연구보고서

전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련- 반도체 제조업 중심

손미아, 백도명, 박미진, 이원규, 임연호, 김현, 윤재원

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련- 반도체 제조업 중심”의 최종 연구결과 보고서로 제출합니다.

2018년 11월

연구기관 : 강원대학교 의학전문대학원

연구기간 : 2018.4.24 ~ 2018.11.30

연구책임자 : 손미아(강원대학교 의학전문대학원 교수)
공동연구원 : 백도명(서울대학교 보건대학원 교수)
공동연구원 : 박미진(서울대학교 보건대학원 교수)
공동연구원 : 이원규(강원대학교 화공학과 교수)
공동연구원 : 임연호(전북대학교 화공학과 교수)
공동연구원 : 김현(미네소타대학교 역학 교수)
공동연구원 : 윤재원(강원대학교 의학전문대학원 연구원)

요 약 문

연구기간 2018년 04월 ~ 2018년 11월

핵심단어 전자산업, 반도체 제조업, 산업안전보건관리 실태조사, 노동자 보호방안

연구과제명 전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련- 반도체 제조업 중심

1. 연구배경

국내·외 전자산업, 특히 반도제 제조업의 최신동향 및 보건관리 실태조사를 통해 산업안전보건에 대한 노동자 보호방안을 개발할 필요성이 대두되었다.

이 연구의 목적은 국내 전자산업(반도제 제조업)의 최신동향 및 고용실태를 조사하고, 안전보건관리체계 실태 조사, 건강영향평가를 통해서 노동자 건강보호방안을 제시하고, "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할 등을 제안하는 것이다.

2. 주요연구내용

한국의 전자산업(반도체 제조업)에서 노동자 파견, 기술용역, 사내 하도급(협력업체)을 주로 활용하고 있어서, 원하청 관계에서 하도급업체 노동자들의 처우개선과 안전보건에 대한 고려가 필요하였다.

한국 전자산업(반도체 제조업) 산업안전보건관리체계 실태조사 결과, 반도체 제조업에서 원청업체 사업주들이 산업안전보건법에 규정된 “원청 사업주의 의무” 규정을 제대로 지키지 않아 하도급업체(협력업체) 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡한 것으로 파악되었다. 또한, 한국에서 화학물질들의 수입·사용 통제, 대체물질 제안 등 국가적인 차원의 유해 화학물질 관리가 미비하였다. 현재 산업안전보건법에 의해 작업장에서 시행되고 있는 작업환경측정, 위

험도조사, 특수검진, 보건관리대행 등의 산업보건서비스가 산업보건의 문제를 밝히고 해결해 나가는 수단으로 작용하지 못하고, 일부 단편적 준수 유무에 치우쳐 있었다. 사업장내 산업보건이 고용노동부의 감독관이 주로 지적하는 몇몇 사항을 대비하기 위한 보건관리자 혹은 보건관리 대행 기관의 업무로 국한되어 있는 문제점이 있다. 이에 사업주가 산업보건에 관심을 가지고 행하는 문제해결적 산업보건이 되도록 하는 산업보건 감독의 전환이 필요하다 할 수 있다. 따라서 사업주가 사업장 산업 보건 문제를 책임 있게 수행할 수 있는 토대를 만드는 것은 매우 중요하며 그 과정에서 산업보건 감독의 역할도 매우 중요하다.

5년간(2013~2017)의 반도체 제조업 작업환경측정자료를 분석한 결과, 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질” 에 속하지 않은 “영업비밀물질” 의 노출평가를 전혀 진행하지 않고 있는 것이 파악되었다. 반도체 노동자에 대한 암 발생을 산업재해로 인정했으나 산업보건 분야에서는 아직도 그 노출에 대한 과학적 인과 관계를 정립해 내는 일을 하지 못하고 있으며, 이는 영업 비밀로 인해 밝혀지지 않는 물질이 많은 것과 많은 연관성이 있을 것으로 예상된다. 이는 반도체 산업에서의 화학물질의 유해성과 노출 파악이 전혀 이루어지지 않음을 뜻하며, 영업 비밀 물질에 대한 산업안전보건법의 개정 작업이 이루어지는 것과 함께 반드시 성분이 밝혀지고 유해성이 구분되고 노출이 평가 되어야 함을 의미한다. 영업 비밀에 관계없이 노출되는 모든 화학물질의 유해성과 노출 정도가 확인되고 조절될 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 반도체 제조업에서 계속 사용 중인 국제암연구기관 Group1 발암물질들에 대한 대체물질 개발이나 노출을 줄이기 위한 개선대책이 시급하게 필요하다는 것이 파악되었다.

국내 반도체 제조업의 건강영향을 한국산업안전보건공단에서 제공한 산업재해(2008~2017) 원시자료로부터 분석한 결과, 유방암, 뇌암, 폐암, 백혈병 등의 직업성 암과 화상, 화학물질 노출에 의한 화학물질 중독, 화농염, 흡입손상,

폐렴, 피부염 등이 발생하였음을 확인하였다. 화학물질 중독 재해가 주로 하도급(협력)업체 노동자들이 수행하는 청소, 시설유지보수, 실험실, 약품이동, 생산 등의 작업에서 발생하였는바, 하도급업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리의 필요성을 확인하였다. 이를 위해 하도급업체 노동자들의 안전보건관리모델 개발, 작업환경개선 및 직업성질환 및 산업재해 예방대책 수립, 사업장 단위 맞춤형 안전보건관리프로그램 개발, 안전보건전문가 양성을 제안하였다

국내 반도체 제조업 "안전보건관리 전담기구"의 조직 체계를 제시하였으며, 이 기구가 반도체 제조업의 산업안전보건관리를 총괄하는 역할을 맡아서 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하여, 현장에서 작업장 관리 감독 및 지도, 노출평가, 건강영향평가, 역학조사, 등을 수행할 것을 제안하였다.

- 시사점

반도체 제조업 산업안전보건관리체계의 원칙과 방향을 노동자 보호 중심으로 전환하기 위해서 한국의 산업안전보건체계의 새로운 방향전환을 위한 방안을 제안하였다.

3. 연구 활용방안

이 연구의 활용방안은 첫째, 국가적으로 한국의 산업안전보건법이나 산업안전보건 관련 제도 등을 개선하는데 필요한 기초자료로써 활용이 될 수 있고, 둘째, 작업현장에서 한국 전자산업(반도체 제조업) 노동자들의 안전과 건강을 위한 예방대책을 마련하고, 전자산업노동자 건강보호방안과 전자산업 ""안전보건관리 전담기구""의 조직 및 역할 등을 마련하는데 기초 자료를 제공할 것이다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 강원대학교 의학전문대학원 예방의학교실 교수 손미아
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구부 이미영

■ ☎ 052) 703. 0873 ■ E-mail cookmom@kosha.or.kr

차 례

Ⅰ. 서론 ·····1
1. 연구 배경 및 필요성 ·····1
2. 연구 목적 ·····3
Ⅱ. 연구방법 ·····4
1. 연구내용 및 범위 ·····4
2. 연구방법 ·····5
Ⅲ. 연구결과 ·····13
1. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과 ·13
2. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017)분석 결과 ·····94
3. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석 결과: 산업재해승인자료(2008~2017)를 중심으로 ·····129
4. 국외 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램: 미국과 일본을 중심으로 ·····154
5. 한국 반도체 제조업 하도급(협력)업체의 산업안전관리실태의 문제점 …180
6. 한국의 산업안전보건관련 국가법과 작업현장 활용도의 간극과 대안모색방안 ·····190
7. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안 ····· 212
1) 한국 전자산업(반도체 제조업) 산업안전보건관리체계 구축의 필요성 · 212
2) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 원칙과 방향 · 221
3) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램 구축방안 223
4) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적 대응방안 ····· 242
5) 한국 전자산업(반도체 제조업) “안전보건관리 전담기구“의 조직 및 역할 ···· 269
Ⅳ. 결론 ····· 294

참고문헌 ····· 316
Abstract ····· 318
부록 ····· 320
부록 Ⅲ-1. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과: 면담내용 ····· 320
부록 Ⅲ-2. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석 결과 ····· 348
부록 Ⅲ-3. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석 결과: 산업재해승인자료(2008~2017)를 중심으로 ····· 384
부록 Ⅳ. 국외 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램: 미국과 일본을 중심으로 ····· 406
부록 Ⅳ-1. 미국 OSHA의 일반적인 산업안전보건관리의 내용 ····· 406
부록 Ⅳ-2. 미국 OSHA의 반도체산업을 위한 산업안전보건관리 프로그램 406
부록 Ⅳ-3. OSHA의 반도체 제조업에 대한 기준, 위험 및 대책, 추가자료 409
부록 Ⅳ-4. OSHA의 공정안전관리 (Process Safety Management) ····· 412
부록 Ⅳ-5. 유독성 및 인화성 물질을 취급하는 정유 및 화학공장의 공정안전관리 ····· 415
부록 Ⅳ-6. 급성 유해물질의 공정안전관리(Process Safety Management, PSM) ····· 424
부록 Ⅳ-7. NIOSH 건강위해평가(Health Hazards Evaluations, HHE) 프로그램 ····· 427
부록 Ⅳ-8. 작업장에서 안전한 나노기술을 위한 지식 습득 ····· 428
부록 Ⅳ-9. 작업장에서의 안전한 나노기술 발전: NIOSH 나노기술연구소(NTRC)의 보고서, 2008미국 OSHA의 일반적인 산업안전보건관리의 내용 ····· 430
부록 Ⅳ-10. 일본의 산업안전보건관리프로그램: 일본 반도체 제조공정의 안전위생대책지침을 중심으로 ····· 438

표 차 례

〈표 Ⅱ-1〉 이 연구의 핵심적인 연구 질문 ····· 8
〈표 Ⅱ-2〉 이 연구 현장방문조사 산업안전보건관리 실태조사 연구 질문 ··· 8
〈표 Ⅲ-1〉 이 연구에서 산업안전보건관리체계 실태조사를 수행한 사업장들 ·····14
〈표 Ⅲ-2〉 이 연구에서 현장 방문한 사업장들의 하도급(협력)업체현황 ·····76
〈표 Ⅲ-3〉 한국의 전자산업 반도체 제조업들의 국가에 대한 요구도 ·····85
〈표 Ⅲ-4〉 한국 전자산업 반도체 제조업들의 산업안전보건관리의 문제점과 개선대책 ····· 87
〈표 Ⅲ-5〉 한국 전자산업의 작업환경측정결과(2013~2017): 작업환경측정대상물질과 실체 측정된 물질 ····· 95
〈표 Ⅲ-6〉 한국 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들) 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질들 ·····98
〈표 Ⅲ-7〉 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들(2013~2017)과 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질 비교 ····· 102
〈표 Ⅲ-8〉 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들(2013~2017) 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들 ·····104
〈표 Ⅲ-9〉 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들(2013~2017) 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들 ·····108
〈표 Ⅲ-10〉 한국전자산업의 작업환경측정결과(2013~2017): 각 세부산업별 IARC 발암물질 측정 건수 ·····110
〈표 Ⅲ-11〉 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 1급 발암물질들(IARC G1)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도 :2013~2017 ·····114

〈표 Ⅲ-12〉 한국 반도체 제조업에서 작업환경 측정된 국제암연구기관 1급 발암물질들(IARC G1)들의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년 ····· 123
〈표 Ⅲ-13〉 한국 반도체 제조업에서 이상온도(화학물질)에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로 ····· 136
〈표 Ⅲ-14〉 한국 반도체 제조업에서 화재에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로 ····· 138
〈표 Ⅲ-15〉 한국 반도체 제조업에서 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로 ····· 141
〈표 Ⅲ-16〉 한국 반도체 제조업에서 화학물질에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로 ·····144
〈표 Ⅲ-17〉 한국 반도체 제조업에서 산재 승인된 직업성암 사례들: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로 ·····149
〈표 Ⅲ-18〉 한국 반도체 제조업에서 발생한 직업성암 사례들 중에서 법원·공단이 취급 또는 노출을 인정한 주요 유해인자 ·····151
〈표 Ⅲ-19〉 미국 반도체 산업안전보건관리체계 파악을 위해 방문한 기관들 ····· 154
〈표 Ⅲ-20〉 한국의 화학물질 관리 문제점, 법령기준 및 개선 대책 ·····205
〈표 Ⅲ-21〉 한국 반도체 제조 공정 생산라인에서 산업보건관리방안 ·····256

그 림 차 례

[그림 Ⅱ-1] 연구 추진 흐름도 ····· 12
[그림 Ⅲ-1] 한국의 화학물질 구매 및 허가과정의 현행과정과 제안 ····· 20
[그림 Ⅲ-2] 한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계 구축의 필요성 ····· 220
[그림 Ⅲ-3] 직업노출조합(Job Exposure Matrix)구성 모형도 ····· 229
[그림 Ⅲ-4] 반도체 제조업에서 직업노출조합(Job Exposure Matrix) 구축 예 ····· 230
[그림 Ⅲ-5] 일반적 반도체 제조 공정 시스템(1) ····· 243
[그림 Ⅲ-6] 일반적 반도체 공정의 유해가스 배관 시스템 ····· 245
[그림 Ⅲ-7] 반도체 제조공정에서의 화학물질 공급 체계도 ····· 248
[그림 Ⅲ-8] 반도체 제조시설에 대해 안전한 화학 물질 공급 시스템의 모식도 ····· 251
[그림 Ⅲ-9] 한국 전자산업(반도체 제조업)의 “안전보건관리 전담기구“의 조직 및 역할 ····· 292
[그림 Ⅲ-10] 한국 전자산업(반도체 제조업)의 “안전보건관리 전담기구“의 새로운 기능 10가지 ····· 293

부 록 표 목 차

〈부록표 ⅡI-1〉 산업안전보건법에 명시된 작업환경측정대상물질의 발암성여부(IARC) ····· 348
〈부록표 Ⅲ-2〉 한국 전자산업에서 작업환경측정된 모든 물질 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질의 산업별 빈도 ····· 356
〈부록표 Ⅲ-3〉 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2A급 발암물질들(IARC G2A)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년 ····· 361
〈부록표 Ⅲ-4〉 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2B급 발암물질들(IARC G2B)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년 ····· 363
〈부록표 Ⅲ-5〉 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 3급 발암물질들(IARC G3)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년 ····· 369
〈부록표 Ⅲ-6〉 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2A급 발암물질들(IARC G2A)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년 ····· 378
〈부록표 Ⅲ-7〉 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2B급 발암물질들(IARC G2B)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년 ····· 379
〈부록표 Ⅲ-8〉 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 3급 발암물질들(IARC G3)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년 ····· 381
〈부록표 Ⅲ-9〉 한국 전자산업의 표준산업분류(중분류)별 산업재해자수, 사망자수: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 384
〈부록표 Ⅲ-10〉 한국 전자산업의 표준산업분류(소업종)별 산업재해자수, 사망자수: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 385

〈부록표 Ⅲ-11〉 한국 전자산업과 반도체 제조업의 산업재해 유형별 산업재해 건수:2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 385
〈부록표 Ⅲ-12〉 한국 전자산업과 반도체산업의 산업재해 발생형태: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 386
〈부록표 Ⅲ-13〉 한국 전자산업과 반도체 제조업의 직업병 분포: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 387
〈부록표 Ⅲ-14〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 기인(대)별 분포: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 387
〈부록표 Ⅲ-15〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 발생형태별, 기인(대)별 산업재해 분포: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 388
〈부록표 Ⅲ-16〉 한국 반도체 제조업 사망재해의 업무상 사고 사망, 질병사망, 그 외 사고의 재해 원인과 사망재해의 진단명: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 389
〈부록표 Ⅲ-17〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 이상온도(고온)에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 393
〈부록표 Ⅲ-18〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 폭발·파열에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 395
〈부록표 Ⅲ-19〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 화재에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 396
〈부록표 Ⅲ-20〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 화학물질에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 398
〈부록표 Ⅲ-21〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 설비, 기계에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 400
〈부록표 Ⅲ-22〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 화학물질에 의한 재해 기전: 008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 401
〈부록표 Ⅲ-23〉 한국 반도체 제조업 산업재해의 부품 및 부속물 및 재료에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로 ····· 405

Ⅰ. 서 론

1. 연구 배경 및 필요성

1) 연구목적

이 연구의 목적은 국내·외 전자산업의 최신동향 및 보건관리 실태조사 자료를 분석하고, 반도체 제조업의 노동자 보호방안을 제시하는 것이다.

2) 연구 필요성

한국의 전자산업은 빠르게 발전하고 있다. 과학기술혁명으로 생산력이 증대하고 있고, 이에 따라 사용하는 물질들도 증가하고 있고 크게 변화하고 있다. 그러나 지금까지 빠르게 변화하고 있는 생산력, 생산 공정, 사용하는 물질의 변화에 따른 산업안전보건관리가 이루어지고 있지 못하고 있다. 이에 따라 빠르게 변화하는 산업의 발전에 따라 작업공정에서 신공정의 도입으로 기존 공정에 존재했던 위험요인들이 어떻게 변화되었는지, 그리고 신 공정에서 새롭게 대두되고 있는 위험요인들이 있는지, 위험요인 및 위험물질들의 변화를 파악하고, 새롭게 산업안전보건관리체계를 만들 필요성이 대두되고 있다.

한국의 전자산업, 특히 반도체 제조업에서 암 발생 보고[1)]가 증가하고 있어 이에 대한 산업안전보건관리대책 마련이 시급하다. 현재 전자산업 반도체 제조업에서 사용하고 있는 발암물질의 종류, 발암물질에 대한 국가적인 규제 정도, 발암물질의 관리방법 등을 파악하여 작업공정에서 발암물질 사용에 대한 산업

1) 전 세계적으로 반도체 제조업체 노동자들에서 발생하는 것으로 보고된 암은 폐암, 인두암, 방광암, 악성흑색종, 뇌암, 림프혈액종양, 유방암, 위암 등이다1983년 스웨덴 보고서, 1985년 IBM연구, 2001~2005년 영국 국영반도체(NSUK) 연구 등

안전보건관리방안을 마련하고, 전체적으로 사업장에 산업안전보건관리체계를 구축할 필요성이 대두되고 있다.

한국의 전자산업(반도체 제조업 포함)에서는 아직까지 작업현장에서 작업공정과 사용하는 위해물질에 따른 산업안전보건관리가 체계적으로 구축되어 있지 못하고, 산업안전보건관리프로그램이 마련되어 있지 못하고 있어 산업안전보건관리체계를 구축할 필요성이 대두되고 있다.

한국의 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 노동자 보호방안을 마련할 필요가 있다. 특히 한국의 반도체 제조업에서 가장 발달된 첨단산업의 이미지와는 달리 사내 하도급업체에서 근무하는 노동자들 사이에서 가장 덜 발달된 산업에서나 발생했을 것 같은 중대 사망 재해가 연이어 발생하고 있다. 그러므로 이러한 중대 사망 재해가 발생할 수 밖에 없는 구체적인 원인과 재해의 기전을 규명하여 문제해결을 위한 근거를 마련하고, 노동자보호방안을 마련할 필요가 있다.

이 연구는 이러한 연구의 필요성에 따라, 한국의 전자산업, 특히 반도체 제조업에서 노동자들의 안전과 건강에 대한 요구도를 파악하고, 노동자 보호방안을 마련하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구 목적은 다음과 같다.

이 연구의 목적은 국내 전자산업(반도제 제조업)의 최신동향 및 고용실태를 조사하고, 안전보건관리체계 실태 조사, 건강영향평가를 통해서 노동자 건강보호방안을 제시하고, "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할 등을 제안하는 것이다.

이 연구는 반도체 제조업을 중심으로 진행하며, 이 연구를 통해, 중장기적인 정책에 활용하고자 한다.

이 연구의 목표는 다음과 같다.

첫째, 한국의 전자산업(반도체 제조업)을 대상으로 현장방문조사를 통해 산업안전보건관리 실태조사를 수행한다.

둘째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정결과자료와 산업재해승인자료를 분석하여 위해물질에 노출 정도와 건강영향을 분석한다.

셋째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 건강보호방안을 제시하고, 전자산업 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할 등을 제안한다.

II. 연구방법

1. 연구내용 및 범위

1) 연구 내용

이 연구의 핵심적인 연구 내용은 첫째, 한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태 조사, 둘째, 한국 전자산업의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석, 셋째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석: 산업재해승인자료(2008~2017)를 중심으로, 넷째, 국외 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램 분석: 미국과 일본을 중심으로, 다섯째, 한국 전자산업(반도체 제조업) 하도급(협력)업체의 산업안전관리실태의 문제점, 여섯째, 한국의 산업안전보건관련 국가법들과 작업현장 활용도의 간극과 대안모색방안, 일곱째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안 마련이다.

한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안 마련을 위해서 구체적으로 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 구축의 필요성, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계의 원칙과 방향, 한국 전자산업(반도체공장) 산업안전보건프로그램의 구축방안, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적인 대응방안, 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할에 대해 연구하였다.

2) 연구 범위

이 연구의 핵심적인 범위는 크게 3가지이다. 첫째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 고용실태 및 산업안전보건관리체계 실태조사이다, 이 연구팀은 한국 전자산업(반도체 제조업)에서 노동자 보호방안을 마련하기위해서 직접 작업현장을 방문하면서 현장 산업안전보건관리 담당자들과 노동자들이 호소하는 문제

점이 무엇이고, 요구도가 무엇인지를 구체적으로 파악할 필요가 있다고 보고, 직접 작업현장을 방문하여 산업안전보건관리실태를 파악하는 것을 이 연구의 주요한 법위로 설정했다.

둘째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 위해물질 노출과 건강영향을 평가하기위한 작업환경측정자료(2013~2017)와 산업재해승인자료(2008~2017)분석이다. 이 연구팀은 작업환경측정자료(2013~2017) 분석을 통해, 측정된 물질들의 특성들, 발암물질 여부, 허용기준을 넘는 물질들의 여부 등을 분석하여 작업현장의 위험요인들을 구체적으로 파악하고자 했다. 또한 산업재해승인자료(2008~2017)분석을 통해 재해의 기전을 구체적으로 분석함으로써 노동자보호방안을 도출하고자 했다.

셋째, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안이다. 이 연구팀은 이 연구에서 수행한 작업현장조사(산업안전보건관리 실태조사)와 자료 분석(작업환경측정자료와 산업재해승인자료) 결과와 국외 산업안전보건관리프로그램 분석 등을 종합하여 노동자보호방안을 제시했다.

특히 이 연구팀은 한국에서 실제 작업현장에서 요구되는 산업안전보건관리체계와 산업안전보건프로그램을 구축하는 것을 주요하게 모색했으며, 예방정책으로 공학적인 대응방안이 주요함을 고려했다. 특히 이 연구팀은 이 연구결과를 총괄하여 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할을 제시하였다.

2. 연구방법

1) 한국 전자산업의 최신 동향 및 고용실태 분석

이 연구는 국내·외 문헌고찰을 중심으로 국내·외 국가기관 전자산업 동향 자료들, 연구논문, 인터넷 검색 등을 통해서, 국내·외 전자산업의 최신동향을 파악하고자 하였다. 국내·외 전자산업의 흐름과 산업분류 현황 및 특성, 공정의 변

화, 공정에 사용되는 물질의 변화를 파악하였다. 이 연구는 특히 전자산업, 반도체 제조업에서 신규 화학물질의 위험성에 대한 보건관리대책을 마련하기 위해 최신 동향을 파악하였다.

이 연구는 영국 산업보건연구원(HSE)에서 연구한 영국 국영반도체(NSUK) 공장의 연구결과들, 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)에서 연구한 IBM공장의 연구결과들, WHO의 문헌들, 국제암연구기관(IARC) Monography를 활용하였다. IARC-Monography를 통해 반도체 제조업에서 사용되는 발암물질들이 인체에 미치는 발암성에 대해 구체적으로 살펴보았다.

2) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태 분석

이 연구는 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태를 조사하기 위해서, 직접 사업장을 방문하여 안전·보건 관련 담당자, 노동자 등과 개별적인 면담이나 집단토의를 통한 현장방문조사를 수행하였다

현장 방문조사에 참여할 사업체 선정을 위해 이 연구에서는 한국의 전체 반도체 제조업의 목록을 확보한 후 세부 업종별, 규모별로 집단을 나누어서, 각 집단 내에서 무작위로 사업장들을 추출한 후에, 사업장에 전화를 걸어서 현장방문조사의 목적과 기대효과를 설명한 후에 사업장의 동의를 얻어서 직접 사업장을 방문했다. 이렇게 해서 세부 업종들(IDM & 파운드리, 후공정, 장비업체, 재료업체, 화학물질 제조업체, 부품, 팹리스(Fabless), 하도급업체 등)을 다 포괄한 30개 반도체 제조업 사업장들을 방문·조사했다. 특히 산업안전보건관리가 제대로 되어있지 않을 것으로 예상되는 일부 협력업체나 소규모 영세 반도체 제조업도 포함시켜서 산업안전보건관리 실태조사를 수행했다. 특히 이 연구에서는 원청기업과 하도급업체에서 산업안전보건관리 실태조사의 실태를 조사하고, 하도급업체나 영세 기업에서 필요한 산업안전보건관리 항목에 대해 파악했다. 그 이유는 최근 위해공정들이 원청기업에서 협력업체로 이전되고 있어서 협력업체를 방문해야할 필요성이 있기 때문이었다.

이 연구에서는 산업안전보건관리 실태조사를 위해 사업장에 방문 전에 예상 질문내용을 만들어서 사업장을 방문하였고, 실제 사업장에 방문해서 안전 · 보건관리자나 산업안전보건관리 담당자, 노동자들을 만나서 직접 면담조사를 실시했고, 직접 면담을 수행하는 과정에서 연구 질문을 더 구체적으로 각 사업장의 작업조건과 작업환경조건에 맞게 수정 · 보완하여 질문했다. 특히 이 연구에서는 모기업과 하도급업체에서 산업안전보건관리 실태조사를 위한 조사항목을 작성하여 산업안전보건관리 실태조사를 실시하였다.

현장방문조사에서, 일부 반도체 제조업 사업체들을 방문하여 반도체 제조업 산업안전보건 담당자들과 노동자들과 심층 면담 및 집단토의를 통해서 노동자들의 요구도 조사를 실시하여 노동자들의 요구도에 따른 보건관리의 방안을 모색하고자 했다. 특히 협력업체와 영세 반도체 제조업을 직접 방문하여 안전보건관리체계 실태를 파악하였다.

구체적인 현장조사내용은 현장에서 실제 어떤 산업안전보건관리가 이루어지고 있는지? 위험요인에 따라 산업안전보건관리가 이루어지고 있는지? 노동자의 요구도에 따른 산업안전보건관리가 진행되고 있는지? 미래의 보건관리정책 등이었다. 이를 통해 노출평가와 보건관리의 연계 방안을 마련하였다. 구체적인 산업안전보건관리 실태조사 항목은 다음과 같다(표 Ⅱ-1, 표 Ⅱ-2).

- 전자산업의 흐름, 산업분류 현황, 특성, 고용실태, 고용구조 파악

- 산업의 변화에 따른 작업공정의 변화와 사용물질들의 변화

- 반도체 제조 작업공정에서 반드시 필요한 공정과 사용물질들

- 과거와 현재 사용하고 있는 위험물질 파악(과거 노출 평가, 현재 공정에 대한 노출 평가)

- [작업환경측정조사]에서 측정을 하고 있는 물질들과 반도체 제조공정에서 발생하고 있는 위험물질들의 비교

- 산업재해 직업병 발생의 기전 확인

<표 Ⅱ-1> 이 연구의 핵심적인 연구 질문

-각 반도체 제조업에서 실시하고 있는 산업안전보건관리 내용은 무엇인가?
-각 반도체 제조업에서 각 작업공정의 위해요인(예: 발암물질 등)에 따라 산업안전보건보건관리가 진행되고 있는가?
-각 반도체 제조업에서 노동자의 요구도에 따라 필요한 산업안전보건관리의 내용은 무엇인가?

<표 Ⅱ-2> 이 연구 현장방문조사 산업안전보건관리 실태조사 연구 질문

[전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련- 반도체 제조업 중심] 연구 질문

1. 전체 전자산업의 흐름, 산업분류 현황, 특성에 대한 이해
-전체 고용실태, 고용구조
-산업의 변화에 따른 작업공정의 변화와 사용물질들(MSDS)의 변화-반도체 제조 작업공정에서 반드시 필요한 공정과 사용물질들

2. 고용구조 및 고용실태 조사
(1) 해당 사업장의 고용실태(정규직, 비정규직), 고용구조(임금, 계약관계, 고용인원수), 근무제도(교대제유무, 야간근무부서), 하도급(협력)업체 수, 고용인원수, 업무 부서
(2) 해당 사업장에서 산업의 변화에 따른 작업공정의 변화와 사용물질들의 변화-반도체 제조 작업공정에서 반드시 필요한 공정과 사용물질들
* 어떤 물질들이 새롭게 들어오는가?, 어떻게 들어오는가? 들어올 때 위험성 평가 및 독성검사를 하는가?, 아니면 관련 문헌을 찾아보는가? 자체연구를 하는가? 안전·보건관리자들이 어떻게 물질관리를 하는가?

3. 화학물질노출 관리 현황 조사
-과거와 현재 사용하고 있는 위험물질 파악(과거 노출 평가, 현재 공정에 대한 노출 평가)
-[작업환경측정조사]에서 측정을 하고 있는 물질들과 반도체 제조공정에서 발생하고 있는 위험물질들의 비교분석
-화학물질관리 매뉴얼이 있는가?

4. 산업재해, 직업병 현황
-해당 사업장에서 산업재해와 직업병에 대해 집계를 하는가? 각종 산업재해와 직업병의 연도별, 공정별 추이(재해율?, 사례?)
-산업재해나 직업병이 많이 발생하는 공정이나 기전?
-정규직/비정규직, 원청/하도급(협력)업체 관계?
-산업재해나 직업병 발생 시 후속조치? 대처 매뉴얼? 예방 매뉴얼?
-산업재해나 직업병 예방을 위해 정부에 바라는 점?

5. 산업안전보건관리체계 관련 현황 조사
-각 반도체 제조업에서 실시하고 있는 산업안전보건관리내용은? 실제 실시하고 있는지?
-각 반도체 제조업에서 각 작업공정의 위해요인(예: 발암물질 등)에 따라 어떤 산업안전보건관리가 진행되고 있는지 파악, 실제 "작업현장에서 위해요인에 따른 산업안전보건관리"가 이루어지고 있는지?

-해당 사업장에서 위험도조사를 하고 있는지? 위험도조사를 어떻게 실시하고 있는지(자체조사? 아니면 외부위탁?)? 위험도조사 결과보고서를 볼 수 있는지?, 위험도조사후에 후속조치가 있는지?
-보호 장비(방진, 방독 마스크, 국소배기장치, x선 차단 앞치마) 등이 있는지?
-해당 사업장에 자체적인 산업안전보건관리프로그램이 있는가?
-산업안전보건법에 의해 수행되는 산업안전보건관리(일반검진, 특수검진, 작업환경측정)의 문제점은 무엇인가?
-현재 각 사업장에서 자체적으로 실시하고 있는 건강증진연구소 등이 효과가 있다고 보시는지?

6. 노동자의 요구도
-각 반도체 제조업에서 노동자의 요구도에 따라 필요한 보건관리의 내용은 무엇인가?

7. 안전·보건관리자의 요구도
-각 반도체 제조업에서 산업안전보건관리에 대한 보건관리자의 요구도는 무엇인가?

8. 작업장 산업안전보건관리프로그램에 대한 요구도
-산업안전보건관리프로그램에 어떤 내용이 들어가면 좋은가?

9. 국가기관으로써 [가칭] "안전보건관리 전담기구"가 생긴다면 그 역할이 무엇이면 좋겠는가?
-노동부가 귀하의 공장이 있는 지역에 "안전보건관리 전담기구"를 설립한다면 이 '전담기구"가 어떤 일을 하면 좋겠습니까?

10. 국가에 대한 요구도
-국가에 대한 요구도는 무엇인가?

11. 작업장 노동자 면담 시 질문내용
① 귀하의 고용조건(정규직/비정규직), 업무내용, 노동강도(노동시간, 업무량, 인력, 야간근무, 휴식시간 등등), 작업환경, 근무환경, 취급물질 등에 대해 이야기해주세요.
-귀하의 업무와 귀하가 취급하는 물질들에 대해 잘 알고 있습니까? 이에 대해 회사에서 사전에 교육을 하고 있습니까?
② 귀하는 반도체산업에서 일하는 동안 질환이나 사고를 당한 적이 있습니까? 이유와 경로를 이야기해주세요.
③ 귀하의 작업장에서 주로 건강장해가 발생한다고 생각되는 작업공정이 있는지요?
④ 귀하의 작업환경에서 노동자들에게 가장 필요한 것이 무엇입니까(작업현장에 대한 요구도)?
⑤ 반도체 노동자들의 건강을 위해 가장 필요한 것이 무엇입니까(건강에 대한 요구도)?
⑥ 귀하는 반도체산업의 산업안전보건체계에 대해 알고 계십니까? 문제점은 무엇이라고 보십니까?
-안전보건교육, 작업환경측정, 일반(특수)건강검진, 안전관리자, 보건관리자, 안전보건책임자, 대행제도, 산업안전보건법 등에 대해 알고 계십니까?
-귀하의 반도체산업에서 하고 있는 산업안전보건관리프로그램이 무엇인지 알고 계십니까?
-무엇이 문제라고 보십니까?
⑦ 귀하가 보시기에 반도체산업 산업안전보건체계모델의 발전방향은 어떻게 가야한다고 보십니까? 생각나는 것이 있으면 이야기해주십시오.
⑧ 노동부가 귀하의 공장이 있는 지역에 "반도체산업안전보건"안전보건관리 전담기구""를 설립한다면 이 "반도체산업안전보건"안전보건관리 전담기구""가 어떤 일을 하면 좋겠습니까?

3) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석

이 연구는 국내 전자산업(반도체 제조업)의 위해요인 노출 정도를 파악하기 위해서 한국산업안전보건공단에서 제공한 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017)를 분석했다.

이 연구는 한국산업안전보건법에 명시된 “작업환경측정대상물질”에 포함되어 있는 발암물질(국제암연구기관, IARC)을 확인했고, 국제암연구기관에서 규정하고 있는 발암물질들 중에서 “작업환경측정대상물질”에 포함되지 않은 물질들이 있는지 여부를 파악하였다. 또한 전자산업과 반도체 제조업에서 작업환경측정 빈도가 높은 물질들을 파악하였다. 또한 반도체산업(표준산업분류코드: 261)에서 2013~2017년까지 측정한 작업환경측정값들을 각 물질별로 최대 측정값, 최소 측정값, 범위 등을 구하여 측정값들과 허용기준과의 관련성을 파악하였다.

4) 한국 전자산업의 산업재해승인자료(2008~2017) 분석

이 연구는 한국산업안전보건공단에서 제공한 한국 전자산업의 산업재해승인자료(2008~2017)분석을 통해 재해의 기전을 구체적으로 분석함으로써 노동자보호방안을 도출하고자 했다.

이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업) 산업재해의 발생형태, 기인, 직업성질환을 분석했다. 특히 이 연구에서는 한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해의 구체적인 재해원인(2008~2017년)을 분석하기 위해서 산업재해 원시자료의 “재해개요”를 질적으로 평가하여 사망재해의 기전, 작업과정에서 화학물질에 노출된 사례, 직업성암의 재해원인, 하청업체의 산업재해 발생기전을 분석하였다.

5) 외국의 산업안전보건관리체계 조사: 미국과 일본을 중심으로

이 연구는 국외 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태조사를 위해서 미국의 반도체 제조업 위해요인 관련 연구자들, 미국 반도체 제조업에서 근무했던 산업안전보건전문가들, 미국의 현재 OSHA에 근무하고 있는 산업안전보건전문가들을 직접 방문했고, 일본의 산업안전보건관리체계를 조사하였다.

6) 한국 반도체 제조업 원하청관계와 하도급(협력)업체 산업안전보건관리실태의 문제점

이 연구는 위의 연구결과들(산업안전보건관리체계 실태조사, 작업환경측정자료(2013~2017) 분석, 산업재해승인자료 (2008~2017)분석)을 토대로 한국 반도체 제조업의 원하청관계의 현황과 협력업체 산업안전관리실태의 문제점에 대해 집중 분석하고 문제점을 구체적으로 고찰하여 문제점 해결의 근거를 찾고 하였다.

7) 한국의 산업안전보건관련 국가법들과 작업현장 활용도의 간극과 대안모색 방안

이 연구는 작업현장 산업안전보건관리 실태조사에서 파악한 연구결과를 토대로 산업안전보건관련 국가법들과 현장 활용도의 간극을 파악하였고, 이에 대한 대안을 제시했다.

8) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안 마련

이 연구는 구체적으로 국가적인 차원에서 전자산업 반도체 제조업의 보건관리기구가 설립될 때 필요한 전자산업의 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할에 대해 제시하였다. 전자산업의 "안전보건관리 전담기구"의 인력규모, 구성

분야, 예산, 전국규모의 관리방안을 위한 조직 구도, 집중 관리 및 지역관리를 위한 조직 구도를 제안하였다. 이 연구의 "추진 흐름도"는 다음과 같다.

	전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련 - 반도체 제조업 중심	◀ **연구조사 방법들**
문헌조사 및 외국방문조사 ▶	-국내.외 전자산업의 최신동향, 고용구조, 직업성 질환 발생현황 조사, -미국 방문조사(미국 OSHA)	-국내외 문헌조사(미국 OSHA, NIOSH, 일본 후생성 등) -사례분석(Case studies), 환자대조군연구(Case-Control studies), 유병률 분석 문헌고찰 등 -노동자 질병사례, 유병률, 사망자 사례분석: 하청업체 조사, 동일공정 사업체들 조사 -미국 방문조사: 미국 OSHA(뉴욕, 캘리포니아, 포틀랜드 등 여러지역 방문)
현장방문조사 ▶	<핵심과제> 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리 실태조사	-한국 반도체 제조업과 그 협력업체들을 대상으로 작업현장방문을 통한 산업안전보건관리 실태조사 -산업안전보건관리 담당자들의 요구도 조사 -노동자들의 요구도 조사 -한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경 측정자료(2013~2017)분석 -한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업재해 승인자료(2008~2017)분석
대안모색 연구 ▶	한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안과 전자산업 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할 제안	-전문가회의(직업환경의학전문의, 반도체산업 전문가(화학공학), 산업위생전문가, 역학전문가 등) -자문회의(미국 OSHA, NIOSH) 및 정책회의

[그림 II-1] 연구 추진 흐름도

III. 연구결과

1. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과

1) 한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태조사 대상사업장

이 연구에서는 한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태조사를 위해 한국 반도체 원청기업체, 하도급(협력)업체 등을 포함하여 총 30개 사업장들을 방문했다. 이 30개 사업장들은 FAB제조 사업체(10개), 후공정(5개), 화학물질제조공정(10개), 팹리스공정(2개), 장비업체(3개)한국반도체산업협회(1개) 등이다.

반도체 제조업 사업체 실태조사과정은 다음과 같이 진행되었다.

연구팀은 국내 반도체 제조업체들을 공정별(FAB, 후공정, 화학물질제조공정, 팹리스, 장비업체 등등), 사업체 규모 별로 묶어서 사업체 집단들의 목록을 작성한 후에 이 공정별 사업체 집단 목록에서 무작위로 사업체를 선정하여 보건관리자나 안전관리자에게 연락을 취하여 공문을 통해 사업체 방문을 의뢰하였고, 방문을 허락해준 사업체들을 방문했다. 연구팀이 한 사업체를 방문하면 대개 오전에는 해당 팀(안전관리, 보건관리)에서 팀장을 비롯하여 담당 직원들(약 3~5명)이 같이 배석을 하여 연구팀과 사업체 직원들이 회의실 탁자에 둘러앉아 자료화면과 설명을 통해 회사의 개괄적인 산업안전보건관리현황을 듣고, 연구팀들과 회사 담당직원들 사이에 질의응답시간을 가진 후에, 오후에는 사업체의 작업현장을 직접 방문해서, 그 과정에서 발생하는 질문들을 가지고 토론하는 과정으로 진행되었다. 이렇게 해서 연구팀 2명이 하루에 1개의 사업장을 방문하는 방식으로 현장실태조사가 진행되었다. 작업공정을 공개하기를

원하지 않는 사업체들의 경우에는 공정순회를 하지 않았다. 대규모 사업체 현장 방문조사를 갈 때에는 연구팀도 4명 이상 다수로 구성을 하여 집단으로 방문하기도 했고, 중소규모 사업체를 방문할 때는 주로 2명이 한 조가 되어서 방문하였다. 하도급업체들을 방문할 때는 원청사업장 안에 들어갈 수 없는 상황도 발생했고, 이런 경우에는 원청사업체 밖에 있는 조용한 장소에서 담당자와 면담을 진행하기도 했다. 현장 실태조사는 2018년 5월 25일부터 8월 31일까지 약 3개월 동안 진행되었다. 이 연구에서 산업안전보건관리체계 실태조사를 수행한 사업장들의 일반적인 현황은 아래 표와 같다.

<표 Ⅲ-1> 이 연구에서 산업안전보건관리체계 실태조사를 수행한 사업장들

사업장명	소재지	내용
IDM & 파운드리		
H (경기도) 2018.5.29방문	규모: 24,000여 명 교대제: 4조3교대 협력업체: 약 250개	전체 공정: 전후공정, FAB공정 협력업체 작업내용: 청소/식당 등 용역, PM작업, 공장단지 관리, 하도급형태: 1차~4차까지 다양[2)]
S (경기도) 2018.8.31	규모: 24000여 명 교대제: 4조 3교대 협력업체: 약 300개	전체 공정: 전·후공정 협력업체 작업내용: 청소/식당 등 용역, PM작업, 공장단지 관리, 하도급형태: 1차~4차까지 다양
S (경기도) 2018.7.25	규모: 40,000여 명 교대제: 4조 3교대 협력업체: 약 300개	전체 공정: 전·후공정 협력업체 작업내용: 청소/식당 등 용역, PM작업, 공장단지 관리, 하도급형태: 1차~4차까지 다양
A1 (경기도) 2018.7.12	규모: 5,700여 명 교대제: 4조 3교대 협력업체: 약 5개	공정: 연구개발, 후공정 협력업체 작업내용: 식당, 보안, 청소
A2 (광주광역시) 2018.0725	규모: 3,800여 명 교대제: 4조 3교대 비정규직 없음. 협력업체: 약 5개	공정: 후공정 협력업체 작업내용: 식당, 미화, 정문경비
K (경상북도) 2018.0704	규모: 630여 명 교대제: 있음 협력업체: 30명	공정: 초소형 Package, 저소비전력 제품 협력업체 작업내용: 시설관리 (협력업체 거의 없음)
F	규모: 1,300여 명	공정: 반도체(전력용) 제조

(경기도) 2018.7.12	교대제: 4조 3교대 협력업체: 많음	협력업체 작업 내용: 경비, 식당, 청소 등. (PM작업 본사직접)
D (경기도) 2018.7.12	규모: 1,930여 명	공정: 파운드리 (웨이퍼 수탁 및 판매)S 협력업체 작업 내용: 설비, 시설, 유지보수, PM작업, 청소, 식당 등
후공정		
S1 (경기도) 2018.5.28	규모: 1,000여 명 교대제: 4조 3교대 협력업체: 850여 명 (비정규직 다수)	공정: 후공정 협력업체 작업 내용: 생산 라인, 청소, 식당, PM작업 등
N2 (충청북도) 2018.6.19	규모: 400여 명 교대제: 4조 3교대 협력업체: 400여 명 (일부 비정규직)	공정: 반도체 및 전자관련 부품 제조 협력업체 작업 내용: 생산 주요 업무 일체
W2 (경기도) 2018.7.17	규모: 330여 명 교대제: 3조 2교대 협력업체: 없음	공정: 반도체 패키징 협력업체 작업 내용: 없음
A (경기도) 2018.7.13	규모: 2,000여 명 교대: 4조 3교대 협력업체: 600명 이상	공정: 후공정 협력업체 작업 내용: 생산 라인, 청소, 식당 등
장비업체		
WA (경기도) 2018.6.18	규모: 730여 명 교대: 없음 협력업체: 30여 명	공정: 반도체 (박막, 증착)장비 제조 협력업체 작업 내용: 제조 공정
재료업체		
P (충청남도) 2018.7.17	규모: 280여 명 교대제: 3교대 협력업체: 없음	공정: 포토마스크 기술개발 및 제조 협력업체 작업 내용: 없음
SS (대구광역시)	규모: 180여 명 교대제: 3조3교대	공정: 반도체 및 TFT-LCD생산에 쓰이는 핵심재료 중 하나인 블랭크 마스크 생산 및 판매
화학물질 제조업체		
M1 (서울특별시) 2018.8.29	규모: 630여 명	공정: 포토레지스트/감광유화제 제조/도매/무역 등 사진용 화학제품 및 감광재료 제조업체
SY (충청남도) 2018.8.31	규모: 80여 명	공정: 반도체 device 및 wafer 제조 시 cleaning, etching제, wafer, photomask 제조 시 활용되는 폴리머세정액, 식각액(etchant) 제조
SB (충청남도)	규모: 1,140여 명	공정: 화학물질 생산(인산, 암모니아-> NH4F, 원재료 무수불산, 황닌, 인산 등)

2018.8.31		
H2 (울산광역시) 2018.7.26	규모: 440여 명 교대제: 4조 3교대	공정: 화학물질(C4F6(육불화부타디엔), WF6(육불화텅스텐), 제조
H1 (경기도) 2018.7.25	규모: 70여 명	공정: 화학물질 수입 도매 업체
부분품업체		
N1 (경기도) 2018.6.18	규모: 350여 명 교대제: 없음 협력업체: 없음	공정: 박막, 식각공정 장비 RPG와 Plasma발생 전원 공급 모듈 제조
MKK (경기도) 2018.6.15	규모: 350여 명 교대제: 없음 협력업체: 없음	공정: 세정 및 코팅장비 제조
팹리스		
ABO (서울특별시) 2018.6.18	규모: 190여 명 교대제: 없음 협력업체: 없음	공정: 반도체 회로 제작, 일부 시제품 펩 생산 및 납품
하청업체		
협력업체1(경기도) 2018.8.31	규모: 1100명(남성 1050명, 여성 40명) 교대제: 없음	공정: 설비 PM(Preventive Management)
협력업체2(경기도) 2018.8.31	규모: 700명 교대제: 없음	공정: 산소 아르곤 연결, 화학물질 배관 연결, 유지보수
협력업체3(경기도) 2018.8.27	규모: 약 300명 교대제: 4조 3교대	특징: 생산지원, 물류운반 인력지원
협력업체4(경기도) 2018.8.30	규모: 약 250	설비, 폐기물처리
협력업체5(경기도) 2018.8.30	규모: 약 350명	원청기업의 후공정과 같은 후공정 작업
한국반도체산업협회		
한국반도체산업협회 2018.6.11		* 국내 주요 반도체 업체들의 협력 수준을 높이고 국제적으로 국내 산업계를 대변함.
노동조합		
00 노동조합 (경기도) 2018.8.27	역할: 노조에 대한 교육,	*학회에서 노동자들의 일반적 건강에 대한 노력을 기울여 줄 것, 개인용호흡기(방진복 일체형) 개발, ppb단위 보다 낮은 수치를 검출 할 수 있는 탐지기 개발의 의견 제공

2) 국내 반도체 제조업 산업안전보건관리체계: 사업장 현장조사결과 문제점과 요구도

이 연구에서는 30개 반도체 제조업체들의 작업현장을 직접 방문하여 안전보건관련 담당자들과 면담, 작업현장 노동자들과 면담, 작업 현장 순회 및 작업공정 파악(일부 가능한 작업장)을 통해서 한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리 실태를 파악하였다.

이 글은 화학물질의 수명주기(life cycle)에 따라 화학물질의 도입, 작업공정에서 사용 및 노출, 작업 후 폐기물처리과정의 순서로 전개되고 있다.

(1) 화학물질 도입 시 화학물질관리의 문제점, 요구도, 정책 대안

이 연구의 목적이 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리 실태를 조사하는 것이지만, 산업안전보건관리 내용 중에 주요 부분을 차지하는 화학물질관리실태를 파악하기 위해서 화학물질이 반도체 제조업 작업공정으로 어떻게 들어오고, 이 화학물질 상품들을 공급하는 화학물질제조업체들이 어떻게 화학물질을 관리하는지를 파악하는 게 중요하다고 보고, 반도체 제조업체들 뿐 아니라 화학물질제조업체들도 직접 방문하여 담당자들로부터 화학물질 도입과정 및 공급과정에 대해 구체적으로 파악한 바를 정리하였다.

가) 화학물질 도입 시 화학물질 관리현황

한국의 화학물질 제조업체들은 직접 화학물질을 상품으로 제조하거나, 외국으로부터 화학물질 상품을 수입하거나, 또는 화학물질원료를 수입한 후 국내에서 혼합하여 화학물질 상품으로 제조하여, 반도체 제조업체들에게 화학물질을 제공하고 있다.

한국에서 화학물질을 수입 · 제조하는 화학물질제조업체들은 원료를 수입을

2) 이 협력업체들은 1차, 2차, 3차, 4차 등으로 구분되는데, 1차는 원청작업현장 안에 들어와 있는 업체들, 2차는 현장으로 자재만 이동해주는 업체들, 3차, 4차는 외부에서 자재를 납품하는 업체들이다.

담당하는 무역관련 부서들과 한국에서 직접 제조하거나 혼합하는 과정을 담당하는 공장으로 나눠져 있다.

이 연구팀이 현장조사를 방문한 곳은 반도체 전후공정(FAB공정 포함), 후공정, 장비업체(반도체 (박막, 증착)장비 제조), 재료업체(포토마스크. 블랭크 마스크), 화학물질제조(포토레지스트, 감광유화제, 폴리머세정액, 식각액(etchant), 인산·암모니아(NF4F), 육불화부타디엔(C4F6), 육불화텅스텐(WF6) 등 기타 화학물질), 부분품업체(박막, 식각공정 장비 RPG와 Plasma발생 전원 공급 모듈, 세정 및 코팅장비, 반도체 회로, 일부 시제품 펩 생산 등), 하도급업체(설비 예방관리(Preventive Management), 산소 아르곤 연결/화학물질 배관 연결/유지보수, 생산지원/물류운반/인력지원, 폐기물처리, 후공정), 한국반도체산업협회, 노동조합 등이다.

국내의 화학물질 수입업체들은 화학물질을 수입할 때, 화학물질관리법에 의해서 화학물질관리협회에 수입신고를 한다. 위해한 화학물질 등록과정은 환경부의 화학물질평가법, 화학물질관리법에 의해 진행되고 있다. 국내 화학물질 수입업체는 외국 수입업체에게 성분증명서(Certificate of Analysis)를 받고 필요시에는 물질안전보건자료(MSDS, 이하 MSDS)까지 제공받아서 화학물질관리법을 통해 유해물질을 등록한다.

화학물질을 제조하는 사업체들도 제조한 화학물질을 신고하는 방법에서는 화학물질을 수입할 때와 유사하므로, 총괄적으로 볼 때, 화학물질 수입·제조업체들은 MSDS를 근거로 해서 '화학물질확인명세서' 에 유독성 여부를 표시해서 화학물질관리협회에 제출하여 확인을 받는다.

만약 화학물질이 신규물질이거나 "영업비밀물질" 이어서 MSDS 정보가 없을 경우에, 화학물질제조업체들은 환경부 국립환경과학원(환경부)에 화학물질의 유해성검사 의뢰하고, 국립환경과학원에서는 실험을 통해 그 유독성을 파악한 후에 고시를 통해 알리게 된다.

나) 국가차원의 화학물질관리의 문제점과 요구도

① 화학물질들의 도입과정에서 문제점, 요구도, 해결방안

㉠ '화학물질들의 도입(수입, 구매)과정' 에서의 문제점

한국의 '화학물질들의 도입과정' 에서 가장 큰 문제점은 국가가 화학물질 수입 · 제조업체들에게 위해화학물질들을 등록을 통해 '신고' 하도록 규정해놓고는 있으나, 이 위해화학물질들의 사용을 규제하거나, 제재조치를 취하지는 않고 있어서 위해한 화학물질이 실제 작업현장에서 사용되고 있다는데 있다.

이 연구팀은 사업체 담당자들과 토론하는 과정에서 이 화학물질 등록과정의 가장 큰 문제점을 발견했는데, 그것은 바로 한국의 국가기관은 화학물질 공급업체(수입 · 제조)들이 물질을 공급할 때, 위해물질들을 등록을 통해 신고하도록 하고 있지만, 실제적으로 그 위해물질에 대해 사용금지나 대체물질 제안 등과 같은 제재조치를 취하지 않고 있다는 점이다.

한국의 국가기관(환경부, 화학물질관리협회)이 화학물질관리법, 화학물질평가법을 통해 화학물질을 제조하거나 수입하는 업체들로부터 화학물질의 유해성을 신고하도록 하고 있지만, 이 유해한 화학물질들의 수입이나 사용을 통제하거나 제재하지 않고 있으며, 또한 대체물질을 제안하는 것과 같은 실제적인 관리를 하지 않고 있어서, 국가적인 차원에서 유해한 화학물질의 관리가 제대로 이루어지고 있지 못하다(부록면접 1)[3].

한 예로, 한국의 한 반도체 장비 · 부품제조업체에 의하면, 화학물질을 수입할 때 해외 화학물질수출(공급)업체가 화학물질 정보를 제공하지 않아 어려움을 겪는데, 그때마다 한국 정부는 사전에 '해외 수입물질 확인절차' 를 구축하려는 노력보다는 해당 국내 화학물질 사용업체에게 사후 '과태료' 만 부과하려고 한다고 한다(부록면접 2).

3) 이 연구에서 작업현장방문조사를 통해 산업안전보건관리 실태조사를 수행했을 때 이루어진 면담 결과가 면담내용의 순서대로 이 보고서의 부록에 실려 있다.

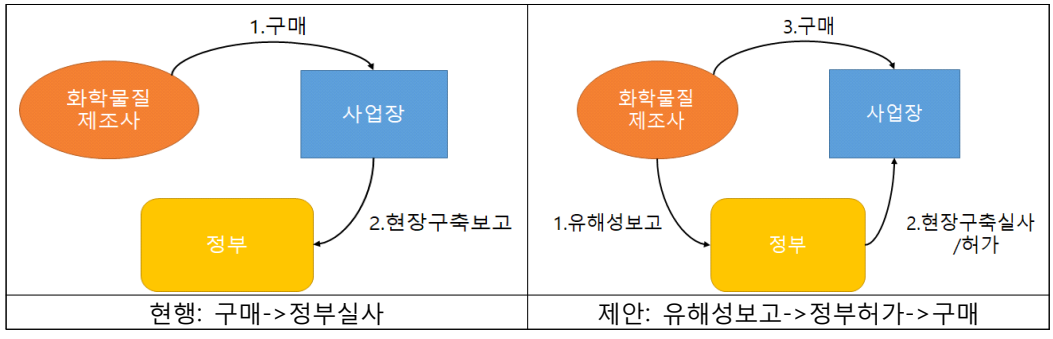
유해한 화학물질을 단지 신고하는 것과 실제적으로 관리하는 것은 차원이 다른 문제다. 유해한 화학물질을 신고하고 나서 사용하게 내버려 둔다면 국가 정책으로서는 매우 허술한 정책이 아닐 수 없다.

더 큰 문제는 한국의 화학물질관리체계가 미흡하다면, 그 화학물질들이 국제암연구기관(IARC)에서 규정하고 있는 Group 1 발암물질들일 경우에, 한국의 작업현장에서 발암물질들이 아무런 제제조치 없이 사용이 될 수 있다는 점이다.

㉡ 요구도

화학물질들의 도입과정’ 에서 반도체 제조업의 보건관리자나 안전관리자들이 제안하는 요구도는 다음과 같다.

우선 국가적인 “화학물질관리” 의 요구도이다. 전자산업 반도체 제조업 관리자들은 외국 화학물질제조업체들로부터 화학물질을 수입할 때, 수입절차 단계에서 국가가 해외 화학물질수출(공급)업체들이 MSDS 혹은 성분내역서(LOC)를 타당성 있게 작성하고 제공하도록 관리를 해야 한다는 것이다. 즉, 국가적인 차원에서 화학물질관리체계를 구축할 것으로 요구하고 있다. 해외 수출(공급)업체가 국내 반도체 제조업체들에게 화학물질에 대한 정보를 제공해주도록 시스템을 구축하는 것이 필요하다는 것이다.



[그림 Ⅲ-1] 한국의 화학물질 구매 및 허가과정의 현행과정과 제안

다음으로 작업현장에서는 국가차원에서 화학물질관리 전문 국가기관과 전문가 양성 요구도가 있다. 반도체 제조업의 안전관리자나 보건관리자들은 화학물질관리방안을 제시해줄 수 있는 전문적인 국가기관과 전문가가 필요하다고 말하고 있다.

㉣ 해결방안

이 연구팀의 해결방안은 첫째, 국가가 '화학물질들의 도입과정' 에 적극 개입해서 발암물질과 같은 위해화학물질에 대한 법적인 규제(사용금지, 대체물질 개발 등)를 강화해야 한다는 것이다. 즉 국내 화학물질을 수입하거나 제조하는 국내 업체들이 위해한 화학물질을 수입하거나 제조하지 않도록 제재조치를 해야 하고, 해외 수출업체들이 위해물질을 수출하지 않도록 제재조치를 마련해야 한다.

둘째, 국가가 해외 화학물질 수출업체들이 화학물질 정보를 제공하도록 법적인 체계를 구축해야 한다는 것이다.

최근 개정된 산업안전보건법(2018년 12월 27일 개정)에서는 '기업이 영업비밀을 이유로 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하기 위해서는 "고용노동부 장관의 사전 심사" 를 받도록 하였으며, 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하더라도 그 위험성을 유추할 수 있도록 대체명칭과 대체함유량은 기재하도록' 하여 비공개해오던 "영업비밀물질" 관리를 일부 개선하였다. 그러나 이 개정법에도 한계가 있는데, "사전심사" 시 화학물질의 명칭과 함유량대신 "대체명칭과 대체함유량" 을 쓰는 것은 매우 모호하여 한계가 있으며, "사전심사" 를 받는 물질이 "영업비밀물질" 에 국한되어 다른 물질들에 대해서는 국가적인 관리가 되지 않고 있는 점 등이 있다[4].

총체적으로 국가가 위해 화학물질 관리를 위한 법적 · 제도적으로 화학물질 관리체계를 구축해야 한다.

4) 이 보고서의 <III-6D의 한국의 산업안전보건관련 국가법들과 작업현장 활용도의 간극과 대안모색방안> 참조

② 발암물질(IARC Group1) 도입의 문제점, 요구도 및 해결방안

㉠ 문제점

이 연구팀이 작업현장 산업안전보건관리 실태조사를 위해 작업현장을 방문했을 때 가장 크게 파악한 문제는 현재 반도체 제조업에서 이미 알려진 발암물질들과 위해물질들을 여전히 대량 도입·사용하고 있다는 것이었다. 예를 들면, 현재 반도체 제조업체들은 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들[5]을 대량 사용하고 있다. 그리고 고독성가스 등 인체에 즉각적으로 위해를 주는 치사율이 높은 물질들을 대량 사용하고 있다.

한 반도체 FAB제조업체 안전관리자와 경영진은 반도체 공정에서 대체물질이 나오기 전까지는 발암물질이나 유독가스를 사용할 수밖에 없다고 한다. 현재로선 기본적으로 반도체 제조공정에 들어가는 발암물질이나 유독가스들 외에 추가적으로 더 쓰지 않기 위한 방책을 세울 수밖에 없다고 한다(부록면접 3). 이 문제를 어떻게 해결할 것인가?

㉡ 요구도

국내 화학물질 제조·수입업체들은 지금까지 국가가 발암물질과 같은 위해화학물질에 대해 관리를 전혀 해오지 않았다고 하면서, 향후 발암물질에 대한 관리가 필요하다고 언급하고 있다(부록면접 4).

㉢ 해결방안

근본적으로 화학물질 도입 시에 국가가 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들의 수입·구매·제조·사용을 규제해야 한다. 또한 국가 차원에서 발암물질들에 대한 대체물질을 개발하는 것이 필요하다.

5) https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/

③ 반도체 제조업 사업장 차원에서 화학물질관리의 한계 및 국가적인 관리 방안 모색

㉠ 문제점

한국의 반도체 제조업들은 화학물질을 도입할 때, 발암성 등 유해성여부를 파악하여 구매여부를 결정하고, 혼합물질이나 “영업비밀물질들” 의 경우에는 성분분석을 의뢰하기도 한다고 한다. 예를 들면, 한국의 FAB공정이나 후공정 반도체 제조업을 방문했을 때, 환경안전보건팀(EHS)의 안전관리자들이나 보건관리자들은 거의 이구동성으로 신규 화학물질을 도입할 때 MSDS 정보(화학물질공급업체가 제공한 정보나 한국산업안전보건공단에 게시된 정보 활용)를 활용하여 발암성(CMR) 등의 정보를 파악한 후에 화학물질의 도입 및 사용 여부를 결정한다고 언급했다(부록면접 5,6,7,8).

그러나 한국 반도체 제조업체들 중에서 이 ‘화학물질 유해성 확인과정’ 이 실제 이루어지는 경우는 몇 개 대기업에 불과하며, 대다수 제조업들에서는 자체적인 화학물질성분검사(분석) 등을 하지 못하고, 단지 MSDS정보 확인을 통해 유해성이나 발암물질여부를 확인하고 있다고 한다.

예를 들면 약 4000명 규모의 한 후공정 제조업 관리자는 MSDS 신뢰성 검사나 “영업비밀물질” 에 대한 벌크 테스트를 하지 못하고 있다고 한다(부록면접 9). 또 한 예로 약 1000명 규모의 한 후공정 제조업 보건관리자는 규모가 작은 회사이거나 위해물질에 대한 이해가 적은 회사들의 경우, 보건관리자들에게 결정권이 거의 주어지지 않아서 위해물질을 그대로 사용할 수밖에 없다고 말한다(부록면접 10). 또 한 예로 약 730여명 규모의 화학물질기계를 생산하는 한 공장의 환경안전팀 안전·보건관리자들은 신규 화학물질에 대한 독성과 위험성을 실제로 확인하지 못하고 있으며 다만 화학물질관리법에 따라 사업장에서 사용해도 되는지 여부와 산업안전보건법에 의하여 작업환경측정물질인지, 특수검진물질인지 정도만을 파악한다고 한다(부록면접 11).

대다수 반도체 제조업체들이 화학물질의 성분조사를 하지 못하고 주로 MSDS에 의존해서 유해물질에 대한 정보를 파악하게 되는데, 이 MSDS정보 자체가 한계가 있을 뿐 아니라, MSDS 정보조차 없는 물질들(예: 영업비밀물질)의 경우에는 결정할 수 있는 근거조차 없다.

예를 들면, 한국반도체산업협회 000팀장은 MSDS를 작성해야할 대상물질이 0.1% 이상 함유한 물질들에만 해당되기 때문에 0.1%이하의 물질들에 대해서는 그 성분을 알 수 없다고 한다. 이렇게 혼합물질에서 0.1% 이내로 미량 들어간 물질에 대해서는 MSDS에 조차 나와 있지 않기 때문에 국가차원에서 분석이 필요하다고 한다(부록면접 12).

그러나 더 큰 문제는 반도체 제조업체들에서 생산을 위해서는 대체물질이 나오기 전까지 기존 공정에 들어가는 화학물질이나 위해가스를 사용할 수밖에 없다고 한다(부록면접 3).

그러므로 국가적으로 유해물질에 대한 정보를 제공해야할 필요성이 대두되고 있다.

㉡ 현장의 요구도

대부분의 반도체 제조업체들은 화학물질의 도입 시에 화학물질에 대한 정보가 부족하고, 이 정보가 부족한 화학물질들을 자체적으로 성분분석을 할 수 있는 비용이 없기 때문에, 국가가 화학물질 관리를 해주길 원하고 있다(부록면접 13). 또한 대부분의 반도체 제조업체들은 화학물질관리가 화학물질 제조회사에서부터 시작되어야 한다고 한다(부록면접 14).

㉢ 해결방안

현재의 반도체 제조업 생산라인에서 사용되는 여러 발암물질들과 유해물질들을 성분 분석할 수 있는 국가적인 체계가 필요하고, 또한 위해물질을 대체할 수 있는 공정기술이나 대체물질의 개발이 시급히 요구되는 것이다.

④ 반도체 제조업의 “무역비밀물질(영업비밀물질)”의 관리 방법에서의 문제점, 요구도, 해결방안

㉠ 현장에서 바라본 “무역비밀물질(영업비밀물질)” 관리방법의 문제점

이 연구팀이 화학물질 수입·제조업체들을 방문하여 파악한 내용들은 다음과 같다. 한국의 대부분의 반도체 제조업체들(화학물질관리업체, FAB 공정 포함한 대기업들, 후공정 등 중소기업들)이 화학물질들을 수입할 때, 일부 화학물질들의 경우에는 ‘영업비밀’, ‘기업비밀’ 이라고 하여 화학물질 정보가 다 공개되지 않고 있다고 한다. 이러한 경우는 주로 해외 화학물질 수출업체가 국내 화학물질 수입업체에게 화학물질의 정보를 비밀로 유지하고 알려주지 않는 경우인데, 이렇게 되면 국내 화학물질 수입업체도 국내 화학물질 사용업체(반도체 제조업)들에게 물질의 정보를 알려줄 수 없게 된다고 한다.

외국 수출업체가 물질의 정보를 알려주지 않는 한 예를 보면, 한 국내 화학물질수입업체가 일본에서 물질을 수입할 때 MSDS에 물질 이름만 있고, 카스번호(Cars Numbers), 화학물질성분 및 함량이 “?” 상태로 온 적이 있다고 한다, 그럴 때, 담당자는 직접 일본 담당자에게 전화해서 한국에서 화학물질관리법과 화학물질평가법에 의해 위험물질로 등록해야함을 설명하고 카스번호(Cars Numbers), 화학물질성분 및 함량 등을 따로 얻어서 작성했다고 한다(부록면접 15).

외국 수출업체들은 대개 화학물질성분을 알려주려고 하지 않는다고 한다. 외국 수출업체가 화학물질에 대한 정보를 끝까지 알려주지 않으면 국내 수입업체는 화학물질 성분 확인서, 즉 물질확인증명서를 외국 수출업체에게 요구한다고 한다. 한 예로 한 국내 화학물질 수입업체는 수출업체에게 물질성분을 의뢰해서 파악을 한 정보를 국내 화학물질 사용업체들에게 다 나눠주기도 했다고 한다(부록면접 15).

한국의 FAB 제조업의 한 안전관리자는 한국이 법적 규제를 강화하여 “영업

비밀” 이 법적으로 불가능하게 만들어 놓는다면 외국 수출업체들도 여기에 따르지 않겠느냐? 는 의견을 내기도 한다(부록면접 1).

만약 기업에서 “기업 비밀이 들어가 있는 사항” 이라고 하면서 “영업비밀준수” 를 요청하면 유독물이 아닐 경우에는 고시하지 않을 수 있고(이때 물질 비밀보호를 요구하며 5년 동안 공개를 하지 않는다고 한다), 유독물일 경우에는 카스번호와 “유독성 여부(유독하다/유독하지 않다)” 등과 같이 간단한 정보를 고시하게 되어 있다고 한다. 그러나 유독물일 때에도 물질성분이 다 공개되는 게 아니라, 단독물질의 경우에는 거의 100% 한 개의 물질로 이루어지기 때문에 다 알려질 수 있지만, 혼합물의 경우에는 유독물질의 성분(물질명, 카스번호)이 알려져도 혼합물의 비율 같은 것들은 비공개로 숨겨진다고 한다.

때에 따라서는 기업이 핵심적으로 어떤 성분에 대해 비밀을 유지하려면 “Unknown” 으로 표기해서 물질의 성분을 숨긴다고 한다. 즉, 유독성 물질이어도 성분을 알리지 않으면서도 취급 시 주의사항에 “유독성” 이라고만 표시함으로써 그 화학물질의 “유독성” 을 알린다는 것이다.

바로 이러한 과정, 즉 화학물질 수입업체나 제조업체가 사용업체(반도체 제조업)에게 “유독성이나/아니다” 라는 것 외에 다른 정보를 제공하지 않는 이유는 바로 한국의 경우, 공급업체들인 화학물질 수입업체나 제조업체가 화학물질을 들여올 때 “영업비밀물질” 이라고 환경부에 신고를 하면 그 물질의 성분과 비율을 공개하지 않고 단지 유독성여부만 표시해도 되기 때문이다(화학물질관리법, 화학물질평가법에 허용해 놓음). 이러한 법적인 허용(또는 한계) 때문에, 반도체 제조업체가 공급업체인 화학물질 제조 · 수입업체에 화학물질 성분을 의뢰하게 될 때, 공급업체는 단지 “유독성이다/아니다” (예: LOC)만을 알려주어도 된다는 것이다(부록면접 16). 이럴 때 반도체 제조업의 안전 · 보건관리자들은 그 화학물질의 구체적인 성분을 알지 못해서 여러 가지 어려움에 처하게 된다고 한다(부록면접 17).

또한 어떤 경우에는 화학물질의 “유독성” 여부조차 알지 못할 경우가 있는

데, 이럴 경우에 화학물질을 사용하는 반도체 제조업체에서는 물질을 분석하기가 매우 어렵다고 한다. 실제로 한국의 대표적인 FAB공장 중에 하나인 K기업의 안전관리팀장은 어떤 화학물질이 화학물질 제조업체에서 “영업비밀” 이라고 기재되어 오면, 그 물질에 대한 정보가 전혀 표기되지 않기 때문에 그 물질의 정보를 전혀 알 수 없다고 한다. 이러한 경우에 외부 민간기관(예: SGS)에 물질분석 의뢰하는데, 이때 이미 알려진 “발암성생식독성변이원성(CMR)” 이 들어있는지의 여부만 분석을 하는데도 비용이 매우 비싸다고 한다(부록면접 18).

후공정 제조업체인 A사업체의 한 관리자는 “영업비밀물질” 에 대해서 혼합성분의 비율을 비밀로 하더라도 물질 성분을 알려주어야 한다고 주장하고 있다(부록면접 19).

이렇게 반도체 제조업 작업현장에서 “영업비밀” 의 문제는 그 “영업비밀” 물질의 위해한 정도조차 비밀로 하기 때문에 문제가 되는 것이다.

㉡ 현장의 요구도

한국의 반도체 제조업체들은 “영업비밀물질” 에 대해 모순에 빠져 있다. 한국에 화학물질을 제공하는 외국 화학물질 제공업체들이 “영업비밀” 을 해제해야한다고 보지만, “영업비밀” 을 해제했을 때 역으로 한국의 반도체들의 정보가 해외로 누출되는 문제에 대해서는 우려를 하고 있는 듯하다. 이러한 문제 때문에라도 반도체 제조업체들은 국가가 “영업비밀물질” 에 대해서 법적 규제 및 성분분석을 해주길 원하고 있다.

반도체 제조업의 안전관리자나 보건관리자들은 화학물질관리방안을 제시해 줄 수 있는 전문적인 국가기관과 전문가가 필요함을 절실하게 토로하고 있다(부록면접 20).

한국의 FAB 제조공장 중에 하나인 K기업의 안전관리팀장은 많은 반도체 공장들이 물질들을 동일하게 쓰는 경우가 많으므로 반도체 공장들의 위해물질 사용을 줄이기 위해서 국가가 위해물질의 제조를 금지하는 정책을 쓰는 게 필

요하다고 제안한다(부록면접 21). 한 화학물질 제조업체의 안전관리자와 보건관리자도 화학물질정보를 알 수 없는 “영업비밀물질” 에 대해 국가적으로 법적으로 관리를 하는 것이 필요하다고 제안하고 있다(부록면접 22). 한국의 반도체 후공정 제조업 중에 하나인 AM기업의 경우에도 “영업비밀물질” 에 대해서 국가가 성분분석을 해주길 원하고 있다(부록면접 23).

한 화학물질제조업체 환경안전팀 안전관리자들과 보건관리자들은 “알 수 없음” 또는 “해당 없음” 이라고 되어 있는 화학물질들, 즉 “영업비밀물질” 에 대한 정보를 노동자들에게 유해 · 위험성을 정확하게 알리는 것이 필요하다고 제안하고 있다(부록면접 24).

㉢ 해결방안

이 연구팀이 볼 때, 민간 기업들의 무역 관계에서 외국 화학물질 수출업체가 국내 화학물질 수입업체에게 어떤 화학물질에 대해 “무역비밀물질(영업비밀물질)” 이라고 하여 화학물질 성분 정보를 제공하지 않을 경우, 그 화학물질을 사용하는 반도체 제조업체들은 그 화학물질의 성분을 알지 못한 채로 사용할 수밖에 없는 상황에 놓이게 된다.

“영업비밀” , “무역비밀” 은 기업의 노하우(기술), 나아가 이익과 밀접하게 연관되기 때문에 민간기업들에서 이 영업비밀” , “무역비밀” 을 쉽게 공개하려고 하지 않는다. 그러나 이와 같은 행태는 ‘작업현장 노동자의 건강할 권리’ 와 정면으로 배치되는 행태인 것이다.

“영업비밀” 에 관련된 문제는 국제무역관계에서 발생되는 문제이므로 민간기업들이 자체적으로 해결할 수 없는 문제이다. 그러므로 국가가 법과 제도적으로 외국 화학물질 수출업체들이 수출을 할 때 국내 수입업체들에게 화학물질에 대한 정보를 제공할 책임과 의무를 부여해야 할 것이다. 또한 국가적인 차원에서 “영업비밀” , “무역비밀” 로 알려진 물질들의 성분을 분석하기 위한 설비나 장치들과 전문 인력들을 마련하는 것이 필요할 것이다.

⑤ 화학물질제조업체에서 MSDS관리의 문제점과 국가적인 요구도

㉠ 현장에서 바라보는 MSDS관리의 문제점

반도체 제조업 작업현장에서 보건관리자들이나 안전관리자들이 바라보는 MSDS관리의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 반도체 제조업에서 안전·보건관리자들이 산업안전보건관리(작업환경측정, 특수검진)를 위해 MSDS정보에 전적으로 의존하고 있는데 비해 MSDS에 담겨지는 정보 자체가 '의존도' 에 비해 부족하다. 반도체 제조업의 안전관리자들이나 보건관리자들은 MSDS에 전적으로 의존하고 있는데 그 이유는 이들이 작업장에서 한국의 산업안전보건법에 의거해서 실시해야하는 "작업환경측정 대상물질들" 을 선별하기 위해, 이 MSDS의 15번 항목에 적혀진 "작업환경측정 대상물질들" 여부에 관한 정보를 활용하기 때문이다. 그런데 안전관리자들이나 보건관리자들이 전적으로 의존하고 있는 MSDS정보의 내용에는 "작업환경측정대상물질" 여부를 확인하는 것 외에 더 활용할 수 있는 것이 거의 없을뿐더러 심지어 "작업환경측정대상물질" 이 표기되어 있지 않은 경우도 많다.

둘째, 화학물질제조업체가 화학물질구매업체들인 반도체 제조업체들에게 제공해주는 MSDS의 내용이 부족하다. 영업비밀(기업비밀)" 화학물질에 대한 MSDS정보가 없기 때문에, 영업비밀(기업비밀)" 화학물질들은 MSDS의 15번 항목에 적혀진 "작업환경측정대상물질" 여부에 관한 정보조차 없기 때문에 작업환경측정대상물질에도 포함되지 못하는 한계가 있다고 한다.

셋째, 화학물질제조업체들이 자체적으로 MSDS를 만들지 못할 경우 대행을 수행하는 'MSDS 컨설팅회사' 에서조차 국가기관(한국산업안전보건공단)에서 만드는 MSDS를 그대로 차용하는 수준이라는 것이다.

예를 들어 국내 한 화학물질제조업체가 어떤 화학물질에 대해 'MSDS컨설팅회사' 에 의뢰를 하면(이때 사업주는 컨설팅업체에 하나의 화학물질에 대해 몇 십만 원씩 비용을 지불해야 한다고 한다), 이 컨설팅업체는 한국산업안전공

단 홈페이지에 들어가서 거의 베끼는 수준으로 복사를 하여 'MSDS서류' 를 제작하여 의뢰한 화학물질제조업체에 보내면, 이 화학물질제조업체는 구매업체인 반도체 제조업체에게 이렇게 만들어진 MSDS를 제공하고 있는 수준이다(이 연구팀이 현장 방문했던 00화학제조업체로부터 한 물질에 대한 MSDS자료를 받아서 한국산업안전보건공단의 MSDS와 직접 비교해 본 결과, 그 내용이 아주 유사함을 알 수 있었다.).

화학물질제조업체가 MSDS를 외부컨설팅업체로부터 구매하는 이유는 국가기관(한국산업안전보건공단)이 "국가기관 홈페이지에 있는 MSDS는 화학물질제조업체의 내부 직원 교육용으로만 사용되어야 되며, 화학물질 구매업체(반도체 제조업체)에 그대로 같은 것을 제공하면 안 된다." 고 규정해놓았기 때문에, 외부컨설팅업체로부터 MSDS를 구매한다고 한다(부록면접 25).

그런데 문제는 화학물질 구매업체인 반도체 제조업의 안전 · 보건관리자들은 화학물질제조업체에서 받은 MSDS의 정보가 부족할 때 다시 산업안전보건공단에 들어가서 그 화학물질에 대한 MSDS를 찾을 수밖에 없다고 한다. 실제로 한국의 대표적인 FAB공장 중의 하나인 K기업의 안전관리팀장은 어떤 화학물질이 발암성생식독성변이원성(CMR)인지 파악하기 위해 한국산업안전보건공단의 MSDS를 참조하여 물질에 대한 MSDS조회를 하고, 산업안전보건법 고용노동부고시의 특별관리법에 해당하는 물질이 아닌지 확인하고. 발암성생식독성변이원성(CMR)이 있는 물질로 판명되면 대체물질을 찾는다고 한다. 결국 한국산업안전보건공단의 MSDS를 가지고 발암성생식독성변이원성(CMR) 정보를 파악한다는 것이다(부록면접 18).

MSDS에는 화학물질이 인체에 미치는 영향이 매우 피상적으로만 기록되어 있는데, 이 화학물질제조업체는 MSDS를 몇 십만 원씩 들여서 컨설팅업체로부터 구매를 하고, 이 컨설팅구매업체는 한국산업안전보건공단 등의 홈페이지에서 MSDS를 보고 복사(또는 재정리)하여 화학물질제조업체에 제공하고, 그러면 이 화학물질제공업체는 이 MSDS를 화학물질을 납품할 때 반도체 제조업에

제공을 하게 되고, 이 반도체 제조업의 안전관리자들이나 보건관리자들은 이 MSDS정보가 부족하다고 생각되면 다시 한국산업안전보건공단에 들어가서 MSDS정보를 확인한다. 왜 이렇게 하나의 MSDS(한국산업안전보건공단 홈페이지에 있는 MSDS)가 돌고 도는 것일까?

그 이유는 바로 산업안전보건법에 MSDS를 형식적으로 사업장에 비치하도록 요구하고 있고, 이 MSDS 15번 항목에 "작업환경측정대상물질" 여부가 적혀져 있어서 이에 따라 "작업한경측정" 을 하도록 규정해 놓고 있기 때문이다.

법(산업안전보건법)때문에 무언가 화학물질관리가 쉴 새 없이 돌아가고 있는 것처럼 보이지만, 실제 따지고 보면 화학물질관리가 제대로 이루어지고 있지 못한 것이다.

넷째, MSDS가 현재 반도체 제조업에서 사용하는 혼합 화학물질이나 "영업비밀물질" 에 대한 정보를 충분히 제공하지 못하고 있다. 특히 0.1%이내 미량의 성분이거나 "영업비밀물질" 의 성분은 MSDS정보에 없다.

현재의 MSDS는 단일물질에 대한 정보를 제공하고 있기 때문에 혼합물질일 경우 적용하기에 어려움이 있다고 한다(부록면접 26).

어느 한 후공정 제조업의 환경안전팀 안전·보건관리자들은 화학물질의 90%정도가 MSDS가 잘못 되어 있다고 하면서 MSDS의 정보가 부정확하다고 말한다(부록면접 27). 또한 "영업비밀믈질" 을 남용하는 사례, 즉 "영업비밀물질" 을 남발하는 사례가 너무 많다고 한다(부록면접 28).

㉡ 현장의 요구도

이 연구의 작업현장 실태조사에 참여한 반도체 제조업 안전관리자들과 보건관리자들은 거의 이구동성으로 국가가 MSDS에 대한 관리를 해줄 것을 요구하고 있다. 특히 "MSDS 정보를 국가가 관리해줄 것" 을 요구하고 있다.

예를 들면 국가가 "(화학물질)제조사가 작성한 MSDS 혹은 성분내역서(LOC)가 타당성 있게 작성되었는지 확인하고, 배포해주면 좋겠다." 고 제안하

고 있다. 한 반도체 FAB제조공장의 안전관리자는 국가가 MSDS 신뢰성 검증을 할 것을 제안하고 있다. (신규 물질)에 대한 MSDS가 나오면 국가기관이 이를 검증하고 시장에 배포를 하면 매우 신뢰가 있지 않겠느냐? 하는 제안이다(부록면접 29). 어느 한 후공정 제조업의 환경안전팀 안전·보건관리자들은 MSDS의 신뢰성 검사가 필요하다고 한다. 이 MSDS신뢰성검사는 일개 민간회사가 할 수 없기 때문에 국가기관이 해주기를 원하고 있다. 또한 현재 화학물질 제조업체가 만들고 있는 MSDS는 정보가 부실하므로 화학물질 제조업체에 대한 규제가 필요하고 국가가 이를 바로잡을 필요가 있다고 한다(부록면접 30). 한 화학물질제조업체 환경안전팀 안전관리자들과 보건관리자들은 MSDS의 갱신과 보완이 필요하다고 제안하고 있다(부록면접 24). 또한 “신규사업을 할 때 물질안전정보(MSDS)가 필요하다.” 고 제안하고 있다. 이렇듯 작업현장에서 산업안전보건관리를 담당하고 있는 담당자들은 MSDS 정보의 질적인 개선을 위해 국가가 적극 나설 것을 제안하고 있는 것이다.

그 외에 “MSDS 내용을 쉽게 개선해서 실제적으로 노동자들이 활용할 수 있게 하면 좋겠다.” 고 제안하고 있다. 구체적으로 MSDS의 내용을 쉽게 표기하고 생식독성과 발암성을 자세하게 표기할 필요가 있다는 것이다. 구체적으로 약 350명 규모의 중소기업인 화학물질제조업 안전관리자 및 보건관리자는 MSDS를 표준화할 것과 경고표지, 그림 등이 개선될 필요가 있고, 작업환경에 맞는 사이즈로 제작할 필요가 있다고 한다(부록면접 31).

㉣ 해결방안

이 연구팀이 파악한 내용은 반도체 제조업에서 안전관리자들과 보건관리자들이 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정을 위한 작업환경측정대상물질을 선정하기 위해 MSDS에 의존하기는 하나, 단지 이 목적으로만 MSDS를 활용할 뿐, 실제 작업장에서 위해물질을 인식하고 예방대책을 세우는 방법으로는 사용하지 못하고 있다는 것이다.

결국 반도체 제조업에서 안전관리자들과 보건관리자들이 산업안전보건법을 지키기 위해서 작업환경측정에 치중하다보니, 산업안전보건법에서 규정된 항목 외에 정작 작업현장의 노동자들의 안전보건 및 예방대책을 마련할 시간이 없다. 이렇게 형식논리에 매몰되어 중요한 일을 못하고 있다. 바로 그 중요한 일은 사업장 산업안전보건관리다.

MSDS제도를 고려해볼 때, 작업장에서 MSDS제도를 단지 작업환경측정대상 물질을 찾기 위한 방편으로만 사용하게 하지 않고 실질적으로 작업환경의 산업안전보건관리에 활용될 수 있을 정도로 발전시킬 필요가 있다.

예를 들어, MSDS가 작업환경에서 실제적으로 활용될 수 있게 하려면 MSDS의 내용과 형식을 개선하는 것이 필요하다. 또한 MSDS를 주기별로 피드백하고, 자료 갱신을 하는 것이 필요하다. 또한 MSDS가 없는 화학물질(영업비밀물질, 무역비밀물질)에 대한 MSDS정보를 추가할 필요도 있다. 이렇게 해서 누구나 인터넷을 통해서 MSDS를 검색해서 그 내용을 파일로 다운받을 수 있도록 국가기관 홈페이지에 공개해야 한다.

이렇게 국가적인 차원에서 MSDS의 내용과 형식을 보완하고, MSDS의 체계적 정리와 환경부, 노동부의 통합관리가 필요하다. 이러한 일을 담당할 인력보완도 요구되고 있다.

⑥ 국가 차원에서 화학물질 “대체물질” 개발

㉠ 발암물질에 대해 “대체물질” 이 개발되지 못하고 있는 문제

한국은 국가적인 차원에서 위해한 화학물질, 특히 발암물질에 대해 대체물질을 개발하지 못하고 있다. 한국의 국가기관(환경부)은 화학물질관리법, 화학물질평가법에 의해서 기업체들이 위해 화학물질을 등록하고 유독물 실적보고를 매년 하도록 관리하고 있으나, 더 적극적인 관리, 즉 대체물질을 만들거나, 위해한 화학물질 사용금지를 하지 않고 있다.

㉡ 현장의 요구도

반도체 FAB공정 뿐 아니라 후공정 제조업체들의 작업현장에서 “대체물질” 개발에 대한 요구도가 높다. 반도체 제조업 관리자들은 현재 국가가 대체물질을 개발하면 사용할 수 있다고 말하고 있다(부록면접 32).

반도체 후공정 제조업의 보건관리자들은 각 반도체 제조업체에서 안전관리자 또는 보건관리자로서 작업현장을 지키고 있는 한두 명이 대체물질을 개발하거나 심지어 찾는 일조차 매우 어려운 일이라고 한다. 대체물질개발을 위한 전문가가 필요하다고 한다(부록면접 33).

반도체 FAB 제조업 안전/보건 관리자들은 “약 50개 화학물질에 대해 우선적으로 대체물질 개발이 필요하다” 고 말한다. 관리자들은 “대체물질은 비용이 2배가 들기 때문에 회사에서 사용하려고 하지 않는 경향이 있기 때문에 대체물질의 개발이 필요하다” 고 말한다(부록면접 34). 이어 이 반도체 FAB 제조업의 안전환경팀장은 대체물질을 넘어서서 화학물질을 개발하는 것이 국가적인 경쟁력을 키우는 데도 좋고, 고용을 창출하는데도 좋다고 한다(부록면접 35). 안전환경팀장은 반도체 제조업들이 노동자의 건강에 위해한 물질 50개를 우선적으로 정해서 공동으로 대체물질을 만들면 좋겠다는 제안을 하고 있다(부록면접 34).

한 반도체 FAB 제조업체 안전관리자는 국가가 현재 반도체 제조업체들이 필수적으로 사용할 수밖에 없는 발암물질들이나 유독가스들에 대한 대체물질을 개발하는 것이 필요하다고 제안하고 있다(부록면접 36).

㉢ 해결방안

한국의 국가기관에서 위해한 화학물질(발암물질)에 대해 대체물질을 개발해야 한다. 화학물질의 대체물질을 만들어야 한다. 이러한 대체물질을 만드는 것은 일개 민간기업이 할 수 없을 것이고, 국가 차원에서 진행이 되어야 할 것이다. 또한 국제암연구기관 발암물질(IARC Group1 발암물질)에 대한 대체개발

물질이 필요하다.

다) 화학물질제조업체들의 화학물질관리의 한계와 요구도

① 화학물질제조업체들의 화학물질관리의 한계

화학물질제조업체 담당자들은 공장에서 직접 제조하거나 혼합하는 모든 화학물질에 대해서 화학적인 성분을 다 알고 있거나 성분분석을 하지 못한다고 한다(부록면접 37). 대략적으로 자주 사용하는 물질들에 대해서만 알 수 있을 뿐이라고 한다. 결국 화학물질제조업체에서도 화학물질에 대해 알고 있지 못한 상태에서 화학물질들을 만들고 있는 것이다.

한 화학물질 수입업체에서도 화학물질을 알아내지 못했더라도 성분을 직접 연구기관에 의뢰하는 경우는 매우 드물다고 한다(부록면접 38).

② 현장의 요구도

화학물질제조업체들의 관련 담당자들은 국가에서 비효율적으로 형식적인 문서나 서류작성을 요구하는 게 많아서 국가의 화학물질관리가 형식적으로 흘러가므로 실제 효율적이지 못하다고 말한다.

화학물질제조업체의 한 담당자는 R&D과정에서 소량으로 사용하는 물질들에 대해 국가가 너무 제재를 가하기보다는 반도제 제조업에서 대량으로 다루고 있는 인체에 매우 위험한 화학물질에 대한 실질적이고 기본적인 관리가 필요하다고 제언한다.

③ 이 연구팀이 파악한 문제점과 해결방안

작업현장에서 화학물질관리를 위해서는 국가와 화학물질 제조·수입업체들, 화학물질 사용업체들과 상호협력체계를 구축해서 ‘(가칭)화학물질노출 연구 네트워크’ 등을 구성하여 실질적으로 국가-기업-연구기관의 상호협력으로 유해

한 화학물질의 사용규제, 대체물질개발이 필요하다.

(2) 반도체 작업과정(공정)에서 화학물질 취급·사용 시 산업안전보건관리의 문제점

한국에서 화학물질을 작업공정에서 취급·사용하는 반도체 제조업체들은 대부분 사업체들과 유사하게도, 산업안전보건법, 규칙, 시행령으로 규정되어 있는 산업안전보건관리 항목들(예: 작업환경측정, 특수·일반 검진, 보건관리대행, 위험도조사)을 수행하고 있다. 반도체 제조업체들은 산업안전보건법에 규정된 이들 항목들을 준수하는데 모든 시간과 비용을 사용하고 있기 때문에 작업장의 위해요인을 파악하고 예방대책을 세우기 위한 방책은 마련하지 못하고 있고, 심지어 고려조차 하지 못하고 있다.

반도체 제조 작업현장에서 실시하고 있는 산업안전보건 항목들(작업환경측정, 특수·일반 검진, 보건관리대행, 위험도조사)의 문제점을 보면 다음과 같다.

가) 산업안전보건법에서 규정하는 산업안전보건관리 조직체계의 문제점

① 산업안전보건관리 조직체계의 문제점

산업안전보건관리 조직체계에서 가장 중요한 문제는 사업장에서 사업주가 실질적으로 산업안전보건관리를 책임질 수 있는 법적인 조직체계가 갖추어져 있지 못하다. 현재 사업주가 “안전보건관리책임자” 그 사업장의 관리 책임자로 임명하게 되어 있는데, 실제 사업주가 바로 “안전보건관리책임자”가 되어서 작업현장의 안전보건관리를 실제적으로 책임져야한다.

현재 반도체 제조업에서는 다른 제조업들과 마찬가지로 산업안전보건법의 규정에 의해서 300인 이하의 사업장에서는 주로 외부업체의 대행에 의해 산업

안전보건관리를 수행하고 있다. 이러한 외부 대행업체에 의한 산업안전보건관리는 거의 대부분의 사업장에서 제대로 이루어지지 못하고 있다. 또한 300인 이상의 사업장에서도 보건관리자들이 수적으로도 부족한데다가 다른 업무와 겸직을 하고 있어서 안전·보건관리 업무에 집중하지 못하고 있고, 행정 처리에 시간을 많이 소요하고 있다.

② 현장의 요구도

현장의 요구도를 보면, 산업안전보건법에 의거하여 산업안전보건관리조직체계 개선할 필요성을 제기하고 있다.

현장에서는 “사업주를 안전보건책임자로 임명하면 산업안전보건관리에 대한 책임의식을 고취시킬 수 있을 것” 이라고 제안하며, 또한 현재 보건관리자의 기준을 강화하고 인력증원을 할 필요가 있고, 인력 증강을 위한 현장조사 실시가 필요하다고 제안하고 있다. 한 예로 후공정 제조업인 00회사 산업안전보건관리자는 최고 대표자 직속으로 안전보건팀이 들어가야 하고 인원증강이 필요하다고 제안하고 있다(부록면접 39).

③ 이 연구팀이 파악한 문제점과 해결방안

산업안전보건관리 조직체계에서 중요한 하나의 해결방안은 사업장에서 사업주가 안전보건관리책임자가 되어서 작업현장의 산업안전보건관리를 직접 총지휘해야 한다는 것이다. 또한 산업안전보건관리체계 개선을 위한 현장조사 실시, 보건관리자 기준 강화 방안 마련, 보건관리자 인력 증강 방안 마련 등이 보강되어야 한다.

나) 산업안전보건법에서 규정하고 있는 산업안전보건관리의 한계

(가) “작업환경측정”의 문제점과 요구도

① 작업환경측정의 문제점

한국의 제조업체들이 [한국산업안전보건법]에 의해 적용을 받고 있듯이, 반도체 제조업체들도 [한국산업안전보건법]에 적용을 받고 있는데, 그 중 대표적이 것이 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들(화학물질들)에 대해 작업환경측정을 하는 것이다. [한국산업안전보건법]에 작업환경측정대상물질이 명시되어 있는데, 이 [한국산업안전보건법]에 의해 명시된 작업환경측정대상물질에 대해서는 주기적으로 작업환경측정을 해야 한다. 이에 따라 반도체 제조업체들도 [한국산업안전보건법]의 적용을 받아서 작업환경측정대상물질에 대해서는 주기적으로 작업환경측정을 하고 있다. 한국에서는 반도체 제조업체들에서도 [한국산업안전보건법]에 의해 명시된 작업환경측정대상물질에 대해서 작업환경측정을 하는 것이 가장 기본적인 방법이며 법을 위반하지 않고 법을 지키는 방법이다.

그러나 한국 반도체 제조업체에서 현재 측정하고 있는 “작업환경측정”이 작업장 위해요인을 개선하는 방법이 될 수는 없다. 그 이유는 다음과 같다.

첫째, “작업환경측정대상물질(산업안전보건법)”이 반도체 제조업에서 사용하는 화학물질들을 다 포함하지 못하고 있다. 제도가 산업을 따라오지 못하는 문제이다. 반도체 제조업의 화학물질 측정과정에서 가장 근본적인 문제는 반도체 제조업의 화학물질관리가 산업안전보건법의 테두리 속에 국한되어 있다는 것이다.

현재 반도제 제조업에서는 수백 가지의 화학물질을 사용하고 있는데 비해서, 산업안전보건법은 법에 의해 정해진 “작업환경측정대상물질” 190개[6]에 대해

6) 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질”은 190개로 유기화합물 113종, 금속류 23종, 산 및 알칼리류 17종, 가스상 물질류 15종, 시행령 제30조의 규정에 의한 허가대상 유해물질 13종, 광물

서만 측정을 하도록 되어 있다. 한국산업안전보건법에서 명시된 작업환경측정 물질이 아닌 화학물질들은 작업환경측정대상이 되지 않기 때문에 측정을 하지 않아도 법적으로 문제가 없게 된다. 물론 사업장에서 자체적으로 더 측정을 해도 되지만 그러는 경우는 거의 없다. 또한 국제암연구기관(IARC)이 명시한 Group 1 발암물질들의 경우에도 작업환경측정대상인 경우에만 작업환경측정을 하게 되는 것이다.

이에 대해 한 후공정(패키징) 업체 환경안전팀에서 일하는 안전관리자, 보건관리자들도 작업환경측정대상물질을 선정하는 기준이 문제가 있다고 보고 있다. 특히 인체에 매우 맹독성인 물질(예: 수산화테트로메틸암모늄)도 작업환경측정대상물질에 속하지 않아 법으로 규제할 수 있는 게 없다고 한다(부록면접 40).

둘째, “영업비밀” 혹은 “무역비밀” 물질들은 MSDS 내용이 없으므로, 작업환경측정대상물질에서 제외되고 있다. 한국의 일반 산업들도 그러하겠지만, 반도체 제조업들의 경우, 작업환경 측정 물질을 선정할 때, 물질의 MSDS(15~16번)를 보고 선정하게 된다. 이때 “영업비밀”로 되어 있는 물질들의 경우 대부분 MSDS 내용이 없기 때문에 작업환경측정에 포함되지 못하게 되는 문제가 있다.

셋째, 작업환경측정대상물질, 측정대상자를 측정을 의뢰하는 기업체(반도체 제조업)에서 정하게 됨에 따라 객관적이지 못하다. 또한 작업환경측정 의뢰 기업과 측정기관 사이에 수의계약으로 결정되므로 측정기관이 측정결과에 대한 독립성을 상실할 우려가 있다. 결국 “작업환경측정”은 법적인 규제에 의해 외부기관에 의해 측정을 하는 것이라기보다는, 사업장에서 자체적인 산업안전보건관리를 위한 하나의 방법으로 개발·발전되어야 할 것이다.

넷째, 작업환경측정 결과 값을 산출할 때 “8시간 평균값(TLV-TWA)”으

성분진, 곡물분진, 면분진, 목분진, 용접흄, 유리섬유 6종, 금속가공유 1종, 물리적 인자 2종(8시간 시간가중평균 80㏈ 이상의 소음 1종, 보건규칙 제7장의 규정에 의한 고열 1종), 기타 노동부장관이 정하여 고시하는 인체에 해로운 유해인자(현재까지는 없음)로 구성되어 있다.

로 계산하게 됨에 따라 결과 값이 희석되는 문제가 있다. 현재 작업환경측정에서 내고 있는 지표는 주로 미국 ACGIH에서 규정한 “8시간 평균값(TLV-TWA)” 을 사용해서 계산이 되는데, 8시간 안에 일어났던 모든 노출값들을 평균하게 되면 실제 노출값들이 희석되어 노출 정도가 제대로 파악되기 어려운 문제가 있다.

다섯째, 작업환경측정을 할 때, 허용농도의 기준을 새로 고려해야할 필요가 있다. 반도체의 경우 저 농도이지만 거의 밀폐된 공간에서 수백 가지 화학물질에 지속적으로 장시간 노출되는 점을 고려해서 작업환경측정기준 및 허용기준을 새롭게 만들어야한다.

현재 작업환경측정결과가 허용농도기준 이하로 나올 경우 발암물질에 노출되더라도 사업주는 어떤 조치를 하지 않아도 되는 법과 제도는 한계가 있다. 그러므로 위해한 화학물질을 사용하고 있는 반도체 제조업에서 작업환경측정결과 허용기준이 넘지 않는다는 이유로, 주기적으로 진행되고 있는 작업환경측정이 단지 법을 준수하기 위한 주기적인 행사로만 취급될 뿐, 작업현장의 건강과 안전을 위해 실제적으로 활용되지 못하고 있다.

여섯째, 작업환경 측정방법에서 측정기준을 마련할 필요가 있다. 예를 들면, 열과 압력으로 분해 가능한 물질이나 혼합물질에 대한 기준이 거의 없는 것이나 다름없다. 특히 반도체 제조업의 경우, 혼합물질 사용 시 측정기준이 모호하다. 혼합물질 중에서도 MSDS가 있는 물질만 측정을 하게 되므로 이에 대한 가이드라인이 정해져야 한다.

한 예로 작업환경측정기준에 대해 한국반도체산업협회 담당자는 작업현장에 “위험물질이 있는데 어떻게 관리를 해야 할지 모른다.” 고 하면서 “작업환경측정기준” 을 마련하는 것이 필요하다고 제안한다(부록면접 41, 42). 또 한 예로 한 반도체 후공정 제조업체에서 작업환경측정 시 어떤 물질을 선택할 것인지에 대한 기준이 없다고 한다(부록면접 43).

일곱째, 현행 작업환경측정방식보다는 새로운 실시간 모니터링체계나 누적측

정이 필요하다. 반도체 제조업에서도 일반 제조업과 마찬가지로 매년 또는 매 2년에 한 번씩 정기적으로 작업환경측정을 하나, 그 결과가 실제 작업장의 위해요인 노출 정도를 반영하지 못하므로 작업환경개선에 활용하기도 어렵다. 매년, 또는 정기적으로 한 번에 측정하는 현행 작업환경측정제도보다는 상시적인 모니터링체계 등 지속적인 예방을 위한 대안 마련이 시급하다.

여덟째, 하도급업체들에게는 현행 작업환경측정방법이 적절하지 않다. 하도급업체 노동자들은 작업장 이동이 많고 단시간 일을 할 때가 많은데, 이러한 작업들은 한 시점에서 측정되는 현행 작업환경측정방법으로는 측정되지 못한다. 또한 하도급업체들의 업무들인 기계설비·유지(PM), 청소, 배관작업과 같은 비공정작업들은 대부분 현행 작업환경측정 항목에서 제외되어있다. 그러므로 새로운 방식의 측정이 필요하다.

아홉째, 작업환경측정의 결과를 작업환경개선으로 활용하기 어렵다. 현재 작업환경측정방법은 단지 측정을 하기 위한 용도로 사용되고 있기 때문에 작업환경개선의 방법으로 활용되지는 못하고 있는 실정이다.

협력업체(하도급업체)들의 경우에도 원청기업 노동자들과 같은 작업공간을 사용하므로 원청기업체에서 주로 작업환경측정을 해주고 있기는 하나, 더 이상 개선책을 마련하지는 않고 있어서, 단지 같은 장소에서 측정을 하는 것에 불과하고, 어떤 개선을 할 수 있는 여지가 없다는 것이다.

② 현장의 요구도

작업환경측정과 관련해서 작업현장 안전관리자·보건관리자들의 요구도는 “모든 화학물질을 측정할 수 있어야 한다는 것”, “영업비밀문제해결을 위해 국가가 화학물질관리를 할 것”, “측정기관의 정도관리 필요”, “측정지표를 8시간 평균값이 아닌 실시간 노출값 등 다른 지표들로 개선”, “허용농도기준을 새로 정해야 한다는 것”, “혼합물질 관리체계를 만들 것”, “화학물질 관리체계를 만들 것”, “작업장을 실질적으로 개선하기 위한 작업환경측정제도를 만

들 것”, “작업환경측정대상물질의 범위에 적어도 지금까지 알려진 발암물질(국제암연구기관 1급 발암물질)을 포함시킬 것” 등이다.

그 외, 작업환경에 대한 구체적인 요구도는 “측정기준 및 측정대상자를 명확히 해주었으면 좋겠다.”, “소음 기준이 불명확하여 노사간 불화가 생기는데 이에 대한 명확한 기준이 필요하다.”, “측정기가 불편하거나(무거워) 간소화되면 좋겠다.”, “간헐적 측정이 아닌 작업복에 부착 가능한 센서를 개발하여 누적적인 관리가 되었으면 좋겠다.”, “누진적으로 측정할 수 있는 측량계” 등이다.

또한 노동자들이 “밀폐된 공간이나 클린룸에서 얼마나 유해한 화학물질에 노출되어 있는지 그 양을 누적으로 측정할 수 있는 센서개발” 이 필요하다고 제안한다(부록면접 44).

③ 해결방안

구체적인 해결방안은 다음과 같다.

첫째, 현재 산업안전보건법에 명시된 “작업환경측정대상물질” 항목을 검토하고, 국제암연구기관(IARC)에서 새롭게 규정된 발암물질들을 추가하는 작업이 필요하다.

둘째, 국가기관이 “영업비밀” 물질에 대해 성분 분석과 노출 평가를 실시하는 것이 필요하다.

셋째, 국가기관이 작업환경측정기관의 정도관리를 실시하고, 각 반도체 제조업으로부터 작업환경측정대상물질 리스트를 확인하고, 측정기관으로부터 결과값을 제공받아서 반도체 제조업과 측정기관에 피드백을 해줄 필요가 있다.

넷째, 측정기준 재정비: 측정지표를 8시간 평균값(TWA-TLV)이 아닌 실시간 노출값이나 실제 작업 시 노출되는 측정값 등 다른 지표들로 개선하는 것이 필요하다.

다섯째, 허용기준을 새로 정할 필요가 있다. 현재의 허용기준은 반도체 제조

업 발전 이전에 작업공간이 개방된 작업환경에서의 기준이어서 반도체 제조업 공정라인과 같이 밀폐된 작업공간에서는 허용기준이 더 엄격하게 마련될 필요가 있다. 향후 작업환경기준도 일반 환경기준(거주환경 등)에 맞춰서 허용기준을 마련할 필요가 있다.

여섯째, 측정방법의 정량적 제도화, 구체적인 가이드라인제시(예: 혼합물질관리체계) 등 마련이 필요하다.

일곱째, “실시간모니터링체계 “ 마련이 필요하다.

여덟째, 하도급업체 노동자들의 작업환경측정방법을 위해서는 하도급업체 노동자들과 사전에 논의하고 측정하는 것이 필요하다.

아홉째, 현재의 작업환경측정방법이 아닌, 실제 작업장의 환경을 개선할 수 있는 측정방법을 모색하는 것이 필요하다.

(나) 건강검진(일반검진, 특수검진)의 문제점과 요구도

① 건강검진(일반검진, 특수검진)의 문제점

반도체 제조업에서 건강검진(일반검진, 특수검진)의 문제점은 여타 산업들에서 겪는 문제와 유사하게 나타나고 있다. 반도체 제조업에서도 “건강검진” 자체가 무의미하고, 건강검진결과로 작업장 노동자들의 안전과 건강문제를 해결하기 어려운 상황에 있다. 그 이유는 다음과 같다.

첫째, 건강검진이 산업안전보건법의 규정에 따라 일정한 기간 내에 실시해야 하는 “법을 준수하는 업무” 로 수행되고 있고, 반도체 제조업에서도 다른 제조업에서와 마찬가지로 건강검진 자체가 형식적으로 실시되고 있기 때문이다.

둘째, 특수건강검진 결과가 작업장개선을 위해 사용되지 못하고 있기 때문이다.

셋째, 사업체에서 건강검진을 정해진 산업안전보건법의 일정에 맞춰서 진행하는 것이 큰 부담이 되기 때문이다. 예를 들면 배치 전 검사 일정을 맞추기

어려운 점 등이 있다. 개개 입사자들의 입사일을 기준으로 검진 일정을 맞춰야 하므로 개개 입사자들의 검진 일정이 다 달라서 관리하기 매우 어렵다(부록면접 45).

넷째, 검진이 남용되고 있기 때문이다. 작업현장에서 “채용 시 건강검진” 에 이어서 6개월 이내 또 다시 “배치 전 건강검진” 을 실시하는 것은 시간과 비용의 남용이라는 의견들이 있다(부록면접 46). 야간건강검진” 의 경우도 마찬가지로 검진이 남용되는 경우다. 검진이 남용되는 것 뿐 아니라 작업현장 보건관리자들의 시간도 남용되고 있다(부록면접 47).

② 현장의 요구도

반도체 제조업에서 현장의 보건관리자들이 요구하는 바는 “국가기관이 각 사업장에 맞게 특수검진과 일반검진의 항목을 조정해주면 좋겠다.” , “이직률이 높을 경우, 개인별 검진 일정이 달라서 관리의 어려움이 있으므로, 건강검진날짜를 회사별로 일괄적으로 추진하면 좋겠다.” , “배치 전 건강검진을 배치후에 받는 경우가 종종 있다.” 등의 의견이 있다.

보건관리자들의 업무내용과 요구도 내용을 보면, 현재 산업안전보건법에 의거한 건강검진을 실행하기 위한 행정 처리에 급급한 실정이다 보니, 실제로 작업현장에서 안전과 건강에 대한 어떤 일을 모색하기엔 시간이 부족해 보인다.

③ 해결방안

이 연구팀은 건강(일반/특수)검진이 형식적인 절차나 연례행사가 아닌 지속적으로 작업현장에서 작업자들의 안전과 건강을 체크하고 생애주기에 따라 발생할 수 있는 중대한 질환들이 작업장의 위험요인에 의해 얼마나 더 증가하여 발생할 수 있는지에 대한 가능성을 연구하고 이 문제를 해결할 수 있도록 해야 한다고 제안한다. 현재 “건강검진제도” 에서 벗어나서, 실제 작업장 위해요인에 의한 건강장해를 예방하기 위한 방법으로 사용하고, 작업자들의 안전과 보

건을 유지하기 위한 방향으로 새로운 제도를 모색 · 개발해야 할 것이다. 지속적으로 작업현장에서 작업자들의 안전과 건강을 체크하고 생애주기에 따라 발생할 수 있는 중대한 질환들이 작업장의 위험요인에 의해 얼마나 더 증가하여 발생할 수 있는지에 대한 가능성을 연구하고 이 문제를 해결할 수 있도록 해야 한다. 하도급업체 노동자들에게도 실질적인 작업환경 위해요인을 예방하는 방법으로 사용될 수 있도록 건강검진방법을 개선할 필요가 있다.

(다) 보건관리대행 현황과 문제점과 요구도

① 보건관리대행의 문제점

산업안전보건법에 의하면 300명 이하 규모의 중소기업체들에게 보건관리대행을 허용하고 있으나, '기업활동규제완화에 관한 특별조치법(기업규제완화법)' 에 의해서 사업장규모에 관계없이 모든 사업장에서 안전 · 보건관리자의 업무를 관리대행기관에 위탁할 수 있도록 허용함에 따라 실제로 대부분 사업장에서 보건관리대행을 할 수 있는 상황이다.

한국의 반도체 제조업에서는 대규모 사업체를 제외한 대부분의 사업체에서 거의 모든 안전관리와 보건관리를 외부기관에 위탁하고 있다. 일부 1000명 이상 규모 사업체들도 자세히 들여다보면 여러 하도급업체들(예를 들면 150명 규모의 원청회사에 200여명 규모의 하도급업체 4개)로 나눠져 있고, 보건관리 인력을 고용하는 대신 위탁기관에 대행을 의뢰하고 있다. 물론 하도급업체(사내)들의 경우 거의 대부분 보건관리대행에 의존하고 있다.

이 보건관리대행의 가장 큰 문제점은 외부 업체가 한 달에 1~2회의 방문하는 형태로는 작업장 내에 작업과 관련된 위해요인이나 위해환경들을 예방하고 관리하기에 직접적이고 실제적인 도움이 되지 못한다는 것이다. 특히 많은 종류의 화학물질을 사용하는 반도체 공장의 하도급업체 노동자들에게는 외부에서 1달에 한 번씩 방문하는 형태의 보건관리대행은 형식적일 수밖에 없는 것이다.

특히 보건관리대행, 작업환경측정, 특수검진, 일반검진 등 현재 작업장에서 진행되는 거의 모든 산업안전보건관리는 '대행', 즉 외부기관의 '컨설팅'에 의해서 이루어지고 있는데, 이는 비용낭비에 그칠 뿐 실제 작업현장에서 도움이 되지 않는다. 그 이유는 이 '대행'이 기업주들에게는 '산업안전보건법을 준수하는 용도로만 사용되고 있기 때문이며, 대행기관들도 실제 작업장 개선에 대한 컨설팅을 할 수 있을 정도의 전문적인 내용을 확보하거나 실현시키지 못하고, 현행 산업안전보건법의 형식적인 측면을 답습하는 것에 지나지 않고 있기 때문이다.

② 현장의 요구도

현장 보건관리자들은 보건관리대행으로는 작업장의 위해요인이나 위해환경에 대해 직접적이고 실제적인 도움이 되지 못한다고 보고 있다. 또한 작업장 내에 보건관리자가 선입되어 있지 않고 대행으로만 보건관리사업을 한다면, 사후관리가 안될 것이라고 보고 있다. 특히 영세 하도급업체들의 경우 보건관리대행이 더욱 더 형식적으로 진행되고 있다고 말한다.

③ 해결방안

이 연구팀은 작업현장에 외부기관에 의한 대행형태의 안전·보건관리 형태보다는 작업장의 구성원들이 자체적으로 안전·보건관리를 해나가는 방식으로 방향전환이 되어 나가야 하며, 외부 전문기관은 작업장 구성원들이 요구하는 보다 전문적인 지식과 내용을 제공하는 방식으로 되어야 한다고 제안한다.

어떤 기관이든지 외부 컨설팅의 역할을 하려고 한다면 또 하나의 대행기관으로 전락할 것이다(부록면접 48).

그러므로 현재와 같은 형식적이고 의례적인 대행형태가 아닌 작업장에 실질적으로 작업자의 건강을 돌보는 보건관리방법을 개발해야 한다. 이렇게 작업장 보건관리방법을 개발하는 부분에 국가기관이 나서서 지도를 해야 할 것이다.

(라) 위험도조사의 문제점과 요구도

① 위험도조사의 문제점

대부분의 반도체 제조업에서 한국산업안전보건공단에서 제안하고 있는 위험성 평가 도구 규격에 맞추어서 위험도 평가를 하고 있다. 그러나 문제는 대부분의 반도체 제조업에서 이 과정이 서류작성 차원에 그치고 있다는 것이다. 산업안전보건공단의 위험성 평가 도구에 맞추어서 서류로 남기기 위한 작업을 하고 있다. 이 문제는 비단 반도체 제조업 뿐 만 아니라 전체 한국의 사업체에 해당하는 문제점이며, 산업안전보건법 체계의 근본적인 문제점이기도 하다.

② 현장의 요구도

반도체 제조업관련 현장 안전관리자나 보건관리자들도 외부 대행기관에 컨설팅을 통해서 유해성평가를 하는 것이 문제가 있다고 보고 있다. 한 화학물질 제조업체 환경안전팀장도 “외부기관이 컨설팅형태로 사업장에 들어와서 위해성 평가를 하고 있는데, 이러한 부분에 한계가 있다” 고 말하면서 사업장 자체적으로 하려면 전문 인력이 더 필요하다고 주장하고 있다(부록면접 49).

③ 해결방안

위험성 평가를 통해 작업장에서 위험요인을 예방할 수 있도록 새로운 위험성 평가 체계를 만들어 나가야 한다. 전시용이나 서류보관용 또는 의례적인 절차가 아닌 실제 예방 가능한 위험성 평가를 위해서 새롭게 체계를 만들어 나가야 할 것이다.

(마) 작업현장에서 안전시설, 배기시설, 보호구 착용에서의 문제점과 요구도

① 배기시설과 보호구의 문제점

㉠ 배기시설의 문제점

이 연구팀의 연구진이 작업장을 방문했을 때, 대부분 대기업 수준의 반도체 제조업체에서는 배기시설이 잘 되어 있다고 말하고 있었다. 그러나 이 부분은 면담 차원으로 확인할 수는 없고, 반도체 제조업 작업현장에 직접 들어가서 확인을 했어야 하는데, 이번 연구에서는 직접 작업장에 들어가서 배기시설을 확인하는 수준까지는 진행되지 못했고, 주로 모형도나 모델 등을 통해서만 확인할 수 있었다. 이 부분은 다음번 과제에서 더 발전된 연구가 되길 바란다.

이 연구팀의 화학공학과 연구자들이 반도체 제조업에서 배기시설과 안전건강문제에 대해 뒤에 다루고 있다(이 보고서의 10장 참조)

㉡ 보호구의 문제점

반도체 제조업체들은 작업공정에서 작업자로부터 발생하는 이물질의 비산을 줄이기 위해 작업자들에게 의복, 마스크, 장갑, 신발 등을 제공하고 있지만, 정작 작업자들에게 위해한 화학물질의 체내 흡수를 막을 수 있는 보호구를 제공하지는 않고 있다. 예를 들면 5um이하 크기의 분진이나 유기용제가 작업자의 호흡기로 들어가는 것을 막는 방진용, 방독용 마스크가 아니라 대부분의 위해한 분진과 유기용제가 다 통과되는 '흰색 부직포 마스크' 를 제공하고 있다.

현재 반도체 제조업체에서 작업자들이 착용하고 있는 작업복, 마스크, 장갑, 신발 등은 작업자를 보호하고자 하는 게 아니라, 반도체 산업의 기계와 장비를 보호하는 것이 목적인 셈이다. 이는 분명히 노동자들의 안전과 건강을 고려하지 않는 것이다.

한 예로 한 반도체 후공정 제조업 환경안전팀 담당자는 반도체 제조업에서

는 클린룸에서 생산 제품에 분진입자들이 붙지 않기 위해 작업자들이 입는 작업복, 마스크, 장갑, 신발 등을 착용하느라 작업자들의 안전과 건강을 위한 보호구는 착용할 수 없다고 말한다. 한 작업자가 두 가지를 착용하고 작업을 하기 어렵기 때문이다(부록면접 50).

또한 원청사업주가 하도급업체 노동자들에게 배기시설, 환기시설, 안전시설, 개인보호구들의 관리 및 지급을 해야 하는데, 원청업체들이 하도급업체 노동자들의 산업안전보건관리를 제대로 해주지 못하고 있다.

② 현장의 요구도

보호구에 대한 반도체산업의 구체적인 요구도는 “보호구에 대해서 반도체 산업에 맞는 별도의 기준이 필요하다”, “법령은 사용물질에 따라 일괄적인 보호구 착용을 의무화하고 있는데, 반도체 산업에 특성에 맞게끔 재정비 될 필요가 있다”, “반도체산업에 특화된 보호구”, “착용감이 편안하고 효과가 있는 보호구를 개발해 달라” 등이다.

반도체 제조업의 한 재료업체 보건관리자는 각 작업공정에 맞게 보호구에 대한 규정이나 기준이 마련되면 좋겠다고 하고 있다(부록면접 51, 52).

한 작업자는 반도체 공정라인에 들어갈 때 위해물질을 여과시켜서 맑은 공기를 공급해주는 “개인용호흡기” 가 필요하다고 제안한다(부록면접 53).

③ 해결방안

반도체 제조업에서 작업자들의 업무에 맞는 보호구 마련이 필요하다. 특히 FAB 공정 등에서는 화학물질 노출을 줄이기 위한 방독마스크 착용이 필요하다. 하도급업체 노동자들에 대해서는 원청사업주가 작업현장의 배기시설, 환기시설, 안전시설을 직접 관리해야하고, 개인보호구들을 지급해야한다.

(바) “산업안전보건교육”의 문제점과 요구도 및 향후 발전방향

① 현재 산업안전보건법에서 규정하고 있는 산업안전보건교육의 문제점, 요구도 및 발전방향

현재 산업안전보건법에서 명시해놓고 있는 “산업안전보건교육”이 형식적이어서 작업장에 실질적로 필요한 예방교육이 되지 못하고 있다.

그 이유는 첫째, 산업안전보건법에서 명시해놓고 있는 “교육”이 개별 사업장의 보건관리자와 안전관리자에게 일방적으로 맡겨져 있을 뿐, 이들 보건관리자와 안전관리자들에게 국가적인 차원에서 질 높은 교육 내용을 제공해주지 못하고 있기 때문이다.

둘째, 산업안전보건법에서 명시해놓은 교육시간을 편법으로 운영하는 경우가 많아 형식적이 되고 있기 때문이다.

셋째 온라인교육의 한계이다. 현재 FAB제조 반도체 공장들 뿐 아니라, 후공정 반도체 공장들도 안전보건교육을 주로 온라인 방식으로 하고 있었다. 교육이 온라인 방식으로 하다 보니 작업장에서 응급상황이나 위험상황에 대처할 수 있는 구체적이고 실제적인 교육이 진행되지는 못하고 있는 상황이다(부록면접 54).

한국의 반도체 제조업에서 새로운 교육방법을 개발해야할 필요성이 대두되고 있다. 치명적인 사고에 대비하기 위한 일상적인 훈련이나 각 공정업무별 유사시 대피지침, 일상적인 작업과정에서 작업 내용과 지침들을 자세하게 정리해서 작업현장 곳곳에 비치하고 교육하는 게 필요하다.

② 현장의 요구도

㉠ 현행 “산업안전보건교육” 체계에서 요구도

현재 실시하고 있는 “산업안전보건교육”에 대한 반도체 제조업의 안전관리

자나 보건관리자들의 의견을 들어보면, 대체적으로 유해물질에 대해 현장 작업자들에게 실시하고 있는 기존의 정기안전교육 및 예방교육이 형식적이어서 그 효과가 미흡하다고 말한다. 한 화학물질제조업체의 담당자는 매년 비슷한 화학물질 노출사고, 화재사고, 질식 사고들이 반복되는 이유도 교육이 너무 형식적인 것에 있다고 보고 있다. 담당자는 현장에서 “저게 어느 날 터지면 제일 먼저 어떻게 할 것입니까?” 라고 질문을 해야 한다고 제안한다(부록면접 55).

㉡ 일상적인 훈련을 동반한 교육의 필요성: 화학물질 유출사고 대응훈련

반도체 제조업의 안전관리자나 보건관리자들은 화학물질을 사용하는 작업장일 경우, 교육의 내용도 “일상적인 훈련” 을 동반한 교육이 필요하다는 것을 강조한다. 예를 들어 일상에서 “화학물질 유출사고 대응훈련” 을 하는 게 필요하다는 것이다. 일부 반도체 제조업체들은 “화학물질 유출사고 대응훈련” 을 1년에 1회 정도 정기적으로 하고 있다고 말하기도 했다(부록면접 2).

화학물질제조업의 한 담당자는 일상적으로 화학물질 안전 프로토콜을 잘 지키는 것이 필요하다고 주장하고 있다. 한 화학물질제조업체의 환경안전팀장은 화학물질별로 위험성 홍보 및 교육, 누출사고대비 훈련, “화학물질 누출 대처 매뉴얼” 을 가지고 있다고 했다(부록면접 56). 그런데 연구팀에게 보여주는 막상 소개하는 매뉴얼의 내용이 너무 간단해서 좀 더 구체적인 매뉴얼이 필요해 보였다.

③ 해결방안

㉠ 향후 산업안전보건교육의 발전방안

향후 산업안전보건교육의 발전방안은 첫째, 각 직급에 맞는 교육 커리큘럼을 개발하여 각 직급과 직책에 있는 담당자들이 필요에 따라 누구나 상호 교육을

실시할 수 있도록 교육체계를 마련하는 것이다.

산업안전보건법에서 규정하고 있는 각 보건관리책임자교육을 제대로 수행하기 위해서라도 경영자, 중간관리자(보건관리자), 실무자, 노동자 교육 프로그램을 개발할 필요가 있다. 예를 들면 다음과 같다.

-경영자교육: 산업안전보건관리체계의 구축방안, 산업안전보건프로그램 마련

-중간관리자(보건관리자)교육: 보건관리세미나 개최, 노동자들에게 다양한 현장의 사례 교육(대기업위주로 진행되었던 선행사례 공유를 광범위하게 확대)

-실무자교육: 실제 작업장의 사례와 재해발생가능한 장소와 물질에 대해 구체적인 예방방법 마련, 작업장 공정흐름에 따른 산업안전보건체계 구축 등

-노동자교육: 실제 작업장에 필요한 예방교육, 사고나 재해를 미리 예측하고 이를 예방하기위한 대책 마련, 사고 발생시 대처방안, 사업장 위험지도 파악, 화학물질 위험인자의 건강영향에 대한 인식과 위험인자 예방방법

둘째, 화학물질 물질안전교육, 보호구, 배기시설, 근골격계질환 등 교육프로그램을 개발하는 것이다.

㉡ 일상적인 훈련을 동반한 교육(유사시 대피/대비훈련) 방안

일상적인 훈련을 동반한 교육(유사시 대피/대비훈련) 방안은 다음과 같다. 첫째, 치명적인 사고에 대비하기 위해 일상적으로 “화학물질 유출대응훈련(연1회)” 을 할 수 있도록 교육 계획을 잡는다.

둘째, 각 작업별 공정별 업무 매뉴얼을 제작하고, 각 작업별 공정별 유사시 대피/대비 매뉴얼을 제작 배포한다.

셋째, 비상사태, 정전, 설비유지보수(PM), 배관작업, 청소작업 등에 대응할 수 있는 매뉴얼을 제작 배포한다.

(사) 보건관리실의 필요성과 발전방향

이 연구팀이 현장방문조사를 갔을 때, 일부 반도체 제조업 사업체에서 보건관리실이 필요하다고 호소하는 경우가 있었다. 특히 협력업체 노동자들을 위한 보건관리실이 없어서, 작업현장 내에 하도급업체 노동자들을 위한 보건관리실 같은 시설이 필요하다고 하고 있다. 또한 중소기업이나 영세한 곳에 보건상담실이 필요하다고 하고 있다.

향후 발전방향으로 보건관리실 설치를 의무화하고, 보건관리실이 부재한 사업장들을 확인하여 제도적인 조치 마련하는 것이 필요하다.

(아) 현행 “산업안전보건법” 의 개선 및 필요성

이 연구팀은 이번 현장조사를 통해서 현행 “산업안전보건법” 에서 규정하고 있는 작업장 내 “산업안전보건관리” 의 내용과 형식에 한계가 있는 것을 파악하게 되었다.

현재 대부분의 반도체 제조업 보건관리자들은 산업안전보건법에서 규정한 업무를 하느라고 다른 일을 심지어 생각도 못하고 있다고 호소하고 있다(부록면접 57). 한 후공정 제조업의 한 보건관리자는 매번 반복적인 작업을 하지 말고 작업환경공정의 관리방안을 만들어야 한다고 제안하고 있다(부록면접 58). 한 FAB 제조업체 안전관리자는 현재 법적 제도적 감시는 법을 위반했을 때 과태료” 를 추징하는 것으로 가고 있는데, 실제적으로 시설개선을 중점적으로 해야 한다고 제안하고 있다(부록면접 59). 또한 한 FAB 제조업체의 관리자는 현재 법과 제도만으로는 한계가 있고, 사업장에서 스스로 “시스템을 잘 갖추어서 그 시스템대로 움직이는 것이 사고를 예방하는 길” 이라고 하면서 사고를 예방하기 위해서는 시스템을 구축하는 것이 중요하다고 제언하고 있다(부록면접 60).

현행 ‘산업안전보건법’ 과 관련된 가장 큰 문제는 현재 한국의 가장 큰 규

모의 반도체 제조업들도 '산업안전보건법' 에 규정된 임무를 수행하느라 모든 인력, 시간, 자원을 소모하고 있어서 작업현장에서 실제로 필요한 산업안전보건관리프로그램이 거의 없는 상태라는 것이다. 향후 반도체 제조업에 실제적으로 필요한 산업안전보건관리가 될 수 있도록 대안을 모색해야 할 것이다.

다) 현행 "산업안전보건법" 에서 강조되거나 새롭게 요구되는 문제들

작업장 내 "산업안전보건관리" 체계를 새롭게 구축해야 한다. 이 연구팀은 작업장 내 "산업안전보건관리" 체계가 새롭게 구축되어야 한다는 것을 주장하면서 현 산업안전보건법에서 강조되거나 현행 "산업안전보건법" 에 규정되어 있지 않지만 새롭게 요구되는 문제들 추가해야할 내용을 다음과 같이 제안한다.

(가) 작업현장에서 "노동자 알권리" 제도 마련

대부분 반도체 제조업에서는 공장의 "무역비밀" 내지 "영업비밀" 을 이유로 작업 현장이나 공정을 공개하지 않고 있는데, 이는 그야말로 "영업" 적인 측면에서 볼 때 사업주의 입장에서는 그럴 수도 있겠지만, 작업자의 안전과 건강의 측면에서 볼 때는 매우 위험한 상황이라고 볼 수 있다.

향후 큰 사고를 대비해서 지금부터라도 반도체 제조업 작업현장에서 작업장 안전관리와 보건관리가 이루어지도록 사업주는 작업현장에서 위험물질의 안전조사 및 역학조사를 실시하고, 예방 대책을 세우고, 이에 대해 작업을 하고 있는 모든 노동자들에게 알려야 하며, 노동자들의 알권리를 보장해주어야 한다.

(나) 예방중심의 "산업안전보건관리프로그램" 의 요구도

현재 한국의 반도체 제조업체들에는 "산업안전보건관리프로그램" 이 없다. 한국 반도체 제조업을 보면 한국의 가장 큰 규모의 반도체 제조업들도 산업안전보건관리프로그램이 거의 없거나 건강증진프로그램을 산업안전보건관리프로

그램의 주요내용으로 삼고 있다. 이러한 부분도 중요하지만, 작업현장에서 산업안전보건관리프로그램의 구체적이 내용이 있어야 하는 것이다.

한 화학물질제조업체 환경안전팀장은 “산업안전보건관리프로그램” 으로 세이프티골든룰(Safety Golden Rule)과 같은 규정이 있다고 하면서 수첩형태의 간단한 매뉴얼을 보여주었다.

각 사업체에서는 이러한 단편적이고 일면적인 “산업안전보건관리프로그램” 이 아니라, 다양하면서도 구체적이고 포괄적인 “산업안전보건프로그램” 이 필요하다고 말한다. 반도체 제조업체 보건·안전관리자들은 보건관리 프로그램을 만들어서 배포해주었으면 좋겠다고 요구하고 있다. 반도체 제조업체 보건·안전관리자들은 공단이 보유하고 있는 보건관리시스템(예: EDI)을 활용하는 방안도 제안하고 있다.

반도체 제조업체 보건·안전관리자들은 산업안전보건관리프로그램을 위해 예방관리에 필요한 구체적인 방향과 내용이 필요하다. 즉 직업병 예방시스템 개발이 필요하다.

(다) 유해물질노출평가와 건강역학조사의 필요성

현장 방문조사 결과, 이 연구팀은 화학물질에 대한 유해요인 위해성 조사, 건강영향 역학조사가 필요하다는 것을 파악하게 되었다.

한국의 반도체 제조업들의 경우, 아무리 큰 사업체들도 건강역학조사가 진행되지 않고 있는데, 그 이유는 반도체 제조업들이 성장위주의 생산정책을 펴면서 건강역학조사를 사업체에서 중요사업으로 보지 않고 있거나, 사업주 입장에서 작업장에서 유해물질과 건강장해의 심각성을 드러내길 원하지 않기 때문일 것이다.

반도체 제조업에서는 특히 유해물질노출평가와 건강영향역학연구가 매우 필요하다. 특히 유해물질 노출평가는 반도체 제조업의 특성에 따라 공정라인에 “저 농도” 로 노출되는 화학물질 및 유해물질을 어떻게 측정하고 관리할 수

있는가? 의 문제를 해결하는 것이 필요하다.

(라) 산업안전보건 전문가에 대한 요구도

일부 반도체 제조업의 안전 · 보건관리자들은 작업현장에 전문가가 필요하다고 제안한다(부록면접 33). 한편 일부 반도체 제조업 작업현장의 안전 · 보건관리자들은 작업 공정에서 화학물질 등 위험물질에 노출될 수 있는 가능성에 대해 과소평가를 하거나 거의 문제가 없다고 보고 있다. 이러한 안전 · 보건관리자들의 태도가 작업현장의 산업안전보건관리의 필요성을 과소평가하고 있는 것으로 보인다(부록면접 61).

또한 약 350명 규모의 한 화학물질제조업체(재료업체)의 안전관리자이자 보건관리자는 중소기업에서 안전관리와 보건관리를 한 사람이 하고 있어서 두 가지 일이 각각 제대로 진행되지 못하고 있기 때문에 '안전관리와 보건관리업무자를 각각 따로 두어서 집중을 할 수 있게 법제화를 하는 게 어떠냐?' 는 제안을 하기도 한다(부록면접 62).

이렇게 볼 때, 작업현장에서 위험성을 인식하고, 산업안전보건관리를 실제적으로 수행할 수 있는 전문 인력이 필요하다

(마) 실험실 관리강화의 필요성

반도체 제조업 보건 · 안전관리자들은 연구직(개발팀) 사용물질들을 까다롭게 관리할 필요가 있다고 한다. 관리자들은 정부가 연구실의 유해물질에 대해 규제를 완화하고 있어서, 연구직(개발팀)들은 물질의 유해성을 모르고 활용하는 경우도 있다. 실제로 소량을 사용하더라도 연구개발팀에서 가장 유해물질을 많이 취급하고 있을 수 있다고 한다. 그러므로 실험실의 화학물질관리가 필요하며, 해당업체 기술 보안에 초래할 수 있는 문제는 심도 있는 관리가 필요하다.

라) 원하청관계와 하도급업체의 “산업안전보건관리” 요구도

(가) 반도체 원청 제조공장들과 하도급(협력)업체들의 현황

① 한국의 FAB 공정들

한국에서 반도체 제조업들이 화학물질을 들여올 때는 어떻게 관리를 하는가? 향후 한국에서 각 반도체 제조 사업장에 화학물질관리에 대한 국가적인 지침(매뉴얼)이나 동일한 업종들끼리 공유하고 있는 지침(매뉴얼) 또는 사업장에서 자체적으로 실시하고 있는 산업안전보건프로그램을 구축할 필요성이 있다. 그래서 이 연구는 한국의 산업안전보건프로그램을 구축하기위해서 우선 현장방문조사를 통해서 한국의 원청 사업체들과 하도급업체들이 작업장에서 어떻게 하고 있는지를 파악하였다.

구체적인 예를 보기위해 우선 한국의 FAB 공정을 중심으로 보면 다음과 같다. 한국에서 FAB 제조공정 반도체 제조업체들은 대부분 기업 자체의 [산업안전보건프로그램]이 없고, 국가가 마련해 놓은 [한국산업안전보건법]에 의해 명시된 작업환경측정대상물질에 대해서 작업환경측정을 함으로써 법적 규정을 준수하는 것으로 자신들의 소명을 다하고 있다고 한다.

산업안전보건법의 법적인 규정을 준수하는 것 이외에 사업장에서 무언가를 더 하고 있다고 말하고 있는 내용들은 다음과 같다.

한국의 대표적인 FAB제조 사업체인 S기업의 경우, 우선 화학물질관리에 대해서 보면, ‘위해화학물질평가제도’ 가 있어서 위해 화학물질이 사업장 안으로 들어오지 못하도록 막는 제도가 있다고 한다(2013년에 사전평가 전산시스템 구축함). 국내에서 거론될 수 있는 약 2800종의 화학물질을 분류해서 A, B, C등급으로 나누어서 A등급의 경우 산업안전보건법, 기타 관련법에서 사용하지 말아야 할 물질로, 산업안전보건법으로 정해놓은 금지물질로 사업장에 들여오지 않는 물질이고, B, C 등급의 경우, 의심 추정물질로 이 ‘위해화학물질평가

제도’에서 심의를 해서 사용여부를 결정한다고 한다. 이때 참고문헌으로 MSDS를 기본으로 하면서 국내외 13개 전문기관(EU, ACGIH등)의 정보를 활용한다고 한다.

또한 국제화학기업들로부터 화학물질을 수입할 때 “성분분석서”와 “규제물질 미함유 보증서”를 받아서 위험물질을 걸러내는 작업을 하고 있다고 한다. 또한 유럽, 미국, 중국 등 국제적인 화학제품 공급사들이 성분을 알려주지 않는 경우, 즉 “영업비밀물질”에 대해서는 “규제물질 미함유 보증서”를 받는다고 한다.

또한 신규물질들이나 “영업비밀물질”중에서 약 10개 정도는 직접 분석을 의뢰해서 성분을 파악하고 있다고 한다.

또한 화학물질 공급업체들에게 1년에 두 번씩 이 기업의 화학물질정책에 대해 교육을 한다고 한다.

그러나 반도체 제조업에서 산업안전보건법에 규제물질로 되어 있어도 그 물질이 공정에서 반드시 필요한 물질이라면 위의 화학물질관리를 진행하기에 한계가 있을 것이다. 반도체 제조업 산업안전보건관리자들은 공정에서 반드시 필요한 물질에 대해 안전보건관리 매뉴얼을 자체적으로 만들어서 철저하게 관리하고 있다고 하고 있지만(부록면접 63), 발암물질과 같은 위해한 화학물질에 대해서는 실질적인 사용금지, 대체물질개발 등이 필요하다.

화학물질공급체계를 보면 화학물질이 외부공급장치를 통해 들어와서, 생산설비 공급라인으로 공급되고, 이 설비들을 통해서 옥상 정화조를 통해 배출되는 형태로 되어 있으며, 자동공급체계를 통해 이루어진다(부록면접 64).

그러나 외부 중앙공급장치에 탱크로리로 화학물질이나 가스가 주입이 되는데, 이 과정에서 이중배관, 음압설치 등이 되어 있기는 하나, 이 탱크로리로 약품을 주입하는 과정은 작업자들이 직접 하게 되어 있어(부록면접 65). 화학물질이나 가스 주입공정은 안전보건관리가 필수적으로 필요한 작업공정이라고 볼 수 있다.

작업환경관리체계를 보면, 화학물질은 보건 쪽에서 담당을 하고, 설비나 공정은 안전 쪽에서 담당을 하는데, 화학물질이나 가스의 경우 누출을 감지할 수 있는 센서역할을 하는 “감응테이프” 를 붙여놓고 있으며, 특히 화학물질을 취급하는 공정(예:CCS룸)에는 감응테이프와 바닥에 누출센서를 달고 있다고 한다. 신공정이나 설비가 들어올 때 위해성 평가(Risk Assessment)를 실시하며, 사전안전성평가를 실시하고 있다고 한다.

작업환경측정의 경우 법적으로 규정된 작업환경측정대상물질 외에도 PM작업 중 일 때나 설비 세정이나 파트 교체 등이 이루어질 때 작업환경측정을 계속 하면서 모니터링하고 있다고 한다. 이렇게 작업환경측정을 하는 곳은 전체 공장에 15000포인트라고 한다. 또한 작업환경측정대상물질이 아닌데 분석 가능한 물질들(예: 국제표준이 있는 물질들)의 경우 법외 물질로 처리해서 별도로 1년에 1회 측정을 한다고 한다. 또한 위험성 평가를 보건(화학물질)과 안전(시설, 설비)으로 나눠서 하고 직업노출조합(Job Exposure Matrix)도 활용하여 위험성 평가를 한다고 한다(부록면접 65).

시설이 완전 자동화되어 있는 공장에서도 물품 공급, 시설설비 유지 및 교체 작업 등의 과정에서는 협력업체 노동자들이나 일부 노동자들이 공정 안으로 들어가서 작업을 해야 하므로 이러한 부분을 고려해야 할 것이다.

또 하나의 사업장인 한국의 한 FAB제조 사업체(H기업) 보건관리자는 사업체로 들여오는 모든 화학물질들 중에서 성분이 표기가 안 되어 있는 물질들(예: 영업비밀물질) 중에서 일부 물질들에 대해서 외부 기관(예: SGS와 같은 다국적 분석기관)에 의뢰해서 성분을 파악하고 외부 기관 사이트 등을 찾아서 유해성 평가 결과를 참고하기도 한다고 한다. 이 보건관리자에 의하면 이 제조업체에서는 [한국산업안전보건법]에서 관리하도록 되어 있는 작업환경측정대상 화학물질에만 국한되지 않고 작업환경측정대상물질이 아닌 경우에도 위해물질일 것으로 고려되는 일부 물질들에 대해서 성분분석을 외부기관에 의뢰하고 있다고 한다(이 작업은 국내에서 S기업과 H기업만 하고 있는 것으로 보인다).

또 이 결과를 공급업체에도 알려준다고 한다.

또한 한국의 화학물질 관리지표가 없기 때문에 사업체에서 자체적으로 관리지표들(CRA (CHARM Risk Assessment), HMI (Health Management Index), CMR (Carcinogeneity, Mutageneity, Toxicity for Reproduction)을 만들어서 사용하고 있다고 한다. 또한 “직업노출조합(Job Exposure Matrix, JEM)”을 활용해서 18개 직무공정에서 화학물질DB을 만들어서 세부관리하고 있다고 한다.

또한 H 기업에서도 S 기업과 유사하게 화학물질 공급업체들을 직접 찾아다니면서 화학물질에 대한 무료 컨설팅 등을 하면서 개선사항에 대해 제안을 하기도 하면서 개선을 제안하기도 한다고 한다.

H 기업에서도 화학물질이나 가스를 공급 시에 중앙공급장치를 통해서 하고 있는데, 공급장치에 이상이 생길경우에 공급이 중단되는 셧다운 장치, 분배기에서 장비까지 가스위험감지장치(Gas Risk Detector) 등이 있어서 누출이나 위험을 감지할 수 있다고 한다(부록면접 66). 또한 중앙방재실이 있어서 자동센서장치가 있어서 위험에 노출 될 때, 알람이 뜨면 바로 출동을 한다고 한다. 또한 PM작업, 정비작업이나 기계 수리를 할 때, 발생할 수 있는 위험에 대해서는 가능성이 낮다고 강조하고 있는데 그 이유는 PM작업, 정비나 기계 수리를 할 때, 배관 안에 남아 있는 화학물질이나 가스를 완전히 비운 후에 작업을 하기 때문에 가스나 화학물질에 노출될 위험이 거의 없다고 한다(부록면접 67). 다만 유지, 보수, 사고가 발생시, 기계가 섰을 때 등등의 경우에는 공급장치(설비)에서 화학물질이나 가스에 노출될 가능성이 있다고 한다(부록면접 68).

H기업의 경우 질병감시체계로 직원들의 동의를 받아서 코호트를 구축해놓고 있으며 직업노출조합(Job Exposure Matrix)도 활용하고 있다.

또한 하도급 노동자들의 관리를 위해서 “공생협력프로그램”을 통해서 하도급업체 노동자들에게 교육, 작업환경측정, 건강검진, 부서 이용 등을 제공하고

있다고 한다.

폐수처리는 위탁처리를 하고 있기 때문에 이 원청기업 노동자들은 노출이 되지 않겠지만, 위탁관리업체 노동자들에게 노출될 위험이 있다.

한편, 한국의 약 1000명 규모의 FAB공장인 K기업체의 경우를 보면, 안전보건환경팀(EHS group: 안전관리자, 보건관리자, 환경관리자)이 주로 화학물질관리를 하는데, 구입·구매, 관리, 보건관리 등을 한다고 한다. 관리에는 MSDS 관리와 화학물질이 들어올 때 적절한 지 기술 검토하는 사전평가업무가 있는데 사전평가업무에서 제품이 공정에서 사용가능한 지에 대한 기술적인 검토는 공정기술팀이 하고, 노동자 안전보건에 대한 검토는 안전보건환경팀이 맡아서 하고 있다. 구매하는 물질 중에 성분분석을 모르는 경우(예를 들면 MSDS가 없거나 영업비밀물질 등)에는 민간연구기관(예: SGS)에 의뢰해서 성분분석을 통해 발암성, 생식독성 등(CMR)을 파악한다고 한다.

한국의 FAB공정의 하나인 F업체를 보면 미국 반도체회사(F)에 합병된 회사인데, 환경안전보건팀(EHS)이 본사 직속으로 되어있어서 환경안전보건에 대해 총괄 관리를 하고 있다고 한다. 이 공장에서 사용하는 물질은 총 110개(화학물질은 65개 정도) 사용하고 있다고 한다. 화학물질을 도입할 때 “사전승인제도”가 있어서 MSDS를 활용해서 신규물질들 중에서 발암성물질(CMR 1A 이상)인 경우에 도입하지 않는 방안을 마련해놓고 있다고 한다. 또한 혼합물질이나 영업비밀물질들의 경우에는 공급처에 “물질안전보증서”를 요구해서 위해성 여부를 확인하려고 하고 있고, 물질 정보를 알 수 없는 경우에는 직접 분석의뢰를 하기도 하는데 이때 비용이 많이 든다고 한다. 이렇게 하더라도 현재 반도체 제조공정에서 꼭 사용해야할 물질들이 있기 때문에 발암물질이어도 이를 사용하지 않거나 또는 대체물질을 개발하기가 쉽지 않다고 한다.

한국의 대규모 반도체 제조업 중에서도 특히 FAB 제조 공정들을 방문하고 인터뷰한 결과, 이 연구팀이 파악한 핵심적인 내용은 다음과 같다.

이렇게 한국의 대표적인 원청업체들인 FAB공장들의 관리자들은 “산업안전

보건법" 에 규정된 산업안전보건관리 이외에 자체적으로 산업안전보건관리(화학물질관리)를 하고 있다. 그러나 영업비밀문제 등이 있어서 기본적으로 화학물질에 대한 총체적인 산업안전보건관리가 어려운 측면이 있을 것이다. 또한 작업장 전체 공정을 총괄하는 총체적인 산업안전보건프로그램에 대한 필요성이 대두되고 있다.

또한 이 연구팀이 현장방문조사를 통해서 하도급업체 노동자들이 작업하는 작업공정에서 화학물질 누출 가능성이 큰 것을 파악한 바, 하도급업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리의 필요성이 대두되고 있다. 특히 공급 장치(설비)에서는 화학물질이나 가스의 노출가능성이 있고, 특히 공급 장치(설비)는 주로 하도급업체 노동자들의 담당이기 때문에 이 공급 장치(설비) 부분에 집중적인 관리가 필요하다. 또한 한국의 반도체 제조업들에서 폐수처리나 폐기물 처리를 대부분 위탁관리를 주고 있는데 이 부분에 대한 구체적인 대안이 필요하다고 볼 수 있다.

② 한국의 후공정들

반도체 주요 사업체들 중에서 FAB 제조공정 외에 후공정 사업체들을 보면 다음과 같다.

후공정 사업체들의 경우, FAB공정 사업체들처럼 공정이 복잡하지도 않고 화학물질도 훨씬 적은 종류(30~100개 정도)를 사용하기 때문에 작업장에서 산업안전보건관리의 내용도 복잡하지는 않다.

주로 이들 후공정에서 하고 있는 화학물질관리로는 화학물질을 새로 들여올 환경안전보건팀(Environmental Safety and Health, ESH 또는 EHS)이 MSDS 정보를 활용해서 화학물질의 유해성을 사전에 평가해서 덜 유해한 화학물질을 들여오는 것이다. 산업안전보건관리로는 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질에 대해서 작업환경측정을 하고, 특수검진, 보건관리대행을 하는 것이 주된 내용이다.

이 연구팀이 현장방문조사를 했던 한국의 후공정 업체들은 대부분 한 개의 원청기업이 여러 개의 협력업체로 나눠져 있었다. 그 이유는 아마도 회사의 규모를 작게 해서 규모가 작은 업체들이 가지는 혜택들을 얻기 위함일 것이다. 예를 들면, 산업안전보건법에 의하면 300명이하의 규모에서는 안전관리자나 보건관리자를 두지 않고 대행을 할 수 있는데, 이런 것도 실제 한 회사가 형식상 여러 협력회사로 쪼개져 있게 되는 이유가 된다.

예를 들면, 한국의 후공정 A업체는 공정 라인에 3개의 협력업체를 두고 있다. 이 공장에서 일하는 전체 인원이 약 2300여명이 되지만, 그 중에 약 1500~1800여명은 협력업체 노동자들이다. 한 협력업체에 약 500~600명의 노동자들이 근무하고 있다. 라인에 협력업체를 두고 있다는 의미는 같은 공정 라인을 원청업체와 협력업체가 같이 하고 있다는 의미이다. 즉 원청 노동자들이 있는 바로 그 옆에 있는 라인에 협력업체 노동자들이 일하고 있다. 원청인 A업체는 협력업체가 일하고 있는 작업공간도 같이 겸해서 작업환경측정을 실시해주고 있지만, 특수검진과 보건관리대행은 협력업체 자체에서 실시하고 있다고 한다.

한편, 한국의 후공정업체인 S업체의 경우, 원청회사 규모는 약 150명인데 4개의 협력업체의 노동자들이 약 900명이라고 한다. 4개의 협력업체 노동자들은 원청업체 공정 라인 바로 옆 라인에서 똑같은 일을 하고 있다. 원청회사가 이렇게 4개의 협력업체를 두게 된 이유는 한 업체를 300명 이하로 만들어서 여러 가지 법적인 제재를 피하기 위한 것이라고 한다.

요약하면, 한국의 현재 반도체 제조업들의 “산업안전보건관리” 현황을 보면, 규모가 10000명 이상의 대기업인 경우에 작업환경측정대상물질이 아닌 물질들도 성분분석을 하고 화학물질관리도 하려고 하고 있지만, 규모가 몇 천 명에서 몇백명 정도되는 중규모 사업체들의 경우에는 산업안전보건법의 규정에 있는 산업안전보건관리에 더해서 화학물질정보가 없는 경우에 화학물질정보를 파악하고, 화학물질관리를 하고 있는 상황이라면, 더 적은 규모의 사업장들의 경

우에는 산업안전보건법의 규정에 따라 산업안전보건관리를 준수하는 차원에 머물러있고, 하도급업체들의 경우에는 특수건강검진, 일반건강검진, 보건관리대행이 유일한 산업안전보건관리 내용이었다.

(나) 하도급(협력)업체 노동자들의 산업안전보건관리 실태

① 하도급(협력)업체 현황

한국의 대규모 반도체 FAB 제조업체들이나 후공정업체들에서 하도급(협력)업체들을 많이 두고 있다. 하도급 형태는 규모와 업종에 따라 약간 다른데, 대규모 반도체 FAB 제조업체들의 경우에는 시설유지, 설비, 청소 등 상품생산라인 외에 보조라인들에 협력업체들이 있고, 후공정업체의 경우에는 생산라인에 원청업체와 하도급(협력)업체들이 같은 작업을 하는 형태로 형식적으로 회사가 나뉘어있지만 내용적으로는 같은 업무를 하는 양상으로 나타나고 있다.

반도체 제조업에서 하도급업체 인력을 사용하는 이유는 다음과 같다. 첫째, 반도체 제조업의 공정의 특징, 즉 다양한 공정들이 포함되어 있고 첨단 자동화 시설이 복잡하게 설비되어 있어서 시설관리와 유지를 상시적으로 해야 하고 또 공정이 빠르게 변화 발전하기 때문에 새로운 시설과 설비를 계속 증강시켜야 하는 특징이 있기 때문에 건설, 설비, 시설 등에 관련된 하도급업체 인력을 사용하고 있다. 이러한 역할을 하는 하도급업체는 비교적 관련 기술이 있는 하도급 인력들을 두고 있다. 예를 들어 하도급 인력들이 어느 정도 기술을 보유하고 있으며, 한 곳의 건설 작업이 끝나면 다른 곳으로 이동을 하는 그런 인력들이다.

둘째, 반도체 제조업이 주로 첨단 자동화된 시설로 구성되어 있지만, 자동화 기계가 할 수 없는 부분이 있는데, 이 부분을 하도급업체 노동자들이 담당하고 있는 것이다. 예를 들면 한 작업 공정이 끝나고 다음 공정에 들어가기 전에 클리닝 작업, PM작업 등과 같이 자동화 공정 사이에 간극을 하도급노동자들이

메우고 있는 것이다. 이러한 인력들은 주로 인력회사들에 의해 관리되며, 인력회사와의 관계도 일용직과 같은 상태로 매년 재계약을 하는 상태로 유지되며 어떤 기술이 없어도 반도체 제조 공정에 투입되어 클리닝 작업 등을 수행한다.

반도체 제조업에서 클리닝 작업을 기계로 하지 않고 사람이 해야 하는 이유는 기계로 하면 불량이 많이 나오기 때문에, 사람의 손으로 닦아야 깨끗하게 닦인다는 것이다. 이렇듯 아직까지 기계로 완벽하게 할 수 없는 곳이나 기계가 멈췄을 때, 사람이 공정 안에 들어가서 작업을 하고 있다. 이렇게 볼 때, 이 작업을 하는 노동자들은 기계보다도 덜 한 대우를 받고 있는 게 아닌가?(부록면접 69).

셋째, 원청사업주는 주로 힘든 작업에 협력업체 노동자들을 사용하고 있다. 일의 강도가 큰 작업의 경우 정규직 노동자들을 뽑을 경우에 비용이 너무 많이 나올 것으로 예상이 될 때 하도급업체 노동자들을 사용하는 것이다(부록면접 70).

넷째, 이러한 세 가지 이유는 일의 특징에서 오는 것이지만, 반도체 원청기업들이 하도급을 선호하는 가장 큰 이유는 비용절감이다. 원정 반도체기업의 입장에서는 정직원 한 명을 두는 것보다 협력사에 용역비를 주는 게 훨씬 더 많이 남는다는 것이다(부록면접 71)

실제 원정기업 정규직 노동자들과 하도급업체 노동자들의 임금차이는 매우 큰데, 그 차이는 보너스에서 차이가 난다고 한다(부록면접 72).

하도급업체는 각 기업 내에서 “사내하도급” 형태로 여러 가지 형태를 취하고 있다. 대규모 FAB공정을 포함한 사업체들에서는 한 공장에 약 300개 이상 하도급업체들이 있는데, 이들은 주로 클린룸 청소, 한 공정작업이 끝난 후 기계설비 청소, 시설설비 유지관리, 예방유지관리(Preventive Management), 배관청소, 신설 기계나 설비 설치, 기계 옮기기, 화학물질 옮기기, 기계설비 수리 및 청소(밀폐공간) 등의 업무를 맡고 있다.

H회사의 경우, 협력업체가 약 280개가 된다. 이 협력업체들은 1차, 2차, 3

차, 4차 등으로 내려가는데, 1차는 작업현장에서 원청 사업체 작업현장 안에 들어와 있는 업체들, 2차는 현장으로 자재만 이동해주는 업체들, 3차, 4차는 외부에서 자재를 납품하는 업체들이다.

대기업에 속해 있는 하도급(협력)업체들의 작업내용을 보면 다음과 같다. S사업체의 한 협력업체(B회사)는 2016년부터 S공장의 반도체공정 예방적 관리(Preventive Management, PM)를 담당하고 있다. 이 협력업체의 주요 업무는 예방적 관리와 설비 유지·보수업무이다. 이 업체에서는 chamber를 열어서 에탄올 와이퍼 팩으로 부품을 닦는 작업을 하고 있다고 한다. 설비, chamber, chamber 주변의 설비 부분을 부분 분해 조립을 하고 닦는 작업을 하고 있다. 이 업체에는 약 1100명(남자 1060명, 여자 40명)이 근무하고 있으며, 이 회사 차원에 속한 노동자들은 정규직으로 되어 있다고 한다. 산업안전보건법에 의하면 원청회사가 환경안전규정을 지키게 되어 있기 때문에 하도급업체는 사업장에서 준수되어야 할 사항에 대해서 원청회사의 규정에 따르고 있다고 한다. 이 사내 협력업체는 안전보건조직에 5명이 일하고 있다.

S사업체의 또 한 협력업체(H업체)는 가스나 화학물질을 운반하는 배관을 연결하고 유지·보수하는 일을 하고 있다. 이 협력업체는 S사업체의 1차 협력업체이지만 자체적으로 또한 하도급노동자들을 두고 있는 사업체이다. 이 사업체의 전체 노동자수는 약 700명이고, 직영노동자수는 약 140명(관리자 100명, 직영 노동자 40명)이지만, 이 회사에도 5~6개의 협력업체들(2차 협력업체들)이 있고, 여기에 속한 하도급 노동자들은 약 560명이다.

H기업의 협력업체인 K회사는 그 자체로는 아웃소싱회사(인력회사)라고 한다. 이 인력회사는 그 자체로 약1500명 정도 인력을 두고 있으며, 여러 개의 지사로 나눠져서 각 지역에 지사로 존재하면서 H기업(반도체)뿐 아니라 여러 다른 반도체 기업들에도 인력을 제공하고 있고, 여러 다른 서비스산업, 식품산업, 항공산업 등에도 인력을 제공하고 있다고 한다.

이 K회사에서는 장비 클리닝을 위해 과거에는 이소프로필알코올을 사용해왔

었고, 이곳이 아닌 다른 원청회사에서는 메탄올을 사용하고 있다고 한다.

반도체 제조 사업장에서 하도급(협력)업체 구조가 1차(사내), 2차(사외)로 피라미드처럼 계속 아래로 내려가는 있는 이유는 이러한 협력회사들은 배관을 시공하고 연결하는 사업으로 건설업에 속하는 업체이기 때문에 건설업의 하도급구조를 따라 가는 것으로 보인다. 예를 들면 1차 협력업체(건설업)가 2차로 하도급을 주는 이유는 첫째, 1차 협력업체 노동자 수가 많아지면 그 인원에 대한 노무관리를 하는 직원(관리직)도 늘어나기 때문이고, 둘째, 건설업의 특성상 건설작업의 수요가 다양하기 때문에 지속적으로 노동자들을 고용할 수 없다는 것이다. 예를 들어 배관 설비를 할 때 인력이 대량으로 필요하지만 설비가 끝나면 그 인원만큼 필요하지 않다는 것이다(부록면접 73).

반도체 제조업에서 한 장소에 여러 하도급(협력)업체들이 계속 이어서 들어오면서 한 작업씩 완성해 나가는 것이다. 그러다보니, 각 하도급업체들이 잠시 등장해서 맡은 일을 하고 다시 퇴장해야 하니까 일용직으로 구성된 하도급구조가 쭉 아래로 피라미드처럼 내려가는 것이다(부록면접 32).

몇 차씩 아래로 피라미드 계단 아래로 내려가면서 일용직으로 고용되는 노동자들은 기술이 전혀 없는 사람들도 있지만, 기술이 있는 노동자들도 팀별로 같이 원청회사 일이 있을 때 마다 여러 곳으로 이동한다(부록면접 74).

하도급(협력)업체의 업무가 대개 위독성 화학물질을 사용하는 것이거나 중량물을 들어 올리는 작업이거나 밀폐공간에서 작업을 해야 하므로 위험요인에 노출될 수 있어 손상이나 질병에 걸릴 위험이 많다. 또한 거대한 크기의 작업장에 수많은 시설들이 들어선 반도제 공장에서 모기업체와 300개 이상의 하도급업체들이 단절되어서 부분적인 업무를 하고 돌아간다면 위험요인에 대한 인식, 노출확인, 예방, 대책 마련 등이 이루어질 수 없다.

후공정을 하고 있는 원청 사업자에 속해 있는 하도급(협력)업체들을 보면 다음과 같다.

후공정 S업체에서는 150명 규모의 원청기업체와 250명 규모의 4개의 하도

급업체들이 한 지리적인 공간에서 같은 후공정 작업을 하고 있었다. 마치 5개의 라인이 돌아가는 것처럼 공장이 돌아가고 있었다.

또 하나의 후공정인 A엄체에서도 한 원청기업에 3개의 하도급(협력)업체가 존재하고 있었다. 중소기업 규모의 후공정(FAB이후의 후공정, S공장 등등)에서는 한 공장안에 한 개의 원청기업체가 있고, 그 아래 4개 이상이 되는 하도급(협력)업체가 거주하고 있다. 이들 원청기업이나 하도급(협력)업체들이 업체들의 공정내용은 거의 같다. 다만 다른 것은 원청기업이냐? 하도급(협력)업체냐? 사업주가 누구냐? 만 다르다. 그렇게 해서 약 1000명 규모의 한 공장에 1개의 원청기업체와 4개의 하도급업체가 공존하고 있다. 이렇게 같은 공정을 5개 업체로 나누고 있다.

후공정에서 하도급업체가 존재하는 이유는 가장 크게 경제적인 문제일 것이다. 1000명의 대규모 사업체라는 것보다, 200명 규모의 중소 사업장이 되면 여러 가지 감면혜택도 있고, 규제완화를 받을 수 있기 때문에, 이들 후공정 원청사업체들은 비용절감을 위해 하도급업체를 양산하고 있다.

② 하도급(협력)업체의 산업안전보건관리 현황

대기업 FAB공정 포함한 반도체 작업장 (S기업 하도급업체의 경우)들의 산업안전보건관리현황은 다음과 같다.

원청기업인 S기업은 약 300개의 하도급(협력)업체를 두고 있다. 주로 반도체 설비 유지보수, 클리닝, 청소, 시설설비 신설, 부품 납품 등에서 하도급(협력)업체들을 두고 있다.

원청기업인 S기업의 하도급(협력)업체들을 예를 들어보면 다음과 같다.

원청기업인 S기업의 하도급(협력)업체인 B협력회사는 2016년 1월 1일 설립된 회사로, S회사와 S회사와 하도급관계지만 자체적으로 독립된 회사이다. 이 회사는 총인원은 1100명(남자 1060명, 여자 40명)이다. 반도체설비를 유지 보수하는 회사(PM회사)인데, 00체임버(chamber)의 일부분을 분해 · 조립

하는 과정을 하고 있다. 이때 체임버 클리닝용으로 에탄올이나 와이퍼 액을 이용해서 부품을 닦고 있다.

이 회사는 하도급(협력)업체이지만 인원이 많기 때문에 자체적으로 안전보건조직이 있어 안전관리자, 보건관리자 등 5명이 안전보건관리를 하고 있다.

사내 하도급(협력)업체들은 대개 산업안전보건법에 의해 원청사업주의 지침을 따르고 그대로 지키려고 노력한다고 한다.

S기업의 하도급(협력)업체인 H협력회사는 반도체 설비에 가스배관(산소, 에어, 아르곤, N2)이나 케미컬배관을 시공하는 회사다. 이 회사는 하도급 인원까지 전체 700명이 일하고 있다. 40명 정도가 직영노동자들이고, 관리자를 포함하여 약 100명까지는 이 회사에 근무하고 있고, 나머지 600명은 2차 하도급 상태에 있다. 즉 이 회사가 하도급 노동자들을 받고 있다.

이 회사는 건설업에 속해 있는데, 회사가 5개로 쪼개져 있어서 300명 미만이므로 법적인 보건관리자 선임의무를 피하고 있으며 보건관리대행만 하고 있다(부록면접 75).

작업장 안전관리과정을 보면, 모기업인 S기업이 이 회사에게 안전관리비를 주면 이 회사는 보호나 시설에 관한 부분을 쓰고 이 회사가 고용하고 있는 2차 하도급에게 보호구비용을 지급한다고 한다.

원청 기업인 H기업에는 약 280개의 하도급(협력)업체들이 있는데 1차~4차까지 있다. 이 회사의 하도급(협력)업체인 K회사는 주로 장비 클리닝과 장비이동을 해주고 있다. H회사로 근무하는 K회사 인원수는 총 300명(생산지원팀 240명, 물류운반팀 60명)이다. 이 K회사는 인력회사로 전국적으로 1000명이 넘는 인원을 가지고 있다. 이 K 회사에는 안전관리자, 보건관리자가 있어서 이들이 각 현장을 돌면서 소장들에게 교육을 하고, 현장 소장들은 반장들에게 교육내용을 인수인계를 하고, 반장들이 직접 교육을 시킨다. 교육내용은 안전교육(1년에 12회: 화학물질, 밀폐공간사고사례, 산업안전보건법), 특별안전교육(1년에 4회), 보건교육(1년에 4회: 정기교육, 성희롱예방교육, 개인정보보호교

육) 등이 있다.

원청기업인 H기업에서는 “공생협력프로그램” 을 이용해서 하도급(협력)업체들을 대상으로 한 교육과정을 만들어 놓았다고 한다(부록면접 76).

FAB공정의 하나인 00공장은 미국 자회사인데, 미국의 “작업안전성분석(Job Safety Analysis)” 를 실시하고 있는데, 이는 공사를 하러 들어오는 협력업체들의 작업자들이 작성을 하고 원청업체에서 확인을 해서 하도급(협력)업체 작업자들이 작업하기 전에 작업의 위험성 정도를 파악할 수 있게 한다고 한다. 또한 “안전작업허가서” 를 발생해서 하도급(협력)업체 작업자들이 작업 전에 안전에 관한 내용들을 미리 파악을 하도록 해고 원청기업은 이를 확인한다고 한다. 또한 하도급(협력)업체들이 작업에 들어가기 전에 안전담당 엔지니어가 매뉴얼대로 작업을 하도록 안전교육을 시키고 작업허가증을 발행해주면 그것을 가지고 작업을 진행할 수 있게 한다고 한다. 또한 “안전보건 공생협력프로그램도 가동시키고 있다고 한다(부록면접 76).

후공정 공장들(1000~2000명 규모의 공장들)의 산업안전보건관리 현황은 다음과 같다.

S회사는 후공정회사로 한 사업장에 약 1000의 노동자들이 같은 일을 하고 있으나, 5개의 회사로 나눠져 있다(원청회사 1개(150명 규모), 사내 하도급 4개(각 200여명 규모)). 이들 규모가 300명 이하이기 때문에 법적으로 볼 때 보건관리자와 안전관리자가 사내에 상주할 필요가 없다. 실제 사내 하도급(협력)업체들은 보건관리, 안전관리를 대행으로 하고 있다고 한다.

원청회사는 사내 하도급(협력)업체들에게 작업환경측정을 제공하고 있다. 사내 하도급(협력)업체들은 특수검진과 보건관리 · 안전관리 대행을 하고 있다.

③ 하도급(협력)업체 산업안전보건관리의 문제점

반도체 제조업 하도급(협력)업체 노동자들의 산업안전보건관리의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 원청업체가 하도급(협력)업체를 운영하는 목적이 원가절감(인건비절약) 자체이기 때문에, 원청업체는 하도급(협력)업체를 두면서 하도급(협력)업체를 노동자들의 산업안전보건관리에 필요한 비용을 피하려고 한다.

한 예로 원청업체는 산업안전보건법에 규정된 안전관리자와 보건관리자를 전임으로 두지 않기 위해 한 개의 회사의 인력을 나눠서 여러 개의 하도급(협력)업체로 만드는 편법도 사용하고 있다. 1000명 규모의 일개 기업체는 의사나 간호사를 포함한 보건관리자가 사업장내에 상주하면서 근무해야 하지만, 이 기업체가 여러 하도급(협력)들로 나눠져서 300인 미만의 사업장이 되면, 안전관리자와 보건관리자를 전임으로 두지 않고도 외부기관 보건관리자들이 주기적으로 방문을 하는 형태인 보건관리대행으로 대신할 수 있다. 사업주의 측면에서 보면, 비용이 절감되는 것이다. 그 외 모든 산업안전보건관리의 측면에서도 300인 이하의 사업장이 면제받을 수 있는 것들을 면제받을 수 있다. 이렇게 회사를 쪼개서 하도급(협력)업체를 두는 방식으로까지 인건비를 절약하려는 원청회사들이 하도급(협력)업체에 소속된 노동자들의 안전과 보건에 대해 비용을 쓰지 않을 것은 미루어 짐작이 되는 일이다.

둘째, 원청사업주가 하도급(협력)업체 노동자들의 산업안전보건관리에 대해 관심을 두고 있지 않다. 산업안전보건법에 “원청사업주의 의무”가 있지만, 법규정에 사업주에 대한 규제가 매우 형식적이어서(예: 벌금의 하한선이 없어서 벌금이 없는 것과 마찬가지임), 하도급(협력)업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡하다.

셋째, 원청작업현장에서 수백 개의 협력업체들이 각 공정별로 서로 다른 업무들을 하고 있는 상황에서 이 모든 업무들의 안전보건의 문제가 체계적으로 구축되지 못하고 있다. 대규모 반도체 제조업 작업현장에 들어와 있는 협력사

들(소위 사내하도급들, 1차, 2차 협력회사들)의 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 안 되고 있는데, 그 이유는 각 공정별로 다른 협력회사들이 일을 맡고 있기 때문이다.

넷째, 협력업체 노동자들에게 작업 시 안전교육(작업 전 안전교육, 안전수칙 확인, 작업 매뉴얼 제공 등)이 제대로 주어지지 못하고 있다. 한 FAB 원청업체 관리자에 의하면, 하도급(협력)업체에서 사고나 재해가 발생하는 가장 큰 원인은 작업자들에게 작업 전 안전교육을 하는 경우가 적고, 정확한 매뉴얼에 따라 작업이 진행되지 않는 문제가 가장 크다고 한다(부록면접 77). 그러므로 협력업체 작업자들에게 사전안전교육, 안전수칙확인, 작업 매뉴얼 제공 및 교육이 이루어져야 할 것이다.

다섯째, 사업장에 상주하지 않는 외부 하도급(협력)업체들의 경우에는, 산업안전보건법에서 원청사업주의 관리대상이 아니므로 원청 기업이 이들에 대한 산업안전보건관리를 하고 있다. 원청 반도제 제조업 보건관리자에 의하면, [산업안전보건법 제 29조]에 의해 작업장 내에 상주하는 하도급(협력)업체들의 경우에는 산업안전보건관리에 있어서 원청 노동자들과 똑같이 대우를 해주지만 그 외에 작업장 외부에서 들어와서 납품만 하는 업체 등과 같이 상주하지 않는 하도급(협력)업체들의 경우에는 산업안전보건법에 적용이 되지 않기 때문에 관리의 대상이 아니라고 한다(부록면접 78). 원청사업주는 작업장 내에 상주하지 않더라도 작업장 내에 들어와서 작업을 하고 있는 작업자들에 대해서 산업안전보건관리를 해야 할 것이다.

여섯째, 하도급(협력)업체가 많아질수록 전체 작업장의 작업자 수에 비해 보건관리자의 수가 상대적으로 적어 전체적으로 산업안전보건관리가 제대로 진행되지 못하고 있다. 예를 들어 1000명 규모의 이 공장안에는 한 명의 보건관리자(간호사)가 있었는데, 이 간호사는 약 150명 규모의 원청사업체에 고용되었지만, 이 원청사업체에 소속된 4개의 하도급(협력)업체에 속한 약 850여명의 노동자들까지 산업안전보건관리를 해야 한다. 하도급(협력)업체가 늘어날수록

작업장의 산업안전보건관리는 안 되고 있는 것이다.

일곱째, 하도급(협력)업체 노동자들은 특수검진, 일반검진을 제대로 받지도 못하고 있다. 하도급(협력)업체 노동자들의 이직률이 매우 높고, 고용형태가 일용직, 임시직, 무기 계약직의 형태여서, 한정된 기간에 실시하는 특수건강검진, 일반건강검진을 제대로 받을 수도 없다. 영세한 협력업체들의 경우 원청노동자들 보다 더 약식으로 검진이 진행되거나(검진차 등등) 회사 사정으로 검진을 제때 받지 못하고 있다. 반도체 제조업들의 경우 하도급(협력)업체들이 많은데, 이들 협력업체들은 규모가 작다보니, 검진 자체도 아주 간단한 절차를 거쳐서 이루어지고 있다. 예를 들면 검진차가 잠시 회사에 들러서 검진을 하고 가는 방식으로 이루어지고 있다고 한다. 또한 이들 협력업체에서 일하는 노동자들은 이직률도 높아서 여러 곳으로 이동하다보면 실제 검진을 받을 수 있는 기회조차 갖지 못할 수도 있다고 한다. 또한 영세한 하도급업체들의 경우에는 검진을 의뢰할 병원을 찾기도 어렵고, 병원사정이나 회사 사정으로 검진을 제때 받지 못하는 경우에 벌금을 내는 경우가 많다고 한다.

여덟째, 하도급(협력)업체 노동자들에게 산업안전보건관리의 내용이 형식적인 보건관리대행으로 국한되게 되고 있다. 한국산업안전보건법에 의하면 원청기업체의 사업주가 하도급업체들이 일하는 곳의 산업안전보건관리를 실시하기로 되어 있지만 실제로는 그렇게 진행되지 못하고 있다. 한 예로 한 후공정 원청 제조업체의 보건관리자는 하도급(협력) 업체에서 실시하는 보건관리대행이 한 달에 한 번 위생 점검과 1시간 상담에 그치고 있어 매우 형식적으로 흘러가고 있다고 말하고 있다(부록면접 79).

아홉째, 하도급(협력)업체 노동자들에게 정규교육의 내용이 제대로 이루어지고 있지 못하다. 한 예로 H기업의 K업체의 경우 원청 기업에서 하도급(협력)업체에 제공하는 정기교육 내용이 하도급업체 노동자들이 하고 있는 업무와 관련이 없는 경우가 많아서 하도급(협력)업체 안전관리자가 찾는데, 정보를 구할 곳이 마땅치 않아서 인터넷 등에서 구한다고 한다(부록면접 80).

④ 산업안전보건법에 규정된 “원청사업주의 의무” 규정이 지켜지지 않는 이유

“산업안전보건법” 에 의하면 원청사업주가 하도급(협력) 노동자들의 산업안전보건관리를 제공하도록 되어 있다. 그러나 실제로는 원청업체는 하도급(협력)업체에게 “안전관리비” 를 지급하는 것으로 그 소임을 다했다고 보고 있다.

이 “안전관리비” 는 중층 하도급구조로 내려오면서 조금씩 깎여서 내려가게 되는데, 이렇게 내려가는 “안전관리비” 가 과연 최종 종착지의 하도급 업체에는 남아있기나 할 것인가? 이러한 방식으로 중층 하도급 구조에서 하도급(협력)동자들의 산업안전보건관리가 제대로 되지 않는 것은 당연한 귀결일지도 모른다(부록면접 81).

또한 산업안전보건법에 의하면 하도급업체가 산업안전보건관리비를 계상해서 원청사업주에게 제출하면 원청사업주가 하도급(협력) 업체에게 산업안전보건관리비를 제공하고, 하도급(협력)사업주는 안전관리자와 보건관리자의 인건비, 보호구 등을 구입한다고 한다(부록면접 82).

그런데 문제는 작업장의 산업안전보건관리의 핵심이 개인보호구 등이 아니라 공학적인 관리부분이라면 원청사업주가 작업장의 산업안전보건관리를 주도적으로 해야 하는데, 하도급(협력)업체에게 ‘약간의 비용’ 만을 지불하면서 면피를 하는 게 아닌가? 하는 우려감이 든다.

또한 하도급구조가 중층 하도급 구조로 내려갈수록 하도급(협력)업체의 산업안전보건관리가 진행되지 않고 있다. 여기에는 두 가지 이유가 있는데, 하나는 원청사업체의 공정이 전자동화가 되어있더라도 하도급(협력) 업체 노동자들의 업무 내용은 자동화가 되지 않은 영역들이어서 하도급(협력) 업체 노동자들이 업무 중에 위해물질에 노출될 위험이 있다는 것이다. 예를 들면 하도급(협력)업체 노동자들이 수행하고 있는 설비교체, 배관교체, 청소 등의 작업들은 자동화 기계의 작동이 멈춘 후에 해야 하는 작업이어서 자동화로 인한 혜택을 받지 못하고 있는 것이다.

두 번째는 하도급구조가 중층 하도급구조일 때 하도급이 1차, 2차, 3차, 4차[7]로 계속 내려갈수록 하도급업체 자체도 열악하고 하도급(협력)업체 노동자들의 이동도 많아져서 산업안전보건관리가 이루어지지 못하는 것이다(부록면접 83). 한 후공정 제조업체 보건관리자들은 원하청관계에서 원청사업주의 역할이 강화되어야 한다고 제안한다. 사업주가 안전보건책임자가 되어야 하고, 하도급(협력)업체 노동자들의 안전과 건강도 책임져야 한다고 말하고 있다(부록면접 84). 또한 한 후공정 제조업체 보건관리자들은 50인 이하 소규모 하도급(협력)업체에 대한 지원이 필요하다고 제안하고 있다(부록면접 11).

⑤ 해결방안

원청업체들은 하도급(협력)업체들에게 일정한 비용을 지불하면서 그것으로 하도급(협력)업체 노동자들에게 책임져야할 모든 책임을 면하고 있다. 문제는 사고나 재해는 원청사업장 예측불허하고, 항상 어디에서나 발생할 수 있는 것이어서 소량의 “비용부담”으로 해결할 수 있는 부분이 아니다. 원청사업주는 “돈”을 떠나서 작업장에서 일하는 모든 노동자들의 안전과 보건에 대한 실질적인 책임을 져야 한다. 하도급노동자들의 건강의 문제는 원하청관계를 떠나서 노동자의 건강문제로 접근해야할 것이다.

현재 한국의 반도체 제조업체들의 경우, 아무리 첨단과학기술과 자동화가 발달된 대규모 작업장이라고 해도 하도급업체들을 포함한 전체 공정과 전체 작업현장의 산업안전관리체계가 갖추어지지 않고 있기 때문에, 예기치 않은 재해와 사고의 위험이 내재해 있는 상황이다. 해결방안으로 원청사업주가 하도급(협력) 노동자들을 보호하기 위한 방안을 자체적으로 만들어야 한다. 더 나아가 대규모 반도체 제조업에서 협력업체들을 포함한 전체 작업현장의 전체 공정, 협력업체 노동자들을 포함한 전체 작업자들을 대상으로 산업안전보건관리체계를 구축할 필요가 있다.

7) 1차는 작업현장에서 같이 일하는 사람들, 2차는 현장으로 자재만 이동해주는 사람들, 3차, 4차는 외부에서 자재를 납품하는 사람들이다.

<표 Ⅲ-2> 이 연구에서 현장 방문한 사업장들의 하도급(협력)업체 현황

협력업체 사업체특징	**<질문>** **1. 몇 차수 하도급인지요? (하청의 형태가 어떠한지요?)** **(이 연구에서 원청: 완제품을 판매하는 회사, 1차 하도급: (원청)회사 내에 거주, 2차 하도급: 외부에서 원재료 납품, 3차 하도급: 현업과 관계없이 원자재만 납품, 4차: 회사 밖에서 원자재를 만드는 회사로 정의함)** **2. 원청은 몇 군데, 하도급은 몇 군데인지? (사내하청, 사외하청의 개수, 각각 어떤 역할을 하는지?)** **3. 원청에 무엇을 납품하고 하도급에서 무엇을 납품받는지?** **4. 원청/하도급회사의 규모를 아는지?** **5. 노동자 파견/용역업체는 몇 군데인지? 무슨 일을 하는지?** **6. 노동자 파견/용역업체는 사내에서 근무하는지? (사내하청 여부)** **7. 원청에서 보건관리를 해주는지?** **8. 하도급업체에 어떤 보건관리를 해주는지?** **9. 원하청 관계속에서 어떤 보건관리시스템이 필요한지?**
회사1:환경안전팀/주임	A원청회사의 1차 사내 하도급업체들은 약 40개 정도이다. 이들 1차 하도급업체들은 원부자재(포장재, 화학물질, 원재료)공급 및 엔지니어링, 청소/경비 등의 기타 서비스를 제공한다. 원청에서는 사내에서 근무하는 노동자들에 대해서 본사 노동자들과 동일한 수준의 보건관리를 제공하고 있다. 하도급업체에서 필요한 보건관리는 야간업무 등에 수시로 보건서비스를 받을 수 있는 의무실설치로 답했다.
회사2:환경안전팀/사원	B회사는 반도체 업계의 1차 하도급업체로써 최소 5여 군데의 원청에 제품을 납품하고 있다. B회사의 사내 하도급업체로는 경비/미화/통제실을 통합관리하는 1개 회사(30여 명), 식당업 1개 회사(10여 명)가 있으며, 제조라인에는 협력사로 20여 명이 근무하고 있다. B회사의 원청은 안전보건관리를 위해 정기심사(Auditing)를 실시하고 있으며, 실질적인 보건관리는 관리대행업체를 통해 실시하고 있다. B회사는 하도급업체에 상생협력사업, 보건관련 서류 관리, 건강검진, 작업환경측정 등을 실시해주고 있다. 한편, 협력업체의 작업환경측정을 원청에서 실시하는 것에 대하여 다소 회의적이었다.
회사3:보건관리담당자	C회사는 1,2차 하도급업체에 속한다. C회사의 원청은 3군데이며, 하도급업체들은 매우 다양하게 존재한다. C회사는 대형계열사에 속한 회사로서 상당부분 계열사의 서비스를 이용한다. 하도급업체에서는 주로 원자재, 부품, 보완, 환경미화, 사내식당 서비스를 제공한다. 원청에서 정기심사(Auditing)을 실시하고 있다. 그러나 실질적인 보건관리는 대체적으로 자체적으로 수행하거나 안전보건대행기관에 의존하고 있다. 하도급에 대한 안전보건관리는 법적 의무를 준수하고 있으며 상주하는 사내하청

	업체(환경, 미화, 보안)업체의 노동자들에게 건강검진, 예방접종 등을 제공하고 있다. C회사 관계자는 하도급업체들 가운데 영세한 곳이 많아 작업환경측정비용에 부담을 느끼는 업체들이 많기 때문에 영세업체를 대상으로 검진 및 작업환경측정비용을 정부차원에서 지원하는 것을 제안했다.
회사4:인사총무팀/대리	D회사는 1차 하도급으로, 5개 원청에 물건을 납품하고 사내에는 2군데 이상의 하도급업체가 있다. 2군데 하도급업체는 청소용역과 식당이다. 이 하도급업체의 규모는 합쳐 14명이다. (원자재 및 화학물질을 납품하는 업체는 워낙 다양하고 포괄적이라 가늠하기 어렵다고 전했다.) D회사는 사내하청업체 노동자들에게 본사 노동자들과 동일한 보건관리서비스를 제공해주고 있다. 또한, 원청에서 특수검진을 실시해 줄 것을 제안했다.
회사5:총무팀 과장	E사는 반도체 1차 하도급업체로 대략 3개의 원청업체가 있으며 사내협력업체(제조라인)에 4개사 900여 명의 노동자가 있다. 이 회사는 보건관리자가 사내협력업체의 보건관리까지 도맡아 하고 있으며 관리대행업체도 병행하고 있다. 그러나 관리대행업체의 경우 월1회 방문 문진 형식으로 실효성이 떨어진다고 지적하였다.
회사6:안전보건팀	F회사는 반도체 1차 하도급업체이며 원청업체는 다수 있으며 하도급업체는 2-3곳이 있다. 하도급업체에서는 청소, 통근버스, 물품배달 서비스를 제공하고 있다. 원청업체에서는 정기 감사(Auditing)서비스를 제공하고 있으며, F회사에서는 별도의 안전보건관리를 하도급업체에 실시하고 있지는 않다고 밝혔다. 또, 원하청 간의 안전보건관리의 실효성과 필요성에 대하여 다소 회의적이었다.
회사7:HR team	G회사는 생산라인이 가동하는 팹리스업체로 원청이면서 1차 회사이다. 다양한 곳에 납품하기 때문에 원청업체의 수를 가늠하기는 어려우며, 원자재를 공급하는 업체를 제외하고 하도급업체는 없다고 밝혔다.
회사8:환경안전팀	H회사는 화학물질 제조사로서 반도체 2차 하도급업체에 속한다. 원청업체는 다양하여 다 알 수 없으며 하도급업체는 사내외 합쳐 40여 곳이다. 하도급업체에서 원부자재를 납품받으며, 하도급업체에 안전보건관리를 제공하고 있지는 않다.
회사9:환경안전팀/매니저	I회사는 화학물질 제조사로서 반도체 1,2차 하도급업체이다. 원청업체는 다양하다. 하도급업체들은 원자재, 유지보수, 건물공사도급, 배관, 경비, 식당, 미화업체 등 다양하게 존재한다고 밝혔다. 원청업체는 I회사에게 정기감사(Auditing)을 실시하여 주고 있다. I회사는 사내 하도급업체에게 건강검진을 실시해주고 있다.
회사10:시설환경팀 환경안전2파트	J회사는 반도체 제조 1차 하도급업체로 대부분 외국계 기업에 납품하며 국내 대기업에도 납품하고 있다. 하도급업체는 무수히 많으나 상주하는 하도급업체는 3군데(청소, 식당, 폐기물 분리)업체가 있다. 사외 도급업체는 8개 (장비, 화학물질 납품, 원자재, 기계수리, 포장업체 등) 존재한다. 외국계 원청으로부터 수시감사(Auditing) 및 피드백을 받는다. 감사가 번거롭고 귀찮은 것은 사실이지만 도움이 되고 있다고 밝혔다. 그러나 외국 기준으로 위험

	성 평가를 실시한다고 밝혔다. 사내외 협력업체에 안전보호구를 지원하고 있다. 폐기물관리, 근골격계질환관리 등도 본사 노동자들에게 동등한 혜택을 제공하고 있으며, 교육프로그램도 공유, 분기별 안전보건 TFT 기술지원, 공생협력프로그램을 실시하고 있다. 한편, 도급업체의 안전의식 수준이 미흡해서 실질적으로 따라와 주지 못하는 문제가 가장 크다고 했으며, 관리대행업체의 관리가 큰 의미를 갖지 못한다고 밝혔다. 또, 50인 이상 업체는 안전보건관리자 전담으로 뽑아야 하며 300인 이상 사업장의 기준 보건관리자 수도 늘려야 한다고 강조했다.
회사11: 매니저	K회사는 화학물질 제조사로서 반도체 산업에서는 1차, 2차 하도급업체로 구분된다. 원청 회사는 국내 대기업 2곳, 하도급업체는 15개~20개 정도 된다. 원청에 화학물질을 납품하며 하도급업체로부터 포장, 운송, 식사 서비스 등을 제공받고 있다. 원청 회사에서는 K회사에게 정기 감사(Auditing)를 실시하여 안전보건관리를 도와주고 있다. 회사 관계자는'관리주체와 일하는 장소가 달라 원하청 간의 보건관리시스템이 불가피한 상황'이라고 언급했다.
회사12: S기업하도급업체들	S기업은 약 300개의 하도급업체를 두고 있다. 주로 반도체 설비 유지보수, 클리닝, 청소, 시설설비 신설, 부품 납품 등에서 하도급업체들을 두고 있다. S기업의 하도급업체들을 예를 들어보면 다음과 같다. B회사는 2016년 1월 1일 설립된 회사로, S회사와 S회사와 하도급관계지만 자체적으로 독립된 회사이다. 이 회사는 총인원은 1100명(남자 1060명, 여자 40명)이다. 반도체설비를 유지보수하는 회사인데, 00체임버의 일부분을 분해·조립하는 과정을 하고 있다. 이때 체임버 클리닝용으로 에탄올이나 와이퍼액을 이용해서 부품을 닦고 있다. 이 회사는 자체적으로 안전보건조직이 있어 5명이 안전보건관리를 하고 있다. H회사는 반도체 설비에 가스배관(산소, 에어, 아르곤, N2)이나 케미컬배관을 시공하는 회사다. 이 회사는 하도급 인원까지 전체 700명이 일하고 있다. 40명 정도가 직영노동자들이고, 관리자를 포함하여 약 100명까지는 이 회사에 근무하고 있고, 나머지 600명은 2차 하도급 상태에 있다. 즉 이 회사가 하도급 노동자들을 받고 있다. 이 회사는 건설업에 속해 있는데, 회사가 5개로 쪼개져 있어서 300명 미만이므로 법적인 보건관리자 선임의무를 피하고 있으며 보건관리대행만 하고 있다. 작업장 안전관리과정을 보면, 모기업인 S기업이 이 회사에게 안전관리비를 주면 이 회사는 보호나 시설에 관한 부분을 쓰고 이 회사가 고용하고 있는 2차 하도급에게 보호구비용을 지급한다고 한다.
회사13: H 기업 하도급업체들	H기업에는 약 280개의 협력사가 있는데 1차~4차까지 있다. 이회사의 협력업체인 K회사는 주로 장비 클리닝과 장비 이동을 해주고 있다. H회사로 근무하는 K회사 인원수는 총 300명(생산지원팀 240명, 물류운반팀 60명)이다. 이 K회사는 인력회사로 전국적으로 1000명이 넘는 인원을 가지고 있다. 이 K 회사에는 안전관리자, 보건관리자가 있어서 이들이 각 현장을 돌면서 소장들에게 교육을 하고,

	현장 소장들은 반장들에게 교육내용을 인수인계를 하고, 반장들이 직접 교육을 시킨다, 교육내용은 안전교육(1년에 12회: 화학물질, 밀폐공간사고사례, 산업안전보건법), 특별안전교육(1년에 4회), 보건교육(1년에 4회: 정기교육, 성희롱예방교육, 개인정보보호교육) 등이 있다.
회사14: S 회사 하도급 업체	S회사는 후공정회사로 한 사업장에 약 1000의 노동자들이 같은 일을 하고 있으나, 회사들은 5개로 나눠져 있다(원청회사 1개(150명 규모), 사내 하도급 4개(각 200여명 규모). 이들 규모가 300명 이하이기 때문에 법적으로 볼 때 보건관리자와 안전관리자가 사내에 상주할 필요가 없다. 실제 사내 하도급업체들은 보건관리, 안전관리를 대행으로 하고 있다고 한다. 원청회사는 사내 하도급회사들에게 작업환경측정을 제공하고 있다. 사내 하도급회사들은 특수검진과 보건관리·안전관리 대행을 하고 있다.
회사15: A 회사 하도급 업체	S회사는 후공정회사로 전체 노동자수는 약 2100명 정도 되는데 그 중에서 1200여명이상이 사내 하도급(협력)업체들에 소속되어 있다. 원청업체는 공장 전체의 작업환경측정을 해주고 있고, 사내 하도급업체들은 특수건강검진과 보건관리·안전관리 대행을 하고 있다.

(3) 생산과정이 끝난 후 폐기물 처리 강화: 배기, 배관, 공기정화, 폐수정화

배기, 배관, 공기정화, 폐수정화의 필요성이 있다. 반도체 제조업 보건/안전관리자들은 반도체 업체가 폐기물을 공동으로 대응하는 것이 필요하다는 것을 절실하게 공감하고 있었다.

(4) 반도체 제조업 노동조합 활동

H 기업 반도체 노동조합의 활동을 보면, 분과협의회, 조직별 협의회, 분임노사협의회, 산업안전보건위원회를 통해서 노동자들이 원하는 자료들을 구하기도 하고, 노동자들의 요구도를 관철시키기도 한다(부록면접 85).

노동자들은 반도체 공정 라인에 들어갈 때 위해물질을 여과시켜서 맑은 공기를 호흡기에 보충해주는 “개인용 호흡기”가 필요하다고 말한다(부록면접 53). 예를 들면, 일반적인 마스크가 아니라 반도체 공정 라인에 들어갈 때 개인용 호흡기가 필요하다고 한다. 이 개인용 호흡기는 반도체 공정 라인에 들어갈 때 방진복 위에 쓰는 일반 마스크가 아니라 에어필터장치가 달려서 자동적

으로 유해물질, 유기용제 등을 걸러주고 맑은 공기가 들어가게 해주는 개인용 마스크라고 한다. 공기를 걸러주기 위해서는 마스크에 얇은 호스를 달아서 들어가는 공기라인, 배출되는 공기라인을 설치하면 된다고 한다(부록면접 53).

(5) 반도체 제조업에서 “국가에 대한 요구도”

이 연구팀이 수행한 현장방문조사의 내용을 토대로 해서 반도체 제조업에서 산업안전보건관리를 위한 “국가에 대한 요구도” 를 정리하면 다음과 같다.

가) 화학물질 도입과정에서 국가에 대한 요구도

① 국가적인 차원에서 제조 · 수입되는 화학물질관리 강화

② 국가가 화학물질 수입절차 단계에서 화학물질에 대한 성분내역확인(성분조사)할 것, 특히 “영업비밀물질” 에 대한 국가의 관리 강화

③ 국가가 MSDS를 관리할 것: MSDS 정보를 국가가 관리해줄 것, 모든 제조업과 산업에서 국가적인 MSDS 관리, 국가가 화학물질제조사가 작성한 화학물질 성분내역서(MSDS 검토, LOC)를 검토하고 작성, 국가가 MSDS 관리를 실제적으로 활용될 수 있게 내용과 형식을 개선할 것(예: MSDS의 내용을 쉽게 표기해서 노동자들이 활용할 수 있게 하고, 생식독성과 발암성을 자세하게 표기할 필요), 국가가 MSDS를 주기별로 갱신

④ 화학물질관리에 있어서 환경부, 노동부의 통합관리의 필요성

⑤ 국가차원에서 화학물질관리 전문 국가기관과 전문가 양성

⑥ 사업체의 신규사업 시 물질안전정보가 필요

⑦ 화학물질의 수입/도입 시 국가의 법적인 규제 강화

⑧ 위해한 화학물질(국제암연구기관 1급 발암물질)에 대해 사용금지 등 법적 규제를 강화

나) 현행 산업안전보건법(산업안전보건관리)에서 개선해 나가야 할 요구도

① 작업환경측정시의 요구도

-모든 화학물질이 측정 가능해야 한다. 예를 들어 “영업비밀” 물질들이 작업환경측정에 포함되지 못하게 되는 문제를 해결위해 화학물질 도입부터 관리 강화해야 한다.

-허용농도의 기준을 새로 정해야 한다.

-1년에 1회적인 작업환경측정제도보다는 상시적인 모니터링체계 등 지속적인 예방을 위한 대안 마련이 시급하다.

-반도체 제조업의 화학물질관리가 산업안전보건법의 테두리 속에 국한된 부분을 개선하여 작업장의 위해요인을 실질적으로 개선할 수 있는 “작업환경측정제도” 를 만들어야 한다.

-국제암연구기관(IARC)가 규정한 Group 1 발암물질들이 “작업한경측정목록” 에 포함되어야 한다.

② 건강(일반/특수)검진에 대한 반도체 제조업의 요구도

건강검진은 형식적인 절차나 연례행사가 아닌, 지속적으로 작업현장에서 작업자들의 안전과 건강을 체크하고 생애주기에 따라 발생할 수 있는 중대한 질환들이 작업장의 위험요인에 의해 얼마나 더 증가하여 발생할 수 있는지에 대한 가능성을 연구하고 이 문제를 해결하는 방안이 되어야 한다.

③ 보건관리대행에 대한 반도체 제조업의 요구도

반도체 제조업에서 요구도는 현재와 같은 형식적이고 의례적인 산업안전보건관리대행이 아니라 작업장에 실질적으로 작업자의 건강을 돌보는 보건관리방법을 개발하는 것이다.

④ 위험도조사에 대한 반도체 제조업의 요구도

전시용이나 서류보관용 또는 의례적인 절차와 관련된 위험성 평가를 가 아

닌 실제 예방 가능한 위험성 평가를 위해서 새롭게 체계를 만들어 나가야 한다.

⑤ 작업현장에서 원청사업주가 배기시설, 환기시설, 안전시설, 개인보호구들의 관리 및 지급을 해야 한다.

⑥ 작업현장에서 노동자 알권리를 보장해야 한다.

사업주는, 향후 큰 사고를 대비해서 지금부터라도 반도체 제조업 작업현장에서 작업장 안전관리와 보건관리가 이루어지기 위해서, 작업현장에서 위험물질의 안전조사 및 역학조사와 노동자들의 알권리를 보장해주어야 한다.

⑦ 산업안전보건교육의 측면에서, 반도체 제조업의 화학물질을 사용하는 작업장에서는 “화학물질유출대응훈련” 과 같은 실질적인 “일상적인 훈련” 을 동반한 교육이 필요하다.

다) 현행 “산업안전보건법” 에 없는 새로 만들어 나가야할 요구도

① 국가 차원에서 화학물질 성분검사의 필요성 대두

② 사업주에게 구체적이고 알기 쉬운 “작업장 내 위험지도” 를 비치하고, 모든 노동자들에게 작업 전에 항시 알릴 의무를 다하도록 해야 한다.

③ 위해한 화학물질에 대한 대체물질개발의 필요성

④ 발암물질(IARC Group1) 사용 규제

⑤ 실험실 관리강화

⑥ 예방중심의 사업장 “산업안전보건관리프로그램” 마련

⑦ 유해물질노출평가와 건강영향역학연구의 필요성

라) 원청과 하도급(협력업체)의 관계에서 작업장 산업안전보건관리 요구도

① 하도급업체 노동자들을 보호하는 방안이 만들어져야 한다.

② 원청사업주가 하도급노동자들을 보호하기 위한 방안을 각 사업장에 자체적으로 만들어야 한다.

③ 대규모 반도체 제조업에서 협력업체들을 포함한 전체 작업현장의 전체 공정, 협력업체 노동자들을 포함한 전체 작업자들을 대상으로 산업안전보건관리체계를 구축할 필요가 있다.

마) 폐기물 처리의 필요성: 배기, 배관, 공기정화, 폐수정화

① 배기, 배관, 공기정화, 폐수정화의 필요성이 있다.

② 반도체 제조업 보건/안전관리자들은 반도체 제조업체들이 네트워크를 구성해서 폐기물처리를 위해 공동 대응할 것을 요구하고 있다.

(6) 요약 및 결론: 한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리의 문제점, 요구도, 해결방안

이 연구의 [한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리실태 조사]에서 파악된 가장 중요한 결과는 작업공정에서 하도급(협력)업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡하다는 것이다. 한국의 반도체 제조업체들의 가장 큰 문제는 원청업체 사업주들이 협력업체 노동자들의 산업안전보건관리를 고려하지 않고 있는 것이다. 협력업체 노동자들이 일하는 부분까지를 모두 포함하여 작업현장의 산업안전보건관리 체계를 구축하지 않는다면, 가장 과학기술이 발달된 첨단 자동화 사업장에서 가장 덜 발달된 원시적인 작업과정에서 발생할 수 있는 사고들이 지속적으로 발생하게 될 것이다. 아무리 첨단과학기술과 자동화가 발달된 작업장이라고 해도 예기치 않는 재해와 사고의 위험이 내재해 있는 것이다.

한국의 화학물질관리의 문제점은 한국에서 국가적인 차원의 화학물질관리가 이루어지고 있지 못하다는 것이다. 또한 현행 산업안전보건법에 의한 산업보건서비스가 작업장의 실질적인 산업보건의 문제를 밝히고 해결해 나가는 수단으로 되지 못하고 있다.

한국 반도체 제조업들의 국가에 대한 요구도를 보면, 가장 우선적으로 시급하게 하도급업체 노동자들을 보호하는 방안이 만들어져야 한다. 원청사업주가

하도급노동자들을 보호하기 위한 방안을 각 사업장에 자체적으로 만들어야 한다. 더 나아가 대규모 반도체 제조업에서 협력업체들을 포함한 전체 작업현장의 전체 공정, 협력업체 노동자들을 포함한 전체 작업자들을 대상으로 산업안전보건관리체계를 구축할 필요가 있다.

화학물질 공급측면에서 볼 때, 국가적인 차원에서 화학물질관리체계 강화 방안을 마련할 필요가 있다. 화학물질 도입(제조·수입)과정에서 국가적인 차원의 관리 강화, "영업비밀물질"에 대한 국가의 관리 강화, 국가에 의한 MSDS 관리 강화, 위해한 화학물질(국제암연구기관 1급 발암물질)에 대해 사용금지 등 법적 규제 강화, 위해한 화학물질 성분 분석 및 대체물질의 개발 등이다.

작업현장에서는 현행 산업보건법에 따른 산업안전보건관리의 형식적인 측면을 과감하게 개선해서 작업현장에서 실질적인 산업안전보건관리 프로그램을 구축하는 것이 필요하다. 사업장내 산업보건이 고용노동부의 감독관이 주로 지적하는 몇몇 사항을 대비하기 위한 보건관리자 혹은 보건관리 대행 기관의 업무로 국한되어 있는 문제점이 있다. 이에 사업주가 산업보건에 관심을 가지고 행하는 문제해결적 산업보건이 되도록 하는 산업보건 감독의 전환이 필요하다 할 수 있다. 따라서 사업주가 사업장 산업 보건 문제를 책임 있게 수행할 수 있는 토대를 만드는 것은 매우 중요하며 그 과정에서 산업보건 감독의 역할도 매우 중요하다.

현행 산업안전보건법을 넘어서서 새롭게 강조되거나 새롭게 요구되는 문제들은 작업현장에서 "노동자 알권리" 제도 마련, 예방중심의 "산업안전보건관리 프로그램" 구축, 작업현장의 유해요인에 따른 유해물질노출평가와 건강역학조사 실시, 산업안전보건 전문가의 양성 등이다.

<표 Ⅲ-3> 한국의 전자산업 반도체 제조업들의 국가에 대한 요구도

한국의 전자산업 반도체 제조업들의 국가에 대한 요구도
1. 화학물질 도입과정에서 국가에 대한 요구도 ① 국가가 화학물질 수입절차 단계에서 화학물질에 대한 성문내역확인(성분조사)할 것, 특히 "영업비밀물질"에 대한 국가의 관리 강화 ② 국가가 MSDS를 관리할 것: MSDS 정보를 국가가 관리해줄 것, 모든 제조업과 산업에서 국가적인 MSDS 관리, 국가가 화학물질제조사가 작성한 화학물질 성분내역서(MSDS 검토, LOC)를 검토하고 작성, 국가가 MSDS 관리를 실제적으로 활용될 수 있게 내용과 형식을 개선할 것(예: MSDS의 내용을 쉽게 표기해서 노동자들이 활용할 수 있게 하고, 생식독성과 발암성을 자세하게 표기할 필요), 국가가 MSDS를 주기별로 갱신요 ③ 화학물질관리에 있어서 환경부, 노동부의 통합관리의 필요성 ④ 국가차원에서 화학물질관리 전문 국가기관과 전문가 양성 ⑤ 사업체가 신규사업 시 물질안전정보가 필요 ⑥ 화학물질의 수입/도입 시 국가의 법적인 규제 강화 ⑦ 위험한 화학물질(국제암연구기관 1급 발암물질)에 대해 사용금지 등 법적 규제를 강화
2. 현행 산업안전보건법 개선 요구도 ① 작업환경측정시의 요구도 -모든 화학물질이 측정 가능해야 한다. 예를 들어"영업비밀"물질들이 작업환경측정에 포함되지 못하게 되는 문제를 해결위해 화학물질을 도입하는 시점부터 관리 강화해야 한다. -허용농도의 기준을 새로 정해야 한다. -1년에 1회적인 작업환경측정제도보다는 상시적인 모니터링체계 등 지속적인 예방을 위한 대안 마련이 시급하다. -반도체 제조업의 화학물질관리가 산업안전보건법의 테두리 속에 국한된 부분을 개선하여 작업장의 위해요인을 실질적으로 개선할 수 있는 "작업환경측정제도"를 만들어야 한다. -국제암연구기관(IARC)가 명시한 Group 1 발암물질들이"작업한경측정목록"에 포함되어야 한다. ② 건강(일반/특수)검진에 대한 반도체 제조업의 요구도 건강검진을 형식적인 절차나 연례행사가 아닌 지속적으로 작업현장에서 작업자들의 안전과 건강을 체크하고 생애주기에 따라 발생할 수 있는 중대한 질환들이 작업장의 위험요인에 의해 얼마나 더 증가하여 발생할 수 있는지에 대한 가능성을 연구하고 이 문제를 해결할 수 있도록 해야 한다. ③ 보건관리대행에 대한 반도체 제조업의 요구도 반도체 제조업에서 요구도는 현재와 같은 형식적이고 의례적인 안전보건관리대행이 아니라 작업장에 실질적으로 작업자의 건강을 돌보는 보건관리방법을 개발해야 한다.

④ 위험도조사에 대한 반도체 제조업의 요구도
전시용이나 서류보관용 또는 의례적인 절차가 아닌 실제 예방 가능한 위험성 평가를 위해서 새롭게 체계를 만들어 나가야 한다.
⑤ 작업현장에서 원청사업주가 배기시설, 환기시설, 안전시설, 개인보호구들의 관리 및 지급을 해야 한다.
⑥ 작업현장에서 노동자 알권리를 보장해야 한다.
사업주는, 향후 큰 사고를 대비해서 지금부터라도 반도체 제조업 작업현장에서 작업장 안전관리와 보건관리가 이루어지기위해서, 작업현장에서 위험물질의 안전조사 및 역학조사와 노동자들의 알권리를 보장해주어야 한다.
⑦ 산업안전보건교육의 측면에서, 반도체 제조업의 화학물질을 사용하는 작업장에서는"화학물질유출대응훈련"과 같은 실질적인"일상적인 훈련"을 동반한 교육이 필요하다.

3. 현행"산업안전보건법"의 한계를 뛰어넘어 새롭게 만들어 나가야할 요구도
① 국가 차원에서 화학물질 성분검사의 필요성 대두
② 사업주에게 구체적이고 알기 쉬운"작업장 내 위험지도"를 비치하고, 모든 노동자들에게 작업 전에 항시 알릴 의무를 다하도록 해야 한다.
③ 위해한 화학물질에 대한 대체물질 개발의 필요성
④ 발암물질(IARC Group1) 사용 규제
⑤ 실험실 관리강화
⑥ 예방중심의 사업장"산업안전보건관리프로그램"마련
⑦ 유해물질노출평가와 건강영향역학연구의 필요성

4. **원청과 하도급(협력업체)의 관계에서 작업장 산업안전보건관리 요구도**
① 하도급 노동자들의 건강의 문제는 원하청관계를 떠나서 작업현장에서 전체 노동자의 건강문제로 총괄적으로 접근해야한다.
② 원청업체들은 협력(하도급)업체들에게 일정한 비용을 지불하면서 그것으로 협력(하도급)업체 노동자들에게 책임져야할 모든 책임을 면하고 있다(산업안전보건법 참조). 문제는 사고나 재해는 원청사업장 어디에서나 발생할 수 있는 것이어서 소량의"돈"으로 해결할 수 있는 부분이 아니다. 원청사업주는 "돈"을 떠나서 작업장에서 일하는 모든 노동자들의 안전과 보건에 대한 실질적인 책임을 져야 한다.

5. **폐기물 처리의 필요성: 배기, 배관, 공기정화, 폐수정화**
① 배기, 배관, 공기정화, 폐수정화의 필요성이 있다.
② 반도체 제조업 보건/안전관리자들은 반도체 제조업체들이 네트워크를 구성해서 폐기물 처리를 위해 공동으로 대응할 것을 요구하고 있다.

<표 Ⅲ-4> 한국 전자산업 반도체 제조업들의 산업안전보건관리의 문제점과 개선대책

화학물질 수명주기(life-cycle)에 따른 흐름도		문제점	요구도	개선대책
1	공급과정			
	(1)국가차원의 화학물질관리 강화			
	① 화학물질 수입과정에서 규제 강화	-국가에서 화관법, 화평법에 의해 화학물질을 수입·제조 시 신고를 하게 되어있지만, 유해한 화학물질에 대해 사용금지 등과 같은 규제를 하지 않음.	-국가에서 화학물질관리를 할 필요성 대두	-위해화학물질(예: 발암물질)에 대한 법적인 규제(사용금지, 대체물질개발 등)를 강화해야함. -화학물질관리를 담당할 기관, 역할을 만들고, 담당자를 선정
	② 화학물질 중에서 이미 알려진 발암물질에 대한 규제강화: 발암물질(IARC Group1) 사용 규제	반도체 제조업의 화학물질관리에서의 가장 큰 문제는 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들(황산, 질산 등)을 대량 사용하고 있음.	반도체 제조업의 화학물질관리에서의 가장 큰 문제는 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들(황산, 질산 등)을 대량 사용함. 그리고 질식가스(불화수소 등)등 인체에 즉각적으로 위해를 주는 매우 위험한 물질들을 대량 사용하고 있다. 이러한 문제에 대해 구체적인 대안이 필요	-근본적으로 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들(황산, 질산 등)의 사용규제가 필요함.
	③ 국가 차원에서 화학물질성분분석	-대기업을 제외하고는 유해한 화학물질을 자체적으로 성분분석을 하지 못하고 있음.	-국가적으로 유해한 화학물질에 대한 정보를 제공해야할 필요성 대두	-유해 화학물질 분석 체계 구축
	④ 영업비밀물질 관리	-국가에서도 "영업비밀"물질에 대해 관리를 하지 않고 있음. 예를 들면 수출업체들이 화학물질정보를 알려주지 않는 것에 대해 국가에서 별다른 조치를 취하지 않음.	-국가는 화학물질 제조업체들에게 위해한 영업비밀물질 성분을 보고하게 해야함. -국가에서 수입하는 화학물질에 대한 성분검사를 해주면 좋겠다!	-영업비밀물질에 대한 국가적 관리 -"영업비밀","무역비밀"등으로 성분이 잘 알려지지 않은 화학물질의 성분을 분석하기 위한 설비 등 마련
	⑤ MSDS 관리 강화	-반도체 제조업에서 보건관리자들은 산업안전보건관리(작업환경측정, 특수검진)를 위해 MSDS정보에 전적으로 의존하고 있는데 비해 MSDS의 내용이 피상적임. -화학물질제조업체가 화학물질구매업체들에게 제공해주는 MSDS의 내용이 부족함. 특히 "영업비밀(기업비밀)"물질에 대한 MSDS정보가 없음. -화학물질제조업체에서 MSDS를 의뢰하는 민간 MSDS컨설팅회사에서조차 국가기관(한국산업안전	-국가가 MSDS를 실제로 운용할 수 있게 내용과 형식 개선 필요 -MSDS 관리를 국가가 해주면 좋겠다!=>환경부, 노동부 등 국가기관이 MSDS를 통합관리 필요 -화학물질제조업체가 화학물질구매업체들에게 제공해주는 MSDS 성분내역서 확인요 -MSDS가 너무 어렵다!	-MSDS의 내용과 형식을 보완 -국가적인 차원에서 MSDS정비, 내용 보완할 인력 마련하여 보완 -MSDS가 없는 화학물질에 대한 MSDS정보 보완 -MSDS의 체계적 정리와 환경부, 노동부의 통합관리 -연도별 MSDS 최신화 추진 -MSDS를 누구나 인터넷에서 검색해서 그

		보건공단)에서 만드는 MSDS를 그대로 차용하는 수준임.		내용을 파일로 다운받을 수 있도록 국가기관 홈페이지에 공개
	⑥ 국가 차원에서 화학물질 "대체물질"개발	-한국의 국가기관에서 위해한 화학물질, 특히 발암물질에 대해 대체물질을 개발하지 않고 있음.	-한국의 국가기관에서 위해한 화학물질(발암물질)에 대해 대체물질을 개발할 필요성 대두	-한국의 국가기관이 위해한 화학물질(발암물질)에 대해 대체물질을 개발할 것
	(2)화학물질제조업체들의 화학물질관리강화			
	① 화학물질수입·제조업체들에 대한 발암물질 수입·제조 규제 강화	**-화학물질 제조·수입업체들은 화학물질에 대해서 알고 있지 못한 상태에서조차 화학물질을 만들고 있음. -화학물질 제조·수입업체들은 알려지지 않은 화학물질 성분을 연구기관 등에 의뢰하는 경우가 거의 없음. -국가가 화학물질 제조·수입업체들에게 비효율적인 서류작성을 요구하나 실제적인 관리는 되지 못하고 있음. -민간 화학물질**	**-화학물질 제조·수입업체들이 위해한 화학물질들(발암물질들)을 더 이상 제조하지 않도록 국가차원에서 규제와 제안이 필요. -국가가 화학물질 제조·수업업체들이 화학물질관리를 시행할 수 있도록 지속적인 지원과 협조**	**-국가와 화학물질 제조·수입업체들, 화학물질 사용업체들과 상호협력체계구축=>(가칭) 화학물질노출연구 네트워크 등등을 구성하여 실질적으로 국가-기업-연구기관의 상호협력으로 유해한 화학물질의 사용규제, 대체물질 개발이 필요**
2	**작업공정과정**			
	(1) 산업안전보건법에 의거한 산업안전보건관리조직체계			
	산업안전보건법에 의거한 산업안전보건관리조직체계 강화	1.현재 보건관리자와 안전관리자가 산업안전보건관리를 주로 담당하고 있으나, 회사 내에서 영향력이 적으므로 산업안전보건관리가 제대로 이루어지지 못함. 그러므로 실제 산업안전보건법에 의하면 안전보건관리책임자는 산업안전보건법에 의거하여 사업주가 책임을 져야함. 2.보건관리자 인력이 부족함 보건관리자가 다른 업무와 겸직을 하므로 보건관리업무가 부진함. 보건관리업무 행정처리에 시간이 많이 소요됨.	1.산업안전보건법에 의거하여 산업안전보건관리조직체계를 개선할 필요성 대두=>안전보건관리책임자를 사업주로 임명하면 산업안전보건관리에 대한 책임의식을 고취시킬 수 있을 것임. 2. 사업주의 책임 강화(처벌기준 실효화) 2.보건관리자 기준강화와 인력증원 필요 보건관리자 기준강화와 인력 증강을 위한 현장조사 실시	1.산업안전보건관리체계 개선을 위한 현장조사 실시 2.사업주의 역할 강화, 책임 강화 3.보건관리자 기준 강화 방안 마련 4.보건관리자 인력 증강 방안 마련
	(2) 산업안전보건법에 규정된 산업안전보건관리			

	내용의 개선			
	① 작업환경측정	-"작업환경측정"자체가 무의미함. 작업환경측정결과를 통해 작업장 위해요인을 개선하기가 불가능함. <이유1>"작업환경측정대상물질(산업안전보건법)"이 반도체 제조업에서 사용하는 화학물질들을 다 포함하지 못함. =>제도가 산업을 따라오지 못하는 문제 <이유2> "영업비밀" 혹은 "무역비밀"물질들은 MSDS내용이 없으므로, 작업환경측정에서 제외될 수 있음. <이유3> 작업환경측정대상물질, 측정대상자를 측정을 의뢰하는 기업체(반도체 제조업)에서 정하게 될 때 객관성이 결여됨. 또한 작업환경측정 의뢰기업과 측정기관 사이에 수의계약으로 결정되므로 측정기관이 측정결과에 대한 독립성을 상실할 우려가 있음. <이유4> 측정 결과값 산출 시에 8시간 평균값(TLV-TWA)을 취하게 됨에 따라 결과값이 희석되는 문제가 있음. <이유5> 허용농도기준을 새롭게 정해야함. 반도체의 경우 거의 밀폐된 공간에서 수백 가지 화학물질이 저 농도로 장시간 노출되는 점을 고려해서 허용기준을 새롭게 만들어야함. 특히 발암물질의 경우 허용기준 이하로 나왔을 때 어떤 조치를 안 해도 되는 문제가 있다. <이유6> 측정방법에서의 한계들: 측정기준이 모호함. 누적측정이 필요함. 열과 압력으로 분해가능물질, 혼합물질에 대한 기준이 모호함. <이유7> 현재의 작업환경측정방식보다는 새로운 실시간 모니터링체계가 필요 <이유8> 하도급업체들에 대한 작업환경측정방법이 미비함. <이유9> 작업환경측정 결과 작업환경개선 활용 어려움.	1."모든 화학물질"을 측정할 수 있어야함" 2.영업비밀문제해결을 위해 국가가 화학물질관리를 해야 함. 3.측정기관의 정도관리 필요 4.측정지표를 8시간 평균값이 아닌 실시간 노출값등 다른 지표들로 개선 5.허용기준을 새로 정해야함. 6.측정방법에서의 한계를 극복: 혼합물질 관리체계,"측정기준 및 측정대상자를 명확하게 해주면 좋겠다", "측정기가 간편하면 좋겠다" 7.간헐적 측정이 아닌"지속적이고 누적적인 관리"가 필요, 또는 실시간 노출 측정이 필요 8.하도급업체에 대한 작업환경측정방법을 모색해야함.	1."작업환경측정대상물질" 항목을 검토하고, 국제암연구기관(IARC)에서 새롭게 규정된 발암물질들을 추가하는 작업 2.국가기관이 "영업비밀"물질에 대해 노출평가 실시 3."안전보건관리 전담기구"는 측정기관의 정도관리 실시, 각 반도체 제조업으로부터 작업환경측정대상물질 리스트를 확인하고, 측정기관으로부터 결과값을 제공받아서 반도체 제조업과 측정기관에 피드백을 해줌. 4.측정기준 재정비: 측정지표를 8시간 평균값이 아닌 실시간 노출값등 다른 지표들로 개선 5.허용기준을 새로 정함. 6.측정방법의 정량적 제도화, 구체적인 가이드라인제시(예: 혼합물질관리체계) 등 마련 7."실시간모니터링체계" 마련 8.하도급업체 노동자들의 작업환경측정방법을 위해서는 하도급업체 노동자들과 사전에 논의하고 측정할 것을 제안 9.현재의 작업환경측정방법이 아닌, 실제 작업장의 환경을 개선할 수 있는 측정방법을 모색

	② 건강검진 (일반/특수)	-"건강검진"자체가 무의미함. 건강검진결과로 작업장 노동자들의 안전과 건강문제를 해결하기 어려움 <이유1>건강검진이 매시기마다 해야 하는 형식적인 절차나 연례행사로 취급됨. <이유2>특수건강검진결과가 작업장개선이나 위해물질제거에 활용되지 못함. <이유3>영세한 협력업체(하도급업체들)의 경우 원청노동자들보다 더 약식으로 검진이 진행되거나(검진차 등등) 회사 사정으로 검진을 제때 받지 못함.	1.국가기관이 각 사업장에 맞게 특수검진과 일반검진의 항목을 조정해줄 필요성 대두 2.건강검진날짜를 회사별로 일괄적으로 추진하면 좋겠음. 그 이유는 이직률이 높을 경우, 개인별 검진 일정이 달라서 관리의 어려움이 있기 때문 3.배치 전 건강검진을 배치 후에 받는 경우가 종종 있음. 4.공정에 배치되기 전에 배치 전 건강검진을 받기도 하는 문제가 있음	건강검진을 형식적인 절차나 연례행사가 되지 않도록 "건강검진제도"를 실제 작업장 위해요인에 의한 건강장해를 예방하기 위한 방법이 되도록 개선해야함. 1.현재"건강검진제도"에서 벗어나서, 실제 작업자들의 안전과 보건을 유지하기 위한 새로운 제도를 모색·개발해야 할 것이다. 2.지속적으로 작업현장에서 작업자들의 안전과 건강을 체크하고, 생애주기에 따라 발생할 수 있는 중대한 질환들이 작업장의 위험요인에 의해 얼마나 더 증가하여 발생할 수 있는지에 대한 가능성을 연구하고 이 문제를 해결할 수 있도록 해야 함. 3.하도급업체 노동자들에게도 실질적인 작업환경 위해요인을 예방하는 방법으로 사용될 수 있도록 건강검진방법을 개선할 필요 대두
	③ 보건관리대행	보건관리대행이 실효성이 없음. 현행 보건관리대행제도를 통해서 작업장 노동자들의 안전과 건강문제를 해결하기 어려움 <이유1> 1달에 1회~2회 방문으로 작업장의 위해요인이나 위해환경에 대해 직접적이고 실질적인 도움이 되지 못함. <이유2>사후 관리가 안 됨. 보건관리자가 선임되어 있지 않아서 노동자들의 건강문제에 대해 지속적인 관리가 어려움. <이유3>중소기업의 경우'최저가입찰'로 수탁하는 경우가 많음. <이류4>하도급업체들의 경우 영세사업장들이어서 보건관리대행을 하고 있는데 실질적인 보건관리가 진행되지 못함.	1.외부 컨설팅제도로는 작업장 보건관리가 안 되는 점을 파악하기. 2.하도급업체들의 경우 보건관리대행이 실제 효과가 없는데 그 원인을 파악하기	1.대행업체 형태가 아닌, 작업장에 실질적으로 위해요인을 제거하고, 작업자들의 건강을 보호하는 보건관리 방법 모색
	④ 위험도평가	위험도평가가 서류작성과정에 그치고 있음.<이유1>위험성 평가 도구에 맞춰서 서류를 작성해서 보관해두는 수준에 그치고 있음.	1.현재 위험성평가가 실제 어떻게 진행되고 있는지 파악하기	1.위험성 평가를 통해 작업장에서 위험요인을 예방할 수 있도록 새로운 위험성 평가 체계를 만들어 나가야 함.

		<이유2>위험성 평가를 외부 기관이 컨설팅형태로 하고 있는 점도 문제임.		
	⑤ 보호구	1.현재 반도체 제조업체에서 노동자들이 착용하고 있는 의복, 마스크, 장갑, 신발 등은 작업자를 보호하고자 하는 게 아니라, 반도체 산업의 기계와 장비를 보호하고자 하는 것이므로 작업자들의 안전과 건강을 고려하지 않은 것임. 2.원청사업주가 하도급업체 노동자들에게 배기시설, 환기시설, 안전시설, 개인보호구들의 관리 및 지급을 해야 하는데, 원청업체들의 하도급업체 노동자들에게 제대로 관리를 못하고 있음.	-"보호구에 대해서 반도체 산업에 맞는 별도의 기준이 필요하다" -"법령은 사용물질에 따라 일괄적인 보호구 착용을 의무적으로 하도록 하고 있는데, 반도체 산업에 특성에 맞게끔 재정비 될 필요가 있다" -"착용감이 편안하고 효과가 있는 보호구를 개발해 달라"고 하고 있다. -"방독마스크의 경우 안경 쓴 사람은 분진이나 가스가 틈을 통하여 들어오는 문제"	1.반도체 제조업에서 작업자들의 업무에 맞는 보호구 마련이 필요함. 특히 FAB 공정 등에서는 화학물질 노출을 줄이기 위한 방독마스크 착용이 필요함. 2.하도급업체 노동자들에 대한 보호구지급이 필요함.
	⑥ 보건교육: 산안법에서 명시해놓은 법정교육	1.산업안전보건법에서 명시해놓고 있는 "교육"이 형식적이어서 작업장 예방교육의 효과가 저조함. <이유1>산업안전보건법에서 명시해놓고 있는 "교육"이 개별 사업장의 보건관리자와 안전관리자에게 맡겨져 있을 뿐, 국가적인 차원에서 교육의 질적인 내용에 대해 피드백을 해주지 못하고 있음. <이유2>산업안전보건법에서 명시해놓은 교육시간을 편법으로 운영하는 경우가 많아 형식적임.	-"교육이 안 되고 있다" -"교육이 16시간으로 정해져 있지만 너무나도 형식적이다" -"교육의 질문이나 교안을 실제 작업장에서 어떻게 해야 할 것인가? 로 초점을 맞추어야 할 것 같습니다 그런데 지금은 교육이 그저 16시간 그냥 채우는 거에 그치고 있죠 가장 필요한 것은 그 작업 현장에 맞는, 작업자들을 생각하게 만드는 그런 교육, 자기 부서를 둘러보게 하는 교육이 필요합니다"	1.사업장에서 각자 역할에 맞는 교육 커리큘럼 개발 (사업주, 중간관리자, 안전·보건관리자, 노동자 교육 프로그램 개발) -경영자교육: 산업안전보건관리체계의 구축방안, 산업안전보건프로그램 마련 -중간관리자: 노동자들에게 다양한 현장의 사례 교육 -실무자교육: 실제 작업장의 사례와 재해발생가능한 장소와 물질에 대해 구체적인 예방방법 마련 -노동자교육: 실제 작업장에 필요한 예방교육, 사고나 재해를 미리 예측하고 이를 예방하기위한 대책 마련, 사고 발생 시 대처방안, 사업장 위험지도 파악, 화학물질 위험인자의 건강영향에 대한 인식과 위험인자 예방방법 2.화학물질 물질안전교육, 보호구, 배기시설, 근골격계질환 등 교육프로그램 개발
	보건교육-유사시 대피/대비훈련	위급한 상황에 대비하여"일상적인 훈련"을 동반한 교육이 갖추어져 있지 않음.	"누출사고 등 치명적인 사고에 대비하기위해 일상적으로 "화학물질 유출대응훈련(연	1.치명적인 사고에 대비하기 위해 일상적으로 "화학물질 유출대응훈련(연 1회)"을 할

			1회)"을 하는 게 필요합니다."	수 있도록 계획 2.각 작업별 공정별 업무 매뉴얼을 제작하고, 각 작업별 공정별 유사시 대피/대비 매뉴얼을 제작 배포 3.비상사태, 정전, 설비유지보수(PM), 배관작업, 청소작업 등에 대응할 수 있는 매뉴얼 개발
	⑦ 보건관리실	보건관리실이 없는 사업장의 경우 보건관리실이 필요하다고 함. 특히 하도급업체들의 경우 보건관리실이 없는 문제가 있음.	하도급업체 노동자들의 경우 보건관리실을 마련해줄 것을 요구함.	보건관리실 설치 의무화: 보건관리실이 부재한 사업장들을 확인하여 제도적인 조치 마련
	⑧ 관련 법령	관련 법령이 통일성 있게 조정될 필요가 있음. 1,2차 검진, 확진제도에 대하여 노동부, 건강보험공단의 지침이 다름(*노동부고시 확인)	관련 법령이 통일성 있게 조정될 필요가 있음.	1.법령 간 모호한 사항들을 수집, 정리하기 (예: 육아휴직자, 건강검진 관련) 2.법령 간 통합 가능성 타진, 의견수렴 후 통함
	(3) 현행 "산업안전보건법"에 새롭게 추가되어야 할 내용			
	① 알권리 보장	노동자들의 알권리를 보장해주어야 함.	노동자의 알권리에 대한 내용 마련	노동자들의 알권리를 보장해주는 매뉴얼 마련
	② 유해물질노출평가와 건강역학조사	한국 반도체 제조업체들의 경우 유해물질노출평가와 건강역학조사가 제대로 이루어지고 있지 못함. 그 이유는 반도체 제조업들이 성장위주의 생산 정책 때문에 건강역학조사사업이 뒷전으로 밀리기 때문	한국 반도체 제조업들의 경우 유해물질노출평가와 건강역학조사가 필요함.	유해물질노출평가와 건강역학조사 지침을 만들고 사업장에 적용
	③ 작업장 내 위험지도 마련 및 비치	작업장 내에 MSDS외에는 위험물질에 대한 정보가 없음.	작업장 내에 위험물질에 대한 정보를 작업자들에게 알릴 필요성 대두	"작업장 내에 위험지도"를 만들어서 비치하여 노동자들에게 알리기
	④ 예방중심의"산업안전보건프로그램"개발	1.작업장의 요구도에 맞는 산업안전보건관리프로그램이 없음. 대부분의 사업장에서는 산업안전보건법에서 규정한 산업안전보건관리의 내용(작업환경측정, 건강검진, 위험도조사, 보건관리대행 등)을 준수하는 데 그치고 있음.	1.산업안전보건법에서 규정한 산업안전보건관리의 내용 외에 작업장의 요구도에 맞는 산업안전보건관리프로그램을 만들 필요성이 대두함. 2.중소·영세 기업, 하도급업체에 대한 산업안전보건프로그램을 국가적으로 지원해줄	1.작업장의 요구도에 맞는 산업안전보건관리프로그램의 내용 마련 2.(가칭)통합보건관리프로그램 개발 및 배포 및 활용방안 검토 3.중소·영세 기업, 하도급업체에 대한 산업안전보건프로그램 개발

		2.회사-병원-국가기관의 상호연계를 통한 보건관리 프로그램 마련 3.중소·영세 기업, 하도급업체의 경우 산업안전보건 프로그램을 자체적으로 운영하기에 재정적인 어려움이 있음.	필요성 대두	
	⑤ 영세 하도급업체들의 의견 수렴 프로그램 마련	1.영세 하도급업체들의 산업보건관리에 대해 국가적인 지원이 필요함.	1.영세 하도급업체들의 산업보건관리에 대해 국가적인 지원을 마련할 필요성 대두	1.영세 하도급업체들의 산업보건관리에 대해 국가적인 지원 체계 마련
	⑥ 실험실 유해물질 반입 및 사용관련	보건관리자들은 실험실에서 유해물질을 반입하여 사용하는 것이 위험하다고 주장하고 있으나, 회사 및 연구팀은 연구개발을 위해서는 불가피한 상황이며 오히려 현재도 불필요한 절차가 많다고 주장	1.실험실 유해물질 반입 및 사용과 관련한 지침(매뉴얼) 필요 [관련: 화관법 37조(제조 등의 금지) 2항. 시험연구를 위한 경우로써 고용노동부령으로 정하는 기준이 맞는 경우에는 고용노동부장관의 승인을 받아 제조 등 금지물질을 제조수입 또는 사용할 수 있는 제조 등 금지물질을 제조수입 또는 사용할 수 있다.	1.실험실 유해물질에 대한 관리(위해물질 규제 필요) 2.실험실 유해물질 반입 및 사용과 관련한 지침(매뉴얼) 마련
	(4) 하도급업체들의 산업안전보건관리의 강화	**한국 반도체 제조업체들의 경우 원하청관계에서 원청사업주가 하도급업체의 산업안전보건관리를 제대로 유지하지 못하고 있다. 그 이유는 다음과 같음. <이유1>원청업체 사업주가 비용절감을 하느라 하도급업체의 보건관리를 간과하고 있음. <이유2> 하도급업체의 경우 보건관리자·안전관리자 업무를 수행할 수 있는 직원이 없음 <이유3>하도급업체 노동자들의 경우 건강검진을 제대로 받지 못함. <이유3>하도급업체에서는 보건관리대행으로 국한되므로 제대로 된 산업안전보건관리가 진행되지 않음.**	**원청사업주가 하도급업체 노동자들의 안전과 보건에 대해 실질적인 책임을 져야함.**	**원청사업주가 하도급업체 노동자들의 안전과 보건에 대해 실질적인 책임을 질 수 있도록 규정을 만들어야 한다.**
3	**생산과정이 끝난 후 폐기물처리 강화**			
	(1) 화학물질 폐기물처리 강화	화학물질 폐기물 처리에 대한 관리지침이 없는 문제가 있음.	-화학물질 폐기물 처리의 전반적인 진행 및 책임사항에 대한 지침(매뉴얼)이 명확히 제시될 필요성이 있음. -반도체 제조업체들이 화학물질 폐기물 처리에 대해 공동으로 대응할 필요성 대두	1.화학물질 폐기물 처리에 달하는 전반적인 과정에 대한 물질관리/보건방안을 원청업체 주도적인 방향으로 설정하고 관리·감독 실시 2.화학물질 폐기물 처리에 대해 반도체 제조업체들의 공동대응방안 마련

2. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석 결과

1) 한국 전자산업(반도체 제조업 포함)의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석결과, 측정된 물질들의 특징

이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 산업안전보건법 [작업환경측정제도]에 따라 측정된 작업환경측정자료(2013~2017년) 분석을 통해, 전자산업과 반도체 제조업에서 작업업환경측정이 되었던 물질들에 대해 분석하였다. 전자산업에서 산업별로 작업환경측정이 이루어진 총 물질 개수와 작업환경측정대상물질 개수를 정리하면 <표 Ⅲ-5>와 같다.

이 연구에서는 한국표준산업분류 중분류를 이용해서 다음과 같이 분류해서 집단화하여 각 산업별 분석을 진행했다.

261: 반도체 제조업,
262: 전자 부품 제조업,
263: 컴퓨터 및 주변 장치 제조업,
264: 통신 및 방송장비 제조업,
265: 영상 및 음향기기 제조업,
266: 마그네틱 및 광학 매체 제조업,
271: 의료용 기기 제조업,
272: 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀 기기 제조업; 광학 기기 제외, 273: 사진장비 및 광학 기기 제조업,
274: 시계 및 시계 부품 제조업, 281: 전동기, 발전기 및 전기 변환·공급·제어 장치 제조업,
282: 일차전지 및 축전지 제조업
283: 절연선 및 케이블 제조업,
284: 전구 및 조명장치 제조업,
285: 가정용 기기 제조업,
289: 기타 전기장비 제조업

산업안전보건공단 작업환경측정자료에는 측정한 모든 물질들이 유해인자코드를 중심으로 분류되어 있었는데, 어떤 물질들은 그 물질의 세부적인 특징에 따라 여러 개의 유해인자코드로 세분화되어 있는 경우도 있었다(예: 산화규소). 그래서 이 연구에서는 한 개의 물질이 여러 개의 유해인자코드를 가지고

있는 점을 고려해서 물질들의 카스번호가 있는 경우에는 카스번호를 이용했고, 카스번호(Cas numbers)가 없는 경우에는 따로 모아서 유해인자코드 다시 정렬한 후에 최종적으로 직접 눈으로 물질명을 확인해서 측정된 물질들의 수를 헤아렸다. 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질들 중에도 카스번호가 없는 경우들이 있기 때문에(예: 용접흄 등), 이러한 물질들은 따로 유해인자코드, 유해인자명을 이용해서 그 수를 계산했다(<표 Ⅲ-5>).

한국의 전자산업에서 5년간(2013~2017)측정한 작업환경측정자료를 표준산업분류(중분류산업)로 집단화해서 각 전자산업들(중분류)에서 총 측정된 물질 개수와 작업환경측정대상물질 개수를 비교해 볼 때, 각 산업별로 약 10개 정도 밖에 차이가 나지 않아서 대부분 사업장에서는 작업환경측정대상물질을 중심으로 작업환경측정을 하고 있음을 확인할 수 있었다(<표 Ⅲ-5>).

<표Ⅲ-5> 한국 전자산업(반도체 제조업) 작업환경측정결과(2013~2017): 작업환경측정대상물질과 실제 측정된 물질

코드	표준산업분류 (중분류)	실제 측정된 물질 개수*	작업환경측정대상물질 개수**
261	반도체 제조업,	143	133
262	전자 부품 제조업,	205	180
263	컴퓨터 및 주변 장치 제조업,	89	80
264	통신 및 방송장비 제조업,	122	109
265	영상 및 음향기기 제조업,	135	115
266	마그네틱 및 광학 매체 제조업,	66	59
271	의료용 기기 제조업,	121	109
272	측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀 기기 제조업; 광학 기기 제외,	128	113
273	사진장비 및 광학 기기 제조업,	110	101
274	시계 및 시계 부품 제조업,	54	49
281	전동기, 발전기 및 전기 변환·공급·제어 장치 제조업,	148	137
282	일차전지 및 축전지 제조업	104	94
283	절연선 및 케이블 제조업,	100	89
284	전구 및 조명장치 제조업,	98	87
285	가정용 기기 제조업,	111	100
289	기타 전기장비 제조업	130	117
	전체 전자산업	225	190

* 실제 작업환경측정이 된 물질, ** 산업안전보건법에 규정된 작업측정대상물질

2) 한국 전자산업(반도체 제조업)에서 2013~2017년 동안 작업환경측정이 된 물질들 중에서 가장 빈도가 높은 물질들

한국 전자산업(반도체 제조업포함)에서 2013~2017년 동안 작업환경측정이 된 모든 물질들 가운데 가장 작업환경측정 빈도가 높은 물질들은 혼합유기화합물(EM)[8], 주석(금속), 이소프로필알코올, 암모니아, 구리흄 납 및 그 무기화학물, 수산화나트륨, 과산화수소, 불화수소, 산화철분진, 염화수소(염산), 망간 및 그 무기화합물, 금속가공유, 암모니아, 이산화티타늄, 용접흄 등이다(이 보고서의 부록표 참조). 한국 전자산업에서 가장 작업환경측정 빈도가 높은 물질들은 주로 유기용제 종류이다(표 생략).

한국 반도체 제조업에서 2013~2017년 동안 작업환경측정이 된 모든 물질들 가운데가장 작업환경측정 빈도가 높은 물질들은 혼합유기화합물(EM), 주성, 이소프로필알코올, 암모니아, 구리흄, 납 및 무기화합물, 수산화나트륨, 과산화수소, 불화수소, 산화철분진, 염화수소(염산), 망간 및 그 무기화합물, 금속가공유, 암모니아, 이산화티타늄, 용접흄, 질산, 수산화칼륨, 황산, 메틸알코올 등이다

한국 반도체 제조업에서 사용하고 있는 물질들의 가장 큰 문제점은 불화수소, 황산, 질산, 염산 등 인체에 치사율이 매우 높은 유독가스들이 가장 많이 사용되고 있으며, 그 외에 많은 유기용제들이 사용되고 있다는 것이다(표 생략). 이러한 인체에 치사율이 높은 유독가스들은 발암물질은 아니지만 인체에 급성 독성을 유발시킬 수 있기 때문에, 작업현장에서 특별한 산업안전보건관리가 요구된다.

8) 혼합유기화합물(EM)은 작업환경측정대상물질 항목 자체에는 들어가 있지 않지만, 한 작업장에서 작업환경측정대상물질에 속한 여러 유기용제들을 혼합해서 사용할 때, 작업장 허용농도 등을 측정하기 위해 계산한 값으로 혼합물을 평가하기 위한 값이다.

3) 한국 전자산업(반도체 제조업)에서 2013~2017년 동안 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들

(1) 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질” 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들

이 연구는 한국 전자산업(반도체제조업 포함)에서 측정된 작업환경측정대상물질들 중에 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질(Group 1, 2A, 2B, 3)이 어느 정도 있는지를 파악하기 위해서 우선 산업안전보건법에 규정된 전체 “작업환경측정대상물질” 190개 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들을 확인하였고 이 보고서의 부록표에 정리하였다(부록표 III-1).

산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질”은 190개로 유기화합물 113종, 금속류 23종, 산 및 알칼리류 17종, 가스상 물질류 15종, 시행령 제30조의 규정에 의한 허가대상 유해물질 13종, 광물성분진, 곡물분진, 면분진, 목분진, 용접흄, 유리섬유 6종, 금속가공유 1종, 물리적 인자 2종(8시간 시간가중평균 80dB 이상의 소음 1종, 보건규칙 제7장의 규정에 의한 고열 1종), 기타 노동부장관이 정하여 고시하는 인체에 해로운 유해인자(현재까지는 없음)로 구성되어 있다.[9)]

이 산업안전보건법에 규정된 190개 작업환경측정대상물질들 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질들(Group1, 2A,2B,3)은 일부에 불과하다.

산업안전보건법에 명시된 “작업환경측정대상물질들” 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들을 보면, 벤젠, 1,3-부타디엔, 트리클로로에틸렌, 펜타클로로페놀, 포름알데히드, 카드뮴 및 그 화합물, 산화에틸렌, 베릴륨 및 그 화합물, 비소 및 그 무기화합물, 휘발성 콜타르피치, 코크스, 염화비닐, 석면, 규산, 니켈화합물, 6가 크롬 화합물, 목분진, 용접흄, 금속가공유

9) 작업환경측정물질에 대한 법적 근거는 “산업안전보건법 제42조, 시행령 제32조의3부터 제32조의6까지, 시행규칙 제93조부터 97조의4까지, 작업환경측정 및 정도관리규정(고시)”에 있다.

등 19개가 있다. 그 외 Group 2A 발암물질 10개, Group 2B 발암물질 29개, Group 3 발암물질 30개로 국제암연구기관에서 규정하고 있는 총 발암물질(Group 1, 2A, 2B, 3)의 수는 총 88개이다(표 Ⅲ**-6**, 부록표 III-1 참조).

이는 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질들과 비교해 볼 때 너무 적은 숫자이다. 2018년 현재 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group1 발암물질들의 개수는 Group 1 발암물질 132개, Group 2A 발암물질 87개, Group 2B 발암물질 303개, Group 3 발암물질 505개로 총 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1~Group 3 사이의 발암물질이 1027개이다.

그러므로 문제는 산업안전보건법에 명시된 "작업환경측정대상물질들" 에는 국제적으로 관리해야할 발암물질이 포함되어 있지 못하다는데 있다. 특히 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들도 10% 정도 밖에 포함되고 있지 못하다는 것은 큰 한계인 것이다(표 Ⅲ**-7**).

<표 Ⅲ-6> 한국 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질들

연번	한글명	영문명	유해인자번호	CAS Number
국제암연구기관(IARC) G1 20개				
3	산화에틸렌	Ethylene oxide	24005	75-21-8
6	베릴륨 및 그 화합물	Beryllium & compounds	12011	7440-41-7
7	비소 및 그 무기화합물	Arsenic and inorganic compounds, as As	12013,51161	7440-38-2
9	휘발성 콜타르피치	Coal tar pitch volatiles, as benzene soluble aerosol		8007-45-2
11	염화비닐	Vinyl chloride	12021	75-01-4
12	**알루미늄 및 그 화합물**	**Aluminum and compounds, as Al**	**22039,22041,22043,22045,22046,22047**	**7429-90-5**
13	석면	Asbestos, chrysotile	12025	1332-21-4
19	카드뮴 및 그 화합물	Cadmium and compounds, Cd	52001	7440-43-9
39	벤젠	Benzene	21077	71-43-2
40	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	21079	106-99-0
101	트리클로로에틸렌	Trichloroethylene	21201	79-01-6
104	펜타클로로페놀	Pentachlorophenol		87-86-5
105	포름알데히드	Formaldehyde	21209	50-00-0
	산화규소 (석영, 크리스토발라이트 형태)	Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite	41001,41002,41003,41010,41011,41012,51166,51	

			167,51168,51169,51170, 51484,51498	
	니켈 화합물(황화니켈포함)	Nickel compounds	22009,22007	
	크롬(6가) 화합물	Chromium (VI) compounds		18540-29-9
	나무 분진	Wood dust		
	용접 흄	Welding fume		
	금속가공유	Mineral Oil		
	코크스	Cokes	12017,51485,51500	65996-93-2
국제암연구기관(IARC) G3 30개				
2	과산화수소	Hydrogen peroxide	23003	7722-84-1
2	규산염	Silicates, less than 1% crystalline silica		
2	알파-나프틸아민과 그 염	α-Naphthylamine and its salts		134-32-7
3	그 밖의 광물성 분진	Particulates		61790-53-2
6	p-니트로클로로벤젠	p-Nitrochlorobenzene		100-00-5
8	디메틸아닐린	Dimethylaniline(N,N-Dimethyl-aniline)	21015	121-69-7
8	셀레늄 및 그 화합물	Selenium and compounds, as Se	22025	7782-49-2
8	크롬광	Chromite ore processingchromate, as Cr	22071,22072,51326,51327,52001,52039	7440-47-3
9	수은	Mercury, as Hg	22027,22029,22031	7439-97-6
11	아크릴산	Acrylic acid	23021	79-10-7
12	염화수소	Hydrogen chloride	23023	7647-01-0
18	산화철 분진과 흄	Iron oxide dust and fume, as Fe	22065	1309-37-1
20	o-디클로로벤젠	o-Dichlorobenzene	21039	95-50-1
21	크롬과 그 무기화합물	Chromium and inorganic compounds, as Cr	22071,22072,51326,51327,52001,52039	7440-47-3
24	디하이드록시벤젠	Dihydroxybenzene	21047,51456	123-31-9
26	메틸렌디(비스)페닐 디이소시아네이트	4,4'-Methylene di(bis)phenyl diisocyanate	21051,51076	101-68-8
31	메틸클로라이드	MethylChloride	21061	74-87-3
36	메틸클로로포름	Methylchloroform	21071	71-55-6
45	브롬화메틸	Methylbromide		74-83-9
49	시클로헥사논	Cyclohexanone	21097	108-94-1
53	아닐린과 아닐린동족체	Aniline & homologues	21105	62-53-3
68	2-부톡시에탄올	2-Butoxyethanol, EGBE	21135,21136	111-76-2
76	요오드화메틸	Methyliodide	21151	74-88-4
79	이소프로필알코올	Isopropylalcohol	21157, 51095	67-63-0
90	크실렌(오르토, 메타, 파라이성체)	Xylene,o,m,p-isomers	21179	1330-20-7 106-42-3(p-) 108-38-3(m-) 95-47-6(o-)
93	1,1,2-트리클로로에탄	1,1,2-Trichloroethane	21185	79-00-5
96	톨루엔	Toluene	21191	108-88-3
103	페놀	Phenol	21205	108-95-2
	금속과 크롬3가 화합물	Metal and Cr Ⅲ compounds		16065-83-1
	활석	Talc, non-asbestiform	51203,51204,51474,5147	14807-96-6

			5	
국제암연구기관(IARC) G2A 10개				
11	디메틸포름아미드	Dimethylformamide	21021	68-12-2
19	디클로로메탄	Dichloromethane	21037	75-09-2
48	스티렌	Styrene	21095	100-42-5
58	아크릴아미드	Acrylamide	21115	79-06-1
73	2,3-에폭시-1-프로판올	2,3-Expoxy-1-propanol	21145	556-52-5
75	에피클로로하이드린	Epichlorohydrin	21149,51344	106-89-8
94	1,2,3-트리클로로프로판	1,2,3-Trichloropropane		96-18-4
102	퍼클로로에틸렌	Perchloroethylene	21203	127-18-4
109	히드라진	ydrazine	21217	302-01-2
113	황산디메틸	Dimethylsulfate		77-78-1
국제암연구기관(IARC) G2B 29개				
2	납 및 그 무기화합물	Lead and inorganic compounds, as Pb	22005,32009,51492	7439-92-1
3	니트로메탄	Nitromethane	21005	75-52-5
4	니트로벤젠	Nitrobenzene	21005	98-95-3
4	오르토-톨리딘과 그 염	o-Tolidine and its salts		119-93-7
5	디아니시딘과 그 염	Dianisidine and its salts	12009	119-90-4
11	안티몬 및 그 화합물	Antimony and compounds, as Sb	22037	1309-64-4
12	디에탄올아민	Diethanolamine	21023,21119	111-42-2
15	이산화티타늄	Titanium dioxide	22055	13463-67-7
17	1,4-디옥산	1,4-Dioxane, Diethyl dioxide	21033	123-91-1
20	코발트 및 그 무기화합물	Cobalt and inorganic compounds, as Co	22069	7440-48-4
23	오산화바나듐	Vanadium pentoxide		1314-62-1
30	메틸이소부틸케톤	Methylisobutylketone	21059	108-10-1
43	1-브로모프로판	1-Bromopropane	21085,21087	106-94-5
46	비닐아세테이트	Vinylacetate	21091	108-05-4
47	사염화탄소	Carbontetrachloride	21093	56-23-5
56	아세트알데히드	Acetaldehyde	21111	75-07-0
57	아크릴로니트릴	Acrylonitrile	21113	107-13-1
61	에틸벤젠	Ethylbenzene	21121	100-41-4
63	에틸아크릴레이트	Ethylacrylate	21125	140-88-5
72	에틸렌이민	Ethyleneimine		151-56-4
74	1,2-에폭시프로판	1,2-Epoxypropane	21147	75-56-9
80	이염화에틸렌	Ethylenedichloride	21159	107-06-2
92	1,1,2,2-테트라클로로에탄	1,1,2,2-Tetrachloroethane	21183	79-34-5
95	테트라하이드로푸란	Tetrahydrofuran	21189	109-99-9
97	톨루엔-2,4-디이소시아네이트	Toluene-2,4-diisocyanate	21193,52001,21195	26471-62-5
100	트리클로로메탄	Trichloromethane	21199	67-66-3
107	프로필렌 이민	Propyleneimine		75-55-8
108	피리딘	Pyridine	21215	110-86-1
	유리섬유	Glass fiber dust		65997-17-3

(2) 한국 전자산업(반도체 제조업)에서 2013~2017년 동안 작업환경 측정된 물질들 중에서 국제암연구기관 발암물질들(IARC Group 1, 2A, 2B, 3)

가) 한국 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 작업환경 측정된 물질들과 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들 비교

이 연구에서는 한국 전자산업(반도체 제조업)에서 2013~2017년 동안 작업환경 측정된 모든 물질들 중에서 국제암연구기관이 규정한 발암물질(IARC Group 1, 2A, 2B, 3 Carcinogens) 측정건수를 구하였다.

위 <표 Ⅲ-7>에서 보듯이, 산업안전보건법에 명시된 “작업환경측정대상물질들” 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들은 이미 벤젠, 1,3-부타디엔, 트리클로로에틸렌, 펜타클로로페놀, 포름알데히드, 카드뮴 및 그 화합물, 산화에틸렌, 베릴륨 및 그 화합물, 비소 및 그 무기화합물, 휘발성 콜타르피치, 코크스, 염화비닐, 석면, 산화규소(실리카), 니켈화합물, 6가크롬 화합물, 목분진, 용접흄, 금속가공유 등 19개가 있음이 확인되었다(표 Ⅲ-7).

한편, 한국 전자산업에서 최근 5년(2013~2017년) 동안 측정된 [작업환경측정제도]에 의해서 측정된 모든 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들을 보면, 벤젠, 1,3-부타디엔, 트리클로로에틸렌, 포름알데히드, 카드뮴 및 그 화합물, 산화에틸렌, 베릴륨 및 그 화합물, 비소 및 그 무기화합물, 휘발성 콜타르피치, 코크스, 염화비닐, 석면, 산화규소(실리카), 니켈화합물, 6가 크롬 화합물, 목분진, 용접흄, 금속가공유, 스트론티움크로메이트, 1,2-디클로로프로판으로 총 20개이다. 산업안전보건법의 작업환경대상물질에서 펜타클로로페놀 하나가 빠지고, 스트론티움크로메이트, 1,2-디클로로프로판이 작업환경측정대상물질이 아니지만 측정되어 총 20개의 국제암연구기관 1급 발암물질이 측정되었다(표 Ⅲ-7).

반도체 제조업의 경우 최근 5년(2013~2017년) 동안 측정된 작업환경측정 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group1 발암물질이 15개인데 모두 작업환경측정대상물질에 속한 물질들이었다.

이 결과, 한국의 전체 전자산업이나 반도체 제조업에서 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질에 있는 발암물질들만을 주로 측정하고 있는 것으로 나타나고 있어, 산업안전보건법을 준수하는 정도로만 작업환경측정이 진행되고 있는 것을 보여주고 있다. 특히 반도체 제조업의 경우 수백~수천가지의 화학물질을 사용한다고 알려져 있는데, 국제암연구기관(IARC) 1급 발암물질의 경우 전체 132개중에서 15개만 측정되고 있는 점은 현 작업환경측정제도의 큰 한계점이라고 볼 수 있다(표 Ⅲ-7).

<표 Ⅲ-7> 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들(2013~2017)과 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질 비교

(단위:개수)

발암물질분류 (국제암연구기관, IARC)	국제암연구기관(IARC) 발암물질	산업안전보건법에 규정된 작업환경측정 대상물질들 (총190개)중에서 발암물질들	한국 전자산업 전체에서 2013~2017년도에 작업환경측정이 된 모든 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질			한국 반도체 제조업에서 2013~2017년도에 작업환경측정이 된 모든 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질		
IARC Group			작업환경 측정대상 물질	작업환경 측정대상 아님	총계	작업환경 측정대상 물질	작업환경 측정대상 아님	총계
1	132	19	18	2	20	15	0	15
2A	87	10	8	2	10	3	0	3
2B	303	29	27	3	30	16	1	17
3	505	30	27	2	29	22	0	22
총	1027	88	80	9	89	56	1	57

나) 한국 전자산업 전체와 반도체 제조업에서 작업환경 측정된 물질들(2013~2017) 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들의 측정 빈도

(가) 한국 전자산업 전체에서 작업환경 측정된 물질들(2013~2017) 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들의 측정 빈도

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 작업환경 측정된 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들의 측정 빈도를 보면 다음과 같다.

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 가장 많이 측정된 국제암연구기관(IARC) 1급 발암물질들은 용접흄, 금속가공유, 니켈화합물, 산화규소, 6가 크롬, 포름알데히드, 트리클로로에틸렌, 비소 및 그 무기화합물 및 함유제제, 카드뮴 및 그 화합물, 산화에틸렌 등이다.

가장 많이 측정된 국제암연구기관(IARC) 2A급 발암물질들은 디클로로메탄(이염화메틸렌), 스티렌, 디메틸포름아미드 등이다.

가장 많이 측정된 국제암연구기관(IARC) 2B급 발암물질들은 납 및 그 무기화합물, 이산화 티타늄(TiO2), 디에탄올아민 · 2-아미노에탄올, 니켈(원소), 코발트 및 그 무기화합물, 안티몬 및 그 화합, 유리섬유, 카본 블랙 등이다.

가장 많이 측정된 국제암연구기관(IARC) 3급 발암물질들은 과산화수소, 산화철분진, 염화수소, 크롬3가 화합물, 2-부톡시에탄올, 활석, 페놀, 톨루엔 등이다(표 Ⅲ-8).

한편, 작업환경측정이 된 발암물질들 중에서 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질”이 아닌 물질들은 IARC Group1발암물질로는 1,2-디클로로프로판, 스트론티움크로메이트이고, G2A는 실리콘카바이드, 염화메틸렌이고, G2B는 디아니시딘과 그 염 및 함유제제, 니트로벤젠, 나프탈렌, 카본블랙, 카테콜이고, G3은 메틸클로라이드, 1.1.1-트리클로로에탄, 메틸메타크릴레이트, 하이드로퀴논이다(표 Ⅲ-8참조).

<표 Ⅲ-8> 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들(2013~2017) 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들

IARC (G)	유해인자코드*	카스번호	발암물질 (유해인자이름)	물질**	측정 빈도수
1	25001, 25002, 51269, 52001	없음	미네랄 오일	O	16935
1	44001, 44002	없음	목재분진	O	418
1	45001, 22043	없음	용접흄	O	20224
1	21079	106-99-0	1,3-부타디엔	O	153
1	22009, 22011, 22022, 22013	없음	니켈 화합물 (Nickel compounds)	O	11758
1	12025	1332-21-4	석면 및 함유물질	O	6
1	41001, 41002, 41003, 41009, 41010, 41011, 41012, 51166, 51484, 51498	14808-60-7	산화규소 (결정체 석영, 크리스토바라이트) (Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite(iarc)	O	11703
1	22073, 22074, 22075, 22076, 52001, 51326, 52039, 12005	18540-29-9 7758-97-6 7440-47-3	크롬: 6가 크롬 화합물 (Chromium (VI) compounds)	O	4779
1	21209	50-00-0	포름알데히드	O	3971
1	12017, 51500	65996-93-2	콜타르피치 다환방향족 탄화수소 활성탄	O	149
1	51485	8007-45-2	코크스	O	4
1	21077	71-43-2	벤젠	O	115
1	12013, 51161	7440-38-2	비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	O	1525
1	12011	7440-41-7	베릴륨 및 함유제제	O	237
1	12013	7440-43-9	카드뮴 및 그 화합물	O	799
1	12021	75-01-4	염화비닐 및 함유물질	O	4
1	12021	79-01-6	트리클로로에틸렌 (Trichloroethylene)	O	3480
1	24005	75-21-8	산화에틸렌 (Ethylene oxide)	O	567
1	52037	7789-06-02	스트론티움크로메이트	아님	2
1	51071	78-87-5	1,2-디클로로프로판	아님	6
총					76835
2A	21095	100-42-5	스티렌	O	455
2A	21149 51344	106-89-8	에피클로로하이드린 1-클로로-2,3-에폭시프로판 (에피클로로히드린)	O	32
2A	21203	127-18-4	퍼클로로에틸렌	O	51
2A	51258	1975-09-02	염화메틸렌	아님	27
2A	21217	302-01-2	하이드라진	O	218
2A	51220	409-21-2	실리콘카바이드	아님	80
2A	51220	556-52-5	2,3-에폭시-1-프로판올	O	6
2A	21021	68-12-2	디메틸포름아미드	O	473

2A	21037	75-09-2	디클로로메탄 (이염화메틸렌)	O	1603
2A	21115	79-06-1	아크릴아미드	O	48
총					2993
2B	21121	100-41-4	에틸벤젠	O	217
2B	21085	106-94-5	1-브로모프로판	O	981
2B	21159	107-06-2	이염화에틸렌, 1,2-디클로로에탄	O	13
2B	21113	107-13-1	아크릴로니트릴	O	87
2B	21091	108-05-4	비닐아세테이트	O	149
2B	21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	O	296
2B	21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	O	167
2B	21215	110-86-1	피리딘	O	865
2B	21023	111-42-2	디에탄올아민 2-아미노에탄올 (에탄올아민)	O	9765
2B	12009	119-90-4	디아니시딘과 그 염 및 함유제제	아님	4
2B	51314	120-80-9	카테콜	아님	8
2B	21033	123-91-1	1,4-디옥산	O	345
2B	22037	1309-64-4	안티몬 및 그 화합	O	3450
2B	51310	1333-86-4	카본블랙	아님	1321
2B	22055	13463-67-7	이산화티타늄 (TiO2)	O	14556
2B	21125	140-88-5	에틸아크릴레이트	O	8
2B	52022	142844-00-6	내화성 세라믹 섬유	O	29
2B	12019	16812-54-7	황화니켈 및 함유물질	O	30
2B	21193	26471-62-5	톨루엔-2,4-디이소시아네이트	O	680
2B	21093	56-23-5	사염화탄소	O	35
2B	46001	65997-17-3	유리섬유	O	2929
2B	21199	67-66-3	클로로포름, 트리클로로메탄	O	108
2B	22005	7439-92-1	납 및 그 무기화합물	O	28142
2B	22007	7440-02-0	니켈 (원소)	O	5353
2B	22069	7440-48-4	코발트 및 그 무기화합물	O	3748
2B	21111	75-07-0	아세트알데히드	O	19
2B	21005	75-52-5	니트로메탄	O	22
2B	21147	75-56-9	1,2-에폭시프로판	O	28
2B	21183	79-34-5	1,1,2,2-테트라클로로에탄	O	3
2B	51007	91-20-3	나프탈렌	아님	3
2B	21007	98-95-3	니트로벤젠	아님	16
총					73377
3	51187	없음	석탄 (분진)	O	81
3	21051	101-68-8	메틸렌 비스페닐 디이소시아네이트	O	1166
3	21191	108-88-3	톨루엔	O	1680
3	21097	108-94-1	시클로헥사논	O	835
3	21205	108-95-2	페놀	O	2020
3	21135	111-76-2	2-부톡시에탄올	O	2221
3	21015	121-69-7	디메틸아닐린 (아미노디메틸벤젠)	O	31
3	21047	123-31-9	하이드로퀴논	아님	783
3	22065	1309-37-1	산화철분진	O	20517
3	21179	1330-20-7	크실렌 (오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	O	956

3	51474	14807-96-6	활석, 비석면형	O	2094
3	51167	14808-60-7	산화규소-비결정체-용융된 것	O	161
3	22071	16065-83-1	크롬과 그 무기화합물 (금속과크롬3가화합물)	O	9797
3	21129	5456-28-0	2-메톡시에틸아세테이트	아님	33
3	41009	61790-53-2	기타 광물성분진 (산화규소-비결정)	O	1
3	21105	62-53-3	아닐린 (아미노벤젠)과 그 동족체	O	36
3	21157	67-63-0	이소프로필알코올	O	32985
3	21071	21071	1.1.1-트리클로로에탄	아님	345
3	22027, 22029, 22031	7439-97-6	수은 및 무기형태 (아릴 및 알킬화합물 제외)	O	314
3	22071, 22072	7440-47-3	크롬 (금속)	O	7
3	24017	7446-09-05	아황산가스	O	735
3	21061	74-87-3	메틸클로라이드	아님	12
3	21151	74-88-4	요오드화메틸	O	11
3	23023	7647-01-0	염화수소	O	19661
3	23003	7722-84-1	과산화수소	O	24735
3	22025	7782-49-2	셀레늄 및 그 화합물	O	62
3	21185	79-00-5	1,1,2-트리클로로에탄	O	28
3	23021	79-10-7	아크릴산	O	920
3	51104	80-62-6	메틸메타크릴레이트	아님	9
3	21039	95-50-1	o-디클로로벤젠		19
총					275460

* 카스넘버에 포함된 유해인자가 다르거나 여러 개 있으면 유해인자를 다 표기하였음.
** 물질: 작업환경측정대상물질 여부(작업환경측정대상물질은 O, 작업환경측정대상물질이 아닌 경우 아님으로 표시)

(나) 한국 반도체 제조업에서 작업환경 측정된 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들의 측정 빈도

한국 반도체 제조업에서 작업환경 측정된 물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들의 측정 빈도를 보면 다음과 같다.

한국 반도체 제조업에서 가장 많이 측정된 국제암연구기관(IARC) 1급 발암물질들을 순서대로 보면, 산화규소(크리스토바라이트, 석영), 비소 및 그 무기화합물 및 함유제제, 포름알데히드, 니켈화합물, 금속가공유, 용접흄, 6가크롬화합물, 트리클로로에틸렌 카드뮴 분진 및 염, 목재분진, 벤젠, 산화에틸렌, 콜타르피치, 클로로에틸렌, 베릴륨 및 함유제재이다.

국제암연구기관(IARC) 2A급 발암물질들은 하이드라진, 염화메틸렌, 디메틸포름아미드이다.

국제암연구기관(IARC) 2B급 발암물질들을 가장 많이 측정된 순서대로 보면, 디에탄올아민, 납 및 그 무기화합물, 이산화티타늄, 피리딘, 니켈(원소), 안티몬 과 그 화합물, 코발트 및 그 무기화합물, 1,4-디옥산, 카본블랙, 1-브로모프로판(고체포집), 톨루엔2,4-디이소시아네이트, 테트라하이드로퓨란, 트리클로로메탄, 아세트알데히드, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴이다.

국제암연구기관(IARC) 3급 발암물질들을 가장 많이 측정된 순서대로 보면, 과산화수소, 이소프로필알코올, 염화수소(염산), 페놀, 크롬3가 화합물, 산화철분진, 톨루엔, 하이드로퀴논, 산화규소, 부틸셀로솔브, 시클로헥사논, 아크릴산, 아황산가스, 활석(비석면형), 크실렌, 메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트, 수은(알킬화합물), 1.1.1-트리클로로에탄, 셀레늄 및 그 화합물, 아닐린(아미노벤젠)과 그 동족체, 크롬(금속), 1,1,2-트리클로로에탄이다(표 Ⅲ-9).

한편, 작업환경측정이 된 발암물질들 중에서 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질” 이 아닌 물질들은 염화메틸렌(IARC Group2A), 카본블랙(G2B), 1.1.1-트리클로로에탄(G3), 하이드로퀴논이다(G3)(표 Ⅲ-9).

<표 Ⅲ-9> 한국 반도체 제조업에서 작업환경 측정된 물질들(2013~2017) 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들

IARC(G)	유해인자코드*	카스번호	발암물질(유해인자이름)	물질**	측정 빈도수
1	**25001,25002**	**없음**	**미네랄오일**	**1**	**904**
1	**44001, 44002**	**없음**	**목재분진**	**1**	**18**
1	45001	없음	용접흄	1	629
1	22011,22012	1313-99-1	니켈 화합물	1	652
1	41001,41002 41003,41010 41011,41012 51166,51498	14808-60-7	산화규소 (결정체, 석영, 크리스토바라이트)	1	2557
1	22073,22074 22075,22076	18540-29-9	크롬: 6 가 크롬 화합물	1	418
1	21209	50-00-0	포름알데히드	1	992
1	12017	65996-93-2	활성탄 (PAH, 콜타르피치, 차콜에 포함)	1	12
1	21077	71-43-2	벤젠	1	15
1	12013,51161	7440-38-2	비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	1	1426
1	12011	7440-41-7	베릴륨및함유제제	1	2
1	22067	7440-43-9	카드뮴 분진 및 염	1	25
1	12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	10
1	24005	75-21-8	산화에틸렌	1	14
1	21201	79-01-6	트리클로로에틸렌	1	129
총					7803
2A	21217	302-01-2	하이드라진	1	134
2A	21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	36
2A	21037	75-09-2	염화메틸렌	1	106
총					276
2B	21121	100-41-4	에틸벤젠	1	8
2B	21085	106-94-5	1-브로모프로판	1	104
2B	21113	107-13-1	아크릴로니트릴	1	2
2B	21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	1	20
2B	21215	110-86-1	피리딘	1	748
2B	21023,21119	111-42-2	디에탄올아민, 에탄올아민 (2-아미노에탄올)	1	2618
2B	21033	123-91-1	1,4-디옥산	1	278
2B	22037,51184	1309-64-4	안티몬 과 그 화합물	1	737
2B	51310	1333-86-4	카본블랙	아님	127
2B	22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	986
2B	21193,21195 52001	26471-62-5	톨루엔 2,4-디이소시아네이트	1	43
2B	21199	67-66-3	트리클로로메탄	1	11
2B	22005,51492	7439-92-1	납 및 그 무기화합물	1	1566
2B	22007	7440-02-0	니켈 (원소)	1	743

2B	22069	7440-48-4	코발트 및 그 무기화합물	1	358
2B	21111	75-07-0	아세트알데히드	1	10
총					8359
3	21051	101-68-8	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	1	28
3	21191	108-88-3	톨루엔	1	100
3	21097	108-94-1	시클로헥사논	1	55
3	21205	108-95-2	페놀	1	820
3	21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	73
3	21047,21259 51456	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	아님	84
3	22065	1309-37-1	산화철분진	1	476
3	21179	1330-20-7	크실렌	1	34
3	51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	35
3	51167,51168 51169,51170	14808-60-7	산화규소 (비결정체)	1	79
3	22071,22072	16065-83-1	크롬과 그 무기화합물 (3 가 크롬)	1	498
3	21105	62-53-3	아닐린과 아닐린 동족체	1	11
3	21157,51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	7227
3	21071	71-55-6	1.1.1-트리클로로에탄	아님	21
3	22027,22031	7439-97-6	수은 및 무기형태	1	22
3	24017	7446-09-05	아황산가스	1	48
3	23023	7647-01-0	염화수소 (염산)	1	5682
3	23003	7722-84-1	과산화수소	1	10053
3	51327	7758-97-6	크롬 (금속)	1	8
3	22025	7782-49-2	셀레늄 및 그 화합물	1	21
3	21185	79-00-5	1,1,2-트리클로로에탄	1	4
3	23021	79-10-7	아크릴산	1	52
총					25431
	총계				41929

* 카스넘버에 포함된 유해인자가 다르거나 여러 개 있으면 유해인자를 다 표기하였음.
** 물질: 작업환경측정대상물질 여부(작업환경측정대상물질은 O, 작업환경측정대상물질이 아닌 경우 아님 표기함)

4) 한국 전자산업의 세부산업별 작업환경측정이 된 모든 물질들 중에서 국제암연구기관 1급 발암물질(IARC Group1) 측정 건수

전체 전자산업에서 2013~2017년 동안 작업환경측정이 된 모든 물질들 가운데 각 세부산업별 국제암연구기관 발암물질(IARC Group1, 2A, 2B, 3) 측정건수는 <표 Ⅲ-10>에 있다. 전자산업의 세부산업별 각 발암물질들의 측정건수는 <부록표 Ⅲ-2>에 있다.

전체 전자산업에서 가장 많이 측정되는 발암물질(국제암연구기관, IARC)을

보면, 1급 발암물질의 경우 금속가공유, 용접흄, 니켈화합물, 알루미늄 및 그 화합물(용접흄), 포름알데히드, 비소화합물, 등이고, 2A급 발암물질의 경우 염화메틸렌, 스틸렌, 디메틸포름아미드 등이고, 2B급 발암물질의 경우 납 및 그 무기화합물, 이산화티타늄, 니켈, 에탄올아민 등이고, 3급 발암물질의 경우 이소프로필알코올, 산화철분진, 3가 크롬 화합물, 페놀, 톨루엔 등이다(부록표 III-2).

반면, 반도체 제조업에서 다른 전자산업(세부 분류)보다 많이 측정되는 발암물질(국제암연구기관, IARC)을 보면, 1급 발암물질의 경우 베릴륨, 비소 , 트리클로로에틸렌, 포름알데히드, 니케화합물, 6가 크롬, 금속가공유, 산화규산 등이고, 2A급 발암물질의 경우 염화메틸렌, 디메틸포름아미드, 하이드라진 등이고, 2B급 발암물질의 경우 디에탄올아민, 1,4-디옥산, 1-브로모프로판, 에탄올아민, 피리딘, 납 및 무기화합물, 니켈(원소), 안티몬, 이산화티타늄, 코발트 등이고, 3급 발암물질의 경우 이소프로필알코올, 페놀, 산화철분진, 3가 크롬, 염화수소(염산), 규산염(비결정체 실리카) 등이다(부록표 II-2). 이러한 반도체 제조업의 특징을 참조하여 반도체 제조업에서 산업안전보건관리를 수행할 수 있을 것이다(부록표 III-2).

<표 III-10> 한국전자산업의 작업환경측정결과(2013~2017): 각 세부산업별 IARC 발암물질 측정 건수

IARC(G)	전자산업의 세부 산업																
구분	261	262	263	264	265	266	271	272	273	274	281	282	283	284	285	289	합계
1	7113	26190	346	2419	1400	140	4173	3844	1465	176	11687	1129	1867	1972	5192	6718	75831
2A	276	1272	34	77	84	6	140	84	73	22	340	106	44	72	167	196	2993
2B	8419	26861	601	3337	2915	433	2473	2972	1001	203	7761	5068	2153	1739	2074	5369	73379
3	26121	56359	455	3403	3293	444	3634	2951	1257	103	10568	1434	1896	1993	3565	5781	123257

5) 한국 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 최근 5년(2013~2017)년 동안 작업환경측정에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질들의 최대 측정값, 최소 측정값, 허용기준을 넘는 물질들

한국 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 최근 5년(2013~2017)년 동안 작업환경측정결과, 작업환경 측정된 국제암연구기관 발암물질들의 작업공정, 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값을 정리하고, 노출기준의 10%를 넘는 발암물질들 파악하였다. 그 결과는 다음과 같다.

(1) 한국 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 최근 5년(2013~2017)년 동안 작업환경측정결과, 발암물질들의 최대 측정값, 최소 측정값, 기준 값과 10%를 넘는 공정 및 유해인자들

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 국제암연구기관(IARC) 1급 발암물질의 기준치를 넘는 공정과 유해인자를 보면, 트리클로로에틸렌의 경우, 통신부품, 전자부품 공정의 트리클로로에틸렌(TCE) 세척라인에서 TCE의 최대 측정값이 기준치를 훨씬 넘고 있다. 예를 들면, 기준치가 통신부품, PCB부품, 전자부품 등의 공정에서 TCE인데 최대 측정값은 19~48ppm까지 측정되고 있다(TCE 노출기준: 20ppm). 또한 PDP케이스 도장 공정에서 TCE 탈지라인에서 95.36ppm정도로 매우 높다(TCE 노출기준: 50ppm)[10]. 반도체 부품의 SMT라인의 경우에는 최대 측정값이 기준치를 넘지는 않지만 거의 기준치에 가까운 값으로 높은 측정값을 보이고 있다.

또한 산화에틸렌의 경우, 멸균공정에서 산화에틸렌의 최대 측정값이 기준 값보다 훨씬 높다(0.8ppm에 비해 11.72ppm).

또한 금속가공유의 경우에도 전자부품, 풍력발전기 등에서 최대 측정값이 기준치를 넘으며, 반도체정비부품가공 공장의 MCT공정의 경우에는 최대 측정값

10) 작업환경측정자료에는 같은 물질이더라도 각 사업장의 작업현장에 따라 노출기준치가 달랐기 때문에 각 노출기준치에 측정값과 최소 측정값을 비교하였다.

이 기준치를 넘지는 않으나 기준치에 근접하게 높다(기준치가 0.6mg/m2에 비해 0.36mg/m2).

또한 실리카(결정체, 석영)의 경우 건설과정(보강토), 금속주조제품의 용접·사상공정에서 최대 측정값이 기준 값보다 높다.

용접흄(반도체 제련)의 경우에는 기준값에 거의 가깝게 측정되었다(표 Ⅲ-11).

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 1급 발암물질의 최대 측정값이 기준치의 10%를 넘는 공정라인들과 유해인자들은 클로로에틸렌(건설 사출·광케이블 성형), 1,3부타디엔(자동차부품 사출), 트리클로로에틸렌(통신, 전자부품, PCB부품 등에 세척공정라인), 포름알데히드(전자부품, 인쇄회로기판, 도금공정 등에서 포름알데히드), 니켈 화합물(도금, 용접), 알루미늄 및 화합물(반도체 제조업의 알루미늄과 다이캐스트공정라인), 카드뮴 분진, 6가 크롬(용접, 실리콘웨이퍼, 웨이퍼공정, 전기회로, 동판 등). 금속가공유(전자부품, 반도체부품 CNC가공, 반도체부품 MCT가공), 산화규소(증착공정, 반도체 장비 용접공정의 가스용접, 실리콘웨이퍼, 반도체 전자관 가스용접, 도금공정, 분체도장·피막, 용접, 도장 등), 용접흄(전자기기, 부품 용접), 1,2-디클로로프로판(전기장비 세척공정), 활성탄(반도체 엘시디부품 4L스퍼타, 연마, 연삭, 마킹 등) 등이다(표 Ⅲ-11).

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 국제암연구기관(IARC) 2A급 발암물질의 기준치를 넘는 공정들과 유해인자들은 염화메틸렌(전자부품 세척, 기계가공세척), 퍼클로로에틸렌(전자부품, 세척) 등이다. 최대 측정값이 기준치의 10%를 넘는 공정라인과 유해인자는 스티렌(성형, 사출), 실리콘카바이드(반도체 wire saw), 염화메틸렌(기계가공/세척) 등이다(부록표 Ⅲ-3).

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 국제암연구기관(IARC) 2B급 발암물질의 기준치를 넘는 공정과 유해인자를 보면, 1-브로모프로판(반도체 세정실), 납 및 그 무기화합물(전기전자 표면처리, 납축전지 도포, 극판불출 및

숙성, 프레스), 코발트 및 그 화합물(전자재료생산) 공정이 있고, 최대 측정값이 기준치의 10%를 넘는 공정라인들과 유해인자들은 메틸이소부틸케톤(MBK 세척, 인쇄), 1,4-디옥신(OLED실험실), 1-브로모프로판(전자부품 세척), 비닐아세테이크(코브라배합도), 에탄올아민(전자부품 인쇄기로기판, 반도체 PCB), 에틸벤젠(실리콘전선 코팅), 트리클로로메탄(반도체 OLED), 납 및 무기화합물(전자부품 인쇄회로기판, 표면처리, 전 처리, 기타도포, 납축전지 극판 불풀,숙성), 니켈(도금), 안티몬과 그 화합물(전기절연물 배합, 인두납땜), 이산화티타늄(나노멤브레인/전자/가전제품/반도체 분체), 납 및 그 무기화합물(열교환기 발전설비 FCAW, 프레스), 유리섬유(인쇄회로기판 적층, 인쇄회로기판 프레스, 샌트블라스트), 삼산화안티몬(반도체 폴리머생산, 브레이크 열성형), 카본블랙(탄소제품 소성, 필터 충전) 등이다(부록표 Ⅲ-4).

한국 전자산업(반도체 제조업 포함) 전체에서 국제암연구기관(IARC) 3급 발암물질의 기준에 가까운 측정값을 나타낸 공정들과 유해인자들은 시클로헥사논(인쇄, 반도체 클린룸, 이소프로필알코올(반도체 기타전기회로개폐 SMT팀), 염화수소(스크러버) 등이 있고, 기준치의 10%를 넘는 공정들은 하이드로퀴논(인쇄회로기판 필름실), 메틸클로라이드(세척), 1,1,1-트리클로로에탄(유무선통신방송장치, 자동납땜검사), 시클로헥사논(반도체 클린룸), 부틸셀로손브(PCB회로기판 인쇄/실크인쇄), 이소프로필알코올(유사반도체 SMT, Cathode Room, 디핑납땜), 톨루엔(축전지 인쇄적층), 페놀(반도체, 전자부품 실험실), 산화철분진(전자부품 금형/연마, 사상, 프레스성형, 가공, 쇼트), 3가 크롬(용접), 과산화수소(인쇄회로기판 에칭/인쇄, 전자부품 도금, PCB 도금, 반도체), 아황산가스(반도체 합성), 이소프로필알코올(반도체 기능검사, 전자부품 인쇄회로기판), 활석(전자부품 용접, 사출) 등이다(부록표 Ⅲ-5).

<표 Ⅲ-11> 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 1급 발암물질들(IARC G1)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년

유해인자코드 **	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질 *	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	노출 기준	노축 기준 의 10%	단위	측정 빈도
12005	13530-65-9	크롬산 아연 및 함유제제	1	0.001	도장	광학기기	0.001	도장	광학기기	0	0	mg/㎥	1
12005	13530-65-9	크롬산 아연	1	0.0036	0	방산제품	0	분무도장	방산제품	0.01	0.001	mg/㎥	27
12011	7440-41-7	베릴륨 및 함유제제	1	0.0008	세라믹그룹	RP(무선통신제품)	0	PW 전 공정	양극성접합트랜지스	0	0	mg/㎥	233
12013	7440-38-2	비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	1	0.0003	배합	LED부품	0	Die Bond 공정	발광다이오드	0	0	mg/㎥	9
12013	7440-38-2	비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	1	0.0093	제련		0	생산3팀	반도체 소자(IC)	0.01	0.001	mg/㎥	1439
12017	65996-93-2	휘발성콜타르피치 및 함유물질	1	0.094	1층광학	광학렌즈, 망원경,	0	1층 준비작업실	조준경,잠만경	0.2	0.02	mg/㎥	29
12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	0.1145	사출성형	건설용 전기제품 사	0	사출성형	건설용 전기제품 사	0.67	0.067	ppm	6
12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	0	압출	합성 수지 및 기타	0	배합	수액셋트	0.7	0.07	ppm	14
12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	0	압출		0	압출		0.73	0.073	ppm	2
12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	0	배합/압출/도금/	케이블	0	배합/압출/도금/	케이블	0.76	0.076	ppm	2
12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	0.1212	압출/마킹	절연전선 및 피복선	0	압출성형		0.8	0.08	ppm	70
12021	75-01-4	클로로에틸렌	1	0.921	압출	광케이블	0	압출성형		1	0.1	ppm	503
12025	1332-21-4	석면 및 함유물질	1	0	폴리머/합성고무	그 외 기타 전기장비	0	목재가공	기타 피복절연선 및	0.1	0.01		6
21077	71-43-2	벤젠(부산물)	1	0	실험실	분석기기(GC, HPLC)	0	제조2부 전장과M	TR, IC, 전장, SAW	0.5	0.05	ppm	22
21077	71-43-2	벤젠(부산물)	1	0	기타세척	렌즈	0	조립,세척	타이어드럼,성형기	0.8	0.08	ppm	3
21077	71-43-2	벤젠(부산물)	1	0	FF LAB	산업용제어장비, 자	0	3공장 제조2부 T	TR, IC, 전장, SAW	1	0.1	ppm	46
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0.4328	사출	자동차 부품 등	0	사출성형	자동차 부품	1.33	0.133	ppm	16
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0	핫프레스	인쇄회로기판	0	핫프레스	인쇄회로기판	1.34	0.134	ppm	2
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0.76112	부품계-성형	기타 가정용 전기기	0	사출성형	전자부품 사출	1.6	0.16	ppm	12
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0.759	KR3라인(	가정용 냉장고	0	사출성형	전자부품 사출금형	2	0.2	ppm	83
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0	사출성형	청소기 부품	0	사출성형	청소기 부품	8.8	0.88	ppm	2
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0.415	사출성형	청소기 부품	0	사출성형	음향기기, 사출품	10	1	ppm	25
21079	106-99-0	1,3-부타디엔	1	0	분석기술팀	OLED	0	분석기술팀	OLED	200	20	ppm	13
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	4.15197	폴리싱	금형	3.36488	폴리싱	금형	7.27	0.727	ppm	2
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	6.1685	TCE세척(지하)	커넥터(통신부품)	3.60454	세척	통신부품 가공	7.61	0.761	ppm	4
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	13.699	DRYCON(AL조립)	그 외 기타 전자부품	0	DRYCON(덕터씸작	그외 기타 전자부품	8	0.8	ppm	60
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	1.4763	인두땜/세척	만능시험기	0.0399	인두땜/세척	만능시험기	8.42	0.842	ppm	2
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	3.22429	세척	전자부품	0.5381	TCE세척	핸드피스	8.88	0.888	ppm	3
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	27.883	TCE세척	임플란트재료	0	선반가공	전자부품 외	10	1	ppm	519
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	48.2361	TCE세척	통신부품 가공	0	SMT/납땜	PCB자삽	20	2	ppm	13
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	33.661	TCE세척	통신부품 가공	0	SMT	회로검사장치	25	2.5	ppm	124

21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	15.5818	SMD/세척	PCB부품	1.0907	SMD/세척	PCB부품	26.4	2.64	ppm	4
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	19.0283	TCE세척	전자부품	19.0283	TCE세척	전자부품	30.7	3.07	ppm	1
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	0	0	자동차 부품	0	0	자동차 부품	32	3.2	ppm	1
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	0.8201	SMD/세척	PCB부품	0.8103	SMD/세척	PCB부품	33	3.3	ppm	2
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	24.5037	2층 세척	통신전자부품	0	자동선반	광통신부품	33.3	3.33	ppm	12
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	12.0468	TCE세척	에어컨 부품(동관등	1.6382	TCE세척	에어컨 부품(동관등	36.3	3.63	ppm	2
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	34.3532	TCE세척	에어컨 부품(동관등	0	초음파세척	자동차 전자부품	40	4	ppm	143
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	0.4097	CNC가공/세척	전자부품	0	세척	치과용 기기	42.1	4.21	ppm	3
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	6.27928	SMT,세척	비디오폰	6.27928	SMT,세척	비디오폰	44	4.4	ppm	1
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	5.2521	TCE세척	핸드피스	0	세척	치과용 기기	44.4	4.44	ppm	11
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	18.419	세척	휴대전화부품	18.419	세척	휴대전화부품	47	4.7	ppm	1
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	96.3643	TCE탈지	PDP 케이스 도장	0	생산부	Hybrid IC	50	5	ppm	1825
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	15.4267	TCE세척	전자부품	15.4267	TCE세척	전자부품	123	12.3	ppm	1
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	0	자동CNC선반 및	광학기기, 통신, 자	0	0	자동차 부품	133	13.3	ppm	2
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	109.15	TCE세척 및 연마	전자부품	0	0	자동차 부품	160	16	ppm	12
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	87.29	SMT Line	반도체 부품	0	Solder인	반도체 부품	200	20	ppm	114
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	12.2167	코팅/TCE세척1층	렌즈	5.2746	TCE세척	전자부품	270	27	mg/㎥	3
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	0	유기용제세척	통신기기부품	0	유기용제세척	통신기기부품	400	40	ppm	2
21201	79-01-6	트리클로로에틸렌(STEL)	1	0.1901	세척	채널서비스장치, 데	0.17732	세척	채널서비스장치, 데	4000	400	ppm	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0	도금	인쇄회로기판도금	0	도금	인쇄회로기판도금	0.05	0.005	ppm	1
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0	도금(전기동)	인쇄회로기판	0	도금	인쇄회로기판	0.19	0.019	ppm	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.10457	2F 수평화학동,	인쇄회로기판, 리드	0	도금(2F)	자동차부품, 전자관	0.2	0.02	mg/㎥	118
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.1281	도금	전자부품 도금	0.1192	도금	전자부품 도금	0.21	0.021	ppm	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0842	구리도금	동도금	0.0023	화학동	전자부품 도금	0.22	0.022	ppm	5
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.1243	동도금	전자부품	0	동도금	PCB 도금	0.24	0.024	ppm	244
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.108	사출성형	카메라 , LED	0.0054	분석	기타 인쇄회로기판	0.26	0.026		8
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0054	몰딩/경화	반도체(용접기 부품	0	몰딩/경화	반도체(용접기 부품	0.29	0.029	ppm	4
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.1497	PM 사업부	전자부품 배터리 보	0	Fab3(3F) PHOTO	반도체용칩	0.3	0.03	ppm	485
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0312	오버글레이징(크	전자부품 및 소모품	0.0146	오버클레이징	전자부품 및 소모품	0.32	0.032	ppm	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.6604	화학동	인쇄회로기판	0	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	0.33	0.033	ppm	176
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0129	표면처리	전자부품(전자회로)	0	표면처리	전자부품	0.36	0.036	ppm	6
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.01645	코팅	전자파 차폐용 원단	0.01581	코팅	전자파 차폐용 원단	0.37	0.037	ppm	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.003	무전해도금	인쇄회로기판	0.003	무전해도금	인쇄회로기판	0.38	0.038	ppm	1
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.1926	동도금(신관)	인쇄회로기판	0	사출(EMC)	콘넥트	0.4	0.04	ppm	667
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0692	2공장1층	회로기판	0	2공장2층	회로기판	0.44	0.044	ppm	38
21209	50-00-0	포름알데히드	1	0.3989	도금		0	생산3팀	반도체 소자(IC)	0.5	0.05	ppm	2050
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0	준비	전자제품,부품	0	준비	전자제품,부품	0.54	0.054	mg/㎥	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.1121	도금	그외 기타 전자부품	0	도금3(2F)	자동차부품, 전자관	0.6	0.06	mg/㎥	57
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.43405	무전해도금	NFC	0	BGA도금	리드프레임 및 반도	0.75	0.075	mg/㎥	69

21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0	도금(화학동)	인쇄회로기판	0	도금(화학동	인쇄회로기판	1	0.1	ppm	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.02983	2공장1층	회로기판	0	2공장1층	회로기판	2	0.2	ppm	2
22009	1313-99-1	니켈(가용성 무기화합물,흡입성)	1	0	스폿용접	에어컨,전자렌지,가	0	스폿용접	에어컨,전자렌지	0.08	0.008	mg/㎥	555
22009	1313-99-1	니켈(가용성 화합물)	1	0.0016	케스팅	치아	0	AU[4층] SOFT GO	PCB	0.1	0.01	mg/㎥	344
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0004	PW전공정	양극성접합트랜지스	0	4층 화학동/하프	인쇄회로기판	0	0	mg/㎥	5
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0028	도금	도금	0.0028	도금	도금	0.04	0.004	mg/㎥	1
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0026	도금	도금	0.0009	도금	도금	0.05	0.005	mg/㎥	4
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.05753	표면처리팀	전자부품(커넥터)	0	실험실	유사 반도체	0.06	0.006	mg/㎥	135
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.01571	도금	컨넥터 도금품	0	2공장 1층 PSR	전자제품	0.07	0.007	mg/㎥	126
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0553	도금	콘넥트	0	도금	콘넥트	0.08	0.008	mg/㎥	555
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.064	109호	리튬전지	0	화학분석	실리콘웨이퍼	0.1	0.01	mg/㎥	2000
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.00001	하드금도금[H/G]	인쇄회로기판	0.00001	하드금도금[H/G]	인쇄회로기판	0.16	0.016	mg/㎥	1
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0011	판금반	과학실험기기	0.0007	판금반	과학실험기기	0.2	0.02	mg/㎥	2
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0	금도금/정면	컴퓨터주변기기, 전	0	금도금	전자제품	0.67	0.067	mg/㎥	10
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.00003	바이오피엠-FAB	LED Chip	0	바이오피엠-FAB	LED Chip	0.8	0.08	mg/㎥	3
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0291	청량	전기회로 개패 등	0	ELF생산G	리드프레임 및 반도	1	0.1	mg/㎥	30
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0	금도금	인쇄회로기판	0	금도금	인쇄회로기판	5	0.5	mg/㎥	1
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0013	기타		0.0013	기타		0.1	0.01	mg/㎥	1
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.02523	용접/사상/제관	펄프 및 종이기계	0	아르곤용접	반도체 부품	0.13	0.013	mg/㎥	19
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0044	아르곤용접,은납	압력계	0	용접	고압차단기	0.14	0.014	mg/㎥	51
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0217	용접	전자석 탈철기	0	판금제조-레이저	자동화설비, 금형	0.15	0.015	mg/㎥	30
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.065	코팅(용사)		0	제조1과(1B동)	전자부품	0.16	0.016	mg/㎥	390
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0236	몰드제작	치아보철물	0	레이저절	그외 기타 전자부품	0.17	0.017	mg/㎥	47
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0082	E동(선영산업)	발전설비 및 화공설	0	용접	제어계측기	0.18	0.018	mg/㎥	36
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0028	용접	식기세척기	0.0002	용접	식기세척기	0.19	0.019	mg/㎥	6
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.098	[소재1동]전자재	자동차 전지 외	0	종합분석실 5F	반도체	0.2	0.02	mg/㎥	2539
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0481	용접/사상	펄프 및 종이 기계	0	제품부	알루미늄형재	0.33	0.033	mg/㎥	7
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0012	기타용접(아르곤	에어컨 부품(동관등	0	용접	고압차단기	0.36	0.036	mg/㎥	4
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0	용접	안경테	0	용접	안경테	0.37	0.037	mg/㎥	2
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.00065	용접	안경테	0.00001	용접	안경테	0.38	0.038	mg/㎥	8
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.1495	계량,혼합,소성	축전지	0	솔더볼제조 투입	전자관, 다이오드	0.4	0.04	mg/㎥	303
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0	용접	안경테	0	용접	안경테	0.42	0.042	mg/㎥	8
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0033	기타주조(케스팅	치과용 기기 제조	0	0	치과용 기기 제조	0.44	0.044	mg/㎥	29
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0002	용접	안경테	0	용접	안경테	0.45	0.045	mg/㎥	7
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.00055	용접	안경테	0.00013	용접	안경테	0.47	0.047	mg/㎥	6
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.2386	기타		0	제관용접실	리드프레임 및 반도	0.5	0.05	mg/㎥	3190
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0044	용접	배전반	0.0044	용접	배전반	10	1	mg/㎥	1
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	1	0.0004	생산 - 세척실	콘덴서	0.0004	생산 - 세척실	콘덴서	0.16	0.016	mg/㎥	1

22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	1	0.0281	용접(4공장)	주방용 솥	0	정비파트(배관)	폴리실리콘	0.2	0.02	mg/㎥	91
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	1	0.00195	생산	데코레이션필름	0.0002	생산	데코레이션필름	0.33	0.033	mg/㎥	4
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	1	0.0015	CABINET	냉장고 등	0	CABINET	냉장고 등	0.36	0.036	mg/㎥	2
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	1	0	용접/사상	수배전반	0	용접/사상	수배전반	0.4	0.04	mg/㎥	4
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	1	0.0419	DR연삭	훼라이트코아	0	용접	반도체부품	0.5	0.05	mg/㎥	270
22013	1313-99-1	니켈카르보닐	1	0.0008	제조1과(1B동)	전자부품	0	제조3과(3A동)	전자부품	0	0	mg/㎥	44
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0027	S1 Ph-3 LINE	반도체	0.0027	S1 Ph-3 LINE	반도체	0	0	mg/㎥	1
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0	투입,용해,주조	세탁기부품	0	투입,용해,주조	세탁기부품	1.4	0.14	mg/㎥	2
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0	투입,용해,주조	세탁기부품	0	투입,용해,주조	세탁기부품	1.76	0.176	mg/㎥	1
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0	주조	세탁기부품	0	주조	세탁기부품	2.42	0.242	mg/㎥	1
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0	다이캐스팅		0	다이캐스팅		3.2	0.32	mg/㎥	2
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0157	다이캐스트	모터코어	0	제품부	알루미늄형재	3.3	0.33	mg/㎥	15
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0204	다이캐스트	알루미늄 괴	0	0	기타 유사반도체	3.33	0.333	mg/㎥	40
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0104	다이캐스트	통신부품	0.0042	다이캐스트	통신부품	3.35	0.335	mg/㎥	2
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0035	절연 및	전기전자부품	0.0035	절연 및	전기전자부품	3.47	0.347	mg/㎥	1
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0	용해,다이캐스팅	세탁기부품	0	용해,다이캐스팅	세탁기부품	3.6	0.36	mg/㎥	2
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.3485	기타용접(아르곤	에어컨 부품(동관등	0	모듈라인(다이어	기타 유사반도체	3.63	0.363	mg/㎥	49
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.04362	자동도장	자동차부품	0	주조반	세탁기 부품	3.64	0.364	mg/㎥	11
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.00018	육수통	냉장고 등	0	육수통	냉장고 등	3.65	0.365	mg/㎥	2
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.00066	BMC-증착	자동차용램프	0	표면처리-증착	자동차용램프	3.7	0.37	mg/㎥	8
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.04144	배합/압출/도금/	케이블	0.0028	기타용접(아르곤	에어컨 부품(동관등	3.8	0.38	mg/㎥	3
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.00354	사출	커넥터	0	배합	LED부품120	3.81	0.381	mg/㎥	4
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	2.5021	다이캐스트	알루미늄 괴	0	[D동 Dep	반도체	4	0.4	mg/㎥	745
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.568	기타공정(다이캐	자동차,전자부품등	0.00084	도장	전자부품	4.21	0.421	mg/㎥	4
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0022	다이캐스팅/주조	조명기구	0	금도금	PCB회로기판	4.4	0.44	mg/㎥	15
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0108	건식CNC,	전자,전기부품	0	연마	부품가공(휴대폰 장	4.44	0.444	mg/㎥	45
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	1.7383	기타	화학기계, 산업기계	0	증착	연성회로기판 外	5	0.5	mg/㎥	4869
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0116	7 Line	BLU,반도체장비	0	3 LINE	반도체	10	1	mg/㎥	125
22067	7440-43-9	카드뮴분진및 염	1	0.00719	생산2과	전기접점 및 저온용	0	A동MLF	프리즘필름	0	0	mg/㎥	84
22067	7440-43-9	카드뮴분진및 염	1	0.00862	TOOL디블로킹	안경렌즈	0	1공장 C-QE팀	반도체	0.01	0.001	mg/㎥	441
22067	7440-43-9	카드뮴분진및 염	1	0.0001	블럭제거	아크릴외	0	생산2과	전기접점 및 저온용	0.02	0.002	mg/㎥	24
22067	7440-43-9	카드뮴분진및 염	1	0.0217	용접	전기접점, 차량용개	0	1공장	반도체	0.03	0.003	mg/㎥	143
22073	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성6가크롬화합물)	1	0.0005	MPQA(2.5F)	자동차부품, 전자관	0	솔라QC	웨이퍼	0.03	0.003	mg/㎥	27
22073	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성6가크롬화합물)	1	0.01327	Solar잉곳생산	웨이퍼	0	QA/WRIGHT ETCHE	실리콘 웨이퍼	0.04	0.004	mg/㎥	101

22073	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성6가크롬화합물)	1	0.0349	용접 및 사상 공	농업용포장기계	0	CDM	실리콘 웨이퍼	0.05	0.005	mg/㎥	1866
22073	7440-47-3	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬화합물)	1	0	1공장2층	회로기판	0	1공장2층	회로기판	0.04	0.004	mg/㎥	101
22074	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0	DSE공급	터치스크린패널	0	QA	실리콘 웨이퍼	0.04	0.004	mg/㎥	6
22074	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.01173	용접(판금반)	통신장비	0	B동 6층 QC팀	실리콘웨이퍼	0.05	0.005	mg/㎥	196
22075	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성6가크롬화합물)	1	0.0036	용접/사상	수배전반	0	기타	세탁기,냉장고,압축	0	0	mg/㎥	273
22075	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성6가크롬화합물)	1	0.0088	0	식품제조 자동화 기	0	1공장	반도체	0.01	0.001	mg/㎥	1421
22076	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.005	스프레이도장	가스기자재	0	배관	폴리실리콘	0.01	0.001	mg/㎥	145
22076	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0	Powder	전기회로 개패 등	0	생산D동	동판	0.05	0.005	mg/㎥	101
22076	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0	A동	동판	0	D동	동판	0.1	0.01	mg/㎥	17
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	0.0194	Plating	양극성접합트랜지스	0	Plating	양극성접합트랜지스	0.67	0.067	ppm	6
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	11.7139	멸균	치과용주사침	0	Plating/에칭	양극성접합트랜지스	0.8	0.08	ppm	24
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	0.20079	멸균	주사기	0.20079	멸균	주사기	0.88	0.088	ppm	1
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	6.2694	멸균		0	BIP FAB Etch	TR, IC, 전장, SAW	1	0.1	ppm	536
25001	없음	금속가공유	1	0.1937	기계가공	전자부품	0.1387	기계가공	전자부품	0.38	0.038	mg/㎥	3
25001	없음	금속가공유	1	0.1577	신선/집합	동선임가공	0.142	신선/집합	동선임가공	0.46	0.046	mg/㎥	2
25001	없음	금속가공유	1	0.009	통신선공장 다이	케이블	0.009	통신선공장 다이	케이블	0.48	0.048	mg/㎥	1
25001	없음	금속가공유	1	0.2434	가공(자동CNC)	전자부품	0.2065	가공(자동CNC)	전자부품	0.49	0.049	mg/㎥	2
25001	없음	금속가공유	1	0.3248	기계가공	알루미늄 가공품	0.07287	기계가공(CNC,MC	자동차전자부품	0.51	0.051	mg/㎥	5
25001	없음	금속가공유	1	0.37293	래핑/폴리싱	세라믹	0	MCT가공	반도체 장비부품	0.53	0.053	mg/㎥	199
25001	없음	금속가공유	1	0.33887	CNC가공	반도체 부품	0.06328	CNC가공	반도체 부품	0.55	0.055	mg/㎥	7
25001	없음	금속가공유	1	0.5606	기계가공	전자부품	0	기계가공/이물질	치공구	0.58	0.058	mg/㎥	187
25001	없음	금속가공유	1	0.1955	밀링	금형	0.0389	방전가공	금형	0.59	0.059	mg/㎥	10
25001	없음	금속가공유	1	0.36216	MCT가공	반도체장비부품가공	0	MCT가공	반도체제조설비부품	0.6	0.06	mg/㎥	70
25001	없음	금속가공유	1	0.2459	CNC가공	발전기 부품	0	금형보수	그외 기타 전자부품	0.61	0.061	mg/㎥	18
25001	없음	금속가공유	1	0.009	전력선공장 다이	케이블	0.009	전력선공장 다이	케이블	0.62	0.062	mg/㎥	1
25001	없음	금속가공유	1	0.9258	외내경(연삭)	풍력발전기	0	[A동-2F]Lapping	반도체	0.64	0.064	mg/㎥	3174
25001	없음	금속가공유	1	0.3534	가공	전자부품	0	1공장	기타 반도체소자 제	0.67	0.067	mg/㎥	32
25001	없음	금속가공유	1	0.3331	샤프트가공(1층)	마이크로드릴 샤프	0	기타가공	반도체부품	0.7	0.07	mg/㎥	78
25001	없음	금속가공유	1	0.4685	가공	산업기계부품	0	가공	세라믹	0.71	0.071	mg/㎥	214
25001	없음	금속가공유	1	0.14286	NC가공	안경테	0.05853	NC가공	안경테	0.72	0.072	mg/㎥	4
25001	없음	금속가공유	1	0.15848	CNC가공	안경테	0.07804	CNC가공	안경테 코팅	0.73	0.073	mg/㎥	6
25001	없음	금속가공유	1	0.183	선반 및 밀링	부품가공	0.014	기계가공	표면처리	0.75	0.075	mg/㎥	10
25001	없음	금속가공유	1	0.05571	금형	휴대폰 케이스	0.04214	금형	휴대폰 케이스	0.77	0.077	mg/㎥	2
25001	없음	금속가공유	1	0.06876	CNC가공		0.06876	CNC가공		0.78	0.078	mg/㎥	1

25001	없음	금속가공유	1	1.0106	ProgressiveLine	전자제품부품	0	기타가공	반도체 부품가공	0.8	0.08	mg/㎥	12695
25002	없음	금속가공유	1	0.2611	기타가공	기타 무선통신장비	0.0275	기타가공	기타 무선통신장비	0.64	0.064		2
25002	없음	금속가공유	1	0.684	절삭가공	전자제품용 핀	0.0052	가공팀		0.8	0.08	mg/㎥	137
41001	14808-60-7	실리카-결정체-석영	1	0.0082	인쇄	전자부품	0	금형	전자부품	0.03	0.003	mg/㎥	40
41001	14808-60-7	실리카-결정체-석영	1	0.5203	기타공정(보강토	건설업	0	기타		0.04	0.004	mg/㎥	719
41001	14808-60-7	실리카-결정체-석영	1	0.055	기타공정		0	Ass`y 4P	반도체및액정표시장	0.05	0.005	mg/㎥	2660
41002	14808-60-7	산화규소(크리스토바라이트)	1	0	고무혼합	절연케이블	0	기타		0.04	0.004	mg/㎥	59
41002	14808-60-7	산화규소(크리스토바라이트)	1	0.0458	주형제작	치과기공소	0	기타		0.05	0.005	mg/㎥	356
41003	14808-60-7	산화규소(트리디마이트)	1	0	혼합	절연케이블	0	기타		0.04	0.004	mg/㎥	28
41003	14808-60-7	산화규소(트리디마이트)	1	0	샌딩	밥솥등	0	기타		0.05	0.005	mg/㎥	32
41009	14808-60-7	기타광물성분진(산화규소결정체1%이하)	1	0.398	스폿용접	에어컨,전자렌지,가	0.398	스폿용접	에어컨,전자렌지	8	0.8	mg/㎥	1
41010	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%이상의분진	1	0.3398	증착	IR CUTOFF FILTER	0.0629	증착	IR CUTOFF FILTER	1.45	0.145	mg/㎥	4
41010	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%이상의분진	1	0.1718	증착	유무선(광통신)부품	0.0455	증착	유무선(광통신)부품	1.52	0.152	mg/㎥	2
41010	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%이상의분진	1	0.2571	증착	IR CUTOFF FILTER	0.1638	증착	IR CUTOFF FILTER	1.6	0.16	mg/㎥	2
41010	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%이상의분진	1	0.503	가스용접	반도체장비 부품	0	주조/연마	치과보철물	2	0.2	mg/㎥	39
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	0	제조1과(1F)	자동차부품, 전자관	0	제조1과(1F)	자동차부품, 전자관	0.04	0.004	mg/㎥	3
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	0.5151	증착	콘덴서, 증착필름	0.0522	증착	콘덴서, 증착필름	3.3	0.33	mg/㎥	6
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	1.64	원료계(2F)	전지핀, 다이오드트	0.61	SMD라인	전지핀, 다이오드트	3.33	0.333	mg/㎥	14
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	0.8912	ROD MOUNTING	실리콘 웨이퍼	0.0133	다결정실	실리콘 웨이퍼	4	0.4	mg/㎥	52
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	2.3057	B3동/ACE	가정용 냉장고	0	인프라 그린3동	반도체	5	0.5	mg/㎥	349
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.1077	A2 EVEN EN	OLED	0.1077	A2 EVEN EN	OLED	0.62	0.062	mg/㎥	1
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.3021	A2 EVEN EN	OLED	0.0762	A2 EVEN EN	OLED	5	0.5	mg/㎥	5
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.5094	레이업	인쇄회로기판	0.2625	레이업	인쇄회로기판	6.4	0.64	mg/㎥	2
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.6384	G2동 홀가공 및	인쇄회로기판 가공	0.036	기타	축전지	6.66	0.666	mg/㎥	29
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.7438	C동 라우터	인쇄회로기판	0.04	홀가공	인쇄회로기판가공	6.67	0.667	mg/㎥	20
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	1.518	도금(1F)	자동차부품, 전자관	0.0052	B9-1F		6.7	0.67	mg/㎥	71
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.2682	원료투입	청소기,냉장고부품	0.0857	기타분쇄(에어컨	청소기,냉장고부품	7.27	0.727	mg/㎥	3
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.7039	BMC-전처리	자동차용램프	0.31752	BMC-사상	자동차용램프	7.4	0.74	mg/㎥	4
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.218	샌딩(액체라인)	가전제품부품	0.1557	샌딩(분체라인)	가전제품부품	7.61	0.761	mg/㎥	2
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	3.4456	가공	Car lock set	0	사상	소형모터, 냉매유니	8	0.8	mg/㎥	506
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.8014	계량 및 혼합	부목(깁스)제조	0.8014	계량 및 혼합	부목(깁스)제조	8.42	0.842	mg/㎥	1
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.5607	3공장2층	회로기판	0.0326	3공장2층	회로기판	8.8	0.88	mg/㎥	15
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.218	기타절단	사파이어 웨이퍼	0.03	모형제작등	의료보조기	8.88	0.888	mg/㎥	4
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.079	모형제작등	의료보조기	0.066	모형제작등	의료보조기	8.9	0.89	mg/㎥	2
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	9.5007	분체도장/피막	조명기구	0	기타혼합	액정기기	10	1	mg/㎥	4959
44001	없음	목재분진(적삼목,흡입성)	1	0.152	자재	폴리실리콘	0.0187	목공실		0.5	0.05	mg/㎥	6
44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.4036	1층라우타	전자회로기판	0.4036	1층라우타	전자회로기판	0.67	0.067	mg/㎥	1
44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.2106	1층 라우타	전자회로기판	0.2023	1층 라우타	전자회로기판	0.7	0.07	mg/㎥	2
44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.03	목공	케이블	0.03	목공	케이블	0.78	0.078	mg/㎥	1

44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.7443	N/C가공	인쇄회로기판	0.0439	부자재재단	FPCB가공	0.8	0.08	mg/㎥	32
44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.29621	홈가공	강화마루	0.05	Coal House[양지	발전기 및 전기변환	0.88	0.088	mg/㎥	11
44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.972	우드라인	음향장비시스템	0	목재절단	변압기코일 외	1	0.1	mg/㎥	365
45001	없음	용접흄및분진	1	0.2582	용접/제관	배전반	0.1214	금형수리	플라스틱 사출품	1	0.1	mg/㎥	2
45001	없음	용접흄및분진	1	0.30991	ABS피복제거	모터, 코아, 서브어	0.30991	ABS피복제거	모터, 코아, 서브어	3.2	0.32	mg/㎥	1
45001	없음	용접흄및분진	1	0.40106	제품부	알루미늄형재	0.0276	캡용접	축전지 부속자재	3.3	0.33	mg/㎥	12
45001	없음	용접흄및분진	1	1.4659	용접	자동차 부품(머플러	0.0092	용접	자동차 부품(머플러	3.33	0.333	mg/㎥	103
45001	없음	용접흄및분진	1	1.226	제관반	기타 일반목적용 기	0.497	아르곤용접	반도체 부품	3.47	0.347	mg/㎥	8
45001	없음	용접흄및분진	1	0.2758	용접	전기기기 외	0.1072	용접	전기기기 외	3.6	0.36	mg/㎥	2
45001	없음	용접흄및분진	1	1.909	용접	고압차단기	0.0346	아르곤용접	살균소독기	3.63	0.363		91
45001	없음	용접흄및분진	1	0.454	동용접(F동)	전자기기,기구부품	0.14754	조립/용접	냉장고	3.64	0.364	mg/㎥	3
45001	없음	용접흄및분진	1	0.2382	CABINET	냉장고 등	0.0572	육수통	냉장고 등	3.65	0.365	mg/㎥	4
45001	없음	용접흄및분진	1	0.0677	스폿용접	전기변환장치	0.0634	스폿용접	전기변환장치	3.66	0.366	mg/㎥	2
45001	없음	용접흄및분진	1	2.345	용접		0.152	스폿용접	산업용압축기	3.8	0.38	mg/㎥	51
45001	없음	용접흄및분진	1	1.918	용접/사상	발전기 부품	1.123	용접/사상	발전기 부품	3.87	0.387	mg/㎥	2
45001	없음	용접흄및분진	1	0.251	수동SPOT	자동차부품 및 케이	0.101	수동SPOT	자동차부품 및 케이	3.88	0.388	mg/㎥	3
45001	없음	용접흄및분진	1	3.6659	CO2용접	난방기구	0	제관	JIG제작	4	0.4	mg/㎥	1102
45001	없음	용접흄및분진	1	0.4434	2층 가공반 용접	가스 개폐기	0.0468	스폿용접(프레스	조명기구	4.21	0.421	mg/㎥	15
45001	없음	용접흄및분진	1	3.5475	A동(SH기술)	발전설비 및 화공설	0.02216	일반전지	축전지 및 일차전지	4.4	0.44	mg/㎥	62
45001	없음	용접흄및분진	1	2.281	가공/제작	도로표지	0.0269	용접	배전반	4.44	0.444	mg/㎥	98
45001	없음	용접흄및분진	1	0.601	제작		0.052	용접	휴대전화부품	4.7	0.47	mg/㎥	11
45001	없음	용접흄및분진	1	0.12901	제관	전기컨트롤박스	0.05533	제관	전기컨트롤박스	4.71	0.471	mg/㎥	2
45001	없음	용접흄및분진	1	0.19	수동SPOT	자동차부품 및 케이	0.136	자동SPOT	자동차부품 및 케이	4.8	0.48	mg/㎥	3
45001	없음	용접흄및분진	1	0.1372	용접	식기세척기	0.0803	용접	식기세척기	4.81	0.481	mg/㎥	4
45001	없음	용접흄및분진	1	15.7405	용접/사상	금속주조제품, 산업	0	용접	산업기계제작	5	0.5	mg/㎥	12388
45001	없음	용접흄및분진	1	0.00011	용접/납땜	전자제품	0.00004	용접/납땜	전자제품	10	1	mg/㎥	2
47001	1317-95-9	산화규소(분진)	1	0.39079	[ITO]사상		0.318	금형가공	EMC/연구서비스	10	1	mg/㎥	2
51071	78-87-5	1,2-디클로로프로판	아님	8.01257	세척	전기장비 제조업	0	부품조립	인쇄회로기판	75	7.5	ppm	6
51161	7440-38-2	비소 및 가용성 비소화합물	1	0	1공장2층	회로기판	0	1공장2층	회로기판	0	0	mg/㎥	2
51161	7440-38-2	비소및그무기화합물 및 함유제제	1	0.0005	6-1 LINE	반도체	0	13Line 엔지니어	반도체	0.01	0.001	mg/㎥	67
51166	14808-60-7	산화규소-결정체석영	1	0	LCR사업부-B9-2F	MLCC	0	LCR사업부-B8-1F	MLCC	0.04	0.004	mg/㎥	5
51166	14808-60-7	산화규소-결정체석영	1	0.0116	도장	가정용 비전기식 조	0	LCR사업부-A4-3F	MLCC	0.05	0.005	mg/㎥	4
51166	14808-60-7	산화규소-결정체석영	1	0.045	코팅	기타 광학기기 제조	0	연구소	핸드폰배터리	0.1	0.01	mg/㎥	41
51166	14808-60-7	산화규소	1	0.0324	라인동4층	LCD	0.0324	라인동4층	LCD	1	0.1	mg/㎥	1
51175	1306-19-0	산화카드뮴(제품)	1	0.00007	용접	카본브러쉬	0.00007	용접	카본브러쉬	0.05	0.005	mg/㎥	1
51176	1306-19-0	산화카드뮴(흄)-AAS	1	0.0019	아르곤용접	압력측정 및 검사계	0.0019	아르곤용접	압력측정 및 검사계	0.01	0.001	mg/㎥	1
51176	1306-19-0	산화카드뮴(흄)-AAS	1	0.0075	용접/플럭스	정수기	0	용접	안경테	0.05	0.005	mg/㎥	6
51229	8052-42-4	아스팔트흄(벤젠추출물)	1	0.2259	압출		0	압출		0.4	0.04	mg/㎥	37
51229	8052-42-4	아스팔트흄(벤젠추출물)	1	0	압출		0	압출		0.44	0.044	mg/㎥	5

51229	8052-42-4	아스팔트흄(벤젠추출물)	1	0	납라인	축전기,충전기	0	납라인	축전기,충전기	0.5	0.05	mg/㎥	2
51269	0	미네랄 오일미스트(광물성)	1	0.3801	3F 성형,건조	회전기부품	0.0594	N/C 가공	금형,전자부품	10	1	mg/㎥	31
51326	7758-97-6	크롬산연(크롬)	1	0.0025	샌딩, 코팅	용해로수리제작	0	그린플루팀 고무	광케이블, 알루미늄	0	0	mg/㎥	18
51326	7758-97-6	크롬산연(크롬)	1	0.008	분체도장	수배전반	0	스프레이도장	진단용X기기, X선필	0.01	0.001	mg/㎥	75
51326	7758-97-6	크롬산연(크롬)	1	0	분체도장	배전반 및 전기자동	0	분체도장	배전반 및 전기자동	0.04	0.004	mg/㎥	7
51326	7758-97-6	크롬산연(크롬)	1	0.02007	분체도장	배전용전기회로개폐	0	분체도장	배전반	0.05	0.005	mg/㎥	28
51327	7758-97-6	크롬(금속)	1	0	GEN IV / TETRA	반도체 포토마스크	0	GEN IV / TETRA	반도체 포토마스크	0.5	0.05	mg/㎥	8
51484	14808-60-7	규소(크리스발라이트)	1	0.0027	몰드제작	치아보철물	0	조립반(COS)	자동차 배터리	0.04	0.004	mg/㎥	4
51484	14808-60-7	규소(크리스발라이트)	1	0.0134	가공	치과 가공물	0.008	"	치과 가공물	0.05	0.005	mg/㎥	2
51485	65996-93-2	코우크스(CTPV)	1	0.084	보수		0.056	설비정비		0.2	0.02	mg/㎥	4
51498	14808-60-7	석영	1	0.0059	SR(3F)[SR노광]	자동차부품, 전자관	0	원료과 페이스트	자동차부품, 전자관	0.03	0.003	mg/㎥	17
51498	14808-60-7	석영	1	0.0047	제조3과(3A동)	전자부품	0	Ass'y 2P (D/A)	반도체 및 액정표시	0.04	0.004	mg/㎥	50
51498	14808-60-7	석영	1	0.0444	분체도장	냉동기	0	1캠퍼스M8(B1F)	반도체	0.05	0.005	mg/㎥	468
51498	14808-60-7	석영	1	0.0019	배합,성형,소성	세라믹패키지	0.0013	배합,성형,소성	세라믹패키지	0.16	0.016	mg/㎥	2
51498	14808-60-7	석영	1	0.0397	조형장	중,전기부품	0	CVD운영	폴리실리콘	0.2	0.02	mg/㎥	74
51500	65996-93-2	다환방향족 탄화수소	1	0	금형기술	연구,개발	0	금형기술	연구,개발	0.2	0.02	mg/㎥	2
51500	65996-93-2	다환방향족 탄화수소	1	0.001	제품품격연구소/	전자제품	0.001	제품품격연구소/	전자제품	200	20	mg/㎥	1
52001	없음	금속가공유(혼합용매추출물)	1	0	103~107호	리튬전지	0	103~107호	리튬전지	10	1	mg/㎥	7
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0	프레임제작	건물용철문	0	프레임제작	건물용철문	0	0		2
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.0025	용접/플럭스	정수기	0	가공/표인(자동)	영상음향 및 통신장	0.01	0.001	mg/㎥	15
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0	분체도장		0	분체도장		0.05	0.005	mg/㎥	1
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0	4L스퍼터	반도체, 엘시디부품	0	5,6L 스퍼터	위탁운영	0.1	0.01	mg/㎥	4
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0	자동마킹/희석	기타 피복절연선 및	0	자동마킹/희석	기타 피복절연선 및	0.5	0.05	mg/㎥	8
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.428	기타연삭		0.0045	연마	의료용 기타기기	0.8	0.08	mg/㎥	11
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.0135	Data pro		0	도장Load실		1	0.1	ppm	7
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.1273	피복	기타 피복절연선 및	0.0024	점검	레미콘	2	0.2		6
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.226	기타조립	아레스타	0.0263	기타정제	아레스타	3.5	0.35		6
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.5542	연마		0.0388	기타공정	아레스타	5	0.5	mg/㎥	13
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.2584	혼합/조립	전기제품	0	420호	리튬전지	10	1	mg/㎥	8
52001	64365-11-3	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0	전극과(2F)	자동차부품, 전자관	0	전극과(2F)	자동차부품, 전자관	16	1.6	mg/㎥	7
52001	7440-43-9	카드뮴 및 그 화합물	1	0.3294	분사연마	송배전변압기	0.3294	분사연마	송배전변압기	5	0.5	mg/㎥	13
52001	7440-47-3	크롬산연	1	0	101호(양극배합)	리튬전지	0	102호(양극코터)	리튬전지	10	1	ppm	10
52001	7440-47-3	크롬산납	1	18.6	기타열처리	송배전변압기	18.3	기타열처리	송배전변압기	30.6	3.06	℃	2
52039	7758-97-6	크롬산연(납)	1	0.0018	샌딩, 코팅	용해로수리및제작	0	도장	개폐기, 차단기 등	0.04	0.004	mg/㎥	22
52039	7758-97-6	크롬산연(납)	1	0.0413	도장	자동차검사기기	0	도장	자동차검사기	0.05	0.005	mg/㎥	162

* 작업환경측정대상물질이 1인 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 속한물질이다. 아닌 것은 "아님"으로 표시했다. 1,2-디클로로프로판은 아님. ** 유해인자코드는 산업안전보건공단 유해인자코드이다.

(2) 한국 반도체 제조업에서 최근 5년(2013~2017)년 동안 작업환경측정 결과, 기준 값과 10%를 넘는 공정 및 유해인자들

한국 반도체 제조업에서 1급 발암물질의 최대 측정값이 기준치를 넘는 공정라인과 유해인자는 산화규소(결정체, 석영)(CMC/MMB분쇄 공정)이고, 기준치를 넘지는 않았지만 기준치에 거의 가깝게 측정된 공정과 유해인자들은 금속가공유(탭핑가공, 래핑/폴리싱, 반도체소자공정, 반도체 MCT가공, 반도체 금형세척 등), 크리클로로에틸렌(TCE 세척, 선반가공, 반도체 SMT 라인), 비소 및 그 무기화합물(반도체 제련)이다. 또한 기준값의 10%를 넘는 공정들과 유해인자들은 포름알데히드(LED chip), 산화규소(실리콘웨이퍼 Rod Mounting, 반도체부품세정), 활성탄(연삭), 금속가공유(반도체소자), 목재분진(폴리실리콘), 금속가공유(반도체 부품 금형세척) 등이다(표 Ⅲ-12).

한국 반도체 제조업에서 2A급 발암물질의 최대 측정값이 기준 값에 가까운 공정들과 유해인자들은 염화메틸렌(반도체 C/O검사, 세척, 검사), 디메틸포름아미드(반도체 전 처리)이다(부록표 Ⅲ-6).

한국 반도체 제조업에서 국제암연구기관(IARC) 2B급 발암물질의 기준 값에 가까운 측정값을 넘는 공정들과 유해인자들은 1-브로모프로판(전자부품, HIC), 테트라하이드로퓨란(반도체 열접착), 산화규소(반도체, 메탈), 카본블랙(전자, 부품) 등이다(부록표 Ⅲ-7).

한국 반도체 제조업에서 국제암연구기관(IARC) 3급 발암물질의 기준 값보다 작지만 10%값보다는 훨씬 큰 측정값을 나타낸 공정들과 유해인자들은 이소프로필알코올(반도체 전 처리/전자관 신선(CU)/크린룸/D&P파트, 전자 에폭시주입/세척), 톨루엔(전자인쇄) 등이다. 또한 3급 발암물질의 최대 측정값이 10%값을 넘는 값을 보이는 공정들과 유해인자들은 과산화수소(반도체 포토), 산화철분진(반도체 사상, 금형, 금형가공), 크롬3가 화합물(반도체, Meta/연마l), 아황산가스(사출), 활석(전자집적회로, 인쇄공정) 등이다(부록표 Ⅲ-8).

<표 Ⅲ-12> 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 1급 발암물질들(IARC G1)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정 빈도: 2013~2017년

유해인자코드**	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질*	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	노출기준	노출기준의 10%	단위	측정빈도
12011	7440-41-7	베릴륨및함유제제	1	0	PW전공정	양극성접합트랜지스	0	PW전공정	양극성접합트랜지스	0	0	mg/㎥	2
12013	7440-38-2	비소 및 그 무기화합물	1	0.0093	제련		0	생산3팀	반도체 소자(IC)	0.01	0.001	mg/㎥	1364
12013	7440-38-2	비소및그무기화합물 및 함유제제	1	0	Die Bond 공정	발광다이오드	0	Die Bond 공정	발광다이오드	0	0	mg/㎥	2
12021	1975-01-04	클로로에틸렌	1	0	압출성형		0	압출성형		0.8	0.08	ppm	6
12021	1975-01-04	클로로에틸렌	1	0	압출		0	압출		0.73	0.073	ppm	2
12021	1975-01-04	클로로에틸렌	1	0	압출성형		0	압출성형		1	0.1	ppm	2
21077	71-43-2	벤젠	1	0	Molding	TR, IC, 전장, SAW	0	SMD 전공	TR, IC, 전장, SAW	1	0.1	ppm	14
21077	71-43-2	벤젠(	1	0	Molding	TR, IC, 전장, SAW	0	Molding	TR, IC, 전장, SAW	0.5	0.05	ppm	1
21201	1979-01-06	트리클로로에틸렌(STEL)	1	27.0782	TCE세척		0	RF-Line	Hybrid IC	50	5	ppm	78
21201	1979-01-06	트리클로로에틸렌(STEL)	1	4.3595	선반가공	전자부품 외	0	선반가공	전자부품 외	10	1	ppm	25
21201	1979-01-06	트리클로로에틸렌(STEL)	1	22.6629	TCE세척	전자부품	0	SMT	회로검사장치	25	2.5	ppm	14
21201	1979-01-06	트리클로로에틸렌(STEL)	1	87.29	SMT Line	반도체 부품	0	Solder인	반도체 부품	200	20	ppm	12
21209	50-00-0	포름알데히드	1	0.1122	EOL팀 MOLD파트	반도체 패키징	0	End FAB	반도체 소자(IC)	0.5	0.05	ppm	720
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.1497	동도금	전자부품 배터리 보	0	Fab3(3F) PHOTO	반도체용칩	0.3	0.03	ppm	177
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.059	A동1층 PHOTO	LED Chip	0	사출(EMC)	콘넥트	0.4	0.04	ppm	62
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.025	Photo	LED Chip	0	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	0.33	0.033	ppm	20
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0129	표면처리	전자부품(전자회로)	0	표면처리	전자부품	0.36	0.036	ppm	6
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.0054	몰딩/경화	반도체(용접기 부품	0	몰딩/경화	반도체(용접기 부품	0.29	0.029	ppm	4
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0	BGA도금	리드프레임 및 반도	0	BGA도금	리드프레임 및 반도	0.75	0.075	mg/㎥	2
21209	50-00-0	포름알데히드(부산물)	1	0.014	M/D	반도체	0.014	M/D	반도체	0.26	0.026	ppm	1
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0194	BGA	리드프레임 및 반도	0	화학분석	실리콘웨이퍼	0.1	0.01	mg/㎥	309
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0553	도금	콘넥트	0	도금	콘넥트	0.08	0.008	mg/㎥	42
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0059	PPF도금	유사 반도체	0	실험실	유사 반도체	0.06	0.006	mg/㎥	19
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0014	PPF도금	유사반도체	0.0001	실험실	유사반도체	0.07	0.007	mg/㎥	3
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.00003	바이오피엠-FAB	LED Chip	0	바이오피엠-FAB	LED Chip	0.8	0.08	mg/㎥	3
22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0	ELF생산G	리드프레임 및 반도	0	ELF생산G	리드프레임 및 반도	1	0.1	mg/㎥	2

22009	7440-02-0	니켈(가용성무기화합물)	1	0.0004	PW전공정	양극성접합트랜지스	0.0004	PW전공정	양극성접합트랜지스	0	0	mg/㎥	1
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0051	유틸리티	태양광 설비	0	농도분석	반도체	0.2	0.02	mg/㎥	145
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0098	TIG용접	반도체제조장비 및	0	제관용접실	리드프레임 및 반도	0.5	0.05	mg/㎥	96
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.0025	제조실(상부)	전자관, 다이오드	0.00088	제조실(상부)	전자관, 다이오드	0.16	0.016	mg/㎥	4
22011	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)망간	1	0.00005	솔더볼제조 투입	전자관, 다이오드	0	솔더볼제조 투입	전자관, 다이오드	0.4	0.04	mg/㎥	4
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0109	용접	반도체장비	0	용접	반도체부품	0.5	0.05	mg/㎥	20
22012	1313-99-1	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0	정비파트(배관)	폴리실리콘	0	정비파트(배관)	폴리실리콘	0.2	0.02	mg/㎥	4
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.7478	BEAD/ARC	반도체장비세정	0	증착	연성회로기판 外	5	0.5	mg/㎥	238
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0068	세정실	반도체	0	T/F	반도체	10	1	mg/㎥	105
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0133	주조(기술동)	반도체 관련 부품	0	[D동 Dep	반도체	4	0.4	mg/㎥	10
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0072	모듈라인(와이어)	기타 유사반도체	0	모듈라인	기타 유사반도체	3.63	0.363	mg/㎥	5
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0036	0	기타 유사반도체	0	0	기타 유사반도체	3.33	0.333	mg/㎥	4
22043	7429-90-5	알루미늄및그화합물(흄)	1	0.0027	CMP	반도체	0.0027	CMP	반도체	0	0	mg/㎥	1
22067	7440-43-9	카드뮴분진및 염	1	0	인쇄실	Hybrid IC	0	화학분석	반도체	0.01	0.001	mg/㎥	17
22067	7440-43-9	카드뮴분진및 염	1	0	C-QE	반도체	0	C-QE팀화	반도체	0.03	0.003	mg/㎥	8
22073	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성6가크롬화합물)	1	0.0052	전해연마	파이프	0	CDM	실리콘 웨이퍼	0.05	0.005	mg/㎥	213
22073	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성6가크롬화합물)	1	0	QA	실리콘 웨이퍼	0	QA/WRIGHT ETCHE	실리콘 웨이퍼	0.04	0.004	mg/㎥	19
22074	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0008	Decap	반도체 검사	0	Lab etch	실리콘웨이퍼	0.05	0.005	mg/㎥	41
22074	18540-29-9	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0	QA	실리콘 웨이퍼	0	QA	실리콘 웨이퍼	0.04	0.004	mg/㎥	4
22075	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)	1	0.0011	유틸리티	태양광 설비	0	MASK SHO	반도체	0.01	0.001	mg/㎥	118
22076	18540-29-9	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0004	Decap	반도체기술평가	0	배관	폴리실리콘	0.01	0.001	mg/㎥	23
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	0.0194	Plating	양극성접합트랜지스	0	Plating	양극성접합트랜지스	0.67	0.067	ppm	6
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	0.01113	Etch	TR, IC, 전장, SAW	0	BIP FAB Etch	TR, IC, 전장, SAW	1	0.1	ppm	6
24005	75-21-8	산화에틸렌	1	0.0146	에칭	양극성접합트랜지스	0	Plating/에칭	양극성접합트랜지스	0.8	0.08	ppm	2
25001	없음	금속가공유	1	0.6568	탭핑가공		0	기타가공	반도체 부품가공	0.8	0.08	mg/㎥	668
25001	없음	금속가공유	1	0.498	기계가공	반도체장비 부품	0	[A동-2F]Lapping	반도체	0.64	0.064	mg/㎥	203

25001	없음	금속가공유	1	0.37293	래핑/폴리싱	세라믹	0.01772	래핑/폴리싱	세라믹	0.53	0.053	mg/㎥	20
25001	없음	금속가공유	1	0.33331	2공장	기타 반도체소자 제	0	MCT가공	기타 반도체소자 제	0.67	0.067	mg/㎥	4
25001	없음	금속가공유	1	0.086	기계가공/이물질	치공구	0	기계가공/이물질	치공구	0.58	0.058	mg/㎥	2
25001	없음	금속가공유	1	0.36216	MCT가공	반도체장비부품가공	0.28412	MCT가공	반도체장비부품가공	0.6	0.06	mg/㎥	2
25001	없음	금속가공유	1	0	MCT 가공	반도체부품	0	MCT가공	반도체부품	0.7	0.07	mg/㎥	2
25001	없음	금속가공유	1	0.1128	금형세척	유사 반도체	0.1128	금형세척	유사 반도체	0.55	0.055	mg/㎥	1
25002	없음	금속가공유	1	0.3005	MCT 가공	기타 유사반도체	0.2098	MCT	기타 유사반도체	0.8	0.08	mg/㎥	2
41001	14808-60-7	실리카-결정체-석영	1	0.01828	장비기술파트	반도체및태양전지용	0	MOLD	반도체및액정표시장	0.05	0.005	mg/㎥	591
41001	14808-60-7	실리카-결정체-석영	1	0.0297	CMC MMB 분쇄 및	0	기타		0.04	0.004	mg/㎥	220	
41002	14808-60-7	산화규소(크리스토바라이트)	1	0	101 SP생산2팀 M	다이오드, 트랜지스	0	기타		0.04	0.004	mg/㎥	31
41002	14808-60-7	산화규소(크리스토바라이트)	1	0	PKG	반도체	0	기타		0.05	0.005	mg/㎥	6
41003	14808-60-7	산화규소(트리디마이트)	1	0	기타	다이오드, 트랜지스	0	기타		0.04	0.004	mg/㎥	17
41003	14808-60-7	산화규소(트리디마이트)	1	0	PKG	반도체	0	기타		0.05	0.005	mg/㎥	4
41010	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%이상의분진	1	0.101	샌딩	반도체부품 세정	0.101	샌딩	반도체부품 세정	2	0.2	mg/㎥	1
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	1.4485	Etching	폴리실리콘	0	인프라 그린3동	반도체	5	0.5	mg/㎥	227
41011	14808-60-7	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	1	0.8912	ROD MOUNTING	실리콘 웨이퍼	0.0133	다결정실	실리콘 웨이퍼	4	0.4	mg/㎥	50
41012	14808-60-7	분진(유리규산1%이하)	1	2.5549	BAND SAW/BLOCK	반도체 부품	0.004	A동2층LS생산팀	실리콘웨이퍼	10	1	mg/㎥	531
41012	14808-60-7	유리규산(1% 이하)	1	0.8351	PRE-MIXING	실리콘 웨이퍼	0.015	CROP SAW	실리콘 웨이퍼	8	0.8	mg/㎥	94
44001	없음	목재분진(적삼목,흡입성)	1	0.152	자재	폴리실리콘	0.143	자재	폴리실리콘	0.5	0.05	mg/㎥	3
44002	없음	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	1	0.4793	영선	반도체소자	0.0276	목공	전자직접회로제조업	1	0.1	mg/㎥	15
45001	없음	용접흄및분진	1	1.982	용접	전력용반도체	0.0099	생산부	사파이어 잉곳(반도	5	0.5	mg/㎥	264
45001	없음	용접흄및분진	1	0.0965	금형(2동)	반도체 관련 부품	0.0715	금형(2동)	반도체 관련 부품	4	0.4	mg/㎥	2
51161	7440-38-2	비소및그무기화합물 및 함유제제	1	0.0005	IMP	반도체	0	13Line 엔지니어	반도체	0.01	0.001	mg/㎥	60
51166	14808-60-7	산화규소-결정체석영	1	0.0023	Molding	TR, IC, 전장, SAW	0.0002	Probe	TR, IC, 전장, SAW	0.1	0.01	mg/㎥	6
51327	7758-97-6	크롬(금속)	1	0	GEN Ⅳ / TETRA	반도체 포토마스크	0	TETRA Ⅱ	반도체 포토마스크	0.5	0.05	mg/㎥	8
51498	14808-60-7	석영	1	0.0067	R&D LAB	반도체패키징	0	S.C.R PM	반도체	0.05	0.005	mg/㎥	67
51498	14808-60-7	석영	1	0.00132	Ass'y 2P (D/A)	반도체 및 액정표시	0	Ass~y 2	반도체 및 액정표시	0.04	0.004	mg/㎥	10
51498	14808-60-7	석영	1	0	CVD운영	폴리실리콘	0	CVD운영	폴리실리콘	0.2	0.02	mg/㎥	4
52001	64365-11-3?	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0.428	기타연삭		0.0363	기타연삭		0.8	0.08	mg/㎥	8
52001	64365-11-3?	활성탄(코크스, 콜타르피치)	1	0	SPUTTER	반도체, 엘시디부품	0	스퍼터	위탁운영	0.1	0.01	mg/㎥	4

* 작업환경측정대상물질이 1인 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 속한물질이다(이 표에서는 다 속함). ** 유해인자코드는 산업안전보건공단 유해인자코드이다.

6) 한국의 전자산업 작업환경측정자료(2013-2017)를 통해서 본 한국의 산업안전보건관리의 시사점과 한계 극복 방안

지금까지 한국의 전자산업에서 작업환경측정을 한 결과 전체 전자산업과 반도체제조업에서 노출기준을 넘는 최대측정값도 있었고, 기준 값의 10%를 넘는 최대측정값도 있었다. 특히 전체 전자산업과 반도체 제조업에서 국제암연구기관 1급 발암물질로 최대 측정값이 기준 값보다 높게 측정된 물질들은 트리클로로에틸렌, 산화에틸렌, 금속가공유, 산화규소, 용접흄, 비소 및 그 무기화합물 등이었고, 기준 값의 10%보다 높게 측정된 물질들은 클로로에틸렌, 포름알데히드, 카드뮴, 6가 크롬, 1,2-디클로로프로판 등이었다. 이렇게 볼 때, 이 작업환경측정결과를 통해서 한국의 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 산업안전보건관리에 핵심전략으로 두어야할 각 공정라인과 유해물질들을 파악할 수 있었다.

그러나 이 연구결과 나타난 한국의 산업안전보건법에 의해 규정되는 작업환경측정제도의 한계들을 보면, 첫째, 작업환경측정대상물질이 190개로 현재 산업에서 사용하고 있는 화학물질들보다 그 수가 훨씬 적어서 산업을 빠른 발전속도를 따라가지 못하고 있다는 것이다.

한국의 전자산업에서 공기 중에 노출농도를 측정(air-monitoring)하고 있는 물질들은 거의 대부분 “산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질”의 범위 내에 들어가 있다. 이는 한국에서는 “산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질”의 범위 밖에 있는 물질들에 대해서는 그것이 위해한 화학물질이라도 공기 중에 노출농도를 측정하지 않다는 것을 의미한다. 특히 반도체 제조업의 경우, 현재 수백~수천 개의 화학물질을 사용하고 있다고 알려져 있는데, 한국의 산업안전보건법에서 규정된 “작업환경측정대상물질”[11]의 범위에 속해 있지 않은 물질들(예: 영업비밀물질들)에 대해서 물질의 공기 중 노출여

11) 작업현장에서 보건관리자들은 작업현장에서 사용하는 물질이 이 작업환경측정대상물질인지의 여부 파악을 MSDS 정보를 통해서 하고 있다. MSDS 정보에 16번에 ‘작업환경측정대상물질’ 이라고 언급해 놓았기 때문이다

부가 파악되지 못하고 있다.

이는 이 연구의 현장방분조사에서 반도체 제조업의 대부분의 안전보건관리자들이 지금까지 “해당 화학물질의 MSDS 파악을 통해 한국의 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질 여부”를 확인하고 ‘작업환경측정대상물질’에 해당되면 작업환경측정을 하고, 해당되지 않으면 작업환경측정을 하지 않는 것 “으로 알고 있고 그렇게 실행하고 있다고 언급한 것과 일치한다.

그런데 이 연구팀이 현장방문조사를 실시했을 때, 일부 대규모 반도체 제조업에서는 “사용하고 있는 모든 화학물질에 대해서 작업환경측정을 하고 있다”고 말했었는데, 이번 분석 결과 실제로는 사용하는 모든 물질에 대해서 작업환경측정을 하고 있지 않는 것으로 드러났다. 대규모 반도체 제조업들에서 몇 가지 물질들을 더 추가로 측정하기도 할 수도 있겠지만, 전반적으로 보아 반도체 제조업을 포함한 한국의 모든 산업에서는 “한국의 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질” 이외의 물질들에 대한 관리를 하고 있지 않는 것으로 확인되었다.

요약하면 첫째, 이 연구에서는 한국의 전자산업 사업체에서 어떠한 화학물질을 사용하든지에 관계없이, 한국의 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질들 외에 다른 물질들에 대해서는 고려를 하고 있지 않다는 것을 보여주고 있다.

둘째, 산업안전보건법의 작업환경측정대상물질에 국제적으로 공인된 발암물질(예: 국제암연구기관(IARC) 발암물질)이 거의 포함되지 못하고 있다는 것이다. 현재 국제암연구기관에서 규정한 Group 1 발암물질은 매년 그 숫자가 늘어나고 있는 추세인데 현재 한국의 산업안전보건법은 이러한 국제적인 흐름을 반영하지 못하고 있다.

셋째, 작업환경측정결과 허용농도이하로 측정이 되는 유해물질들에 대해서는 산업안전보건법에 의한 산업안전보건관리규제도 없다(실제 허용기준을 넘는 유해물질들에 대해서도 별다른 대안이 없는데 이는 산안법 제조의 한계이다)는

것이다.

향후 대안은 한국의 전자산업(반도체) 사업체에서 사용하는 모든 물질에 대해 성분 분석을 명확하게 하고, 위해물질에 대한 관리를 실질적으로 해야 할 것이다. 또한 발암물질의 경우에는 그 물질의 사용금지와 대체물질개발을 해야 하고, 그 발암물질에 대해서는 허용농도 이하의 농도나 저 농도로 노출이 되는 것이 허용되어서는 안 될 것이다.

3. 한국 전자산업의 건강영향 분석 결과: 산업재해승인자료(2008~2017)를 중심으로

1) 국외 전자산업의 건강영향 연구들: 문헌고찰 결과

미국에서는 1977년 한 반도체 공장에서 TCE에 의해 중추신경계질환이 유발된다는 것이 밝혀지면서 반도체 공장의 화학물질들이 건강에 악영향을 미치는 것이 알려지기 시작했다.

1977년 반도체 공장의 화학물질로 인해 심각한 건강장해를 당한 사람들이 알려지기 시작하면서 그 지역의 법률가와 연구자들[12]은 TCE를 TCA로 대체할 것을 제안했다. Scandinavia대륙에서 1970~1990년경에 환자-대조군연구가 실시되었다. 어머니로부터 유해물질을 전해 받은 아이들에서 중추신경계장애가 발생하는 것이 밝혀졌다.

1986년 미국의 반도체 공장의 재생산위해(Reproductive Hazards)에 대해서 Joseph LaDov, Linda Rudolph, Shanna Swann 등이 연구를 수행했다.

또한 Bob Harrison은 1986년에 반도체 공장의 재생산 장해에 대해 연구했다. IBM의 회사 사망통계자료에 의하면 1985~2000년 사이에 30000명이 사망했다. 역학자인 Richard Clapp이 IBM의 회사 사망통계자료(IBM CORP MOR FILE)를 분석하여 반도체 공장에서 위해요인이 건강장해를 유발함을 밝혀냈다. 미국에서 1986년 산업위생학자인 Kathleen Hammond이 반도체 공장에서 유산과 암 발생에 대한 연구를 수행했다(I.H. on S.I.A miscariages studies found increase SAB OR CANCER).

미국의 여러 법률가들과 연구자들(International Campaign for Responsible Technology, Ted Smith, Amanda Hawes)은 저 농도 용량에 대한 고려가 필요하다고 주장하고 있다. 특히 환경기준과 작업환경기준을 비교

12) Ted Smith, Amanda Hawes, International Campaign for Responsible Technology. 760 N. First Street, Suite 3, San Jose, CA, USA, 95112

해 볼 때, 작업환경기준보다 환경기준이 훨씬 낮은 것을 고려해볼 때, 작업환경의 허용기준이 환경기준의 수준으로 맞추어져야한다고 주장하고 있다. 미국 학자들은 또한 “영업비밀” 문제를 해결해야 한다고 주장한다. 미국 학자들은 또한 작업환경측정을 위해 다양한 방법을 모색해야한다고 주장한다. 미국 학자들은 또한 하도급업체와 비정규직 노동자들을 고려해야한다고 주장한다.

2) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업재해승인자료 분석결과:2008~2017년

(1) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업재해 발생 양상: 2008~2017년

가) 한국 전자산업에서 발생한 산업재해건수: 2008~2017년

한국 전자산업 전체에서 2008-2017년 동안 발생한 산업재해는 17,668건(전자부품제조엄(262) 3,108건, 반도체 제조업(261) 529건)이었다. 산업재해자료(2008-2017)를 소업종별로 분류하여 부록표로 제시하였다(부록표 Ⅲ-9, 부록표 Ⅲ-10).

나) 한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해건수, 재해발생형태와 기인: 2008~2017년

(가) 한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해건수: 2008~2017년

한국 반도체 제조업에서 2008~2017년 사이에 승인된 산업재해 총 건수를 구하기 위해 산업재해승인자료 원시자료(2008~2017)에 표기된 업종에서 “대업종명: 제조업->중업종명: 전기기계기구・전자제품・계량기・광학기계・기타정밀기구제조업->소업종명: 전자관 또는 반도체 소자 제조업” 으로 들어가 소업종명에 해당하는 “전자관 또는 반도체 소자 제조업” 에서 2008~2017년 동안 발생한 산업재해 총 3,508건을 선정했다.

한국 반도체 제조업체들의 지난 10년간(2008~2017) 산업재해건수(3,508건)의 사고성재해와 직업성질환 분포를 보면, 전체 산업재해건수 3,508명중에서 사고성재해건수 3,029건(86.35%), 질병이환건수 392건(11.17%), 질병사망건수가 62건(1.77%), 업무상사고 사망건수가 17건(0.48%)이다(부록표 Ⅲ-11).

(나)한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해의 재해발생형태: 2008~2017년

한국 반도체 제조업체들의 지난 10년간(2008~2017) 산업재해건수(3508건)의 재해발생형태는 주로 끼임, 넘어짐, 떨어짐, 부딪힘, 물체에 맞음, 깔림·뒤집힘, 물체에 맞음, 절단·베임·찔림 등이고, 작업관련 질병(뇌심 등)도 다수를 차지하고 있다. 또한 그 외에도 감전, 산소결핍, 이상온도접촉, 화학물질, 폭발파열, 화재, 화학물질누출·접촉에 의해 재해가 발생하였다(부록표 Ⅲ-12).

직업병만을 분석해 보았을 때, 사고성요통, 비사고성·작업관련성요통, 신체에 과도한 부담을 주는 작업 등과 같은 근골격계질환이 주를 이루고 있지만, 뇌혈관질환, 심장질환 직업성 암도 발생하고 있으며, 또한 망간, 벤젠, 연·연합금, 유기화합물 기타(화학물질)과 같은 화학물질에 의한 직업성질환이 발생하였다(부록표 Ⅲ-13).

한국 반도체 제조업체들의 지난 10년간(2008~2017) 산업재해건수(3508건)에 대해 발생형태와 기인별 재해건수를 보면 <부록표 III-12, Ⅲ-14>와 같다. 재해의 발생형태로 볼 때 가장 많이 발생하는 산업재해 형태는 끼임(989건, 28.19%), 넘어짐(516건, 14.71%), 작업관련성질병(뇌심 등)(418건, 11.92%), 부딪힘(211건, 6.01%), 절단·베임·찔림(199건, 5.67%)등의 재해형태이다. 그러나 화학물질누출·접촉(57건, 1.62%), 화재(22건, 0.63%), 폭발·파열(0.31%)등과 같은 화학물질관련 재해도 발생하였다(부록표 Ⅲ

-12).

한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해의 발생형태에 의한 기전을 살펴보면, 한국에서 산업재해에서 가장 많이 발생하는 발생형태(예: 끼임, 넘어짐, 떨어짐 물체에 맞음, 부딪힘, 절단·베임·찔림)' 들에도 화학물질을 취급하는 반도체 제조업의 작업 특징이 반영되어 나타나고 있지만, 더욱 더 특징적인 소견은 발생형태에 이상온도 접촉, 산소결핍, 폭발·파열, 화재, 화학물질누출·접촉과 같이 화학물질들에 의한 산업재해가 발생하고 있다는 것이다(부록표 Ⅲ-12, Ⅲ-13, Ⅲ-14).

(다)한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해의 재해의 기인: 2008~2017년

한국 반도체 제조업에서 발생한 산업재해의 기인별 재해를 보면 다음과 같다. 산업재해를 기인별로 보았을 때, 설비·기계(3508건의 32.1%), 건축물·구조물 및 표면(19.07%), 부품·부속물 및 재료(10.78%), 휴대용 및 인력용 기계기구(7.35%), 용기·용품·가구 및 기구(6.87%), 사람, 동·식물(5.62%), 교통수단(3.71%), 화학물질 및 화학제품(1.08%) 등의 순으로 발생하고 있다. 반도체 제조업의 특징에 따라 설비·기계, 구조물, 재료 등에서 많이 발생하고 있으며, 화학물질 및 화학제품에 의한 재해도 발생하고 있다(부록표 Ⅲ-14).

재해의 발생형태들과 기인들과의 관련성을 보면, 끼임의 경우 주로 설비·기계, 넘어짐의 경우 건축물·구조물 및 표면, 부딪힘의 경우 설비·기계에 의해 발생하고 있다. 또한 화학물질누출·접촉의 경우 화학물질 및 화학제품, 용기 용품가구 및 기구, 작업환경대기여건 등 자연현상 등에 의해 발생하고 있다. 작업관련성질병(뇌심 등)의 경우 산업재해승인자료 원시자료(2008~2017)에 재해의 기인이 나와 있지 않아서 파악이 안 되었다(부록표 Ⅲ-15).

산업재해 기인물을 구체적으로 보면, 방향족 및 지방족 탄화수소, 비금속광

물 제품, 상세정보 부족한 화학물질 및 화학제품, 할로겐 및 할로겐화합물, 화학제품 등이 재해의 기인으로 기여하고 있어서 반도체산업에서 화학물질로 인해 산업재해가 발생했음을 알 수 있다(표로 제시하지 않음).

기인물(상세원인)을 보면 화학제품과 관련된 물질들로 가스 등 압력용기, 금속세정, 코팅, 도금설비, 기타 고무, 플라스틱, 압출·성형재료, 기타 유기산, 기타 인쇄, 제본기계기구, 기타 화학제품, 기타 화합물 제조 및 취급설비, 기타 화합물, 요업토석가공기계, 납, 납 화합물, 메탄올, 분류되지 않은 세정, 소독 및 광택제, 분류되지 않은 용제, 희석제, 분류되지 않은 접착제, 풀, 분류되지 않은 페인트, 니스 등 도료, 상세정보 부족한 맨홀, 터널 등, 상세정보 부족한 화학물질 및 화학제품, 상세정보 부족한 화학제품, 상세정보 부족한 화합물 제조 및 취급설비, 상세정보 부족한 화합물, 요업토석가공기계, 아세톤, 염산, 염화메틸, 황산 등이 있다(표로 제시하지 않음).

(2) 한국 반도체 제조업에서 발생한 사망재해의 구체적인 재해원인: 2008~2017년

반도체 제조업에서 발생한 사망재해의 재해원인(2008~2017년)을 구체적으로 살펴봄으로써 산업재해의 기전을 분석하였다.

2008~2017년 사이에 발생한 한국 반도체 제조업에서 발생한 총 87건의 사망재해(업무상사고사망 17건, 그 외 사고사망자 8건, 질병사망자 총 62건의 재해)의 기전을 보면 다음과 같다(부록표 Ⅲ-16). 업무상 사고의 기인을 보면 작업 중 추락(3), 기계에 협착 및 압착(3), 지게차에 부딪힘(1), 탱크나 기계수리 중 가스 누출((2), 질소가스 누출로 질식(2011년), 도로에서 넘어짐(1), 출장 중 호텔에서 추락(1) 등이다(17건 중 11건 분석)(부록표 Ⅲ-16). 업무상 사고의 주요 기전이 작업 중 추락, 기계에 협착 및 압착, 탱크나 기계수리 중 가스 누출 등으로 가스누출로 인한 사고사망이다.

특히 업무상 사고사를 당한 작업자들의 업무내용은 주로 폐수처리장(추락),

리프트운반(협착), 지게차(지게차에 치임), 설비유지보수(추락), 점검 및 수리(질소가스 누출로 질식), 기계수리 중 안전장치해체 상태에서 기계에 압착(압착), 파이프세척기 기계내부(염화메틸렌(디클로로메탄), 기계수리과정(압착), 하도급업체 작업자가 이동 시 추락(추락) 등으로 기계설비 유지·보수, 기계이상 시 기계고장 수리와 같은 작업에서 주로 발생한 것으로 보아 기계설비 고장이나 시설설비유지 작업 시 별다른 작업조치를 하지 않고 있는 점이 가장 큰 문제임이 드러났다. 또한 하도급업체 작업자가 작업장을 이동시에 작업장 구도를 잘 알지 못한 상태에서 통로를 지나다가 바닥 개구부에 빠지면서 추락했을 것으로 보이는 사고도 있어서 작업장에 안전을 위한 지침이나 매뉴얼이 없고, 평상시에 응급사고에 대처하는 교육·훈련이 부재했던 것으로 볼 수 있다. 또한 업무상 사고재해의 기전을 살펴볼 때, 한국 반도체 제조업에서 기존에 한국에서 업무상 사망사고의 원인인 추락, 압착 등의 원인이 사망사고의 원인이기는 하나, 가스 누출과 같은 화학물질에 의한 사고도 주요 사망사고의 원인이므로 이러한 사망사고의 원인들을 예방할 수 있는 대책을 마련할 필요가 있음을 시사해주고 있다(부록표 Ⅲ-16).

질병사망자들의 재해기전을 보면, 갑자기 발생한 뇌심혈관계질환(심근경색증(7건), 심인성급사(5건), 급성심근염(2), 뇌출혈(2), 기저질환에 의한 돌연사(1), 원인미상(2), 우울증, 적응장애 등으로 인한 자살(2), 파킨슨증후군(1), 전교동맥류파열(1), 약재에 의한 전신과민성 호산구증(1), 도금라인에서 노출된 화학물질로 인해 발생한 만성폐쇄성질환(1) 등이었다(62건 중 24건 분석)(부록표 Ⅲ-16).

질병사망자들 중에서 뇌심혈관계질환(심근경색증 포함), 심장질환 등의 질환이 많아 노동강도강화에 의한 신체적 하중의 증대가 사망의 원인지에 대해 깊게 분석해 볼 필요가 있다. 화학물질에 의한 사망에는 약재에 의한 전신과민성 호산구증, 도금라인에서 노출된 화학물질로 인해 발생한 만성폐쇄성질환, 파킨슨증후군 등 질환이 발생한 것으로 보아, 화학물질로 인한 직업 관련성 사망의

원인을 구체적으로 분석하고 예방대책을 마련해야할 필요성이 대두되고 있다.

(3) 한국 반도체 제조업 산업재해의 구체적인 재해원인: 2008~2017년

이 연구에서는 한국 반도체 제조업 산업재해의 구체적인 '재해기인' 분석을 통해서 산업재해의 원인을 구체적으로 밝히는 것이 산업안전보건관리체계를 구축하는데 중요하다고 보고 반도체 제조업 산재요양승인자료(2008~2017, 3508건)의 "재해개요"를 분석하였다.

가) 한국 반도체 제조업에서 이상온도에 의한 산업재해의 재해기전

한국 반도체 제조업에서 이상온도에 의한 산업재해의 재해기인은 주로 설비를 열거나, 점검 작업, 기계 분해작업, 기계 보정작업, 점검작업, 세척작업, 시운전, 고압탱크작업, 탱크 청소 작업, 기계 청소작업 등이었다. 이상온도에 의한 산업재해에는 고온의 액체형태의 화학물질에 의한 재해들이 9건(니켈 1건, 알루미늄 1건, 망간액 1건, 백금 1건, 납물 2건, 알코올 1건, PCB 2건)이 있는데, 이 재해들도 주로 설비점검 시, 기계교체 시, 장비의 어긋남 등의 설비, 수리 작업 중이거나 청소 작업중에 발생했다(표 Ⅲ-13, 부록표 Ⅲ-17).

이 재해 발생기전은 이 연구에서 수행했던 작업현장실태조사(이 보고서 III-1참조) 당시, 면담에 참가했던 안전·보건관리자들이 "설비, 청소, 수리를 할 때 완전히 화학물질을 비우고 한다."라고 언급했던 내용과 상반된다. 이 분석은 실제로 작업현장에서 설비, 점검, 기계 수리, 세척, 청소 작업 중에 완전히 화학물질이나 고온의 내용물을 비우지 않은 채 작업을 시도하다가 산업재해가 발생한다는 많다는 것을 보여주고 있다.

<표 Ⅲ-13> 한국 반도체 제조업에서 이상온도(화학물질)에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로

부서 또는 장소	이상온도(화학물질)에 의한 산업재해 기전*	진단명
x전자 설비점검	설비점검중 발을 헛디뎌 미끄러지면서 우측 발이 니켈도금액(온도80도)에 빠짐	우측 발목 및 발의 2도 화상 (T252)
x전자 내 용해장에서 알루미늄 용해작업	x전자내 용해 장에서 알루미늄 용해작업중 온도측정구 덮개를 막지 않아서 이 측정구를 통해 알루미늄 용융액체가 비산	다리부위 (T2437)
㈜x 공장에서 디스이어 망간pump교체	망간 pump 교체 후 시운전 중 유니온 밸브의 어긋남으로 망간 액이 누출	얼굴부위의 1도화상 (T2079)
백금 sheet를 압연 중	압연 중 백금 sheet가 회전	우측 수부 제2,3지 압궤화상창 및 제2,3수지 신전건 파열(S670)
사무실	납물에 손가락 3개가 들어감	우측 제1,2,3수지 화상. 1-2도 (T232)
이형처리 부서에서 연장근무	이형처리 부서에서 연장 근무 중 알코올램프가 넘어지면서 우측 손과 양쪽 허벅지에 알코올이 스며듦.	심재성 2도 및 3도 화염화상, 체표면적의 23%(우측수부 및 양측하지)(T312)
작업장 오토솔더 청소	청소하는 과정에서 손에 납 물이 튀어서 화상	좌수부 2도화상(심재성) (T2325)
LCD TV PCB기판 SMD생산부서	LCD TV PCB기판 SMD생산부서에서 수납땜작업 중 컨베어에 내려오는 PCB에 손목이 닿아 화상입음.	우측 손목 2도 화상 (T232)
기계 청소 작업	현장 작업 중 청소를 하기 위하여 기계 열고 청소도중 P.C.B납땜작업위해 준비해놓은 초벌기름이 튀어 얼굴에 화상	머리 및 목의 1도 화상 (T201)
* 이상온도에 의한 재해자수 총 53건 중 화학물질에 의한 재해 9건 분석		

나) 한국 반도체 제조업에서 폭발·파열에 의한 산업재해의 재해기전

한국 반도체 제조업에서 폭발·파열에 의한 산업재해는 주로 실험실에서 “화학물질의 발화(3건)”, “아세톤 드럼통의 폭발(1건)”, “장비 청소 시 완전히 연소되기 전에 청소를 실시하여 o-xid가 산소와 반응하여 폭발(1건)”, “열처리 작업을 마치고 다음 작업을 위해 출구 쪽으로 PAD교환을 위해 이동하던 중 산소 유입으로 폭발” 등에 의해 발생했다(총 11건중 7건 검토)(부록표 Ⅲ-18).

폭발·파열에 의한 산업재해의 특징적인 것은 장비가 완전히 연소되기 전체 청소를 하거나, 작업을 마치고 다음 작업으로 넘어가는 과정에서 처리가 잘못되어 폭발·파열이 발생했다는 점인데, 이러한 작업들을 주로 하도급 노동자들

이 담당하고 있어서 하도급 노동자들의 작업과정에 안전을 고려하는 게 필요하다.

다) 한국 반도체 제조업에서 화재 의한 산업재해의 재해기전

한국 반도체 제조업에서 화재에 의해 화상이 발생하는 경우는 주로 배관교체작업 중 가스누출(SiH4 Gas Bomb 교체작업), 배관작업 중 배관 내에서 발화, 배관절단 작업 중 시너 통에 불이 붙음, 밸브 작동이 잘 안될 때, 산과 알칼리가 합쳐지며 반응하여 폭발, 알코올로 청소작업 중 기화반응 발생, 유독가스에 노출(4건), 설비 청소 작업(IPA 아세톤 세정액, 알코올 보루에 불이 붙음), 폐수처리장내의 폐유기용제(액상)저장탱크 부근에서 폐유기용제 유도배관의 고정을 위하여 용접을 하던 중 저장탱크 내부에 체류하고 있던 가연성 증기에 용접으로 발생하는 불꽃이 튀면서 화재가 발생, 용제그릇이 떨어짐 등이었다(총 25건 중 17건 검토)(표 Ⅲ-14, 부록표 Ⅲ-19).

화재로 인한 산업재해의 특징은 배관해체 작업을 하거나 또는 배관해체나 밸브를 여는 과정에서 내용물을 다 비우지 않은 문제(3건), 저장탱크를 완전히 비우지 않는 문제 등과 같이 내용물을 완전히 비우지 않는 문제(2건), 청소작업에 사용한 유기용제(시너, 이소프로필알코올)가 주변의 인화물질들에 의해 불꽃이 생겨 화재 발생(7건), 청소하는 과정에 주변에서 용접 등으로 화재발생(1), 수리(repair)라인에서 화재(2건), 바닥 청소 중에 주변에 인화물질을 관리하지 않고 청소한 것)(3건) 등에 의해 발생하고 있다(표 Ⅲ-14).

이렇게 화재로 인한 산업재해들은 대부분이 작업 전에 충분히 작업현장의 안전을 점검하고 작업매뉴얼을 숙지하고, 평상시 작업을 할 때 안전작업에 대한 교육, 응급상황에 대한 대처훈련 등을 한다면 예방 가능한 것이었다.

<표 Ⅲ-14> 한국 반도체 제조업에서 화재에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로

부서 또는 장소	화재에 의한 산업재해 기전*	진단명
S/Room에서 FAB 제조부 TR과 CVD 공정 작업준비	FAB 제조부 TR과 CVD 공정 작업준비 S/Room에서 SiH4 Gas Bomb 교체작업: Main Valve가 열린 후 배관 체결 (화학1)	심재성 2도 화상 (T2326)
현장 B.G.A 라인에서 바닥청소 중	현장 B.G.A 라인에서 야간작업을 시작하기 위해 바닥청소중 산, 알칼리가 묻은 걸레가 합쳐지며 반응이 일어나 화상	2도 화상(체표면의 15%, 얼굴, 양측 팔 (T311)
필름사업부 증착실에서 증착 2호기 디피젼 PUMP 청소 작업 중	필름사업부 증착실에서 증착 2호기 디피젼 PUMP를 알코올 보루로 청소 작업 중 기화가 발생하여 화상	심재성 2도 화염 화상(25%, 안면부, 양팔, 양손, 가슴, 양다리) (T312)
기숙사	새벽3시경 2층 기숙사에서 콘센트 과열로 화재	심재성 2도 및 3도 화염 화상(68%) (T316)
Epi 장비에서 배관 해체 후	Epi 장비에서 over pressare Alarm이 발생하여 배관 해체 후 배관 내에서 발화가 발생	심재성 2도 화염 화상(5%, 안면부,좌측수부) (T2029)
생산라인에서 화재	생산라인에서 작업 화재발생으로 화재 초기진압 중 유독가스 마심	상세불명 화학물질에 의한 중독 (J689)
Clean room 내의 repair line에서 화재 발생	Clean room 내의 repair line에서 화재 발생 후 유독 가스를 상당부분 호흡함.	상세불명의 화학물질에 의한 중독 (J689)
분말집진기에서 밸브 개방	x전자 M/A반 2층 옥상에서 분말집진기에서 집진기 내부에 포집된 Mg/Al분말을 회수하기 위하여 집진기의 분말 배출구 밸브를 개방하는 과정에서 화재 발생	화염 화상(15%) (T3110)
녹슨 배관 청소 작업	녹슨 배관에 유성매직으로 마킹된 부분을 제거하기 위해 보루(천조각)에 시너를 묻혀 지우는데 옆에서 휠커터로 배관 절단 작업을 하던 중 커팅할 때 발생되는 불꽃이 시너 통과 보루에 옮겨 붙어 화재	2도 화염 화상(10%, 얼굴, 양측 팔, 배) (T311)
Reflow 설비의 청소 작업	과내의 SMT1라인과 SMT2라인의 사이통로에서 Reflow 설비의 청소 작업 중에 이소프로필알코올(IPA) 이용하여 작업 중 설비 전면부에서 불길이 올라옴.	2도 화상(머리 및 목) (T202)
설비 PM 기계를 청소 작업 도중	사업장내 공장에서 설비 PM 기계를 청소 작업도중 알코올이 묻은 보루에 불이 붙음.	심재성 2도, 3도 화상(9%미만) (T310)
시설업무(용접)	시설업무 중 폐수처리장내의 폐유기용제(액상)저장탱크 부근에서 폐유기용제 유도배관의 고정을 위하여 용접을 하던 중 저장탱크 내부에 체류하고 있던 가연성 증기에 용접 시 발생하는 불꽃이 튀면서 화재가 발생	심재성 2도 화상(T252, 족부 우측)
용기세척작업을 하던 중	용기세척작업을 하던 중 갑자기 작업바닥 벽면쪽에서 불길 발생	화상(엉덩이와 발) (T2409)
불량품 적재함 앞에서 불량품 적재를 하던 중	제품 생산라인 현장에 있는 불량품 적재함 앞에서 불량품 적재를 하던 중 제품의 잔여 전류에 의해 스파크를 일으켜 주변 불순물의 화학작용으로 안면에 화상 발생	심재성 2도 화염 화상.(9% 이하) (T310)
탁상용 초음파 세척기 내부 청소작업	탁상용 초음파 세척기 내부 청소작업 중 세척용제 그릇이 히터로 떨어져 화재 발생	2~3도 화상(9%, 두부 좌측 수부 둔부 및 하지 양측 족부 및 족지) (T310)
합착 라인 옆 repair라인	합착 라인 옆 repair라인에서 화재 발생	상세불명의 화학물질에 의

		한 중독 (J689)
제조 현장 입구	제조 현장 입구에서 알 수 없는 화재	상세불명의 화학물질에 의한 중독 (J689)
* 화재에 의한 재해자수 총 53건 중 25건의 재해 원인, 28건은 원인 없음. 25건 중 17건 분석함.		

라) 한국 반도체 제조업에서 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해의 재해 기전

한국 반도체 제조업에서 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해 총 57건 중 27건을 분석한 결과는 다음과 같다. 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해는 주로 화상(27건 중 20건), 화농염 및 피부염(2건), 화학물질중독에 의한 사망(1건-염화메틸렌(디클로로메탄)), 화학물질중독(1과 1건-질산), 흡입손상(1건-질소가스), 폐렴(1건-염산) 등이었다(표 Ⅲ-15, 부록표 Ⅲ-20).

화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해의 발생기전은 주로 화학물질이 누출되거나 비산되는 경우들이었는데, 청소·수거작업 중에 화학물질이 비산되는 경우(빙초산(1), 황산(3), purge중 약품(1), MIBK(1), 질산(3), 납분기물(1) 등 총 10건), 배관을 열거나 해체하거나 수리과정(약품(DCS-820K)(1), 약품(1), 황산(1), 질산(1) 등 총 4건), 기계정비·수리·설비 점검(망간액에 빠짐(1), 가열된 레진(resin)(1), 불화수소(1) 등 총 3건), 작업 중(에폭시액(1), 불화수소(1), 질산(1), 약품(1) 등 총 4건), 약품을 이동시(약품(2), 실험실 및 연구실(폐액(1), KMnO4와 황산(1) 등 총 2건), 야간근무시간에 발을 헛디딤(도금공장에서 미끄러짐(1), 에칭보조탱크의 염산공급장치 작동 중에 다른 작업을 하다가 염산보조탱크의 염산이 외부로 누출된 사례(1) 등이 있다(표 Ⅲ-15, 부록표 Ⅲ-20).

이 분석결과 작업자들이 가장 빈번하게 화학물질에 누출·접촉되게 되는 경우는 청소·수거작업이었다. 작업자들이 일상적인 청소와 세정작업에 빙초산, 염화메틸렌(디클로로메탄), 질산액, 불화수소 희석액 등을 사용하고 있고 청소과정에서 위독성 가스나 유기용제에 노출되고 있다. 또한 황산, 질산 등을 말통에 담아서 작업자가 직접 기계에 붓거나 폐기물 처리하는 과정에서 작업자에

게 직접적으로 위험요인이 노출되고 있다. 이러한 청소·수거 작업들은 특히 하도급 비정규직 노동자들이 거의 전담을 하고 있어서, 작업현장 산업안전보건관리를 할 때 하도급 비정규직 노동자들이 작업 수행 전에 작업장의 안전보건이 되어있는지 점검하는 과정과 안전보건에 대한 사전교육이 되어 있는지 점검하는 과정이 필요할 것이다.

또한 작업자들이 빈번하게 화학물질에 누출·접촉하게 되는 경우는 배관을 열거나 해체하거나 수리과정과 기계정비·수리·설비 점검 작업과 같은 장비를 여는 과정이었다. 이 과정은 작업라인이 열린 상태에서 화학물질이 누출되는 경우로, 작업라인이 열리는 작업공정에서는 사전에 안전 점검과 안전 작업에 대한 숙지를 할 수 있는 매뉴얼 확인이 필요할 것이다.

특히 이 연구팀은 이 산업재해 분석결과, 이번 작업현장 방문을 통한 산업안전보건관리 실태조사과정에서 보건관리자들이 산업안전보건관리에 대해 안전수칙을 준수하고 지키고 있다고 언급한 내용들이 다 실제 상황과는 다르다는 것을 알게 되었다. 이 연구 현장방문조사를 할 때, 대부분의 안전·보건관리자들은 배관을 열거나 설비유지·수리작업, 청소·수거 과정등과 같이 라인의 배관 등을 개방하거나 장비를 열 때 잔존해 있던 모든 화학물질을 제거한 후에 작업에 들어간다고 언급했다.

그러나 재해기전을 살펴본 결과, 대부분의 산업재해, 특히 화학물질에 누출·접촉되어 발생했던 산업재해들이 배관을 여는 작업, 청소·수거과정, 설비유지·수리작업 등 거의 대부분 과정에서 화학물질이 잔존해 있었고 이들 화학물질이 누출되어 작업자에게 접촉된 것이었다. 예를 들면, 반도체 제조업체에서 배관을 열 때 배관 이음새 등에서 화학약품이 누출·비산되었는데, 이때 배관을 열기 전에 화학약품을 다 비우고 작업을 했으면 배관을 열어도 화학약품이 비산되지 않았을 것이다. 청소·수거 과정(염화메틸렌(디클로로메탄) 등)에서 작업자들이 화학약품에 노출되는 경우에도 화학물질이 잔존해 있던 경우들이었다.

자재운반과정, 생산장비 정비과정, 수거과정에서 폐액 처리 등의 작업에서도 작업자들이 직접 화학약품이 들어있는 통을 들거나 붓거나 해서 산업재해가 발생하고 있었다. 특히 작업과정에서 작업자들이 청소·수거작업을 할 때 질산, 염화메틸렌(디클로로메탄), 황산 등과 같은 맹독성 물질이 들어 있는 말통을 직접 들어서 다른 통에 붓거나 하는 과정에서 맹독성 물질에 노출이 되고 있었다. 폐액을 처리하는 과정에서도 폐액(질산, 염화메틸렌(디클로로메탄) 등)을 폐원통에 직접 붓는 과정에 의해 질산에 노출이 되고 있었다.

또한 재료를 비우는 과정에서도 이 업무를 담당하는 작업자가 화학물질에 노출되고 있었다.

또한 반도체 제조업에서는 장비를 정비하거나 닦는 과정(PM)에서도 빙초산, 불화수소, MIBK용액, 질산액과 같은 맹독성 화학물질을 사용하고 있었다.

지금까지 발생했던 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해들은 작업장에서 산업안전보건관리체계가 전무하다는 것을 보여주고 있다. 이러한 산업재해는 더 이상 더 이상 반복되어서는 안 되고, 작업현장의 화학물질관리가 엄격하게 이루어지고, 작업장에서 총체적인 산업안전보건관리체계가 구축되어야 할 것이다. 구체적인 내용은 아래 <표 Ⅲ-15>와 같다.

<표 Ⅲ-15> 한국 반도체 제조업에서 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해 기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로

부서, 공정	화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해 기전*	진단명
MOLD팀 MOLD 공정	MOLD팀 장비 3호기의 MOLD 공정 중 LED패키지를 만들 때 DISPENSER의 노즐에서 에폭시 액이 분출	급성화농염(제3원위지,수부,우측) (L024)
빙초산으로 동판 닦는 업무 (클리닝, 청소)	빙초산(시약급)으로 동판롤을 닦아내는 업무를 수행하던 중 빙초산이 얼굴에 튄 경우	자극성 접촉 피부염(두부,양손) (L235)
부설연구소 실험실	흑연에 황산에 KMnO4(과망간산칼륨)를 첨가하여 산화흑연 샘플을 만드는 과정의 반응실험을 위하여 250ml 플라스틱 비커에 소량의 KMnO4와 황산을 첨가 반응 시 급속한 반응으로 인해 황산용액이 비산되어 안면부, 안구에 노출된 경우	화학화상(심재성2도-3도,9%이하, 두부, 안면부, 경부, 이부) (T203)
배관해체, 수리	배관이음새에서 약품 누출(1)	몸전체 화학물질 화상(70%)

(시설유지보수)		(T292)
Filter 정기교체 작업위해 배관 여는 작업(시설유지보수)	배관을 열 때 약품(DCS-820K)이 비산	알칼리 물질에 의한 화학적 화상(우안과 안면부) (T304)
청소작업	야간노동자들이 실시한 작업이 끝나고 주간근무자들이 출근하여 청소 중 납분기물이 투하	3도 화상(양측 족부) (T253)
질산 decap작업	decap작업을 하는 과정에서 질산을 폐원통에 폐기하기 위해 붓다가 튐	2도 화상(안면부 및 목) (T202)
화공약품 자재운반과정 (시설유지보수)	화공약품 자재운반과정에서 약품 노출	2도 화상(얼굴, 목) (T2020)
Package 개발팀	Package 개발팀 형광체 개발라인에서 폐액을 처리 시 노출	심재성 2도 및 3도 화상(우측 수부) (T2330)
반도체 생산장비 정비 (시설유지보수)	반도체 생산장비를 정비하기 위해 약상의 불화수소 희석액을 이용하여 세정작업 시 노출	화학화상(우측무지) (T23)
파이프수거작업 (시설유지보수)	파이프 세척기계 내부의 박스 및 파이프 수거작업 중 염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출	염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독 (T449)
배관교체작업 (시설유지보수)	배관 교체작업 중 배관조립 시 어긋남이 발생하여 망간액이 눈에 튐	화상(양안, 각결막)(T261)
00작업	작업 중 질산을 비커에 붓다가 노출	2도 화상(목)(T202)
협력업체 노동자 (시설유지보수)	00협력업체로 식당 전등을 바꾸기 위해 이동하다가 공장내부 바닥에 있는 황산에 미끄러짐	3도 화학화상(좌 하지) T2432)
설비 비가동중에 탱크를 열고 물 주입과정(청소작업으로 보임)	니켈 에칭기의 에칭 약품탱크에서 혼합된 약품(질산, 과산화수소, 아민, 물)이 비 가동 중에 반응이 일어나 열(가스)이 발생되어 재해자가 탱크 상부 커버를 열고 물을 투입하는 과정에서 가스를 흡입	질산에 의한 흡입 손상(J698)
동 도금라인 탱크 청소 작업 (청소작업)	동 도금라인 탱크 청소 후, 약품을 탱크에 보충하고자 약품통(20L) 마개를 열고 들어 올리는데 약품(황산)이 뚜껑이 열린 부분으로 튀어 올라옴	2도 화상(몸통,가슴부위) (T212)
설비 점검 (시설유지보수)	동 도금 현장에서 설비 점검 중 망간 탱크에 빠짐	피부결손(좌측 하지) (T242)
원재료 교환 후 재료의 purge작업(청소작업)	부품 1Gr 성형실에서 원재료 교환 후 설비의 실린더 내에 남아있던 재료의 purge작업을 을 하던 중 순간적인 가스발생,	화상(우안각막) (T261)
현상액 보조탱크에 현상액을 보충하는 작업 과정 (청소작업)	현상액 보조탱크에 현상액을 보충하는 작업 과정에서 황산시약을 현상액으로 잘못 인식하여 보조탱크에 투여	2도 및 3도 화상(9%미만, 안면부, 우수부 및 상지) (T310)
제품의 Rinse 작업 (청소작업)	산2팀 도금담당 STS#10(Rinse장비)에서 ASE-8L Mso90X120 제품의 Rinse 작업 중, 황산말통에서 비커로 약품을 투입량만큼 분배하여 장비에 추가 보충 후, 비커를 내려놓는 과정에서 비커 내에 남아있던 잔량의 황산이 튐	심재성 2도-3도 화학화상(9% 미만, 안면부) (T203)
야간 연장근무시간에	야간 연장근무시간에 도금공정에서 발을 헛디뎌 미끄	양측 하지부, 족부, 안면부 등

도금공장에서 발을 헛디딤	러짐,	체표면 (T3120)
에칭보조탱크의 염산공급장치 작동	에칭line에서 에칭보조탱크의 염산공급장치를 on시키고 off시켜야 하나 잠시 옆에서 이동하여 타작을 하여 순간적으로 염산보조탱크의 염산이 외부로 새어나와 발생됨	폐렴 (화학가스) (J680)
약품통 이동	에칭부서에서 가성소다 약품을 MAKE-UP 후 약품통을 이송 도중 약품을 실은 대차 바퀴가 배수로 턱에 걸려 약품이 바닥에 쏟아져 약품을 피하는 도중 미끄러져 약품으로 인한 화상을 입게 된 것	2도 화상(체간) (T212)
설비 노즐 실린더 헤드를 분해, 정비 (시설보수유지)	사출성형기 13호기(50)톤 설비 노즐 실린더 헤드를 분해, 정비 중 실린더 내의 가열 된 RESIN이 튐	2도 화상(5%, 안면부)(T260)
청소작업	클린룸 내 절연체 인쇄기 앞에서 절연체 인쇄를 마치고, 마스크 판을 닦기 위해서 MIBK용액을 걸레에 묻혀 닦는 과정에서 노출	2도 화상(4%, 우측 팔, 좌측 어깨) (T222)
펌프내부 이물질을 제거 작업, 청소작업	펌프내부의 이물질을 제거하기 위해 세척통에 질산액을 담아 펌프의 일부분을 세척하던 중 다량의 유해가스를 흡입	흡입성 폐손상(T599)
화약품 작업	화약품을 작업하다 불꽃에 의해 인화	화염화상(1%,양측 손)(T2327)
*** 화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해 총 57건 중 27건 분석함.**		

마) 한국 반도체 제조업에서 설비·기계에 의한 산업재해의 재해기전

한국 반도체 제조업에서 설비·기계에 의한 산업재해의 재해기전을 보면, 화학물질 누출·접촉사고에서 분석했던 바와 같이[13] 화학물질을 포함하고 있는 설비·기계들을 다루는 과정에서, 즉 작업자가 화학물질이 완전히 비워진 상태에서 작업을 하지 못하고 화학물질이 들어있는 설비·기계에서 작업을 하는 과정에서 산업재해가 발생되고 있다. 몇 가지 사례를 들면 작업현장에서 설비점검 중 니켈도금액에 빠진 경우, 용해 탱크로 추착, 약품탱크 뚜껑을 열어 질소가스를 흡입한 경우, 잔재화학물질 제거작업(purge)중 화학물질에 누출되는 경우 등이다(부록표 Ⅲ-21).

13) 이 연구에서는 반도체 제조업에서 발생했던 산업재해의 기전을 분석하기 위해 2008~2017년 동안 발생했던 산업재해의 “재해개요”를 발생형태, 기인별로 나눠서 분석했기 때문에, 발생형태나 기인에 따라 산업재해가 중복되게 분류되어 있는 경우도 있다.

바) 한국 반도체 제조업에서 화학물질에 의한 산업재해의 재해기전

한국 반도체 제조업에서 화학물질에 의한 산업재해의 재해기전도 위에서 본 '화학물질 누출·접촉에 의한 산업재해 기전' 과 마찬가지로 작업장에서 산업안전보건관리체계가 전무한 상태에서 밀폐공정이 열리는 작업에서 재해가 발생하고 있었다. 산업재해 발생과정에서 주로 노출되었던 화학물질들은 무기산(황산(3), 질산(3)), 염산, 불화수소, 염소 및 염소화학물, 염화메틸렌(디클로로메탄), 화합물 제조 및 취급 설비 (질소, 망간, 혼합약품(질산, 과산화수소, 아민, 물), 도금공정), 기타 화학물(에폭시액), 가스 등 압력용기(질소가스), 금속세정, 코팅, 도금설비(니켈도금), 기타 화합물 제조 및 취급설비(도금공정), 납, 납화합물 , 망간, 분류되지 않은 세정, 소독 및 광택제(MIBK), 분류되지 않은 페인트, 니스 등 도료(시너), 분류되지 않은 페인트, 니스 등 도료(DCS-820K, 형광제 개발라인의 폐액, 화공약품), 상세정보 부족한 화합물 제조 및 취급설비(혼합된 약품(질산, 과산화수소, 아민, 물), 상세정보 부족한 화합물, 요업토석가공기계(에폭시액), 기타 (서브라미 공정), 이상가스, 분진, 기타 유해물질, 기타 약제 등이다(표 Ⅲ-22).

<표 Ⅲ-16> 한국 반도체 제조업에서 화학물질에 의한 산업재해의 재해기전: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로

화학물질	화학물질에 의한 산업재해 기전	진단명
무기산(KMnO4, 황산, 질산)		
실험실내	실험실내에서 **KMnO4와 황산**을 첨가반응 시 황산용액이 비산	심재성 2-3도 화상(9%이하, 두부,안면부,경부,이부 (T203)
decap작업	decap을 하고 쓰다 남은 **질산**을 폐원통에 폐기하다 질산용액이 뿜어져 나옴.	2도 화상(안면부 및 목) (T202)
질산을 비이커에 붓기	**질산**을 비이커에 붓는 순간 비산	2도 화상(목) (T202)
도금라인 탱크 청소	도금라인 탱크 청소 후 황산약품을 보충하려고 약품 창고에서 황산통을 운반하여 황산통(20L) 마개를 열고 들어 올리다가 황산이 누출	2도 화상(몸통, 가슴부위) (T212)
도금담당 STS#10(Rinse장비)에서 제	2009년, 도금담당 STS#10(Rinse장비)에서 ASE-8L Mso90X120 제품의 Rinse 작업 중, 황산말통에서 비커로 황산을 투입량만큼 분배하여 장비에 추가 보충 후, 비커를 내려놓다가 잔량의 황산이 얼굴, 코 부위에 튀	심재성 2-3도 화상,9%미만, 안면부) (T203)

품의 Rinse 작업	어 화상	
펌프내부 이물질 제거(세척)	펌프내부의 이물질을 제거하기 위해 세척통에 **질산액**을 담아 펌프의 일부분을 세척하던 중 다량의 유해가스를 흡입함	흡입성 폐손상 (T599)
염산		
에칭line에서 에칭보조탱크의 염산공급장치 작동	에칭line에서 에칭보조탱크의 염산공급장치를 on시키고 off시켜야 하나 잠시 옆에서 이동하여 타작을 하여 순간적으로 **염산보조탱크의 염산에 외부로 새어나와** 발생됨	화학가스에 의한 폐렴 (J680)
불산가스(불화수소)		
반도체 생산장비 정비작업	클린룸 내부에서 반도체 생산장비를 정비하기위해 안전장갑 및 보호장비를 착용한 후 액상의 **불화수소** 희석액을 이용하여 세정작업을 완료하였는데 우측 엄지손가락에 화상	화학화상(우측무지) (T23)
염소 및 염소화합물, 염화메틸렌(디클로로메탄)		
야간근무(오전 02시30분) 근무후 박스 수거작업	2009년, 야간근무로 새벽 02시30분에 근무가 끝나고, 망인이 작업 중 발생한 파이프 세척기계 내부에 떨어져 있었던 박스 및 파이프를 수거작업을 하기 위하여 기계 내부로 들어가서 수거 작업을 하다가 **염소화합물, 염화메틸렌(디클로로메탄)**에 노출되어 사망함.	사망 염소 및 염소화합물,염화메틸렌(디클로로메탄)
유기산(빙초산)		
동판롤을 닦아내는 업무	**2008년, 빙초산(시약급)**으로 동판롤을 닦아내는 업무를 수행하던 중 빙초산이 얼굴에 튀어서 묻은 후, 피부가 점차 검은색으로 변색됨.	자극성 접촉 피부염(두부,양손) (L235)
화합물 제조 및 취급 설비 (탱크 등)		
공무실 옆 PTH 바스켓 이동대차 꺼내기	공무실 옆 PTH 바스켓 이동대차 여유분을 꺼내오던 중 소화전에 걸려 발을 헛디디면서 **열교환기 가이드 판**을 건드렸고, 이것이 염지발가락위에 떨어져 개방성골절	우측 무지(제1족지) 원위지골 개방성 분쇄골절 (S9241)
질소가스 밸브 여는 작업.	2008년, 실험실에서 실험 중 **질소 가**스통과 연결되어 있지 않은 쪽의 질소가스 밸브를 잘못 열어, 그 배관 내의 잔류가스 압력에 의해 금속재질의 호수 끝부분이 날아와 금속 재질의 호수 끝부분이 작업자의 구강을 침.	상악 좌측 중절치 (#21) 변위 (K073)
배관 해체 작업	2011년, Epi 장비에서 over pressure Alarm이 발생하여 **배관 해체** 후 육안 확인 과정에서 **배관 내에**서 **발화**가 발생하여 얼굴과 왼손에 화상.	심재성 2도 화염화상(5% 안면부, 좌측수부) (T2029)
배관 분리작업	2011년, 핫프레스의 보일러 냉각이 안 되어서 보일러의 중 냉각열교환장치의 배관점검 시 , 솔레노이드밸브의 고장으로 열교환장치의 물이 완전히 제거되지 않은 상태에서 배관을 분리하니 **고온의 내부 냉각수**가 작업자의 복부 부위로 뿜어져 화상	심부 2도 화상(몸통) (T212)
니켈 에칭기의 에칭 약품탱크	니켈 에칭기의 에칭 약품탱크에서 재해자가 탱크 상부 커버를 열고 물을 투입하는 과정에서 **가스(질산, 과산화수소, 아민, 물이 혼합되어 가스 발생)를 흡입**	질산에 의한 흡입손상 (J698)
설비 점검 중	동 도금 표면 디스미어 망간단 pump 압력이상으로 설비 점검 중 왼쪽	좌측 하지부 피부

	발이 **망간 탱크**에 빠져 종아리 부위에 화상 및 피부 벗겨짐.	결손 (T242)
폐유기용제 유도배관 고정위해 용접작업	2008년 폐수처리장내의 **폐유기용제(액상)저장탱크** 부근에서 폐유기용제 유도배관의 고정을 위하여 용접을 하던 중 저장탱크 내부에 체류하고 있던 가연성 증기에 의해 용접 시 발생하는 불꽃이 튀면서 화재가 발생	심재성 2도 화상(우측 족부) (T252)
야간 연장근무 중 도금공정	2011년 야간 연장근무 중에 **도금공정** 디스미어 약품조 상부에서 약품조에 빠진 제품을 꺼내던 중 발을 헛디뎌 미끄러져 발이 약품과 접촉되어 화상	심재성 2-3도 화학화상(23%, 양측 하지부, 족부, 안면부 등) (T3120)
화합물, 요업토석가공기계		
공장 라인(주야교대근무)에서 MOLD팀 장비 3호기의 MOLD 공정	2008년 공장 라인(주야교대근무)에서 MOLD팀 장비 3호기의 MOLD 공정중 LED패키지를 만들때 DISPENSER의 노즐에서 **에폭시 액**을 분출하게 하는데, 노즐 부분에서 액이 흘러 그것을 방지하고자 손을 넣는 순간 MOLD CUP 사이에 손가락이 끼면서 노즐에서 분사되는 에폭시가 손가락에 들어감.	급성화농염, 제3원위지,수부,우측 (L024)
설비의 실린더 내에 남아있던 재료의 purge작업	부품 1Gr 성형실에서 원재료 교환 후 설비의 실린더 내에 남아있던 재료의 purge작업을 하던 중 노즐부분이 막혀 purge가 되지 않는 현장이 발생, 원인파악을 위해 호퍼 뚜껑을 열고 직접 눈으로 내부를 확인하던 중, 순간적인 **가스**발생과 함께 호더 내부의 잔료가 오른쪽 눈에 분출되어 안구화상	우안각막화상 (T261)
가스 등 압력용기		
공장 라인 점검 및 수리 작업	2011년 공무환경팀이었던 재해자(망인)가 공장라인 점검 및 수리 차 초순수저장탱크 2호기에 저장되어 있는 초순수의 기포발생유무를 점검하기 위해 3미터 높이의 탱크 상부에 올라가 점검구 덮개의 나사를 풀고 탱크 상부에 엎드려서 내부를 점검하던 중 **질소가스** 누출로 인한 질식으로 사망	심폐정지 (R092)
금속세정, 코팅, 도금설비		
설비 점검 작업	2010년 재해자가 도금 라인(ENEPIG #3) 내부에서 이상신호를 감지하고 설비를 정지시킨 후, 도금조 측면 요동부에 올라 이탈된 Bar를 (수동으로) 제거하던 중 우측 발이 미끄러지면서 고온(82도)의 **니켈 도금**조에 발목까지 빠져 화상.	3도 화상(우측발목 및 발) (T253)
기타 화합물 제조 및 취급설비		
약품조에 빠진 제품을 꺼내는 작업	2011년 오전(야간 연장근무시간)에 **도금공정 디스미어 약품조 상부**에서 약품조에 빠진 제품을 꺼내던 중 발을 헛디뎌 미끄러져 발이 약품과 접촉되어 화상	심재성 2-3도 화학화상(23%, 양측 하지부, 족부, 안면부 등) (T3120)
납, 납 화합물		
청소작업	2010.11.19 작업장에서 야간노동자들이 실시한 작업이 끝나고 주간근무자들이 출근하여 청소 중 **납 분기물** 물질이 손과 발등으로 투하됨.	3도 화상(양측 족부) (T253)
망간		
망간펌프 교체작업	디스이어 **망간pump** #1 교체 진행이후 시운전 하다가 pump #1 교체 시 비관 유니온 밸브 조립하며 어긋남이 발생한 사고임.	1도 화상(얼굴) (T2079)

초자제혼탁 및 황반부 부종, 다리를 약간 저는 증상	1991년경부터 초자제혼탁 및 황반부 부종 발생, 2001년3월경부터 다리를 약간 저는 증상이 발생된 이후 2001년12월경 부터는 거동이 부자연스럽게 되어 진단결과 **"파킨슨병"**으로 진단받은 재해임.	파킨슨증후군 (G20)
분류되지 않은 세정, 소독 및		
클린룸 내 마스크 판 닦는 작업	클린룸 내 절연체 인쇄기 앞에서 절연체 인쇄를 마치고, 마스크 판을 닦기 위해서 **MIBK**용액을 걸레에 묻혀 닦던 중 재도포(도포: 걸레에 용액을 묻히는 과정) 당시 용액이 방진복으로 일정량 튀었습니다. 당시 처치를 위해 에어건으로 몇 분간 쐐서 방진복에 튄 용액을 증발을 시켰지만 피부로 침투한 것 같습니다.	2도 화학화상(4%,우측 팔, 좌측 어깨) (T222)
분류되지 않은 페인트, 니스 등 도료		
드럼 뚜껑에 시너를 묻혀 마킹된 부분 지우는 작업	공장 밖 출입구와 화물리프트 중간지점 바닥에서 녹슨 배관 및 629강제오픈형 드럼뚜껑에 유성매직으로 마킹된 부분을 제가하기 위해 보루(천조각)에 시너를 묻혀 마킹된 부분을 지우고 있는데 옆에서 휠 커터로 배관 절단 작업을 하던 중 커팅시 발생되는 불꽃이 시너 통과 보루에 옮겨 붙어 갑자기 불길이 솟아 처음에는 얼굴에 불길이 확 올라와 두 팔로 얼굴을 가리면서 피한다고 피했는데 얼굴과 팔에 화상을 입음.	2도 화염화상(10%, 얼굴, 양측팔 배) (T311)
분류되지 않은 페인트, 니스 등 도료		
펌프 막힘 현상을 수리 후 시험 가동 작업도중	2009년 01월 21일 x현장 약품 드레인 펌프 막힘으로 펌프 및 배관 해체 후 펌프 막힘 현상을 수리 후 시험 가동을 목적으로 펌프를 작동하였으나 펌프와 연결된 배관볼트의 미체결로 배관이음새에서 약품 누출로 상반신에 **약품으로 인한 화상** 발생. 1 16.67 1 16.67	화상(70%, 몸 전체) (T292)
필터정기교체 작업 위해 배관 열다가	2009년, 탕정 T8-1 CCSS에서 Filter 정기교체 작업을 하기 위해 배관을 Open하다가 **약품(DCS-820K)**이 비산되면서 안면 및 안구에 약품이 접촉되어 화상	알칼리 물질에 의한 화학적 화상(우안과 안면부)(T304)
화공약품 자재정리 운반과정	2011년, 화공약품 자재정리 운반과정에서 바닥에 자재가 있어 피하는 도중 **화공약품**이 떨어져 순간 화공약품이 얼굴과 목으로 튀어 화상	2도 화상(얼굴, 목) (T2020)
폐액 처리과정	2012년, 수업사업장 Package 개발팀 **형광체 개발라인에서 폐액**을 처리하는 순간, 손에 노출되어 화상	심재성 2도 및 3도 화상(우측 수부) (T2330)
화약품 작업	화약품을 작업하다 불꽃에 의해 인화되었음.	화염화상(1%, 양측손)(T2327)
보조탱크에 현상액 투여 작업	2010년 2월 25일 16시경 현장 내 PSR현상기의 현상액 보조탱크에 현상액을 보충하는 작업 과정에서 **황산시약**을 현상액으로 잘못 인식하여 보조탱크에 투여하던 중 액이 튀면서 안면부 및 오른 손등에 화상	2도 및 3도 화상(9%미만, 안면부, 우수부 및 상지) (T310)
기타 (서브라미 공정)		
서브라미공정에서 작업	2011년 야간 출근하여 '서브라미공정'에 투입되어 작업을 시작한지 1시간 만에 서브라미실에 있던 작업자 전원이 기침, 기침, 눈 따가움, 목 아픔, 가슴이 답답하고 아픈 증상 발생(1명)	화학성기관지염(오존유발) (J680)
서브라미공정	2011년 야간 출근하여 '서브라미공정'에 투입되어 작업을 시작한지 1시	화학성기관지염(오존유발) (J680)

에서 작업	간 만에 서브라미실에 있던 작업자 전원이 기침, 기침, 눈 따가움, 목 아픔, 가슴이 답답하고 아픈 증상 발생(또 다른 1명)	
서브라미공정에서 작업	2011년 새벽 04:30경 서브라미 공정으로 이동되어 작업하였으며 처음에는 재채기가 몇 번 나오다 이후 계속 근무하면서 기침, 두통, 눈따가움, 가슴통증 발생(또 다른 1명)	화학성기관지염(오존유발)(J680)
기타 (이상가스)		
하도급업체가 기판설치작업	2009년 (주)x의 하도급을 받아서 00 사업장에서 기판설치 작업 중 파이프배관으로 **이상가스 분출**하여 흡입, 폐손상을 당하는 사고가 발생함.	급성폐손상(S273)
기타 (분진)		
전자회로기판 프레스작업공정	x산업에서 근무 중 전자회로기판 프레스작업공정에서 분진이 발생하여 피부질환발생	접촉성 알러지성 피부염 (L23)
기타 (유해물질)		
유해물질에 접촉	2005년 유해물질에 접촉, 노출되어 피부질환 발생(손, 얼굴, 눈, 입술 등에 대해서 고름, 물집, 갈라짐, 가려움 등)	알레르기성접촉성 피부염 (L235)
기타 (약제)		
생산직 단순노무자로 당일 근무 중 어지럽다고 호소	'09.7.8 ㈜x의 생산직 단순 노무자로 당일 근무 중 어지럽다고 생산부서장에게 보고한 뒤 회사에서 x병원으로 후송하였으나 원인 불명으로 큰 병원으로 후송하라하여 7.13 x병원으로 후송함	약제에 의한 전신성과민성호산구증(D721)

사) 직업병의 사례들

반도체 제조업에서 산업재해로 승인된 직업성암의 경우 16건(유방암(3), 뇌암(3: 뇌의 역형성형 성상세포종, 악성뇌종양(교아세포종), 뇌종양), 폐암(3: 비소세포폐암, 상엽 ,기관지 또는 폐의 왼쪽의 악성 신생물, 폐암), 급성골수성 백혈병(2), 만성 골수 단핵구성 백혈병, 만성골수성, 백혈병, 악성림프종, 세포림프종(부비동), 난소암)이다. 구체적인 특징은 아래 표와 같다(표 Ⅲ−17).

<표 III-17> 한국 반도체 제조업에서 산재 승인된 직업성암 사례들: 2008~2017 산재요양승인자료를 중심으로

산재승인년도	채용일자	재해일자	실 사망일자	직종(대)	연령	성별	근속년수	직업병 유발물질	상병명(상병코드)	노동자수
2017	1997/05/01	2010/05/05	0000/00/00	단순노무 종사자	31	여	13	기타 유해인자	뇌종양 (G938)	5247
2017	1984/04/03	2001/05/09	0000/00/00	장치·기계 조작 및 조립 종사자	43	남	17	기타 유해인자	악성뇌종양(교아세포종) (C719)	40604
2017	1993/04/17	2000/04/20	2012/01/04	단순노무 종사자	25	여	7	화학물질(검댕,피치,아스팔트,광물,파라핀 등)	난소암 (C561)	5247
2017	2009/9/1	2011/11/19	0000/00/00	장치·기계 조작 및 조립 종사자	57	여	2	기타 유해인자	우측 유방암 (C5089)	3
2017	2002/07/15	2010/01/25	0000/00/00	장치·기계 조작 및 조립 종사자	27	여	8	벤젠	만성골수성백혈병 (C921)	2637
2017	1994/11/08	2014/10/15	0000/00/00	단순노무 종사자	39	여	20	기타 유해인자	뇌의 역형성형 성상세포종 (C719)	40604
2017	1995/12/11	2005/10/27	0000/00/00	전문가 및 관련 종사자	36	남	10	유기용제(톨루엔,크실렌,스티렌,시클로헥산,노말헥산 등)	NK/T-세포 림프종, 부비동 (C860)	6795
2017	2011/10/02	2015/09/13	2016/08/07	장치·기계 조작 및 조립 종사자	63	남	4	기타 유해인자	상엽 ,기관지 또는 폐의 왼쪽의 악성 신생물 (C3411)	6
2016	1984/01/15	2009/03/09	2011/02/06	장치·기계 조작 및 조립 종사자	44	남	25	기타 유해인자	비소세포폐암 (C3411)	2637
2016	2002/04/15	2010/11/05	2012/08/19	장치·기계 조작 및 조립 종사자	27	여	8	벤젠	악성림프종 (C883)	40604
2016	1987/09/14	2009/07/29	2015/11/27	단순노무 종사자	41	여	22	기타 유해인자	유방암 (C5090)	1543
2016	1994/04/11	2010/11/17	2012/05/16	장치·기계 조작 및 조립 종사자	39	남	16		폐암 (C3490)	40604
2015	1999/04/26	2008/04/07	2009/11/24	장치·기계 조작 및 조립 종사자	29	여	9	기타 유해인자	급성골수성백혈병 (C920)	40604
2015	1995/01/17	2006/07/13	2006/08/17	장치·기계 조작 및 조립 종사자	31	여	11	기타유해인자	급성골수성백혈병 (C9200)	40604
2013	1997/03/31	2010/05/24	2011/05/28	기능원 및 관련 기능 종사자	38	남	13	기타 유해인자	만성 골수 단핵구성 백혈병 (C921)	2396
2013	2003/11/10	2009/03/27	2010/09/08	전문가 및 관련 종사자	32	남	6	기타 유해인자	재생 불량성 빈혈 (D619)	15000

* 이 산업재해의 산업분류는 모두 "전자관 또는 반도체 소자 제조업(22501)"이다.

직업성암 외에 산업재해 승인이 된 직업성질환들은 재생불량성빈혈(3), 다발성경화증(2), 근위축성측삭경화증, 양측 감각신경성 난청, 알러지성 접촉습진, 손 습진, 여성불임이다.

직업병 중에서 화학물질에 노출되어 발생한 질환들은 알레르기성접촉성피부염(2), 급성폐손상, 화학성기관지염(오존유발)(3), 만성폐쇄성폐질환 등이다.

직업병으로 사망한 사례는 영국 출장 중에 발생한 급성심근염과 파킨슨증후군이 악화되어 발생한 사례다.

(2) 한국 반도체 제조업체에서 발생한 직업성암의 재해 기전: 반도체 직업병 인정사례를 중심으로[14)]

이 연구는 위와 같이 한국 반도체 제조업체들(업종 코드명: 대업종명(제조업); 중업종명(전기기계기구・전자제품・계량기・광학기계・기타정밀기구제조업); 소업종명(전자관 또는 반도체 소자제조업))의 지난 10년간(2008~2017) 산업재해건수(3508건)를 대상으로 재해기전을 분석하였으나, 이 3,508건의 재해자료에 직업성암에 대해서는 “재해개요”의 내용이 없어서 “반도체 노동자의 건강과 인권 지킴이 반올림, 문송면・원진노동자 산재사망 30주기 추모조직위원회(2018)”가 정리한 자료를 활용하여 재해기전을 정리하였다(표 Ⅲ-18).

14) 반도체 노동자의 건강과 인권 지킴이 반올림, 문송면・원진노동자 산재사망 30주기 추모조직위원회, 반도체 직업병 인정사례 등 분석과 대책, 제51회 산업안전보건 강조주간 세미나. 2018.7.3

<표 III-18> 한국 반도체 제조업에서 발생한 직업성암 사례들 중에서 법원·공단이 취급 또는 노출을 인정한 주요 유해인자[15)]

NO	출생, 성별 (질병)	- 사업장(지역)_생산제품 - 담당 공정/직책	취급 또는 노출이 인정된 주요 유해인자
1	85년생, 여성 (백혈병, 사망)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 확산, 식각/오퍼레이터	- 벤젠, 불산, 황산, IPA, 아르신, 포스핀, 과산화수소, 암모니아, 포름알데히드 등 - 전리 방사선
2	76년생, 여성 (백혈병, 사망)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 금속배선, 식각 등/오퍼레이터	
3	76년생, 여성 (재생불량성 빈혈)	- 삼성전자(기흥,온양)_반도체 - 트림폼, 솔더링/오퍼레이터	- 납, 벤젠, 포름알데히드, TCE 등
4	76년생, 여성 (유방암, 사망)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 임플란트, 식각, 포토/오퍼레이터	- 유기용제 - 전리방사선
5	73년생, 남성 (백혈병, 사망)	- 하이닉스(청주)_반도체 - IMP/엔지니어	- 아르신, 포스핀, 비소, 삼산화안티몬, 포름알데히드, 아르곤, IPA, 과산화수소 등 - 전리방사선
6	80년생, 여성 (백혈병, 사망)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 습식 및 건식식각/오퍼레이터	- 벤젠, 불산, 황산, IPA, 아르신, 포스핀, 과산화수소, 암모니아, 포름알데히드 등 - 전리 방사선
7	78년생, 남성 (재생불량성빈혈, 사망)	- 삼성전자(화성)_반도체 - 클린/엔지니어	- 불산, 황산, 질산, 과산화수소, 인산, 아세트산, IPA, 카테콜 등
8	69년생, 남성 (다발성신경병증)	- 삼성전자(화성)_반도체 - 종합폐수처리장 배관·덕트 시공	- 불산, 기타 독성이 있는 화학보조제
9	82년생, 여성 (재생불량성빈혈)	- 삼성전자(온양)_반도체 - MBT/오퍼레이터	- 벤젠, 포름알데히드, 옥사이드에틸렌, 다핵방향족 탄화수소, 납 - 극저주파 자기장
10	76년생, 여성 (난소암, 사망)	- 삼성전자(온양)_반도체 - 와이어본딩/오퍼레이터	- 포름알데히드, 페놀, 기타 생식독성 및 생식세포변이원성 물질
11	84년생, 여성 (림프종, 사망)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 포토/오퍼레이터	- PR액, 벤젠
12	71년생, 남성 (폐암, 사망)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 식각/엔지니어	- 비소
13	66년생, 남성 (폐암, 사망)	- 삼성전자(부천,기흥,천안)_반도체 - 식각/엔지니어	
14	69년생, 여성 (유방암, 사망)	- 엠코테크놀로지(성수)_반도체 - SAW, 검사, Mount/오퍼레이터	(교대근무 외 언급된 유해요인 없음)
15	80년생, 여성 (다발성경화증)	- 삼성전자(기흥)_LCD - OLB, TAB Solder/오퍼레이터	- IPA, 아세톤, ACF, 납, 플럭스 등

16	78년생, 여성 (불임)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - EDS/오퍼레이터	- 에틸렌글리콜 등
17	59년생, 남성 (뇌종양)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - IMP/엔지니어	- 아르신, IPA, 아세톤, 포스핀,과산화수소 - 전리방사선, 비전리방사선
18	84년생, 여성 (다발성경화증)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - CMP, 세정, Metal, 포토, CVD, 식각, 검사/오퍼레이터	- 아세톤, 신너, 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 페놀, 크레졸, 2-메톡시에탄올, 황산 등
19	84년생, 여성 (백혈병)	- 삼성전자(천안)_LCD - 식각, BM, RGB, 검사, UV Asher, C/S /오퍼레이터	- 벤젠, 포름알데히드, 과산화수소, 불산, 황산, 질산, THAH, PGMEA 등 - 전리방사선, 비전리방사선
20	70년생, 남성 (림프종)	- 하이닉스(청주)_반도체 - IMP, CMP, CVD/엔지니어	- 포스핀, 아르신, 염소, IPA, 아세톤, 과산화수소, 불산, 에틸렌글리콜 등 - 전리방사선
21	55년생, 여성 (유방암)	- QTS(용인)_반도체 - 리볼링, 리페어, 스태킹/오퍼레이터	- 산화에틸렌, 스토다드 솔벤트, 니트로메탄, 납, 스티렌, 염화메틸렌, 메틸에틸케톤, 톨루엔 등
22	76년생, 여성 (뇌종양)	- 삼성전자(기흥)_반도체 - 포토, 에치 / 오퍼레이터	- 벤젠, 포름알데히드 - 극저주파 자기장
23	84년생, 여성 (다발성경화증)	- 삼성전자(천안)_LCD - 패널 검사/오퍼레이터	- IPA등 유기용제, 기타 화학물질 열분해산물 등
24	80년생, 여성 (뇌종양,사망)	- 삼성전자(온양)_반도체 - MBT/오퍼레이터	- 벤젠, 비전리방사선, 포름알데히드, 에틸렌옥사이드, 납 등
25	59년생, 남성 (백혈병, 사망)	- 삼성전자(화성, 기흥)_반도체 - 설비 PM 관리, 인사, 노무/협력업체 관리소장	- 벤젠, 암모니아, 아르신, 염산, 불산 등
26	85년생, 남성 (백혈병, 사망)	- 삼성전자(화성)_반도체 - OHT 설비 유지보수/엔지니어	(법원의 조정권고로 종결)
27	63년생, 남성 (백혈병)	- 삼성테크윈_반도체, 카메라 부품 - 렌즈코팅, 리드프레임 도금 등	- 벤젠, 포름알데히드 등
28	85년생, 여성 (림프종)	- 삼성전자(온양)_반도체 - QA품질부서/오퍼레이터	- 벤젠 등
* 출처: 반도체 노동자의 건강과 인권 지킴이 반올림, 문송면 · 원진노동자 산재사망 30주기 추모조직위원회, 반도체 직업병 인정사례 등 분석과 대책, 제51회 산업안전보건 강조주간 세미나. 2018.7.3.			

15) 이 표는 “반도체 노동자의 건강과 인권 지킴이 반올림, 문송면 · 원진노동자 산재사망 30주기 추모조직위원회, 반도체 직업병 인정사례 등 분석과 대책, 제51회 산업안전보건 강조주간 세미나. 2018.7.3.”의 3~8페이지를 그대로 옮겨놓은 것이다.

(3) 한국 반도체 제조업 하도급(협력)업체의 산업재해 발생양상

위와 같이 한국 반도체 제조업이 산업재해 기전을 살펴본 결과, 하도급업체 작업과정에서 재해가 발생하고 있는 것을 볼 수 있다. 주로 시설유지보수, 청소작업을 하다가 화학물질에 노출된 사례들을 볼 수 있다.

한 예로 작업과정에서 화학물질에 노출된 27건의 산업재해 중에서 청소작업 9건, 시설유지보수작업 9건, 실험실 2건, 약품통 이동 2건, 생산 작업 등으로 청소작업과 시설유지보수작업이 가장 많았다. 이러한 작업들은 반도체 제조업에서 주로 하도급업체(협력업체) 노동자들에 의해서 수행되는 것이다.

그러므로 반도체 제조업에서 주로 협력업체 노동자들이 재해를 입고 있음을 보여주고 있다.

4. 국외 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태조사: 미국과 일본을 중심으로

1) 미국 반도체 산업의 산업안전보건관리체계

(1) 미국 반도체 산업의 산업안전보건관리체계 실태조사 수행내역

이 연구는 2018년 6월 11일부터 23일에 거쳐 미국 반도체산업의 산업안전보건관리체계를 파악하기위한 실태조사를 수행했다. 이 연구팀은 미국 OSHA(뉴욕, 캘리포니아, 포틀랜드), International Campaign for Responsible Technology(ICRT), 캘리포니아 버클리대학 등의 기관을 방문하여 산업안전보건관련 전문가들과 면담을 수행했다(구체적인 내용은 표 Ⅲ-19 참조).

<표 Ⅲ-19> 미국 산업안전보건관리체계를 파악하기 위해 방문한 기관

방문일	방문기관, 면담에 참가한 전문가들
2018.6.11	(1) Steven J Kaplan, OSHA, Deputy Regional Administrator, New York, Manhattan Regional Office (2) Kay Gee, OSHA, Manhattan area office director, New York, Manhattan Regional Office (3) Warren G Simpson, OSHA, U.S. Department of Labor, ARA for Enforcement Programs (4) Chung Huang, OSHA, U.S. Department of Labor, Compliance Safety Health Officer
2018.6.12	(5) Amanda Hawes, Laywer, International Campaign for Responsible Technology (6) Ted Smith(tsmith@igc.org), Coordinator, International Campaign for Responsible Technology
2018.6.13	(7) Michael Horowitz, CIH, Senior Safety Engineer/IH, State of California, Department of Industrial Relations, Division of Occupational Safety and Health (8) Garrett A. Keating, State of California Department of Industrial Relations, Research & Standards – H ealth Unit (9) Garrett D. Brown, Maquiladora Health and Safety Support Network, Coordinator
2018.6.14	(10) Deborah Gold, Industrial Hygienist (11) IBM worker
2018.6.15	(12) Robert Harrison, Occupational Epidemiologist in the University of California (Berkeley)
2018.6.19	(13) James D. Wulff, OSHA, U.S. Department of Labor, San Francisco
2018.6.20	(14) Intel Hygienist
2018.6.23	(15) Michael J. Potter, OSHA, U.S. Department of Labor, Portland, Safety Compliance Officer (16) Renee M.Stapleton, OSHA, Dep of Consumer & Business Services, Oregon, Policy Manager
2018.9.10.~ 2018.9.11	(17) Thomas Gassert, School of Public Health, Havard University
2018.9.10.~ 2018.9.11	(18) Hyun Kim, Division of Environmental Health Sciences, School of Public Health, University of Minnesota

(2) 미국 반도체 산업의 산업안전보건관리체계 내용

가) 미국 OSHA

(가) 미국 OSHA의 작업장 관리감독체계(inspection)

미국 OSHA[16] 산업안전보건관리의 핵심은 한국에서처럼 거의 모든 사업체에 천편일률적으로 동일하고 형식적인 산업안전보건관리[17]를 실시하는 것이 아니라, 미국 OSHA 감독관들이 매년 초에 사업장 관리감독(inspection)이 꼭 필요한 우선순위 사업체들을 선별하여 직접 방문을 통해 관리감독을 하면서 사업체들이 자체적으로 산업안전보건관리를 실시하도록 강제하고 있다. 미국 OSHA의 산업안전보건관리의 내용 중에 이 연구팀이 특히 관심 있게 파악한 부분은 “작업장관리감독체계” 이다.

특히 OSHA법에서는 고용주(employer)[18]에 대한 책임을 강조하고 있다. 이 내용을 보면, OSHA 홈페이지에 ‘고용주들은 안전한 직장을 제공할 책임이 있다. 고용주들은 노동자들에게 심각한 위험이 없는 작업장을 제공해야 하며 모든 OSHA 안전 및 보건 표준을 따라야 한다. 또한 고용주들은 안전 및 건강 문제를 찾아 개선해야 한다. 고용주들은 마스크, 장갑, 귀마개와 같은 개인보호장비에 의존하기 보다는 작업환경의 실질적인 변화를 통해서 위험을 제거하거나 줄이는 것을 먼저 시도해야 한다’고 되어 있다 (https://www.osha.gov/law-regs.html).

16) 미국의 산업안전보건 행정체계로는 미 노동부(Department of Labour)와 그 산하기관인 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)이 대표적이다. 미국 OSHA는 미국 OSHA법을 근거로 사업장 산업안전보건관리를 하고 있다.

17) 한국에서는 산업안전보건법에 명시된 작업환경측정, 건강검진(특수/일반), 보건관리(대행)을 정기적으로(1년 또는 2년에 한번) 수행하고 있지만, 사업주들은 법에 강제되어서 이 법을 지키는데 급급하기 때문에, 이 결과를 가지고 작업환경 개선을 위한 자료로는 사용하지 못하고 있다.

18) 한국에서는 주로 고용주(employer)를 사업주라고 부르는데, 이 미국 관련 자료를 소개하는 부분에서는 원어(employer)의 의미를 살려서 고용주라고 부른다.

미국 OSHA의 관리감독체계, 즉 사업장 조사(Inspection) 방법은 다음과 같다. OSHA는 작업장 부상, 질병, 사망을 줄이기 위해 사업장 조사(Inspection)를 실시한다. OSHA는 이 사업장조사에서 안전 및 보건 책임을 지지 못하는 고용주를 찾아냈을 때 매우 강력하고 단호한 조치를 취하고 있다.

사업장조사는 사전 통지 없이 불시에 현장 방문 또는 전화 및 팩시밀리 조사를 사용하여 수행되며, 고도로 훈련된 감독관에 의해 수행된다.

OSHA가 조사할 사업장들의 우선순위는 (잠재적인) 위험이 있는 작업장, 치사율 · 사망률이 높은 작업장, 노동자의 불만사항 및 의뢰사항이 있는 사업장, 특정 위험에 노출, 높은 재해율, 후속 조사가 필요할 때 등의 순서에 의해서 정해진다.

미국 OSHA 지부(연방차원의 OSHA 지부와 각 주에서 운영하는 OSHA지부)는 관리감독을 해야 할 사업체들의 목록을 정해놓고 이 목록 중에서 무작위 추출(random sampling)방법으로 사업체들을 선정하여 고용주에게 알리지 않고 “기습적으로” 사업체들을 방문하여 산업안전보건관리가 잘 되어 있는지를 확인한다. 사업장 산업안전보건관리가 잘 되어 있지 않을 경우에 고용주는 범죄(crime)행위에 해당하는 벌을 받게 된다. 고용주는 벌금을 내거나 감옥에 가서 형을 살고 나와서도 사업장 개선을 해야 한다. 만약 고용주가 일정 기간 내에 개선을 하지 않고, 그 다음 번에 OSHA 감독관이 작업장에 관리감독을 나왔을 때 개선이 안 되어 있는 것이 발견되면 그때는 더 심한 벌을 받게 된다. 이렇게 하여 관리감독을 해야 할 대상 사업체들의 경우에 2~3년에 한 번씩 사업체를 방문하고 있다. 한번 사업체를 방문한 후에 그 다음 번에 방문하는 간격은 약 5년 이내의 간격이 되는데, 이것은 바로 한 사업체가 감독관으로부터 개선을 명령받고 나서 5년 이내에 개선이 되었는지 확인하는 것이다. 만약 개선 명령을 받은 사업체에서 5년 이내에 개선이 되지 않았을 경우에 고용주는 중한 벌을 받게 된다. 이러한 방법은 미국의 OSHA가 효과적으로 사업장을 관리하는 방법이다.

사업장의 노동자들이나 그들의 대표는 작업장에 심각한 위험이 있거나 고용주가 OSHA 표준을 준수하지 않는 경우, 서면으로 불만을 제기하고 “사업장조사” 를 요청할 수 있다. 이에 고용주가 불만을 제기하거나 기타 OSHA 권리를 사용한 노동자에게 어떤 식으로든 해고, 강등, 양도 또는 보복을 한다면 이는 OSHA 법을 위반하는 것이다.

현장 검사는 특별 감사 책임자의 자격 증명 제시로 시작된다. 준수 책임자는 OSHA가 검사대상 업무공간을 선택한 이유를 설명하고 검사 과정, 현장 조사 절차, 노동자 대표 및 노동자 인터뷰의 범위를 설명한다. 1차 회의가 끝난 후, 특별 감사 책임자와 대표자는 검사 대상이 되는 작업장을 순회하면서 작업자의 부상이나 질병으로 이어질 수 있는 위험이 있는지 검사한다. 이 절차가 끝나면 특별 감사 책임자는 고용주 및 노동자 대표와 최종 회의를 열어 조사 결과를 논의한다.

검사관이 OSHA 표준 또는 심각한 위험을 발견할 경우, OSHA는 소환장과 벌금을 부과할 수 있다. 소환장에는 고용주가 문제를 해결하기 위해 사용할 수 있는 방법과 수정 조치를 완료해야 하는 날짜가 포함된다.

고용주들은 위반이 실제로 존재하는지 여부를 포함하여 소환장의 어떤 부분에도 이의를 제기할 권리가 있다. 노동자들은 문제를 해결해야만 하는 마감일 내에 이의를 제기할 수 있는 권리가 있다. 소환장에 대한 이의 신청은 독립된 직업안전보건심의위원회(Occupational Safety and Health Review Commission, OSHRC)에 할 수 있다.

그 밖에 지속적이고 반복적으로 작업자들을 위험에 빠뜨리는 고용주에 대해 심각한 위반자 집행 프로그램(Severe Violator Enforcement Program)이 적용된다.

미국 OSHA의 관리감독방법은 한국의 산업안전보건관리방법과는 달리, 국가가 작업장에서 의례적이고 형식적이 아닌 실질적인 작업장 개선을 하도록 고용주를 강제하는 측면에서 시사점이 있다고 볼 수 있다.

그러나 미국 OSHA의 관리감독방법도 한계는 있는데, 사업장에 중대한 위해요인이 있는 고용주에게 중벌을 내리기는 하지만 고용주는 벌금, 개선, 법정 문제제기를 할 수 있는데, 이 부분이 바로 고용주가 근본적인 문제를 벌금 등으로 회피해 버릴 수 있는 여지가 있기 때문이다.

이 연구는 한국의 전자산업(반도체 제조업)에서 새로운 산업안전보건관리의 모델을 만들기 위해서 한국에서도 '미국 OSHA의 역할' 을 한국의 한 국가기관이 담당하면서 고용주가 주체적으로 사업장의 현실에 맞는 산업안전보건관리를 만들어나가는 것이 필요하다고 제안한다.

(나) 미국 OSHA의 전자산업(반도체 제조업) 산업안전보건관리 개요

미국 OSHA에서는 유해물질(또는 인자)을 중심으로 산업안전보건관리프로그램을 제공하고 있다. 그러므로 미국 전자산업(반도체 제조업)에서 실시하고 있는 OSHA 산업안전보건관리 주요 프로그램은 화학물질을 많이 제조·사용하고 있는 화학산업이나 원유산업의 산업안전보건프로그램과도 유사하다.

미국 OSHA가 사업체들에게 실시하도록 하고 있는 산업안전보건관리의 주요 내용은 위험도(risks)를 파악하고, 위험도평가와 건강영향평가를 실시하는데 있어서 새로운 방법을 시도하는 것인데, 전자산업(반도체 제조업)에서도 이러한 방법을 사용하고 있다.

미국에서 전자산업(반도체 제조업)을 포함하여 모든 새롭게 증가하고 있는 화학물질들을 관리하는 매뉴얼들은 NIOSH(Health Hazards Evaluations), CDC, Control Banding, ANSI ACGIH(PEL, TLV), AHE 등에 수록되어 있다. 주로 이러한 매뉴얼들은 작업자 매뉴얼(operators' manual), 고용주 매뉴얼(owners' manual), 일반적으로 요구되는 사항들(general duty requirement)로 구성된다. 허용기준은 OSHA, ACGIH, NIOSH에서 제안한 기준들이 있다.

미국의 OSHA가 주관하고 있는 산업안전보건관리의 내용에는 우선 국가 허

용기준(State Standards), OSHA 표준, 고용주의 의무, 작업자의 권리, 신규 또는 개정된 직업 안전 및 보건 표준 발행, OSHA 표준 개정, 안전보건 프로그램 지침 제공, 사례연구 등이 있다(이 보고서의 부록 IV 참조).

이 연구는 미국 OSHA가 OSHA 표준을 만들어서 위해한 작업들에 대해 고용주의 의무와 노동자의 권리에 대해 명확하게 명시해 놓은 점에 대해서는 매우 중요한 점이라고 보고 있다. 또한 OSHA가 신규 또는 개정된 직업에 대해 '직업안전보건표준' 을 발행할 권한이 있다는 점도 중요한 시사점이다. 또한 OSHA는 각 사업장에 '안전보건프로그램 지침안(Recommended Practices for Safety and Health Programs)' 을 제공하여 소규모 기업들이나 시작하는 기업들이 안전보건관리프로그램을 쉽게 시작할 수 있도록 격려·고무하고 있다는 점도 매우 중요한 시사점이다.

미국 OSHA 홈페이지에는 전자산업(반도체 제조업)을 위한 기준(Resources), 위험 및 대책(Hazards and Solutions), 추가자료(Additional Resources) 등이 있다(https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/).

이 연구는 미국 OSHA가 자체적으로 만든 표준들(Standards) 뿐만 아니라, 국가적인 합의사항(National Consensus)에 의한 지침들도 명시해놓고 있어 각 사업장에 대해 전자산업(반도체 제조업)에 대한 산업안전보건관리에 대한 지침을 제공하는 것이 매우 중요한 시사점이라고 보고 있다(이 보고서의 부록 IV 참조).

(다) 미국 OSHA의 공정안정관리(Process Safety Management)의 예

이 연구에서는 미국 석유정제공장들이 공정안전관리(Process Safety Management) 국가강조프로그램(National Emphasis Program)을 실시한 사례를 통해서 미국에서 어떻게 화학물질을 관리하는지를 파악해보고자 한다.

이 보고서에서는 [석유정제 공정안전관리 국가강조프로그램으로부터 배운 석유정제공장들의 공정안전관리, OSHA 3918-08 2017][19]에서 반도체 제조

업의 산업안전보건관리에 필요한 내용을 여기에 싣는다(이보다 더 구체적인 내용은 이 보고서의 부록 IV에 있다.).

미국 석유정제공장들에서 공정안전관리(Process Safety Management) 국가강조프로그램(National Emphasis Program)에는 공정안전정보(Process Safety Information, PSI), 공정위험도분석(Process Hazards Analysis, PHA), 작동절차(Operating Procedures), 기계적 무결성(Mechanical Integrity, MI), 변경관리(Management of Change, MOC) 등이 포함된다.

공정안전정보(Process Safety Information, PSI)에는 공정에서 사용되거나 생산되는 매우 위험한 화학물질(Highly Hazardous Chemicals)의 위험요소와 관련된 정보, 공정기술에 관한 정보 및 공정 내 장비와 관련된 정보가 포함되어야 한다.

공정안전정보(Process Safety Information, PSI)에는 “공인되고 일반적으로 인정되는 모범 엔지니어링(Recognized and generally Accepted good engineering practices, RAGAGEP)”, 배관 및 계측 다이어그램(piping & instrumentation diagrams, P&IDs), 구조시스템(relief system design basis) 등에 관한 공정안전관리(PSM)가 포함된다.

공정위험분석(Process Hazards Analysis, PHA)은 ‘매우 위험한 화학물질(HHC)’의 처리 및 취급과 관련된 잠재적 위험의 중요성을 식별하고 분석하기 위한 조직적이고 체계적인 노력이다. 공정위험분석(PHA)은 공정의 복잡성에 적합해야 하며 공정과 관련된 위험을 식별, 평가 및 제어해야 한다. 공정위험분석(PHA)에는 직장에서 치명적인 결과를 초래할 가능성이 있는 이전의 모든 사건, 위험에 적용되는 엔지니어링 및 관리 제어, 엔지니어링 및 관리 통제 실패의 결과, 설비 투입, 인적 요인, 직장 내 노동자들에 대한 통제 실패가 안

19) Process Safety Management for Petroleum Refineries Lessons Learned from the Petroleum Refinery Process Safety Management National Emphasis Program, OSHA 3918-08 2017, https://www.osha.gov/Publications/OSHA3918.pdf

전 및 보건에 미칠 수 있는 영향에 대한 정성적 평가 등이 포함된다.

운영 절차(Operating Procedures)의 경우, 석유정제소는 공정안전정보와 일치하는 각 공정에 관련된 활동을 안전하게 수행하기 위한 명확한 지침을 제공하는 서면 운영 절차를 개발 및 제공해야 한다. 운영 절차에서는 정상 운영을 위한 단계뿐만 아니라 고장 조건, 임시 작동, 안전 작업 관행 및 비상 정지에 대해서도 명확한 지침을 제공해야 한다.

운영 절차에는 장비의 고장, 전력손실, 전원 손실, 계기의 상실, 격납건물 손실, 심각한 기상조건, 화재, 폭발 등과 같은 비상상태에서 비상정지(Emergency Shutdown Procedures) 등이 포함되어야 한다. 또한 안전작업 관행을 유지해야 한다(예를 들면, 점화원 통제 구역으로의 동력 장비 진입 제어, 프로세스 유닛에 노동자 접근 제어, 라인 파단 및 장비 개방 관행, 열작업(Hot Work) 허용, 잠금 및 태그아웃(LOTO) 방식, 차량 충돌 제어 및 하우스키핑 등).

기계적 무결성(Mechanical Integrity)의 경우, 공정안전관리(PSM) 표준의 기계적 무결성(MI) 요소를 확보하기 위해서 고용주는 공정 장비의 지속적인 무결성을 유지하고, 공정 유지보수 활동을 교육하고, 공정 장비를 검사 및 테스트하며, 장비 결함을 시정하고, 품질 보증을 수행하기 위한 서면 절차를 만들어야 한다. 무결성(MI) 프로그램에서는 압력 용기, 저장 탱크, 배관 시스템(밸브와 같은 배관 구성요소 포함), 펌프, 방출 및 환기 시스템 및 장치, 비상정지 시스템 및 제어 장치(모니터링 장치, 센서, 경보 및 인터록 포함)를 다루어야 한다.

변경관리(Management of Change)를 보면, 공정안전관리(PSM) 표준의 변경 관리(MOC) 섹션에서 고용주는 화학 물질, 기술, 장비, 절차 및 공정에 영향을 미치는 설비 변경을 처리하기 위해 변경을 관리하기 위한 서면 절차를 구현해야 한다.

관련된 기준(Related Standards)은 다음과 같다.

우선 [가연성 및 연소성 액화물에 대한 기준(29 CFR 1910.106)]은 주로 소방협회의 NFPA 30, 가연성 및 연소성 액체 법규를 기반으로 한다. [HazCom(HazCom) 기준(29 CFR 1910.1200)]은 화학 물질의 잠재적 위험을 평가하고 그러한 위험과 적절한 보호 조치에 대한 정보를 노동자들에게 전달하는 내용을 포함한다.

[허용요구 제한공간 기준(29 CFR 1910.146)]은 제한된 공간에서 수행해야 하는 작업의 경우, 고용주가 노동자들의 안전을 보장하기 위해 서면 허가 프로그램으로 개발해야하는 내용이다.

[위험(등급화) 위치 기준(29 CFR 1910.307)]은 가연성 증기, 액체 또는 가스 또는 가연성 먼지 또는 섬유가 존재할 가능성이 있는 가연성 물질의 특성에 따라 분류된 위치에서 전기 장비 및 배선에 대한 요건을 다룬다.

[개인보호장비(PPE) 기준(29 CFR 1910.132)]은 고용주에게 개인보호장비를 제공하고 비용을 지불하도록 요구하고, "공정이나 환경의 위험, 화학 위험, 방사선 위험이 있는 경우 개인보호장비를 사용하도록 강제 한다.

[위험 에너지제어(Lockout/Tagout) 기준(29 CFR 1910.147)]은 설치, 유지보수, 시험, 수리 또는 건설 작업이 진행되는 동안 장비의 잠금 및/또는 태깅을 위한 기본 요건을 포함한다.

그 외 공정안전관리(Process Safety Management) 국가강조프로그램(National Emphasis Program)에는 다음과 같은 내용이 있다.

-노동자 권리: 연방법에 따르면, 노동자들은 심각한 위해의 위험을 내포하지 않는 노동 조건을 가질 권리가 있다.

-안전보건 프로그램 수립: 안전 및 보건 프로그램은 고용주가 부담해야할 비용을 줄이면서도 작업장 부상과 질병의 수와 심각성을 크게 줄일 수 있는 시스템이다.

-규정 준수 지원 전문가: OSHA 준수 지원 전문가는 OSHA 표준에 대한 정보, 특정 위험 또는 OSHA 권리와 책임에 대한 단기 교육 프로그램 및 추가

규정 준수 지원 자원에 대한 정보를 고용주 및 노동자에게 제공할 수 있다.

(www.osha.gov/dcsp/compliance_assistance/cas.html)

-소규모 기업을 위한 무료 현장 안전보건 컨설팅 서비스: OSHA의 현장 자문 프로그램은 모든 주의 중소기업에 대해 위험도가 높은 작업에 우선권을 두고 무료 및 기밀 조언을 제공한다.

-공동 프로그램: OSHA는 기업, 노동계 및 기타 조직이 OSHA와 협력할 수 있는 협력 프로그램을 제공한다(www.osha.gov/cooperativeprograms).

-전략적 제휴 및 제휴(OSHA Strategic Partnerships, OSP): OSHA가 고용주, 노동자, 전문가 또는 무역 협회, 노동 조직 및/또는 기타 이해 관계자들과 협력할 수 있는 기회를 제공하는 것이다.

-자발적보호프로그램(VPP): 자발적보호프로그램은 효과적인 안전 및 보건 프로그램을 구현하고 부상 및 질병 비율을 해당 산업의 국가 평균 이하로 유지한 민간 산업 및 연방 기관의 고용주와 노동자를 인정하는 제도이다.

- 직업 안전 및 보건 교육 과정: OSHA 교육 기관은 미국 전역의 40개 위치에서 26개의 OSHA 교육 "센터"와 협력하여 연간 수천 명의 학생들에게 OSHA 표준과 직업 안전 및 건강 관련 주제에 대한 과정을 제공한다(교육 과정에 대한 자세한 내용은 www.osha.gov/otiec참조).

-OSHA 교육 자료: OSHA는 고용주와 노동자가 작업장 위험을 발견하고 예방하는 데 도움이 되는 많은 유형의 교육 자료를 제공한다.

(www.osha.gov/publications 및 www.osha.gov/ebooks)

(라) 미국 OSHA에서 유독성 및 인화성 물질을 취급하는 작업(7850-7873)을 처리하는 정유 및 화학 공장의 공정안정관리(Process Safety Management)의 사례

OSHA에서 유독성 및 인화성 물질을 취급하는 작업(7850-7873)을 처리하는 정유 및 화학 공장의 공정안정관리(Process Safety Management)의 사

례[20]를 보면 다음과 같다(더 구체적인 자료는 부록 IV에 있다).

석유정제산업 “공정안전관리(Process Safety Management, PSM)”의 구체적인 항목들은 ① 공정안전전보처리(Process Safety Information, PSI), ② 공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA), ③ 운영 절차(Operating Procedures), ④ 훈련(Training), ⑤ 하도급업체, 계약자(Contractors), ⑥ 사전 시동 안전성 검토(Pre-Start-Up Safety Review), ⑦ 기계적 무결성(Mechanical Integrity), ⑧ 손상 메커니즘 검토(Damage Mechanism Review), ⑨ 위험통제분석의 계층구조 (Hierarchy of Hazard Controls Analysis), ⑩ 고열작업(Hot Work), ⑪ 변경 관리(Management of Change), ⑫ (질병, 재해등) 사건 조사-근본 원인 분석(Incident Investigation-Root Cause Analysis), ⑬ 비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response), ⑭ 노동자 참여(Employee Participation), ⑮ 안전문화 평가 프로세스(Process Safety Culture Assessment), ⑯ 인적 요인(Human Factors), ⑰ 조직 변경 관리(Management of Organizational Change), ⑱ Compliance Audits, 프로세스 안전 관리 프로그램(Process Safety Management Program), ⑲ 문서 및 정보에 대한 세분화된 접근(Division Access to Documents and Information), ⑳ 실행(Implementation) 이다. 각 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

공정안전정보처리(Process Safety Information, PSI)는 공정에서 사용되거나 생산되는 매우 위험한 물질의 위험, 공정 기술, 공정에 사용되는 장비, 손상기전검토(DMR) 결과를 포함한다.

절차에 의해 사용 또는 생산되는 매우 위험한 물질에 관한 정보에는 급성 및 만성 건강 위험을 포함하는 독성 정보, 캘리포니아 허용 노출 한계(PEL, CCR 제8장, 제5155절), 물리적 데이터, 부식 데이터, 열 및 화학적 안정성 데이터, 반응성 데이터, 예측 가능한 양립 불가능한 혼합물의 유해효과 등이 있

20) https://www.dir.ca.gov/title8/5189_1.html

다.

공정 기술에 관한 정보는 블록 흐름도 또는 단순화된 공정 흐름도, 공정 화학, 최대 예상 재고량, 온도, 압력, 흐름, 수준 및 구성과 같은 공정 변수의 안전 상한 및 하한, 노동자의 안전과 건강에 영향을 미칠 수 있는 화학혼합 및 반응을 포함하여 편차의 결과 등이다.

공정 장비와 관련된 정보는 시공 재료, 배관 및 계측도, 전기 분류, 경감 시스템 설계 및 설계 기준, 환기 시스템 설계, 설계 조건 및 작동 한계를 포함하여 채택된 설계 코드 및 표준, 1992년 9월 1일 이후에 건설된 공정의 재료 및 에너지 균형, 연동장치, 감지 및 억제장치와 같은 안전시스템 전기 공급 및 분배 시스템 등이다.

공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA)과정에서, 고용주는 각 공정과 관련된 위해성을 식별, 평가 및 통제하기 위해 각 공정의 복잡성에 적합한 효과적인 공정위험분석(PHA)을 수행하고 문서화해야 한다.

운영 절차(Operating Procedures)과정에서, 고용주는 각 공정에 관련된 작업을 안전하게 수행하기 위한 명확한 지침을 제공해야 한다.

공정위험분석과정에서, 고용주는 다음 방법 중 하나 이상의 방법들, 즉 What-If, 체크리스트, What-If/Checklist, 위험 및 운전가능성연구(HAZOP), 고장 모드 및 영향 분석, 결함-트리 분석, 또는 공학 단체 또는 정부 기관이 인정하는 기타 PHA 방법 등을 사용해야 한다.

공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA)은 공정의 위험, 이전에 공정과 관련된 주요 정유 및 석유화학 산업 부문에 대한 공식 문서화된 주요 사건, DMR 보고서, HCA 보고서, 공정 장비 고장에 따른 잠재적 결과, 공정 안전 위험으로부터 노동자를 효과적으로 보호하기 위해 프로세스, 장비, 건물, 노동자 직업 및 작업소의 배치를 포함한 설비 투입, 인적 요인, 공정 또는 공정 장비의 고장으로 인해 발생할 수 있는 사고의 유형, 심각도 및 가능성에 대한 정성적 평가, 해당되는 경우, 지진 사건을 포함한 외부 사건의 잠재적 영향, 공

정과 관련된 사고 조사의 결과, 마지막 PHA 이후 완료된 변경사항 관리(MOCs) 문서의 검토 등을 포함한다.

훈련(Training)에는 초기교육(공정 운영에 관여하는 각 노동자와 새로 할당된 공정에서 작업하기 전), 재교육 및 보충교육(최소 3년에 한 번 이상)이 있다. 고용주는 본 섹션 시행일로부터 24개월 이내에 모든 관련 노동자가 본 조에서 설명한 모든 PSM 요소를 알고 이해할 수 있도록 효과적인 교육 프로그램을 개발하고 구현해야 한다.

하도급업체, 계약자(Contractors): "하도급업체, 계약자"는 공정에 인접한 유지보수, 수리, 공급 서비스, 교체, 주요 개조 또는 특수 작업을 수행하는 도급업자에게 적용한다.

원청회사 고용주는 계약업체(하도급업주)가 계약업체 노동자들에게 공정안전위험, 안전수칙, 비상조치계획 등을 통지하도록 해야 하며, 계약업체가 계약업체 노동자들의 안전을 보장할 수 있도록 해야 한다.

계약자(하도급업자)는 노동자들이 안전하게 업무를 수행하도록 보장해야하고, 노동자들을 교육해야하고, 노동자들이 안전보건절차를 이해하고 준수하도록 보장해야 한다.

사전시동안전성검토(Pre-Start-Up Safety Review, PSSR)의 경우, 새로운 공정과 수정된 공정에 대해 사전시동안전 검토(PSSR)를 수행한다. 고용주는 공정에서 수행되는 모든 전환 작업에 대해 사전시동안전성검토(PSSR)를 수행해야 한다.

기계적 무결성(Mechanical Integrity)에서, 고용주는 공정 장비의 지속적인 무결성을 보장하기 위해 효과적인 서면 절차를 개발, 실행 및 유지해야 한다.

손상 메커니즘 검토(Damage Mechanism Review)에서 고용주는 손상 메커니즘이 존재하는 기존의 공정과 새로운 공정에 대해 손상 메커니즘 검토(DMR)를 완성해야 한다.

위험관리분석의 계층구조(Hierarchy of Hazard Controls Analysis)의 경

우, 고용주는 기존의 모든 프로세스에 대한 독립적 분석으로써 위험관리분석(HCA)을 수행해야 한다. 위험관리분석팀은 각 공정 또는 권고에 대해 모든 위험 관련 데이터를 컴파일하거나 개발하고, 각 공정 안전 위험에서 발생하는 위험을 식별, 특성화 및 우선순위화하고, 가장 선호하는 순서와 우선순위 순서로 각 프로세스 안전 위험에 대한 모든 내재적 안전 조치 및 안전 조치를 식별, 분석 및 문서화하고, 고유의 안전 조치와 안전장치에 대해 공개적으로 이용 가능한 관련 정보를 식별, 분석 및 문서화한다.

고열 작업(Hot Work)의 경우, 고용주는 고열작업허가서 발급을 위한 효과적인 서면 절차를 개발, 실행, 유지해야 한다. 화재 예방 및 보호 요건의 적용 가능한 부분이 고열 작업 시작 전에 구현되었는지 확인한다.

변경 관리(Management of Change)의 경우, 고용주는 공정 화학 물질, 기술, 절차, 공정 장비 및 설비에서 (종종 교체 제외) 변경을 관리하기 위해 효과적인 서면 MOC 절차를 개발, 구현, 유지해야 한다. MOC 절차에는 임시 배관 수리를 포함한 임시 수리에 대한 규정이 포함되어야 한다.

사건 조사-근본 원인 분석(Incident Investigation-Root Cause Analysis)에서 고용주는 중대한 사고를 초래하거나 발생시킨 사건을 신속하게 조사하고 보고하기 위한 효과적인 서면 절차를 개발, 실행 및 유지해야 한다.

조사 보고서에는 ① 사건의 날짜 및 시간, ② 조사가 시작된 날짜 및 시간, ③ 사고에 대한 자세한 설명, ④ 근본 원인 분석을 통해 파악한 직접 원인, 간접 원인 및 근본 원인을 포함하여 사고를 발생시키거나 기여한 요인, ⑤ 조사의 일환으로 검토한 모든 DMR, PHA, SPA 및 HCA 목록, ⑥ DMR, PHA, SPA 및 HCA의 심사에서 얻은 관련 결과의 문서화, ⑦ 사고조사팀의 권고사항, ⑧ 고용주가 실시하는 중간 조치 등이 포함되어야 한다.

비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response)의 경우, 고용주는 CCR 제8호, 제3220호에 따라 효과적인 비상조치계획을 수립, 시행 및 유지해야 한다.

노동자 참여(Employee Participation)를 위해, 고용주는 노동자 및 노동자 대표와 협의하여 본 조에 따라 모든 PSM 요소에 대한 노동자의 참여를 효과적으로 제공할 수 있는 서면 계획을 수립, 실행 및 유지해야 한다.

안전문화 평가 프로세스(Process Safety Culture Assessment)를 위해 고용주는 효과적인 PSCA 프로그램을 개발, 구현, 유지 관리한다.

인적 요인(Human Factors)의 경우, 인적 요인 분석을 위해 인력 수준, 직무 복잡성, 직무 완료에 필요한 시간, 노동자의 훈련, 경험 및 전문지식, 인력-기계 및 인간-시스템 분야의 평가 등에 효과적인 방법을 적용해야 한다.

조직 변경 관리(Management of Organizational Change)의 경우, 고용주는 노동자 수를 증가시키고, 노동자의 등급 수준을 낮추며, 교대 기간을 변경하며, 노동자의 책임을 15% 이상 증가하기 전에 MOOC 평가를 수행할 팀을 지정해야 한다. 고용주는 (q)항에 따라 노동자 참여를 제공해야 한다. MOOC 평가는 운영, 엔지니어링, 유지보수, 보건 및 안전 또는 긴급 대응에 영향을 미치는 90일을 초과하는 기간 변경 시 필요하다.

적합성심사(Compliance Audits)의 경우, 고용주는 3년마다 효과적인 적합성 심사를 실시한다.

공정안전관리 프로그램(Process Safety Management Program)의 경우, 고용주는 최소 3년에 한 번씩 검토, 갱신하는 효과적인 서면 안전관리(PSM) 프로그램을 개발 및 실현해야 한다. 고용주는 본 조에서 요구하는 PSM 프로그램 요소 실행을 담당하는 관리 위치를 식별하는 조직도를 개발하고 유지해야 한다.

문서 및 정보에 대한 세분화된 접근(Division Access to Documents and Information)의 경우, 고용주는 본 조에 따라 개발 또는 수집한 모든 문서 및 정보를 부서로 요청 시 제공해야 한다.

실행(Implementation)의 경우, 고용주는 본 조에 따라 PHA, SPA, DMR, HCA, 사고조사 및 준수감사의 권고사항에 우선순위를 매기고 이를 이행하기

위해 효과적인 서면 시정조치 프로그램을 개발 및 유지해야 한다.

(마) 미국 OSHS의 급성 유해물질 공정안전관리[21)]

급성 유해물질의 공정안전관리(Process Safety Management, PSM)의 구체적인 항목들은 ① 공정안전정보처리(Process Safety Information, PSI), ② 공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA), ③ 운영 절차(Operating Procedures), ④ 훈련(Training), ⑤ 하도급업체, 계약자(Contractors), ⑥ 사전 시동 안전성 검토(Pre-Start-Up Safety Review), ⑦ 기계적 무결성(Mechanical Integrity), ⑧ 고열작업(Hot Work), ⑨ 변경 관리(Management of Change), ⑩ (질병, 재해 등) 사건 조사-근본 원인 분석(Incident Investigation-Root Cause Analysis), ⑪ 비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response), ⑫ 부상 및 질병 예방 프로그램(Injury and Illness Prevention Program) ⑬ 노동자 참여(Employee Participation) 등이다(http://www.dir.ca.gov/od_pub/disclaimer.html).

공정안전정보처리(Process Safety Information, PSI)에서, 고용주는 본 규정에 의해 요구되는 공정위험분석(PHA)을 실시하기 전에 심각한 위험, 인화성 및 폭발성 물질과 관련된 과정에서 발생하는 위험을 확인하고 이해할 수 있도록 '서면 안전정보'를 수집을 해야 한다.

절차에 사용되는 급성 위험 및 인화성 물질의 위험에 관한 정보 이 정보에는 최소한 독성 정보, 제5155절에 열거된 허용노출한계, 물리적 데이터, 부식성 데이터, 열 및 화학적 안정성 데이터, 반응성 데이터, 예측 가능한 양립 불가능한 혼합물의 유해효과 등이 구성되어야 한다.

공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA)에서, 고용주는 공정에 관련된 위해성을 식별, 평가, 통제하기 위한 과정의 복잡성에 적절한 위험 분석을 수행하고, 공정 위해성의 범위, 잠재적으로 영향을 받는 노동자의 수, 공정 위

21) http://www.dir.ca.gov/od_pub/disclaimer.html.

험성분석 수행의 우선순위를 결정하고 문서화해야 한다. 또한 다음 방법들(What-If, 체크리스트, What-If/Checklist, 위험 및 운전가능성연구(HAZOP), 고장 모드 및 영향 분석(FMEA), 결함 트리 분석) 중 하나 이상을 사용하여 공정 및 공정 운영 이력을 확인해야한다.

공정위험분석(PHA)에서는 ① 공정의 위험, ② 위험요소와 그 관계에 적용되는 엔지니어링 및 관리 통제, ③ 이러한 조정기 고장의 결과, ④ 설비 투입, ⑤ 인적 요인, ⑥ 시설 노동자들에 대한 통제 실패의 가능한 안전 및 건강 영향 범위에 대한 정성적 평가, ⑦ 작업장에서 치명적인 결과를 초래할 가능성이 있는 이전 사고의 식별. 운영 절차(Operating Procedures) 등을 다뤄야 한다.

운영절차(Operating Procedures)에서, 고용주는 공정 안전 정보와 일치하는 각 공정에 관련된 활동을 안전하게 수행하기 위한 명확한 지침을 제공하는 서면 절차를 개발하고 구현해야 한다. 각 운영의 단계에서 시작 단계, 정상 작동, 필요에 따라 임시 운영, 비상 정지를 포함한 비상 운영 및 이러한 절차, 정상 종료, 전환 후 또는 비상 종료 후 시동 등에서 운영절차 등을 포함해야 한다.

안전보건 고려사항들은 ① 공정에 사용되는 화학물질의 특성 및 그에 따른 위험요소, ② 관리통제, 엔지니어링 관리, 개인보호장비 등 노출방지에 필요한 주의사항, ③ 물리적 접촉이나 공기 중 노출이 발생할 경우 취해야 할 조치, ④ 개방 프로세스 장비 안전 절차(파이프라인 파단 등), ⑤ 원료의 확인 및 유해화학물질 재고량 관리 등이다.

훈련(Training)의 경우 초기교육, 재교육을 실시한다.

하도급업체(계약자, Contractors)와 관련된 내용에서, 원청회사 고용주는 계약자(하도급업자)에게 작업 및 공정과 관련된 알려진 잠재적 화재, 폭발 또는 유독성 방출 위험원을 알리고, 계약자가 작업 수행에 적합한 수준의 교육을 받도록 요구해야 하며, 비상조치계획을 계약자에게 설명해야 한다. 계약자는 각 계약직 노동자에게 교육을 시켜야하고, 각 계약직 노동자들이 시설의 모든 해

당 업무 관행 및 안전 규칙을 준수할 수 있도록 해야 한다.

사전안전검토(Pre-start Up Safety Review)의 경우, 고용주는 새로운 시설과 공정 안전 정보의 변경이 필요한 개조된 시설에 대해, 또한 심각한 위험, 인화성 및 폭발성 물질이 도입되기 전에 '사전안전검토' 를 실시해야 한다.

기계적 무결성(Mechanical Integrity)의 경우, 고용주는 공정 장비 및 부속품의 지속적인 무결성을 유지하기 위한 서면 절차를 수립하고 시행해야 한다.

고열 작업 허가서(Hot Work Permit)의 경우, 고용주는 고열 작업 허가서의 발행에 대한 서면 절차를 개발하고 시행한다.

변경 관리(Management Of Change)의 경우, 고용주는 화학물질, 기술, 장비 및 시설물의 변경을 처리하기 위한 (유사처리를 제외한) 변경사항을 관리하기 위한 서면 절차를 수립하고 구현해야 한다.

사건 조사(Incident Investigation)의 경우, 고용주는 중대한 사고를 초래하거나 초래한 모든 사건을 신속하게 보고하고 조사하기 위한 서면 절차를 수립해야 한다.

비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response)의 경우, 고용주는 비상조치계획을 수립하고 이행해야 한다.

부상 및 질병 예방 프로그램(Injury and Illness Prevention Program)의 경우, 고용주는 부상 및 질병 예방 프로그램을 수행해야 한다.

노동자참여(Employee Participation)의 경우, 고용주는 다음을 포함하는 프로세스 안전 관리에 노동자의 참여를 보장하기 위한 서면 실행 계획을 개발해야 한다.

나) NIOSH

(가) 건강위해평가(Health Hazards Evaluations, HHE) 프로그램[22)]

NIOSH는 미국 질병통제센타(CDC)산하의 산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)이다. NIOSH는 고용주와 작업자가 자신의 직장에서 건강 위험을 인식하고 통제하도록 돕도록 건강위해평가(HHE, Health Hazard Evaluation)프로그램을 제공하고 있다. 이 프로그램 목표는 크게 두 가지로, 신규 및 반복 작업장의 건강위험 평가와 건강위험평가 결과에 따른 신규 및 기존 작업장 건강위험의 인식 및 예방조치이다(구체적인 내용은 이 보고서의 부록 IV에 있다).

(나) NIOSH에서 나노물질(nanomaterials)[23)]로 인한 건강위험과 이 신기술에 관련된 노동자안전보호 연구

NIOSH의 나노물질(nanomaterials)로 인한 건강위험과 이 신기술에 관련된 노동자안전보호 연구는 반도체 제조업에 활용될 수 있는데, 그 이유는 반도체 제조업에서도 나노입자를 사용하기 때문이다.

NIOSH 나노기술연구소(NTRC, 이하 NTRC)의 주요 주제 영역은 ① 독성 및 내부 선량, ② 위험 평가(Risk Assessment), ③ 역학 및 감시(Epidemiology and Surveillance), ④ 엔지니어링 제어 및 개인 보호 장비, ⑤ 측정방법, ⑥ 노출 평가(Exposure Assessment), ⑦ 화재 및 폭발 안전, ⑧ 권장 사항 및 지침, ⑨ 커뮤니케이션 및 교육, ⑩ 혁신이다.

[독성 및 내부 선량]의 경우, 직경 100nm 미만의 나노입자(nanoparticles)가 인체 내에 들어갔을 때 발생할 수 있는 직업적 건강상의 위험을 파악하고자 나노입자의 잠재적 독성에 영향을 미치는 물리적, 화학적 특

22) NIOSH의 HHE프로그램 홈페이지: https://www.cdc.gov/niosh/hhe/default.html

23) 이 연구 보고서는 nanomaterials를 나노물질로 번역했고, nanoparticles를 나노입자로 번역했다.

성(예: 크기, 형태, 용해성) 조사 및 결정, 나노물질이 인체의 장기와 조직에 미치는 영향 평가, 잠재적 독성 영향에 대한 생물학적 메커니즘 결정, 위험 평가를 위한 모델 제작 및 통합, 질량 이외의 측정치가 독성 결정에 적합한지 판단 등을 한다.

[위험성 평가]는 위험 물질에 노출된 노동자에 대한 안전 및 건강상의 부정적인 영향의 가능성에 대한 과학적 평가이다. 위험평가의 내용은 미세 입자(인간 또는 동물)에 대한 기존 노출-반응 자료가 직업적 위험을 유발하고 평가하는 데 사용할 수 있는 방법을 결정하고, 잠재적 위험을 평가하고 나노입자에 대한 노출의 직업상 위험을 예측하기 위한 프레임워크를 개발하는 것이다.

[역학 및 감시]는 나노물질(위험물질)에 노출된 노동자들에 대한 연구를 통해 공기 중 나노물질(위험물질) 노출의 건강위험을 평가하는 것이다. 나노물질(위험물질)에 대한 작업장 노출의 잠재적 영향에 대한 정보가 부족할 때, 직업건강감시(occupational health surveillance)가 필요하다. 자료가 부족한 작업장에서는 “정성적 위험 결정을 위해 요구도 조사(needs assessment)”가 필요하다.

특히 [역학 및 감시]의 구체적인 방법은 나노물질을 취급하는 작업장에서 나노물질이 사용되는 작업장의 기존 역학 연구 평가를 하고, 나노물질에 대한 이해를 증진시키고 새로운 연구 수행의 타당성을 평가하기 위해 새로운 역학 연구방법론을 연구하고, 나노기술 안전보건 문제를 기존의 위험 감시 방식에 통합하고 추가적인 선별이 필요한지 판단하는 것이다.

[협력과 파트너십]의 경우, 나노기술연구"안전보건관리 전담기구"(NTRC)는 다른 연방 기관과 협력하여 나노기술 노동자들 위한 직업 건강 감시 관련 지침을 개발한다. 기존 시스템을 사용하여 나노기술에 대한 데이터 및 정보를 공유한다.

[엔지니어링 제어 및 개인 보호 장비]의 내용에는 ① 나노물질에 대한 직업적 노출을 줄이고 필요할 때 새로운 제어장치를 개발하는 엔지니어링 제어의

효과 평가, ② 추가 정보가 필요할 때 제어기법의 적합성 평가 및 대체재료 효과 평가, ③ 개인보호장비(PPE)의 평가 및 개선, ④ 나노물질에 대한 직업상 노출을 방지하거나 제한하는 권장사항 개발(예: 호흡기 보호 권장)등이 포함된다.

[과학적 측정 방법(scientific measurement methods)]은 현재 및 떠오르는 나노기술에서 발생할 수 있는 직업 건강 위험을 효과적으로 예측, 인식, 평가 및 통제하기 위해 필수적이다. [측정방법]의 내용에는 ① 대기 중 허용입자의 질량을 측정하는 방법 및 나노물질 측정에 사용할 수 있는 측정방법, ② 작업장 내 공기 중 나노물질을 정확하게 측정하기 위한 실용적 방법 개발 및 현장 실험, ③ 샘플링 기기를 비교, 검증하기 위한 시스템 개발, 테스트 및 평가 등이 포함된다.

[노출평가(Exposure Assessment)]는 나노물질이 직업적 안전 또는 건강 위험을 내포하고 있는지 여부를 판단하는 데 중요한 구성요소이다. 따라서 작업장에서 작업자가 나노물질에 노출될 수 있는 방법, 발생할 수 있는 노출의 양 및 잠재적 노출 빈도를 식별하기 위해 노출 평가를 수행해야 한다. 노출 데이터는 위험 관리와 관련된 결정을 내리거나 작업자 노출을 줄이는 엔지니어링 통제 및 작업 관행의 효과를 평가할 때 유용할 수 있다.

[노출평가]의 내용에는 ① 나노물질의 생산, 분산, 축적, 재진입에 영향을 미치는 주요 요인 결정, ② 작업 공정에 따라 나노물질 노출 가능 여부 결정 , ③ 나노물질을 흡입하거나 피부에 정착할 때 가능한 노출 평가 등이 있다.

[화재 및 폭발 안전]의 경우 나노물질의 화재와 폭발 가능성을 미리 파악하고 안전을 유지할 필요가 있다. [화재 및 폭발 안전]의 내용에는 ① 나노물질의 분진, 가연성, 인화성, 전도성에 기여하는 물리적, 화학적 특성 식별, ② 나노물질에 대한 작업장 노출을 제거하거나 줄이기 위한 대체 작업 관행 권장 등이 있다.

[권장 사항 및 지침]의 경우, NIOSH는 노동자의 안전과 건강을 보호하기

위한 연구 및 권고안을 수행할 책임이 있으며, 잠재적 직업건강위험(occupational health hazards)을 통제하는 방법에 대한 지침을 노동자와 고용주에게 제공할 책임이 있다. 국가 및 국제 연구 커뮤니티는 나노기술 종사자와 고용주를 위한 건전한 과학적 권고사항 개발을 주요 연구 우선순위로 규정하였다. 이러한 권고안은 노동자와 고용주가 나노물질 노출과 관련된 잠재적 위험을 더 잘 이해하고 이러한 위험을 관리하고 제거하는 방법에 대한 지침을 제공하는 데 도움이 되어야 한다.

NTRC는 작업자가 나노물질에 노출되는 것으로 인한 잠재적인 안전 및 건강 위험으로부터 보호하기 위해 다음과 같은 목표를 설정한다.

■ 최선의 과학적 지식을 바탕으로 나노물질의 생산과 사용 중에 작업장 안전보건 실천을 위한 과학적인 권고를 한다.

■ 과학, 현장 및 실험실 기반 연구를 사용하여 경험에 기반한 권고사항을 만든다.

■ 고용주, 노동자, 정부기관 및 학계와의 파트너쉽을 발전시켜 권고사항을 전파하고 개선을 위한 피드백을 요청한다.

■ 주기적인 업데이트를 발행하고 새로운 연구 결과를 바탕으로 중간 권고사항을 다시 논의한다.

■ 현재 분류, 독성 데이터 및 나노물질 작업 권고사항을 반영하는 정보 및 예방 언어를 위한 “물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets, MSDS)”를 평가한다.

■ 권장하는 직업적 노출 한계(예: 질량 기반 공기 중 입자)를 평가 및 업데이트하여 모범적 실무관행이 사용되도록 한다.

[권장 사항 및 지침]의 내용에는 ① 나노물질의 생산, 사용 및 취급 시 작업장 안전 및 보건 관행에 대한 잠정적 권고, ② 양호한 지속적 예방 관행을 보장하기 위해 공기 중 입자에 대한 질량 기반 직업 노출 한계 평가 및 업데이트가 포함된다.

[커뮤니케이션 및 교육] NIOSH 나노기술연구소(NTRC)는 고용주, 노동자, 안전 및 보건 전문가, 연구원, 의회 사무실, 언론을 포함한 광범위한 대상자들과 소통을 통해 각 대상자들이 적절하고 유익한 방식으로 정보를 받고, 나노기술 분야에서 직업 안전과 건강을 증진시킬 수 있는 가능성을 갖도록 하는 것이 중요하다고 보고 있다.

나노기술과 나노물질 노출이 직장에서 가지는 잠재적 영향에 대한 지식과 이해를 증진시키기 위해, NTRC는 ① NIOSH 공공 웹사이트 나노기술 연구 전용 웹 페이지 개발 및 유지 관리, ② NTRC 연구 프로그램을 설명하고 나노기술에 대한 일반적인 정보를 제공하는 브로슈어 작성 및 보급, ③ 나노입자에 대한 자원이 포함된 온라인 정보도서관 구축 및 관리, ④ 나노기술에 대한 국제심포지움 후원, ⑤ 작업장에서 나노물질 노출의 영향과 적용에 대한 지침 및 권고사항이 포함된 문서 개발, ⑥ NTRC의 나노기술 정보 보급 전략뿐만 아니라 커뮤니케이션과 교육에 대한 자세한 정보를 과학적이고 상호 검토된 출판물에 연구 결과 발표 등을 수행한다.

[커뮤니케이션 및 교육]의 핵심 내용은 ① 연구요구사항, 접근방법, 결과 등을 파악하고 공유할 수 있는 파트너십 구축, ② 훈련 및 교육자료 개발 및 노동자, 직업안전보건전문가에게 배포하는 것이다.

[혁신]의 내용은 재래식 방법보다는, 작업관련 상해 및 질병의 위험을 줄이기 위한 혁신적인 새로운 장치, 제품 또는 공정을 찾는 것이다.

다) 미국 전자산업(반도체 제조업) 산업안전보건프로그램 사례

(가) 인텔[24]

인텔은 반도체업계로 가장 좋은 환경건강프로그램(Environment-Health Programme)을 가지고 있다. 인텔의 경우 듀퐁회사의 프로그램을 갖다가 적용했다. 인텔에서 듀퐁프로그램을 적용해서 산업안전보건프로그램을 만든 이래 산업재해가 급격히 감소했다.

인텔이 환경건강프로그램(Environment-Health Programme)을 시작하게 된 동기는 첫째, OSHA의 규제를 최소화하기 위함이다.[25]; 둘째, 법률소송에서 사업장이 위해하다고 판명되었기 때문이다; 셋째, 사업장에 무려 50억 달러 이상 거금을 들여 생산시설을 만들어놓았기 때문에 사업이 중단되면 안되기 때문이다; 넷째, 회사 이름에 악명을 끼치면 안되기 때문이다; 다섯째, 이윤을 남겨야하기 때문이다; 여섯째, 크린룸(Clean Room)에서 웨이퍼(wafer)를 보호해야하기 때문이다.

인텔의 EHS프로그램의 핵심내용을 보면 다음과 같다.

첫째, 반도체 생산 기계들을 도입할 때 Semi S2 Certification을 받도록 되어 있다. 반도체칩을 만드는 회사들(인텔, 삼성, 대만의 반도체 회사 등)에게 반도체 생산 기계들을 도입하는 회사들(AMAT, LAM, NIKON)이 있는데, 이들이 반도체 생산 기계를 제공할 때, 이 생산 기계들을 구입하는 반도체칩 만드는 회사들이 생산기계 구입할 때 산업안전보건 관련 내용들도 같이 구입하도록 하는 것이 중요하다.

특히 새로운 화학물질이 반도체 생산기계에 도입할 때 Semi S2 Certification을 받도록 하는 것이 중요하다.

---

24) 인텔의 산업안전보건프로그램은 인텔에서 22년 일한 경험이 있는 한 산업위생기사(Industrial Hygienist)의 설명을 요약·정리한 것이다.

25) 미국 OSHA는 VPP라고 해서 기업의 기업주가 자발적으로 VPP프로그램을 만들어서 실시하면 OSHA 감시제도를 면제해주고 있다.

둘째, 화학물질관리계획(Chemical Management Plan)을 설치하는 것이다.

여기에는 첫째, 화학물질목록(Inventory)을 정리하는 것이 들어간다. (SDS(MSDS), IP(Intellectual Property))

Hazard Communication을 하는 것이 중요하다. 반도체 기업은 OSHA가 제시한 내용보다 더 많은 것을 해야 한다.

GHS(Global Harmonization System)이 필요하다.

둘째, 노출평가(Exposure Assessment)가 들어간다. 이 노출평가에는 ① 평가(Assessment) ② 질적인 평가(Qualitative Assessment) ③ 양적인 평가(Quantification Assessment) ④ Employee Exposure Level 측정 등이다

세 번째, (위험)공정을 없애는 것이다. Pre Task Plan, Plan for Safety 등이 있다.

네 번째, 각 작업현장에 맞게 상세하게 조사·분석을 하고 대안을 마련하는 것이다.

다섯 번째, 위험성 소통문서(Hazard Communication Documentation)를 만들어서 노동자들에게 교육을 하는 것이다.

여섯째, 개인보호구(PPE)평가를 하고, 착용방법에 대해 교육을 하는 것이다.

일곱째, 환기(Ventilation)방법을 마련하는 것이다.

여덟째, 자체 안전 평가(Safety Self Assessment)를 실시하는 것이다.

내부적으로는 1년마다 실시하고, 외부적으로는 2년에 한번 실시한다.

아홉째, 가장 중요한 것은 화학물질을 승인받는 것이다(Chemical Approval). 환경보건안전팀(EHS)은 환경, 안전, 보건 측면을 고려해서 화학물질을 검토하고, 개인용 보호구도 검토한다. 인텔은 환경보건안전팀 화학물질 승인한 것만 구입한다.

(3) 미국 반도체 제조업 산업안전보건관리체계 및 프로그램의 시사점

미국 반도체 제조업 산업안전보건관리체계 및 프로그램의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 미국에서는 한국에서처럼 모든 사업체에 일괄적으로 거의 동일한 "산업안전보건관리" 26) 형식을 강제하는 게 아니라, OSHA감독관이 관리감독이 꼭 필요한 사업체들을 직접 "조사" 해서 실제 사업장 내에서 자체적인 산업안전보건관리를 하고 있는지를 관리/감독함으로써 사업주가 자발적으로 개선을 목적으로 산업안전보건관리를 해나가도록 하고 있다.

둘째, 미국 반도체 제조업 산업안전보건관리체계 및 프로그램은 단지 작업장 내로 한정되지 않고, 화학물질의 도입 · 사용 · 취급에서부터 폐기물처리 · 환경문제에 이르기까지 광범위하게 확대되어서 환경안전보건과 연계되고 있다는 것이다.

셋째, 미국 반도체 제조업에서 자체적인 산업안전보건프로그램이 개발되어 있으며, 국가의 규제에 의해서가 아니라, 오히려 고용주가 자체적으로 산업안전보건프로그램을 만들어나가고 있다는 것이다.

2) 일본의 사례: 일본 후생성의 [반도체 제조공정에서 안전위생대책지침]

일본 후생성에서는 반도체 제조업체 고용주들을 대상으로 [반도체 제조공정에서 안전위생대책지침]을 제안하였다(부록 8).

26) 한국에서는 산업안전보건법에 명시된 작업환경측정, 건강검진(특수/일반), 보건관리(대행)를 정기적으로(1년 또는 2년에 한번) 수행하고 있지만, 사업주들은 법에 강제되어서 이 법을 지키는데 급급하기 때문에, 이 결과를 가지고 작업환경 개선을 위한 자료로는 사용하지 못하고 있다.

5. 국내 반도체 제조업 하도급(협력)업체들의 산업안전보건관리의 문제점

이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석, 한국 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석: 산업재해승인자료 (2008~2017) 분석을 통해 한국의 반도체 제조업에서 원하청관계의 현황과 협력업체 산업안전관리실태에 대해 집중 분석하였다. 이 글은 위에서 파악한 연구결과를 토대로 해서 한국 반도체 제조업 원하청관계와 산업안전보건관리의 문제점을 구체적으로 고찰하여 해결의 실마리를 찾고자 하는 것이다.

1) 한국 반도체 제조업의 원하청관계: 왜 반도체 제조업에서 사내 하도급이 많은가?

한국 반도체 제조업에서도 원하청관계가 상당히 깊게 형성되어 있다. 한국의 반도체 제조업에서도 1,2,3,4차 협력업체[27]라는 말이 있을 정도로 사내하도급업체들뿐 아니라 납품업체들도 많이 있다. 여기서 납품업체들은 잠깐 논외로 하더라도, 사내하도급업체들의 경우에 노동자들이 원청 노동자들과 같은 생산공정에서 지속적으로 참여하고 있는 경우가 많아서 이들 사내하도급업체들이 왜 사내하도급으로 존재하는지가 매우 의문스럽다.

한 예를 들어 원청 반도체 제조업회사의 1차 사내하도급회사인 유지보수(PM)회사의 경우 2016년부터 계속 1차 사내하도급회사였고, 그 업무도 한 공정이 끝날 때마다 누군가가 공정라인에 들어가서 작업을 해야 하는 업무들이다. 또 한 원청 반도체 제조업회사의 1차 사내하도급회사인 클리닝회사도 2000년대 초기부터 계속 클리닝작업을 하고 있고, 이 과정은 반도체제조업에

27) 1차는 작업현장에서 같이 일하는 사람들, 2차는 현장으로 자재만 이동해주는 사람들, 3차, 4차는 외부에서 자재를 납품하는 사람들이다.

서 웨이퍼를 만들 때 한번 판을 뜨고 나서 원판을 닦아주는 작업인데, 지속적으로 한 공정이 끝날 때마다 누군가 공정라인에 들어가서 작업을 해야 하는 반도체 공정인 것이다. 일시적인 건설작업이나 설비작업의 경우에 외부 협력업체들이 작업장에 들어와서 작업을 할 수도 있을 것이다. 그런데 문제는 이렇게 반도체 제조업 주요 공정라인에서 한 부분을 차지하고 있는 공정들이 하도급공정으로 되어 1차 사내하도급업체에 의해 운영되고 있다는 점이다. 이 사내하도급회사들은 작업복만 다를 뿐 원청사업체 정규직 노동자들과 똑같은 장소에서 일하고 있다. 다만 임금만 덜 받고 있는 것이다.

왜 원청사업주는 단순하긴 하지만 항상 공정라인에서 필수적인 공정들(예: PM작업, 청소작업 등)을 하도급으로 주었는가? 여기에는 크게 두 가지 원인이 있을 것이다. 하나는 비용절감이다. 원청사업주는 주요 공정라인이 아닌 공정라인들을 하도급을 줌으로써 인건비를 줄일 수 있다. 한 반도체 제조업 안전·보건담당자가 말했듯이 반도체 제조업의 경우 원청회사 노동자와 하도급업체 노동자의 임금 격차는 기본급에서가 아니라 보너스에서 더 크다고 한다. 원청사업주는 하도급을 통해 인건비 감축의 효과를 볼 것이다.[28] 두 번째로는 유해물질로 인한 부담을 회피하기 위한 것으로 보인다. 앞서 이 연구에서 파악한 점은 반도체 제조업의 1,2차 사내하도급업체들은 거의 다 “밀폐공간이 열리는 곳” 에서 일하고 있다는 것이었다, 이것의 의미는 “유해물질이 누출되는 곳이라는 의미다. 반도체 제조업의 위해한 화학물질 누출관련해서 이 보고서의 [국내 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과]에서 밝혔듯이 “밀폐공간이 열리는 곳에서 유해물질이 누출이 되는 곳” 을 이 보고서에서 밝혔듯이 밀폐공간이 열리는 곳에서는 다 하도급 노동자들이 일하고 있었다. 최근에는 폐가스처리설비(스크러버, scrubber)[29] 라인에서와 같이 폐기물

28) 이 부분은 아무리 첨단 기술 장비로 설계된 반도체 제조업에서도 자본주의적 생산양식에서는 피할 수 없는 유혹으로 보인다.

29) 한국산업안전보건공단 교육미디어자료(2017-교육미디어-1136)에 폐가스처리설비, 즉 세정기(스크러버, scrubber) 작업에 대한 교육 자료가 있다. 관련 법령

을 처리하는 공정라인에서 일하는 노동자들도 유해물질에 노출되고 있는데 이러한 곳에서 일하는 노동자들도 주로 하도급업체 노동자들이다.

원청사업주는 위해요인이 노출되는 공정들을 하도급 노동자들에게 전가함으로써 원청기업에 부과될 수 있는 산업재해(직업병 포함)로 인한 부담(예: 높은 산재율로 인한 벌금, 사회적 악명 등)을 피하려고 할 것이다.

위에서 열거한 반도체 제조업에서 위해 화학물질에 노출되는 열린 공간 업무들의 경우, 위해물질들에 노출되고 있어 산업안전보건법의 <도급금지 및 사용규제 작업>에 해당할 것이므로 하도급을 금지하고 원청업체가 직접 관리하도록 해야 할 것이다.

2) 국내 반도체 제조업 협력업체들의 산업안전보건관리의 근본적인 문제점은 무엇인가?

이 연구의 [III. 연구결과 1. 국내 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과]에서 현장을 다루었지만, 이미 여기서는 국내 반도체 제조업 협력업체들의 산업안전보건관리의 근본적인 문제점은 크게 두 가지로 볼 수 있다.

첫 번째는 원청업체가 하도급을 줌으로써 하도급업체에 [산업안전보건관리비]를 절약하는 것이다. 원청업체가 하도급(협력)업체를 운영하는 목적이 원가절감(인건비절약) 자체이기 때문에, 원청업체가 하도급(협력)업체 노동자들의 산업안전보건관리에 필요한 비용을 피하려고 하는 것은 원청사업주에게는 당연한 일일지도 모른다.

원청사업주가 하도급을 줌으로써 [산업안전보건관리비]를 절약하는 몇 가지 사례들을 보면, 우선 대규모 반도체 제조업 원청업체들이 하도급업체에 최소한

및 작성기준은 산업안전보건기준에관한규칙제267조(배출물질의처리) ●폐가스처리설비(스크러버)화재·폭발예방매뉴얼에 있다. ※해당 자료의 자세한 내용은 공단 홈페이지▶사업안내/신청▶전문기술▶공정안전보고서심사·확인▶자료실 참조

의 비용인 안전보건관리비를 제공하고 더 이상의 책임을 지지 않는 것이다. 이렇게 함으로써 원청사업주는 안전보건관리자 인건비, 지속적인 관리비를 절약할 수 있다.

또한 반도체 제조업의 일부 후공정 원청사업주들은 한 개의 대규모 회사를 여러 개의 중소규모 회사로 쪼개서 300인 이하로 만들어서, 여러 가지 법에서 규정한 인력(안전관리자와 보건관리자)의 고용을 피함으로써 인건비를 절약할 수 있다. 그 외 모든 산업안전보건관리의 측면에서도 300인 이하의 사업장이 면제받을 수 있는 것들을 면제받을 수 있다. 이렇게 회사까지 쪼개서 하도급(협력)업체를 두는 방식으로까지 인건비를 절약하려는 원청회사들이 하도급(협력)업체에 소속된 노동자들의 안전과 보건에 대해 비용을 쓰지 않을 것임은 미루어 짐작이 되는 일이다.

둘째, 원청사업주가 하도급업체의 작업공정을 포함한 전체 공정을 대상으로 한 총체적인 산업안전보건관리체계를 구축하지 않고 있기 때문에, 하도급업체의 작업공정들에 예기치 않은 중대재해들이 발생될 것이다.

원청작업현장에서 수백 개의 협력업체들이 각 공정별로 서로 다른 업무들을 하고 있는 상황에서 이 모든 업무들의 안전보건의 문제가 체계적으로 구축되지 못하고 있다. 대규모 반도체 제조업 작업현장에 들어와 있는 협력사들(소위 사내하도급업체들, 1차, 2차 협력회사들)의 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 안 되고 있는데, 그 이유는 각 공정별로 다른 협력회사들이 일을 맡고 있기 때문이다.

밀폐 관들이 열려서 위해물질이 노출되는 공정들, 위해한 작업을 취급하는 공정들, 노동 강도가 심한 작업 공정들에 하도급 업체들이 배치됨으로써 한 작업장에 원청 업체와 하도급업체가 혼재되고, 공정 흐름이 끊기고 상호연결이나 상호보완이 되지 않고 있으며, 이로 인해 전체 공정의 산업안전보건관리체계기 구축되지 못하고, 전체 공정 중 약한 고리(하도급업체의 작업공정가)에서 중대재해가 발생하는 것이다.

이렇게 전체 공정의 산업안전보건관리체계가 구축되지 못하고 있는 것으로 인해 첨단기술로 설립된 반도체 제조업 작업현장에서 구시대적인 산업재해들이 하도급업체 노동자들에게서 발생하는 것이다.

3) 국내 반도체 제조업 협력업체들의 재해발생사례에 나타난 문제점의 핵심은 무엇인가?

2008~2017년까지 한국의 반도체 제조 대기업들에서 재해가 발생하는 곳은 주로 하도급업체 노동자들이 일하는 장소나 공정이었다(이 보고서의 III-3 참조). 산업재해의 발생기전을 보면, 사업장에서 각 업무부서별, 각 공정별, 원청노동자들과 하도급노동자들 사이에 서로 연계가 없이 격리되어 있었다. 한 작업현장에서 야간근무자들이 퇴근하고 난 자리에 황산이 바닥에 노출되었는데도 아무도 이를 인지하지 못하고 있다가 주간근무자들이 이를 인지하지 못한 상태에서 황산 노출로 인한 재해가 발생했다.

바로 최근인 2018년 9월 4일에 발생한 이산화탄소 중독으로 인한 사망재해도 바로 옆방에는 원청노동자들이 일하고 있었고, 그 옆에는 하도급노동자들이 근무하고 있었는데, 하도급노동자들이 근무하고 있던 방에 이산화탄소가 누출될 수 있는 위험에 대해 아무도 경각심을 갖지 않게 되어 이산화탄소가 누출되어 질식사망이 발생했던 것이다. 또한 시설보수유지를 하는 하도급업체 근무자들에게 배관에서 누출된 독성가스로 인해 재해가 발생되고 있다.

이러한 현상은 원청업체에서 하도급업체의 안전과 보건에 대해 거의 무시해왔다는 것을 보여주고 있는 것이다. 한 기업에서 전체 체계가 부재하여 전체적인 흐름이 이어지지 않고 단절된 결과가 산업재해로 이어지는 것이다.

전자산업(반도체 제조업) 하도급업체(협력업체) 노동자들이 산업재해에 걸릴 위험이 매우 높고, 사망재해에 가까운 치명적인 재해의 위험 속에 있는 이유는 여러 가지가 있을 수 있다.

가장 대표적인 이유로는 생산지향적인 기업운영방법 때문이다. 모든 체계가

생산을 중심으로 되어 있고, 이윤을 더 많이 획득하는 것을 추구하기 때문에, 생산공정에서 일을 하고 있는 노동자들의 안전과 보건에 대한 고려가 전혀 없다.

둘째, 모기업과 하도급업체들 사이에는 오직 생산을 위한 업무 분담만 있을 뿐, 안전과 건강을 위한 업무 협조나 분담이 없기 때문에 산업안전보건부분에서 협력 “협력” 관계나 유기적인 연관이 없고, 단절되어 있다.

셋째, 반도체 제조업과 같이 매우 첨단 산업시설과 아주 열악한 시대에 뒤떨어진 공정들이 혼재해 있는 곳에서 모기업과 “협력” 업체의 역할이 이분되어 있다. 작업장은 이미 첨단산업시설에서 일하는 정규직과 “협력” 업체에서 일하는 비정규직으로 양극화되어 있다. 이제 이러한 양극화 양상은 더욱 더 심화될 것이며, 이윤을 내지 못하는 분야에서는 더욱 더 심화될 것이다.

예를 들면, FAB공정에서 웨이퍼를 만들어내는 공정들은 곧 돈(자본)으로 환수될 웨이퍼를 만들어내는 공정이므로 사업주의 입장에서 볼 때 매우 생산적인 반면에, 시설을 유지 · 보수하는 공정들은 가지고 있는 자본을 계속 사용해야하는 공정들이기 때문에 가급적 비용을 덜 사용하고 싶은 공정들일 것이다. 시설유지보수, 청소 등의 공정이 모두 하도급(협력)업체로 이루어진 것에는 이러한 배경도 있을 것이다.

이러한 반도체 제조업의 원하청 관계는 생산영역 뿐 아니라 생산외의 영역에서도 불합리한 모순을 만들어내며, 작업장에서 안전과 건강부분의 양극화를 심화시키고 있다.

“협력” 업체라는 말은 말에 지나지 않고, “협력” 업체 노동자들은 단지 원청기업 사용주에 의해 사용되는 것에 불과할 뿐이다. 원청기업의 입장에서 보면 그것이 “협력” 인 것이다. 이러한 반도체 제조업의 생산현장에서 협력업체 노동자들의 산업안전보건관리체계가 세워지지 못한 것은 당연한 귀결이다.

4) 원하청관계에서 원청사업주의 책임은 어디까지인가?

(1) 원청사업주의 책임강화?

원청이 안전·보건조치 의무를 위반한 경우, 2018년 12월 27일에 개정된 <산업안전보건법 전부개정안>에는 3년 이하의 징역 또는 3천만 원 이하의 벌금으로 상향되었다(개정이전 법에서는 1년 이하의 징역 또는 1천만 원 이하의 벌금이었음). 또한 노동자가 사망하는 경우 새 법안에서는 사업주의 처벌수준과 동일한 수준인 7년 이하의 징역 또는 1억 원 이하의 벌금으로 상향되었다(개정이전 법에서는 1년 이하의 징역 또는 1천만원이하의 벌금이었음.)(고용노동부 보도참고자료, 2019.1.2.).

그러나 여기서 문제는 <산안법 전부개정안>에서 상한선은 올라갔으나, 여전히 개정 이전과 마찬가지로 하한선이 없어서 "사업주 책임 강화"가 실질적으로 이루어지지는 못했다.

(2) 산업안전보건법의 "유해작업 도급 금지" 작업과 반도체 제조업

<산업안전보건법 제28조>에 [유해작업 도급 금지] 규정에서 "안전·보건상 유해하거나 위험한 작업 중 "대통령령으로 정하는 작업"은 고용노동부장관의 인가를 받지 아니하면 그 작업만을 분리하여 도급(하도급을 포함한다)을 줄 수 없다(개정 2010. 6. 4)." 고 하여 도급 금지작업을 대통령령으로 정했다.

<산업안전보건법 시행령 제26조>에는 대통령령으로 정한 도급 금지 작업을 "1. 도금작업, 수은, 2. 납, 카드뮴 등 중금속을 제련, 주입, 가공 및 가열하는 작업, 3. <법 제38조제1항>에 따라 허가를 받아야 하는 물질을 제조하거나 사용하는 작업, 4. 그밖에 유해하거나 위험한 작업으로서 「산업재해보상보험법」 제8조제1항에 따른 "산업재해보상보험 및 예방심의위원회"의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 작업"이라고 규정했다(개정 2010.7.12.).

<법 제38조제1항>의 "허가대상물질"은 "1. 디클로로벤지딘과 그 염, 2. 알파-나프틸아민과 그 염, 3. 크롬산 아연, 4. 오로토-톨리딘과 그 염, 5. 디아

니시딘과 그 염, 6. 베릴륨, 7. 비소 및 그 무기화합물, 8. 크롬광(열을 가하여 소성 처리하는 경우만 해당한다), 9. 휘발성 콜타르피치, 10. 황화니켈, 11. 염화비닐, 12. 벤조트리클로리드, 16. 그 밖에 고용노동부장관이 정하는 유해물질” 이다(개정 2016.2.17.).

여기서 보면, [유해작업 도급금지] 작업이 매우 제한되어 있고, “허가대상물질” 도 제한되어 있어, 반도체 제조업의 경우 대부분의 작업이 [유해작업 도급금지]작업에 해당되지 않고 있어 도급이 용인되는 상황이다. 도급 금지 작업으로 “허가를 받아야 하는 물질” 을 제조하는 작업에 속하는 허가 받아야 하는 물질은 대부분 국제암연구기관에 의해 규정된 1급 발암물질이지만 문제는 그 종류가 국제암연구기관이 정해놓은 1급 발암물질(2018년 189개)에 비교해볼 때 매우 적은 숫자이다. 즉 위 내용으로는 ‘도급 금지 작업’ 이 제한적이 되어 상대적으로 그 외의 작업들은 도급 금지 작업이 아니게 되어 도급이 가능한 작업으로 되는 것이다.

그런데, 2018년 12월 27일에 개정된 산업안전보건법을 보면, “사내도급 금지 작업” 이 “도금작업, 수은·납·카드뮴의 제련, 주입 등을 하는 작업” 으로 한정되었을 뿐 아니라, 사내도급 승인을 받아야 하는 작업들도 일부 대통령령으로 정하는 작업에 한정함으로써, 그 외 작업들에 대해서 모두 사내 도급을 승인하는 결과를 초래하게 되었다. 사내도급 금지작업과 승인작업이 일부작업들에 그친다면 오히려 이 법은 그 외의 작업들에 대해 사내 도급을 승인해주는 꼴이 되는 것이다.

이렇게 볼 때, 반도체 제조업에서 사내하도급을 금지하는 작업이 거의 없을 것으로 예상된다. 실제 반도체 제조업에서는 유해 독가스, 국제암연구기관 G1 발암물질 등을 많이 사용하고 있는데, 이들 물질들이 [유해작업 도급 금지]작업에는 속하지 않기 때문에 사내하도급을 얼마든지 사용해도 되는 것이다.

노동자들을 죽음으로 내모는 사내도급은 전면 금지되어야 한다. 작업 도중 사망하거나 다친 노동자들에 대해 원청사업주가 책임을 지는 것은 당연하다.

원청사업주는 장소에 관계없이 사업장에서 일하는 모든 노동자들의 안전에 대한 무한 책임을 져야한다. 원청사업주의 도급업체: 산업안전보건법에서 원청사업주의 책임 강화가 필요하다

(3) 원청사업주는 하도급업체 노동자들에게 어디까지 책임을 져야하는가?

2018년 12월 27일 개정된 산업안전보건법에는 “원청이 안전·보건조치를 취해야 하는 장소의 범위를 현행 화재·폭발 등 22개 위험장소에서 원청 사업장 전체와 원청이 지정·제공한 장소 중 원청이 지배·관리 가능한 장소로써 대통령령으로 정하는 장소로 확대하였다(고용노동부 보도참고자료, 2019.1.2.).

이로써 개정된 산업안전보건법에는 원청사업주가 책임져야할 장소가 확대된 점은 있으나, 이 개정된 법에서도 원청의 책임을 “장소 확대” 에만 그칠 뿐, 사업주의 책임을 강화하는 전면적인 개정으로 나가지 못했다. 작업현장에서 원청사업주는 하도급업체 노동자들에게 무한책임을 져야 하는 게 마땅하다.

5) 결론: 해결방안은 무엇이어야 하는가?

(1) 법과 제도적으로 불필요한 하도급화(외주화)를 줄이거나 원청 정규직으로 전환해야 한다.

작업장 전체 작업공정의 한 부분에 포함되는 모든 공정을 하도급화(외주화)가 되어서는 안 된다. 하도급은 공장외부에서 공장안으로 부품 등을 납품하는 형태로만 인정이 되어야 한다. 현재 반도체 제조업에서 원하청 관계에 있는 협력업체들을 점차적으로 원청 정규직으로 전환해야 한다.

(2) 원청사업주는 전체 공장의 공정 흐름에 따라 총체적인 산업안전보건관리체계를 구축해야 한다.

전체 공장 작업현장의 공정라인흐름에 따라 위해작업, 위해물질사용 작업, 위해물질이 노출될 수 있는 곳, 응급사고 예상지역등을 표시하고, 총체적인 산업안전보건관리체계를 구축해야 한다.

반도체 제조업 전체를 한 체계로 보고, 공정라인에 따른 열린 공정들을 파악하여 위해물질이 누출될 위험에 있는 모든 작업들에 대해 원청사업주의 책임이 강화되어야 한다.

(3) 원청사업주의 책임이 강화되어야 한다.

산업안전보건법에서는 하도급 노동자들에 대한 원청사업주의 책임을 아주 형식적으로만 지우고 있다(예: 하한선이 없는 벌금이나 징역 등).

하도급체 소속 노동자들이 원청사업체의 작업현장에 들어오는 순간부터 생산공정의 구조 측면에서 볼 때, 원청사업체 소속 노동자들과 마찬가지로 생산공정에 참여하므로 그들은 원청사업주에 소속된 노동자들인 셈이다.

그러므로 원청사업주는 하도급체 소속 노동자들에 대해 원청사업체 소속 노동자들에게 대한 책임과 같은 비중의 책임을 가져야 한다.

6. 한국의 산업안전보건관련 국가법과 현장 활용도의 간극과 대안 모색방안

1) 국가적인 화학물질관리의 한계와 대안 모색 방안

(1) 화학물질관리법과 화학물질평가법에서 규정된 화학물질관리의 한계

화학물질관리법 제17조~제20조에는 각각 유해화학물질, 금지물질, 허가물질, 제한물질에 대하여 환경부장관이 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용을 통제할 수 있음이 명시되어 있다. 그러나 화학물질관리법 제17조 부터 20조에 각각의 예외조항이 존재하여 예외조항의 조건이 다소 포용적으로 작용하여 예외조항이 남용되어 활용될 가능성이 있다.

화학물질관리법 제17조는 유해화학물질로 인하여 사람의 건강이나 환경에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있다고 판단하는 경우에는 유해화학물질의 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용의 중지를 명할 수 있다고 되어 있다. 그러나 4항에는 제1항에 따른 중지조치에 대하여 이의가 있는 경우 대통령령으로 정하는 바에 따라 환경부장관에게 해당 중지의 전부 또는 일부의 해제를 요청할 수 있다. 또, 이와 관련하여 화학물질관련법 시행령 제8조에는 유해화학물질의 제조 수입 등 중지의 해제 요청 절차로서 '유해화학물질의 제조 수입 등의 중지 해제 요청서(전자문서)' 를 환경부장관에게 제출하도록 되어 있다. 그러나 유해화학물질의 제조 수입 등 중지의 해제 요청서를 작성할 '별도의 타당한 기준' 없이 '중지 해제 요청 사유' 만을 기재하여 제출하도록 되어 있다.

이와 같이 '별도의 타당한 기준' 이 없이 '중지 해제 유청 사유' 만을 기재하여 승인된다면 모호한 사유만으로도 충분히 유해화학물질을 제조, 수입, 판매, 보관 저장, 운반, 사용을 할 수 있을 것이다.

화학물질관리법 제18조에는 '누구든지 금지물질을 취급하여서는 아니 된다' '라고 명시함으로써 금지물질의 취급금지 및 제한물질의 취급제한이 있음

을 말하고 있다. 그러나 뒤따르는 1항의 예외조항으로 '시험용·연구용·검사용 시약을 그 목적으로 제조·수입·판매하려는 자가 환경부령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 허가를 받은 경우는 그러하지 아니하다'고 되어 있다. 해당 허가신청서에 사용·판매계획서를 첨부하여 지방환경관서의 장에게 제출하면 금지물질도 취급이 가능한 것이다.

화학물질관리법 제19조에는 허가물질의 제조 및 수입, 사용허가를 위해서 필요한 자료를 열거 하고 있다. 이 내용은 1. 제조·수입·사용을 하려는 자의 명칭, 소재지 및 대표자 2. 화학물질의 명칭, 분자식·구조식 등 화학물질의 식별정보 3. 화학물질의 용도 4. 화학물질의 위해성 5. 허가물질의 대안 분석 및 실행가능성 6. 허가물질의 대체 계획이다. 그러나 화학물질평가법 25조에 따른 허가유예기간에는 위의 자료를 제출하지 않고 허가 물질을 활용할 수 있다고 한다. 허가유예기간 동안 자료를 제출하지 않고 허가유예기간 이후에 제조, 수입, 사용업자가 신고한다면 사업자가 사용 시작 일을 조작하는 도덕적 해이가 발생할 가능성이 있다.

또한, 동법 시행령 제9조에는 '연간 100킬로그램 이하로 제조, 수입 또는 사용되는 허가물질' 로 그 대상을 제한하고 있어 소량을 사용하는 허가물질에 대한 관리체계가 충분하지 않다.

또한 화학물질평가법 제8조에도 1항에는 '화학물질제조 등을 보고' 하게 되어 있으나, 2항에는 예외조항을 두어 "1. 기계에 내장(內藏)되어 수입되는 화학물질 2. 시험운전용으로 기계 또는 장치류와 함께 수입되는 화학물질 3. 특정한 고체 형태로 일정한 기능을 발휘하는 제품에 함유되어 그 사용 과정에서 유출되지 아니하는 화학물질 4. 조사용·연구용으로 제조·수입되는 화학물질, 그 밖에 대통령령으로 정하는 화학물질" 은 미리 환경부장관의 허가를 받지 않아도 가능하도록 되어 있다. 또한 화학물질평가법 제10조에는 "등록유예기간" 에는 등록을 하지 않고 수입·제조할 수 있도록 되어 있으며, 이 등록유예기간은 3년이다(표 Ⅲ-20 참조). 이러한 관련 법령들은 기업의 경영활동을 보장하

기 위한 것으로 '기업 친화적' 으로 재정된 것으로 볼 수 있다.

현행 화학물질평가법에 의하면 일부 화학물질을 신고하지 않아도 되고, 등록 유예기간이 3년이어서 이 화학물질들을 취급하는 작업자들이 어떤 화학물질인지 알지도 못한 채 노출될 위험에 직면해 있는 것이다.

결론적으로 한국 국가가 자국 기업의 영업활동을 보장하기 위해 화학물질관리를 엄격하게 실시하지 않고 있는 점이 국제적으로나 국내적으로 유해한 화학물질의 유입을 증대시키고 있다. 국가는 노동자들이 신고 되지 않은 유해한 화학물질에 노출되는 것' 을 막기 위해서 화학물질관리 규정을 강화할 필요가 있다(표 Ⅲ-20).

(2) 물질안전보건자료(MSDS)의 활용의 한계의 극복방안

가) 국가적인 화학물질관리의 한계의 극복방안

한국에서 물질안전보건자료(이하 MSDS)와 관련된 법의 문제점은 국가적인 화학물질관리가 되지 않은 점이다. 특히 2018년 12월 27일 산업안전보건법이 개정되기 전까지는 기업이 "영업비밀" 을 이유로 화학물질의 정보를 비공개하면(즉 MSDS에 물질의 정보를 기재하지 않으면), 화학물질 사용(수입)업체들은 그 물질에 대한 정보를 알 수 없었다.

최근 개정된 산업안전보건법(2018년 12월 27일 개정)에서 기업이 영업비밀을 이유로 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하기 위해서는 고용노동부장관의 사전 심사를 받도록 하였으며, 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하더라도 그 위험성을 유추할 수 있도록 대체명칭과 대체함유량은 기재하도록 해 놓았다. 이 법안은 고용노동부가 개정 이전에 물질안전보건자료의 기재사항 중 화학물질의 명칭과 함유량에 대해 기업이 자의적으로 영업비밀 여부를 판단하여 비공개할 수 있었던 것을 개선하고자 개정된 것이다.[30]

30) 개선 이전의 산업안전보건법 제41조 1항에는 화학물질을 양도하거나 제공하는 자는 "물질안전보건자료(MSDS)를 제공하도록 명시해놓고 있지만, 2항에 예외조항을 두어 "영업비밀로서 보호할 가치가 있

그러나 개정된 산업안전보건법에는 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, “영업비밀물질”에 대한 “고용노동부장관의 사전 심사”에서 화학물질의 명칭과 함유량 대신 “대체명칭과 대체함유량”을 적게 되어 있는데, 심사를 요청하는 기업이 “대체명칭과 대체함유량”을 어떻게 적느냐? 에 따라 잘못 활용될 여지가 많다. 화학물질이 인체에 미치는 영향은 원 물질과 대체 물질에 따라 완전히 다를 수 있다. 석면이 인체에 미치는 영향과 유리섬유가 인체에 미치는 영향이 다른 것처럼 말이다. 그러므로 개정된 법안에서 모호하게 적용한 것은 매우 심각한 한계가 있다.

둘째, “고용노동부장관의 사전 심사”를 받는 물질이 “영업비밀물질”에 한정되어 있기 때문에 다른 물질들에 대해서는 여전히 국가적인 관리가 되지 않아서 다른 물질들에 대해서는 여전히 국가적인 관리가 안 되고 있는 점이 있다. 이 법안에서 국가가 “영업비밀물질”에 대한 관리를 하는 것은 중요한 시도이나, 국제적으로 관리되고 있는 유해물질(발암물질)에 대한 총체적인 국가관리가 필요하다.

셋째, 이 법으로 기업(제조업체)들에겐 또 하나의 행정처리가 될 수 있다는 점이다. “영업비밀물질”에 대한 “고용노동부장관의 사전 심사”를 받기위해서 반도체 제조업체들은 화학물질제조업체들로부터 물질정보를 받아야 하는데, 화학물질제조업체가 물질정보공유를 회피하려고 한다면 이 법안은 실효성이 없을 것이다.

넷째, 반도체 제조업체들은 이 개정안도 기존의 법과 같이 취급해서 화학물질들이 법의 “사전검사”에 통과만 되면 그 다음부터는 아무것도 안할 수 있는 가능성이 매우 크다.

다섯째, 고용노동부는 새 산업안전보건법에서 “물질안전보건자료에 대한 노

다고 인정되는 화학물질은 적지 않을 수 있다”고 명시하였다. 그러나 단서 조항으로 “노동자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 대상화학물질로써 고용노동부장관이 정하는 것은 그러하지 아니하다.”고 하여 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 물질은 MSDS를 제공해야한다고 규정해놓고 있었다. 또한, 해당 법령의 시행규칙(제92조의4)은 기재 사항 중 구성성분 및 함유량을 비공개 할 수 있다는 내용만 뒷받침 하고 있었다.

동자의 알권리를 보장하기 위하여 관련 제도를 개선” 하기 위해 “고용노동부장관의 사전심사” 를 받도록 했다고 하나, “고용노동부장관의 사전심사” 를 받는 것이 “노동자의 알권리” 로 이어지지 않는 점이 있다. 개정된 법안에서 해당 내용에 노동자의 알권리를 보장하는 내용은 없다.

정부가 ‘MSDS 심사’ 를 통해 유해물질을 파악하고 사전적으로 예방활동을 하는 것은 매우 좋은 사안이라고 생각한다. 그 방안은 일부 제조업 현장에서 중요한 역할을 할 것이다. 그러나 단지 ‘MSDS 심사’ 를 통과한 무수히 많은 업체들에게는 체감되는 사전예방활동이 되지는 않을 것이다. 오히려 사업주 및 안전보건관리자에게는 행정소요가 늘어나 오히려 노동자들의 실질적인 안전보건관리에 힘쓸 여력이 부족할 수도 있다. 사업주가 나서서 노동자들의 안전보건관리를 챙기고, 안전보건관리자들이 적극적으로 사업장의 실정에 맞는 안전보건활동을 펼치며, 노동자들도 스스로 안전보건관리방안을 숙지할 수 있도록 행동을 유도할 수 있는 보완적 방안이 필요하다고 생각한다.

그러므로 이 연구팀은 국가가 발암물질을 포함하여 국제적으로 관리를 하고 있는 유해한 화학물질에 대해 국가적으로 관리해야 한다고 제안한다. 이번에 새로 개정된 법에서도 MSDS전체를 관리대상으로 해야 하고, 영업비밀물질에 대해 국가의 “사전심사” 에서 “대체명칭과 대체함유량” 이 아닌 정확한 “화학물질의 명칭과 함유량” 으로 관리를 해야 한다고 제안한다. 또한 향후 화학물질에 대한 정보를 “사전심사” 용으로만 활용하는 게 아니라, 화학물질에 대한 정보를 이용하여 작업장에 실제적인 산업안전보건관리체계를 만드는데 기초자료로 활용될 수 있도록 해야 할 것이다(표 Ⅲ-20).

나) MSDS 정보의 부족의 한계의 극복방안

이 연구의 작업현장 실태조사에서 각 기업체의 보건관리자들은 “노동자들이 MSDS를 유심히 보려고 하지 않으며 관심이 없다” , “MSDS자료 제공이 노동자들에게 얼마만큼 안전보건에 유의하게 하는 효과가 있는지 의문이다.’ 고 진

술하였었다. MSDS에는 [1.화학제품과 회사에 관한 정보] 등 16가지의 화학물질에 대한 정보가 담겨 있다. MSDS 비치가 법제화 되어 있음에도 불구하고 노동자들이 MSDS를 유심히 관찰하지 않는 이유가 무엇일까? 몇몇 사업장에서 만난 노동자들의 입을 통하여 얻은 대답은 '내용이 너무 많고 어렵다' 는 내용이었다.

향후 MSDS를 단지 법을 통과하기 위한 대상으로 활용할 것이 아니라, MSDS를 이용해서 작업장의 위해요인을 파악하고 예방하기 위한 방법으로 사용할 수 있도록 해야 할 것이다. 그러기위해서 MSDS에 위해성(발암성여부), 취급 시 주의사항, 보호구정보, 응급사고 시 대처방안 등의 더 구체적이고 풍부한 내용이 포함되게 하면서도 노동자들이 이해하기 쉽도록 작성되어야 한다. 그래서 작업자들의 실질적인 행동을 이끌어 낼 수 있어야 한다.

본 연구팀은 작업장 구역별로 필수 MSDS정보를 수록한 new-MSDS를 제안하는 바이다. 이 new-MSDS는 신체유해성 정보(노출 시 질환, 암 발병 등)와 착용보호구에 대한 정보를 도표화 하여 제시한다. 또, '단계별 조치요령' 을 표시하여 '평상시 작업' 과 '유사시' 의 행동요령에 대하여 자세하게 설명한다(표 Ⅲ-20).

2) 산업안전보건법에 규정된 산업안전보건관리의 한계

(1) 작업환경측정 신뢰성 제고

현재 작업환경측정의 한계로 첫 번째는 [산업안전보건법 별표11의5]에 규정된 "작업환경측정대상 유해인자(작업환경측정대상물질)" 190개인데[31], 이는 국제적으로 규정된 위해물질(예: 발암물질) 수에 비해 양적으로 매우 부족하

31) [산업안전보건법 별표 11의5]에 명시된 "작업환경측정 대상 유해인자" 는 190개로, 유기화합물 113종, 금속류 23종, 산 및 알칼리류 17종, 가스상 물질류 15종, 시행령 제30조의 규정에 의한 허가대상 유해물질 13종, 광물성분진, 곡물분진, 면분진, 목분진, 용접흄, 유리섬유 6종, 금속가공유 1종, 물리적 인자 2종(8시간 시간가중평균 80dB 이상의 소음 1종, 보건규칙 제7장의 규정에 의한 고열 1종), 기타 노동부장관이 정 하여 고시하는 인체에 해로운 유해인자(현재까지는 없음)로 구성되어 있다.

다. 예를 들면, 현재 시중에 유통되는 물질이 기존물질 4만4천여 종(유독물질 1500건, 기존물질에 포함이 안 되는 것도 있음)인 것과 비교했을 때 작업환경측정 대상 유해인자로 지정된 190개의 화학물질은 그 수가 매우 적은 것이다. 국제암연구기관(IARC)에서 관리하고 있는 물질 종류는 1,090여 종이고 그 중 1군(암을 일으키는 것이 충분히 확인된 물질)이 132종, 2A군(암을 일으킨다고 추정되는 물질)이 87종, 2B군(암을 일으킬 가능성이 있는 물질)이 303종이 제시되어 있다. 또한 산업안전보건법에서는 산업의 증대와 발전에 따라 제조·사용·노출되는 새로운 위해물질들을 포괄하지 못하고 있다. 향후 작업환경측정의 가장 중요한 개선방안은 적어도 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 발암물질(IARC Group 1, 2A, 2B)을 포괄해야한다는 것이다.

두 번째 한계는 현 산업안전보건법에 의한 작업환경측정방법의 한계가 있는데, 예를 들면 8시간 평균값을 구해야하므로 측정값이 8시간 평균되므로 결과값이 희석되는 점, 실시간 측정이 안 되는 점, 생산공정에 포함되지 않은 비공정작업 등은 측정을 안 해도 되는 점 등이 있다.

한 예를 들어 현 산업안전보건법에 의해서는 반도체 제조업에서 비공정작업(PM, 청소, 정전 시 복구 등) 및 화학물질 납품/폐기 시 측정을 하지 않아도 된다. 최근 자동화 및 기계화로 생산공정을 손으로 하는 방식에서 자동화시스템을 갖춘 공장들이 다수 있었으며, 노동자가 공정에 참여한다 할지라도 환기 및 기계의 잠금장치가 작동될 때에는 사용 중인 유해물질이 검출되지 않기 때문이다. 비(非)공정작업에 관련한 법령상의 작업환경측정 등에 대한 권고사항을 찾아보기 어려웠다. 향후 작업환경측정방법을 각 작업현장에 맞게, 작업환경개선의 목적에 맞게 적용해야 할 것이다.

세 번째 한계는 작업환경측정을 작업장의 위해환경과 위해물질을 개선하기 위한 방법으로 사용하지 못하고 있다는 것이다. 현 작업환경측정은 비용낭비이면서도 작업환경개선에 실질적으로 도움이 되지 못하고 있다. 법과 국가기관은 작업환경측정을 하는 것에 대해 규제할 것이 아니라, 작업환경에 위해요인을

규제하고 유해요인이 없도록 해야 할 것이다(표 Ⅲ-20).

(2) 건강진단(검진)의 한계

현행 산업안전보건법에 의하면 건강진단(검진)에는 특수건강검진과 일반건강검진이 있으며, 이는 사업주에게 부여된 의무사항으로 이를 위반 시 1천만원 이하의 과태료가 부과 된다[32].

본 연구팀이 방문한 모든 사업장은 건강진단을 실시하고 있었으나 건강진단의 효과나 정책의 효율성에 대해서는 다소 회의적인 입장이었다.

현행 산업안전보건법에서 규정하고 있는 건강진단(검진)의 한계는 다음과 같다. 첫째, 현행 건강진단(검진)은 직업병을 조기진단하기 위한 방법으로 사용할 수 없다. 건강진단(검진) 항목들이 작업장의 위해요인에 따라 발생할 수 있는 직업병을 조기진단하기 위한 항목들로 구성되어 있지 못하다. 더 큰 문제는 건강진단(검진) 항목들이 매우 형식적으로 구성되어 있음에 따라 보건관리자 및 노동자 모두 건강진단에 큰 의의를 두고 있지 않고 있는데, 법에 의해 이 건강진단을 계속 해야 하니, 이것은 자칫 노동자로 하여금 자신의 건강상태에 대한 경각심을 잃게 해 가장 큰 문제라고 이야기 할 수도 있다.

둘째, 이 결과로 작업장에서 직업병과 산재예방을 할 수 있는 근거로 사용할 수도 없고, 건강증진활동을 하는데도 심히 제약이 많다는 것이었다. 산업안전보건법 [43조 5항]에 '건강진단 결과 노동자의 건강을 유지하기 위하여 필요하다고 인정할 때에는 작업장소 변경, 작업 전환, 근로시간 단축, 야간 근로(오후 10시부터 오전 6시까지의 근로)의 제한, 작업환경측정 또는 시설 · 설비의 설치 · 개선 등 적절한 조치를 하여야 한다고 규정되어 있다. 그러나 이 법령은 규정에 머무를 뿐 과태료 기준이 없어서 사업주의 입장에서 법적인 처벌이 없으므로 건강진단결과에 대한 후속조치를 하지 않아도 된다. 한편 노동자는 스스로 불이익을 당하지 않기 위하여 유소견자임에도 불구하고 지속적으로 근무

32) [산업안전보건법 제 43조]의 내용은 건강진단과 관련된 내용이다. 건강진단은 사업주에게 부여된 피고용인에 대한 의무사항으로 위반 시 1천만원 이하의 과태료가 부과된다.

를 하는 것으로 조사되었다. 그러므로 현재 건강진단은 작업자의 개별적인 건강증진의 목적과 작업장 개선의 목적을 모두 상실된 상태이다.

향후 건강진단이 노동자들에게 질병을 조기에 발견할 수 있는 역할이 되게 실질적으로 건강진단(검진)의 질을 높이고, 중복되고 반복된 검진을 지양하여 작업장에서 위해요인을 제거하고 예방하고 개선대책을 세우는 기초자료로 사용될 수 있도록 되어야 할 것이다.

셋째, 현행제도에서는 건강검진을 위한 행정소모가 너무 크다. 현행 제도는 입사일 기준으로 검진 일정이 입사자마다 다르며, 1차 특수검진의 문진내용이 일반검진과 유사하고, 검진항목들이 중복되며(특수검진, 일반검진, 배치전검진, 야간검진 등등), 제조공정에서 사용되는 물질이 변경되면 배치 전 검사를 다시 실시해야 한다. 이와 같은 행정소요는 보건관리자의 업무의 큰 부분을 차지하고 있다(표 Ⅲ-20).

(3) 안전보건 '대행관리'

본 연구팀이 방문한 사업체들에서도 안전·보건관리를 안전/보건대행관리업체를 위탁하여 안전·보건관리 대행을 하고 있었다는데, 이러한 대행은 작업장에 유용한 산업보건관리의 실행을 막고 있다. 향후 안전·보건관리를 대행업체에게 위탁하는 제도를 지양하고, 실제 작업장의 위해요인과 위해환경을 개선할 수 있는 안전·보건관리 방법을 개발해야 할 것이다(표 Ⅲ-20).

(4) 안전·보건관리자의 업무 여건 보장

노동자의 안전·보건관리가 잘 수행되기 위해서 안전·보건관리자의 역할이 매우 중요하다. 향후 안전·보건관리자를 전임으로 두고, 안전·보건관리 업무에 집중하도록 해야 할 것이다.

또한 2018년 12월 27일 산업안전보건법 전부개정안에는 '대통령령으로 정하는 일정규모 이상의 주식회사 대표이사에게 매년 안전·보건계획을 수립할 의

무를 부과' 하였으나, 향후 사업주가 안전보건관리총괄책임자가 되어서 산업안전보건관리를 총체적으로 책임져야 한다(표 Ⅲ-20).

(5) 형식상의 교육 및 교육제도

현행 산업안전보건법에 교육과 관련된 법령들이 제시되어 있으나[33], 국가적인 차원에서 사업장에서 실제 필요한 교육의 양과 질을 정도관리하지 못하고 있는 한계가 있다(표 Ⅲ-20 참조).

이 연구팀이 사업장에 방문하여 교육과 관련된 사항을 질의했을 때 대부분의 안전·보건관리자들이 교육의 한계를 언급했는데, 그것은 첫째, 교육이 전적으로 안전·보건관리자들에게 맡겨져 있는데, 그들이 전문적인 지식을 전달해 줄 수 없다는 점, 둘째, 교육 내용이 반복되며, 교육 방식이 단편적인 지식 제공에 그치고 있다는 점, 셋째 보건교육이 온라인 교육중심으로 진행되고 있어 노동자들의 관심대상이 되지 못하고 있는 점 등이었다. 그 중 가장 중대한 이유로써 안전·보건관리자들은 '최고관리자(사업주)의 안전·보건에 대한 의식 부족' 을 꼽았다. 사업주의 의도에 따라 교육이 형식상 진행되기도 하고 실질적인 도움이 되도록 지원이 되기도 한다는 이야기였다.

[산업안전보건법 제31조 1항]에는 '사업주는 해당 사업장의 노동자에 대하여 안전·보건에 관한 교육을 하여야 한다.' 고 기술되어 있으나 정작 사업주에 대한 안전·보건관리 교육은 실시되고 있지 않다. 이에 본 연구팀은 사업주의 보건관리의식 제고를 위한 안전·보건 세미나를 개최하여 사업주들이 직간접적으로 안전·보건관리의 중요성을 느끼고, 더 나아가 '생산관리의 한 분야' 로써 안전·보건관리를 인식하도록 유도해야 한다고 생각한다. 안전·보건관리가 생산관리의 한 분야로 자리 잡는다는 의미는 모든 생산에 관련된 공정, 작업장 배치, 작업자, 근로시간 등 전 분야에서 안전·보건관리와 연계된다는

33) [산업안전보건법 제31조]에는 안전·보건교육 관련 규정, [산업안전보건시행규칙 제33조]에는 교육시간과 교육 내용에 대한 내용, [산업안전보건법 제39조 제2항]에는 안전보건관리책임자, 안전·보건관리자의 교육시간이 명시되어 있다. 교육대상별 교육내용은 [산업안전보건법 별표 8의2]에 제시되어 있다.

의미로서 가장 이상적인 작업장 안전·보건방안으로 사료된다. 교육이 작업환경에 실질적인 도움이 되기 위해서는 사업주의 책임강화 없이는 불가능하다. 그러므로 사업주 교육을 통한 안전·보건 관리 책임성을 부여하는 것이 중요하다.

향후 국가적인 차원에서 보건교육의 질과 내용의 정도관리를 통해 사업장에서 무엇을 교육하고 있는지? 에 대해서 점검할 필요가 있다. 또한 실제 작업현장에 필요한 교육을 실시할 필요가 있다. 예를 들면 작업현장에 가장 위험한 위해요인이 무엇인지를 파악하고 그 유해요인을 어떻게 해결할 것인가? 에 대한 문제를 중점적으로 교육을 하면 될 것이다(표 Ⅲ-20).

3) 산업안전보건법에서 규정한 산업안전보건관리의 한계

(1) 유사 시(사고 시) 단계별 조치요령

본 연구팀이 사업체를 방문하여 안전·보건관리자에게 '유사시 조치할 수 있는 매뉴얼이 있는가?' 하는 질문을 하면, 대부분 '있다' 고 대답했다. 그러나 세부적인 유사시 행동요령이 수립되고 실제로 그 계획대로 대피훈련 등을 실시하는 곳은 많지 않은 것으로 조사되었다. 법령에서는 유사시 단계별 조치요령 수립할 것을 강제하고 있지는 않았다.

산업안전보건법에는 각 작업장에 "안전보건관리규정"을 작성하도록 되어 있는데[34], 이 "안전보건관리규정"이 작업장의 위험요인을 예방하기 위한 매뉴얼 역할을 할 수 있도록 더 보완을 할 필요가 있다.

또한 '사고 시의 대피 등' 에 대하여 기술해 놓은 [산안법 시행규칙 제438호][35]의 내용은 유사시 행동요령이라고 하기에 다소 부족하므로, 사고 시 대

34) 산업안전보건법 제20조, 산업안전보건 법 시행규칙 제26조, 산업안전보건법 별표6의2,별표6의3 참조

35) [산안법 시행규칙 제438호] 내용을 요약하면 사업주는 "1.해당 관리대상 유해물질을 취급하는 장소의 환기장치의 고장으로 그 기능이 저하되거나 상실된 경우 2.해당 관리대상 유해물질을 취급하는 장소의 내부가 관리대상 유해물질에 의하여 오염되거나 관리대상 유해물질이 새는 경우 노동자를 그 장소에서 대피시켜야 한다. 그리고 오염물질의 누출이 제거될 때 까지 출입을 금하고 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게

피 방법을 보완할 필요가 있다.

2018년 12월 27일에 산업안전보건법 개정안에는 '사업장에 토사 · 구축물의 붕괴, 화재 · 폭발, 위험물질 누출로 인한 중대재해가 발생한 경우 사업장 전체에 대해 고용노동부장관(근로감독관)이 작업중지를 명령할 수 있도록' 개정되었다. 또, 중대재해가 발생한 사업자에서 다시 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있는 경우 해당 작업과 중대재해가 발생한 작업과 동일한 작업에 대해서만 부분 작업중지를 하도록 하였다.

실제 작업장에서는 초기대응조치를 어떻게 하느냐? 경미한 사고에 그치기도 하고 산업재해(중대산업사고)로 전개되기도 한다. 그렇기 때문에 현행 법령으로 주어진 [산업재해 및 중대산업사고의 발생 시 처리 절차 및 긴급조치]의 내용이나 시행규칙으로 제시된 [사고 시 신속한 대피, 출입차단] 정도의 법적 구속력으로는 실제 작업장에서 발생 가능한 사고에 유연하게 대처하기 어렵다.

그러므로 유사시(사고 시) 공정별/단계별 조치요령을 수립(일부 대기업 및 우수사업장에서는 자체적으로 실시하고 있음)하도록 유도하고, 해당 내용을 연례교육에 포함시킬 뿐 아니라 앞서 제안했던 new-MSDS와 함께 작업장에 게시하여 작업자들이 그 내용을 충분히 숙지할 수 있도록 유도하는 것이 효과가 있을 것으로 사료된다. 사업장의 교육내용은 작업현장의 위해요인의 정도에 따라 이를 해결하기위한 계획 하에 세부적으로 정하여 실시하는 것이 필요하고, '유사시 공정별/단계별 조치요령' 은 실제상황을 가정하고 연 2회 이상 훈련하는 것이 필요할 것이다.

(2) 위험한 업무 도급 금지 내용의 한계

2018년 12월 27일 산업안전보건법 개정안은 "도급금지" 규정을 신설하여 현행 인가대상 작업[도금작업, 수은 · 납 또는 카드뮴의 제련 · 주입·가공·가열 작업, 허가물질* 제조 · 사용 작업(* 베릴륨, 비소 및 화합물, 디클로로벤지딘,

---

시한다..... 다만, 안전한 방법에 따라 인명구조 또는 유해방지에 관한 작업을 하는 경우는 그렇지 않다고 되어 있다.

염화비닐 등 12종 화학물질)]을 전면적으로 금지했다. 그러나 이 도급 금지 대상 작업 중에서도 일시·간헐적인 작업에 대해서는 사내도급을 허용하였고, 하도급업체가 보유한 기술이 전문적이고 원청의 사업 운영에 필수불가결한 경우에도 고용노동부장관의 승인을 받아 사내도급을 할 수 있도록 허용한 상태다.

이 개정안의 한계를 보면, 이 개정안에 명시된 "사내도급 금지작업" 은 실제 작업현장에서 볼 때 매우 극소수의 작업들이어서 이 법에 적용을 받을 수 있는 사업장들이 몇 개 되지도 않는다는 데 있다. 개정안의 "도급 금지작업" 에 속한 "허가물질* 제조·사용 작업" 에는 단 12개의 화학물질만 포함되는데, 2019년 1월 현재까지 국제암연구기관 기준으로 1급 발암물질로 알려진 것만 해도 132개이고, 3급 발암물질까지 합치면 총 1090개에 이를 정도로(국제암연구기관, 2019) 위해물질이 매년 급속도로 증가하고 있어서 개정된 법에서 12개의 화학물질만을 대상으로 하고 있는 것에는 한계가 있다.

현재 산업구조가 변화함에 따라 새로운 발암물질들이 수없이 쏟아져 나오고 있으며, 또한 거의 모든 산업재해는 하도급 비정규직 노동자들에게 발생되고 있다. 이러한 상황에서 개정안에 몇 개의 작업만을 대상으로 도급 금지조항을 신설하는 것은 너무나도 실효성이 없다.

더 큰 문제는 이들 "도급 금지" 작업에서조차 '일시·간헐적인 작업' 과 '전문적인 기술' 의 경우에 도급을 허용하고 있다는 것이다. 결국 도급을 허용하지 않는 작업이 극소수에 불과할 뿐 거의 없게 된다. 이 법은 극소수 작업만을 도급금지함으로써 오히려 극소수 작업을 제외한 거의 모든 작업에 대해 도급을 승인해주는 결과를 초래하게 되었다.

문제는 이 극소수 작업에서만 재해가 생기는 것이 아니라, 모든 사내 도급 형태에 속한 하도급 비정규직 노동자들에게 치명적인 재해발생이 높다는 것이다. 하도급제도는 본질적으로 원청사업주들이 노동자의 인건비를 절감하기 위한 수단을 사용하는 것을 법적으로 허용해주는 제도에 불과하다. 그런데 그 결과 노동자들에게는 임금저하 뿐 아니라 치명적인 산업재해로 귀결되니 사회적

으로 볼 때 폐기되어야할 제도인 것이다. 향후 이러한 실효성이 없는 법 규정을 두지 말고 현실적으로 “사내도급 전면 금지”가 이루어지도록 해야 한다. 노동자들을 죽음으로 내모는 사내도급은 전면 금지되어야 한다.

실제 반도체 제조업 사업장의 사정은 어떠할까? 도급 업체들은 안전한 업무를 담당하고 있을까? 협력업체, 사내하도급 등의 형태로 존재하는 도급 업체들은 기본적으로는 경비, 실내외 청소, 구내식당 등의 업무를 수행하며 생산과 직접적으로 연관된 전문적 업종들로는 유지관리(PM), 기계설비 · 정비, 배관청소, 화학물질 납품 등이 있다.

이러한 업무는 반도체 제조업에서 유해한 화학물질에 노출되는 열린 지점들(open point)이다. 반도체 제조업의 주요 생산라인은 밀폐된 공정라인으로 되어 있는데, 이 도급업체들이 작업을 하는 장소와 작업자들의 업무들은 ‘유지관리(PM), 기계설비 · 정비, 배관청소, 화학물질 납품’ 등으로 밀폐된 공정라인이 열리는 공간이어서 유해한 화학물질에 노출되는 공정이다. 그러므로 엄밀하게 말하면 반도체 제조업의 원청사업주는 현재 하도급을 주고 있는 것을 더 이상 진행해서는 안 되는 것이다(표 Ⅲ-20).

(3) 산업안전보건법 전부개정안 ‘원청의 책임범위 및 처벌수준 강화’

이번 산업안전보건법 개정안에서는 “원청이 안전·보건조치를 취해야 하는 장소의 범위를 현행 화재·폭발 등 22개 위험장소에서 원청 사업장 전체와 원청이 지정·제공한 장소 중 원청이 지배·관리 가능한 장소로써 대통령령으로 정하는 장소로 확대”하였다.

그동안 기존 산업안전보건법의 문제점 가운데 하나가 작업현장에서 사망재해를 당해도 원청사업주에게 책임을 물을 수 없다는 점이었는데, 이 개정된 법에서도 원청의 책임을 “장소 확대”에만 그칠 뿐, 사업주의 책임을 강화하는 전면적인 개정으로 나가지는 못했다. 장소 법위에 관계없이 원청사업주는 노동자들의 안전 · 보건조치를 취해야 한다. 또한 개정안에서는 원청사업주가 원청

이 안전·보건조치 의무를 위반한 경우' 사업주에 대한 처벌 수준도 하한선이 없는 '3년 이하의 징역 또는 3천만 원 이하의 벌금' 수준에 그치고 있어서 실제적인 처벌이 되지 않을 수 있어서 "사업주의 책임강화" 는 여전히 미흡하다 (표 Ⅲ-20).

(4) 산업안전보건법에 "사업주의 책임성 강화" 의 필요성

산업안전보건법 제13조(안전보건관리책임자)①항에는 "사업주가 사업장에 안전보건관리책임자(이하 관리책임자)를 두어 다음 각 호의 업무를 총괄 관리하도록 하여야 한다." 고 되어 있다. 그러나 문제는 산업안전보건법 제13조 각 호에 나와 있는 내용들이 사업주가 "관리책임자" 에게 맡길 내용이 아니라 사업주가 책임과 의무를 가지고 수행할 내용들이라는 것이다. 예를 들어 1호 내용이 "산업재해 예방계획의 수립에 관한 사항" 인데 이러한 내용은 사업주가 직접 나서서 해야 할 일인 것이다. 그러므로 산안법 제13조 각호의 업무는 사업주가 직접 총괄 관리하도록 해야 한다. 산안법 시행령 제9조(안전보건관리책임자의 선임 등), 제18조(안전보건총괄책임자)에서도 사업주가 사업장의 산업안전보건관리에 총괄책임자로 나서야 한다. 또한 2018년 12월 27일에 개정된 산업안전보건법에도 이전법과 마찬가지로 어떠한 법조항에도 사업주에 대한 처벌수준에 하한선이 없는데[36], 이 부분도 향후 사업주에 대한 처벌수준의 명확한 하한선을 규정하여 실제적인 사업장 산업안전보건관리가 되도록 해야한다.

---

36) 2018년 12월 27일에 개정된 산업안전보건법에도 노동자 사망 시' 사업주에 대한 처벌이나 원청에 대한 처벌내용에도 하한선이 없는 '7년 이하의 징역이나 1억 원 이하의 벌금' 수준에 머물렀고, '원청이 안전·보건조치 의무를 위반한 경우' 사업주에 대한 처벌 수준도 하한선이 없는 '3년 이하의 징역 또는 3천만 원 이하의 벌금' 수준에 그치고 있다.
이번 개정안에서는 지금까지 안전조치 및 보건조치 의무 위반 시 사업주에 대한 형량이 낮았던 점을 참작하여 5년 이내 두 번 이상 적발 시 형의 1/2를 가중처벌하기로 하였고, 노동자 사망 시 법인에 대한 법정벌금의 상한선을 1억에서 10억으로 상향시켰으며, 안전 및 보건조치 위반으로 노동자를 사망하게 방조한 것이 법정에서 인정 될 시에 수강명령을 병과할 수 있도록 규정하였다.
그러나 이번 개정된 법에도 이전 법과 마찬가지로 사업주에 대한 처벌내용에 하한선은 없기 때문에 여전히 사업주에 대한 책임강화의 실효성이 없다.

<표 III-20> 한국의 화학물질 관리 문제점, 법령기준 및 개선 대책

화학물질의 수명주기에 따른 흐름도	이 연구팀이 작업현장조사에서 본 문제점	법령기준과 그 한계점: 화학물질평가법(화평법), 화학물질관리법(화관법), 산업안전보건법(산안법)을 중심으로	이 연구팀이 제안하는 개선대책
1.공급과정			
(1)국가차원의 화학물질관리 강화			
①화학물질 제조·수입·판매과정에서 규제 강화	국가는 화관법, 화평법을 통해 화학물질을 제조·수입·판매하는 자가 환경부장관에게 신고를 하게 해 놓았지만, 유해한 화학물질에 대해 사용금지 등과 같은 실제적인 규제를 하지 않고 있다(명목적으로는 규제를 하고 있으나 실질적으로 규제를 하고 있지 않다.	1. 화평법 제8조(화학물질 제조 등의 보고) ① 신규화학물질 또는 연간 1톤 이상 기존화학물질을 제조·수입·판매하는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 화학물질의 용도 및 그 양 등을 매년 환경부장관에게 보고 ② 예외조항: 1. 기계에 내장(內藏)되어 수입되는 화학물질 2. 시험운전용으로 기계 또는 장치류와 함께 수입되는 화학물질 3. 특정한 고체 형태로 일정한 기능을 발휘하는 제품에 함유되어 그 사용 과정에서 유출되지 아니하는 화학물질 4. 그 밖에 조사용·연구용으로 제조·수입되는 화학물질 등 대통령령으로 정하는 화학물질 등 기타 2. 화평법 제10조(화학물질의 등록) ① 신규화학물질 또는 연간 1톤 이상 등록대상기존화학물질을 제조·수입하려는 자는 제조 또는 수입 전에 미리 등록하여야 한다. 다만, 사람의 건강 또는 환경에 심각한 피해를 입힐 우려가 크다고 인정되는 경우 제조량·수입량이 연간 1톤 미만이더라도 등록하여야 한다. ② 제1항에도 불구하고 등록대상기존화학물질을 제조·수입하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 주어진 등록유예기간(이하 "등록유예기간"이라 한다) 동안에는 등록을 하지 아니하고 제조·수입할 수 있다. 3. 그러나 현실은 화평법 제8조 2항 예외조항, 화평법 제10조 2항 등록유예기간에 의해 실제적으로 화학물질등록을 안해도 되게 되어 있어, 법이 현실에서 실현되지 않고 있다.	국가는 화학물질의 제조·수입·판매 과정에서 단순히 신고과정만 두는 것이 아니라, 국제적으로 공인된 유해화학물질에 대해서 제조·수입·판매 금지를 해야한다.
②발암물질(IARC)에 대한 규제강화:	한국의 반도체 제조업들이 국제암연구기관(IARC) 발암물질들을 계속 사용하고 있어서 이에 대한 국가적인 규제와 관리가 필요함.	화관법 제2조(정의)에 화학물질에 대한 정의, 산안법의 작업환경측정대상물질(산안법 제42조, 동 법「시행규칙」제93조 별표 11의5) 및 특수건강건진대상 유해인자들(산안법 시행규칙98조제2항)에는 국제적으로 공인되고 있는 발암물질들(예: 국제암연구기관 발암물질)이 포함되어 있지 않고 있으며, 발암물질에 대한 관리가 이루어지고 있지 않다.	국제암연구기관(IARC) 발암물질 종류는 1,090여 종. 그 중 1군(암을 일으키는 것이 충분히 확인된 물질)이 132종, 2A군(암을 일으킨다고 추정되는 물질)이 87종, 2B군(암을 일으킬 가능성이 있는 물질)이 303종이 제시되어 있음. 국제적으로 공인된 발암물질들에 대

			해 국가가 국제적인 연대를 통해 공동관리할 필요가 있음. 국제 공인 화학물질목록과 한국 화학물질 목록이 연동되어 관리될 필요성 있음.
④영업비밀물질 관리 ⑤MSDS 관리 강화	-국가에서"영업비밀"물질에 대해 관리를 하지 않고 있다. 예를 들면 화관법, 화평법에 의하면 수출업체들이 화학물질정보를 알려주지 않는 것에 대해 국가가 별다른 조치를 취하지 않고 있으며, 법적으로 오히려 영업비밀을 보호하는 측면이 있어 실무에 어려움이 따름	1. 2018년 12월 26일까지 실행된 산안법 제41조제1항에서 화하물질 및 화학물질을 함유한 제재중 제39조제1항에 따라"대상화학물질"을 양도하거나 제공하는 자는 물질안전보건자료를 작성하도록 되어 있으나, 11조제2항에서는 노동자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 대상 화학물질로서 고용노동부장관이 정하는 것을 제외하고는 구체적인 식별정보를 적지아니할 수 있다고 하여 실제적으로 "영업비밀"물질에 대한 정보를 국가에 신고하지 않아도 되기 때문에, 화학물질 공급업체들은 "영업비밀"물질에 대한 정보를 국가에 신고하지 않고 있었다. 2. 2018년 12월 27일 개정된 산업안전보건법에서는 기업이"영업비밀"을 이유로 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하기 위해서는 고용노동부장관의 사전 심사를 받도록 하였으며, 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하더라도 그 위험성을 유추할 수 있도록 대체명칭과 대체함유량은 기재하도록 하였다. 3. 이 개정된 산안법의 한계는"고용노동부장관의 사전심사"과정에서 대체명칭과 대체함유량을 적게 되어 있는 것은 잘 못 활용될 여지가 있으며, "사전심사"를 받아야하는 물질들이"영업비밀물질"에만 한정되어 있고 나머지 화학물질에 대해서는 기업들의 신고에 그치게 되어 있어 국가적인 차원에서 화학물질관리는 되고 있지 않고 있다. 특히 국제적으로 공인된 발암물질들의 경우에는 국가적인 규제와 금지가 필요한데, 이 부분이 미흡하다.	1. 영업비밀물질에 대해서도 화학물질의 명칭과 함유량 및'유해성'에 관한 정보는 반드시 기재하도록 법령 개정이 되어야 함. 2.. 영업비밀물질만이 아니라 모든 화학문질을 산업안전보건관리대상에 두어야 하고, 특히 국제적으로 공인된 발암물질들(예: 국제암연구기관 발암물질)의 경우에는 '화학물질을 양도하거나 제공하는 자', 즉 기업에만 맡길 것이 아니라, 국가가 개입해서 규제 및 금지를 해야 할 것이다.
	-반도체 제조업에서 보건관리자들은 산업안전보건관리(작업환경측정, 특수검진)을 위해 MSDS정보에 전적으로 의존하고 있으나 MSDS의 내용이 불충분함.		각 작업현장에서 해당 공정에서 사용되는 물질의 특징, 건강영향, 유사시 행동요령 등으로 MSDS내용을 쉽고도 핵심적인 내용만 포함하는 포스터 등을 제작하여 노동자들의 인식도를 높이고, 예방활동으로 이어지게 해야 함.
⑥국가 차원에서 화학물질 "대체물질"개발	-한국의 국가기관에서 위해한 화학물질, 특히 발암물질에 대해 대체물질을 개발하지 않고 있음.	화관법 제4조(국가 및 지방자치단체의 책무)에"화학물질 안전관리와 관련된 기술개발을 촉진, 분야별 전문인력을 양성 위해자금 출연, 보조"등의 항목이 있긴하나, 이것으로는 명확한 법적 근거가 되지 못함.	국가가 위해 화학물질에 대한 대체물질개발에 대한 구체적인 정책대안을 마련해야함.

2. 작업공정과정			
(1)산업안전보건법에 의거한 산업안전보건관리조직체계			
산업안전보건법에 의거한 산업안전보건관리조직체계 강화	1.현재 보건관리자와 안전관리자가 산업안전보건관리를 주로 담당하고 있으나, 회사 내에서 영향력이 적으므로(X) 의사결정권은 사업주에게 달려있어서 산업안전보건관리가 제대로 이루어지지 못함. 2.안전·보건관리 인력이 부족하고, 안전·보건관리자가 다른 업무와 겸직을 하므로 업무추진이 부진함. *전임 보건관리자를 선임하는데 따른 중소기업의 부담이 매우 큼. 보건관리자 선임 시 보건관리실을 마련해야 하는 등 비용/공간적인 문제가 있음. 3. 보건관리의 행정적소요가 많음. 특히, 한글/엑셀을 활용한 작업이 많아 체계적인 관리방안이 필요함. *특히 반도체 제조업의 경우 입/퇴사자가 빈번한 기업이 있어 보건관리의 체계마련이 시급	1. 산안법제13조(안전보건관리책임자)①항에는 "사업주가 사업장에 안전보건관리책임자(이하 관리책임자)를 두어 다음 각 호의 업무를 총괄관리하도록 하여야 한다" 라고 되어 있다. 2. 그러나 문제는 산안법 제13조 각 호에 나와 있는 내용들이 사업주가 "관리책임자"에게 떠넘길 내용이 아니라 사업주가 책임과 의무를 가지고 수행할 내용들이라는 것이다. 예를 들어 1호 내용이 "산업재해 예방계획의 수립에 관한 사항"인데 이러한 내용은 사업주가 직접 나서서 해야할 일인 것이다. 그러므로 산안법 제13조 각호의 업무는 사업주가 직접 총괄 관리하도록 해야한다. 이는 산안법 시행령 제9조(안전보건관리책임자의 선임 등), 제18조(안전보건총괄책임자)에서 다 해당되는 내용으로 사업주가 사업장의 산업안전보건관리에 총괄책임자로 나서야 한다. 3. 현장에서는 사업주가 실제적인 산업안전보건관리에는 관여하지 않으면서도 의사결정권을 행사하기 때문에 실질적인 산업안전보건관리가 이루어지고 있지 못하다고 했다. 그러므로 사업주가 실질적인 산업안전보건관리를 수행하도록 책임과 의무를 강화해야 한다.	1. 사업장(기업)에서 안전보건관리총괄책임자를 사업주로 명시하는게 필요하다. 사업주가 실제적인 책임과 의무를 갖도록 해야 한다. 2. 안전·보건관리자를 선임하는데 대한 기업의 부담을 줄여줄 수 있는 방안 모색. 3. 안전·보건관리자의 겸직을 금함. 4. 보건관리를 통합관리할 수 있는 프로그램을 개발하여 체계적인 보건관리가 가능하도록 지원.
(2)산업안전보건법에 규정된 산업안전보건관리 내용의 개선			
① 작업환경측정	-현재 "작업환경측정"이 반도체 제조업에서 실효성이 없으며, 작업환경측정결과를 통해 작업장 위해요인을 개선하기가 불가능함. 그 이유는 크게 첫째 "작업환경측정대상물질(산업안전보건법)"이 반도체 제조업에서 사용하는 화학물질들을 다 포함하지 못하고, 둘째, 물질정보가 비공개된 "영업비밀" 혹은 "무역비밀"물질들의 경우 작업환경측정대상물질에서 제외되고 있어서	산안법 제42조 (작업환경측정에 대한 법률), 동 법「시행규칙」제93조, 별표11의5에서 작업환경측정 대상 유해인자'는 "유기화학물 113종, 금속류 23종, 산 및 알칼리류 17종, 가스 상태 물질류 15종, 허가대상 유해물질 12종, 물리적 인자 2종, 분진 7종. 총 189종"으로 규정되어 있다. 그러나, 현재 반도체 제조업에서 사용되고 있는 화학물질과 발암물질들은 이 작업환경측정대상물질보다 훨씬 많기 때문에 현행 법에 의한 측정이 의미가 없다. 산안법 42조에 작업환경측정을 하지 아니한 사업주는 1천만원 이하의 과태료를 물기 때문에 대부분 사업장에서 작업환경측정이 법준수 차원에서 진행	1. 작업현장에서 사용하고 있는 모든 화학물질에 대한 예방 관리가 되어야함. 2. 비공정작업(배관개폐, 청소, 유지보수정비 등)시에 작업환경측정 및 산업안전보건관리방안 에 대한 법령 제정의 필요 3. 허용농도기준을 새롭게 정해야함. 반도체의 경우 거의 밀폐된 공간에서 수백가지 화학물질이 저농도로

	위해물질을 다 포괄하지 못하고 있다. 셋째, 측정결과값 산출시에 8시간 평균값(TLV-TWA)을 취하게 됨에 따라 결과값이 희석되어 실제 작업장의 노출수준을 반영하지 못한다. 넷째, 반도체 제조업에서 작업환경측정의 결과가 거의 다 허용기준이하로 나오기때문에 작업환경개선으로 활용하기 어렵다. 다섯째, 사업주가 작업환경결과를 이용하여 사업주가 시설·설비의 개선 등을 하지 않고 있다.	되고 있다. 그러나 문제는 측정이 단지 측정으로 끝날뿐 작업환경측정결과에 따른 시설·설비의 개선이 이루어지고 있지 못하다. 특히 제 69조에는 작업환경측정결과에 따라 시설·설비의 설치·개선을 하지 않으면 사업주는 1천만원 이하의 벌금을 물게 되어 있지만, 대부분 작업장에서는 작업환경측정결과에 따른 작업환경개선을 하지 않고 있다.	장시간 노출되는 점을 고려해서 허용기준을 새롭게 만들어야함. 4. 현행 측정 방법의 단점을 보완할 수 있는 PM작업(단기간)측정/누적측정 등을 고안.
② 건강검진(일반/특수)	건검진결과로 작업장 노동자들의 안전과 건강문제를 해결하기 어렵다, 그 이유는 첫째, 형식은 갖췄으나 건강검진결과가 개별 노동자들의 업무환경 및 조건에 미치는 영향이 미미하고, 둘째, 특수건강검진 후에 작업장개선이나 위해물질제거가 안되고 있고, 셋째, 영세한 하도급(협력)업체의 경우 원청노동자들보다 더 약식으로 검진이 진행되거나(검진차등등) 회사 사정으로 검진을 제때 받지 못하고 있기 때문이다.	-산안법 제 43조 (건강진단)에 의하면 피고용인에 대한 건강진단은 사업주의 의무사항으로 사업주가 이를 위반했을 때 1천만원 이하의 과태료가 부과된다. 이러한 과태료 때문에 매년 건강진단이 형식적으로 진행이 되고는 있으나, 건강진단의 목적이 불분명하고, 건강진단결과가 작업환경개선으로 활용되고 있지 못하다. -산안법 43조 5항에는"건강진단 결과 노동자의 건강을 유지하기 위하여 필요하다고 인정할 때에는 작업장소 변경, 작업 전환, 근로시간 단축, 야간 근로(오후 10시부터 오전 6시까지의 근로)의 제한, 작업환경측정 또는 시설·설비의 설치·개선 등 적절한 조치를 하여야 한다."고 되어 있으나, 실제 사업주들은 이러한 조치를 지키지 않고 있다. 이 법조항에 대해서는 과태료등 제재가 없기 때문이다. -산안법 시행규칙98조제2항에 특수건강진단대상업무(특수건강진단 대상 유해인자에 노출되는 업무)가 명시되어 있는데 작업환경측정대상물질과 마찬가지로 특수건강진단 대상 화학적 인자(유기화합물(108종), 금속류(19종), 산 및 알카리류(8종), 가스 상태 물질류(14종), 허가 대상 물질 중 일부물질(13종), 분진(6종), 물리적 인자(8종), 야간작업(2종))들이 발암성물질을 다 포괄하고 있지 못하며, 산안법에서 개개의 화학적인자에 대해 특수건강진단을 받게 하는 것 자체가 형식적으로 진행될 수밖에 없게 만들고 있는 것이다.	-산안법에서 건강진단의 목적을 명확하게 할 필요가 있다. 건강진단이 작업환경 개선이 목적인지? 개인의 질병 조기진단이 목적인지?에 따라 건강진단의 내용, 검사항목, 실시방법, 실시주기가 달라져야함. -작업환경개선이 목적이면, 건강검진이 아니라 작업공정의 노동자들의 참여를 통한 집단토의와 참여연구조사 등을 통해서 문제점을 찾아내고 해결하는 방법으로 발전되어야 함. -노동자들의 질병 조기진단이 목적이면, 질병을 조기진단할 수 있도록 건강진단의 질과 양을 확대하고, 건강진단의 주기는 효율적으로 결정되어야 함.
③ 안전/보건관리대행	보건관리대행이 실효성이 없다. 현행 보건관리대행제도를 통해서 작업장 노동자들의 안전과 건강문제를 해결하기 어렵다.	산안법 시행령 제 19조의6(안전보건관리담당자 업무의 위탁)에는 안전보건관리자를 외부 대행업체(안전관리전문기관 또는 보건관리전문기관)에 위탁할 수 있게 되어 있다 그러나 이러한 대행제도는 형식적으로 법을 준수하는데 기여할 뿐 실제 내	국가는 법령에 의해 위탁받은 안전/보건관리대행업체들이 실제로 안전·보건관리자의 업무를 수행하고 있는지 확인하고 이에 대한 대안을 마련

	그 이유는 첫째 1달에 1회~2회 방문은 작업장의 위해요인이나 위해환경에 대해 직접적이고 실질적인 도움이 되지 못하고 있으며, 둘째, 사업장 내에는 안전·보건관리자가 선임되어 있지 않아서 노동자들의 건강문제에 대해 지속적인 관리가 어렵고, 셋째 보건관리대행기관들의 안전·보건관리의 내용이 양과 질적으로 부족하며, 사업주와 대행업체와의 갑-을 관계 형성으로 안전·보건관리의 개선에 대행업체가 적극적 자세를 취하기 어렵기 때문이다.	용이 없는 상태로 되는 것이다. 법적으로 외부 대행업체가 안전관리기관 또는 안전보건관리담당자로 규정하더라도 이러한 방법으로는 사업장내에 보건관리를 실현할 수 없다.	해야 함.. '확인 및 점검'에 그치는 보건관리가 아닌 실질적인 안전/보건관리자 업무를 할 수 있도록 제도를 개선해야함.
④ 위험성 평가	위험도평가가 서류작성과정에 그치고 있다. 첫째, 위험성 평가 도구에 맞춰서 서류를 작성해서 보관해두는 수준에 그치고 있으며, 둘째, 위험성 평가를 외부 기관이 컨설팅형태로 하고 있는 점도 문제이다.	산안법 제41조의2(위험성평가)①에는"사업주는 건설물, 기계·기구, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업행동, 그 밖에 업무에 기인하는 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 이 법과 이 법에 따른 명령에 의한 조치를 하여야 하며, 노동자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 경우에는 추가적인 조치를 하여야 한다."고 하여 위험성을 결정하고 그에 따른 조치를 취하여야 한다고 되어 있고, 위험성 평가 미실시시 1천만원 이하의 과태료를 부과한다고 되어 있다. 산안법 시행규칙 제92조의11에는 위험성결정에 따른 조치의 내용을 기록하여 3년간 보존하게 되어 있다. 그런데, 사업장 위험성평가에 관한 지침(제2장제5조)에는 "사업주가 위험성 평가를 실시하는 경우에 산업안전·보건 전문가 또는 전문기관의 컨설팅을 받을수 있다"고 되어 있어 작업현장에서 위험성평가도 대행기관에 위탁되는 경우가 많고, 이러한 위험성평가가 단지 기록·보관(3년)을 위한 작업에 그치고 있다.	1. 현재 산안법과 같이 위험성결정에 따른 조치내용을 기록·보존에만 그치게 두는 것이 아니라, 사업주가 위험성 평가과정과 결과에 대해, 그리고 결과에 따른 조치내용(개선내용)에 대해 국가기관(예: 근로감독관)으로부터 확인을 받는과정이 필요하다. 2. 사업장 자체에서 위험성평가를 실시할 수 있도록 국가기관(예: 근로감독관)의 지도가 필요하다.
⑤ 보호구	1.현재 반도체 제조업체에서 노동자들이 착용하고 있는 의복, 마스크, 장갑, 신발 등은 작업자를 보호하고자 하는게 아니라, 반도체 산업의 기계와 장비를 보호하고자 하는 것이므로 작업자들의 안전과 건강을 고려하지 않은 것임. 2.원청사업주가 하도급업체 노동자들에게 배기시설, 환기시설, 안전시설, 개인보호	1. 산안법 제4조(정부의 책무)3에는 정부가"유해하거나 위험한 기계·기구·설비 및 방호장치(防護裝置)·보호구(保護具) 등의 안전성 평가 및 개선"할 책무가 있고, 산안법 제13조(안전보건관리책임자) 8에는 안전관리책임자가 "안전·보건과 관련된 안전장치 및 보호구 구입 시의 적격품 여부 확인에 관한 사항"이 있다. 2. 그러나 현실에서는 대개 안전·보건관리자가 임의대로 보호구를 구입하고 있어서 국가가 보호구를 개발하거나 사업장의 안전보건관리책임자가 보호구 적격품을 찾고 있지 않고 있어 실제 법의 내용이 구현되지 못하고 있는 실	1. 안전보호구의 개발에 대한 폭넓은 지원 실시. (예: 외국개발 보호구에 대한 세제혜택, 국내 안전보호구 개발에 대한 연구실시 등) 2. 안전보건관리책임자가 작업현장에 맞는 보호구 적격품을 구비해야 하고, 이를 국가기관(예: 근로감독관)이 확인해야 한다.

	구들의 관리 및 지급을 해야 하는데, 원청업체들의 하도급업체 노동자들에게 제대로 관리를 못하고 있음.	정이다.	
⑥ 보건교육: 산안법에서 명시해 놓은 법정교육	1.산업안전보건법에서 명시해놓고 있는 "교육"이 형식적이어서 작업장 예방교육의 효과가 저조함. <이유1>산업안전보건법에서 명시해놓고 있는 "교육"이 개별 사업장의 보건관리자와 안전관리자에게 맡겨져 있을 뿐, 국가적인 차원에서 교육의 질적인 내용에 대해 피드백을 해주지 못하고 있음. <이유2>산업안전보건법에서 명시해놓은 교육시간을 편법으로 운영하는 경우가 많아 형식적임.	1. 산안법 제31조 (안전·보건교육)에는 안전보건교육도 외부 대행업체에 위탁을 할 수 있어 사업장내부에서 실제적인 위험요인과 그 해결방법을 다루어야 할 교육조차 외부 대행업체에 의한 형식적인 교육에 그칠 수 있다. 2. 산안법 제39조 제2항에는 안전보건관리책임자와 안전·보건관리자가 교육을 받도록 되어 있으나, 실제로 이러한 교육이 작업현장의 위해요인에 대한 해결방법을 다루는 교육으로 이어지고 있지 못하다. 3. 교육의 내용을 볼 때(별표 8의2에 "노동자 안전보건교육의 내용으로 교육항목이 법으로 정해져 있으나(예: 산업안전 및 사고 예방, 산업보건 및 직업병 예방, 건강증진 및 질병 예방, 유해·위험 작업환경 관리, 「산업안전보건법」 및 일반관리, 산업재해보상보험 제도 등) 이러한 내용이 각 사업장의 구체적인 현황과 연결되어 사업장의 유해인자와 유해환경중심으로 구성되지 못하고 일반적이고 단편적인 내용들로 구성되다보니, 작업자의 입장에서 볼 때 교육의 효과가 전혀 나타나지 않고 있다. 법과현실이 분리되어 있는 것이다. 3. 산안법 [별표8의2] 교육대상별 교육내용에서는 안전보건관리책임자 및 검사원에 대한 교육 내용, 물질안전보건자료에 관한 교육 내용이 있으나, 실제로 실현되고 있지 못하다.	1. 각 개별 작업현장에서 실시하고 있는 교육의 내용(질과 양)에 대한 조사와 교육내용에 대한 정도관리가 필요하다. 이를 위해 국가기관의 작업현장에서 진행되고 있는 교육과정에 대한 검토 및 평가를 할 필요가 있다. 2. 작업현장에서 교육에 대한 요구도를 파악하여 정부의 역할에 대하여 파악할 필요가 있다/ 3. 개별 작업현장 상황에 알맞은 교육과 상황별/단계별 조치훈련의 매뉴얼을 작성하고, 이를 실제 훈련으로까지 적용할 수 있는 체계를 만들어야 하고, 국가기관(예: 근로감독관)이 실시간 모니터링을 해야 한다.
보건교육-유사시 대피/대비훈련	위급한 상황에 대비하여"일상적인 훈련"을 동반한 교육이 갖춰져 있지 않음.	1. 산안법 시행규칙 제2조에는 "안전·보건표지"를 부착해야할 규정이 있고, 산안법 제12조에는 안전·보건표지의 부착 등에 대한 규정이 있고, 산안법 시행규칙 제49조(유해성 등의 주지)① 에는"사업주는 관리대상 유해물질을 취급하는 작업에 노동자를 종사하도록 하는 경우에 노동자를 작업에 배치하기 전에 다음 각 호의 사항을 노동자에게 알려야 한다."고 하고 있고, 5호에는"위급상황 시의 대처방법과 응급조치 요령"에 대해 노동자들에게 알려야한다고 되어 있으나, 실제 작업현장에서 발생할 수 있는 위급한 상황에 대비한 "일상적인 훈련"이나 매뉴얼 배포 등에 대한 내용이 현행 산안법에 나와 있지 않다.	1. 공정별/조치상황단계별 훈련을 실시할 수 있도록 가상행동(시뮬레이션) 가이드라인 제시. 2. 작업현장에서 실제 위급한 상황에 대비하여 "일상적인 모의훈련"이 진행되어야 하고, 이를 국가기관(예: 근로감독관)이 확인해야 한다.
⑦보건관리실	보건관리자/보건관리실이 없는 사업장의 경우에도 보건관리실이 필요하다고 함. 특히 하도급업체들의 경우 보건관리실이	산안법 시행규칙 제18조의5(보건관리자에 대한 시설·장비 지원)에서 "사업주는 보건관리자에게 그 업무수행에 필요한 시설 및 장비를 지원하여야 하며, 의사 또는 간호사인 보건관리자를 둔 경우에는 다음 각 호의 시설 및	원/하도급 인원을 포함한 노동자 수를 기준으로 보건관리자 및 보건관리실 설치를 의무화 하는 방안에 대

	없는 문제가 있음.	장비를 지원하여야 한다. 1. 건강관리실: 노동자가 쉽게 찾을 수 있고 통풍과 채광이 잘되는 곳에 위치하여야 하며, 직무수행에 적합한 면적을 확보하고, 상담실·처치실 및 양호실을 갖추어야 한다. 2. 상하수도 설비, 침대, 냉난방시설, 외부 연락용 직통전화, 구급용구 등"고 되어 있다.	하여 법적/실무적 검토 실시 *원청보다 하도급노동자 수 합계가 월등히 많은 경우에도 원청의 기준으로 보건관리자 및 보건관리실 설치 의무화가 진행되고 있으므로.
⑧위해한 업무 도급 금지		1. 2018년 12월 27일 산업안전보건법 개정안은"도급금지"규정을 신설하여 현행 인가대상 작업[도금작업, 수은납 또는 카드뮴의 제련·주입·가공·가열작업, 허가물질* 제조·사용 작업(* 베릴륨, 비소 및 화합물, 디클로로벤지딘, 염화비닐 등 12종 화학물질)]을 전면적으로 금지했다. 그러나 이 도급 금지 대상 작업 중에서도 일시·간헐적인 작업에 대해서는 사내도급을 허용하였고, 하도급이 보유한 기술이 전문적이고 원청의 사업 운영에 필수불가결한 경우에도 고용노동부장관의 승인을 받아 사내도급을 할 수 있도록 허용한 상태다. 2. 이 법안의 한계는 안에 명시된"사내도급 금지작업"은 실제 작업현장에서 볼 때 매우 극소수의 작업들에 불과한데, 현실은 현재 산업구조가 변화함에 따라 새로운 발암물질들이 수없이 쏟아져 나오고 있으며, 또한 거의 모든 산업재해는 하도급 비정규직 노동자들에게 발생되고 있다. 이러한 상황에서 개정안에 몇 개의 작업만을 대상으로 도급 금지조항을 신설하는 것은 너무나도 실효성이 없다.	반도체 제조업에서 하도급 업체 노동자들이 주로 하고 있는 업무들은 유해한 화학물질에 노출되는 열린 지점들(open point)에서 일하는 업무들('유지관리(PM), 기계설비·정비, 배관청소, 화학물질 납품'등으로 밀폐된 공정라인이 열리는 공간이어서 유해한 화학물질에 노출되는 업무)이다. 그러므로 산안법 개정안에서 도급금지 작업을 일부 작업으로 한정하고 있는 것은 법의 실효성이 없다. 그러므로 산안법에서는 하도급 자체를 금지해야한다.

7. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안[37]

1) 한국 전자산업(반도체제조업)에서 산업안전보건관리체계 구축의 필요성

(1) 한국 전자산업(반도체제조업)에서 "산업안전보건체계" 구축의 필요성

이 연구는 국가가 기업들의 생산위주·성장위주 정책으로 간과되어 왔던 "산업안전보건" 가치를 되살려서, 작업장 산업안전보건체계를 구축하기 위한 체계를 마련해야한다고 제안한다.

한국의 반도체 제조업들은 1997~1998년 말 경제위기이후, 2000년대 초부터 성장위주의 정책으로 급성장을 해왔지만, 그에 반해 안전보건정책의 측면에서 볼 때 거의 성장하지 못하고 있다. 이들 반도체 제조업들은 앞을 다투어 첨단 과학기술을 생산공정에 도입하고 있지만, 작업현장에서 기본적으로 필요한 산업안전보건 프로그램을 도입하지 않고 있고, 유해요인을 예방하고 유해한 작업환경을 개선하려는 조치를 취하지 않고 있다. 현재 기업들이 생산위주, 성장위주의 생산정책으로 안전보건정책이 진행이 되지 못하고 있다.

그리하여 2018년 현재까지 가장 첨단산업인 반도체 제조업에서 산업화 초기에나 볼 수 있는 아주 원시적인 산업재해들이 발생하고 있는데, 그 이유는 기업들의 산업안전보건정책의 부재로 인해 산업안전보건을 위한 전체적인 체계가 없고 전체적인 흐름이 막혀있기 때문이다.

산업재해의 원인은 전체적인 시스템의 부재로 발생한다. 특히 하도급업체에서 재해가 많이 발생한 이유는 이러한 체계의 부재로 인해 기본적인 산업안전보건관리의 부재 때문이다. 이러한 전체적인 시스템의 부재는 기업의 생산위주의 정책 때문이다. 이러한 생산성위주의 정책은 단기적으로는 성장을 가져올

37) 이 연구에서는 주로 반도체 제조업을 중심으로 작업현장조사를 통한 산업안전보건관리 실태조사를 진행했기 때문에, 산업안전보건관리체계의 필요성, 원칙, 방안 등과 같은 기본적인 개념들은 전자산업에서 총체적으로 활용될 수 있도록 제안하고 있지만, 구체적인 사례들은 반도체 제조업을 중심으로 다루고 있다.

수 있겠으나 장기적으로 볼 때 산업재해 발생으로 인한 비용증대로 기업의 존재 자체에 위협을 가져올 수 있을 것이다.

이제 국가가 작업현장에서 필요한 산업보건정책의 모델을 구축하고 전체 산업안전보건관리체계를 구축해 나간다면, 전체적으로 작업장에서 필요한 산업안전보건이 이루어질 것이다.

(2) 원하청관계에 있는 하도급업체(협력업체) 노동자들의 안전보건을 확보해야할 필요성

이 연구는 국가적인 차원에서 전자산업(반도체 제조업)의 하도급업체 노동자들을 위해 직업병 발생을 예방하고 산업안전보건관리체계를 세워야 한다고 제안한다.

이 연구는 작업현장 산업안전보건관리 실태조사를 통해서 반도체 제조업 협력업체(하도급업체) 노동자들이 산업재해에 걸릴 위험도가 매우 높으며, 반도체 제조업의 원하청구조가 산업재해 예방정책을 마련하기에 매우 취약한 구조임을 밝혔다.

반도체 대기업 사업주들에게는 작업장에서 생산이 가장 중요하며, 안전과 건강은 부차적일수도 있으나, 생산과정에 원료와 기계보다 더 중요한 것이 노동자라는 것을 인식하는 게 중요하다. 작업장에서 생산위주의 정책이 아닌 안전보건이 고려되는 안전보건정책이 이루어져야 한다. 전체 체계 속에서 원청과 하도급 노동자들의 안전과 건강이 지켜져야 한다.

(3) 현행 “법”을 개선해야할 필요성 대두

가) 국가적인 차원에서 화학물질관리의 필요성

(가) 국가적인 차원에서 화학물질관리제도 강화의 필요성

이 연구는 국가가 화학물질관리제도를 강화하여, 위해 화학물질의 도입을 사전에 차단하여 위해인자의 도입을 막는 정책이 필요하다고 제안한다.

현재 화학물질관리법(화관법)과 화학물질평가법(화평법)에서는 기업들이 “신고”만 하면 어떤 화학물질도 도입하게 되어 있어, 실제적으로 위해한 화학물질의 규제가 이루어지고 있지 않다. 이러한 경우는 외국기업들을 통해 화학물질들을 수입하는 경우에 심각하다. 외국기업들의 경우 대부분 “영업비밀”을 내세워 화학물질의 성분을 공개하지 않는데, 이럴 때에도 기업들은 아무런 대책이 없이 국내로 화학물질을 들여올 수밖에 없고, 국내법들(화관법, 화평법)의 규제완화로 인해 화학물질들은 “신고”에 의해서 그대로 들여올 수밖에 없는 실정이다. 이러한 상황은 국내 민간 수입업체들도 자체적으로 감당하기 어려운 문제다. 또한 외국 수출업체가 화학물질에 대한 정보를 주지 않는 경우에 국내에서 그 물질에 대한 성분을 조사해야하는데, 한국의 민간 수입업체들이 이를 담당하지 못하고 있다.

최근 고용노동부는 산업안전보건법 개정(2018.12.27.)을 통해서 “기업이 영업비밀을 이유로 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하기 위해서는 고용노동부장관의 사전 심사를 받도록”하여 기업이 자의적으로 영업비밀여부를 판단하여 비공개할 수 있는 점을 개선하고자 했다. 그러나 이 개정 법안은 영업비밀물질”에 대한 화학물질의 명칭과 함유량대신 “대체명칭과 대체함유량”을 적게 되어 있어 모호하게 적용이 되고 있으며, “영업비밀물질”이외의 물질들에 대해서는 여전히 관리가 안 되고 있다. 그러므로 국가적인 차원에서 화학물질을 관리하는 제도를 강화하는 것이 필요하다.

(나) 국가적인 차원에서 발암물질의 “사용규제 및 대체물질 개발” 의 필요성

이 연구는 국가가 화학물질관리정책을 발전시켜서 발암물질과 같은 위해한 화학물질의 사용을 규제하고 대체물질을 개발할 것을 제안한다.

현재 환경부에서 실행하고 있는 화학물질들의 관리방침(화관법, 화평법)은 개별 민간 수입업체들이나 제조업체들이 유해물질들을 국가에 등록하는 것만 관리하고, 사용하는 것에 대해서는 규제나 관리를 하고 있지 않아서 발암물질을 포함한 인체에 유해한 화학물질들을 그대로 사용하고 있어서 이에 대한 국가적인 정책의 변화의 필요성 대두되고 있다.

특히 국제암연구기관(IARC) Group1 발암물질로 알려진 위험물질들이 국가차원에서 사용규제나 대체물질개발 노력이 없이, 무계획적으로 지속적으로 계속 사용되고 있는 것이 가장 큰 문제이다(이 보고서의 III-1, III-2, III-6).

이 연구에서 밝힌 바, 현재 한국 전자산업의 작업환경측정결과를 보면 발암물질에 대한 국가적인 규제가 전혀 없이 계속 사용되고 있는 것을 볼 수 있다.

그러므로 국가적인 차원에서 발암물질의 “사용규제 및 대체물질 개발” 이 필요하다.

나) 현 “한국산업안전보건법” 의 한계를 극복하고, 새로운 “산업안전보건관리체계” 를 세울 필요성

이 연구는 한국산업안전보건법의 한계를 극복하고 새로운 산업안전보건관리체계를 세울 것을 제안한다.

현재 한국에서는 산업안전보건법에 규정된 법을 지키는 것 외에 작업장에서 자체적인 산업안전보건관리가 이루어지고 있지 못하다. 한국산업안전보건법(이하 산안법)에 의한 산업안전보건관리항목들(작업환경측정, 건강진단, 보건관리대행, 위험성평가, 안전보건진단 등)은 개별 사업장 작업현장에서 필요한 구체적인 산업안전보건관리로 활용되지 못하고, 형식적이고 피상적으로 실시되고

있다. 또한 기업들은 오직 법을 준수할 목적으로 산업안전보건법에 규정된 항목들을 매년 반복적으로 “실시” 하는데 그칠 뿐, 실시 후에 그 결과를 가지고 어떻게 작업환경개선 및 직업성질환 및 산업재해 예방대책을 마련해야 하는지? 에 대한 구체적인 대안조차 마련하지 못하고 있다. 대부분의 사업체들은 오직 “그 법을 실행” 하고만 있을 뿐, 사업장의 작업환경을 개선하려고 하지 않는다. 비용이 들고 그 내용이 사업장의 작업조건 · 작업환경에 맞지 않기 때문이다.

그러나 이제는 이러한 사회적으로 낭비적인 현행 산업안전보건관리제도는 근본적으로 개선되어야 한다. 향후 산업안전보건법은 “예방” , “개선” 의 차원으로 발전해야 한다. 이 연구는 한국산업안전보건법에 규정된 산업안전보건관리의 내용과 형식을 과감하게 탈피하고, 실제 사업장에 맞는 산업안전보건관리체계를 새롭게 구축해야 한다고 제안한다.

(4) 각 사업장 단위 “산업안전보건관리체계” 정립의 필요성

가) 사업장에서 필요한 “산업안전보건관리프로그램” 정립의 필요성

이 연구는 사업장에서 필요한 “산업안전보건관리프로그램” 의 정립을 제안한다.

현재 한국에는 전자산업뿐 아니라 모든 산업에 실제 사업장에 맞는 “산업안전보건관리프로그램” 이 부재하다. 이는 지금까지 한국에서 각 기업들이 각 사업장에 실제적으로 필요한 산업안전보건관리프로그램을 마련하지 않은 채로 산업안전보건법을 형식적으로 준수하는 데 그쳤기 때문이다.

그러므로 향후 국가는 사업체들이 그들의 사업장에 꼭 필요한 산업안전보건관리프로그램을 만들어 활용할 수 있도록 새로운 프로그램을 개발하고 지원해야 할 것이다. 구체적으로 사업장에서 위험성평가 방법, 역학조사 방법 등의 구체적인 구현, 사업장에서 현장에 근거한 교육프로그램 개발 및 실현의 구체

화, 사업장에서 재해예방매뉴얼을 실제 실행, 훈련의 구체화 등이 필요하다.

나) 각 사업장에 “산업안전보건 전문가” 에 의한 사업장 산업안전보건관리 지원의 필요성

이 연구는 국가기관이 “산업안전보건전문가” 를 양성하여 각 사업장에 실질적인 사업장 산업안전보건관리를 지원할 필요성이 있음을 제안한다.

이 연구의 현장조사 결과, 작업현장의 대다수 안전보건관리자들은 사업장의 ‘산업보건전문가’ 가 필요하다고 피력했으며, 이 연구의 연구진들도 ‘산업보건전문가’ 의 양성이 필요함을 강조하는 바이다.

한국에서 국가가 사업장 단위의 산업안전보건관리체계를 강화시켜야 할 필요성이 있음을 고려해 볼 때, 국가기관에서 이 산업안전보건전문가” 를 양성하여 각 사업장에 지원해야 할 것이다.

이 “산업안전보건전문가” 들은 기존의 “대행” 시스템이 아닌, 사업장 내 실질적인 “체계” 를 만들어내는 역할을 할 것이다. 구체적으로 이 “산업안전보건전문가” 의 역할은 사업장 내에 공정의 흐름에 따른 위험성 지도 작성, 작업공정에서 문제점 파악 및 해결점 제시, 작업자들에게 예방과 문제해결 중심의 교육 강화 및 알권리 실현, 예방대책 강화, 실제 훈련강화 등이다.

이 산업안전보건전문가” 에 의한 직접적인 사업장 관리 방식은 미국의 OSHA에서 약 2000명의 감독관들이 미국 전역 위험사업장들을 직접 방문하면서 관리하고 있는 제도의 장단점을 보완해서 더욱 발전시킬 수 있을 것이다.

다) 사업장 “하도급 노동자들의 산업한전보건관리” 모델 개발의 필요성 대두

이 연구는 한국에서 국가적인 차원에서 전자산업(반도체) 사업장 “하도급 노동자들의 산업한전보건관리” 모델 개발이 필요하다고 제안한다.

현재 한 사업현장 내에 수백 개의 하도급업체들이 있지만 전체적인 체계가 없고, 체계의 흐름이 연결되지 않기 때문에 재해가 발생하고 있다. 2018년 현재까지도 반도체 제조업 작업현장에서 매년 중대재해가 발생하는 현상 자체가 바로 산업안전보건관리체계의 부재를 보여주는 것이다. 사업주의 관심 부족도 또한 산업안전보건관리체계의 부재를 보여주는 것이다.

한국의 반도체 제조업에서 하도급 노동자들의 산업재해를 예방할 필요성이 대두되고 있으며, 사업장에서 “산업안전보건관리체계” 를 만들어야 할 필요성이 대두되고 있다. 특히 사업장 단위에서 가장 위험에 노출되어 있는 하도급 노동자들의 “산업안전보건관리체계” 를 구축하는 것이 무엇보다 중요하고 시급한 일이다.

(5) 한국에서 국가적인 차원의 역할강화의 필요성

이 연구는 한국에서 국가적인 차원에서 산업안전보건체계를 구축하고, 각 작업현장에 실제적인 산업안전보건프로그램 모델을 구축할 것을 제안한다. 한국의 전자산업뿐 아니라 전체 산업에도 전체적인 체계를 세우고 체계적인 산업안전보건관리내용을 만들어가는 것이 시급하게 필요하다. 반도체 작업현장도 매우 복잡해보이지만, 직접 현장을 순회하고 각 공정 하나하나를 들여다보고 사용하는 물질들을 파악하고, 이 물질들의 위험성과 건강영향평가를 파악하고, 이를 작업자들과 소통하고……등등 이런 작업을 하다보면, 각 작업현장에서 산업안전보건관리체계를 구축할 수 있을 것이다.

이렇게 하기위해서는 현행 산업안전보건법과 현행 산업안전보건제도를 그대로 반복해서는 안 되고, 발상의 전환과 방향전환이 이루어져야 한다. 이러한

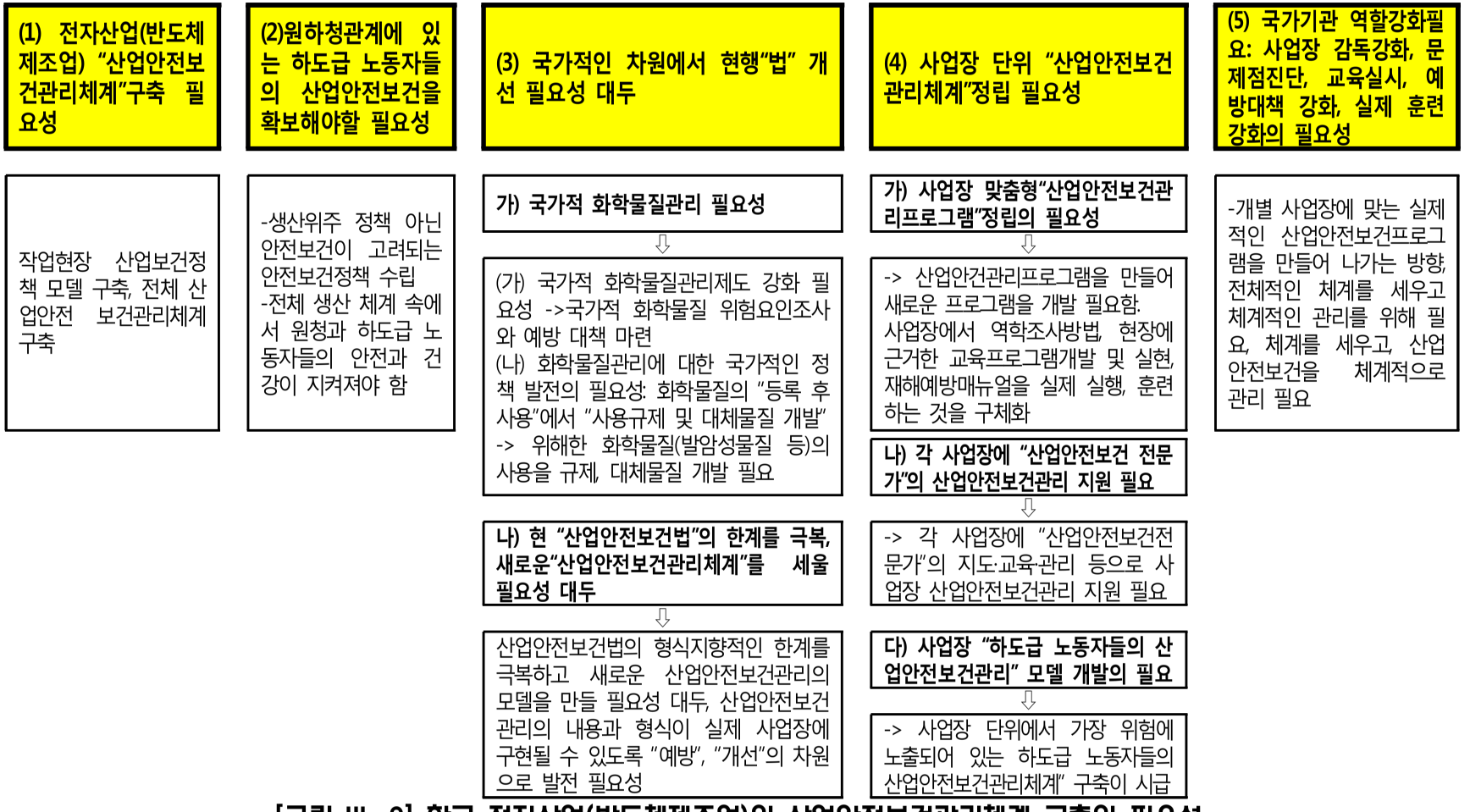
일을 하는데에는 작업현장의 노동자들도 필요하고, 각 작업현장을 지원할 “산업안전보건전문가” 도 필요하다.

이번 현장방문조사에서 파악했듯이 개별 민간사업체에서 “산업안전보건전문가” 의 양성을 기대하기는 어렵다. 그러므로 적어도 국가적인 차원에서 “산업안전보건전문가” 를 양성하여 사업장 관리감독, 문제점진단, 교육, 예방대책, 실제 훈련 등의 내용을 작업현장에 접목시키고, 현장 노동자들과 소통을 통해 산업안전보건관리체계 모델을 만드는 것이 시급히 요구된다.

국가적인 차원에서 산업안전보건전문가의 역할은 다음과 같다. 첫째, 현재 한국에는 국가적인 차원에서 산업안전보건체계를 구축하고, 각 작업현장에서 실제적인 산업안전보건프로그램을 실현시키고 실질적으로 산업안전보건활동을 지원하는 것이다. 국가적인 산업안전보건관리체계를 새롭게 구축해 나가기위해서 국가차원에서 최소한의 인력과 기관이 필요하고 이를 토대로 점차 한국의 산업안전보건을 발전시켜나가야 한다.

둘째, 현행 산업안전보건법과 제도를 탈피하고 국가의 개입과 지도를 통해 각 기업들에 작업현장에 맞는 실제적인 산업안전보건프로그램을 만들어 나가기 위한 한국 산업안전보건체계의 전망을 세우기 위해서, 각 사업장에 직접적인 지원을 하는 것이다.

셋째, “산업안전보건전문가” 들이 작업현장을 직접 방문하고 노동자들과 안전 · 보건담당자들과 토론을 통해서, 작업현장에 필요한 산업안전보건관리의 내용을 전수하고, 사업장 내에 산업안전보건전문가를 양성하는 것이다.



[그림 III-2] 한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계 구축의 필요성

2) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 원칙과 방향

(1) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계의 원칙

한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계는 단지 전자산업(반도체 포함)만을 대상으로 하는 것이 아니라, 이를 교두보로 해서 점차로 한국 전체 산업의 작업현장으로 확산되어야 한다.

산업안전보건관리체계의 원칙은 한국의 위험 작업현장에서 구체적으로 산업안전보건관리를 실현시켜 나가기 위한 모델을 만드는 것이다.

산업안전보건보다는 생산이 중심적인 생산체계로 인해 산업안전보건이 부재한 작업현장에서 생산체계와 산업안전보건관리체계를 상호 연계시켜서 생산과정이 안전과 건강을 발전시키는 과정으로 발전되어야 한다.

(2) 한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계의 방향

한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계의 방향은 국가적인 차원에서 산업안전보건관리체계를 수립하고, 작업현장에 맞는 산업안전보건관리체계를 구축하고, 산업안전보건프로그램의 장단기 계획을 구축해 나가는 것이다.

가) 국가적인 차원에서 산업안전보건관리체계의 수립

한국의 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리의 방향을 세우기위해서 가장 중요한 것은 국가적인 차원에서 산업안전보건관리체계의 구축하는 것이다.

나) 작업현장에 맞는 산업안전보건관리체계의 구축

작업현장에서 현행 산업안전보건법에 의해 규정되고 있는 산업안전보건관리내용을 과감하게 탈피하고, 작업현장에 맞는 산업안전보건관리체계를 구축하는 것이다.

다) 한국 전자산업(반도체공장) 산업안전보건관리의 장단기 계획

한국 전자산업(반도체공장) 산업안전보건관리의 장단기 계획은 다음과 같다.

(가) 장기적인 계획

-국가적인 차원에서 산업안전보건관리체계 구축

-사업장 단위에서 산업안전보건관리체계 및 프로그램 구축

-국제연대활동강화

(나) 중기적인 계획

-산업안전보건관련 내용을 생산하는 국가 연구소 설립

-현행 산업안전보건법 개선

-국가 보상방안 마련

(다) 단기적인 계획

-산업안전보건전문가 양성

-사업장 위험성평가(사업장 위해요인 파악, 노출평가, 양반응평가, 위해요인 결정)방안 마련

-건강영향평가(재해발생율, 유병률, 사망률, 직업병발생률 등)

-사업장 단위에서 산업안전보건프로그램 마련

-산업안전보건교육: 교육과 훈련 병행, 사업장 응급대책 매뉴얼 마련

-노동자 참여보장: 알권리 보장, 참여연구실시, 노동자요구도 파악, 토론 활성화 등등

3) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램 구축 방안

전자산업(반도체공장)의 산업안전보건관리에 구현되어야 할 효과적인 산업안전보건관리프로그램을 만들기 위해서는 국가의 역할, 경영자의 의지, 노동자 참여, 작업공정 분석, 위험 예방 및 통제, 노동자, 관리자를 위한 충분한 교육이 포함된다. 기업이 책임자가 되어야 한다.

이 연구는 전자산업(반도체공장)의 산업안전보건관리프로그램에 들어갈 내용으로 다음의 내용을 제안한다.

(1) 위해성 평가(Risk Assessment)

가) 위해성 평가의 종류

위해성 평가에는 예비 위험평가(Pre-Hazard Assessment, PHA), 초기위험평가(PPA), 작업 중 위험평가, 배출물에 대한 노출평가, 시설 안전평가 등이 있다.

(가) 예비 위험평가(Pre-Hazard Assessment, PHA)

개발 단계에 적합한 전체 작업에 대한 정성적 위험평가를 한다. 각 생산단계에서 사용되는 화학/소재 및 생산공정에서 사용되는 생산방법, 제조방법 등

(나) 초기위험평가(PPA)

작업시설이나 특정 작업을 위해 초기위험평가를 수행하는 단계이다. 계획단계에서 초기위험평가를 고려해야 한다.

초기위험평가는 더 정교한 방법이 필요한 지 여부를 결정하고, 이러한 위험에 필요한 위험 제어 조치의 목록을 준비하기 위해 자주 시행된다.

건강 및 안전과 작업공정에 대해 잘 알고 있는 한 명 또는 두 명의 역학조사원이 시행한다.

(다) 작업 중 위험평가

작업중 위험평가 방법은 이 보고서의 아래에 “위해성 평가방법의 4단계” 에서 자세하게 기술한다.

(라) 폐기 · 배출물에 대한 노출평가

공정을 다 거친 폐기물들이 들어올 때와 마찬가지로 누출되면 안 되므로 폐기화학물질의 노출평가가 매우 중요하다.

이 폐기물처리 과정에서 어떻게 하느냐?(예: 관리를 어떻게 하고, 배관 작업도 어떻게 하고, 밸브를 어떻게 수리하고, 기타 방법들을 어떻게 만드느냐?)에 따라 여러 가지 안전보건의 문제가 제기되는데, 이 과정에서 산업안전보건관리 방안을 만들어야 한다.

(마) 시설 안전평가

시설안전평가 방법은 이 보고서의 뒷부분에 있는 [III-7-4) 국내 전자산업(반도체 제조업)의 공학적인 대응방안]에 구체적으로 기술한다. 또한 [III-4 국외 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램: 미국과 일본을 중심으로]와 이 보고서의 부록에 자세히 기술한다.

나) 위해성 평가방법의 4단계

(가) 위해성 확인

① 화학물질 도입 시 위험성 평가

화학물질을 도입 시 모든 화학물질에 대해 독성평가를 하여 독성에 대한 정보를 구매자들에게 제공해야하고, 위험성 평가를 하여 관리를 해야 한다. 위험성 평가를 통해 덜 위험한 물질로 대체해야 한다.

화학물질의 보유하거나 공개하려는 회사는 세계조화시스템(Globally Harmonized System, GHS)에 따라 생산공정 전반에 걸쳐 생성·사용되는 모든 물질 및 화학 물질의 목록을 보관해야 한다. 기업은 최소한 매년 이 정보를 보완하고, 노동자, 지역사회 및 그들의 대표 기관에 공개하고 이 정보를 공개적으로 이용할 수 있게 해야 한다. 반도체 기업은 공급업체와 계약 시 최종 제품에 나타나는 물질뿐만 아니라 생산공정에 사용되는 모든 물질의 정보 공개를 요구해야한다. 또한, 반도체 기업은 공급업체에 의한 화학물질 사용과 관리를 추적하기 위해 모든 화학적 노출 정보를 실시간으로 받아들이고 관리할 수 있는 효과적인 시스템을 구축해야 한다.

② 화학물질의 독성 평가

반도체 제조업에서 사용되는 화학물질들에 대해서 화학물질 제조과정에서, 또는 반도체 제조업에 도입되기 전에 독성평가를 실시해야 한다. 특히 국내 반도체 제조업체 재료 제조(예: 반도체에 들어가는 규소 등 화학물질 제조) 단계나 화학물질을 수입 단계에서 화학물질들의 독성을 평가하고 분석할 필요가 있다. 이렇게 평가된 화학물질의 독성 정보를 공유해야 한다. 또한 화학물질에 대한 대체물질을 개발해야 한다.

기업들은 산업위생시료를 ISO17025 인증 실험실 또는 필요한 구성 요소를 테스트할 수 있는 국가로부터 인증을 받은 실험실이 분석할 수 있도록 화학물질을 제공해야한다.

③ 유해가능성 확인

기업들은 각 공정과 관련된 위해(harm)의 가능성을 평가해야 한다. 평가절차는 관련 독성물질 및 산업보건에 대해 잘 아는 산업안전보건전문에 의해 수행되어야 한다.

④ 각 공정에서 일반적으로 사용되고 생성된 화학물질의 확인

기업들은 운반, 보관 및 제조 과정과 폐기물처리과정에서 각 화학 물질의 안전한 관리를 위한 최선의 방법을 포함하여 각 공정에 사용되는 화학 물질의 안전한 사용에 대한 책임을 져야 한다.

⑤ 실제 사용(및 생성된) 화학 물질의 목록 작성

기업들은 각 공정에 사용되는 모든 화학 물질의 종류 및 양을 분기별로 공개해야 하며, 각 화학 물질을 폐기물로 관리하는 방법도 공개해야 한다. 반도체 기업들과 화학물질 공급업체는 이러한 책임을 공유해야 한다. 생산과정을 포함하여 폐기물 흐름과정에서 모든 물질을 파악하기 위해 주기적인 시험을 수행해야 한다.

⑥ 위험 가능성 결정(Determine hazard potential)

반도체 기업들과 화학물질 공급업체들은 자격을 갖춘 전문가의 조언에 따라 각 물질들이 작업장 공기, 외부 공기, 폐수, 수로 또는 육지로 방출될 때 어떤 손상을 일으킬 수 있는지에 대해 평가해야 한다.

(나) 용량-반응 평가

① 화학물질 노출평가(Hazard Exposure Assessment)

위해물질을 사용하고 있는 기업에서는 작업장 위험과 위험 물질에 대한 노출을 제거하고 작업자와 이들의 보건 및 안전 권리를 보호하며, 부상 및 질병 예방을 극대화하기 위해 문서화된 산업 위생 모니터링 프로그램을 수립, 구현 및 유지해야 한다.

이러한 모니터링 요구의 목적은 데이터를 수집하여 노동자와 지역사회공동체를 보호하고, 전자제조업에서 특정 유형의 운영과 관련된 위험을 보다 잘 이

해하고, 얻어진 결과를 기반으로 산업위생관행을 개선하고, 데이터 분석에 기초하여 기준(Standards)을 제정하고자 함이다.

위해물질을 받아들이거나, 저장하거나 사용하는 모든 지역에서, 위험이 발생할 수 있는 모든 영역에서, 산업위생모니터링을 첫 해에 두 번, 최소한 4개월 간격으로 실시한다. 어떤 위해물질에 노출되는 작업장에서 일하는 모든 사람들의 공기 중 위해요인들은 작업자 호흡구역에서 발생할 수 있다. 조직은 모든 위해요인에 대한 모니터링 프로토콜, 필요한 감지 수준 등을 명시한 독립적인 산업위생전문가가 개발한 방범에 따라 특정 공기 중 위험인자를 감시해야 한다.

화학물질을 작업공정에서 화학물질 노출평가 방법에는 노출관리를 위한 우선순위 결정, 노출에 대한 정보 파악, 화학물질의 실제적인 노출평가, 즉각적인 공기측정(immediate monitoring) 등이 포함된다. 노출된 위해물질의 위험성 분석을 위해 독성학 연구(기준, 수학적 모델 연구, 일반적인 독성학), 양적인 위험도조사(quantitative risk assessment), 위험성 결정 등을 활용한다.

② 포괄적인 작업장 위험 모니터링 프로토콜과 방법의 개발과 구현

기업들은 위해요인으로 인해 질병이 발생했거나 위해요인에 관심이 있는 노동자들과 노동조합과 공동으로 위해요인 모니터링 방법을 개발하고, 제품의 수명주기(life cycle) 전체에 걸쳐 안전하고 건강한 작업 공간을 보장하기 위해, 종합적인 위험 모니터링 기능을 갖춰야 한다. 여기에는 다음이 포함된다.

■ 잠재적으로 관심 물질에 노출될 수 있는 모든 노동자와 관리자에 대한 참여 교육(Participatory training)

■ 관심 물질에 잠재적으로 노출되는 모든 노동자 및 관리자를 위한 역량 구축(Capacity building)

■ 포괄적이고 지속적인 산업 위생 및 환경 모니터링을 통해 제조·생산 시 사용되거나 생성되는 모든 관련 물질의 노출을 측정한다.

■ 모든 노동자들의 질병을 예방하기 위해, 직업 관련 전문가들이 지속적이고 독립적이고 포괄적인 종합적인 건강 감시(health surveillance)를 수행하고, 그 결과를 상세하고 시기적절한 방법으로 노동자들에게 공개해야 한다.

■ 위험작업조건에 대하여 협상하고, 보복에 대한 두려움 없이, 위험작업을 거부할 수 있는 노동자의 권리(workers’ rights)가 보장되어야 한다.

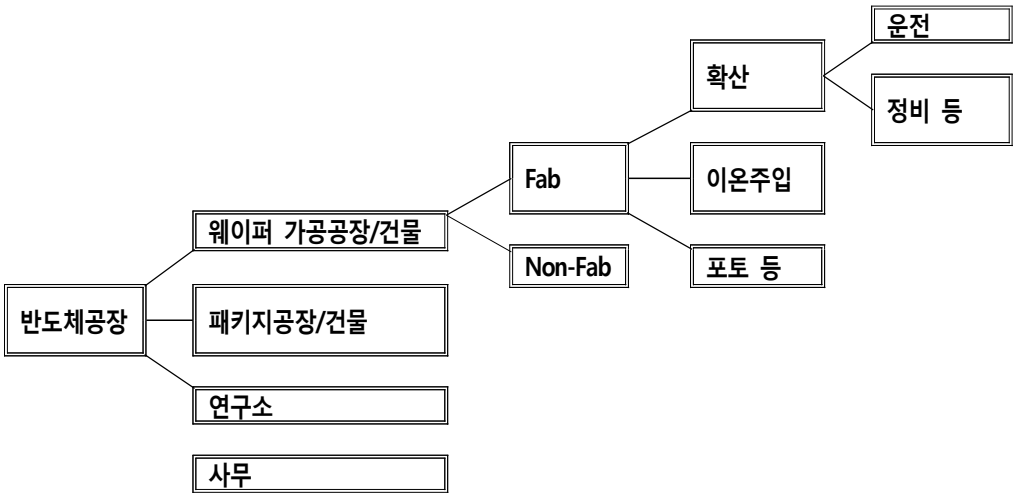
노출을 측정하고 질병을 예방하기 위한 산업 위생 모니터링과 건강 감시를 포함한 종합적인 모니터링이, 원료 추출, 원료 가공 처리, 부품 제조 및 부품 조립과 같은 공급망 내의 모든 노동자들뿐만 아니라, 재활용과 재활용에 관련된 노동자들, 특히 비공식 부문의 노동자들을 대상으로 확장되어야 한다.

③ 노출 모니터링, 노출 측정 및 노출 문서화

기업들은 모든 공급업체가 위해한 화학물질들이 작업장소에, 외부 공기에, 폐수, 수로 육지에 노출될 때, 이를 모니터링하고 노출을 측정할 수 있도록 관리하고 감독해야 한다. 필요한 모니터링 및 측정을 위해 적절히 보정되거나 검증 가능한 장비를 사용하고 유지해야 한다. 노동자 노출 측정은 현재 진행 중인 노출과 단기적인 최고 노출 시점을 측정해야 한다. 모니터링은 공인된 산업위생사 또는 이와 동등한 자에 의해 수행되어야 한다. 환경, 보건, 안전사고 모니터링 및 보고를 하는 담당자는 모든 환경 누출의 최신 기록, 건강 및 안전, 사고, 사고 부상과 노출에 대한 정확한 기록을 포함하여 사건의 내부 보고를 위한 과정을 수립하고 유지해야 한다. 이 과정에는 공급업체가 해당 기업에 이러한 모니터링결과를 지속적으로 보고하는 것이 포함되어야 한다. 또한 공급업체는 국가에 환경배출보고서를 제출해야 한다.

④ 직업노출조합(Job Exposure Matrix)평가

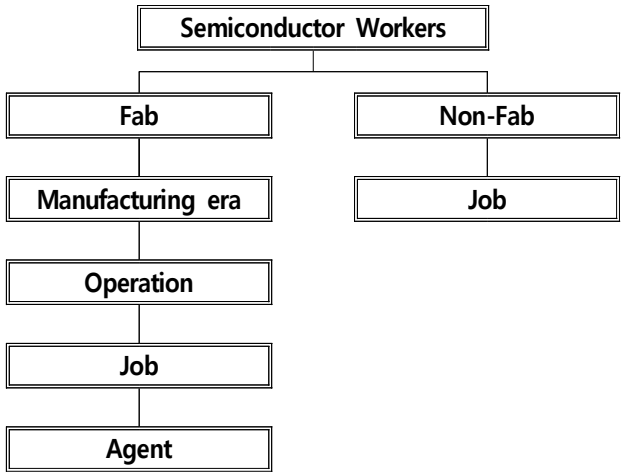
직업노출조합(Job Exposure Matrix)평가 방법은 반도체 제조업 작업현장에서 반도체 공정 노동자 노출수준과 사고위험수준을 비슷하게 분류하여 위험을 평가하고 관리하는 것이다. 직업노출조합(Job Exposure Matrix)구성 방법은 공장(건물)->공정->직무->유해인자조합(매트릭스)을 구성하는 것이다. 이 직업노출조합을 활용하여 집단적인 위험평가 시 구체적인 위험인자에 노출되는 집단으로까지 내려가서 실질적인 노출평가를 수행해야 한다.



[그림 Ⅲ-3] 직업노출조합(Job Exposure Matrix)구성 모형도[38)]

*출처: 박동욱. 역학조사에서 노출평가 한계점-반도체 공장 중심-. 반도체 공장 근로자 건강위험 심포지엄. 한국산업보건학회. 2018.11.20

38) 출처: 박동욱. 역학조사에서 노출평가 한계점-반도체 공장 중심-. 반도체 공장 노동자 건강위험 심포지엄. 한국산업보건학회. 2018.11.20



[그림 III-4] 반도체 제조업에서 직업노출조합(Job Exposure Matrix) 구축 예[39)]

*출처: 박동욱. 역학조사에서 노출평가 한계점-반도체 공장 중심-. 반도체 공장 근로자 건강위험 심포지엄. 한국산업보건학회. 2018.11.20

⑤ 노출평가의 분석

노출평가결과를 분석하고 이에 대응하여 자격을 갖춘 산업 위생사 또는 동등한 자격을 갖춘 직업의학 및/또는 독성학 자격을 갖춘 의사가 모니터링 결과를 분석하고, 이러한 결과를 관심 물질 목록에 포함된 각 물질에 대한 규제노출한계(regulatory exposure limits)와 비교한다. 그러한 “건강보호한계” 가 존재하지 않는 경우, 검출한계(the limits of detection)까지 모니터한다. "건강보호한계"란 특히 노동자와 그 자손을 발암성, 생식 손상, 발달 독성, 신경독성, 내분비질성 및 내분비 붕괴로부터 보호하기 위해 설계된 노출한계를 의미한다.

39) 출처: 박동욱. 역학조사에서 노출평가 한계점-반도체 공장 중심-. 반도체 공장 근로자 건강위험 심포지엄. 한국산업보건학회. 2018.11.20

(다) 화학물질의 건강영향평가

① 건강영향평가에 참가하는 집단

산업위생모니터링 결과에서 확인된 모든 위해물질에 대해 적절한 “의료감시프로그램(medical surveillance programme)”을 실시한다. 작업자들이 중대한 건강상의 위험한 건강문제가 있을 수 있는 위험을 파악하기 위해 작업자 “의료감시프로그램”을 실시한다. 이것은 형행 산업안전보건법에서 규정된 특수건강검진/일반건강검진이 아닌, 위험요인에 노출된 사람들의 건강영향평가를 파악하는 것으로써 “역학평가”에 가깝다고 볼 수 있다.

주변 지역사회에서 전자생산시설에 의한 오염이 발견된 경우, 기업들은 건강연구원과 조사원과 협력하여 취약한 인구집단에 대해서 건강에 악영향을 평가하고 통제하는 것이 필요하다. 직업 건강 모니터링 및/또는 역학 연구에 참여하는 의료, 기술 및 과학 전문가들은 노동자의 권리와 근무자의 건강을 우선시해야 한다.

② 건강영향평가의 내용

건강영향평가의 내용에는 다음과 같은 내용이 포함된다.

−과거 노출력 조사

−화학물질 노출력과 건강과의 연관성 연구

−역학적인 연구: 후향적, 전향적 연구, 생물학적 검사, 유전학적 연구, 원인위험요인연구

−암 등 질병유병률, 발생률, 사망률 추이 분석

−노동자들에 대한 건강평가, 의학적인 건강진단−내용의 개선 필요

−질병발생 원인규명을 위한 조사

−질병발생 예방을 위한 대책 마련

(라) 위험성 결정

위허성 결정은 특정 집단의 '초과위험성' 을 정량적으로 평가하는 것이다. 노출평가와 용량-반응 평가에서 도출된 정보를 종합하여 특정 유해물질에 특정 농도로 노출되었을 경우, 그 집단에서 발생할 유해한 영향(예: 암이 발생할 확률)을 결정하는 단계이다.

(2) 위험성 관리(Risk Management)

위험성 관리는 위해성 평가를 근거로 해서, 화학물질의 규제를 통한 위험성 감소대책의 의사결정과정이다. 화학물질의 규제를 위해 사회·문화적 측면(허용위해수준, 인지위해, 위해 의사소통 등), 기술적 측면(공학 처리 및 분석 기술 수준 등), 경제적 측면 등을 고려해야 한다.

가) 위험성 관리(Risk Management)

(가) 사업장 전체에서 위험요인을 파악하기위한 체계 구축

위험성 관리를 위해서 무엇보다도 중요한 것은 사업장 전체 체계, 위험요인을 파악하는 체계를 파악하기 위한 조직체를 마련하는 것이다. 반도체 제조 사업장 전체에 걸쳐서 위험요인을 파악하기 위해서 화학지도를 만들고, 각 공정에서 위험작업과 위해물질을 표시하고 구체적인 대책을 마련해야 한다.

반도체 제조업의 사업주는 사업장에서 제품을 만드는 데 사용되는 각 제조공정을 지도화해야 한다. 각 공급업체는 각 물질들, 구성요소들, 반도체 하위부품들을 제조하기 위해서, 그리고 최종 조립과정에서 어느 위치에서 어떤 공정이 사용되는지를 문서화해야한다.

작업현장에서 역학조사관은 사업장의 위험지도 구축, 노출물질(위해요인) 파악, 기본적인 산업안전보건 업무 확인, 우선순위 설정, 논의구조 마련 등의 역할을 해야 한다.

(나) 원청에서 하도급업체들의 위험요인과 안전문제를 체계적으로 관리

이 연구에서 가장 중요하게 대두된 문제인 하도급업체들의 위험요인과 안전문제에 대해서, 원청사업주가 체계적으로 관리하도록 해야 한다. 기업체가 하도급업체 노동자들의 문제를 체계적으로 해결할 수 있도록 체계를 마련해야 한다.

반도체 제조업 하도급업체에서 노동자들의 안전과 건강문제에서 가장 큰 문제는 하도급 노동자들이 첨단과학기술로 지어진 반도체 공장에서 가장 안전문제가 발생할 수 있는 밀폐공정이 열리는 공정들(예: 배관설치, 수리 · 유지 · 보수, 설비 · 장비청소, 바닥청소 등)에서 작업을 하고 있지만, 하도급 노동자들을 보호하기위한 구체적인 매뉴얼이나 구체적인 대책 부족하다는 것이다. 이러한 하도급 노동자들이 작업하는 작업공간에서 발생할 수 있는 위험요인에 대한 사전방지대책, 위험발생시 응급조치방안, 사후조치방안 등이 상시적으로 작업장 내 작업공정라인에 공지(구비)되어야 한다. 특히 복잡한 중층 하도급업 관계를 통해 이루어지는 하도급 계약관계의 급속한 성장으로 인해 발생되는 하도급 노동자들의 안전과 건강상태의 추이에 대해 주의 깊게 파악해야 한다.

(다) 대체물질의 개발

전자 산업(브랜드, 제조업체 및 공급업체)과 국가의 정부는 가장 위험한 물질들과 가장 위험한 생산공정들, 즉 여러 개의 위험 화학물질에 대한 노출이 발생하는 공정들을 제거하거나 대체함으로써 위험 노출을 줄일 수 있을 것이다. 이 우선순위 활동은 생산 과정에서 발생하는 물질과 제품에 남아 제품을 사용, 재활용 또는 폐기할 때 문제가 되는 물질들에 초점이 맞춰진다. 이 과정은 제품 수명 주기 전반에 걸쳐 제조에 사용되는 위험 물질을 평가하고 가능한 한 안전한 대안으로 교체함으로써 완수될 수 있다.

대안평가 실시의 원칙은 다음과 같다.

첫째, 전자산업 기업들과 화학 공급업체, 노동자들, 노동조합이 공동으로 참

여하여 제품과 제품에 사용되는 유해물질에 대한 대체물 평가를 진행해야 한다. '녹색설계대안' 을 시작할 수 있고, 생산과정에서 위험 물질에 대한 안전한 '대체품' 을 선정할 수 있다. 안전한 대안이 존재하는 경우나 또는 새로운 제조 및 재료의 혁신 또는 제품 재설계를 위한 정보의 대체가 될 때, 평가의 과정이 받아들여질 것이다. 이러한 평가는 [작업장 보건안전위원회(workplace Joint Health and Safety Committees)] 또는 위험에 직면한 사람들의 완전한 참여를 통해 잘 진행될 수 있다.

둘째, '더 안전한 대체품' 을 선택해야 한다. 관련 물질의 사용을 줄일 경우, 회사들은 본래 물질보다 안전한 대체 물질을 선택해야 한다. 대체 물질에는 더 안전한 화학물질, 재료 및 제품이 포함되며, 처음부터 화학물질의 필요성은 배제되어야 한다. 기업들은 이러한 원칙들을 '회사화학물질정책' 에 적용시켜야 한다.

셋째, 광범위한 위험 특성을 고려하여 안전한 것으로 제안된 화학물질로 대체한다. 대체품은 교체한 것보다 상당히 덜 위험해야 한다. 이것은 그들이 대체하는 화학 물질보다 훨씬 더 적은 독성, 덜 지속적, 덜 생물학적 축적 또는 생물학적 농축, 덜 발암성, 덜 돌연변이 유발, 덜 신경독성, 덜 내분비 방해 또는 재생과 개발에 덜 위험해야 한다는 것을 의미한다. 노동조합이나 노동자 대표들이 참여한 가운데, 기업들이 선호하는 화학 물질에 대한 목록이 정기적으로 검토되어야 한다.

넷째, 안전한 대체물을 연구해야 한다. 기업들과 화학 공급업체는, 현재 알려진 바 없는 공정이나 물질을 우선적으로 선정하여, 모든 경우에 안전한 대체물과 안전한 생산공정을 개발해야 한다. 이에 강력하고 혁신적이며 독립적이고 투명한 연구가 필요하다.

(라) 화학물질에 대한 허용기준의 제고

화학물질에 대한 허용기준을 제고해야 한다. 반도체 제조업에서 화학물질이 사용되는 작업공정, 작업환경, 작업시간 등에 따라 허용기준이 제고되어야 한다. 기계적이고 형식적인 수준의 허용기준에 의존하는 것을 지양해야 한다.

현재 반도체 제조업에서 사용되고 있는 허용기준은 반도체 제조업의 작업공정과 전혀 관계없는 작업공정들의 허용기준을 그대로 차용해서 쓰고 있는데, 반도체 제조 공정의 클린룸과 같이 장기간 밀폐공정에서 작업자들이 노동을 해야 하는 경우, 화학물질에 대한 허용기준이 이러한 공정의 특징에 따라 책정되어야 할 것이다. 또한 환경적으로 유해한 기술 또는 제품이 심각한 환경파괴를 일으키거나 인체의 건강을 해칠 경우에는, 이들 기술이나 제품이 다른 나라로 이전되지 않아야 한다. 금지된 공정이나 제품은 공급망 내의 어느 곳에서도 사용되어서는 안 된다.

(마) 작업현장에서 위험을 줄이기 위한 예방조치와 노출감소방안

기업들은 현재 생산 위험을 없애기 위해 예방 조치와 노출 통제의 적용으로 위험을 최소한으로 줄일 수 있도록 해야 한다. 여기에 우선순위로 정리해보면 다음과 같다.

① 설계 제어 및 본질적으로 안전한 장비와 재료의 사용

설계 제어 및 본질적으로 안전한 장비와 재료의 사용으로 작업자 및 지역사회의 안전 및 보건에 위험을 초래할 수 있는 위험 물질의 방출을 방지하거나 최소화해야 한다.

② 적절한 국소 환기, 장벽 및/또는 적절한 작업 절차, 조직적인 조치들과 같이 위험에 최대한 가깝게 적용되는 보호 방법 개발

개인보호구나 다른 방법으로는 예방을 할 수 없는 곳에서 마지막 수단으로

개별적인 보호조치를 적용한다. 이 방법은 사업주에 의해 무료로 제공되고 정기적으로 대체되어야 한다. 물질의 환경 또는 인체에 미치는 영향을 알 수 없는 경우 이것의 사용을 피해야 한다. 물질이 부적절하거나 불완전하게 특성화된 경우 모든 관련 위험 시험결과를 이용할 수 있을 때까지 예방 조치가 이루어져야 한다.

③ 개인 보호구 도입

개인보호구를 도입할 때, 반드시 작업공정 노동자들의 의견을 수렴해야하고, 국제·국내적으로 공인된 보호구를 구입해야한다. 공인되지 않은 보호구들은 비용낭비에 기여할 뿐이다.

④ 환경관리대책: 작업환경-지역사회 수준의 허용기준 마련

⑤ 노동자 보호방안 마련

기업은 성별이나 연령에 관계없이 공급망 전체에 걸쳐 자체 및 모든 작업장의 모든 노동자들이 안전하도록 보장해야 한다. 기업은 작업 중에 여러 화학물질에 낮은 농도로 일상적으로 노출되는 경우, 임신 노동자와 태아의 위험을 포함하여, 관련 노동자들의 안전과 보건에 대한 위험을 최소한으로 줄이거나, 제거해야 한다.

이러한 기업의 책임 범위는 제조시설을 둘러싼 지역사회에 유해한 유독성 물질의 방출을 방지하는 것에서 부터 생산 수명주기(life cycle) 전체에 걸쳐, 광업 지역사회에서 시작하여 화학 제조 및 지역사회의 노동자, 그리고 비공식 및 공식 전자 폐기물 재활용(e-waste recycling)에 관여하는 노동자에 이르기까지, 전 공급체계에서 유해한 유독성 물질의 방출을 방지하는 것을 포함해야 한다.

나) 위해 의사소통(Risk Communication)과 해결 방안

위해 의사소통의 대상자들은 주로 위해 주변 지역 주민을 포함한 노동자들이다. 건강위해정보를 대상자들이 이해하기 쉽게 전달하고 그 견해에 대해 상호공감을 할 수 있어야 한다. 산업안전보건전문가들이 건강위해정보를 홍보하고 이해당사자들과 의사소통을 해야 한다. 구체적인 방법은 다음과 같다.

(가) 위험성 인식: 생산문화, 조직문화의 변화

- 생산중심이 아닌 안전보건을 중심으로 생산문화, 조직문화를 변화한다.
- 사업장의 전체 체계를 파악해서 그 체계 속에서 산업안전보건관리체계를 구축한다.
- 사업장 전체의 가치를 설정한다.

(나) 알권리: 노동자와 지역사회의 참여 보장

노동자들 뿐 아니라 지역사회 주민들에게도 해로운 화학물질 노출로부터 보호하기 위해, 알권리가 보장되어야 한다.

노동자들과 지역사회 주민들은 생산현장에서 어떤 화학물질이 사용되고 저장되고 있는지, 시설과 공정라인에서 어떤 것이 운반되고 있는지, 이러한 물질들을 공장 내·외부로 어떻게 배출 또는 방출하는지 알아야 한다. 노동자들은 일상 업무에서 어떤 물질을 다루고 있는지를 알아야 한다. 기업은 노동자와 지역사회 대표기관에 완전한 재료 공개를 해야 한다. 화학물질에 대해 위험성을 파악할 수 없는 경우에도 이를 공개해야 한다. 기업은 노동자들과 지역사회주민들에게 화학물질에 대한 위험요인에 대해 무료 안전정보 및 보건 정보를 제공해야 한다.

기업(원청기업, 하도급기업, 계약 제조업체, odm, 부품제조업체 및 공급망 내의 기타업체들 모두 포함)은 위험 화학물질이 사용될 때, 안전한 작업환경을 보장하기 위하여 누가 무엇을 해야 하는지를 명확히 해야 한다. 또한 이 정보

의 기반이 되는 자료를 요청 시에 제공해야 한다.

*** 노동자와 지역사회 참여 보장:** 잠재적으로 위험한 노출의 영향을 받을 수 있는 노동자와 지역사회 주민은 자신의 작업장과 지역사회에서 화학물질과 폐기물의 건전한 관리에 전적으로 참여하도록 권장 받고 허용되어야 한다. 이러한 참여 목표를 달성하기 위해, 노동자들은 사업주의 간섭 없이 직장에서 조직하고, 노조에 가입하고, 민주적으로 선출된 [노동자 산업보건위원회]와 효과적인 교육 프로그램을 개발하고, 그들의 일터를 보다 안전하게 만들기 위한 다른 조직 활동을 추구할 수 있어야 한다.

-노동자들은 UN의 [세계인권선언(UN' s Universal Declaration of Human rights)(1948년)과 ILO [노동기본권과 노동권(Declaration on Fundamental Principles and Rights at Work, 1998)]에 의해 보장된 기본 인권으로써 단체협상권을 갖는다.

기업들은 노동자들과 노동자 대표자들이 완전히 참여하는 가운데, 여성 및 이민자를 포함한 취약하거나 불안정한 노동자들을 위한 특별 관리와 함께 직업 안전과 보건에 대한 ILO 안전작업기준(ILO safe work standards)과 ILO 지침(ILO guidelines)을 구현해야 한다. 이러한 노동자 보호 내용에는 조직할 권리 외에도, 직장에서 효과적인 안전보건 관련 보호가 이루어지는지를 감시하고 실행할 권리, 안전하지 않거나 건강하지 못한 작업을 거부하거나 차단하는 권리(권리 행사) 등이 포함된다.

-작업장 내에서 [산업안전위원회] 활동을 장려해야 한다. 기업과 공급자는 지역사회 대표, 비정부기구, 관리자, 노동자 및 노동조합을 포함한 화학물질과 폐기물의 건전한 관리에 모든 이해당사자들의 적극적이고 의미 있는 참여를 촉진하는 구조를 개발해야 한다. 모든 위험 소통, 교육 및 훈련은 노동자가 이해하는 적절한 언어로 수행되어야 한다.

(다) 보건교육

기업은 정부, 비정부기관, 노조, 의료전문가 및 기타 제 3자 전문가와 협력하여 노동자, 지역사회대표 및 응급의료 인력들에게 지속적인 교육과 훈련을 제공해야 한다. 공급망 전체에 걸쳐서 교육을 해야 하며 교육을 내용은 다음과 같다.

■ 생산 중에 사용되거나 생산된 위해 화학물질에 대한 모니터링 및 초기 경고 시스템

■ 생산과정에서 위험물질에 대한 상세 정보 및 해당 위험으로부터의 보호 및 노출 감소를 위한 실제 훈련과정

■ 노출 또는 위험이 발생하는 가장 가까운 곳에서 노출을 예방하거나 줄이기 위한 산업위생학적 훈련 실시. 잠재적인 근원에서 가장 근접한 곳에서 위해요인을 통제하고, 노출경로를 통제하는 과정을 수행

■ 소스(발생지)에서 노출 또는 위험을 제어할 수 없을 경우나 소스(발생지) 또는 근방의 엔지니어링 제어장치가 충분히 안전하지 않을 경우 개인보호구 사용

■ 전 공정에서 위험이 발생할 수 있는 곳에 표시를 하고, 그 지역에서 일을 할 때 주의해야할 점에 대해 교육 및 해당 장소에 명시

(라) 보상방안

전자 제품 제조 작업은 불완전하게 평가되고, 부적절하게 규제되며, 자주 변경될 수 있는 화학물질들과 물질들이 다중 노출되는 특징을 갖기 때문에, 국가는, 사업주가 유독성 물질이나 환경에 노출된 피해자를 지원하기 위한 보상 시스템을 개발하고 실행하도록, 장치를 마련하는 것이 중요하다.

일터 및 커뮤니티 공정한 보상 메커니즘은 노출로 인해 피해를 입은 노동자와 지역사회 구성원들이 구제를 받을 자격이 있고 받을 수 있도록 해야 하며 적절하고 적시에 보상해야 하며 가능한 경우 피해를 완전히 해결하고 시정하는데 필요한 기간 동안 치료와 재활을 보장해야 한다.

기업들이 건강 및 환경 파괴 비용을 부담하게 해서, 잠재적 위해성에 대한 책임을 부담하도록 자금이 마련되어야 한다. 또한 기업이 미래의 손상을 방지하기 위해 안전한 재료와 공정을 도입할 수 있도록 제안해야 한다. 특히 여성 노동자와 출생한 아이들을 위한 특별한 프로그램이 필요하며 재생산건강평가

(reproductive health accessment)가 이루어져야 한다.

(마) 법적, 제도적 개선 방안

법적, 제도적 개선방안에는 산업안전보건법 개선방안, 전반적인 조직체계 구축방안, 연구팀 구성방안 등이 있다. 구체적인 방안은 다음과 같다.

① 산업안전보건법 개선방안

현행 산업안전보건법에 의한 산업안전보건관리내용으로는 반도체 제조업의 산업안전보건관리를 수행할 수 없는 법적인 한계가 있다(이 보고서의 III-6 참조). 이를 위해서 한국의 산업안전보건법의 근본적인 개선이 필요하다.

② 전반적인 조직체계 구축

반도체 제조업에서 산업안전보건관리를 위해서 노동자들의 주체적인 조직이 필요하며, 관리자와 산업안전보건전문가들은 이를 지원해야 한다. 노동자들이 신뢰할 수 있는 조직체계를 마련하는 것이 필요하다. 또한 자문위원회(Advisory Committee)와 연계하여 보건교육내용을 개발하고, 산업안전보건관리프로그램을 발전시켜야 한다.

③ 연구팀 구성

반도체 제조업에서 위험도평가를 할 수 있는 독성학자, 역학자료 분석을 할 수 있는 역학자, 작업현장을 순회하면서 작업 공정과 위해물질의 확인을 통해 작업자에게 노출되는 위험요인들과 이에 대한 대책을 구체적으로 정리하고 작업자들과 소통할 수 있는 산업안전보건전문가가 필요하다.

(바) 평가기준

계량적인 성과지표를 산출하는 것이 아니라, 문제 해결에 도달하기 위한 과

정을 평가해야 한다.

(사) 지역사회 환경보호

모든 시설로부터 방출되는 모든 물질들의 효과적이고 투명하며 독립적인 모니터링 및 공개 보고를 통해, 제품 수명주기 전체에 걸친 위해를 예방하고 위험한 노출을 제거한 후에, 공기, 수로 및 토지로 배출시키도록 한다. 전자 시설이나 재활용 시설로부터의 오염이 공기, 물 그리고/또는 토지를 오염시켰다는 증거가 있을 경우 기업은 모든 정화 및 교정 비용을 부담해야 한다.

(아) 국제적인 연대활동 강화

한국이 전 세계 전자산업(반도체)의 중심에 있는 만큼 산업안전보건활동도 국제연대를 강화해야할 것이다.

“국제책임기술캠페인(International Campaign for Responsible Technology, ICRT)”에서 제안하고 있는 “국제화학물질관리전략(Strategic Approach to International Chemicals Management: SAICM)”은 다음과 같다. 원칙은 깨끗한 기술 개발을 촉진하고 전자 제품의 수명주기 전체에 걸쳐 위험 물질의 사용을 단계적으로 중단할 근본적인 패러다임의 변화가 시급히 필요하다. 전 세계 전문가 그룹에 의해 만장일치로 채택된 세 가지 핵심 메시지는 다음과 같다.

- 전기 및 전자 제품의 수명주기 내 유해물질로부터 인체의 건강과 환경에 대한 위해를 방지하는 것이 필수적이다.
- 전기 및 전자 제품에서 발견되는 화학물질의 건전한 관리에 있어 화학물질의 수명주기(life cycle) 접근법이 매우 중요하다.
- 전기 및 전자 산업(반도체 제조업)의 기대 성장과 지속 가능성의 필요성에 따라 환경, 보건 및 안전 및 사회 정의 특성에 대한 병행적이고 비례적인 개선이 필요하다.[40]

4) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적 대응방안

(1) 반도체 제조업의 전 과정을 통해서 가장 위험한 공정들과 공학적인 대응방안

가) 반도체 제조업의 생산공정에서 발생하는 유해물

반도체 생산공정은 일반적으로 증착, 코팅, 노광, 식각 및 세정 등의 주요 공정에서 200종이상의 고순도의 유무기 성분들을 사용하고 있다. 이들 물질들의 폐기 공정에서 고온에서 소각된 폐기물들은 인체에 해로운 발암물질들을 포함하고 있으며, 공정에서 사용된 폐수는 유기용재, As, Ab, 산, 알칼리, 염, 미세 무기입자 및 각종 유무기 화합물들을 포함하고 있다. 이들 유해 물질들을 사용하고 있는 주요 공정별로 분류할 경우 다음과 같다. 41)

- Photolithography 주요 화학 물질 : Hexamethyldisilizane(HMDS), Positive Resist의 Developer인 Tetramethyl Ammonium Hydroxide, H2SO4, H2O2, Phenols, sulphuric acids, trichlorobenzene, perchloroethylene Glycol ethers, ethanolamine, triethanolamine

- Wet Chemical Process(Etch/Clean/CMP) 주요 화학 물질 : Isopropyl alcohol, Acetone, CH3COOH, NH4F, CH3COOH, HCl, HF, HNO3, H3PO4, KOH, NaOH, H2SO4, Ethylene glycol

- Dry Etch 주요 화학 물질 : CF4, C2F6, C3F8, C5F12, CHF4, CCL2F2, SF5, HF, C4F8, Cl2, Cl2, BCl3, CCl2F2

- Thin Film 공정의 주요 화학 물질 : Si계열의 Precursors(SiCl4, SiH4,

40) http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/eWaste/HsInternation alWorkshopEwasteLifeCycle-Vienna-20110329.pdf

41)반도체 제조업에서 구체적인 공정별 위해물질은 부록 표에 있다.

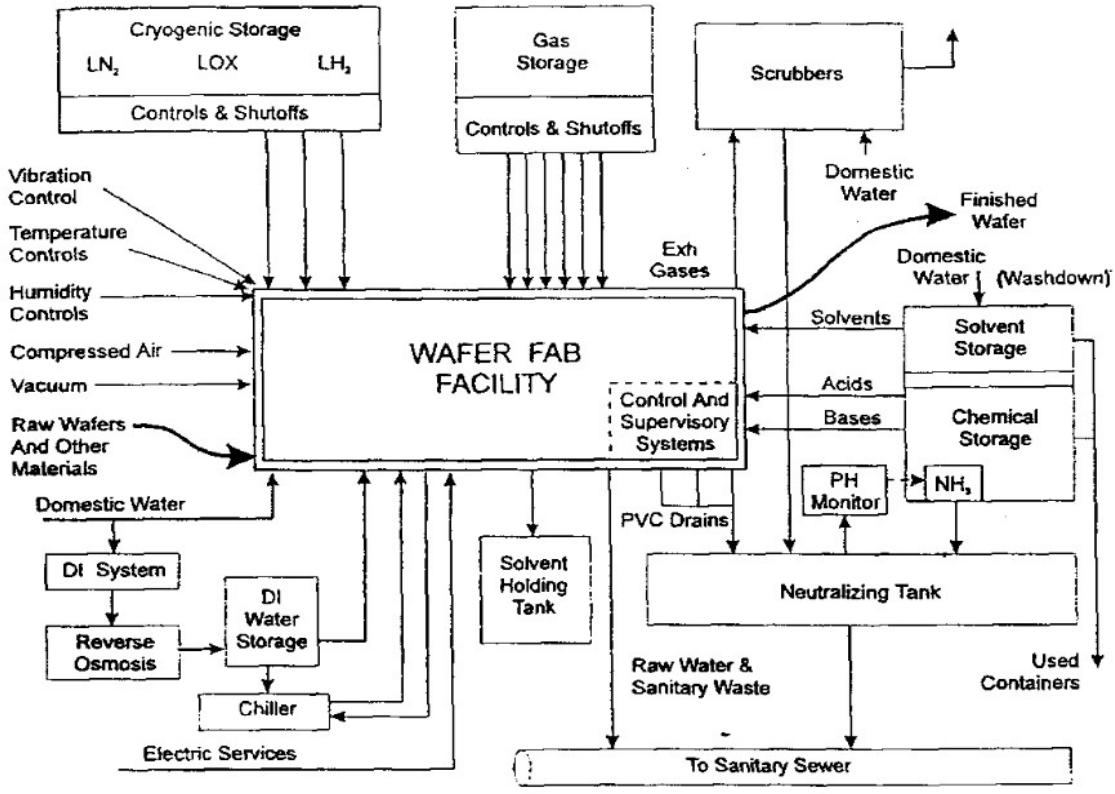
SiHCl3, SiH2Cl2), NH3, CO, 각종 유기 Precursors등

나) 반도체 제조업의 공정흐름도에 따른 공학적인 대안

상기 주요 화학물질들에 대해서 Wet과 Dry Chemical Process로 분류할 수 있으며 각각의 공정 흐름도를 분석하면 다음과 같다.

(가) Wet Chemical 운영시스템 분석

상기 공정들에 대해 반도체 제조공정에 대한 액체 화학물질들에 대한 전체 시스템 구성도는 다음과 같다(그림 III-5).



[그림 III-5] 일반적인 반도체 제조 공정 시스템 [1]

출처: Ministry of Manpower (MOM). *A Guide on Health Hazards and Their Control in Wafer Fabrication Facilities*; Occupational Safety & Health Division, Ministry of Manpower: Singapore, 1998.

각 공정별로 부식성 화학물질들의 증기 성분들이 외부에 유출되지 않도록 배관시스템 구성이 주요하며, 발생한 폐액은 pH(6-10)으로 중화시켜서 현장 처리하는 것이 필요하며, 특히 불산 용액의 경우 현장에서 불화칼슘을 이용한 불소 성분을 침전시킬 수 있는 시스템이 구비되어야 한다. 이들 공정들에서 발생한 폐액들이 외부업체에서 회수되어 재활/소각/폐기/매립 등의 처리가 환경법규에 따라 처리되어야 한다.

반도체 현장에서는 각 화학물질들의 MSDS(Material Safety Data Sheets)에 따라 인체 유해 허용치 이하 관리를 위해 연속식 가스모니터링 (TDS, ICP-MS, GC-FID등)을 사용하고 있다. 이들 모니터링 시스템들과 함께 비상시에 작업자를 보호하기 위한 장비 및 개인 보호 장비가 요구된다. 최근 들어 10나노 이하 공정을 위해 도입되고 있는 EUV, ALD 및 ALE 공정들에 대한 신규 화학물질들에 각종 준비가 필요한 시점으로 판단된다.

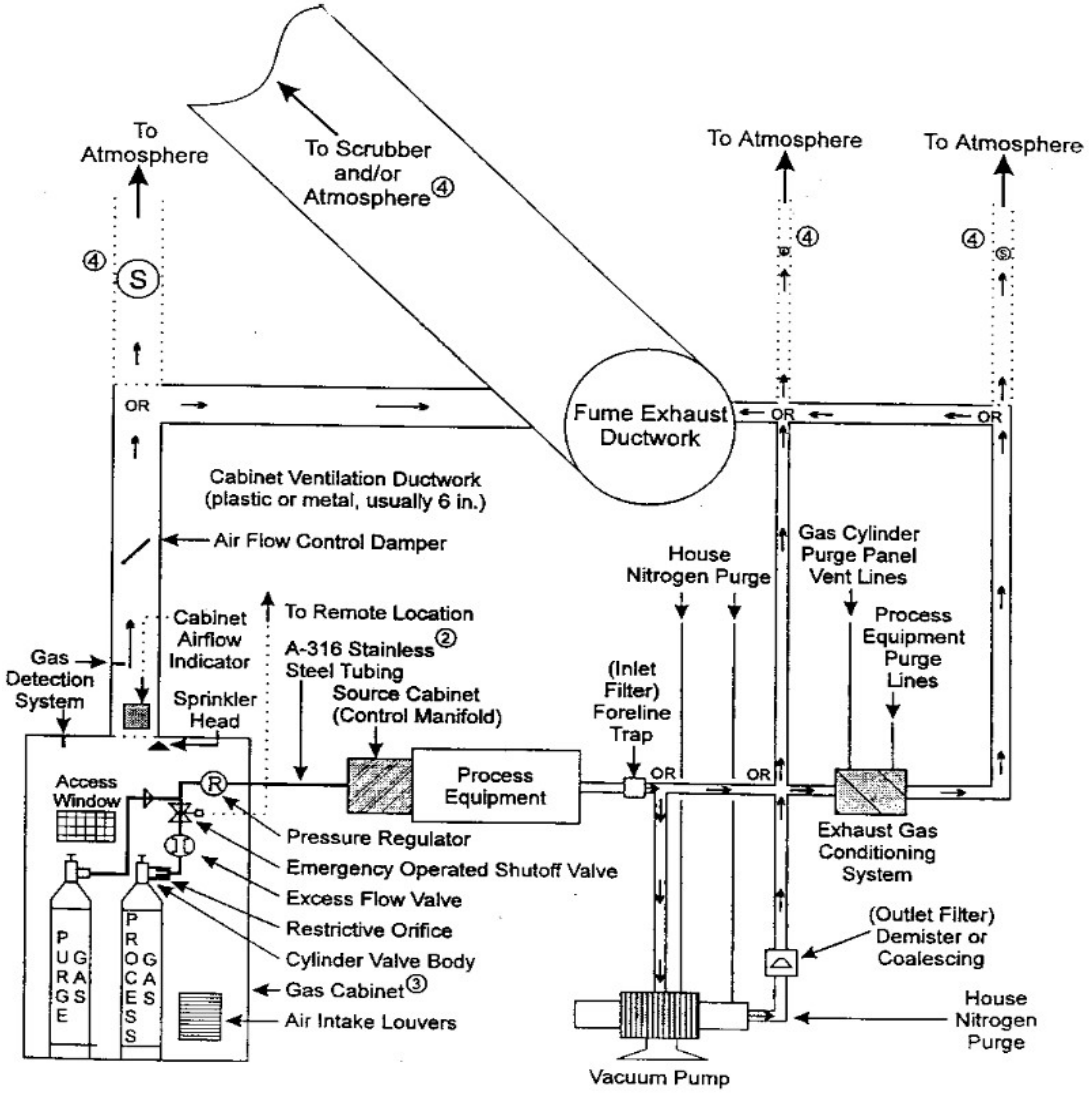
(나) Dry Chemical 운영 시스템 분석

반도체 공정에서는 앞서 설명한 다양한 유해가스들을 이용한 주요 공정들이 진행되며 반도체 현장의 현행 시스템은 다음과 같다.

각 공정에서 사용된 유해가스들의 경우, 일반적으로 일차 열 분해시킨 후 액체 Scrubber에서 흡착시킨 후, 기체들을 대기 중으로 배출시킨다.

특히, 화학기상증착법(CVD) 및 불화탄소계열 가스를 사용하는 플라즈마 장비들은 공정 후 남게 되는 각종 유해가스 및 유해 부산물들을 독립적으로 자체 처리할 수 있는 시스템들이 필요하다.

이들 공정에 사용되는 각종 유해 가스들은 상기 그림에 나타낸 바와 같이 Gas Delivery System내에서 발생할 수 있는 Leak에 대비하여 MSDS에 따라서 인체 유해 허용치 이하로 실시간 모니터링 되어야 하며, 대기 중으로 배출되는 기체도 대기환경 차원에서 모니터링이 요구된다.



[그림 Ⅲ-6] 일반적 반도체 공정의 유해가스 배관 시스템[42)]

출처: Ministry of Manpower (MOM). *A Guide on Health Hazards and Their Control in Wafer Fabrication Facilities*; Occupational Safety & Health Division, Ministry of Manpower: Singapore, 1998.

42) Ministry of Manpower (MOM). A Guide on Health Hazards and Their Control in Wafer Fabrication Facilities; Occupational Safety & Health Division, Ministry of Manpower: Singapore, 1998.

각 공정에서 사용된 유해가스들의 경우, 일반적으로 일차 열 분해시킨 후 액체 Scrubber에서 흡착시킨 후, 기체들을 대기 중으로 배출시킨다.

또한 외부(협력)업체가 Scrubber에서 액상으로 흡착된 물질들을 회수하여 환경법규에 따라, 재활/소각/폐기/매립 등의 처리를 하고 있다.

최근 들어 불화탄소 기반의 기체들이 지구온난화 규제가스들이어서, 향후 신규 기체들이 도입될 필요가 있어 보이며, 각종 준비가 필요한 시점으로 판단된다.

(다) 공정에서 발생하는 기타 폐기물

반도체 공정에서 발생하는 photoresists, isopropyl alchohol, strippers, acetone, n-butyl acetate, wipes/gloves들은 외부업체에서 회수하여 소각 및 폐기 처리되고 있다.

(2) 반도체공정 화학물질의 안전한 공급을 위한 관리 검토사항

가) 반도체 공정: 화학물질의 공정으로 공급과정

반도체 제조공정을 위한 화학물질은 기체, 액체, 고체로 구성된 재료를 사용하는데 일반적으로 상온에서 기체 또는 액체로 구성된 물질이 대다수 적용된다. [그림 III-7]은 화학물질 공급체계를 나타낸 모식도로 ① 화학물질이 모여 있는 chemical supply room과 ② 이들 화학물질들이 각 장치에 정확하게 공급될 수 있도록 조절하는 chemical distribution center로 분리 구성되어 있으며 여러 밸브와 배관장치를 통하여 정확한 양과 물질이 해당 공정장치로 이송 공급되게 된다, 각 공정장치에서는 소요되는 화학공정물질의 양을 공정조건에 맞추어 반응장치로 공급하여 해당 공정이 성공적으로 수행될 수 있도록 매시간 모니터를 시행한다.

반도체 공정에서 화학물질(Chemicals in Semiconductor Fabrication)의

특징은 다음과 같다.

1) 반도체 공정에서의 화학물질(Chemicals in Semiconductor Fabrication)

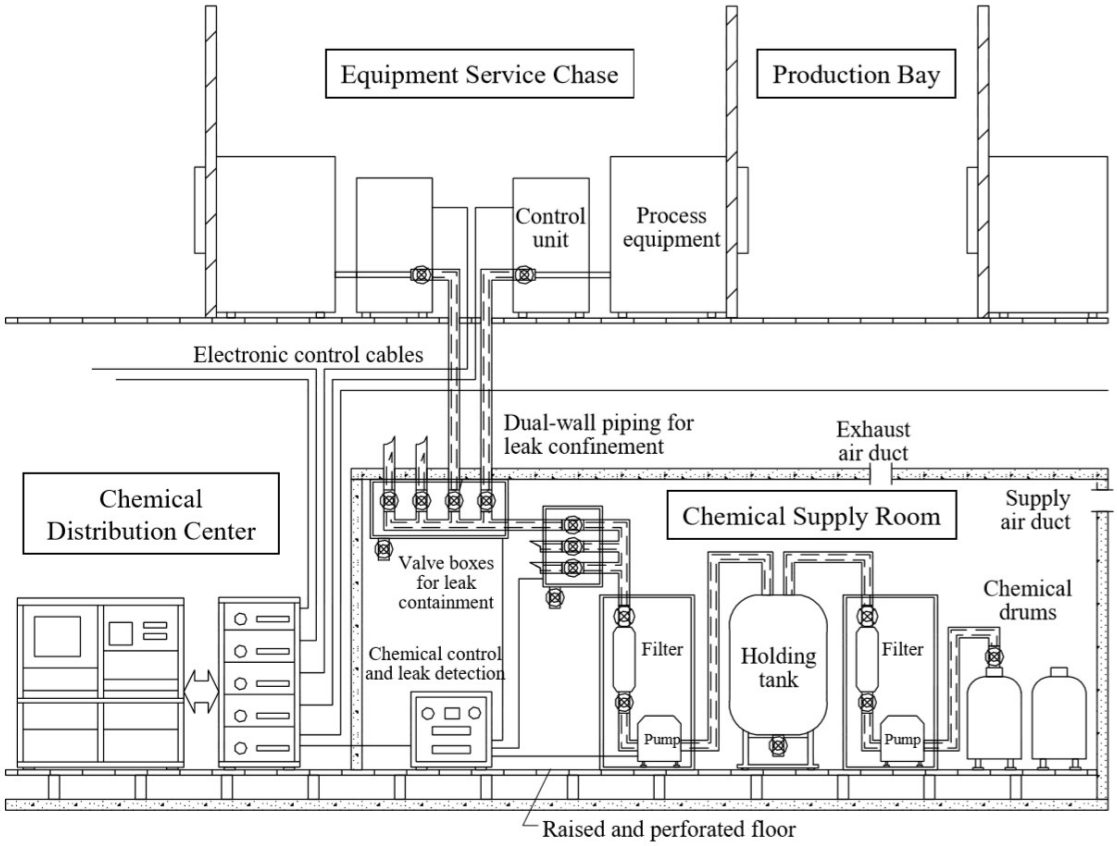
물질의 상태
- 우주에서의 물질은 고체, 액체 및 기체의 3 가지 기본 상태로 존재하며, 네 번째 상태는 플라즈마이다.

재료의 특성
- 물질 성질이란 물질의 고유성을 설명하는 물리적 및 화학적 특성이다.

- 반도체 제조에서 화학 물질의 다른 특성은 온도, 압력 및 진공, 응축, 증기압, 승화 및 증착, 밀도, 표면 장력, 열 팽창 및 응력을 들 수 있다.

1. 온도는 물질이 다른 물질에 비해 얼마나 뜨겁거나 차가운지를 나타내는 척도
2. 압력은 단위 면적당 가해지는 힘이며, 진공은 용기 내의 가스 분자를 제거하며 발생
3. 응축이란 가스를 액체로 바꾸는 과정이며, 기화는 액체를 기체로 바꾸는 것
4. 증기압은 평형 상태에서 밀폐 용기 내에서 증기에 의해 가해지는 압력
5. 승화란 고체를 가스로 직접 변환하는 과정이며, 증착은 기체상태를 고체상 표면으로 변환하는 것
6. 밀도란 물질의 질량을 부피로 나눈 값
7. 액체의 표면 장력은 접촉의 표면적을 증가시키는데 필요한 에너지
8. 열팽창은 가열로 인한 물체의 크기 증가
9. 응력은 물체가 힘에 노출되었을 때 발생

공정화학물질
- 반도체 제조에는 광범위한 화학 물질이 필요로 한다.
- 화학 용액은 화학 혼합물로 용매는 용액의 구성 성분으로 많이 존재하며 용해된 물질은 용질이다.
- 산은 수소를 함유하고 물에서 해리되어 하이드로 늄을 생성하는 용액이며, 염기는 OH 화학 그룹을 함유하고 물에서 해리되어 수산화 이온, OH-를 생성하는 물질이다.
- pH 스케일은 산 또는 염기 용액의 강도를 평가하는 데 사용됨. pH 스케일은 0에서 14까지 다양하며, 7은 중성점이고 산의 pH는 7 이하이고 염기의 pH는 7 이상이다.
- 용제는 다른 물질을 용해시켜 용액을 형성 할 수 있는 물질이다.
- 벌크 화학 분산 (bulk chemical distribution, BCD) 시스템은 종종 공정 화학 약품에 액체 화학물질을 전달하는데 사용됨. 일부 화학 물질은 BCD에 적합하지 않으며 POU (point-of-use) 납품을 사용하며, 공정 스테이션에서 저장 및 사용된다.
- 가스는 일반적으로 벌크 가스 또는 특수 가스로 분류되며, 벌크 가스는 대체로 단순한 가스 제조이며 전통적으로 산소, 질소, 수소, 헬륨 및 아르곤이다. 특수 가스 또는 공정 가스는 웨이퍼 팹에서 사용되는 다른 중요 가스이며 일반적으로 소량으로 공급된다.
- 특수 가스는 일반적으로 금속 실린더로 팹으로 이송된다.
- 지역 가스 분배 시스템은 원하지 않는 잔여 가스를 배출하기 위해 가스 퍼지를 필요로 하며, 가스 전달 시스템은 특별한 배관 및 연결 시스템을 갖추고 있다.
- 특수 가스는 수소화물, 불화 화합물 또는 산성 가스로 분류 될 수 있다.



[그림 Ⅲ-7] 반도체 제조공정에서의 화학물질 공급 체계도[43)]

출처: http://docplayer.net/17162373-Semiconductor-manufacturing-technology-instructor-s-manual.html

나) 반도체공정 화학물질의 안전한 공급을 위한 관리 검토사항

(Check points for safe chemical supply system for semiconductor fabrication)

(가) 공학적인 대안 원칙

반도체 산업의 전 공정은 원료를 들여보내면, (원료가) 배관을 통해서 공정장치로 가고, 공정장치에서 끝나면 폐기처리로 가는 하는 공정으로 구성되어 있다. 그러므로 화학물질이 공정으로 가는 과정(화학물질공급체계), 작업 공정,

43) 출처: http://docplayer.net/17162373-Semiconductor-manufacturing-technology-instructor-s-manual.html

작업 공정이 끝나고 나서 폐기장소까지 가는 과정으로 나누어서 보면 다음과 같다.

(나) 화학물질 공급체계과정에서 공학적인 대안

반도체 제조공정을 위한 Fab내에서의 화학물질의 공급은 trolly로부터 공정장치에 도달하고 최종적으로 공정부산물로 배출되기까지 매우 복잡한 과정을 거치게 된다(그림 Ⅲ-8). 이 과정에서 뜻하지 않는 안전사고가 발생되어 인적 물적 피해를 일으킨다. 따라서 이런 사건들의 발생을 최소화하기 위한 방안들이 모색되어야 한다. 회사 마다 안전관리정책과 재정 상태에 따라 많은 차이를 보이고 있어 표준화된 규칙을 제정하여 적용하는 것이 작업자 안전을 위하여 필요하다.

(다) 작업과정에서 공학적인 대안

구체적으로 작업장에서 공학적인 대안을 모색해보면 그 원칙은 다음과 같다.

반도체 제조업 작업현장에서 공학적인 대안을 모색하기 위해 두 종류의 작업자들을 고려해야한다. 우선 한 종류의 작업자들은 기계장치 조작자(오퍼레이터)와 기술자(엔지니어)가 있을 수 있다. 또 한 종류의 작업자들은 장비가 고장났을 때 고치는 사람들이 있다. 이들은 정비기술자(Maintenance Engineer)라고 하는데 그 사람들이 장비 뚜껑을 열고나서 장비를 고칠 때 위해 요소가 있는 물질에 노출될 확률이 높다. 과연 그걸 어떻게 관리 할 것인가?가 문제이다.

회사에는 안전관리체계가 있을 것인데, 이를 효율적으로 활용할 수 있는 방법을 모색해야 할 것이다. 작업자들이 보호구나 보호장비를 안전하게 쓰고 작업을 할 수 있는 방법을 모색해야 할 것이다. 회사측에서는 회사 안전관리체계를 최대한 효율적으로 가동하고, 작업자들이 안전하게 일할 수 있도록 “산업안전보건관리체계” 를 만들어야 한다.

작업자 같은 경우에는 공정을 진행하는 사람 같은 경우는 자동화 되면 문제가 없는데 매뉴얼로 하는 경우에는 화학물질을 직접 취급하게 되고, 또 밖에서 들고 와서 붓는 경우도 분명히 있을 수 있다. 이 경우에 작업을 어떻게 누가 몇 조를 해가지고 몇 명이 조를 짜가지고 위험할 때는 구출하느냐? 이런 전반적인 매뉴얼 내지 포트폴리오가 분명히 있어야 할 것이다.

또한 센서 같은 것이 있어서 유해인자가 발생하면 즉각 작업이 멈춰질 수 있도록 그런 제도적인 또는 시설적인 측면이 좀 보강이 되어야 된다.

가장 중요한 것은 작업공정과 배관부분이다.

처음 중앙집중실에서 화학물질들을 집어넣는 과정이 가장 중요하다. 이 과정이 주가 되고 드레인 돼서 나오는 것들은 비슷한 문제이다. 이 과정에서 일어나는 일들을 “국가기관(예: 안전보건관리 전담기구)” 이 어떻게 관여해서 지도할 수 있는지를 강구해야 한다.

반도체산업에서 작업공정은 수없이 많고 화학물질은 매우 다양하고 그 수가 많다. 그러나 큰 모델만 세워두면 전체 반도체산업에서 다 따라하게 될 것이다.

(라) 폐기물처리과정에서의 공학적인 대안

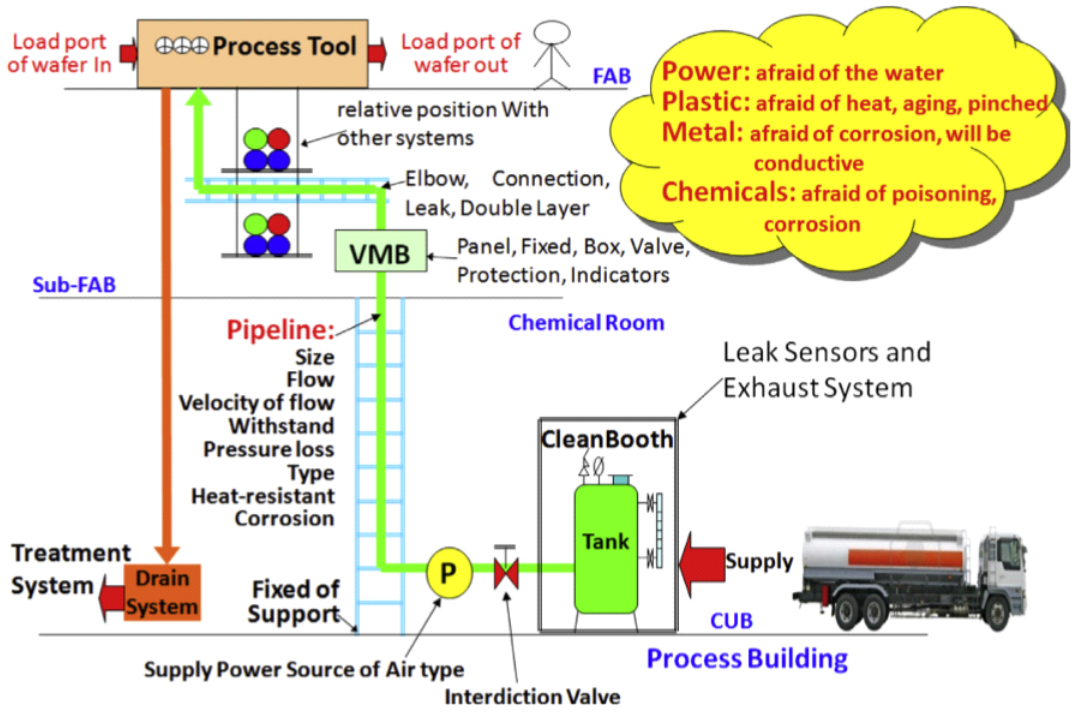
공정을 다 거친 폐기물들은 기체 같은 경우엔 스크린을 통해 나가기도 하고 액체 같은 경우에는 산염기를 분리, 유해물 분리를 통해 나가게 되는데, 이러한 물질들을 재처리하거나 폐기 처리하는 과정이다.

이 과정에서 들어올 때와 비슷하게 누출이 되면 안 되니까 ‘이 폐기물들을 어떻게 관리하는가?’ 가 중요하다. 이 폐기물처리 과정에서 ‘관리(maintenance)를 어떻게 하고, 배관 작업도 어떻게 하고, 밸브를 어떻게 수리하고, 기타 방법들을 어떻게 만드느냐?’ 에 따라 여러 가지 안전보건의 문제가 제기되는데, 이 과정에서 산업안전보건관리방안을 만들어야 한다. 또한 폐기물처리가 끝난 폐기물들은 폐기물 업체 또는 재생업체가 밖으로 가지고 나가게 되는데, 폐기물처리를 하는 작업자들의 안전과 건강을 고려해야하고, 공장 밖

으로 나온 폐기물들이 환경에 오염되지 않도록 처리를 해줄 필요가 있다.

다) 작업공정과정에서 “화학물질 공급체계” 에서 점검해야할 9가지 사항들

반도체 작업공정을 수행하기 위해 화학물질의 공급체계에서 중요하게 점검해야할 사항을 9가지로 분류하고 이들의 기능과 안전을 위한 핵심 사항을 분류 제시한다. 이 결과는 대만에서 이루어진 결과를 바탕으로 정리된 것으로 전체 반도체 제조공장에서 적용이 가능한 것으로 판단된다(그림 Ⅲ-8).



[그림 Ⅲ-8] 반도체 제조시설에 대해 안전한 화학 물질 공급 시스템의 모식도[44]*

출처: Chen CY, Chang KC, Huang CH, Lu CC. Study of chemical supply system of high-tech process using inherently safer design strategies in Taiwan. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2014;29:72-84

44) Chen CY, Chang KC, Huang CH, Lu CC. Study of chemical supply system of high-tech process using inherently safer design strategies in Taiwan. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2014;29:72-84

① 트롤리 (Trolley)

기능: 케미컬 룸 사이의 모든 시설로 화학물질을 안전하게 운반하고 전복과 유출을 방지하는 것

안전을 위한 고려 사항
- 형상,
- 치수,
- 무게,
- 기기 크기,
- 구조 강도,
- 고정,
- 운송 방법,
- 운송 경로

② 화학 저장 탱크(Chemical storage tank)

기능: 화학 물질을 보관하는 것으로 고정식 또는 이동식으로 분류함. 소형 및 중형 시스템은 이동식을 주로 사용함. 공급 방법으로 탱커와 병 등 두 가지가 있음.

안전을 위한 고려사항
- 화학물질의 특성은 탱크에 큰 영향을 줌.
-추가 고려사항
용량,
펌핑 장치,
고정 방법

③ 화학 물질 저장 탱크의 배기 후드(Exhaust hood of chemical storage tank)

기능: 폭발 및 인체 흡입 중독을 방지하기 위해 화학 물질 보관 캐비닛에서 24 시간 동안 유기 용제 증기를 추출하기 위해 지속적으로 사용되는 배기 시스템.

안전을 위한 고려사항
- 화학적 특성에 따라 재료를 선택. 배기 후드에 배기 팬이 내장되어 있고 다른 전기 장비에는 방폭 장치를 사용해야 됨.

- 다른 추가사항
캐비닛의 환기량, 구조 강도,
방폭 등급,
충격방지 고정 장치,
누출 감지 장치,
고정 장치 설치

④ 케미칼 룸(Chemical room)

기능: 케미칼 룸은 케미칼 탱크, 클린 부스 및 병 등을 보관하며, 화학 유출에 대한 두 번째 방어 라인이다.

안전을 위한 고려사항
- 화학 물질 저장량, 배기 후드 및 화학 물질 보관 캐비닛의 크기에 따라
실내 공간의 크기,
전체 환기 시스템 성능,
화재 시스템,
전기 장치 방폭 구조,
방폭 구조 설계,
누설 감지 시스템

⑤ 펌핑 시스템(Pumping system)

기능: 화학물질 공급 시스템의 주요 장치

안전을 위한 고려사항
-누출 또는 파열 된 상황의 파이프 라인이 발생할 가능성이 가장 높다.
-재료의 선택은 화학적 성질과 다음에 제시된 특성이 반영된 유체 역학 공식, Q=VA,에 따른다.
유량,
출력 압력,
연결,
내열성 및 내식성,
방폭 수준,
누출 센서 시스템

⑥ 파이프 라인(Pipe line)

기능: 화학 물질을 공정으로 옮기는 것으로 파이프 라인 안전을 위해 VMB(valve manual box)가 없는 밸브는 설치하지 않아야 함.

안전을 위한 고려사항
-재료의 선택은 화학적 성질과 다음에 제시된 특성이 반영된 유체 역학 공식, Q=VA,에 따른다.
직경, 압력, 유량, 속도,
압력 손실 설계,
설계 연결,
파이프 라인 유형 단층 또는 이중층),
내열성 및 내식성,
누출 센서 시스템

⑦ VMB(Valve manual box)

기능: 각 독립적인 공정장치의 입력단자에 화학 약품을 할당하고 이송하기 위한 장치.

안전을 위한 고려사항
-다음을 사항을 결정하기 위하여 화학적 특성에 기초한 재료의 선택이 필요
크기의 밸브, 유형, 연결,
내열성 및 내식성
- 밸브상자는 다음과 같은 화학적 특성을 따라 선택해야 함
재료,
크기,
내식성,
고정 방법,
배수 및 배기 시스템,
누출 센서 시스템 설계

⑧ 프로세스 도구(Process tool)

기능: 웨이퍼 클리닝, 포토레지스트 코팅, 노광, 프로세스 내부의 로봇에 의해 전달된 웨이퍼는 공정 체임버(chamber)에서 화학물질의 튐이 생길 수 있어 위험을 줄이기 위한 설계가 고려되어야 함.

안전을 위한 고려사항
- 재료의 선택은 다음을 고려한다.
재료를 결정하기 위한 화학적 특성 검토,
치수,
공급 압력,
유량,
속도,

배기 및 배수 시스템,
누출 센서 시스템 설계,

⑨ 배기/배수관(Pipeline of exhaust/drain)

기능: 공정 챔임버 이후의 폐액을 폐수 처리장 또는 임시 저장 탱크로 이송하는 데 사용됨.

안전을 위한 고려사항
- 재료의 선택은 화학적 성질과 다음에 제시된 특성이 반영된 유체 역학 공식, Q=VA,에 따른다.
배관의 크기,
압력,
유량,
속도,
압력 손실,
배관 연결,
단층 또는 이중층,
내열성 및 내식성 설계

라) 각 구체적인 공정라인에 따른 공학적 관리 대안 마련

각 구체적인 공정라인에 따른 공학적 관리 대안, 산업안전보건관리방안은 다음과 같다.[45]

45) 세부공정, 공정설명, 작업환경관리, 사용물질은 “박승현, 정은교. 반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구. 한국산업안전보건연구원. 2012”에서 인용했고, 공학적인 관리방안은 이 연구팀이 논의하여 새로 제안하는 것이다.

<표 Ⅲ-21> 한국 반도체 제조 공정 생산라인에서 산업보건관리방안

세부공정 *	공정설명 * (박승현, 정은교, 2012)	작업환경관리 * (박승현, 정은교, 2012)	사용물질 * (박승현, 정은교, 2012)	CAS	IARC (G)	공학적 관리방안 (이 연구팀의 제안)
1. 웨이퍼 가공라인 **1-1. 웨이퍼 가공라인 확산공정(diffusion)**						
산화막 형성, 열처리, 불순물 확산 (Oxidation, annealing and diffusion of dopant)	고온의 기로(확산로) 내에서 웨이퍼에 불순물(dopant)을 확산시켜 반도체 층의 일부분의 도형태를 변화시키는 공정이다. 확산로에서는 웨이퍼 표면에 산화막을 형성하는 산화(oxidation)와 반도체 결정의 복원 불순물의 활성화를 한 열처리(annealing) 과정 등이 진행된다. PM(preventive maintenance, 유지보수)작업시 장비내의 잔류물질을 충분히 배기하지 않은 상태에서 장비체임버를 열게 되면 체임버내의 잔류가스가 외부로 확산되면서 노동자에게 노출될 수 있다. 다만 확산작업시 사용되는 화학물질은 밀폐된 반응 체임버(기로) 내에서 사용되기 때문에 유지보수(PM) 작업이나 사고성 누출이 아닌 경우라면 일상적인 작업과정에서 노출될 가능성은 낮다.	-확산로의 부품교체, 세척 등을 한 PM작업시 장비 내의 잔류물질을 배기하고, 확산 체임버를 열 때 작업하는 동안 국소배기장치를 사용하는가?	암모니아 (Ammonia)	7664-41-7		1.장치를 유지하는 작업을 할 때(Preventive Maintenance), 정비 기사들이 반응체임버를 열었을때 유해 흄(가스)등이 발생되므로 이 유해가스에 노출될 위험이 있다. 2. 하도급업체 노동자들이 파트의 세정작업시에 노출될 위험이 있으므로 하도급관리에 대한 문제점이 제기된다. 원청이 책임져야한다. 3.응급상황(장치가 작동이 안되거나, 오동작이 생길 때) 발생 시 가스 유출이 생길 수 있으므로 안전 프로토콜(매뉴얼)을 준비해서 대응할 수 있게 해야 한다. (예를 들면 화학물질이 누출되었을 때 어떻게 해야 하는가? 가스가 누출되었을 때는 어떻게 해야 하는가? 장치에 누출이 될 때 어떻게 할 것인가? 등과 같이 대응 매뉴얼을 가지고 있어야한다.) 4. 웨이퍼가공라인은 모든 공정이 전반적으로 위와 같다.
			아르신, 삼수소화비소(Arsine)	7784-42-1		
			삼브롬화붕소(Boron tribromide)	1029433-4		
			디클로로실란(Dichloro silane)	4109-96-0		
			불소(Fluorine)	7782-41-4		
			수소 (Hydrogen)	1333-74-0		
			질소(Nitrogen)	7727-37-9		
			일산화질소(Nitric oxide[Nitrogen monoxide])	10102-43-9		
			아산화질소(Nitrous oxide)	10024-97-2		
			포스핀 (Phosphine)	7803-51-2		
			옥시염화인(Phosphorus oxychloride)	10025-87-3		
			실란(Silane)	7803-62-5		
웨이퍼 세척 (Wafer cleaning)	웨이퍼 세척과정에서 사용되는 물질의 경우는 작업방법에 따라 노출될 가능성에 차이가 있다. 즉 수동으로 세척작업을 수행하는 경우에는 세척조에 웨이퍼를 투입하거나 회수하는 과정에서 불산, 질산, 황산 등에 노출될 수 있으나 자동으로 세척작업을 수행하는 경우에는 노동자의 노출 가능성은 상대적으로 낮다고	-수동세척 작업 시 호흡용보호구, 보안경, 보호의, 보호장갑, 보호앞치마 등 작업 특성에 따라 정한 개인보호장비를 착용하고 작업하는가? -PM작업을 실시하는 경우에는 장비 내의 잔류물질을 완전히 배출(드레인)	초산 (Aceticacid)	64-19-7		1. 이 공정은 산화막형성 열처리, 불순물확산 공정과 유사하다.
			불화암모늄(Ammonium fluoride)	12125-01-8		
			암모니아 (Ammonia)	7664-41-7		
			불화수소,불산(Hydrogen fluoride)	7664-39-3		
			과산화수소 (Hydrogen peroxide)	7722-84-1	3	
			질산 (Nitric acid)	7697-37-2		

	볼 수 있다. 한편 PM작업 등을 위해 세척조 내부에서 작업을 하는 경우에는 세척조 내에 잔류하고 있는 물질(암모니아수, 불산, 황산 등)에 노출될 수 있다.	하고, 물로 세척조를 충분히 씻어준 이후에 작업을 실시하는가? -배관이나 연결부위 점검 시에는 노출 사고로 인한 급성중독을 예방하기 위해 개인보호장비를 착용하고 작업을 수행하는가?		황산*강산미스트에 한함(Sulfuric acid)	7664-93-9	1	
1-2. 웨이퍼 가공라인 포토공정(photolithography) - 웨이퍼에 회로패턴을 형성시키는 공정							
밀착향상제 (HMDS), 포토레지스트, 현상액의 도포작업	-웨이퍼에 회로패턴을 형성하는 작업(현상액 developer, 희석제 thinner, 밀착향상제 adhesion promotor 등 사용) -웨이퍼와 포토레지스트간의 밀착성을 향상시키기 위해 밀착향상제를 사용하는데 주로 헥사메틸디실라잔(HMDS)이 사용되고 있다. -포토공정에서는 위 물질을 웨이퍼에 고르게 도포하기 위해 웨이퍼를 회전시키면서 도포한다. -도포과정에서 휘발성 유기화합물이 발생될 수 있음. -포토레지스트를 도포한 후 웨이퍼와의 결합을 강화하고 과량의 용제를 제거하기 위한 bake(가열) 단계가 있는데 이때에도 휘발성 유기화합물이 발생 될 수 있다.	-도포장비가 밀폐된 채로 도포작업이 진행되는가? - 도포장비가 작동하는 중에 열리지 않는가? □ 환기설비가 설치되어 있는가? □ PM작업 수행 시 호흡용보호구 및 보호장갑, 보호앞치마, 보안경 등을 착용하고 작업하는가? -PM작업 시 배관이나 배관 연결부위에 대한 점검작업은 정기적으로 이루어지고 있는가? -PM작업 시 협력업체 노동자에게도 노출 가능한 화학물질, 유해위험성, 올바른 작업방법, 화학물질 노출 시의 대체 요령에 대해 교육을 실시하는가?	헥사메틸다이실라잔(Hexamethyldisilazane)		999-97-3		1. 도포작업이나 포토레지스트리 작업도 웨이퍼 가공라인이라 위 공정들(산화막 형성 열처리, 불순물 확산, 웨이퍼세척 공정 등)과 유사하다.
			수지 (Re-sin)	아크릴중합체 (Acrylate polymer)			
				고리화된 폴리이소프렌(Cyclized polyisoprene)			
				수소실록산 중합체(Hydrogen siloxane polymer)			
				노보락수지(Novolak resin)	다양함		
				폴리히드록시스티 유도체 (Polyhydroxystyrene derivative)	다양함		
				폴리메타크릴레이트 (Polymethacrylate)	다양함		
				폴리비닐페놀유도체(Polyvinylphenol derivative)			
			용매 (Sol-vent)	2-(2-에톡시에톡시)에탄올 (2-(2-Ethoxyethoxy) ethanol(DEGEE, Carbitol))	111-90-0		
				2-헵타논 (2-Heptanone(Methyl-n-amylketone))	110-43-0		
				2-메톡시-1-프로판올 (2-Methoxy-1-propanol(β-PGME))	1589-47-5		
				2-메톡시-1-프로필-아세테이트 (2-Methoxy-1-propylacetate(β-PGMEA))	70657-70-4		
				크레졸(Cresol)	1319-77-3, 95-48-7, 108-39-4, 106-44-5		
				사이클로헥사논(Cyclohexanone)	108-94-1	3	

				에틸벤젠(Ethyl benzene)	100-41-4	2B	
				에틸락테이트(Ethyl lactate)	97-64-3		
				감마-부티로락톤(gamma-Butyrolactone)	96-48-0	3	
				이소프로필알코올 (Isopropyl alcohol(IPA))	67-63-0	3	
				메틸-2-히드록시-이소부티레이트 (Methyl-2-hydroxy isobutyrate)	2110-78-3		
				메틸-3-메톡시-프로피오네이트 (Methyl-3-methoxy propionate(MMP))	3852-09-3		
				n-초산부틸(n-Butyl acetate)	123-86-4		
				1-메톡시-2-프로판올or프로필렌글리콜 모노메틸에테르 (1-Methoxy-2-propanol(PGME))	107-98-2		
				1-메톡시-2-프로필-아세테이트 (1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA))	108-65-6		
				크실렌(Xylene)	1330-20-7	3	
				에탄올(음주의 경우 IARC G1)	64-17-5		
				카테콜(Catechol)	120-80-9	2B	
노 광 (aligner) 작업	포토레지스트에 UV등 빛에너지를 조사하는 단계가 있는데 감광성 성분의 경우 빛이 조사되면 구조적으로 변화를 일으키는 특성이 있으며 이 과정에서 부산물이 발생될 수 있다. 방향족 구조를 가진 물질 DNQ(디아조나포토귀논) 노보락수지[페놀(크레졸]-포름알데히드 중합체 -> 빛에 의해 분해될 경우 방향족 화합물이 생성될 수 있음 (Goodner MD 2008; 삼성에스디아이주식회사, 2004) 노보락수지가 함유된 포토레지스트를 열분해 실험을 한 결과 미량이지만 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 페놀, 크레졸 등의 물질이 발	-UV(빛 에너지)에 의한 수지 및 감광성 물질의 분해로 인한 2차 생성물에 대한 정보가 제공되고 있는가? -포토레지스트 성분에 함유된 유기용제의 휘발로 인한 노출이 충분히 차단되어 있는가? -노광장비가 밀폐형인가? → 노광장비에 환기설비(얼라이너)가 설치되어 있는가? → 유해물질이 장비 외부로 나가지는 않는가?	현상액 (Devel -oper)	지방족 탄화수소(Aliphatic Hydrocarbon)	-		1. 노광작업도 wet process이므로 화학물질노출을 최대한 억제시켜야 한다. 노광작업도 웨이퍼가공라인의 하나로 웨이퍼가공라인 공정들과 유사하다.
				헥산(Hexane)	110-54-3		
				헵탄(Heptane)	142-82-5		
				에틸-3-에톡시프로피오네이트 (Ethyl-3-ethoxypropionate)	763-69-9		
				감마-부티로락톤(gamma-Butyrolactone)	96-48-0	3	
				1-메틸-2-피롤리디논 (1-Methyl-2-pyrrolidinone or N-Methyl-2-pyrrolidone)	872-50-4		
				1-메톡시-2-프로필-아세테이트 (1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA))	108-65-6		
				폴리아미드산(Polyamide acid)			
				수산화테트라메틸암모늄(Tetramethyl	75-59-2		

	생되었다.			ammonium hydroxide(TMAH))			
				크실렌(Xylene)	1330-20-7	3	
-노광작업 과정에서 포토레지스트의 열분해로 미량의 부산물(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 페놀 등)이 발생 가능하다.							
1-3. 웨이퍼 가공라인 식각공정(etch) - 포토공정에서 구성환 회로를 완성하기 위해 불필요한 부분을 제거해줌 [습식/건식]							
습식식각 (Wet etch)	-식각공정 에서는 기본으로 습식식각 건식식각을 해 사용되는 무기산, 염기성 물 질, 반응성 가스 등에 노출될 수 있고, 식각가스의 상호 반응 등을 통해 수소, 염화수소, 불화수소 등에도 노출될 수 있다. -무기산 및 염기성 물질을 이용하여 식각하는 방식	-개인 보호장비(호흡용보호구, 보안경, 보호의, 보호장갑, 보호앞치마 등)를 착용했는가? -PM작업 시 장비 내의 잔류물질을 완전히 배출했는가? -PM작업 시 물로 식각조를 충분히 씻었는가? -배관이나 연결부위의 점검은 정기적으로 이루어지고 있는가? -PM작업 시 협력업체 노동자에게도 노출 가능한 화학물질, 유해위험성, 올바른 작업방법, 화학물질 노출 시 대체 요령에 대해 교육을 실시하는가?	초산 (Aceticacid)	64-19-7		1. 습식작업 자체가 화학물질을 기본으로 해서 작업을 하는 것이므로 화학물질을 많이 사용한다. 그러므로 습식작업에서 가장 중요한 것은 화학물질 노출을 최대한 억제해야 한다. 2. 자동화가 많이 되었지만, 응급상황(정전, 화학물질 흐름이 막혔거나 장비가 갑자기 중단되었을 때)이나 비상사태일 때 화학물질을 다 비워내고 응급작업을 할 때 "프로토콜"이 있어서 그 방식대로 해야 한다.
			불화암모늄(Ammonium fluoride)	12125-01-8		
			암모니아수 (Ammonium hydroxide)	1336-21-6		
			에탄올아민(Ethanolamine)	141-43-5		
			염화수소,염산(Hydrogen chloride)	7647-01-0	3	
			불화수소,불산(Hydrogen fluoride)	7664-39-3		
			과산화수소 (Hydrogen peroxide)	7722-84-1	3	
			이소프로필알코올 (Isopropyl alcohol(IPA))	67-63-0	3	
			질산 (Nitric acid)	7697-37-2		
			옥틸페놀 에톡실이트, 계면활성제(Octylphenol ethoxylate)	27193-28-8		
			인산 (Phosphoric acid)	7664-38-2		
			황산 *강산미스트에 한함(Sulfuric acid)	7664-93-9	1	
건식식각 (Dry etch)	반응성 가스 등을 이온화하여 식각될 표면과의 충돌 반응 등을 통해 식각하는 방식	-개인 보호장비(호흡용보호구, 보안경, 보호의, 보호장갑, 보호앞치마 등)를 착용했는가? -PM작업 전 장비 내의 잔류물질을 배기했는가? -PM작업 시 국소배기장치를 사용하고 있는가? -PM작업 시 유해물질에 노출되는 것을 실시간으로 확인할 수 있는가? -배관이나 연결부위의 점검은 정기적으로 이루어지고 있는가? -PM작업 시 협력업체 노동자에게도 노출 가능한 화학물질, 유해위험성, 올바른 작업방법, 화학물질 노출 시의 대체 요령에 대해 교육을 실시하는가?	암모니아 (Ammonia)	7664-41-7		건식식각의 경우에는 습식식각보다 훨씬 덜 위험하다. 진공체임버를 사용하므로 뚜껑을 열 때만 위해요소가 있는 정도이다. 배관작업시 가스 누출이 되면 안되기 때문에 알람 등이 작동하고 있어서 크게 문제가 되지는 않는다.
			아르곤(Argon)	7440-37-1		
			삼브롬화붕소(Boron tribromide)	1029433-4		
			일산화탄소(Carbon monoxide)	630-08-0		
			사불화탄소(Carbon tetrafluoride)	75-73-0		
			황화카르보닐(Carbonyl sulfide)	463-58-1		
			염소(Chlorine)	7782-50-5		
			디플루오로메탄(Diuoromethane)	75-10-5		
			육불화에탄(Hexafluoro ethane)	76-16-4		
			육불화-1,3부타디엔(Hexafluoro-1,3-butadiene)	685-63-2		
			수소 (Hydrogen)	1333-74-0		
			브롬화수소 (Hydrogen bromide)	10035-10-6		
			할로겐화탄화수소(Halogenated Hydrocarbon)	다양함		
			이소프로필알코올 ((세척액) Isopropyl alcohol(IPA))	67-63-0	3	

			메탄 (Methane)	74-82-8		
			질소(Nitrogen)	7727-37-9		
			삼불화질소 (Nitrogen trifluoride)	7783-54-2		
			옥타플루오로사이클로부탄(Octafluoro cyclobutane)	115-25-3		
			옥타플루오로사이클로펜텐 (Octafluoro cyclopentene)	559-40-0		
			옥타플루오로프로판 (Octafluoro propane)	76-19-7		
			오존 (Ozone)	10028-15-6		
			육불화황(Sulfur hexafluoride)	2551-62-4		
			삼불화 메탄(Trifluoro methane)	2261-01-0		
			트리플루오로메탄(Trifluoro methane)	75-46-7		
1-4. 웨이퍼 가공라인 증착공정(deposition) - 반도체 기판상에 화학적(CVD) 또는 물리적(PVD) 방법으로 전도성 또는 절연성 박막을 형성시킴						
화학기상증착 (CVD Chemical vapor deposition)	증착: 웨이퍼 상에 화학적 또는 물리적 방법으로 전도성 또는 절연성 박막을 형성시키는 공정으로 박막(thin film)공정이라고도 한다. CVD 공정에서는 디클로로실란, 삼불화질소, 아산화질소, 오존, 포스핀, 실란 등의 화학물질이 사용되는데 이들 물질의 화학적 반응을 통해 박막을 형성하는 공정이다.	-개인 보호장비(호흡용보호구, 보안경, 보호의, 보호장갑, 보호앞치마 등)를 착용했는가? -PM작업 전 장비 내의 잔류물질을 배기하는가? -장비를 열 때 및 작업하는 동안 국소배기장치를 사용하는가? -PM작업 시 협력업체 노동자에게도 노출 가능한 화학물질, 유해위험성, 올바른 작업방법, 화학물질 노출 시 대체 요령에 대해 교육을 실시하는가? -체임버 내 유해가스의 잔류 여부나 각종 배관 등의 이음새에서 가스 누출 여부를 확인하기 위해 유해가스 측정(모니터링) 장비를 설치하거나 작업 시 휴대용 가스 검지기를 사용하여 농도를 측정하고 측정결과를 기록 보존하는가?	아세틸렌(Acetylene)	74-86-2		1.화학기상증착(CVD)은 증기를 올려 표현에 화학물질로 증착시키는 것이다. 2. 증착과 건식이 비슷하다. 3. 체임버 뚜껑 열 때 조심해야 한다.
			암모니아 (Ammonia)	7664-41-7		
			삼불화염소(Chlorine triuoride)	7790-91-2		
			디보란(Diborane)	19287-45-7		
			디클로로실란(Dichloro silane)	4109-96-0		
			수소 (Hydrogen)	1333-74-0		
			염화수소,염산(Hydrogen chloride)	7647-01-0	3	
			불화수소,불산(Hydrogen fluoride)	7664-39-3		
			이소프로필알코올 ((세척액)Isopropyl alcohol(IPA))	67-63-0	3	
			질소(Nitrogen)	7727-37-9		
			삼불화질소 (Nitrogen trifluoride)	7783-54-2		
			아산화질소(Nitrous oxide)	10024-97-2		
			옥타플루오로사이클로펜텐(Octafluoro cyclopentene)	559-40-0		
			오존 (Ozone)	10028-15-6		
			포스핀 (Phosphine)	7803-51-2		
			실란 (Silane)	7803-62-5		
			사불화실리콘(Silicon tetrafluoride)	7783-61-1		
			테트라에틸오르토실리케이트(Tetraethyl	78-10-4		

			orthosilicate(TEOS))			
			트리에틸보레이트(Triethyl borate)	150-46-9		
			트리메틸보레이트 (Trimethyl borate)	121-43-7		
			트리메틸포스페이트 (Trimethyl phosphate)	512-56-1		
			육불화텅스텐 (Tungsten hexafluoride)	7783-82-6		
물리적기상증착 (PVD, Physical vapor deposition)	PVD 공정은 진공환경에서 고에너지를 이용하여 물리인 방법으로 웨이퍼 상에 원하는 물질의 박막을 형성하는 공정으로 스퍼터링(sputtering), 전자빔 등의 방식이 있다. PVD 공정에서 사용되고 있는 물질로는 암모니아 삼불화염소, 디보란, 수소, 삼불화질소 등이 있다		암모니아 (Ammonia)	7664-41-7		1. 물리적기상증착(PVD)은 고진공 상태의 체임버 안에서 웨이퍼(wafer)에 물리적으로 박막증착(Sputtering)시키는 것이다. 고진공상태의 체임버 안에서 전자(atom)가 자유운동으로 날아다니다가 웨이퍼에 달라붙어서 필름이 만들어지는 것이다. 2. 이 과정은 체임버 안에서 진행되는 것이고 진공체임버를 쓰기 때문에 체임버가 잘 닫혀있을때는 크게 노출이 되지 않을 수 있다. 그러나 체임버의 뚜껑을 열고 닦는 과정에서 위해물질에 노출이 된다. 체임버 뚜껑을 열 때 위해물질에 노출되지 않도록 무조건 주의해야한다.
			아르곤(Argon)	7440-37-1		
			삼불화염소(Chlorine triuoride)	7790-91-2		
			디보란(Diborane)	19287-45-7		
			헥사플루오로에탄(Hexafluoroethane)	76-16-4		
			수소 (Hydrogen)	1333-74-0		
			질소(Nitrogen)	7727-37-9		
			삼불화질소 (Nitrogen trifluoride)	7783-54-2		
			실란 (Silane)	7803-62-5		
			사염화티타늄(Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium))	7550-45-0		
			테트라키스(Tetrakis(dimethylamino) titanium(TDMAT))	3275-24-9		
			육불화텅스텐 (Tungsten hexafluoride)	7783-82-6		
			증착공정은 각종 가스상 물질 등의 화학 반응을 통해 웨이퍼 표면에 박막 을 형성시키는 공정으로 반응과정에서 다양한 부산물이 발생할 수 있다. 수소를 비롯하여 염화수소(HCl), 불화수소(HF) 등이 발생하는 것을 알려져 있다. 증착 장비에 웨이퍼를 투입하고 꺼내는 오퍼이션작업을 수행하는 동안에는 유해물질의 노출 가능성은 낮을 것으로 판단된다. 그러나 부품교체, 세척 등을 한 PM작업 시 반응체임버를 열 때 장비 내에 잔류하고 있는 반응가스, 부산물 등에 작업자가 노출될 수 있다.			
1-5. 웨이퍼 가공라인 이온주입공정(ion implantation)- 반도체에 전도성을 부여하기 위해 이온 주입(ion implant)장비를 통해 불순물을 주입하는 공정						
이온주입	이온주입공정에서는 이온주입장비에 아르신, 삼불화붕소, 포스핀 등을 공급 한 후 이를 이온화시켜서 비소, 붕소, 인 이온만을 선택으로 반도체 웨이퍼에 주입한다. 따라서 이온화 과정에서 다양한 형태의 부산물이 발생될 수 있다. 특히 아르신의 경우는 분해 온도인 300℃까지 가열되거나 빛에 노출될 경우에는 비소로 분해된다. 아르신이 이	-부품교체, 세척 등 이온소스부위 등을 해체하는 작업이 주기적으로 이루어지는가? -PM작업 전 장비내 잔류물질을 완전히 배출한 후, 국소배기장치를 사용하고, 호흡용보호구 등 개인보호장비를 착용하는가? (아르신과 비소에 노출에 주의) -PM작업자에게 실시간 모니터링이	아르신, 삼수소화비소(Arsine)	7784-42-1		1.이온주입공정은 위해가스(toxic gas)를 집어넣어서 이온화시켜서 과속으로 때려서 이온을 직접 웨이퍼에 주입하는 것이다. 방사선가습기로 생각하면 된다. 이온주입공정에서 사용하는 가스들(아르신, 보레인 등)은 독성이 강해서 누출되면 사람이 사망하기 때문에 누출이 되면 안 된다. 2.가스에 누출되면 안 되기 때문에 가
			삼불화붕소(Boron trifluoride)	7637-07-2		
			포스핀 (Phosphine)	7803-51-2		
			(발생물질)			
			비소 (Arsenic)	7440-38-2	1	
			인(Phosphorus)			
			육불화황(Sulfur hexafluoride)	2551-62-4		
			염소(Chlorine)	7782-50-5		
			에틸렌글리콜(Ethylene glycol)	107-21-1		

	온주입장비 내에서 에너지를 받아 이온화과정을 거치면 아르신 이온을 비롯하여 비소 이온, 중성의 비소 등 다양한 형태의 물질이 발생될 수 있다. 이온주입장비 내부에서는 이게 다양한 형태의 물질이 발생 할 수 있지만 장비에 웨이퍼를 투입하거나 회수하는 등의 일상인 오퍼레이션 작업을 수행하는 과정에서는 이러한 유해물질에의 노출 가능성은 낮다.	가능한 직독식 장비가 제공되는가? -PM작업 시 협력업체 노동자에게도 노출 가능한 화학물질, 유해위험성, 올바른 작업방법, 화학물질 노출 시 대체 요령에 대해 교육을 실시하는가?(비소, 무기화합물, 아르신, 포스핀 등)				스체임버 밖에서, 예를 들면 다른 층에서 누출여부를 살핀다. 가스 누출을 매우 엄격하게 관리해야 한다. 3.작업 중에 전리방사선에 노출되는 것도 주의해야 한다. 4.일반적으로 이 작업을 할 때 작업자는 체임버 밖에서 작업을 한다. 그러나 응급상황일 때 기계를 꺼버리므로 잔류 가스 누출 등이 발생할 경우 작업자가 사망할 수도 있다. 5.체임버내 오래된 부품(part)을 바꿀 때 작업자에게 노출되어 문제가 될 수 있다.
		-방사선 경고 표시와 방사선안전관리에 관한 사항을 노동자가 잘 볼 수 있는 곳에 게시했는가? -이온주입공정 노동자 및 별도 허가받은 노동자가 이온주입장비를 조작하는가? -인터록을 해제하고 작업할 경우 방사선 차폐 앞치마를 착용하는가? -방사선 노출 가능성이 있는 노동자에게 선량계를 착용하여 개인노출선량을 측정하는가?				이온주입장비는 입자를 가속시켜 웨이퍼에 불순물을 주입하는 과정에서 전리방사선이 발생되는 방사선발생장치이다. 이온주입장비는 최압 170KV 이하이고 표면방사선량률 10μSv 이하의 조건을 만족하는 자체 차폐된 장치로서 안전하게 작동되도록 제조된 장비인 관계로 원자력법에 의한 사용 신고 장비에 해당된다. 그러나 문헌에 의하면 이온주입장비에서 방사선 누출이 보고된 바 있다(ACGIH, 1989; Williams ME 등, 1995). 특히 인터록을 해제한 상태에서 이온주입장비 내부로 들어갈 경우에는 전리방사선에 노출될 수 있다.
1-6. 웨이퍼 가공라인 연마공정(Chemical mechanical polishing, CMP)						
연마공정	다양한 웨이퍼 가공과정에서 생성된 웨이퍼 표면의 산화막 등을 화학적 또는 물리적 방법으로 연마하여 평탄화 시켜주는 공정이다.	-작업 시 연마장비가 밀폐되어 있고 국소배기장치가 작동하는가? -부품교체, 세척 등은 주기적으로 이뤄지고 있는가? -PM작업 시 장비 내 잔류물질을 배출했는가? -PM작업 전 장비내 잔류물질을 완전히 배출한 후, 국소배기장치를 사용	암모니아 (Ammonia)	7664-41-7		1.연마공정은 화학적기계적연마(Chemical Mechanical Polishing)라고도 한다. 연마공정에는 슬러리(slurry)같은 것을 사용하는데, 이 슬러리 안에 KOH, NH4H 등이 들어 있어서 딱딱한 것을 약간 무르게 만든 후에 패드(연마제 같은 게 달려 있는 사포같은 것)로 문
			셀룰로오스(Cellulose)	9004-34-6		
			산화 세륨(Cerium oxide)	1306-38-3		
			염화수소,염산(Hydrogen chloride)	7647-01-0	3	
			불화수소,불산(Hydrogen fluoride)	7664-39-3		
			산화규소비결정체 (Silica amorphous)	다양함		
			질산 (Nitric acid)	7697-37-2		

		하고, 호흡용보호구 등 개인보호장비를 착용하는가? -PM작업 시 협력업체 노동자에게도 노출 가능한 화학물질, 유해위험성, 올바른 작업방법, 화학물질 노출 시 대체 요령에 대해 교육을 실시하는가?	수산화칼륨 (Potassium hydroxide)	1310-58-3		질러서 평탄화시키는 작업이다. 2. 이 과정은 위험한 작업이다. 연마공정작업이 끝나고 패드를 제거하고 슬러리를 닦아 내는 과정에 작업자들이 필요하다. 장비세척 등이 주기적으로 이루어져야 한다. 이 공정도 화학물질을 사용하므로 화학물질에 노출되지 않도록 주의해야 할 것이다. 3. 이 연마작업에도 PM작업이 필요하다. 이 PM작업은 외주를 주어 협력업체에 의해 진행이 되고 있다. 이 작업과정에서 주의할 것은 작업을 "지침(매뉴얼)"대로 실시해야한다는 것이다. 그러나 하도급업체 또는 협력업체 노동자들이 시간에 쫓겨서 그 매뉴얼대로 작업을 하지 않고, 긴급하게 작업을 하다 보면 사고가 발생하기 쉽다. 그러므로 그런 것들이 잘 고려가 되어야 한다. 원청업체에서 협력업체 노동자들을 막다그치고 '내일까지 끝내야 우리가 생산할 수 있으니까 밤새도록 하시오' '언제까지 끝내시오' 등과 같이 요구한다면 하도급업체 노동자들이 물리적으로 시간이 안 되므로 작업을 빨리 하다보면 사고가 발생하기 쉽다. 그러므로 원청사업주는 하도급업체 노동자들이 안전하게 작업을 할 수 있도록 배려해야 한다.
2. 칩 조립라인 2-1. 칩 조립라인 후면연마공정(Back Grind(B/G), Back Lap(B/L)) - 웨이퍼 가공라인에서 가공된 웨이퍼의 뒷면을 얇게 갈아주는 공정						
칩 조립라인 전반 활용 물질			2-부톡시에탄올(2-Butoxyethanol(EGBE))	111-76-2	**3**	
후면연마공정	웨이퍼는 연마작업에 앞서 앞면(웨이퍼 가공라인에서 회로를 구성한 면)을 보호하기 하여 라미네이션 테이프가 붙여지며 연마(grind) 장비에 의해 자동으로 연마작업이 실시된다.	-연마제의 비산을 방지하기 위해 연마장비를 밀폐하고 국소배기장치를 활용하는가? -배관이나 연결부위 점검 및 연마제	물(Water)	7732-18-5		1.후면연마공정에서는 지금까지 만들어진 웨이퍼의 후면을 연마하여 반도체에서 필요한 정도로 얇게 만드는 공정이다. 실리콘 substrate를. 기판을
			산화규소(Fumed silica or pyrogenic silica)	112945-52-5		
			피페라진(Piperazine)	110-85-0		

		의 보충이 주기적으로 시행되는가? -PM작업전 장비내 잔류물질을 완전히 배출한 후, 국소배기장치를 사용하고, 호흡용보호구 등 개인보호장비를 착용하는가?(강염기성 수산화테트라메틸암모늄 주의)	테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)	109-99-9	**2B**	갈아서 얇게 만들 수 있다. 웨이퍼의 아래 부분은 반도체에 필요가 기 때문에 갈아 주는 것이다. 패키지할 때 두께를 얇게 만들어 주어야 한다. 2.이 공정에서도 PM작업이 필요하므로 PM작업을 하는 하도급업체 노동자들의 안전과 건강을 고려해야 할 것이다.
			수산화테트라메틸암모늄(Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH))	75-59-2		
			테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)	109-99-9	**2B**	
			최근 국내외 전자산업에서 배관이나 배관 연결부위에 대한 점검작업 등을 수행하는 과정에서 TMAH 누출사고로 인한 급성중독 피해 사례가 보고되고 있다(Lee CH 등, 2011; Lin CC 등, 2010; Wu CL 등, 2008).			
2-2. 칩 조립라인 웨이퍼 절단공정(wafer saw)						
웨이퍼 절단	웨이퍼를 개개의 칩으로 잘라주는 공정으로 절단(sawing) 과정에서 윤활성을 위해 절삭액으로 계면활성제가 사용되며 계면활성제는 물과 폴리에틸렌글리콜, 폴리에틸렌-프로필글리콜이 주성분이고 기타 습식제(wetting agent), 보존제(preservative) 등이 포함되어 있다. 웨이퍼를 자르는 과정에서 계면활성제의 비산으로 인해 에틸렌글리콜 등에 노출 가능하며, 부품교체, 세척 등을 한 PM 작업 시 장비 내에 잔류하고 있는 물질에 노출이 가능하다.	-웨이퍼 절단시 절삭액의 비산을 방지하기 위해 장비를 밀폐하였는가? -웨이퍼 절단장비에 국소배기장치가 장착되어있는가? -설비 및 배관점검, 절삭액 보충, 폐액 회수, 부품 교체, 기타 PM과정을 수행할 때 개인보호구(호흡용보호구, 보안경, 보호장갑)를 착용하는가?	산화에틸렌(Ethylene oxide)	75-21-8	**1**	1. 웨이퍼를 절단하여 칩으로 만드는 공정이다. 절단 시 과다하게 발열이 생기므로 냉각시키기 위해 절삭액을 집어넣어주어야 하고, 폐수나 폐유 등을 잘 처리해야 한다. 2. PM작업 시 하도급 노동자들의 안전과 건강에 유의해야 한다.
			폴리에틸렌글리콜 (Polyethylene glycol)	25322-68-3		
			폴리에틸렌-폴리프로필렌글리콜 (Polyethylene-polypropylene glycol)	9003-11-06		
2-3. 칩 조립라인 칩 접착공정(die attach)						
칩 접착	웨이퍼 절단(wafer saw) 공정에서 낱개로 잘려진 칩을 접착제를 이용하여 회로기판에 접착시키는 공정이다.	-접착제에 유기용제가 포함되어 있거나 아세톤과 같은 유기용제를 이용하여 세척작업을 수행하는가? → 칩 접착장치나 접착제 도포장치에 국소배기장치를 설치하여 활용하는가? -유기용제를 취급하는 노동자는 호흡용보호구 및 보호장갑 등 개인보호장비를 착용하는가?	아세톤 (Acetone)	67-64-1		1. 칩 부착 공정에는 접착제, 유기용제 등이 사용된다.
			카본블랙 (Carbon Black)	1333-86-4	**2B**	
			산화규소결정체, 석영(Crystalline silica(Quartz))	14808-60-7	**1**	
			산화규소결정체,크리스토바라이트(Crystalline silica(Cristobalite))	14464-46-1	**1**	
			에폭시수지 (Epoxy resin)	29690-82-2		
			2-(2-에톡시에톡시) 에탄올(2-(2-Ethoxyethoxy) ethanol(DEGEE, Carbitol))	111-90-0		
			2-Ethoxyethoxy ethyl acetate(-2)	112-15-2		
			초산에틸(Ethyl acetate)	141-78-6		
			페놀수지(Phenolic resin)	9003-35-4		
			은(Silver)	-		

			테트라클로로에틸렌 (Tetrachloroethylene)	127-18-4	**2A**	
			트리클로로에틸렌(Trichloroethylene)	79-01-6	**1**	
경화(cure) 작업	접착제가 잘 경화되도록 오븐에 넣는다. 경화온도와 시간은 제품마다 차이가 있으나 보통 175°c에서 1시간 정도이고 2단계로 나누어 경화하기도 한다.	-경화작업 후 충분한 배기시간을 갖는가? → 경화작업 후 배기방법은 무엇이며, 몇 분 동안 지속하는가? -경화오븐에 국소배기장치를 설치하여 경화과정이나 오븐을 열 때 휘발성 물질의 노출을 예방하는가? -경화오븐을 취급하는 노동자는 호흡용보호구 및 보호장갑 등 개인보호장비를 착용하는가?	상기 물질들의 노출에 주의해야 함.			
2-4. 칩 조립라인 몰드공정(mold)						
몰드공정 & 몰드 후 경화작업	몰드공정은 반도체 칩을 외부환경으로 보호하기 위하여 에폭시몰딩컴파운드(epoxy molding compound, EMC)로 감싸주는 공정이다. *에폭시몰딩컴파운드(EMC)를 180°c 정도로 가열하여 녹여준 후 회로기판의 반도체 칩에 골고루 도포함 에폭시몰딩컴파운드(EMC)를 가열하여 칩에 코팅하는 과정에서 발암물질인 벤젠 등이 미량 발생될 수 있으므로 몰드장비에는 국소배기장치가 설치되어 있어야 하며 국소배기장치가 항상 정상으로 가동되는 상태에서 작업하여야 한다. 그리고 유해 부산물이 발생하지 않거나 발생이 적은 EMC를 개발할 필요가 있다	-몰드장비에 국소배기장치가 설치되어 있는가? -몰드장비에 설치되 국소배기장치가 멈췄을 때 안전대책이 있는가? -몰드장비를 취급하는 노동자는 호흡용보호구 및 보호장갑 등 개인보호장비를 착용하는가? -경화작업 후 충분한 배기시간을 갖는가? → 경화작업 후 배기방법은 무엇이며, 몇 분 동안 지속하는가? -경화오븐에 국소배기장치를 설치하여 경화과정이나 오븐을 열 때 휘발성 물질의 노출을 예방하는가? -경화오븐을 취급하는 노동자는 호흡용보호구 및 보호장갑 등 개인보호장비를 착용하는가?	아세트알데히드(Acetaldehyde)	75-07-0	**2B**	1. 몰드공정은 주로 에폭시몰딩으로 유기용제, 휘발유, 벤젠 등이 사용된다. 에폭시몰딩은 칩에 플라스틱 같은 걸로 씌워가지고 밖에서 충격이나 습기 같은 것들이 못 들어가게 만들어 주는 것이다. 2. 에폭시 몰딩이니까 여러 가지 용제 같은 것들이 휘발될 수 있으니까 작업시 이 부분을 주의할 필요가 있다.
			아세톤 (Acetone)	67-64-1		
			삼산화안티몬(Antimony trioxide)	1309-64-4	**2B**	
			벤젠(Benzene)	71-43-2	**1**	
			카본블랙 (Carbon Black)	1333-86-4	**2B**	
			셀룰로오즈(Cellulose)	9004-34-6		
			크레졸(Cresol)	1319-77-3, 95-48-7, 108-39-4, 106-44-5		
			산화규소결정체, 석영(Crystalline silica(Quartz))	14808-60-7	**1**	
			산화규소결정체,크리스토바라이트(Crystalline silica(Cristobalite))	14464-46-1	**1**	
			사이클로헥사논(Cyclohexanone)	108-94-1	**3**	
			N,N-디메틸 포름아미드 (N,N-Dimethyl formamide(DMF))	68-12-2		
			에폭시몰딩컴파운드 (EMC)			
			에폭시수지 (Epoxy resin)	29690-82-2		
			에탄올아민(Ethanolamine)	141-43-5		
			2-(2-에톡시에톡시) 에탄올(2-(2-Ethoxyethoxy) ethanol(DEGEE, Carbitol))	111-90-0		

			2-(2-에톡시에톡시) 에틸아세테이트 (2-(2-Ethoxyethoxy) ethyl acetate)	112-15-2		
			초산에틸(Ethyl acetate)	141-78-6		
			에틸벤젠(Ethyl benzene)	100-41-4	2B	
			포름알데히드(Formaldehyde)	50-00-0	1	
			n-헥산(n-Hexane)	110-54-3		
			헵탄(Heptane)	142-82-5		
			멜라민수지(Melamine resin)	9003-08-01		
			메탄올(Methanol)	67-56-1	2B	
			메틸이소부틸케톤(Methyl isobutyl ketone(MIBK))	108-10-1	2B	
			1-메틸-2-피롤리디논(1-Methyl-2-pyrrolidinone or N-Methyl-2-pyrrolidone)	872-50-4		
			프로필렌글리콜모노메틸에테르아세테이트 (1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA))	108-65-6		
			페놀(Phenol)	108-95-2	3	
			페놀수지(Phenolic resin)	9003-35-4		
			테트라클로로에틸렌 (Tetrachloroethylene)	127-18-4	2A	
			테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)	109-99-9	2B	
			톨루엔(Toluene)	108-88-3	3	
			트리클로로에틸렌(Trichloroethylene)	79-01-6	1	
			크실렌(Xylene)	1330-20-7	3	
금형세정 작업	금형세정제를 가열하여 형(몰드장비)을 세정하는 작업이다. 이 경우에는 발암물질인 포름알데히드 등이 발생될 수 있다.	-금형(몰드장비)를 세정할 때 국소배기장치의 상태를 수시로 확인하는가? -금형(몰드장비)를 세정할 때 국소배기장치를 활용하는가? -장비커버나 장비창문을 열고 작업을 해야 할 경우 호흡용보호구를 착용하는가?	Mold Cleaner(금형세정제) 멜라민수지, 합성고무, 실리카, 에탄올아민, 셀룰로오스, 왁스, 유기과산화물 등으로 구성 *물질 자체는 측정대상 아니나 공정 중에 포름알데히드 등 부산물 발생하는 경우 측정대상임			
2-5. 칩 조립라인 인쇄공정(marking) - 레이저인쇄 / 잉크인쇄공정						
레이저 인쇄 공정	레이저를 이용하여 반도체 칩에 마킹을 하는 경우에는 코팅된 EMC 수지에 에너지가 가해짐으로써 휘발성 유기화합물이 발생될 수 있으며, 기타 에폭시몰딩컴운드(EMC)의 구성성분(카본블랙, 삼산화안티몬 등)도 발생될 수	-휘발성 유기화합물이나 분진의 노출을 예방하기 위해 국소배기장치를 설치·운용하는가? -레이저가 작동되는 상태에서 장비 문이 열리지 않도록 안전장치가 되어 있는가?	아세톤 (Acetone)	67-64-1		잉크를 찍거나 레이저로 새긴다.
			사이클로헥사논(Cyclohexanone)	108-94-1	3	
			카본블랙, 삼산화안티몬(↓EMC 구성성분)			
			카본블랙 (Carbon Black)	1333-86-4	2B	
			삼산화안티몬(Antimony trioxide)	1309-64-4	2B	

	있다.	-작업자는 보안경을 착용하는가?				
잉크인쇄 공정	솔벤트납사, 2-부톡시에틸아세테이트, 크실렌, 사이클로헥사논, 트리메틸벤젠, 아세톤, 초산에틸, 톨루엔 등 잉크에 함유된 유기용제 희석제에 노출될 수 있다.	-마킹 설비에 국소배기장치가 갖추어져 있는가? -잉크보충, 신너혼합, 세척 등 작업자가 잉크나 신너를 직접취급하는 경우에 호흡용보호구, 보호장갑을 착용하는가?	솔벤트나프타 (Solvent naphtha)	64742-94-5		
			부톡시에틸아세테이트(2-Butoxyethyl acetate)	112-07-2		
			크실렌(Xylene)	1330-20-7	3	
			사이클로헥사논(Cyclohexanone)	108-94-1	3	
			트리메틸벤젠(Trimethylbenzene)	526-73-8 95-63-6 108-67-8		
			아세톤 (Acetone)	67-64-1		
			초산에틸(Ethyl acetate)	141-78-6		
			톨루엔(Toluene)	108-88-3	3	
2-6. 칩 조립라인 도금공정(plating)						
도금공정	리드프레임(lead frame)의 부식을 막고 특성을 양호하게 하기 하여 주석 등으로 도금하는 공정을 말한다. 과거 반도체 사업장에서는 도금공정을 직접 운영하였으나 최근에는 외주를 주고 있다. 그러나 아직 도금공정을 보유하고 있는 사업장의 경우에는 도금용액에 노출되지 않도록 관리하여야 할 것이다.	-국소배기장치가 정상적으로 작동하는가? -리드프레임 투입·회수, 도금액 보충작업, 도금조 내부에서 PM작업하는 경우 등에 호흡용 보호구, 보안경, 보호장갑, 보호앞치마 등을 착용하는가? -도금조 내부에서 PM작업 시 작업 전 도금조 내 잔류물질을 완전히 배출(드레인)하고, 물로 도금조를 충분히 씻는가?	과산화수소(Hydrogen peroxide)	7722-84-1	3	1.칩에 도금을 해서 납땜할 때 잘 붙도록 표면처리를 해준다. 2.주로 하도급업체나 외주업체가 작업을 하고 있다. 3.이 보고서(Ⅲ-3)에서 산업재해의 기전을 분석했을 때, 많은 작업자들이 작업도중에 도금조에 빠져서 화상을 입거나 질식을 당하는 경우가 많았다(이 보고서 Ⅲ-3참조)
			메탄설폰산(Methanesulfonic acid)	75-75-2		
			질산(Nitric acid)	7697-37-2		
			수산화칼륨 (Potassium hydroxide)	1310-58-3		
			황산 (Sulfuric acid)	7664-93-9	1	
			주석메탄설포네이트(Tin(II) methanesulfonate)	53408-94-9		
			메틸알코올, 메탄올(Methanol)	67-56-1	2B	
			주석(Tin(Sn))	7440-31-5		
2-7. 칩 조립라인 솔더볼 부착공정(solder ball mount 또는 solder ball attach)						
솔더볼 부착공정 (SBM; solder ball mount)	회로기에 플럭스(flux)를 이용하여 솔더볼(solder ball)인 주석을 붙여주는 공정으로 solder ball mount 또는 solder ball attach 공정이라고 한다. 회로기판에 부착된 솔더볼은 이후 오븐에서 경화의 과정을 거치게 되는데 최고 280℃까지 온도가 설정된다. 솔더볼은 주로 주석(Sn)이 사용되며, 플럭스는 솔더볼을 회로기에 고정시켜주기 위해 사용되는데 계면활성제, 글리세롤, 폴리에틸렌글리콜, 에틸옥사이드중합체 등으로 구성되어 있다. 솔더볼 부착과정에서 주석, 구리, 플럭스 성분 등에 노출될 수 있고, 솔더볼 부착 후 280℃ 정도까지 가열하여 경화(cure) 하는 과정에서 플럭	-경화오븐(cure oven)에 국소배기장치가 설치되어 있고, 잘 작동하는가?	구리(Copper(Cu))	7440-50-8		1. 솔더볼 작업은 반도체 부착이 용이하게 하기 위해 미리 만들어진 솔더볼을 부착하는 것이다.
			사이클로헥사논(Cyclohexanone)	108-94-1	3	
			초산에틸(Ethyl acetate)	141-78-6		
			산화에틸렌(Ethylene oxide)	75-21-8	1	
			글리세롤or글리세린(Glycerol)	56-81-5		
			테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)	109-99-9	2B	
			주석(Tin(Sn))	7440-31-5		
			폴리에틸렌글리콜 (Polyethylene glycol)	25322-68-3		
			에틸렌옥사이드중합체(Oxirane or Epoxyethane)	75-21-8	1	

	스 성분으로부터 휘발성물질이 발생될 수 있다.					
2-8. 칩 조립라인 열적 테스트 공정(Test during burn-in, TDBI)						
열적 테스트 공정 (TDBI; Test during burn-in)	열적 스트레스 등을 가하면서 테스트를 하는 것으로 이 과정을 통해 불량을 제거한다. 사업장에 따라서는 이를 Monitoring burn-in test(MBT) 공정이라고 도 한다. Burn-in 온도는 최고 125℃이다 고온에서 이루어지는 테스트 과정에서 반도체 칩의 수지성분등으로부터 미량의 부산물(톨루엔, n-헥산 등 휘발성 유기화합물)이 발생할 수 있다.	-모든 열적테스트 설비에 국소배기장치가 설치되어 있는가? -열적 테스트기가 작동하는 동안 밀폐되는가? -테스트 종료 후 체임버 내에서 발생된 휘발성 유기물질 등을 충분히 배기하는가?	톨루엔(Toluene)	108-88-3	**3**	1. 어느 정도 수명이 되는지 테스트를 한다. 뜨거운 곳에 집어넣고 어느 정도 버틸 수 있는지를 검사하여 수명을 예측한다. 또한 신뢰성테스트를 한다.
			헥산(Hexane)	110-54-3		
			기타 휘발성 유기화합물			
2-9. 칩 조립라인 X-선 검사공정(X-ray test)						
X-선 검사	X-선 형광분석기를 이용하여 제품의 불량을 확인하는 공정이다. 전리방사선이 발생할 수 있으므로 인터록을 임의로 해제한 상태에서 X-선 장비 내부로 신체가 들어갈 경우 전리방사선에 노출될 수 있다.	-X선 검사공정은 타 공정과 격리된 별도의 공간에 배치되어 있는가? -X-선 검사장비에 방사선 경고표시와 방사선 안전관리에 관한 사항이 부착되어 있는가? -X선 검사 담당노동자 및 허가받은 노동자 외에 X-선 검사장비를 조작하지 않도록 조치되어 있는가? -PM등 인터록을 해제하고 작업을 해야 하는 경우 에이프런(방사선차폐앞치마)을 착용하는가? -PM등 인터록을 해제하고 작업을 해야 하는 경우 선량계를 착용하고 개인노출선량을 모니터링하는가?				작업중 X선에 노출정도를 조사해야 한다. (X선이 국립암연구기관(IARC) Group1 발암물질이다.
*** 이 표에서 세부공정, 공정설명, 작업환경관리, 사용물질은 "박승현, 정은교. 반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건연구원. 2012"에서 발췌하여 인용했고, 이 표의 맨 우측 란에 있는 "공학적인 관리방안"은 이 연구팀이 이 연구결과를 토대로 전문가회의를 통해 논의하여 새로 제안하는 것이다.**						

5) 한국 전자산업(반도체 제조업) “안전보건관리 전담기구” 의 조직 및 역할

(1) 한국 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 조직체계

가) 한국 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 조직체계의 구성

이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"(이하 전담기구) 조직체계의 구성을 다음과 같이 제안한다.

■ 전자산업(반도체 제조업) 사업주 대표: "안전보건관리 전담기구" 조직체계에서 사업주의 역할이 중요하다. 특히 원하청 구조 속에서 원청사업주가 하도급노동자들의 안전과 건강을 돌볼 수 있도록 해야 한다.

■ 노동자, 노동자대표: 노동자들이 자신들의 당면한 문제를 인식하고 해결하는데 주체가 되어야 하므로 "안전보건관리 전담기구"의 조직체계에 원청, 하도급 노동자 대표가 반드시 포함되어야 한다.

■ 산업안전보건 전문가: 산업안전보건 역학조사관, 독성학자, 산업위생학자, 역학자, 직업환경의학 전문의, 간호사 등 작업현장에서 노동자들의 안건과 건강을 위해 구체적으로 작업현장에서 역학조사를 수행할 산업안전보건 전문가가 필요하다.

■ 국가기관 전문가들의 상호작용: 환경부, 고용노동부, 산업자원부 등등 국가기관의 역할이 필요하다.

■ 국제적인 네트워크: 화학물질에 대한 노출정보, 예방대책 모색 등 국제적인 네트워크를 통해서 반도체 산업안전보건내용을 공동으로 해결할 조직체로써의 역할이 필요하다.

조직체계 구성에서 무엇보다도 핵심적인 역할을 할 구성원은 작업현장을 돌면서 작업체계를 이해하고, 위해물질 노출경로, 위해물질, 건강에 미칠 위험성을 파악하고, 작업자들의 건강상태를 파악하고, 재해(사고와 질병)를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할 “산업안전보건전문가” 이다.

나) 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 형태

이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 형태로써 다음과 같이 다양한 부분들이 구성되어 역할을 할 것을 제안한다.

- 노출평가 기구
- 연구소: 독성물질 분석, 화학물질 분석, 대체물질 개발 등
- 건강영향평가 기구
- 현장 역학조사 기구
- 사업장 관리 감독 및 지도 기구
- 국제적인 네트워크 기관: 국제적인 기관과의 연계, 공유

기구의 형태는 무엇보다도 가장 중요한 역할을 할 수 있는 작업현장에서 작업장 관리 감독 및 지도 역할 담당; 현장 안전 · 보건관리자 지도; 현장 노동자 교육; 현장 역학조사, 노출평가, 건강영향평가; 산업안전보건관리체계 구축 방안 마련; 산업안전보건관리프로그램 모델 마련 등을 수행할 전담기구이다.

(2) 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 산업안전보건관리 내용

이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 산업안전보건관리 내용을 아래와 같이 제안한다.

- 사업장 관리 감독 및 지도 기구: 사업장 순회를 통해 문제점 파악 및 개선대책 마련, 작업장의 산업안전보건관리-산업안전보건관리 프로그램 개발, 현장 노동자들의 요구도 조사
- 노출평가: 직업노출조합(Job Exposure Matrix) 구성, 작업공정에서 새로운 화학물질농도 측정방법의 개발, 허용기준 설정 연구, 산업위생/산업공학 관리방안 마련
- 역학조사 및 건강영향평가: 작업장 요구도 조사, 위험성평가, 노동자들의 건강영향평가, 질병(암) 발생률, 유병률 분석

– 공학적인 관리 및 안전보건 매뉴얼 개발

– 연구소: 독성학적인 검사, 새로운 화학물질 독성 평가 방법 개발, 노출평가 방법 개발, 위험성 평가 개발, 대체물질 개발

– 국제적인 연대활동: 국제적인 연대활동: 공동의 과제 수행, 독성물질 정보교류, 미국과 캐나다(OSHA), 영국(HSE), 유럽(EUOSHA), 오스트레일리아/뉴질랜드(OSHA), 중국, 대만, 일본 등등

(3) 한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 역할

이 연구는 한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 역할로써 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로써의 역할과 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하는 역할을 제안한다.

가) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로써의 역할

한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"는 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로써의 역할을 할 것이다.

한국의 산업안전보건관리는 산업안전보건법에 의해 규정된 산업안전보건관리 내용들(작업환경측정, 특수검진, 보건관리대행, 위험성 평가, 안전점검 등)이 개별 사업주에 의해 개별 사업체에서 이루어지는 것이라면, 이 기구는 국가기구로써 국가기관의 전문인력이 지도적인 역할을 하면서 사업장에 산업안전보건관리체계의 모델을 만들고, 이를 다른 사업장에 적용하면서 서로 소통하면서 국가적인 산업안전보건관리체계를 만드는 것이다.

나) 한국에서 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하는 역할

한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 는 현재 산업안전보건법에 의해 시행되고 있는 산업안전보건관리(작업환경측정, 일반 · 특수검진, 위험도평가, 보건관리대행)에 국한되지 않고, 장기적으로 새로운 작업장 산업안전보건관리를 구축해 나가는 것을 목표로 삼는다.

새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축해나가기 위해서는 "안전보건관리 전담기구"가 지도적인 역할을 하는 가운데 모든 관련된 사람들이 참여하는 구조가 되어야 한다. 문제를 나열하고, 그것에 관여해야하는 모든 사람들이 다 나열되어야 한다. 문제를 풀기위한 그 사람들의 역할이 서로 나열되고 권리와 의무로써 역할분담이 되어야 한다.

이렇게 해서 집단적인 논의과정을 거쳐서 처음에 “산업안전보건관리체계” 가 구축되면, 이 “체계” 를 단계적으로 연결시켜 나가고, 피드백하면서 모자란 것을 보충하는 식으로 나가야 한다. 피드백하면서 돌아가는 구조를 만들어야 한다. 이 과정이 실제 작동이 되어야 문제가 해결될 것이다.

"안전보건관리 전담기구"에서 이러한 역할과 관련된 사람들은 작업현장에 직접 나가서 작업현장 사람들로부터 이러한 이야기를 들어야 하고, 작업현장에서부터 문제를 해결해야 한다.

"안전보건관리 전담기구"에서 “체계” 를 구축하는 일은 지금까지 법과 제도에 의해서 일방적인 규제로 해결하려는 방식에서 벗어나서 실제 문제를 해결할 수 있는 방식으로 접근되어야 한다.

예를 들면, 이는 단순한 화학물질 하나의 문제가 아니다. 소음관리프로그램을 예로 들어보면, 소음측정. 청력검사. 보호구. 행정, 공학개선 등의 일련의 과정들을 되먹임하면서 같이 이루어져야 한다. 이렇게 해서 궁극적으로 소음이 관리되면 되는 것이다. 그러나 현행제도는 소음측정을 하지만 개선이 안 되고, 예방이 안 된다는 점에 문제가 있는 것이다. 문제를 해결하는 방법으로 나가야 하는 것이다.

현재 한국의 산업안전보건체계에서 가장 큰 문제는 우리 스스로 “너무 길들여져 있다” 는 데 있다. 우리는 산업안전보건법에서 규정한 몇 가지 항목들(작업환경측정, 특수검진, 보건관리대행)이 사업장에서 할 수 있는 전부라고 생각해 왔다. 이러한 습관에 젖어서 모든 문제를 단편적으로 바라보게 되고, “기계” , “화학물질” 등과 같이 일면적으로만 바라보고 있다.

이제 원인을 다층적이고, 단계별로 접근해야한다. 더 깊숙이 들어가야 한다. 이렇게 하기 위해서는 체계가 되어야 한다. 모든 관련된 사람들이 엮여져 있어야 한다. 상당한 역할들이 다 있어야 한다. 역할들이 엮여져 있는 전체적인 체계가 있어야 한다. 체계를 만들어야 한다.

또한 되먹임을 통해 체계를 구축해야한다. 자연이나 인체는 되먹임을 통해 체계를 구축해나가고 있다. 인간사회, 산업안전보건관리도 되먹임구조를 통해 체계를 구축해 나가야 한다. 체계가 우선시되고, 안에 풀어야할 문제가 있으면 풀어야할 문제를 확인해서 또 풀고 해야 한다. 똑같은 것을 계속할 필요가 없다.

(4) 한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 활동

이 연구는 이 연구에서 조사한 반도체 제조업의 산업안전보건실태조사 결과를 바탕으로 작업현장에서 필요한 요구도를 반영하여 "안전보건관리 전담기구"의 활동을 다음과 같이 제안한다.

"안전보건관리 전담기구"의 활동 내용은 크게 “국가적인 차원” 에서 산업안전보건체계 구축을 마련하기 위한 산업안전보건관리 가치 창조, 제도 개선 활동과 “사업체 차원” 에서 산업안전보건관리체계 구축 활동으로 나누어서 제시한다.

가) 국가적인 차원”에서 산업안전보건체계 구축을 마련하기 위한 산업안전보건관리 가치 창조, 제도 개선 활동

(가) 산업안전보건체계 구축 활동

"안전보건관리 전담기구"는 국가기관으로써 기존의 민간사업주들이 하지 못하는 전체 산업안전보건관리체계를 새로이 구축하는 역할을 할 수 있다.

이 "안전보건관리 전담기구"에서 하나의 작은 모델을 만들어서 성공적으로 구축할 수 있다면, 이를 기점으로 해서 각 산업별로 하나씩 모델을 만들어 나간다면 전 국가적인 모델이 구축될 수 있을 것이다. "안전보건관리 전담기구"는 이러한 산업안전보건관리 체계를 위한 하나의 모델을 만드는 활동을 할 수 있을 것이다.

이 작업은 행정적으로, 관념적으로 이루어지는 것이 아니라, "안전보건관리 전담기구"의 관련 담당자들이 “산업안전보건전문가” 로서 작업현장에 나아가 실제 작업현장의 원하청 사업주, 관리감독자, 원하청 노동자들을 만나서 토론하고 해결방법을 모색하는 가운데 이루어질 수 있을 것이다.

(나) 법, 제도 개선 활동

법, 제도 개선 활동에는 화학물질관리(화학물질관리법, 화학물질평가법) 관련 법 및 제도 개선활동과 산업안전보건법 관련 법 및 제도 개선활동이 있을 것이다.

① 화학물질관리(화학물질관리법, 화학물질평가법, 산업안전보건법) 관련법과 제도 개선활동

국가는 사용하는 화학물질 전체에 대해 예방 관리의 개념을 도입하는 방안을 마련해야 한다. 현재 산업안전보건법에 의해 시행되는 작업환경측정과 건강검진에 의존할 수 없고, 그것을 확대하려는 경향도 타당하지 않다.

반도체 제조업에는 특히 많은 화학물질을 사용하고 있어서, 유해성을 잘 알기 어려울 때에도 노출 방지를 할 수 있는 예방적인 방법이 중요하다. 반도체 제조업은 고전적인 제조업과는 달리 일단 변화의 속도가 매우 빠르고, 그에 따라 쓰이는 화학물질이 변화 되어 가므로 반도체의 화학물질 관리의 건강관리는 화학물질의 노출평가나 건강 평가가 아닌 예방 관리에 더욱 중점을 두어야 한다. 또한 유해성이 아직 밝혀지지 않았거나 영업 비밀로 성분을 모르는 경우에는 화학물질을 일단 유해 한 것으로 보고, 대체 · 밀폐 · 공학적 조절 등의 시행을 먼저 고려해야 한다. 이에 관해서 물성과 유해성이 알려진 경우는 위험성 평가를 통해 1차 평가를 할 수 있도록 해야 한다.

그동안 한국의 반도체 제조업에서 가장 문제가 된 것은 사업장내 화학물질의 체계적인 관리 시스템의 부재로 인한 것으로, 산업보건이 직업병의 인과 관계를 밝히는 것을 실패 했으며, 따라서 대부분의 직업병은 재판을 통해서 판단되었다.

② 산업안전보건법 관련법과 제도 개선활동

기존 작업환경측정, 건강검진, 보건교육을 중심으로 한 산업안전보건관리는 제대로 작동되지 못하고 있다. 국가는 기존의 작업환경측정, 건강검진, 보건교육을 강화하려는 사업을 중단하고, 기존의 외부에서 기술적 도움을 제공하거나 행정적 제재를 통해 결과를 만들려는 사업 대신 작업장에서 실제 산업보건 프로그램이 작동할 수 있도록 초기 구축(setting)작업을 도와야 한다.

작업환경측정이 아니라 위험성 평가를 전문가와 사업장의 주요 관리자 담당자가 함께 하고, 건강검진이 아니라, 고충 및 건강 상담을 통해 주기적으로 건강 이상 증상 내용을 확인하여야 한다.

문서적 매뉴얼이나 교육지침이 아니라, 실제 현장에 가서 교육하고, 실천하면서 개선해 가는 과정의 액션 러닝 형식의 교육을 실행해야 한다.

이것은 문서로만 이루어질 수 없으며, 실제 몇 개의 사업장을 대상으로 예비

조사(pilot조사)와 실천을 통해 구체화 될 수 있다.

(다) 하도급업체 노동자들 관리방안 마련

반도체 제조업에서 원하청관계에 있는 하도급업체들이 점점 늘고 있다. 원청사업주는 이들 하도급업체의 산업안전보건관리를 직접 실질적으로 해야 한다.

반도체 제조업에서 직업병이 많이 발생하고, 사용하는 화학물질의 유해성에 대한 논란이 문제화 되면서, 원청에서는 하도급업체들을 더 많이 늘려서 산업보건으로 인한 유해성을 하도급업체들에게 전가 하려는 경향이 늘어나고 있다. 이러한 경향은 반도체 제조업 원청사업주들의 근시안적인 시각에서 초래된 것이다. 하도급업체 노동자들의 산업안전보건관리가 이루어지지 않는다면, 향후 반도체 제조업의 발전이 보장되지 못할 것이다.

한국 반도체 산업의 산업보건 연구는 원청 노동자들 뿐 아니라, 하도급체 노동자들을 어떻게 관리할 것인가에 대한 방법론을 개발하는 것을 포괄해야 한다.

(라) 교육 내용 및 프로그램 개발

화학물질 사고 예방 관리를 위해 반도체 공정에서 사용하는 화학물질의 반응성과 독성에 대한 차별화된 교육의 실행이 필요하다.

밀폐된 공정에서 진행하는 공정 업무에서 보다 화학물질의 노출이 발생하는 과정에서 특별 작업에서 화학물질 사고가 많이 발생함으로, 이에 대해 특화된 교육 교재를 제작하여, 종사자들이 명확한 내용을 교육 받을 수 있도록 해야 함. 이것은 강사 양성으로 찾아 가서 직접 교육 할 수 있도록 하는 것이 필요하다(off-line 방문교육).

(마) 연구소로써의 역할: 화학물질 성분 분석, 발암물질 성분 분석 및 위험성 평가, 대체물질 개발

현재 한국에는 전자산업(반도체 제조업)에서 사용하고 있는 화학물질에 대한 성분분석, 발암물질에 대한 성분분석 및 대체물질 개발을 할 수 있는 시설과 전문 인력이 부족하다. 또한 반도체 제조 전 공정을 거쳐서 화학물질 노출 경로와 이러한 화학물질의 노출이 건강장해에 미치는 기전을 연구하는 기관은 거의 없다.

향후 한국 전자산업(반도체 제조업)의 사용하고 있는, 또는 사용 예정인 화학물질들에 대한 예방대책을 세우기위해서 국가기관이 주도하여 연구활동을 수행해 나가는 것이 필요하다.

(바) 각 정부기관의 상호 협력 구조 마련

화학물질 정보 관리는 국가적 정책으로 환경부와 공조하여 고용노동부에서 해야 한다. 화학물질 정보관리는 화학물질의 제조자나 수입업자가 초기에 최대한 양질의 정보를 생산할 수 있도록 정부가 견인해야 한다. 고용노동부의 이러한 활동은 환경부와 연계하여 중장기적으로 해 나가야 한다.

(사) 산업안전보건관리체계 구축을 위한 협력구조 구축

반도체 제조업은 빠른 속도로 변화하고 있어 국가가 일방적으로 담당하기에도 제한이 있다. 반도체 제조업에서 어떤 화학물질이 필요하고, 어떤 대체 물질이 개발되어 있는가? 등과 같은 화학물질관련 전문성을 찾아야 하지만, 이것을 작업현장과 떨어져서 하는 것은 한계가 있다. 초기 산업안전보건체계구축과정에서 국가기관이 도움을 주더라도, 우선적으로 사업장에서 자체적인 체계구축 방안이 나와야 한다.

또한 국가적인 측면에서 반도체 제조업의 빠른 발전, 신속한 화학물질의 변화에 따라가기 위해 화학물질에 대한 특별 관리가 필요하다. 국가적인 차원에

서 "안전보건관리 전담기구"를 만들어서 전체 사업체들을 총괄하여 관리할 필요가 있다.

(아) 환경보건의 차원에서 폐기물관리 활동

환경보건의 차원에서 폐기물관리 활동도 매우 중요한 부분이다. 이 부분은 일개 사업체가 담당하기도 어렵고 또 관심도 떨어질 것이기 때문에, 국가가 개입해서 환경보건의 차원에서 폐기물관리방안을 마련해야 한다.

예를 들어 폐가스처리설비(스크러버, scrubber)[46] 문제와 같이 화학물질을 집어넣으면 나가는 것도 그만큼 나와야 한다. 환경 내에 어떤 물질이 얼마나 나가는지를 확인하고 이에 대한 국가적인 대책을 마련해야 한다.

(자) 국제네트워크 구축

국제네트워크를 통해 전자산업(반도체 제조업)의 빠른 발전, 신속한 화학물질의 변화에 대응해 나가야 한다.

46) 한국산업안전보건공단 교육미디어자료(2017-교육미디어-1136)에 폐가스처리설비, 즉 세정기(스크러버, scrubber) 작업에 대한 교육자료가 있다. 관련 법령 및 작성기준은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제267조(배출물질의처리) ●폐가스처리설비(스크러버)화재 · 폭발예방매뉴얼에 있다. ※ 해당자료의자세한내용은공단홈페이지▶사업안내/신청▶전문기술▶공정안전보고서심사 · 확인▶자료실 참조

나) “사업체 차원” 에서 산업안전보건관리체계 구축

한국의 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구(전담기구)” 는 기존의 산업안전보건법에 의한 산업안전보건관리에서 벗어난 새로운 작업장 산업안전보건관리체계 모델을 구축하는 활동을 할 것이다. 구체적인 활동 내용은 다음과 같다.

(가) “작업현장” 에서 새로운 위험성 평가방법과 노동자 보호 방법의 개발 : 밀폐공정이 개방될 시점에서 위험도 평가를 중심으로

현재 산업안전보건법에 의해 시행되고 있는 작업환경측정은 그 평가대상 및 방법에 있어, 다양한 원료물질이 사용되고 또한 예상하지 못한 부산물이 생성되면서 대부분 밀폐되어 있으나 일부 공정에서 간헐적으로 개방되는 특성을 가진, 전자산업(반도체 제조업)의 위험을 제대로 평가할 수가 없다.

이 연구에서 제안하고자 하는 위험성평가는 기존의 산업안전보건법에 의해 규정되고 있는 작업환경측정이나 위험성평가 방법이 아닌 새로운 위험성 평가 방법이다.

작업현장 노동자들의 참여를 통해 작업 현장에서부터 위험을 평가하도록 하고 있는 위험성평가 접근을 통해 전자산업의 위험을 평가·관리하도록 하여야 한다. 또한 체계적이면서도 전자산업에 맞는 다양한 화학물질들을 포괄하는 방식의 위험성평가 접근을 통해 평가 관리하도록 하여야 한다.

향후 “작업현장” 에서 새로운 위험성 평가방법과 노동자 보호 방법의 개발이 이루어져야 사업체 차원에서 산업안전보건관리체계 구축이 마련될 수 있다.

(나) “작업현장” 에서 하도급 노동자들의 보호방안 마련: 밀폐공정이 개방되는 공정들을 중심으로

현재 반도체 작업현장에서는 밀폐된 공정이 열리면서 문제가 발생될 수 있는 지점들이 있다. 제대로 구축된 사업장의 경우, 대부분 밀폐된 상태를 유지

하고 있으며, 일부 지점 일부 시점에 이러한 밀폐된 상태가 개방되는 일이 있다. 이러한 공정들로는 예방유지관리(Preventive maintenance), Scrubbing 교체 및 관리, 배관작업, 설비 · 유지, 청소작업, 설비 변경, 폐기물 처리과정 들이 있다.

이렇게 밀폐된 공정들이 개방되는 공정들이나 업무를 하도급업체가 담당하고 있으며, 하도급 노동자들이 담당하고 있다. 이러한 지점에 대한 관리가 현재 하도급업체에 전가되어, 실제 제조현장에서 발생하는 문제가 공유되지 않거나, 제대로 관리되지 않거나, 혹은 외부로 이전되고 있다는 문제가 발생하고 있다.

향후 반도체 제조업의 사업체 차원에서 하도급 노동자들의 보호방안의 필요성이 절실하게 요구되고 있다. 이 연구는 향후 국가차원의 "안전보건관리 전담기구"가 작업현장에서 하도급 노동자들의 보호방안을 위한 구체적인 지침(manual)을 마련하여 사업체 차원의 산업안전보건관리체계의 구축에 기여해야 해야한다고 제안하는 바이다.

(다) "안전보건관리 전담기구"의 조직적이며 체계적인 접근방법 개발: 밀폐공정이 개방되는 공정들을 중심으로

① 조직적이며 체계적인 접근방법 개발

현재 작업현장에서는 각 공정의 어디에서 어떻게 위험요인이 발생하고 있으며 이를 막기 위한 구체적인 관리방법에 대해 조직적이며 체계적인 접근이 미흡한 실정이다.

특히 밀폐된 상태가 열리는 지점에서의 관리가 제대로 되어있지 못하다. 이러한 밀폐공간이 열리는 상황에 대한 조사와 그 의미가 제대로 파악되어 있지 않으며, 이에 대한 관리가 이루어지고 있지 못하고 있다. 측정, 검진, 교육의 분절, 산업적 특성이 반영되지 않은 상태, 실제 문제를 푸는 경험이 축적되지

않는 상태에서 기존 작업환경측정, 건강검진, 교육을 중심으로 한 산업안전보건관리는 제대로 작동하지 못하고 있다.

향후 대안의 방향으로 이 연구는 작업현장에서 작업공정의 흐름도에 따라 조직적이며 체계적인 접근과 방법이 필요하다고 제안한다. 작업장 전체를 하나의 산업안전보건관리체계로 만들어야 한다.

기존의 분절적인 측정, 검진, 교육을 강화하려는 사업을 중단하고 포괄적이고, 산업적 특성에 맞는 접근을 새로이 시도해야 한다. 기존의 외부에서 기술적 도움을 제공하거나 행정적 제재를 통해 결과를 만들려는 사업을 포기하고 대신 모든 주체들이 참여할 수 있는 방안을 강구하여 자발적인 노력이 유도될 수 있도록 하는 접근을 시도해야 한다.

구체적인 예를 들면, 산업안전보건법에 규정된 형식적인 작업환경측정이 아니라 위험성평가, 건강검진이 아니라, 고충 및 건강상담, 교육이 아니라 현장개선활동이 필요하다. 실제 작업현장의 작업공정도에 따라 위해요인의 흐름도를 그리고, 각 위해요인이 발생되는 지점에서 작업을 하고 있는 작업자들에 대한 총체적인 관리가 이루어져야 한다.

이렇게 된다면 원청노동자, 하도급 노동자를 분리하지 않아도 되며, 지금처럼 원청기업과 하도급 업체들이 따로 작업환경측정, 건강검진 등 따로 관리를 받지 않아도 된다. 이렇게 하기위해서는 원청기업이 총체적으로 작업현장의 산업안전보건관리체계를 구축해야하는 것이다. 위 내용을 총괄하고 계획하는 기능을 "안전보건관리 전담기구"가 맡아야 한다.

(라) "안전보건관리 전담기구" 가 맡아야 할 새로 제시되는 기능 10가지

이 연구에서는 "안전보건관리 전담기구"가 맡아야 할 새로 제시되는 10가지 기능들을 제시함으로써, "안전보건관리 전담기구"의 핵심사업으로써 작업현장에서 새로운 산업안전보건관리 모델 구축하는 사업을 제안하고자 한다.

구체적인 내용은 밀폐공정이 열리는 지점들에 대한 위험성 평가 사업, 폐가

스처리설비(스크러버, scrubber) 노출확인 및 관리 사업, 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램 구축, 비상시 위험계획 수립과 모든 관계자들의 참여방안(관리 활성과) 마련, 고충처리 및 건강상담, 하도급과 관리방식에 대한 개선사업, 새로운 역학조사 방안, 새로운 산업보건관리 방안, 새로운 산업안전보건관리기관으로써 역할 기능 마련, 반도체 업체의 폐기물에 대한 관리 방안 마련이다. 구체적으로 보면 다음과 같다.

① 밀폐공정이 열리는 지점들에 대한 위험성 평가 사업

현재 시행되고 있는 작업환경측정은 그 평가대상 및 방법에 있어, 다양한 원료물질이 사용되고 또한 예상하지 못한 부산물이 생성되면서, 대부분 밀폐되어 있으나, 일부 공정에서 간헐적으로 개방되는 특성을 가진 전자산업에서의 위험을 제대로 평가할 수가 없다.

현재 반도체 제조업의 작업현장에서 밀폐된 공정이 열리는 지점들은 다음과 같은 지점들이 있을 것이다.

***밀폐된 공정이 열리는 지점들**
Preventive maintenance
Scrubbing 교체 및 관리
설비 변경 (설계, 발주, 훈련, 시행, 확인 등의 단계 모두)
사고 및 응급 상황
정전 시 폐기물 처리
평상시 굴뚝 및 폐수

현재 밀폐된 공정이 열리는 상기 지점에 대한 위험성을 포함하여 작업장의 위험에 대해서 노동자 참여를 통하여 현장에서부터 평가하도록 “위험성평가”를 조직하여 전자산업의 위험을 평가 관리하도록 하여야 한다. 또한 체계적이면서도 전자산업에 맞는 다양한 화학물질들을 포괄하는 방식의 위험성평가 접근을 통해 평가 관리하도록 해야 한다.

위험이란 독성정도와 일정한 노출수준에 이를 확률에 따라 문제가 야기될 확률로, 위험의 등급 및 분류 방안 정리, 물질들의 종류에 따른 독성과 노출상황에 따른 노출수준에 이를 확률에 대한 정리 및 보급이 필요하다.

㉠ 물질들의 종류에 따른 독성 정리

기존 GHS 분류방안, 새로운 독성자료를 결합시키는 방안을 정리하여 제공한다.

㉡ 노출평가

산업안전보건법에 규정된 물질에 국한되지 않고, 작업장에서 사용되는 유해물질의 공기 중 농도, 최고 측정값이 나타날 때의 시간과 기간 및 장소, 발암물질의 노출정도 측정, 위해공정에서 실시간 노출측정 등이 이루어져야 한다.

㉢ 노출상황에 따른 노출수준 도달 확률 산출에 필요한 사항

위험자체와 빈도
빈도에 대한 시나리오
- **기존 사고의 유형 및 사례 검토**
- **기술적, 인적, 행정적, 체계적 요인들에 대한 조사가 부족**
- **문제가 발생할 수 있는 포인트들의 종류 및 사고확률**
- **전체적인 사고발생 현황**

시나리오 상의 관리방안들
- **응급**
- **원인조사**
- **대체 및 대안에 대한 개발**
- **관리점검의 방향**
- **관리상의 취약점**

㉣ 위험평가 수행, 점검

평상시 위험의 판단에 대한 활동들을 확인하고 안전설비시설의 점검방법을 제안한다.

㉤ 전산화와 기존 업무 등을 통해 직업노출조합(job-exposure matrix)을 만드는 작업

이 부분은 이 보고서의 III-7-3)에 구체적으로 기술되어 있다.

② 폐가스처리설비(스크러버, scrubber)[47] 노출확인 및 관리 사업

이 연구는 "안전보건관리 전담기구"가 수행해야할 중점 사업들 중 하나의 예시로써 “스크러버 노출확인 및 관리 사업” 을 제안하고자 한다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

㉠ “스크러버 노출확인 및 관리 사업” 을 위한 "안전보건관리 전담기구"의 역할

반도체 제조업에서 스크러버 폐기, 관리하는 공정들이 하도급업체의 작업으로 되면서 하도급 노동자들이 위해 화학물질에 노출이 많이 되고 있다. "안전보건관리 전담기구"는 이 스크러버 폐기 작업을 하는 노동자들이 어떤 화학물질에 노출이 되는지 어떻게 노출이 되는지에 대해 우선적으로 파악하고 대안을 모색해야 할 것이다.

스크러버 관리는 여러 하도급업체에서 하는데 여러 하도급업체들이 나눠서 하고 있어서 각 부서 업무를 맡은 하도급업체 사업주들이 다 다르고 다양하며 실제 원청업체 사업주도 있다. 스크러버 관리에 관련된 사람들은 하도급업체의 청소하는 노동자들인데, 이들은 다른 노동자가 스크러버 수거해서 갖다 주면 이것을 쏟아내고 청소하고 갖다 주면 다른 사람이 채운다.

스크러버 노출확인 및 관리를 위한 "안전보건관리 전담기구"의 역할은 다음과 같다,

---

47) 한국산업안전보건공단 교육미디어자료(2017-교육미디어-1136)에 폐가스처리설비, 즉 세정기(스크러버, scrubber) 작업에 대한 교육자료가 있다. 관련 법령 및 작성기준은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제267조(배출물질의처리) ●폐가스처리설비(스크러버)화재 · 폭발예방매뉴얼에 있다. ※ 해당자료의자세한내용은공단홈페이지▶사업안내/신청▶전문기술▶공정안전보고서심사 · 확인▶자료실 참조

첫째, "안전보건관리 전담기구"에서는 우선 스크러버 관리과정에서 취급(노출)되는 물질들이 무엇인지 분석할 필요가 있다.

둘째, "안전보건관리 전담기구"는 스크러버 작업을 맡고 있는 원하청사업주들의 역할과 의무를 규정할 수 있다. 원청사업주는 무엇을 들여보내는 지를 알 수 있을 것이다. 우선 물질분석, 독성평가, 노출평가, 영향평가, 모니터링 등을 통해 물질을 분석해 내고, 이 중에 '어떤 것을 누가 어떤 것으로 누구의 의무로써 어떤 식으로 대응해야 하는가?' 에 대한 책임과 역할을 부여할 수 있다. 실제 작업을 하는 과정에서 위해요인에 노출되는 상황을 면밀하게 관찰하고 작업자들의 요구도를 반영하여야 한다.

"안전보건관리 전담기구"는 원하청 사업주들에게 어떤 역할과 의무를 부여하고, 문제를 해결하기위한 제안을 해야 한다. 장기적으로는 반도체 제조업에서 위험작업들을 하도급업체들에게 하도급을 주는 것이 아니라 원청기업이 자체적으로 업무를 담당하고 관리하도록 해야 할 것이다.

셋째, "안전보건관리 전담기구"는 작업자들이 스크러버 작업과정에서 위해화학물질에 노출되는 정도를 파악해야 한다. 노출되는 작업자들의 규모, 정도, 노출농도, 위해물질의 정성분석 등을 해야 한다. 또한 스크러버 작업이 이들 작업자들에게 미치는 건강영향평가를 해야 한다.

이렇게 해서 "안전보건관리 전담기구"는 역학조사를 통해 스크러버 작업에서 노출평가, 위험성 평가, 건강영향평가를 실시하여 위해화학물질이 노출 정도가 건강에 미치는 영향을 평가한 후에, 이 스크러버 작업에서 위해 화학물질의 노출을 막기 위해 어떻게 할 것인지를 논의해야 한다. 누가 어떤 역할을 맡아서 할 것인가? 이 과정은 기존의 "작업환경측정", "보건관리대행", "특수검진" 방식이 아닌 새로운 방식으로 진행되어야 할 것이다.

㉡ "안전보건관리 전담기구"의 지도적인 역할 모델 구축

"안전보건관리 전담기구"는 '스크러버 작업에서 위해 화학물질의 노출' 을 막기 위해 새로운 산업안전보건관리체계 모델을 구축해야 한다. "안전보건관리 전담기구"는 관련된 모든 사람들이 모여서 같이 논의해서 결정할 수 있도록 "문제해결의 장" 을 마련하고 지도해야 한다.

모든 사람들이 같이 모여서 같이 논의해서 결정해야 한다. 예를 들면, 스크러버 통을 내줄 때 그 안에 어떤 물질이 있는지에 대해 실제 작업하는 사람들에게 알려주어야 한다. 그 분석과 확인을 누구의 활동으로 만들 것인가?

이 문제를 해결하기 위해서 정보를 만들 사람이 있고, 정보를 제공해야할 사람이 있는데, 기본적으로 정보의 제공은 원청사업주가 해야 한다. 또한 원청사업주 이외에도 이 스크러버 작업에 대해 정보를 제공하는 사람들은 다양할 것이다. 예를 들면, 원청사업주, 1차 하도급 사업주, 2차 하도급 사업주 등 다양할 것이다. 관련된 사람들이 다 모여서 정보가 어떻게 만들어져서 어떻게 사용되고 어떻게 활용되는지에 대한 프로그램이 체계화되어야 하고, 문제가 안 풀리면 되먹임해서 새롭게 만들어야 한다.

그 다음에 대체 작업, 대체물질, 보호장비, 위해물질의 노출을 피할 수 있는 방법 등을 모색해야 한다. 그 다음에 무엇이 필요한 것인지가 도출되어야 한다.

이것을 하기 위한 토론을 하다보면 여러 역할들이 나오고 역할들에 대한 조직이 나올 것이다. 이러한 작업을 시점으로 해서 "안전보건관리 전담기구"의 역할과 조직을 구성할 수 있을 것이다.

이러한 과정을 일회적으로 끝나는 것이 아니라 문제가 해결될 때까지 지속적으로 이루어져야 한다.

작업장 순회조사, 역학조사, 노출평가, 건강영향평가, 관련 원하청 사업주들 및 작업자들과 해결을 위한 모임들을 하고, 이러한 과정을 되먹임작용(피드백)을 거쳐서 실제 문제가 해결될 때 까지 지속해야 한다.

이것이 작업현장에서 새로운 산업안전보건관리 체계 모델 구축으로 될 수

있으며 "안전보건관리 전담기구"는 이 모델구축을 지도하고 이끄는 역할을 해야 할 것이다.

③ 공학적인 안전관리프로그램 구축: 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램 구축

"안전보건관리 전담기구"는 공학적인 안전관리프로그램을 구축해야 한다. 특히, 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램을 만들어야 할 것이다.

반도체 사업장의 설비(개설, 보완) 등에 필요한 안전체크 시스템이 있어야 한다.

현재 반도체 시설확장, 설비변경시에 사업장에서 사망사고나 중대재해가 일어나고 나서야 반도체 작업과정에서 산업안전보건관리 부분에 크게 구멍이 뚫려있다는 것을 안다. 왜 구멍이 뚫렸는지? 어떤 체크시스템이 필요한지? 이것을 만들어야 한다.

시설 확장을 할 때, 작업자들을 작업현장으로 들여보내기 전에, 안전체크리스트를 만들어야 한다. 이 체크리스트는 작업자들이 필요한 것들을 보완하는 체크리스트가 되어야 한다. 이 과정은 응급상황이나 비상시가 아닌 일상적으로 진행되어야 한다.

우선 이 사업을 기획하거나 설계를 할 사람들을 구성해야 한다. 이 체크리스트 작성 프로그램에 참여하는 팀은 "안전보건관리 전담기구" 담당자를 중심으로 해서 기획(생산), 사업을 발주하는 부서, 행정부서, 직접 들어가서 담당하는 공사를 하는 작업자들, 평상 시 작업을 관리 · 기획했던 현장 작업 감독자들로 구성될 수 있다,

그리하여, 작업자들이 안전하게 작업하기 위해 작업의 전 단계, 그 전 단계, 그 전단계로 거슬러 올라가면서 체크되어야 할 항목들과 내용들을 만들어야 한다. 예를 들면, 공사를 발주하는 사람들이 체크해야할 지침서를 만들고, 발주된

것에 따라서 작업자들이 작업을 하기 전에 교육을 진행해야하는데 이 교육은 누가 할 수 있는지에 대한 구체적인 지침을 마련해야 한다.

각 단계별로 각 구성원의 역할에 따라 체크리스트의 내용이 달라질 수 있을 것이다. 그러나 각 역할별로 체크리스트 원형 모델을 구축해 놓으면 이를 응용해서 다양한 사업에 활용할 수 있을 것이다.

예를 들면, 원청사업주, 원청관리자, 원청공사감독, 하도급업체사업주, 하도급업체관리감독자, 원청작업자, 하도급작업자 등에게 필요한 체크리스트를 각각 만들어야 한다. 다 비슷할지 모르나 조금씩 다른 체크내용을 추가해서 만들어야 한다. 각 다양한 분야의 역할과 업무에 따라 가가각의 분야에 대한 체크리스트를 만들어야 한다.

그런 후에 실제 체크리스트를 실시하는 구체적인 과정을 구축해야 한다. 예를 들면 실제 일하는 사람이 체크할 것은 무엇인가? 이 체크리스트가 실제로 어떻게 사용되는지? 사용되는 것으로 전체 상황파악이 되는지? 누가 체크를 해야 하는지?

"안전보건관리 전담기구"는 이러한 과정을 거쳐서 작업현장에서 산업안전보건관리를 위한 하나의 체계를 구축해야한다.

④ 비상시 위험계획 수립과 모든 관계자들의 참여방안(관리 활성과) 마련

"안전보건관리 전담기구"는 사업장의 모든 참여자들이 모여서 정전이나 기계가 고장 났을 때 등과 같은 비상사태에 대한 대처방안을 만들도록 지도해야 한다.

㉠ 비상상황과 노출 시나리오의 도출

"안전보건관리 전담기구"는 비상상황에서 즉시 안전하게 대처할 수 있도록 실제 훈련이 되어야 한다. 이 훈련내용이 주기적으로 되면서 보완갱신 되어야 한다. 응급상황에 대한 다양한 시나리오를 만들어내야 한다(예: 불이 날 경우,

지진, 질식 등)

"안전보건관리 전담기구"는 각 사업장 관련 담당자들 및 작업자들과 팀을 구성해서 응급상황이 발생했을 때 그 시나리오에서 어떤 사람들이 어떤 역할을 해야 하는가? 그러한 역할들을 습득하기위해 평상시에 어떤 훈련을 해야 하는가를 논의하고 시나리오를 만들고 대처매뉴얼을 아주 구체적으로 만들어야 한다. 관련 책임자와 담당자 그리고 작업자들이 다 모여서 만들어야 하며, 실제 주기적으로 그 시나리오에 따른 것이 제대로 되는지 평가를 받아야 한다. 이렇게 주기적으로 평가하여 “허점(구멍)” 이 있으면 다시 시나리오의 역할을 부여하고 해야 한다.

㉡ control banding 접근법을 통한 공정관리 방안 도출

Control banding은 독성평가와 노출시나리오에 근거하여 결국 관리(control)의 방안을 도출하는 작업이다. 응급상황에 따른 관리방식을 도출하도록 한다.

⑤ 고충처리 및 건강상담: 노동자 요구도 파악

"안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능으로써 고충처리 및 건강상담기능을 보면 다음과 같다.

㉠ 노동형태별 보건관리

예방과 건강증진 중심으로, 전자산업의 교대근무 및 노동형태에 대한 조사와 함께 이에 적응하지 못하는 사람들에 대한 관리방안을 제시하도록 한다.

㉡ 지역별 특성 및 노동자 특성에 따른 보건관리

지역 그리고 전자산업의 지역 및 취업형태에 맞추어 제공될 수 있도록 한다.

⑥ 하도급과 관리방식에 대한 개선 및 하도급 금지 방안

"안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능으로써 하도급과 관리방식에 대한 개선사업을 보면 다음과 같다.

㉠ 하도급업체에서의 정보수집 및 평가 능력, capacity에 대한 평가
필요한 정보의 내역들

하도급 근무에 따른 문제점들
사용하는 물질들에 대한 정보를 얻는 일
종사하는 공정의 위험에 대한 정보를 얻는 일
하도급관리(업무)의 방식을 조사
하도급된 일에서의 업무와 권한
하도급된 장소에서의 환경관리 방안
하도급된 일들을 포함한 전체적인 공정의 흐름에 대한 평가

㉡ 인력 및 조직의 지속성에 대한 조사

여러 사업장을 드나들거나, 번갈아 가면서 근무하는 사람들의 이력을 파악한다. 최종적으로는 반도체 제조업에서 하도급을 금지하고 노동자들을 원청 기업에 정규직으로 고용해서 작업장의 실질적인 산업안전보건관리체계를 구축해야 한다.

⑦ 작업장 예방대책을 위한 새로운 노출평가(직업노출집단, JEM) 방안 및 역학조사 방안 마련

"안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능으로써 이 연구팀은 기존의 산업안전보건법에 규정된 위험성 평가와 같은 방식이 아닌, “새로운 역학조사 방안” 으로써 참여연구조사방법(Participatory Action Research)를 제안한다. 이 방법은 작업현장의 공정라인에서 근무하는 노동자들이 세부공정라인별로 팀을 구성하여 각 공정라인에서 위험한 요인을 파악하고 이를 공유하고 예방방법을 모색

하는 것이다. 또한 새로운 노출평가(직업노출집단, JEM)를 작업현장에서 참여연구조사방법(Participatory Action Research)으로 실제 구현하는 것이 필요하다. “새로운 역학조사” 가 작업현장에서 실제적으로 진행이 될 수 있도록 "안전보건관리 전담기구"의 역할이 필요하다.

⑧ 작업장 예방대책을 위한 새로운 산업안전보건관리 방안 마련

"안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능으로써 이 연구팀은 기존의 산업안전보건법에 의한 산업안전보건관리방법이 아닌, 작업현장에서 작업자들과 토의를 통해 작업장 위해요인을 파악하고 산업안전보건관리 방안을 마련하는 모델을 개발할 것을 제안한다.

⑨ 국가관리감독강화를 위한 산업안전보건관리기관으로써 역할 기능 마련

"안전보건관리 전담기구"의 모델을 완전히 바꿔서 기존의 산업안전보건법을 준수하는 기관이 아닌 산업안전보건관리기관으로써 역할을 하게 해야 한다.

⑩ 반도체 업체의 폐기물에 대한 관리 방안 마련

"안전보건관리 전담기구"는 반도체에서 사용하는 각종 유해 물질이 제조 공장을 빠져 나간 다음에 관리에 대해서 폐기 과정에서 취급하는 노동자들에 대한 관리 방안을 만들어야 한다.

국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구 조직체계

가) 국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구 조직체계의 구성

⇩

=>조직체계 구성 중 핵심 구성원은 작업현장을 돌면서 작업체계 이해, 위해물질 노출경로, 위해물질, 건강에 미칠 위험성 파악, 작업자들의 건강상태 파악, 재해(사고와 질병)를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할 "산업보건전문가"필요

나) 국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구의 형태

국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구의 형태 구성
① 사업장 관리 감독 및 지도 기구
② 현장 역학조사 기구
③ 노출평가 기구
④ 건강영향평가 기구
⑤ 연구소: 독성물질 분석, 화학물질 분석, 대체물질 개발 등
⑥ 국제적인 네트워크 기관: 국제적인 기관과의 연계, 공유

국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구의 산업안전보건관리 내용

① 사업장 관리 감독 및 지도 기구: 사업장 순회를 통해 문제점 파악 및 개선대책 마련, 작업장의 산업안전보건관리-산업안전보건관리 프로그램 개발, 현장 노동자들의 요구도 조사

⇩

② 노출평가: Job Exposure Matrix 구성, 작업공정에서 새로운 화학물질 농도 측정방법의 개발, 허용기준 설정 연구, 산업위생/산업공학 관리방안 마련

⇩

③ 역학조사 및 건강영향평가: 작업장 요구도 조사, 위험성 평가, 노동자들의 건강영향평가

⇩

④ 연구소: 독성학적인 평가, 새로운 화학물질 독성 평가 방법 개발, 노출평가 방법 개발, 위험성 평가 개발, 대체물질 개발

⇩

⑤ 국제적인 연대활동: 공동의 과제 수행, 독성물질 정보 교류

전자산업(반도체) 안전보건관리 전담기구의 역할

가) 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로써의 역할

⇩

나) 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하는 역할

전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구" 의 활동 내용

가) 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로써의 역할

⇩

(가) 산업안전보건체계 구축 활동
(나) 법, 제도 개선 활동
(다) 하도급업체 노동자들 관리방안 마련
(라) 교육 내용 및 프로그램 개발
(마) 연구소로써의 역할: 화학물질 성분 분석, 발암물질 성분 분석 및 위험성 조사, 대체물질 개발
(바) 국제네트워크로써의 역할
(사) 각 정부기관의 상호 협력 구조 마련:
(아) 체계구축을 위한 협력구조 구축
(자) 환경보건의 차원에서 폐기물관리 활동

⇩

나) "사업체 차원"에서 산업안전보건관리체계 구축 활동

⇩

(가) "작업현장"에서 새로운 보건관리 실태조사 및 노동자 보호 활동
(나) 전자산업 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안: 하도급업체 노동자들을 중심으로 - 현재 밀폐된 공정이 열리면서 문제가 발생될 수 있는 지점들의 관리
(다) "전담기구"의 조직적이며 체계적인 접근방법개발
(라) "전담기구"가 맡아야할 새로운 기능 10가지

[그림 III-9] 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할

1. 밀폐공정이 열리는 지점들에 대한 위험성 평가 사업

⇩

2. 스크러버 노출확인 및 관리 사업

⇩

3. 공학적인 안전관리프로그램 구축: 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램 구축

⇩

4. 비상시 위험계획 수립과 모든 관계자들의 참여방안(관리 활성과) 마련

⇩

5. 고충처리 및 건강상담: 노동자 요구도 파악

⇩

6. 하도급과 관리방식에 대한 개선 및 하도급 금지 방안

⇩

7. 작업장 예방대책을 위한 새로운 노출평가(직업노출집단, JEM) 방안 및 역학조사 방안 마련

⇩

8. 작업장 예방대책을 위한 새로운 산업안전보건관리 방안 마련

⇩

9. 국가관리감독강화를 위한 산업안전보건관리기관으로써 역할 기능 마련

⇩

10. 반도체 업체의 폐기물에 대한 관리 방안 마련

[그림 Ⅲ-10] 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능 10가지

IV. 요약 및 결론

1. 연구 목적

이 연구의 목적은 국내 전자산업(반도제 제조업)의 최신동향 및 고용실태를 조사하고, 안전보건관리체계 실태 조사, 건강영향평가를 통해서 노동자 건강보호방안을 제시하고, "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할 등을 제안하는 것이다.

2. 연구 방법

이 연구는 첫째, 국내 반도체 제조업의 산업안전보건관리실태를 조사하기 위해서 한국 반도체 공장 30개(FAB제조 사업체(10개), 후공정(5개), 화학물질 제조공정(10개), 팹리스(Fabless)공정(2개), 장비업체(3개), 한국반도체산업협회(1개), 하도급업체들, 노동조합들 등)를 “직접 현장 방문하여 산업안전보건관리체계를 파악” 했다. 특히 협력업체와 영세 반도체 제조업을 직접 방문하여 안전보건관리체계 실태를 파악하였다.

둘째, 이 연구에서는 국내 전자산업의 위해요인 노출 정도 파악하기 위해서 한국산업안전보건공단에서 제공한 전자산업의 작업환경측정자료(2013~2017)를 분석했다. 이 연구에서는 한국산업안전보건법에 명시된 “작업환경측정대상물질” 에 포함되어 있는 발암물질(국제암연구기관, IARC)을 확인했고, 국제암연구기관에서 정의하고 있는 발암물질들(국제암연구기관, IARC) 중에서 “작업환경측정대상물질” 에 포함되지 않은 물질들이 있는지 여부를 파악하였다. 또한 전자산업과 반도체 제조업에서 작업환경측정빈도가 높은 물질들을 우선순위부터 파악하였다. 또한 반도체산업(261)에서 2013~2017년까지 측정한 작업환경측정값들을 각 물질별로 평균값, 중앙값, 범위 등을 구하여 측정값들과 허용기준과의 관련성을 파악하였다.

셋째, 이 연구는 국내 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향을 분석하기 위해서 산업재해요양신청자료(2008~2017)를 분석했다. 이 연구는 한국 전자산업(반도체 제조업) 산업재해의 발생형태, 기인, 직업성질환을 분석했다. 특히 이 연구는 한국 반도체제조업에서 발생한 산업재해의 구체적인 재해원인(2008~2017년)을 분석하기 위해서 산업재해 원시자료의 “재해개요”를 질적으로 평가하여 사망재해의 기전, 작업과정에서 화학물질에 노출된 사례들 분석, 직업성암의 재해원인 분석, 하도급업체의 산업재해 발생기전을 분석하였다.

넷째, 이 연구는 국외 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태조사를 위해서 미국의 반도체 제조업 위해요인 관련 연구자들, 미국 반도체 제조업에서 근무했던 산업안전보건전문가들, 미국의 현재 OSHA에 근무하고 있는 산업안전보건전문가들을 직접 방문했고, 일본의 산업안전보건관리체계를 조사하였다.

다섯째, 이 연구는 한국의 산업안전보건관련 국가법과 현장 활용도의 간극과 대안을 모색했다.

여섯째, 국내 반도체 제조업 하도급업체의 산업안전관리실태의 문제점을 정리했다.

일곱째, 이 연구는 위 연구결과들을 토대로 하여 국내 전자산업(반도체제조업)의 노동자 보호방안을 마련하였다. 이 연구는 노동자 보호방안으로 국내 전자산업(반도체제조업) 산업안전보건관리체계 개선의 필요성, 국내 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계의 원칙과 방향, 국내 전자산업(반도체제조업)의 공학적인 대응방안, 국내 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할을 제안했다.

3. 연구 결과

이 연구의 결과를 보면 다음과 같다.

1) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과

(1) 작업공정에서 하도급(협력)업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡한 문제

[국내 반도체 제조업의 산업안전보건관리실태 조사]에서 파악한 가장 중요한 결과는 작업공정에서 하도급(협력)업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡하다는 것이다.

한국의 전자산업, 그 중에서도 반도체 제조업의 생산력은 현재까지 가장 발전한 과학기술이 집약된 첨단산업의 생산력을 가지고 있지만, 생산관계를 보면 주로 원하청관계여서 한 개의 원청회사에 200~300개 이상 하도급(하청)업체들이 결합되어 있고 하도급 노동자들은 대부분 시설유지보수, 기계설비청소, 폐기물처리 등 밀폐공간이 열리는 지점에서 주로 업무를 하고 있어서, 위해물질에 노출될 위험이 많은 공정에서 일하고 있다. 한국의 반도체 제조업에서 원청업체가 하도급을 사용하는 가장 큰 이유는 다른 산업이나 제조업의 경우와 마찬가지로 궁극적으로 “비용절감을 통한 이윤추구” 이다.

이러한 하청(협력)업체 노동자들에 대해 산업안전보건관리가 미흡한 이유는 첫째, 원하청관계가 근본적으로 발생하게 된 원인과 마찬가지로 “비용절감을 통한 이윤추구” 이므로 원청업체에서 하도급업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리에 필요한 비용을 피하려고 하기 때문이다. 둘째, 원청사업주가 하도급업체들 노동자들의 산업안전보건관리를 고려하고 있지 못하다. 셋째, 반도체 제조업 작업장에서 원청사업체와 협력업체들의 작업공정을 체계적으로 연결해서 협력업체의 공정을 포함한 전체 공정라인에 대한 산업안전보건관리 체계를 마련해 놓고 있지 못하다.

반도체 제조업 하도급(협력)업체 노동자들의 산업안전보건관리의 문제점을 살펴보면

첫째, 원청업체가 하도급(협력)업체를 운영하는 목적이 원가절감(인건비절약) 자체이기 때문에, 원청업체는 하도급(협력)업체를 노동자들의 산업안전보건관리에 필요한 비용을 줄이려고 한다는 점이다. 둘째, 원청사업주가 하도급업체들 노동자들의 산업안전보건관리를 고려하고 있지 못하다. 원청사업주가 산업안전보건법에 규정된 원청사업주의 의무를 "매우 형식적으로 처리하기 때문(또는 이행하지 않기 때문에)" 에 하도급업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡하다. 셋째, 원청작업현장에서 수백 개의 협력업체들이 각 공정별로 서로 다른 업무들을 하고 있는 상황에서 이 모든 업무들의 안전보건의 문제가 체계적으로 구축되지 못하고 있다. 넷째, 협력업체 노동자들에게 작업 시 안전교육(작업 전 안전교육, 안전수칙확인, 작업 매뉴얼 제공 등)이 제대로 주어지지 못하고 있다. 다섯째, 사업장에 상주하지 않는 외부 협력업체들의 경우에는, 산업안전보건법에서 원청사업주의 관리대상이 아니므로 원청업체가 이들에 대한 산업안전보건관리를 하고 있지 않다. 여섯째, 협력업체들 노동자들에게는 현재 산업안전보건법에 규정된 산업안전보건서비스들(산업안전보건관리자 선임, 일반검진, 보건관리대행, 보건교육 등)이 원청업체 노동자들에게 실시될 때보다도 더 형식적으로 진행되고 있다.

한국의 반도체 제조업체들의 가장 큰 문제는 원청업체 사업주들이 협력업체 노동자들의 산업안전보건관리를 고려하지 않고 있는 것이다. 원청사업주들이 산업안전보건법에 규정된 업무를 매우 형식적으로 처리(예: 산업안전보건관리비 처리 등)해버리기 때문에, 협력업체 노동자들이 공정 전체 체계의 한 부분으로 인정이 되지 못하게 되어 전체 공정과 전체 작업현장의 산업안전관리체계가 구축되지 못하는 치명적인 한계를 가져오게 된다.

하도급업체 노동자들이 수행하고 있는 설비교체, 배관교체, 청소 등의 작업들은 자동화 기계작동이 멈춘 후에 해야 하는 작업이어서 원청사업주의 입장에

서 보면 원청사업체의 첨단 자동화 시설의 한 부분으로 인식이 되지 않을 수도 있을 것이다. 문제는 협력업체 노동자들이 업무 중에 위해물질에 노출될 위험이 있다는 것이다. 협력업체 노동자들이 일하는 부분까지를 모두 포함하여 작업현장의 산업안전보건관리 체계를 구축하지 않는다면, 가장 과학기술이 발달된 첨단 자동화 사업장에서 가장 덜 발달된 원시적인 작업과정에서 발생할 수 있는 사고들이 지속적으로 발생하게 될 것이다.

아무리 첨단과학기술과 자동화가 발달된 작업장이라고 해도 예기치 않는 재해와 사고의 위험이 내재해 있는 것이다. 대규모 반도체 제조업에서 협력업체들을 포함한 전체 작업현장의 전체 공정, 협력업체 노동자들을 포함한 전체 작업자들을 대상으로 산업안전보건관리체계를 구축할 필요가 있다.

(2) 한국의 화학물질관리의 문제점

이 연구팀이 [국내 반도체 제조업의 산업안전보건관리실태 조사]를 통해서 파악한 핵심적인 내용은 한국에서 국가적인 차원의 화학물질관리가 이루어지고 있지 못하다는 것이다.

국가기관(환경부)이 화학물질관리법을 통해 화학물질을 제조하거나 수입하는 업체들로부터 시장에 상품으로 내놓는 화학물질(제품)의 유해성을 신고하도록 하고 있지만, 이 유해한 화학물질(제품)들의 수입이나 사용을 통제하거나 제재 또는 대체물질을 제안 등 실질적인 관리를 하지는 않고 있어, 국가적인 차원에서 유해한 화학물질의 관리가 제대로 이루어지고 있지 못하다.

또한 현재 반도체 제조업에서 가장 대표적으로 사용되는 화학물질 관리기준인 “물질안전보건자료(MSDS)” 에 대한 국가적인 관리가 미흡한 문제, 국가적으로 유해물질에 대한 정보를 제공해야할 필요성 등이 대두되고 있다.

또한 외국화학물질수출업체나 국내수입업체에서 “영업비밀 “, ” 기업비밀 “로 물질의 정보를 공개하지 않는 문제가 있고, 국내 반도체제조업에서는 자체적으로 화학물질 성분분석을 하지 못하고 있기 때문에, 국가적으로 영업비밀

물질에 대한 국가적인 대책마련(법안 마련 등)이 필요하며, 성분을 알 수 없는 화학물질에 대해서는 “국가적인 화학물질 분석시스템” 마련이 필요하다.

현재 국내 반도체제조업의 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질들을 대량 사용하고 있는 문제를 직시하고 이에 대한 국가적인 대책을 마련해야 할 것이다.

(3) 산업안전보건법의 한계로 인한 문제점

현재 산업안전보건법에 의해 작업장에서 시행되고 있는 작업환경측정, 건강검진, 위험도조사, 보건관리대행, 산업안전보건교육 등의 산업보건서비스가 법에서 요구하는 차원으로만, 법을 준수하는 차원으로만 적용되다보니, 작업 현장에서 작업장의 실질적인 작업장의 산업보건의 문제를 밝히고 해결해 나가는 수단으로 작동되지 못하고 있다. 그 결과 작업 현장에서 위해요인과 위해물질을 실제로 해결할 수 있는 산업안전보건관리가 진행되지 못하는 결과로 초래되고 있다.

현재 대부분의 반도체 제조업체들은 산업안전보건법에 명시된 “작업환경측정대상물질(현재 189개)”에 대해서만 작업환경측정을 하고 있어서 그 외의 화학물질들에 대해서는 위험요인 노출평가가 되지 못하고 있는 점과 밀폐된 공정에서 저 농도로 사용되고 있는 반도체 제조업의 특징을 고려해서 작업환경측정 시 허용농도의 기준을 새로 정할 필요성이 제기되고 있다.

건강검진은 현재 반도체 제조업 작업현장 노동자들의 건강영향평가를 위한 근거자료가 되지 못하고 있을 뿐 아니라, 행정적인 절차가 복잡하여, 노동자들과 안전보건관리 담당자들에게 “법으로 준수해야할 하나의 절차”로만 취급되고 있는 점이 가장 심각한 문제이다.

그 외 위험도조사의 경우에도 형식적인 서류작업이나 외부기관에 의한 형식적인 컨설팅에 그치고 있으며 보건관리대행도 외부대행기관에 의해 위탁관리되고 있어서 실제 작업과 관련된 위해요인이나 위해환경들에 대해 직접적이고 실

제적인 해결에 도움이 되지 못하고 있는 한계가 있다.

산업안전보건교육도 질적으로 양적으로 부족하고, 매우 형식적으로 진행되고 있다. 현장의 노동자들은 '실제 작업장의 유해요인에 노출되거나 응급사고발생 시 어떻게 대처할 것인가?' 를 알고 있어야 한다.

현재 '산업안전보건법' 과 관련된 가장 큰 문제는 현재 한국의 가장 큰 규모의 반도체제조업들도 '산업안전보건법' 에 규정된 임무를 수행하느라 모든 인력, 시간, 자원을 소모하고 있어서 작업현장에서 실제로 필요한 산업안전보건관리프로그램이 거의 없는 상태이다. 향후 반도체 제조업에 실제적으로 필요한 산업안전보건관리가 될 수 있도록 대안을 모색해야 할 것이다.

(4) 현 산업안전보건법에 강조되거나 새롭게 요구되는 과제

이 연구는 작업장 내 "산업안전보건관리" 체계가 새롭게 구축되어야 한다는 것을 제안한다. 그 일환으로 현 산업안전보건법에서 강조되거나 새롭게 요구되는 과제들인 작업현장에서 "노동자 알권리" 제도 마련, 예방중심의 "산업안전보건관리프로그램" 구축, 작업현장의 유해요인에 따른 유해물질노출평가와 건강역학조사 실시, 산업안전보건 전문가의 양성 등을 제안한다.

(5) 반도체 제조업에서 국가에 대한 요구도

한국 반도체 제조업들의 국가에 대한 요구도를 보면, 가장 우선적으로 시급하게 필요한 것은 하도급업체 노동자들을 보호하는 방안이다. 원청사업주가 하도급노동자들을 보호하기위한 방안을 각 사업장에 자체적으로 만들어야 한다. 더 나아가 대규모 반도체 제조업에서 협력업체들을 포함한 전체 작업현장의 전체 공정, 협력업체 노동자들을 포함한 전체 작업자들을 대상으로 산업안전보건관리체계를 구축할 필요가 있다.

화학물질 공급측면에서 볼 때, 국가적인 차원에서 화학물질관리체계 강화 방안을 마련할 필요가 있다. 그 내용은 화학물질 도입(제조 · 수입)과정에서 국가

적인 차원의 관리 강화, “영업비밀물질” 에 대한 국가의 관리 강화, 국가에 의한 MSDS 관리 강화, 위해한 화학물질(국제암연구기관 1급 발암물질)에 대해 사용금지 등 법적 규제 강화, 위해한 화학물질 성분 분석 및 대체물질의 개발 등이다.

작업현장에서는 현행 산업보건법에 따른 산업안전보건관리의 형식적인 측면을 과감하게 개선해서 작업현장에서 실질적인 산업안전보건관리 프로그램을 구축하는 것이 필요하다. 사업장내 산업보건이 고용노동부의 감독관이 주로 지적하는 몇몇 사항을 대비하기 위한 보건관리자 혹은 보건관리 대행 기관의 업무로 국한되어 있는 문제점이 있다. 향후 사업주가 산업보건에 관심을 가지고 문제를 해결할 수 있도록, 사업주가 산업보건의 총괄 담당자 역할을 하는 것이 중요하다. 사업주가 사업장 산업 보건 문제를 책임 있게 수행할 수 있는 토대를 만드는 것이 매우 중요하다.

2) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017)분석 결과

국내 전자산업(반도체 제조업)의 노출평가의 지표로써 작업환경측정자료(2013~2017)를 분석한 결과, 한국의 전자산업(반도체)에서는 한국의 “산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질” 의 범위 안에 있는 물질들에 대해서만 공기 중 노출농도(air-monitoring)를 측정을 하다 보니, 반도체 제조업에서 사용하고 있는 모든 화학물질에 대해서 공기 중 노출동도 측정이 이루어지지 못하고 있는 한계가 있다.

특히 그 한계점으로 심각한 문제는 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질” 에 속하지 않은 영업비밀물질들의 노출평가가 안 되고 있는 것이다. 산업보건 분야에서는 아직도 반도체 노동자의 질병(암) 발생과 화학물질의 노출에 대한 과학적 인과 관계를 정립해 내는 일을 하지 못하고 있는데, 여기에 영업비밀문제로 인해 화학물질의 성분을 파악하지 못하고 있는 한계도 기여할 것이다. 이는 현재 반도체 산업에서 화학물질의 유해성과 노출 파악이 거의 이

루어지지 않고 있음을 뜻하며, 영업비밀물질에 대한 산업안전보건법의 개정 작업이 이루어지는 것과 함께 반드시 성분이 밝혀지고 유해성이 구분되고 노출이 평가 되어야 함을 의미한다. 영업비밀에 관계없이 노출되는 모든 화학물질의 유해성과 노출 정도가 확인되고 조절될 수 있도록 해야 할 것이다.

또한 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group1 발암물질들이 “작업환경측정대상물질” 에 속하지 않을 경우에 작업환경측정이 되지 않고 있는 한계가 있다. 향후 최소한 국제암연구기관(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질까지는 노출수준과 규모를 파악해야 할 것이다. 또한 반도체 제조업에서 계속 사용 중인 국제암연구기관 Group1 발암물질들에 대한 대체물질개발이나 노출을 줄이기 위한 개선대책이 시급하게 필요하다. 발암물질의 경우, 현장 역학조사를 통해서 발암물질노출의 구체적인경로와 노출기전을 파악하고, 이 발암물질들을 줄이기 위한 대책을 마련할 필요가 있다. 더 나아가 모든 화학물질에 대한 정보를 파악하고, 그 물질들에 대한 위해정도를 파악할 수 있는 대책이 마련되어야 한다.

또한 작업환경측정결과가 작업장의 유해요인노출을 예방하기 위한 활동으로 이어지지 못하고 단지 작업환경측정에만 그치고 있는 한계가 있다. 향후 작업환경측정이 작업장의 유해요인노출을 예방하기위한 도구로 거듭나야 한다.

이러한 한계에도 불구하고 이 연구에서는 작업환경측정 대상이 되고 있는 물질들을 파악한 결과 측정 빈도가 높은 물질들 중에는 국제암연구기관에서 규정한 1급 발암물질들(Group 1 발암물질)이나 위독성 가스등이 포함되어 있었는데, 이로써 반도체 제조업 공정라인에 발암성물질이나 위독성 가스 등이 사용되고 있는 것이 파악되었다. 반도체 제조업 안전보건관리자들은 현재의 과학기술로는 이러한 물질들이 사용금지 되면 반도체 공장들이 더 이상 가동되기 어렵다고 이야기하고 있으나, 이러한 발암물질과 위독성 가스에 대한 대체물질을 만드는 것이 시급하다.

3) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석: 산업재해승인자료(2008~2017)를 중심으로

국내 반도체 제조업의 건강영향평가의 지표로써 산업재해요양신청자료(2008~2017)를 분석한 결과, 다른 제조업에서 발생한 직업병과 산업재해와 다른 점은 반도체 제조업에서는 특히 직업성 암과 화학물질 노출에 의한 화학물질 중독이 발생하고 있는 점이다.

반도체 제조업의 산업재해요양신청자료(2008~2017)에 있었던 직업성 암의 경우 총 16건이었는데, 구체적인 암의 종류는 유방암(3), 뇌암(3: 뇌의 역형성형 성상세포종, 악성뇌종양(교아세포종), 뇌종양), 폐암(3: 비소세포폐암, 상엽,기관지 또는 폐의 왼쪽의 악성 신생물, 폐암), 급성골수성백혈병(2), 만성 골수 단핵구성 백혈병, 만성골수성, 백혈병, 악성림프종, 세포 림프종(부비동), 난소암 등이다.)

화학물질 노출에 의해 발생된 산업재해들은 주로 청소작업, 시설유지보수작업, 실험실, 약품이동, 생산작업 등의 작업에서 발생하게 되는데, 이러한 작업들은 주로 하도급업체 노동자들에 의해서 수행되고 있어서 하도급업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리의 필요성이 대두되고 있다.

화학물질 접촉에 의한 화상, 화농염, 화학물질중독, 흡입손상, 폐렴 등은 화학물질이 누출되거나 비산되는 작업에서 발생했는데, 그 작업들은 주로 청소(cleaning)과정, 배관을 열거나 기계수리과정, 작업 중에 큰 통에서 작은 통으로 화학약품을 따르는 과정, 도금공정에서 신체부위가 빠짐, 실험과정 등이었다. 작업자들이 배관을 열거나 기계를 수리하는 과정에서 특히 화학물질에 노출될 위험이 존재하는 것을 볼 수 있다. 그러나 더 주목할 것은 일상적인 작업과정 중에 화학물질을 다루다가 화학물질에 노출되는 경우가 많은데, 예를 들면 일상적인 청소 및 세정작업, 화학약품을 큰 통에서 작은 통으로 따르거나, 화학물질이 들어있는 통을 기계에 부을 때 화학물질에 노출되는 경우가 많았다. 더 놀라운 것은 일상적인 청소와 세정작업에 빙초산, 염화메틸렌(디클로로

메탄), 질산액, 불화수소 희석액 등을 사용하고 있는 것이다. 또한 황산, 질산 등을 말통에 담아서 작업자가 직접 기계에 붓거나 폐기물을 처리하는 과정에서 작업자에게 직접적으로 위험한 노출이 발생되고 있는 것이다. 이러한 사례들은 반도체 제조업에서 주로 협력업체 노동자들이 재해를 입고 있음을 보여주고 있다.

작업과정에서 화학물질에 노출된 사례들의 부서, 공정과정에서 노출요인, 진단명을 분석해보면, 주로 시설유지보수, 청소작업을 하다가 화학물질에 노출된 사례들을 볼 수 있다. 예를 들면, 작업과정에서 화학물질에 노출된 27건의 산업재해 중에는 청소작업 9건, 시설유지보수작업 9건, 실험실 2건, 약품통 이동 2건, 생산작업 등 청소작업과 시설유지보수작업이 가장 많았다. 이러한 작업들은 주로 하도급(협력)업체 노동자들에 의해서 수행되는 것이다.

이러한 작업과정에서 화학물질이 노출된 사례들은 더 이상 반복되어서는 안되고, 작업현장의 화학물질관리가 엄격하게 이루어져야 할 것이다. 또한 작업현장에서 하도급(협력)업체 노동자들의 산업재해 발생원인을 분석하고 예방대책을 만들어야 할 것이다.

4) 국외 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램: 미국과 일본을 중심으로

이 연구는 미국 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계를 분석했고, 일본 후생성에서 제작한 반도체 제조공정에서 안전위생대책지침]을 파악했다.

미국 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계를 분석하기 위해 미국 OSHA, NIOSH 등 국가기관 전문가들과 토론 및 반도체 산업 및 화학물질 관리방안에 대한 분석과 여러 연구자, 법률가, 반도체 작업장에서 근무했던 전문가들과 토론을 통해서 반도체 연구기관에서 제안하고 있는 산업안전보건관리체계에 대해 요약하였다.

미국 OSHA의 산업안전보건관리의 내용 중에 이 연구팀이 특히 관심 있게

파악한 부분은 “작업장관리감독체계” 이다. 미국 OSHA는 작업장의 안전과 건강을 위해 사업주에 대한 책임을 강조하고 있으며, 작업장 관리감독(inspection)이 꼭 필요한 사업체들을 중심으로 직접 사업장 관리감독(inspection)을 통해서 사업체들이 자체적으로 산업안전보건관리를 실시하도록 관리감독을 하고 있다. 미국 OSHA의 관리감독방법은 산업안전보건법에 의한 의례적이고 형식적인 산업보건서비스를 매년 반복하고 있는 한국의 산업안전보건관리방법과는 완전히 다른 것으로, 국가가 작업장에서 실질적인 작업장 개선을 하도록 관리감독을 하고, 사업주의 책임을 강제하면서 작업장의 산업안전보건을 실질적으로 해결하려고 하는 점에 시사점이 있다고 볼 수 있다.

미국 OSHA는 유해물질에 따라 ‘직업안전보건표준’ 을 발행하여 관리를 하고 있고, 각 사업주가 사업장 위해물질에 따른 산업안전보건관리 프로그램을 만들도록 권장하고 있다. 특히 각 사업장에 ‘안전보건프로그램 지침안(Recommended Practices for Safety and Health Programs)’ 을 제공하여 소규모 기업들이나 시작하는 기업들이 안전보건관리프로그램을 쉽게 시작할 수 있도록 지침을 제공한다는 점도 시사점이다. 이러한 정책 하에 전자산업(반도체 제조업)을 위한 기준(Resources), 위험 및 대책(Hazards and Solutions), 추가자료(Additional Resources) 등도 홈페이지에 제시되어 있다(https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/).

특히 이 연구는 미국 OSHA가 자체적으로 만든 표준들(Standards) 뿐만 아니라, 국가적인 합의사항(National Consensus)에 의한 지침들도 명시해놓고 있어 국가가 각 사업장에 대해 전자산업(반도체 제조업)에 대한 산업안전보건관리에 대한 지침을 제공하고 있는 것이 중요하다는 것을 파악하였다(이 보고서의 본문과 부록 참조).

또한 이 보고서에서는 OSHA의 공정안정관리(Process Safety Management) 국가강조프로그램(National Emphasis Program), 유독성 및 인화성 물질을 취급하는 작업의 공정안정관리(Process Safety Management),

급성 유해물질의 공정안전관리 프로그램을 제시해 놓았다. 그 핵심적인 주제들은 ① 공정안전정보처리, ② 공정위험분석, ③ 운영 절차, ④ 훈련, ⑤ 하도급업체, 계약자 안전 검토, ⑥ 사전 시동 안전성 검토, ⑦ 기계적 무결성, ⑧ 고열작업, ⑨ 변경 관리, ⑩ (질병 재해 등) 사건 조사–근본 원인 분석, ⑪ 비상계획 및 대응, ⑫ 부상 및 질병 예방 프로그램, ⑬ 노동자 참여 등이다

미국 NIOSH의 나노물질의 건강위험 연구와 이 신기술에 관련된 노동자안전보호 연구는 반도체 제조업에도 활용될 수 있는데, 그 이유는 반도체 제조업에서도 나노입자를 사용하기 때문이다. 이 보고서에서는 NIOSH 나노기술연구소(NTRC)의 주요 주제 영역들: ① 독성 및 내부 선량, ② 위험 평가, ③ 역학 및 감시, ④ 엔지니어링 제어 및 개인 보호 장비, ⑤ 측정방법, ⑥ 노출 평가, ⑦ 화재 및 폭발 안전, ⑧ 권장 사항 및 지침, ⑨ 커뮤니케이션 및 교육, ⑩ 혁신에 대해 소개해 놓았다(이 보고서의 본문과 부록 참조).

미국 반도체 제조업 산업안전보건관리체계 및 프로그램의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 미국에서는 한국에서처럼 모든 사업체에 일괄적으로 거의 동일한 “산업안전보건관리” 형식을 강제하는 게 아니라, OSHA감독관이 관리감독이 꼭 필요한 사업체들을 직접 “조사” 해서 실제 사업장 내에서 자체적인 산업안전보건관리를 하고 있는지를 관리/감독함으로써 사업주가 자발적으로 개선을 목적으로 산업안전보건관리를 해나가도록 하고 있다는 점이다. 둘째, 미국 반도체 제조업 산업안전보건관리체계 및 프로그램이 단지 작업장 내에서만 그치지 않고, 화학물질의 도입–사용/취급–폐기물처리–환경문제에 이르기까지 광범위하게 연계를 가지면서 문제를 해결하려고 하고 있다는 점이다. 셋째, 미국 반도체 제조업에서 자체적인 산업안전보건프로그램이 개발되어 있으며, 국가의 규제에 의해서가 아니라, 오히려 사업주가 자체적으로 산업안전보건프로그램을 만들어나가고 있다는 것이다.

일본 반도체 제조업의 산업안전보건프로그램을 파악하기 위해 일본 후생성의 [반도체 제조공정에서 안전위생대책지침]을 제시했다(이 보고서의 부록 참

조).

5) 한국 반도체 제조업 하도급(협력)업체의 산업안전관리의 문제점

이 연구는 국내 반도체 제조업에서 현장방문조사를 통한 산업안전보건관리 실태조사, 작업환경측정자료(2013~2017) 분석, 산업재해승인자료(2008~2017)분석을 통해서 반도체 제조업 하도급업체에 속한 노동자들이 반도체 제조업의 밀폐공정이 열리는 공정들에서 발암물질을 포함한 유해화학물질에 직접 노출되고 있어서 산업재해에 걸릴 위험이 매우 높고, 사망재해에 가까운 치명적인 재해가 발생할 수 있는 위험한 작업환경에 노출되어 있음을 확인하였다(이 연구보고서의 Ⅲ-1, Ⅲ-2, Ⅲ-3참조).

해결방안으로써 이 연구는 첫째, 법과 제도적으로 불필요한 하도급화(외주화)를 줄이거나 원청 정규직으로 전환해야 하고, 둘째, 사업주는 전체 공장의 공정 흐름에 따라 총체적인 산업안전보건관리체계를 구축해야 하고, 셋째, 하도급을 사용할 경우, 원청사업주와 원청의 안전·보건관리자들의 특별관리가 필요하며, 넷째, 반도체 제조업 전체를 한 체계로 보고, 공정라인에 따른 열린 공정들을 파악하여 위해물질이 누출될 위험에 있는 모든 작업들에 대해 원청사업주의 책임이 강화되어야 하고, 다섯째, 산업안전보건법에서 원청사업주의 책임이 강화되어야 한다는 것을 제안한다.

6) 한국의 산업안전보건관련 국가법과 현장 활용도의 간극과 대안모색방안

이 연구는 작업현장방문조사를 할 때, 현장 안전·보건 담당자들이 법의 한계에 대해 많은 이야기를 했기 때문에, 한국의 전자산업(전자반도체 제조업)에서 법에 규정된 화학물질관리, 산업안전보건서비스, 산업안전보건관리의 한계를 살펴보고, 대안을 모색하고자 하였다.

화학물질관리법과 화학물질평가법에 의해 규정된 화학물질관리의 경우 법령

의 내용이 국내 기업의 활동을 보장하기 위한 기업 친화적으로 재정되어서, 한국 국가가 자국 기업의 영업활동을 보장하기 위해 화학물질관리를 엄격하게 실시하지 않고 있는 점이 국제적으로나 국내적으로 위해화학물질의 유입을 증대시키고 있다. 국가는 노동자들이 '신고 되지 않은 화학물질에 노출되는 것' 으로부터 보호하기 위해서 국가차원의 화학물질관리 규정을 강화할 필요가 있다.

또한 산업안전보건법에 규정된 산업안전보건서비스(작업환경측정, 건강검진, 안전보건관리대행)들의 한계는 한국에서는 산업안전보건법에서 규정한 법령을 준수하는 일이 작업장 산업안전보건관리의 주요 내용이 되고 있는데, 사업장에서는 이 형식적이고 반복적인 서비스가 실제 작업장의 위해요인을 해결하는데 도움이 되지 못하고 있을 뿐 아니라, 이 법을 지키는 일 때문에 실제적인 작업장 산업안전보건관리를 수행할 수 있는 재원(시간, 인력, 비용)이 없는 상황이다. 그러므로 국가는 불필요한 형식적인 법적 내용을 대폭 줄이고, 국가적인 관리감독 및 지도를 강화하고, 사업주가 주체적으로 작업현장 산업안전보건프로그램을 만들어서 운영할 수 있도록 지도해야 한다.

또한 산업안전보건법에서는 위험작업에 대해 도급을 금지할 것을 명시해놓았지만, 반도체 제조업에서 대표적인 위험작업들은 하도급업체 노동자들이 일하고 있는 공정들이다. 향후 반도체 제조업의 원청사업주는 현재 하도급을 주고 있는 것을 더 이상 계속해서는 안 될 것이다. 국가는 장기적으로 반도체 제조업 사업주들이 가장 위험한 작업들에 대해 하도급을 주고 있는 것을 금지해야하며, 사업주들이 도급업체에서 일하고 있는 노동자들을 직접 관리하도록 해야 한다.

7) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 노동자 보호방안

(1) 한국 전자산업(반도체 제조업)에서 산업안전보건관리체계 구축의 필요성

한국 전자산업(반도체 제조업) 산업안전보건관리체계 개선의 필요성은 다음과 같다.

첫째, 전자산업(반도체 제조업)에서 “산업안전보건관리”를 위한 체계 구축의 필요성이다. 국가가 반도체 제조업 사업주들의 생산위주·성장위주 정책으로 간과되어 왔던 “산업안전보건”의 가치를 되살려서 작업 현장의 산업안전보건을 위한 전체 체계를 구축해야 한다.

둘째, 전자산업(반도체 제조업) 하도급업체(협력업체) 노동자들의 산업재해 발생을 예방하고 산업안전보건관리체계를 세울 필요성이다. 전자산업(반도체 제조업)에서 산업재해 발생이 위험도가 가장 높은 하도급업체 노동자들이다. 지금까지 개별 민간 사업체의 사업주들이 하도급업체 노동자들의 안전과 건강에 대한 방책을 만들어내지 못하고 있으니, 국가적인 차원에서 전자산업(반도체 제조업)에서 하도급업체 노동자들을 위해 직업병 발생을 예방하고 산업안전보건관리체계를 세울 필요성이 대두되고 있다.

셋째, 현행 “법”을 개선해야할 필요성이다. 국가적인 차원에서 위해한 화학물질에 대한 규제를 강화하고, 현 “한국산업안전보건법”의 한계를 극복하고, 새로운 “산업안전보건관리체계”를 세울 필요성이 대두되고 있다.

넷째, 각 사업장 단위 “산업안전보건관리체계” 정립의 필요성이다. 국가는 위험물질을 다루는 사업체들이 그들의 사업장에 꼭 필요한 산업안전보건관리프로그램을 만들어 내도록 새로운 프로그램(역학조사방법, 현장에 근거한 교육프로그램, 재해예방 매뉴얼 등)을 개발하고 지원해야 할 것이다. 또한 각 사업장에 “산업안전보건전문가”에 의한 실질적인 사업장 산업안전보건관리를 지원할 필요성이 대두되고 있다.

다섯째, 산업안전보건 전문가들에 의한 제대로 된 사업장 감독강화, 문제 파

악 강화, 교육강화, 예방대책 강화, 실제 훈련강화의 필요성이 대두되고 있다.

산업안전보건법을 형식적으로 준수하는 것이 전부인 한국의 산업안전보건관리를 국가의 개입과 지도를 통해 기업들이 개별 사업장에 맞는 실제적인 산업안전보건프로그램을 만들어 나가는 방향으로 한국산업안전보건체계의 전망을 세워 나가는 것이 가장 시급하다.

(2) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 원칙과 방향

한국 전자산업(반도체제조업) 산업안전보건관리체계의 원칙은 단지 전자산업(반도체 포함)만을 대상으로 하는 것이 아니라, 이를 교두보로 해서 점차로 한국에서 실제적으로 작업현장에서 위해물질들을 파악하고 예방 및 개선대책을 마련하는 방향으로 나가야 한다. 산업안전보건관리체계의 원칙은 한국의 위험작업현장에서 구체적으로 산업안전보건관리를 실현시켜 나가기 위한 모델을 만드는 것이다. 한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계의 방향은 장기적으로는 한국의 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리의 방향을 사업장에서 실질적으로 필요한 내용으로 산업안전보건체계를 구축해 나가는 것이다. 단기적으로는 현행 산업안전보건법의 내용을 실제 작업장에서 위해요인의 노출을 예방하는 내용으로 개선해 나가야 할 것이다.

(3) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건프로그램 구축방안

한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계의 프로그램의 내용은 위험성 평가(독성평가, 노출평가(JEM), 건강영향평가), 위험성 관리 (대체물질 개발, 개인보호구, 노동자보호대책, 환경관리대책), 위험성 소통과 해결방안(위험성 인식: 생산문화, 조직문화의 변화, 노동자와 지역사회의 알권리), 작업장 안전보건관리체계 마련(작업장의 공정라인에 따른 위해요인지도제작, 작업장 공학적인 관리 매뉴얼 제작, 작업장의 위험요인 파악을 위한 사업장 조직체계 구축, 하도급업체에 대한 체계적인 관리), 보상, 법적 제도적 개선방안, 지

역사회보호, 국제적인 연대활동 강화 등이다.

(4) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적인 대응방안

한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적인 대응방안에서 가장 중요한 핵심내용은 다음과 같다. 첫째, 현재 반도체 제조업체의 안전관리체계를 최대한 효율적으로 가동하고, 작업자들이 안전하게 일할 수 있도록 "안전보건관리체계"를 만들어야 한다. 반도체 제조업의 작업공정은 수없이 많고 화학물질은 매우 다양하고 그 수가 많으나, 커다란 모델만 세워둔다면 전체 반도체 제조업에서 다 따라하게 될 것이다.

둘째, 반도체 제조업 작업과정에서 가장 중요한 부분이 작업공정과 배관부분이다. 반도체 제조업 공정들은 주로 자동화되어있고 밀폐되어 있는데 일련의 작업공정라인에서 누출되는 부분이 있는지? 에 대해 관찰하는 것이 중요하다. 처음 중앙집중실에서 화학물질들을 집어넣는 과정에서 누출이 되지 않도록 하는 것이 중요하다, 작업공정에 '감지기' 가 있어서 유해인자가 발생하면 즉각 작업이 멈춰질 수 있도록 그런 제도적인 또는 시설적인 측면이 보강이 되어야 된다.

작업공정에서 자동화로 할 수 없는 곳이나 수작업으로 화학물질을 직접 취급하게 되고 또 밖에서 들고 와서 붓는 경우도 분명히 있을 수 있다. 이 경우에 작업을 어떻게 누가 몇 조를 해가지고 몇 명이 조를 짜가지고 위험할 때는 구출하느냐? 이런 전반적인 매뉴얼 내지 포트폴리오가 분명히 있어야 할 것이다. 반도체 제조업 작업현장에서 두 종류의 작업자들(기계장치조작자(오퍼레이터)와 기술자(엔지니어), 정비기술자(Maintenance Engineer))이 장비 뚜껑을 열고나서 장비를 고칠 때 위해 요소가 있는 물질에 노출될 확률이 높은데, 과연 그걸 어떻게 관리 할 것인가? 가 문제이다.

셋째, 폐기물처리과정의 공학적인 대안이다. 패기물처리과정은 공정을 다 거친 폐기물들이 기체 같은 경우엔 스크린을 통해 나가기도 하고 액체 같은 경우

에는 산 염기를 분리해서 유해물을 분리해서 나가는데, 이러한 물질들을 재처리하거나 폐기처리 하는 과정이다. 폐기물처리과정에서 이 과정에서 들어올때와 비슷하게 누출이 되면 안 되니까 '이 폐기물들을 어떻게 관리하는가?' 가 중요하다. 이 폐기물처리 과정에서 '관리(maintenance)를 어떻게 하고, 배관작업도 어떻게 하고, 밸브를 어떻게 수리하고, 기타 방법들을 어떻게 만드느냐?' 에 따라 여러 가지 안전보건의 문제가 제기되는데, 이 과정에 대한 산업안전보건관리방안을 만들어야 한다.

또한 폐기물처리가 끝난 폐기물들은 폐기물업체 또는 재생업체에 의해 밖으로 내보내지는데, 이때 폐기물처리를 하는 작업자들의 안전과 건강을 고려해야하고, 공장 밖으로 나온 폐기물들이 환경에 오염되지 않도록 처리해야한다.

특히, 화학기상증착법(CVD) 및 불화탄소계열 가스를 사용하는 플라즈마 장비들은 공정 후 남게 되는 각종 유해가스 및 유해 부산물들을 독립적으로 자체처리할 수 있는 시스템들이 필요하다.

또한 스크러버(Scrubber)에서 액상으로 흡착된 물질들은 외부업체(협력업체)에서 회수해서 처리하는데, 이때 이를 취급하는 협력업체 노동자들이 폐기물에 노출되지 않도록 해야 한다.

또한 반도체 공정에서 발생하는 photoresists, isopropyl alchohol, strippers, acetone, n-butyl acetate, wipes/gloves들이 외부업체(협력업체)에서 회수하여 소각 및 폐기 처리되고 있는데 이 과정에서도 이를 취급하는 협력업체 노동자들이 폐기물에 노출되지 않도록 해야 한다.

(5) 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할

"한국 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구 조직체계" 구성에서 강조되어야 할 부분은 조직체계 구성에서 무엇보다도 핵심적인 역할을 할 구성원은 작업현장을 돌면서 작업체계를 이해하고, 위해물질 노출경로, 위해물

질, 건강에 미칠 위험성을 파악하고, 작업자들의 건강상태를 파악하고, 재해(사고와 질병)를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할 “산업안전보건전문가” 라는 것이다. 이들 “전담기구” 의 “산업안전보건전문가” 들은 전자산업(반도체 제조업) 작업현장 안전 · 보건관리자들과 노동자들(협력업체 노동자들 포함)을 지도하고 이들이 작업현장에서 요구되는 산업안전보건의 문제들을 해결할 수 있도록 지도해야 한다. 또한 노동자들이 자신들의 당면한 문제를 인식하고 해결하는 주체이므로, "안전보건관리 전담기구"의 조직체계에 원청, 하도급 노동자 대표가 반드시 포함되어야 한다.

전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 역할은 첫째, 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로써의 역할, 둘째, 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하는 역할이다.

전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 활동 내용은 국가적인 차원에서 산업안전보건체계 구축을 마련하기 위한 산업안전보건관리 가치 창조, 제도 개선 활동과 “사업체 차원” 에서 산업안전보건관리체계 구축 활동으로 나눌 수 있다.

국가적인 차원” 에서 산업안전보건체계 구축을 마련하기 위한 산업안전보건관리 가치 창조, 제도 개선 활동은 ① 산업안전보건체계 구축 활동 ② 법, 제도 개선 활동 ③ 하도급업체 노동자들 관리방안 마련 ④ 교육 내용 및 프로그램 개발 ⑤ 연구소로써의 역할: 화학물질 성분 분석, 발암물질 성분 분석 및 위험성 조사, ⑥ 국제네트워크로써의 역할 ⑦ 각 정부기관의 상호 협력 구조 마련 ⑧ 체계구축을 위한 민관 협력구조 구축 ⑨ 환경보건의 차원에서 폐기물 관리 활동 등이다.

“사업체 차원” 에서 산업안전보건관리체계 구축 활동에서 대표적으로 스크러버 사업관리” 를 중심으로 한 협력업체 노동자 보호방안을 제시하면 ① 스크러버 사업관리를 위한 "안전보건관리 전담기구"의 역할 ② "안전보건관리 전담기구"의 지도적인 역할 모델 구축 ③ 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전

관리 체크리스트 작성 프로그램 ④ 비상시 위험계획 수립과 모든 관계자들의 참여방안 - 관리활성화 ⑤ 비상상황과 노출 시나리오의 도출 ⑥ 고충처리 및 건강 상담 ⑦ 하도급과 관리방식에 대한 개선사업 ⑧ 역학조사 ⑨ 산업보건관리: 노동자 면담을 통한 작업장 위해요인 파악 ⑩ 산업안전보건관리기관으로써 역할: 노동자건강"안전보건관리 전담기구"의 모델을 완전히 바꿔서 산업안전보건관리기관으로써 역할 ⑪ 반도체 업체의 폐기물에 대한 관리 등이다.

이 연구의 사회적 함의는 반도체 제조업 산업안전보건관리체계의 원칙과 방향을 노동자 보호 중심으로 전환하기 위해서 한국의 산업안전보건체계의 새로운 방향전환을 위한 방안을 제안한 것이다.

8) 이 연구의 활용방안

이 연구의 활용방안은 첫째, 한국의 산업안전보건법이나 산업안전보건 관련 제도 등을 개선하는데 필요한 기초자료로써 활용이 될 수 있고, 둘째, 한국 전자산업(반도체제조업) 노동자들의 안전과 건강을 위한 예방대책을 마련하고, 전자산업노동자 건강보호방안과 전자산업 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할 등을 마련하는데 기초 자료를 제공할 것이다. 이 연구는 궁극적으로 한국 전자산업(반도체제조업) 노동자들의 고용조건, 노동조건, 노동환경의 근본적인 개선을 위한 새로운 산업안전보건관리체계와 산업안전보건관리프로그램 구축에 기여할 것이다.

9) 이 연구의 한계점

이 연구의 한계는 첫째, 현장방문조사에서 작업공정을 다 살펴보지 못한 점 노동자들과 면담 및 토론이 부족했던 점이다.

이 연구팀은 향후 연구의 방향으로 전자산업(반도체) 전담반(task force team)을 구성하여 구체적인 산업안전보건관리 프로그램을 공유하고 만들어나

가는 일이 필요하다고 제안한다. 전담반의 구체적인 역할은 전자산업(반도체 제조업) 산업안전보건관리체계 구축과 각 대표공정의 표준작업과 위해요인 예방 지침 작성 등 산업안전보건 프로그램에 대한 방향을 설정하는 것이다.

10) 결론

한국 전자산업(반도체 제조업)에서 노동자보호방안 마련을 위해 산업안전보건관리체계를 구축해야 한다. 국가적인 차원에서 화학물질관리를 통해 위해한 발암물질의 사용을 규제하고 대체물질을 개발해야한다. 한국산업안전보건법이 작업현장에서 형식적으로 적용되는 문제를 극복하고, 실제 사업장에 필요한 "맞춤형" 산업안전보건관리프로그램 모델을 만들어내야 한다. 하도급(협력)업체) 노동자들의 산업재해 발생을 예방하고 산업안전보건관리체계를 구축해야 한다. 국가가 기업들의 생산위주, 성장위주의 생산정책으로 간과된 산업안전보건을 국가적인 산업안전보건정책으로 되살려야 한다.

한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계의 발전방향은 생산중심적이고 안전과 보건이 외면당하던 기업들의 '작업장생산체계' 를 바꿔서 전체 생산체계와 산업안전보건관리체계를 통합하고 일원화하여 생산과정이 곧 안전과 보건을 위한 과정이 되는 '산업안전보건관리체계' 로 나가는 것이다. 기존의 체계에서 벗어나서 작업장을 총체적으로 바라보고, 새로운 시각을 가지고, 작업현장을 돌면서 작업체계를 이해하고, 위해물질 노출경로와 위해물질의 위험성을 평가·분석하고, 작업자들에게 미치는 건강영향을 파악하고, 산업재해를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할 "산업보건전문가" 가 필요하다. 요약하면 이 연구는 한국의 산업안전보건체계에 새로운 방향전환을 제안하는 바이다.

참고문헌

김은아 등. 비호지킨림프종 환자대조군 연구 설계 및 타당성 조사. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건연구원. 2015.

나노종합기술원 www.nnfc.re.kr

박동욱, 변혜정, 최상준 등. 반도체 웨이퍼 가공 공정 및 잠재적 유해인 자에 대한 고찰. 대한직업환경의학회지, 2011;23(3):333-342.

박동욱, 최상준, 허정진 등. 반도체 공정 근로자 직무 노출을 추정하기 위한 설문(Job-specific Questionnaire) 개발. 한국산업보건학회지, 2016;26(1):58-63

박동욱. 반도체 산업의 웨이퍼 가공 공정 유해인자 고찰과 활용 - 화학물질과 방사선 노출을 중심으로. 한국산업보건학회지, 2016;26(1):1-10

박승현 등. 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건연구원. 2011.

박승현, 정은교. 반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건연구원. 2012.

박승현, 박해동, 신인재 (2014). 반도체 조립공정의 화학물질 노출특성 및 작업환경관리. 한국산업위생학회지, 2014; 24(3):272-280

서울대학교 반도체공동연구소 isrc.snu.ac.kr

신규식, 김태훈, 정현희 등. 반도체 FAB근무에 대한 정량적 노출지표 개발. 한국산업보건학회지, 2017;27(3): 187-192.

정동인. 반도체 산업에 사용되는 유독성 위험물질의 재해방지에 관한 연구. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건연구원. 1991.

정동인. 전자(반도체) 산업에 사용되는 유독성 위험물질의 재해방지에 관한 연구(II). 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건연구원. 1992.

한국산업안전보건공단. 산업안전보건연구원, 반도체 제조공정 근로자 건강실태 역학조사 보고서. 2009.

한국산업안전보건공단. 산업안전보건연구원, 반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사. 2008. 보건분야-연구자료, 연구원 2009-6-36.

한국반도체산업협회 www.ksia.or.kr

International SEMATECH www.sematech.org

IMEC www.imec-int.com

SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International) www.semi.org/ko/

Chen CY, Chang KC, Huang CH, Lu CC. Study of chemical supply system of high-tech process using inherently safer design strategies in Taiwan. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2014;29:72-84

Cowie HA, Creely K, Miller BG, Ahern M, Fletcher A, Armstrong B. Feasibility study into the establishment of a retrospective cohort study of workers in the British semiconductor industry. Institute of Occupational Medicine and London School of Hygiene and Tropical Medicine for the Health and Safety Executive 2005. RESEARCH REPORT 384. UK.

CANCER AMONG CURRENT AND FORMER WORKERS AT NATIONAL SEMICONDUCTOR (UK) LTD, GREENOCK: Results of an investigation by the Health and Safety Executive HSE Health & Safety Executive Crown copyright 2001 HSE BOOKS HSE (2001)

McElvenny DM, Darnton AJ, Hodgson JT, Clarke SD, Elliott RC and Osman J. Investigation of cancer incidence and mortality at a Scottish semiconductor manufacturing facility. Occupational Medicine 2003;53:419430

Nichols L and Sorahan T. Cancer incidence and cancer mortality in a cohort of UK semiconductor workers, 19702002. Occupational Medicine 2005;55:625630

Nichols L, Sorahan T (2004). Further update of cancer incidence and cancer mortality in a cohort of semiconductor workers. HSE Research Report 265. www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr265.pdf

Protocol for a further study of cancer among the current and former employees of National Semiconductor (UK) Ltd., Greenock. Health and Safety Executive and Institute of Occupational Medicine. United Kingdom. 2007.

Cullen MR, Checkoway H, Eisen EA, Kelsey K, Rice C, Wegman DH, Whitehead L (2001). Cancer risk among wafer fabrication workers in the semiconductor industry. Executive Summary. University of Massachusetts, Lowell. http://www.sia-online.org/downloads/SAC_Summary.pdf

Health and Safety Executive (2002). Inspections by the Health and Safety Executive in 2002 of manufacturers of semiconductors in Great Britain. www.hse.gov.uk/fod/eng-util/semicon.pdf

Pinkerton LE. 2007. An Assessment of the feasibility of a study of cancer among former employees of the IBM facility in Endicott, NewYork. Industrywide Studies Branch, Division of Surveillance, Hazard Evaluations and Field Studies. The National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati, Ohio.

Ministry of Manpower (MOM). A Guide on Health Hazards and Their Control in Wafer Fabrication Facilities; Occupational Safety & Health Division, Ministry of Manpower: Singapore, 1998.

Gassert T. Health Hazards in Electronics-A Handbook. Asia Monitor Resource Center.

Quirk M, Serda J. Semiconductor Manufacturing Technology. Instructor s Manual. Copyright Prentice Hall

Abstract

The Strategy of Workers' Health and Safety in the semiconductor industries in Korea

Objectives: The Strategy of protection for workers in the electronic industries, in particular Semiconductor manufacturing industries in Korea is needed.

The objective of this study was to understand the change of employment structure, to examine the worker's health and safety status, and to establish the strategy of worker's health and safety in the electronics industries, in particular semiconductor manufacturing industries in Korea.

Main Results: The electronics industries, especially semiconductor manufacturing industries has used dispatch of workers, technology service contract workers, subcontract workers. The improvement of labour conditions and considerations of health and safety among the subcontract workers in the subcontract relationship are needed.

While visiting 30 semiconductor industries to understand workers' occupational safety and health system, we found that the subcontract worker's health and safety is insufficient as the employers in the mother companies have not obeyed the [health and safety law]. The employers in the mother companies pay a small amount of money for the whole budget of health and safety among the subcontract workers, and pretend to have done their responsibility.

We also found that chemicals management system at the national level has been limitation for regulation of import or use, in particular for IARC Group 1 carcinogens as well as "trade secret" chemicals.

The services such as working environment measurement, risk assessment, special screening, health management agent regulated by [health and safety law] focused on regulation observance, therefore occupational safety and health administration program according to the worker's needs has not been developed.

Our analysis of 5 years of working environment measurement data(2013~2017) shows that the chemicals which do not belong to the "substances subject to working environment measurement regulated the health and safety law" such as trade secrets has not been measured. As the

reporting of measurement result of IARC Group 1 carcinogens means that the IARC Group 1 carcinogens has not been regulated, the epidemiologic survey as well as the strategy for reducing exposures of carcinogens are needed.

Our analysis for industrial injuries and occupational diseases for semiconductor industries for 10 years(2008~2017) showed that the industrial injuries such as poisoning by chemicals, purulent inflammation, inhalation injury, pneumonia and the occupational cancer such as breast cancer, brain cancer, lung cancer, leukemia were mainly occurred.

Chemical poisoning disaster occurred in the department of cleaning, industrial maintenance, a chemical laboratory, moving chemicals, plumbing, production process where the subcontract workers work, which implied the need of occupational health and safety among the subcontract workers. We suggest the development of subcontract workers' health and safety management model, improve the working environment(working conditions) and prevention strategy for industrial injuries and occupational diseases, development of workplace based health and safety programme, training of occupational health and safety expert.

This study suggests the health and safety organizational system in the semiconductor industries. This study suggests that this system take a responsibility for all health and safety, construct new workplace health and safety management model, and conduct the workplace management supervision as well as guidance, epidemiological investigation, risk assessment, health impact assessment.

-Implications

This study suggests the strategy for a change of direction of occupational safety and health system to switch from the principle and direction into the protection of workers.

-Utilization plan:

The result of this study can be used for basic data to improve the health and safety law or system and to provide the strategy for workers' health and safety for worker's protection and to construct the health and safety organizational system.

Keywords : workers' needs, workers' health and safety, elctronics industry, semiconductor industries

부 록

부록 Ⅲ-1. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과: 면담 내용

1. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 실태조사 결과

1) 한국 반도체 제조업의 산업안전보건관리체계 실태조사 대상사업장 (본문 참조)

2) 국내 반도체 제조업 산업안전보건관리체계: 사업장 현장조사결과 문제점과 요구도 (이 본문에 대한 부록면접내용을 아래에 수록함.)

(1) 화학물질 도입 시 화학물질관리의 문제점, 요구도, 정책 대안

부록면접 1: 영업비밀물질에 대한 국가적인 법적 규제의 필요성

안전관리자: 영업비밀에 대한 정보를 달라고 하면 주지도 않아요. 그러면 이것을 어떻게 관리를 해야 될 건지 그런 가이드라인이 저희도 있으면 하는 바람이 좀 있거든요. (사업장에서) 자체적으로 하고 있는데 이걸로 충분한가? 하는 생각들이 한번 씩 들어요. 그런데 무얼 더 해야 될까 할 때 좀 애매한 부분도 있고, 옛날에 외국 업체에서는'너희 법으로 공정하게 해 놓으면 그럼 우리도 안 줄 방법은 없다'라고 하는 말도 했어요. 지금 법에는'불순물 OO는 안 해도 된다.'라고 되어 있으니까 자기네들이 안 주는 거래요.
우리나라 법에 '영업비밀이 불가능'하게 만들어 놓는다거나, '몇 % 이상 (예를 들어 10%) 영업비밀이 있으면 안 된다'라는 규정을 만들어 놓으면 외국 공급업체들도 우리나라에 아예 납품을 안 할게 아니라면 자기네들도 거기에 맞출 수밖에 없다.' 라고 얘기를 하시더라고요. 그런 규정이라도 생기면 조금 더 나아지지 않을까? (F업체(FAB, 원청), 안전관리자, 2018.07.12.)

부록면접 2: 국가에 의한 화학물질관리가 제대로 이루어져야 한다!

반도체 장비 부품업체 N2업체(원청) 담당대리: 화학물질을 수입을 하려면 화학물질 확인절차를 밟아야 하거든요? 우리나라에서 화학물질 확인절차를 만들어 놓았어도 해외에서는 우리나라 법을 지킬 의무가 없잖아요? 그러면 우리나라도 이 법을 만들었으면 우리나라에 화학물질을 수출해주는 다른 나라한테 공문을 보내거나 협조를 구해놨어야죠. '우리나라에 이러한 법이 있으니까 당신들이 그것을 보낼 때, 우리나라 사업장에서 아마 요청을 할 것이다. 대응을 잘 해 달라.'이렇게 체계를 만들어 놔야 되는데 얼마 전에 확인절차를 하려고 관련 자료를 계속 요청을 했는데 제조사 측에서 계속 안주는 거에요, 그래서 화학물질관리원에 전화해서 물어봤어요.'우리가 법적 절차를 안지키려고 하는게 아니라 지키려하는데 제조사 측에서 관련 내용을 안준다. 어떻게 하느냐?'했더니"못하시면 과태료에요"이러는 거에요. 좀 황당해서,"제가 저희 사업장이 안 지키려고 하는게 아니라 성분내역서가 꼭 필요한 걸로 알고 있는데 그건 저희가 모르지 않냐? 제조사에서 아는데, 그걸 안 주는데 이런 경우에는 저희가 하

려고 했는데 제조사에서 안 줬다는 증명 내역서를 따로 갖고 있다던가 이런 활동으로 인해서 그걸 따로 준비대책을 할 수 있는 게 있냐?"했더니"그런 건 없다. 법대로 하시라"고. 하더라고요. 법을 만들어 놓고 법을 지킬 수 있는 시스템은 구축을 안 해놓고 시스템은 사업장에서 알아서 만들라고 하면 안 되잖아요.
질문자: 성분내역서 받아야 하는 곳이 국내였습니까 해외였습니까?
반도체 장비 부품업체 N2업체(원청), 담당대리: 다 해외죠. 화학물질확인절차는 수입이나 해외에서 받아요. 저렇게 하려고 하는데 안 되는데, 사업장에'과태료에요' 이러면 사업장은'뭐야 나보고 어떻게 하라는 거야'황당하잖아요? 법을 지키라고 해서 지키려고 하는데 시스템도 안 만들어 놓고. 예를 들어 이런 물질은 이런 현장에서 이런 형태로 취급하는데 이거는 어떻게 해야 되나요? 이렇게 하면 되나요?"저희가 좀 판단하기 애매한 것 같은데 어떻게 해야 하나요? 라고 물어보면"저희는 법대로 하라는 것 외에 답변 드릴 게 없어요."라고 합니다(N2업체(반도체 장비 부품업체,원청), 담당대리, 20180615).

부록면접 3: 반도체 제조업 작업현장에서 공정에 반드시 필요한 위해물질들을 어떻게 관리할 것인가?가 중요하다!

질문자 2: 여기는 독극물이라든지, 유해물질 같은 것들은 포함된 것들은 원천적으로 구입을 안 하는 거예요?
안전관리자: 아니요. 과거에 쓰던 걸 안 쓰진 못하거든요. 그걸 대체를 하려고 노력은 하는데, 대체할 수 없는 물질들이 있습니다. 최대한 위험성을 줄이기 위해서, 유해성은 줄일 수 없으니까, 그 이외에 신규로 들어오는 것들은 저희가 규정을 정해 놨어요. 발암변이원성(CMR)물질 중에 기준, 고시 등의 수준 이상 있으면 아예 막고요. 꼭 사용해야할 물질들의 경우에는'무조건 밀폐해서 자동화 설비로만 아니면 들어 올 수 없다'라고 규정을 해 놓고 관리를 하고 있어요. 그러나 현재 일부 CMR물질을 사용할 수밖에 없어요. 황산, 불산도 안 쓸 수 없는 문제고요.
상무: 반드시 공정에서 대체물질이 나오기 전까지는 레시피를 바꿀 수가 없어요. 전 세계 반도체는 똑같습니다. 그걸 바꾸면 생산하지 말란 얘기거든요. 황산 같은 물질을 기본적으로 사용할 수밖에 없어요.
안전관리자: 추가적으로 더 쓰지 않기 위해 노력하는 거구요. (F업체(FAB,원청), 안전관리자, 2018.07.12)

부록면접 4: 화학물질 수입업체들은 국가가 유해화학물질에 대해 제재를 하지 않고 있다고 말한다.

질문자1: 한국에서 국가가 화학물질관리를 어떻게 하고 있습니까?
담당자: 저희 회사에서는 없었던 거 같아요. 저희가 국가에 하고 있는 업무는 한국화학물질관리협회(KCMA)에 유해화학물질을 등록하고, 매년 유해화학물질취급자 실적보고입니다.
질문자1: 화학물질을 수입할 때 국가적인 시스템이 있나요? 대체물질을 개발하는 것이 있는지요?
담당자: (화학물질을 수입할 때) 3가지 독성(발암성, 동물성 변이형성, 생식독성) 정도를 파악해서 이 3가지에 해당하는 위해 화학물질을 먼저 신고를 하고 있습니다. 대체물질을 찾아보고, 대체물질을 사용하려고 하지만, 회사에서 자체적으로 대체물질을 개발하고 사용한 경우는 없었습니다. 일본의 경우에는 수출금지 물질에 대해 대체질
문자2: 등록한 유해 화학물질이 두세 개라고 했죠? 이러한 위해 화학물질을 수입하는데 문제가 없나요?
담당자: 제재는 없죠. (수입할 화학물질을) 국가에 등록만 하면 수입하는 데는 문제가 없죠. 위해 화학물질에 대해 등록만 하면 사용할 수 있어요(H1사업체(화학물질 제조 및 유통업체) 담당자, 2018.07.25).

부록면접 5: 화학물질을 들여오기 전에 환경안전보건(EHS)부서에서 확인 후 들여옴

A업체(후공정, 원청) 보건관리자: 우리 회사 환경안전보건(EHS)부서에서 화학물질을 들여올 때, 들여 오기도하고, 그 다음에 환경, 안전, 보건 담당자가 환경적인 측면, 안전적인 측면, 보건적인 측면을 확인하고, 그 다음에 최종 확인을 하고, 그리고 나서 가능하다고 통과가 되면 들어 올 수 있는 거고, 여기서 거부가 되면 구매를 할 수가 없어요(A기업(후공정,원청), 보건관리자, 2018.07.13)

부록면접 6: 화학물질을 들여오기 전에 공정기술부와 환경안전보건팀(ESH)의 검토가 있다!

K기업(원청), 환경안전팀장: 공정기술 그룹이 기술 쪽에서 화학물질이 처음에 들어올 때 우리 공장에서 쓸 수 있는 적정한 물질인지를 기술적으로 검토하고, 환경안전보건팀(ESH)이 그 물질이 위험도가 어느 정도 되는지 그런 걸 확인을 한 다음에 평가를 하고 오케이 하면 쓸 수가 있어요. 저희 ESH 그룹 담당들이 안전쪽, 보건쪽, 환경쪽에서 예를 들어 아세톤을 하나 새로 들여오려고 할 때 안전 쪽에서는 아세톤이 어떤 위험이 있으니까 어떤 조치를 해야 된다. 보건 쪽에서는 CMR물질은 아닌지? 어떤 특수 공정이나 작업환경 측정이 필요하다. 그런 걸 검토하고 그 다음에 내부 기준이 있어요. 화학물질 들여올 때 발암성(CMR)물질은 웬만하면 안 쓰려고 하거든요. 이 작업을 위해 화학물질의 카스넘버를 통해서 MSDS를 조회해서 확인을 합니다."(K기업(FAB,원청), 환경안전팀장, 2018.07.04).

부록면접 7: 화학물질 들여올 때 MSDS로 확인

SS기업(재료생산업체, 납품업제) 안전관리자: 일단 유독물, 위험물, 일반으로 나누고, 허가대상인지 아닌지를 파악하고, 위험물 이런 거 다 NCIS에 들어가 보면 있는데 카스넘버를 다시 쳐보면 거기 유독물인지 유독물이 몇 프로인지 아닌지 그런 게 다 나와서 확인하고 나서 입고시키죠. 그게 아니면 허가진행을 시키고 난 다음에 입고가 되죠. 신규 물질에 대해서는 신규 유독물에 대해서는 화관법 허가가 있어야지 사용할 수 있어요. 그전에 장애영향평가가 되어야지 허가를 받을 수가 있어요. (화학물질이) 독성인지 아닌지 파악하려면 카스 번호로 화관법에서 보면 유독물질, 사고대비물질 이런 게 다 있거든요. 거기에 해당되는지 안 되는지 확인해요. 그거를 분석의뢰를 하거나 그러진 않고요. 어차피 물질을 MSDS를 분석해서 받은 거니까. 1차적으로 MSDS를 확인하고 두 번째로는 카스넘버를 가지고 NCIS? 화학물질정보시스템를 통해 알아봐요(SS기업(재료생산업체,납품업제) 안전관리자, 2018.07.24)

부록면접 8: 한 사업장에서 화학물질관리의 예

질문자 : 새로운 화학물질이 들어올 때, 전반적으로 어떻게 관리하고 있습니까?
상무 : 화학물질관리에는 우리의 절차가 있죠. 물질 들어오는데 자체적으로 사전승인을 해야 하는데, 사전승인 할 때 우리 담당자들이 보건관리자, 안전관리자, 환경관리자, 이게 독소물질인지, 우리나라에서 지정되지 않은 화학물질인지 등을 파악을 해서 만약에 독소물질이고 들어오지 않을 거면 사전승인 단계에서 구매할 수 없게 합니다. 그것이 결정되어야지 구매할 수 있는 번호가 나오고, 그래서 구매에서 결정합니다. 설비든 약품이든, 새로 들어오는 약품들은 테스트 단계부터 굉장히 중요하게 생각합니다. 그렇지 않으면 요즘에는 괜히 썼다가 반도체 보건관리에 문제가 많잖아요. 그것 때문에도 저희들은 아까 얘기 했지만 노동부가 하고 있는 매년 한번 씩 저희가 한 사항에 대해서 발표를 하고, 그리고 반드시 협회가 있어요. 정책협의회라고 임원급 되는 사람들이 모여요. 하이닉스하고 삼성반도체하고 상무급 이상 되는 사람들이 같이 논의해요. 거기 회장님이랑 이런 문제 정책적인 문제들에 대해서요. 아까 말씀드린 화학물질관리법 때문에 사실 기업들은 내년까지 지금 상태에서 보완하려면 문제들이 많이 있거든요. 그래서 컨설팅도 시키고 있어요. 대기업인 삼성 같은 곳에도 문제가 굉장히 많아요. 투자를 지금 엄청나게 해야 돼요. 그러다보니까 정책협의회에서 저희들이 안건을 내면 협회에서는 아무래도 우리 기업보다는 수월하니까. 산자부라든지 환경부 등에 연락을 해서 이건 기업이 너무 부담이 된다. 이런 것들은 좀 안하면 어떠냐. 건의도 하고.
질문자 : 아까 사전승인프로그램이 있다고 하셨는데, 그게 독성인지, 아닌지를 어떻게 검토를 하셔요?
상무 : 미리 MSDS 자료를 받아보죠. 화학물질을 신청할 때 무조건 MSDS를 포함하도록 하죠. MSDS가 포함이 안 되면 안 돼요. 만약에 혼합물질 같은 게 있다면, 영업비밀이 있잖아요. 반도체에 어떤 자기네 노하우 때문에 안 밝히는 경우가 있어요. 그럴 때는 공급업체에게 우리가 '성분확인서'같은 것 을 받죠. 만약에 물질 안에 너희들이 밝히지는 안했지만 독소물질이라든지 우리가 요구하지 않는 그런 금지된 물질이 있으면 이건'거부'할 것이다. 거

기에 대해서 싸인 해라. 그렇게 받아놓고 필요하면 저희 나름대로 돈을 줘 분석을 해요. 그 분석비용이 굉장히 많이 들어가요. 아마 분석하는데 거의 5천만 원 이상 들어가요. 혼합물질이 무언가는 들어가 있는데 모르잖아요. 그래서 그렇게 우리가 부담하는 경우도 있고, 아니면 예를 들어 듀퐁사에서 (한국으로) 수출을 한다고 하면, 한국에 전체적으로 수출을 하니까 대표적으로 당신네 회사에서 잘 알고 있으니 이 물질에 대해서 분석한 걸 신고를 해라! 보안, 정보 지켜주는 조건을 그렇게 해서 또 돈 안들이고 해결하는 방법이 있습니다(F업체(FAB,원청), 안전관리자, 상무, 2018.07.12).

부록면접 9: 국가적인 차원에서 화학물질의 성분분석의 필요성

질문자: 화학물질을 구매할 때, 회사 내에 화학물질 승인절차가 있는지요?
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 네 있습니다. PLM 시스템에서 조정돼가지고 새로운 약품을 쓰고자 하면 저희들한테 들어와요. '이걸 검토를 해 달라.'고. 그럼 저희들이 그걸 보고서 안전이라든지 환경상 위해성이 있는지 없는지 보고, 우리가 검토한 다음에 물질성분확인서(LOC)를 받아요. 그 쪽 회사에서. 우리가 발암성(CMR) 물질인지를 받아가지고 들어있는지, 안 들어 있는지, 이것 먼저 받고. 이상이 없으면 통과해서 품질 쪽에서 제품상의 이상이 없는지 등을 확인하고 최종적으로 시설환경팀(환경안전부)에서 확인 후 이상이 없다고 하면 최종 승인이 되는 구조로 되어 있어요. 그래서 하나의 물질이 들어올 때는 몇 달씩 걸릴 때도 있습니다. 저희가 그 신뢰성 검증이나 벌크테스트를 요청을 해도 비용이 들어가다 보니까, 공급 업체가 영세하니까 못 해와요, 발암성(CMR) 물질이 없다는 정도만 확인해 주죠. 저희들이 의심스러우면 MSDS 신뢰성 검증을 하고 또 영업비밀물질이 들어있을 경우에는 벌크 테스트까지 진행하고 있는 사항입니다.
원래는 공급 업체에 부담을 줘야 하거든요 그런 것 같은 경우는 공통으로"(가칭)안전보건"안전보건관리 전담기구""에서 그런 작업을 하고 공개를 하면 문제가 없다고 생각을 하거든요. 그럼 손쉽게 갈 수 있는 부분이 있는 것 같아요."(가칭)안전보건"안전보건관리 전담기구""가 그런 걸 해결해준다면 좋죠.
(A2사업장(후공정,원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 10: 소규모회사의 보건관리자는 발언권이 없습니다!

우리 같이 조그마한 회사나, 그런 이해력이 없는 회사들은 그냥 무조건 써요. 나는 몰라, 언제 들어왔는지. 나중에 MSDS 신규물질 넣어줘서 보면 이게 독한물질이야. 그래도 손을 못 쓰는 거야. 발언권이 없는 거예요. 그래서 이게 관리자들이나 환경안전팀이 있어서 제도적으로 해줘야지만 이런 걸 예방을 하고 차단시키는 시스템이 된다는 얘기죠. 나 같은 경우도 혼자 일하니까 이게 힘이 없는 거예요. 시스템을 갖다 이야기를 해도 잘 안되니까. 솔직히 강력하게 위에서 그러면(정부에서 주장하면) 시스템이 있다면 걸러지겠죠. 나중에 안 좋은 물질은 자꾸 건의를 해가지고 없애고. 이소프로필알코올(IPA)처럼. 자꾸 이야기를 해야지 되는데 훨씬 힘들다는 얘기죠(A2사업장(후공정, 원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27).

부록면접 11: 신규물질에 대해 화학물질 독성평가와 위험성 평가

질문자: 신규물질에 대해서 물질의 독성과 유해도를 확인하고 계신지요?
W1사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 담당자: 그건 못하고 있죠. 우리가 뭐, 따로 신규 화학물질이 들어온다고 하면 환경팀이 화관법(화학물질관리법)에 의거해서 뭐 사고대비물질인지 독성물질인지 사업장에서 사용해도 되는지에 대한 것을 확인하고, 보건팀은 그 물질이 작업환경측정대상물질인지, 특수검진대상물질인지 등을 확인하고 있어요. 신규 물질에 대해서는 다 그렇게 하고 있습니다. 근데 화관법 쪽에서'(사용이)어렵다, 사용이 불가하다'라고 하면 못하는 경우도 있고요. 어차피 영업등록신고를 해야 돼서, 어느 정도 준비 하고 있습니다(W사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 담당자, 과장, 20180618)).

부록면접 12: 화학물질 성분분석의 필요성

반도체협회: 반도체 제조업들에 공통적인 것을 보자면, (반도체 제조업에서) 화학물질을 엄청 많이 취급/사용하고 있는데, 아시겠지만 MSDS 작성대상이 0.1% 이상만 작성해야 하잖아요. 그러니까 첨가제로 들어간 물질들에 대해서 잘 몰라요. 그래서 그거를 자체적으로 분석하는 그런 것이 많이 비용이 녹록치 않아요. 회사가 삼성/하이닉스만 있는 것이 아니라 많잖아요. 정부차원에서 그거를 분석을 해주는 기관이 만들어주면 좋겠다. 하나의 물질이 A산업에만 들어가는 것이 아니라 B산업과 C산업에도 들어가니까 0.1% 이하짜리가, 도대체 뭐가 들어갔는지 큰 회사들은 자체적으로 분석하겠지만 작은 회사들은 분석 할 여력이 안 되니까. 그리고 큰 회사에서 이거를 분석한다 하더라도 이거를 전체 다 공유는 안 할 거 아니에요. 공유를 할 수도 없는 거고. 왜냐면 그것들이 케미컬 제조사의 영업비밀이 될 수 있는 거예요. 그래서 국가 차원에서 분석을 하면 얼마나 좋을까(생각합니다.) 분석 "안전보건관리 전담기구"를 만들어 주시면(한국000산업협회, 000팀장, 2018.06.11).

부록면접 3: 앞에 있음

부록면접 13: 국가가 화학물질관리를 해주어야 할 필요성

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 신뢰성 검증을 해도, 공단 해석하고 민간회사의 해석하고 차이가 있을 수 있어요. 그런 차이가 있거든요? 그래서 예전에 우리가 작년에 2015년도 보건관리 신뢰성 검증을 했을 때, 공단연구원들이 가지고 와서 자기네들이 신뢰성 검증을 해서 과태료 받은 적이 있거든요. 그래서 그걸 조목조목 제조회사에서 조목조목 의의제기를 해가지고 몇 건에 대해서는 우리가 과태료를 안 먹은 사례가 있어요. (그렇듯이) 실질적으로 해석의 차이가 있고, 그래서 나는"(가칭)안전보건"안전보건관리 전담기구""에서 이런 것들을 해결을 해줬으면 좋겠어요. 그리고 너무 노동부고시가 어려워요. 그걸 전반적으로 공부한 사람도 헷갈릴 정도로. 너무 어렵습니다. 매뉴얼이라고 하지만.....
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 시간이 소요되는 작업이잖아요? 신뢰성이라는 게 노동부 지침에 따라서 순서대로 보는 것 말고 더 있어요? 없잖아요. 신뢰성 검증이라는 게. 실험을 통해서 값을 얻어내는 것도 아니고, 신뢰성 검증이'잘 맞게 되어 있나'이거 밖에 없어요.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 노동부고시에 의해서 작성이 되었는지, 안되었는지. 그것만 보는 거죠(A2사업장(후공정, 원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27.).

부록면접 14: 화학물질 제조회사들이 화학물질관리를 잘 할 수 있게 해야 한다.

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 화학약품 제조 회사들에게는 실질적으로 법을 준수해서 납품할 수 있게끔 해야 합니다. 보건관리자나 안전관리자들이 확인해야 할 사항들이 굉장히 많고. 안 되어 있으면 그게 또 시행이 잘 안돼요. 정부차원에서 "안전보건관리 전담기구"가 설립이 된다고 하면 중소기업 쪽으로 지원을 많이 해서, 특히 화학물질 제조회사나 납품회사 같은 경우에는 관련법을 100% 준수해서 납품이 될 수 있게끔 그렇게 해줬으면 좋겠어요.
그게 항상 지적사항이거든요. 우린 잘한다고 하는데, 우리가 날이면 날마다 현장 나가서 확인할 수는 없는 거잖아요? 근데 뭐 잘못되어있고, 규격이 안 맞고. 노동부 고시에 다 틀려있고. 그러한 것들 때문에 계속 악순환이 되는 것 같아요. 그런 것 때문에 노동부 점검 나오면 계속 적발이 되고 지적이 되고 책임도 따져야 되고 그런 현상이 좀 많더라고요.(A2사업장(후공정,원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 15: 한 수입업체가 경험한 영업비밀물질에 대한 대응과정

질문자1: 화학물질들이 수입되어 들어올 때 아까 영업비밀물질 그런 거 들어온다고 했잖아요? 영업비밀물질에 대해서는 어떻게 관리합니까?
담당자: 영업비밀의 경우, MSDS정보가 그냥 물음표(?)로 되어 있더라고요. 물질 이름은 있는데 뒤에 카스넘버인가 함량인가가 물음표로 되어 있던 걸로 기억해요. 이럴 땐 수출업체에 직접 (화학물질에 대한 정보를) 요청합니다. 전화를 해서 수입하려는 화학물질이 위험물질이라 한국에 등록을 해야 한다고 설명하죠. 물질의 카스넘버가 아니면 함량을 따로 작성해서 등록했었어요. 그 때 화학물질이 혼합물질로 성분이 몇 개있는데 그중에 하나가 위험물질 이어가지고, 그게 물음표(?)였어요. 그래서 물어봤죠.
질문자1: 그게 물음표인지는 어떻게 알았어요?
담당자: 그 화학물질중의 MSDS를 받아서 보니, 한 가지 성분이"위험물질"이라고 등록되어 있어서 그 물질이 위험물질인 것으로 생각하고 수출업체에 요청을 했죠.
질문자1: 위험물질로 판명 나면 그거에 대해서 국내 구입 업체에게 정보를 주나요? 아니면 화학물질관리법에 의해서 등록만 하세요? 아니면 어떻게 하세요?
담당자: (등록 시에) 취급하는 업체들을 다 등록해야죠. 어떤 물질에 대해서 등록할 때 각 업체들이"이 물질을 어떤 용도로 사용할 예정이다"라고 등록을 해야 그 업체들도 공급을 받아서 사용할 수 있어요.
질문자1: 국내 구입 업체에는 화학물질(제품)을 팔 때 다 같이 주세요? MSDS나 물음표로 된 성분 파악한 것들을 다 줍니까?
담당자: 예, 다 드려야죠. 거기서도 함량을 다 알아야지 어떻게 사용하는지 알 수 있으니까요. 수출업체에서는 대부분 웬만하면 잘 안 알려 주죠. 그것도 영업비밀이니까요.
질문자1: 그럼 수출업체가 화학물질 정분을 알려주지 않을 때는 어떻게 하나요? 수입업체에서 화학물질들을 분석하는데 보내고 하시나요? 아니면 성분을 모르실 경우에 어떻게 해요?
담당자: 어떤 물질인지 직접 제조사한테 물어봐서 확인하거나 아니면 말씀하셨듯이 그거를 알려줄 수 없다하면 수출업체에'이 물질 자체는 위험하지 않다'라는 확인서, 물질확인증명서를 요구해서 받습니다. 그렇게 하지 않으면 화관법에 저촉이 되니까요(H1사업체(화학물질 제조 및 유통업체), 담당자, 2018.07.25).

부록면접 1: 앞에 있음

부록면접 16:

담당자: (화학물질을 처음 제조한 사람이) 그 화학물질이 유독물일 경우에는 고시를 하게 돼 있어요. (환경부에) 고시를 통해서 알리게끔 되어 있고요. 유독물이 아닐 경우에도 고시를 하게 되는데 기업비밀에 들어가 있는 사항은 알리지 못하도록 "비밀 유지"를 요청할 수도 있고요. 유독물인 경우에는 그거와 상관없이 알리게끔 되어 있어요. 그런데 유독물이라도 일부 내용, 즉 무슨 성분이 몇% 등은 알리지 않아도 됩니다. 즉, 이게 유독물이다. 라는 것만 고시가 나오는 거죠. 기본적인 성질에 대해서 만요.
질문자: 유독물이라는 기준이 어디에 있어요?
담당자: 과학원 기준으로 우리나라 기준인데, LC50, LD50 이런 것도 있고 인체 흡입독성, 발암성 등도 있어서 이 기준을 넘어버리면 그 화학물질은 '유독물이다'라고 판단하는 항목들이 있습니다. 이렇게 판단해서 화학물질을 유독물로 지정해야 된다하면 유독물로 지정되어서 고시가 되는 거죠.
이 화학물질에 대해 환경부에 "공개보호(비밀유지)"를 요청하면 기본적인 성질만 포함되어서 "유독물이다"라고 고시가 되는 것입니다. 물질보호 요청을 하면 "유독물이다"라고 공개가 되는 것입니다. 이때 유독물일 경우에 카스번호와 제품명이 공개가 되는 것입니다. 그런데, 단일물질의 경우에는 카스번호와 제품명이 공개되므로 물질의 성문과 비율(100%)이 알려지는 것인데, 혼합물질의 경우에는 성분은 알려지더라도 비율을 비공개할 수 있고요, 성분도 비공개를 하려면 "미상(UNKNOWN)"으로 해서 비공개로 할 수 있습니다. 카스번호가 없는 것도 있어요. 아직 부여가 안 된 제품도 있고, 새로 만들어진 것 도 있고, 그리고 또 성분을 알려서는 안 된다 할 경우에는 카스

번호 자체도 부여도 안하죠.
질문자: 그러면 새로 만든 거나 카스번호 없는 거 이런 것들이 유독성일 때는 어떻게 해요?
담당자: 대신에 그거는 명칭에는 포함이 안 되는 데 취급 시 주의사항이라든가 유독성이라든가 독성 이런 데는 그 성분이 포함된 그런 내용으로 기재를 해요.(H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26)."

부록면접 17: 화학물질관리 절차의 문제점

질문자: "어떤 물질이 유독성이다 아니다 라는 것을 누가 확인하는 거예요?"
담당자: 저희(회사)가 화학물질확인명세서에 "유독물이다/아니다"를 표시해서 화학물질관리협회에 보내죠.
가끔 MSDS가 만들어지는 과정에서 그런 자료가 없을 경우가 있습니다. 실제 어디서든 시험한 적도 없고 또 다른 외국에서도 그런 자료가 없고 그런 것들을 '자료없음'이라고 한 거는 있고, 자료가 진짜 없으니까.
질문자: 이 MSDS는 누가 만들어요?
담당자: 이거는 전문적으로 만들어 주는 데가 있습니다. 컨설팅 업체가 있는데, 여기 자료 없다는 게 진짜 자료가 없는 것도 있고 그래서 요새는 '자료없음' 보다는 '해당 없음'이라고 많이 바꾼다고 합니다.
질문자: 그렇게 만들어진 MSDS를 (화학물질을) 구매하는 업체들에게 제공한다 이 말씀이에요?
담당자: 그 내용에 따라서 MSDS를 요청하면 MSDS를 보내드리기도 하고 또 예를 들어서 내용에 '자료없음'인 데 이 내용에 대해서 구체적인 자료가 필요하다 하면 저희도 찾아서 제공한다든가 진짜 자료가 없는 것은 저희도 어떻게 할 수 없는 거고요(H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26).

부록면접 18: 공급사나 산업안전보건공단의 MSDS 정보가 틀린 것 도 많다!

K기업(FAB원청) 보건관리자: 공급사가 화학물질을 제공할 때 영업비밀물질이라고 기재를 아예 안 하는 게 있어요. 영업비밀물질에는 카스넘버도 없고, 함량이 기재 안 되어 있는 것도 있고, 아예 물질이 기재 안 되어 있는 것도 있어요. 저희는 분석할 수 있는 연구소 같은 게 없어서 민간 분석의뢰"안전보건관리 전담기구"(SGS)로 의뢰를 보내죠. 그런데 보내도 구성 물질을 다 알 수는 없고 위험한 물질이 들었는지 안 들었는지 만 알 수 있다고 하더라고요. 저희가 확인해야할 물질이나 발암성(CMR) 같은 것을 이야기 해주고요.....비용이 좀 비싸거든요.
질문자: 산업안전보건공단 홈페이지에 있는 MSDS 자료도 참고하신다고 하셨죠?
K기업(FAB원청) 보건관리자: 간단하게 볼 때는 산업안전보건공단에 들어가 보고, 공단 정보도 신뢰성이 좀 떨어져요, 많이 떨어져요.
K기업(FAB원청) 환경안전팀장: 공급사에서 주는 것도 많이 떨어져요.
K기업(FAB원청) 보건관리자: (산업안전보건공단)에 있는 MSDS가 틀린 것도 여러 번 봤어요. 전화해서 이거 틀렸다고 고쳐 달라고 하면 알겠다고 하고. 나중에 들어가 보면 그대로 있기도 해요. 당장 MSDS정보를 바로 볼 때는 그래도 공단께 편하니깐 보기는 합니다. 일일이 국제 사이트에 들어가서 검색하기도 어려워서 당장은 공단 것을 보기는 합니다(K기업(FAB,원청), 보건관리자, 환경안전팀장, 2018.07.04).

부록면접 19: 영업비밀물질에 대해서 혼합성분의 비율을 비밀로 하더라도 물질 성문을 알려주어야 하는 게 아닌가?

K기업(FAB 원청), 환경안전팀장: 저희가 고민했던 부분이 몇 퍼센트는 영업비밀이라고 하더라도 최소한 뭐가 구성성분으로 있는지 정도는 쓰여 있어야 되는 게 아닌가? 하는 거죠. 그런데, 최근에 발견한 것은 구성성분도 아예 영업비밀이라고 밑에 써져 있는 게 '정보 없음', '기재 없음' 이런 식으로 다 하더라고요. 그러니까 말이 MSDS지 아무런 정보를 제공하지 않는 경우가 있더라고요. 그러니까. 영업비밀인 거는 인정을 하지만 법에서도 비밀로 되어 있는 거는 괜찮다 이렇게 되어있긴 하지만 최소한 그 카스번호랑 어떤 물질이 들어 있는지는 알려 줘야 되는

게 맞지 않아요?(K기업(FAB,원청), 환경안전팀장, 2018.07.04).

부록면접 20: 화학물질관리방안을 제시해줄 수 있는 전문적인 국가기관과 전문가가 필요

안전보건관리자: "국가가 한다면 시설점검을 돌아봐줄 수 있는 auditor, 정말 시설을 제대로 봐 줄 수 있는 전문가가 있으면 좋겠어요. 교육을 하고. 우리나라에서 교육을 못 받으면 연수라도 갔다 와서 전문적인 지식을 배워야죠. 유럽의 오래된 화학물질관련 대학들은 노하우가 굉장히 많거든요. 연세가 많으신 전문가들이 많으신데 굉장히 예리하고 잘 보시죠. 보험회사들이 주로 audit을 하는데, 그런 보험회사에서 좋은 auditor들이 많아요. 그래서 자기네 auditor가 없으면 전문적인 보험회사를 끼고 한다든지 하면 좋을 것 같고요, 국가가 예산을 마련해서 "그래, 여수 산단이 노후화됐어? 국가가 전문적으로 봐 줄게"하면서 처벌이 아니라"여기가 제일 위험한 것 같아. 여기를 먼저 보수하면 좋겠어."라고 할 수 있으면 좋겠어요. 그건 개인 기업이 하기 힘든 거잖아요? 점검 받고 나서 체인지 하는 거는 사업주의 몫이겠죠.(M1사업체(화학물질 제조업체), 안전환경담당자, 2018.08.29)"

부록면접 21: 회사가 이윤을 고려하다보면 유해물질을 쓸 수밖에 없다.

K기업(FAB원청) 안전환경팀장: 비수기나 경기가 안 좋은 쪽으로 가게 되면 (유해물질을) 쓸 수밖에 없는 입장이거든요. 경쟁력 때문에, 더 위험하더라도 가격이 싸다면 그것을 쫓아 갈 수밖에 없어요. 경기가 나쁘게 되면 구매하는 부서에 가장 큰 임무가 노동자의 보건이나 건강보다는 원가절감 쪽으로 쏠릴 수밖에 없거든요. 회사가 이익을 내기위한 기업이다 보니 (노동자의 건강은) 밀리죠 (K기업(FAB,원청), 환경안전팀장, 2018.07.04).

부록면접 22: 화학물질에 대한 정보를 정확하게 파악하는 게 필요

질문자: 국가에서 화학물질에 대한 정보를 제시하면 어떨지요? MSDS를 제공하면 어떨까요? 화학물질 구매 할 때 유해성에 대해서도 보증을 해주면 어떨까요?
W1사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 담당자: 보건관리자 입장에서는 참 좋을 것 같아요. 신규 화학물질에'자료없음','알 수 없음'그런 부분이 좀 없지 않아 있는데, 거기에서 또 법적으로 연구소에서 사용하는 물질로 또 빠져나갈 수 있는 항목이 좀 있는 것 같아요. 사전에 화학물질에 대한 정보를 정확하게 판단해서 문제없는 물질이다라고 하고 들어온다고 하면, 보건관리자 입장에서는 좀 더 관리하기가 용이하겠죠. 모르는 것 보다는 MSDS보고 알 수 있으니까(W1사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 담당자, 과장, 2018.06.18)).

부록면접 23: 개별 사업장에서 화학물질 성분분석을 하기에 어려운 점이 있다!

보건관리자: "신규 물질 같은 경우에 혼합물질 중에 영업비밀이 있어서 발암성이 의심이 될 때 MSDS 신뢰성 평가도 하고요. 화학물질 수입 시 외국 공급 업체들이 물질의 정보를 제공하지 않을 때가 있는데 그런 경우에는 성분분석을 진행하고 있어요. MSDS 같은 경우는 신뢰성 평가를 해서 작년까지 1차적으로 거의 다 되었고요. 올해 2차로 진행할 예정입니다. (여기에 연구소가 있는 거예요? 그런 것을 분석하려면) 외주로 진행하고 있어요. 아까 말씀드린 아르곤이나 아세톤 외에는 거의 혼합물질이라 보시면 되요. 그런데 조성이 MSDS에서 영업비밀이 많잖아요.
화학물질의 위험성을 판단하기가 힘들죠. 화학물질 자체가 대부분 유해물질인데, CMR같은 경우 발암성, 생식세포변이원성, 생식독성 물질 등등 이런 것까지 파악을 해야 되는데 그것까지 하려면 사실 버겁죠. 정부에서 지원하는 건 그 외까지 얘길 하는 것이고 내가 보기에는 쉽지는 않을 거 같아요. 이거 위주로 아마 가닥을 잡아나가야…… 저희 회사도 그 기준으로(A1업체(후공정,원청), 보건관리자, 20180712).

부록면접 24: MSDS갱신의 필요성

W1사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 담당: MSDS 자료를 갱신하고 좀 많이 채워 넣어주셨으면 좋겠어요.
W1사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 과장: 갱신부분도 정말 중요한 것 같아요. 최근 거 달라고 해도 말 그대로 3년 4년 전 것들이 사실 많거든요. 근데 그 쪽 업체로 얘기하면 이게 최신 것이다! 라고 하는 경우도 많고. MSDS 기준을 1년에 한 번씩 (갱신하게끔). 그러면 다 그 날짜로 MSDS 받으면 되니까, 참 우리 보건관리자도 MSDS 수시로 확인하고 해야 되는데, 갱신 날짜 보면 2014년 2015년이라고 되어 있는데 그게 최신 자료인지도 몰라! 또, 많이 빠져나가는 부분이 많아요. MSDS상에는 정확하게 어느 정도는 유해위험성 정확하게 근로자들에게 알권리를 좀 알려줬으면 좋겠어요. 말 그대로 연구소다 보니까 연구소에서 이용하는 것들은 '알 수 없음' '해당 없음' 이런 것도 많거든요(W1사업장(재료업체, 원청), 환경안전팀 담당자, 과장, 20180618)).

부록면접 25: 화학물질제조업체들은 MSDS를 어떻게 만들고 있나?

안전환경팀장: (MSDS를) 전문적으로 만들어 주는 컨설팅 업체가가 있습니다. 기존 물질에 대한 MSDS는 몇 만 가지가 있는데, 그것은 산업용으로 사용하지 못하거든요. 내부 근로자들 교육자료 로만 쓸 수가 있어요. 다른 업체에 물건을 팔면서 그거를 줄 수는 없게끔 되어 있어요. 그래서 외부 업체에다가 용역을 주어서 MSDS를 만들게 해서 업체에 제공합니다. 영문이나 중문, 일문 이런 걸 회사에서 자체적으로 하기는 힘들고 그 나라 법이 어떤지 그런 걸 다 감안해서 하려면 전문 업체에 용역을 주는 거예요(H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26.)."

⑤ 화학물질제조업체에서 MSDS관리의 문제점과 국가적인 요구도

㉠ 현장에서 바라보는 MSDS관리의 문제점

부록면접 18: 위에 있음

부록면접 26: 산업안전보건공단 MSDS는 혼합물질에는 적용하기 어렵다!

SS기업(재료생산업체, 납품업제) 안전관리자: 산업안전공단 홈페이지에 수록된 MSDS는 그냥 공용 스탠더드죠. 저희가 단일품보다는 혼합품을 많이 쓰기 때문에 산업안전공단의 MSDS를 쓸 수 없어요. 그리고 만약에 황산이나 이런 거 1에서 90 프로고 나머지 10 프로는 부가 물질이 포함되어 있는데 거기 것은 100 프로 황산일 경우에만 이니까 아예 물질이 다르죠.(SS기업(재료생산업체, 납품업제) 안전관리자, 2018.07.24)

부록면접 27: MSDS에 대한 신뢰성 검증을 할 필요가 있다고 한다!

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 현재 산업안전공단 연구원에서 그 화학물질"안전보건관리 전담기구"가 있잖아요? 거기서 MSDS를 전체를 신뢰성 검증을 하면 좋겠다고 건의를 했었는데요, 거기도 안 된다고 그러더라구요. 왜냐하면 시중에 유통되는 약품들이 90%정도가 내가 알기로는 잘못되어 있어요.
(A2사업장(후공정, 원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 28: 소규모 하도급업체에 대한 지원이 필요

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 지금 공생 협력을 하고 있는데, 취지는 좋은 거예요.

공생협력의 의미는 1000인 이상 대규모 사업장에는 자율성 (보장을) 해가지고 인정을 해주는 것도 괜찮다고 봐요. 그런데 5인 이하 소규모 사업장에서 화학약품을 취급하는 곳도 많아요. 우리 업체에 납품하는 곳을 보면 영세사업장이 많잖아요. 그런 분들을 대상으로 해서 적극적으로 지원하면 좋죠. 저희들도 국가에서 그렇게 해주면 안심하고 할 수 있는 거고요. 저희들도 화학약품들 다 검증하려면 비용이 들어가요. 그러니까 "(가칭)안전보건"안전보건관리 전담기구"에서 그런 역할을 해주시면 (좋을 것 같아요)(A2사업장(후공정, 원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 29: 국가가 MSDS를 공동관리하고 여러 업체들이 공유해서 사용하면 좋을 것!

안전관리자: 노동부 등에서는 MSDS 신뢰성 검증을 저희한테 하라고 하거든요. 저는 차라리 제조를 하고 MSDS가 나오면 그거를 검증하고 시장에 배포를 하면 굉장히 신뢰가 있잖습니까? 그런데 그런 게 없다보니까 그리고 '보건관리추진단'이라고 매년 국장님 주관으로 열리는 모임이 있거든요. 그걸 하면 업체한테 다 신뢰성 검증해라.. 그러면 저희도 사실 그런 것들이 비용 부담도 크거든요. 물론 삼성이나 이런 곳은 워낙에 자산규모가 크니까 투자도 많이 하기는 하죠.
상무: 이게 이중삼중으로 어렵게 만들죠. 우리가 화학물질을 구매한 것은 다 비밀인데 이것을 다 공개할 수는 없잖아요? 그러니까 똑같은 물질을 반복적으로 분석하는 거예요.
안전관리자: 같은 물질일텐데 00업체도 요청할거고, 저희도 요청할 것이고요.
질문자: 그거 분석하는데 돈 엄청 들겠네요. 국가적인 낭비일 수도 있겠네요.
안전관리자: 법적인거 이외의 것들을 관리하는데 하긴 해야 되잖아요. 그런 부분에 대해서는 '너희가 해!' 라고 하면서 사업장한테 알아서 하라고 하는 측면이 있죠.
상무: MSDS 같은 경우 들어오면 국가기관에서 해서 인증서를 발급 받으면 공동으로 다 쓸 수 있게끔 하면 될 거 아니에요? 그러면 돈도 절약하고.. (F업체(FAB,원청), 안전관리자, 상무, 2018.07.12)

부록면접 30: 작업현장의 안전관리자들과 보건관리자들에게 전문적인 지도가 필요하다!

A2사업장(후공정,원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 어찌되었든 물질안전보건자료는 제조회사에서 만들지 않습니까? 일명 공단에서도 '쓰레기 자료'라고 말씀을 하시던데, 제조회사에서 만든 자료는'쓰레기 자료'라고 해요. 그런 것들이 좀 없어지도록 규제를 좀 해야 하지 않을까. 우리는 어쩔 수 없잖아요? 거기서 받아가지고, 우리가 일일이 또 확인할 수는 없는 거잖아요? 그런 걸 좀 바로 잡아줬으면 좋겠어요.
공단에 지금 일이 너무 많다보니까, 실질적으로 보건담당 공단직원하고 통화를 하면 이런 전문적인 것도 잘 모를 뿐더러 시간도 없더라고요. 워낙 정부에서 지시받는 일이 많다보니까.
자문을 해줘야 하는데 자문이 안 되잖아요? "안전보건관리 전담기구"에서 그런 것들을 확실하게 바로 잡아 줬으면 좋겠습니다. 될지 안 될지는 모르겠는데. (A2사업장(후공정,원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 24: 앞에 있음

부록면접 31: MSDS 내용을 알기 쉽게 만들 필요

N1사업장(재료업체. 원청), 과장: 안전공단에서 차라리 우리가 부착해야 하는 MSDS를 표준화해서 나눠주면 좋겠어요. 왜냐하면 다 제각각이에요. 사업장마다 사이즈도 다르고, 어떤 공급업체는 A3, A4로 출력해서 갖다 주기도 하거든요. 화학물질 성분에 관련된 것이 있으면 거기에 대한 MSDS를 세트로, MSDS, 경고표지, 그림이나 그런 것들을 제공해줬으면 좋겠어요. 예전엔 더 좋았어요, 안전공단에서 받아서 가끔 스티커나 이런 것 주잖아요? 그런

형태가 아니라 안전공단에서 실제 작업환경에 맞게끔 딱 사이즈별로 해가지고 줬으면 좋겠어요. 공단에서.(N1사업장(재료업체. 원청), 과장, 2018.06.18).

5) 대체물질

부록면접 32: 대체물질을 사용할 수 있죠

(질문자1: 대체물질 같은 것도 고민하시나요?)
담당자: 대체물질 같은 것도 있죠. 이번에 일본에서 수출하는 물질이 있는데, 그 물질이 일본에서 수출이 금지되어서 저희 회사가 대체물품인 B를 수입한 경우가 있거든요. 그런 물질이 두 개 정도 됩니다. 일본에서 A물질은 수출이 안 되니까 대체물질인 B로 구입을 했으면 좋겠다고 의견을 주어서 그렇게 하고 있거든요.(H1사업체(화학물질 제조 및 유통업체), 담당자, 2018.07.25).

부록면접 33: 국가차원에서 대체물질을 개발하는 것이 필요

S업체 (후공정, 원청), 보건관리자: '정부차원에서 이런 제품은 이런 걸로 대체를 할 수 있다'라는 정보를 주면 좋겠죠. 또는 그런 노하우를 많이 갖고 계신 전문가가 있다면'저희가 이런 제품이 들어왔는데 이 제품 말고 다른 거를 사용할 수 있는 제품을 알려 주세요'라고 하면 그 전문가가 정보를 알려 주시면 저희가 사용부서에다'이걸로 테스트를 해봐라'라고 해볼 수 있겠죠. 전문가가'이걸로 대체하면 되지 않겠냐?'라고 말해 줄 수 있잖아요? 그렇지 않고 보건관리자나 작업현장에서 대체물품을 찾는 게 정말 어렵죠. 진짜 바다에서 바늘 하나 건져 올리는 심정으로 구글을 엄청 검색을 하셔서 겨우 하나의 제품에 대해서'이걸로 대체가능하다'라고 파악했다고 해요. 그 영어로 된 거 계속 보시면서 그래서 대체품을 찾았다고 그러시더라고요. 그러니까 그런 전문가가 있으면 좋죠. 최소한 우리가 의뢰를 하면 전문가가 데이터베이스를 갖고 있지 않다 해도 이런 제품을 대체할 수 있는 게 있으니까, 전문가는 아무래도 찾는 게 빠를 수 있잖아요. 그런 분이 있다면 그 분이 데이터를 찾으면서 다른 회사에서 요청이 왔을 때 '그거 여기 있다' 이렇게 할 수 있죠. 처음 시작이 어렵지 하게 되면 다 하죠.
실제로 대체물질 하라 그러는데 회사에서 쉽지가 않단 말이에요(S업체(후공정,원청), 보건관리자. 2018.05.28).

부록면접 34: 대체물질 개발의 필요성

K기업(FAB원청) 안전환경팀장: (대체물질을) 공동 개발한다든지, 노동자들에게 안 좋은 화학물질을 우선적으로 50개를 선정해서 약품을 그러면 거기서 우선순위 50가지가 나오면 근로자들한테 안 좋은 걸 우선으로 매기고 이것부터 대체개발로 들어가는 거예요. 개발되면 어느 회사에서 약품을 만들고 이 약품을 같이 쓰는 걸로 하는 거예요.
신경물질의 대체물질이 나오면 비용이 두 배로 튀는데, 정부가 개입해서 연구개발업체 쪽에서 하면 그렇겠죠. 정부에서 아예 개입을 하면 비슷한 가격 내지는 같은 가격으로 공급하게 되면 기업체 입장에서도 나쁠 게 없겠죠?(K기업(FAB,원청), 환경안전팀장, 2018.07.04).

부록면접 35: 화학물질 분석과 개발 필요

K기업(FAB원청) 안전환경팀장: 반도체에 들어가는 약품도 국가가 개발하면 좋겠다는 것이죠. 그 걸 국내에서 해야지 살아남을 수 있거든요. 국가 간 원가 경쟁력은 있을 수밖에 없고, 국가(정부)차원에서 어떤 대안이 있어야 좋을 거 같은데 개발을 해내야 된다는 거죠. 개발만 해 놓으면 개발한 것을 수출도 가능하고요. 또 고용이 창출 될 것 이구요. 크게 보자면 국내에서 제조하면서 고용도 창출 할 수 있고, 이렇게 되려면 기업들끼리 서로 공유하고

하면 좋은데.....(K기업(FAB,원청), 환경안전팀장, 2018.07.04).

부록면접 34: 위에 있음

부록면접 36: 국가에서 반도체 제조업에서 가장 대표적으로 사용하는 물질들(불산, 황산, 암모니아수 등)에 대한 대체물질을 개발해야

안전관리자: 만약에 대체물질이 나온다면.. 오히려 저희는 고용노동부에서'(가칭)"안전보건관리 전담기구"'를 설립해서 반도체제조업을 지원하시려고 하시면 이런 연구가 필요하죠. 반도체가 사실 대표적인 독성 물질들이 있어요. 반도체에서 불산, 황산, 암모니아수 이렇게 누구나 어디든 쓰는 독성물질들의 대체물질들이 사실 각 사업장마다 개발한다는 것은 정말 쉽지 않거든요. 그런 것들도 국책사업이나 고용노동부 "안전보건관리 전담기구"에서 연구하는 것이 쉽지가 않겠지만 그런 걸 해 주실 수 있는 기관이 있으면 좀 좋겠다. (F업체(FAB,원청), 안전관리자, 2018.07.12)

다) 화학물질제조업체들의 화학물질관리의 한계와 요구도

부록면접 37: 화학물질제조업체들의 성분분석 현황

질문자: 노동자의 건강을 위한다면, 어떤 물질들을 제외시켜야 할까요?
안전환경담당자: 화학물질이 2879개가 있어요. 2879개를 10ppm까지 알 순 없고. 누구도. 다만 내가 공정을 다 아니까 그 공정에 불순물이 들어갈 수 있는 가능성에 대하여 생각 해 볼 수 있는 거죠. 저도 그거에 대해서 똑같이 2879개를 뿌리고, 똑같은 형식으로 화학물질 품질 보증서를 받아서 00회사에 전달하는데... 아는 만큼 쓰는 거예요. 내가 쓰지도 않고 process chemical에 넣지도 않으면 거기에 리스트엔 있어도 그걸 측정하지는 않죠. 2879개를 매일 밤 매주 10ppm이 넘는지 아닌지를 매 배치마다 측정해서 보내진 못해요. 어느 누구도. 다만 내가 20개 물질을 쓰니까, 20개 물질이 거기에 있으면 그게 몇 ppm인지를 측정해봐서 '없을 것 같다고 하는 거죠. 그리고 실제로도 톨루엔이나 페놀 같은 경우가 남아 있어요. 완전히 제거하지는 못해요. 그러면 몇 ppm있다고 쓰는데, 개선 계획서를 쓰라고 하는데, 어떤 때는 그걸 개선하려면 단가가 100배 이상 올라갈 때가 있어요. 그게 무슨 의미가 있을까 하는 거고요. 차라리 사업체가 대놓고 쓰는 용제 중에서 이미 알려진 케미컬을 잘 관리하는 게 중요하다고 생각이 들어요. 보호장비 등을 마련하는 게 중요하다고 봅니다(M1사업체(화학물질 제조업체), 안전환경담당자, 2018.08.29)

부록면접 38: 화학물질제조업체에서 성분분석을 의뢰하지 않는다

질문자: 여기에서 수입업체가 물질들의 성분을 모를 때, 성분분석을 위해서 어떤 기관에 분석을 의뢰하십니까?
안전환경팀장: "필요에 의해서 하기는 하는데 잘 하진 않더라고요. 공급받는 업체에서 필요하다면 하는 경우도 있기도 한데, 그런 경우는 없어요. 저희가 반도체처럼 엄청 복잡한 그런 게 아니니까(H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26.)."

(2) 반도체 작업과정(공정)에서 화학물질 취급·사용 시 산업안전보건관리의 문제점

가) 산업안전보건법에서 규정하고 있는 산업안전보건관리 조직체계의 문제점

① 산업안전보건관리 조직체계의 문제점

부록면접 39: 사업주(최고대표자)가 작업장 산업안전보건관리에 책임자가 되어야!

보건관리자: 조직체계죠. 최고대표 밑에 그 다음에 안전보건팀장 산하에 조직이 들어가야 되는데, 사장이나 안전책임자 직속으로 해야 법적으로는 제한이 없어요(A1업체(후공정,원청), 보건관리자, 20180712).

부록면접 40: 작업환경측정제도에 한계가 있다: 수산화테트로메틸알모늄같은 급성독성물질조차 작업환경측정대상물질에 들어가 있지 않고 있다!

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 작업환경측정도 문제가 많이 있는 게, 노출기준, 노동부 고시에 나와 있는 게 700종 정도 되잖아요? 근데 작업환경측정 대상물질은 171종이에요. 근데 이게 우리 같은 경우에 실무자들이 일을 하기 위해서는 명분이 있어야 하고 근거가 있어야 하잖아요? 그런데 우리는 실질적으로 법적인 사항만 준수하면 되는 거잖아요? 그런데 사회적으로는 요구조건, 기대치가 크단 말이에요. 그거하고 안 맞는 거죠.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 작업환경측정 대상물질을 어떤 기준으로 선정하는지 저는 이해가 잘 안됩니다. 진짜 정말 고독성 물질 같은 경우는 측정대상물질이 아니고, IPA나 아세톤 같은 건 측정물질이고요.
질문자: 측정물질의 수는 몇 종 정도 됩니까?
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 31종입니다. 소음, 물리적인 것까지 포함해서요.
질문자: 위험물질 중에 작업환경측정대상 물질이 아닌 게 있잖아요? 그런 물질이 무엇이 있나요?
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 흔히들 알고 있는 게 수산화테트로메틸알모늄 인데 그게 '작업환경측정대상물질'이 아니지 않습니까? 우리공장에서 쓰는 성분은 그게 미미하긴 하지만 그게 급성독성물질인데 그러한 것들. 검진물질도 아니고 법으로 규제할 수 있는 게 없어요.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 법을 만들어주는 것 보다는 체계화 되어 있는 거를 우리는 원하거든요. 너무 혼선이 많아요. 혼합물질 물질안전보건자료(MSDS)도 마찬가지잖아요. 확실히 정리할 거는 정리한 다음에 그 다음에 법으로 좀 규제를 하고 제도를 만들고 했으면 좋겠어요. 실례로 GHS 2008년에 개정이 되가지고 단일물질로는 2010년까지, 혼합물질은 2012년 8월까지 해가지고 얼마나 혼란이 많았습니까? 그 때까지 안하면 노동청에서 정기감독을 나오죠. 그런 사례를 보면 체계화 되어 있는 업무추진을 해주었으면 좋겠다. 지금 어떻게 보면 그 실현 효과가 나오는 것 같기긴 한데 실무자들이 답답해지거든요. (A2사업장(후공정, 원청), 시설환경팀 환경안전2파트 담당, 파트장, 2018.07.27)

부록면접 41: 작업환경측정물질로 지정되지 않은 물질들에 대한 측정 필요

반도체협회: 작업환경측정 제도 있잖아요? 작업환경측정제도가 산업 발전의 속도를 못 따라가요. 측정물질이 지정되어 있는데 지정되어있지 않은 위해성 물질에 대해서는 측정기준이 만들어져야 하잖아요? 개별사업장에서는 당연히 위험물질이 있는데 관리를 해야 하는데 관리할 방법이 없는 거예요. 측정 기준도 없고 노출 기준도 없고 어떻게 할 거에요? 그것도 "안전보건관리 전담기구"에서 그런 물질들에 대해서 수요 조사를 통해서 만들어주면 좋지 않을까 합니다.

부록면접 42: 작업환경측정 기준마련의 필요성

질문자: 신 물질에 대한 연구과제를 계속 진행하고 있다고 들었습니다.
반도체협회: 못 따라와요. 속도가. 그래서 기업에서 자체적으로 하는데. 그 다음에 또, 작업환경 관련해서 측정 포인트 측정위치 선정하는 기준이. 측정 공정 생산라인에서는 명확한 기준이 없다보니까 불안해서 다 측정을 해버리는 거예요. 다. 돈이 얼마나 들든지. 측정 기준이 좀 더 구체화되고 명확하게 되면 좋겠어요. 반대로 이야기하면 그거는 아예 기준을 없애버리는 것이 나을 수도 있어요. 기업체에서 자체 판단을 통한 적절한 위치를 선정하는 규정을 가지고 측정을 하는 것이 나을 수도 있겠다는 생각이 들어요(한국000산업협회, 000팀장, 2018.06.11).

부록면접 43: 작업환경측정에 기준이 필요: 특히 작업환경측정대상물질을 명확하게 명시해줄 필요

N2업체(후공정. 원청), 환경안전팀 주임: 검진이나 작업환경측정 대상의 기준이 필요합니다. '어떤 물질에 대한 검진이 필요하다.'라는 판단을 저희에게 전적으로 맡기더라고요. 예를 들어, 사업장에서 시안화칼륨을 써요, 한 개의 물질로 시안화칼륨으로 봤을 때는 이것은 검진 대상 물질이 아니에요. 그런데, 나중에 어떤 이유에 의해서 두 개(시안이랑 칼륨)로 나눠져요. 그러면 이 두 개는 검진을 받아야 되는 경우가 있어요. 그러면, 우리가 사용하는 것은 시안화칼륨인데, 물질이 나눠지는 것에 대해서는 우리가 확인을 할 수가 없잖아요? 그래서 저희들은'한 물질이 두 개로 나눠질 가능성은 있으니 일단 검진을 하자'하고 측정을 했거든요. 나중에 점검을 하시더니 '어 이거 나왔네요? 이 물질은 사용하지 않는데요.' 라고 하시더라고요.
예를 들어서, 벤젠 화학물이 분해가 되는지 안 되는지 저희들도 잘 몰라요. 제가 전 직장에 있을 때 벤젠 화학물 1,2, 테트라 벤젠 등등이었는데 이 물질이 분해가 안 되는 단일 물질인데 (검사표)에는 벤젠만 법적 관리물질이에요. 그런데 공무원은 이 물질에 벤젠이라는 이름이 들어갔으니 무조건 측정(검진)을 하라는 식이예요. 저희가 이를 대비하기 위해서 자가 측정 별도로 하고 여러 가지 검출이 안 된다는 증빙을 내놔도'벤젠이 들어가 있으니, 화학물질에 벤젠이 들어가 있으니 무조건 해야 된다.'라고 하십니다.
법에서도'이런 물질에 대해서 측정을 하십시오.'하는데, 철 화합물 등 여러 가지가 있잖아요? 그런데 저희도 철이 들어가 있으면 해야 될지 말아야 될지 고민이 되는 것도 되게 많아요. 솔직히 그런 부분들 저희가 판단이 안 가는 부분들이 있고, 저희가 전문 협회 기관에 의뢰를 해도 거기서도 정확히 모르는 경우도 있다 보니까, 그런 부분들을 판단하기는 전체적으로 어려운 것 같아요(N2업체(후공정. 원청), 환경안전팀주임, 20180619)

부록면접 44: 밀폐공간에서 유해물질 농도 측정하는 센서 개발

반도체협회 관계자1: R&D에 대해서 이야기 하면. 밀폐된 공간이나 클린룸에서 작업하는 것이 노동자들에게 얼마나 유해한 화학물질에 노출되는지? 그 양을 누적으로 측정할 수 있는 센서개발을 해주면 좋겠다. 클린룸에서 거의 살 잖아. 모든 물질을 할 필요는 없을 것 같고, 유해성이 큰 물질에 대해서 일정부분 농도가 정해지면 작업장 로테이션도 시켜주고 그런 걸 할 수 있게끔. 그런 걸 하려면 실시간으로 확인할 수 있는 것도 필요하고. 전 노동자에게 다 설치 해주는 거예요. 아이디어는 그럴싸하죠? 그런 걸 해주면 직접 관리하는 사람도 좀 더 현실에 대해서 볼 수 있으니까. 그 다음에 노동자들도 '아 내가 이만큼 노출되고 있구나.' 안심이 되는 거죠. 노출 기준 다 나와 있으니까. 그것도. 순간 값이 아니고 누적으로 봐야 해요. 사고 나면 훅 한번 올라 갈 수 있어요. 그거 말고 가능할 것 같기도 해요. 돈이 없어서 문제지. 개발 할 돈이 없어서 문제지. 고용노동부에서 그 과제만 돈만 해주면 저희가 개발 할 수 있을 것 같아요. 반도체 센서. 센서도 다 반도체로 아주 조그마하게. 꼭 그 사업이 조만간 공고가 나길.
반도체협회 관계자2: 이 과제가 노동자 보호방안이잖아요? 뒤에가. 실제로 조사하시는 것은 보호방안마련이잖아

요? 그래서 이건(누적센서) 꼭 필요하다(고 생각합니다.) 지금 같은 시대에 아날로그 방식을 활용하는 것은 말이 안 된다고 생각해요(한국000산업협회, 000팀장, 2018.06.11).

(2) 건강검진

부록면접 45: 건강검진이 형식적이다, 일정을 맞추기 어렵다

S 업체(후공정, 원청), 보건관리자: 건강증진 같은 것 하는데 사실은 그거 외부 자원을 많이 이용을 했거든요. 그리고 모르겠어요. 지금 좀 제가 어려운 점은 검진이 너무 어려워요. 배치 전/후 다 그래요. 못해요. 예약을 못 잡아요. 근데 이게 선생님, 저만의 불만이 아니라 어느 정도냐면 검진기관이건 간호사들이건 다 진짜 데모하자고 할 정도에요. 성질나가지고. 검진을 못하는 거예요.
병원 사람들 너무 바쁜 거예요. 원내사람도 바쁘고 의사 한 명당 만 명밖에 못하니까 산업의학의는 못 값이 치솟아 있잖아요? 그렇잖아요? 그렇다 보니까 솔직히 너무 불쌍한 게 저희가 경기산업보건센터를 하는데 다 벌어서 의사들에게 주면 땡이에요. 남는 게 없어요. 그걸 다 보이거든요.
선생님도 아시다시피 배치 전 야간 검진을 받잖아요?
(야간검진도 받아야 하는거죠?)
S 업체(후공정, 원청), 보건관리자: 당연하죠. 100% 해야되는데요, 우리는 3교대인데, 야간 검진이 진짜 사람 미치게 만드는 거예요. 너무 열 받는 거에요. 검진을 하려고 해도 할 수가 없어요. 잡을 수가 없어요. 근데 이게 불만이 나도 할 때마다 너무 성질나는 게 이게 검진기관도 마찬가지더라고요. 의사 선생님들은 좋죠. .. 배치 전/후 다 예약을 못 잡아요. 근데 이게 저만의 불만이 아니라 검진기관이건 간호사들이건 다 진짜 데모하자고 할 정도에요. 성질나가지고. 검진을 못하는 거예요.
배치 전, 채용 시 건강검진 날짜를 맞출 수가 없습니다. 진짜로 그래요. 그래서 그나마 저희는 검진을 100%하는 사업장인데, 배치 전 검진은 한 달 이내에 해야 해요. 근데, 미수검자들이 한번 생기면 스트레스가 너무 많죠. 안 받아줘요. 아예 안받아주죠. 그런데 나라에서는 벌금을 때리는 거예요. 안 했다고. 그건 말이 안 되잖아요. 그리고 일 년에 일정한 날짜에 전체 인원이 검진을 받으면 되는데, 입사일로부터 따져서 하는 게 너무 괴로운 거예요. 그리고 노동부에서는 그걸 아니까. 옛날에는 6개월에 한 번, 1년에 한 번 이렇게 거였거든요. 지금은 입사일로 기준을 따져버리니까 검진 날자가 다 틀려요. 개인별로. 우리 같은 사업장은. 그게 똑같아 지려면 2년이 걸려요. 그래서 6개월, 6개월 1년 이렇게 까니까. 근데. 2년 안에 60~70% 다 바뀌어 버려요. (S업체(후공정,원청), 보건관리자, 2018.05.28)

부록면접 46: 검진이 남용되는 측면이 있다

질문자: 실제로 배치 전에 다 검진을 받기가 어렵죠?
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 맞추려고 하고 있죠. 근데 간혹 안 되는 경우도 있고. 그리고 첫 번째 배치 후 검진 있잖아요. 3개월 이상 6개월 이하. 이것도 너무 짧은 것 같아요. 그것도 1년 주기로 해 버리면 되지. 검진을 굳이 그렇게 하지 말고 한번 검진하면 다음번에 다 같이 특수검진 할 때 받으면 좋을 것 같아요. 너무 검진이 남용되는 부분이 있어요.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트 담당: 어차피 신입사원 같은 경우 채용 시 검진을 하고, 배치 전 검사는 적합성을 보기 위해서 하는 거잖아요? 이상 유무 때문에 하는 것이고 (회사에) 들어가잖아요? 그럼 3개월 지나서 또 이 사람들한테 6개월 이내에 검진을 하라고 하면, 사업장도 불편하지만 당사자도 불만이 많죠.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 그렇죠. 채용 받고 싶어서 피 한번 뽑았는데, 들어왔는데 배치 전 한다고 또 피 뽑고, 그 다음에 6개월 지난 다음에 또 피 한번 뽑고. 노동자들이 불편해하지요.

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 검진 주기를 6개월이 아니라 벤젠 같은 고독성 물질이나 발암물질이 아닌 곳에는 1년으로 맞춰 주시는 게.....
(A2사업장(후공정,원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 47: 건강검진업무로 인한 행정처리가 줄어들면 좋겠다!

질문자: 그럼 만일 노동자들을 위해서 건강검진을 강화한다면 어떤 직렬의 사람들에게 어떤 검진이 더 추가되면 좋을까요?
W2업체(후공정, 패키징), 보건관리자: 건강검진으로 채용에 제한만 없으면 좋죠. 요즘 사람 뽑기가 너무 어려워졌거든요. 회사입장에서는 건강검진이 까다로워지는 게 달갑지 않죠. 그래도 강화하면 노동자들에게는 좋을 것 같아요.
제 제안은 개인이 스스로 건강검진을 받고 3개월 내에 입사를 신청할 수 있도록 하는 방법이 좋을 것 같아요. 그리고 나서 개인들에게 진단비용을 보전해주면 보건관리자들의 일도 많이 덜 거 같아요.
제가 일주일 중에 하루 반나절은 배치 전 검사 때문에 사람들 태워서 다녀오고 있어요. 매주 그렇게 하는 거니까 일주일 5일 오전, 오후 일과니까 총 10번 업무 중에서 1번은 그걸 하는 셈이죠. 그러니까 그 일만 줄어도 엄청 보건관리자가 큰 업무를 덜 수 있을 것 같아요(W2업체(후공정, 패키징), 보건관리자, 20180711).

(다) 보건관리대행 현황과 문제점과 요구도

③ 해결방안

부록면접 48: 사업장에서 나와야 한다

질문자: "안전보건관리 전담기구" 같은데서 이런 걸 해주고 그러면 좋지 않을까요?
안전환경팀장: 해주면 도움은 되겠죠. 어차피 컨설팅 업체나 "안전보건관리 전담기구"나 제가 봐서는 큰 차이는 없는 게 거기에 필요한 자료라든지 데이터 같은 거는 다 사업장에서 나와야 되거든요. 단지 그걸 프로그램을 돌려서 어느 정도 위험이 있다는 거는 "안전보건관리 전담기구"에서 하더라도 결국은 사업장에서 자료가 나와야 하기 때문에 "안전보건관리 전담기구"에서 하나 컨설팅회사에서 하나 거의 비슷하지 않을까 (H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26.)."

(라) 위험도조사의 문제점과 요구도

② 현장의 요구도

부록면접 49: 사업장에 전문 인력이 필요하다.

안전환경팀장: 유해성 평가 같은 경우는 컨설팅회사를 통해서 진행하고 있어요. 유해성평가를 정확히 하려면 사업장에서 자체적으로 해야 되는데 현실적으로 힘든 게 유해성평가 한 가지만 전문적으로 하는 인력이 있어야 되거든요. 대기업은 그게 가능할지 모르겠는데 중소기업은 인력문제, 비용문제가 있기 때문에 어렵죠.(H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26.)."

(마) 작업현장에서 안전시설, 배기시설, 보호구 착용 여부

① 배기시설과 보호구의 문제점

부록면접 50: 반도체 제조업 클린룸에서 입는 옷과 보호구를 구별할 필요와 보호구 개발의 필요

질문자: 보건관리자로서 정부에 대한 요구도?
N2업체(후공정. 원청), 환경안전팀 주임: 웬만한 반도체 업체는 다 비슷할 것 같아요. 다 클린룸에서 근무를 하시잖아요? 반도체 산업은 화학물질을 많이 사용을 하고. 국소배기장치와 같은 장치를 사용하는데, 어쩔 수 없이 부득이하게 화학물질 취급을 할 때 보호구를 착용해야 하는 경우가 있어요. 현재 나오는 안전 인증 보호구 제품들은 대부분 다 외부에서 착용하는 거에 맞춰져 있는 느낌이에요. 실제 방독마스크를 착용하는 것들은 클린룸의 특성상 안에 다들 옷을 입잖아요? 다 막고 하니까. 거기에다가 방독마스크나 이런 걸 착용하기가 사실상 너무 어려워요. 노동자 분들이 착용하기가 애매해요. 그리고 예를 들어서 내화 장화다, 내화 장화는 수막에 다 신발까지 다 신잖아요? 그러니 럼 얘를 벗을 순 없어요. 입자(파티클) 문제 때문에. 그럼 거기에 내화 장화를 신을 수도 없어요. 그런 부분들이 뭔가 좀 보호구나 이런 것들이 반도체 산업에 맞는 그런 것들이 좀 있어야겠죠. 작업현장에 맞는 별도의 기준을 마련하는 것이 좋지 않을까? 합니다. 보호구를 구비해놓고는 있으나 노동자분들이 착용하기는 너무 부담스러워 해요. 또한 보호구 자체가 입자(파티클)이라든지 이런 걸 유발할 수 있기 때문에, 분진 때문에 내부에서 사용하는 것도 많이 꺼려지는 부분이 있거든요. 그 부분도 많이 좀 문제가 되는 것 같고요. (N2업체(후공정. 원청), 환경안전팀주임, 20180619)

② 현장의 요구도

부록면접 51: 보호구에 대한 기준 마련 필요

N1사업장(재료업체. 원청), 과장: 반도체 제조업 작업현장에도 어떤 작업자가 어떤 보호구를 착용하고 해야 하는지?에 대한 정보가 정확하게 나오면 좋겠어요. 보통 잘 몰라요. 저도 일반적으로 상사에다가 보호구 시키면 그냥 그거 착용하게 하고 있는데, 그 작업에 맞는 보호구에 대한 기준이 명확하게 제시되었으면 좋겠어요. 차라리 화학물질관리법을 따르라 라고 하면 그걸 따르겠죠. 그런데, 그게 아니면 누가 방진마스크를 하겠어요? 화학물질관리하는 부분에 있어서 그런 보호구에 관한 기준이 마련이 되면 좋겠죠(N1사업장(재료업체. 원청), 과장, 2018.06.18).

부록면접 52: 반도체 산업에 특성화된 보호구 필요

질문자: 반도체 산업에 특성화 된 보호구가 필요하다는 이야기시죠?
W2업체(후공정, 패키징), 보건관리자: 장비를 만들어 내는 업체들도 반도체 업체가 많다고 해도 그렇게 많지는 않다 보니까 따로 반도체 업체들을 위한 장비를 만들어 내고 있지는 않거든요. 무균화작업복만 만들어 내는데, 그게 좀 안타까운 것 같아요(W2업체(후공정, 패키징), 보건관리자, 20180711).

부록면접 53: 노동자들의 요구도-에어필터장치가 달린 마스크

노조 안전부장: 일반적인 마스크가 아니라 라인에 들어갈 때 개인용 호흡기가 필요할 수도 있겠네요. 아직 반도체에서는 사용되지 않고 있는데, 라인에 들어갈 때 방진복 위에 쓰는 일반 마스크가 아니라 에어필터장치가 달려서 자동적으로 유해물질, 유기용제 등을 걸러주고 맑은 공기가 들어가게 해주는 개인용 마스크가 필요합니다. 공기를 걸러주기 위해서는 마스크에 얇은 호스를 달아서 들어가는 공기라인, 배출되는 공기라인을 잡아주면 될 것 같습니다(H기업(FAB,원청), 노동조합 안전부장, 2018.08.27).

(바) 산업안전보건교육"의 문제점과 요구도 및 향후 발전방향

① 현재 산업안전보건법에서 규정하고 있는 산업안전보건교육의 문제점, 요구도 및 발전방향

부록면접 54: 안전보건교육이 형식적으로 되는 이유: 사업주의 입장에서 볼 때, 시간이 없는 문제!

과장님: 정기 안전보건교육이라고 법적으로 정해져 있는 교육들이 있잖아요. 몇 시간 이수 그런 게 있잖아요. 저희는 그걸 전체적으로 교육자료를 발행해서 사원들에게 회람을 하고 있어요. 다 집체교육을 할 수 없으니까 그러고 있는데 지금 온라인 교육으로 많이 바뀌고 있잖아요. 전체적으로 다 온라인으로 하고 있으니까요. 산업안전보건에 관한 교육들도 다른 회사에서도 온라인으로 추진하고 있는지? 그런 게 궁금했었거든요.
과장님 : 문제가 뭐냐 하면, 사무직 직원들은 항상 컴퓨터작업을 하기 때문에 그냥 하면서 잠깐 컴퓨터를 보면 되는데, 라인에 있는 근무자들은 개인 컴퓨터는 없잖아요. 그러니까 컴퓨터를 어디다 놓고서 그 시간동안 와서 교육을 하도록 하던지 해야 되잖아요. 그런데 그 시간을 빼면 그 자리가 비어야 되니까 누군가를 대체를 해야 되고, 그것도 참 문제가 될 수 있는 부분이잖아요. 교육에 대해서도 솔직히 이론적으로 하면 좋죠? 그래서 저희들도 성심성의껏 자료를 만들어요. 그런데 회람교육을 하면 사인만 하는 경우도 많아요. 집체교육은 종이로 보는 거와는 다르잖아요. 그래서 집체교육을 하면 좋은데 사업주 입장에서 보면, 매 시간 빼 줄 수 있는 입장이 아니고, 그래서 법이 바뀌었는데, 15분정도 아침에 잠깐 교육하는 거 있잖아요. '5분, 15분 정도 하는 것도 정기 안전보건교육으로 인정해주겠다! 즉 교육 시간 및 교육 자료를 모아 놓으면 교육한 것으로 인정해주겠다. 한꺼번에 두 시간을 다 못하니까 그렇게라도 인정해 주겠다.' 그러는데.. 그건 소규모 사업장일 때 얘기고, 대규모고, 교대근무도 하는 사업장이라면 교대시간에 중간관리자가 교육을 하는 거죠. 중간의 조가 교육자료를 주는 거를 확인하고 하는데 실제적으로 쉽지가 아니니까.. 실질적으로 정말 안전에 대해서 사원들한테 알려주고 하고 싶기는 한데 정말 쉽지가 않아요. 저희는 정기 안전보건교육을 전체적으로 하는 거는 매주 2~3 페이지 정도로 만들어서 간략하게 전체적으로 보내고, 그 다음에 관리감독자 교육은 저희가 직접 하고 있거든요. 관리감독자 교육 때 좀 더 정확하게 시켜야지만 전파를 시킬 수 있으니까요. 법의 취지는 다 좋아요. 좋은데 실질적으로 하는 것들이 쉽지가 않으니까요. '온라인 교육으로 추진하면 좋겠다'고 생각이 들때도 있지만, 온라인 교육도 실질적으로는 마우스 클릭만하고 그럴 거 아니에요? (A1기업(후공정, 원청), 보건관리자, 2018.07.13).

② 현장의 요구도

㉠ 현"산업안전보건교육" 체계에서 요구도

부록면접 55: "저게 어느 날 터지면 제일 먼저 어떻게 할 것입니까?" 라고 질문을 해야 해요.

안전환경담당자: 교육이 안 되는 것 같아요. 교육이 16시간으로 정해져 있지만 너무나도 형식적인 것 같아요. 현실적이지 않아요. 그리고 현장을 다니면서 질문을 해야 하잖아요? 내가 작업관리자라면" 저게 어느 날 터지면 제일 먼저 어떻게 할 것입니까?" 라고 질문을 해야 해요. 그리고 "이걸 움직이려면 어떻게 해야 합니까?"라고 사람들이 생각하게끔 해줘야 하는데, 교육시간에 "이런 저런 사고가 발생했습니다."라고만 한다면, 경각심을 불러일으킬 수는 있지만, 실제 작업현장에서 어떻게 발생할지는 모르는 거잖아요? 교육의 질문이나 교육안을 실제 작업장에서 어떻게 해야 할 것인가? 로 초점을 맞추어야 할 것 같습니다. 그런데 지금은 교육이 그저 16시간 그냥 채우는 거에 그치고 있죠. 가장 필요한 것은 그 작업 현장에 맞는, 작업자들을 생각하게 만드는 그런 교육, 자기 부서를 둘러보게 하는 교육이 필요합니다(M1사업체(화학물질 제조업체), 안전환경담당자, 2018.08.29).

㉡ 일상적인 훈련을 동반한 교육의 필요성: 유사시 대피/대비훈련

부록면접 2: 위에 있음

부록면접 56: 누출사고 발생 시 대처할 매뉴얼을 가지고 있어요

안전환경팀장: 저희는 화학물질별로 위험성이라든가 다 홍보를 하고 있고, 또 교육도 하고 있고요. 또 물질 누출 시 대응을 할 수 있는 사고 훈련도 하고 있고, 물질에 접촉이 되었을 때 대처할 수 있는 응급처치 매뉴얼을 취급 작업 마다 자체적으로 가지고 있습니다. 만약에 누출사고가 발생해가지고 환자가 발생했다 하면 저희는 취급하는 가장 유해한 게 불산인데 불산에 대처할 수 있는 불산 키트가 있어요. 가정에 보면 응급구조 박스가 있듯이 회사에 의료함이 있고, 거기에 불산연고 등이 있어서 우선 그걸로 처치를 한 다음에 연계되어 있는 병원으로 후송돼서 치료를 하고 있어요(H2사업체(화학물질 제조), 안전환경팀장, 2018.07.26)."

(아) 현"산업안전보건법"의 개선 및 필요성

부록면접 57: 안전·보건관리자들이 법을 지키느라 바빠서 정작 필요한 산업안전보건관리를 못하고 있다!

A기업(후공정 원청) 보건관리자: 우리가 법에 맞춰서 하려고만 해도 너무 많죠. 산업안전보건법에 따라서 작업환경 측정은 당연히 해야 되지만 그것에 따라서 경고를 붙인다든지, 그 다음에 안전보건교육 시킨다든지, 특별안전교육을 시킨다든지, 한가지로 인해서 파생되는 것들이 많아져서 해야 될 것들이 너무 많아지는 거예요……
다 서류작업(페이퍼웍)이예요. 이중, 삼중이 결국은 페이퍼웍이고, 하는 일은 하나를 하고나서 여기에 체크하고, 저기에 체크하고 이런 식으로 서류작업이 되어야 하니까 일이 많아지는 거죠(A기업(후공정, 원청), 보건관리자, 2018.07.13).

부록면접 58: 작업현장에서 MSDS관리가 형식적으로 진행됨

S 업체(후공정, 원청), 보건관리자: 작업환경공정의 관리방안을 만들어야 돼요. 이거 관리대상물질은 다 부착해놔야 해요. 그래서 다 해놓은 거예요. 근데, 너무 화가 나는 게, MSDS가 다 있는 데, 또 하고, 또 하고, 또 하라고, 이거 완전 노가다 인거에요. 관리 대상 있는 것을 싹 다 붙여놔야 돼요(S업체(후공정,원청), 보건관리자, 2018.05.28)

부록면접 59: 시설개선 등을 포함한 작업장의 전체적인 산업안전보건관리가 필요!

안전관리자 : 우리나라 법은 자잘한 거 가지고 과태료 매기는 거가 (감독자의) 성과로 들어가요. 그러니까 자잘한 거로 과태료를 하다보니까. 전체적인 시설개선이라기 보단 (F업체(FAB,원청), 안전관리자, 2018.07.12)

부록면접 60: 사업장 내에 "산업안전보건관리" 시스템 마련의 필요성

상무 : 제출도 하고요. 저는 제가 이 시스템을 운영하면서 이런 게 굉장히 중요하다고 생각하거든요. 시스템 자체가 잘 갖춰져서 그 시스템대로 해야지 사고를 예방하는 거지 사고 났다고 막 달려가서 막 이것저것 하다보면 계속 사고 나는 거죠. 그래서 저희 사업장 같은 경우는 위험성평가하면서 거기에 맞춰서 자체적으로는 내실을 충실히 하려고 해요. 그래야지 어떤 누가 오더라도 무슨 '점검 나온다', '오디트 한다' 그러면 사실 예전에는 안하고 있다가 준비한다고 OO마크를 만들고 위험성평가를 하는데 변경된 요인들을 하루아침에 만들어내고 하면 안 되잖습니까? 사실 정부에서도 이걸 만든 목적은 '잘 활용을 해서 진짜 사고 나지 않게 운영을 해라 이걸 우리가 니네가 잘하고 있는지 가끔 한 번씩 보겠다.' 이래야 되는데, 거꾸로 '누가 나온다'고 하니까 그것을 준비하려고 하니

기업들도 굉장히 인력이 많이 들어가죠. 저는 절대 그렇게 하지 않는다! 우리 환경, 안전 엔지니어들은 그런 시스템 활용을 확실하게 해야한다! 사업장에서 가장 중요한 것은 사고 나지 않게 하는 것이니까 모든 목적이 환경, 안전, 사고니까요. 잘하고 아무리 좋은 것 갖다 놔도 사고 한번 나면 끝이죠. 저희 사업장은 특히 더 그래요. 우리 사업장 예전 00000와 비슷한 미국회사인데 굉장히 안전과 환경을 챙겨요. 옛날에 모토로라를 인수받아가지고 진행하는 과정에서 문제가 있었나 봐요. 환경적으로 토양이 오염된 걸 받아가지고 국가에서 굉장히 많은 과태료를 받았다든지, 이런 걸 한번 겪어보니까 안전, 환경, 보건측면에서 관심을 가질 필요가 있어요. (F업체(FAB,원청), 안전관리자, 2018.07.12.).

다) 현행 "산업안전보건법"에서 강조되거나 새롭게 요구되는 문제들

(라) 산업안전보건 전문가의 필요성
부록면접 33: 위에 있음

부록면접 61: 아직까지 작업현장의 안전관리자와 보건관리자들이 위해물질에 대한 위험도 정도를 파악하지 못하고 있다!

SS기업(재료생산업체, 납품업제) 안전관리자: MSDS 정보를 그림을 그려서 부착하면 그나마 보지 아무것도 안 보거든요. 저희 쪽에는 화학물질 교체하는 사람이 따로 있어서 그 사람만 알면 되고요. 장비 같은 경우는 다 밀폐가 되어 있고 안에서 음압 배기장치가 다 따로 있어서 외부에서 그냥 단순 조작만 하는 것은 크게 상관없어요. 물론 희석되어도 농도가 있어도 좋다고 장담은 못하지만 그렇다고 그렇게 까지 나쁘지도 않을 거라고요. 그리고 백혈병 걸리고 삼성은 백혈병 걸렸다고 저희 같은 경우는 단순 세척실이 거의 대부분이라 그렇게 까지 휘발성이나 이런 것도 많이 안 쓰고 있고, 지금도 이소프로필알콜(IPA) 같은 경우에는 줄이려고 하고 있어요. 때문에 큰 문제는 없을 거 같은데요.(SS기업(재료생산업체, 납품업제) 안전관리자, 2018.07.24)

부록면접 62: 산업안전보건관리 조직체계: 안전관리자, 보건관리자 업무 전담 필요

N1사업장(재료업체. 원청), 과장: 안전 관리자나 보건 관리자가 그 업무만을 전담할 수 있게 법제화 하면 좋겠어요. (중소기업에서는) 업무 분담이 안 되니까 보건 일 하다가, 안전 일 하고 그렇게 되거든요. 그러면 어느 하나는 펑크 나게 되어 있어요. 전담해서 집중해서 관리할 수 있게 이 부분을 정확하게 해서 강조를 해줬으면 좋겠어요. 제가 항상 말씀드리고 싶었던 부분은 그거였어요.
작은 기업은 총무가 다 맡아서 하죠. 환경, 안전, 보건까지. 그렇게 되면 중요한 건 챙길 수 있는데 법적으로 해야 하는 것 외에 다른 부분은 할 수가 없죠. 그렇기 때문에 그거를 이야기 하고 싶었고. 근데 회사입장에서는 보건관리자에게 '보건관리 업무만 할 거에요?'라고 한다고요. 절충하려고 해도 그런 부분이 있기 때문에 (법제화가) 됐으면 좋겠어요. 그렇게 안 되니까 안전사고 터지는 거고요. 그런데 법제화 하면 책임이 따르겠죠. 물론 부담은 있겠지만. 업무적으로 부담이 되냐, 법적으로 부담이 되냐. 이제 그 문제가 생기겠지만. 그게 저한테 백 퍼센트 유리하다고 생각해서 말씀 드리는 게 아니고요, 잘못되면 책임지겠다 그거에요. 하지만 그런 부분이 일을 할 때 어려우니까 필요하다고 말씀 드리는 거예요. (N1사업장(재료업체. 원청), 과장, 2018.06.18.).

라) 원하청관계와 하도급업체의"산업안전보건관리"요구도

(가) 원청 반도체 제조공장들과 협력(하도급)업체들의 현황

① 한국의 FAB 공정들

부록면접 63: 반도체 제조업에서 위해물질을 반드시 써야하는 공정이 있습니다! 이를 어떻게 관리할 것인지가 관건입니다!

S(FAB, 원청)기업 산업안전담당자 A: 황산을 예를 들어 보면, 황산은 우리 산업안전보건법에서 특별관리물질인데, 우리가 황산을 안 쓰면 안 되죠. 그걸 빼라고 하면 모든 공정이 중단되죠. 황산에 대해서는 안전보건조치를 철저히 해라는 가이드를 우리가 정해서 매뉴얼을 줘가지고 반드시 보호구를 착용하고 국소배기장치를 설치하고, 안전상, 보건상 조치를 해야 하는 것이라고 봐요. 화학물질이라고 다 위험한건 아니잖아요. 다 위험하다고요? 그렇지만 우리가 안전하게 쓰면 되잖아요. 그런 개념이죠. (S기업(FAB,원청), 산업안전담당자 A, 20180725).

부록면접 64: 반도체 제조업 작업현장에서 안전에 가장 중요한 두 부분: 화학물질의 공급체계와 설비과정

S(FAB, 원청)기업 산업안전담당자 A: 화학물질이 들어오게 되면 외부 OO에서 들어와서 생산설비 쪽으로 공급라인이 연결되어 있습니다. 생산설비에서 화학물질이 사용되어지고 각 설비들 연결되어서 옥상으로 올라가서 정화조를 통해서 배출 처리되는 형태로 되어 있고요.
외부 중앙공급장치라고 하는 장소에 라인마다 다 설치되어 있고, 그거를 가스룸이랑 케미칼룸이랑 두 개로 구분해서 설치가 되어 있습니다. 그런데 탱크로리로 주입되는 것을 보시면 우선은 탱크로리가 들어오게 되면 이렇게 약품주입중이라고 해서 출입금지 안전바를 설치해놓고 그쪽으로 작업자들이 오지 못하도록 사전에 막고 작업을 할 수 있도록 준비를 하고요. 작업자 같은 경우에는 보호구를 착용하는데 항상 탱크로리 작업을 할 때는 이렇게 외압장갑, 외압 방독마스크, 외압장화 등 풀 셋팅을 하고 작업을 하고 있습니다.
장착하는 게 시간이 오래 안 걸리므로 에어컨이 있는 장소에서 보면서 모니터링을 계속할 수 있도록 하고.....
보통 케미칼이 공급되는 장소에서는 작업이 위험할 수도 있습니다. 좀 전에 탱크로리로 들어오게 되면 화학물질 케미칼 룸이 있는데 탱크가 이렇게 되어 있어서 그쪽으로 들어오게 되거든요. 그러면 이 배관자체를 통해서 설비로 아까 보여드린 설비 쪽으로 들어가는데 이중배관으로 다 해 놨습니다. 실제 리크가 되는 걸 예방하기 위해서 이중배관으로 해서 모든 공급라인들이 설치되어 있어서 실제 리크가 될 위험성은 없고요. 현장 같은 경우에는 이 설비인 데, 설비 같은 경우에는 케미칼이 사용되는 가공 중에는 이 체임버 자체를 열수가 없습니다. 설비도 마찬가지로 밀폐된 상태에서 공정이 돌아가고요. 이제 설비를 오픈해서 PM을 할 때 위에 있는 배기장치를 (후드가 따로 있어서) 가져와서 장착해서 사용합니다. 후드 사이즈가 체임버마다 다르기 때문에.....
이 체임버에서 케미칼이나 가스가 사용되어지고 실제 이 체임버를 오픈하기 위해서는 안에 있는 케미칼이든 가스든 다 퍼지를 제거를 한 상태에서 퍼지를 돌려서 안에 있는 가스가 없는 상태에서 체임버를 열거든요. 그런데도 불구하고 그 안에 잔류될 수 있는 부분들은 배기로 다시 한 번 내려가지고 후드 연결해서 제어를 한 다음 작업을 할 때 보호구도 다 착용하고 작업을 진행하고 있습니다. 그러니까 실제 체임버를 열 때는 그 안에 가스나 케미칼이 없다고 보시면 됩니다.
(질문자 : 또 하나의 안전을 위해서 하는 게 있잖아요.)
H(원청)기업 산업안전담당자 B: 설비 같은 경우는 항상 여기가 배기가 연결되어 있어서 음압을 유지할 수 있도록, 설비자체에서 케미칼이 바깥으로 빠져나가지 않도록, 원래 밀폐가 되어 있기 때문에 거기서 빠져 나갈 수도 없지만 그래도 계속 가동 중에는 배기가 된다고 보시면 됩니다. 라인마다 키오스크라는 장비가 있어서 여기에서 MSDS 확인할 수 있도록 시스템을 해 놓았습니다. 가 라인에 들어가는 입구에 키오스크라는 장비가 설치되어 있어서 각 공정을 찍으면 거기에서 사용하고 있는 제품의 MSDS를 다 확인할 수 있도록 이렇게 라인마다 설치되어 있습니다. 워낙 많은 제품들이 있다 보니까 이런 페이퍼로 하게 되면 계속 변경되고 하면 OO가 너무 많이 들거든요. 그러다보니까 이런 시스템을 자동으로 설치해서 MSDS를 볼 수 있도록!
H(원청)기업 산업안전담당자 B: 옥상 같은 경우에 스크러버들이 설치되어 있어서 아까 설비 쪽에서 그리고 공급

장치쪽에서 배기가 연결되어 있는 쪽은 다 옥상 배기 쪽에 연결돼 있거든요. 라인마다 옥상에 올라가면 다 이런 식으로 스크러버들이 설치되어 있습니다.
질문자: 그런데 공기로 배출되지 못하는 것들도 있지 않을까요? 제가 외국에 한달 돌아 봤는데 이런 배기처리장치를 굉장히 강조하더라고요.
H(원청)기업 산업안전담당자 A: 우리가 배출되는 것은 대기로 가는 게 있고, 물을 써서 케미칼을 써서 폐수로 가는게 있고, 두 개의 채널로 가는데 폐수로 가면 중금속 같은 경우는 폐수 속에 포함되어서 폐수로 가서 거기서 필터 정화장치를 거쳐가지고 폐수처리를 통해서 최종 방류할 때는 환경부에서 정한 방류수 기준이 있어요. 방류수 기준을 준수해가지고 최종 방류를 하는 그런 시스템으로 되어 있어요. 배기도 마찬가지지요. 대기오염방지법에 의해서 대기로 나가는 물질이 예를 들어서 100종이다 그러면 100종에 대해서 우리가 사용하는 물질의 대기에 누출수준을 평가해서 기준치 이내로 되어야지만 배출할 수 있죠. 이건 환경관련법규에 의한 규제가 되는 거죠(S기업(FAB,원청), 산업안전담당자 A, B, 2018.07.25).

부록면접 65: 반도체 제조업 작업현장에서 직무노출정보(JEM)

질문자: 현재 작업자 분들에 대해서 직무노출정보(Job Exposure Matrix)를 어떻게 정리해요?
H(원청)기업 산업안전담당자 A : 우리가 엑셀로 정리해서 시스템에 올리죠. 예를 들면 작업환경측정결과가 내가 예를 들어서 A라는 공정에서 근무하는 사람이라면 A라는 내가 근무하는 공정에 노출수준을 항상 본인이 사번을 치고 들어가면 볼 수 있어요. 그 공정에 취급하는 물질에 대해서, Job Exposure Matrix는 결국은 공정에 사용된 물질이 뭐고 또 그 물질에 따라서 어떤 위험성이 있는지 기록관리 해서 거기에 대한 예방관리를 하자는 거지요(S기업(FAB,원청), 산업안전담당자 A, B, 2018.07.25.).

부록면접 66: 작업현장에서 가스 누출에 대한 모니터링 장치

질문자: 작업 중에 작업자에게 화학물질이나 가스가 노출될 가능성은 있는지요? 예방대책을 마련하고 있는지요?
H(원청)기업 HSE 관리부장: 예를 들어서 SF6가스가 공급되는 거 보면 중앙공급장치를 가지고 있습니다. 거기에 가스를 보관해서 관로를 통해 올라옵니다. 관로를 올라와서는 분배기를 거칩니다. 관로 하나에서 장비 3개, 4개로 공급하기 위해서, 여기서 여기까지 공급압력이 일정치 않으면 셧다운 됩니다. 첫째로 왜냐하면 이 단계에서 조금이라도 이상이 생기면, 즉 압력의 차이가 발견되면, 공급장치에서 셧다운 장치가 있어서 셧다운됩니다. 두 번째로 여기 분배기 부터 장비까지는 가스누출감지기가 설치되어 있습니다. 그게 ppm단위로 되어 있는 것이 있고, ppb 단위로 되어 있는 것이 있어요. 그것은 가스 종류에 따라 온도에 따라 지역에 따라서 다 다르죠. 거기에 1차 압력을 예를 들어 100이다 100이하 즉 절반에서 1차 압력을 가지고 있습니다. 50에서 압력치를 가지고 있습니다. 그러니까 셋팅치를 맞춰 놨습니다. 100이 되기 전 50정도가 넘으면 알람을 띄워라 그걸 방재실에 가면 가스감지 체계라고 PGMS이라고 있습니다. 2차 압력이 떴다 자동으로 셧다운 장치를 가지고 있습니다. 리모트 컨트롤도 할 수 있고, 물론 장비까지 안 올라가도 공급장치에서 장비 전단까지 전부 디텍팅을 하고 있습니다. 그 라인에 대한 조금이라도 헌팅이 있거나 저하되거나 올라가면 바로 조치할 수 있도록 모니터링을 하고 있습니다. 그 모니터링 장치는 나중에 보면 됩니다. 제가 연구하고 싶은 방안은 전 세계적으로 디텍터에서 감지를 할 수 있는 농도는 ppb단위죠. 그런데 그거보다도 더 정확한 것은 사람의 코입니다. 사람의 코는 무슨 냄새난다. 이 ppb단위보다 더 작은 수치, 더 낮은 수치를 그걸 개발하는 겁니다(H기업(FAB,원청), HSE관리부장, 2018.08.27.)."

부록면접 67: PM작업 전에 원액을 다 세척한 후에 작업에 들어간다

질문자: 정비하거나 기계 수리하거나 할 때 위험성에 대한 대처방안은 있나요?
H(원청)기업 HSE 관리부장: 대처는 다하고 있죠. 실제로 이 장치를 PM을 해야 된다 수리를 해야 된다 그럼 여기에 들어가는 가스라인, 케미칼라인이 있을 것 아니에요. 그럼 이걸 100프로 퍼지를 시킵니다. 클리닝을 다 시킵니

다. 배관 안에 있는 용액을 다 빼가지고 차단시키고 기본적으로 세 번 세척(Flushing)시킵니다. 가스라인은 아예 벤트를 시켜버립니다. 그 상태가 끝나야 이걸 PM을 할 수가 잇습니다. 그 배관 안에 있는 잔재 분을 전부 없애고 나서 PM작업이 스타트됩니다. 그렇기 때문에 수리하다가 터져도 그 안에 물밖에 안 들어 있기 때문에, 플러싱(Flushing) 작업할 때 물이 들어가기 때문에, 플러싱(Flushing) 작업할 때 일반 가스로 하기 때문에, 독성물질이 다 빠진 상태에서 PM작업을 하게 되어 있습니다. 매뉴얼에, 작업절차에, 그런 상태에서 배관 하나를 갈기 위해서 이 쪽저쪽을 풀면 좀 잔재되어 있는 액이, 가스가 나오지 않느냐? 천만의 말씀입니다. 그렇게 했다가는 반도체는 공장운영 못합니다. 플러싱(flushing)해서 이미 배관 안에는 원액이, 원래의 가스가 아예 없어야 됩니다. 그렇지 않고는 풀지를 못합니다. 그 상태가 되어야만 PM작업에 들어갈 수가 있습니다. 조건을 만들어나서(H기업(FAB,원청), HSE관리부장, 2018.08.27).

부록면접 68: 반도체 장비보다는 공급해주는 설비 쪽에서 유해물질누출 가능성이 있다!

노조 안전부장: 생산에 직접적인 거는 우리 정규직이 다 하고 있는데 수리를 한다든지, 장비가 다운되었을 때 이 사람들이 한단 말이에요. 그 시점에 이 사람들이 하기 때문에 생산에서 나오는 어떤 유해물질이라든지 이게 차단된 상태에서 한단 말이에요.
질문자: 유지, 보수 또는 사고 났을 때, 유해물질들이 들어오는 경우는 없는지요?
노안부장: 반도체 생산 장비에서는 그렇게 될 수가 없고 공급(지원)해 주는 설비에서는 그렇게 될 수가 있죠. 공급해 주는 장치들, 즉 설비에서는 그럴 가능성이 있어요. 장비에서는 절대 그럴 수가 없고, 장비를 지원해주고 공급해 주는 장치에서는 가능성이 있습니다(H기업(FAB,원청), 노동조합 안전부장, 2018.08.27)

(나) 협력(하도급)업체 노동자들의 산업안전보건관리 실태

① 협력(하도급)업체 현황

부록면접 69: 하도급업체의 업무

질문자: 클리닝 할 때 어떤 식으로 작업을 합니까?
1차 하도급업체 3 안전관리자 협력업체3: 사람이 직접 하죠. 기계로 클리닝을 하면 한계가 있기 때문에, 기계로 하면 깨끗하게 클리닝이 안 되기 때문에, 사람이 손으로 해야 깨끗하게 닦여요. 클리닝이 잘 안된 상태에서 자재를 찍었을 때 반도체가 불량이 나와 버려요. 그래서 저희가 클리닝을 해줘요. 그리고 저희가 오븐 기계에다 넣어서 자재를 구워서 다시 빼서 이동해주고,,....(H반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 3, 안전관리자, 20180827)"

부록면접 70: 원청회사가 하도급을 쓰는 이유: 강도 높은 일이나 원청이 하기 힘든 일을 대신해주므로!

"(질문) 작업자 입장에서는 이게 모기업 같은 역할을 하네요. 그럼 하이닉스 같은 경우는 왜 굳이 하도급을 쓸까요?
1차 하도급업체 3 안전관리자 협력업체3: 원청에서 하기 힘들어서죠. 작업자와 작업자 수와 일의 강도, 현업에서 받는 직원들 가지고 하려면 직원을 좀 더 뽑아야 되는데 그 직원을 뽑자니 금액이 너무 많이 나올 거 같고 차라리 협력사에 맡기면 협력비 그만큼 주면 인건비를 배로 절약하지 않을까? 그래서 쓰지 않을까?(H반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 3, 안전관리자, 20180827)"

부록면접 71: 원청회사가 하도급을 쓰는 이유: 비용절감!

1차 하도급업체 3 안전관리자 협력업체3: H 업체의 경우 정직원을 두면 비용이 많이 드니까 정직원 하나 둘 비용 갖고 협력사에 용역비를 주는 게 더 많이 남아요. 그래서 저희가 가서 장비를 클리닝을 해줘요(H반도체(FAB, 원청)의 1차 하도급업체 3, 안전관리자, 20180827)."

부록면접 72: 원청과 하도급의 임금차이가 매우 크다!

1차 하도급업체 3 안전관리자 협력업체3: (임금이) 저희가 많이 적죠. 현업(원청)이랑 비교를 못하죠. 월급으로만 따지면 (그 차이가) 얼마 안 되죠. 그러나 보너스 나오면 엄청나죠. 월급으로 따지면 비슷비슷해요. 보너스에서 차이가 나요. 똑같이 100만원씩 받아가지고 선생님이 현업 정직원이에요. 저는 협력사고 K외사. 똑같이 한 달에 100만원 받아요. 그러면 저는 1년에 한번 보너스 200만원 나와요(보너스만 200만원). 정직원이면 3개월에 400만원씩 받는다고 생각하시면 돼요(보너스만 1200만원). 그렇게 차이가 나요. 원청업체가 원청 노동자들에게 1000만원씩 (보너스를) 줄 때 저희(하도급업체 노동자들)에게는 100만원을 주죠 (H반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 3, 안전관리자, 20180827))."

부록면접 73: 하도급업체가 늘어나는 이유

1차 하도급업체 1, 안전보건관리자: 반도체 초창기에는 A사도 다 직영화 되었대요. 그때는 반도체가 크지 않았으니까. 그땐 노동자가 기껏해야 50명 정도 있었는데 점차 반도체 규모가 커지니까 필요한 인원들을 다 채용하기가 어려운거죠. 그리고 제조업이 아니다보니까 일이 있으면 채용해서 쓰고, 또 일이 없으면 다른데 가서 일을 해야 되잖아요.(S반도체(FAB공장,원청)의 1차 하도급업체 1, 안전보건관리자, 20180831)"
1차 하도급업체 2, 안전보건관리자: 저희가 고객사(1차 하도급 업체)잖아요. 반도체 경기가 안 좋으면 저희가 인원을 갖고 있을 필요는 없잖아요. 저희 회사도 막대한 손해인데요. 그러니까 그런 부분을 같이 외주로 주고 있죠. 저희는 건설업체니까 일이 있으면 하고 없으면 못하죠. 라인이 계속 증설되고 계속 늘어나면 그거에 맞춰서 인원을 딱 고정적으로 하는데, 그렇지 않으면 어느 정도 지나면 경기가 죽을 수도 있잖아요. 협력사 입장에서는 그 인원들을 다 계속 데리고 있으면서 인건비를 줄 수 있는 상황이 아닌 거죠. 건설들이 다 마찬가지예요. 건설업체들이 동일한 거 같은데요(S반도체(FAB공장,원청)의 1차 하도급업체 2, 안전보건관리자, 20180831)."

부록면접 32: 위에 있음

부록면접 74: 하도급 노동자들의 이동 현황

1차 하도급업체 B 안전보건관리자: 저희 같은 (하도급체) 일원으로 일을 하는 사람들은 S회사에도 일하러 가지만, H회사에도 일하러 가죠. 보통 하도급업체들을 보면 배관사들이 같이 움직여 버리거든요. 하도급 업체에서 팀을 모아서 들여오거나 하고 있죠. 여기도 커뮤니티가 발달되어 있어서 자기네들끼리 어디가 돈을 더 준다면 그리로 가죠. 한때 S에서 문제된 게 H가 임금의 단가를 더 많이 주었기 때문에 H 쪽으로 배관사들이 많이 가고 그랬거든요.(S반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 2, 안전보건관리자, 20180831).

② 하도급(협력)업체의 산업안전보건관리 현황

부록면접 75: 한 하도급 건설업체가 여러 개로 쪼개져서 있어서 안전보건관리자의 법적 선임을 피할 수 있다!

1차 하도급업체 2 안전보건관리자 협력업체2: 건설업은 설명이 좀 필요합니다. 저희 업체를 보면, 건설업 전체 인

원이 약 600명~800명이더라도 이 이것이 여러 개로 쪼개져 있어요. 근로복지공단에 저희가 신고하는 게 한 네다섯 개로 쪼개져 있기 때문에 그게 각각으로 운영되는 것으로 신고가 됩니다. 그러므로 개별 사업장들은 300인 이하 사업장이 되어서 보건관리자를 법적으로 선임할 의무가 없어요. 사업장에 안전관리자와 보건관리자를 법적으로 선임할 필요는 없고 자체적으로 누군가 한 명이 업무를 맡아서 하는 거죠.(S반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 2, 안전보건관리자, 20180831).

부록면접 76: 원하청관계: 공생협력프로그램

H(원청)기업 HSE 관리부장: 공생프로그램을 이용해서 1차 협력사, 2차 협력사까지 많이 들어와 있습니다. 지금 45개 업체인가? 상주업체(1차 하도급업체), 라인에서 원청을 지원해 주는 항상 라인에서 유지 보수 해주는 업체들은 공생협력프로그램을 이용해서 주기적인 회의를 하고 우리 원청으로써 역할을 합니다. 작업장에서 위험성, 장애 등에 대한 자료를 다 보내주고 교육과정도 있고, 교육결과도 다 가지고 있습니다. 그 프로그램을 돌리면 되니까요. 노동부에서 한 달에 한 번씩 협의체를 하도록 해놨죠.(H기업(FAB,원청), HSE관리부장, 2018.08.27.).

③ 하도급업체 산업안전보건관리의 문제점

부록면접 77: 하도급업체 사고의 원인

안전관리자: 외부업체가 들어와서 일을 하다보면, 예를 들어 00기업의 사고 사례처럼 배관에 문제가 있어서 고쳐야 되는데, 전원을 끄고 작업을 해야 되는데 전원을 끄면 작업현장이 멈춰지게 되고 생산량에 엄청난 피해를 입거든요. 그러므로 '작업 시에는 늘 다운시켜서는 안 된다'는 생각이 잠재해 있는 거예요. 그러니까 흄이 나와도 그 상태에서 막 응급조치를 하려고 한 거죠. 그 자리에서 케미칼사고, 사망사고가 나는 거죠. (F업체(FAB,원청), 안전관리자, 2018.07.12)

부록면접 78: 산업안전보건법에 의해서 사내 협력(하도급)업체 이외의 협력업체들은 원청에 의해 안전보건관리를 받지 못한다?

S(FAB 원청)기업의 산업안전보건팀장: 우리와 같이 있는 상주 협력업체는 우리 임직원 케어 해주는 거와 똑같이 해주고, 또 여기서 스스로 할 수 있도록 시스템을 구축해 놓고 있는데 제일 걱정되는 게, 밖에 있는 업체들, 즉 우리한테 납품을 하거나 하는 납품(협력)업체들의 경우에는 우리가 안전보건관리를 할 수가 없습니다. 산업안전보건법에 의해서 제29조에 의해서 사내 하도급업체는 우리하고 같이 하면 되는데, 밖에 있는 업체들은 법에 적용이 되지 않기 때문에.....(S기업(FAB,원청), 산업안전보건팀장, 2018.07.25.).
부록면접 79: 보건관리대행, 안전관리대행이 형식적이다.

S 업체(후공정, 원청), 보건관리자: 사실 본사보다는 제가 만나는 사람들은 다 협력업체 사람들이에요. 보건관리를 제가 다 해요. 사실은 그 법만 보건관리대행으로 와서 하지만 그 사람들이 와서 하는 것은 한 달에 한 번 와서 위생, 하는데 그거 길을 모르잖아요? 제가 다 안내를 해야 해요. 사실 저도 그건 좋은 건 있어요. 제가 한 달에 한 번 혼자 돈다하면 어떨 때는 귀찮으니까 안 갈 수도 있는데, 그 사람들이 오면 내가 가르쳐줘야 하니까, 그리고 나도 알아야 하니까 일부러 다 샅샅이 돌아요. 한 달에 한번 씩 검사(스클리닝)이 되는 거예요. 라인 공정에서 뭐 안됐고, 뭐가 안됐고, 다 파악해갖고 다시 피드백으로 '뭐 안됐으니까, 붙여놓고 뭐 하고 하세요.'라고 얘기를 다 해줄 수 있는 건 돼요. 그런데 그거 한 번 오는 거 하고 건강검진 한 명 와서 한 달에 한 번 상담해 주는 거 잖아요.
그런데 이제 그 대행 그런 데는요, 그게 얼마나 한 달에 한 번씩 와서 하는데 하루도 안 있잖아요. 한 시간 있잖

아요? 뭘 하겠어요?
보건관리대행이 하는 것은 딱 두 가지입니다. 한 달에 한 번 위생 점검 해주고, 한 달에 한 번 와서 상담 한 시간 와서 해주고 그게 다고요, 실질적으로 사람 솔직히 한 달에 한 번 상담해 줄때도 인력 다 연락하고 '오세요, 마세요.' 하는 것까지 체크하는 것 까지 보건관리자 일이거든요, 제가 다 한다는 얘기거든요. 그러니까 지금은 대행한다고 노동부에서는 오해를 하고 있는 것 같아요. 그것은 정말 소규모 사업장이나 하고 300인 이상 하는 곳은 보건관리자 전담이 되어야 된다고 생각을 해요. 그나마 관리가 다 돼요. 왜냐면 보건관리자 일이니까. 법적으로 보건관리자 일이 있잖아요. 그렇기 때문에 보건관리자가 법에 나와 있는 건 다 해야 되고, 또 실질적으로 감독을 받아야하기 때문에 다 한다. 전담이 있어야 한다는 거죠.
대외적으로는 보건관리대행이 있다고 하죠. 근데 아까 얘기했지만, 노동부는 대행을 매우 높이 평가하는데 말도 안 되는 소리에요. 한 달에 한 번 와서 잠깐 상담해주고 위생점검을 하고 그 사람들은 다 서류 써요. 서류는 결국 같이 다니는 거거든요.
(위생점검이라는게 뭐에요?) 와서 돌아보고 서류 작성하고 가는 거예요. 화학물질, 분진관리, 소음관리.
담: 이것 뿐 만이 아니라 안전도 그래요. 근데 또 이게 도움을 받는 것도 있어요. 왜냐면 걔네들이 와가지고 나랑 같이 돌기도 하고, 많이 알려주기도 하고 하니까. 도움 받아요. 받는데, 노동부에서 이거 대행하고 하면서 자기들 밥그릇만 챙기려고 하는 거지. 실질적으로 보건관리자 일하는 건 다 무시되는 거 아니에요? 실질적으론 우리가 다 하는데. 안전관리도 보면, 저희회사는 (팀이) 있는데 하는데 나머지 협력업체들은 대행을 하죠.
안전관리대행도 와서 점검 일지 써주고 가요. 솔직히 다 써가지고 와서 사인만 하라고 하죠. 대행기관이 제게 가르쳐 주어야 하는데, 오면 결국 나한테 물어보죠. 나한테 물어보고 라인 들어가서 보기도 하고. 솔직히 이런 건 나랑 같이 하는 거지. 대행기관 분들은 아무것도 모르니까 내가 '여기 후드 측정하라' 하고, '여기 소음 있다'고 하면 그 분들이 소음 측정을 하고, '여기 화학물질 측정하라'고 하고, '이거 표지가 옛날 건데 그냥 붙어있네요.' (라고 하면서) 같이 하는 거죠. 그러니까 노동부는 대행으로 모든 보건관리가 이루어지고 있다고 생각하면 안 된다는 거죠. (S업체(후공정,원청), 보건관리자, 2018.05.28)

부록면접 80: 협력업체 작업자들에게 실제로 필요한 보건교육내용이 부족하다!

1차 하도급업체 3 안전관리자 협력업체3: 정기교육에는 화학물질, 아니면 밀폐공간 사건, 사고사례 내용들, 산업안전보건법 등이 있습니다. 이 내용은 현업(원청) 보건팀에서 만든 것을 주는 거예요.
질문자: 그쪽에서 만약에 주면 그대로 하나요?
1차 하도급업체 3 안전관리자 협력업체3: (원청으로부터) 교육내용을 받았는데 우리 작업자들에게 전혀 관련이 없는 내용이 왔다. 예를 들면, 저희 직원들은 고소작업도 안하는데 고소작업에 대한 내용들만 다 있으면 저희 직원들에게 아무런 필요가 없잖아요. 그럴 땐 다 빼버리고 제가 그냥 넣어버리죠. 카트, 핸드 카트, 이동시 주의 할 점 그런 식으로 저희 직원들한테 필요한 교육을 시켜야죠. 하지도 않는 고소작업 그런 작업관련 교육은 저희 직원들한테 할 필요가 없죠.
질문자: 어디서 그런 교육내용을 교육 자료를 어떻게 만드세요? 직접 만든 적도 있으세요?
인터넷 그리고 산업협회.....(H반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 3, 안전관리자, 20180827)"

④ 산업안전보건법에 규정된"원청사업주의 의무"규정이 지켜지지 않는 이유

부록면접 81: 하도급체에게 지급되는 안전관리비는 어디로?

1차 하도급업체 2 안전보건관리자: 건강검진부터 하도급업체가 챙기고 있어요. 예전에는 (원청사업체가) 직접 관리하다가 요즘엔 하도급체에 안전관리비를 지급하거든요. 그래서 건강검진하고 보호구 같은 경우는 (층층이 내려가는) 하도급 협력사에서 구입해서 저희(1차 하도급업체)한테 증빙을 하죠. 그런 식으로 진행하고 있습니다. 원청

사업체인 S 업체가 저희에게 돈을 주죠. 계약서상에 안전관리비라든가 항목이 있는데, 그걸 줘야 되는 그런 것들을 계약서상에 포함시켜서 계약할 때 지불을 하죠.
(질문: 그러면 S회사에서 안전관리비를 하도급업체인 E업체가 다시 하도급업체에 주는 거예요?) 그런데 저희도 전체적으로 쓰는 게 있으니까 저희도 보호나 시설에 관련되는 거 써야 되니까 저희도 쓰고, 층층이 내려가는 하도급 업체에는 인원에 관련된 보호구에 해당하는 비용만 씁니다(S반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 2, 안전보건관리자, 20180831).

부록면접 82: 하도급체가 산업안전보건관리비를 원청업체로부터 받아서 사용하는 제도가 효과적인가?

1차 하도급업체 2 안전보건관리자: (이 하도급 업체도) 하나의 업체다 보니까 어차피 산업안전보건법은 다 해당이 되는 거고, 또 원하청 관계에서 원청사업주가 안전관리비를 주어야 하는 것이고, 저희는 그것을 가지고 추가적으로 업무를 더 확장해서 하는 거죠. 그리고 우리도 산업안전보건법에 맞추어서 사업주가 자기의무를 다 하는 거죠.
질문자: 안전관리비 항목에는 어떤 내용이 있습니까?
1차 하도급업체 2 안전보건관리자: 안전관리비의 원래 명칭이 산업안전보건관리비입니다. 줄여서 안전관리비라고 그러는 것인데, 안전, 보건에 관련된 업무에 관련된 비용, 저희 안전관리자, 보건관리자 인건비도 다 거기서 나가는 거고, 그리고 작업환경측정을 포함해서 저희가 개인 보호구부터 위험 작업할 때 사람들 못 들어오게 하는 펜스 이런 시설물까지 다 그런 돈에서 쓰고 있고요.(S반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 2, 안전보건관리자, 20180831).
(새로운사실: 원청의 책임이 안전관리비라는 금액으로 정해지는 것이 아니라, 사업장의 안전과 노동자의 건강에 대한 실제적인 관리가 필요한 것이다)

부록면접 83: 원청회사와 하도급업체사이에 수준차이가 나서 산업안전보건관리가 더 안 된다!

1차 하도급업체 2 안전보건관리자 협력업체2: 저희 협력사도 원청업체와 똑같이 해야 되는데 수준차이가 너무 많이 나버리니까 이런 게 힘들더라고요. 저희는 어차피 0000업체의 눈높이에 맞추어서 업무를 진행하고 그걸 따라가잖아요. 그런데 우리 하도급사, 협력사는 쫓아오는 데, 위험성 평가 이런 걸 하려고 하면 아무리 교육을 해도 말이 안 통해요. 그러니까 현장에서 일만 하시던 분들을 제도권이나 이렇게 계속 교육을 통해서 바꾸려고 하는데 그것이 1차 하도급업체인 저희 협력사까지는 가능할지 몰라도 그 아래 층층이하 하도급업체들까지 내려가는 것은 정말 힘들더라고요. 아래쪽에 있는 하도급사들의 경우 노동자 인원이 소수여서 안전관리자나 보건관리자가 법적으로도 없어도 되죠. 우리나라 건설업이 오야지라는 걸 두고 여러 사람을 데리고 여기서 일하고, 여기 일이 끝나면 또 다른 곳으로 이동하고, 이런 개념이다 보니 (중층 하도급에 있는) 그 분들(노동자 분들)이 자체적으로 산업안전보건법 이런 교육이라는 자체를 받기 어려운 측면도 있고요. 그러다보니 중층 하도급구조로 점점 더 내려갈수록 산업안전보건관리가 더 안 되죠. 저희는 아까 말씀드린 거처럼 고정(1차 사내하도급)이지만 우리 보다 아래의 하도급업체들은 계속 이동이니까, 그 사람이 이쪽 갔다, 저쪽 갔다 계속 이동하니까..(S반도체(FAB,원청)의 1차 하도급업체 2, 안전보건관리자, 20180831)).

부록면접 84: 사업주 역할 강화 필요성 증대

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 경영진들이 안전보건교육을 받도록 하는 법을 만들면 좋겠어요. 공장장들 말고 사업주에 대해서 실질적으로 일 년에 어느 정도 법적으로 이수교육을 받게 하는 것이 필요합니다. 사업주들의 안전보건의식이 거의 제로에 가깝기 때문에…….
김: 네 그것도 있지만, 최근에 그게 국회 통과됐을지도 모르겠지만 그 사업장이 여러 개인 경우 공장장들이 책임자로 되어 있어요. 근데 사업주가 주관이 돼서 안전보건 책임자로 선임이 되어야 해요.

A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 솔직히 우리가 '공생협력프로그램'을 하고 있는데 진짜 안전보건에 대해서 정말 설명을 해도 사업주들은 모르겠다고, 도무지 이해를 못하겠다(라고 이야기를 해요.) 우리가 이렇게 지원을 해 주겠다 해도, 업무 진행이 안 된다니까요. 이런 인식 자체가 사업만 했지. 사업주들은 오로지 이윤추구만 해서 일을 하다보니까 안전보건은 완전히 배제를 한다는 거죠. 실질적으로 특히 의사결정권자들의 경우에. 그래서 사업주, 안전보건교육 의무적으로 이수를 하고, 그런 제도가 필요하지 않을까? (생각이 들어요) 지금 강제가 없잖아요? 이게 첫 번째로 필요한 거고, 그리고 기술적으로 지원, 뭐, 의식이 없는데 지원해봤자 무슨 의미가 있습니까? 이론적으로 나와 있잖아요? 최고 경영자의 확고한 의지가 있으면 다 된다고. 그런데 이게 그 진짜 '사고가 발생하면 사업주가 다친다'는 것을 심어주기 위해서는 안전보건책임자를 사업주로 하면 사고 나면 책임자가 들어가잖아.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 근데 아직까지 그래도 사법처리라고 되어 있는데, 돈으로 때우면 되니까. 현재까지는.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 요즘은 법이 강화 돼가지고 안 그래.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 그런 사람들 다 집행유예로 풀려났어요. 8명이 죽었는데, 여수 산단. 공장장 사업주 다 구속 구속해놓고서 다 집행유예. 다 풀려나고. 이렇다 보니까 실질적인 (방안이 안 되죠)
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 파트장: 법에 안전 관리자한테 책임을 지우게 되어 있는데, 안전관리자는 책임이 없지. 그런 것 보다는 사업주에게 책임을 지우게 해야 해.
A2사업장(후공정, 원청) 시설환경팀 환경안전2파트 담당: 네, 첫 번째로 사업주입니다. 이게 공생협력 나라에서 만들어줘 놓고 죄다 원청업체 하도급업체한테 미루고 있는 실정이잖아요? 근데 하도급업체 사업주들이 마인드라든가, 안전보건지식이라든가, 이러한 게 전무한 상태에서 그걸 한다는 게 말이 안 되죠.
(A2사업장(후공정, 원청), 시설환경팀 환경안전2파트 파트장, 2018.07.27)

부록면접 11: 위에 있음

(4) 반도체 제조업 노동조합 활동

부록면접 85: 반도체 제조업에서 노사 논의체계: 조직별협의회, 분임노사협의회, 산업안전보건위원회

노조 안전부장 : 회사 측에 평상시에 제안을 하고 답을 받는 과정에는 여러 가지 경로가 있습니다. 각 분과별로 하는 담당회도 있고요. 분임노사협의회가 따로 있어요. 이 이전에 첫 단계가 단방협의회라고 있습니다. 다음 조직별 협의회, 그게 첫 단계고요. 각 조직별 협의회가 따로 있고요, 거기서 개선되는 거는 거기서 끝나고요. 개선 안 되고 덩어리가 큰 것은 분임노사협의회로 올라갑니다. 또 거기서 회사 측 담당자들과 얘기를 합니다. 그래도 안 된다면 그게 한, 두건 모이면 산업안전보건위원회로 올라갑니다. 이 3단계를 갖추고 있기 때문에 채널은 각 부서나 각 담당에서 먼저 다 정리가 돼요. 그게 각 담당협의회에서 먼저하고, 두 번째가 분임노사협의회, 세 번째가 산업안전보건위원회, 그 다음에 1,2,3단계에서 회사 쪽에서 자료가 필요하다 예를 들어서 작년에 우리 사고건수가 몇 건 되는지 좀 달라 하면 줍니다. 안 줄 수가 없죠. 그 다음에 건강검진 했는데 예를 들어서 지병 있는 사람 현황을 달라 다 준다 이거죠. 그 다음에 작년보다 더 나빠진 사람들 특히 더 나빠진 사람들 어떤 부위를 설명 할 수는 없지만 건강상의 등급이 있잖아요. 그런 사람 현황을 조사해서 우리한테 달라 줍니다. 단, 개인의 동의가 필요한 거는 안 되죠. (H기업(FAB,원청), 노동조합 안전부장, 2018.08.27).

부록면접 53: 위에 있음

부록 Ⅲ-2. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 작업환경측정자료(2013~2017) 분석 결과

<부록표 Ⅲ-1> 산업안전보건법에 명시된 작업환경측정대상물질의 발암성여부(국제암연구기관(IARC))

연번	한글명	영문명	유해인자번호	CAS Number	IARC GROUP
1. 화학적 인자					
가. 유기화합물(113종)					
1	글루타르알데히드	Glutaraldehyde	21001	111-30-8	
2	니트로글리세린	Nitroglycerin		55-63-0	
3	니트로메탄	Nitromethane	21005	75-52-5	2B
4	니트로벤젠	Nitrobenzene	21005,21007	75-52-5	2B
5	p-니트로아닐린	p-Nitroaniline		100-01-6	
6	p-니트로클로로벤젠	p-Nitrochlorobenzene		100-00-5	3
7	디니트로톨루엔	Dinitrotoluene		25321-14-6	
8	디메틸아닐린	Dimethylaniline(N,N-Dimethyl-aniline)	21015	121-69-7	3
9	디메틸아민	Dimethylamine	21017	124-40-3	
10	N,N-디메틸아세트아미드	N,N-Dimethylacetamide	21019	127-19-5	
11	디메틸포름아미드	Dimethylformamide	21021	68-12-2	2A
12	디에탄올아민	Diethanolamine	21023,21119	111-42-2	2B
13	디에틸렌트리아민	Diethylene triamine	21025	111-40-0	
14	2-디에틸아미노에탄올	2-Diethylaminoethanol	21027	100-37-8	
15	디에틸에테르	Diethyl ether	21029	60-29-7	
16	디에틸아민	Diethylamine	21031	109-89-7	
			21017	124-40-3	
17	1,4-디옥산	1,4-Dioxane, Diethyl dioxide	21033	123-91-1	2B
18	디이소부틸케톤	Diisobutylketone	21035	108-83-8	
19	디클로로메탄	Dichloromethane	51258,21037	75-09-2	2A
20	o-디클로로벤젠	o-Dichlorobenzene	21039	95-50-1	3
21	1,2-디클로로에틸렌	1,2-Dichloroethylene	21041	540-59-0 156-60-5(트랜스)	
22	디클로로플루오로메탄	Dichlorofluoromethane	21043	75-43-4 75-71-8	
23	1,1-디클로로-1-플루오로에탄	1,1-Dichloro-1-fluoroethane	21045	1717-00-6	
24	디하이드록시벤젠	Dihydroxybenzene	21047,51456	123-31-9	3
25	2-메톡시에탄올	2-Methoxyethanol: 에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르, EGME	21049,21050	109-86-4	
26	메틸렌 디(비스)페닐 디이소시아네이트	4,4'-Methylene di(bis)phenyl diisocyanate	21051,51076	101-68-8	3
27	메틸 아민	Methyl amine	21053	74-89-5	
28	메틸 알코올	Methyl alcohol	21055,51095	67-56-1	
29	메틸 에틸 케톤	Methyl ethyl ketone	21055,21057	78-93-3	
30	메틸 이소부틸 케톤	Methylisobutylketone	21059	108-10-1	2B
31	메틸 클로라이드	Methylchloride	21061	74-87-3	3
32	메틸 n-부틸케톤	Methyl n-butyl ketone		591-78-6	
33	메틸 n-아밀케톤	Methyl n-amyl ketone	21065,51471,51472	110-43-0	
34	o-메틸시클로헥사논	o-Methylcyclohexanone	51109	583-60-8	

35	메틸시클로헥사놀	Methylcylohexanol		25639-42-3 591-23-1(m-) 589-91-3(p-) 583-59-5(o-)	
36	메틸클로로포름	Methylchloroform	21071	71-55-6	3
37	말레산 언하이드라이드(무수말레산)	Maleic anhydride	21073	108-31-6	
38	프탈산 언하이드라이드(무수프탈산)	Phthalicanhydride	21075	85-44-9	
39	벤젠	Benzene	21077	71-43-2	1
40	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	21079	106-99-0	1
41	sec-부틸알코올(sec-부탄올)	sec-Butylalcohol	21081	78-92-2	
42	n-부틸알코올(1-부탄올)	n-Butylalcohol	21083	71-36-3	
43	1-브로모프로판	1-Bromopropane	21085,21087	106-94-5	2B
44	2-브로모프로판	2-Bromopropane		75-26-3	
45	브롬화 메틸	Methylbromide		74-83-9	3
46	비닐 아세테이트	Vinylacetate	21091	108-05-4	2B
47	사염화탄소	Carbontetrachloride	21093	56-23-5	2B
48	스티렌	Styrene	21095	100-42-5	2A
49	시클로헥사논	Cyclohexanone	21097	108-94-1	3
50	시클로헥사놀	Cyclohexanol	21099	108-93-0	
51	시클로헥산	Cyclohexane	21101	110-82-7	
52	시클로헥센	Cyclohexene	21103	110-83-8	
53	아닐린과 아닐린동족체	Aniline & homologues	21105	62-53-3	3
54	아세토니트릴	Acetonitrile	21107	75-05-8	
55	아세톤	Acetone	21109	78-93-3	
56	아세트알데히드	Acetaldehyde	21111	75-07-0	2B
57	아크릴로니트릴	Acrylonitrile	21113	107-13-1	2B
58	아크릴아미드	Acrylamide	21115	79-06-1	2A
59	알릴글리시딜에테르	Allylglycidylether	21117	106-92-3	
60	에탄올아민	Ethanolamine	51224	141-43-5	
61	에틸벤젠	Ethylbenzene	21121	100-41-4	2B
62	에틸아민	Ethylamine	21123	75-04-7	
63	에틸 아크릴레이트	Ethylacrylate	21125	140-88-5	2B
64	에틸렌 글리콜 디나이트레이트	Ethyleneglycoldinitrate		628-96-6	
65	2-메톡시에틸아세테이트	2-Methoxyethylacetate,EGMEA	21129	110-49-6	
66	2-에톡시에탄올	2-Ethoxyethanol,EGEE	21131,21132	110-80-5	
67	2-에톡시에틸아세테이트	2-Ethoxyethylacetate,EGEEA	21133	111-15-9	
68	2-부톡시에탄올	2-Butoxyethanol, EGBE	21135,21136	111-76-2	3
69	에틸렌 글리콜 모노 부틸 아세테이트	Ethyleneglycolmonobutylacetate	21137	112-07-2	
70	에틸렌 글리콜	Ethyleneglycol	21139	107-21-1	
71	에틸렌 클로로하이드린	Ethylenechlorohydrin		107-07-3	
72	에틸렌이민	Ethyleneimine		151-56-4	2B
73	2,3-에폭시-1-프로판올	2,3-Expoxy-1-propanol	21145	556-52-5	2A

74	1,2-에폭시프로판	1,2-Epoxypropane	21147	75-56-9	2B
75	에피클로로하이드린	Epichlorohydrin	21149,51344	106-89-8	2A
76	요오드화 메틸	Methyliodide	21151	74-88-4	3
77	이소부틸 알코올	Isobutylalcohol	21153	78-83-1	
78	이소아밀 알코올	Isoamylalcohol	21155	123-51-3	
79	이소프로필 알코올	Isopropylalcohol	21157, 51095	67-63-0	3
80	이염화에틸렌	Ethylenedichloride	21159	107-06-2	2B
81	이황화탄소	Carbondisulfide	21161	75-15-0	
82	초산 메틸	Methylacetate	21163	79-20-9	
83	초산 부틸	n-Butylacetate	21165	123-86-4	
84	초산 에틸	Ethylacetate	51251,51252	141-78-6	
85	초산 프로필	n-Propylacetate	21169	109-60-4	
86	초산 이소부틸	Isobutylacetate	21171	110-19-0	
87	초산 이소프로필	Isopropylacetate	21173	108-21-4	
88	초산 이소아밀	Isoamylacetate		123-92-2	
89	크레졸(모든 이성체)	Cresol,allisomers	21177	1319-77-3 95-48-7(o-) 108-39-4(m-) 106-44-5(p-)	
90	크실렌(오르토, 메타, 파라 이성체)	Xylene,o,m,p-isomers	21179	1330-20-7 106-42-3(p-) 108-38-3(m-) 95-47-6(o-)	3
91	클로로벤젠	Chlorobenzene	21181	108-90-7	
92	1,1,2,2-테트라클로로에탄	1,1,2,2-Tetrachloroethane	21183	79-34-5	2B
93	1,1,2-트리클로로에탄	1,1,2-Trichloroethane	21185	79-00-5	3
94	1,2,3-트리클로로프로판	1,2,3-Trichloropropane		96-18-4	2A
95	테트라하이드로푸란	Tetrahydrofuran	21189	109-99-9	2B
96	톨루엔	Toluene	21191	108-88-3	3
97	톨루엔-2,4-디이소시아네이트	Toluene-2,4-diisocyanate	21193,52001	26471-62-5	2B
98	톨루엔-2,6-디이소시아네이트	Toluene-2,6-diisocyanate	21195	26471-62-5	2B
99	트리에틸아민	Triethylamine	21197	121-44-8	
100	트리클로로메탄	Trichloromethane	21199	67-66-3	2B
101	트리클로로에틸렌	Trichloroethylene	21201	79-01-6	1
102	퍼클로로에틸렌	Perchloroethylene	21203	127-18-4	2A
103	페놀	Phenol	21205	108-95-2	3
104	펜타클로로페놀	Pentachlorophenol		87-86-5	1
105	포름알데히드	Formaldehyde	21209	50-00-0	1
106	스토다드 솔벤트	Stoddardsolvent	21211	8052-41-3	
107	프로필렌 이민	Propyleneimine		75-55-8	2B
108	피리딘	Pyridine	21215	110-86-1	2B
109	히드라진	ydrazine	21217	302-01-2	2A
110	헥사메틸렌 디이소시아네이트	examethylene diisocyanate	21219	822-06-0	
111	헥산	Hexane,n-Hexane	21221	110-54-3	
112	헵탄	Heptane,n-Heptane	21223	142-82-5	
113	황산디메틸	Dimethylsulfate		77-78-1	2A
114	1)부터113)까지의물질을중량				

	비율1퍼센트이상함유한제제				
나. 금속류(23종)					
1	구리(Copper)	Copper	22001,22003,22004	7440-50-8	
	가) 흄	(Fume)			
	나) 분진과 미스트	(Dusts and Mists, as Cu)			
2	납 및 그 무기화합물	(Lead and inorganic compounds, as Pb)	22005,32009,51492	7439-92-1	2B
3	니켈	(Nickel, as Ni)	22009,22007		
	가) 원소	(Element)		7440-02-0	2B
	나) 가용성 무기화합물	(Soluble inorganic compounds)		1313-99-1	1
	다) 불용성 무기화합물	(Insoluble inorganic compounds)		1313-99-1	1
	라) 니켈카보닐	(Nickel carbonyl)	22013	13463-39-3	
4	망간 및 그 무기화합물	(Manganese and inorganic compounds, as Mn)	22015	7439-96-5	
5	바륨 및 그 가용성 화합물	(Barium and soluble compounds, as Ba)	22017	7440-39-3	
6	백금	(Platinum)	22019	7440-06-4	
	가) 금속	(Metal)			
	나) 가용성 염	(Soluble salts)			
7	산화마그네슘	(Magnesium oxide)	22023	1309-48-4	
8	셀레늄 및 그 화합물	Selenium and compounds, as Se	22025	7782-49-2	3
9	수은	Mercury, as Hg	22027,22029,22031	7439-97-6	3
	가) 알킬화합물	Alkyl compounds			
	나) 아릴화합물	Aryl compounds			
	다) 원소 및 무기형태	Element and inorganic forms			
10	산화아연	Zinc oxide	22033,22034,22035	1314-13-2	
	가) 흄	Fume			
	나) 분진	Dust		1314-13-2	
11	안티몬 및 그 화합물	Antimony and compounds, as Sb	22037	1309-64-4	2B
12	알루미늄 및 그 화합물	Aluminum and compounds, as Al	22039,22041,22043,22045,22046,22047	7429-90-5	1
	가) 금속 분진	Metal Dust			
	나) 피로 파우더	Pyro powders			
	다) 흄	Fume		7429-90-5	1
	라) 가용성 염	Soluble salts			
	마) 알킬	Alkyl, NOS			
13	요오드	Iodine	22049	7553-56-2	
14	은	Silver	22051,22053	7440-22-4	
	가) 금속	Metal			
	나) 가용성 화합물	Soluble compounds, as Ag			
15	이산화티타늄	Titanium dioxide	22055	13463-67-7	2B
16	주석	Tin, as Sn	22057,22059,22061	7440-31-5	
	가) 금속	Metal			
	나) 산화물 및 무기화합물	수소화 주석은 제외한다(Oxide & inorganic			
	다) 유기화합물	Organic compounds			
17	지르코늄 및 그 화합물	Zirconium and compounds, as Zr	22063	7440-67-7	
18	산화철 분진과 흄	Iron oxide dust and fume, as Fe	22065	1309-37-1	3
19	카드뮴 및 그 화합물	Cadmium and compounds, Cd	52001	7440-43-9	1
20	코발트 및 그 무기화합물	Cobalt and inorganic compounds, as Co	22069	7440-48-4	2B

21	크롬과 그 무기화합물	Chromium and inorganic compounds, as Cr	22071,22072,51326,51327,52001,52039	7440-47-3	3
	가) 금속과 크롬3가 화합물	Metal and Cr Ⅲ compounds		16065-83-1	3
	나) 수용성 6가크롬 화합물	Water soluble Cr VI compounds		18540-29-9	1
	다) 불용성 6가크롬 화합물	Insoluble Cr VI compounds		18540-29-9	1
22	텅스텐	Tungsten, as W	22077,22079	7440-33-7	
	가) 금속과 불용성 화합물	Metal and insoluble compounds			
	나) 가용성 화합물	Soluble compounds			
23	오산화바나듐	Vanadium pentoxide	22081	1314-62-1	2B
	가) 분진과 흄	Dust and fume			
24	1목부터 23목까지에 따른 물질을 중량비율 1퍼센트 이상 함유한 제제				
다. 산 및 알칼리류(17종)					
1	개미산	Formic acid	23001	64-18-6	
2	과산화수소	Hydrogen peroxide	23003	7722-84-1	3
3	무수초산	Acetic anhydride	23005	108-24-7	
4	불화수소	Hydrogen fluoride	23007	7664-39-3	
5	브롬화수소	Hydrogen bromide	23009	10035-10-6	
6	수산화나트륨	Sodium hydroxide	23011	1310-73-2	
7	수산화칼륨	Potassium hydroxide	23013,23014	1310-58-3	
8	시안화나트륨	Sodium cyanide	23015	143-33-9	
9	시안화칼륨	Potassium cyanide	23017	151-50-8	
10	시안화칼슘	Calcium cyanide		592-01-8	
11	아크릴산	Acrylic acid	23021	79-10-7	3
12	염화수소	Hydrogen chloride	23023	7647-01-0	3
13	인산	Phosphoric acid	23025	7664-38-2	
14	질산	Nitric acid	23027	7697-37-2	
15	초산	Acetic acid	23029	64-19-7	
16	트리클로로 아세트산	Trichloro acetic acid		27828	
17	황산	Sulfuric acid	23033,23035,23036	7664-93-9	
18	1부터 17까지의 물질을 중량비율 1퍼센트 이상 함유한 제제				
라. 가스 상태 물질류					
1	불소	Fluorine	24001	7782-41-4	
2	브롬	Bromine	24003	7726-95-6	
3	산화에틸렌	Ethylene oxide	24005	75-21-8	1
4	삼수소화비소	Arsine	24007	7784-42-1	
5	시안화수소	Hydrogen cyanide	24009	74-90-8	
6	암모니아	Ammonia	24011	7664-41-7	
7	염소	Chlorine	24013	7782-50-5	
8	오존	Ozone	24015	10028-15-6	
9	아황산가스	Sulfur dioxide	24017,32009	7746-09-5	3
10	이산화질소	Nitrogen dioxide	24019	10102-44-0	
11	일산화질소	Nitric oxide	24021	10102-43-9	
12	일산화탄소	Carbon monoxide	24023	630-08-0	
13	포스겐	Phosgene		75-44-5	
14	포스핀	Phosphine	24027	7803-51-2	

15	황화수소	Hydrogen sulfide	24029	2148878	
16	1부터 15까지의 물질을 중량비율 1퍼센트 이상 함유한 제제				
마. 영 제30조에 따른 허가 대상 유해물질(14종)					
1	디클로로벤지딘과 그 염	Dichlorobenzidine and its salts		1331-47-1	
2	알파-나프틸아민과 그 염	α-naphthylamine and its salts		134-32-7	3
3	크롬산아연	Zinc chromate, as Cr	12005	13530-65-9	
4	오르토-톨리딘과 그 염	o-Tolidine and its salts		119-93-7	2B
5	디아니시딘과 그 염	Dianisidine and its salts	12009	119-90-4	2B
6	베릴륨 및 그 화합물	Beryllium & compounds	12011	7440-41-7	1
7	비소 및 그 무기화합물	Arsenic and inorganic compounds, as As	12013,51161	7440-38-2	1
8	크롬광	Chromite ore processingchromate, as Cr	22071,22072,51326,51327,52001,52039	7440-47-3	3
9	휘발성 콜타르피치	Coal tar pitch volatiles, as benzene soluble aerosol		8007-45-2	1
	코우크스	cokes	12017,51485,51500	65996-93-2	1
10	황화니켈	Nickel subsulfide, as Ni (Nickel compounds)	12019	16812-54-7	1
11	염화비닐	Vinyl chloride	12021	75-01-4	1
12	벤조트리클로라이드	Benzotrichloride		35983	
13	석면	Asbestos, chrysotile	12025	1332-21-4	1
14	1)부터 11)까지 및 13)의 물질을 중량비율 1퍼센트 이상 함유한 제제				
15	12)의 물질을 중량비율 0.5퍼센트 이상 함유한 제제				
바. 금속가공유(Metal working fluids, 1종)					1
2. 물리적 인자(2종)					
가. 8시간 시간가중평균 80dB 이상의 소음					
나. 안전보건규칙 제3편제6장에 따른 고열					
3. 분진(6종)					
가. 광물성 분진(Mineral dust)					
1	규산	Silica (Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite)	41001,41002,41003,41010,41011,41012,51166,51167,51168,51169,51170,51484,51498	14808-60-7	1
	가) 석영	Quartz (Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite)	41001,41002,41003,41010,41011,41012,51166,51167,51168,51169,51170,51484,51498	14808-60-7	1
	나) 크리스토발라이트	Cristobalite (Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite)	51484	14464-46-1	1
	다) 트리디마이트	Trydimite		15468-32-3	
2	규산염	Silicates, less than 1% crystalline silica			3
	가) 운모	Mica	52025	12001-26-2	
	나) 포틀랜드 시멘트	Potland cement		65997-15-1	
	다) 솝 스톤	Soap stone	51203,51204,51474,51475	14807-96-6	
	라) 활석	Talc, non-asbestiform	51203,51204,51474,51475	14807-96-6	3
	마) 흑연	Graphite	51479,51480,52030,52031	7782-42-5	

3	그 밖의 광물성 분진	Particulates			
	나. 곡물 분진	Grain dust			
	다. 면 분진	Cotton dust			
	라. 나무 분진	Wood dust			1
1	연목	Soft wood			
2	강목	Hard wood			
	마. 용접 흄	Welding fume			1
	바. 유리섬유	Glass fiber dust		65997-17-3	2B
4. 그 밖에 고용노동부장관이 정하여 고시하는 인체에 해로운 유해인자 (현재 없음)					
5. 공단에서 관리하는 코드 (추가)					
1	**기타분진 (유리규산1% 이하)**		**47001**		**1**
2	**고토석회, 탄산칼슘**	**Calcium carbonate**	**51353,51513**	**1317-65-3**	
3	**나프탈렌**		**51007**	**91-20-3**	**2B**
4	**IP-솔벤트**		**51081**	**67-63-0**	**3**
5	**메틸아세테이트**		**51113**	**13487-27-9**	
6	**몰리브덴(불용성화합물)**		**51132**	**7439-98-7**	
7	**산화규소(결정체석영 1급, 비결정체석영 3급)**		**51166,51167,51169,51170**	**14808-60-7**	**1,3**
8	**산화 알루미늄**	**Aluminum oxide**	**51173**	**1344-28-1**	
9	**산화주석 및 무기주석화합물**	**TinOxide& inorganic compounds except SnH4**	**51174**	**1332-29-2**	
10	**산화카드뮴(제품)**	**Cadmium oxide(Production)**	**51175**	**1306-19-0**	**1**
11	**산화칼슘**	**Calcium oxide**	**51177**	**1305-78-8**	
12	**석고**	**Gypsum**	**51186**	**7778-18-9**	
13	**소석고분진**	**Plaster of Paris**	**51202**	**7778-18-9**	
14	**수산화칼슘**	**Calcium hydroxide**	**51205**	**1305-62-0**	
15	**실리콘**	**Silicon**	**51219**	**7440-21-3**	
16	**실리콘카바이드**	**Silicaon carbide**	**51220**	**409-21-2**	**2A**
17	**2-아미노피리딘**	**2-Aminopyridine**	**51226**	**504-29-0**	
18	**아스팔트(흄)**	**Asphalt(petroleum)fumes**	**51229**	**8052-42-4**	**1**
19	**아연스테아린산**	**Zinc stearate**	**51230**	**557-05-1**	
20	**에탄올**	**Ethanol**	**51242**	**64-17-5**	
21	**에틸아세테이트**	**Ethyl acetate**	**51251**	**19234-20-9**	
22	**염화메틸렌**	**Methylene chloride**	**51258**	**75-09-2**	**2A**
23	**염화아연(흄)**	**Zinc chloride fume**	**51261**	**7646-85-7**	
24	**미네랄 오일미스트(광물성)**	**Vegetable oil mists**	**51269**		**1**
25	**오일미스트(식물성)**	**Vegetable oil mists**	**51269**		**1**
26	**이산화탄소**	**Carbon dioxide**	**51283**	**124-38-9**	
27	**이소포론**	**Isophorone**	**51285**	**78-59-1**	
28	**인(황색)**	**Phosphorus(yellow)**	**51294**	**12185-10-3**	
29	**인디움 및 그화합물**	**Indium & compounds, as In**	**51296**	**7440-74-6**	
30	**전분**	**Starch**	**51299**	**9005-25-8**	
31	**철염(가용성)**	**Iron salts, Soluble, as Fe**	**51301**	**7439-89-6**	
32	**카본 블랙**	**Carbon black**	**51310**	**1333-86-4**	**2B**
33	**카테콜**	**Catechol-SKIN**	**51314**	**120-80-9**	**2B**
34	**크롬산 연(Cr)**	**Lead chromate, as Cr**	**51326**	**7758-97-6**	**1**

35	펜탄	Pentane	51422	109-66-0	
36	프로필렌글리콜모노메틸에테르	Propylene glycol monomethyl ether	51442	107-98-2	
37	탄산나트륨	Sodium carbonate	51483	497-19-8	
38	프로필렌 글리콜 모노메틸에테르	Propylene glycol monomethyl ether	51514	107-98-2	
39	분진(활성탄)	Activated carbon	51515	7440-44-0	
40	산화칼슘		52001	1305-78-8	
41	인듐		52001	7440-74-6	
42	카본블랙		52001	1333-86-4	2B
43	탄산칼슘		52001	471-34-1	
44	활성탄		52001	64365-11-3	1
45	내화성 세라믹 섬유	Refractory ceramic fibers	52022	142844-00-6	2B
46	스트론티움크로메이트	Strontium chromate	52037	7789-06-02	1
47	케로젠	kerosene	52038	8008-20-6	
48	크롬산 연	Lead chromate as Pb	52039	7758-97-6	1
49	디부틸프탈레이트	Dibuthylphthalate	51038	84-74-2	

<부록표 Ⅲ-2> 한국 전자산업에서 작업환경측정된 모든 물질중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질의 산업별 빈도

유해인자	화학물질	CAS번호	전자 산업 분류																
IARC Group1 발암물질																			
유해인자	화학물질이름	CAS번호	261	262	263	264	265	266	271	272	273	274	281	282	283	284	285	289	합계
12005	크롬산아연 및 함유제제	13530-65-9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	26	28
12011	베릴륨 및 함유제제	7440-41-7	2	146	0	22	8	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	43	237
12013	비소 및 그 무기화합물	7440-38-2	**1366**	81	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1456**
12017	콜타르피치	65996-93-2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	12	32
12021	클로로에틸렌	75-01-4	10	77	0	7	0	0	71	8	0	0	44	0	294	0	32	54	597
12025	석면 및 함유물질	1332-21-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	6
21077	벤젠	71-43-2	15	39	0	0	0	0	3	13	1	0	0	0	0	0	0	0	71
21079	1,3-부타디엔	106-99-0	0	80	0	6	0	0	0	0	2	0	11	0	0	4	37	13	153
21201	트리클로로에틸렌(STEL)	79-01-6	**129**	1467	29	242	50	0	236	159	112	6	168	47	60	60	34	88	**2887**
21209	포름알데히드	50-00-0	**992**	2447	0	56	83	10	41	61	42	0	130	10	19	25	12	43	**3971**
22009	니켈(가용성무기화합물)	7440-02-0	**379**	2835	6	95	47	45	155	28	25	26	181	110	26	14	29	81	**4082**
22011	니켈(불용성무기화합물)망간	1313-99-1	**249**	1870	21	144	74	20	295	599	80	0	1548	338	73	367	740	793	**7211**
22012	니켈(불용성무기화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1313-99-1	**24**	134	0	0	0	0	12	39	2	0	69	1	10	8	84	7	390
22013	니켈카르보닐	1313-99-1	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
22043	알루미늄및그화합물(흄)	7429-90-5	363	1693	47	191	134	7	374	309	67	2	1257	80	269	258	491	706	**6248**
22067	카드뮴분진및 염	7440-43-9	25	184	0	0	0	0	21	92	145	0	59	3	0	10	83	129	751
22073	크롬과그무기화합물(수용성6가크롬화합물)	18540-29-9	**232**	512	9	59	25	10	62	224	7	2	264	28	14	69	360	269	2146
22074	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	18540-29-9	**45**	88	0	2	0	0	0	7	0	0	4	0	4	2	57	3	212
22075	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)	18540-29-9	**118**	314	15	31	0	8	96	140	24	0	470	10	55	109	115	247	1752
22076	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)물질을중량비율1%이상함유한제재	18540-29-9	**23**	151	0	2	4	0	0	34	0	0	52	0	1	4	22	2	295
24005	산화에틸렌	75-21-8	14	53	0	0	0	0	498	0	0	0	2	0	0	0	0	0	567
25001	금속가공유, 소음	없음	**902**	5510	110	965	449	24	1017	1020	652	107	2443	143	632	290	647	1853	**16764**
25002	기타 금속가공유	없음	2	61	2	34	0	0	6	1	8	0	21	0	4	0	0	0	139
41001	규산(석영)	14808-60-7	**811**	1076	21	26	30	0	559	14	103	0	349	23	61	35	152	190	**3450**
41002	산화규소(크리스토바라이트)	14808-60-7	**37**	167	9	0	0	6	121	0	0	0	15	14	14	0	4	29	416
41003	산화규소(트리디마이트)	14808-60-7	**21**	16	9	0	0	0	2	0	0	0	0	6	2	0	4	0	60
41009	광물성분진	없음	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
41010	유리규산(SiO_2)30%이상의분진	14808-60-7	1	6	0	4	0	0	3	0	14	0	6	0	2	6	4	1	47
41011	유리규산(SiO_2)30%미만의광물성분진	14808-60-7	277	83	0	0	0	0	7	7	2	0	28	0	0	0	20	0	424
41012	기타광물성분진 (유리규산1% 이하)	14808-60-7	625	3976	14	63	183	0	120	47	64	1	219	39	20	51	101	102	5625

44001	목재분진(적삼목,흡입성)	없음	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
44002	목재분진(적삼목외기타모든종,흡입성)	없음	15	113	0	3	10	0	15	23	10	32	68	0	48	9	18	48	412
45001	용접흄및분진	없음	266	2701	40	423	248	10	391	983	43	0	3933	260	182	630	2088	1778	**13976**
47001	종이분진	없음	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
51071	1,2-디클로로프로판	78-87-5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
51161	비소및그무기화합물 및 함유제제	7440-38-2	60	2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
51166	산화규소-결정체석영	14808-60-7	6	4	0	0	7	0	0	0	2	0	7	0	0	0	6	19	51
51175	산화카드뮴(제품)	1306-19-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
51176	산화카드뮴(흄)	1306-19-0	0	25	0	0	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	4	0	46
51229	아스팔트흄(벤젠추출물)	8052-42-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	32	0	0	8	44
51269	미네랄 오일미스트(광물성)	없음	0	12	0	0	0	0	0	7	0	0	12	0	0	0	0	0	31
51326	크롬산연(크롬)	7758-97-6	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	52	2	18	8	2	56	144
51327	크롬(금속)	7758-97-6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
51484	규소(크리스발라이트)	14808-60-7	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7
51485	코우크스(CTPV)	65996-93-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
51498	석영	14808-60-7	81	139	8	31	36	0	51	12	6	0	206	4	0	8	25	9	616
51500	다환방향족 탄화수소	65996-93-2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
52001	톨루엔2,6-디이소시아네이트	26471-62-5	12	39	6	7	0	0	8	2	0	0	16	0	10	2	18	0	120
52037	스트론티움크로메이트	7789-06-02	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
52039	크롬산연(납)	7758-97-6	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	48	4	15	3	3	103	190
총			7113	26190	346	2419	1400	140	4173	3844	1465	176	11687	1129	1867	1972	5192	6718	75831
IARC Group 2A																			
유해인자	**화학물질**	**CAS번호**	**261**	**262**	**263**	**264**	**265**	**266**	**271**	**272**	**273**	**274**	**281**	**282**	**283**	**284**	**285**	**289**	**합계**
21021	디메틸포름아미드	68-12-2	**36**	228	2	16	18	0	62	6	6	0	31	0	28	4	6	30	**473**
21037	염화메틸렌(A2)	75-09-2	**106**	713	32	46	48	0	50	37	34	22	154	100	14	33	119	95	**1603**
21095	스티렌(페닐에틸렌,비닐벤젠)	100-42-5	0	97	0	14	2	0	28	27	27	0	130	2	2	20	39	67	**455**
21115	아크릴아미드	79-06-1	0	38	0	0	5	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	48
21145	2,3-에폭시-1-프로판올	556-52-5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21149	에피클로로히드린	106-89-8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0	1	2	28
21203	퍼클로로에틸렌	127-18-4	0	43	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	2	51
21217	하이드라진	302-01-2	**134**	62	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	14	0	0	218
51220	실리콘카바이드	409-21-2	0	74	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	80
51258	염화메틸렌	1975-09-02	0	3	0	1	11	0	0	0	0	0	9	0	0	1	2	0	27
51344	1-클로로-2,3-에폭시프로판(에피클로로히드린)	106-89-8	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
총			276	1272	34	77	84	6	140	84	73	22	340	106	44	72	167	196	2993
IARC Group 2B																			
유해인자	**화학물질**	**CAS번호**	**261**	**262**	**263**	**264**	**265**	**266**	**271**	**272**	**273**	**274**	**281**	**282**	**283**	**284**	**285**	**289**	**합계**

12009	디아니시딘과 그 염 및 함유제제	119-90-4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12019	황화니켈 및 함유물질	16812-54-7	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	30
21005	니트로메탄	75-52-5	0	1	0	6	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	2	22
21007	니트로벤젠	98-95-3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	4	16
21023	디에탄올아민	111-42-2	**353**	682	3	19	113	12	43	0	48	2	38	16	19	10	24	46	**1428**
21033	1,4-디옥산	123-91-1	**278**	63	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	345
21059	메틸 이소부틸 케톤	108-10-1	0	131	0	13	0	8	15	20	8	5	14	4	23	6	17	32	296
21085	1-브로모프로판(고체포집)	106-94-5	**104**	295	35	251	51	0	53	13	17	0	45	22	0	10	21	59	976
21087	1-브로모프로판	106-94-5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21091	비닐아세테이트	108-05-4	0	47	0	0	13	0	16	0	18	0	43	0	0	0	8	4	149
21093	사염화탄소	56-23-5	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	35
21111	아세트알데히드	75-07-0	10	5	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	19
21113	아크릴로니트릴	107-13-1	2	38	0	2	0	0	0	2	2	0	12	0	0	0	15	14	87
21119	에탄올아민(2-아미노에탄올)	111-42-2	**2265**	4098	16	194	274	0	35	96	100	2	466	16	29	100	93	553	**8337**
21121	에틸벤젠(STEL)	100-41-4	8	73	2	3	3	5	13	11	5	0	27	3	12	13	4	35	217
21125	에틸아크릴레이트	140-88-5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	8
21147	1,2-에폭시프로판	75-56-9	0	7	0	12	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	28
21159	이염화에틸렌	107-06-2	0	3	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
21183	1,1,2,2-테트라클로로에탄	79-34-5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21189	테트라하이드로퓨란	109-99-9	20	97	8	0	13	0	19	0	0	0	4	3	0	0	1	2	167
21193	톨루엔2,4-디이소시아네이트	26471-62-5	20	161	16	10	29	0	8	22	4	2	29	0	28	13	15	21	378
21195	톨루엔-2,6-디이소시아네이트	26471-62-5	22	141	16	10	8	0	7	16	4	2	17	0	14	13	12	19	301
21199	트리클로로메탄	67-66-3	11	44	0	0	6	1	43	0	0	0	1	2	0	0	0	0	108
21215	피리딘	110-86-1	**748**	62	0	0	11	0	8	2	1	0	33	0	0	0	0	0	865
21262	1,2-디클로로에탄	107-06-2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22005	납 및 그 무기화합물	7439-92-1	**1564**	10079	298	2193	856	0	700	1924	302	168	2518	3398	843	790	366	2022	**28021**
22007	니켈(원소)	7440-02-0	**743**	1993	24	84	394	2	578	125	35	7	659	152	13	55	233	256	**5353**
22037	안티몬과 그 화합물	1309-64-4	**265**	308	16	33	15	2	6	58	17	0	73	548	38	1	37	35	**1452**
22055	이산화티타늄	13463-67-7	**986**	3697	107	378	463	211	488	578	393	15	3266	257	546	662	945	1564	**14556**
22069	코발트 및그 무기화합물	7440-48-4	**358**	1910	19	40	39	110	390	37	4	0	158	350	8	27	23	275	**3748**
32009	납(연) 및그 무기화합물	7439-92-1	0	0	0	0	31	0	0	1	0	0	28	0	0	0	7	3	70
46001	유리섬유 분진(기타광물성분진포함)	65997-17-3	60	1620	14	26	436	2	24	30	12	0	215	75	58	19	157	181	**2929**
51007	나프탈렌	91-20-3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
51095	이소프로필알코올	67-63-0?	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
51184	삼산화 안티몬(취급 및 사용)	1309-64-4	**472**	735	0	55	31	34	13	24	21	0	71	36	385	8	29	48	**1962**
51185	삼산화안티몬	1309-64-4	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	4	36
51310	카본블랙	1333-86-4	127	475	19	1	111	46	7	5	2	0	11	186	102	10	45	173	**1320**

51314	카테콜	120-80-9	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
51492	연(실납)	7439-92-1	2	15	2	4	2	0	2	4	0	0	14	0	0	0	0	6	51
52001	혼합물(EM)	없음	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
52022	내화성세라믹섬유(호흡성)	142844-00-6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	16	7	29
총			8419	26861	601	3337	2915	433	2473	2972	1001	203	7761	5068	2153	1739	2074	5369	73379
IARC Group 3																			
유해인자	**화학물질**	**CAS번호**	**261**	**262**	**263**	**264**	**265**	**266**	**271**	**272**	**273**	**274**	**281**	**282**	**283**	**284**	**285**	**289**	**합계**
21015	디메틸아닐린(아미노디메틸벤젠)	121-69-7	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	31
21039	o-디클로로벤젠	95-50-1	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
21047	하이드로퀴논	123-31-9	35	337	0	10	11	6	17	1	7	4	68	2	0	4	0	14	516
21051	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	101-68-8	28	365	16	92	56	0	71	45	6	24	49	4	26	70	205	46	1103
21061	메틸클로라이드	74-87-3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	12
21071	1.1.1-트리클로로에탄	71-55-6	21	226	4	43	1	0	7	8	2	0	23	3	0	0	6	1	345
21097	시클로헥사논	108-94-1	55	338	2	12	58	21	240	8	15	0	2	1	63	3	10	7	835
21105	아닐린(아미노벤젠)과그동족체	62-53-3	11	12	0	0	9	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	36
21129	2-메톡시에틸아세테이트	5456-28-0	0	25	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
21135	부틸셀로솔브	111-76-2	73	1616	2	51	187	0	51	26	17	1	99	2	11	22	17	40	2215
21136	2-부톡시에탄올(에틸렌글리콜모노부틸에테르, 부틸셀로솔브)물질을 중량비율1%이상함유한제재	111-76-2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21151	요오드화메틸	74-88-4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	11
21157	이소프로필 알코올	67-63-0	**6950**	17088	182	1601	1136	37	581	489	284	20	889	275	173	290	183	601	**30779**
21179	크실렌 (오쏘,메타,파라이성체)	1330-20-7	34	332	2	35	5	17	65	33	11	1	106	28	104	33	67	83	956
21185	1,1,2-트리클로로에탄	79-00-5	4	14	0	5	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	28
21191	톨루엔(톨루올)	108-88-3	100	702	4	47	77	19	48	33	70	1	186	53	103	26	99	112	**1680**
21205	페놀	108-95-2	**820**	589	0	21	51	6	21	31	60	2	175	2	177	4	18	43	**2020**
21233	메틸렌 비스페닐 이소시아네이트	101-68-8	0	16	0	2	0	0	15	1	0	0	5	0	0	10	8	6	63
21259	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	123-31-9	29	147	4	6	2	0	0	0	0	0	4	0	0	5	0	0	197
21260	하이드로퀴논	123-31-9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
22025	셀레늄및그화합물	7782-49-2	21	15	0	0	0	0	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	62
22027	수은(알킬화합물)	7439-97-6	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	6	0	2	34
22029	수은(아릴화합물)	7439-97-6	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	2	0	53
22031	수은및무기형태(아릴및알킬화합물제외)	7439-97-6	18	16	4	0	6	0	0	4	2	0	0	6	0	162	0	9	227
22065	산화철분진	1309-37-1	**476**	5279	100	752	318	104	728	1170	213	33	5579	295	253	696	1708	2813	**20517**
22071	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	16065-83-1	**468**	1902	41	187	128	54	875	658	103	1	1819	192	100	359	892	1295	**9074**
22072	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을	16065-83-1	30	109	1	9	0	0	207	40	13	0	191	0	10	6	104	10	730

	중량비율1%이상함유한제재																		
23003	과산화수소	7722-84-1	**10053**	13260	16	97	228	22	138	86	45	0	360	155	16	72	0	187	**24735**
23021	아크릴산	79-10-7	52	284	8	29	16	6	151	31	69	0	183	10	0	22	23	36	920
23023	염화수소(염산)	7647-01-0	**5682**	11122	47	187	569	66	211	175	130	6	461	289	362	44	27	283	**19661**
24017	아황산가스	7446-09-05	48	274	4	0	12	12	0	0	39	0	31	91	0	106	118	0	735
41006	규산염(솝스톤)	14807-96-6	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
41007	규산염(활석)	14807-96-6	0	393	0	1	90	5	4	3	1	0	21	0	89	0	13	38	658
41009	광물성분진(2)	없음	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
51081	IP-솔벤트	67-63-0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
51095	이소프로필알코올	67-63-0	**277**	1118	18	179	145	0	157	55	65	2	75	8	25	8	11	39	2182
51104	메틸메타크릴레이트	80-62-6	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
51167	산화규소-비결정체-용융된 것	14808-60-7	58	23	0	3	6	0	2	0	5	0	4	0	0	0	0	0	101
51168	산화규소-비결정체-규조토	14808-60-7	6	2	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	2	0	0	0	21
51169	산화규소	14808-60-7	14	2	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	31
51170	석영(비결정체실리카)	14808-60-7	**699**	128	0	3	8	69	0	0	64	0	16	11	0	6	0	6	1010
51187	석탄(분진)	없음	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	8	0	81
51456	하이드로퀴논	123-31-9	20	29	0	10	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	63
51474	활석, 비석면형	14807-96-6	35	471	0	19	159	0	28	43	8	8	132	5	376	6	46	89	1425
51475	규산염(활석)	14807-96-6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
총			26121	56359	455	3403	3293	444	3634	2951	1257	103	10568	1434	1896	1993	3565	5781	123257

*** 한국 표준산업분류(10차 개정): 전자산업 (26-29) 소분류:**
261: 반도체 제조업, 262: 전자 부품 제조업, 263: 컴퓨터 및 주변 장치 제조업, 264: 통신 및 방송장비 제조업, 265: 영상 및 음향기기 제조업, 266: 마그네틱 및 광학 매체 제조업, 271: 의료용 기기 제조업, 272: 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀 기기 제조업; 광학 기기 제외, 273: 사진장비 및 광학 기기 제조업, 274: 시계 및 시계 부품 제조업, 281: 전동기, 발전기 및 전기 변환·공급·제어 장치 제조업, 282: 일차전지 및 축전지 제조업283: 절연선 및 케이블 제조업, 284: 전구 및 조명장치 제조업, 285: 가정용 기기 제조업, 289: 기타 전기장비 제조업

<부록표 Ⅲ-3> 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2A 발암물질들(IARC G2A)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년

유해인자코드**	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질*	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	기준치	기준치10%	단위	측정빈도
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	0	분석기술팀	OLED	0	분석기술팀	OLED	2	0.2	ppm	3
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	0	YZ-렌즈사출(OP)	휴대폰 렌즈, DVD렌	0	YZ-렌즈사출(OP)	휴대폰 렌즈, DVD렌	6.66	0.666	ppm	2
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	0	사출성형	전자관, 반도체소자	0	0	자동차부품, 전자관	6.7	0.67	ppm	11
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	0	YZ-렌즈사출(OP)		0	YZ-렌즈사출(OP)		7.27	0.727	ppm	2
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	0.92	0	EMC전자부품	0	MOLD전처	반도체소자	8	0.8	ppm	23
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	5.8534	생산부	의료공구, 위생용품	0	M/D	반도체	10	1	ppm	413
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	4.5502	우레탄몰딩	전자부품	4.5502	우레탄몰딩	전자부품	32	3.2	ppm	1
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	15.992	세척	통신장비부품 등	0	세척	유사반도체	33.3	3.33	ppm	28
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	0	기계가공	전자부품	0	사출성형	접속단자대	36.3	3.63	ppm	5
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	24.9731	세척	휴대폰배터리부품	0.2053	세척	휴대폰배터리부품	36.4	3.64	ppm	4
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	8.3456	CABINET	냉장고 등	0	발포	냉장고 등	36.5	3.65	ppm	6
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	0	사출가공	전자부품	0	사출(가공)	전자부품	36.6	3.66	ppm	8
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	0.98323	폴리싱	금형	0	폴리싱	금형	36.9	3.69	ppm	2
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	0	세척	콘트롤박스	0	C/O검사(세척)	유사반도체	38	3.8	ppm	2
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	0	선반	발전기 부품	0	선반	발전기 부품	38.7	3.87	ppm	2
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	38.558	AG인쇄	터치스크린	0	수리	전자부품	40	4	ppm	275
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	60.158	세척실	전자부품	0	세척	모터부품	44.4	4.44	ppm	4
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	75.4882	세척/검사	밸브부품	0	수동(solder M/C	전자부품	50	5	ppm	1247
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	0	세척	전자제품	0	세척	전자제품	133	13.3	ppm	4
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	2.39014	중신반	변압기	0	반성반	변압기	200	20	ppm	3
21037	75-09-2	염화메틸렌	1	8.14738	세척	전동기	8.14738	세척	전동기	800	80	ppm	1
51258	75-09-2	염화메틸렌	1	44.7248	기계가공/세척(1	소형AC/DC Geared	0	세척(다동)	LCD판넬	50	5	ppm	27
21095	100-42-5	스티렌(페닐에틸렌비닐벤젠)	1	0	사출성형/분쇄	건설용전기제품 사	0	사출	자동차 부품 등	13.3	1.33	ppm	12
21095	100-42-5	스티렌(페닐에틸렌비닐벤젠)	1	0.39408	BMC-사출	자동차용램프	0	BMC-사출	자동차용램프	14.8	1.48	ppm	2
21095	100-42-5	스티렌(페닐에틸렌비닐벤젠)	1	3.0625	SMT/모터-에어컨	생활가전제품	0	기타코팅	전자코일	16	1.6	ppm	47
21095	100-42-5	스티렌(페닐에틸렌비닐벤젠)	1	0	바니쉬 함침		0	바니쉬 함침		19.5	1.95	ppm	1
21095	100-42-5	스티렌(페닐에틸렌비닐벤젠)	1	12.8475	성형	전기절연체	0	기타코팅	전자코일	20	2	ppm	389
21095	100-42-5	스티렌(페닐에틸렌비닐벤젠)	1	0	바니쉬코팅	모터	0	바니쉬코팅	모터	30	3	ppm	1
21115	79-06-1	아크릴아미드	1	0	폐수처리	Saw fillter	0	폐수처리장	SAW FILTER	0.02	0.002	mg/m³	3

21115	79-06-1	아크릴아미드	1	0	폐수처리		0	폐수처리장	리튬전지	0.03	0.003	mg/㎥	37
21145	556-52-5	2,3-에폭시-1-프로판올	1	0	SMT	광센서모듈	0	몰딩	광센서모듈	1.6	0.16	ppm	4
21145	556-52-5	2,3-에폭시-1-프로판올	1	0	E/T	광센서모듈	0	E/T	광센서모듈	2	0.2	ppm	2
21149	106-89-8	에피클로로히드린	1	0.0441	품질실험실	전자부품(커넥터)	0	2차도색/	전자관, 다이오드트	0.5	0.05	ppm	28
21203	127-18-4	퍼클로로에틸렌	1	8.97752	세척	콘덴서알루미늄	0.11007	가공 및	콘덴서알루미늄	20	2	ppm	6
21203	127-18-4	퍼클로로에틸렌	1	40.521	세척(PCE	전자부품	0	수리주석	전자부품	25	2.5	ppm	45
21217	302-01-2	하이드라진	1	0	오토라인	전구.램프	0	생산2과(장성 Fe	전구.램프	0.03	0.003	ppm	14
21217	302-01-2	하이드라진	1	0.0192	1층 분석센터	GBW, MGW	0	2공장	반도체	0.05	0.005	ppm	194
21217	302-01-2	하이드라진	1	0	2 LINE	반도체	0	CCSS	반도체	0.06	0.006	ppm	2
51220	409-21-2	실리콘카바이드	0	1.3975	Wire saw	반도체 부품	0.1051	[SI소재(가공)]W	반도체 부품	6.7	0.67	mg/㎥	2
51220	409-21-2	실리콘카바이드	0	0.1224	소재개발		0.0701	소재개발		8	0.8	mg/㎥	2
51220	409-21-2	실리콘카바이드	0	6.8126	샌딩		0	실험실	태양광발전장치용축	10	1	mg/㎥	76
51344	106-89-8	1-클로로-2,3-에폭시프로판(에피클로로히드린)	0	0	품질관리	렌즈	0	배합/가공	렌즈	0.5	0.05	ppm	4

*** 작업환경측정대상물질여부: 1로 표시된 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 해당되는 것이고, 0으로 표시된 것은 해당되지 않는 물질인데 작업환경측정이 된 물질들이다.**
**** 유해인자코드: 한국산업안전보건공단에서 유해인자를 코드로 관리하고 있는 코드이다.**

<부록표 Ⅲ-4> 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2B급 발암물질들(IARC G2B)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년

유해인자코드**	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질*	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	기준치	기준치 10%	단위	측정 빈도
12009	119-90-4	디아니시딘과 그 염 및 함유제제	0	0	실험실	HPLC, MS 등	0	실험실	HPLC, MS 등	0.01	0.001	mg/㎥	4
12019	16812-54-7	황화니켈 및 함유물질	1	0.0089	무전해금도금	인쇄회로기판	0	무전해도금	인쇄회로기판	1	0.1	mg/㎥	30
21005	75-52-5	니트로메탄	1	0	초음파세정	자동차부품	0	초음파세정	자동차부품	16	1.6	ppm	1
21005	75-52-5	니트로메탄	1	0.58329	A동 2층	전자부품	0	디핑	전자부품	20	2	ppm	21
21007	98-95-3	니트로벤젠	0	0	PM1팀 2Part	방산제품, 계측기	0	재료합성	LCD, TFT-LCD 패널,	1	0.1	ppm	16
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	구리도금	동도금	0	구리도금	동도금	0.2	0.02	ppm	2
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	기계가공(CNC,MCT)	자동차전자부품	0	기계가공(CNC,MCT)	자동차전자부품	0.29	0.029	ppm	2
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0.0003	도금	인쇄회로기판 도금	0	Soft E/T	인쇄회로기판	0.3	0.03	ppm	13
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0.01942	1층 가공(성신연	소형기어드모터	0	MCT가공	반도체부품	0.31	0.031	ppm	8
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	도금/실험	인쇄회로기판도금	0	도금/실험	인쇄회로기판도금	0.33	0.033	ppm	2
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0.00243	산세척	주사바늘	0	잉곳가공(가공)	다이오드유사반도체	0.36	0.036	ppm	225
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	버프에칭	인쇄회로기판	0	LAP(습식)	다이오드유사반도체	0.37	0.037	ppm	25
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	CNC가공	산업기계	0	CNC가공	산업기계	0.39	0.039	ppm	2
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	습식신선	스틸코트	0	MCT 가공	반도체부품	0.4	0.04	ppm	25
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0.116	선반가공	전자부품	0	TSV	반도체용칩	0.46	0.046	ppm	601
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	도금	인쇄회로기판도금	0	도금	인쇄회로기판도금	0.5	0.05	ppm	2
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	[G3동]회로반	인쇄회로기판, 차량	0	[G3동]회로반	인쇄회로기판, 차량	1.3	0.13	ppm	3
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	0	인쇄회로기판, 차량	0	최종경화	인쇄회로기판, 차량	1.33	0.133	mg/㎥	5
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	기계가공(CNC,MC	자동차 전기부품	0	LAP(세정)	다이오드유사반도체	1.6	0.16	mg/㎥	94
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	버핑세척	핸드피스	0	TCE세척(초음파세척)	핸드피스	1.77	0.177	mg/㎥	3
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	기계가공	금속탱크	0	CLEAN	반도체	2	0.2	mg/㎥	400
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0.0002	적층	인쇄회로기판	0	적층	인쇄회로기판	3	0.3	ppm	8
21033	123-91-1	1,4-디옥산	1	0	ACT재료G Polyme	MLCC 등	0	Spinner	반도체	20	2	ppm	340
21033	123-91-1	1,4-디옥산	1	5.0931	OLED OLED실험실	없음(CR외 연구개발	2.233	OLED실험실	없음(CR외 연구개발	25	2.5	ppm	5
21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	1	6.4672	MIBK세척	전자부품	0	MIBK세척	전자부품	33.3	3.33	ppm	9
21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	1	0	마킹	전선	0	마킹	전선	36.2	3.62	ppm	1
21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	1	0	제판	콤팩트디스크	0	라벨인쇄	콤팩트디스크	36.3	3.63	ppm	3

21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	1	0	마킹	전선	0	마킹	전선	36.6	3.66	ppm	1
21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	1	11.2979	제조1과(1B동)	전자부품	0	인쇄공정	혈당측정기	40	4	ppm	34
21059	108-10-1	메틸이소부틸케톤	1	0	스크린인쇄	안경테	0	스크린인쇄	안경테	44.4	4.44	ppm	1
21059	108-10-1	메틸 이소부틸 케톤	1	46.6087	인쇄/검사/건조	LED조명판	0	혼합	전자부품 및 통신기	50	5	ppm	241
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	0.05767	수리		0.05767	수리		16	1.6	ppm	1
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	0.0607	세정(CID)	축전지 부속자재	0	세정(CID)	축전재 부속자재	16.7	1.67	ppm	2
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	0	사출(가공)	전자부품	0	사출(가공)	전자부품	18.3	1.83	ppm	3
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	82.474	세정실	휴대폰 전기자동차	0	QRA팀	반도체 및 액정표시	20	2	ppm	71
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	19.6348	3층 특수사업부	전자부품	0	2층 PBA 조립,검	전자부품	22.2	2.22	ppm	36
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	22.6377	부품세척(가좌동	가스레인지부품, 냉	0	조립	전자부품 및 소모품	25	2.5	ppm	814
21087	106-94-5	1-브로모프로판	1	0	기타세척		0	유기용제세척		25	2.5	ppm	3
21091	108-05-4	비닐아세테이트	1	0.6842	라벨링	PCB기판	0	라벨링	PCB기판	8	0.8	ppm	16
21091	108-05-4	비닐아세테이트	1	3.6752	<코브라>배합,도	점착 테이프	0	습도조립	온도감지센서 및 웨	10	1	ppm	133
21093	56-23-5	사염화탄소	1	0	PM2팀 신궁EOH	방산제품	0	1차 스크러버(Et	반도체(웨이퍼)	5	0.5	ppm	35
21111	75-07-0	아세트알데히드	1	0.538	D동3층 사업본부	LED Chip	0	D동-3F(응용1팀)	LED Chip	40	4	ppm	10
21111	75-07-0	아세트알데히드	1	0.02	카본사업부(개발		0	시스템응	LED Chip	50	5	ppm	9
21113	107-13-1	아크릴로니트릴	1	0	사출성형/분쇄	건설용 전기제품 사	0	사출	자동차 부품 등	1.33	0.133	ppm	12
21113	107-13-1	아크릴로니트릴	1	0.3175	실험동 2F	EMC/연구서비스	0	진해액연구팀(T2	화공약품, 전자재료	2	0.2	ppm	72
21113	107-13-1	아크릴로니트릴	1	0	사출성형	청소기 부품	0	사출성형	청소기 부품	8.8	0.88	ppm	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	가공(MCT,TAP)	휴대폰부품	0	가공(MCT,TAP)	휴대폰부품	0.24	0.024	ppm	4
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	C&M생산실(B1) 1		0	C&M생산실(B1) 1		0.46	0.046	ppm	1
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	구리도금	동도금	0	구리도금	동도금	1.3	0.13	ppm	10
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.0819	가공	부품가공	0	래핑/폴리싱	세라믹	1.33	0.133	ppm	13
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	금형세척	유사 반도체	0	금형세척	유사 반도체	1.34	0.134	ppm	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	[1층]무전해동도	전자부품 제조	0	[1층]무전해동도	전자부품 제조	1.52	0.152	ppm	1
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	옥사이드	인쇄회로기판	0	디스미어	인쇄회로기판	1.92	0.192	ppm	7
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.01	박리/제판	인쇄회로기판	0	표면처리	전자부품(전자회로)	2	0.2	ppm	412
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	ITO	LCD 컬러필터 REWOR	0	PR STRRI	LCD 컬러필터 REWOR	2.08	0.208	ppm	4
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.0058	기계가공	전자부품	0	ITO-유기세정	LCD 컬러필터 REWOR	2.18	0.218	ppm	33
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.0032	가공	휴대폰부품	0	표면처리	전자부품	2.2	0.22	ppm	28
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	연마	금형	0	연마	금형	2.21	0.221	ppm	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	가공	안경테	0	코팅	전자파 차폐용 원단	2.22	0.222	ppm	6
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	[1팀]CONROD호닝	산업용압축기	0	[1층]무전해동도	전자부품 제조	2.28	0.228	ppm	25
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	가공	안경테	0	가공(VMC)	안경테	2.29	0.229	ppm	2

21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	가공	안경테	0	SMT/ASSY	튜너, LED, C/M 등	2.3	0.23	ppm	4
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	1.221	M2동	인쇄회로기판	0	CNC가공	전자부품	2.4	0.24	ppm	1850
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	기계가공(B동)	기어	0	초음파세척	한방침	2.52	0.252	ppm	11
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	1공장3층	회로기판	0	수평도금	회로기판	2.64	0.264	ppm	36
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.007	세척	치과용 기기	0	면취	사파이어 웨이퍼	2.66	0.266	ppm	29
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	CNC,MCT	의료기기	0	가공	의료기기	2.67	0.267	ppm	4
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	N/C가공	안경테	0	세척	치과용기기	2.7	0.27	ppm	6
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	CNC가공	휴대폰 케이스	0	금형	휴대폰 케이스	2.89	0.289	ppm	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	CNC가공		0	CNC가공		2.92	0.292	ppm	1
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	1.3705	옥사이드	PCB	0	M11CCSS(	반도체	3	0.3	ppm	5547
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	금형반	유사반도체	0	금형세척	유사반도체	5.3	0.53	mg/m³	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	16-2라인	반도체 설비용역	0	PHOTO(PM)	반도체설비	6	0.6	ppm	99
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.5748	샤프트가공	마이크로드릴, 샤프	0	MWS(절단)	다이오드유사반도체	6.4	0.64	mg/m³	53
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	가공동(보링)	전기기계제작	0	CNC가공		8	0.8	mg/m³	56
21121	100-41-4	에틸벤젠(STEL)	1	0	제판	콤팩트디스크	0	GALVANIC	콤팩트디스크	72.7	7.27	ppm	5
21121	100-41-4	에틸벤젠(STEL)	1	0	도포	전자부품	0	도포	전자부품	73.3	7.33	ppm	1
21121	100-41-4	에틸벤젠(STEL)	1	0	샌딩, 코팅	용해로 수리제작	0	압출(테프론/PVC)	실리콘전선	80	8	ppm	15
21121	100-41-4	에틸벤젠(STEL)	1	44.681	코팅	실리콘전선	0	코팅		100	10	ppm	191
21121	100-41-4	에틸벤젠(STEL)	1	0	전기판넬제작	전기판넬 외	0	전기판넬제작	전기판넬 외	125	12.5	ppm	1
21125	140-88-5	에틸아크릴레이트	1	0.0063	조립와인딩도포	에어컨세탁기부품	0	코팅작업	철도용 통신장비	5	0.5	ppm	8
21147	75-56-9	1,2-에폭시프로판	1	0.391	네트워크 한국제	네트워크제품, 휴대	0	유기합성	반도체 IC	2	0.2	ppm	28
21159	107-06-2	이염화에틸렌	1	0	2공장 2동 포장	프린터용 OPC드럼	0	코팅2팀	프린터용 OPC드럼	8	0.8	ppm	6
21159	107-06-2	이염화에틸렌	1	0	SAMIRNA	과학기기	0	공무	네비게이션	10	1	ppm	5
21183	79-34-5	1,1,2,2-테트라클로로에탄	1	0	보형물	의료용 기구	0	보형물	의료용 기구	1	0.1	ppm	3
21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	1	1.466	2동 포장	프린터용 OPC드럼	0	기타	동박적층판	40	4	ppm	24
21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	1	18.3012	조립,칼라	온도휴즈	6.89057	조립,칼라	온도휴즈	44.4	4.44	ppm	3
21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	1	0	칼라작업(세척)	온도 휴즈	0	칼라작업(세척)	온도 휴즈	45.9	4.59	ppm	2
21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	1	22.704	사출성형	전자부품	0	QA팀(T2-9)	화공약품, 전자재료	50	5	ppm	138
21193	26471-62-5	톨루엔2,4-디이소시아네이트	1	0.0022	세척실	통신기기부품	0	조립	가전부품	0	0	ppm	344
21193	26471-62-5	톨루엔2,4-디이소시아네이트	1	0.00077	발포	고진공 브레이징	0	발포	고진공 브레이징	0.04	0.004	mg/m³	21
21195	26471-62-5	톨루엔-2,6-디이소시아네이트	1	0.00279	기타가공	금융사무기기 부품	0	조립	가전부품	0	0	ppm	270
21195	26471-62-5	톨루엔-2,6-디이소시아네이트	1	0	수동도장	세탁기 부품	0	수동도장	세탁기 부품	0.03	0.003	mg/m³	2
21195	26471-62-5	톨루엔-2,6-디이소시아네이트	1	0.0009	수동도장	세탁기 부품	0	발포	고진공 브레이징	0.04	0.004	mg/m³	23
21199	67-66-3	트리클로로메탄	1	0	MPQA(2.5F)	자동차부품, 전자관	0	MPQA(2.5F)[액분	자동차부품, 전자관	6.7	0.67	ppm	1
21199	67-66-3	트리클로로메탄	1	3.9843	실험실	인쇄회로기판	0	R&D센타	전자부품	8	0.8	ppm	16
21199	67-66-3	트리클로로메탄	1	10.6321	OLED 생산팀	동박적층판	0	실험실	반도체	10	1	ppm	91
21215	110-86-1	피리딘	1	0	B6-1F	MLCC 등	0	5-1 LINE	반도체	2	0.2	ppm	865

21262	107-06-2	1,2-디클로로에탄	1	0	그래핀실	유선통신장치 등	0	그래핀실	유선통신장치 등	10	1	ppm	2
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0	납땜	열차속도제어기	0	납땜	열차속도제어기	0	0	mg/㎥	2
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.0046	표면처리(HASL)	전기전자부품	0	납박리	전자부품 도금	0.02	0.002	mg/㎥	17
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.0196	전처리/디핑납땜	인쇄회로기판	0	SMT	전자부품	0.03	0.003	mg/㎥	369
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.137	기타도포(퍼포머	납 축전지	0	납땜	프로브카드, 반도체	0.04	0.004	mg/㎥	4076
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.3897	극판불출숙성	납 축전지	0	3공장	반도체	0.05	0.005	mg/㎥	22392
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.008	생산팀	무선통신부품	0	생산설비 운전	아레스타	0.1	0.01	mg/㎥	54
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.0054	SMD/세척	전자제품	0	0	전자제품	0.33	0.033	mg/㎥	24
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.0021	SMT	자동차부품(BCM,PAS	0.0021	SMT	자동차부품(BCM,PAS	0.4	0.04	mg/㎥	1
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0	신뢰성검사(3F)	EMC/연구서비스	0	신뢰성검사(3F)	EMC/연구서비스	0.1	0.01	mg/㎥	1
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0	4층 EVEN	TFT-LCD, OLED	0	MASK용접	TFT-LCD, OLED	0.2	0.02	mg/㎥	5
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0042	판금동-Ar용접	반도체 후레임 제작	0.0041	판금동-Ar용접	반도체 후레임 제작	0.4	0.04	mg/㎥	2
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0253	양극코팅#7	PDP, 2차전지	0	양극믹싱#4	PDP, 2차전지	0.5	0.05	mg/㎥	42
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.001	2F 자동도금	반도체 발열판	0.0007	자동도금	반도체 발열판	0.56	0.056	mg/㎥	2
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0458	SMD라인	전지핀, 다이오드트	0	SMD라인(성형)	전지핀, 다이오드트	0.66	0.066	mg/㎥	29
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.1028	SMD라인	전지핀, 다이오드트	0.0002	조합/캐스팅		0.67	0.067	mg/㎥	10
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0005	캡용접	축전지 부속자재	0.0003	자동도금	반도체 방열판	0.7	0.07	mg/㎥	4
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0014	아르곤용접	살균소독기	0	접착	전자부품	0.72	0.072	mg/㎥	9
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.2008	금도금	인쇄회로기판	0	PM실	전자부품	0.73	0.073	mg/㎥	59
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.001	사상		0	사상		0.76	0.076	mg/㎥	6
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0643	용접	발전설비	0	D동 Dep	반도체	0.8	0.08	mg/㎥	375
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0085	기타공정(쇼트)	자동차,전자부품등	0	가공	인공치아	0.84	0.084	mg/㎥	8
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.00617	전기히터 생산	전기히터	0	B/M	다이오드, 트랜지스	0.88	0.088	mg/㎥	30
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.00078	사상	자동화기계	0.00013	용접 및 사상	배전반 제작	0.89	0.089	mg/㎥	5
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.00059	패턴형성공정	압축센서	0	가공	산업기계부품	0.9	0.09	mg/㎥	8
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.5497	프레스성형	스퍼터링 타켓	0	품질관리	반도체	1	0.1	mg/㎥	4555
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0.0024	주조	연축전지(자동차,산	0.0024	주조	연축전지(자동차,산	0.32	0.032	mg/㎥	1
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0.158	배합	전기절연물	0	Ass'y 2P	반도체 및 액정표시	0.4	0.04	mg/㎥	442
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0	기타용접(덮게융	납 축전지	0	기타용접(덮게융착)	납 축전지	0.42	0.042	mg/㎥	1
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0	사출성형	청소기 부품	0	환경분석	회로기판	0.44	0.044	mg/㎥	15
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0.082	인두납땜	전자기기	0	접착	반도체칩	0.5	0.05	mg/㎥	909
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0016	용접	배전반	0.0016	용접	배전반	1	0.1	mg/㎥	1
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0007	C-1 Beadroom	반도체용칩	0	C-1 Beadroom	반도체용칩	5	0.5	mg/㎥	8
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0278	사출성형		0	사출성형		5.33	0.533	mg/㎥	2
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.00812	부품동-일괄라인	자동차 전장품	0	부품동-일괄라인	자동차전장품	6	0.6	mg/㎥	8
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0	통신선공장 피복	케이블	0	전력선공장 피복	케이블	6.03	0.603	mg/㎥	2
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0013	가공	인쇄회로기판	0.0004	가공	인쇄회로기판	6.09	0.609	mg/㎥	2

22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0959	성형	전자부품	0	조립	자동차부품	6.4	0.64	mg/㎥	14
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.261	용접	그외 기타 전자부품	0	웨이퍼-Mounting	웨이퍼	6.66	0.666	mg/㎥	37
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.03814	[2층]사출	커넥터	0	마크인쇄	인쇄회로기판	6.67	0.667	mg/㎥	64
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.1731	사출	핸드폰 부품	0	A동-증착	광픽업부품파장판	6.7	0.67	mg/㎥	109
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0008	제관반	기타 일반목적용 기	0	제관반	기타 일반목적용 기	6.95	0.695	mg/㎥	4
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.05552	[2층]실버솔더인	인쇄회로기판	0.02959	[2층]실버솔더인	인쇄회로기판	6.96	0.696	mg/㎥	2
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.175	압출/인쇄	전선	0	도장	휴대폰 케이스류	7.27	0.727	mg/㎥	105
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0156	PILOT	축전지	0	선처리	전자부품	7.33	0.733	mg/㎥	50
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0	사상/스프레이	케이블 트레이 등	0	사상/스프레이	케이블 트레이 등	7.6	0.76	mg/㎥	1
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.4583	분체도장	가전제품부품	0	판금제조-레이저	자동화설비, 금형	7.61	0.761	mg/㎥	49
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.05276	부식/정면/코팅/	PCB기판	0	도광인쇄	전자부품	7.62	0.762	mg/㎥	10
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	1.6795	2동 분체	나노멤브레인, 전자	0	사출(EMC)	콘넥트	8	0.8	mg/㎥	1652
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.13001	도장	전자부품	0	인쇄공정	전자집적회로 제조	8.42	0.842	mg/㎥	25
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0006	계량	절연케이블	0	기타도장	전기전자부품	8.8	0.88	mg/㎥	8
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.217	가공/제작	도로표지	0	용접(CO2,아크용	그외 기타 전자부품	8.88	0.888	mg/㎥	97
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0	용접	안경테	0	용접	안경테	8.89	0.889	mg/㎥	2
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.074	분체도장	배전반 및 전기자동	0	조립/검사	치과용기기	8.9	0.89	mg/㎥	38
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.00577	코팅(도장)	안경테 코팅	0	연마	안경테	9.09	0.909	mg/㎥	4
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0055	절단/절곡/제관	전기함 외관	0	코팅(도장)	안경테 코팅	9.41	0.941	mg/㎥	6
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	4.85	도장(분체)	전기자동제어배전반	0	Ass'y 4P	반도체및액정표시장	10	1	mg/㎥	11477
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0002	실험실	액정표시장치	0.0001	실험실	액정표시장치	20	2	mg/㎥	2
22069	7440-48-4	코발트및그무기화합물	1	0	도금그룹	무선통신부품	0	도금그룹	무선통신부품	0	0	mg/㎥	2
22069	7440-48-4	코발트및그무기화합물	1	0.0177	0	이차전지소재	0	MLV/ESD배치	칩부품	0.01	0.001	mg/㎥	490
22069	7440-48-4	코발트및그무기화합물	1	0.3782	전지재료생산팀	기능성필름, 프린터	0	세팅	전자관 및 다이오드	0.02	0.002	mg/㎥	2826
32009	7439-92-1	납(연)및그무기화합물	1	0.0077	스프레이도장	전동기	0.0001	납용접	전동기	0.04	0.004	mg/㎥	7
32009	7439-92-1	납(연)및그무기화합물	1	0.0035	납땜	전기,전자	0	납땜	산업용전기, 전자기	0.05	0.005	mg/㎥	2
32009	7439-92-1	납(연)및그무기화합물	1	0	용해및주입(1동)	중,전기부품,기계부	0	용해및주입(1동)	중,전기부품,기계부	2	0.2	ppm	4
32009	7439-92-1	납(연)및그무기화합물	1	0.4737	동용접	전동기	0.3278	동용접	전동기	4	0.4	mg/㎥	7
32009	7439-92-1	납(연)및그무기화합물	1	3.9783	FCAW	열교환기,발전설비	0.1515	C&M생산실(B1) 3	냉매용공기 압축기,	5	0.5	mg/㎥	48
32009	7439-92-1	납(연)및그무기화합물	1	20.3	프레스	산업용 고무	20.3	프레스	산업용 고무	26.7	2.67	℃	1
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.10749	부품동-일괄라인	자동차전장품	0.01783	부품동-일괄라인	자동차 전장품	3	0.3	mg/㎥	4
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.2577	가공(1F)	자동차부품, 전자관	0.08876	사출	핸드폰 부품	3.3	0.33	mg/㎥	5
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.389	1층 적층	인쇄회로기판	0.01817	적층	인쇄회로기판 적층	3.33	0.333	mg/㎥	8
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.0872	원료투입	사출성형	0.0453	원료투입	사출성형	3.63	0.363	mg/㎥	2
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	1.2455	가공	인쇄회로기판	0.1451	재단	반도체장비부품	3.8	0.38	mg/㎥	4
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	2.36833	반사경반	자동차 램프류	0	슬리팅	Tape substrate, To	4	0.4	mg/㎥	476
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.981	샌드블라스트	전기저항 애자	0.125	V컷작업	인쇄회로기판	4.1	0.41	mg/㎥	18

46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.599	프레스	인쇄회로기판	0.235	프레스	인쇄회로기판	4.12	0.412	mg/㎥	5
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.5	적층성형	PCB제조	0.13556	일반전지	축전지 및 일차전지	4.4	0.44	mg/㎥	3
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	1.098	성형	모터부품	0.08	사출성형	카메라 , LED	4.44	0.444	mg/㎥	17
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	0.27	유압프레스(CORE)	전기저항 애자	0.09	silicon사출성형	전기저항 애자	4.8	0.48	mg/㎥	4
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	2.8928	재단	PCB	0	기타세척	액정기기	5	0.5	mg/㎥	2380
46001	65997-17-3	유리섬유	1	0.0493	라인동4층	LCD, TFT-LCD 패널,	0.0488	면취 BAY	LCD, TFT-LCD 패널,	10	1	mg/㎥	2
51007	91-20-3	나프탈렌	0	0.001	금형기술센터	연구,개발	0.001	금형기술센터	연구,개발	50	5	mg/㎥	2
51007	91-20-3	나프탈렌	0	0.002	제품품격연구소/	전자제품	0.002	제품품격연구소/	전자제품	5000	500	mg/㎥	1
51095	67-56-1	메탄올	0	1.2253	[품질관리팀]	반도체/LCD 부품 등	0	품질관리	반도체/LCD 부품 등	200	20	ppm	2
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0	통신선공장 피복	케이블	0	전력선공장 피복	케이블	0.3	0.03	mg/㎥	2
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.0023	Buffer	광케이블	0	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	0.33	0.033	mg/㎥	34
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.00436	사출성형	접속단자대	0	ASSY 2팀(몰딩)	기타 유사반도체	0.36	0.036	mg/㎥	7
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.00821	배합/압출/도금/	케이블	0.00146	사출	커넥터	0.38	0.038	mg/㎥	4
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.3607	열성형	브레이크 패드	0	사출(EMC)	콘넥트	0.4	0.04	mg/㎥	553
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.0003	기타	다이오드, 트랜지스	0	기타		0.44	0.044	mg/㎥	48
51184	1309-64-4	삼산화 안티몬(취급 및 사용)	1	0.097	폴리머생산팀	필름관련제품	0	2공장	반도체	0.5	0.05	mg/㎥	1233
51185	1309-64-4	삼산화안티몬(제품)	1	0.0132	쉬즈압출	전선	0.0067	쉬즈압출	전선	0.33	0.033	mg/㎥	2
51185	1309-64-4	삼산화안티몬(제품)	1	0.0006	[성형실]	전자기기부품, 자동	0	[성형실]	전자기기부품, 자동	0.4	0.04	mg/㎥	21
51185	1309-64-4	삼산화안티몬(제품)	1	0.0031	사출성형	전기전자부품	0	고압코팅	전자부품	0.5	0.05	mg/㎥	13
51310	1333-86-4	카본블랙	0	0.08995	부품동-일괄라인	자동차 전장품	0.01757	부품동-일괄라인	자동차전장품	2.1	0.21	mg/㎥	10
51310	1333-86-4	카본블랙	0	0.5701	1층 혼합	전기 이중층 캐패시	0.0181	사출성형	자동차 전장품	2.33	0.233	mg/㎥	9
51310	1333-86-4	카본블랙	0	2.383	소성	탄소제품	0.002	혼합		2.8	0.28	mg/㎥	174
51310	1333-86-4	카본블랙	0	0.6223	기타	이차전지	0.1396	태핑		3.08	0.308	mg/㎥	6
51310	1333-86-4	카본블랙	0	0.1835	EDLC	축전지 제조업	0.06719	일반전지	축전지 및 일차전지	3.11	0.311	mg/㎥	3
51310	1333-86-4	카본블랙	0	3.23	충전	필터 外	0	자동차전지동 3F	전지 연구개발	3.5	0.35	mg/㎥	1066
51310	1333-86-4	카본블랙	0	1.0427	토너사업부	전자재료, 잉크	0.2213	토너연구실	전자재료, 잉크	10	1	mg/㎥	4
51314	120-80-9	카테콜	0	0	라인동 M1	LCD, TFT-LCD 패널,	0	CCSS	LCD, TFT-LCD 패널,	3	0.3	ppm	2
51314	120-80-9	카테콜	0	0	시약센터옥상	LCD, TFT-LCD 패널,	0	CCSS	LCD	5	0.5	ppm	6
51492	7439-92-1	연(실납)	1	0	자동납땜	전자부품	0	자동납땜	전자부품	0	0	mg/㎥	2
51492	7439-92-1	연(실납)	1	0.0178	납땜	반도체 회로기판	0	인두납땜	전자부품	0.05	0.005	mg/㎥	48
52001	1333-86-4	카본블랙	1	0.453	프레스절단	송배전변압기	0.453	프레스절단	송배전변압기	5	0.5	mg/㎥	1
52001	26471-62-5	톨루엔2,6-디이소시아네이트	1	0	4L스퍼터	반도체, 엘시디부품	0	4L스퍼터	반도체, 엘시디부품	0.1	0.01	mg/㎥	1
52022	142844-00-6	내화성세라믹섬유(호흡성)	1	0	열처리	발전설비 및 화공설	0	열처리	발전설비 및 화공설	0.18	0.018	개/㎤	2
52022	142844-00-6	내화성세라믹섬유	1	0.164	가공(재단,연마)		0	보온작업	공조기	0.2	0.02	개/㎤	16

*** 작업환경측정대상물질여부: 1로 표시된 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 해당되는 것이고, 0으로 표시된 것은 해당되지 않는 물질인데 작업환경측정이 된 물질들이다.**

**** 유해인자코드: 한국산업안전보건공단에서 유해인자를 코드로 관리하고 있는 코드이다.**

<부록표 Ⅲ-5> 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 3급 발암물질들(IARC G3)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년

유해인자코드 **	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질 *	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	기준치	기준치 10%	단위	측정빈도
21015	121-69-7	디메틸아닐린(아미노디메틸벤젠)	1	0	PM7팀 2공장	방산제품	0	전기화학	회로기판	5	0.5	ppm	31
21039	95-50-1	o-디클로로벤젠	1	0	도광인쇄	전자부품	0	인쇄	전자부품	18.3	1.83	ppm	6
21039	95-50-1	오쏘-디클로로벤젠	1	0	도광인쇄	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	19	1.9	ppm	4
21039	95-50-1	오쏘-디클로로벤젠	1	0	도광인쇄	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	20	2	ppm	3
21039	95-50-1	오쏘-디클로로벤젠	1	0	유기합성	반도체 IC	0	유기합성	반도체 IC	25	2.5	ppm	6
21047	123-31-9	하이드로퀴논	1	0	필름실	인쇄회로기판	0	필름실	인쇄회로기판	1.33	0.133	mg/㎥	16
21047	123-31-9	하이드로퀴논	1	0	제판	카드	0	제판	카드	1.46	0.146	ppm	2
21047	123-31-9	하이드로퀴논	1	1.2067	필름실	인쇄회로기판	0	Plating/에칭	양극성접합트랜지스	1.6	0.16	mg/㎥	143
21047	123-31-9	디하이드록시벤젠(하이드로퀴논)	1	0	1공장3층	회로기판	0	1공장3층	회로기판	1.76	0.176	mg/㎥	4
21047	123-31-9	하이드로퀴논	1	0.00086	개폐기(도장)	전기회로 개폐,보호	0	도금[3층]		2	0.2	mg/㎥	342
21051	101-68-8	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	1	0.0033	BS	자동차부품	0	몰딩/코팅	비데부품	0	0	ppm	978
21051	101-68-8	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	1	0	FF2	자동차부품	0	FF2/TPMS	산업용제어장비, 자	0.01	0.001	ppm	3
21051	101-68-8	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	1	0.0127	분무도장		0	기타접착		0.04	0.004		27
21051	101-68-8	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	1	0.0087	기타주조	정수기	0	솔더링	전자제품,부품	0.05	0.005	mg/㎥	77
21061	74-87-3	메틸클로라이드	0	23.4512	세척	조명박스	0	파주분석팀	LCD 디스플레이	50	5	ppm	12
21071	71-55-6	1.1.1-트리클로로에탄	0	0	수리	전자부품	0	수리	전자부품	155	15.5	ppm	1
21071	71-55-6	1.1.1-트리클로로에탄	0	0	수리	전자부품	0	수리	전자부품	233	23.3	ppm	3
21071	71-55-6	1.1.1-트리클로로에탄	0	0	사출가공	전자부품	0	사출(가공)	전자부품	256	25.6	ppm	8
21071	71-55-6	1.1.1-트리클로로에탄	0	0	F동(제품팀)	전자기기, 기구부품	0	사출(LED)	콘넥트	280	28	ppm	91
21071	71-55-6	1.1.1-트리클로로에탄	0	22.3793	자동납땜검사	유무선통신방송장치	0	Solder인	반도체 부품	350	35	ppm	226
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0	압출/마킹	전선	0	압출/마킹	전선	16.6	1.66	ppm	1
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	6.8344	인쇄	터치스크린패드	0	세척(인쇄)	BLU(백라이트유닛)	16.7	1.67	ppm	8
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0	라벨인쇄	콤팩트디스크	0	라벨인쇄	콤팩트디스크	18.1	1.81	ppm	2
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0.7298	스템핑	카드	0	인쇄	전자부품	18.3	1.83	ppm	16
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0	도광인쇄	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	19	1.9	ppm	4
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0.9102	압출성형/배합	폴리에틸렌관	0	도광인쇄	전자부품	20	2	ppm	39
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0	스크린인쇄	안경테	0	스크린인쇄	안경테	22.2	2.22	ppm	1
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	9.7605	클린룸C2팀	의료용 기기 제조업	0	6-2 LINE	반도체	25	2.5	ppm	752
21105	62-53-3	아닐린(아미노벤젠)과그동족체	1	0	사출성형	전기부품(스위치)	0	기타	EMC,CMC	1.6	0.16	ppm	13

21105	62-53-3	아닐린(아미노벤젠)과그동족체	1	0.5061	3층/센서TF	전자부품	0	기타	EMC,CMC	2	0.2	ppm	23
21129	5456-28-0	2-메톡시에틸아세테이트	1	0	인쇄실	의료기기	0	인쇄	인쇄	5	0.5	ppm	33
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	6.0288	인쇄	PCB회로기판	0	회로1반(Flex)	인쇄회로기판, 차량	13.3	1.33	ppm	49
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	5.1563	실크인쇄	인쇄회로기판	0	분석실	인쇄회로기판	14.5	1.45	ppm	3
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	0	도광인쇄	전자부품	0	에칭	인쇄회로기판	14.6	1.46	ppm	12
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	0	도광인쇄	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	15.2	1.52	ppm	4
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	0	사출	합성수지제품	0	사출	합성수지제품	15.5	1.55	ppm	2
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	7.5675	제판세척	인쇄회로기판	0	부식	PCB제조	16	1.6	ppm	438
21135	111-76-2	2 - 부톡시에탄올	1	0	1공장1층	회로기판	0	2공장1층	회로기판	17.6	1.76	ppm	19
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	2.4606	인쇄		0	스크린인쇄	안경테	17.7	1.77	ppm	5
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	15.4627	인쇄실	차량용 전구	0	기타수정	전자부품	20	2	ppm	1647
21136	111-76-2	2-부톡시에탄올(에틸렌글리콜모노부틸에테르, 부틸셀로솔브)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.5787	인쇄	인쇄	0	산처리	기타 인쇄회로기판	20	2	ppm	6
21151	74-88-4	요오드화메틸	1	0.5421	C-SOH실험실	없음(CR외 연구개발	0	C-SOH실험실	없음(CR외 연구개발	2	0.2	ppm	11
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	WET	LED Chip	0	WET	LED Chip	0.8	0.08	ppm	1
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.0185	21-26BAY	반도체	0	SMD	인쇄회로기판	1	0.1	ppm	5
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	제품시험	전자제품	0	유해물질관리팀	전자제품	50	5	ppm	1
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.4216	수리	전자부품	0	마킹-3층	피복절연선	88.8	8.88	ppm	2
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	6.3096	세척	전자부품	0	도포,납땜,세척	(SMD)전자부품	96.9	9.69	ppm	6
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	17.7802	태빙	태양광모듈	2.2261	태빙	태양광모듈	106	10.6	ppm	4
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	9.9579	SMD	컴퓨터주변기기, 전	0	(3층)검사	컴퓨터주변기기, 전	128	12.8	ppm	19
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	96.576	SMT팀	기타 전기회로개폐,	0	0	반도체 부품	133	13.3	ppm	646
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	5.508	Soft E/T	인쇄회로기판	0	Soft E/T	인쇄회로기판	134	13.4	ppm	17
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	4.34	출하검사	에어컨부품	0	청소	LCD 컬러필터 REWOR	139	13.9	ppm	10
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	검사	인쇄회로기판	0	레이져	인쇄회로기판	140	14	ppm	4
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	43.112	슬레팅	휴대폰밧데리부품	28.226	슬레팅	휴대폰밧데리부품	143	14.3	ppm	2
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	63.8719	3층 SMT	전자부품	0	수정	전자제품,부품	145	14.5	ppm	82
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	9.554	옵셋인쇄	카드	0	SMT수리	전자부품	146	14.6	ppm	48
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	48.5384	수삽(SMT)	카오디오,메인보드	0	PPF검사	유사반도체	152	15.2	ppm	22
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	146.268	Cathode Room	축전지 제조업	0	SMT	휴대용플래시메모리	160	16	ppm	5279
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.6459	S/P인쇄	회로기판	0	2공장1층	회로기판	176	17.6	ppm	47
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	6.994	Wire saw	사파이어 웨이퍼	0	OPTO생산		177	17.7	ppm	45
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.0075	BSP인쇄	회로기판	0.0075	BSP인쇄	회로기판	180	18	ppm	1
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	2.04075	검사	반도체(용접기 부품	0	인쇄	전기, 수도 계량기	195	19.5	ppm	3
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	190.516	Cathode Room	축전지 제조업	0	PKG	반도체 소자(IC)	200	20	ppm	23907

21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	38.3085	디핑납땜	배전반	0	CLEAN(PM	반도체설비	400	40	ppm	192
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	1.3383	바니쉬코팅	피복절연선 및 케이	0	피복	절연동선	66.6	6.66	ppm	11
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	마킹	전선	0	마킹	전선	72.4	7.24	ppm	1
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	제판	콤팩트디스크	0	GALVANIC	콤팩트디스크	72.7	7.27	ppm	5
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	마킹	전선	0	도포	전자부품	73.3	7.33	ppm	14
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	도광인쇄	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	76.1	7.61	ppm	4
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	세척	발전기 부품	0	세척	발전기 부품	77.4	7.74	ppm	1
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	1.907	코팅	구리선	0	코팅기	전자코일	80	8	ppm	81
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	저압몰딩	몰드변압기	0	스크린인쇄	안경테	88.8	8.88	ppm	2
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	용접	자동차부품	0	용접	자동차부품	88.9	8.89	ppm	2
21179	1330-20-7	크실렌 (오쏘,메타,파라이성체)	1	35.5597	함침		0	분석Cent	반도체	100	10	ppm	807
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라 이성체)(STEL)	1	0	전기판넬제작	전기판넬 외	0	전기판넬제작	전기판넬 외	150	15	ppm	1
21185	79-00-5	1,1,2-트리클로로에탄	1	0	소성실	HIC(회로기판 등)	0	1F SMT	인쇄회로기판	8	0.8	ppm	5
21185	79-00-5	1,1,2-트리클로로에탄	1	0	자동세척	회로보호용 차단기,	0	QA팀(T2-9)	화공약품, 전자재료	10	1	ppm	21
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0.0983	압출/마킹	절연케이블	0.0983	압출/마킹	절연케이블	33	3.3	ppm	1
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	22.3072	인쇄적층	축전지	0	시트성형	전자부품	33.3	3.33	ppm	30
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0	마킹	전선	0	마킹	전선	36.2	3.62	ppm	1
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	1.706	라벨인쇄	콤팩트디스크	0	GALVANIC	콤팩트디스크	36.3	3.63	ppm	4
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0	마킹	전선	0	인쇄	전자부품	36.6	3.66	ppm	10
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0.0149	제판	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	38	3.8	ppm	4
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0	세척	발전기 부품	0	세척	발전기 부품	38.7	3.87	ppm	1
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0	도광인쇄	전자부품	0	도광인쇄	전자부품	39	3.9	ppm	1
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	17.78	투입/반응/포장	OLED유기재료	0	D동-3F(응용1팀)	LED Chip	40	4	ppm	167
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	0	용접	자동차부품	0	스크린인쇄	안경테	44.4	4.44	ppm	3
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	71.35	계량	NFC부분품	0	CnSE팀(T1-3)	화공약품, 전자재료	50	5	ppm	1424
21205	108-95-2	페놀	1	0	LCR개발2팀[연마	자동차부품, 전자관	0	EMC 제조2과	자동차부품, 전자관	3.3	0.33	ppm	2
21205	108-95-2	페놀	1	0.1424	피복/건조	전기코일	0	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	3.33	0.333	ppm	30
21205	108-95-2	페놀	1	0	제판(프레임)	전자부품	0	제판(프레임)	전자부품	3.66	0.366	ppm	1
21205	108-95-2	페놀	1	0	제판	전자부품	0	제판	전자부품	3.81	0.381	ppm	2
21205	108-95-2	페놀	1	1.336	도포	브레이크 패드	0	육안	반도체소자	4	0.4	ppm	246
21205	108-95-2	페놀	1	0	코팅	에나멜와이어	0	코팅	에나멜와이어	4.4	0.44	mg/㎥	2
21205	108-95-2	페놀	1	0.2587	바니쉬코팅	절연코드및셋트가공	0	바니쉬코팅	절연코드및셋트가공	4.44	0.444	mg/㎥	8
21205	108-95-2	페놀	1	2.245	실험실	합성수지, 전자부품	0	3공장	반도체	5	0.5	ppm	1614
21205	108-95-2	페놀	1	0	준비	전자제품,부품	0	준비	전자제품,부품	13.8	1.38	mg/㎥	2
21205	108-95-2	페놀	1	0.2362	Treater	동박적층판	0	Treater	동박적층판	15.2	1.52	mg/㎥	21
21205	108-95-2	페놀	1	0.1946	MOLD	반도체및액정표시장	0	수입검사	반도체및액정표시장	19	1.9	mg/㎥	35

21233	101-68-8	메틸렌 비스페닐 이소시아네이트	1	0.005	우레탄배합	LED모듈컨버터	0	코팅	전자부품	0	0	ppm	55
21233	101-68-8	메틸렌 비스페닐 이소시아네이트	1	0	포팅	정수기 필터	0	포팅	정수기 필터	0.05	0.005	mg/㎥	6
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	자료제작	인쇄회로기판, 차량	0	자료제작	인쇄회로기판, 차량	1.3	0.13	mg/㎥	2
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	자료제작	인쇄회로기판, 차량	0	자료제작실	인쇄회로기판, 차량	1.33	0.133	mg/㎥	12
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	필름현상실	인쇄회로기판	0	필름현상실	인쇄회로기판	1.46	0.146	mg/㎥	1
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	유색도장	자동차 램프류	0	사양관리	인쇄회로기판	1.6	0.16	mg/㎥	39
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	플루터	인쇄회로기판	0	플루터	인쇄회로기판	1.64	0.164	mg/㎥	1
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	B/C/D동(HITCO)	발전설비 및 화공설	0	B/C/D동(HITCO)	발전설비 및 화공설	1.8	0.18	mg/㎥	1
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0.0003	현상/점착	PCB 필름	0	CLEAN	반도체설비용역	2	0.2	mg/㎥	141
21260	123-31-9	하이드로퀴논	1	0	2층 설계	자동차부품, 전자관	0	회로반(3F)[회로	자동차부품, 전자관	1.3	0.13	mg/㎥	2
21260	123-31-9	하이드로퀴논	1	0	비파괴검사	열교환기,발전설비	0	그린시트(2F)[스	자동차부품, 전자관	2	0.2	mg/㎥	5
22025	7782-49-2	셀레늄및그화합물	1	0	조액실	프리즘필름	0	A동MLF	프리즘필름	0.15	0.015	mg/㎥	1
22025	7782-49-2	셀레늄및그화합물	1	0.0958	솔라공정	반도체검사기	0	SLF생산G	리드프레임 및 반도	0.2	0.02	mg/㎥	58
22027	7439-97-6	수은(알킬화합물)	1	0.0012	에이징	전자부품	0	PM실	전자부품	0	0	mg/㎥	8
22027	7439-97-6	수은(알킬화합물)	1	0.00357	종합분석	연료전지	0	분석그룹	EMC/연구서비스	0.01	0.001	mg/㎥	24
22027	7439-97-6	수은(알킬화합물)	1	0	기타성형	축전지	0	아말감장	축전지	0.1	0.01	mg/㎥	2
22029	7439-97-6	수은(아릴화합물)	1	0.077	305호(MEA개발)	리튬전지	0	자동주입	SMPS,Tras,Fomer	0.1	0.01	mg/㎥	48
22031	7439-97-6	수은및무기형태(아릴및알킬화합물제외)	1	0	절연	전기전자부품	0	절연 및	전기전자부품	0.01	0.001	mg/㎥	1
22031	7439-97-6	수은및무기형태(아릴및알킬화합물제외)	1	0.091	배기대	형광등	0	CROW HG	실리콘웨이퍼	0.02	0.002	mg/㎥	208
22031	7439-97-6	수은및무기형태(아릴및알킬화합물제외)	1	0.0026	기타성형	축전지	0.0014	아말감장	축전지	0.1	0.01	mg/㎥	2
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0641	용접/제관	배전반	0.0641	용접/제관	배전반	1	0.1	mg/㎥	1
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0404	기계가공	전자부품	0.0054	기계가공	전자부품	2.42	0.242	mg/㎥	3
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.00044	일괄라인	자동차전장품	0	부품동-사출성형	자동차전장품	3	0.3	mg/㎥	8
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0222	연마	전자부품	0.0222	연마	전자부품	3.07	0.307	mg/㎥	1
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.514	금형/연마	광학기기	0.0001	MPQA(2.5F)	자동차부품, 전자관	3.3	0.33	mg/㎥	50
22065	1309-37-1	산화철분진	1	1.663	용접	그외 기타 전자부품	0	원료계(배합)	전지핀 다이오드트	3.33	0.333	mg/㎥	133
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.4004	절연	전기전자부품	0	사상	반도체 부품	3.47	0.347	mg/㎥	15
22065	1309-37-1	산화철분진	1	1.838	사상	전기부품	0.0343	사상	유압펌프	3.6	0.36	mg/㎥	4
22065	1309-37-1	산화철분진	1	1.6572	사상	전기부품	0	기타용접(스폿,A	전자부품	3.63	0.363	mg/㎥	153
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.1215	동용접(F동)	전자기기,기구부품	0.00174	도장	휴대폰 케이스	3.64	0.364	mg/㎥	26
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0504	육수통	냉장고 등	0.00457	육수통	냉장고 등	3.65	0.365	mg/㎥	2
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0238	계량,혼합(MIX)	축전지	0.0004	계량,혼합(Mix)	축전지	3.66	0.366	mg/㎥	41
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.118	금형보수	그외 기타 전자부품	0.118	금형보수	그외 기타 전자부품	3.77	0.377	mg/㎥	1
22065	1309-37-1	산화철분진	1	1.04	용접		0	기타도장(액체도	가전제품부품	3.8	0.38	mg/㎥	89

22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.01407	인쇄	PCB, 전자부품	0.0009	배합	LED부품120	3.81	0.381	mg/㎥	4
22065	1309-37-1	산화철분진	1	3.343	프레스성형	분말야금 및 필터	0	마스킹	Lead frame, Tape s	4	0.4	mg/㎥	1821
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.02419	수동연마	안경테 연마	0.00202	자동연마	안경테 연마	4.2	0.42	mg/㎥	6
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.1038	쇼트	자동차,전자부품등	0.0002	용접/사상	산업기계	4.21	0.421	mg/㎥	24
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.8306	기타가공	반도체부품	0	외층DES#	회로기판	4.4	0.44	mg/㎥	83
22065	1309-37-1	산화철분진	1	1.298	가공/제작	도로표지	0	스폿용접		4.44	0.444	mg/㎥	173
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.02241	애자성형	온도 휴즈	0.01175	애자성형	온도 휴즈	4.59	0.459	mg/㎥	4
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0422	절단, 절	수,배전반	0.0039	절단/절곡/제관	전기함 외관	4.7	0.47	mg/㎥	9
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.02982	제관	전기컨트롤박스	0.01794	제관	전기컨트롤박스	4.71	0.471	mg/㎥	2
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0224	용접	식기세척기	0.0066	용접	식기세척기	4.81	0.481	mg/㎥	4
22065	1309-37-1	산화철분진	1	4.7871	쇼트	배관기자재	0	Honing	TR, IC, 전장, SAW	5	0.5	mg/㎥	17551
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0099	자동용접,메탈리	전자부품(콘덴서)	0.0099	자동용접	전자부품(콘덴서 제	5.71	0.571	mg/㎥	1
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0225	가소	전기전자부품	0.0225	가소	전기전자부품	7	0.7	mg/㎥	1
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.124	금형수리	리드프레임 및 반도	0	C-2 BeadRoom	반도체용칩	10	1	mg/㎥	16
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.01404	금형제작	온도조절장치	0.01404	금형제작(기계가	온도조절장치	480	48	mg/㎥	1
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0023	용접	배전반	0.0023	용접	배전반	0.1	0.01	mg/㎥	1
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.072	용접/사상	펄프 및 종이 기계	0	그린시트	자동차부품, 전자관	0.33	0.033	mg/㎥	77
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0182	사상	반도체 부품	0	사상	반도체 부품	0.34	0.034	mg/㎥	12
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0082	아르곤용접,은납	압력계	0	용접	고압차단기	0.36	0.036	mg/㎥	36
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0191	용접	전자석 탈철기	0.0002	용접	반도체장비부품	0.38	0.038	mg/㎥	34
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.075	자동용접	파이프	0	[C동-2F]Depo	반도체	0.4	0.04	mg/㎥	764
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0283	기타공정(쇼트)	자동차,전자부품등	0	가공	인공치아	0.42	0.042	mg/㎥	19
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.1558	전기히터 생산	전기히터	0	기타		0.44	0.044	mg/㎥	121
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.00105	제관	전기컨트롤박스	0.00012	제관	전기컨트롤박스	0.47	0.047	mg/㎥	2
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0047	용접	식기세척기	0.0001	용접	식기세척기	0.48	0.048	mg/㎥	4
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.3348	기타	화학기계, 산업기계	0	품질관리	반도체	0.5	0.05	mg/㎥	3505
22071	7440-47-3	크롬(금속)	1	0.002	CO2아크용접	자동차부품	0	아크용접	가스 개폐기	0.5	0.05	mg/㎥	4070
22072	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합	1	0.00018	용접	냉장고 등	0	PROCESS	전자부품	0.36	0.036	mg/㎥	3

		물)물질을 중량비율1%이상함유한제재											
22072	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0007	배치실	전자부품	0	캐스팅	전자부품 및 소모품	0.4	0.04	mg/㎥	26
22072	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.001	가공(금속물혼합	치과기공소	0.001	금속물합	치과기공소	0.44	0.044	mg/㎥	2
22072	16065-83-1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재	1	0.0253	용접(4공장)	주방용 솥	0	4사업장	전자제어 점검장치	0.5	0.05	mg/㎥	302
22072	7440-47-3	크롬(Cr)	1	0.0004	케스팅	치아	0.0003	케스팅	치아	0.5	0.05	mg/㎥	360
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0122	구리도금	동도금	0.0112	구리도금	동도금	0.47	0.047	ppm	2
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0209	표면처리	인쇄회로기판	0.0188	표면처리	인쇄회로기판	0.5	0.05	ppm	2
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0039	2F 자동도금	반도체 발열판	0.0017	자동도금	반도체 발열판	0.56	0.056	ppm	2
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.09985	2층정면/박리	전자부품	0	세정	반도체 웨이퍼	0.64	0.064	ppm	12
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.36	2F 단면 에칭	인쇄회로기판	0	에칭	에칭	0.66	0.066	ppm	530
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.3916	PSR 정면/현상	인쇄회로기판	0	에칭 3	인쇄회로기판	0.67	0.067	ppm	227
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.3337	회학동/디스미어	인쇄회로기판	0	Wet Station	LED Chip	0.7	0.07	ppm	276
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0	구리도금	기타 인쇄회로기판	0	2층 내층/외층 D	PCB기판	0.72	0.072	ppm	6
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.1663	표면처리	전자부품(전자회로)	0	세정	반도체(PCB)	0.73	0.073	ppm	28
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.00138	옥사이드	인쇄회로기판	0	옥사이드	인쇄회로기판	0.76	0.076	mg/㎥	6
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.7575	도금	도금	0	기타	반도체소자	0.8	0.08	ppm	5109
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0521	물세척/화성처리	인쇄회로 기판	0.0352	물세척/화성처리	인쇄회로기판	0.82	0.082	ppm	4
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.1215	인쇄	인쇄회로기판	0	CF 생산1		0.88	0.088	ppm	211
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0	소프트에칭/에칭	연성회로기판	0	소프트에칭/에칭	연성회로기판	0.9	0.09	ppm	4
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0	디스미어	인쇄회로기판	0	디스미어	인쇄회로기판	0.96	0.096	mg/㎥	4
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.876	무전해도금	인쇄회로기판	0	Particle	반도체 소자(IC)	1	0.1	ppm	12944
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.54656	동도금	PCB 도금	0	옥사이드처리	인쇄회로기판	1.2	0.12	mg/㎥	955
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.9952	도금	그외 기타 전자부품	0	정면	그외 기타 전자부품	1.32	0.132	mg/㎥	18
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.656	케미칼사업팀	동박판(서스박판)	0	3 LINE	반도체	1.5	0.15	mg/㎥	4158
23021	79-10-7	아크릴산	1	0.0055	원료과 페이스트	자동차부품, 전자관	0	[G6동]AFLS Moto	인쇄회로기판, 차량	1.3	0.13	ppm	6
23021	79-10-7	아크릴산	1	0	Magnet접착	인쇄회로기판, 차량	0	전장부품사업부	인쇄회로기판, 차량	1.33	0.133	ppm	4
23021	79-10-7	아크릴산	1	0	본딩	전자기기용자석	0	본딩	전자기기용자석	1.52	0.152	ppm	2
23021	79-10-7	아크릴산	1	0.01744	조립	소형모터,냉매유닛	0	QRA팀	반도체 및 액정표시	1.6	0.16	ppm	185
23021	79-10-7	아크릴산	1	0.0491	조립/검사	치과용 기기	0	조립/검사	치과용 기기	1.68	0.168	ppm	5
23021	79-10-7	아크릴산	1	0	BODY조립	전자기기	0	조립/검사	치과용 기기	1.77	0.177	ppm	8
23021	79-10-7	아크릴산	1	0.0002	조립/검사	치과용기기	0	조립/검사	치과용기기	1.8	0.18	ppm	3
23021	79-10-7	아크릴산	1	1.9307	조립	난방용구	0	제조3팀(F-2)	화공약품, 전자재료	2	0.2	ppm	596
23021	79-10-7	아크릴산	1	0	가공-레이져컷팅	PCB기판	0	본딩및마킹	전자부품	4.8	0.48	mg/㎥	7
23021	79-10-7	아크릴산	1	0	MD제조기술G	MLCC 등	0	금형수리	리드프레임 및 반도	6	0.6	mg/㎥	67

23023	7647-01-0	염화수소	1	0	1층정면	인쇄회로기판	0	정면기	인쇄회로기판	0.06	0.006	ppm	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0488	도금	EMC/연구서비스	0	표면처리	인쇄회로기판	0.2	0.02	ppm	3
23023	7647-01-0	염화수소	1	0	1층수세	전자부품	0	수세	전자부품	0.4	0.04	ppm	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0155	산처리/유산동	전자부품 도금	0.0155	산처리/유산동	전자부품 도금	0.47	0.047	ppm	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.04578	[2층]정면/에칭	전자부품 제조	0	S1Ph-3라인 3F	반도체	0.5	0.05	mg/㎥	9
23023	7647-01-0	염화수소	1	0	수세	전자부품	0	1층수세	전자부품	0.51	0.051	ppm	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.001	에칭	썬글라스	0.001	에칭	썬글라스	0.6	0.06	ppm	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0882	2층박리	인쇄회로기판	0	1층수세	인쇄회로기판	0.64	0.064	ppm	8
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.3462	2층도금	인쇄회로기판	0	DES LINE	인쇄회로기판	0.66	0.066	ppm	245
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.37542	정면기	인쇄회로기판	0	엣칭	PCB회로기판	0.67	0.067	ppm	196
23023	7647-01-0	염화수소	1	0	ITO	LCD 컬러필터 REWOR	0	PR STRRI	LCD 컬러필터 REWOR	0.69	0.069	ppm	4
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.91291	에칭/박리/현상	인쇄회로기판 제조	0	공무	휴대폰 액정	0.7	0.07	ppm	204
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.028	납땜	압력계	0	ITO-유기세정	LCD 컬러필터 REWOR	0.72	0.072	ppm	19
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0196	에칭	인쇄회로기판	0	에칭	인쇄회로기판	0.73	0.073	ppm	23
23023	7647-01-0	염화수소	1	0	코팅	전자파 차폐용 원단	0	코팅	전자파 차폐용 원단	0.74	0.074	ppm	6
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0515	부식	PCB, 전자부품	0	옥사이드	인쇄회로기판	0.76	0.076	ppm	32
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.4061	ETCH	광반도체	0	[C동-2F]Wet roo	반도체	0.8	0.08	ppm	3488
23023	7647-01-0	염화수소	1	0	1차패턴인쇄	인쇄회로기판	0	1차패턴인쇄	인쇄회로기판	0.82	0.082	ppm	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.09596	용접	안경테	0	회로공정	전자집적회로 제조	0.84	0.084	ppm	10
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0819	기타		0	기타		0.88	0.088	ppm	169
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0055	실험실	반도체부품	0.0017	실험실	반도체부품	0.89	0.089	ppm	4
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.2264	일반전지	축전지 및 일차전지	0	소프트에칭/에칭	연성회로기판	0.9	0.09	ppm	11
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.03935	에칭	치과임플란트 제조	0.01557	에칭	치과임플란트 제조	0.94	0.094	ppm	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.778	실험실	솔더볼	0	CS2팀	반도체 소자(IC)	1	0.1	ppm	11959
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0013	정면,현상	인쇄회로기판	0.0009	부식	인쇄회로기판	1.1	0.11	mg/㎥	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.8348	정면/부식	인쇄회로기판	0	압출성형		1.2	0.12	mg/㎥	595
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0125	에칭	인쇄회로기판	0.0121	에칭	인쇄회로기판	1.25	0.125	ppm	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0083	정면(회로)	LED PCB(인쇄회로기	0.0083	정면(회로)	LED PCB(인쇄회로기	1.32	0.132	mg/㎥	1
23023	7647-01-0	염화수소	1	1.6331	정면	PCB	0	CVD/DIFF/ETCH	스크러버	1.5	0.15	mg/㎥	2251
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.4174	DIFF(PM)	반도체 설비용역	0	12/13라인	반도체 용역설비	2	0.2	ppm	114
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.1901	DIFF(PM)	반도체 설비용역	0	2라인	반도체설비용역	3	0.3	mg/㎥	106
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0039	2차에칭	터치스크린	0.0026	1차에칭	터치스크린	3.33	0.333	mg/㎥	4
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0066	도금	반도체부품	0.0048	도금	반도체부품	5	0.5	mg/㎥	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.02406	에칭	PCB 제조	0.005	중앙공급실	태양전지	8	0.8	ppm	2
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.0009	수입검사	자동차부품, 전자관	0	품질혁신G	자동차부품, 전자관	1.3	0.13	ppm	6

24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.794	생산1팀	차량용 전구	0	생산2팀(장성 WB	차량용 전구	1.45	0.145	ppm	55
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.001	전처리(액체라인)	가전제품부품	0	전처리(분체라인	가전제품부품	1.52	0.152	ppm	2
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.255	사출(3동)	반도체 관련 부품	0	열프레스	오븐용융기	1.6	0.16	ppm	57
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.0036	일반전지	축전지 및 일차전지	0	일반전지	축전지 및 일차전지	1.8	0.18	ppm	4
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.85045	합성실	카메라용 리튬전지	0	분석	반도체	2	0.2	ppm	571
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.00081	[물류]		0.00081	[물류]		4	0.4	ppm	1
24017	7446-09-05	아황산가스	1	0.77025	전해액 저장실	축전지 제조업	0.09161	전해액 제조실	축전지 제조업	5	0.5	mg/㎥	15
41006	14807-96-6	규산염(숩스톤)	1	0.2005	분무도장	통신기기	0.1594	분무도장	통신기기	3	0.3		2
41006	14807-96-6	규산염(숩스톤)	1	0.4583	스프레이도장	자동공구교환기	0.4583	스프레이도장	자동공구교환기	6	0.6	mg/㎥	1
41007	14807-96-6	활석(석면불포함)호흡성	1	0.37	[제1공장	피복전열선 및 케이	0.36	[제1공장	피복전열선 및 케이	1.33	0.133	mg/㎥	2
41007	14807-96-6	활석(석면불포함)호흡성	1	0.7094	연합(18CAGE, Se	특수케이블	0.036	고무압출	전선	1.45	0.145	mg/㎥	12
41007	14807-96-6	활석(석면불포함)호흡성	1	1.2338	페이스트	핸드폰터치패널	0.022	TSP센서 후공정	TSP(터치 스크린 패	1.6	0.16	mg/㎥	84
41007	14807-96-6	활석(석면불포함)호흡성	1	0.1203	사출성형	전기전자부품	0.0469	사출성형	전기전자부품	1.76	0.176	mg/㎥	2
41007	14807-96-6	활석(석면불포함)호흡성	1	1.002	혼련실	전자부품	0.003	PM1팀 6반	방산제품	2	0.2	mg/㎥	558
41009	61790-53-2	기타광물성분진(산화규소-비결정)	1	0.181	스폿용접	에어컨,전자렌지,가	0.181	스폿용접	에어컨,전자렌지,가	8	0.8	mg/㎥	1
51081	67-63-0	IP-솔벤트	1	0.0814	외관검사	편광 필름	0	2층(외관검사-모	편광 필름	400	40	ppm	24
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	2공장1층	회로기판	0	2공장1층	회로기판	2	0.2	ppm	2
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.0318	메탄올세척/레이	인쇄회로기판	0.0318	메탄올세척/레이	인쇄회로기판	4	0.4	ppm	1
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	4.7693	태빙	태양광모듈	0	LED세척	LED	106	10.6	ppm	9
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	8.3452	노광	인쇄회로기판	0	성형	전자부품	128	12.8	ppm	3
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	57.369	자동BBT	인쇄회로기판	0	1공장 사무동3층	전자부품	133	13.3	ppm	106
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	57.313	출하검사	인쇄회로기판	1.142	자동가접(1공장)	인쇄회로기판	134	13.4	ppm	12
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	에이징	전자부품	0	PM실	전자부품	146	14.6	ppm	4
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	본딩	전자기기용자석	0	본딩	전자기기용자석	152	15.2	ppm	2
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	69.4855	인쇄	전자부품	0	LED세척	LED	160	16	ppm	176
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.7181	인쇄	회로기판	0	2공장1층	회로기판	176	17.6	ppm	70
51095	67-63-0	이소프로필알코올	1	120.438	기능검사		0	D&P파트	반도체용칩	200	20	ppm	1709
51104	80-62-6	메틸메타크릴레이트	0	0.4843	케스팅외	보철	0	케스팅 외	보철	50	5	ppm	9
51167	14808-60-7	산화규소-비결정체-용융된 것	1	0.0175	Mounting	웨이퍼	0.0174	Mounting	웨이퍼	0.07	0.007	mg/㎥	2
51167	14808-60-7	산화규소-비결정체-용융된 것	1	0.0331	PW몰드	양극성접합트랜지스	0.0046	증착	인쇄회로기판	0.08	0.008	mg/㎥	5
51167	14808-60-7	산화규소-비결정체-용융된 것	1	0.039	코팅증착	광학기기	0	F동4층(제조2팀1	반도체	0.1	0.01	mg/㎥	94
51168	14808-60-7	산화규소-비결정체-규조토	1	0.757	기타세척	안경렌즈	0	제관용접	리드프레임 및 반도	10	1	mg/㎥	21
51169	14808-60-7	산화규소	1	0.554	목재가공	기타 피복절연선 및	0	인프라 그린1동	반도체	10	1	mg/㎥	29
51170	14808-60-7	펠드스파(장석)	1	0	코팅	광학기기	0	코팅	광학기기	6.66	0.666	mg/㎥	2
51170	14808-60-7	펠드스파(장석)	1	0	코팅	광학기기	0	품질혁신G	자동차부품, 전자관	6.7	0.67	mg/㎥	9
51170	14808-60-7	펠드스파(장석)	1	2.1305	B동 증착/샌딩	광픽업부품파장판	0	코팅	광학기기	8	0.8	mg/㎥	43
51170	14808-60-7	펠드스파(장석)	1	3.162	B동 증착/샌딩	광픽업부품파장판	0	15Line(U2) 3F 2	반도체	10	1	mg/㎥	956

51187	없음	석탄(분진)	1	0.06265	발전운영팀		0.03855	발전운영팀		0.72	0.072	mg/m³	2
51187	없음	석탄(분진)	1	0.08616	입고관리		0.08616	입고관리		0.8	0.08	mg/m³	1
51187	없음	석탄(분진)	1	0.87	Coal House[양지	발전기 및 전기변환	0.5	Coal House[양지	발전기 및 전기변환	0.88	0.088	mg/m³	2
51187	없음	석탄(분진)	1	0.91727	발전운영팀		0.02287	정비팀		1	0.1	mg/m³	76
51456	123-31-9	하이드로퀴논	0	0	Plating	양극성접합트랜지스	0	Plating	양극성접합트랜지스	1.33	0.133	mg/m³	2
51456	123-31-9	하이드로퀴논	0	0	바니쉬코팅	모터	0	바니쉬코팅	모터	1.6	0.16	mg/m³	2
51456	123-31-9	하이드로퀴논	0	0	MD제조기술G (양	MLCC 등	0	2 LINE	반도체	2	0.2	ppm	59
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.4334	사출	핸드폰 부품	0.003	SR1(2F)	자동차부품, 전자관	1.3	0.13	mg/m³	20
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.09	[제1공장]압출반	피복절연선 및 케이	0.04	[제1공장]압출반	피복절연선 및 케이	1.33	0.133	ppm	2
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.10549	PVC전선	전선케이블	0.10549	PVC전선	전선케이블	1.34	0.134	mg/m³	1
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.2262	혼련	전선	0.168	혼련	전선	1.44	0.144	mg/m³	2
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.198	압출/인쇄	전선	0.017	압출/인쇄	전선	1.45	0.145	mg/m³	4
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.2172	0	피복전열선 및 케이	0.1686	0	피복전열선 및 케이	1.5	0.15	mg/m³	2
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.9217	고무-마킹 및 권	피복절연선, 케이블	0	인쇄	터치스크린패널	1.6	0.16	mg/m³	378
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.296	인쇄공정	전자집적회로 제조	0.245	인쇄공정	전자집적회로 제조	1.68	0.168	mg/m³	2
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.48	기타	산업용 전선	0.23	압출성형	전선	1.76	0.176	mg/m³	10
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.7515	[2공장]도장	몰드변압기	0.167	분체도장	수,배전반	1.77	0.177	mg/m³	12
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.12	샌딩/도장	자동차수리	0.021	샌딩/도장	자동차수리	1.88	0.188	mg/m³	2
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	1.91	용접	냉동기	0	ODF	TFT-LCD(평판액정디	2	0.2	mg/m³	988
51475	14807-96-6	규산염(활석)	1	0.1498	사출성형		0.022	사출성형		1.3	0.13	mg/m³	6
51475	14807-96-6	규산염(활석)	1	0.6498	사출성형		0.2636	사출성형		1.6	0.16	mg/m³	2

***** **작업환경측정대상물질여부: 1로 표시된 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 해당되는 것이고, 0으로 표시된 것은 해당되지 않는 물질인데 작업환경측정이 된 물질들이다.**

****** **유해인자코드: 한국산업안전보건공단에서 유해인자를 코드로 관리하고 있는 코드이다.**

<부록표 Ⅲ-6> 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2A급 발암물질들(IARC G2A)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년

유해인자코드 **	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질 *	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	기준치	기준치 10%	단위	측정빈도
21217	302-01-2	하이드라진	1	0.0117	신뢰성room	반도체칩	0	분석Cent	반도체	0.05	0.005	ppm	132
21217	302-01-2	하이드라진	1	0	CCSS	반도체	0	CCSS	반도체	0.06	0.006	ppm	2
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	3.895	전처리	반도체부품	0	M/D	반도체	10	1	ppm	28
21021	68-12-2	디메틸포름아미드	1	0	300m DPOL	실리콘 웨이퍼	0	MOLD전처	반도체소자	8	0.8	ppm	8
21037	75-09-2	염화메틸렌(A2)	1	48.269	검사	IT부품	0	수동(solder M/C)	전자부품	50	5	ppm	68
21037	75-09-2	염화메틸렌(A2)	1	35.326	방청/세척	IT부품	0	수리	전자부품	40	4	ppm	31
21037	75-09-2	염화메틸렌(A2)	1	9.5868	세척	유사 반도체	0	세척	유사반도체	33.3	3.33	ppm	5
21037	75-09-2	염화메틸렌(A2)	1	4.5502	우레탄몰딩	전자부품	4.5502	우레탄몰딩	전자부품	32	3.2	ppm	1
21037	75-09-2	염화메틸렌(A2)	1	0	C/O검사(세척)	유사반도체	0	C/O검사(세척)	유사반도체	38	3.8	ppm	1

***** 작업환경측정대상물질여부: 1로 표시된 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 해당되는 것이고, 0으로 표시된 것은 해당되지 않는 물질인데 작업환경측정이 된 물질들이다.
** 유해인자코드: 한국산업안전보건공단에서 유해인자를 코드로 관리하고 있는 코드이다.

<부록표 Ⅲ-7> 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 2B급 발암물질들(IARC G2B)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년

유해인자코드**	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질*	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	기준치	기준치10%	단위	측정빈도
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0.0033	[외곽] U/T	CHIP OF FILM	0	TSV	반도체용칩	0.46	0.046	ppm	179
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	CCSS	반도체	0	15L U2 3F	반도체	2	0.2	mg/m³	160
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	MCT가공	반도체장비	0	MCT가공	반도체부품	0.31	0.031	ppm	4
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	LAP(세정)	다이오드유사반도체	0	잉곳가공(가공)	다이오드유사반도체	0.36	0.036	ppm	
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	LAP(습식	다이오드유사반도체	0	LAP(습식	다이오드유사반도체	0.37	0.037	ppm	2
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	MCT 가공		반도체부품	0	MCT 가공	반도체부품	0.4	0.04	ppm
21023	111-42-2	디에탄올아민	1	0	LAP(세정)	다이오드유사반도체	0	LAP(세정)	다이오드유사반도체	1.6	0.16	mg/m³	2
21033	123-91-1	1,4-디옥산	1	0	1-6BAY	반도체	0	1 LINE	반도체	20	2	ppm	278
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	17.434	수동납땜	HIC부품회로	0	조립	전자부품 및 소모품	25	2.5	ppm	102
21085	106-94-5	1-브로모프로판(고체포집)	1	0.0959	QRA팀 QP파트(수	반도체 및 액정표시	0	QRA팀	반도체 및 액정표시	20	2	ppm	2
21111	75-07-0	아세트알데히드	1	0.538	사업본부	LED Chip	0	D동-3F(응용1팀)	LED Chip	40	4	ppm	6
21111	75-07-0	아세트알데히드	1	0.02	개발실		0	시스템응	LED Chip	50	5	ppm	4
21113	107-13-1	아크릴로니트릴	1	0	진해액연구팀(T2)	화공약품, 전자재료	0	진해액연구	화공약품, 전자재료	2	0.2	ppm	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.1341	NC가공	반도체용 부품	0	CCSS	반도체	3	0.3	ppm	2081
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	기계가공	반도체장비 부품	0	CNC가공	전자부품	2.4	0.24	ppm	69
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	CLEAN(PM)	반도체 설비용역	0	PHOTO(PM)	반도체설비	6	0.6	ppm	61
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	세정/검사	다이오드유사반도체	0	MWS(절단)	다이오드유사반도체	6.4	0.64	mg/m³	20
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	래핑/폴리싱	세라믹	0	표면처리	전자부품(전자회로)	2	0.2	ppm	11
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	BGA도금	리드프레임 및 반도	0	CNC가공		8	0.8	mg/m³	10
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0.0005	표면처리	전자부품(전자회로)	0	표면처리	전자부품	2.2	0.22	ppm	6
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	래핑/폴리싱	세라믹	0	래핑/폴리싱	세라믹	1.33	0.133	ppm	3
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	금형세척	유사 반도체	0	금형세척	유사 반도체	1.34	0.134	ppm	2
21119	111-42-2	에탄올아민(2-아미노에탄올)	1	0	금형세척	유사반도체	0	금형세척	유사반도체	5.3	0.53	ppm	2
21121	100-41-4	에틸벤젠(STEL)	1	0.0003	코팅		0	코팅		100	10	ppm	8
21189	109-99-9	테트라하이드로퓨란	1	13.2959	열접착	반도체 장비	0	QA팀(T2-9)	화공약품, 전자재료	50	5	ppm	20
21193	26471-62-5	톨루엔2,4-디이소시아네이트	1	0	수지도포	가전부품	0	수지도포	가전부품	0	0	ppm	20
21195	26471-62-5	톨루엔-2,6-디이소시아네이트	1	0	수지도포	가전부품	0	수지도포	가전부품	0	0	ppm	22
21199	67-66-3	트리클로로메탄	1	0	불량분석	반도체 범핑	0	실험실	반도체	10	1	ppm	11

21215	110-86-1	피리딘	1	0	1-6BAY	반도체	0	5-1 LINE	반도체	2	0.2	ppm	748
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.0332	디핑납땜	Ass'y	0	품질관리	반도체	0.05	0.005	mg/㎥	1408
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.0066	SMT/인두납땜	SMT	0	납땜	프로브카드, 반도체	0.04	0.004	mg/㎥	119
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0.00189	전공정	양극성접합트랜지스	0	SMT	전자부품	0.03	0.003	mg/㎥	34
22005	7439-92-1	납및그무기화합물	1	0	납땜	열차속도제어기	0	납땜	열차속도제어기	0	0	mg/㎥	2
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0776	연마	반도체용 EP 배관자	0	품질관리	반도체	1	0.1	mg/㎥	590
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.00826	DEPO	LED Chip	0	[D동 Dep	반도체	0.8	0.08	mg/㎥	146
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.0017	기타		0	B/M	다이오드, 트랜지스	0.88	0.088	mg/㎥	5
22007	7440-02-0	니켈(원소)	1	0.001	PPF도금	유사반도체	0.001	PPF도금	유사반도체	0.76	0.076	mg/㎥	2
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0.0194	접착	반도체칩 제조	0	접착	반도체칩	0.5	0.05	mg/㎥	231
22037	1309-64-4	안티몬과그화합물	1	0.019	D/A	반도체 및 액정표시	0	D/A	반도체 및 액정표시	0.4	0.04	mg/㎥	34
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.84004	용접	장비케이스	0	MOLD	반도체및액정표시장	10	1	mg/㎥	854
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0108	ROD MOUNTING	실리콘 웨이퍼	0	사출(EMC)	콘넥트	8	0.8	mg/㎥	121
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0007	Beadroom	반도체용칩	0	Beadroom	반도체용칩	5	0.5	mg/㎥	8
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0	인쇄공정	전자집적회로 제조	0	인쇄공정	전자집적회로 제조	8.42	0.842	mg/㎥	2
22055	13463-67-7	이산화티타늄	1	0.0959	성형	전자부품	0.0959	성형	전자부품	6.4	0.64	mg/㎥	1
22069	7440-48-4	코발트및그무기화합물	1	0.0178	혼합실	전자관 및 다이오드	0	세팅	전자관 및 다이오드	0.02	0.002	mg/㎥	358
46001	65997-17-3	유리섬유분진(기타광물성분진포함)	1	1.051	S동2층메탈	반도체 관련 장비	0.00011	샌딩	PCB홀가공	5	0.5	mg/㎥	60
51184	1309-64-4	삼산화 안티몬(취급 및 사용)	1	0.0155	1공장 FAB IC과	TR, IC, 전장, SAW	0	분석Cent	반도체	0.5	0.05	mg/㎥	278
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.0294	SS전공정/몰드	양극성접합트랜지스	0	사출(EMC)	콘넥트	0.4	0.04	mg/㎥	131
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.0003	기타	다이오드, 트랜지스	0	기타		0.44	0.044	mg/㎥	41
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.0005	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	0	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	0.33	0.033	mg/㎥	18
51184	1309-64-4	삼산화안티몬(취급및사용물)	1	0.0001	ASSY 2팀(몰딩)	기타 유사반도체	0	ASSY 2팀(몰딩)	기타 유사반도체	0.36	0.036	mg/㎥	4
51310	1333-86-4	카본블랙	0	0.8948	프린터사업부	프린터기 부품, LED	0.0061	7라인(CF)	전자, 전기부품	3.5	0.35	mg/㎥	127
51492	7439-92-1	연(실납)	1	0	인두납땜	전자부품	0	장비수리	전자부품	0.05	0.005	mg/㎥	2
52001	26471-62-5	톨루엔2,6-디이소시아네이트	1	0	4L스퍼터	반도체, 엘시디부품	0	SPUTTER	반도체, 엘시디부품	0.1	0.01	mg/㎥	1

*** 작업환경측정대상물질여부: 1로 표시된 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 해당되는 것이고, 0으로 표시된 것은 해당되지 않는 물질인데 작업환경측정이 된 물질들이다.**

**** 유해인자코드: 한국산업안전보건공단에서 유해인자를 코드로 관리하고 있는 코드이다.**

<부록표 Ⅲ-8> 한국 반도체 제조업에서 작업환경측정이 된 물질들 중에서 국제암연구기관 3급 발암물질들(IARC G3)의 노출기준, 최소 측정값, 최대 측정값, 노출기준의 10%, 측정빈도: 2013~2017년

유해인자코드**	카스번호	유해물질명	작업환경측정대상물질*	최대 측정값	공정 (최대 측정값 측정된 공정)	생산품 (최대 측정값 측정된 공정의 생산품)	최소 측정값	공정 (최소 측정값 측정된 공정)	생산품 (최소 측정값 측정된 공정의 생산품)	기준치	기준치10%	단위	측정빈도
21047	123-31-9	하이드로퀴논	1	0	TRACK	반도체	0	도금[3층]		2	0.2	mg/m³	33
21047	123-31-9	하이드로퀴논	1	0	SS과 에칭	양극성접합트랜지스	0	Plating/에칭	양극성접합트랜지스	1.6	0.16	mg/m³	2
21051	101-68-8	메틸렌디(비스)페닐디이소시아네이트	1	0.00098	몰딩/코팅	비데부품	0	몰딩/코팅	비데부품	0	0	ppm	28
21071	71-55-6	메틸클로로포름(1.1.1.-트리클로로에탄)	0	0	QA	실리콘 웨이퍼	0	사출(LED)	콘넥트	280	28	ppm	17
21071	71-55-6	메틸클로로포름(1.1.1.-트리클로로에탄)	0	1.87751	세척	전자부품	0	Solder	반도체 부품	350	35	ppm	4
21097	108-94-1	시클로헥사논	1	0	35-37BAY	반도체	0	6-2 LINE	반도체	25	2.5	ppm	55
21105	62-53-3	아닐린(아미노벤젠)과그동족체	1	0	기타	EMC,CMC	0	기타	EMC,CMC	1.6	0.16	ppm	9
21105	62-53-3	아닐린(아미노벤젠)과그동족체	1	0	기타	EMC,CMC	0	기타	EMC,CMC	2	0.2	ppm	2
21135	111-76-2	부틸셀로솔브	1	5.1885	인쇄	인쇄회로기판	0	판넬수정	전자부품	20	2	ppm	71
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	94.3307	전처리	유사반도체 소자	0	PKG&Test팀	반도체 소자(IC)	200	20	ppm	6305
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	113.433	<1층>DMP실-검사	LED용 사파이웨이퍼	0	SMT	휴대용플래시메모리	160	16	ppm	465
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	6.4816	CLEAN(PM)	반도체설비용역	0	CLEAN(PM)	반도체설비	400	40	ppm	119
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	1.4245	201동 SF생산팀	다이오드, 트랜지스	0	OPTO생산		177	17.7	ppm	22
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	3.7407	AP설비	기타 유사반도체	0	0	반도체 부품	133	13.3	ppm	16
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	3.9962	자동삽입	전자부품	0	SMT수리	전자부품	146	14.6	ppm	13
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0.0185	21-26BAY	반도체	0	SMD	인쇄회로기판	1	0.1	ppm	4
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	2.7151	스트립	반도체 웨이퍼	1.5399	세정	반도체 웨이퍼	128	12.8	ppm	2
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	2.04075	검사	반도체(용접기 부품	1.66534	검사	반도체(용접기 부품	195	19.5	ppm	2
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	WET	LED Chip	0	WET	LED Chip	0.8	0.08	ppm	1
21157	67-63-0	이소프로필알코올	1	0	PPF검사	유사반도체	0	PPF검사	유사반도체	152	15.2	ppm	1
21179	1330-20-7	크실렌(오쏘,메타,파라이성체)	1	4.09341	세척	반도체 및 LCD부품	0	2공장	반도체	100	10	ppm	34
21185	79-00-5	1,1,2-트리클로로에탄	1	0	제조1팀(T1-7)	화공약품, 전자재료	0	QA팀(T2-9)	화공약품, 전자재료	10	1	ppm	
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	24.667	전자인쇄	Hybrid IC	0	CnSE팀(T1-3)	화공약품, 전자재료	50	5	ppm	68
21191	108-88-3	톨루엔(톨루올)	1	1.7164	자동코팅	다이오드, 트랜지스	0	D동-3F(응용1팀)	LED Chip	40	4	ppm	32
21205	108-95-2	페놀	1	0.0008	[제조2팀-1L1F]M	IC 반도체	0	품질관리	반도체	5	0.5	ppm	722
21205	108-95-2	페놀	1	0	D동3층 선행기술	LED Chip	0	육안	반도체소자	4	0.4	ppm	73
21205	108-95-2	페놀	1	0	Power몰드	양극성접합트랜지스	0	전공정/몰드	양극성접합트랜지스	3.33	0.333	ppm	14
21205	108-95-2	페놀	1	0.1946	MOLD	반도체및액정표시장	0	수입검사	반도체및액정표시장	19	1.9	mg/m³	11
21259	123-31-9	히드로퀴논(1,4-디히도록시벤젠)	1	0	현상,정착	전자부품	0	CLEAN	반도체설비용역	2	0.2	mg/m³	29

22025	7782-49-2	셀레늄및그화합물	1	0.0029	P/M라인	반도체	0	도금실험	리드프레임 및 반도	0.2	0.02	mg/m³	21
22027	7439-97-6	수은(알킬화합물)	1	0.00167	Metrolog	전력용 반도체 생산	0.00001	Metrolog	전력용 반도체 생산	0.01	0.001	mg/m³	4
22031	7439-97-6	수은및무기형태(아릴및알킬화합물제외)	1	0.0002	Metrolog	전력용 반도체 생산	0	EPI생산	실리콘웨이퍼	0.02	0.002	mg/m³	18
22065	1309-37-1	산화철분진	1	1.608	사상	LCD,반도체 장비 부	0	Honing	TR, IC, 전장, SAW	5	0.5	mg/m³	434
22065	1309-37-1	산화철분진	1	2.9885	금형가공	콘넥트	0.0008	사출금형	콘넥트	4	0.4	mg/m³	25
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.124	ELF생산G	리드프레임 및 반도	0	Beadroom	반도체용칩	10	1	mg/m³	16
22065	1309-37-1	산화철분진	1	0.0099	자동용접,메탈리	전자부품(콘덴서 제	0.0099	자동용접	전자부품(콘덴서 제	5.71	0.571	mg/m³	1
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(크롬3가화합물)	1	0.1368	연마	반도체용 EP 배관자	0	품질관리	반도체	0.5	0.05	mg/m³	363
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(크롬3가화합물)	1	0.0044	METAL	광반도체	0	[C동-2F]Depo	반도체	0.4	0.04	mg/m³	103
22071	16065-83-1	크롬과그무기화합물(크롬3가화합물)	1	0.0004	기타		0	기타		0.44	0.044	mg/m³	2
22072	16065-83-1	크롬과그무기화합물(크롬3가화합물)	1	0.0151	공무설비	실리콘 웨이퍼	0	4사업장	전자제어 점검장치	0.5	0.05	mg/m³	30
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.4625	Photo	반도체 범핑	0	Particle	반도체 소자(IC)	1	0.1	ppm	6531
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.2303	니켈도금	반도체부품	0	3 LINE	반도체	1.5	0.15	mg/m³	3022
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.4699	11동 CF생산팀	다이오드, 트랜지스	0	에칭	반도체소자	0.8	0.08	ppm	416
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0395	11동 CF생산팀	다이오드, 트랜지스	0	CF 생산1		0.88	0.088	ppm	30
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.229	Wet Station	LED Chip	0	Wet Station	LED Chip	0.7	0.07	ppm	24
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.1663	표면처리	전자부품(전자회로)	0	세정	반도체(PCB)	0.73	0.073	ppm	12
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0007	ETCH	반도체 검사장비	0	에칭	에칭	0.66	0.066	ppm	8
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0.0417	식각	반도체 및 액정표시	0.0176	도금	반도체 및 액정표시	1.2	0.12	mg/m³	4
23003	7722-84-1	과산화수소	1	0	세정	반도체 웨이퍼	0	세정	반도체 웨이퍼	0.64	0.064	ppm	2
23021	1979-10-07	아크릴산	1	0	BGA	리드프레임 및 반도	0	분쇄	화공약품, 전자재료	2	0.2	ppm	31
23021	1979-10-07	아크릴산	1	0	ELF생산G	리드프레임 및 반도	0	금형수리	리드프레임 및 반도	6	0.6	mg/m³	14
23021	1979-10-07	아크릴산	1	0	QRA팀 QP파트(수	반도체 및 액정표시	0	QRA팀	반도체 및 액정표시	1.6	0.16	ppm	5
23021	1979-10-07	아크릴산	1	0	본딩및마킹	전자부품	0	본딩및마킹	전자부품	4.8	0.48	mg/m³	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.778	실험실	솔더볼	0	CS2팀	반도체 소자(IC)	1	0.1	ppm	3856
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.2574	메탈개발G	리드프레임 및 반도	0	CVD/DIFF/ETCH	스크러버	1.5	0.15	mg/m³	1286
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.4061	ETCH	광반도체	0	[C동-2F]Wet roo	반도체	0.8	0.08	ppm	347
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.4174	DIFF(PM)	반도체 설비용역	0	ETCH(PM)	반도체 용역설비	2	0.2	ppm	84
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.1901	DIFF(PM)	반도체 설비용역	0	METAL(PM	반도체설비용역	3	0.3	mg/m³	56
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0819	OPTO생산		0	기타		0.88	0.088	ppm	20
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0181	EP	반도체 검사장비	0.0011	EP	반도체 검사장비	0.66	0.066	ppm	8
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0065	공무팀	휴대폰 액정	0	엣칭	PCB회로기판	0.67	0.067	ppm	6
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0011	Ph-3L	반도체	0	S1Ph-3라인 3F	반도체	0.5	0.05	mg/m³	5
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0055	실험실	반도체부품	0.0017	실험실	반도체부품	0.89	0.089	ppm	4
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0011	초음파세척	세라믹	0	공무	휴대폰 액정	0.7	0.07	ppm	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.003	회로공정	전자집적회로 제조	0	회로공정	전자집적회로 제조	0.84	0.084	ppm	2

23023	7647-01-0	염화수소	1	0	PVC압출		0	압출성형		1.2	0.12	mg/m³	2
23023	7647-01-0	염화수소	1	0.0066	니켈도금	반도체부품	0.0048	도금	반도체부품	5	0.5	mg/m³	2
24017	7446-09-05	아황산 가스	1	0.0437	실험실	반도체 범핑	0	공정분석	반도체	2	0.2	ppm	44
24017	7446-09-05	아황산 가스	1	0.255	사출	반도체 관련 부품	0.0251	사출(3동)	반도체 관련 부품	1.6	0.16	ppm	4
51095	67-63-0?	이소프로필알코올	1	23.255	D&P파트	반도체용칩	0	D&P파트	반도체용칩	200	20	ppm	232
51095	67-63-0?	이소프로필알코올	1	45.067	신선(CU)	전자관, 다이오드	0	LED세척	LED	160	16	ppm	38
51095	67-63-0?	이소프로필알코올	1	29.6502	에폭시주입,세척	전자부품	4.037	LED세척	LED	133	13.3	ppm	5
51095	67-63-0?	이소프로필알코올	1	0	LED세척	LED	0	LED세척	LED	106	10.6	ppm	1
51095	67-63-0?	이소프로필알코올	1	0	성형	전자부품	0	성형	전자부품	128	12.8	ppm	1
51167	14808-60-7	산화규소-비결정체-용융된 것	1	0.0323	몰드	양극성접합트랜지스	0	M/D	반도체	0.1	0.01	mg/m³	55
51167	14808-60-7	산화규소-비결정체-용융된 것	1	0.0331	PW몰드	양극성접합트랜지스	0.0221	PW몰드	양극성접합트랜지스	0.08	0.008	mg/m³	3
51168	14808-60-7	산화규소-비결정체-규조토	1	0.2395	F-com	반도체	0	제관용접	리드프레임 및 반도	10	1	mg/m³	6
51169	14808-60-7	산화규소	1	0.078	제조4파트/1라인	IC 반도체	0	인프라 그린1동	반도체	10	1	mg/m³	14
51170	14808-60-7	펠드스파(장석)	1	0.8221	개발4팀(합성)	광부품소자	0	24Bay	반도체	10	1	mg/m³	697
51170	14808-60-7	펠드스파(장석)	1	1.0855	생산2팀(Polish)	광부품소자	0.411	Polishing	광부품소자	8	0.8	mg/m³	2
51456	123-31-9	하이드로퀴논	0	0	SR1동 1F	반도체	0	WET	반도체	2	0.2	ppm	18
51456	123-31-9	하이드로퀴논	0	0	Plating	양극성접합트랜지스	0	Plating	양극성접합트랜지스	1.33	0.133	mg/m³	2
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.417	BOC생산G	리드프레임 및 반도	0.0054	신뢰성시험	반도체	2	0.2	mg/m³	31
51474	14807-96-6	활석, 비석면형	1	0.296	인쇄공정	전자집적회로 제조	0.245	인쇄공정	전자집적회로 제조	1.68	0.168	mg/m³	2

*** 작업환경측정대상물질여부: 1로 표시된 것은 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질에 해당되는 것이고, 0으로 표시된 것은 해당되지 않는 물질인데 작업환경측정이 된 물질들이다.**

**** 유해인자코드: 한국산업안전보건공단에서 유해인자를 코드로 관리하고 있는 코드이다.**

부록 Ⅲ-3. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석 결과: 산업재해승인자료(2008~2017)를 중심으로

<부록표 Ⅲ-9> 한국 전자산업의 표준산업분류(중분류)별 산업재해자수,사망자수: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

산업 코드	표준산업분류 (중분류)	사고 부상자	사고 사망자	질병 사망자	질병 이환자	그 외 사고 사망자	총합계
262	전자 부품 제조업	2671	15	48	371	3	3108
281	전동기, 발전기 및 전기 변환·공급·제어 장치 제조업	2028	17	14	179	2	2240
285	가정용 기기 제조업	1018	4	6	127	1	1156
292	특수 목적용 기계 제조업	927	3	10	62	1	1003
283	절연선 및 케이블 제조업	743	8	3	88	1	843
289	기타 전기장비 제조업	731	11	8	69	3	822
284	전구 및 조명장치 제조업	669	5	3	82	3	762
272	측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀 기기 제조업; 광학 기기 제외	605	3	7	71	5	691
271	의료용 기기 제조업	555	2	5	51	4	617
264	통신 및 방송장비 제조업	486	1	10	84	1	582
261	반도체 제조업	463	5	12	47	2	529
303	자동차 신품 부품 제조업	290		4	78	1	373
265	영상 및 음향기기 제조업	304	2	8	43	1	358
291	일반 목적용 기계 제조업	280		2	40		322
282	일차전지 및 축전지 제조업	261	3		26		290
273	사진장비 및 광학 기기 제조업	236		1	26		263
263	컴퓨터 및 주변 장치 제조업	178	2	4	26		210
총합계		15599	95	185	1755	34	17668

<부록표 Ⅲ-10> 한국 전자산업의 표준산업분류(소업종)별 산업재해자수,사망자수: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

업종 코드	표준산업분류(소업종)	사고 부상자	사고 사망자	질병 사망자	질병 이환자	그 외 사고 사망자	총합계
22401	일상생활용 전기기계기구 제조업	1926	12	15	245	1	2199
22402	전구제조업	301	1	2	45		349
22403	절연전선 또는 케이블 제조업	749	8	5	87	1	850
22404	기타 전기기계기구 제조업	4085	29	25	377	7	4523
22501	**전자관 또는 반도체소자 제조업**	**4322**	**31**	**92**	**545**	**10**	**5000**
22502	전자응용장치 제조업	109		1	14		124
22503	전기계측기 제조업	173		3	22	5	203
22504	통신기계기구 또는 이에 관련한 기계기구 제조업	1231	6	18	163	2	1420
22801	의료기계기구 제조업	592	2	6	56	4	660
22802	광학기계기구 또는 렌즈제조업	363		3	44		410
22803	시계제조업	56	1		7		64
22804	이화학기계기구 제조업	92	1	1	14	1	109
22805	측량기계기구 제조업	38			5		43
22806	계측기또는시험기 제조업	366		3	45	1	415
22807	침,단추 등을 제조하는 사업	186	1		11	1	199
22808	악기 제조업	103		2	13		118
22809	정밀금형 제조업	907	3	9	62	1	982
총합계		15599	95	185	1755	34	17668

<부록표 Ⅲ-11> 한국 전자산업과 반도체 제조업의 산업재해 유형별 산업재해건수:2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

산업재해 유형	한국 전자산업 산업재해건수		한국 반도체 제조업 산업재해건수	
	재해건수	백분율	재해건수	백분율
그외사고사망자	34	0.2	8	0.23
사고부상자	15,599	88.3	3029	86.35
업무상사고사망자	95	0.5	17	0.48
질병사망자	185	1.0	62	1.77
질병이환자	1,755	9.9	392	11.17
총합계	17,668	100	3,508	100

<부록표 Ⅲ-12> 한국 전자산업과 반도체산업의 산업재해 발생형태: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

산업재해 재해발생형태	산업재해건수(전체)		산업재해건수(반도체)	
	재해자수	백분율(%)	재해자수	백분율(%)
감전	153	0.9	22	0.6
기타	12	0.1	1	0.0
깔림·뒤집힘	402	2.3	99	2.8
끼임	6183	35.0	989	28.2
넘어짐	2007	11.4	516	14.7
동물상해	8	0.0	0	0.0
떨어짐	1090	6.2	157	4.5
무너짐	46	0.3	7	0.2
물체에 맞음	1072	6.1	179	5.1
부딪힘	1208	6.8	211	6.0
분류불능	57	0.3	3	0.1
불균형 및 무리한동작	433	2.5	117	3.3
빠짐·익사	1	0.0	0	0.0
사업장내 교통사고	13	0.1	6	0.2
사업장외 교통사고	369	2.1	77	2.2
산소결핍	5	0.0	2	0.1
이상온도 접촉	271	1.5	53	1.5
작업관련질병(뇌심 등)	1817	10.3	418	11.9
절단·베임·찔림	1174	6.6	199	5.7
직업병(진폐 제외)	117	0.7	36	1.0
진폐	6	0.0	0	0.0
체육행사 등의 사고	891	5.0	320	9.1
파열('13년 병합)	3	0.0	1	0.0
폭력행위	16	0.1	5	0.1
폭발·파열	80	0.5	11	0.3
화재	105	0.6	22	0.6
화학물질누출·접촉	129	0.7	57	1.6
총합계	17668	100	3508	100

<부록표 Ⅲ-13> 한국 전자산업과 반도체 제조업의 직업병 분포: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

직업병	산업재해건수(전체)		산업재해건수(반도체)	
	재해자수	백분율(%)	재해자수	백분율(%)
사고성 요통	651	33.0	145	31.4
신체에 과도한 부담을 주는 작업	435	22.0	97	21.0
비사고성·작업관련성 요통	385	19.5	87	18.8
뇌혈관질환	169	8.6	41	8.9
심장질환	87	4.4	30	6.5
수근관증후군	49	2.5	7	1.5
소음성난청	28	1.4	1	0.2
직업성암	24	1.2	16	3.5
작업관련성질병 기타	22	1.1	7	1.5
정신질환	18	0.9	4	0.9
직업성 피부질환	16	0.8	4	0.9
직업병기타	7	0.4	6	1.3
진폐	6	0.3	0	0
물리적인자로 인한 질병	3	0.2	0	0
직업성 천식	2	0.1	0	0
간질환(1), 독성간염(1)	2	0.2	0	0
진동장해	1	0.1	0	0
석면	14	0.7	0	0
유기화합물 기타(화학물질)	9	0.5	5	1.1
망간	1	0.1	1	0.2
벤젠	1	0.1	1	0.2
연, 연합금	1	0.1	1	0.2
트리클로로에틸렌	1	0.1	0	0
세균, 바이러스	8	0.4	1	0.2
해당없음	34	1.7	8	1.7
총합계	1974	100	462	100

<부록표 Ⅲ-14> 한국 반도체 제조업 산업재해의 기인(대)별 분포: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

산업재해 기인물(대)	산업재해건수(전체)		산업재해건수(반도체)	
	재해자수	백분율(%)	재해자수	백분율(%)
설비·기계	6738	38.1	1126	32.1
건축물·구조물 및 표면	2842	16.1	669	19.1
부품, 부속물 및 재료	2484	14.1	378	10.8
해당없음	1318	7.5	311	8.9
휴대용 및 인력용기계기구	1284	7.3	258	7.4
용기, 용품, 가구 및 기구	990	5.6	241	6.9
분류불능	671	3.8	148	4.2
교통수단	596	3.4	130	3.7
사람, 동·식물	551	3.1	197	5.6
화학물질 및 화학제품	128	0.7	38	1.1
작업환경, 대기여건 등 자연현상	60	0.3	11	0.3
기타기인물	4	0.0	1	0.0
총합계	17666	100	3508	100

<부록표 Ⅲ-15> 한국 반도체 제조업 산업재해의 발생형태별, 기인(대)별 산업재해 분포: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

발생형태*기인	건축물·구조물 및 표면	교통수단	기타 기인물	부품, 부속물 및 재료	분류불능	사람, 동·식물	설비·기계	용기, 용품, 가구 및 기구	작업환경, 대기 여건	해당 없음	화학물질 및 화학제품	휴대용 및 인력용기계기구	합계
감전	0	0	0	15	2	0	3	0	1	0	0	1	22
	0	0	0	68.18	9.09	0	13.64	0	4.55	0	0	4.55	100
깔림·뒤집힘	2	4	0	16	2	0	21	9	0	0	0	45	99
	2.02	4.04	0	16.16	2.02	0	21.21	9.09	0	0	0	45.45	100
끼임	20	6	0	122	11	0	768	18	0	0	0	44	989
	2.02	0.61	0	12.34	1.11	0	77.65	1.82	0	0	0	4.45	100
넘어짐	373	15	0	17	2	7	31	43	1	1	0	26	516
	72.29	2.91	0	3.29	0.39	1.36	6.01	8.33	0.19	0.19	0	5.04	100
떨어짐	94	12	1	2	3	0	34	9	0	0	0	2	157
	59.87	7.64	0.64	1.27	1.91	0	21.66	5.73	0	0	0	1.27	100
무너짐	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	2	7
	28.57	0	0	28.57	0	0	14.29	0	0	0	0	28.57	100
부딪힘	28	7	0	26	3	4	88	20	0	1	0	34	211
	13.27	3.32	0	12.32	1.42	1.9	41.71	9.48	0	0.47	0	16.11	100
분류불능	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3
	0	0	0	0	33.33	0	33.33	0	0	0	0	33.33	100
불균형 및 무리한동작	43	3	0	16	2	20	6	19	1	1	0	6	117
	36.75	2.56	0	13.68	1.71	17.09	5.13	16.24	0.85	0.85	0	5.13	100
사업장내 교통사고	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
	0	83.33	0	0	0	0	16.67	0	0	0	0	0	100
사업장외 교통사고	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
산소결핍	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	100
이상온도 접촉	1	0	0	5	0	0	35	8	2	0	1	1	53
	1.89	0	0	9.43	0	0	66.04	15.09	3.77	0	1.89	1.89	100
작업관련질병(뇌심 등)	2	0	0	10	91	13	6	15	0	279	0	2	418
	0.48	0	0	2.39	21.77	3.11	1.44	3.59	0	66.75	0	0.48	100
절단·베임·찔림	4	0	0	44	4	0	77	3	0	1	0	66	199
	2.01	0	0	22.11	2.01	0	38.69	1.51	0	0.5	0	33.17	100
직업병(진폐 제외)	0	0	0	0	8	0	0	0	0	27	1	0	36
	0	0	0	0	22.22	0	0	0	0	75	2.78	0	100
체육행사 등의 사고	94	1	0	2	11	147	0	60	5	0	0	0	320
	29.38	0.31	0	0.63	3.44	45.94	0	18.75	1.56	0	0	0	100
파열('13년 병합)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
폭력행위	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100
폭발·파열	0	0	0	1	0	0	7	1	0	0	0	2	11
	0	0	0	9.09	0	0	63.64	9.09	0	0	0	18.18	100
화재	0	0	0	5	6	1	4	1	0	1	2	2	22
	0	0	0	22.73	27.27	4.55	18.18	4.55	0	4.55	9.09	9.09	100
화학물질누출·접촉	1	0	0	4	0	0	11	6	0	0	34	1	57
	0.15	0	0	1.06	0	0	0.98	2.49	0	0	89.47	0.39	100
합계	669	130	1	378	148	197	1126	241	11	311	38	258	3508
	19.07	3.71	0.03	10.78	4.22	5.62	32.1	6.87	0.31	8.87	1.08	7.35	100

<부록표 Ⅲ-16> 한국 반도체 제조업 사망재해의 업무상 사고 사망, 질병사망, 그 외 사고의 재해 원인과 사망재해의 진단명: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

재해원인	진단명
업무상 사고 사망건수 (총 17건수 (재해원인 11건, 결측값 빈도 6건))	
2008.3.26.22:25분경 독일에 출장 중이었던 망인이 투숙 중이던 독일 x호텔에서 추락 사망	두개골충격으로 인한뇌손상(S0631)
2008.4.19.09:43경 x(주) x공장의 그린센터(폐수처리장) 지하 기계실내에서 발생한 연기로 화재감지기가 작동하자 실내에 체류된 연기를 배출시키기 위하여 설비반입구를 덮고 있던 총5개의 덮개 중 두 번째 덮개를 동료와 함께 들어 올리던 중, 재해자가 몸의 균형을 잃고 지하 6.2m콘크리트 바닥으로 덮개와 함께 추락하고 회사여 x병원에서 2008. 4. 19. 12:07경 사망함	중증 뇌손상(S062)
2008.7.14 00:05경 ㈜x제조팀 ***이 리프트 운반귀 뒤쪽 출입문의 잠금 고리가 승강로에 걸려 리프트가 멈춰선 것을 발견하고 리프트를 하강시키기 위해 운반구 앞쪽출입문의 개구부로 상체를 탑승시켜 운반구 뒤쪽 출입문을 닫는 순간, 호이스트식 리프트의 체인이 풀려져 있어 리프트가 추락하며 2층 바닥과 리프트 천정 부분에 협착됨	순환혈액량감소성 쇼크(R571)
2009. 5. 22. 14:40경 자재담당인 망인이 자동차보험 적용에서 제외된 전동지게차를 운전하여 자재창고로 내려가던 중 불상의 이유로 지게차가 미끄러져 넘어지면서 망인이 밖으로 튕겨나가 쓰러져 있는 것을 회사경비원이 발견하고 119신고 병원에 후송하던 중 사망한 재해임.	흉골.늑골골절(S224)
2010.03.17. 오전10시45분경 경기 소재 00(주) FA8E(설비유지보수) 소속 노동자 ***가 x(주)에서 시공하는 P8E 북편 클린룸 1층 CELL Lift 1호기 설치부(자동화 엘리베이터 미설치 구간) 주변을 점검하던 중 20미터 아래로 추락하여 사망한 재해임.	두개골 골절(S029)
2011년 1월 8일 21:00경 공장 내 생산라인에서 사용하는 초순수에 기포가 생기는 이상이 발생하여 20시경 공무환경팀에 점검 및 수리요청을 하였고 당직 근무 중이던 망인이 재해 장소인 초순수저장탱크 2호기에 저장되어 있는 초순수의 기포발생유무를 점검하기 위해 3미터 높이의 탱크 상부에 올라가 점검구 덮개의 나사를 풀고 탱크 상부에 엎드려서 내부를 점검하던 중 질소가스 누출로 인한 질식으로 사망한 것으로 추정됨	심폐정지(R092)
2012. 10. 30. 07:33분경 고인이 사업장의 2차 Lay-up공정(동판을 자동으로 올리는 공정)에서 에러발생시 가동되는 안전장치를 해제한 상태로 에러발생물질을 제거하던 중, 기계에 압착되어 현장에서 사망함.	체간압박에 따른 호흡부전 (R092)
O '망 ***님은 2009.12.21.부터 x(주)소속 생산직 노동자로 근무하였으며, 2012.6.29. 오후 18시부터 야간근무를 하기 위하여 작업에 투입하여 다음날 새벽 02시30분 까지 정상적으로 작업을 하였으며 같이 근무하였던 동료 직원들이 02:30분 근무시간을 마치고 퇴근하였으나, 망인은 혼자 남아서 작업 중 발생한 파이프 세척기계 내부에 떨어져 있었던 박스 및 파이프를 수거 작업을 하기 위하여 기계 내부로 들어가서 수거 작업을 하다가 과다노출	염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독(T449)
기계 고장원인을 점검 및 수리하는 과정에서 기계(스테크)가 이동하여 압착되어 사망	다발성 늑골골절 (S223)
망인은 x연구원과 「IT 융합실험실 운영」계약을 맺고 사업을 운영 중인 ㈜x 소속 노동자로, 2007. 12.14일 16:00시경 x연구원 4동x실험실에서 약품창고로 가기 위하여 통로를 지나다가 바닥 개구부에 빠지면서 약 8m 높이의 아래층 바닥으로 추락하는 사고로 부상을 입고 의료기관에 후송되어 치료 중 2007.12.14일 21:15분경 사망한 재해임.	혈복강, 혈흉(S271)
재해자는 2008. 1. 9(수) 저녁 회사 동료들과 단합대회 회식이 끝날 무렵 22:15경 도로에서 넘어져 족관절골절을 입고 깁스상태에서 1주일 간격 통원치료를 받아오다가 2. 13 21:00경 자택에서 의식소실 등 증세로 x병원(중환자실)에서 입원치료를 받아 오다가 2. 18. 18:35경 사	비골골절, 폐경색증(S022)

망하였음	
질병사망자 (총 62건수 (재해원인 24건, 결측값 38건))	
(주) x반도체 Mobile 응용제품팀 주임연구원으로 근무하던 망인이 1G LPDDR biz를 위한 개발 진행 상황, 제품품질, 신뢰성 논의 및 제품실험, 불량률 분석을 위한 SIP(System In Package) Test infra 구축을 위한 기술협의 목적으로 망인을 포함한 5명이 2010. 6. 23~ 6. 27(3박5일) 일정으로 영국 Broadcom사로 출장하여 감기증상이 나타났으나 기술협의를 마치고서 2010. 6. 27. 15:50경 인천	급성심근염 (B332)
***는 2006.12.16. x병원에 내원하여 우울증 및 신체형 장애, 불안장애로 진단받아 치료를 받아 오던 중인 2008.11.13. 자택에서 투신하여 사망함.(2008.05.16. 재생불량성 빈혈 추가진단 받음)	우울증, 신체형장애, 불안장애(F32)
***은 2008.10.16부터 중국 텐진(천진)으로 출장 중인 2008.11.02. 일요일 휴무를 하면서 동료들과 저녁식사 후 21:00경 숙소인 x호텔에 도착하여 방으로 들어가 휴식을 취함. 23:34경 *** 이 x 책임연구원에게 인터폰으로 '몸이 아프니 도와 달라'고 하여 x이 ***의 방으로 가보니 호텔 직원3명이 있었으며, ***은 가슴과 얼굴이 아프다고 하며 오른손을 가슴앞으로 해서 왼쪽 어깨를 잡고 있었음. 주재원인 x차장과 호텔직원이 통화 후	심근경색 (I21)
1.31. 14:20 항공기로 김해공항을 출발하여 북경에 도착한 뒤 저녁식사 후 23시경부터 취침 중 02:00구토증세 등 이상증상에 발생하여 구급대로 병원 후송하여 치료중 2.3.사망함	상세불명의 급성 심근경색(I213)
2006. 9. 8 18시경 근무를 마치고 기숙사에 들어와 2006. 9. 8 01:30분경 취침에 들어간 후 저녁때쯤 함께 동숙 중이었던 xxx이 야간출근하려고 깨웠으나 일어나지 않아 신고하였으나 이미 사망한 것으로 확인됨	미상 (R69)
2007.11.5에 회사의 2007년도 3/4분기 실적공시를 하고 야근을 한 후 20시16분경에 퇴근하여 21시경에 자택으로 귀가하여 23시경에 잠자리에 들었으나 다음날인 11.6.07:30경에 피재자의 처인 x이 남편을 깨웠으나 전혀 응답이 없고 몸이 차가워 119에 신고하여 x병원으로 이송하였으나 이미 사망한 것으로 확인되었고 다음 날 부검을 의뢰하여 사망원인이 "확장성 심근병증에 의한 심인성 급사(일명 심장성 돌연사)"로 사망한 재해임	심인성 급사 (I420)
2009.3.2. 위 사업장에 입사하여 3.2~3.14(13일)간 그룹연수 받은 후 3.16~3.26(10일)간 파주공장에서 지사교육을 받고, 3.30. 현 부서에 배치를 받아 근무 중 2회, 4.27~5.7(11일)간 병가 중 다시 3회 총 5회의 정신과 치료를 받고 5.11일부터 다시 근무하다 5.21. 회사에 출근하지 않고 집에서 혼자 있을 때 목을 매어 자살	적응장애 (F432)
2009.3.31. 화요일 전지사업부의 위기극복 제조혁신 결의대회 행사로 동 부서에서 08시 10분부터 70분간 토론회를 마치고 다음 행사인 등산을 위하여 버스로 31명이 가지산의 상운봉 아래로 이동, 10시 10분경부터 약 50분간 등산하여 상운봉 1,114m 정상에 도착하였을 때 *** 씨가 가슴이 답답한 것이 계속되고 호흡이 거칠어져 누웠다가 앉기를 반복하여도 진정되지 않고 점차 마비 증세를 보여 동료들이 마사지를 하였고, 호흡이 불규칙하여 심폐소생	심혈관계질환 (I219)
2010. 04.22 야간반으로 18:39경 출근하여 휴게시간 포함 12시간 근무 후 익일 07:21경 퇴근한 후 집에 돌아와 부인과 아이들을 직장과 유치원에 차로 데려다준 후 집으로 돌아와 08:40경 부인과 마지막 통화 후 취침 중 연락이 않되 부인의 친언니가 집으로 가보니 속옷만 입은 채 사망한 것을 발견함	급성심근경색증(I23)
'09.7.8 ㈜x의 생산직 단순 노무자로 당일 근무 중 어지럽다고 생산부서장에게 보고한 뒤 회사에서 x병원으로 후송하였으나 원인 불명으로 큰병원으로 후송하라하여 7.13 x병원으로 후송함	약제에 의한 전신성과민성 호산구증 (D721)

고 ***은 2005.11.18. (주)x에 입사하여 5톤 윙바디 차량 운전원으로 종사하던 사람으로, 2007.3.5. 23:01분에 퇴근하고 동 일 23:30분경 귀가하여 자택에서 수면 중 2007.3.6. 오전 12시가 넘어 어머니가 깨우러 들어가 보니 이미 몸이 굳어져 있음	확장성심근병증에 의한 돌연사(I420)
망『***』은 x자립원에 1996.8.28일 채용되어 근무를 하던 중 2009.6.30일 오전 09:35분경 현수막 설치를 위하여 동료 노동자와 회사를 출발하여 09:50분경 유성구청에 도착하였고, 동료노동자는 망인이 토할 것 같아 화장실에 가고 싶다고 하여 화장실을 데려다 주었는데 약 10분 정도 지나도 망인이 화장실에서 나오지 않아 가보니 망인이 대변을 보던 상태로 쓰러져 있었음.	저혈량성쇼크, 혈복증, 비장파열(S360)
망인(***)은 연구개발업무를 하는 자로 2009.12.14일 08:20경 기숙사에서 같이 잠을 자고 있던 동료노동자(x)이 망인이 의식이 없는 것을 발견하고 부천소방서 119중앙119안전"안전보건관리 전담기구"에 연락하여 부천x병원으로 옮겼으나 이미 사망하여 국립과학수사연구소에 부검을 의뢰한 결과 "해부학적으로 불명임"으로 망인이 사망한 재해임.	해부학적으로 불명임(R96)
망인은 2006년 7월 6일 연장근무를 마치고, 회사가 제공하는 통근버스를 타고 귀가하던 중 오후 10시 30분경에 버스 안에서 갑자기 쓰러져 병원으로 후송하여 응급조치를 하였으나 사망함	심인성 급사(I461)
망인은 2009. 4. 14(화) 08:30경부터 근무하였으며 오전에 x가 회사 방문하여 카오디오 방열판 불량건에 대하여 업무 협의를 하였고 오후에 (주)x을 통하여 서울통신에 납품하는 프로트 판넬의 장기적 불량에 대하여 사업주로부터 심한 업무 질책받고 (주)x의 납품 요구에 의해 23:20까지 납품 마무리 작업을 수행한 후 x이사와 야식으로 라면을 먹고 회사 숙소에서 2009. 4. 15(수) 00:30경에 취침한 후 아침에 일어나지 않아 08:00경	급성심장사(부검) (I219)
망인은 2010. 04. 10.(토)에 전날 업무를 마치고 밤 11시경에 집에 와서 노트북으로 작업을 하다가 새벽 2시가 넘어서 잠이 들었고 당일 잠을 설치고 4. 10.(토) 9시경에 일어나 토요일 휴일이나 사무실에 일이 있어 출근 준비를 하였으나 망인의 배우자의 부탁으로 자녀들의 교회 행사에 태워주고 교회 앞 노상 차량 안에서 대기 하던 중에 사망한 채 11:26경에 발견되어 부검하여 사인이 심장질환(관상동맥경화증)으로 확인됨	심장질환(관상동맥경화증) (I21)
망인은 2010. 6. 18(금) 회사에서 오전에 업무회의를 하고 오후에 미국프로젝트팀 조직력 강화 산행 행사에 참석하여 14시경부터 청계산을 등반하던 중 16시경에 만경대부근 헬기장에서 쓰러져 119헬기로 후송하여 평촌 x병원에서 치료 중 2010. 6. 24. 04:37경에 사망함	급성심근경색(I21)
망인은 2010년 3월 5일 (금) 17시까지 주간업무 종료하고 노조간담회를 참석하여 식사와 음주를 한 이후 2차로 주점(x)에 들러서 20:45경에 바로 쓰러져 119로 x병원으로 후송하였으나 사망하였으며 부검을 실시한 결과 허혈성심장질환으로 사인이 판명됨	허혈성심장질환(부검)(I249)
본인이 1991년경부터 초자제혼탁 및 황반부 부종이 있어 2001년도 까지 x병원에서 치료받은 사실이 있고, 2001년3월경부터 다리를 약간 저는 증상이 발병된 이후 2001년12월경 부터는 거동이 부자연스럽게 되어 진단결과 "파킨슨병"으로 진단받은 재해임.	파킨슨증후군(G20)
신청인은 2009.3.19 입사하여 회사 내의 생산라인 및 관련 관리업무를 수행해 오던 중 2009.9.11 회사업무를 마치고 숙소에서 23:00경 망. x이 원룸화장실에 들어간 후 쿵하는 소리가 들려 불러도 대답이 없어 동료 x이 들어가 가보니 바닥에 쓰러져 있었으며 그 후 정신을 잠깐 차리고 몇 마디 한 후에 다시 쓰러져 119에 신고를 하여 x병원을 경유하여 x대학교병원에서 치료를 받았으며, 이후 x병원으로 이송 후 사망함.	전교동동맥류파열(I609)
재해자는 소속회사에 2004. 8. 6 사업초기 관리차장으로 입사하여 3년 3개월간 생산 및 거래처관리 등의 업무를 수행해 오던 자로 재해당일(2007.11.23) 오전 08:30경 출근하여 근무 중	중증뇌부종, 뇌지주막하출

극심한 두통증세를 호소하며 조퇴하였다가 오후 13:00경 학교에서 귀가한 아들에 의해 현관 앞에 쓰러진 채 발견되어 병원 요양가료 중 결국 3일 후 2007.11. 04:50경 사망	혈(G936)
저녁식사 후 19:00에 예정된 팀원과의 미팅을 기다리다 피곤하다며 상무님의 자리에서 쉰다며 자리를 이동 후 감자기 '쿵'소리가 나서 확인해보니 의식을 잃고 쓰러져 있음.	뇌내출혈 (I616)
피재자가 도금라인에서 작업하면서 노출된 화학물질로 인하여 만성폐쇄성폐질환이 발병	만성폐쇄성폐질환(J44)
회사 주관 부서 단합행사(연천군x유원지)에서 13:50분경 시작된 3종의 경기에 모두 참가한 후 다시 16:10경 30~50미터 단거리 계주 완료 후 갑자기 의식을 잃고 쓰러진 후 119에 의해 CPR하며(AED 3회 작동) 병원(17:39도착) 이송 후 치료하였으나 2009.7.10.16:00 사망	심근경색 추정(I21)
그 외 사고사망자 (총 8명 (재해원인 1건, 결측치 7건))	
Stealth-V/P4/Aegis/Viper 과제 지원을 위한 해외출장지(미국 뉴저지)에서 현지시각 2011.07.29. 16:39에 소머셋 브리지워터 22번 도로에서 출근을 위한 차량운행중 반대편에서 넘어온 차량과 충돌하는 교통사고로 사망	T0201_머리, 목 골절 및 파손

<부록표 Ⅲ-17> 한국 반도체 제조업 산업재해의 이상온도(고온)에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

재해원인	진단명
이상온도(고온)에 의한 재해자수 총 53건 중 25건의 재해 원인, 28건은 원인 없음	
2008.07.11. 08:30경 당 사업장 1공장동 3층 제조공정 내에서 BGA제조 2과 PLUG반 *** 사원(사고자)이 근무 중 탕세 TANK에서 수증기 발생현상을 발견하고 설비 측면 커버를 개방하여 순환펌프 흡입필터를 확인하는 과정에서 장갑 내부로 온수가 들어가 물과 접촉되는 사고가 발생함.	우측수부 심재성 2도 화상 (T23)
2008.10.13 오후4시경x텍(주) 공장동 테크마이어 기계실에서 U-20 머신 냉각수 호스 분해작업 중 가열된 냉각수의 분출로 인하여 왼손 팔목부~손 부위까지 화상을 입었음.	좌측상지(손목 및 손) 3도 화상(T23)
2010.02.10. 오전4시경 당사 안성사업장 LGP 생산현장에서 8.9인치 금형의 종이 보정작업을 하기위해서 금형고정볼트를 해체하는 과정에서 작업부주의로 육각렌치가 금형 온도조절기 고압호스에 부딪쳐 고압호스가 빠지면서 고온의 냉각수에 목과 손 부위가 접촉하여 화상을 입음.	목부위 심재성 2도 화상(T2026)
2011.01.19. 6시20분경 근무 중 아침 식사시간에 12라인 4층 휴게실 전자렌지에 컵라면을 2분 가열 후 컵라면을 놓치면서 뜨거운 물을 쏟음. 왼손 손목과 손등에 2도 화상 상해입음.(음식1)	왼손 손등 열탕 화상(2도)(T31)
2011년 04월 18일 오전 10시 경 핫 프레스의 보일러 냉각이 안 되어서 보일러의 냉각장치를 점검하던 중 냉각열교환장치의 배관점검 차례 시에 먼저 배관 내부의 물을 스트레나부분을 통하여 제거 후 배관을 분리하던 중 그날의 문제점인 솔레노이드밸브의 고장으로 열교환장치의 물이 완전히 제거되지 않은 상태에서 배관을 분리하니 고온의 내부 냉각수가 *** 사원의 복부 부위로 뿜어져 화상사고 발생 * 직종: 생산부 기능직 (전자회로기판 생산)	몸통화상(일부 심부 2도)(T212)
P7공장 Photo 2호기 Oven Shutter 세척작업 중 Shutter Close 작동되면서 오른쪽 손목이 Shutter에 협착되어 230도 고온에 화상 발생함.	손 3도 화상(T2339)
[비보고 사유] 사업장내 디스펜싱 공정에서 노즐에 묻어 있는 실리콘을 제거하기 위한 거즈가 기계 안쪽으로 들어가는 것을 빼려다가 다가 좌측 손이 설비 내부에 들어가 열상을 입은 재해	열상
x전자 3층 작업현장 내에서 설비점검중 발을 헛디뎌 미끄러지면서 우측 발이 니켈도금액(온도80도)에 빠져서 화재발생	우측 발목 및 발의 2도 화상(T252)
x전자 내 용해장에서 알루미늄 용해작업 중 작업공정상 용해로 내부의 온도를 측정한 후 주조작업이 이루어지는데 온도 측정 후 온도측정구 덮개를 막지 않은 상태에서 용해작업(탈가스작업)이 진행되어 이 측정구를 통해 소량 알루미늄 용융액체가 비산되어 작업자화상의 안전사고로 이어짐.	다리부위(T2437)
㈜x 공장에서 디스이어 망간pump #1 교체 진행이후 시운전 확인을 위해 pump #1 비관 유니온 밸브에서 망간액이 교체한 디스미어 망간 pump #1 시운전을 하다 pump #1 교체시 비관 유니온 밸브 조립하며 어긋남이 발생한 사고임.	얼굴부위의 1도 화상(T2079)
㈜x반도체(서울시 소재) 용인시 00리 임대창고에서 순수여과장치 설치작업 중 추운 기온으로 인해 수돗물 온도가 너무 낮아 온도를 높이기 위하여 고압가열 탱크를 작동시키는 과정에서 갑작스런 온도상승으로 인하여 PVC파이프가 녹아 배관이 터지면서 고온의 물이 외부로 분출하여 작업 중이던 상기인의 하반신을 덮친 화상 사고임.	양측하지의 심재성 2도 및 3도 화상 (T242)
백금 sheet를 압연 중 중강소둔을 하기 위하여 중간 소둔로에서 (1200도)소둔된 sheet를 집게를 이용하여 옆에 있는 냉각조로 이동하던 중 백금sheet가 회전되면서 오른손 등에 부딪쳐 화상을 입게 되었음.	우측 수부 제2,3지 압궤화상창 및 제2,3수지 신전건 파

	열(S670)
본 사고는 2008.9.25(금) 12:00경 W/Shop을 위해 부서원(25명)과 워크숍과정에서 식사를 하다가 국물(닭백숙)이 재해자 앞으로 쏟아지면서 발생한 사고(화상)임.	열탕화상6%(양측족부,종아리)(T310)
사무실에서 작업하다가 납물에 손가락 3개가 들어갔음.	우측 제1,2,3수지 화상, 1-2도(T232)
상기인은 당사지원사 작업장에서 근무 중 발열중인 기계에 접촉되어 화상을 입는 사고를 당함	3도 접촉화상, 우측 수부(T310)
생산현장에서 기계운영 작업 중 회전체에 장갑이 걸려서 손이 감겼으며 이때 장비의 발열체에 화상과 피부손상을 팔부위에 입음	좌측 전완부 및 수부3도 화상(T223)
서울시 남산1호터널 진입구간 제설용 염수살수장비 전기부분 작업 중 차량통제를 해야하는 작업으로 차량이 적은 야간에 작업을 하다가 겨울철 영하의 저온으로 인하여 손가락부분에 동상에 걸림	좌측 제2,3수지 첨부 동상(T3570)
위 사람은 당사의 생산직 사원으로서 2008년 11월 24일 19시경 당사의 6층 현장(남양주시범공단 A동)이형처리 부서에서 연장근무를 하던 중, 알코올 램프를 우측 손에 의하여 넘어지게 함으로 우측손과 양쪽 발(허벅지부위)에 알코올이 스며들어 화상을 입었습니다. 당일구리 x 병원응급실로 후송하여 1차 진료를 받은 뒤 화상전문병원인 x 병원으로 옮겨 2차 치료를 받았고 2008년 11월 25일 현재병원(x)로 옮겨 진료중입니다.	심재성 2도 및 3도 화염화상, 체표면적의 23%(우측수부 및 양측하지)(T312)
인쇄반 현상라인에서 현상액 보조 탱크의 청소를 위해 탱크 내부로 들어가 아세톤을 묻힌 걸레로 내부를 닦던중 탱크 밖에서 배관 교체 작업을 위해 배관을 절단하는 과정에서 발생된 불꽃이 탱크 내부의 증기에 옮겨 붙어 화상을 입은 사고임.	화염화상13%(안면부,목,양측팔,하지부.가슴)(T311)
작업장 오토솔더 청소를 하기위해 이물질과 먼지를 거둬내기 위해 청소하는 과정에서 손에 납 물이 튀어서 화상을 입음	좌 수부 2도 화상(심재성)(T2325)
제품 설치 중, 냉매가스 유출 조치하기 위해 밸브조작하다가 냉매가스에 동상입음.	손목 및 손의 3도 화상(T233)
제품 연마를 위한 바렐공정 라인에서 바렐작업을 하기 위해 제품박스를 양손으로 들고 제품을 운반 중에 발을 헛디뎌 넘어지면서 발렐작업 후 제품건조를 하기 위해 데워놓은 물통에 양팔을 디뎌 화상 재해를 당함	열탕화상 9%(양측팔, 우측손)(T310)
피재 노동자는 2010년10월06일 입사하여 LCD TV PCB기판 SMD생산부서에서 작업대에 앉아 자동마운트된 기판에 전해콘덴서 수납땜작업을 하면서 컨 베어에 내려오는 PCB를 잡아당겨 작업대에 놓으려는 순간의자를 당겨 앉으려다가 PCB에 손목이 닿여 화상을 입음	우측 손목 2도 화상 (T232)
회사 현장 작업 중 청소를 하기 위하여 기계 열고 청소도중 위에 뭉쳐있던 이물질이 기계 안으로 떨어져 기계 내부에 있던 260도 가까운 온도가 유지되고 P.C.B납땜이 가능하도록 초벌 기름작업을 하는 기름이 튀어 얼굴에 화상을 입음	머리 및 목의 1도 화상(T201)

<부록표 Ⅲ-18> 한국 반도체 제조업 산업재해의 폭발·파열에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

재해원인	진단명
폭발 · 파열에 의한 재해자수 총 11건 중 7건의 재해 원인 분석	
2009.11.23. 09:50분경 복합동 2층 실험실에서 *** 사원이 샘플 개봉도중 발화하여 화상을 입는 사고가 발생	화학화상12%(화학약품에의한 폭발)안면.양다리 (T311)
2011.02.11. 20:40분경 클랜드 상버부 열처리 부서에서 열처리 작업을 마치고 다음 작업을 위해 로 출구쪽으로 PAD교환 시 로내의 산소 유입으로 폭팔 사고 발생한 사고임.(화학물질1)	양측돌발성난청(H9121)
본인 기숙사방 쓰레기 분리수거 중 부주의로 일회용 부탄가스통을 발견하지 못하고 기숙사내 마당에서 태우다가 2011년 8월 7일 16시경 인화성 폭발로 인해 사고가 났습니다. (부탄가스1)	고막을제외한 모든 곳(얼굴,앞가슴, 우측팔,좌측다리2도화상)(T2020)
사업장 8층 기술연구소 실험실에서 개발제품의 동작 확인 실험을 위해 소형가압체임버를 사용하영 센서의 압력 측정실험을 진행하였다 가압체임버에 실험을 위해 공기를 주입하는 도중 2센티 가량 뚜께의 아크릴로 된 뚜껑의 체결 부분이 압력을 견디지 못하고 금이 가며 깨짐. 폭발한 아크릴 파편이 얼굴우측 눈 주위를 스쳐 5센티 이상 베이를 재해를 당함 (실험실2)	우측 뺨의열상(T010)
서울시 소재 ㈜ 000에서 Bandit 개발의뢰에 관한 실험을 실시하던 중 연무발생장치의 액체보관 용기의 내부 미세균열로 인한 용기폭발로 인해, 연무발생장치 커버(sus: 스테인레스) 파편이 날아와 재해자 목과 가슴을 강타하여 발생한 사고 (실험실3)	목부위 심부열상(S199)
피재자가 사업장에서 grower s113호기 장비를 청소 중 exhaust line 안에 잔료하고 있던 o-xid가 완전 연소되기 전에 청소를 실시하여 o-xid가 산소와 반응하여 폭발함. (화학물질2)	머리 및 목의 2도 화상 (T202)
회사내 공장 뒷쪽 통로에서 아세톤 저장 드럼통을 파우더 가루 집진을 위해 글라인더로 절단하려다 글라인더의 불꽃이 드럼통 안으로 튀어 들어가 폭발하면서 얼굴과 팔에 화상사고를 입었음. (화학물질3)	화염화상7%(2-3도) 아면부,목, 양팔, 양손,오른쪽무릎 (T310)

<부록표 Ⅲ-19> 한국 반도체 제조업 산업재해의 화재에 의한 재해 기전: 2008~2017
산업재해승인자료를 중심으로

재해원인	진단명
화재에 의한 재해자수 총 53건 중 25건의 재해 원인, 28건은 원인 없음	
1. 2012. 05. 29. / 01시 경 FAB제조부 TR과 CVD **공정 작업준비**를 위해 공정책임자(x)와 재해자(***)가 2인 1조로 S/Room에서 **SiH4 Gas Bomb 교체작업**을 실시 함 2. Gas Bomb 교체 완료 후 Leak Test 결과 이상 없음을 확인하고 공정책임자(x)는 공정 Front로 이동 후 재해자(***)가 S/Room에서 정상 공급을 위한 Main Valve를 Open 함 3. Main Valve가 열린 후 배관 체결 (화학1)	심재성2도화상 (T2326)
2008. 05. 12 22시경 현장 B.G.A 라인에서 야간작업을 시작하기 위해 **바닥청소**를 실시하려고 준비하는 과정에서 산, 알카리가 뭍은 걸레가 합쳐지며 반응이 일어나 화상을 입은 사고임.	2도 화염화상, 체표면의 15%(얼굴, 양측 팔)(T311)
2008년 6월 18일 21시 30분경 필름사업부 증착실에서 증착 2호기 **디피젼 PUMP**의 상태가 불량하고 오염이 심하여 알코올 보루로 청소 작업중 기화가 발생하여 화상을 당함.	화염화상 25%(심재성2도) 안면부,양팔,양손,가슴,양다리 (T312)
2011. 11. 2일 새벽3시경 2층 기숙사에서 잠을 자던 중 **콘센트 과열**로 인해 화재가 발생된 것으로 추정됨.	체표면적의 약 68% 심재성 2도 및 3도 화염 화상 (T316)
2011.5.17. 21:05경 Epi 장비에서 over pressare Alarm이 발생하여 **배관 해체**후 육안 확인 과정에서 배관내에서 발화가 발생하여 얼굴과 왼손에 화상을 입음.	화염화상5%(안면부,좌측수부)심재성2도화상(T2029)
2층 생산라인에서 작업을 하던 중 갑작스런 화재가 났다는 사실을 알고 **화재** 초기진압 및 인원대피 시키는 도중 유독가스를 많이 마셔 심한 두통과 기침을 앓음.	상세불명의 화학물질에 의한 중독 (J689)
Clean room 내의 repair line에서 화재 발생 했다는 얘기를 듣고 바로 인명 피해가 발생했는지와 화재 현황을 판단하기위해 line에 들어가서 주변상황 정리 및 추가적 인명피해가 있는지를 확인하는 과정에 유독 가스를 상당부분 호흡함.사고 당시에는 경황이 없어 몸상태를 체크하지 못했는데 화재 진압후 어느 정도 안정화를 이루고 나서야 가슴과 머리,호흡기 통증을 느낌.	상세불명의 화학물질에 의한 중독 (J689)
x전자 M/A반 2층 옥상 분말집진기에서 집진기 내부에 포집된 Mg/Al분말을 회수하기 위하여 집진기의 분말 배출구 밸브를 개방코자 건물내부에 설치되 밸브를 조작하였으나, 분말뭉침 현상으로 인하여 밸브가 개방되지 않아, 임시로 비닐포대와 나무막대를 이용하여 막힌 **밸브를 개방하는 과정**에서 막혀있던 분말이 뚫기면서 배출되어 정전기로 추정되는 점화원에 의해 화재가 발생. 피재자가 화상을 당한 재해임.	화염화상 15% (T3110)
공장밖 출입구와 화물리프트 중간지점 바닥에서 **녹슨 배관 및 629 강제오픈형 드럼뚜껑에 유성매직으로 마킹된 부분을 제거**하기 위해 보루(천조각)에 시너를 묻혀 마킹된 부분을 지우고 있는데 옆에서 휠커터로 배관 절단 작업을 하던 중 커팅시 발생되는 불꽃이 시너통과 보루에 옮겨 붙어 갑자기 불길이 솟아 처음에는 얼굴에 불길이 확 올라와 두팔로 얼굴을 가리면서 피한다고 피했는데 얼굴과 팔에 화상을 입음.	2도 화염화상, 체표면적의 10%(얼굴, 양측팔 배) (T311)
과내의 SMT1라인과 SMT2라인의 사이통로에서 **Reflow 설비의 청소 작업**을 하고 있었으며 청소기로는 먼지제거 작업을 IPA아세톱의 세정액으로는 Flux를 제거하기 위해 **철**	머리및 목의 2도 화상(T202)

수세미를 사용하여 설비의 Roil을 비비며 닦는 작업후 세정액에 철수세미를 던져놓고 다른 철수세미를 사용작업 중(설비후면에서) 설비 전면부에서 불길이 올라와 소화기로 진화 작업 시 물질의 일부분이 신체에 붙어서 왼쪽 얼굴. 팔. 다리의 화상과 유독 가스 흡입으로 인한 호흡 곤란 발생	
사업장내 공장에서 설비 **PM 기계를 청소** 작업도중 x(동료)님이 알코올이 묻혀진 보루로 설비기계를 닦는 중 설비기계간의 접지가 되지 않아 보루에 불이 붙었습니다. 이에 보루와 알코올인 섞여 있던 쓰레기통속으로 보루를 던져 넣었고 쓰레기통에 불이 붙어 ***(환자)님이 인화물질이 없는 안전한곳으로 쓰레기통을 옮기던 중 옷에 불이 붙어 양팔, 손에 화상을 입었습니다.	체표면적의 약9% 미만 2도, 심재성 2도, 3도 화상(T310)
상기 피해자는 1996년 당사 시설팀 사원으로 입사하여 시설관련 업무를 하던 중 2008.3.14.14:00 분경 회사내부에 있는 **폐수처리장내의 폐유기용제(액상)저장탱크 부근에서 폐유기용제 유도배관의 고정을 위하여 용접**을 하던 중 저장탱크 내부에 체류하고 있던 가연성 증기에 용접 시 발생하는 불꽃이 튀면서 화재가 발생하여 상기 피해자의 오른쪽 발목에 2도 화상을 입어 x병원에서 치료를 받고 입원 중에 있음.	족부 화상.우측 심재성2도(T252)
작업장 내에서 ***씨가 **용기세척작업**을 하던 중 갑자기 작업바닥 벽면 쪽에서 불길이 일어나 재해자가 엉덩이와 발목부분에 화상을 입었음.	엉덩이와 발의 화상(T2409)
제품 생산라인 현장에 있는 불량품 적재함 앞에서 **불량품 적재를 하**던 중 제품의 잔여 전류에 의해 스파크를 일으켜 주변 불순물의 화학작용으로 안면에 화상을 입었습니다.	체표면적의 약9% 이하 2도 및 심재성 2도 화염화상(T310)
탁상용 초음파 세척기 내부 **청소작업** 중 세척용제 그릇을 작업대 위에 놓고 세척기 내부 얼음제거를 하는데 용제 그릇이 아래 있던 히터로 떨어져 화재가 발생함.	두부 좌측 수부 둔부 및 하지 양측 족부 및 족지의 2~3도 9%화상(T310)
합착라인2층 라인에서 작업을 하는 중 옆 라인의 repair쪽에서 비명소리와 함께 '불이야'하는 소리를 듣고 repair쪽으로 가서 상황을 보러 갔다가 불이 나서 입구에서 소화기를 가지고 와서 불 진화를 하다 연기가 너무 많이 나면서 유독가스를 마시면서 어지럽고 목이 아파지면서 점점 심해지는 것 같아 화상자를 대리고 다른 작업과 분들과 밖으로 피신을 하였습니다.	상세불명의 화학물질에 의한 중독(J689)
회사 2층 제조 현장 입구에서 현장을 살피던 중 알 수 없는 **화재**가 발생하여, 상황을 확인하고, 인원 확인 등의 현장상황을 정리하고, 대피 하던 중 유독가스에 30분 이상 노출되어 어지럽고 머리가 아프고 검은 기침과 가래가 지속적으로 발생함.	상세불명의 화학물질에 의한 중독(J689)

<부록표 Ⅲ-20> 한국 반도체 제조업 산업재해의 화학물질에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

재해원인	진단명
2008. 2. 1 오전에 공장 라인 중 MOLD팀 장비 3호기의 MOLD 공정 중 LED패키지를 만들때 DISPENSER의 노즐에서 **에폭시 액**을 분출하게 하는데, 노즐 부분에서 액이 흘러 그것을 방지하고자 휴지를 통해 임시적으로 액 분출을 억제 시켜 놓았고, 끼워 놓은 휴지를 바로 잡기 위해 손을 넣는 순간 MOLD CUP 사이에 손가락이 끼면서 조즐에서 분사되는 에폭시가 손가락에 들어감. ※ 2교대 근무자로 주야간 교대 근무	급성화농염, 제3원위지,수부,우측(L024)
2008.12.3. 회사에서 **빙초산(시약급)**으로 동판롤을 닦아내는 업무를 수행하던 중 얼굴에 튀어서 묻은 후 피부가 점차 검은색으로 변색되어가 x병원 내원하여 처방후 정밀검사 시행하여 상병을 진단받음, 평소 황상 등의 화학약품을 취급하는 업무를 수행.	자극성 접촉 피부염(두부,양손)(L235)
2008년 3월 17일 18시경 0000(주) 부설연구소 실험실내에서 전도성 나노 신소재인 그래핀 제조방법 개선 실험을 위해 흑연에 황산에 KMnO4(과망간산칼륨)를 첨가하여 산화흑연 샘플을 만드는 과정의 반응실험을 위하여 250ml 플라스틱 비커에 소량의 **KMnO4와 황산을 첨가반응시 급속한 반응으로 인해 황산용액이 비산**하면서 실험자(x대리)의 머리와 안면이 황산용액에 노출되어 안면일부 화상 및 안구에 접촉되는 사고로 사고발생즉시 x 차장외 2명이 증	화학화상(심재성2도-3도,9%이하)-두부,안면부,경부,이부(T203).
2009년 01월 21일 x현장 약품 드레인 펌프 막힘으로 펌프 및 배관 해체 후 펌프 막힘 현상을 수리 후 시험 가동을 목적으로 펌프를 작동하였으나 펌프와 연결된 배관볼트의 미체결로 배관이음새에서 **약품 누출**로 상반신에 약품으로 인한 화상 발생.	몸전체 화학물질 화상(70%)(T292)
2009년 9월 17일 탕정 T8-1 CCSS에서 Filter 정기교체 작업을 하기 위해 치 공구를 이용하여 배관을 Open하다가 **약품(DCS-820K)이 비산**되면서 떨어지는 약품에 안면 및 안구에 약품이 접촉되는 사고가 발생함.	알칼리 물질에 의한 화학적 화상(우안과 안면부)(T304)
2010.11.19 작업장에서 야간노동자들이 실시한 작업이 끝나고 주간근무자들이 출근하여 청소 중 **납 분기물** 물질이 손과 발등으로 투하됨.	양측 족부 3도 화상(T253)
2010년 01월 20일 오후 3시 30분경부터 decap을 시작하여 4시30분 작업을 마치고 decap을 하고 쓰다 남은 **질산**을 폐원통에 폐기하려고 깔대기를 대고 폐용액을 붓는 과정에시 갑자기 깔대기 위에 있던 용액이 뿜어져 나왔음 보호안경과 내산 장갑돠 안전화를 신고 있어 눈과 손발은 이상 없었으나 노출되어 있던 안면부와 우측목 뒷부분과 귓바퀴 등에 **폐용액이** 튀어 즉시 화장실로가 씻어냈으나 와측안면부 2.5cm 3도화상 우측목뒷부분과 귀외이도 부분에 1~2	안면부 및 목의 2도화상(T202)
2011.08.24.12:00경 사업장내에서 **화공약품** 자재정리 운반과정에서 바닥에 자재가 있어 피하는 도중 화공약품이 떨어져 순간 화공약품이 얼굴과 목으로 튀어 화상을 입음.	얼굴, 목에 발생한 2도 화상(T2020)
2012년 10월 11일 16시 35분경 수업사업장 Package 개발팀 **형광체 개발라인에서 폐액을 처리**하는 순간, 구멍이 난 장갑으로 인해 손에 노출되어, 손가락 상해.	우측 수부의 심재성 2도 및 3도 화상(T2330)
201년 5월 10일 21시경 재해자 ***은 클린룸 내부에서 반도체 생산장비를 정비하기위해 안전장갑 및 보호장비를 착용한 후 액상의 **불화수소 희석액을 이용하여 세정작업을 완료**하였는데 우측 엄지손가락에서 통증을 느껴 병원에 내방함.(장갑이 구멍이 생겼음)	화학화상, 우측무지(T23)
O '망 ***님은 2009.12.21.부터 x(주)소속 생산직 노동자로 근무하였으며, 2012.6.29. 오후 18시부터 야간근무를 하기 위하여 작업에 투입하여 다음날 새벽 02시30분 까지 정상적으로 작업을 하였으며 같이 근무하였던 동료 직원들이 02:30분 근무시간을 마치고 퇴근하였으나, 망인은 혼자 남아서 작업 중 발생한 파이프 세척기계 내부에 떨어져 있	염화메틸렌(디클로로메탄) 과다 노출에 의한 중독(T449)

었던 **박스 및 파이프를 수거 작업**을 하기위하여 기계 내부로 들어가서 수거 작업을 하다가 기계내	
pump #1 교체시 배관 유니온 밸브 조립시 어긋남이 발생하여 시운전하다 **망간액**이 양눈에 튐.	각결막 화상(양안)(T261)
x작업을 위해 **질산**을 비이커에 붓는 순간 비산되어 목, 두부 방울방울 6개 부위 접촉되어 화상 입음.	목의 2도 화상(T202)
x즈내 협력업체로 식당 전등을 바꾸기 위해 전등을 가지러 가는 도중 비가 와서 공장 내부가 어두워 바닥에 액체(**황산**)가 흘러 있는 것을 보지 못하고 미끄러져 오른쪽 발에 묻은 액체가 중심을 잡는 과정에서 왼쪽 종아리에 묻은 후 종아리가 아프고 따끔거렸음	좌 하지의 3도 화학화상(T2432)
니켈 에칭기의 에칭 약품탱크에서 혼합된 약품(질산, 과산화수소, 아민, 물)이 비가동 중에 **반응이 일어나 열(가스)이 발생**되어 재해자가 탱크 상부 커버를 열고 물을 투입하는 과정에서 가스를 흡입하였으며, 재해당일 저녁부터 구토, 설사, 기침 등이 발생함	질산에 의한 흡입손상(J698)
당사1층 동 도금라인 탱크 청소 후 약품을 보충하려고 약품 창고에서 약품을 운반하여 약품을 탱크에 보충하고자 약품통(20L) 마개를 열고 들어올리는데 약품(**황산**)이 뚜껑이 열린부분으로 튀어 올라와 팔, 다리, 가슴 부위에 약품이 묻으면서 화상을 입음	몸통(가슴부위)의 2도화상(T212)
동도금 현장에서 동도금 표면 디스미어 망간단 pump 압력이상으로 설비 점검 중 망간 하단탱크의 약품 점검창(cover,강화유리)을 발로 밟아 약품점검창이 파손되면서 왼쪽발이 **망간 탱크**에 빠져 종아리 부위에 화상 및 피부 벗겨짐.	좌측 하지부 피부결손(T242)

<부록표 Ⅲ-21> 한국 반도체 제조업 산업재해의 설비, 기계에 의한 재해 기전: 2008~2017
산업재해승인자료를 중심으로

설비, 기계에 의한 원인	**진단명**
2008.10.13. 오후4시경 x텍(주) 공장동 **테크마이어 기계실**에서 U-20 머신 냉각수 호스 분해작업 중 가열된 냉각수의 분출로 인하여 왼손팔목부~손부위까지 화상	좌측 상지 3도 화상 (T23)
2010.02.10. 오전4시경 당사 00사업장 LGP 생산현장에서 8.9인치 금형의 종이 보정작업을 하기위해서 금형고정볼트를 해체하는 과정에서 작업부주의로 육각렌치가 금형 온도조절기 고압호스에 부딪쳐 **고압호스가 빠지면서** 고온의 냉각수에 목과 손부위 접촉으로 화상	목부위 심재성 2도 화상 (T2026)
pump #1 교체시 **배관 유니온 밸브 조립시 어긋남**이 발생하여 시운전하다 망간액이 양눈에 튐.	각결막 화상 (T261)
x(주) 스리터반에서 PET 필름을 슬리팅 작업을 하던 중 필림 쏠림 현상을 발견하고 탄성롤과 Nipping 롤의 Nipping 상태가 안 좋아 이를 개선하고자 회전하는 Roll의 Nipping 스트로크를 조정하고자 몽키 스패너로 Roll을 감싼 형태로 조정하던 중 **회전 Roll**에 의하여 우측 손등에서 팔, 피부 화상	우측손등, 발 화상
x전자 3층 작업현장내에서 설비점검 중 발을 헛디뎌 미끄러지면서 우측 발이 **니켈도금액(온도80도)에 빠져서** 화재발생	우측 발목 및 발의 2도 화상 (T252)
x전자내 용해장에서 알루미늄 용해작업 중 작업공정상 용해로 내부의 온도를 측정한 후 주조 작업이 이루어지는데 온도 측정 후 온도측정구 덮개를 막지 않은 상태에서 용해작업(탈가스 작업)이 진행되어 이 측정구를 통해 소량 알루미늄 **용융액체가 비산**되어 화상발생.	다리 부위 화상 (T2437)
㈜x반도체(서울시 소재) 용인시 00리 임대창고에서 순수여과장치 설치작업중 추운 기온으로 인해 수돗물 온도가 너무 낮아 온도를 높이기 위하여 고압가열 탱크를 작동시키는 과정에서 갑작스런 온도상승으로 인하여 **PVC파이프가 녹아 배관이 터지면서 고온의 물이 외부로 분출**하여 작업중이던 상기인의 하반신을 덮친 화상 사고임.	화상
니켈 에칭기의 에칭 약품탱크에서 혼합된 약품(질산, 과산화수소, 아민, 물)이 비가동 중에 반응이 일어나 열(가스)이 발생되어 재해자가 탱크 상부 커버를 열고 물을 투입하는 과정에서 질산가스 흡입, 재해당일 저녁부터 구토, 설사, 기침 발생	**질산에 의한 흡입손상(J698)**
부품 1Gr 성형실에서 원재료 교환 후 설비의 실린더 내에 남아있던 재료의 purge작업을 하던중 노즐부분이 막혀 purge가 되지 않는 현장이 발생, 원인파악을 위해 호퍼 뚜껑을 열고 직접 눈으로 내부를 확인하던 중, 순간적인 가스발생과 함께 **호퍼내부의 잔료가 오른쪽 눈에 분출**되어 안구화상을 입음	안구화상
사내 작업현장에서 용해조 투입과정에서 호이스트(크레인)을 이용하여 투입 탱크 안에 폐품을 투입하다 dnjs재료가 막혀 발로 밀어 넣는 무리한 동작 중 **용해 탱크로 추락**, 가슴과 이빨 다침.	추락
사업장 8층 기술연구소 실험실에서 개발제품의 동작 확인 실험을 위해 소형가압체임버를 사용하영 센서의 압력 측정실험을 진행하였다 가압체임버에 실험을 위해 공기를 주입하는 도중 2센티 가량 뚜께의 아크릴로 된 뚜껑의 체결 부분이 압력을 견디지 못하고 금이가며 깨짐. 폭발한 아크릴 파편이 얼굴우측 눈 주위를 스쳐 5센티 이상 베이는 재해를 당함	자상
상기인은 당사지원사 작업장에서 근무중 발열중인 **기계에 접촉되어 화상입음**	열탕화상(T310)
상기인이 2011년3월7일 08:25경(야간 연장근무시간) 도금공정 디스미어 약품조 상부에서 약품조에 빠진 제품을 꺼내던 중 발을 헛디뎌 미끄러져 **발이 약품과 접촉됨**	
제조라인에서 MTRAN이라는 제품을 만들기 위해 SIS-1이라는 제조장비를 사용하여 작업을 하다가 SIS-1장비의 고열 부분인 **170도의 기름통이 쏟아지면서** 얼굴 좌측과 오른쪽 팔목 부분에 기름이 쏟아져 2도 화상을 입음.	화상
제품 설치중, 냉매가스 유출 조치하기 위해 밸브조작하다가 **냉매가스에 동상**입음.	손목 및 손의 3도 화상(T233)
회사 현장에서 기계 열고 청소 도중 위에 뭉쳐있던 이물질이 기계 안으로 떨어져 기계 내부에 있던 260도 온도로 PCB납땜위해 **초벌 기름작업을 하는 기름이 튀어** 얼굴에 화상	화상

<부록표 Ⅲ-22> 한국 반도체 제조업 산업재해의 화학물질에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

화학물질에 의한 원인	진단명
무기산(KMnO4, 황산, 질산)	
2008년 3월 17일 18시경 x테크(주) 부설연구소 실험실내에서 전도성 나노 신소재인 그래핀 제조방법 개선 실험을 위해 흑연에 황산에 KMnO4(과망간산칼륨)를 첨가하여 산화흑연 샘플을 만드는 과정의 반응실험을 위하여 250ml 플라스틱 비커에 소량의 **KMnO4와 황산**을 첨가반응시 급속한 반응으로 인해 황산용액이 비산하면서 실험자(x 대리)의 머리와 안면이 황산용액에 노출되어 안면일부 화상 및 안구에 접촉되는 사고로 사고발생즉시 x 차장외 2명이 증	화학화상(심재성2도-3도,9%이하)-두부,안면부,경부,이부 (T203)
2010년 01월 20일 오후 3시 30분경부터 decap을 시작하여 4시30분 작업을 마치고 decap을 하고 쓰다 남은 **질산**을 폐원통에 폐기하려고 깔대기를 대고 폐용액을 붓는 과정에시 갑자기 깔대기 위에 있던 용액이 뿜어져 나왔음 보호안경과 내산 장갑돠 안전화를 신고 있어 눈과 손발은 이상 없었으나 노출되어 있던 안면부와 우측목 뒷부분과 귓바퀴등에 폐용액이 튀어 즉시 화장실로가 씻어냈으나 와측안면부 2.5cm 3도화상 우측목 뒷부분과 귀외이도 부분에 1~2	안면부 및 목의 2도 화상 (T202)
x작업을 위해 **질산**을 비이커에 붓는 순간 비산되어 목, 두부 방울방울 6개 부위 접촉되어 화상 입음.	목의 2도 화상 (T202)
당사1층 동 도금라인 탱크 청소 후 약품을 보충하려고 약품 창고에서 약품을 운반하여 약품을 탱크에 보충하고자 약품통(20L) 마개를 열고 들어 올리는데 약품(**황산**)이 뚜껑이 열린부분으로 튀어올라와 팔,다리,가슴 부위에 약품이 묻으면서 화상을 입음	몸통(가슴부위)의 2도 화상 (T212)
상기인은 2009. 4. 3(금) 12:50경 생산2팀 도금담당 STS#10(Rinse장비)에서 ASE-8L Mso90X120 제품의 Rinse 작업 중, 황산말통에서 비이커로 약품을 투입량만큼 분배하여 장비에 추가 보충 후, 비이커를 내려놓는 과정에서 비이커내 남아있던 잔량의 **황산**이 얼굴, 코부위에 튀어 화상을 입고, 명륜동 소재 x병원에서 1차 응급조치 및 화상전문병원인 x병원에서 2차 진료받음.	화학화상(심재성2도-3도, 9%미만) - 안면부 (T203)
펌프내부의 이물질을 제거하기 위해 세척통에 **질산**액을 담아 펌프의 일부분을 세척하던 중 다량의 유해가스를 흡입함	흡입성 폐손상 (T599)
염산	
에칭line에서 에칭보조탱크의 염산공읍장치를 on시키고 off시켜야 하나 잠시 옆에서 이동하여 타작을 하여 순간적으로 **염산보조탱크의 염산에 외부로 새어나와** 발생됨	화학가스에 의한 폐렴 (J680)
산가스(불화수소)	
201년 5월 10일 21시경 재해자 ***은 클린룸 내부에서 반도체 생산장비를 정비하기위해 안전장갑 및 보호장비를 착용한후 액상의 불화수소 희석액을 이용하여 세정작업을 완료하였는데 우측 엄지손가락에서 통증을 느껴 병원에 내방함.(장갑이 구멍이 생겼음)	화학화상, 우측무지 (T23)
염소 및 염소화합물, 염화메틸렌(다클로로메탄)	
망 ***님은 2009.12.21.부터 x(주)소속 생산직 노동자로 근무하였으며, 2012.6.29. 오후 18시부터 야간근무를 하기 위하여작업에 투입하여 다음날 새벽 02시30분 까지 정상적으로 작업을 하였으며 같이 근무하였던 동료 직원들이 02:30분 근무시간을 마치고 퇴근하였으나, 망인은 혼자 남아서 작업 중 발생한 파이프 세척기계 내부에 떨어져 있었던 박스 및 파이프를 수거 작업을 하기 위하여 기계 내부로 들어가서 수거 작업을 하다가 기계내	사망 염소 및 염소화합물
유기산(빙초산)	
2008.12.3. 회사에서 **빙초산(시약급)**으로 동판롤을 닦아내는 업무를 수행하던 중 얼굴에 튀어서 묻은 후 피부가 점차 검은색으로 변색되어가 x병원 내원하여 처방후 정밀검사 시행하여 상병을 진단받음, 평소 황상 등의 화학약품을 취급하는 업무를 수행.	자극성 접촉피부염(두부,양손) (L235)
화합물 제조 및 취급 설비 (탱크 등)	
***씨를 포함 3명이 공무실 옆PTH바스켓 이동대차 여유분을 꺼내오던 중 ***씨가 소화전에 걸	우측 무지(제1족지)

려 발을 헛디디면서 신고 있던 안전화가 벗겨졌고 옆에 세워져 있던 **열교환기 가이드판**을 건드려 염지발가락 부위에 쓰러짐.	원위지골 개방성 분쇄골절 (S9241)
2008.03.04.새벽 3시경 x파견근무 중인 신청인이 x 실험실에서 실험 중 **질소가스**를 틀기위해 가스벨브를 열었는데, 가스통과 연결되어 있지 않은 쪽의 벨브를 잘못 열어, 그 배관 내의 잔류가스 압력에 의해 금속 재질의 호수 끝부분이 신청인의 구강을 타격함	상악 좌측 중철치 (#21) 변위 (K073)
2011.5.17. 21:05경 Epi 장비에서 over pressare Alarm이 발생하여 배관 해체 후 육안 확인 과정에서 **배관 내에서 발화**가 발생하여 얼굴과 왼손에 화상을 입음.	화염 화상 5%(안면부, 좌측수부)심재성 2도 화상(T2029)
2011년 04월 18일 오전 10시 경 핫프레스의 보일러 냉각이 안 되어서 보일러의 냉각장치를 점검하던 중 냉각열교환장치의 배관점검 차례 시에 먼저 배관 내부의 물을 스트레나부분을 통하여 제거 후 배관을 분리하던 중 그날의 문제점이인 솔레노이드밸브의 고장으로 열교환장치의 물이 완전히 제거되지 않은 상태에서 배관을 분리하니 고온의 내부 냉각수가 000사원(생산부 전자회로기판)의 복부 부위로 뿜어져 화상사고 발생	몸통화상(일부 심부2도) (T212)
니켈 에칭기의 에칭 약품탱크에서 혼합된 약품(질산, 과산화수소, 아민, 물)이 비가동 중에 반응이 일어나 열(가스)이 발생되어 재해자가 탱크 상부 커버를 열고 물을 투입하는 과정에서 **가스를 흡입**하였으며, 재해당일 저녁부터 구토, 설사, 기침 등이 발생함	질산에 의한 흡입 손상 (J698)
동도금 현장에서 동도금 표면 디스미어 망간단 pump 압력이상으로 설비 점검 중 망간 하단탱크의 약품 점검창(cover,강화유리)을 발로 밟아 약품점검창이 파손되면서 왼쪽발이 **망간 탱크**에 빠져 종아리 부위에 화상 및 피부 벗겨짐.	좌측 하지부 피부결손 (T242)
상기 피해자는 1996년 당사 시설팀 사원으로 입사하여 시설관련 업무를 하던 중 2008.3.14.14:00 분경 회사내부에 있는 폐수처리장내의 **폐유기용제(액상)저장탱크** 부근에서 폐유기용제 유도배관의 고정을 위하여 용접을 하던 중 저장탱크 내부에 체류하고 있던 가연성 증기에 용접 시 발생하는 불꽃이 튀면서 화재가 발생.	족부 화상.우측 심재성2도 (T252)
상기인이 2011년3월7일 08:25경(야간 연장근무시간) **도금공정** 디스미어 약품조 상부에서 약품조에 빠진 제품을 꺼내던 중 발을 헛디뎌 미끄러져 발이 약품과 접촉되는 안전사고 발생	양측 하지부, 족부, 안면부 등 체표면적 23% 심재성 2-3도 화학화상 (T3120)
화합물, 요업토석가공기계	
2008. 2. 1 오전에 공장 라인 중 MOLD팀 장비 3호기의 MOLD 공정 중 LED패키지를 만들 때 DISPENSER의 노즐에서 에폭시 액을 분출하게 하는데, 노즐 부분에서 액이 흘러 그것을 방지하고자 휴지를 통해 임시적으로 액 분출을 억제 시켜 놓았고, 끼워 놓은 휴지를 바로 잡기 위해 손을 넣는 순간 MOLD CUP 사이에 손가락이 끼면서 조즐에서 분사되는 에폭시가 손가락에 들어감. ※ 2교대 근무자로 주야간 교대 근무	급성화농염, 제3원위지,수부,우측 (L024)
부품 1Gr 성형실에서 원재료 교환 후 설비의 실린더 내에 남아있던 재료의 purge작업을 하던 중 노즐부분이 막혀 purge가 되지 않는 현장이 발생, 원인파악을 위해 호퍼 뚜껑을 열고 직접 눈으로 내부를 확인하던 중, 순간적인 가스발생과 함께 호더 내부의 잔료가 오른쪽 눈에 분출되어 안구화상을 입음	우안각막화상 (T261)
가스 등 압력용기	
2011년 1월 8일 21:00경 공장 내 생산라인에서 사용하는 초순수에 기포가 생기는 이상이 발생하여 20시경 공무환경팀에 점검 및 수리요청을 하였고 당직 근무 중이던 망인이 재해장소인 초순수저장탱크 2호기에 저장되어 있는 초순수의 기포발생유무를 점검하기 위해 3미터 높이의 탱크 상부에 올라가 점검구 덮개의 나사를 풀고 탱크 상부에 엎드려서 내부를 점검하던 중 **질소가스** 누출로 인한 질식으로 사망한 것으로 추정됨	심폐정지 (R092)
금속세정, 코팅, 도금설비	
2010년 05월 20일(목) 20:00분 경 재해자 ***은 1공장동 1층에 있는 도금 라인(ENEPIG #3) 가동중 도금라인 내부에서 이상발생 신호를 감지하고 설비를 정지시킨후 캐리어에서 이탈된 Bar	우측발목 및 발의 3도 화상 (T253)

를 수동으로 제거하고자 라인 내부로 진입함. 재해자가 도금조 측면 요동부에 올라 이탈된 Bar를 제거하던 중 우측 발이 미끄러지면서 고온(82도)의 **니켈 도금**조에 발목까지 빠짐.	
기타 화합물 제조 및 취급설비	
상기인이 2011년3월7일 08:25경(야간 연장근무시간) **도금공정 디스미어 약품조 상부**에서 약품조에 빠진 제품을 꺼내던 중 발을 헛디뎌 미끄러져 발이 약품과 접촉되는 안전사고 발생	양측 하지부, 족부, 안면부 등 체표면적 23% 심재성 2-3도 화학화상 (T3120)
납, 납화합물	
2010.11.19 작업장에서 야간노동자들이 실시한 작업이 끝나고 주간근무자들이 출근하여 청소 중 **납 분기물** 물질이 손과 발등으로 투하됨.	양측 족부 3도 화상 (T253)
망간	
㈜x 공장에서 디스이어 **망간pump** #1 교체 진행이후 시운전 확인을 위해 pump #1 비관 유니온 밸브에서 망간액이 교체한 디스미어 망간 pump #1 시운전을 하다 pump #1 교체시 비관 유니온 밸브 조립하며 어긋남이 발생한 사고임.	얼굴부위의 1도화상 (T2079)
본인이1991년경부터 초자제혼탁 및 황반부 부종이 있어 2001년도 까지 x병원에서 치료받은 사실이 있고 2001년3월경부터 다리를 약간 저는 증상이 발병된 이후 2001년 12월경부터는 거동이 부자연스럽게 되어 진단결과 "파킨슨병"으로 진단받은 재해임.	파킨슨증후군 (G20)
분류되지 않은 세정, 소독 및 광택제	
클린룸 내 절연체 인쇄기 앞에서 절연체 인쇄를 마치고, 마스크 판을 닦기 위해서 **MIBK**용액을 걸레에 묻혀 닦던 중 재도포(도포: 걸레에 용액을 묻히는 과정) 당시 용액이 방진복으로 일정량 튀었습니다. 당시 처치를 위해 에어건으로 몇 분간 쏘여 방진복에 튄 용액을 증발을 시켰지만 피부로 침투함.	화학화상4%(우측 팔, 좌측 어깨) 2도 화상 (T222)
분류되지 않은 페인트, 니스 등 도료	
공장 밖 출입구와 화물리프트 중간지점 바닥에서 녹슨 배관 및 629강제 오픈형 드럼뚜껑에 유성매직으로 마킹된 부분을 제가하기 위해 보루(천조각)에 **시너**를 묻혀 마킹된 부분을 지우고 있는데 옆에서 휠 커터로 배관 절단 작업을 하던 중 커팅이 발생되는 불꽃이 시너통과 보루에 옮겨 붙어 갑자기 불길이 솟아 처음에는 얼굴에 불길이 확 올라와 두팔로 얼굴을 가리면서 피한다고 피했는데 얼굴과 팔에 화상을 입음.	2도 화염화상, 체표면적의 10%(얼굴, 양측팔 배) (T311)
상세정보 부족한 화학물질 및 화학제품	
2009년 01월 21일 x현장 약품 드레인 펌프 막힘으로 펌프 및 배관 해체 후 펌프 막힘 현상을 수리 후 시험 가동을 목적으로 펌프를 작동하였으나 펌프와 연결된 배관볼트의 미체결로 배관 이음새에서 약품 누출로 상반신에 **약품으로 인한 화상** 발생.	몸 전체 화학물질 화상(70%) (T292)
2009년 9월 17일 탕정 T8-1 CCSS에서 Filter 정기교체 작업을 하기 위해 치 공구를 이용하여 배관을 Open하다가 **약품(DCS-820K)**이 비산되면서 떨어지는 약품에 안면 및 안구에 약품이 접촉되는 사고가 발생함.	알칼리 물질에 의한 화학적 화상(우안과 안면부) (T304)
2011.08.24.12:00경 사업장내에서 화공약품 자재정리 운반과정에서 바닥에 자재가 있어 피하는 도중 **화공약품**이 떨어져 순간 화공약품이 얼굴과 목으로 튀어 화상을 입음.	얼굴, 목에 발생한 2도 화상 (T2020)
2012년 10월 11일 16시 35분경 수업사업장 Package 개발팀 **형광체 개발라인에서 폐액**을 처리하는 순간, 구멍이 난 장갑으로 인해 손에 노출되어, 손가락 상해.	우측 수부의 심재성 2도 및 3도 화상 (T2330)
화약품을 작업하다 불꽃에 의해 인화되었음.	화염화상 1%(양측 손) (T2327)
상기 재해자 ***는 양면인쇄회로기판 생산직 사원으로 근무 중인 자로서 금번 2010년 2월 25	9%미만(안면부, 우수

일 16시경 현장 내 PSR 현상기의 현상액 보조탱크에 현상액을 보충하는 작업 과정에서 당일 입고 보관대기중인 **황산시약**을 현상액으로 잘못 인식하여 보조탱크에 투여하던 중 순간 화학반응으로 인하여 현상액이 튀면서 안면부 및 오른손 등에 부분적으로 화상을 입음.	부 및 상지) 2도 및 3도 화상 (T310)
기타 (서브라미 공정)	
011.01.06. 야간 출근하여 '서브라미공정'에 투입되어 작업을 시작한지 한시간만에 서브라미실에 있던 작업자 전원이 기침을 하기 시작하였고, 이후 계속 근무하면서 기침, 눈 따가움, 목아픔, 가슴이 답답하고 아픈 증상 등이 나타남	화학성기관지염(오존유발) (J680)
2011.01.06. 야간 출근하여 서브라미공정에 투입되어 작업을 시작한지 한시간만에 서브라미실에 있던 작업자 전원이 기침을 하기 시작하였고, 이후 계속 근무하면서 기침, 눈 따가움, 목아픔, 가슴이 답답하고 아픈 증상 등이 나타남	오존유발화학성기관지염 (J680)
2011.01.14. 새벽 04:30경 서브라미 공정으로 이동되어 작업하였으며 처음에는 재채기가 몇 번 나오다 이후 계속 근무하면서 기침, 두통, 눈 따가움, 가슴통증 등의 증상	화학성기관지염(오존) (J680)
기타 (이상가스)	
2009년7월10일 14시경 성서 공단사업장 니카코리아에서 기판설치 작업 중 파이프배관으로 **이상가스 분출**하여 흡입, 폐손상을 당하는 사고가 발생함.(주)x에서 하도급 받아 작업함.	급성폐손상 (S273)
기타 (분진)	
x산업에서 근무 중 전자회로기판 프레스작업공정에서 분진이 발생하여 이것을 에어로 불어주었으나 그분진이 작업자의 몸에 붙어 피부에 스트레스를 주는 작업공정에서 피부질환이 심하여 2009년7월28일 00한방병원에 입원함.	접촉성 알러지성 피부염 (L23)
기타 (유해물질)	
동 사업장 근무 시 유해물질에 접촉, 노출되어 피부질환 발생(손, 얼굴, 눈, 입술 등에 고름, 물집, 갈라짐, 가려움 등) - 2005. 3. 5.발병, 2005.10.17.퇴직 후 호전 - 2007.10.22.발병, 2009. 6.30 .퇴직 후 현재 치료 중	알레르기성접촉성피부염 (L235)
기타 (약제)	
'09.7.8 ㈜x의 생산직 단순 노무자로 당일 근무 중 어지럽다고 생산부서장에게 보고한 뒤 회사에서 x병원으로 후송하였으나 원인 불명으로 큰 병원으로 후송하라하여 7.13 x병원으로 후송함	약제에 의한 전신성과민성호산구증 (D721)

<부록표 Ⅲ-23> 한국 반도체 제조업 산업재해의 부품 및 부속물 및 재료에 의한 재해 기전: 2008~2017 산업재해승인자료를 중심으로

부품, 부속물 및 재료 재해원인	질환
2009.11.23. 09:50분경 00동 실험실에서 *** 사원이 샘플 개봉도중 발화하여 화상을 입는 사고가 발생	화학화상 12%(화학약품에 의한 폭발) 안면. 양다리 (T311)
2009.7.3일 오후 14시경 회사에서 TV부품 조립을 하기 위해 메탈을 투입하다가 손가락이 찍혔음.	좌;2수지 신전건 파열 (S663)
x전자 M/A반 2층 옥상 분말집진기에서 집진기 내부에 포집된 Mg/Al분말을 회수하기 위하여 집진기의 분말 배출구 밸브를 개방코자 건물내부에 설치되 밸브를 조작하였으나, 분말 뭉침 현상으로 인하여 밸브가 개방되지 않아, 임시로 비닐포대와 나무막대를 이용하여 막힌 밸브를 개방하는 과정에서 막혀있던 분말이 뚫기면서 배출되어 정전기로 추정되는 점화원에 의해 화재가 발생. 피재자가 화상을 당한 재해임.	화염화상 15% (T3110)
재해자 ***는 2008년 12월 17일 23시경 ㈜x 사출실에서 사출성형기 13호기(50)톤 설비 노즐 실린더 헤드를 분해, 정비 중 실린더 내의 가열 된 RESIN이 튀면서 얼굴 및 눈 쪽 화상	안면부 2도 5% 화상 (T260)
제품 생산라인 현장에 있는 불량품 적재함 앞에서 불량품 적재를 하던 중 제품의 잔여 전류에 의해 스파크를 일으켜 주변 불순물의 화학작용으로 안면 화상	체표면적의 약9%이하 2도 및 심재성 2도 화염화상 (T310)
피재 노동자는 2010년10월06일 입사하여 LCD TV PCB기판 SMD생산부서에서 작업대에 앉아 자동마운트된 기판에 전해콘덴서 수납땜작업을 하면서 컨 베어에 내려오는 PCB를 잡아당겨 작업대에 놓으려는 순간의자를 당겨 앉으려다가 손목에 PCB가 노출되어 화상	우측 손목 2도 화상 (T232)
현장에서 사용하는 배터리 지게차가 전기충전기 접촉 불안으로 인하여 충전이 안 되자, 밧데리 연결잭의 이상 유무를 확인하기 위해 충전 전선을 분리, 분해하는 과정에서 전기쇼트로 인한 사고	손의 2도 화상 (T2322)

부록 Ⅳ. 국외 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램: 미국과 일본을 중심으로

부록 Ⅳ-1. 미국 OSHA의 일반적인 산업안전보건관리의 내용

미국의 산업안전보건 행정체계로소는 미 노동부(U.S. Department of Labor) 산하기관 OSHA(Occupational Safety and Health Administration) 이 대표적이다. 미국 OSHA는 미국 OSHA법을 근거로 사업장 산업안전보건관리를 하고 있다. OSHA는 연방정부차원과 주정부차원으로 나누어서 관리되고 있다. 연방정부 차원의 관리는 연방정부 OSHA와 산하 10개 지방청, 85개 지역사무소로 구성되어 있다.
연방정부의 정책에 따라 연방 OSHA의 승인을 받은 경구 주정부가 독자적으로 주정부의 산업안전보건법(State OSHAact)를 제정하고 자체 안전보건행정체계를 갖추어 해당하는 프로그램을 운영하도록 장려하고 있다.
미국 OSHA법에는 일반적인 의무, 노동자 안전(safety workers), issue citation, standards, employer responsibility 등이 있다. OSHA법은 산업재해와 직업병 예방을 "규제(Regulation), 연구(Research), 교육(Education)" 3가지 핵심 과제를 통해 해결하는데 중점을 두고 제정되었다. OSH Act의 주요 내용은 안전, 보건기준 제정, 안전보건기준 집행수단 마련, 연구 및 통계 활동 강화, 주(State)의 안전보건활동 강화, 고용주, 노동자 및 안전보건 관계자 등에 대한 교육방안 마련 등이 있다.
웹페이지(https://www.osha.gov/law-regs.html)에 기준(Standards)와 자료 (Resources), 규칙제정(Rule-making) 세 분야의 자료가 제시되어 있다.

부록 Ⅳ-2. 미국 OSHA의 반도체산업을 위한 산업안전보건관리 프로그램

-미국 OSHA 웹사이트에 (www.osha.gov) 반도체산업을 위한 산업안전보건관리 프로그램이 있다 (https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/standards.html).
미국의 반도체 산업은 산업 코드(North American Industry Classification System (NAICS))가 334413(NAICS code 334413)인 경우이다. 미국에서 반도체 산업에 해당하는 산업안전보건관리 프로그램을 찾으려면 산업코드(34413, NAICS code)에 해당하는 산업안전보건관리 프로그램을 찾을 수 있다.

-국가 기준(State Standards)
미국의 OSHA 산업안전보건관리 프로그램에는 우선 국가 허용기준(State Standards)이 있다. 미국에는 OSHA가 승인한 28개의 국가적인 산업안전프로그램이 있다(https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/standards.html).

① OSHA 표준
OSHA 표준의 예로는 고용주에게 다음과 같은 요구사항을 포함한다.
- 낙상 방지
- 굴착 후 함몰 방지
- 일부 전염병에 대한 노출 방지
- 제한공간 진입하는 노동자 안전 보장
- 유해화학물질 노출을 방지
- 위험한 기계에 보호(가드) 배치
- 호흡기 또는 기타 안전 장비를 제공
- 노동자들이 이해할 수 있는 언어로 특정 위험직무에 대한 교육 제공

고용주들은 OSH 법의 일반 의무 조항도 준수해야 한다. 이 조항은 고용주들이 자신의 작업장을 심각한 인식 위

험 요소가 없도록 할 것을 요구하고 있으며, 특정 OSHA 표준이 위험에 적용되지 않을 때 일반적으로 인용된다.

② 고용주의 의무
• 공식 OSHA 직무 안전 및 보건을 확실하게 표시
• 교육, 라벨, 경보, 색상 코드 시스템, 화학 정보 시트 및 기타 방법을 통해 작업자에게 화학적 위험에 대해 알림
• 노동자가 이해할 수 있는 언어와 어휘로 안전 교육을 실시
• 작업 관련 상해 및 질병의 정확한 기록 유지
• 일부 OSHA 표준에 의해 요구되는 공기 샘플링과 같은 작업장에서 테스트를 수행
• 작업자에게 필요한 개인 보호 장비를 무료로 제공
• OSHA 표준에 의해 요구되는 청력 시험 또는 기타 의료 시험을 제공
• 작업자가 에게 부상 및 질병 정보 제공
• 작업자의 사망 후 8시간 이내 또는 작업 관련 입원, 절단 또는 눈 손실 후 24시간 이내에 OSHA에 통보 (1-800-321-OSHA [6742])
• 노동자가 근로 관련 부상 또는 질병에 대한 신고권을 포함한 법에 따른 권리를 사용한 것에 대해 보복하지 않음
* 고용주는 필요한 개인보호장비의 대부분을 지불

③ 작업자의 권리
• OSHA에"기밀 불만 사항"을 제출하여 자신이 소속한 작업장이"OSHA관리감독"을 받게 할 수 있음
• 위험 요소, 위험 예방 방법 및 작업장에 적용되는 OSHA 표준에 대한 정보와 교육을 제공받음. 훈련은 반드시 작업자가 사용하는 언어로 이해할 수 있도록 이루어져야 함
• 업무와 관련된 부상 및 질병에 대한 기록 사본을 수령
• 작업장에서 위험요인 측정 및 모니터링 결과의 사본을 수령
• 작업장 의료 기록의 사본을 수령
• "OSHA조사"에 참여하고 검사관과 개인적으로 면담할 수 있음
• OSHA에 점검을 의뢰하거나 기타 권리를 사용한 결과, 고용주에 의해 보복을 받은 경우 OSHA에 이의를 제기
• OSHA가 관할하는 21개의 추가 연방법에 따라 "고발자" 역할을 한 것에 대해 처벌 또는 보복이 있을 경우, 불만 사항을 제기

④ OSHA표준 설정 과정
OSHA는 신규 또는 개정된 직업안전 및 보건 표준을 발행할 권한이 있다. OSHA 표준 설정 과정은 많은 것을 포함한다. 여러 단계를 거쳐 다양한 유관기관들의 참여 기회를 제공한다. OSHA는 독자적으로나 아래 유관기관의 권고 또는 청원으로 표준 설정 절차를 시작할 수 있다.
• 직업 안전 및 보건 연구 기관, 국립 직업 안전 보건 연구소(NIOSH; The National Institute for Occupational Safety and Health)[48]
• 주 및 지방 정부
• 국가적으로 인정된 표준 생산 조직
• 고용주 또는 노동 대표자
• 기타 이해관계자

⑤ OSHA 표준 개정 절차
OSHA가 신규 또는 개정된 표준의 개발 여부를 고려할 때, 기관은 종종 연방관보에 정보 요청(RFI; Request for

48) www.cdc.gov/niosh

Information) 또는 제안된 규칙 제정 사전 통지(ANPRM; Advance Notice of Proposed Rulemaking)를 발행하여 연방관리의 정보 및 견해를 구한다. OSHA는 또한 이해관계자들과의 이해관계자 회의를 자주 개최하여 기관이 규정을 어떻게 진행해야 하는지에 대한 정보와 의견을 요청한다.
OSHA가 RFI 또는 ANPRM을 발표할 때, 이해당사자는 모든 정보와 제출이 공개된 웹페이지에 서면으로 의견을 제출할 수 있다. OSHA가 신규 또는 개정된 규정 발행을 계속하기로 결정한 경우, 먼저 연방관보에 제안 고시(NPRM; Notice of Proposed Rulemaking)를 발행하고 대중의 의견을 구해야 한다. NPRM은 제안된 표준의 다양한 요구 사항에 대한 OSHA의 설명과 함께 제안된 표준을 포함한다.
이해관계자들은 웹페이지를 통해 서면 의견을 제출하도록 제안되며 OSHA는 이해관계자들이 증언을 제공하고 기관이 최종 기준을 개발할 수 있도록 정보를 제공하는 공청회를 개최한다. OSHA는 제공된 모든 정보와 증언을 검토한 후 시행 가능한 최종 표준을 개발 및 발행한다.
매년 봄과 가을에 노동부는 진행 중인 모든 규제 프로젝트 목록을 연방관보에 발표한다.
규제 안건[49]은 이해관계자들에게 기관의 규제 우선순위를 알리고 이해 당사자들이 규제 과정에 참여할 기회를 얻을 수 있도록 하기 위해 예상 일정을 제공한다.

⑥ 안전보건 프로그램 지침 제공(Recommended Practices for Safety and Health Programs)
안전보건 프로그램은 고용주들에게 사고처리 비용을 줄이면서, 작업장 부상과 질병의 수와 심각성을 상당히 감소시킨다. 미국 전역의 수천 명의 고용주들은 이미 이러한 프로그램을 사용하고 있으며, OSHA는 모든 고용주들이 똑같이 할 수 있고, 해야 한다고 믿는다. 34개 주는 안전 및 보건 프로그램에 대한 동일하거나 자발적인 지침을 가지고 있다.
OSHA는 안전보건프로그램 예시안(Recommended Practice for Safety and Health Programs)을 제공하고 있다. 이 예시안은 다양한 중소기업 환경에서 사용하도록 설계되었다.

○ 안전보건 프로그램 시작하기(https://www.osha.gov/shpguidelines/getting-started.html)에서는 스타트업 기업이나 소규모 기업들이 쉽게 보건관리프로그램을 시작할 수 있도록 지침을 제공해 두었다.
○ 안전보건 프로그램을 구성하는 7가지 핵심 요소(▸ 경영진 리더십 ▸ 작업자 참여 ▸ 위험요소 인식 및 평가 ▸ 위험요소 예방 및 제어 ▸ 교육 및 훈련 ▸ 프로그램 평가 및 향상 ▸ 경영주·계약자·협력업체와의 대화와 협력)에서는 안전 및 보건 프로그램을 구현하는 단계별 행동 방식을 자세히 설명해두고 있다. (https://www.osha.gov/shpguidelines/management-leadership.html)
○ 도구(툴) 탐색기
각 사업장에 알맞은 안전보건 프로그램 툴을 찾아서 활용할 수 있도록 제공한다.
(https://www.osha.gov/shpguidelines/explore-tools.html)
○ 사례 연구
각 사업장의 안전보건 프로그램을 향상시키기 위하여 다양한 사례 연구를 제시해 두었다.
사례 연구는 다음을 포함한다.
안전보건인식프로그램(SHARP; Safety and Health Recognition Program)
자발적보호프로그램(VPP; Voluntary Protection Program)
(https://www.osha.gov/shpguidelines/case-studies.html)
아래 사이트에서 안전보건프로그램 예시안을 다운로드 받을 수 있다
(https://www.osha.gov/shpguidelines/download-recommendedpractices.html).

49) 규제 어젠다의 현재 및 과거 이슈는 OSHA의 법률 및 규정 페이지(www.osha.gov/law-regs.html.)에서 확인할 수 있다.

부록 IV-3. OSHA의 반도체 제조업에 대한 기준, 위험 및 대책, 추가자료

OSHA 홈페이지(https://www.osha.gov)에서 TOPICS=>More Help from OSHA=>Safety and Health Topics=>Alphabetical Listing of Topics=>Semiconductors를 들어가면, 반도체 산업에 대한 기준(Resources)/위험 및 대책(Hazards and Solutions)/ 추가자료(Additional Resources)이 있다.

1) 기준(Standards)[50]

(1) OSHA

가) 자주 인용되는 기준(Frequently Cited Standards)
OSHA는 지정된 6자리 북미 산업 분류 시스템(NAICS) 코드에 대해 가장 자주 인용되는 표준 목록들이 있다. 반도체 및 관련 장치 제조의 경우 NAICS 검색 상자에 NAICS 코드 334413을 사용한다.

나) 기타 강조된 표준

일반 산업 (29 CFR 1910)
1910년 하위절 H, 유해물질
    1910.124, 디핑 및 코팅 작업에 대한 일반 요구사항
1910 Subpart I, 개인 보호 장비
    1910.132, 일반 요구사항
    1910.134 호흡 보호
1910 하위 파트 Z, 독성 및 유해 물질
    1910.1018, 무기 비소
    1910.1020, 노동자 노출 및 의료 기록
    1910.1025, 납 (지면 관계상 생략)

(2) 국가적 합의 사항(National Consensus)
(참고: 아래 내용은 OSHA 규정은 아니나, 노동자 보호와 관련된 조직들로부터 지침을 제공한다.)

○ **Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI)**

• 안전 지침(Safety Guidelines)
장비 안전 라벨에 대한 SEMI S1-0708E 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=1948&DownloadID=1131

반도체 제조장비에 대한 SEMI S2-0712b 환경, 건강 및 안전지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=2655

SEMI S3-1211 프로세스 액체 난방 시스템 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=2444

SEMI S4-0304 분사 캐비닛에 포함된 화학원통 분리 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1210

SEMI S5-0310 가스 실린더 밸브의 유량 제한 장치 크기 조정 및 식별을 위한 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1595

50) https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/standards.html

SEMI S6-0707E 반도체 제조 장비의 배기 통풍을 위한 EHS 가이드라인
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=1948&DownloadID=1370

SEMI S7-0310 노동자 평가 및 회사 자격 평가를 위한 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1590

SEMI S8-0712a 반도체 제조장비의 인체공학 안전지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=1948&DownloadID=3319

SEMI S10-0307E 위험 평가 및 위험 평가 프로세스를 위한 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1672
SEMI S12-0211 제조 장비 오염 방지를 위한 환경, 보건 및 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1883

SEMI S13-0113 장비 사용자에게 제공되는 문서에 대한 환경, 보건 및 안전 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=2931

SEMI S14-0309 반도체 제조장비의 화재위험도 평가 및 완화를 위한 안전지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1333

• 시설(Facilities)
SEMI F1-0812 고순도 가스 배관 시스템 및 구성 요소 누출 무결성 규격
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=539

SEMI F4-0211 진공 작동식 실린더 밸브 표준
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=1860

SEMI F5-1101 가스유체 취급을 위한 가이드
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=598

SEMI F6-92 유해가스 배관 2차 격리를 위한 지침
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=615

SEMI E16-0611 질량 흐름 제어기 누설률의 결정 및 설명을 위한 지침

SEMI E17-1011 흡입 공기량 제어기 과도 특성 테스트를 위한 가이드

SEMI E51-0200 일반 시설 서비스 및 터미네이션 매트릭스를 위한 가이드
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=414

SEMI E129-0912 반도체 제조 시설의 정전기 충전 평가 및 제어를 위한 가이드
http://ams.semi.org/ebusiness/standards/SEMIStandardDetail.aspx?ProductID=211&DownloadID=279

○ **국가 소방 협회(National Fire Protection Associ, NFPA)**

318. 반도체 제조 시설 보호 표준. (2009).
https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=318

위험 및 해결 방법(Hazards and Solutions)
https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/hazards.html
반도체 산업의 많은 첨단 기술 노동자들은 다양한 위험 물질과 운영에 노출될 위험이 있다. 다음은 작업장에서 위험을 인식하고 제어하는 데 도움이 되는 참고 자료이다.
• 실리콘 장치 제조
OSHA는 실리콘 장치 제조에 관련된 프로세스, 잠재적 위험 및 가능한 해결책을 검토한다.

• 갤륨 비소 장치 제조
OSHA는 담석 비소 장치 제조에 관련된 프로세스, 잠재적 위험 및 가능한 해결책을 검토한다.
• 반도체 산업
윌리엄스 ME, Baldwin DG. Semiconductor 산업 위생 지침서. 파크 리지(NY): 노이스 출판물; 1995.
위험물질 독성학: 환경 보건의 임상 원리 설리번 JB 주니어, 크리거 GR, 에드. 볼티모어(MD): Williams & Wilkins; 1992년 1월 1242일 오후 ◦Harrison M. Semiconductor 제조 위험.

추가 자료(Additional Resources)
(https://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/additionalinformation.html)

○ 관련 안전 및 보건 주제 페이지
‣ 비소
‣ 유해 에너지 제어(잠금/태그아웃)
‣ 피부 노출
‣ 이온화 방사선
‣ 기계 보호
‣ 비이온화 방사선
‣ 개인 보호 장비(PPE)
‣ 프로세스 안전 관리
‣ 호흡기 보호
‣ 샘플링 및 분석
‣ 용제
‣ 환기

○ 기타 리소스(Other Resources)
■Semiconductor 제조. NIOSH(National Institutional Safety and Health, NIOSH) Workplace Safety and Health Topic.
■화학위험에 대한 건강지침 미국 보건복지부(DHHS), 국가직업안전보건연구소(NIOSH) 간행물 제 81-123, 1981년 1월. 많은 유해화학물질에 대한 지침서 목차를 제공한다. 이 파일은 화학 및 물리적 특성, 건강 영향, 노출 한도 및 의료 모니터링, 개인 보호 장비(PPE) 및 제어 절차에 대한 권장 사항을 포함한 기술적 화학 정보를 제공한다.

○ 무역 협회(Trade Associations)
■환경안전보건협회(SESHA; Semiconductor Environmental, Safety & Health Association). 반도체 산업의 안전성과 건강을 증진한다.
■Semiconductor Industry Association(SIA) 컴퓨터 칩 산업을 대표한다.
■Semiconductor 장비 및 재료 국제(SEMI) 반도체 및 평면 패널 디스플레이 산업을 지원한다.

부록 IV-4. OSHA의 공정안전관리 (Process Safety Management)

자료 출처: 석유정제 공정안전관리 국가강조프로그램으로부터 배운 석유정제공장들의 공정안전관리, OSHA 3918-08 2017(Process Safety Management for Petroleum Refineries Lessons Learned from the Petroleum Refinery Process Safety Management National Emphasis Program, OSHA 3918-08 2017, https://www.osha.gov/Publications/OSHA3918.pdf)

미국에서 석유정제공장들에서 공정안전관리(Process Safety Management) 국가강조프로그램(National Emphasis Program)을 실시한 사례를 통해서 미국에서 어떻게 화학물질을 관리하는지를 파악할 수 있다.
미국 석유정제공장들에서 공정안전관리(Process Safety Management) 국가강조프로그램(National Emphasis Program)에는 공정안전정보(Process Safety Information, PSI), 공정위험도분석(Process Hazards Analysis, PHA), 작동절차(Operating Procedures), 기계적 무결성(Mechanical Integrity, MI), 변경관리(Management of Change, MOC)) 등이 포함된다.
공정안전정보(Process Safety Information, PSI)에는 공정에서 사용되거나 생산되는 매우 위험한 화학물질(Highly Hazardous Chemicals)의 위험요소와 관련된 정보, 공정기술에 관한 정보 및 공정 내 장비와 관련된 정보가 포함되어야 한다.
공정안전정보(Process Safety Information, PSI)에는 "공인되고 일반적으로 인정되는 모범 엔지니어링(Recognized and generally Accepted good engineering practices, RAGAGEP)", 배관 및 계측 다이어그램(piping & instrumentation diagrams, P&IDs), 배출시스템(relief system design basis) 등에 관한 공정안전관리(PSM)가 포함된다.
"공인되고 일반적으로 인정되는 모범 엔지니어링"을 위해서는 노동자들이 거주하는 건물과 구조물에 독성 및/또는 화재 및 폭발 위험을 제어하기 위한 시설을 도입해야 한다.
"배관 및 계측 다이어그램"은 공정 장비 상호연결, 공정 제어에 사용되는 장비를 보여주며 엔지니어, 운영자 및 유지보수 노동자에게 공정 유지 및 수정 방법에 대한 정보를 제공한다. "배관 및 계측 다이어그램"은 장비 및 시스템의 물리적 순서와 이들 시스템의 연결 방법을 정확하게 입증해야 한다.
PSM 표준은 고용주에게 배관 및 계측도(Piping and instrumentation diagrams, 이하 P&ID)를 유지/관리할 것을 요구한다.
P&IDs는 공정 장비의 상호연결, 공정 제어에 사용되는 계측을 보여주며, 엔지니어, 운영자 및 유지보수 노동자에게 공정 유지 및 수정 방법에 대한 정보를 제공한다. P&ID는 장비와 시스템의 물리적 순서와 이러한 시스템이 연결되는 방법을 정확하게 입증해야 한다. 정확하고 완전하며 최신 P&ID가 없으면 엔지니어와 운영자에게 아래와 같은 잘못된 정보를 제공할 수 있다.

- PHA 과정 중
- 운영, 유지보수 및 수리 절차 작성 또는 수정 시
- 작업 허가서를 생성할 때
- 새 장비 설치 중
- 프로세스 문제 해결 또는 유지관리 시

"배출시스템"에 대해서는 배출 장치 설계 및 설계 기준에 대한 정확하고 완전하며 최신 문서를 유지하도록 요구한다. 배출 시설이 왜 이와 같은 방식으로 설계되었는지 서면으로 입증할 수 있는 것이 중요하다. 이러한 정보를 통해 노동자들은 현재의 배출 시설을 계속 숙지하고 관련 프로세스에 대한 향후 변경을 적절하게 수행할 수 있다.
공정위험분석(Process Hazards Analysis, PHA)은 '매우 위험한 화학물질(HHC)'의 처리 및 취급과 관련된 잠재적 위험의 중요성을 식별하고 분석하기 위한 조직적이고 체계적인 노력이다. 공정위험분석(PHA)은 공정의 복잡성에 적합해야 하며 공정과 관련된 위험을 식별, 평가 및 제어해야 한다. 공정위험분석(PHA)은 서면으로 작성해야 하

며, 다음을 확인해야 한다.

- 직장에서 치명적인 결과를 초래할 가능성이 있는 이전의 모든 사건
- 위험성을 평가하고 제어할 공학 및 관리
- 공학 및 관리 통제 실패의 결과
- 설비 투입
- 인적 요인
- 직장 내 노동자들에 대한 통제 실패가 안전 및 보건에 미칠 수 있는 영향에 대한 정성적 평가

고용주들은 PHA 팀의 권고사항이 즉시 전달되도록 "시스템을 구축"해야 한다. 그러한 시스템을 설정하지 못한 것이 NEP 검사 중에 PHA 결여의 주된 원인이었다. 많은 경우에서 미해결 PHA 권고안은 5년이 넘었다.

운영 절차(Operating Procedures)의 경우, 석유 정제소는 공정안전정보와 일치하는 각 공정에 관련된 활동을 안전하게 수행하기 위한 명확한 지침을 제공하는 서면 운영 절차를 개발 및 제공해야 한다. 운영 절차는 정상 운영을 위한 단계뿐만 아니라 고장 조건, 임시 작동, 안전 작업 관행 및 비상 정지에 대해서도 명확한 지침을 제공해야 한다.

운영 절차에는 장비의 고장, 전력손실, 전원 손실, 계기의 상실, 저장소 손실, 심각한 기상조건, 화재, 폭발 등과 같은 비상상태에서 비상정지(Emergency Shutdown Procedures)를 할 수 있어야 한다. 또한 안전작업관행을 유지해야 한다. 예를 들면, 점화원 통제 구역으로의 동력 장비 진입 제어, 공정 기계에 노동자 접근 제어, 라인 파손 및 장비 개방 관행, 고온 작업(Hot Work) 허용, 잠금 및 태그아웃(LOTO) 방식, 차량 충돌 제어 및 시설관리 등이다.

기계적 무결성(Mechanical Integrity): PSM 표준의 기계적 무결성(Mechanic Integrity, 이하 MI) 요소는 고용주가 프로세스 장비의 지속적인 무결성을 유지하고, 공정 유지보수 활동을 교육하고, 장비를 검사 및 테스트하며, 장비 결함을 시정하고, 품질 보증을 수행하기 위한 절차서를 만들 것을 요구한다. MI 프로그램은 압력 용기, 저장 탱크, 배관 시스템(밸브와 같은 배관 구성요소 포함), 펌프, 방출 및 환기 시스템 및 장치, 비상 정지 시스템 및 제어 장치(모니터링 장치, 센서, 경보 및 인터록 포함)를 다루어야 한다.

변경관리(Management of Change): PSM 표준의 변경 관리(MOC)를 위해서 고용주는 화학 물질, 기술, 장비, 절차 및 공정에 영향을 미치는 설비 및 기타사항 변경을 관리하기 위한 서면 절차를 구현해야 한다.

관련된 표준(Related Standards): 관련 표준은 다음과 같다.

가연성 및 연소성 액화물(29 CFR 1910.106)은 주로 소방협회의 NFPA 30, 가연성 및 연소성 액체 법규를 기반으로 한다.

Hazard Communication(HazCom)표준(29 CFR 1910.1200)은 화학 물질의 잠재적 위험을 평가하고 그러한 위험과 적절한 보호 조치에 대한 정보를 노동자들에게 전달할 것을 요구한다. 이 규격에는 작업장에 존재하는 위험 화학물질 목록, 작업장에 있는 화학물질 컨테이너의 라벨링, 다른 작업장으로 운송되는 화학물질 컨테이너(데이터 준비 및 배포)를 포함한 작업장을 위한 서면 위험 의사소통 프로그램의 개발 및 유지에 대한 규정이 포함된다.

이 OSHA 표준은 위험 화학물질 제조업체와 수입업자에게 잠재적 위험 및 기타 정보를 설명하는 물질 안전 데이터 시트를 제공할 것을 요구한다.

또한 화학물질 용기에 위험 경고 라벨을 부착해야 한다. 고용주들은 노동자들이 안전정보시트(SDS)를 이용할 수 있도록 해야 한다. 또한 작업자가 노출되는 화학물질에 의해 발생할 수 있는 위험 요소와 화학물질을 취급할 때 사용해야 하는 적절한 보호 조치를 이해하고 인지하도록 작업자를 교육시켜야 한다.

허용 요구 제한 공간(29 CFR 1910.146)은 고용주가 제한된 공간의 존재에 대해 자신의 작업장을 평가할 것을 요구한다. 작업장에 제한된 공간이 있는 경우, 고용주는 무단 진입을 방지하기 위해 효과적인 조치를 취해야 합니다. 제한된 공간에서 수행해야 하는 작업의 경우, 고용주는 영향을 받는 노동자의 안전을 보장하기 위해 서면 허가 프로그램을 개발해야 합니다.

위험(등급화)위치(29 CFR 1910.307)는 가연성 증기, 액체 또는 가스 또는 가연성 먼지 또는 섬유가 존재할 가능성이 있는 가연성 물질의 특성에 따라 분류된 위치에서 전기 장비 및 배선에 대한 요건을 다룬다.

개인 보호 장비(PPE) 표준(29 CFR 1910.132)은 고용주에게 PPE를 제공하고 비용을 지불하도록 요구하고, "공정이나 환경으로부터 흡수, 흡입 또는 물리적 접촉을 통해 위험, 화학 위험, 방사선 위험이 있는 경우 PPE를 사용해야 한다." (29 CFR 1910.132(a) 및 1910.132(h)). PPE가 필요한지 여부와 무엇이 필요한지 결정하기 위해, 고용주는 " 위험 요소가 존재하는지 또는 존재할 가능성이 있는지 결정하기 위해 작업장을 평가해야 하며, [PE](29 CFR 1910.132(d)를 사용해야 한다. 이러한 평가에 기초하여, 고용주는 위험으로부터 영향을 받는 노동자를 보호할 적절한 PPE(예: 눈, 얼굴, 머리, 극단, 호흡 보호, 쉴드 및 보호막 등)를 선택해야 한다(29 CFR 1910.132). 보호구를 착용하는 노동자의 신체 사이즈에 적절히 맞춘다(29 CFR 1910.132(d)(1)(iii)). PPE를 사용해야 하는 작업자의 경우, 고용주는 PPE가 필요한 시기와 대상, PPE 착용 및 관리 방법 및 PPE의 제한 사항에 대한 교육을 제공해야 한다 (29 CFR1910.132(f).

위험성이 있는 에너지 제어(Lockout/Tagout) 표준(29 CFR 1910.147): 설치, 유지보수, 시험, 수리 또는 건설 작업이 진행되는 동안 공장폐쇄를 위한 기본 요건을 확립한다. 이 표준의 주된 목적은 예상치 못한 전원 공급 또는 기계나 장비의 시동 또는 저장된 에너지의 방출로부터 노동자를 보호하는 것이다. 이 절차는 압력, 유체 및 가스의 흐름, 전력, 화학 및 방사선을 포함하여 기계 또는 장비의 정비 및 유지 관리와 관련된 모든 잠재적 에너지원의 제어에 적용된다.

노동자 권리: 연방법에 따르면, 노동자들은 심각한 위해성 및 위험을 내재되어 있지 않은 근로환경에서 근로할 권리가 있다.

안전보건 프로그램 수립: 안전 및 보건 프로그램은 고용주들에 대한 비용을 줄이면서 작업장 부상과 질병의 수와 심각성을 크게 줄일 수 있는 시스템이다.

규정 준수 지원 전문가: OSHA 준수 지원 전문가는 OSHA 표준에 대한 정보, 특정 위험 또는 OSHA 권리와 책임에 대한 단기교육프로그램, 추가규정 준수지원에 대한 정보를 고용주 및 노동자에게 제공할 수 있다 (www.osha.gov/dcsp/compliance_assistance/cas.html).

소규모 기업을 위한 무료 현장 안전보건 컨설팅 서비스: OSHA의 현장 자문 프로그램은 모든 주(state)의 중소기업에 대해 위험도가 높은 작업에 우선권을 두고 무료 및 기밀 조언을 제공한다. 자세한 내용을 보거나 해당 주의 현지 현장 상담소를 찾으려면 www.osha.gov/consultation,을 방문하거나 1-800-321-OSHA(67 42)으로 전화합니다. 컨설팅 프로그램에 따라, 특정 모범적인 고용주들은 OSHA의 안전 및 보건 성과 인정 프로그램(Safety and Health Achievement Recognition Program, SHARP)에 참여를 요청할 수 있다. SHARP 인증을 받은 작업장은 SHARP 인증이 유효한 기간 동안 검사로부터 면제된다.

협력 프로그램: OSHA는 기업, 노동계 및 기타 조직이 OSHA와 협력할 수 있는 협력 프로그램을 제공한다. 다음 프로그램에 대해 자세히 알아보려면 www.osha.gov/cooperativeprograms.을 방문합니다.

전략적 파트너십 및 제휴: OSP(OSHA Strategic Partnerships)는 OSHA가 고용주, 노동자, 전문가 또는 무역 협회, 노동 조직 및/또는 기타 이해 관계자들과 협력할 수 있는 기회를 제공합니다. OSHA는 Alliance Program을 통해 단체와 협력하여 규정 준수 지원 도구와 자원을 개발하여 노동자와 고용주에게 자신의 권리와 책임에 대해 교육합니다.

자발적 보호 프로그램(Voluntary Protection Programs, VPP): VPP는 효과적인 안전 및 보건 프로그램을 수행하여 부상 및 질병 비율을 해당 산업의 국가 평균 이하로 유지한 민간 산업 및 연방 기관의 고용주와 노동자를 인정한다.

직업 안전 및 보건 교육 과정: OSHA 교육 기관은 미국 전역의 40개 위치에서 26개의 OSHA 교육 "안전보건관리 전담기구"와 협력하여 연간 수천 명의 학생들에게 OSHA 표준과 직업 안전 및 건강 관련 주제에 대한 과정을 제공한다. 교육 과정에 대한 자세한 내용(www.osha.gov/otiec. 참조)

OSHA 교육 자료: OSHA는 고용주와 노동자가 작업장 위험을 발견하고 예방하는 데 도움이 되는 많은 유형의 교육 자료를 가지고 있다(www.osha.gov/publications 및 www.osha.gov/ebooks, TEL: 1-800-321-OSHA(6742) www.osha.gov/quicktakes. 참조)

부록 Ⅳ-5. 유독성 및 인화성 물질을 취급하는 정유 및 화학공장의 공정안전관리

출처: https://www.dir.ca.gov/dosh/psm-unit.html

공정안전관리(PSM) 유닛은 다량의 유독성 및 인화성 물질을 취급하는 노동법 제7850-7873절에 따른 정유시설 및 화학공장 검사를 담당한다. 적절한 노동자 교육을 포함하여 PSM 유닛이 실시하는 건강 및 안전 표준은 위험한 화학물질의 폭발, 화재 및 방출을 방지하기 위한 것이다.
석유 정제소 고용주는 다음 해 9월 15일에 영향을 받는 모든 해당 설비에 대한 전체 변경 계획을 다음 연도에 제출해야 한다(노동 코드 섹션 7872-7873). "변경작업"은 정비, 정비 및 수리 작업을 수행하고 공정 재료와 장비를 검사, 시험 및 교체하기 위해 정제 공정 설비 또는 공장의 전체 또는 일부를 계획적이고 정기적으로 정지시키는 것이다. PSM 유닛은 고용주의 변경 일정을 수신 및 검토한 후, 고용주가 현장 접근을 제공하도록 요청할 수 있으며, 검사자가 전환과 관련된 추가 문서를 검토할 수 있다.

석유정제산업에서 공정안전관리(Process Safety Management, PSM)의 구체적인 항목들은 ① 공정안전정보처리(Process Safety Information, PSI), ② 공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA), ③ 운영 절차(Operating Procedures), ④ 훈련(Training), ⑤ 하도급업체, 계약자(Contractors), ⑥ 사전 시동안전성 검토(Pre-Start-Up Safety Review), ⑦ 기계적 무결성(Mechanical Integrity), ⑧ 손상 메커니즘 검토(Damage Mechanism Review), ⑨ 위험통제분석의 계층구조 (Hierarchy of Hazard Controls Analysis), ⑩ 고열작업(Hot Work), ⑪ 변경 관리(Management of Change), ⑫ 사건 조사-근본 원인 분석(Incident Investigation-Root Cause Analysis), ⑬ 비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response), ⑭ 노동자 참여(Employee Participation), ⑮ 안전문화 평가 프로세스(Process Safety Culture Assessment), ⑯ 인적 요인(Human Factors), ⑰ 조직 변경 관리(Management of Organizational Change), ⑱ 보충 감사 (Compliance Audits), ⑲ 프로세스 안전 관리 프로그램(Process Safety Management Program), ⑳ 문서 및 정보에 대한 세분화된 접근(Division Access to Documents and Information), ㉑ 실행(Implementation) 이다.

(a) 범위와 목적
이 절에는 노동자들이 노출될 수 있는 사고의 위험성을 감소시키고 공정상 안전사고의 위험을 제거하거나 최소화 시키는 석유 정제소의 요건이 수록되어 있다.

(b) 적용
이 부분은 석유 정제소 내 공정에 적용된다. 정유소의 경우 이 규정은 캘리포니아 규정(CCR) 제8조 5189항을 대체한다.

(c) 정의 (생략)

(d) 공정안전정보(Process Safety Information, PSI)
고용주는 공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA), 위험관리분석(Hierarchy of Hazard Controls Analysis, HCA), 안전보호분석(Safeguard Protection Analysis, SPA), 손상기전검토(Damage Mechanism Review) 등을 수행하기 전에 문서로 작성된 위험관리체계(Process Safety Information, PSI)의 매뉴얼(지침)을 작성하여 유지 관리한다.
PSI문서를 작성할 때는 프로세스의 운영 또는 유지관리에 관여하는 고용주와 노동자가 프로세스에 의해 발생하는 위험을 식별하고 이해할 수 있도록 하기에 충분하도록 작성되어야 한다.
○ 고용주는 (q)항에 따라 노동자 참여를 제공해야 한다. PSI는 모든 노동자가 이용할 수 있도록 해야 하며, 관련 PSI는 계약업체의 관련 노동자에게 제공되어야 한다. 프로세스의 위험에 관한 정보는 영향을 받는 모든 노동자에

게 효과적으로 전달되어야 한다.

(4) 절차에 의해 사용, 현재 또는 생산되는 매우 위험한 물질의 위험에 관한 정보는 최소한 다음을 포함해야 한다.
(A) 급성 및 만성 건강 위험을 포함하는 독성 정보
(B) 캘리포니아 허용 노출 한계(PEL) [CCR 제8장, 제5155절에 나열]
(C) 물리적 정보
(D) 부식 정보
(E) 열 및 화학적 안정성 정보
(F) 반응성 정보
(G) 예측 가능한 양립불가능한 혼합물의 유해효과
안전데이터시트 (CCR의 요건)과 세션 5197(g)의 요건들은 위((d)(4)(A)-(G))의 정보제공 조항을 충족해야 한다.

(5) 공정 기술에 관한 정보는 최소한 다음을 포함해야 한다.
(A) 블록 흐름도 또는 단순화된 공정 흐름도
(B) 공정 화학
(C) 최대 예상 재고량
(D) 온도, 압력, 흐름, 수준 및 구성과 같은 공정 변수의 안전 상한 및 하한
(E) 노동자의 안전과 건강에 영향을 미칠 수 있는 화학혼합 및 반응의 결과(편차)

(6) 공정 장비와 관련된 정보는 최소한 다음 사항을 포함해야 한다.
(A) 시공 재료
(B) 배관 및 계측도
(C) 전기 분류
(D) 배출 시스템 설계 및 설계 기준
(E) 환기 시스템 설계
(F) 설계 조건 및 작동 한계를 포함하여 채택된 설계 코드 및 표준
(G) 1992년 9월 1일 이후에 건설된 공정의 재료 및 에너지 균형
(H) 연동장치, 감지 및 억제장치와 같은 안전시스템
(I) 전기 공급 및 분배 시스템

(7) 고용주는 공정 장비가 RAGAGEP에 부합하는지(RAGAGEP가 수립되었다면) 혹은 안전한 작업을 위한 내부적인 보호장치가 더 필요한지를 확인하고 문서화해야 한다.

(8) 고용주가 RAGAGEP가 존재하지 않는 새로운 공정 장비를 설치하는 경우, 고용주는 이 장비가 안전한 방법으로 설계, 시공, 설치, 유지보수, 검사 및 운영된다는 사실을 문서화해야 한다.

(9) 기존 공정 장비가 더 이상 일반적으로 사용되지 않는 법규, 표준, 관행에 따라 설계 및 제작된 경우, 고용주는 공정 장비가 안전한 방식으로 설계, 설치, 유지보수, 검사, 시험 및 운영된다는 사실을 문서화해야 합니다.

(e) 공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA)

(1) [생략]
(2) 고용주는 각 공정과 관련된 위해성을 식별, 평가 및 통제하기 위해 각 공정의 복잡성에 적합한 효과적인 공정위험분석(PHA)을 수행하고 문서화한다.
고용주는 다음 방법 중 하나 이상을 사용해야 한다.
(A) What-If
(B) Checklist
(C) What-If/Checklist
(D) 위험 및 시운전 연구(HAZOP)
(E) 고장 모드 및 영향 분석
(F) 결함-트리 분석, 또는
(G) 공학 단체 또는 정부 기관이 인정하는 기타 PHA 방법.
(3) 공정위험분석(PHA)에는 다음의 내용이 포함되어야 한다.
(A) 공정의 위험성
(B) 이전에 공정과 관련된 주요 정유 및 석유화학 산업 부문에 대한 공식 문서화된 주요 사건
(C) (k)항에 따라, 공정 단위에 적용되는 DMR 보고서
(D) (l)항에 따라 공정 단위에 적용되는 HCA 보고서
(E) 공정 장비 고장에 따른 잠재적 결과
(F) 공정 안전 위험으로부터 노동자를 효과적으로 보호하기 위해 프로세스, 장비, 건물, 노동자 직업 및 작업소의 배치를 포함한 설비 투입
(G) (s)항에 따른 인적 요인
(H) 공정 또는 공정 장비의 고장으로 인해 발생할 수 있는 사고의 유형, 심각도 및 가능성에 대한 정성적 평가
(I) 해당되는 경우, 지진 사건을 포함한 외부 사건의 잠재적 영향
(J) (o)항에 따라 공정과 관련된 사고 조사의 결과
(K) 마지막 PHA 이후 완료된 변경사항 관리(MOCs) 문서의 검토(n)
(4) PHA는 설계 및 공정 운영에 관한 전문 지식을 갖춘 팀에서 수행하며, 평가되는 공정에 특정한 경험과 지식을 가진 1인 이상의 정유사 노동자를 포함해야 한다. 팀은 또한 사용되는 특정 PHA 방법론에 전문지식을 가진 1명의 구성원을 포함해야 한다. 고용주는 (q)항에 따라 노동자 참여를 제공해야 한다. 필요한 경우 손상 메커니즘, 공정 화학, SPA 및 제어 시스템에 대한 전문 지식을 갖춘 전문가와 상의해야 한다.
(5) 주요 사건의 가능성을 식별하는 PHA의 각 시나리오에 대해, 고용주는 기존의 개별 안전장치의 효과, PHA의 각 고장 시나리오에 대한 모든 기존 안전장치의 결합 효과, 개인 및 PHA에서 권고한 안전장치의 조합된 효과, 필요할 수 있는 추가 또는 대체 안전장치의 개인 및 결합 효과를 결정하기 위해 효과적인 서면 SPA를 수행해야 한다.
(A) 각 고장 시나리오에 대한 모든 보호층은 서로 독립적이고 원인에 독립적이어야 한다.
(B) SPA는 보호층과 같은 정량적 또는 반(半)정량적 방법 또는 가장 보호적인 안전장치를 식별하기 위해 동등하게 효과적인 방법을 이용해야 한다. 각 안전장치가 얻을 수 있는 위험 감소는 현장 고유 고장률 데이터에 기초해야 한다. 또는 그러한 데이터가 없을 경우 각 장치, 시스템 또는 인적 요인에 대한 산업 고장률 데이터가 없어야 한다.
(C) SPA는 사용되는 특정 SPA 방법론에 대한 전문지식을 가진 1명 이상의 전문가가 수행해야 한다. SPA는 PHA의 일부 또는 독립형 분석으로 수행될 수 있다. 고용주는 (q)항에 따라 모든 SPA의 성과에 대한 노동자 참여를 제공해야 한다.
(D) SPA는 장비 고장, 인간 오류, 유량 제어 상실, 압력 제어 상실, 온도 제어 상실, 수준 제어의 상실, 과도한

반응 및 기타 조건을 포함하여 모든 잠재적 개시 사건의 가능성과 심각성을 문서화해야 한다. SPA는 모든 잠재적 개시 사건에 대해 각 안전장치가 달성한 위험 저감 효과를 문서화해야 한다.

(E) 고용주는 PHA가 완료된 후 6개월 이내에 모든 SPA를 완료해야 한다.

(6) 고용주는 중대한 사건의 가능성을 확인하는 각 시나리오(PHA 팀이 작성한 모든 권고)에 대해, (l)항에 따라 적시에 HCA를 수행한다. 고용주는 HCA 보고서를 PHA 보고서에 첨부해야 한다.

(7) 팀은 조사 결과와 권고사항을 PHA 보고서에 기록해야 하며, PHA 보고서에는 해당 분야에서 일하는 모든 사람이 검토를 위해 해당 작업영역에서 이용할 수 있어야 한다.

(8) PHA 보고서는 다음을 포함해야 한다.

(A) PHA 팀에서 고려한 방법론, 분석 및 요인

(B) PHA 팀의 조사결과

(C) SPA가 확인한 결함의 해결을 위한 추가 안전장치를 포함하여 PHA 팀의 권고사항

(9) 고용주는 석유 정제 공장에 할당된 업무가 있고 조사 결과와 권고사항에 영향을 받을 수 있는 운영, 유지보수 등을 관리하는 노동자들에게 보고서를 제공해야 한다.

(10) (e)(6)에서 요구한 경우를 제외하고, 고용주는 (x)항에 따라 모든 PHA 권고안을 구현해야 한다.

(11) 적어도 5년 마다 한 번씩, 서면 PHA는 본 항의 요건에 따라 업데이트되고 재검증되어야 하며, PHA가 현재 공정과 일치하는지 확인해야 한다.

(12) 고용주는 갱신 및 재검증을 포함하여 공정(기기)의 수명주기 동안 모든 PPA와 SPA를 보유해야 한다. 이 정보는 본 항에 따라 개발된 모든 권고사항에 대한 문서화된 해결책을 포함해야 한다.

(f) 운영 절차(Operating Procedures)

고용주는 효과적인 서면 운영 절차를 개발하고 구현한다. 운영 절차에는 각 프로세스에 관련된 작업을 안전하게 수행하기 위한 명확한 지침을 제공해야 한다.

운영절차에서 안전보건 고려사항은

1. 공정에 사용되는 화학물질의 특성 및 그에 따른 위험요소
2. 수동적, 능동적, 절차적 안전장치 및 개인보호장비를 포함한 노출 방지를 위한 주의사항
3. 물리적 접촉 또는 흡입 피폭이 발생할 경우 취해야 할 보호 조치
4. 프로세스 장비 개방을 위한 안전 절차
5. 원료의 구성 및 특성 확인 및 유해화학물질 재고량 관리
6. 특별하거나 독특한 위험.

운영 절차에는 장비나 배관의 과압 또는 과열에 대한 대응, 그리고 매우 위험한 물질의 누출, 유출, 누출 및 배출에 대한 처리를 포함하여 각 프로세스에 대한 비상 절차가 포함되어야 한다.

(g) 훈련(Training)

훈련에는 초기교육(공정 운영에 관여하는 각 노동자와 새로 할당된 공정에서 작업하기 전), 재교육 및 보충교육(최소 3년에 한 번 이상)이 있다.

고용주는 본 섹션 시행일로부터 24개월 이내에 모든 관련 노동자가 모든 PSM 요소를 알고 이해할 수 있도록 효과적인 교육 프로그램을 개발하고 구현해야 한다.

(h) 하도급(하도급)업체, 계약자(Contractors)

(1) 본 섹션은 공정에 인접한 유지보수, 수리, 공급 서비스, 교체, 주요 개조 또는 특수 작업을 수행하는 도급업자에게 적용한다. 그것은 관리용 작업, 식품 및 음료 서비스, 세탁용, 배달 또는 기타 공급 서비스와 같은 프로세스

안전에 영향을 미치지 않는 부수적인 서비스를 제공하는 계약자에게는 적용되지 않는다.
(2) 정유 회사의 책임.
(A) 계약자를 선택할 때, 정유 공장 고용주는 노동자의 부상과 질병을 예방하기 위해 사용되는 프로그램을 포함하여 계약자의 안전성과에 관한 정보를 입수 및 평가해야 하며, 계약업체와 하도급업자는 건강 및 안전 규정 제25536.7조에 따라 숙련되고 훈련된 인력을 사용하도록 요구해야 한다.
(B) 정유소 고용주는 계약자에게 다음 사항을 통지하고, 계약업체가 각 노동자에게 다음 사항을 통지하도록 한다.
1. 계약자 작업과 관련된 잠재적 공정 안전 위험
2. 해당 정유소 안전수칙
3. (p)항에 따른 비상조치 계획의 조항을 포함하여 본 섹션의 해당 조항.
(C) 정유소 고용주는 계약업체 및 계약업체의 공정 영역 내 노동자의 안전한 출입을 보장하기 위해 효과적인 서면 절차를 개발 및 실행해야 한다.
(D) 정유회사 고용주는 이 항에 명시된 대로 계약업체 의무 이행을 주기적으로 평가한다. 정유회사 고용주는 계약업체가 이 조의 요건을 수행하고 완료하도록 보장하고 문서화해야 한다.
(E) 정유소 고용주는 계약자의 업무와 관련된 업무 수행과 관련된 재해 기록물의 사본을 요청하여 산업안전보건부(의사)에 제공하여야 한다.
(3) 계약자의 책임
(A) 도급업자는 보건안전법 제25536.7절의 요건을 충족하고 (g)항에 따라 모든 노동자가 다음을 포함하여 안전하게 업무를 수행하는 데 필요한 업무 관행을 효과적으로 훈련하도록 보장해야 한다.
1. 업무와 관련된 잠재적 공정 안전 위험
2. 해당 정제소 안전수칙
3. (p)항에 따른 비상조치 계획의 조항을 포함하여 본 섹션의 해당 조항.
(B) 계약자는 각 노동자가 다음을 식별한 기록을 유지함으로써 본 항에서 요구하는 교육을 성공적으로 완료했음을 문서화해야 한다.
1. 교육을 받은 노동자
2. 노동자가 받은 교육 날짜 및 대상
3. 노동자가 받은 교육을 이해했는지 확인하는 데 사용하는 수단.
(C) 도급업자는 각 노동자가 정유소 고용주와 도급업자의 안전보건 절차를 이해하고 준수하도록 보장해야 한다.
(D) 도급업자는 도급업자의 작업에 의해 제시된 특정 위험뿐만 아니라 도급업자에 대한 작업을 수행하는 동안 도급업자가 확인한 모든 위험에 대해 정유업자에게 통지해야 한다.
(4) 본 조에 따라 정보를 제공할 수 있는 도급업자나 도급업자의 종업원에게 CCR 8(제519조)의 공개를 금지하는 비밀협약을 체결하도록 요구하는 것을 배제하지 않는다.

(i) 사전 시동 안전성 검토(Pre-Start-Up Safety Review)

(1) 고용주는 (d)항에 따라 그리고 부분 또는 계획되지 않은 정지에 따라 PSI를 변경해야 하는 경우, 새로운 프로세스와 수정된 프로세스에 대해 사전 시동 안전 검토(PSSR)를 수행한다. 고용주는 또한 공정에서 수행되는 모든 전환 작업에 대해 PSSR을 수행해야 한다.
(2) PSSR은 공정에 매우 위험한 물질을 도입하기 전에 다음 사항을 모두 확인해야 한다.
(A) 설계기준에 따라 시공, 유지보수, 보수 작업을 수행
(B) 설계기준에 따라 공정장비가 유지되고 운전 가능 함
(C) 효과적인 안전, 작동, 유지보수 및 비상 절차를 수립
(D) 새로운 프로세스의 경우, 본 섹션에 따라 PHA, HCA, DMR 및 SPA가 각각 수행되었고, 시작 전에 권고사항이 구현 또는 해결되었음. 신규 또는 수정된 프로세스의 경우, 모든 변경사항은 하위 섹션의 요건에 따라 구현

되었음.
(E) 변경의 영향을 받는 각 운영 작업자와 유지관리 작업자에 대한 교육을 마침
(3) 고용주는 PSSR에 운영 또는 유지관리 작업자를 포함하며, PSSR에는 시작하는 과정의 운영 및 엔지니어링에 대한 전문지식과 경험을 가지고 있어야 한다. 현재 사업부에서 근무하며, 시작과정의 전문지식과 경험이 있는 운영 작업자는 (q)항에 따라 노동자 대표로 지정되어야 한다.

(j) 기계적 무결성(Mechanical Integrity)

고용주는 공정 장비의 지속적인 무결성을 보장하기 위해 효과적인 서면 절차를 개발, 실행 및 유지해야 한다.

(k) 손상 메커니즘 검토(Damage Mechanism Review)

고용주는 손상 메커니즘이 존재하는 기존의 공정과 새로운 공정에 대해 손상 메커니즘 검토(DMR)를 완성한다.

(l) 위험관리분석의 계층구조(Hierarchy of Hazard Controls Analysis)

고용주는 기존의 모든 프로세스에 대한 독립적 분석으로서 위험관리분석(HCA)의 계층구조를 수행한다.
위험관리분석팀은 각 공정 또는 권고에 대해 모든 위험 관련 데이터를 컴파일하거나 개발하고, 각 공정 안전 위험에서 발생하는 위험을 식별, 특성화 및 우선순위화하고, 가장 선호하는 순서와 우선순위 순서로 각 프로세스 안전 위험에 대한 모든 내재적 안전 조치 및 안전 조치를 식별, 분석 및 문서화하고, 고유의 안전 조치와 안전장치에 대해 공개적으로 이용 가능한 관련 정보를 식별, 분석 및 문서화한다.

(m) 고열 작업(Hot Work)
고용주는 고열작업 허가서 발급을 위한 효과적인 서면 절차를 개발, 실행, 유지한다. 화재 예방 및 보호 요건의 적용 가능한 부분이 고열 작업 시작 전에 구현되었는지 확인한다.

(n) 변경 관리(Management of Change)
고용주는 공정 화학 물질, 기술, 절차, 공정 장비 및 설비에서 (종종 교체 제외) 변경을 관리하기 위해 효과적인 서면 MOC 절차를 개발, 구현, 유지한다. MOC 절차에는 임시 배관 수리를 포함한 임시 수리에 대한 규정이 포함되어야 한다.

(o) 사건 조사-근본 원인 분석(Incident Investigation-Root Cause Analysis)
고용주는 중대한 사고를 초래하거나 발생시킨 사건을 신속하게 조사하고 보고하기 위한 효과적인 서면 절차를 개발, 실행 및 유지해야 한다.
조사 보고서에는 ① 사건의 날짜 및 시간, ② 조사가 시작된 날짜 및 시간, ③ 사고에 대한 자세한 설명, ④ 근본 원인 분석을 통해 파악한 직접 원인, 간접 원인 및 근본 원인을 포함하여 사고를 발생시키거나 기여한 요인, ⑤ 조사의 일환으로 검토한 모든 DMR, PHA, SPA 및 HCA 목록, ⑥ DMR, PHA, SPA 및 HCA의 심사에서 얻은 관련 결과의 문서화, ⑦ 사고조사팀의 권고사항, ⑧ 고용주가 실시하는 중간 조치 등이 포함되어야 한다.
(p) 비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response)

고용주는 CCR 제8호, 제3220호에 따라 효과적인 비상조치계획을 수립, 시행 및 유지한다.

(q) 노동자 참여(Employee Participation)

(1) 고용주는 노동자 및 노동자 대표와 협의하여 본 조에 따라 모든 PSM 요소에 대한 노동자의 참여를 효과적으로 제공할 수 있는 서면 계획을 수립, 실행 및 유지한다. 계획에는 다음 사항을 제공하는 규정이 포함되어야 한다.

(A) PDA, DMR, HCA, MOCs, 조직 변경 평가(MOOCs), 프로세스 안전 문제 평가(PSC), 프로세스 안전 문화 평가(PSCA)

(B) 본 조에서 요구하는 PSM 요소의 개발, 교육, 구현 및 유지관리에 영향을 받는 운영 및 유지관리 노동자와 노동자 대표가 모든 단계에서 효과적인 참여

(C) 고용주가 개발 또는 수집한 모든 문서 또는 정보에 대한 노동자 및 노동자 대리인의 접근권(상업 비밀으로서 보호될 수 있는 정보 포함)

(2) 공인된 단체 교섭 대리인은 (A) 노동자를 선택하여 전체 PSM 프로그램 개발 및 시행 계획에 참여시키고 (B) 노동자를 선택하여 따라 PSM 팀 및 기타 활동에 참여하도록 한다.

(3) 노동자가 승인된 단체 교섭대리인이 대표하지 않는 경우, 고용주는 노동자 대표 선정 시 노동자와 협의하여 효과적인 절차를 수립한다.

(4) 본 하위섹션의 어떤 내용도, 노동자가 고용주나 대표에게 정보 청구권을 행사하거나
CCR 제8편 제5194(i)항에 규정한 바와 같이, 그나 그녀가 그러한 정보를 공개하는 것을 금지하는 비밀 협약을 체결하는 것을 막을 수 없다

(5) 본 섹션의 시행일로부터 90일 이내에, 고용주는 노동자 및 노동자 대표자와 협의하여 다음을 개발하고 구현해야 한다.

(A) 효과적인 정지 작업 절차는 아래 내용을 보장한다.

1. 도급업자를 포함한 모든 종업원이 절차에 따른 직무 수행을 거부하면 사망 또는 심각한 신체적 위해를 초래할 수 있다.
2. 위급 상황에서 모든 작업자들의 권한은 공정안전에 근거하여 부분적으로 또는 완전히 사라진다.
3. 자격을 갖춘 작업자의 권한으로 공정 안전 위험에 근거하여 작업이나 프로세스를 부분적으로 또는 완전히 정지시킨다.

(B) 계약자 노동자를 포함한 모든 종업원이 익명으로 위험을 보고할 권리를 보장하기 위한 효과적인 절차로서 고용주는 30일 이내에 노동자, 노동자 대표, 계약자, 계약자 노동자 및 계약자 노동자 대표가 제출한 서면 위험 보고서에 서면으로 응답해야 한다. 고용주는 사망이나 심각한 신체적 위해성의 가능성을 제시하는 위험에 대해 우선 순위를 정하고 신속하게 대응해야 한다.

(6) 고용주는 다음 사항을 기록한다.

(A) (q)(5)(A)(2)에 따라 운영 또는 프로세스를 부분적으로 또는 완전히 종료하도록 권고

(B) (q)(5)(A)(3)에 따라 작동 또는 프로세스의 부분 또는 전체 종료

(C) (q)(5)(B)에 따라 위험요소와 고용주의 대응에 대한 서면 보고서

(r) 안전문화 평가 프로세스(Process Safety Culture Assessment)

(1) 고용주는 효과적인 PSCA 프로그램을 개발, 구현, 유지 관리한다.

(2) 고용주는 본 섹션의 시행일 이후 18개월 이내에 유효한 PSCA를 실시하고, 그 후 5년 주기로 최소한 한 번씩 서면보고서를 작성해야 한다. 고용주가 본 섹션의 시행일 18개월 전에 PSCA를 수행하고 문서화했으며, PSCA가 본 항에 따라 확인된 요소를 포함하는 경우, PSCA는 고용주의 의무를 이행하기 위해 사용될 수 있다.

(s) 인적 요인(Human Factors)

(1) 고용주는 본 섹션의 시행일 이후 18개월 이내에 효과적인 서면 인적 요인 프로그램을 개발, 구현 및 유지해야 한다.
(2) 고용주는 주요 변경사항, 사고조사, PPA, MOOC 및 HCA에 대한 인적 요인에 대한 서면 분석을 포함해야 한다. 분석에는 선택한 방법론과 사용 기준에 대한 설명이 포함되어야 한다.
(3) 고용주는 기존 운영 및 유지관리 절차의 인적 요인을 평가하고 이에 따라 절차를 개정한다. 고용주는 본 섹션의 시행일 이후 3년 이내에 평가 및 개정의 50% 이상, 5년 이내에 100% 평가를 완료해야 합니다.
(4) 인적 요인 분석은 인력 수준, 직무 복잡성, 직무 완료에 필요한 시간, 노동자의 훈련, 경험 및 전문지식, 인력-기계 및 인간-시스템 분야의 평가 등에 효과적인 방법을 적용해야 한다. 또, 노동자 피로 및 교대 근무 및 시간외 근무의 기타 효과, 통신 시스템, 운영 및 유지관리 절차의 이해도와 명확성을 수행한다.
(5) 공정 제어의 인적 요인 분석은 다음을 포함해야 한다.
(A) 오류 방지 메커니즘
(B) 자동 경보
(C) 자동 시스템 종료
(6) 고용주는 개정된 운영 및 유지관리 절차에 인적 요인 평가를 포함한다.
(7) 고용주는 서면 인적 요인 프로그램에서 운영 및 유지관리 노동자를 교육한다.
(8) 고용주는 (q)항에 따라 '인적요소 프로그램'에 대한 노동자 참여를 제공한다.
(9) 고용주는 서면 인적 요인 프로그램의 사본을 노동자 및 그 대리인과 영향을 받는 계약자, 계약자 노동자 및 계약자 노동자 대표자에게 (q)항에 따라 제공하고 요청 시 제공해야 한다.

(t) 조직 변경 관리(Management of Organizational Change)

(1) 고용주는 조직변경을 관리하기 위해 효과적인 서면절차를 개발, 구현, 유지한다.
(2) 고용주는 노동자 수를 줄이고, 노동자의 분류 수준을 낮추며, 교대 기간을 변경하며, 노동자의 책임을 15% 이상 증가 등을 결정하기 전에 MOOC평가를 수행할 팀을 지정해야 한다. 고용주는 (q)항에 따라 노동자 참여를 제공해야 한다. MOOC 평가는 운영, 엔지니어링, 유지보수, 보건 및 안전 또는 긴급 대응에 영향을 미치는 90일을 초과하는 기간 변경 시 필요하다. 이 요건은 계약업체의 노동자를 정규직으로 사용하는 고용주에게도 적용된다.
(3) MOOC 평가는 서면으로 작성되어야 하며 제안된 변경에 대한 설명, 제안된 변경을 평가할 책임이 있는 팀의 구성, 팀이 평가한 요소 및 팀의 조사결과와 권고사항을 포함해야 한다.
(4) MOOC 평가를 실시하기 전에, 고용주는 직무 기능 설명이 변경의 영향을 받을 수 있는 모든 위치에 대해 최신이며 정확한지 확인해야 한다.
(5) 정유소 관리자 또는 피지명자는 MOOC 평가가 정확하고 제안된 조직변경이 이 조의 요건을 충족하는지 합리적인 조사 후 형성된 정보와 믿음에 근거하여 증명해야 한다.
(6) 모든 MOOC 평가는 (s)항에 따른 인적 요인 분석을 포함한다.
(7) 고용주는 변경을 시행하기 전에 변경의 영향을 받을 수 있는 모든 노동자에게 알려야 한다.

(u) 적합성심사(Compliance Audits)

(1) 고용주는 3년마다 효과적인 적합성 심사를 실시한다. 고용주는 본 조에 따라 개발된 절차와 관행이 효과적이고 준수되고 있는지 확인하기 위해 본조 조항에 대한 적합성을 평가했음을 증명해야 한다. 고용주는 준수 감사 결과에 대한 서면 보고서를 작성해야 한다.
(2) 적합성 심사는 검토 대상인 하위섹션의 요구사항에 대한 전문지식과 경험을 갖춘 최소 1인 이상이 실시하여

야 한다. 준수 심사의 일환으로, 고용주는 감사된 각 프로세스의 전문지식과 경험이 있는 운영자와 상의해야 하며, 이러한 협의의 결과와 권고사항을 서면 보고서에 기록해야 한다. 보고서는 준수 감사를 수행하는 사람의 자격과 신원을 명시해야 한다.
(3) 고용주는 (q)항에 따라 노동자 및 노동자 대표자에게 보고서를 제공할 수 있도록 하여야 한다. 고용주는 보고서와 관련하여 노동자 또는 노동자 대표가 제출한 서면 의견에 대해 60일 이내에 서면으로 응답해야 한다.
(4) 고용주는 (x)항에 따라 모든 권고안을 구현한다.
(5) 고용주는 가장 최근의 3건의 감사보고서를 보관한다.
(6) 적합성 감사 보고서는 CCR 제8호, 제3203호 및 제3203호에 따른 공정 안전과 관련된 검사 요구사항을 충족하여야 하지만, 기타 위험에 대한 검사를 포함한 기타 의무는 고용주에게 면제되지 않는다.

(v) 프로세스 안전 관리 프로그램(Process Safety Management Program)

(1) 고용주는 정유소 관리자를 이 조의 준수에 대한 권한과 책임을 지닌 사람으로 지명한다.
(2) 고용주는 최소 3년에 한 번씩 검토, 갱신하는 효과적인 서면 안전관리(PSM) 프로그램을 개발 및 구현한다.
(3) 고용주는 본 조에서 요구하는 PSM 프로그램 요소 구현을 담당하는 관리 위치를 식별하는 조직도를 개발하고 유지해야 한다.
(4) 고용주는 공정안전성과지표를 추적하고 문서화할 수 있는 효과적인 프로그램을 개발, 구현, 유지 관리한다.

(w) 문서 및 정보에 대한 세분화된 접근(Division Access to Documents and Information)

고용주는 본 조에 따라 개발 또는 수집한 모든 문서 및 정보를 부서로 요청 시 제공해야 한다.

(x) 실행(Implementation)
고용주는 본 조에 따라 PHA, SPA, DMR, HCA, 사고조사 및 준수감사의 권고사항에 우선 순위를 매기고 이를 이행하기 위해 효과적인 서면 시정조치 프로그램을 개발 및 유지한다.

부록 Ⅳ-6. 급성 유해물질의 공정안전관리(Process Safety Management, PSM)

출처: http://www.dir.ca.gov/od_pub/disclaimer.html.

급성 유해물질의 공정안전관리(Process Safety Management, PSM)의 구체적인 항목들은 ① 공정안전정보처리(Process Safety Information, PSI), ② 공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA), ③ 운영 절차(Operating Procedures), ④ 훈련(Training), ⑤ 하도급업체, 계약자(Contractors), ⑥ 사전 시동 안전성 검토(Pre-Start-Up Safety Review), ⑦ 기계적 무결성(Mechanical Integrity), ⑧ 고열작업(Hot Work), ⑨ 변경 관리(Management of Change), ⑩ 사건 조사-근본 원인 분석(Incident Investigation-Root Cause Analysis), ⑪ 비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response), ⑫ 부상 및 질병 예방 프로그램(Injury and Illness Prevention Program) ⑬ 노동자 참여(Employee Participation) 등이다.

공정안전정보처리: 고용주는 본 규정에 의해 요구되는 공정위험분석(PHA)을 실시하기 전에 심각한 위험, 인화성 및 폭발성 물질과 관련된 과정에서 발생하는 위험을 확인하고 이해할 수 있도록 서면 안전정보의 수집을 해야 한다. 고용주는 이 과정에 대한 노동자의 참여를 제공해야 한다. 이 안전 정보의 사본은 프로세스에 참여하는 노동자에게 접근 및 전달되어야 하며 다음을 포함해야 한다.

(1) 절차에 사용되는 급성 위험 및 인화성 물질의 위험에 관한 정보 이 정보는 최소한 다음과 같이 구성되어야 한다.

(A) 독성 정보
(B) 제5155절에 열거된 허용 피폭 한계
(C) 물리적 데이터
(D) 부식성 데이터
(E) 열 및 화학적 안정성 데이터
(F) 반응성 데이터
(G) 예측 가능한 양립불가능한 혼합물의 유해효과

공정위험분석(Process Hazard Analysis, PHA): 고용주는 공정에 관련된 위해성을 식별, 평가, 통제하기 위한 과정의 복잡성에 적절한 위험 분석을 수행하고, 공정 위해성의 범위, 잠재적으로 영향을 받는 노동자의 수, 공정 위험성 평가 수행의 우선 순위를 결정하고 문서화한다. 다음 방법 중 하나 이상을 사용하여 프로세스 및 프로세스 운영 이력을 확인합니다.

(A) What-If
(B) 체크리스트
(C) What-If/Checklist;
(D) 위험 및 운전 가능성 연구(HAZOP)
(E) 고장 모드 및 영향 분석(FMEA)
(F) 결함 트리 분석.

(2) 위험 분석은 다음을 다루어야 한다.

(A) 공정의 위험
(B) 위험요소와 그 관계에 적용되는 엔지니어링 및 관리 통제
(C) 이러한 조정기 고장의 결과
(D) 설비 투입

(E) 인적 요인
(F) 시설 노동자들에 대한 통제 실패의 가능한 안전 및 건강 영향 범위에 대한 정성적 평가
(G) 작업장에서 치명적인 결과를 초래할 가능성이 있는 이전 사고의 식별.

운영 절차(Operating Procedures): 고용주는 공정 안전 정보와 일치하는 각 공정에 관련된 활동을 안전하게 수행하기 위한 명확한 지침을 제공하는 서면 절차를 개발하고 구현하며, 최소한 다음 사항을 다루어야 한다.
(A) 각 운영 단계의 단계:
1. 시작;
2. 정상 작동;
3. 필요에 따라 임시 운영
4. 비상 정지를 포함한 비상 운영 및 이러한 절차를 개시할 수 있는 사람
5. 정상 종료.
6. 전환 후 또는 비상 종료 후 시동.

(B) 안전보건 고려사항:
1. 공정에 사용되는 화학물질의 특성 및 그에 따른 위험요소
2. 관리통제, 엔지니어링관리, 개인보호장비 등 노출방지에 필요한 주의사항
3. 물리적 접촉이나 공기 중 노출이 발생할 경우 취해야 할 조치
4. 개방 프로세스 장비 안전 절차(파이프 라인 파단 등)
5. 원료의 확인 및 유해화학물질 재고량 관리

훈련(Training): 초기교육, 재교육을 실시한다.

계약자(Contractors)
(1) 고용주는 작업을 수행하는 도급업자에게 도급업자의 작업 및 프로세스와 관련된 알려진 잠재적 화재, 폭발 또는 유독성 방출 위험원을 알리고, 계약자가 작업 수행에 적합한 수준의 교육을 받도록 요구해야 한다. 고용주는 또한 건설업자에게 설비의 적용 가능한 안전 규칙을 알리고, 건설업자가 노동자들에게 그렇게 알렸음을 확인해야 한다.
(2) 고용주는 (n)항에 요구되는 비상조치 계획의 조항을 계약자에게 설명한다.
(3) 계약자는 각 노동자가 업무를 안전하게 수행하기 위한 교육을 받았음을 확인하고, 계약직 노동자는 시설의 모든 해당 업무 관행 및 안전 규칙을 준수해야 한다.
(4) 계약자의 훈련 프로그램은 (g)항의 요건에 따라 수행되어야 한다.
(5) 계약업체를 선정할 때, 고용주는 계약직 고용주의 안전 프로그램에 관한 정보를 입수하여 평가해야 한다.
(6) 고용주는 이 조의 (h)(3)호에 명시한 대로 의무를 이행하는 계약 고용주의 성과를 주기적으로 평가한다.
(7) 고용주는 계약직 노동자의 프로세스 분야에서의 업무와 관련된 부상 및 질병 기록 사본을 요청 시 입수하여 이용 가능하도록 해야 한다.

사전안전검토(Pre-start Up Safety Review)
(1) 고용주는 새로운 시설과 공정 안전 정보의 변경이 필요한 개조된 시설에 대해 사전 시동 안전 검토를 실시한다.
(2) 사전 시동 안전성 검토는 프로세스에 심각한 위험, 인화성 및 폭발성 물질이 도입되기 전에 다음을 확인해야 한다.
기계적 무결성(Mechanical Integrity): 고용주는 공정 장비 및 부속품의 지속적인 무결성을 유지하기 위한 서면 절차를 수립하고 시행한다.

고열 작업 허가서.Hot Work Permit: 고용주는 고열 작업 허가서의 발행에 대한 서면 절차를 개발하고 시행한다.

변경 관리(Management Of Change): 고용주는 화학물질, 기술, 장비 및 시설물의 변경을 처리하기 위한 (유사처리를 제외한) 변경사항을 관리하기 위한 서면 절차를 수립하고 구현한다.

사건 조사(Incident Investigation): 고용주는 중대한 사고를 초래하거나 초래한 모든 사건을 신속하게 보고하고 조사하기 위한 서면 절차를 수립한다.

비상 계획 및 대응(Emergency Planning and Response): 고용주는 3220조의 규정에 따라 비상조치계획을 수립하고 이행해야 한다.
* 참고: 고용주는 보건안전법 제25503.5조 (a) 및 제25505조 (b)의 하위조 (b)에 따라 제출한 비상대응 사업계획을 (n)항이 충족될 수 있다.

부상 및 질병 예방 프로그램(Injury and Illness Prevention Program): 제3203절에 의해 요구되는 고용주의 부상 및 질병 예방 프로그램에는 본 섹션의 해당 부분이 포함되어야 한다.
(1) 이 조의 적용을 받으며 섹션 3203(a)(4)에서 요구한 시설에 대한 정기 및 주기 검사는 최소한 이 과정에 정통한 사람이 수행해야 한다.

노동자참여(Employee Participation): 고용주는 다음을 포함하는 프로세스 안전 관리에 노동자의 참여를 보장하기 위한 서면 실행 계획을 개발해야 한다.

부록 IV-7. NIOSH 건강위해평가(Health Hazards Evaluations, HHE) 프로그램[51)]

NIOSH는 질병통제센타(CDC)산하의 산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)이다. NIOSH는 고용주와 작업자가 자신의 직장에서 건강 위험을 인식하고 통제하도록 돕도록 HHE(Health Hazard Evaluation)프로그램을 제공하고 있다. 이 프로그램 목표는 크게 두 가지로 제시하고 있다.
1. 신규 및 반복 작업장의 건강위험 평가 시 권위 있는 지원 제공
2. 건강위험평가 결과에 따른 신규 및 기존 작업장 건강위험의 인식 및 예방조치.
해당 프로그램 웹사이트에는 아래의 내용을 제공하고 있다.

● 관련 법률
·연방 기관의 HHE 권한(29 CFR 1960.35)
·건강 위험 평가 규정(제42권, 제1권, 제85장)
·1970년 산업안전보건법(제20조)
·1970년 연방 광산 안전보건법(제301절 및 제501절)

● (교육/안내)영상 및 안내책자 제작 및 배포
○ (교육/안내)영상 리스트
· 작업장에서 공기 중 오염물질 측정
· 작업장에서 의학적인 검사
· 작업자의 피부와 작업장의 표면 오염물질 측정
· 작업장 위험 예방 비디오
· 노출 측정
○ 안내책자 리스트
· 작업자가 알아야 할 사항
· OSHA가이드(A Guide for OSHA)
· 지역 보건 부서와 NIOSH 보건 위험 평가 프로그램: 협력(Local Health Departments and the NIOSH Health Hazard Evaluation Program: Working Together)

● 직업의학전문가 방문(Occupational Medicine Rotation)
HHE 프로그램은 지역 직업의학자들에게 공중 보건에 참여할 수 있는 기회를 제공한다. HHE 프로그램은 현장 조사, 의료 평가, 노출 평가 및 사무실 상담을 통해 작업장 건강 위험을 평가하고 노동자 및 고용주와 대화하며 새로운 지식을 직접 습득할 수 있는 기회를 제공한다. 순환방문은 한 달 동안의 일정이 잡혀 있다. 이 프로그램은 미국에 기반을 둔 미국 의학 교육 위원회(ACGME) 공인 레지던트 프로그램의 지원자들에게 개방된다.

51) NIOSH의 HHE프로그램 홈페이지: https://www.cdc.gov/niosh/hhe/default.html

부록 Ⅳ-8. 작업장에서 안전한 나노기술을 위한 지식 습득

출처: NIOSH의 NIOSH나노기술연구소의 발전 보고서, 2004–2011 (Filling the Knowledge Gaps for Safe Nanotechnology in the Workplace: A Progress Report from the NIOSH Nanotechnology Research Center, 2004 –2011) (https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-101/pdfs/2013-101.pdf)

○ NIOSH 나노기술연구소(Nanotechnology Research Center, 이하 NTRC) 전략적 목표
1. 나노입자(nanoparticles)와 나노물질(nanomaterials)이 업무관련 부상과 질병에 위험을 내포하는지 여부를 결정
2. 작업 관련 상해 및 질병 예방에 나노기술 적용에 대한 연구 수행
3. 개입, 권고, 역량 구축을 통해 건강한 작업장을 촉진
4. 나노기술 연구 및 지침에 대한 국내외 협력을 통해 글로벌 작업장의 안전과 건강을 증진

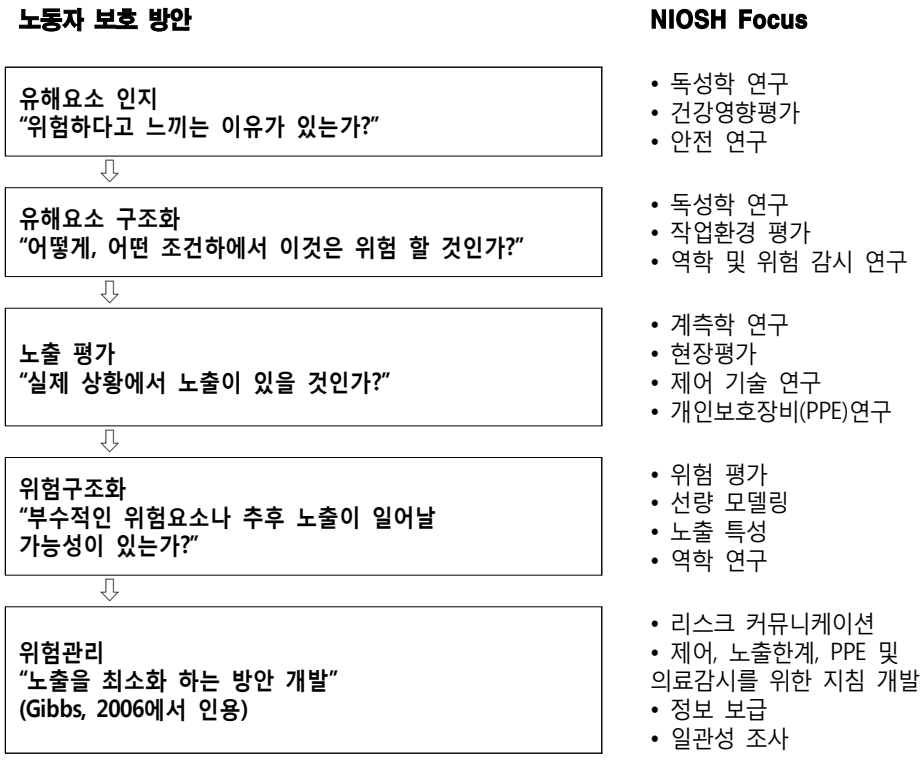
이 네 가지 목표 안에서, 연구와 의사소통의 10가지 중요한 영역이 종합적인 실행 계획의 기초가 되었다.
1. 독성 및 내부 선량
2 측정 방법
3 노출 평가
4. 역학 및 감시
5. 위험 평가
6. 엔지니어링 제어 및 개인 보호 장비(PPE)
7. 화재 및 폭발 안전
8. 권장 사항 및 지침
9. 통신 및 정보
10. 직업적 안전과 건강을 위한 나노기술의 응용

효과적인 나노기술 연구 프로그램을 보장하기 위해, 위험 관리 과정의 각 요소를 다루는 프로젝트가 시작되었다. NTRC 연구 프로그램 내에서 프로젝트 포트폴리오를 지원하고 보완하는 연구 분야가 선정되었으며, 각 위험 관리 분야에서 활동이 시작되었다. 예를 들어, 독성학 연구를 위한 나노입자 노출 생성과 동시에 노동자 노출을 정량화하는 데 사용할 수 있는 표본 추출 및 분석 방법을 개발하고 평가하여 독성학 연구 결과를 비교할 수 있었다.

프로그램 평가 전략: 연구 프로그램의 성공은 연구 활동의 결과(또는 결과)가 프로그램 목표 및 사전 지식과 궁극적으로 이해관계자의 요구를 충족하는 방법에 따라 자주 결정된다[Sarli et al. 2010].

NTRC는 연구 프로그램의 성공을 측정하는 수단으로서 다음과 같은 산출물을 발견하였다.
1) NIOSH 지침 문서의 발행 및 배포, 과학(기술) 및 비즈니스 컨퍼런스 및 워크숍의 프레젠테이션을 통한 연구 통신
2) 샘플링 및 분석 방법을 포함한 신기술 개발 및 보급

3) 위험 평가, 특성 및 관리 전략을 개발하는 데 사용되는 NTRC 연구(독성 및 작업장 노출 측정)의 결과 10개의 중요 연구 영역 각각에 대한 연구 결과는 다음과 같다.



○ 협업 및 파트너십

이 EHS 연구 전략은 위험 관리 정책의 개발, 규제 의사결정, 제품 사용, 연구 계획 및 공공 홍보를 지원하기 위해 필요한 연구에 대한 지침을 연방 기관에 제공한다.

[NNI 2011 EHS 연구 전략]의 핵심 연구 영역은 (1) 나노물질 측정 인프라, (2) 인체 노출 평가, (3) 인체 건강, (4) 환경, (5) 위험 평가 및 위험 관리 방법 및 6) 정보 및 모델링이다.

NTRC는 또한 국가 독성학 프로그램(NTP), 직업 안전보건청(OSHA), 소비자제품안전위원회(CPSC)와의 공식 상호협약에 따라 여러 가지 유형의 연구를 수행하고 있다. NTRC 연구원들은 환경보호국(EPA), 국립표준기술연구소(NIST), 에너지부(DOE), 국립항공우주국(NASA)과 비공식적으로 협력하고 있다.

NTRC 연구원들은 또한 1)미국시험재료협회(ASTM) 표준 위원회에서 활동하며 ASTM E-56(Nano Technology)에 기여하고 2) ANSI 미국 나노기술 실무자문 그룹, ISO 기술 위원회의 의장을 맡아 하고 있다.

부록 Ⅳ-9. 작업장에서의 안전한 나노기술 발전: NIOSH 나노기술연구소(NTRC)의 보고서, 2008

출처: Progress Toward Safe Nanotechnology in the Workplace : A Report from the NIOSH Nanotechnology Research Center, NIOSH, 2007. (https://www.cdc.gov/niosh/docs/2010-104/pdfs/2010-104.pdf)

국립직업안전보건연구소(NIOSH)는 작업 관련 상해, 질병 및 사망을 예방하기 위한 연구 및 권고사항을 수행하는 연방기관이다. 이와 같이 NIOSH는 (1) 나노물질의 가능한 건강위험과 관련된 중요 이슈를 식별하고, (2) 신기술과 관련하여 노동자의 안전을 보호하며, (3) 작업장 통제 및 안전조작 절차를 통해 안전하게 기술을 발전시키는 방법을 개발하고 보급하기 위한 전략적 계획을 구현하며 (4) 작업장 안전 및 보건 문제를 해결하기 위한 응용 가능한 나노 기술을 조사한다.
NIOSH는 생체 내 나노입자의 작용 메커니즘을 이해하고 작업자에 대한 위험을 평가함으로써 다양한 유형의 나노입자에 의해 발생하는 위험을 평가하는 첫 번째 단계를 밟고 있다.
나노기술연구소(이하 NTRC) "안전보건관리 전담기구"는 나노기술 연구를 조정하고 촉진하고, 작업장에서 나노물질의 안전한 취급에 대한 지침을 개발하기 위해 2004년에 설립되었다. 지리적으로 분산된 지역의 NIOSH 과학자와 엔지니어가 공유 컴퓨터 네트워크와 기타 기술로 연결되는 '가상 "안전보건관리 전담기구"'이다. 이 접근법은 공동 연구를 위해 협력하는 과학자들과 기술자들이 물리적으로 같은 장소에 있지 않을 때 전통적으로 발생하는 문제를 극복한다. 이 접근방식을 통해 NIOSH는 연구를 시작하고 진행 중인 연구를 촉진할 수 있었다.
NIOSH 나노기술연구소는 특정 기술이나 물질에 대한 작업 공간의 노출이 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있는지 여부를 결정한다. 또한 노출 평가 데이터는 부작용을 일으킬 수 있는 노출을 방지하는 데 효과적인 통제 수단을 제공한다.

중요 주제 영역: NTRC는 10개의 중요한 주제(및 영역)을 식별하여 (1)지식 격차 지역에서의 연구를 안내하고 (2) 전략을 개발하고 (3) 권고사항을 제공한다. 각 주제(및 영역)(1~10)는 NTRC가 작업장 나노물질의 적용 및 함축성 측면에서 수행하고 있는 연구에 대한 간략한 설명을 제공한다. 각 주제 영역에 대한 연구 요구 사항은 다음과 같다.

* 미국 NIOSH 나노기술연구소(NTRC)에서 실시하고 있는 10가지 주요 연구 주제(및 영역)를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1. 독성 및 내부 선량
NIOSH는 직경 100 nm 미만의 나노입자가 인체 내에 들어갔을 때 발생할 수 있는 직업적 건강상의 위험을 파악하고자 다음과 같이 연구를 진행하고 있다.
독성 및 내부 선량의 구체적인 내용은 다음과 같다.
■ 나노입자의 잠재적 독성에 영향을 미치는 물리적, 화학적 특성(예: 크기, 형태, 용해성) 조사 및 결정
■ 나노물질이 몸 안으로 들어오면 어떤 일이 일어나는지
■ 장기 시스템과 조직(폐, 뇌, 심혈관 등)에 나노물질이 미칠 수 있는 단기 및 장기적 영향 평가
■ 잠재적 독성 영향에 대한 생물학적 메커니즘 결정
■ 위험 평가를 위한 모델 제작 및 통합
■ 질량 이외의 측정치가 독성 결정에 적합한지 판단

NTRC는 다음 문제를 해결하기 위한 연구를 진행하고 있다.
■ 입자 표면적이 입자 질량보다 노출의 측정치가 더 적절한가?
■ 폐에 나노입자가 많이 축적되면 공기 중 세포 조직 혈관으로 나노입자의 이동 및 간극에 영향을 미치는지?
■ 나노입자가 혈류 내에 들어가면 다양한 장기에 들어갈 수 있는가?
■ 나노입자가 반응성 산소종을 생성하는 메커니즘은 무엇인가?
■ 나노입자가 작업자의 피부에 침투할 경우 건강에 악영향을 미치는가?
■ 나노입자의 형태, 내구성 및 화학적 구성은 생물학적 활동에 어떤 영향을 미치는가?
■ 함께 결합된 나노입자가 생물학적 유체의 더 작고 가능한 구조물로 분리되어 있는가?
■ 체외측정이 나노입자에 대한 체내 반응을 예측하고 있는가?

2. 위험성 평가

직업 안전 및 보건 측면에서 **위험성 평가**는 위험 물질에 노출된 노동자에 대한 안전 및 건강상의 부정적인 영향의 가능성에 대한 과학적 평가라고 설명할 수 있다. 위험을 평가할 때 위험이 존재하는지 여부와 작업자가 위험에 노출될 가능성이 있는 정도를 결정해야 한다. 위험은 위험 요소가 존재하고 작업자가 위해물질에 노출될 때 발생한다. 정량적 및 정성적 위험 평가 방법은 위험을 평가하는 데 사용된다. 정량적 위험 평가 방법은 받은 노출된 양과 해당 노출에 대한 반응 사이의 관계에 관한 적절한 데이터가 있을 때 사용된다. 이 관계를 양-반응관계라고 한다. 정량적 방법은 건강에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 있을 때 노출 농도를 추정하는 데 유용하며 추정치가 사용된다.
위험 평가 패러다임. (국립연구위원회에 근거함 [1983년]. 연방 정부의 위험 평가: 프로세스 관리 공공 보건에 대한 위험 평가를 위한 기관 위원회, 국가 연구 위원회. 워싱턴 DC: 국립 아카데미 출판부, 191 페이지)참조

위험성 평가: 노동자에 대한 보건안전위험(the health and safety risk)을 파악하고, 위험관리결정의 기초(a basis for risk management decisions)를 만들고, 엔지니어링 통제 및 기타 직업 안전 및 보건 조치의 효과(the effectiveness of engineering controls and other occupational safety and health measures)를 평가하기 위해 직업노출데이터(occupational exposure data)를 결합하여 평가한다. 적절한 양-반응 자료를 이용할 수 없는 경우 비교 또는 위험 순위 접근법과 같은 정성적 위험 평가 방법을 사용할 수 있다. 적절한 위험 평가 모델과 방법을 개발하기 위해, 위험 평가자는 위험과 불확실성을 추정하기 위한 유용한 데이터를 제공하는 실험실 실험을 설계하기 위해 실험 과학자들과 긴밀히 협력한다. 또한 위험관리자와 협력하여 효과적인 위험 저감 전략을 개발하는 데 필요한 분석을 제공한다.

* 위험성 평가의 핵심 내용
■ 미세 입자(인간 또는 동물)에 대한 기존 노출-반응 자료를 직업적 위험과 위험을 식별하고 평가하는 데 사용할 수 있는 방법 결정
■ 잠재적 위험을 평가하고 나노입자에 대한 노출의 직업상 위험을 예측하기 위한 프레임워크 개발

3. 역학 및 감시(Epidemiology and Surveillance)

인공 나노물질에 대한 노출과 인체 반응에 대한 연구는 현재 가능하지 않다. 역학 연구가 실시되기 전에 나노물질의 지식과 이해의 간극이 줄어들어야 한다. 예를 들어, 노출 평가의 개선은 연구자들이 나노 재료에 노출될 가능성이 있는 노동자 집단을 식별할 수 있게 할 것이다. 그 다음, 이러한 작업자 그룹에서 수행한 건강 연구는 나노물질과 관련된 건강 위험에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있다. 이러한 연구가 효과적으로 수행될 수 있을 때까지 다른 에어로졸(예: 더 큰 호흡 가능 입자)에 노출된 인간에 대한 연구를 사용하여 공기 중 나노물질 노출의 건강 위험을 평가할 수 있다.
공기 중 호흡하기 좋은 입자와 섬유에 대한 작업장 노출에 대한 사용 가능한 건강 데이터와 역학 문헌의 공기

오염 데이터는 나노입자 노출의 위험에 대한 귀중한 통찰력을 제공할 수 있다. 그러나 이러한 데이터를 나노물질 노출에 적용하면 다음과 같은 다양한 문제가 발생한다.
■ 관측된 건강 영향의 원인으로 (100 nm보다 작은 입자들의) 상대적 중요성 파악
■ 나노입자가 몸 전체로 이동하는지 그리고 그것들이 신체에 들어온 기관 이외의 기관 시스템에 잠재적으로 영향을 미치는지 결정한다. NTRC는 나노물질에 노출된 노동자에 대한 역학 및 기타 건강 연구로부터 정보가 얻어짐에 따라 이러한 과제와 다른 문제들을 해결하고자 한다.

* NTRC 역학 및 감시 프로젝트
나노물질에 대한 작업장 노출의 잠재적 영향에 대한 정보가 부족하면 나노 기술 종사자들에게 고려되어야 할 직업건강감시(occupational health surveillance)의 필요성이 강조되지 못한다. NTRC는 나노물질을 취급하는 작업장에서 직업건강감시 실시와 관련된 고용주 및 노동자를 위한 지침을 개발함으로써 이러한 노출 및 건강 영향 데이터 부족을 해결하고 있다. 나노물질의 생산, 사용 및/또는 취급에 관련된 모든 작업장은 정성적 위험 결정을 위해 요구도조사(needs assessment)를 수행해야 한다. NTRC가 개발 중인 지침은 그러한 필요 평가에 접근하고 작업장에서 기존의 위험 및 의료 감시 방법(medical surveillance methods)을 적용하기 위한 프레임워크로 구성된다. 그것은 기존의 직업건강감시프로그램(occupational health surveillance programs)을 개선하고 직업건강감시프로그램이 존재하지 않는 곳에서 프로그램을 시작하는 방법을 제공할 것이다. 나노기술 분야가 발전함에 따라, 기존의 모든 직업건강감시(occupational health surveillance) 프로그램과 마찬가지로 이 지침과 프레임워크도 개정되고 갱신될 필요가 있을 것이다.

* 역학 및 감시의 핵심내용
■ 나노물질이 사용되는 작업장의 기존 역학 연구 평가
■ 나노물질에 대한 이해를 증진시키고 새로운 연구 수행의 타당성을 평가하기 위해 역학 연구에서 채울 수 있는 지식 격차 확인
■ 나노기술 안전보건 문제를 기존의 위험 감시 방식에 통합하고 추가적인 선별이 필요한지 판단

* 협력과 파트너쉽
NTRC는 다른 연방 기관과 협력하여 나노기술 노동자를 위한 직업 건강 감시 관련 지침을 개발하였다. 협력기관은 아래와 같다.
■ 미국환경보호청(U.S. Environmental Protection Agency)
■ 미국 에너지부(U.S. Department of Energy)
■ 미국 국방성(U.S. Department of Defense)
■ 직업안전보건행정(Occupational Safety and Health Administration)
■ 로렌스 버클리 국립 연구소(Lawrence Berkeley National Laboratory) 등이다.
기존 시스템을 사용하여 이들 협력기관과 나노기술에 대한 데이터 및 정보를 공유한다.

4. 기계적 제어 및 개인보호장비(개인보호구 PPE)
현재로서는 나노물질에 대한 노출 표준(exposure standards)이 부족하기 때문에 공학 제어의 필요성과 효과를 평가하기 위한 대안적 근거가 필요하다. 게다가, 새로운 나노기술 산업의 성공은 새로운 노출 통제장치의 설치를 포함한 생산과 개발 비용에 달려있을 것이다. 직업적 노출(occupational exposure)을 최소화하는 것은 나노물질 등 알려지지 않은 독성 물질을 통제하기 위한 가장 신중한 접근이다. 일반적으로 이러한 접근법에는 가능하면 덜 유독성 물질 대체, 위험 공정을 격리하거나 공정을 자동화하여 작업자들을 노출로부터 보호, 위험 요소로부터 작업자 격리 및/또는 나노물질 취급 시 국소 배기구 사용 등이 포함된다. 나노물질 노출 위험을 더 잘 이해하면 개선된 제어 접근방식이 더욱 명확해질 것이다.

나노입자에 대한 노출을 줄이기 위해 기계적 제어가 가능하지 않은 경우 호흡기, 보호복 및 장갑과 같은 개인보호장비를 고려해야 한다. 개인보호장비의 사용은 전문적 판단과 위험의 평가에 기초해야 한다. 나노입자가 작은 크기와 독특한 특성 때문에 큰 입자보다 높은 속도로 개인보호구(PPE)의 보호 장벽을 통과할 수 있다는 우려가 제기되었다. 따라서 NTRC는 이 문제를 해결하기 위한 연구를 수행하고 있다.

* NTRC 기계적 제어 및 개인보호장비 프로젝트
기계적 제어 발표된 문헌에는 나노 기술 산업에서 기계적 제어의 구현과 효과에 대한 제한된 수의 연구만 포함되어 있다. 따라서 NTRC 연구자 그룹은 나노입자에 대한 직업상 노출을 통제하기 위한 여러 가지 접근방식을 평가하고 있다. 이 평가의 일부로써, 표준 공학 제어는 나노 입자 노출을 제어하는 것과 더 큰 입자 노출을 제어하는 것과 어떻게 다른지를 결정하기 위해 철저히 평가하고 있다. 또한 NTRC 연구진은 나노물질을 취급하는 다양한 시설에서 기술 평가를 수행하고 있다. 과학자들은 나노입자에 대한 직업상 노출의 가능성과 이러한 시설들에서 공학적인 통제의 사용을 평가하고 있다. 그들은 또한 안전 작업 관행에 대한 임시 권고안을 제공하고, 적용 가능할 경우 엔지니어링 통제를 평가하기 위해 회사와 협력한다. (현장 조사에 대한 자세한 내용은 부록 A, 프로젝트 13을 참조).

* 기계적 제어 및 PPE의 핵심내용
■ 나노에 대한 직업적 노출을 줄이고 필요할 때 새로운 제어장치를 개발하는 엔지니어링 제어의 효과 평가
■ 추가 정보가 필요할 때 제어기법의 적합성 평가 및 대체재료 효과 평가
■ PPE의 평가 및 개선
■ 나노물질에 대한 직업상 노출을 방지하거나 제한하는 권장사항 개발(예: 호흡기 보호 권장

5. 측정방법
올바른 과학적 측정 방법(Sound scientific measurement methods)은 현재 및 떠오르는 나노기술에서 발생할 수 있는 직업 건강 위험을 효과적으로 예측, 인식, 평가 및 통제하기 위해 필수적이다. 총 및 허용 먼지 농도의 결정과 같은 기존의 측정 접근방식은 나노물질에는 고유한 물리적, 화학적 및 생물학적 특성 때문에 적합하지 않을 수 있다. NTRC 과학자들은 나노물질 측정에 적합한 포괄적인 방법을 확인하고 검증하기 위해 연구를 수행하고 있다. 이 연구 분야는 나노계측학(nanometrology)으로 알려져 있다. NTRC 내의 측정방법 팀은 나노계측학에서 간극을 메우기 위해 세 가지 중요한 측정 목표를 식별했다. 1. 동일한 방법을 사용하여 나노물질을 측정할 수 있는지 여부를 결정하기 위해 총 분진 농도를 측정하는 방법을 평가한다. 2. 작업장에서 공중에 떠다니는 나노물질 측정 시 정확성을 평가하는 실제 방법을 개발하고 현장 실험한다. 3. 샘플링 기기를 비교하고 검증할 수 있는 테스트 및 평가 시스템을 개발한다.

* NTRC 측정 방법 프로젝트
측정방법 팀은 작업장에서 나노물질을 측정하는 데 적합한 방법의 지식 기반을 구축하기 위해 노력하고 있다. 이 팀은 다양한 연구 프로젝트를 진행하고 있으며, 프로젝트 내에서 다음을 수행하고 있다.
■ 나노입자를 생성하고 이러한 입자의 크기와 형태학(구조와 형태)을 측정하는 기구의 효과를 평가하기 위한 통제된 실험실 환경 구축(이 연구소는 다양한 나노소자를 사용하여 기존 및 새로운 기기를 평가할 수 있게 한다.)
■ 나노입자 에어로졸을 실시간으로 모니터링하기 위한 계측기 평가
■ 에어로졸의 표면적을 추정하기 위한 혁신적인 방법 탐색 및 다양한 형태와 크기의 나노입자에 대한 비교 가능한 결과 제공
직경이 2.5 및 0.1 μm 미만인 TiO2 입자에 대한 작업자 노출을 결정하기 위한 다양한 측정 방법(각각 나노입자 및 초미세 나노입자) 평가
■ 나노에로졸의 크기분포, 표면적, 질량농도를 측정하기 위한 새로운 검측기기를 개발한다. 또한, NTRC측정 방법 팀(NTRC Measurement methods Team)은 작업장에서 나노물질 피폭의 특성을 파악하고 피폭 감소에 사용되는

통제의 효과를 평가하는 등 현장 연구팀의 활동을 지원한다. 위의 연구 활동은 직장에서 나노입자에 대한 잠재적 노출의 특성과 정도를 더 잘 이해할 수 있게 해줄 것이다. 이러한 활동들의 결과는 나노입자가 생성되고 분산되는 방법을 설명하는 데 도움이 될 것이다. 또한, 현재 진행 중인 연구의 결과는 직업 건강 단체가 과학적으로 올바른 건강 보호 전략을 개발하고 새로운 나노 기술에 대한 국가 및 국제 표준을 수립하는 데 필요한 정보를 제공하는 데 도움이 될 것이다.

* 측정방법의 핵심내용
■ 대기중 허용입자의 질량을 측정하는 방법 및 나노물질 측정에 사용할 수 있는 측정방법
■ 작업장 내 공기중 나노물질을 정확하게 측정하기 위한 실용적 방법 개발 및 현장 실험
■ 샘플링 기기를 비교, 검증하기 위한 시스템 개발, 테스트 및 평가

6. 노출 평가(Exposure Assessment)

노출평가(Exposure Assessment)는 나노물질이 직업적 안전 또는 건강 위험을 내포하고 있는지 여부를 판단하는 데 중요한 구성요소이다. 따라서 작업장에서 작업자가 나노물질에 노출될 수 있는 방법, 발생할 수 있는 노출의 양 및 잠재적 노출 빈도를 식별하기 위해 노출 평가를 수행해야 한다. 작업장 노출 데이터가 없으면 작업 환경을 정확하게 특성화하거나 나노물질을 방출하는 근원을 식별하거나 작업자가 받을 수 있는 나노입자 노출의 양을 추정하기가 어렵다. 또한 노출 데이터는 위험 관리와 관련된 결정을 내리거나 작업자 노출을 줄이는 기계적 통제 및 작업 관행의 효과를 평가할 때 유용할 수 있다.

NTRC노출평가팀은 다양한 유형의 나노물질을 생산하고 처리하는 산업에서 나노물질에 대한 노동자 노출에 대한 작업 공간 평가를 시작했다. 공기 중 나노물질의 크기, 형태, 구조 및 화학 물질을 식별하는 방법을 포함하여 피폭의 특성을 특징 짓기 위해 몇 가지 노출 평가 방법이 사용되고 있다. 이 정보는 일반적으로 시설에 대한 현장 평가 후에 수집된다.

가능한 범위까지 각 작업자의 노출이 정확하게 측정되도록 개인호흡구역샘플(personal breathing-zone samples)을 채취한다. 안타깝게도, 나노물질 노출을 감지하기 위해 현재 사용 가능한 많은 기구들이 호흡영역샘플(breathing-zone samples)을 수집하기 위해 작업자에게 부착하기에는 너무 크다. 따라서 일반영역공기샘플(general area air samples)은 작업자가 일하고 있는 영역에서 나노물질 노출의 크기를 추정하기 위해 개인 샘플과 함께 취해진다.

NTRC 노출 평가 프로젝트 NTRC는 현재 다양한 나노물질 생산자와 최종 사용자를 대상으로 정성적 및 정량적 노출 평가 조사를 실시하고 있다.

* 노출 평가의 핵심내용
■ 나노물질의 생산, 분산, 축적, 재진입에 영향을 미치는 주요 요인 결정
■ 작업 공정에 따라 나노물질 노출 가능 여부 결정
■ 나노물질을 흡입하거나 피부에 정착할 때 가능한 노출 평가

7. 화재 및 폭발 안전

나노기술 분야는 비교적 새로운 분야이므로, 공학적 나노물질과 관련될 수 있는 잠재적 직업 안전 위험에 대해서는 거의 알려져 있지 않다. 그러나 나노크기의 입자 특성에 관한 정보는 특정 조건은 엔지니어링된 나노물질이 큰 표면적과 전체적인 작은 크기로 인해 공기 중에 노출될 때 먼지 폭발 위험을 초래할 수 있으며 자연 가연성이 발생할 수 있다는 것을 나타낸다. NTRC는 더 구체적인 데이터를 이용할 수 있을 때까지 공기 중 나노입자의 화재 및 폭발 위험도를 평가하기 위해 100nm 미만의 입자를 포함한 연구 결과를 이용하고 있다. 매년 약 20회의 분진폭발(dust explosions)이 산업환경에서 발생하고 있으며 이로 인해 재산상의 손해, 작업자의 부상, 사망에 이르게 된다. 먼지 폭발(Dust explosions)은 매우 격렬하고 빠르게 연소된다. 이러한 폭발 동안, 가라앉은 표면 먼지가 공기 중에 다시 떠밀려 추가적인 연소에 적합한 환경을 만들 수 있다. 가스 단계에서 공학적 나노물질을 생산

하거나 분말, 슬러시, 중단 또는 용액으로 나노물질을 사용하거나 생산하는 공정은 대기 중으로 나노입자를 방출하여 폭발 위험이 가장 크다. 현재 작업장의 나노물질 관련 주요 안전 문제는 화재와 폭발이다.

* 화재 및 폭발

나노물질은 잠재적 화재와 폭발에 대한 안전상의 우려를 나타낸다. 왜냐하면 가연성 물질의 입자 크기를 줄이면 폭발 위험이 증가할 수 있다는 것이 데이터를 통해 밝혀졌기 때문이다. 많은 먼지 입자(dust particles)의 경우 폭발 위험은 수십 마이크론(microns) 정도의 입자 크기로 표류하는 것으로 보인다. 그러나 일부 나노물질들은 나노 크기의 반응의 진행을 통해 열을 발생시키도록 특별히 설계되었다. 이것 또한 가공된 나노물질에만 고유한 화재 위험을 야기할 수 있다.

나노물질이 운반, 취급 및 처리 중에 정전기적으로 충전되는 능력은 나노소자를 특별히 다룰 때 독특한 폭발 위험을 야기한다. 그들의 충전 경향은 입자 표면적이 증가함에 따라 급격히 증가하는 것으로 밝혀졌다. 그 결과, 그들의 넓은 표면적은 높은 전하를 띠게 되고 분말이 공중에 분산되면 그들만의 점화원이 될 수 있다.

나노입자와 나노구조 다공성 물질은 수년간 반응 속도를 증가시키거나 액체와 기체에서 발생하는 반응에 필요한 온도를 낮추는 효과적인 촉매로 사용되어 왔다. 일부 나노물질은 구성 및 구조에 따라 촉매 반응을 일으켜 화학적 구성만으로는 예상할 수 없는 화재 및 폭발 가능성을 증가시킬 수 있다.

* 화재 및 폭발 안전의 핵심내용

■ 나노물질의 분진, 가연성, 인화성, 전도성에 기여하는 물리적, 화학적 특성 식별

■ 나노물질에 대한 작업장 노출을 제거하거나 줄이기 위한 대체 작업 관행 권장

8. 권장 사항 및 지침

NIOSH는 (1) 노동자의 안전과 건강을 보호하기 위한 연구 및 권고안을 수행할 책임이 있으며 (2) 잠재적 직업건강위험(occupational health hazards)을 통제하는 방법에 대한 지침을 노동자와 고용주에게 제공할 책임이 있다. 또한 NIOSH는 연구 결과를 과학적으로 타당하고 업무에 유용한 권장사항과 지침으로 변환하는 데 전념하고 있다. 국가 및 국제 연구 커뮤니티는 나노기술 종사자와 고용주를 위한 건전한 과학적 권고사항 개발을 주요 연구 우선순위로 규정하였다. 이러한 권고안은 노동자와 고용주가 나노물질 노출과 관련된 잠재적 위험을 더 잘 이해하고 이러한 위험을 관리하고 제거하는 방법에 대한 지침을 제공하는 데 도움이 되어야 한다.

NTRC는 작업자가 나노물질에 노출되는 것으로부터 잠재적인 안전 및 건강 위험으로부터 보호되도록 하기 위해 다음과 같은 목표를 설정했다.

■ 최선의 과학적 지식을 바탕으로 나노물질의 생산과 사용 중에 작업장 안전보건 실천을 위한 잠정적인 권고를 한다.

■ 과학, 현장 및 실험실 기반 연구를 사용하여 경험에 기반한 권고사항을 검증한다.

■ 고용주, 노동자, 정부기관 및 학계와의 파트너십을 발전시켜 권고사항을 전파하고 개선을 위한 피드백을 요청한다.

■ 주기적인 업데이트를 발행하고 새로운 연구 결과를 바탕으로 중간 권고사항을 다시 논의한다.

■ 현재 분류, 독성 데이터 및 나노물질 작업 권고사항을 반영하는 정보 및 예방 언어를 위한 재료안전데이터시트(Material Safety Data Sheets, MSDS)를 평가한다.

■ 권장 직업상 노출 한계(예: 질량 기반 공기 중 입자)를 평가 및 업데이트하여 모범적 실무관행이 사용되도록 한다.

* 권장 사항 및 지침의 핵심내용

■ 나노물질의 생산, 사용 및 취급 시 작업장 안전 및 보건 관행에 대한 잠정적 권고

■ 양호한 지속적 예방 관행을 보장하기 위해 공기 중 입자에 대한 질량 기반 직업 노출 한계 평가 및 업데이트

9. 커뮤니케이션 및 교육

배경 커뮤니케이션과 교육은 NTRC 연구 프로그램 전반에 걸쳐 확산되는 필수 요소이며, 유용한 연구 결과를 안

전 및 고용주의 보건 정보로 변환하기 위한 NIOSH 연구-실용(r2p) 프로그램과 밀접하게 관련되어 있다. 결과적으로, 의사소통과 교육은 지식 격차를 해소하고, 전략을 개발하고, 나노기술 노출에 관한 권고사항을 제공하는 데 있어 10가지 중요한 주제 분야 중 하나이다.
NTRC는 다음과 같은 목표를 두고 있으며, 이러한 목표를 다양한 목표 대상에게 관련되고 적용할 수 있는 안전 및 보건 정보를 제공하는 데 중요하다고 판단하고 있다.
■ 파트너십을 구축해 연구 요구사항 및 연구결과 파악 및 공유
■ 대상 고객에게 유용하고 적절한 과학적 정보를 제공하는 커뮤니케이션 자료 개발
■ 대상 고객에게 적합한 커뮤니케이션 방법을 통해 연구결과 전달
■ 나노물질에 대한 직업상 노출을 줄일 수 있는 효과적인 커뮤니케이션 및 교육 자료 개발
■ 나노기술의 커뮤니케이션과 교육에 관심이 있는 파트너와의 글로벌 협업 개발
NTRC는 고용주, 노동자, 안전 및 보건 전문가, 연구원, 의회 사무실, 언론을 포함한 광범위한 대상자들과 소통한다. 따라서 각 청중이 (1) 적절하고 유익한 방식으로 정보를 수신하고 (2) 나노기술 분야에서 직업 안전과 건강을 증진시킬 수 있는 가능성을 갖도록 하는 것이 중요하다.
NTRC 통신 및 교육 프로젝트 커뮤니케이션 및 교육은 각각의 중요한 주제 영역에서 역할을 수행한다. 나노기술과 나노물질 노출이 직장에서 가지는 잠재적 영향에 대한 지식과 이해를 증진시키기 위해, NTRC는 다음을 수행한다.
■ NIOSH 공공 웹사이트 나노기술 연구 전용 웹 페이지 개발 및 유지 관리
■ NTRC 연구 프로그램을 설명하고 나노기술에 대한 일반적인 정보를 제공하는 브로슈어 작성 및 보급
■ 나노입자에 대한 자원이 포함된 온라인 정보도서관 구축 및 관리(Nanoparticle Informantion Library (NIL))
■ 나노기술에 대한 국제심포지움 후원
■ 작업장에서 나노물질 노출의 영향과 적용에 대한 지침 및 권고사항이 포함된 문서 개발
■ NTRC의 나노기술 정보 보급 전략뿐만 아니라 커뮤니케이션과 교육에 대한 자세한 정보를 과학적이고 상호 검토된 출판물에 연구 결과 발표

* 협업 및 파트너십
NTRC는 나노물질의 잠재적 안전 및 보건 효과에 대한 정보를 받는 고용주와 노동자의 수를 극대화하고 자원을 활용하기 위해 이해관계자 및 조직과 글로벌 협력을 구축했다. 이러한 협력은 연구원, 산업, 정부 관리 및 노동단체들이 새로운 나노기술의 지식, 인식, 이해 그리고 직장에서 나노물질에 노출되는 잠재적인 건강상의 영향을 증가시키는 건전한 의사소통과 교육 전략을 개발하도록 장려한다.

* NTRC는 다음과 같은 그룹과의 협업을 구축했다.
■ 나노입자 직업안전보건컨소시엄(Nanoparticle Occupational Safety and Health Consortium)
■ 미국 국립과학기술위원회 나노스케일 과학기술위원회(Nanoscale Science, Engineering, and Technology Subcommittee of the U.S. National Science and Technology Council)
■ 국립 독성학 프로그램(National Toxicology Program)
■ AIHA
■ 나노기술 국제협의회(International Council on Nanotechnology)
■ ISO
■ ASTM International
■ 세계보건기구(WHO)
■ OECD
또한 NTRC는 ORC(Organization Resource Council) 나노재료 작업 그룹, 대만 기술 분야 ISO 기술 위원회, 국제 나노기술 자문 위원회, 제3차 국제 심포지엄 위원회, 이탈리아 밀라노에서 열린 나노기술에 관한 세계 보건 회의

회의의 회원이다.

* 커뮤니케이션 및 교육의 핵심내용
■ 연구요구사항, 접근방법, 결과 등을 파악하고 공유할 수 있는 파트너십 구축
■ 훈련 및 교육자료 개발 및 노동자, 직업안전보건전문가에게 배포

10. 응용

나노물질의 고유한 특성은 작업 관련 상해 및 질병의 위험을 줄이기 위한 혁신적인 새로운 장치, 제품 또는 프로세스를 제공할 수 있다. 그러한 혁신은 재래식 재료를 사용하여 만들거나 제조할 수 때는 만들어 질 수 없다는 특성이나 능력을 가지고 있다

* NTRC 응용 프로젝트

NIOSH는 내적으로나 외적으로나 진보된 보호장치와 센서를 개발하기 위해 나노기술의 응용을 조사하는 많은 연구 프로젝트에 자금을 지원했다.

협업 및 파트너십

NTRC는 직장에서 나노 기술의 응용을 촉진하기 위해 국가 및 국제 파트너십을 구축하고 있습니다. 현재 NTRC는 Carnegie Mellon University와 협력하여 호흡기 필터를 통해 사용자에게 내부 화학적 누출을 경고하기 위해 호흡기에 배치할 수 있는 센서를 개발하고 있다. NTRC는 또한 조지아 공과대학과 협력하여 소방관들을 극한의 온도로부터 보호할 수 있는 열경보시스템과 생물학적 위협을 탐지하는 데 사용할 수 있는 센서를 개발하고 있다.

부록 Ⅳ-10. 일본의 산업안전보건관리프로그램: 일본 반도체 제조공정의 안전위생대책 지침을 중심으로

제1장 목적

이 지침은 반도체 제조설비가 구비해야 할 기준, 재료, 용기 등의 취급작업 및 유지관리 작업 등의 기준, 긴급시의 대응 등 기본적 사항을 제시함으로써 반도체 제조공정에 있어서 기계설비의 본질안전화의 추진, 점검체제의 확립, 작업관리의 철저 등을 도모하고, 노동재해의 방지에 기여하는 것을 목적으로 한다.

제2장 본 지침의 대상으로 하는 반도체 제조 공정 및 반도체용 가스등

1. '반도체 제조공정'이란 집적회로(Integrated Circuit, IC) 제조공정의 칩 제조공정 중 에피택셜 성장(Epitaxial Growth), 산화, 포토리소그래피(Photolithography), 식각(Etching), 불순물 확산(Diffusion), 이온 주입(Ion Implantation), CVD(Chemical Vaper Deposition) 및 증착·스패터 공정을 말한다.
2. "반도체용 가스"란, 반도체 제조 공정에서 사용되는 가스 중, 별표 1, 별표 2, 별표 3에 기재된 가스를 말한다.
3. "특수 재료 가스"란, 반도체용 가스 중 주로 반도체 디바이스의 재료로서 사용되는 가스로, 별표 1, 별표 2에 개제한 가스 중, 번호에 ◎ 도장을 붙인 것을 말한다.
4. "특수 재료 가스 등"이란, "특수 재료 가스"외, 별표 2에 게제하는 가스 중, 번호에 ○표시를 붙인 것을 말한다.

제3장 각종설비의 요건

1. 가스 공급 설비

(1) 반도체용 가스가 흐르는 밸브, 배관등의 설비
(가) 릴리프밸브(relief valve)를 작동시켜 유해한 가스, 증기 등이 작업 환경에 배출되는 것을 방지하기 위해, 밸브, 배관 또는 장치를 할 때, 릴리프밸브를 배기가스계의 배관 또는 닥트에 연결한다.
(나) 배관은 점검 및 유지보수를 용이하게 실시할 수 있게 배치한다.
(다) 배관에 가스의 종류 및 흐름의 방향을 표시한다.

(2) 특수재료가스가 흐르는 밸브, 배관등의 설비
(가)자연성 가스 또는 가연성 가스가 흐르는 배관, 밸브, 접합 부품류, 압력 조정기등 및 이것들에 접하는 부분에는 불연성의 재료를 사용한다.
(나) 부식성 가스의 용기에 사용하는 가스킷류에는 내식성 재료를 사용한다.
(다) 부식성 가스가 흐르는 배관에는 내식성 재료를 사용한다.
(라) 부식성 가스가 흐르는 밸브, 접합 부품 및 압력 조정기는, 본체 및 그러한 구성 부분인 너트, 필터, 다이어프램등의 부품의 재료가 내식성 또는 표면이 내식 처리되도록 한다.
(마) 배관, 밸브등의 가스 공급 설비는 질소가스 등 불활성 가스가 확산 될 수 있는 구조로 설비한다.
(바) 배관, 밸브 등의 접합 장소를 줄인다.
(사) 가스 누설의 점검을 할 수 없는 장소의 배관은 용접 또는 이음수로 접합하지 않는다.
(아) 특수재료가스의 유량, 압력 등을 측정하는데 필요한 유량계, 압력계 등의 계측장치를 적절한 장소에 설치한다.

(3) 특수재료가스 용기

이 가스 용기는 전용용기 수납 상자 내에 설치한다. 용기수납함의 재질 및 구조 등은 다음과 같다.

(가) 가스 용기내의 가스가 자연성 또는 가연성인 경우에는 불연성 재료를 사용한다. 또 가스 용기내의 가스가 부식성인 경우에는 내식성 재료를 사용한다.

(나) 용기수납상자에 상시 배기하여 부압으로 유지한다. 또 외부와의 압력차가 일정치 이하로 되었을 경우에 작동하는 경보기 등을 설치한다.

(다) 용기수납상자 내 가스의 누설을 감지하기 위해 사용하는 가스에 대해 가스 검지 경보기를 설치한다.

(라) 가스 용기의 스톱밸브에 근접한 곳에 긴급차단밸브 또는 긴급차단장치(자연성 또는 가연성 가스와 관련되는 것인 경우에는 방폭 구조의 것에 한한다.)를 설치한다.

(4) 반도체용 가스용기 저장

(가) 용기의 저장 설비의 주요 구조 부분은, 불연성(자연성 또는 가연성 이외의 가스에 관련되는 것을 제외한다.)의 재료를 사용한다.

(나) 용기는 환기가 좋은 장소에 저장한다.

(다) 용기는 충전용기와 잔가스 용기를 구분해 저장한다.

(라) 접촉 또는 혼합함으로써 반응하여 위험 또는 유해한 가스나 증기 등을 발생할 우려가 있는 가스 용기를 저장하는 경우에는 각각 구획한 장소에 저장한다.

2. 클린룸

(1) 환기 계통

클린 룸의 공기의 순환은 특수 재료 가스등의 용기를 설치하는 장소의 배기 계통과는 다른 계통으로 한다.

(2) 비상구 확보

클린룸에는 통상적인 출입구 외에 긴급 시에 신속하게 안전한 장소로 대피할 수 있는 비상구를 마련한다. 또한 비상구를 포함한 비상경로를 노동자에게 미리 주지시키고 노동자가 보기 쉬운 곳에 표시한다.

(3) 환기 횟수

클린 룸은 유해한 가스, 증기 등이 축적되지 않게 필요한 양의 신선 공기를 받아 적절한 환기 회수를 유지한다.

3. 각 공정별 설비

(1) 에피택셜 성장 공정(Epitaxial Growth)

가스의 가스 배관은 가스 치환용의 질소가스등의 불활성 가스의 도입구를 갖추거나, 또는 진공 배기를 한다.

(가) 가능한 구조로 한다.

(나) 반응실은 대기에 개방되었을 때에, 특수 재료 가스등의 유입을 차단하기 위한 인터록 기구를 가진다.

(다) 감압공정에 있어서 정전 시에 장치를 안전하게 정지하기 위해 배관이 필요한 곳에 상시폐쇄 밸브를 설치한다. 또는 이상 시에 즉시 장치를 안전 측에 정지시킬 수 있는 비상정지용 버튼을 갖춘다.

(라) 유해한 가스, 증기 등이 발산할 우려가 있는 곳에는, 국소 배기 장치를 설치한다.

(마) 장치의 가스 배관, 닥트 등은, 반응 생성물을 용이하게 제거할 수 있는 구조로 만든다.

(2) 포트리소그래피 공정

웨이퍼의 출납구 등 유기용제의 증기가 발산할 우려가 있는 곳에는, 국소 배기 장치를 설치한다.

(3) 드라이 에칭 공정

(가) 가스의 가스 배관은, 가스 치환용의 질소가스등의 불활성 가스 도입구를 갖추거나, 또는 진공 배기가 가능한 구조로 한다.
(나) 반응실은, 대기에 개방되었을 때에 대비해서, 특수 재료 가스등의 유입을 사단하기 위한 인터록 기구를 설치한다.
(다) 감압공정에 있어서는 정전 시에 장치를 안전 측에 정지하기 위해 배관이 필요한 곳에 상시폐쇄 밸브를 설치한다. 또는 이상이 있을 때 즉시 장치를 안전 측에 정지시킬 수 있는 비상정지용 버튼을 갖춘다.
(라) 유해한 가스, 증기 등이 발산할 우려가 있는 곳에는 국소 배기 장치를 설치한다.
단, 접촉에 의해 감전의 우려가 있는 부분에 대해서는 감전을 방지하기 위한 방지대책이나 절연 복장을 마련한다. 단, 사용 목적에 따라 노출하는 것이 부득이한 충전 부분에 관련된 작업에 대해서는 절연용 보호구를 착용시키는 등의 감전 방지 조치를 강구한다.

* 고전압 또는 고주파회로
(가) 고주파 전원을 가지는 장치에 문 등을 열 때 전원이 꺼지도록, 인터록 기구를 설치한다.
(나) 플라스마 발생실, 반응실 등에 대기에 개방되었을 때에 고주파의 발생을 차단하기 위해 인터록 기구를 설치한다.
(다) 고주파 인가전극 냉각수의 배관은 접지전위(어스)의 경로를 통해 사진판 밖으로 꺼낸다.
(라) 장치의 전기회로에 고압 콘덴서를 가진 것에는 고압 콘덴서의 전하를 방전시키기 위해서 필요한 단락봉을 갖춘다.

(4) 불순물 확산공정

웨이퍼의 출처 등 유해한 가스, 증기 등이 발산할 우려가 있는 곳에는 국소 배기 장치를 설치한다.

(5) 이온 주입 공정

(가) 가스의 가스 배관은 가스 치환용의 질소가스등의 불활성 가스의 도입구를 갖추거나, 또는 진공 배기가 가능한 구조로 설치한다.
(나) 반응실에는 대기에 개방되었을 때에, 특수 재료 가스등의 유입을 차단하기 위한 인터록 기구를 설치한다.
(다) 감압공정에 있어서는 정전 시에 장치를 안전 측에 정지하기 위해 배관이 필요한 곳에 상시폐쇄 밸브를 설치한다. 또는 이상이 있을 때 즉시 장치를 정지시킬 수 있는 비상정지용 버튼을 갖춘다.
(라) 접촉에 의해 감전의 우려가 있는 부분에 대해서 감전을 방지하기 위한 방전장치나 절연 복장을 마련한다. 단, 사용의 목적에 의해 노출되는 것이 어쩔 수 없는 충전 부분에 관련된 작업에 대해서는, 절연용 보호구를 착용시키는 등의 감전 방지 조치를 강구한다. X선이 발생하는 장치에는 X선을 구부리기 위한 덮개를 설치한다.

* 고전압 또는 고주파회로
(가) 고주파 전원을 가지는 장치는 문 등을 열 때 전원이 꺼지도록 인터록 기구를 설치한다.
(나)고주파전원인가전극의 냉각수의 배관은 접지전위(어스)의 경로를 통해 샤헤이판 밖으로 꺼낸다.
(다) 장치의 전기회로에 고압 콘덴서를 가진 것은 고압 콘덴서의 전하를 방전시키기 위해 필요한 단락봉을 갖춘다.

(6) CVD 공정

(가) 가스의 가스 배관은, 가스 치환용의 질소가스 등의 불활성 가스의 도입구를 갖추거나, 또는 진공 배기가 가능한 구조로 설치한다.
(나) 감압 CVD 장치의 반응실에는 대기에 개방되었을 때에, 특수 재료 가스등의 유입을 사단하기 위한 인터록 기

구를 설치한다.
(다) 감압공정에 있어서는 정전 시에 장치를 안전 측에 정지하기 위해 배관이 필요한 곳에 상시폐쇄 밸브를 설치한다. 또한 이상 시에 즉시 장치를 안전 측에 정지시킬 수 있는 비상정지용 버튼을 갖춘다.
(라) 유해한 가스, 증기 등이 발산할 우려가 있는 곳에는 국소 배기 장치를 설치한다.
(마) 장치의 가스 배관, 닥트 등을 반응 생성물을 용이하게 제거할 수 있는 구조로 설치한다.

(7) 증착, 스패터 공정
(가) X선이 발생하는 장치에는 X선을 차단하기 위한 덮개를 마련한다.

*고전압 또는 고주파 회로
(가) 고주파 전원을 가지는 장치에는 문등을 열 때 전원이 꺼지도록 인터록 기구를 설치한다.
(나) 플라스마 발생실, 반응실 등이 대기에 개방되고 있을 때에는 고주파의 발생을 차단하기 위한 인터록 기구를 설치한다.
(다) 고주파 인가전극 냉각수의 배관은 접지전위(어스)의 경로를 통해 사진판 밖으로 꺼낸다.
(라) 장치의 전기회로에 고압 콘덴서를 가진 것에는 고압 콘덴서의 전하를 방전시키기 위해서 필요한 단락봉을 갖춘다.

4. 배기가스처리장치

(1) 배기가스 처리장치의 선정은 제해대상가스의 종류, 농도, 유량 및 압력, 제해설비 처리능력, 제해제의 수명, 전후장치와의 관계 등의 제반조건을 고려하여 적절한 처리방식 및 설비를 선정한다.
(2) 혼합함으로써 폭발, 화재의 우려가 있는 가스 또는 유해물이 생성할 우려가 있는 가스의 처리는 별개의 통으로 한다.
(3) 자연성 가스 또는 가연성 가스가 흐를 우려가 있는 배기 닥트에는 불연성의 재료를 사용한다.
(4) 장치의 사양으로 정해진 가스 이외의 가스를 흘리거나 처리 능력 이상의 다량의 가스를 흘리지 않도록 한다.

5. 진공 장치

유해한 가스, 증기 등을 사용하거나 또는 발생하는 장치에 접속된 진공 펌프의 배기계에는 질소가스등의 불활성 가스의 도입구를 마련한다.

제4장 재료 용기 등의 취급 작업등

1. 산, 알칼리 및 유기용제 취급

(1) 산, 알칼리 및 유기용제(이하 "산 등"이라 한다.)를 취급하는 경우, 이러한 증기, 미스트 등이 발산해, 또는 비포가 비산할 우려가 있는 작업은 드래프트 체임버형, 부스형 푸드 등의 포위식 푸드 안에서 실시한다.
드래프트 체임버형, 부스형 푸드 등의 둘러쌈식 푸드의 설치가 곤란한 경우에는, 외부 부착식 푸드의 국소 배기 장치가 설치된 장소에서 실시한다.
(2) 산 등의 용기 또는 공급용 밸브에는, 라벨 등을 이용해 물질명등의 표시를 실시해, 사용 시에는 이들 라벨 등에 의해 물질명 등을 확인한다.
(3) 혼합에 의해 발포해 비산하거나 유해한 가스, 증기 등을 발생할 우려가 있는 것은 같은 장소에서 동시에 사용하지 않는다. 단, 사용하는 용기의 형상 또는 색을 바꾸는 등에 의해 식별이 쉽도록 하고 있을 때는 그렇지 않아

도 된다.

⑷ 산 등을 폐기할 경우에는 폐기구, 폐액류 등을 정해 그곳에 폐기한다.

특수 가스와 같은 용기의 교체 작업
⑴ 용기의 교환을 실시하는 경우에는 국소 배기 장치를 유효하게 가동한다.
⑵ 용기의 교환을 실시했을 때는 질소가스 등의 불활성 가스로 배관 내를 변환한다.
⑶ 용기의 교환을 실시했을 때는, 압력 조정기 등의 용기 접속부에서 가스 누출 유무를 누출감지장치 등에 의해 점검한다.

제5장 설비의 유지보수 등

1. 반도체용 가스 사용 설비 등의 유지보수

⑴ 배관, 닥트, 밸브, 접합 부품 등으로 가스 등이 누출될 우려가 있는 부분은 정기적으로 점검함과 더불어 이들 기구들이 녹이 슬거나, 부식되거나 또는 반응생성물의 생성 여부에 대해서도 정기적으로 점검한다.
⑵ 배관, 밸브, 접합 부품 등에 사용되고 있는 패킹 또는 가스킷을 정기적으로 교환한다.
⑶ 배기가스 처리 장치는, 필터의 눈 막힘, 발녹 상황, 부식 상황 및 반응 생성물의 석출의 유무를 정기적으로 점검한다.
⑷ 옥외에 설치되어 있는 섬유강화 플라스틱제의 폐액 등의 저조에 경시 변화에 의한 부식, 균열, 자외선에 의한 열화의 상황 등 이상이 있는지에 대해 정기적으로 점검한다.
⑸ 진공 펌프유를 정기적으로 교환한다.

2. 유지관리 작업

⑴ 반도체용 가스 및 산 등을 취급하는 기계설비의 수리, 조정, 점검 등의 작업은 당해 작업에 필요한 지식 및 기능을 충분히 습득한 작업자가 실시하도록 한다.
⑵ 유지관리 작업을 다른 사업자에게 보내는 경우에는 사전에 해당 사업자와 협의하여 작업시간, 작업방법, 작업절차, 이상시의 대응 등에 대해 규정한다.
⑶ 유해한 가스, 증기 등이 체류하고 있을 우려가 있는 장치의 내부의 세정 등을 실시하는 경우는, 미리, 질소가스 등의 불활성 가스로 치환한다.
⑷ 장치의 내부에 부착한 유해한 반응 생성물의 제거를 실시하는 경우, 해당 장치에 국소 배기 장치 또는 감압 장치가 설치되어 있을 때에는 그것들을 유효하게 가동시킨다.
⑸설비, 장치, 부품 등을 점검한 경우 또는 장치, 부품 등을 교환한 경우에는 그 결과 및 조치의 내용을 기록하거나 보존해 두어야 한다.

3. 진공 펌프유의 교환 및 처리

(1) 환기의 실시
(가) 작업 시에 발생하는 유해한 가스, 증기 등에 폭로되는 것을 방지하기 위해, 국소 배기 장치 등을 사용하는 것과 동시에, 유효하게 가동시킨다.
(나) 국소 배기 장치 등의 후드는 유해한 가스, 증기 등의 발생원에 가능한 한 접근되도록 한다.
(다) 국소 배기 장치 등을 설치하는 것이 곤란한 경우는 공기주입마스크(에어라인마스크) 등 유효한 호흡용 보호

구를 사용한다.

(2) 작업방법 등
(가) 폐유는, 신속하게 용기로 옮겨 밀폐한다.
(나) 불식을 이용한 웨스 등은, 튼튼한 플라스틱 봉지에 넣어 밀봉한다.

(3)다른 사업자에게 위탁
(가) 여유의 교환 또는 폐유의 처리를 다른 사업자에게 위탁하는 경우에는, 사용한 반도체용 가스의 종류 및 예상되는 분해가스, 반응 생성물 등을 기록한 서면을 교부하는 것과 동시에, 작업 방법 및 강요해야 할 대책등에 대해 미리 협의한다.
(나) 폐유처리를 위탁하는 경우에는 파손의 우려가 없는 용기에 넣어 밀봉하여 인도한다.

제6장 폐기물

1. 폐기물 및 저장방법
폐기물은 종류별로 분리하여 수집 및 저장한다.

2. 폐액 등의 저장 설비
(1) 폐액 등의 저조의 구조는, 견고한 것. 또, 부식성의 폐액을 넣는 경우는, 내식성의 재료를 사용한다.
(2) 폐기물의 용기, 저조 등에는 폐기물의 종류를 표시함과 동시에, 취급상의 주의사항을 용기, 저조 등의 보기 쉬운 부분에 표시한다.
(3) 내부가 보이지 않는 저조 등에는 액면계를 설치한다. 액면계에는 상한을 표시한다.
(4) 저조 등에 폐액이 넘쳐 났을 경우에 바닥 등으로 확산되거나 또는 지하에 침투하는 것을 방지하기 위한 조치를 강구한다.
(5) 폐액의 변환 작업 등을 하는 장소에 샤워, 세안기 등을 갖춘다.
3. 이변 작업
(1) 일시적으로 저장한 폐액 등을 운반하는 경우에는 운반중의 전도 방지 조치 또는 노출 방지 장치를 강구한다.
(2) 폐액 등을 집중저조로 옮기는 경우에는 자동펌프 등을 이용하는 등 안전한 방법으로 바꿔치기 작업을 한다.

제7장 긴급 시 대책

1. 가스 탐지

(1) 가스 검지 경보 설비는, 다음의 사항에 유의해 선정하는 것.
(가) 가스 검지기
(나) 검지 한계(검지 농도)
(다) 샘플링 포인트의 장소
(라) 긴급 차단법
(마) 일상점검·보수방법

(2) 가스 검지 경보 설비의 설치 장소
가스 검지 경보 설비는 클린룸내의 가스의 체류할 우려가 있는 장소, 용기 수납함의 내부, 흡인 닥트의 내부 등 등 누설 개소를 신속하게 측정할 수 있는 장소에 설치되도록 한다.

(3) 예비 전원
가스 검지 경보 설비에는 예비 전원을 확보한다.

2. 긴급단변 또는 사단장치

특수재료가스등의 공급경로에는 특수재로가스들이 누설되었을 경우에 공급원을 차단하기 위한 긴급 차단밸브 또는 긴급 차단장치를 설치해 안전한 장소에서 조작할 수 있도록 한다.

3. 이상시의 대응

특수재료가스등이 누설되었을 경우에는 검지기의 작동 상황 등에 의해 가스의 누설 장소를 특정해, 즉시 그 개소에 가장 가까운 긴급 차단벽을 설치한다.

4. 화재경보 설비 및 소화설비

(1) 화재의 발생을 조기에 검지해 발생 개소를 특정할 수 있는 화재 보고 설비를 설치한다.
(2) 소화되는 대상에 따른 소화설비를 설치한다.

5. 산소결핍증 예방

(1) 불활성 가스가 흐르는 배관, 밸브 등에 흐르는 가스의 명칭, 흐름의 방향 또는 밸브의 개폐 방향을 표시한다.
(2) 안전판으로부터 배출되는 불활성 가스는 통풍 또는 환기가 불충분한 장소에 방출하지 않도록 한다.
(3) 불활성 가스가 유입될 우려가 있는 장소에 불활성 가스를 방출할 수 있는 설비를 마련한다.
(4) 피트 등 통풍의 불충분한 장소에 있어 불활성 가스의 배관 공사를 실시하는 경우에 배관에서 불활성 가스가 유출하지 않게 확실히 차단한다.
(5) 클린룸, 그 외 불활성 가스가 유출되었을 경우에 있어서, 산소 결핍 발생의 위험이 있는 장소에 대해서는, 산소 결핍증 등 방지 규칙에 준해 산소 결핍 위험에 대해 책임을 갖는 작업자를 선임한다.

6. 작업 규정의 정비
비정상적인 사태가 발생했을 경우에 응급조치에 대한 작업규정을 작성한다.

제8장 보호구

1. 보호구의 사용
(1) 다음의 작업을 실시하는 경우에는 호흡용 보호구, 안면 보호구, 보호의 또는 보호 장갑 등의 보호구를 사용해 작업을 실시한다.
(가) 각종 프로세스 장치의 클리닝, 오버홀 등의 작업
(나) 진 항공 펌프유의 교환 또는 처리 작업
(다) 폐기물의 변환 작업
(라) 닛산 등의 취급 작업
(2) 보호 장갑은 불침투성이며 내약품성인 것으로 사용한다.
(3) 안면보호구는 안면푸드 또는 보호안경 등으로 사용한다.
(4) 보호의는 피부의 노출부를 충분히 보호할 수 있는 것으로 사용한다.

⑸ 긴급 시에 사용하는 호흡용 보호구로써 공기 호흡기를 사용한다.

2. 보호구의 비치

⑴ 보호구는 동시에 취업하는 인원수와 동수이상을 갖추어 항상 유효하고 청결하게 유지한다.
⑵ 공기호흡기는 긴급 시에 즉시 사용할 수 있는 장소에 비치되도록 한다.

제9장 건강진단

노동 안전위생 관계 법령 및 통지에서 정하는 건강진단에 대해서는 그 적정한 실시를 도모하는 것 외에 그러한 대상이 되지 않은 유해한 물질에 대해서도 그 인체에 미치는 작용, 폭로를 받은 노동자의 고소 등에 착안해, 의사에 의한 특별한 건강진단 항목을 실시한다. 또, 이러한 유해한 물질이 누출되었을 경우, 관계 노동자가 오염되거나 그들을 흡입했을 때에는 긴급히 의사에 의한 특별한 건강진단을 실시한다.

제10장 교육훈련

노동후생성의 고용 시 및 작업 내용 변경 시에는, 작업 내용에 따른 안전 위생 교육을 실시하는 것 외에 전체 노동자, 공정 관리 담당자, 설비 보전 담당자등의 직무에 대해 교육·훈련을 실시한다.
별표1수소 및 수소화물의 물리적 및 화학적 성질
별표2 할로겐 및 할로겐화물의 물리적 및 화학적 성질
별표3 그 외의 가스의 물리적 및 화학적 성질

이 연구에 도움을 주신 분들

공유정옥, 반도체 노동자의 건강과 인권 지킴이, 반올림

박동욱, 한국방송통신대학교 환경보건학과 교수

황유성, 아주대학교 경제학과 석사

Steven J Kaplan, OSHA, Deputy Regional Administrator, New York, Manhattan Regional Office

Kay Gee, OSHA, Manhattan area office director, New York, Manhattan Regional Office

Warren G Simpson, OSHA, U.S. Department of Labor, ARA for Enforcement Programs

Chung Huang, OSHA, U.S. Department of Labor, Compliance Safety Health Officer

Amanda Hawes, Laywer, International Campaign for Responsible Technology

Ted Smith (tsmith@igc.org), Coordinator, International Campaign for Responsible Technology

Michael Horowitz, CIH, Senior Safety Engineer/IH, State of California, Department of Industrial Relations, Division of Occupational Safety and Health

Garrett A. Keating, State of California, Department of Industrial Relations, Research & Standards – H ealth Unit

Garrett D. Brown, Maquiladora Health and Safety Support Network, Coordinator

Deborah Gold, Industrial Hygienist

IBM worker

Robert Harrison, Occupational Epidemiologist in the University of California (Berkeley)

James D. Wulff, OSHA, U.S. Department of Labor, San Francisco

Michael J. Potter, OSHA, U.S. Department of Labor, Portland, Safety Compliance Officer

Renee M.Stapleton, OSHA, Dep of Consumer & Business Services, Oregon, Policy Manager

Thomas Gassert, School of Public Health, Havard University, Author of "Health Hazards in Electronics in Semiconductor Industries(1991~1995)", anroev.org, amrc.org.hk

Hyun Kim, Division of Environmental Health Sciences, School of Public Health, University of Minnesota

Eunhye Oh, Ass-istant Porfessor, Faculty of Human Life Design, TOYO University

<<연 구 진>>

연 구 기 관 : 강원대학교 의학전문대학원

연구책임자 : 손미아(강원대학교 의학전문대학원 교수)
공동연구원 : 백도명(서울대학교 보건대학원 교수)
공동연구원 : 박미진(서울대학교 보건대학원 교수)
공동연구원 : 이원규(강원대학교 화공학과 교수)
공동연구원 : 임연호(전북대학교 화공학과 교수)
공동연구원 : 김현(미네소타대학교 역학 교수)
공동연구원 : 윤재원(강원대학교 의학전문대학원 연구원)

연구상대역 : 이미영 (산업안전보건연구원, 직업건강연구실)

<<연 구 기 간>>

2018.4.24 ~ 2018.11.30.

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련
- 반도체 제조업 중심

(2018-연구원-823)

- 발 행 일 : 2018.11.30
- 발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 직무대리 이관형
- 연구책임자 : 강원대학교 의학전문대학원 손미아
- 발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
- 주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
- 전 화 : 052-703-0873
- F A X : 052-703-0335
- Homepage : http://oshri.kosha.or.kr