

반도체 · 디스플레이산업 근로자를 위한 안전보건모델 (원청용)

2020. 12.

KOREA OCCUPATIONAL
SAFETY & HEALTH AGENCY

산업재해예방
안전보건공단
미래전문기술원



차 례

I. 안전보건생태계 구축방향	1
1-1. 전자산업 안전보건생태계 모델	1
1) 안전보건 생태계 모델 정의	1
2) 안전보건 생태계 모델	3
1-2. 안전보건생태계 구축방향	5
1) 1차 네트워크	5
2) 2차 네트워크 인프라 구축방향	6
1-3. 전자산업의 지속가능한 안전보건증진 모델	8
1) 초점기업↔공급망 안전보건모델 : 1차 네트워크	9
2) 초점기업↔계약망 안전보건모델 : 2차 네트워크	14
II. 계약망 기업의 안전보건 증진을 위한 방안	21
2-1. 발주단계 방안	21
2-2. 협력사 안전보건 인증제도	23
1) 조직인증 제도	23
2) 근로자 인증제도	25
3) 유해위험물질 근로조건 강화정책	26
III. 원청의 안전보건 활동	29
3-1. 고위험 작업그룹	29
3-2. 초점기업의 안전시스템	30
3-3. 초점기업의 협력사 표준/절차서 조사	33

3-4. 초점기업의 현행 공급사와 협력사와의 협력활동	35
1) 현행 활동	35
2) 심층면담현장조사에서 파악된 주요 사례	39
3) 초점기업에서 수행하고 있는 자발적 프로그램	41
3-5. 안전보건 매뉴얼	45
IV. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스	53
4-1. 매트릭스의 구성	53
4-2. 공정별 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 등급구분	61
4-3. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스 분류 결과	63
4-4. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 위험도 결정	96
4-5. 전자업종 직무별 위험도 매트릭스 구분 결과 소결	114
참고문헌	118

표 차 례

〈표 2-1〉 초점기업 5개사의 협력사 역량평가 기준적용 여부	22
〈표 2-2〉 조직인증을 위한 체크리스트 항목	24
〈표 3-1〉 전자업종 유해위험작업	29
〈표 3-2〉 화학사고 예방을 위한 안전시스템의 종류	31
〈표 3-3〉 초점기업의 협력사 관련 표준/절차서	34
〈표 4-1〉 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분	54
〈표 4-2〉 발암성물질의 등급 구분	55
〈표 4-3〉 생식독성 및 생식세포 변이원성 물질의 등급 구분	56
〈표 4-4〉 화학물질 노출기준에 따른 유해성 구분	57
〈표 4-5〉 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분	57
〈표 4-6〉 화학물질 사용량과 노출가능성 구분	58
〈표 4-7〉 화학물질 법적 규제 수준과 구분	59
〈표 4-8〉 직업병 발생 수준과 구분	59
〈표 4-9〉 NFPA 보건에 대한 수준과 구분	60
〈표 4-10〉 전자산업 화학물질 등급 구분 체계	62
〈표 4-11〉 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 발암성 등 구분	63
〈표 4-12〉 반도체 칩 조립라인 화학물질의 발암성 등 구분	65
〈표 4-13〉 LCD반도체 박막트랜지스터 공정 화학물질의 발암성 등 구분	66
〈표 4-14〉 LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 발암성 등 구분	67
〈표 4-15〉 LCD반도체 액정 공정 화학물질의 발암성 등 구분	67

〈표 4-16〉 LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 발암성 등 구분	68
〈표 4-17〉 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분	69
〈표 4-18〉 반도체 칩 조립라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분	70
〈표 4-19〉 LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분	71
〈표 4-20〉 LCD 컬러필터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분	72
〈표 4-21〉 LCD 액정 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분	73
〈표 4-22〉 LCD 모듈 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분	74
〈표 4-23〉 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분	74
〈표 4-24〉 반도체 칩 조립라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분	77
〈표 4-25〉 LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분	80
〈표 4-26〉 LCD 컬러필터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분	82
〈표 4-27〉 LCD 액정 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분	83
〈표 4-28〉 LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분	84
〈표 4-29〉 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분	85
〈표 4-30〉 반도체 칩 조립라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분	86
〈표 4-31〉 LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 ..	87
〈표 4-32〉 LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 ..	88
〈표 4-33〉 LCD 액정 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분	88
〈표 4-34〉 LCD 모듈 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분	89
〈표 4-35〉 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분	90
〈표 4-36〉 반도체 칩 조립라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분	92

〈표 4-37〉 LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분	93
〈표 4-38〉 LCD 컬러필터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분	94
〈표 4-39〉 LCD 액정 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분	94
〈표 4-40〉 LCD 모듈 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분	95
〈표 4-41〉 반도체 웨이퍼 가공라인의 위험도 최종 등급	96
〈표 4-42〉 반도체 칩조립 라인의 위험도 최종 등급	102
〈표 4-43〉 LCD 박막트랜지스터 공정의 위험도 최종 등급	105
〈표 4-44〉 LCD 컬러필터 공정의 위험도 최종 등급	109
〈표 4-45〉 LCD 액정 공정의 위험도 최종 등급	111
〈표 4-46〉 LCD 모듈 공정의 위험도 최종 등급	112
〈표 4-47〉 전자업종 직무별 매트릭스에 따른 화학물질 등급 요약	114

그 립 차 례

[그림 1-1]	전자산업과 그 주변환경 사이의 관계	4
[그림 1-2]	지속가능성 목표에 대한 공급자 참여유도 도구	12
[그림 3-1]	반도체·디스플레이 사업장의 안전관리체계 메커니즘	30
[그림 3-2]	화학물질 관리 개념도	46
[그림 3-3]	협력사 작업표준절차 작성 및 관리절차	48
[그림 3-4]	협력사 의사소통 관리절차서 예시	50

약 어 설 명

AIHA	American Industrial Hygiene Association(미국산업위생협회)
AOI	Automatic Optical Inspection(광학적 검사)
CMP	Chemical Mechanical Polishing(평탄화공정)
CRT	Cathode Ray Tube(음극선관)
CVD	Chemical Vapor Deposition(화학기상증착)
DART	Data Analysis, Retrieval and Transfer System(전자공시시스템)
EMC	Epoxy Molding Compounds(에폭시몰딩컴파운드)
FAB	Fabrication(반도체공장)
FGI	Focus Group Interview(집단심층면담)
IARC	International Agency for Research on Cancer(국제암연구소)
IDM	Integrated Device Manufacturer(일관공정업체)
MSDS	Material Safety Data Sheet(물질안전보건자료)
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode(발광다이오드)
MCU	Micro Controller Unit
NHL	Non-Hodgkin's Lymphoma(비호지킨림프종)
OLED	Organic Light Emitting Diodes(자체발광다이오드)
OSAT	Outsourcing Semiconductor Assembly&Test(패키징과 ㅇㅇ트기업)
PM	Preventive Maintenance(유지보수)
PR	Photo Resist(감광)

PVD	Physical Vepor Deposition(물리적기상증착)
SIR	Standardized incidence ratio(표준화암등록비)
SMR	Standardized Mortality Ratio(표준화사망비)
SOG	System On Glass
TLD	Thermoluminescent Dosimeter(방사선 선량계)
VOCs	Volatile Organic Compounds(휘발성유기화합물)

I. 안전보건생태계 구축방향

1-1. 전자산업 안전보건생태계 모델

1) 안전보건 생태계 모델 정의

초점기업과 공급망 기업, 계약망 기업의 3가지 개념을 정의해야 한다. 초점기업은 산업안전보건법상 원청과 하청의 관계에서 원청에 해당되는 기업이다.

공급망 기업은 초점기업에 소재·부품·장비를 공급하지 않을 경우 제품생산을 하지 못하는 네트워크에 있는 기업을 말한다. 초점기업과 공급망기업의 관계에서 공급망기업이 초점기업보다 가치사슬망 상위에 있을 수 있다. 공급망기업은 기술적 우위를 기반으로 때에 따라 이 시장을 지배할 수 있다. 대표적인 예가 PHOTO 장비 공급업체, EUV PR 공급업체이다. 대부분 공급망 기업은 세계적인 기업이 많으며 상대적으로 계약망 기업보다는 안전보건수준이 높고, 직업성 암 및 급성중독 등의 안전보건 이슈로부터 비교적 자유로운 기업들이라고 할 수 있다.

계약망 기업은 초점기업에 공급하지 않더라도 제품생산에 지장이 없는 기업을 말한다. 기술진입장벽이 낮으며 가격에 의해 기업을 바꿀 수 있다. 앞서 3가지 형태 중 상대적으로 안전보건 수준이 낮다.

(1) 네트워크 구조의 구분

가) 초점기업

네트워크에서 중심의 자리 잡고 있는 기업으로, 단일 기업 또는 조직에 의해 통제 혹은 관리된다. 초점기업은 공급망 내 공급자들로부터 상품/자재를 공급

받으며, 서비스 또는 생산업체와 계약을 체결할 수 있는 기업을 말한다.

나) 공급망 네트워크 (공급망 기업, 공급사)

이 네트워크에서는 주로 상품과 물자의 흐름이 나타난다. 기업들은 정보, 지식, 물자, 자본 흐름으로 상호 연계되어 있다. 공급망 내 기업들은 주로 직선 형태로 연결되어 있으며, 이런 구조 하에서 상품이 생산, 유통, 판매된다. 초점 기업은 경제적 압력, 인센티브, 공급자/소매업체/구매업체 관리 정책 등과 같은 다양한 도구를 사용해서 공급망 구성원들이 적절한 산업안전보건 수준을 유지하도록 영향을 미칠 수 있다.

다) 계약망 네트워크 (계약망 기업, 협력업체, 협력사, 아웃소싱)

계약망 네트워크에서는 사람과 사람이 제공하는 서비스의 흐름이 나타난다. 기업들은 정보, 지식, 사람, 자본흐름으로 상호 연계되어 있다. 이런 형태의 네트워크는 건설, 유지보수, 프로젝트, 그 밖에 각종 서비스(ICT, 청소, 케이터링) 분야에서 점점 더 확산되고 있다. 이런 종류의 업무에 대한 수요는 대부분 산발적이며, 관련 업무에 종사하는 근로자에 대한 수요도 임시적인 성격을 띤다. 따라서 이런 업무는 전문 업체들이 보다 잘할 수 있고, 빠르게 수행할 수 있으며, 비용도 더 저렴한 경우가 많다. 원청이 하청업체를 고용하는 단순한 관계를 넘어 하청업체가 다시 재하청업체를 고용하면서 여러 기업들의 네트워크가 형성된다. 업무는 주로 초점기업/조직의 사내에서 이뤄진다.

(2) 네트워크의 N차 표현

모든 산업생태계는 Biz. type(사업형태)에 따라 형성된다. 산업생태계는 거래 관계, 사업관계로 형성되는 구조이다. 따라서 계층구조로 파악하기 위해 하청업체의 구분을 다음과 같이 구분할 수 있다.

○ 공급망기업(Vendor, 공급사, 공급자) : 1차 네트워크

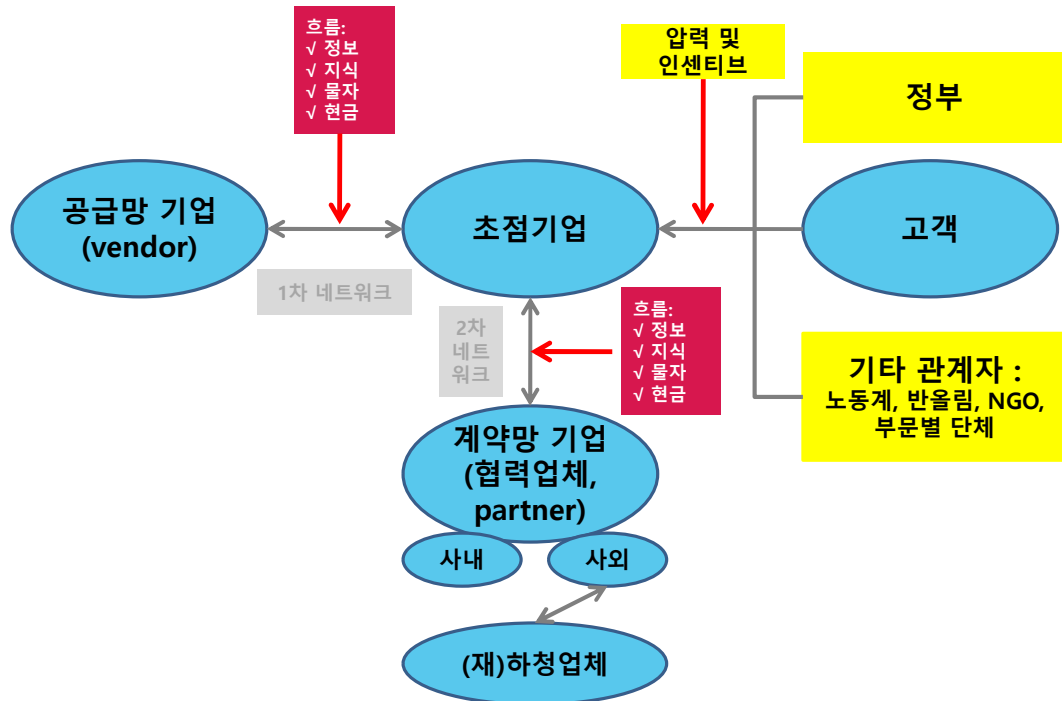
- 1st Vendor : 공급망 정의에 있는 기업으로 초점기업의 공급망에 있는 기업
- 2nd Vendor : 공급망 정의에 있는 기업으로 1'st Vendor의 상품의 생산, 유통, 판매하는 기업
- 3rd Vendor : 공급망 정의에 있는 기업으로 2'nd Vendor의 상품의 생산, 유통, 판매하는 기업
- N'th Vendor : 공급망 정의에 있는 기업으로 상위 차수 Vendor의 상품의 생산, 유통, 판매하는 기업

○ 계약망기업(Partner, 협력업체, 협력사, 아웃소싱) : 2차 네트워크

- 1st Partner : 계약망 정의에 있는 기업으로 초점기업의 계약망에 있는 기업
- 2nd Partner : 계약망 정의에 있는 기업으로 1'st Partner로부터 재하청 받는 기업
- 3rd Partner : 계약망 정의에 있는 기업으로 2'nd Partner로부터 재하청 받는 기업
- N'th Partner : 계약망 정의에 있는 기업으로 상위 Partner로부터 재하청 받는 기업

2) 안전보건 생태계 모델

공급사와 협력사, 그 주변 환경과의 관계를 도식화 하면 [그림 1-1]과 같다.



[그림 1-1] 전자산업과 그 주변환경 사이의 관계

[그림 1-1]은 다음과 같은 특징이 있다.

- 정부기관의 외부압력은 초점기업에게만 미치지 않는다.
- 공급망은 정보, 지식, 물자, 현금 흐름이 중요한 요소이다. 계약망은 물자와 사람의 흐름이 중요한 요소이다.
- 공급망과 계약망에 초점기업의 정보, 지식, 물자(공급망), 사람(계약망), 현금(계약조항 등) 흐름이 생태계 중요한 요소이다. 외부압력과 인센티브는 이들 요소를 얼마나 효과적으로 관리해야 하는지가 중요한 요소이다. 이들 요소는 서로에 독립적이지 않고 종속적이다. 따라서 안전보건관리 모델은 공급망과 계약망의 특성을 고려하여 이들 요소 전체를 함께 고려해야 한다.
- 공급망과 계약망은 초점기업만의 역할일 수 있지만, 공급망, 계약망끼리도

서로 상호작용을 하며 유기적인 관계를 맺는다.

- 공급망 기업 또한 재하청업체가 존재한다.
- 계약망 기업의 사내 협력업체의 경우 (재)하청업체가 없다.

1-2. 안전보건생태계 구축방향

1) 1차 네트워크

정부(안전보건공단)는 지속가능성에 대한 압력(규제)과 인센티브를 활용, 사회적 책임에 대한 적절히 대응을 이끌어낼 수 있는 규제 개발, 공급망 자체의 사업상의 이해관계가 없는 외부기관 활용, 비규제 가이드와 지원, 책임소재 명확화와 정보 공유를 위한 강력한 인프라 구축, 초점기업의 사회적 책임 구매 유도/보상/강제가 필요하다.

초점기업은 공급자의 업무규약과 지속가능성을 기준으로 안전보건 관련사항을 포함, 중소기업을 대상으로 비규제 가이드와 지원이 필요하다.

정부와 초점기업을 중심으로 하는 전자산업 공급망에 대한 인프라 구축 방향은 다음과 같다.

□ 정부(안전보건공단)

- 정책결정자, 안전보건 관계자는 지속가능성에 대한 압력(규제)과 인센티브를 활용하여 지속가능한 안전보건을 개선시킬 수 있도록 해야 한다.
- 정책결정자는 초점기업이 지속가능한 공급과 사회적 책임에 대한 적절한 대응을 이끌어낼 수 있는 규제를 개발해야 한다. 또한 공급망 자체의 사업상의 이해관계가 없는 외부기관들을 최대한 활용할 수 있는 방안을 모색해야 한다.
- 특히, 중소기업을 대상으로 안전보건 규제를 효과적으로 시행하기 위해

서는 추가적인 비규제 가이드와 지원이 필요하다. 다양한 고위험 생산망의 화학물질에 대한 안전보건 정책이 강화되고 있으나, 책임소재가 불명확한 경우가 많아 화학물질 취급에 관한 정보를 공유할 수 있는 강력한 인프라가 구축되도록 해야 한다.

- 초점기업은 사회적 책임 구매를 통해 공급자 및 협력업체의 안전보건 관련 인식을 제고하는데 중요한 역할을 한다. 초점기업의 구매팀은 구매 지침 및 법령을 통해 관리한다. 그러나 현실적으로 구매과정에서 가장 중요한 변수는 안전보건이 아니라 가격인 경우가 대부분이다. 정부차원에서 반도체·디스플레이 초점기업의 사회적 책임 구매를 유도, 보상, 강제하기 위해 더 많은 노력을 기울일 필요가 있다.
- 공급망 안전보건에 관한 정보가 아직 부족하기 때문에 이와 관련된 보다 많은 연구, 평가, 이해가 이루어져야 한다.

□ 초점기업

- 기업의 공급자는 업무규약과 지속가능성을 기준으로 안전보건 관련사항을 포함시키도록 해야 한다.
- 특히 중소기업을 대상으로 안전보건 규제를 효과적으로 시행하기 위해서는 추가적인 비규제 가이드와 지원이 필요하다. 다양한 고위험 생산망의 화학물질에 대한 안전보건 정책이 강화되고 있으나, 책임소재가 불명확한 경우가 많아 화학물질 취급에 관한 정보를 공유할 수 있는 강력한 인프라가 구축되도록 해야 한다.

2) 2차 네트워크 인프라 구축방향

정부(안전보건공단)는 계약망의 사회적 책임 구매를 유도/보상/강제 하고, 적절한 대응을 이끌어낼 수 있는 규제와 인센티브를 개발할 필요가 있다.

초점기업은 정보소통을 기반으로 원청과 (재)하청업체 사이의 긴밀한 관계 구축 수립, 최저가가 아닌 최선의 가치를 고려한 건전한 구매정책, 안전보건 기준을 갖춘 협력업체 선정, 협력사 업무가 안전하게 수행될 수 있도록 공동 노력, 협력사와의 계약에 안전조치 정보 명시(잠재적인 위험요소, 위험 요소를 제거 또는 제한하기 위해 취한 조치 등), 협력사의 역량과 실적평가 및 제 3자 인증제도 활용, 협력사의 교육훈련 및 안전문화 조성, 안전보건 통제절차 수행이 필요하다.

정부와 초점기업을 중심으로 하는 전자산업 협력망에 대한 인프라 구축 방향은 다음과 같다.

□ 정부(안전보건공단)

- 앞서 언급했듯이 초점기업은 청소, 유지관리 서비스, 공사성 업무의 안전보건 증진에 중요한 역할을 한다. 정부차원에서 사회적 책임 구매를 유도, 보상, 강제하기 위해 더 많은 노력을 기울일 필요가 있다.
- 정책 결정자는 원청과 (재)하청업체의 안전보건 문제에 대한 적절한 대응을 이끌어낼 수 있는 규제와 인센티브를 개발하고 시행해야 한다.

□ 초점기업

- 아웃소싱은 원청과 (재)하청업체 사이의 긴밀한 관계에 기반해야 하며, 정보교류와 소통이 뒷받침되어야 한다.
- 기업은 최저가가 아닌 최선의 가치를 고려한 건전한 구매정책을 통해 안전보건 기준을 갖춘 협력업체를 선정해야 한다.
- 원청, (재)하청업체, 근로자는 아웃소싱된 업무를 안전하게 수행하기 위한 최선의 해결책을 모색하기 위해 공동의 노력을 기울여야 한다.
- 아웃소싱 계약에 잠재적인 위험요소, 위험의 제거 또는 제한하기 위해 취한 조치에 관한 정보를 명시해야 한다.

- 개인(근로자) 또는 기업((재)하청업체)의 안전보건(및 환경문제) 관련 역량과 실적평가, 인증하기 위해 제 3자 인증 제도를 활용해야 한다.
- (재)하청업체에 대한 교육훈련을 통해 (재)하청업체와 원청의 절차를 일치시키고, 안전문화를 조성함으로써 안전보건을 증진시킬 수 있다.
- 초점기업은 안전보건 통제절차를 시행해야 한다.

1-3. 전자산업의 지속가능한 안전보건증진 모델

오늘날의 국제/국내 경제환경 속에서 기업들은 점점 더 많은 업무와 공정을 아웃소싱에 의존하고 있다. 기업들은 공급자와 서비스 제공자로 구성된 네트워크 공급망 단위로 작동하고 경쟁하고 있다. 아웃소싱이 증가하고 공급망의 중요성이 높아지면서 공급사와 협력사의 근로조건 및 근로자 안전보건도 영향을 받고 있다.

본 모델은 크게 1차 네트워크와 2차 네트워크로 분류할 수 있다. 1차, 2차 네트워크는 특성과 행위자들 사이의 관계가 서로 다르다. 2차 네트워크는 사람과 사람이 제공하는 서비스의 흐름이 주를 이룬다. 기업과 그 (재)하청업체 사이의 안전보건 문제는 법령을 통해 구속력 있는 규제가 이뤄지고 있지만, 초점기업과 그 공급자(1차 네트워크)에 대해서는 외부압력, 경제적 이해, 지속가능성 아젠다 등을 통한 자발적인 방식에 의존하고 있다. 두 가지 네트워크 모두 정부, 비정부단체, 고객과 같은 관계당사자들의 영향을 받고 있으며, 특히 정부의 역할이 중요하다.

공급망과 계약망의 모든 네트워크 기업들은 정부, 비정부기구(NGO), 고객과 같은 이해관계자들의 영향을 받는다. 정부는 규제를 도입하고, 경제적 인센티브를 제공, 조달하고, 1, 2, 3, n차 네트워크의 안전보건 증진이 지속가능 하도록 정책을 시행하는 것이 정부의 중요한 역할이다.

- 정부는 외부의 압력과 인센티브를 적절히 사용하여 네트워크 전체 기업들

에게 사내정책, 경영방침, 기업문화 등 고객, (재)하청업체, 기타 이해관계자에게까지 확대되는 전략적인 안전보건 정책을 채택해야 한다.

- NGO 등은 안전보건과 기업의 이윤추구가 서로 형평성 있게 진행될 수 있도록 기업의 건전한 감시역할을 수행해야 한다.

반도체·디스플레이를 중심으로 한 전자산업은 다양한 유해위험이 존재한다. 궁극적으로 이러한 네트워크가 전자산업의 안전보건핵심인 다음과 같은 유해위험을 얼마나 효과적으로 통제할 수 있는지가 안전보건모델의 핵심이다.

- 물리적 위험요소(고소작업, 소음, 진동, 고온, X-ray, 방사선, 수막복을 입고 보호구를 착용하여 작업하는 불쾌한 작업환경조건)
- 위험요소(화학물질 취급, 크리닝, 용접, 폐기물처리)
- 위험요소(반복적인 동작)
- 위험요소(시간압박, 교대근무, 불충분한 지식 또는 교육훈련)
- 위험요소(감염병, 생물관련 노출 위험)

본 모델에서는 안전보건을 기업의 지속가능 경영 중 사회적 책임이라는 관점에서 해석하고 분석하기로 한다. 또한 안전보건을 더욱 더 증진시키는 요인을 선행요인과 후행요인으로 구분하기로 한다.

- 선행요인 : 정보, 지식, 물자(공급망), 사람(계약망), 현금(계약조항 등) 흐름에 영향을 주는 외부압력과 인센티브
- 후행요인 : 물리적, 화학적, 인간공학적, 심리적, 생물학적 위험요소에 영향을 주는 외부압력과 인센티브

1) 초점기업↔공급망 안전보건모델 : 1차 네트워크

공급망은 주로 상품과 물자의 흐름을 나타낸다. 기업들의 정보, 지식, 물자,

자본 흐름으로 상호 연결되어 있다. 공급망 내 기업들은 주로 직선 형태로 연결되어 있으며, 초점기업은 경제적 압력, 인센티브, 공급자/소매업체/구매업체 관리 정책 등과 같은 다양한 도구를 사용하여 공급망 기업들에게 적절한 안전보건 수준을 유지하도록 영향을 줄 수 있다. 반도체·디스플레이 산업의 공급망 업체는 소재, 부품, 장비를 제공하는 업체이다. 계약망 협력사와 같이 추가적인 투입을 더한 상품이나 서비스를 공급하는 계약망 업체, 하청업체 또는 재하청업체와는 구별된다. 오늘날 기업의 비즈니스 전략뿐만 아니라 국내·외 경제 환경 속에서도 공급망의 중요성이 더욱 커지고 있다. 점점 글로벌화 되고 있는 반도체·디스플레이 산업은 아웃소싱이 증가하고 있고, 공급망 단위로 작동하고 경쟁한다.

이들 공급망 관리(SCM)를 지속 가능한 경쟁력 확보라는 목적아래 공급망 관계 개선이 이루어진다. 공급자와 구매자 사이의 단순한 거래를 넘어 공급망 내 복수의 연계관계가 포함된다. 예를 들어 반도체·디스플레이 산업의 공급망에서 가장 중요한 장비업체의 경우 해당 장비만을 판매하지 않고, 일정기간 장비의 유지보수 기술서비스도 함께 진행하며 초점기업이 신기술을 개발할 때도 이러한 기술서비스를 진행하고 있다. 이러한 유지보수 서비스는 계약망의 유지보수 서비스와는 비즈니스 적으로는 매우 큰 차이가 있지만 안전보건측면에서는 서로 동일한 잠재적 유해위험성을 가지고 있다. 따라서 초점기업은 그 공급자의 안전보건환경 및 사회적 책임을 가져야 한다. 구매와 관련된 기업의 사회적 책임의 동인으로는 다음과 같은 요인들이 있다.

- 조직문화
- 리더십
- 구매담당 직원의 개인적 가치관
- 근로자 이니셔티브
- 정부규제

- 고객의 압력

1차 네트워크에서 지속가능한 외부압력과 인센티브는 시장기반 방식, 규제기반 방식, 민관협력 방식으로 분류할 수 있다. 이들 압력으로 작용하는 주요 요인은 다음과 같다.

- 법적요구
- 고객의 요구
- 이해관계자들의 대응
- 경쟁력 강화(확보) 요인, 수익성, 비즈니스 효율성
- 안전보건, 환경에 대한 사회단체의 압력
- 신뢰성, 브랜드 이미지 등 기업의 평판 저하(안전보건, 환경 사고)

공급자의 참여 유도 도구로는 UNGC 지속가능한 공급망 지침(2010)에서 제시한 바와 같이 공급자 참여 확대에 도움이 되는 도구들을 [그림 1-2]와 같이 제시하고 있다.

공급자에게 부여할 수 있는 인센티브는 다음과 같다.

- 감사 횟수를 줄임
- 공급자 우선 혜택 프로그램 실시
- 사업규모 확대 참여
- 표창 및 시상
- 전략적 구매자/공급자 회의에 참여시킴
- 지속가능성 개선비용을 공동으로 부담
- 역량강화를 위한 자원지원

	파트너십 공급자 소유주가 공급자 지속가능한 관리체계를 구축하고 지속적인 협력관계를 발전시켜 나갈 수 있도록 지원
	개선요구 및 역량강화 공급자에게 실적개선 요구, 지속가능성 관리체계 구축 및 개선을 위한 교육훈련, 자원 지원 제공
	실사 및 평가 공급자에게 지속가능한 실적에 대한 자체평가 요구, 감사를 포함한 현장실사를 통해 실적이 조저한 부분, 근본적인 원인, 개선기회 파악
	기대수준 설정 초점기업의 지속가능성 기대수준을 공급자에게 알림, 업무협약을 포함한 기대수준을 계약에 반영

[그림 1-2] 지속가능성 목표에 대한 공급자 참여유도 도구

이때, 필요한 초점기업과 공급자의 역할은 다음과 같다.

☐ 초점기업 역할

- 공급자와의 비즈니스 정보공유
- 장기적 관점의 거래/서비스/기술 체계 구축
- 지속가능성에 대한 인센티브 제공
- 지속가능성에 대한 관리체계 개선
- 투명성 권장 및 이에 대한 보상
- 경영지침이 공급자의 지속가능성에 어떤 영향을 미칠지 고려

☐ 공급망 기업의 역할

- 지속적인 관심과 노력 입증
- 기획 및 평가에 지속가능성 요소 반영
- 지속적인 개선 입증

- 기업의 사회적 책임과 관련된 과제의 진행상황 및 이에 대한 초점기업과의 적극적인 소통

1차 네트워크에서 시장중심뿐만 아니라 사회, 정치, 규제 관련 외부압력과 경제적 이해를 조화시키는 것이 중요하다. 공급망의 근로조건을 성공적으로 향상시키기 위해서는 하향식 규제와 민간 또는 시장기반 수단이 조합된 형태의 규제가 필요하다. 규제의 개발, 시행, 모니터링 과정에서 기업과 정부의 감독, 노조, 소비자 단체, 그 밖의 이익집단이 참여해야 한다.

초점기업은 이 공급망의 지속가능성과 이에 따른 안전보건 수준을 향상시키기 위해 ‘위험 및 실적기반 공급자 관리’와 ‘지속가능한 제품기반 공급망 관리’가 중요하며 전자의 경우에서와 같이 문제가 발생할 경우 기업의 평판하락에 대한 우려가 동인으로 작용한다. 따라서 기업들은 공급자에 대한 기본적인 경제적 평가와 더불어 안전, 보건, 환경 관련 기준을 포함시켜야 하며 이를 위해 국가의 규제가 필요하다. 이 두가지 방향은 상호 보완적이며 상호연계되어 있다.

초점기업은 공급자에게 그 직원들을 보호할 의무를 부과하는 방식으로 안전보건을 증진시키기 위해 다음과 같은 방법을 사용해야 한다.

- 기준설정(규정, 업무규약)
- 모니터링, 감사
- 문제 또는 부족한 부분 시정
- 필요한 지식 제공
- 파트너십 구축

향후 위와 같은 조치들이 안전보건 증진/개선과 관련하여 어떻게 사용되고 있는지와 얼마나 성과를 거두고 있는지에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 그러나 공급자의 참여 유도, 친환경, 사회적 책임을 다하는 행동에 대한 명확한 보상 제공, 초점기업의 적극적인 개입 등 복합적인 접근법이 가장 큰 성과를

거둘 수 있다.

공급자가 지속가능한 업무방식을 채택하도록 영향을 미치기 위해서는 효과적인 정책과 실무방침이 수립되어 있어야 한다. 이런 측면에서 구매 담당자 및 공급자에 대한 교육훈련이 중요한 역할을 할 수 있다.

지속가능한(안전보건 포함) 공급망 구축의 장애요인으로는 높은 비용, 협력의 어려움 및 복잡성, 공급망 내 소통의 불충분 또는 부재가 가장 큰 장애 요인으로 작용할 수 있다. 공급망 내 모든 참여기업들의 공동의 노력으로 높은 비용 문제를 완화시킬 수 있다. 공급망의 지속가능한 공급망 구축의 주요 촉진요소는 다음과 같다.

- 충분한 의사소통
- 모니터링
- 평가
- 보고
- 제재
- 관리체계
- 구매 담당자 및 공급자에 대한 교육훈련
- 이러한 내용을 반영한 초점기업의 정책

2) 초점기업↔계약망 안전보건모델 : 2차 네트워크

점점 많은 기업들은 핵심 기능(설계, 개발, 제조, 구매, 조달, 회계, 인사 등)만 직접 수행하고 청소, 유지보수, 건설, 폐기물 처리와 같은 부수적 기능은 협력업체에게 아웃소싱하고 있다. 계약망 기업의 계약은 초점기업인 원청(혹은 클라이언트)과 계약관계를 맺고 있지 않고 있으며 건설공사와 같은 계약망 기업은 일부 재하청 계약을 체결할 수도 있다. 이에 따라 네트워크의 구조가 매

우 복잡하고, 그 만큼 소통 구조가 복잡하다는 것을 의미한다.

반도체·디스플레이 업종에서 계약망 구조를 꾸준히 키우는 이유로는 시장지배력 강화를 위해 상품 제조원가의 가격을 낮추고, 생산의 유연성을 높이고, 하이테크 산업의 정보보호 때문이라고 판단된다. 특히 전문화된 계약망 기업들은 초점기업의 부수적 업무를 보다 빠르고 잘 처리하는 경우가 많으며, 자체 인력으로 운영하는 비용보다 이런 전문화된 기업의 비용이 비교적 저렴하기 때문이다.

초점기업에서 아웃소싱을 할 경우 유해위험요소를 파악하고 제거 또는 통제하기 위해 초점기업과 계약망 기업 간에 긴밀한 의사소통과 정보공유가 무엇보다 중요하다. 이를 위해 다음과 같은 노력이 필요하다.

□ 초점기업(초점기업 직원)은

- 가격이 아닌 가치를 기준으로 계약망 업체를 선정해야 한다.
- 최대한 주간에 업무가 진행되도록 해야 한다.
- 계약망 기업 노동자의 업무를 존중해야 한다.
- 계약망 기업 노동자들이 하는 작업이 유해위험에 노출 시킬 수 있는 민감한 작업이라고 인식해야 한다
- 계약망 기업 노동자에게 노출될 수 있는 유해위험을 평가하고 예방조치를 취해야 한다.
- 계약망 기업 노동자와 유해위험 정보를 투명하게 공유해야 한다.

계약망 기업은 특정 몇 개의 회사를 제외하고는 대부분 중소기업이 많고, 이들 노동자는 숙련 근로자가 부족하고(20~30대 비중이 높다), 높은 퇴사율, 노사협약과 같은 노동단체 결성율도 낮은 편이다. 또한 이들 아웃소싱으로 인해 새로운 취약점이 발생할 수 있다.

많은 위험을 효과적으로 제거하기 위해 초점기업과 협력업체는 위험성 평가

를 공동으로 실시하는 것이 바람직하다. 계약망과 같이 복잡한 네트워크 구조 일수록 노동자의 안전과 보건 증진을 위한 협력이 반드시 필요하다. 산재율은 사업체 또는 규모와 반비례하는 경향이 있다. 즉, 작은 기업에서 작업할 경우 위험성이 증가한다는 이야기이다. 이러한 주요 원인으로는 무엇보다도 이들 기업의 관리 및 소통부족으로 인해 발생한다. 또한 전자산업 재해 통계를 보면 심장질환, 화상, 우울증이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 대부분의 계약망 기업의 안전사고는 다음과 같은 원인으로 발생한다.

- 오해, 정보공유 불충분
- 무엇을 해야 하는지에 대한 이해 및 합의 부족
- 어떻게 해야 하는지에 대한 이해 및 합의 부족
- 책임자가 누구인지, 누가 어떤 책임을 지는지가 명확하지 않음
- 안전조치계획 및 실행과정이 부실
- 근로자 교육훈련 불충분
- 부적절한 (재)하청업체 선정
- 부실한 안전기록

문헌¹⁾에 따르면 “해당 작업과 관련된 당사자 수가 많고, 다양성이 높을수록 안전에 대한 주의가 떨어진다” 라고 제시하고 있다. 반도체·디스플레이 공정의 경우 작업에 대한 당사자 수가 많고, 공정이 복잡하며 이로 인해 다양성이 높다. 대부분 계약망의 작업들은 열악한 노동환경에서 이뤄지는 육체적 노동이 많고, 더러운 작업인 경우가 많았으며, 제한된 시간 내에 제한된 비용으로 높은 품질의 결과를 산출해야 한다는 압박으로 인해 업무부담도 높다.

계약망 내 안전보건을 증진시키는 주요 요인은 정부의 규제와 초점기업의 경영방침이다. 본 연구의 설문조사 매개분석에 따르면 개인의 안전인식이 한 단

1) 바니켄(Zwanikken 등, 2008)와 즈웨슬로츠(Zwetsloot 등) 2007, 코즈무스·두외 2008에서 인용

위 증가하면 안전보건체계의 만족도를 0.33 높이고, 조직의 안전인식이 한 단위 증가하면 안전보건체계 만족도를 0.28만큼 증가시킨다. 이는 초점기업이 협력사에 안전보건체계 강화를 요구할 경우 협력사 경영진이 협력사 직원 혹은 조직에 실질적인 안전보건활동을 수행함으로써 만족도가 올라간다고 판단할 수 있다. 그러나 이러한 분석은 안전보건체계 강화를 위한 외부압력(제도)은 안전보건체계 만족도에 직접적인 영향을 주지 않는 것으로 보아 이 둘 사이에 가장 큰 영향을 미치는 것은 정부의 규제보다는 초점기업의 안전보건 경영방침이 훨씬 더 좋은 효과를 낸다고 판단할 수 있다.

안전보건 문제를 좀 더 적극적으로 대처하는 주요원인 즉, 안전보건 증진을 촉진시키는 이니셔티브는 다음과 같은 요소가 있을 수 있다. 이 요소는 공급망/계약망 모두와 밀접한 관련이 있는 항목이며, 중간규모의 기업에서도 중요한 동인으로 작용할 수 있다.

- 법적의무 이행
- 근로자 또는 근로자 대표의 요구
- 기업의 평판 저하에 대한 우려(사회적 분위기)
- 안전보건을 인사고가 및 채용조건에 반영
- 고용노동부 등 감독기관의 압력

무엇보다 가장 강력한 이니셔티브는 법적의무 이행이다. 법적의무 이행 및 근로자의 요구가 차지하는 비중은 기업규모에 비례해서 높아지는 경향이 있다. 국내 전자산업의 경우와 같이 몇 차례 큰 사망사고 이후 안전보건 조직 및 시스템을 대거 투입한 것은 기업의 평판 저하에 대한 우려 때문에 과거보다 적극적으로 안전보전에 나서게 된 주요 이유일 것이다. 그러나 본 연구의 매개변수 분석결과와 같이 외부압력으로 작용하는 규제는 오히려 피로감만 쌓이고, 큰 효과가 없는 것으로 나타났다. 외부압력으로 작용하는 정부의 규제보다는 인센티브를 높일 수 있도록 하는 방향으로 제도를 변경할 필요가 있다.

전자산업 근로자의 안전보건 역량과 실적을 보증하기 위해 사용되는 것이 안전보건인증 제도라 할 수 있다. 이 제도는 B2B 환경에서 적용되기 때문에 법적인 구속력은 없다. 우리나라에도 다양한 인증제도가 있지만 외국의 제도를 상호 인증하는 것은 없다. 반도체·디스플레이 초점기업은 이미 글로벌화 되어 있으므로 국내에서도 외국의 안전보건 상호 인증제도를 적극 도입할 필요가 있다. 다르게 보면 전자산업의 고위험 부문에 대한 진입 자격역할을 하기 때문에 상업적으로도 중요성이 높을 수 있다.

국내 반도체·디스플레이 초점기업은 협력업체 안전보건 역량 강화의 중요성을 인식하고, 협력사안전그룹과 협력사기획그룹과 같은 별도의 독립적인 협력업체 관리 부서를 만들어 운영하고 있다.

점점 많은 기업들은 핵심 기능(설계, 개발, 제조, 구매, 조달, 회계, 인사 등)만 직접 수행하고 청소, 유지보수, 건설, 폐기물 처리와 같은 부수적 기능은 협력업체에게 아웃소싱하고 있다. 계약망 기업의 계약은 초점기업인 원청(혹은 클라이언트)과 계약관계를 맺고 있지 않고 있으며 건설공사와 같은 계약망 기업은 일부 재하청 계약을 체결할 수도 있다. 이에 따라 네트워크의 구조가 매우 복잡하고, 그 만큼 소통 구조가 복잡하다는 것을 의미한다.

반도체·디스플레이 업종에서 계약망 구조를 꾸준히 키우는 이유로는 시장지배력 강화를 위해 상품 제조원가의 가격을 낮추고, 생산의 유연성을 높이고, 하이테크 산업의 정보보호 때문이라고 판단된다. 특히 전문화된 계약망 기업들은 초점기업의 부수적 업무를 보다 빠르고 잘 처리하는 경우가 많으며, 자체 인력으로 운영하는 비용보다 이런 전문화된 기업의 비용이 비교적 저렴하기 때문이다.

원청기업에서 아웃소싱을 할 경우 유해위험요소를 파악하고 제거 또는 통제하기 위해 원청기업과 협력업체 간에 긴밀한 의사소통과 정보공유가 무엇보다 중요하다. 이를 위해 다음과 같은 노력이 필요하다.

□ 원청기업(원청기업 직원)은

- 가격이 아닌 가치를 기준으로 계약망 업체를 선정해야 한다.
- 최대한 주간에 업무가 진행되도록 해야 한다.
- 계약망 기업 노동자의 업무를 존중해야 한다.
- 계약망 기업 노동자들이 하는 작업이 유해위험에 노출 시킬 수 있는 민감한 작업이라고 인식해야 한다.
- 계약망 기업 노동자에게 노출될 수 있는 유해위험을 평가하고 예방조치를 취해야 한다.
- 계약망 기업 노동자와 유해위험 정보를 투명하게 공유해야 한다.

협력업체 기업은 특정 몇 개의 회사를 제외하고는 대부분 중소기업이 많고, 이들 노동자는 숙련 근로자가 부족하고(20~30대 비중이 높다), 높은 퇴사율, 노사협회의와 같은 노동단체 결성율도 낮은 편이다. 또한 이들 아웃소싱으로 인해 새로운 취약점이 발생할 수 있다.

많은 위험을 효과적으로 제거하기 위해 초점기업과 협력업체는 위험성 평가를 공동으로 실시하는 것이 바람직하다. 협력업체 관계망과 같이 복잡한 네트워크 구조일수록 노동자의 안전과 보건 증진을 위한 협력이 반드시 필요하다. 산재율은 사업체 또는 규모와 반비례하는 경향이 있다. 즉, 작은 기업에서 작업할 경우 위험성이 증가한다는 이야기이다. 이러한 주요 원인으로는 무엇보다도 이들 기업의 관리 및 소통부족으로 인해 발생한다. 또한 전자산업 재해 통계를 보면 심장질환, 화상, 우울증이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 대부분의 계약망 기업의 안전사고는 다음과 같은 원인으로 발생한다.

- 오해, 정보공유 불충분
- 무엇을 해야 하는지에 대한 이해 및 합의 부족
- 어떻게 해야 하는지에 대한 이해 및 합의 부족

- 책임자가 누구인지, 누가 어떤 책임을 지는지가 명확하지 않음
- 안전조치계획 및 실행과정이 부실
- 근로자 교육훈련 불충분
- 부적절한 (재)하청업체 선정
- 부실한 안전기록

반도체·디스플레이 공정의 경우 작업에 대한 당사자 수가 많고, 공정이 복잡하며 이로 인해 다양성이 높다. 대부분 계약망의 작업들은 열악한 노동환경에서 이뤄지는 육체적 노동이 많고, 더러운 작업인 경우가 많았으며, 제한된 시간 내에 제한된 비용으로 높은 품질의 결과를 산출해야 한다는 압박으로 인해 업무부담도 높다.

협력업체 내 안전보건을 증진시키는 주요 요인은 정부의 규제와 초점기업의 경영방침이다. 개인의 안전인식이 한 단위 증가하면 안전보건체계의 만족도를 높이고, 조직의 안전인식이 한 단위 증가하면 안전보건체계 만족도가 증가한다. 이는 원청기업이 협력업체에 안전보건체계 강화를 요구할 경우 협력사 경영진이 협력사 직원 혹은 조직에 실질적인 안전보건활동을 수행함으로써 만족도가 올라간다고 판단할 수 있다.

II. 계약망 기업의 안전보건 증진을 위한 방안

원청과 (재)하청업체가 근로자 안전보건 증진을 위한 노력에 동참한다는 것은 각 주체 간의 상호작용이 모든 단계에서 주의를 기울여야 한다는 것을 의미한다. 이런 노력은 (재)하청업체의 역량평가가 이루어지는 계약 전 단계에서부터 시작된다. 모든 당사자들 간의 긴밀한 협력과 원청의 적절한 수준의 감독을 통해 업무를 수행하는 모든 단계로 계속 이어진다. 이 과정은 계약종료 후 하청업체 및 재하청업체에 대한 안전보건 성과평가 및 기록으로 마무리된다.

안전보건 증진은 모든 관계 당사자들의 참여 하에 이뤄지고, 공동 노력을 통해 이룰 수 있다. 아웃소싱된 작업의 신뢰성과 안전성을 보장할 수 있는 보다 좋은 해결책을 모색하기 위해 몇 가지 접근법을 제안한다.

2-1. 발주단계 방안

우선적으로 고려해야 할 사항은 발주단계에서부터 안전보건요건을 갖춘 협력업체가 선정되어야 한다. 이렇게 하기 위해서는 선정기준이 활용되어야 한다. 숙련도, 역량, 지식수준이 높은 협력사를 선정하면 안전보건을 보장하는데 도움이 될 수 있다. 계약 활동 기록을 유지하고, 대상 협력사를 향후 우선계약 대상 목록에 포함시킬지 여부를 결정하는 것도 도움이 될 수 있다. 협력사의 역량을 평가하기 위해 다음과 같은 기준을 적용할 수 있다.

- 동일한 유형의 업무에 대한 경험
- 확인 가능한 이전 클라이언트의 레퍼런스
- 사고/질병 통계
- 자격요건

- 기술수준 및 지속적인 교육훈련
- 안전보건 교육훈련 이력
- 위험성 평가 및 작업방법
- 협력업체의 재하청업체 선정 기준

초점기업 5개사의 현장면담조사를 수행했을 때 <표 2-1>에서 보는 바와 같이 대부분의 기업들이 협력사 역량 평가 기준을 적용하고 있었다.

<표 2-1> 초점기업 5개사의 협력사 역량평가 기준적용 여부

협력사의 역량기준	A1사	A2사	A3사	A4사	A5사
동일한 유형의 업무에 대한 경험	√		√	√	
확인 가능한 이전 클라이언트의 레퍼런스				√	
사고/질병 통계	√	√	√	√	√
자격 요건	√	√	√	√	√
기술 수준 및 지속적인 교육훈련	√	√	√	√	√
안전보건 교육훈련 이력	√	√	√	√	√
위험성 평가 및 작업방법	√	√	√	√	√
협력업체의 재하청업체 선정기준	√	√		√	

재하청업체 선정에도 같은 기준을 적용할 수 있으며, 위험성 평가 수행, 복수의 하청/재하청업체 작업현장 사이의 의사소통을 포함한 안전보건 일반관리 요구조건도 적용할 수 있다.

반도체·디스플레이 공사성 작업인 Hook-up과 같은 프로젝트는 최저가 대신 가격 대비 가치를 기준으로 협력사를 선정함으로써 산안법의 안전보건비용 계상보다 더 많은 안전보건 예산을 결정할 수 있다. 조사한 5개 초점기업 대부분은 안전보건 요건을 갖춘 협력사를 선정하고, 최저가로 선정하는 방식을 채택하고 있다. 초점기업이 안전보건 요구조건을 계약에 명시하는 비율은 높지만, 프로젝트 완료 후 평가에 들어가는 노력은 계약 전에 들어가는 노력보다 훨씬 더

작은 것으로 파악되었다. 협력사 안전보건 요건과 작업의 위험성에 따라 별도의 가격 기준이 설정되어 있지 않아 현행 안전보건요건이 협력업체를 선정하는 가부만을 따질 뿐 가격 대비 가치를 기준으로 선정하기 어렵다. 이에 따라 산안법에서 정한 안전보건계상 비용이외에 더 많은 예산을 배정하기 어렵고, 초점기업 자체에서도 추가 예산을 배정할 근거도 부족한 것이 현실이다.

2-2. 협력사 안전보건 인증제도

1) 조직인증 제도

우리나라도 협력사를 위한 안전보건 인증제도가 마련되어야 한다. 안전보건 인증제도 하에서 협력사의 안전보건(및 환경) 관련 실적과 역량을 평가하고 인증할 책임은 안전보건공단 혹은 반도체협회, 디스플레이 협회 등 제3자 인증기관을 활용할 필요가 있다. 이 제도를 운영할 때에는 법적인 구속력이 없이 인센티브로만 작용될 수 있도록 해야 한다.

협력사의 안전, 보건, 친환경 실태를 조사하기 위해 반드시 작성해야 하는 체크리스트를 만들고, 협력사가 필요한 기준을 충족시키면 안전보건 인증을 획득할 수 있도록 해야 한다. 특히 배관, 청소, 유지보수와 같은 위험한 작업을 담당하는 협력사에 초점을 맞추어 운영되어야 한다. 이러한 인증 제도를 실시할 때는 모든 당사자 대표들이 참여해야 하고, 제도운영 및 품질을 관리해야 한다.

인증 받은 기업 및 인증기관은 반드시 주기적으로 정부에 보고하게 하고, 안전보건 성과를 지속적으로 측정할 수 있도록 해야 한다. 이러한 제도를 운영할 때에 가장 중요한 것은 인증자체보다는 인증의 품질이 지속적으로 개선되기 위한 운영기준이 명확히 마련되어야 한다. 잘못 운영되면 또 하나의 형식적 인증 제도로 될 가능성이 크다.

또한 원청이 안전하지 않은 협력사를 배제할 의무도 규정해야 한다. 원청은 계약단계에서 구체적인 정보를 요구하고, 입찰 요구조건을 제시하는 등 최대한

빠른 시기부터 안전보건 요건을 갖춘 협력사가 선정되도록 해야 한다.

향후 이 제도가 도입되기 위해서는 우선 초점기업에서 <표 2-2>와 같이 선행적으로 수행할 필요가 있다. <표 2-2>에서 제 3자는 원청에 출입하는 모든 근로자를 말한다. 이러한 인증은 1년 인증과 3년 인증 2가지로 운영할 수 있다. 1년 인증은 해당 조직에 필요한 항목만을 선정하여 일부 선택된 의무항목을 준수할 경우 인증해 주고, <표 2-2>와 같은 모든 의무항목을 준수할 경우 3년 인증을 줄 수 있으며 3년이 경과한 후 재인증 감사(반복감사)를 통해 3년 인증을 유지할 수 있도록 해야 한다.

<표 2-2> 조직인증을 위한 체크리스트 항목

항목	설명
정책 및 문화	지속적인 안전, 보건, 환경 개선과 이를 가능하게 하는 문화 조성에 초점을 맞춘 정책 시행 여부
조직 및 규제	법에서 정한 규제 및 행정명령 등에 대해 제 3자의 안전, 보건, 환경을 회사의 정책에 따라 지원하는지 여부
계약의 명확한 책임과 계획	· 계약서에 안전, 보건, 환경에 대한 책임을 계약서에 명확히 하는지 여부(잠재적인 위험요소, 위험요소 제거 또는 제한을 위한 조치, 주의사항, 안전행동에 대한 설명, 안전보건환경 성과평가 시점) · 안전, 보건, 환경을 보장하기 위해 협력사 업무에 대한 상세한 계획이 되어 있는지 여부
위험목록 및 평가	제 3자가 업무를 수행하는 시설 또는 사업장, 제 3자가 수행하는 업무에 대한 충분한 통제를 위해 필요한 위험 목록 작성 및 위험성을 평가하는지 여부
출입정책	원청 현장의 안전, 보건, 환경 규칙 및 지시사항을 숙지하고 있고, 고위험 작업에 적용되는 요구조건을 준수하는 업체 및 그 직원만 원청의 현장에 출입할 수 있는지 여부
정보 및 설명	제 3자 업체의 근로자에게 안전, 보건, 환경 지식 및 정보를 제공하는지 여부
안전, 보건, 환경	· 안전, 보건, 환경 문제 현황에 대해 제 3자 업체와 정기적인

항목	설명
소통 및 자문	소통을 하고 자문을 제공하는지 여부 · 작업시작 전, 작업 중 모든 관계자들 간의 정보 공유 여부(안전절차, 작업위험, 예방조치) · 정보 및 소통을 위한 IT 인프라 구축 여부
사업장	작업개시, 수행, 종료 시 까지 사업장을 안전하게 유지하는지 여부
감독 및 점검	제 3자, 제 3자의 작업환경, 제 3자가 사용하는 도구, 장비의 안전, 보건, 환경 수준을 유지/개선하는지 여부
비상계획	비상상황 발생시 효과적인 대응을 위한 계획, 인력, 장비를 갖추었는지 여부
사고신고, 등록, 조사	· 사고조사를 통해 추후 예방조치를 시행하지 여부 · 사고, 경미한 사고, 질병원인 조사와 같은 사고조사를 통해 위험통제 및 성과개선이 되고 있는지 여부
프로젝트/유지보수 작업 사고예방	프로젝트 및 유지보수 참여에 대해 제 3자 관리 및 조율을 통한 안전, 보건, 환경 관련 위험통제 여부 (현행 안전작업 허가서 단위의 작업이 아닌 규모가 큰 프로젝트 단위의 유지보수 작업을 말함)
제 3자 안전, 보건, 환경 실적 평가	· 제 3자와 원청의 안전, 보건, 환경 실적을 주기적으로 평가하여 필요한 개선 조치 파악 및 시행 여부 · 시행 여부를 감독하는지 여부 · 제 3자 성과평가표(체크리스트)가 작성되어 있는지 여부 · 신규 건설 프로젝트와 같은 1회성 계약의 경우 계약이 끝나는 시점에 평가하는지 여부 · 성과평가를 바탕으로 인센티브를 제공하는지 여부(향후 입찰 시 혜택을 주는지 등)

2) 근로자 인증제도

협력사 안전보건 인증제도 외에도 근로자 개인에 대한 인증제도도 운영될 필요가 있다. 근로자 인증제도는 안전보건의 충분한 역량을 가진 근로자만 작업

에 참여할 수 있도록 하는 것이다. 이것은 현행 우리나라의 각종 자격증 제도와는 다른 것이다. 현행 반도체·디스플레이 초점기업에서는 같은 근로자가 같은 작업을 하더라도 S사에서 작업할 때 안전교육을 받아야 하고 H사에서 작업할 때 비슷한 안전교육을 다시 받아야 한다. 이것은 국가경쟁력 측면에서나 초점기업, 협력사 경쟁력 측면에서도 커다란 손실이 아닐 수 없다. 근로자 자체도 여간 번거로운 일이 아닐 수 없다. 이 제도는 바람직한 업무방식을 확산시키고, 산업재해를 감소시키는데 도움을 줄 수 있다. 이 제도는 특히 하나 이상의 업종 또는 회사에서 일하는 협력사 근로자에게 도움이 될 수 있다. 이는 협력사의 고용주와 협력사 근로자 사이의 안전보건 역량을 강화하기 노력의 일환으로 생각해 볼 수 있다.

이러한 근로자 인증제도(이를 “SHE Passport 제도”라 한다)는 근로자 개인이 인증 받은 것이다. 이는 안전보건의 보다 원활한 개인 역량을 검증하는 것으로 교육훈련, 업무경험 등 자신의 정보가 기록되어 있고, 이는 근로자 자신의 시장가치를 크게 높일 수 있다. 이 제도는 임시직, 파견직 근로자들에게 적용될 수 있도록 해야 한다.

3) 유해위험물질 근로조건 강화정책

2020년 1월 16일 시행된 도급승인제도는 하청 노동자 안전보건관리 강화를 위한 원청의 책임 확대, 위험의 외부화 방지를 위한 유해·위험작업 도급제한 등의 제도 개선 내용을 포함한 산업안전보건법 전부개정이 완료됨에 따라 시행되고 있다. 이는 유해·위험성이 높고 단기간에 직업병 발견이 어려운 도급작업, 수은·납·카드뮴의 제련·주입·가공·가열작업, 허가물질 제조·사용작업은 사내도급을 원칙적으로 금지하고, 중량비율 1퍼센트 이상의 황산, 불화수소, 질산, 염화수소 취급 설비의 개조·분해·해체·철거작업 또는 해당 설비 내부 작업의 사내도급은 미리 안전보건조치 후 승인을 받도록 하고 있다. 도급금지 및 도급승인 위반행위에 대한 과징금(최대 10억원)을 내도록 하고 있다.

그러나 도급승인 물질외에도 전자산업에서는 다양한 CMR, SVHC물질²⁾을 제조·취급·수입·폐기하고 있다. 특히 계약망의 중소기업 사용자와 근로자들은 해당물질의 유해위험성을 인식하지 못하는 경우가 많으며, 이와 관련된 예방조치를 취하고자 하는 경우에도 관련 지식부족으로 막상 노출현장까지 그 효과가 미치지 못한다. 계약망의 단순 유지보수 작업자의 연령대로 보면 청년층 비율이 높아 잦은 입·퇴사도 중요한 원인 중에 하나이다.

특정 화학물질에 관한 정보를 얻을 수 있는 가장 중요한 자료로 물질안전자료(MSDS)가 있지만 물질안전자료 자체가 부실한 경우도 있으며, 현장 실무자들은 물질안전자료를 이해하는데 어려움을 겪거나 아예 참고 자체를 하지 않는 경우가 많다. 더욱이 반응이 끝난 폐가스/부생성 물질 성분은 어떤 성분인지 파악조차 되고 있지 않다. 이러한 문제는 규제로 해결할 수 있는 문제가 아니며 비규제 접근법으로 실시해야 한다.

유해위험물질 근로조건 강화 정책은 업계와의 협력을 통해 유해위험물질 관련 안전보건 정책을 강화함으로써 전체 네트워크 내 책임소재를 명확히 하고 화학물질 취급에 관한 정보 인프라를 구축해야 한다. 또한 유해위험물질의 노출 및 노출통제를 위한 효과적인 도구들도 제공되어야 한다. 기업단위 근로조건을 구조적으로 개선시킬 수 있어야 한다. 유해위험물질 근로조건 강화 정책을 유도 및 지원하기 위해 각 주체 단위별 다음과 같은 활동이 요구된다.

- 국가단위 : 유해위험물질 협약
- 전자산업 단위 : 행동계획 수립
- 기업단위 : 기업실무 도구 개발

더욱이 반도체·디스플레이 산업과 같이 소재의 화학물질 수입이 많으므로

2) · CMR(Carcinogenic, Mutagenic or Toxic substances):발암성, 생식세포 변이원성 또는 생식독성 물질을 말한다.

· SVHC(Substance of Very High Concern) : CMR, PBTs, vPvB, 내분비계 교란물질과 같은 고위험성 물질을 말하며, REACH에서는 신고, 허가, 제한 대상이 되는 화학물질을 지칭한다.

국가단위 안전보건협약이 필요하다. 이를 통해 유해위험물질 작업에 따른 위험에 관한 소통을 개선하고, 기업단위에서 이뤄지는 활동을 유도 및 지원해야 한다. 국내의 화평법을 통해 신화학물질의 등록, 평가, 허가, 제한과 연계하여 진행할 필요가 있다.

행동계획에는 물질, 노출, 측정, 공급망 내 소통, 지식 인프라 계획을 수립하고 기업 실무도구를 위해 웹·스마트기기 기반 화학물질 어스시스턴트 등과 같은 다양한 도구를 개발하여 기업에 제공할 필요가 있고, 개인보호장구의 적절한 사용, 노출측정 방법 등에 관한 내용, 화학물질 위험 지식 전파, 안전한 작업절차 선택, 위험성 평가를 실시하는데 활용되어야 한다. 이는 중소기업 스스로가 유해위험물질 취급에 따른 위험의 우선순위를 결정하고 통제할 수 있도록 지원하기 위한 목적으로 개발되어야 한다.

Ⅲ. 원청의 안전보건 활동

3-1. 고위험 작업그룹

공급망과 계약망 내 유해위험작업을 작업그룹별로 구분하면 유지보수 작업, 세정 작업, 공사성 작업, 스크리버 작업, 화학물질 작업으로 구분할 수 있으며 공통으로는 중량물 작업과 고소작업을 들 수 있다(<표 3-1> 참조).

따라서 고위험 작업자를 위한 안전보건관리 매뉴얼을 제시하여 반도체·디스플레이 제조사 내에서 작업하는 협력사 근로자들의 유해인자 노출을 최소화하고, 원청사와 협력사가 지켜야 하는 준수사항을 정하고 이행함으로써 협력사의 직업성 질환 발생을 사전에 예방할 필요가 있다.

<표 3-1> 전자업종 유해위험작업

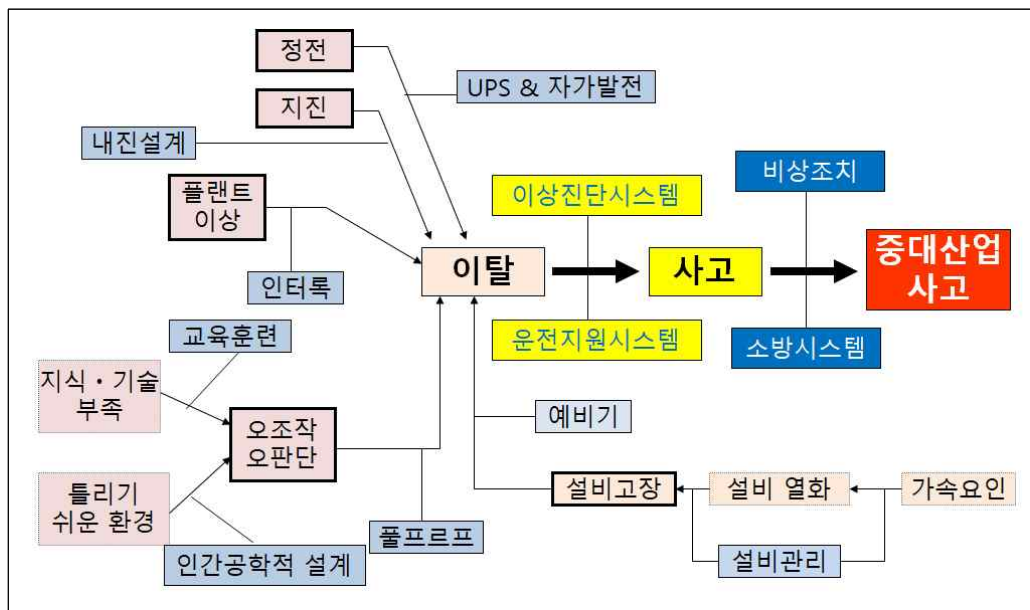
장소	작업그룹	주요 작업
FAB	유지보수	· PM 작업
	세정	· 크리닝 작업 · Part 교체 작업
	공사성 작업	· Hook-up 작업
Infra	유지보수	· PM 작업
	세정	· 크리닝 작업
	스크리버	· 1, 2차 스크리버 유지보수 작업
	공사성 작업	· 설비 이동·설치·해체
화학물질		· 화학물질 작업 · 청소/폐기물 작업
공통	중량물	· 중량물 작업
	고소	· 고소작업

3-2. 초점기업의 안전시스템

초점기업 5개사 현장조사에서 현재 운영되고 있는 안전 시스템을 조사하였다. 이들 기업의 안전 시스템을 소개하는 이유는 개별 초점기업에서 적용되고 있는 좋은 사례를 서로 벤치마킹하여 지속적인 투자를 유도하기 위함이다.

반도체·디스플레이 산업의 FAB 및 인프라시설은 화학사고(이탈→사고→중대 산업사고) 예방을 위한 다양한 안전시스템이 구축되어 있다. 즉, 화학물질 누출, 화재·폭발 등으로 인해 FAB 내부에 오염이 발생할 경우 막대한 경제적 피해가 발생하므로 FAB 및 인프라시설에 화학사고 예방시스템 및 실시간 모니터링 시스템 등을 적용하여 철저하게 관리하고 있다.

[그림 3-1]은 반도체·디스플레이 사업장의 안전관리체계 메커니즘을 나타낸 것이다.



[그림 3-1] 반도체·디스플레이 사업장의 안전관리체계 메커니즘

반도체·디스플레이 사업장의 안전관리체계 메커니즘은 정상적인 운영상황 중 다양한 원인으로 인한 이탈발생 시 화학사고 예방을 위한 이상진단시스템과 운전지원시스템이 있으며, 사고가 발생하더라도 비상조치 및 소방시스템을 통해 중대산업사고로 확대되는 것을 사전에 방지하고 있다. 이때, 화학사고 예방을 위한 대표적인 안전시스템은 <표 3-3>과 같다.

<표 3-2> 화학사고 예방을 위한 안전시스템의 종류

구분	사고발생 원인	안전관리체계
이탈 방지	플랜트 이상	• 근로자가 접촉 가능한 위험영역의 모든 생산장비에 긴급 차단시스템(Interlock) 적용 • 유틸리티 설비(화학물질 중앙공급장치, 수소 및 산소공급장치 등 유해·위험시설)에 이탈발생시 긴급차단시스템(Interlock) 적용 • 화학물질 공급-저장-사용-폐기 전 과정 공정변수 이탈 방지, 누액 방지, 확산 방지 설비 적용
	오조작 · 오판단	• 시설 모니터링 시스템(Facility Monitoring System)에 의한 자동제어 • 생산장비의 폴 프루프(Fool Proof*) 설계 * 인간의 오조작을 방지하기 위한 설계, 사람이 아무리 잘못된 조작을 해도 시스템이나 장치가 동작하지 않고 올바른 조작에만 응답하도록 제어
	설비 열화	• 위험설비에 대한 자체검사 • 위험설비 PM 계획 수립 • 설비이력카드 • EAM시스템 • 스마트 시스템을 이용한 설비점검·PM관리체계(정비 누락 방지, 정비 표준화, DATA 분석)
	설비 고장	• 예비장비 일정 수량 확보 및 예비기에 대한 수시점검 • 배관 용접, 플랜지 체결 작업자 기술 및 작업안전지식 인증시스템 • 화학물질 누액 3선 방어 체계(플랜지 감응 Tape 조기 감

구분	사고발생 원인	안전관리체계
		지 - 라인 타입 누액 센서 - 긴급 배기 확산 방지)
	정전	• 무정전 전원시스템(UPS) • 자가발전설비 • 전력감시 시스템 • 정전을 대비하여 모든 설비는 병렬설치
	지진 (소음/진동)	• 건축물·중요설비에 대한 내진설계 • 소음과 진동의 엄격한 관리(반도체 장비의 경우 미세회로를 구현해야 함, 회로선폭 최대 0.18 um ~ 7nm 구현)
	틀리기 쉬운 환경	• 휴먼에러에 대한 위험성 평가제도 • 안전보건제안 제도 • 가동전 안전점검 제도 • 안전작업허가제도 • 설치전 사전안전성 검토 제도 • 모든 시스템 설계 시 인간공학적 검토 제고 • 설비가동 인증시스템 • PSM 관리 시스템 • 전사녹색경영시스템 • 인프라 기준정보관리시스템 • 설비 설계-반입-설치-시운전 과정의 안전 인증 프로세스 • 복수 위험작업의 동일 시간/장소 중복금지 제어시스템 (복합 위험 원천제거) • 작업자 불안전행동(이상행동-쓰러짐, 이중복장 착용 등)의 지능형 CCTV를 활용한 조치 계도시스템 • 변경전 위험요인 사전 분석·안전대책 수립 적용 시스템
	안전 지식·기술 부족	• 전사 안전교육훈련 • 해당 부서 자체 직무교육 • 비상조치 훈련 • 안전감사 제도
사	이상진단	• UMS(Ultimate Monitoring System)

구분	사고발생 원인	안전관리체계
고방지		• 누수감지시스템 • 화학물질 누출감지시스템 및 가스감지기 모니터링 제어 시스템 • 시설 모니터링 시스템(Facility Monitoring System) • 실시간 감시시스템(CCTV)
	운전지원	• 시설 모니터링 시스템(Facility Monitoring System) • 설비관리 시스템 • 인프라 품질/에너지관리시스템
중대 산업 사고 예방	비상조치	• 각 부서별 비상조치(정전 시, 화재 시, 화학물질 누출 시 등) • 민·관·군 합동대응 • 피난로 확보계획 수립 • 8 Discipline Route Case Analysis 사고관리 시스템(현상 파악 및 원인분석-재발방지-유지관리 및 횡전개) • 비상대응훈련(Infra 부서 월 1회 이상, FAB 분기 1회 이상)
	소방시스템	• 화재발생에 대비한 내화구조 설계 • 소화용수설비, 소방설비, 경보설비, 피난설비 • 스프링클러 설치 • 초고감도 연기감지 • 자체 소방대 • 통합방재모니터링 시스템 • 자체 방재센터·소방차량·구급차량 및 화학물질 누출 대응팀·장비(폐액 회수 차량, 제독 설비 등) 운영

3-3. 초점기업의 협력사 표준/절차서 조사

초점기업의 심층면담조사를 통해 협력사와 관련된 표준 및 절차서를 조사하였다. 조사대상 초점기업 대부분은 <표 3-3>의 고위험 작업그룹에 대한 절차서

및 표준서가 제정되어 운영되고 있었다.

협력사와 관련하여 초점기업의 관련 표준 및 절차를 정리하면 <표 3-3>와 같다.

<표 3-3> 초점기업의 협력사 관련 표준/절차서

표준/절차서의 종류	표준 적용작업
공사 안전관리 지침	공사 작업
협력사 안전담당자 인증제도 운영규칙	사내 협력사 안전관리
협력사 포상 규칙	사내 협력사 안전관리
협력사 위험성평가 관리 규칙	
협력사 환경안전보건 관리 규정	
협력사 안전보건관리조직 구성 규칙	
협력사 화학물질 취급자 자격 인증 규칙	
사외 협력사 환경안전 운영관리 규정	사외 협력사 안전관리
안전작업허가 규칙, 안전작업허가 및 관리 Guideline	사내 모든 작업
협력업체 SHE 행동규범, Guideline	사내 모든 작업
Chemical Drum 교체/운전 작업자 보호구 Guideline	화학물질 취급 작업
Chemical 취급작업 내산복 착용 Guideline	화학물질 취급 작업
협력회사 SHE 관리 규칙	사내 모든 작업
Fab Chemical 운반, 충전 작업절차서	화학물질 취급작업
Fab Gas House Vacuum 작업절차서	Gas 취급작업
Fab Process Gas Cylinder 운반절차서	Gas 취급작업
원부자재 상하역 절차서	중량물 취급작업
Canister PR 교체 절차서	화학물질 취급작업
DRY PUMP 안전운전절차서	Pump PM 작업
PM/BM 안전운전절차서	반도체 장비, UT설비 등 PM/BM 작업(종류/호기별 절차서 보유 中)
Parts 교체 안전운전절차서	반도체 장비, UT설비 등 Parts 교체 작업(종류/호기별 절차서 보유 中)

표준/절차서의 종류	표준 적용작업
불산취급 공정안전보건 지침서	불산 취급작업
HPM 운영지침서	유해화학물질 취급작업
사내안전관리 지침서	전기, 기계 등 취급작업
안전작업허가 절차서	법에서 정한 위험작업
가동 전 안전점검 절차서	장치 및 설비의 가동
안전보호구 착용지침서	보호구 착용 위험 작업
밀폐공간보건작업프로그램 지침서	밀폐공간내 작업
실험실 안전보건관리 지침서	실험실내 작업
위험기계기구 관리 절차서	위험기계기구 취급작업
특별관리물질 취급관리 표준서	납, 황산등 취급보관 장소
소형용기 취급 경고 및 위험표시 지침서	소형 화학물질 용기 취급작업
밀폐공간작업 프로그램 시행 지침서	법에서 정한 밀폐공간 작업
협력업체관리 절차서	협력업체 관리
재해예방 환경안전 표준	사고 관련
유해위험기계 조치 환경안전 표준	위험기계 관련
위험작업 사전승인 환경안전 표준	위험작업 관련
안전보건교육 환경안전 표준	교육 관련
화학물질 사전평가 표준	화학물질 관련
공정안전관리 환경안전 표준 PSM	설비 관련

3-4. 초점기업의 현행 공급사와 협력사와의 협력활동

1) 현행 활동

국내 반도체·디스플레이 초점기업은 협력사와의 공존공생을 위해 안전보건 협의회 운영과 안전교육, 안전점검, 정보 인프라 구축, 작업환경 개선 등을 다각적으로 지원하고 있다. 초점기업의 안전보건관리비 제도 신설 및 협력사 환산재해율 발표에 따른 우수기업 시상제도 등을 적극 도입하여 영세한 사내협력

사를 안전보건관리 우수사업장으로 전환시킬 수 있도록 정책적 배려를 하고 있다.

주요 내용으로는

□ 안전기술지원

- 안전진단팀 운영
- 장비검사 기술지원
- 신규설비 도입, 공정변경 시 안전성평가
- 위험패트롤 팀 운영

□ 보건기술지원

- 종합검진 지원(뇌심혈관계 진단, 근골격계 진단)
- 요통예방, 인간공학 프로그램 지원
- 작업환경평가
- 초점기업 건강관리 시설의 협력사 지원 Program 반영

□ 경영·교육훈련 지원

- 안전부문, 물류부문, 공무부문, 생산부문 교육지원
- 협력업체 경영자 회의 시 안전보건경영 교육지원
- 초점기업 경영자를 대상으로 윤리경영측면의 안전보건경영 마인드 부여

□ 협력업체 대상활동

- 협력업체 관리업무 표준화
 - 주요 내용 :
 - 부서별 주요 업무분장(안전보건팀, 계약팀, 협력업체팀) 및 책임 명확화
 - 지역별 협력업체 관리 및 평가
 - 안전보건분야 평가기준 수립(Rating System 도입)

→ 우수협력사 경영지원 및 시상(불량협력사 퇴출 및 명단공개제도)

- 정보인프라 및 Network 구축
 - 협력사 안전보건 정보 Network 구축
 - Cyber 상담 및 컨설팅 활성화
 - 재해율과 재해통계의 Database화
 - 작업안전 확보를 위한 동영상 자료 제공 및 모의 훈련(Simulation)
 - 위험설비와 위험작업에 대한 Data 수집 및 정보제공

그 외에 협력사들의 안전보건 활동을 보다 활성화하기 위해서는 다음의 사항들이 시행되고 있다.

- 협력사의 재해감소 목표설정 및 재해율 보고
- 협력사의 안전보건관리 주요내용 작성 및 보고
- 위험패트룰 팀 참여(모기업과 공동참여)
- 지역별 협의체 구성 등을 통한 공동활동 추진
- 손들기 제도 또는 Safety-Winner 포상제도 도입
- 협력업체 안전보건 지원 매뉴얼 제작 및 근로자 교육

또한 초점기업과 협력사가 공동으로 추진하는 사항은 다음과 같다.

- 공동의 안전보건협의체 구성 및 간담회의 주기적 실시
- 협력업체 중대재해 발생시 공동의 원인조사 및 재발방지대책 수립
- 공동의 위험패트룰 및 안전점검 실시(지적건수 別 감점제도 및 우수 작업장별 가점제도 도입)
- 지역별, 업종별 안전보건 경진대회 개최 및 포상
- 협력업체 불안전한 작업장 신고제도 실시

초점기업-협력업체 안전보건 활동을 효율적으로 추진하기 위해 인력확보와

운영을 위한 조직을 구성하고 있다.

- 모기업과 사내협력업체 공동의 안전보건관리 추진조직 구성
- 협력회사의 안전보건활동을 상담, 컨설팅 할 수 있는 전문가그룹 결성

협력사들의 교육을 위해 초점기업의 적극적인 안전보건교육을 실시하고 있으며 일정부분 협력사의 의견을 청취하고 구체적 교육 방안을 수립하여 운영하고 있다.

- 협력사 사장단 회의 시 안전보건경영 마인드 형성교육(CEO교육 시 필수)
- 협력사 담당자의 월별 또는 분기별 전문교육 실시(모기업의 안전보건팀에서 교육실시)
- 협력사 근로자 교육자료 제공 및 시청각 자료 대여 (협력사에서 교육실시)
- Cyber 교육을 위한 교육콘텐츠 공동개발(초점기업-협력사-산업안전공단 공동추진)

협력사의 육성과 발전을 위해 협력사 평가제도를 수립하여 운영하고 있다.

- 사내 협력업체 평가기준 개발을 위한 공동의 간담회개최
- 공정한 평가에 따른 등급결정
- 우수협력업체에 대한 인센티브제의 운영
- 불량업체에 대한 벌칙제도 운영

국제적 기준(ISO)과 국내 S마크 등의 적극적 보급을 위해 협력사의 인증제도를 권장하고 있다.

- 안전보건경영시스템, KOSHA2000 프로그램, BS8800 인증, ISO 45001 : 협력업체 안전보건관리 시스템 구축
- S마크, CE마크, UL 등의 각종 안전규격 획득 시 가점제도 도입

안전보건 관련 정보 인프라를 위해 협력사들이 지역별, 업종별로 구체적인 정보교류 및 인프라 구축을 위한 구체적 방안을 수립하여 수행하고 있다.

- 인트라넷, 웹사이트를 통한 안전정보 공유
- 모기업 안전보건활동에 관한 주기적 정보전달(E-mail 등)
- 한국산업안전공단 연계 정보교류 및 자료제공
- 강의 Contents 및 교육훈련 정보의 공동개발(우수 협력사 시상제도)

2) 심층면담현장조사에서 파악된 주요 사례

초점기업의 심층면담현장조사에서 파악된 주요사례는 다음과 같다.

- 환경안전사전평가 운영(공정변경 발생 시 환경/안전/소방 등 분야별 사전 검토 실시)
- 협력업체 Kosha인증 지원, 협력업체 위험성평가 전문가 양성 (무료 사내 교육)
- 페이스메이커 제도 운영 (정기협의체 운영을 통한 자율적 안전역량 강화)
- 기본지키기 서포터즈 운영(사업장 내 마스크 착용/보행안전(보행 중 휴대폰 사용 금지) 준수를 위해 임직원 자발적 참여를 통한 계도활동 실시)
- 국내 사고사례 분석(원인/대응방안) 후 당사 사업장 내 개선 필요사항을 발굴하여 횡전개 실시
- 코로나 19 감염병 확산 예방을 위해 임직원과 상주 협력사 직원의 코로나 19 진료와 검체 채취를 받을 수 있는 선별진료소를 개원하여 검사결과 대기 시간을 단축
- 사전예방 건강관리체계구축
 - JEM(Job Exposure Matrix) 운영 : 공정별 유해요인을 종합한 노출 매트릭

스를 활용해 Data기반 관리체계 정립

- SHE코호트 운영 : 유해요인-질환 추적 모니터링 시스템 운영을 통해 발생할 수 있는 잠재 Risk 및 직업병 예방 실시(장기 조사를 통해 Data 축적 후 작업환경 개선 도출)
- 협력사 SHE컨설팅 사업 운영
 - 원청의 SHE 관리영역의 사회적 책임 및 역할 강화에 따라, 협력사 대상 SHE 컨설팅/지원(운영현황 점검 및 기술지원)실시를 통한 동반성장 실현
 - 작업환경개선 지원 : 사외협력사 컨설팅 결과, 위험도가 높은 사업장에 대해 작업환경 개선비용 지급
- 일환경건강센터 지원
 - 협력사, 지역 중소기업 구성원 대상 직업병 예방 및 산업안전보건 서비스 제공 지원(민간기관 최초의 산업보건 공익센터이며, 당사의 경우 비용 지원)
- 공간안전관리 : 위험을 보는 관점을 공간측면에서 식별
 - 특정 공간의 위험요소가 무엇이고 물적 위험도 및 인적 위험도를 평가할 수 있도록 하고 공간 단위 안전대책을 수립할 수 있도록 현황이 정리되어 있음
- 화학물질 사전평가 시스템을 통해 금지 물질 및 위험성을 사전에 분석하고, 공정 부산물 위험까지 파악하여 관리하며, 환경안전 변경점 평가를 통해 공정 적용 위험성을 사전에 분석하고 안전설계에 반영. 이후 안전설계 반영결과는 설비가동 안전인증을 통해 확인
- 위험작업 시 협력사와 함께 D-1 Risk Inspection 활동을 통해 작업 1일 전까지 현장 위험성평가를 진행하고, 작업 SOP에 Job Safety Analysis를 포함하여 작업 위험성평가 결과가 바로 SOP에 반영되게 하여 안전하게 작업함

- ESH 일반사양서를 제작하여, 설비 발주 시 안전보건 기준을 준수하여 반입되게 하고, 제3자 인증 (S마크, CE, SEMI)을 필수 적용하여 선행 안전관리. 설비 반입 시 설비 가동 안전인증을 통해 재확인
- 화학물질 사전 심사제도 : 구매 전 사전심사를 통해 승인받은 화학물질만 구매/반입 할 수 있는 제도 운영

3) 초점기업에서 수행하고 있는 자발적 프로그램

그 외 초점기업에서 수행하고 있는 기타 자발적 프로그램을 조사하였다. 5개 초점기업에 대한 주요 프로그램은 다음과 같다.

(1) A1사

☐ 프로그램

- 저경력자 작업제한
- 입문 전 안전보건교육 (3hr)

☐ 평가와 보상

- 안전 인센티브 지급(1 ~ N 次)

☐ 전산 등 시스템

- 협의체, 합동/순회점검 기록관리 시스템

☐ 평가를 위한 주요 지표

- 협력사 적격성 평가 지표(지침) 활용 中

(2) A2사

☐ 프로그램

- 협력사 SHE컨설팅 : Gas/Chem, 부품 공급사 등 사외 협력업체 사업장

에 대해 관리역량 향상을 위한 운영현황 점검 및 기술지도

- SHE 역량강화 교육 : 협력업체의 SHE 역량 강화를 위해 현장소장/안전 담당자 대상 산안법, 위험성평가 등의 안전교육 제공
- 작업안전 인증교육 : 사내 작업 전 기본안전교육 및 작업별(밀폐/화학물질 등) 추가교육 이수 완료 후 작업개시 가능한 제도
- 호흡기보호구 FIT-Test : 방진/방독마스크 등 개인 호흡용 보호구 대상 밀착도 검사를 통한 누설여부 및 보호구 착용방법 점검
- 안전보건경영시스템 인증 지원 : 협력사 안전보건관리체계구축 지원을 위한 인증기술 및 비용 지원
- 위험성평가 인정 지원 : 100인 미만 사내협력업체 대상 위험성평가 인정을 위한 교육 지원(위험성평가 담당자, 사업주 교육)

□ 평가와 보상

- 신규적격성평가: 신규거래 협력업체 대상 안전보건관리 역량 평가를 통한 적격 수급업체 선정
 - 정기평가: 사내 협력업체 대상 안전/보건/환경 평가를 통한 안전보건관리역량 검증 실시
- *신규적격성평가 및 정기평가는 1차 대상으로 진행

□ 전산 등 시스템

- 협력업체 SHE Portal 운영 중
- SHE Communication : SHE공지사항/지침/가이드라인/안전보건 정보 공유, 안전보건 업무수행에 대한 협력업체 실적 확인(합동점검 개선결과, 교육 실적 등)
- 안전작업허가 : 안전작업허가서 작성, 협력업체 SHE 평가자료 등록, 작업절차서/위험성평가 등록

- 교육관리 : 안전교육 신청, 교육자료 열람, 동영상 강의 열람 등
- 화학물질 : 신규 화학물질 사전평가 기능

□ 평가를 위한 주요 지표

- 협력사 SHE컨설팅 : 안전/보건/환경분야 별도의 체크리스트를 활용한 평가 실시(총 110개 항목)
- 신규적격성 평가 : 안전/보건/환경분야 별도 체크리스트 활용 평가 실시 (총 21개 항목)하여 기준 미달시 신규 협력사 입찰 제한
- 정기평가 : 사내 도급작업에 대한 안전수준평가실시(SOP/위험성평가 등 총 38개 항목)

(3) A3사

□ 프로그램

- 1차 협력에 대해서 공생협력프로그램 운영:안전보건정보의 회사 인트라 넷 공유, 개인정보보호구 지급

□ 평가와 보상

- 1차 협력업체에 대해서 내부심사 결과는 차기 연도의 계약과 인센티브에 영향을 미침

□ 전산 등 시스템

- HMS(보건관리프로그램): 법규 및 규정정보 MSDS, 화학물질정보, 건강정보, 작업환경정보, 교육자료실, 의료복지물 확인

□ 평가를 위한 주요 지표

- PSM 이행상태
- 인적재해율(RC)

- 보호구 착용
- 정기안전보건교육 실시율
- 안전개선활동을

(4) A4사

□ 프로그램

- 위험작업 협력사 산업안전보건법규 준수 확인 및 기본교육 : 협력사 작업자는 안전보건교육 등 기본적인 산업안전보건법규 준수 서류를 확인한 후 환경안전 교육을 진행하여 이수한 작업자만 작업 가능
- 협력사 CEO 환경안전포럼(주요 위험작업 협력사 CEO 환경안전 포럼 - 분기 1회)
- 상주 협력사 안전보건관리 모델화 사업 추진(안전보건 관리체계의 표준화 및 상향 평준화)
- 상주 협력사 안전보건 평가(반기 1회)
- 외주 협력사, n차 협력사 중 고위험군 샘플링 안전보건 컨설팅 사업 추진

□ 평가와 보상

- 협력사 안전보건 평가 인센티브 포상(협력사 임직원 개인별 250만원-A등급)
- 협력사 CEO 포럼에서 환경안전 우수 협력사 CEO에게 감사패와 부상 지급

□ 전산 등 시스템

- Partners EHS 시스템 운영(컨설팅 결과관리, 환경안전 기준공지, VOC 의사소통, 협의체 일정조율 등)

□ 평가를 위한 주요 지표

- 산업안전보건 법규 준수 항목과 ○○○○플레이 환경안전 기준 준수, 사고 지표 등

(5) A5사

□ 프로그램

- 사내 상주 협력사 안전보건관리 평가

□ 평가와 보상

- 계약검토 시 평가결과 반영(1차)

3-5. 안전보건 매뉴얼

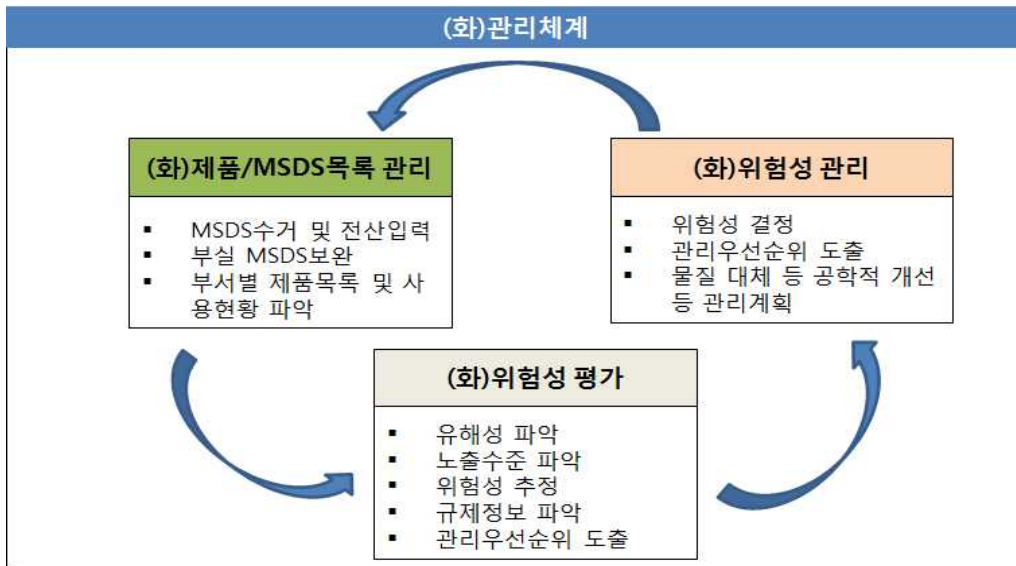
반도체·디스플레이 제조 사업장의 사내에서 작업하는 모든 협력사에 대하여 공통적으로 적용해야 하는 항목으로 구성되어 있으며, 이는 원청사와 협력사가 서로 공동의 노력으로 지켜져야 한다.

공통으로 준수해야 할 내용은 아래와 같다.

☞ 원청사는 사내에서 작업하는 모든 협력사 근로자들에게 작업 중 노출가능한 모든 유해위험 정보에 대하여 작업 전에 공유해야 한다.

- 원청사는 협력사 근로자들에게 발생할 수 있는 모든 유해요인 (화학적 인자, 물리적 인자, 생물학적 인자, 인간공학적 인자, 사회 심리학적 인자 등)에 대해 해당 작업을 시작하기 전에 유해요인의 종류와 위험성에 대해 알려주어야 한다. 특히, 원청사는 화학물질에 대한 위험성 평가를 실시하고

그 결과를 협력사와 공유해야 한다. 화학물질 관리에 대한 개념도는 다음과 같다.



[그림 3-2] 화학물질 관리 개념도

- 원청사와 협력사는 안전보건 협의체를 구성하여 주기적으로 유해요인에 대한 교육과 개선방안에 대하여 논의해야 하며, 이러한 협의체에 대한 논의 결과는 협력사 근로자들에게 반드시 공지되어야 한다.
- 또한 협력사 근로자들이 작업 중 발견한 유해요인에 대하여 협력사 관리감독자들은 의견을 수렴하고 이러한 유해요인이 해결될 수 있도록 협력사 관리감독자는 협의체에서 적극적으로 의견을 개진해야 한다.
- 원청사는 협력사 근로자들의 작업구역에 대하여 주기적으로 현장점검을 실시해야 하며, 불합리한 요소에 대하여 시정조치 요구 및 개선 조치를 해야 하며, 이 때 협력사 근로자들의 의견을 적극적으로 반영해야 한다.

☞ 원청사는 상주협력사의 모든 작업절차(SOP : Standard Operation Procedure)가 산업보건관점에서 유해요인이 적절하게 관리될 수 있는 절차로 구성되어 있는지를 확인해야 한다.

- 원청사가 제공한 SOP에 대하여 협력사 근로자들이 적절하게 수행하고 있는지 원청사는 주기적으로 관리감독 해야 한다. 이는 원청사의 EHS팀과 실제 작업을 주관하는 원청사의 현업부서와의 유기적인 협조체계가 필요하다.
- 원청사가 대략적인 작업표준절차 작성 기준(Guideline)을 주고 협력사가 직접 SOP를 작성한 경우 원청사는 그 SOP가 산업보건 관점에서 유해요인이 적절하게 관리될 수 있도록 작성되었는지 확인해야 한다.
- 원청사가 협력사 작업표준절차 작성 기준(Guideline)을 제공할 경우 협력사 근로자들이 작업 중 발생가능한 모든 유해요인을 사전에 발굴하고 이를 작업표준절차 작성 기준(Guideline)에 표기해야 한다.



[그림 3-3] 협력사 작업표준절차 작성 및 관리절차

☞ 협력사 근로자는 작업 전에 해당 작업절차에 대하여 충분히 숙지하고 있어야 한다.

- 협력사 근로자는 본인이 작업하는 작업절차 및 작업 중 발생 가능한 유해 요인에 대하여 교육 받는 내용에 대해 충분히 숙지하고 있어야 한다.
- 협력사 근로자는 교육 내용이 이해가 되지 않거나, 숙지가 충분히 되지 않았을 경우 관리감독자에게 재교육을 요청해야 하며, 관리감독자는 이에 대한 재교육을 실시해야 한다.
- 협력사 관리감독자가 재교육에 필요한 정보가 부족할 경우 원청사에 요청해야 하며 원청사는 이를 적극적으로 반영해 줘야 한다.

☞ 상주협력사는 원청사에서 요구하는 모든 산업보건 조치사항들을 지켜야할 의무가 있으며, 만일 지키기 어려운 조치사항에 대해서는 그 이유와 개선 방안에 대해 원청사에 적극적으로 요구해야 한다.

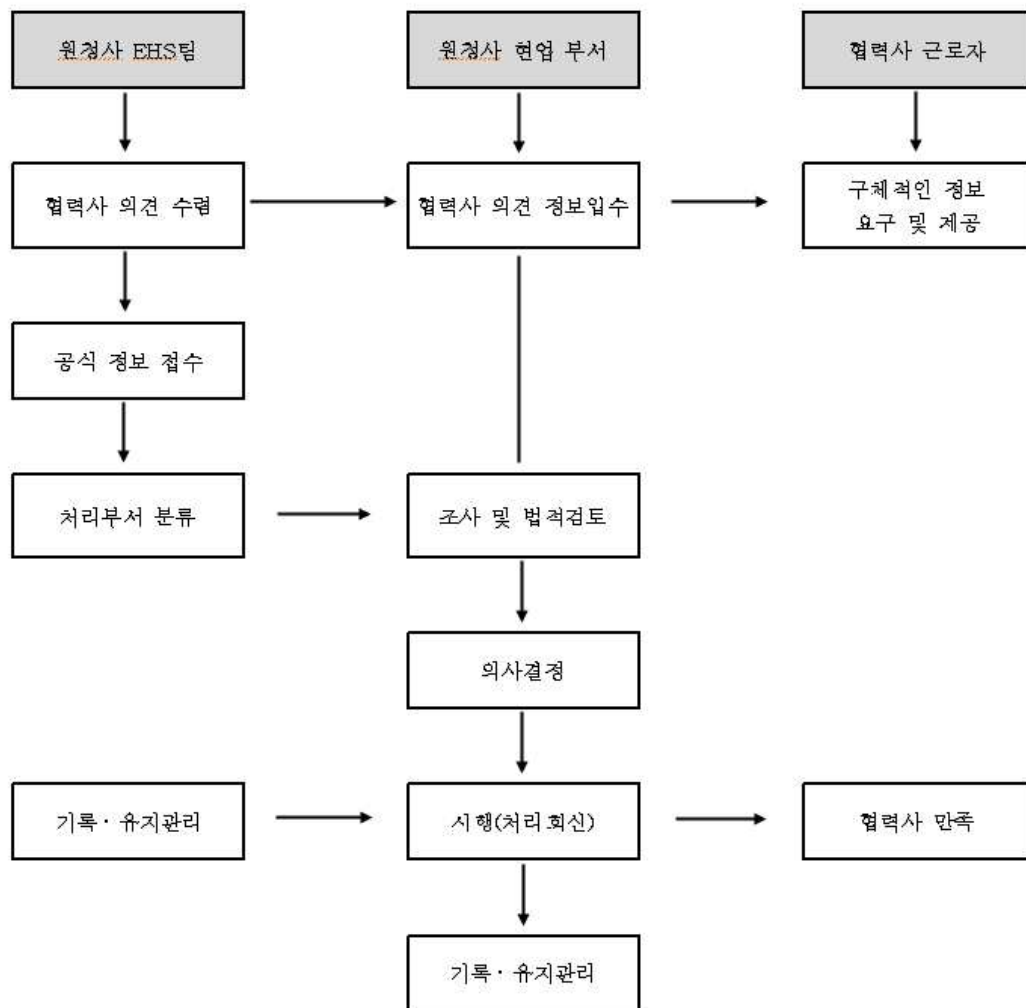
- 협력사 관리감독자는 원청사에서 제공하는 유해요인 조치사항들을 협력사 근로자들에게 빠짐없이 제공해야 하며, 이에 대하여 협력사 근로자들이 작업 중 준수하고 있는지 확인해야 한다.
- 협력사 근로자들은 원청사로부터 제공받은 유해요인 조치사항에 대하여 현실적으로 지키기 어려운 조건이 발생할 경우 지체 없이 관리감독자에게 보고해야 하며, 관리감독자는 원청사에 이를 알려야 한다.
- 협력사 자체적으로 개선이 어려운 경우 원청사는 이를 개선할 수 있도록 적극적으로 협조해 줘야 한다.

☞ 원청사는 상주협력사의 필요한 작업환경 개선요구에 대하여 최대한 협조해야 하며, 개선 조치가 어려울 경우 그 사유에 대해 협력사와 최대한 공유해야 한다.

- 원청사는 협력사가 요청한 개선사항에 대하여 접수하고 이에 대한 조치 결과를 협력사에 알려주어야 한다.
- 만일, 개선조치가 어렵거나, 기간이 오래 걸리는 경우 그 사유와 대안조치에 대하여 협력사 근로자에게 알려주어야 한다.
- 원청사는 협력사의 의견을 접수하고 그 결과를 회신할 수 있는 내부 프로세스를 갖추고 있어야 한다.
- 원청사는 협력사와의 의사소통에 관한 프로세스를 갖추고 있어야 하며,

이러한 프로세스는 사내 정식 표준으로서 관리되어야 한다.

- 원청사는 협력사와의 사내 정식 의사소통 프로세스를 협력사에게도 공지하고 이를 적극적으로 안내해야 한다.



[그림 3-4] 협력사 의사소통 관리절차서 예시

☞ 원청사는 협력사 업무에 대한 점검(AUDIT) 시 실행문서 확인과 더불어 관리자 및 현장 근로자들과의 인터뷰(Interview)를 통하여 실질적인 조치 사항들의 이행여부를 확인해야 한다. (외국지사 우수사례)

- 원청사는 협력사의 업무실행에 대한 점검평가 시 협력사 근로자들이 실제로 노출되는 유해인자에 대한 인식도 및 올바른 작업방법, 교육 상태 등을 협력사 관리자 및 근로자들의 인터뷰 등을 통하여 실제로 현장에서 올바르게 인식이 되고 활용되고 있는지를 주기적으로 파악해야 한다.
- 협력사 관리자 및 근로자는 원청사의 점검평가(AUDIT) 시 실제 행하고 있는 사실에 대하여 가감 없이 알려주어야 하며, 본인의 평가를 개선의 전환점으로 생각하고 작업방법이나 개선이 필요한 점, 본인의 부족한 점에 대하여 솔직하게 응답해야 한다.
- 원청사는 협력사 점검평가의 결과를 협력사에게 알려줘야 하며, 이에 대한 보완사항에 대한 개선을 위하여 원청사와 협력사가 함께 해결할 수 있도록 공동으로 노력해야 한다.

☞ 원청사와 협력사 관리자는 근로자가 호흡용 보호구를 착용할 경우 호흡용 보호구가 얼굴에 잘 맞는지, 올바른 방법으로 착용되었는지 주기적으로 밀착도 검사를 실시해야 한다.

- 착용자의 얼굴에 맞는 호흡용 보호구를 선정하고, 올바른 방법으로 착용했는지를 판단하기 위하여 정성 밀착시험을 하여야 하며, 밀착시험은 착용자가 적어도 1년 1회 이상 실시토록 한다.
- 근로자가 호흡위험구역으로부터 적절히 보호되고 있다는 것을 확인하기

위하여 안면부가 있는 호흡용 보호구를 착용한 후 호흡위험구역에 들어가
고자 할 때에도 사전에 안면부의 밀착성을 검사한다.

☞ 작업장 주변에 있는 비상장치(비상샤워장치 등)의 사용방법 및 비상대피로
를 숙지하여 추가 사고의 확산을 방지하고, 안전하게 대피할 수 있어야 한
다.

- 원청사는 협력사 작업장 주변에 있는 비상샤워장치 등 유사 시 사용할 장
치가 있는 위치 정보와 사용방법, 그리고 비상대피로 등에 대하여 협력사
에 알려주어야 한다.
- 협력사 관리자 및 근로자는 원청사에서 제공한 비상 장치의 사용방법과
위치정보를 알고 있어야 하고 작업장 비상대피로를 작업 전에 숙지하고
있어야 한다.
- 비상대피로(안내도)에는 비상대피로 확인 시 현재위치를 표기하여 유사시
빠른 대피가 될 수 있도록 해야 하며, 대피방법 및 소화기(화학물질 누출
시 처리제 등)의 사용방법 등을 함께 표기하여 추가 위험 확산에 대비해
야 한다.

IV. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스

4-1. 매트릭스의 구성

○ 매트릭스 구축 방법

전자산업의 매트릭스 구축은 우선 직무 및 공정별 사용하는 화학물질 선정을 위해 다양한 자료를 고찰하였다. 우선 고용노동부의 산업재해 현황, 안전보건공단의 작업환경측정 결과 및 근로자 건강진단결과 데이터베이스, 작업환경 실태조사결과 등에 대한 정보를 확인하였다. 그러나 모두 표준산업분류표를 활용하여 자료를 추출해야 하기 때문에 직무 및 공정에 대한 자료가 전자산업을 대표하기에 타당하지 않다고 생각하여 활용하지 않기로 결정하였다.

그 이후 전자산업과 관련하여 수행된 다양한 보고서, 학술지 및 전문서적 등을 확인한 결과 안전보건공단에서 반도체 및 LCD 산업을 대상으로 수행하여 공정별 사용 또는 노출가능성이 있는 화학물질 정리한 자료가 가장 정확한 정보라고 판단하여 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스의 템플릿으로 활용하기로 하였다.

전자산업에서 사용되는 화학물질을 기반으로 구축된 매트릭스에 ① 발암성, 생식독성, 생식세포 변이원성의 등급, ② 노출기준의 수준에 따른 등급, ③ 화학물질 노출 근로자와 노출 가능성 등급, ④ 화학물질 사용량과 노출 가능성 등급, ⑤ 화학물질 법적 규제수준과 노출 가능성 등급, ⑥ 직업병 발생수준과 등급, ⑧ NFPA 보건에 대한 등급을 활용하여 정보를 구축하였다.

<표 4-1> 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분

항목	구성		
발암성	· 고용노동부, IARC ACGIH 등의 발암성 구분에 따라 4등급으로 분류		
	CMR* 유해성 구분	기관 및 구분	GHS 구분
	1	IARC 3, ACGIH A4	-
	2	MoEL 2, IARC 2B, ACGIH A3	2
	3	MoEL 1B, IARC 2A, ACGIH A2	1B
	4	MoEL 1A, IARC 1, ACGIH A1	1A
노출기준	· 입자 및 가스상물질에 따라 노출기준을 4등급으로 구분		
	유해성 구분	입자상 물질 (mg/m ³)	가스상 물질(ppm)
	1	1 - 10이상	50-500이상
	2	0.1 - 1	5 - 50
	3	0.01 - 0.1	0.5 - 5
	4	0.01이하	0.5이하
노출 근로자	· 노출근로자 수를 4등급으로 구분		
	노출가능성 구분	노출 근로자 수준	
	1	10명 ≥ 노출(취급) 근로자 수	
	2	10명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 100명	
	3	100명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 1,000명	
	4	1,000명 < 노출(취급) 근로자 수	
화학물질 사용량	· 화학물질 사용량을 4등급으로 구분		
	노출가능성 구분	사용량 범위	
	1	1 ton ≥ 사용량	
	2	1 ton < 사용량 ≤ 100	
	3	100 ton < 사용량 ≤ 1,000	
	4	1,000 ton < 사용량 ≤ 5,000	
법적 규제수준	· 법적 규제 수준을 4가지로 구분		
	규제수준 구분	화학물질 법적 규제 수준	
	1	국내 또는 ACGIH에 직업적 노출기준이 설정되어 있는 경우	
	2	관리대상물질 또는 측정, 특수건강진단 대상 물질인 경우	
	3	허용기준 대상물질 또는 특별관리물질인 경우	
	4	금지 및 허가대상물질 또는 특별관리대상물질인 경우	

항목	구성	
직업병 발생수준	· 직업병 발생수준을 4가지로 구분	
	직업병 구분	직업병 발생 수준
	1	업무상 질병이 발생되지 않았거나 또는 보고되지 않은 경우
	2	근로자 건강진단 상 D ₁ 이 발생된 물질
	3	역학조사위원회에 상정된 화학물질
	4	업무상 질병으로 인정된 화학물질
NFPA 보건 구분	· NFPA 보건의 5단계 구분으로 4가지로 구분	
	보건 등급 구분	NFPA 등급
	1	보건위험성 1등급 이하(0등급 포함)
	2	보건위험성 2등급
	3	보건위험성 3등급
	4	보건위험성 4등급

* CMR : Carcinogenesis(발암성), Mutagenesis(생식세포 변이원성), Reproductive toxicity(생식독성)

○ 발암성, 생식독성 및 생식세포 변이원성물질의 등급 구분

발암성의 경우 최근 사회적으로도 이슈화되고 있고 그 분류를 명확히 하기 위한 참고자료로서 아래와 같은 표를 참고하였으며 이는 미국표준기구인 ANSI Z129.1의 자료를 활용하였다.

<표 4-2> 발암성물질의 등급 구분

발암성 구분	기관 및 구분	GHS 구분	발암성 분류
1	IARC 3, ACGIH A4	-	· 불확실(Uncertainty)
2	MoEL 2, IARC 2B, ACGIH A3	2	· 발암성의심물질(Possible Cancer Hazard-May cause cancer based on animal data)
3	MoEL 1B, IARC 2A, ACGIH A2	1B	· 발암성추정물질(Suspect Cancer Hazard-May cause cancer)
4	MoEL 1A,	1A	· 인간발암성확인물질(Cancer Hazard-Can cause

	IARC 1, ACGIH A1		cancer)
--	---------------------	--	---------

* IARC ; 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC), ACGIH ; 미국산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists), NTP ; 미국독성프로그램(National Toxicology Program), EPA ; 미국환경보호국(US Environment Protection Agency), OSHA ; 미국산업안전보건청(American Occupational Safety & Health Administration)

생식독성 및 생식세포 변이원성은 고용노동부 고시 및 EU CLP상의 구분을 활용하여 4가지 등급으로 구분하였다.

<표 4-3> 생식독성 및 생식세포 변이원성 물질의 등급 구분

생식독성 및 변이원성 구분	기관 및 구분	GHS 구분	생식세포 변이원성 및 생식독성 분류
1	기타	-	· 불확실(Uncertainty)
2	MoEL 2, Eu CLP 3	2	· 생식독성 및 생식세포 변이원성 의심물질
3	MoEL 1B, Eu CLP 2	1B	· 생식독성 및 생식세포 변이원성 추정물질
4	MoEL 1A, Eu CLP 1	1A	· 생식독성 및 생식세포 변이원성 확인물질

○ 직접적 노출기준의 수준에 따른 등급 구분

노출기준의 수준의 분류는 영국보건안전청(Health and Safety Executive, HSE)에서 시행하는 Control Banding 사업의 일환인 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health)에서 분류하고 있는 저농도에서 고농도까지 아래 표와 같이 5개 유해 구분으로 구성하였다(이권섭 등, 2009년 재인용).

<표 4-4> 화학물질 노출기준에 따른 유해성 구분

유해성 구분	노출기준의 수준		위해성 간격 구분
	입자상 물질 (mg/m ³)	가스상 물질(ppm)	
1	1 - 10이상	50-500이상	· 가역적인 건강상의 영향이 알려지지 않았거나 조금 있는 경우 · 건강상의 영향이 의심되는 경우
2	0.1 - 1	5 - 50	· 가역적인 건강상의 영향이 있는 경우
3	0.01 - 0.1	0.5 - 5	· 심각한 가역적인 건강상의 영향이 있는 경우
4	0.01이하	0.5이하	· 비가역적인 건강상의 영향이 있는 경우
5	취급과 발생을 가능한 억제하고 특별한 대책이 필요		· 인간에게 확인된 발암물질 · 생명을 위협하거나 치명적인 상해나 질병에 대한 영향이 있는 경우

※ 자료원 : AIHA, HSE Hazard group

○ 화학물질 노출 근로자와 노출 가능성 등급 구분

전자산업에서 취급하는 화학물질에 대한 노출 근로자 수가 많다는 것은 노출에 대한 위험성이 크다는 것을 의미한다. 노출 근로자 수 파악은 고용노동부 및 한국산업안전보건공단의 제조업체 작업환경 일제조사 등의 자료를 활용하였으며 이는 미국산업위생학회에서 제시하는 바와 같이 4개로 노출가능성을 구분하였다.

<표 4-5> 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분

노출가능성 구분	노출 근로자 수준
1	10명 ≥ 노출(취급) 근로자 수
2	10명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 100명
3	100명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 1,000명

4	1,000명 < 노출(취급) 근로자 수
---	-----------------------

※ 자료원 : AIHA, Exposure assessment strategies committee

다만, 2019년 작업환경실태조사결과, 근로자 건강진단결과, 작업환경측정결과
의 표준산업분류에 전자업종 이외의 사업장에 대한 정보가 다수 포함되어 부정
확한 정보를 이유로 등급을 결정하는 자료에는 포함하지 않았다.

○ 화학물질 사용량과 노출 가능성 등급 구분

화학물질의 사용량이 많은 것은 전자산업에 간접적인 노출에 기여할 수 주
요한 요인이다. 화학물질의 사용량은 고용노동부 및 한국산업안전보건공단의
제조업체 작업환경 일제조사 등의 자료를 활용할 수 있으며 사용량에 따른 노
출 가능성은 이권섭 등(2009)이 사용한 방법을 응용하여 5가지로 구분하였다.

<표 4-6> 화학물질 사용량과 노출가능성 구분

노출가능성 구분	사용량 범위
1	1 ton ≥ 사용량
2	1 ton < 사용량 ≤ 100
3	100 ton < 사용량 ≤ 1,000
4	1,000 ton < 사용량 ≤ 5,000
5	5,000 ton < 사용량

화학물질 사용량의 경우에도 2019년 작업환경실태조사 결과에 전자업종 이
외의 사업장에 대한 정보가 다수 포함되어 역시 등급을 결정하는 자료에는 포
함하지 않았다.

○ 화학물질 법적 규제수준과 노출 가능성 등급 구분

산업안전보건법 상 화학물질의 법적 규제수준에 대한 부분도 유해성·위험성
평가 결과 그 화학물질을 타당하게 구분하는데 주요한 역할을 할 수 있다. 산

업안전보건법에서 화학물질관리 체계는 제조 등의 금지, 허가대상 유해물질, 관리대상 유해물질(특별관리대상물질 포함), 건강수첩 관리대상물질, 작업환경측정 및 특수건강진단 대상물질, 노출기준 대상물질 등으로 구분될 수 있다. 전자사업에서 사용하는 화학물질을 법적 규제 우선순위에 따라 1단계에서 4단계로 구성하였다.

<표 4-7> 화학물질 법적 규제 수준과 구분

규제수준 구분	화학물질 법적 규제 수준
1	우리나라 또는 ACGIH에 직업적 노출기준이 설정되어 있는 경우
2	관리대상 유해물질 또는 작업환경측정, 특수건강진단 대상 물질인 경우
3	허용기준 대상물질인 경우
4	금지 및 허가대상물질 또는 특별관리물질인 경우

※ 자료원 : 작업환경 허용기준 도입을 위한 유해물질 선정 및 허용기준 수준에 관한 연구

○ 직업병 발생수준과 등급 구분

전자산업의 경우 화학물질로 인하여 직업병이 발생하는 경우는 산업재해가 유일하다. 따라서 업무상 질병으로 인정된 화학물질을 목록화 하였다. 또한 안전보건공단에 역학조사를 의뢰한 안건의 경우 그 유해성·위험성을 무시할 수 없다 평가 결과 적정 수준으로 구분하는데 있어 상당히 많은 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서, 노영만 등(2006)의 연구에서 활용한 직업병 발생 수준에 따른 구분을 인용하여 국내외에서 직업병이 발생된 경우는 구분 4로, 직업병이 발생되지 않은 경우는 1로 구분하는 등 총 4개의 항목으로 구성하였다.

<표 4-8> 직업병 발생 수준과 구분

직업병 구분	직업병 발생 수준
1	업무상 질병이 발생되지 않았거나 또는 보고되지 않은 경우

2	근로자 건강진단 상 D ₁ 이 발생된 물질
3	역학조사위원회에 상정된 화학물질
4	업무상 질병으로 인정된 화학물질

※ 자료원 : 작업환경 허용기준 도입을 위한 유해물질 선정 및 허용기준 수준에 관한 연구

○ NFPA 보건에 대한 등급 구분

미국화재예방협회(National Fire Protection Association, NFPA)은 물질의 유해 위험성을 건강(Health), 불안정성/반응성(Instability/Reactivity)로 구분하여 0~4까지 점수를 부여한 것으로 숫자가 클수록 유해위험성이 높다는 것을 의미한다. 이중 전자업종의 경우 보건 분야만을 한정해서 4개 항목으로 구성하였다.

<표 4-9> NFPA 보건에 대한 수준과 구분

보건 등급 구분	NFPA 구분
1	보건위험성 1등급 이하(0등급 포함) 노출에 의하여 작은 상해가 남을 정도의 물질 노출 시 경미한 상해가 남을 정도의 물질 노출 시 경미한 부상을 유발할 수 있음
2	보건위험성 2등급 계속적 노출 상태에서 상해 가능성이 있는 물질 만성적 접촉이 아닌 지속적 혹은 일반적 접촉으로 일시적 장애나 부상을 유발할 수 있음
3	보건위험성 3등급 짧은 시간의 노출 후 일시적 상해를 남기는 물질 매우 짧은 신체적 노출로도 일시적 혹은 만성적 부상을 야기 할 수 있음
4	보건위험성 4등급 아주 짧은 시간의 노출 후 사망 혹은 심한 상태를 남기는 물질 매우 짧은 신체적 노출로도 사망 혹은 심각한 부상을 야기할 수 있음

4-2. 공정별 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 등급구분

○ 화학물질관리 구분

전자산업에 종사하는 근로자의 건강보호를 위하여 취급하는 화학물질에 대한 자체적인 등급을 마련하여 그 구분에 따라 관리하는 것이 바람직하다. 전자산업에서 사용되는 화학물질의 관리구분을 크게 고유해물질, 유해물질, 관리물질 및 일반물질로 구분하였으며, 매트릭스는 관리 구분에 따른 색깔은 빨간색, 노란색, 흰색 및 녹색으로 하였다.

본 연구에 따른 화학물질 등급 구분은 연구자들의 권장 의견으로 전자산업 안전보건 관리모델 보급용으로 사용할 예정이며, 전자산업의 경우 자사의 여러 상황을 감안하여 그 기준을 조정하여 사용할 수 있다.

고유해물질의 경우 근로자에게 직업성 암 등 심각한 건강상의 심각한 장애를 유발할 수 있는 물질로서 고용노동부 산업안전보건법 상 금지대상 물질, 허가대상 물질과 환경부 화학물질관리법상 금지물질, 제한물질을 대상으로 하였고, 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성물질은 고용노동부, IARC, NTP, OSHA, NIOSH, ACGIH, EU 등의 기관에서 인체 발암물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 1A, 1B에 해당하는 물질로 하였다.

유해물질은 근로자에게 직업성 암 등 심각한 건강상의 장애를 일으킬 수 있어 사업장 내 도입 및 사용을 제한하는 물질로서 고용노동부 산업안전보건법 상 허용기준 대상 물질, 특별관리물질과 환경부 화학물질관리법상 허가물질을 대상으로 하였고, 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성물질은 고용노동부, IARC, NTP, OSHA, NIOSH, ACGIH, EU 등의 기관에서 인체 발암 가능물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 2에 해당하는 물질 등을 대상으로 하였다.

관리물질과 일반물질에 대한 정의와 분류기준을 아래 <표 4-10>을 참고한다.

<표 4-10> 전자산업 화학물질 등급 구분 체계

관리 구분	종류	내용
고유해물질(Red)	물질 정의	근로자에게 직업성 암 등 심각한 건강상의 장애를 일으킨다고 알려져 전자산업 내 도입 및 사용을 제한하여야 하는 물질
	법률 규제대상물질	고용노동부 산업안전보건법 상 금지대상 물질, 허가대상 물질
	발암성, 변이원성, 생식독성물질	- 고용노동부, IARC 등의 기관에서 인체 발암물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 1A, 1B에 해당하는 물질 - 고용노동부의 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 1A, 1B 물질 - IARC Group(1, 2A), NTP(K, R), ACGIH(A1, A2)허가대상물질(31종)
유해물질(Yellow)	기타	- 업무상 질병으로 인정된 화학물질 - 보건위험성 4등급 - 노출기준 : 입자상 물질 (mg/m³) 0.01이하, 가스상 물질(ppm) 0.5이하
	물질 정의	근로자에게 직업성 암 등 건강상의 장애를 일으킬 수 있어 전자산업 내 도입 및 사용 시 상당한 주의가 필요한 물질
	법률 규제대상물질	고용노동부 산업안전보건법 상 허용기준 대상 물질, 특별관리물질
관리물질(White)	발암성, 변이원성, 생식독성물질	- 고용노동부, IARC, ACGIH 등의 기관에서 인체 발암 가능물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 2에 해당하는 물질 - 고용노동부의 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 2 물질 - IARC Group(2B), ACGIH(A3) 물질

관리 구분	종류	내용
	기타	· 역학조사위원회 상정 물질 · 보건위험성 3등급 · 노출기준 : 입자상 물질 (mg/m^3) 0.01~0.1, 가스상 물질(ppm) 0.5~5
일반물질(Green)	물질 정의	· 고유해물질, 유해물질에는 포함되지 않지만 근로자에게 건강상 유해한 물질로 전자산업 사업장의 관리가 필요한 물질

4-3. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스 분류 결과

○ 발암성, 생식독성 및 생식세포 변이원성물질의 유해성 등급

반도체 웨이퍼 가공라인의 발암성 구분 1A 물질은 Arsenic(비소), Benzene(벤젠), Sulfuric acid(황산 미스트), Ethanol(에탄올, 음주에 한함)으로 확인되었다. 본 결과에는 발암성, 생식독성 및 생식세포 변이원성물질의 유해성 3등급 및 4등급만 수록하고 전문은 별첨으로 제공하고자 한다.

<표 4-11> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 발암성 등 구분

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	CMR* 구분			CMR 등급
		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Arsenic(비소)	이온주입 공정	1A	-	-	4
Benzene(벤젠)	포토공정 발생가능	1A	2	1B	4
Carbon monoxide(일산화탄소)	건식식각	-	1A	-	4
Ethanol(에탄올)	포토(PR 용제)	1A*	1A*	1B*	4
2-Methoxy-1-propyl acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로필 아세테이트)	포토(PR 용제)	-	1A	-	4

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	CMR* 구분			CMR 등급
		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
로필아세테이트)					
Nitrous oxide(아산화질소)	확산, 증착(CVD)	-	1A	-	4
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	1A(강산 미스트)	-	-	4
N,N-Dimethyl-ac etamide(DMAc)(N ,N-디메틸 아세트아미디	포토(회석제)	-	1B	-	3
2-Ethoxyethanol(2-에톡시에탄올)	포토(PR 용제)	-	1B	-	3
Ethyl benzene(에틸벤 젠)	포토(PR 용제)	2	1B	-	3
Ethylene glycol(에틸렌글 리콜)	건식식각, CVD, 이온주입(과 거 6인치)	-	1B	-	3
2-Methoxy-1-pro panol(P-PGME)(2 메톡시-1-프로판 올)	포토(PR 용제)	-	1B	-	3
Xylene(크실렌)	포토(PR 용제)	-	1B	-	3

* CMR : Carcinogenesis(발암성), Mutagenesis(생식세포 변이원성), Reproductive toxicity(생식독성)

또한 반도체 칩 조립라인의 발암성 구분 1A에 해당하는 물질로는 Benzene (벤젠), Crystalline Silica(Quartz)(산화규소결정체, 석영), Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리 스토바라이트), Ethylene oxide(산화에틸렌), Sulfuric acid(황산)로 정리되었다.

<표 4-12> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 발암성 등 구분

물질명(영문명)		CMR 구분			CMR 등급
		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Benzene(벤젠)	몰드공정 등	1A	2	1B	4
Crystalline Silica(Quartz)(산화규소 결정체, 석영)	칩 접착, 몰드공정	1A	-	=	4
Crystalline Silica(Cristobalite)(산화 규소결정체, 크리 스토바라이 트)	칩 접착, 몰드공정	1A	-	=	4
Ethanol(에탄올)	조립라인 전바(세척제)	1A(음주)	1A(음주)	1B(음주)	4
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더볼부착 공정 등	1A	1B	1B	4
Formaldehyde(포름알 데히드)	몰드공정 등	1A	-	2	4
Sulfuric acid(황산)	도금공정	1A	-	=	4
Trichloroethylene(트리 클로로에틸렌)	칩접착 몰드공정 등	1A	1B	2	4
Antimony trioxide(삼산화안티몬)	몰드공정	2	1B	=	3
N,N-Dimethyl formamide(DMF)(N,N- 디메틸 포름아미드)	몰드공정 등	-	1B	2	3
Ethyl benzene(에틸벤젠)	몰드공정 등	2	1B	=	3
Methanol(메탄올)	도금공정	-	1B	=	3
Phenol(페놀)	몰드공정 등	-	1B	2	3
Tetrachloroethylene(테 트라클로로에틸렌)	칩 접착, 몰드, 오프트 공정 등	1B	2	=	3
Xylene(크실렌)	몰드공정 등	-	1B	=	3

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 발암성 구분 1A의 화학물질은 황산(강산 미스트) 1종이 있었고, 생식독성물질로 아산화질소가 해당되었다.

<표 4-13> LCD반도체 박막트랜지스터 공정 화학물질의 발암성 등 구분

화학물질		용도 (LCD 공정)	CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Nitrous oxide	아산화질소	CVD	-	1A	-	4
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	A1 (강산미 스트 에 한정)	-	-	4
Titanium	티타늄	Sputter	2B (IAR C)	-	-	3
Boron trichloride	삼염화붕소	Dry ETCH	-	1B (EU CLP)	-	3
Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	Stripper	-	1B	-	3
Diethylene glycol monoethyl ether(Carbitol)	디 에틸렌 글리콜 모노 에틸 에테르(카르 비톨)	Stripper	-	-	2	2
N-Methyl formamide; Monomethylform amide	N-메틸 포름아미드	Stripper	-	1B (EU CLP)	-	2
2-Hydroxyethyla mine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	-	2	-	2

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 화학물질 중 발암성 1A 해당물질은 니켈 가용성 및 불용성 무기화합물 1종이 해당되었다.

<표 4-14> LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 발암성 등 구분

화학물질		CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명	발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H, 5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노 랑	1A (니켈가용 성및불용 성무기화 합물)	-	-	4
Cyclohexanone	시클로 헥사논	2	2	2	2
2-Butoxyethanol	2-부톡시 에탄 올	2	2	-	2
Carbon black	카본블랙	2	-	-	2

그리고 LCD 사업장의 액정 공정의 화학물질 중 발암성 1A 해당물질은 역시 니켈 가용성 및 불용성 무기화합물이 있었다.

<표 4-15> LCD반도체 액정 공정 화학물질의 발암성 등 구분

화학물질		CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명	발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Nickel	니켈	1A	-	-	4
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리 콜	-	1B	-	3
2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	2	2	-	2

화학물질		CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명	발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Gamma-Butyrolactone	감마 부티로락톤	-	-	2	2
2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	-	2	-	2
2-Propanol	이소프로필알콜	-	2	-	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정의 화학물질 중 발암성 1A 해당물질은 없는 것으로 확인되었다. 다만 아세톤은 생식독성 구분 2, 카본블랙은 발암성 구분 2에 해당되었다.

<표 4-16> LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 발암성 등 구분

화학물질		용도 (LCD 공정)	CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Acetone	아세톤	모듈공정		2		2
Carbon black; Acetylene black	카본블랙	모듈공정	2	-	-	2

○ 노출기준의 수준에 따른 등급 구분

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하고 있는 화학물질을 노출기준에 따라 유해성을 구분한 결과 등급 4에 해당하는 가장 유해한 물질은 Arsine(아르신, 삼수소화비소), Arsenic(비소), Benzene(벤젠), Chlorine trifluoride(삼불화염소), Diborane(디보란), Hydrogen fluoride(불화수소, 불산), Ozone(오존), Phosphine(포스핀) 8종이 해당되었다.

<표 4-17> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분

국문명 (영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	0.005	0.005	ppm	4
Arsenic(비소)	이온주입 공정	0.01	0.01	mg/m ³	4
Benzene(벤젠)	포토공정 발생가능	1	0.5	ppm	4
Chlorine trifluoride(삼불화염 소)	증착(CVD, PVD)	C 0.1	C 0.1	ppm	4
Diborane(디보란)	CVD	0.1	0.1	ppm	4
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	0.5	0.5	ppm	4
Ozone(오존)	건식식각, CVD	0.08	0.05-0.2 (작업에 따라)	ppm	4
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	0.3	0.3	ppm	4
Phosphorus oxychloride(옥시염 화인)	확산	0.1	0.1	ppm	4
Boron tribromide(삼브롬화 붕소)	확산	C1	C1	ppm	3
Boron trifluoride(삼불화붕 소)	확산, 이온주입	C1	C1	ppm	3
Catechol(카테콜)	포토(PR 제거)	5	5	ppm	3
Chlorine(염소)	건식식각, 이온주입(과거 6인치)	0.5	0.5	ppm	3
Ethanolamine(에탄 올아민)	습식식각(PR 제거), 포토	3	3	ppm	3
2-Ethoxyethanol(2- 에톡시에탄올)	포토(PR 용제)	5	5	ppm	3
Fluorine(불소)	확산, 포토	0.1	1	ppm	3

국문명 (영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Hydrogen bromide(브롬화수소)	건식식각	C2	C2	ppm	3
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	1	C2	ppm	3
Hydrogen peroxide(과산화수 소)	습식식각, wet cleaning	1	1	ppm	3
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	2	2	ppm	3

또한 반도체 칩 조립라인의 노출기준 구분에 따른 유해성 구분 4에 해당하는 물질은 Benzene(벤젠), Crystalline Silica(Quartz)(산화규소결정체, 석영), Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리스토파라이트), Formaldehyde(포름알데히드) 4종인 것으로 확인되었다.

<표 4-18> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Benzene(벤젠)	몰드공정 등	1	0.5	ppm	4
Crystalline Silica(Quartz) (산화규소결정체, 석영)	칩 접착, 몰드공정	0.05 (호흡성)	0.025 (호흡성)	mg/m ³	4
Crystalline Silica(Cristobalite) (산화규소결정체, 크리스토파라이트)	칩 접착, 몰드공정	0.05(호흡 성)	0.025(호 흡성)	mg/m ³	4
Formaldehyde (포름알데히드)	몰드공정 등	0.5	C0.3	ppm	4

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Antimony trioxide (삼산화안티몬)	몰드공정	0.5	0.5	mg/m ³	3
Cresol (크레졸)	몰드공정	5(22)	20	ppm(mg/ m ³)	3
Ethanolamine (에탄올아민)	몰드공정	3	3	ppm	3
Ethylene oxide (산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더불부착 공정등	1	1	ppm	3
Hydrogen peroxide(과산화수소)	도금공정	1	1	ppm	3
Nitric acid(질산)	도금공정	2	2	ppm	3
Phenol(페놀)	몰드공정 등	5	5	ppm	3

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 노출기준 유해성 구분결과 4에 해당하는 유해한 물질은 포스핀과 염소로 나타났다.

<표 4-19> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	CVD	0.3	0.3	ppm	4
Chlorine	염소	Dry ETCH	0.5	0.5	ppm	4
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	1	2	ppm	3
Nitric acid	질산	Wet ETCH	2	2	ppm	3

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	5 (22)	5	ppm (mg/ m ³)	3
2-Hydroxyethylamine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	3	3	ppm	3
Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	CVD	0.3	0.3	ppm	4
Chlorine	염소	Dry ETCH	0.5	0.5	ppm	4
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	1	2	ppm	3
Nitric acid	질산	Wet ETCH	2	2	ppm	3
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	5 (22)	5	ppm (mg/ m ³)	3
2-Hydroxyethylamine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	3	3	ppm	3

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 노출기준에 따른 유해성을 구분한 결과 4에 해당하는 화학물질은 없는 것으로 확인되었다.

<표 4-20> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Propylene glycol methyl	프로필렌 글리콜	컬러필터	100	50	ppm	2

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
ether	메틸 에테르					
Cyclohexanone	시클로 헥사논	컬러필터	25	20	ppm	2
2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	컬러필터	20	20	ppm	2
Nickel, 5,5'-azobis-2, 4,6(1H,3H,5H) -pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	컬러필터	0.2, 니켈(불 용성무 기화합 물)	0.2 , Nickel soluble inorganic compounds	mg/m ³	2
Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	컬러필터	1.0	-	mg/m ³	2

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 화학물질을 노출기준의 유해성으로 구분한 결과 4에 해당하는 물질은 없었다.

<표 4-21> LCD 액정 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	액정공정	20	20	ppm	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정의 화학물질 중에서 노출기준 등급 4에 해당하는 물질은 없었으나 은, 구리 및 주석은 3등급으로 나타났다.

<표 4-22> LCD 모듈 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Silver	은	모듈공정	0.01	0.1	mg/m ³	3
Copper	구리	모듈공정	1	0.2	mg/m ³	3
Tin	주석	모듈공정	2	2	mg/m ³	2

○ 화학물질 법적 규제수준과 노출 가능성 등급 구분

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하는 화학물질에 대하여 산업안전보건법상 규제수준을 구분한 결과 등급 3에 해당하는 물질은 포토공정에서의 Benzene(벤젠)이 있었다. 이 가공라인에서 금지물질 및 허가대상물질은 사용하고 있지 않았다.

<표 4-23> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Benzene(벤젠)	포토공정 발생 가능	○	○	○	○	○	○	3
Acetone(아세톤)	공정 전반	-	-	○	○	○	○	2
Aliphatic hydrocarbon(지 방족탄화수소)	포토(현상액)	-	-	○	○	○	○	2
Ammonia(암모 니아)	확산, 증착, 연 마, 세척	-	-	○	○	○	○	2
Aromatic complex(방향족 화합물 복합체)	PR 수지	-	-	○	○	○	○	2
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	-	-	○	○	○	○	2
Arsenic(비소)	이온주입 공정	-	-	○	○	○	○	2

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Acetic acid(초산)	세척(확산 등), 습식식각	-	-	○	○	○	○	2
n-Butyl acetate(n-초산 부틸)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2
Carbon monoxide(일산화탄소)	건식식각	-	-	○	○	○	○	2
Catechol(카테콜)	포토(PR 제거)	-	-	-	-	-	○	2
Chlorine(염소)	건식식각, 이온 주입(과거 6인치)	-	-	○	○	○	○	2
Cresol(크레졸)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2
Cyclohexanone(사이클로헥사논)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2
1,2-Dichloro ethylene(1,2-디클로로 에틸렌)	세척(확산 공정)	-	-	○	○	○	○	2
Dichloro methane(디클로로메탄)	습식식각	-	-	○	○	○	○	2
N,N-Dimethyl-acetamide(DMAc) (N,N-디메틸아세트아미디)	포토(회석제)	-	-	○	○	○	○	2
Ethanolamine(에탄올아민)	습식식각(PR 제거), 포토	-	-	○	○	○	○	2
2-Ethoxyethanol (2-에톡시에탄올)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2
Ethyl benzene(에틸벤젠)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2
Fluorine(불소)	확산, 포토	-	-	○	○	○	○	2

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Heavy aromatic solvent(중질 방향족 솔벤트)	CVD(과거 6인치)	-	-	○	○	○	○	2
2-Heptanone(Methyl-n-amyl ketone)(2-헵타논)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2
Hydrogen bromide(브롬화 수소)	건식식각	-	-	○	○	○	○	2
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	-	-	○	○	○	○	2
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	-	-	○	○	○	○	2
Hydrogen peroxide(과산화수소)	습식식각, wet cleaning	-	-	○	○	○	○	2
Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	포토(PR 용제), 세척제(PM 작업 등)	-	-	○	○	○	○	2
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	-	-	○	○	○	○	2
Nitric oxide(Nitrogen oxide(질산))	확산	-	-	○	○	○	○	2
Ozone(오존)	건식식각, CVD	-	-	○	○	○	○	2
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	-	-	○	○	○	○	2
Phosphoric acid(인산)	습식식각	-	-	○	○	○	○	2
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	BSG(연마)	-	-	○	○	○	○	2

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
화 칼륨)								
Silica amorphous(산화 규소 비결정체)	BSG(연마)	-	-	○	○	○	○	2
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	-	-	○	○	○	○	2
Tungsten hexafluoride(육불화 텅스텐)	CVD	-	-	○	○	○	○	2
Xylene(크실렌)	포토(PR 용제)	-	-	○	○	○	○	2

또한 반도체 칩 조립라인에서 사용하는 화학물질을 법적 규제수준으로 구분한 결과 등급 3, 4에 해당하는 화학물질은 확인되지 않았다. 다만 등급 2에 해당하는 물질은 상당 수가 해당되었다. 이중 허용기준 대상물질과 특별관리물질에 해당되는 물질과 공정은 웨이퍼 절단에서 사용하는 Ethylene oxide(산화에틸렌)과 몰드공정에서 사용하는 Formaldehyde(포름알데히드) 및 도금공정의 Sulfuric acid(황산)이 해당되었다.

<표 4-24> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔 더 볼 부 착 공정 등	○	○	○	○	○	○	2
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	○	○	○	○	○	○	2
Sulfuric acid(황산)	도금공정	○	○	○	○	○	○	2
Acetaldehyde(아세트알)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
데히드)								
Acetone(아세톤)	칩 접착, 몰드, 인쇄공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Antimony trioxide(삼산화안티몬)	몰드공정	-	-	○	○	○	○	2
Benzene(벤젠)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
2-Butoxyethanol(EGBE)(2-부톡시에탄올)	칩 조립라인 전반	-	-	○	○	○	○	2
n-Butyl acetate(n-초산부틸)	코트 공정 드	-	-	○	○	○	○	2
Carbon Black(카본블랙)	칩 접착, 몰드 공정	-	-	○	○	○	○	2
Copper(Cu)(구리)	솔 더 볼 부 착 공정	-	-	○	○	○	○	2
Cresol(크레졸)	몰드공정	-	-	○	○	○	○	2
Crystalline Silica(Quartz)(산화규소 결정체, 석영)	칩 접착, 몰드 공정	-	-	○	○	○	○	2
Crystalline Silica(Cristobalite)(산화 규소결정체, 크리스 토포바라이 트)	칩 접착, 몰드 공정	-	-	○	○	○	○	2
Cyclohexanone(사이클 로헥사논)	몰드 솔더볼 부착, 인쇄공 정	-	-	○	○	○	○	2
N,N-Dimethyl formamide(DMF)(N,N- 디메틸 포름아미드)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Ethanol(에탄올)	조립라인 전 바(세척제)	-	-	-	-	-	○	2

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	
Ethanolamine(에탄올아민)	몰드공정	-	-	○	○	○	○	2
Ethyl acetate(초산에틸)	칩 집착, 몰드, 술 더 불 부 착 공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Ethyl benzene(에틸벤젠)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Glycerol(글리세롤 or 글리세린)	술 더 불 부 착 공정	-	-	-	-	-	-	2
n-Hexane(n-헥산)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Heptane(헵탄)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Hydrogen peroxide(과산화수소)	도금공정	-	-	○	○	○	○	2
Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	유지보수, 세정 등	-	-	○	○	○	○	2
Methanol(메탄올)	도금공정	-	-	○	○	○	○	2
Methyl isobutyl ketone(MIBK) (메틸이소부틸케톤)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
1-Methyl-2-pyrrolidone or N-Methyl-2-pyrrolidone (1-메틸-2-피롤리디논)	몰드공정	-	-	-	-	-	-	2
Mold cleaner	몰드공정	-	-	○	○	○	○	2
Nitric acid(질산)	도금공정	-	-	○	○	○	○	2
Phenol(페놀)	몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	도금공정	-	-	○	○	○	○	2
Solvent	잉크마킹	-	-	○	○	○	○	2

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
naphtha(솔벤트나프타)								
Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌)	칩 집착, 몰드, o o트 공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Tetrahydrofuran(테트라하이드로퓨란)	후면연마, 솔더볼부착, 몰드공정 등	-	-	○	○	○	○	2
Tin(II) methanesulfonate(주석 메탄설프네이트)	도금공정	-	-	○	○	○	○	2
Tin(Sn)(주석)	솔더볼부착 공정			○	○	○	○	2
Toluene(톨루엔)	몰드공정 등			○	○	○	○	2
Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	칩집착 몰드공정 등	○	○	○	○	○	○	2
Xylene(크실렌)	몰드공정 등			○	○	○	○	2

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정의 화학물질을 법적 규제수준으로 구분한 결과 등급 3에 해당하는 물질은 황산이었으며 이는 습식에칭 공정에서 사용하고 있는 물질이었다.

<표 4-25> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분

영문명	한글명	용도 (LCD 공정)	법적 규제 수준						
			허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	○	○	○	○	○	○	3
Ammonia	암모니아	CVD	-	-	○	○	○	○	2
Phosphine; Phosphorus	포스핀	CVD	-	-	○	○	○	○	2

영문명	한글명	용도 (LCD 공정)	법적 규제 수준						
			허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
hydride									
Zinc oxide	산화아연	Sputter	-	-	O	O	O	O	2
Tin dioxide	산화주석	Sputter	-	-	O	O	O	O	2
Aluminium	알루미늄	Sputter	-	-	O	O	O	O	2
Copper	구리	Sputter	-	-	O	O	O	O	2
Chlorine	염소	Dry ETCH	-	-	O	O	O	O	2
Acetic acid	초산	Wet ETCH	-	-	O	O	O	O	2
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	-	-	O	O	O	O	2
Orthophosphoric acid	인산	Wet ETCH	-	-	O	O	O	O	2
Nitric acid	질산	Wet ETCH	-	-	O	O	O	O	2
Cupric sulfate	황산구리	Wet ETCH	-	-	O	O	O	O	2
n-Butyl acetate	초산부틸	PHOTO	-	-	O	O	O	O	2
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	-	-	O	O	O	O	2
Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	Stripper	-	-	O	O	O	O	2
2-Hydroxyethyla mine ; Ethanolamine	에탄올아 민	Stripper	-	-	O	O	O	O	2
Nitrous oxide	아산화질 소	CVD	-	-	-	-	-	-	1

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 화학물질 중 법적 규제수준 등급 3, 4에 해당하는 물질은 확인되지 않았고 9종이 등급 2에 해당하는 것으로 나타났다.

<표 4-26> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분

영문명	한글명	법적 규제 수준						등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	
Cyclohexanone	시클로 헥사논	-	-	○	○	○	○	2
2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	-	-	○	○	○	○	2
Ethylene glycol monobutyl ether acetate	에틸렌글리콜 모노부틸에테 르 아세테이트	-	-	○	○	○	○	2
n-Butyl acetate	초산부틸	-	-	○	○	○	○	2
Carbon black	카본블랙	-	-	○	○	○	○	2
Copper, phthalocyanine	프탈로시아닌 블루	-	-	○	○	○	○	2
Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H ,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	-	-	○	○	○	○	2
Potassium hydroxide	수산화칼륨	-	-	○	○	○	○	2
Sodium hydroxide	수산화나트륨	-	-	○	○	○	○	2
Cyclohexanone	시클로 헥사논	-	-	○	○	○	○	2
2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	-	-	○	○	○	○	2
Ethylene glycol monobutyl ether acetate	에틸렌글리콜 모노부틸에테 르 아세테이트	-	-	○	○	○	○	2

n-Butyl acetate	초산부틸	-	-	O	O	O	O	2
Carbon black	카본블랙	-	-	O	O	O	O	2
Copper, phthalocyanine	프탈로시아닌 블루	-	-	O	O	O	O	2
Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	-	-	O	O	O	O	2
Potassium hydroxide	수산화칼륨	-	-	O	O	O	O	2
Sodium hydroxide	수산화나트륨	-	-	O	O	O	O	2

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 화학물질 중 법적 규제수준이 모든 등급 2로 확인되었고 대상물질은 5종이 있었다.

<표 4-27> LCD 액정 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분

영문명	한글명	법적 규제 수준						등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	
2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	-	-	O	O	O	O	2
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	-	-	O	O	O	O	2
2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	-	-	O	O	O	O	2
Nickel	니켈	-	-	O	O	O	O	2
2-Propanol	이소프로판올	-	-	O	O	O	O	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정에서 사용하는 주석 등의 화학물질은 법적 규제 수준 역시 모두 등급 2로 나타났다.

<표 4-28> LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분

영문명	한글명	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Tin	주석	-	-	○	○	○	○	2
Copper	구리	-	-	○	○	○	○	2
n-Butyl acetate	초산부틸	-	-	○	○	○	○	2
Acetone	아세톤	-	-	○	○	○	○	2
Carbon black; Acetylene black	카본블랙	-	-	○	○	○	○	2
EAC	초산에틸	-	-	○	○	○	○	2

○ 직업병 발생수준과 등급 구분

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하는 화학물질을 직업병 발생수준으로 구분한 결과 등급 4에 해당하는 경우는 Arsine(아르신, 삼수소화비소), Arsenic(비소), Ethylene glycol(에틸렌글리콜), Hydrogen chloride(염화수소, 염산), Hydrogen fluoride(불화수소, 불산), Nitric acid(질산), Phosphine(포스핀), Sulfuric acid(황산) 8종으로 확인되었다. 다만 Acetone(아세톤), Ammonia(암모니아), Chlorine(염소), Cresol(크레졸), Hydrogen peroxide(과산화수소), Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜), 1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에테르 아세테이트), 2-Methoxy-1-propyl acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로필아세테이트), Phosphoric acid(인산), Xylene(크실렌)의 경우 업무상 질병으로 인정받은 물질이지만 그 경우가 명확하지 않아 등급을 3.5로 부여하였다.

<표 4-29> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	직업병 등급
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	4
Arsenic(비소)	이온주입 공정	4
Ethylene glycol(에틸렌글리콜)	건식식각, CVD, 이온주입(과 거 6인치)	4
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	4
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	4
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	4
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	4
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	4
Acetone(아세톤)	공정 전반	3.5
Ammonia(암모니아)	확산, 증착, 연마, 세척	3.5
Chlorine(염소)	건식식각, 이온주입(과거 6인치)	3.5
Cresol(크레졸)	포토(PR 용제)	3.5
Hydrogen peroxide(과산화수소)	습식식각, wet cleaning	3.5
Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	포토(PR 용제), 세척제(PM 작업등)	3.5
1 -Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필 아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에 테르 아세테이트)	포토(PR 용제)	3.5
2-Methoxy-1-propyl acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로 필아세테이트)	포토(PR 용제)	3.5
Phosphoric acid(인산)	습식식각	3.5
Xylene(크실렌)	포토(PR 용제)	3.5

또한 반도체 칩 조립라인의 화학물질에 대한 직업병 발생 수준을 구분한 경

과 Ethylene oxide(산화에틸렌), Formaldehyde(포름알데히드), Nitric acid(질산), Phenol(페놀), Sulfuric acid(황산), Trichloroethylene(트리클로로에틸렌) 6종이 등급 4로 구분되었다. 역시 4등급으로 구분하기 어려운 3.5 등급의 화학물질도 8종으로 확인되었다.

<표 4-30> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	직업병 등급
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더불부착 공정 등	4
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	4
Nitric acid(질산)	도금공정	4
Phenol(페놀)	몰드공정 등	4
Sulfuric acid(황산)	도금공정	4
Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	칩접착 몰드공정 등	4
Acetone(아세톤)	칩 접착, 몰드, 인쇄공정 등	3.5
Antimony trioxide(삼산화안티몬)	몰드공정	3.5
Cresol(크레졸)	몰드공정	3.5
Hydrogen peroxide(과산화수소)	도금공정	3.5
1-Methoxy-2-propyl-acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필-아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에테르 아세테이트)	몰드공정	3.5
Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄)	후면연마공정	3.5
Toluene(톨루엔)	몰드공정 등	3.5
Xylene(크실렌)	몰드공정 등	3.5
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	도금공정	3
Tin(Sn)(주석)	솔더불부착 공정	3
Methyl isobutyl ketone(MIBK)	몰드공정 등	2

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	직업병 등급
(메틸이소부틸케톤)		

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 사용하는 화학물질을 직업병 발생수준으로 분석하였다. 그 결과 포스핀, 황산, 질산 및 에틸렌글리콜이 등급 4에 해당되었다. 염소, 인산, 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(1-메톡시-2-프로판올), 프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (1-메톡시-2-프로필 아세테이트), 크레졸, 수산화테트라메틸 암모늄의 경우 업무상질병으로 승인되었지만 그 관계가 명확하지 않아 3.5등급으로 구분하였다.

<표 4-31> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분

물질명		용도 (LCD 공정)	직업병 등급
영문명	한글명		
Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	CVD	4
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	4
Nitric acid	질산	Wet ETCH	4
Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	Stripper	4
Ammonia	암모니아	CVD	3.5
Chlorine	염소	Dry ETCH	3.5
Orthophosphoric acid	인산	Wet ETCH	3.5
Propylene glycol methyl ether	프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(1-메톡시-2-프로판올)	PHOTO	3.5
Propylene glycol methyl ether acetate	프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (1-메톡시-2-프로필 아세테이트)	PHOTO	3.5

물질명		용도 (LCD 공정)	직업병 등급
영문명	한글명		
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	3.5
Tetramethylamm onium hydroxide	수산화테트라메틸 암모늄	PHOTO	3.5

또한 LCD 사업장 컬러필터 공정에서 사용하는 화학물질을 직업병 발생 수준으로 구분하 결과 등급 4에 해당하는 물질은 확인되지 않았다.

<표 4-32> LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분

물질명		직업병 등급
영문명	한글명	
Tetramethylammo nium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3.5
Cyclohexanone	시클로 헥사논	3
Potassium hydroxide	수산화칼륨	3

그리고 LCD 사업장의 액정 공정 대상 화학물질 직업병 발생 수준 등급 4에 해당하는 물질은 에틸렌 글리콜이 해당되었다.

<표 4-33> LCD 액정 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분

물질명		직업병 등급
영문명	한글명	
1,2-Ethanedio; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	4
Tetramethylammo nium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3.5
<u>2-Propanol</u>	이소프로필알콜	3.5

마지막으로 LCD 사업장 모듈 공정의 화학물질 중 직업병 발생 등급 3.5에 해당하는 화학물질은 아세톤으로 나타났다.

<표 4-34> LCD 모듈 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분

물질명		직업병 등급
영문명	한글명	
Acetone	아세톤	3.5
Silver	은	3
Tin	주석	3

○ NFPA 보건에 대한 등급 구분

미국화재예방협회(National Fire Protection Association, NFPA)은 물질의 유해 위험성을 건강(Health), 불안정성/반응성(Instability/Reactivity)로 구분하여 0~4까지 점수를 부여한 것으로 숫자가 클수록 유해위험성이 높다는 것을 의미한다. 이중 전자업종의 경우 보건 분야만을 한정해서 4개 항목으로 구성하였다.

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하는 화학물질에 대하여 미국화재예방협회(National Fire Protection Association, NFPA)의 보건 등급으로 구분한 결과 등급 4에 해당하는 경우는 Arsine(아르신, 삼수소화비소), Boron trichloride(삼염화붕소), Boron trifluoride(삼불화붕소), Chlorine(염소), Chlorine trifluoride(삼불화염소), Diborane(디보란), Dichloro silane(디클로로실란), Fluorine(불소), Hydrogen fluoride(불화수소, 불산), Nitric acid(질산), Ozone(오존), Phosphine(포스핀), Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄), Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium)(사염화티타늄)으로 확인되었다. 다만 Novolak resin(노보락수지)의 경우 부산물로 벤젠이 발생될 수 있기 때문에 등급을 부여하지 않았다.

<표 4-35> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분

물질명	용도(반도체 공정)	NEPA	
국문명(영문명)		보건	등급
Novolak resin(노보락수지)	PR 수지		?
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	4	4
Boron trichloride(삼염화붕소)	건식식각	4	4
Boron trifluoride(삼불화붕소)	확산, 이온주입	4	4
Chlorine(염소)	건식식각, 이온주입(과거 6인치)	4	4
Chlorine trifluoride(삼불화염소)	증착(CVD, PVD)	4	4
Diborane(디보란)	CVD	4	4
Dichloro silane(디클로로실란)	확산, 증착	4	4
Fluorine(불소)	확산, 포토	4	4
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	4	4
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	4	4
Ozone(오존)	건식식각, CVD	4	4
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	4	4
Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암 모늄)	포토(현상액)	4	4
Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium)(사염화티타늄)	PVD	4	4
2-(2-Aminoethoxy)-ethanol 2-(2-아미노에톡시)－에탄올	포토(PI제거)	3	3
Ammonia(암모니아)	확산, 증착, 연마, 세척	3	3
Ammonium fluoride(불화암모늄)	습식식각, 세정	3	3
Boron tribromide(삼브롬화붕소)	확산	3	3
Carbon monoxide(일산화탄소)	건식식각	3	3

물질명	용도(반도체 공정)	NEPA	
국문명(영문명)		보건	등급
Carbonyl sulfide(황화카르보닐)	건식식각 4	3	3
Catechol(카테콜)	포토(PR 제거)	3	3
Cresol(크레졸)	포토(PR 용제)	3	3
Ethanolamine(에탄올아민)	습식식각(PR 제거), 포토	3	3
Ethyl lactate(에틸락테이트)	포토(PR 용제)	3	3
Ethyl-3-ethoxy propionate(에틸-3-에톡시 프로피오네이트)	포토(희석제, 현상액)	3	3
Hexafluoro-1,3-butadiene(헥사플루 오로-1,3-부타디엔)	건식식각	3	3
HMDS(헥사메틸디실라잔)	포토(밀착 향상제)	3	3
Hydrogen bromide(브롬화수소)	건식식각	3	3
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	3	3
Nitric oxide(Nitrogen oxide(질산))	확산	3	3
Octafluoro cyclopentene(옥타플루오로 사이클로펜텐)	건식식각	3	3
Phosphoric acid(인산)	습식식각	3	3
Phosphorus oxychloride(옥시염화인)	확산	3	3
Potassium hydroxide(수산화 칼륨)	BSG(연마)	3	3
Silicon tetrachloride(사염화실리콘)	CVD	3	3
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	3	3
Tetrakis(dimethylamino) titanium(TDMAT) 테트라키스(디메틸아미노) 티타늄	PVD	3	3
Tungsten hexafluoride(육불화 텅스텐)	CVD	3	3

* ? : 노보락 수지는 PR류의 공정에서 부산물로 벤젠 노출 가능

또한 반도체 칩 조립라인의 화학물질에 대하여 NFPA 보건 구분을 확인한 결과 도금공정의 질산, 후면연마공정의 수산화테트라메틸암모늄이 등급 4로 확인되었다. 다만 에폭시몰딩컴파운드 및 몰드세척제의 경우 등급이 모호하여 별도로 구분하지 않았다.

<표 4-36> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분

물질명 국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	NEPA	
		보건	등급
EMC(에폭시몰딩컴파운드)	몰드공정		?
Mold cleaner	몰드공정		?
Nitric acid(질산)	도금공정	4	4
Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄)	후면연마공정	4	4
2-Butoxyethanol(EGBE)(2-부톡시에탄올)	칩 조립라인 전반	3	3
Cresol(크레졸)	몰드공정	3	3
Ethanolamine(에탄올아민)	몰드공정	3	3
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더불부착 공정 등	3	3
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	3	3
Methanesulfonic acid(메탄설폰산)	도금공정	3	3
Phenol(페놀)	몰드공정 등	3	3
Piperazine(피페라진)	후면연마공정	3	3
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	도금공정	3	3
Sulfuric acid(황산)	도금공정	3	3
EMC(에폭시몰딩컴파운드)	몰드공정		?
Mold cleaner	몰드공정		?

* ? : 에폭시몰딩컴파운드 자체는 NFPA 4등급에는 해당되지 않음

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 사용하는 화학물질의 경우 등급 4에 해당하는 물질은 확인되지 않았다.

<표 4-37> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분

물질명		용도(LCD 공정)	NEPA	
영문명	한글명		보건	등급
Ammonia	암모니아	CVD	3	3
Boron trichloride	삼염화붕소	Dry ETCH	3	3
Oxygen	산소	Dry ETCH	3	3
Chlorine	염소	Dry ETCH	3	3
Ammonium hydrogendifluoride; Ammonium bifluoride	이플루오르화 암모늄	Wet ETCH	3	3
Acetic acid	초산	Wet ETCH	3	3
Methanesulfonic acid	메탄술폰산	Wet ETCH	3	3
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	3	3
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	3	3
Nitric acid	질산	Wet ETCH	3	3
Sodium persulfate	황산나트륨	Wet ETCH	2	3
n-Butyl acetate	초산부틸	PHOTO	3	3
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	3	3
Tetramethylamm onium hydroxide	수산화테트라메 틸 암모늄	PHOTO	3	3
Ethyl 3-ethoxypropion	에틸 3-에톡시 프로 피오	PHOTO	3	3

물질명		용도(LCD 공정)	NEPA	
영문명	한글명		보건	등급
ate	네이트			
2-Hydroxyethylamine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	3	3
Hexamethyl disilazane	헥사 메틸 디 실라 잔	PHOTO (Coating)	3	3

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 화학물질 역시 NFPA 보건수준에 따른 등급 4에 해당하는 물질은 없었다.

<표 4-38> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
Cyclohexanone	시클로 헥사논	3	3
n-Butyl acetate	초산부틸	3	3
Ethyl lactate	젯산 에틸	3	3
Potassium hydroxide	수산화칼륨	3	3
Sodium hydroxide	수산화나트륨	3	3
Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3	3

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 화학물질 중 NFPA 보건수준 구분 결과 등급 4에 해당하는 화학물질은 헥실렌글리콜인 것으로 나타났다.

<표 4-39> LCD 액정 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
2-Methyl-2,4-pentanediol	헥실렌글리콜	4	4

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	3	3
Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3	3
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	0	2
N,N-Dimethyl(2-hydroxyethyl)amine 2-(Dimethylamino)ethanol, Deanol	N, N-디메틸 에탄올 아민	2	2
Diethylene glycol monobutyl ether; 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol, Butyl Carbitol	디 에틸렌 글리콜 모노 부틸 에테르	2	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정에서 노출될 수 있는 화학물질 중 NFPA 보건수준인 4에 해당하는 물질은 없는 것으로 확인되었다.

<표 4-40> LCD 모듈 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
n-Butyl acetate	초산부틸	3	3
EAC	초산에틸	3	3
Acetylacetone	아세틸 아세톤	2	2
Copper	구리	2	2
Pentaerythritol triacrylate	펜타 에리스리톨 트리 아크릴레이트	2	2
Glycidyl Neodecanoic Acid	글리시딜 네오데카논산	2	2
Bicyclo[4.4.0]decane; Decahydronaphthalene, Decalin	데카 히드로 나프탈렌	2	2

4-4. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 위험도 결정

전자산업에서 노출될 수 있는 화학물질에 대하여 발암성, 생식독성, 생식세포 변이원성의 등급, 노출기준의 수준에 따른 등급, 화학물질 법적 규제 수준과 노출 가능성 등급, 직업병 발생 수준과 등급, NFPA 보건에 대한 등급을 반영하여 최종 고 유해 물질, 유해 물질, 관리물질 및 일반 물질로 구분하였다.

최종 등급은 매트릭스에 반영한 항목 중 가장 등급이 높은 결과를 우선순위로 반영하였다.

○ 반도체 웨이퍼 가공라인의 직무별 위험도 등급

반도체 웨이퍼 가공라인의 고유해 물질은 아르신 등 24종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 아세톤 등 8종, 유해물질은 불화암모늄 등 19종, 관리물질은 초산 등 22종, 일반물질은 25종으로 확인되었다.

<표 4-41> 반도체 웨이퍼 가공라인의 위험도 최종 등급

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
고유해	Arsine(아르신, 삼수소화비소)	7784-42 -1	확산, 이온주입
고유해	Arsenic(비소)	7440-38 -2	이온주입 공정
고유해	Benzene(벤젠)	71-43-2	포토공정 발생가능
고유해	Boron trichloride(삼염화붕소)	10294-34 -5	건식식각
고유해	Boron trifluoride(삼불화붕소)	7637-07- 2	확산, 이온주입
고유해	Carbon monoxide(일산화탄소)	630-08 -0	건식식각
고유해	Chlorine(염소)	7782-50-5	건식식각, 이온주입(과거 6인치)
고유해	Chlorine trifluoride(삼불화염소)	7790-91-2	증착(CVD, PVD)
고유해	Diborane(디보란)	19287-4	CVD

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
		5-7	
고유해	Dichloro silane(디클로로실란)	4109-96 -0	확산, 증착
고유해	Ethanol(에탄올)	64-17-5	포토(PR 용제)
고유해	Ethylene glycol(에틸렌글리콜)	107-21 -1	건식식각, CVD, 이온주입(과 거 6인치)
고유해	Fluorine(불소)	7782-41 -4	확산, 포토
고유해	Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	7647-01-0	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마
고유해	Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	7664-39 -3	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마
고유해	2 - M e t h o x y - l - p r o p y l acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-!-프로 필아세테이트)	70657-70-4	포토(PR 용제)
고유해	Nitric acid(질산)	7697-37-2	습식식각, 연마, wet cleaning
고유해	Nitrous oxide(아산화질소)	10024-97-2	확산, 증착(CVD)
고유해	Ozone(오존)	10028-15-6	건식식각, CVD
고유해	Phosphine(포스핀)	7803-51 -2	확산, 증착(CVD), 이온주입
고유해	Phosphorus oxychloride(옥시염화인)	10025-87-3	확산
고유해	Sulfuric acid(황산)	7664-93 -9	습식식각, wet cleaning
고유해	Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암 모늄)	75-59-2	포토(현상액)
고유해	Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium)(사염화티타늄)	7550-45 -0	PVD
고유해 /3.5*	Acetone(아세톤)	67-64- 1	공정 전반

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
고유해 /3.5	Ammonia(암모니아)	7664-41 -7	확산, 증착, 연마, 세척
고유해 /3.5	Cresol(크레졸)	1319-77-3, 95-48-7, 108-39-4, 106-44-5	포토(PR 용제)
고유해 /3.5	Hydrogen peroxide(과산화수소)	7722-84 -1	습식식각, wet cleaning
고유해 /3.5	Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	67-63-0	포토(PR 용제), 세척제(PM 작업등)
고유해 /3.5	1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필 아세테이트 or 프로필렌글리콜모노 메틸에 테르 아세테이트)	108-65 -6	포토(PR 용제)
고유해 /3.5	Phosphoric acid(인산)	7664-38 -2	습식식각
고유해 /3.5	Xylene(크실렌)	1330-20-7	포토(PR 용제)
유해	2-(2-Aminoethoxy)-ethanol 2-(2-아미 노에톡시)- 에탄올	929-06 -6	포토(PI제거)
유해	Ammonium fluoride(불화암모늄)	12125-0 1-8	습식식각, 세정
유해	Boron tribromide(삼브롬화붕소)	10294-33 -4	확산
유해	Carbonyl sulfide(황화카르보닐)	463-58 -1	건식식 4
유해	Catechol(카테콜)	120-80 -9	포토(PR 제거)
유해	Ethanolamine(에탄올아민)	141-43 -5	습식식각(PR 제거), 포토
유해	2-Ethoxyethanol(2-에톡시에탄올)	110-80 -5	포토(PR 용제)
유해	Ethyl benzene(에틸벤젠)	100-41 -4	포토(PR 용제)

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
유해	Ethyl-3-ethoxy propionate(에틸-3-에 톡시 프로피오네이트)	763-69 -9	포토(회석제, 현상액)
유해	Hexafluoro-1,3-butadiene(헥사플루오 로-1,3-부타디엔)	685-63 -2	건식식각
유해	HMDS(헥사메틸디실라잔)	999_97 -3	포토(밀착 향상제)
유해	Hydrogen bromide(브롬화수소)	10035-10-6	건식식각
유해	2-Methoxy-1-propanol(P-PGME)(2메톡 시-1-프로판올)	1589-47 -5	포토(PR 용제)
유해	Nitric oxide(Nitrogen oxide(질산))	10102-4 3-9	확산
유해	Octafluoro cyclopentene(옥타플루오로 사이클로펜텐)	559-40 -0	건식식각
유해	Potassium hydroxide(수산화 칼륨)	1310-58 -3	BSG(연마)
유해	Silicon tetrachloride(사염화실리콘)	10026-04-7	CVD
유해	Tetrakis(dimethylamino) titanium(TDMAT) 테트라키스(디메틸 아미노) 티타늄	3275-24 -9	PVD
유해	Tungsten hexafluoride(육불화 텅스텐)	7783-82-6	CVD
관리	Acetic acid(초산)	64-19-7	세척(확산 등), 습식식각
관리	Aliphatic hydrocarbon(지방족탄화수 소)	-	포토(현상액)
관리	Aromatic complex(방향족화합물 복합 체)	-	PR 수지
관리	n-Butyl acetate(n-초산부틸)	123-86 -4	포토(PR 용제)
관리	Cyclohexanone(사이클로헥사논)	108-94- 1	포토(PR 용제)
관리	Dibutyl ether(디부틸에테르)	142-96 -1	CVD
관리	1,2-Dichloro ethylene(1,2-디클로로 에틸렌)	540-59 -0	세척(확산 공정)
관리	Dichloro methane(디클로로메탄)	75-09-2	습식식각

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
관리	N,N-Dimethyl-acetamide(DMAc)(N,N-디메틸 아세트아미디)	127-19 -5	포토(회석제)
관리	gamma-Butyrolactone(감마-부티로락톤)	96-48-0	포토(현상액)
관리	Heavy aromatic solvent(중질 방향족 솔벤트)	64742-94-5	CVD(과거 6인치)
관리	2-Heptanone(Methyl-n-amy ketone)(2-헵타논)	110-43 -0	포토(PR 용제)
관리	Hydroxyl amine(히드록실아민)	7803-49 -8	포토(PR 제거)
관리	1-Methyl-2-pyrrolidinone(NMP) or N-Methyl-2-pyrrolidone(1메틸-2“피롤리디논)	872-50 -4	포토(PR 제거, 현상액)
관리	Nitrogen trifluoride(삼불화질소)	7783-54 -2	확산, 건식식각, 증착(CVD,
관리	Silane(실란)	7803-62 -5	확산, 증착(CVD)
관리	Silica amorphous(산화규소 비결정체)	다양함	BSG(연마)
관리	Tetraethyl orthosilicate(TEOS) 테트라에틸 오르토 실리케이트	78-10-4	CVD(SiO ₂ 박막형성)
관리	Triethyl borate(트리에틸보레이트)	150-46 -9	CVD
관리	Trifluoro methane(트리플루오로메탄)	75-46-7	건식식각
관리	Trimethyl borate(트리메틸보레이트)	121-43-7	CVD
관리	Trimethyl phosphate(트리메틸 포스페이트)	512-56-1	CVD
일반	Acetylene(아세틸렌)	74-86-2	CVD
일반	Aromatic sulfur compounds(방향족 황 화합물)	—	PR 수지
일반	Carbon tetrafluoride(사불화탄소)	75-73-0	건식식각
일반	Cellulose(셀룰로오스)	9004-34 -6	BSG(연마)
일반	Cerium oxide(산화세륨)	1306-38 -3	BSG(연마)
일반	Cyclized polyisoprene(고리화된 폴리이소프렌)	-	PR 수지

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
일반	Difluoromethane(디플루오로메탄)	75-10-5	건식식각
일반	Ethyl lactate(에틸락테이트)	97-64-3	포토(PR 용제)
일반	Ethylene(에틸렌)	74-85-1	건식식각
일반	Hexafluoroethane(헥사플루오로에탄)	76-16-4	건식식각
일반	Hydrogen(수소)	1333-74 -0	CVD
일반	Methane(메탄)	74-82-8	건식식각
일반	1-Methoxy-2-propanol(PGME)(1-메톡시-2-프로판올 or 프로필렌글리콜모노 메틸에테르)	107-98 -2	포토(PR 용제)
일반	Methyl-2-hydroxy isobutyrate(메틸-2-히드록시이소부티레이트)	2110-78 -3	포토(PR 용제)
일반	Methyl-3-methoxy propionate(MMP)(메틸-3-메톡시프로피오네이트)	3852-09 -3	포토(PR 용제)
일반	Novolak resin(노보락수지)	다양함	PR 수지
일반	Octafluoro cyclobutane(옥타플루오로 사이클로부탄)	115-25 -3	건식식각(CVD 및 PECVD 챔버 세척)
일반	Octafluoro propane(옥타플루오로 프로판)	76-19-7	건식식각, CVD
일반	Polyethylene glycol(폴리에틸렌글리콜)	25322-6 8-3	습식식각
일반	Polyhydroxy styrene derivatives(폴리히드록시 스티렌 유도체)	다양함	PR 수지
일반	Polymethacrylate(폴리메타크릴레이트)	다양함	PR 수지
일반	Polysilazane(폴리실라잔)	—	CVD
일반	Propylene(프로필렌)	115-07 -1	CVD
일반	Propylene glycol dimethylether(프로필렌글리콜 디메틸에테르)	7778-85 -0	포토(PR 용제)
일반	Sulfur hexafluoride(육불화황)	2551-62 -4	건식식각, 이온주입

* 고유해/3.5* : 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질

○ 반도체 칩조립 가공라인의 직무별 위험도 등급

반도체 웨이퍼 가공라인의 직무별 위험도 등급을 확인한 결과 고유해 물질은 벤젠 등 10종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해 물질/3.5는 아세톤 등 7종, 유해물질은 에틸벤젠 등 10종, 관리물질은 아세트알데히드 등 21종, 일반물질은 에폭시수지 등 5종으로 나타났다.

<표 4-42> 반도체 칩조립 라인 위험도 최종 등급

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
고유해	Benzene(벤젠)	71-43-2	몰드공정 등
고유해	Crystalline Silica(Quartz)(산화규소결정체, 석영)	14808-60-7	칩 접착, 몰드공정
고유해	Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리스토바라이트)	14464-46-1	칩 접착, 몰드공정
고유해	Ethylene oxide(산화에틸렌)	75-21-8	웨이퍼 절단, 솔더볼 부착 공정 등
고유해	Formaldehyde(포름알데히드)	50-00-0	몰드공정 등
고유해	Nitric acid(질산)	7697-37-2	도금공정
고유해	Phenol(페놀)	108-95-2	몰드공정 등
고유해	Sulfuric acid(황산)	7664-93-9	도금공정
고유해	Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄)	75-59-2	후면연마공정
고유해	Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	79-01-6	칩접착 몰드공정 등
고유해/3.5	Acetone(아세톤)	67-64-1	칩 접착, 몰드, 인쇄공정 등
고유해/3.5	Antimony trioxide(삼산화안티몬)	1309-64-4	몰드공정
고유해/3.5	Cresol(크레졸)	1319-77-3, 95-48-7,	몰드공정

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
		108-39-4, 106-44-5	
고유해/3.5	Hydrogen peroxide(과산화수소)	7722-84-1	도금공정
고유해/3.5	1-Methoxy-2-propyl-acetate(PG MEA)(1-메톡시-2-프로필-아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에테르 아세테이트)	108-65-6	몰드공정
고유해/3.5	Toluene(톨루엔)	108-88-3	몰드공정 등
고유해/3.5	Xylene(크실렌)	1330-20-7	몰드공정 등
유해	2-Butoxyethanol(EGBE)(2-부톡시에탄올)	111-76-2	칩 조립라인 전반
유해	Cellulose(셀룰로오스)	9004-34-6	몰드공정
유해	N , N - D i m e t h y l formamide(DMF)(N,N-디메틸 포름아미드)	68-12-2	몰드공정 등
유해	Ethanolamine(에탄올아민)	141-43-5	몰드공정
유해	Ethyl benzene(에틸벤젠)	100-41-4	몰드공정 등
유해	Methanesulfonic acid(메탄설폰산)	75-75-2	도금공정
유해	Methanol(메탄올)	67-56-1	도금공정
유해	Piperazine(피페라진)	110-85-0	후면연마공정
유해	Potassium hydroxide(수산화칼륨)	1310-58-3	도금공정
유해	Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌)	127-18-4	칩 접착, 몰드, ㅇㅇ트 공정 등
관리	Acetaldehyde(아세트알데히드)	75-07-0	몰드공정 등
관리	n-Butyl acetate(n-초산부틸)	123-86-4	ㅇㅇ트 공정 드
관리	Carbon Black(카본블랙)	1333-86-4	칩 접착, 몰드공정
관리	Copper(Cu)(구리)	7440-50-8	솔더불부착 공정
관리	Cyclohexanone(사이클로헥사논)	108-94-1	몰드 솔더불부착, 인쇄공정
관리	EMC(에폭시몰딩컴파운드)	-	몰드공정

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
관리	Ethanol(에탄올)	64-17-5	조립라인 전바(세척제)
관리	2-(2-Ethoxyethoxy) ethanol(DEGEE, Carbitol) [2-(2-에톡시에톡시) 에탄올]	111-90-0	몰드공정
관리	Ethyl acetate(초산에틸)	141-78-6	칩 접착, 몰드, 솔더볼 부착 공정 등
관리	Glycerol(글리세롤 or 글리세린)	56-81-5	솔더볼부착 공정
관리	n-Hexane(n-헥산)	110-54-3	몰드공정 등
관리	Heptane(헵탄)	142-82-5	몰드공정 등
관리	Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	67-63-0	유지보수, 세정 등
관리	Methyl isobutyl ketone(MIBK) (메틸이소부틸케톤)	108-10-1	몰드공정 등
관리	1-Methyl-2-pyrrolidinone or N-Methyl-2-pyrrolidone(1-메틸-2-피롤리디논)	872-50-4	몰드공정
관리	Mold cleaner	-	몰드공정
관리	Phenolic resin(페놀수지)	9003-35-4	칩 접착, 몰드공정
관리	Solvent naphtha(솔벤트나프타)	64742-94-5	잉크마킹
관리	Tetrahydrofuran(테트라하이드로퓨란)	109“99“9	후면연마, 솔더볼부착, 몰드공정 등
관리	Tin(II) methanesulfonate(주석메탄설프네이트)	53408-94-9	도금공정
관리	Tin(Sn)(주석)	7440-31-5	솔더볼부착 공정
일반	Epoxy resin(에폭시 수지)	29690-82-2	칩 접착, 몰드공정
일반	2-(2-Ethoxyethoxy) ethyl acetate(DEGEEA, Carbitol acetate) [2-(2-에톡시에톡시) 에틸아세테이트]	112-15-2	칩 접착, 몰드공정
일반	Melamine resin(멜라민수지)	9003-08-1	몰드공정
일반	Polyethylene glycol(폴리에틸렌)	25322-68-3	웨이퍼 절단공정

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
	글리콜)		
일반	Polyethylenepolypropylene glycol(폴리에틸렌-폴리프로필렌 글리콜)	9003-11-6	웨이퍼 절단공정

* 고유해/3.5* : 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질

○ LCD 사업장 박막트랜지스터 컬러필터 공정 등의 직무별 위험도 등급

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정의 고유해 물질은 포스핀 등 6종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 암모니아 등 6종, 유해물질은 티타늄 등 11종, 관리물질은 삼불화질소 등 11종, 일반물질은 15종으로 확인되었다.

<표 4-43> LCD 박막트랜지스터 공정의 위험도 최종 등급

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
고유해	Nitrous oxide	아산화질소	10024-97-2	CVD
고유해	Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	7803-51-2	CVD
고유해	Chlorine	염소	7782-50-5	Dry ETCH
고유해	Sulfuric acid	황산	7664-93-9	Wet ETCH
고유해	Nitric acid	질산	7697-37-2	Wet ETCH
고유해	Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	107-21-1	Stripper
고유해/3.5	Ammonia	암모니아	7664-41-7	CVD
고유해/3.5	Orthophosphoric acid	인산	7664-38-2	Wet ETCH
3.5	Propylene glycol methyl ether	프로필렌 글리콜모노메	107-98-2	PHOTO

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
		틸 에테르 (1-메톡시-2-프로판올)		
고유해/3.5	Propylene glycol methyl ether acetate	프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (1-메톡시-2-프로필 아세테이트)	108-65-6	PHOTO
고유해/3.5	Methylphenol; Cresol	크레졸	1319-77-3	PHOTO
고유해/3.5	Tetramethylamm onium hydroxide	수산화테트라메틸 암모늄	75-59-2	PHOTO
유해	Titanium	티타늄	7440-32-6	Sputter
유해	Boron trichloride	삼염화붕소	10294-34-5	Dry ETCH
유해	Oxygen	산소	7782-44-7	Dry ETCH
유해	Ammonium hydrogendifluoride; Ammonium bifluoride	이플루오르화 암모늄	1341-49-7	Wet ETCH
유해	Acetic acid	초산	64-19-7	Wet ETCH
유해	Methanesulfonic acid	메탄술폰산	75-75-2	Wet ETCH
유해	Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	7647-01-0	Wet ETCH
유해	n-Butyl acetate	초산부틸	123-86-4	PHOTO
유해	Ethyl 3-ethoxypropionate	에틸 3-에톡시프로 피오 네이트	763-69-9	PHOTO

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
유해	2-Hydroxyethylamine ; Ethanolamine	에탄올아민	141-43-5	Stripper
유해	Hexamethyl disilazane	헥사 메틸 디 실라 잔	999-97-3	PHOTO (Coating)
관리	Nitrogen trifluoride; Nitrogen fluoride	삼불화질소	7783-54-2	CVD
관리	Silane	실란	7803-62-5	CVD
관리	Zinc oxide	산화아연	1314-13-2	Sputter
관리	Tin dioxide	산화주석	18282-10-5	Sputter
관리	Aluminium	알루미늄	7429-90-5	Sputter
관리	Copper	구리	7440-50-8	Sputter
관리	Diammonium peroxodisulfate	과산화황산 암모늄	7727-54-0	Wet ETCH
관리	Cupric sulfate	황산구리	7758-99-8	Wet ETCH
관리	Benzyl alcohol	벤질알콜	100-51-6	PHOTO
관리	Phenol polymer with formaldehyde	페놀 포름 알데히드 수지	9003-35-4	PHOTO
관리	Diethylene glycol monoethyl ether(Carbitol)	디 에틸렌 글리콜 모노 에틸 에테르(카르비톨)	111-90-0	Stripper
관리	N-Methyl formamide; Monomethylformamide	N-메틸 포름아미드	123-39-7	Stripper
일반	Hydrogen	수소	1333-74-0	CVD
일반	Diindium trioxide	산화인듐III	1312-43-2	Sputter
일반	Molybdenum	몰리브덴	7439-98-7	Sputter
일반	Sulfur hexafluoride	육불화황	2551-62-4	Dry ETCH

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
일반	Helium	헬륨	7440-59-7	Dry ETCH
일반	Trifluoromethane	트리 플루오로 메탄	75-46-7	Dry ETCH
일반	Tetrafluoromethane; Freon 14	테트라 플루오로 메탄	75-73-0	Dry ETCH
일반	Ammonium fluoride	불화암모늄	12125-01-8	Wet ETCH
일반	Water;	탈이온수	7732-18-5	Wet ETCH
일반	Sodium persulfate	황산나트륨	7775-27-1	Wet ETCH
일반	Citric acid;	구연산	77-92-9	Wet ETCH
일반	Methoxy 3-methyl propionate	메틸 3- 메톡시 프로 피오네이트	<u>3852-09-03</u>	PHOTO
일반	Dipropylene glycol methyl ether	디프로필렌 글리콜메틸 에테르	34590-94-8	Stripper
일반	Water	탈이온수	7732-18-5	Stripper
일반	1-Methyl-2-pyrrolidinone; N-Methylpyrrolidone	1-메틸-2-피롤리디논	872-50-4	Stripper

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 직무별 위험도 등급을 확인한 결과 고 유해물질은 니켈 1종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 TMAH 1종, 유해물질은 시클로헥사논 등 2종, 관리물질은 프로필렌 글리콜메틸에테르 등 9종, 일반물질은 디아세톤알코올 등 17종으로 나타났다.

<표 4-44> LCD 컬러필터 공정의 위험도 최종 등급

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
고유해	Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	68511-62-6
고유해/3.5	Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	75-59-2
유해	Cyclohexanone	시클로 헥사논	108-94-1
유해	Ethyl lactate	젖산 에틸	97-64-3
관리	Propylene glycol methyl ether	프로필렌 글리콜 메틸 에테르	107-98-2
관리	2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	111-76-2
관리	Ethylene glycol monobutyl ether acetate	에틸렌글리콜 모노부틸에테르 아세테이트	112-07-2
관리	n-Butyl acetate	초산부틸	123-86-4
관리	Carbon black	카본블랙	1333-86-4
관리	Copper, phthalocyanine	프탈로시아닌 블루	147-14-8
관리	Ethoxylated trimethylolpropane triacrylate	에톡실화 트리메틸 올 프로판 트리아크릴레이트	28961-43-5
관리	Potassium hydroxide	수산화칼륨	1310-58-3
관리	Sodium hydroxide	수산화나트륨	1310-73-2
일반	Propylene glycol methyl ether acetate	프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트	108-65-6
일반	1,1'-Oxybis(2-methoxyethane) ; Diglyme	다이에틸렌 글리콜 다이메틸 에테르	111-96-6
일반	Diacetone alcohol	디아세톤 알코올	123-42-2
일반	3-Methoxy-1-butanol	3-메톡시-1-부탄올	2517-43-3
일반	Dipropylene glycol methyl ether	디프로필렌 글리콜메틸	34590-94-8

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
		에테르	
일반	5,5'-(1H-Isoindole -1,3(2H)-diylidene)dibarbituric acid	안료 노랑 139	36888-99-0
일반	1,3-Bis(2,4,6-triox operhydropyrimidi n-5-ylidene)isoind oline	[1,3-비스 (2,4,6-트리 메틸페닐)이미다졸-2- 일리덴]팔라듐,나프탈렌 -1,4-디온	467220-49- 1
일반	3-Methoxypropan oic acid methyl ester	메틸 3-메톡시 프로 피오네이트	3852-09-3
일반	1(or 2)-Ethoxypropanol	1-에톡시 프로판올	52125-53-8
일반	Dipentaerythritol monohydroxypent aacrylate	디 펜타 에리스리톨 펜타 아크릴레이트	60506-81-2
일반	1,2-Propanediol diacetate ; Propane-1,2-diyl diacetate	1,2-프로필렌 글리콜 디아세테이트	623-84-7
일반	Ethyl-(S)-Lactate (EL)	젖산 에틸	687-47-8
일반	C.I. Pigment Red 254	안료 빨강 254	84632-65-5
일반	Styrenated α -phenyl- ω -hydroxypoly(oxy- 1,2-ethanediyl)	계면활성제	104376-75- 2
일반	Diethylene glycol monobutyl ether	디 에틸렌 글리콜 모노 부틸 에테르	112-34-5
일반	Water	탈이온수	7732-18-5
일반	Alcohols, (C=12-14)-second ary,ethoxylated	폴리에틸렌 글리콜 트리메틸 에테르	84133-50-6

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 고유해 물질은 에틸렌글리콜 등 3종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 TMAH와 이소프로필 알콜 2종, 유해물질은 에탄올아민, 관리물질은 2-부톡시에탄올 등 5종, 일반물질은 13종으로 확인되었다.

<표 4-45> LCD 액정 공정의 위험도 최종 등급

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	물질명	
고유해	1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	107-21-1
고유해	Nickel	니켈	7440-02-0
고유해	2-Methyl-2,4-pentanediol	헥실렌글리콜	107-41-5
고유해/3.5	Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	75-59-2
고유해/3.5	2-Propanol	이소프로필알콜	67-63-0
유해	2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	141-43-5
관리	2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	111-76-2
관리	Gamma-Butyrolactone	감마 부티로 락톤	96-48-0
관리	N,N-Dimethyl(2-hydroxyethyl)amine 2-(Dimethylamino)ethanol, Deanol	N, N-디메틸 에탄올 아민	108-01-0
관리	Diethylene glycol monobutyl ether; 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol, Butyl Carbitol	디 에틸렌 글리콜 모노 부틸 에테르	112-34-5
관리	1-Butoxy-2-propanol	1-부톡시-2-프로판올	5131-66-8
일반	1-Methyl-2-pyrrolidinone; N-Methylpyrrolidone	1-메틸-2-피롤리디논	872-50-4
일반	Water	탈이온수	7732-18-5
일반	Fatty acids, linseed-oil polymers	지방산(고분자화합물)	178233-64

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	물질명	
	with conjugated sunflower		-2
일반	Silica	실리카	7631-86-9
일반	Divinylbenzene polymer	디비닐벤젠 폴리머	434285-53-7
일반	Gold	금	7440-57-5
일반	1,3-Butanediol; 1,3-Butylene glycol	1,3-부탄디올	107-88-0
일반	2,2'-Oxybisethano l	디 에틸렌 글리콜	111-46-6
일반	Ethanol	에탄올	64-17-5
일반	4-Methyl-4'-pentyl-1,1'-biphenyl	4-펜틸-4'-메틸비페닐	64835-63-8
일반	trans,trans-4' -pentyl-4-propylbicyclohexyl	트랜스, 트랜스-4'-펜틸-4-프로필 바이시클로헥실	92263-41-7
일반	trans,trans-4' -ethyl-4-propylbicyclohexyl	트랜스, 트랜스-4-에틸-4-프로필-1,1-비시클로헥실	96624-41-8
일반	trans,trans-4' -butyl-4-propylbicyclohexyl	트랜스-4-부틸-트랜스-4'-프로필바이시클로헥센	96624-52-1

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정에서 직무별 위험도 등급을 확인한 결과 고유해물질은 없는 것으로 확인되었고, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 아세톤 1종, 유해물질은 주석 등 5종, 관리물질은 4종, 일반물질은 12종으로 나타났다.

<표 4-46> LCD 모듈 공정의 위험도 최종 등급

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
고유해/3.5	Acetone	아세톤	67-64-1

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
유해	Silver	은	7440-22-4
유해	Tin	주석	7440-31-5
유해	Copper	구리	7440-50-8
유해	n-Butyl acetate	초산부틸	123-86-4
유해	EAC	초산에틸	141-78-6
관리	Pentaerythritol triacrylate	펜타 에리스리톨 트리 아크릴레이트	3524-68-3
관리	Carbon black; Acetylene black	카본블랙	1333-86-4
관리	Glycidyl Neodecanoic Acid	글리시딜 네오데카논산	26761-45-5
관리	Bicyclo[4.4.0]decane; Decahydronaphthalene, Decalin	데카 히드로 나프탈렌	91-17-8
일반	Dimethyl carbonate	디메틸카보네이트	616-38-6
일반	Acetylacetone	아세틸 아세톤	123-54-6
일반	Dodecyl acrylate	도데실 아크릴 레이트	2156-97-0
일반	exo-1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acrylate	이소 보닐 아크릴 레이트	5888-33-5
일반	Methylcyclohexane	메틸시클로헥산	108-87-2
일반	2-Propenoic acid isodecyl ester	2-프로페노익산 아이소데실 에스테르	1330-61-6
일반	Ethyl cyclohexane	에틸시클로헥산	1678-91-7
일반	2-Methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-(4-morpholinyl)-1-propanone	2-메틸-4'-(메틸티오)-2-모르폴리노 프로피오 페논	71868-10-5
일반	Ethanol	에탄올	64-17-5
일반	Polyester Resin	폴리에스터 수지	68604-67-1
일반	PU Resin	3-데신-1-올(폴리우레탄수지)	51721-39-2
일반	1-Methyl-2-pyrrolidinone; N-Methylpyrrolidone	1-메틸-2-피롤리디논	872-50-4

4-5. 전자업종 직무별 위험도 매트릭스 구분 결과 소결

반도체와 LCD 사업에 대하여 라인 및 공정별로 고유해물질, 유해물질, 관리물질 및 일반물질을 데이터베이스화 하였다. 이 자료가 유용하게 활용될 수 있도록 안전보건 프로그램으로 개발하여 이들 유해성정보를 근로자들에게 의미있게 전달되기를 희망한다.

<표 4-47> 전자업종 직무별 매트릭스에 따른 화학물질 등급 요약

산업명	구분	등급 구분	화학물질 수
반도체 산업	웨이퍼 가공 라인	고유해물질(3.5)	· 아르신 등 24종(아세톤 등 8종)
		유해물질	· 불화암모늄 등 19종
		관리물질	· 초산 등 22종
		일반물질	· 아세틸렌 등 25종
	칩 조립 라인	고유해물질(3.5)	· 벤젠 등 10종(아세톤 등 7종)
		유해물질	· 에틸벤젠 등 10종
		관리물질	· 아세트알데히드 등 21종
		일반물질	· 에폭시수지 등 5종
LCD 산업	박막트랜지스터 라인	고유해물질(3.5)	· 포스핀 등 6종(암모니아 등 6종)
		유해물질	· 티타늄 등 11종
		관리물질	· 삼불화질소 등 11종
		일반물질	· 몰리브덴 등 15종
	컬러필터 공정	고유해물질(3.5)	· 니켈 1종(TMAH)
		유해물질	· 시클로엑산 등 2종

산업명	구분	등급 구분	화학물질 수
		관리물질	· 프로필렌글리콜메틸 에테르 등 9종
		일반물질	· 디아세톤알코올 등 17종
	액정 공정	고유해물질(3.5)	· 에티렌글리콜 등 3종(TMAH, IPA)
		유해물질	· 에탄올아민
		관리물질	· 2-부톡시에탄올 등 5종
		일반물질	· 탈이온수 등 13종
	모듈 공정	고유해물질(3.5)	· 없음(아세톤)
		유해물질	· 주석 등 5종
		관리물질	· 카본블랙 등 4종
		일반물질	· 아세틸아세톤 등 12종

참 고 문 헌

- [1] 08년 반도체 제조업 사업장에 대한 역학조사, 2008
- [2] 10년간('09년~19년) 암 발생 및 사망 위험비 추적 조사
- [3] 반도체 산업의 웨이퍼 가공 공정 유해인자 고찰과 활용 연구
- [4] 전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안
- [5] 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구 등
- [6] 전자(반도체) 산업에 사용되는 유독성 위험물질의 재해방지에 관한 연구 (1992년 ~ 2009년까지 연구)
- [7] 반도체 제조사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구
- [8] 국내외 생식독성 화학물질 등의 유해인자 규제관리 실태분석 및 제도개선 연계방안 연구
- [9] 노출기준 추가 제정 화학물질의 유해성·위험성 평가 및 기술적 타당성 평가연구
- [10] 허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회성·경제성 평가 연구
- [11] 전자산업 안전보건 실태확인을 통한 기술지원 및 안전보건관리 모델 개발
- [12] 직업병진단 사례집(2003년부터 2018년)
- [13] 역학조사 및 산재승인 자료 활용 분석
- [14] 박병찬, 직업성 조혈기계암 감시체계 구축·운용, 2009

- [15] 반도체제조업 근로자 비호지킨립프중 코호트 내 환자-대조군 연구 설계 및 실행가능성 조사(김은아 등, 2015),
- [16] 전자산업 근로자 림프조혈기계 악성질환 사례 연구(김은아 등, 2016),
- [17] 반도체 제조과정 근로자에 대한 건강실태 역학조사 - 암 질환 중심 - (김은아 등, 2009)
- [18] 김태욱 등, “화학물질 물리적 위험성 등급분류를 위한 모델식 개발 ”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2015
- [19] 김형석 등, “화학산업 안전보건모델 개발 연구”, 안전보건공단 연구보고서, 2019
- [20] 피영규 등, “산업안전보건법상 화학물질 규제 수준별 기준마련 및 선정타당성 등에 관한 연구”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2012
- [21] 원종욱 등, “사업장 보건관리체계의 효율화 방안에 관한 연구 ”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2015
- [22] 정혜선 등, “전자산업 안전보건 실태 확인을 통한 기술지원 및 안전보건관리 모델 개발”, 안전보건공단 연구보고서, 2019
- [23] 손미아 등, “전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련-반도체 제조업 중심”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2018
- [24] 박동욱 등, “반도체 웨이퍼 가공 공정 및 잠재적 유해인자에 대한 고찰”, 대한직업환경의학회지, 2011
- [25] 박동욱. “반도체 산업의 웨이퍼 가공 공정 유해인자 고찰과 활용 - 화학물질과 방사선 노출을 중심으로”, 한국산업보건학회지, 2016
- [26] 박승현 등, “반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구”, 안전보건공단 한국산업안전보건연구원 연구보고서, 2011

- [27] 박승현 외, “반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구”, 한국산업 안전보건공단 한국산업안전보건연구원, 2012
- [28] 이경재 외, “조직의 안전문화에 대한 인식이 개인의 직무만족, 조직몰입에 미치는 영향: 조직신뢰의 매개 효과”, 한전안전경영학회지, 2013
- [29] 이용희, “안전문화의 인간공학적 접근방안에 대한 논의”, 대한인간공학회, 2015
- [30] 이용희, “인적 오류에 영향을 주는 조직특성 및 안전문화 평가방법에 대한 기초조사 연구”, 한국원자력연구원, 2015
- [31] 정재현, “자동차산업 생태계의 동태적 변화 분석”, 한국산업경제학회, 2018
- [32] 김기찬 외, “대중소기업 상생협력의 이론적 모형 설계: 건강하고 지속가능한 기업생태계 구축”, 중소기업연구, 2006
- [33] 김기찬, “기업생태계관점에서의 연구개발 전략과 플랫폼 리더십: 대중소기업 상생협력과 R&D에의 시사”, 중소기업연구, 2009
- [34] 복득규, “외환위기 전후 한국 자동차부품기업의 거래선 다변화 현황과 결정요인 분석”, 산업조직연구, 2008
- [35] 산업연구원, “신성장동력 산업생태계 활성화방안 연구”, 2011.12
- [36] 한국전자정보통신산업진흥회, “전자산업 Value Chain 변화 및 산업생태계 혁신방안 최종보고서”, 2017.12
- [37] 한국고용정보원, “전자산업의 고용구조와 인력수요 전망”, 2016
- [38] 산업연구원, “산업기초분석: 디스플레이산업”, 2018
- [39] 산업연구원, “산업기초분석: 반도체산업”, 2019
- [40] 기업심사센터, “KOSME 산업분석 Report: 반도체”. 2019
- [41] 한국전자정보통신산업진흥회, “전자산업 인력수급 전망 및 실태조사 결

과” , 2016

[42] 산업연구원, “2018 한국의 산업” , 2018

[43] 김치년 등, “반도체 산업 협력사 보건관리 매뉴얼 마련” , 한국반도체산업 협회보고서, 2019

[44] 정은교 등, LCD 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구, 안전보건공단, 2017