

# 반도체 노동자 보건관리실태와 과제

손미아1), 백도명2), 이원규3), 임연호4), 박미진2), 김현5), 윤재원1)

1)강원대학교 의학전문대학원

2)서울대학교 보건대학원

3)강원대학교 공과대학 화학공학과

4)전북대학교 공과대학 화학공학과

5)미국 미네소타 대학교

# 목차

- 1. 한국 전자산업반도체 현황-사업체현황, 규모, 원하청관계**
- 2. 국내 반도체 제조업의 현장조사를 통해 산업안전보건관리체계 실태 분석**
- 3. 국내 반도체 제조업의 노출요인 분석: 작업환경측정결과를 중심으로**
- 4. 국내 반도체 제조업의 건강영향조사 분석: 산업재해결과를 중심으로**
- 5. 국내 반도체 제조업의 노동자 보건관리대책: 전자산업 노동자 건강보호방안  
과 전자산업 안전보건관리 전담기구의 조직 및 역할**

# 1. 한국 전자산업반도체 현황-사업체현황, 규모, 원하청관계



# **1.한국 전자산업반도체 현황-사업체현황, 규모, 원하청관계**

## **(1) “첨단 과학기술이 집약된 반도체 제조업”：“원하청관계”**

### **-하도급형태**

**→(사례1) 한 개의 모 원청회사에 200~300개이상의 하청업체가 상주함.**

**→(사례2) 한 사업장(약 1000명)에 1개의 원청(200명)회사와 4개 하청업체(각각 200명)가 상주함→동일한 작업과정→법의 규제를 피하기위함.**

**-하청 노동자들의 업무: 시설유지보수, 배관, 기계유지설비(PM), 청소, 폐기물처리->유해물질에 노출**

**-원하청구조가 국가통계에 잡히지 않음→산업분류가 다르므로**

**→하청업체는 반도체제조업이 아니고 “청소관련 산업“, ”건설업(시설유지보수) ” 폐기물처리업 ” 등의 산업에 속함.**

〈표〉 전자(반도체)산업 종사상지위별 근로자 수 (1/3)

산업별	종사상지위별	2006 년	2008 년	2010 년	2012 년	2014 년	2016 년
반도체 제조업	계	92272	94216	106195	109511	118195	117041
	자영업주,무급가족	418	422	500	567	776	954
	상용종사자	91013	93074	104701	108231	115594	114080
	임시 및 일용근로자	841	716	979	688	1784	1634
	기타종사자	0	4	15	25	41	373
전자 집적회로 제조업	계	67051	73080	78344	84889	87775	85426
	자영업주,무급가족	119	124	141	137	151	186
	상용종사자	66465	72827	77865	84493	86567	84916
	임시 및 일용근로자	467	129	332	241	1048	286
	기타종사자	0	0	6	18	9	38
다이오드, 트랜지스터 및 유사 반도체소자 제조업	계	25221	21136	27851	24622	30420	31615
	자영업주,무급가족	299	298	359	430	625	768
	상용종사자	24548	20247	26836	23738	29027	29164
	임시 및 일용근로자	374	587	647	447	736	1348
	기타종사자	0	4	9	7	32	335

→ 위 국가통계의 문제점: 하청업체 노동자들의 인력규모를 정확하게 집계하지 못하고 있다.

〈표〉 전자(반도체)산업 종사상지위별 근로자 수 (2/3)

산업별	종사상지위별	2006 년	2008 년	2010 년	2012 년	2014 년	2016 년
전자부품 제조업	계	152959	137845	150667	185888	195195	177891
	자영업주,무급가족	2469	2247	2723	3397	3980	4268
	상용종사자	145469	129132	141923	174691	185971	168853
	임시 및 일용근로자	4985	5664	5816	7668	5032	4564
	기타종사자	36	802	205	132	212	206
컴퓨터 및 주변장치 제조업	계	23327	18092	16140	13481	13643	12753
	자영업주,무급가족	415	335	341	318	382	425
	상용종사자	21985	16915	14972	12642	12813	11969
	임시 및 일용근로자	913	813	799	518	428	338
	기타종사자	14	29	28	3	20	21
통신 및 방송 장비 제조업	계	97460	88328	93800	89954	86916	74282
	자영업주,무급가족	1099	1086	1224	1385	1477	1515
	상용종사자	92005	82547	86439	82973	81237	69418
	임시 및 일용근로자	4285	4558	5870	5385	4053	3117
	기타종사자	71	137	267	211	149	232

→ 위 국가통계의 문제점: 하청업체 노동자들의 인력규모를 정확하게 집계하지 못하고 있다.

## **2. 국내 반도체 제조업의 현장조사를 통해 산업안전보건관리체계 실태 분석한 결과**



# 한국 반도체 제조업 현장조사 결과

=>국내 IDM & 파운드리(S전자, SK하이닉스등), 국내장비업체, 국내후공정, 국내부품업체, 국내 펌리스, 기타 등의 원청사업장과, 하청사업장 약 30개 방문조사 결과

1.한국에서는 국가적인 차원에서 화학물질관리가 제대로 이루어지고 있지 못함

(1) 화학물질 제조및 수입시 신고만 하도록 되어 있고, 실질적인 관리가 안되는 문제

국가기관(환경부)이 **화관법(화학물질관리법)**을 통해 화학물질을 제조하거나 수입하는 업체들로부터 시장에 상품으로 내놓는 화학물질(제품)의 유해성을 **신고**하도록 하고 있지만, 이 유해한 화학물질(제품)들의 수입이나 사용을 **통제하거나 제재 또는 대체물질을 제시 등 실질적인 관리를 하고 있지 않다.**

(예) 화평법 예외조항(제8조2항, 제10조2항)에 의해 화학물질을 신고하지 않아도 됨.



## (2) 화학물질 신고시 “영업비밀물질(무역비밀물질)”에 대한 정보가 국가에 제대로 보고되지 못하는 문제

- 산업안전보건법의 가장 대표적인 내용중의 하나로 사용되는 화학물질 관리기준인 **MSDS의 내용이 미흡하고** 국가적인 관리가 미흡하여 국가적으로 유해물질에 대한 정보를 제공해야할 필요성 등이 대두
- 외국 화학물질수출업체나 국내수입업체에서 “**영업비밀**”, “**기업비밀**”로 물질의 정보를 알려주지 않는 문제를 국가가 해결하지 못함. =>**2018.12.27일에 개정된 산업안전보건법도 한계가 있음**

### 구 산업안전보건법(2018.12.27일 이전)

산안법 제41조제1항에서 화학물질 및 화학물질을 함유한 제재중 제39조제1항에 따라"대상화학물질"을 양도하거나 제공하는 자는 물질안전보건자료를 작성하도록 되어 있으나, 11조제2항에서는 노동자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 대상 화학물질로서 **고용노동부장관이 정하는 것을 제외하고는 구체적인 식별정보를 적지아니할 수 있다고 하여** 실제적으로 “영업비밀”물질에 대한 정보를 국가에 신고하지 않아도 되기 때문에, 화학물질 공급 업체들은 “영업비밀”물질에 대한 정보를 국가에 신고하지 않고 있었다.

### 개정된 산업안전보건법(2018.12.27일 이후)

2018년 12월 27일 개정된 산업안전보건법에서는 기업이“**영업비밀**”을 이유로 **화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하기 위해서는 고용노동부장관의 사전 심사를 받도록** 하였으며, 화학물질의 명칭과 함유량을 비공개하더라도 그 위험성을 유추할 수 있도록 대체명칭과 대체함유량은 기재하도록 하였다.

이 개정된 산안법의 **한계**는“고용노동부장관의 사전심사”과정에서 **대체명칭과 대체함유량**을 적게 되어 있는 것은 **잘 못 활용**될 여지가 있으며, “**사전심사**”를 받아야하는 물질들이“**영업비밀물질**”에만 **한정되어 있고** 나머지 화학물질에 대해서는 기업들의 신고에 그치게 되어 있어 국가적인 차원에서 화학물질관리는 되고 있지 않고 있다. 특히 국제적으

### (3) 국제적인 발암물질(IARC Group1 등)에 대한 관리 부재

- 발암물질 (IARC Group1 등)에 대한 국가적인 관리내용이 없음.
- 화학물질평가법 제10조: “사람의 건강 또는 환경에 심각한 피해를 입힐 우려가 있다고 인정되는 경우 ” 등이라고 모호하게 언급되고 있고, 발암물질에 대한 명확한 규정이 없음.
- 산업안전보건법에는 관리해야할 대상물질이 190종에 그치고 있음(산안법 제42조 (작업환경측정에 대한 법률), 동 법 「시행규칙」 제93조, 별표 11의5에서 작업환경측정 대상 유해인자’는 “유기화학물 113종, 금속류 23종, 산 및 알칼리류 17종, 가스 상태 물질류 15종, 허가 대상 유해물질 12종, 물리적 인자 2종, 분진 7종. 총 190종”)
- 산업안전보건법에는 국제적인 발암물질들에 대한 규정과 관리내용이 없음. 산안법에서는 단지 “작업환경측정대상물질” 으로만 관리되고 있음.

### (4) 화학물질에 대한 분석체계, 관리체계의 미흡

국내 반도체제조업에서 자체적으로 화학물질 성분분석을 하지 못하고 있어 **국가적인 화학물질 분석 시스템 마련이 필요함.**

## **\* 화학물질관리의 문제점**

- 1. 화학물질관리법, 화학물질평가법: 유해화학물질을 신고만 하면 되므로(신고제), 유해화학물질에 대한 금지, 제재, 대체물질개발 등이 없음**
- 2. 산업안전보건법에 규정된 “유해화학물질”의 규정과 범위를 현재 화학물질의 사용실태에 따라 확대보강해야함. 현재 사용중인 “발암물질”이 관리되어야 함.**  
**산업안전보건법에서 관리중인 물질안전보건자료(MSDS)정보의 양, 질 보강이 필요함.**
- 4. 국가적으로 발암물질에 대한 규제가 있어야 함.**
- 5. 화학물질 제조, 수입업체가 화학물질 성분을 제공하지 않을 경우(예: 영업비밀물질 등), 국가가 나서서 화학물질에 대한 성분분석을 해야**
- 6. 작업현장에서 화학물질의 위해성에 대한 노동자들의 알권리를 보장해야함.**

## 2. “한국산업안전보건법”에 의한 산업안전보건관리(작업환경측정, 특수검진, 보건관리대행, 위험도조사 등) 내용이 작업현장의 위해요인을 해결하지 못함

### (1) “작업환경측정” 관행의 가장 큰 문제:

- 작업환경측정시 위해물질의 허용기준을 새로 정할 필요가 있다.=>8시간 평균농도로 측정시 허용기준이하 상태임.  
그러나, 하청업체(시설유지보수, 청소, 폐기물처리 등)에서 단시간 노출, 최고치노출등 노출이 심하게 되고 있음.
- 현재 국내 반도체제조업에서 국제암기구(IARC)에서 규정한 **Group 1 발암물질들(황산, 질산, 불소가스 등)을 대량 사용하고 있는 문제**를 직시하고 이에 대한 대책을 마련해야 할것임. => 발암물질을 눈앞에 두고 위해물질 찾기위한 작업환경측정?
- 국제암기구의 발암물질은 1027개(Group 1,2,3포함) 작업환경측정대상물질은 190개에 불과함)
- “작업환경측정”결과가 “작업장개선”으로 이어지지 않는다는 점→ “측정을 위한 측정”→사회적 낭비

### (2) 한국산업안전보건법:“위험도조사” 관행의 문제:

한국산업안전보건법의 위험성 평가 도구에 맞추어서 서류로 남기기위한 작업을 하고 있다 이 문제는 비단 반도체 제조업 뿐만 아니라 전체 한국의 사업체에 해당하는 문제점이며, 산업안전보건법 체계의 근본적인 문제점이기도 하다. 또한 외부기관에서 컨설팅을 통해서 유해성평가를 하는 것에 대한 한계가 있다.

### **(3) “보건관리대행” 관행의 가장 큰 문제:**

반도체제조업의 하청업체(사내하청)들의 경우 거의 대부분 보건관리대행을 하고 있는데, 보건관리대행의 가장 큰 문제점은 사업장 외부에 있는 기관에서 한달에 1~2회의 방문으로 작업과 관련된 위해요인이나 위해환경들에 대해 직접적이고 실제적인 도움이 되지 못하고 있는 한계가 있다.

**한국의 기업체들은 한국산업안전보건법을 지키느라 더 이상 작업장의 작업내용에 맞는 산업안전보건관리체계를 만들지 못하고 있다.**

➔ 반도체제조업을 보면 한국의 가장 큰 규모의 반도체제조업들도 산업안전보건관리프로그램이 거의 없거나 건강증진프로그램을 산업안전보건관리프로그램의 주요내용으로 삼고 있다.

### 3. 협력업체(하청업체) 산업안전보건관리의 문제점

(1) 한 사업장을 여러 개 사내하청업체(300인 이하 사업체)로 쪼개놓아, 법(산업안전보건법 등)의 적용을 받지 않으려는 원청 사업체들의 행태가 심각함.

(2) 한국산업안전보건법에는 원청에서 하청업체를 관리하도록 되어 있으나, 실제 “하청업체의 산업안전보건관리체계를 방기함” => 원청사업체가 유일하게 하고 있는 것은 작업환경측정, 보건관리대행으로 국한되게 되어 한계가 있다. 하청업체 노동자들은 이직률이 높을 경우에 특수검진, 일반검진조차 받지 못하고 있다.

(3) 원청업체는 하청업체에게 “약간의 비용지불”로 책임 면피함.

(4) 개정된 산업안전보건법에서도 원청사업주의 책임강화문제가 실효성이 없음.

→ 원청사업주에 대한 처벌기준에 하한선이 없고, 벌칙이 실효성이 없어서 사업주의 책임강화가 되지 못함.

(5) 개정된 산업안전보건법(2019.12.27)에서 “원청이 안전·보건조치를 취해야 하는 장소의 범위를 현행 화재·폭발 등 22개 위험장소에서 원청 사업장 전체와 원청이 지정·제공한 장소 중 원청이 지배·관리가능한 장소로써 대통령령으로 정하는 장소로 확대하였으나” **장소의 확대만으로는 원청사업주에 대한 책임강화가 되지 못하는 한계가 있음.**

(6) 개정된 산업안전보건법(2019.12.27)에서 “사내도급 금지 및 승인작업” 범위의 한계

“사내도급 금지 및 승인작업” 범위도 사내도급 금지 작업이 일부 도급작업, 수은·납·카드뮴의 제련, 주입 등을 하는 작업, 법(28조1항)에 따라 허가를 받아야하는 물질을 제조하거나 사용하는 작업, 그밖에 유해하거나 위험한 작업으로써 고용노동부장관이 정하는 작업으로 명시함으로써 **사내도급 금지 작업의 범위가 명확하지 않음→ 그 외 작업들의 경우 사내 도급을 승인하는 결과를 초래**

## **한국반도체 현장조사 결과: 국가에 대한 요구도**

- 1. 화학물질관리방안에 대한 전문적인 국가기관과 전문가**
- 2. 화학물질 및 대체물질 공동 개발**
- 3. MSDS의 개선**
- 4. 화학물질별 근로자보호방안 마련**
- 5. 폐기물에 대한 국가적 관리**
- 6. 예방관리에 대한 구체적인 관리와 내용**
- 7. 사업장별 산업보건관리프로그램**
- 8. 보호구 마련이 필요하다.**
- 9. 안전시설 설비 강화가 필요하다.**



### **3. 국내 반도체 제조업의 노출요인 분석: 작업환경측정결과를 중심으로**



## **한국 전자산업반도체 화학물질 노출 현황:**

**(1) IARC Group1 발암물질이 그대로 노출됨**

**(2) 맹독성 유해가스, 화학물질을 상시적으로 사용**

# 한국 전자산업에서 작업환경측정이 된 물질들(2013~2017)과 산업안전보건법에 규정된 작업환경측정대상물질들 중에서 국제암연구기관(IARC) 발암물질 비교

(단위:개수)

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

# 작업환경측정 측정빈도 상위 20개 물질 (반도체산업 261)

(자료: 전자산업 작업환경측정 DB 2013-2017)

순위	물질명	측정빈도
1	<b>불화수소(불산)</b>	12062
2	과산화수소	10073
3	암모니아	9227
4	혼합유기화합물(EM)	7149
5	<b>황산(pH2.0이하)</b>	5863
6	<b>염화수소</b>	5678
7	<b>질산</b>	5400
8	<b>이소프로필 알콜</b>	5245
9	주석(금속)	4283
10	은(금속)	4091
11	염소	3562
12	인산	3354
13	수산화나트륨	3281
14	구리(흙)	2975
15	초산	2969
16	<b>브롬화수소</b>	2957
17	포스핀(인화수소)	2857
18	오존	2411
19	<b>불소</b>	2394
20	에탄올아민	2280
	총합계	151591

한국의 전자산업과 반도체조업에서 측정된 발암물질(IARC Group1) (자료: 작업환경측정자료 DB 2013-2017)

한국의 전자산업의 발암물질 (IARC Group1)	측정빈도수	한국 반도체제조업의 발암물질 (IARC Group1)	측정 빈도수
미네랄 오일	16935	미네랄오일	904
목재분진	418	목재분진	18
용접흄	20224	용접흄	629
1,3-부타디엔	153	니켈 화합물	652
니켈 화합물	11758	산화규소 (결정체, 석영, 크리스토파라이트)	2557
석면 및 함유물질	6	크롬: 6가 크롬 화합물	418
산화규소 (결정체 석영, 크리스토파라이트)	11703	포름알데히드	992
크롬: 6가 크롬 화합물	4779	활성탄 (PAH, 콜타르피치, 차콜에 포함)	12
포름알데히드	3971	벤젠	15
콜타르피치 다환방향족 탄화수소 활성탄	149	비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	1426
코크스	4	베릴륨및함유제제	2
벤젠	115	카드뮴 분진 및 염	25
비소 및 그 무기화합물 및 함유제제	1525	클로로에틸렌	10
베릴륨 및 함유제제	237	산화에틸렌	14
카드뮴 및 그 화합물	799	트리클로로에틸렌	129
염화비닐 및 함유물질	4		
트리클로로에틸렌 (Trichloroethylene)	3480		
산화에틸렌 (Ethylene oxide)	567		
스트론튬염크로메이트	2		
1,2-디클로로프로판	6		

# 한국 전자산업(반도체 제조업 포함)에서 최근 5년(2013~2017)년 동안 작업환경측정에서 국제암연구 기관(IARC) 발암물질들 중에서 허용기준을 넘는 물질들

IARC	허용기준	발암물질(공정)
G1	최대측정값이 허용기준을 넘는 물질들	<ul style="list-style-type: none"> <li>-트리클로로에틸렌(TCE): 세척라인(통신부품, PCB부품, 전자부품 등의 공정), PDP케이스 도장 공정, 반도체 부품의 SMT 라인</li> <li>-산화에틸렌: 멸균공정</li> <li>-금속가공유: 전자부품, 풍력발전기, 반도체정비부품가공 공장의 MCT공정</li> <li>-실리카: 건설과정(보강토), 금속주조제품의 용접 · 사상공정</li> <li>-용접흄(반도체 제련)</li> </ul>
G1	최대측정값이 허용기준의 10%이상인 물질들	<ul style="list-style-type: none"> <li>-클로로에틸렌(건설 사출 · 광케이블 성형), 1,3부타디엔(자동차부품 사출), 트리클로로에틸렌(통신, 전자부품, PCB부품 등에 세척공정라인), 포름알데히드(전자부품, 인쇄회로기판, 도금공정 등에서 포름알데히드), 니켈 화합물(도금, 용접), 알루미늄 및 화합물(반도체 제조업의 알루미늄과 다이캐스트공정라인), 카드뮴 분진, 6가 크롬(용접, 실리콘웨이퍼, 웨이퍼공정, 전기회로, 동판 등). 금속가공유(전자부품, 반도체부품 CNC가공, 반도체부품 MCT가공), 산화규소(증착공정, 반도체 장비용접공정의 가스용접, 실리콘웨이퍼, 반도체 전자관 가스용접, 도금공정, 분체도장 · 피막, 용접, 도장 등), 용접흄(전자기기, 부품 용접), 1,2-디클로로프로판(전기)</li> </ul>
G2A	최대측정값이하 허용기준을 넘는 물질들	<ul style="list-style-type: none"> <li>-염화메틸렌(전자부품 세척, 기계가공세척), 퍼클로로에틸렌(전자부품, 세척) 등이다. 최대 측정값이 기준치의 10%를 넘는 공정라인과 유해인자는 스티렌(성형, 사출), 실리콘카바이드(반도체 wire saw), 염화메틸렌(기계가공/세척) 등</li> </ul>
G2B	최대측정값이 허용기준을 넘는 물질들	<ul style="list-style-type: none"> <li>-1-브로모프로판(반도체 세정실), 납 및 그 무기화합물(전기전자 표면처리, 납축전지 도포, 극판불출 및 숙성, 프레스), 코발트 및 그 화합물(전자재료생산) 공정</li> </ul>
G3	최대측정값이 허용기준을 넘는 물질들	<ul style="list-style-type: none"> <li>시클로헥사논(인쇄, 반도체 클린룸, 이소프로필알코올(반도체 기타전기회로개폐 SMT팀), 염화수소(스크러버)</li> </ul>

# 한국 반도체제조업에서 최근 5년(2013~2017)년 동안 작업환경측정에서 국제암연구기관(IARC) 발암 물질들 중에서 허용기준을 넘는 물질들 -111P

IAR C(G)	허용기준	발암물질(공정)
G1	최대측정값이 허용기준을 넘는 물질들	산화규소(결정체, 석영)(CMC/MMB분쇄 공정)
G1	최대측정값이 허용기준기에 가깝게 측정된 물질들	금속가공유(탭핑가공, 래핑/폴리싱, 반도체소자공정, 반도체 MCT가공, 반도체 금형세척 등), 크리클로로에틸렌(TCE 세척, 선반가공, 반도체 SMT 라인), 비소 및 그 무기화합물(반도체 제련) 등
G1	최대측정값이 허용기준의 10%이상인 물질들	포름알데히드(LED chip), 산화규소(실리콘웨이퍼 Rod Mounting, 반도체부품세정), 활성탄(연삭), 금속가공유(반도체소자), 목재분진(폴리실리콘), 금속가공유(반도체 부품 금형세척)
G2 A	최대측정값이 허용기준에 가깝게 측정된 물질들	염화메틸렌(반도체 C/O검사, 세척, 검사), 디메틸포름아미드(반도체 전 처리) 등
G2 B	최대측정값이 허용기준기에 가깝게 측정된 물질들	1-브로모프로판(전자부품, HIC), 테트라하이드로퓨란(반도체 열접착), 산화규소(반도체, 메탈), 카본블랙(전자, 부품) 등
G3	최대측정값이 허용기준의 10%이상 측정된 물질들	이소프로필알코올(반도체 전 처리/전자관 신선(CU)/크린룸/D&P파트, 전자 에폭시주입/세척), 톨루엔(전자인쇄), 과산화수소(반도체 포토), 산화철분진(반도체 사상, 금형, 금형가공), 크롬3가 화합물(반도체 MCT (연삭), 와이어사상(연삭), 활성탄(연삭/정제/정제후, 활성탄(정제/정제후, 활성탄(정제/정제후) 등

## 작업환경측정의 문제

- 국내 전자산업(반도체 제조업)의 위해요인 노출평가자료 분석: 작업환경측정자료 (2013~2017)를 중심으로”를 보면 전자산업에서 국제암기구(IARC)에서 규정한 **Group1 발암물질들이 허용기준보다 낮은 농도로 측정**되고 있는데, 이들 발암물질의 경우 허용농도 이하라고 해서 허용되어서는 안되고 현장 역학조사를 통해서 발암물질노출의 구체적인경로와 노출기전을 파악하고, **이 발암물질들을 줄이기 위한 대책을 마련할 필요가 있다.**
- 또한 한국의 전자산업(반도체)에서는 한국의 “산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질”의 범위안에 있는 물질들에 대해서만 공기중 노출농도 (airmonitoring)를 측정하고 있는 데, 향후에는 **최소한 국제암기구(IARC)에서 규정한 Group 1 발암물질까지는 노출수준과 규모를 파악해야** 할 것이다.
- 반도체 제조업의 안전(보건)관리자들은 사용하는 모든 화학물질에 대한 정보를 파악하지 못하고 단지 MSDS정보(16번:‘작업환경측정대상물질’)를 통해서만 “한국의 산업안전보건법에서 규정된 작업환경측정대상물질”을 파악하여 이들 물질들에 대해서만 작업환경측정을 하고 있는데 **향후 모든 화학물질에 대한 정보를 파악하고**



# 4. 국내 반도체 제조업의 건강영향조사 분석: 산업재해결과를 중심으로



# 한국에서 반도체제조업에서 발생한 암종에서 법원, 근로복지 공단에 의해 업무상질병으로 인정된 사례 분석:

→백혈병, 유방암, 난소암, 림프종, 폐암, 뇌암 등

벤젠, 불산, 황산, 질산, 염산, IPA, 아르신(아르곤), 포스핀, 과산화수소, 암모니아, 포름알데히드, 전리방사선, 비전리방사선, 극저주파 자기장, 납, TCE(산화에틸렌), 유기용제, 비소, 삼산화안티몬, 인산, 아세트산, 카테론, 옥사이드에틸렌, 다핵방향족 탄화수소, 극저주파 자기장, 페놀, 기타 생식독성 및 생식세포변이원성 물질, PR액, 아세톤, ACF, 플렉스, 에틸렌글리콜, 에틸렌옥사이드, 아세톤, 신너, 톨루엔, 크실렌, 염화메틸렌, 메틸에틸케톤, 페놀, 크레졸, 2-메톡시에탄올(메탄올), THAH, PGMEA, 에틸렌글리콜, 스토다드 솔벤트, 니트로메탄, 기타 화학물질 열분해산물 등

# 한국 전자산업반도체 현황-산업재해 현황

반도체제조업 재해는 주로 하청업체(협력업체)에서 발생

→작업과정에서 화학물질에 노출된 27건의 산업재해:

- 청소작업 9건,
- 시설유지보수작업 9건,
- 실험실 2건
- 약품통이동 2건
- 생산작업 등

하청업체의 업무인 청소작업과 시설유지보수작업이 가장 많음.

→반도체제조업에서 주로 협력업체 노동자들에 대한 재해예방대책이 시급

# 한국 반도체 제조업 산업재해 개요 분석: 화학물질에 의한 산업재해 기전

작업내용	재해개요(기전)	상병명
협력업체 노동자 (시설유지보수)	00협력업체로 식당 전등을 바꾸기위해 이동하다가 공장내부 바닥에 있는 황산에 미끄러짐	T2432_좌 하지의 3도 화학화상
설비 비가동중에 탱크를 열고 물 주입과정 (청소작업으로 보임)	니켈 에칭기의 에칭 약품탱크에서 혼합된 약품(질산, 과산화수소, 아민, 물)이 비가동 중에 반응이 일어나 열(가스)이 발생되어 재해자가 탱크 상부 커버를 열고 물을 투입하는 과정에서 가스를 흡입	J698_질산에 의한 흡입 손상
동 도금라인 탱크 청소작업 (청소작업)	동 도금라인 탱크 청소 후, 약품을 탱크에 보충하고자 약품통(20L) 마개를 열고 들어올리는데 약품(황산)이 뚜껑이 열린부분으로 튀어올라옴	T212_몸통(가슴부위)의 2도 화상
설비 점검 (시설유지보수)	동도금현장에서 설비 점검중 망간 탱크에 빠짐	T242_좌측 하지부 피부결손
원재료 교환후 재료의 purge작업 (청소작업)	부품 1Gr 성형실에서 원재료 교환후 설비의 실린더내에 남아있던 재료의 purge작업을 을 하던중 순간적인 가스발생,	T261_우안각막화상
현상액 보조탱크에 현상액을 보충하는 작업 과정 (청소작업)	현상액 보조탱크에 현상액을 보충하는 작업 과정에서 황산시약을 현상액으로 잘못 인식하여 보조탱크에 투여	T310_9%미만(안면부, 우수부 및 상지) 2도 및 3도화상
제품의 Rinse 작업 (청소작업)	산2팀 도금담당 STS#10(Rinse장비)에서 ASE-8L Mso90X120 제품의 Rinse 작업중, 황산말통에서 비이커로 약품을 투입량만큼 분배하여 장비에 추가 보충후, 비이커를 내려놓는 과정에서 비이커내 남아있던 잔량의 황산이 튈	T203_화학화상(심재성2도-3도,9%미만)-안면부

# 한국 반도체 제조업 산업재해 개요 분석: 화학물질에 의한 산업재해 기전

작업내용	재해개요(기전)	상병명
야간 연장근무시간에 도금공장에서 발을 헛디딤	야간 연장근무시간에 도금공정에서 발을 헛디더 미끄러짐,	T3120_양측 하지부, 족부, 안면부 등 체표면
에칭보조탱크의 염산공압장치 작동	에칭line에서 에칭보조탱크의 염산공압장치를 on시키고 off시켜야 하나 잠시 옆에서 이동하여 타작을 하여 순간적으로 염산보조탱크의 염산이 외부로 새어나와 발생됨	J680_화학가스에 의한 폐렴
설비 노즐 실린더 헤드를 분해, 정비 (시설보수유지)	사출성형기 13호기(50)톤 설비 노즐 실린더 헤드를 분해, 정비 중 실린더 내의 가열 된 RESIN이 튈	T260_안면부 2도 5% 화상
청소작업	클린룸내 절연체 인쇄기 앞에서 절연체 인쇄를 마치고, 마스크 판을 닦기위해서 MIBK용액을 걸레에 묻혀 닦는 과정에서 노출	T222_화학화상4%(우측 팔, 좌측 어깨) 2도화상
펌프내부 이물질 제거 작업 청소작업	펌프내부의 이물질을 제거하기 위해 세척통에 질산액을 담아 펌프의 일부분을 세척하던 중 다량의 유해가스를 흡입	T599_흡입성 폐손상
화약품 작업	화약품을 작업하다 불꽃에 의해 인화	T2327_화염화상 1%(양측 손)
	(총 57건중 27건 검토)	

# “국내외 전자산업(반도체 제조업)의 건강영향 분석: 산업재해 (2008~2017) 원시자료 분석결과

**한국 반도체제조업 하청업체(협력업체)의 산업재해 발생**양상이었다. 작업과정에서 화학물질에 노출된 27건의 산업재해중에서 청소작업 9건, 시설유지보수작업 9건, 실험실 2건, 약품통이동 2건, 생산작업 등등으로 청소작업과 시설유지보수작업이 가장 많았다.

이러한 작업들은 반도체 제조업에서 주로 하청업체(협력업체) 노동자들에 의해서 수행되는 것이다.

**이 연구결과는 반도체제조업에서 주로 협력업체 노동자들이 재해를 입고 있음을 보여주고 있고, 하청업체들의 재해예방대책이 시급함을 보여주고 있다.**

# **5. 국내 반도체 제조업의 노동자 보건관리**

## **대책: 전자산업 노동자 건강보호방안과**

## **전자산업 안전보건관리 전담기구의 조직**

## **및 역할**



# 한국 전자산업의 노동자 보호 방안

1. 한국 전자산업(반도체제조업)에서 산업안전보건관리체계 구축의 필요성
2. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 원칙과 방향
3. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램 구축 방안
4. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적 대응방안
5. 한국 전자산업(반도체 제조업) “안전보건관리 전담기구” 의 조직 및 역할



# 한국 전자산업의 노동자 보호 방안

## 1. 한국 전자산업(반도체제조업)에서 산업안전보건관리체계 구축의 필요성

(1) 한국 전자산업(반도체제조업)에서“산업안전보건체계”구축의 필요성

(2) 원하청관계에 있는 하도급업체(협력업체) 노동자들의 안전보건을 확보해야할 필요성

(3) 현행“법”을 개선해야할 필요성 대두

가) 국가적인 차원에서 화학물질관리의 필요성

(가) 국가적인 차원에서 화학물질관리제도 강화의 필요성

(나) 국가적인 차원에서 발암물질의“사용규제 및 대체물질 개발”의 필요성

나) 현“한국산업안전보건법”의 한계를 극복하고, 새로운“산업안전보건관리체계”를 세울 필요성

(4) 각 사업장 단위“산업안전보건관리체계”정립의 필요성

가) 사업장에서 필요한“산업안전보건관리프로그램”정립의 필요성

나) 각 사업장에“산업안전보건 전문가”에 의한 사업장 산업안전보건관리 지원의 필요성

다) 사업장“하도급 노동자들의 산업안전보건관리”모델 개발의 필요성 대두

(5) 한국에서 국가적인 차원의 역할강화의 필요성

# 한국 전자산업(반도체제조업)에서 산업안전보건관리체계 구축의 필요성

(1) 전자산업(반도체 제조업) "산업안전보건관리체계"구축 필요성

(2)원하청관계에 있는 하도급 노동자들의 산업안전보건을 확보해야할 필요성

(3) 국가적인 차원에서 현행"법" 개선 필요성 대두

(4) 사업장 단위 "산업안전보건관리체계"정립 필요성

(5) 국가기관 역할강화필요: 사업장 감독 강화, 문제점진단, 교육실시, 예방대책 강화, 실제 훈련 강화의 필요성

작업현장 산업보건정책 모델 구축, 전체 산업안전 보건관리체계 구축

-생산위주 정책 아닌 안전보건의 고려되는 안전보건 정책 수립  
-전체 생산 체계 속에서 원청과 하도급 노동자들의 안전과 건강이 지켜져야 함

가) 국가적 화학물질관리 필요성



(가) 국가적 화학물질관리제도 강화 필요성 -> 국가적 화학물질 위험요인조사와 예방 대책 마련  
(나) 화학물질관리에 대한 국가적인 정책 발전의 필요성: 화학물질의 "등록 후 사용"에서 "사용규제 및 대체물질 개발"  
-> 위해한 화학물질(발암성물질 등)의 사용을 규제, 대체물질 개발 필요

나) 현 "산업안전보건법"의 한계를 극복, 새로운"산업안전보건관리체계"를 세울 필요성 대두



산업안전보건법의 형식지향적인 한계를 극복하고 새로운 산업안전보건관리의 모델을 만들 필요성 대두

가) 사업장 맞춤형"산업안전보건관리프로그램"정립의 필요성



-> 산업안전관리프로그램을 만들어 새로운 프로그램을 개발 필요함.  
사업장에서 역학조사방법, 현장에 근거한 교육프로그램개발 및 실현, 재해예방매뉴얼을 실제 실행, 훈련 하는 것을 구체화

나) 각 사업장에 "산업안전보건전문가"의 산업안전보건관리 지원 필요



-> 각 사업장에 "산업안전보건전문가"의 지도·교육·관리 등으로 사업장 산업안전보건관리 지원 필요

다) 사업장 "하도급 노동자들의 산업안전보건관리" 모델 개발의 필요

-개별 사업장에 맞는 실제적인 산업안전보건프로그램을 만들어 나가는 방향, 전체적인 체계를 세우고 체계적인 관리를 위해 필요, 체계를 세우고, 산업안전보건을 체계적으로 관리 필요

## 2. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계 원칙과 방향

### (1) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리체계의 원칙

산업안전보건보다는 생산이 중심적인 생산체계로 인해 산업안전보건이 부재한 작업현장에서 생산체계와 산업안전보건관리체계를 상호 연계시켜서 생산과정이 안전과 건강을 발전시키는 과정으로 발전되어야 한다. =>생산에 인간을 고려한다면...

### (2) 한국 전자산업(반도체제조업)의 산업안전보건관리체계의 방향

첫째: 국가적인 차원에서 산업안전보건관리체계 수립

둘째: 작업현장에 맞는 산업안전보건관리체계 구축

# 3. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리프로그램 구축 방안

## (1) 위해성 평가(Risk Assessment)

### 가) 화학물질 위해성평가

- 화학물질 도입 시 위험성 평가의 중요성
- 화학물질 노출평가(Hazard Exposure Assessment)의 중요성
- 포괄적인 작업장 위험 모니터링 프로토콜과 방법의 개발과 구현
- Job Exposure Matrix평가의 중요성

### 나) 화학물질의 건강영향평가

- 노동자들이 중대한 건강상의 위험한 건강문제가 있을 수 있는 위험을 파악하기 위해 노동자"의료감시프로그램" 실시→→→ 위험요인에 노출된 사람들의 건강영향평가

#### \*건강영향평가의 내용

- -과거 노출력 조사
- -화학물질 노출력과 건강과의 연관성 연구
- -역학적인 연구: 후향적, 전향적 연구, 생물학적 검사, 유전학적 연구, 원인위험요인연구
- -암 등 질병유병률, 발생률, 사망률 추이 분석
- -노동자들에 대한 건강평가, 의학적인 건강진단-내용의 개선 필요
- -질병발생 원인규명을 위한 조사
- -질병발생 예방을 위한 대책 마련

## **(2) 위험성관리**

### **가) 위험성관리**

**(가) 사업장 전체에서 위험요인을 파악하기위한 체계 구축**

작업현장에서 역학조사관은 사업장의 위험지도 구축, 노출물질(위해요인) 파악, 기본적인 산업안전보건 업무 확인, 우선순위 설정, 논의구조 마련 등의 역할을 해야 한다.

**(나) 원청에서 하도급업체들의 위험요인과 안전문제를 체계적으로 관리**

원청사업주가 하도급업체 노동자들의 문제를 체계적으로 해결할 수 있도록 체계를 마련해야 한다.

**(다) 대체물질의 개발**

[작업장 산업안전보건위원회] 활동 강화

**(라) 화학물질에 대한 허용기준의 제고**

화학물질이 사용되는 작업공정, 작업환경, 작업시간 등에 따라 허용기준이 제고되어야 한다.

## 나) 위해 의사소통(Risk Communication)과 해결 방안

(가) 위험성 인식: 생산문화, 조직문화의 변화

(나) 알권리: 노동자와 지역사회의 참여 보장

(다) 보건교육

(라) 보상방안

(마) 법적, 제도적 개선 방안

① 산업안전보건법 개선방안: 문제가 해결되었는가?가 핵심 법안이 되게

### \* “한국산업안전보건법” 개선 방향

1. 작업환경측정, 검진(특수, 일반), 보건관리(대행)제도에서 벗어나서 각 사업장의 실질적인 유해물질을 파악하고, 유해물질과 유해환경에 대한 개선대책을 마련해야함.→각 사업장에 문제해결방식으로 산업안전프로그램 마련

2. 법과 제도 “. 작업환경측정, 검진(특수, 일반), 보건관리(대행)제도”를 지키는 것에 그치는 것이 아니라, 각 사업장에서 실질적인 개선 방안을 세우도록 계획→근로감독관제도개선(미국 OSHA사례 )

3. 노동자들의 의견반영: 알권리 등

(바) 평가기준

(사) 지역사회 환경보호

(아) 국제적인 연대활동 강화

## 4. 한국 전자산업(반도체 제조업)의 공학적 대응방안

### (1) 반도체 제조업의 전 과정을 통해서 가장 위험한 공정들과 공학적인 대응방안

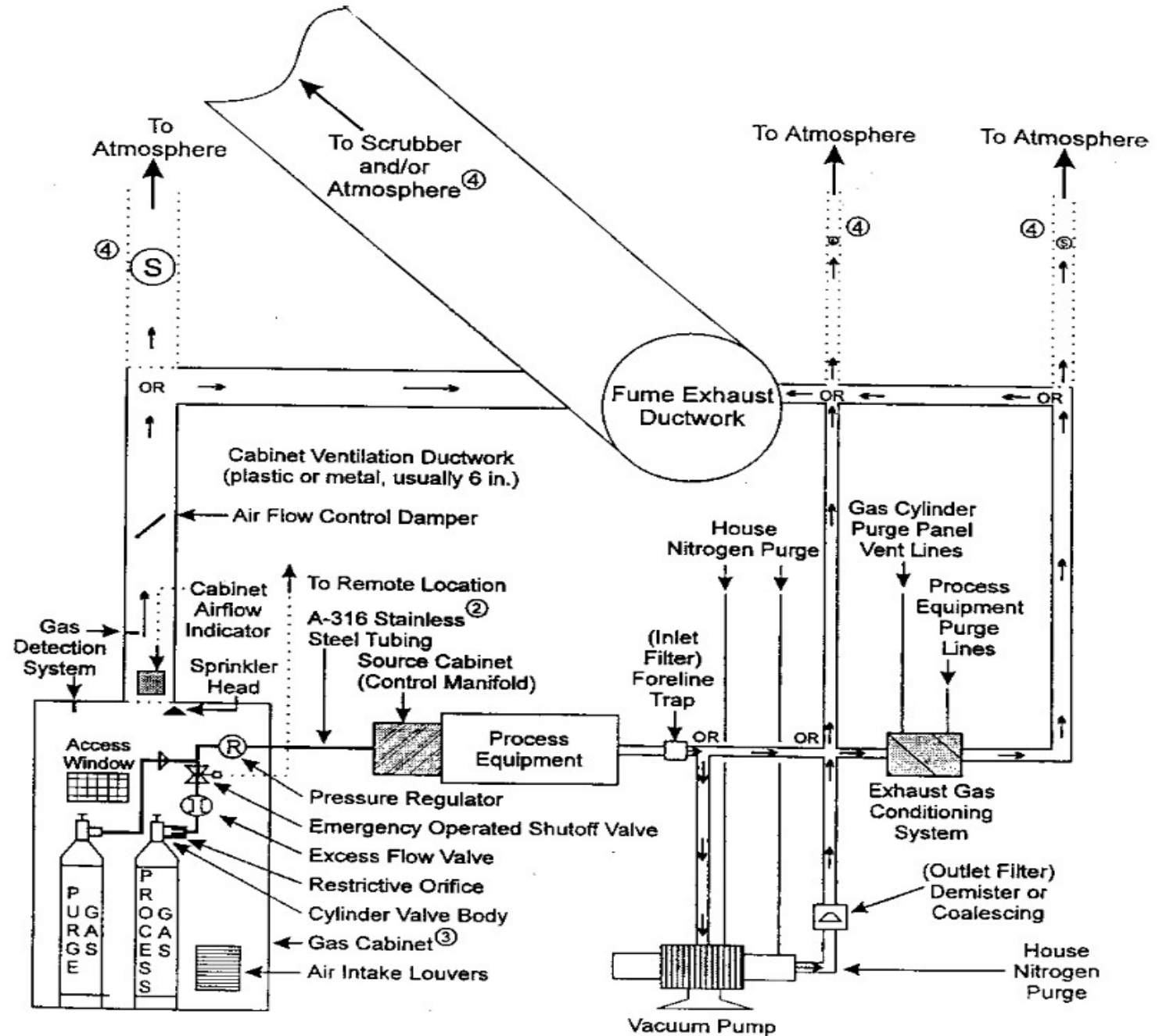
- 공정별로 부식성 화학물질들의 증기 성분들이 외부에 유출되지 않도록 배관시스템 구성이 주 요하며, 발생한 폐액은 pH(6-10)으로 중화시켜서 현장처리하는 것이 필요하며, 특히 불산 용액 의 경우 현장에서 불화칼슘을 이용한 불소 성분을 침전시킬 수 있는 시스템이 구비되어야 한다. 이들 공정들에서 발생한 폐액들이 외부업체에서 회수되어 재활/소각/폐기/매립 등의 처리가 환 경법규에 따라 처리되어야 한다.
- 반도체 현장에서는 각 화학물질들의 MSDS(Material Safety Data Sheets)에 따라 인체 유해 허 용치 이하 관리를 위해 연속식 가스모니터링 (TDS, ICP-MS, GC-FID등)을 사용하고 있다. 이들 모니터링 시스템들과 함께 비상시에 작업자를 보호하기 위한 장비 및 개인 보호 장비가 요구된 다. 최근 들어 10나노 이하 공정을 위해 도입되고 있는 EUV, ALD 및 ALE 공정들에 대한 신규 화 학물질들에 각종 준비가 필요한 시점으로 판단된다.

# Dry Chemical 운영 시스템 분석

-각 공정에서 사용된 유해가스들의 경우, 일반적으로 일차 열 분해시킨 후 액체 Scrubber에서 흡착시킨 후, 기체들을 대기 중으로 배출시킨다.

특히, 화학기상증착법(CVD) 및 불화탄소계 열 가스를 사용하는 플라즈마 장비들은 공정 후 남게 되는 **각종 유해가스 및 유해 부산물들을 독립적으로 자체 처리할 수 있는 시스템들이 필요하다.**

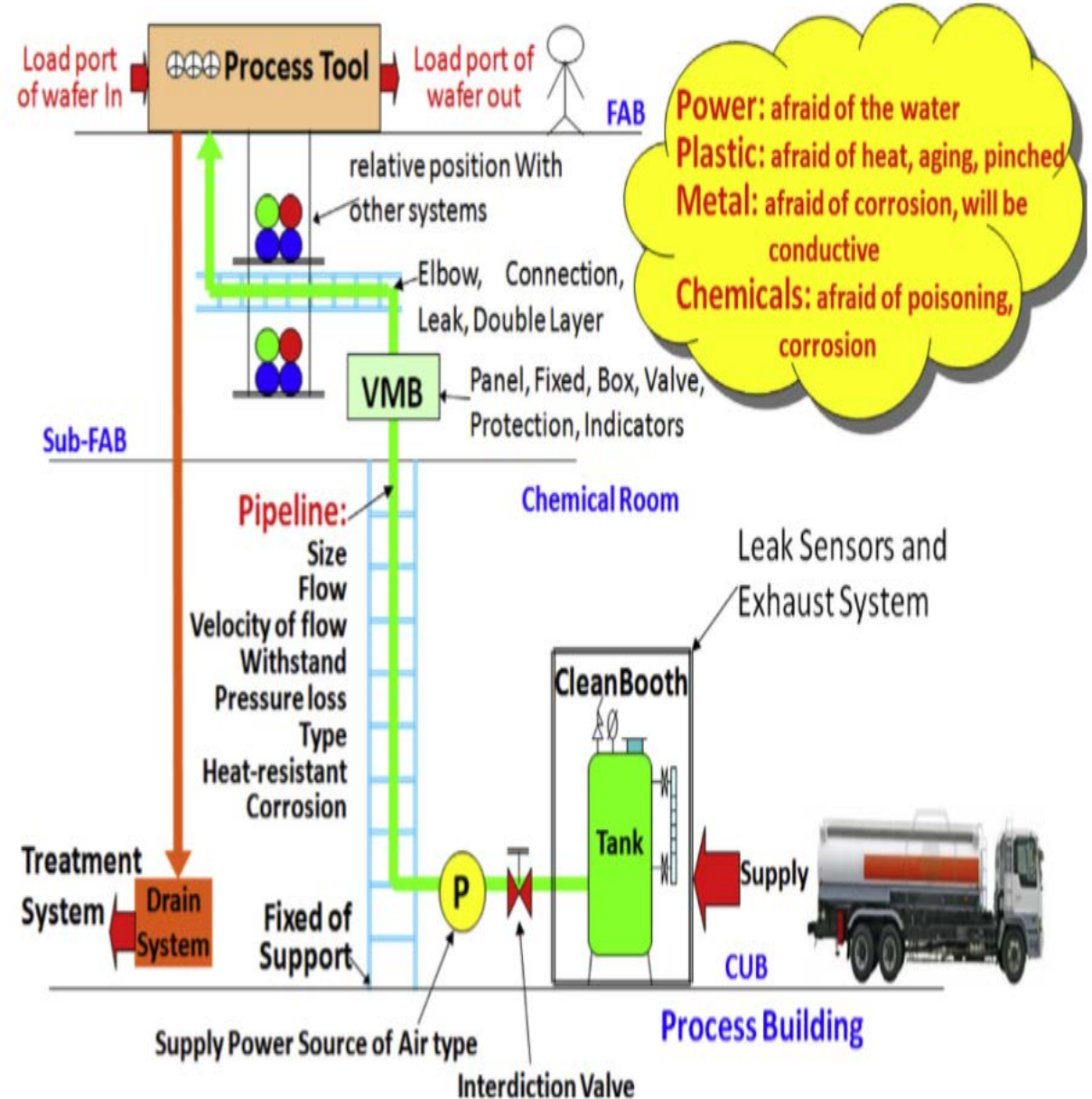
이들 공정에 사용되는 각종 유해 가스들은 상기 그림에 나타낸 바와 같이 Gas Delivery System내에서 발생할 수 있는 Leak에 대비하여 MSDS에 따라서 인체 유해 허용치 이하로 **실시간 모니터링** 되어야 하며, **대기 중으로 배출되는 기체도 대기환경 차원에서 모니터링이 요구된다.**





# 작업공정과과정에서 “화학물질 공급체계”에서 점검해야할 9가지 사항들

- ① **트롤리 (Trolley):** 케미컬 룸 사이의 모든 시설로 화학물질을 안전하게 운반하고 전복과 유출을 방지하는 것
- ② **화학 저장 탱크(Chemical storage tank):** 화학 물질 보관
- ③ **화학 물질 저장 탱크의 배기 후드(Exhaust hood of chemical storage tank):** 폭발 및 인체 흡입 중독을 방지하기 위해 화학 물질 보관 캐비닛에서 24 시간 동안 유기 용제 증기를 추출하기 위해 지속적으로 사용되는 배기 시스템.
- ④ **케미칼 룸(Chemical room):** 케미칼 룸은 케미칼 탱크, 클린 부스 및 병 등을 보관하며, 화학 유출에 대한 두 번째 방어 라인이다.
- ⑤ **펌핑 시스템(Pumping system):** 화학물질 공급 시스템의 주요 장치
- ⑥ **파이프 라인(Pipe line):** 화학 물질을 공정으로 옮기는 것으로 파이프 라인 안전을 위해 VMB(valve manual box)가 없는 밸브는 설치하지 않아야 함.
- ⑦ **VMB(Valve manual box):** 각 독립적인 공정장치의 입력단자에 화학 약품을 할당하고 이송하기 위한 장치
- ⑧ **프로세스 도구(Process tool):** 웨이퍼 클리닝, 포토레지스트 코팅, 노광, 프로세스 내부의 로봇에 의해 전달된 웨이퍼는 공정 체임버(chamber)에서 화학물질의 틈이 생길 수 있어 위험을 줄이기 위한 설계가 고려되어야 함.
- ⑨ **배기/배수관(Pipeline of exhaust/drain):** 공정 체임버 이후의 폐액을 폐수 처리장 또는 임시 저장 탱크로 이송하는 데 사용됨.



## 5. 한국 전자산업(반도체 제조업) “안전보건관리 전담기구” 의 조직 및 역할

### 1) 한국 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 조직 체계

#### 가) 한국 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 조직 체계의 구성

-노동자대표, 사업주 대표, 산업안전보건전문가(산업안전보건 역학조사관, 독성학자, 산업위생학자, 역학자, 직업환경의학 전문의, 간호사 등), 국가기관 전문가들의 상호작용(환경부, 고용노동부, 산업자원부 등), 국제적인 네트워크:

-조직체계 구성에서 무엇보다도 핵심적인 역할을 할 구성원은 작업현장을 돌면서 작업체계를 이해하고, 위해물질 노출경로, 위해물질, 건강에 미칠 위험성을 파악하고, 작업자들의 건강상태를 파악하고, 재해(사고와 질병)를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할“**산업안전보건전문가**”이다.

## 5. 한국 전자산업(반도체 제조업) “안전보건관리 전담기구” 의 조직 및 역할

### (1) 한국 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 조직 체계

#### 가) 한국 전자산업(반도체제조업)의 "안전보건관리 전담기구" 조직 체계의 구성

-노동자대표, 사업주 대표, 산업안전보건전문가(산업안전보건 역학조사관, 독성학자, 산업위생학자, 역학자, 직업환경의학 전문의, 간호사 등), 국가기관 전문가들의 상호작용(환경부, 고용노동부, 산업자원부 등), 국제적인 네트워크:

-조직체계 구성에서 무엇보다도 핵심적인 역할을 할 구성원은 작업현장을 돌면서 작업체계를 이해하고, 위해물질 노출경로, 위해물질, 건강에 미칠 위험성을 파악하고, 작업자들의 건강상태를 파악하고, 재해(사고와 질병)를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할“**산업안전보건전문가**”이다.

## 5. 한국 전자산업(반도체 제조업) “안전보건관리 전담기구” 의 조직 및 역할

### 나) 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 형태

- "안전보건관리 전담기구"의 형태:

- 노출평가 기구
- 연구소: 독성물질 분석, 화학물질 분석, 대체물질 개발 등
- 건강영향평가 기구
- 현장 역학조사 기구
- 사업장 관리 감독 및 지도 기구
- 국제적인 네트워크 기관: 국제적인 기관과의 연계, 공유

기구의 형태는 무엇보다도 가장 중요한 역할을 할 수 있는 **작업현장에서 작업장 관리 감독 및 지도 역할 담당; 현장 안전·보건관리자 지도; 현장 노동자 교육; 현장 역학조사, 노출평가, 건강영향평가; 산업안전보건관리체계 구축 방안 마련; 산업안전보건관리프로그램 모델 마련 등을 수행할 전담기구이다.**

## (2) 한국 전자산업(반도체 제조업) "안전보건관리 전담기구"의 산업안전보건관리 내용

- **사업장 관리 감독 및 지도 기구**: 사업장 순회를 통해 문제점 파악 및 개선대책 마련, 작업장의 산업안전보건관리-산업안전보건관리 프로그램 개발, 현장 노동자들의 요구도 조사
- **노출평가**: 직업노출조합(Job Exposure Matrix) 구성, 작업공정에서 새로운 화학물질농도 측정방법의 개발, 허용기준 설정 연구, 산업위생/산업공학 관리방안 마련
- **역학조사 및 건강영향평가**: 작업장 요구도 조사, 위험성평가, 노동자들의 건강영향평가, 질병(암) 발생률, 유병률 분석
- 공학적인 관리 및 안전보건 매뉴얼 개발
- **연구소**: 독성학적인 검사, 새로운 화학물질 독성 평가 방법 개발, 노출평가 방법 개발, 위험성평가 개발, 대체물질 개발
- **국제적인 연대활동**: 국제적인 연대활동: 공동의 과제 수행, 독성물질 정보 교류, 미국과 캐나다(OSHA), 영국(HSE), 유럽(EUOSHA), 오스트레일리아/뉴질랜드(OSHA), 중국, 대만, 일본 등등

### (3) 한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 역할

가) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로서의 역할

➔ **국가기구로써** 국가기관의 전문인력이 지도적인 역할을 하면서 사업장에 산업안전보건관리체계의 모델을 만들고, 이를 다른 사업장에 적용하면서 서로 소통하면서 **국가적인 산업안전보건관리체계를 만드는 것**

나) 한국에서 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하는 역할

- 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축해나가기 위해서는 "안전보건관리 전담기구"가 지도적인 역할을 하는 가운데 모든 관련된 사람들이 참여하는 구조가 되어야 한다. 문제를 나열하고, 그것에 관여해야하는 모든 사람들이 다 나열되어야 한다. 문제를 풀기위한 그 사람들의 역할이 서로 나열되고 권리와 의무로써 역할분담이 되어야 한다.
- 이렇게 해서 **집단적인 논의과정**을 거쳐서 처음에 "산업안전보건관리체계"가 구축되면, 이 "체계"를 단계적으로 연결시켜 나가고, 피드백하면서 모자란 것을 보충하는 식으로 나가야 한다. 피드백하면서 돌아가는 구조를 만들어야 한다. 이 과정이 실제 작동이 되어야 문제가 해결될 것이다.
- "안전보건관리 전담기구"에서 이러한 역할과 관련된 사람들은 작업현장에 직접 나가서 작업현장 사람들로 부터 이러한 이야기를 들어야 하고, 작업현장에서부터 문제를 해결해야 한다.
- "안전보건관리 전담기구"에서 "체계"를 구축하는 일은 지금까지 법과 제도에 의해서 일방적인 규제로 해결하려는 방식에서 벗어나서 실제 문제를 해결할 수 있는 방식으로 접근되어야 한다

## **(4) 한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 활동**

### **가) 국가적인 차원” 에서 산업안전보건체계 구축을 마련하기 위한 산업안전보건관리 가치 창조, 제도 개선 활동**

(가) 산업안전보건체계 구축 활동

(나) 법, 제도 개선 활동

① 화학물질관리(화학물질관리법, 화학물질평가법, 산업안전보건법) 관련법과 제도 개선활동

② 산업안전보건법 관련법과 제도 개선활동

(다) 하도급업체 노동자들 관리방안 마련

(라) 교육 내용 및 프로그램 개발

(마) 연구소로써의 역할: 화학물질 성분 분석, 발암물질 성분 분석 및 위험성 평가, 대체물질 개발

(바) 각 정부기관의 상호 협력 구조 마련

(사) 산업안전보건관리체계 구축을 위한 협력구조 구축

(아) 환경보건의 차원에서 폐기물관리 활동

(자) 국제네트워크 구축

## **(4) 한국 전자산업(반도체) "안전보건관리 전담기구"의 활동**

### **나) “사업체 차원” 에서 산업안전보건관리체계 구축**

(가)“작업현장”에서 새로운 위험성 평가방법과 노동자 보호 방법의 개발  
: 밀폐공정이 개방될 시점에서 위험도 평가를 중심으로

➔ 작업현장 노동자들의 참여를 통해 작업 현장에서부터 위험을 평가하도록 하고 있는 위험성평가 접근을 통해 전자산업의 위험을 평가·관리하도록 하여야 한다



## (나) “작업현장”에서 하도급 노동자들의 보호방안 마련: 밀폐공정이 개방되는 공정들을 중심으로

- 현재 반도체 작업현장에서는 밀폐된 공정이 열리면서 문제가 발생할 수 있는 지점들이 있다. 제대로 구축된 사업장의 경우, 대부분 밀폐된 상태를 유지하고 있으며, 일부 지점 일부 시점에 이러한 밀폐된 상태가 개방되는 일이 있다. 이러한 공정들로는 예방유지관리(Preventive maintenance), Scrubbing 교체 및 관리, 배관작업, 설비·유지, 청소작업, 설비 변경, 폐기물 처리과정 등이 있다.
- 이렇게 밀폐된 공정들이 개방되는 공정들이나 업무를 하도급업체가 담당하고 있으며, 하도급 노동자들이 담당하고 있다. 이러한 지점에 대한 관리가 현재 하도급업체에 전가되어, 실제 제조현장에서 발생하는 문제가 공유되지 않거나, 제대로 관리되지 않거나, 혹은 외부로 이전되고 있다.
- 향후 반도체 제조업의 사업체 차원에서 하도급 노동자들의 보호방안의 필요성이 절실하게 요구되고 있다. **향후 국가차원의 "안전보건관리 전담기구"가 작업현장에서 하도급 노동자들의 보호방안을 위한 구체적인 지침(manual)을 마련하여 사업체 차원의 산업안전보건관리체계의 구축에 기여해야한다.**

## (다) "안전보건관리 전담기구"의 조직적이며 체계적인 접근방법 개발: 밀폐공정이 개방되는 공정들을 중심으로

현재 작업현장에서는 각 공정의 어디에서 어떻게 위험요인이 발생하고 있으며 이를 막기 위한 구체적인 관리방법에 대해 조직적이며 체계적인 접근이 미흡한 실정이다. 특히 밀폐된 상태가 열리는 지점에서의 관리가 제대로 되어있지 못하다.

향후 대안의 방향으로 **작업현장에서 작업공정의 흐름도에 따라 조직적이며 체계적인 접근과 방법**이 필요하다. 작업장 전체를 하나의 산업안전보건관리체계로 만들어야 한다.

**실제 작업현장의 작업공정도에 따라 위험요인의 흐름도를 그리고, 각 위험요인이 발생하는 지점에서 작업을 하고 있는 작업자들에 대한 총체적인 관리**가 이루어져야 한다.

이렇게 된다면 원청노동자, 하도급 노동자를 분리하지 않아도 되며, 지금처럼 원청기업과 하도급 업체들이 따로 작업환경측정, 건강검진 등 따로 관리를 받지 않아도 된다. 이렇게 하기 위해서는 원청기업이 총체적으로 작업현장의 산업안전보건관리체계를 구축해야하는 것이다.

위 내용을 총괄하고 계획하는 기능을 "안전보건관리 전담기구"가 맡아야 한다.

## (라) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능 10가지

### 1. 밀폐공정이 열리는 지점들에 대한 위험성 평가 사업

밀폐된 공정이 열리는 상기 지점에 대한 위험성을 포함하여 작업장의 위험에 대해서 노동자 참여를 통하여 현장에서부터 평가하도록“위험성평가”를 조직하여 전자산업의 위험을 평가 관리하도록 하여야 한다.

#### \*밀폐된 공정이 열리는 지점들

- Preventive maintenance
- Scrubbing 교체 및 관리
- 설비 변경 (설계, 발주, 훈련, 시행, 확인 등의 단계 모두)
- 사고 및 응급 상황
- 정전 시 폐기물 처리
- 평상시 굴뚝 및 폐수

## "안전보건관리 전담기구"의 지도적인 역할 모델 구축의 예

- "안전보건관리 전담기구"는 '스크러버 작업에서 위해 화학물질의 노출'을 막기 위해 새로운 산업안전보건관리체계 모델을 구축해야 한다. "안전보건관리 전담기구"는 관련된 모든 사람들이 모여서 같이 논의해서 결정할 수 있도록 **"문제해결의 장"을 마련하고 지도해야 한다.**
- **모든 사람들이 같이 모여서 같이 논의해서 결정해야 한다.** 예를 들면, 스크러버 통을 내줄 때 그 안에 어떤 물질이 있는지에 대해 실제 작업하는 사람들에게 알려주어야 한다. 그 분석과 확인을 누구의 활동으로 만들 것인가?
- 이 문제를 해결하기 위해서 정보를 만들 사람이 있고, 정보를 제공해야 할 사람이 있는데, 기본적으로 정보의 제공은 **원청사업주**가 해야 한다. 또한 원청사업주 이외에도 이 스크러버 작업에 대해 정보를 제공하는 사람들은 다양할 것이다. 예를 들면, 원청사업주, 1차 하도급 사업주, 2차 하도급 사업주 등 다양할 것이다. 관련된 사람들이 다 모여서 정보가 어떻게 만들어져서 어떻게 사용되고 어떻게 활용되는지에 대한 프로그램이 체계화되어야 하고, 문제가 안 풀리면 **되먹임**해서 새롭게 만들어야 한다.
- 그 다음에 **대체 작업, 대체물질, 보호장비, 위해물질의 노출을 피할 수 있는 방법 등을 모색**해야 한다. 그 다음에 무엇이 필요한 것인지가 도출되어야 한다.
- 이것을 하기 위한 토론을 하다보면 여러 역할들이 나오고 역할들에 대한 조직이 나올 것이다. 이러한 작업을 시점으로 해서 "안전보건관리 전담기구"의 역할과 조직을 구성할 수 있을 것이다.
- **이러한 과정을 일회적으로 끝나는 것이 아니라 문제가 해결될 때까지 지속적으로 이루어져야 한다.**
- **작업장 순회조사, 역학조사, 노출평가, 건강영향평가, 관련 원하청 사업주들 및 작업자들과 해결을 위한 모임들을 하고, 이러한 과정을 되먹임작용(피드백)을 거쳐서 실제 문제가 해결될 때 까지 지속해야 한다.**
- 이것이 작업현장에서 새로운 산업안전보건관리 체계 모델 구축으로 될 수 있으며 "안전보건관리 전담기구"는 이 모델구축을 지도하고 이끄는 역할을 해야 할 것이다.

### 3. 공학적인 안전관리프로그램 구축: 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램 구축

- "안전보건관리 전담기구"는 공학적인 안전관리프로그램을 구축해야 한다. 특히, 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램을 만들어야 할 것이다.
- 반도체 사업장의 설비(개설, 보완) 등에 필요한 안전체크 시스템이 있어야 한다.
- 현재 반도체 시설확장, 설비변경시에 사업장에서 사망사고나 중대재해가 일어나고 나서야 반도체 작업과정에서 산업안전보건 관리 부분에 크게 구멍이 뚫려있다는 것을 안다. 왜 구멍이 뚫렸는지? 어떤 체크시스템이 필요한지? 이것을 만들어야 한다.
- 시설 확장을 할 때, 작업자들을 작업현장으로 들여보내기 전에, 안전체크리스트를 만들어야 한다. 이 체크리스트는 작업자들이 필요한 것들을 보완하는 체크리스트가 되어야 한다. 이 과정은 응급상황이나 비상시가 아닌 일상적으로 진행되어야 한다.
- 우선 이 사업을 기획하거나 설계를 할 사람들을 구성해야 한다. 이 체크리스트 작성 프로그램에 참여하는 팀은 "안전보건관리 전담기구" 담당자를 중심으로 해서 기획(생산), 사업을 발주하는 부서, 행정부서, 직접 들어가서 담당하는 공사를 하는 작업자들, 평상 시 작업을 관리·기획했던 현장 작업 감독자들로 구성될 수 있다,
- 그리하여, 작업자들이 안전하게 작업하기 위해 작업의 전 단계, 그 전 단계, 그 전단계로 거슬러 올라가면서 체크되어야 할 항목들과 내용들을 만들어야 한다. 예를 들면, 공사를 발주하는 사람들이 체크해야할 지침서를 만들고, 발주된 것에 따라서 작업자들이 작업을 하기 전에 교육을 진행해야하는데 이 교육은 누가 할 수 있는지에 대한 구체적인 지침을 마련해야 한다.
- 각 단계별로 각 구성원의 역할에 따라 체크리스트의 내용이 달라질 수 있을 것이다. 그러나 각 역할별로 체크리스트 원형 모델을 구축해 놓으면 이를 응용해서 다양한 사업에 활용할 수 있을 것이다.
- 예를 들면, 원청사업주, 원청관리자, 원청공사감독, 하도급업체사업주, 하도급업체관리감독자, 원청작업자, 하도급작업자 등에게 필요한 체크리스트를 각각 만들어야 한다. 다 비슷할지 모르나 조금씩 다른 체크내용을 추가해서 만들어야 한다. 각 다양한 분야의 역할과 업무에 따라 가각의 분야에 대한 체크리스트를 만들어야 한다.
- 그런 후에 실제 체크리스트를 실시하는 구체적인 과정을 구축해야 한다. 예를 들면 실제 일하는 사람이 체크할 것은 무엇인가? 이 체크리스트가 실제로 어떻게 사용되는지? 사용되는 것으로 전체 상황파악이 되는지? 누가 체크를 해야 하는지?
- "안전보건관리 전담기구"는 이러한 과정을 거쳐서 작업현장에서 산업안전보건관리를 위한 하나의 체계를 구축해야한다.

#### 4. 비상시 위험계획 수립과 모든 관계자들의 참여방안(관리 활성화) 마련

"안전보건관리 전담기구"는 사업장의 모든 참여자들이 모여서 정전이나 기계가 고장 났을 때 등과 같은 **비상사태에 대한 대처방안**을 만들도록 지도해야 한다.

##### ㉠ 비상상황과 노출 시나리오의 도출

- "안전보건관리 전담기구"는 비상상황에서 즉시 안전하게 대처할 수 있도록 실제 훈련이 되어야 한다. 이 훈련내용이 주기적으로 되면서 보완갱신 되어야 한다. 응급상황에 대한 다양한 시나리오를 만들어내야 한다(예: 불이 날 경우, 지진, 질식 등)
- "안전보건관리 전담기구"는 각 사업장 관련 담당자들 및 작업자들과 팀을 구성해서 응급상황이 발생했을 때 그 시나리오에서 어떤 사람들이 어떤 역할을 해야 하는가? 그러한 역할들을 습득하기위해 평상시에 어떤 훈련을 해야 하는가를 논의하고 시나리오를 만들고 대처매뉴얼을 아주 구체적으로 만들어야 한다. 관련 책임자와 담당자 그리고 작업자들이 다 모여서 만들어야 하며, 실제 주기적으로 그 시나리오에 따른 것이 제대로 되는지 평가를 받아야 한다. 이렇게 주기적으로 평가하여“허점(구멍)”이 있으면 다시 시나리오의 역할을 부여하고 해야 한다

##### ㉡ control banding 접근법을 통한 공정관리 방안 도출

Control banding은 **독성평가와 노출시나리오에 근거하여 결국 관리(control)의 방안을 도출**하는 작업이다. 응급상황에 따른 관리방식을 도출하도록 한다.

## 5. 고충처리 및 건강상담: 노동자 요구도 파악

- 노동형태별 보건관리
- 지역별 특성 및 노동자 특성에 따른 보건관리

## 6. 하도급과 관리방식에 대한 개선 및 하도급 금지 방안

- "안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능으로써 하도급과 관리방식에 대한 개선사업을 보면 다음과 같다.
- ㉠ 하도급업체에서의 정보수집 및 평가 능력, capacity에 대한 평가
- 필요한 정보의 내역들
- 하도급 근무에 따른 문제점들
- 사용하는 물질들에 대한 정보를 얻는 일
- 종사하는 공정의 위험에 대한 정보를 얻는 일
- 하도급관리(업무)의 방식을 조사
- 하도급된 일에서의 업무와 권한
- 하도급된 장소에서의 환경관리 방안
- 하도급된 일들을 포함한 전체적인 공정의 흐름에 대한 평가
- ㉡ 인력 및 조직의 지속성에 대한 조사
- 여러 사업장을 드나들거나, 번갈아 가면서 근무하는 사람들의 이력을 파악한다. 최종적으로는 반도체 제조업에서 하도급을 금지하고 노동자들을 원청 기업에 정규직으로 고용해서 작업장의 실질적인 산업안전보건관리체계를 구축해야한다.

## 7. 작업장 예방대책을 위한 새로운 노출평가(직업노출집단, JEM) 방안 및 역학조사 방안 마련

새로운 역학조사 방안”으로 **참여연구조사방법(Participatory Action Research)** 구축한다.  
이 방법은 작업현장의 공정라인에서 근무하는 노동자들이 세부공정라인별로 팀을 구성하여 각 공정라인에서 위험한 요인을 파악하고 이를 공유하고 예방방법을 모색하는 것이다. 또한 **새로운 노출평가(직업노출집단, JEM)를 작업현장에서 참여연구조사방법(Participatory Action Research)으로 실제 구현하는 것**이 필요하다.“새로운 역학조사”가 작업현장에서 실제적으로 진행이 될 수 있도록 "안전보건관리 전담기구"의 역할이 필요하다.

## 8. 작업장 예방대책을 위한 새로운 산업안전보건관리 방안 마련

**작업현장에서 작업자들과 토의**를 통해 작업장 위해요인을 파악하고 산업안전보건관리 방안을 마련하는 모델 개발

## 9. 국가관리감독강화를 위한 산업안전보건관리기관으로써 역할 기능 마련

실질적인 국가관리감독강화

## 10. 반도체 업체의 폐기물에 대한 관리 방안 마련

폐기 과정에서 취급하는 노동자들에 대한 관리 방안 마련



## (라) 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 새로운 기능 10가지

1. 밀폐공정이 열리는 지점들에 대한 위험성 평가 사업



2. 스크러버 노출확인 및 관리 사업



3. 공학적인 안전관리프로그램 구축: 시설확장, 설비변경에 따른 단계별 안전관리 체크리스트 작성 프로그램 구축



4. 비상시 위험계획 수립과 모든 관계자들의 참여방안(관리 활성화) 마련



5. 고충처리 및 건강상담: 노동자 요구도 파악



6. 하도급과 관리방식에 대한 개선 및 하도급 금지 방안



7. 작업장 예방대책을 위한 새로운 노출평가(직업노출집단, JEM) 방안 및 역학조사 방안 마련



8. 작업장 예방대책을 위한 새로운 산업안전보건관리 방안 마련



9. 국가관리감독강화를 위한 산업안전보건관리기관으로써 역할 기능 마련



# 한국 전자산업(반도체 제조업)의 "안전보건관리 전담기구"의 조직 및 역할

## 국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구 조직체계

### 가) 국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구 조직체계의 구성



=>조직체계 구성 중 핵심 구성원은 작업현장을 돌면서 작업체계 이해, 위해물질 노출경로, 위해물질, 건강에 미칠 위험성 파악, 작업자들의 건강상태 파악, 재해(사고와 질병)를 사전에 예방할 수 있는 제언을 할 "산업보건전문가"필요

### 나) 국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구의 형태

국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구의 형태 구성

- ① 사업장 관리 감독 및 지도 기구
- ② 현장 역학조사 기구
- ③ 노출평가 기구
- ④ 건강영향평가 기구
- ⑤ 연구소: 독성물질 분석, 화학물질 분석, 대체물질 개발 등
- ⑥ 국제적인 네트워크 기관: 국제적인 기관과의 연계, 공유

## 국내 전자산업(반도체 제조업) 안전보건관리 전담기구의 산업안전보건관리 내용

① 사업장 관리 감독 및 지도 기구: 사업장 순회를 통해 문제점 파악 및 개선대책 마련, 작업장의 산업안전보건관리-산업안전보건관리 프로그램 개발, 현장 노동자들의 요구도 조사



② 노출평가: Job Exposure Matrix 구성, 작업공정에서 새로운 화학물질농도 측정방법의 개발, 허용기준 설정 연구, 산업위생/산업공학 관리방안 마련



③ 역학조사 및 건강영향평가: 작업장 요구도 조사, 위험성 평가, 노동자들의 건강영향 평가



④ 연구소: 독성학적인 평가, 새로운 화학물질 독성 평가 방법 개발, 노출평가 방법 개발, 위험성 평가 개발, 대체물질 개발



⑤ 국제적인 연대활동: 공동의 과제 수행, 독성물질 정보 교류

## 전자산업(반도체) 안전보건관리 전담기구의 역할

가) 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로서의 역할



나) 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하는 역할

## 전자산업(반도체)"안전보건관리 전담기구"의 활동 내용

가) 전자산업(반도체 제조업)의 산업안전보건관리를 총괄하는 국가기구로서의 역할



- (가) 산업안전보건체계 구축 활동
- (나) 법, 제도 개선 활동
- (다) 하도급업체 노동자들 관리방안 마련
- (라) 교육 내용 및 프로그램 개발
- (마) 연구소로서의 역할: 화학물질 성분 분석, 발암물질 성분 분석 및 위험성 조사, 대체물질 개발
- (바) 국제네트워크로서의 역할
- (사) 각 정부기관의 상호 협력 구조 마련:
- (아) 체계구축을 위한 협력구조 구축
- (자) 환경보건의 차원에서 폐기물관리 활동



나) "사업체 차원"에서 산업안전보건관리체계 구축 활동



- (가) "작업현장"에서 새로운 보건관리 실태조사 및 노동자 보호 활동
- (나) 전자산업 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안: 하도급업체 노동자들을 중심으로 - 현재 밀폐된 공정이 열리면서 문제가 발생될 수 있는 지점들의 관리
- (다) "전담기구"의 조직적이며 체계적인 접근 방법개발
- (라) "전담기구"가 맡아야할 새로운 기능 10가지



(WHO, 2015)

감사합니다^^