

# 반도체 전자산업 직업병, 남은 과제들



반올림 상임활동가 이상수 : sharps@hanmail.net

# 과제들

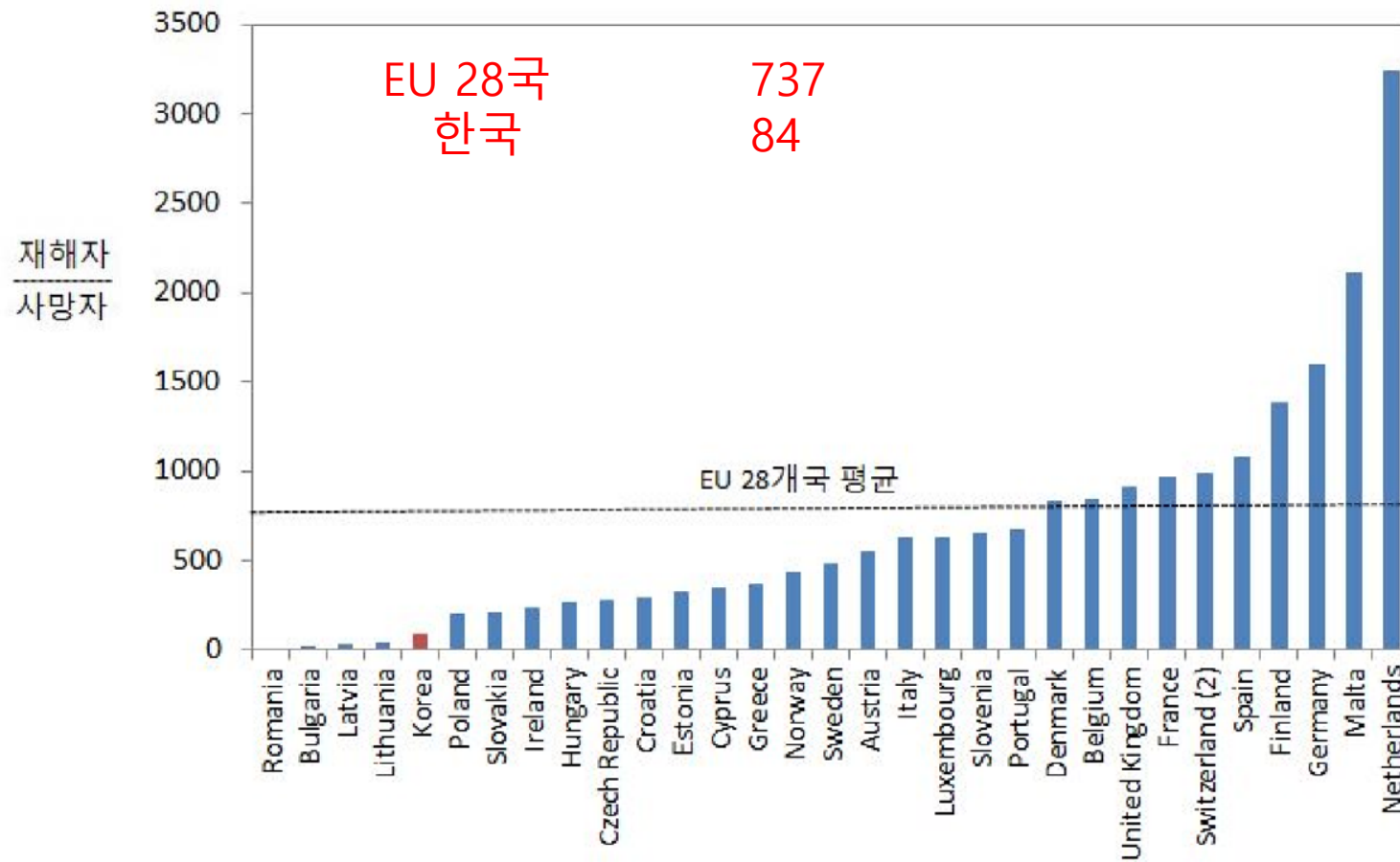
- 흔한, 그러나 보이지 않는 질병들 드러내기
- 반도체 유해요인 연구 : 알 권리
- LCD, LED, PCB 가전 등 전자산업 일반의 유해요인 연구
- 위험의 외주화 / 국제적 외주화 감시
- 직업병에 대한 기업의 인식 제고

흔한,

그러나 보이지 않는

질병 드러내기

# 노동재해 과소보고



[그림 9] 유럽연합 30개국과 우리나라 산재사망자수 대비 재해자 수의 비율의 비교(2013).

자료: 박두용, 산업재해 예방-보상제도간 합리적인 연계방안, 2014.



# American Chipmakers Had a Toxic Problem. Then They Outsourced It

Twenty-five years ago, U.S. tech companies pledged to stop using chemicals that caused miscarriages and birth defects. They failed to ensure that their Asian suppliers did the same.

By Cam Simpson

- ◆ 생식독성 연구 : 반도체공장 여성노동자 다수의 ‘유산’  
→ 반도체산업협회, IBM(존스 홉킨스 대학 의뢰)
- ◆ 1995년 IBM, EGEs 사용 중단
- ◆ 같은 해 IBM, 삼성전자, 하이닉스와 1,650억 달러 납품계약 체결
- ◆ 2013년, 38,000명 반도체 여성 노동자에 대한 생식독성 연구에서 유사한 결과 (사무직 혼합, 기록되지 않은 유산 등으로 실제보다 낮을 것)

‘값이 싸고 뛰어난 성능을 가졌기 때문에 해외에서는 더 비싼 대체물질이 아니라 이 물질이 사용될 위험이 있다’

- 존스 홉킨스 연구진 보고서 -

- ◆ 2009년, 삼성과 하이닉스에서 임의로 채취한 샘플의 절반 이상에서 EGEs 검출  
→ 가장 농도가 높았던 샘플의 제조사(신-에츠사)의 마켓쉐어는 세계의 1/3

# 반도체 전자산업 직업병 신청/인정 현황

## <산재 신청 현황>

- 공단 신청 : 142명 (반올림 외 8명 포함)
- 산재 인정 : 54명 (반올림 외 2명 포함)
  - : 공단 인정 (질병판정위원회에서 인정) : 36명 (반올림 외 사건 1명 포함)
  - : 법원 인정 : 18명 (반올림 외 1명 포함)
- 산재 불인정 : 37명 (반올림 외 3명 포함)
- 산재 진행 중 : 47명 (반올림 외 2명 포함)
- 산재 취하/각하 : 4명 (반올림 외 1명 포함)

## <질병별 산재 인정 현황(54명)>

- : 백혈병 14 / 비호지킨림프종 6 / 재생불량성빈혈 4 (혈소판감소증 포함)
- : 뇌종양 9 (뇌육종 포함) / 유방암 9 / 난소암 3 / 폐암 2
- : 다발성경화증 3 / 루푸스 1 / 전신성경화증 1 / 다발성신경병증 1
- : 불임 1 (융모성 종양 포함)

# 반도체 전자산업 직업병

## - 불임(1)

- 유산
- 포상기태
- 2세 질환

# 반도체 전자산업 직업병

- 백혈병(14)
- 림프종(6)
- 재생불량성빈혈(4)
  - 다발성골수종
  - 골수이형성증후군
  - 중증빈혈
  - 적혈구증가증
  - 혈소판감소증



황유미 1985~2007, 삼성반도체, 백혈병

# 반도체 전자산업 직업병

- 뇌종양(9)

- 유방암(9)

- 폐암(2)

- 난소암(3)

- 자궁암, 피부암, 갑상선암, 위암, 골육종, 종격동암, 흉모상피암, 눈의 암, 두경부종양, 간암, 대장암, 직장암 등



한혜경 1978~, 삼성LCD, 뇌종양

"꼭 산재 인정 받아서, 앞으로 저 같은 사람 나오지 않았으면 좋겠어요."

# 반도체 전자산업 직업병

- 다발성신경병증(1)
- 다발성경화증(3)
- 전신성경화증(1)
- 루프스(1)
- 루게릭
- 다발성신경염
- 웨게너육아종



이혜정 1977~2017, 삼성반도체, 전신성 경화증

"5년 생존율이 20~30%밖에 안 된다는 얘기 들었을 때 너무너무 무서웠거든요... 진짜..."

"...욕심이 생기더라고요. 10년만 아이들 옆에서 살았으면 좋겠다. 그런데... 제 몸 하나 챙기기 힘들 정도가 되니까 신랑이나 아이들에게도 피해를 주는 것 같은 거예요.."

"저 같은 피해자가 또 나오지 않았으면 좋겠어요... 미안하다고 사과는 안 해도 돼요. 앞으로 이런 똑같은 병이 없기를 바랄 뿐이니까..."

# 흔한, 그러나 보이지 않는 질병들 드러내기

## ◆ 황산 유해성

- 발암성 / 생식세포변이원성 / 생식독성
- 경구/흡입 급성 독성
- 폐렴, 천식, 치아부식증
- 눈 손상
- 화상/호흡곤란

## ◆ 현장노동자 대상으로 한 노동실태 조사 – 위험성 평가



# 반도체 유해요인 연구 : 알 권리

‘반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사 -암 질환 중심’  
에 대한 반올림 논평 中

○ 반도체 공장의 작업환경에 대한 자료의 한계가 큼니다.

- 이 연구에서 조사한 암 발생과 사망은 1998년부터 2015년/2016년까지인데,  
작업환경과 사용화학물질은 각각 2013년 이후와 최근 2년 이내의 자료를 사용  
하였습니다.

- 연구진이 과거 자료를 일부러 수집하지 않았을 가능성보다는, 기업들이 과거  
자료를 보관하지 않았거나 제공하지 않았을 가능성이 큼니다.

- 취합된 2,014개 제품의 물질안전보건자료 중 40%나 영업비밀이 포함되어  
있을 정도로 정보의 질도 낮았습니다.

유해요인 연구

전자산업 일반으로 확대

- 디스플레이 / LED / PCB / 가전 / 재료 등 -

# 직업병 피해 반올림 제보 현황

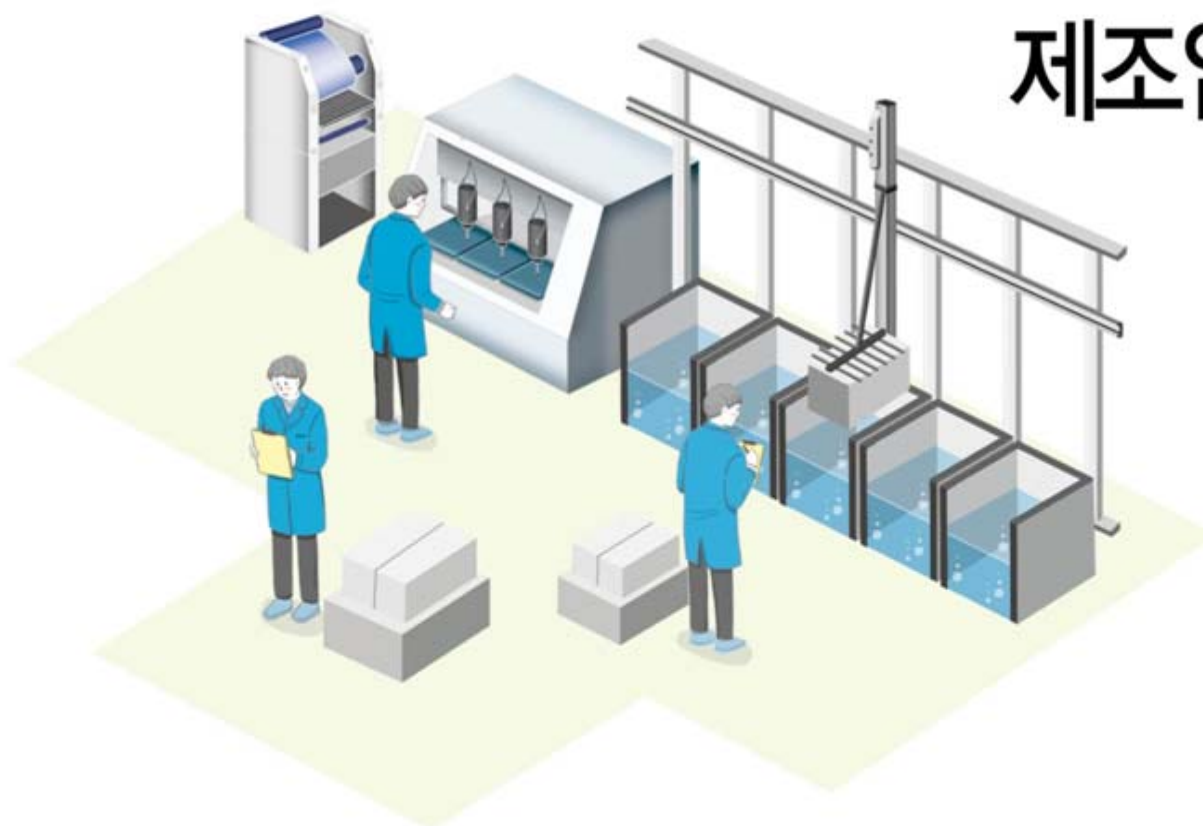
2019년 3월 4일 현재

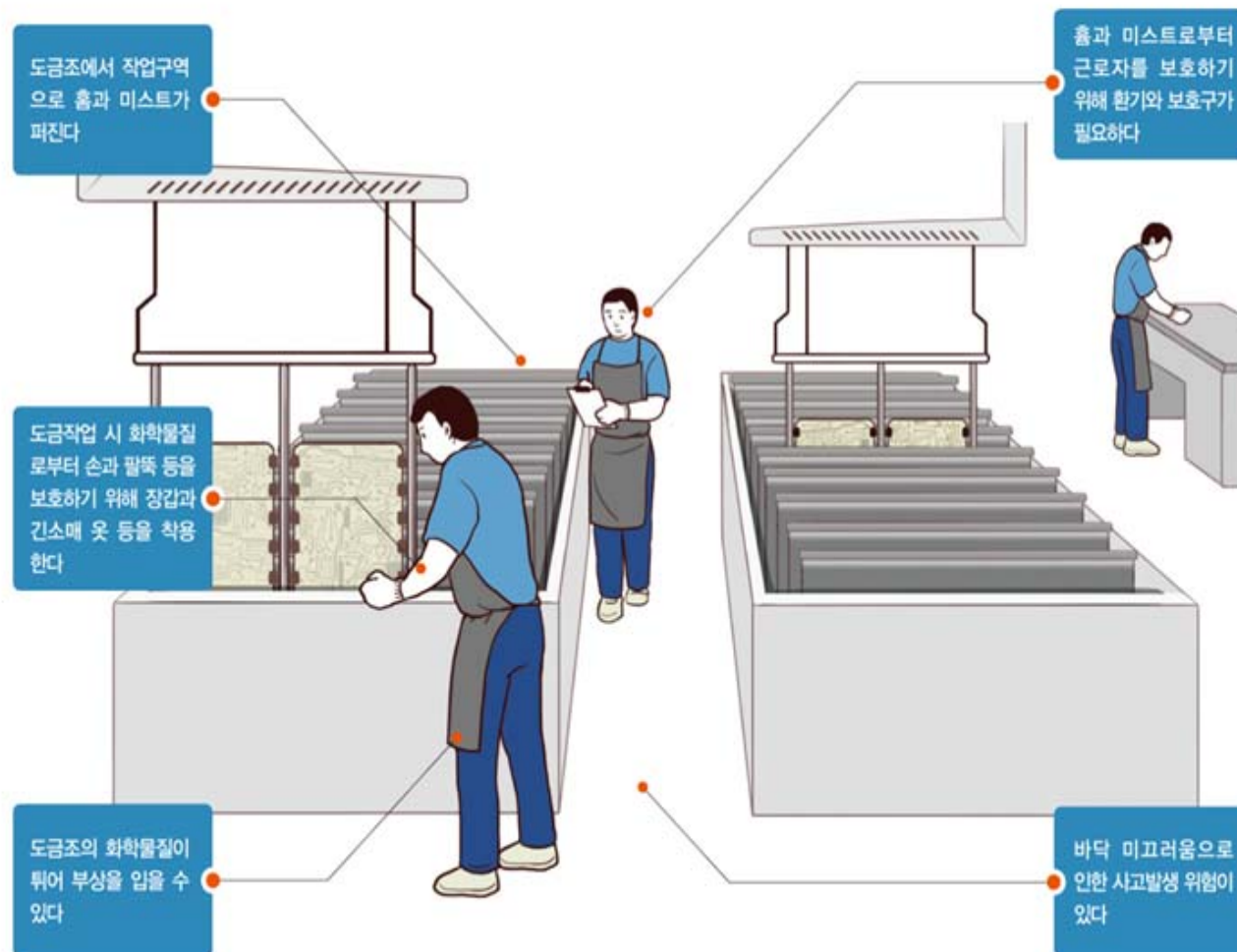
	회사(사업장)	생산제품	제보현황	
			제보	사망
삼성	삼성전자	반도체	292	83
		LCD (2012년부터 디스플레이로 분사)	78	21
		삼성전자 <u>DS</u> 부문 소계	370	104
		휴대폰, TV, 냉장고 등 가전제품	74	28
		삼성전자 합계	444	132
	삼성전기	PCB, 전자부품	25	17
	삼성SDI	TV브라운관, PDP, 전자부품	59	16
	테크윈, SDS 등	IT모듈(칩조립),정밀기기등	9	6
	삼성 계열사(전자산업 분야) 소계		537	171

작업 전 **안전점검**  
당신의 **생명**을 지킵니다



# PCB(Printed Circuit Board) 제조업의 안전보건





















## 동도금 작업 시 화학물질 위험성

- ▶ 황산: 발암가능성이 있음 / 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수됨 / 화상과 호흡곤란, 폐렴 천식 및 치아부식증을 유발할 수 있음 / (눈)심한 눈 손상 유발
- ▶ 크롬산: 발암가능성이 있음 / 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수됨 / 결막염과 기관지 천식을 유발할 수 있음 / (피부)심한 피부화상 유발 / (흡입)흡입 시 알레르기 반응, 천식 또는 호흡곤란 유발
- ▶ 포르말린(포름알데히드): 발암가능성이 있음 / 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수됨 / 알레르기 피부염, 비염 천식, 백혈병 및 신경 독성을 유발할 수 있음 / (흡입)흡입 시 알레르기 반응, 천식 또는 호흡곤란 유발
- ▶ 납: 발암가능성이 있음 / 흡입, 또는 섭취를 통해 신체에 흡수됨 / 생식독성과 신경계, 소화기장해, 빈혈, 복통, 신부전 및 뇌질환을 유발할 수 있음
- ▶ 니켈: 발암가능성이 있음 / 흡입, 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수됨 / 폐암과 비강암, 호흡기계, 순환기계, 신장 및 피부질환을 유발할 수 있음 / (흡입)흡입 시 알레르기 반응, 천식 또는 호흡곤란 유발

유해물질 저장용기가 별도 설치되어 있는 경우 저장용기 하부에 누출감지기 설치

# 유해화학약품/유해금속

◆ 공정 : 금도금(표면처리), 에칭, 현상, 박리, 디스미어, 범프, 디플렉스, 등

◆ 사용약품 : 황산, 염산, 질산, 과산화수소, 크롬산, 과망간산, 시안화칼륨, 황산니켈, 탄산나트륨, 탄산칼륨, 수산화나트륨, 수산화칼륨, 염화철, 염화제2구리, 납, 니켈...

◆ 유해성 : 발암성, 생식세포변이원성, 생식독성, 경구/경피/호흡 급성독성, 피부/호흡/눈...

# 유기용제(휘발성 유기화합물)

## ◆ 용도

- PSR 잉크나 flux 등의 **희석제(시너, thinner)**로 사용
- 설비/기구 등 청소 시에 **세척제**로 사용



◆ 주요성분 : 톨루엔, 크실렌, 아세톤, 메탄올, 에탄올, IPA 등

◆ 유해성 : 발암성, 신경독성, 간/신장 등 독성, 생식독성, 경구/경피/호흡 급성독성...

# 재료

- ◆ 고분자 유기화합물 : 에폭시(CCL, prepreg, PSR), Dry Film, Flux
  - 반응부산물 : 고온 혹은 자외선 등에 노출 되면 벤젠, 포름알데히드 등을 반응부산물로 발생시킴
  - 공정 : 노광, 장시간 고온 가열, 레이저 가공, 기계가공(드릴, 라우터)
- ◆ 유리섬유 : 발암가능물질

# 그 밖의 유해요인들

- ◆ 방사선 : X-ray
- ◆ 자외선 : 노광, 레이저
- ◆ 야간교대근무
- ◆ 근골격계 질환

## [추모 성명]

반도체용 화학물질 개발 연구원으로 일하다, 29일 백혈병으로 세상을 떠난 삼성SDI(주) 故 황○○님의 명복을 빕니다.

정부와 삼성은 더 이상 죽이지 마라. 신속히 산재인정하고 재발방지대책 마련하라.

다시는 이런 아픔이 없기를 바랬건만 또다시 한 노동자가 백혈병으로 세상을 떠났습니다. 겨우 32세 밖에 되지 않았는데... 사랑하는 가족들을 뒤로 한 채 끝내 눈을 감았습니다.

고인이 된 황○○님(87년생)은 삼성SDI 수원사업장 클린룸에서 삼성반도체 공장에서 사용하는 포토/식각용 화학물질을 개발하는 업무를 했습니다. 화학물질(식각소재) 연구개발 과정에서 백혈병을 일으키는 벤젠, 포름알데히드를 비롯해 많은 발암물질에 노출되었습니다.

연구환경은 너무도 열악했습니다. 발암물질을 다루면서도 아무런 보호장치도 없었습니다. 수동방식으로 일하면서 붉은 약액이 튀기고, 환기도 안되어 코를 찌르는 냄새가 나고, 보호구도 지급되지 않았습니다. 안전 교육도 없었습니다.

황○○님은 2017년 12월 급성골수성백혈병 진단을 받고, 2018년 3월 근로복지공단 수원지사에 직접 산업재해 요양급여 신청을 했습니다. 산재인정이 되어 치료비 지원 및 재발방지 대책으로 이어지도록 하고 싶은 절박하고 애타는 당사자의 마음과 달리, 근로복지공단은 10개월이 지난 지금까지도 역학조사(전문조사)를 할지 여부조차 알려오지 않았습니다. 결국 근로복지공단으로부터 처리경과에 대한 공문한장 받지 못한채 사망했습니다. 반복되는 반도체 백혈병 사망 재해에 대해 이미 무수한 산재인



# 메탄올 실명사건

지식채널 (e)

김영신 29세  
양호남 25세  
이현순 30세  
전정훈 34세  
방동근 29세  
이진희 28세



EBS1



# 위험의 외주화 / 국제적 외주화 감시

- 자동화와 CCSS룸 (Central Chemical Supply System)

: 故황O순(삼성반도체 화성공장, 사내하청, 52세, 악성림프종)

- 반도체 설비 세정 : 사외하청

- 화학가스사고로 하청노동자 사망

- 인도네시아 하청 노동자

# “살 벗겨지고, 손가락 잘리고”...삼성 하청 공장은 더욱 처참

## 글로벌 삼성 지속 불가능 보고서 ② 산재

삼성 국외공장 하청 노동자들을 만나다  
독성 약품 노출... 직업병·산재 위험 높아  
강제 초과근무. 브로커 성행하지만  
삼성은 '짬짜미' 감사, “감독 의무 소홀”

“룽빈 노동자들은 최근까지 독성 화학물질인 톨루엔에 노출됐다. 삼성 이어폰 제조 공정에서 불순물을 세척하기 위해 스포이트에 톨루엔을 넣어 사용했다. 유해 화학물질로 세계보건기구가 사용을 제한한 톨루엔은 호흡기를 통해 신체에 흡수되며 장시간 과다 노출될 경우 구토 및 경련, 심하면 사망에도 이를 수 있다. 삼성이 2018년 지속가능경영보고서에 사용을 제한하겠다고 밝힌 약품이기도 하다.”



삼성전자 하청 공장인 룽빈 노동자들이 각종 화학약품에 노출되어 몸에 수포와 두드러기가 생겼다. 이 공장에서는 삼성이 사용을 제한한 톨루엔이 사용됐다. 작업 중에 손가락이 잘린 노동자도 있었다. 수카부미(인도네시아)/산재 피해 노동자들 제공

# 베트남 삼성 공장서 쓰러진 22살 댜...사과받지 못한 '또 하나의 죽음'

글로벌 삼성 지속 불가능 보고서 ②산재

휴대폰 공장 화학물질 오염 사망 가능성

주야 맞교대로 주 5~6일 근무

유족 동의 없이 이뤄진 부검

경찰 "죽음은 공장과 관계없다"

군병원, 사망진단서 발급 거부

보상도 죽음 지우는 삼성 방식으로



베트남 타이응우옌 삼성전자 공장에서 일하다 숨진 르우티타인땀의 영정 사진. 딸이 떠난 지 3년이 다 되어 가지만 아버지는 여전히 딸의 영정을 붙들고 있다. 조소영 <한겨레티브이> 피디

# “아파도 못 쉬어, 실신은 흔한 일”...울분 토하듯 쓴 시엔 “삼성 지옥”

“실신하는 사례는 많이 있어요. 밤낮이 자주 바뀌니까 잠을 못 자서 그런 것 같아요.”

“저번에 병원에 갔다 온 동료는 종양이 발견됐다고 했어요.  
저도 그럴까 봐 무서워서 병원에 못 가고 있어요.”

“인터뷰에서 박닌과 타이응우옌 노동자들 모두 실신은 흔한 일이라고 말했다”

“또 인터뷰에 참여한 노동자 중 3명이 직접 유산을 경험했다고 말했다”

“생리불순은 피할 수 없는 일” “삼성에서 일하기 전에는 그런 적이 한 번도 없었는데...”

“생리 문제가 많으니까 불임이 될까 봐 부모님이 걱정한다.

그래서 여성 노동자들은 2~3년 일하고 그만두는 경우가 많다”

위험의 외주화 / 국제적 외주화 감시

EGEs 의 교훈



# 직업병에 대한 기업의 인식



3년 전 반복작업으로 척추 수술 후 재발, 산재신청  
작업공정 촬영해서 공단에 제출했다 '직급 강등' 중징계

# 직업병에 대한 기업의 인식



## 작업환경측정결과 노출기준 이하. 우리 회사는 안전?

'벤젠 등 유해물질 취급한 적이 없음'

'설령 벤젠 등에 노출되었다고 하더라도 노출기준에 미치지 못함'

'다년간 수차례 시행된 전문기관의 작업환경측정결과는 양호함'

**Vs.**

## 노출기준의 비밀 : 미국

60여종 사용물질의  
노출 수준 변화

1970년대 후반부터 79.3%이 노출기준의 1% 미만  
1980년대 후반부터 94%가 노출기준의 1% 미만

**그럼에도 노출 수준에 따라 자연유산은 유의하게 증가**





반도체전자산업 직업병문제에 대한

# 대법원 판결

“산업재해보상보험제도는 산업안전보건상의 위험을 사회 전체가 분담하고자 하는 목적”

“불확실한 위험을 감수해야 하는” 첨단산업에서는 산재보험제도가 본래 목적과 기능에 더욱 충실해야 하고, 당사자간 이해관계 조정과 갈등 해소에 기여할 수 있어야”

“업무와 질병 사이의 인과관계를 규명하는 것이 현재의 의학·과학 수준에서 곤란하더라도 그것만으로 인과관계를 부정할 수 없다”

“사업주의 협조 거부 또는 관련 행정청의 조사 거부나 지연 등으로 작업환경상 유해요소를 규명할 수 없었던 사정이 있다면, 이는 상당인과관계를 인정함에 있어 근로자에게 유리한 간접사실로 고려할 수 있다”



감사합니다

<참고>

## 직업병 인정을 위한 자료 요구에서

“조사한 적 없다”  
“과거자료라 폐기했다”

**SAMSUNG**

“영업비밀이라 줄 수 없다”  
“사건과 관련없어 줄 수 없다”

 근로복지공단

 근로복지공단



**VS.**



# 1. 업무환경에 상당 수준의 유해요인 취급·노출이 있었는가

자료의 불비(不備)

## 삼성전자(주) 기흥사업장 노출평가 부문 자문 보고서

2009. 10.

반도체자문단 노출평가팀

총 제품수	사용일자 확인제품수	성분확인 제품수
99종	40종 (40%)	0종

"83종의 단일 화학물질 중 전체의 28.9%인 24종만이 작업환경 측정을 통해 측정되고 있었으며, 나머지 71%의 화학물질에 대한 측정은 없었음."

- 물질안전보건자료(MSDS) 상 '자료없음'의 문제
  - "유통되는 화학물질 (43천종) 중 일부(15%)만 유해정보 확인"
- <국가화학물질 관리 기본계획(2011~2020)>

# 1. 업무환경에 상당 수준의 유해요인 취급·노출이 있었는가

## 자료의 폐기

“근무 당시의 와이어슬더에 관한 정보는 현재 남아 있지 않고, 2000년 부터는 공정에서 와이어슬더가 사용되지 않아” (2014. 3. 삼성전자의 사실조회 회신)

“작업환경 측정 결과 보고서가 보존되어 있지 않은 관계로”  
( 2014. 7. 삼성디스플레이의 사실조회 회신)

“가스모니터링 시스템 관련 자료의 보관기간이 1년으로 원고들이 근무한 기간 중 작동한 내역은 보관기간이 지나 현재 남아 있지 않습니다”  
(2013. 11. 삼성전자 측 준비서면)



## 1. 업무환경에 상당 수준의 유해요인 취급·노출이 있었는가

### 자료의 **은폐**

#### “영업비밀이라서 제출 할 수 없다”

- 엔지니어들에게 배포된 환경수첩
- 서울대 산학협력단 보고서 (2009년 '반도체 사업장에 대한 집단 작업환경 조사')
- 가스 및 유기화합물 모니터링 시스템 작동내역
- 재해노동자 취급물질의 성분
- 종합 진단 보고서(2013년 고용노동부의 진단명령에 따라 산안공단이 실시) 등

#### “사건과 관련이 없어 제출 할 수 없다”

- 종합 진단 보고서(2013년 고용노동부의 진단명령에 따라 산안공단이 실시) 등
- 삼성전자 건강연구소가 발표한 반도체·LCD 공장의 안전보건 문제에 관한 연구 결과
- 자체적으로 확인한 유사 질병 사례 (2011.8. '암 지원제도', 2015.9. '보상 제도' 관련)

# 반도체 산업 화학물질 노출 특성

## 사용화학물질이 많다

2015년 SK하이닉스  
사용물질 성분

1,136종(이천공장)  
1,160종(청주공장)

## 사용유해물질이 많다

11개 반도체 사업장 사용물질 중  
25.9%가 CMR

CMR: 발암성,  
돌연변이성,  
생식독성 물질

## 성분 미파악 물질이 많다

2015년 SK하이닉스 사용물질 중  
영업비밀 물질 비율

43.7% (이천공장)  
39.1% (청주공장)

2009년 삼성 기흥공장 5라인  
사용물질 중 성분확인 0%

## 노출평가 대상이 적다

2007~8년 A반도체 공장  
424종 중 40~51종 측정

2009년 삼성 기흥공장 5라인  
83종 중 24종 측정

## 공정 교육의 특성 관련

포토공정 부산물로  
발암물질 발생

2011년, 2012년, 2013년

피크노출, 순환공조로  
60초 이내 확산

2007년 삼성 기흥공장 5라인

공정간 공기 혼합, 화학물질  
미취급 공간에서 검출

2012년 삼성 기흥공장 5라인

# 많은 종류의 화학물질을 사용한다

## 화학물질 관리 실태 및 개선방안

### 주요 현황

현재 SK하이닉스 사업장에서 사용하는 화학물질의 숫자는 제품단위로는 이천이 428종(성분 수 1,136), 청주가 432종(성분 수 1,160)이다. 이중 발암성, 생식세포 변이원성과 생식독성 (carcinogenic, mutagenic, reproductive toxic, 이하 CMR) 물질 또는 이 물질들을 함유하고 있는 제품은 총 18종이었다. 환경안전보건통합시스템(Environmental Safety and Health System, ESHS)을 통해 신규 화학물질이 구매되면(들어오면) 이들 중 발암성 물질, 생식독성 물질 등 독성이 큰 화학물질이 있는지 ESH Quality(환경성 심사) 과정을 통해 검증하고 있어 근원적으로 독성이 큰 화학물질의 사용을 제한하는 화학물질관리시스템을 갖추고 있다.

출처: 한국방송통신대학교 산학협력단, SK하이닉스 산업보건관리 수준 평가 및 개선방안 도출, 2015.

## 유해 화학물질을 많이 사용한다

- 당시 12개 반도체 사업장을 대상으로
  - 1) 사용 화학물질 MSDS 자료를 엑셀 형태로 요청하여 받음
  - 2) 일부 물질은 현장 직접 방문하여 벌크시료와 MSDS원본을 수집함
- ‘포토공정의 PR(감광제)’ 중심으로
- MSDS 구성성분 중 영업비밀 성분이 있는 물질을 채취
- 12개 사업장에서 총 60개 분석
- 전체 11개 사업장에서 사용하는 화학물질 성분은 총 545종임(중복 및 영업비밀 성분은 제외). 이 중 25.9%에 해당하는 141종은 CMR물질임(발암성물질 53종 + 생식독성물질 29종 + 생식세포 변이원성 물질 59종).
- 한 공장에서 적게는 73개, 많게는 550개, 평균으로는 216개 제품을 사용함. 이들 제품의 성분은 평균 126종임(중복 및 영업비밀 성분 제외). 한 공장에서 사용하는 CMR물질은 평균 35종으로, 사용 성분의 27.8%임.

출처: 최연순, 반도체 사업장의 화학물질 보유실태와 포토공정 물질안전보건자료의 영업비밀 구성성분 확인 및 정확성 평가, 2016.

## 사용 화학물질 이력관리나 성분관리의 미흡함

[표 1] 화학물질 총 제품 수, 성상 및 사용형태 등<5라인>

총 제품수	사용일자 확인제품수	성분확인 제품수	성상			사용형태		
			고체	액체	기체	병	라인	드럼
99종	40종(40%)	0종	0종	58종	41종	65종	32종	2종

[표 4] 노출관리 화학물질 현황<5라인>

총 단일 화학물질 종류	성분 미확인물질 종류 및 합량		노출관리 물질수		
	1% 미만	1% 이상	측정	측정 및 검진	총
83종	5종	5종	6종	18종	24종

출처: 반도체자문단 노출평가팀, 삼성전자(주) 기흥사업장 노출평가 부문 자문 보고서, 2009.



## 비밀이 많다

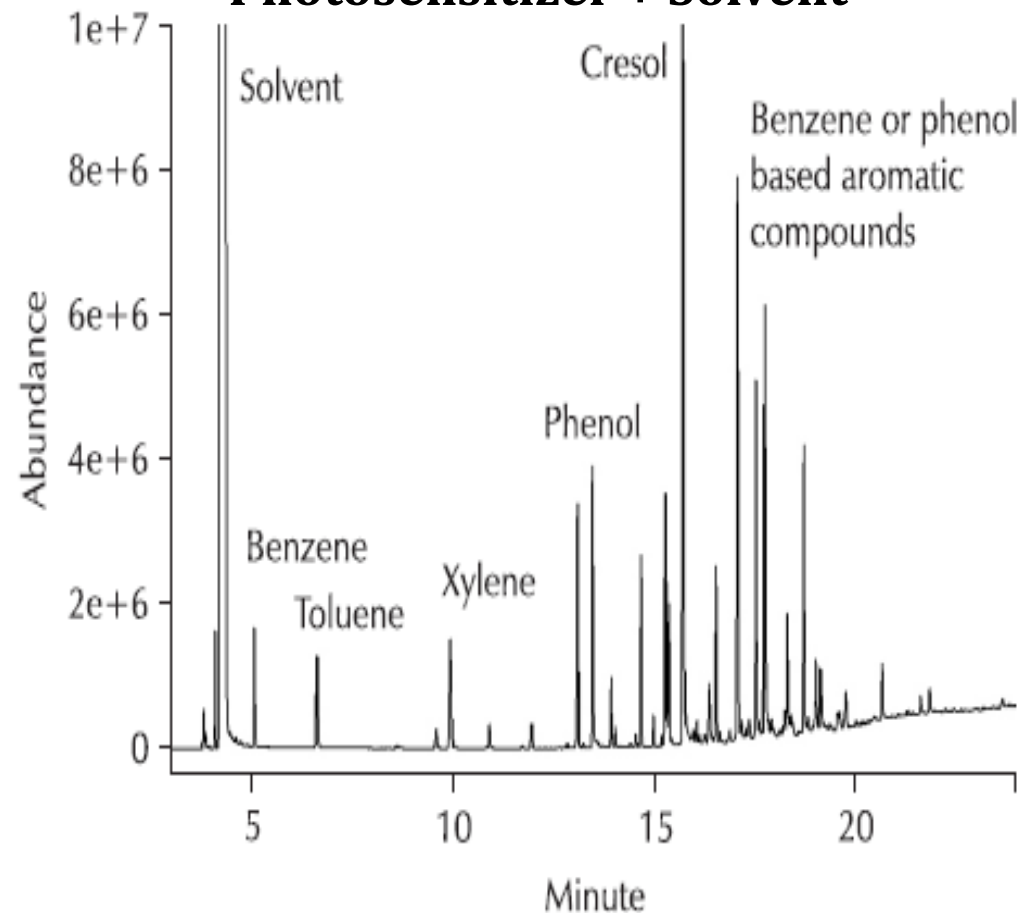
SK하이닉스에서 사용되고 있는 화학물질 제품 중에서 영업비밀물질 수 및 함량의 경우 이천은 428종의 중 187종(43.7%), 청주는 432종 중 169종(39.1%)이었다. MSDS에 표기된 영업비밀물질의 함량은 큰 차이가 있어 1% 미만인 것부터 80% 이상인 제품(이천 6개, 청주 1개)도 있었다. 이 중 41개 제품을 무작위로 선택하여 분석한 결과 151개 성분을 확인하였고, 상대적으로 독성이 강한 화학물질은 6종이었다. 이들 물질들은 산업안전보건법에 따르면 모두 영업비밀물질로 인정될 수 없는 물질들이다. 이 중 에틸벤젠과 크레졸의 함량은 각각 3%, 4.2% 수준이었으며 다른 4개의 성분들은 1% 미만이었다.

출처: 한국방송통신대학교 산학협력단, SK하이닉스 산업보건관리 수준 평가 및 개선방안 도출, 2015.



## 공정 부산물로 유해물질이 발생된다

**Photoresist = Resin (5C-6C rings) +  
Photosensitizer + Solvent**

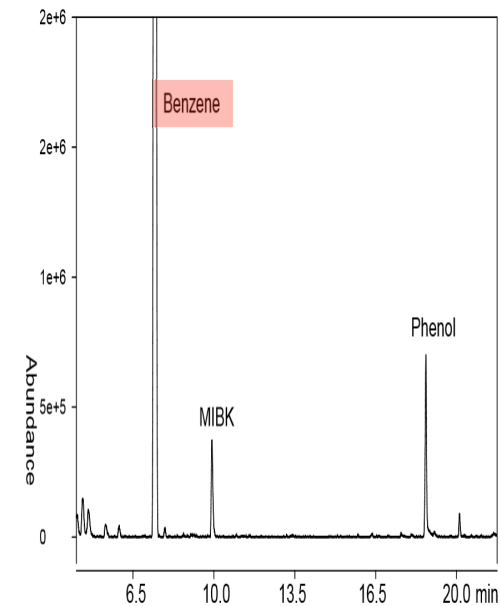


출처: Seung-Hyun Park et al., Exposure to VOCs and Possibility of Exposure to By-product VOCs in Photolithography Processes in Semiconductor Manufacturing Factories, Saf Health Work 2011;2:210-7.

## Epoxy resin, Phenol resin, Melamine-Formaldehyde resin

<표 4-24> B사 EMC 및 금형세정제에서 발생되는 성분

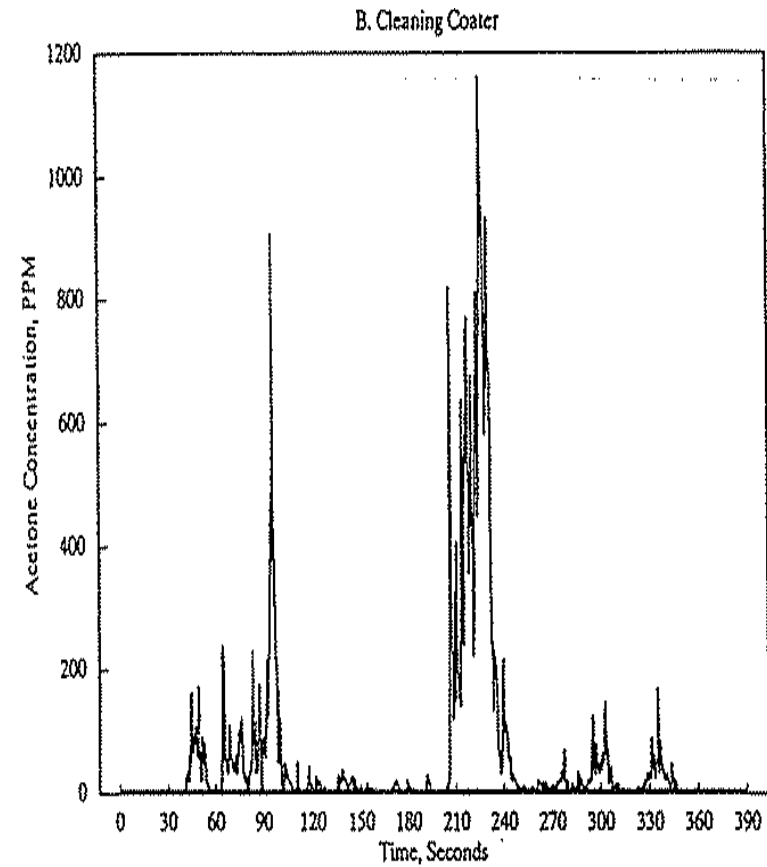
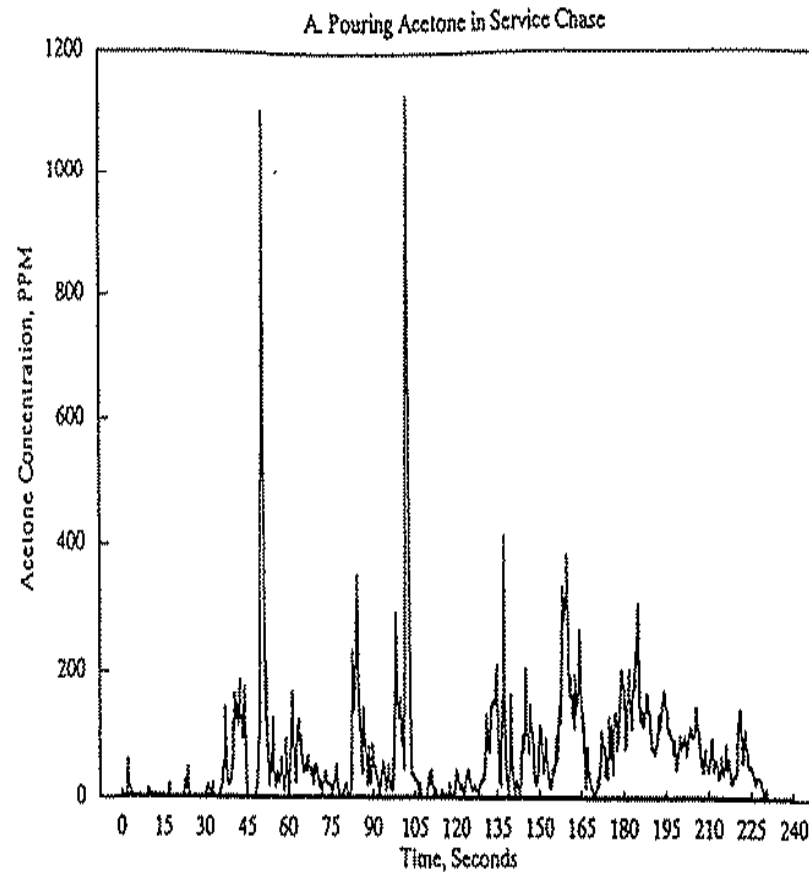
구분	제품명	검출성분 (180℃_10min heating)
EMC	SOO-G000	Benzene, MIBK, Phenol, MEK, Acetone, Ethanol, Acetaldehyde
EMC	EOO-7000	Benzene, MIBK, Phenol, Ethanol, Isobutane, Acetaldehyde
EMC	SG-8000000	Benzene, MIBK, Toluene, Methyl acetate, Ethanol
EMC	SC-K10000 -검정	Benzene, MIBK, Ethyl benzene, Xylene, Tetramethyl octane 등 다수의 지방족, Benzeneacetaldehyde
EMC	SC-K10000 -회색	Benzene, MIBK, Ethyl benzene, Benzeneacetaldehyde
금형 세정제	SC-100	지방산(Hexadecanoic acid) Hexadecanoic acid methyl ester, Octadecanoic acid methyl ester
금형 세정제	SC-300	Phenol, 지방산(tetradecanoic acid, hexadecanoic acid, octadecanoic acid)
금형 세정제	JO-3000	Acetone, 2-Methyl-2-propanol, Butyl ether, 1-Methyl-2-pyrrolidinone
금형 세정제	WS0000S	Ethanol, Acetone, 2-Methyl-2-propanol, MEK, 2-Ethoxy-2-methyl propane, 2,3,4-Trimethyl pentane or 이성질체



[그림 4-12] B사 EMC(SOO-G00) GC-MS 크로마토그램

출처: 산업안전보건연구원, 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구, 2012.

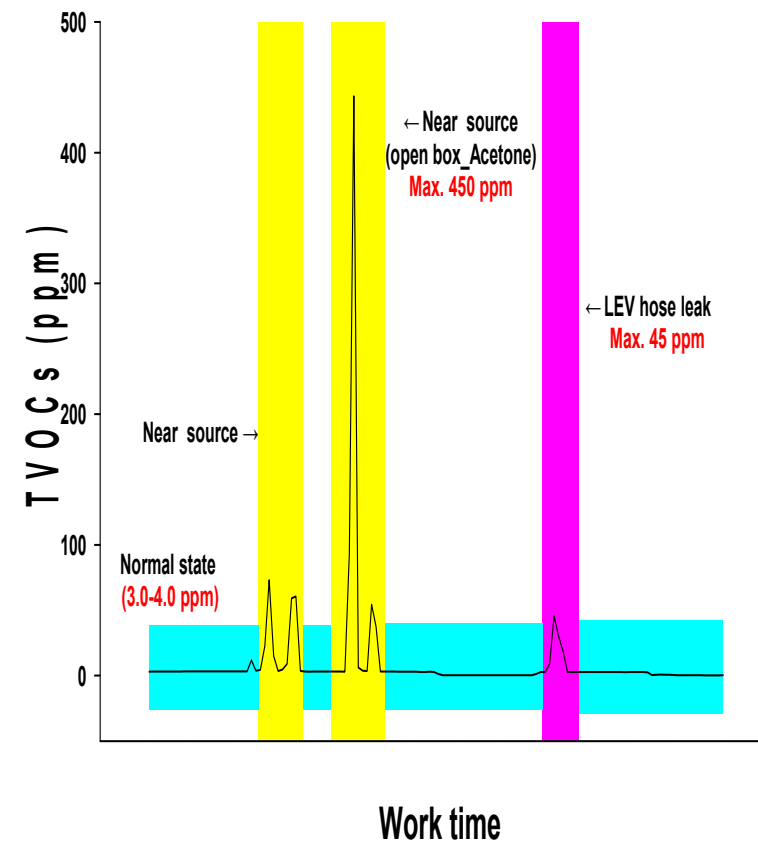
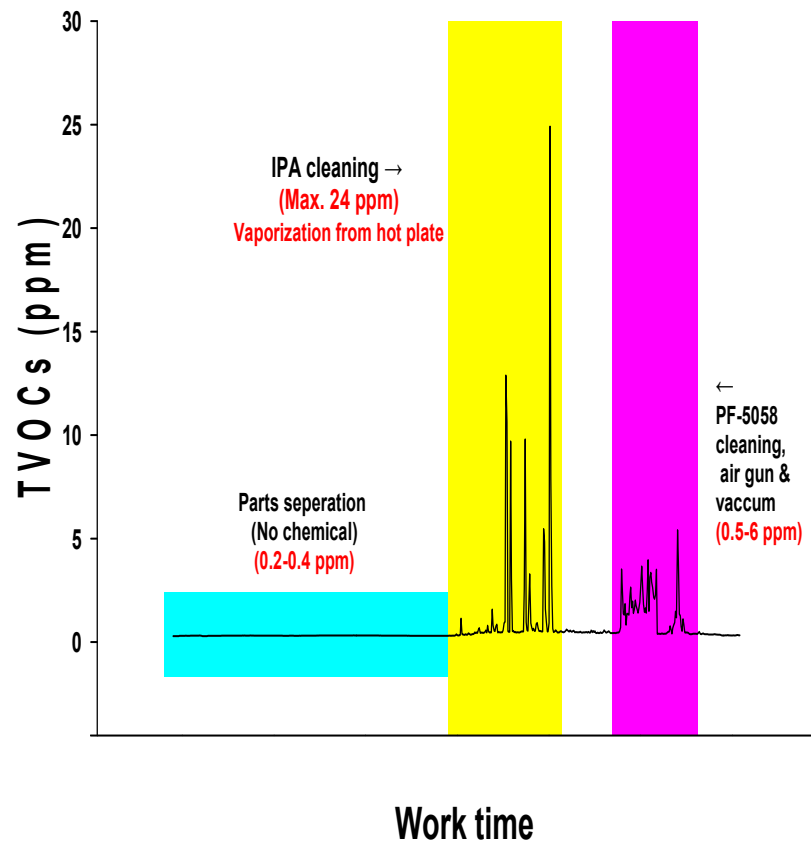
## 초단시간 피크 노출이 잦다



출처: Hallock et al., Assessment of Task and Peak Exposures to Solvents in the Micro electronics Fabrication Industry, Appl. Occup. Environ. Hyg. 8(11):945-954; 1993.

## (예) 공정별 정비자의 피크/단시간 노출경향

(Park et al., Recommendations for and Evaluation of an Occupational Exposure Assessment System at a Semiconductor Manufacturing Company in South Korea, SHAW, accepted, 2016>



## 정상가동, 정상작업 중에도 예측치 못한 누출이 있다

○ 2009년 2 ~ 7월까지 6개월간 발령된 가스 검지기 경보는 46건이었으며[표 13], 공정 별로는 ETCH(23건)에서, 물질별로는  $BCl_3$ (13건)가 경보 발령 횟수가 가장 많았으며, 가스가

○ 46건의 경보 발생에 대한 원인을 파악한 결과 PM 시 SOP를 준수하면서 작업한 경우, 잔류가스의 영향으로 경보가 발생한 횟수 25건(54%), 오동작 11건(24%), PM작업(SOP 미준수) 3건, 정상적으로 공정이 가동되고 있는 상황에서 누출 3건, 원인미파악 4건 등으로 나

○ 일부 가스 누출의 경우 IDLH 농도의 32%(2009년 7월 20일 HBr)에 해당하는 고농도가 95분이상(5,729초) 누출되어 매우 위험한 상황이었음에도 불구하고 현장 근로자의 대피 등의 적절한 조치가 없었음.

## 화학물질 노출 예방이 충분치 않았다

- 방 크기 만한 장비의 도어를 열고 4명이 들어가서 작업을 함. 주기가 긴 PM일수록 떼어내야 할 부품이 많음. 부속을 떼어낼 때 까만 색 그래파이트 재질의 장비 표면에 가루 형태 혹은 표면에 뭔가 코팅된 것처럼 묻어있고 역겨운 냄새가 남. 묻어있는 물질은 사용한 재료에 따라 파란색, 붉은 계통(포스핀 공정) 등 다양함.
- 부품을 뜯을 때 챔버를 열고 머리만 집어넣은 채 조작을 하는데, 이 때 방독면이나 마스크는 없음. 2009년에 처음으로 방독면이 지급되었으나 불편해서 잘 안씀.
- 떼어낸 장비를 가지고 장비 주변의 service area 바닥에 앉아서 초록색 수세미로 박박 문지르고, 헹겅으로 닦고, 에어를 불어서 먼지를 날려버림. 쇠붙이 성분이 있는 경우에는 H2O2나 IPA로 클리닝함. 보호구나 환기시설은 전혀 없고(기류가 위에서 아래로 흐르지만 에어를 불면 분진이 위로 날림), 2009년에 앞치마를 지급하고 밀폐된 설비 안에 손만 집어넣어서 장비를 닦아내는 설비가 도입됨.
- 가스 주입(bottle 교환) 작업 때에는 에어라인 마스크(공기가 계속 나와서 밖의 공기가 안에 들어올 수 없도록 되어 있음)가 지급되지만 안 쓸 때도 있음.



- FAB에서 순간순간 냄새가 났다가 확 사라진다. 역겨운 냄새, 구역질이 나기도 함. 어디에서 나는 냄새인지 알려주지를 않아서 모르겠다. 밑에 가끔 내려가서 일하는데 밑에서는 냄새가 더 심하다. 서비스 에어리어에서도 더 난다.
- 중량물 ; IMP장비는 부품들이 크고 무거워서 50kg 정도 나가는 것도 있다.
- 스트레스 ; 2009년 쯤 새로운 인사평가로 에러 건수, 개선/제안 건수, PM시간 등을 평가하기 시작했는데, 이것은 내가 퇴근한 뒤에도 장비는 가동되기 때문에 교대근무자에게 적용하기 어렵다.

#### \* 인터락/경보기

- 가스누출 경보기가 있지만 얼마 전에는 고장이 나 있는 걸 우리가 발견했다. BF3는 가스가 새면 그 주변에 허영게 서리가 낀 것처럼 보이는데, 우리가 들어가보니 분명 가스가 샌 자국이 있는데도 경보기가 울리지 않았던 것. 그래서 경보기 고장을 알게되었다. 하지만 다른 가스들 중에는 무색무취한 것도 있기 때문에 이런 일도 드문 셈.
- IMP에서는 정비를 편하게 하기 위해 end station 쪽 인터락은 늘 해제해두고 일한다. 웨이퍼를 진공상태에서 로봇이 나를 때 에러가 나면 글래스(윈도우)로 들여다보는데, 이럴 때 X선 노출이 될 수도 있을 것 같다. 하루에 1~2번 정도 본다.