



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

보건학석사 학위논문

반도체 사업장의 화학물질 보유실태와  
포토공정 물질안전보건자료의 영업비밀  
구성성분 확인 및 정확성 평가

An Investigation on Chemicals Used in  
Semiconductor Industry, Identification of Trade Secret  
and Evaluation on Accuracy of MSDS(Material Safety  
Data Sheet) in Photolithography Process

2016년 2월

서울대학교 보건대학원

환경보건학과 산업보건전공

최 연 순

국문초록

반도체 사업장의 화학물질 보유실태와  
포토공정 물질안전보건자료의 영업비밀  
구성성분 확인 및 정확성 평가

최 연 순

서울대학교 보건대학원

환경보건학과 산업보건전공

지도교수 윤 충 식

**연구배경 :** 반도체 제조 공정에서는 수많은 화학물질과 에너지를 집중적으로 사용하기 때문에 근로자들이 화학적, 물리적 유해인자에 노출되는 것이 일반적이며, 산업재해보상을 신청한 반도체 근로자들의 건강장해는 암과 같은 만성질환이 대부분이었고, 이는 주로 웨이퍼 가공(Fabrication)이나 칩(Chip)을

조립하는 공정에서 발생한다고 보고되고 있다.

본 연구에서는 우리나라 반도체 사업장의 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets ; MSDS)를 이용하여 화학제품 보유실태를 파악하고, 반도체 웨이퍼 제조에서 유해화학물질 사용 공정인 포토공정을 중심으로 구성성분 및 함유량 분석과 해당 물질의 MSDS 세부내용에 대한 정확성 평가를 실시하였다.

**연구방법 :** 우리나라 반도체 사업장 11개소에서 화학제품의 MSDS 관련 정보를 엑셀로 제공받고, 12개 사업장의 현장을 직접 방문하여 별크시료 채취와 원본 MSDS를 수집하였다. GC-MSD 및 GC를 활용하여 정성·정량분석을 수행하고 해당 MSDS 세부내용의 정확성 평가를 실시하였다.

**결과 :** 반도체 사업장에서 사용되어지는 화학물질 제품 수는 평균  $216 \pm 125$ 개였으며, 단일물질 제품은 평균  $84 \pm 57$ 개, 혼합물질 제품은 평균  $132 \pm 78$ 개로 혼합물 제품이 전체의 61.1%를 점유하고 있었다. 사업장별 제품의 구성성분에 기재된 총 화학물질 수는 중복된 물질을 제외하면 평균  $126 \pm 34$ 종이었으며, 이 중에서 CMR물질은 평균  $35 \pm 11$ 종으로 사업장별 평균 27.8%를 점유하고 있는 것으로 확인되었다. 이와 더불어 전체 11개 사업장에서 파악된 MSDS 자료를 바탕으로 화학제품의 구성성분을 살펴보면 CAS No.를 기준으로 영업비밀과 중복물질을 제외하면 전체 545종이었으며, 이 중에서 CMR 분류에 해당되는 물질은 141종으로 전체 구성성분의 25.9%를 점유하고 있었다.

사업장별 제품 MSDS내 구성성분 중 일부가 영업비밀로 기재된 화학물질 제품 수는 평균 67±62개였으며, 사업장별 평균 29.7±16.9%를 차지하고 있었다. 사업장별로 살펴보면 Fab 공정 보유 사업장은 평균 70±74개, 조립공정 보유 사업장은 평균 59±16개 제품이 구성성분 중에 영업비밀이 포함되어 사용하고 있는 것을 확인하였다.

GC-MSD와 CG를 활용한 구성성분 분석결과 2-에톡시에탄올, 에틸렌그리콜 등 영업비밀 적용이 불가한 관리대상유해물질 2종이 확인 되었다. MSDS에 기재되지 않은 물질 중에서 영업비밀 기재성분으로 판단되는 물질은 부틸로락톤, 에탄올 등 5종으로 8개 제품에서 확인되었으며, 해당 물질은 모두 MSDS 11번 독성에 관한 정보에 관련 내용이 누락되어 정확한 독성정보가 반영되지 못하였다. MSDS 정확성 평가에서는 5개 제품에서 CMR 분류가 누락되었다.

이상의 결과를 바탕으로 화학제품 사용·취급 사업장에서는 최소한 2년에 1회 이상 보유하고 있는 MSDS를 최신화하여 최신의 정보가 근로자에게 전달 될 수 있도록 노력하여야 하겠다.

---

**주요어 :** 물질안전보건자료(MSDS), 발암성·생식세포변이원성·생식독성(CMR), 웨이퍼가공(Fab), PR(Photoresist) GC(Gas Chromatography)-MSD, GC

**학 번 :** 2002-22664

# 목 차

국문초록 .....	i
목 차 .....	iv
표 차례 .....	v
그림 차례 .....	vi
<b>1. 서 론 .....</b>	<b>1</b>
<b>2. 연구 방법 및 연구 내용 .....</b>	<b>4</b>
2.1 화학물질 사용실태 파악 .....	4
2.2 시료채취와 해당 물질의 MSDS 수집 .....	8
2.2.1 시료와 해당 물질의 원본 MSDS 수집 .....	8
2.2.2 시료의 정성·정량분석 .....	11
2.3 MSDS 정확성 평가 .....	13
<b>3. 결과 .....</b>	<b>16</b>
3.1 반도체 사업장의 화학물질 보유실태 .....	16
3.2 영업비밀 성분이 포함된 화학제품 보유실태 .....	22
3.3 구성성분 및 함유량 분석 .....	27
3.4 MSDS 정확성 .....	32
<b>4. 고찰 .....</b>	<b>37</b>
<b>5. 결론 .....</b>	<b>41</b>
<b>6. 참고문헌 .....</b>	<b>44</b>
영문초록 .....	48
부록 .....	51

## 표 차례

표 1. 고용부 고시(제2013-37호)에 의한 CMR물질의 분류 .....	6
표 2. 시료채취 및 MSDS 수집 공정 현황 .....	10
표 3. GC-MSD 정성분석 조건 .....	12
표 4. GC 정량분석 조건 .....	12
표 5. 연구대상 사업장 현황 .....	19
표 6. 사업장별 화학제품 사용현황 및 구성성분에 대한 CMR 분류 현황 .....	20
표 7. 사업장별 사용 화학제품의 MSDS 상 구성성분 영업비밀 기재현황 .....	24
표 8. MSDS에 기재된 구성성분 이외의 관리대상유해물질 검출현황 ...	28
표 9. 구성성분 함유량 기재내용 불일치 현황 .....	30
표 10. 영업비밀 가능물질 검출현황 .....	31
표 11. MSDS 정확성 평가 세부내용 .....	35

## 그림 차례

그림 1. MSDS 구성성분에 영업비밀 기재성분의 함유량 분포 .....	26
--	----



# 1. 서론

한국의 반도체가 가지는 세계시장 점유율은 1992년에 4%로부터 2010년에 14%까지 상승하였으며, 2012년에는 삼성전자와 SK하이닉스가 반도체 세계 시장 점유율 2위와 7위를 차지할 정도로 급격한 성장을 이루었다(IHS iSuppli Research,2012).

반도체는 웨이퍼 제조, 회로설계 및 마스크 제작, 웨이퍼 가공, 칩조립 공정을 거쳐 제조되며, 좁은 의미의 반도체 제조란 주로 웨이퍼 가공공정(Fabrication, Fab공정)을 가리킨다. 웨이퍼 가공은 웨이퍼에 회로를 구성하기 위한 일련의 공정으로 확산, 포토, 식각, 증착, 이온주입 연마 등의 세부공정으로 구성되며, 이 중 포토공정<sup>1)</sup>에서 사용되어지는 포토레지스트(Photoresist, PR)는 고분자 수지, 유기용제, 감광성 물질 등으로 구성되어 독성이 큰 성분이 포함될 수 있다(박동욱 외,2011). 포토공정은 포토리소그래피(Photolithography)의 줄임말이며, 웨이퍼 가공공정 중 많은 유기용제가 사용된다(Stewart,1985).

조립라인의 경우에는 가공라인과 같이 많은 종류의 화학물질이 사용되지는 않으나 칩접착, 충진제, 유기용제 등에 노출될 수 있는 것으로 알려져 있다(OSHA,2005).

---

1) 반도체 웨이퍼에 감광 성질을 가지고 있는 포토레지스트(PR)를 도포한 후 마스크 패턴을 올려 놓고 UV(자외선) 등의 빛을 쬐어 회로패턴을 형성하는 공정

이러한 반도체 제조 공정에서는 수많은 화학물질과 에너지를 집중적으로 사용하기 때문에 근로자들이 화학적, 물리적 유해인자에 노출되는 것이 일반적이며, 산업재해보상을 신청한 반도체 근로자들의 건강장애는 암과 같은 만성질환이 대부분이었고, 이는 주로 웨이퍼 가공(Fabrication)이나 칩(Chip)을 조립하는 공정에서 발생한다고 보고되고 있다(박동욱 외,2011).

현재 우리나라에서는 작업장에서 취급되는 화학물질의 유해·위험성에 대한 근로자의 알권리 (Right to Know) 충족을 위하여 화학물질을 제조·사용·취급하는 사업주는 작업장 내에 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 해당 화학제품의 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS)를 게시하거나 갖추어 두도록 산업안전보건법에 규정하고 있다(고용부,2015).

'13년 1월 고용노동부에서 실시된 삼성전자(주) 화성사업장의 특별감독 결과 산업안전보건법 위반 조항은 모두 26개였으며, 이중에서 법 제41조 물질안전보건자료 작성 및 비치와 관련된 위반사항은 공정안전보고서, 안전조치에 관한 사항에 이어 가장 많은 부분(52건, 2.5%)을 차지하였다(고용부,2013).

세계적으로 반도체 웨이퍼 가공기술의 최고수준을 자랑하는 선도기업에서의 MSDS와 관련된 법 위반 사항이 상당하다는 것은 그 만큼 현장에서 사용·취급 되어지는 화학물질의 올바른 정보전달에 문제점을 나타내는 대목이라는 점에서 주목 할 만하다.

그동안 국내에서 발표된 MSDS의 검증과 관련된 연구내용으로는 이권섭 등(2003)이 실시한 도료희석제의 MSDS 신뢰성에 관한 연구, 정규혁(2001) 등이 실시한 일부 유기용제의 물질안전보건자료의 실태와 신뢰성 조사 및 윤종국 등(2000)이 실시한 일부 대체세정제 제조업체의 물질안전보건자료의 실태와 그 화학물질의 유해성 평가에 관한 연구 등이 있으며, 이들 연구결과에 따르면 MSDS의 구성성분의 일치율은 아직까지 매우 낮은 것으로 확인되고 있다. 아울러, 외국의 경우 MSDS와 관련하여 발간된 논문별 분석 내용을 살펴보면 실제 화학제품의 구성성분과 MSDS 상의 구성성분에 상당한 차이가 있다고 보고되고 있다.(Nicol et al., 2008)

기존의 연구결과와 감독사례에서 볼 수 있듯이 반도체 사업장 역시 정보전달도구로서의 MSDS 내용에 문제가 있을 것으로 예측되나, 현재까지 사업의 보안상 이유로 유사한 연구사례가 없고 정확한 화학물질 보유 실태파악에 어려움이 있는 것이 현실이다.

따라서, 본 연구에서는 반도체 사업장에서 사용되는 화학제품의 MSDS 보유실태를 조사하여, MSDS에 영업비밀이 포함되어 기재된 화학물질의 구성성분 및 함유량을 분석하여 확인하고, 그에 따른 유해성·위험성 분류 등 MSDS 세부내용에 대한 정확성 평가를 실시 하고자 하였다. 이를 통하여 화학물질 정보제공 수단인 MSDS의 실효성을 파악하고 반도체 사업장의 유해 화학물질의 효율적인 정보관리에 활용될 수 있는 기초자료를 제시 하고자 한다.

## 2. 연구방법 및 연구내용

### 2.1 화학물질 사용실태 파악

본 연구는 안전보건공단 산업안전보건연구원 프로젝트의 일환으로 2015년 4월 한달 동안 반도체 웨이퍼 가공공정 보유 사업장 9개소, 조립공정만 보유한 사업장 3개소 등 전체 반도체 사업장 12개소의 각 사업장 안전환경파트(부서)를 통하여 MSDS 파악을 위한 엑셀양식을 제공한 후, 사업장 담당자와 확인·검토하는 절차를 통하여 각 사업장별 관련 정보를 확보하였다.

엑셀양식에는 제품명, 제조사, 공급사, 구성성분 및 함유량의 항목을 기재하도록 요구 하였다. 최종적으로 보안문제를 제기하여 협조를 거부한 웨이퍼 가공공정 보유 사업장 1개소를 제외한 11개 사업장으로부터 MSDS 목록 엑셀을 제출 받아 화학물질의 제품 수, 단일물질과 혼합물질 여부, 제품 구성성분 갯수 및 구성성분에 영업비밀 기재여부, 구성성분의 발암성·생식세포변이원성·생식독성(Carcinogenic, Mutagenic, Reproductive toxicity; CMR)분류, 구성성분에 영업비밀 기재유, 영업비밀의 함유량 기재분포 등 전반적인 화학물질 보유실태를 파악하였다.

CMR 물질은 유럽화학물질청(European Chemicals Agency, ECHA)의 신(新)화학물질관리정책(Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals, REACH)과 관련된 고위험성우려물질(Substance of Very High Concern, SVHC)중의 하나로 발암성·변이원성·생식독성이 의심되는 물질을

통칭하는데, 유엔유럽경제위원회(United Nations Economic Commission for Europe, UNECE)의 세계조화시스템(Globally Harmonized System of classification and Labeling of chemicals, GHS)에 의한 정의가 가장 포괄적으로 사용되고 있다.

우리나라의 경우에도 고용노동부에서 GHS와 동일한 기준을 준용하여 관련 고시<sup>2)</sup>를 시행하고 있으며, CMR 분류기준은 <표 1>과 같다.

동 고시 기준에 의거 고용노동부 산하기관인 안전보건공단에서는 화학물질정보시스템(<http://msds.kosha.or.kr>)을 통하여 화학물질 18,587종에 대하여 GHS 기준에 의한 유해성·위험성 분류와 MSDS 정보를 제공하고 있다.

본 연구에서는 CMR 물질 판단에 있어 해당 DB를 활용하였으며, 여기에서 CMR으로 분류된 물질은 총 3,072종이었다.

---

2) 고용노동부고시 제2013-37호 “화학물질의 분류표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준”

표 1. 고용노동부 고시(제2013-37호)에 의한 CMR물질의 분류

Category	Classification	Criteria
Carcinogenicity	1A	Known to have carcinogenic potential for humans, classification is largely based on human evidence
	1B	Presumed human carcinogenicity derived from studies showing limited evidence of carcinogenicity in humans together with limited evidence of carcinogenicity in experimental animals
	2	Suspected human carcinogens on the basis of limited evidence obtained from human and/or animal studies, but which is not sufficiently convincing to place the substance in Category 1A or 1B
Mutagenicity	1A	Substances which have positive evidence from human epidemiological studies
	1B	Substances which have ①positive result(s) from in vivo heritable germ cell mutagenicity tests in mammals; or ②positive result(s) from in vivo somatic cell mutagenicity tests in mammals, in combination with some evidence that the substance has potential to cause mutations to germ cells; or ③positive results from tests showing mutagenic effects in the germ cells of humans, without demonstration of transmission to progeny; for example, an increase in the frequency of aneuploidy in sperm cells of exposed people.

표 1. 고용노동부 고시(제2013-37호)에 의한 CMR물질의 분류(계속)

Category	Classification	Criteria
Mutagenicity	2	Substances which cause concern for humans owing to the possibility that they may induce heritable mutations in the germ cells of humans based on ①positive evidence from somatic cell mutagenicity tests in vivo, in mammals; or ②positive evidence from other in vivo somatic cell genotoxicity tests which are supported by positive results from in vitro mutagenicity assays; or ③positive evidence in in vitro mammalian mutagenicity assays, and which also show chemical structure activity relationship to known germ cell mutagens.
Reproductive Toxicity	1A	Known human reproductive toxicant; largely based on evidence from humans known to have produced an adverse effect on sexual function and fertility of on development in humans
	1B	Presumed human reproductive toxicant; largely based on evidence from experimental animals presumed to have produced an adverse effect on sexual function and fertility of on development in humans
	2	Suspected human reproductive toxicant; largely based on evidence from human or experimental animals presumed to have produced an adverse effect on sexual function and fertility of on development in humans

## 2.2 시료 채취와 해당 물질의 MSDS 수집

### 2.2.1 시료와 해당 물질의 원본 MSDS 수집

2015년 4월부터 6월까지 3개월간 <표 2>와 같이 12개 사업장을 직접 방문하여 포토공정의 PR물질을 중점 대상으로 구성성분에 일부가 영업비밀로 기재된 화학물질 제품의 별크시료 총 60개를 채취하였고, 시료채취 시 해당 제품의 원본 MSDS를 동시에 수집하였다.

정성·정량분석에 GC-MSD와 GC를 사용함에 따라 해당 기기로 분석이 가능한 휘발성 유기화합물만을 대상으로 선정하였으며, 사업장 방문 전 제출받은 MSDS 엑셀 목록에서 영업비밀 기재여부를 확인하고 현장 방문 시 해당 시료의 점성, 이물질 포함여부 및 반출가능 여부 등을 확인하고 해당 물질의 원본 MSDS를 추가적 검토하여 선정하였다.

분석과 평가에 소요되는 시간과 경제성 및 결과 도출을 위한 적정 수량 확보를 고려하여 시료채취 수량을 60개로 한정하였으며, 사업장별 채취수량은 규모와 작업 공정에 따른 화학물질 보유 수, 분석 가능한 물질의 보유여부, 구성성분에 영업비밀 기재여부 등을 고려하였고, 사업장간 중복된 시료를 배제하여 아래 <표 1>과 같이 사업장별 수거 시료 수를 결정하였다.

C 사업장의 경우 MSDS 엑셀 목록을 제출하지 않아서 정확한 화학물질 사용 제품수를 파악하기 어려웠으나 현장 방문 시 약 550종의 화학물질을 사용한다는 현장 관계자의 설명을 감안하여 최대 시료수인 15개를 채취하였다.



아울러, 포토공정에서 채취 가능한 화학물질이 없거나 수량이 부족한 경우에는 추가적으로 유지보수, 세척 및 재배열 공정 등 포토공정 이외의 공정에서 시료채취와 MSDS를 수집하였다.

표 2. 시료채취 및 MSDS 수집 공정 현황

Com pany	Main process	No. of total chemical products used	No. of Samples	Processes in which samples were collected							
				Photolitho graphy	PM <sup>1)</sup>	CMP <sup>2)</sup>	Assembly	Etching	Flip chip	Die Attach	Etc <sup>3)</sup>
A	Fab	428	10	9	-	-	-	-	-	-	1
B	Fab	433	9	8	-	-	-	1	-	-	-
C	Fab	Data not given	15	11	1	-	1	-	-	-	2
D	Fab	239	2	2	-	-	-	-	-	-	-
E	Fab	314	2	2	-	-	-	-	-	-	-
F	Fab	104	3	3	-	-	-	-	-	-	-
G	Fab	163	4	1	-	1	2	-	-	-	-
H	Fab	106	3	2	-	-	-	-	-	-	1
I	Fab	195	3	3	-	-	-	-	-	-	-
J	Assembly	152	3	-	1	-	-	-	1	1	-
K	Assembly	73	2	1	-	-	-	-	1	-	-
L	Assembly	175	4	3	-	-	-	-	-	-	1
		Total	60	45	2	1	3	1	2	1	5

1) PM : Preventive Maintenance, 2) CMP : Chemical mechanical polishing, 3) Redistributed Layer, Wafer Sawing, Flux Cleaning, Wafer Cleaning, Waste water disposal

## 2.2.2 시료의 정성·정량분석

수집한 벌크시료의 구성성분 및 함유량 분석은 NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health) method 1501과 고용노동부 고시 제2011-25호 『작업환경측정 및 정도관리 규정』의 분석방법을 기초로 하여 원액시료 2ml를 syringe filter(pore size 0.2 $\mu$ m, Millex-SR 25mm, Millipore Co.)로 여과하여 불순물을 제거하고 메탄올 또는 염화메틸렌으로 시료원액의 10~50%로 희석한 후, Gas chromatography mass selective detector(GC-MSD, Agilent 5973N)을 이용하여 Scan mode에 의해 피크가 검출되면 라이브러리와 매칭을 90% 이상 되는 것을 해당 물질로 간주하였다.

그 이후 Gas chromatography(GC, Agilent 7890A)을 이용하여 함유량(%)에 대한 정량분석을 실시하였다. 이때 표준용액 49종을 선정하여 사용 하였으며, 분석기기의 특성에 따라 영업비밀 성분 중 휘발성 유기화합물만을 대상으로 시험 하였다. 기기의 분석조건은 <표3>, <표4>와 같다.

표준용액 물질의 선정기준은 박승현 외(2009) 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구, 박승현 외(2012) 반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발연구 등의 관련 연구보고서를 바탕으로 반도체 웨이퍼 가공공정에 주로 사용되는 물질 중에서 CMR물질, 산업안전보건법상 관리대상유해물질을 우선 선정하였으며, 정성분석결과와 수집된 시료의 MSDS에 기재된 주요 구성성분 등이 추가적으로 고려되었다.

**표 3. GC-MSD 정성분석 조건**

Descriptions	Analytical Conditions
Instrument	Agilent 5973N
Detector	MSD(mass selective detector)
Capillary column	HP-5MS(0.25mm×0.25 $\mu$ m×30m)
Injection mode	Split(50:1)
Injection volume	0.2 $\mu$ l
Injection temperature	220 °C
Source temperature	250 °C
Oven temperature programming	x°C/min from 40 °C to 250 °C
Carrier gas	He 1.0ml/min
Electric energy	70eV
Resulting EM voltage	1435
Database for searching	Weley 138Library

**표 4. GC 정량분석 조건**

Descriptions	Analytical Conditions
Instrument	Agilent 7890A
Detector	FID
Capillary column	HP-5(0.32mm×0.25 $\mu$ m×30m)
Injection mode	Split(50:1)
Injection volume	0.5 $\mu$ l
Injection temperature	230 °C
Source temperature	280 °C
Oven temperature programming	x°C/min from 50 °C to 220 °C
Carrier gas	N <sub>2</sub> 1.0ml/min

## 2.3 MSDS 정확성 평가

현재 우리나라의 MSDS는 '06년 9월 이후 GHS제도를 도입하여 고용노동부 고시 제2013-37호 『화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준』에 의거하여 화학물질을 건강유해성 11개, 물리적 위험성 16개 및 환경유해성 1개 등 총 28개 범주로 유해성·위험성을 분류한 후, 16가지 항목별 91개의 세부내용과 근로자의 안전보건의 증진에 필요한 경우 세부항목을 추가하여 작성하도록 하고 있다.

MSDS의 정확성 평가는 91개의 세부항목에 대하여 대상 화학물질의 MSDS가 해당 고시의 작성기준에 준하여 올바르게 작성되었는지를 검토하는 것으로 고용노동부에서는 매년 화학물질 취급·사용·제조·유통 사업장을 대상으로 정확성 평가를 수반한 감독을 실시하고 있다.

시료채취와 함께 수집된 원본 MSDS 60종을 대상으로 화학물질정보전달에 있어 중요한 역할을 한다고 판단되는 2번 항목 유해성·위험성, 3번 항목 구성성분의 명칭 및 함유량, 8번 항목 노출방지 및 개인보호구, 11번 항목 독성에 관한 정보, 15번 항목 법적 규제현황 등 5가지 항목의 세부내용에 대하여 고용부 고시 기준에 의거 올바르게 정확하게 작성되었는지 여부를 다음과 같이 평가 하였다.

### **(1) 구성성분 및 함유량 비교**

2.2.1과 2.2.2에서 수집된 제품 60개의 원본 MSDS와 별크시료의 정성·정량 분석 결과를 바탕으로 MSDS에 기재된 내용과 실제 구성성분 및 함유량을 비교하고, 산업안전보건법 제37조에 따른 제조 등 금지물질, 법 제38조에 따른 허가대상물질, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조에 따른 관리대상유해물질, 화학물질관리법에 따른 유독물질 등 영업비밀로 기재하지 못하는 물질이 영업비밀로 간주되어 기재되었는지 여부를 확인하였다. 이때, MSDS상에 미기재된 화학물질이 검출될 경우 해당 물질이 영업비밀 적용이 가능한 물질이면 영업비밀 성분으로 간주하여 평가하였다.

### **(2) 유해성·위험성분류 항목확인**

건강유해성, 물리적 위험성, 환경유해성 등 총 28개 범주의 유해성·위험성 분류와 분류등급 및 분류결과에 따른 그림문자와 유해·위험문구가 올바르게 기재 되었는지를 확인하였다.

### **(3) 독성에 관한 정보의 조사**

급성독성, 피부부식성/자극성, 심한 눈손상/자극성, 호흡기 과민성, 피부 과민성, 발암성, 생식세포변이원성, 생식독성, 특정표적장기 독성(1회노출), 특정표적장기독성(반복노출), 흡인유해성 등 11가지 건강 유해성정보(농도 또는 노출조건 등)에 대한 정보내용이 올바르게 기재 되었는지를 검토하였다.

#### **(4) 노출방지 및 보호구 항목의 확인**

고용노동부 고시 제2013-38호 『화학물질 및 물리적 인자의 노출기준』 과 ACGIH TLV의 노출기준 기재의 정확성과 국소배기장치 설치 등 작업자의 노출방지를 위한 적절한 공학적 관리 방법 및 호흡기, 눈, 손, 신체보호에 필요한 개인보호구 등의 세부내용이 올바르게 기재 되었는지 여부를 확인하였다.

#### **(5) 법적규제현황 조사**

산업안전보건법상에 노출기준설정물질, 관리대상유해물질, 작업환경측정대상 화학물질, 허가대상·금지대상 유해물질에 해당여부 및 화학물질 관리법상에 유독물질, 허가물질, 제한물질, 금지물질, 사고대비물질 해당여부가 정확하게 기재되었는지 여부를 확인하였다.

### 3. 결과

#### 3.1 반도체 사업장의 화학물질 보유실태

전체 대상 사업장 12개 사업장 중 1개의 사업장을 제외한 11개 사업장에서 보유하고 있는 화학제품 수는 <표 5>에서 볼 수 있듯이 사업장별 평균  $216 \pm 125$ 개이며, 단일물질은 평균  $84 \pm 57$ 개, 혼합물질은 평균  $132 \pm 78$ 개로서 혼합물질이 61.1%를 점유하는 것으로 확인되었다.

사업장별 혼합물질 제품 MSDS에 기재된 구성성분의 수는 평균  $477 \pm 269$ 개였으며, 제품별 평균 4개의 구성성분이 기재되어 있는 것을 알 수 있었다.

사업장별 제품의 구성성분에 기재된 총 화학물질 수는 중복된 물질을 제외하면 평균  $126 \pm 34$ 종이었으며, 이 중에서 CMR물질은 평균  $35 \pm 11$ 종으로 사업장별 평균 27.8%를 점유하고 있는 것으로 확인되었다.

A, B사업장은 G, H사업장과 비교하여 최대 4배수 이상의 화학제품을 사용하고 있으나, CMR 비율은 해당 사업장 보다 낮은 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 반도체 소자 생산 사업장에서 사용되는 화학제품이 반도체 메모리 제조 사업장 보다 많은 CMR 물질을 포함한다고 볼 수 있겠다.

전체 사업장의 화학물질 제품의 MSDS 자료에 기재된 구성성분에서 CAS No.3)를 기준으로 영업비밀 물질과 중복되는 물질을 제외하면 545종이

3) Chemical Abstracts Service(화학물질요약서비스) 미국화학회에서 운영하는 서비스이며, 이제까지 알려진 모든 화합물, 중합체 등을 기록하는 등록 번호로 모든 화학물질을 중복 없이 찾을 수 있도록 함



었고, 이 중에서 고용노동부 고시(제2013-37호)의 CMR 분류기준에 의하면 분류하면 발암성물질은 53종, 생식독성물질은 29종, 생식세포변이원성 물질은 59종 등 CMR 물질이 총 141종으로 전체의 25.9%를 점유하고 있었다.

이상의 결과를 보면 사업장별로 사용하는 화학제품 수에서 큰 차이를 나타내고 있는데, 이러한 차이는 다음의 반도체 산업의 변화와 사업장별 생산품에 따른 차이에서 예측할 수 있겠다.

현재의 반도체 산업이 스마트 IT기기의 인터페이스가 인간과 동일한 수준으로 향상 될수록 메모리반도체 보다는 아날로그반도체<sup>4)</sup>와 비메모리 반도체(시스템LSI)의 기술발전과 급격한 수요가 증가되고 있다는 점에서 반도체 사업장들은 기존의 DRAM과 NAND 플래쉬 메모리 중심에서 비메모리반도체 및 아날로그반도체 부문으로 사업영역을 다각화 하고 있다 (유진투자증권,2012).

이를 반영 하듯이, 각 사업장별로 생산품은 <표 4>에서 보는 바와 같이 A 사업장은 메모리 반도체를 B, C사는 메모리 반도체를 중심으로 비메모리, 아날로그반도체를 같이 생산하고 있으며, D, E, F, G, H, I는 비메모리반도체 중에서 전력 전략형 고성능 반도체, 절연 게이트 양극성 트랜지스터, LCD 구동 IC 등 일부의 제한적인 품목과 수요자의 주문품 생산 등에 중심을 두고 있는 것으로 나타나 상대적으로 A, B사와 비교하여 적은 수의 화학물질을

---

4) 일상생활에서 발생하는 빛, 소리, 압력, 온도 등 자연계의 각종 아날로그 신호를 컴퓨터가 인식할 수 있는 디지털 신호로 바꾸는 역할을 하는 반도체로서 Audio/Video IC, 통신용 IC, 신호변환용 IC 등이 있음

사용하는 것으로 예측된다. 이는 사업장의 생산설비의 최신화 정도와도 연계될 수 있는데 최근의 설립된 사업장이 최신의 설비와 다양한 생산기술을 접목하여 여러 형태의 반도체 생산이 가능하기에 기존의 오래된 사업장보다 더 많은 화학물질이 필요한 이유이기도 하겠다. 아울러, 적은 수의 화학물질을 사용하는 K사는 생산물량 또는 품목이 타 사업장에 비하여 적을 수 있다고 예측할 수 있겠다.

또한, L사의 경우 조립공정에 웨이퍼를 인쇄회로기판(PCB) 위에 바로 붙여 신호를 주고받을 수 있도록 하는 범핑(Bumping) 공정을 가지고 있기에 화학제품 사용수가 많았으며, 여기에서 사용 되어지는 포토레지스트(PR) 물질을 시료채취 시 대상 물질로 포함시킬 수 있었다.

표 5. 연구대상 사업장 현황

Company	No. of workers	No. of total chemical products	Main process	Main Products
A	12,975	428	Fab	DRAM <sup>1)</sup> , NAND Flash Memory etc
B	6,800	433	Fab	LDI <sup>2)</sup> , CMOS <sup>3)</sup> Image sensor etc
C	26,824	-	Fab	Application Process Chip(AP Chip), Memory chip, Power Module IC etc
D	1,190	239	Fab	CMOS Image sensor, RF-COMOS etc
E	743	314	Fab	Mixed Signal, CMOS Image sensor, RF-COMOS, ASIC <sup>4)</sup> etc
F	770	104	Fab	LDI, Timing Controller
G	2,300	163	Fab	LDI, Timing Controller
H	1,488	106	Fab	Power MOSFET <sup>5)</sup>
I	606	195	Fab	Power MOSFET, IGBT <sup>6)</sup>
J	4,500	152	Assembly	Saw, Attach, Bond, etc
K	1,681	73	Assembly	Saw, Attach, Bond, etc
L	3,521	175	Assembly	Bumping, Packaging etc

- 1) DRAM : Dynamic Random Access Memory, 2) LDI : LCD Driver IC, 3) CMOS Complementary metal-oxide semiconductor, 4) ASIC : Application Specific Intergrated Circuit, 5) MOSFET : Metal-Oxide Semiconducto FET  
 6) IGBT : Insulated Gate Bipolar Transistor

표 6. 사업장별 화학제품 사용현황 및 구성성분에 대한 CMR 분류 현황

Com pany	Main process	No. of chemical products used					No. of Chemical substance									
		Total	Single- substance products <sup>1)</sup>	Mixture products <sup>2)</sup>	Component chemicals (duplicates included)	Component chemicals (duplicates removed) <sup>1)</sup>	No. of CMR substance (ratio, %)	CMR Classification <sup>3)</sup>								
								Carcino- genicity			Muta- genicity			Repro- ductive toxicity		
1A	1B	2	1A	1B	2	1A	1B	2								
A	Fab	428	154	274	997	183	41(22.4%)	3	2	8	-	2	6	2	8	10
B	Fab	433	167	266	987	147	35(23.8%)	3	-	7	-	-	6	2	7	10
D	Fab	239	158	81	256	101	22(21.8%)	2	1	5	-	-	4	2	2	6
E	Fab	314	130	184	632	122	45(36.9%)	3	5	7	-	-	9	2	6	13
F	Fab	104	46	58	193	102	26(25.5%)	4	1	5	-	1	4	1	5	5
G	Fab	163	80	83	276	95	30(31.6%)	3	2	7	-	1	4	1	6	6
H	Fab	106	46	60	193	98	30(30.6%)	3	2	6	-	1	6	2	3	7
I	Fab	195	72	123	370	163	51(31.3%)	7	4	13	-	3	3	3	10	8
Sub Mean ±SD		247±132	106±51	141±89	488±341	126±33	35±9 (28.0±5.4)									

1) Single-substance products : consists of a componet

2) Mixtue products : consists of two or more compoents

3) Refer to table 1 for classifications

표 6. 사업장별 화학제품 사용현황 및 구성성분에 대한 CMR 분류 현황(계속)

Com pany	Main process	No. of chemical products used					No. of Chemical substance									
		Total	Single- substance products <sup>1)</sup>	Mixture products <sup>2)</sup>	Component chemicals (duplicates included)	Component chemicals (duplicates removed) <sup>3)</sup>	No. of CMR substance (ratio, %)	CMR Classification <sup>3)</sup>								
								Carcino- genicity			Muta- genicity			Repro- ductive toxicity		
1A	1B	2	1A	1B	2	1A	1B	2								
J	Assembly	152	29	123	499	151	42(27.8%)	4	1	10	-	2	7	-	4	14
K	Assembly	73	14	59	251	75	17(22.7%)	3	1	3	-	2	1	-	2	5
L	Assembly	175	32	143	593	152	48(31.6%)	6	9	9	-	2	4	2	6	10
Sub Mean ±SD		133±53	25±9	108±43	447±176	126±44	35±16 (27.3±4.4)									
Total Mean ±SD		216±125	84±57	132±78	477±296	126±34	35±11 (27.8±4.9)									

1) Single-substance products : consists of a componet

2) Mixtue products : consists of two or more compoents

3) Refer to table 1 for classifications

## 3.2 영업비밀 성분이 포함된 화학제품 보유실태

산업안전보건법에서는 MSDS 작성자가 필요시 구성성분 및 함유량에 한하여 영업비밀로 기재할 수 있도록 허가하고 있으며, 영업비밀 대상을 『부정경쟁방지 및 영업비밀 보호에 관한 법률』 제2조 제2호에 따른 합리적 이유가 있는 것으로 한정하고 있다(고용부,2015). 이에, 사업장별 수집된 MSDS 관련 정보를 바탕으로 제품 구성성분 중에 일부 또는 전체가 영업비밀로 기재된 화학제품 수를 파악하였으며, 그 결과는 <표 7>에서와 같이 평균  $67 \pm 62$ 개이었으며, 전체 제품 수의 평균  $29.7 \pm 16.9\%$ 를 차지하고 있었다.

구성성분 중에 일부 또는 전체가 영업비밀로 기재된 혼합물의 제품 수는 사업장별 평균  $66 \pm 61$ 개로서 전체의 98.5%를 차지하고 있어, 구성성분 중에 영업비밀이 포함된 제품의 대부분은 혼합물임을 알 수 있었다. 그러나, 단일물질의 경우에도 12개의 제품에서 구성성분을 영업비밀로 표기하고 있어 구체적인 성분을 모르는 상태에서 사용하고 있다는 것으로 볼 수 있었다.

사업장별로 살펴보면 Fab 공정 보유 사업장은 평균  $70 \pm 74$ 개, 조립공정 보유 사업장은 평균  $59 \pm 16$ 개에서 구성성분 중에 영업비밀이 포함된 제품을 사용하고 있었다.

전체 사용 화학제품 수에 대한 영업비밀 제품수의 비율로 살펴보면 Fab 공정을 보유하는 사업장은  $23.2 \pm 14.5\%$ , 조립공정을 보유하는 사업장은  $47.0 \pm 8.5\%$ 로 나타나고 있어, 조립공정 보유사업장에서 사용되는 화학물

질의 상당수는 구성성분 중에 일부가 영업비밀로 표기된다는 것을 알 수 있었다.

Fab 공정을 보유하는 A, B 사업장은 구성성분에 영업비밀이 포함된 제품의 비율이 각각 44.6%, 39.7%로 전체 평균 29.7%를 크게 상회하고 있는 반면, D, H, I 사업장은 각각 9.2%, 10.4%, 4.6%로 평균 이하로서 매우 낮은 수준을 보이고 있었다. 이러한 큰 차이는 사업장별로 사용하는 화학제품 종류 또는 공급업체가 다르거나 생산품의 차이에 따르는 것으로 예측할 수 있겠다.

혼합물의 영업비밀 포함 제품의 구성성분의 수는 평균  $294 \pm 260$ 개이며, 그 중 영업비밀로 기재하는 구성성분의 수는 사업장별 평균  $137 \pm 121$ 개로 확인되었다.

이를 비율로 살펴보면 총 구성성분 수에서 영업비밀이 기재되는 성분수의 비율은 평균  $45.9 \pm 5.6\%$ 으로써 절반에 가까운 구성성분이 영업비밀로 기재된다고 볼 수 있다. 하지만, 실제적으로 영업비밀로 기재되는 함유량 빈도를 살펴보면 <그림 1>과 같이 전체의 73.2%가 함유량 20% 미만의 성분에서 영업비밀로 적용하는 것을 알 수 있었다.

영업비밀 기재 함유량이 소량에 그쳐서 문제가 없다고 생각될 수도 있겠으나 CMR물질의 경우 분류기준 함유량은 발암성, 생식세포 변이원성 물질의 경우에는 최소 0.1%, 생식독성의 경우 0.3%이므로 영업비밀 성분이 미량일지라도 구성성분을 알지 못하는 상황이라면 건강유해성에 대한 부분을 가볍게 생각해서는 아니 될 것이다.

표 7. 사업장별 사용 화학제품의 MSDS 상 구성성분 영업비밀 기재 현황

Com pany	Main process	Chemical products used			MSDSs containing trade secret <sup>1)</sup> (s) for component information					
		Total (A)	Single- substance products (B)	Mixture products (C)	Total (ratio,%) (D, ratio=D/A)	Single- substance products (ratio,%) (E, ratio=E/B)	Mixture products (ratio,%) (F, ratio=F/C)	Trade secret components (G)	Total components (H)	Trade secret ratio(%) of components (I=G/H)
A	Fab	428	154	274	191 (44.6%)	5 (3.2%)	186 (67.9%)	351	778	45.1%
B	Fab	433	167	266	172 (39.7%)	0 (0.0%)	172 (64.7%)	358	742	48.2%
D	Fab	239	158	81	22 (9.2%)	0 (0.0%)	22 (27.2%)	49	89	55.1%
E	Fab	314	130	184	89 (28.3%)	3 (2.3%)	86 (46.7%)	182	379	48.0%
F	Fab	104	46	58	23 (22.1%)	1 (2.2%)	22 (37.9%)	47	101	46.5%
G	Fab	163	80	83	44 (27.0%)	0 (0.0%)	44 (53.0%)	88	180	48.8%
H	Fab	106	46	60	11 (10.4%)	0 (0.0%)	11 (18.3%)	24	50	48.0%
I	Fab	195	72	123	9 (4.6%)	0 (0.0%)	9 (7.3%)	14	44	31.8%
Sub Mean ±SD		247±132	106±51	141±89	70±74 (23.2±14.5)	1±2 (0.9±1.4)	69±72 (40.4±21.7)	139±142	295±306	46.4±6.5

1) Trade secret : component whose chemical identity is masked

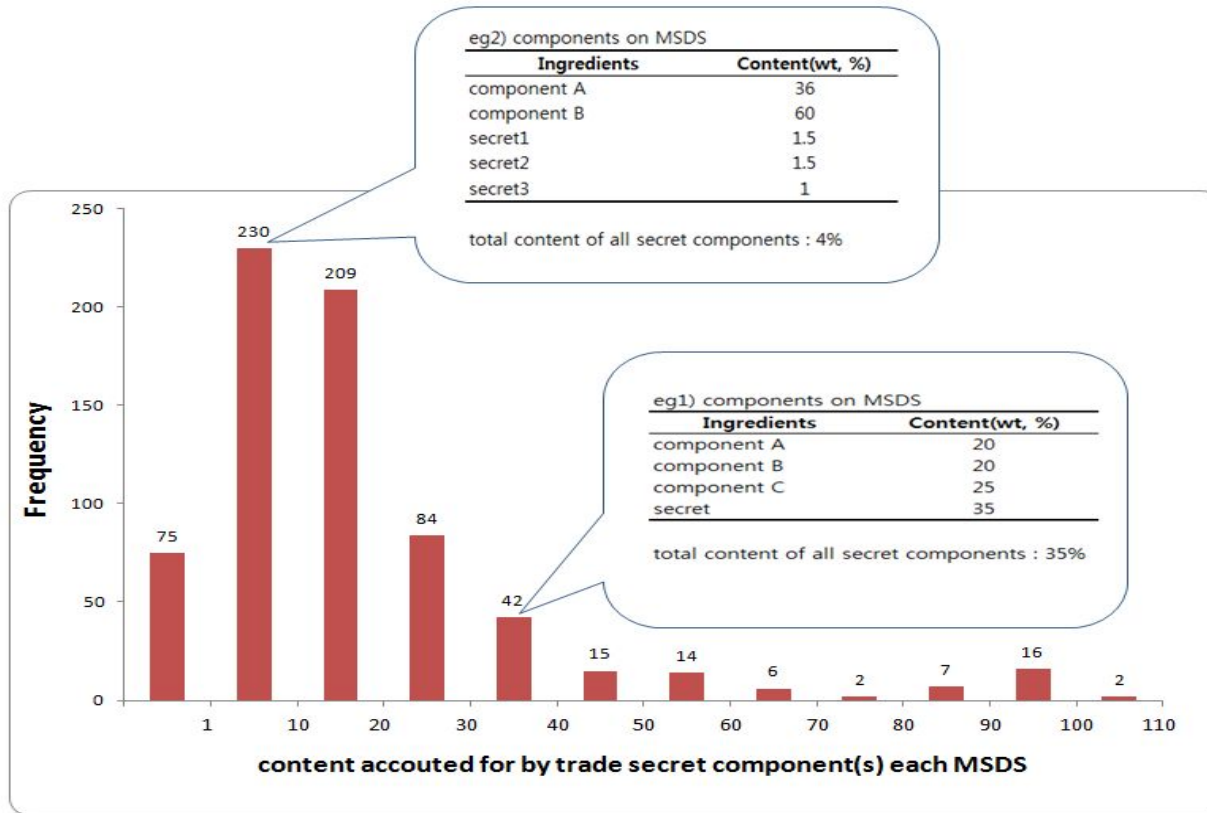


표 7. 사업장별 사용 화학제품의 MSDS 상 구성성분 영업비밀 기재 현황(계속)

Com pany	Main process	Chemical products used			MSDSs containing trade secret <sup>1)</sup> (s) for component information					
		Total (A)	Single- substance products (B)	Mixture products (C)	Total (ratio,%) (D, ratio=D/ A)	Single- substance products (ratio,%) (E, ratio=E/B)	Mixture products (ratio,%) (F, ratio=F/C)	Trade secret components (G)	Total components (H)	Trade secret ratio(%) of components (I=G/H)
J	Assembly	152	29	123	69 (45.4%)	0 (0.0%)	69 (56.1%)	155	335	46.2%
K	Assembly	73	14	59	41 (56.2%)	0 (0.0%)	41 (69.5%)	81	189	42.8%
L	Assembly	175	32	143	69 (39.4%)	3 (9.4%)	66 (46.2%)	164	347	47.2%
Sub Mean ±SD		133±53	25±9	108±43	59±16 (47.0±8.5)	1±2 (3.1±5.4)	57±15 (57.3±11.7)	133±45	290±87	45.4±2.3
Total Mean ±SD		216±125	84±57	132±78	67±62 (29.7±16.9)	1±2 (1.6±2.9)	66±61 (45.0±20.5)	137±121	294±259	45.9±5.6

1) Trade secret : component whose chemical identity is masked

그림 1. MSDS 구성성분에 영업비밀 기재성분의 함유량 분포



### 3.3 구성성분 및 함유량 분석

분석과정에서 5개 제품은 점도가 높거나 Peak의 동정이 불가하여 분석이 불가능 하였고 5개 제품은 GC에서 불검출 되었다. 이는 PR에 포함되는 물질 중 일부가 레진 등의 함유에 따라 점도가 있어 분석칼럼에 정착되거나 칼럼이 오염되는 경우가 발생하였기 때문이다. 이에 따라, 최종적으로 정성·정량 분석이 가능하여 결과에 활용된 시료는 50개였다.

시료 60개 제품의 원본 MSDS에 기재된 구성성분은 CAS No.를 기준으로 131종이었으며 중복된 성분을 제외하면 총 45종이었고, GC-MSD를 통하여 검출된 구성성분은 73종이었다. 이 중 표준물질 49종을 바탕으로 GC에 의하여 최종 함유량이 확인된 구성성분은 33종이었다.

#### (1) 구성성분 확인

분석결과 <표 8>에서와 같이 MSDS에 기재된 구성성분 이외의 산업안전보건법상 관리대상유해물질은 17개 제품에서 18종 27개 물질이 확인되었으며, 이중 표준시료를 활용한 GC의 최종 함유량 분석결과 9종은 함유량이 1%이하였고, 나머지 9종은 성분은 확인 되었지만 정량이 되지 않는 Trace(검출한계이상 정량한계 미만), 7종은 검출한계(Limit Of Detection) 미만으로 분석되지 못하였다.

영업비밀으로 적용이 불가한 물질은 2-에톡시에탄올과 에틸렌글리콜 등 2종이 최종 확인되었으며 함유량은 각각 7.3%, 1.6%였다. 이 두가지 물질은 산업안전보건법상 관리대상유해물질이며 생식독성 구분1B의 분류기준(함유량 0.3%이상)에 해당되어 MSDS의 분류결과에도 영향을 미치는 물질이었다.

표 8. MSDS에 기재된 구성성분 이외의 관리대상유해물질 검출현황

NO	Substance Name	CMR <sup>1)</sup>	CAS no.	GC analytic value(WT%)	Company
1	Acrylic acid	-	79-10-7	Trace <sup>2)</sup>	A
2	Acrylic acid	-	79-10-7	<LOD <sup>3)</sup>	A
3	Ethyl acetate	-	141-78-6	<LOD	A
	2-Methoxyethanol	R1B	109-86-4	0.03%	
4	N-hexane	R2	110-54-3	Trace	A
5	1,4-Dioxane	C2	123-91-1	Trace	B
6	Methanol	-	67-56-1	<LOD	B
	Ethanolamine	-	141-43-5	Trace	
7	2-Ethoxyethanol	R1B	110-80-5	7.3%	K
	Ethylene glycol	-	107-21-1	1.6%	
8	Methyl ethyl ketone	-	78-93-3	<LOD	L
9	Isopropylalcohol	-	67-63-0	0.3%	L
10	1,4-Dioxane	C2	123-91-1	0.2%	D
	P-Cresol	-	106-44-5	Trace	
11	2-methoxyethanol	R1B	109-86-4	0.004%	E
	Acetone	-	67-64-1	0.14%	
12	1,4-Dioxane	C2	123-91-1	0.4%	F
	P-Cresol	-	106-44-5	Trace	
13	P-Cresol	-	106-44-5	Trace	F
14	Acetone	-	67-64-1	0.17%	G
	1,4-dioxane	C2	123-91-1	0.26%	
15	P-Cresol	-	106-44-5	Trace	G
	Isobutyl Acetate	-	110-19-0	Trace	
16	N-amyketone	-	110-43-0	0.2%	H
	3-Cresol	-	108-39-4	<LOD	
17	2,5-Dimethylphenol	-	95-87-4	<LOD	I
	Methylene chloride	C2	75-09-2	<LOD	

1) CMR classification recording method

\* Carcinogenicity : C1A, C1B, C2

\*\*Mutagenicity : M1A, M1B, M2

\*\*\*Reproductive toxicity : R1A, R1B, R2

2) LOQ(Limit of Quantitation) > Trace > LOD(Limit of Detection)

LOQ : 0.0215~0.041

3) < LOD(Limit of Detection) 0.0064~0.0121

## (2) 함유량 확인

GC를 통한 함유량 분석결과 11개 제품에서 12건의 화학물질 함유량 정보가 MSDS 기재내용과 불일치하였으며 함유량의 세부내용은 <표 9>에서와 같다. 이중 기재된 함유량의 최소값 또는 최대값을 기준으로 10%이상 함유량의 차이가 나는 제품은 2개였다.

60개 제품 MSDS 함유량의 작성내용을 살펴보면 26.7%(16개)의 제품에서는 중량비(%)로 명확히 표기하였으나, 나머지 44개 물질은 용량비(%), 중량비(%) 구분없이 단순히 함유량(%)으로 표기 하고 있었다. 이에 대한 작성지침은 관련 법령에서 명확하게 규정하고 있지는 않고 있으나, 현재 산업안전보건법 상 관리대상유해물질 중 유기화합물의 경우 용량비율 1%이상을 대상으로 하고 있고, 작업환경측정의 경우는 중량비율 1%일 경우 측정대상물질에 포함됨에 따라, 제품의 MSDS상 구성성분을 바탕으로 관리대상유해물질과 작업환경측정대상물질 대상여부를 판단할 때에는 해당 물질의 밀도를 고려하여 판단할 필요가 있겠다.

**표 9. 구성성분 함유량 기재내용 불일치 현황**

NO	MSDS			Analytical data(GC)	content difference
	Component	CAS no.	content(%)	content(%)	
1	PGMEA <sup>1)</sup>	108-65-6	75-90%	71.2%	3.8%
2	PGMEA	108-65-6	>74%	73.6%	1.4%
	2-Ethoxyethanol	110-80-5	>20%	18.1%	2.9%
3	PGMEA	108-65-6	82.5-83.5%	68.6%	13.9%
4	PGMEA	108-65-6	67-73%	56.7%	10.3%
5	Butyrolactone	96-48-0	55-60%	42%	13%
6	PGMEA	108-65-6	40-50%	37.3%	2.7%
7	PGMEA	108-65-6	40-50%	59.1%	9.1%
8	PGMEA	108-65-6	50-60%	67.7%	7.7%
9	PGMEA	108-65-6	34-45%	53.7%	8.7%
10	PGMEA	108-65-6	85-95%	79.6%	5.4%
11	PGME <sup>2)</sup>	107-98-2	10-16%	7.6%	2.4%

1) Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate : Solvent for Photoresist

2) Propylene Glycol Monomethyl Ether

### (3) 영업비밀 물질 확인

MSDS상 구성성분이 기재되지 않은 물질로서 영업비밀 적용제의 대상에 해당되지 않아 영업비밀 기재성분으로 판단되는 물질은 8개 제품에서 부틸로락톤, 에탄올 등 5종이 확인되었고 <표 10>에서와 같다. 해당 물질들은 모두 유해성·위험성을 가지고 있으나, MSDS상 11번 독성에 관한 정보에 관련 정보내용이 누락되어, 유해성·위험성분류 결과에도 정확한 독성정보가 반영되지 못하였다.

현재 MSDS상 영업비밀 물질은 구성성분 및 함유량에만 한정하여 기재를 제외하고 있으며, 기타 모든 항목에 대한 정보는 기재하도록 규정하도록 하고 있으므로, 독성에 관한 정보에 영업비밀 성분들의 정보내용은 반드시 기재되어 유해성·위험성 분류에 반영되도록 하여야 할 것이다.

**표 10. 영업비밀 가능물질 검출 현황**

NO	Component	CAS no.	content(%)
1	Butyrolactone	96-48-0	1.5%
2	Butyrolactone	96-48-0	1.8%
3	Butyrolactone	96-48-0	3.8%
4	1-ethyl-cyclohexene	1453-24-3	1.2%
5	1-methoxy-2-propanol	107-98-2	10.9%
6	Ethanol	64-17-5	15.5%
7	Butyrolactone	96-48-0	2.8%
8	1,2-propanediol	57-55-6	21%

### 3.4 MSDS 정확성

시료와 함께 수거된 60개 제품 MSDS 2번 항목 유해성·위험성, 8번 항목 노출 방지 및 개인보호구, 11번 항목 독성에 관한 정보 및 15번 항목 법적규제현황에 관한 사항의 정확성 평가 결과는 다음과 같으며 세부내용은 <표 11>과 같다.

주목할 점은 평가된 MSDS 중의 43.3%(26개 제품)는 2013년 이전에 작성되거나 최종 개정된 것으로 나타났다. 이에 따라서 여기에 해당되는 MSDS는 유해·위험문구 작성이 부적절 하였으며 최근 개정된 법적규제현황 등의 변동 내용을 제대로 반영하지 못하는 것으로 확인되었다.

#### (1) 유해성·위험성 항목 확인

60개 제품의 MSDS 중에서 53.3%(32개 제품)가 2번 항목의 유해성·위험성 세부내용에서 유해성·위험성 분류가 잘못 기재되었으며, 자세히 살펴보면 분류가 누락된 경우가 10건, 분류표기 불량인 경우가 23건 이었다. 추가적인 세부내용 중 경고 표지에 기재되는 항목에서는 57개 제품(95%)에서 미흡한 것으로 확인 되었으며, 그 내용은 그림문자 누락 3건, 유해·위험문구의 영문작성 등이 2건 및 유해·위험문구 일부 누락과 부적절한 작성이 각각 11건과 47건이었다.

이 중에서 CMR 분류가 누락된 경우는 2-에톡시에탄올(CAS No. 110-80-5)과 에틸렌글리콜(CAS No. 107-21-1)이 포함된 1개 제품의 생식독성 1B, 메틸이소부틸케톤(CAS No. 108-10-1)이 포함된 1개 제품의 발암성 2, 시클로헥사논(CAS No. 108-94-1)이 포함된 3개 제품의 생식세포 변이원성 2 등 총 5개 제품이었다.



경고표지에 기재되는 항목에서의 그림문자와 유해·위험문구의 경우는 해당 화학물질의 용기나 포장에 부착되는 MSDS 경고표지 작성에 직접적으로 활용되는 부분이기 때문에 해당 화학물질을 직접 취급·사용하는 근로자가 올바르게 신속하게 유해위험성을 인지하여 자신의 건강보호를 할 수 있도록 그 내용의 신뢰성이 높은 수준으로 유지·관리되어야 할 것이다.

## **(2) 독성에 관한 정보의 조사**

60개 제품의 MSDS 중에서 45%(27개 제품)는 11가지의 건강 유해성 정보내용 중 일부가 잘못 기재되었으며, 세부적으로 살펴보면 건강 유해성 정보 중 일부만 기재된 것이 26건, 영업비밀 기재성분에 대한 건강 유해성 정보누락이 19건, 미기재가 3건, 유해성·위험성 분류정보와 불일치하는 내용이 5건이었다.

건강 유해성 정보내용은 유해성·위험성 분류시 분류등급 결정에 근거자료가 됨에 따라 최신의 GLP 시험, 문헌고찰 등을 통하여 정확한 기재가 요구되는 항목이나 혼합물질로 독성시험을 실시한 경우가 없었고 각각의 성분에 대한 독성성부를 구분하여 작성하고 있었다. 특히 발암물질, 생식세포 변이원성 물질은 0.1%이상, 생식독성 물질은 0.3%이상 함유되면 유해성·위험성이 분류되기 때문에 각별한 주의와 작성자의 높은 책임성, 공정성이 요구된다.

### **(3) 노출방지 및 보호구 항목의 확인**

60개 제품의 MSDS 중에서 30%(18개 제품)는 노출기준에 문제가 있었고, 세부적으로 살펴보면 영업비밀 항목 노출기준 누락이 10건, 노출기준 기재오류 1건, 노출기준 일부 누락이 8건이며, 노출기준이 누락된 경우도 12건이었다. 아울러, 적절한 공학적 관리대책 누락과 개인보호구 일부 내용만 기재된 건은 각각 3건이었다.

### **(4) 법적규제현황 조사**

산업안전보건법 상 규제현황을 미기재한 경우가 6건, 구성성분 각각의 규제현황을 기재한 것이 19건, 규제현황 일부를 누락한 것은 5건이었으며 전체 제품의 50.0%(30개 제품)을 차지하고 있었다.

화학물질관리법이 전면 개정되어 시행('15.1.1) 되었음에도 불구하고 이전 법령인 유해화학물질관리법으로 표기하는 사례가 24건이었으며, 규제내용 누락이 4건, 구성성분 각각의 규제현황을 기재한 것이 2건으로 확인되었고 전체 제품의 50.0%(30개 제품)을 점유하고 있었다.

최근 산업안전보건법상 특별관리물질이 추가 지정('13.7.) 되었고, 화학물질 관리법이 전면 개정되어 시행됨에 따라 규제현황에 대한 신속한 개정 노력이 요구된다.

표 11. MSDS 정확성 평가 세부내용

Article	No. of Samples (rate%)	Checking items	No. of case
Hazards identification	32(53.3%)	Part list of Hazard · Risk Classification	10
		Wrong list of Hazard · Risk Classification	23
	57(95%)	Omission of Symbol	3
		Wrong list of Precautionary Statement	47
		Part omission of Precautionary Statement	11
		Unsuitable record of Precautionary Statement	2
Toxicological information	27(45%)	Part list of Health hazards information <sup>1)</sup>	26
		Omission of trade secret substances information	19
		Omission of Health hazards information	3
		Unsuitable record of Health hazards information	5
		Exposure controls & personal protection	18(30%)
Part list of occupational exposure limit values	8		
Wrong list of occupational exposure limit values	1		
Omission of trade secret substances information	10		
3(5%)	Omission of Appropriate engineering controls		3
3(5%)	Part list of Personal protective equipment		3

Article	No. of Samples (rate%)	Checking items	No. of case
Regulatory information	30(50.0%)	Ingredients list of Industrial Safety and Health Act	19
		Omission of Industrial Safety and Health Act	6
		Part list of Industrial Safety and Health Act	5
	30(50.0%)	Omission of Chemical substances control Act	4
		Ingredients list of Chemical substances control Act	2
		Unsuitable record of Chemical substances control Act Name	24

1) Acute toxic, Skin corrosive/irritant, Serious eye damage/eye irritation, Respiratory sensitization, Skin sensitization, Carcinogenicity, Germ Cell Mutagenicity, Reproductive toxicity, Specific target organ toxicity(single exposure), Specific target organ toxicity(repeated exposure), Aspiration hazard

## 4. 고찰

화학물질과 관련된 대부분의 사고와 건강장애의 발생은 기계·설비의 결함에 기인하기 보다는 작업자의 부주의, 오조작, 관련 정보의 미제공 및 물리·화학적 특성과 건강유해성 등에 대한 잘못된 정보내용에 기인한다고 볼 수 있다.

우리나라 산업현장에서 화학물질의 유해성·위험성, 안전취급 및 폭발·화재 시 대처방법 등의 정보전달을 위한 가장 보편적이고 광범위한 수단은 MSDS가 대표적이라고 말할 수 있다. 이러한 MSDS는 화학물질을 안전하게 취급함으로써 사고 및 직업병을 예방하고 근로자의 알 권리 충족을 위한 정보제공의 수단으로 인식되고 있다(Clayton et al., 1994; Kolp et al., 1993; OSHA, 2002).

반도체 사업장의 MSDS 자료를 바탕으로 화학제품 사용실태를 살펴본 결과, 사업장별 제품 수는 평균  $216 \pm 125$ 개이며, 단일물질은 평균  $84 \pm 57$ 개, 혼합물질은 평균  $132 \pm 78$ 개로서 혼합물질이 61.1%를 점유하는 것으로 확인되었다.

사업장별로 사용하는 화학제품 수의 편차가 큰 것은 주요 생산품과 생산라인 보유현황, 설비의 최신화 정도, 시설·장비의 투자여건 및 화학물질 공급처 등에 기인하는 것으로 판단되었다.

사업장별 제품의 구성성분에 기재된 총 화학물질 수는 중복된 물질을 제외하면 평균  $126 \pm 34$ 종이었으며, 이 중에서 CMR물질은 평균  $35 \pm 11$ 종으로 사업장별 평균 27.8%를 점유하고 있는 것으로 확인되었다.

구성성분 중에 영업비밀이 기재된 혼합물 제품의 비율은 평균 45%였으며, 구성성분 중 영업비밀 구성성분의 기재율은 45.9%으로 나타나고 있었다. 이는 과거 이종한(2011) 등의 사업장 MSDS 영업비밀 적용실태 및 제도개선방안에 관한 연구에서 도료제조, 석유화학제품제조업, 금속가공유제조업, 세제제조업 등에서 영업비밀 적용율이 45.5%라고 밝힌 내용과 비교하여 대체적으로 일치하는 결과이다. 따라서, 반도체 사업장에서 사용되는 화학제품 구성성분 중의 상당부분이 밝혀지지 않는 상태에서 사용되고 있음을 알 수 있었다.

별크 시료채취와 해당 물질의 원본 MSDS를 통하여 정성·정량한 분석결과를 살펴보면 구성성분에 영업비밀으로 기재할 수 없는 산업안전보건법 상 관리대상유해물질 2종(2-에톡시에탄올, 에틸렌글리콜)이 확인되었으며, 이 두가지 물질들은 생식독성 1B에 해당되는 물질로서, MSDS 분류결과에도 영향을 미치는 물질이었다. 아울러, MSDS 정확성 평가에서도 총 5개의 제품에서 CMR 분류가 누락된 것을 확인 할 수 있었다.

50개의 별크시료 중 1개의 제품에서 해당 결과가 나온 것은 대체적으로 구성성분에 영업비밀 적용이 원활히 이루어지고 있다고 평가할 수 있으나, 11개의 제품에서 구성성분에 함유량 정보가 MSDS의 기재내용과 차이가 있었고, 8개 제품에서 영업비밀 성분으로 판단되는 5종의 화학물질은 MSDS상 유해성·위험성 분류에 근거가 되는 독성에 관한 정보내용이 누락 되었다.

이는 화학제품을 사용하는 반도체 사업장의 MSDS 검토에 문제점을 나타내는 것으로, 기본적으로 구성성분 확인을 위한 시험분석이 없어도 영업비밀

을 포함한 구성성분에 대한 건강유해성 정보가 기재되었는지 여부만 파악해도 확인할 수 있는 사항이다. 결국, 화학제품 사용자가 MSDS 관련 지식이 부족하거나 체계적인 관리 시스템의 부재에서 나오는 결과로 판단된다.

실제 사용되는 화학물질의 성분과 해당 물질의 MSDS 기재 상에 성분이 차이가 있거나, 물리화학적 특성과 건강 유해성정보가 부정확하거나 잘못된 경우에는 유해성·위험성 분류가 달라져 MSDS 세부내용과 그에 따른 경고표지 항목에 영향을 주고 사용·취급 근로자에게 잘못된 정보전달에 따른 치명적인 건강상 위험을 야기 시킬 수 있다.

또한, 실제 영업비밀로 기재된 구성성분이 산업안전보건법 상 관리되는 유해위험물질인 경우 작업환경측정, 특수건강검진, 환기설비, 보호구 구비 및 특별안전보건교육 등 근로자의 건강과 쾌적한 작업환경 유지·증진을 위한 법 준수의 의무를 간과할 수 있게 되어 화학물질관리에 사각지대를 만들 수 있기에 더욱 더 주목해야 되는 부분이다.

시료와 같이 수집된 원본 MSDS 60종의 정확성 평가결과 26개 제품은 2013년 이전에 MSDS가 작성되거나 개정되었으며, 절반이 넘는 32개의 제품에서 유해성·위험성 분류가 잘못 기재된 것이 확인되었다.

독성에 관한 정보내용은 건강유해성 분류에 있어 결정적인 근거자료가 뭉에도 불구하고 모든 제품에서 혼합물질에 의한 GLP시험이나 적합한 독성평가의 경우가 전혀 없는 것으로 나타났다. 이는 MSDS 작성자가 생산하는 화학제품의 유해성을 정확하게 인지하지 못하는 상황을 초래할 수

있어 MSDS 세부내용에 대한 신뢰성 저하의 문제로 이어질 수 있겠다.

이상의 결과에서 보듯이 반도체 사업장에서 사용하는 화학제품 중 구성 성분에 영업비밀 적용과 CMR물질이 상당부분 차지하고 있는 것이 확인되었으나, 영업비밀 적용 물질의 적정성은 전반적으로 양호한 수준인 것으로 파악되었다.

다만, MSDS가 작성자의 일방적인 정보제공 형태를 취함으로써 일부 구성성분의 건강 유해성 등 주요내용의 오류와 누락이 확인되었고, 하위 사용자들은 해당 내용을 적절하게 평가 할 수 있는 시스템을 갖추고 있지 않는 상태에서 미지의 물질에 대한 불충분한 정보를 가지고 제품을 사용하는 것이 문제점으로 확인할 수 있었다.



## 5. 결론

본 연구는 2015년 4월부터 6월까지 전국의 반도체 사업장 12개소를 대상으로 11개 사업장에서 제출한 MSDS 정보내용을 바탕으로 화학제품 보유실태를 파악하고, 포토공정을 중심으로 일부 화학제품의 벌크시료와 해당 제품의 원본 MSDS를 수집하여 영업비밀 구성성분을 확인하고 MSDS의 정확성을 평가하였으며 결과는 다음과 같다.

1. 반도체 사업장에서 사용하는 화학제품 수는 평균  $216 \pm 125$ 개였다. 단일물질 제품은 평균  $84 \pm 57$ 개, 혼합물질 제품은 평균  $132 \pm 78$ 개로 혼합물 제품이 전체의 61.1%를 점유하고 있었으며, 제품별 평균 4개의 구성성분을 함유하고 있었다. 사업장별 제품의 구성성분에 기재된 총 화학물질 수는 중복된 물질을 제외하면 평균  $126 \pm 34$ 종이었으며, 이 중에서 CMR물질은 평균  $35 \pm 11$ 종으로 사업장별 평균 27.8%를 점유하고 있는 것으로 확인되었다.

아울러, 11개 사업장에서 제출한 MSDS 자료를 바탕으로 화학제품의 구성성분을 CAS No.를 기준으로 영업비밀과 중복물질을 제외하면 전체 545종이었으며, 이 중에서 CMR 분류에 해당되는 물질은 141종으로 전체 구성성분의 25.9%를 점유하고 있었다.

2. 사업장별 제품 MSDS내 구성성분 중 일부가 영업비밀로 기재된 화학물질 제품 수는 평균  $67 \pm 62$ 개였으며, 사업장별 평균  $29.7 \pm 16.9\%$ 를 차지하고 있었다. 사업장별로 살펴보면 Fab 공정 보유 사업장은 평균  $70 \pm 74$ 개,

조립공정 보유 사업장은 평균 59±16개 제품이 구성성분 중에 영업비밀이 포함되어 사용하고 있었다.

총 구성성분 수에서 영업비밀로 기재되는 성분수의 비율은 평균 45.9±5.6%으로써 영업비밀이 포함된 제품의 경우 구성성분의 상당수가 영업비밀로 기재된다고 볼 수 있으나, 기재되는 빈도의 73.2%가 함유량 20%미만의 성분에서 사용되고 있었다.

3. 사업장별 채취한 벌크시료의 정성·정량분석 결과 MSDS내에 기재된 구성성분 이외의 산업안전보건법상 관리대상유해물질 27개 제품에서 18종이 확인되었으며, GC분석에 의한 최종 함유량 확인결과 영업비밀 적용이 불가능한 물질은 2-에톡시에탄올과 에틸렌글리콜 등 2종이었고 함유량은 각각 7.3%, 1.6%였다. 해당 물질들은 생식독성 1B에 분류되는 물질로서 MSDS에 관련 정보내용이 누락 되어 있었다.

또한, 영업비밀 기재성분으로 판단되는 물질은 부틸로락톤, 에탄올 등 5종으로 8개 제품에서 확인되었으나, 이들 물질들 또한 독성에 관한 정보에 관련 내용이 누락되어, 유해성·위험성분류 결과에도 정확한 독성정보가 반영되지 못하였다. 아울러, 함유량 분석결과 11개 제품에서 12개의 화학물질 함유량 정보가 MSDS 기재내용과 차이가 있었다.

시료 60개 제품의 MSDS의 함유량(%) 표기에 있어 16개 제품은 중량비(%)로 표기하고 있었으나, 44개 제품은 중량비(%), 용량비(%)의 명확한 기제가 없이 단순히 함유량(%)으로 표기하고 있었다.

현재 산업안전보건법 상 관리대상유해물질 중 유기화합물의 경우 용량비율 1%이상을 대상으로 하고 있고, 작업환경측정의 경우는 중량비율 1%일 경우 측정대상물질에 포함됨에 따라, 제품의 MSDS상 구성성분을 바탕으로 관리 대상유해물질과 작업환경측정 대상여부를 판단할 때에는 해당 물질의 밀도를 고려하여 판단할 필요가 있겠다.

4. 산업안전보건법상 관리되지 않는 물질로서 영업비밀 성분으로 판단되는 물질은 8개 제품에서 5종이 확인 되었으며, 모두 MSDS의 11번 항목 건강유해성 정보에 관련 내용이 누락되었다.

5. 시료 60개 제품의 MSDS 정확성 평가결과 32개(53.3%) 제품에서 유해성·위험성분류가 잘못 기재 되었고, 이 중에서 CMR분류가 누락된 경우는 5개 제품이었다. 독성에 관한 정보는 27개(45.0%) 제품에서 일부내용이 잘못기재 되었으며, 혼합물질로서 독성시험을 실시한 경우는 한건도 확인할 수 없었다. 노출기준 작성은 18개(30.0%) 제품에서 누락되거나 잘못기재 되었으며, 법 적규제현황에 있어서는 산업안전보건법과 화학물질관리법에 대한 누락과 부적합한 기재가 각각 30개(50.0%) 제품에서 확인되었다. 화학제품 사용·취급 사업장에서는 최소한 2년에 1회 이상 보유하고 있는 MSDS를 최신 화하여 최신의 정보가 근로자에게 전달 될 수 있도록 노력하여야 하겠다.

## 6. 참고문헌

고용노동부. (2015). 산업안전보건법.

고용노동부. (2013). 삼성전자(주) 화성사업장 범위반사항, 심상정의원실 제출자료.

고용노동부 고시 제2011-25호. (2011) 작업환경측정 및 정도관리규정

고용노동부 고시 제2013-37호. (2013) 화학물질의 분류·표시 및 물질안전 보건자료에 관한 기준

박승현, 신정아, 이광용, 박해동, 이나루, 박현희, 권지운, 서회경. (2009). 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구. 산업안전보건연구원

박동욱, 변혜정, 최상준, 정지연, 윤충식, 김치년, 하권철, 박두용. (2011). 반도체 웨이퍼 가공 공정 및 잠재적 유해인자에 대한 고찰. 대한작업환경의학회지, 23(3) : 333-337.

박승현, 정은교. (2012) 반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구. 산업안전보건연구원

박승현, 박해동, 신인재. (2014). 반도체 조립공정의 화학물질 노출특성 및 작업환경관리. 한국산업위생학회지, 24(3) : 272-280.

이종한, 이권섭, 박진우, 한규남. (2011). 사업장 MSDS 영업비밀 적용실태 및 제도 개선방안에 관한 연구. 한국산업위생학회지, 21(3) : 128-138.

이권섭, 권현우, 한인수, 유일재, 이용묵. (2003). 도료희석제의 MSDS 신뢰성에 관한 연구. 한국산업위생학회지, 13(3) : 261-272.

유진투자증권. (2012). 아날로그반도체 산업과 한국(한국 아날로그반도체의 경쟁력과 Fabless업체 전망).

윤종국, 전태원, 정진갑, 이명희, 이상일, 차상은, 유일재. (2000). 일부 대체 세정제 제조업체의 물질안전보건자료의 실태와 그 화학물질의 유해성 평가에 관한 연구. 한국산업위생학회지 10(2) : 18-26.

정규혁, 김경례, 김대현, 오기석, 유일재. (2001). 일부 유기용제의 물질안전보건자료의 실태와 신뢰성 조사. 한국산업위생학회지 (27)4 : 85-91.

Anne-Marie Nicol, A. Christie Hurrell, Desy Wahyuni, William McDowall and Winnie Chu. Accuracy, Comprehensibility, and Use of Material Safety Data Sheets : A Review. American Journal of Industrial Medicine 2008;51:861-876

Chelton CF, Glowatz M, Mosovsky JA. Chemical hazards in the semiconductor industry. Ieee T Educ 1991;34:269-88.

Clayton G.D., Clayton F.E., Beliles R.P., David R.M., Morgott D.A., O'Donoghue J.L. Patty's industrial hygiene and toxicology (volume II, part c). 4 ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. pp. 1735-1786, 1994.

IHS iSuppli Research. (2012). Preliminary Worldwide Ranking of the Top 20 Suppliers of Semiconductors in 2012.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual for Analytical Method, Method 1501, 2003.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Semiconductors 2005. [cited 2015 May 25]; Available at <http://www.osha.gov/SLTC/semiconductors/index.html>.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Hazard Communication Standard. 29 CFR 1910.1200, Washington, DC; 1988.

Paul W. Kolp, Phillip L. Williams, Rupert C. Burtan. Assessment of the accuracy of material safety data sheets. Am. Ind. Hyg. Assoc. J 1995;6:178-183.

Stewart J. EK. Electronics: Semiconductor manufacturing. Industrial hygiene aspects of plant operations. John Wiley and Sons Ltd. New York. 1985. pp439-63.

Wald PH, Jones JR. Semiconductor manufacturing. an introduction to processes and hazards. Am J Ind Med 1987;11:203-21.

## Abstract

# An Investigation on Chemicals Used in Semiconductor Industry, Identification of Trade Secrets and Evaluation on Accuracy of MSDS in Photolithography Process

Youn-soon Choi

Department of Environmental Health

Graduate School of Public Health

Seoul National University, Korea

Advisor Chungsik Yoon, Ph.D., CIH

**Background:** Workers in Semiconductor manufacturing industry are likely to be exposed to chemical and/or physical agents due to the intensive use of chemical substances and energy. Diseases, for which workers in Semiconductor manufacturing industry had applied for industrial accident compensation, were mostly made up of chronic ones including cancers. This occupational diseases



were reported to occur in Fabrication and Chip assembly line.

This study identified the ingredients of chemical products chiefly used in fabrication and photo line and their concentrations, and evaluated the accuracy of MSDGs in detail.

**Methodology:** Information on chemicals used in a total of 11 workplaces was given, and sample products and their MSDGs were collected on-spot in 12 workplaces. Qualitative and quantitative analyses and accuracy evaluation were performed.

**Results:** The number of chemical products used in the investigated semiconductor workplaces averaged  $216 \pm 125$ , among which single-substance products accounted for  $84 \pm 57$  and mixture products accounted for  $132 \pm 78$  (61.1%). Each workplace had on average  $126 \pm 34$  of individual chemical substances (duplicates removed) composing the products. Each workplace had  $31 \pm 11$  of CMR materials in its products which on average takes up 27.8% of each workplace's all chemical substances. With trade secret components and duplicates excluded, a total of 545 unique substances were identified, out of which 141 CMR substances take up 25.9% by ratio.

Each workplace had  $67 \pm 62$  of trade secret(s)-containing products, which on average takes up  $29.7 \pm 16.9\%$  of each workplace's all chemical products used.

Focused on a process line, workplaces having Fab line on average had  $70 \pm 74$  trade secret(s)-containing products which is a contrast with  $59 \pm 16$  of trade secret(s)-containing products of workplaces having assembly.

Analyzed with GC-MSD and GC, 2 substances (2-ethoxyethanol, ethylene glycol), which were not presented and should have been expressed on MSDSs, were confirmed. Identified substances, which were believed to trade secrets, were 5 including butyrolactone, ethanol in 8 products. Toxicological information was not properly presented on MSDSs for those substances. Especially, 5 products left out CMR classification information.

With these results, businesses need to put efforts to keep information on MSDSs updated by revising them at least every two years.

---

**Keyword :** MSDS, CMR, Fab, PR, , Hazard-Risk Classification, GC-MSD, GC

**Student number :** 2002-22664

## <부록 1>

### 물질안전보건자료(MSDS)의 구성 및 양식

현재 우리나라의 MSDS는 '06년 9월 이후 GHS제도를 도입하여 화학 물질을 건강유해성 11개, 물리적 위험성 16개 및 환경유해성 1개 등 총 28개 범주로 유해성·위험성을 분류한 후, 16가지 항목별 91개의 세부내용과 근로자의 안전보건의 증진에 필요한 경우 세부항목을 추가하여 작성하도록 하고 있다.

MSDS 작성 언어는 한글이 원칙이며 부득이하게 세부항목에 대한 관련 정보가 없는 경우에는 “자료없음” 이라고 기재할 수 있고, 적용이 불가능하거나 대상이 되지 않는 경우에는 “해당없음” 이라고 기재할 수 있다(고용부 고시 제2013-37호).

MSDS 작성 시 영업비밀로 보호 할 가치가 인정되는 경우 해당 물질의 구성성분 및 함유량은 그 정보가 영업비밀임을 밝히고 기재하지 아니할 수 있으나, 『부정경쟁방지 및 영업비밀 보호에 관한 법률』 제2조 제2호에 따른 영업비밀에 해당한다고 인정되는 것으로 대상을 제한하고 있다. 다만, 근로자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 대상 화학물질로서 산업안전보건법 상 금지물질, 허가대상물질, 관리대상유해물질과 화학물질관리법 상의 유해화학물질(유독물질, 사고대비물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질)은 이에 해당되지 않는다.(고용부 고시 제2013-37호)

# Material Safety Data Sheet(MSDS) Format

---

## 1. Product and company identification

---

- a) Product Name: (to indicate the same name or code as shown in label)
  - b) Recommended use of the chemical and restrictions on use:
  - c) Manufacturer/Supplier/Distributor Information
    - Name:
    - Address:
    - Emergency phone number:
- 

## 2. Hazards identification

---

- a) Hazard-Risk Classification:
  - b) Label elements including precautionary statements
    - Symbol:
    - Signal Word:
    - Hazard-Risk Statement:
    - Precautionary Statement:
  - c) Other Hazard-Risk which are not included in the classification criteria (e.g. dust explosion hazard):
- 

## 3. Composition/Information on ingredients

---

Chemical Name number	Other name Content (%)	CAS number or Other identification
-------------------------	---------------------------	---------------------------------------

---

## 4. First aid measures

---

- a) Eye contact:
  - b) Skin contact:
-

- 
- c) Inhalation:
  - d) Ingestion:
  - e) Indication of immediate medical attention and notes for physician:
- 

## **5. Fire-Fighting measures**

---

- a) Suitable (and unsuitable) extinguishing media:
  - b) Specific hazards arising from the chemical (e.g. nature of any hazardous combustion products):
  - c) Special protective equipment and precautions for fire-fighters:
- 

## **6. Accidental release measures**

---

- a) Personal precautions, protective equipment and emergency procedures:
  - b) Environmental precautions and protective procedures:
  - c) Methods and materials for containment and cleaning up:
- 

## **7. Handling and storage**

---

- a) Precautions for safe handling:
  - b) Conditions for safe storage (including any incompatibilities):
- 

## **8. Exposure controls & personal protection**

---

- a) Control parameters (e.g. occupational exposure limit values, biological limit values):
  - b) Appropriate engineering controls:
  - c) Personal protective equipment
    - Respiratory protection:
    - Eye protection:
    - Hands protection:
    - Body protection:
-

---

## **9. Physical and chemical properties**

---

- a) Appearance (physical state, color etc):
- b) Odour:
- c) Odour threshold:
- d) pH:
- e) Melting point/freezing point:
- f) Initial boiling point and boiling range:
- g) Flash point :
- h) Evaporation rate:
- i) Flammability (solid, gas):
- j) Upper/lower flammability or explosive limits:
- k) Vapor pressure:
- l) Solubility:
- m) Vapor density:
- n) Relative density:
- o) Partition coefficient: n-octanol/water:
- p) Auto-ignition temperature:
- q) Decomposition temperature:
- r) Viscosity:
- s) Molecular mass:

---

## **10. Stability and reactivity**

---

- a) Chemical stability and possibility of hazardous reactions:
- b) Conditions to avoid (e.g. static discharge, shock or vibration, etc):
- c) Incompatible materials:
- d) Hazardous decomposition products:

---

## **11. Toxicological information**

---

- a) Information on the likely routes of exposure:
  - b) Health hazards information
-

- 
- Acute toxic:
  - Skin corrosive/irritant:
  - Serious eye damage/eye irritation:
  - Respiratory sensitization:
  - Skin sensitization:
  - Carcinogenicity:
  - Germ Cell Mutagenicity :
  - Reproductive toxicity:
  - Specific target organ toxicity (single exposure):
  - Specific target organ toxicity (repeated exposure):
  - Aspiration hazard:

---

## **12. Ecological information**

---

- a) Aquatic and terrestrial ecotoxicity:
- b) Persistence and degradability:
- c) Bioaccumulative potential:
- d) Mobility in soil:
- e) Other adverse effects:

---

## **13. Disposal considerations**

---

- a) Disposal method:
- b) Disposal precaution (including the disposal method of contaminated container and packaging):

---

## **14. Transport information**

---

- a) UN number:
  - b) UN proper shipping name:
  - c) Transport hazard class:
  - d) Packing group (if applicable):
-

- 
- e) Marine pollution (yes/no):
  - f) Special precaution which a user to be aware of or needs to comply with in connection with transport or conveyance either within or outside their premises:
- 

### **15. Regulatory information**

---

- a) Industrial Safety and Health Act:
  - b) Toxic Chemical Control Act:
  - c) Dangerous Material Safety Control Act:
  - d) Wastes Management Act:
  - e) Other requirements in domestic and other countries:
- 

### **16. Other information**

---

- a) Information source and references:
  - b) Issuing date:
  - c) Revision number and date:
  - d) others:
-



<부록 2>

시료 60개 제품 MSDS 구성성분(45종)

No	CAS No.	Substance	CMR
1	75-09-2	Methylene Chloride	C2
2	3852-09-3	Methyl 3-methoxypropionate	
3	6132-04-3	Sodium citrates	
4	9003-11-6	Poly Oxirane, Meth polymer	
5	107-15-3	Ethylenediamine	
6	107-98-2	Methylcyclohexane, PGME	
7	108-10-1	Methyl isobutyl ketone	C2
8	108-65-6	PGMEA	
9	108-87-2	Methylcyclohexane	
10	108-88-3	Toluene	R2
11	108-94-1	Cyclohexanone	C2
12	110-43-0	Methyl amyl ketone	
13	110-80-5	2-Ethoxyethanol	R1B
14	112-34-5	2-(2-Butoxyethoxy)Ethanol	
15	119313-12-1	Photoinitiator	
16	123-86-4	n-Butyl acetate	
17	123-91-1	1,4-Dioxane	C2
18	127-19-5	N,N-Dimethyl acetamide	R1B
19	13048-33-4	Acrylate Diluent	
20	1319-77-3	Cresol	
21	141-43-5	2-Aminoethanol	R2
22	142-82-5	n-Heptane	

No	CAS No.	Substance	CMR
23	144317-44-2	PAG	
24	1589-47-5	2-methoxy-1-propanol	R1B
25	19153-98-1	Sodium gold sulfite	
26	2002-1-534	1,3-Di-2-propenyl-2-(2-propenyloxy)benzene	
27	25322-68-3	Polyethylene Oxide	
28	25322-69-4	Polyoxypropylene glyco	
29	2809-21-4	1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic Acid	
30	34562-31-7	Pyridin	
31	527-07-1	Gluconic acid	R2
32	67-63-0	2-Propanol(IPA)	R2
33	67-64-1	Acetone	
34	69011-36-5	oxy-1,2-ethanediyl	R2
35	69-72-7	Salicylic acid	
36	75-59-2	Tetra methyl ammonium hydroxide	
37	7732-18-5	water	
38	7758-29-4	Triphosphoric acid	
39	78-93-3	Butanone	
40	872-50-4	1-methyl-2-pyrrolidinone	R1B
41	88917-22-0	Dipropylene glycol methyl ether acetate	
42	9003-11-6	Polyethylene-polypropylene glycol	M2
43	95-14-7	1h-benzotriazole	
44	96-48-0	Dihydro-2(3H)-furanone	
45	97-64-3	Ethyl ester	

<부록 3>

최종 GC 검출물질(33종)

No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	CMR
1	108-65-6	PGMEA	32	
2	108-94-1	Cyclohexanone	15	C2
3	96-48-0	Gamma-butyrolactone	13	M2
4	97-64-3	Ethyl lactate	8	
5	107-98-2	PGME	7	
6	123-91-1	1,4-Dioxane	7	C2
7	110-43-0	Methyl amyl ketone	5	
8	106-44-5	P-cresol	4	
9	110-80-5	2-Ethoxyethanol	4	R1B
10	123-86-4	n-Butylacetate	4	
11	67-64-1	Acetone	3	R2
12	109-86-4	2-methoxyethanol	2	R1B
13	75-09-2	Methylene Chloride	1	C2
14	79-10-7	Acrylic acid	1	
15	3852-09-3	Methyl 3-methoxypropionate	1	
16	105-67-9	2,4-Dimethylphenol	1	
17	107-21-1	Ethyleneglycol	1	R1B
18	108-10-1	MIBK	1	C2
19	108-65-6	1-methoxy-2-propanol acetate	1	
20	108-88-3	Toluene	1	R2

No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	CMR
21	110-19-0	Isobutyl acetate	1	
22	110-54-3	N-hexane	1	R2
23	127-19-5	N,N-Dimethyl acetamide	1	R1B
24	1319-77-3	Cresol	1	
25	141-43-5	2-Aminoethanol	1	R2
26	1453-24-3	1-ethyl-cyclohexene	1	
27	4889-83-2	Bicyclo(3.1.1)hept-2-ene	1	
28	538-68-1	Amylbenzene	1	
29	57-55-6	1,2-propanediol	1	
30	64-17-5	Ethanol	1	C1A
31	67-56-1	Methanol	1	R1B
32	67-63-0	2-Propanol(IPA)	1	R2
33	78-93-3	MEK	1	

<부록 4>

표준용액(49종)

No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	ISHA <sup>1)</sup>	CCA <sup>2)</sup>	CMR
1	108-94-1	Cyclohexanone	15	Control substance	-	C2
2	1319-77-3	Cresol	1	Control substance	Toxic substance	-
3	108-39-4	M-cresol		Control substance	Accident substance	-
4	106-44-5	P-cresol	4	Control substance	-	-
5	110-80-5	2-Ethoxyethanol	4	Control substance	Toxic substance	R1B
6	127-19-5	N,N-Dimethyl acetamide	1	Control substance	-	R1B
7	67-63-0	2-Propanol(IPA)	1	Control substance	-	-
8	79-01-6	TCE		Control substance	Toxic substance	C1A, M2
9	106-89-8	Epichlorohydrin		Control substance	Toxic substance	C1B

No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	ISHA <sup>1)</sup>	CCA <sup>2)</sup>	CMR
10	56-23-5	Tetra chloromethane		Control substance	Toxic substance	C1B
11	75-26-3	2-bromopane		Control substance		R1A
12	106-94-5	1-bromopane		Control substance		R1B
13	108-38-3	M-Xylene		Control substance		
14	95-47-6	O-Xylene		Control substance		
15	106-42-3	P-Xylene		Control substance		
16	872-50-4	1-Methyl-2-Pyrrolidinone			Toxic substance	R1B
17	7803-49-8	Hydroxylamine			Toxic substance	C2
18	100-41-4	Ethylbenzene		Control substance		C2
19	71-43-2	Benzene		Control substance	Toxic substance	C1A, M1B
20	929-06-6	2-(2-Aminethoxy)ethanol				
21	96-48-0	Gamma-butyrolactone	13			

No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	ISHA <sup>1)</sup>	CCA <sup>2)</sup>	CMR
22	141-78-6	Ethyl acetate		Control substance	Toxic substance	
23	142-82-5	Heptane		Control substance		
24	108-65-6	PGMEA	32			
25	97-64-3	Ethyl lactate	8			
26	107-98-2	PGME	7			
27	123-91-1	1,4-Dioxane	7	Control substance		C2
28	110-43-0	Methyl amyl ketone	5	Control substance		
29	123-86-4	n-Butylacetate	4	Control substance		
30	67-64-1	Acetone	3	Control substance		
31	109-86-4	2-methoxyethanol	2	Control substance	Toxic substance	R1B
32	75-09-2	Methylene Chloride	1	Control substance		C2
33	79-10-7	Methyl 3-methoxypropionate	1	Control substance	Accident substance	
34	3852-09-3	Methyl 3-methoxypropionate	1			

No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	ISHA <sup>1)</sup>	CCA <sup>2)</sup>	CMR
35	105-67-9	2,4-Dimethylphenol	1			
36	107-21-1	Ethyleneglycol	1	Control substance		
37	108-65-6	1-methoxy-2-propanol actate	1			
38	110-19-0	Isobutyl acetate	1	Control substance		
39	110-54-3	N-hexane	1	Control substance		R2
40	141-43-5	2-Aminethanol	1	Control substance		
41	1453-24-3	1-ethyl-cyclohexene	1			
42	4889-83-2	Bicyclo(3.1.1)hept-2-ene	1			
43	538-68-1	Amylbenzene	1			
44	57-55-6	1,2-propanediol	1			
45	64-17-5	Ethanol	1	-	-	C1(Drink)
46	67-56-1	Methanol	1	Control substance	Toxic,Accident substance	-
47	78-93-3	MEK	1	Control substance	Toxic,Accident substance	-



No	CAS No.	Substance	Detecting Frequency	ISHA <sup>1)</sup>	CCA <sup>2)</sup>	CMR
48	108-10-1	MIBK	1	ontrol substance	-	C2
49	108-88-3	Toluene	1	Control substance	Toxic, Accident substance	R2

1) Industrial safety & health ACT

2) Chemicals Control ACT