

# 전자산업의 환경문제와 기술적인 대응

동 중 인  
서울시립대 교수

## 1. 배경

제2차 세계대전 이후 트랜지스터의 발명과 함께 인쇄회로기판 기술이 개발되고 이후 '60년대에 널리 보급되었다.

따라서 전자부품제조업이 '70년대를 통하여 기하급수적으로 팽창하게 되었고 현재에 이르러서는 통신기술개발과 더불어 가장 중요한 산업중의 하나로 자리를 굳히게 되었다.

원래 전자산업은 흔히 공업화의 상징처럼 여겨지는 굴뚝에서 연기가 세차게 나오는 그런 형태의 산업과는 거리가 먼 청정기술, 하이테크로 여겨져 왔다.

그러나, 전자제품제조업이 급팽창함에 따라 업종이 다양화되었으며 그 제품이 환경상의 악영향을 초래하고 있고 전자제품 제조과정 자체가 환경에 미치는 영향도 잘

인지되고 있다.

환경적으로 우호적인 공정에는 몇가지 요인들이 존재하게 되는데 이는 청정생산기술의 설계, 오염물질생성을 최소화시키는 공정최적화의 채택, 독성화학물질 및 용제류의 교체 및 무방류 처리기술 등이 이에 속한다.

산업기술개발과 환경친화적인 개발과의 원활한 연계를 위해서는 정부기관, 산업체 및 학계, 연구기관간의 총체적인 접근이 이루어져야 한다.

산업계는 End-of-Pipe Technology에 반대되는 개념으로서 오염의 근원적 예방을 위한 신기술을 개발할 필요가 있고 정부에서는 환경문제를 단편적인 허용기준과 그 영향 측면에서만 다룰 것이 아니라 정책상호간의 관계 및 해결책의 강구라는 차원에서 다루어야 한다.

학계·연구계에서는 원리에 입각한 기술개발과 환경과 관련한 문제점의 제기와 더불어 미래지향적인 기술적인 돌파구를 마련하여야 하고 그 한 요소로서 환경친화적인 기술지향성을 지녀야 할 것이다.

여기에서는 UNEP에서 추진중인 전자산업 환경문제의 기술 가이드라인을 중심으로 제조 공정, 관

련된 환경문제 도출, 환경영향, 공정분석 및 오염저감, 지구환경문제 등과 관련된 사항들을 다루고자 한다.

## 2. 전자부품 제조공정

전자제품에 쓰이는 부품 하드웨어는 주로 Passive Component, Semiconductor Component, Printed Circuit Board 및 이들 부품의 Board Level Assembly 등 네가지 부분으로 이루어진다고 할 수 있다.

Semiconductor는 Discrete Device와 Integrated Circuit로 나눌 수 있고 Printed Circuit Board는 Single Sided, Double Sided 및 Multilayered로 나누어 생각할 수 있다.

Board Level Assembly는 Plated Through Hole, Surface Mount Device 및 혼합기술로 구분할 수 있고 Passive Component에는 Resistor, Capacitor 또는 Inductor 등 Terminal Device가 이에 포함된다.

반도체를 제조하는 공정은 실리콘 등을 사용한 Ingot Crystal로 Substrate를 만들고 상부층을 형

편집자주) 본고는 환경문제가 전자산업 선결과제로 급부상하고 있는 가운데 지난 10월 21일 개최한 「국제환경규제와 전자업계의 대응방안에 관한 세미나」에서 발표된 내용 중에서 발췌 게재함을 밝힙니다.



성시키는 Epitaxy 공정을 거친다. 이에 Liquid Phase Epitaxy, Vapor Phase Epitaxy 및 Chemical Vapor Deposition이 있다. 웨이퍼가공 공정은 Device나 Microcircuit이 Epitaxial Layer에 가공되는 공정을 말한다. 이를 순서대로 나타내면 다음과 같다.

- (a) Oxidation
- (b) Photolithography
- (c) Etch
- (d) Diffusion and Implant
- (e) Metallization
- (f) Chemical Vapor Deposition
- (g) Cleaning and Water
- (h) Assembly
  - a) Die Separation
  - b) Die Attach
  - c) Wire Bonding
  - d) Encapsulation Package
  - e) Singulation
  - f) Test and Mark
  - g) Pack and Ship

다음 단계의 공정시스템은 기능을 가진 부품을 인쇄회로기판에 부착시키는 공정이다.

이 인쇄회로기판은 전자제품의 필수품으로 되었고 전자산업에 있

어 중요한 분야가 되었다. 이 기술은 앞에서 언급한 바와 같이 세가지의 방법이 있다. Board Level Assembly에 사용되는 기술도 앞에서 언급한 바와 같다.

전자회로에 쓰이는 Passive Component는 보통 양단자로 되어 있고 저항등과 같은 부품이 이에 해당된다. Passive Component

제조는 반도체제조 및 인쇄회로기판제조와 유사하다고 할 수 있다.

인쇄회로기판 제조공정과 반도체 제조공정에서 배출될 수 있는 오염물질 배출원, 성상 및 조성 등을 나타내면 표1 및 2와 같다.

### 3. 환경영향 및 오염원

표 1. Waste Streams from Printed Circuit Board Manufacturing

WASTE SOURCE	DESCRIPTION	COMPOSITION
Cleaning/Surface Preparation	Airborne Particulates	Board Materials.
	Acid Fumes/Organic Vapors	Sanding Materials.
	Spent Acid/Alkaline Solution	Metal, Fluoride.
	Spent Halogenated Solvents	Acids, Halogenated Solvents.
	Waste Rinse Water	Alkali
Catalyst Application/Electroless plating	Spent Electroless Copper Bath	Acids, Stannic Oxide.
	Spent Catalyst Solution	Palladium.
	Spent Acid Solution	Complexed Metals.
	Waste Rinse Water	Chelating Agents
Pattern Printing/Masking	Spent Developing Solution	Vinyl Polymers.
	Spent Resist Removal Solution	Chlorinated Hydrocarbons.
	Spent Acid Solution	Organic Solvents.
	Waste Rinse Water	Alkali
Electroplating	Spent Plating Bath	Copper, Nickel, Tin, Tin/Lead.
	Waste Rinse Water	Gold, Fluoride, Cyanide, Sulfate
Etching	Spent Etchant	Ammonia, Chromium, Copper.
	Waste Rinse Water	Iron, Acids

Source : UBEPA

표 2. Waste Stream, Composition, Raw Materials for Semiconductor Manufacturing

PROCESS ACTIVITY	SUB-ACTIVITY	RAW MATERIALS	WASTE STREAM	COMPOSITION	
Crystal Growth	Separation	Silica & Carbon	Acids	HF + HCl	
	Purification	Silicon & HCL	Resctant Gases	SiHCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	
	Reduction	Special Process Gases	Reactant Gases	HCl	
	Pulling	Polysilicon			
	Shaping	Hydrofluoric Acids	Acids	HF	
Epitaxy	CVD &	Silane, Silicon	Reactant Gases	SiH <sub>4</sub> + HCl	
	Transportation	Carrier Gases	Reactant Gases	SiH <sub>4</sub> + HCl	
Oxidation	Pyroktic	TEOS	Reactant Gases	Si(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>4</sub> + l <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
	Atmospheric CVD	Silane & Oxygen	Reactnat Gases	SiHH <sub>4</sub> + O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub>	
Photolithography	Coating	Resist Resins	Solvent	Xylene	
	Developing	Polyisoprene	Acids	Aikaline Saris	
	Rinse	Glass Masks	Aikalis	Acetate	
	Baking	Positive Resists	Radiation	UV-Light	
	Exposing	Negative Resists	Gases	N <sub>2</sub>	
		Butylacetate	Glass		
Etch	Oxide Etch	HF, HCl, HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub>	Acids	Metal Bearing Acid Rinse	
	Nitride Etch	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CF <sub>4</sub> , CCl <sub>4</sub>	Aikalis	Low pH Rinse	
	Polysilicon Etch	D.I. Water	Solvent	High pH Rinse	
	Plasma Etch	NBA	Metal/Acids	Fluorides	
	Metals Etch			Rinse Water	Metals
Diffusion & Implant	Spin on Dopants	Arsenic Trioxide	Solid	Arsenic	
	Liquid Dopants	POCl <sub>2</sub>	Liquid	Phosphorus Oxychloride	
	Ion Implant	BF <sub>2</sub>	Reactant Gas	Hydrogen Fluoride	
	Solid Sources	Boron Nitride	Solid	Nuisance Dust	
	Gas Dopants	Arsine	Reactant Gas	Arsenic	
Metallization	Sputtering	Al, Ni, Au, Cr	Metals	Heavy Metals	
	Evaporation	N, NiVd, TIN	Soiids		
Passivation	LPCVD	Silane, Nitrogen	Reactant Gas	SiH <sub>4</sub> + HCl	
Sawing	Demount	Silcon & D.L	Rinse Water	DI & SI	
Die Attach	Solder Bond	Solder Paste/Prefoms	Solid	Lead Solders	
Wire Bond	Stch Bond	Gold, Aluminum	Solid	Au/Al	
Molding	Trantsfer Mold	Epoxy Resins	Solid	Spen Epoxy	
Degreasing	Cleaning/Dry	Semi-Aqueous	Rinse Water	Acid/Aikaline Rinse	
Marking	Ink Cure	Paints/inks	Solvents	Semi-Aquesous Hydrocarbon	
Stamping	Lean Frame	Copper	Solvents	Chorinavted Hydrocarbons	
Cleaning/Debur	Cleaning	Aqueous	Rinse Water	Metal Bearing Rinses	
Electroless Plating	Metal Finishing	Plating Bath	Spent Plating Beths	Copper, Nickel, Tin/Lead	

Source : Motorola

리되지 않으면 커다란 환경문제를 유발시킬 수 있다는 것이 현재의 일반적인 인식이다. 이러한 문제들은 세정액의 배출, 공정수의 방출, 슬러지처리, 과잉화학물질이나 유해성분을 포함한 부산물들로부터 발생한다. 또한 지구환경문제와 결부하여 지구온난화물질 배출 및 염화불화탄소를 포함한 오존층 파괴물질 등이 요즈음 국제적인 환경문제로 급부상하고 있다.

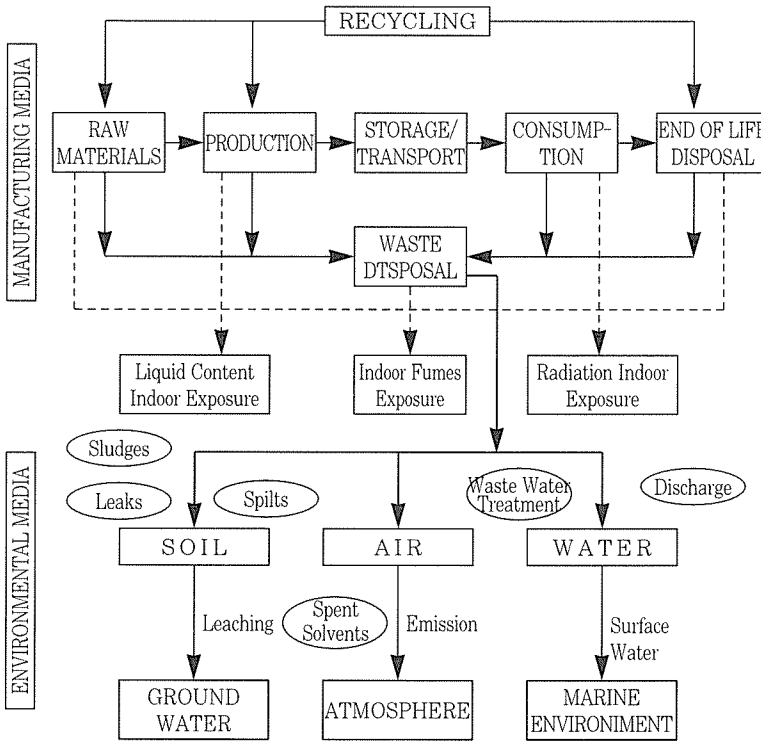
전자산업에서 전체적으로 환경에 미칠 수 있는 영향을 흐름도로 나타내면 그림1과 같다. 이러한 위해성에 대비하기 위하여 각 국가별로 다양한 배출허용기준을 설정하고 배출원관리와 환경관리를 행하고 있다.

공정과정에서 배출될 수 있는 대기에 대한 영향은 일반적인 대기오염물질과 오존층 파괴물질을 들 수 있다. 가스상으로 배출될 수 있는 물질들로는 불활성 기체, 수소, 비소, 포스핀, 유기용제류 등이다. 기체상의 오염물질들은 처리장치를 거침으로써 대부분 제거될 수 있다.

개방식 용기를 사용하는 경우 용제류는 휘발되어 배출되는데 가능한 한 이를 억제하여야 한다. 기체상의 물질의 배출에 의한 대기오염 영향은 보통 약취로 평가되는데 이에 Trichloroethylene (TCE), Dichlorobenzene, 1,1,1-Trichloroethane(TCA) 등이 이에 포함된다. TCE 등은 여러 국가들에서 사용이 금지되고 있는 물질인데 1980년에는 대기중 농도가 100 ppt에 이르는 것으로 알려지고 있고 전자산업체 주위에서는 10,000

한때 청정 하이텍산업으로 생각 되었던 전자부품제조산업은 잘 판

그림 1. Pathway for Manufacturing Waste to Environment



ppt까지 이르는 것으로 나타나고 있다.

수계 및 지하수에 영향을 미칠 수 있는 물질로는 용제류, 산성 폐액 및 알칼리성 폐액 등과 중금속 물질 등 많은 종류가 있을 수 있다. 고형 오염물질로는 폐석영재, 산슬러지 및 알칼리 슬러지를 포함한 처리 슬러지류, 용제함유 슬러지, 불량품, 플라스틱 성형폐품, 탈이온수 수지층, 폐HEPA필터, 폐유형질류, 폐 납프레임재, 폐인쇄회로기판 등 종류가 다양하다.

이러한 오염원들에 관련된 물질들의 화학적 위해성 및 환경측면의 위해성을 나타내면 표3과 같다.

#### 4. 환경친화적 공정설계

과거 30여년동안 전자산업도 품질과 제조가능성 측면에서 설계의 위력을 나타내었다. 각종 상품생산을 위해 품질성능이 설계에 반영되어 왔으나 환경측면에서는 그렇지 못한 경우도 많았다.

전자산업관련 품질은 기하급수적으로 향상되었으나 전자제품 생산시설 주변환경은 예를 들어 지하수오염, 유해폐기물의 불합리한 관리 및 누출, 최근들어 제기되고 있는 오존층 파괴물질 배출 등 큰 영향을 받고 있다.

End-of-Pipe Technology로부터 청정공정기술에 의한 Design

for Environmental Quality로의 전환만이 완벽한 대비, 무방류의 Total Quality Performance를 지니는 제품을 생산하는 환경관리가 될 수 있다.

이러한 과업을 위해 구체적으로 상정될 수 있는 개념으로 Design for Environment, Life Cycle Assessment, Efficient End-Use Technology 등이 있다.

기술의 Life Cycle의 네가지 주요단계 즉, 제품설계, 장치/공정설계, 제조 및 소비자 사용단계로 나눌 수 있다. 제품설계 및 장치/공정설계 단계는 "off-line" 단계로 환경관련문제가 예방기술을 통해 기술측면에서나 환경측면에서 편익을 추구할 수 있고 제조와 소비자 사용단계에서는 환경문제를 해결하기 위하여 "End of Pipe"나 처분기술에 의한 처리에 의존하는 "On-Line" 과정이다.

이 단계의 처리개념은 덜 효과적이고 훨씬 비싼 경향이 있다.

이러한 과정을 요약하여 그림2는 기술의 Life Cycle 단계의 예를 나타낸 것이다. 특정제품에 대한 Life-Cycle 환경영향을 위한 Life Cycle Guideline은 설계단계에서 개발이 검토되어야 한다.

설계와 개발단계에서 환경문제를 다루는 것이 최적기술 및 환경측면에서의 최선의 기술선택이 될 수 있는 것이다.

물질을 선정할 때에도 가능한 환경측면을 고려하여야 한다. 이것은 DFEIS(Design for Environment Information System)과 같은 기법을 사용하여 Life Stage들과 주요설계변수를 비교함으로써 실현

표 3. A Sample of Hazardous Pollutant Sources

SUBSTANCES	CHEMICAL HAZARD						ENVIRONMENTAL HAZARD					Comments	
	Toxic	Corrosives	Combustibles	Flammables	Oxidizers	ODC's	Water	Ground Water	Soil	Air	Landfill		Stratosphere
Hazardous Production Materials & Chemicals													
Acetic Acid	x	x	x				x	x		x			
Citric Acid		x					x	x		x			
Nitric Acid	x	x			x		x	x		x			
Sulfuric Acid		x					x	x		x			
Hydrofluoric Acid	x	x					x	x	x	x	x		
Hydrochloric Acid	x	x					x	x	x	x			
Ammonium Fluoride	x	x					x	x			x		
Potassium Hydroxide							x						
CFC-113(Fron)				x		x						x	Unclassified
1,1,1-Trichloroethane				x		x						x	
Trichloroethylene				x						x			
Dichlorobenzene				x						x			
NBA	x			x			x	x		x			
Chloroform	x			x		x				x		x	Unclassified
HMDS										x			
Arsine	x		x				x	x	x	x	x		
Carbon Tetrachloride	x			U		x						x	CCl <sub>4</sub> Unclassified
Acetone	x			x						x			
Hydrogen Peroxide	x				x								
Hydrogen Sulfide	x			x	x								
Carbon Monoxide	x									x			
Nitrogen													
Nitrous Oxide	x									x			
Ozone	x				x					x			

Photolithography 제조에 있어 다양한 기술들을 적용시키는 High Cell Technology를 사용한다든지 High Density Surface Mount Technology를 응용하거나 다양한 전기·전자제품에 있어 에너지 절약형 기술을 적용시키는 등의 Efficient "End-Use" 기술 등을 들 수 있다.

### 5. 감량화 및 처리

전자산업에서는 제품생산과정에 서 많은 물질들을 사용하고 있고 이들 중에는 독성 및 유해성이 있는 배출물이 있으므로 사후 처리를 하여야 한다.

이러한 폐기물의 발생을 미리 예방하는 것을 감량화(Minimization)라고 하고 경제적으로 가능한 범위 내에서 그 양과 독성을 저감시키는 공정운전을 진작시키는 것을 말한다.

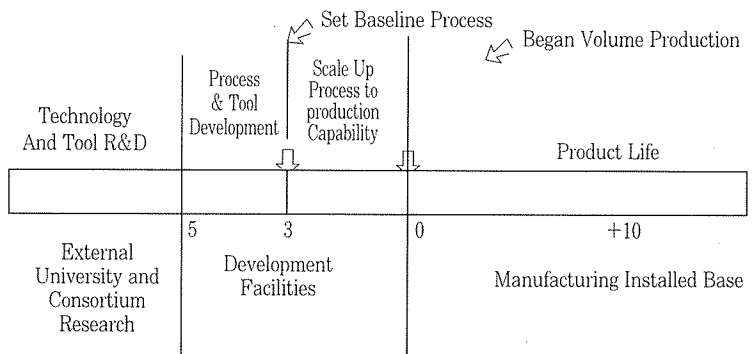
이러한 감량화는 발생원저감대책(Source Reduction)과 재활용(Recycling)으로 구분하여 생각할 수 있다.

될 수 있다. 기술설계에 있어서 환경적으로 검토되어야 할 개념들은 다음과 같다.

- 물질선택(Material Selection)
- 공정설계(Process Design)
- 장치설계(Equipment Design)
- 제품설계(Product Design)

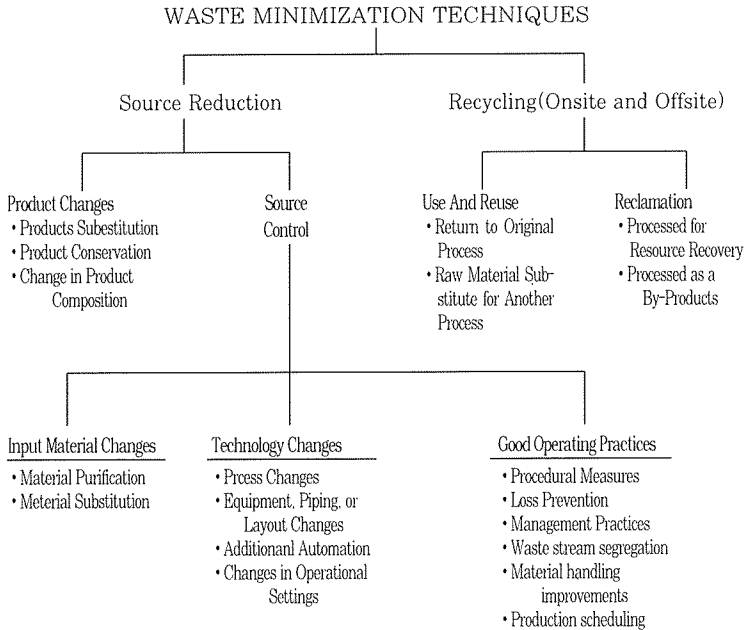
또한, 자원절약형 설계 및 응용을 위하여 여러가지 방안이 도출될 수 있는데 VLSI 기술과 관련하여

그림 2. Typical Technology Life Cycle stages



Source : Intel

그림 3. Source Reduction Definition within the Context of Waste Minimization



발생원 저감대책이 폐기물처리 방안중 바람직한 형태로 볼 수 있는 체계(Hierarchy)라고 할 수 있는데 이를 도식화 하면 그림3과 같다. 전자제품제조와 관련한 감량화 방안의 예를 나타내면 다음과 같다.

- Planar Technology
- Vacuum Pak
- Install Tube to Tube Mark and Test
- Install Laser Marking
- Use Infrared Heat Lamps for Drying

기존의 Wet Etching에 대하여 Silicon Nitride dry Etching을 사용하거나 Dry Plasma Etching 공정의 사용이 DI수의 사용이나 폐기물 처리에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

사용 재료물질의 대체에 의한 배출원 저감대책, 물질의 절약, 재이용 등이 밀도 있게 검토되어야 한다.

청정공정기술과 감량화기술 등을 적용하기 위한 각종 노력에도 불구하고 배출되는 방류수는 전처리, 본처리 및 폐기물 처리 등의 과정을 거쳐 적절하게 처리되어야 한다.

전자산업에서는 폐수, 대기오염물질, 고형폐기물, 화학폐기물, 슬러지, 잉여화학물질 및 일반 쓰레기 등 각종 오염물질이 발생된다. 전자산업체에서 발생하는 오염물질의 종류를 타 산업부문과 비교하여 볼때 매우 다양하다는 것을 알 수 있다.

이러한 오염물질들의 배출을 제한하기 위하여 각 국가들에서는 배

출허용기준을 설정하여 시행하고 있는데 그 항목과 수준은 국가별 경제수준, 기술수준 등에 따라 상이하다.

이러한 오염물질 배출을 저감시키기 위하여 현재 여러가지 기술들이 사용되고 있으나 기존의 처리방식외에도 처리수 배출수준을 훨씬 낮추는 보다 효율적이고 보다 경제적인 처리기술들이 개발되고 있으므로 여기에 대해서도 지속적인 관심이 필요하다.

이 처리공정에서도 유효자원회수, 무슬러지공정, 나아가서 무방류시스템도 고려해 보아야 한다.

한편 유해폐기물의 관리에 있어서도 Centralized Recovery System을 도입하여 처리중금속이나 시안화합물을 농축시킨다든지 유해성 폐기물의 보관, 이송, 소각 분해 및 매립과정에서도 국제적인 수준에서의 안전처리가 확보되어야 한다.

공정가스의 배출은 반도체제조 과정에서 가장 심각한 위해요인중의 하나인데 Chemical Vapor Deposition, Dry Etch, Metalization Process 및 세정공정 등에서 배출된다. 모든 경우에 있어 화학반응이 수반되고 부산물들은 배출되어야 하는데 배출전에 반드시 처리되어야 한다.

또한 여러가지 이유로 해서 오염된 토양 등 환경매체는 정화시켜야 하는데 이 과정자체도 원래목적에 맞게 인체에 대한 영향 및 주변환경을 보호하는 차원에서 이루어져야 한다.

이러한 정화기술은 Excavation 및 Dredging에 의한 처리방법과

On-Site Method 등 크게 두가지로 분류할 수 있다.

## 6. 공정운전요인

전자제품제조회사가 공정운전에 의한 환경개선을 할 수 있는 요인으로 Good Operating Practices, Aduit, Workshop Safety, Institutional Measure 등을 들 수 있다.

Good Operating Practice는 오염물질 발생을 최소화하기 위하여 회사가 채택할 수 있는 작업절차, 관리 또는 기관전체의 수단이다.

이것은 대부분 효율향상 및 관리 기법 향상에 사용된다. 그 예를 들면 다음과 같다.

오염물질 분리

(Waste Segregation)

예방적 보수

(Preventive Maintenance)

물질의 취급, 저장 및 이송시의 손실방지

(Loss Prevention in Materials Handling, Storage and Transfer)

누출차단 및 방지(Spills and Leaks Containment and Avoidance)

작업과정에서의 개선을 위해 고려할 수 있는 내용에는 재활용/재사용, 공정폐기물 감사, 안전판계 등이 포함된다.

## 7. 오존층 파괴물질

몬트리올의 정서와 후속개정협정들에 의해서 지구의 오존층을 파괴시키는 화학물질을 생산하거나 사용하는 것을 제한하고 있다는 것은 주지의 사실이다.

또한 전자산업은 CFC-113 등 오존층 파괴물질(ODS)을 다량 사용하는 산업분야이기도 하다. 현재의 규제는 용제류에 대해서도 추가적인 관심을 나타내기도 하고 있고 불확실한 면이 있다.

전자부품조립체의 형태와 밀도, 특히 표면설치조립(SMA)의 경우 접합후 세정의 필요성을 더욱 증가시키고 있다. 이 SMA 공정에서는 매우 다양한 오염물질이 존재한다.

따라서 세정매체 또는 세정공정은 제품의 성능을 저하시키는 잔여

물이 없는 최종제품을 만들기 위하여 이러한 오염물질을 제거할 수 있어야 한다. 그러나 이러한 복잡한 공정은 환경을 보호하고 특히 오존층 파괴물질이 없는 방법으로 이루어져야 한다.

접합에 쓰이는 유체의 여러가지 기능을 위하여 Solvent, Vehicle, Activator, Surfactant, Antioxidant 등이 쓰이는데 이들 유체와 이를 제거하기 위한 세정매체를 나타내면 표4와 같다.

표면조립에서 발견되는 오염물질의 종류는 보통 유체잔류물질인 용해성 필름이거나 비용해성 입자 물질이다.

CFC는 비극성물질을 용해해내는 매우 안정한 염화불화탄소이다. 극성불순물을 용해해내기 위해 메탄올과 같은 극성물질과 혼합하여 효율을 개선시킨다. 이러한 혼합물은 공비혼합물을 형성한다.

CFC-113과 같은 물질은 효율과 경제성면에서 월등하여 이전에는 광범위하게 사용된 물질이다.

CFC용제는 몬트리올 의정서 및 후속조치에 따라 곧 사라질 예정이고 그 대체품으로 사염화탄소, 메틸클로로포름 및 염화불화탄화수소 등이 사용될 수 있겠지만 이들 역시 위 협정에 관련되는 품목이다.

따라서 CFC 등 오존층 파괴물질을 줄이는 노력이 이루어지고 산업체에서 더욱 적극적으로 이를 추진하고 있기도 하다. ODS를 제거하는 대책으로 다음과 같은 네가지를 들 수 있다.

- 1) 폐기물 감량화
- 2) 장치선정 및 용제회수

표 4. Flux Type and Cleaning Media

Flux Type	Cleaning Medium		
	Chlorinated Solvents	Water with Aqueous	Semi Saponifier Aqueous
R(Non-activated)	×	×	×
RMA(Mildly activated)	×	×	×
RA(Rosin activated)	×	×	×
RSA(Rosin super activated)	×	×	×
WS(Water soluble)		×	×
SA(Synthetic activated)	×		×
LOW SOLIDS(No clean)			

Source : Markenstein Howaro

3) 재생 및 ODS 용제처리

4) 목표설정 및 관리

오존층과 파괴물질에 대한 대체물질이 초창기에는 그 수가 많았으나 점점 줄고 있다. 세정용제로 CFC나 1,1,1-삼염화에탄을 직접적으로 대체할 수는 없으나 새로운 장치와 함께 대체적인 화학적 방법이 가능할 수 있을 것이다.

그 주요 후보들은 다음과 같다.

- 1) saponification aqueous solution
- 2) terpene solvents
- 3) synthetic terpenes
- 4) no clean solder pastes

### 8. 관련정책 및 환경관리

전자산업과 같이 연구개발 및 관련산업의 발전속도가 빠른 산업분야에서는 전통적인 양식의 환경정책은 적절하지가 않을 수 있다.

또한 이 분야의 환경문제는 지역적 환경문제일 뿐만 아니라 국가적, 국제적 환경문제와도 결부된다.

따라서 전자산업과 관련된 환경문제로 접근하기 위해선 산업체, 정부 및 학계가 포함된 총체적인 접근방법에 의해 정책수립, 목표설정 및 관리가 이루어져야 한다. 급격하게 발전하는 기술 및 환경과 관련된 다양한 분야 즉, 독성 및 인체영향, 행정 및 법적문제, 관련 제어공학기술 그리고 국제적인 동향에 대한 인식등이 함께 이루어져야 하기 때문이다.

청정생산기술을 위한 오염예방 기술, 에너지절약, 독성원료제거, 모든 오염물질의 양적, 위해성적 저감, 폐기물감량화 등을 체계적으로 추진시키기 위하여 기술적, 인적 자원을 효율적으로 체계화시켜 나가야 한다.

이를 위한 전략으로는 앞서서도 어느 정도 설명된 바가 있으나 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 재생 또는 재사용될 수 있는 제품과 공정설계
- 폐기물배출을 최소화시키는 생산공정설계
- 안전한 대체 화학물질 선정
- 오염원관리, 감사 및 감량화와 같은 공정제어의 최적화
- 효율적인 처리 및 처분

이러한 환경대책은 이미 선진국이나 개발도상국들 기업에서도 많이 진척되고 있는 실정이다.

국가기관의 환경관계법의 제정과 규제와 더불어 각 회사들에게 나름대로의 종합적 계획의 설정과 함께 건강/안전관계 우선순위표 작성과 유해성 요인 분석을 실시하여야 한다.

또한 특정사업에 대해 환경영향평가, 감사 및 회사간 환경관리협력방안이 강구되어야 한다.

현재 제기되고 있는 국제환경문제들로는 오존층 파괴문제, 지구온난화 문제 등이 있다. 아직 WTO와 같은 국제기구에 의한 구체적인 환경관련규약이 상정되고 있지 않지만 각종 환경문제와 관련될 수 있는 기존의 것으로 다음과 같은

것들을 들 수 있다.

ISO/IEC International standards : ISO(International Organization for Standardization)과 IEC(International Electrotechnical Commission)이 협정을 맺은 것으로 세계적 표준화를 위한 특별기구를 만들자는 것이다.

BCSD : BCSD(Business Council for Sustainable Development)가 처음으로 International Standarda for Environmental Performance를 지속가능한 개발(Sustainable Development)개념에 입각하여 그 아이디어를 제안한 바 있다.

이러한 기준에 의해 각 분야들이 합의한 비교가능한 기준에 입각하여 환경영향을 평가할 수 있고 운전 및 개발을 더 지속가능한 형태로 접근시킬 수 있다.

SAGE : SAGE(Strategic Advisory Board on Environment)는 sub-group들에 의해 운영되는데 이들은 환경관리시스템기준, 환경감사, 환경표식, life cycle분석, 성능기준, 제품기준 및 ISO/IEC에 범지구적 관련기준 추진을 위한 기본자료를 제공한다.

IEEE : IEEE(Institution of Electrical and Electronic Engineers)는 여러가지 학술활동 등을 통해 전자산업체에 환경관련문제를 주지시키고 관련 홍보물을 제공한다.