

# 반도체, 액정관련산업의 케미칼필터에 의한 오염제어



Seiichi Takizawa | 일본캠브리지필터(주)

E-mail : s.takizawa@cambridgefilter.com

## 1. 서 론

반도체제조 및 액정디스플레이제조 환경의 클린룸화 기술은 시대에 따라 크게 변화되고 있다.

1980년대에 파티클 제어를 위하여 ULPA필터의 기술이 확립되었고, 1990년대에는 분자상오염물질 AMC(Airborne Molecular Contaminants)를 제어하기 위하여 케미칼필터를 사용하기 시작하였다.

반도체 및 액정의 고성능화에 따라 작업환경의 클린화는 일일 실시간 엄격히 관리되고 있다. 본 원고는 반도체 및 액정디스플레이 제조현장의 AMC의 실태에 따른 대책용 케미칼필터의 성능에 관하여 소개한다.

## 2. 제어되어야 할 오염물질

입자상물질에 따른 오염의 영향은 입자가 부착한 포인트에만 결함이 발생하는 반면, AMC에 기인하여 발생하는 결함은 제품전체에 영향을 미치므로 심각한 문제로 대두되고 있다. 반도체 및 액정의 제조에 있어 제품의 품질에 영향을 주는 분자상오염물질은 일반적으로 A(Acid), B(Base), C(Condensable), D(Dopant)로 분류된다. 다음에서 발생원과 그 영향의 내용을 간단하게 기술한다.

### 2.1 酸系가스(Acid)

제품제조에 영향을 미치는 酸系가스로는 외기에

서 도입되는 SOX, NOX, 세정공정에 사용하는 HCL, HF 및 각종약품으로부터 발생하는 유기산이 거론된다.

이러한 酸系의 가스는 알루미늄 및 銅의 配線材料를 부식시키며, SOX는 암모니아와 반응하여 유산암모늄이 되며, 감광액도포(Photo Resist) 및 검사장치 광학렌즈에 구름과 같이 흐리게 끼게된다.

또한 세정공정에 사용되는 HF는 HEPA/ULPA필터의 GLASS섬유여체에 침투하여 GLASS가 함유하고 있는 B(Boron)의 방출을 촉진한다. Dopant의 Boron농도의 증가는 저농도의 Boron을 주입한 결과 반도체 및 저온폴리실리콘액정의 특성에 영향이 있었다.

### 2.2 鹽基性가스(Base)

염기성가스의 대표적인 물질은 암모니아와 아민류이고, 발생원은 외기, RCA세정물질, 건물의 콘크리트, 클린룸의 내장재, 클린룸내 작업자로부터 발생하고 발생원자체의 제어가 어려운 실정이다.

제품에 영향을 미치는 것을 보면 광학계에 구름과 같이 흐리게 끼는 현상, 화학증폭형레지스트와 반응하는 그 때 T Top현상으로 불량률의 원인이 되고있다.

### 2.3 有機系가스(Condensable)

유기계가스의 문제를 일으키는 물질은 실리콘제

실링제로부터 발생하는 실록산, 내장재, 전선, 시트 등의 可塑劑가 함유하고 있는 프탈산에스테르, 아제핀산에스테르 등 이다.

이러한 유기체가스는 실리콘웨이퍼 및 글라스基板表面에 흡착되어 산화막 두께를 변화시켜, 산화막의 내압성능을 저하시킨다.

특히 반도체는 高集積化가 진행되므로 Gate산화막이 얇아지게 되므로 허용되는 유기가스의 농도는 종래에 비하여 엄격하게 관리되어야 한다.

## 2.4 Dopant

반도체의 기본 특성을 좌우하는 Dopant인 Boron 및 磷은 꽤 오래전부터 관리의 필요성이 제기되었다. 특히 Boron은 클린룸중의 입자상오염물질을 제어하기 위한 HEPA/ULPA필터로부터 발생한다는 것을 알게되어 1990년대부터 그 대책을 강구해 왔다.

近年에는 Boron을 함유하지 않는 Glass섬유를 사용하는 HEPA/ULPA필터 및 PTFE여재를 사용하는 필터가 광범하게 사용되고 있다. Boron의 제어는 쉬워졌으나, Boron은 외기중에도  $10\text{ng}/\text{m}^3$  정도의 농도를 함유하고 있으므로 이것의 제어도 필수적이다.

한편 磷은 樹脂材料에 주로 난연제로 사용되므로 有機磷(TEP, TBP, TCEP 등)이 증발되어 클린룸중에 방출되므로 이의 제어도 필수적이다.

## 3. 케미컬 汚染의 制御

### 3.1 케미컬필터의 形式

반도체, 액정제조의 클린룸용 케미컬오염의 제어수단은 가스흡착형의 케미컬필터이다.

유기가스의 흡착에는 비표면적이 넓은 활성탄필터가 사용되고 酸系, 알칼리계의 가스제어에는 酸, 알칼리를 첨착한 활성탄, 활성탄소섬유, 세라믹基材, 세라믹섬유 등 및 이온교환수지, 이온교환섬유가 사용되고 있다.

구조적으로는 흡착제를 트레이에 채운 트레이타입, 發塵性을 억제하기 위하여 부직포중에 흡착제를 분산한 시트상 여재를 절곡하여 주입한 Pleat-type, 이 시트를 하니컴형으로 만든 하니컴타입, 세라믹과 우레탄수지폼상 基材에 접착제와 흡착제를 접착시킨 폼타입 등이 사용된다.

또한 비교적 고가이지만 케미컬필터의 수명을 연장시키기 위하여 외기처리에는 수용성의 가스인 SOX 및  $\text{NH}_3$ 를 제거할 목적으로 에어와셔를 많이 사용한다.

클린룸의 외기처리에는 일반적으로 트레이타입 케미컬필터를 사용하고 트레이 안에는 흡착제(과쇄탄)를 사용한다.

<사진 1>에는 트레이타입 케미컬필터 및 흡착제를 나타내고 있다.

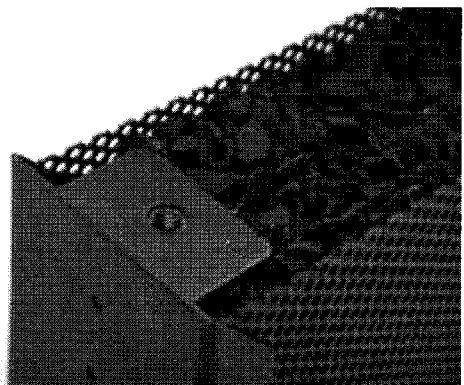
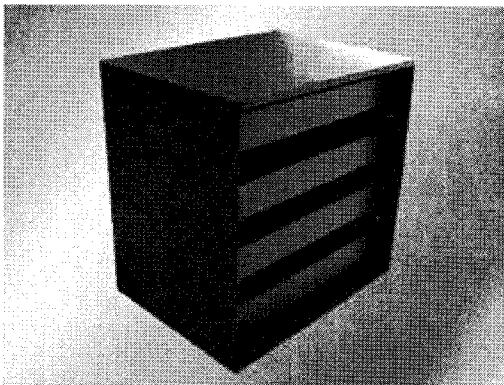


사진 1. Tray type 케미컬필터 및 吸着劑

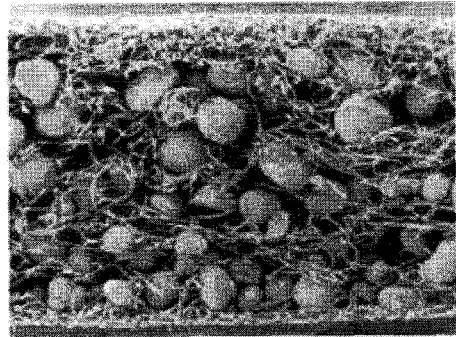
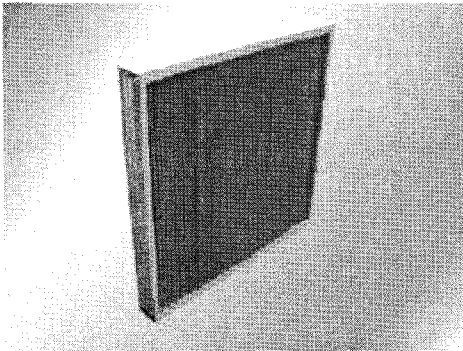


사진 2. Pleat type 케미칼필터 및 濾材

FFU와 함께 설치하여 많이 사용하는 케미칼필터는 Pleat type이다.

<사진 2>에는 Pleat type 케미칼필터와 그 여재(조립활성탄)의 구조를 나타내고 있다.

다음에는 제거대상가스에 따른 케미칼필터의 성능을 소개한다.

### 3.2 酸系가스의 制御

酸系가스의 흡착제로는 활성탄과 세라믹의 基材에 KOH,  $K_2CO_3$ ,  $CaCO_3$ , NaOH 등의 알카리 약품을 침착한 것과 스티렌계와 알콜계의 수지표면에 이온교환기와 술폰산과 갈본산(Carboic acid=석탄산=페놀)을 갖고있는 이온교환수지가 사용된다.

#### 3.2.1 評價手法

질소산화물, 유황산화물, 이산화탄소, 오존 등의 특정 산성가스의 측정은 화학발광법, 자외선흡수, 적외선흡수를 이용한 자동분석계가 사용되는 경우가 있다.

케미칼 대책을 위한 클린룸의 공기를 측정하는 경우는 저농도로 多成分의 샘플링과 분석이 가능한 임핀저포집을 한다. 이온크로마토그래프(IC)로 분석하는 방법이 일반적이다.

임핀저의 포집액은 초순수를 사용하는 것이 일반적이다. NOX는 초순수에 용해속도가 늦어 포집이 어려우므로, 과산화수소와 같은 산화제를 순수

에 첨가하여 사용한다.

어느 경우에 있어서도 임핀저를 사용한 샘플링은 포집대상물질에 따라 液量, 샘플링공기량, 포집액의 pH 등을 適宜調整할 필요가 있다.

일반 외기중의 산성가스성분으로는 NOX의 농도가 높고, 이것을 장기간 제어하는데는 많은 어려움이 수반된다. 반도체와 액정의 성능에 영향을 주는 SOX의 경우에도 제어하는데 어려움이 있다. 통상 외조기의 경우는 SOX의 제어, 클린룸내의 제조장치에 搭載하는 경우에는 SOX 外 세정공장에 사용되는 HF, HCL 등의 부식성가스의 제어가 주목적이다.

### 3.3 알카리계가스의 제어

LSI, LCD제조 클린룸의 제어대상인 알카리계가는 암모니아와 아민류이다.

흡착제는 활성탄에 磷酸, 硫酸 등의 酸을 침착하는 것과 술폰산기(Sulfonic acid), 갈본산기를 갖고있는 이온교환수지를 사용하는 것이 일반적이다.

또한 아민류에 관하여는 물리흡착을 기본으로하고 無添着活性炭으로도 어느정도 제어가 가능하다. 앞에서 기술한바와 같이 암모니아에 관하여는 그 발생원이 多樣하므로 클린룸 전체의 제어는 어려운 실정이고, 제품과 근접해 있는 제조장치에 대하여 확실한 제어가 요구되고 있다.

### 3.4 有機系가스의 制御

유기계가스의 제어는 활성탄, 제오라이트, 세라믹 基材 等 比表面積이 넓은 基材로 물리흡착하는 것이 일반적인 방법이다.

보통, 물리흡착은 온도의 상승에 따라 흡착물질의 재방출현상과 흡착력이 강한가스가 흡착력이 약한 가스의 방출로 인한 현상에 주의할 필요가 있다.

그림 1은 활성탄 Base의 유기계가스흡착필터의 포집능의 經時變化의 一例를 나타내고 있다.

흡착이 어려운 低沸點가스로부터 順次的으로 破過된다. 沸點이 높은 有機物은 장기간 제거 가능하다.

또한 물리흡착의 경우에는 상류측농도 및 흡착평형의 포인트가 변동되므로 농도가 높을 때 흡착한 것이 상류측농도가 낮은 경우 포집된 가스성분이 방출되는 현상이 야기된다.

### 4. 二次汚染

케미칼필터는 공기중의 가스狀汚染物質을 제거하는 것이 목적이고 필터自身으로부터 오염물질을 방출하지 않는 것이 중요한 요소이다. 그러므로 필터構成材料의 선정은 신중히 해야 할 필요가 있다.

#### 4.1 發塵性

케미칼필터는 HEPA, ULPA필터와 달리 어느 정

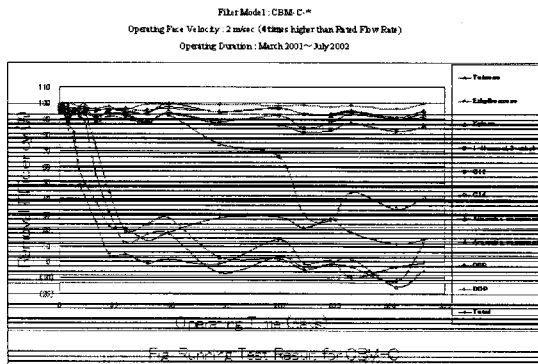


그림 1. 활성탄필터의 유기물흡착특성의 經時變化

Result of Secondary Contamination Verification  
(Particle shedding off from CBM-C analyzed by Particle Counter)  
Particle Size :  $\geq 0.09 \mu\text{m}$

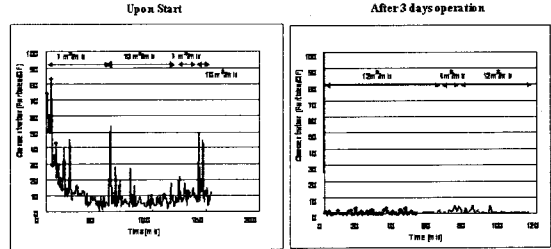


그림 2. 케미칼필터의 發塵特性

도는 필터自身으로부터 發塵이 수반된다.

그림 2는 發塵量의 測定例를 나타내고 있다. 通風開始直後부터 입자를 발생하여 서서히 減衰시켜 풍속의 변화로 發塵量이 변동된다. 3일간의 통풍으로 發塵量은 꽤 감소되지만 Zero가 되지는 않는다. 이것 때문에 케미칼필터의 下流側에는 HEPA 및 ULPA필터를 설치하지 않으면 안된다.

HEPA 및 ULPA필터가 가스狀의 汚染物質(Boron, 有機磷化合物, 可塑劑 等)을 발생하는 경우가 있으므로 HEPA, ULPA의 選定도 慎重히 해야한다.

#### 4.2 그 외의 二次汚染

앞에서 記述한 粒子發生 外에 有機物, 金屬, 이온成分의 發生에 관하여도 GC-MS, ICP-MS, IC 等으로 측정하여 低濃度까지도 확인하지 않으면 안된다.

또한 사용이 진행되는 과정에서 흡착제표면에서 흡착물질끼리 화학반응을 일으켜 갈본산(Carboic acid), NOX 等を 발생하는 경우가 있으므로 注意가 필요하다. 계속적으로 필터下流의 空氣質 監視가 요망된다.

### 5. 結論

半導體, 液晶關聯産業의 케미칼필터 汚染制御에 關하여 記述하였다. 今後, LSI, LCD의 고성능화에 따라 케미칼필터의 필요성이 증가되고 있는 實情이다. 從來에는 문제가 되지 않았던 物質의 制御도 요구되고 있는 實情이다.