

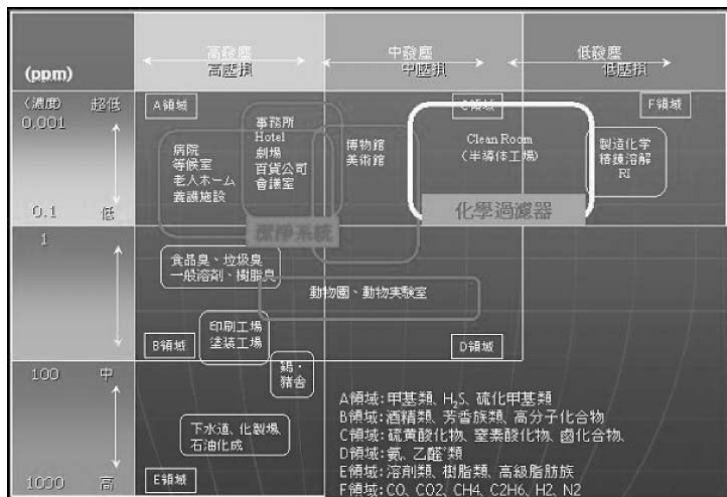
半導體化學濾網 (Chemical Filter) 簡介

台灣小松公司 林宗毅

壹、前言

半導體工業雖已有四十年的發展，但在近十年卻是快速發展，成長之速度非常驚人。由於半導體元件製程技術日益精密複雜，線寬不斷的在下降，進入奈米的世界後，對於環境的要求從顆粒狀污染轉移到更小的分子狀污染，在晶圓廠的良率提昇上，分子狀污染的防治是其中的關鍵之一，而使用化學濾網則是新型的

手法之一。隨著石化業的進步，環境的污染物逐漸變多；除了半導體製程外，在許多不同的生活場所或設施等也都面臨著相同的問題，高度清淨的環境被要求改善，因此氣體式濾網的使用也越來越普遍。微顆粒的污染與分子狀污染特性不同，控制技術亦大不相同，未來半導體製程如要持續發展的話，那麼有關化學濾網的技術就需要不斷的開發及創新，以因應未來的趨勢。



各種Gas的種類及發生環境

貳、何謂分子狀污染

由字面的意義來看，其初始狀態為氣相且行為似單一分子的氣態污染物，在環境中可能附著在材料表面上。隨著奈米科技的不斷發展，線寬從以往0.25 μm 的製程以飛快速度由0.18微米堂堂躍進到0.11微米且往0.045微米之更高層次技術努力之中，製程環境中微粒子或分子狀污染對產品的良率影響就更加的明顯，污染的控制重點變轉移到分子的程度。

分子狀的污染主要分成：酸性(Acids)、鹼性(Bases)、凝結物(Condensables)及摻雜物質(Dopant)。

(1) 酸性(Acids)：酸蒸氣，具腐蝕性，在化學反應中扮演接受電子的角色，根據SEMI的分類，包含氫氟酸、硫酸、氫氨酸、硝酸、磷酸及溴酸。

(2) 鹼性(Bases)：鹼蒸氣，具腐蝕性，在化學反應中扮演提供電子的角色，根據SEMI

的分類，包含氮類氣體。

(3)凝結物(Condensables)：包含有矽化物與碳氫化合物(沸點大於或等於150°F)。

(4)摻雜物質(Dopant)：可以造成電性改變者，包含有硼(通常為硼酸)、磷(通常為有機磷酸鹽)與砷(通常為砷酸鹽)。

分類	化合物
酸性物質(A, Acids)	HF · H ₂ SO ₄ · HCl · HNO ₃ · H ₃ PO ₄ · HBr
鹼性物質(B, Bases)	AMINE · NH ₃ · NMP · HMDS
凝縮性物質(C Condensables)*	silicone · hydrocarbons · DOP · DBP · DEP · BHT
摻雜物質(D Dopants)	B ₂ H ₆ · BF ₃ · AsH ₃ · TEP · TCEP · TPP

SEMI提出之分子狀污染類別及化學污染物

參、分子狀污染的來源與控制

以無塵室來說，氣態分子狀污染物的來源主要有2個，一是來自無塵室內，另外一個則是無塵室外。對無塵室而言大致上污染的來源5~10%來自外氣，30~40%由人員產生，25~30%為製程中產生，20~30%由設備產生。

室外的污染視外界的狀況，如交通狀況、產業型態、自然環境等，因此外氣的污染物大致上有燃燒後的產物(SO_x)，氮氧化物(NO_x)，汽車排氣物(VOCs)，甚至如位於郊區的農田或工廠的建築物所引進的氨(NH₃)，硫化氫(H₂S)及鹽酸(HCl)。

室內的污染來源，如果是剛建設完成的建築物，從內裝材來的影響較大，但是隨著時間的經過會逐漸減少，此外製程中所使用的化學原料，洗淨設備及人員等都是污染的來源，如洗淨設備會有酸氣蒸發，建築所使用的接縫密

封劑，還有氫氟酸與含氧化硼的濾網反應後會釋放出硼化合物於空氣中等等。所以內部主要的污染物有酸、NMP、NH₃、醇類、BEE及胺化物等。

分子狀污染物，其粒徑在埃(A)的範圍，遠小於目前以高效能濾網HEPA或ULPA移除的微粒子的1/1000~1/10000，可以輕易穿透移除微粒子的濾網。分子狀污染物通常以濃度表示，如ppm、ppb，甚至ppt程度的污染就可能使半導體製程的良率大受影響。由於起源複雜，微污染防治的措施有下列幾項：

1. 環境的監控
2. 確認影響製程的可能污染源
3. 移除污染源(不易)
4. 使用化學濾網，降低製程中的污染程度
5. 降低外氣污染
6. 定期監控以防止化學濾網失效

肆、化學濾網的種類及除去原理

如果以內部濾材(media)來分的話一般分成三種，複合式、填充式及植入式。

1. 複合式：將粒徑較小的吸附劑或粉末狀者與纖維及填料均勻混合，藉由填料的結合特性將吸附劑與纖維複合，或以特殊合成纖維熔點特性在適當熔融狀態下將粒狀吸附劑結合，構成機械強度較強的平材結構，並藉由纖維的交織製造適當的孔隙以減低氣流通過時造成的壓損。

2. 填充式：將較大的顆粒狀吸附劑填入濾網框架中，或壓鑄成緊緻塊狀，上下在以不織布包覆以避免吸附劑粉塵被吹出，此類濾網因吸附劑的含量高、粒徑大，需要較常的停滯時間以充分利用吸附劑，缺點是因壓損大，較適合應用在高濃度低風速的場合。

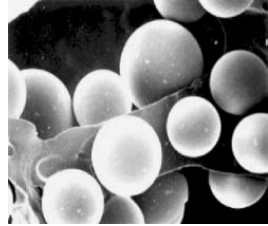
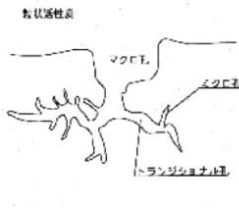
3. 植入式：將粒徑小的吸附劑植入多孔性

的發泡材中，以降低壓損且藉由不規則的孔道讓氣流通過時增加與吸附劑的機會，另則以浸泡的方式將粉末吸附劑植入多孔性材質如無機纖維紙，再製作成蜂巢狀的結構，藉由蜂巢結構降低壓損及增加接觸表面機及利用當污染濃度低時主要發揮吸附效率的是吸附劑較外層的孔洞表面積。

化學濾網的選擇

上，依照不同需求會有不同的選擇，如以下的考量：

- (1) 除去濾要高
- (2) 價格問題
- (3) 低發塵量
- (4) 低組抗
- (5) 壽命長
- (6) 便於安裝及重量輕
- (7) 針對所要除去的污染物等。

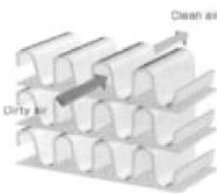


以結構型態來分，又有3種，填充式、打摺式及蜂巢狀。

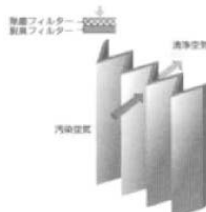
(1) 填充式：直接將粒狀吸附劑填充在1~3吋厚的濾框架中，讓氣流直接貫穿填充床，適合濃度較高或是容量特大及風速較低的場合。

(2) 打摺式：爲了要減低穿過化學濾網氣流的風速，將網氣打摺，摺數越多或越深可以減緩通過濾網的風速並降低壓損，增加濾材的表面積及容量。

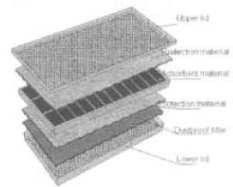
(3) 蜂巢狀：通常是將紙狀的濾材製成六角蜂巢狀或瓦楞蜂巢，氣



蜂巢式



打摺式



填充式

流是通過由濾材建構而成的蜂巢通道，並沒有穿透濾網材料，優點為壓損低，適用低污染濃度的環境。

在污染除去機制方面，主要有幾種方法：熱處理法、觸媒氧化法、離子交換法、吸收法及吸附法。

常被用在無塵室的方法為吸附法，即將吸附劑設計成高接觸表面積的化學濾網形式，吸附是利用吸附劑本身表面力的作用，為氣體擴散至吸附劑的表面，並集中於固體表面上的一種方式。吸附分為3個階段，(1)被吸附物質從大氣中擴散至吸附劑外表面，(2)移動至吸附劑的孔洞內，因吸附劑大部分屬於多孔性物質，主要的表面積均來自孔洞的表面積，(3)再擴散至吸附劑更內部的孔洞內表面附著。

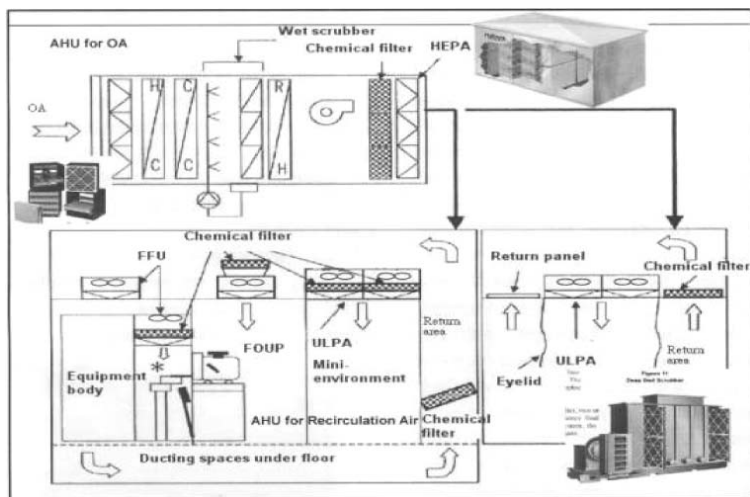
溫度會影響吸附效率，溫度越高物理吸附能力越差，此外濕氣也會影響吸附的效果，越潮濕的環境中吸附效果較差。有些不易被物理方式吸附的物質，就必須利用化學吸附，與物

理吸附不同的是通常濕氣可以增強化學吸附反應性而提高除去率，對鹼性的污染物用酸性的吸附劑，對酸性的污染物則用鹼性的吸附劑。吸附法的關鍵之一為吸附劑的選用，不同的需求必須選用不同的吸附劑，才能達到所需要的效果。

伍、化學濾網的應用

無塵室內使用化學濾網，其主要的配置有幾種：

1. 置於外氣空調箱，移除由外在環境來的污染。
2. 置於循環回風空調箱，移除製程環境所產生的污染，節省外氣量及外氣空調負載。
3. 與HEPA結合，控制無塵室天花板氣流出口的清淨度。
4. 接近製程設備，提供設備內清淨空氣。



無塵室中化學濾網的應用示意圖

陸、結論

空氣污染控制技術已發展多年，但多偏向高污染濃度或排氣端的技術研發，對微量污染的控制才在起步階段，尤其台灣是12吋晶圓廠生產的重鎮，使用化學濾網來控制微量污染，這對良率的提升是關鍵的手段之一。

在不斷進步的現代，凡事都需要追求創新及開發，未來半導體的製造重心應該還是會落在台灣，目前化學濾網的技術多由國外廠商掌握，因此為了協助國內的半導體的產業發展，維持技術領先，實在有必要發展國內自主的化學濾網技術，並掌握國際技術的狀況，促進國內氣體濾除與清淨產業的發展。