

嘉南藥理學院專題研究計畫成果報告

計畫名稱：半導體乾式蝕刻製程預防保養作業之化學性危害

計畫編號：CNIS-88-01

執行期間：87年9月1日至88年6月30日

計劃類別：個別型

主持人：莊依文

協同研究：郭明堂

摘要

半導體的製程中使用多達二百餘種的化學物質，如：刺激性氣體、有害性氣體、金屬、酸鹼溶液、有機溶劑及感光性的聚合物等，且其中部分危害物質的使用超過法定數量，因此半導體產業被歸類為危險性工作場所。半導體產業的安全衛生問題除了火災、爆炸等危害外，在其整個製程中所用的具毒性、腐蝕性的化學物質及具放射性的氣體都有可能直接或間接對工作人員構成生命與健康上的威脅。

現今半導體的生產機台一般皆以密閉的方式作業。在正常操作下發生械漏的可能性極低，只有在操作、維修、預防保養、裝卸、機械處理或設計等發生異常時，較有可能發生有害物溢散的情形。本專題研究報告針對現今蝕刻製程中最常被使用的乾式蝕刻（電漿蝕刻）機台，在進行預防保養期間可能產生的化學性危害，作一簡要的整理。

關鍵字：半導體，危害，化學性危害。

前言

半導體工業近年來在政府的高科技產業發展政策導向下蓬勃發展。其中歷經各種製造技術之提昇與生產規模之擴大，已使之成為我國發展最快，且最具國際競爭力的新興主流產業。

半導體的製程大都是在潔淨室之密閉空間進行，因此常被誤認為是一種乾淨無污染的工業。事實上半導體的製程中使用的化學物質高達二百餘種（如：刺激性氣體、有害性氣體、金屬、酸鹼溶液、有機溶劑及感光性的聚合物等），且其中部分危害物質的使用超過法定數量[1]，因此半導體產業被歸類為危險性工作場所。

近來在華邦、聯瑞等半導體廠相繼發生大火，造成上百億的巨額損失，並使其商譽及形象蒙塵。這些事件的發生凸顯安全衛生管理的重要。而半導體產業的安全衛生問題不僅侷限於火災、爆炸等危害。在其整個製程中所用的具毒性、腐蝕性的化學物質及具放射性的氣體都有可能直接或間接對工作人員構成生命與健康上的威脅。

目前半導體的生產機台一般皆以密閉的作業方式生產。在正常操作下發生械漏的機會極低，只有在操作、維修、預防保養、裝卸、機械處理或設計等發生異常時，較有發生有害物溢散的可能[2]。因此本專題研究報告將針對現今蝕刻製程中最常被使用的乾式蝕刻（電漿蝕刻）機台，在進行預防保養期間可能產生的化學性危害，作一簡要的整理。

半導體製程中最主要的化學污染物為逸散的氣體，包括有害氣體及製程副產物。可能造成安全衛生的問題包括：

1. 對於暴露在作業環境中之勞工的身體健康造成危害，如毒性氣體。
2. 對於從業人員及場區設備的安全，有火災、爆炸的危險，如可燃性或具爆炸性氣體。

本研究的主要目的為：

1. 瞭解半導體金屬蝕刻區在例行的預防保養期間，所洩露之有害化學物質。
2. 瞭解所產生的化學物質，對勞工會造成的健康上之危害。
3. 提出改善的建議。

本文

半導體的製造流程中，蝕刻乃是將晶圓上某一部份物質移去，以保留曝光後的圖形，此圖形即為半導體的線路。蝕刻的技術，一般可分為溼式蝕刻與乾式蝕刻兩種。溼式蝕刻是將晶片放置在化學槽內利用液體化學物質與基質表面的特定材料反應溶出；其過程中會用到一些酸鹼液體，它們具有高毒性及腐蝕性，可腐蝕掉管線，使用時須特別注意；有關各使用化學物質的潛在健康危害可見表一。而乾式蝕刻與溼式蝕刻相較之下，具有較低的危害，且較容易控制整個過程。一般最常用電漿蝕刻方式，以氣體作為主要的蝕刻媒介，利用低壓放電，將氣體電離成電漿，讓氣體透過電場解離，產生具反應性及方向性的離子，進入化學反應器中，進行蝕刻製程；有關各使用化學物質的潛在健康危害可見表二。

表一 溼式蝕刻使用的化學物質與潛在健康危害[3]

化學物質	潛在的健康危害
氫氟酸	具強腐蝕性，會引起潰瘍與骨骼傷害
硝酸	對皮膚具刺激性與腐蝕性
醋酸	具刺激性，會導致肺部水腫
碘	具刺激腐蝕性，會導致肺部水腫

表二 乾式蝕刻使用的化學物質與潛在健康危害[3]

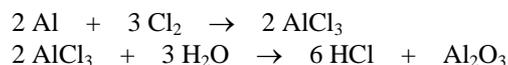
化學物質	潛在的健康危害
三氯化溴、四氯化矽	會形成氟化氫，而導致上呼吸道的刺激與水腫
三氟甲烷、氟利昂 11 氟利昂 23、氟利昂 116	簡單的窒息物質，會引起頭昏眼花，高濃度時導致昏迷

一般而言，乾式蝕刻機台的預防保養步驟有：

1. 循環氣滌、反應腔冷卻：在打開反應腔之前，須先經過氣滌和冷卻的步驟。通常是通入氮氣進行 15-20 個循環。
2. 乾式清洗：係指在通入氣體的同時，啟動電漿。這時通入的氣體為氮氣或氧氣。
3. 打開並擦拭反應腔：使用去離子水進行擦拭，有些廠家於擦拭後使用異丙基苯胺（IPA）擦拭，待其揮發後攜出水氣。

乾式蝕刻機台的預防保養時可偵測到的氣體有：HCN、HCl、HCOOH、CCl₄、CO₂、SiF₄、CO[1]。這些氣體都不是原料氣體，皆為製程的副產物。另外偵測到的 C₆F₁₄，它可使用在金屬蝕刻機台的預防保養上，為擦拭機台所使用的溶劑；而使反應腔乾燥所使用的擦拭溶劑為 IPA，它具有揮發性，且可將殘留在反應腔內的水氣攜出。上述化學物質的基本資料、危害性質可查閱物質安全資料表[4]。

在金屬蝕刻機台的預防保養時以去離子水或異丙醇擦拭反應腔時，即會產生高濃度的氯化氫氣體。其可能的反應如下：



至於氯化氫的產生機制目前並不是很清楚，有待進一步的研究。

半導體工業所使用的化學物質相當多，但是在正常操作過程中由於採用全密閉的方式操作，因此很少有逸散的可能。而在機台進行保養時，必須將密閉系統打開，則較可能會發生化學物質的逸散；因此對於半導體工業之化學物質預防應著重於預防保養作業，而逸散化學物質的控制應以改善預防保養作業的通風為最適當。

參考資料

- [1]石東生等，『國內半導體製造業潛在危害暴露之初步探討』，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1997。
- [2]張振平，『半導體工業危修作業勞工暴露評估調查』，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，87 年度 IOS87-A317，1998。
- [3]魏致中，『半導體製程化學危害介紹』，半導體安全專論。
- [4]『物質安全資料表』，工研院工業安全衛生中心。

