

半導體工廠廢水廢氣處理概況

莊慶隆*

摘 要

本文主要目的，係以華隆微電子公司為例，敘述於產品為積體電路(IC)等之半導體製造廠進行污染防治工作的情形與經驗，並就其處理成效加以記錄。以華隆而言，其廢水處理上有兩項特點：1. 以製程產生廢液依不同性質，各自獨立排水系統收集，送至廢水處理場處理。2. 廢水處理以全自動方式運作，減輕人員負擔，全天候線上(in-line) 監測與異常警示，使排水皆控制在合格標準內排放之。

而在廢氣處理上，其特點則為分別於生產現場及污染源上設置自動偵測警報系統，並由專司安全衛生人員定期檢測，且購置各類防護安全裝置，以保障員工安全。

一、前 言

該公司係一半導體製造廠，主要產品為積體電路(IC)，在IC的製造過程中，需使用各種氣體，光阻液及蝕刻液，因此會產生廢氣與廢水的問題，於是於民國七十六年籌劃建廠之初，鑒於維護環境品質的重要，即針對半導體製造過程所產生之各種污染進行全面性評估與規劃，以期做好污染防治為第一要務，於日後正式生產運轉，仍秉持此為企業責任，不斷引進國內外新的污染防治技術，持續的致力於污染改善與預防措施，以樹立高科技產業，無污染危害的優良企業形象。

二、製程簡介

積體電路製造流程，主要以矽晶片(SI wafer)為基本原料，經高

*華隆微電子股份有限公司廠務部經理

溫氧化、擴散、薄膜沉積、離子植入及十幾層光澤對準、顯影蝕刻等步驟，使電路圖等精確的製作在晶片上。完成晶圓的製作後，再進行電性針測、晶圓切割、裝著、打線及包裝等裝配測試工程即完成積體電路製作流程，其製作流程如圖 1 所示。

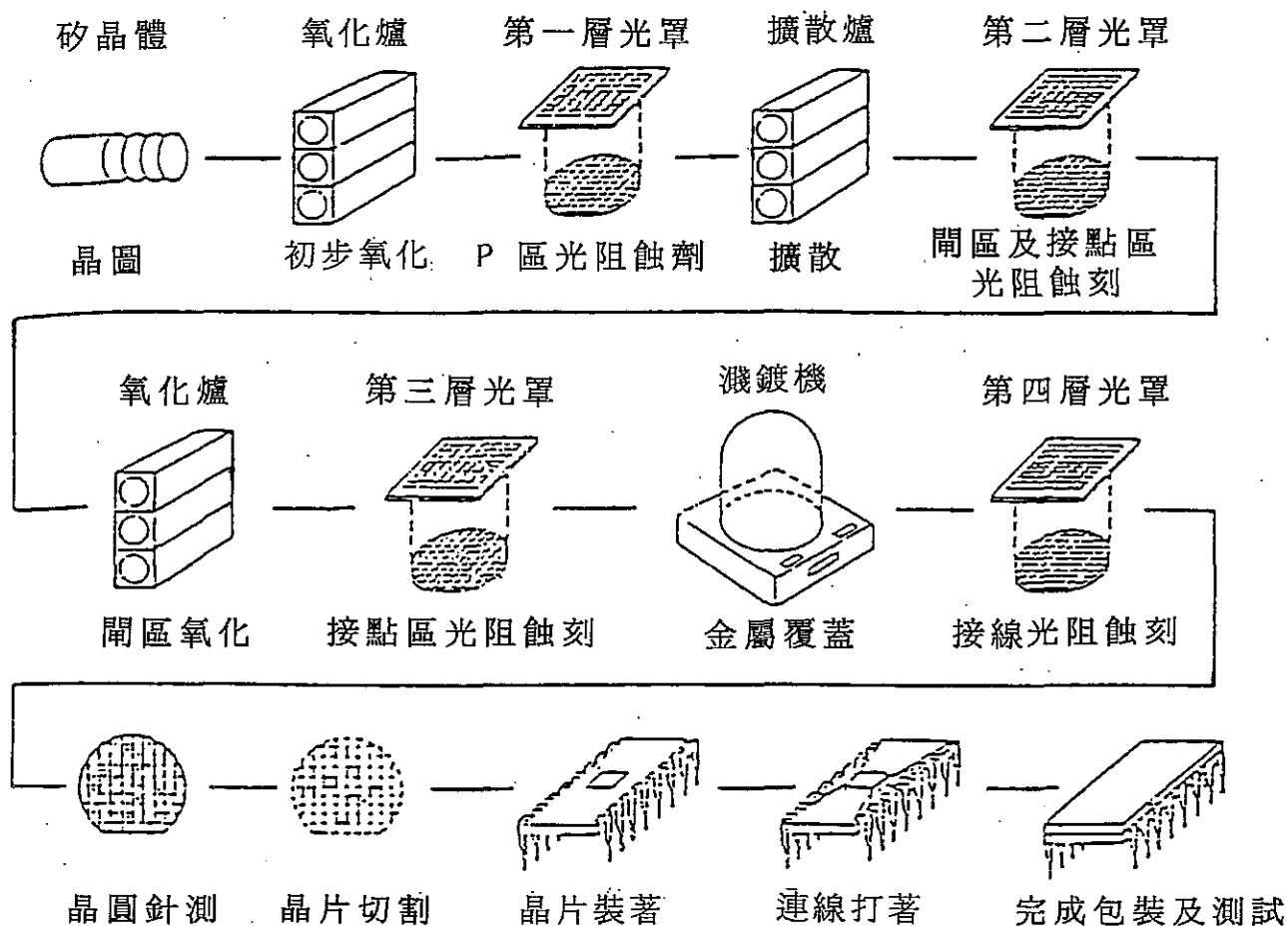


圖 1 積體電路生產流程圖

三、廢污來源

在IC生產流程所產生的廢污有廢水、廢氣及廢溶劑三部份。

3.1 廢水系列

分爲一般廢酸、氫氟酸及製程洗淨水。

1. 在半導體生產過程，以 MOS級的無機酸來做蝕刻、光阻去除，使用過之無機酸再經過濾重覆使用，至某程度後即經不同排酸管路送至廢水處理場處理。
2. 在製造流程中爲保持晶片(wafer) 不受各種污染，需有多段的清洗，其清洗係以 $18M\Omega$ 以上超純水作晶片洗淨，謂之製程洗淨水，亦排至廢水處理場處理。

3.2 廢氣系列

1. 一般酸鹼廢氣

即上述無機酸在蝕刻、光阻去除之過程所揮發氣體，經排氣系統收集處理。

2. 特殊氣體廢氣：晶片在經離子植入、擴散、化學氣相沉積、乾蝕刻之過程，必需使用各種特殊且高純度的氣體反應，諸如 SiH_4 , PH_3 , AsH_3 ---，這些特殊氣體皆具危險性，因此在反應過程中，皆以特殊洗滌塔處理後，再匯集至排氣系統處理。

3.3 廢溶劑

在流程中對準、曝光、顯影所用光阻液、顯影液皆屬有機溶劑，則集中收集委由專業廠商處理之。

3.4 廢污質量及特性

在半導體工廠所用之化學品或特殊氣體皆屬MOS Grade 或VLSI Grade，因此在其所含之雜質如金屬離子皆小於0.1ppm，因此如化學品用量很大，但其純度高，經廢水處理後對總量管制皆可符合。

四、處理流程及特點

4.1 廢水處理法

4.1.1 廢水處理流程

如圖 2 所示之流程圖。

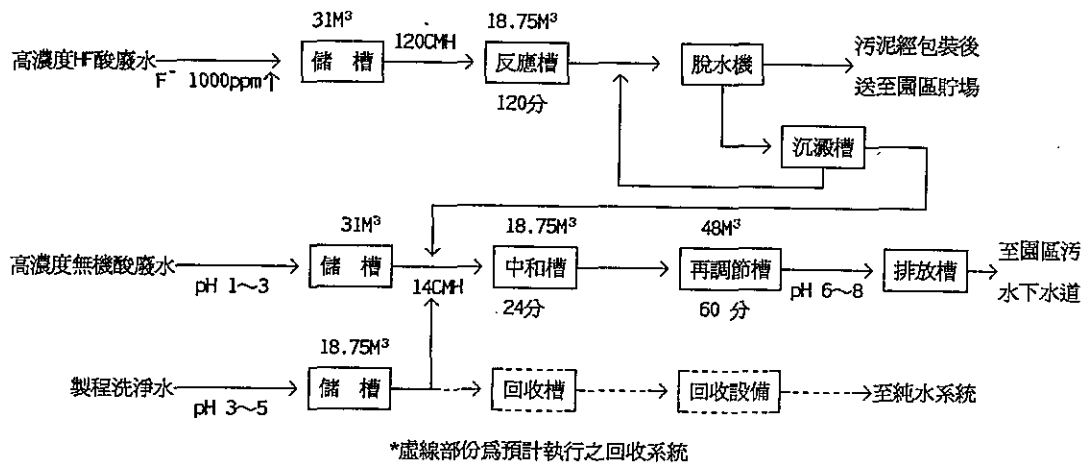


圖 2 廢水處理流程圖

4.1.2 處理方法

1. 化學處理法

(1) 高濃度HF廢水以批式(batch)方式處理，反應槽內將一定濃度廢水加上 $Ca(OH)_2$ 或 $CaCl_2$ ，即 $2HF + Ca(OH)_2 \rightarrow CaF_2 + 2H_2O$ ，再加PAC、Polymer使之膠羽凝集成氟化鈣及水，再送脫水機脫水成片狀氟化鈣污泥。

(2) 經脫水污泥則以雙層PVC袋包裝送至園區暫貯場暫存之。

(3) 每日處理量約10M³/日。

2. 酸鹼滴定中和法

(1) 高濃度無機酸廢水、製程洗淨水經分流收集，並均勻混合後，定量送至中和槽做pH調整，再經再調節槽及排放槽後，即排入園區污水下水道。

(2)每日處理量約650M³/日。

3. 回收

(1)製程洗淨水污染性不高並且量大，目前係直接排入中和槽，與上述二股廢水混合排放，但考慮節省用水及減少處理場負荷，已規劃設置回收設備，進行回收再供製程利用之。

4.1.3 特點

1. 以製程產生廢液依不同性質，各自獨立排水系統收集，送至廢水處理場處理。
2. 廢水處理系統以全自動方式運作，減輕人員負擔，全天候線上 (in-line) 監測，與異常警示，使排水皆控制在合格標準內排放之。

4.2 廢氣處理法

4.2.1 廢氣處理流程

如圖 3 所示之流程圖

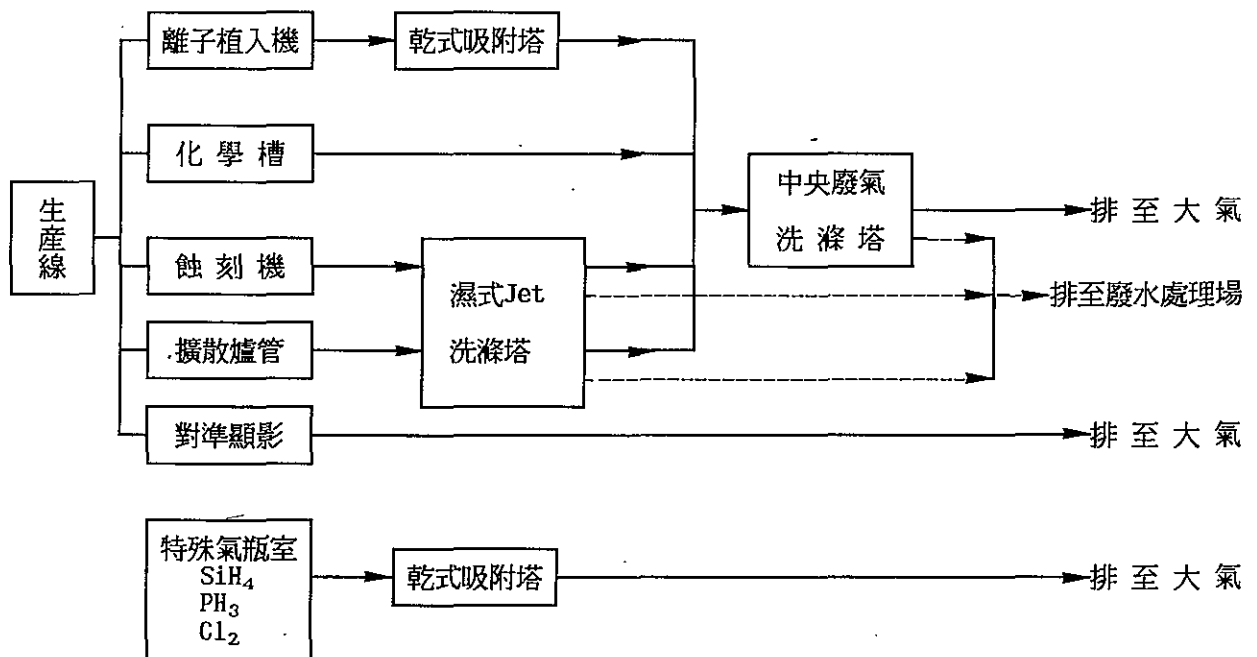
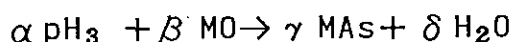
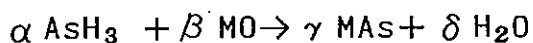


圖 3 廢氣處理流程圖

4.2.2 處理方法

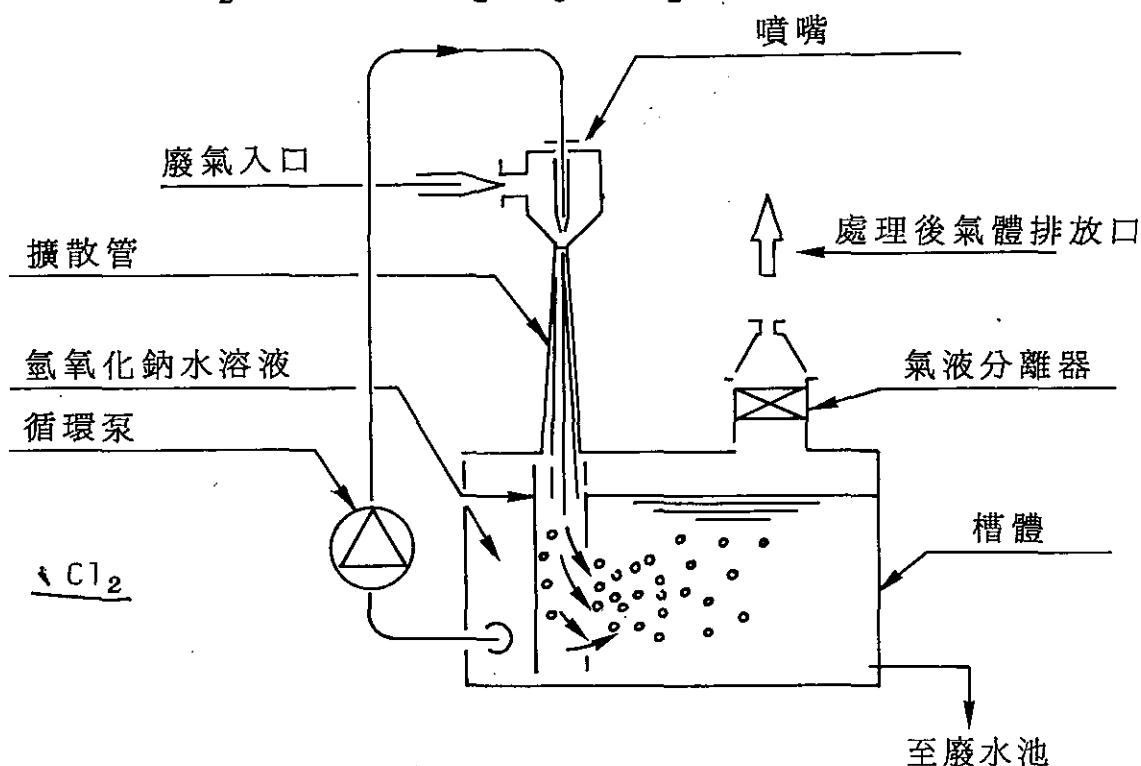
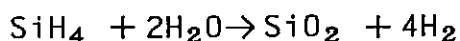
1. 在IC製造流程中使用多種高純度之特殊氣體、有機溶濟及化學品，為防止其溢散於生產現場，在各個污染源產生處，其依污染性氣體之性質的不同，設置乾式吸附塔或濕式JET 洗滌塔先作前段處理後匯集送至中央洗滌塔再處理，才排至大氣中。
2. 廢氣洗滌塔一般分為乾式吸附塔、濕式JET 洗滌塔及濕式洗滌塔三種，現分別說明之：

(1) 乾式吸附塔(dry scrubber)－主要處理氣體為 AsH_3 、 PH_3 ，其吸附塔以金屬吸附劑，完全吸收這些有害氣體，其化學反應式為



式中之M 係代表鎳、鋅等----多種金屬成份，待吸附劑吸附達飽和後即整組吸附塔送回日本原廠更新再送回。

(2) JET 洗滌塔(jet scrubber)－主要處理氣體為 SiH_4 、 BCl_3 、 SiH_2Cl_2 、 Cl_2 等，其原理結構如下圖所示，化學反應式為



主要處理原理是將NaOH水溶液以高壓泵加壓，送至入口室內經噴嘴噴灑減壓成氣霧狀，將 SiH_4 ， SiH_2Cl_2 等廢氣吸入與之密切反應，反應完後氣體再經氣液分離器排放至大氣中。

(3)濕式洗滌塔(wet scrubber)－主要係處理一般酸鹼廢氣；其以一般水為洗滌劑，將現場所排之酸鹼氣經其洗滌後排放，洗滌後之廢水則排至廢水處理場處理。

4.2.3 特點

為確保作業環境的安全及防止污染源外洩，分別於生產現場及污染源上設置自動偵測警報系統，並由廠內專司安全衛生人員，定期就生產現場之作業環境進行檢測，並購置各項防護用具及測定儀器，以保障員工之安全。

六、設備概要

6.1 廢水處理系統設備概要

設備名稱	說明
廢水儲槽	RC結構，FRP 內襯共 3座
廢水泵	5 HP×3，1 HP×4
反應槽	RC結構，FRP 內襯×1 座，攪拌機 1台 用以進行快速混合及膠羽反應
沉澱槽	RC結構，FRP 內襯×1 座
污泥泵	3 HP×2 台
污泥脫水機	1 台
中和槽	RC結構，FRP 內襯×1 座
再調節槽，排放槽	RC結構，FRP 內襯各一座
鼓風機	5 HP×1 台

6.2 廢氣處理系統設備概要

設備名稱	說明
乾式吸附塔	5 台，以處理 AsH_3 ， PH_3 為主
濕式JET 洗滌塔	3 台，以處理 SiH_4 ， SiH_2 ， BCl_3 ， Cl_2 為主
濕式洗滌塔	2 台，以處理酸鹼氣體為主
中央濕式洗滌塔	35000cfm×1台，11000cfm×1台，以處理酸鹼廢氣為主

七、處理效果

7.1 廢水處理成效

項目	單位	原 水	放 流 水	園區廢水排放標準
pH	—	1~3	6.5~7	5~9
COD	mg/l	—	5~20	<1000
BOD	mg/l	—	5~10	<600
SS	mg/l	—	<4	<600
F	mg/l	大於1000	5~9	<15
MBAS	mg/l	—	1~3	<10
SO_4	mg/l	100	400~600	<2000

7.2 廢氣處理成效

項 目	單 位	未處理前	處理後	排放標準
過 氧 化 氫 (H_2O_2)	ppm	0.1	0.05	1
乙 酸 正 丁 酯 (NBA)	ppm	50	20	150
鹽 酸 (HCl)	ppm	10	0	5
丙 酮 (Acetone)	ppm	0.2	0.2	20
氨 (NH_3)	ppm	6	1.6	25
二 甲 苯 ($C_6H_4(CH_3)_2$)	ppm	8	5	100

其餘如 H_2SO_4 ，TCA，醋酸， HNO_3 ，IPA， B_2H_6 之測試值皆為0。

八、結 語

1. 本公司對污染防治已投入大量之人力、物力、財力，全力作好污染防治的工作，但因應未來政府重新訂定新標準，公司因應之策，除積極引進新的防治污染設備及技術外，亦敦促相關部門對減廢方向努力，以降低生產成本及減少污染源之發生，是為公司之目標。
2. 防治污染技術日益進步，技術取得不易，盼政府或研究單位能提供相關技術與指導，使新防治技術在國內生根，避免業者因而受制於國外廠家而負擔龐大的投資成本。