

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

全氟化物減量及其尾氣處理效率研究
~以光電產業 TFT-LCD 廠為例~

Research on The PFCs reducing and removal efficiency
of the process Residual Gases
~In TFT-LCD Industry~

研究生：吳麗霞
指導教授：陳春盛教授

中華民國九十五年六月十日

全氟化物減量及其尾氣處理效率研究 ~以光電產業 TFT-LCD 廠為例~

學生：吳麗霞

指導教授：陳春盛

國立交通大學產業安全與防災碩士班

關鍵詞：Local Scrubber、全氟化物、Green House Gas、PFCs

摘 要

台灣產業在政府大力推動之下由傳統產業邁入兩兆雙星的半導體及光電高科技產業，讓台灣有綠色矽島的美名，提高台灣在國際間的外匯存底及國民所得。但高科技產業也是高污染工業，使用大量的能資源之外也造成高度環境污染。為避免科技帶來的環境破壞，隨之而來的重要課題便是省能、節源、工業減廢、污染預防及污染處理。

全氟化物溫室氣體即為 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、 CHF_3 、 SF_6 及 NF_3 ，而半導體及光電產業中 CVD 與 DRY ETCH 製程所使用的製程氣體即為 SF_6 及 NF_3 ，其在製造工業的貢獻量雖然較其他產業為小，但也不容忽視。其他溫室氣體為 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 HFC_s 等，排放產業以石化、染整、鋼鐵、火力、造紙、水泥等為主，排放氣體以 CO_2 的排放量居其他溫室氣體之冠。

在全球日益暖化的今日，溫室氣體的減量及後續處理是一重要課題。本研究針對 TFT-LCD 光電產業製程減量及電熱水洗處理後之排放減量所進行的研究。研究結果顯示，縮短製程的清潔時間及反應時間 20~40 秒，每年可節省全氟化物溫室氣體使用量約 81,600~199,200 公升，且並不影響產品品質，而後段尾氣處理效率，介於 42~99% 左右。

Research on The PFCs reducing and removal efficiency of the
process Residual Gases
~In TFT-LCD Industry~

student : Lillian Wu

Advisors : Dr. Chun-Sung Chen

Degree Program of Industrial Safety and Risk Management
National Chiao Tung University

Key Words : Local Scrubber 、 TFT-LCD 、 Green House Gas 、 PFCs

Abstract

Industries of Taiwan change from tradition to high tech in Semiconductor and Optoelectronics industries by government effort. This achievement not only raises the Taiwan foreign exchange reserves but also make Formosa noted for a green silicon island in only the few years. On the other hand, high tech industries bring high pollution. Both of energy depletion and environment pollution are caused. In order to prevent environment from high tech destroying, the important issue is to economize energy, reduce waste, prevent pollution and deal with pollution.

Per-fluorinated Compounds refer to CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_8 , CHF_3 , SF_6 and NF_3 used in semiconductor, optoelectronics CVD, and DRY ETCH process. The amount of Per fluorinated Compounds is much less than other Greenhouse gas, such as CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 HFC_s used in petrification, weave, steel, firepower, papermaking and cement.

Because the global is getting warming, the task of reducing and solving greenhouse gas becomes more important. This research is for reducing and controlling optoelectronics TFT-LCD industry process gas, emission control with electrothermal and washer local scrubber. Research on the emission abatement efficiency and revise the process gas amount. The analysis data

show that if we curtail the process clean time and reaction time about 20~40 second, PFCs greenhouse gas can be reduced about 81,600~199,200 liter each year without impacting on product quality. Removal efficiency of the process Residual Gases between 42% and 90% .



誌謝

首先感謝我的指導老師陳春盛教授，在我研究過程中提供相當多的支援及協助，除了論文內容的匡正及意見之外，更提供了相當多專業知識的指導，使得學生的研究得以於既定時間內完成。師恩浩翰，在此致上最高的謝意。

論文口試期間承蒙交通大學環工所黃志彬博士、中國石油探採研究所所長林國安博士於百忙之中給予諸多寶貴的意見及精闢的指正，使得學生的論文得以更形完整。

感謝群創光電長官莊慶隆處長及黃國強經理的支持及協助，並給予相關專業經驗的指正及意見，讓我於研究期間能有足夠的知識進行相關論文研究，並感謝群創光電公司環安、設備部門人員以及工研院研究團隊的協助及支援，使得學生的論文得以順利進行。

感謝父母親的支持及教誨，讓我在學習及工作的過程中能心無旁騖，盡情發揮，感謝我的兄長及交大的同學提供的良好建議及經驗傳承，讓我在此研究中能順利完成。

目 錄

授權書	
中文摘要	
英文摘要	
誌 謝	
表目錄	
圖目錄	
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	6
1.3 文獻回顧.....	8
第二章 研究方法與流程.....	10
2.1 製程最佳化參數調整研究.....	10
2.2 製程尾氣研究.....	10
第三章 製程尾氣處理研究實驗設備.....	16
3.1 製程尾氣處理設備 Local scrubber.....	16
3.2 Closed-Cell (Extractive) FTIR.....	23
3.3 RGA (In-Situ Residual Gas Analyzer).....	26
3.4 量測結果分析.....	28
3.4.1 FTIR 量測結果.....	28
3.4.2 RGA 量測結果.....	29
第四章 結果與討論.....	31
4.1 製程最佳化參數調整研究.....	31
4.1.1 NF ₃ 減量研究.....	31
4.1.1.1 CVD1 減量結果.....	31
4.1.1.2 CVD2 減量結果.....	34
4.1.1.3 CVD3 減量結果.....	35
4.1.2 SF ₆ 減量研究.....	36

4.2 製程尾氣研究	38
4.2.1 A Local Scrubber 測試結果	38
4.2.1.1 A Local Scrubber 進口端流量校正	38
4.2.1.2 A Local Scrubber 出口端流量校正	39
4.2.1.3 A Local Scrubber 處理效率評估結果(run clean).....	40
4.2.1.4 A Local Scrubber 處理效率評估結果(run depo)	41
4.2.1.5 NF ₃ 使用率	42
4.2.2 B Local Scrubber 測試結果	43
4.2.2.1 B Local Scrubber 進口端流量校正	43
4.2.2.2 B Local Scrubber 出口端流量校正	44
4.2.2.3 B Local Scrubber 處理效率評估結果(run clean)	45
4.2.2.4 B Local Scrubber 處理效率評估結果(run depo)	46
4.2.2.5 NF ₃ 使用率	47
4.2.3 C Local Scrubber 測試結果	48
4.2.3.1 C Local Scrubber 進口端流量校正	48
4.2.3.2 C Local Scrubber 出口端流量校正	49
4.2.3.3 C Local Scrubber 處理效率評估結果	50
4.2.3.4 機台 SF ₆ 使用率(C _i).....	51
4.2.4 D Local Scrubber 測試結果	53
4.2.4.1 D Local Scrubber 進口端流量校正	53
4.2.4.2 D Local Scrubber 出口端流量校正	53
4.2.4.3 D Local Scrubber 處理效率評估結果	55
4.2.4.4 機台 SF ₆ 使用率(C _i).....	57
第五章結論與建議	58
參考文獻.....	61
附錄 A TFT-LCD 製程簡介.....	63
附錄 B 物質安全資料表(MSDS)	69

表目錄

表 1.1 全球暖化潛勢(大氣暖化與 CO ₂ 比較相對能力).....	3
表 1.2 台灣七大行業溫室氣體年排放情況	4
表 3.1 常用之 Local Scrubber 廠牌與型號.....	16
表 3.2 製程設備與 Local scrubber 量測明細	21
表 3.3 Local scrubber 機台設備操作條件	22
表 4.1 縮短清潔時間研究實驗機台與條件	31
表 4.2 CVD1 縮短清潔時間 AOI 之影響.....	31
表 4.3 CVD1 縮短清潔時間對 Over etch 之影響	32
表 4.4 CVD1 縮短清潔時間對 NF ₃ 減量影響.....	34
表 4.5 CVD2 縮短清潔時間對 Over etch 之影響	34
表 4.6 CVD2 縮短清潔時間對 NF ₃ 減量影響.....	35
表 4.7 CVD3 縮短清潔時間對 Over etch 之影響	35
表 4.8 CVD3 縮短清潔時間對 NF ₃ 減量影響.....	36
表 4.9 CVD4 縮短清潔時間研究實驗機台與條件.....	36
表 4.10 CVD4 縮短清潔時間對成品 AOI 之影響.....	37
表 4.11 CVD4 縮短清潔時間對 SF ₆ 減量影響.....	37
表 4.12 A Local scrubber 量測儀器與流量條件	39
表 4.13 A Local scrubber 處理效率綜整表(run clean)	40
表 4.14 A Local scrubber 處理效率綜整表(run depo).....	41
表 4.15 B Local scrubber 量測儀器與流量條件.....	44
表 4.16 B Local scrubber 處理效率綜整表(run clean)	46
表 4.17 B Local scrubber 處理效率綜整表(run depo).....	47
表 4.18 C Local scrubber 量測儀器與流量條件.....	50
表 4.19 C Local scrubber 處理效率綜整表(run recipe).....	51
表 4.20 D Local scrubber 量測儀器與流量條件	55
表 4.21 D Local scrubber 處理效率綜整表(run dummy recipe)	56

表 5.1 縮短清潔時間對 NF_3 、 SF_6 減量彙整表58

表 5.2 處理效率彙整表58



圖目錄

圖 1.1 TFT-LCD 液晶螢幕尺寸進化圖	1
圖 1.2 地球氣候改變圖	3
圖 2.1 Local Scrubber 效率評估採樣系統圖	11
圖 2.2 Local Scrubber 處理效率及製程機台解離率評估流程.....	12
圖 2.3 採樣口位置及接頭型式	13
圖 2.4 現場作業程序及相關配合工作	14
圖 2.5 採樣現場 FTIR 及 RGA 量測示意圖	14
圖 3.1 燃燒水洗式 Local Scrubber.....	17
圖 3.2 觸媒分解式 Local Scrubber.....	18
圖 3.3 電熱水洗式 Local Scrubber 操作示意圖.....	19
圖 3.4 矽碳棒.....	20
圖 3.5 電熱水洗式 Local Scrubber 外觀.....	20
圖 3.6 電熱水洗式 Local Scrubber 內部結構.....	21
圖 3.7 密閉式 FTIR 示意圖.....	23
圖 3.8 抽氣式霍氏紅外光譜儀之儀器組態示意圖	24
圖 3.9 數種氣體分子之紅外光吸收特性	25
圖 3.10 FTIR 進行無塵室現場量測作業.....	25
圖 3.11 QMS 結構示意圖	26
圖 3.12 RGA 質譜圖	27
圖 3.13 RGA 進行無塵室現場量測作業	27
圖 3.14 Local scrubber 前、後端氣體之質流量變化趨勢	28
圖 3.15 Local Scrubber 前端氣體體積濃度趨勢圖.....	29
圖 3.16 製程機台分別於 plasma-off 與 plasma-on 時，Local Scrubber 前端 PFCs 氣體體積濃度趨勢圖	29
圖 3.17 Local scrubber 前、後端 Cl ₂ 之濃度變化趨勢.....	30
圖 4.1 縮短清潔時間 AOI 之表現	32

圖 4.2 清潔時間 370 秒壓力變化圖	33
圖 4.3 清潔時間 350 秒壓力變化圖	33
圖 4.4 CVD1 清潔時間壓力變化圖	34
圖 4.5 CVD3 清潔時間壓力變化圖	36
圖 4.6 A Local scrubber 進口端流量校正圖	38
圖 4.7 A Local scrubber 出口端流量校正圖	39
圖 4.8 A Local scrubber 進出口端 NF_3 濃度圖	41
圖 4.9 1ACVD3 製程機台 NF_3 使用率圖	42
圖 4.10 B Local scrubber 進口端流量校正圖	43
圖 4.11 B Local scrubber 出口端流量校正圖	44
圖 4.12 B Local scrubber 進出口端 NF_3 濃度圖	45
圖 4.13 0ACVD3 製程機台 NF_3 使用率圖	48
圖 4.14 C Local scrubber 進口端流量校正圖	49
圖 4.15 C Local scrubber 出口端流量校正圖	50
圖 4.16 C Local scrubber 進出口端 SF_6 濃度圖	51
圖 4.17 1ADET1 製程機台 SF_6 使用率圖	52
圖 4.18 D Local scrubber 進口端流量校正圖	53
圖 4.19 D Local scrubber 出口端流量校正圖	54
圖 4.20 D Local scrubber 進出口端 SF_6 濃度圖(chamber1、 2、3、4 同時 run dummy recipe).....	55
圖 4.21 D Local scrubber 進出口端 SF_6 濃度圖(chamber 4 於 plasma-off 時通入 60 sccm pure SF_6 ，而 chamber 1、2、3 則 bypass)	56
圖 4.22 0ADET1 製程機台 SF_6 使用率圖	57
圖 A.1 TFT-LCD 基本結構示意圖	63
圖 A.2 Array 製程流程圖	64
圖 A.3 Cell 製程流程圖	65
圖 A.4 製程設備圖	67