

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

氣體偵測系統偵測附屬機台數
之最佳化研究-以某半導體廠房為例

**The air detects the optimization research of subsidiary
machine number**

研究生：陳麒元

指導教授：陳春盛教授

中華民國九十七年七月

氣體偵測系統偵測附屬機台數
之最佳化研究-以某半導體廠房為例

The air detects the optimization research of subsidiary machine number

研究生：陳麒元 Student : Chi-Yuan Chen

指導教授：陳春盛 Advisor : Chun-Sung Chen



A Thesis

Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk Management

College of Engineering

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Industrial Safety and Risk Management

July 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十七 年 七 月

氣體偵測系統偵測附屬機台數之最佳化研究

-以某半導體廠房為例

學生：陳麒元

指導教授：陳春盛

國立交通大學工學院產業安全與防災碩士班

摘要

由於高科技廠房製造過程中使用大量毒性、可燃性、腐蝕性氣體，由儲存、供應及生產後之尾氣排放，皆需符合環保、安全法令的需求。但氣體偵測器的規範，並沒有相當完善法令依據，目前可參考的法規有 SEMIS4、SEMI 2697、NFPA 318、FM7-7、高壓氣體勞工安全規則、勞工安全衛生設施規則。由於各項規範之定義並未完全一致，故在選擇及設定上，可依照廠內實際狀況來決定。

本研究的目的，就是在建立半導體廠房氣體偵測器偵測附屬機台數的最佳化，評估尾氣的洩漏監測，比較相同佈點方式，監測機台數不同，洩漏時緊急應變人員，追察漏點所需的時間及人力成本及建立查漏程序步驟最佳化。

藉由廠內異常事故的收集，分析、統計各項變數，以達到工廠成本及安全防護的最佳化，並做為新建廠尾氣設置評估參考。

關鍵詞：氣體偵測系統、尾氣偵測、洩漏

The air detects the optimization research of subsidiary machine number

Student : Chi-Yuan Chen

Advisors : Dr. Chun-Sung Chen

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

ABSTRACT

Because high-tech factory premises the manufacturing uses a great deal of gas including of toxicity ,combustibility and causticity by the tail spirit of the store, supply and production back emissions, all need to match the environmental protection and security ordinance. But the standard of the air detector, there is no rather perfect ordinance according to.The laws that can make reference has SEMIS4, SEMI 2697, NFPA 318, FM7-7, the high pressure air labor safe rule, the labor safe rule of the health facilities. Because the definition of various standard isn't completely consistent,We can choice and set up according to the actual condition the factory.

The purpose of this research is creating the optimization that the semiconductor factory premises air detector detects subsidiary machine number.

By the data collections and analyze this data of abnormal accident inside the factory,we hope can reach factory safe protection and save the dual benefit of cost. The result of this research maybe can be a reference of the tail gas set up for lately set up factory.

Key words: Gas Detects System, Tail Gas Detects, Leak

誌謝

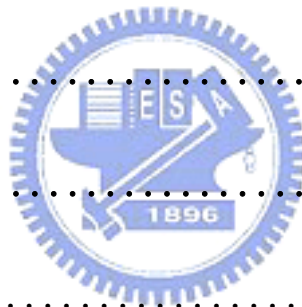
首先非常感激指導教授陳春盛博士，其淵源的學識及豐富之經驗，加上悉心指導與諄諄教誨，在此謹致最誠摯的敬意與謝意。另外要感謝陳光漢處長的勉勵，在職場上教導我實務經驗、在學堂上傳授我理論基礎。更要謝謝丁立文經理的支持讓我能同時兼顧職場及學業，也要謝謝我的長官林光烈及蕭全佑副理，在論文上給我的建議。

在學期間，同班同學國基、勝祈也給我很多寶貴意見，使得本研究能更臻完善。資料調查期間部內同仁崇弘、林昆、孟志、春棋、晃生…等人之協助及提供資料，才能使本論文順利完成。

在產安研究所這3年來，它提升了我風險管理意識，學習並增加許多專業技能，對職場生涯真是受益匪淺，也讓自己在各方面多所成長。最後要謝謝我的父母，對我的培育及教誨以及愛妻文慈的體恤與成全，相信畢業後並非是學習的結束，乃是邁進人生另一學習階段的開始，期望應用學校所學，盡微薄力量為企業、社會盡自己應盡的責任。

目錄

摘要.....	III
ABSTRACT.....	IV
誌謝.....	V
目錄.....	VI
表目錄.....	IX
圖目錄.....	XI
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景及動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究步驟.....	3
1.4 論文結構.....	5
第二章 文獻探討.....	6
2.1 氣體監測系統.....	6
2.2 氣體供應系統.....	7
2.2.1 大宗氣體(Bulk Gases)供應系統.....	8



2.2.2 特殊氣體(Specialty Gases)供應系統.....	9
2.2.2.1 氣瓶櫃系統.....	10
2.2.2.2 特殊氣體閥箱(Valve Manifold Box).....	13
2.2.2.3 氣體控制室(Gas Box)及製程管路設計.....	14
2.3 氣體偵測器偵測種類.....	15
2.3.1 電化學式.....	15
2.3.2 紅外線式.....	16
2.3.3 熱裂解式.....	17
2.4 氣體偵測器佈點規劃及方式.....	18
2.5 研究方法.....	21
2.5.1 變異數分析.....	21
2.5.1.1 變異數分析的基本假設.....	22
2.5.1.2 變異數同質性檢定.....	22
2.5.1.3 單因子變異數分析.....	24
第三章 尾氣佈點點數及查漏程序說明.....	27
3.1 尾氣佈點點數.....	27
3.2 查漏程序說明.....	33
3.2.1 氣體監測系統發報狀況.....	33
第四章 尾氣異常報告收集、資料統計及分析.....	46



4.1 異常事故報告收集及異常事故統計表	46
4.2 資料統計及分析	58
4.2.1 附屬機台數不同洩漏位置的差異.....	58
4.2.2 附屬機台數不同查漏人力成本的差異.....	60
4.2.3 附屬機台數不同查漏時間差異.....	63
4.2.4 附屬機台數不同洩漏處理總成本的差異.....	66
第五章結論.....	69
5.1 本研究結果	69
文獻參考.....	70



表目錄

表 2-1 特性分類方式.....	8
表 2.2 氣瓶櫃分類表	12
表 2.3 常見的氣體偵測器的干擾因素.....	19
表 2.4 各區域氣體偵測器佈點的點數規劃.....	20
表 2.5 K 組隨機樣本的資料型態.....	25
表 2.6 變異數分析摘要表 (ANOVA TABLE).....	26
表 3.1 濾毒罐分類	39
表 3.2 攜帶式氣體偵測器	42
表 3.2-1 攜帶式氣體偵測器	44
表 4.1 異常事故原因調查表.....	48
表 4.2 異常事故統計表各欄位定義.....	49
表 4.3 異常事故統計表.....	50
表 4.4 洩漏位置之次數分配表.....	59
表 4.5 附屬機台數不同查漏人力成本的差異.....	60
表 4.6 附屬機台數不同查漏成本的同質性檢定.....	61
表 4.7 附屬機台數不同平均查漏成本檢定.....	61
表 4.8 附屬機台數不同查漏成本的多重比較.....	62
表 4.9 附屬機台數不同查漏時間差異.....	63

表 4.10 附屬機台數不同查漏時間的同質性檢定.....	64
表 4.11 附屬機台數不同平均查漏時間檢定.....	64
表 4.12 附屬機台數不同查漏時間的多重比較.....	65
表 4.13 附屬機台數不同查漏時間的細部多重比較.....	66
表 4.14 附屬機台數不同洩漏處理總成本的差異.....	66
表 4.15 附屬機台數不同洩漏處理總成本的的同質性檢定.....	67
表 4.16 附屬機台數不同洩漏處理總成本的平均數檢定.....	67
表 4.17 附屬機台數不同洩漏處理總成本的多重比較.....	68



圖目錄

圖 1-1 研究流程圖.....	4
圖 2.1 氣體偵測系統架構圖.....	7
圖 2.2 BULK GAS 供應系統架構圖.....	9
圖 2.3 特殊氣體供應系統架構圖.....	10
圖 2.4 雙鋼氣瓶櫃結構圖.....	11
圖 2.5 雙鋼氣瓶櫃實體圖.....	12
圖 2.6 特殊氣體氣體閥箱實體圖.....	13
圖 2.7 特殊氣體閥箱結構圖.....	14
圖 2.8 氣體控制室實體圖.....	15
圖 2.9 電化學式氣體偵測器.....	16
圖 2.10 紅外光氣體偵測器作用原理.....	17
圖 2.11 熱裂解氣體偵測器作用原理.....	17
圖 3.1 六個附屬機台佈一點偵測器示意圖.....	28
圖 3.2 五個附屬機台佈一點偵測器示意圖.....	28
圖 3.3 四個附屬機台佈一點偵測器示意圖.....	29
圖 3.4 三個附屬機台佈一點偵測器示意圖.....	30
圖 3.5 二個附屬機台佈一點偵測器示意圖.....	31
圖 3.6 單一個附屬機台佈一點偵測器示意圖.....	32

圖 3.7 防災監控系統主畫面.....	34
圖 3.8 發報樓層及區域畫面.....	35
圖 3.9 警報機台名稱及警報氣體種類畫面.....	36
圖 3.10 警報設定發報值、干擾表、偵測狀況畫面.....	36
圖 3.11 發報機台洩漏氣體濃度曲線畫面.....	37
圖 3.12 淨氣式呼吸防護具.....	38
圖 3.13 監控中心氣體洩漏人員查漏程序圖.....	41
圖 4.1 洩漏位置之柏拉圖.....	59



第一章 緒論

1.1 研究背景及動機

為因應二十一世紀的全球化挑戰，政府全力推展兩兆雙星計劃，主要扶持的就是半導體與 LCD 業，以及生物科技與數位內容等新興產業。也由於高科技廠房的技術門檻、資金需求高，在風險管理及安全的要求上也不同於一般產業。


但回顧近年來科技業主要風險，除了市場的需求及同業的競爭外，最常見的就是火災、化學品、毒氣洩漏等災害。其中 2005 的茂迪大火，不僅使股價立即跌停，更造成一名員工喪命。主要的原因就是矽甲烷氣體外洩造成火災、爆炸，衍生的不止是法律及財物的損失，更重要的是投資人的信心，企業形象的受損。在工安環保意識高漲的趨勢中，能快速、有效偵測到有害氣體的洩漏，不僅能減少、限制污染，更能為地球盡一份心力，因此有害氣體的控制及偵測也日益重要。

就風險管理的角度而言，及時發現危害、有效限制異常的發生是一個重要的課題。因此有害氣體洩漏時，能快速有效的偵測到洩漏氣體，可以使勞工在第一時間受到保護，免於遭受困境，是企業主應善盡其責任與義務。也期許全民能一起重視

勞工安全衛生工作，減低職業災害的發生。

1.2 研究目的

近年來高科技廠房林立，高科技廠房所使用之有毒、有害氣體甚多，國內外也發生過多起氣體洩漏造成之人員中毒、火災等意外事故，因此對於有毒、有害氣體儲存、供應及反應完後之尾氣排放，無論在安全偵測、防護裝置、都相當重視。隨著時代的演進，氣體偵測系統的軟、硬體功能已大幅提升。洩漏發生時之安全互鎖、緊急連動，備援裝置也日趨完善。



有鑑於此，氣體偵測系統對於尾氣的排放偵測扮演著很重要的角色。及時偵測到洩漏，可保障人員安全及環境污染、減少異味發生，提供員工一個良好的工作環境。由於產業競爭，各項成本支出無不錙銖必計，因此對於製程尾氣的監測佈點、人員的查漏費用、方法、尾氣洩漏處理時間，各項成本與效益的評估將在本文做更深入的研究。

主要具體研究項目可歸納為以下五點：

- 一、 氣體監控系統架構及系統概念。
- 二、 尾氣洩漏異常報告資料收集與分析。
- 三、 查漏程序及洩漏位置統計分析。
- 四、 尾氣佈點點數最適化。

五、 提供產業及學術界之新建廠房尾氣佈點規劃。

1.3 研究步驟

本研究流程擬分為以下步驟，如圖 1-1。

- 一、 確認研究目的與主題。
- 二、 國內外相關文獻蒐集整理。
- 三、 氣體監控系統概念說明。
- 四、 尾氣異常報告收集。
- 五、 整合統計資料。
- 六、 詮釋及討論。
- 七、 結論與建議。



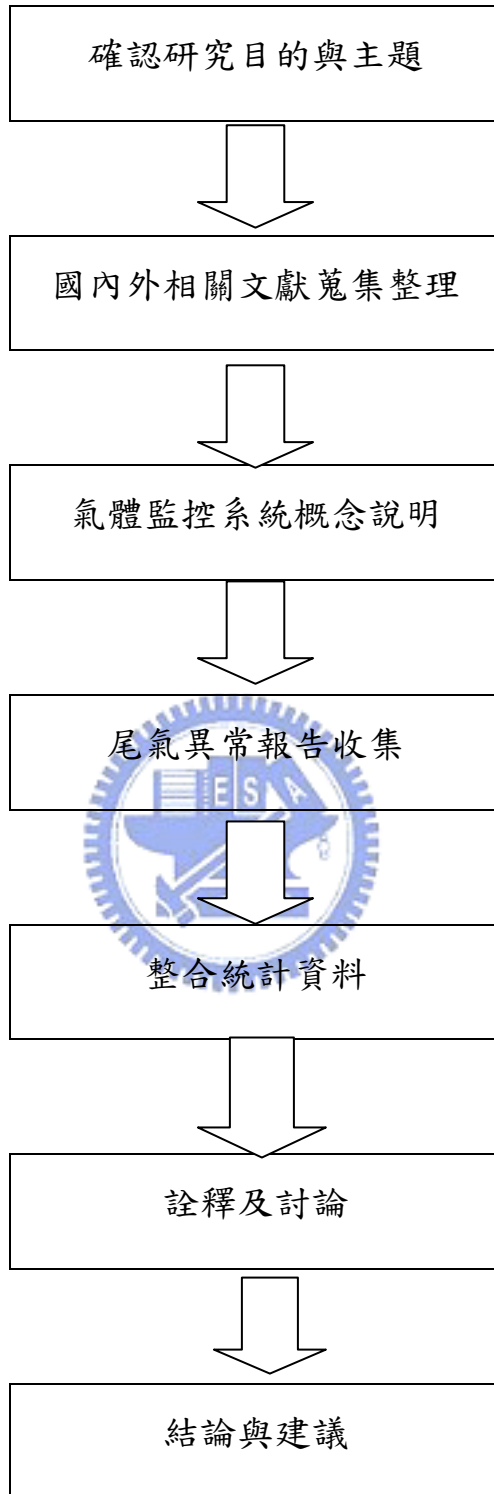


圖 1-1 研究流程圖

1.4 論文結構

本研究分為五章，其論文結構如下：

第一章、緒論：包括研究背景及動機、研究目的、研究步驟與論文論架構。

第二章、文獻探討：主要針對半導體廠氣體監測系統、氣體供應流程、及氣體監測方法與佈點方式等方面回顧與探討，加以歸納做為研究之理論基礎。

第三章、尾氣佈點點數及查漏程序說明。

第四章、尾氣異常報告收集、資料統計及分析。


第五章、結論與建議：說明本研究之結論與建議，並給後續研究者做參考。



第二章 文獻探討

本章內容將介紹目前半導體廠氣體監測系統、氣體供應流程、及氣體偵測方法與佈點方式。由於半導體製造過程中使用大多為有毒、腐蝕或易燃性之氣體，如果於生產過程中，一旦發生氣體洩漏，在無警示的狀況下，可能造成現場人員安全上極大的威脅，因此氣體監控系統在半導廠中擔任極重要之角色，能即時偵測氣體洩漏，示以警報及連鎖安全裝置，使監控人員有足夠時間反應及處置。

2.1 氣體監測系統



氣體監控系統監測晶圓廠所使用的各種製程氣體、有機化學溶劑及酸鹼廢液之洩漏和供應狀況，另整合氣體偵測器、氣體／化學供應及分析設備、語音警報、地震儀、警示燈等系統，以提供廠區安全且嚴密之監控，並於狀況發生時，啟動系統相關設定功能，保障人身及財產安全，避免因意外造成客戶人身及財產重大損失。

氣體偵測系統主要由氣體偵測器、Remote I/O、可編程序控制器 (PLC)、SCADA、圖控系統、警報及連動裝置等所組成如圖 2.1。針對於危害氣體可能洩漏的區域，依使用的氣體設置不同的氣體偵測器，將氣體由泵浦吸引經由反應腔作用產生與氣體濃度成正比之電訊號，此訊號傳輸至 Remote I/O 至 PLC、SCADA，再經由電腦圖控發報，監控中心人員可

快速了解發報地點、洩漏氣體種類及濃度。

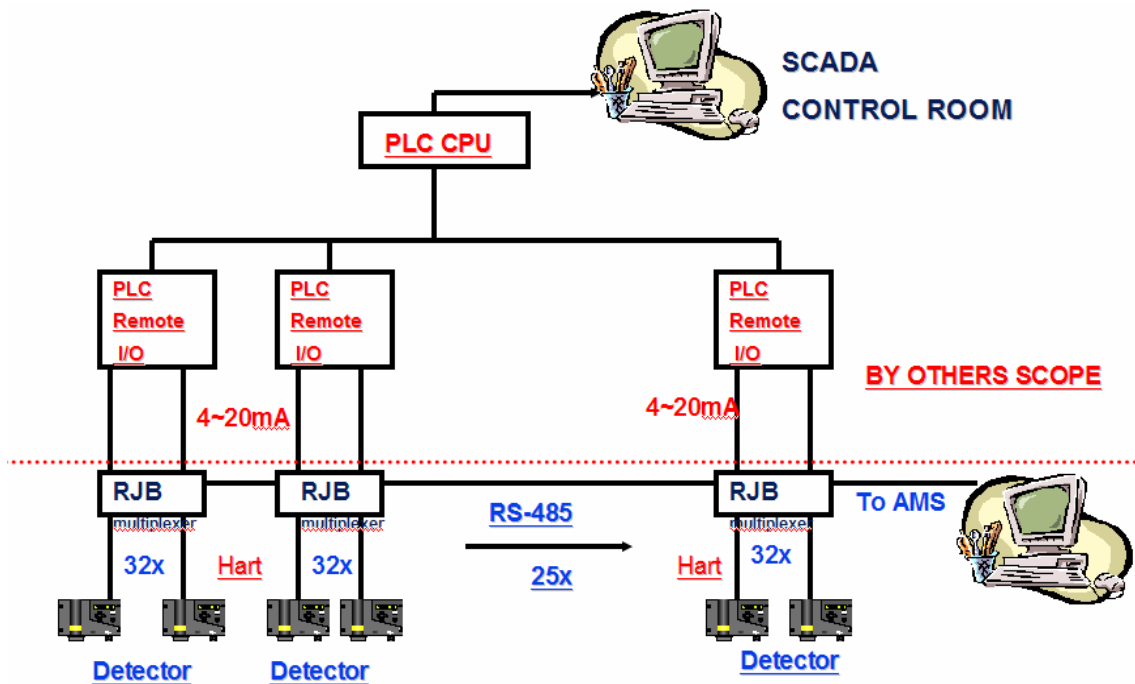


圖 2.1 氣體偵測系統架構圖

2.2 氣體供應系統

氣體供應系統是指將氣體由儲存容器，經由氣體管路及配件供應給製程機器，使氣體進行傳輸的一種系統。

半導體製程氣體依其特性分類方式，一般分為腐蝕性/毒性氣體，可燃性氣體、助燃性氣體、惰性氣體四類如表 2.1:

表 2-1 特性分類方式

	氣體名稱
腐蝕性/毒性氣體	BCl_3 、 C_4F_6 、 C_5F_8 、 AsH_3 、 Cl_2 、 ClF_3 、 HBr 、 HCl 、 SiH_2Cl_2 、 PH_3 、 NF_3 …等。
可燃性氣體	H_2 、 CH_4 、 SiH_4 、 SiH_2Cl_2 、 CO …等。
助燃性氣體	O_2 、 N_2O 、 NF_3 …等。
惰性氣體	N_2 、 CF_4 、 C_2F_6 、 SF_6 、 CO_2 …等。

2.2.1 大宗氣體(BULK GASES)供應系統

晶圓廠製程所需之氣體是由廠務系統供應，但由於使用特性及使用量的差異，在系統的規劃上亦有所不同，針對使用量較大之氣體，稱為大宗氣體。

一般使用的大宗氣體，如 N_2 、 H_2 、 O_2 、 Ar 等，其供應方式可分為現地生產(on-site)及外地供應如圖 2.2。外地供應大多以儲槽(Tank)、鋼瓶(Cylinder)/集束組(bundle)、槽車(Tube Trailer)三種。如 Ar 、 H_2 大多以集束組或槽車供應至儲槽，經由精製、品質監控等步驟，再提供給機台使用。現地生產(on-site)，最常見的是 N_2 ，將空氣經由過濾、節熱器加熱、觸媒塔進行鈍化、冷卻、吸附等程序製造 N_2 ，存於儲槽，再經由精製、品質監控以達到製程所需的要求，供應至使用者(POU)。

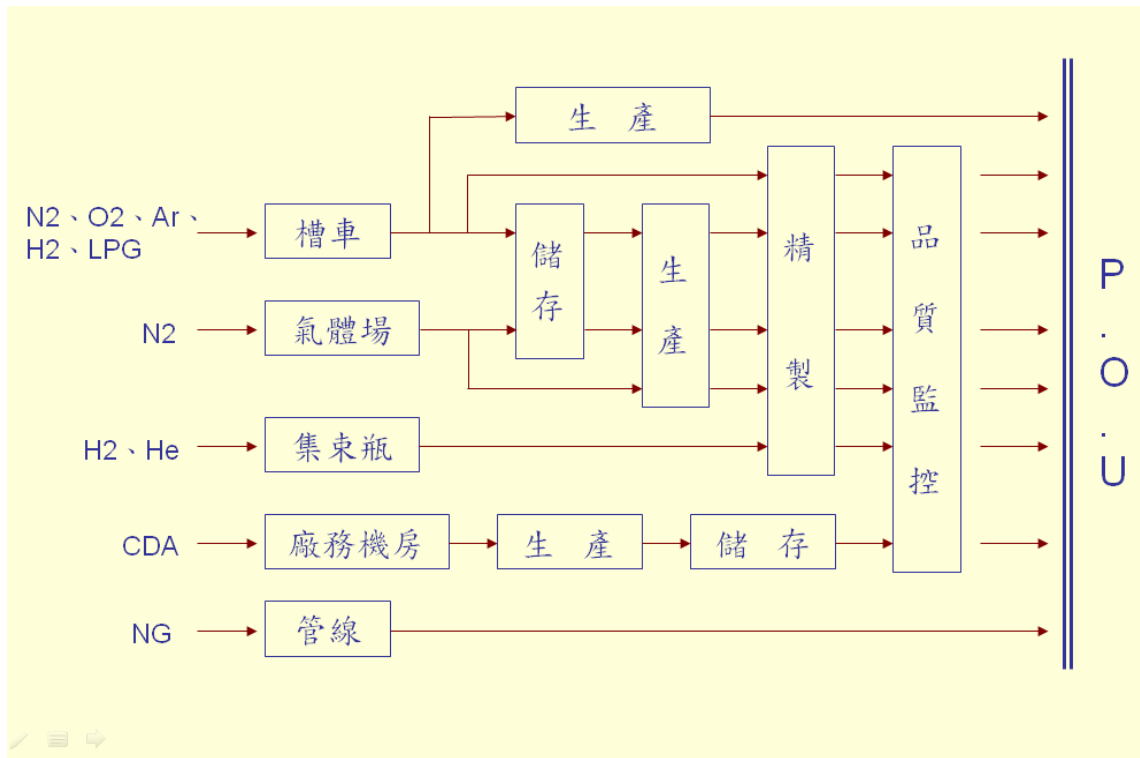


圖 2.2 BULK GAS 供應系統架構圖



2.2.2 特殊氣體(SPECIALTY GASES)供應系統

特殊氣體具有高毒性、腐蝕性、助燃性、自燃發火爆炸性，若是外洩對於人體、環境、設備可能造成不可彌補的傷害。所以在氣體儲存及供應都必須極為注意。

特殊氣體集中管理儲存氣體室(CC Room)大多儲存於鋼瓶置於氣瓶櫃中，經由管路供應至分岐閥箱(VMB, Valve Manifold Box)，分流至機台(Tool)氣體控制室(Gas Box)，再進入機台反應腔(Chamber)如圖 2.3。

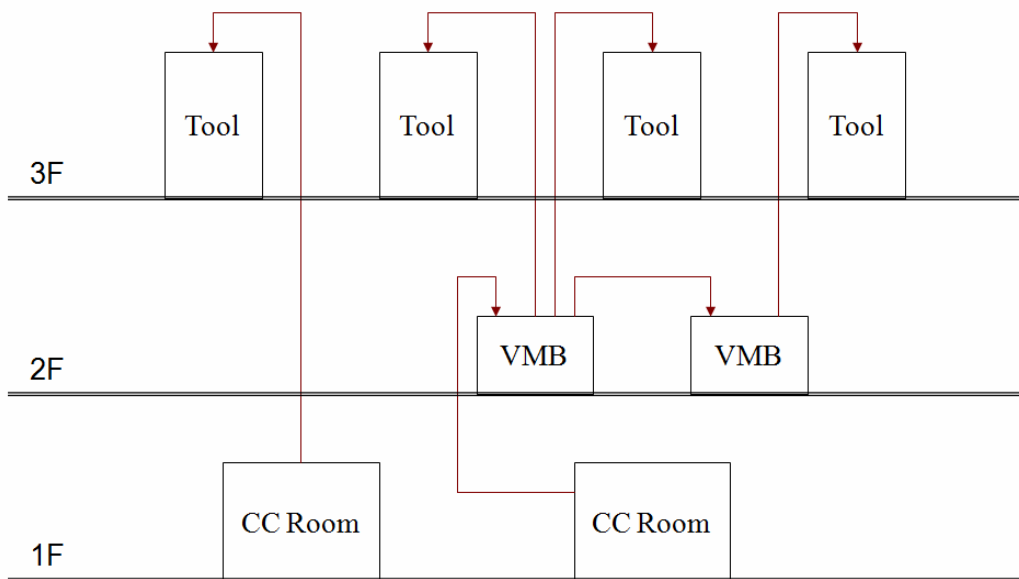


圖 2.3 特殊氣體供應系統架構圖



2.2.2.1 氣瓶櫃系統

半導體製程中所使用的各種毒性、腐蝕性、可燃性氣體，這些氣體大多儲存於鋼瓶中。但由於其危險性，必須將鋼瓶置於氣瓶櫃中隔離，以保持輸送安全。氣瓶櫃為一安全隔離之儲放、供應設備，依氣體危害的特性不同，選用設置不同的氣瓶櫃，以保障供應的品質及安全性。

氣瓶櫃的安全裝置，有氣體偵測器、UV/IR火燄偵測器、消防灑水頭、鋼瓶緊急遮斷閥、過流量關閉裝置(EFS)等等。氣體偵測器功用-氣瓶櫃持續負壓抽氣，以氣體偵測器偵測氣櫃內鋼瓶狀況，當洩漏異常發生時，氣體偵測器會連動遮斷裝置，遮斷氣體供應。消防灑水頭-當氣瓶櫃內發

生燃燒，溫度升高使灑水頭破裂，灑水降溫滅火防護。緊急遮斷閥-當地震達設定級數，氣體偵測器偵測洩漏達設定值，氣體流量超越設定值、人員按下緊急開關(E. M. O)等動作皆會連動緊急遮斷閥，阻斷氣體供應。如圖2.4。

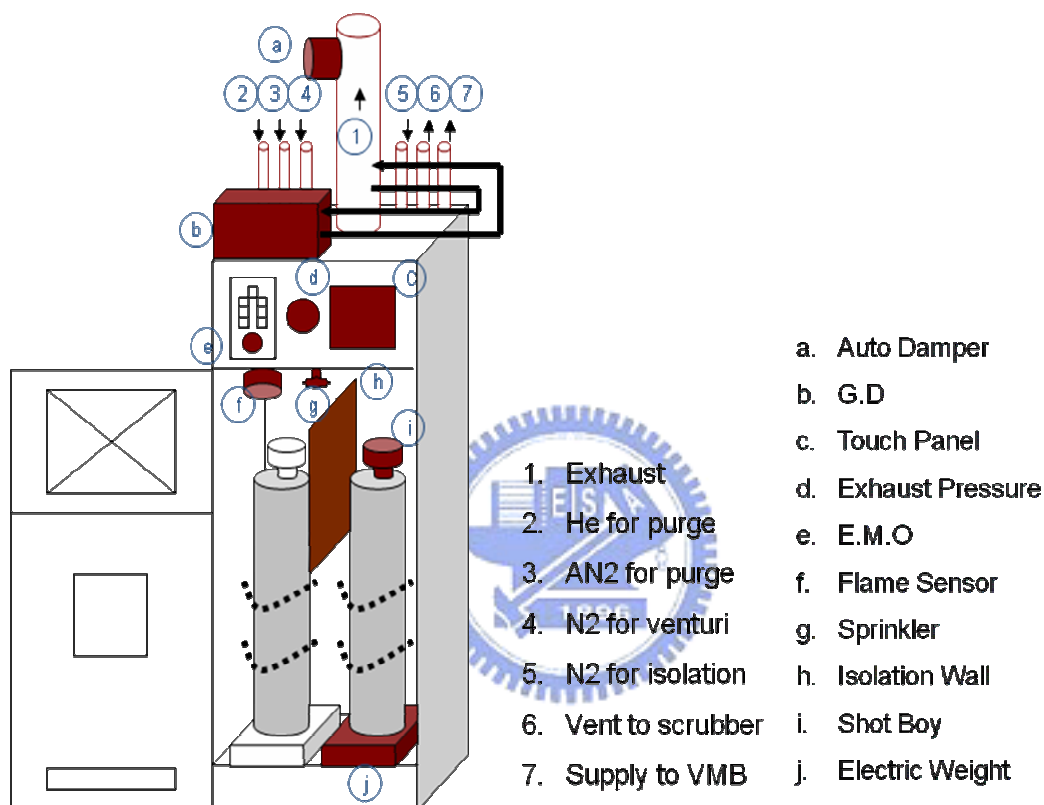


圖 2.4 雙鋼氣瓶櫃結構圖

依氣瓶櫃的類型可分為單鋼、雙鋼、三鋼鋼瓶三種，依不同的需求選用合適的氣瓶櫃，如表2.2。單鋼鋼瓶特性簡單、成本低，更換鋼瓶時會有製程中斷的狀況。雙鋼鋼瓶成本較低，但可能造成交互污染，優點為不因鋼瓶更換而中斷製程，為最常見者，如圖2.5。三鋼鋼瓶，成本較高，但可避免不同氣體相互污染，風險低。

表 2.2 氣瓶櫃分類表

氣瓶櫃種類	特性
單鋼鋼瓶	1、製程未有量產之考量，常用於實驗室。 2、簡單、節省空間、成本低，需透過日常管理以避免製程中斷。
雙鋼鋼瓶	1、製程有量產之考量，不允許停機。 2、由廠務端統一供應高純度氮氣，成本較低，但可能造成交互污染。
三鋼鋼瓶	1、製程有量產之考量，不允許停機。 2、設置成本較高，但可避免不同氣體相互污染，風險低。



圖 2.5 雙鋼氣瓶櫃實體圖

2.2.2.2 特殊氣體閥箱(VALVE MANIFORD BOX)

特殊氣體閥箱(Valve Manifold Box)是串聯氣瓶櫃與設備機台的角色，能安全並穩定地將特殊氣體供應到不同的製程機台，依供應氣體規劃，一般裝有8個分歧閥，分別供給不同的製程機台使用。特殊氣體閥箱的設計，是使相容或相同氣體放置於同一閥箱中，便於管路擴充、使管路易於管理並減少氣體測器佈點成本。如圖2.6。



圖 2.6 特殊氣體氣體閥箱實體圖

在特殊氣體閥箱之控制盒，會以隋性氣體維持盒內正壓，避免盒內電線、電源、火花與洩漏可燃性氣體反應，造成火災事故。

於特殊氣體閥箱上面，裝有抽風設備，並依供應氣體種類，裝設氣體偵測器。當閥內管路有氣體洩漏，氣體濃度達到設定值時，氣體偵測器會連鎖安全裝置，以氣動閥關斷供應來源。如圖2.7。

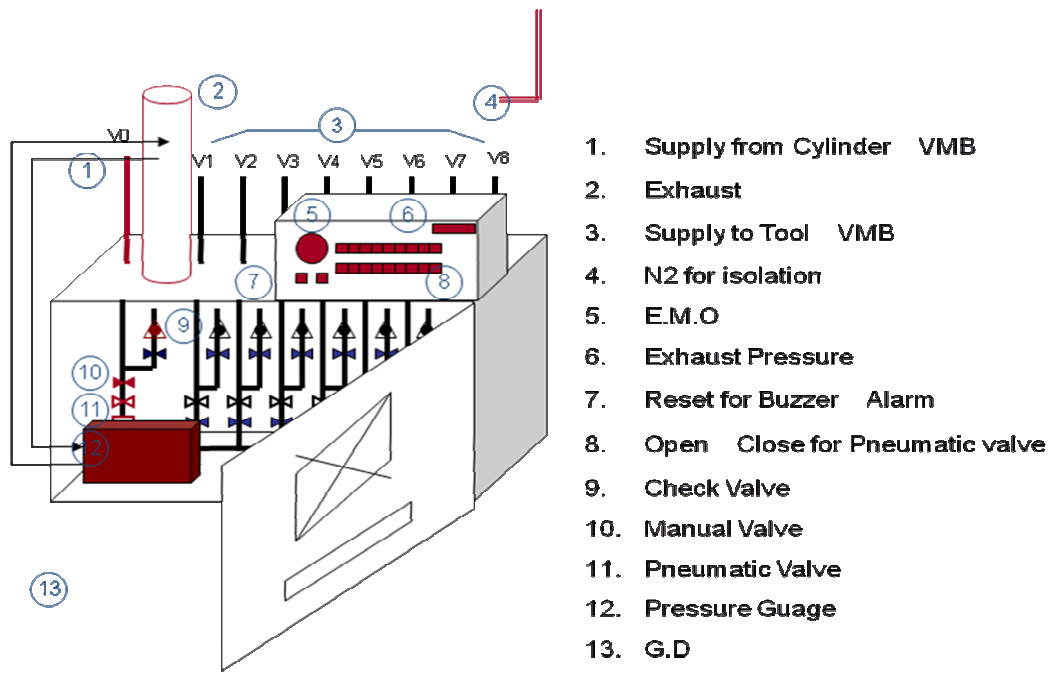


圖 2.7 特殊氣體閥箱結構圖



2.2.2.3 氣體控制室(GAS BOX)及製程管路設計

製程氣體需經氣體控制室調整流量及流速，再進入機台反應腔，並依製程所需之程序步驟、溫度、時間參與製程反應。氣體控制室的目的，是集中管理製程機台所需的氣體，在進入機台反應腔前，隨時監測氣體控制室是否有氣體洩漏的情形，以避免氣體洩漏造成生產廠房(FAB)異常事故，干擾晶圓製造流程。如圖 2.8。

製程管路之流速設計，以一般氣體來說理想流速約小於 20m/sec，可燃性氣體之理想流速約小於 10m/sec，特殊氣體理想流速約小於 6m/sec，依製程需求、條件會略有不同。另外再考量氣體特性、輸送遠近，設置

溫控設備，如:保溫棉、加熱帶等等。

其他在設計要求上的通略要領，有管路集體化設計、縮短管路距離與減少彎曲、管路儘量減少凸緣等三項。



圖 2.8 氣體控制室實體圖

2.3 氣體偵測器偵測種類

2.3.1 電化學式

氣體經過濾膜進入 Sensor 溶解在電解液中，與電解液反應-產生離子或電子等帶電物質。氣體產生之離子或電子數量與氣體濃度成正比，

藉由偵測 Sensor 電路之變化，即可得知氣體濃度。圖 2.9。

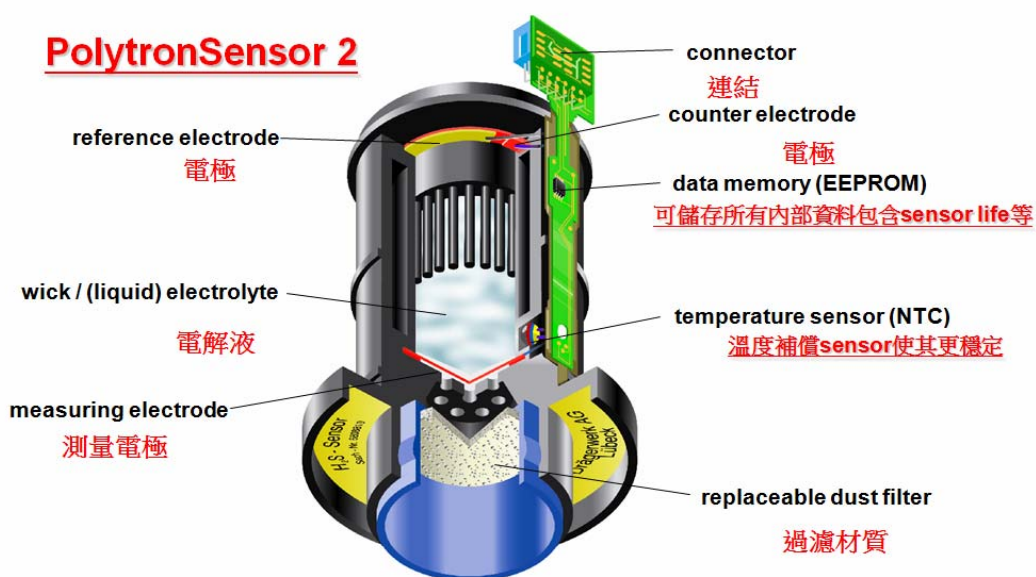


圖 2.9 電化學式氣體偵測器



2.3.2 紅外線式

利用氣體分子對紅外光均有其特定的吸收波長，氣體濃度愈高則吸收程度愈強。紅外光式偵測器即是針對這種特性，以紅外光照射氣體，氣體分子因吸收能量產生振動扭曲等現象，但紅外光也隨之衰減。藉由選擇適當波長及測量 IR 衰減量即可得知氣體濃度。圖 2.10。

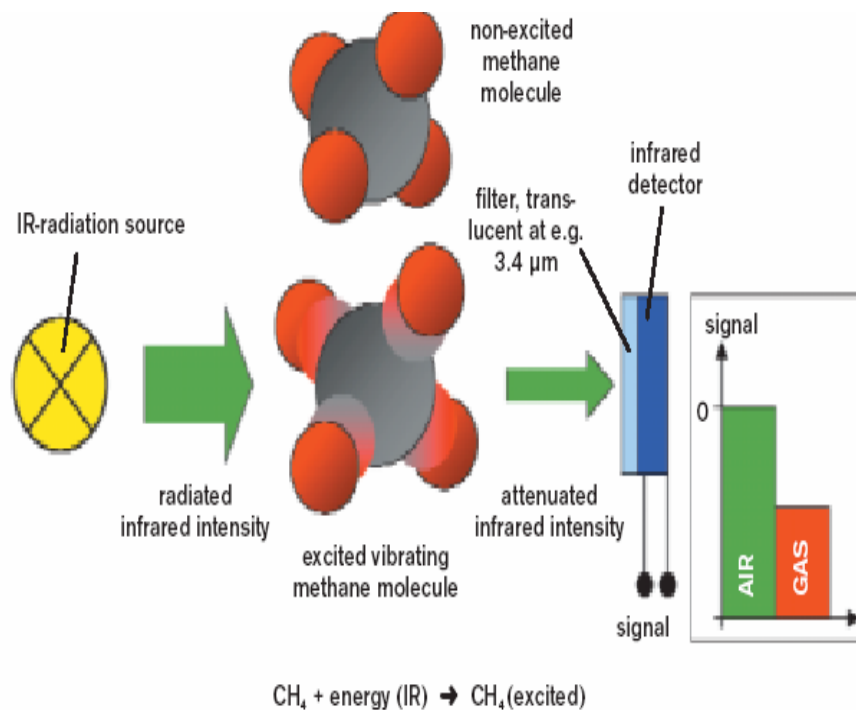


圖 2.10 紅外光氣體偵測器作用原理



2.3.3 熱裂解式

其原理是利用加熱裂解（約 970°C）難以氧化還原的氣體（如：NF₃、C₄F₆、C₅F₈ 等），使其裂解成 NO、HF，再用 sensor 加以偵測其濃度後，再換算成 NF₃ 或 C₅F₈ 之濃度。如圖 2.11。

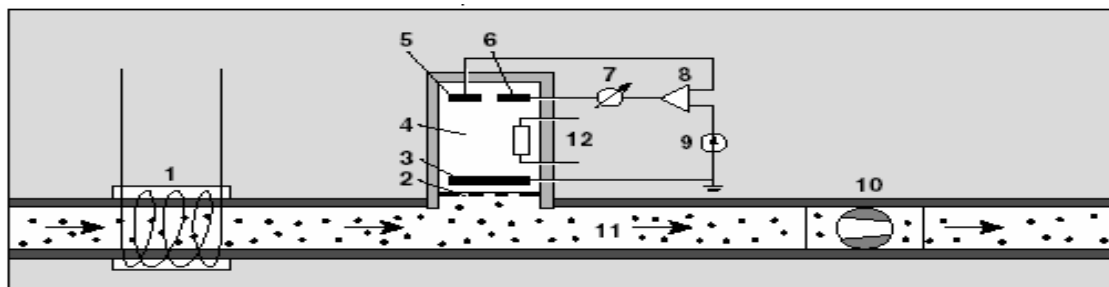


圖 2.11 熱裂解氣體偵測器作用原理。

2.4 氣體偵測器佈點規劃及方式

目前氣體偵測器的相關規範，並沒有相當完善法令依據，目前可參考的法規有 SEMIS4、SEMI 2697、NFPA 318、FM7-7、高壓氣體勞工安全規則、勞工安全衛生設施規則、特殊材料氣體災害防止安全基準、毒性化學物質偵測及警報設備設置及操作要點。由於各項規範之定義並未完全一致，故在選擇是否設置或警報設定上，可依照廠內實際狀況來決定。一般晶圓廠氣體偵測佈點的基本準則，首先是確認潛在的危害氣體及化學物質，了解氣體或化學品使用情形及可能產生洩漏位置，選用性能合適偵測器，並降低誤警報及干擾的可能性。由於晶圓廠之製程區域為無塵室，無塵室為一溫度、溼度及壓力及迴風量穩定的環境，它需要大量的新鮮空氣。外氣空調箱便是吸引外氣進入的第一關卡，因此空調箱設立的位置，需考量高度、風向、污染源等因素，避免造成廠內異味、氣體偵測器干擾，污染製程的情況。

由於無塵室內機台的維修保養，大多使用易揮發的酒精、異丙醇、雙氧水等物質，再加上無塵室內氣體迴風等因素，都會造成誤警報及干擾的狀況。由表 2.3，是常見的氣體偵測器的干擾因素。

表 2.3 常見的氣體偵測器的干擾因素

氣體偵測器種類	干擾源
PFC sensor	PF5060
CO sensor	酒精
PFC sensor	抗凍劑
HCL、ACL、Hydride sensor	epoxy
Hydride sensor	雙氧水
ACL、HC、HCl sensor	柴油廢氣
各種氣體測器	無線電近距離發射

晶圓廠房之氣體監測器佈點主要可分為五類，氣體控制室偵測(Gas Box)、製程尾氣排氣偵測、氣瓶櫃排氣偵測、特殊氣體閥箱(VMB) 偵測、環境偵測。如表 2.4。晶圓廠房各區域氣體偵測器佈點的點數規劃，屬於製程供應的部份，由於特殊氣體的危害性高，故大多採獨立一點氣體測器偵測。屬於製程尾氣排氣偵測，由於氣體已於製程反應腔內作用，離開反應腔後，所產生的尾氣毒性、濃度皆較小，故大多採用多部機台共用一點氣體測器偵測共測。製程尾氣排氣偵測，也就是後續欲研究的項目。

表 2.4 各區域氣體偵測器佈點的點數規劃

佈點位置	偵測器佈點的點數
氣體控制室(Gas Box)	依氣體種類獨立一點
製程尾氣排氣偵測	依氣體種類獨立一點或與 PUMP 共測
氣瓶櫃排氣偵測	依氣體種類原則上獨立一點
特殊氣體閥箱(VMB)	依氣體種類原則上獨立一點
環境區域	各氣體房依氣體種類共用一點



2.5 研究方法

2.5.1 變異數分析

變異數分析(Analysis-of-Varinnce)，簡稱(ANOVA)是統計學家費雪(Fisher, R. A.)首創，一開始是應用於農業實驗結果之考驗，而現在則被廣泛推廣適用於各種實驗領域，一般來說，變異數分析主要是檢定三個或三個以上的母體平均數是否相等的統計方法，或檢定因子 (Factor) 對依變數是否有影響的統計方法。

變異數分析是一種統計分析的方法，將一組資料的變異，依可能發生的變異來源，分割為數個部份，亦即每一部份均可歸因於某原因（變異來源）；測度這些不同的變異來源，可瞭解各種變異是否有顯著差異；若有差異，則表示某變異來源對資料具有顯著的影響作用。而此種差異在統計學中則以變異(離差平方和，SS, Sum-of-squares)表示之；通常可分為兩方面來說明變異產生的原因：

1. 已知原因之變異
2. 抽樣誤差
3. 未知原因之變異(或稱為實驗誤差)

亦即以下列關係式表示之：

總變異 = 組間變異 + 誤差變異

$$SS_{\text{total}} = SS_{\text{between}} + SS_{\text{error}}$$

變異數分析之目的主要在於考驗若干母群平均數之是否相等。亦即兩組資料比較平均數的差異時，是使用 t 檢定，而比較二組以上的平均數等，就需使用到變異數分析。因此，當比較兩組樣本時，F 值就等於 t 值的平方 ($F : t^2$)。

2.5.1.1 變異數分析的基本假設

1. 各樣本之母群體為常態分配。(normality)
2. 各樣本之母群體為獨立性。(independence)
3. 各組樣本之母群體變異數相同。(homogeneity-of-variance)

2.5.1.2 變異數同質性檢定

變異數同質性檢定，是在變異數分析時各組的變異數須假定相等，通常使用於樣本大小不等或母群體變異數不等時。

其考驗的虛無假設、對立假設如下：

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

H_1 ：變異數不完全相等

變異數同質性檢定的方法有：

- Hartley' s F-max test (1950)
- Bartlett' s test (1949)
- Box test
- Levene test (1960)

當資料分佈是常態時，Bartlett 法是很好的方法，但是它對分佈型態很敏感，依據 Conover etc. (1981)，Levene 檢定法不受限於資料之分佈，是較適當的方法。因為 Levene test 不受限資料的分佈型態，亦可檢定兩組或兩組以上的數據，計算方式是將原始數據與其中位數相減，取絕對值成為新的觀察值，以此作為變異數分析的數據；Levene test 可使用 SPSS 此工具來分析 K 組的變異數是否相等，也為本研究後續檢定 K 組變異數是否相等的一個統計方法。

2.5.1.3 單因子變異數分析

單因子變異數分析旨在比較一種自變項的不同處理方式對某依變項的影響。此種實驗設計愈簡易，結果則愈有意義，且易於解釋，因此單因子實驗設計可說是最簡單且最有力的統計方法。然而在實驗設計中，當資料收集容易取得時，通常會包括許多的實驗與變項，因此，如果研究者興趣從資料中作有意義的推論時，則此一方法並不是一種很好的研究設計。此外在研究當中，研究者應該注意的是資料的解釋要依於所探討之問題的本質與文獻，而不是完全留待統計結果。在進行單因子獨立樣本變異數分析時，可依研究目的而分成

壹、 事前比較(planned-comparison)：研究者基於理論或過去的研究以支持其假設的分析。

貳、 整體考驗(overall-test) & 事後比較(post-hoc-comparison)：通常研究者想做探索性的分析。

一、 k 組隨機樣本的資料型態

表 2.5 K 組隨機樣本的資料型態

處理(A)			
1	2	k
y ₁₁	y ₂₁	y _{k1}
y ₁₂	y ₂₂	y _{k2}
:	:	:
:	:	:
y _{1n}	y _{2n}	y _{kn}

二、虛無假設 (null hypothesis) & 對立假設 (alternative hypothesis)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_i \text{ 不全相等, } i=1, 2, \dots, K$$

表 2.6 變異數分析摘要表 (ANOVA TABLE)

變異來源	平方和(ss)	自由度(df)	均方(ms)	F 值
處理	SSt	$K - 1$	$MSt = SSt/k-1$	MSt/MSE
誤差	SSE	$K(n - 1)$	$MSE = SSE/K(n-1)$	
總和	SST	$N - 1$		



第三章 尾氣佈點點數及查漏程序說明

3.1 尾氣佈點點數

當製程特殊氣體通入反應腔與晶圓反應後，排出反應腔的氣體，我們稱為製程尾氣(簡稱為尾氣)。因製程反應的氣體相互混合作用後，排放出來的尾氣，其氣體特性、濃度已較無原先強烈。因此尾氣的除害流程之偵測危險性較小，故尾氣氣體偵測器佈點允許採用共測方式。

最少見的是六個附屬機台佈一點氣點氣體偵測器共測，它的優點是費用最少，施工配管成本最少，所需的氣體偵測器總數最少，偵測器的校正、保養費用最少。缺點是氣體偵測器發報，緊急應變人員必須每一機台都仔細找。費時、費人力、容易有誤警報、干擾情況發生，追查漏源不易，環境容易產生有異味產生，易消耗查漏人員體力、精神，造成查漏人員心理負擔及壓力，圖 3.1 。

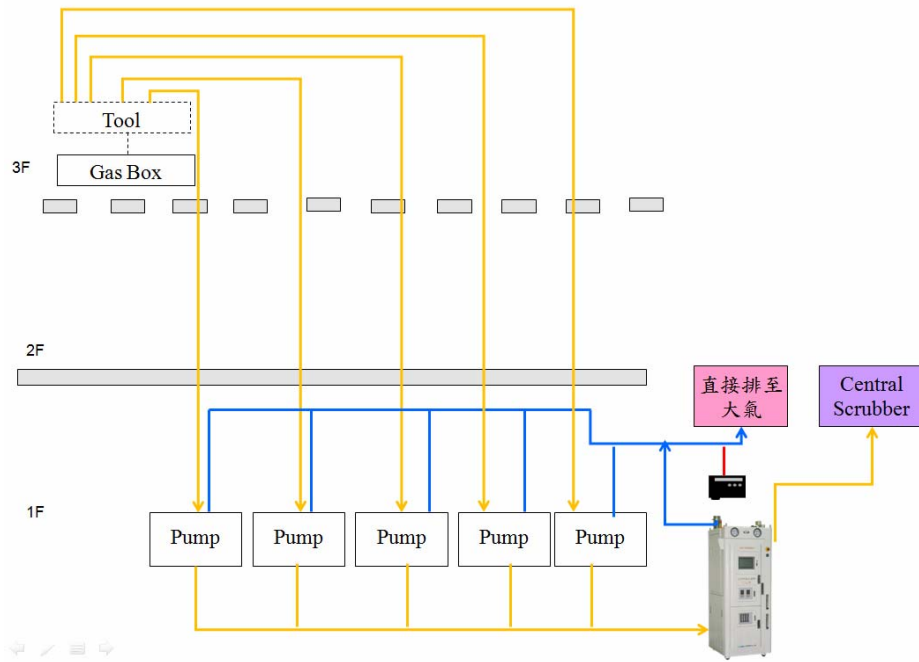


圖 3.1 六個附屬機台佈一點偵測器示意圖

另一種較少見的是，五個附屬機台佈一點氣體測器共測，它的優點是費用少，缺點如同六個附屬機台佈一點。圖 3.2。

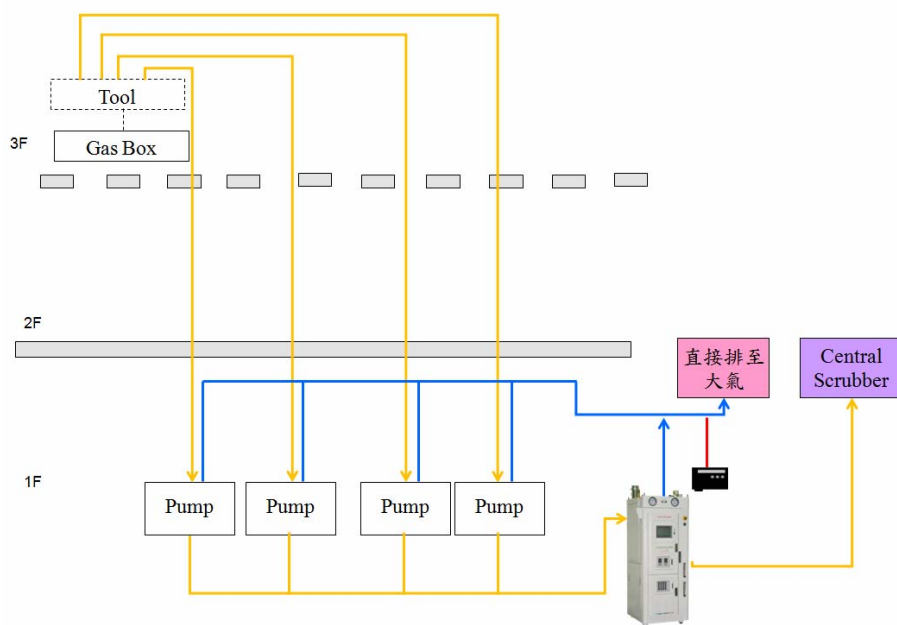


圖 3.2 五個附屬機台佈一點偵測器示意圖

四個附屬機台佈一點氣體偵測器共測，為廠內較常見的佈點方式，它的優點是費用少，配管施工快速，偵測器的保養費用少。氣體偵測器發報，人員查漏範圍較小但依然需要靠資料及時間來協助。是較符合成本、管理、查漏難易度的佈點方式。圖 3.3。

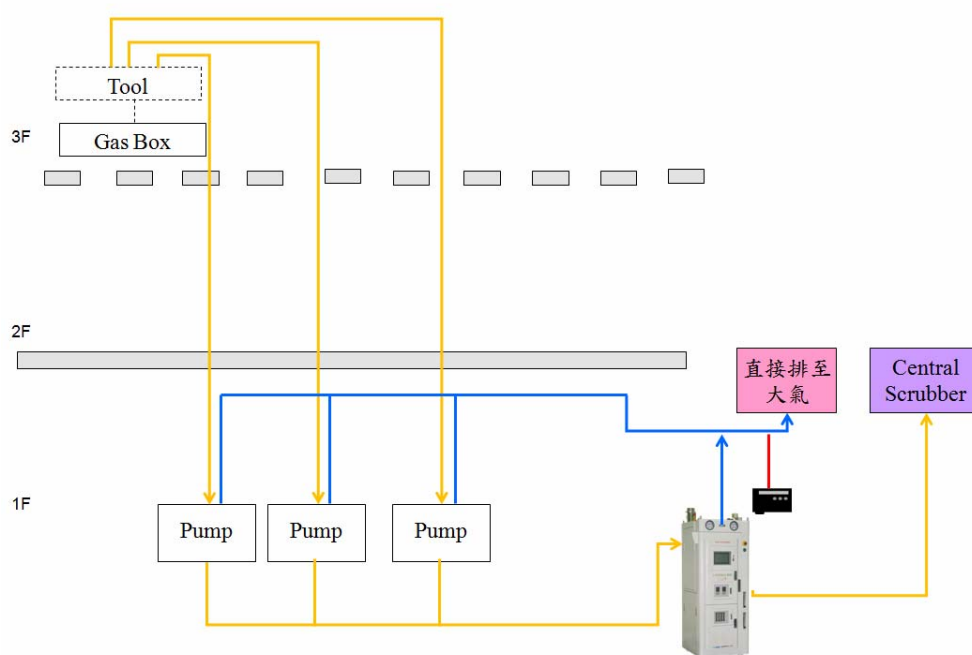


圖 3.3 四個附屬機台佈一點偵測器示意圖

三個附屬機台佈一點氣體偵測器共測，一般廠內常見，它的優點是施工配管快速，偵測器的保養費用少。氣體偵測器發報，人員查漏範圍較小，是較符合成本、管理、查漏難易度的方式。圖 3.4。

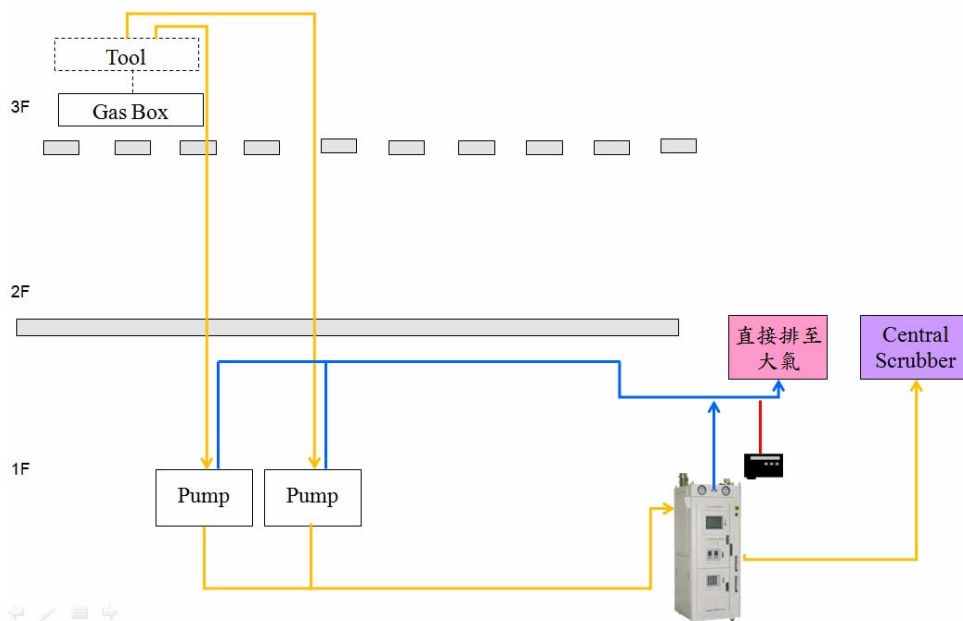


圖 3.4 三個附屬機台佈一點偵測器示意圖

二個附屬機台佈一點氣體偵測器共測，此種方式佈點方式常見於晶圓廠內，它的缺點是所需的氣體偵測器總數多，偵測器的校正、保養費用高，後續養護工作繁複。它的優點是氣體偵測器發報，人員查漏範圍較小、可快速排除干擾因素，迅速確認現場狀況，減少人員查漏時間，減輕人力負荷及心理壓力。一般廠商也建議此種方式佈點。圖 3.5。

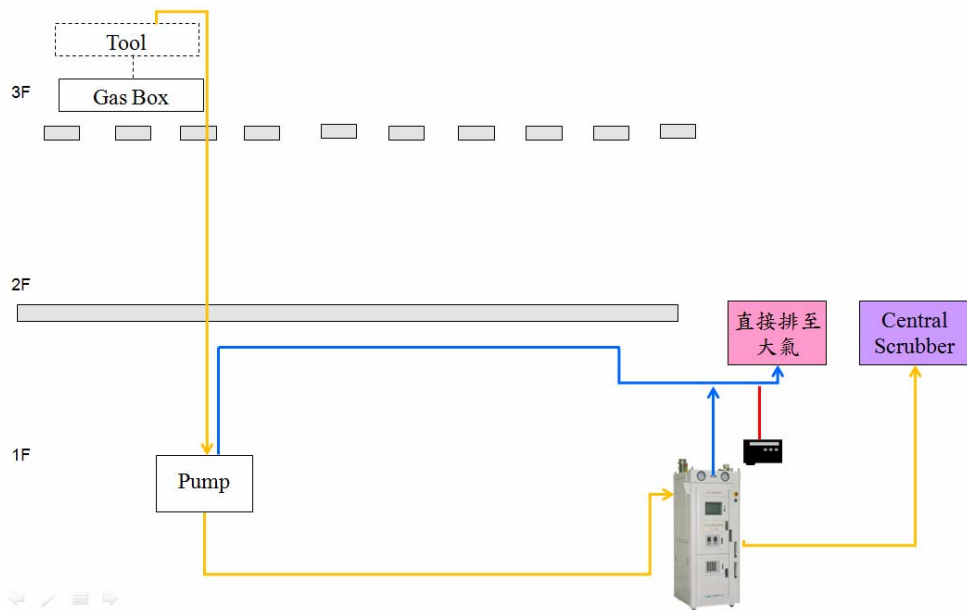


圖 3.5 二個附屬機台佈一點偵測器示意圖

一個附屬機台佈一點氣體偵測器偵測，此種方式佈點方式普遍於晶圓廠內，它的優點是氣體偵測器發報，人員查漏範圍小、可快速排除干擾因素，迅速確認現場狀況，減少人員查漏時間，減輕人力負荷及心理壓力。它的缺點是所需的氣體偵測器總數多，偵測器的校正、保養費用高，後續養護工作繁複。一般經濟狀況可以的話，可採此種方式。圖 3.6。

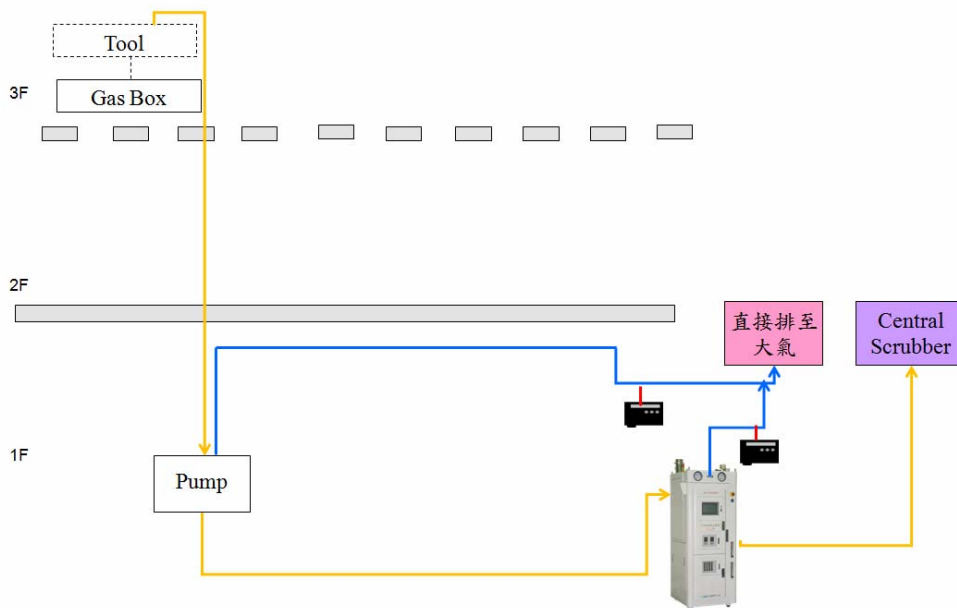



圖 3.6 單一個附屬機台佈一點偵測器示意圖

以同產能每月四萬片之 12 吋晶圓廠為例，兩廠氣體偵測總數分別為 2000 及 1400 點，每一氣體偵測器佈點成本，包含偵測器本體、採樣管、採樣泵浦、組裝架設等費用約需 9 萬元，相差的佈點成本約 5400 萬。屬製程供應部份之氣體偵測器佈點，因考量各項因素及佈點原則、皆採行依氣體種類獨立一點設置。但尾氣佈點是依氣體種類獨立一點共測，共測的機台可由 1-6 台。如何評估佈點成本與查漏人力成本、查漏時間、環保、異味、人員曝露安全衛生等因素，進而得知尾氣佈點監測機台數量之最適化。

3.2 查漏程序說明

當有氣體洩漏的事故發生時，監控系統會收到異常警示，提示監控人員，監控中心會立即請查漏人員至現場確認環境、機台的狀況，回報監控室。同時監控內人員直接由電腦獲知現場洩漏氣體種類、濃度、區域、機台名稱等等，給予查漏人員相關訊息。並依事故狀況將系統停機、啟動安全裝制或廣播現場作業人員進行疏散等等。由此可知查漏的過程是需要現場人員與監控室兩者相互配合。

3.2.1 氣體監測系統發報狀況



晶圓廠為隨時監控制程之氣體供應流程，設立防災監控系統監控廠區毒氣偵測器之警報狀況，當毒氣偵測器警報發生時，防災監控系統會以不同之顏色表達發生警報之嚴重程度，相關人員可立即判斷毒氣警報洩漏狀況。氣體監測系統之主畫面，將整廠各樓層做成剖面圖。如圖 3.7。當警報發生時監控中心人員可立即獲知毒氣警報棟別及樓層，方便第一時間掌握狀況。

	四樓全區圖	CUP四樓全區圖
GAS YARD	三樓全區圖	CUP三樓全區圖
	二樓全區圖	CUP二樓全區圖
	一樓全區圖	CUP一樓全區圖
	管溝圖	地下一、二樓全區圖
CUP地下二樓全區圖		

圖 3.7 防災監控系統主畫面

監控人員依圖控所示之警報樓層點選，可立即獲知警報區域，一般晶圓廠內的區域依製程分為黃光、薄膜、蝕刻、擴散。圖 3.8.

毒氣偵測器發生第一級警報時，該警報區域則會以黃色閃爍警示，第二級警報時，該警報區域則會以紅色閃爍警示，當警報被確認後閃爍隨即消失，當警報解除後該區域隨即恢復成綠色顯示。

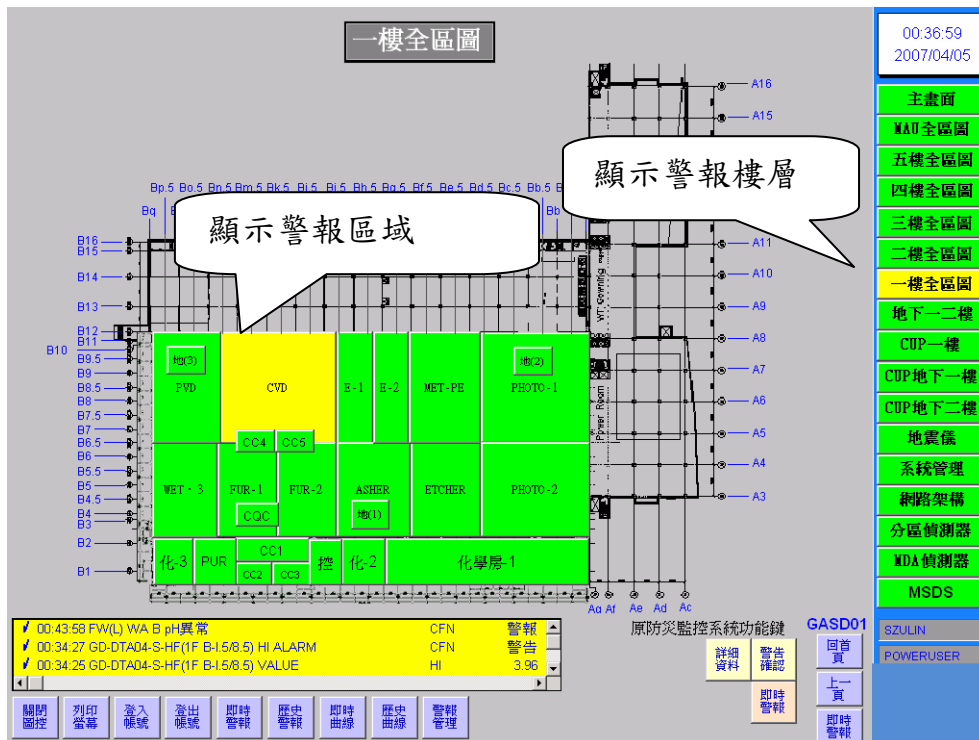


圖 3.8 發報樓層及區域畫面

監控人員確認區域後，在圖控指示點選進入區域圖內，可立即顯示警報機台名稱及位置。監控人員可由 CCTV 監視現場，是否有人員、廠商作業，現場設備、環境是否異常。點選進入機台後，即可獲知發報的氣體種類、濃度。圖 3.9



顯示警報機台名稱及
警報氣體種類。

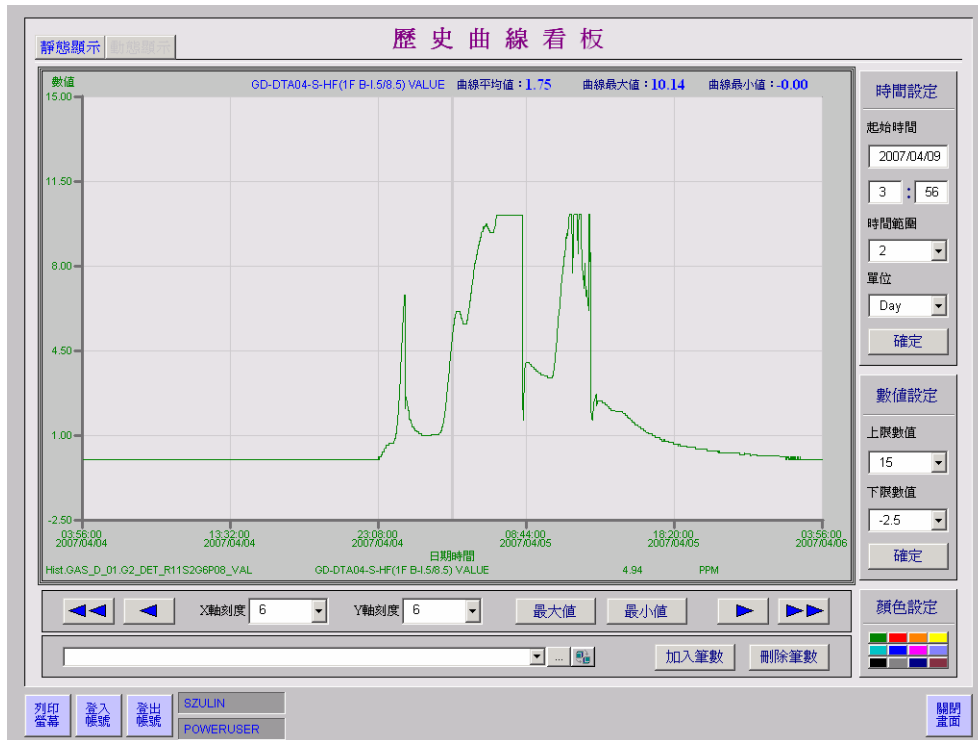
圖 3.9 警報機台名稱及警報氣體種類畫面

監控人員點選進入氣體偵測器，可獲知偵測器警報設定值，偵測器的狀況為正常或隔離，目前環境濃度及偵測器的干擾表，方便監控中心人員判別現場狀況，提供查漏人員資訊以利查漏進行。圖 3.10。



圖 3.10 警報設定發報值、干擾表、偵測狀況畫面

監控人員點選查看，發報機台洩漏氣體濃度曲線，可選定月份、日期、濃度上下限，進行曲線比對。並可設定區域、環境，及鄰近機台相互多重比較，判定洩漏範圍及濃度。圖 3.11。



3.2.2 現場查漏程序步驟

當氣體偵測系統警報聲響時，監控中心人員可經由電腦圖控，獲知發報機台、區域，監控立即通知設備、廠務警報機台或附近是否有人員作業或其他活動，立即指派查漏人員至現場確認，並以 CCTV 監視現場環境狀況。

監控中心需告知查漏人員洩漏氣體種類及危害特性，方便查漏人員

攜帶適用的手持式氣體偵測器及配戴相同等級的防護器具。

一般呼吸防護具的選用，依功能有兩種，淨氣式、供氣式兩種。淨氣式呼吸防護具是以濾毒罐吸收或過濾呼吸空氣中的污染物。如圖 3.12。



圖 3.12 淨氣式呼吸防護具

一般濾毒罐材質分為有機酸性、氨氣及甲胺、有機氣體、酸性氣體等四類。如表 3.1。濾毒罐材質外層為不織布，罐體內裝填有吸附劑，吸附劑具有多孔狀結構，通常為活性炭，為使濾毒罐可防護某些化學物質，會將活性炭浸漬某些特殊化學物質，以與毒氣進行中和或吸附作用。

表 3.1 濾毒罐分類

品名	適用範圍
有機酸性濾毒罐	用於防護有機蒸氣及酸性氣體如氯氣、鹽酸、二氧化硫、硫化氫、氫氟酸。
氨氣/甲胺氣濾毒罐	用於防護氨氣、甲胺
有機氣體濾毒罐	用於防護有機蒸氣、如苯及同系物、汽油、丙酮、二硫化碳、醚等。
酸性氣體濾毒罐	用於防護酸性氣體如氯氣、鹽酸、二氧化硫、二氧化氯、硫化氫。

供氣式呼吸防護具則是另以清潔空氣源供給佩戴者所需之呼吸空氣。供氣式呼吸防護具分為兩種型式：一為輸氣管面罩式(airline respirator)；另一種為自攜呼吸器(self-contained breathing apparatus, SCBA)。前者是以空氣管自其他場所提供清潔空氣予佩戴者呼吸使用；而後者則是由佩戴者攜帶空氣源。輸氣管面罩在使用上最需要考慮的問題在於供氣是否能正常維持。如傳送的管路、供氣泵浦故障，則人員就有中毒、缺氧的可能。自攜呼吸器呼吸器，使用者則必須承擔空氣鋼瓶的重量與其對工作造成的不便。正壓供氣式呼吸防護具也有與外界溝通的困難，需要加裝通訊設備。

查漏人員穿戴防護具並攜帶個人基本裝備，至現場確認環境是否異常，是否有異味、聲響，人員作業干擾等狀況。

並檢查警報之氣體偵測器本體、採樣管路、採樣泵浦是否異常。第一時間回報監控中心人員，監控整合現場資訊，並配合電腦圖控，判斷為真實或誤警報。

誤警報的原因大多為人員作業疏失:如使用有機溶劑作業氣體干擾、外圍氣體干擾:如車輛所排放廢氣，廠商施工、未依標準程序作業等等。

監控中心人員排除誤警報後，會連絡機台負責人，了解機台目前狀況，如:運轉狀況、使用氣體種類、氣體 pumping down 時間，對照氣體監測系統圖表，判斷可能造成洩漏機台，提供現場查漏人員資訊，由洩漏機率最高的機台找起，減少查漏時間。

現場查漏人員至現場後，先以目測附屬機台外觀是否有明顯異常、管路壓力是否正常，顯示面板之訊息狀態，外觀檢查無異常後，開啟附屬機台外殼，查看機台內部狀況，各組件外觀、顏色、聲音等是否異常，查漏人員持 PGD(Portable Gas Detector) 查漏，並將現場的狀況與製程、設備工程師比對回報監控中心，監控中心比對製程管理系統、氣體偵測系統、整合各項製程參數提供給現場。如圖 3.13。

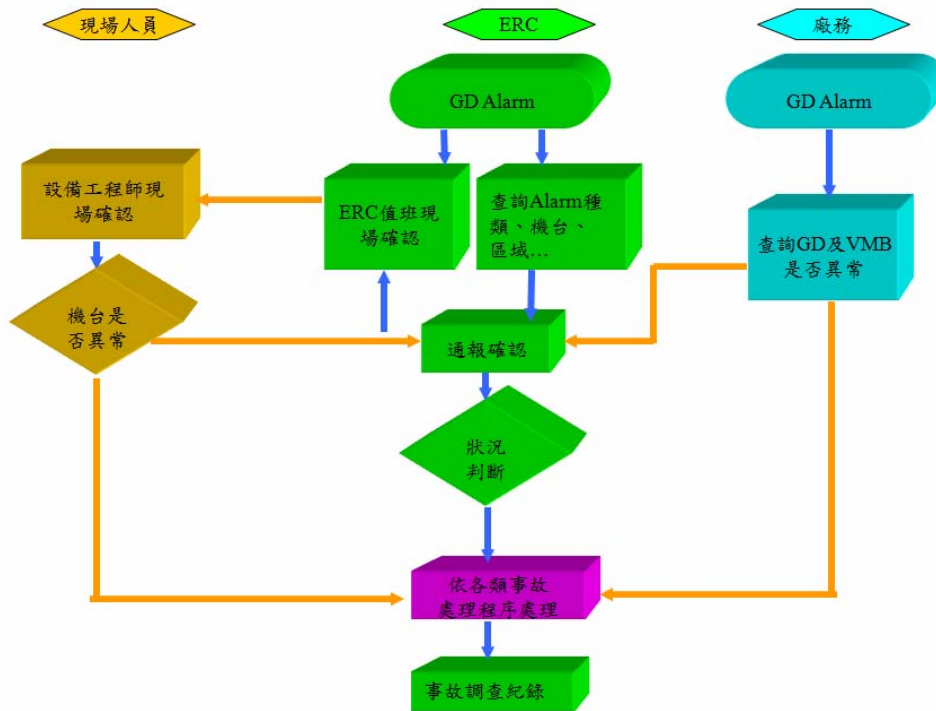







圖 3.13 監控中心氣體洩漏人員查漏程序圖

PGD(Portable Gas Detector)攜帶式氣體偵測器的主要目的，是確保意外事故發生時，能第一時間由緊急應變人員能偵測出洩漏之氣體，以維護現場人員安全。並確認機台、設備洩漏氣體之發生源。它主要的優點是攜帶方便，能快速應用於洩漏及事故現場。一般晶圓廠內常用的攜帶式偵測器種類如表 3.2.




表 3.2 攜帶式氣體偵測器

儀器名稱	偵測氣體種類	實體照
Riken NH-275	NH ₃	
Riken SC-90	C12	
	O ₃	
	SiH ₄	
	HCl	
	PH ₃	
Riken GH-202F	CH ₄	
COSMOS XD-303	SiH ₄	
	HF	
CROWCON Triple +	O ₃	
	HF	
	NH ₃	
	HCl	

儀器名稱	偵測氣體種類	實體照
Lumidor	O ₂	
Micromax	CO	
	LEL	
	H ₂ S	
MSA Fivestar	CO	
	PH ₃	
	NO	
	LEL	



表 3.2-1 攜帶式氣體偵測器

儀器名稱	偵測氣體種類	實體照
Ion Science 5000EX	PID	
ATI-C16	HF	
	SiH4	
	NH3	
	HC1	
	C12	
	O3	
	H2	
	ETO	
AIM Commander	O2	
	CO	
	LEL	
	H2S	
	PID	

儀器名稱	偵測氣體種類	實體照
MRU 300HC	CH4	



第四章 尾氣異常報告收集、資料統計及分析

異常事故處理及危害辨識是風險控制的主要課題，異常事故是指非預期的狀況，可能已造成人員傷亡，財產損失，需緊急應變來限制、阻止災害的擴大減少損失，危害辨識是指在未發生事故前，人員藉由本身觀察、偵測系統，將可能造成人員傷亡、財產損失之危害提早發覺、改善，防止意外的發生。

風險控制部人員需將廠內的異常事故完整填寫於異常事故調查內，讓工安人員追蹤事故發生的原因，並提供改善建議及方法。異常事故可分門別類統計，做為人員教育訓練、緊急應變教材，也可作為風險評鑑參考依據。



4.1 異常事故報告收集及異常事故統計表

監控中心為晶圓廠房的大腦，由監控系統可了解目前廠內電力、空調、化學品、氣體供應、監測系統等狀況。當有意外事故發生時，緊急應變人員會立即至現場處理。而處理妥善後，緊急應變人員需依整個事故的發生、經過及監控系統歷史紀錄，詳實填寫於異常報告。如表 4.1。將廠內近四年之異常事故分門別類，針對尾氣異常事故報告收集歸納，作為分析研究的基本資料。

將四年內尾氣異常事故報告收集後，依序填寫於異常事故統計表

內。如表 4.3。並將各欄位之名稱定義，方便資料分析及統計。異常事故
統計表各欄位之名稱定義，如表 4.2。



表 4.1 異常事故原因調查表

1	發生時間：	發生地點：	通報部門：	事故部門：	填表單位	
	事故類別： <input type="checkbox"/> 交通事故(接 3. 急救記錄填寫) <input checked="" type="checkbox"/>					事故部門
	<input type="checkbox"/> 虛驚事故： <input type="checkbox"/> 火警偵測器作動 <input type="checkbox"/> 氣體偵測器作動 <input type="checkbox"/> 漏液偵測器作動 <input type="checkbox"/> VESDA 作動 <input type="checkbox"/> 其他					
	<input type="checkbox"/> 意外事故： <input type="checkbox"/> 火災特殊 <input type="checkbox"/> 氣體洩漏 <input type="checkbox"/> 化學品洩漏 <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> 與有害物接觸 <input type="checkbox"/> 切割刺擦傷					
	<input type="checkbox"/> 夾捲壓傷 <input type="checkbox"/> 墜落跌倒 <input type="checkbox"/> 與高低溫接觸 <input type="checkbox"/> 建築物倒塌 <input type="checkbox"/> 停電 <input type="checkbox"/> 地震					
	<input type="checkbox"/> 環境污染 <input type="checkbox"/> 其它					
	<input type="checkbox"/> 危害辨識缺失					
	人員受傷： <input type="checkbox"/> 有 _____ 人(填寫 3 急救紀錄)； <input type="checkbox"/> 無					
	疏散狀況： <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 部分區域疏散，疏散區域： <input type="checkbox"/> 全廠撤離 <input type="checkbox"/> 8A <input type="checkbox"/> 12A <input type="checkbox"/> 12B <input type="checkbox"/> 疏散地點 _____					
	狀況延續性： <input type="checkbox"/> 連續，歷時：_____ <input type="checkbox"/> 間斷，歷時：_____					
<input type="checkbox"/> 立即消失 <input type="checkbox"/> 其他：_____				風險控制部		
已通報之單位： <input type="checkbox"/> 監控中心 <input type="checkbox"/> 廠務值班室 <input type="checkbox"/> 設備值班 <input type="checkbox"/> 安管課值班 <input type="checkbox"/> 工安課 <input type="checkbox"/> 保健室 <input type="checkbox"/> 其他						
狀況描述：						
圖一：		圖二：			圖三：	
填表人：						
<input type="checkbox"/> 緊急處理 <input type="checkbox"/> 立即改善 <input type="checkbox"/> 追蹤事項 <input type="checkbox"/> 建議加強管理						
資料						
2	事故原因調查分析(直接/間接原因, 不安全的行為/環境):				工安環保部	
	建議改善事項：					
填表人：						

表 4.2 異常事故統計表各欄位定義

欄位	變數	定義
A	異常編號	案發生的年/月/日/件
B	機台名稱	依發生洩漏的機台名稱
C	人員查漏時間	系統發報經追查到洩漏位置所需時間 (min)
D	ERC 人員查漏成本	每分鐘約 10 元 (查漏時 3 人一組，每人每月工作 150 小時，月薪 3 萬 2，每人每分鐘約 3.5 元)
E	修復洩漏所需時間	查到漏點至修復所需時間(min)
F	洩漏至處理完成時間	由現場氣體偵測氣發報至洩漏處理完成時間 (總時間)
G	洩漏位置	造成洩漏的零件名稱
H	洩漏修復費用	修復洩漏的工資及零件費用
J	附屬機台數	氣體偵測器所偵測的附屬機台數目

表 4.3 異常事故統計表

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>異 930114NB2</u>	DCA05-S	21	NT\$210	69	90	buffer tank	3500	1
<u>異 930114DB1</u>	DCA05-S	19	NT\$190	101	120	quench	2500	1
<u>異 930711DB1</u>	DWT02-S	5	NT\$50	115	120	flange	1500	1
<u>異 930714NB2</u>	DTA01-P	50	NT\$500	172	222	flange	2000	3
<u>異 930715DB04</u>	DPA01-S	30	NT\$300	100	130	bellow	500	1
<u>異 930728NA01</u>	DGA04-S	21	NT\$210	99	120	o-ring	1200	1
<u>異 930730DB1</u>	DBT01-S/P	99	NT\$990	41	140	o-ring	800	4
<u>異 930815DB1</u>	EYS31-S	32	NT\$320	135	167	clamp	800	1
<u>異 930820NB1</u>	DTA01-S	6	NT\$60	217	223	buffer tank	1200	1
<u>異 931008DA1</u>	ER601-P	67	NT\$670	173	240	cold trap	3000	2
<u>異 931010DB1</u>	DW003-S	25	NT\$250	215	240	water tank	2500	1
<u>異 931018DB1</u>	DW001-S	30	NT\$300	90	120	water tank	2500	1
<u>異 931021DA1</u>	EYS21-S	15	NT\$150	30	45	clamp	800	1
<u>異 931026NB1</u>	DTA04-S	43	NT\$430	497	540	heater broken	10000	1
<u>異 931028NA1</u>	DTA01-S	80	NT\$800	640	720	heater broken	10000	1
<u>異 931031NB2</u>	DWT01-S	88	NT\$880	212	300	clamp	2000	1
<u>異 931031NB1</u>	EI601-p	55	NT\$550	515	570	clamp	800	2
<u>異 931101DA2</u>	DWT01-S	95	NT\$950	265	360	buffer tank	1000	1

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>異 931102DA2</u>	DWT01-S	30	NT\$300	60	90	clamp	800	1
<u>異 931104NB1</u>	ZZ276	20	NT\$200	10	30	clamp	800	1
<u>異 931106DA1</u>	EI602-P	65	NT\$650	55	120	clamp	800	2
<u>異 931108DB2</u>	DTA04-S	42	NT\$420	30	72	buffer tank	1000	1
<u>異 931110NA1</u>	DTA04-S	42	NT\$420	40	82	clamp	0	1
<u>異 931111NB1</u>	DTA04-S	410	NT\$4,100	30	440	pre-wet tank	0	1
<u>異 931115NB2</u>	DMT01-S	509	NT\$5,090	0	509	pumping line	0	1
<u>異 931117NA1</u>	DGM01-P	40	NT\$400	120	160	clamp	800	1
<u>異 931205DB1</u>	FMT06-p	205	NT\$2,050	35	240	clamp	0	4
<u>異 931206NB01</u>	FDT02-S	20	NT\$200	80	100	clamp	2000	1
<u>異 931213DB2</u>	EYS01-S	13	NT\$130	215	228	clamp	0	1
<u>異 931214NB1</u>	DTA06-S	10	NT\$100	198	208	quench	2000	1
<u>異 931228NA1</u>	DMT02-S	20	NT\$200	940	960	pumping line	2200	1
<u>異 940108NB3</u>	DBT04-S	36	NT\$360	84	120	quench	2300	1
<u>異 940108DA1</u>	DWT01-S	44	NT\$440	81	125	buffer tank	1800	1
<u>異 940110DB01</u>	DWT03-S	11	NT\$110	57	167	buffer tank	22100	1
<u>異 940115NB01</u>	DBT03-S	23	NT\$230	90	113	water tank	2300	1
<u>異 940124NA01</u>	DTA05-S	18	NT\$180	100	118	quench	1600	1
<u>異 940128NA1</u>	DPA02-S	20	NT\$200	163	183	pre-wet tank	3000	1
<u>異 940130DB1</u>	DCA05-S	27	NT\$270	93	120	pre-wet chamber	3200	1
<u>異 940207DB01</u>	DBT03-S	32	NT\$320	48	80	buffer tank	2200	1

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>異 940301DA1</u>	DWT03-S	19	NT\$190	60	79	nozzle	2100	1
<u>異 940308DB1</u>	DBT04-S	12	NT\$120	68	80	nozzle	1800	1
<u>異 940314DA1</u>	DWT03-S	5	NT\$50	55	60	buffer tank	3700	1
<u>異 940325NA01</u>	DWT03-S	5	NT\$50	60	65	clamp	1800	1
<u>異 940501NA01</u>	DNA01-S	8	NT\$80	129	137	quench	2400	1
<u>異 940504NA01</u>	DNA01-S	15	NT\$150	705	720	o-ring	2600	1
<u>異 940518NB1</u>	DBT02-S	33	NT\$330	60	93	quench	3600	1
<u>異 940519NB2</u>	DNA02-S	20	NT\$200	44	64	chamber	2000	1
<u>異 940519NB03</u>	DAM02-S	8	NT\$80	60	68	clamp	800	1
<u>E940527DB01</u>	DTA52P	86	NT\$860	40	126	clamp	800	3
<u>E940530DB03</u>	DWT51-S	34	NT\$340	61	95	clamp	1000	1
<u>E940602DA01</u>	DGA51-S	8	NT\$80	62	70	bellow	1200	1
<u>E940621DA03</u>	DPA01-S	30	NT\$300	60	90	o-ring	1500	1
<u>E940626DA01</u>	DWT51-S	20	NT\$200	40	60	nozzle	2000	1
<u>E940627DB03</u>	FDT03-S	20	NT\$200	30	50	bellow	1000	1
<u>E9400707DA01</u>	DNA01-S	10	NT\$100	52	62	pumping line	3000	1
<u>E940710DB01</u>	DTA51-S	56	NT\$560	1084	1440	clamp	1800	1
<u>E940711DA02</u>	EYS04-S	30	NT\$300	60	90	clamp	800	1
<u>E940714DB02</u>	DWT51-S	20	NT\$200	80	100	buffer tank	2600	1
<u>E940721DB01</u>	DBT04-S	15	NT\$150	93	1080	o-ring	1000	1
<u>E940723DA01</u>	DBT04-S	33	NT\$330	17	50	o-ring	800	1

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>E940726NB03</u>	DBT04-S	35	NT\$350	25	60	clamp	1000	1
<u>E940728DA01</u>	DH003L	35	NT\$350	145	180	bellow	2000	1
<u>E940805DA02</u>	ZZ780	26	NT\$260	48	74	o-ring	1200	1
<u>E940809NA01</u>	DNA01-S	25	NT\$250	155	180	buffer tank	3200	1
<u>E940814NB01</u>	ZZ274A	11	NT\$110	69	80	o-ring	1200	1
<u>E940828DA01</u>	DCA01-S	13	NT\$130	319	332	o-ring	1200	1
<u>E940909DA01</u>	DBT05-S	22	NT\$220	122	144	pumping line	2000	1
<u>E940909DA01</u>	DTA 04-S	20	NT\$200	130	150	PT	3800	1
<u>E940913NA02</u>	DMT01-S	23	NT\$230	70	93	PT	2200	1
<u>E940914NA01</u>	DMT02-S	43	NT\$430	61	104	clamp	1000	1
<u>E940916NB01</u>	DBT05-S	12	NT\$120	6	18	clamp	2200	1
<u>E940923NB01</u>	DBT04-S	34	NT\$340	24	60	clamp	1200	1
<u>E940927NB01</u>	FDT14-S	6	NT\$60	144	150	bellow	2200	1
<u>E941006DB01</u>	DGA03-S	30	NT\$300	30	60	clamp	800	1
<u>E941010NB01</u>	DMT02 S	9	NT\$90	111	120	o-ring	1200	1
<u>E941019DA01</u>	DBT61 S	16	NT\$160	84	100	o-ring	1200	1
<u>E941101NA02</u>	DGM02 -S	40	NT\$400	20	60	其他	6000	1
<u>E941115NB02</u>	DBT53 P+S	112	NT\$1,120	128	240	clamp	2000	5
<u>E941119NB01</u>	DH004E	100	NT\$1,000	80	180	clamp	800	2
<u>E941127DB01</u>	DGM01-P	30	NT\$300	30	60	clamp	1600	1
<u>E941201NB01</u>	DWT01-S	31	NT\$310	89	120	clamp	1400	1

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>E941217DB01</u>	DGM02-S	15	NT\$150	109	124	pumping line	2000	1
<u>E950227NB02</u>	EYS31-S	27	NT\$270	23	50	bellow	0	1
<u>E950308DA01</u>	DTA04-P	75	NT\$750	145	220	bellow	2200	3
<u>E950319DB01</u>	RTT04-P	132	NT\$1, 320	28	160	球閥	3000	4
<u>E950409DA01</u>	EYS06-S	10	NT\$100	90	100	clamp	0	1
<u>E950512DA02</u>	DGA03-P	90	NT\$900	110	200	pumping line	2200	3
<u>E950520NA01</u>	RTT04-P	115	NT\$1, 150	35	150	clamp	1800	4
<u>E950520NA02</u>	DTA03-S	25	NT\$250	95	120	chamber	1800	1
<u>E950526NB02</u>	DBT02-P	49	NT\$490	131	180	clamp	0	3
<u>E950607DB02</u>	EMA06-S	25	NT\$250	35	60	clamp	0	1
<u>E950620NA01</u>	DTA51-P	95	NT\$950	55	150	clamp	0	3
<u>E950622DB02</u>	DTA04-S	20	NT\$200	1480	1500	flange	1300	1
<u>E950807NA02</u>	DTA05-S	50	NT\$500	130	180	bellow	1800	1
<u>E950825NB01</u>	DPA01-S	11	NT\$110	143	154	pumping line	3000	1
<u>E950830NB01</u>	DTA54-S/P	135	NT\$1, 350	445	580	bellow	2600	4
<u>E950912DA01</u>	FDKM3-S/P	56	NT\$560	44	100	o-ring	1000	2
<u>E951126DB02</u>	EMA06-S	30	NT\$300	25	55	PM	0	1
<u>E951224NB01</u>	DMT52-S	11	NT\$110	40	51	clamp	1200	1
<u>E951230DA02</u>	DGAM1 S/P	123	NT\$1, 230	2	125	clamp	1300	4
<u>E960109NB01</u>	DPA01-S	35	NT\$350	60	95	clamp	1200	1
<u>E960117DB02</u>	FDKM2 S/P	30	NT\$300	30	60	clamp	1000	2

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>E960119DA01</u>	DWTM1 S/P	125	NT\$1,250	55	180	PM	0	4
<u>E960123NA02</u>	DTA53-P/S	33	NT\$330	84	117	PT	800	3
<u>E960125NB02</u>	DWT03-S	20	NT\$200	30	50	clamp	1000	1
<u>E960214NB03</u>	FNT72-S	10	NT\$100	30	40	clamp	2000	1
<u>E960305NB05</u>	DWT51-S	30	NT\$300	0	30	pumping line	5000	1
<u>E960306NB01</u>	DPA02-S	43	NT\$430	120	163	pumping line	3000	1
<u>E960313DB02</u>	DPA02-S	21	NT\$210	59	80	管路破裂	3200	1
<u>E960318NB01</u>	DPA02-S	20	NT\$200	414	434	quench	2600	1
<u>E960319DA03</u>	DMJM1-P/S	60	NT\$600	40	100	o-ring	800	4
<u>E960405DA01</u>	DTA04-S	40	NT\$400	10	50	pumping line	0	1
<u>E960413DA04</u>	EYSd0-2	180	NT\$1,800	540	720	bellow	2200	6
<u>E960424DA01</u>	EYSP7-S	5	NT\$50	28	33	PM	1700	1
<u>E960426DB01</u>	EYS03-S	20	NT\$200	10	30	clamp	0	1
<u>E960429NA02</u>	EYS32/33-S	70	NT\$700	40	110	clamp	800	2
<u>E960505DB01</u>	DGAM6-S&P	135	NT\$1,350	30	165	valve	3600	4
<u>E960516NB02</u>	DGAM6-P/S	102	NT\$1,020	68	170	pumping line	3600	4
<u>E960522NA01</u>	FTT58-S	55	NT\$550	20	75	damper	7000	1
<u>E960526NB01</u>	DBT01-P	121	NT\$1,210	59	180	pumping line	2200	4
<u>E960528NB02</u>	EMA51-p	65	NT\$650	35	100	clamp	2300	2
<u>E960606DB01</u>	DGA56 P+S	130	NT\$1,300	55	185	bellow	2200	4
<u>E960612DA01</u>	DGAM5 P/S	121	NT\$1,210	29	150	pumping line	20000	4

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>E960618NB01</u>	DTAM2 P/S	174	NT\$1,740	302	476	pumping line	3600	4
<u>E960619NA01</u>	EMA53-S	30	NT\$300	15	45	clamp	1700	1
<u>E960706NA01</u>	DTAM4 P/S	120	NT\$1,200	20	140	bellow	2200	4
<u>E960711DB04</u>	DTAM4 P/S	100	NT\$1,000	385	485	bellow	2200	4
<u>E960713NA02</u>	DBT02-P	90	NT\$900	110	200	pumping line	1700	3
<u>E960714NA01</u>	FDKM5 P/S	53	NT\$530	42	95	clamp	1700	2
<u>E960720NB01</u>	FTT54-S	2	NT\$20	298	300	CAP	3700	1
<u>E960722DA02</u>	DGAM8 P/S	145	NT\$1,450	95	240	bellow	2200	4
<u>E960722DA05</u>	DBT06-P	140	NT\$1,400	80	220	valve	3700	4
<u>E960724DB01</u>	DPA02-P	67	NT\$670	53	120	馬達故障	3700	2
<u>E960815DA01</u>	EYS04-S	15	NT\$150	43	58	clamp	1000	1
<u>E960824DB03</u>	DGA51-P	178	NT\$1,780	30	208	clamp	1550	3
<u>E960824NB02</u>	DWT02-P	85	NT\$850	95	180	clamp	1700	3
<u>E960829DB03</u>	DTAM4S&P	120	NT\$1,200	110	230	管路破裂	3000	4
<u>E960829NB01</u>	DNA51-S	15	NT\$150	20	35	o-ring	1000	1
<u>E961001NA01</u>	DPA01-S	17	NT\$170	43	60	clamp	1000	1
<u>E961005NA02</u>	DTA05-S	20	NT\$200	60	80	clamp	1100	1
<u>E961006DA05</u>	DMT03-P/S	140	NT\$1,400	110	250	clamp	2500	5
<u>E961011NB05</u>	DTA01-S	26	NT\$260	0	260	heater	1200	1
<u>E961012DB01</u>	DTA-01-S	22	NT\$220	128	150	chamber	1000	1
<u>E961018NA01</u>	ZZ273A	44	NT\$440	100	144	clamp	600	1

異常編號	機台名稱	人員查漏時間(min)	ERC 人員查漏成本(元)	修復洩漏所需時間(min)	洩漏至處理完成時間(min)	洩漏位置	洩漏修復費用(元)	附屬機台數
<u>E961024NB03</u>	DCA04-S	60	NT\$600	180	240	chamber	600	1
<u>E961025DA01</u>	EGH03-S	80	NT\$800	100	180	bellow	1200	3
<u>E961029DA01</u>	DMT02-S	58	NT\$580	82	140	flange	1000	2
<u>E961104NB02</u>	FNT76-P	40	NT\$400	170	210	bellow	800	1
<u>E961110NA01</u>	DMT02-S	32	NT\$320	118	150	heater	1000	2
<u>E961114DA01</u>	DNA02-S	20	NT\$200	40	60	clamp	900	1
<u>E961115DA01</u>	DAM03-S	40	NT\$400	35	75	bellow	600	1
<u>E961116NB01</u>	ZZ275A	49	NT\$490	11	60	clamp	600	1
<u>E961122NA02</u>	DPA01-S	20	NT\$200	80	100	buffer tank	700	1
<u>E961125DB01</u>	DH604H-S	26	NT\$260	52	78	burner	900	1
<u>E961201NA01</u>	DMT02-S	55	NT\$550	95	150	pumping line	900	2
<u>E961204DA02</u>	FMT33-P/S	50	NT\$500	90	140	clamp	1000	2
<u>E961206NB01</u>	DGM54-P	34	NT\$340	46	80	bellow	800	1
<u>E961207DB02</u>	EGLM4-P	110	NT\$1,100	117	227	bellow	2500	4
<u>E961221DA01</u>	DTA04-P	80	NT\$800	90	170	bellow	1250	3

4.2 資料統計及分析

4.2.1 附屬機台數不同洩漏位置的差異

是否偵測的附屬機台數不同，洩漏的位置是否有差異，偵測附機台數一台的洩漏總數有 110 次，洩漏位置於 Clamp 有 35 次、佔 31.8%。洩漏位置在 Buffer tank、及 O-ring 各有 11 次、各佔 10%。洩漏位置於 Bellow 有 10 次、佔 9.09%。偵測附機台數二台的洩漏總數有 14 次，洩漏位置於 Clamp 有 8 次、佔 57.14%。洩漏位置在 Cold trap、抽水馬達及 O-ring 各有 1 次、各佔 12.5%。偵測附機台數三台的洩漏總數有 12 次，洩漏位置於 Clamp 有 5 次、佔 41.6%。洩漏位置在 Bellow 有 3 次、佔 25%。洩漏位置於 Pumping line 有 2 次、佔 16.6%。偵測附機台數四台的洩漏總數有 20 次，洩漏位置於 Bellow 有 6 次、佔 30%。洩漏位置於 Pumping line 有 4 次、佔 20%，洩漏位置在 Clamp 有 3 次、佔 15%。表 4.4。

偵測附機台數五及六台的洩漏次數資料過少無不予分析。由柏拉圖可得知，無論偵測附屬機台數為多少，發生洩漏時有 64.7%，位置是發生在 Clamp、Bellow、Pumping line 及 O-ring。此數據可作查漏程序、方法最佳化的依據。圖 4.1。

表 4.4 洩漏位置之次數分配表

洩漏位置	附屬機台						總和
	1	2	3	4	5	6	
CAP	1						1
PM	2			1			3
PT	2		1				3
bellow	10		3	6		1	20
buffer t	11						11
burner	1						1
chamber	4						4
clamp	35	8	5	3	2		53
cold tra		1					1
damper	1						1
flange	2	1	1				4
heater	1	1					2
heater b	2						2
nozzle	3						3
o-ring	11	1		2			14
pre-wet	3						3
pumping	9	1	2	4			16
quench	7						7
valve				2			2
water ta	3						3
其他	1						1
馬達故障		1					1
球閥				1			1
管路破裂	1			1			2
總和	110	14	12	20	2	1	159

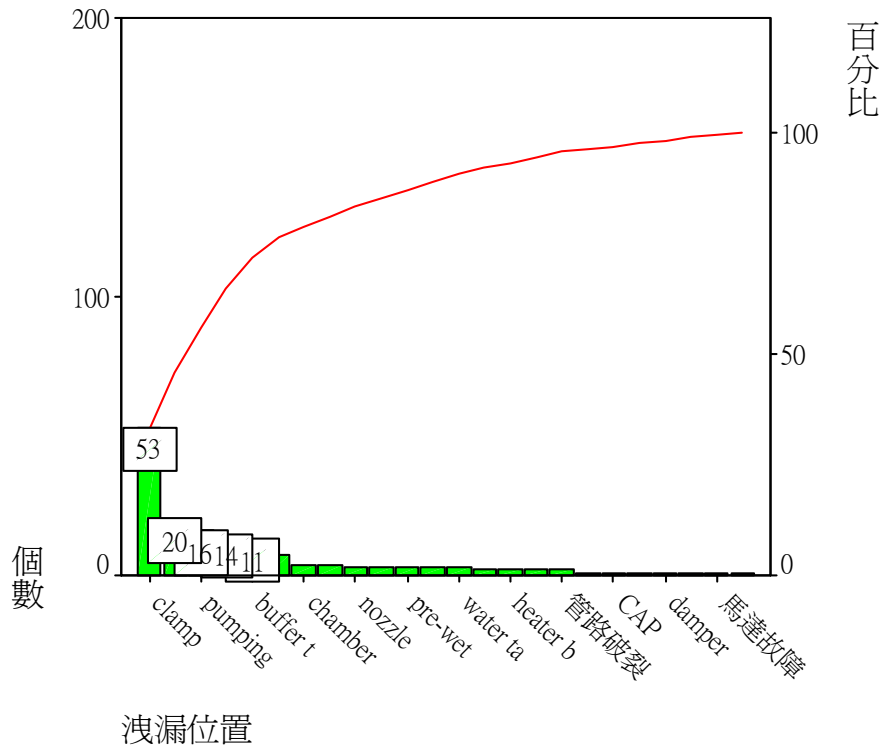


圖 4.1 洩漏位置之柏拉圖

4.2.2 附屬機台數不同查漏人力成本的差異

偵測附屬機台數的多寡，是否與人員查漏的時間成本相關，我們也可由資料分析可得。由統計資料可得知當偵測的附屬機台數為一台時，平均追查漏源的人力成本為 340.18 元。而偵測的附屬機台數為二台時，平均追查漏源的人力成本為 578.86 元。當偵測的附屬機台數為三台時，平均追查漏源的人力成本為 825.83 元。當偵測的附屬機台數為四台時，平均追查漏源的人力成本為 1256 元。其結果與我們的經驗相符合，當氣體偵測器偵測的附屬機台數越多時，查漏所需的時間越常。表 4.5。因為附屬機台數 5 及 6 台的資料太少，往後再檢定時不予討論。



表 4.5 附屬機台數不同查漏人力成本的差異

附屬機台	個數	平均數	標準差	最大值	最小值
1	110	340.18	607.24	5090	20
2	14	587.86	169.40	1000	300
3	12	825.83	358.09	1780	330
4	20	1256.00	291.63	2050	600
5	2	1260.00	197.99	1400	1120
6	1	1800.00	-	1800	1800

總和	159	534.59	625.96	5090	20
----	-----	--------	--------	------	----

欲檢定附屬機台數不同平均查漏成本是否有顯著差異，首先檢定附屬機台數不同其查漏成本的變異數是否相等，由表 4.6。P-value 為 0.977 大於 0.05，落於接受域。表示附屬機台數不同查漏成本的變異數無顯著差異。

表 4.6 附屬機台數不同查漏成本的同質性檢定

Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
.158	5	153	0.977

附屬機台數不同，各組查漏成本的平均數是否有差異，P-value 為零小於 0.05，落於拒絕域，表示附屬機台數不同其平均查漏成本有顯著差異。表 4.7。

表 4.7 附屬機台數不同平均查漏成本檢定

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	18277345	5	3655468.937	12.819	0.00
組內	43631004	153	285169.959		
總和	61908348	158			

由 ANOVA 的檢定我們只能獲知，氣體偵測器偵測的附屬機台數不同，查漏成本的平均數有顯著差異，我們將進行查漏成本的多重比

較。由附屬機台數不同查漏成本的多重比較表。表 4.8。由表 4.8 獲知，就查漏成本的平均數而言，偵測附屬機台數 4 的查漏成本最大，偵測附屬機台數 1 的為最小，它們查漏成本的平均大小分別是 $\mu_4 > \mu_3 > \mu_2 > \mu_1$ 。但它們的顯著性如下，附屬機台數 1&2 平均查漏成本無顯著差異，附屬機台數 2&3 平均查漏成本無顯著差異，附屬機台數 3&4 平均查漏成本無顯著差異。

表 4.8 附屬機台數不同查漏成本的多重比較

附屬機台	附屬機台	平均差異	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
					下界	上界
1	2	-247.68	748.40	0.105	-540.90	52.55
	3	-485.65*	801.82	0.003	-870.31	-163.99
	4	-915.82*	641.12	0.000	-1173.01	-658.62
2	1	247.68	748.40	0.105	-52.55	547.90
	3	-237.98	1037.56	0.260	-654.21	178.25
	4	-668.14*	919.06	0.000	-1036.83	-299.45
3	1	485.65*	801.82	0.003	163.99	807.31
	2	237.98	1037.56	0.260	-178.25	654.21
	4	-430.17*	963.06	0.029	-816.51	-43.83
4	1	915.82*	130.18	0.000	658.62	1173.01
	2	668.14*	186.61	0.000	299.45	1036.83
	3	430.17*	195.55	0.029	43.83	816.51

*在 0.05 水準上的平均差異很顯著。

因相鄰的附屬機台數查漏平均成本無顯著差異， μ_3 與 μ_1 比較，我們可得知， μ_1 的查漏平均成本較低。 μ_4 與 μ_2 比較，我們可得知， μ_2

的查漏平均成本較低。因 μ_2 與 μ_1 的平均查漏成本無顯著差異，故查漏成本的最佳化為附屬機台數一及二台。

4.2.3 附屬機台數不同查漏時間差異

氣體偵測器偵測的附屬機台數不同，其追查洩漏位置的時間差異。由表 4.9。由表 4.9 獲知偵測附屬機台數為 1 的，其平均查漏時間最短。偵測附屬機台數越多者，平均查漏時間越長。

表 4.9 附屬機台數不同查漏時間差異

附屬機台	個數	平均數	標準差	最大值	最小值
1	110	34.02	60.72	509	2
2	14	58.79	16.94	100	30
3	12	82.58	35.81	178	33
4	20	125.6	29.16	205	60
5	2	126	19.8	140	112
6	1	180	-	180	180
總和	159	53.46	62.6	509	2

欲檢定附屬機台數不同，平均查漏成本是否有顯著差，首先檢定附屬機台數不同，其查漏時間變異數是否相等。由表 4.10。P-value

為 0.977 大於 0.05，落於接受域。表示附屬機台數不同查漏時間的變異數無顯著差異。

表 4.10 附屬機台數不同查漏時間的同質性檢定

Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
.158	5	153	0.977

附屬機台數不同，各組查漏時間的平均數是否有差異。P-value 為零小於 0.05，落於拒絕域，平均數檢定表示附屬機台數不同其平均查漏時間有顯著差異。表 4.11。

表 4.11 附屬機台數不同平均查漏時間檢定

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1882773	5	36554.689	12.819	0
組內	436310	153	2851.7		
總和	619083.5	158			

由 ANOVA 的檢定我們只能獲知，氣體偵測器偵測的附屬機台數不同，查漏時間的平均數有顯著差異，我們將進行查漏時間的多重比較。由附屬機台數不同查漏時間的多重比較表。表 4.12。由表 4.12 獲知，就查漏時間的平均數而言，偵測附屬機台數 4 的查漏時間最

長，偵測附屬機台數 1 的為最少，它們查漏時間的平均大小分別是 $\mu_4 > \mu_3 > \mu_2 > \mu_1$ 。但它們的檢定結果如下，附屬機台數 1&2 平均查漏時間無顯著差異，附屬機台數 2&3 平均查漏時間無顯著差異。

表 4.12 附屬機台數不同查漏時間的多重比較

附屬機台	附屬機台	平均差異	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
					下界	上界
1	2	-24.77	15.20	.105	-54.79	5.26
	3	-48.57*	16.28	.003	-80.73	-16.40
	4	-91.58*	13.02	.000	-117.30	-65.86
2	1	24.77	15.20	.105	-5.26	54.79
	3	-23.80	21.07	.260	-65.42	17.83
	4	-66.81*	18.66	.000	-103.68	-29.95
3	1	48.57*	16.28	.003	16.40	80.73
	2	23.80	21.07	.260	-17.83	65.42
	4	-43.02*	19.55	.029	-81.65	-4.38
4	1	91.58*	13.02	.000	65.86	117.30
	2	66.81	18.66	.000	29.95	103.68
	3	43.02*	19.55	.029	4.38	81.65

*在 0.05 水準上的平均差異很顯著。

再細部的分析可得知，附屬機台數 4 的平均查漏時間 μ_4 與 μ_1 、 μ_2 及 μ_3 的查漏平均時間有顯著差異，附屬機台數 1 及 2 的平均查漏時間 μ_1 及 μ_2 無顯著差異，附屬機台數 2 及 3 的平均查漏時間 μ_2 及 μ_3 無顯著差異。又 $\mu_4 > \mu_3 > \mu_2 > \mu_1$ ，由表 4.13。分成三部分討論得知， μ_1 及 μ_2 的查漏時間少於 μ_3 及 μ_2 ，又 μ_3 及 μ_2 的查漏時間少於 μ_4 ，因此我們得到附屬機台數不同查漏時間的最佳化為附屬機台數一及二台。

表 4.13 附屬機台數不同查漏時間的細部多重比較

μ_4	大於>	μ_3 及 μ_2	大於>	μ_1 及 μ_2
---------	-----	-------------------	-----	-------------------

4.2.4 附屬機台數不同洩漏處理總成本的差異

氣體偵測器偵測的附屬機台數不同，洩漏發生時，所需查漏人力成本及修復費用之和，稱為洩漏處理總成本。表 4.14。

由資料所得知，氣體偵測器偵測附屬機台數為 1 台者，其總成本平均數為 2323.82 元。附屬機台數為 2 台者，其總成本平均數為 2002.14 元。附屬機台數為 3 台者，其總成本平均數為 2109.17 元。附屬機台數為 4 台者，其總成本平均數為 4321 元。

表 4.14 附屬機台數不同洩漏處理總成本的差異

附屬機台	個數	平均數	標準差	最大值	最小值
1	110	2323.82	2551.22	22210	100
2	14	2002.14	970.77	4370	1300
3	12	2109.17	899.92	3330	490
4	20	4321.00	4146.74	21210	1250
5	2	3510.00	551.54	3900	3120
6	1	4000.00	-	4000	4000

總和	159	2555.97	2681.93	22210	100
----	-----	---------	---------	-------	-----

欲檢定附屬機台數不同，平均洩漏處理總成本，是否有顯著差異，首先檢定附屬機台數不同，其洩漏處理總成本的變異數是否相等。P-value 為 0.553 大於 0.05，落於接受域。表示附屬機台數不同其總成本的變異數無顯著差異。表 4.15。

表 4.15 附屬機台數不同洩漏處理總成本的的同質性檢定

Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
.797	5	153	0.553

由附屬機台數不同，洩漏處理總成本的平均數是否有差異。P-value 為 0.049 小於 0.05，落於拒絕域。表 4.16。表示附屬機台數不同其平均洩漏處理總成本有顯著差異。

表 4.16 附屬機台數不同洩漏處理總成本的平均數檢定

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	78830320	5	15766064.0	2.281	0.049
組內	1.058+09	153	6912595.449		
總和	1.136E+09	158			

由 ANOVA 的檢定，我們只能獲知，氣體偵測器偵測的附屬機台數不同，洩漏處理總成本的平均數有顯著差異。附屬機台數不同其洩漏處

理總成本差異性為何，將資料進行附屬機台數不同洩漏處理總成本的多重比較。表 4.17。就洩漏處理總成本平均數而言， $\mu_4 > \mu_1 > \mu_3 > \mu_2$ ，但附屬機台數 1&2 平均總成本無顯著差異，附屬機台數 1&3 平均總成本無顯著差異，附屬機台數 2&3 平均總成本無顯著差異，附屬機台數 4&3、2、1 平均總成本有顯著差異。

表 4.17 附屬機台數不同洩漏處理總成本的多重比較

附屬機台	附屬機台	平均差異	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
					下界	上界
1	2	321.68	748.40	0.668	-1156.93	1800.28
	3	214.65	801.82	0.789	-1369.49	1798.80
	4	-1997.18*	641.12	0.002	-3263.85	-730.52
2	1	-321.68	748.40	0.668	-1800.28	1156.93
	3	-107.02	1037.56	0.918	-2156.93	1942.88
	4	-2318.86*	919.06	0.013	-4134.63	-503.08
3	1	-214.65	801.82	0.789	-1798.80	1369.49
	2	107.02	1037.56	0.918	-1942.88	2156.93
	4	-2211.83*	963.06	0.023	-4114.54	-309.13
4	1	1997.18*	641.12	0.002	730.52	3263.85
	2	2318.86*	919.06	0.013	503.08	4134.63
	3	2211.83*	963.06	0.023	309.13	4114.54

*在 0.05 水準上的平均差異很顯著。

由上述可獲知因 μ_4 與 μ_1 、 μ_2 、 μ_3 的總成本有顯著差異，故洩漏處理總成本的最佳化為附屬機台數一及二及三台。

第五章結論

5.1 本研究結果

將四年多來半導體廠，關於尾氣洩漏之異常報告，進行統計分析可獲知。就查漏程序而言，無論氣體偵測器偵測的附屬機台數為多少，查漏程序可先由 Clamp、Bellow、pumping 查起。就查漏成本的最佳化為附屬機台數一台及二台。就查漏時間的最佳化為附屬機台數一台及二台。就洩漏處理總成本的最佳化為附屬機台數一、二及三台。附屬機台數不同不會影響修復費用。附屬機台數不同不會影響洩漏處理總時間。

滿足查漏成本最佳化、查漏時間最佳化、洩漏處理總成本最佳化的為附屬機台數 1 及 2 台。若評估器氣體偵測器建置成本、維修、校正等費用，氣體偵測系統偵測附屬機台數 1 及 2 台做比較，附屬機台數 2 台的成本較 1 台為少，故氣體偵測系統偵測附屬機台數 2 台為最佳化。

文獻參考

- 1 陳光漢、牟科俊，從損害防阻淺談企業永續經營計畫淺論，工業安全科技，92 年 09 月。
2. 卓崧琰，如何設置毒氣偵測系統，消防與防災科技雜誌，NO. 9，PP142~146，2003 年 11~12 月
3. 黃建彰，半導體業氣體偵測器佈點概念規劃，消防與防災科技雜誌，NO. 9，PP138~140，2003 年 11~12 月。
4. 張勁燕，半導體製程設備，五南圖書出版公司，民國 90 年 3 月。
5. 張昌洲，鄭淵源，吳世全，半導體廠氣體供應系統之規劃與設計，奈米通訊，第十卷第三期，PP45~53，民國 92 年 8 月。
6. 余榮彬;王守芄，化工廠有害氣體監測技術，化工製程安全專輯，PP168-179，民國 87 年 01 月。
7. 林義凱，半導體廠廠內環境監測系統，工業安全衛生月刊，第 184 期，PP42-47，民國 93 年 10 月。
8. 黃登源;李仁棻，初等統計學，滄海書局，民國 87 年 12 月。
9. 楊惠齡;林明德，生物統計學，新文京，民國 92 年。
10. 張一岑，化工製程安全管理，揚智文化事業股份有限公司，民國 86 年 9 月。
11. 周崇光，積體電路製程尾氣的控制技術之發展與應用，工研院工

安衛中心。

12. 劉慎山，王明民，石化工業高壓氣體洩漏偵測之探討，消防與防災科技雜誌，No. 25，PP47~52，民國 95 年 7 月。

13. 萬榮富，高科技廠房特殊材料氣體操作安全探討，消防與防災科技雜誌，No. 25，PP63~69，民國 95 年 7 月。

14. 葉銘鵬、吳榮泰、余榮彬，「以氣相層析質譜法偵測半導體廠作業環境空氣中有害物」，勞工安全衛生研究季刊，8 卷 2 期，民國 89 年 B。

15. 張振平、宋隆佑、朱振群、林宜長，「半導體維修作業勞工有害氣體溢散調查」，勞工安全衛生研究季刊，8 卷 2 期，民國 89 年。

16. 張建新，「半導體機台設備維護保養時之局部排氣改善研究」，國立交通大學，產業安全與防災學程，碩士論文，民國 92 年。

17. 林裕聰，「高科技產業無塵室空氣品質調查實例」，工研院環安中心，民國 93 年 7 月。

18. C. David Cooper and F. C. Alley 著，望熙榮譯「空氣污染防制」，pp71~91，1998.

19. Shou-Nan Li, Jung-Nan Hsu, Gen-Hou Leu, Kirel Tang and Chung-Ling Chiu, An Improved Technique for Evaluating point-of-use Abatement Systems, Industry Technology Research

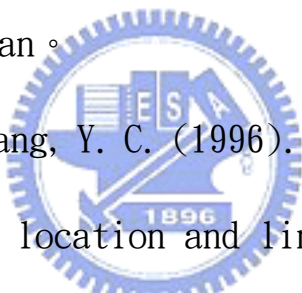
Institute, CESH, Taiwan ◦

19. NIOSH Manual of Analytical Method, 4th ed. NIOSH,

Cincinnati, Ohio, Method 1500, 1501, 1994.

20. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices 7th Edition, 2001, ACGIH

21. Shou-Nan Li, Jung-Nan Hsu, Gen-Hou Leu, Kirel Tang and Chung-Ling Chiu, An Improved Technique for Evaluating point-of-use Abatement Systems, Industry Technology Research Institute, CESH, Taiwan ◦

22. Chen, L. A. and Chiang, Y. C. (1996). Symmetric type quantile and trimmed means for location and linear regression model.  Journal of Nonparametric Statistics 7, 171-185.

23. Gastwirth, J. L. (1966). On robust procedures. Journal of the American Statistical Association 61, 929-948.

24. Werner Herres, HRGC-FTIR: Capillary Gas

Chromatography-Fourier Transform Infrared Spectroscopy:

Theory and Applications, Ch. 1, Heidelberg; Basel; New York; Hüthig, 1987.