

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

RFID、3D 印刷、生化科技、智慧型電腦及分散式發電被評為是改變未來世界的五個高潛力新技術，如能有效運用 RFID，藉由遠距、非接觸式的資料存取，加快資料處理的時效，相信可為企業帶來極大的效益。面對全球 RFID 技術發展趨勢與不斷創新的商業應用，台灣在經濟部與行政院科技顧問組的推動下，『RFID 公領域應用推動計畫』正蓄勢待發，將針對「居家與公眾安全」、「貿易通道安全」、「航空旅運應用」、「食品流通安全」及「健康與醫療應用」等五個公領域，提出 RFID 整合性應用先導計畫。

今日來講，RFID 技術已經被廣泛應用於各個領域，從門禁管制、牲畜管理到物流管理、醫護…等，皆可以 見到其蹤跡，年產量達 70 萬瓶的意大利酒商 Arnaldo Caprai，最近使用了含 RFID 芯片、名為 SmartCorq 的瓶塞，衝破液體難以使用 RFID 的禁忌。該瓶塞由意大利標籤及芯片技術開發商 Lab-ID 開發，該芯片能紀錄每瓶酒的生產日期、選料、酒精比例等詳細資料，並與他們的分銷商、零售商乃至顧客分享資料。標籤以近距溝通方式 (Near Field Communication, NFC) 作通訊根本，並選用了 Philips ISO 15693 I-Code SLI 13.56 MHz 的芯片，容量則為 1024b。當地人可配合他們備有 NFC 效能的手提電話，於購買時讀取瓶塞上的標籤數據。Lab-ID 深信 SmartCorq 能讓酒商及顧客更了解他們所擁有酒類的質素，避免誤買假貨。

有關 RFID 在半導體製造業之應用，主要皆與產品進度控制與製程管控相關，鮮少有文獻及案例提及 RFID 於設備保養維修方面之應用，因半導體設備保養維修成本相當昂貴，如何有效率管控眾多設備零件與校正儀器，便是一值得探討之課題。

半導體設備維修保養管理可概分為三方面：

(1). 預防保養

以汽車業為例，相信大部分的人對汽車保養都有一定的認識，比如跑了多少公里後就該換機油、輪胎等消耗性零配件，而半導體設備亦有同樣之情形，為了讓機器設備順利運轉且物盡其用並讓產品有良好品質，做好例行性保養是必要的。因此消耗性零件管理是很重要的。

(2). 設備巡檢

傳統設備巡檢作業皆以紙本表單作紀錄，數據統計分析不易且無法確定操表作業是否確實，管理流程複雜，人力負荷過重，藉由導入 RF ID 將被動式維護改為主動式維護，增進管理效率。

(3). 設備校正工具定位管理

由於半導體設備校正工具成本昂貴因而多半是與其他部門共用，而一座半導體廠內設備數量眾多，在裝機或例行性保養或設備故障時，皆需使用校正工具，而半導體廠房面積龐大，於尋找校正工具所花費的時間不短，且在廠能滿載時，復機時限急迫，這對設備工程師不僅是一精神壓力上的負擔，對出貨亦有影響，現今如何降低成本，提高作業效率，藉以提昇企業競爭力，都

是每家公司永遠不變的目標，因此任何有效之降低成本活動，都要考慮。

而 RFID 所具備之無線資料辨識及能同時讀取多筆資料且可運用於物品及人員位置之即時監控等特性，對目前高度自動化且製程甚長的半導體產業，更是管控上相當便利之工具。故如何將 RFID 有效應用在半導體設備維修保養方面，遂為重要且值得探討的研究。

1.2 研究目的

所有的製造業公司在以市場競爭為基礎的環境下，選擇其基本競爭力的優先次序是一樣的，如：成本，品質，靈活性和其他優先事項，這些的競爭力乃取決於他們的製造能力，也是這些公司不可分割的一部份 (Srinivas, Liliane & Ann, 2006)。人類從十九世紀的工業革命以來，逐漸的以高效率的機器設備大量生產來取代效率較低的人工的生產。當企業愈來愈依賴機器設備從事重複、單一或者具高度危險性的工作之時，如何維護機器設備正常的運轉便成了一項重要的工作。尤其在1950 年代以後，重工業的興起讓人類對於機器設備更為依賴。透過這些重型設備的運作，為人類帶來更多的生活的便利。如：重機造船、石油化學等。近代以來，由於全球國際化的影響，造成全球商業金融的緊密結合，企業的營運受到全球的競爭使得利潤更為薄弱。所以，各公司無不朝向提高生產效率、降低成本的方向努力。當各公司積極的導入生產自動化、一貫化作業，來提升生產效率、創造利潤之時，若當工廠生產設備因故障而停止運轉，將對於企業造成相當大的損失。

也因如此，近二十年來設備維護管理的課題在企業內部逐漸受到重視，以往企業只重視到直接銷售與製造的數量與數據，往往忽略到隱形的生產成本。即便設備的維護管理對企業運作影響雖然是間接衝擊企業整體績效，然而每每發生事件都是造成企業重大的損失。尤其當企業的設備停止運作時，即代表著未來獲利的減少或損失，設備維護的政策會影響企業的生產力和盈利能力。

半導體產業的工作型態，一般而言，步調都非常緊湊，而每個人的工作量都是一人抵二人用，且成本昂貴，能在最少的時間出最多的貨，便成了公司獲利的關鍵之一，因此有效率的時間運用亦為節省成本的方式之一。RFID 對物流零售業之貢獻最為人所知。但它的發展潛力不僅止於物流管理，舉凡居家生活、健康醫療、航空旅運及國土安全、交通運輸、…等等的許多領域皆可應用。尤其 RFID 具備即時監控及類似病歷表之功能，若應用於設備保養維修管控方面，這對設備故障排除的效率而言，應有相當之助益。

本研究之目的為建構一套 RFID 半導體設備維修保養系統，以增進管理效率，盡量減少設備故障時間，相對的便可以提高產量、增加營收及降低生產成本，並將選擇新竹科學園區中某半導體廠之蝕刻設備來展示本研究所研發之 RFID 半導體設備維修保養系統，以驗證本系統之效益。

1.3 研究步驟

本論文是參考相關歷史文獻所提出的方法與架構，並參酌半導體業目前已應用 RFID 的實務做法，依此架構來設計半導體設備維修保養管理系統。同時在建構的過程中，隨時注意 RFID 最新發展趨勢、以及最新應用狀況，以使本研究提出的架構，更能符合未來的趨勢與需求。

本研究進行之主要步驟共分為七大步驟，歸納如圖 1 所示。詳細的步驟說明如下：

- (1) 研究相關的歷史文獻資料：蒐集並研究相關歷史文獻，包含半導體業、汽車業、無線射頻識別與電子產品碼的應用等。
- (2) 參酌半導體業與汽車業的實務做法：參酌半導體業與汽車業的設備維護等實務上的做法，以及分析個案資料，將無線射頻識別與電子產品碼應用在實際的作業流程上。
- (3) 分析與設計 RFID 設備保養維護管理系統：首先定義半導體設備維修保養的需求內容，再根據需求來定義 RFID 設備維修保養管理系統所應採用的技術與具備的功能。當完成這些前置作業時，就可以設計與建構一個簡單的 RFID 設備維修保養管理系統。
- (4) 確定論文的整體架構：依據相關文獻、個案資料及 RFID 設備維修保養管理系統的測試及改良，確定最後完成的整體架構。
- (5) RFID 設備維修保養管理系統之實作：實作 RFID 設備維修保養管理系統，並作完整的測試。
- (6) 成果分析與比較：分析最後產生的成果，並與事前期望的結果作一個比較，以找出差異之處與原因。
- (7) 未來研究方向及撰寫論文：探討目前 RFID 設備維修保養管理系統不足的地方，並擬定未來可以繼續研究的方向，以及完成論文報告。

本論文之架構共包括六個章節，分別說明如下：第一章緒論：主要是說明研究背景、研究動機、研究目的、以及研究步驟。第二章文獻探討：本章主要探討 RF ID 的發展歷史及介紹 RF ID 系統功能等。第三章應用研究：以本研究相關之文獻知識作為探討之主題，其內容包括半導體業、汽車業、供應鏈管理、無線射頻辨識、電子產品碼等。第四章半導體設備修保養介紹：本章說明目前半導體業設備維修保養現況，將設備維修保養分成預防保養、設備巡檢、校正工具管理等，分別介紹目前管理概況。第五章 RFID 平台選用與系統建置及實作：本章首先說明 RFID 平台選用，接著說明 RFID 設備預防保養系統、設備巡檢系統、校正工具定位管理系統，最後則說明結果的比較與分析，並對該 RFID 設備修保養管理系統之效益進行說明。第六章結論：主要說明本研究所獲得的成果。

研究流程圖如下圖 1 所示：

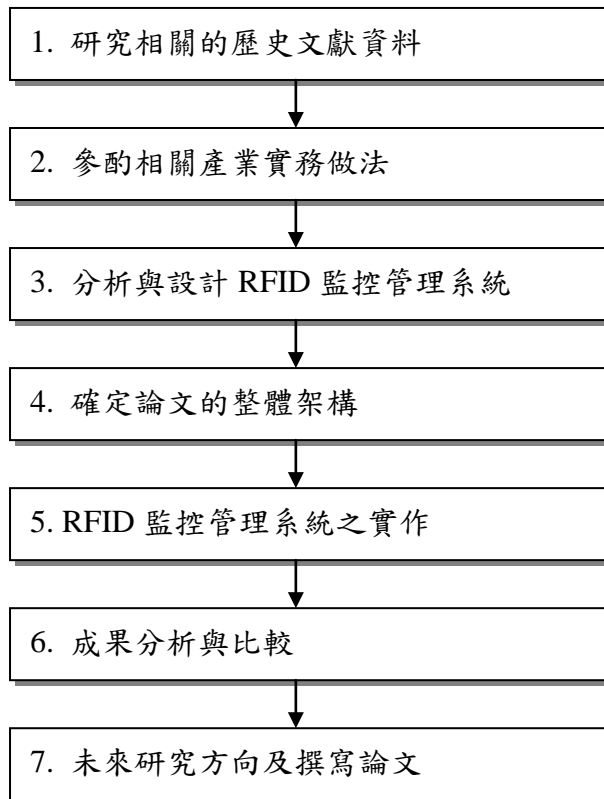


圖 1 研究流程圖

第二章 文獻探討

2.1 無線射頻辨識技術(RFID)的發展

Landt(2001)的研究詳細描繪了無線識別技術(Radio Frequency Identification, RFID)的發展歷程。依其研究, RFID 技術的發展及應用, 最早可追溯至 1940~50 年代第二次世界大戰時, 英國空軍於 1948 年間在戰機裝設無線識別系統, 以利於戰時判斷是否為英軍戰機, 而減少或避免發生誤擊事件。

1970 年代美國 Las Alamos 國家實驗室把相關 RFID 技術移轉民間進行商業化發展, 用於動物及車輛的追蹤、和工廠自動化; 其間包含西北大學、瑞典 Microwave Institute Foundation、及 RCA 等都競相進行研究。1980 年代中期, 美國 TI 及 Motorola 公司開始量產低頻 RFID 標籤, 各種應用逐漸展開。第一個商業運用始於 1987 年, 挪威開始應用在公路的收費體系。1999 年, 美國麻省理工學院 Sarma 與 Brook 教授在 Procter、Gamble 及 Gillette 公司協助下, 於 MIT 創立 Auto-ID Center, 發展高頻 RFID 技術與標準, 促成 RFID 技術的積極發展。1999 年歐洲貨品編碼協會(EAN)、美國統一代碼委員會(UCC)推動全球標準 Tag (Global Tag, GTAG)。2002 年 ISO 發佈了 RFID 技術應用的標準 ISO 18000, 2003 年推動全球電子產品碼標準(EPC global standard, EPC 即為 Electronic product code)。

RFID 系統的應用隨著技術革新, 其主要構成於目前大致可分為無線射頻識別電子標籤(RFID Tag, 以下簡稱 Tag)、中介軟體(Middleware)、讀取器設備(Reader)、電子產品碼(EPC)、應用頻率(Frequency)等五大類, 另外關連於此系統的電腦主機與相關應用軟體等, 亦為此系統的一部份。

RFID 的基本元件為 Tag 及讀取器, Tag 是資料的存放元件, 讀取器則是從 Tag 讀取資料或將資料存放到 Tag 內的工具。讀取器與 Tag 二者的射頻訊號須在同一工作頻率, 讀取器藉由天線(Antenna)發射無線射頻訊號, 在 Tag 內建天線接收訊號, 於無線射頻模組與微處理器產生交變磁場作動, 將 Tag 記憶體中的資訊送回讀取器。讀取器中的解調器(modulator/demodulator)把送給 Tag 的訊號載在載波送給射頻功率晶體送出, 或把 Tag 送過來的訊號解調回數位訊號; 而解碼器(coder/decoder)則將傳出訊號予以加密, 或把 Tag 讀回的訊號作解碼。讀取器經由 RS-232 介面網路和伺服主機連線, 將資料送回資料庫, 然後透過系統應用軟體來分辨、追蹤、管理該物件。圖 2 為 RFID 系統操作示意圖



圖 2 RFID 系統操作示意圖(參考文獻 16)

2.2 RFID 的作用原理

2.2.1 Tag 的類別

Tag 中文譯為電子標籤(圖 3)，簡稱標籤。主要功能為接收讀取器信號後，再以另一種頻率將 Tag 內的資料傳送出來，此傳送的數位信號必須使用不同的頻率，來避免干擾所接收的微弱信號。

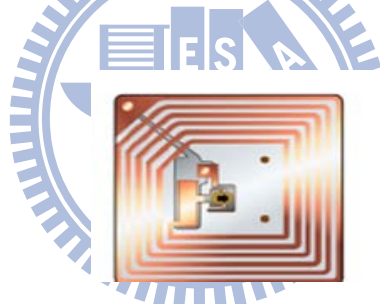


圖 3 Tag 電子標籤(參考文獻 16)

Tag 由一塊微小的晶片和天線組成，再加上一個簡單的基板而成。以頻率界定 Tag 存取範圍頻率越高，物質的穿透力越高(RFID 若被紙張、木材和塑料等非金屬或非透明的材質包覆的話，也可以進行穿透性通訊。不過如果是鐵質金屬的話，就無法進行通訊。) ，讀取距離越遠，但干擾多(例：UHF Tag)。頻率較低，干擾少，讀取距離較近(例：LF 與 HF Tag)。常見的 Tag 造型：卡片型、貼紙型、鑰匙圈型、注射圓筒型、手環型圖等如圖 4 所示……。



圖 4 Tag 造型(參考文獻 16)

有關 RF ID Tag 通訊協定主要是由當今世上的兩大標準組織 EPCglobal 與 ISO 皆對 RFID 系統制定標準，EPCglobal 制定 EPC，ISO 則制定 ISO14443A/B、ISO15693 及 ISO18000。每個 ISO 標準使用的工作頻段不同。而目前較常採用的 13.56MHZ 高頻應用，以下列三種規格較為常見：

1. ISO 15693-短距離 RFID 卡

此標準規範最遠至 1.5 米讀取距離之非觸式 RFID 卡類。它的簡單設計令其 Reader 成本遠比 ISO 14443 低，由於使用方便又有追蹤功能，故 ISO 15693 主要用作進出控制、考勤等用途。它的缺點是其溝通速度只有 26K bits/sec。

2. ISO 14443A - 超短距 RFID 卡

此標準規範最遠讀取距離在 7 -15mm 範圍內的標準，屬超短距離非觸式 RFID 卡類。主要運用於大眾運輸票卡等用途。此技術主要有兩派，包括由 Phillips 及 Infineon 研製的 Mifare，以及由 Inside Contactless 提供的 PicoPass version A。

3. ISO 14443B

用途與 ISO14443A 相若，但 ISO 14443B 比 ISO 14443A 有更多好處，包括 modulation depth 只有 10%、與一般微型處理器的基準一樣，溝通速度高達 847 K bits/sec、溝通碼亦沒專利問題，故成為 Reader 生產廠傾向採用的制式，也是日本、中國、美國等地採用的標準。

Tag 除了利用頻率與造型區分，一般又可依有無電池分為主動式和被動式兩種。

(1). 主動式

主動式標籤內含電池，提供資料可以被讀寫電力，若產品貼上主動式標籤，可對讀取機發出指令。主動式標籤傳送距離長，儲存容量大，但價格高且干擾較被動式標籤多，圖 5 為主動式標籤造型。



圖 5 主動式 Tag 造型(參考文獻 17)

(2) 被動式

被動式標籤電力由讀取器提供，當標籤感應讀取器提供的微電流時，再利用電波將其資訊傳回讀取器。被動式標籤傳送距離短，但體積小、價格便宜、壽命長且干擾較主動式標籤少，圖 6 為被動式注射圓筒型 Tag。



圖 6 被動式—注射圓筒型 Tag
(資料來源:www.freedomfiles.org)

(3) 主動式與被動式電子標籤之比較

表 1 為主動式標籤與被動式電子標籤之比較。

表 1: 電子標籤之比較

	主動式標籤	被動式標籤
電力來源	內含電池	依靠讀取器之電源
標籤電池	有	無
電力可得性	持續	僅於讀取器範圍內
標籤訊號強度需求	非常低	非常高
標籤讀取距離	超過 100 公尺	3-5 公尺(實際更短)
多標籤讀取	每小時 100 英哩時速下，可同時讀取 1000 個以上的 Tag	在讀取器前 3 公尺左右，可同時讀取 100 個以下的 Tag
資料儲取容量	128bytes 以上的儲存容量	僅 128bytes 的讀寫

資料來源:RFID Xchange

(4) 電子標籤的等級

標籤分類特性及應用如下:

1. Class 0(唯讀ID 標籤): 屬於被動式唯讀式標籤，標籤上不具有記憶體裝置，EPC 編碼於出廠時寫入True/False 狀態，規格較為簡單。由於成本較低，大都使用於電子商品防竊系統。
2. Class 1(身份辨識用標籤): 屬於被動式標籤，標籤上具有記憶體裝置，可以寫入如EPC 識別碼等基本資料，允許一次寫入多次讀取，EPC 編碼由使用者寫入，主要應用於商品的識別。
3. Class 2(多功能標籤): 屬於被動式標籤，具較多記憶體，可藉讀取器回寫資訊，且允許重複多次讀寫功能，具備感應器能力。
4. Class 3(半被動式標籤): 屬於半被動式標籤，具電池供應感應器作動，可以隨著外在環境的不同以及設定的不同進行即時偵測。例如標籤內設

置有記憶體的環境感應器，即可用來記錄外在環境變化，如溫度、濕度…等。

5. Class 4(主動式標籤)：屬於主動式標籤，將感應器、天線與控制模組整合在同一晶片，因體積微小亦稱作Smart dust，具有電池驅動。
6. Class 5(主動式標籤)：屬於主動式標籤，此標籤除本身有AC 電源可以運作外，還能夠提供其他class 的標籤運作時所需的電源，因此可以應用在遠洋貨物追蹤上。如果搭配GPS、衛星…等網路應用，更可以進行全球性的物品追蹤。表2為電子標籤等級分類表。

表 2: 電子標籤等級分類表

等級(Class)	記憶體	電源	特性	應用領域
Class 0	無	被動式的感應耦合	1 位元的 Tag	EAS 商品防竊
Class 1	唯讀式	被動式的感應耦合	只能寫入一次	EPC 識別碼
Class 2	讀/寫式	被動式的感應耦合	可編密碼	EPC 識別碼
Class 3	讀/寫式	半被動式內建有電源	接收能量才讀寫	環境感應型
Class 4	讀/寫式	主動式內建有電源	多工 Tag 讀寫	智慧型
Class 5	讀/寫式	主動式內建有電源	具有上述的綜合	遠距無線網路

2.2.2 Tag reader

利用高頻電磁波傳遞能量與訊號，電子標籤的辨識速率每秒可達 50 個以上。可以利用有線或無線通訊方式，與應用系統結合使用，表 3 為電子標籤讀取機與條碼掃描機比較表。

表 3: 電子標籤讀取機與條碼掃描機比較表

功能與特性	晶片讀寫器 (Tag Reader)	條碼掃描機 (BC Scanner)
讀取方式	使用無線信號感應傳輸	使用紅外線掃描
讀取數量	一次多個	一次一個
讀取距離	較長	較短
記憶容量	容量大，可擴充	容量小，無法擴充
處理速度	較快	較慢
操作平台	彩色觸控螢幕	簡易 LCD 及鍵盤
下載方式	USB 或藍牙、IEEE 802.11b Wi-Fi 等無線傳輸	RS232、USB 或 Ethernet 等介面
操作環境	不受光線、覆蓋及惡劣環境之影響	易受光線明暗及惡劣環境之影響

資料來源：(參考文獻 17)

2.2.3 RFID 使用頻率

工作頻率的選擇是RFID 技術的一個重要課題，要適應各種不同應用需求，還需要考慮各國對無線電頻段使用和發射功率的規定。當前RFID 工作頻率跨越多個頻段，不同頻段具有各自優缺點，它既影響標籤的性能和尺寸大小，還影響標籤與讀寫器的格，無線電發射功率則會影響讀寫器作用的距離。RFID 使用頻率有低頻、高頻、極高頻和微波。每一頻率，有其優劣點，適合某一特定應用。一般來說，頻率越低，資料讀取率越低，在液體環境或金屬表面上之讀取率越高。低頻率能量相對較低，數據傳輸率較小，無線覆蓋範圍受限，為擴大無線覆蓋範圍，必須擴大天線尺寸。高頻率能量相對較高，適於長距離應用。高頻頻段資料傳輸率相對較高，且通訊品質較好，故可用於智能標籤的定位。

RFID 各種頻率分類特性，如表4 所示，詳細應用說明如下：

1. 低頻 (LF)：在125KHz 操作，讀取距離小於 0.5m。資料傳輸速度相當慢，不昂貴、通常成本最低，不易受干擾。通常用於人員進出管理、動物追蹤、車輛 immobilizers 及消費者電子付費系統等。
2. 高頻 (HF)：在 13.56MHz 操作，讀取距離約1 m。資料傳輸速度較 LF 快且使用更多能量。通常用於智慧卡、智慧貨架追蹤個別物體、圖書館的書及航空行李等。
3. 超高頻 (UHF)：在860~930MHz 操作，讀取距離約3m。資料傳輸速度較 HF 快且使用更多能量和更昂貴。UHF 缺點為不能穿透高含液體量物品（例如：果汁、飲料等）及金屬產品。此頻率適合用在存貨管理，因為其讀取距離較長。
4. 微波 (Microwave)：在 2.45GHz / 5.6GHz 操作，讀取距離約10 m，資料傳輸速度較 UHF 快，對於含液體或金屬產品的穿透率最弱，通常用於高速公路電子收費。

表 4: 電子標籤頻率分類表

頻率	優點	缺點	應用範圍
低頻 (9-135KHz)	此頻段在絕大多數的國家屬於開放，不涉及法規開放和執照申請的問題	讀取範圍受限制 (在 1.5 公尺內)	1. 畜牧或寵物的管理 2. 門禁管理、防盜系統
高頻 (13.56MHz)	1. 高接受度的頻段 2. 在絕大多數的環境都能正常運行	1. 在金屬物品附近無法正常運作 2. 讀取範圍在 1.5 公尺左右	1. 圖書館管理 2. 貨板追蹤 3. 大樓識別証 4. 航空行李標籤或電子機票
超高頻 (300-1200MHz)	超過 1.5 公尺的讀取範圍	1. 此頻段在日本不允許作為商業用途 2. 頻率太相近時會產生同頻干擾 3. 在陰濕的環境下會影響系統運作	1. 工廠的物料清點系統 2. 卡車與拖車的追蹤
微波 (2.45 or 5.8GHz)	超過 1.5 公尺的讀取範圍	1. 此頻段在某些歐洲國家不允許作為商業用途 2. 複雜系統開發流程 3. 在先今環境不被廣泛使用	高速公路收費系統

資料來源: 何謂 RFID：無線射頻辨識，

http://iem.mit.edu.tw/~ie884032/paper.DOC#_Toc119308204

主動式 RFID 與被動式 RFID 依 RFID 頻率範圍、讀取範圍、優勢、劣勢、適用情況等項目比較如表 5 所示：

表 5:主動式與被動式 RFID 之比較表

比較項目	主動式 RFID	被動式 RFID
RFID 頻率範圍	433MHz	125KHz - 2.45GHz
讀取範圍	100-300 公尺，需搭配天線使用	10 公分- 5 公尺
優勢	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tags 內建移動感測器，可依據不同狀況調整信號頻率 2. 讀取器之讀取距離可依訊號強度之調整來加送信號 3. 適用金屬環境、長距離範圍，以及變動性高的區域 4. PCMCIA card 亦可供讀取器搭配使用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成本較為低廉 2. 輕便短小 3. 國際標準漸趨成型
劣勢	<ol style="list-style-type: none"> 1. 體積較大 2. 成本較高 3. 易受液體干擾 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 讀取範圍較有限 2. 易受金屬及液體干擾 3. 讀取資料的整體表現較不穩定
適用情況	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需大量且快速讀取時 2. 讀取距離較長的環境中 3. 需快速感應的場所 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需要大量的 tags 2. 不重複使用 3. 僅須讀取 5-7 公尺以內的資料 4. 在毫無金屬與液體的讀取環境中 5. 在決策實施前必須徹底進行實地勘測

資料來源：(參考文獻 16)

2.3 RFID 中介軟體

余顯強(2005)指出，RFID 系統可透過與自動化系統的結合應用，解決條碼儲存資訊量過低，無法程序化的限制。在應用程式與自動化系統的周邊設備間的連結，RFID 中介軟體 (Middleware) 扮演了 RFID 系統和應用程式間的中介角色。

從應用程式端使用中介軟體提供的共通應用程式介面 (Application Interface, API)，即可取得 Tag 的資料。蕭容興等(2004)指出，RFID 中介軟體不會因為 RFID 讀取器提供的介面數量增加，以及應用程式數量增加，而變得複雜。因此，當企業中複雜的情況如 30 個應用程式，以及 5 種 RFID 讀取器時，其讀取器至應用程式之間的點對點連結數量將高達至 150 個。如果透過中介軟體處理，則中介軟體與應用程式成為一對一的處理，介面將可簡化。

Caton(2004)將 RFID 中介軟體定義為，是一介於讀取器構成的網路與應用程式間

的管控軟體。它可以從許多讀取器傳遞的資料，區分與識別不同的讀取器資料，經過過濾刪減後予以彙集。它可藉由產生 Tag 的即時狀態，來監控讀取器與 Tag 的網路效能，並且藉由讀取 Tag 事件的歷程，來作為應用程式的調整與優化。EPCglobal 提議設定的中介軟體標準稱為 Savant，將讀取器蒐集的資料如何加以結構化，定義出一個標準。

2.3.1 RFID 中介軟體的功能

依國家實驗研究院(STPI)於” RFID 的神經中樞即是 RFID 中介軟體”一文中的描述，Forrester Research 將 RFID 中介軟體，定義為 Tag 和應用程式間中介的角色，包括協調讀取器(Reader Coordination)、資料過濾與蒐集(Data filtering and aggregation)、資料路線發送與整合(Data routing and integration)及程序管理(Process Management)等四個功能。

2.3.2 RFID 中介軟體的類型

盧建名(2005)、余顯強(2005)與洪文政(2006)指出，中介軟體負責自動化系統與讀寫器間的協同處理作業，屬於訊息導向中介軟體(Message Oriented Middleware, MOM)，透過訊息的形式將資訊從一個程式傳遞到其他程式。主要功能是負責將讀寫器所讀取的標籤資訊，進行訊號的蒐集、過濾及整理、排除重複訊號，轉換成訊息的形式傳遞給後端的自動化系統。除了接收及傳遞資訊外，中介軟體的功能還包括安全、資料廣播、路由及除錯等作業，以確保資訊的正確及通透性。因此，無論自動化系統增加或改由其他系統取代，或者讀寫器種類增加、更換等情況發生時，應用端仍可不需修改也能運作，省去多對多連結與整合的問題。

依據應用範圍來分，RFID 中介軟體可分為下列三種發展階段：

1. 應用型中介軟體體 (Application middleware)
2. 基礎建設型中介軟體 (Infrastructure middleware)
3. 解決型中介軟體 (Solution middleware)

2.4 RFID 技術應用的系統型態

根據 Jahansson(2005)及 Scansource 網站的研究指出，RFID 技術的應用方式，可以依其流程架構，區分成二種系統類型，一為封閉式系統(closed loop system)，另一為開放式系統(open system)。系統的決定對於 RFID 技術應用成本，有著決定性的影響，主要在於 Tag 的使用數量。開放式系統會依對象逐漸遞增，而封閉式系統則僅於初期建置一定數量後幾乎不必增加，僅須於損壞時替換維修即可。

依 Jahansson 研究的內容，二個系統應用的差異，簡略說明如下：

1. 封閉式系統(Closed Loop System)：封閉式系統是一個不與環境進行交互運作的設置方式，以有限的 Tag 在其運作系統中循環使用。

2. 開放式系統(Open System)：當產品於生產線至庫房以致於出貨，RFID 均放置於產品上，可將該 Tag 的內部資料，分享給供應鏈的下游客戶，即可稱作是開放式系統。

2.5 RFID 技術應用的挑戰

雖然 RFID 技術勾勒出這麼多的願景，並且也已廣泛應用在許多不同的領域，但仍遇到許多技術與文化等等的瓶頸需要克服。主要所面臨的問題：

一、 成本問題

應用 RFID 技術，被提及最多的擔憂是成本問題，理由是傳統的條碼只有印刷成本，小到可以忽略不計，而使用 RFID 技術，則要面對晶片、天線、讀取器等一系列新的成本問題，舉大賣場為例，大賣場要求供貨商在每一件商品上、貼上 RFID 標籤，但如果大賣場不肯自行吸收這些安裝成本，將變成由供貨商負擔，而大賣場若肯吸收這些安裝成本，可能又把這些成本轉嫁到商品的銷售價格，如此又變成由消費者負擔。所以想要採用 RFID 系統，所需要投入的資金成本將會影響使用者的意願，特別是對於價格敏感度相當高的零售業或物流業者。

未來希望藉由改善 RFID 晶片的製程方式，及進一步整合天線與晶片，將更有利於降低 RFID 標籤的製作成本，再者也希望利用提高 RFID 標籤的市場規模度，藉由大量生產製造，來減少 RFID 的成本。

二、 技術問題

目前 RF ID 技術發展尚有幾項困難須克服：

1. 背景材料影響資料讀取：

無線電波的傳送是 RFID 主要運作的原理，但因為物理的基本特性，會造成環境中有些材料會去吸收、反射或折射無線電波的能量，比方說，不適用於金屬或導電的環境(例如：金屬或玻璃製成的產品，會反射或折射無線電波)，也無法通過液體辨識訊息(例如水或有傳導性液態產品，會吸收無線電波能量)。受到這些因素影響，將會降低 RFID 資料讀取的準確度與可靠性。

2. 環境干擾：

目前 RFID 必需應用在一些特殊的環境下，例如在裝飲料的鋁罐或玻璃瓶外貼上 RFID 電子標籤，或是貼在金屬外殼的抽水機設備上，都會面臨到無線電波訊號被干擾的問題。另外在無線電波的傳送過程中也容易受到電磁波的干擾。

3. 傳輸距離的問題：

如讀取器與標籤的距離若相距太遠，會大幅削弱兩者間所傳送的資訊訊號，導致辨識率降低。

4. 電子標籤訊號的碰撞：

例如像購物車的例子，當很多的電子標籤(Tag)一起讀取時，感應(Reader)必需在同一時間讀取大量的 Tag 訊號，難免會發生 Tag 訊號相互碰撞。

三、個人隱私權及基本人權保障的問題

由於 RFID 的技術原理，當任何人持有 RFID 閱讀器後，自然就能隨意擷取 RFID 標籤上的資訊，因此隱私保護團體擔心，當消費者買了東西離開商店之後，會因為所購買的商品已貼附 RFID 標籤，而讓小偷或任何人都可以得知消費者的袋子裡裝有哪些東西；更進一步是執法人員或行銷人員也可以藉此去蒐集個人的購物習性，這就好像隨時隨地被人在監視般，將令消費者無法自由自在的購物，而且也會影響個人在購物時的考量方向，不免妨害個人的人身自由及資訊自決權，同時個人隱私權也蕩然無存。

另一方面，隨著校園 RFID 化的趨勢，使得世界各地，已經出現不少標榜化的學校，開始使用 RFID 來管制學生的出缺席和行蹤，如紐約州某私立小學早已讓學生配戴上內建 RFID 標籤的名牌，可以追蹤得到學生進入校園的任何紀錄，再如日本大阪市政府也授權允許在小學校園內採用 RFID，並藉由讀取小學生戴在身上的 RFID 卡，方便家長了解孩童的行蹤。雖然學校藉由使用 RFID 可方便管理學生，但無時無刻的追蹤，卻也侵害了學生的基本人權及隱私權，而且難免會使學生感受到自己如同貨物一樣，任何時間都受到掃瞄和偵測，這種將人予以物化的行為，在這極端講究人權及提倡個人主義的時代，似乎是無法被人群所接受。

四、安全的問題

RFID 技術與其它無線技術類似，對於那些沒有使用內置安全設備來保護傳輸資訊的使用者來說，必需面臨網路上的安全挑戰，對駭客而言攻破任何無線網路系統是非常輕鬆簡單的事情；或許有人會想到直接移植已在 Internet 上所使用的安全技術，然而 RFID 與 Internet 的運作原理二者迥然不同，RFID 僅僅是標籤與讀取器間傳輸資訊，並無法像 Internet 還可做到一對一的相互溝通及對話，再加上考量 RFID 製作成本必需壓低的因素，加入複雜的加密技術勢必提高其製作成本，以致 RFID 與 Internet 雖然有相同的資訊安全問題，但 RFID 卻無法享有 Internet 上資訊安全的解決方案。

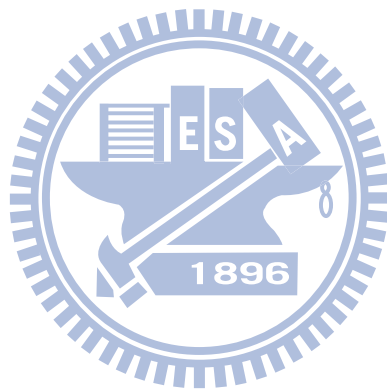
當 RFID 系統沒有任何安全的保護措施時，任何持有感應器的人將可以隨意處理截取到的資訊，而且因為 RFID 可以重覆讀寫，若被惡意入侵，存在標籤中的資訊也可能會被篡改。例如廠商為強化商品的售後服務，將消費者的消費記錄存在商品的 RFID 標籤中，若有心的消費者便可修改標籤中的消費記錄，如：購買日期等，製造不實的資訊，換取不應得的售後服務；又如應用在校園的 RFID 系統，可能會讓任何有心的人可以隨時得知學生的識別身分和所在的地點，反而是將學生置於更加不安全的環境下，更容易遭到綁架或受到傷害。

五、標準的問題

一項技術能否普及並大量應用，共通標準的制定是非常關鍵的因素，所以理想的情況是：任何一家廠商所製造的 RFID 讀取器，應該都能讀取任何一家廠商所生產的 RFID 標籤，此外制定共通的資料傳輸格式以及無線電波不同工作頻段的各式標準協定，以使不同的 RFID 系統間能夠互相溝通及相容。

但目前 RFID 在共通標準方面，因為各國在法令規範以及無線電波頻段使用的

頻率尚未統一之下、另外又牽涉到各國的利益與各大廠商間的利害關係，美國/歐洲的 EPC、AIM、ISO、日本的 UID 等各大標準體系各自為政，以致 RFID 的國際標準遲遲未見統一，也造成 RFID 一直無法大量推行，令想要使用 RFID 系統的商家裹足不前。



第三章 應用研究

3.1 RFID 在半導體產業之應用-以晶圓代工晶片製造流程管控為例

對自動化程度高之半導體產業，RFID 之無線感應特性所能提供的高度 AIDC 功能，正是最佳發揮所在。隨著近來 RFID 潮流之發展目前已有廠商專為半導體廠設計出搭配 RFID Tag 之晶圓承載容器與相關週邊設備。如 Asyst Technologies, Inc. 之 SMART-Traveler™ System 中 AdvanTag system，見圖 7。或如台灣富創得科技股份有限公司之 Wafer Lot IDTracking System，見圖 8。



圖 7 晶圓承載容器與相關週邊設備
(資料來源:Asyst Technologies, Inc 網站)



圖 8 Wafer Lot ID Tracking System
 (資料來源:台灣富創得科技股份有限公司網站)

就其應用功能進行說明：

1. 無線追蹤識別與資料讀寫:透過 RFID 無線射頻技術,可進行全廠區非接觸性作業。

(1). 提供快速查找:透過 Reader 之佈置設計,可藉由全區無線掃瞄對所需尋找之特定產品批進行定位尋找。過去利用 BarCode 或 IR Tag 系統時,要在廠內對上千批的產品,若不在機台上或自動倉儲傳輸系統上時,只能依其製程位置進行地毯式尋找,尋找時間動輒 10 分鐘以上。

(2). 提供同時多筆讀取:利用 RFID 可同時讀取多筆資料的資料的特性。透過 Reader 之佈置設計,可藉由全區無線掃瞄快速對廠區進行盤點。過去進行盤點因找貨時間問題,通常需要進行分區暫停移動與過帳約 2~3 小時。透過此功能將可在幾分鐘內完成盤點對帳,有助於減少產能(註)。

註:產能揮發 指生產設備可提供之產能因某時段未能使用而損失,後續的生產並不能把損失補回。

(3). 即時更新標籤資訊:利用 RFID 可無線傳輸讀寫之功能,可即時對多批指定產品進行,特定參數,製程或派工指令修正。因半導體產品常有大量製程變更或特定站別調整之情形,過去的作法有些要到現場逐批找出後進行作業,有

時會有遺漏或時間拖太久影響時效之情形，特過此功能，可即時全數調整修改。

(4). 提供移動監控：利用 RFID 之無線追蹤識別可設定其移動監控，以達到限制移動之監控功能。過去 BarCode 或 IR Tag 需操作者主動進行掃瞄才能進行管制，有心者或疏忽者若無進行此動作則無法進行管制。目前有兩種狀況均能利用此功能：

攜出控管：利用進出口佈置 Reader 與警示燈號，針對未經核准之攜出管制。

區域管制：針對 0.1um 以下先進製程所使用之銅製程，因銅離子對鋁製程有銅污染問題，故此部份管制相當嚴格，凡進入銅製程區均需更換晶圓承載容器。透過區域進出口設置 Reader 檢查若有未更換誤進出者可提供即時攔截，而防止銅污染事件的發生。範圍或取用控管：透過設定限制在特定 Reader 感應範圍內，只要離開感應範圍即警示拿取者及控管負責人，這可針對特定需管制之產品提供更嚴謹的控管，以減少誤取用或誤處理之發生。

2. 標籤具高容量記憶體：RFID 本身具有微晶片 (Micro Chip) 本身可提供較大的記憶容量，所以產品資訊可隨貨一起流動。

(1). 前後段資訊有效串聯：在晶圓廠的前段製程所使用之 MES 系統往往與後段封測製程是不連續的，當在測試階段發現有電性問題需查詢過去晶圓廠該批是否有任何問題時，往往要透過跨部門或跨公司查詢，造成時效差異。只要不卸除，即可利用 RFID Tag 進行隨貨識別，透過標籤高容量記憶體所提供的充足資訊，可有效提升效率。

(2). 提供較多的資訊即時查詢：在過去晶圓廠階段使用 IR Tag 可提供相同記憶體功能，但通常 IR Tag 限晶圓廠內使用，出晶圓廠後則改用列印之紙標籤，紙標籤之功能多只限於產品識別。針對如後段封測時不同測試結果進行分 BIN 後的分批/併批，所產生的原批號追溯等功能是紙標籤無法提供，故可藉此彌補其不足。

(3). 具重複讀寫功能：針對晶圓廠之產品流動之多變化性，常有資料變更如產品型號變更，可藉由無線傳輸寫入，省卻過去之標籤逐一撕除或塗改的更新動作。且統一由 MES 系統資料寫入，可減低人為資料變更錯誤的失誤。

3. 低成本且可回收使用：RFID 介於 IR Tag 與 BarCode 標籤之間，有二者所具備功

能，且不需如IR Tag 之一個 Tag 上萬元成本及免用電池。可為晶圓廠省下可觀的成本。

- (1). 大幅降低成本：若以 30,000 片產能，生產週期時間 45 天，一個 lot 以 24 片為單位之晶圓廠粗估最小在製品數約 45,000 片，則估計至少需 2000 個 Tag，若以 Smart Tag(IR Tag)一個單價約新台幣 10,000 元計，則其成本需近 20,000,000 元。但以 RFID Tag 一個約新台幣 150 元(約 5 美元)計，則只需 30,000 元，可節省成本 98.5%。
- (2). 可回收使用：因 RFID Tag 具操作時不需接觸，不易因接觸磨擦或撞擊損毀，且被動式 Tag 不需使用電池，無電池更換問題，再加上可重複讀寫之特性，若不隨貨出貨時或原產品異常終止時，可回收使用。

3.2 RFID 在汽車組裝之應用-以某汽車製造廠為例

基於汽車研發所使用零件材料的跨產業特性及其組成複雜且多，使汽車業可以稱為一高度整合的產業，使其擁有跨產業合作、經濟規模高及進入障礙高等特性。汽車產品的開發週期很長，從市場研究及可行性分析、試裝、量產、到市場正式販賣約需二至三年；由於台灣的汽車業均須與技術母廠洽商新車的導入事宜，從產生概念到正式販賣的日程，大都會超過三年以上。由於國內市場經濟規模的侷限性，汽車製造業長期依賴國外的技術與關鍵性零組件，使得國內汽車的製造成本一直無法降低，出口也受到國外母廠牽制，業者莫不思考策略，以謀求企業生存的出路。由於汽車產業的發展影響國家經濟甚鉅，而自台灣於 2002 年 1 月正式加入世界貿易組織(World Trade Organization, WTO)後，政府被迫放棄汽車產業的保護政策而全面開放市場，汽車業更面臨與全世界的汽車廠競爭，其所要思考的策略方向，將是以如何提昇競爭優勢為最主要重點。

一個企業的競爭力是由各種有形及無形的因素所構成的，例如財務管理、業務行銷、技術開發、生產製造、人力資源、事務管理、經營策略及供應鏈管理等等，它會在不同的情況下發揮不同的力量。而從生產製造管理進行改善，是對於增強競爭力最為直接的方法，故而許多汽車製造公司都在思考如何運用自動化來強化品質與降低成本。個案公司舊有系統，係依管制點以人工於系統輸入車號方式，進行在製車輛的追蹤，該資料只包含通過了特定管制站的時間，因為管制點數量的限制，無法確切掌握該車的所在位置，以致在需要調度車序時，均需要作業到現地以目視查核車型車號後再進行操作，生產製程流程的速度因而受限，成為生產力的瓶頸。並且由於在許多生產製程的環節都需要以人工輸入資料，經常發生輸入資訊錯誤且未能即時的情況，造成管控上的困擾。

除了上述的因素外，個案公司亦面臨下列幾項議題，需要採取變革以使公司能夠迎向挑戰：(1)產品逐漸邁向多樣少量的生產型態。(2)為了對應生產車種的多樣化，考慮導入同步化物料供給的體制，以提升物料使用的管控。(3)建構系統詳實記錄物料使用

及生產實績，強化產品製造資訊的回溯分析能力，並整合品質管理系統。(4)為使在加入WTO後，面臨世界性的競爭，期能強化訂單管控，提昇國內外客戶滿意度。(5)整合經銷商管理系統，以縮短成品車交期為目標。(6)結合供應鏈管理系統，改善物流供應的效率。(7)藉由自動化的推動，期能培植公司的核心技術能力，提高人力的素質。(8)提昇整體生產製造體系的執行效率，低減成本。

綜合以上各項因素的考量，個案公司高層遂於2000年決定導入以”自動化”為核心的製造執行系統(Manufacturing execution system)，個案公司將其命名為PDVC系統(Production data value chain management and control system)。個案公司在本專案的推動上，係以舊有系統的架構為基礎，加上參訪優良案例的標竿汽車公司後，提出本專案的範疇，其專案範圍包括以下各項：

1. 上線車序即時最佳化及自動調整：考量各製程上線需求，將全廠上線車序予以最佳化，並且考慮蒐集到各製程實際產出的即時資訊，將上線車序予以最佳化即時自動調整。
2. 中央集中管控與生產設備監控：成立中央控制處理中心，能夠藉由系統直接取得各製程的生產實績狀況以及設備的狀態資訊，並可以指揮設備進行日常的運轉，或調度人員針對異常設備進行緊急維修處置。
3. 車輛生產狀態追蹤：中央控制中心的操作者，可以藉由人機介面，取得RFID資訊，進行在製車輛的追蹤。
4. 生產資訊供應鏈透通：將系統蒐集到的生產實績狀況，經由系統彙整後將情報透過ERP、SCM及DMS系統，發佈給公司相關單位、協力廠商及經銷商。可讓協力廠商可藉由即時訊息掌握生產進度，以便即時備妥物料，以滿足個案公司生產需求；並使經銷商、客戶隨時掌握及預知訂單生產交期及動態。
5. 應用自動化車身調度：對於PBS/WBS暫存區存放在製品車身，可以透過RFID與系統的連結，可以明確掌控其所在地，在決定上線車序後的調度，亦透過系統與PLC系統的溝通，以自動化的方式取出後予以上線。
6. 生產相關資料蒐集：由於系統提供了許多的RFID讀取器作為管制點，系統在許多製程設定了資料收集的功能，可以取得生產實績、工時、重工、及設備故障的生產及成本相關資訊。同樣的，品質資料亦可以透過此系統作一個詳實的記錄，例如：對於重要保安部品的序號，亦可以記錄於此系統，以方便日後的追溯。
7. 作業指示系統化：由於產品車種類十分多，混線生產的規劃係主要核心能力，在此系統導入後，藉由系統指示各車種於各製程的注意事項，可以進行防呆改善，避免人工作業疏失。而在對於副線的生產亦可作到同步生產指示，減少人工判斷漏裝。
8. 生產排程電腦化：利用現有排程的思考邏輯，將其予以系統化，排除人工排程，避免人員的疏漏，提高排程的可執行性。
9. 即時監控生產狀況：將上下游結合，讓整個生產與供應體系能隨時掌握生產動態，作彈性調整，以提昇生產效率。

3.3 RFID 在空軍飛機維修系統之應用

資訊科技是企業流程再造工程變革的關鍵促成因子，本研究主要目的探討 RFID 結合資訊科技，運用在空軍的飛機維修管理，利用業務流程模型化與分析(BPMA)程序，並以 IDEF0 方法展開細部流程作業，比較導入 RFID 前、後作業流程及可見的效益。

航空業面臨的二大問題，(1)人為錯誤及(2)庫存失當，本研究認為 RFID 運用在飛機維修管理，可以降低人為錯誤，提昇人員在維修管理所扮演角色的功能。RFID 結合空軍現行的後勤資訊管制系統，亦可以有效率地管理現行的飛機維修所需的資產，減少資產管理人力與資源的浪費。

美國防部利用各種的自動辨識技術(Automatic Identification Technologies, AIT)在後勤作業管理上，節省大量人力及成本(Burns, 2002)。最近的相關研究均導向使用無線射頻辨識系統 (Radio Frequency Identification, RFID)。RFID 可說是目前最引起注目的科技，我國資策會於 2003 年已將 RFID 列入值得觀察的十大技術之一，這波 RFID 熱潮是由 Wal-Mart 和美國防部率先發動，RFID，不需人工操作即可完成管理作業，速度上即時反映及即時追蹤，可大幅縮短作業及管理時間，取代現有一維及二維條碼，加上具有可讀寫功能，可以更迅速的處理資料及提高顧客滿意度。

RFID 在空軍飛機維修系統之應用

1. 飛機及維修人員位置即時反應。(圖 9 為 RFID 結合 RTLS 的 MMS 示意圖)

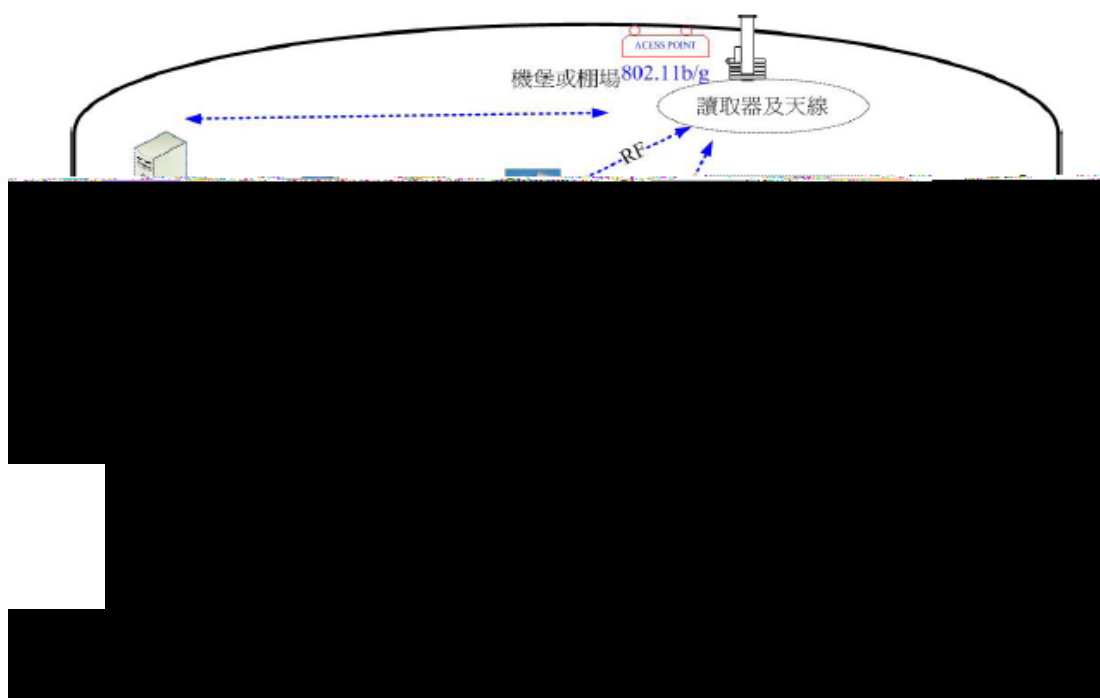


圖 9 RFID 結合 RTLS 的 MMS 示意圖(參考文獻 3)

2. 技令管理效率改善(圖 10 以 RFID 為基礎的技令管理系統示意圖)



圖 10 以 RFID 為基礎的技令管理系統示意圖(參考文獻 3)

3. 智慧型工具箱(Smart Toolbox) (圖 11 The Smart Box Application Model)

- (1). 提示工具有無遺漏。
- (2). 可立即得知工具箱內有無錯放別人的工具，使維修人員容易清點，避免遺留在飛機上。當工具遺留在飛機時，亦有使用讀取器協助在隱蔽區找到工具。
- (3). 記錄工具的使用情況及次數，對於後續追蹤工具使用情況及統計是否達到預期的壽限有很大的幫助。

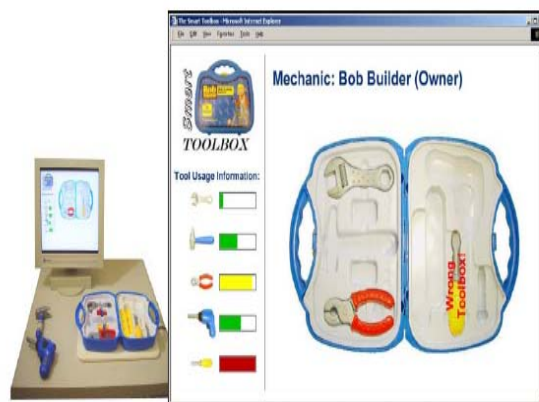


圖 11 The Smart Box Application Model
(資料來源: Floerkemeier, Lampe&Schoch(2003))

4. 智慧型裝具間(Smart Tool Inventory)應用於手工具的管理。

- (1). 快速與方便的借用及歸還流程：避免過多時間用於找尋裝具，及裝具使用上更有效用。
- (2). 所有裝具資訊均可讀取，例如包括了借用及歸還的日期與時間。
- (3). 校驗資訊可存儲於標籤，即時確認裝備是否為合格校驗件，校驗數據亦提供工作臺測試時比對及調整。
- (4). 試驗裝備屆期無需人工查閱，主動示警。
- (5). 無需人工登錄，可將試驗裝備識別序號輸入 MMS。

圖 12 為智慧型裝具間設置示意圖。

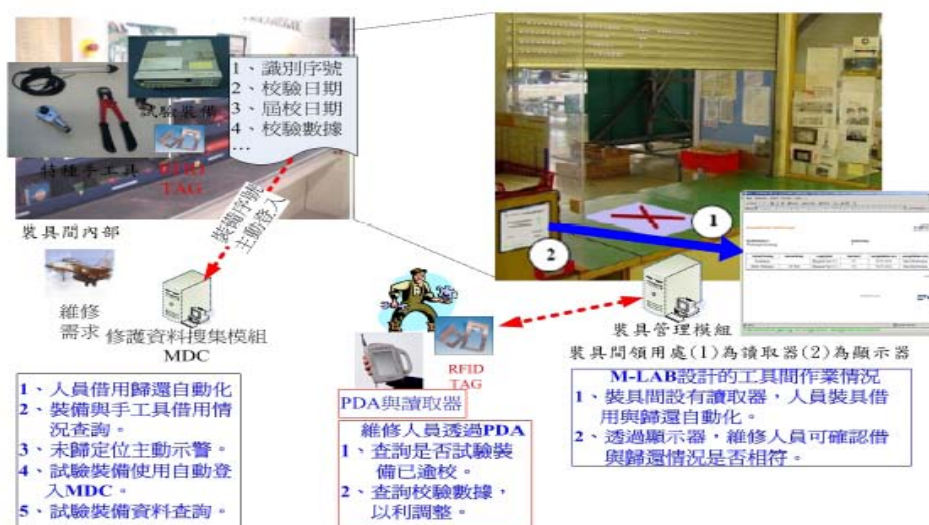


圖 12 智慧型裝具間設置示意圖(參考文獻 3)

5. 零件維修歷史追蹤

飛機附件價格非常高昂，且與飛行安全習習相關，因此在附件維修的追蹤管理上，無論是軍方或民航空業者均極為重視，並利用各種自動辨識技術，使資產得以透明化(Total Asset Visibility ,TAV) 包括 2D 條碼(Bar Code)、接觸型記憶鈕(Contact Memory Button, CMB)，2D 條碼受限於只能讀不能寫，有不少企業以具讀寫功能的 CMB 取代。CMB 具有 4K-8M 的可讀寫記憶，無需電池，可重複讀寫 10 萬次以上(鄭同伯，2004)，但需透過讀寫裝置實際接觸讀取資訊。由於 CMB 在使用上需以人工方式將讀取機的讀取頭(Probe)貼於該鈕扣之上，而 RFID 具有 CMB 所擁用途與優點，且 RFID 不需接觸可遠距讀取，因此美國防部自動辨識技術目前已朝向使用 RFID 進行評估。

圖 13 為維修人員讀取附件的 RF ID 標籤內資料相片。



圖 13 維修人員讀取附件的 RF ID 標籤內資料
(資料來源: Tsgtmeier(2005))

圖14 為RFID 運用於附件修理循環的全壽期追蹤圖。

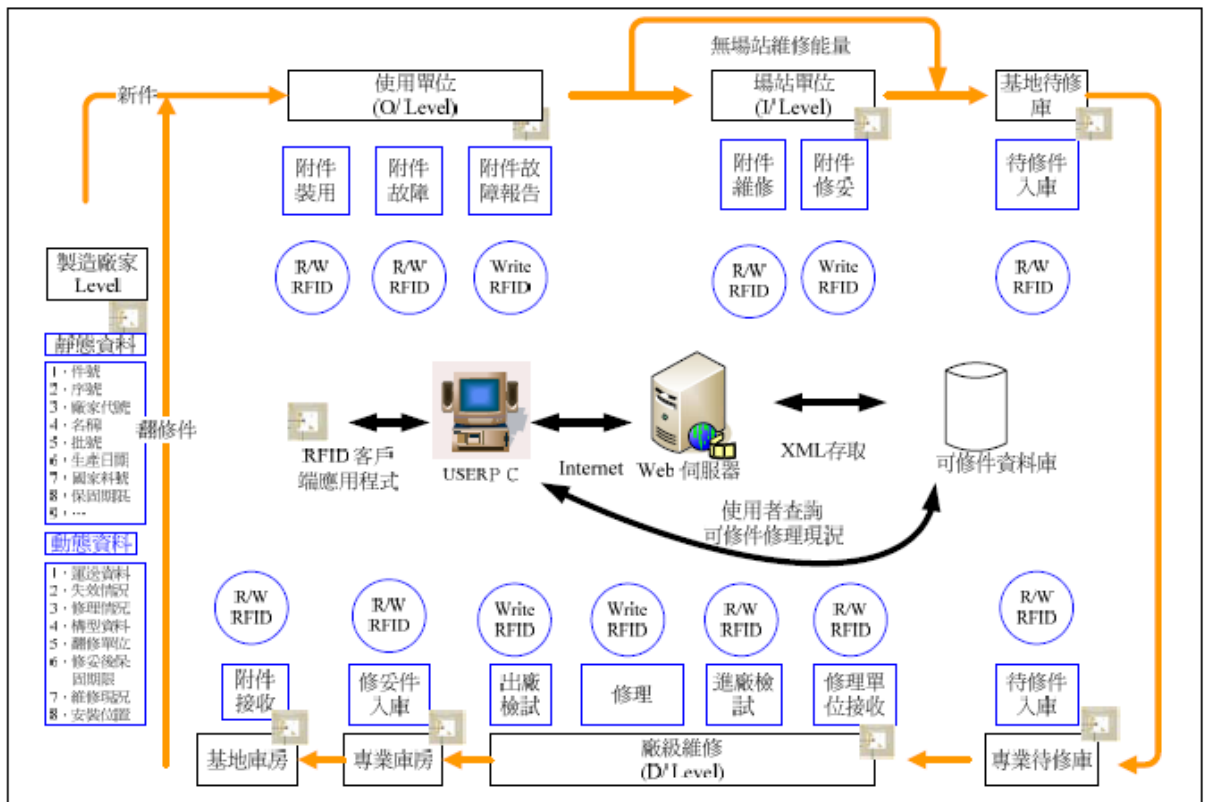


圖14 RFID 運用於附件修理循環的全壽期追蹤圖
來源: Montakhab (2003)CMB 應用於附件修理)

第四章 半導體設備維修保養介紹

4.1 半導體製程介紹

IC (Integrated Circuit, 積體電路), 又被稱為是「資訊產業之母」, 是資訊產品最基本、也是最重要的元件。IC 是將電晶體、二極體、電阻器及電容器等電路元件, 聚集在矽晶片上, 形成完整的邏輯電路, 以達成控制、計算或記憶等功能, 為人們處理各種事務。IC 種類複雜, 但可粗分為記憶體IC、微元件IC、邏輯IC及類比IC 四大類。IC的製作過程, 由矽晶圓開始, 經過一連串製程步驟, 包括光學顯影、快速高溫製程、化學氣相沉積、離子植入、蝕刻、化學機械研磨與製程監控等前段製程, 以及封裝、測試等後段製程方始完成。近來逐漸成為半導體製程技術主流的銅製程, 其製作流程則與傳統鋁導線製程稍有不同。

一般積體電路製造過程, 主要是將固定雜質矽晶圓的表面氧化, 產生一墊層二氧化矽後, 依電路設計的要求, 製作所需要之光罩, 進行反覆的曝光顯影、乾濕蝕刻、擴散及氧化、薄膜沉積及金屬濺渡、表面清潔處理、離子植入等不同的模組製造過程, 經由一系列製造流程及規格監控後, 才完成矽晶圓。

茲以主要產品(互補式金屬氧化物半導體(CMOS))的流程區分如下:

1. 區域性氧化(LOCOS)或溝槽絕緣層(TRENCH)階段:

首先將固定雜質矽晶圓的表面氧化, 產生一墊層二氧化矽及沉積氮化矽層(Pad oxide and nitride deposition), 接著利用黃光曝光顯影及乾濕蝕刻形成氮化矽層主動區域之圖案(Nitride active area patterned), 隨後以場區(Field oxide isolation)或以矽溝槽(silicon trench isolation)形成絕緣層後, 將氮化矽層去除。

2. 井區之形成(well formation)階段:

在井區部份, 分為N 型井(N WELL)及P 型井(P WELL), 井區之形成是將N型或P 型離子植入, 藉由反型離子能量大小來調整金屬氧化物半導體的工作電壓值(以P 型離子植入N型井形成PMOS, NMOS 之形成, 反之亦然), 並做高溫活化離子鍵結, 而工作電壓值(Threshold Voltage)是由各種不同型離子植入及離子能量大小來控制。

3. 閘層之形成(Gate formation)階段:

高溫下在主動區域形成極薄的二氧化矽(gate oxide), 並沉積複晶矽層(polysilicon deposition), 及所謂閘層, 接著利用黃光曝光顯影及乾濕蝕刻形成圖案後用鈦或鈷金屬的濺鍍及回火形成自行對準矽化金屬(Ti or Co sputter and anneal for Salicide formation), 最後以濕蝕刻去除未反應之鈦或鈷金屬, 並利用離子植入及高溫活化離子鍵結形成源極和汲極(TiSi₂ or CoSi₂s source and drain)。

4. 介電層(dielectric)及平坦化(planization)階段:

以薄膜製程進行四乙基氧矽烷之低壓電漿化學氣相沉積或氮化矽沉積(LPPETEOS or NITRIDE DEPOSITION)形成炸極側壁保護(SPACER for gate

protection)。再繼續以化學氣相沉積的電漿增強四乙基氧矽烷形成氧化矽介電層(PETEOS)並再加上滲入硼及磷雜質氧化矽介電層(高溫易流動, BPEOS), 高溫退火後, 以化學機械研磨方式使其平坦, 接著以黃光曝光顯影及乾濕蝕刻形成元件接觸窗口(Contact)接著為柱窗金屬鎢濺鍍。

5. 金屬層(metal) 及護層(passivation)之形成階段:

金屬層以鋁和金或銅濺鍍, 用黃光曝光顯影及乾蝕刻形成金屬線圖。為了進行金屬層介電層製程及平坦化, 先利用次大氣壓及電漿增強四乙基氧矽烷氧化矽層之化學氣相沉積法來產生氧化矽介電絕緣層(SACVD oxide and PETEOS oxide for planization)。再以化學機械研磨方式使其平坦, 接著以黃光曝光顯影及乾濕蝕刻形成金屬接觸窗口(VIA), 接著為柱窗金屬鎢濺鍍(依電路設計的要求, 重覆上述製程做成多層金屬導線), 最後用化學氣相沉積法來產生氧化矽和氮化矽介電保護及絕緣層, 並進行合金化及背面研磨後則完成所謂矽晶圓(wafer)製作過程。

4.2 半導體製造設備簡介

4.2.1 製造設備

- (1) 黃光區(Lithography): 步進機(stepper)、上光阻/顯影機(Coater/Developer)
- (2) 蝕刻區(Etching): 乾蝕刻機(Dry etching)、溼蝕刻機(Wet bench)、去光阻機(Stripper)
- (3) 化學機械研磨區(CMP): 化學機械研磨機
- (4) 擴散區: 潔淨機、爐管(Furnance)、離子佈植機(Implanter, 游離輻射機台)
- (5) 薄膜區: 化學氣相層積機(CVD)、濺鍍(Sputter)

4.2.2 品質管制設備

- (1) 進料檢驗設備
- (2) 製程檢驗設備(XRF, X光螢光分析儀; TXRF, 全反射X光螢光分析儀)
- (3) 出貨品質管制設備

4.2.3 廠務設備

以某獨立運作半導體廠而言, 廠務單位負責以下各項系統, 其名稱及用途如下之敘述:

1. 設施供應系統

- (1) 超純水系統(晶圓清洗, 零組件清洗, 化學品稀釋用)
- (2) 氣體供應系統--大宗氣體(N₂, O₂, Ar)

註: N₂: 供應氣動閥用氣、purge 管路或設備用; 儲槽體積: 100m³; 處理量: 800Nm³/hr, O₂: 氧化製程用氣體; 儲槽體積: 20m³, Ar: TEB 或 TEPO 等化學品之Carrier gas 及其管路purge 用; 儲槽體積: 3m³

- 特殊氣體(SiH_4 , PH_3 , AsH_3 等)
- (3)液態化學供應系統, (主要供應清洗、蝕刻、微影、化學機械研磨等製程機台)
 - 酸性化學品(H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl , CH_3COOH , HNO_3 等)
 - 混酸(NH_4OH 29%, HF 49%, NH_4OH 2%, HF 1%等)
 - 鹼性化學品(NH_4OH 等)
 - 氧化性化學品(H_2O_2 等)
 - 有機溶劑(IPA , Acetone 等)
 - 研磨液(Slurry)
- (4)電力系統(供應各項設備及生活所需之電源)
- (5)製程PX 系統
 - PCW, Process Cooling Water(機台冷卻用)
 - PV, Process Vacuum(晶片傳送等所需)
 - CV, Cleaning Vacuum(機台保養維修清潔用)
 - RCW, Recycling Water (廁所、水塔、園藝、設備Local Scrubber 所需水源)
- (6)自來水系統(廚房等民生用暨消防用水等)

2. 環境系統

- (1)潔淨室(內裝、照明、高效率空氣過濾設備、溫濕空調)
註:冬季以3 具熱傳面積各為 31.6m^2 電熱鍋爐進行溫濕度調整
夏季則以冷凍機進行除溼及溫度控制
- (2)辦公室(內裝、照明、溫度空調)
- (3)電話/網路
- (4)廣播
- (5)保全(監視器、門禁刷卡)

4.2.4 廢棄物處理

- (1)廢液(含氟廢水、懸浮物、酸鹼性廢水、含銅廢水、廢有機溶劑)
- (2)廢氣
 - 一般廢氣(GEX, General Exhaust)
 - 含特殊氣體濕式洗滌塔廢氣(SEX, Scrubber Exhaust)
 - 含氨氣廢氣濕式洗滌塔設備(AEX, Ammonia Exhaust)
 - 可揮發性有機溶劑(VOC)沸石轉輪廢氣處理設備(VEX, Volatile compounds Exhaust)
- (3)廢棄物
 - 一般事業廢棄物(生活廢棄物、氟化鈣污泥、包裝材、廚餘)
 - 有害事業廢棄物(廢硫酸、廢異丙醇、廢光阻、廢IC、含砷廢棄物、含銅污泥)

--感染性事業廢棄物(保健中心針頭、棉花等)

4.2.5 消防系統

- (1)滅火器
- (2)消防栓(含室內消防栓及室外消防栓)
- (3)自動灑水設備
- (4)泡沫滅火設備(停車場用)
- (5)二氧化碳滅火設備(電器機房用)
- (6)火警自動警報設備
- (7)瓦斯漏氣自動警報設備(廚房及沸石轉輪用)
- (8)緊急廣播設備
- (9)標示設備
- (10)避難器具
- (11)緊急照明
- (12)連結送水管
- (13)消防專用蓄水池
- (14)排煙設備
- (15)無線電通訊輔助設備
- (16)緊急電源插座
- (17)極早期火災預警系統(無塵室用)
- (18)緊急發電機(柴油式發電機，柴油存量110,000kg):供應緊急照明、關鍵性製程、關鍵性區域通風排氣、安全系統

4.2.6 工業安全與環境保護系統

- (1) 毒性氣體/氧氣/可燃性氣體偵測系統
- (2) 地震偵測系統
- (3) 液態化學品洩漏偵測系統
- (4) 災害搶救設備
- (5) 排放空氣/水品質監測系統

4.3 半導體設備預防保養簡介

一般設備會因為使用時間的持續增加而產生磨耗及折損，進而逐漸退化以致產生失效造成故障。而適當的保養尤其是預防性者不僅可以延長設備的使用壽命、減少上述各種的成本發生，更可避免設備費用的過度支出進而侵蝕到企業的獲利。故為了使設備能正常運作且減緩老化的速度，所因應而生的是對設備維護需求的增加，因此對於設備最佳的預防保養策略的制定是不可或缺的。

一、預防保養之重要性

預防保養 (Preventive maintenance, PM)，乃是視生產設備或產品之運轉狀況，為使其保持在特定的狀況而做有計劃之維護工作，在預定時間點或設備尚未發生異常時所採取的適當保養動作，以消除或減少故障的發生，並延緩設備的老化現象。適度的預防保養可以確保良好的設備運作狀態以及提升設備或系統可靠度，進而避免突發故障而影響產品品質或成本等。Stadje and Zuckerman (1996) 認為生產系統會隨著時間衰退，並導致低的生產力及收入，而保養的動作可以讓系統回復到一個較佳的狀態，其認為保養的成本是根據系統老化的狀態及保養的程度而定，並發展一個最適的預防保養策略。Iravani and Duenyas (2002) 也認為在先進的生產系統裡，複雜和高科技機器設備佔了許多工業的大多數資本額，然而隨著這些生產系統的使用程度及年齡增長，設備會有逐漸老化的現象，系統的惡化會帶來低生產率，進而造成高生產成本，他們認為預防保養可以有效提升系統的可靠度。故預防保養一直是產業界在生產過程中必須面對的重要課題。

設備是公司重要的資產，高附加價值的設備更需要妥善維護及管理以滿足企業之生產營運需求，設備狀況之良窳深切影響生產系統之產能及產品之品質及良率，所以良好的預防保養是企業在競爭日益激烈的市場環境下生存之重要關鍵。由於對設備進行預防保養是十分重要的，有許多學者將預防保養納入更多生產與作業管理領域考量，例如加入存貨管理的觀念，Cheung and Hausman (1997) 建構了在受限於機器隨機故障情況下，預防保養和安全存貨策略的分析模式。就傳統上來說，預防保養和安全存貨在處理機器故障的議題上，是被分開成二個獨立的策略在研究，他們發展一個一致性的架構，使其二者能夠同時地考量，並說明在二者選擇投資下之取捨 (Trade-off) 關係，其考量確然型的和指數型的維修時間分配，並在聯合的成本函數最小化下，提供最佳化策略決策。Das and Sarkar (1999) 考量了一個生產存貨系統，其為生產單一產品的型態，存貨為 (s, S) 模型，其中 s 是再訂購點，而 S 是訂購水準。產品的需求為隨機過程，其假設需求過程是 Poisson 分配，且單位生產時間、失效間隔時間、維修和保養次數為一般機率分配。他們認為透過預防保養可以有效減少失效造成的停工，並提昇系統績效，其發展了一個系統的數學模式，並導出績效測量的方法作為最適預防保養策略的準則，即當存貨水準為 i 而從最後一次維修保養後所生產的產品數目到達 i/N 時，則進行機器保養。

Zequeira et al. (2004) 提出了一個預防保養模式同時地考量最適的預防保養間隔時間 T 和最佳的暫存區存貨 S ，以滿足在預防保養期間或一個製造設備維修期間的需求，並使期望成本 $TC(S, T)$ 最小，期望成本包含期望不完美品質成本、期望維修成本、存貨持有成本和期望短缺成本，其考量不完美生產模式，及預防保養活動的持續期間和成本，是依據生產設備的狀況而定。而 Tseng (1996) 則將預防保養延伸到不完美生產系統，其認為傳統經濟製造量 (EMQ) 模式假設其生產過程(系統)是完美的。然而，由於老化的關係，生產過程將從 “in-control” 狀態變更成 “out-of-control” 的狀態，然後產生不完美的瑕疵品，當過程變化是依據失效率遞增分配 (Increasing failure rate, IFR) 時，規劃的預防保養政策通常被

用來增進其可靠度，他在這個退化的生產系統加入了預防保養政策，並推導出一個最佳預防保養政策。把排程觀念加入建構預防保養模式的研究，也相當常見，Cassady and Kutanoglu (2005) 認為預防保養和生產排程這二個活動其實是具互相關聯性的，但大多數時後卻被分開規劃執行，在大部分考量預防保養及維修影響可用生產時間和機器失效機率的文獻中，忽略了二者之間互相關聯的活動，所以他們提出了一個整合性的模式，整合了單一機器排程決策與預防保養計畫決策，運用啟發式演算法求解，如此使得工作的期望總完成時間最小，假設機器在失效時採最小修理，在預防保養下更新，並比較整合性的解和個別在預防性保養計畫和工作排程問題的解之間的績效。

由上述文獻得知，適當的預防保養策略的制定的確非常重要，並在許多領域被廣泛的探討及研究。所以接下來將對預防保養政策之分類部份進行文獻的整理與探討。

二、預防保養政策之分類

為了增加產品的壽命，延長預期失效時間，採取預防保養政策是必然的趨勢。Wang (2002) 依據不同的保養成本結構及不同的保養回復程度所整理之預防保養政策及本研究所歸納之其他相關文獻，茲將其分成六大預防保養政策類型。其分述如下：

(一) 逐次預防保養政策 (Sequential PM policy)

假設隨著設備使用時間越久，設備老化現象越嚴重，而需較高頻率的預防保養次數。逐次預防保養政策是直接控制維護間隔時間，而與直接控制可靠度、設備年齡和失效率等之失效極限模型不同。逐次預防保養政策與週期預防保養政策最大的不同點在於維護間隔時間並非固定，通常此政策之預防保養間隔時間會越來越短，因當設備隨著操作時間的增加，其老化越嚴重，相對的需較高頻率的預防保養次數。Lin et al. (2001) 提出考量兩種失效模式分類的逐次預防保養模型，假設系統失效服從Weibull分配，在最小化平均成本率的情況下，找出最佳的預防保養次數及間隔時間。Lai et al. (2001) 考慮一個可修復單一元件系統的逐次預防保養及置換模型，失效的處理分為最小修理及維修，視嚴重情況而定，當經過多個維修週期(包含預防保養)後，系統即進行置換，在最小化期望損失率的情況之下，獲得最佳的預防保養及置換策略。

(二) 失效極限政策 (Failure limit policy)

此維護政策為假設當設備可靠度或失效率到達一預定的水準時則實施預防保養。Jayabalan and Chaudhuri (1992) 認為系統必須在低於最大可接受的失效率下進行運轉與作業，而為使系統之失效率不超出可接受之水準，因此，系統必須在失效率到達預定點時執行維護活動，其以有限時間域內預防置換次數以及每個預防置換期間內之預防保養次數為決策變數，並以平均總成本最小化為目標函數，應用分枝演算法 (Branching

algorithms) 找出最佳解。Love and Guo (1996) 在 Weibull 失效率的情況下，探討失效極限政策的預防保養決策。

(三) 維修極限政策 (Repair limit policy)

若考慮維修成本，當設備發生失效時，評估維修成本是否小於所設定之上限，如果是則進行修復，否則進行置換。Pham and Wang (1996) 發展不完全預防保養的維修成本極限政策。另外，若考慮的是維修時間，當設備失效時，能夠於預定時間內完成修復，則進行修復，否則即進行設備之置換。

(四) 年齡相依預防保養政策 (Age-dependent PM policy)

此種型態的預防保養策略，設備在預先決定的年齡 T 進行預防保養，或是失效時進行維修，直到一次完美的維護保養(預防保養或矯正維護)。Pham and Wang (1996) 針對不完全維護，探討老化型預防保養模型的年齡相依預防保養政策，設備在故障時進行最小修理或完全維護，當設備年齡到達 T 或累積失效次數為 N ，則進行置換。

(五) 週期預防保養政策 (Periodic PM policy)

週期預防保養政策為在一固定間隔時間實施預防保養，若在預防保養間隔中發生故障，則進行維修。由於週期性預防保養在規劃上較為方便，目前產業界多採用週期性維護政策，即機台設備於固定週期進行維修保養。Zhao (2003) 考慮一個執行週期預防保養的系統，假設每一次預防保養之後系統開始新的失效過程，並以一個稱為退化率參數來表示不完美維修的影響，最後推導出系統生命週期的可使用率、成本函數，並且得到最適的預防保養次數及間隔時間。Tsai et al. (2001) 針對一機械系統中關鍵且具衰退性組件，探討週期性預防保養模型，使系統維持在可用狀態且避免不可預期的失效發生，其維護活動採用預防保養和預防置換兩種，以系統的單位成本壽命最大化作為決定執行維護活動之準則，並利用基因演算法 (Genetic algorithms) 以求得最佳值。Sheu et al. (1999) 探討應用週期性預防保養在三個維修模式上：主要維修、最小化維修或是直到失效前都不維修，二種型式的預防保養方法是被執行的，分別為不完美預防保養和完美預防保養，預防保養是否為完美的機率是依據從上一個更新循環開始的不完美保養操作執行的次數，其建構每單位時間期望成本的數學式，並探討在每一個模式下，其最小化成本率之最佳預防保養時間。

(六) 其他預防保養政策

由於預防保養十分重要，除了上述的幾種政策分類之外，許多學者從另外角度考量其預防保養政策的規劃。Shirmohammadi et al. (2003) 探討一個隨機失效系統並建立預防保養的決策準則，提出一個更貼近實際狀況的預防保養政策，為同時考慮時間置換及壽命置換的混和策略

(Time-based renewals with skipping, TBRWS)，最終決定兩個決策變數，最適的預防保養間隔時間及是否執行預防保養動作，將保養間隔分為

m 及 n 個單位時間，若失效發生於 m 個單位時間之前，則規劃的預防保養將繼續執行，若失效發生於 m 個單位時間之後，則將略過隨之而來的預防保養，並開始新的循環。

三、可修復系統之預防保養政策

一般而言，生產系統會因運轉而逐漸退化因而增加運轉成本或蒙受外在的致命衝擊而導致提前完全失效，為確保設備能夠正常地與穩定地運作，需制定最佳預防保養政策。退化可修復系統之各種維護策略之研究可見於諸多文獻中 Park et al. (2000) 考慮可修復退化系統進行週期預防保養以及失效發生時進行最小修理活動，假設實施預防保養後可暫時減少應力，而降低系統衰退的速率，在其提出的模式中，假定系統失效服從 Weibull 分配，以求得最佳預防保養週期 x 和最佳預防保養次數 N ，其最佳化之準則為在無限時間域中使得單位時間之期望成本最小化，其中最佳預防保養次數 N 是指在下次發生置換前所執行預防保養之次數，並且還考量了最小修理成本隨時間遞增的情況下之最佳預防保養策略。同樣考量維護成本不為固定常數而為隨機變數，Dedopoulos and Smeers (1998) 探討失效率為遞增函數之單一元件，在有限時間域下連續操作，執行預防保養與最小修理兩種維護活動，並假設最小修理成本為一常數，預防保養成本隨著第 i 次預防保養活動之執行而有不同的預防保養成本，利用遞迴程式將目標成本函數最小化而求最佳解，找出最佳預防保養次數及預防保養活動之最佳期望利潤值。

Chelbi and Ait-Kadi (2004) 則考慮一個 JIT 連續裝配線的可修復生產系統，在固定的間隔時間 $T, 2T, 3T, \dots$ 進行週期性的預防保養，為了能連續供應裝配線上的生產需求及避免機器故障及規劃進行的預防保養工作執行時造成機器停工，產生重大損失，建立一個暫存區存貨 S ，在總成本（包含維修成本、存貨持有成本、短缺成本）最小化的情況之下，獲得最佳的決策變數 S 及 T 。Usher et al. (1998) 針對可修復退化生產系統提出一個成本最小化預防保養策略，將預防保養的規劃時間區分成 n 個間斷且相等的區間，在每個區間之中，可以預測將採取何種保養動作（維修系統、置換系統、不做任何動作維持系統原狀），而預防保養可以降低系統的有效年齡 (Effective age) 和失效率，並進而求得成本的最小化。

Seo and Bai (2004) 探討一個預防保養策略，在失效的時候採最小修理，並週期性的進行全面檢修 (Periodicoverhaul) 及置換，其探討全面檢修對系統的影響，在一個無限的時間域下，考量保養時間可忽略及不可忽略的兩種情況，假設系統壽命服從 Weibull 分配，在最小化期望成本率之下，導出的最佳的全面檢修次數及間隔時間。考量到可維修設備維護後的品質，Wu and Clements-Croome (2005) 探討維護主要可分為兩類：矯正維護 (Corrective maintenance, CM) 以及預防保養 (Preventivemaintenance, PM)。CM 是發生在系統失效時的維修保養，在某些研究中將 CM 定義為修理 (Repair)，PM 則是在系統仍可正常運作下，所做的維護保養，能減緩設備老化的速度，或使設備回復至較新的狀態，或延長設備壽命並降低設備的故障率，且根據系統保養後的狀況可分為完全維護、不完全維護及最小修

理，其認為從維修實務上發現，很難去精確衡量每次預防保養的品質，所以假設保養的品質即設備保養後之回復程度是隨機變數且服從某一機率分配而非常數，考慮兩種預防保養模型，失效率模型（Failure rate PM model）及年齡減少模型（Age reduction PM model），在最小化長期平均成本率的情況下，決定最佳的預防保養策略。

Martorell et al. (1999) 將預防維護模型分成比例失效模型（Proportional hazard model）和加速壽命模型（Accelerated life model, ALM），並以加速壽命模型中的年齡比例回復（Proportional age setback, PAS）模型與年齡比例減少（Proportional age reduction, PAR）模型來探討設備保養後瞬間失效率之變化，他們提出類似改善因子之維護效能因子 ε （Maintenance effectiveness factor）以呈現設備維護後年齡之回復程度， ε 值為介於 0 至 1 之常數值，當 $\varepsilon=0$ 時為最小修理，而當 $\varepsilon=1$ 時為完全維護，並找出最適合的預防保養策略。

也有許多學者考慮了保固的觀念，Lin et al. (2004) 建立一個包含退化組件的混合式串聯-並列系統的成本最小化模型，此模型系統設計考量了保固、週期性的預防保養及最小維護，其假設系統預防保養後的效果為不完全維護的年齡減少模型，並同時考量了免費及比例負擔等兩種保固政策，在最小化製造商系統總成本情況下，獲的最佳的系統設計。然而在進行預防保養決策的制定時，常牽涉到許多不確定的因素，需要考慮的因素亦相對繁多，例如：系統退化的程度、系統最初狀態，期望的系統壽命、維修成本、意外成本等。亦或是數據採樣困難、可獲得的數據悉少及收集故障資訊所需付出的額外成本十分高昂，所以近幾年有越來越多學者，應用貝氏方法探討維護的問題，降低決策過程制定的風險及不確定性，使管理者的決策結果能更為適宜。

四、貝氏決策分析

貝氏決策分析方法的步驟通常是進行事前分析後，收集資訊並獲得額外的新訊息後，再利用這些新訊息加以修正事前分析，而進行事後分析。貝氏決策分析提供了結合資訊並降低不確定性的可能方法，因此應用貝氏方法探討維護的問題的文獻相當常見。Mazzuchi and Soyer (1996) 探討一個可修復系統應用貝氏決策方法提出一個考慮最小修理的最適置換模型，並在單位時間期望成本最小的情況下，探討年齡置換策略（Age replacement policy, ARP）和等距（採取置換於 $T, 2T, 3T, \dots$ 或完全失效時）置換策略（Block replacement policy, BRP）兩種置換策略的比較。

Procaccia et al. (1997) 則探討可靠性中心綜合性維護（Reliability centered maintenance, RCM）已成為設備維護保養的重要系統，由操作中的系統獲得可靠性資訊，此時要進行何種維護，可從安全性要求、可用性及保養成本等來判斷，然而當系統的操作性回饋數據很少或稀有時，此系統便產生限制，他們應用貝氏方法考量專家評斷及失效風險和其可能產生的經濟結果，進行決策之制定，來達到維修保養策略選擇之最佳化。

Rosqvist (2000) 認為預測模型常被應用在可修復系統的可靠度領域上，但

由於系統設計或規格的獨特性，所以通常不容易進行預測及測試失效事件數據的趨勢，換言之，在量化可靠度的統計性推論測量中，常缺乏經驗回饋數據，他應用貝氏方法考量專家評斷在失效趨勢的偵查上，並估計強度函數中的參數。而Sheu et al. (1999)提出運用貝氏方法來決定在考量最小修理情況下的最佳年齡置換政策(Age replacement policy)，在考量最小修理、計畫性的置換和未計畫性的置換情況下，獲得每單位時間期望成本的數學式，且在某些適當的情況下，會存在一個獨特且有限的最佳置換年齡，其假設當失效密度函數服從Weibull分配，在參數不確定下，運用貝氏方法來表達和更新不確定的參數，並決定一個最佳化的年齡置換政策。

同樣考量年齡置換策略，更先進的研究有Dayanikand Gurler (2002)認為一個新建系統通常沒有足夠的資訊或是資料取得不易亦或是非常昂貴，因此運用貝氏方法建構一個較適合的年齡置換策略，假設系統失效分為輕微失效機率 $1-P$ (Type I failure) 及嚴重失效機率 P (Type II failure)，若失效是輕微失效，則採用最小修理，而系統置換於第一次Type II failure 或時間 τ ，因而推導出最佳置換年齡 τ ，並且使單位時間期望成本最小的置換策略。由於可修復系統在維護之後，系統的狀態是不確定的，應用貝氏方法探討在可修復系統上的預防保養問題，也相當常見。

Silver and Fiechter (1995) 探討在建構一個系統的預防保養模型時，常會發生資訊不全的情況，例如：系統的壽命時間分配未知、系統即時狀況未知或是系統的成本結構未知，其應用貝氏方法建構一個隨機故障系統的預防保養模型，假設受限於有限的歷史數據，系統的作業時間分配 (Operating time distribution) 未知，並找出最佳的預防保養間隔時間 T 。Percy and Kobbacy (2000) 在探討可修復系統的預防保養規劃問題時，即應用貝氏方法來改善決策制定過程，將系統區分為維修期間固定及維修期間變動兩種，並最小化單位時間期望成本，其考量在兩種模型原則下，延遲交替可更新過程 (Delayed alternating renewal process) 及比例危險模型 (Proportional-hazards model) 或比例強度模型 (Proportional-intensities model)，決定最佳的預防保養間隔。

Sheu et al. (2001) 則提出一個可修復系統利用貝氏方法決定最佳預防保養的策略，包含最小修理、維修及置換，並獲得單位時間期望成本的數學式，當系統失效服從具不確定參數的Weibull分配時，假設維修成本隨機，運用貝氏方法，建構出最佳預防保養次數及置換年齡，並且使單位時間期望成本最小的預防保養策略。

而Yanez et al. (2002) 應用廣義再生過程 (Generalized renewal process, GRP) 來探討維修後的狀況，假設系統失效服從Weibull分配，建立可修復系統的模型，並應用最大概似法及當維修資料稀少時應用貝氏方法來估計GRP的參數。

Percy (2002) 認為成功的維護及置換策略需要良好的決策制定過程，以決定多久進行預防保養、何時進行系統置換，而包含未知參數的隨機可靠度模型常被用來解決這類問題，但常會有資料缺乏或稀少的情況發生，他應用貝氏方法來改善預防保養及置換的決策制定過程，並推估其不確定參數，其在估計主觀事先分佈的超

參數 (Hyperparameter)，藉助專家的觀點，獲得一些關於參數的資訊，建立在專家經驗上的合適的主觀事先分佈。

Pulcini (2000) 則從貝氏觀點探討一個考量最小修理及週期性全面檢修的可修復機械系統，其以年齡比例減少模型來說明設備全面檢修後之效果，且假設失效過程為冪次型，接著導出合適的先驗機率，並對模型參數進行估計，且根據貝氏因子對全面檢修之效果進行假設檢定。

而Huang (2004) 認為在進行是否對系統採取徹底檢修行動的決策制定時，常牽涉到許多不確定的因素，例如：系統退化的程度、系統最初狀態，期望的系統壽命、翻修成本、意外成本、系統故障時帶來的損失等，其應用貝氏方法，發展一退化系統風險管理的決策支援系統的架構設計，考量了最佳的事前決策、敏感性分析或最佳的事後決策，可以更有效的利用電腦的運算能力，並提供一套系統方法整合專家意見及樣本資訊，提供決策支援技術不僅能依據可獲得的相關資訊採取行動，並獲得最大的期望利潤，讓決策者能更有效率進行決策的制定。在面臨複雜的決策問題時，如何釐清不確定因素以及整合相關資訊等，將成為是否能制定一有效決策的關鍵，而透過決策分析模式的方法，能幫助我們更有系統性及結構性的思考複雜問題，經由模式的建構，使我們能做出最適決策。隨著科技進步，機器設備日趨複雜，預防保養逐漸受到重視，且成為產業界在生產過程中所必須要面對的重要課題，在決定最適的預防保養策略時，常會受到許多不確定性因素的影響（系統退化的程度、期望的系統壽命等），導致決策的結果不甚令人滿意。

長久以來，如何因應設備因運轉而逐漸退化因而增加運轉成本或導致提前完全失效，一直是製造業最重要的課題之一，尤其高科技設備或系統愈來愈精密與複雜，因此對於系統與設備之安全及可靠度須更加以重視，例如捷運系統、飛航控制系統、核能發電廠、醫院電力供應系統等及光電與半導體產業，前者因對安全性具有絕對的要求，假如這些系統在使用中突然發生故障，對於生命財產的損失及影響甚鉅，後者則因設備成本佔資本結構之極高比例且產品製損成本高，而系統在操作中發生失效所造成的損失，遠比有計劃性停機作預防保養之損失來得大，且失效的零件可能損及周遭其他零件，甚至毀損該零件設備及相關系統。所以為了降低整個系統失效之機率，以及降低故障發生時所帶來的損失，故應以預防性的角度進行設備維護保養，藉由在系統未損壞前進行及時的保養或置換，以確保良好的設備運作狀態。

一個預防保養策略建立，主要在其決策變數的選定，例如預防保養次數的決定。若實施預防保養的次數太多，即保養間隔過短，維護過度頻繁，雖然可以降低設備失效率，甚至可以延長設備壽命，但其造成維護的成本及停機時間將大幅增加，導致成本浪費及設備使用率低落；反之，若選定的預防保養的次數太少，即保養間隔時間太長，維護不足，將使設備容易處在不適用的狀態，故如何選定合適的預防保養決策變數是很重要的一個決策問題，唯有在最適時刻執行最適的預防保養，才能達到最大的效益。再者，在許多探討預防保養策略的相關文獻中，由於失效率的考量，大多數主要對於產品壽命分配的假設均為單一參數的壽命分配如指數

分配及形狀參數已知的韋伯分配。就實際現象而言，這些分配的假設並不合理，系統失效分配通常為未知或包含不確定參數，例如新進系統的數據缺乏，取得不易或取得這些數據的成本過高等預防保養是一個大部分產業都有執行的保養系統，但如何讓保養系統更完善，便是本研究將RF ID 導入保養系統的目的。

4.4 半導體設備巡檢簡介

設備巡檢是主動式管理的一種，主要藉由例行的每日巡察，紀錄設備狀態，提早發現已經快要損壞的設備，並便可提早安排人力、時間做更換的動作，這對設備維護而言，是屬於主動式的維護，而傳統設備巡檢方式，容易流於形式，且為紙本紀錄，保存不易。

4.4.1 設備維護管理的目的

所有的製造業公司在以市場競爭為基礎的環境下，選擇其基本競爭力的優先次序是一樣的，如：成本，品質，靈活性和其他優先事項，這些的競爭力乃些取決於他們的製造能力，也是這些公司不可分割的一部份 (Srinivas, Liliane & Ann, 2006)。人類從十九世紀的工業革命以來，逐漸的以高效率的機器設備大量生產來取代效率較低的人工的生產。當企業愈來愈依賴機器設備從事重複、單一或者具高度危險性的工作之時，如何維護機器設備正常的運轉便成了一項重要的工作。尤其在1950 年代以後，重工業的興起讓人類對於機器設備更為依賴。透過這些重型設備的運作，為人類帶來更多的生活的便利。如：重機造船、石油化學等。近代以來，由於全球國際化的影響，造成全球商業金融的緊密結合，企業的營運受到全球的競爭使得利潤更為薄弱。所以，各公司無不朝向提高生產效率、降低成本的方向努力。當各公司積極的導入生產自動化、一貫化作業，來提升生產效率、創造利潤之時，若當工廠生產設備因故障而停止運轉，將對於企業造成相當大的損失。

也因如此，近二十年來設備維護管理的課題在企業內部逐漸受到重視，以往企業只重視到直接銷售與製造的數量與數據，往往忽略到隱形的生產成本。即便設備的維護管理對企業運作影響雖然是間接衝擊企業整體績效，然而每每發生事件都是造成企業重大的損失。尤其當企業的設備停止運作時，即代表著未來獲利的減少或損失，設備維護的政策會影響企業的生產力和盈利能力。

Hisham (2003) 也提到維修是世界上最大的單一管理的開支。所有的維修成本分為二大類，第一類稱為直接成本，如勞動力、材料、服務、維修和間接費用作為維修費用。第二類的維修費用為隱藏成本或間接成本是難以衡量的。這些隱藏的維修費用有以下六大損失：

- 1、設備故障與非計畫性停機的損失
- 2、過渡設定、改變和調整的損失
- 3、空轉和小規模的停機
- 4、降低運轉速度
- 5、突發的損失
- 6、品質缺陷

當維護保養費用高於機器設備所能創造的價值時，則代表這個設備已達使用壽命的上限，不再具有投資的效益必須予以更新。為使設備能發揮其原有的能力，並進而減少故障的機率，提升設備的使用率，設備保養的維護管理具有三大目的（陳永甦，1992）：

1、減少生產設備損壞產生的損失：

- (a) 減少停機所造成的產能損失。
- (b) 減少停機工時損失。
- (c) 減少停機時已上機之原物料損失。
- (d) 減少因故障所造成的不良品。

2、改善設備提升機能增加安全性：

- (a) 降低故障率。
- (b) 提升產能。
- (c) 確保品質穩定。
- (d) 延長設備壽命降低成本提升競爭力。
- (e) 因結構零件經適當的修正及檢查可減少或避免意外事件的發生。

3、適切的提供保養維修所需物料（Repair and Operation Material）降低保養成本：

- (a) 降低保養維修所需資材的庫存成本。
- (b) 減少因待料所增加的停機損失。
- (c) 提升保養維修的效率降低保養成本。

4.4.2 設備維護管理的演進

根據「設備維護管理：現代與未來」一書，將維護管理的思想演進分為三代，其分述如下，茲將各時期其背景因素及維護思想分述於下表6：

表6：維護不同時期的演進

進程	產生時期	背景因素	維護思想
第一代	第一代從工業革命以後至第一次世界大戰	機械化程度不高，設備簡單，過度設計，維護簡易，設備壽命短。	事後維護 (BM)
第二代	第二次世界大戰到太空時代啟動	機械化程度提升，設備越趨複雜，維護程度與技術高，維護花費大。維護計畫與控制系統開始電腦化，重視成本，強調可用性、維護室、設備壽命加強。	預防維護 (PM)、生產維護 (pm)、全員生產維護 (TPM)
第三代	科技時代，自動化時代，太空時代，人資時代	維護科技化，導入維護新觀念，維護經濟性與效果化盛行。重視環境生活品質，可迅速反應平常需求，強調經營設備的理念，安全與環保要求大大提升，重視信賴性，設備壽命更長。	電腦化維護管理 (CMMS)、預知維護 (PDM)、唯信賴度維護 (RCM)、健診維護 (PAM)、免除維護 (MF)

資料來源：「設備維護管理：現代與未來」

1. 第一代：從工業革命到第一次世界大戰之間，此時期各種設備大量的出現，實際的操作人員對機械設備的瞭解認知有限。因此設備故障後必須交由具有專業的技術人員方能維修，因此這種設備故障後才找人維修的行為就是「事後維護」。
2. 第二代：第二次世界大戰到太空時代啟動（1980年），此時期機械化程度大幅提升，設備複雜也隨之提升，維護程度與技術越來越高，導致維護成本提高。維護計畫與控制系統開始導入電腦化，維護思想也進步到故障前的預防維護、全員生產維護。
3. 第三代：科技時代，自動化時代，太空時代，人資時代（1980年至今，進步速率遠超過過去的任何時代）。此時期重視環境與生活品質，專業技術人員的成本逐漸高漲，調經營設備的理念，安全與環保要求大大提升，加上設備電腦化的程度愈來愈高，因此導入電腦化的維護思維以降低維修成本相當重要。

Hisham (2003) 的研究也提到設備維護演化總共區分為三個世代，其分述如下並整理如表7：

1. 第一代：1930年至1950年。此時期的設備維護策略只是單純的故障排除，等設備故障後再進行修護工作。

2. 第二代：在1950年至1990年。此時期之設備維護策略為因應產業的改變，設備維護工作開始進入計劃執行與支援的控管的階段，定期的設備保養觀念開始建立，設備可靠度提升的要求，促成設備維護管理運作統一化的成熟。
3. 第三代：1990年代至今。由於電腦軟硬體科技與半導體產業的興起，此時期的設備維護則是提供了各種多樣的工具來輔助，對設備運轉的監測與故障的預知，在工具的輔助下有了突破性的成長，電腦維護系統也使得資料收集、整理與分析更加快速與方便，預知設備故障與設備故障分析的能力有了更進一步的突破與成長。

表7：設備維護管理歷史演化

第一代(1930-1950)	第二代(1950-1990)	第三代(1990-現今)
壞了再維修。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 定期執行大修保養維護。 2. 使用系統，有計畫的控管維護工作。 3. 較低階的技術水準與計算能力。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 預知保養。 2. 設計階段便考量設備可靠度與可維修度。 3. 危害分析。 4. 高階電腦技術的引用。 5. FMEA 技術的引用。 6. 專家系統。 7. 多能工與團隊運作。

資料來源：(Hisham, 2003)

4.4.3 設備維護策略分類與定義

為了達到設備維護管理的目的，延長設備的壽命，使設備發揮最大效益。許多的製造企業紛紛導入各種的設備維護策略。一般而言設備維護策略大致分為二種，一種為預防維護 (Preventive Maintenance)，另一種則是事後維護 (Breakdown Maintenance) (JIPM 編，1999)。其分類如圖15 所示：

1. 預防維護 (Preventive Maintenance, PM)：在設備尚未故障前，根據設備運轉的狀態決定是否進行維護，或者以時間為基準定期進行預防性維護的策略總稱之。
2. 事後維護 (Break Down Maintenance, BDM)：設備操作或運轉一直到故障為止前不進行任何維護活動，等到設備故障發生後才進行維護的策略。

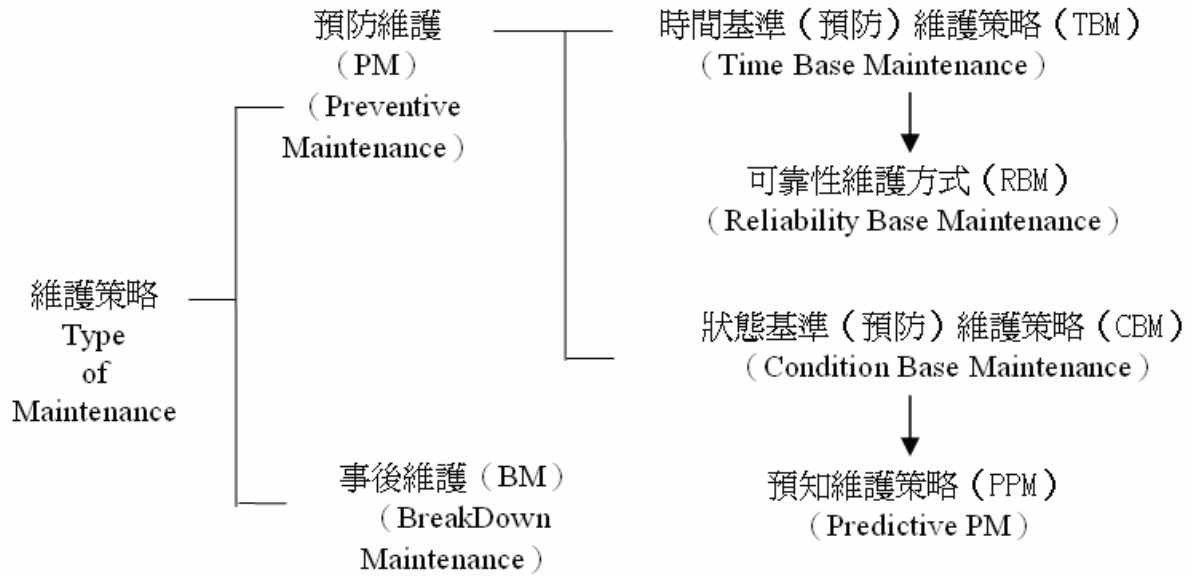


圖15：維護策略
(資料來源：JIPM 編，1999)

Sandy (2002) 在參與多年的維護管理諮詢工作後認為維修術語是非常混亂的。即便英國標準局 (British Standards Institution, BSI) 已經發展了一套設備維護管理專門用語並且定義於 BS 3811:1993 中，作為業界共通的標準用語。所以 Sandy (2002) 將他長年在設備維護管理領域的知識，整理在專業的設備維護網站上，對於設備維護策略定義，他就提到以下幾種專門用語，經整理後如下：

1. 緊急搶修策略 (Breakdown Maintenance, BM; Corrective Maintenance, CM; Run-to-Failure, RTF; No Scheduled Maintenance)：設備故障才進行矯正措施，未故障前不做任何的維護。
2. 預防保養策略 (Preventive Maintenance, PM)：依據設備特性，排定固定時間進行更換維護工作，將可能損壞的零組件予以更換，以避免設備突然故障後所造成的生產活動停止。
3. 預知保養策略 (Condition Based Maintenance, CBM; On-Condition Maintenance, OCM; Predictive Maintenance, PdM)：依據設備操作條件進行長期監控活動，當操作條件有異常時立即進行維護矯正動作，以避免設備故障發生。
4. 主動保養策略 (Proactive Maintenance, PaM)：凡是執行預防保養 (PM) 或預知保養 (PdM) 工作的策略，稱之為主動保養。

Hisham (2003) 亦針對以上的幾種設備維護策略提出其對於這些保養策略之看法，如表8。

表8：設備維護策略分類

設備維護策略	設備維護運作方法	影響程度
緊急搶修 Breakdown Maintenance	故障時再維修	大筆的維護預算
預防保養 Preventive Maintenance	定期進行設備維護	定期更換元件
預知保養 Predictive Maintenance	監測設備運作狀況	依設備運作狀況決定維護工作
主動保養 Proactive Maintenance	找出故障根源	監測和改正故障根源

資料來源：(Hisham, 2003)

4.4.4 有效與無效的設備維護管理

並非所有的設備管理都是正面的、有效的。Hisham (2003) 對設備維護管理的工作結果做了有效性與無效性的區分，如表9 所示。恢復系統生產力、避免任何不必要的停機、提高設備的工作效率、延長設備系統的生命、改善工廠整體的生產力、建立並維護產品品質以及增加工廠的利潤，都是有效的設備維護管理所帶來的好處；反之無效的設備維護管理會增加的維修費用、減少系統或設備的壽命、降低熱能轉換的效率、增加無謂的浪費、系統額外的清除費用、可以對產品品質的影響、減少了工廠的生產力導致系統效能下降與工廠利潤下降。由此可見，設備的維護管理工作不僅僅是要確實執行，也必須要執行有效的設備維護工作，方能為企業帶來利潤。

表9：有效的設備維護管理與無效的設備維護管理

設備維護的影響	
有效的設備維護	無效的設備維護
1. 恢復系統生產力	1. 增加的維修費用
2. 避免任何不必要的停機	2. 減少系統或設備的壽命
3. 提高設備的工作效率	3. 降低熱能轉換的效率
4. 延長設備系統的生命	4. 增加無謂的浪費
5. 改善工廠整體的生產力	5. 系統額外的清除費用
6. 建立並維護產品品質	6. 可以對產品品質的影響
7. 增加工廠的利潤	7. 減少了工廠的生產力
	8. 系統效能下降
	9. 工廠利潤下降

資料來源：(Hisham, 2003)

4.4.5 半導體設備巡檢概況描述

目前設備巡檢皆賴於人工巡檢並以紙本列出巡檢項目(如圖16示) ,

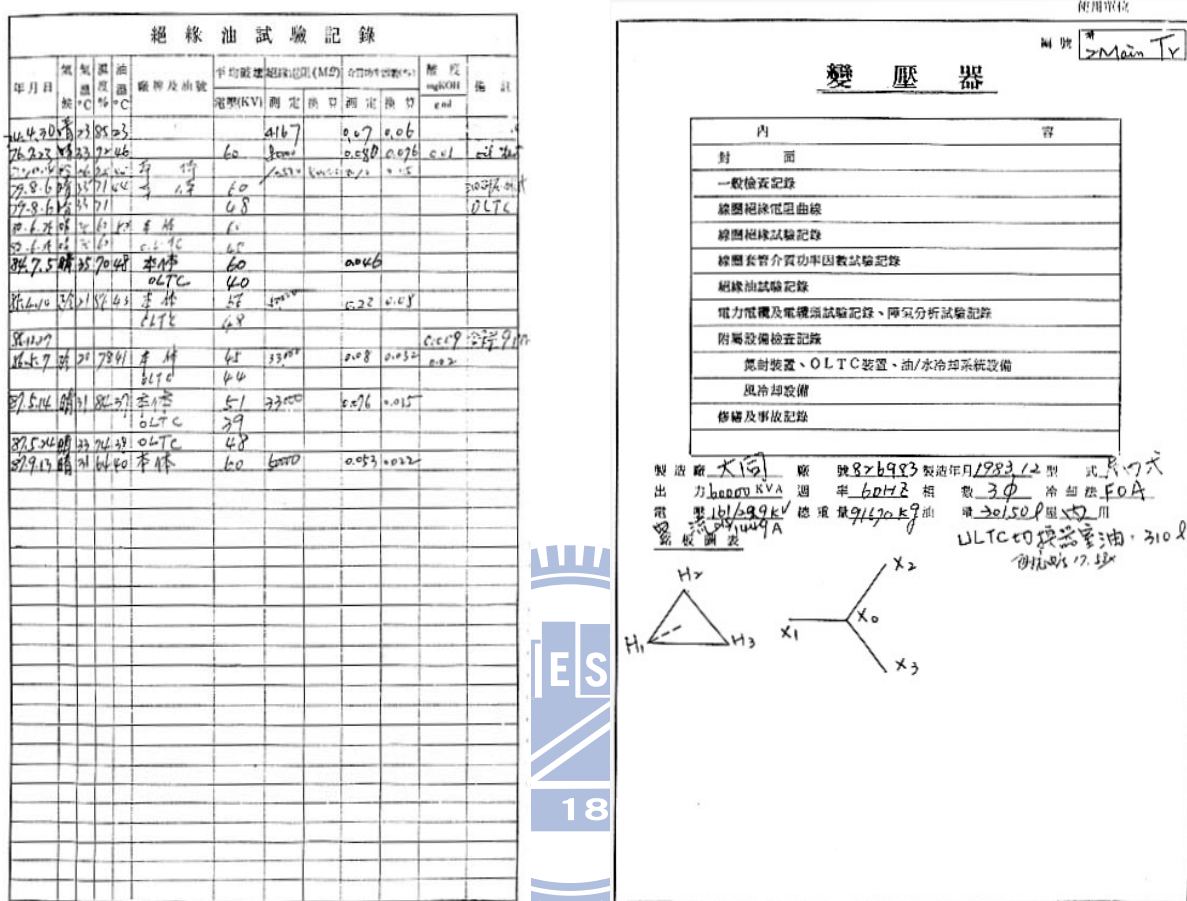


圖16：巡檢表範例

巡檢人員依據巡檢表內之項目，逐一檢視，這樣的作法有以下缺點：

1. 抄了那麼多，不知道我抄的對不對？
2. 抄完的數據，不知有沒有人在看？
3. 檢查的重點是什麼？老鳥沒有交接？菜鳥只好矇著抄？
4. 深夜問題多，巡檢工作到底做了沒？
5. 設備基本資料管理零零散散，要看找不到？
6. 設備維修之歷史紀錄做了嗎？
7. 統計分析不易，數據趨勢變化無法看到？
8. 管理流程複雜，人力負荷過重？
9. 異常管理機制有啟動嗎？

因此本研究希望將RF ID 導入設備巡檢系統的目的，即是希望能將設備維護管理做得更好更有效率。

4.5 半導體設備校正工具簡介

本節主要介紹在半導體設備中，較常用之校正工具，如 RF Generator calibration tool 及氮氣測漏機。

4.5.1 RF Generator calibration tool

RF Generator 校正工具如圖 17 所示，主要是用來校正射頻發生器。

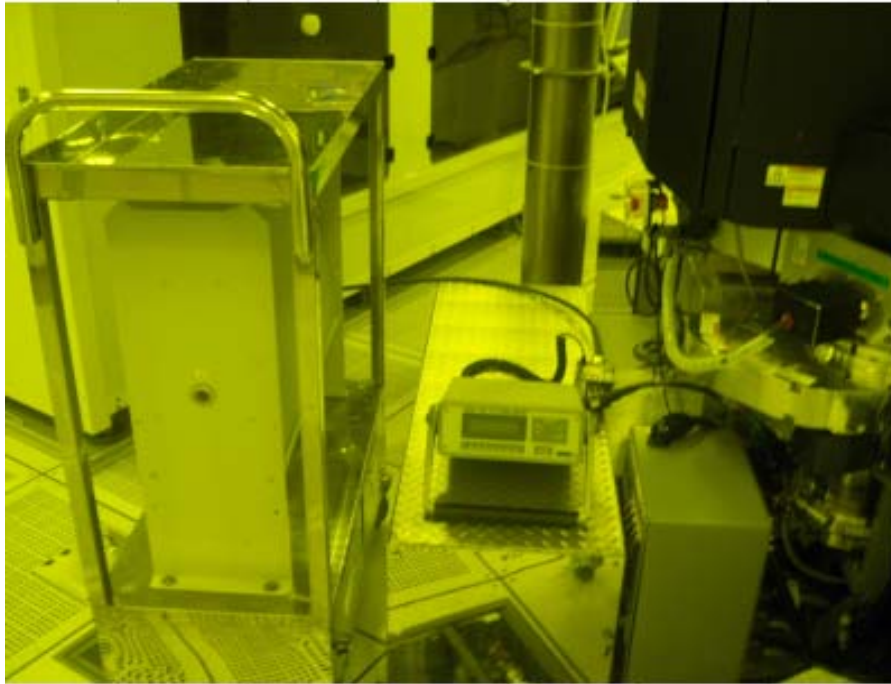


圖17：RF Generator 校正工具

RF Generator 校正工具包含 RF Generator(圖 18)、Dummy Load(圖 19)、Bird Meter(圖 20)、Censor Head(圖 21)、Signal Cable(圖 22)等。



圖18：RF Generator



圖19：Dummy Load



圖20：Bird Meter



圖21：Censor Head



圖22：Signal Cable

RF Generator 簡介如下：

RF Generator 即為射頻產生器，一般係以產生交流射頻為主，主要是用來作為半導體製程中，藉以產生電漿(註1)的能量源，如下圖 23 所示：

平行板電漿蝕刻系統 Plasma Etching

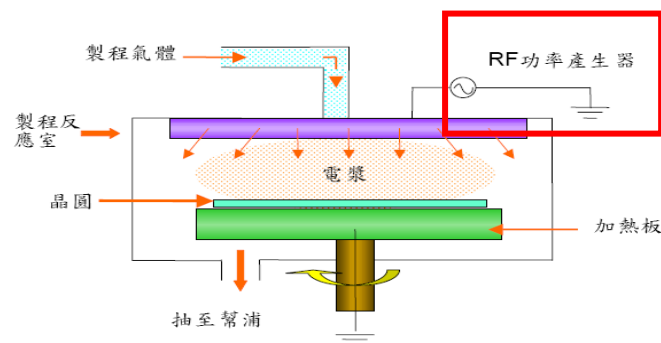


圖23：電漿蝕刻系統示意圖

註 1: 電漿是一種由正電荷（離子），負電荷（電子）及中性自由基(Radical)所構成的部份解離氣體(Partially Ionized Gas)。當氣體受強電場作用時，氣體可能會崩潰。一開始電子是由於『光解離』(photoionization)或『場放射』(field emission)的作用而被釋放出來。這個電子由於電場的作用力而被加速，動能也會因而提高。電子在氣體中行進時，會經由撞擊而將能量轉移給其他的電子。電子與氣體分子的碰撞是彈性碰撞。然而隨著電子能量的增加，最終將具有足夠的能量可以將電子激發，並且使氣體分子解離。此時電子與氣體分子的碰撞則是非彈性碰撞，最重要的非彈性碰撞稱為『解離碰撞』(ionization collision)，解離碰撞可以釋放出電子。而被解離產生的正離子則會被電場作用往陰極移動，而正離子與陰極撞擊之後並可以再產生『二次電子』。如此的過程不斷連鎖反覆發生，解離的氣體分子以及自由電子的數量將會快速增加。一旦電場超過氣體的崩潰電場，氣體就會快速的解離。這些氣體分子中被激發的電子回復至基態時會釋放出光子，因此氣體的光線放射主要是由於電子激發所造成。

4.5.2 半導體真空設備漏率檢測工具簡介

以氦氣測漏機為例(圖 24)，圖 25 為蝕刻機台測漏實例，圖 26 表氦氣鋼瓶。



圖24：氦氣測漏機



圖 25：蝕刻機台測漏實例



圖 26：氮氣鋼瓶

4.5.2.1 真空簡介

廣義真空定義為，一個容器內空間的壓力小於一大氣壓力即是真空。比較精細的解釋也可以說容器內氣體分子密度小於 2.5×10^{19} molecules/cm³ (一大氣壓的分子密度)，則該容器(腔體)內為真空。簡單表示為：腔體壓力 < 一大氣壓力。

(1) 真空的區分

粗略真空 (Rough Vacuum, 簡稱 RV)

壓力範圍：1000 ~ 1 毫巴；氣流型態：黏滯流

中度真空 (Medium Vacuum, 簡稱 MV)

壓力範圍：1 ~ 10⁻³ 毫巴；氣流型態：過渡流

高真空 (High Vacuum, 簡稱 HV)

壓力範圍：10⁻³ ~ 10⁻⁷ 毫巴；氣流型態：分子流

高度真空 (Ultra High Vacuum, 簡稱 UHV)

壓力範圍：10⁻⁷ 毫巴以下；氣流型態：分子流

(2) 壓力 (pressure)

氣體在容器內與容器壁的作用力，稱之為壓力；它的單位為：力/單位面積。標準的大氣壓力相當於 760mm 水銀柱高。此方式為義大利人托里切力所發現。溫度在 20°C，海平面高度。乾燥空氣所施的壓力，其值為 1013mbar。簡單表示為：
1atm = 760mmHg = 1013mbar。

(3) 氣體分子平均自由徑 (mean free path)

氣體分子在運動時各個分子在碰撞其他分子前所走的距離的平均值稱為氣體分子的平均自由徑。簡單估算氣體分子的平均自由動徑的公式如下：

$$\lambda = \frac{[6.45 \times 10^{-4}]}{P} \quad (\text{cm}) \quad [1]^*$$

[1]式中壓力 P 的單位為毫巴，平均自由動徑 λ 的單位為厘米。此式係假定真空系統的溫度為 20°C，而其中的氣體為空氣。

不同氣流型態的條件，可用氣體分子的平均自由動徑的大小來界定。

4.5.2.2 漏氣的定義

漏氣的定義為氣體由真空系統的外部經由漏氣的途徑進入真空系統的內部即為漏氣。根據此定義則任何真空系統均有漏氣。實際應用時並不以此定義來決定真空系統有無漏氣，而係根據一下兩條件來確定真空系統為不漏氣。

1. 真空系統不漏氣的條件

真空系統既然不可能絕對不漏氣，但是在符合以下條件的情況可視為不漏氣：

(1) 真空系統最終壓力 (ultimate pressure) 可以達到。

(2) 真空系統的操作壓力範圍 (operational pressure range) 再合理的時間內可以達到並維持。

2. 密封系統與緊密系統

不漏氣一般的真空系統或真空裝置，習慣上有用密封系統 (hermetic seal) 或緊密系統 (tight seal) 兩種不同的名詞來表達，其區別為：

(1) 密封系統

用最靈敏的測漏儀也不能測出漏氣的系統。

(2) 緊密系統

所測到的漏氣率不會超過所要求的規格範圍的系統。

4.5.2.3 漏氣的途徑

所述漏氣的定義所稱的氣體由真空系統外部進入真空系統內部的途徑應與組成真空系統各部份的材料及製造加工有關。主要包括有：

1. 材料製造加工

材料製造過程及加工處理會有以下的漏氣的途徑產生的可能：

(1) 小孔

(2) 裂縫

(3) 焊接道的裂痕

(4) 材料加工的紋理

2. 材料本身的性質

用來作真空系統的主體如真孔室，或真空分件及零件如管路，氣密襯墊，絕緣體等的材料其本身即具有某種性質可能為漏氣的途徑。只要選用此種材料即無法避免由材料本身的性質所存在的漏氣途徑。

(1) 多孔性材料的微孔

有些絕緣體如陶瓷及襯墊材料亦屬多孔性材料，故應考慮含有此類材料的真空分件可能的漏氣率。

(2) 分子或晶體間隙的滲透 (pressure)

滲透的機制為氣體分子經由材料的分子間隙或晶體晶格間的空隙穿過進入真空系統的內部，故根據漏氣的定義滲透應屬漏氣。滲透為材料的性質，任何材料

均有滲透的可能，僅滲透的量因材料而異。滲透與溫度，氣體分子的大小，及氣體分子的濃度有關。

4.5.2.4 漏氣率

漏氣率為單位時間內由真空系統外部漏入系統中的氣體量，其單位與氣流通量相同，即毫巴·公升/秒，托耳·公升/秒等。

漏氣分為兩種如下：

- (1) 真漏：真漏是氣體經由真空系統的外殼(如管壁、壁器和接頭)進入真空系統內部，真漏若不被阻止，而真空系統停止抽氣，則真空系統中的壓力最後應回到一大氣壓。
- (2) 假漏：真空系統中所有可能產生器體的機制均屬於假漏，例如真空室器壁吸附的氣體及器壁內部陷捕的氣體或溶解的氣體。經由擴散的機制到內部表面，以及任何蒸氣壓高的物質，包括污染等在真空室內蒸發均為假漏。假漏現象特點為，及上述發生的氣體其壓力達到與其周圍壓力相等時，及產生平衡故壓力不再上升。

因為真漏是指腔體外部經由隙縫進入腔體內部的氣體，所以進入的氣體量將保持不變。最後將達到一大氣壓，其真漏之特性曲線斜率將為固定，如圖 27 所示。假漏指腔體內部細小孔洞或不平滑表面吸附的氣體分子，因為腔體壓力逐漸下降而脫附將同時發生，惟在高真空時脫附現象較吸附明顯。當腔體壓力逐漸上升時，脫附與吸附將逐漸達到平衡，此項漏氣值會趨近於零，上升曲線變為平緩。在實際漏氣的狀況中，將同時包含真漏與假漏，在特性曲線的表示上將顯示出，初從高真空開始漏氣時，因為包含真漏與假漏，所以曲線斜率較大，壓力上升較快；壓力上升到粗略真空時，假漏現象將逐漸變小至趨近於零，唯真漏之漏氣量依然維持不變，所以曲線將較為平緩，壓力持續上升至一大氣壓。

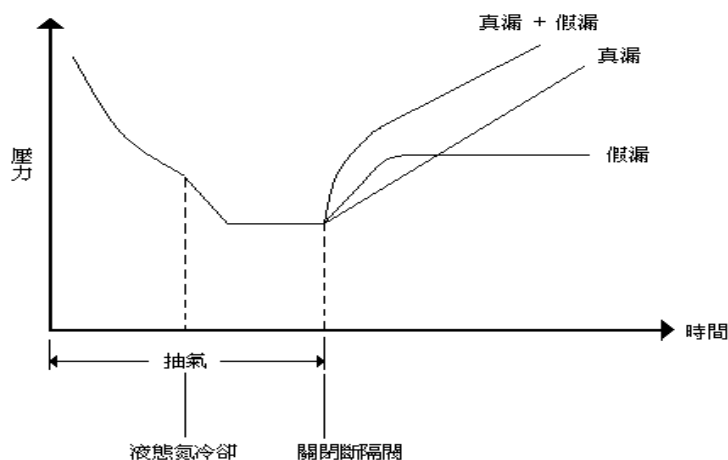


圖 27 漏氣率特性曲線(參考文獻 18)

4.5.2.5 漏氣率測定法

漏氣率的測定包括有測定時不用真空幫浦抽氣的靜態法及用真空幫浦抽氣的動態法。所測定的漏氣率為被測真空系統的總漏氣率，即可能僅有一個漏處，亦可能有多個漏處。以下分別介紹此兩種方法：

1. 靜態測漏法

靜態測漏法 (static testing) 亦稱為測試氣體累積測漏法 (test gas accumulation testing)。測試系統有一包覆罩 (envelope) 或測試室 (testing chamber) 其體積為 V ，待測件置於室內。一氦氣瓶供應氦氣由管路經控制閥放入真空系統中。漏出的氦氣至包覆罩內而被測漏儀 (leak detector) 所偵測。靜態測漏法測試系統如圖 28 所示。

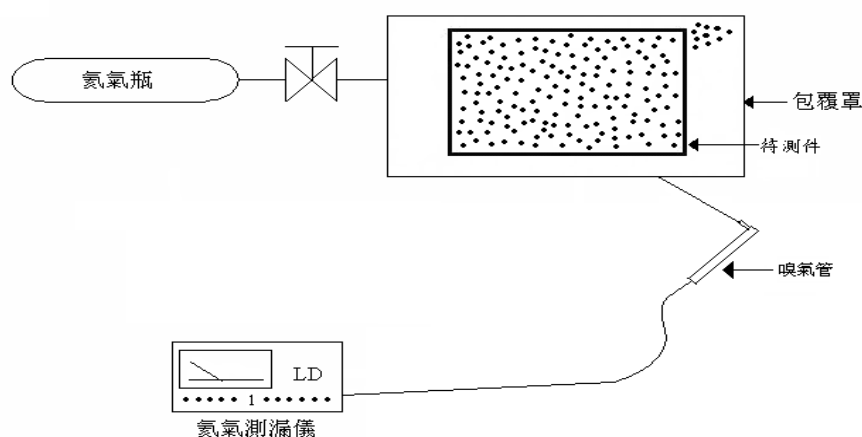


圖 28 靜態測漏法測試系統(參考文獻 18)

若測得包覆罩內的壓力變化率 dp/dt ，則漏氣率 $Q_1=V(dp/dt)$ 。

此法要求包覆罩體積 V 為已知。對於大型真空系統有困難，適合用於線上檢測小型真空件如燈泡等。

2. 動態測漏法

動態測漏法有兩種方式：

(1). 動態測漏法(A)：

測試系統如圖 29 所示。待測真空系統內充測氣體 (氦氣)，包覆罩由真空幫浦抽氣，測漏儀裝設在抽氣管路上。

若包覆罩內的壓力 p 維持不變，而真空幫浦的抽氣速率為 S ，則被幫浦所抽氣體的氣流通量 Q 為：

$$Q = Sp$$

若真空系統內的氦氣漏出的漏氣率為 Q_1 ，漏出的氦氣被真空幫浦抽出達平衡狀態後，包覆罩內的壓力 p 維持不變，則漏氣率即等於幫浦所抽氣的氣流通量 Q ，故

$$Q_1 = Q = Sp$$

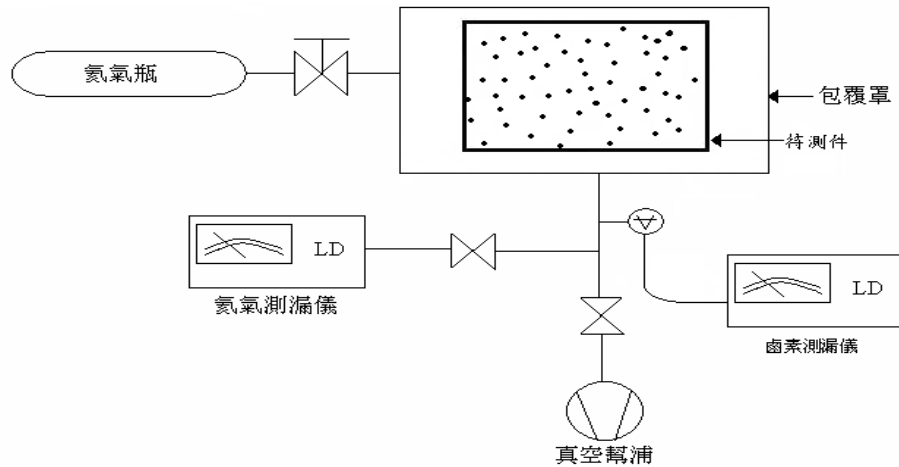


圖 29 動態測漏法測試系統(A) (參考文獻 18)

此方法並不要求包覆罩體積 V 為已知，測漏儀或真空計測定壓力後即可由真空幫浦的抽氣速率求得真空漏氣率。

(2). 動態測漏法(B)：

測試系統如圖 30 所示。包覆罩內充測試氣體（氮氣），待測真空系統由真空幫浦抽氣，測漏儀裝設在抽氣管路上。在未達到壓力平衡前，待測真空系統的壓力變化率為 dp/dt ，包覆罩內的氮氣漏入待測真空系統的漏氣率為 Q_1 ，幫浦所抽氣體的氣流通量 $Q = Sp$ ，真空系統的壓力為 p ， S 為真空幫浦的抽氣速率，又真空系統的體積為 V ，則真空系統的氣流通量變化應等於氮氣漏入待測真空系統的漏氣率減去幫浦抽氣體的氣流通量，即

$$V(dp/dt) = Q_1 - Sp \quad [9]^*$$

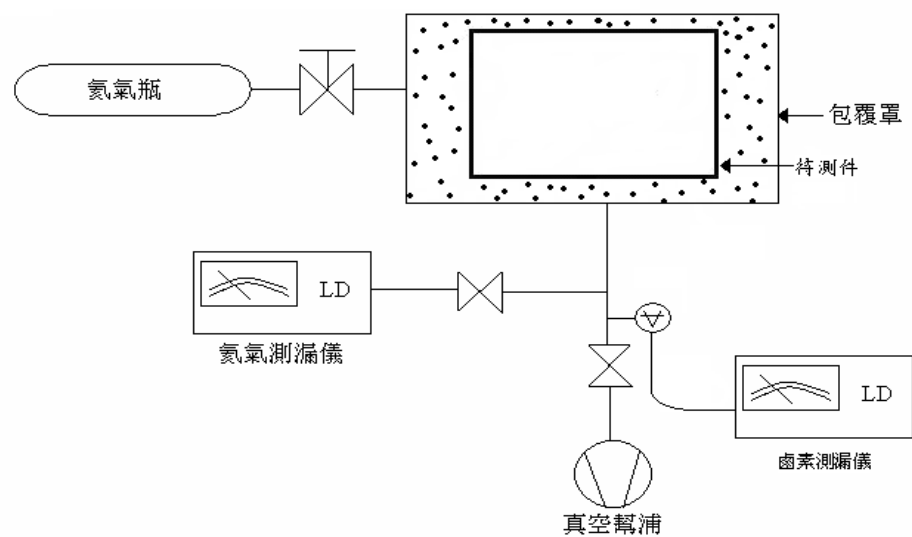


圖 30 動態測漏法測試系統(B) (參考文獻 18)

假定最初時間 $t = 0$ 尚無氦氣漏入，此時真空系統中的最初壓力為 p_0 。氦氣開始漏入至某一時間 t ，此時真空系統中的壓力為 p ，上式積分可得

$$p = (Q_l/S)[1 - \exp(-St/V)] + p_0 \exp(-St/V) \quad [10]^*$$

長時間後漏入的氦氣壓力與被真空幫浦抽出的氣體壓力相等，即達平衡狀態。在上式則指數項趨近於零，故可變為：

$$p = (Q_l/S)$$

此式雖與 A 法者同，但其操作方法不同，實際應用時視真空系統的配備而定。

4.5.2.6 氦氣測漏儀

氦氣測漏儀為目前最普遍應用的測漏儀。實際上氦氣測漏儀即為一小型氣體質譜儀而專門測定氦氣者。氦氣測漏儀是利用一簡單質譜反應的結構來製作儀器，一般質譜儀系偵測的氣體分子游離化後，再依離子質量對電荷比值來分析不同比之含量。不同比值對應出不同之離子可分析出其氣體分子之種類、數量。氦氣測漏儀即利用此原理來測試，唯一不同的是它僅針對氦氣的存量做檢測，因此在構造上和使用上比較簡單。為何測漏儀選用氦氣是因為氦氣是墮性氣體，有無毒性、不具破壞性、大氣中存量少，滲透力最佳且易被質譜儀偵測到等優點。

氦氣測漏儀是由 A. O. Nier 在二次大戰期間參與美國軍方的曼哈頓計畫(the Manhattan roject)時期所開發出來的儀器，是目前最廣為使用、靈敏度高、可靠度佳的測量儀器。氦氣測漏儀實際上就是一簡單的質譜儀，是由抽氣系統(pumping system)、電子控制系統與質譜管(mass spectrometer tube)等三大部份所組合而成，抽氣系統功能為產生高真空的環境，使真空度可以達到質譜管能正常運作的壓力範圍，電子控制系統主要為檢測質譜管所產生及接收氦氣之信號，測漏時其信號藉電子放大器回饋接收器中。各種氦氣測漏儀所使用的質譜管雖有各種不同的樣式，但其構造大致相同，均分為離子源(ion source)、離子分離器(ion separation)與離子測器(ion detection)等三個部份。離子源係用來產生離子，其方式是由高溫燈絲放射出熱電子並加速進入離子腔，以電子碰撞方式將示漏的氦氣離子化。所產生的離子由離子腔電壓加速並進入離子分離器，除此之外，離子源另有排斥板及聚焦板，可分別控制被加速的離子數目及離子束方向。

4.5.2.7 漏氣點之研判

測漏之本質在於找出漏氣之所在，並以適當的方法堵漏，以改善系統的真空性能。為了判定漏氣點通常採用以下兩種方式：

- (1) 真空法(vacuum method)輔以噴氣探針(spray probe)
- (2) 充氣法(overpressure method)輔以吸氣探針(sniffer probe)。

而氦氣測漏儀即採用真空法輔以噴氣探針待測裝置與漏氣儀之真空系統連接，並抽真空直至可以啟動測漏儀之真空度。啟動測漏儀後，由噴氣探針噴以示漏氣體，當示漏

氣體通過漏氣位置時，漏氣儀及有信號指示，如圖 31 所示為真空法漏氣位置測定裝置。

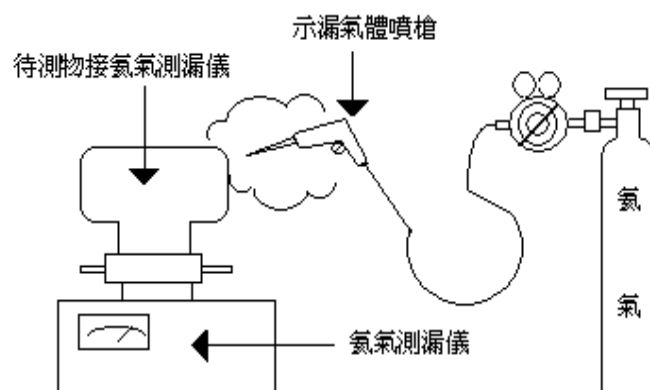


圖 31 真空法漏氣位置測定裝置(參考文獻 18)



第五章

RFID 平台選用與系統建置及實作

本章主要說明本論文所探討的 RFID 半導體設備維修保養系統平台選用與系統建置及實作，在平台選用中，是採用被動式的 RFID Tag，而此平台則適用於本論文所探討之半導體設備維修保養三方面中之預防保養及設備巡檢，而在設備校正工具定位管理方面則採用主動式 RFID Tag。RFID 平台為本論文所設計，而系統中之中介軟體是由廠商 Demo。預防保養系統主要功能為即時防止設備零件錯用，整合設備零件管理模式，確保預防保養品質，設備巡檢系統主要功能為提高巡檢效率、報表電子化、增進管理效率，設備校正工具定位管理系統主要功能為及時監控校正工具位置、主動提醒保養時間、增進管理效率。

5.1. 平台選用

本論文所探討之半導體設備維修保養三方面中之預防保養及設備巡檢所採用之 RFID 系統皆採用符合 ISO 15693 規格之被動式電子標籤與讀取器，由於有共通性，所以本論文建構一 RFID 平台(RFID Tag & Reader & PDA 模組)，其組成架構如下圖 32 所示：



圖 32 RFID 平台架構圖

5.1.1 RFID Tag 功能介紹

本論文利用RFID Tag 可編輯儲存資料內容之特性，定義儲存資料內容應包含主機台名稱、零件名稱、上機日期、使用壽命、上機壽命限制、維修廠商等項目，RFID TAG 內容應顯示項目以表10為例：

表10: RFID Tag 儲存內容

主機台名稱:	CEPAA1
零件名稱	L shape Si insert ring.
上機日期	6062009
使用壽命	600 hrs.
上機壽命限制	500 hrs
維修廠商	忠創

電子標籤可進行區塊性編碼，本論文採用的 RFID 電子標籤(15693)，可分為64區塊提供規劃，透過將不同資訊寫入到卡片的區塊中，如下圖33的電子標籤塊示意圖，使用者可將不同的資訊寫入到電子標籤中的區塊，可依據不同需求進行區塊的規劃。

Memory Organization

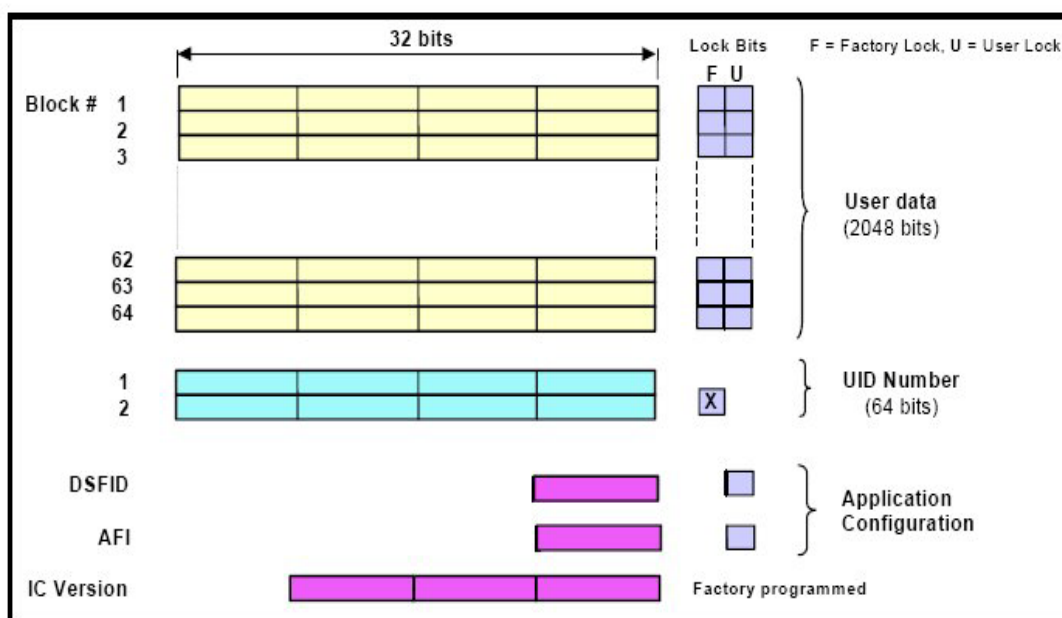


圖 33 電子標籤區塊示意圖

表 11 說明本研究針對 RFID Tag 區塊之定義:Block 0~5 為主機台名稱，block 15~20 為零件名稱，block 30~31 為上機日期，block 32~32 為使用壽命，block 34~34 為上機壽命限制，block 35~37 為維修廠商，如表 11 所示:

表11: RFID Tag 區塊定義

項目	Block 數目	起始 Block	結束 Block	可存放大小	備註
主機台名稱	6	Block0	Block 5	24 bytes (24 個英數, 或 8 個中文, 可混搭)	未來最多可擴充至 15 個 Block 也就是 Block0~Block 14
零件名稱	6	Block 15	Block 20	24 bytes (24 個英數, 或 8 個中文, 可混搭)	未來最多可擴充至 15 個 Block 也就是 Block15~Block 29
上機日期	2	Block 30	Block31	8 bytes	
使用壽命	1	Block 32	Block 32	4 bytes	
上機壽命限制	1	Block 34	Block 34	4 bytes	
維修廠商	3	Block 35	Block 37	12 bytes (12 個英數, 或 4 個中文, 可混搭)	
備註 1 Block=4 bytes ,1 個英數字 = 1 bytes,1 個中文字 = 3bytes					

電子標籤依規格可分為兩大類: Philip I-Code SLI Tag規格，TI Tag-it Plus Tag 規格，本論文係採用TI Tag-it Plus Tag 規格電子標籤為例，其規格如附錄表A1所示。

5.1.2 RFID Tag Reader 功能說明

本節主要說明本研究所採用之 RFID CF Reader 之功能與 PDA 之操作。

5.1.2.1 CF Reader 功能說明

本論文以 RFID CF Reader (可同時讀取 15693 / 14443 電子標籤，圖示如附錄 A2，規格如附錄 A3)為例說明如何寫入\讀取 RF ID 電子標籤內容。

ISO15693 Reader Module Reference Guide V2.0

1. Features:

Frequency : 13.56MHz

Tag : ISO15693 , ISO14443A (ID Only)

Antenna : 50Ω (Ext.)

Interface : 3-wire (CMOS, TTL)

Baud-Rate : 19200, 8, n, 1

Power Supply : 5V / 200 mA (max)

Operating Temperature : 0 ~ 60 °C

Operating Range : 6cm (Avg.)

Mechanical Dimension : 30.0(L) * 28.0(W) * 8.7(H)mm

2. Pin Description (參考附錄A4 RFID CF介面電子標籤讀寫卡印刷電路板圖)

1st. ANT_SIG : Antenna Signal

2nd. ANT_GND : Antenna Ground

3rd. GND : Power Ground

4th. GND : Power Ground

5th. RX : Serial Data Input

6th. VCC : Power Supply

7th. TX : Serial Data Output

8th. NC : Not used

9th. LED Driver (LED+ : +5V LED- : LED Driver)

10th. Buzzer Driver (Buzzer Active Buz+ : +5V Buz- : Buzzer Driver)

3. Commands and Protocol

1. Read a block

(1) Without UID

Request : 0x1B, 'R' , block number

Response: 0x1B, data byte-count, RepData (done)

: 0x1B, 0x05, "Fail!" (fail)

(2) With UID

Request : 0x1B, 'r' , UID, block number

Response: Ref. without UID command

EX:

Request : 0x1B, 'R' , 0x01

Response : 0x1B, 0x05, 0x00, 0x01, 0x02, 0x03, 0x04

2. Write a block

(1) Without UID

Request : 0x1B, 'W' , block number, data

Response: 0x1B, 0x05, "Done!"

0x1B, 0x05, "Fail!"

(2) With UID

Request : 0x1B, 'w' , UID, block number, data

Response: Ref. Without UID command

EX:

Request : 0x1B, 'W' , 0x01, 0x01, 0x02, 0x03, 0x04

Response : 0x1B, 0x05, "Done!"

3. Lock a block

(1) Without UID

Request : 0x1B, 'L' , block number

Response : 0x1B, 0x05, "Done!"

: 0x1B, 0x05, "Fail!"

(2) With UID

Request : 0x1B, 'l' , UID, block number

Response : Ref. Without UID command

EX:

Request : 0x1B, 'L' , 0x01

Response : 0x1B, 0x05, "Done!"

4. Get System Info

(1) Without UID

Request : 0x1B, 'I'

Response : 0x1B, data byte-count, RepData (done)

: 0x1B, 0x05, "Fail!" (fail)

(2) With UID

Request : 0x1B, 'i' , UID

Response : Ref. Without UID command

EX:

Request : 0x1B, 'I'

Response : 0x1B, 0x0E, 0x0F, 0x79, 0x66, 0x47, 0x01, 0x00, 0x00,
0x07, 0xE0, 0x00, 0x00, 0x3F, 0x03, 0x87

5. Inventory Mode

Request: 0x1B, 'M'

Response : (1) 0x1B, 0x03, "End"

(2) 0x1B, Data byte-count. RepData

EX:

Request : 0x1B, 'M'
 Response : 0x1B, 0x09, 0x00, 0x97, 0x66, 0x47, 0x01, 0x00, 0x00,
 0x07, 0xE0..... [1]
 0x1B, 0x09, 0x00, 0x79, 0x66, 0x47, 0x01, 0x00, 0x00,
 0x07, 0xE0..... [2]
 0x1B, 0x09, 0x00, 0x1E, 0x94, 0x47, 0x01, 0x00, 0x00,
 0x07, 0xE0..... [3]
 0x1B, 0x03, "End"

6. GetVersion

Request : 0x1B, 'V'
 Response : VersionMark

7. Read ISO14443A ID

Request : 0x1B, 'A'
 Response : 0x1B, CardType, ID (CardType :2Bytes ID: 4Bytes or 7Bytes)
 ISO14443A CardType:0x4400 = ultra_light
 0x0400 = Mifare_One(S50)
 0x0200 = Mifare_One(S70)
 0x4403 = Mifare_DESFire
 0x0800 = Mifare_Pro
 0x0403 = Mifare_ProX
 0x0033 = SHC1105

Note: "RepData" references ISO15693-3 document

Note :

A. 送出命令時,請於結束時加送 **Chr(13)**

B. 收取資料:

例: 以送出"取卡號"(0x1B, 'I')命令後,收到Reader的資料解碼步驟:

(收取的資料如轉為16進位時:當收取失敗時 "1B054661696C21"

當收取成功時"1B0E0FB0416118000007E000003F038B"

收取失敗時:

1. 第一碼為前導字元: 0x1B "1B054661696C21"

2. 第二碼為長度:0x05 (即長度5), 1B054661696C21

3. 第三至第七碼 即為"Fail!" F = Asc(0x46) a = Asc(0x61) i = Asc(0x69)

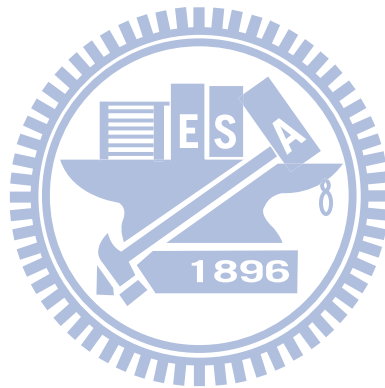
l = Asc(0x6C) != Asc(0x21)

收取成功時:

1. 第一碼為前導字元: 0x1B "1B0E0FB0416118000007E000003F038B"

2. 第二碼為長度:0x0E (即長度14), 1B0E0FB0416118000007E000003F038B

3. 第三碼為Flags : 1B0E0FB0416118000007E000003F038B
 4. 第四至十一碼為卡號 : 1B0E0FB0416118000007E000003F038B
 5. 第十二碼為DSFID : 1B0E0FB0416118000007E000003F038B
 5. 第十三碼為AFI : 1B0E0FB0416118000007E000003F038B
 5. 第十四.十五碼為VICC : 1B0E0FB0416118000007E000003F038B
 5. 第十六碼為IC_r : 1B0E0FB0416118000007E000003F038B
- C. 寫入Block
1. Block空間為Block “0” ~ Block “63” , 共有64個。
 2. 寫入Block “0” 請用0x1B, ‘W’ , data…….(省略block number)



5.1.2.2 RFID Tag CF Reader PDA 操作說明

1. 將CF RFID Reader插入Pocket PC CF卡插槽。
2. 將Pocket PC置於同步化插座，使用Microsoft ActiveSync與PC建立連線。
3. 開啟Windows檔案總管，將所附光碟中Demo_Program目錄底下CF-Reader Demo Setup.CAB複製到Pocket PC任一資料夾(圖34)。

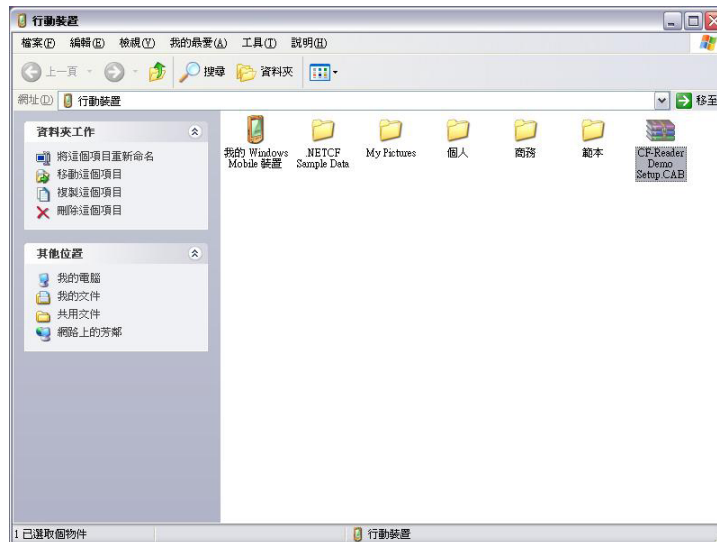


圖34 CF Reader PDA 安裝說明1

4. 至Pocket PC開啟檔案總管，到剛才自行選擇的資料夾路徑底下(圖35)

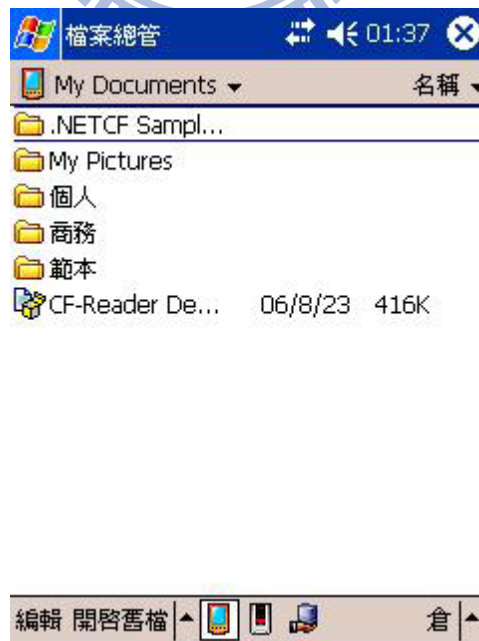


圖35 CF Reader PDA 安裝說明2

5. 點選CF-Reader Demo Setup.CAB圖示，隨著畫面指示進行安裝(圖36)。



圖36 CF Reader PDA 安裝說明3

6. 點選[開始功能表]->[程式集]->[CF-Reader Demo] (圖37)



圖37 CF Reader PDA 安裝說明4

7. 可點選[ComPort偵測]按鈕，來測試目前PDA上可使用之ComPort(圖38)



圖38 CF Reader PDA 安裝說明5

8. 將COM Port指定為Reader正確安裝之ComPort編號（會因PocktePC機型而有差異，請自行測試），按Open(圖39)。

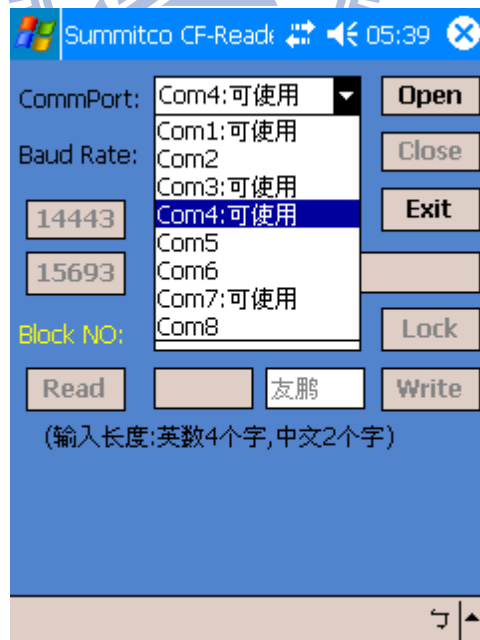


圖39 CF Reader PDA 安裝說明6

9. Read ISO15693 UID功能：點選” 15693” 按鈕後，即可在右邊空格中看到Reader讀取Tag UID結果(圖40)。



圖40 CF Reader PDA 安裝說明7

10. Write功能：Write Block Data，選擇所要將資料寫入之Block No(區塊編號)，然後再” Write” 按鈕左方空格中填入所需寫入之資料(如：友鵬)，接著點選” Write” 按鈕，即可將資料寫入該區塊中(圖41)。

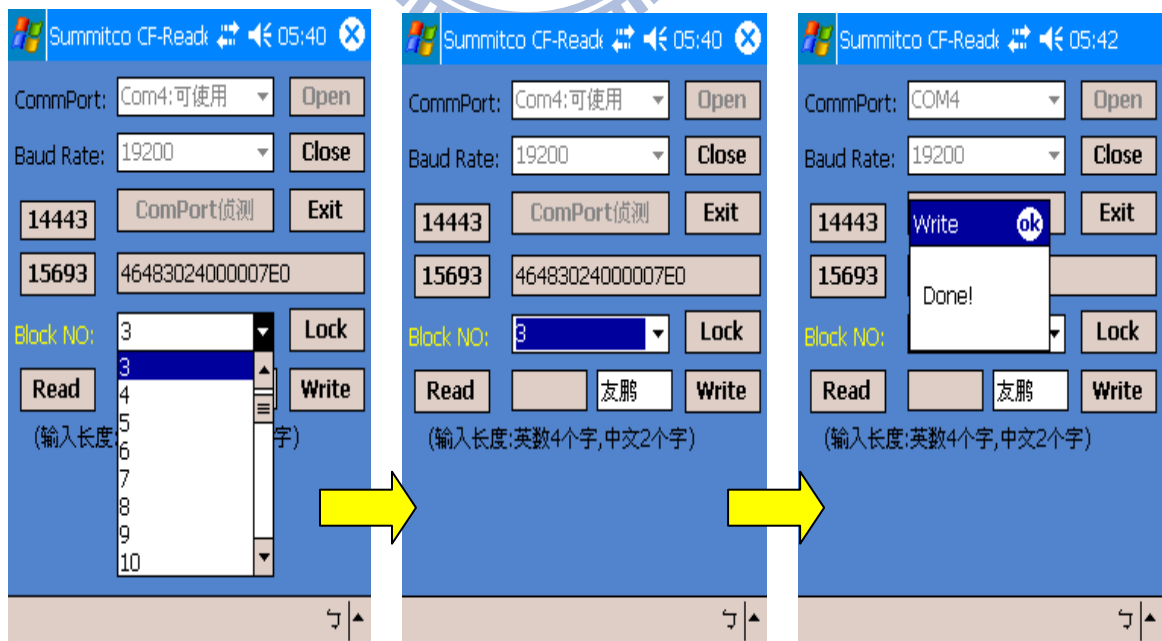


圖41 CF Reader PDA 安裝說明8

11. Read功能：Read Block Data，選擇所要讀取資料之Block No(區塊編號)，接著點選” Read” 按鈕，即可在右方空格中讀取出該區塊中之資料(圖42)。

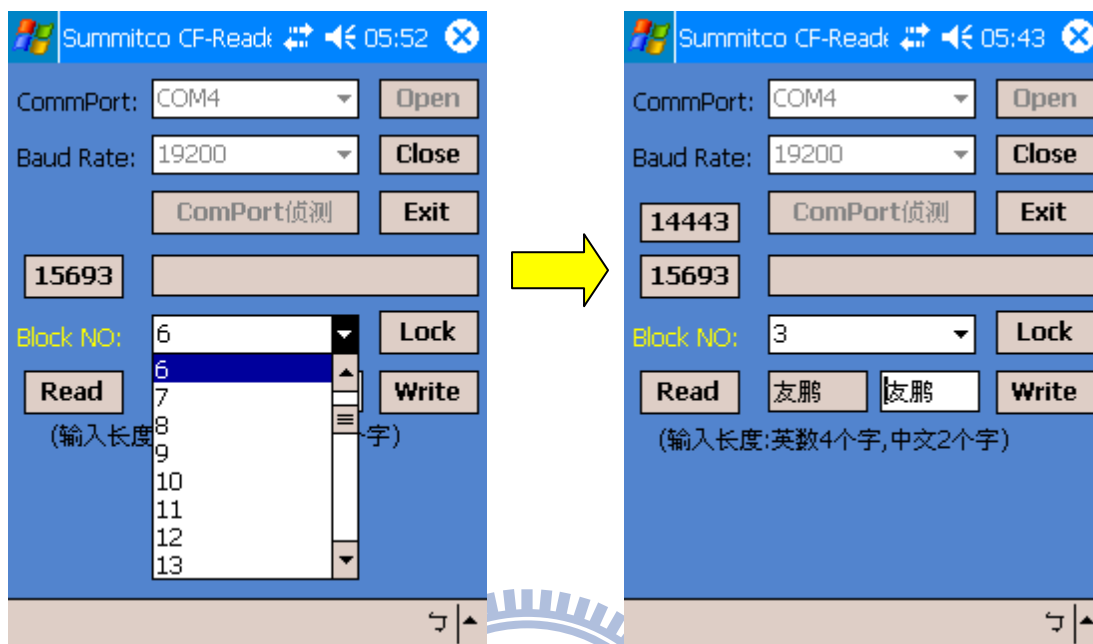


圖42 CF Reader PDA 安裝說明9

12. 讀取ISO 15693 UID功能：選” 15693 ” 按鈕後，即可在右邊空格中看到Reader讀取Tag UID結果(圖43)。



圖43 CF Reader PDA 安裝說明10

5.1.3 RFID 平台功能說明

原廠 CF Reader 在PDA 所呈現之顯示項目並不符合實際需求，故修改 Demo 程式為符合實務上可用之顯示項目，如下圖44所示：

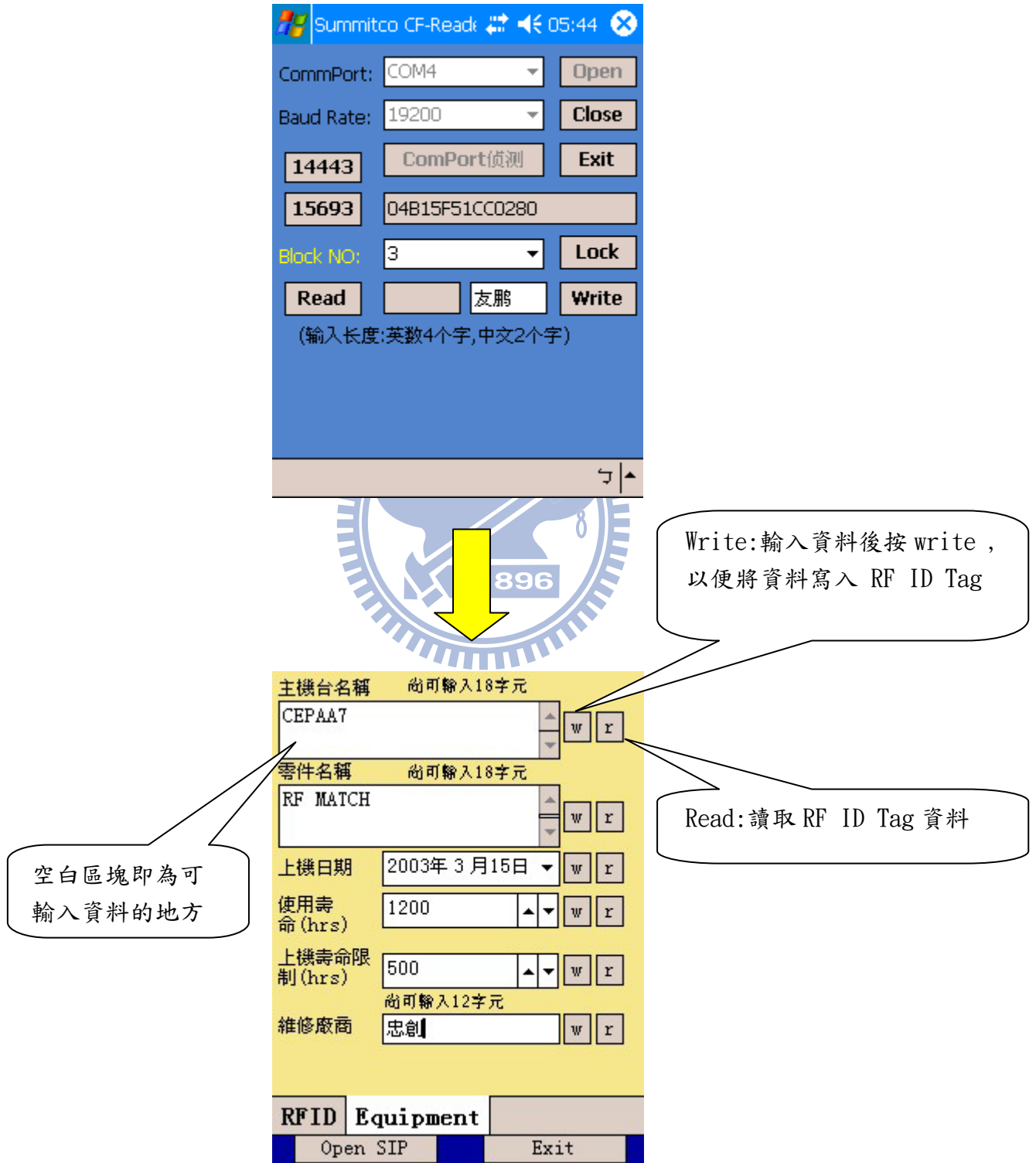


圖44 CF Reader 程式修改圖

RFID 平台即為 RFID Tag + Tag Reader ，其操作說明如圖45：



圖45 RFID 平台實際操作示意圖

5.2 預防保養系統

由於半導體製程繁雜，晶圓從投片到出貨，需歷經 1~1.5 個月，為達到好的良率，每一道製程都是關鍵，只要一個關卡沒守好，便可能要報廢，而等到發現有問題時，常常已經過數百片甚至上千片，如果是在後段製程報廢，損失更大，某半導體廠便有兩個血淋淋的例子，因 PM 上錯零件而導致大宗報廢，損失慘重，於是該如何確保未來同樣的事件不再發生，便是零件管理上重要的任務，藉由導入 RF ID 來控管 PM，應是可行的良好管理工具。

5.2.1 RFID 系統說明

本 RFID 預防保養系統架構如下：

1. RFID 平台
2. 中介軟體: 廠商 Demo
3. 系統資訊流程圖 (如圖 46): PDA RFID Tag Reader 讀取電子標籤資料後，經由無線網路連線將資料傳至電腦主機，管理人員可透過系統掌握人員及設備狀態並可將資料列印成電子報表，符合 ISO 品質管制規定，更進一步將資料做統計、分析，找出改善方案，增進管理效率。

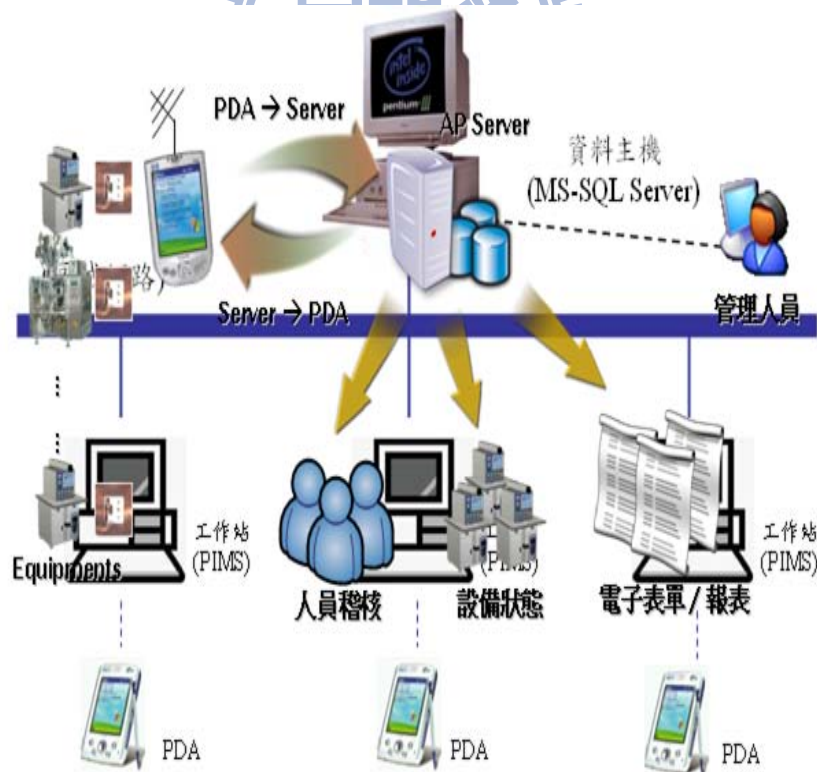


圖 46 預防保養系統資訊流程圖

5.2.2 RFID 系統建立

本節說明RFID 系統資料庫之建立，其中包括設定機台群組(圖47，以LAM 機台為例)、設定機台廠商資料(圖48)、設定零件資料(圖49)、設定零件維修清洗廠商(圖50)等，如以下所示：

(1) 設定機台群組

A	
1	機台群組 list
2	LAM4428
3	LAM9100
4	LAM94SE
5	LAM94PTX HMO
6	LAM94PTX Poly

圖 47 機台群組設定

(2) 設定機台廠商資料

廠商公司名	廠商統一編號	收貨延遲 容忍天數	交貨延遲 容忍天數	優先權	姓名	電話	手機
漢民	12138114	3	3	1	簡聰德	06-5055588	0933119912
SEZ	12735371	3	3	1	陸潤龍	06-5998955	0955920630
台控	12814136	3	3	1	賴韋仲	06-5835300	0933-628000
台控	12814136	3	3	1	賴韋仲	06-5895587	0933628000

圖 48 機台廠商資料設定

(3) 設定零件資料

必填	必填	必填	必填	必填
零件料號	零件類別	零件子類別	零件通用名稱	機台群組
30064108	Clean	PM parts	Topco Qz disk	LAM94SE
30004527	Clean	PM parts	SE gas ring	LAM94SE
30015144	Clean	PM parts	Edge ring	LAM94SE
				LAM94SE
				SMIF

圖 49 零件資料設定

(4) 設定零件維修清洗廠商

必填	必填	必填	必填	必填	必填
零件料號	零件類別	零件子類別	維修清洗廠商 統一編號	維修清洗廠商 名稱	零件通用名稱
30064108	Clean	PM parts			Topco Qz disk
30004527	Clean	PM parts			SE gas ring
30015144	Clean	PM parts			Edge ring
0	0	0			0
0	0	0			0
0	0	0			0

圖 50 零件維修清洗廠商設定

5.2.3 RFID 系統實作

以 RFID 廠商現有示範軟體說明如下，圖 51 為 PM 預防保養系統畫面。



圖 51 RFID PM 預防報養系統操作畫面 1

PM 預防保養系統功能介紹(圖 52)。



圖 52 RFID PM 預防報養系統操作畫面 2

(1) Parts 清洗回收流程功能(圖 53, 54)



圖 53 RFID PM 預防報養系統操作畫面 3



圖 54 RFID PM 預防報養系統操作畫面 4

(2) Parts 作業更換 parts 流程功能(圖 55, 56)



圖 55 RFID PM 預防報養系統操作畫面 5



圖 56 RFID PM 預防報養系統操作畫面 6

(3) Chamber & parts 鎖定流程功能(圖 57, 58)



圖 57 RFID PM 預防報養系統操作畫面 7

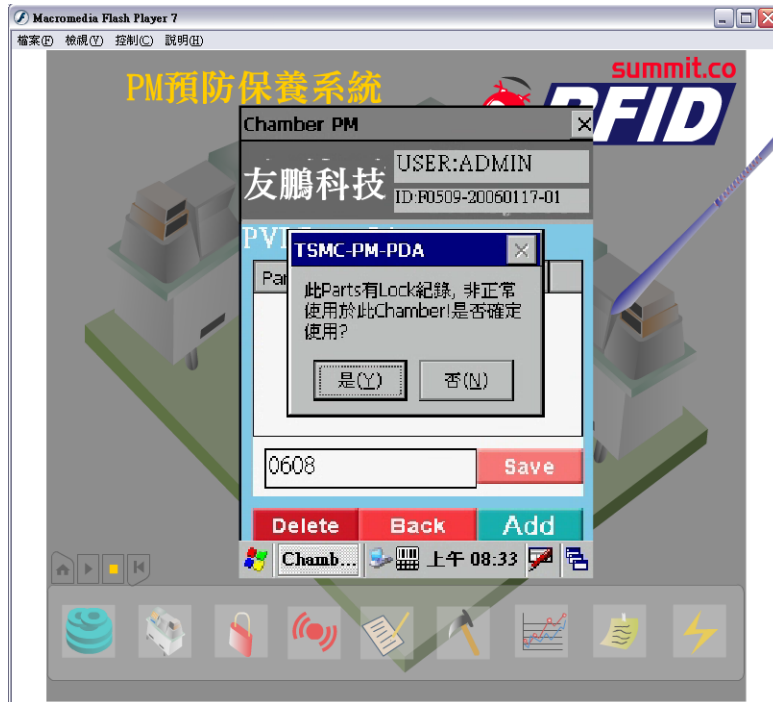


圖 58 RFID PM 預防報養系統操作畫面 8

(4) PM 之 check list 警示異常鎖定流程功能(圖 59, 60)



圖 59 RFID PM 預防報養系統操作畫面 9



圖 60 RFID PM 預防報養系統操作畫面 10

(5) PM 作業簽核流程功能(圖 61, 62)



圖 61 RFID PM 預防報養系統操作畫面 11

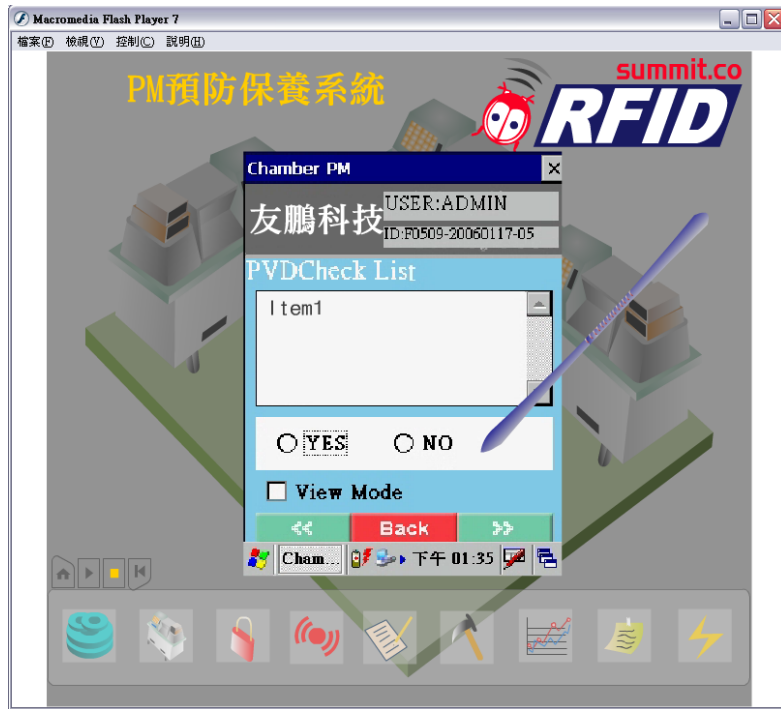


圖 62 RFID PM 預防報養系統操作畫面 12

(6) 系統化管理 parts 流程功能(圖 63, 64)



圖 63 RFID PM 預防報養系統操作畫面 13



圖 64 RFID PM 預防報養系統操作畫面 14

(7) PM 原因分析流程功能(圖 65, 66)



圖 65 RFID PM 預防報養系統操作畫面 15



圖 66 RFID PM 預防報養系統操作畫面 16

(8) PM 時注意事項提醒流程功能(圖 67, 68)



圖 67 RFID PM 預防報養系統操作畫面 17



圖 68 RFID PM 預防報養系統操作畫面 18

(8) 資料上傳流程功能(圖 69,70)



圖 69 RFID PM 預防報養系統操作畫面 19



圖 70 RFID PM 預防報養系統操作畫面 20



5.3 設備巡檢系統

傳統設備巡檢作業皆以紙本表單作紀錄，數據統計分析不易且無法確定操表作業是否確實，管理流程複雜，人力負荷過重，藉由導入 RF ID 將被動式維護改為主動式維護，增進管理效率。

5.3.1 RFID 系統說明

本 RFID 系統架構如下：

1. RFID 平台
2. 中介軟體: 廠商 Demo
3. 系統資訊流程圖(圖 71): 由傳統巡檢 -> 手抄紀錄 -> 人工 Key -> 存入電腦，變成 RFID 巡檢 -> PDA 記錄 -> 自動傳輸 -> 上傳電腦。

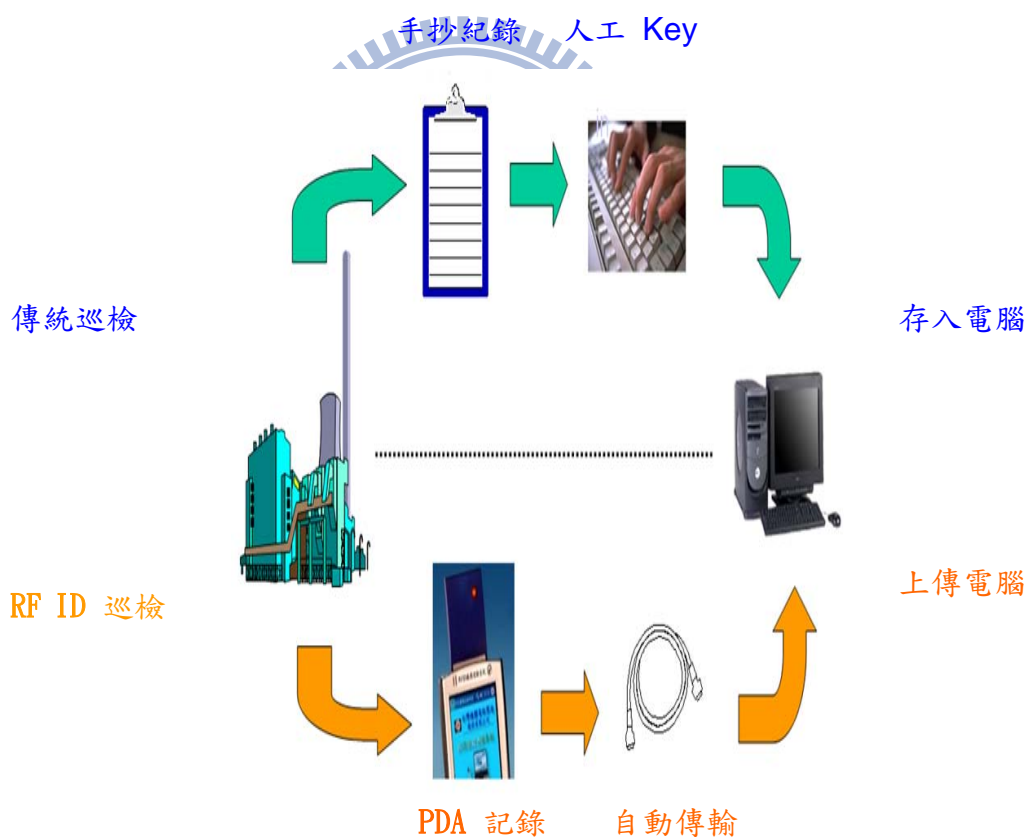


圖 71 RFID 設備巡檢系統資訊流程圖(參考文獻 18)

5.3.2 RFID 系統建立

本節說明 RFID 系統之建立，其中包括巡檢資料規劃建立(圖 72, 73)、例行巡檢作業流程建立(圖 74)、異常追蹤改善流程建立 (圖 75)、設備基本資料建置(圖 76)、設備檢驗項目設定(圖 77)、巡檢用語設定(圖 78)、班別排定、自訂規則設定、規則週期排定(圖 79)、巡檢項目設定、巡檢路徑規劃(圖 80)等。

5.3.2.1 設備巡檢系統作業流程規劃

1. 巡檢資料規劃建立

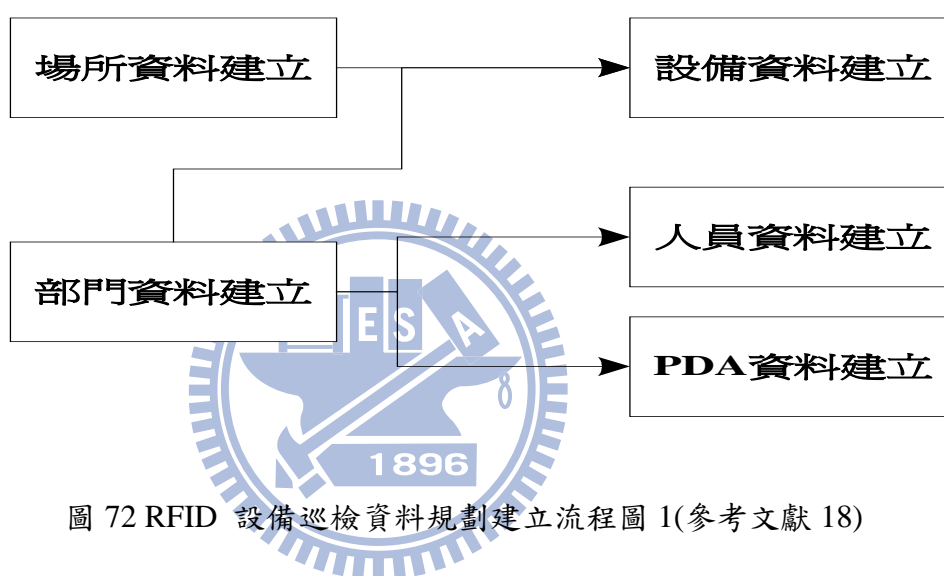


圖 72 RFID 設備巡檢資料規劃建立流程圖 1(參考文獻 18)

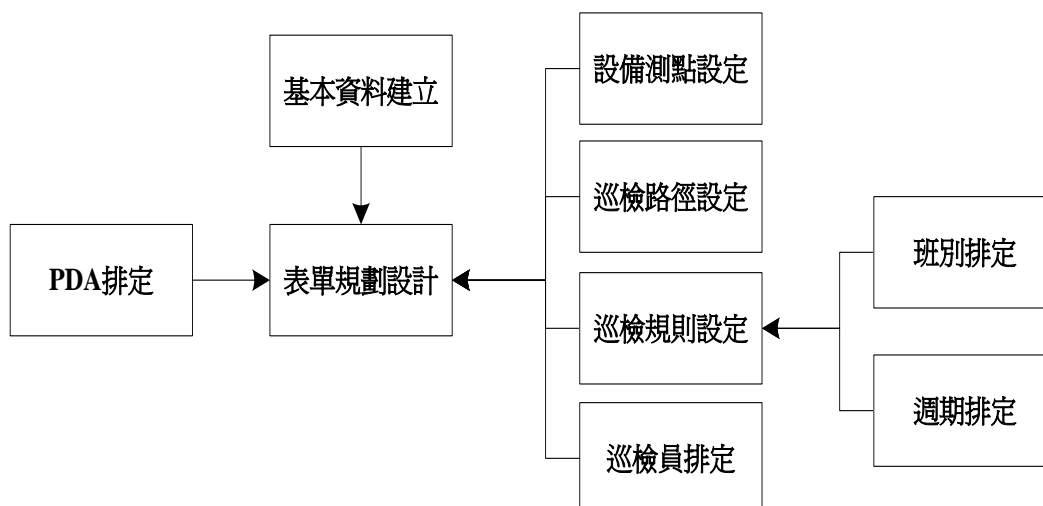


圖 73 RFID 設備巡檢資料規劃建立流程圖 2(參考文獻 18)

2. 例行巡檢作業流程建立

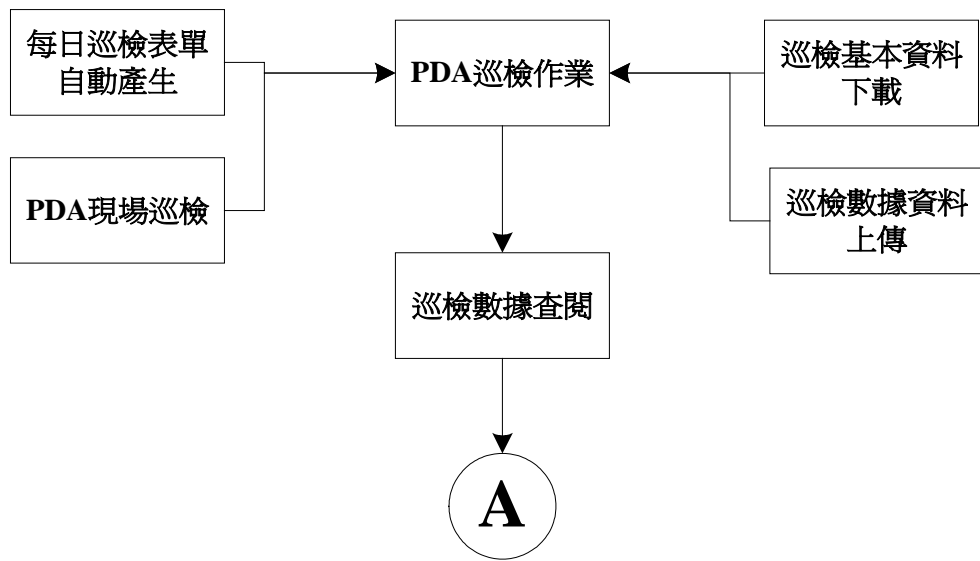


圖 74 RFID 設備巡檢例行巡檢作業流程圖(參考文獻 18)

3. 異常追蹤改善流程建立

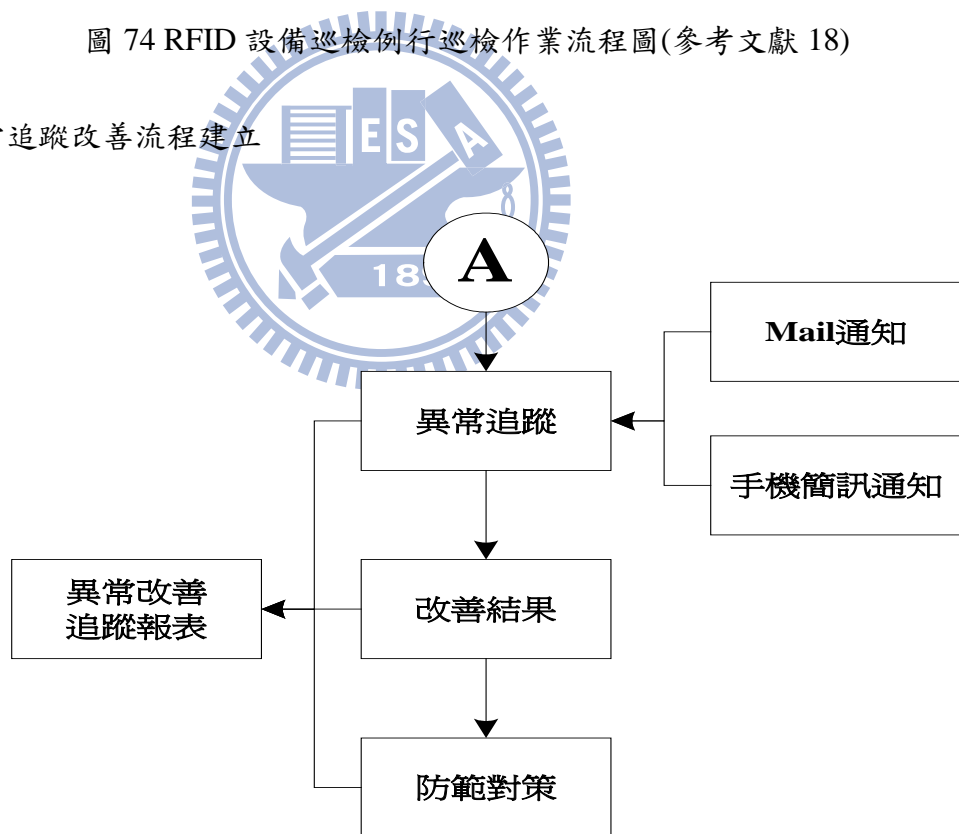


圖 75 RFID 設備巡檢異常追蹤改善流程圖(參考文獻 18)

5.3.2.2 RFID 設備巡檢系統建立

1. 設備基本資料建置

所屬部門	設備類型	編號	設備名稱	所在場所	設備狀況	RFID碼	設備圖像
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Aa]	SysAa-computer	SysAa-comp	A區	運轉正常	SysAa-computer	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Aa]	SysAa-NoteBook	SysAa-Note	A區	運轉正常	SysAa-NoteBook	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Ab]	SysAb-IceBox	SysAb-IceB	A區	運轉正常	SysAb-IceBox	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Ab]	SysAb-Airplane	SysAb-Airp	A區	運轉正常	SysAb-Airplane	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Aa]	Test1-1-Computer	Test1-1-Co	B區	運轉正常	Test1-1-Computer	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Aa]	Test1-1-PowerBox	Test1-1-PowerBox	D區	運轉正常	Test1-1-PowerBox	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	Test1-1-Telphone	Test1-1-Te	D區	運轉正常	Test1-1-Telphone	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	Test1-1-Ch	Test1-1-Chair	B區	運轉正常	Test1-1-Chair	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	Test1-1-WaterBox	Test1-1-WaterBox	A區	運轉正常	Test1-1-WaterBox	
測試2部	[Test2-1st-A]-[Test2-2st-Ab]	Test2-LightBall	Test2-LightBall	C區	運轉正常	Test2-LightBall	
測試2部	[Test2-1st-A]-[Test2-2st-Ab]	Test2-Reader	Test2-Reader	C區	運轉正常	Test2-Reader	
系統管理課	[Sys-1st-AH]-[Sys-2st-Aa]	SysAa-HUUU1	SysAa-HUUU1	B區	運轉正常	SysAa-HUUU1	

圖 76 RFID 設備巡檢設備基本資料建置圖

2. 設備檢驗管理項目設定

所屬部門	設備類型	檢驗項目	檢查類型	注意事項
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Aa]	a1	文字型態	1111
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Aa]	a2	文字型態	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Ab]	a3	文字型態	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Ab]	a4	文字型態	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Aa]	n1	手動填值	
系統管理部	[Sys-1st-A]-[Sys-2st-Ab]	n2	數值型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Aa]	b1	文字型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Aa]	b2	文字型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Aa]	n3	數值型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	t1	文字型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	t2	文字型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	n3	數值型態	
測試1部	[Test1-1st-B]-[Test1-2st-Ba]	x1	文字型態	
測試1部	[Test1-1st-B]-[Test1-2st-Ba]	x2	文字型態	
測試1部	[Test1-1st-A]-[Test1-2st-Ab]	nn3	數值型態	
測試1部	[Test1-1st-B]-[Test1-2st-Ba]	ss1	文字型態	

圖 77 RFID 設備巡檢設備檢驗項目管理建置圖

3. 巡檢用語設定

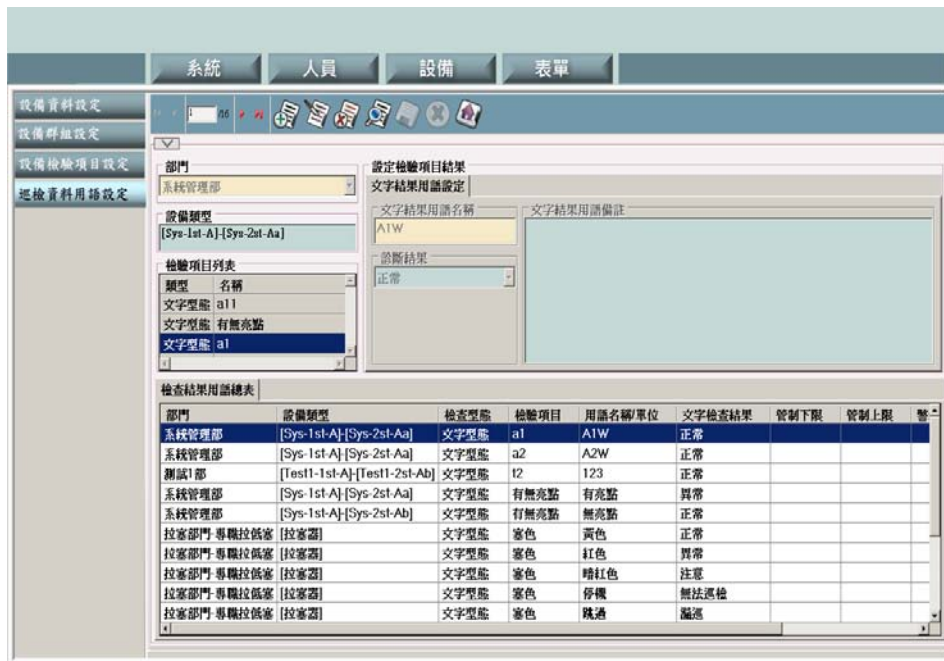


圖 78 RFID 設備巡檢巡檢用語設定圖

4. 班別排定、自訂規則設定、規則週期排定

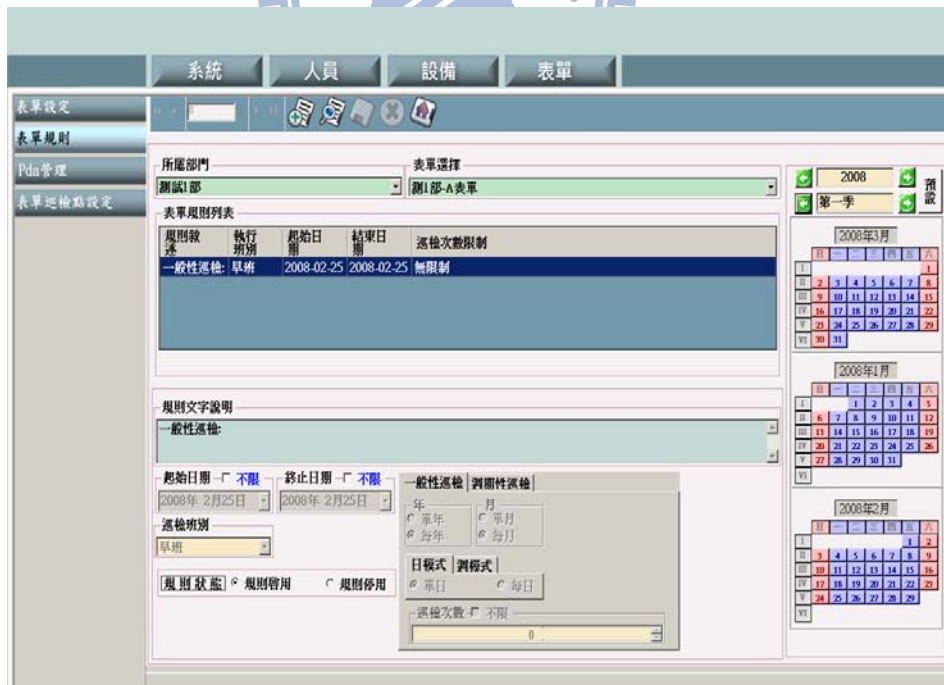


圖 79 RFID 設備巡檢排班設定圖

5. 巡檢項目設定、巡檢路徑規劃

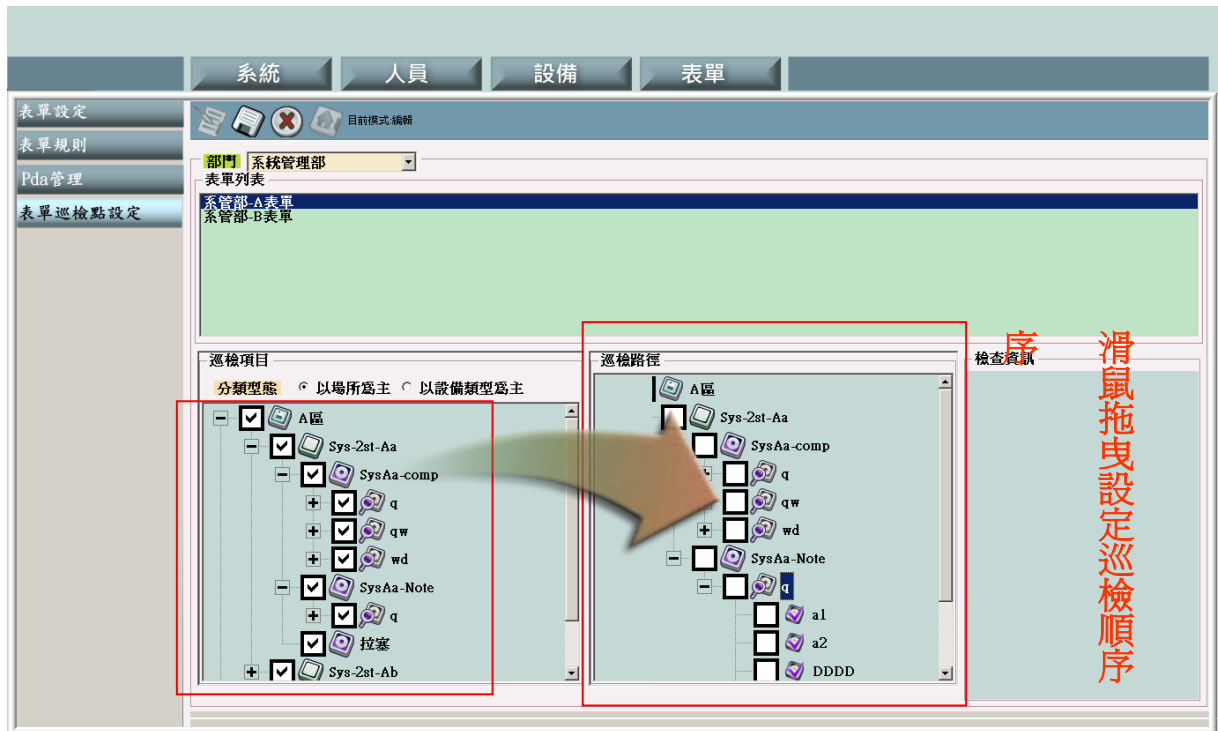


圖 80 RFID 設備巡檢項目設定、巡檢路徑規劃圖

5.3.3 RFID 系統實作

本節說明 RFID 系統實作，包含設備巡檢操作(圖 81)、設備異常改善追蹤(圖 82)、設備狀態圖示(圖 83)、異常狀況 E-Mail 主動通知(圖 84)等。

(1) 巡檢操作示意圖

未檢：14	已檢：0	全部：14
設備：間接水處理機		
場所：工廠		
狀態	項目	檢查要點
未測	引擎泵	水液位
未測	漂白水	泵運轉、加
未測	防結垢	泵運轉、加
未測	間接冷	冷水池補水
未測	間接水	水用電量
未測	間接水	水用電量
全部未檢	繼續巡檢	結束巡檢



圖 81 RFID 設備巡檢操作示意圖(參考文獻 18)

(2) 設備異常改善追蹤

異常管理

部門名稱: 巡檢一課
 作業名稱: 巡檢一課變壓器日檢表2003/9/3_1
 檢測項目: #變壓器/冷卻風扇/外觀

異常數據: 異常
 巡檢人員: 李永仁
 巡檢日期: 2003/9/3
 數據單位: [] 診斷: 異常

審核人: []
 審核日期: []
 主管審核

異常描述: 有輕微異音, 不影響散熱功能, 加強注意

改善日期: 2004/2/4
 處理改善: 已由維護人員做風扇潤滑, 潤滑後已無異音

追蹤日期: 2004/2/6
 結果追蹤: 正常

原因分析: 可能為風扇潤滑不良所造成

防範對策: 加強巡檢作業, 建議縮短潤滑週期

新增 修改 刪除 儲存 取消 列印

DIMS系統使用公司 - 設備巡檢資訊管理系統 目前使用者為: 巡檢一課 / 主管 / 蔡卓然 2004/2/9 C&P Version: 4.01.01

圖 82 RFID 設備巡檢設備異常改善追蹤示意圖(參考文獻 18)

(3) 設備狀態圖示(如紅色表運轉中)

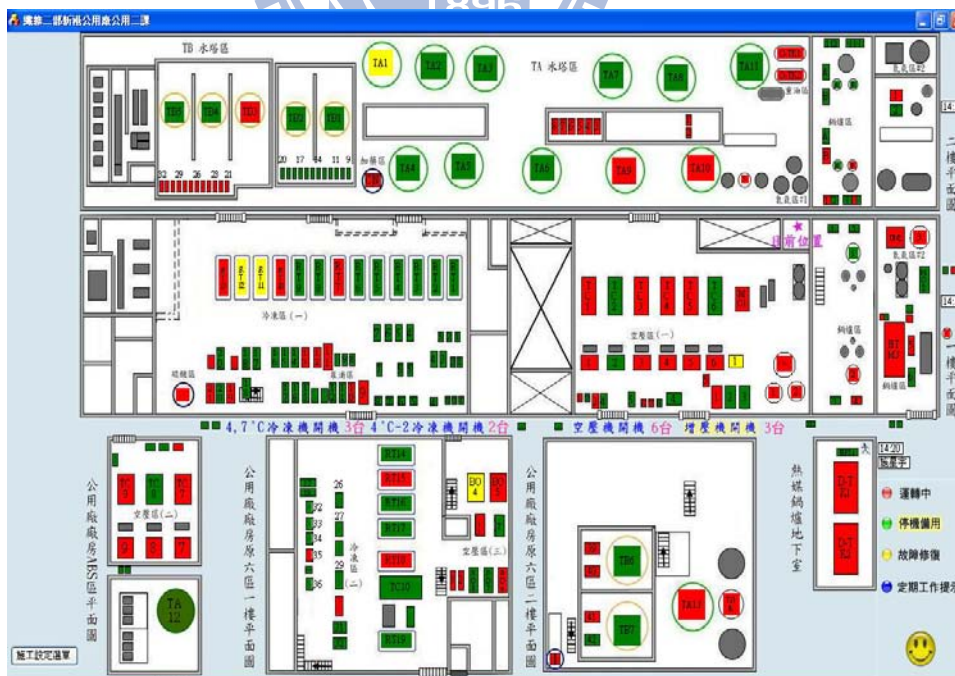


圖 83 RFID 設備巡檢設備狀態示意圖 (參考文獻 18)

(4) 異常狀況 E-Mail 主動通知

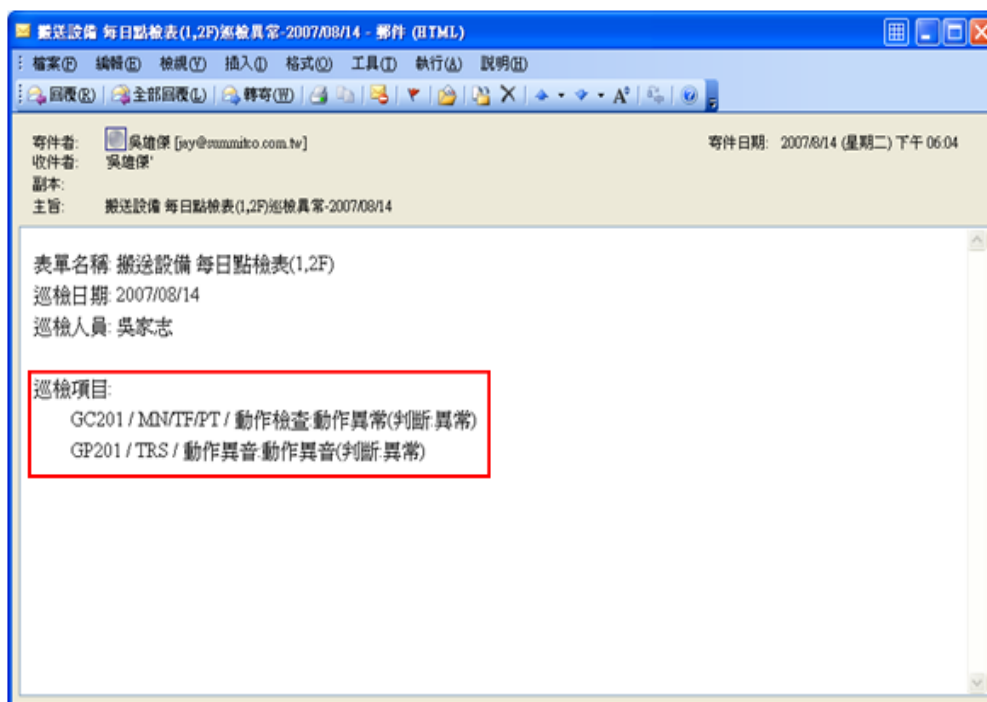


圖 84 RFID 設備巡檢設備異常狀況 E-Mail 主動通知圖 (參考文獻 18)



5.4 設備校正工具定位管理

本節在探討有關 RFID 於半導體設備校正工具管控方面之應用，而半導體設備校正工具係動態的，此屬於 RFID 於定位方面之應用，在與 RFID 廠商討論後，以目前現有人員定位系統來模擬設備校正工具定位管理。

5.4.1 RFID 系統說明

設備校正工具定位管理系統係採用 2.45GHz 主動式電子標籤(如附錄 A5)，電子標籤讀取器則選用 SR3500(如附錄 A6)，SR 3500 產品功能說明如下：

功能說明：

1. 資料庫部份採 Microsoft Office Access 2003
2. 可設定多張人員卡與所代表之辨識身份(包含新增、刪除、修改、查詢功能)。
3. 當甲第一次進入 A 區域時，即記錄進入 A 區時間，一直到甲離開 A 區域之前皆可累計進入多久的時間(意即從進入後一直到當前狀態在不離開同一區域之前，一直持續待在同一區域之時間)。
4. 當甲離開 A 區域後，即記錄離開時間。
5. 可自行設定群組資料，且依群組設定警示時間長短(如4個小時)。當甲進入 A 區域後，累計時間超過 4 小時，即發出警示訊號，人員清單會顯示不同顏色
6. UI 要求除圖控圖示外，在最右側畫面配合人員資料清單顯示人員卡號、姓名、區域等資訊(此清單可開啟／關閉)。
7. 在人員圖示上也加入及姓名、顯示進入時間(可開啟／關閉)。

(3) 定位器(Locator)(如附錄 A7)

本系統係採用讀卡距離為 3~5M 之定位器(2.45GHz)，主要功能為決定主動式電子標籤位置相對座標，依其型號、規格不同，可決定定位精準度(如誤差 3 公尺內)定位器規格如附錄 A 所示。

(4) 操作軟體:廠商 Demo

(5) Data flow(如圖 85): 主動式電子標籤主動發出訊號由電子標籤讀取器讀取訊號，並由定位器決定物體(人員)相對座標，然後在銀幕顯示其位置，圖 85 為 RF RFID 定位系統基本配置示意圖。

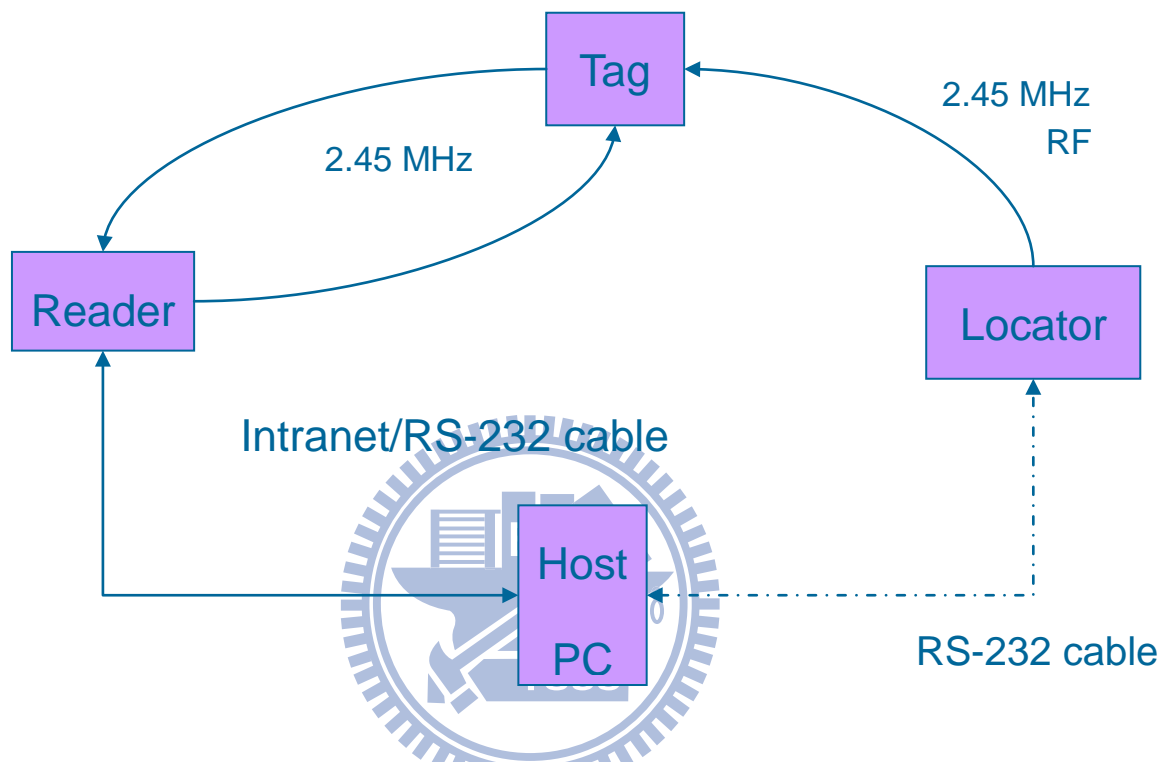


圖 85 RF RFID 定位系統基本配置示意圖(參考文獻 17)

5.4.2 RFID 系統建立

本節說明 RFID 系統建立，包含設備校正工具資料建立(圖 86)、廠區區域劃分示意圖(圖 87)，如以下所示。

(1) 設備校正工具資料建立

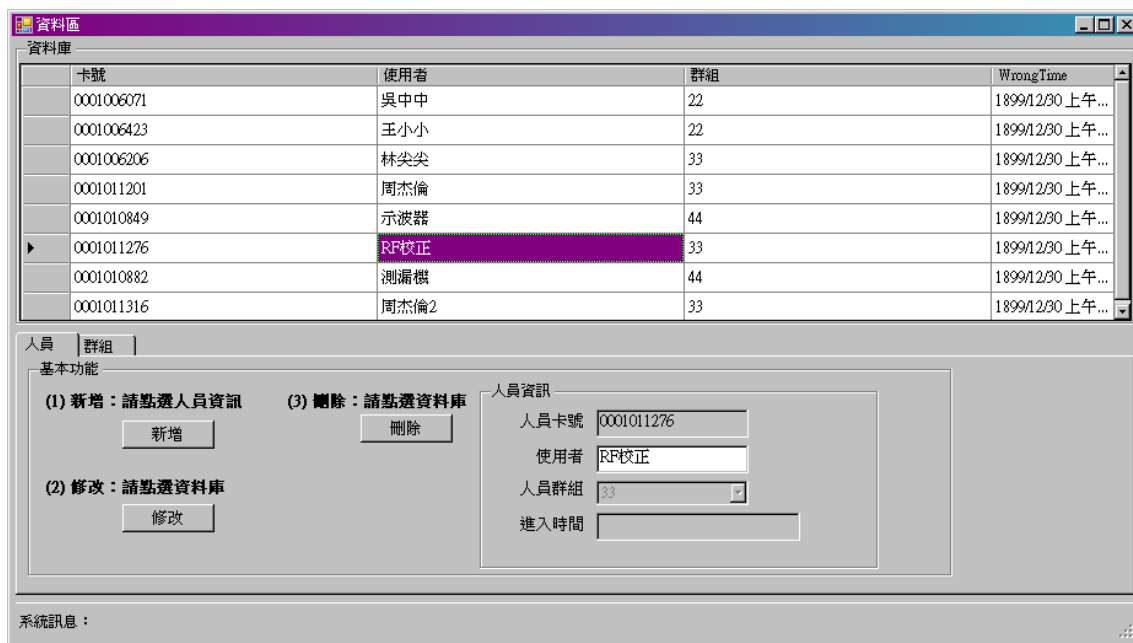


圖 86 RFID 設備校正工具資料建立示意圖

(2) 廠區區域劃分示意圖

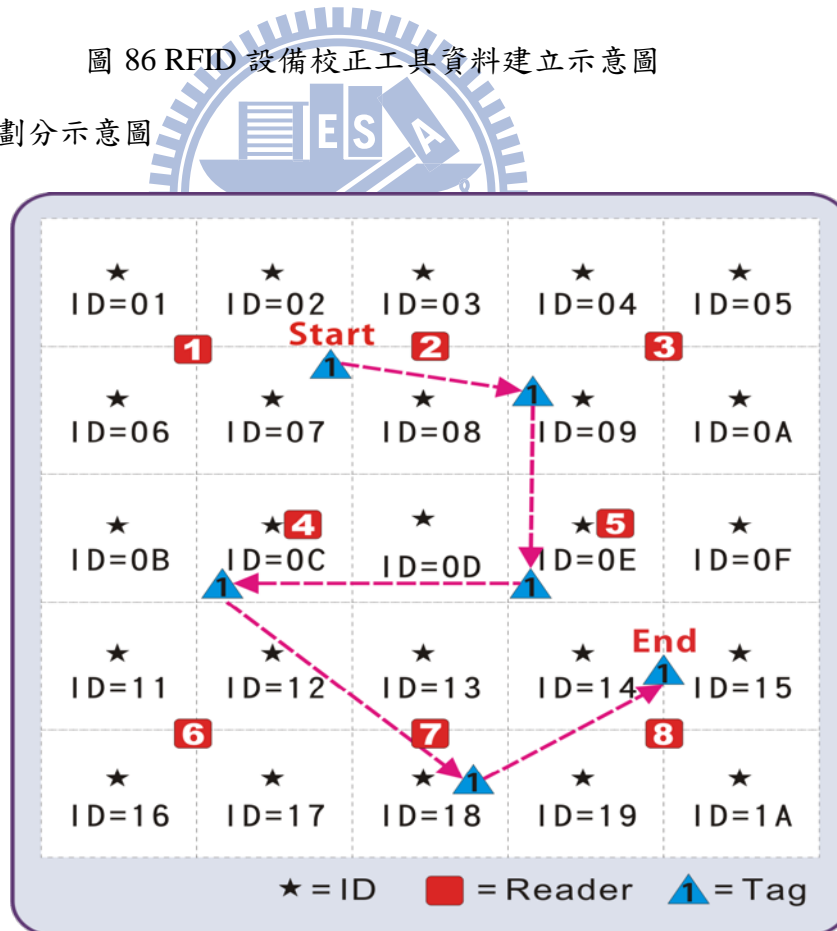


圖 87 廠區區域劃分示意圖

5.4.3 RFID 系統實作

RFID 設備校正工具定位系統模擬操作如下圖 88 所示：

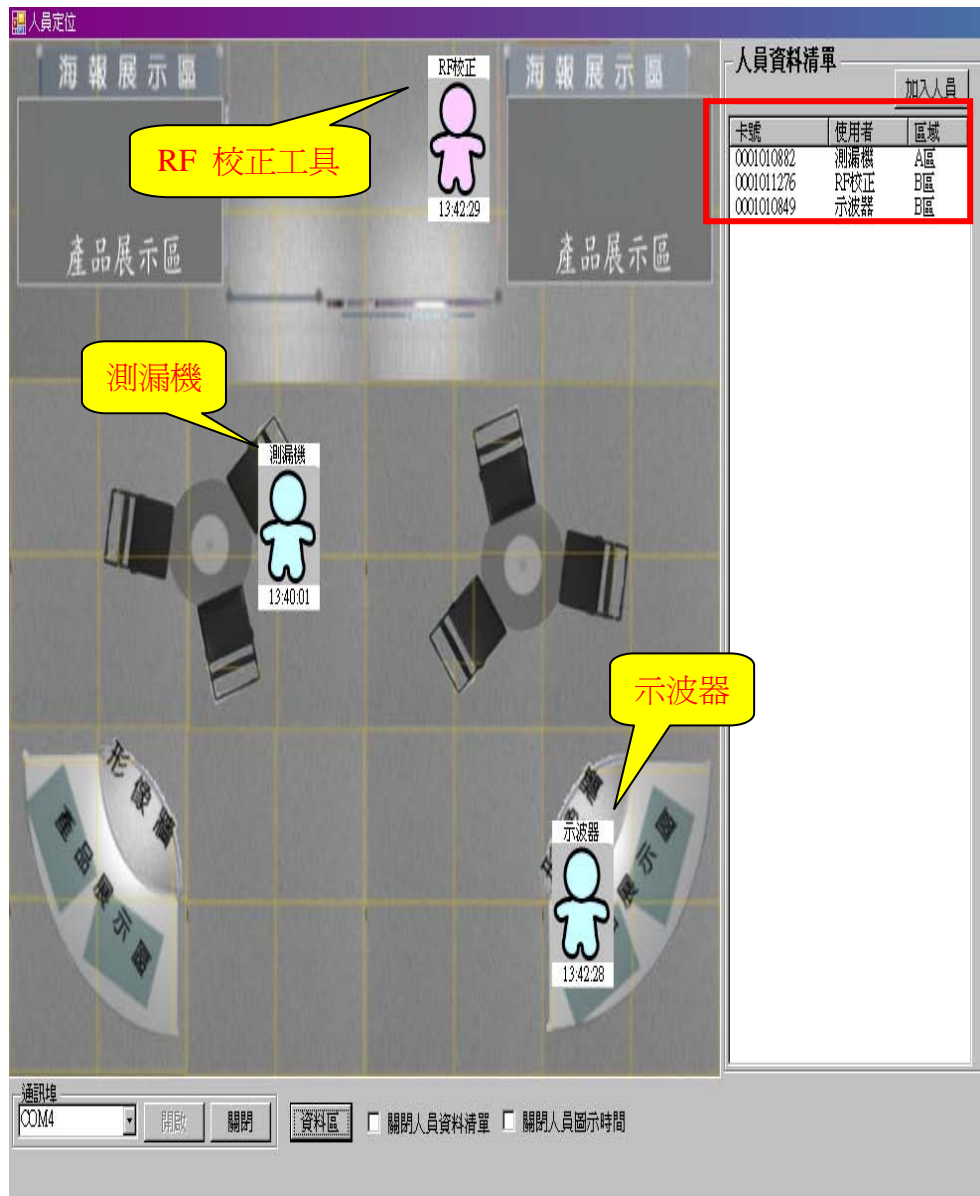


圖 88 設備校正工具定位模擬示意圖

5.5 成果效益分析

本研究之目的為建構一套 RFID 半導體設備維修保養系統，以增進管理效率，減少設備故障時間，提高產量、增加營收及降低生產成本，經選擇新竹科學園區中某半導體廠之蝕刻設備來導入本研究所架構之 RFID 平台與半導體設備維修保養系統之後，經與傳統人工管控與紙本紀錄等方式比較，預期可以達到的效益，就以下三方面說明：

1. 預防保養

- (1). 數據電子化，便於統計歸納分析。
- (2). 料件檢查表電子化，符合 ISO 表單規格。
- (3). 藉由各廠同一料件領用分析，找出差異點並協調出最佳保養方式，以降低生產成本，達到備料成本最低化。
- (4). 避免再有裝錯零件事件發生，以防止大宗報廢，減少生產損失。

2. 設備巡檢

- (1). 提高管理效率
 - a. 確實做到 P D C A 管理循環。
 - b. 確定人員到位。
 - c. 趨勢分析、異常自動統計。
 - d. 管理者充份掌握設備狀況。
- (2). 人力精簡化
 - a. 巡檢週期可依統計資料做適當調整。
 - b. 報表轉出 Excel(符合 ISO 表單)。
- (3). 提高工作效率
 - a. 有效率的巡檢路線規劃，時效確實掌握。
 - b. 異常點巡完即閱、隨時追蹤。

3. 設備校正工具定位管理

- (1). 避免浪費時間，節省時間成本。
- (2). 主動提醒保養時間，增進管理效率。(例:儀器送校)

第六章 結論與建議

6.1 結論

RFID、3D 印刷、生化科技、智慧型電腦及分散式發電被評為是改變未來世界的五個高潛力新技術，如能有效運用 RFID，藉由遠距、非接觸式的資料存取，加快資料處理的時效，相信可為企業帶來極大的效益。有關 RFID 在半導體製造業之應用，主要皆與產品進度控制與製程管控相關，鮮少有文獻及案例提及 RFID 於設備保養維修方面之應用，因半導體設備保養維修成本相當昂貴，如何有效率管控眾多設備零件與校正儀器，便是一值得探討之課題。本研究之目的即為建構一套 RFID 半導體設備維修保養系統，以增進管理效率，盡量減少設備故障時間，相對的便可以提高產量、增加營收及降低生產成本。

藉由選定半導體設備維修保養中之預防保養、設備巡檢、校正工具定位管理為研究的範疇，適當的選擇 RFID 廠商現有平台，建構一套半導體設備維修保養 RFID 系統來模擬 RFID 應用於半導體設備維修保養中之預防保養、設備巡檢、校正工具定位管理等方面使用情形，經由模擬實驗結果，本套系統確可應用於半導體設備維修保養中之預防保養、設備巡檢、校正工具定位管理等方面，藉由成果比較分析，本論文所建構半導體設備維修保養系統具備的效益，分述如下

1. 預防保養系統具備料件檢查表電子化、數據統計歸納分析、並可達到備料成本最低化及防止大宗報廢，減少生產損失等效益。
2. 設備巡檢系統具備巡檢效率提高、報表電子化、人力精簡化、符合 P D C A 管理循環、增進管理效率等效益。
3. 設備校正工具定位管理系統具備避免浪費時間、節省時間成本、主動提醒保養時間、增進管理效率等效益。

6.2 建議

RFID 應用範圍遍及民眾一般生活及食、衣、住、行、育、樂各個層面，是一項足以開創大眾生活舒適安全方便的科技利器，藉由公領域在促進保安及安全等社會公益方面進行 RFID 相關應用，不但可使台灣成為 RFID 成為世界級產業重鎮，更為民眾帶來便利、安心及安全的優質生活。而 RFID 在半導體廠的應用主要用於門禁管制、產品製程進度管控與物料管理等方面，對於其他方面應用，除了本論文所探討的半導體設備維修保養方面，另外建議如下：

1. 人員定位管控

半導體廠房內除了公司員工外，還有其他協力廠商與外商人員，人員眾多且複雜，如何對人員能有效且立即管控是非常重要的，尤其是發生意外進行疏散時，如果能在第一時間得知人員位置，清楚知道已疏散人員及待救援人員數及位置，便可節省時間並進行有效率的救援，這對人身安全的維護是非常重要的，而主動式 RFID 定位系統便可應用於這方面。

2. Eee PC 之應用

目前 RFID Tag Reader 主要是與 PDA 結合運用，隨著小筆電的推陳出新，尺寸愈來愈小，攜帶性愈來愈高，且其功能比起 PDA 更強大許多，記憶體容量更大，各種常用文件(如維修手冊、零件料號、廠商聯絡人員電話…)都可儲存於 EPC 內，若能將 EPC 與 RFID 有效結合運用，這對提高工作效率，必有很大的助益。

3. 定位管理系統(人員/設備)廠區配置最佳化

半導體廠房面積龐大，且隔間大小不一，如何規劃定位器及讀取器數量以符合定位系統準確度要求(如誤差 3 公尺以內)，來達到廠區配置最佳化，亦是一值得探討的課題。

參考文獻

1. 張達光，「RFID 在半導體廠生產管理之應用探討」，國立交通大學，碩士論文，2005 年。
2. 鍾暖貴，「RFID 在汽車組裝製程之應用」，國立清華大學，碩士論文，2007 年。
3. 江佳益，「應用射頻識別系統於空軍飛機維修流程分析與改善」，立德管理學院，碩士論文，2005 年。
4. 鄭儒鴻，「以 RFID 技術為基礎之書籍推薦系統」，國立清華大學，碩士論文，2007 年。
5. 蔡宗益，「結合個人數位助理、無線射頻識別技術地理資訊系統應用於建築物消防救災之研究」，中華大學，碩士論文，2007 年。
6. 蔡馥全，「無線射頻應用於自動化控制之整合性無線網路中介軟體系統設計」，國立交通大學，碩士論文，2004 年。
7. 劉元釗，「無線射頻辨識系統於發動機重要零附件維修管制應用」，國立東華大學，碩士論文，2007 年。
8. 卓志忠，「用於手機應用的射頻標籤天線之設計」，大同大學，碩士論文，2008 年。
9. 張家銓，「無線射頻系統標籤晶片設計」，中華大學，碩士論文，2004 年。
10. 陳亭君，「以 RFID 技術為基礎之賣場購物協助服務系統」，國立清華大學，碩士論文，2008 年。
11. 簡里蓮，「RFID 技術之隱私議題探討」，國立清華大學，碩士論文，2008 年。
12. 陳宣帆，「UHF 接收器之設計與晶片研製」，淡江大學，碩士論文，2002 年。
13. 包克豪，「應用於超寬頻無線射頻收發機之 CMOS 分散式主動射頻積體電路之設計研究」，國立成功大學，碩士論文，2006 年。
14. 楊智超，「一個以 RFID 為基礎的定位機制」，國立交通大學，碩士論文，2006 年。
15. 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，碩士論文，2003 年。
16. 龔旭揚，” RF ID 技術與應用” ，
<http://www.npue.edu.tw/academic/grad-ms/lin/RFID-精簡版一.pdf>。
17. 吳雄傑，” RF ID 原理與應用” ，友鵬科技。
18. 吳雄傑，” PIMS 設備巡檢異常管理系統” ，友鵬科技。
19. 李政鴻，” 熱脫附機台真空性能診斷專題報告” ，
<http://dspace.lib.ksu.edu.tw:8080/bitstream/123456789/1192/1/專題總報告.doc>，2005 年。
20. Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano,
Operations Management For Competitive Advantage, McGraw-Hill, New York, 2004.
21. Klaus Finkenzeller, RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, Translated by Rachel Waddington,

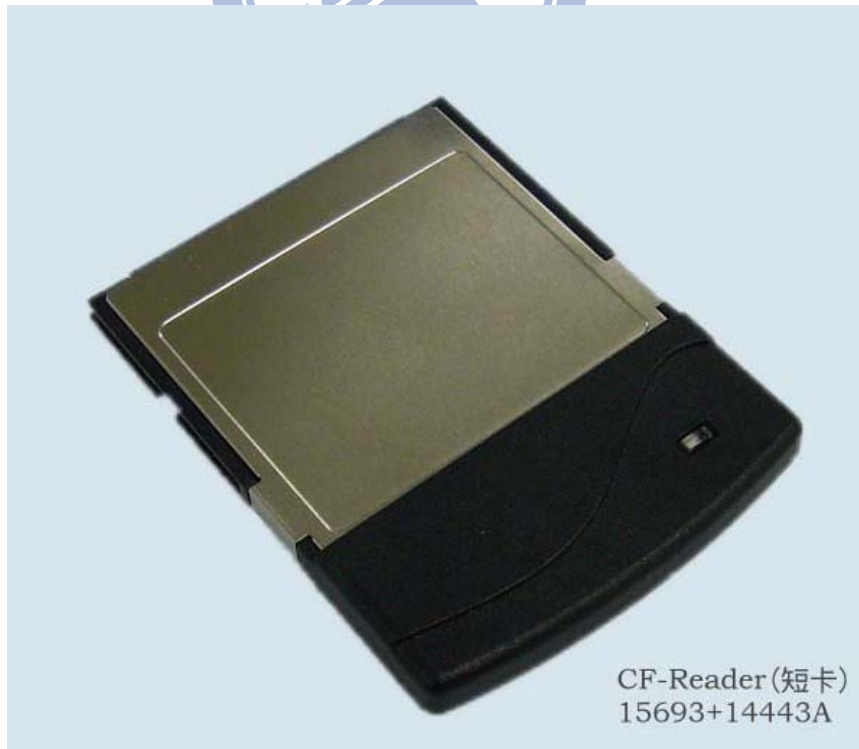
- Wiley, Chichester, England, 2003.
22. Mikell P. Groover, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, Prentice Hall, New Jersey, 2001.
 23. [MESA White Paper No.6, 1997] Anonymous, “MES Explained : A High Level Vision for Executives ” , White Paper No.6, MESA International, Sep 1997.
 24. David E. Mulcahy, Warehouse Distribution And Operations Handbook , McGraw-Hill, 1994.



附 錄

A1:TI Tag-it Plus Tag

晶片	TI Tag-it Plus
ISO 規格	符合 ISO 15693 標準
尺寸	85 x 54 (mm)
晶片頻率	13.56 Mhz
晶片讀寫方式	資料讀取與寫入為非接觸式
晶片讀取感應	被動式無線電波感應
儲存耐溫度	-20 度 C ~ 60 度 C
材質	PVC
預設唯讀資料段長度	64 bits
可編輯記憶體長度	2048 bits
可使用次數	3 萬以上
可用年限	正常使用情況下，至少 10 年
天線大小	85 x 54 (mm)
距離	5-7 cm



A2 RFID CF 介面電子標籤讀寫卡

A3 : Contactless RFID Card CF Reader Compact Flash Card 規格說明

使用頻率	13.56MHz
讀取 Tag 距離	6 cm 以內 (視 Tag 種類而有不同)
智慧卡編號	ISO15693: Complied Read / Write Transponders , ISO14443A(UID ONLY)
建議使用平台	Pocket PC, Pocket PC 2002, Pocket PC 2003
介面	Compact Flash Type I
尺寸	87 * 41* 8 mm(長*寬*厚) , (外露部分)
傳輸速度	19200baud, 8 data bits, no parity, 1 start bit, 1 stop bit
電源	由 PDA 供應
耗電流	動態 15mA(Max) , 待機 4mA
工作溫度	0°C ~ 55°C
工作濕度	5 ~ 95%RH (無結露)



A4 RFID CF介面電子標籤讀寫卡印刷電路板



產品規格

頻 率	2.4-2.5GHz	儲存空間	8Kbit
電 源	CR2032鈕扣電池	讀寫速度	≧100Kbit/秒
電 流	<4uA(靜態電流)<11mA(工作溫度-20~+70)	外誤碼率	10 ⁻⁸
相對濕度	10%-90%, 100%防潮處理	外殼材料	ABS
讀卡距離	1-80米, 與環境有關	感應方式	定時發射資訊
唯 讀 型	加密技術運用, 內碼ID全球唯一	最小發射頻率	1000次/秒
天線極化	圓形極化	尺 寸	89mmX57mmX9mm
防衝突性	可同時識別>100張	重 量	40g
資料速度	1Mbps	緊急回報開關	有
		低電量警示燈	有

A5 主動式電子標籤及規格說明圖

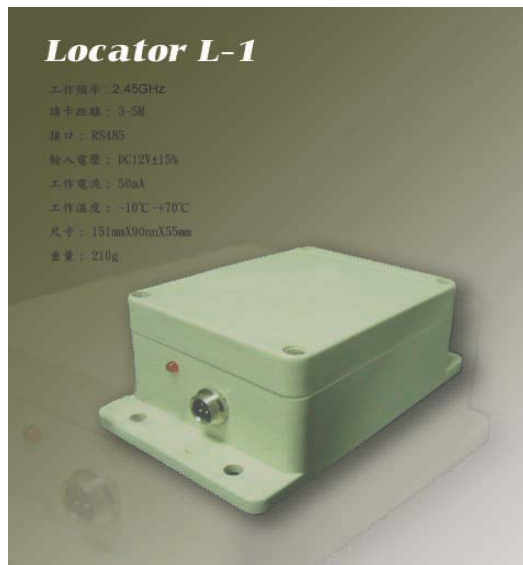


- 2.4G 微波為開放使用的頻段，皆經美規、歐盟規高頻輻射電磁波國際認證通過，且功率極小，時間極短。對人體絕無危害。
- 主動式電子標籤為雙電池設計，2~5 秒定時發送 ID 號。

SR 3500 產品規格

- 讀卡頻率 2.4GHz
- 輸入電壓 DC12V±15%
- 工作電流 250mA
- 工作溫度 -10°C~+70°C
- 工作相對濕度 10%~95%
- 介面 RS485、Weigand26
- 讀卡距離 3~50M
- 功耗:1mw
- 聲音/視覺提示 蜂鳴器 / LED
- 卡片尺寸 87mm X 55mm X 5.5mm
- 尺寸 125mm X 55mm X 13mm
- 重量 250g

A6 主動式電子標籤讀取器圖



工作頻率	2.45GHz
讀卡距離	3~5 M
接口	RS485
輸入電壓	DC12V±15%
工作電流	50mA
工作溫度	-10°C ~ + 70°C
尺寸	151mm X 90mmX 55mm
重量	210g

A7 定位器(Locator)及產品規格