

# 國立交通大學

管理學院工業工程與管理學程碩士班

碩士論文

**RFID 在半導體廠生產管理之應用探討**

**A study of RFID Application in the Production  
Management of Semiconductor Fab**



研究生：張達光

指導教授：彭德保 博士

中華民國 九十四 年 七 月 十五 日

# RFID 在半導體廠生產管理之應用探討

## A study of RFID Application in the Production Management of Semiconductor Fab

研 究 生：張達光

Student：Ta-Kuang Chang

指導教授：彭德保 博士

Advisor：Dr. Der-Baau Perng

國立交通大學

管理學院工業工程與管理學程碩士班



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management  
College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

In  
Industrial Engineering and Management

Jul 2005

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年七月

# RFID 在半導體廠生產管理之應用探討

學生：張達光

指導教授：彭德保 博士

國立交通大學管理學院工業工程與管理學程碩士班

## 摘要

無線射頻識別(Radio Frequency Identification, RFID)技術具備了可無線資料辨識/收集,可同時讀取多筆資料...等特性,近年來廣受各方的注目,被認為是影響未來全球產業發展之重要技術。特別是沃爾瑪(Wal-Mart)與美國國防部均於 2003 年宣佈導入無線射頻識別技術之應用後,無線射頻辨識技術一躍而為全球熱門新科技,其應用日益廣泛。對半導體產業對 RFID 來說,它不只是 RFID 晶片的製造生產而已,就半導體產業生產之高精度要求,高複雜度,高產量與長生產週期等特性,正適合導入 RFID 系統進行管理。目前已知有超過 30 座晶圓廠在使用 RFID [Asyst Technologies, Inc.網站],然其實施與導入之實際情形,相關資訊尚不多見。本研究希望能引領 RFID 的特性與功能,將其發揮在半導體產業生產管理上。

本論文由半導體產業製造管理了解開始,並介紹相關 RFID 之概念與應用。由找出 RFID 在半導體晶圓製造過程中的適用性,與過去使用條碼系統和 Smart Tag 紅外線標籤進行比較,提出其可行之晶圓廠設置與運作概念架構,及其導入模式。並輔以與專案負責人訪談方式,整理相關實際導入經驗與遭遇困難,以供其他有意導入之晶圓廠參考。

**關鍵字：**無線射頻辨識, 半導體廠, 自動資料識別與擷取

A study of RFID Application in the Production Management  
of Semiconductor Fab

Student : Ta-Kuang Chang

Advisor : Dr. Der-Baau Perng

Department of Industrial Engineering and Management  
National Chiao Tung University

**ABSTRACT**

RFID (Radio Frequency Identification) technology has attracted the global interests and will impact the future global industrial development due to its properties of wireless data identifying/collecting, multiple reading at the same time, etc. The intrinsic characteristic of semiconductor manufacturing, such as highly accuracy request, highly complex processes, high yield rate, long production cycle time and re-entrant, is just suited with the application of RFID. There are more than 30 semiconductor Fabs has installed with RFID system. However, there are still very few related information have been published about the actual status of implementation and execution of FRID system for semiconductor production management. This research presents the features of RFID first. Then, a comparison of RFID with both Barcode system and Smart Tag(Infrared Tag) was given. Finally, a feasible frame and possible approaches for implementing RFID systems on a semiconductor FAB was proposed after interviewing with experts of RFID system project leader/manager of semiconductor Fabs.

**Keywords:** RFID, Semiconductor Fab, Auto-identification and data capture.

## 誌謝

本論文得以完成，首先感謝指導教授 彭德保博士，悉心指導與鼓勵。課堂上的一份新知介紹引領學生進入 RFID 領域，並進而在論文撰寫過程中細心指導，並一再的引導正確的研究方向，開拓學生在學術研究之視野，惠我良多，浩浩師恩實非楮墨可言盡，在此致上衷心的感謝。

由衷感謝論文口試委員 巫木誠教授與許錫美教授，對論文詳加審閱，並賜與寶貴見解，使論文整體品質得以提昇。

撰寫論文期間，感謝同學 常仁兄與曉娟姐的互相支持砥礪，使能一同堅持到底順利完成。特別是與常仁兄一同南北征戰各研討會收集資料，那期間相當充實也獲益良多。同時也要感謝兩位好朋友 開基兄與智鵬兄的協助指導，永誌於心。

感謝承蒙 楊宇浩長官、何次威長官、陳欽聰長官，劉桂金長官及王立志教授 為學生寫推薦函，使學生有機會踏入研究進修的殿堂。特別是在進修期間 楊長官、何長官、陳長官，無論是工作或研究上都不斷的惠予協助指導與鼓勵，永銘於心。

最後要深深感謝的是我最重要的家人，一生辛勞照顧我的爸媽，及在旁默默支持關懷我的最親愛的喵喵老婆大人，特別是適逢兒子出世，為了讓我專心完成論文，自懷孕生產到出世照顧，都自己默默的承擔著辛勞。隻字片語難以表達感恩的心，謹以這篇論文獻給你們。

達光 謹誌

中華民國九十四年十月

# 目錄

摘要 .....	ii
ABSTRACT .....	iii
誌謝 .....	iv
目錄 .....	v
圖目錄 .....	vii
表目錄 .....	viii
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究方法與步驟 .....	2
1.4 論文架構 .....	2
第二章 文獻探討 .....	4
2.1 半導體製程製造管理 .....	4
2.1.1 半導體製程 .....	4
2.1.2 半導體製造管理 .....	6
2.2 現場管制與製造執行系統 .....	9
2.2.1 現場管制系統之定義與功能 .....	9
2.2.2 製造執行系統(MES) .....	10
2.3 產品標示追蹤與管理 .....	12
2.3.1 產品編碼系統 .....	12
2.3.2 自動資料識別與擷取 .....	12
2.4 RFID概念與其應用 .....	15
2.4.1 無線射頻識別RFID之基本概念 .....	16
2.4.2 RFID之功能與應用 .....	18
第三章 應用研究 .....	21
3.1 RFID在半導體產業之應用與比較 .....	21
3.1.1 半導體產業之資料識別與擷取方式比較 .....	21
3.1.2 RFID在半導體產業之應用 .....	23

3.2	半導體產業管理需求探討 .....	27
3.2.1	半導體產業產品管理需求 .....	27
3.2.2	晶圓廠現場管理需求 .....	28
3.3	RFID系統之晶圓廠概念架構為例 .....	30
3.3.1	晶圓廠RFID資訊系統架構 .....	32
3.3.2	晶圓廠RFID工廠設置與運作架構 .....	35
第四章	導入評析 .....	42
4.1	半導體產業之RFID系統導入模式 .....	42
4.1.1	系統分析階段 .....	43
4.1.2	系統設計階段 .....	45
4.1.3	系統建置階段 .....	48
4.1.4	系統上線階段 .....	50
4.2	某需求公司訪談 .....	51
4.2.1	訪談內容概要 .....	52
4.3	某導入公司訪談 .....	55
4.3.1	訪談內容概要 .....	55
第五章	結論與建議 .....	60
5.1	結論 .....	60
5.1.1	為何半導體廠應考慮採用RFID .....	60
5.1.2	為何推廣RFID在半導體產業之應用 .....	61
5.2	未來研究方向與建議 .....	62
	參考文獻 .....	63
	附錄一 .....	65
	附錄二 .....	68
	附錄三 .....	69
	附錄四 .....	71



## 圖目錄

圖 1	論文架構圖 .....	3
圖 2	文獻探討架構示意圖 .....	4
圖 3	CMOS之程序流程簡圖 .....	5
圖 4	四大現場管理基本要項 .....	6
圖 5	200MM晶圓之承載容器SMIF POD .....	8
圖 6	300MM晶圓之承載容器FUOP .....	8
圖 7	GROOVER之現場管制系統三個構面 .....	9
圖 8	MES FUNCTIONAL MODEL .....	11
圖 8	RFID由READER與TAG組成並透過ANTENNA進行感應傳輸 .....	16
圖 9	RFID具整合工業價值鏈之趨勢 .....	19
圖 1 1	ASYST ADVANTAG™ SYSTEM .....	24
圖 1 2	台灣富創得科技股份有限公司WAFER LOT ID TRACKING SYSTEM .....	24
圖 1 3	半導體產業產品資訊與生產流程對應圖 .....	27
圖 1 4	RFID智慧型貨架與推車尋貨示意圖 .....	30
圖 1 5	RFID物流動線管制示意圖 .....	30
圖 1 6	在EPC標準架構下，資訊系統由SAVANT、ONS、PML標識的資料組成 .....	31
圖 1 7	採用BAR CODE系統架構示意圖 .....	32
圖 1 8	採用SMART TAG系統架構示意圖 .....	33
圖 1 9	具SAVANT之RFID系統架構示意圖 .....	34
圖 2 0	不具SAVANT之RFID系統架構示意圖 .....	34
圖 2 1	晶圓廠廠區佈置圖 .....	36
圖 2 2	搭配LF RFID系統之晶圓廠廠區佈置與動線運作示意圖 .....	38
圖 2 3	搭配MICROWAVE RFID系統之晶圓廠廠區佈置與動線運作示意圖 .....	40
圖 2 4	RFID系統導入模式圖 .....	42



## 表目錄

表 1	常見自動資料識別與擷取系統之比較 .....	15
表 2	主動式(ACTIVE)與被動式(PASSIVE)比較表 .....	17
表 3	等級區分一覽表 .....	17
表 4	RFID的操作頻率與特性 .....	18
表 5	以晶圓廠運作為參考之資料識別與擷取方式比較表 .....	22
表 6	以晶圓廠運作為參考之資料識別與擷取方式比較表(續).....	23
表 7	RFID資訊系統依SAVANT有無進行比較.....	35
表 8	ISO/IEC 18000-2 的TYPE A與TYPE B主要規格 .....	47
表 9	半導體廠資料識別與擷取方式評比表 .....	61
表 10	半導體廠資料識別與擷取方式比較評分表 .....	71



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

有效且快速的掌握生產進度，並做到迅速的管理與調度，長久來即是製造業所不斷追求的課題。時至今日，科技不斷提升，製造業面臨了更為激烈的競爭環境，產品生命週期不斷地壓縮，如何在品質、交期、成本及產品多樣化的競技場中脫穎而出？比爾·蓋茲(Gates)曾說「你收集、管理和使用資訊的方式，決定了輸贏」[Bill Gates, 2001]。如何快速嚴密的收集掌握產品的動態資訊將會是贏得訂單(Order Winner)重要因子，這端賴物流與資訊流的積極配合，使決策者能利用最快速精確的資訊流進行判斷，執行者能迅速將決策反應到在製品(Work In Process, WIP)上。

「資料若要精確，收集的起點就要數位化」[Bill Gates, 1999]。為了能使資料收集快速而正確，自手寫標籤與流程卡的配合，到條碼(Bar Code)與製造執行系統(Manufacturing Execution System, MES)、物料需求規劃(Materials Requirements Planning, MRP)、ERP 企業資源規劃(Enterprise Resource Planning, ERP)及供應鏈管理(Supply Chain Management, SCM)等，隨著科技的進步，產品與物料的資訊管理技術，也不斷的演變。這些設計與努力，都是為了能快速整合資訊、進行規劃與管理，而這些系統的最前端即為資料收集，期能最適時機，掌握最佳動向。

半導體產業在前段晶圓製造部具有製程複雜且冗長的特性，再加上動輒上萬片之月產能，是故在製品(Work In Process, WIP)管理之困擾度也隨之遞增。對於實務上如何即時監控現場產品的流向及所在，便為長久以來持續改善的研究課題。

近年來無線射頻識別技術(Radio Frequency Identification, RFID)廣受各方的注目，被認為是影響未來全球產業發展之重要技術。特別在沃爾瑪(Wal-Mart)於2003年宣佈，將導入無線射頻識別技術之應用，並要求其前百大供應商必須在2005年1月1日配合在美國執行、2006年底進一步擴展至所有供應商。美國國防部也在2003年10月宣佈，其4萬3千家供應商必須在2005年1月起，將RFID應用在其商品上。無線射頻辨識技術一躍而為全球熱門新科技，其應用將日益廣泛。

RFID 所具備之無線資料辨識/收集，能同時讀取多筆資料…等特性，對目前高度自動化且製程甚長的半導體產業，將會是新一代進度控制利器。是故對如何應用及其適用性之探討發展，將成為產業管理技術提升的重要踏腳石。

## 1.2 研究目的

RFID 的出現為各種物流與資訊流的可追蹤性掌握，投入了一個革命性的躍進。目前各種研究也正蓬勃展開，唯焦點多在於全球物流或零售業管理方面，對於製造業之在製品管理方面尚不多見，特別在半導體產業。故期望利用此研究透過半導體晶圓製造之長製程單體產品生產製造的特性，將 RFID 的無線追蹤管理特性納入，以成就半導體產業之高效率需求。

基於前述，歸納本研究之目的為下列幾項：

- 探討 RFID 對生產管理之適用性及其所扮演的角色
- 研究 RFID 在生產管理上所應具備的功能與可應用的領域
- 提出生產管理上導入 RFID 的評估及執行方式

## 1.3 研究方法與步驟

### 1. 資料蒐集、文獻探討

以(1)生產現場管制系統，(2)產品標示記錄追蹤方式，(3)RFID 之理論與應用，為主軸進行國內外相關專業書籍、期刊、論文、研討會與相關網站之線上與書面資料收集。以瞭解現有發展與需求，進而探討 RFID 之適用領域與未來發展。

### 2. 深入探討、實際訪談：

- (1)．先對半導體產生產及其作業，與過去之工具進行研究比較。
- (2)．針對半導體生產特性探討 RFID 之應用
- (3)．試行以晶圓廠為例模擬 RFID 系統之概念架構
- (4)．針對 RFID 系統之特性規劃其導入模式
- (5)．洽具有已導入與待導入中經驗之專案負責人進行訪談。了解實務上可能問題與需求，以為參考。

## 1.4 論文架構

本論文架構之章節安排如下，第一章為緒論，第二章文獻探討透過 半導體製程製造管理，現場管制與製造執行系統，產品標示追蹤與管理，及RFID 概念與應用的介紹，進行各相關面整合了解，第三章應用研究，將研究 RFID 與半導體產業的結合，第四章導入評析，依其特性規劃一導入模式並藉實際訪談為經驗參考。第五章結論與建議，將研究結果整合，提出建議以為後續導入或研究者參考。

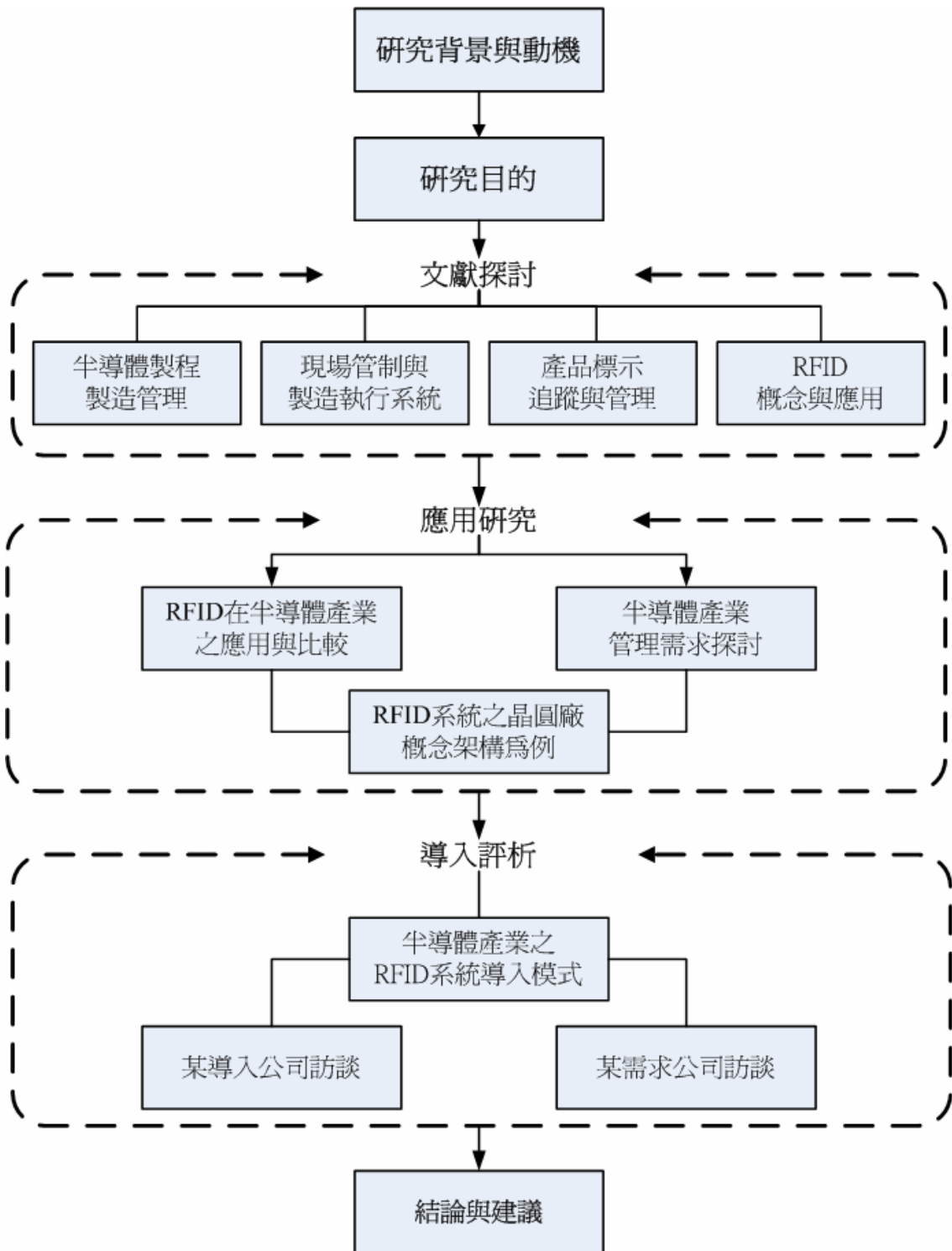


圖 1 論文架構圖

## 第二章 文獻探討

此研究目的在探討一更好的製造現場產品識別與資料收集工具，故文獻探討以半導體製程製造管理出發點下由現場管制，產品標示追蹤與管理逐步探討到 RFID 與其應用，了解其在各環節所扮演之角色與重要性。

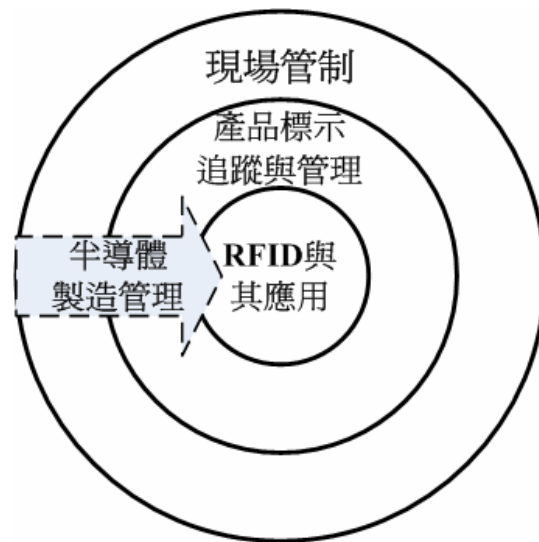


圖 2 文獻探討架構示意圖

### 2.1 半導體製程製造管理

自 1947 年貝爾研究室的 Shockley, Brattain 和 Bardeen 發明電晶體以來人類文明進入無限寬廣的資訊時代。電晶體製造更藉由矽的半導體特性成就了 1958 年積體電路 (Integrated Circuit, IC)發明後之產業突破，到 1995 年電子產業已超過一兆美元超過汽車工業成為世界上的最大工業，其中半導體的產值就超過 1300 億美元佔世界電子產值的 14~18%，半導體產業的重要性可想而知[張俊彥等編著，86]。1960 年代，Intel 創始人之一的 Gordon Moore 提出有名的“摩耳定律(Moore's Law)”：“每兩年在相同大小的晶片上，電晶體的數量將呈倍數成長”。然隨著“摩耳定律”的步伐，電晶體不斷縮小，而晶圓不斷地往大尺寸發展，半導體製造生產在製程與管理上的複雜度也快速演變。

#### 2.1.1 半導體製程

半導體 IC 產業可分為上游的設計、晶圓製造，與下游的封裝、測試。IC 設計研發完成後，即開始投入製造生產，各產品製造過程會依產品別與製程別而有差異，但基本



## 2.1.2 半導體製造管理

半導體生產過程中就其微米製程的嚴格要求，各製程站別都有特定要求與限制，相對的也衍生了許多的製造管理要求與技術，以維持生產運作之效率與品質。

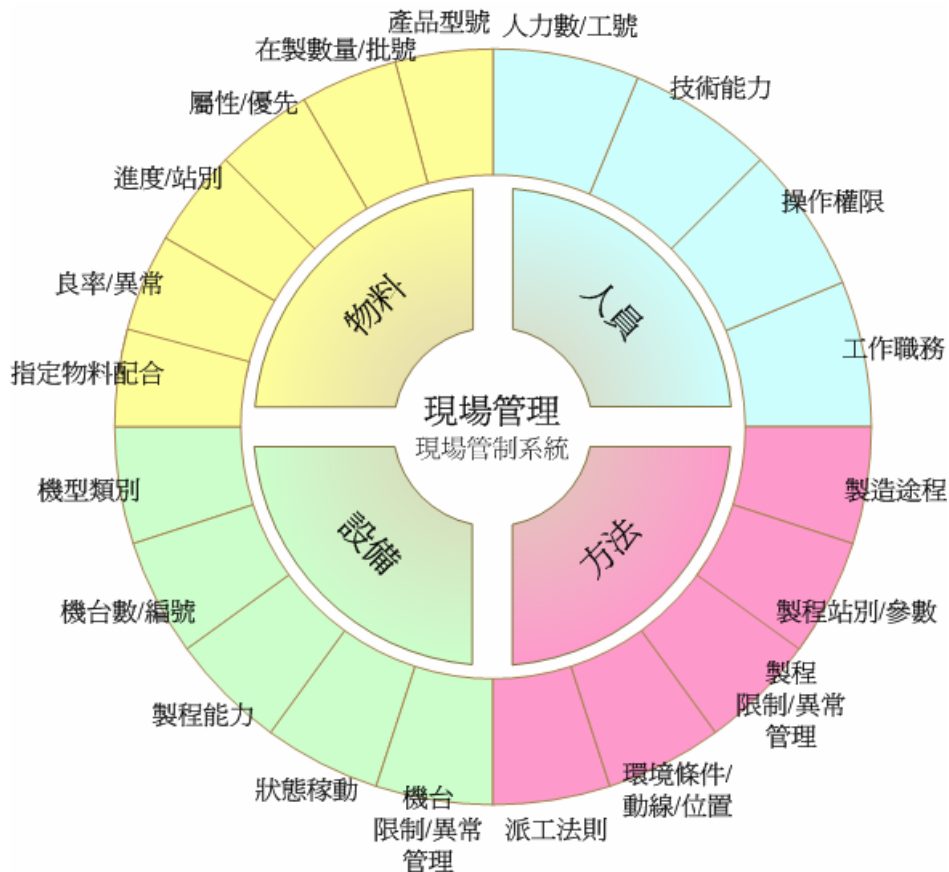


圖 4 四大現場管理基本要項

資料來源：本研究整理

在半導體生產製造管理上相關課題相當多，人員、設備、物料與方法四大現場管理主題各有其特點，如圖 4 所示。本研究將把重心集中在產品相關管理上，並就下列主要相關問題研討：

1. 產品/製程/物料管理：晶圓廠在運作時可提供多樣的產品別與製程別，並有其配合之物料與機台組合，故必須有良好的識別區分技術，才能減少製程/機台/物料/參數的誤用，並進一步減少不當的在製品或物料庫存。
  - 產品別：不同產品因電路圖形不同而有不同的光罩組合，及所使用的製程，

物料與參數。

- 製程別：製程別會依產品類型，製程能力而有差異。
- 物料別：生產過程中會搭配不同的物料與耗材，如光罩(Photo Mask)、光阻液(Photo Resister)、控擋片(Dummy Wafer)…等，各有產品搭配，有效期限，重複使用次數及回收次數…等限制，需予以控管。

2. 時間管理：在時間管理上主要有 交期(Delivery Time)，週期時間(Cycle Time)，時間限制(Time Constrain)。這三者均與生產派工的精準度為正相關：

- 交期(Delivery)：IC 產品之產品生命週期短，如何在需求時間內供應需要的產品為一重要課題。而如何能使產品按時產出達交，這與生產的進度掌握與派工精確度息息相關。
- 週期時間(Cycle Time)：產品自投入到完成產出的時間為總週期時間(Total Cycle Time)，如何使各產品批在固定的製程時間(Process Time)下，以各站最少等候時間(Queue Time)進行生產，這必須靠即時進度掌握及精確派工。
- 時間限制(Time Constrain)：晶圓製造過程中因產品及物料特性，特定站別間有時間限制，若無法在時間內開始或完成該站將可能造成不可挽回之良率問題，或需進行重工程序。例如，微影製程之上光阻(Photo Resister)後，會依製程而定要求 24~48 小時內進行蝕刻(Etch)製程，若超過而未處理則有光阻過期之光阻吸水氣與後續圖形線寬等問題，若在 48 小時內則尚可進行水氣烤除，超過 48 小時則需去光阻並重新進行進行該道微影製程之重工程序。

3. 在製品(Work In Process, WIP)管理：晶圓片(Wafer)即為晶圓製造過程中之在製品亦為其直接物料，與製造組裝業不同的在此生產中並沒有其他直接物料，所以只需對晶圓片進行產品進度掌控。其他物料均以間接物料型式進行，其他物料管理主要在維持其供應不虞匱乏，保持有效期限及成本控制。在製品則因其製程管制需要，有特定之管理要求與特性：

- 需以專用容器承載運送：因潔淨度設計考量，晶圓產品使用可維持容器內高潔淨度的專用容器。在 200mm(即 8")晶圓廠所使用 SMIF POD (Standard Mechanical Interface POD)，在 300mm(即 12")晶圓廠所使用 FOUP(Front-Opening-Unified-Pod)。





圖 5 200mm 晶圓之承載容器 SMIF POD

圖 6 300mm 晶圓之承載容器 FUOP

資料來源：台灣富創得科技股份有限公司網站 資料來源：Asyst Technologies, Inc 網站

- 精確派工與確實執行：晶圓廠月產能動輒上萬片，在製品更不為少數，精確有效率的派工，對產能與交期之維持相當重要，除仰賴 MES 與派工軟體控管外，重要還是在即時資訊掌握，與現場人員能有效率依派工指令找到派工產品，並正確排入生產。此時便需要方便且即時的產品識別與資料擷取。
- 異常處理之掌握：晶圓製造生產過程中，常因產品本、機台、操作問題與特殊事件而造成異常。異常發生時，產品所在位置及所做處理常不同於正常產品或生產流程，這些異常產品若無法切實掌握常會造成衍生問題，如產品失蹤，無人問津，尋找耗時，延誤造成重工…。
- 以批(Lot)為主要控管單元：在生產過程中可以一批量進行批次生產，200mm 通常以 24 片為一批(Lot)，並以批號(Lot ID)搭配 MES 系統進行管理。
- 批號之拆分與合併：因一批 24 片，在生產過程中時會發生部份片因生產條件變更，異常處理，重工或進度調整等狀況而需由先前定義一批拆分至二批以上，此為分批(Split Lot)(註)；或在特定條件下將不同批合併成一批以生產，此為併批(Merge Lot)(註)。在此作業，可能會造成其批號新增或停止。  
註：分批(Split Lot)：指同一批號產品因需求將其數量由一批拆分二到多批，對此批號視狀況增加一子批識別碼，被分出來的稱為子批(Child Lot)，原批則稱為母批(Parent Lot)。  
註：併批(Merge Lot)：指將不同批合併在一起，此狀況有兩種，一為將子批合併回原母批，則合併後以母批為批號，另一為將同一規格的不同產品批合併在一起，合併後批號可為其中一批號或另產生一批號。

歸納上述所提及，強調的是如何明確識別產品，並即時掌握其狀態資訊。

## 2.2 現場管制與製造執行系統

面對生產步驟複雜且冗長，製程別與產品別多樣化，再加上產品生命週期短。嚴謹的現場管制是迎接 e 世代競爭與挑戰所必需的，相對而來是如何快速準確的將生產現場各類即時資料蒐集並迅速轉換成有用資訊，傳遞到相關需求單位進行分析、決策與執行。

### 2.2.1 現場管制系統之定義與功能

在 APICS (營運管理協會 The Association for Operations Management)字典中，定義 現場管制系統(Shop-Floor Control system, SFC system)為「一系統利用來自現場資料搭配資料處理檔案進行現場指示與工作站上狀態資訊的維護和溝通。」 [Chase, et al., 2004]。

Groover 提出[Groover, 2001] 現場管制(Shop Flow Control)是關於工廠生產訂單發派，監督與控制訂單進度通達到各工作中心，和取得目前訂單的狀態資訊。並指出一典型的現場管制系統包含三個構面：(1) 訂單發派(Order release)，(2) 訂單排程(Order Scheduling)，(3) 訂單進度(Order Progress)，如圖 7。

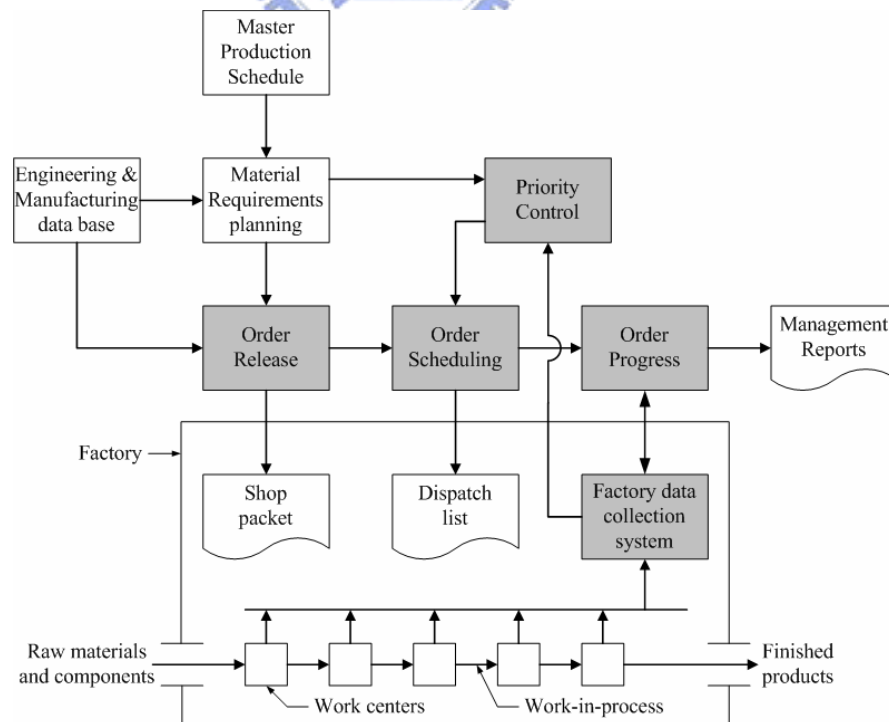


圖 7 Groover 之現場管制系統三個構面

資料來源：[Groover, 2001]

在此 SFC 系統中 Groover 另特別提到 工廠資料收集系統 Factory data collection system(FDC system)，FDC 系統由各種紙本文件，終端機，及工廠內的各自動化元件來對現場運作收集資料，加上資料的匯集和處理的用意，故 FDC 被當做 SFC 系統中訂單進度模組之輸入部份，它也是可影響訂單排程的優先度管制的輸入。

特別針對 FDC 系統，Groove 認為可分為手動和自動化系統：

1. 手動資料輸入技術：以手動為導向的技術，透過讀取和填入下列紙本表單來指示訂單進度。此技術平均有約 3%的輸入錯誤率，及造成時間浪費問題。
  - 工作流程卡(Job traveler)
  - 員工時間表(Employee time sheet)
  - 作業封條(Operation tear strips)
  - 穿孔卡片(Prepunched card)
2. 自動和半自動資料收集系統：資料收集終端機由人工利用簡單電腦小鍵盤或方便的文數字鍵盤輸入訂單進度資料。此法的錯誤率為 0.3%，並能加上錯誤檢核程序以偵錯。且能搭配如光學條碼或磁卡等更自動化的輸入技術。

SFC 為現場管理重要工具，自圖 7 可見在 Groover 提出之系統中，FDC 在現場管制系統三個構面與工廠運作間扮演了溝通樞紐的角色。故強化 FDC 為一重要課題，光學條碼與磁卡等自動化的輸入技術對 SFC 來說已提供了相當的貢獻，而 RFID 技術的將可再強化其資訊更新之即時性。透過後續將提及的耐遮蔽、耐髒污與內建 IC 晶片所具記憶控制等特性，對 SFC 中 FDC 的即時性與正確率，訂單排程(Order Scheduling)後之派工(Dispatch)自動化，及後續自動物料控管系統(Automated material handling systems, AMHS)等均可扮演相當重要角色。

### 2.2.2 製造執行系統(MES)

製造現場如何在最短時間內即時收集與運用最豐富的資訊，製造執行系統(Manufacturing Execution System, MES)為目前首要工具。依 MESA 協會(Manufacturing Enterprise Solutions Association)定義指出 MES 系統為產品自工單發出到成品產出過程中，扮演生產活動最佳化的資訊傳遞者。當事件發生變化時，藉即時正確的資訊、生產執行系統規範、原始工作狀況、資料反應及回饋，進行快速回應以減少無附加價值生產活動，提昇工廠生產效率。MES 具改善生產條件、準時出貨、庫存週轉、生產毛利及現

金流量效益，並在企業與供應鏈間提供雙向生產資訊流。[MESA White Paper No.6, 1997]。

依 MESA 歸納 MES 之基本功能有 11 項，透過這些功能可與其他八大類系統連繫而為企業創造競爭優勢，見圖 8。NiravC, et al.(2004)提出下列三大功能與提供即時的產品資訊相關：[NiravC, et al., 2004]

- 產品追蹤與記錄(Product Tracking & Genealogy)：監測各單位(unit)，批次(Batches)，或產品批(Lots)之產出進度以產生完整的產品歷史資料。
- 資源分配與狀況(Resource Allocation / Status)：透過即時產品資訊引導人員，設備，工具和物料做該做的事，並追蹤目前是否正在進行或已完成。
- 資料收集與取得(Data Collection / Acquisition)：觀察收集和組織來自人員、設備或控制的製程、物料、和操作資料。

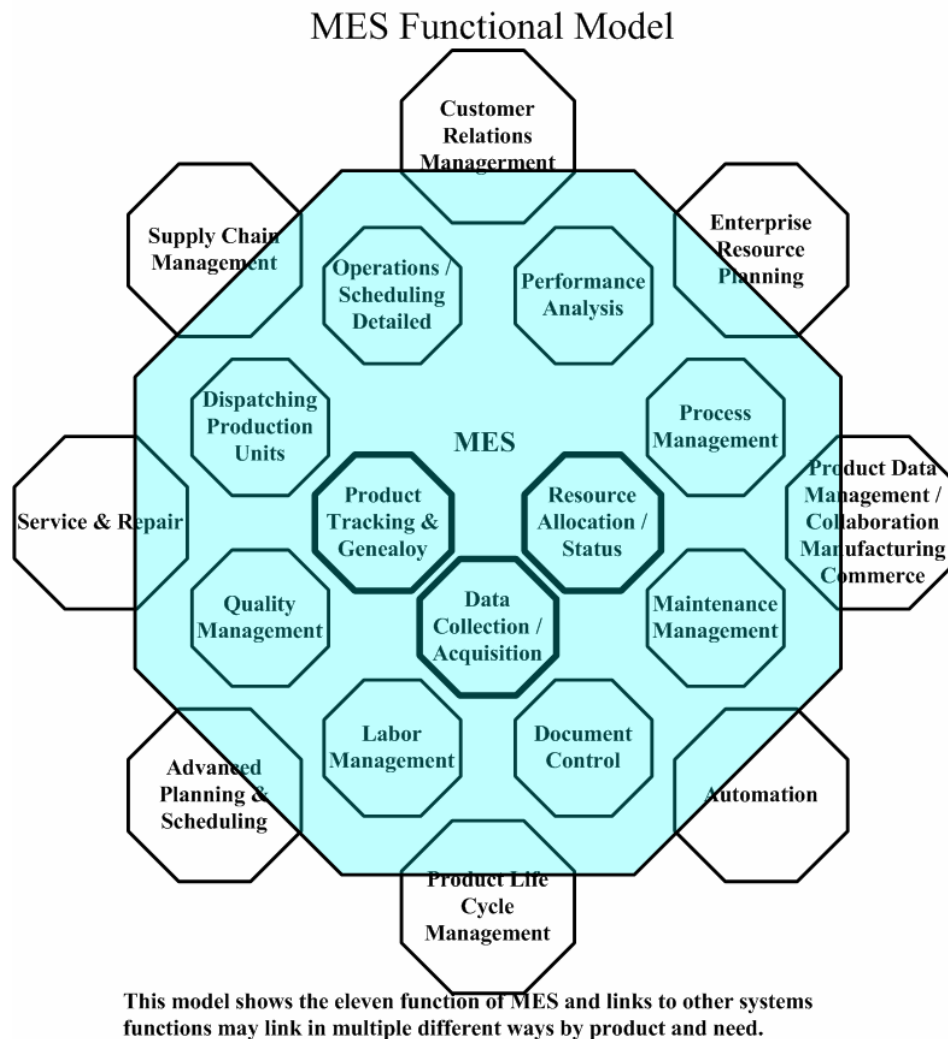


圖 8 MES Functional Model

資料來源：[MESA White Paper No.6, 1997]

目前在國內晶圓廠較主要使用的幾個 MES 軟體[李雅婷，89]：

- 300mm 晶圓廠：Encore Promis(軟體商：PRI)、SIView(軟體商：IBM)、Fab300 WSOpen(軟體商：Applied Materials)、FactoryWorks(軟體商：Brooks)
- 200mm 晶圓廠：PROMIS(軟體商：Promis)、Workstream(軟體商：Consilium)、Poseidon(軟體商：IBM)

## 2.3 產品標示追蹤與管理

生產管理上，產品管理為其重要的一環，特別是現今強調在正確的時間及時做出合於需求的產品，而產品標示追蹤與管理便是其中一重要的控制點。若說生產現場管制系統是一神經系統，那產品的標示追蹤與管理就可視為其中的末梢神經。面對半導體動輒月產能上萬片的生產如何有效的予以標示、識別與追蹤管理，對半導體是一最基本的重要課題。

### 2.3.1 產品編碼系統

在生產製造方面的編碼系統較常見在群組技術(Group Technology, GT)之零件分類與編碼，Mikell P. Groover 提及零件的分類與編碼主要探討零件間之相似性，並依此相似性而納入一編碼系統，其所指的相似性。其所指零件相似性並可分為兩方面：

- 設計屬性(Design Attribute)：如幾何形狀與尺寸。
- 製造屬性(Manufacturing Attribute)：如零件製造或加工的步驟與程序。

在開始生產前即事先設計一編碼系統，將生產過程中之各在製品納入此編碼系統進行識別管理。此編碼系統需針對具獨立唯一性之產品予以保障唯一性。

對半導體產業，因管理項目繁多故亦衍生許多編碼系統。但就產品面較主要使用的編碼則以 產品型號別、產品批號別、製程途程別、及製程站別為主，透過此四者在生產過程中進行識別，分類與進度控管。特別在前段晶圓製造與後段封裝測試間，此一產品編碼系統的設計，對生產過程與產品資訊之傳遞與回溯，及後續半成品與成品之分類，具重要之關聯性。

### 2.3.2 自動資料識別與擷取

自動資料識別與擷取 Automatic Identification and Data Capture(AIDC)，指不利用鍵盤而

透過電腦或微控制器的直接資料輸入技術[Groover, 2001]。近年來各種自動化系統不斷的開發，不論在系統資訊收集管理或設備自動控制，若想發揮其效率均難不與 AIDC 結合，透過 AIDC 進行自動資訊登錄收集或動作觸發(Trigger)。

對 AIDC 主要有下列要點：

1.對於所有的 AIDC 技術都存在有三個基本元素：[Groover, 2001]

- 編碼資料(Encoded data)：一組由符號或信號所表現的文數字字元。再將含此編碼資料的標籤貼附在需要用在後續識別的物件上。
- 讀取或掃描機械(Machine reader or scanner)：將編碼資料讀取並轉入選擇的格式。
- 解碼器(Decoder)：利用它將電子訊號轉換成數位資料並還原成原文數字字元。

2.AIDC 的技術主要可分為下列五類：[Finkenzeller, 2003]，[Groover, 2001]，[Mulcahy, 1994]，[陳宏宇編著，93]，[鄭同伯著，93]

- 光學(Optical)：使用可被光學掃描器解譯高對比圖形符號的技術。主要有兩類：
  - (1).條碼(Bar Codes)，
  - (2).光學文字辨識(Optical Character Recognition，OCR)
- 磁性(Magnetic)：利用磁性編碼資料。主要有兩類：
  - (1).磁條(Magnetic Stripe)。
  - (2).磁性墨水字元。
- 電磁(Electromagnetic)：主要可分為兩類：
  - (1).智慧卡(Smart card)：又稱 IC 卡(Integrated Card)內含具大量資訊微晶片的塑膠卡片，可分接觸式、非接觸式或雙介面卡。
  - (2).無線射頻識別(RFID)：以 RF 無線電波辨識物件的技術。

大部份文獻對於 智慧卡(Smart card) 與 無線射頻識別(RFID) 多為獨立提出，但其間分野並不明顯，因 智慧卡(Smart card) 在非接觸式部份實已利用 RF 技術。唯此二者在應用上可就操作頻率與主被動上略作區分，Smart Card 操作頻率較低感應距離較近，且為被動式感應，而 RFID 則依使用頻寬而定義較廣，可依需求設計為主被動感應或兼具。

- 觸碰技術(Touch techniques)：如接觸式記憶鈕(Contact Memory Button，CMB)，鈕扣狀的高容量記憶裝置，需利用讀取機接觸讀取。
- 生物測定(Biometric)：利用人體或人的聲音命令識別，含語音辨識，指紋分析，視網膜掃描。主要有兩類：

(1).行為特徵辨識，可稱為行為生物辨識(Behavior Biometric)，或動態物辨識(Dynamic Biometric)，如語音(Voice)。

(2).生物特徵辨識，可稱為生理生物辨識(Physiological Biometric)，或靜態生物辨識(Static Biometric)，如指紋(Fingerprint)。

- 紅外線(Infrared, IR)：利用紅外線傳輸編碼資料進行識別。

3.依據 AIM USA 協會與 Modern Material Handling 雜誌於 1993 年調查得：

- AIDC 之最常用途依序為：[Groover, 2001]

(1)收貨(Receiving), (2)出貨(Shipping), (3)揀料(Order Picking), (4)成品儲存(Finished good storage), (5)製造程序(manufacturing processing), (6)在製品儲存(WIP storage), (7)組裝(Assembling), (8)分類(sortation)

- 使用 AIDC 的主要原因：[Groover, 2001]

(1)資料精確性, (2)及時性, (3)減少人工。

眾多工具及使用需求，在我國資訊工業中，條碼(Bar Code)以其易於產生，低成本且普及性高曾經為提昇工廠資訊自動化能力一大推手[吳嘉興，88]，但伴隨著生產複雜化，所帶動的物流與資訊流之資料可攜性、正確性與輸入速度的要求，並有了二維條碼的引入[樊克強，88]。然就半導體而言，除了上述要求外尚有更多的資料容量與即時變更需求。接在條碼應用後，半導體 200mm 晶圓廠則以具紅外線傳輸與晶片記憶體之智慧標籤 Smart Tag，來應付設備提昇的自動化程度與製程複雜性。

下表 1 對一些較常見之系統進行一比較，以了解應用領域與需求的差異，各不同系統的所具有特性與適用。

表 1 常見自動資料識別與擷取系統之比較

項目	條碼 (Bar Code)	光學文字 (OCR)	生物測定 (Biometric)	.智慧卡 (Smart card)	射頻識別 (RFID)	紅外線 (IR)
資料量(bytes)	1~100	1~100	-	16~64K	16~64K	16~64K
資料密度	低	極低	高	極高	極高	極高
受塵污、老化 或磨損影響	易影響讀取	易影響讀取	可能，視測 定方式而定	非接觸式則 不受影響	不受影響	若被遮蔽 則影響讀取
受封套或其他 遮蔽物影響	失效	失效	可能	接觸式會 直接受影響	除水與金屬 外，其他少	若被遮蔽 則影響讀取
方向/位置 影響	低	低	-	非接觸式不 受影響	不受影響	低(收訊角 度需±15°間)
標籤成本	低	低	-	中等	被動式低 主動式高	高
整體系統成本	低	中等	很高	高	高	高
盜拷或偽造	容易	容易	不容易	不容易	不容易	不容易
人員直讀辨識	有限	簡易	只有語音可	無法	藉 Tag 螢幕	無法
讀取速度	慢，~4 秒	慢，~3 秒	很慢，>5 秒	慢，~4 秒	快，~0.5 秒	快，~0.5 秒
讀取距離	0~50cm	<1cm 掃瞄	接觸或 0~50cm 掃瞄	接觸或 <10cm 感應	0~5m 無線電波	<1.5m 紅外線
常見應用 /適用	生產管理、 零售、物 流、文/證件	信件分類、 文件電子化	門禁保全、 聲控作業	門禁保全、 金融交易、 身份管理	可廣泛應用 在左列各應 用上。	生產管理
其他說明比較	共通性佳， 成本低	使用範圍較 有限	成本較高， 未普及化	目前正普及 使用中	推廣中、尚 有改善空間	過去半導體 產業曾使用

資料來源：[Finkenzeller, 2003]，及本研究整理

## 2.4 RFID 概念與其應用

RFID 為英文 Radio Frequency IDentification 之縮寫，中文譯為無線射頻識別，以下簡稱 RFID。RFID 本身並非新科技，源起義大利人 馬可尼(Guglielmo Marconi, 1874-1937) 于 1901 年將無線電信號傳過大西洋，成功展開人類應用無線電波的歷史，此後 RFID 最早應用可追溯到二次大戰期間，英國利用它分辨盟軍戰機。戰後 RFID 應用亦被擴展至保安系統，出入口控制及自動閘口等多方面。自沃爾瑪 (Wal-Mart) 於 2003 年宣佈將導入 RFID 應用，並訂定時程表要求其前百大供應商必須在 2005 年 1 月 1 日配合在美國執行、2006 年底進一步擴展至所有供應商後。這 2004 年《財星》(Fortune) 500 大企業排



名中，3 度蟬聯冠軍寶座的全球零售業龍頭沃爾瑪（Wal-Mart）百貨，將此第二次世界大戰中的技術 RFID，引爆了第二波物流革命。

### 2.4.1 無線射頻識別 RFID 之基本概念

RFID 是一種利用 RF 射頻技術來傳送識別資料，以行物件身份識別之自動辨識技術。

RFID 系統主由二部份組成：(1). Transponde / Tag (詢答機/標籤)，(2). Interrogator / Reader (讀取機)與 Antenna(天線)，如圖 8 所示：[Finkenzeller, 2003]，[陳宏宇編著，93]，[鄭同伯著，93]

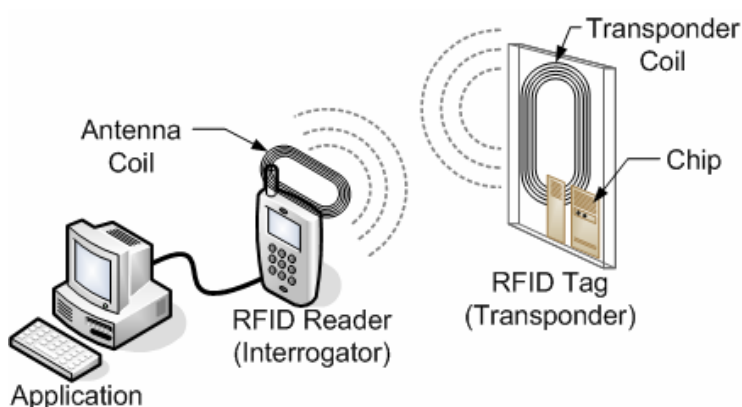


圖 9 RFID 由 Reader 與 Tag 組成並透過 Antenna 進行感應傳輸

(1)、Transponder / Tag (詢答機/標籤)：一組安裝在待識別物件上之具無線通信小型 IC 晶片，稱為詢答機(Transponder，意義為 Transmitter 加上 Responder)。通常也稱為 Tag(標籤)。以下將以 Tag 簡稱。

Tag 區分方式有兩種：主動式(Active)與被動式(Passive)區分，及能力等級區分

- 主動式(Active)與被動式(Passive)差異主要在於是否獨立具有電源供應而有較長的使用距離，相關比較列如表 2。
- 能力等級區分：由 EPCglobal 依 Tag 的讀/寫及通訊能力，將 Tag 區分為 6 個等級(Class)以為標準協定。如下表 3 所列，其中 Class 0 與 Class 1 已經在市場中使用，Class 2~Class 5 則正在發展中。[EPCglobal Inc 網站]

(2)、Interrogator / Reader (讀寫機) 與 Antenna(天線)：讀寫機(Interrogator)與主電腦相連，透過天線(Antenna)之發射接收 RF 無線電波機制，對 Transponder 進行偵測與資料傳送接收，而達到資料讀取或寫入的動作。讀寫機(Interrogator)並具有訊

號編碼解碼功能，狹義上定義為 Reader+Decoder+Interface=Interrogator，但廣義上通常也稱 Reader。以下將以 Reader 簡稱。

表 2 主動式(Active)與被動式(Passive)比較表

Tag	主動式(Active)	被動式(Passive)
動力來源	具電池等之外加電源	免電池，透過電磁感應或微波方式，自 Reader 取得動力
使用距離(視頻率而定)	較長(33 公尺以上)	較短(3 公尺內)
記憶容量	較大(32Kbytes 以上)	較小(32~128bytes)
使用壽命	視其電池與耗電量而定	不需電池故壽命較長
體積	較大	小(可達 0.33mm*60mm)
價格	較貴	較便宜

資料來源：[陳宏宇編著，93]，及本研究整理

表 3 等級區分一覽表

等級	記憶體	性質/電源	用途	特性
Class 0	無	被動式識別 / 感應耦合取得	EAS 電子商品防竊系統之 Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>●EPC 碼製造過程中寫入，且僅維護。</li> <li>●1-Bit Transponder 的操作方式。</li> </ul>
Class 1	維護或一寫多讀	被動式識別 / 感應耦合取得	主要用於商品識別上	<ul style="list-style-type: none"> <li>●商品識別、EPC 碼在製造過程尚未編碼，可讓使用廠商在使用時才寫入，且只能寫入一次</li> </ul>
Class 2	讀/寫	被動式識別 / 感應耦合取得	可重複回收之商品識別上	<ul style="list-style-type: none"> <li>●可重複讀寫資料記錄</li> <li>●具加密機制</li> </ul>
Class 3	讀/寫	半被動式識別 / 內建電池	環境感應器 Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>●具 Class2 的能力，加上本身具電源，可有較大範圍及較強的功能。</li> <li>●半被動式 Tag 必須接收到 Reader 所發射出的 RF 能量後，才會使用其電源執行資料讀取/寫入操作。</li> </ul>
Class 4	讀/寫	主動式識別 / 內建電池	特殊無線網路資料通訊，如人員追蹤，環境監控	<ul style="list-style-type: none"> <li>●具 Class 3 的能力，且可主動與 Reader 或其他主動式 Tag 通訊。</li> <li>●具點對點溝通偵測功能。</li> </ul>
Class 5	讀/寫	主動式識別 / 內建電池	搭配 GPS 或 Internet 可進行全球追蹤。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●具 Class 4 的能力，再加上具與被動式 Tag 互相通訊的能力。</li> <li>●可以當讀取器使用。</li> </ul>

資料來源：[陳宏宇編著，93]，EPCglobal Inc 網站，及本研究整理

RFID 之運作方式依 Tag 等級的不同而有差異，但主要運作模式均相近。當標籤進入 Reader 之磁場區域後，接收的 Reader 發出信號，Passive Tag 憑藉 RF 無線電波產生感應電流所獲得的能量發送存儲在晶片中的產品資訊，或者 Active Tag 主動發送某一頻率的信號給 Reader；Reader 讀取資訊並解碼後，再傳送主電腦進行物件的辨識工作或相關處理，在實際應用中尚需要其他的軟硬體支援。

RFID 在基本分類上會因頻率的不同而有所差異，而頻率的選擇則會依 Reader 與 Tag 間的感應距離需求和國家所開放的頻道而有所不同。目前低頻(LF)134.2KHz 為相當成熟而普遍使用中，而高頻(HF)13.56MHz 則正在推廣中將接續 134.2KHz 為下個主流，再往上則因價格問題，尚待拓展中。各頻率的比較參見表 4

表 4 RFID 的操作頻率與特性

	低頻(LF)	高頻(HF)	極高頻(UHF)	微波(Microwave)
通訊頻率	125~135KHz	13.56MHz	100~960MHz	2.45GHz、5.8GHz
系統型態	被動式	被動式	被動式   主動式	被動式   主動式
通訊距離	0~50cm	ISO14443 <50cm   ISO15693 <1.5m	3~10m   >10m	3~10m   >10m
耦合方式	感應 (Inductive)	感應 (Inductive)	反散射 (Backscatter)	反散射 (Backscatter)
資料傳輸率	低	高	中等	中等
成熟度	很成熟	成熟	新技術	開發中
Reader 價格	低	中等	很高	很高
外在影響因子	易適用於金屬	會受金屬影響	通信距離最長，但會受水份影響	會受水份影響
電波法	全世界大致統一規格	全世界大致統一規格	美國 4W 以內，歐盟 0.5W 以內	日本 0.1~1W，美國 4W 以內，歐盟室外 0.5W/室內 4W 以內

資料來源：[陳宏宇編著，93]，[日經 BP RFID 技術編輯部，93]

## 2.4.2 RFID 之功能與應用

RFID 所具備在無線傳輸感應識別特性，提供了許多新的應用領域思考，也帶來了新的解決方案。特別在對提供物流管理與供應鏈上極為重要的即時資訊能力，將可扮演重要角色。透過 RFID 系統結合全球識別號碼，如 EPC(Electron Product Code)碼，搭配全球網路連結，未來更可有效的整合工業的價值鏈，如圖 9 所示，形成具即時性之一無國界全球供應鏈體系。自原料獲得，半成品與成品之製造、運送、倉儲，到零售之銷售上架、出貨、退貨處理等，均能透過 RFID 即時感應傳輸所提供的資訊進行高效率

監控管理，進而達到全球資源分配之最速化與最適化。

## RFID has real potential to integrate the industry value chain

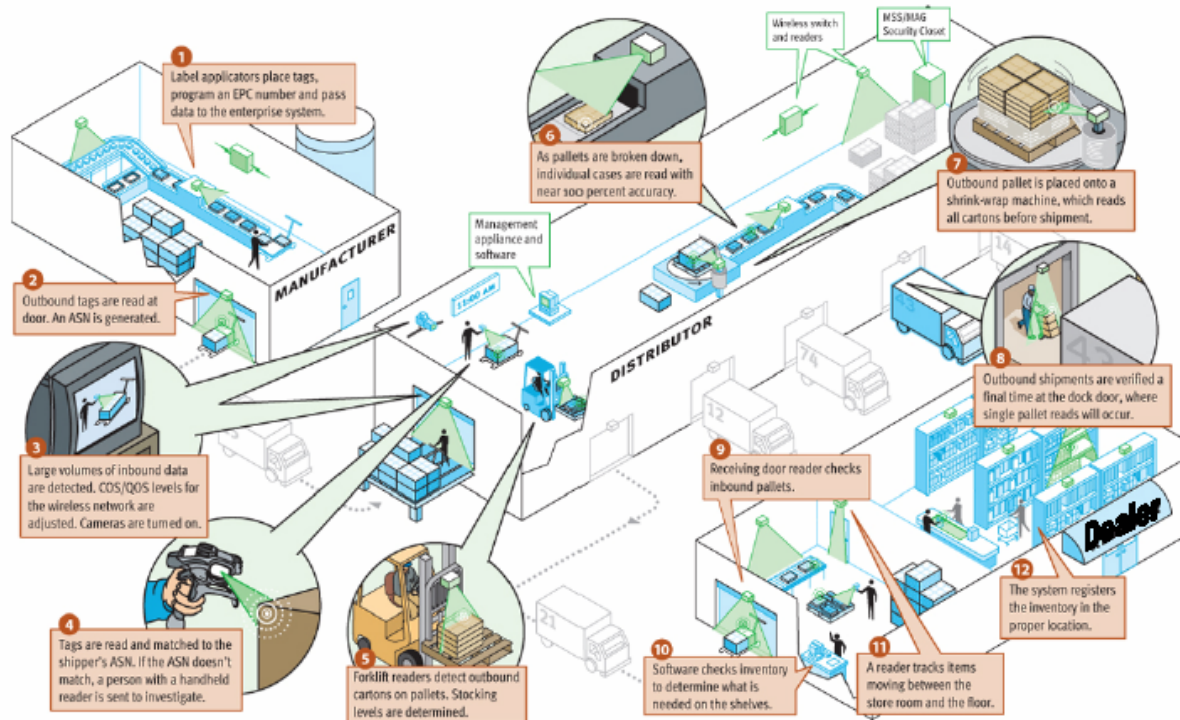


圖 1 0 RFID 具整合工業價值鏈之趨勢

資料來源：[Bryan Kuo, 2005]

1. RFID 系統所具備之功能與優點：RFID 提供了許多過去其他系統所無法匹敵的功能。

- 無線傳輸感應識別：可無方向性，及非接觸式感應傳輸目標物資訊。配合頻率與主/被動式，甚至於可做到遠距辨識與穿透性通訊。
- 辨識效率佳：可快速且同時多筆讀取，大大加速了辨識效率，有效提昇工作效率。
- 具大量資料重複讀/寫能力：依據其內建記憶體可提供大量資料的重複儲存與更新，使其可利用的領域大為增加，且能重複回收使用。
- 使用保存性佳：因不需接觸操作減少磨損，加上各種外包裝設計保護，可在許多惡劣環境使用，且不易耗損。
- 使用便利性高：在科技不斷進步下，Tag 在越來越微小化及功能增加下，其可應用與搭配之場合與物件也不斷擴展，如植入生物體，或藏入物件中。
- 資料安全性高：透過微晶片運作，資料加密設計，可做到防竊防偽之功能。

## 2.RFID 系統的之各種應用：

- 生產管控：工廠在製品識別與進度管控，自動化設備控制。
- 門禁管制：人員識別、出入門禁監控、管制及上下班人事管理、停車場管理。
- 回收資產：棧板、貨櫃、台車、籠車等可回收容器管理。
- 物流管理：航空運輸的行李識別監控、貨櫃監控，存貨、物流運輸管理。
- 物料處理：工廠的物料清點、物料控制系統。
- 廢物處理：垃圾回收處理、廢棄物管控系統。
- 醫療應用：藥品管理、病患追蹤、醫院病歷系統管理、危險或管制生化物品管制。
- 交通運輸：高速公路的收費系統、運輸捷運系統，如悠遊卡。
- 防盜應用：超市、商店或書店的防盜管理、及近來流行的汽機車晶片鑰匙。
- 圖書管理：書籍管理，智慧型圖書館管理。
- 動物監控：畜牧動物管理、寵物識別、野生動物生態的追蹤。
- 自動控制：汽車、家電、電子業之組裝生產時之作業自動控制與動線導引等。
- 聯合票證：聯合多種用途的智慧型儲值卡、紅利積點卡。
- 防偽應用：產品防偽識別、鈔票防偽設計。
- 租賃管理：針對圖書、影視、器具設備等之租賃收發與管制等之管理。
- 無障礙空間：提供行動導引與協助，如配置 RFID 之導盲磚，或如透過 RFID 之識別針對不同狀況者之 RFID Tag 配戴者提供不同之警告，如識別為聽障者提供燈號導引或警示，識別為視障者提供語音導引或警示。
- 休閒娛樂：個人化展覽導引，針對不同 RFID Tag 做不同反應之玩具。

## 第三章 應用研究

### 3.1 RFID 在半導體產業之應用與比較

綜合觀察半導體產業之生產流程，我們可了解其冗長、複雜，高精準及快速反應的要求。故對半導體產業來說精確的識別追蹤控管，是為整體中最基本且重要的環節。RFID 的發展對半導體產業來說提供了一個新的 AIDC 的領域，甚至可將過去的被動式搜尋管理延伸到主動稽核。

#### 3.1.1 半導體產業之資料識別與擷取方式比較

在台灣，過去半導體生產製造管理在資料識別與擷取方式演化中，也是隨軟硬體技術的進步，開始自手抄流程卡(Run Card)記錄配合人工鍵盤輸入，到搭配一維條碼的使用，在此階段以手動操作為主，接續到 200mm 晶圓廠後開始使用具紅外線傳輸功能之 Smart Tag 在 200mm 晶圓盒 SMIF POD 上，至此階段資料識別與擷取方式已幾乎由機械讀取動作為主，唯非經機器設備或自動倉儲輸送系統時，仍需以人工手動方式在 Smart Tag 之面板上逐一尋找。如表 5 與表 6 所示為各階段所使用之資料識別與擷取方式比較。

可很明顯發現，過去的被動且事後補登錄作法已不足以應付，在半導體製造生產之自動化程度與技術快速提升的同時，所搭配之資料識別與擷取方式也需相對的提升，快速且非手動的辨識、以及即時資訊登錄與擷取，均為新成立的自動化必要條件

表 5 以晶圓廠運作爲參考之資料識別與擷取方式比較表

	人工輸入 manual	條碼 Barcode	紅外線標籤 IR Tag	無線射頻標籤 RF Tag
標籤標示及所附資訊	印製或手寫文數字標籤。 主要資訊：產品型號，產品批號，在製數量	印製文數字及條碼標籤。 主要資訊：產品型號，產品批號，在製數量	Smart Tag 模組，具 LCD 顯示面板。 主要資訊：產品型號，產品批號，在製數量，…。 (視記憶體容量及顯示設定而定)	RF Tag 模組，具 LCD 顯示面板。或簡易被動 RF Tag 主要資訊：產品型號，產品批號，在製數量，…。 (視記憶體容量及顯示設定而定)
主要操作方式	核對產品上手寫標籤或流程卡資料以手動鍵盤輸入	利用手持 Reader 對準產品上條碼標籤或流程卡上條碼，進行掃描讀取。	將貼附有 IR Tag 之晶圓承載容器放在具讀取器之收發埠上進行資料傳輸。	將具 RF Tag 之晶圓承載容器放在具讀取器之收發埠進行資料傳輸。或透過手持 Reader 掃描讀取
輸入時間	約 1~2 分鐘	約 0.5 分鐘	少於 1 秒	少於 1 秒
多批查詢	一次只能找一批	一次只能找一批	一次只能找一批	可同時查詢多批
標籤成本	標籤貼紙 約 NT\$0.5	標籤貼紙及列印 約 NT\$1	IR Tag(Smart Tag) 約 NT\$10,000	RFID Tag(被動式) 約 NT\$150
整體成本	最低	低	相當高	相當高
回收使用	無法回收	無法回收	可回收使用	可回收使用
重複修改	無法重複修改。	無法重複修改。	可重複修改。	可重複修改。
生產過程 MES 系統主要輸入資訊及其操作方式	產品型號(手輸)， 批號(手輸)， 數量(手輸)， 機台編號(手輸)， 生產時間(手輸)， 員工編號(手輸)， 備註(手輸) 其他數值，及參數等(手輸/系統)	產品型號(機讀)， 批號(機讀)， 數量(手輸)， 機台編號(手輸)， 生產時間(手輸)， 員工編號(機讀/手輸)， 備註(手輸) 其他數值，及參數等(手輸/系統)	產品型號(機讀/寫/系統)， 批號(機讀/寫/系統)， 數量(機讀/寫/系統)， 機台編號(機讀/寫/系統)， 生產時間(機讀/寫/系統)， 員工編號(機讀/手輸)， 備註(手輸) 其他數值，及參數等(機讀/寫/系統)	

備註：(手輸)：由操作者手動鍵盤輸入，

(機讀)/(機讀/寫)：由操作者利用 Reader 等設備進行讀取或讀取寫入，

(系統)：直接由 MES 系統透過利用 Reader 等設備讀取或讀取寫入

表 6 以晶圓廠運作爲參考之資料識別與擷取方式比較表(續)

	人工輸入 manual	條碼 Barcode	紅外線標籤 IR Tag	無線射頻標籤 RF Tag
輸入/讀取 問題	手寫錯字或鍵盤輸入錯誤。 字跡潦草無法辨識。	條碼機解析度，距離，角度問題，會有不易或無法讀取問題。	利用紅外線傳輸有角度與距離問題，若未能在範圍內，無法傳輸。	受金屬阻隔，或遇水吸收問題時，訊號會無法傳遞。
使用標籤 之供應鍊 延續性與 其優缺點	成本低，標籤貼紙可延續到成品出貨。 缺點：標籤攜帶資訊少且易髒污磨損，通常在出貨時會重新印製。		紅外線標籤之 Smart Tag 模組單價高，通常限於晶圓廠內重複回收使用。後段封測製程到出貨，改搭配條碼標籤使用。	被動式 RIFD Tag 單價相對低，相當適合在半導體產業全廠內重複回收使用。 優點：有助於資訊整合與追蹤。
資料儲存 與其優缺 點	產品資料紙本方式記錄在 Run Card 及 MES 系統上。 缺點：受限於不易輸入，均以主要資料爲輸入，MES 系統所得資料較少，且爲事後補登。		產品資料記錄在 Tag 記憶體及 MES 系統上。 優點：透過機台傳輸，可即時登錄資料，並可進行同步資料修正。可儲存較多的資訊在 Tag 隨時查詢	
資料查詢 與其優缺 點	直接在產品標籤上主要只能查得產品型號與批號資訊，其他資訊則需透過 MES 系統或 Run Card 來查。 優點：除透過 MES 系統查詢外，可利用 Run Card 可進行簡易讀取或記錄。		透過 Reader 可直接在標籤上讀取設定之除產品型號與批號之資訊。 缺點：所有查詢均需透過 Reader 進行讀取或在 MES 系統上查詢。在無 MES 系統或 Reader 輔助時無法查詢。	

資料來源：本研究整理

### 3.1.2 RFID 在半導體產業之應用

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爲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 11。或如台灣富創得科技股份有限公司之 Wafer Lot ID Tracking System，見圖 12。且依據 Asyst Technologies, Inc. 網站資訊目前全世界已有超過 17 座的 300mm 晶圓廠與超過 70 座的 300mm 晶圓廠的在使用 RFID。[Asyst Technologies, Inc. 網站]





300mm Wafer FOUF

AdvanTag™ Reader

MicroTag™

圖 1 1 ASYST AdvanTag™ System

資料來源：Asyst Technologies, Inc.網站



6 吋/8 吋晶圓盒及光罩盒

電子儲存貨架

200mm Wafer SMF POD

RFID Tag

RFID Reader/Writer

RFID Sniffer

圖 1 2 台灣富創得科技股份有限公司 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RFID 在半導體產業之應用上可應用的層面相當多，自人員、機台、物料到產品均有其需求與應用，可暫把焦點集中在在製品管理上。為提供晶圓廠產能動輒上萬片，同時存在於晶圓廠內數以千計之在製品批，除了透過 MES 系統進行帳務追蹤管理外，在執行面需要有一良好的 AIDC 來輔助，而 RFID 正好提供了新的即時性管理工具，下列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，有助於減少產能揮發(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，因銅離子對鉛製程有銅污染問題，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(註)，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 半導體產業管理需求探討

生產過程中一良好的控管，不分傳統產業或現今的半導體產業均離不開人員、設備、物料與方法四大現場管理基本要項，使具授權的合格操作者，適時正確的把料件放入最適可用設備，並套用到所應搭配的的製程方法與其參數，達到快速準時的最佳化生產。而串起此四大管理基本要項的首要，即在快速且正確之資料收集與派工執行的即時回饋與反應機制。歸本溯源則與自動資料識別與擷取系統(AIDC)息息相關。

#### 3.2.1 半導體產業產品管理需求

IC 產品種類及規格繁多，且成品等級良率均與生產過程中之製程參數及生產狀況有關，在 ISO90001-2000 條文中對產品鑑別與追溯亦以一章節規範。故對 IC 產品之識別與資料擷取，自投入生產(Wafer Start)即需開始執行直到產品產出銷售到客戶端，所有資訊都有其管理與追溯之連貫性，其間不容有混淆或中斷的疏漏，如圖 13 所示。

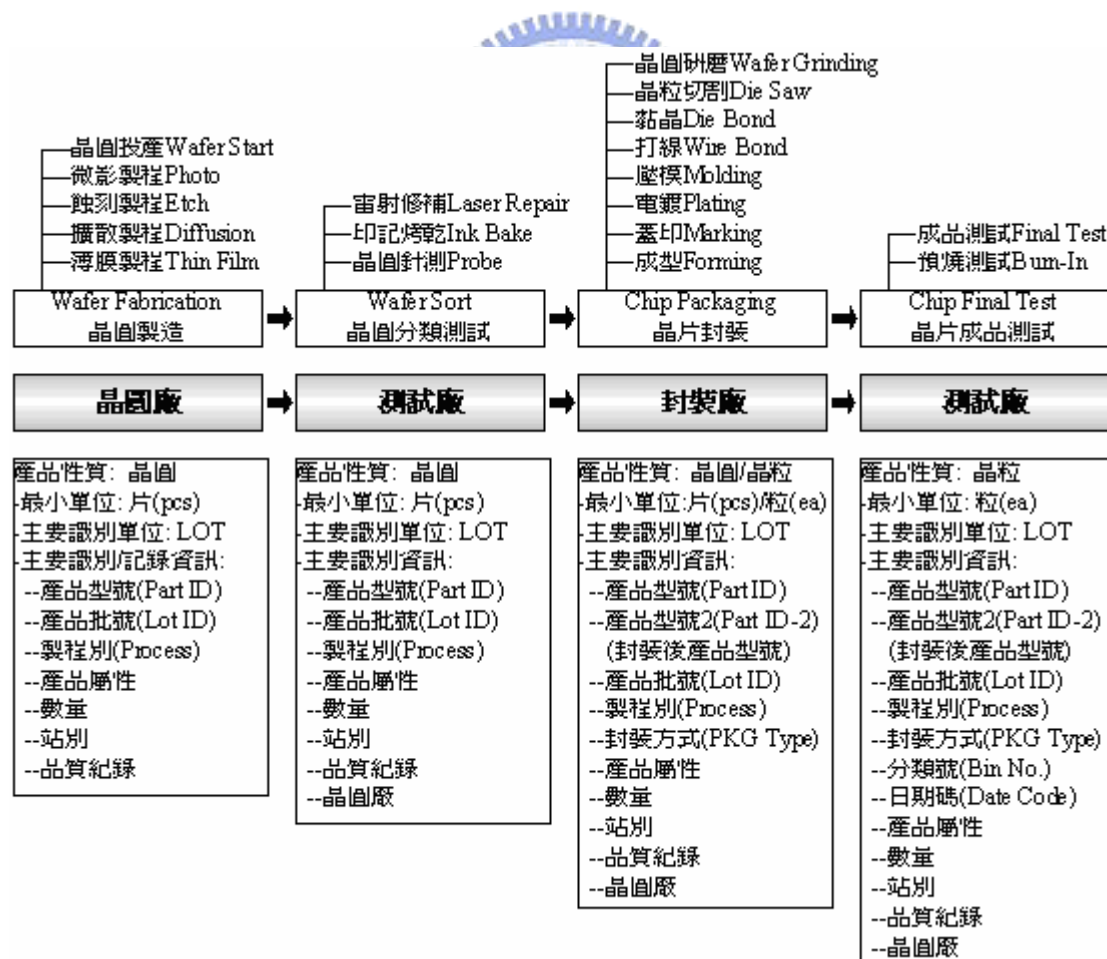


圖 13 半導體產業產品資訊與生產流程對應圖

資料來源：本研究整理

### 3.2.2 晶圓廠現場管理需求

晶圓製造為整體 IC 供應鏈中生產週期時間最長也是最複雜的環節。下列將就 200mm 晶圓生產過程為例，就較常見之現場管理需求探討過去作法與 RFID 之適用法方式。

1.生產投入(晶圓開始，Wafer Start)：晶圓製程第一個步驟即為晶圓開始(Wafer Start)，此步驟為空白晶圓(Prime Wafer)領料後，依生產計畫先在 MES 上建帳後，在晶圓投入區(Wafer Start Area)將空白晶圓依 MES 資訊予以裝入晶圓承載容器(SMIF POD)並貼附標籤以為識別。以月產能 30,000 片估，平均每日要投入至少 40 批。

●Smart Tag：於 MES 上完成產品資料後，作業員依生產投片指令備料(含 Prime Wafer、SMIF POD、Smart Tag、Label)後，將含 Smart Tag 之 SMIF POD 放在任一具安裝 Smart Tag 傳輸埠的設備平台上，進行資料寫入。

問題點(1)：Smart Tag 在操作時有貼近對準問題，需在平台上放正，方可作業；若沒對準紅外線發射位置無法感應，安裝時若有未裝好或鬆動也會影響讀取，需加做調整。

舉一參考實例，現場實際運作時常見作業員為此對準問題，在傳輸埠墊紙片以調整位置協助對準。

問題點(2)：因需拿到具傳輸埠之平台作業，只能逐 Lot 進行，操作較繁複，此操作平均一個要花 30 秒，且此一搬運也相當耗人力。另一種作業方式為：在將 Smart Tag 安裝至 SMIF POD 前，以手持 Smart Tag 方式去對準紅外線發射位置，進行資料寫入，完成後再將 Smart Tag 鎖上 SMIF POD。

問題點(3)：通常已完成後若需確認，需逐個按面板上的按鍵查詢，全數確認過於耗時，往往被省略。

●RFID Tag：主要運作方式同 Smart Tag，但在操作時不需如 Smart Tag 之貼近對準，只需在 Reader 附近 5~10cm 處進行。

優點(1)：因不需貼近對準，在處理時可就近在 Reader 旁操作較方便。且可同時多人對一個 Reader 作業而不需限制放在平台上。

優點(2)：在完成後可手持 RFID Reader 進行多筆掃描進行清點確認，可提升整體效率。若以 Smart Tag 操作方式估計每筆 3 秒，以此手提 RFID Reader 方式，約可在一秒內顯示，且也可設計稽核程式直接與系統比

對是否有錯誤。估計可提升此作業效率至少三倍以上。

**2.生產過程-尋找搬運：**在生產過程中，作業員依 MES 之 GUI 畫面操作指示，找出待生產之產品批，進行加工；若不在機台上或自動化物料搬運系統(Automated Material Handling System，AMHS)上，則作業員需在貨架或手推車上尋找。找到後，送到待生產機台處，等待加工。

●Smart Tag：不在機台上或自動化物料搬運系統(Automated Material Handling

System，AMHS)上時，只能利用 SMIF POD 上的 label 進行目視尋找。

問題點(1)：此尋找動作在產品未依其當時所應在之製程區域放置時，將不易尋找，往往因而造成作業員動輒 10 分鐘以上尋找的時間，這屬不具生產的人力與時間浪費。若以一天一操作員工作時數 20 小時，發生頻率 3 次估計，這狀況將浪費作業員約 2.5%之產能。

問題點(2)：產品在人工運送時，若發生送錯站或送錯區域，無法事前阻擋或提醒，導致不需要的運送時間浪費。

●RFID Tag：透過 RFID 的無線感應設計應用提供掃描搜尋，與位置感應等。

優點(1)：無線感應協助定位搜尋，可以在貨架或推車上安裝 Reader，成為智慧型貨架或智慧型推車，使其具感應位置所在或顯示位置之功能，如圖 14 所示。當需求搜尋時可透過感應與回饋查知其所在位置或區域，若定位設計越密集則查詢位置越精確，減少盲目尋找之浪費。

優點(2)：無線感應動線管制，在人工搬運之動線上設置感應門閘，當產品批經過時感應其動線方向，若為不當移動或進入禁區時，予以警示，如圖 15 所示。

優點(3)：無線感應取用管制，針對特定產品必須管制取用時，如產品異常未經解除管制不得繼續生產流程，為避免誤取，利透過 RFID 感應特性，可設計未解除管制產品，只要離開感應範圍即發出警示，提醒取用者或管制負責人。

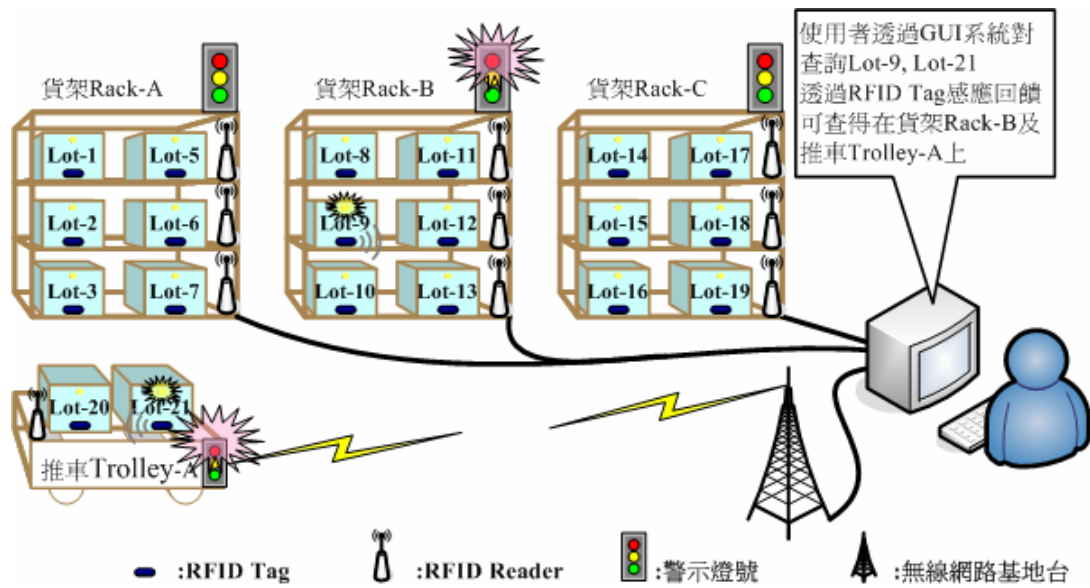


圖 1 4 RFID 智慧型貨架與推車尋貨示意圖

資料來源：本研究整理

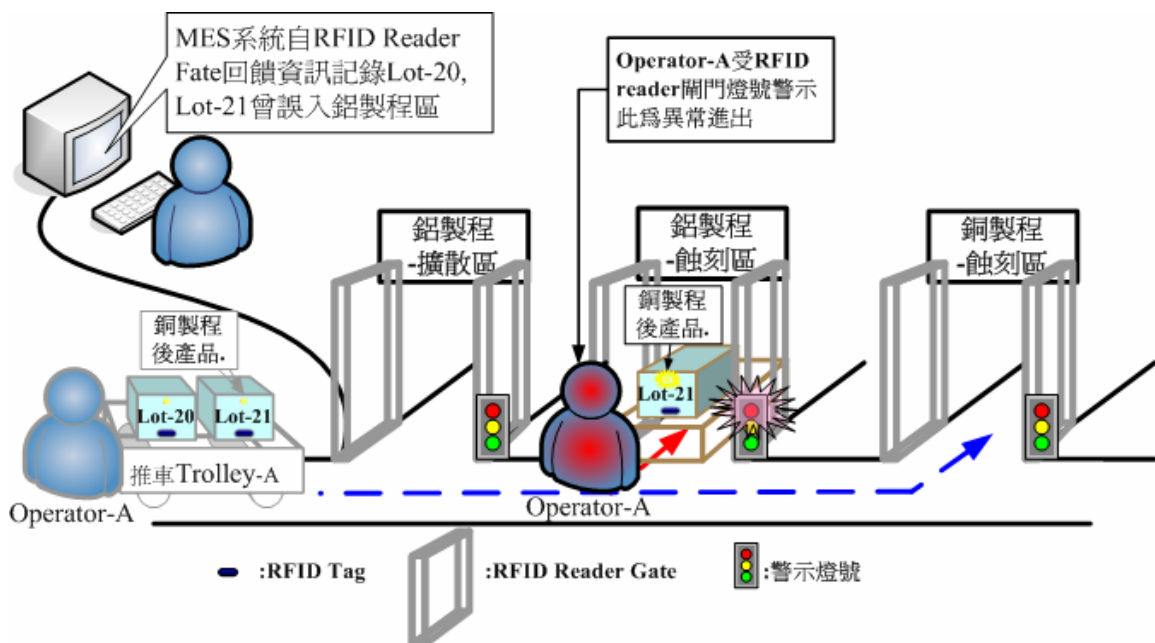


圖 1 5 RFID 物流動線管制示意圖

資料來源：本研究整理

### 3.3 RFID 系統之晶圓廠概念架構為例

目前多數研討 RFID 系統架構均以全球性物流或供應鏈為出發點，故多以 EPCglobal 網路(EPCglobal Network)(註)為系統架構設計，如圖 16 所示。在 EPC 系統的重要組成部份，主要是實現資訊管理和流通。EPC 系統的資訊網絡系統是在網際網路互聯的基礎上，通過 Savant 管理軟體系統、物件名稱解析服務系統 (ONS)，實體標記語言 (PML)

實現全球的“實物互聯網” [EPCglobal Taiwan 網站]。

但相對於晶圓廠考慮其製程與產品機密性要求，目前部份相關製程或產品資訊的全球識別作法尚無法完全為業界所接受，故編碼及相關資料以限公司內部流通與識別為主。故在此研究中之 RFID 系統架構將為以公司內之封閉系統為主。

註：EPCglobal 網絡為使用 EPC 碼、RFID 與資訊網路等科技，建立一個 RFID 全球標準架構，為供應鏈自動化、追蹤與追溯管理要求下增進資訊能見度，提供高效率 and 資訊準確性的物件資訊交換。[EPCglobal Taiwan 網站]

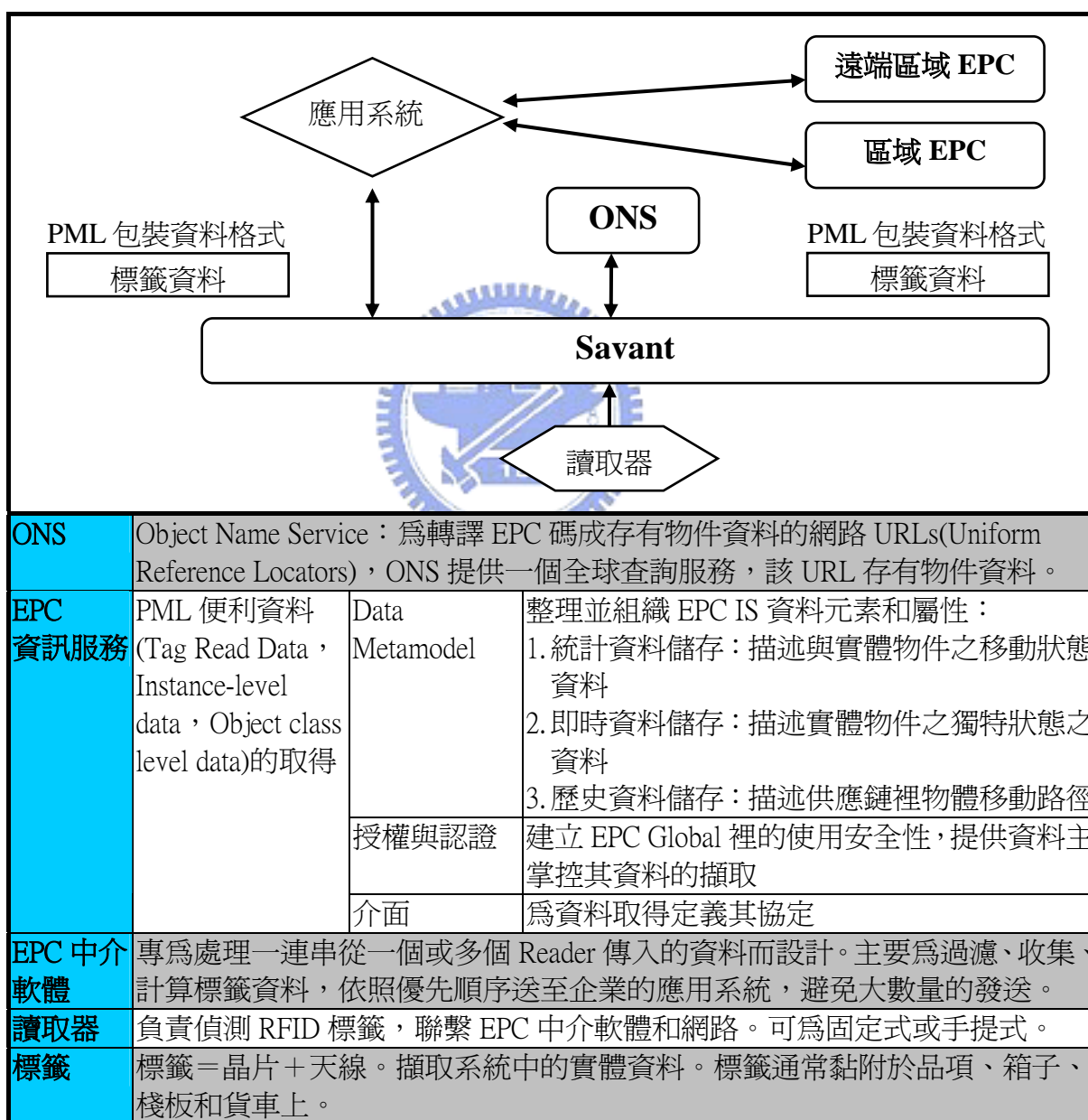


圖 16 在 EPC 標準架構下，資訊系統由 Savant、ONS、PML 標識的資料組成

資料來源：[財團法人中華民國商品條碼策進會 資訊中心，93]



### 3.3.1 晶圓廠 RFID 資訊系統架構

晶圓廠現場管理一般說均採用 MES 系統搭配 GUI 介面(Graphic User Interface, GUI) 進行管理。

過去搭配使用 Bar Code 系統時，自動化程度尚未完全做到透過 MES 進行機台端控制，故機台端並無配置 Bar Code Reader，而是透過其機台旁配置 MES 系統終端機之 Bar Code Reader 進行登錄。如圖 17 所示。

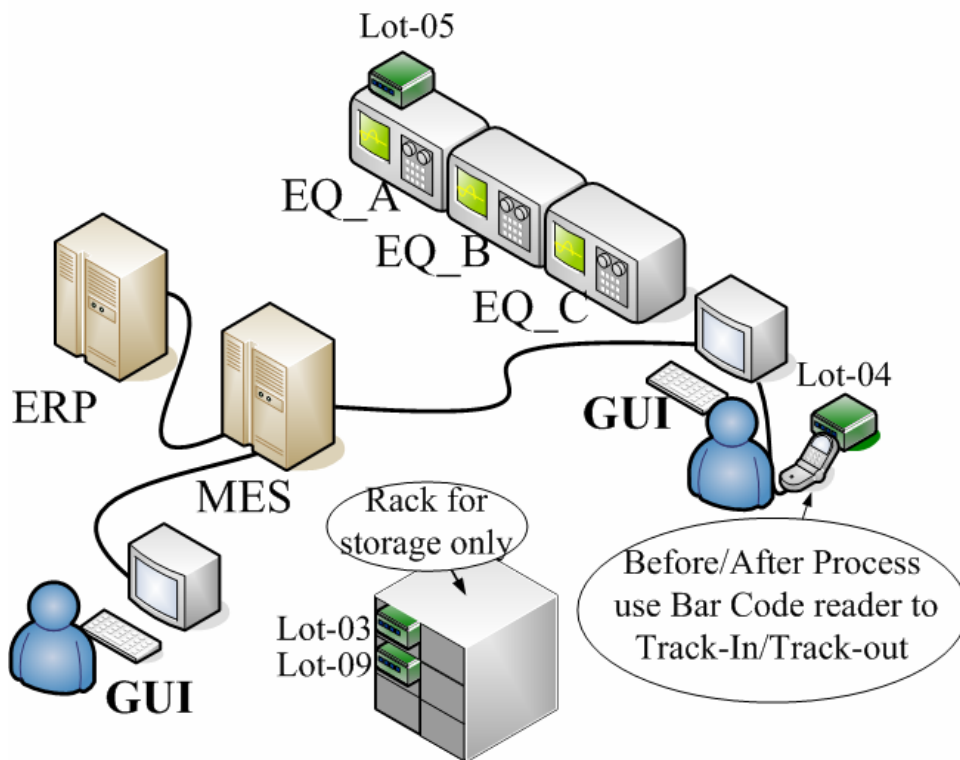


圖 17 採用 Bar Code 系統架構示意圖

資料來源：本研究整理

開始使用紅外線傳輸介面之 Smart Tag 系統後，機台之運轉透過 MES 進行直接控制，機台端配置 Smarte Tag Reader，當產品放入機台載入埠(Load Port)即由 Reader 讀取 Smart Tag 識別並進行登錄，機台並依登錄後取得產品製程資料自動載入所預設之參數與程式進行生產。如圖 18 所示。但此階段現場產品控管尚只限於與機台相關，若產品不在機台上，那些存放在貨架或其他位置的則無記錄資訊可參考。

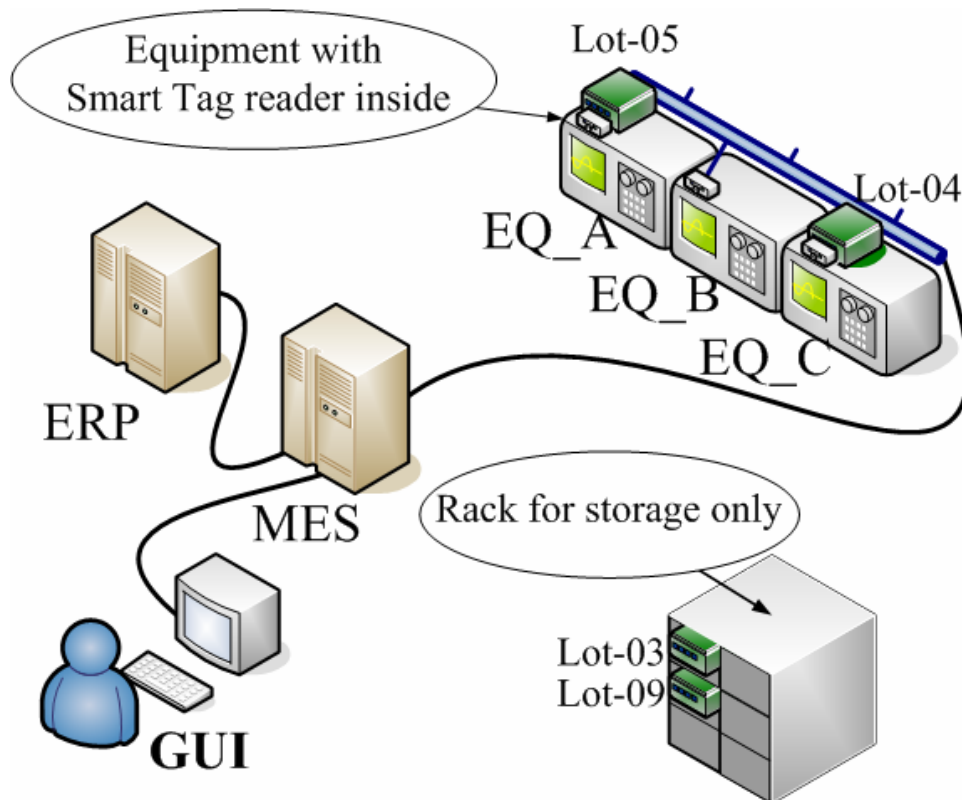


圖 1 8 採用 Smart Tag 系統架構示意圖

資料來源：本研究整理

RFID 系統的納入，使整體系統資訊由被動的登錄或動作觸發(Trigger)延伸到主動對產品狀況、位置甚至移動的監控。RFID 系統除了在機台端以類似 Smart Tag 之運作方式進行外，利用如智慧型貨架設計與開放空間之 Reader 配置對廠內所有可存放產品之位置進行監管。

因 RFID 之無線感應傳特性與應用設計，在資訊系統架構上尚需考慮 MES 系統與 RFID Tag 間進行溝通方式是否需搭配中介軟體(Middleware)予以輔助。以下就整體資訊系統中是否含中介軟體進行說明與比較，其中中介軟體部份參考 EPC 之網路系統的架構，就有無 Savant 系統（參見附錄一）來設計，分為二種架構，並以表 7 進行比較。

- 具 Savant 之 RFID 系統架構：

MES 透過 Savant 系統與 Reader 溝通，由 Savant 負責對 Tag 的資料進行校對、傳送和儲存，並進行任務管理。使 MES 系統功能維持在製造執行方面，減少因 RFID 管理所產生的額外系統負荷。並透過 Savant 的任務管理來靈活發揮 RFID 之功能。可進行如限制移動區域之警告。參見圖 19。

- 不具 Savant 之 RFID 系統架構：

MES 直接與 Reader 溝通，主用在 RFID Tag 與 Reader 間傳輸資訊簡單明確，僅為提供 MES 系統直接產品資料識別與傳輸為主。但必要時仍需透過 MES 之內建或外掛軟體功能針對部份狀況如重複讀取，進行比對過濾等之資料修正，與此架構可視為 RFID 系統運作之精簡版。參見圖 20。

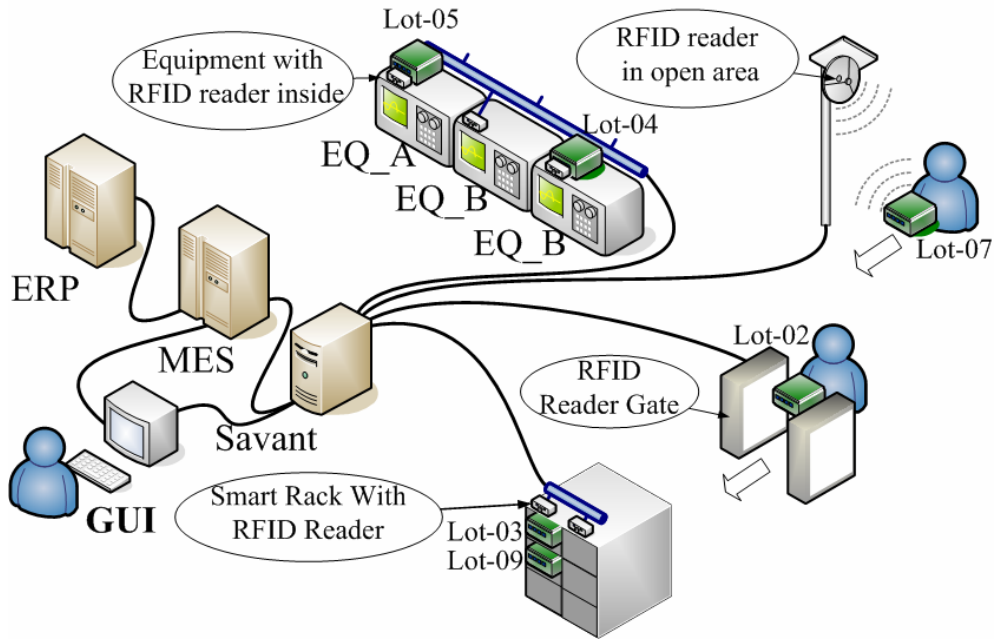


圖 19 具 Savant 之 RFID 系統架構示意圖  
資料來源：本研究整理

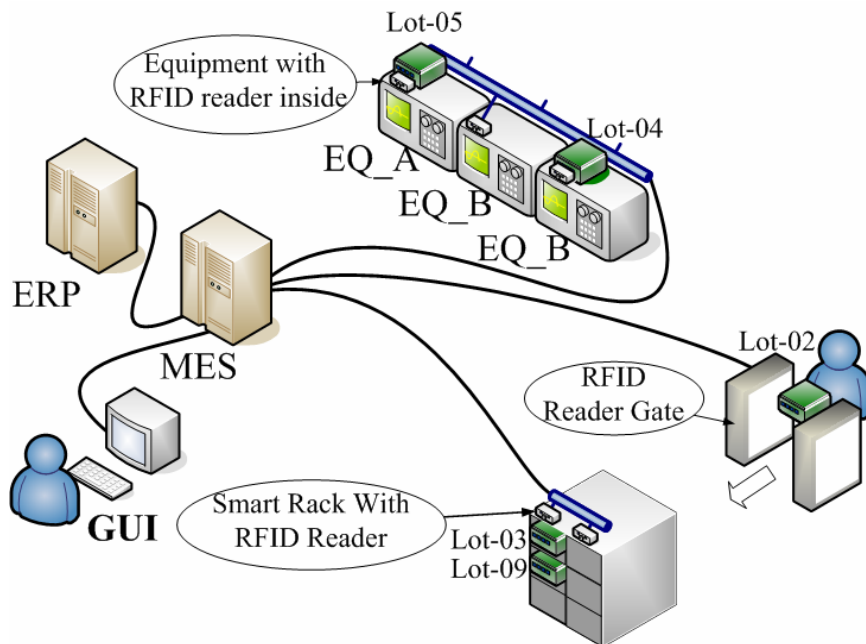


圖 20 不具 Savant 之 RFID 系統架構示意圖  
資料來源：本研究整理

表 7 RFID 資訊系統依 Savant 有無進行比較

	具 Savant 之 RFID 系統架構	不具 Savant 之 RFID 系統架構
運作方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 產品管理由 MES 透過 Savant 系統來接收或控制，進行 Reader 與 Tag 的溝通，達到 RFID Tag 資訊管理與行為管理</li> <li>● 操作時，由使用者在 client 端以 GUI 介面軟體將指令經 MES 透過 Savant 或直接或由 GUI 介面軟體透過 Savant 來控制 Reader，使 Reader 與 RFID 溝通。</li> <li>● Reader 與 RFID Tag 間主動感應或被動感應所得之資訊，由 Savant 進行先期資料校對、儲存、過濾後再送給 MES。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 產品管理由 MES 或 GUI 介面軟體直接透過傳輸埠與 Reader 溝通，與 RFID Tag 進行資訊接收或傳送，不做行為管理。</li> <li>● 操作時，由使用者在 client 端使用 GUI 介面軟體運作 MES 控制 Reader，或直接或由 GUI 介面軟體進行，以達到透過 Reader 與 RFID Tag 溝通之功能。</li> <li>● Reader 透過機台操控或人為控制下才啟動感應。所得資訊直接傳回 MES。若為 GUI 端而非 MES 之查詢需求，則直接回應到 GUI 端給使用者。</li> </ul>
主要差異	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 透過此系統，有 Savant 進行資料處理，提供較複雜的管理功能。</li> <li>● 利用 Savant 之功能，可對長距離之高頻 RFID Tag 及短距離之低頻 RFID Tag 同時管理。</li> <li>● Reader 與 RFID Tag 間可主動感應或由控制端要求被動感應，因主動感應可能造成不斷的資訊流。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要針對已有系統之改變最小下導入 RFID Tag，成本為考量點。</li> <li>● 適用於短距離之低頻 RFID Tag。</li> <li>● 長距離與同時多筆資料處理時，所需系統高負荷，可能影響 MES</li> <li>● Reader 透過機台操控或人為控制才啟動感應，不主動感應。故不隨時感應接收資訊以減少資訊流。</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 3.3.2 晶圓廠 RFID 工廠設置與運作架構

如前 2.1.1 半導體製程所述，晶圓自投入到產出需經許多道製程，因而將在各製程模組區域(Process Module Area)來回穿梭。以過去使用紅外線方式的 Smart Tag 所遇到的問題，主要可歸納三類：(1).若不在機台上或 AMHS 系統上，不易找貨；(2).Smart Tag 常發生不易讀取問題；(3).Smart Tag 價格昂貴且維護成本較高。故本研究採虛擬一 200mm 晶圓廠方式進行設置與運作架構之研討。並選 LF 與 Microwave 操作頻率，各代表”近距離”與”遠距離”為兩種 RFID 系統研討其規劃。(註)。

註：在 LF 與 HF 同為近距離之感應耦合(Inductive Coupling)，及 UHF 與 Microwave 同為長距離之遠距離傳導耦合(Propagation Coupling) [陳宏宇編著,93]，選用 LF 與 Microwave 之原因為 HF 與 UHF 之頻率有可能影響晶圓廠設備機台，如離子植入機或其他有使用到電漿(Plasma)之機台，故不使用 HF 與 UHF。[日經 BP RFID 技術編輯部，93]

1. 虛擬晶圓廠之運作假設：

晶圓廠相關會影響運作架構之特定假設條件如下，廠區佈置圖如圖 21(註)：

- 晶圓廠共分 Photo(微影)，Etch(蝕刻)，Diffusion(擴散)，Thin Film(薄膜)及 Copper(銅製程)五大製程區，再加上 Wafer Start(晶片投入)，WAT/OQC(出貨測試品檢)區，Buffer Room(緩衝區)及 Gowning Room(更衣區)。
- 針對銅製程所規劃之銅區，要求凡進入銅區之產品均需在 Buffer Room 區進行更換為銅製程專用 POD 與 Cassette，且銅製程專用或使用過(含誤入)之 POD 與 Cassette 不得進入鋁製程區。  
另銅製程非必要製程，不需銅製程之產品則不進入銅製程區。
- 廠內裝設 AMHS 系統，但自動化程度設定在區域傳輸與存放上，功能未提供直接由 AMHS 直接派貨上機台，故上下貨仍需由現場操作員運送與取貨。

註：晶圓廠廠區佈置圖因屬機密故本研究僅繪製模擬佈置，並簡化後以概念圖表示。

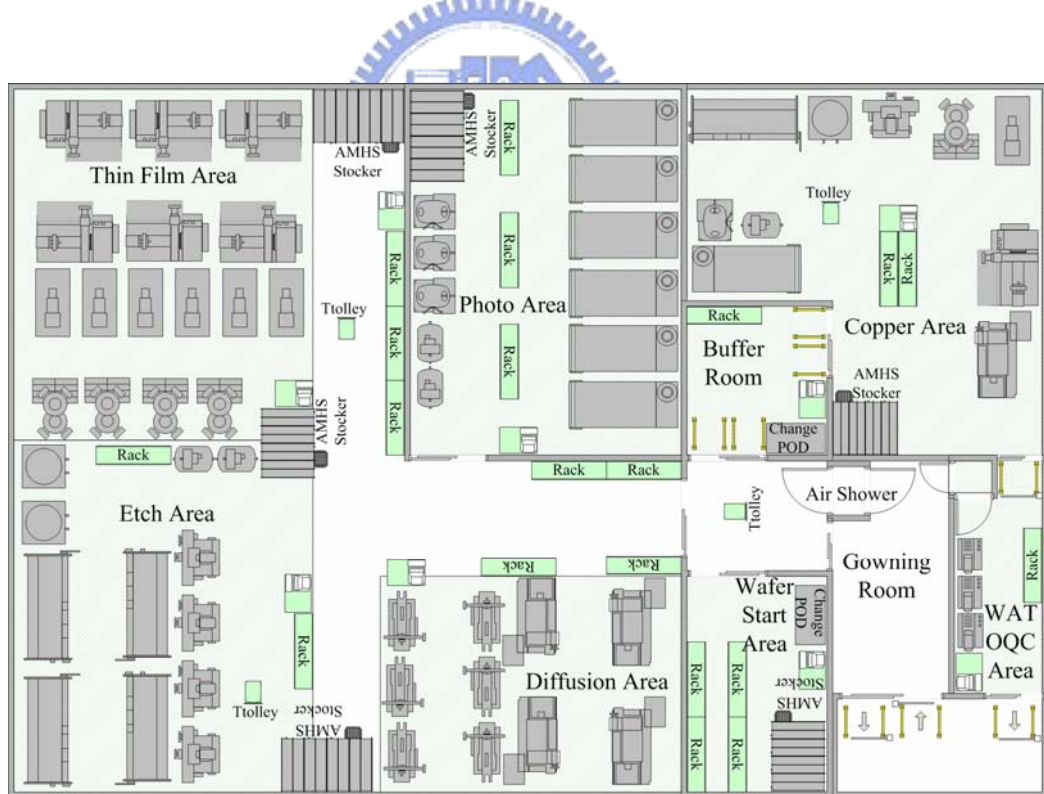


圖 2 1 晶圓廠廠區佈置圖

2. 虛擬晶圓廠 FAB-A 之 RFID 系統軟硬體架構：將以“LF”與“Microwave”兩種操作頻率進行規劃研討。

● 採用 LF 操作頻率之 RFID 系統規劃：

被動式 Tag，感應距離近，無法做遠距離盤點掃描，但成本較低。但運作上需以限制所有產品均只能在規劃中位置出現方式進行規劃，其中所限規劃位置指產品除了設備機台，AMHS 系統，貨架，推車，及工作桌。

軟體系統：

200mm 晶圓專用之 MES 系統(如 PROMIS)，具 GUI 操作介面軟體，在 RFID 部份，則視預算考慮可使用或不使用 Savant 軟體系統，但若不使用則需針對所需之特定功能需求，如依 MES 之 WIP 清單進行各 Reader 讀取及重複資訊比對，採外掛軟體或寫入 GUI 介面。運作架構參見圖 19 或圖 20。

硬體設備：

- ①. 產品用 RFID Tag，在產品所使用 SMIF POD 上安裝 RFID Tag，以 Lot 為單位，並搭配 LED 識別燈號，當所設定之感應條件成立時以燈色，閃爍或常亮表示特定狀態。
- ②. 人員用 RFID Tag，人員配戴識別證上安裝 RFID Tag，以工號為主要識別單位。
- ③. 機台端載入與載出埠(Load Port)加裝 RFID Reader 以供產品進出機台端感應，含廠內所有生產設備與 AMHS 系統。
- ④. 智慧型貨架，在貨架上配置 RFID Reader，以感應貨架上之產品存在。
- ⑤. 智慧型推車，在推車上配置 RFID Reader，以感應推車上之產品存在，但因 Reader 無法以有線方式傳回，故需加搭配無線網卡進行長距離無線傳輸。
- ⑥. 閘門型 RFID Reader，針對特定進出口進行感應識別，以確認產品之移動。
- ⑦. 工作桌安裝 RFID Reader，針對在工作桌上進行特定處理之產品進行感應識別。
- ⑧. Portable RFID Reader，供工作人員手持感應識別特定目標產品批。

主要操作管理：參見圖 22

- ①. 識別編碼上以產品批號為產品識別之 Primary Key，並利用 Tag 本身所具之出廠序號來，輔助確保不會同時有二個以上相同產品批號被設定之狀況存在。
- ②. 產品 Tag 上主要使用資料欄位編碼：  
產品型號(Part\_ID)，產品批號(Lot\_ID)，製程別(Route\_Cod)，產品屬性

(Attribute\_Code), 數量(QTY), 站別(Step\_Code), 狀態(Status\_Code), 最後一次記錄時間>Last\_Record\_Time), 最後一次操作者工號>Last\_Record\_User), 管制旗標(Control\_Flag)

- ③. 對上述編碼在運作, 透過外掛軟體或 GUI 介面軟體, 對 Tag 資料與 MES 上資料比對, 若不同步時需提出警示, 不直接將有問題資料送回 MES。
- ④. 針對區域移動管制利用安裝在管制區域如銅製程區, 以閘門型 RFID Reader 針對管制旗標碼(Control\_Flag)進行控管, 並以 MES 上以其站別碼(Step\_Code), 狀態碼(Status\_Code)予以稽核。
- ⑤. 在製品清點(盤點)時, 操作者透過 GUI 介面軟體對所有“機台端載入與載出埠(Load Port)加裝 RFID Reader”, “智慧型貨架”, “智慧型推車”, “工作桌 RFID Reader” 同時要求感應其位置上產品之 RFID Tag。

這利用產品限制存在於指定位置之要求, 若有產品不按規定放置, 如機台故障維修時暫把機台內產品拿出放置地上, 有可能無法感應。類似此種狀況則可在發現該批未回應時由 MES 予以警示, 再由現場人員就其最後一次狀態時間地點利用 Portable RFID Reader 予以人工搜尋。

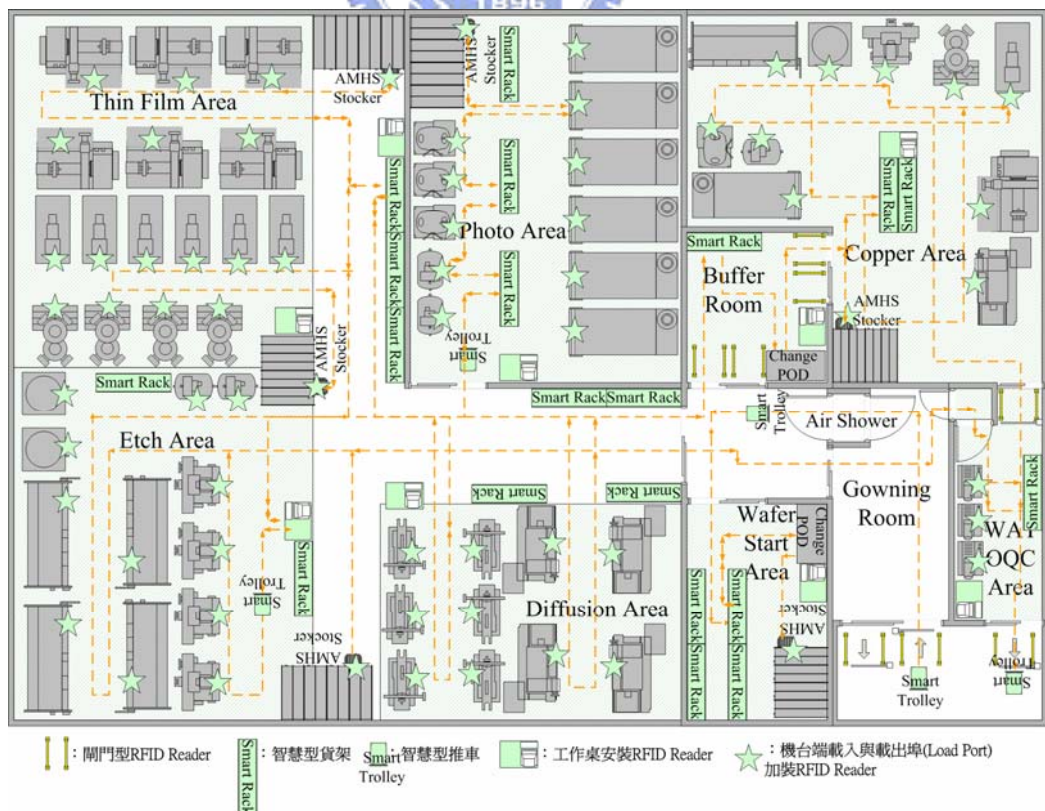


圖 2 2 搭配 LF RFID 系統之晶圓廠廠區佈置與動線運作示意圖

● 採用 Microwave 操作頻率之 RFID 系統規劃：

主動式 Tag，感應距離預估可達 10m 以上，可規劃遠距離盤點掃描，但成本較高。運作上需以廠內可能存放產品之位置均容納在感應範圍內為原則。

軟體系統：

200mm 晶圓專用之 MES 系統(如 PROMIS)，具 GUI 操作介面軟體，在 RFID 部份，因同時掃描接收之資訊較多，則需使用 Savant 軟體系統進行先期處理。運作架構參見圖 19。

硬體設備：

- ①. 產品用 RFID Tag，在產品所使用 SMIF POD 上安裝 RFID Tag，以 Lot 為單位。並搭配 LED 識別燈號，當所設定之感應條件成立時以 燈色、閃爍、或常亮表示特定狀態。
- ②. 人員用 RFID Tag，人員配戴識別證上安裝 RFID Tag，以工號為主要識別單位。
- ③. 機台端載入與載出埠(Load Port)加裝 RFID Reader 以供產品進出機台端感應，含廠內所有生產設備與 AMHS 系統。唯因 Microwave RFID 之感應距離遠，在機台安裝時尚需加設阻隔以避免誤感應在感應距離內之其他 Tag，而導致機台誤動作或產品資料誤讀入。
- ④. 閘門型 RFID Reader，針對特定進出口進行感應，以確認產品之移動。
- ⑤. Portable RFID Reader，供工作人員手持感應識別特定目標產品批。
- ⑥. 天線懸掛式 RFID Reader，針對開放空間存在之產品進行感應識別，天線高度考慮 FAB 天花板高度、機台高度與 AMHS 之輸送軌道高度，宜以 2~3m 為基準，並視所在位置調整。
- ⑦. 因 Microwave 方式可採區域性掃描，故在規劃時則可補 LF 之短距離感應不足的問題，而省去 智慧型貨架和智慧型推車的需求。

主要操作管理：參見圖 23

- ①. 識別編碼上以產品批號為產品識別之 Primary Key，並利用 Tag 本身所具之出廠序號來，輔助確保不會同時有二個以上相同產品批號被設定之狀況存在。



- ②. 產品 Tag 上主要使用資料欄位編碼：  
 產品型號(Part\_ID)，產品批號(Lot\_ID)，製程別(Route\_Cod)，產品屬性(Attribute\_Code)，數量(QTY)，站別(Step\_Code)，狀態(Status\_Code)，最後一次記錄時間>Last\_Record\_Time)，最後一次操作者工號>Last\_Record\_User)，管制旗標(Control\_Flag)
- ③. 對上述編碼在運作，透過 Savant 系統，對 Tag 資料與 MES 上資料比對，若不同步時需提出警示，不直接將有問題資料送回 MES。
- ④. 需針對 Savant 系統在導入時預先規劃“任務管理系統(TMS)”，參見附錄一。以針對所需求的任務進行資料管理和監控，如針對銅區可進不可出的移動管制等
- ⑤. 在製品清點(盤點)時，操作者透過 GUI 介面軟體下達指給 Savant 要求所有“機台端載入與載出埠(Load Port)加裝 RFID Reader”與“天線懸掛式 RFID Reader”同時要求感應其位置上產品之 RFID Tag。將 Savant 取得 Tag 資訊後進行資料過濾比對後，再由 Savant 傳回 MES 或 ERP 等應用軟體。



圖 2 3 搭配 Microwave RFID 系統之晶圓廠廠區佈置與動線運作示意圖

上述二規劃，主要在於就現行狀況研討如何將一 RFID 系統應用於晶圓廠內，透過 RFID 系統將晶圓廠生產管理上急切希望掌握的即時性與精確完整性達成。唯 RFID 之國際標準與技術仍持續在推展與研發中，實際導入尚需視工廠特性、相關頻率適用性、與成本等進行調整。

進一步設計，前述規劃要點在晶圓廠廠內管理，先前提到 HF 與 UHF 之 RFID 操作頻率有可能影響晶圓廠設備機台而不適合晶圓廠內使用，然以目前發展上 13.56MHz(HF) 爲主流，且不管在通信距離或干擾影響等評比均較其他操作頻率有較佳的平衡性表現。雖無法在晶圓廠內使用，但在晶圓廠外其可提供優於 LF 與 Microwave 之特性與成本。就此可考慮目前尚在研發中之雙重模式 RFID，同一個 RFID Tag 具備兩種操作頻率 [日經 BP RFID 技術編輯部，93]。在晶圓廠內時使用其 LF 或 Microwave 之操作頻率進行感應傳輸，離開晶圓廠廠區則使用 HF 操作頻率進行管理運作。

考慮半導體製程中，產品自晶圓廠產出後其產品良率幾乎已定不再受頻率影響機台生產問題干擾，且自此物流管理特性由廠內管理延伸到廠際管理與客戶端管理的供應鏈系統。可利用上述雙重模式 RFID 之設計，在晶圓廠端即賦予一雙重模式 RFID，並隨行記錄供後段封裝測試使用之相關參考資訊。此部份之整體設計將會是一業界標準化與資訊傳遞上之課題，將可供下一研究之。

## 第四章 導入評析

### 4.1 半導體產業之 RFID 系統導入模式

對於 RFID 系統是否適合導入、導入時應注意那些事項，本研究提出八步驟之評估與導入架構，期透過此模式，使半導體廠能快速且有效的進行 RFID 之評估與導入，進而為企業帶來更大效益。其各階段之關聯性如圖 21 所示。

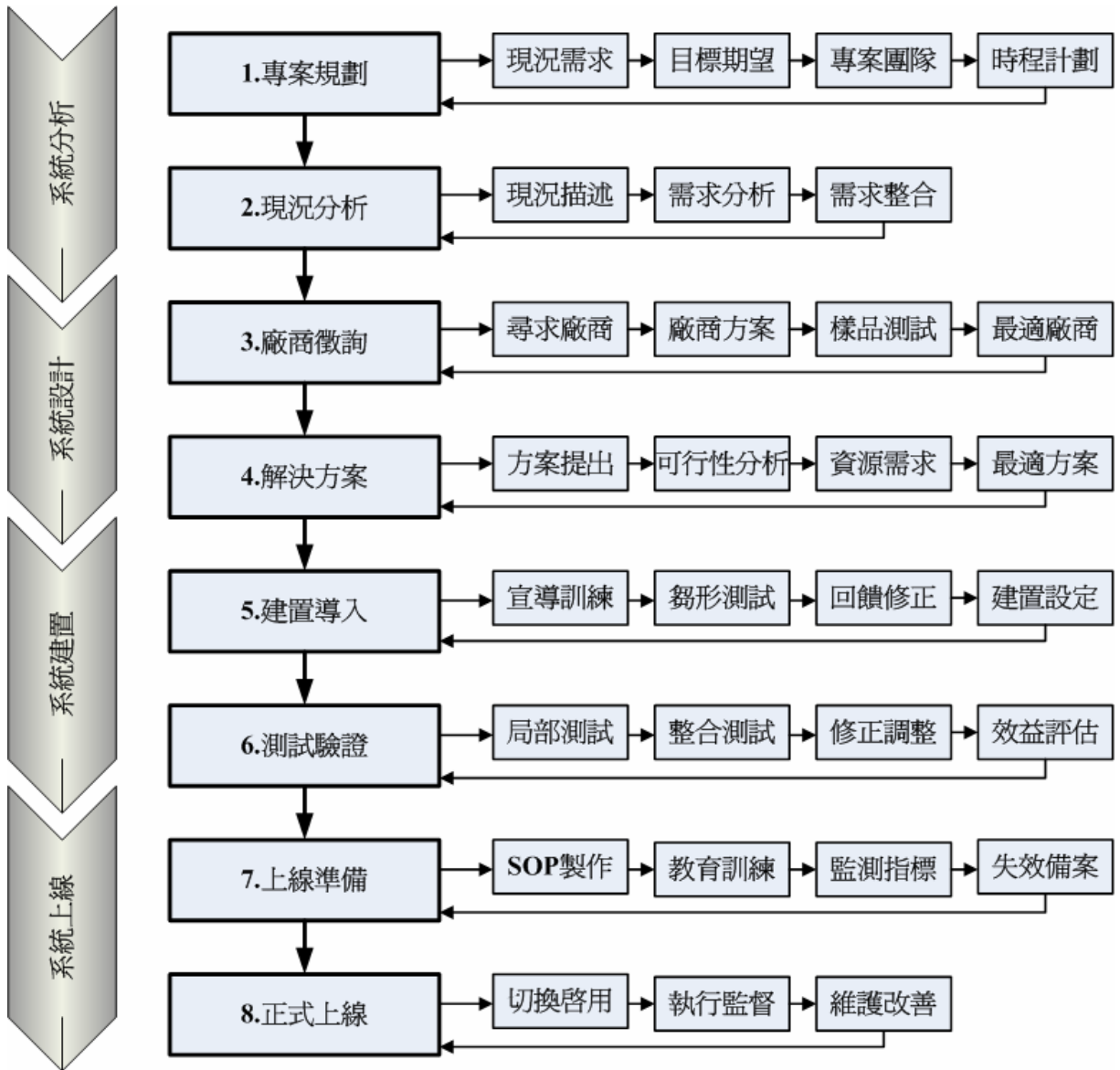


圖 24 RFID 系統導入模式圖

資料來源：本研究整理

### 4.1.1 系統分析階段

對自動化程度高的半導體產業，任何系統上的變更或導入，都可能造成牽一髮動全身的影響。這不是一人或一部門的單方面思考所能顧全的，需要企業內各相關部門的整合與評估。RFID 系統之導入，對晶圓廠將涉及現場運作、自動化系統、製程設備改裝等，故發起單位提出欲導入 RFID 系統後宜成立一跨部門之專案推動小組(Task Force Group)以確保評估推動之客觀性與可行性，使期望目標能有效落實，減少失敗的風險與浪費。在此特別提出說明的是 RFID 系統，目前對半導體晶圓廠是一解決方案但並非唯一的方案，並在技術與成本考量上尚有適用與待加強之處，故在推動導入前應有相當之了解，進而能適時收放調整推動步伐。

#### 1. 專案規劃

首先，發起單位必須先了解所期望的功能為何？此發起單位通常為製造部門(MFG)或資訊整合製造部門(CIM)，而目標出發點可歸納為下列二點：

- ①. 快速且精確的自動資料識別與擷取，達成管理之快穩準。
- ②. 成本效益的改善與維持，強化競爭力。

並初步思考下列問題：

- ①. 現有或既存系統(如 Smart Tag)有何不足處？是否有改革的迫切性？
- ②. RFID 系統可提供那些功能?特別以晶圓廠角度思考，可改善前述之不足嗎?真的有導入的必要嗎?若不導入是否有其他做法？
- ③. 若導入，希望如何使用？預期達成之功能目標，此功能可為公司帶來何種助益？
- ④. 預算與收益初估，了解可能衍生之成本花費，並與可產生之獲益比較。
- ⑤. 整體導入目標初規劃與時程安排。
- ⑥. 相關影響單位與彼此之關聯性。
- ⑦. 導入之可能問題或失敗因素，與應變備案。

充分了解所欲達成之目標與公司內各運作環節之組合後，設定期望目標並依之提出規劃方案，使最高管理階層能充分了解，取得其信賴與支持。因 RFID 系統導入將對多個部門之相關作業運作造成影響，必然存在其困難性與問題點，若無強而有力的支持與整合，將滯礙難行。如設備部門將需為廠內所有機台配置 RFID Reader，此不管是屬新增配備、機台調校、或規格標準化均將為一大工程。

取得高層同意後，則開始召集組織專案推動小組，協調相關單位之部門代表，主要

相關單位：（確切部門依公司別而有不同）。

- 生產製造部門：現場管理運作之需求與規劃，相關製造工具之規劃，與現場人員教育訓練，執行配合。
- 資訊整合與自動化部門：RFID 系統與現有資訊系統（如 MES 系統）、相關自動化系統（如 AMHS 系統）、及網路架構之整合，與必要搭配系統之開發
- 製程設備部門：製程設備之 RFID 系統搭配，相容性評估與調整，製程良率影響驗證，設備之安裝調改。
- 工業工程部門：配合 RFID 系統導入之產能、成本等效益評估，派工作業之生產效率改善，設施佈置(Layout)規劃，如開放空間之最佳 RFID Reader 位置與數量配置
- 廠務部門：工廠設施相關電路規劃，配裝。

小組召集完成，即召開啓始會議（Kickoff Meeting），與各單位取得目標共識，並訂定各計畫工作時程，使能有效分工進行。

因 RFID 對目前多數人而言尚屬新穎，未必所有人都能了解其特性，故於 Kickoff Meeting 後並須先對小組成員進行相關知識之教育訓練，使能成爲各部門之種子教官，以減少因不了解所造成之錯誤規劃可能性。

## 2. 現況分析

在設計規劃前，透過 現況描述、需求分析 與 需求整合，以先期找出系統設計之需求重點與問題改善點，同時評估可行性。

- ①. 現況描述：由各部門就各自領域，先針對過去或現有生產流程，現有軟硬體設備進行現況描述，了解過去或現有之運作方式。
  - 基本作業與相關規格列出，及目前相關之實際運作之產品、人員、機台、環境與流程。
  - 列出目前所見或預見之問題點，與其嚴重性。
  - 針對上述各點提出可能影響之相關品質、效率、與操作上之最低要求或限制。
- ②. 需求分析：使各相關部門依先前教育訓練之知識，評估其所需求之功能與可能面臨之問題，並依以上所述，列舉可能之作業及機具耗材需求。
  - 列出各單位對 RFID 系統所有需求之功能，與其可能面臨之問題。
  - 提出各單位可能需要之相關軟、硬體，人員技能與製工具，物料耗材。
  - 針對現有各系統與設備分析其更新升級、汰換、新增之相容性和可行性。
  - 各相關單位提列可能之成本預算需求。

- ③. 需求整合：針對各單位之需求進行整合，使資源分配最佳化，並取得各單位之目標需求共識
- 透過整合會議將前述分析所得重新歸納整合，以合併重複需求，並透過部門間合作提出整合性解決方案需求。
  - 取得共識後，進一步分析可能之成本預算與可能提升之效益。
  - 針對各需求之功能，檢討其成本與效益，是否能再提升?或是否有目前暫不適合引入?必要時分階段進行導入。
  - 設定導入後效益評估量化標準，以為系統建置後之合格上線與未來改善要求，可就系統運作與整體作業等來設定具體的指標。
    - 系統運作：資料處理正確性、讀寫時間、讀寫失效率或失效次數…等設定。
    - 整體作業效率：效率提昇程度，可以單件或多件之作業時間，單位時間之處理件數，失誤發生率…等。

#### 4.1.2 系統設計階段

透過系統分析的結果，了解各需求與相關可能問題後，開始進行各實體建置之洽詢與探討，並進行設計規劃，以利後續系統建置階段使用。

##### 3. 廠商徵詢

供應商的評選在導入初期導入過程中，有舉足輕重的角色。其所能提供的料件品質與功能、解決方案、合作關係與態度，都足以影響到後續系統建置階段之進度與執行。

- ①. 尋求廠商：運作上在系統分析階段即開始初步接洽各供應商，由各供應商提供相關資訊以為系統分析之參考，在此時便可初步了解各供應商所能扮演的角色與所具備之能力，及其所願投入的合作關係。
- ②. 廠商方案：徵詢初期，請廠商提供基本方案以為評估，評估時注意考慮下列：
  - 所提供之系統、設備與料件是否具產業標準規格，如半導體產業 SEMI 標準 (Semiconductor Equipment and Materials International, SEMI)之 E99, E99.1, E4, E5, E37, E15, E15.1, SECS I/SECS II 或 HSMS/SECS II。[黃建榮, 94], [SEMI 網站]
  - 所提供之 RFID Tag 與 RFID Reader 及其相關配備等是否為可共用相容之開放系統，或為限制搭配之封閉系統。
  - 供應商所提供之 RFID Tag 與 RFID Reader 及其相關配備等，與廠內各既有設

備之相容性。一旦決定導入後所有生產機具設備都將配置 RFID Reader，甚至未來將對生產設備供應商要求，直接在進機前配置好相同規格標準之 RFID Reader。

- 該供應商對其產品之長期供應能力，及未來產品汰換升級之能力。
  - 供應商之搭配方式，由 RFID Tag 與 RFID Reader 之供應商可考慮由一家統籌供應或分開供應，可視何種方式可達最經濟與最佳系統搭配而定，但同時也要考慮所選供應商產品是否為具標準化之開放系統。
  - 就裝配部份，可考慮視 RFID 系統供應商的合作關係而調整，依實況由熟悉現有廠內各相關設備系統之合作廠商與 RFID 系統供應商搭配進行裝配工程。
- ③. 樣品測試：請供應廠商提出其樣品進行示範測試，以了解產品實際特性與效能，了解其讀取率、有效傳輸距離等。
- ④. 最適廠商：透過上述評選決定最適廠商後，開始進行密切合作。使廠商確切了解生產，製程特性與廠內狀況，以進行合乎需求之解決方案開發設計。

#### 4. 解決方案

各解決方案隨著技術的進步，不斷的推陳出新。除了自有需求與規劃外，與供應商搭配，使供應商能確切了解需求重點，方向與限制，以提供相對應之解決方案。

- ①. 方案提出：透過不斷的溝通，使廠商對工廠狀況與需求能確切了解，請廠商提出適合之解決方案。對所提方案需注意：
- 操作頻率之選擇：不同的操作頻率構成不同的解決方案，近距離與遠距離各有其特性與問題點，及成本差異。
  - 干擾問題：晶圓廠對製程良率要求相當敏感，且廠內各機器設備繁多，需特別小心無法確定之頻率干擾。如半導體製造裝置等所使用的離子產生高頻電源，就有採用 13.56MHz，此外 13.56MHz 雖然不像 135KHz 頻帶那麼敏感，但它會因馬達和開關電源等雜訊，而影響到通信特性。[日經 BP RFID 技術編輯部，93]
  - RFID 器材使用之頻段及其開放管制，目前主要使用為 125KHz、13.56MHz、433.92MHz、860~930MHz、2.45GHz、5.8Ghz。其中交通部於 93.6.21 開放 922~928MHz 頻段供無線射頻辨識系統(RFID)使用。而且需注意依電信法第 49 條第 3 項及第 4 項所規定之未經許可不得製造、輸入、販賣或公開陳列之射頻器材電信管制[羅金賢，94]

- 規格標準符合與相容性：須注意符合半導體產業標準與 RFID 技術國際標準。

**半導體產業標準：**半導體產業之製程設備繁多，目前多以 SEMI 標準為統一規範。若無法匹配 SEMI 標準使之符合或相容，可能造成立即或未來其他設備之軟硬體方面衝突。

**RFID 技術國際標準：**目前有 ISO 所制定 ISO/ISEC 18000 系列規格，規範了 RFID Tag 與 Reader 間的無線通訊技術調變方式及通信協定等規格。此技術規格亦會影響晶圓廠之操作頻率選擇。如，選用 LF 為操作頻率時，依 ISO/ISEC 18000-2 Type A 與 Type B 兩種規格，見表 8。就其調變方式不同，Type A 的 ASK 有對雜訊較敏感之問題，對晶圓廠所具高複雜度的設備而言，其如馬達、…等，所產生雜訊可能造成 ASK 調變時無法將資料正確復原，而造成辨識上的錯誤。故針對此則需採用具耐受雜訊度高之 FSK 調變的 Type B (134.2Khz)的 RFID，會較為合適。[日經 BP RFID 技術編輯部，93]

表 8 ISO/ISEC 18000-2 的 Type A 與 Type B 主要規格

規格名稱* <sup>1</sup>	Type A	Type B
提案者	DIN(德國規格學會)	
RFID 的方式	被動型	
讀寫器向 RFID 通信時	載波頻率	125KHz
	通信速率	3.7K~5.7K bit/秒
	調變方式	ASK100%
	編碼方式	PIE 編碼
讀寫器向 RFID 通信時	副載波頻率	無
	通信速率	4k bit/秒
	調變方式	ASK
	編碼方式	曼徹斯特編碼
防此衝突方式* <sup>2</sup>	Time Slot 方式	

\* 1 讀寫器必須能和 Type A 和 Type B 兩種通信

\* 2 Type A 用的選擇規格，是使用日本所提案的防止衝突方「Binary Tree 方式」。這種方式是使用 62.5KHz 的副載波。

ASK：Amplituted Shift Keying

FSK：Frequency Shift Keying

PIE：Pulse Interval Encoding

NRZ：Non Return to Zero

資料來源：[日經 BP RFID 技術編輯部，93]

- ②. 可行性分析：對供應商提供解決方案之運作與佈置架構研究進行評估



- 考慮所需求用途目的：確認所需的操作頻率。如目的為遠距感應傳輸與快速查詢，選用低頻則無法達到需求功能。但相對的操作頻率高，整體的成本也相對高，所規劃之預算是否能進行亦需列入考慮。
  - 考慮可能限制：針對可能之問題先期提出，並避開可能風險。如有頻率限制問題，則需考慮那幾個頻段不宜列入考慮。特別在首次導入時，若產生產品良率問題，在未必是真正原因但有懷疑時，對良率要求高的晶圓廠，便可能產生暫停導入決策，而影響導入。
  - 評估導入該方案所需之整體佈置及其位置，就供應商提出的解決方案，實際進行廠區佈置規劃評估，以進一步了解是否有執行上之死角。並估算實際執行所需之 RFID Reader 數目，這會是影響執行預算的主要項目。
- ③. 資源需求：對所提方案評估彙整各相關單位所衍生之資源需求，以確認是否有規劃外需求產生，或有重複需求等，並予以重新整合修正。
  - ④. 最適方案：綜合上述訂立最適方案與其規格後，將最適方案與預期成效對上級進行呈報與簡報，並針對上級之疑慮或要求進行修正，以取得上級共識與完全支持。並於系統建置前達成相關單位對執行方案之規格發佈與共識。

### 4.1.3 系統建置階段

#### 5. 建置導入

於方案確立後，各相關單位進行建置導入執行，此時參與者由部門代表擴大到各相關業務與機台設備負責人。

- ①. 宣導訓練：針對晶圓廠繁多設備與其特性之差異，各負責人之相關宣導與訓練是需要的。因 RFID 之運作與過去有相當之差異，特別在其不可見之無線運作，會造成使用者之無法確認之困擾，故必須在此階段進行各 RFID 特性與規格要點之宣導與取得共識。宣導與訓練之重點包括：
  - RFID 之基本概念與特性，可能問題說明與預防。
  - 導入方案之整體規劃設計，各相關規格要求。
  - 各單位建置負責人對所負責之裝置完成時，所需進行檢測要項
- ②. 芻形測試：開始時，宜以一區域先建構與舊系統同時並存之芻形(Prototype)系統進行測試，以了解裝置及執行可能出現之問題，並實際模擬其執行效果。
- ③. 回饋修正：必要時，利用芻形測試結果，對先前設定上有問題之規格與作法，

進行修正調整。此步驟需重複進行到確認不影響產品良率或生產運作。

- ④. 建置設定：前述確認無誤後，即開始全面安裝設定。在安裝過程中下列問題會影響其效果，亦需注意。
  - 在安裝 Reader 之天線時需注意 Tag 與天線間之磁感耦合，如何調整天線以使 Tag 之方位在天線之磁感分佈區達到最好的磁感耦合，使 Tag 取得最大電量。
  - 讀寫傳輸時之雜訊干擾，與如何阻隔雜訊。這與過去使用光學為媒介的紅外線或條碼系統在掃瞄時之限定範圍感應有所不同；若無阻隔，週遭雜訊均有可能造成干擾且不易確定來源方向。

## 6. 測試驗證

測試驗證為此程序中相當重要一個的環節，透過不斷的測試、回饋與修正，評估系統成效，並將可見或預期之問題風險排除。

測試驗證重點在確認：

- 所有讀寫動作正確性，所擷取與傳遞資料是否完整且正確。
- Reader 與 Tag 間的傳輸干擾發生與否，是否達到預期的讀寫能力，含距離，速度，筆數。
- 安裝使用後，機台相關自動控制是否正常運作？且確保產品良率不受影響。
- 有無感應或傳輸死角？及整體運作或現場操作上之問題點。

測試時可利用控擋片(Dummy Wafer)模擬搭配 RFID Tag 之產品批進行單筆、多筆之同時、連續讀寫等感應傳輸讀寫機制，及不同操作者等之測試，以確保未來可順暢上線，不致造成正式產品資料錯亂等問題。

- ①. 局部測試：晶圓廠範圍大且製程機台種類多，故由各部門就各製程區域及所屬機台設備、製造工具與軟體進行個別測試，以在整合測試前發現個別系統之問題並予以排除
  - 製程設備部門：各製程設備機台端之載入/載出、感應讀寫、自動控制程序、及干擾影響驗證。
  - 生產製造部門：各產品承載容器上 RFID Tag，與所規劃貨架、定點與手持 Reader 之搭配操作管理。
  - 資訊整合與自動化部門：自動化運輸倉儲設備之載入/載出、感應讀寫、自動控制程序、及干擾影響驗證。
- ②. 整合測試：在與舊有系統並存下，將廠內所有 RFID 系統連結啟動進行整合測

試，以檢查各作業系統、網路連接傳輸、各介面運作與資料傳遞是否正確，及有無同時啓動所造成之干擾或錯誤動作等。利用測試批進行完整流程之現場實際模擬運作。

- ③. 修正調整：透過測試找出異常之軟硬體問題、資料擷取傳遞問題，可能 Reader 與 Tag 間之干擾、誤動作、訊號強弱及死角問題，進行修正與調校。
- ④. 效益評估：對先前所設定之量化評量指標，進行效益評估。評估的目的在審核與改善，透過評估發現問題並予以改善的循環程序，使系統臻於完善。

尚須注意的是測試評估與改善初期是依先前設定的標準，必要時須就實際狀況做適當的修正。因有可能初期設定標準過高或有其他後續衍生問題，此時必須就可改善程度及所需時間與成本，進行相關修正或調整，或將標準分階段達成。以避免過度投入反造成延遲或浪費。

#### 4.1.4 系統上線階段

系統上線為最後也最重要階段，完成所有測試驗證及相關準備後，即可開始上線。

#### 7. 上線準備

RFID 其無線傳輸感應不可見的特性和運作方式，與過去紅外線的 Smart Tag 或條碼系統不同，故上線準備有其必要性，此準備動作可在測試驗證階段即開始進行。

- ①. SOP 製作：制定 標準作業程序(Standard Operating Procedure, SOP)，以為操作，維護，教育訓練之基準。特別是針對 RFID 之不可見的無線射頻傳輸感應方式，設計易於操作與識別確認的操作方式。
- ②. 教育訓練：透過教育訓練與各種宣導，使所有相關操作者了解其操作方式，並增加接受度。對操作者來說，由過去可見的條碼標籤且及可當場確認之作業習慣，調整到 RFID 之不可見之傳輸感應作業，需重新學習與適應。
- ③. 監測指標：在晶圓廠 24 小時上千個 Tag 在移動與感應傳輸運作下，對於 RFID 系統正常運作與否，必須隨時予以監測。對此必須設計相關監測指標，並以資訊系統自動化資料收集方式進行監測。使能在特定 Tag、Reader、軟體系統或區域有異常時能即時發現處理。監測指標可就 感應傳輸失效次數或比率，MES 系統與 Tag 資料不一致之筆數或發生率，…等設計。
- ④. 失效備案：RFID Tag 所有資料存在 Tag 之晶片記憶體內，且感應傳輸均屬肉眼不可見，當發生 Tag 失效時，Reader 失效或整體 RFID 系統失效時，如何進行

確認識別及使工廠能繼續運作，不致因此而造成停滯或製程異常。其中一個簡易方式為加貼具批號之識別標籤貼紙以為輔助識別用。

## 8. 正式上線

確認完成各相關準備工作後，即可設定正式上線時間，開始啓用。

- ①. 切換啓用：啓用初期為確保系統運作無誤，可設計使新舊系統同時並行一段時間以確認 RFID 系統能達到與舊系統相同資料之一致性。

但這要考慮 RFID Tag 與 Reader 能否與舊有之 Smart Tag 系統同時並存安裝問題，及在二者同時並存時，MES 系統或機台端間資料擷取要如何切換才不致重複或錯亂。

- ②. 執行監督：利用所設定監測指標與系統進行監督，以確保系統運作正常。
- ③. 維護改善：維護與改善是後續的重要課題，不論是Tag或Reader都會有異常或失效的可能，除了透過執行監督確認系統運作正常外，尚須規劃定期之維護保養與檢測程序，使可能之異常能提前發現並排除，以保障運作穩健。

永續的改善原即是晶圓廠所具有之積極態度，加上目前RFID尚在不断開發進步中，透過新的技術加入，這些將可為公司有效的提昇競爭力。



## 4.2 某需求公司訪談

藉由訪談尚未導入之公司，了解一公司在未曾實際接觸或導入 RFID 前，對 RFID 需求重點及主要思考方向。顧及受訪者公司保密要求，凡與公司非媒體公開揭露之管制資訊如業務內容、產能及製程等資訊，相關均在保密原則下不予揭露，並以“A公司”與“S君”稱謂之。訪談計畫參見附錄二

晶圓廠簡介：具 0.15  $\mu\text{m}$  以下先進製程技術之 200mm(8")晶圓廠。

訪談對象：該 RFID 導入專案相關執行負責人

訪談時間：2005 年 4 月，2005 年 5 月，2005 年 7 月，共三次

背景說明：晶圓承載 SMIF POD 之識別與資料擷取，目前使用紅外線之 Smart Tag。

光罩管理則使用條碼標籤貼紙與人工輸入為識別與資料擷取方法。

針對已使用中之 Smart Tag，鑑於已支出成本故暫不考慮全面更改，但對於光罩管理系統方面，因手動管理效率問題而日漸不敷使用，故考慮評估 RFID 系統協助管理。

#### 4.2.1 訪談內容概要

1. 為何導入 RFID：構想來源，預期效果，與上級態度。
  - 主要透過文章、報導等媒體而瞭解到相關 RFID 資訊。
  - 最初構想為類似相關資料所提及零售業之結帳，可同時一次將所有推車上物件帳務處理。主要在達到盤點作業自動化，與操作者在帳務處理時之方便性提升。
  - 預期目標為取代現有光罩管理上所使用之條碼標籤，減少效率差且容易操作錯誤的手動輸入。
  - 約兩年前曾提出過相關 RFID 之提案，但當時因成本問題暫不考慮。今年初則在評估自動化光罩儲存系統(Reticle Stocker)時，因 Reticle Stocker 成本較高且容量較有限，上級主動提出研究 RFID 之可行性，也因上級對 RFID 有所了解故在支持度上也相對較高。
  
2. 目前狀況：現有使用中之軟硬體狀況?運作方式?與其優缺點或問題。
  - 目前光罩存放在不具記錄或資料傳輸功能之一般貨架上，廠內所有光罩透過廠內自行開發之光罩管理系統(Reticle Management System, RMS)進行管理。光罩本身由光罩製造商提供一組條碼；另外在光罩進入工廠後，在光罩保存運送盒 (Shipping Box)或光罩承載容器 SMIF POD 上，再加廠內管理用之條碼標籤貼紙。
  - 運作方式為，收到新光罩後，即賦予一組廠內編碼及條碼標籤，並將資料輸入 RMS 系統。廠內帳務管理，如換區域，進庫存，載入機台中使用等，均為人工手動鍵盤輸入，且廠內未設置 Bar Code Reader，故實際上亦無使用條碼輸入。
  - 現有方式除了使用條碼標籤外無其他特別優點。但所有輸入均為人工手動鍵盤輸入，造成人力消耗，且較容易有輸入錯誤發生。

因做晶圓代工廠，光罩可視為客戶寄放，其保存上非經客戶同意，無法就非量產之產品光罩，進行退回或報廢。故數量在不斷累積下越來越膨脹，目前已有近萬個庫存；這在人工盤點時會有相當的困難。以現有人力進行月盤點，逐個盤點約需五天才能完成盤點，相當耗時費力。
  
3. 主要應用需求與規劃：用在那方面?期望功能?預期架構規劃?全新導入?或以現有系統搭配改善。
  - 將 RFID 規劃入光罩管理上使用，使能快速識別帳務管理，特別是在其貨架與

儲存櫃上進行帳務與庫存位置管理。

- 使貨架與儲存櫃具直接登錄位置之功能，達到即時帳務位置記錄或轉換管理。當在大量貨架或儲存櫃中進行盤點或搜尋時，能獲得較快速簡便之成效。具體而言是針對為數眾多的光罩，期望能在 Reader 進行掃瞄讀取時，可達到一次同時讀取多個的效果。
- 預期架構為所有光罩之 Shipping Box 或 SMIF POD 均安裝 RFID Tag，並在機台與貨架或儲存櫃上配備 RFID Reader，透過中介軟體(Middleware)為 Controller 進行與 RMS 系統之連結，使 RMS 發揮即時管理功效。
- 除 RMS 外，此可視為新導入，因過去為手動輸入故無相關系統或配備可進行升級或改裝。在此主要為導入 RFID 相關之設備，再加上自行開發具記錄與更新位置等功能之 Controller，以串聯 RFID 與 RMS 進行資訊傳遞與管理。

4. 其導入時程：何時開始?預定多久完成?所規劃時程計畫?與實際上線時間。

- 此案自 2005 年第二季開始，目前尚無法進入正式導入階段，廠商正就所提出新設計進行試產中。若可行，預定 2005 年底能完成導入。
- 整體時程在 2005 年 3 月開始規劃。  
2005 年 3~6 月(Q1)進行洽詢評估與初步設計，此階段共六家供應商參與評估。  
2005 年 7~8 月(Q2)將進行廠商之樣品測試評估與驗證。  
2005 年 9~12 月(Q4)開始進行各導入工程與作業，並預定年底整體測試完成上線。

5. 導入評估與決策：有做過或準備做那些評估? 主要影響決策之評估為何?

- 在評估階段就現有運作狀況與問題一一列出，務求各問題與評估重點不致遺漏，如目前現場區、暫存區、退倉區等各區的存放方式特性與容量限制，及可能影響光罩的靜電問題等。
- 針對為何要採用 RFID 系統而不再採用 Smart Tag 系統或 Bar Code 系統，主要評估點在成本與效率問題，RFID Tag 同 Smart Tag 具自動資料識別與擷取功能，但價格遠低於 Smart Tag 幾乎近萬元，以一千個 Tag 算就可省下近一千萬元。而用 Bar Code 必須逐個取出貼近讀取，相當耗時費力，曾經評估過用 Bar Code 系統運作約需一人一天約 5 小時的時間來進行區域轉換登錄與尋找光罩上，若用 RFID 則透過貨架與機台等之 Reader 即時登錄，可省去手動登錄時間，且所有

位置均即時確認下，可快速發現其所在位置。

- 主要評估分析依 盤點、價格、干擾、頻率 與 Tag 共五個方向進行
  - 盤點：讀取距離長短、多個同時讀取、資料比對、尋找遺失…
  - 價格：貨架格位與 Reader 搭配設計會影響整體成本、Tag 之廠牌價格…
  - 干擾：金屬干擾讀取(如金屬材質貨架)、機台電磁干擾 RF 讀取、RF 電磁干擾機台運作…
  - 頻率：不同頻率對雜訊影響之敏感度、可同時讀取數量、是否造成靜電問題…
  - Tag：Tag 之安裝方式、Tag 之供應與相容性。
- 最後是選定只要取代 Smart Tag，機台讀得到為原則，即使用低頻之 RFID Tag。主要是以成本為決策考量，只要求能達到較 Smart Tag 之紅外線傳輸方式距離長些，且減少資料與操作異常即可。

對於使用超高頻之需求考量，目前主要在找貨，但以現行運作來說，尚多用在找貨，未來即使加入了 RFID Tag，也無法完全不用人工來找貨，但相對的成本可能增加許多，故目前暫不考慮。
- 依操作特性與成本考量，最後具體提出三個解決方案。就此三方案請各供應商提出專案報告，最後以 必備條件、期望條件、及風險評估 三大類設定決策分析表，予以評分後選定建議方案與供應商，提出評估報告呈報上級核定。目前尚在上級最後審核中。
- 就預算部份，並無編列預算額度，將實際依目前之需求與估計預算進行評估後，若確認有其價值則提列預算外專案執行。

6. 專案團隊：由那單位召集？團隊成員與其角色？及其接受度與支持度？與其訓練。

- 當廠長提出評估要求後，當日成立專案團隊，由 CIM 負責總召，以 CIM，製造與微影 三個部門為主。
  - CIM：主要在 RFID 之解決方案與技術方面，共四人含部門經理、計畫執行負責人與兩位負責對六家供應商進行溝通協調，解決方案核對審查之工程師。
  - 製造：主要在需求與運作執行方面，共三位含部門經理與相關工程師。
  - 微影：主要檢查是否對光罩產生影響與相關規格限制，特別在靜電防護方面，共三位含部門經理與相關工程師。
- 對 RFID 之支持度均相當高，但對其可靠度及是否會造成光罩或製程上的影響

則尚持有懷疑。

- 並無提供額外的教育訓練，主要透過文獻搜集與廠商之會議討論中學習。

#### 7. 相關供應商：有那些？提供合乎需求之解決方案？為分開或整合提供解決方案？

- 供應商主要分二類，RFID Tag 供應商、提供解決方案之供應商。其中提供解決方案之供應商也扮演了 軟體整合、RFID Reader、相關硬體、甚至 Tag 的提供者角色。只是 Tag 部份會就成本考量上，考慮直接向供應商取得。
- 初期共有六家提供解決方案之供應商，其中一家中途放棄，最後評選時則只有三家合格具提供所需之解決方案能力。
- 評選方式為依據前述所提之決策分析表進行評分。

#### 8. 未來規劃：

- 目前考慮方案有以低頻(LF)為主，低頻 Tag 其感應傳輸距離較有限，未來希望能有較長感應傳輸距離。
- 此次導入之經驗可供其他晶圓廠做為導入參考。
- 未來並延伸到其他物管等方面之應用。



### 4.3 某導入公司訪談

透過與具導入與執行經驗之直接相關人員訪談，了解實際導入與執行時所遇到之問題，以及經驗分享。顧及受訪者公司保密要求，凡與公司非媒體公開揭露之管制資訊如業務內容、產能及製程相關等均在保密原則下不予揭露，並以“B 公司”與“H 君”稱謂之。訪談計畫參見附錄三

晶圓廠簡介：具 0.15  $\mu\text{m}$  以下先進製程技術之 300mm(12")晶圓廠。

訪談對象：該 RFID 導入專案相關執行負責人

訪談時間：2005 年 4 月，2005 年 5 月，共二次

背景說明：延續晶圓承載 SMIF POD 之識別與資料擷取，使用紅外線之 Smart Tag。嘗試導入低頻之 RFID Tag，供晶圓承載 FOUP 之識別與資料擷取用。

#### 4.3.1 訪談內容概要

1. 為何導入 RFID：構想來源，預期效果，與上級態度。



- 近二年來常自各媒體得知 RFID 相關資訊，知其為一種物流管理的新興工具，再加上相關廠商開始向公司推銷。
- 最初構想為全自動化(Automation)需求，在此要求下如何減少人員操作。過去使用之 Smart Tag，常會有紅外線讀取不良的情形，造成生產操作被中斷或產品資料異常，造成自動化干擾。  
再來考慮其成本低，可取代高單價的 Smart Tag。且不需使用電池，較環保。再加上可靠度較高，較不易故障。
- 預期目標為完全取代過去所使之 Smart Tag，達到降低成本之目標，並達到減少在處理 Smart Tag 所造成異常狀況之操作人力。
- 上級對其能大幅降低成本而大為支持，但對 RFID 系統將可能造成之操作行為改變而有所擔心。要求相對應之備案與檢察動作需提出，以防止衍生良率問題。導入時期每週廠級會議均列入議程中，廠長積極關切與支持。

## 2. 導入前之狀況與當時問題點或優缺點：

- 過去使用 Smart Tag，除成本高、需定期更換電池外，且會故障、常發生讀取不良之情形。這會造成生產操作中斷、降低生產效率。
- Smart Tag 在使用上，就 MES 軟體並無特殊為 Smart Tag 而設計，而硬體上主要是各機台端之 Smart Tag Reader 安裝再搭配其通訊協定。主要只是把它當做一種資料輸入設備。

## 3. 導入時程：何時開始?預定多久完成?所規劃時程計畫?與實際上線時間。

- 此案自 2004 年年初開始，期初預定用三季(7~8 個月)左右的時間，完成導入。
- 初期在評估階段約花了三、四個月在考察，其間對用或不用 RFID 仍有爭議。  
2004 年 4 月召開 Kickoff Meeting。  
2004 年 5~6 月達成各部門共識，後續並開始各項調查與測試(Trial Run)。  
2004 年 9 月開始進行各導入工程與作業。  
2004 年 11 月底完成上線。  
2004 年 12 月則為上線觀察期。
- 整體進度較預期提前了約一個月

4. 導入評估與決策：有做過那些評估？主要影響決策之評估為何？

- 整體是否導入之評估，主由 IE 部門負責，由 IE 部門評估其預算需求與成本。
- 初期主要就三個需求方向評估案進行決策：
  - 僅以取代 Smart Tag，機台讀得到為原則，即使用低頻之 RFID Tag。
  - 在電腦端即可查得所有 POD 及其位置，這將需要使用超高頻以上之 RFID Tag。
  - 取前二者之折衷，但需搭配具 RFID Reader 之智慧型貨架(Smart Rack)。
- 最後是選定只要取代 Smart Tag，機台讀得到為原則，即使用低頻之 RFID Tag。主要是以成本為決策考量，只要求能達到較 Smart Tag 之紅外線傳輸方式距離長些，且減少資料與操作異常即可。

對於使用超高頻之需求考量，目前主要在找貨，但以現行運作來說，尚多用在找貨，未來即使加入了 RFID Tag，也無法完全不用人工來找貨，但相對的成本可能增加許多，故目前暫不考慮。
- 在預算評估後，並依預算對整體方案進行相關調整以符合預算，如減少 Portable Reader，而改由定點的 Table Reader 進行讀取查詢作業。

5. 專案團隊：由那單位召集？團隊成員與其角色？及其接受度與支持度？與其訓練。

- 此為生產改善，故主要由 IE 部門召集，開始後各相關部門於一週內派出連絡代表。後續則視進度由各單位依階段時程加入。最初期參與人員很少，各單位只有一人，到正式導入階段，則相關單位由其負責人領導數人參與，成員以階層式增加。
- 主要有工業工程(IE)、製造(MFG)、資訊整合與自動化(MIS)、製程設備(PE/EE)等部門，其中：

工業工程部主要在期初的評估階段。

製造部則為直接使用者，自確定後相關之系統與運作幾乎都有參與。

製程/設備部，製程部門主要在期初測試時配合進行評估是否會影響到產品，而設備部門則在 RFID 系統決定後負責機台相關安裝與設定。

資訊整合與自動化部，相關系統之搭配調整。

廠務則較無直接相關性，主要是相關線路配線時需要廠務部配合。
- 就接受度支持度而言，主管大多支持，但大部份執行者在初期都反對。在團隊中反對最多的主要為製造部，因與其過去的行爲習慣不同，過去可直接看到該

POD 的批號等相關資料，改 RFID 後則無法直接看到，會有無法確認的疑慮。其次是設備部門與資訊整合與自動化部門，因幾乎所有的機台與系統均需重新變更與設定，對他們來說對已運行順暢的設備或系統變更不知會衍生何種問題。

- 就教育訓練而言，並無外部提供訓練之課程，而主要在約兩個月時間不斷的進行內部教育訓練與宣導，特別是對製造部在操作方法上的變更。教材則為自行收集資料或廠商提供的相關資料。

至於核心成員部份，因較無相關教材，目前也無人可提供確切資料，只能在試做中吸取經驗，故幾乎都為自行拿實際設備試行安裝測試，或請現場作業員實際操作，另在每次開會時均會請供應商參加，並對問題提供解說。

#### 6. 相關供應商：有那些?提供合乎需求之解決方案?為分開或整合提供解決方案?

- 供應商主要分三類，RFID Tag 供應商，RFID Reader 供應商，與負責裝配之廠商並由負責裝配之廠商提供相關介面軟體。而其他軟體部份則由公司資訊部門自行處理或開發。
- 在此次導入過程中，並未由廠商提供解決方案，而是由公司自行就需求，主導要求各供應商配合提供。如針對機台不同的載入載出埠(Load Port)提供規格，要求廠商提供相關可搭配之 Reader 或天線。

#### 7. 實際導入階段：導入過程中，有那些是較為關切?或需特別注意的?心得建議?

- 製程單位初期要協助確認是否會對產品或製程造成干擾，必要時進行實驗以確定是否有良率影響問題。
- 在導入時，對自動化作業需注意，當讀不到時對自動化的影響，這需要設備部門和資訊整合與自動化部共同進行測試的。
- 因均為在不可見之無線傳輸作業，如何確認該程序是已有開始進行或已完成。以及無法直接自 POD 上看出該 POD 是那一個批號等相關資訊時，這對現場執行者是一種新的挑戰，必須在施行前先思考好如何處理。
- 對安裝機台上 Reader 之天線與 Tag，若屬感應耦合(Inductive Coupling)方式者，需特別注意方向與角度，若未正確了解及適當調整，設定時會有困難。
- 對 MES 系統來說，只是輸入裝置由紅外線傳輸改由 RF 傳輸，其取得的資料是相同的並無影響。

- 讀取干擾問題，會發生在相鄰兩個載入載出埠(Load Port)上，兩個 Load Port 之天線會彼此互相干擾，及如何確定所讀取的是應該讀取的 Tag，而不是讀取其他台的 Tag 資訊，及做到此類問題的偵錯。這問題後來是用遮蔽方式予以改善。
- 心得建議，這一定要有上級的高度支持，因為此一推動會影響到幾乎廠內所有執行者的行為模式，所以幾乎各部門初期都採反對抵抗的態度，可能會得罪許多人，只能透過上級的支持才能使這案子繼續下去。

#### 8. 完成階段：是否達成預期目標？如何驗收？以何為指標？

- 如期完成，並上線實施。
- 驗收方式主要以 失敗率(Failure Rate)來當做指標，建立一監測系統觀察連續一週的 Failure Rate。初期則以 失敗次數(Failure Count)來觀察，因合理不該有問題，故只要有問題就必須並針對各發生事件進行改善處理使其不發生。並針對失敗率(Failure Rate)較高的部份進行改善；到後期則以 失敗率(Failure Rate)來觀察並針對較高的部份或對失敗率前三高者進行改善，當時認為到 3 PPM 就已是很高的發生率。  
Failure Rate 為資料交換總次數下的 Failed Alarm 次數。
- 必需有相當的 KPI(Key Performance Index)，並透過系統來自動化收集 KPI 資料以為監控，方能了解是否有效果，及主要發生的問題。初期沒相關資料自動收集系統時，在監督操作上便相當辛苦。
- 過去使用的 Smart Tag，因 RFID 取代不再使用，目前暫放庫房，待找買主轉售。

#### 9. 未來規劃：

- 目前所有產品，在機台上與在 AMHS 系統之 STOCKER 上，都可以透過系統查到其狀態與位置資訊。但在這二者之外，則以現有低頻系統為資訊，無法直接讀取的狀況下，以前看得見而目前看不見，則盤點找貨等事項反而變得不易。故要透過增加 Portable Reader 來提供較簡易查詢。
- 之前在成本考慮下，未使用 Smart Rack 或 Smart Trolley，但以現有機台旁暫放等候之待生產產品，這些產品可透過此二者提供進一步的掌握與控管。
- 未來長期規劃，主要還是放在如何快速的盤點上，這將會是下一步要去規劃安排的系統。

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

無線資料辨識/收集，同時讀取多筆資料…等特性，這些都是過去半導體產業所使用之資料識別與擷取工具所未能提供的功能。縱觀半導體產業生產過程中自動化需求，加上 RFID 在物流零售業發展，開始深思 RFID 與半導體產業在生產管理上的結合。本研究著重於 RFID 在半導體上製造生產過程之應用。主要研討與提出下列觀點：

1. 將 RFID Tag 與過去所常用之 Bar Code, Smart Tag(IR Tag)進行比較，明顯發現在成本改善與自動化運作上，均有大幅度的提昇。值得業界將之列為評估自動資料識別與擷取系統之要項。
2. 針對 RFID 系統半導體上製造生產過程之管理應用提出作法供導入設計參考：
  - 利用搭配 RFID Reader 之智慧型貨架與推車之設計強化現場產品搜尋效率。
  - 利用搭配 RFID Reader 之 RFID 閘門設計進行物流管制，強化製程污染防治。
3. 針對 RFID 之半導體廠導入規劃設計提出相關整合性概念與注意事項。供未來規劃者之全盤性了解與設計考慮要點。

並配合實際訪談所得的經驗分享，期使有意接觸或準備導入 RFID 的公司能有較實際執行經驗以為參考。

最後以下列二個討論對為何推廣 RFID 在半導體製造生產管理做一歸納與說明。

#### 5.1.1 為何半導體廠應考慮採用 RFID

就半導體廠角度，RFID Tag 具備了比過去所使用 Bar Code(條碼貼紙標籤)與 Smart Tag(紅外線智慧標籤)系統更多強項。透過表 9 比較說明 RFID 兼具 Bar Code 在成本上優勢，及 Smart Tag 在自動化支援上特點，加上前二者無法提供之長距離無線感應自動傳輸功能。面對半導體產品與製程日新月異下，RFID 應用適時提供管理上更好更快的工具。可想像在 10 分鐘內完成廠內盤點，及即時確切掌握即時資訊與實物一致之快穩準的威力。

表 9 半導體廠資料識別與擷取方式評比表

項目	Bar Code 條碼貼紙標籤	Smart Tag 紅外線智慧標籤	RFID Tag 射頻識別標籤
資料量(bytes)	1	10	10
讀取速度	1	10	10
讀取距離	1	4	10
輸入時間	1	10	10
標籤成本	10	1	10
整體系統設置成本	7	3	3
定期維護成本	7	3	5
多批查詢	0	0	5
可回收或重複修改	0	10	10
受塵污、老化或磨損影響	3	3	10
受封套，方位或其他遮蔽物影響	3	3	7
人員直讀辨識	3	5	0
盜拷或偽造	3	7	7
標籤歷程資訊記錄存取	0	5	5
合計	40	74	102

\*各項評分以 1 ~ 10 分計，分數高者較佳，詳見附錄四 半導體廠資料識別與擷取方式評分之比較說明。

資料來源：本研究整理

### 5.1.2 為何推廣 RFID 在半導體產業之應用

RFID 近年來在零售與物流領域應用上的發展為眾所周知，然在半導體廠生產製造的特性，其生產管理更為 RFID 應用拓展的佳徑適用領域。

- 半導體產業在生產硬體之投資效益：半導體廠在硬體設備的投資動輒數百億，其機台稼動率與生產效率之提昇為相當重要的課題，故相對來說 RFID 所能提供之自動化功能與投資效益，較其他產業更易被接受。
- 半導體產業之製造生產特性：對半導體之生產製造來說，具產品單位成本高，生產週期長，生產自動化程度高等特性，自動化資料識別與擷取的需求度殷切性也相對的較高。RFID 之特性正能為此提供一良好解決方案。
- 無隱私權問題：在零售業中所面臨的顧客隱私權問題，在未能完全獲得解決之

前，對 RFID 的普及推廣尚有阻力。相對的，封閉性的半導體廠內部管理，反而可發揮其功能不致受隱私權問題影響而延緩推廣。

## 5.2 未來研究方向與建議

目前 RFID 被視為大趨勢，目前國內產官學研各界競相發展。但透過此研究後，了解實際應用與理想仍有出入，單就半導體產業面而言，尚有許多應用與運作設計值得研究。本研究以導入 RFID 在半導體廠生產管理應用為探討重心，對其技術面與實作驗證則無進一步探討。

就技術面與實作驗證提出未來研究方向與建議

### (1) . RFID Reader 之佈置最佳化設計：

無線射頻有操作頻率與感應傳輸之範圍距離搭配性，如何提供有意導入之企業，在評估設計階段找到最佳的佈置設計及其效果模擬。將有助加速評估與導入之時效，並減少不必要之浪費。

### (2) . 操作頻率與對半導體廠之影響：

目前操作頻率與對半導體廠之影響了解，多為取自過去曾發生疑具影響事件之防範再發。若能確切定義消弭疑慮，將有助於在半導體廠之推展。

### (3) . 企業面之供應鏈整合管理：

半導體晶圓廠所使用之 RFID 系統較為封閉性，但 RFID 貢獻的強項在即時資訊傳輸與資訊可攜性上，其應用不只是晶圓廠內產品管理，如何有效的將其發揮在半導體產業之上中下游供應鏈整合，尚有許多環節待研究。如制定上中下游跨廠際之統一規格標準，或對不同存在型態之半成品與成品分批分量管理識別等。

## 參考文獻

- [Bill Gates, 1999] Bill Gates, 數位神經系統-與思考等快的明日世界，樂為良譯，商業周刊出版股份有限公司，民國 88 年。
- [Bryan Kuo, 2005] Bryan Kuo, “RFID Application Trend”, 2005 RFID 技術與應用研討會，15 頁，台北，民國 94 年 3 月 23 日。
- [Chase, et al., 2004] Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano, Operations Management For Competitive Advantage, McGraw-Hill, New York, 2004.
- [Finkenzeller, 2003] Klaus Finkenzeller, RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification，Translated by Rachel Waddington, Wiley, Chichester, England, 2003.
- [Groover, 2001] Mikell P. Groover, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, Prentice Hall, New Jersey, 2001.
- [MESA White Paper No.6, 1997] Anonymous, “MES Explained : A High Level Vision for Executives”, White Paper No.6, MESA International, Sep 1997.
- [Mulcahy, 1994] David E. Mulcahy, Warehouse Distribution And Operations Handbook，McGraw-Hill, 1994.
- [NiravC, et al., 2004] NiravC hokshi, Alan Thorne, Duncan McFarlane, “Routes for Integrating Auto-ID Systems into Manufacturing Control Middleware Environments”, White Paper CAM-AUTOID-WH026, Auto-ID Center, <http://www.autoidcenter.org>, Jan. 2004.
- [日經BP RFID技術編輯部, 93] 日經BP RFID技術編輯部, RFID技術與應用 無線ICタグのすべて，周湘琪譯，旗標出版股份有限公司，民國 93 年。
- [吳嘉興, 88] 吳嘉興，「條碼技術於生產資訊管理系統之應用—桌上型電腦主機板組裝線」，國立清華大學工業工程研究所，碩士論文，民國 88 年 6 月。
- [李雅婷, 89] 李雅婷，「台灣 IC 產業推動 MES 的現況分析」，國立交通大學科技管理研究所，碩士論文，民國 89 年 6 月。
- [財團法人中華民國商品條碼策進會 資訊中心, 93] 財團法人中華民國商品條碼策進會 資訊中心，EPC射頻識別系統，財團法人中華民國商品條碼策進會，民國 93 年 10 月。
- [張俊彥等編著, 86] 張俊彥等編著，積體電路製程及設備技術手冊，經濟部技術處，中華民國產業科技發展協進會，中華民國電子材料與元件協進會，台北，民國 86 年 7 月。



[陳宏宇編著，93] 陳宏宇編著，RFID系統入門-無線射頻辨識系統，文魁資訊股份有限公司，台北，民國93年12月。

[黃建榮，94] 黃建榮，「RFID在半導體製造上的應用」，「RFID研發與產業應用聯盟」-「標準推廣與驗證群組」成立典禮暨RFID應用研討，4頁，台北，民國94年5月27日。

[樊克強，88] 樊克強，「二維條碼應用於物流與資訊流之研究」，國防管理學院國防資訊研究所，碩士論文，民國88年5月。

[鄭同伯著，93] 鄭同伯編著，RFID EPC無線射頻辨識完全剖析，博碩文化股份有限公司，台北，民國93年11月。

[羅金賢，94] 羅金賢，「RFID設備相關電信規範與申請程序」，「RFID研發與產業應用聯盟」-「標準推廣與驗證群組」成立典禮暨RFID應用研討，3~6頁、30~44頁，台北，民國94年5月27日。

<http://www.amt.com.tw> 台灣應用材料股份有限公司

<http://www.asyst.com> Asyst Technologies, Inc.

<http://www.epcglobal.org.tw> EPCglobal Taiwan

<http://www.epcglobalinc.org> EPCglobal Inc.

<http://www.fortrend.com.tw> 台灣富創得科技股份有限公司

<http://www.semi.org> SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)



# 附錄一

## EPC 系統網絡技術

EPC 系統網絡技術在 EPC 系統的重要組成部份，主要是實現資訊管理和流通。EPC 系統的資訊網絡系統是在網際網路互聯的基礎上，通過 Savant 管理軟體系統、物件名稱解析服務系統（ONS），實體標記語言（PML）實現全球的“實物互聯網”

### 1. 物件名稱服務（ONS）

EPC 標籤對於一個開放式的、全球性的追蹤物品的網絡需要一些特殊的網絡結構。因為標籤中只儲存了產品電子代碼，電腦還需要一些將產品電子代碼匹配到相對應之商品資訊的方法。這個角色就由物件名稱服務（ONS）來擔當；它是一個自動的網絡服務系統，類似域名解析系統(DNS)，DNS 是將一台電腦定位到網際網路上的某一具體地點的服務。

ONS 運作過程分幾個步驟，用說明如下：

- (1) . 從標籤上判讀一個資料字串 EPC 代碼
- (2) . 讀碼器將此字串 EPC 代碼發送到本地伺服器；
- (3) . 本地伺服器對 EPC 代碼資料進行適當排陣，過濾，將 EPC 代碼發送到本地 ONS 運算器；
- (4) . 本地 ONS 運算器利用格式化轉換字符串將 EPC 比特位編碼轉變成 EPC 域前綴名，再將 EPC 域前綴名與 EPC 域后綴名結合成一個完整的 EPC 域名，ONS 運算器再進行一次 ONS 查詢，將 EPC 域名發送到指定 ONS 伺服器基礎架構，以獲得所需要的資訊。
- (5) . ONS 基礎架構給本地 ONS 運算器回饋 EPC 域名對應一個或多個 PML 伺服器 IP 地址
- (6) . 本地 ONS 運算器再將 IP 地址回饋給本地伺服器；
- (7) . 本地伺服器再根據 IP 地址聯繫正確的 PML 伺服器，以獲取所需的 EPC 資訊

### 2. 實體標記語言（PML）

PML 是以 XML(eXtensible Markup Language)為基礎所發展出來的新的標準電腦網路語言，為一通用標準，PML 的目標是為物理實體的遠程監控和環境監控提供一種簡單、通用的描述語言。可廣泛應用在存貨跟蹤、自動處理事務、供應鏈管理、機器控制和物

對物通訊等方面。

(1)． PML 中所描述的資訊類型

直接從 EPC 網絡的基層組織中采集來的資訊作為實體標記語言的一部分進行建模；舉例來說，這些資訊包括：位置資訊、遙測資訊、組成資訊、產品相關的資訊與過程相關的資訊

(2)． PML 語言在整個 EPC 系統中的作用

PML 在 EPC 系統中主要充當著不同部分的不同介面，例如在第三方應用程式如企業資源規畫(ERP)或管理執行系統（MES）以及 PML 伺服器之間的資訊交換

### 3. SAVANT 系統

Savant 為一軟體科技，擅長處理巨量資料、靈活過濾數據。在 EPC 網路裡，讀碼器將收集到的 EPC 碼傳送給 Savant，依據這樣的資訊，Savant 向散落各處的 ONS 提出詢問，由 ONS 找尋對應該 EPC 碼的產品資料位址，再回傳答覆給 Savant。由此 Savant 可找到物件資訊並傳遞至相關單位的資料庫或是供應鏈之應用系統，主要目的是管理並移動資訊，防止企業和公用網絡的超載。歸納其主要任務有：

(1)． 資料校對

處在網絡邊緣的 Savant 系統，直接與讀碼器進行資訊交流，它們會進行資料校對，並非每個標籤每次都會被讀到，而且有時一個標籤的資訊可能被誤讀，Savant 系統能夠利用運算法校正這些錯誤。

(2)． 讀碼器間協調

如果從兩個有重疊區域的讀碼器讀取信號，它們可能讀取了同一個標籤的資料，產生了相同多餘的產品電子代碼，Savant 的一個任務就是分析已讀取的資訊並且刪掉這些冗餘的產品代碼。

(3)． 資料傳送

在一個層次上，Savant 系統必須決定什麼樣的資訊需要在供應鏈上向上傳遞或向下傳遞。例如，在冷藏工廠的 Savant 系統可能只需要傳送它所儲存的商品溫度資訊就可以了。

(4)． 資料儲存

現在的資料庫不具備在一秒鐘內處理超過幾百條事件的能力，因此 Savant 系統的另一個任務就是維護實時儲存事件資料庫，本質上來講，系統取得實時產生的產品電子代

碼並且智能地將資料儲存，以便其他企業管理的應用程序有權訪問這些資訊，並保證資料庫不會超負荷運轉。

#### (5) . 任務管理

無論 Savant 系統在層次結構中所處的等級是什麼，所有的 Savant 系統都有一套獨具特色的任務管理系統(TMS)，這個系統使得它們可以實現用戶自己定義的任務來進行資料管理和監控。例如，一個商店中的 Savant 系統可以通過編寫程序實現一些功能，當貨架上的產品降低到一定水平時，會給倉庫管理員發出警報。

資料來源：EPCglobal Taiwan 網站



## 附錄二

### 需求公司訪談計畫

- (1) . 為何導入 RFID：
  - ①. 如何得知有 RFID 系統?
  - ②. 最初構想為何?
  - ③. 預期導入效果?
  - ④. 上級之態度?
  
- (2) . 目前現況：
  - ①. 現有使用中之軟硬體?與其架構?
  - ②. 現況之運作方式?與其優缺點?
  - ③. 目前主要缺乏，或問題點?
  
- (3) . 主要應用需求與規劃：
  - ①. 用在那方面?預期之操作方式與可達成功能?
  - ②. 運作架構規劃?
  - ③. 是否全新導入?或需搭配現有系統進行改善?
  
- (4) . 導入時程：
  - ①. 何時開始?預定多久完成?
  - ②. 時程計劃? 分那幾個階段?
  
- (5) . 導入評估與決策：
  - ①. 導入前有做過那些評估?或目前打算做那些評估?
  - ②. 選定或預定選用何種系統或方案?
  - ③. 主要影響決策之評估為何?
  - ④. 決策過程?導入與否?要求目標?
  - ⑤. 關於預算部份，是否有既定預算?或待評估?如何評估?對此專案的影響有那些?
  
- (6) . 專案團隊：
  - ①. 是否成立專案團隊?由那個單位召集?約多久成軍?
  - ②. 團隊成員?含那些單位?各單位扮演角色或負責任務?
  - ③. 團隊成員接受程度，支持度?
  - ④. 是否有先期教育訓練?內訓或外訓?負責教育訓練單位?
  
- (7) . 相關供應商?
  - ①. 供應商有那些?整合供應?或軟硬體分開供應?
  - ②. 供應商是否提供合乎需求之解決方案?主要那些方案?
  - ③. 如何選定供應商?主要評選依據?
  
- (8) . 未來規劃：
  - ①. 是否有下一階段規劃?如升級?



## 附錄三

### 導入公司訪談計畫

- (1) . 為何導入 RFID :
  - ①. 如何得知有 RFID 系統?
  - ②. 最初構想為何?
  - ③. 預期導入效果?
  - ④. 上級之態度?
  
- (2) . 導入前狀況 :
  - ①. 當時軟硬體?與其架構?
  - ②. 當時之運作方式?與其優缺點?
  - ③. 當時主要缺乏?或問題點?
  
- (3) . 導入時程 :
  - ①. 何時開始?預定多久完成?
  - ②. 時程計劃? 分那幾個階段?
  - ③. 實際上線時間?
  - ④. 若有提前或延遲? 提前或延遲了多久?
  
- (4) . 導入評估與決策 :
  - ①. 導入前有做過那些評估?
  - ②. 主要影響決策之評估為何?
  - ③. 決策過程?導入與否?要求目標?
  - ④. 關於預算部份, 當時是否有預定或評估?如何評估?對此專案的影響有那些?
  
- (5) . 專案團隊 :
  - ①. 是否成立專案團隊?由那個單位召集?約多久成軍?
  - ②. 團隊成員?含那些單位?各單位扮演角色或負責任務?
  - ③. 團隊成員接受程度, 支持度?
  - ④. 是否有先期教育訓練?內訓或外訓?負責教育訓練單位?
  
- (6) . 相關供應商?
  - ①. 供應商有那些?整合供應?或軟硬體分開供應?
  - ②. 供應商是否提供合乎需求之解決方案?主要那些方案?
  
- (7) . 實際導入階段 :
  - ①. 有那些導入過程?
  - ②. 在晶圓廠端有那些是較為關切到?或需特別注意的?
  - ③. 過程中較關鍵性過程在那方面?
  - ④. 導入過程中曾經歷困難之處理或心得建議.
  
- (8) . 完成階段

- ①. 是否達成預期目標?
- ②. 如何驗收?以何為指標?
- ③. 現場啓用過程?
- ④. 實際操作問題點:
- ⑤. 舊有系統與軟硬體之處理方式?

(9). 未來規劃:

- ①. 是否有下一階段規劃?如升級?



## 附錄四

### 半導體廠資料識別與擷取方式評分比較說明

針對過去與目前半導體廠所曾使用資料識別與擷取方式 Bar Code(條碼貼紙標籤)，Smart Tag(紅外線智慧標籤)與 RFID Tag(射頻識別標籤)三者，以評分表方式進行比較。

表 10 半導體廠資料識別與擷取方式比較評分表

項目	說明			評比		
	Bar Code	Smart Tag	RFID	Bar Code	Smart Tag	RFID
資料量(bytes)	1~100	16~64K	16~64K	1	10	10
讀取速度	慢，~4 秒	快，~0.5 秒	快，~0.5 秒	1	10	10
讀取距離	0~50cm	<1.5m	0~5m	1	4	10
輸入時間	約 0.5 分鐘	少於 1 秒	少於 1 秒	1	10	10
標籤成本	標籤貼紙及列印約 NT\$1	Smart Tag 約 NT\$10,000	RFID Tag(被動式)約 NT\$150	10	1	10
整體系統設置成本	低	高	高	7	3	3
定期維護成本	主要為系統維護	除系統維護外，尚需定期更換 Tag 電池	主要為系統維護，被動 Tag 不需用電池	7	3	5
多批查詢	一次一批	一次一批	一次多批	0	0	5
可回收或重複修改	無法	可	可	0	10	10
受塵污、老化或磨損影響	易影響讀取	若被遮蔽則影響讀取	不受影響	3	3	10
受封套，方位或其他遮蔽物影響	若被遮蔽，則失效	若被遮蔽則影響讀取	除水與金屬外，其他少	3	3	7
人員直讀辨識	有限	藉 Tag 螢幕	無法	3	5	0
盜拷或偽造	容易	不容易	不容易	3	7	7
標籤歷程資訊記錄存取	無法記錄	可即時記錄存取資訊於 Tag	可即時記錄存取資訊於 Tag	0	5	5
合計				40	74	102

資料來源：本研究整理

半導體廠資料識別與擷取方式比較評分表之評分比較方式說明如下：

- 各項目計分以 1~10 分計之，以分數高者表示該項目有較優越表現。
- 具數據比較者，以最佳者為 10 分，最差者為 1 分，其他值則換算其相對於最佳與最差間之 10 分比率值。



- 無法以數據比較者則以：
  - 0 : 不具此功能或無法達到所要求
  - 3 : 具此功能，具相對較差表現。
  - 5 : 具此功能，可達一般可接受之表現。
  - 7 : 具此功能，具相對較佳表現。
  - 10 : 具此功能，具相對極佳表現或可完全達到要求。

