

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

晶圓出貨檢驗流程之標準化及
電腦作業系統之構建

Standardization and Establishment of Computer Operating
System in wafer outgoing inspection process

研究生：郭晴菀

指導教授：唐麗英 博士

洪瑞雲 博士

中華民國 九十七 年 七 月

晶圓出貨檢驗流程之標準化及電腦作業系統之構建
Standardization and Establishment of Computer Operating System in
wafer outgoing inspection process

研 究 生：郭晴菴

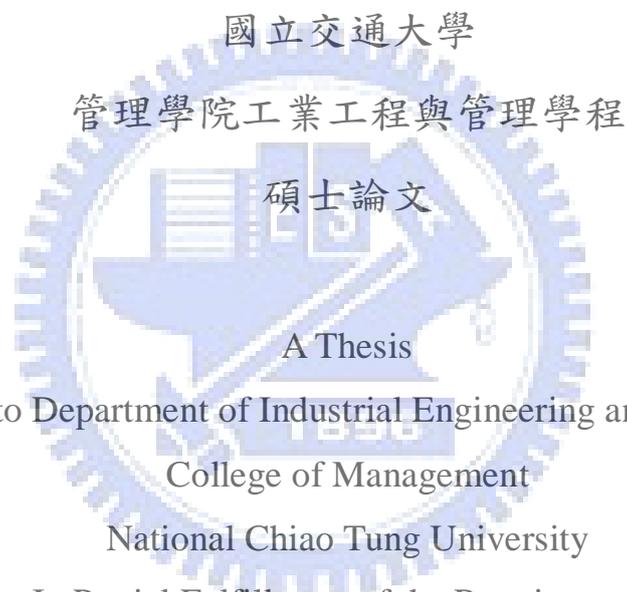
Student : Ching-Wan Kuo

指導教授：唐麗英 博士

Advisor : Lee-Ing Tong

洪瑞雲 博士

Ruey-Yun Horng



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

June 2008

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年七月

晶圓出貨檢驗流程之標準化及 電腦作業系統之構建

研究生：郭晴菀

指導教授：唐麗英

洪瑞雲

國立交通大學 管理學院 工業工程與管理學程 碩士班

摘要

晶圓製造為所有現今科技產業之根源，競爭亦最為激烈，而晶圓品質的好壞，也就成為晶圓製造廠是否具有競爭力的關鍵因素，因此晶圓製造廠商都急欲提昇生產產品的品質與產量，以滿足各戶需求。在追求產能的極大化與穩定的產品良率時，除不斷精進製程技術外，亦大量使用自動化技術，唯對於晶圓出貨外觀檢驗部分，由於相關設備無法精確判斷與分類產品屬性，仍需大量使用人工作業方式，因此產品出貨檢驗作業往往成為最大的生產瓶頸與人力成本所在。再者透過人工作業紀錄之產品生產履歷，工程師在審視目前產線狀況或進行產品分析作業時，無法快速將所有的生產履歷原始資料整理出有效可判讀的資訊，往往錯失問題解決的時效性。因此，本研究之主要目的即是針對半導體廠之晶圓出貨檢驗作業，進行流程分析、簡化並做合理的調整，進而將作業程序標準化、將作業環境流線化，並依此建構出一套能連接產品出貨系統及前製程之有完整檢驗紀錄的生產資訊系統。本研究所發展之晶圓出貨檢驗電腦作業系統，能完整地串聯產品所有製造資訊，因此可大幅提高生產作業之效率。本研究最後以新竹科學園區某半導體公司的實例，驗證本論文所建構的晶圓出貨檢驗電腦系統確實有效。

Standardization and Establishment of Computer Operating System in wafer outgoing inspection process

Student : Ching-Wan Kuo

Adviser : Lee-Ing Tong

Ruey-Yun Horng

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

Wafer manufacturing is the fundamental of high-tech industry and competitive. The quality of wafer is the key factor of competition of wafer factories (FAB). That is the reason why every FAB tries to raise the wafer quality and quantity to satisfy customer's requirement. To achieve maximum capacity and stable yield, FAB has been improving wafer process by enhanced and automatic technicality. While for the wafer outward inspection before wafer shipment, the inspection is still implemented by manual operation due to relevant equipments can not recognize and tell good or bad wafer precisely. The process of wafer outgoing inspection is usually the bottleneck process and labor cost is huge.

Furthermore, the engineer can not make the right decision through reading a manual writing record and miss the right time to solve a problem. Therefore, this paper is to analysis, simplify and reasonably adjust the process in order to standardize the process and make the operation move smoothly. And to establish a manufacturing information system with completed inspection record.

This paper is supposed to link related manufacturing process completely by using wafer outgoing inspection system thus the manufacturing is efficiency. The background of this paper is a semiconductors company in the Hsinchu Science-based Industrial Park. The wafer outgoing inspection system was verified and effective that is described in this paper.

誌謝

能順利完成此篇論文，首先要感謝唐麗英老師的指導，在論文的研究過程及撰寫期間，唐老師總是不厭其煩地幫我確認論文邏輯之合理性並適時給予指導，使得本論文可以順利完成。另外，要感謝的是論文的口試老師：李榮貴老師以及黎正中老師，有了你們的協助及建議，讓我在學習過程中，獲得需多寶貴的觀念與正確的想法，亦使得本論文更為完整。

最後要感謝我的家人與公司同事，在求學的三年期間默默的在各方面支持我，多虧有你們的體諒與寬容讓我可以無後顧之憂的完成進修，你們是我完成學業的最大支柱。

隨著論文的完成，在職專班的學業也將結束，回顧過去三年的求學歲月，一邊工作一邊讀書的日子真的不輕鬆，但是過的非常充實，我相信這會是我人生中最美好的歲月之一，願與所有關心我的人分享此份喜悅。

郭晴苑 謹誌於

國立交通大學 管理學院

工業工程與管理學程 碩士班

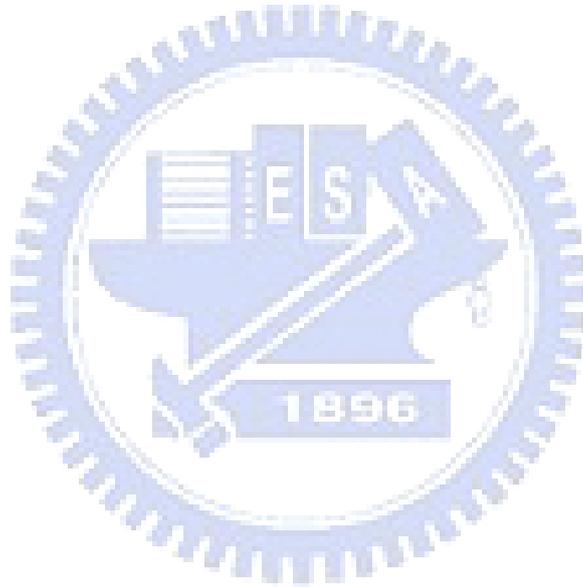
2008 年 7 月 29 號

目錄

摘要	III
Abstract	IV
誌謝	V
目錄	VI
表目錄	VII
圖目錄	VIII
第一章 緒論	1
1.1 研究動機與背景	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究限制	4
1.4 研究架構	4
第二章 文獻探討	5
2.1 半導體DRAM製造程序概述	5
2.2 系統分析工具	8
2.2.1 查檢表	8
2.2.2 柏拉圖	8
2.2.3 特性要因圖	9
2.2.4 推移圖	9
2.2.5 對策提出與實施計劃表	9
2.3 系統開發相關技術介紹 [6] [7]	9
2.3.1 .NET架構(.NET Framework)	9
2.3.2 ADO.NET	10
第三章 出貨流程改善與作業系統構建步驟	13
第四章 實例驗證	17
4.1 案例現況分析與評估	17
4.2 作業流程改善	23
4.3 電腦系統建構	25
4.4 系統功能簡介	28
4.5 研究成果	32
第五章 結論與貢獻	34
5.1 結論	34
5.2 貢獻	34
參考文獻	36

表目錄

表 2-1 堆疊式與溝槽式電容技術.....	6
表 3-1 查檢表.....	13
表 3-2 對策提出與實施計劃表	15
表 4-1 檢驗時間檢查表.....	18
表 4-2 時間差異分析表.....	20
表 4-3 Key-in作業實際驗證結果整理表(50批).....	21
表 4-4 分數評定表.....	22
表 4-5 要因改善對策提出與實施計劃表	22



圖目錄

圖 2-1 晶圓程製	7
圖 2-2 晶圓出貨外觀檢驗流程	7
圖 2-3 SQL DataAdapter 示意圖[7].....	12
圖 3-1 層別圖.....	14
圖 3-2 特性要因圖.....	14
圖 3-3 柏拉圖	15
圖 3-4 研究架構圖.....	16
圖 4-1 案例公司現行晶圓出貨檢驗作業流程圖.....	17
圖 4-2 OQC作業時間層別圖.....	19
圖 4-3 OQC作業時間差異柏拉圖.....	20
圖 4-4 OQC 作業特性要因圖.....	21
圖 4-5 對策前OQC作業動線示意圖.....	23
圖 4-6 對策後OQC作業動線示意圖.....	24
圖 4-7 QC點檢生產系統架構圖.....	25
圖 4-8 使用者介面建構流程.....	26
圖 4-9 系統建構與操作流程圖.....	27
圖 4-10 開啟OQC Client程式.....	28
圖 4-11 系統功能選單.....	28
圖 4-12 收貨作業功能.....	29
圖 4-13 履歷檢驗作業功能.....	29
圖 4-14 產品外觀檢查作業功能.....	30
圖 4-15 產品出貨過帳確認作業功能a.....	30
圖 4-16 產品出貨過帳確認作業功能b.....	31
圖 4-17 產品資料查詢作業功能.....	31
圖 4-18 人員產出效率推移圖.....	32
圖 4-19 產品平均檢驗時間推移圖.....	33

第一章 緒論

本章各小節依序介紹本研究之動機、背景與目的，以及研究架構。

1.1 研究動機與背景

半導體可說是現今高科技產業的基礎，在全球電子、資訊、通訊、數位消費性電子需求市場持續熱絡及能源環保議題發酵的助力下，目前熱門的明星產業，如：太陽能、液晶顯示器(LCD; Liquid Crystal Display)、發光二極體(LED; Light Emitting Diode)、動態隨機存取記憶體(DRAM; Dynamic Random Access Memory)、快閃記憶體(Flash Memory)等，都呈現高度的成長，而這些產業的發展皆脫離不了半導體技術之範疇。其中又以晶圓製造為所有產業之根源，競爭亦最為激烈，而晶圓品質的好壞，也就成為晶圓製造廠是否具有競爭力的關鍵因素，因此晶圓製造廠商都急欲提昇生產產品的品質與產量，以滿足各戶需求。

由於晶圓基材的擴大與製程持續的微縮，加以電路設計的複雜化。許多晶圓產品的異常，在考量裸晶產品的脆弱性下，無法直接透過單純電性檢測方式完全篩檢，必需輔以外觀上電路之檢查以確認產品好壞。再者，半導體產品需由完整晶圓製造及封裝測試製程產生，成本高且耗時，若能於晶圓出貨前將異常產品篩檢分出，對於後續封裝測試成本的節省可說效益極高，因此晶圓出貨除進行電性相關測試外，透過產品外觀上的檢查，找出產品異常，亦有其必要性。

目前晶圓製造廠為追求產能的極大化與穩定的產品良率，除不斷精進製程技術外，亦大量使用自動化技術，唯對於晶圓出貨外觀檢驗部分，雖然目前業界已發展出全自動的目檢設備，確只能協助分辨產品差異，但差異中何者為異常？又是哪種異常？由於是非數值化生產資訊，無法透過現有

製造系統自動判斷異常(或缺陷)屬性並加以紀錄，因此仍需要經過完整相關訓練的技術員進行判斷，透過紙本生產流程表(run-card)紀錄檢驗資訊，留下完整生產紀錄。然而由於大量使用人工作業方式，在無法細分作業項目以建立標準作業程序的情況下，人工作業的方式成效不彰。在晶圓製造廠積極追求效率與產能的同時，產品出貨檢驗作業往往成為最大的生產瓶頸與人力成本所在。再者，由於產品異常紀錄為紙本或非標準化的簡易試算表系統紀錄，工程師在審視目前產線狀況或進行產品分析作業時，無法在短時間將所有的原始資料整理出有效可判讀的資訊，往往錯失問題解決的時效性。

因此，若能對晶圓外觀檢驗作業進行合理的流程分析與檢驗項目細分，進而將作業程序標準化及作業環境流線化，可大幅降低作業的複雜性及提昇檢驗效率。同時透過資訊系統留下之紀錄，再結合現行生產資訊，將可縮短出貨時間，提昇人員工程分析與產線回饋效率，更可於生產資料的保存上獲得統一完整的保障，此應為各晶圓製造廠目前努力之方向。

1.2 研究目的

目前半導體業界的出貨檢驗作業，需要仰賴大量的人力進行，作業內容基本上分為三大部分，分別為生產履歷的確認、實體產品的檢驗及檢驗結果的紀錄。在無明確細分與定義檢驗作業項目及程序下，作業人員任意選擇對其最方便的檢驗項目開始進行作業，使得每個人在作業程序上皆可能不同，往往導致產品檢驗動線混亂，甚至有項目漏檢或重複檢驗的情況發生，造成檢驗作業效率不彰。

不同的檢驗項目亦有其作業上的特性與問題，在實體產品檢驗部分，是經由自動檢驗設備先行區分產品之差異，再透過人工的彈性判斷來決定產品的好壞，工作內容單純，並無太多作業上可調整的空間。但在生產履

歷確認及檢驗結果紀錄的部分，由於現今產品製程複雜，加以品項眾多，完全的人力作業，往往成為人員於產品判斷上的沉重負擔，導致作業耗時且容易出錯，造成公司出貨困擾與客戶抱怨的有形與無形損失，若能善用資訊系統將相關作業由電腦程式自動處理，應能有效降低作業時間並提昇作業準確率，相對產能的提昇與人員的運用效率，亦更有彈性與空間。

因此，本研究之主要目的即是針對半導體廠之晶圓出貨檢驗作業，進行合理的流程分析與檢驗項目的細分，進而標準化作業程序、流線化作業環境，以降低作業複雜性及提昇檢驗效率。再依此建構出一套有完整檢驗紀錄之電腦系統，人員作業需透過系統強制進行標準檢驗作業程序，並能連接產品出貨系統及前製程之生產資訊系統，即本研究所發展之晶圓出貨檢驗電腦作業系統，能完整地串聯產品的所有製造資訊。

由於現今產品製程複雜，加以品項眾多，檢驗作業的不同條件，造成人工作業變得極為繁複，透過電腦作業系統的自動運算功能，可單純化線上人員產品檢驗作業，在產品履歷部分只需透過條碼(Bar-code)即可由系統經由與生產及出貨資訊庫的連接，自動確認正確性；在產品外觀異常部分亦可由系統已定義之異常名稱選項，透過選單方式快速紀錄與標準化資料格式，工程師亦可經由系統資料庫，快速分類搜尋有用資訊，迅速找出問題並改善之。最終使得本研究所發展之資訊系統能完成跨系統整合與即時呈現資訊，以動態的方式掌握製造流程各個環節，以提升產品管理的速度與精準度，使工程人員能由「多維」的角度進行各種資訊的交叉分析並呈現有意義的資訊，或針對特定項目進行 360 度資料下鑽(drill down)，隨時檢視檢驗作業上的狀況，以掌握產品問題主導權，簡化傳統上相當複雜的大型資料整合分析工作，以符合公司品質控管的需求，將檢驗作業流程與相關工程分析所需耗費的時間成本降至最低，同時減少時效損失。

最終，期望透過本研究由作業面到系統面整體的改善，在降低檢驗人員作業負擔的同時，亦大幅提升產品的檢驗品質，確實發揮晶圓檢驗的基

本功能，降低人員誤檢率，減少相關客訴事件的發生。

1.3 研究限制

本研究因下列主客觀因素影響，使得本研究有以下之限制：

本研究以半導體 DRAM 製造公司為例，選取的研究範圍僅限晶圓廠出貨作業，故本研究成果無法直接應用於其他產業或產品。

1.4 研究架構

本論文共分為五章。第一章敘述研究背景、研究目的、研究限制與架構等；第二章探討相關文獻，包括有半導體製造程序介紹、系統分析工具介紹，其中包含查檢表、柏拉圖、特性要因圖、推移圖之介紹及系統程式開發技術簡介；第三章為研究之步驟規劃，包括有作業流程分析與改善、系統程式設計流程；第四章為實例驗證部份，以半導體晶圓廠之出貨檢驗作業為例，以第三章的方法與架構，應用於作業流程分析與改善，並以系統程式開發達到資訊分析與檢驗作業符合高效率、低成本之最終需求；第五章則是本研究之結論，及未來研究方向。

第二章 文獻探討

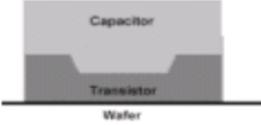
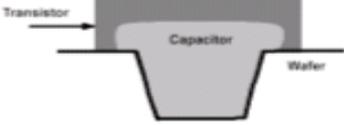
本章主要簡介本研究所需之基本知識與技術。本章各小節依序介紹半導體製造程序概述及品管七工具中之查檢表、柏拉圖、特性要因圖、推移圖等基本系統分析工具，最後一小節則是介紹系統構建所需之程式技術。

2.1 半導體 DRAM 製造程序概述

在半導體製造中，動態隨機存取記憶體(Dynamic Random Access Memory, DRAM)是記憶體積體電路(Integrated Circuit, IC)的主要代表，主要用於電子系統產品的資料儲存或程式記憶，是電子系統產品不可或缺的零組件。DRAM的主要結構是由一個電晶體和一個電容器構成的一個記憶位元(Bit)，每個位元都可以進行高速讀寫的動作，利用電容儲存電荷來達到記憶資料的目的，因此，每隔一段時間便必須進行重寫(Refresh)以避免儲存在電容中的電荷消失而造成資料流失。由於每個記憶位元的元件結構很簡單，非常適合高度密集化，加上DRAM是大宗化產品，具有標準化的規格，使得DRAM的泛用性大幅提高。基於DRAM的元件結構簡單，適合高度集積化，加上產品標準化的因素，長久以來DRAM的製程技術一直是半導體製程技術發展的指標。在主流DRAM產品方面，為配合CPU處理速度愈來愈快之趨勢，以及提供高解析度和傳輸圖形所需更高頻寬的記憶體需求，DRAM業者均朝向大容量化、高速度化、多功能化、低面積化之趨勢發展。DRAM產品的應用範圍主要為電腦通訊及消費性電子等產業，如：個人電腦、筆記型電腦、印表機、工作站、個人數位助理、行動電話等。DRAM記憶單元的結構方式可分為堆疊式(Stack)與溝槽式(Trench)兩種，如表2-1所示，此兩種方式皆是為了增加電容面積而形成

的立體結構[1]。

表 2-1堆疊式與溝槽式電容技術

	堆疊式(Stack)	溝槽式(Trench)
示意圖		
儲存電容量	高堆疊電極，高介電質	深壕溝，薄介電質置於壕溝內
元件構造	傳統電晶體與電容體	較複雜，需克服基板電極和垂直漏電途徑問題
優點	電容量擴充性佳 高階製程物性限制易克服	單片晶圓裸晶數較堆疊式多10%左右 對電晶體較少溫度影響，與其他邏輯IC製程整合相對較易
缺點	與邏輯元件的整合度需調整，不利於系統單晶片開發	高階製程物性限制高，可能影響良率 往微細電路的先進製程發展時，槽刻易出現技術瓶頸
市佔率	七成	三成
主要採用廠商	Samsung、Micron、Elpida、Hynix、力晶、茂德	Infineon、南亞科、華邦

資料來源：拓璞產業研究所整理[1]

目前台灣的DRAM晶圓廠多採取與國外記憶體大廠進行技術移轉而取得之先進製程技術，再利用製程技術的精進，提昇DRAM晶圓廠的競爭力，另外也藉由策略聯盟與技術合作的方式進行研發，試圖拉近與國外先進技術的差距。本論文所選定之案例公司，所涉入範圍包括IC製造與IC測試，其製作過程如圖2-1所示。DRAM製作需經過數百道製程步驟才能在晶圓表面做出微小的電子元件與電路，在DRAM生產前，光罩公司會將IC的電路佈局圖在平坦的玻璃表面上製成光罩，配合矽晶圓來進行生產，晶圓製程包括清洗、氧化、微影技術、離子佈值、蝕刻、光阻剝除、化學氣相沉積、物理氣相沉積、化學機械研磨、快速加熱退火以及其他過程，將電路及電路上的元件，在晶圓上做出，由於IC上的電路設計是層狀結構，因此要經過多次的光罩投入、圖形製作、形成線路與元件等重複程序，才能做出一個完整的IC，接下來這些晶片還要經過測試及外觀檢驗(圖2-2)，再送至封測廠進行晶圓的分離、包裝和老化測試後，才能送到顧客手中[2]。

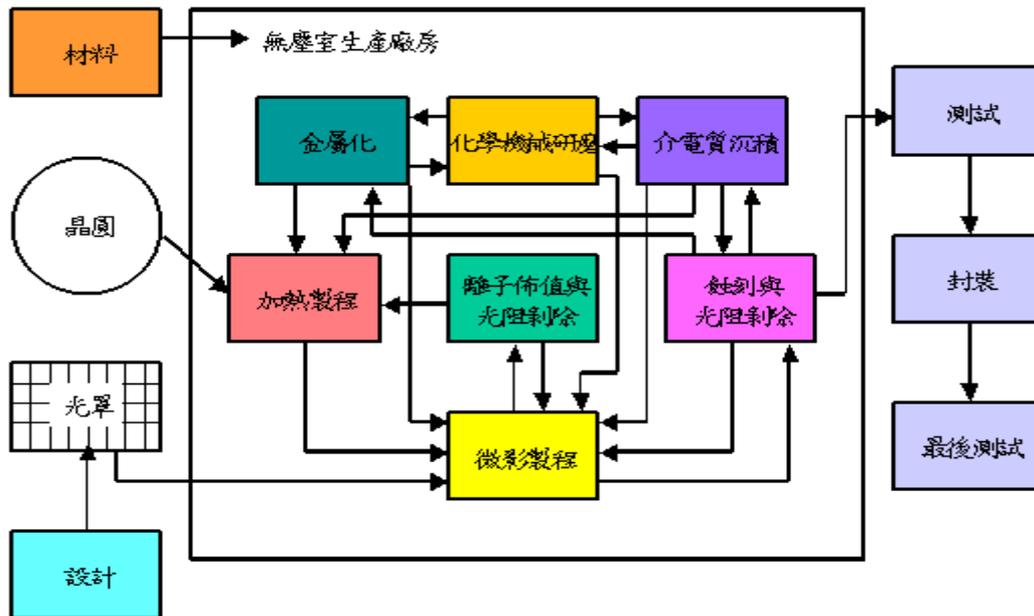


圖 2-1 晶圓製程

資料來源：半導體製程技術導論[2]

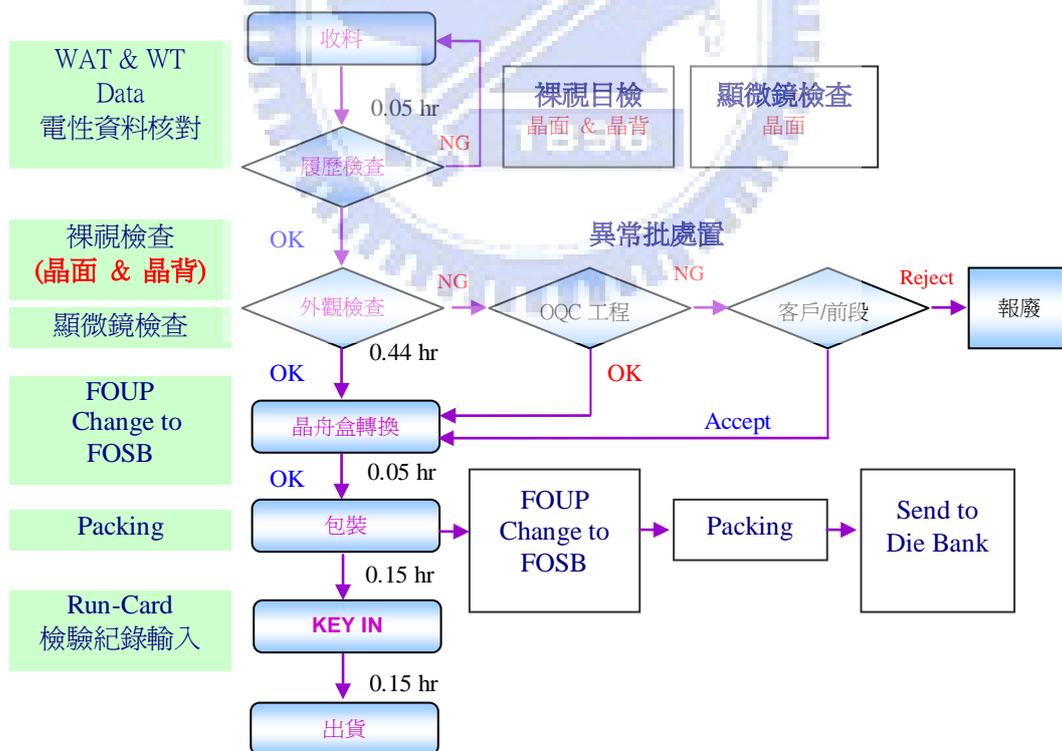


圖 2-2 晶圓出貨外觀檢驗流程

資料來源：本研究整理

2.2 系統分析工具

本小節介紹一些系統分析改善常用的工具，如查檢表、柏拉圖、特性要因圖、推移圖等，用以分析作業現狀，找出其中關鍵問題並解決問題。以下2.2.1~2.2.5各小節，分別介紹查檢表、柏拉圖、特性要因圖、推移圖、對策提出與實施計劃表。

2.2.1 查檢表

查檢表一般用於現場改善活動，為了便於收集數據與解析判斷，而設計的一種表格。以簡單的數據、用容易了解的方式做成圖形或表格。表中記有查檢的必要項目，只要記上查檢記號，並加以統計整理，就可做為進一步分析或核對檢查之用。

查檢表主要分為點檢用與紀錄用兩種，其中點檢用查檢表又稱備忘點檢表，常用於機械設備與活動作業的確認，而紀錄用查檢表又稱改善用查檢表，常用於不良原因與不良項目的紀錄[3]。

2.2.2 柏拉圖

柏拉圖又稱重點管理圖，根據所蒐集的數據，以不同區分標準加以整理、分類，計算出各分類項目所佔比例而按照大小順序排列，再加上累積值的圖形。所謂”柏拉圖原則”就是利用重要的少數項目控制不重要的多數項目，將此原理應用在現場問題改善上，使用柏拉圖找出主要因素，進而針對關鍵重點因素加以解決，則整體問題將有大幅的解決[4]。

2.2.3 特性要因圖

特性要因圖是1943年由石川馨所提出，當一個問題的特性(結果)受到一些要因(原因)影響時，將這些要因加以整理，成為有相互關係且有調理的可一目了然的圖形，這圖形就稱為特性要因圖，又叫魚骨圖(Fish-Bone Diagram) [5] 。

2.2.4 推移圖

推移圖又稱折線圖、歷史圖或趨勢圖，用來表示時間與數量的關係，亦即因時間改變而產生各項資料相對變化的情形，一般用來觀察判斷數據是否有趨勢性或是週期性的變化[3]。

2.2.5 對策提出與實施計劃表

透過腦力激盪的方式，根據所發現的缺失原因提出對策進行改善，唯對策不一定要全部實施，而對策提出與實施計劃表可將對策依改善的不同效果程度透過事先定義的分數評定表加以區分，以總和分數的高低決定對策實施的順序或決定是否值得實施[3]。

2.3 系統開發相關技術介紹 [6] [7]

本小節介紹系統開發的相關技術，由於考量系統開發後，使用上的相容性與維護的方便性，我們選擇目前普遍使用的微軟作業系統開發環境。

2.3.1 .NET 架構(.NET Framework)

NET架構為一建構、部署、執行 XML Web Services 及應用程式之平台，它可提供一高產能、標準、多語之開發環境，並能整合現有投資與下

世代應用程式及服務，並解決了佈建及操作網路應用程式之難題，.NET Framework 是由兩個主要部分所組成：通用語言執行階段程式庫及一組階層式類別程式庫（包括元件化版本的 Active Server Pages 稱為ASP.NET、資料存取子系統 ADO.NET 及建置視窗應用程式開發環境 Windows Forms 等）。

2.3.2 ADO.NET

ADO.NET 是 ADO(Active Data Objects)資料存取模型所發展而出的產品，直接滿足使用者開發可調適性應用式的需求。它是特別針對 Web 的延展性 (Scalability)、無國界特性和 XML 而設計。

ADO.NET 使用許多 ADO 物件，例如 Connection 和 Command 物件，而且還採用新的物件。重要的新 ADO.NET 物件包含 DataSet、DataReader 和 DataAdapter。這個進化的 ADO.NET 和前一版資料架構最大差異在於有 DataSet 物件的存在，它不同於任何資料存放區。基於上述因素，DataSet 可以當作獨立的實體 (Entity)。DataSet 可以被視為一個中斷連接資料錄集(Disconnected Recordset)，它並不知道其所包含的資料之來源或目的端。在 DataSet 內部，很像是在資料庫中，有資料表、資料行、關聯性 (Relationship)、條件約束 (Constraint)、檢視表 (View) 等等。

DataAdapter 是用來連接到資料庫的物件，以將資料填DataSet。然後，根據在 DataSet 持有資料時所執行的作業，連接回資料庫以更新該處的資料。在過去，資料處理是以連接為主。現在，為了使多層次應用程式更有效率，資料處理轉向以訊息為基礎的方法，並以資訊區塊 (Chunk) 為中心。在這個方法的中心是 DataAdapter，提供DataSet 和其來源資料存放區之間擷取並儲存資料的橋樑。它依靠對資料存放區所產生的適當 SQL 命令的要求而完成這項目的。

以 XML 為主的 DataSet 物件提供了一致的程式撰寫模型 (Programming Model)，它和所有的資料存放模型 (扁平式、關聯式和階層式) 相容。DataSet 並不知道它的資料來源為何，它會用集合物件和資料型別來存放它的資料。不論 DataSet 內的資料來源為何，都可以使用 DataSet 及其附屬物件所公開的一組標準 API 來操作處理裡面的資料。

Managed 資料提供者提供資料控制項，易於與 OLEDB 和 ODBC 資料庫來源建立連接，這些資料來源包括 Microsoft SQL Server™、Microsoft Access、Jet、DB2、Oracle 及其他資料格式，雖然 DataSet 不瞭解串聯資料的來源，但是透過 Managed 提供者(Provider)詳細和特定的資訊定義，則可快速有效的連結資料。因此，Managed 提供者的角色是連接、填入和保存 DataSet 至/自資料存放區。

OLE DB 和 SQL Server .NET 資料提供者(System.Data.OleDb 與 System.Data.SqlClient) 是 .Net Framework 的一部份，提供四種基本的物件：Command、Connection、DataReader 和 DataAdapter。這些物件包含功能有以下五種：

1. Connection - 針對資料庫的連接和管理交易。

Connection 是用來與資料庫進行溝通，是由提供者特定類別所代表的，例如 SqlConnection。瀏覽連接和結果集 (Resultset) 的命令是以資料流形式傳回，可以由 DataReader 物件讀取或送回至 DataSet 物件。

2. Command - 針對資料庫發出 SQL 命令。

Command 包含送出至資料庫的資訊，是由提供者特定類別所代表的，例如 SqlCommand。任一命令可以是預存程序 (Stored Procedure) 呼叫、UPDATE 陳述式或可傳回結果的陳述式。您也可以使用輸入和輸出參數，以及將傳回值當作命令語法的一部份。

3. DataReader -針對從SQL 資料來源讀取順向資料流的資料紀錄。

DataReader 物件有點同義於資料上唯讀/順向的資料指標 (Cursor)。DataReader API 支援扁平式和階層式資料。在對資料庫執行命令之後，會傳回 DataReader。傳回的 DataReader 物件的格式不同於資料錄集 (Recordset)。

4. DataSet -針對一般資料、XML 資料和關聯式資料進行儲存、遠端處理和程式設計。

DataSet 物件表示資料的快取，具有類似資料庫的結構，例如資料表、資料行、關聯性和條件約束。DataSet 物件不會直接與資料庫或其他來源資料互動。這樣開發人員才能使用永遠一致的程式撰寫模型，而不管來源資料所在的位置。

5. DataAdapter -針對資料庫將資料送回 DataSet，以及調解資料。

DataAdapter 物件可以當成 DataSet 和資料來源之間的橋樑。當開發人員對 DataSet 做了變更之後，DataAdapter 物件會使用命令更新資料來源。

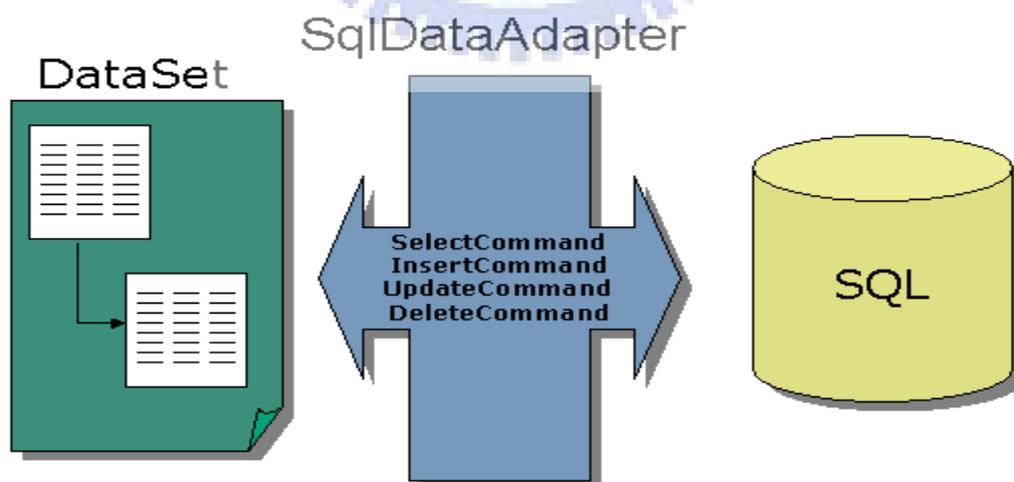


圖 2- 3 SQL DataAdapter 示意圖[7]

資料來源：Microsoft .Net Framework SDK 快速入門教學課程

第三章 出貨流程改善與作業系統構建步驟

本研究主要目的是利用第二章所介紹之系統分析工具及程式開發技術，對於半導體廠之晶圓出貨檢驗線進行詳細的作業分析，並從中找出可改善的關鍵作業環節，標準化作業程序、流線化作業環境，同時據以進行電腦化作業系統之建構，以提昇作業效率與減少浪費，強化產品分析與產線監控時效性。本作業系統建構之執行步驟如下：

步驟 1: 確認現行作業並模組化流程。

針對目前作業加以解析，定義出合理作業流程圖，並到作業現場確認作業流程與實際現況之差異，調整差異，決定最終子作業流程模組，根據該流程圖定義子作業(層別)之標準工時。

步驟 2: 建立檢驗時間查檢表並記錄現況。

依子作業模組之區分方式建立時間查檢表(如表 3-1)，並決定資料記錄時間區間，務必涵蓋目前所有作業時段，確保資料之客觀性。

表 3-1 查檢表

(單位：小時/批)

項目/日期									平均
履歷檢查									
外觀檢驗									
晶舟盒轉換									
包裝									
KEY IN									
平均每批 檢驗時間									

<1> 檢查人：

<5> 檢查方式：

<2> 檢查日期：

<6> 檢查數：

<3> 檢查周期：

<7> 紀錄方式：

<4> 檢查時間：

<8> 判定方式：

資料來源：本研究

步驟3:利用 OQC Cycle time 層別圖(圖 3-1)與 OQC 作業特性要因圖(圖 3-2)及時間差異柏拉圖(圖 3-3)，找出關鍵問題及可能發生原因。透過查檢表所得到的資料，整理成相關的層別圖找出關鍵的子作業，再透過要因分析，了解問題發生原因，找出對策。

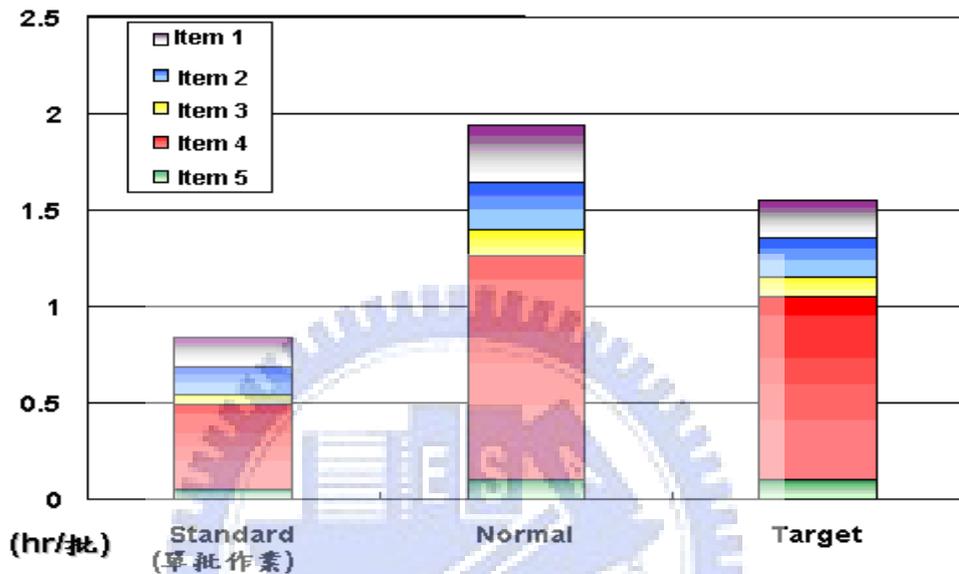


圖 3-1 層別圖
資料來源：本研究

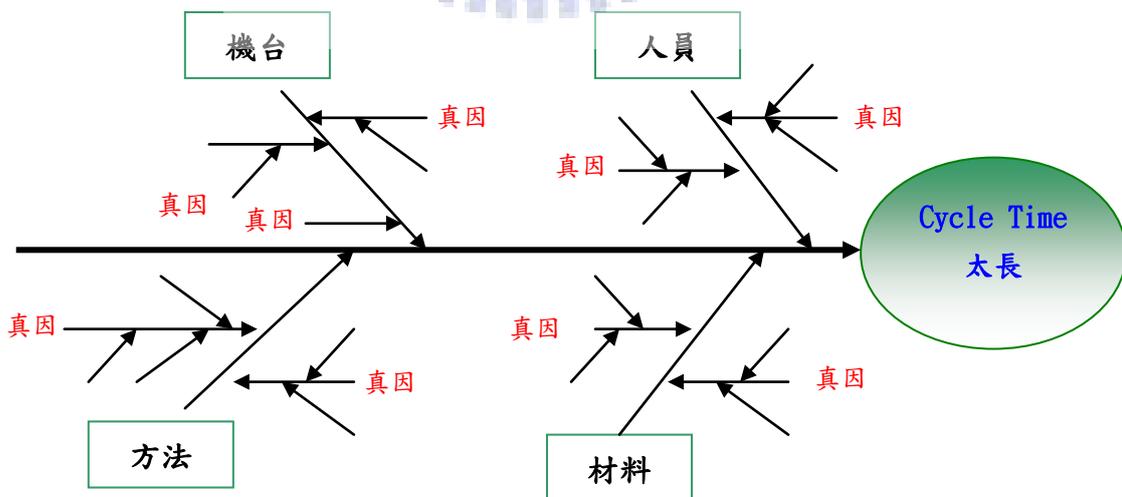


圖 3-2 特性要因圖
資料來源：本研究

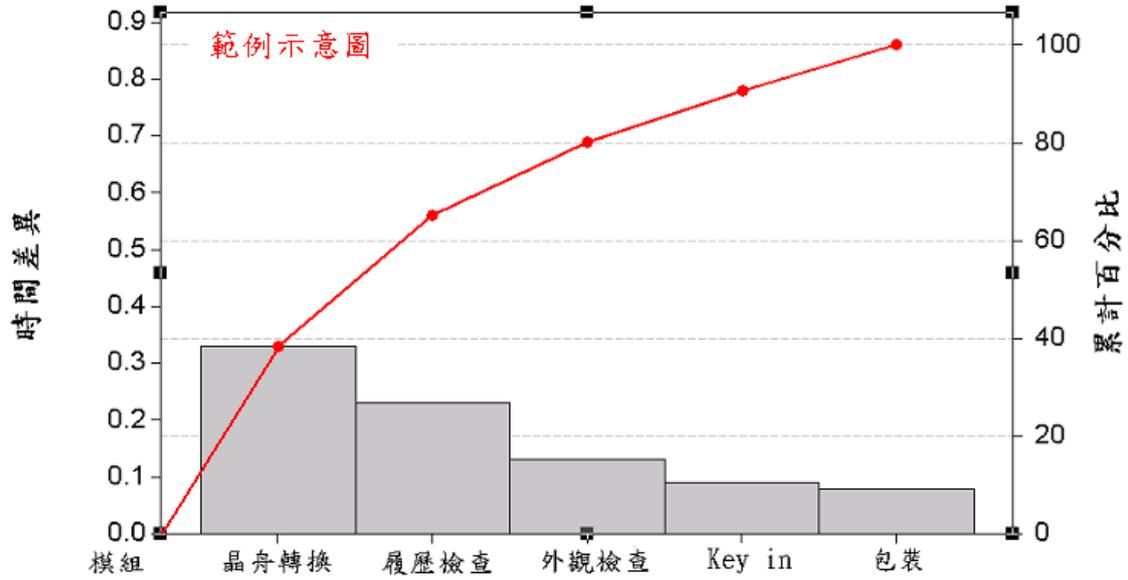


圖 3-3 柏拉圖

資料來源：本研究

步驟 4: 尋找可行對策

利用對策提出與實施計劃表，評估並找出有效可行的對策。

表 3-2 對策提出與實施計劃表

不良項目	要因細分	對策提出	檢討								
			效果	可行性	費用	期間	得分	順位	提案人	試行日期	負責人

資料來源：本研究

步驟 5:實施對策進行作業面改善與調整。

步驟 6:實施對策進行系統面電腦化建構

步驟 6-1 確認需求目標,定義資料庫格式與現行生產資訊串聯基礎。

步驟 6-2 建立使用者介面。

步驟 6-3 撰寫主程式及其他資料處理相關程式碼,提供相關查詢、刪除、新增、修改功能。

步驟 6-4 系統安裝及使用介紹

將程式編譯成可安裝執行檔,並於生產線上電腦執行。

本研究的架構圖如圖 3-4 所示。

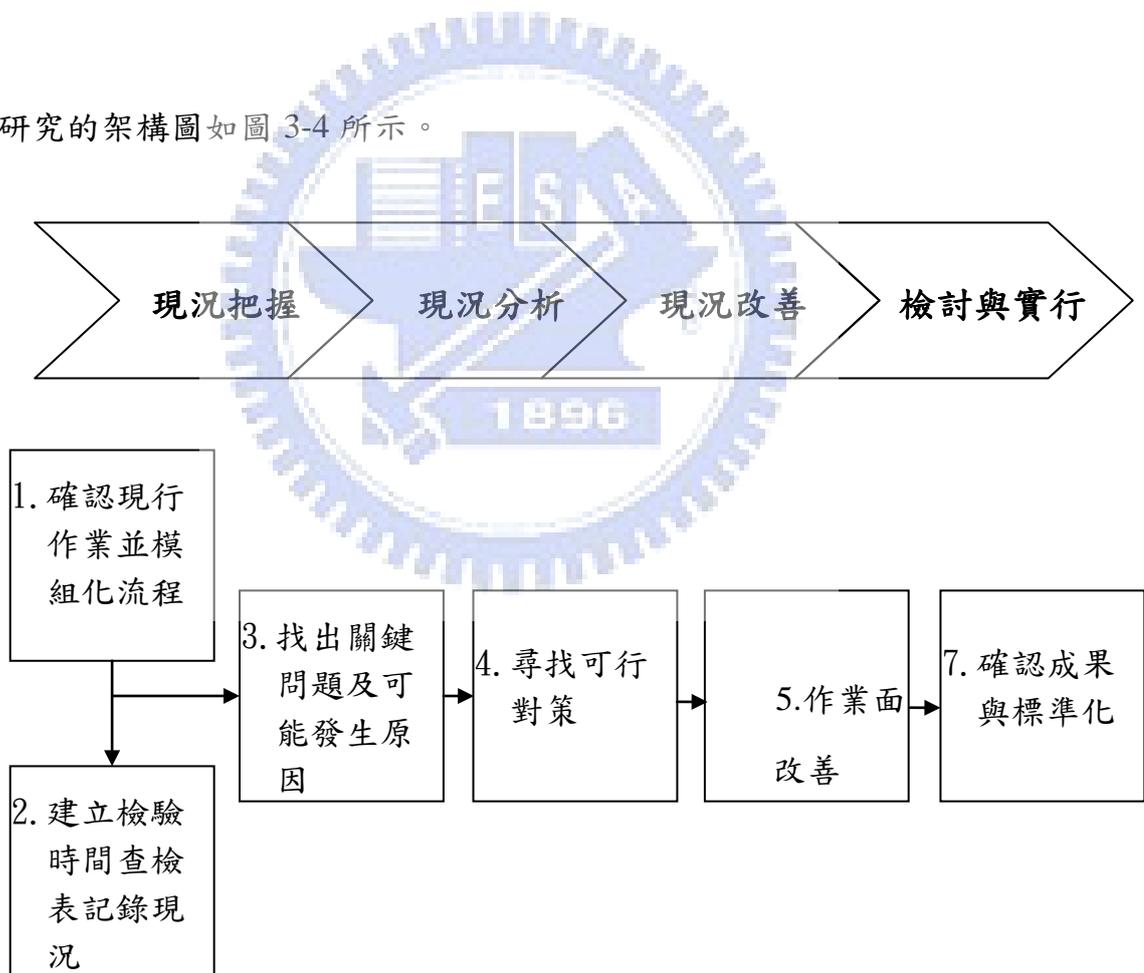


圖 3-4 研究架構圖

資料來源：本研究

第四章 實例驗證

本章以新竹科學園區某半導體製造公司晶圓出貨作業改善為實際案例，說明本研究第三章所提出之晶圓出貨檢驗流程電腦化系統建構步驟，並介紹系統功能。本章分為：案例現況評估、作業流程改善、電腦系統建構、系統功能簡介四個小節依序介紹。

4.1 案例現況分析與評估

步驟 1、確認現行作業並模組化流程

經由實際的生產線確認，將完整晶圓出貨檢驗作業流程依序分為：收料、履歷檢查、外觀檢查、晶舟盒轉換、包裝、檢驗紀錄 Key-in 等六大模組，並定義各模組之標準工時，如圖 4-1 之說明。

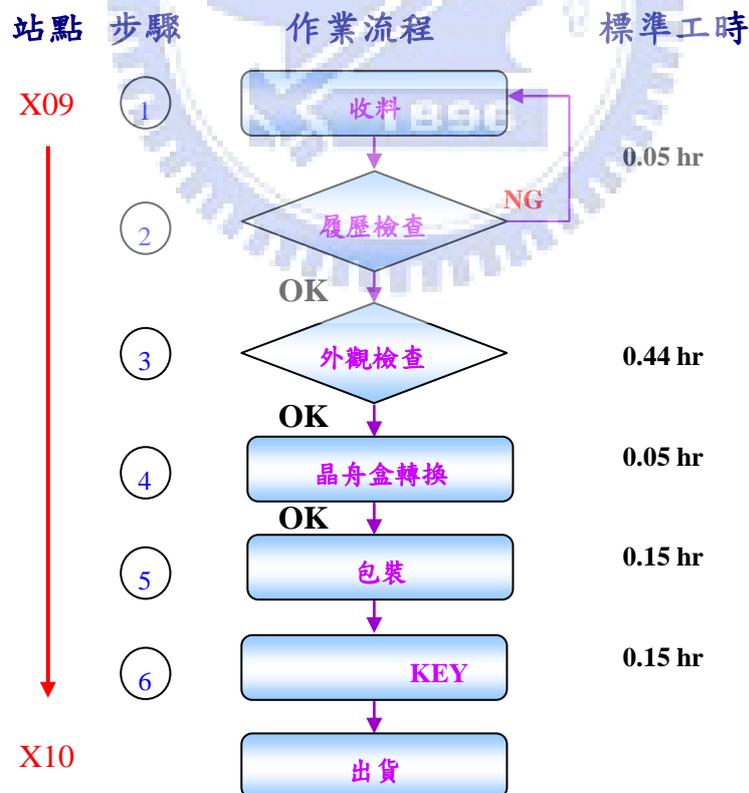


圖 4-1 案例公司現行晶圓出貨檢驗作業流程圖

在圖 4-1 中收料與履歷檢查是分為兩個步驟，以區別不同作業屬性所花費時間，但由於案例公司現行作業為幾乎同步作業，因此將標準工時合併計算為 0.05 小時，其他步驟模組依序定義為:外觀檢查 0.44 小時(包含顯微鏡檢查與裸視檢查)、晶舟盒轉換 0.05 小時、包裝作業 0.15 小時、檢驗紀錄 Key-in 0.15 小時，一批產品的完整平均檢驗時間為 0.84 小時。

步驟 2、建立檢驗時間查檢表並記錄現況

依步驟 1 所定義的作業模組分類，根據表 3-1 檢驗時間查檢表格式，指派固定人員進行為期八天的實際作業時間紀錄，以確認作業目前實際的狀況，查檢結果如表 4-1 所示。

表 4-1 檢驗時間檢查表 (單位：小時/批)

項目/日期	1/24	1/25	1/26	1/27	1/28	1/29	3/1	3/2	平均
履歷檢查	0.7/5	0.82/5	0.75/5	0.65/5	0.73/5	0.68/5	0.65/5	0.63/5	0.14
外觀檢驗	3.1/5	3.1/5	3.4/5	3.9/5	3.7/5	3.1/5	3.4/5	3.8/5	0.69
晶舟盒轉換	0.65/5	0.63/5	0.67/5	0.65/5	0.64/5	0.65/5	0.66/5	0.62/5	0.13
包裝	1.25/5	1.23/5	1.24/5	1.27/5	1.26/5	1.25/5	1.25/5	1.27/5	0.25
KEY IN	2.5/5	2.55/5	2.53/5	2.52/5	2.45/5	2.48/5	2.5/5	2.47/5	0.5
平均每批檢驗時間	1.64	1.67	1.72	1.80	1.76	1.63	1.69	1.76	<u>1.71</u>

- <1> 檢查人：XXX
- <2> 檢查日期：1/24~2/1
- <3> 檢查周期：每天
- <4> 檢查時間：n 點
- <5> 檢查方式：全檢
- <6> 檢查數：全數
- <7> 紀錄方式：阿拉伯數字
- <8> 判定方式：目視/顯微鏡

由表 4-1 結果可以看出目前各模組作業平均所需時間分別為：履歷檢 0.14 小時、外觀檢查 0.69 小時(包含顯微鏡檢查與裸視檢查)、晶舟盒轉換 0.13 小時、包裝作業 0.25 小時、檢驗紀錄 Key-in 0.5 小時，一批產品的完整平均檢驗時間為 1.71 小時，其中與標準作業工時的差距高達 0.87 小時，將近 1 倍的時間。

步驟 3、找出關鍵問題及可能發生原因

經由以上兩個步驟，我們已經定義標準作業時間並取得實際作業時間資料，根據取得的數據，可以利用 OQC 作業時間層別圖與 OQC 作業時間差異柏拉圖的分析方法，找出整個作業環節中，影響較大或首要急需解決的問題，如圖 4-2;圖 4-3 之說明。

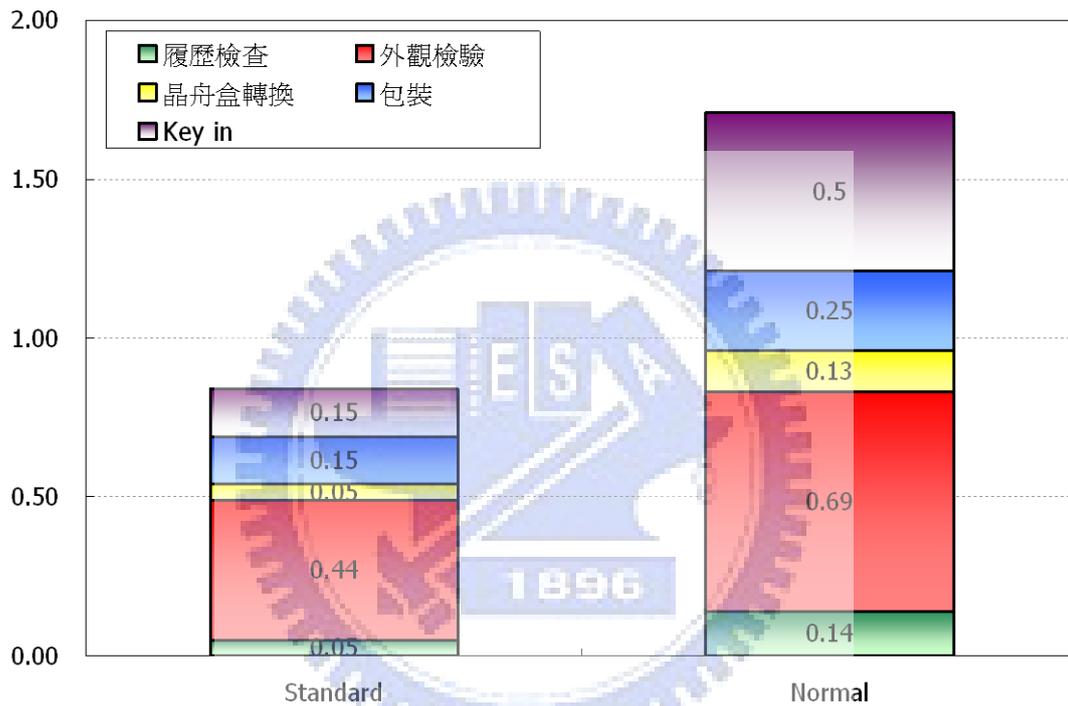


圖 4-2 OQC 作業時間層別圖

由作業時間層別圖可看出，各作業模組的實際工時與標準作業工時皆有一定的差距，茲整理於時間差異分析表(表 4-2)並進行 OQC 作業時間差異之柏拉圖分析。

表 4-2 時間差異分析表

模組	Key in	外觀檢驗	包裝	履歷檢查	晶舟轉換
標準工時(hrs)	0.15	0.44	0.15	0.05	0.05
實際工時(hrs)	0.5	0.69	0.25	0.14	0.13
時間差異(hrs)	0.35	0.25	0.1	0.09	0.08
差異百分比(%)	40.23%	68.97%	80.46%	90.80%	100.0%

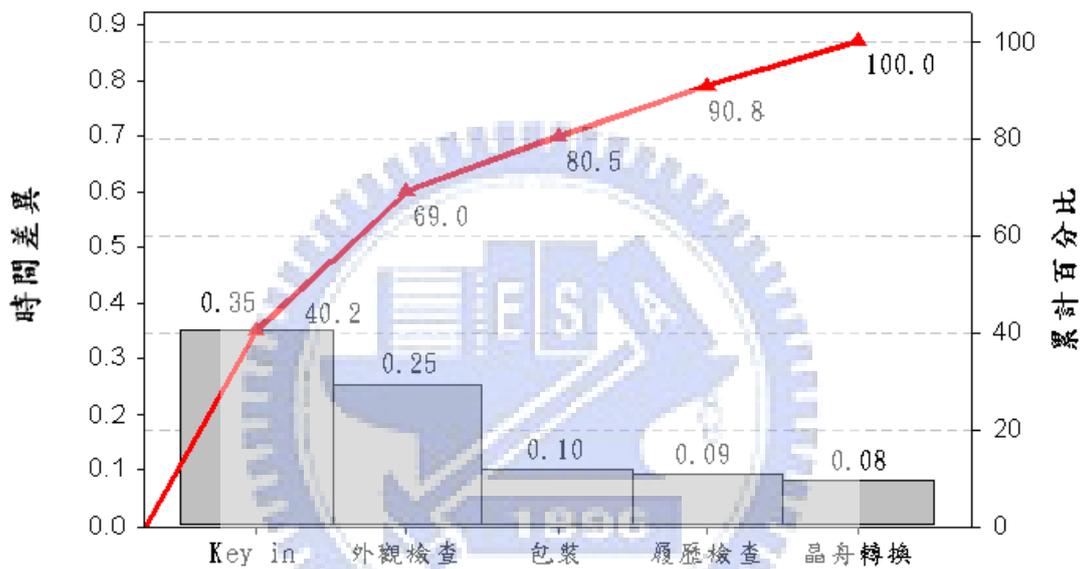


圖 4-3 OQC 作業時間差異柏拉圖

由作業時間差異柏拉圖可看出，各作業模組與相對標準作業的工時差距中，以檢驗紀錄 Key-in 作業差距 0.35 小時佔總差距的 40.23% 貢獻度最高，而後依序為：外觀檢驗 0.25 小時、包裝 0.1 小時、履歷檢查 0.09 小時及晶舟盒轉換的 0.08 小時。可知，若優先改善檢驗紀錄 Key-in 作業，對於作業時間改善有最大的效果。

同時亦利用特性要因圖分析法，要求現場人員進行力激盪，有系統的加以確認造成作業時間過長的實際因素，如圖 4-4 所示。

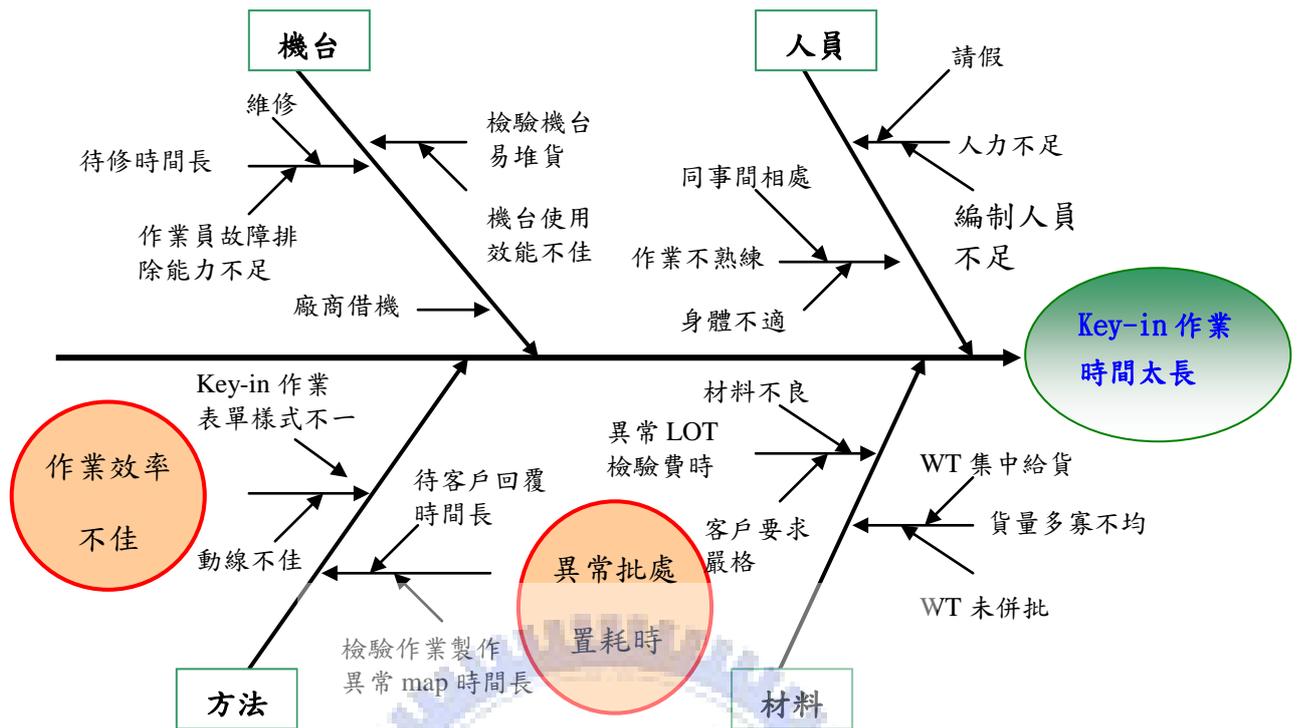


圖 4-4 OQC 作業特性要因圖

表 4-3 Key-in 作業實際驗證結果整理表(50 批)

模組	Map 製作	表單確認	人員移動	等待客戶	Key-in	當機
總工時(hrs)	6	4	4.5	5	4	1.5
平均工時(hrs/lot)	0.12	0.08	0.09	0.1	0.08	0.03
百分比(%)	24%	16%	18%	20%	16%	6%
貢獻度排名	1	4	3	2	4	6

透過特性要因圖、柏拉圖分析及實際線上 50 批產品的紀錄驗證結果，發現實際 Key-in 時間只佔 Key-in 作業時間的 16%，而 Key-in 作業表單不一必須確認、作業環境動線不佳造成人員移動耗時、製作異常 MAP 時間過長、待客戶回覆時間過長等因素分別為貢獻度前四名，共占 78% Kin-in 作業工時，亦即主要問題來自於要因分析圖中的作業效率不佳及異常批處置耗時兩部分。

步驟 4、尋找可行對策

經由以上的分析步驟，可以找到造成晶圓出貨檢驗作業時間太長的重要因素，解決之道是利用對策提出與實施計劃表，依照表 4-3 分數評定表，透過分數加總來尋找可行最佳對策，如表 4-4 之說明。

表 4-4 分數評定表

項目 \ 評分	5	4	3	2	1
	效果	大	—————→		
可行性	高	—————→			低
費用	低	—————→			高
期間	短	—————→			長

表 4-5 要因改善對策提出與實施計劃表

不良項目	要因細分	對策提出	檢討								
			效果	可行性	費用	期間	得分	順位	提案人	試行日期	負責人
作業效率不佳	Key-in 作業 表單樣式不一	開發新作業系統，標準化輸入格式，簡化輸入作業	5	5	5	4	19	2	E	2008/X/Y	A
	動現不佳 (目前單批移動距離 42.6m)	改變 Layout，以簡化動線	5	5	5	5	20	1	F	2008/X/Y	B
異常批處置耗時	待客戶回覆 時間太長	開發新作業系統，標準化資料庫，提昇工程師提供客戶資訊品質	4	5	5	4	18	3	G	2008/X/Y	C
	檢驗作業製作異常 map 時間長	開發新作業系統，加入 MAP 繪製功能	5	4	5	4	18	3	H	2008/X/Y	D

透過對策提出與實施計劃表，可以看出改善方向分別為：作業面的改善與調整與系統面的電腦化建構，於下兩步驟分別進行。

4.2 作業流程改善

根據標準化後之作業流程，進行實際作業環境的改善與調整。

步驟 5、實施對策進行作業面改善與調整

步驟 5 主要針對步驟 4 分析結果中，作業面的部分加以改善，亦即工作動線不佳之要因進行調整。在改善前原本的工作動線為往返式的動線，每一模組作業完成要道下一模組作業需經過較長的移動距離，完整動線全長高達 42.6 公尺，且物流動線反覆交錯，容易導致人員作業疏失，作業時間也較長，如圖 4-5 說明。

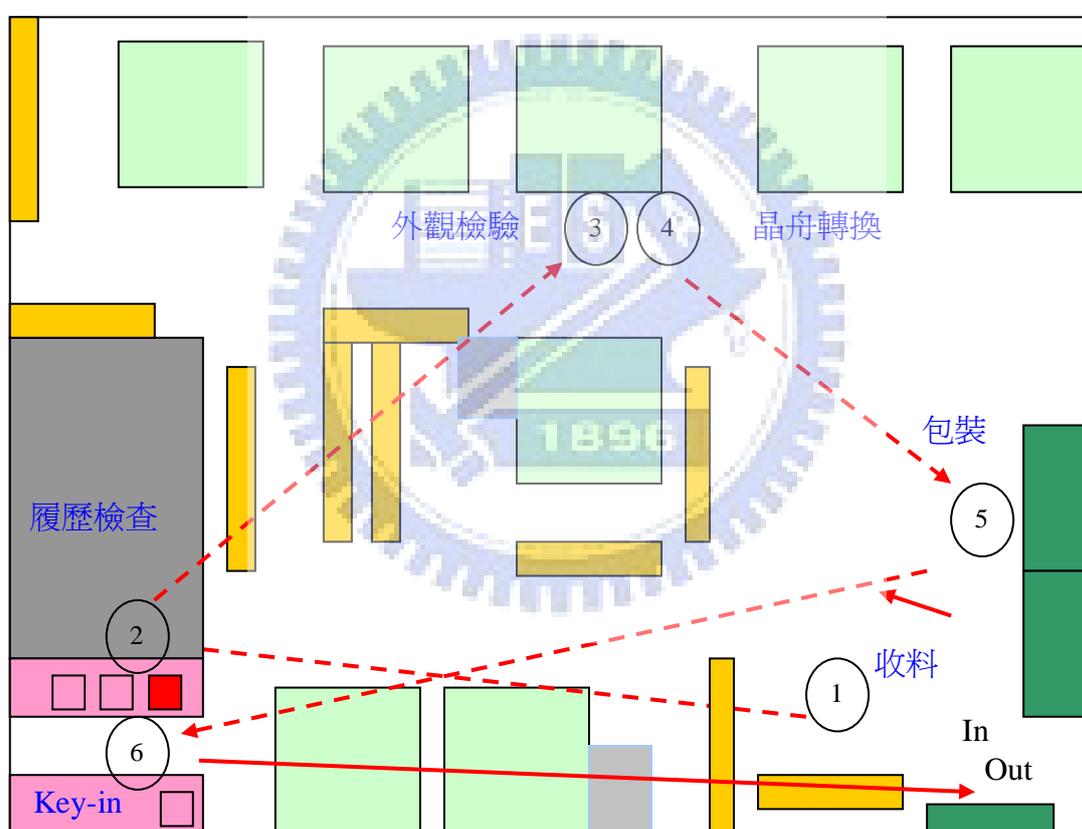


圖 4-5 對策前 OQC 作業動線示意圖

調整後，將動線修正為單線單向作業方式，調整帳務系統電腦位置，依作業模組順序，重新安排作業區 Layout，動線全長由 42.6 公尺減為 30 公尺，亦即每批貨移動距離減少 12.6 公尺，大幅降低物流複雜性，提昇作業效率，如圖 4-6 說明。

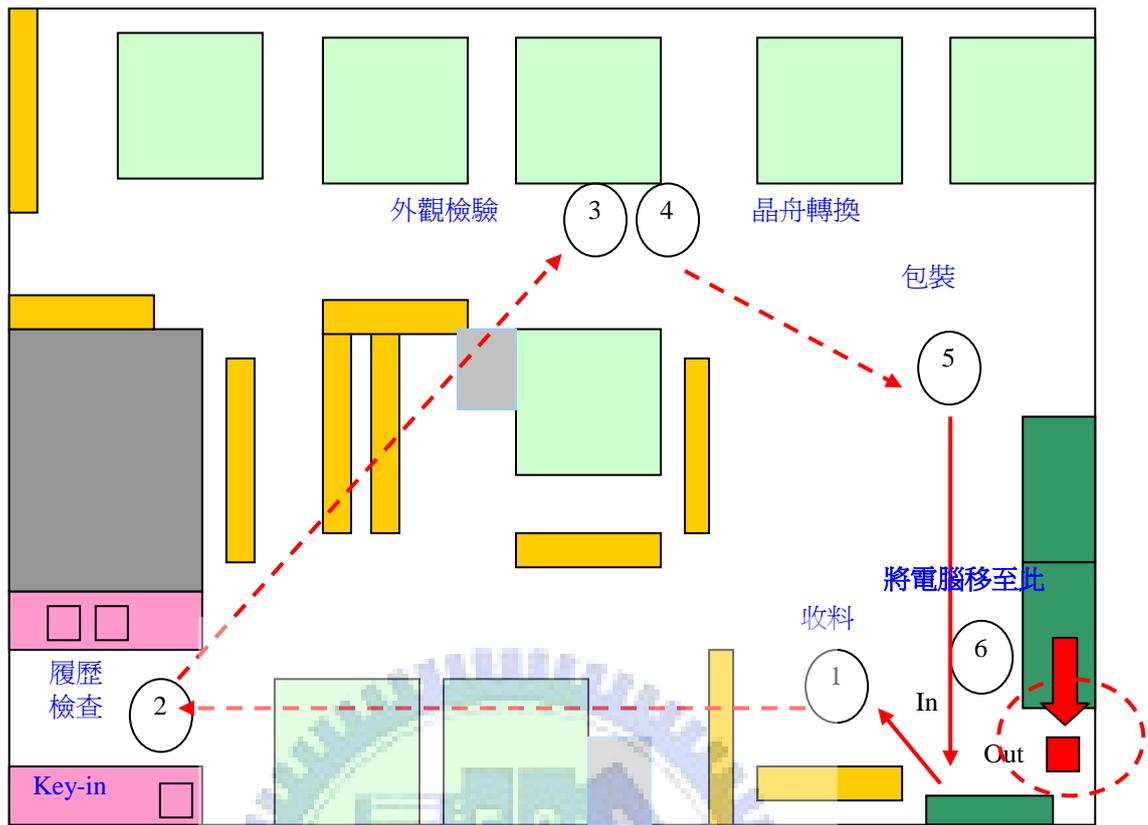


圖 4-6 對策後 OQC 作業動線示意圖

4.3 電腦系統建構

步驟 6、實施對策進行系統面電腦化建構

該步驟主要針對步驟 4 分析結果中，系統面的部分進行系統電腦化的建構，亦即設計開發出一完整電腦作業系統，取代人工確認與紙本紀錄作業，大幅降低人員作業複雜度，提昇作業效率。

步驟 6-1 確認需求目標，定義資料庫格式與現行生產資訊串聯基礎

首先，確認該系統的整體架構與需求，以明確定義系統規模，本系統之整體架構如圖 4-7 所示。

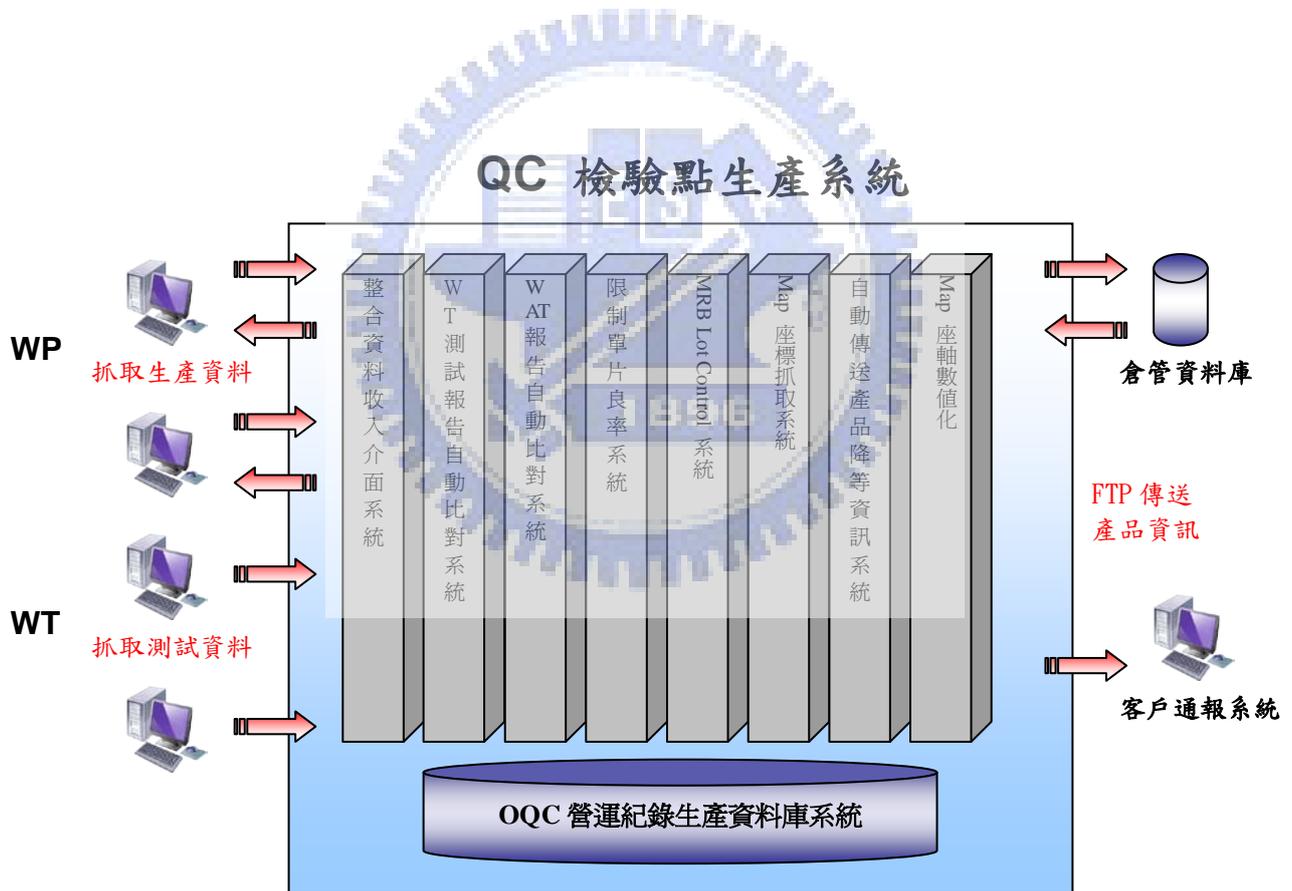


圖 4-7 QC 點檢生產系統架構圖

步驟 6-2 建立使用者介面

根據目前線上作業方式與使用者習慣，決定介面顯示資訊，再串聯相關資訊系統與資料庫，建構相關輸入、輸出控制項與畫面，建構流程如圖 4-8 所示。

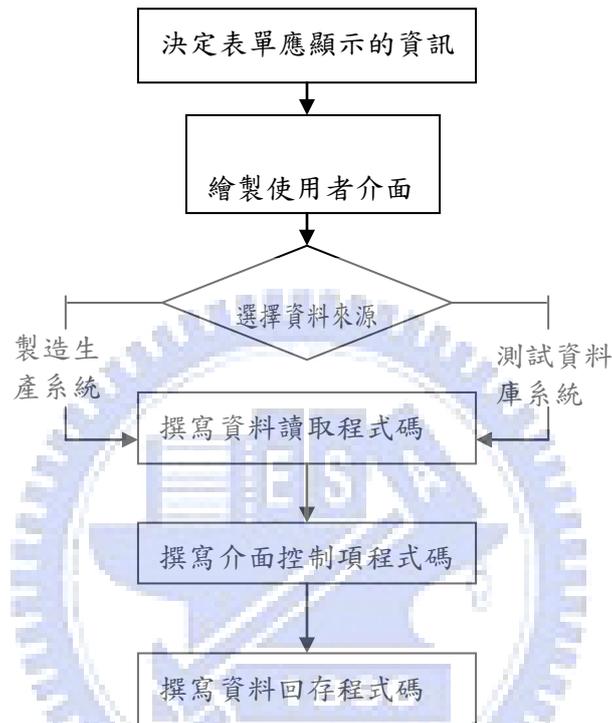


圖 4-8 使用者介面建構流程

步驟 6-3 撰寫主程式及其他資料處理相關程式碼

檢驗作業輸入表為主程式部分，是利用條碼讀取技術連結製造生產系統與晶圓測試資料庫，自動帶入生產資訊並比對產品履歷，減少作業人員產品履歷確認時間，簡化資料輸入複雜度，並建立異常產品 MAP 繪製系統，縮短產品 MAP 繪製時間。

透過主程式獲得產品檢驗結果資料，並整合連結之製造生產與測試資料庫，統一資料格式，即可開發其他如查詢、刪除、新增、修改功能之資料處理子系統，滿足工程人員工作需求，提昇人員工程分析效率，與產品

現況的即時掌握，使得客戶能獲得多面向、高品質的產品資訊回饋，加速產品處置速度。

步驟 6-4 安裝及使用介紹

將程式編譯成可安裝執行檔，並於 OQC 線上電腦執行，系統建構與操作流程如圖 4-9 所示。

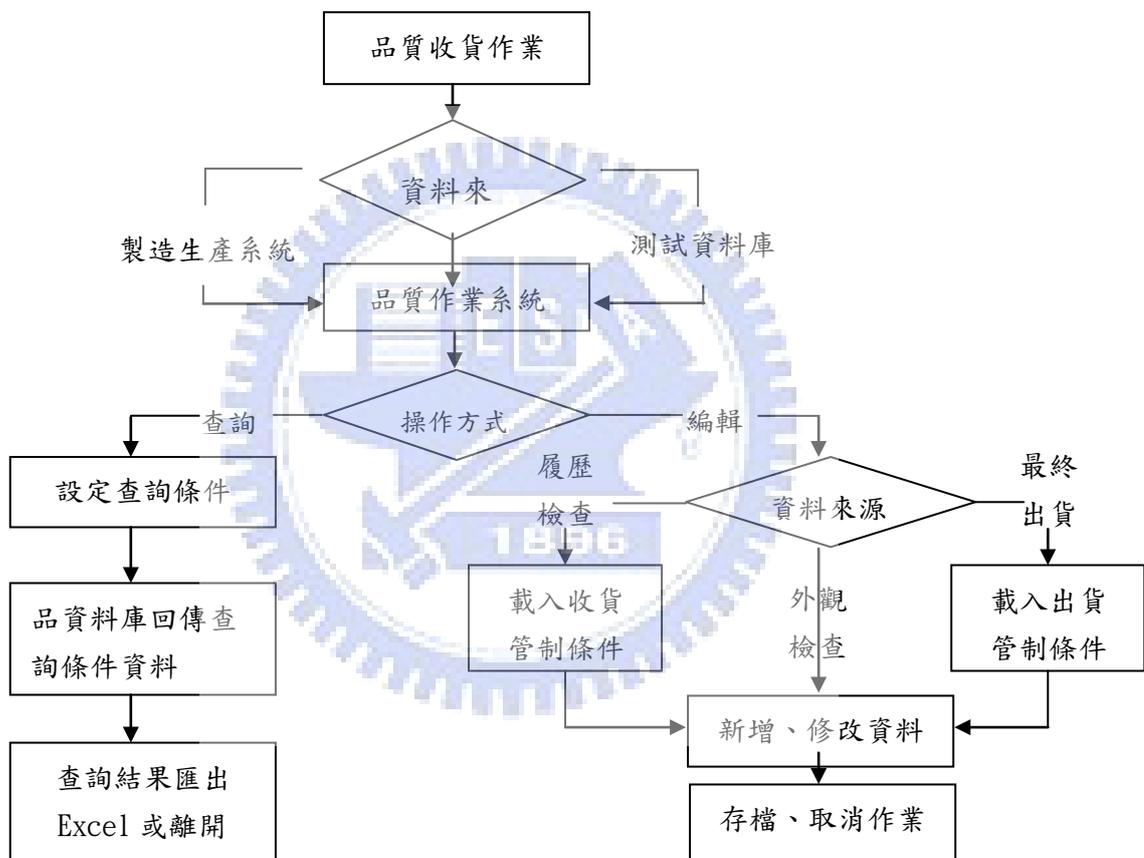


圖 4-9 系統建構與操作流程圖

4.4 系統功能簡介

系統操作使用介紹如下：

由於該系統除產線人員使用外，亦有工程人員使用，即有多人在不同地方及相同時間使用該系統資料庫，因此規劃安裝於公司伺服器上，透過公司區域網路提供給有需求的人員使用，操作方式如下：

1. 直接由電腦桌面開啟程式捷徑，如圖 4-10 所示。



圖 4-10 開啟 OQC Client 程式

2. 系統起始畫面為功能選單，包含所有系統功能選項，如圖 4-11 所示。

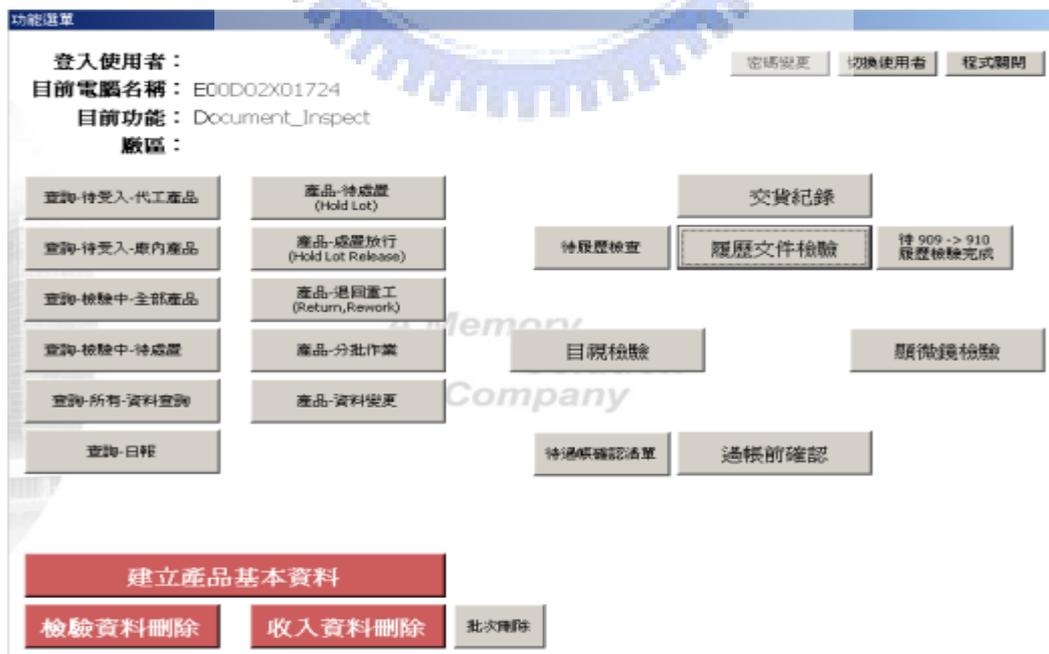
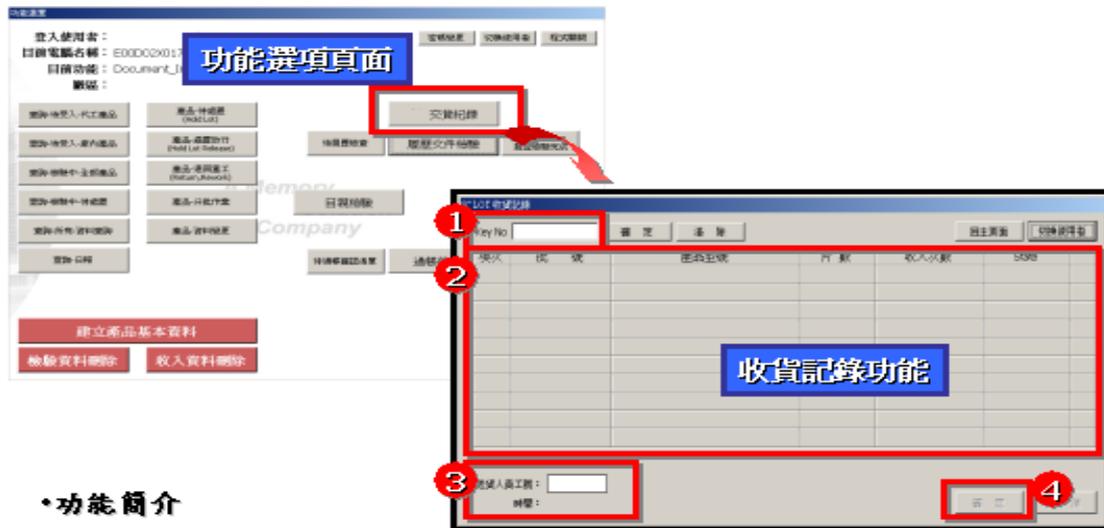


圖 4-11 系統功能選單

3. 選取交貨紀錄選項，進入收貨作業功能，如圖 4-12 所示。

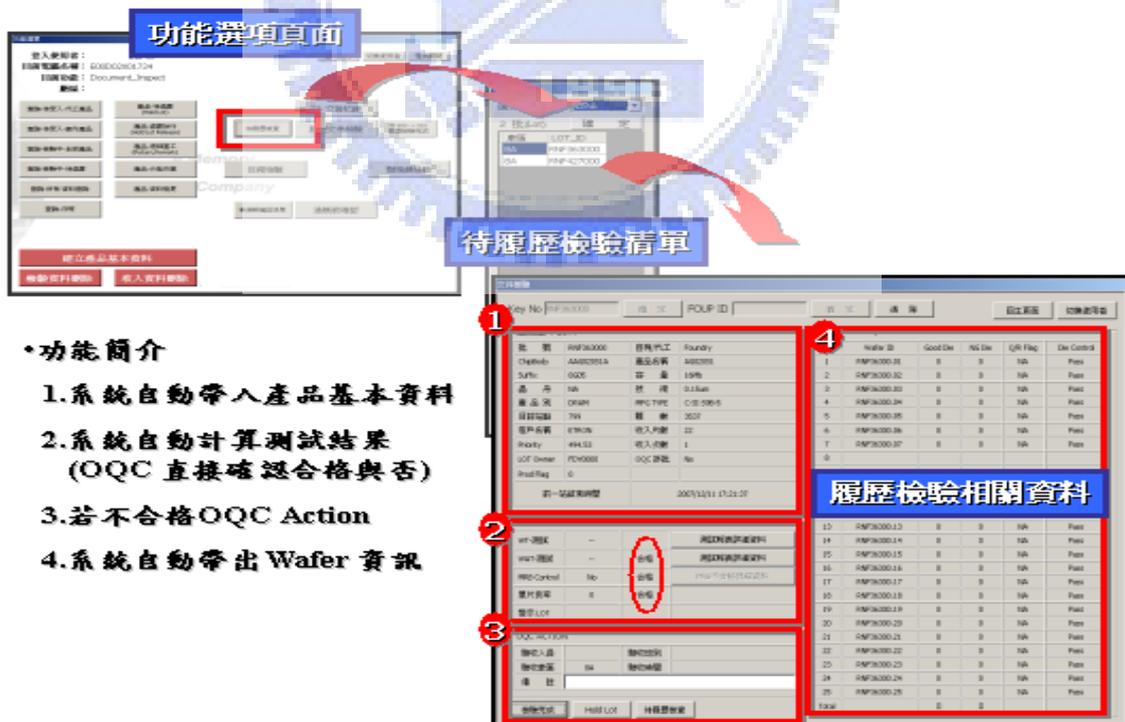


•功能簡介

- 1.透過條碼機讀取晶片盒上條碼,自動帶入KeyNo.
- 2.收貨清單,產品生產資訊自動帶入(一次最多可收入10筆)
- 3.輸入送貨人員工號(時間自動帶入)
- 4.確認本次收貨記錄

圖 4-12 收貨作業功能

4. 選取待履歷檢查選項，進入履歷檢查作業功能，如圖 4-13 所示。



•功能簡介

- 1.系統自動帶入產品基本資料
- 2.系統自動計算測試結果 (OQC 直接確認合格與否)
- 3.若不合格OQC Action
- 4.系統自動帶出Wafer 資訊

履歷檢驗相關資料

圖 4-13 履歷檢驗作業功能

5. 選取微檢、目檢選項，進入產品外觀檢查作業功能，如圖 4-14 所示。

功能選項頁面

微檢功能

目檢功能

1
2
3
4
5

•功能簡介

- 1.系統自動帶出產品資料
- 2.記錄檢驗片號及異常片號
- 3.異常型態點選
- 4.系統帶出異常記錄清單
- 5.不合格OQC ACTION

圖 4-14 產品外觀檢查作業功能

6. 選取過帳確認選項，進入出貨過帳作業功能，如圖 4-15 及圖 4-16 所示。

出貨過帳確認

1
2
3
4
5

•功能簡介

- 1.系統自動帶入產品資料
- 2.各作業模組時間記錄
- 3.生產相關資訊按鈕
- 4.產品檢驗狀態總表
- 5.OQC異常處置

圖 4-15 產品出貨過帳確認作業功能 a

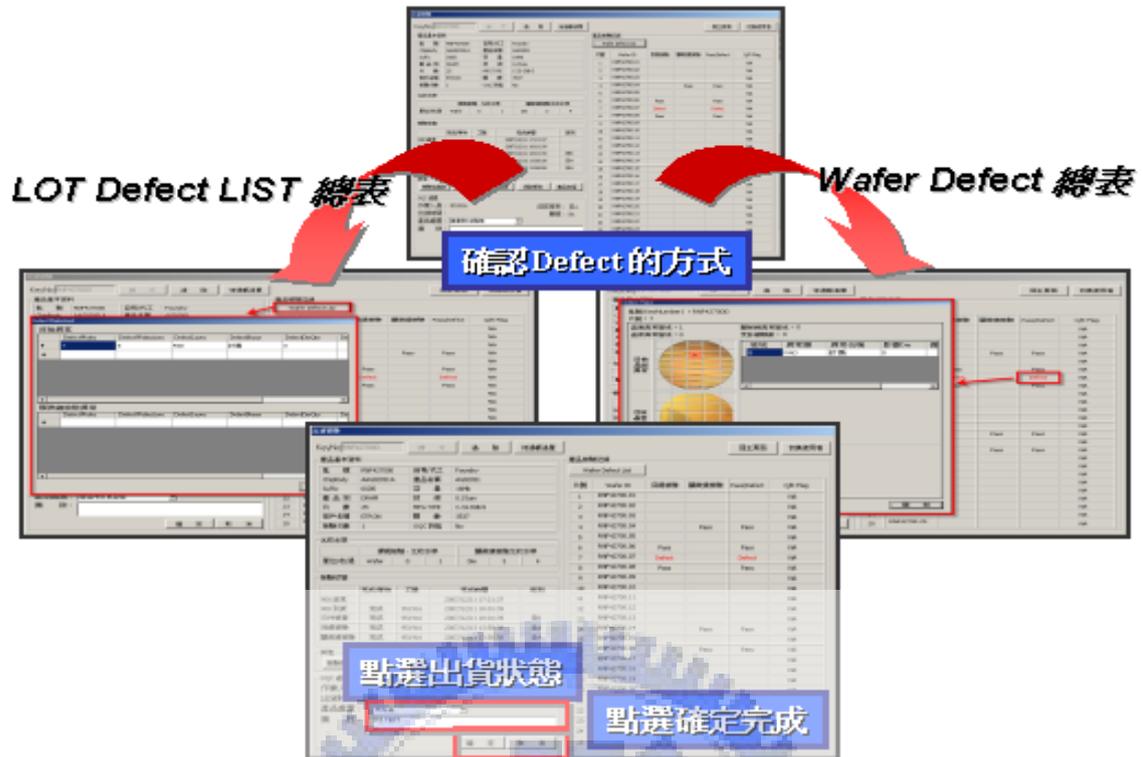


圖 4-16 產品出貨過帳確認作業功能 b

7. 選取搜尋選項，進入資料查詢作業功能，如圖 4-17 所示。

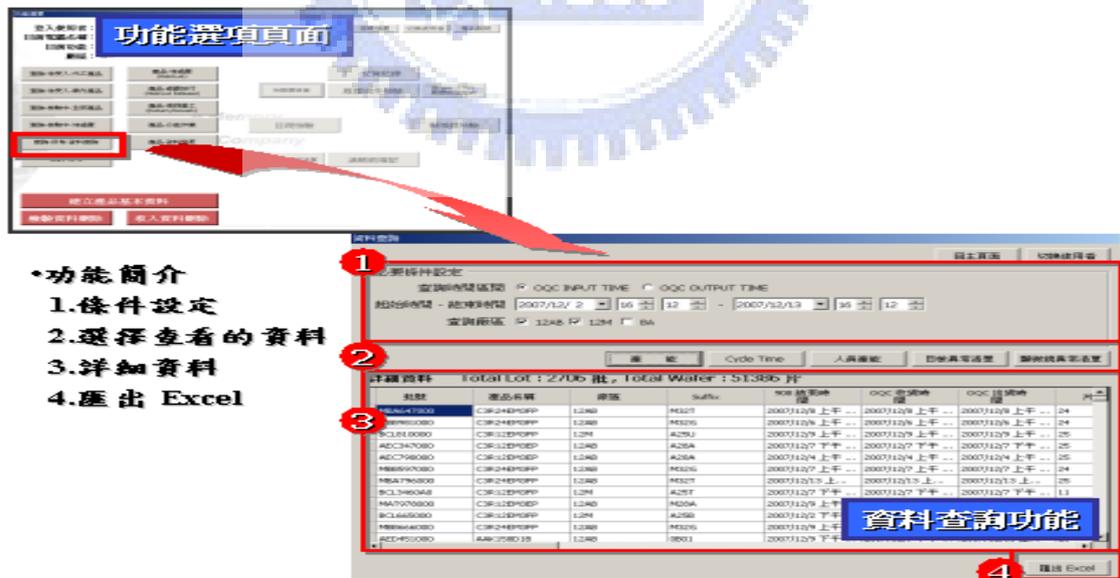


圖 4-17 產品資料查詢作業功能

4.5 研究成果

本研究之案例公司完成對策實施後，經過實際試行系統與線上人員的反應，對該系統皆報以正面的評價，唯並無量化指標可明確判定該系統的效果，因此，本研究之後續工作是針對本研究所開發的晶圓出貨檢驗流程電腦化系統成效進行量化評估，以確認系統是否有效及效益貢獻的程度。

本研究透過人員產出效率(平均每人每天檢驗批數)、產品平均檢驗時間兩項指標，利用推移圖方法來確認本研究之施行效果。由人員產出效率部分，可看出每個作業員在單位時間內的平均檢驗量變化，可釐清總產能的增減是否受人力增減的影響。而在產品平均檢驗時間部分，則可看出對策實施前後，產品檢驗時間的增減趨勢。

為評估改善案是否有效，本研究方法實際應用於生產線試行 19 天，其中包含未改善 6 天、加入作業面改善 6 天、再加入系統電腦化改善 7 天的資料，再以人員產出效率、產品平均檢驗時間兩項指標，透過推移圖加以確認，如圖 4-18 及圖 4-19 所示。

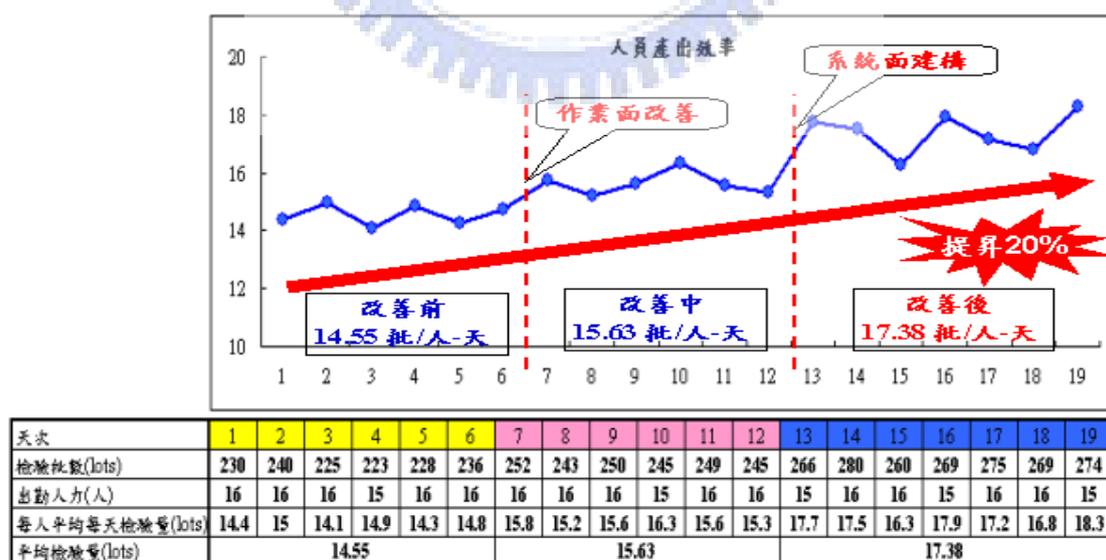


圖 4-18 人員產出效率推移圖

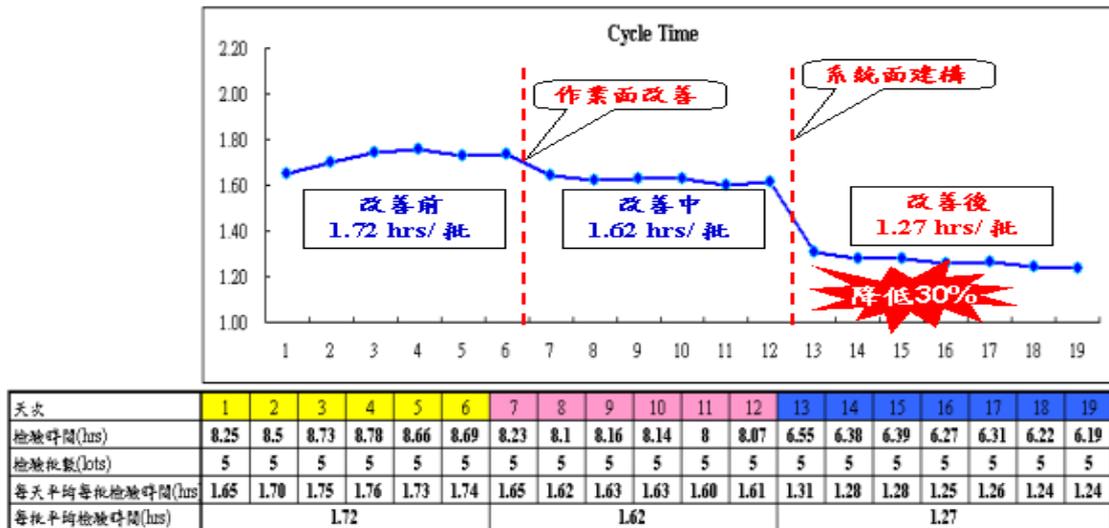


圖 4-19 產品平均檢驗時間推移圖

由產品平均檢驗時間推移圖的結果可以看出，在產品平均檢驗時間的部分，成功由改善前的每批 1.72 小時，經過作業面的調整後，降為每批 1.62 小時，再經過系統面的電腦化，更將平均檢驗時間下修到 1.27 小時，平均每批的檢驗時間減少了 30%。

為確認平均檢驗時間的減少，不是因為加班人力因素所造成，則再透過人員產出效率的推移圖，發現人員的產出效率也由改善前的每人每天平均 14.55 批，經過作業面的調整，提升為每人每天 15.63 批，而經過系統面的電腦化後，更將平均每人每天的產出提升到 17.38 批，平均每人每天的產出增加了 20%。

根據資料顯示，標準工時為 0.84 小時與改善後的作業工時 1.27 小時尚有一段差距，究其原因，懷疑標準工時的判定方式可能不正確，如單一模組標準工時的加總是否即可認定為完整作業之標準工時？是否須考慮增加模組作業轉換銜接之過渡時間？當初定義標準作業工時所選取的樣本作業人員，隨機性是否不足？找到的都為熟練的資深作業員，導致與整體作業員的平均作業水準落差過大？皆為本研究可再探討的方向。

第五章 結論與貢獻

以下兩小節為本章之結論與貢獻。

5.1 結論

目前半導體業界的出貨檢驗作業，需要仰賴大量的人力進行，在製程越趨複雜與產品品項眾多的情況下，人員檢驗作業繁重，已然成為半導體製造環節中人力高度密集的作業之一，大量使用人力的結果導致該作業效率不佳，費時且容易因人為誤判導致作業錯誤。本研究針對半導體廠之晶圓出貨檢驗作業，進行流程分析、簡化並做合理的調整，進而將作業程序標準化、將作業環境流線化，並依此建構出一套有完整檢驗紀錄的生產資訊系統，並透過新竹園區某半導體製造廠的出貨檢驗作業實例，確實證明本研究對晶圓出貨檢驗作業確實有改善的效果，能降低人員的作業負擔及減少因人為所照成的作業疏失，唯本研究結果是否對於公司營運有立即性的成效，則須視晶圓出貨檢驗之相關改善作業是否與該公司的績效指標有連結，亦即改善績效的大小，尚有賴公司目標管理的整體運作。

5.2 貢獻

現今科技產業的競爭程度更勝以往，企業為求提昇作業效率，強化競爭力，不斷的引進更新更好的工作技術與管理方法，加以資訊技術的高度蓬勃發展，作業的自動化與電腦化已然成為各企業必做的改善活動，但並非所有相關改善活動皆能成功，在追求電腦化高效率的同時，往往忽略了作業本身之體質是否完善，導致於最後的改善成果不彰。意即電腦化與自動化活動的成敗關鍵在於本身作業面的合理性與作業流程是否已經標準化，而標準化的落實，亦需利用電腦化的系統加以協助管控。

本研究旨在提昇晶圓檢驗作業的整體效率，即先透過品管七工具對檢

驗作業進行分析，定義合理化的作業流程，進而將該流程標準化，同時流線化現場作業環境，建立成電腦作業系統。本研究主要之貢獻彙整如下：

1. 提供生產線人員標準化的作業流程，大幅提高作業人力效率的可預測性，可確實做好生產線管理，以減少人力的浪費。
2. 電腦化作業流程使得標準化作業得以確實執行，建立了原先沒有的控制點，可強化人工作業未確實執行的程序。
3. 本研究方法可取代生產線人員於產品履歷檢驗的人力作業，透過電腦系統的自動比對機制，減少人為判斷的錯誤，縮短作業時間，提高人員單位產能。
4. 透過本研究方法可建立完整的產品生產履歷電腦資料庫，協助工程人員能隨時掌握產品現狀，再透過電腦技術的運用，可迅速彙整相關產品資訊，提供多面向的分析結果，快速解決或有效的判斷問題，滿足客戶的需求。



參考文獻

- [1] 李修瑩，堆疊式與溝槽式電容技術比較，拓璞產業研究中心，2003 年 10 月。
- [2] Hong Xiao，羅正忠、張鼎張譯，半導體製程技術導論，台灣培生教育，台北市，2000 年。
- [3] 鄭春生，品質管理，全華科技圖書公司，台北，民 88 年。
- [4] 王德雄，21 世紀的品管圈活動，寧波出版社，寧波，2004 年 7 月。
- [5] 傅和彥，品質管制，前程企業管理公司，台北，1990 年 6 月。
- [6] Microsoft .Net Framework SDK 快速入門教學課程_1
<http://cht.gotdotnet.com/quickstart/default.aspx>
- [7] Microsoft .Net Framework SDK 快速入門教學課程_2
<http://cht.gotdotnet.com/quickstart/howto/doc/adoplus/ADOPlusOverview.aspx>