

封面格式

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：參訪)

(裝
釘
線)

赴日本、加拿大參訪及研討半導體設備晶圓輸送
系統技術公差報告

服務機關：中山科學研究院

出國人職稱：簡聘技正 中校技士
姓名：游欽宏 洪建中

出國地區：日本、加拿大

出國期間：90年4月17日至26日

報告日期：90年7月10日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴日本、加拿大參訪及研討半導體設備晶圓輸送系統技術公差報告

頁數 63 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

游欽宏、洪建中/中山科學研究院/二所/簡聘技正、中校技士/03-4456504

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：90 年 4 月 17 日 出國地區：
至 26 日 日本、加拿大

報告日期：90 年 7 月 10 日

分類號/目

關鍵詞：半導體前段設備、晶圓輸送系統、LCD、OLED、集束型設備控制器(CTC)、輸送模組控制器(TMC)

內容摘要：(二百至三百字)

因應執行經濟部「機械業關鍵系統」科專案之半導體前段設備研發計畫之需，赴日本參加大型基材半導體設備及材料國際展及研討會，並與廠商作深入研討，以蒐集大型基材輸送設備相關技術資料、掌握市場現況及發展並作為技術合作或引進之考量依據；另外並赴加拿大布魯克斯公司研討最新的集束型設備控制器及輸送系統與製程模組控制器技術，以掌握半導體設備晶圓輸送系統及關鍵模組之市場及技術發展趨勢，有助於計畫執行及後續發展，並建立未來國際合作的管道。

平面顯示器已成為我國科技發展的重要項目之一，其在基材尺寸上之要求較現有設備增加甚多，因應平面顯示器基板輸送設備研發之要求，須對其全球市場與技術發展趨勢進一步掌握，本次參加日本 SEMI FPD Expo 國際展，對該產業有更深一層之認識與瞭解。

由於經濟規模及競爭力之考量，全球已陸續投入 300mm 晶圓晶圓製造廠之建立，由於 300mm 晶圓廠及設備的投資金額非常龐大，全球半導體業及設備業已聯手透過聯盟結合，建立 300mm 晶圓廠及設備的標準。半導體設備之集束型架構(Cluster tool)已為前段製程設備主流，而其控制器在自動化中居於樞紐的角色，其硬體架構已趨於 PC-based 之整合型，而軟體則採物件導向分散式開放式架構設計，並逐漸向 NT 平台靠攏，另外在 SEMI 標準之相容方面，則更加強在支援 300mm 之自動傳送介面之標準。

此次公差所獲得資訊及整理的資料，配合現有技術能量，對執行中及未來的半導體製程設備及相關系統研發工作及方向甚有助益。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

行政院及所屬各機關出國報告審核表

會政戰室
綜環組

出國報告名稱：赴日本、加拿大參訪及研討半導體設備晶圓輸送系統技術公差報告	
出國計畫主辦機關名稱：中山科學研究院	
出國人姓名/職稱/服務單位：游欽宏等二人/簡聘技正/中山科學研究院	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整 <input type="checkbox"/> 3.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.其他處理意見：
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

中山科學研究院公差出國人員報告目錄

壹、中山科學研究院公差出國人員基本資料.....	1
貳、出國目的及緣由.....	2
參、公差心得.....	3
肆、效益分析.....	58
伍、國外工作日程表.....	60
陸、社交活動.....	62
柒、建議事項.....	63
附件.....	64

壹、中山科學研究院公差出國人員基本資料

單 位		中山科學研究院第二研究所致動器組		
級 職		簡聘技正 中校技士	姓 名	游欽宏 洪建中
學 歷		美國普渡大學機械博士 美國紐約科技大學機械碩士		
核准 文號	人令文號	90.03.29(90)銓鑑字 002299 號		
	部令文號	90.03.29(90)銓鑑字 002299 號		
經 費		新台幣 289,236 元		
出(返)國日期		90 年 04 月 17 日至 04 月 26 日		
公差地點		日本東京及加拿大卑詩省		
公差機構		1.日本大型基材半導體設備及材料國際研討展示會 (SEMI FPD Expo 2001) 2.加拿大布魯克斯公司		
附 記				

貳、出國目的及緣由

為執行經濟部科專「機械業關鍵系統研究」計畫之半導體設備晶圓輸送系統研發工作，派員赴日本參加大型基材半導體設備及材料國際展示會及研討會，並與廠商作深入研討，以蒐集大型基材輸送設備之相關技術資料、掌握市場現況及發展並作為技術合作或引進之考量依據，由於本次大型基材半導體設備及材料國際研討及展示會，為大型基材相關產業最具代表性之展示會，在會場中見到各大設備廠大型基材設備之開發技術趨勢，以及相關標準之研討，對於本單位科專計畫之執行及未來技術之開發，提供良好的基礎。另集束型設備控制器為本計畫本階段之重點發展項目，其架構與整合技術及相關介面技術急需透過與相關先進公司之研討以作為開發之重要參考，本次獲得布魯克斯公司(Brooks Automation)邀請前往參訪及研討集束型設備控制器(CTC)及輸送控制器整合技術，將可作為本階段晶圓輸送計畫執行之重要參考及科專後續計畫規劃建案工作之需。

參、公差心得

一、全球平面顯示器協會及市場調查組織

(一) 國際半導體設備材料協會 (SEMI, Semiconductor Equipment and Material Association)

國際半導體設備材料協會在1970年成立於美國，距今已有31年歷史，其總部設於美國加州聖荷西市，網站為www.semi.org。由於半導體產業在全球蓬勃發展，SEMI已從原來的國家級工業協會演變成全球性組織，其會員主要來自全球各半導體製造設備及材料供應公司及專業個人所組成，其現有公司會員計約有2,400家，SEMI在全球各主要半導體製造區域如北美、歐洲、日本、亞洲及太平洋等皆設有辦公室，台灣辦公室於1997年成立，而中國大陸則於2000年設立。近十年來由於平面顯示器產業的快速發展，市場需求龐大，而其製造設備及材料與半導體設備及材料相關性甚高，因此SEMI已從原有半導體領域擴展至包括平面顯示器產業。SEMI每年在全球各地辦理八場半導體設備及材料國際展及四場平面顯示器設備及材料國際展，其中半導體設備及材料展則以在美國矽谷舉行之SEMICON West規模最大，而平面顯示器設備及材料展則以在日本東京舉辦的SEMI FPD Expo最具規模。SEMI 所辦理的國際展相當專業，是各主要設備、材料廠商

將其產品介紹給半導體廠及平面顯示器廠的絕佳時機，而半導體設備及材料每年全球市場需求計約一千億美金，而平面顯示器設備及材料每年全球市場也有116億美金，因此各參展廠商莫不竭盡所能來爭取可能的機會。

另外，SEMI致力於國際工業標準計畫已有二十多年歷史，其制訂委員會首先於1973年成立於美國，而在1985年及1986年更分別於日本及歐洲成立工業標準制訂委員會。北美、歐洲、及日本委員會下分別設有設備、材料、封裝、微影、設施及安全、以及平面顯示器等六個分組進行各種標準之研擬及修訂。近年來台灣在半導體及平面顯示器製造上已在全球佔有相當重要地位，因此在相關標準制定活動上，已感覺到參與制定的必要性，尤其是在新興的300mm晶圓製造上及平面顯示器的標準制定上。透過SEMI Taiwan 的推動，台灣已於去(2000)年由平面顯示器及設備材料之相關製造廠及研究機構代表定時開會討論相關標準的制定。

(二) 國際資訊顯示學會 (SID, Society for Information Display)

國際資訊顯示學會總部設於美國加州聖荷西市，網站為 www.sid.org。SID 於 1962 年成立，是一個由顯示器業界（包

含 CRT, LCD, PDP, LED, EL, FED 等) 之工程師、經理人員及許多著名大學研究所之科學家所組成的全球性學術團體，目前會員人數達 6000 多位。SID 在全球各地設有二十六個分會 (Chapters)，台灣設有一個分會。各分會辦理其自有的展覽、研討會及策略會議，其他分會及總會提供支援。SID 總會每年會辦理一次年會，此年會包含有學術研討會、技術及策略會議以及大型國際展覽會。

(三) DisplaySearch 公司

總公司設於美國德州奧斯丁市的 DisplaySearch 是一家針對全球平面顯示器及相關產業，提供及時性市場調查資料的公司，該公司成立於 1996 年 3 月，其成立的宗旨主要是提供更有成效的市場調查報告，其網站為 www.displaysearch.com。

DisplaySearch 公司的主要產品計有月通訊(Monthly Newsletters)、季報(Quarterly Reports)、年報(Annual Reports)及資料庫(Databases)等市場訊息及調查報告。

二、平面顯示器發展趨勢

平面顯示器主要可分為電漿顯示器 (PDP, Plasma Display)、液晶顯示器 (LCD, Liquid Crystal Display)、有機發光二極體 (OLED, Organic Light Emitting Diode)、真空螢光顯示器(VFD, Vacuum Fluorescence Display)及場發射顯示器(FED, Field Emission Display)等。而傳統之陰極射線映像管 (CRT, Cathode Ray Tube) 則屬於非平面式。

顯示器市場應用範圍主要包含了視訊市場、資訊市場與移動可攜式市場。現階段，LCD 已成為平面顯示器市場上的最大宗，在 2001 年第一季市場佔有率為 93%，預計至 2001 年第一季會下降至 89%，而這些失去的部份市場主要是被 PDP 奪走。LCD 的應用領域及產品分佈仍是以 PC 為主，到了 2003 年，仍然有 48% 會應用在 PC 產品上。另外，受到低價化效應的持續擴散，大尺寸 LCD 價格逐漸下降，取代 CRT 在監視器的市場地位更為明顯，大部分不具競爭力的 CRT 廠將因此被迫退出市場。然而目前 LCD 廠商情況也不甚樂觀，業者之間由於削價競爭的因素，不具競爭力的生產線也會被逼退出，轉向其他領域發展，而大廠則進行策略聯盟。

圖 1 所示為 LCD 在筆記型電腦、監視器及其他領域應用之市場分佈比例，在 2000 年筆記型電腦佔有 LCD 應用之 65% 強，然而預計

2005 年 LCD 在監視器與 PDA、手機之應用將擴大到與筆記型電腦應用分庭抗禮之地位。圖 2 所示為 2000 年至 2005 年全球各主要區域之 LCD 市場（片數）及成長預測。

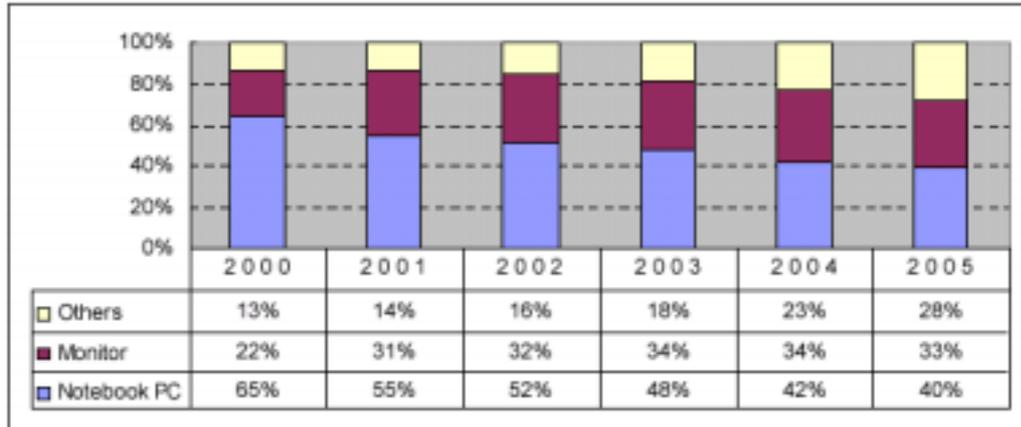


圖 1、LCD 在筆記型電腦、監視器及其他領域應用之市場分佈比例
（資料來源: DisplaySearch 2001）

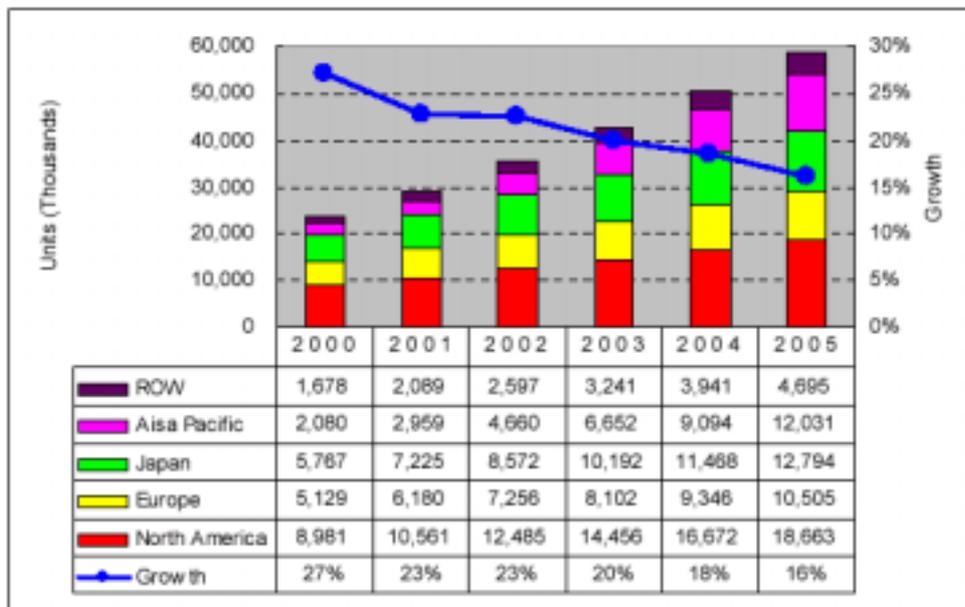


圖 2、2000 至 2005 年全球各主要區域之 LCD 市場及成長預測

（資料來源: DisplaySearch 2001）

圖 3 所示為 2000 年至 2005 年全球各主要 LCD 生產國日本、韓國及台灣之製造台數預測。從圖 3 預測顯示台灣經過近年密集投資生產，從 2000 年之 586 萬片預期成長至 4800 萬片，將與日本、韓國分庭抗禮，達成三強鼎力之勢。而圖 4 所示則以生產基材面積為基礎，日、韓、台之製造總面積數比較，圖中顯示韓國在生產面積上大幅領先日、台，其主要原因是韓國大量投資第四代(680 x 880 mm²)及第五代(1000 x 1200 mm²) TFT-LCD 生產所致。另外台灣也是採取迎頭趕上策略，投資大面積(600 x 720 mm², 680 x 880 mm²)玻璃基材生產，因此在生產總面積上領先日本為全球第二位。

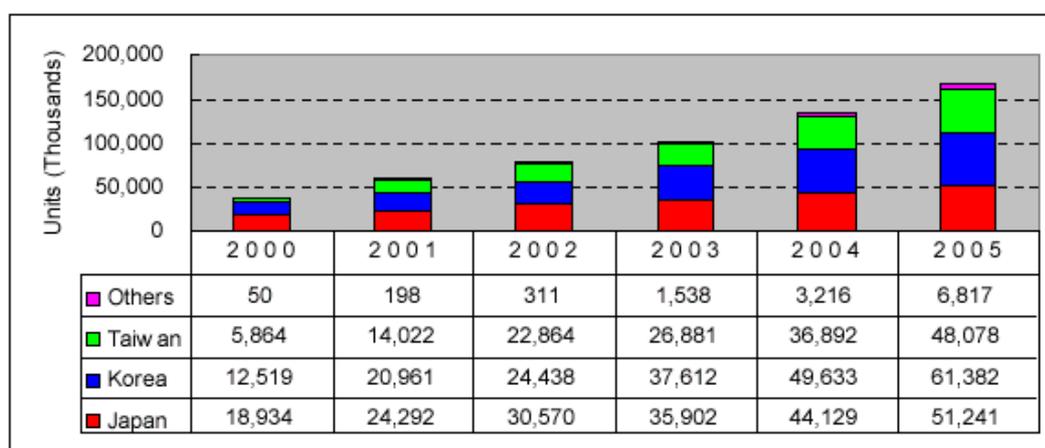


圖 3、2000 至 2005 年全球各主要 LCD 生產國製造台數預測

(資料來源: DisplaySearch 2001)

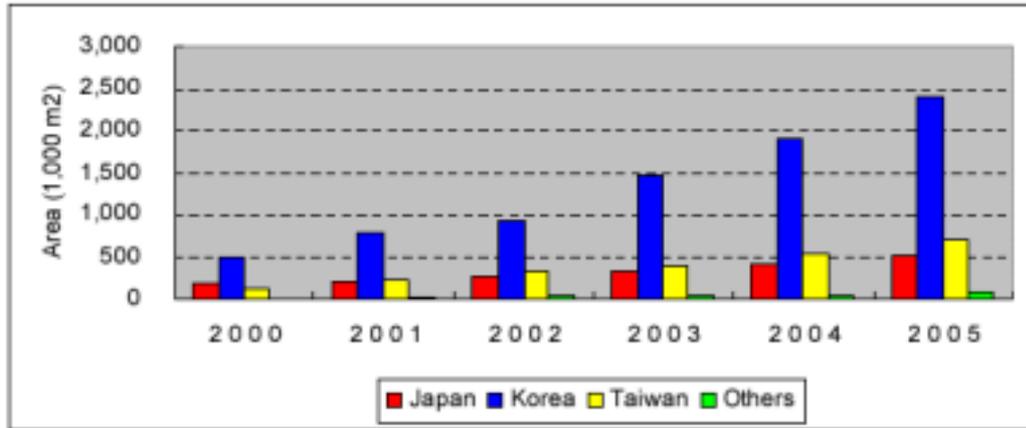


圖4、以生產基材面積為基礎，LCD 主要生產國之製造總面積數比較

(資料來源: DisplaySearch 2001)

圖 5 所示為 STN-LCD 及 TFT-LCD 之全球市場預估，圖中顯示至 2005 年 STN 及 TFT 市場總額度將達 390 億美金，而大型 TFT 佔生產額度最大宗達 77.2%，而大型 TFT 之成長率以 1999 年之 49.4% 最高，從 2000 年起成長率預估將持續維持在 20% 左右。圖 6 所示為全球在中小型 STN 顯示器市場分布以及 STN 在 PDA、手機及其他中小型應用之成長率。

單位:百萬美元

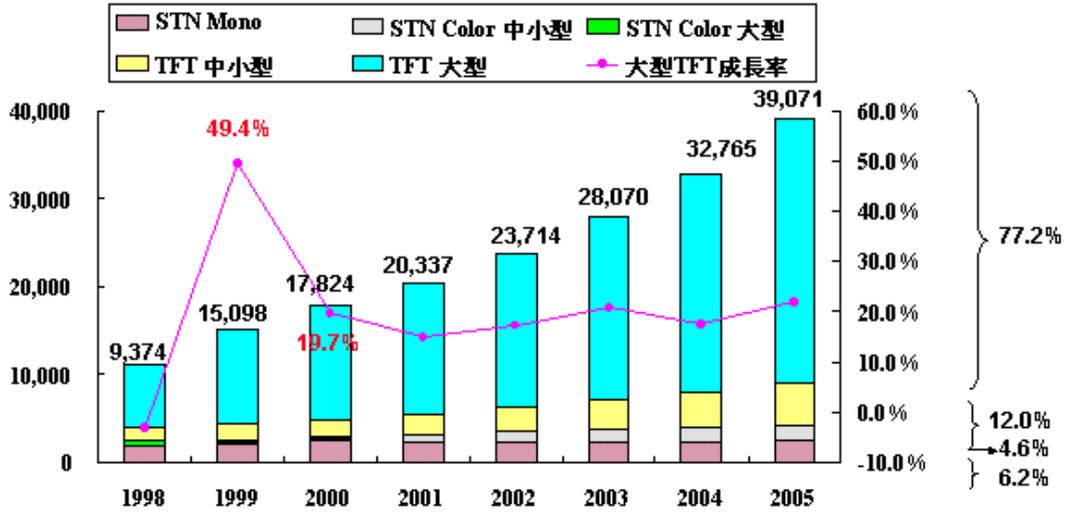


圖 5、STN-LCD 及 TFT-LCD 之全球市場預估

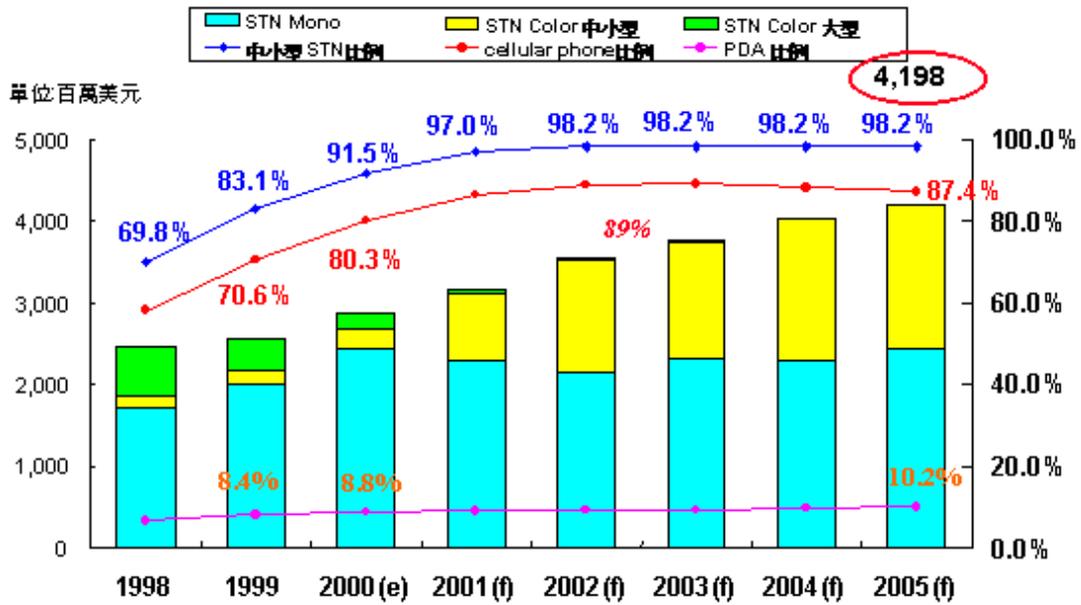


圖 6、全球在中小型 STN 顯示器市場分布及不同應用之成長率。

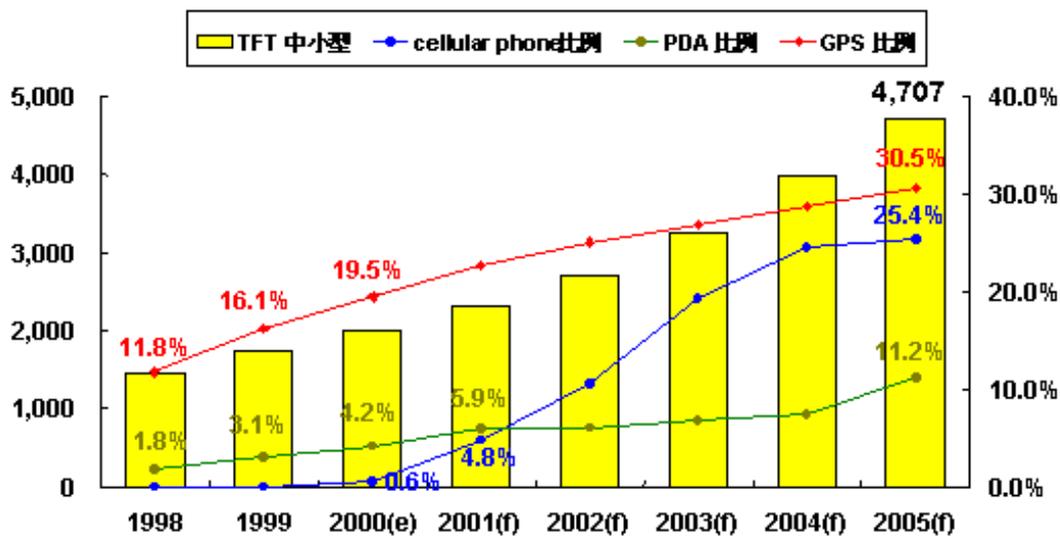


圖 7、全球中小型 TFT 市場預測 (金額:百萬美金)

- 日本、韓國及台灣液晶顯示器產業個別分析

- 日本

日本在行動電話用的小型 LCD 需求增加，日本在 2001 年有 80% 的行動電話是屬於精小清晰型，預估到 2003 年後，行動電話出貨數可望突破 3,700 萬台，預估日本 2010 年擁有行動電話人數可達 9,800 萬人。行動電話 LCD 發展趨勢將具備彩色、低耗電量、高精細化、輕巧薄型、畫面大等特點。

另外日本廠商也把焦點放在將電視 LCD 化，根據市場預測值，LCD 在 2001 年市場規模為 38 萬台，LCD 化比率為 0.4%；在 2005 年為 470 萬台，LCD 化比率為 4.4%；在 2010 年可達一億台，LCD 化比率可達 14.3%。對於 LCD 未來電視的規格要求，

日本各家大廠希望應答速度能達到 10ms，亮度達 600 cd/m²，視角為上下左右 160°。

同時日本第四代面板將朝電視產品發展，挑戰 40 吋大螢幕；然而以技術及價格因素考量，由於 40 吋 LCD 技術要很久才會成熟，而 PDP 價格在這段期間也會不斷下降，屆時推出 40 吋 LCD 必定會受到 PDP 的競爭。

➤ 韓國

根據統計資料顯示，韓國 TFT-LCD 廠商在小型 PDA 面板的生產量，產出較台灣多，預計 2001 年韓國在大尺寸面板的出貨量也會較台灣好。

韓國 Samsung 公司 LCD 生產量已居全球第一位，Samsung 一廠總出貨量預計提升至 1,000 萬片，以監視器為主力產品，預計出貨量將成長三倍；而 Samsung 一廠則以降低成本為主，零組件數目由 120 餘個減少至 100 個以下，推動下游產品面板需求朝向高精密化，長期契約供貨比例則由 80% 提升至 90%。在新產品開發方面，將朝向開發資訊家電 (IA) 用中小型尺寸面板，而 LCD 電視方面將如期進行第五代生產線之建置。

在全球排名第二的 LG-Philips 方面，LG 自從與 Philips 結盟後，其產品主要以監視器為主，而出貨也以監視器用面板為主

力，在 2001 年供貨數目可提升至 300 萬片，預計 17 吋及 18 吋出貨量將較 2000 年提升兩倍，並開發 20.1 吋 UXGA 級面板。同時該公司將調整第一條生產線，把部份產能移作中小尺寸面板生產用，朝向 LTPS TFT-LCD 生產。

在韓國排名第三的 Hynix，今年三月自現代集團分離，由於集團重整後，母公司對 LCD 事業營運漸趨保守，因此計畫出售 LCD 事業。

➤ 台灣

三年多以前，台灣在 LCD 相關產業上除了部份廠商進行小尺寸面板的製造外，其餘相關的投資不見蹤影；但從 1998 年起，台灣卻在 LCD 相關產業全力投資，一年之間共有七家廠商（中華映管、奇美電子、聯友光電、達基、廣輝、元太、瀚宇彩晶）宣佈投入第三代以上的大型 TFT-LCD 的生產行列，1998 年至今，台灣投資金額已超過 2,000 億新台幣，並相繼帶動上游零組件及其他平面顯示產品的跟進。台灣廠商也以驚人的實力迅速加入量產的行列，與日本、韓國共同並列世界三大 LCD 產業大國。而在行動電話、PDA 等相關產品的帶動下，台灣已發展多年的 STN-LCD 相關產品，也展開前所未有的投資熱潮，並逐步朝向更高技術的彩色領域邁進。

近年來台灣在 LCD 的熱絡投資已漸開發結果，儼然成為國際 LCD 生產重鎮，預測 2001 年台灣 LCD 產業在國際市場佔有率，大型 TFT 佔 25.9%，中小型 TFT 佔 12.1%，TN/STN 佔 16.5%，Projector 佔 6%。

全球 TFT-LCD 產業這兩年正面臨第三波景氣循環低潮期，產能過剩如圖 8 所示，TFT 面板價格不斷下滑，同時間 STN-LCD 及 OLED 技術不斷提昇，相對侵蝕了 TFT-LCD 市場。台灣廠商面臨這個挑戰主要是朝兩個方向來因應：一是採取合併生產線，藉以降低生產成本及擴大產品組合，今年達基與聯友之合併案便是循此方向執行；另一方向朝中小型新產品的開發，如 LPTS-LCD、OLED、及 LCoS，並積極朝降低上零組件成本及增加自主性努力。

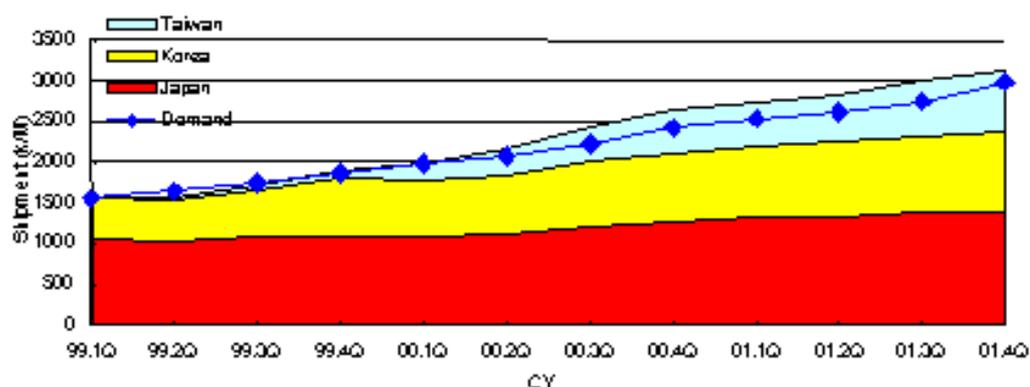


圖 8、TFT-LCD 產能預估圖

三、平面顯示器製造及設備發展趨勢

(一) 顯示器特性

顯示器之特性(屬性)主要可區分為三大類: 資訊內涵、視覺品質及系統需求, 其所包含的屬性規格及描述如表一所示。

表一、顯示器之屬性規格及描述

DISPLAY ATTRIBUTES		description
資訊內涵 Information contents	Information contents	Number of picture elements(display format)
	Resolution	Pixel size, pixels per inch (ppi)
	Size	Viewable area(vs. CRT), bezel area.
視覺品質 FOS quality	Viewing angle	Range of horizontal & vertical angles for acceptable contrast.
	Brightness/luminance	On-axis brightness and angular distribution
	Response time	Time required to establish a new image
	Contrast ratio	Ratio of max. to min. brightness and angular distribution
	Gray level	Number of addressable levels of gray
	Color gamut	Area in color space of displayable colors
系統需求 System requirement	Power requirement	Driver circuitry & backlight
	Thickness	Cell glass & module parts, important for mobile
	Weight	Cell glass & module parts, important for mobile
	Cost	Key attribute , application dependent
	Environmental	Operational temperature range, x-ray emission, energy saving, recycle, etc.

圖 9 所示為不同平面顯示器 STN、TFT、PDP 及 FED 之應用發展趨勢, 而圖 10 所示則為不同平面顯示器(TFT-LCD、ELD、PDP 及 FED)之特性比較。

Trend of Flat Panel Display

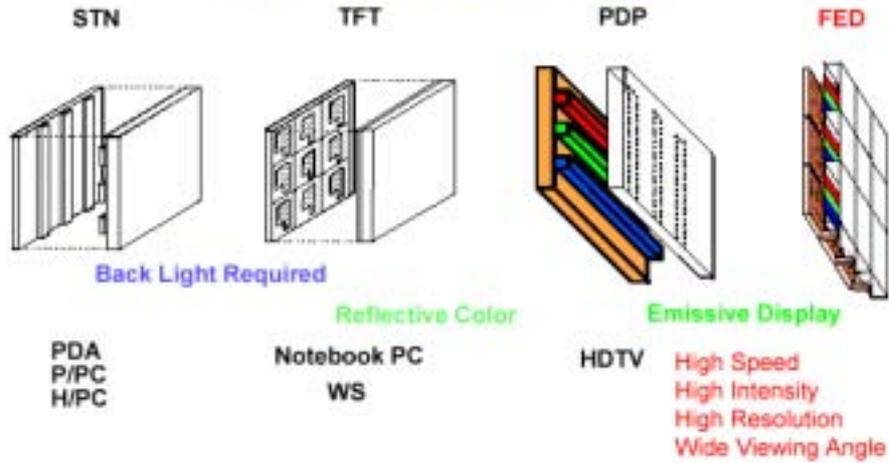


圖 9、平面顯示器之發展趨勢

Characteristics of TFT_LCD, ELD, PDP and FED

Characteristics	TFT_LCD	ELD	PDP	FED
Emission type	backlight	TF-phosphor	PL	low & high voltage phosphor
Brightness (cd/m ²)	200	100	300	150, >600
Viewing angle (degrees)	80	160	160	160
Emission efficiency (lm/W)	3 - 4	0.5 - 2	1.0	10 - 15
Response time	30 - 60 ms	< 1 ms	1 - 10 ms	10 - 30 μs
Contrast ratio	> 100:1	50:1	>100:1	>100:1
Number of colors	16 million	16 million	16 million	16 million
Number of pixels	1024x768	640x480	852x480	640x480
Resolution (mm pitch)	0.31	0.31	1.08	0.31
Power consumption (W)	3	6	200 - 300	2
(diagonal size)	(26.4)	(26.4)	(106.7)	(26.4)
Max screen size (cm)	55.8	26.4	106.7	26.4
Panel thickness (mm)	8	10	75 - 100	10
Operating temp range (°C)	0 - +50	-5 - +85	-20 - +55	-5 - +85

IEEE Spectrum April, 42 - 51 (1998)

圖 10、不同平面顯示器之特性比較

(二)非晶矽 TFT-LCD 面板技術發展

非晶矽(a-si, Amorphous silicon) TFT-LCD 面板技術是在 1990 年代被採用在筆記型電腦顯示器上，而開始蓬勃發展起來。1995 年以後，由於各種液晶模式廣視角技術的發展帶動了液晶監視器市場。今後，將向大型液晶電視機的市場挑戰。在電視機市場的挑戰主要是須實現能與 CRT 匹敵的廣視角及能因應電視動畫需求的高應答速度，同時要能滿足大型電視機一直以來所要求的降低成本。

為挑戰廣視角、高應答速度及提高畫質等要求，以下幾項技術近年被提出，並由各大廠進行量產研究: 1. Super-IPS (In Plane Switching) 技術，此方法主要是由日立公司於 1995 年提出的 IPS 技術進一步提昇。2. MVA (Multi-domain Vertical Alignment) 技術，此方法主要是由富士通公司所提出。3. ASV (Advanced Super-V) 技術，此方法是由 Sony 公司所提出。4. CFonTFT (Color Filter on TFT Array) 技術，此方法是由 NEC 公司所提出。

非晶矽 TFT-LCD 製造技術主要是以玻璃基材尺寸為不同製造世代演變之依據，而生產用玻璃基板尺寸大小的決定主要是受到市場上 LCD 面板大小所決定。由於增加顯示器之資訊內

涵是市場的重要趨勢，相對地 LCD 面板不斷被要求加大面板尺寸及提高解解析度；對應上述面板的發展趨勢以及在降低成本之強烈需求下，在 LCD 面板之製造技術發展上則須加大生產用玻璃基材尺寸、提高顯示面積及增加顯示點數（pixel count）。根據近十年 LCD 面板尺寸演變狀況，從 1994 年之 10.4 吋，1996 年之 12.1 吋，1998 年之 15 吋，演進至 2000 年之 18 吋，日本 Kitahara 先生歸納出 LCD 面板尺寸每三年增加 1.35 倍。而顯示器解析度(點數)從 1991 年之 VGA(0.3M)，1994 年之 SVGA(0.5M)，1997 年之 XGA(0.8M)，演進至 SXGA(1.3M)可歸納出顯示器點數每三年增加 1.7 倍。

圖 11 所示為 TFT-LCD 製造技術發展里程碑圖，量產用玻璃基板尺寸從 1990 年第一代之 300 x 400 mm² 開始，第二代為 400 x 500 mm² (亦有用 360 x 465 mm² ，370 x 470 mm²)，第三代則為 550 x 650 mm² ，另外第 3.5 代為 600 x 720 mm² ，而在 2000 年起已有公司使用第四代 680 x 880 mm² (亦有用 730 x 920 mm² ，850 x 1000 mm²)，韓國則預計在 2002 年進入第五代 1000 x 1200 mm² 基板尺寸之量產。根據日本 Nishimura 先生之計算基材尺寸大小之演變約為每三年成長 1.8 倍，如圖 12 所示。

表二所示為不同世代生產用玻璃基板尺寸可切割之面板數，對一個 TFT-LCD 製造廠而言，決策者在投資建廠之初，選擇最佳產品面板尺寸分割數，因而決定所建工廠之生產基板尺寸是一個非常關鍵的決定，因基板尺寸將影響所有生產設備界面規格及製造反應腔規格。

圖 13 及圖 14 分別表示了手機上顯示器之演變及規格需求。手機所傳遞訊息形式從 1997 年之只有聲音，至 1998 年之文字，然後 2000 年之網路連線，至 2001 年之快速傳送及大量資料，預計演進至 2002 年可以顯示動畫。而手機顯示器之規格也因應手機傳送信息之演變，而從只有黑白、具灰階黑白、彩色、高品質多彩、全彩的發展。手機上顯示器尺寸也由 1.1 吋演變至 2 吋，以至 2.x 吋。

表三所示為不同世代顯示器之技術需求，其包含了現有技術、五年內之技術需求及五年後之技術需求。而圖 15 所示為顯示器在亮度及解析度之需求。

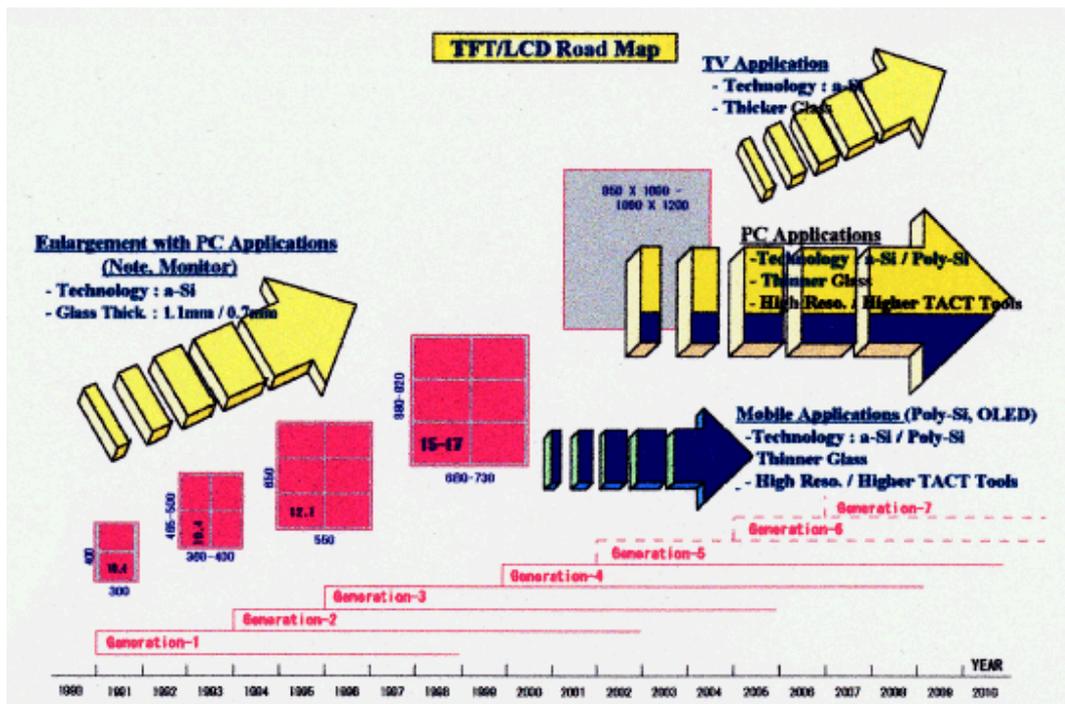


圖 11、TFT-LCD 製造技術發展里程碑

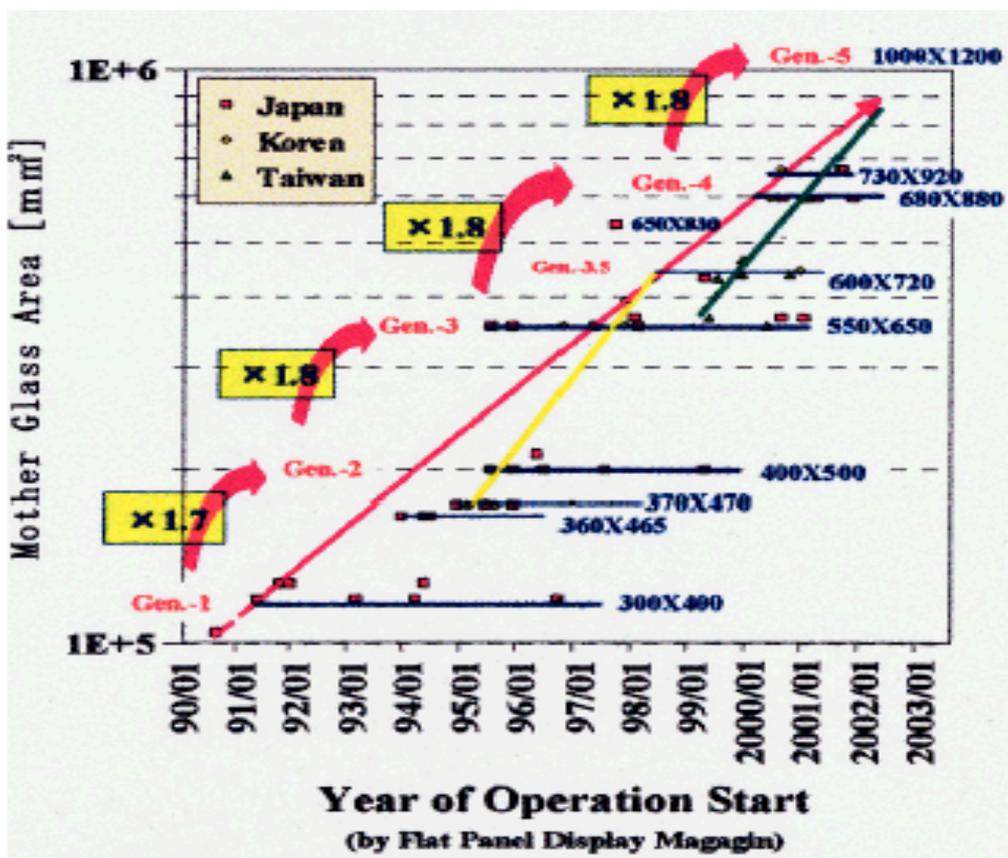


圖 12、TFT-LCD 生產用基板尺寸演變

表 二、不同世代生產用玻璃基板可切割面板數演變

Generation	Gen.3		Gen.4			Gen.5	
Width	550	600	680	730	850	1000	1100
Length	650	720	880	920	1000	1200	1250
W × L(Kmm ²)	357.5	432	598.4	671.6	850	1200	1375
$\sqrt{W} \times \sqrt{L}$ Ratio	1	1.10	1.29	1.37	1.54	1.83	1.96
12.1"XGA	6	6	9	9	12	16	20
13.3"XGA	4	6	9	9	9	16	16
14.1"XGA	4	6	6	9	9	15	16
15"XGA	4	4	6	6	9	12	15
17"SXGA	2	4	4	6	6	9	9
18.1"SXGA	2	2	4	4	6	9	9
20"UXGA	1	2	4	4	4	6	6
21.3"UXGA	1	2	2	4	4	6	6
25"STD(4:3)	1	1	2	2	2	4	6
24"W(16:10)	1	2	2	2	2	4	6
28"W(16:10/16:9)	1	1	2	2	2	3	3
32"W(16:10)	0	0	1	2	2	2	2
36"W(16:9)	0	0	1	1	2	2	2
Handling Area	10mm				15mm		

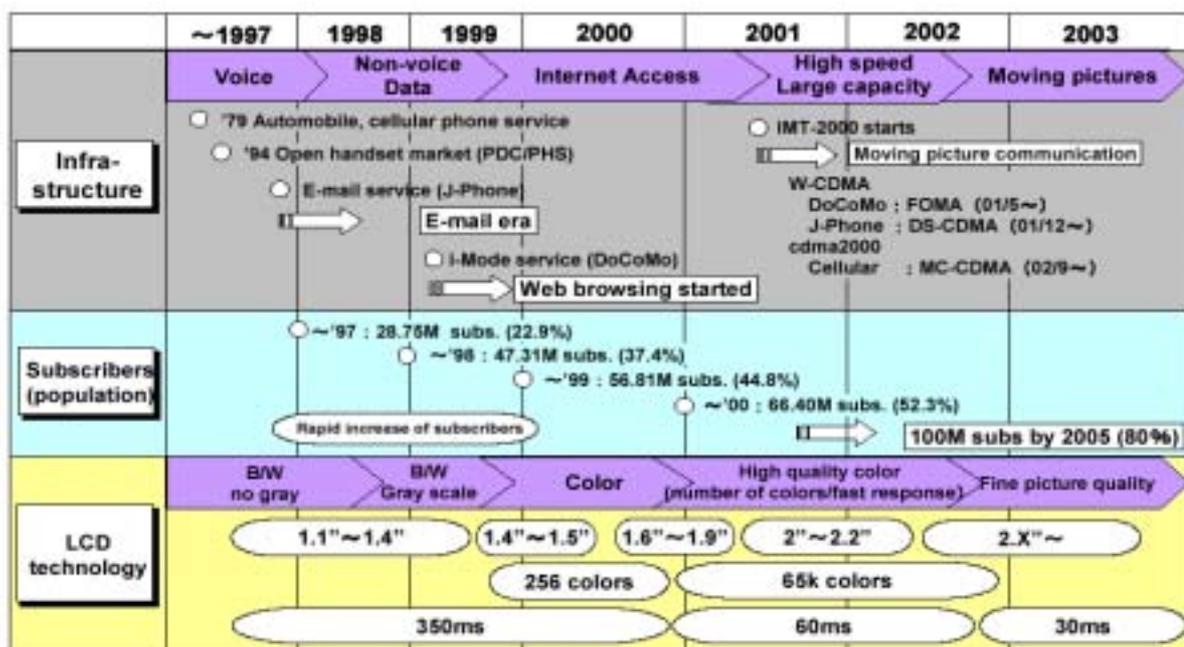


圖 13、手機上顯示器之演變。

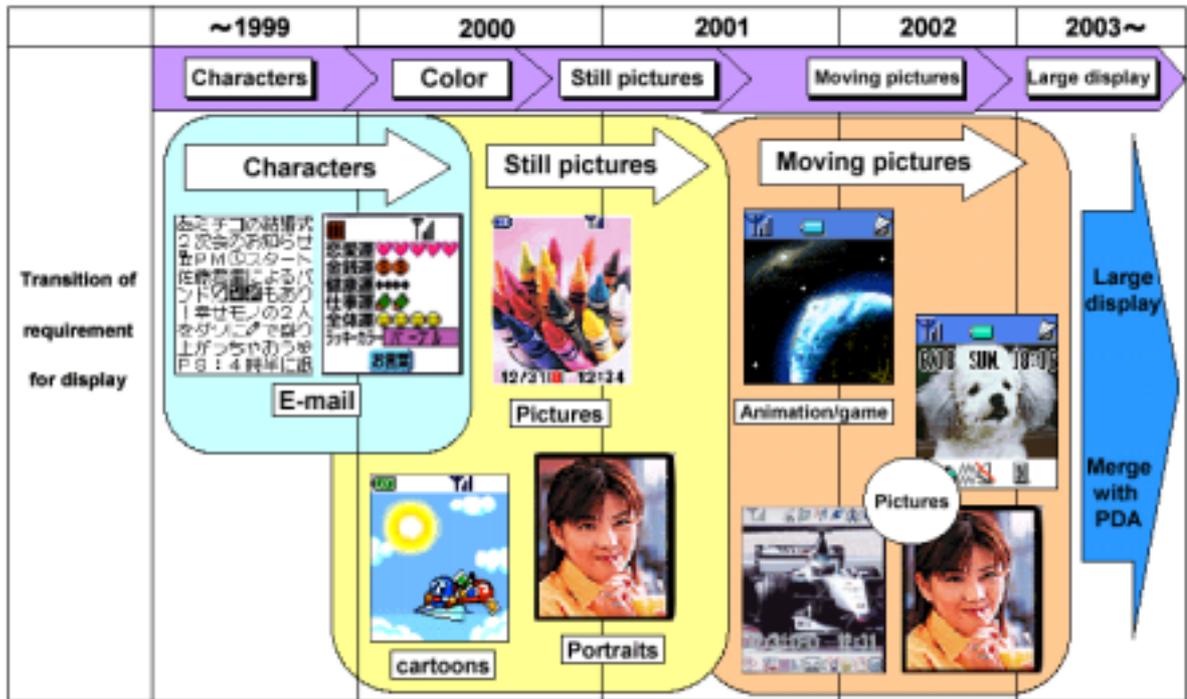


圖 14、手機上顯示器之規格

表 三、不同世代顯示器之技術需求

Year	'00	'05	
世代	現行技術	次世代 (ディスプレイ回路搭載)	次々世代 (高付加価値)
Mobility (μ) (cm ² /Vs)	100	150 ~ 300	500
設計基準 (μ m)	4	3 ~ 1.5	<1
Clock Freq. (Hz)	5M	10M ~ 40M	100M
Circuits on Glass	Driver Shift Register	DAC, Graphic I/F, Small Memory Low Performance CPU	~ 64 Mbit Memory, ~ 32bit CPU
System	w/o TAB	QCIF ~ XGA Full Integrated Display	Sheet Computer
Displays	LCD	LCD/OLED	
要素プロセス技術	ELA, I/D, ゲート絶縁膜	ドライ加工 低抵抗配線 ララル成長	高純度フリカーサー ライナー 低温酸化 低温化プロセス

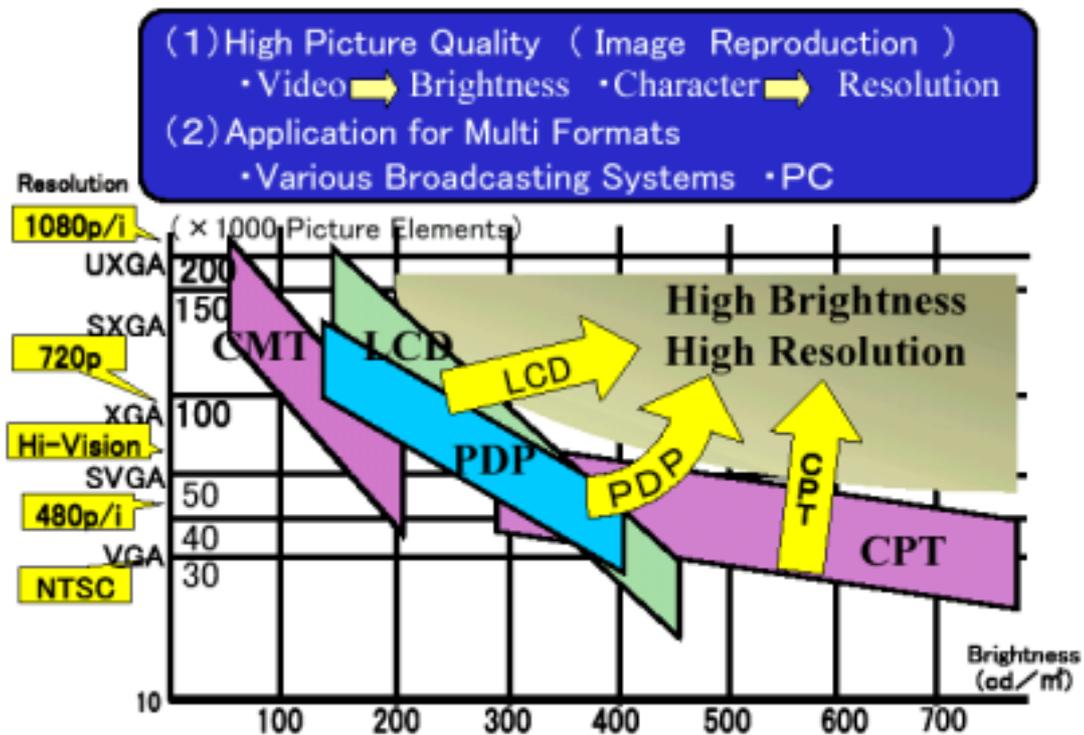


圖 15、顯示器在亮度及解析度之需求。

(三) 非晶矽 TFT 製造技術

典型之 TFT-LCD 面板結構如圖 16 所示，其中包含了非晶矽 TFT-LCD 面板結構及低溫多晶矽 TFT-LCD 面板結構。從圖 16(a)可知，一般非晶矽 TFT-LCD 面板結構包含了上偏光板、彩色濾光片、液晶層、TFT 基板、下偏光板及背光源板等。而低溫多晶矽 TFT-LCD 面板結構有可能整合成上玻璃基板、液晶層及整合式 TFT 基板，此處整合式 TFT 基板含有彩色濾光、驅動電晶體及原有 TFT 基板功能，現有低溫多晶矽 TFT 技術多應用在小尺寸面板上，大面積基板量產技術仍處研究階段。

整個非晶矽 TFT-LCD 面板製造工程可區分為 TFT 陣列(TFT Array)、彩色濾光片(Color Filter)、液晶單元(LC- Cell) 、及模組組裝(Module Assembly)等工程;其中 TFT 陣列、液晶單元及模組組裝工程大部流程如圖 17 所示。

TFT 陣列工程中，使用的光罩數目是相關關鍵的製造生產率指標，TFT 陣列製造之光罩數目從早期之 9 片演進至 7 片，最新 TFT 陣列製造工程之光罩數已再度進步到 5 片，圖 18 所示為最新之五片光罩之蝕刻停止型薄膜電晶體(Etching Stopper TFT)結構。而表四則是製造圖 18 之蝕刻停止型薄膜電晶體的陣列工程生產細部流程。

圖 19 所示為液晶單元工程大部流程圖，而圖 20 所示則為模組組裝工程流程圖。

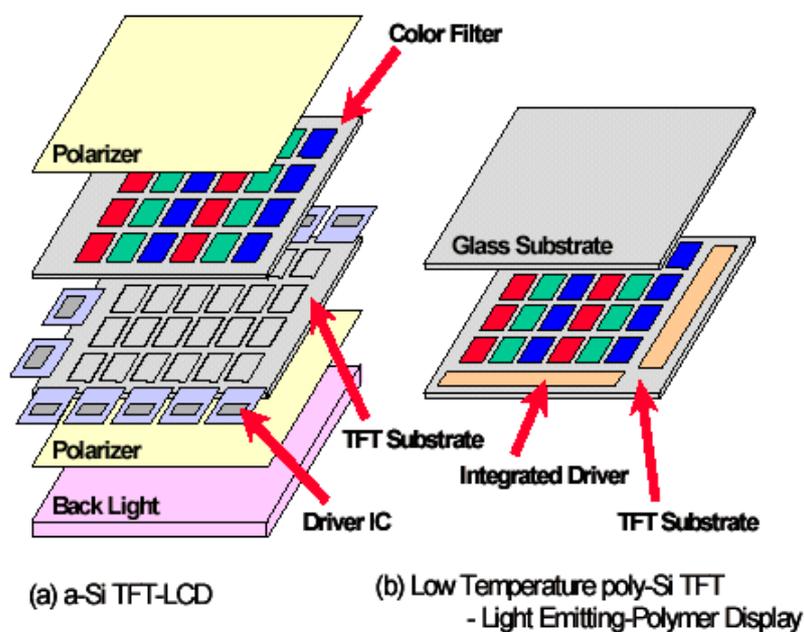


圖 16、TFT-LCD 面板之結構圖

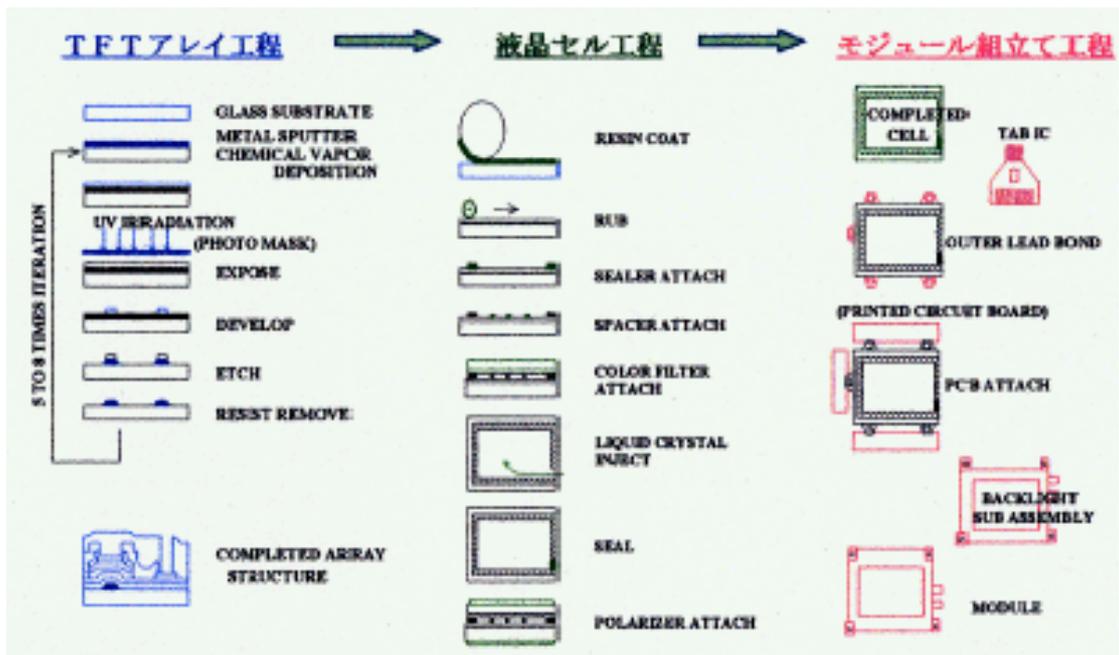


圖 17、TFT-LCD 面板製造工程

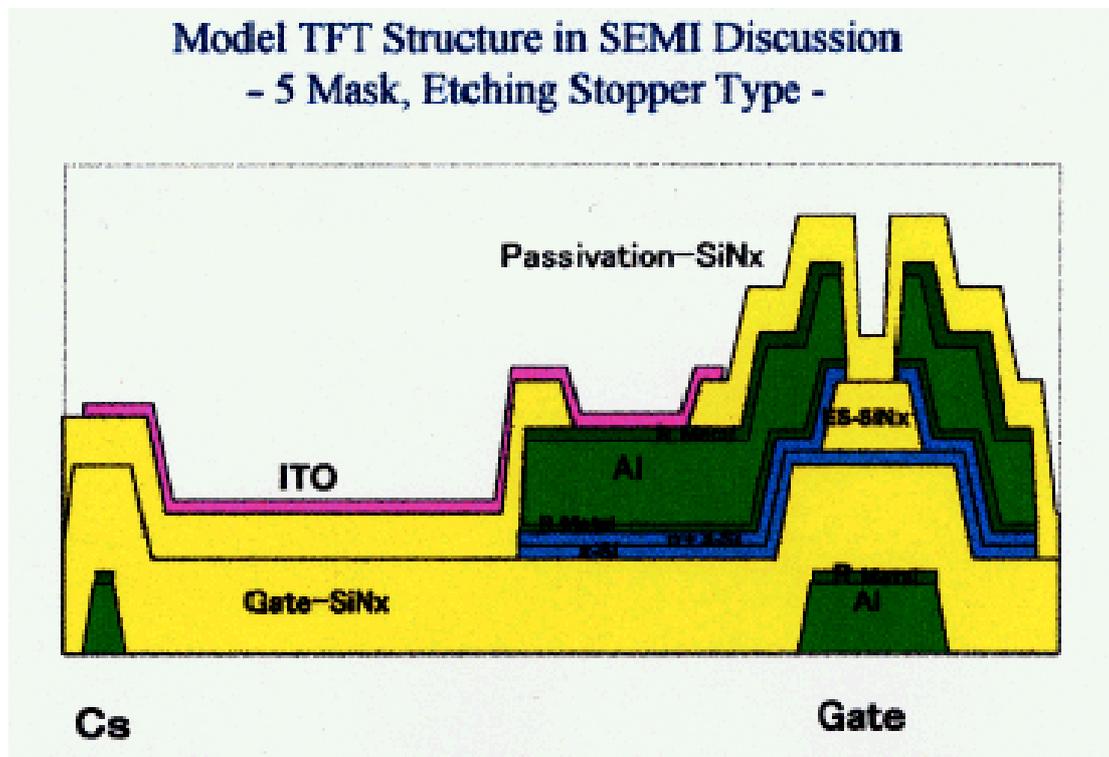


圖 18、蝕刻停止型薄膜電晶體結構。

表 四、製造蝕刻停止型電晶體之生產流程

	1	2	3	4	5	
	Gate Metal	Etch Stop SiN_x	$\text{n}^+\text{a-Si}$	Signal Metal	Passivation	ITO Pixel
清洗	•	•	•	•	•	•
濺鍍	RM/Al			RM/Al/RM		ITO
CVD		$\text{SiN}_x/\text{a-si}/\text{SiN}_x$	$\text{n}^+\text{a-Si}$		SiN_x	
塗佈電阻	•	•		•	•	•
背面曝光		•				
曝光	•	•	•	•	•	•
Titler	•					
顯影	•	•	•	•	•	•
檢查	•	•		•	•	•
溼蝕刻		SiN_x				
乾蝕刻	Al/RM			RM/Al/RM/ $\text{n}^+\text{a-Si}$	$\text{SiN}_x/\text{SiN}_x$	ITO
Strip	•	•		•	•	•
退火						•
檢查	•					•

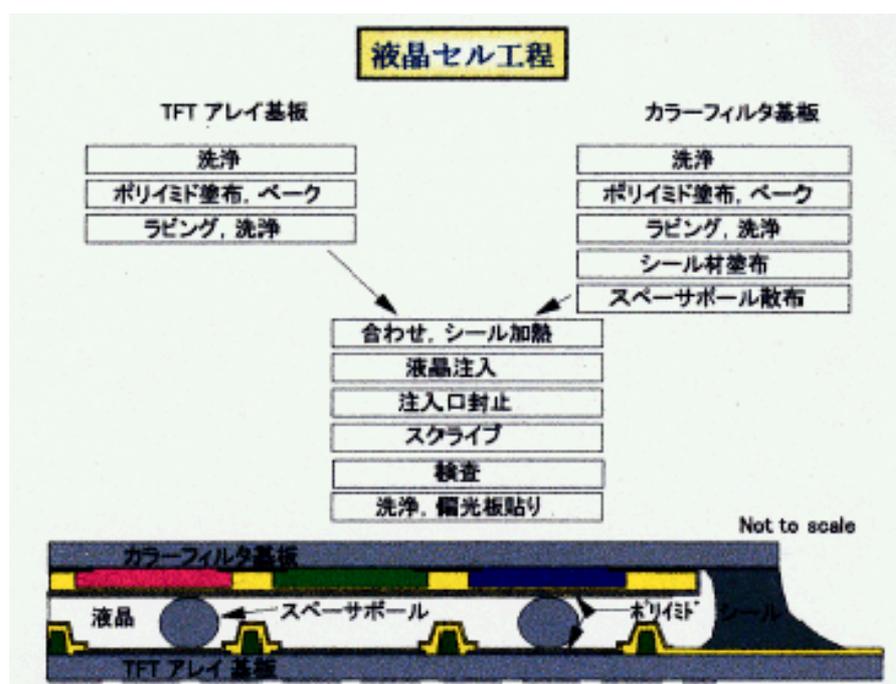


圖 19、TFT-LCD 液晶單元工程

モジュール工程



圖 20、TFT-LCD 模組及組裝工程

(四)LCD 製造設備

LCD 製造設備可區分為五大類，分別是：陣列設備 (Array Equipment)、彩色濾光片設備(Color Filter Equipment)、單元設備(Cell Equipment)、模組設備(Module Equipment)及自動化設備(Automation Equipment)。表五所示為各種 LCD 製造設備從 1996 年至 2005 年之產值預估，在 2000 年之 LCD 製造設備總產值達 61 億美金，其中陣列設備佔 32.8 億美金，單元設備佔 10.5 億美金，彩色濾光片設備佔 9.5 億美金，模組設備佔 3.5 億美金，而自動化設備佔 4.6 億美金。

表六及表七分別顯示各種陣列設備在 1996-2005 年間每年預測之生產台數及平均銷售單價。我們從表五中可知各種設備以薄膜沈積設備(CVD、PVD)、曝光顯影設備 (Coater/Developer、Exposure)及蝕刻設備 (Etcher) 為佔大宗銷售額的設備，而從表七我們可知一套 CVD 設備平均售價達 741 萬美金(折合約兩億四千萬元新台幣)，卻屬於高投資設備。

表八所示為各種 LCD 製造材料從 1996 年至 2005 年之產值預估，而表九所示 TFT-LCD 陣列製造設備之全球主要供應商。表十所示為配合生產大面積基材尺寸及高精度顯示器所需之量產設備規格。而表十一所示則為在超過 1 公尺之基材 (第五代) 製程所遭遇的議題及可能解決之道。

表 五、1996~2005 TFT-LCD 製程設備預估 (in Millions US\$)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Array Equipment										
Clea	47	61	41	107	211	227	161	148	173	190
CVD	107	154	113	283	601	668	459	447	532	592
PVD	86	118	82	175	374	383	263	231	332	354
Coater/Developer	94	134	72	197	398	414	316	271	377	371
Expousre	107	154	84	229	484	546	435	388	549	537
Dry Etch	66	115	77	168	330	381	309	270	351	337
Wet Etch	26	37	16	36	63	44	19	18	7	7
Dry Strip	14	26	15	48	91	137	136	113	166	193
Wet Strip	35	60	40	109	202	193	142	127	155	138
Laser Anneal	8	9	24	11	23	28	22	28	23	27
Ion Implant	17	11	25	20	23	43	39	51	35	43
AOI	10	25	11	40	73	17	58	60	77	79
Repair	7	13	7	16	35	45	34	38	58	55
Array Test	25	32	15	44	77	99	68	57	94	93
Other	65	95	62	148	298	328	246	225	293	301
Cell Equipment										
Alignment Film Deposit	30	49	27	65	124	136	98	89	116	119
Fumace	21	49	25	71	136	150	108	97	127	127
Rubbing	22	21	22	46	88	97	70	63	82	85
Clean	18	25	17	40	77	87	63	56	73	74
Seal Printing/Dispensing	20	34	12	46	89	97	70	64	84	87
Spacer Attach	14	17	13	25	48	53	38	35	42	41
Panel Assembly	26	40	21	52	100	109	97	71	94	99
LC Fill/End Seal	29	38	36	72	138	152	109	102	135	139
Scribe and Break	25	27	21	55	105	116	89	84	111	116
Polarizer Attach	2	2	3	4	7	8	6	5	7	7
Other	31	45	30	71	137	151	109	100	130	133
Color Fllter Equipment										
Clean	38	56	41	99	188	212	152	139	169	171
PVD	25	37	29	69	132	137	95	83	107	108
Expouse	24	34	27	64	132	159	130	129	191	207
Coater/Developer	60	87	69	163	311	349	251	229	293	298
Wet Etch	11	16	12	30	47	53	34	28	36	36
Wet Strip	11	16	12	30	57	53	34	28	36	36
Inspection	5	8	6	15	28	32	23	21	27	27
Repair	2	3	2	5	9	11	8	7	9	9
Other	9	13	10	25	47	42	30	28	36	36
Automation Equipment	106	154	101	242	460	505	366	334	435	448
Module Equipment	79	116	76	183	348	383	271	247	322	332
Total	1320	1931	1297	3101	6092	6701	4942	4509	5882	6053

表 六、Array Equipment Shipments :1996-2005(units)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Clean	50	59	24	61	115	107	75	64	73	77
CVD	35	40	23	48	81	82	54	51	57	59
PVD	25	31	21	41	76	69	46	37	52	52
Coater/Developers	35	47	21	56	107	102	74	61	82	78
Exposure	35	47	21	56	107	102	74	61	82	78
Dry Etch	25	40	26	55	102	108	84	70	87	78
Dry Strip	11	19	9	27	43	39	52	41	51	54
Wet Strip	25	43	22	58	101	90	63	53	63	53
Ion Implant	8	5	10	8	9	14	13	19	12	11
Laser Anneal	4	5	9	5	9	10	8	12	9	10
AOI	11	27	9	26	54	49	34	32	40	40
Repair	15	18	10	24	47	51	36	37	55	51
Array Test	22	28	12	36	55	60	38	28	46	45
Total	326	443	228	524	946	905	662	576	713	690

表七、Array Equipment Average Sales Prices(ASPs):1996-2005(000s)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Clean	\$943	\$1,026	\$1,723	\$1,756	\$1,831	\$2,117	\$2,143	\$2,311	\$2,373	\$2,461
CVD	\$3,057	\$3,850	\$4,904	\$5,894	\$7,417	\$8,147	\$8,499	\$8,755	\$9,334	\$10,028
PVD	\$3,424	\$3,800	\$3,885	\$4,266	\$4,919	\$5,544	\$5,718	\$6,234	\$6,377	\$6,804
Coater/Developers	\$2,694	\$2,859	\$3,412	\$3,518	\$3,722	\$4,057	\$4,264	\$4,440	\$4,600	\$4,759
Exposure	\$3,057	\$3,277	\$3,987	\$4,088	\$4,524	\$5,350	\$5,872	\$6,358	\$6,695	\$6,889
Dry Etch	\$2,636	\$2,870	\$2,978	\$3,054	\$3,235	\$3,525	\$3,678	\$3,852	\$4,036	\$4,316
Wet Etch	\$1,038	\$1,100	\$1,470	\$1,573	\$1,579	\$2,000	\$1,757	\$1,759	\$1,740	\$1,713
Dry Strip	\$1,273	\$1,353	\$1,650	\$1,787	\$2,106	\$3,525	\$2,623	\$2,768	\$3,262	\$3,566
Wet Strip	\$1,388	\$1,384	\$1,814	\$1,879	\$2,001	\$2,140	\$2,255	\$2,397	\$2,458	\$2,600
Ion Implant	\$2,100	\$2,280	\$2,460	\$2,460	\$2,602	\$3,069	\$3,035	\$2,688	\$2,930	\$3,932
Laser Anneal	\$1,875	\$1,700	\$2,656	\$2,160	\$2,533	\$2,760	\$2,738	\$2,350	\$2,600	\$2,670
AOI	\$918	\$941	\$1,213	\$1,556	\$1,423	\$1,568	\$1,714	\$1,871	\$1,932	\$1,977
Repair	\$453	\$694	\$653	\$667	\$747	\$874	\$956	\$1,039	\$1,060	\$1,085
Array Test	\$1,155	\$1,157	\$1,250	\$1,235	\$1,397	\$1,649	\$1,799	\$2,035	\$2,034	\$2,071
Total	\$2,187	\$2,355	\$2,993	\$3,115	\$3,470	\$3,990	\$4,091	\$4,289	\$4,520	\$4,806

表 八、1998-2005 TFT LCD Materials Forecast By Type(\$Millions)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	CAGR
Glass	285	506	788	1085	1426	1714	2071	2429	29.90%
Resist	32	45	59	69	79	83	89	93	12.80%
Gasses	13	21	31	43	57	67	79	91	27.50%
Targets	11	19	28	38	50	59	70	80	27.30%
Solvents/Etchant	32	48	71	86	109	122	137	147	20.60%
Developer	7	10	15	21	28	32	34	35	22.60%
Color Filters	805	1349	1638	2130	2958	3552	4154	4858	23.80%
Alignment Film	6	9	12	16	22	25	30	34	25.60%
Liquid Crystal	66	132	183	254	344	416	481	553	27.00%
Polarizers/Film	223	410	579	845	1221	1514	1763	2026	30.50%
Driver Ics	466	806	1201	1788	2807	3704	4584	5049	35.80%
Backlights	333	687	992	1729	1973	2414	2859	3484	31.10%
Sealant	16	32	45	62	85	104	123	144	28.40%
Spacers	18	27	37	47	58	63	70	75	18.70%
Total	2313	4099	5677	7912	11218	13871	16545	19098	29.20%

表 九、TFT-LCD 陣列製造設備之全球主要供應商

	Market 2000 (\$mil)					
Array Equipment	3,283					
Clean	211	Shibaura (57%)	DNS (28%)	Shimada (12%)	Other (3%)	
CVD	601	AKT (83%)	Unaxis (8%)	ULVAC (4%)	Kokusai (4%)	
PVD	374	ULVAC (88%)	Anelva (3%)	AKT (3%)	Unaxis (3%)	
Coater/Developer	398	TEL (85%)	DNS (13%)	Other (2%)		
Exposure	484	Nikon (53%)	Canon (47%)			
Dry Etch	330	TEL (42%)	PSC (13%)	Shibaura (9%)	BPS (3%)	AKT (2%)
Wet Etch	63	DNS (65%)	SPC (9%)	Shibaura (6%)	Other (20%)	TE
Dry Strip	91	TEL (61%)	PSC (34%)	Shibaura (5%)		
Wet Strip	202	DNS (47%)	Shibaura (25%)	SPC (7%)	Other (21%)	
Laser Anneal	23	JSW (78%)	Sopra (14%)	SHI (8%)		
Ion Implant	23	Nissin (43%)	IHI (33%)	Axcelis (24%)		
AOI	73	Orbotech (55%)	KLA Acrotec (45%)	Other		
Repair	35	Photon (58%)	Hoya Continuum (34%)	NTN (8%)		
Array Test	77	Photon (59%)	Micronics (33%)	Other (8%)		
Other	298					

表 十、大尺寸基材及高精度顯示器之量產設備規格

Required Specification of Production Tools for Large Size and High Resolution Panel Improvement of Process Ability	
Exposure	No Stitching, Resolution, Alignment Accuracy; Better than Gen. 3 Tool
Resist coating	Uniformity of Resist Thickness < $\pm 2\%$
Development	Uniformity of Line Width < $\pm 0.5 \mu\text{m}$
Film Deposition	Uniformity of Resist Thickness < $\pm 5\%$ Uniform Film Properties
Etching	Uniformity of Line Width < $\pm 0.5 \mu\text{m}$ (except variation of resist pattern) Uniformity of Etching Rate < $\pm 5\%$
Particle density	Better than Gen. 3 Tool

表 十一、超過 1 公尺之基材製程所遭遇的議題及可能解決之道。

Issues of 1-m over Substrate Processing		
Items	Issues	Solutions
Glass Substrate	Supply	Yield improvement (Thinner substrate)
Deposition equipment	Abnormal electric discharge Uniform deposition High rate gas evacuation Low temp. High deposition rate. Low resistivity metal	Decrease plasma potential (Large area high density plasma deposition) Shower head, 4000L/min(screw evacuating pump) Hillockless Al, Cu deposition and Process
Coater and Developer	High acceleration speed Uniformity, ESD Particle	1800rpm (High power servo motor) Slit and Spin Coater, Spin less scrubber Spin less developer or flow controlled spinner
Exposure	Throughput Large area Precision of parts	Large area photo mask with thickness 20-30. High power and multiple light source. Large Precise ceramics check plate.
Wet Process	Limit of spin process Efficiency improvement	Spin less Cleaner, Air Knife Drying, BPP. Nozzle Cleaner, Wet vapor resist remover.
Dry Etching	Multi-layer uniform etching	High Density plasma etching
TFT Process Structure	Process Step Reduction	Less than 5-6 masks, Half etch mask Continuous Multi-layer dry etching

四、日本宇宙科學研究所(ISAS)

日本宇宙科學研究所 (The Institute of Space and Astronautical Science, ISAS) 是日本主要從事於太空及天體科學的研究機構。現有之 ISAS 是在 1981 年設立，其前身為東京大學之太空及航空科學學院，此學院從 1964 年起即為日本宇宙科學研究之核心機構。ISAS 改制後即隸屬於日本文部科學省 (Ministry of Education, Science, Sports and Culture)，ISAS 是一所跨校研究機構，其在提昇以大學院校為基礎之太空科學工程研究活動上扮演著相當重要角色(詳如附件一)。

ISAS 之主要研究地址位於東京市西方 40 公里的相模原市 (Sagamihara)，其主要研究所及實驗室便位於此地。我們此次赴日公差參訪 SEMI FPD Expo 國際大展，透過本院駐日專員徐欽志博士之安排，於四月二十日上午前往相模原市之 ISAS 總部拜訪，與該所之鹿兒島宇宙空間觀測所所長川泰宜教授及系統研究所之森田泰弘教授會面，並由森田教授帶領我們參觀其主要實驗室。由於本院與 ISAS 長期關係，其對我們的來訪表現相當的熱情，森田教授並表示 ISAS 將於 2002 年春天發射 MUSES-C 太空船，其認為那是一個很好的時機，其特別邀請本院同仁前往拜訪。

ISAS 及其前身從 1970 年起發射第一顆人造衛星 OHSUMI，至 1998 年止共發射了 25 枚科學及工程用太空船。這些太空船的發射使

得 ISAS 能持續從事天體物理學、太陽物理學、太空電漿物理及行星科學等尖端宇宙科學之研究。ISAS 的另一項重要任務是訓練研究生及培養太空科學人才，ISAS 的一些研究人員在東京大學兼有教職，ISAS 並提供 教育訓練給其他大學院校之學生。

ISAS 共有 9 個研究所、1 個太空運作所、1 個工程支援所及 7 個中心；其中 9 個研究所分別為太空天體物理學研究所、太空電漿研究所、行星科學研究所、基礎太空科學研究所太空系統工程研究所、太空運輸研究所、太空推進研究所、太空船工程研究所、太空運用研究所。而其 7 個中心之三中心位於相模原之總部內，其他 4 個中心則分別位於北方之 Noshiro Testing Center(NSC)、Sanriku Balloon Center (SBC)，日本中部之 Usuda Deep Space Center (UDSC)以及在日本南方之 Kagoshima Space Center (KSC)。

ISAS 之研究及教職員共計有 328 位（1999 年），其中有 43 位教授，47 位副教授，訪問學者 28 位，研究員 58 位，行政及技術人員 152 位。另有 18 位博士後進修，173 位研究生。ISAS 所獲得之經費於 1998 年共計有 305 億日圓，而全日本 1998 年在太空發展上所投入的經費計有 2474 億日圓。

ISAS 之火箭發展，從 1970 年成功發射之第一枚火箭-LAMBDA 火箭（四節、9.4 噸重、載重 26 公斤），之後發展了一系列的 μ (MU)

火箭，M-4S（四節、43.6 噸重、載重 180 公斤）、M-3C（三節、41.6 噸重、載重 195 公斤）、M-3S（三節、48.7 噸重、載重 300 公斤）、M-3SII（三節、61 噸重、載重 770 公斤），於 1997 年發展出第五代的 M-V 火箭（三節、139 噸重、載重 1800 公斤），其預定於 2002 年發射 MUSES-C 及 LUNAR-A 兩具太空船，而 2003 年將發射 ASTRO-F 人造衛星及 SELENE 太空船。而 2004 年將發射 SOLAR-B 太空船。

五、布魯克斯公司(Brooks Automation Inc.)

此次公差的第二站是赴布魯克斯公司旗下在加拿大列治文市的布魯克斯軟體公司。主要技術研討議題是半導體設備控制器軟硬體在布魯克斯發展的狀況及全球之發展趨勢。

(一)布魯克斯公司簡介

布魯克斯公司為全球在半導體前段製程之真空晶圓/基材輸送系統的領先製造廠商。其於 1978 年由 Norman B. Brooks 所創立，一開始主要產品為具有專利的青蛙腿型 (frog-leg) 大氣環境及真空環境用晶圓輸送機械手臂，在 1984 年首先推出集束型輸送平台 (cluster tool platform) 產品，然而布魯克斯在這一階段業務並沒有蓬勃發展。自 1992 年起，隨著半導體製造產業及設備產業的演進及分工需求，使得布魯克斯所提供之真空機械手臂及真空輸送平台廣為市場接受，而成為世界上除了應用材料等製程設備廠以外，獨立生產此兩種產品的最大廠商。

布魯克斯公司屬於中小型公司，然而其在公司營運及市場策略規劃及執行上有其獨特之處。在全球半導體產業及半導體設備產業以併購垂直整合增強競爭力下，布魯克斯於 1996 年併購在加拿大的 Techware System 公司(改名為 Brooks Automation Software Co.)，Techware 的主要產品為半導體設備控制器及控制軟體(ControlVision)，由此布魯克斯得以整合真空輸送平台系統及控制器軟硬體技術。在 1998 年其進一步併購半導體廠及設備自動化軟體知名廠商 FASTech 公司，FASTech 在半導體廠製造執行系統(Manufacturing Execution System, MES)及設備自動化軟體有很高佔有率，由此布魯克斯的產品線從半導體設備自動化軟體延伸至半導體廠自動化軟體。

布魯克斯公司基於產品功能的加強及延伸，1999年一口氣併購了六家小型公司；首先併購了韓國的 Hanyon Technologies，並與韓國三星電子公司策略聯盟，在韓國開發生產半導體及平面顯示器製造之自動化系統；其次併購了資料分析及先進製程控制之開發公司，Domain Manufacturing Systems；再併購了位於加州之 Smart Machines 公司，此公司以生產 SCARA 型式大氣及真空機械手臂；並從日本知名半導體製造廠自動化廠商 Daifuku 公司手中購進了兩家半導體廠軟體分析模擬公司，Auto-Soft 及 Auto-Simulations；布魯克斯並簽訂了意願書併購德國生產整合晶圓盒自動化系統之知名廠商，Jenoptik Infab。

2000年布魯克斯一共併購了三家公司，包含 Irvine Optical Company(IOC)，該公司主要提供 Wafer process 及 Lot process 控制時之 Open 及 Close Cassette solution，主要標準產品為 micro and macro inspection and multi-cassette sorting system；MITAX 公司主要產品為次世代控制系統，包含內嵌系統、整合及自動化及 Sensorbus solutions，如 GCC Run-to-Run 控制器、GEM Pass-Through Platform，GEM Integration Services 及 DeviceNet Inspector 等；第三家為 Daifuku 公司的事業部，主要為負責 AutoSimulation 軟體之經銷。

布魯克斯公司 2000 年年營業額計有三億二千一百餘萬美金，計有員工約 1,600 人。主要產品可分為設備自動化產品線及晶圓廠自動化產品線。布魯克斯公司的網站為 www.brooks.com，此次出差所收集到的布魯克斯公司之 2000 年年度報告附列於附件二，此報告對其營運狀況及經營策略有翔實說明，值得參考。



圖 21、加拿大布魯克斯軟體公司外觀

(二)布魯克斯公司集束型設備控制器技術研討

1. Brooks Control Automation Tool 介紹

➤ CTC 控制軟體

Brooks 公司在 Cluster Tools Controller 之產品主要包含控制該公司輸送平台之 ClusterLink GX，用以快速連接前端總成模組介面之 ExpressLink EFEM 及用以自行開發 CTC 之 Clusterlink Development，及 CTC 之圖形化人機介面開發系統 Clusterlink GUI 等。

➤ TMC，PMC 開發軟體

Brooks 公司現階段之主力產品之一為在 NT 平台下執行以 JAVA 技術為基礎之 TMC、PMC 開發軟體 Control Vision Java，該開發軟體可配合該公司自行開發之 EPICS 通訊協定執行 CTC 下傳之各項工作，另外對下層的實體週邊設備則利用 Control I/O 開發元件驅動程式以建立 TMP、PMC 與底層週邊間之控制路徑。

➤ TEC 3000 硬體系列

Brooks 公司在 NT 平台上之集束型設備控制器之硬體主要包含兩個部份，一個為 SC 即為 Subversive Controller，為系統監控器，執行各個設備控制器(EC)之監控，一般執行之程式為 CTC。

另一為 EC 即為 Equipment Controller，設備控制器，主要為執行傳輸設備控制或者製程設備控制之設備控制器，即為 TMC 或 PMC，該硬體之主要特色為支援 18 個 Com Port 及支援分散式控制的 DeviceNet。

TEC-3000 又可依其包含控制板之數量分為 SMC 與 MMC；SSC—Single Module Controller，為一個單一 CPU 板，主要目的是作為單一設備之控制器，如執行 TMC，或 PMC 等工作。



圖 22、TEC-3000 SMC 外觀

MMS—Multi-Module System，多模組控制器，配合集束設備之需求，將一片 SC 及數片 EC，合併在一起，各控制器均具有獨立的輸出/入介面，其間以內建式的 Ethernet 透過 TCP/IP 來進行溝通。



圖 23、MMS 控制器外觀

2. Brooks 現行控制器整體架構運作情形

目前 Brooks 在 NT 平台上執行之控制器是以 ClusterLink 作為集束設備之監控器，可於一般 PC 或在 SC 上執行；輸送平台控制器為 TMCJ，以 Control Vision J 開發，於 EC 上執行，TMCJ 在設計上除了部份具有專屬控制器之高階設備(如 Vacuum Robot 及 EFEM)是透過序列埠控制外，其他如真空組件及感測元件等均由 TMC 直接進行控制，由於 TEC-3000 之輸出介面除 TCP/IP，序列控制埠及 DeviceNet 控制埠外，並未包含 DI/DO 介面，故相關之 DI/DO 等介面均需透過具有 DI/DO 之 DeviceNet 卡來控制。

Brooks 公司之 CTC 與 TMC 產品間之溝通是利用該公司自行發展的 EPICS 通訊協定來達成，由於該 EPICS 通訊協定是該公司專為設備控制所訂定之通訊協定，包含 CTC 執行各項控制作為及設備回報時之各項訊息及緊急處理等均直接定義於該通訊協定中，以節省開發時間。

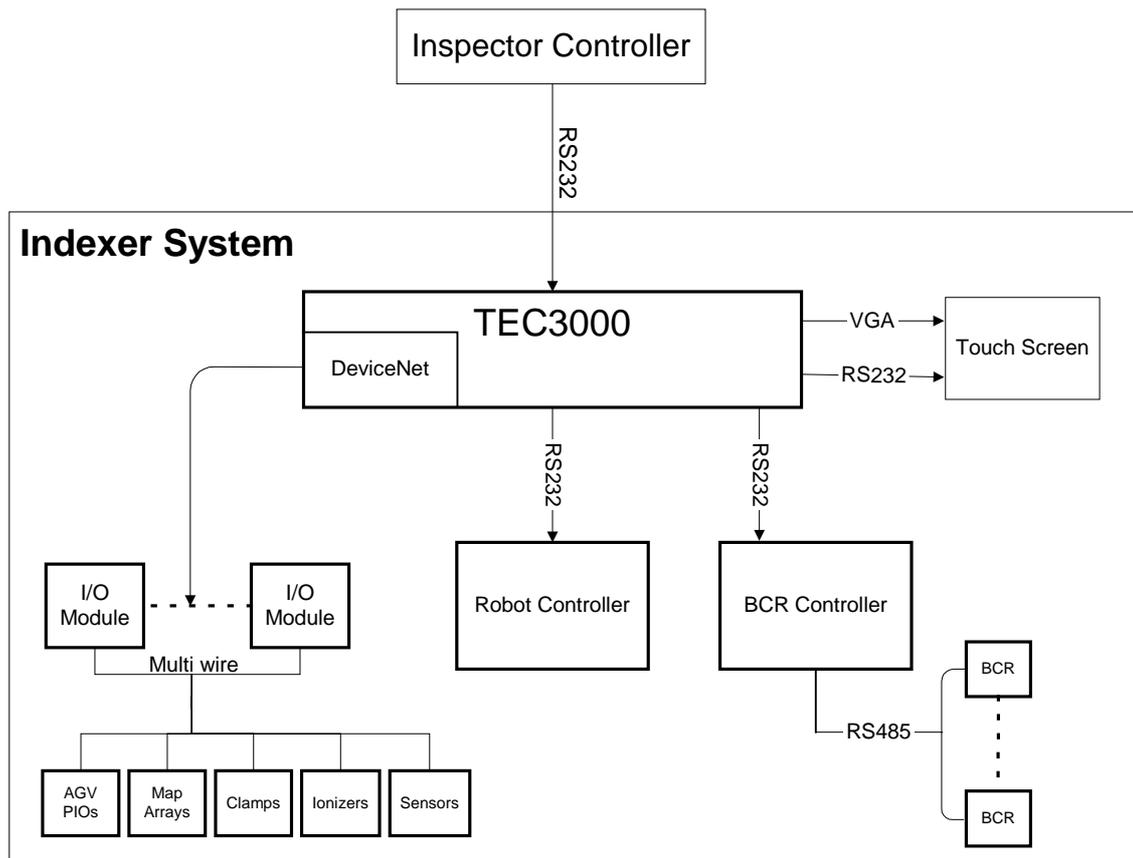


圖 24、Brooks TEC-3000 控制器整體架構

3. Brooks 控制器與非 Brooks 公司產品之溝通

由於集束型控制器(CTC)、輸送模組控制器(TMC)及製程模組控制器(PMC)等三部份的控制器常來自不同商源，而彼此間之溝通與連繫則成為重大之課題，由於本計畫之發展亦即將面對此項問題，且在與業界連繫的過程中對此方面之需求亦相當的多，此次研討特針對此議題請 Brooks 公司提供其現況與經驗綜整如下：

➤ Brooks TMC 與他廠 CTC 之溝通

由於在以往 CTC 與 TMC 多為一體的，並無明顯之介面區分，目前尚無此類經驗。

➤ Brooks CTC 與他廠 EFEM 之溝通

針對不同廠商所提供之 EFEM 設備，Brooks 最近開發了一套程為 ExpressLink EFEM 的程式，此一程式可提供他廠 EFEM 與其 CTC 建立溝通介面，配合傳輸程序進行控制。

➤ Brooks CTC 與他廠 PMC 之溝通

當 Brooks CTC 與他廠的 PMC 連接時，是透過該公司的一套 Control Bridge 來進行溝通。

➤ Brooks CTC 與他廠 TMC 之溝通

目前 Brooks 尚無此需求與經驗，基本上的解決方案下：

(1)依 CTC EPICS 之通訊協定，由 TMC 端自行開發符合

EPICS 協定之通訊，唯 EPICS 通訊協定相當複雜，且涉及相當底層之控制，執行期程將會相當的長。且將無法利用 EPICS 所提供與控制邊週之直接溝通功能。

(2)由 Brooks 公司開發類似 ExpressLink EFEM 之產品，類似一個 Template，再由 TMC 開發單位將實際的控制碼填入，此為 Brooks 公司遠期目標之一，短期內尚不會投入人力進行。

(3)由 Brooks 公司提供 CTC I/O 介面,作為 TMC 與 CTC 之溝通介面，並使用 Control Vision Java 進行有關 TMC Operation 及 Functional 部份開發，另外底層設備部份則利用 Control I/O 來開發設備 Driver，由於目前本計畫之執行架構是將底層實體設備部份除少部份由 DI/DO 來進行控制外，其餘週邊均具有專屬控制器，僅需透過串列

端的 TMC 與 PMC 為以 CVJ 所撰寫的模擬程式，當 TMC 模擬程式接收到由 CTC 程式上的 GUI 畫面上所執行的控制指令時，會依所接收到的指令，傳回相關 TM 訊息，並即時顯示在 CTC 端的 TMC GUI 上。

TMC SERVER 是以服務的方式當開機後會自行啟動執行，等候接受 CTC 之控制命令，而 TMC 的 Client 端程式則是在 CTC 程式中載入，並由 TMC 的 GUI 中來執行控制指令。另外 TMC 的 GUI 可以在 CTC 端或 TMC 端中執行。

(三)半導體設備控制器軟硬體之發展趨勢

目前全球半導體產業發展，在降低成本、提高產量、減少污染、降低製作時間(cycle time)及建立簡便快捷維修能量等因素考量下，集束型製程設備(Cluster tool)已成為半導體前段製程設備發展之主流架構。集束型設備之組成因應 300mm 之標準與操作上之需求，可分為三個模組，分別為前端總成模組(EFEM)、輸送模組及製程模組等三大部份，其中之前端總成模組亦可與輸送模組合併成為整合輸送系統。

前端總成模組之功能主要除了接受晶圓輸入卡匣、執行晶圓定位歸零、記錄、消除靜電、升降卡匣以配合機械手臂之擷取/置放晶圓、並承載完成處理後之晶片(晶圓輸出卡匣)外，主要為 Mini-Environment 功能，即在前端總成模組內，提供常壓下的局部潔淨環境，以降低無塵室之負擔。輸送模組的主要功能在提供集束型設備內卡匣模組及製程模組之間，以及不同之製程模組之間的晶圓輸送。製程模組主要由對晶圓執行製程處理之反應室所組合而成。集束型製程設備之製程可分為並行處理(parallel

processing)及相關處理(related processing)。

集束設備控制軟體主要採主從架構(client server)及物件導向(object oriented)觀念。在通信標準部份，雖然以 SEMI 之模組化設備標準委員會(MESC)所訂定之標準為主要依據，界定了集束控制器(cluster controller)與製程模組、輸送模組及卡匣模組之間的服務及訊息架構協定，但在實務執行上，在 CTC 與 TMC 間之通訊，各廠家仍多未遵循 SEMI 標準，而以其自行開發之協定或商用標準協定為主，如 Brooks 公司是以其自訂之 EPICS 通訊協定，而 PST 公司之 EquipSoft 則是採用 NI 公司之 DataSocket 協定來執行。

整體集束型前段製程設備之控制功能包含有批次輸入及追蹤、晶圓處理記錄、工廠介面、生產處方編輯(recipe editing)、維護服務分析(service diagnostics)、生產排程器(scheduler)、人機介面(human interface)等。

而輸送模組控制器(Transfer Module Controller, TMC)包含前端模組總成及輸送模組兩者之控制。輸送模組主要在接受傳送需求後，控制機械手臂運動及介面隔離閘門之開關。而前端模組則接受集束控制器生產排程器之指令，檢查卡匣載送晶片之內容，並要求輸送模組擷取或置放晶圓，配合輸送需求控制升降軸進行上昇/下降動作，卡匣模組亦可具有晶圓平邊或凹角(notch)之定位，以及冷卻之功能。集束控制器之輸送模組及卡夾模組大都為密閉超真空腔，真空度達 10^{-6} torr 至 10^{-8} torr。

製程模組控制器(Process Module Controller, PMC)主要功能在接受集束控制器生產排程器之指令，然後要求輸送模組擷

取或置放晶圓，並要求集束控制器提供製程配方，進行製程處理。製程模組根據應用定義，可為濺鍍、蝕刻、化學氣相沈積、清洗、快速升降溫處理、或者是去光阻。

經與布魯克斯公司的研討，目前集束型設備控制器之主要發展趨勢可歸納如下：

1.NT 作業平台之 PC Based 開放式架構

由於 PC 的快速發展、使用人口之普及、操作簡便、功能強大，以及各種週邊設備驅動程式之支援完善，目前不但在 CTC 部份為 PC Based，在設備控制器(TMC 及 PMC)部份亦已有大部份廠商以朝 PC Based 方向進行開發，如有魯克斯公司的 TEC-3000 為自行開發之控制硬體，即為 NT 作業平台，另 PRI 之 EquipSoft 則是以一般工業級 PC 即可執行，亦在 NT 平台下執行，圖 26所示為 Brooks 公司 Cluster Link 產品之架構與操作畫面。

另外由於在未來控制器產品之多樣化，全系統之控制器可能來自許多不同的廠家，所以控制器之架構則必須要為開放性架構，以隨時和不同系統之軟硬體進行整合。

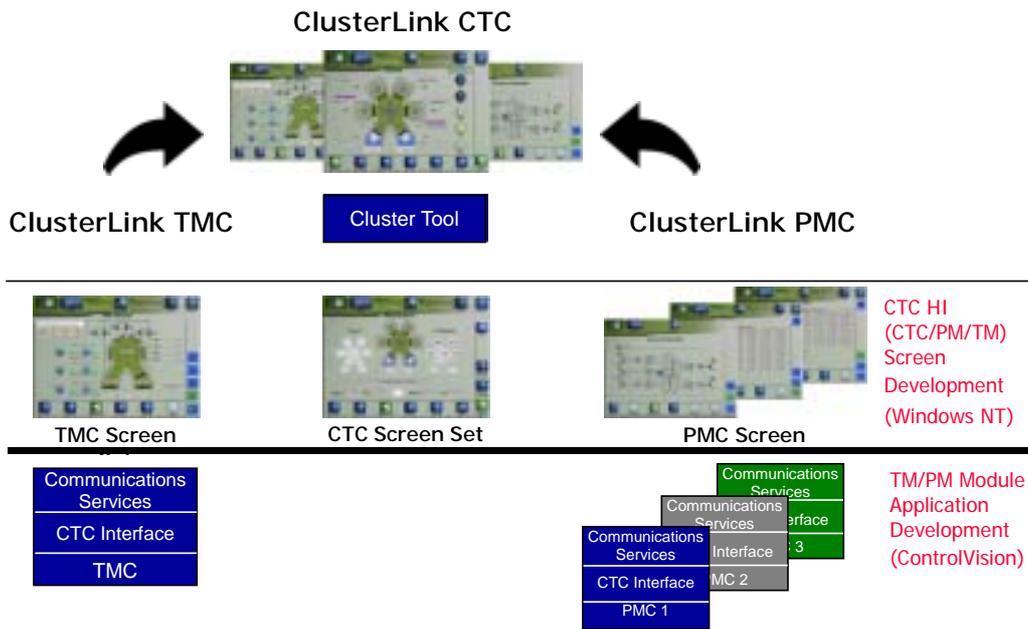


圖 26、Brooks ClusterLink 架構與操作畫面

2. 遵行 SEMI 介面標準

在進入 300mm 後，由於卡匣之傳送多藉由自動輸送系統(AHMS)來進行，其對外之溝通則需遵循 SEMI 之標準來執行，雖然在前文中有提過目前在 CTC 與 TMC 間之通訊多未遵循 SEMI 所訂之 MESC 標準，但在對系統外在介面及軟體語法部份，則仍遵行 SEMI 之標準，主要常用之標準如下所述：

(1) E39 Object Services Standard(OSS)

E39 物件服務標準主要目的為提供以物件及物件屬性來描述行為與資料時的一般的術語、習慣及標示方式，此外，並提供獲得及設定物件屬性及要求獲得物件內容等基本的服務。此標準的範圍包含提供概念、行為

及公用物件常用之一般通用之服務等。

(2)E84 Enhanced Parallel I/O(EPIO)

E84 Enhanced Carrier Handoff Parallel I/O 為強化舊有的 E21(PIO) , 針對 AMHS 被動式灣區間(Inter-Bay)輸送器 (AMHS 如 OHT、AGV 等)在傳送卡匣時與設備之通訊標準 , 如圖 27及圖 28所示。

所謂的 Parallel I/O 是指在平行操作的多條單位元線 , 每一條線的訊號為 ON/OFF , AMHS 至 Equipment 往返的訊號均為 8 位元(有些位元未使用) , 定義訊號交握(Handshaking)的程序 , 僅作簡單旗標(flag)的傳送(無 Carrier ID 字元等) , E84 規範了訊號內容、交握程序、接線定義(如圖 29)等。

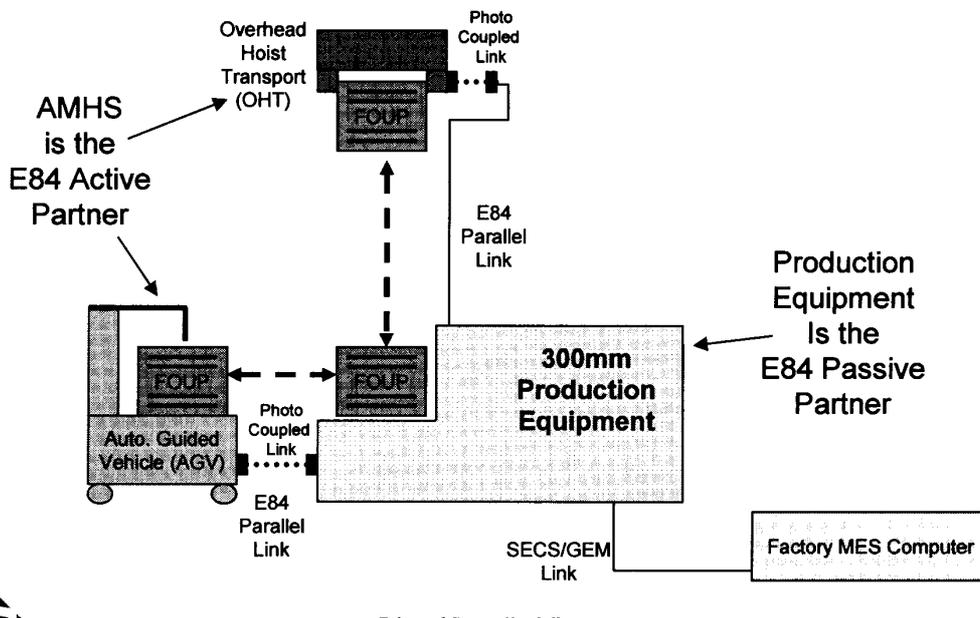


圖 27 、SEMI E84 示意圖

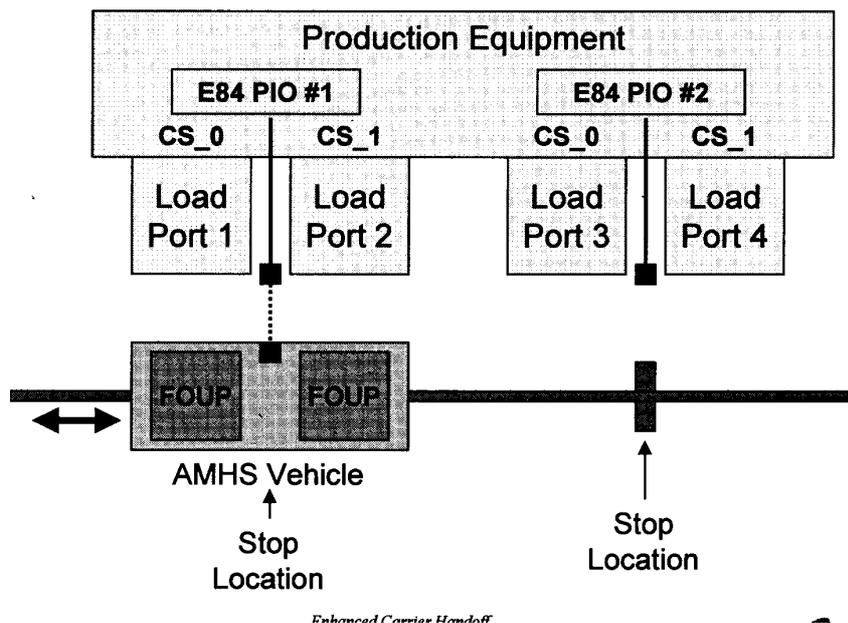


圖 28、E84 可支援一個或兩個 Loadports

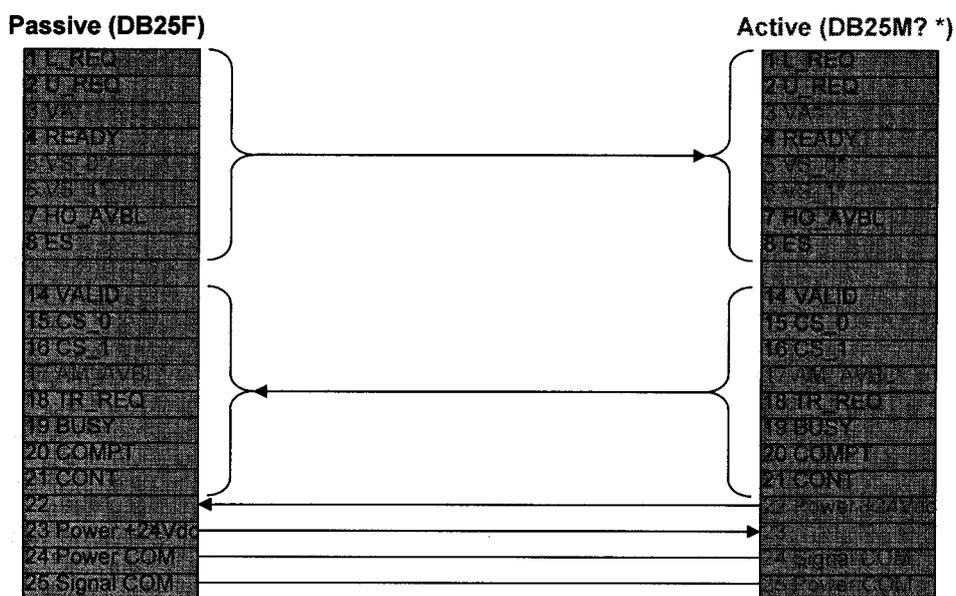


圖 29、E84 接頭接線定義(直接纜線連接)

(3)E87 Carrier Management Standard(CMS)

E87 Carrier Management Standard 卡匣管理標準為處理當自動輸送系統與設備完成溝通後(E84)進行 Carrier 定位及到位後的相關操作，主要內容為訂定有關處理卡

匣之標準操作及卡匣有關以下的通訊資料標準：

- To and from host.
- 當卡匣即將到位時通知設備。
- 當完成卡匣到位確認後通知卡匣 ID 或 Mapping 結果給控制器。
- 通知控制器(Host)Load Port 及卡匣狀態。
- 通知設備有關卡匣內容、Mapping 及卡匣狀態等。

在 CMS 中 Carrier 亦以物件方式來定義，以利於隨時查詢 Carrier 之現有狀態而不需追蹤其即時之所在位置。

圖 30所示為 Carrier 在進行 ID、Mapping 及 Access 時之狀態模型，圖 31為自動輸送系統 AMHL 與 EFEM 到站(Access)時之處理時序，圖 32則為取出 Carrier 時之狀態時序。

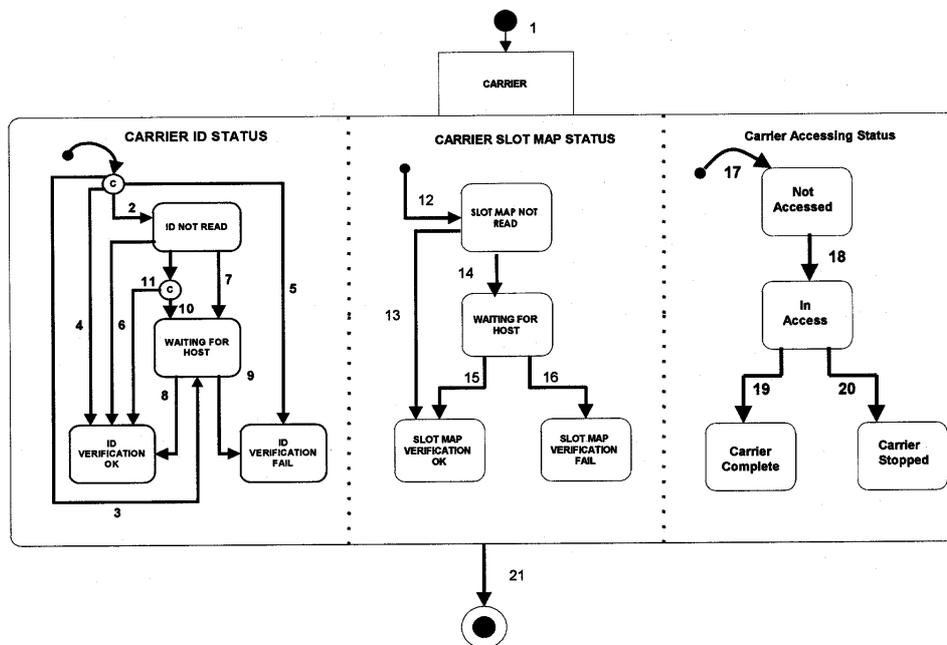


圖 30、E87 Carrier State Model

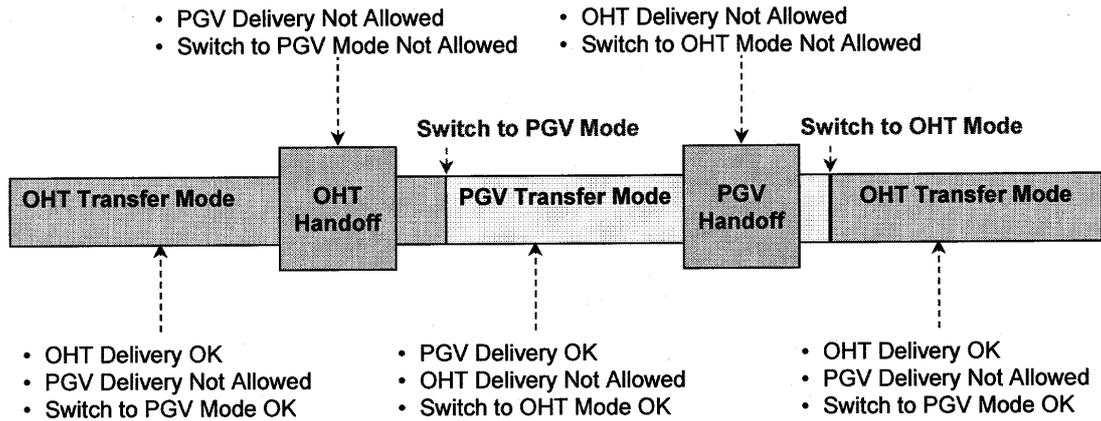


圖 31、E87 Access Mode 時序

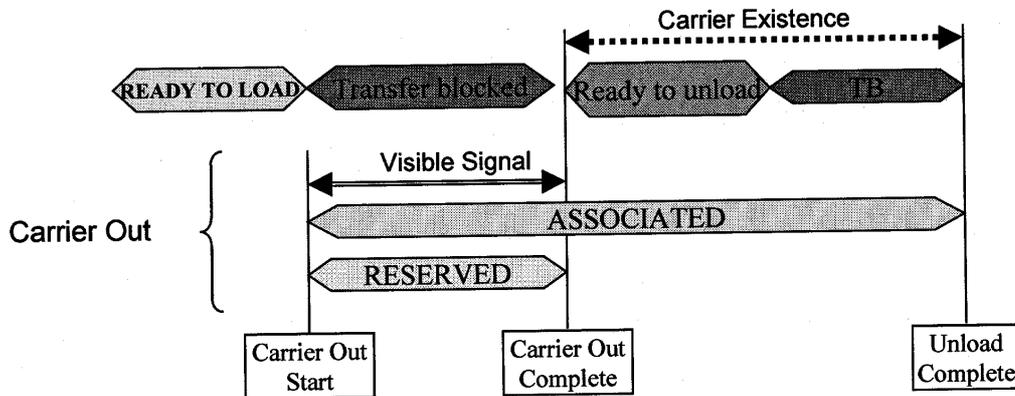


圖 32、E87Carrier Out and State Transition

(4)E90 Substrate Tracking Standard(STS)

E90 Substrate Tracking Standard 主要為進行基材 (Substrate)之位置追蹤，提供一個方法來決定設備內基材之即時位置；另外進行基材之歷程記錄，提供基材在設備中曾經到達過的位置的歷史資料記錄的能量。

E90 標準亦是利用物件來處理，圖 33所示為 Substrate 物件模型，圖 34為其狀態模型。

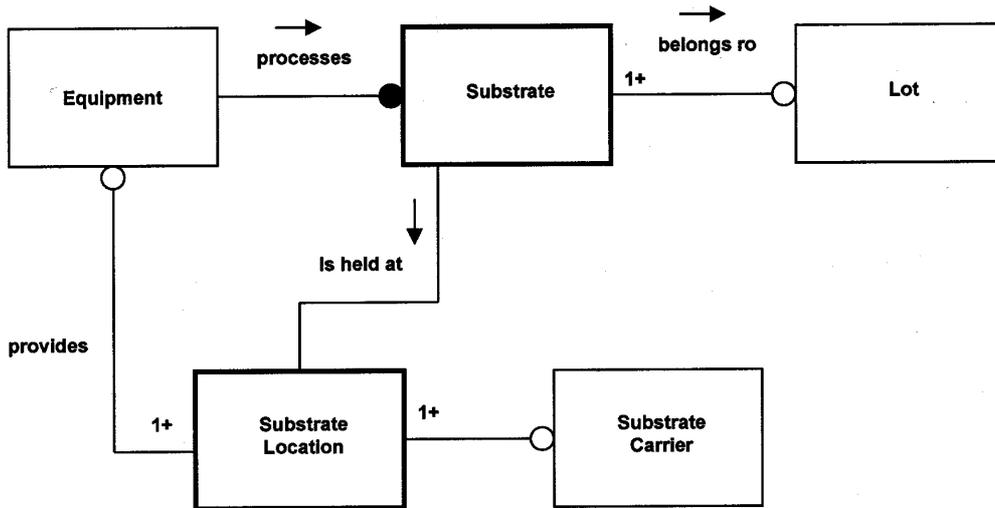


圖 33、Substrate 物件模型

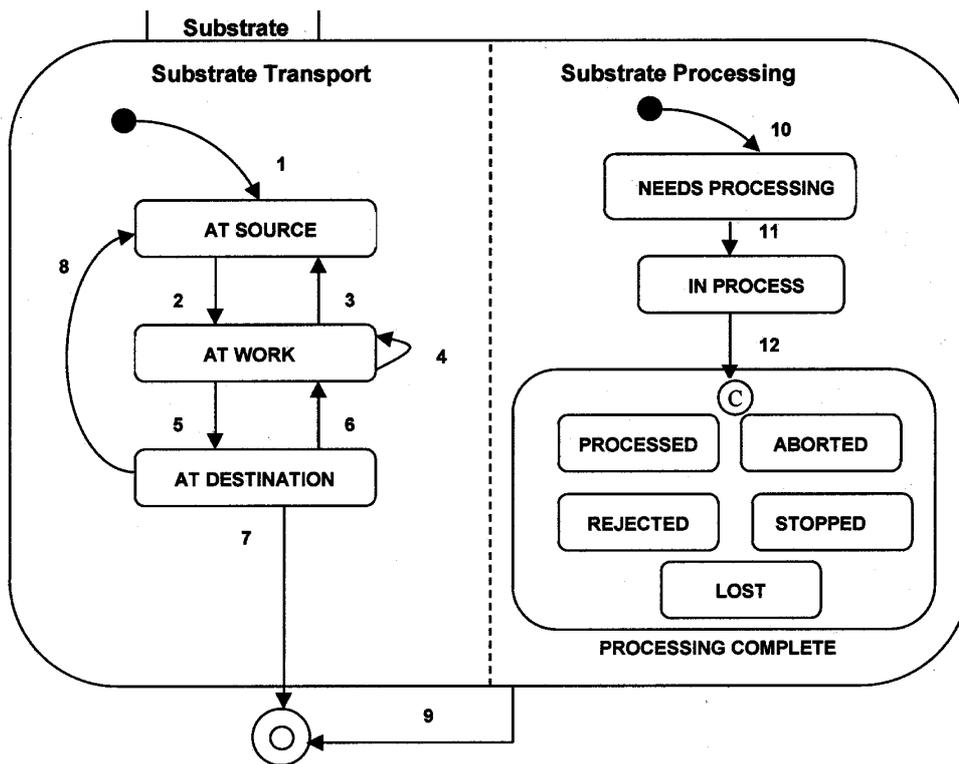


圖 34、E90 Substrate 狀態模型

(5)E94 Control Job Management(CJM)

E94 Control Job management 屬於 Wafer 層級之控制

與管理標準，Control Job(CJ)定義了一個或多個 Carriers 在設備中的一個單位工作(a unit of work)，此工作由一組由一個或多個將運用於 Carrier 中之材料的製程工作(Process job)所描述；亦即 CJ 定義一個產品的製程工作項目(包含那些製程工作)，在工作執行時，只需將 Carrier 中之各個基材指定到 CJ 即可。

CJ 指定了一個或多個製程工作，CJ 對控制器(Host)提供佇列管理服務以便在在佇列的製程工作在執行時可變更其順序；當單一 Carrier/slot 的完整功能在某些製程工作時無法提供，則 CJ 亦可以明確的指定 Carrier 中基材之目的位置，CJ 亦包含其他多種屬性與組態變數，以管理製程工作及材料配置(Disposition)。圖 35所示為 Control Job 之物件模型。

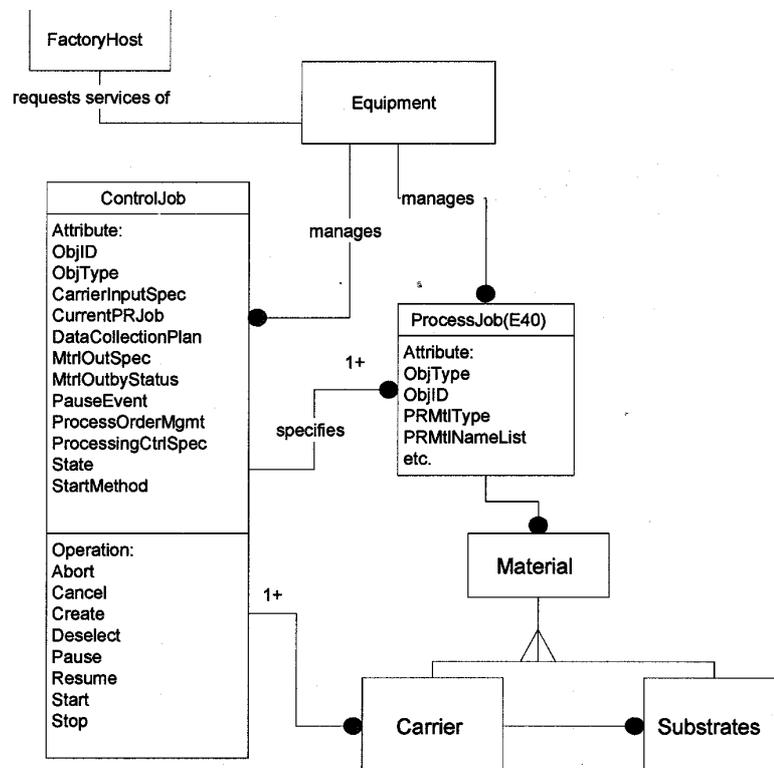


圖 35、E94 Control Job 物件模型

(6)E99 Carrier ID Read/Write(CIDRW)

E99 Carrier ID Reader/Write Functional Standard，為對於 Carries ID 讀取與讀取/寫入操作及服務要求的一個與協定無關(Protocol-independent)的規格，亦即不管使用什麼方式的讀寫方式都可運用相同的溝通方式。其主要目的是為生產設備的 Loadport 必須能支援 Carrier ID 讀取(或讀/寫)裝置，其位置取決於 ID 之技術(Barcode, RF 等)，使用者必須可以選擇使用技術，而設備供應者需要能將更改使用技術時所造成之衝擊減至最低。

E99 列出了最基本的要求如圖 36所示，包含上游控制器僅對 CIDRW 溝通，CIDRW 可連接 1~31 個讀寫頭。E99 標準在 ITSC 分析時應予以包含。

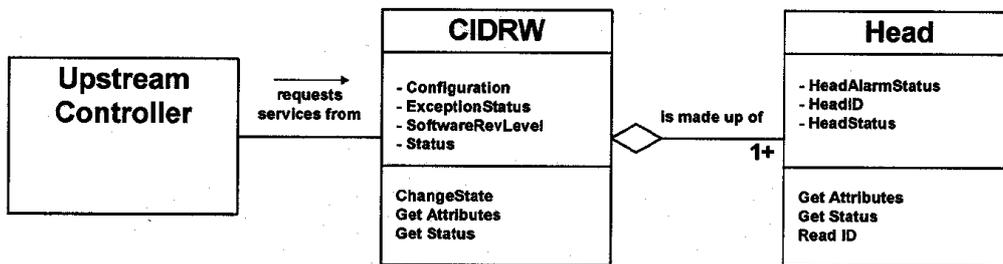


圖 36、SEMI E99 CIDRW 之基本需求

3.CTC 與 TMC 合併

在目前的 CTC 與 TMC 產品中，大多是將 CTC 與 TMC 分開在不同的 PC 上來執行，以減輕系統負荷及加速程式系統之執行，由於 PC 技術之不斷進步，CPU 之速度越來越快，而成本亦隨之降低；另外週邊設備之功能越來越強，亦相對減低系統之負擔，所以漸漸的就有廠商將 CTC 與 TMC 合併為一，一方面則是利用分散式控制元件，如

DeviceNet 以作為分散式控制，以增加系統可靠度及加速反應速率。

PRI 公司的 EquipSoft 則是將 CTC 與 TMC 之功能均合併在一起，而 Brooks 公司之 ClusterLink 產品則尚保持原有的兩階式架構分別由 SC(或 PC)與 EC 來進行監控與操作控制。

肆、效益分析

此次公差第一個行程為參加日本大型基材半導體設備及材料國際展示會及研討會，除了實地瞭解目前世界各國在大型基材製程與設備之發展現況外，並與多家廠商深入接觸與訪談，另外並參加了 Electronic Display Forum 2001 研討會及 FPD Standards Workshop，對 TFT-LCD 及各項平面顯示器之製造技術與製程設備之發展趨勢及 FPD 之標準有了深入之瞭解，相關技術與趨勢分析詳見本出國報告內容；此外，在本次展示會場 Display Search 公司攤位發現該公司之出版品中有關 FPD 設備與材料分析及預測之資料，該份資料對本計畫未來建立大型基材輸送設備建案之分析及對市場之瞭解與掌握，助益甚大。

此次公差的第二個行程為赴加拿大 Brooks 公司，主要目的為實地瞭解該公司在半導體集束型設備控制器及輸送控制器技術之發展情形。布魯克斯公司以真空機械手臂產品起家，進而開發集束型真空輸送平台，再整合設備控制器硬體及軟體，又因應全球半導體廠自動化垂直整合增強競爭力之需，進而併購知名半導體廠自動化軟體，現居全球半導體廠及設備自動化三大領先廠商之一。布魯克斯公司之產品發展及競爭策略，確實可作為本所半導體設備晶圓輸送系統研發計畫發展的典範及學習對象，此次所參訪之加拿大分公司即為其近年所併購之自動化軟體公司之一。

此次參訪過程中，該公司分別四位工程人員對該公司之集束型設備控制器、輸送系統控制器及 I/O 驅動器開發模組等之軟硬體架構作了深入之解說，並對本計畫現有開發之軟硬體架構提出建議作法，此次研討該公司對控制器內部之軟硬體架構及通訊協定、運作及資料流等均就其技術面作詳細解說，並且對目前與不同廠家之控制器結合

時之作法作了相當深入之介紹與討論，可以說是毫無保留的說明與討論，另外亦對現有各廠家之控制器技術現況與發展趨勢提出討論。本次的參訪研討，對本計畫集束型設備控制器之開發方向有極大之助益；有關詳細參訪內容，詳見本報告內文，

相對於布魯克斯公司而言，我們是技術及市場後來者，然而由於我國半導體產業所具有的實力，以及我們近年在晶圓輸送系統及模組研發上所展現的具體成果，再加上精密機械及機械整合的科技人力，因此布魯克斯公司甚有意願與我們合作。此次赴該公司位於加拿大的設備控制器及控制軟體公司參訪研討，該公司很有誠意地將其最新發展的 TEC-3000 系列控制器及 ControlVisionJ 軟體做了介紹及技術研討（介紹資料附於附件五）。該公司總經理 Michale Hanssmann 在研討中，更特別說明該公司與我們的關係不只是買賣關係，而是具有很大的合作空間。

「腳踏實地，視野開放」確實是高科技研發成功的工作者應具有的特性，而「建立實力、掌握正確方向」更是成功的不變法則。

伍、國外工作日程表

項次	日期	地點	交往接觸人士及機關 (外文名及譯名)				洽談內容紀要	備考
			姓名	國籍	性別	地址		
1	90.4.17.	台北至東京					去程	
2	90.4.18.	日本東京	Daishuke Sasaki (佐佐木大輔) Takuji Murakami (村上卓司)	日本	男 男	1588 Michinoue, Kannabe-Cho, Fukayasu-Gun, Japan	參加 SEMI FPD Expo 展示會及 Electronic Display Forum 課程	
3	90.4.19.	日本東京	Joe Aiga (喬.艾加) 徐欽志	加拿大 中華民國	男 男	#100-13777 Commerce Parkway, Richmond, B.C., Canada V6V 2X3 目黑，日本	參加 SEMI FPD Expo 展示會及 FPD Standards Workshop	
4	90.4.20.	日本東京	徐欽志 森田泰弘 的川泰宣	中華民國 日本	男 男 男	目黑，日本 3-1-1 Yoshinodai, Sagamihara, Kanagawa, Japan	參加 SEMI FPD Expo 展示會及參訪 ISAS	
5	90.4.21.	日本 加拿大 列治文		加拿大			飛機行程	
6	90.4.22.	加拿大 列治大		加拿大			資料準備	

7	90.4.23.	加拿大 列治大	Navid Mohsenian (那伯.蒙赫西) OZ Greenberg (歐離.格林別) Albert Shuen (亞伯.蘇) Peter Dombowsky (彼德.多伯斯基)	加拿大	男 男 男 男	#100-13777 Commerce Parkway, Richmond, B.C., Canada V6V 2X3	至布魯克斯加 拿大公司研討 真空輸送平台 整合控制技術	
8	90.4.24.	加拿大 列治文	Michale Hanssmann (麥克.赫斯曼) Navid Mohsenian (那伯.蒙赫西) OZ Greenberg (歐離.格林別) Albert Shuen (亞伯.蘇) Peter Dombowsky (彼德.多伯斯基)	加拿大	男 男 男 男	#100-13777 Commerce Parkway, Richmond, B.C., Canada V6V 2X3	至布魯克斯加 拿大公司研討 集束型設備控 制器技術	
9	90.4.25.	加拿大 列治文					返程	
10	90.4.26.	台北					返程	

陸、 社交活動

本次行程中，適逢前總統李登輝先生申請赴日就醫，而日本政府決定是否發給簽證一事，在當時參訪行程中，有廠商及 ISAS 人員多次提及此一事情，顯示日方民間亦對此事相當關切，並表示日方在人道立場考量上，似乎無太多的理由不淮許李前總統前往就醫，應不需有太多的政治考量；唯均認為此一問題著實讓日本政府傷透腦筋。

由於到達加拿大時間尚早，在安置妥行李後，撥空前往附近公園走走，發現當地連小公園的廁所都非常的乾淨，而隨處可見小水鴨與水鳥，完全不會怕人，而遊客也都不會去驚擾牠們，對於加拿大在環境保護及衛生管理之努力甚感敬佩，希望不久之將來，我們亦能有此種環境生態之成果。

柒、建議事項

- 一. 我國繼半導體製造產業之後，平面顯示器經近年大量投資，正蓬勃發展，尤其是 TFT-LCD 顯示器預期至 2005 年將與日本、韓國呈三強鼎立之勢，而 PDA、手機市場之發起也促成中小型顯示器之強烈需求，其中如 OLED(有機發光二極體)則為大家看好之未來顯示器明星，然而 TFT-LCD、STN-LCD 及 OLED 等製造設備仍絕大多數依賴進口，因此為健全我國整體平面顯示器製造產業，及促進我國平面顯示器製造設備產業之建立，投入平面顯示器製造設備之開發確屬必要。本院二所執行半導體前斷製程設備研發計畫，已建立相關技術基礎，可整合投入平面顯示器製造設備之研發，促成相關產業之建立。
- 二. 平面顯示器製造設備及半導體製造設備皆具資金密集及技術密集之特色，與國防科技產業相類似，然而平面顯示器及半導體產業更具挑戰的是其市場 cycle time 相當短，技術世代演變快速，開發設計者對市場及技術之掌握相當重要，因此要能掌握全球市場及技術之脈動，持續派員參加相關國際大展及市場技術趨勢研討會是必要的。為提高申辦效率，建議本院可進一步簡化公差出國申辦審核程序及機票簽證等代辦購案作業！
- 三. 此次赴日本公差參加 SEMI FPD Expo 期間，透過本院駐日專員徐欽志博士之協助，安排於四月二十日拜訪日本宇宙航空研究所 (ISAS)，ISAS 在航空、太空火箭及衛星研究上甚有經驗，值得本院在發展相關技術時參考及學習，雖然近年本院仍透過中日研討會，與相關教授及技術專家保持聯繫，然畢竟時間短促學習效果有限，建議本院可思考派員赴 ISAS 訪問研究，較長期地在 ISAS 參與其研究計畫，可望更具體地學習及建立相關技術。

附件

附件一、SEMI FPD Expo 2001 Program directory.

附件二、Electronic Display Forum EDF 2001 Proceedings.

附件三、Japan FPD Standards Workshop

附件四、ISAS 簡介

附件五、Brooks Automation Annual Report

附件六、Brooks ControlVision J Presentation