

淺談LCD驅動IC封裝

◆曾國泰

南茂科技公司

副總經理

摘要

台灣廠商於1999年中始推出大尺寸TFT-LCD面板生產線，進入此市場僅一年多的時間，在2000年10月市場佔有率已達全球的20%，預估到2001年時台灣的大尺寸TFT-LCD面板的產量將與日、韓等三分全球的大尺寸TFT-LCD面板市場，達到三成的市場佔有率。隨著需求的增加與相對應的產能擴張，使得驅動IC的供應不足的情形一直無法獲得改善，於看好台灣TFT-LCD市場的雄厚潛力以及日本廠商如Sharp與TI等紛紛來台尋求代工等商機，使得不少封裝廠積極的投入驅動IC的封裝相關技術中。封裝製程是整個驅動IC生產流程相當關鍵的一環，所佔的成本比重也很高。如以TFT LCD的Gate驅動IC為例，TCP封裝成本佔50%以上。更重要的，封裝品質的好壞對於驅動IC的表現有很大影響。目前的LCD面板主要是使用捲帶式晶粒接合技術(Tape Carrier Package; TCP)來將驅動IC封裝在軟膜捲帶上，以滿足驅動IC高腳數與縮小尺寸的需求。TCP的封裝方式，一是在晶圓上長金凸塊，另一個是在TCP捲帶上設計內外引腳，兩者完成後，將晶圓上的晶粒切割下來，將上面的金凸塊與TCP捲帶的內引腳對準，熱壓結合再塗膠完成。現行在LCD驅動IC依所使用的封裝製程有三種方式：ACF、金錫共晶與NCP等三種。LCD驅動IC因為國內TFT-LCD面板廠的量產與日本廠商的代工需求下而蓬勃的發展。在未來高解析度的需求下，到2003年時LCD驅動IC的封裝形態將會由COF與TCP各佔一半顯示器的市場。而在手機方面，COF與COG則合佔近八成半的市場佔有率。

關鍵詞

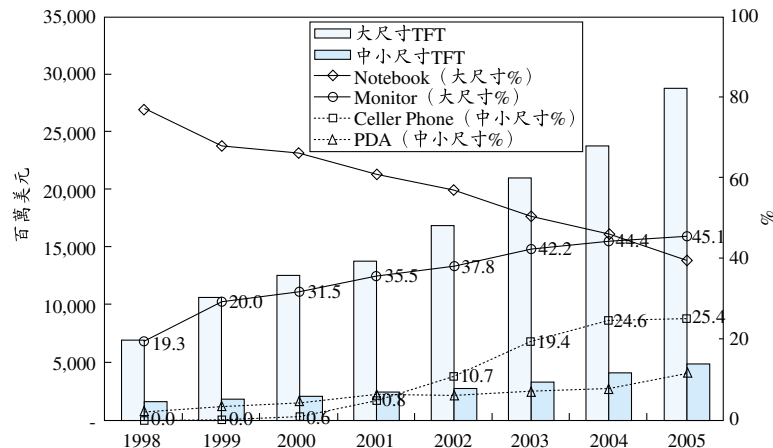
驅動IC (Driver IC)；TCP (Tape Carrier Package)；COG (Chip on Glass)；COF (Chip on Film)；金錫共晶(Au-Sn Eutectic)；異方性導電膜(Anisotropic Conductive Film; ACF)

前言

台灣廠商於1999年中始推出大尺寸TFT-LCD面板生產線，進入此市場僅一年多的時間，在2000年10月市場佔有率已達全球的20%，預估到2001年時台灣的大尺寸TFT-LCD面板的產量將與日、韓等三分全球的大尺寸TFT-LCD面板市

場，達到三成的市場佔有率。目前全球大尺寸TFT-LCD面板產能前十大廠商中，台灣廠商有達碁與華映2家公司已經進入排行榜中；2001年第三季後，預估奇美電子與瀚宇彩晶亦將晉身前十大。在TFT-LCD的各個產品的應用方面，到2000年底時筆記型電腦(Notebook; NB)將可達23,749千台，成長率為19.3%，每一

年依舊以10%的成長率持續成長，圖一為全球TFT在各個產品運用的產值預測。未來隨著CPU變化速度減緩，筆記型電腦將有可能取代較多的桌上型電腦(Desktop PC)的市場，預估隨著TFT價格下跌的影響，STN將漸漸退出NB市場。2000年LCD Monitor將達6,029千台，成長率

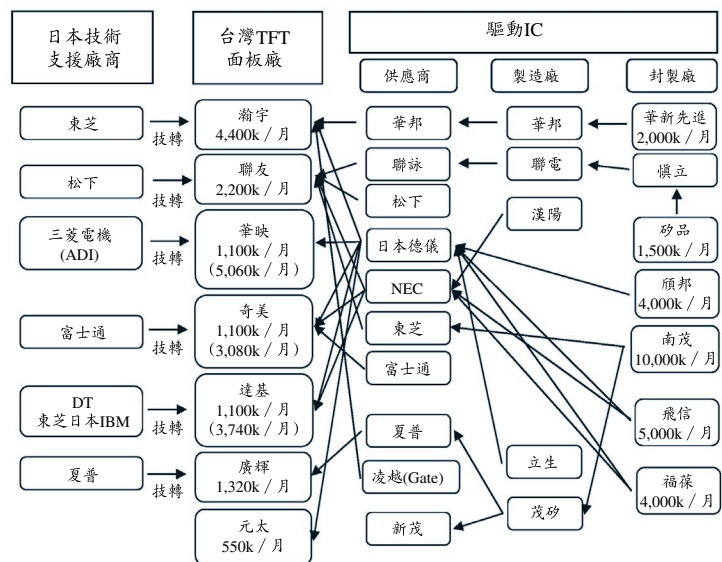


資料來源：資策會MIC，ChipMOS整理，2000年6月

▲圖一 全球TFT產值未來發展趨勢

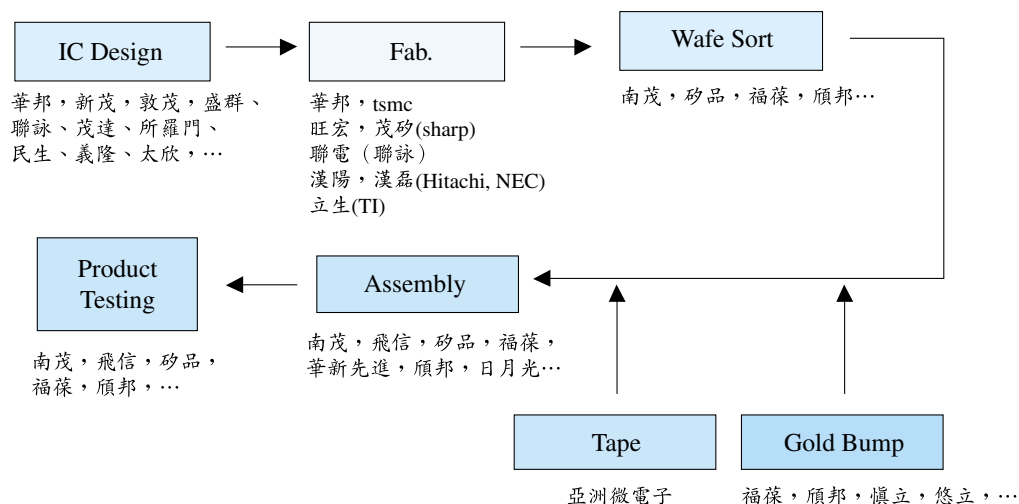
為46.7%。LCD Monitor從1999年至2005年的複合成長率可達34.6%。現今LCD Monitor市場均採用TFT-LCD面板，而在中小型的TFT產品中，行動電話在2001年將超越PDA。隨著寬頻網路的起飛，Cellular Phone除了通話功能外，亦將走入access資料的時代，甚至走入影像傳輸的時代。在往彩色化發展的趨勢下，彩色機種出貨比例將增加。而PDAs與Wireless的整合成為重要趨勢，同時往彩色化發展的趨勢下，TFT未來將佔有重要地位。隨著需求的增加與相對應的產能擴張，使得驅動IC的供應不足的情形一直無法獲得改善。2000年台灣面板廠商總月產能為99萬片（以14吋換算），驅動IC需求為每月1,000萬顆，全球需求為1億2千萬顆；2001年面板將成長至215萬片，驅動IC需求為每月2,400萬顆，全球需求為2億8千萬顆。由於看好LCD產業的前景，因此國內相關業界便積極的投入此一產業。圖二為國內TFT-LCD相關產業的關聯情形，除了元太科技外，國內目前在TFT-LCD面板廠商不是與日本廠商合作就是技轉日商的技術。同時在驅動IC的供應方面也幾乎皆由日本供應商所提供。日本德儀是全球最大TFT-LCD驅動IC外賣供應商，2000年供應的

▼圖二 台灣TFT-LCD產業關聯圖



資料來源：Digitimes，ChipMOS整理Dec., 2000

月產能為1,000萬顆，是驅動IC最重要的供應來源，也是目前大部分台灣面板廠商TFT-LCD驅動IC的最主要供應者。由於看好台灣TFT-LCD市場的雄厚潛力，以及日本廠商如Sharp與TI等紛紛來台尋求代工等商機，使得不少封裝廠積極的投入驅動IC的封裝相關技術中，在歷經一年多的投入後，台灣已初步形成自己的LCD驅動IC的供應關聯關係，圖三為目前台灣LCD驅動IC的產業關聯情形。而表一為目前台灣在驅動IC封裝方面的供應情況。



資料來源：Dizitimes，chipMOS整理Dec., 2000

▲圖三 台灣LCD 驅動IC產業關聯圖

表一 台灣驅動IC封裝業者的供應情形

廠商	業務範圍	2000年產量（千顆/月）	主要客戶
南茂	封裝測試	10,000	Sharp、Toshiba
飛信	封裝測試	5,000	TI-Japan、NEC
順邦	Gold Bump 封裝測試	4,000	TI-Japan、NEC
福葆	Gold Bump 封裝測試	4,000	TI-Japan、NEC、晶門、聯詠
華新	封裝測試	2,000	-
矽品	封裝測試	1,500	晶門、聯詠、凌陽
慎立	Gold Bump 封裝與 SPIL合作	10千片 6" wafer -	
日月光	封裝測試	1,000	-

資料來源：Digitimes，ChipMOS整理 Dec., 2000

驅動IC的封裝

封裝製程是整個驅動IC生產流程相當關鍵的一環，所佔的成本比重也很高。如以TFT LCD的Gate驅動IC為例，TCP封裝成本佔50%以上。更重要的，封裝品質的好壞對於驅動IC的表現有很大影響。在LCD驅動IC的接合方式中，依使用軟膜捲帶(Tape)的不同可分為三種技

術方式：COG(Chip on Glass)、TCP與COF等。其中COG的封裝方式已經發展很久，雖有低成本的吸引力（設備支出最少，材料成本最節省），但卻一直無法取代TCP封裝，主要就在於風險太高。TCP封裝的驅動IC，封裝後會再做一個測試，測試通過後才會進行和面板接合的步驟。COG的封裝封完後，驅動IC已經在玻璃面板上，就只能看面板點亮的結果如何。若是測試沒過也只有將整個驅動IC拔掉報廢。對於模組廠商而言風險太高了，因此在大尺寸的

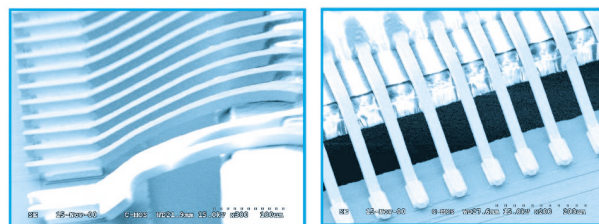
TFT-LCD上，因為要用的驅動IC數目多，因而COG封裝的比例是少之又少。手機應用的STN-LCD，因為只用到一顆驅動IC，因此在成本的考量下，多使用COG封裝。同時COG製程對於基板電極的潔淨度、平整度及接合凸塊的形狀、共平面度的要求較高，加上重工時往往會傷到基板與電極，造成電極損壞使面

板變成報廢品。雖有專用重工溶液，但重工所需加工時間長、良率低，使重工效率顯得很差。目前凸塊間距目前最小為 $70\sim 75\mu\text{m}$ （面積大於 $3,000\mu\text{m}^2$ ），對於達成TFT-LCD大尺寸極高解析化的趨勢所需的小腳距，將無法以COG的方式進行封裝。

目前的LCD面板主要是使用捲帶式晶粒接合技術(Tape Carrier Package; TCP)來將驅動IC封裝在軟膜捲帶上，以滿足驅動IC高腳數與縮小尺寸的需求。TCP的封裝方式，一是在晶圓上長金凸塊，另一個是在TCP捲帶上設計內外引腳，兩者完成後，將晶圓上的晶粒切割下來，將上面的金凸塊與TCP捲帶的內引腳對準，熱壓結合再塗膠完成。圖四為TCP內引腳接合的情形。TCP因加工技術較成熟，在材料供應與其他規範也較穩定而成熟，所以是目前最主要的LCD驅動IC之封裝方式。

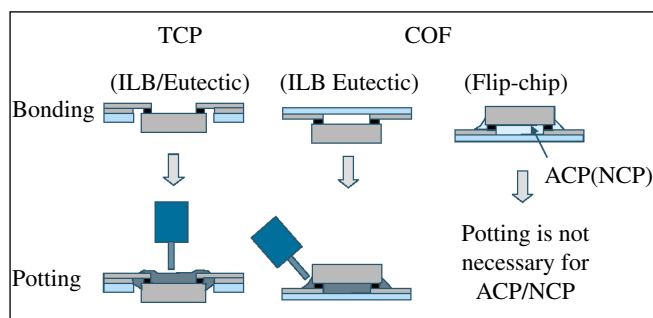
雖然TCP在成本上也比COF要便宜，但是由於三層的軟膜捲帶(TCP-tape)無法具完全的可撓性，同時在模組(Module)的可靠性能上也有其限制，而且因為內引腳部位具有開孔，所以內引腳是懸空的設計，因此在較細小的內引腳距之接合時，其Tape的製作與後續接合製程加工的搬運及接合等都非常的困難，所以在未來講究輕、薄、短、小的需求下，TCP封裝方式的發展會因其軟膜捲帶的關係而受到限制。

近年來為提高可撓性及降低整體的成本，而有晶粒/軟膜(Chip on Film; COF)技術的產生。COF封裝方式可視為改良的TCP封裝方式，圖五為TCP與COF在封裝上的比較示意圖。而圖六則為TCP與COF對應於金錫共晶製程時的差異比較。

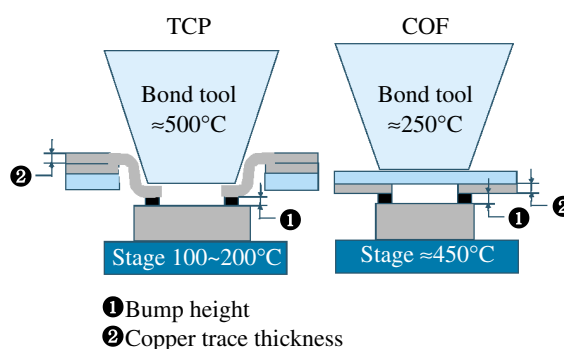


資料來源：ChipMOS Tech. Co.

▲圖四 內引腳接合情形(TCP)

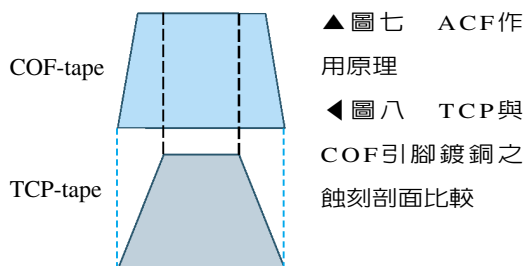
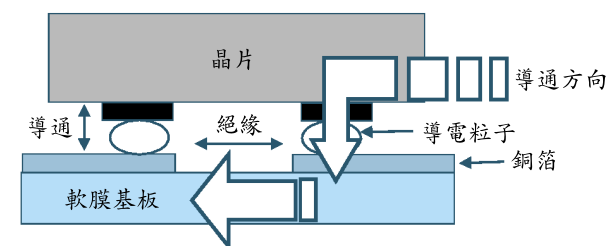


◀圖五 TCP與COF封裝比較示意圖



◀圖六 TCP與COF Bonding示意圖

依所使用的封裝製程，現行在LCD驅動IC有三種方式：ACF(Anisotropic Con-ductive Film)、金錫共晶(Au-Sn Eutectic)，與NCP (Non-Conductive Paste)等三種。傳統的晶粒/軟膜接合方式是使用ACF（異方性導電膜）作為導電介質，ACF主要的功用是提供兩種接合物體垂直方向的電氣導通，對於水平方向則具絕緣效果，其作用原理如圖七所示。由於ACF必須混合導電粒子在膠液內，導電粒子的直徑約在 $2\sim 10\mu\text{m}$ 左右，主要提供垂直方向的電氣導通，因此對粒徑的均一性與真圓度的要求非常高，同時其粒子的分佈均勻性將明顯影響接合後之電性特性。傳統的ACF有一個重



表二 COF與TCP特性比較表

特性		COF	TCP
軟膜	剛性（引腳的支撐性）	較差	高
	耐熱性	佳	-
	剝離強度	尚可	佳
	引腳間距	細小	-
	可撓性	佳	不良
接合設備操作性		困難	容易
產品設計彈性		佳	困難
製作成本	試作	低	高
	量產	較高	低
	試作交期	迅速	較長

資料來源：電子月刊，Vol. 6 (11), Nov., 2000

要的缺點，即內部導電粒子的分佈是散亂的，這意謂著存在於兩個連接極間的導電粒子是呈現不均勻的分佈。這種不均勻的分佈會導致Open/Short或接觸電阻的不同，在有機基板的情況下，接觸電阻差異過大是不被接受的。另外由於Tape的銅箔線路是採蝕刻方式製作，因此其截面是呈現梯形，參見圖八。所以當間距縮小時，其在Gold Bump與銅箔線路間的導電粒子相對的也會減少，所以ACF在狹小間距的應用時，必須將導電顆粒的密度提高，才能維持一定導電粒子數於其間，因而導致電極間短路的可

能性增加。同時增加導電粒子的密度勢必增加其價格，因此在小間距的運用時其ACF的價格將會相對的提高很多。所以在未來內引腳細小化時其運用上會受到限制。

金錫共晶是利用金與錫在錫的熔點以上的溫度，以壓力使其產生共晶現象而結合，此法的接合強度最佳。但是此製程的主要技術在加熱的均勻性與均勻性的加壓，在內引腳接合技術中這二種因素絕對影響著二層界面產生共晶合金層強度的好壞及良率的高低，攸關生產成本與其可靠度特性。同時在金錫共晶方面由於採用TAB的型式來加工，因此速度快，而且該製程也符合內引腳距細小化的要求，所以是目前LCD驅動IC接合方式中最被普遍使用的一種。第三種的NCP是以膠材固化後產生的應力使IC與基材的電極接觸導電，ACF主要是利用膠材內的導電顆粒接觸IC與基材的電極而產生導電。NCP由於採用非導電膠，因此其膠材的價格比ACF的膠材來得便宜，所以該製程在材料成本上非常具有競爭力。然而必須尋求符合一般可靠度要求，特別是合於抗濕度要求的非導電膠，還是需要投入更多在材料的調製與開發，及製程參數的調整，須進行詳實的基礎研究才行。在理論上因為沒有導電粒子的問題，所以此製程應足以符合內引腳距細小化的要求。

TCP與COF

表二為TCP與COF特性上差異的比較；而表三為TCP與COF中兩種製程方式的比較。COF與TCP最主要的差異乃在於其所使用的軟膜捲帶不同所致，由於使用的軟膜捲帶的不同，造成COF與TCP在運用產品上的差異。而COF封裝技術與TCP封裝技術最大運用差別在於：

表三 TCP, COF-ACF與COF-Eutectic之比較

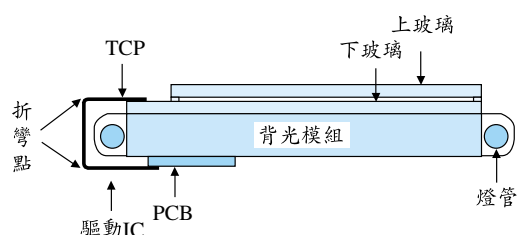
	TCP	COF-ACF	COF-Eutectic
製作費用	模具製作費用高	撓性基板費用高 模具製作費用低	撓性基板費用高 模具製作費用低
初期投資	高	低	高
特徵	單一晶片封裝	可多晶片封裝	可多晶片封裝
	單層板	多層板	多層板
	ILB: 40~50 μ m	ILB: 50~60 μ m	ILB: 40~50 μ m
	OLB: 60~70 μ m	OLB: 70 μ m	OLB: 60~70 μ m

資料來源：Electronic實裝技術，July, 2000

表四 TCP引腳的Pitch與Channel數目之關係

Channel數目	內引腳的腳距 (μ m)	外引腳的腳距 (μ m)
384	45	65
400	42	62
420	40	59
480	35	52
512	33	48

資料來源：電子月刊，Vol. 6(11), Nov., 2000



▲圖九 TCP與背光模組相對位置示意圖

一、高畫質產品（高解析度）的運用

雖然TCP的封裝技術已經足夠應用於目前的LCD顯示器，但未來在高畫質產品的應用上會有其困難存在。以15吋產品為例，目前解析度以XGA (1024×768)為主流，但SXGA、SXGA+、UXGA等高解析度的產品未來在市場漸漸成為主流。因此在高解析度的要求下，TCP製造商是否能滿足TCP輸出入腳數的增加及腳距縮小的需求是一個值得商榷的議題。表四為TCP引腳間距與其對應的Channel數目之關係。以15吋產品

TCP的封裝模式為例：Gate、Source端分別使用3顆及10顆驅動IC（TCP以35mm的寬度封裝）為例，在解析度達到SXGA+時，內引腳的腳距便已達到TCP廠商製作的40 μ m極限，這個技

術屏障不能突破的原因，在於目前TCP的標準製程是以模具沖斷捲帶形成元件孔 (Device Hole)，然後貼附銅箔，再以濕式蝕刻將引腳（如圖八所示）蝕刻成形，銅箔目前是以0.5盎司的銅為主，當內引腳的腳距小於40 μ m時，引腳表層會濕式蝕刻只留下很小的面積，而造成外腳接合的接觸面積太小，使接合面的阻抗升高，而必須採用比0.5盎司薄的銅箔來進行蝕刻，而銅箔變薄會使內引腳的強度變差，使元件孔處的內引腳易產生變形而不容易接合。而COF不必在軟膜捲帶上先形成元件孔，因此內引腳是直接附著在軟膜捲帶上，內引腳不會有變形的問題與不易接合的問題產生。另外配線銅箔的厚度較薄，且不需要指狀導線，所以可縮小配線的間距，以節省成本及達成間距縮小的要求。

二、Tape的可撓性

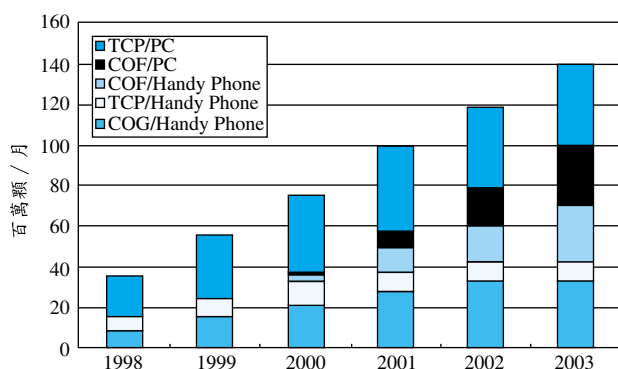
目前LCD面板大都採狹額緣化設計，已達成輕、薄、短、小的要求，機構的設計會將PCB反摺到背光模組的背面，而背光模組有一定的厚度，所以TCP需有兩道折線達到轉摺兩次的目的（如圖九所示），打折線也是另一個造成高成本的因素。TCP模組製程良率遠高於COG，特別是因TCP而發生的不良時，幾乎可以用重工方式修復。TCP不良的原

因主要來自材料與製程控制不當，特別是設計有折彎點時，易因外力造成TCP-tape斷線，往往在製造過程因不當操作產生TCP-tape線路斷線。而COF-tape具有可撓性(Flexible)，因此在折彎處並不需有縱切孔(Slit Hole)來避免導線彎曲。

三、樣品的試作交期短

COF軟膜捲帶的製作方式是將銅箔與軟膜捲帶基板貼合，再以黃光、蝕刻、電解電鍍的方式形成引腳，接著以濕式蝕刻將軟膜捲帶基板加工，而完成COF軟膜捲帶的製作。而TCP-tape的製作方式是先以模具將元件孔沖切成形，然後與銅箔貼合，用濕式蝕刻將引腳形成完成TCP捲帶製作。因此有新的規格產生時，TCP必須先製作出沖切的模具，所以

▼圖十
TCP/COF Driver
Forecast



資料來源：VIT CAPITAL，ChipMOS整理Nov., 2000

樣品的交期較長。不過產品規格固定後，由於沖切捲帶基板的時間要比蝕刻基板短，生產成本上就便宜許多，此大量生產時使用TCP的成本較低。

COF的發展與限制

圖十為未來LCD驅動IC的封裝形態預估，在2003年時，於TFT-PC上採用COF封裝的數量，將與TCP各佔一半的市場佔有率，而在Handy-Phone方面，使用COF封裝的數量則與COG相當，約佔四成的市場。以下為未來LCD面板的主要運用產品使用LCD面板的趨勢（詳如表五所列）：

• 桌上型液晶顯示器：

預估2002年時主要的液晶平面顯示器產品將以UXGA及SXGA為主流產品；而到2005年時，QXGA及更高解析度的平面液晶顯示器將逐漸在市場上嶄露頭角，取代CRT成為桌上型顯示器的主流。

• Notebook PC：

液晶平面顯示器的尺寸將由12.1吋擴展至14.1吋，而解析度也將由SVGA及XGA發展至SXGA及UXGA的等級。未來發展的趨勢著重於螢幕解析度的提昇，這與桌上型平面液晶顯示器注重尺寸大型化的發展有所不同。

• PDA與Mobile Phone：

表五 應用產品使用LCD面板的發展趨勢

年		1998	2002	2005
桌上型PC	高價位	SXGA(1208×1024) CRT	UXGA(1536×1152) LCD/CRT共存	QXGA(2048×1536) LCD
	低價位	XGA(1024×768)	SXGA(1208×1024)	UXGA(1536×1152)
Notebook PC	高價位	13.3吋 TFT-LCD SGA(1024×768)	14.1吋 TFT-LCD SXGA(1208×1024)	14.1吋 TFT-LCD UXGA(1536×1152)
	低價位	12.1吋 TFT-LCD SVGA(800×600)	13.3吋 TFT-LCD XGA(1024×768)	13.3吋 TFT-LCD SXGA(1280×1024)
PDA		4吋 TFT-LCD 1/4VGA(320×480)	4~6.7吋 TFT-LCD VGA(640×480)	4~6.7吋 TFT-LCD SVGA(600×800)
Mobile Phone		98×98 STN-LCD	98×98 color STN-LCD	(-)

資料來源：Semiconductor FPD world, ERSO/ITIS, ChipMOS整理 June, 2000

表六 COF產業之原物料供應與技術支援現況

項目	內引腳間距 (μm)			備註
	50	40	30	
Wafer	✓	◎	✗	✓ 目前已有成熟之產品/技術 ◎ 目前剛起步之產品/技術 ○ 正在發展中之產品/技術 ✗ 尚未發展之產品/技術
COF-tape	✓	◎	○	
Probe Card	✓	◎	○	
Gold Bump	✓	◎	✗	

來製造此探針，成本將大幅的提高，同時探針的使用壽命也將降低很多。這些因素都是COF封裝技術發展的限制。

在使用功能方面，將強調動畫展現與通訊系統的結合，及低耗電與全彩面板的顯示器。至於解析度在PDA方面，預估2002年時將以VGA為主，而2005年時將提昇至SVGA。

由以上的發展趨勢來看，不管是桌上型PC顯示器或是Notebook，在未來幾年內，都將持續的朝提升解析度的方向發展，特別是Notebook的需求更是強烈。另外在PDA與Mobile phone的發展方面，則會有全彩面板與影像傳輸的需求。這將會是TFT及COF封裝技術的另一個快速成長的市場需求所在。

然而由於COF封裝技術才剛起步不久，縱使技術最先進的日本也才發展一年多而已。因此不管在製程規格與材料供應等相關的配合方面都尚未成熟。造成了COF封裝技術發展的限制。表六為COF相關原物料供應與技術支援的現況分析。目前在COF封裝的產品方面，以內引腳間距 50 μm 以上的產品為主流，現在僅Hitachi，Matsushita和Samsung等少數幾家廠商生產內引腳間距 40 μm 以下的COF產品。在COF-tape供應方面，國內目前僅亞洲微電子(WUS)能提供內引腳間距為50 μm 之COF-tape，在日本也僅少數幾家廠商可提供內引腳間距50 μm 以下的COF-tape。在金凸塊代工方面，國內目前也都沒有量產Pad Pitch 40 μm 以下的經驗。另外在測試(Wafer sorting)探針方面，目前的技術現況只能達到間距40~45 μm 左右而已。若是要更細小間距的探針必須採用半導體矽晶成長的技術

結論

在大尺寸TFT-LCD面板的使用上，顯示器與筆記型電腦到2005年時將分佔近9成的市場佔有率。另一方面，在中小尺寸方面，則會因PDA與手機於全彩面板與影像傳輸的需求而佔有重要的地位。而LCD驅動IC因為國內TFT-LCD面板廠的量產，與日本廠商的代工需求下而蓬勃的發展。在未來高解析度的需求下，到2003年時LCD驅動IC的封裝形態，將會由COF與TCP各佔一半顯示器的市場。而在手機方面，COF與COG則合佔近8成半的市場佔有率。在內引腳間距因解析度增加而更細小時，LCD驅動IC的封裝製程方面將會以金錫共晶與NCP為主要的封裝製程方式。目前的COF封裝技術仍存在許多技術規格的不確定性，與材料供應方面的限制所影響。如果COF-tape的供應能夠更充裕與更便宜的話，COF封裝技術將會是未來LCD驅動IC封裝型態的主流，特別是在高解析度TFT-LCD面板的使用上。

參考文獻

1. “電子月刊”，Vol.6(11), Nov., 2000.
2. 尤克熙，“我國LCD產業發展現況與未來展望”，資策會，July, 2000.
3. “Electronic實裝技術”，July, 2000.
4. “工業材料”，Sept., 2000.
5. 沈更新，“COF-Feasibility Report”，ChipMOS, Nov., 2000.