

可撓式塑膠基板拓展新應用領域

文 / 鄭培毓

產品簡介

目前平面顯示器所使用的基板材料主要以玻璃基板為主，而玻璃基板有其先天材料上的限制，當平面顯示器的基板越作越大時，大尺寸玻璃基板由於玻璃比重大又易碎裂的特性，將提高產品成本與降低生產良率，且玻璃基板難以做到可撓曲的產品，為了發展更輕更薄的新世代顯示器，塑膠基板就成為市場上受矚目的新產品。

與玻璃基板比較，塑膠基板具有多項優勢，因此廠商積極投入相關領域的研究，謹將優點列舉如下：

1. 塑膠基板可以開發滾筒新製程（Roll to Roll），適於大量生產降低生產成本。
2. 塑膠基板可用於可撓式顯示器。
3. 塑膠基板比重小，重量輕。（較玻璃製品節省 1/2~1/3 的重量）
4. 適用新影像技術。（OLED、EL、Flex LCD）
5. 適合市場朝向更高解析度、更輕、更薄的大尺寸顯示器需求演進。
6. 容易複製複雜形狀。
7. 材料成本低。
8. 不易破碎，容易裁切。

追溯塑膠基板的發展歷程，早在 1983 年 Casio 公司就已經推出使用 TN 型塑膠 LCD 計算機，之後於 1993 年 Ricoh 發表 STN 型塑膠基材 LCD，1998 年 Sharp 開始量產 0.2mm 厚度的標準型塑膠基板 STN 型液晶面板，2000 年 Sharp 與 Nippon Paint 為了電著塗裝之彩色濾光片而合作開發彩色 LCD。而 Kagoshima Matsushita 在買下 Ricoh 的生產線後也投入發展塑膠基板 STN 型液晶面板的行列，初期產品為 1.7 吋、基板厚度小於

塑膠基板可以開發滾筒新製程，適於大量生產降低生產成本，用於可撓式顯示器。

0.2mm、模組厚度小於 0.1mm、120x120 像素的彩色 STN LCD 顯示面板。

目前顯示器用塑膠基板的規格需求如表 1 所列：

表 1 塑膠基板規格需求

特性	規格
Heat resistance	Increased resistance is desirable
Coefficient of heat expansion	$\leq 50 \text{ PPM/K}$
Dimensional stability	$< 1/20$ of pixel pitch
Surface flatness	$\leq 10 \text{ nm}$
Transmittance	$\geq 90\%$
Retardation (dÅn)	$< 15 \text{ nm}$
Water permeation	$< 0.15 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ (40°C, 90% RH)
Oxygen permeation	$< 0.1 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$
Chemical resistance	No deterioration

資料來源：ITRI Union Chemical Lab.

技術動態

SHARP 公司推出 STN 型 LCD 用之 PES 塑膠基板，因應輕量化，薄型化與低成本化的技術演進。

基於液晶顯示器基板製程上（需要能承受高溫、酸鹼溶劑等處理）的需求及輕量化、薄型化與低成本化的技術演進，SHARP 公司推出 STN 型 LCD 用之 PES 塑膠基板。未來 TFT 型 LCD 之基板塑膠化研究應是未來趨勢。目前塑膠基板將朝向發展更多的材料及提高材料耐熱性，降低材料對溫溼度的影響，以及減少共聚高分子所造成的均勻性不佳特性及材料批差的問題，而成型時所產生收縮變形以及雙折射效應也都是廠商發展時必須克服的課題。表 2 為目前常用的塑膠基板材料與玻璃基板的比較。

由以上比較可知，目前市場發展以 COC (Cyclic Olefin Copolymer) 材料最受矚目，COC 材料是由 Norbornene 或其衍生物與乙烯等單體共聚而得的材料。目前 Poly-TFT LCD 用塑膠基板的技術現況與發展如表 3 所列。

表 2 塑膠基板材料與玻璃基板的比較

特性 \ 材料	Glass	PES	PAR	PC	COC
顏色	透明無色	透明微黃	透明微紫	透明無色	高透明無色
比重	2.5	1.37	1.2	1.2	1.0
折射率	1.5	1.65	1.6	1.59	1.51~54
耐熱性(Tg)	600	210~230	215~290	150	80~350
吸水率	0	0.4%	0.3%	0.2%	0.01%
線膨脹係數($\times 10^6$)	8	55	51	70	60
成本	貴	更貴	更貴	便宜	便宜

資料來源：ITRI Union Chemical Lab.

表 3 Poly-TFT LCD 用塑膠基板的技術現況與發展

技術		問題點	解決方法
基板	材料	製程溫度	選用耐高溫材料
		熱膨脹係數	退火處理與塗佈
		膨脹係數	選用低應力材料與改良原件設計
		化學製程	選擇材料
		氣體與水分吸附	障礙層特性
		薄膜沈積溫度	選用低溫製程
Si 沈積		沈積溫度	LTPS、ULTPS
結晶化	雷射退火	低移動速率 高臨界電壓 (V_{th}) 均勻度	橫向成長等方式
閘極絕緣	薄膜沈積	薄膜沈積技術	PECVD or 濺鍍
		材料氣體	TEOS sol-gel 技術
		厚度	Uniformity of GI
		穩定性	低溫／高品質薄膜沈積
離子佈植	活化	低活化速率	Laser+Crystal
傳送搬運		基板彎曲	新傳送搬運技術
光罩		對位、膨脹與彎曲	自動化與基板控制
蝕刻		膨脹	蝕刻技術
		化學破壞	基板與障礙層選用
滾筒製程		光罩設備 精密控制 滾筒傳送	設備研發

資料來源：Flat Panel Display Market & Technology Trends 2001

以目前塑膠基板所遇到的材料問題，包括製程溫度、熱膨脹係數、化學製程、氣體與水分吸附及薄膜沈積溫度等。

廠商動態

目前推動塑膠基板顯示器的廠商主要以日本廠商與歐美廠商為主。
表 4 所列為發展塑膠基板顯示器的廠商。

表 4 發展塑膠基板顯示器的廠商

廠商	每基板所用的 光罩製程數	Matrix	技術	狀況
Sharp	1 (x2)	Passive	Plastic passive LCD	Mgf
Stuttgart Univ., Sharp	3	Active	Plastic MIM LCD	R&D
Kagoshima Matsushita	1 (x2)	Passive	Plastic passive LCD	Product
Sharp Labs.	4-6	Active	Plastic a-Si TFT LCD	R&D
FlexICs	4-8	Active	Plastic Poly-Si TFT LCD & OLED	Prototype
Lucent, e-ink	4-6 (?)	Active	Organic TFT	R&D
Dai Nippon	Print	Passive	Plastic OLED	R&D

資料來源：Flat Panel Display Market & Technology Trends 2001

而為了搭配發展主動式的塑膠基板平面顯示，因此也需要更多研發單位與廠商投入可撓式電晶體的研發（表 5 所列）。

表 5 可撓式電晶體研發

廠商／單位	計劃
Lucent／Bell Labs. (Murray Hill, NJ)	Organic circuits
Richard Friend (Univ. of Cambridge)	Organic light-emitting diodes
Joseph Jacobson (MIT)	Printed inorganics
Thomas Jackson (Penn State)	Organic transistors
IBM Research (New York)	Organic transistors
Sarnoff Corp.	Organic transistors

資料來源：Flat Panel Display Market & Technology Trends 2001

至於目前台灣在發展塑膠基板平面顯示器上，除了有研究單位如工研院化工所投入高分子材料的研發之外，亦有廠商投入面板的研發。藉由多家廠商的投入與現有國內平面顯示器與半導體產業的技術與經驗，將有助於我國廠商在未來導入塑膠基板的生產上不至於落後競爭對手太多。■

目前台灣在發展塑膠基板平面顯示器上，藉由多家廠商的投入與研究單位的研發，將有助於趕上日本腳步。