

次世代中小尺寸顯示器關鍵材料與 設備發展策略

**Development Strategy of Materials and Equipments for Next
Generation Small Size Display**

作者：葉仰哲
葉錦清
張敏忠

委託單位：經濟部技術處
執行單位：財團法人工業技術研究院
產業經濟與趨勢研究中心

中 華 民 國 102 年 10 月

摘要

全球中小尺寸 AMOLED 面板市場於 2013 年將達 100 億美元，預估到 2020 年有機會達到 350 億美元的規模，AMOLED 將成為顯示器發展的重心。

Flexible AMOLED 面板可以和 LCD 面板有明顯差異化的產品特性，因此韓國廠商認為 Flexible AMOLED 的未來前景是非常樂觀，積極投入發展。三星在 2013 年初的 CES 中展出可撓曲的顯示器「YOUM」，10 月在南韓發售曲面手機「Galaxy Round」，LG 也在 10 月底發表曲面手機「G Flex」，中小尺寸顯示器的發展已經從 LCD 轉為 AMOLED，未來將以 Flexible AMOLED 為新興技術主流。

Flexible AMOLED 與一般的 AMOLED 主要不同在於基板材料由玻璃改為 Polyimide(PI)，同時增加塗佈設備與基板取下玻璃設備，Polyimide 材料的開發關鍵點在於材料耐溫性、尺寸安定性與未來製造成本；而封裝材料與阻氣膜(Barrier Film)由有機與無機材料多層混成，必須使用 PECVD 設備製作，必須朝降低成本方向發展，包括：選擇大宗化的材料系統以控制成本、減少有機與無機交互堆疊封裝的層數需求以減少製程所需時間，才可能於未來 Flexible AMOLED 元件的封裝或阻氣膜市場勝出。

日本在關鍵設備皆有廠商自行發展，甚至與材料一同加以整合，而韓國廠商則是以集團的方式發展設備，由集團之力整合面板與設備、材料廠商。國內欲發展 Flexible AMOLED 產業，必須結合材料與設備，由面板廠當領頭羊，結合設備商與材料廠商一起開發，才有機會發揮綜效。

國內已有 Polyimide 材料廠商投入，建議透過與工研院或廠商的 Flexible AMOLED 計畫的共同參與，加速台灣在 Polyimide 基板材料開發的進度，未來以台灣和中國大陸 Flexible AMOLED 應用之 Polyimide 基板為主要目標市場。我國高阻氣性外貼式 Barrier Film 與封裝材料的技術經驗不足，中短期建議與外商進技術合作或邀請來台設廠，長期則建議由國內的 PECVD 設備廠結合有意投入的材料廠商共同開發。

Abstract

The global market of small and middle size AMOLED will reach USD\$10 Billion in 2013, and will grow-up to USD\$35 Billion in 2020. AMOLED will be the keypoint of flat panel display industry.

For AMOLED could be flexible and be different from traditional LCD, Korean companies are developing, Samsung showed Flexible AMOLED 「YOUM」 in 2013 CES Show, start to sell cured display smartphone 「Galaxy Round」 on October 10, 2013 and LG also release a smartphone 「G Flex」 at the end of October. AMOLED will be the mainstream of small and middle size display and Flexible AMOLED will be the new technology of AMOLED.

The difference between general AMOLED and Flexible AMOLED is the substrate material changed from glass to polyimide (PI), and needs coating equipment and release equipment. The key factors of polyimide material are temperature tolerance, dimensional stability and cost. The thin film package material and barrier film are hybrid organic and inorganic materials, and be manufactured by PECVD equipment. The trends of thin film packages material and barrier film are high throughput and reduce material layers for low cost.

Japanese equipment companies develop by themselves and even cooperate with material companies. Korean companies integrate equipments and materials with resources of groups. In Taiwan, we also need panel makers being leaders combining equipments and materials to develop Flexible AMOLED.

There are some companies developing PI materials in Taiwan, we suggest they can join with Flexible AMOLED research projects of ITRI or panel makers. There is no companies developing thin film package material and barrier film in Taiwan, we need cooperating with foreign companies in a short term, and we need developing materials with local PECVD equipment companies for long term.

目 錄

第一章	緒 論	1-1
第一節	研究目的	1-1
第二節	研究方法與範圍	1-5
第三節	研究架構	1-6
第四節	研究限制	1-7
第二章	次世代中小尺寸顯示器	2-1
第一節	次世代中小尺寸顯示器市場與發展趨勢分析	2-1
第二節	AMOLED 的發展	2-8
第三節	Flexible AMOLED 的機會與發展趨勢	2-16
第三章	材料於中小尺寸次世代顯示器發展機會	3-1
第一節	Flexible AMOLED 的軟性基板材料技術	3-1
第二節	Flexible AMOLED 的封裝材料技術	3-12
第三節	Flexible AMOLED 的材料市場	3-26
第四章	設備於中小尺寸次世代顯示器發展機會	4-1
第一節	軟性基板 Polyimide 塗佈設備	4-1
第二節	薄膜封裝設備	4-8
第三節	基板取下剝離設備	4-14
第四節	Flexible AMOLED 製程設備產業現況	4-21
第五章	結論與建議	5-1
第一節	Flexible AMOLED 材料與設備發展機會	5-1
第二節	台灣發展策略建議	5-4

圖目錄

圖 1-1	AMOLED 在各類電子產品之顯示器應用	1-2
圖 1-2	主要顯示器技術的產品發展趨勢	1-2
圖 1-3	研究流程與架構	1-6
圖 2-1	中小尺寸顯示器市場規模	2-2
圖 2-2	手持裝置顯示面板的需求發展	2-3
圖 2-3	智慧型手機與平板電腦應用之面板解析度發展趨勢	2-4
圖 2-4	曲面造型面板	2-5
圖 2-5	透明面板	2-6
圖 2-6	面板可捲曲	2-6
圖 2-7	面板可穿戴	2-7
圖 2-8	AMOLED 與 LCD 的比較	2-9
圖 2-9	AMOLED 應用在智慧型手機的商品	2-10
圖 2-10	AMOLED 應用在其他電子產品	2-10
圖 2-11	AMOLED 面板主要應用市場	2-11
圖 2-12	AMOLED 在智慧型手機的出貨量預估	2-12
圖 2-13	AMOLED 與 LCD 在平板電腦出貨量預估	2-13
圖 2-14	PenTile RGB Pattern(左) vs.傳統 RGB Strip Pattern(右).....	2-14
圖 2-15	軟性顯示器的 e-Paper(圖左)與彩色膽固醇型 LCD(圖右) ...	2-16
圖 2-16	Flexible AMOLED 產品發展的四個策略階段	2-18
圖 2-17	LG 正式推出彎曲螢幕手機 G FLEX.....	2-19
圖 3-1	Corning 軟性超薄玻璃	3-2
圖 3-2	三星 Flexible AMOLED 的製造流程	3-4

圖 3-3	製程後 Polyimide 與玻璃載板的分離	3-7
圖 3-4	ITRI 使用 Debonding Layer 將 Polyimide 與玻璃分離	3-7
圖 3-5	光電元件對水氣阻隔封裝要求	3-13
圖 3-6	軟性 OLED 元件在顯示器與照明應用	3-14
圖 3-7	Flexible AMOLED 的元件結構	3-15
圖 3-8	無機材料之阻氣能力	3-17
圖 3-9	有機高分子材料之阻氣能力	3-18
圖 3-10	有機/無機材料堆疊之封裝結構設計	3-19
圖 3-11	Vitex 薄膜封裝技術	3-20
圖 3-12	GE 薄膜封裝技術	3-21
圖 3-13	3M 阻氣膜技術	3-22
圖 3-14	UDC 薄膜封裝技術	3-23
圖 3-15	三星薄膜封裝技術	3-24
圖 3-16	LG 薄膜封裝技術	3-25
圖 3-17	2013~2020 年中小尺寸 AMOLED 面板市場趨勢	3-26
圖 3-18	2013~2020 年中小尺寸 AMOLED 面板應用發光層材料 市場趨勢	3-27
圖 3-19	Flexible AMOLED 面板成長趨勢預估	3-28
圖 4-1	中外爐公司 FLOLIA3000 型塗佈設備	4-2
圖 4-2	Toray Engineering 公司塗佈設備	4-5
圖 4-3	TAZMO 公司 PI 塗佈設備	4-6
圖 4-4	有機膜與無機膜之製程	4-9
圖 4-5	PECVD 運作原理	4-10
圖 4-6	ULVAC 公司 CC-200/400 型 PECVD 設備	4-11

圖 4-7	Kurt J. Lesker 公司 ALD-150LX 型 ALD 系統	4-12
圖 4-8	國家實驗研究院儀器科技研究中心研發的 ALD 系統	4-13
圖 4-9	Philips、SMD 及 ITRI 研發的軟性電子元件取下技術	4-14
圖 4-10	SMD 公司使用的 LLO 技術	4-16
圖 4-11	工研院機械式取下技術	4-17
圖 4-12	Seiko Epson 公司 SUFTLA 軟性顯示器製作技術	4-18
圖 4-13	浦項工科大学軟性電子元件製作方法	4-19
圖 4-14	軟性基板 PI 雷射取下過程	4-19
圖 4-15	軟性顯示器取下技術比較	4-20
圖 5-1	2013~2020 年中小尺寸 AMOLED 面板市場趨勢	5-1
圖 5-2	Flexible AMOLED 面板成長趨勢預估	5-2

表目錄

表 2-1	三星 Galaxy S4 與 Galaxy S3 的螢幕比對	2-14
表 3-1	四種基板材料性比較	3-1
表 3-2	軟性 OLED 之顯示器與照明應用元件對基板特性需求	3-3
表 3-3	塑膠基板特性	3-5
表 3-4	國際主力廠商或研究機構之 Polyimide 解決方案比較	3-6
表 3-5	三菱化學的 Polyimide 材料關鍵特性規格	3-10
表 3-6	日本新日鐵住金化學有機/無機混成之基板材料關鍵特性 規格	3-10
表 3-7	工研院材化所材料關鍵特性規格	3-11
表 3-8	軟性 OLED 元件封裝大廠的材料與製程技術一覽	3-25
表 3-9	2020 年 Flexible AMOLED 應用之關鍵材料需求	3-29
表 4-1	塗佈設備主要供應商與規格比較	4-7
表 4-2	美國 Kurt J. Lesker 公司 ALD-150LX 型 ALD 系統規格	4-12
表 5-1	2020 年 Flexible AMOLED 應用之關鍵材料需求	5-3

第一章 緒 論

第一節 研究目的

20 世紀末，因 LCD(液晶顯示器)的輕薄特性與產品技術成熟，逐漸取代 CRT(陰極射線管)成為桌上型電腦的螢幕配件。之後隨著筆記型電腦的普及，長久以來至今，LCD 幾乎已成為筆記型電腦唯一採用的顯示器面板。近幾年隨著 LCD 大型化的技術成熟，加上解析度、色澤、廣視角的進步，LCD 技術進一步取代 CRT 成為 20~46 吋的主要電視產品。2013 年鴻海推出 4 萬元 60 吋的液晶電視，LCD 不但已拿下原本屬於 PDP(電漿顯示器)的大尺寸 TV 市場，並以優質的性價比在市場上遠遠超越其他顯示器產品。

對於 LCD 主宰顯示器面板市場，人們思考對未來顯示器是持續由 LCD 發展，還是 LCD 有其極限，讓其他顯示器技術有發展的機會？在這些新的顯示器技術當中，目前最被看好的就是主動式有機發光二極體顯示器(AMOLED)。AMOLED 因具有自發光、薄型、高亮度等特性，已經廣泛應用於各種電子產品的顯示器面板(圖 1-1)。由於傳統型 LCD 無

第二章 次世代中小尺寸顯示器

對 TFT LCD 面板之產品尺寸區分，各家面板廠的定義有些微不同。但大致上可區分 3.5 吋以下為小尺寸面板，3.5~10 吋為中尺寸面板，10 吋以上為大尺寸面板。因本研究是針對次世代中小尺寸顯示器關鍵材料與設備發展策略做探討分析，因此產品應用的重點，會著重於應用面板在 10 吋或以下的中小尺寸電子產品為主軸。

第一節 次世代中小尺寸顯示器市場與發展趨勢分析

如果面板大小以 10 吋或以下的應用來界定中小尺寸，中小尺寸顯示面板幾乎涵蓋所有手持裝置的應用，包括手機、平板電腦、相機、攝影機、遊戲機、手持多媒體撥放器、手持導航設備等等。

中小尺寸顯示面板的市場規模，從 2010 年的約 2 兆日圓(200 億美元)成長到 2016 年的約 5.5 兆日圓(550 億美元)，平均複合年成長率(CAGR)....

第三章 材料於中小尺寸次世代顯示器發展機會

要了解 Flexible AMOLED 材料的商機，必須先了解 Flexible AMOLED 的關鍵材料發展。依據研究分析，AMOLED 從玻璃基板發展到軟性基板，需要幾個關鍵材料的同步開發，包括塑膠基板、高功能阻氣膜、薄膜封裝等三個材料系統。本章將探討這些關鍵材料技術與市場機會。

第一節 Flexible AMOLED 的軟性基板材料技術

一、軟性 OLED 應用之基板材料技術

要發展軟性 OLED 元件，第一步關鍵就是需要將傳統玻璃基板，用其他軟性基板取代。目前可用於軟性 OLED 的基板，包括金屬薄膜基板、超薄玻璃基板、塑膠基板。這三種基板與傳統玻璃基板相比(表 3-1)，最主要是讓面板達到可彎性，甚至可撓性。此外，軟性基板相對於傳統玻璃基板具有更輕、更薄的特性，對於手持裝置減輕、減薄與減重有所幫助。

表 3-1 四種基板材料性比較

	傳統玻璃	超薄玻璃	塑膠	金屬薄膜
阻氣性				
透明度				
表面平整性				
軟性				
熱傳導性				
重量				
厚度				

資料來源：廠商；工研院 IEK 整理(2013/09)

第四章 設備於中小尺寸次世代顯示器發展機會

第一節 軟性基板 Polyimide 塗佈設備

在 Flexible AMOLED 製程中，多了軟性基板高分子材料薄膜塗佈。主要為使用聚醯亞胺(Polyimide, PI)製作軟性基板，其中包括 3 道次要製程：

- (1) 將液狀聚醯亞胺均勻塗佈在玻璃載板上。
- (2) 利用熱固化(Thermal cure)將聚醯亞胺定型。
- (3) 在醯亞胺基板上塗佈阻障層(Barrier layer)。

而將 TFT 或 LTPS 製作完成後，元件從玻璃載板剝離製程也是關鍵，Flex 元件在從玻璃載板剝離的過程中必須確保元件結構部不會受到損害，而且取下前與取下後的規格與性能差異必須保持在一定範圍內，目前產業所能達到的規格為 5~10%。

一、Polyimide 塗佈設備

第五章 結論與建議

- 第一節 結論
- 第二節 建議

次世代中小尺寸顯示器關 鍵材料與設備發展策略

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>