



LCD 用光學膜之技術與市場動向(一)

---偏光膜、光學補償膜

編輯室/96.09

摘要：

若將 LCD 說成是光學膜的集大成，而把 LCD 的技術革新說成是光學膜的技術革新也不為過。LCD 用光學膜包括從偏光片到光學補償膜到背光源用光學膜等，光學膜新技術開發有兩大趨勢，一為將光學膜由外掛到作入 LCD 中的 In Cell 技術；另一將奈米技術或奈米粒子添加技術應用到光學膜上，而且由單一功能光學膜到光學膜一體化之發展。本文主要探討 LCD 用光學膜中之偏光膜、光學補償膜之技術與市場動向。

關鍵詞：

液晶顯示器(LCD)；LCD 用光學膜；偏光膜；光學補償膜(相位差膜)

LCD 用光學膜市場動向

2005 年的 LCD 全球市場擴大為 8 兆日圓(如表一)，特別是 PC 用監視器與液晶電視的市場擴大最為快速，這幾年又以 LCD-TV 市場擴大的貢獻度最大。以 2005 年為例，PC 用監視器的 90% 為 LCD 所貢獻，預料未來 PC 用監視器的市場將逐漸鈍化。今後，備受期待的高成長領域為液晶 TV 市場，2005 年液晶 TV 佔市場的 15%，2010 年預估將擴大為 30% 左右。至於液晶 TV 的價格，2006 年 4~9 月比前一年同期降價 20%。LCD 用光學膜市場動向與 LCD 市場幾乎是連動性的朝擴大方向發展。另一方面在降價壓力下，LCD 週邊材的成本削減也是在各方預期當中，各公司正努力因應中。

薄型電視價格下滑，影響到面板、半導體等以及材料公司的業績。以日本公司為例，2007 年 3 月第一季收益惡化的企業如生產液晶用偏光膜的日東電工，利潤減少 2.6%；生產液晶用偏光膜與彩色濾光膜的住友化學，預估利潤將減少 6.9%。韓國面板四家公司打出零件互相調度的協定，此乃因應市場環境變化的權宜之計。表二為 FPD 用光學膜種類、機能與主要生產公司。

表一 液晶顯示器世界市場 (單位：億日圓)

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
金額 (與前一年比)	22,000	30,000 (136.4)	45,000 (150.0)	66,000 (146.7)	80,000 (121.2)

資料來源：CMC 出版公司；機能材料 Vol.27 No.4

表二 FPD 用光學膜種類、機能與主要生產公司

光學膜	機能	使用 FPD 例	構成	機能原理	主要公司
偏光膜	賦予偏光機能	LCD	TAC/偏光子/TAC	將光的振動控制在一定方向	日東電工、住友化學、Sanritz、Polatechno、力特光電
PVA 膜	偏光機能	偏光膜材	PVA		Kuraray
TAC 膜	保護膜	偏光膜材	TAC 膜	保護偏光子	富士 Film 等
PC 膜	相位差	STN/LCD	單獨用膜		帝人化成等
共聚合 PC 膜	相位差	TN/LCD	單獨用膜		帝人化成
ARTON 膜	相位差	VA.TN/LCD	單獨用膜		JSR
ZEONOA 膜	相位差	VA.TN/LCD	單獨用膜		日本 Zeon
LC 塗佈膜	相位差	IPS.TN/LCD	LC/TAC 膜		日東電工、日石等
聚合性 LC 膜	相位差	IPS/LCD	聚合性 LC 膜		大日本印刷等
WV 膜	視角補償膜	TN.OCB/LCD	TAC 膜/discotic LC		富士 Film
增亮膜	亮度提昇	LCD	積層膜	干涉	住友 3M
AG 膜	防止反射	LCD.PDP.CRT. TP	混練入硬被覆材的微粒子	散射	各公司
AR 膜	防止反射	LCD.PDP.CRT. TP (觸控面板)	高 n/低 n 積層	干涉	Sony-Chemical、日本油脂、旭硝子、住友大阪 Cement
擴散膜	均勻分散光	LCD 背光	混入微粒子	散射	惠和、Tsujiiden 等
反射板	提昇反射率	LCD 背光源	Ag 膜、白色 PET	鏡面、擴散反射	Toray、帝人 Dupont Film
視角控制膜	防止窺視	手提式 PC、ATM 等	PC/光柵結構體/PC	天窗機能	住友 3M、信越 Polymer、Sony-Chemical
EMI 膜	防止電磁波	PDP、LCD、FED	介電體/金屬膜/介電體	反射	NI 帝人商事、住友 3M
異方性導電膜	異方向導電	LCD	熱應化性樹脂/導電粒子	導電粒子	日立化成、信越 Polymer
Barrier Film	水蒸氣、氣體隔離	LCD、EL	Al ₂ O ₃ 、SiO _x 、其他	屏蔽氧、水蒸氣	凸版、大日本印刷等

資料來源：月刊 Display 2007.06 月號/材料世界網整理(2007.08)

一、偏光片

近年來，偏光片一面因應顯示器公司紛紛增產薄型 TV，一面又受到面板公司降價的壓力，形成偏光片的需求仍然旺盛，但價格未見改善的情況。液晶面板用偏光片的價格約下降 20~30%，價格下降對掌握 50% 的日東電工的影響也很明顯。偏光片生產世界第二位的住友化學公司提出：「藉由技術革新及開發與銷售合理化與擁有差異化的新產品來因應」，將該公司的偏光片產率由現有的 60% 提升為 84%；同時著手開發新型接著劑，以提昇生產速度等製程的改善來削減生產成本。

日東電工的年產能為 4780 萬 m^2 ，佔世界 55%。為因應液晶 TV 的增產，日東電工在歐洲捷克建設普陸諾廠(2007 年 5 月~2008 年 3 月完工)，投資 30 億日圓；此外，在中國大陸深圳也計劃建設偏光片工廠。偏光板市場雖然為日本公司(如表一)長期席捲，但是，最近隨著 LCD 生產市佔率的變化，韓國與台灣生產公司開始加入競爭，如台灣的力特光電年產能 3340 萬平方公尺。

1. TAC 膜

(1).市場趨勢

偏光片的組成材料及功能如表三所示。其中 TAC 膜的市場規模，根據韓國市場調查公司 Display Bank 的預測，2006 年預估為 1000 億日圓、2007 年將達 1320 億日圓。TAC 膜的功能在保護 PVA 偏光子，富士 Film(市佔率 80%)與 Konica Minolta Opto.兩家公司佔全部市場的 90% 以上，呈現寡占局面。美國 Eastman Kodak 公司、韓國 Hyosung 公司併購德國 AGFA 薄膜事業部、台灣新光社吸收德國 Lofa 公司等都有可能成為 TAC 膜領域的新公司。

過去使用 80 μm 左右厚度的 TAC 膜，最近已經有 40 μm 以下厚度上市，偏光片一般使用 2 層 TAC 膜，以重量而言約可輕薄 50% 以上。偏光片用 TAC 膜用樹脂以 Daicel 化學佔壓倒性市佔率；而 TAC 膜在 Konica-Minolta 加入後，日本廠商的市佔率確實在成長中。

(2).技術趨勢

最近，日本觸媒公司發表以丙烯樹脂膜取代 TAC 膜的事業正式上路，而備受矚目。此外，也有提案 TAC less 的偏光膜；或消除偏光子下方的 TAC，以降低成本與提昇光學性能，而且已經實用化。總之，TAC 膜相關的結構性變更，對偏光膜業界而言是很大的改變。

偏光子保護膜(TAC)的技術動向，以降低膜的片數來簡化工程與降低成本為主軸，正在檢討將相位差膜的機能組合在偏光子保護膜中。而且隨著對

顯示品質的要求日益嚴苛的趨勢中，逐漸浮現 TAC 光彈係數的問題。

TAC 為低且負型相位差性的材料，其在厚度方向量得的相位差(Ro)通常極低、而將 Z 軸折射率納入考慮後就會量得相位差(Rth)。新的偏光子保護膜的開發方向，在取消相位差膜的前提下，必須開發相位差性與控制性優的材料，至於相位差性優的材料，正在檢討同為纖維素的分子，經設計提高相位差性。最近也有提案採用 TAC 以外的偏光子保護膜材料。

環狀 Polyolefin 為光彈係數小、光學安定性優的材料，且未延伸膜的雙軸性小、厚度方向的相位差不易發現。因此，將此材料最適化可以製作出厚度方向幾乎沒有相位差的膜。此外，經過延伸容易賦予相位差。Polyolefin 系通常有與偏光子接著性的問題，可藉由技術改良進入商品化。

2. 光學 PVA 膜

(1).市場趨勢

偏光片基體用光學級 PVA(Poly Vinyl Alcohol)膜，其上游原材料受面板價格下滑的影響較輕，市佔率佔全世界 80% 以上的是 Kuraray 公司，2005 年開發出光學性能大幅改良之新光學用 PVA「VF-PE」，可對應高品質的需求，設備投資額約 40 億日圓。表四為 Kuraray 未來兩年的產能預估。

表三 偏光片組成材料及功能

層別	構成	材料	功能
1	表面保護膜	PE,PET	偏光膜的保護
2	保護層	TAC	偏光膜的支持保護
3	偏光基體	PVA	偏光機制
4	保護層	TAC	偏光膜的支持保護
5	黏著劑	EVA 系等	LCD 基板的黏貼
6	分離膜	PET	黏著劑的保護

資料來源：達信科技網站

表四 Kuraray 的PVA產能

單位：萬m²/年

	西條廠	玉島廠	合計
現狀	3100	3000	6100
2007 年中	3100	6000(+3000)	9100
2007 年末	3100	9000(+3000)	12100
2008 年中	4600(+1500)	9000	13600

資料來源：<http://www.kuraray.co.jp/release/2007/070111.html>

由於基礎原料的粗石油價格高騰，生產合成樹脂的四大公司中信越化學工業子公司與 Kuraray 針對 PVA 樹脂的粉體已經漲價 25 日圓/公斤；日本合成化學工業與電氣化學工業則漲價 30 日圓/公斤，而且分別在 5~6 月出貨時實施。至於生產成光學用 PVA 膜目前仍由各廠自行吸收，原料若持續漲價，未來光學用膜恐難逃受波及的命運。

一般偏光膜都是使用光學性能優異的碘或特殊染料對 PVA 進行染色、吸收的方式製造。日本 Polatechno 公司(日本化藥的子公司)則採用耐久性、耐熱性佳的某種染料，專攻汽車領域使用的中、小型(12 吋以下)液晶顯示器用偏光膜，已取得 70% 的市佔率，總產能為 400 萬 m²。該公司將再投資金額 17 億日圓，在上越廠新設偏光膜生產線，預定 2008 年秋季開工，屆時偏光膜的產能將增為 1.5 倍，年產能增為 600 萬 m²。日本合成化學公司的 PVA 產能預估如表五所示。

表五 日本合成化學公司 PVA 的產能預估 單位：萬 m²/年

	大垣廠	熊本廠	合計
2007 年	2500	-	2500
2008 年 1 月	2500	1500	4000
2009 年 1 月	2500	3000(+1500)	5500

材料世界網整理(2007.08)

3. 表面保護膜

用來覆蓋在偏光片、相位差膜、擴散板的表面，避免搬運時或加工時弄髒或刮傷用的膜稱之為表面保護膜。積水化學工業為因應薄型電視市場擴大，增產樹脂材質表面保護膜，投入資金約 20 億日圓擴充武藏廠設備，至 2007 年 7 月年產能提升為約 1.5 倍，達 700 萬 m²。Tohcello 公司強化薄型電視主要光學膜如偏光板、相位差板、擴散板等用的表面保護膜，投資 17 億日圓在古河廠建設專用生產線，預估到 2008 年秋季，年產能將增為 6 倍，達 3500 噸。增產的是使用 Olefin 系特殊高分子，以及自行開發之多層共擠壓膜，結果殘餘量大幅減少、不純物也減少。

Lintec 公司為偏光片用表面保護膜公司，投資 32 億日圓增設龍野廠黏著塗佈設備，使成偏光板用表面保護膜專用工廠，其黏著塗佈速度每分鐘 60~80m 的高速，生產規模為現有的 4 倍，月產能為 400 萬 m²。偏光板用表面保護膜的寬度增為 2000mm，以因應液晶的大型化。

二、光學補償膜(相位差膜)之技術與市場趨勢

光學補償膜(相位差膜)之材料從 Poly Vinyl Alcohol 系材料到 Polycarbonate 系、 Polysulfone 系、環狀 Polyolefin 系的發展，相關的技術趨勢依表一相位差膜的種類分述如下：

1. PC 膜

在 STN 用途之光學補償膜為單軸延伸 Polycarbonate(PC)膜(如表一)，溶劑使用 Methyl Chloride 等，經 Casting→乾燥→延伸，成為相位差膜，最近也可以採用熔融製膜方式。

2. 共聚合 PC 膜

為帝人化成公司數年前開發，適於 TN mode 液晶使用，此膜的光彈係數為過去的 1/2 以下，玻璃轉移溫度高達 210~230 度，具耐熱性，經延伸而成相位差膜，具逆波長分散性，廣泛應用為廣頻帶相位差膜。

3. ARTON

為 JSR 公司所開發，以脂環構造的 Norbornane 骨架為主鏈，鏈有極性基，用溶液製膜經延伸，適用於 TFT，具有與 PMMA 同等可見光透光率、PC 以上耐熱性以及光彈係數低等特性。

4. ZEONEX

為日本 Zeon 公司所生產，以 DCP 為原料之 Norbornane 衍生物進行複分解 (Metathesis) 之開環聚合，添加氫成飽和高分子化樹脂。其玻璃轉移溫度在 140°C 附近，由於未做 Double Bond Character，耐氧化劣化性與熱安定性良好，將此樹脂經熔融成膜，其光學等方性優、光彈係數也小，延伸後即成 ZEONOA 相位差膜，其市佔率逐漸成長中。

日本 Zeon 公司投入百億日圓，建設生產相位差膜的永見廠，2007 年 9 月年產能將可增加 50%，達 4500 平方公尺；計劃到 2009 年末將產能提高為 1 億平方公尺/年。

日本 Zeon 公司於 2007 年 7 月 19 日宣佈，將再投入百億日圓增產液晶 TV 用相位差膜材料—COP(Cycloolefin Polymer)，到 2008 年 7 月計劃將水島廠的年產能增為 3 萬 1000 噸，使高機能樹脂年產能增 72%，以因應大型液晶 TV 需求擴大。

COP 與其他樹脂比較，吸水性很小幾乎沒有，以及在廣波長領域所具有的高透明性，為優良光學膜用樹脂。

隨著 LCD 大畫面 TV 的發展，而有如上面所述的考慮相位差安定性，選擇光彈係數小的材料；至於適合大型畫面的液晶有 VA 方式與 IPS 方式被提案出來，這些都成為相位差開發的考慮因素。

5. VA Mode 光學補償

為了補償 VA 方式的液晶，必須採用可以讓 VA 液晶複折射率互相抵消光學特性的光學補償膜，這方面有兩種提案，一為用雙軸延伸法將正型複折射率材料延伸，其二為用被覆法塗佈同樣為正型複折射率材料。利用被覆型補償材料的塗膜溶劑乾燥時的收縮應力產生雙軸性材料，在偏光子保護膜上塗佈時，塗膜的層數可望減少，成本下降的效益大。

6. IPS Mode 光學補償

IPS 方式雖然在本質上並不需要光學補償膜，但是對偏光片的視角特性作光學性補償的話，則可得更高品質的顯示。此種偏光片的補償所必須的相位差膜，根據報告，將正型複折射率材料進行一般膜面方向的延伸與膜厚度方向的延伸，即為新相位差膜製造方法，受到矚目。表六為光學補償膜的材料、製法與要求特性。

表六 光學補償膜的材料、製法與要求特性

機能	材料	製造方法	要求特性	其他
STN 的白黑補償	Polycarbonate	流延製膜→一軸延伸	波長分散	也有更高波長分散性的要求
			相位差 400~600nm	相位差補償
			可靠度	
LCD 的視角擴大	液晶高分子	精密 Coating	相位差特性	
	異方散亂膜	相分離 Coating	低雜訊	主要為 STN
		冷延伸 Crasy		
圓偏光防止反射	高分子材料	延伸膜 $\lambda/2$, $\lambda/4$ 積層 (與偏光板貼合)	全方位補償	主要為 TFT-TN 大型
			廣頻域性	LCD 以外的應用範圍也廣
			=波長分散性	新材料的要求
VA Mode 光學補償	高分子延伸膜	流延製膜→二軸延伸/一軸延伸	C-Plate	彩色轉換控制/黑的黑度
	液晶被覆膜	-	C-Plate	光學補償
	無機材料被覆膜	-	C-Plate	
			波長分散性 3 次元折射率控制	新材料開發 新材料開發

IPS Mode 光學補償	高分子延伸膜	流延製膜→二軸 延伸/緩和	Z 板	只有 High end
	液晶被覆膜	Coating→特殊配 合控制	Z 板	只有 High end
			波長分散性	新材料開發
			3 次元折射率控制	新材料開發

資料來源：Display 月刊 2007 年 6 月號 / 材料世界網整理(2007.08)

LCD 用視角補償膜、反射防止膜、背光源用光學膜之技術與市場動向請參考「LCD 用光學膜(二)」。