

應用於平面顯示器之整合型光學膜片技術與發展趨勢

The Technology and Development Trend of Integrated Optical Film for Flat Panel Display

林暉雄、鮑友南、游家瑋

Hui-Hsiung Lin, Yu-Nan Pao, Chia-Wei Yu

液晶顯示器背光模組之光學膜片，具備提高亮度、增加均勻性與降低 moiré 等光學特性，近年來這一類光學膜片有重大的變革，其中變化最多的應屬將擴散膜、稜鏡片、偏極增亮膜、導光板等多項功能合併設計，成為複合化、一體化以及特殊化之新形式光學膜片。此整合型光學膜改進了以往單一膜片單一功能之多膜片模組架構，藉此降低膜片的使用數量，並降低總體成本。本文從相關專利技術分析為基礎進行歸納，並配合全球市場上之產品技術予以分析解剖，並解析國際上之最新設計技術與發展趨勢。

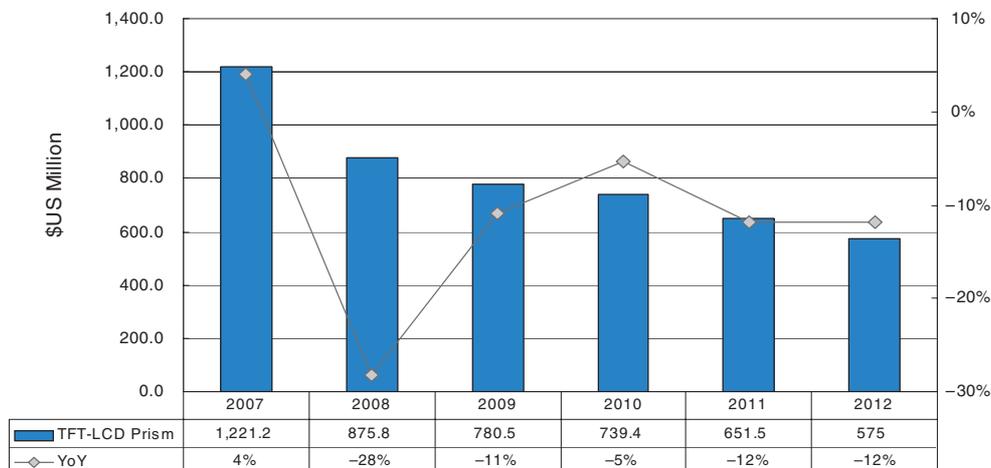
The optical film of the backlight module of the liquid crystal display provides the optical characteristics on improving luminance, increasing homogeneity, and reducing moiré. In recent years, there are significant changes on optical films, specifically on diffuser film, prism film, polarized bright enhance film, and light guide plate. It has become a new model optical film with compound utilities. This integrated model has replaced the old single film models in reducing the amount of films to be used, thus substantially reduces the cost. This article probes into the edgy technologies and trend through an analysis on relevant patents and techniques and the manufacturing techniques from a worldwide angle.

一、前言

液晶顯示器基本原理主要是利用液態晶體的光學特性來達到顯示的效果，若依據驅動方式可分為兩類：主動矩陣式 (active matrix) 和被動矩陣式 (passive matrix) 兩種，例如扭轉型 (twist nematic) 或超扭轉型 (super twist nematic, STN) 等屬於被動式，而主動矩陣式最常見的則是薄膜電晶體液晶顯示器

(thin-film transistor LCDs, TFT-LCDs)。液晶顯示器是所有平面顯示器中最為廣泛應用的顯示器，由於其本身並非是自發光性的顯示器，需要倚靠背光源及搭配多種光學膜，如偏光膜、擴散膜、或是增亮膜等，以達到高畫質、高精細及高光度的光學特性。一般液晶顯示器簡易的內部結構，上下有兩塊玻璃基板包覆，內部包含了稜鏡片及增亮膜 (BEF)、背光源、偏光片 (polarizing filter)、導光板 (light

圖 1.
全球 TFT-LCDs 稜鏡片
光學膜市場趨勢與成長
率統計圖。



guide)、彩色濾光片 (color filter) 及空間裝置 (spacer) 等各種光學膜及零組件，皆有各自的功用，以達到整體液晶顯示器的效果。液晶顯示器背光模組之光學膜片，功能不外乎提高顯示亮度、增加畫面亮度均勻性、降低 moiré 等光學缺陷等。近年來這一類光學膜片有重大的變革，其中變化最多的應屬將擴散膜、稜鏡片、偏極增亮膜及導光板等多項功能合併設計，成為複合化、一體化以及特殊化之新型式光學膜片。領導廠商利用既有產品加以改良，結合各項光學膜功能，製做出多功能的光學膜片；亦有新進者試圖運用新的光學設計與新技術，開發整合性的光學膜。整合型光學膜改進了以往單一膜片單一功能之多膜片模組架構，藉此降低膜片的使用數量，並降低總體成本。本文從相關專利檢索為基礎，進行歸納並配合全球市場上之產品技術予以分析解剖，並了解國際上的最新技術與發展動態。

二、市場趨勢⁽¹⁾

依據 DisplaySearch 市場調查 2006 年 TFT-LCDs 的增亮光學膜全球市場值約十二億二千一百二十萬美元，相較於 2005 年成長 30%；而 2007 年 TFT-LCDs 的增亮光學膜全球市場值約十二億八千二百六十萬美元，相較於 2006 年成長 4.8%。然而由於國際上光學膜技術不斷創新，造成價格嚴重競爭，甚至國際級領導廠商亦參與價格戰，試圖爭回市場龍頭寶座，使得傳統稜鏡片已經面臨考驗，因而價格不斷下滑，導致於 2008 年將可能是光學增

亮膜廠商艱苦奮戰的一年，預期整年的全球市場值約下滑 28%，全球市場值約八億七千五百八十萬美元，詳細數據請參考圖 1 所示。

從 2005 年 6 月 MNtech 量產 UTE 產品，並供貨三星公司開始，整合型光學膜市場已經悄悄打開。陸續有 SKC 與 Shinwha 等加入市場行列，目前稜鏡片市場上每增加一家新製造商，市場價格就會約有 5-10% 的下滑幅度。IEK 推估 2007 年全球整合型光學膜市場規模約為 8,300 萬美元，較前一年成長近 3.7 倍，因此預估 2008 年為整合型光學膜市場元年，規模可大幅成長達 2.3 億美元，預測至 2011 年，考慮因競爭造成價格下滑的趨勢下，仍可達 10 億美元的市場規模，這將是另一市場新契機。由於新的稜鏡片製造商不斷的湧入造成價格滑落，後浪追逐者還不如直接進入整合型光學膜市場，以區隔競爭者，並創造另一類優勢。

目前跨入整合型光學膜廠商的類型有稜鏡片廠商 (如 3M、MNtech 與迎輝等公司) 與擴散膜的製造商 (如 SKC 與 Shinwha 等公司)。整合型光學膜的製造方法，以擴散膜廠商為例，可在擴散膜片上形成各種微結構，藉此提高光學效能。若以稜鏡片廠商為例，可在其微結構膜片上塗上擴散粒子，以達到擴散效果，同時具備輝度增益的特性。整合型光學膜最主要的特點在於：可有效地替代稜鏡片與擴散膜片，尤其是具防刮功能整合型光學膜更有機會省略保護作用的上擴及上保護膜，然而未來稜鏡片與擴散膜片降價速度高於整合型光學膜，將可能侵蝕整合型光學膜原被看好的市場成長性。

三、專利檢索與技術文獻分析⁽²⁾

本文分析探討應用於平面顯示器之光學膜片技術，主要依據美國專利資料庫與廠商發表之文獻，進行交叉分析與應用原理探討，進一步了解 LCD 背光模組用整合型光學膜的技術發展趨勢與先進廠商之投入狀況。由於目前整合型光學膜相關技術，各家所採取的方法差異極大，因此為避免挂一漏萬，本專利地圖以美國專利商標局 (U.S. Patent and Trademark Office, USPTO) 之專利資料庫，以 3M、Enplas、Mitsubishi Rayon、Kodak、LGS、MNtech、Shinwha 及 SKC 等約 10 家國際光學膜片大廠為檢索條件，得到近 1,000 篇專利，並自其中分析及篩選出具有整合功能特性之膜片專利。起初依專利篇數多寡選出多家大廠，但由於其中有些廠商僅有專利布局，實際並無相關產品，故予以剔除，再依專利篇數較多、同時市面上亦有相關產品之公司，進一步加以分析。

1. 專利分析

(1) 歷年專利分析

在總數約 1000 篇的光學膜相關美國專利中，篩選出上述 87 篇整合型光學膜，其中包括公開中但尚未獲准之 37 篇。有關整合型光學膜的專利數在 1998 年後才開始增加，至 2001 年後成長加速。就個別廠商而言，3M 占 33 篇 (21 篇獲准)、

Samsung 占 13 篇 (6 篇獲准)、Dai Nippon 占 12 篇 (11 篇獲准)、Enplas 占 11 篇 (7 篇獲准)、Reflexite 占 4 篇 (2 篇獲准)、Mitsubishi Rayon 占 3 篇 (2 篇獲准)、Eternal 占 3 篇 (均尚未獲准)，其餘均在 2 篇以下，請參考表 1 所示。

(2) 引證率分析

引證率係以各公司專利被引用之總次數除以該公司專利案數，代表每一專利平均被引用的次數，當某一公司之引證率愈高，表示該公司之專利品質較好，請參考圖 2。其中 3M 與 Dai Nippon 獲得專利數分別為 21 及 11，且引證率為 13.38 與 12，均遠高於平均值 9.68，表示其在此技術之研發投入以及專利影響力均居前矛。而 Samsung 公司專利數雖不少 (6 件)，但引證率僅為 0.83，遠低於平均值，表示其專利品質不足。此外，較奇特的現象是 Dai Nippon、Reflexite 公司雖均有專利，且引證率不低，但市場上卻未見其推出相關整合型光學膜產品。

(3) 技術差異指標分析

技術差異指標係以各公司引用自己專利的次數除以其總共被引證次數，代表某公司就專利分析主題的技術，與其他公司在此一技術上的差異比較。指標值愈高，表示該公司的技術愈獨特，其研發路線較獨立，較少有其他公司跟隨。3M 之技術差異指標值 0.39 為最高，且為唯一高於平均值者，其

表 1. 以美國專利 1000 篇 TFT-LCDs 光學膜相關專利為基礎，篩選出 87 篇整合型光學膜之統計分析表。

廠商	年代													
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
3M	0	0	1	2	1	5	3	3	2	4	5	4	3	33
Samsung	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	2	4	13
Dai Nippon	1	1	0	0	3	1	1	2	1	4	0	0	1	15
Enplas	0	0	0	1	1	0	0	7	0	0	0	1	1	11
Reflexite	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	4
Mitsubishi Rayon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
Eternal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
LGS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Kodak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Omron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
小計	1	1	1	3	5	7	4	10	6	14	8	7	15	87

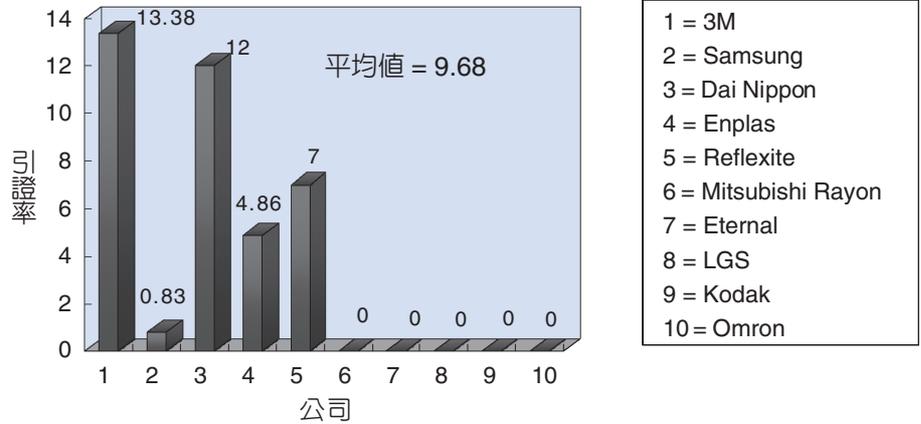


圖 2. 全球 TFT-LCDs 整合型光學膜片之專利技術引證率統計分析圖。

中發覺 3M 公司之專利有以其投資之其他公司為名申請，其間相互引證數即不計為自我引證，否則指標值應更高，此表示其研發技術最獨特。Samsung 和 Reflexite 分別為 0.2 與 0.133 次之，而 Enplas 與 Dai Nippon 最低，表示其技術與其他公司有較多的重疊或相似。

(4) 專利布局歸納

綜合上述光學膜廠商之專利布局，可以得到以下之趨勢結論：

- ① 光學膜在集光與擴散功能的整合為最明顯的趨勢，技術上大多採取微結構設計，部分配合擴散材料的應用來達成。
- ② 集光與偏極功能整合方面是 3M 公司的另一項發展重點，也是其特點，主要係應用其特有之多層膜之偏極材料技術。
- ③ 集光功能與 moiré 等缺陷之消除功能整合是另一項普遍發展的重要方向。

四、主要廠商之設計技術與相關功能分析

由於 Eternal、LGS、Kodak 與 Omron 四家公司專利數較少，而 Samsung、Dai Nippon 與 Reflexite 等公司雖有專利卻無產品，故僅就其餘的 3M、Enplas 與 Mitsubishi Rayon 等三家公司作進一步專利技術／產品之分析。

1. 美商 3M 明尼蘇達礦業及製造公司

(1) 公司背景

1902 年成立的 3M 公司，以採礦、生產砂紙與砂輪開始發展，跨入光學領域是因二次世界大戰美國軍方之需求所致，1974 年購買 Polacoat 公司的 LCD 技術 know-how，正式進入 LCD 產業。該公司總部位於美國明尼蘇達州首府聖保羅市，是世界著名的產品多元化跨國企業，產品涵蓋工業產品、電子電力暨通訊產品、圖識暨標誌產品、安全

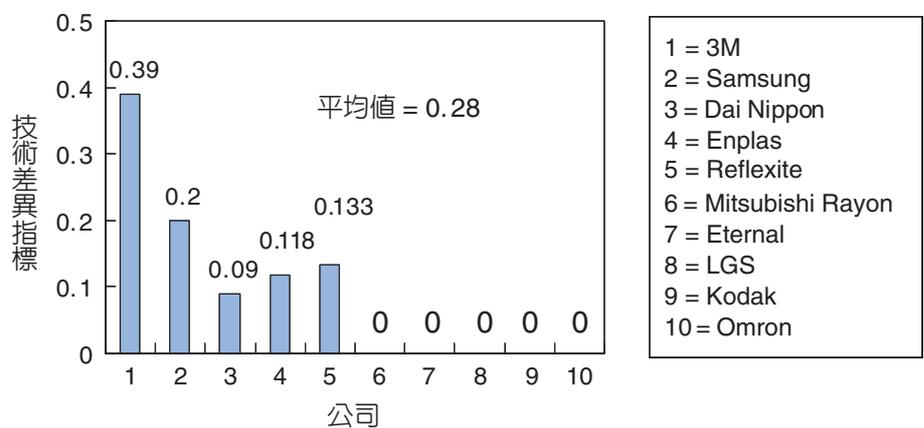


圖 3. 全球 TFT-LCDs 整合型光學膜片之專利技術差異指標分析統計圖。

表 2. 全球 TFT-LCDs 整合型光學膜專利矩陣分析表。

公司	技術 功能	集光 + 擴散 (含均勻)	集光 + 偏極	偏極 + 擴散	集光 + 消 moiré	其他	Total
3M	純微結構	8	0	0	4	2	14
	結構 + 擴散材料	4	0	0	0	0	4
	結構 + 偏極材料 (或多層膜)	0	10	0	0	0	10
	其他	0	0	2	0	3	5
	小計	12	10	2	4	5	33
Samsung	純微結構	4	0	0	0	4	8
	結構 + 擴散材料	2	0	0	0	1	3
	其他	1	1	0	0	0	2
	小計	7	1	0	0	5	13
Dai Nippon	純微結構	4	0	0	0	1	5
	結構 + 擴散材料	10	0	0	0	0	10
	小計	14	0	0	0	1	15
Enplas	純微結構	8	0	2	0	0	10
	結構 + 擴散材料	1	0	0	0	0	1
	小計	9	0	2	0	0	11
Reflexite	純微結構	2	0	0	2	0	4
	小計	2	0	0	2	0	4
Mitsubishi	純微結構	2	0	0	1	0	3
Rayon	小計	2	0	0	1	0	3
Eternal	結構 + 擴散材料	3	0	0	0	0	3
	小計	3	0	0	0	0	3
LGS	純微結構	1	0	0	0	0	1
	結構 + 擴散材料	1	0	0	0	0	1
	小計	2	0	0	0	0	2
Kodak	純微結構	0	1	0	0	0	1
	材料	0	0	1	0	0	1
	小計	0	1	1	0	0	2
Omron	純微結構	1	0	0	0	0	1
	小計	1	0	0	0	0	1
總計		52	12	5	7	11	87

防偽暨專業防護、個人保健暨防污保潔化學產品、光學產品、交通運輸產品、消費／辦公用品及醫療保健產品，各領域均有多項專利及其核心技術。3M 在美國本土的 34 州中設有業務單位，而美國以外超過 60 個子公司中有 39 個國家設有生產線，29 個國家設有實驗室，透過該子公司的製造與行銷網絡，3M 為全球超過 200 個國家的顧客提供了多元化之產品。綜觀 2005 年 3M 的全球銷售額為

212 億美元，較前一年成長 5.8%，其中海外子公司的貢獻值為 129 億美元，佔總額的 61%；目前全球約有 6.9 萬名員工，海外員工約占 61%。

(2) 光學膜技術與功能

綜觀 3M 在光學膜片的發展，以其在 1950 年代即具備的光學薄膜技術為基礎，結合 1974 年購入的 LCD 技術，加上來自客戶應用端的需求（解

決筆記型電腦耗電問題)，3M 讓一件已開發完成並置放技術資料庫六年的技術重見天日於 1992 年正式推出了稜鏡片 (BEF)，爾後並陸續推出不同功能應用的增亮膜 (dual brightness enhancement film, DBEF) 等產品。該產品共同應用了 3M 的核心能力，如精密塗佈、超薄膠膜及光學等技術，並在個別產品延伸應用了黏著劑 (DBEF 產品上) 及顯微複製 (BEF 產品上) 等核心技術。為因應未來 LCD 低價化、高輝度、薄型化的要求，3M 更是持續致力於相關核心技術，如光學設計技術、塗佈技術與薄膜技術等衍生應用或再改善，以不斷地提供客戶最

佳的解決方案。並以「高亮度、省能源、綠色環保」的產品優勢，持續保有全球光學膜片難以撼動的領導地位。為推出更具附加價值產品，身為全球光學膜主要領導廠商的 3M，積極推出結合偏光增亮、集光增亮與擴散特性、減輕 moiré 等兩項以上複合光學功效的整合型光學膜產品。表 3 至表 6 詳細介紹具備兩項以上光學功能之整合型光學膜片。

(3) 光學膜技術評析

上述產品技術雖結合兩項光學效果，但其各效果之技術除減輕光學 moiré 現象、可藉結構變化或

表 3. 具備集光與消 moiré 功能之整合型光學膜片。

型號	說明	圖示
BEF III 90/50-7T	特殊的 random 稜鏡結構，以減輕 reflective moiré 光學干涉現象，稜鏡角度為 90 度，稜鏡間距為 50 μm ，利用管理光的角度以達到 on-axis 增亮的效果，此產品較適用於 monitor 產品。	
BEF III 90/50-10T	特殊的 random 稜鏡結構，以減輕 reflective moiré 光學干涉現象，並增加 PET 基材厚度至 250 μm ，具有較強的抗變形能力，依然利用管理光的角度以達到 on-axis 增亮的效果。此產品較適用於 TV 大型尺寸產品。	
BEF III 90/50-M	特殊的 random 稜鏡結構，並在 PET 基材下方塗佈 matte 層，其擴散效果亦可降低 reflective moiré 現象，亦可遮蓋導光板上的缺陷。	
BEF III 90/50-T	特殊的 random 稜鏡結構，以減輕 reflective moiré 光學干涉現象，稜鏡角度為 90 度，稜鏡間距為 50 μm ，利用管理光的角度以達到 on-axis 增亮的效果。	
BEF3-M2/20-160 (90/50)	改良 PET 基材下方塗佈的 matte 層，使其微粒較細緻，在減輕 reflective moiré 現象與遮蓋導光板上的缺陷。	
TBEF2-M-65i (90/24)	第二代的 TBEF 的衍生材料，於基材 (PET) 下方有塗佈 matte 層，因其具有擴散效果，亦可降低 reflective moiré 的發生。	

資料來源：3M 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。

表 4. 具備集光與擴散功能之整合型光學膜片。

型號	說明	圖示
RBEF-8M 90/50	屬圓角形的稜鏡結構，可增加視角，但相對亮度會較 BEF II 略低，視客戶應用需求作選擇。	
Thick RBEF	一般應用於較大尺寸之顯示器，下方為有塗佈 matte 層之 PET 基材，而基材厚度至 250 μm ，使其抗變形能力更強，屬圓角形的稜鏡結構，亦可增加視角。	
TBEF2-M-65i (90/24)	第二代的 TBEF 的衍生材料，於基材 (PET) 下方有塗佈 matte 層，因其具有擴散效果，亦可降低 reflective moiré 的發生。	

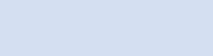
資料來源：3M 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。

表 5. 具備偏極與擴散功能之整合型光學膜片。

型號	說明	圖示
DBEF-D280	反射型偏光增亮膜，利用多層膜技術形成一具有特殊性質之薄膜，可以將光線反射再利用，達到全面增光的效果，上下材料為 PC diffuser，具有柔化光線與遮蓋點傷效果，總厚度為 280 μm 。	
DBEF-D400	反射型偏光增亮膜利用多層膜技術形成一具有特殊性質之薄膜，可以將光線反射再利用，達到全面增光的效果，上下材料為 PC diffuser，具有柔化光線與遮蓋點傷效果，總厚度為 400 μm 。	
DBEF-M	反射式偏光增亮膜利用多層膜技術形成一具有特殊性質之薄膜，可以將光線反射再利用，達到全面增光的效果，材料厚度為 132 μm 。其上方為擴散層，可使出光更為均勻柔和，並可減輕光學干擾之現象。	

資料來源：3M 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。

表 6. 具備偏極與集光功能之整合型光學膜片。

型號	說明	圖示
BEF-RP 90/24	屬於複合性材料，以 DBEF 為基材，上方則為 TBEF 的稜鏡結構，使其同時具有稜鏡片與反射式偏光增亮片的性質。二合一的功能可使客戶組裝次數減少，以提高產能。	
BEFRP2-115 (90/24) R/HMC	第二代的 BEF-RP，改進多層膜的結構使出光更偏藍光 (中性光)，上方稜鏡為 random 排列，可以降低 reflective moiré 的發生。更特別的是，在下方還有 high module coating 的處理，可以避免稜鏡轉印 (imprinting) 的現象。	
DBEF/MF1-650	屬於複合性材料，結合稜鏡結構與反射型偏光增光片的複合式增光片，二合一功能的增光片能加速組裝速度，光學性能最低可達 1.95 倍，厚度為 675 μm ，抗變形能力佳。	
DBEF-DTV	此為最近提出的新技術，是聚光與偏光整合技術—DBEF-DTV。液晶有一個很大的缺點是會漏光，因為以液晶本身是沒有辦法把光線遮擋得很好，因此即使是一個全黑的螢幕，看起來都會灰灰的。DBEF-DTV 技術就是解決這項問題。	

資料來源：3M 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。

擴散層同時達到之效果外，其他技術多可單獨處理，然後整合於單一膜片。3M 光學膜片之主要技術重點為集光膜技術與偏極轉換膜技術，以下說明此兩項技術狀況。

① 集光型增亮膜

利用特殊稜鏡結構管理，將原本散亂的光集中至約 70 度角的範圍，以提高中心視角輝度，增加光線的利用率，通常單獨一片集光型增亮膜可提高 40%—60% 的輝度。3M 公司目前有多款不同厚度與結構特性之集光膜片產品，針對不同顯示器產品

有不同搭配的選擇，並在微結構部分除一般尖角的 V 形溝槽外，更有圓弧頂角的 R 形溝槽 (RBEF) 與溝底，亦為圓弧角溝槽 (WBEF)。另外，除一般規則結構 (BEFII 系列) 外，亦有結構不規則 (BEFIII 系列) 等，可適度地減輕光學 moiré 現象的產生。

② 反射式增亮膜

此為 3M 獨有專利技術，採用偏光轉換技術，使光源作偏極態轉換，其方法是利用特殊光學塗佈與結構特殊排列方式構成光分離板，將可通過與不可通過 LCD 偏光板的光分離，然後將不可通過

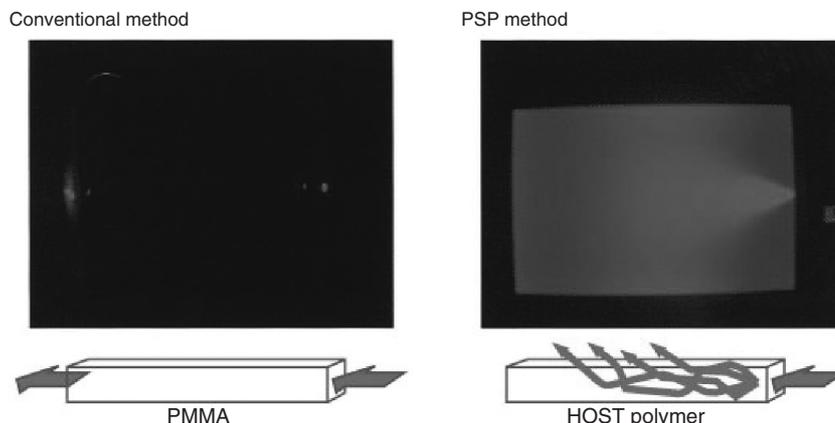


圖 4. 採用高散射光學穿透聚合物的 PSP-LGP 法與傳統導光板的比較，顯示 PSP 法可以快速的將光線由表面出光。(資料來源：Enplas 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。)

LCD 偏光板的光反射回背光模組，使其偏振態在背光中重新分布而被再利用，藉此降低偏光板的吸收，提高光的利用率，以達到提高亮度的目的。

(4) 專利布局分析

- ① 3M 公司的專利布局，在功能方面主要為整合集光增亮與擴散 (包含均勻)、整合偏極增亮與集光增亮兩方面。此外，該公司另有些許屬整合型導光板與逆稜鏡等相關專利，但目前尚無相關產品，應另有專利布局考量。
- ② 技術方面，在集光擴散功能整合上，大部分採取稜鏡微結構配合應用擴散材料來達成；在集光與偏極增亮功能的整合，則採用結構加偏極材料或多層膜等技術。

2. Enplas

(1) 公司背景

Enplas 株式會社成立於 1962 年，資本額約 80 億日圓，目前總部位於日本埼玉縣 (Saitama) 的川口市區 (Kawaguchi)，另有分公司、辦事處及工廠遍布亞洲及歐美。產品範圍涵蓋有：光學元件、工程塑膠產品、半導體週邊設備與顯示器元件。其中 Enplas 分別針對半導體週邊設備及顯示器元件方面成立了 Enplas Semiconductor Peripheral Corporation 及 Enplas Display Device Corporation 兩大子公司。

(2) 光學膜技術與功能

Enplas Display Device Corporation 成立於 2003

年，其與顯示器相關的主力產品為同時實現大型及薄型化的導光板「PSP-LGP」。由於採用高散射光學穿透聚合物 (highly scattering optical transmission polymer, HSOT polymer) 為 molding 材質，HSOT polymer 有著微米等級的任意結構以及不同的介電常數，這使得入射光可以在不被吸收的情況下出光，因此 PSP-LGP 其出光面的亮度較傳統導光板高 10-40%，厚度少 0.3 mm，耗電量更低。此外，導光板底部之反射面上有著微溝槽結構，可提升出光的方向性，只要再覆上一層 super light converter sheet 來改變光線的方向，即可產生較傳統導光板更高亮度的效果，且此模組同樣適用於 LED 光源。以下兩組圖片為 PSP 法與傳統導光板的比較：圖 4 顯示 PSP 法可以快速的將光線由表面出光，圖 5 表示 PSP 導光板僅需搭配一片膜片。

3. 三菱麗陽株式會社

(1) 公司背景

1933 年以製造人造纖維起家的三菱麗陽株式會社 (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.)，亦先後量產 MMA 單體、壓克力樹脂板材 (Shinkolite-A)、丙烯酸樹脂 (PMMA)、二醋酸纖維與 ABS 樹脂等產品。該公司運用其長久在合成纖維與合成樹脂所孕育出的高分子技術，以及集團特有的光學設計及壓克力樹脂精密成形技術，展開並跨足顯示影像等新事業領域。主要產品包括：

- ① 化學品與樹脂：前者為 PMMA 相關的各種化學物品的原材料，後者以具有良好透明性、光學特性和耐季節性的 PMMA 為首，經營各種機能

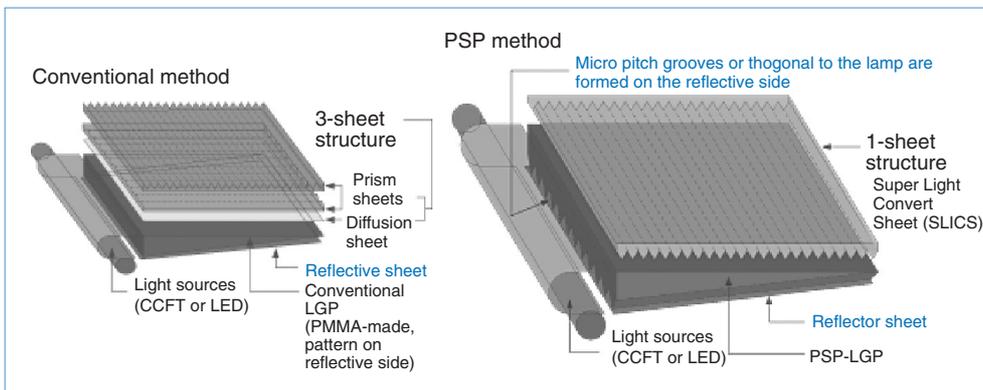


圖 5.

採用高散射光學穿透聚合物的 PSP-LGP 與傳統導光板的比較，表示 PSP 導光板僅需搭配一片膜片。(資料來源：Enplas 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。)

性樹脂。應用於導光板的壓克力樹脂板材 (Shinkolite-A)，液晶背光模組用稜鏡板材 (DIAART) 為其產品之一。該事業部的營收貢獻約占公司 4,170 億日圓營收的五成強。

- ② 纖維：主要原料是 AN (acrylonitrile)，營收貢獻約占二成。
- ③ 碳纖維複合材料、機能膜等，營收貢獻約近三成。

(2) 光學膜技術與功能介紹

該公司與光學膜有關之產品為液晶背光模組用稜鏡片 (DIAART Y-type prism sheet)，其功能為增亮，號稱可用一片取代原先所需的兩片稜鏡片，可減少元件數量、降低成本，亦能使 LCD 產品更輕、薄。與特殊設計之導光板並用時，可提高亮度 30% 以上。主要應用於 17'' 及以下尺寸之 LCD 顯示器側光式背光模組，如筆記型電腦、手機等。本產品於 2003 年開始量產，初期年產量為 1200 萬

片，因市場反應甚佳，訂單激增，故於 2004 年 12 月擴產 150%，15'' 板產量達 3000 萬片／年；2006 年 6 月再擴充產能 50% 至年產 15'' 板 4500 萬片。

該公司復於 2007 年 5 月宣布推出新型 DIAART C 系列產品，本系列新產品整合了擴散片 (diffusion sheet) 功能，不用另裝擴散片，進一步減少了元件數目，使背光模組更容易組裝，總成本也可再降低。本產品主要生產地點設於神奈川縣的橫濱工廠，初期產能規劃為 1,500 萬片／年。

(3) 專利布局分析

分析該公司近年在光學膜產品方面已公開的專利布局，大致均朝集光與擴散功能整合的方向發展，與上述已推出之產品吻合，部分則著墨於減少條紋或 moiré。說明如下。

- ① 功能布局：以集光增亮為主軸，另外增加擴散功能，以改善大尺寸 LCD 的視角。
- ② 技術上採用微結構設計來達成：在膜之入射面

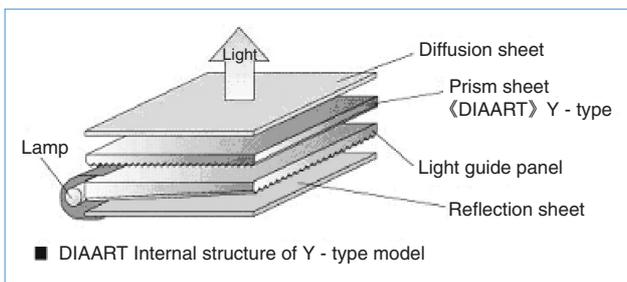


圖 6. Mitsubishi Rayon 推出的 DIAART Y-系列光學膜架構。(資料來源：Mitsubishi Rayon 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。)

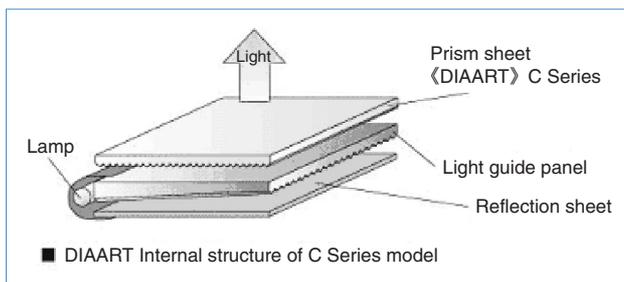


圖 7. Mitsubishi Rayon 推出的 DIAART C-系列光學膜架構。(資料來源：Mitsubishi Rayon 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。)

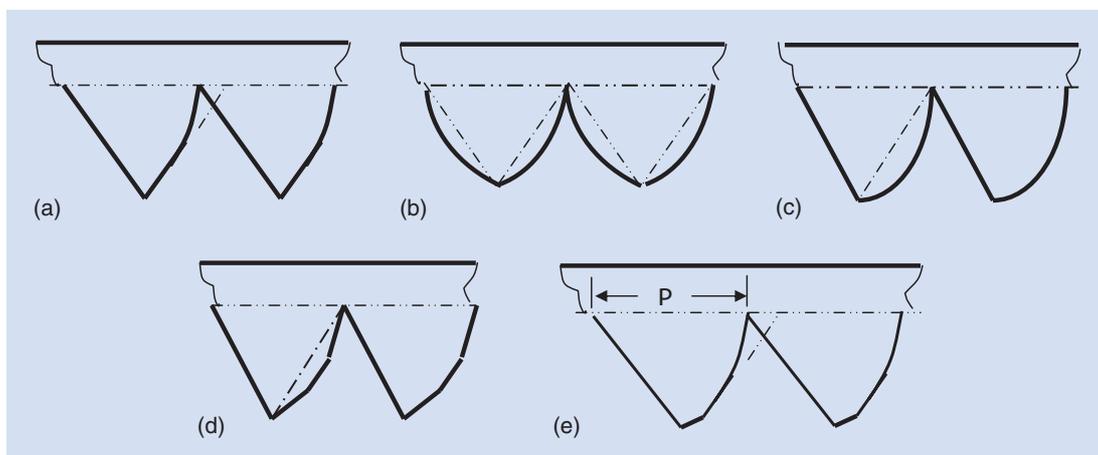


圖 8. Mitsubishi Rayon 光學膜產品稜鏡結構示意，(a) 圓弧面（多曲率圓弧面）、(b) 多段平面、(c) 平面加曲面、(d) 兩側凸面稜柱與 (e) 稜柱尖頂之傾斜小平面。（資料來源：Mitsubishi Rayon 公司；工業技術研究院機械與系統研究所。）

設多數平行稜柱微結構，而構成各稜柱的兩側面中，至少有一面為凸面形狀。靠近側光源之一面多採平面設計而較遠之另一面則採凸面設計，其中凸面之形狀包括圓弧面、多曲率圓弧面、平面加曲面、多段平面組合…等，參考圖 8(a)–(d) 所示。

- ③ 為了避免因為稜柱尖頂部較容易受損而導致出光產生黑條紋或 moiré pattern，另有一項專利係在前述稜柱結構頂部製作一極小平面，該平面傾斜角約為 1–50 度，尺寸約 $0.008P-0.088P$ ， P 為稜鏡之 pitch，參考圖 8(e)。

四、結論

經由上述章節之技術整理與趨勢分析，不難觀察出目前整合型光學膜各家廠商各有其發展技術，各有其優缺點，亦尚未達經濟規模，有些整合型膜片成本或價位仍偏高。現今稜鏡片的紅海式競爭模式，已瓦解 3M 的全球寡占優勢，競逐者如過江之鯽，價格則如滑梯般下跌，也許更多複合功能之光學膜片將是未來的中流砥柱，而避免市場日漸付諸東流。世代交替下之產物—整合型光學膜的演進勢必無法避免，在光學膜市場的價格與技術比之競爭下，將會因整合型光學膜的竄起，使得稜鏡片與擴散膜的市場版圖必重整。為了拓展光學膜片技術與

量產規模，並突破國際專利封鎖，工研院機械所近年來致力於開發平面顯示器用整合型光學膜片，從微結構最佳化光學設計，到全球專利布局，從開發 1.8M 超精密滾筒加工系統，到 R2R 滾筒成形量產系統等等。我們的創新複合式光學膜片，突破 3M 傳統專利封鎖，打破國際大廠寡佔，除了積極開發各式複合式光學膜片 (hybrid optical films, HOF)，包括曲線函數型、消除疊紋型、抵上擴防刮型、中心高輝度型、廣視角型外，另將創新微結構與擴散材料整合設計成增益擴散型、結合集光、擴散與導光等三合一超薄導光模等等，期能大幅簡化現有背光模組架構，建立自主光學膜片產業，以保值與技術深耕之策略，帶領國內產業跳脫傳統組裝產業特性並簡化組裝流程，降低人力成本，提高附加價值，將帶動國內光學膜產業蓬勃發展。

參考文獻

1. 2008 Taiwan FPD Conference, DisplaySearch (2008).
2. U.S. Patent and Trademark Office 專利資料庫.

- 林暉雄先生為國立交通大學光電工程研究所博士候選人，現任工業技術研究院機械與系統研究所經理。
- 鮑友南先生為國立交通大學光電工程碩士，現任工業技術研究院機械與系統研究所副研究員。

- 游家瑋先生為國立台灣大學光電工程碩士，現任工業技術研究院機械與系統研究所副研究員。
- Hui-Hsiung Lin is a Ph.D. candidate in the Institute of Electro-Optical Engineering at National Chiao Tung University. He is currently a manager at Mechanical and Systems Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute.
- Yu-Nan Pao is received his M.S. in electro-optical

- engineering from National Chiao Tung University. He is currently an associate researcher at Mechanical and Systems Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute.
- Chia-Wei Yu received his M.S. in electro-optical engineering from National Taiwan University. He is currently an associate researcher at Mechanical and Systems Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute.