

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

近年來由於液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)廣泛應用在電腦螢幕、個人數位助理(PDA)、數位相機、筆記型電腦、電視與手機等大中小尺寸顯示面板，在平面顯示器中佔有最大的產值，也為目前的市場主流。

由於LCD是屬於不具發光特性的平面顯示產品，因此需依賴外加光源才能使LCD面板得以呈現影像。反射式的LCD面板在光線充足的情況下，可利用自然光線而使影像顯現，但在昏暗的狀態或對於穿透式LCD面板而言，背光模組(Backlight)便成為不可或缺的零組件之一。由背光模組提供充足且均勻的亮度，可以讓LCD面板的顯示達到最佳的效果，其構造如圖1-1所示。背光模組泛指可提供產品一個背面光源的組件，目前運用在各種資訊、通訊、消費產品上，如LCD、底片掃描器、幻燈片看片箱等產品，其中以LCD的光源組件的市場較大。

背光模組又稱背光板，其功能在於提供LCD面板所需之光源，由發光源、導光板、光學用膜片(擴散片、稜鏡片、反射式偏光片等)、反射片、燈罩、結構體(塑膠框、鐵框、鋁框)等構成，其構造如圖1-2所示。隨著液晶顯示器製造技術的提升，以及大尺寸及低價格的趨勢下，背光模組除了必須考量輕量化、薄型化、低消費電力、高均勻性、高亮度及降低成本的市場要求之外，由於其發光角度亦直接影響了光使用效率與LCD影像顯示的視角，為保持在未來市場的競爭力，開發設計新型的背光模組及射出成形的新製作技術，是努力的方向及重要課題。

## 1.2 背光模組的產業趨勢

在LCD的成本結構中，背光模組占有16%，次於彩色濾光片及驅動IC，占第三位，如圖1-3。由於背光模組的技術門檻低於其它關鍵零組件，並且屬於勞力集中生產和製造管理要求高的產業，使得國內廠商紛紛投入，在2002年時自給率達80%~90%，此種本土化的生產可降低LCD的成本。圖1-4再將背光模組材料細分為增亮膜(稜鏡片)、導光

板和冷陰極管最關鍵之三種零組件，合計佔背光模組總成本之60%，但大部分的材料來源及零組件技術都掌握在美、日少數廠商手上，背光模組廠商只能侷限在零組件組裝和技術較低的零組件(例如導光板)上得到利潤。因此，如何掌握上游關鍵材料的供給及自製，以及面板廠商的整合，是背光模組廠商所必須面臨的課題。

在2003~2004年間以20~30吋家用電視作主要的銷售市場，2006年將佈局30~40吋家用電視來挑戰PDP市場。隨著LCD TV產業的成長潛力，背光模組品質性能的提升將成為重要課題。

### 1.3 背光模組的結構

由於LCD為非自發光性的顯示裝置，必須藉外部光源達到顯示效果。光源可分為前光源和背光源，而一般的LCD幾乎採用背光模組。背光模組是由光源(Light Source)、燈管反射罩(Lamp Reflector)、導光板(Light Guide Plate)、擴散膜(Diffuser Sheet)、稜鏡片(Prism Sheet ; Brightness Enhancement Film, BEF)、反射片(Reflector sheet)等所組成。背光模組根據光源在模組內的擺設位置又可發展為下列兩大結構：直下式(Direct type)模組及側光式(Side edge)模組，如圖1-5、圖1-6所示。直下式背光模組之光源置於液晶面板下方，光線直接進入或間接由反射片反射到上方光學膜上均勻分散於正面射出，其優點為輕量化、高亮度、良好的出光視角、光利用效率高、結構簡易化等，此模組適用於大型面板，如LCD TV、LCD monitor等，但其高耗電力、均一性不佳及造成發熱等問題仍須進一步改善；側光式背光模組之光源放置在背光模組側邊，藉由燈管反射罩的幫助，大約50%的光可自端面進入導光板，轉化線光源分佈成均勻的面光源。由於光從側面進入導光板，大部份的光是利用全反射往出光側的一端傳導。當光線在底面碰到擴散點時，反射光會往各個角度擴散，破壞全反射條件而自導光板正面射出。利用疏密、大小不同的擴散點圖案設計，可使導光板面均勻發光。若再經擴散片的均光作用，會讓射出的光分佈更加均勻。反射片將自底面漏出的光反射回導光板中，以增加光的使用效率。稜鏡片的集光作用以提高光源的亮度與均齊度。

背光模組元件的功能介紹如下：

(1) 光源(Light source)：

光源需具備亮度高及壽命長等特色，目前有冷陰極螢光燈管(Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)、熱陰極螢光燈管、發光二極體(Light emitting diode, LED)及電激發光片(EL)等被使用，其中冷陰極螢光燈管及發光二極體均具備高亮度、省電量及壽命長等特色。冷陰極管管徑細長(管徑可達1.8mm、長度達1000mm)，形狀可凹曲成L型、U型等，發光原理與日光燈管相似，如圖1-7。冷陰極燈管為低壓汞螢光燈的一種，是靠低壓汞蒸氣放電所產生的紫外線激發螢光粉而放射出可見光，最常用的放電介質為汞蒸氣，燈管內會填充惰性氣體如Ar、Kr、Ne等輔助啟動，燈管內的游離電子被電場加速而激發Ar原子，受激的Ar再讓汞原子游離而放出輻射能，主要產生紫外光，經激發管壁之螢光體後發光，藉由調整螢光體之配方，可發出不同色溫的光線，如偏紅或偏藍以符合不同顯示器之要求。冷陰極燈管具有管徑細、壽命長、亮度較亮且發光效率高等優點，是LCD的最佳背光光源。LED是單色小型的發光物，發光效率為30 lm/W。由於冷陰極管內含有水銀，有害於環境，因此LED有逐漸取代冷陰極管的趨勢，但因受限於目前發光效率不足、產品單價仍較高與散熱效果不佳的缺點，LED於背光模組的應用，現階段仍僅限於中小尺寸背光模組之應用。

(2) 燈管反射罩(Lamp Reflector)：

燈管反射罩的作用在包住保護燈管並將燈管發出的光盡量送入導光板內，材料主要為高反射的材料。而燈管反射罩的另一個優點為幫助燈管散熱。

(3) 反射片(Reflector Sheet)：

反射片則是防止冷陰極燈管發出的光線外漏的高反射材，放置於導光板的下方，將自底面漏出的光反射回導光板中，防止光源外漏，一般為擴散反射，用以增加回收的光能使用效率。

(4) 導光板(Light Guide Plate):

導光板顧名思義其最主要的功能在於引導光的散射方向，用來提高面板的輝度，並確保面板亮度的均勻性。無論應用尺寸的大小及光源種類，現階段的導光板可以分為平

板式導光板與楔型板式導光板兩種，兩者的差別在於楔型板式導光板的傾斜面角度亦為可控制出光分佈的一個自由度，配合反射面微結構的分佈設計，可對光源進行更具彈性的調節作用，達到較佳的光分佈狀況，另一個好處就是可以節省背光模組的重量。導光板依製作方式可分為印刷式與非印刷式，印刷式是利用射出成型的方法將壓克力製成表面光滑的板塊，然後用具有高反射且不吸光的材料，在導光板的底面用網版印刷的方式印上擴散點；非印刷式是在模具上產生凹凸不平的網點或紋路，再使用射出成型將壓克力灌入。冷陰極螢光燈位於導光板側邊的厚端，冷陰極管所發出的光利用反射往薄的一端傳導，如圖1-8所示。當光碰到擴散點時，反射光會往各個角度擴散，然後破壞全反射條件由導光板正面射出，如圖1-9所示。利用各種疏密、大小不一的擴散點，可使導光板均勻發光[1-3]。

#### (5) 擴散片(Diffuser Sheet)：

是作為角度修正的重要元件。導光板光源的出射方向及擴散角度並非集中在導光板正面方向，因此在LCD的視野角上無法達成亮度上的要求，必須修正光源的方向及擴散角度，使得光源能盡量集中在要求的方向，擴散片的作用在於讓光的分布更加均勻，使從正面看不到擴散點或光源的影子，並且將來自導光板的光線擴散開來，並且修正出光方向。一般傳統的擴散膜主要是在擴散膜基材上，加入一顆顆化學顆粒，作為散射粒子，所以光線在經過擴散膜時會經過兩個折射率不同的介質，因此光線就會發生許多折射、反射與散射的現象，如此便造成了光學擴散與修正的效果，如圖1-10、圖1-11所示。

#### (6) 稜鏡片(Prism Sheet)：

是作為集光效果的重要元件。在稜鏡片上，有稜鏡結構用以聚集光線，收斂發光角度，提高可視角及亮度，是提高背光板亮度的重要光學零件。由於光自擴散片射出後，其指向性非常差，必須藉由稜鏡片(Prism Sheet)來修正光的方向，達到聚光的效果及提高正面的亮度，以增加光線自擴散膜射出後的使用效益，因此稜鏡片又稱增亮膜(Brightness Enhancement Film, BEF)，如圖1-12、圖1-13所示。

## (7) 框架(Frame)：

背光模組的支架，用來支撐導光板與其他部材。

### 1.4 背光模組的製造方法

導光板為背光模組之主要光學元件，背光模組製造流程如圖1-14，高亮度背光模組藉導光板的微結構來達成高亮度光源的提供，導光板的作用在於引導光的散射方向，來提高面板的輝度，並確保面板亮度的均勻性，因此導光板的設計與製造良窳對背光板影響甚鉅，為背光模組最主要的技術與成本所在。依製程原理，導光板可分為印刷式及非印刷式，如表1-1所示[4]，其中非印刷式分為蝕刻、電鑄製程及精密加工，下列分別敘述：

#### (1) 印刷式

印刷式導光板是利用射出成形的將壓克力或聚碳酸酯(Polycarbonate；PC)壓製成表面光滑的板塊，然後用具有高反射且不吸光的印刷材料(如SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>)，適當地分佈於導光板底面，並在導光板的底面用網版印刷的方式印上圓形或方形的擴散點，如圖1-15所示，藉由印刷材料對光源吸收再擴散的性質，破壞全反射效應造成的內部傳播，使光由正面射出並均勻分佈於發光區，利用這種疏密、大小不一的擴散點，可使得導光板均勻發光。因為出光的散射角較大及印刷點亮度對比較高，必須使用較厚的擴散片覆蓋。印刷式通常被選用在平板裁切的導光版中，主要運用在10吋以上的顯示器、筆記型電腦或液晶電視上。印刷式的導光板具有開發成本低及生產快速的優點，目前國內廠商仍大量採用印刷式的導光板作為導光元件。

#### (2) 非印刷式

非印刷式則是利用精密模具，在導光板射出成形之際，直接形成密佈的微小凸點或V溝，其作用有如網點(調整光學的均勻性)，可謂一體成型。非印刷式的技術難度較高，但在亮度上表現優異，模具開發技術員瓶頸所在，而V-CUT導光板可透過表面V溝兩側的反射鏡面破壞原來的全反射作用，使光的利用效率更高。非印刷式有蝕刻(Etching)、

電鑄製程(Stamper)、精密加工(V-CUT)、內部擴散與噴砂加工(Sand brust)五種方式形成網點或長溝形[5]，其製作方式如下：

#### a. 蝕刻

早期的非印刷製程為蝕刻，此製程乃將網點分布圖樣以感光性油墨或乾膜光阻轉印於鏡面處理之模具上，經曝光顯影後，以蝕刻液進行化學蝕刻，如圖1-16所示。其缺點為化學性蝕刻影響光學表面，不同的蝕刻液將會造成不同蝕刻的深度，而不同的蝕刻深度之導光板模仁所射出成形的製作之導光板顯現不同的出光效率，蝕刻模仁深度較深者，其製作之導光板有較佳的輝度表現。此製程其光學散射性質無法完全表現出來，目前則有局部採用雷射束蝕刻，可有效控制網點之深寬比來做光學分佈之補強。

#### b. 電鑄製程

將網點圖樣利用類似半導體之光罩曝光顯影方法轉印在光阻膜上，利用熱迴流製程使光阻表面形成圓滑之半球狀或半圓柱結構，再以電鑄方式在光阻上沉積出模仁。電鑄技術主要特點是材料節省、模具製造週期短，電鑄層硬度可達40HRC以上，可提高精密模具之耐磨性和壽命，表面粗度、尺寸精度則與樣品模完全一致，適用於高精細度、高精度要求之光學模具，如圖1-17所示。此法所製得之導光板可依導光板圖樣之設計對光源的射出作有效的調節，使發光區達到最佳均勻度。此外，導光圖樣具光學鏡面及微小的特性，更可使光能的損失達到最小，有助於輝度的提升，其製作流程如圖1-18所示。

#### c. 精密加工

用鑽石在模具鋼上切削(Slot cut)出V形長溝結構，如圖1-19、圖1-20所示，溝兩側的反射鏡面破壞原來全反射作用，使光源能由導光板正面射出，控制V形長溝的寬度及深度的變化(反射鏡面大小角度改變)，調整出光面的光學分布，切削方式的優點在於輝度的提高及製造上的方便。若在出光面使用切削方式製作與稜鏡片結構類似的鏡面設計，可省下稜鏡片和擴散片，增加輝度的效果。

#### d. 內部擴散

將具擴散性質的顆粒材料，在射出成形時直接注入導光板內部，利用濃度的不同對光源作有效率的射出調節。這些顆粒可均勻分佈在導光板並降低光源仍留在導光板內損

耗的可能，其製造方便，但技術未成熟，且仍須與精密加工方式搭配使用。

#### e. 噴砂加工

噴砂加工技術係利用細砂材料噴灑在表面，進而造成模仁面之粗化結構分佈，如圖1-21所示。粗面越多的地方，破壞光源全反射的效果越強，因此可達到光源均勻分佈的效果。

以上五種非印刷式導光板加工方法，其優缺點比較如表1-2所示。

### 1.5 文獻回顧

由於近幾年來液晶顯示大尺寸面板的開發以及價格降低的趨勢下，背光模組未來需求考量要輕量化、高壽命、高亮度、高對比度及成本降低，尤其液晶顯示器的大幅降價，對背光模組的價格亦造成相當大的衝擊，背光模組製造商莫不想盡辦法降低背光模組的成本。

在背光模組的零組件當中，稜鏡片、導光板及冷陰極燈管為其最關鍵的三種零組件，合計約佔背光模組總成本之63%。目前國內背光模組之關鍵組件多是由日本等地進口，只有導光板有部分國內廠商能自給自足，而稜鏡片與冷陰極燈管卻因受限於材料供應商的產能，常有缺貨的現象產生。由於原材料約佔背光模組九成之成本，因此較不利的是主要關鍵材料來源均掌握在日、美少數廠商的手上，相對的背光模組廠商在材料的掌控及議價能力就較弱。

光學膜片在背光模組中的成本比重隨尺寸增大而提升，平均約佔40%~70%左右，以15吋模組為例，光學片材即佔背光模組之41%，如圖1-22所示。未來隨著LCD TV 尺寸的增長，光學膜片之成本比重亦將水漲船高，相對背光模組在LCD所佔之成本亦相對提升，若欲有效降低模組生產成本與提升背光模組生產利潤，背光模組產業便需在關鍵膜片元件的開發與掌握上有所突破及導光板加工技術上有新的突破與應用，目前已有多家國內外廠商正嘗試朝開發新功能光學膜片以取代現有之膜片架構之目標前進[6-8]。當然導光板加工技術新的突破與新功能光學膜片搭配應用更是重要，或許兩者的搭配將發揮

大於加成的效果，因此，整合能力越高之背光模組廠將會是低利潤競爭產業生態下的最後獲勝者。

對背光模組製造商而言，降低成本的方法不外乎是將模組構造簡化，採所謂一體化導光板的設計，將擴散點、稜鏡片等的功能整合到導光板之中[9,10]，如圖1-23、圖1-24、圖1-25所示：

1. 圖1-23是將導光板的正面加工，使其具有稜鏡片的功能，高亮度化，省去稜鏡片[11]。
2. 是除了將稜鏡片一體化之外，在製作導光板時同時將擴散點於導光板下方一體成型，高亮度化，省去稜鏡片與網版印刷，如圖1-23所示[12]；
3. 圖1-24所示的是在導光板上、下兩面均做稜鏡片的加工，高亮度化，省去稜鏡片與網版印刷，底面的稜鏡間距由疏到密，頂角的設計則讓光向上折射，因此光能均勻地自導光板表面射出，且具有適當程度的方向性，提高正面亮度[13-16]。
4. 最後一種方法是在導光板下方作稜鏡片加工，上方同時加入擴散點在製作導光板時一體成型[17]，如圖1-25所示，此種導光板必須搭配逆向稜鏡片[18]，才能發揮其輝度的優勢。

這些導光板設計，不但能減少需求外購的昂貴零件(如稜鏡片)，而且可縮短組裝時間，同時達到高亮度化及降低成本的目的。但是以上四種的導光板都很容易出現生產良率不高、背光模組之組裝良率低與可視角變小的問題。因為稜鏡面作到與導光板成一體時，會出現與現有稜鏡片相同的問題，甚至於比稜鏡片更嚴重，此問題就是刮傷與碰傷，這是在組裝背光模組會出現的問題，也是最難避免的問題。另外在導光板製作時會因為出現一個小異物跑到模具中稜鏡面的溝槽中，或是殘料於模具中稜鏡面未清除乾淨，就會形成亮點，造成不良，這一些不良無法於射出成形時發現，只有到背光模組組裝時才會被發現，因此會造成生產良率不易提昇的問題。

再來另一種一體化的導光板設計是在導光板射出成形時，在丙烯材料中加入少量不同折射率的顆粒狀材質，如圖1-26所示的MMA工程塑膠。此種導光板是靠光與顆粒間的散射作用，讓光自導光板表面射出；再利用由疏到密的散射點設計，可讓導光

板表面均勻發光，搭配逆向稜鏡片則是用來補正螢光管照光的非對稱性[9]。此技術的缺點是無法有效控制顆粒狀材質在導光板內的位置，造成製造穩定度不足，通常是與單面稜鏡結構搭配，所以幾乎都沒有使用此技術。

目前針對LCD TV內之擴散板來做量測實驗時，我們可以發現此片擴散板(厚度為2 mm)的光通過效率僅為35%左右(市售之擴散片之光通過效率為30%~70%都有，但是擴散率跟光通過效率是成反比的，擴散率和光通過效率無法同時兼顧)，效率非常的差，因此設法去改善傳統擴散片成本偏高與光利用效率過低的缺點便成為一個刻不容緩的問題了。為了解決這個問題，利用透明之塑膠光學材料(例如PC、PMMA...等等)來製作LCD TV用之擴散板，藉由光學塑膠材料大大提高光通過的效率，而且在材料的上下表面刻上我們所設計之微結構，利用微結構的幾何形狀，使得光線通過時產生所需要的折射、反射、全反射...等等的效應，讓光線可以有效的擴散開來。所以，我們便可以兼顧光通過效率與擴散率，改善傳統擴散板效率不高的缺點；而且，因為沒有添加其他的化學擴散顆粒，就成本來說也是會大幅度的減少，降低量產的成本[19]。

由於上述的方法都有一些目前無法完全克服的缺陷與未實際量產，因此先考慮將某些關鍵光學零組件做一些技術上的突破。拜科技發達所賜，光學模擬軟體已廣泛的運用於LCD產業，成功大學方育斌的碩士論文中提到，使用網點技術搭配光學模擬軟體，可以方便瞭解光學能量分佈的效果是否達到需求[20]；交通大學李清祥的碩士論文中提到，使用手機用導光板進行光學模擬，發現模擬結果與實際結果差距不大[21]。因此使用光學模擬軟體對於導光板上的微結構作出光效率的分析，並將分析結果與實務作整合。

## 1.6 研究動機與目的

隨著液晶平面顯示器製造技術的提升，台灣除液晶面板外，也逐漸掌控了背光模組的相關零組件的生產與供應。在大尺寸面板開發以及價格降低的趨勢下，展望未來更輕薄、更省電的液晶平面顯示器乃是必要的。因此背光模組在未來需考量輕量化、低耗電

力、高亮度及成本降低的市場要求。雖然台灣背光模組產業在全球市佔率上逐年提升，產值也一年比一年擴大，但細數台灣廠商所能獲得之利潤卻是微薄的，主要原因在於背光模組關鍵零組件的自給率低，因此在原材料成本上並無法達到有效降低的趨勢。針對市面上提出許多複合式光學膜片與複合式導光板的作法，各廠商一直都是各持己見，未能提出整合互相搭配的作法。目前在筆記型電腦(Notebook, NB)用方面，有複合式導光板加1片稜鏡片及上擴散片，取代2片稜鏡片與上下各1片擴散片的設計出現。由於使用複合式導光板會有生產良率降低與可視角變小的問題，因此是否可以維持一定的視角與提昇模組的輝度，並且減少光學膜片的使用是當下最重要的課題。使用複合式導光板會讓可視角變小的原因最主要是，於導光板下方加了稜鏡的微結構，就會將剛進入導光板的光未經擴散就收斂了起來。所以經進一步思考，認為導光板下方不應加入稜鏡微結構與製作擴散網點，而只需於導光板上方加上入擴散效果的微結構以做為最新的設計。

根據使用光學模擬軟體模擬各種微結構的出光效果，發現半圓狀微結構的出光效率有一定的水準，並且也較容易製作，以目前的機械加工方式來說，噴砂加工是最好的加工方式。另一方面，近年來對於硬質材料的加工都使用蝕刻，其加工表面與擴散片的表面有一點相同，而噴砂加工應用於硬質材料加工，其效果更勝於蝕刻加工。噴砂加工速率比蝕刻更佳、所得加工面更趨近於擴散片的表面[22]，因此本研究計畫於導光板出光面上使用噴砂加工微結構，透過不同的加工條件，與微結構的疏密變化，以得到可以分佈光學效果與調整出光的加工面，因此選用噴砂加工來製作導光板出光面的擴散微結構[23]。

本研究主要探討，如何於導光板出光面上使用噴砂加工微結構，以達到與加入擴散粒子的導光板相似的出光狀況，並透過不同的噴砂加工條件調整光學出光效果，增加光的使用率。如此一來，將可以提升現有的模組光學表現，只要製作單面噴砂加工的導光板，而不用在另外於底面製作擴散網點或製作稜鏡面，使生產的不良降低，以取代下擴散片的使用，也可以達到相同之輝度與視角之表現。

## 1.7 研究方法

使用光學模擬軟體，模擬現行架構之背光模組之光學特性，再以相同的條件，將底面的擴散網點移除，改由導光板出光面上加入各式樣的微結構形狀，如半圓狀、半圓柱狀、角錐狀、圓錐狀與菱鏡狀等，以應用於複合膜片上的微結構[24]。先進行光學模擬，得到各種微結構的出光效果，然後以微結構容易製作與出光效果都能兼得為方向，再評估選擇其中一種微結構，最後選擇使用噴砂加工來製作微結構。

研究的對象選擇使用筆記型電腦的背光模組用的楔形導光板。此導光板尚未作任何加工，將利用噴砂加工機依不同的參數加工，以得到類似擴散片的霧化表面，並且取代導光板下方的擴散網點以將光送出導光板。

在光學性能評估方面，選擇一組15.4吋筆記型電腦用之背光模組，架構為下擴散片、下稜鏡片、上稜鏡片、上擴散片，當作光學量測的模組，對其導光板作單點加工，再組裝於背光模組內，一一的量測各種加工參數下其光學輝度變化與可視角的變化，當中也搭配各種可使用的光學膜片，再進行量測，以取得最佳的光學表現。

實驗結果的分析上，將使用光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM)進行導光板表面的觀察，探討導光板表面形狀的變化與分佈等等，並與光學量測的結果相互比較分析，以瞭解各個表面結構對於光學表現的變化的影響。

最後，選用在單點加工情況下其微結構光學效果較佳的條件，配合使用遮罩作疏密變化來對導光板表面做加工，以得到輝度表現與均勻度表現較佳的模組。

表 1-1 印刷與非印刷導光板優缺點

|    | 印刷式   | 非印刷式   |
|----|---|--|
| 優點 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設備投資較少</li> <li>2. 操作簡單</li> <li>3. 機動性高</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 網點結構更具微細化及精密化</li> <li>2. 產能及量率較高</li> </ol> |
| 缺點 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 網點結構之均一性不易控制</li> <li>2. 網點印刷的油墨黏度不易控制</li> <li>3. 網版張力不易控制</li> <li>4. 需大量人力</li> <li>5. 產品量率較低</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設備投資較高</li> <li>2. 開模費用高</li> </ol>          |



表 1-2 非印刷式導光板製程比較

| 非印刷式          | 方式   | 優缺點   |
|---------------|--|---|
| 蝕刻<br>Etching | 以曝光顯影製程形成網點<br>(200~300 $\mu$ m)。  | 製作簡易，網點可小於印刷式，全反射被破壞的程度不如印刷，輝度不如印刷式導光板，成為目前業界的主流，但精度不易控制。                           |
| 電鑄<br>Stamper | 以黃光製程製成網點<br>(40~50 $\mu$ m)，或直接以加工完成的導光板翻鑄。以模具射出形成網點，亂射面設計能破壞光源之全反射並控制光源射出導光板角度的分佈，網點數量多寡，對光源作有效率的控制。 | 網點可隨模具任意設計形狀，網點可更小，若網點為極小的平滑鏡面，可使光在網點及導光板內部的損失減至最小，但加工時間長，不利於快速開發的要求。               |
| V-CUT         | 以精密切削的方式製造出一條條長溝形的結構(溝寬50~200 $\mu$ m、15~100 $\mu$ m)，使光源由導光板正面射出，並由長溝之寬度及深度控制出光面之光學強度及性質。             | 輝度較印刷式多10%以上(光源擴散角較小，使正面光源增強)及製造方便，另外在出光面亦使用切削的方式製造與稜鏡片結構相似的鏡面結構，更能增加輝度，但在均一性上仍待加強。 |
| 內部擴散          | 將具擴散性質的顆粒材料，在射出成型時直接注入導光板內部，利用濃度的不同對光源作有效率的射出調制。   | 均勻分佈在導光板並降低光源仍留在導光板內損耗的可能，製造方便，但技術未成熟，且仍須與上述方式搭配使用，加上專利授權無法取得，目前並未在台灣本地量產。          |
| 噴砂加工          | 噴砂加工技術係利用細砂材料噴灑在表面，進而造成模仁面之粗化結構分佈，破壞光源全反射的效果。  | 紋樣(Pattern)可變化性較大，加工成本較低，但尺寸精細度較難控制   |

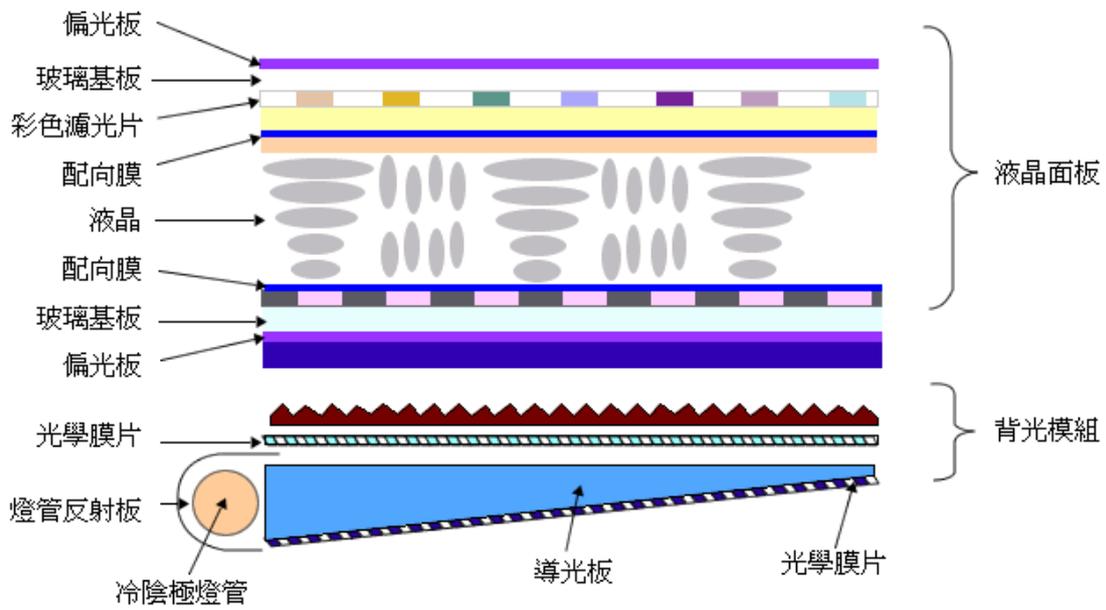


圖 1-1 液晶顯示器結構圖 資料來源：瑞儀光電

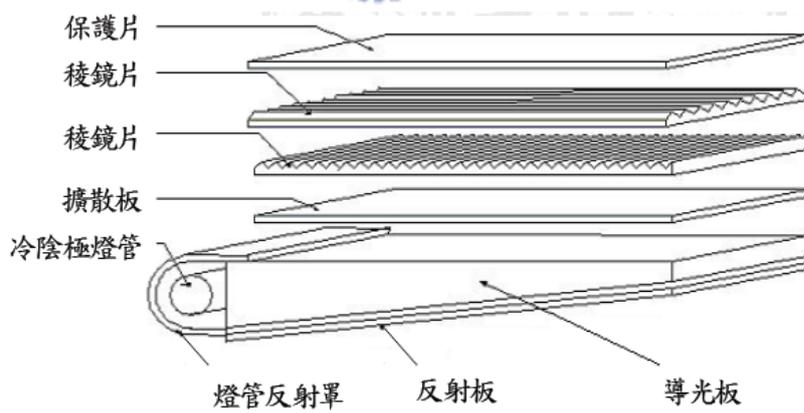


圖 1-2 背光模組基本結構

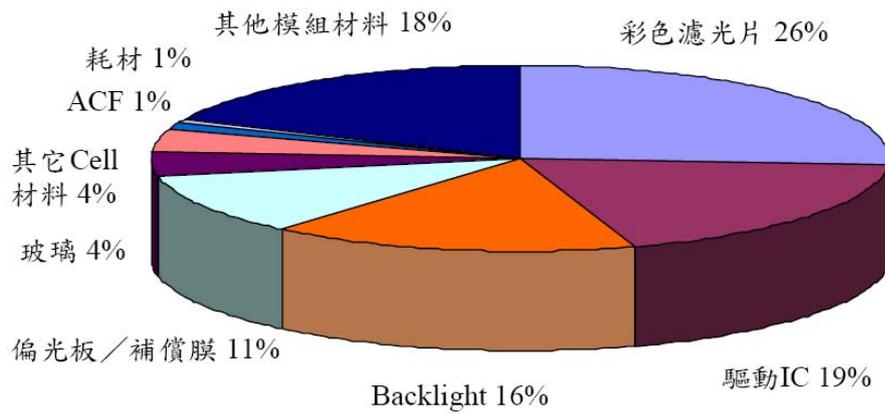


圖 1-3 LCD 材料成本結構分析

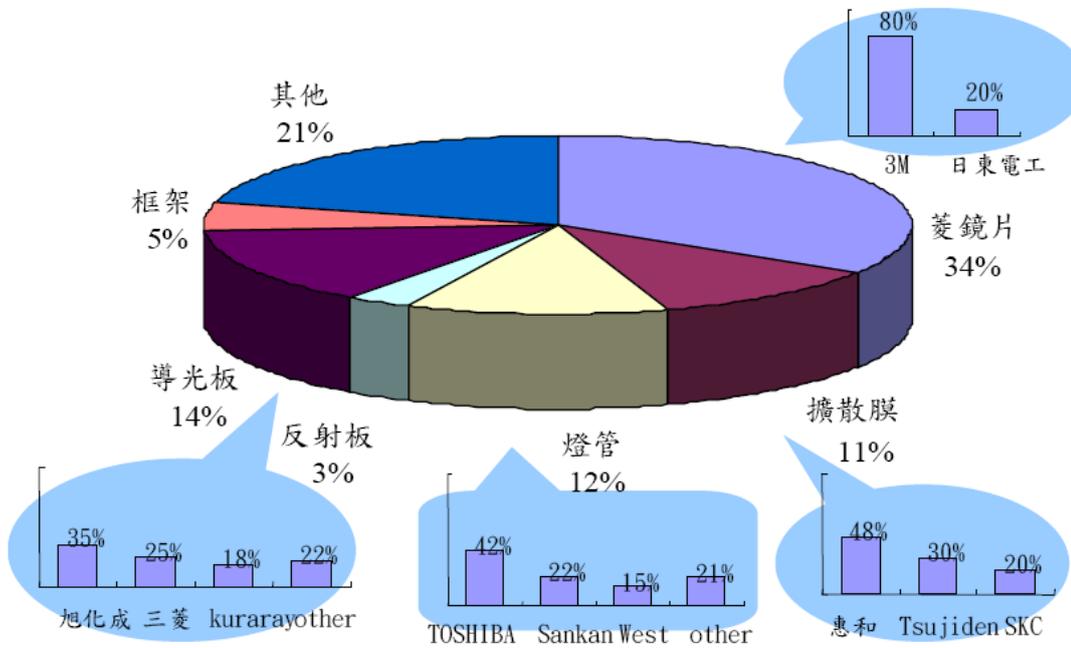


圖 1-4 背光模組材料成本分析

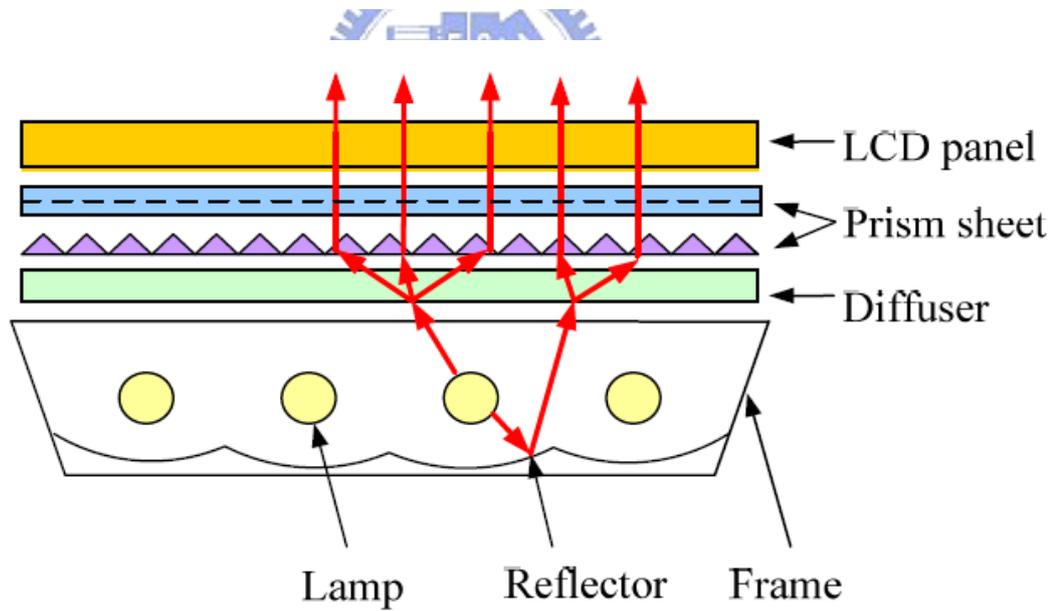
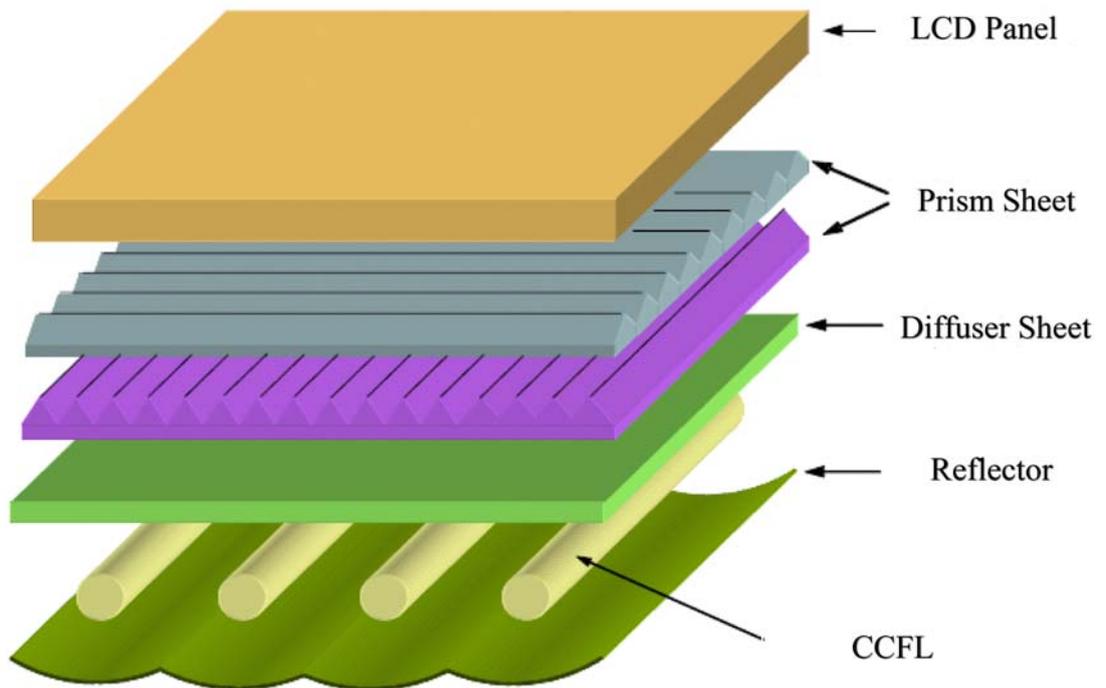


圖 1-5 直下式背光模組示意圖

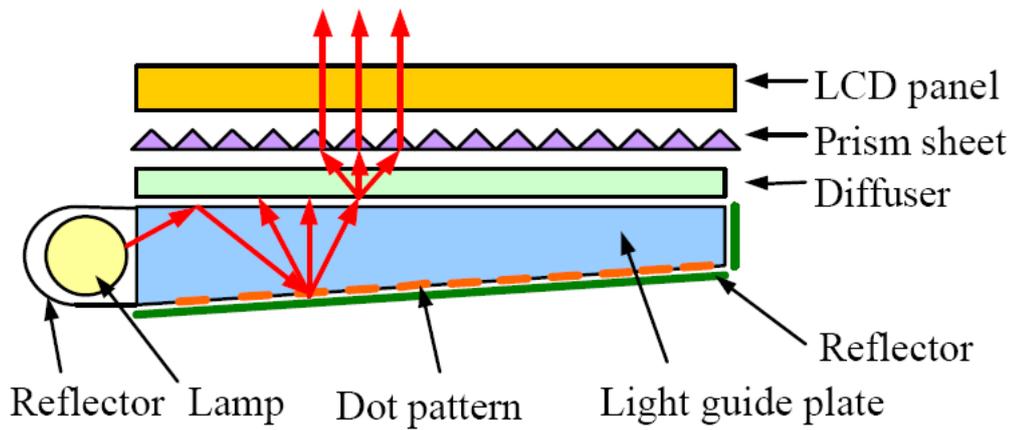
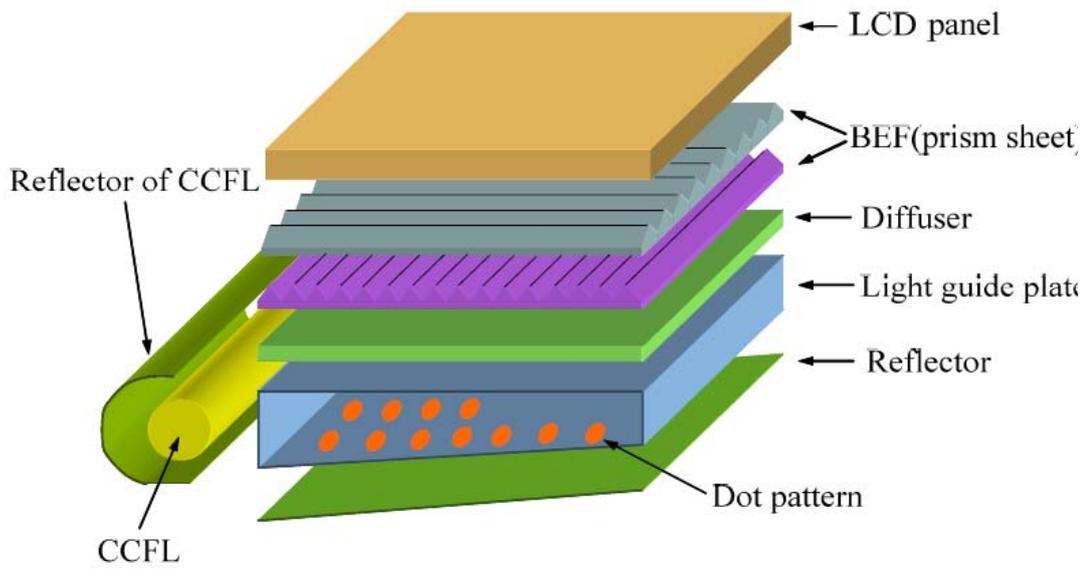


圖 1-6 側邊式背光模組示意圖

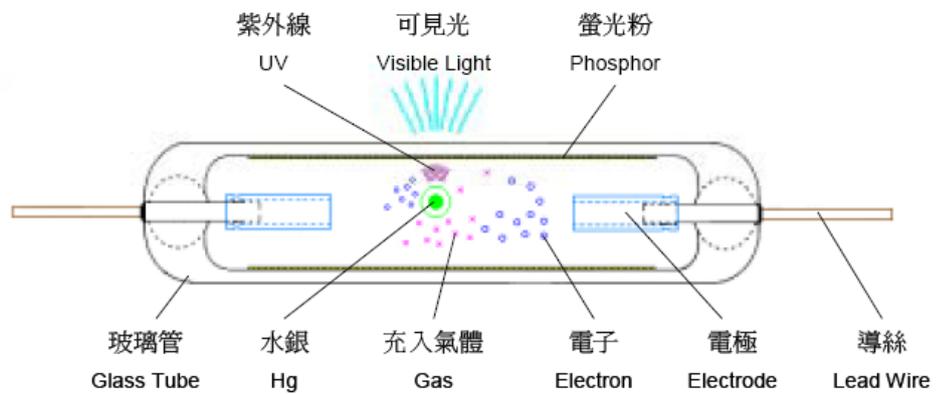
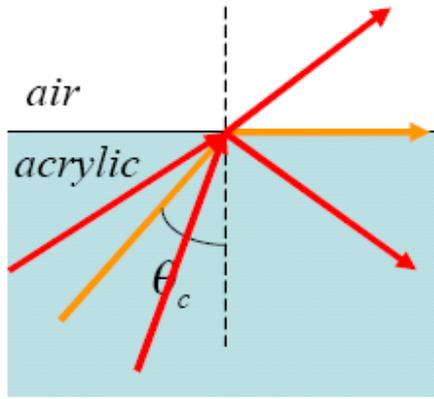


圖 1-7 冷陰極燈管構造 資料來源：威力盟電子



$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

圖 1-8 光在導光板內的軌跡

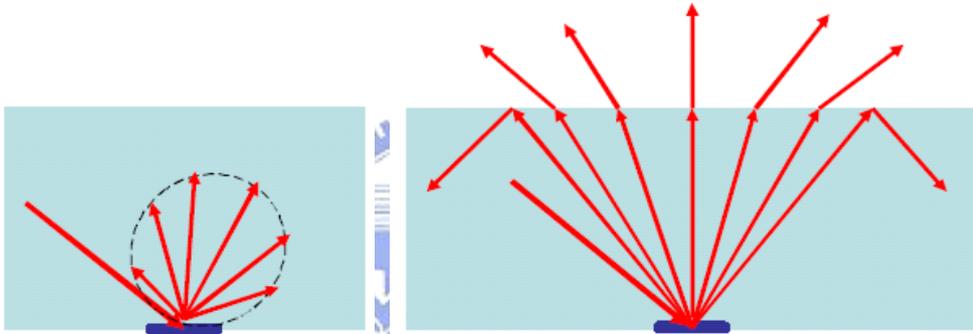


圖 1-9 光打到擴散點後的軌跡

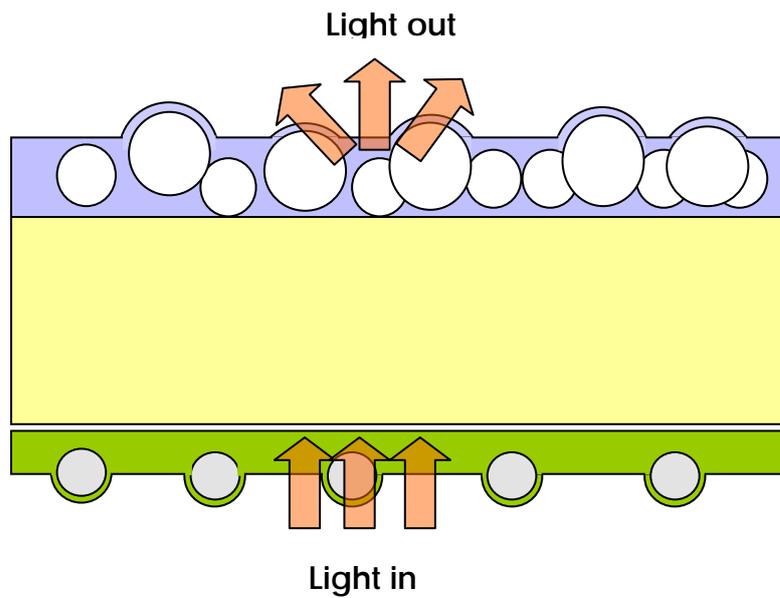


圖 1-10 擴散片示意圖

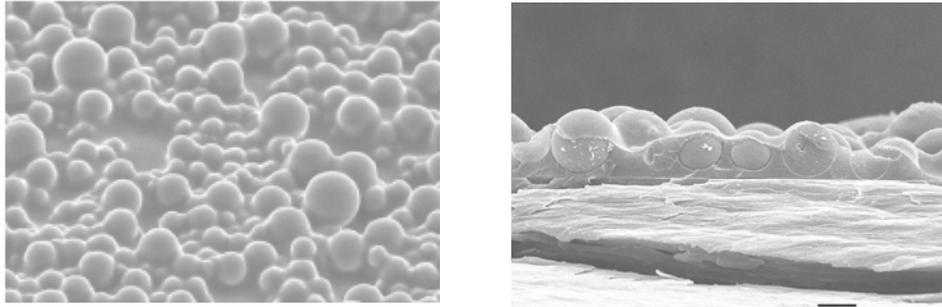


圖 1-11 擴散片結構圖 資料來源：SKC

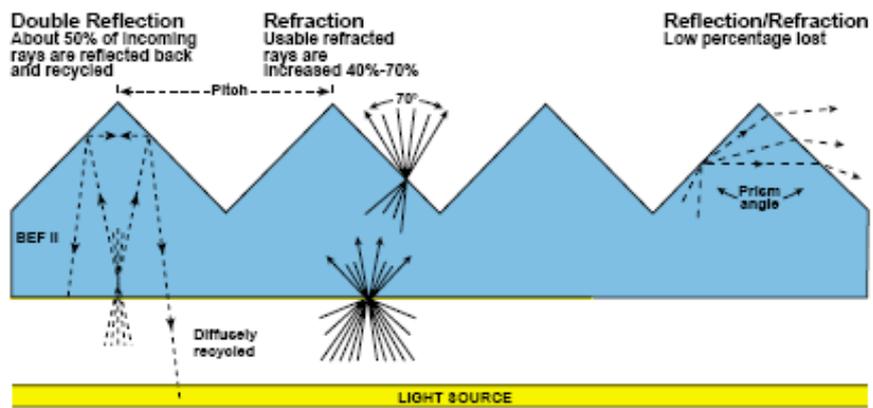


圖 1-12 稜鏡片示意圖 資料來源：3M

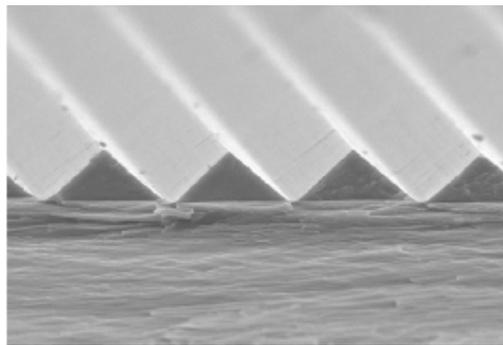


圖 1-13 稜鏡片結構圖 資料來源：SKC

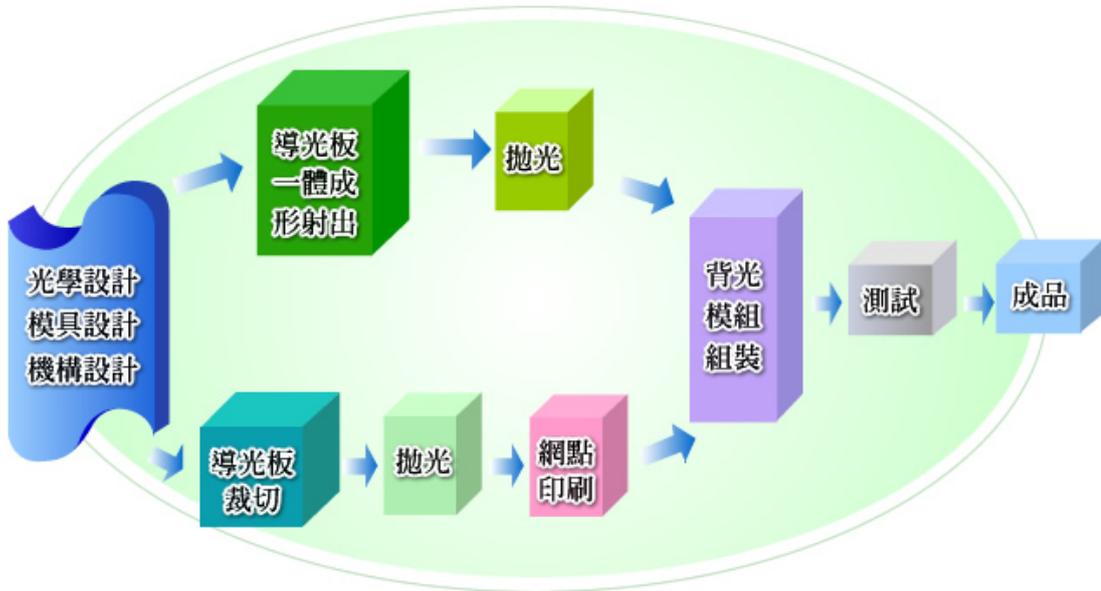


圖 1-14 背光模組的製造流程圖 資料來源：瑞儀光電

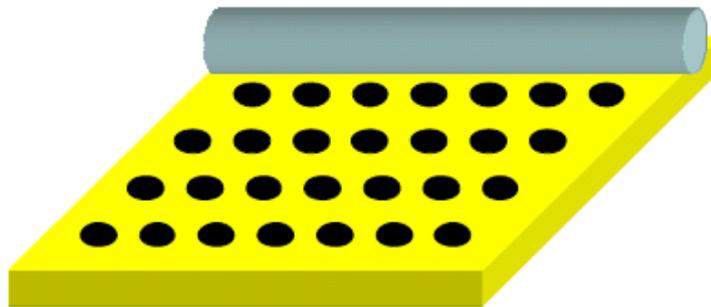


圖 1-15 印刷式導光板

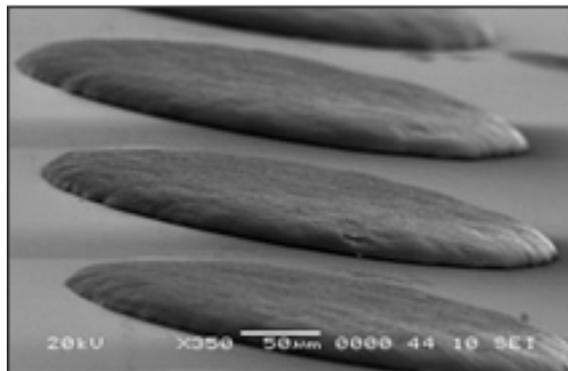


圖 1-16 蝕刻所得製品表面 資料來源：瑞儀光電

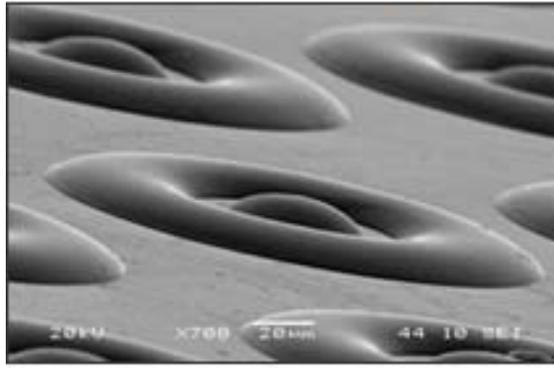


圖 1-17 電鑄所得製品表面 資料來源：瑞儀光電

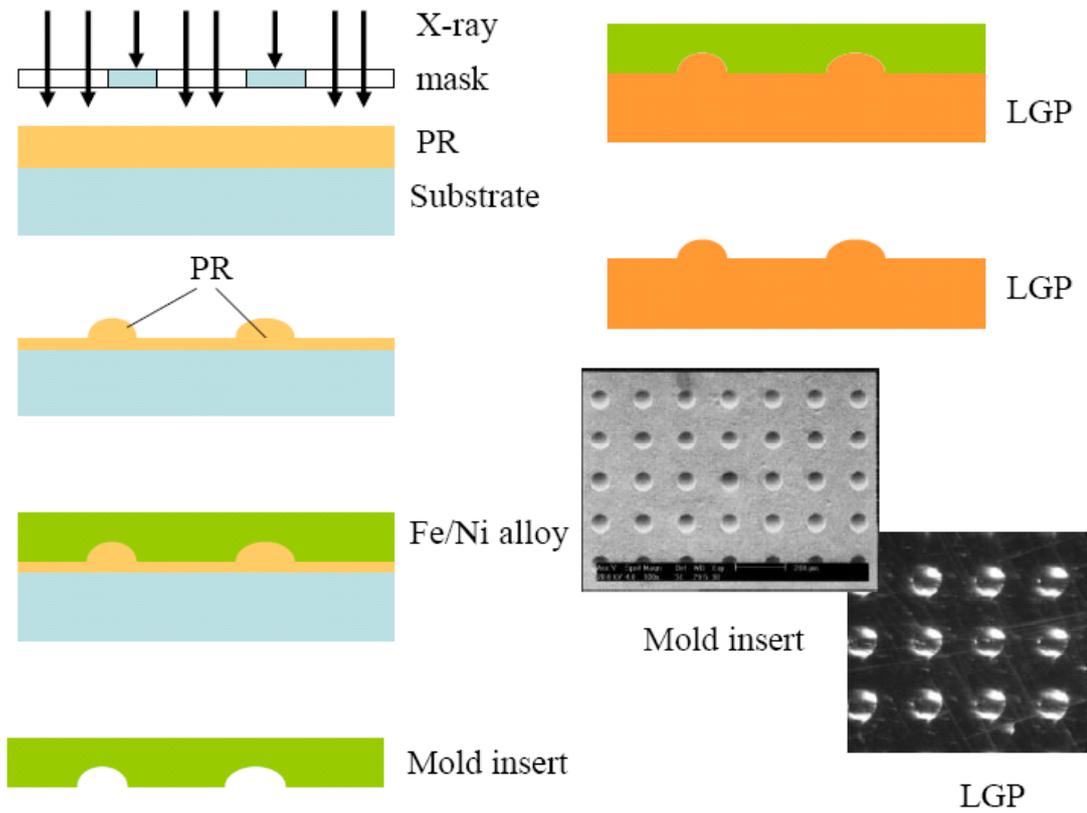


圖 1-18 以電鑄製程製作導光板

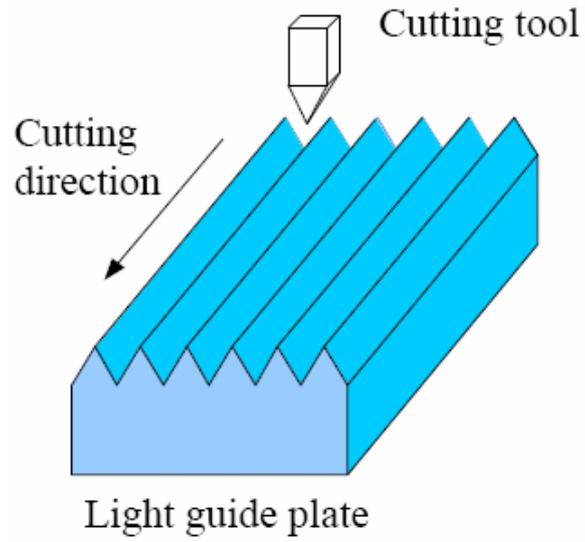


圖 1-19 以精密加工製程製作導光板

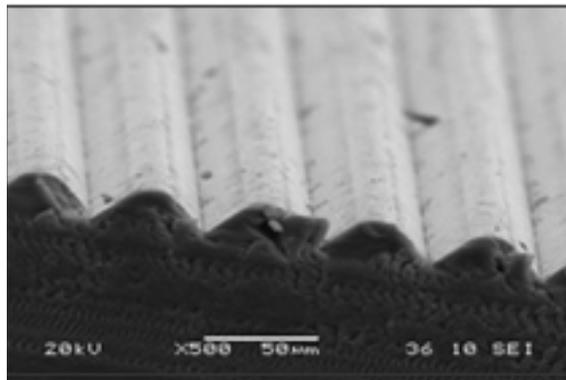


圖 1-20 精密加工式導光板 資料來源：瑞儀光電

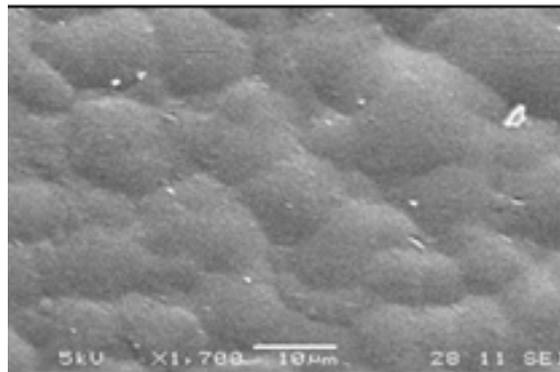


圖 1-21 噴砂加工式導光板 資料來源：瑞儀光電

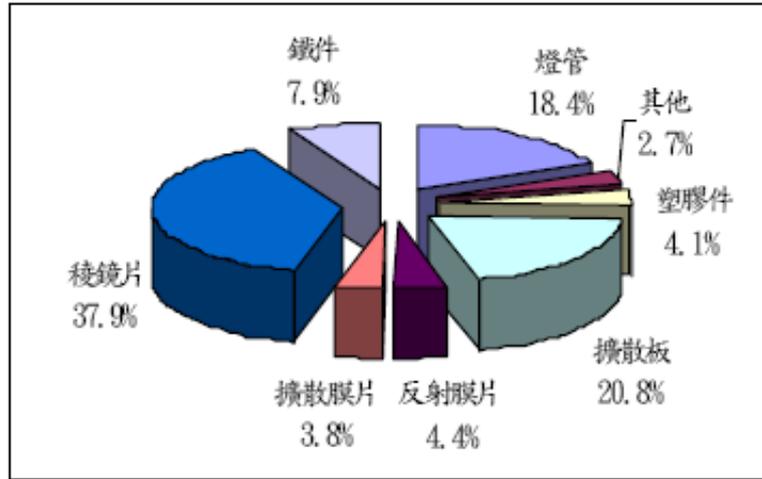


圖 1-22 15 吋背光模組成本分析

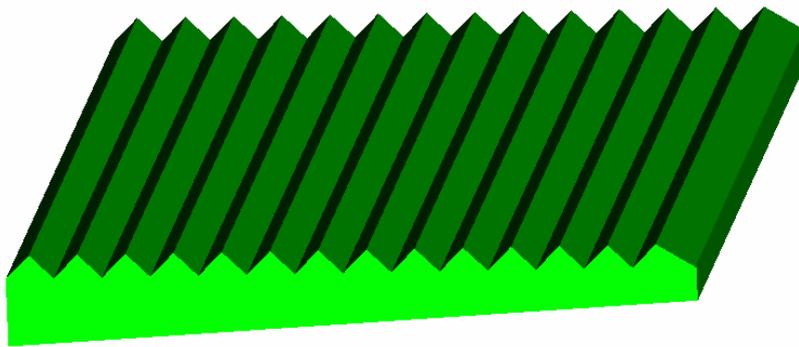


圖 1-23 上方加入稜鏡結構的導光板

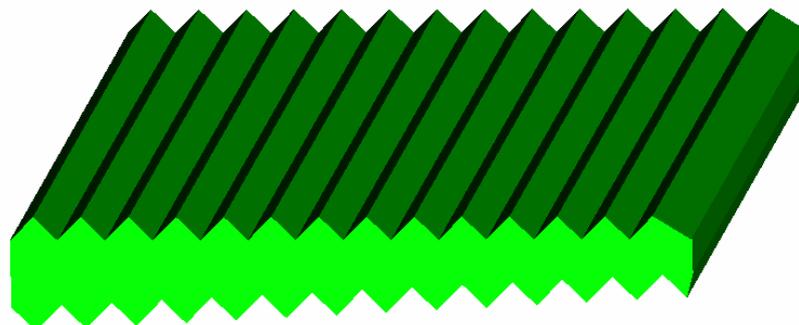


圖 1-24 上方與下方加入稜鏡結構的導光板

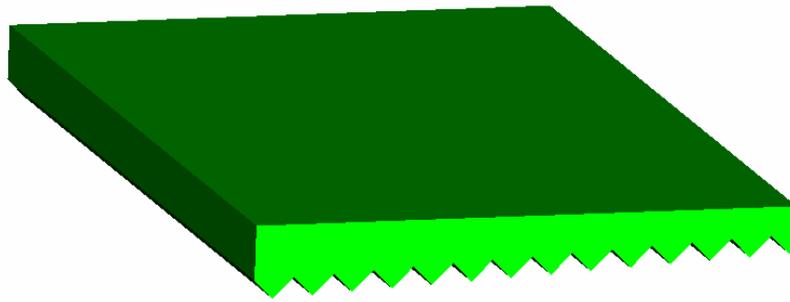


圖 1-25 上方加入擴散點與下方加入稜鏡結構的導光板

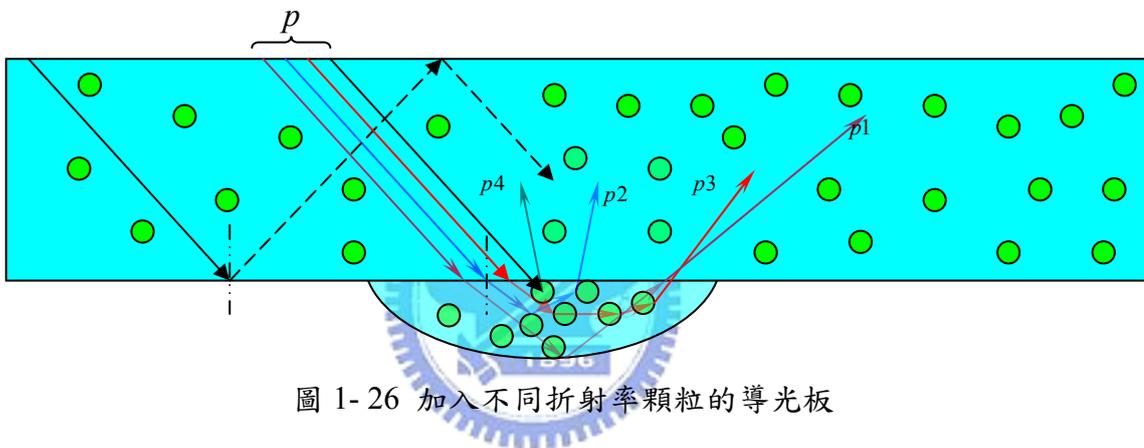


圖 1-26 加入不同折射率顆粒的導光板