

## 高對比度高亮度偏振光分光稜鏡

### 計畫目標

開發出分光比 1000 之高對比度高亮度偏振光分光稜鏡

### 執行成果

完成分光比 1000 之高對比度高亮度偏振光分光稜鏡

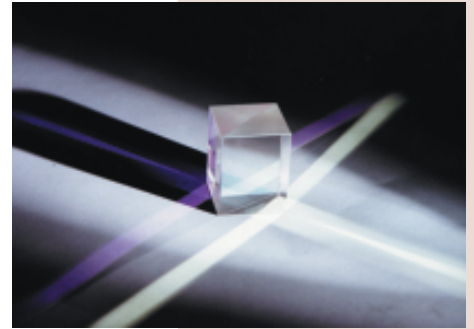
### 新產品 / 新技術簡介

#### 1. 偏振光分光稜鏡

偏振光分光鏡的功能是藉由光干涉原理將 P- 偏振光與 S- 偏振光的出射路徑分離出來，其製造方式是使用光學鍍膜技術提高 P- 偏振光透過率，降低 S- 偏振光透過率而達到高分光比，其製程包含玻璃基板研磨技術、鍍膜材料開發及膜層設計開發。“偏振光分光稜鏡(PBS)”的前身為平板偏振光分光鏡，是將薄膜鍍在平板玻璃上，使其達到分光的效果，但由於光的入射角度受限，已逐漸淘汰。近年來使用膠合稜鏡可以改善平板偏振光分光鏡的缺點，使入射光的角度增加、波域變寬及提高分光比。惟欲達到上述條件需要製鍍技術提升、薄膜材料開發及膜層設計相互配合。

#### 2. 離子源輔助蒸鍍

離子源輔助蒸鍍即在蒸發源外加一獨立的離子源，離子源僅扮演助鍍的角色，薄膜材料由蒸發源以電子高速撞擊使其轉為氣態後，蒸發飛向基板沉積成固體薄膜。以往的蒸鍍系統（鍍膜機）由於缺少離子源輔助蒸鍍，薄膜有光譜波長飄移、吸水量大、折射率不穩定等現象，影響產品的光譜特性。一旦在蒸鍍的過程中增加離子助鍍，將有助改善薄膜的物理特性的穩定性，如：吸水性減少、折射率提高且穩定、粗糙度降低等優點。藉由控制薄膜品質的穩定性而提高產能。



PBS1

### 技術合作單位

技術合作單位名稱：工研院光電所

技術合作項目：偏振光分光稜鏡膜層設計指導與鍍膜材料研究

### 成果應用領域

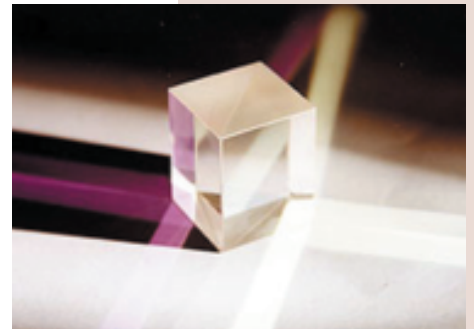
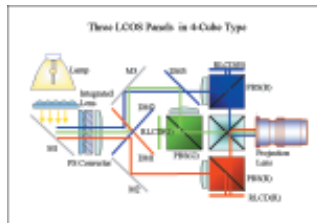
數位液晶投影機應用反射式矽基液晶（LCOS）面板顯示技術所製造出的尺寸為傳統電視厚度的一半。為教學、簡報、遠端視訊會議最佳選擇，亦可連接電腦作多媒體簡報或暢遊 Internet 網路，即時影像放映。反射式矽基液晶（LCOS）面板顯示技術，是因其尺寸、省電性、無視覺無死角等特性，且使用半導體蝕刻製程，就可達到高解析度的要求，因此近年來著眼於台灣具有半導體技術優勢，許多台灣業者都投入發展 LCOS 技術研發。

下列四款光機引擎皆有使用到 PBS 偏振光分光稜鏡，亦是目前 LCOS 投影機市場主要的產品

#### 1. Four-Cube 型三片式 LCOS 光機引擎

該光機之特色主要由一顆 X-Prism 與三顆 PBS 組成像系統，Four-Cube 的稱呼由此而來。利用積分透鏡與偏光轉換器獲得均勻的 S 方向極化光，經分色鏡分成紅綠藍後分射入三顆獨立的偏振光分光稜鏡。

由於此時光束為平行於極化分光面的 S 光，被稜鏡膠合面分別反射入 R、G、B LCOS 面板。出射後的 R、G、B P 極化光在稜鏡膠合面穿過，直達 X-Prism 重新聚在一起，經投影物鏡放大在螢幕上。此光機是屬穩健成熟的設計，可獲得高對比的畫質，但唯一的缺點是光機的體積過大，不適於攜帶型投影機的市場。

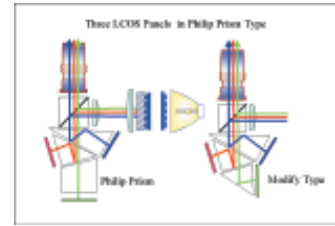


PBS2

#### 2. Philip Prism 型三片式 LCOS 光機引擎

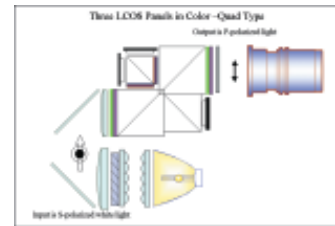
Philips Prism 分色系統最基本的概念來自 Lang 與 Bouwhuis 於 1965 的專利，最早使用在使用單一路徑稜鏡模式的彩色電視攝影機。此光機的工作原理；一空間均勻的 S 偏極光進入廣波域 PBS(W\_PBS)反射入第一個藍色全反射稜鏡，黃光(由紅和綠色組成)穿透藍色稜鏡，藍色經鏡面反射和全反射後到達藍色 LCOS 面板，經面板反射回至 PBS 稜鏡並穿透到達鏡頭。黃光在剩下的旅程中再被分為紅

色和綠色的光。紅色經鏡面反射和全反射後到達紅色 LCOS 經過藍色稜鏡和 PBS 稜鏡和藍光聚合。綠色光在經過 LCOS 反射後回程和紅藍稜鏡再次照面走過 PBS 稜鏡在鏡頭會合。Philip Prism 雖然使得三片式 LCOS 光機引擎的體積縮小化，但是該 Philip Prism 的鍍膜規格要求卻非常高，理由是分色用的鍍膜面必須同時滿足 S 與 P 偏極光的規格需求，因此造成 Philip Prism 的造價成本過高，生產良率偏低。



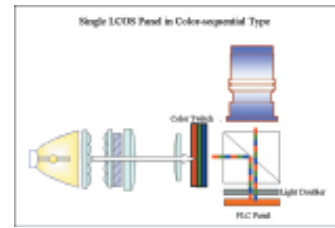
### 3. Color-Quad 型三片式 LCOS 光機引擎

Color-Quad 是由 4 顆 PBS 與兩對 Color-Selector(G/M 與 R/B)所構成，Color-Select 是由多層高分子配向膜所組成的窄波長二分之一波片，其功用是將某特定色域光的極化方向改變(S 轉 P 或 P 轉 S)，此架構可使 LCOS 光機體積縮小化，並且能獲得高對比的效果。由於 Color-Quad 的 PBS 需採用低應力玻璃材料，如 SF2、SF57、PBH55，再加上 Color-Selector 僅由 ColorLink 公司獨家供貨，使得 Color-Quad 造價非常昂貴。如何使 Color-Quad 普及化是目前光學元件廠商所努力的課題。



### 4. Color-Switch 型單片式 LCOS 光機引擎

此光機使用 ColorLink 公司出品的 Color Switch，作為電子式循序性濾光器，能將 R、G、B 色光作快速切換，搭配 MicroVue 公司出品的 FLC 型 LCOS 面板。此設計體積小，架構單純，組裝容易，不過 ColorSwitch 的透光率以及 FLC 的反應速度皆需提升，才能增加亮度與色彩豐富性。



PBS3

## ■ 專案執行重要心得

專案執行初期，特別委託工研院光電所進行產品開發之前置評估與設計，透過工研院光電所近年來協助光電產業的經驗，協助益進光電公司提升公司內部專案評估能力。另一方面，依照工研院的建議益進光電公司也陸續購買相關高精密設備，以提升益進光電公司內部製程能力。在產品製作期間益進公司與光電所依產品試製結果反覆進行檢討與改善，針對設計研發、製程能力、離子源輔助蒸鍍製程均提供完善的建議與對策，透過上述本案之進行方式，已經將各項開發風險降至最低。

離子源輔助蒸鍍即在蒸發源外加一獨立的離子源，離子源僅扮演助鍍的角色，薄膜材料由蒸發源以電子高速撞擊使其轉為氣態後，蒸發飛向基板沉積成固體薄膜。以往的蒸鍍系統（電子槍蒸鍍機）由於缺少離子源輔助蒸鍍，薄膜有光譜波長飄移、吸水量大、折射率不穩定等現象，影響產品的光譜特性。一旦在蒸鍍的過程中增加離子助鍍，將有助改善薄膜的物理特性的穩定性，如：吸水性減少、折射率提高且穩定、粗糙度降低等優點。藉由控制薄膜品質的穩定性而提高產能。

對於要求高分光比且多達數十層薄膜組成的偏振分光光稜鏡(PBS)而言，離子源輔助蒸鍍將會是影響偏振分光光稜鏡能否量產的重要關鍵因素之一。目前國內之蒸鍍機由於缺乏離子源輔助蒸鍍且受限於蒸鍍層數的瓶頸，其薄膜蒸鍍層數頂多四、五十層，對於至少需要六、七十層薄膜且要求高分光比之偏振分光光稜鏡而言，國內廠商不得其門而入。唯有靠離子源輔助蒸鍍或降低薄膜層數才有可能大量生產。

以工研院光電所近年來開發出的蒸鍍製程技術看來，欲開發偏振分光光稜鏡使用之蒸鍍機需穩定性良好、蒸鍍品質優良，為了克服前項關鍵因素，益進光電公司特別耗資台幣數千萬元購買配備精良（配有高能量離子源並能連續蒸鍍一百層以上之蒸鍍膜）之日本名廠光學蒸鍍機投入該案，以確保本案成功。

其次，工研院光電所更具備有百層薄膜的光纖通訊 DWDM 之干涉濾鏡製程技術，遠高於本公司偏振分光光稜鏡的蒸鍍製程，且以工研院光電所的充沛技術資源加上本公司所累積的經驗及完整的蒸鍍相關設備，即理論與實務的結合，對於開發高分光比偏振分光光稜鏡有極大的幫助。