



作者：王耀東(2004-05-08)；推薦：徐業良(2004-05-13)。

附註：本文為九十三年學年度元智大學機械工程研究所王耀東碩士論文「液晶顯示器之直下型背光光學效能最佳化之研究」第二章。

第二章 液晶顯示器之直下型背光光學結構設計

薄膜電晶體液晶顯示器(Thin Film Transistor - Liquid Crystal Display, TFT-LCD)的快速發展，使的大尺寸的液晶顯示器逐漸的取代了原有的陰極射線管(Cathode-Ray Tube, CRT)的顯示器。近幾年來由於日本、韓國、台灣在薄膜電晶體液晶顯示器上的競爭，使得薄膜電晶體液晶顯示器的價格大眾化，嘉惠了一般的使用者，加上薄膜電晶體液晶顯示器第五世代及第六世代的工廠相繼完成，下一世代的第七世代及第八世代的生產工廠也相繼規劃與進行，使液晶電視產品可以大量的生產及降低成本，未來將可以與傳統電視、電漿電視、背投影電視相抗衡。直下型背光(Direct Light)便是薄膜電晶體液晶電視面板的主要光源，藉由此光源穿透薄膜電晶體液晶面板，來達到顯示的效果。本章首先簡單介紹液晶顯示器的構造及組成稍做介紹，接下來即討論直下型背光光學結構設計問題。

2.1 大型液晶電視面板的基本架構

圖 2-1 為 32 吋液晶電視面板之爆炸圖，液晶電視面板可分為四大部分：前框、液晶面板、驅動回路系統、及直下型背光板。

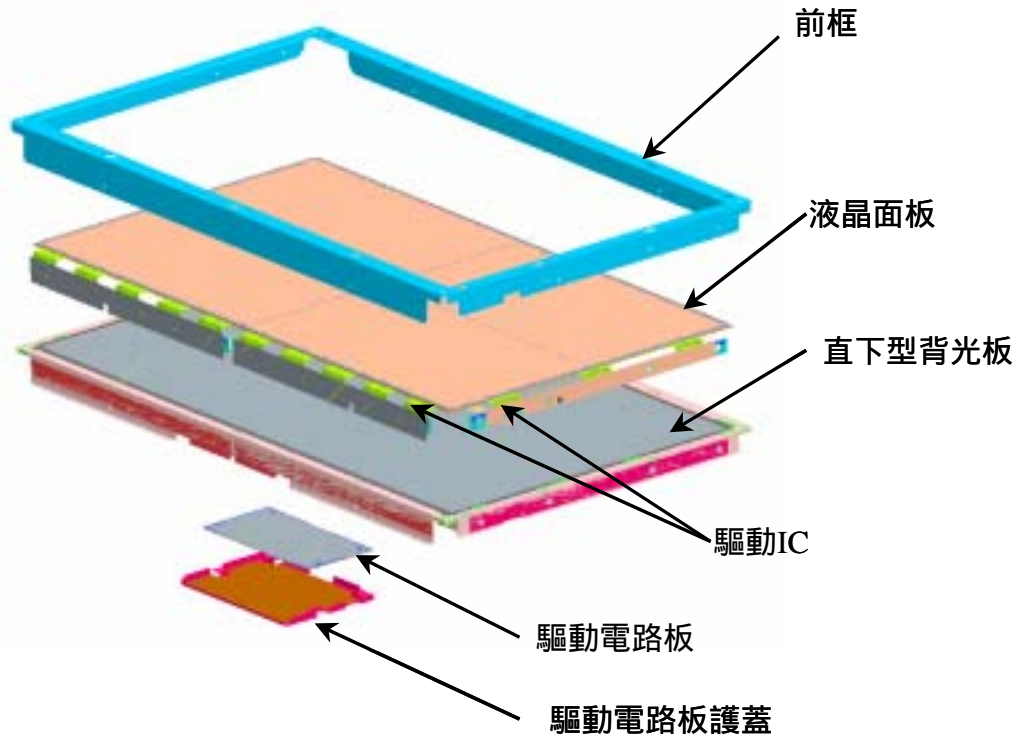


圖 2-1. 32 吋液晶電視面板之爆炸圖

前框的作用是用來固定液晶面板及強化整體結構剛性；液晶面板是由許多紅、綠、藍畫素組成以矩陣方式排列，利用電壓來控制液晶(liquid crystal)轉動的角度因而控制光線穿透的多寡，如圖 2-2，光線透過彩色濾光片(Color Filter, CF)後，產生不同的顏色，如圖 2-3，再透過驅動回路系統，包含驅動 IC 及驅動電路板的矩陣驅動，將數位或類比訊號的影像資料加以處理，控制液晶面板上每個畫素的動作，進而產生靜態影像及動態影像，如圖 2-4。直下型背光是在一定的顯示面積下產生一個亮度分佈均勻及高亮度的平面光源，如圖 2-5，此一均勻的光線穿透液晶面板藉由驅動回路及液晶面板來控制光線透過的強度，來產生各種顏色及影像。

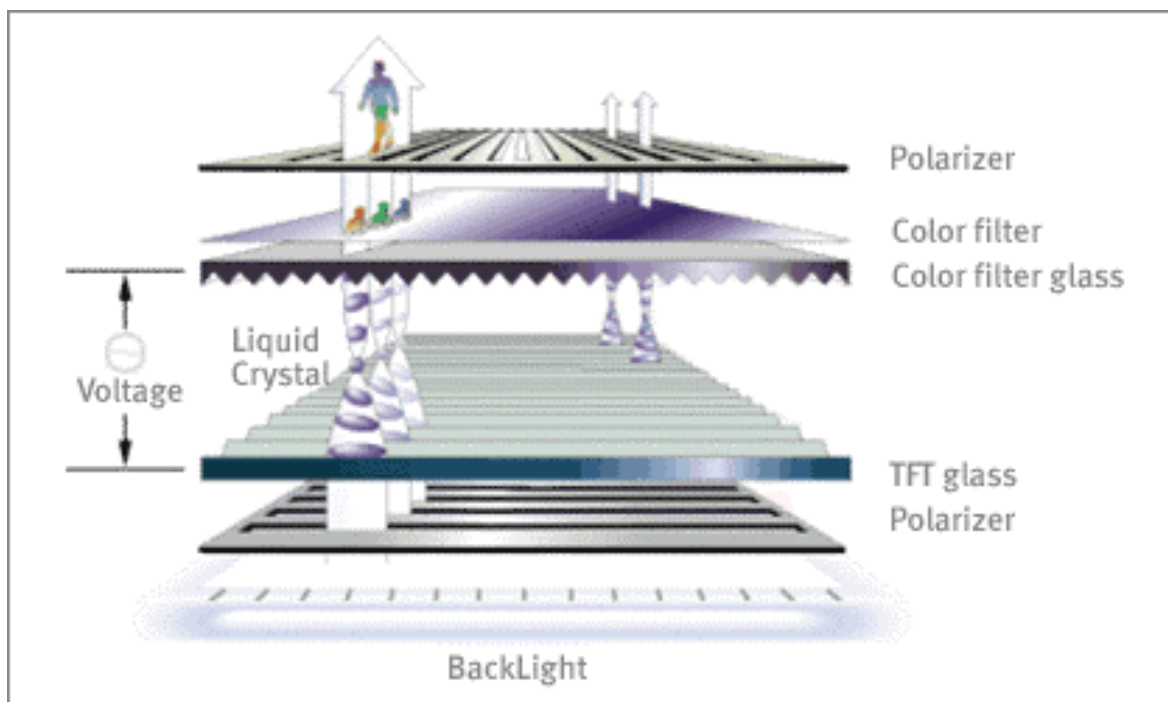


圖 2-2. 液晶面板驅動之示意圖，圖片來源為韓國三星電子網頁。

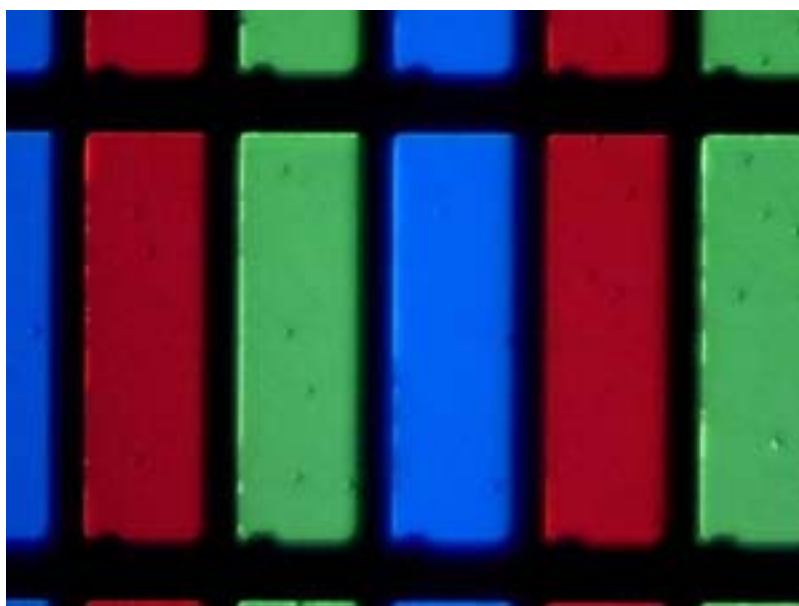


圖 2-3. 液晶面板之細部放大圖，其中紅、綠、藍為彩色濾光片，利用光線透過三原色的混光產生出各種顏色

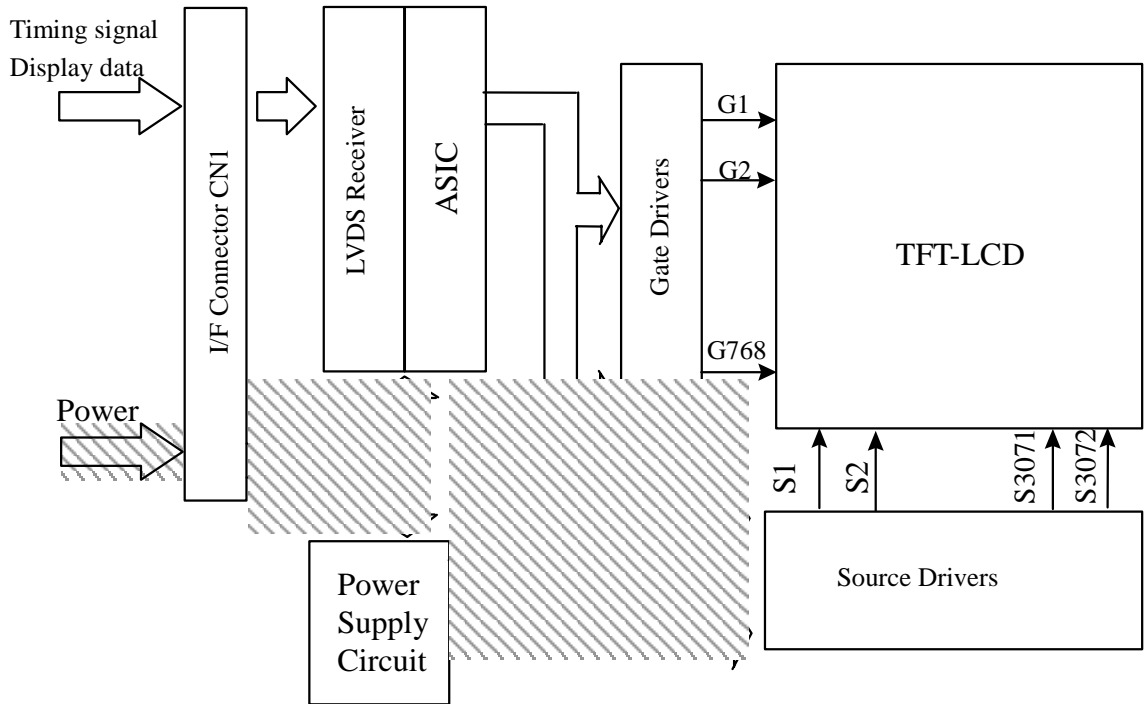


圖 2-4. 驅動回路系統示意圖

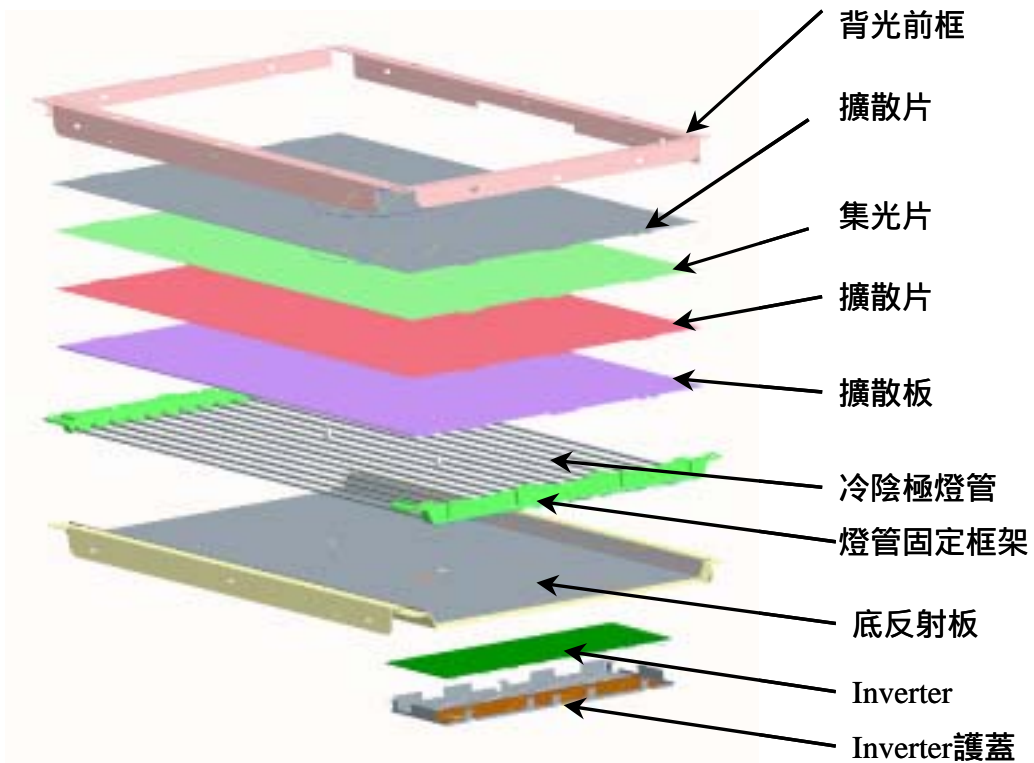


圖 2-5. 直下型背光系統架構

2.2 直下型背光的基本架構

如圖 2-6 所示，在背光系統裡面，擴散片、集光片、擴散板、燈管固定框架、底反射板及冷陰極燈管均稱為光學元件，各具有各自的光學性質，這些性質輸入至光學模擬軟體運算所需之重要參數。圖 2-7 為一般直下型背光的斷面構造，以下將逐一的介紹有關各光學元件的一些基本光學特性。

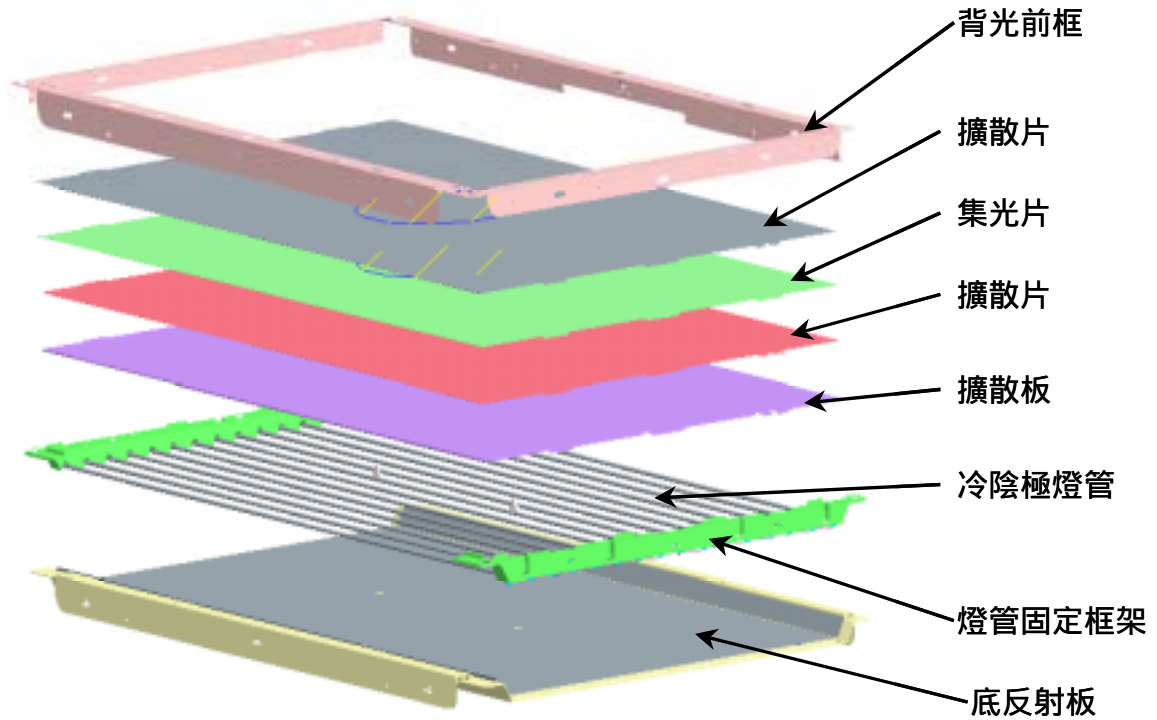


圖 2-6. 簡化之直下型背光系統

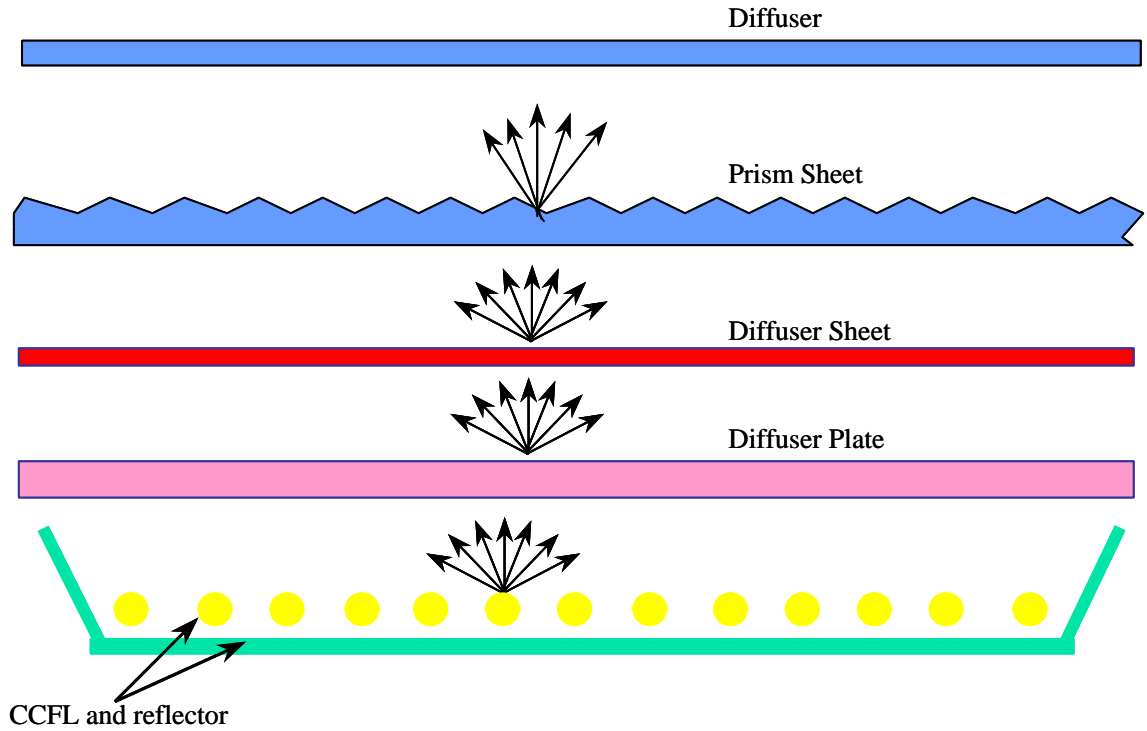


圖 2-7. 直下型背光系統的斷面構造

(1) 擴散片 (Diffuser Sheet)

一般常用的擴散片是將一些微小的擴散粒子塗佈在高透光性的膜片 (PET、PC) 上，如圖 2-8、圖 2-9，其光學行為是利用光線穿過擴散粒子而產生光擴散的效果，如圖 2-10。

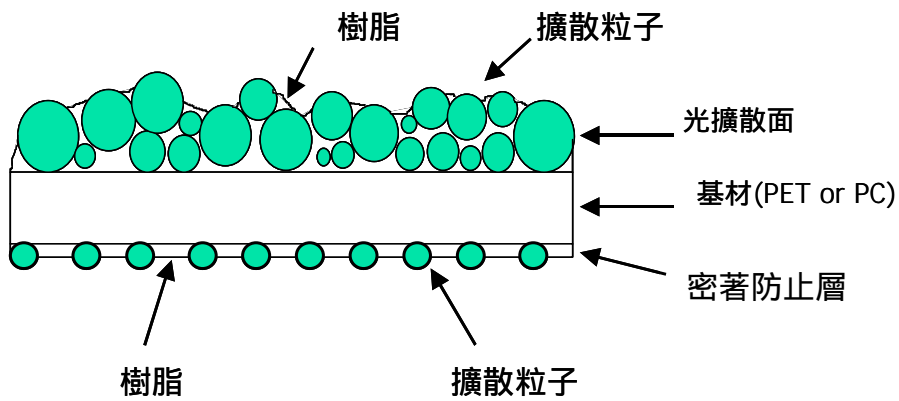


圖 2-8. 擴散片斷面結構簡圖

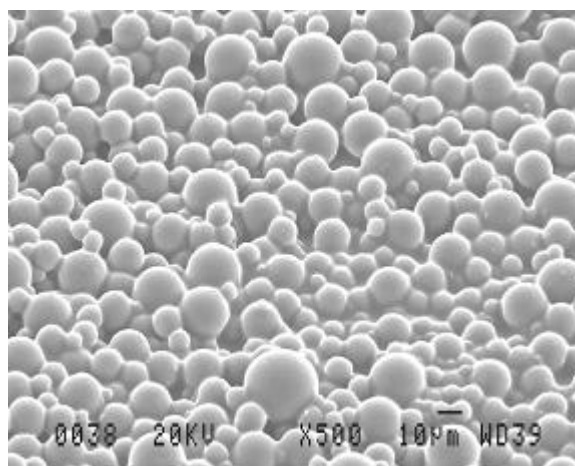


圖 2-9. 擴散片表面的放大照片

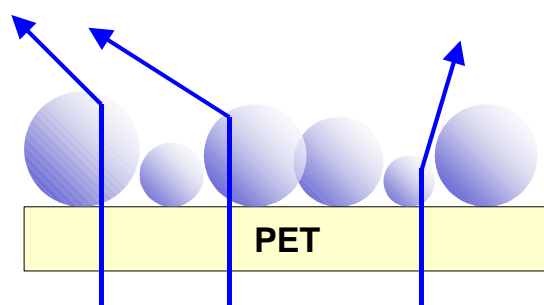


圖 2-10. 光線透過擴散片的示意圖

(2) 集光片(Prism Sheet)

集光片是利用類似三稜鏡的原理，將原本散亂的光線集中至約 70 度角的範圍，增加光線的利用率，可以從圖 2-11 看出其斷面結構，配合圖 2-12 的光學示意圖，可瞭解集光片的光學行為。

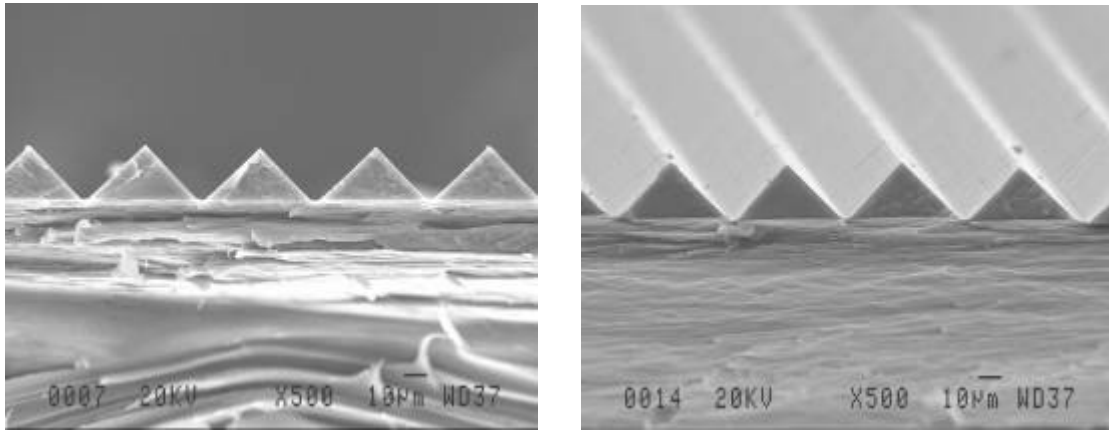


圖 2-11. 集光片的斷面放大圖

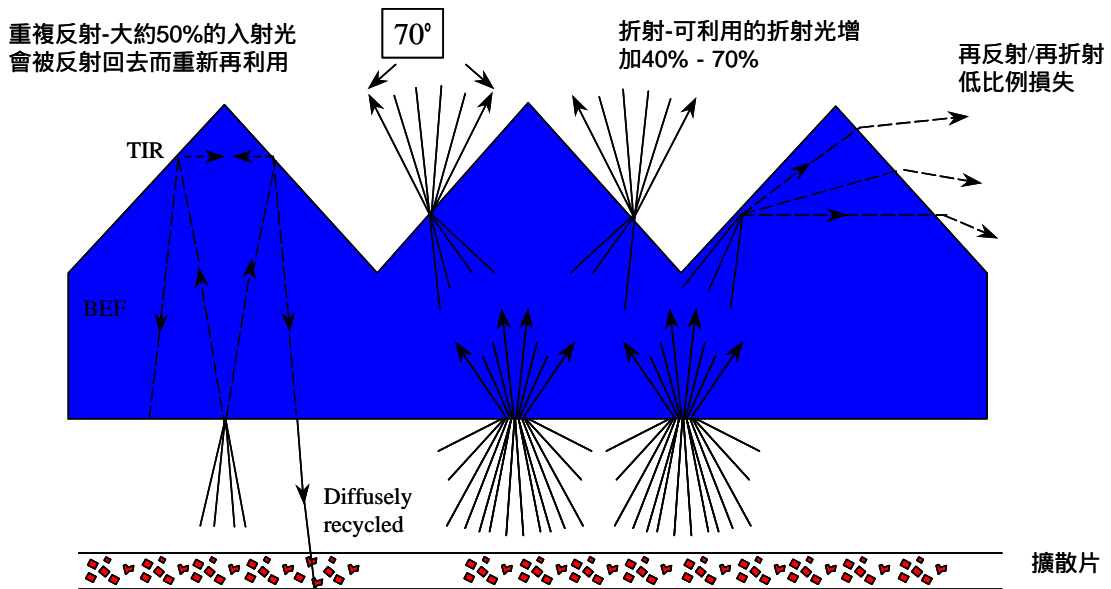


圖 2-12. 集光片的光學示意圖

(3) 擴散板(Diffuser Plate)

擴散板主要提供光線的擴散外，在直下型背光結構上也有支撐其他光學膜片的功能。擴散板一般使用聚碳酸酯(PC)或聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)為主要材料，此二種材料具有光透光性的光學性質，將擴散粒子混入此二種材料所壓製出來的平板，因具擴散光線的效果稱之為擴散板，如圖 2-13。

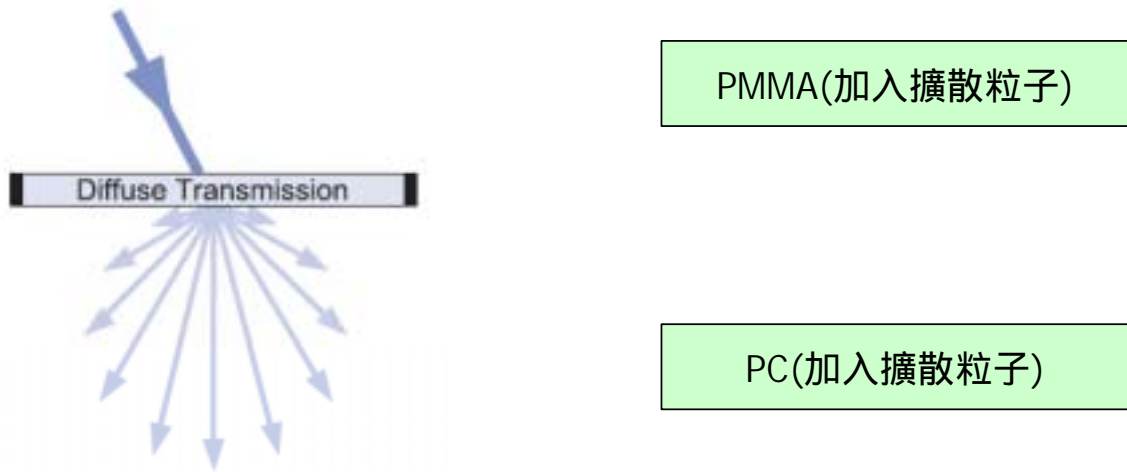


圖 2-13. 擴散板的組成與光學行為

(4) 反射片(Reflector)

反射片的形式有分為正反射型及擴散反射型，對於直下型背光系統所使用的反射片，在設計上一般會選擇擴散型的反射片，因為對於光線的均勻性有較佳的表現，圖 2-14 為光線的示意圖，左側為正反射型，右側為擴散反射型。

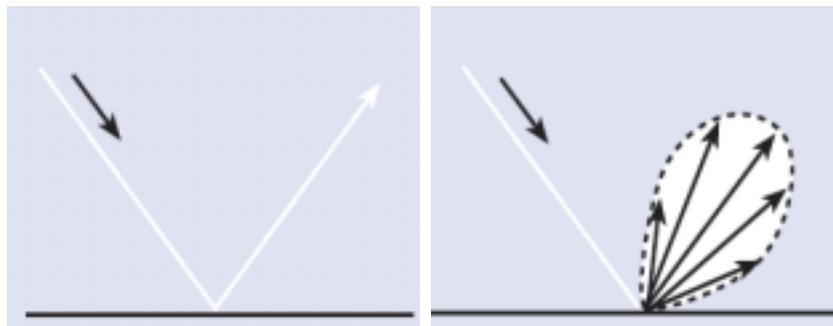


圖 2-14. 反射片的光學行為，左側為正反射型，右側為擴散反射型

(5) 冷陰極燈管(Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)

冷陰極燈管為目前直下型背光光源的主要元件之一，其基本原理是將高壓施加於燈管兩端之電極，電子由電極端射出，電子因受高電壓加速而與管內之水銀原子撞擊，水銀原子在被撞擊後由不穩定狀態急速返回穩定狀態時，會將過剩能量以波長 253.7nm 的紫外線釋放出來，此釋放出來之紫外線由螢光粉吸收轉換成可見光，如圖 2-15。

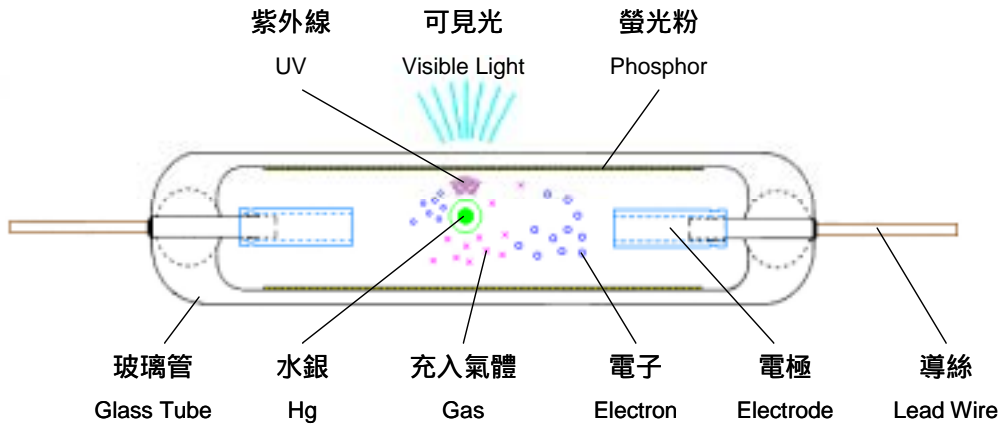


圖 2-15. 冷陰極燈管的構造

2.3 直下型背光光學結構設計及光學量測與檢證

直下型背光光學結構的設計尺寸的決定，除了一般外型尺寸規格外，與本研究直接有關的光學結構尺寸，如圖 2-16，其詳細定義將於第四章建立最佳化模型文中詳細的解說。

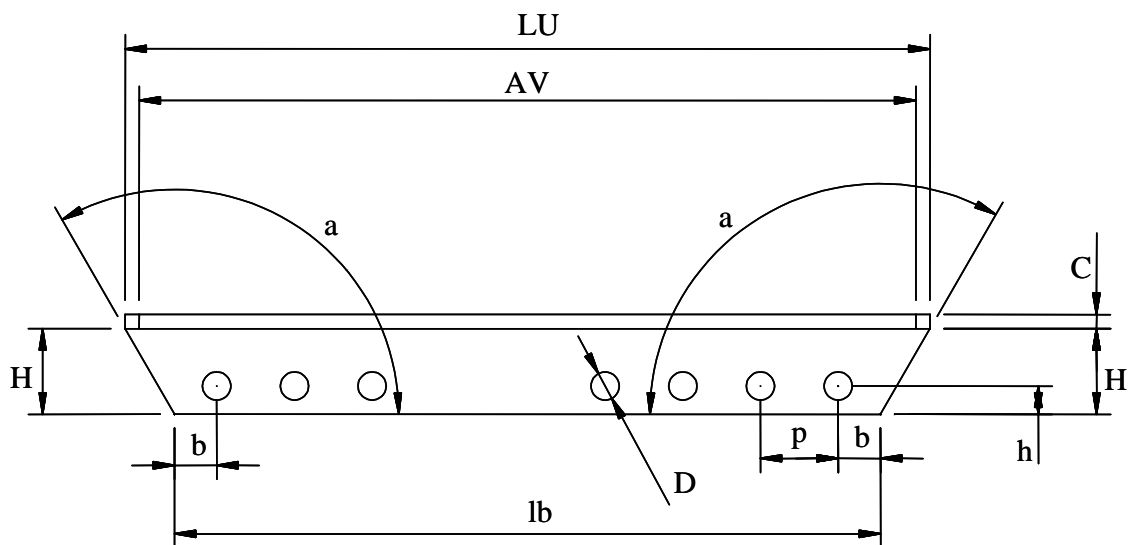


圖 2-16. 直下型背光光學結構尺寸設計參數

背光光學設計完成後，接下來就是樣品的光學測試與設計驗證，首先需先定義量測點的座標位置，如圖 2-17，其中 H 表示水平方向的顯示區域長度， V 表示垂直方向的顯示區域長度，P1~P9 表示量測點。

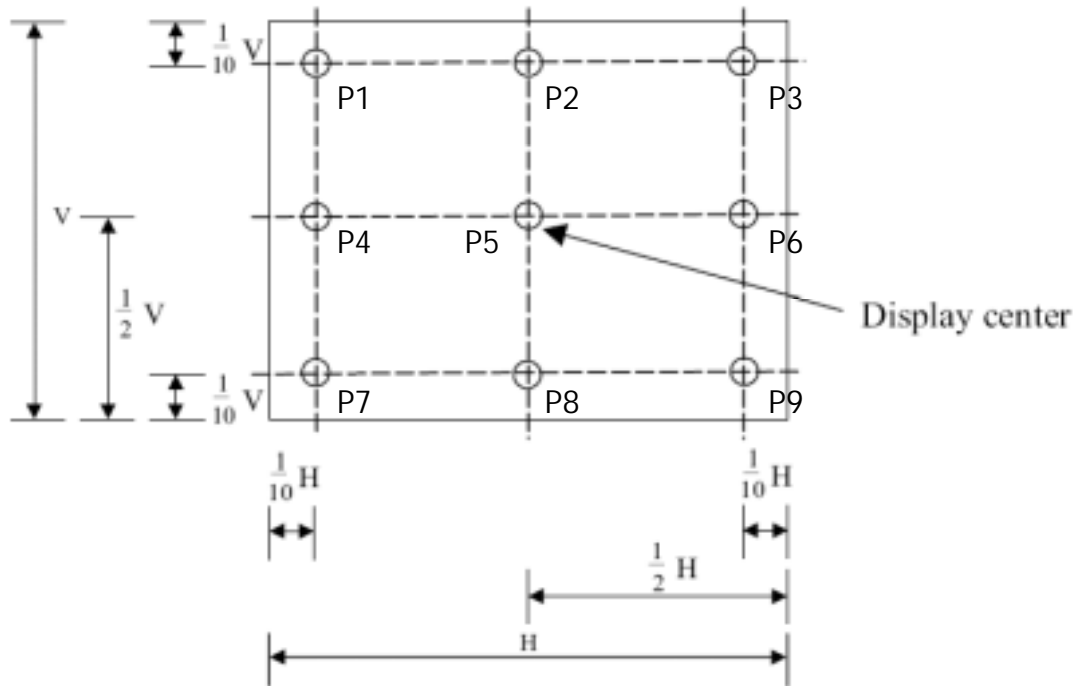


圖 2-17. 背光光學量測點的座標定義

一般背光主要的光學規格有中心輝度(Luminance)、中心色度(Chromaticity)、9點平均輝度、及9點輝度均勻性(Uniformity)等四項，圖 2-18 說明量測設備與環境的基本條件設定，圖 2-19 為常用之輝度計。根據圖 2-17 的量測點，中心輝度以式(2-1)表示、9點平均輝度以式(2-2)表示、9點均勻性以式(2-3)表示。

$$\text{中心輝度} = P5 \text{ cd/m}^2(\text{nit}) \quad (2-1)$$

$$\text{9點平均輝度} = \frac{\sum_{i=1}^9 P_i}{9} \text{ cd/m}^2(\text{nit}) \quad (2-2)$$

$$\text{9點輝度均勻性} = \frac{\text{Min}(P1 \sim P9)}{\text{Max}(P1 \sim P9)} \times 100\% \quad (2-3)$$

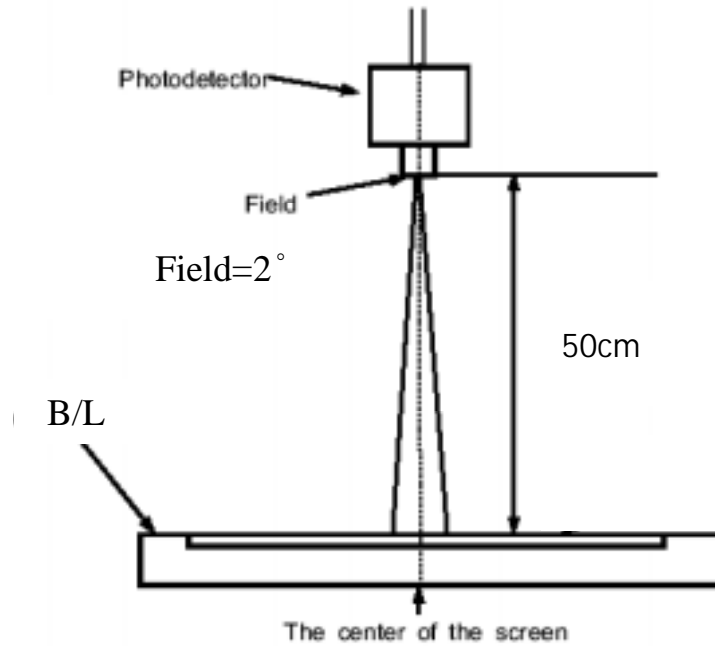


圖 2-18. 量測條件的定義



圖 2-19. 常用之輝度計為 TOPCON 製造之 BM-5A 及 BM-7

以液晶電視的一般規格而言，若模組的中心輝度規格為 600cd/m^2 ，背光中心輝度規格則要 12000cd/m^2 ，9 點平均輝度的規格則要 10200cd/m^2 以上，9 點輝度均勻性的規格要 75% 以上。

參考資料

“Luminance Colorimeter BM-5A Instruction Manual,” Topcon Corporation, 1994.

兩角伸治，“液晶パネル用バックライト技術” トリケップス, 1992.

紀國鐘,鄭晃忠,“液晶顯示器技術手冊”經濟部技術處發行,台灣電子材料與元件協會出版,民國 91。