

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 平面液晶顯示器色偏問題分析 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-2221-E-216-043-  
執行期間：95年08月01日至96年07月31日  
執行單位：中華大學資訊工程學系

計畫主持人：鄭芳炫

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：張佑維、張正園、林宣德、梁韻  
卉、莊凱偉、呂長鴻

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 08 月 27 日

## 平面液晶顯示器色偏問題分析

計畫類別：  個別型計畫  整合型計畫  
計畫編號：NSC95-2221-E-216-043-  
執行期間：2006年8月1日至2007年7月31日

計畫主持人：鄭芳炫  
共同主持人：  
計畫參與人員：張佑維、張正園、林宣德

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：  精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份  
出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢  
 涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中華大學資訊工程學系

中 華 民 國 96 年 8 月 10 日

## 摘要

台灣的『兩兆雙星』產業—半導體及光電產業，在全世界佔有舉足輕重的地位，尤其以光電產業中的平面顯示器產業，在全世界與韓國日本形成三強鼎立的局面，除了在市場佔有率及出貨量方面互相較勁外，更在面板新技術的開發上互別苗頭。由於 TFT LCD 的應用範圍廣泛，有逐漸取代傳統顯示器的趨勢。然而顯示器最重要的特性就是畫面顯示效果，畫面顯示效果的好壞使用者最直接能夠感受到，在大尺寸面板的應用上，例如 LCD TV、Notebook、Monitor 等等，因為還有週邊驅動及應用電路可以利用調整色溫的方式來調整畫面顯示效果以滿足使用者的需求，但在中小尺寸方面，大多應用在數位相機、手機、個人數位助理等等的攜帶性消費電子產品，並沒有調整色溫的功能，因此在 TFT LCD 設計階段對光學特性的定義，將直接影響到最終的顯示效果。因此本計畫就從中小尺寸 TFT LCD 的結構層面詳細觀察各項組成材料包括背光源模組、偏光片、彩色濾光片等等，對光學特性影響，從色度座標圖、頻譜圖等工具來分析比較不同的顯示效果的差異點，找出造成這些差異的原因，並且提出合適且花費成本少的解決方案，改善目前產品的偏黃或是偏紅的顯示效果，並實際比較顯示效果的改善程度。

**關鍵詞：**背光源模組、偏光片、彩色濾光片、色偏、色度座標

## Abstract

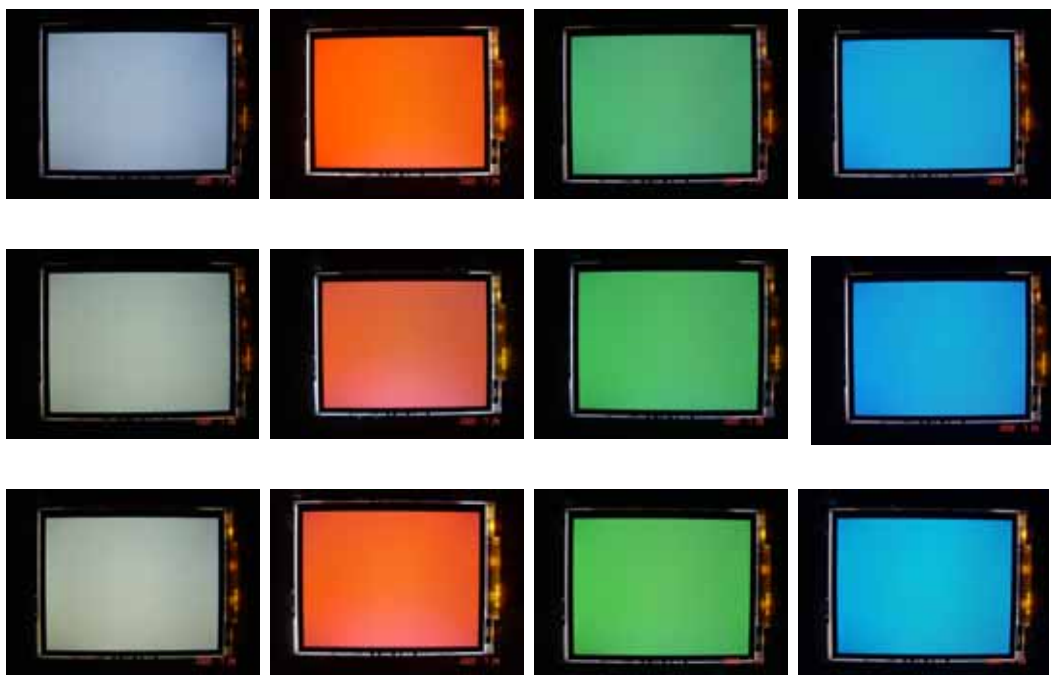
Semiconductor and optoelectronics industry are two of the most important industry in Taiwan. Taiwan plays an important role in the world to hold the balance, especially for the flat panel display of optoelectronics industry. We can compete the market with Korea and Japan not only on a competition of a market share and sales volume but also on a competition of development of new technology. The application of flat panel display is more and more popular and has replaced that of CRT. The most important characteristic of flat panel display is the display quality that the user directly percepts from the screen. For the application of large size flat panel display such as LCD TV, Notebook, Monitor etc, the correlation color temperature can be adjusted via the color image processing circuit to satisfy the user's request, but for the application of middle and small size flat panel display such as DSC、cell phone、PDA etc, no color adjusted circuit is available due to cost consideration. Therefore, the optics characteristic at the design phase of TFT LCD will affect the final display quality. In this project, we will study the optics characteristic from all of the TFT LCD components which include backlight module, polarizer and color filter etc, and use the CIE chromaticity diagram, color spectrum diagram to analyze the color characteristics and find out the factors of the color shift problem. By the analyses, we can propose a suitable and low cost solution for color shift problem of Flat panel LCD display.

## 1. 前言

TFT LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, 薄膜電晶體液晶顯示器) 具有體積輕薄短小、低輻射、低電磁波等許多優點, 近年來已經逐漸取代傳統的 CRT 螢幕, 更廣泛應用在許多攜帶型的電子消費產品上面, 例如: DSC、Cell phone、PDA 等等, 也是許多強調智慧型家電產品不可或缺的一項基本配備, 所以仔細留意生活週遭到處可以看見 TFT LCD 的蹤跡, 不管是在家裡, 或是走在馬路上, 甚至開車, 都離不開 TFT LCD。

台灣的 TFT LCD 技術發展最早在 1980 年由最簡單的 TN (Twisted Nematic, 扭轉向列) 型切入, 主要應用在簡單的數字或文字顯示, 例如: 手錶、電子計算機、時鐘、傳真機及一般家電用品等靜態驅動的數位顯示, 之後在 90 年代技術提升至 STN (Super Twisted Nematic, 超扭轉向列) 層次, 許多大公司相繼投入, 在 1986 年更發展出多工驅動的技术, 增加掃描的條數, 以改善顯示品質, 再搭配彩色濾光片的應用, 以達到全彩化的目標, 可以應用在 DSC、Cell phone、PDA、Gameboy 等等消費性電子產品上, 但是液晶的反應速度及對比仍不及 TFT LCD, 而 TFT LCD 除了具有高對比、廣視角、反應速度快等優點外, 更因為多樣化的製程技術 (a-Si、LTPS、HTPS、CGS) 的研發, 良率的不斷提升, 降低成本, 所以更廣泛的應用在許多的消費性電子產品及家電用品上, 根據 DisplaySearch 的統計資料顯示, 在 94 年三月時, 台灣五虎合計大尺寸 (十·四吋以上) TFT 面板出貨量約六百七十二萬片, 超越南韓兩大廠三星與 LPL 合計的六百六十六萬片。四月份, 大尺寸面板總出貨量達到六百八十六萬片, 台灣五虎合計出貨再度超前南韓。

目前生產的 TFT LCD 在客戶的系統上面常顯示出畫面的效果有偏黃或偏紅的現象, 造成這種現象的根本原因為在產品設計階段的白色色度座標因不同批次規格之改變所造成, 所以這個問題可從 TFT LCD 的結構、背光源模組以及各種可能影響的因素去分析討論, 並提出可行之改善對策。下圖為 3 組 TFT LCD 色偏現象比較。



由上圖可以看出 3 組 TFT LCD 在顯示白色畫面的顯示效果各有不同程度及顏色色偏, 但互相比較之下使用者比較喜歡最上一排的顯示效果, 不論是在顯示白色或 R、G、B 畫面。

## 2. 研究目的

何謂色偏？舉個簡單個例子來說就是在攝影機上攝到 430nm 波長的光，攝影機認為它是 420nm 波長將訊號送到電視，但電視又將它以 410nm 波長表現出來，這就是所謂的”色偏 color shift”，也就是說拍攝到紫光，但呈現在電視上看到的卻是藍光。就像在前節中所提到的，客戶輸入白色的訊號給 TFT LCD，希望在 TFT LCD 上顯示出白色的畫面，但是當他實際上眼睛所接受到白色畫面有感覺到偏黃或是其他顏色時，就會產生所謂『色偏』問題的抱怨。由於真實環境中沒有真正的白色，因此不管發光源是 LED、CCFL 或是白熾燈泡，所產生的光都會有色偏的問題，這點我們可以從發光源所發射出來光的色度座標去算出相對應的主波長及刺激純度，作為比較色偏的依據。

由於客戶抱怨 TFT LCD 顯示出來的白色畫面效果感覺偏黃，所以推斷在 R、G 和 B 混合成白光的強度比例上，B 所佔的比例偏低，R 和 G 所佔的比例較高，因此混合出的白光，黃色波長部分所佔比例也會提高。而從 TFT LCD 的結構中分析，發現在 TFT LCD 的組成元件中，可能對光學特性會產生影響的組成元件有偏光片、彩色濾光片及背光源模組等三項。當背光源模組所發出的白光經過下偏光片的極化後，會因為穿透率的關係而造成光線的衰減，而衰減後的白光再經過液晶層的傳導到彩色濾光片，讓對應顏色波長的光線穿過，其餘波長的光線則吸收，並且因為光阻的穿透率關係，使得穿透過彩色濾光片的光線能量又再次衰減，最後在通過上偏光片顯示出顏色。因此在研究方法上我們針對這些部分設計實驗並分析這些元件對 TFT LCD 色偏現象的影響。

## 3. 研究方法

本研究從 TFT LCD 的結構設計一連串相關實驗，依照標準量測規範 VESA FPDMS Ver 2.0 的規定量測 TFT LCD 的光學特性，並從中分析光學特性的改變以及對色偏現象的影響，並且在最後就各方面考慮因素討論改善色偏現象的方法。

### 3.1 VESA FPDMS Ver 2.0 量測規範

VESA FPDMS Ver 2.0 全名為 Video Electronics Standards association Display Metrology Committee Flat Panel Display Measurements Standard Version 2.0，是一套全世界通用的顯示器量測規範，針對所有的顯示器包括 CRT、TFT LCD、電漿電視等等的量測方法、量測環境、量測設備、使用的量測畫面及量測數據的計算等等都有詳細的規定。

此次量測實驗的進行係以學校色彩實驗室的 Minolta CS-1000 作為 LMD(Light Measurement Device)，而以 2.5” TFT LCD 最為量測目標物，而整個量測環境的測定係依據 VESA FPDMS 的規定：

1. 溫度為  $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，溼度介於 25% — 85% RH，大氣壓力介於 86 千帕到 106 千帕之間，約為海平面到高度 1400 公尺的範圍 (301-2C Environment)
2. 量測環境之環境光應小於或等於 1 Lux (301-2F Darkroom Conditions)。
3. LMD 的光軸必須與量測的 FPD (Flat Panel Display) 成垂直的方向，量測角度的規範為  $90^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ ，且在移動量測時必須是平行移動而且保持與量測 FPD 垂直角度 (301-2G)，如圖 3.1.1。

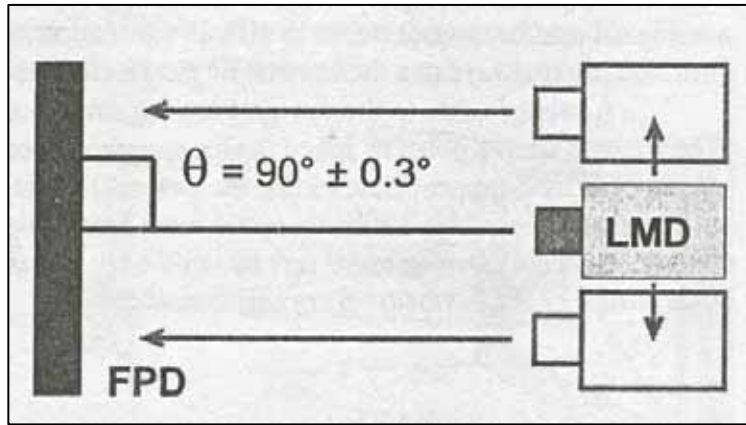


圖 3.1.1 LMD 量測 FPD 的標準觀測方向

4. LMD 在量測 FPD 時採用  $2^\circ$  或更小的量測視角 ( $\theta$ )，量測的範圍 (CS-1000 接目鏡中黑色圓點部分) 必須涵蓋 500 個畫素以上，以減低不均勻性造成的光學量測誤差，如圖 3.1.2 所示。

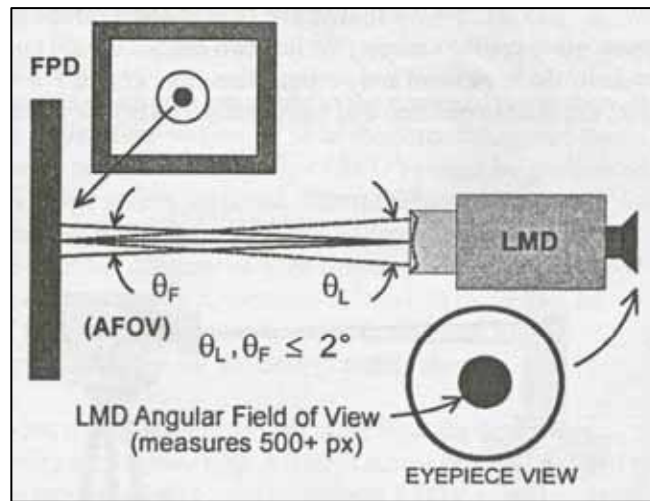


圖 3.1.2 LMD 量測視角與量測範圍

LMD 與 FPD 量測距離 ( $z$ ) 則是依據畫素點大小 ( $a=P_H*P_V$ ) 及量測範圍大小 ( $s$ ) 計算出適當之量測距離，使得量測範圍涵蓋的畫素超過 500 個 ( $s/a \geq 500$ )，或量測範圍面積小於水平長度 ( $V$ ) 跟垂直長度 ( $H$ ) 的 10%，亦即小於整個 FPD 顯示畫面的 1%，相關計算如圖 3.1.3。表 3.1.1 則列出各種不同設定條件 (解析度 ( $N_H$ 、 $N_V$ )、量測視角 ( $\theta$ )、對角線 ( $D$ )) 在固定量測距離為 500 mm 的情形下，量測範圍包含的有效畫素個數，以及佔整個 FPD 顯示區域面積的百分比。

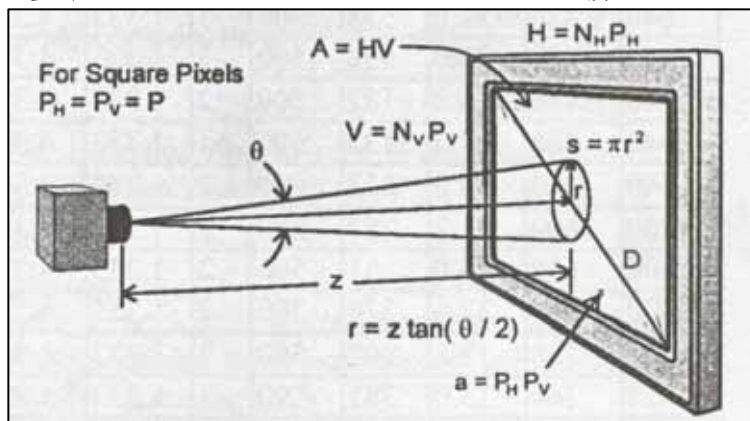


圖 3.1.3 LMD 量測距離計算

Table 1. Number of Pixels Measured and Percent of Screen Diagonal Measured for Several Configurations.															
Dec.=decimal, No.=number of, z = distance between DUT and LMD, $\theta$ = AFOV, $\alpha$ = aspect ratio, D = diagonal															
The shaded area denotes failure to comply with 500-pixel and $\leq 10\%$ -of-diagonal convention.															
Display Pixels		Diagonal		z (mm)	$\theta$ (°)	Aspect Ratio $\alpha$		Size of Screen				Measurement Region		No. pixels N	
$N_H$	$N_V$	(in)	(mm)			Dec.	Ratio	H (in)	V (in)	H (mm)	V (mm)	d = 2r (mm)	in % of D		% Area
640	480	10.4	264	500	2	1.333	4:3	8.32	6.24	211	158	17.46	6.6%	0.71%	2195
640	480	21.0	533	500	2	1.333	4:3	16.80	12.60	427	320	17.46	3.3%	0.18%	538
640	480	21.0	533	500	1	1.333	4:3	16.80	12.60	427	320	8.73	1.6%	0.04%	135
640	480	21.0	533	500	2	1.333	4:3	16.80	12.60	427	320	17.46	3.3%	0.18%	538
640	480	5.2	132	500	2	1.333	4:3	4.16	3.12	106	79	17.46	13.2%	2.86%	8779
640	480	5.2	132	500	1	1.333	4:3	4.16	3.12	106	79	8.73	6.6%	0.71%	2194
640	480	32.0	813	500	2	1.333	4:3	25.60	19.20	650	488	17.46	2.1%	0.08%	232
800	600	11.3	287	500	2	1.333	4:3	9.04	6.78	230	172	17.46	6.1%	0.61%	2905
800	600	15.0	381	500	2	1.333	4:3	12.00	9.00	305	229	17.46	4.6%	0.34%	1648
800	600	22.6	574	500	2	1.333	4:3	18.08	13.56	459	344	17.46	3.0%	0.15%	726
1024	768	12.1	307	500	2	1.333	4:3	9.68	7.26	246	184	17.46	5.7%	0.53%	4151
1024	768	15.0	381	500	2	1.333	4:3	12.00	9.00	305	229	17.46	4.6%	0.34%	2701
1024	768	6.4	163	500	2	1.333	4:3	5.12	3.84	130	98	17.46	10.7%	1.89%	14836
1024	768	6.4	163	500	1	1.333	4:3	5.12	3.84	130	98	8.73	5.4%	0.47%	3709
1024	768	21.0	533	500	2	1.333	4:3	16.80	12.60	427	320	17.46	3.3%	0.18%	1378
1280	1024	13.0	330	500	2	1.250	5:4	10.15	8.12	258	206	17.46	5.3%	0.45%	5897
1280	1024	25.0	635	500	2	1.250	5:4	19.52	15.62	496	397	17.46	2.7%	0.12%	1595
1280	1024	17.0	432	500	2	1.250	5:4	13.27	10.62	337	270	17.46	4.0%	0.26%	3449
1280	1024	42.0	1067	500	2	1.250	5:4	32.80	26.24	833	666	17.46	1.6%	0.04%	565
1280	1024	23.0	584	500	1	1.250	5:4	17.96	14.37	456	365	8.73	1.5%	0.04%	471
1280	1024	23.0	584	500	2	1.250	5:4	17.96	14.37	456	365	17.46	3.0%	0.14%	1884
1280	1024	60.0	1524	500	2	1.250	5:4	46.85	37.48	1190	952	17.46	1.1%	0.02%	277
1920	1080	17.0	432	500	2	1.778	16:9	14.82	8.33	376	212	17.46	4.0%	0.30%	6228
1920	1080	42.0	1067	500	2	1.778	16:9	36.61	20.59	930	523	17.46	1.6%	0.05%	1020
1920	1080	12.0	305	500	2	1.778	16:9	10.46	5.88	266	149	17.46	5.7%	0.60%	12500
3072	2240	13.5	343	500	2	1.371	11:8	10.91	7.95	277	202	17.46	5.1%	0.43%	29418

表 3.1.1 各種設定下量測範圍所涵蓋的畫素個數及所佔面積百分比

### 3.2 驗證 TFT LCD Panel 產品製程穩定度

這個 2.5" TFT LCD 產品的白色色度座標 ( $W_x$ ,  $W_y$ ) 設計規格值為 ( $0.31 \pm 0.05$ ,  $0.34 \pm 0.05$ )，表示在 CIE 1931 色度座標圖上如圖 3.2.1。

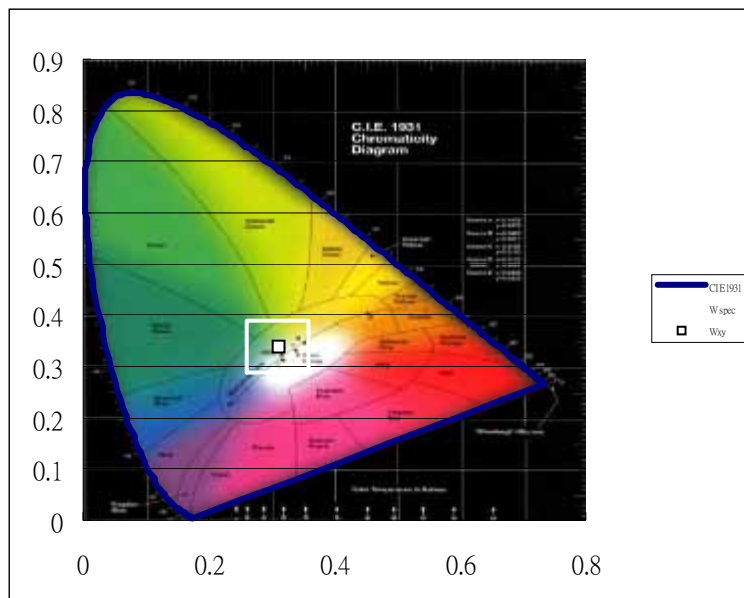


圖 3.2.1 2.5” TFT LCD 白色座標規格值

我們收集 6pcs 不同時期生產之 2.5” TFT LCD Panel 搭配固定同一個背光源模組 (Vendor: 瑞儀光電, 使用 LED: Nichia), 去量測白色色度座標 ( $W_x, W_y$ ), 相關數據如下

Panel ID	$W_x$	$W_y$	Luminance
P1	0.3199	0.3464	406.4
P2	0.3179	0.342	390
P3	0.3244	0.356	369.9
P4	0.3145	0.3435	289.4
P5	0.3197	0.3447	406.9
P6	0.3186	0.3446	404.8

表 3.2.1 不同 Panel 搭配固定背光源模組的白色色度座標

從上表的數據中顯示 P3 的白色色度座標與其他 5pcs 有較大的差異, 而 P4 的亮度以其他 5pcs 低, 從圖 3.2.2 TFT LCD 白色畫面頻譜圖中可以看出差異原因, P3 的頻譜在藍色波長的比例遠低於其他 5pcs, 綠色波長的比例則遠高於其他 5pcs, 紅色波長的比例則與其他 5pcs 差不多, 所以從 CIE 1931 色度座標圖上看 P3 的白點色度座標會略往黃色方向偏移, 而 P4 的整體頻譜強度都比 P1、P2、P5 及 P6 低, 但在紅色、綠色及藍色波長的比例分布則與 P1、P2、P5 及 P6 的比例相似, 所以雖然 P4 的亮度較低, 但在 CIE 1931 色度座標圖上的白點座標與 P1、P2、P5 及 P6 幾乎相同。6pcs 的 R、G、B 比例分布如表 3.2.2。

Panel ID	R(%)	G(%)	B(%)
P1	13.5	30.7	20.7
P2	13.4	30.3	21.2
P3	13.4	31.6	19.8
P4	13.3	30.9	20.9
P5	13.6	30.4	20.8
P6	13.5	30.6	20.9

表 3.2.2 不同 TFT LCD 間的 R、G、B 頻譜比例表

表 3.2.3 則列出可見光波長範圍 380nm~780nm 當中各種顏色的波長分布圖。

各種顏色波長	
紅 (Red)	780~630
橙 (Orange)	630~600
黃 (Yellow)	600~570
綠 (Green)	570~500
青 (Cyan)	500~470
藍 (Blue)	470~420
紫 (Violet)	420~380

表 3.2.3 各種顏色頻譜分佈表

圖 3.2.3 為 6pcs TFT LCD 的白色色度座標分布圖, 白色方框為產品的白色色度座標規格值, 由圖中可得知 6pcs TFT LCD Panel 的白色色度座標差異很小, 表示產品製程的穩定性很



高，在光學特性上沒有造成太大差異。

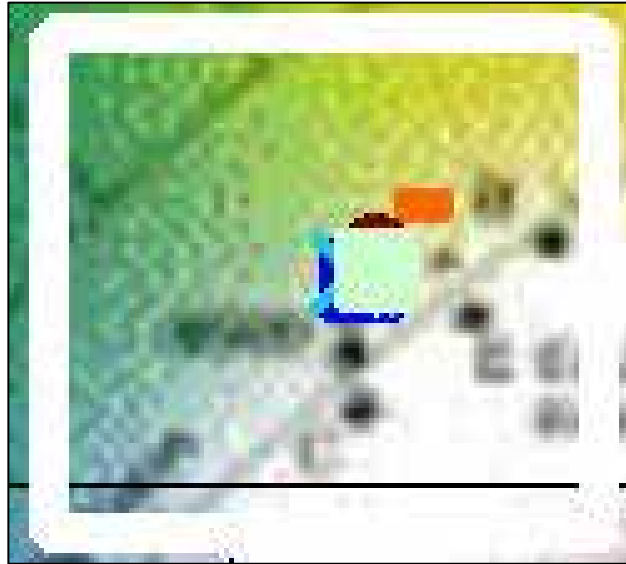


圖 3.2.3 6pcs TFT LCD 的白色色度座標分布圖

### 3.3 從 TFT LCD 結構分析色偏現象

將 TFT LCD 在可拆解能力範圍內分解成上偏光片 (Up Polarizer)、面板 (Panel)、下偏光片 (Down Polarizer)、背光源模組 (Backlight)，如圖 3.3.1，其中面板部分包含上玻璃、彩色濾光片 (Color Filter)、液晶 (Liquid Crystal)、TFT 電路 (TFT Array) 及下玻璃，因為考量液晶為具有毒性之化學物質，因此將整個面板當成一片濾片，其中玻璃部分對光學特性並不會有影響，而液晶只是光線的傳導物質，負責將被下偏光片極化後的單方向光線，旋轉改變方向，並傳導至彩色濾光片，所以也不會影響到白光的光學特性，只有彩色濾光片的部分，將液晶傳導過來的白色光線，透過彩色光阻的光學特性將要顯示顏色的波長頻譜保留，而不要的波長頻譜則吸收，例如若要顯示紅色，則紅色光阻會將讓白色光線中的 630~780nm 部分波長頻譜通過，而將 380~630nm 部分波長頻譜吸收，因此白色光線通過紅色光阻後就會顯示出紅色的顏色，同理，綠色和藍色也是如此。所以彩色濾光片的紅、綠、藍色光阻的光學特性決定了混合出來的白色色度座標。

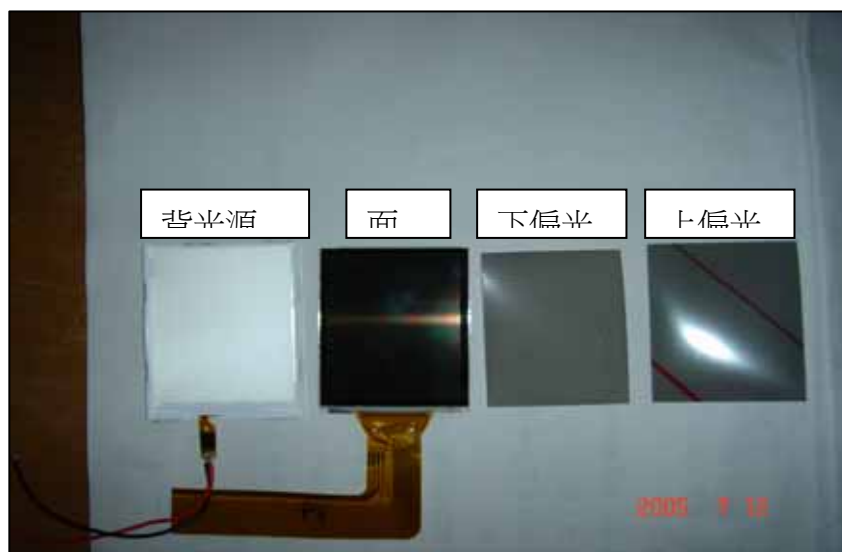


圖 3.3.1 TFT LCD 分解

此次實驗所要量測的，如圖 3.3.2 所示，共有四個部分：(1) 背光源模組所發出的白光 (2) 經過下偏光片極化後的白光 (3) 經過面板 (白畫面) 後的白光 (4) 經過上偏光片後的白光。

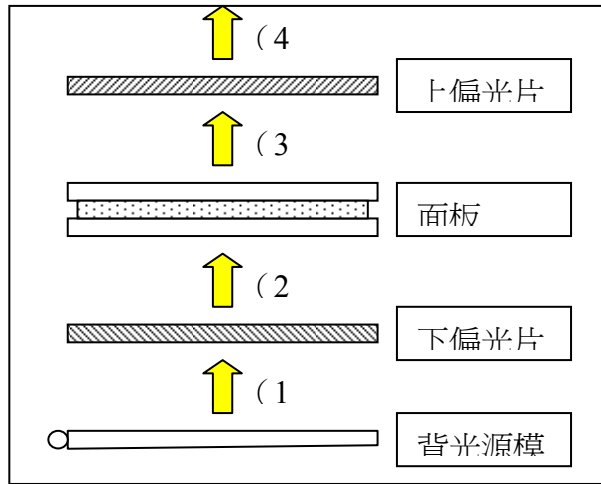


圖 3.3.2 TFT LCD 分解各層量測示意圖

圖 3.3.3 為量測 (1)、(2)、(3)、(4) 所得到的白光頻譜圖，表 3.3.1 為白光在經過各層的光學作用後，紅、綠及藍色波長比例比較表。

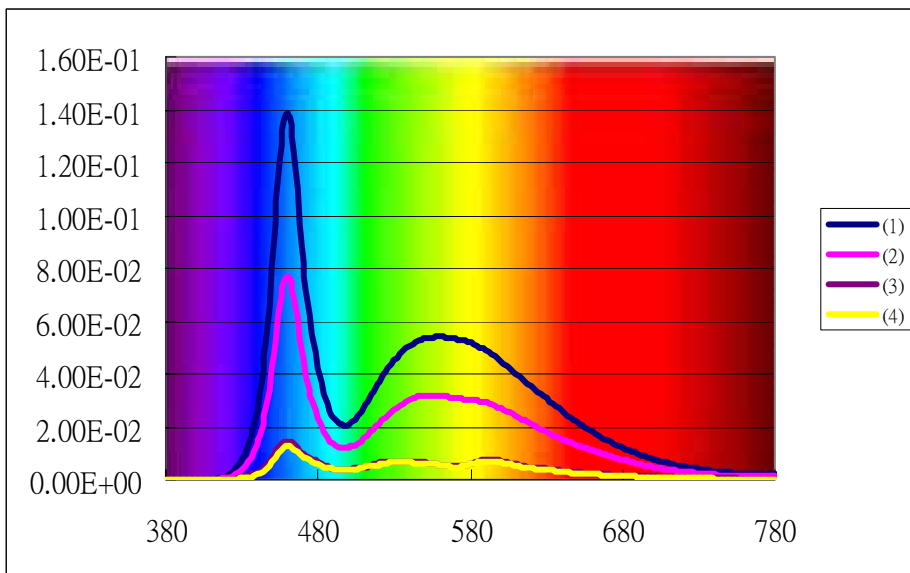


圖 3.3.3 TFT LCD 各層白光頻譜

	R(%)	G(%)	B(%)
背光源模組的白光(1)	13.7	27.5	27.2
經過下偏光片作用後的白光(2)	14.3	28.1	23.6
經過下偏光片及玻璃作用後的白光(3)	14.2	28.6	22.3
經過下偏光片、面板及上偏光片作用後的白光(4)	13.5	30.7	20.7

表 3.3.1 各層光學作用後紅、綠及藍色波長比例比較表

由上表可以看出背光源模組發出的白光在經過多層的光學作用後，藍色波長的部分佔白光整體頻譜的比例越來越低，而綠色波長的比例則越來越高，因此在圖 3.3.4 CIE 1931 色度座標圖上可以看出白色色度座標有往黃綠色方向偏移的趨勢，而人的眼睛對於黃色的敏感度比綠色的敏感度高，所以使用者會感覺到顯示的效果有偏黃的感覺。

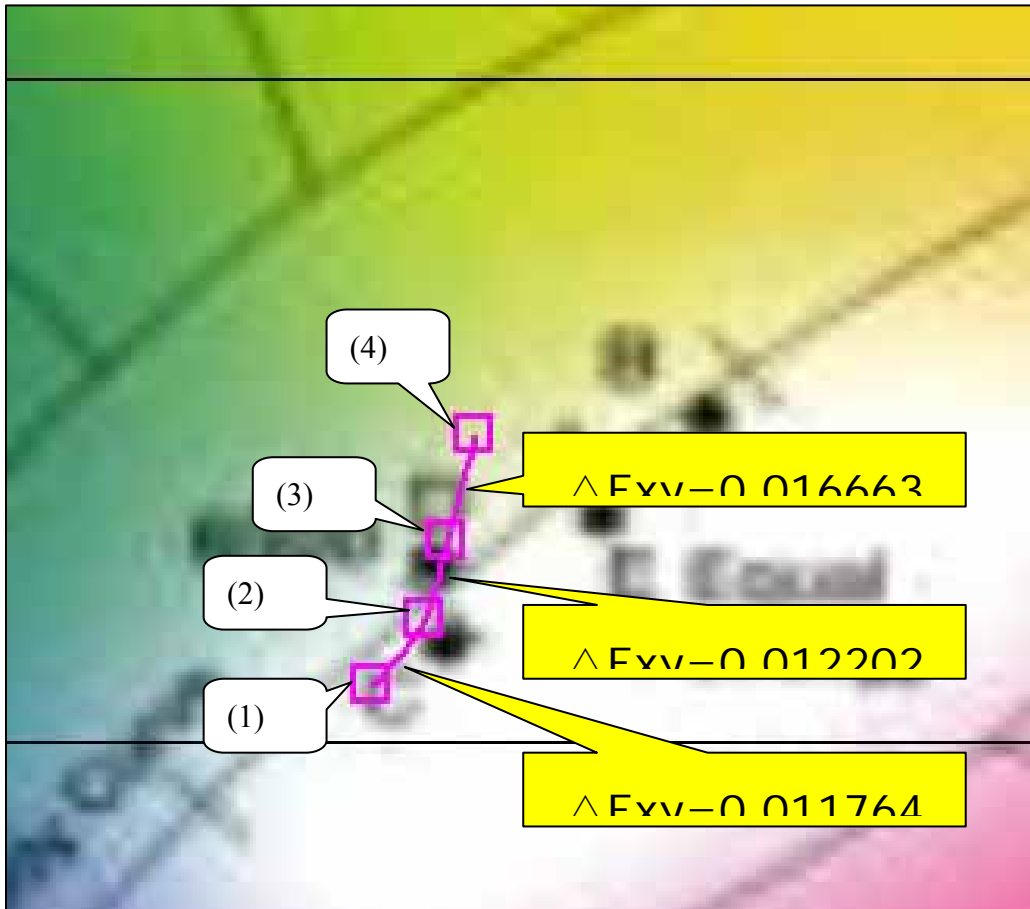


圖 3.3.4 白光在經過各層光學作用後的色度座標變化

白光在經過各層的光學作用後，相關色溫也由高變低，代表由偏藍往偏黃改變，相關色溫的變化請看表 3.3.2。

	相關色溫(K)
背光源模組的白光(1)	7097
經過下偏光片作用後的白光(2)	6528
經過下偏光片及面板作用後的白光(3)	6319
經過下偏光片、面板及上偏光片作用後的白光(4)	6052

表 3.3.2 白光在經過各層光學作用後的相關色溫變化

由圖 3.3.3 的頻譜圖中將經過各層光學作用後的白光頻譜相除計算出各層的穿透率，並比較各層光學作用在紅、綠及藍色波長的穿透率變化，如圖 3.3.5 及表 3.3.3。

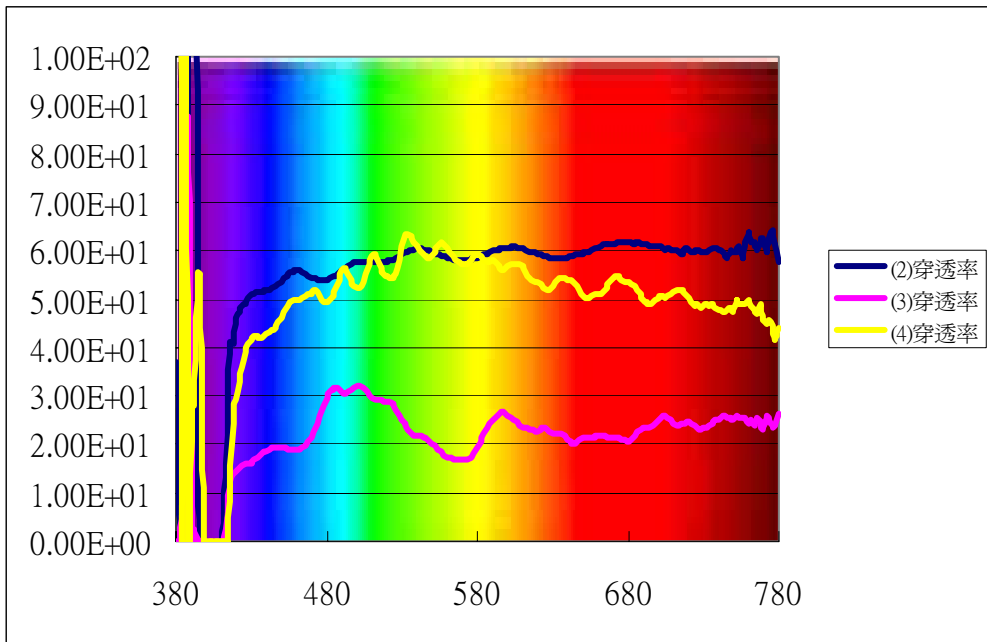


圖 3.3.5 白光經過各層光學作用之穿透率

	R 平均穿透率 (%)	G 平均穿透率 (%)	B 平均穿透率 (%)
背光源模組的白光(1)	--	--	--
下偏光片作用(2)	60.8	58.5	51.9
面板作用(3)	23.2	24	18.5
上偏光片作用(4)	82.5	96.6	78.6

表 3.3.3 各層光學作用中 R、G、B 之穿透率比較

由上表中可以看出不論是在下偏光片、玻璃或上偏光片的穿透率係數中，藍色波長的穿透率都比紅色及綠色的穿透率低，因此在最後混合成白光的比例上，藍色波長的部分的衰減的程度會高於綠色及紅色波長部分，而使得最後混合的白光會有偏向黃綠色的趨勢。

### 3.4 從彩色濾光片 R、G、B 穿透率討論對色偏現象影響

LCD 產生顏色的方式乃是由背光源所產生的白光，穿透 Color Filter 上的顏料光阻 (RGB) 後產生三原色光，再經由三原色搭配組成各種色彩。由此可知，決定彩色濾光片中色度的最重要因素在顏料光阻，彩色濾光片的結構如圖 3.4.1 所示，由紅、綠、藍三色光阻劑及防止漏光的 BM (Black Matrix) 組成。因此可以藉由調整光阻劑的膜厚改變穿透率，由於 R、G、B 光阻劑個別的穿透率都不同因此在設計時需要考慮到彩色濾光片的製程能力。表 3.4.2 為某家光阻劑供應商的紅色光阻劑的膜厚對色度座標及穿透率特性

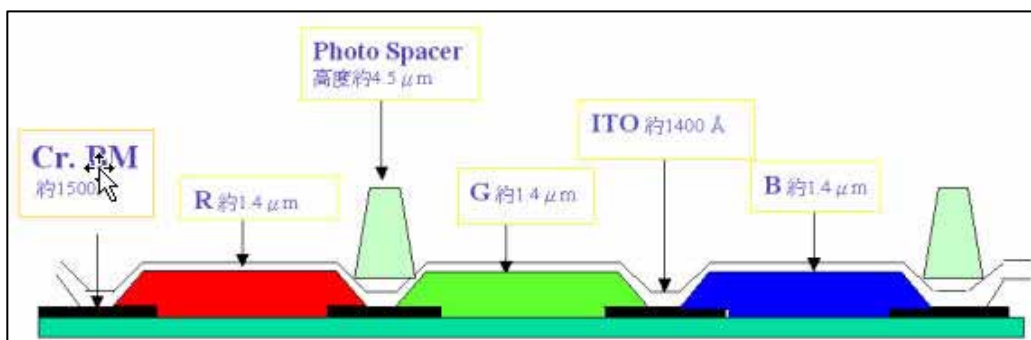


圖 3.4.1 彩色濾光片的組成結構

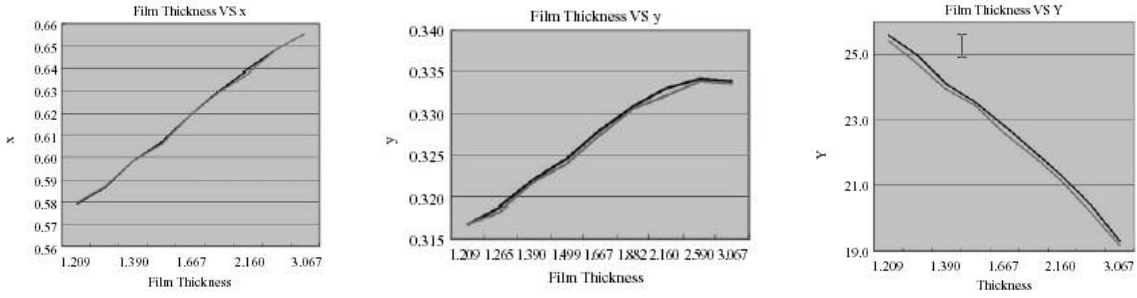


圖 3.4.2 光阻劑的膜厚對色度座標及穿透率的特性

針對各個不同的參數(Y、x、y) (Y代表穿透率，x，y代表色度)，不同顏色(R、G、B)會呈現不同的趨勢。不過若從色度座標上來判斷，當膜厚變薄，會呈現(x，y)值越小，Y值越大的趨勢。因此我們將量測TFT LCD Panel的紅、綠、藍及白色畫面所得到的頻譜如圖3.4.2，除以背光源模組的白光頻譜如圖3.4.3，即可得到R、G、B、W相對應的穿透率函數如圖3.4.4及表3.4.1。

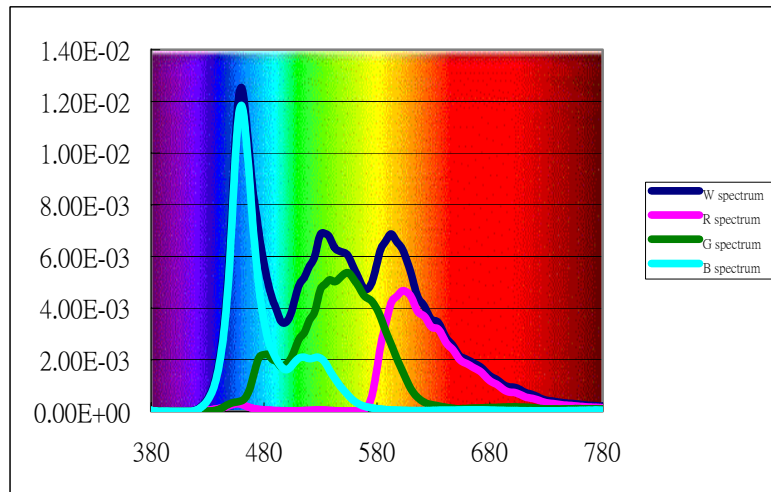


圖 3.4.3 TFT LCD 顯示的 R、G、B、W 頻譜

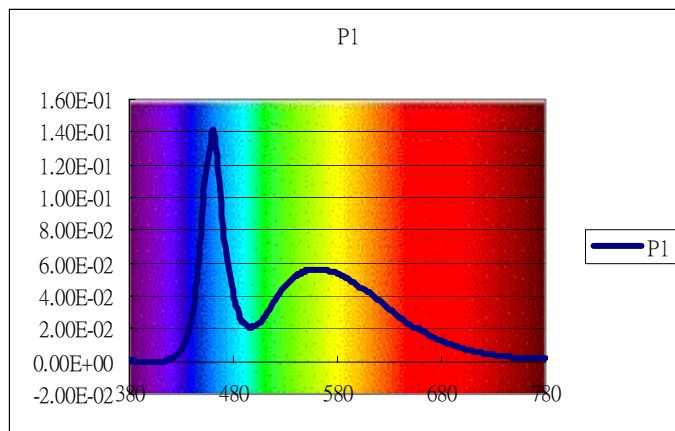


圖 3.4.4 背光源模組的白光頻譜

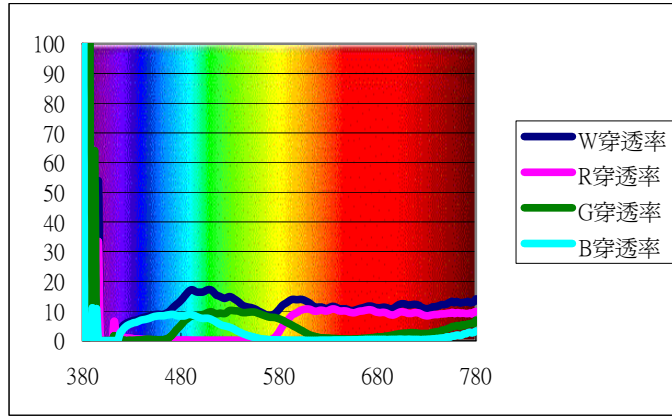


圖 3.4.5 R、G、B、W 的穿透率函數

	平均穿透率
B(420~470nm)	7.03%
G(500~570nm)	9.34%
R(630~780nm)	9.48%
W	11.63%

表 3.4.1 R、G、B、W 的平均穿透率

透過調整藍色光阻劑膜厚的方式，提高藍色波長的穿透率，讓混合成白光的藍色比例增加，將藍色的平均穿透率提高 1.5%，藍色波長的穿透率及頻譜如圖 3.4.6 及圖 3.4.7 所示。

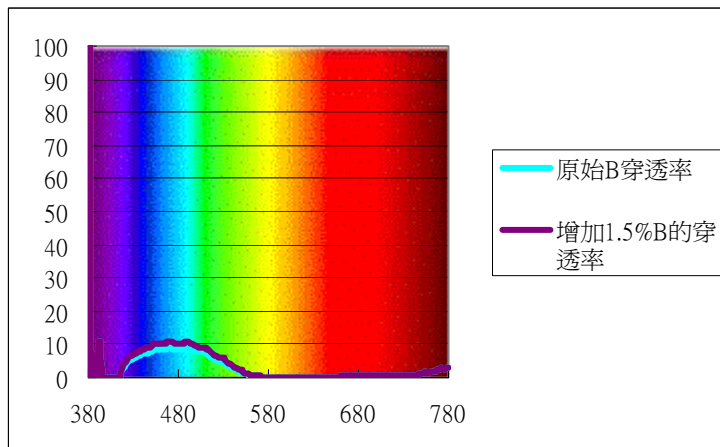


圖 3.4.6 藍色增加 1.5% 穿透率與原始穿透率比較

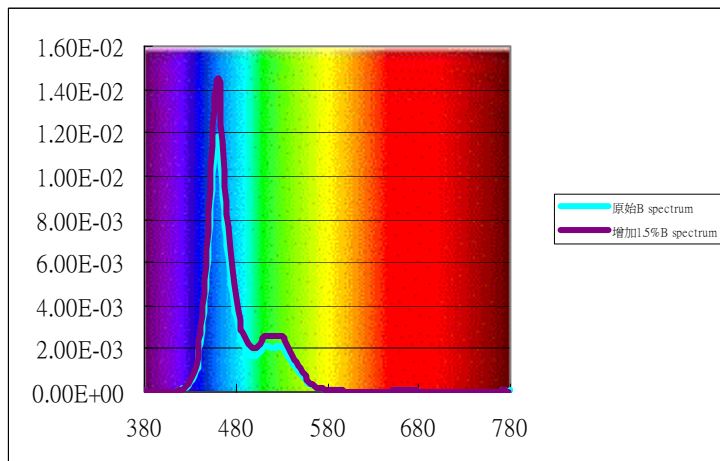


圖 3.4.7 藍色增加 1.5% 後的頻譜與原始藍色頻譜比較

將增加 1.5% 穿透率後的藍色與原始的紅色及綠色相加，得到新的白光頻譜如圖 3.4.8 所示，透過色匹配函數計算，得到新的白色色度座標 ( $W_x=0.3052, W_y=0.3308$ )，在圖 3.4.9 CIE1931 色度座標圖上可以看出白色色度座標的變化，由黃綠色的方向往藍綠色的方向偏移。

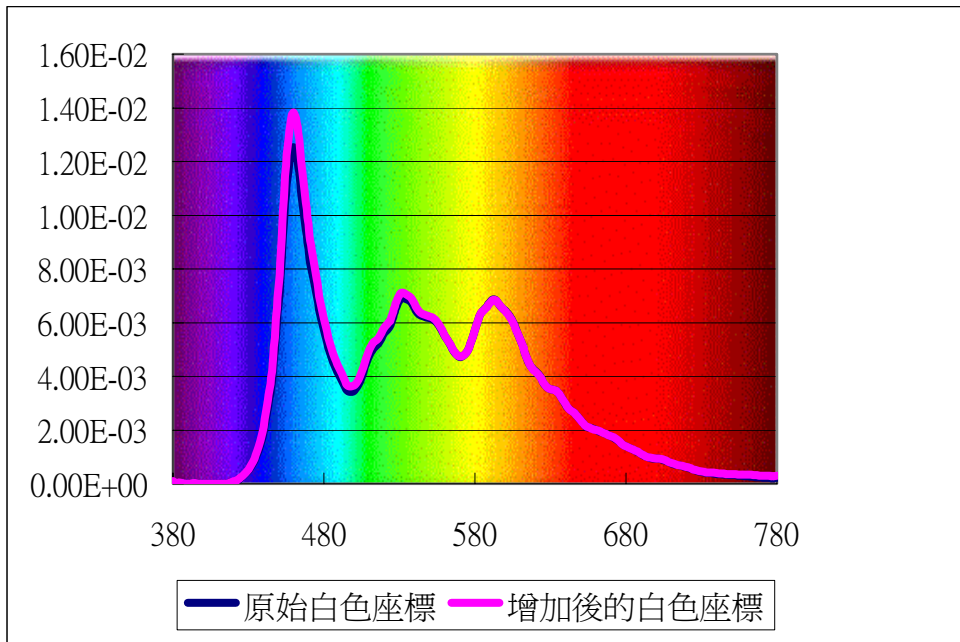


圖 3.4.8 原始的白色頻譜跟增加藍色穿透率 1.5% 後的白色頻譜比較

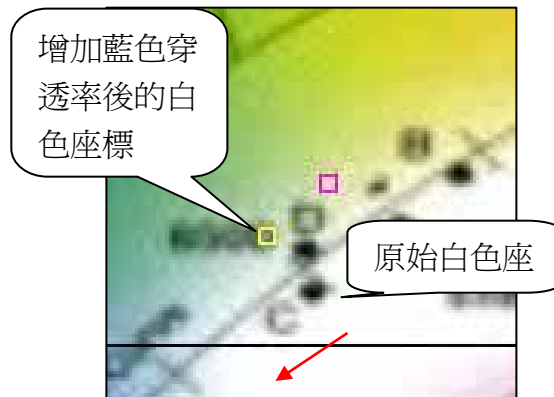


圖 3.4.9 增加藍色穿透率後白色色度座標變化

表 3.4.2 列出原始 TFT LCD 顯示白色的色溫及增加藍色 1.5% 穿透率後白色的色溫變化，可以看出增加藍色穿透率後，白色的色溫也提高了，顯示白色由偏黃變成偏藍趨勢。

	相關色溫
原始白色	6051.863
增加 1.5% 藍色穿透率後的白色	6910.218

表 3.4.2 白色相關色溫變化

由上述種種數據顯示經由調整藍色光阻劑厚度改變藍色波長的穿透率的方法，將可大幅改善客戶抱怨白色畫面偏黃的問題。

### 3.5 從不同背光源模組的白光頻譜討論對色偏現象影響

收集八種不同光學特性設計的背光源模組（其中#1 背光源模組為產品原本設計使用的背光源模組），用 CS-1000 量測八種背光源模組白光的色度座標、透過同一片的 TFT LCD 顯示白畫面的白色色度座標及換算出相關色溫，如表 3.3.1。

背光源模組 編號	B/L W <sub>x</sub>	B/L W <sub>y</sub>	B/L 相關 色溫(K)	On Panel 白畫面 W <sub>x</sub>	On Panel 白畫面 W <sub>y</sub>	On Panel 白畫 面相關色溫 (K)
#1	0.3113	0.3132	6726	0.3217	0.3167	6077
#2	0.3022	0.303	7499	0.3058	0.3271	6913
#3	0.2984	0.2982	7899	0.3096	0.336	6619
#4	0.3103	0.3116	6807	0.3198	0.3436	6067
#5	0.3005	0.2978	7739	0.3097	0.3302	6662
#6	0.3027	0.3041	7442	0.3106	0.3352	6572
#7	0.3061	0.3058	7168	0.3151	0.3375	6324
#8	0.3014	0.2869	7933	0.3117	0.3186	6649

表 3.3.1 八個背光源模組量測的光學特性

八個背光源模組的白光色度座標如圖 3.3.1，透過同一片 TFT LCD 白畫面顯示的白色色度座標如圖 3.3.2。由圖 3.3.2 可以看出八個背光源模組讓相同的 TFT LCD 白畫面的白色色度座標呈現從偏黃綠色到偏藍綠色的分布。

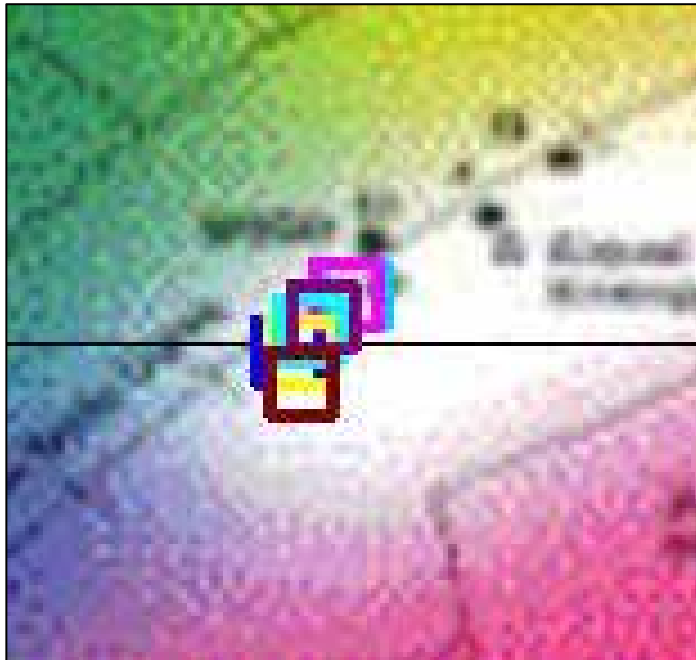


圖 3.3.1 八個背光源模組的白光色度座標圖



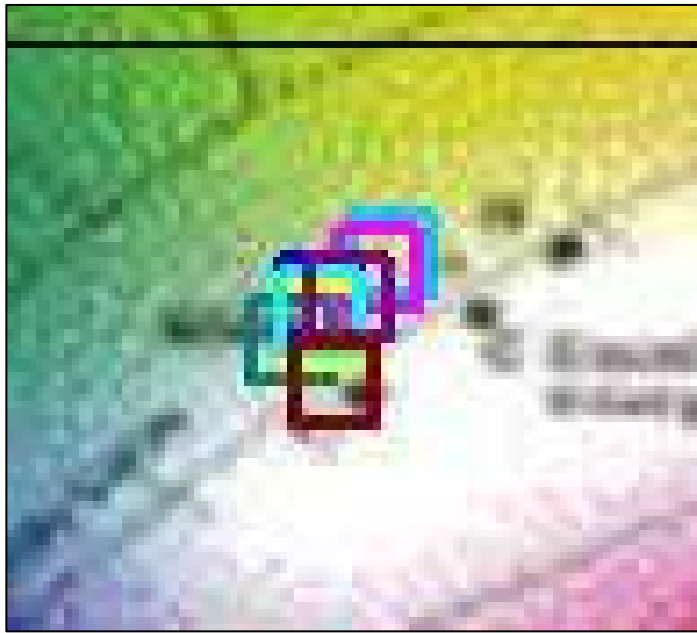


圖 3.3.2 八個背光源模組透過同一片 TFT LCD 白畫面顯示的白色色度座標圖

接著，我們分別量測這八個背光源模組的白光頻譜，如圖 3.3.3，試著從頻譜圖中找出造成相同的 TFT LCD 顯示相同的白色畫面卻量測出不同的白色色度座標的原因。由圖中的頻譜形狀可以看出所有的背光源模組都是使用藍光激發黃色螢光粉發光原理的 LED 當作發光源，而 #1、#4、#5、#6、#7 的頻譜在藍色波長部分有相同的峰值波長（約在 460nm），且在綠、紅色波長部分的頻譜形狀也相同，不同處只有頻譜的強度差異，這代表著這五種背光源模組使用相同發光專利技術的 LED 發光源（日亞化學 LED），利用調整驅動電壓或改變螢光粉比例，調整藍光與被激發出黃光的比例，達到混合出不同白色色度座標的白光，此點可由日亞化學的 LED 專利書中找到。當然除了 LED 外背光源模組設計所使用的導光板、擴散片及增亮膜等光學 Film 材不同也會稍微影響到白光的白色色度座標。由這八個背光源模組的白光頻譜中可以看出每個白光頻譜組成的紅、綠及藍色波長比例並不一樣，根據 3.2 節中所提到的不同比例的紅、率及藍色波長混合出的白光，其色度座標也會有不同的色偏現象，所以透過相同的 TFT LCD 顯示相同的白色畫面，所量測到的白色座標會有差異性存在。

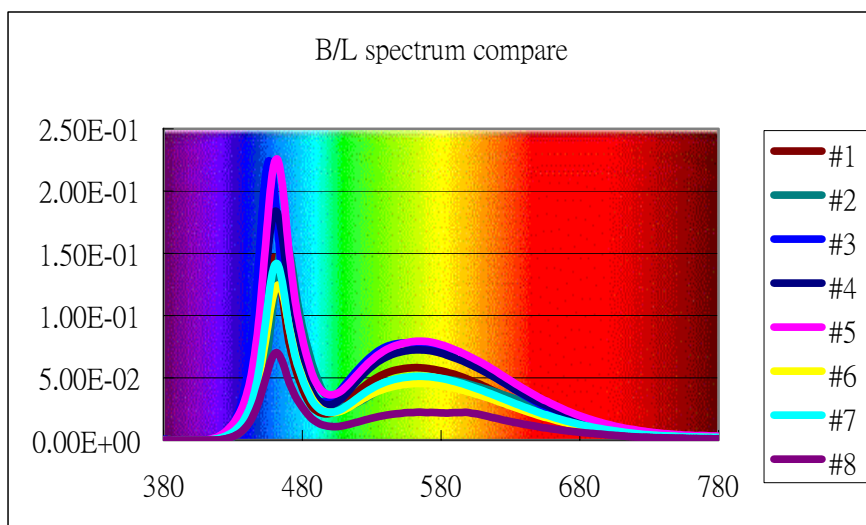


圖 3.3.3 八個背光源模組的白光頻譜圖

緊接著我們以等能白 (Equal Energy White)  $W_x=1/3$ ,  $W_y=1/3$  為基準點與八個背光源模組的白光透過同一片的 TFT LCD 白畫面顯示出來的白色色度座標連線，如圖 3.3.4，計算主波長及刺激純度，並且與由產品的白色色度座標規格值計算出來的主波長及刺激純度作比較，如表 3.3.2。

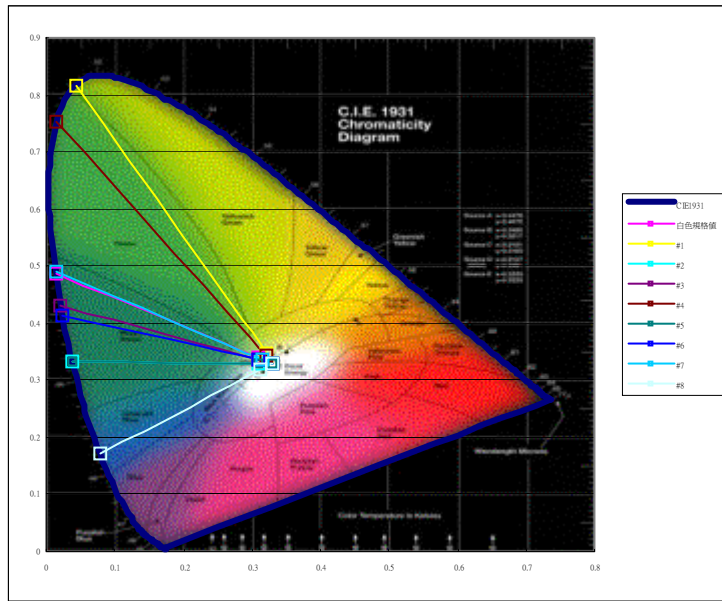


圖 3.3.4 八個背光源模組透過同一片 TFT LCD 白畫面顯示白色色度座標之主波長

	刺激純度	主波長(nm)	顏色
W spec	0.063127	498~499	Bluish Green
#1	0.032412	515~516	Yellowish Green
#2	0.06933	491~492	Bluish Green
#3	0.67462	495~496	Bluish Green
#4	0.032265	510~511	Green
#5	0.06933	491~492	Bluish Green
#6	0.063285	494~495	Bluish Green
#7	0.047026	498~499	Bluish Green
#8	0.072651	482~483	Greenish Blue

表 3.3.2 八個背光源模組透過同一片 TFT LCD 白畫面顯示白色色度座標之主波長及刺激純度列表

由上表中可看出原本產品設計的白色色度座標其主波長為偏藍綠色，而 TFT LCD Panel 搭配現在使用的#1 背光源模組所顯示出來的白色色度座標其主波長為偏黃綠色，雖然刺激純度比設計規格值的刺激純度小，表示更接近等能白點，但是人眼對黃色波長的敏感度比綠色波長的敏感度高，因此可以察覺出偏黃的感覺。這也是為什麼雨衣跟車子的方向燈設計為黃色的原因，因為比較容易引起人眼的反應。表 3.3.3 列出八個背光源模組的白光中，紅、綠及藍色波長所佔的比例，以及透過相同的 TFT LCD 白畫面顯示的白色當中，紅、綠及藍色波長所佔的比例列表。

背光源模組編號	背光源模組的白光			TFT LCD 白畫面顯示的白光		
	R(%)	G(%)	B(%)	R(%)	G(%)	B(%)
#1	13.9	27.8	26.7	13.6	30.6	20.9
#2	13.6	23.2	22.4	13.3	23.1	17.3
#3	12.3	28.1	29.9	12	31.7	23
#4	14.3	27	26.1	14.1	29.7	20.3
#5	14	23.7	27.6	13.8	28.4	21.5
#6	14.3	23.9	26.1	14	28.5	20.3
#7	14.4	26.2	26.5	14.2	28.9	20.7
#8	14.7	23.7	28.1	14.5	26.1	21.9

表 3.3.3 八個背光源模組白光當中 R、G、B 比例以及透過同一片 TFT LCD 白畫面顯示白色當中 R、G、B 比例

由上表可以得知八個背光源模組所發出的白光，其 R、G、B 的比例在經過 TFT LCD Panel 當中的偏光片極化及彩色濾光片的穿透率衰減後，一致呈現藍色波長比例下降，而綠色波長比例上升的現象，至於紅色波長比例部分則沒有很大的差異，這也表示經過 TFT LCD 白色畫面顯示出的白色座標會落在背光源模組白光的白色座標的右上方，也就是偏黃綠色的方向。

在綜合考慮後，我們決定選取#7 的背光源模組，原因是因為#7 的背光源模組在透過 TFT LCD 白畫面顯示出來的白色座標其主波長為偏向藍綠色，且刺激純度在其他主波長偏向藍綠色的背光源模組中是最低的，所以相信在 TFT LCD 的顯示效果上，應該可以有效改善客戶抱怨偏黃的色偏現象。圖 3.3.5 為#1 與#7 背光源模組的白光頻譜比較。

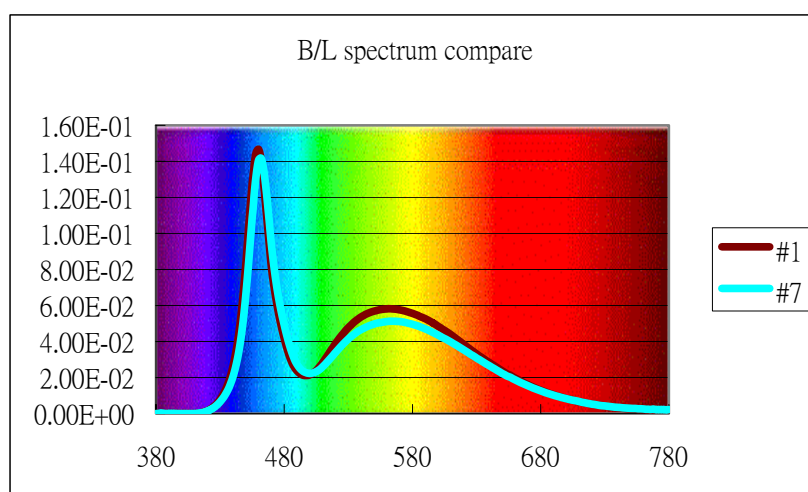


圖 3.3.5 #1 與#7 背光源模組的白光頻譜圖

由頻譜圖中可以看出#7 背光源模組在黃色波長部分的比例比#1 背光源模組低，所以預期對於偏黃的現象可以有所改善。而從圖 3.3.6 色度座標圖中來比較#1 與#7 背光源模組所發出的白光，#7 背光源模組所發出的白光應該是會偏藍，而#1 背光源模組所發出的白光應該是會比較接近白色的效果。

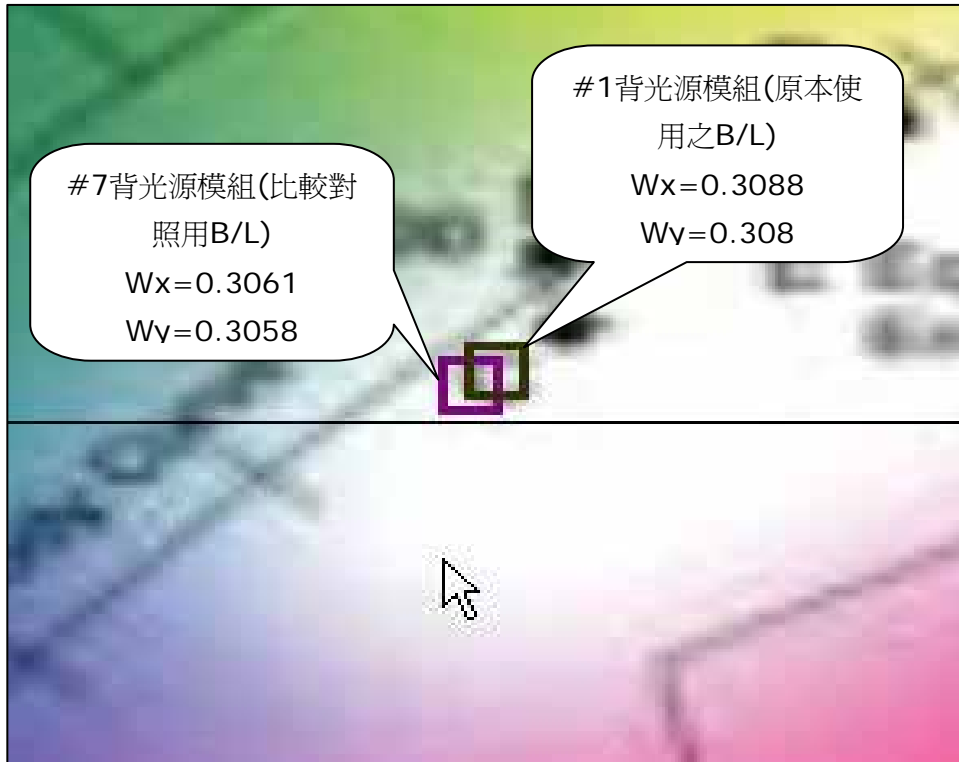


圖 3.3.6 #1 與#7 背光源模組的白光色度座標圖

最後我們以相同的訊號產生器提供相同的顯示畫面給同一片 TFT LCD Panel 顯示，透過搭配#1 與#7 背光源模組所顯示出來的效果，做一個色偏的對照比較，圖 3.3.7 為相同的顯示畫面搭配兩個背光源模組所顯示出來的效果。



(a)



(b)



(c)



(d)



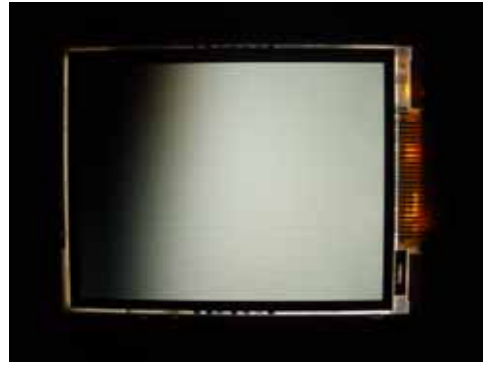
(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)



(l)

圖 3.3.7 (a)、(c)、(e)、(g)、(i)、(k)為#7 背光源模組的顯示效果，(b)、(d)、(f)、(h)、(j)、(l)為#1 背光源模組的顯示效果

從一系列相同的顯示畫面在#1 與#7 背光源模組的顯示效果上很明顯的就會給使用者不同感受。圖 3.3.7 (a)、(b) 為背光源模組發出的背光，(a) #7 背光源模組發出的背光偏向藍色，圖 3.3.7 (c)、(d) 為 TFT LCD Panel 白畫面顯示的效果，(d) #1 背光源模組所發射的白光透過 TFT LCD Panel 白畫面顯示的效果偏黃，圖 3.3.7 (g)、(h) 顯示畫面為從白到黑的連續灰階漸層畫面，(h) #1 背光源模組在顯示白到黑的漸層灰階變化中有偏黃的現象呈現，圖 3.3.7 (i)、(j) 為顯示照片的效果，(j) #1 背光源模組在顯示綠葉的顏色上跟 (i) #7 背光源模組的顯示效果比較起來是偏向黃綠色的，圖 3.3.7 (k)、(l) 為顯示人像的部分，(k) #7 背光源模組顯示皮膚的效果跟 (l) #1 背光源模組的顯示效果比較起來較接近真實膚色，而且在藍色衣服的部分顯示效果也比較好。

整體比較下來，#1 背光模組除了在發出的白光顏色較#7 背光模組所發出的白光顏色接近白色，相較之下#7 背光源模組所發出的白光則是偏向藍色。而#1 背光源模組所發出的白光在透過 TFT LCD Panel 各種畫面的顯示效果都有偏黃的現象，也證明以稍微偏藍的背光模組白光（藍色波長部分強度較強）可以補償 TFT LCD Panel 在藍色波長部分穿透率偏低的缺點，將顯示效果偏黃的感覺修正回來，讓使用者更能接受這樣的顯示效果。

#### 4. 結果與討論

從 3.3 節的實驗分析中，我們發現造成客戶抱怨產生偏黃色偏的原因，雖然背光源模組的白光顯示效果確實是很接近白色，但是在偏光片、彩色濾光片的光學作用下，讓整個白光頻譜中的藍色波長部分比例衰減，而綠色波長部分比例增加，造成混合成的白光色度座標朝黃綠色方向偏移，因此針對這個特性，我們決定朝提高藍色波長比例的方向進行，並且以調整彩色濾光片的藍色光阻厚度提高藍色波長的穿透率以及挑選白光色度座標偏藍的背光源模組兩種方式來比較改善效果。

- (1) 調整彩色濾光片的藍色光阻劑厚度提高藍色波長的穿透率：透過光阻劑的材料特性，降低膜厚，提高穿透率，可以分別針對紅、綠及藍色光阻劑調整，可以精確混合出我們想要的白光色度座標，但是若將光阻劑的膜厚調整的越薄，(x, y) 值越小，Y 值越大，則顯示出的顏色之色度會朝向 CIE 的中心白色區域靠近，這意味著整體的色彩飽和度會降低。而且如果三個顏色光阻劑厚度差異太大，會造成製程困難度的提高，生產的良率降低。再者調整光阻劑厚度需要重新設定製程參數及重新製作彩色濾光片、光罩等，花費較長的時間及較多的成本。
- (2) 挑選白光色度座標偏藍的背光源模組：可以依據色度座標圖、頻譜圖、主波長及刺激純度等參數先找出 TFT LCD Panel 的光學特性，在依據該光學特性尋找或量身訂做適合的背光源模組，例如本次研究中的 2.5" TFT LCD Panel 就是因為藍色波長部分衰減較多造成白色偏黃的現象，所以使用 #7 背光源模組，所發出的白光較偏向藍色，以彌補 TFT LCD Panel 藍色波長穿透率偏低的缺點。但是此種方法調整的範圍依據所使用的發光源發光原理會有所限制，不易精確調整出我們所要的色度座標，但是所花費的時間及成本都比較少，困難度也比較低。表 4.1 為這兩種色偏問題改善方案的比較表。

	調整彩色濾光片的藍色光阻厚度提高藍色波長的穿透率	挑選白光色度座標偏藍的背光源模組
花費成本	較高	較低
花費時間	較長	較短
困難度	高	低
限制	有	有
改善較果	較佳	可接受

表 4.1 兩種色偏問題改善方案比較表

由上表我們得到下列兩點建議：

- (1) 若產品在設計階段，或是要求較佳的改善效果可以建議選擇調整彩色濾光片的藍色光阻厚度提高藍色波長的穿透率的方式。
- (2) 若要快速解決色偏問題，且不要求達到最好的改善效果，只要在允許可接受的範圍，建議採用挑選白光色度座標偏藍的背光源模組得方式。

在中小尺寸 TFT LCD 的應用上，顯示效果通常是決定客戶是否採用的依據，所以第一眼給使用者的感覺很重要，因此在設計階段要慎重考慮，除了利用色度座標圖外，還要分析光學 film 材在各個波長的穿透率特性，配合頻譜圖來選用適當的背光源模組，當然主波長及刺激純度也可以當做分析色偏的參考數據，如此經過各種參數的模擬調整，最後實際做出來的 TFT LCD 顯示效果一定可以滿足使用者的感覺，本次針對 TFT LCD 的色偏研究，在花費時間、成本等各種因素考量下建議採用調整背光源模組的方式去彌補 TFT LCD Panel 在藍色波長部分穿透率較低的缺點，這個方式具有所需時間短，花費的成本相對較低的優勢。另外一種以調整彩色濾光片 R、G、B 光阻的方式，則需要花費較大的成本，且重新製作彩色濾光片及光罩等需要較長時間，除非在開發新產品階段適合使用此種方法，否則在講究時間就是金錢的商業戰場上，當客戶產生抱怨的問題時，能以最短的時間達到改善且符合客戶需求的效果，方能避免客戶訂單的流失。

## 5. 參考文獻

1. VESA Flat Panel Display Measurement Standard Version 2.0, June,11,2001
2. 色彩學的基礎，山中俊夫 著，黃書倩 譯，六合出版社出版，民 92/07
3. 色彩工學，大田登 著，東京電機大學出版，民 82
4. 白光發光二極體製作技術：21 世紀人類的新曙光，劉如熹、王建源 編著，全華科技圖書股份有限公司出版，民 90
5. 白光發光二極體：使用螢光粉專利解析，劉如熹、林益山、康佳正 編著，全華科技圖書股份有限公司出版，民 94/04
6. 台灣的驚嘆號：台日韓 TFT 世紀之爭，陳泳丞 著，時報文化出版，民 93/07
7. LTPS 低溫複晶矽顯示器技術，陳志強 編譯，全華科技圖書股份有限公司出版，民 93/06
8. Color In Electronic Displays, Louis D. Silverstein, Ph.D., VCD Sciences, Inc., 民 93/02
9. TFT LCD Introduction, Toppoly Optoelectronics Corps internal training document

# 行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

96 年 6 月 15 日

附件三

報告人姓名	鄭芳炫	服務機構及職稱	中華大學資工系教授
時間 會議地點	2007/5/16~2007/5/18 日本 東京大學	本會核定 補助文號	NSC95-2221-E-216-043
會議 名稱	(中文) 2007 年國際圖形識別聯盟機器視覺應用研討會 (英文) 2007 IAPR Conference on Machine Vision Applications		
發表 論文 題目	(中文) 一種鑑別人類行為之有效方法 (英文) An Efficient Method for Human Behavior Identification		

### 一、參加會議經過

會議的開幕典禮由主辦單位與會議的委員會主席簡單的致歡迎詞後，隨即展開。由於本會議為一個專業之研討會，為了讓與會之學者專家不會錯過任何一個場次之研討，會議只安排一個場地進行。本屆會議共有 220 篇論文投稿，經過嚴格的審查後，最後通過 137 篇論文，其中 44 篇安排口頭報告(oral)，而 96 篇為海報展示(poster)。大會安排了三天的會議議程，共分為十五個 section，其中安排了三個場次之專題報告：(1) Computational Cameras (2) Video Mosaicing for Non-Chronological Time Editing (3) Development of Laparoscopic Surgery Training System Using VR Technology，分別由 Prof. Shree K. Nayar, Columbia University, USA，Prof. Shmuel Peleg, The Hebrew University of Jerusalem, Israel 以及 Prof. Yoichi Miyake, Chiba University, Japan 做精彩的專題報告。本人之論文『An Efficient Method for Human Behavior Identification』被安排在第一天的下午 section 3 之場次以海報的方式發表，如下圖所示。本次會議尚有台灣之其他論文發表，也大都是以海報的方式發表。經過三天完整會議研討，與會者均有豐富的收穫。



表 Y04



## 二、與會心得

本會議之定位是以專業精緻之研討會自許，與一般大雜燴式之大型研討會不同。主要目的是讓與會之學者能真正達到充份的學術交流，而不是走馬看花。此次會議之地點在東京大學，東京大學目前仍是日本國內的第一學府，全球大學學術評比第 14 名，為亞洲地區最好的大學，也是日本國內最早成立的現代化綜合大學。因此參加此次會議充份感受到一流學府之氣息，的確有許多值得學習的地方。

## 三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

## 四、建議

每次參加研討會常常會在會場碰到許多台灣去的學者教授，若在出國前就可以互相聯繫一起出席，不僅在費用上可以比較節省，在會議上也可以整合力量為台灣之學術界出聲讓國際能充份了解台灣在學術領域之實力。也許國科會可以在現有之網站上另闢一個出席國際會議之交流園地，讓國內之研究學者可以互通訊息，不僅可以整合大家的力量，也可知道國內在國際學術界之活動能量。

## 五、攜回資料名稱及內容

本次會議攜回一本紙本的會議論文集，資料名稱為 Proceedings of the IAPR Conference on Machine Vision Applications。另有二片資料光碟，其中一片為本次會議論文集之光碟版，另一片則是從 1988 年以來共舉辦之前九次會議之論文集。

## 六、其他