



# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

利用微光譜儀量測混光特性

作者： 盧釗偉、施性賢、張竣凱、賴繹中、林嘉慶

系級： 電機系一年甲班

學號： D9422725

開課老師： 陳德請 老師

課程名稱： 專題報告

開課系所： 資電學院電機系

開課學年： 九十四學年度 第一學期



## 摘要

本篇論文目的在設計一精巧色光混合系統，以產生廣波段光源，做為光學元件光譜特性量測之用。將三個不同顏色的發光二極體混光之後，我們使用微型光譜儀（型號：USB2000）對混光光源進行發光光譜特性之量測。在這個實驗中，我們利用混光光源分別對藍色玻璃紙及四種不同濾光片進行穿透光譜量測，進一步對這些數據進行分析。證明濾光片對混光光源確實濾掉某些色光的波長，且初步驗證此混光光源具有廣波段光源之特性，未來我們可以將此混光光源推廣到更多的應用。

關鍵字：發光二極體、加法混色、微型光譜儀、濾光片

研究目的：了解混光特性

研究方法：利用微型光譜儀測量各色混光光譜

## 目錄

章節	頁次
第一章 原理	
1 – 1、色彩混色原理.....	P.3
1 – 2、濾光片.....	P.5
1 – 3、USB2000 微型光纖光譜儀.....	P.6
1 – 4、發光二極體 (LED) .....	P.8
第二章 實驗內容	
2 – 1、實驗架構.....	P.10
2 – 2、實驗器材.....	P.11
2 – 3、實驗步驟.....	P.12
2 – 4、實驗數據與分析.....	P.14
第三章 結論.....	P.23
致謝.....	P.24
參考文獻.....	P.24

## 第一章 原理

### 1-1、色彩混色原理：

加法混色：色光之混合，是將各色光之**能量**相加，因而眼睛所感受到的是一個加成的光譜如圖 1 所示。

色光三原色：紅(R)、綠(G)、藍(B)

**R+G→Yellow**

**R+B→Magenta**

**G+B→Cyan**

**R+G+B→white**



圖 1 光的三原色混合

互補色：

若兩個色光之混合為白色或灰色，則此二色光為互補色。而在色度圖上，此二色光之連線通過光源點如圖 2 所示。

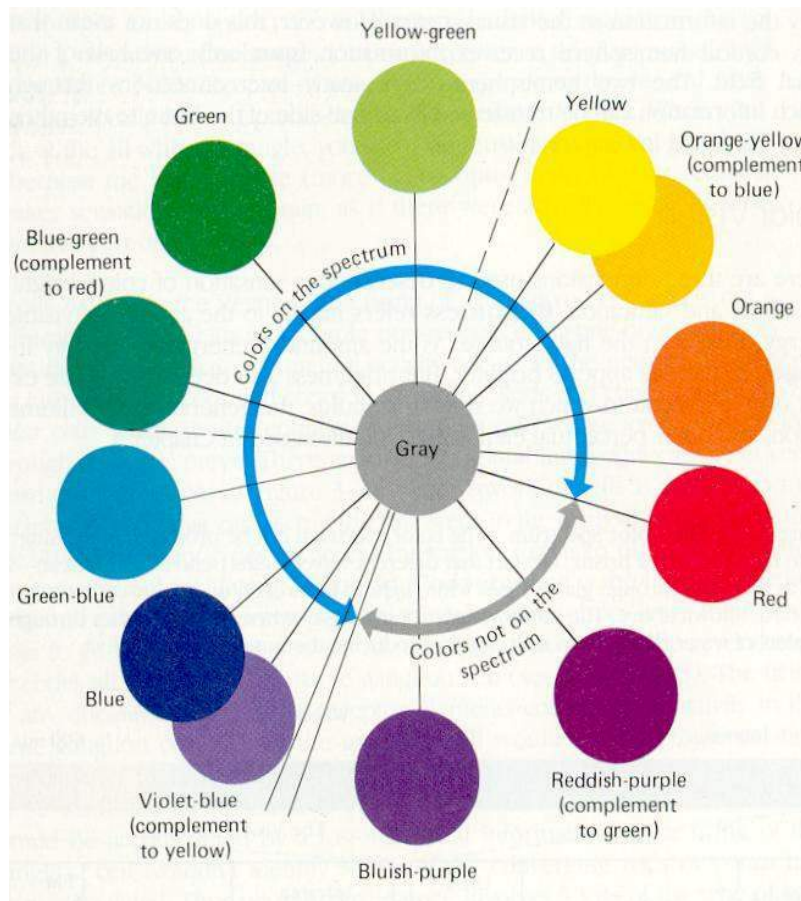
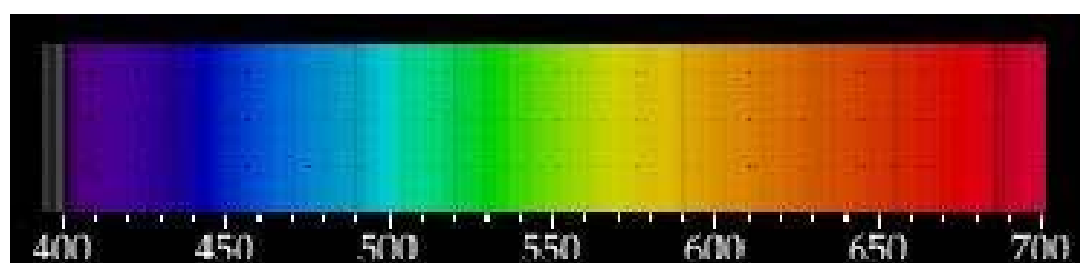


圖 2 互補色光的對照圖

表 1

光色	波長 $\lambda$ (nm)	代表波長 (nm)
紅 (Red)	780~630	700
橙 (Orange)	630~600	620
黃 (Yellow)	600~570	580
綠 (Green)	570~500	550
青 (Cyan)	500~470	500
藍 (Blue)	470~420	470
紫 (Violet)	420~380	420



可見光的顏色與波長對照圖 (單位 nm)

依照加法混色原則，透過查詢對應波長，可以預測當紅色光和綠色光混合的光譜波峰大概會落在 580nm 附近，以此類推。而當黃色光與藍色光混合，因為補色關係，經過調整適當光強度比例可以合成白色光。表 1 所列為可見光的顏色與波長對照表。

## 1 – 2、濾光片：

原理：將玻璃基板上鍍上一層光阻，使得光透過時將會濾掉某單一波長的光或更多的顏色光。(如圖 3)

製作過程：

1. 用紫外線照射玻璃基板(Glass Substrate)以去除有機雜質。
2. 將 Glass 洗淨。
3. 把殘留的水分烘乾並且將 Glass 降回常溫。
4. 塗光阻於玻璃基板表面。
5. 將玻璃基板置於曝光機，利用紫外線的照射來轉移其上的圖案。
6. 用光阻來測試顯示影像。
7. 烘烤光阻 (把濾光片的本身顏色的補色濾掉)。



圖 3

應用：

1. 數位相機：
2. 濾光鏡的部份，主要是讓每個畫素只感受到單一波長的顏色光，然後在重新組合出彩色的圖像。
3. 液晶顯示器：  
不同強度經由濾光片會顯示出不同亮度和顏色的畫素。

### 1 - 3、USB2000 微型光纖光譜儀：

USB2000 型微光譜儀感測頭（如圖 4 所示），可直接插入台式電腦或筆記型電腦的 USB 通訊接口，這樣即可消除將 A/D 轉換器與接口電纜分開的麻煩。使用者可直接將該微光譜儀感測頭插入台式電腦，而無需開啓電腦搜尋插斷請求和輸入、輸出埠。便捷的作業系統啓動 USB2000 型微光譜儀異常容易，就如同將其插入電腦的 USB 連接埠。例如，啓動 USB2000 型光譜儀時將自動讀取波長校準引數及 OOIBase32™ 作業軟體資料。



圖 4

除此之外，USB2000 型微光譜儀無需外接電源，其可通過與其相連的電腦直接驅動。USB2000 使用 2048 像素的線型 CCD 探測器及已有 S2000 微光譜儀的光路系統。通過 S2000 光路系統，USB2000 接收取樣光纖傳來的光，經過內部裝設的光柵進行分光後發射到探測器，探測器可接收 200-1100nm 的光。另外，光譜儀執行軟體即可辨識並讀取 USB2000 微光譜儀存儲器中的專有引數，並可進行引數調整以適合每個特定的光譜儀。這樣既可節省時間，又可減少設定錯誤。每個 USB2000 存儲器中所儲存的封包括：波長校準係數、線性係數及對應每個光譜儀專有的序號。整個 USB2000 型微光譜儀測試系統如圖 5 所示，含電腦、取樣光纖、微光譜儀感測頭(或單光儀)，及待測物固定架…等。圖 6 所示 USB2000 型微光譜儀感測頭結構的示意圖，含入口狹縫、準直鏡、光柵、成像透鏡，及線型 CCD 探測器…等。

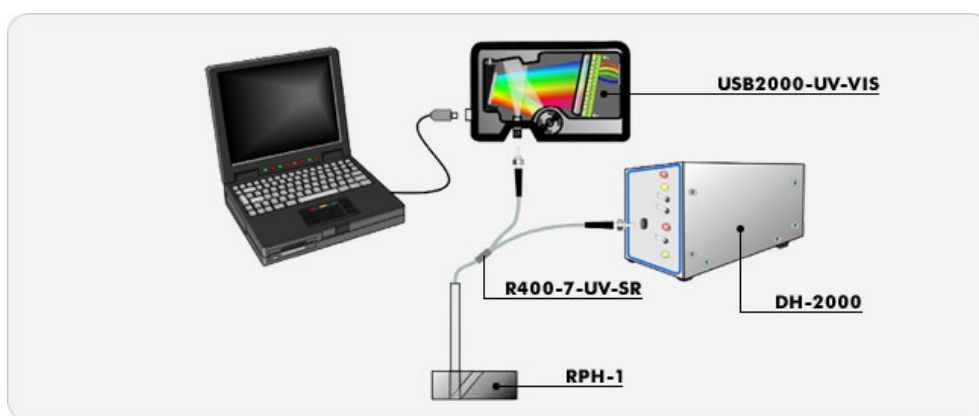


圖 5

利用微光譜儀量測混光特性

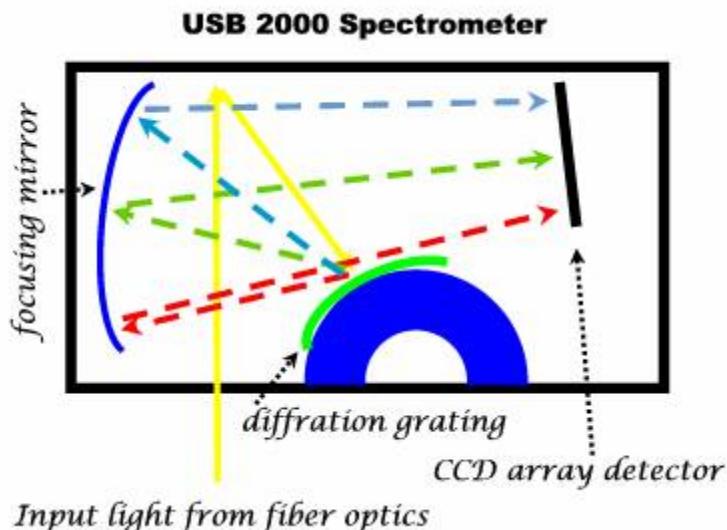


圖 6

USB2000 型微光譜儀感測頭的主要特性：

#### 電腦接口USB

光譜通道僅有光譜主通道

電腦組態與 IBM 相容的奔騰或奔騰以上的電腦

32 兆位元記憶體（至少 16 兆位元）

Windows98或 Windows2000 作業系統

作業軟體 OOIBase32TM32-bitsoftware

資料傳輸速率 每 13ms 重新整理記憶體一次

規格 86mm\*64mm\*30mm (LWH)

#### 偵測器特性

波長範圍 200-1100nm

動態範圍  $2 \times 10^8$

靈敏度 86photons/count; or  $2.9 \times 10^{-17}$ joule/count

$2.9 \times 10^{-17}$ watts/count

信噪比 250:1

積分時間 3ms-65s

#### 光學特性

光柵 14 種光柵；UV、VIS、ShortwaveNIR 均有可選項

狹縫 寬 5，10，25，50，100，200um（高 1000um）

陣列式濾光片 多重波段塗層可套用於 200-850nm 或 350-1000nm 之間；

光學解析度 0.3-10.0nmFWHM

偏離光  $<0.05\%$ at600nm; $<0.10\%$ at435nm; $<0.10\%$ at250nm

光纖連線器 訊號線光纖



## 1 - 4、發光二極體 (LED)：

鎢絲燈泡和水銀燈管是目前最普遍使用的傳統照明燈，但在其發光過程中，由電能轉變為光能的效率不高，其大部分能量皆轉變為熱能輻射出去，除了少數農業用途外，幾乎沒有什麼用處，尤其在室內，甚至會對空調造成負擔，而其廢棄後的處理也是一個問題。

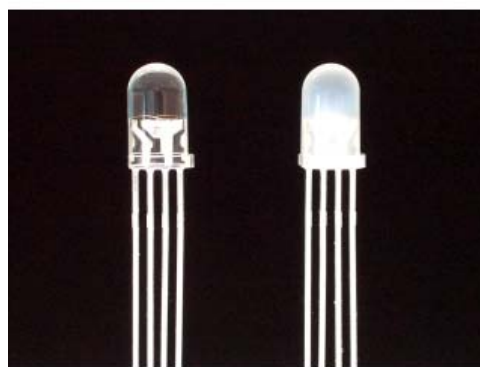


圖 7

發光二極體(LED, Light Emitting Diode)是一種固態的半導體元件如圖 7，利用二極體內分離的 2 個載子相互結合而產生光，屬於冷光發光，不同於傳統鎢絲燈泡的熱發光，且只要在 LED 元件兩端通入極小電流便可發光，又有傳統燈泡所沒有的特點，如：壽命長、省電、較耐用、耐震、牢靠、適合量產、體積小、反應快，近年來也因為 LED 技術的邁進，逐漸使用於商業活動上，未來更有可能進入家庭取代傳統的照明燈，除了發光效率高外，廢棄後的處理也較傳統燈泡方便許多。而 LED 因其使用的材料的不同，會使其電子、電洞所佔的能階有所變化，能階的高低差影響結合後光子的能量而產生不同波長的光，如紅、橙光、黃、綠、藍甚至是不可見光等。

自從 1993 年日本成功研發出一燭米亮度的藍色發光二極體後，使得發光二極體正式邁入了全彩時代，三年後，日本更進一步的研製出白色發光二極體，且經不斷改良後，使其發光效率高於傳統燈泡，使得發光二極體成為繼電晶體和雷射二極體之後，半導體技術再一次產生革命性的影響，目前全世界也積極朝向更高亮度的發光二極體發展。

當然，LED 的出現就是為了解決大量的照明問題，但其實 LED 的應用很廣，除了照明外也應用於很多產品上，因此在市面上已經有很多 LED 應用的例子了；通訊方面，像是現在人手一隻的手機，除了來電指示燈以外，螢幕、按鍵背光源和具有照相功能的閃光燈幾乎都已具備 LED，加上近幾年手機替換市場以全彩面板及數位相機為趨勢下使用大量的白光 LED，因此未來幾年通訊產品又以白光 LED 成長為最大；顯示器方面，正因為高亮度 LED 具備足夠的輝度，因此只要按照傳統 CRT 顯示排列原理，就可發揮全彩顯示的功能，但還是有其技術的瓶頸，因目前 LED 顯示器的顆粒較粗，不適合用於一般家庭及室內，多適用於戶外全彩大型顯示螢幕，如台北的新光三越站前廣場上的大型看板，常能吸引眾人的目光。隨著技術的成熟，待 LED 顆粒尺寸縮小以及顯示技術的提升，將有機會將 LED 帶入室內市場；交通方面，早有儀表及煞車燈在使用高亮度紅光 LED，而其

## 利用微光譜儀量測混光特性

他像尾燈、方向燈等也都有機會採用，而最常見到的，當然是隨處可見的紅綠燈！如果你有注意新設置的紅綠燈時，你會發現他的亮度比以前更清楚，燈號轉換也更快，用在紅綠燈上更可省下不少的電費，使用年限也更久，因此也成為政府鼓勵的對象；最後當然是最重要的照明方面，全球的照明市場每年以 5% 的成長率穩定成長，其中最容易進入民生市場的就是白光 LED，在技術成熟之際，將會逐漸取代白熾燈泡及日光燈，該兩項產品合計在照明市場占有一半的市場，以白光 LED 的後勁來看，他們之間的差距將會越來越小。

目前白光 LED 的生產方式有很多種，其中最常見的生產方式是利用藍光 LED 晶粒去激發黃色的螢光粉，其發光效率也最佳，但其光譜的紅色波段也較弱，所以此白光 LED 照射紅色物體會呈現弱橙色，因此必須做一些技術上的處理以解決色偏問題；另外也可在 ZnSe 基板加上藍光發光層，此種作法的優點在於不需螢光粉，可將成本壓低，也可在使用低電壓及低電流的條件下得到白光 LED，但缺點在於它的發光效率及壽命不及前述，且顏色也有點偏黃；至於 RGB 混光方法則是利用紫外光的 GaN 的 LED 去激發紅、藍、綠三色的螢光粉來產生白光，但他做出來的產品不容易一樣白，且因為是用三原色組成的，藉由調配各色比例可得到多彩 LED，因此該產品不能用於全彩的背光源，多用於多彩的背光源，又由於它的設計較複雜，成本也因此提高許多。

隨著 LED 的蓬勃發展，全世界包括台灣有越來越多的廠商投入研究，除了加強發光效率外，尚有許多問題待解決，像是現在新式的 LED 紅綠燈，綠燈綠中帶藍，紅燈則帶有深紅，就必須透過對 LED 的光譜特性做專門的研究，要求他的顏色是否純正，除此之外，需求也是人類進步的動力，相信過不久，LED 這炫風將會席捲整個世界的。

## 第二章 實驗內容

### 2-1、實驗架構

實驗架構如圖 8 所示，混光光源置於防外界光源干擾之自製光源黑色套筒之內，兩者組成一混光光源組，整套混光光源組再置於支架上。將左方混光光源組投射出來的光束，打在右方聚光鏡上，再被右方聚光鏡聚焦在傳導光纖中，進入微型光譜儀光學系統。光束經此光學系統做光譜分光，光譜分光後之光束成像在線型電藕合裝置(CCD)感測器上，而被 CCD 感測器所感測。CCD 感測器將光信號轉換為電子信號，此電子信號經資料處理器(A/D)轉換為數位式信號，再經個人電腦中之軟體進行分析，將最後結果呈現在個人電腦監視器上。若要測試濾光片的光譜特性，只要將濾光片置於混光光源組與聚光鏡之間即可。

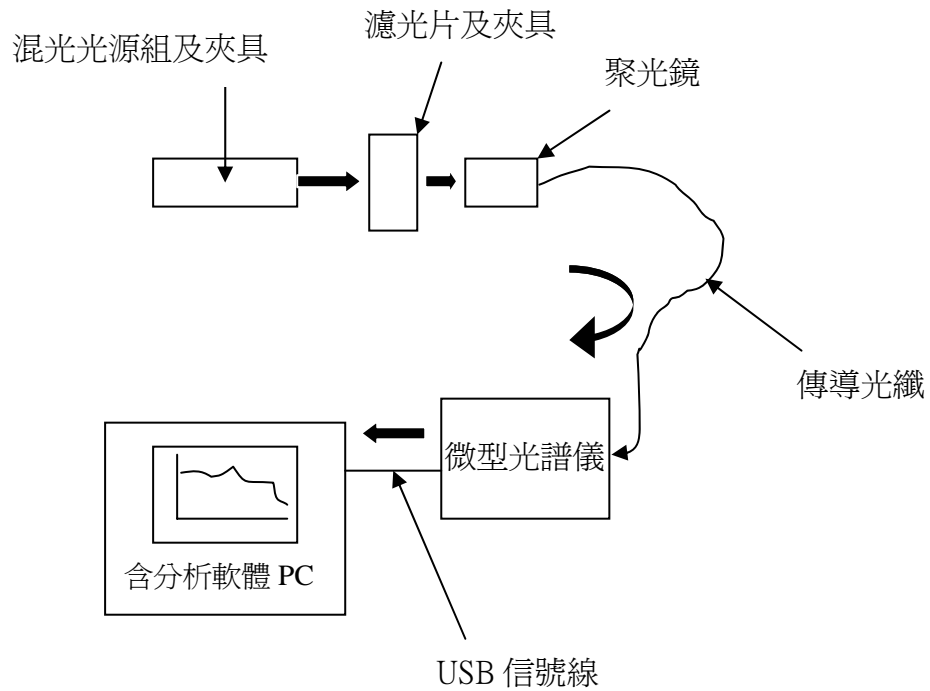


圖 8 實驗架構

## 利用微光譜儀量測混光特性

### 2-2、實驗器材：

實驗器材如圖9所示：

- 1.微光譜儀 USB2000  
(含 OOIBase32TM)
- 2.作業軟體電腦一部
3. 不透光的管子一個  
(本次實驗使用驗鈔筆的外殼)
- 4.直流電源供應器
- 5.黃、綠、紅、藍、白光 LED 各一個
- 6.數個 1K 歐姆電阻
- 7.彩色濾光片三個
8. 光纖一條(如圖10)
- 9.電工膠帶(電火布)
- 10.隱形膠帶
- 11.電線
- 12.鉗子(剝線鉗)
- 13.顯微鏡濾光片(如圖11)
- 14.藍、紫、綠玻璃紙數張



圖 9

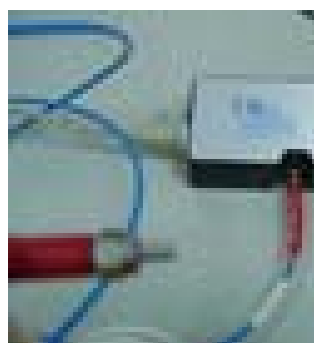


圖 10



圖 11

## 2-3、實驗步驟：

### 一、黃綠紅三色 LED 與玻璃紙

1. 分別將紅、綠、黃光 LED，各自加上一個電阻，並且用微光譜儀測出供給電壓 5V 時，三個 LED 各別的光譜。(如圖 12)
2. 將三色 LED 並聯，放入一不透光的中空管裡，在放出混色光線端貼上隱形膠帶使其能均勻混色。
3. 使用藍色玻璃紙，測量混光通過不同張數及黑暗環境中的光譜。
4. 使用紫色玻璃紙，測量混光通過不同張數及黑暗環境中的光譜。
5. 使用綠色玻璃紙，測量混光通過不同張數及黑暗環境中，以及調整電壓為 15V 的光譜。
6. 紀錄數據。

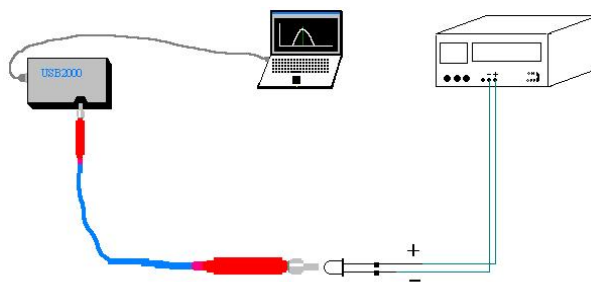


圖 12

### 二、紅綠藍三顏色 LED 的光譜

1. 分別將紅、綠、藍光 LED，各自加上一個電阻，並且用微光譜儀測出供給電壓 5V 時，三個 LED 的各別光譜。(量測架構如圖 12)
2. 將三色 LED 並聯 (如圖 13)，放入一不透光中空管，在放出混色光線端貼上隱形膠帶使其能均勻混色。(如圖 14)
3. 利用步驟 2 之三色混光分別加上紅、綠、藍色濾光片混色，測量光譜數據。(如圖 15)
4. 利用步驟 2 之三色混光加上顯微鏡濾光片混色，測量光譜數據。
5. 比較三個 LED (紅、綠、藍光) 各個單獨測出的光譜數據與混合光線後的光譜數據有何關聯。
6. 觀察三色光混合後與濾光片、混光合併一起時的光譜變化。



圖 13



圖 14

## 利用微光譜儀量測混光特性

### 三、白光 LED 的光譜

將白光 LED 加上一個電阻，並且用微光譜儀測出供給電壓 5V 時的光譜數據。(量測架構如圖 12)

1. 利用白光 LED 分別加上紅、綠、藍色濾光片混色，測量光譜數據。
2. 利用白光 LED 加上顯微鏡濾光片混色，測量光譜數據。
3. 比較白光與藍綠紅 (RGB) 混光數據之間的差異性。

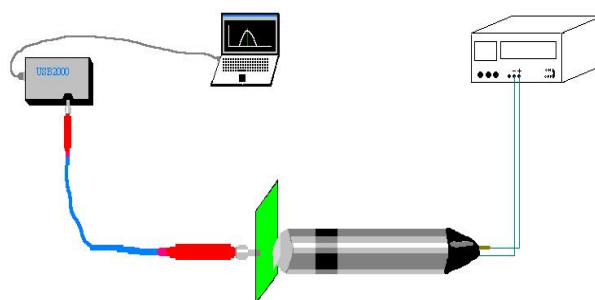


圖 15

※注意：三色光混色時，如其中一色的亮度太強，則需利用可變電組個別調電壓，並用儀器觀察亮度，使其三色能均勻混合。

利用微光譜儀量測混光特性

#### 2-4、實驗數據與分析：

首先將 OOIBase32TM 作業軟體所存下的數據利用 EXCEL 軟體做出光譜圖，測得的強度減去背景光再除於最大數值即相對強度，取相對強度為 Y 軸，波長為 X 軸，所繪製出的圖表即光源光譜，選取要比較的數據置於同一圖表。

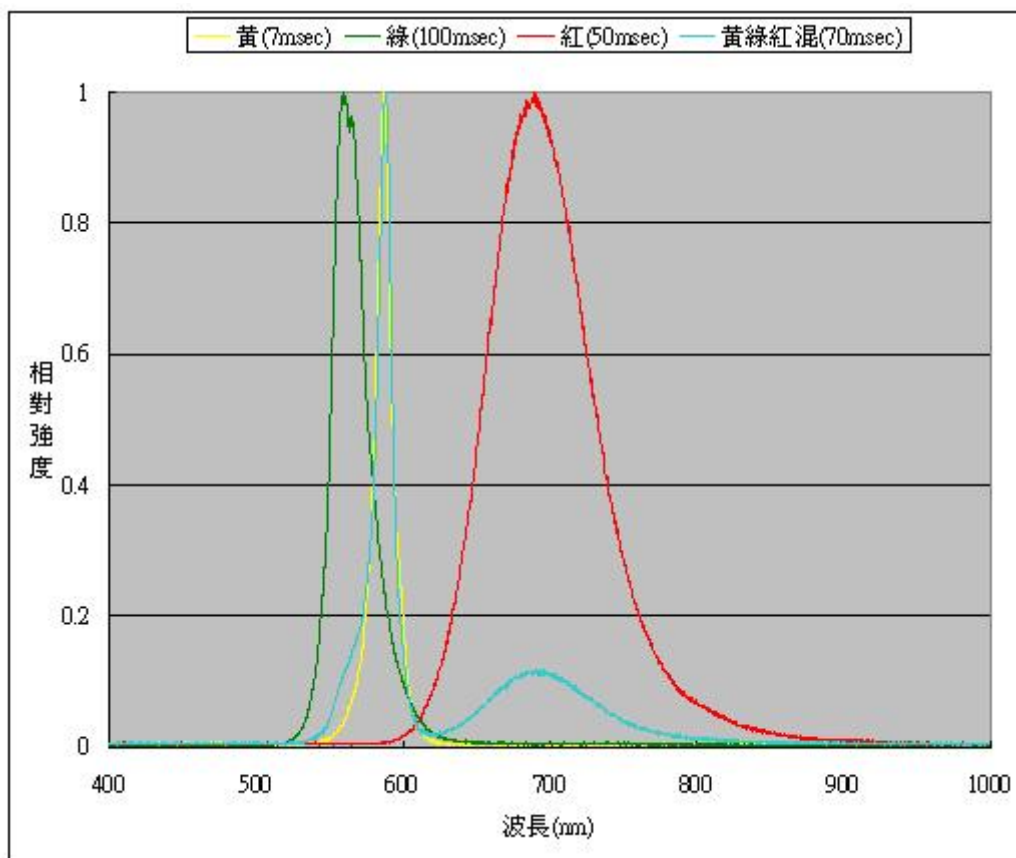


圖 16 黃、綠、紅三色 LED 混光光譜

圖 16 為黃光積分時間 7msec、綠光積分時間 100msec、紅光積分時間 50msec 下，三色 LED 分別測量與混合後積分時間 70msec 的光譜。

由於綠光和紅光的加法混色恰為黃光，所以波峰剛好與黃色線條波形疊合，但有向左右擴展的情形。

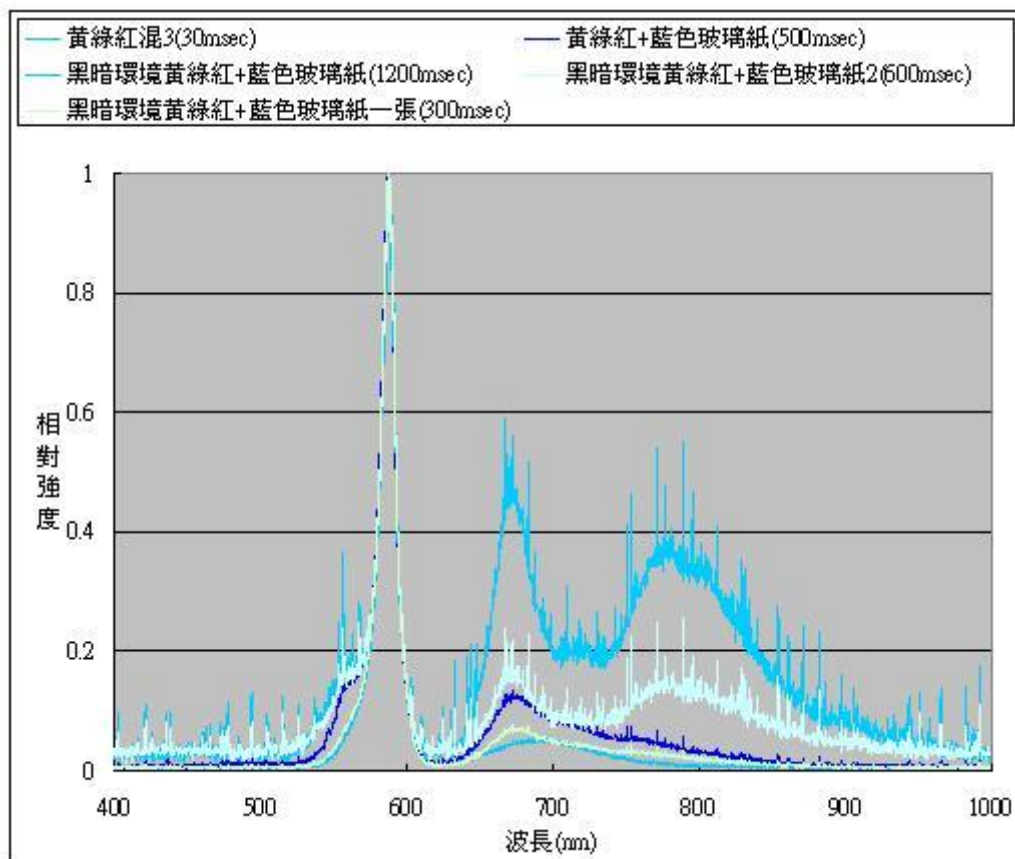


圖 17 混光與藍色玻璃紙光譜

圖 17 為黃綠紅三色混光後與藍色玻璃紙進行量測的圖形。分別為在室內燈光下四張玻璃紙積分時間 30msec；黑暗環境中六張玻璃紙積分時間 1200msec、四張玻璃紙積分時間 600msec 與一張玻璃紙積分時間 300msec。當黃綠紅三色的混光通過藍色玻璃紙，越接近藍光波長通過越多，另外當積分時間越高儀器越敏感，使得數據發生無法預期的偏差。使用一張和兩張的效果不同，越多張與原本的光譜差異性越明顯。



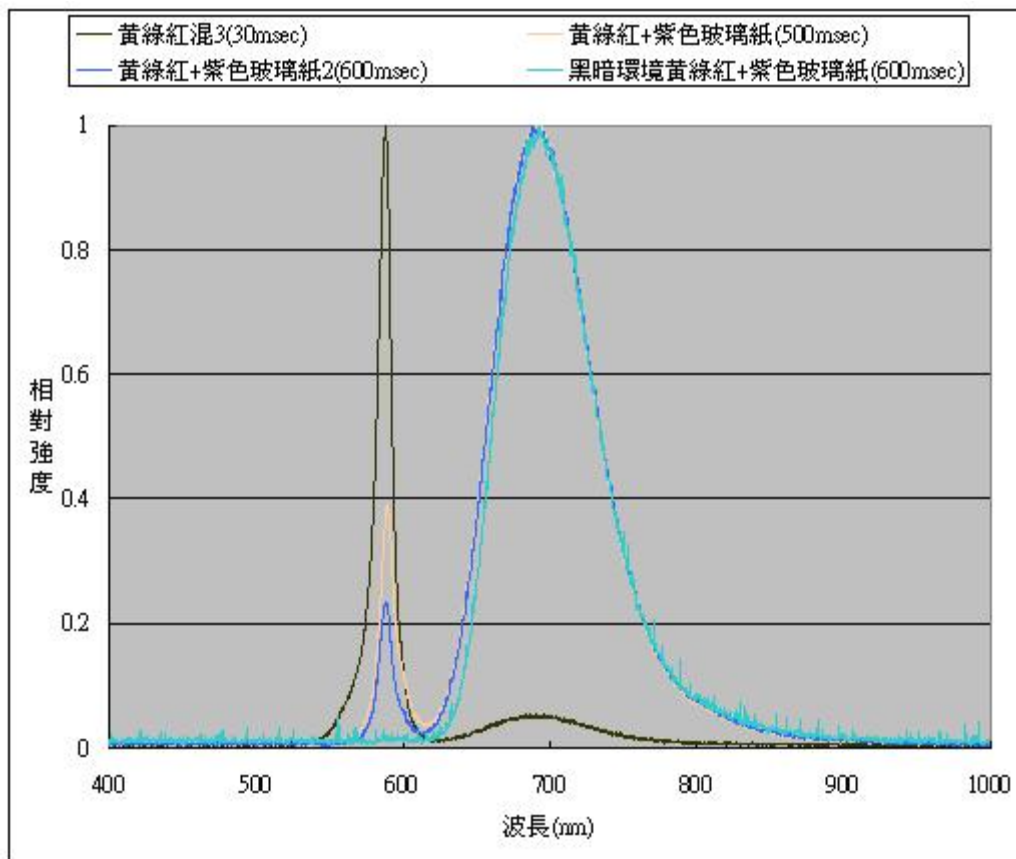


圖 18 混光與紫色玻璃紙

圖 18 為黃綠紅三色混光後與紫色玻璃紙進行量測的圖形。分別為在室內燈光下二張玻璃紙積分時間 500msec、四張玻璃紙積分時間 600msec；黑暗環境中八張玻璃紙積分時間 1200msec。

當黃綠紅三色的混光通過紫色玻璃紙，隨著張數增加，原本的黃光強度相對減少，使最後只有紅光通過，所以照射在白紙上時，眼睛會看到紅色影像。在此圖中，張數影響的效果最為明顯。

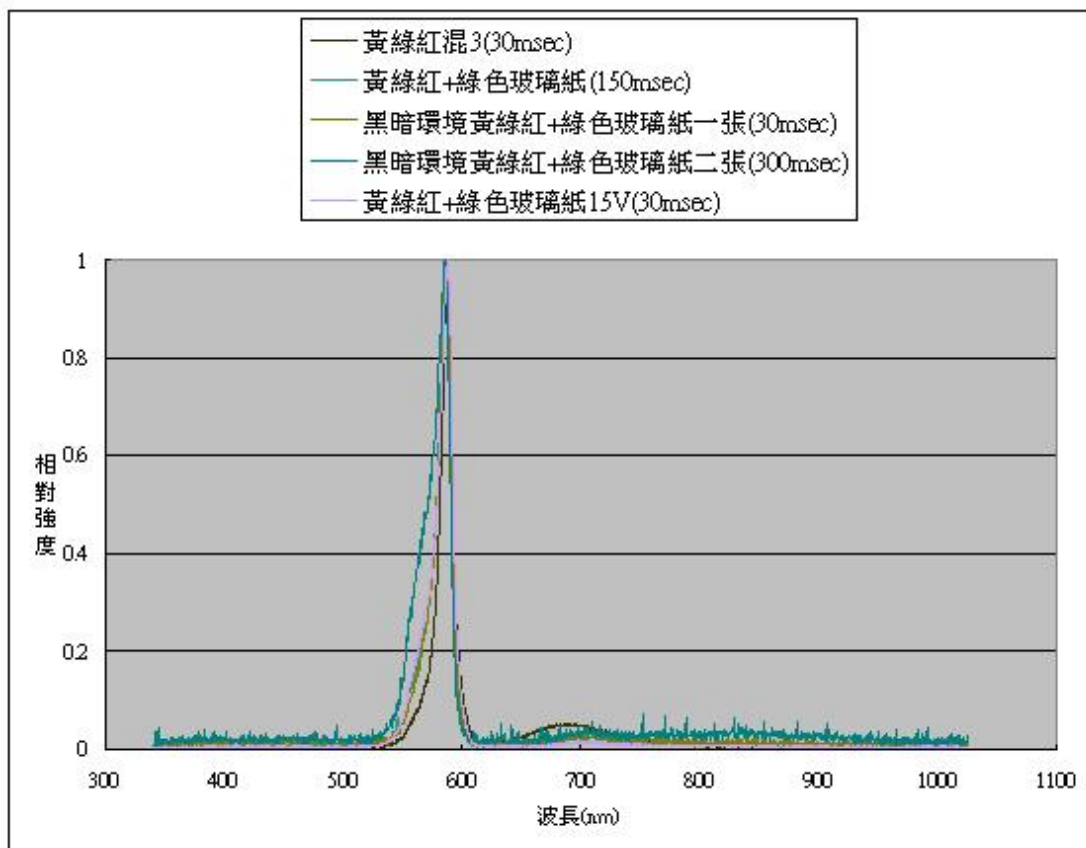


圖 19 混光與綠色玻璃紙光譜

圖 19 為黃綠紅三色混光後與綠色玻璃紙進行量測的圖形。分別為在室內燈光下一張玻璃紙積分時間 150msec；將電壓調至 15V 時一張玻璃紙積分時間 30msec；黑暗環境中一張玻璃紙積分時間 30msec，二張玻璃紙積分時間 300msec。當黃綠紅三色的混光通過綠色玻璃紙，越接近綠色光（波長 550nm）通過強度相對越強，而張數也有所影響，另外當施予電壓改變時，對其光譜沒有影響，只有改變絕對強度。由於在微光譜儀軟體中，有消除背景光的功能，所以是否在黑暗環境中並無影響。

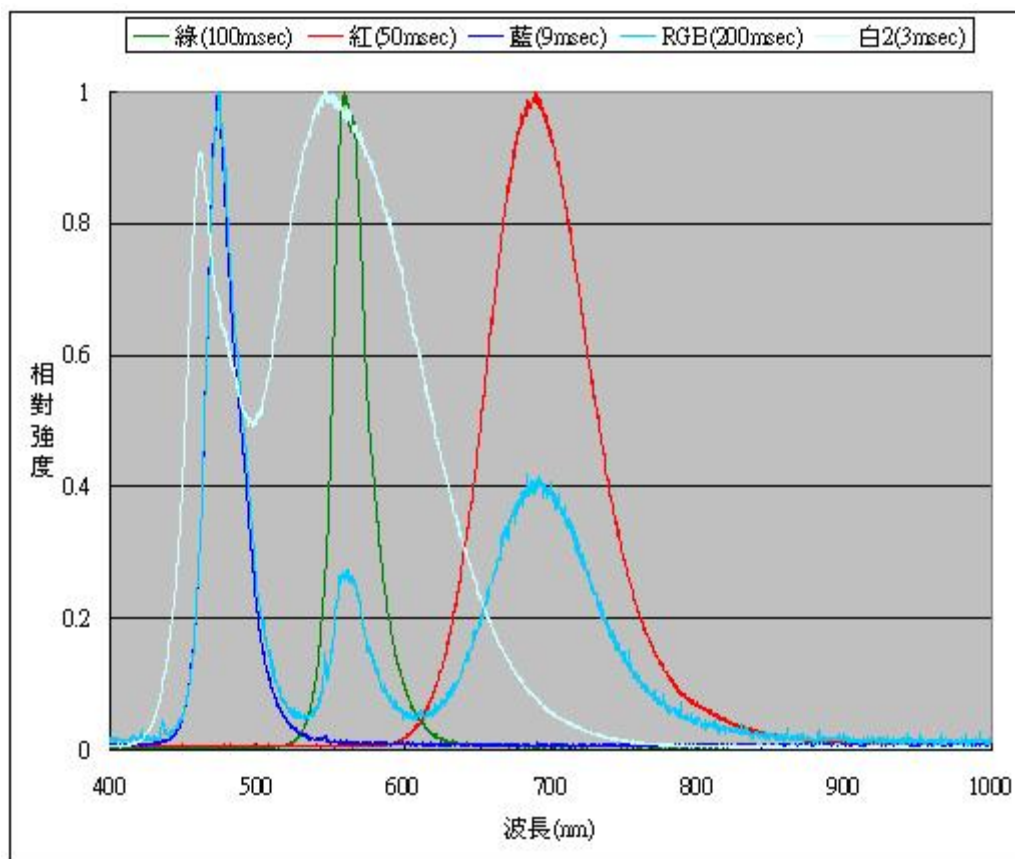


圖 20 紅、綠、藍三色 LED 混光與白色 LED 光譜

圖 20 為紅光積分時間 50msec、藍光積分時間 9msec、綠光積分時間 100msec、白光積分時間 3msec 下，分別測量及三色 LED 混光後積分時間 200msec 的光譜數據圖。

三個 LED 單獨測與混合光線後測數據有明顯的關係，混合後恰為三色單獨數據合併後的結果，只有交接處有部份混合。圖中附上白光 LED 光譜，比較結果發現除了有較廣的波段，沒有其他相連關係，可能是由於所選白光 LED 不是利用藍綠紅三色 LED 混合。

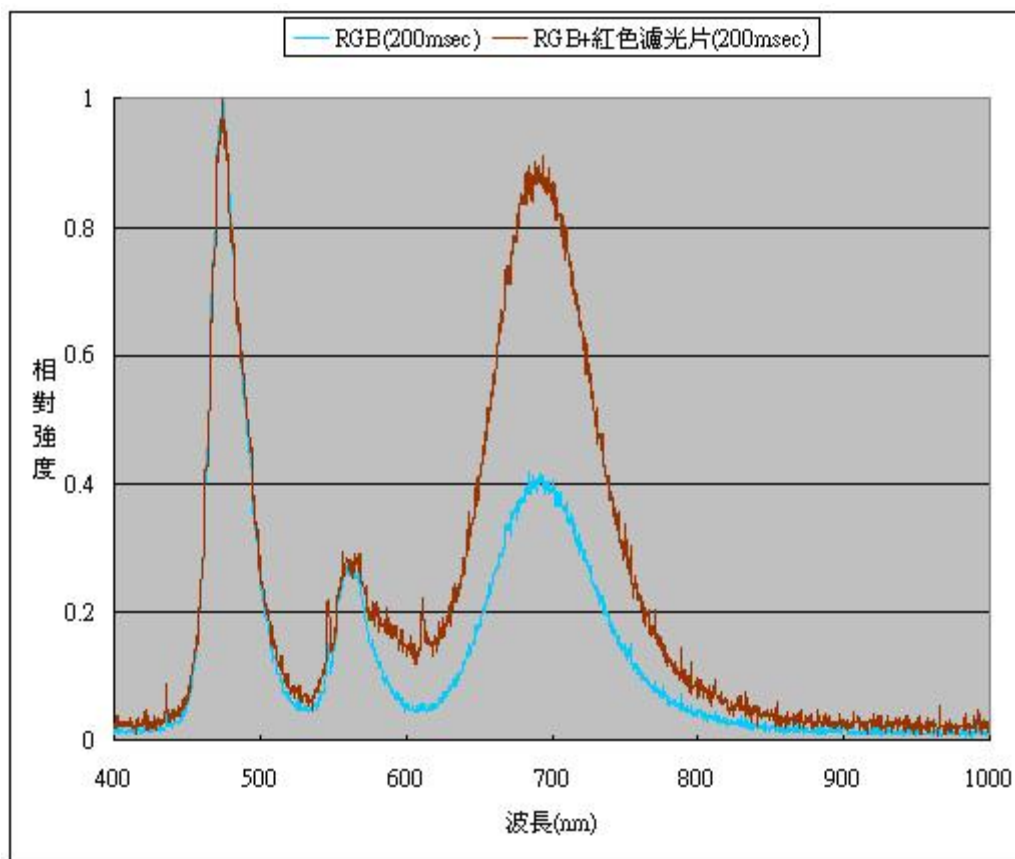


圖 21 混光與紅色濾光片光譜

圖 21 為積分時間 200msec 時，三色混光與加上紅色濾光片時的光譜。由圖可發現當混光通過紅色濾光片時，藍，綠光部分被吸收，使得紅光的相對強度增加。

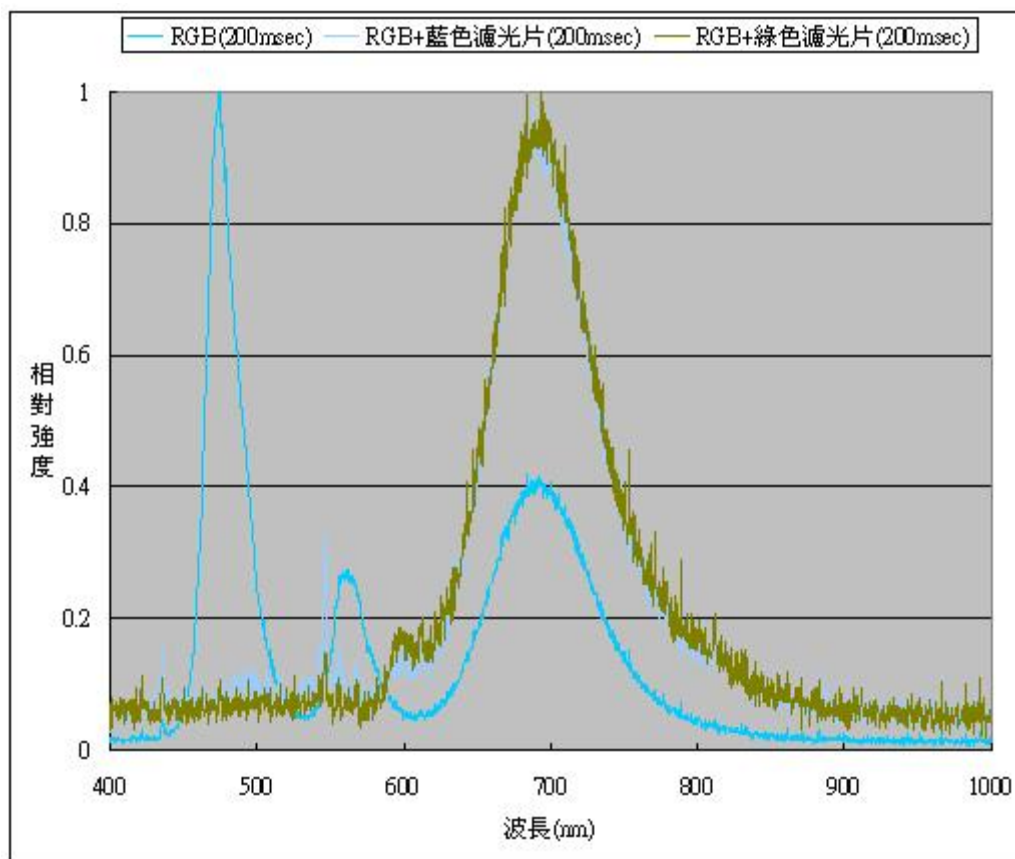


圖 22 混光與藍、綠色濾光片光譜

圖 22 為積分時間 200msec 時，三色混光與加上藍色與綠色濾光片時的光譜。當混光通過藍、綠色濾光片時，藍、綠光幾乎完全被吸收，光譜變為單一波峰圖形，另外由實驗數據發現，藍、綠色濾光片產生效果一樣，由此可發現由於濾光片的顏色會隨觀察角度改變，所以只有從數據結果才知其屬性。

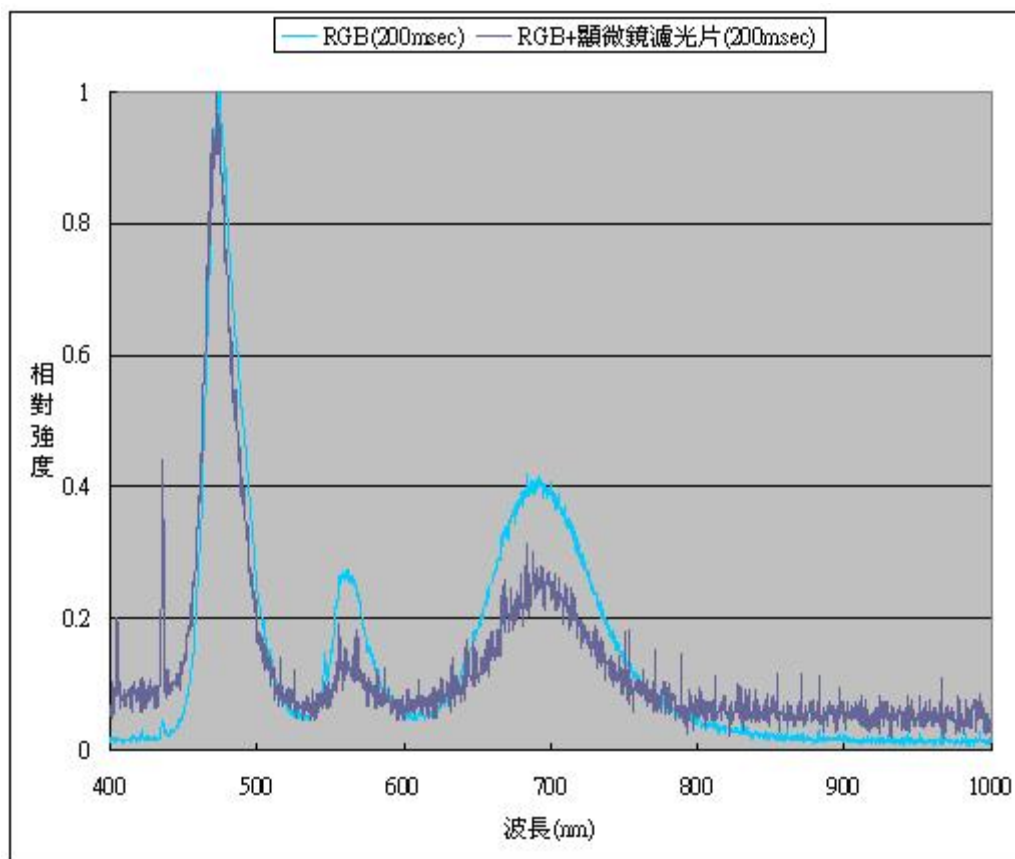


圖 23 混光與顯微鏡濾光片光譜

圖 23 為積分時間 200msec 時，三色混光與加上顯微鏡濾光片時的光譜。當混光通過濾光片時，顯微鏡濾光片會使顏色光向紫光偏移，故其濾光片之光阻應屬於偏紫色系

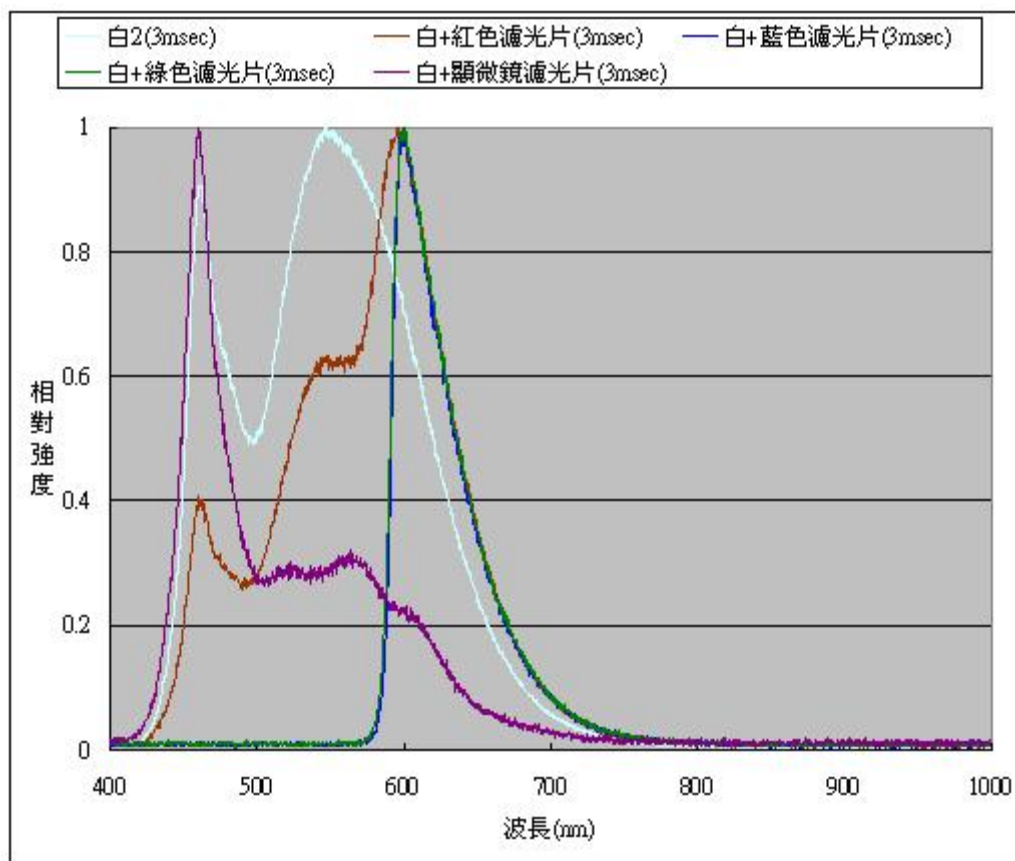


圖 24 白色 LED 與紅，藍，綠色濾光片光譜

圖 24 為積分時間 3msec 時，白光與加上四種濾光片時的光譜。明顯看出濾光片可將不需要的波長過濾掉，只留下未被吸收的光線。濾光片可將需要的光突顯出來。

補充：

- 1、混合光線與白光除了因 LED 的材質不同，例如，塑膠層的透光性會使混光不完全，造成數據誤差外，其他的情形皆與光線具有的特性相同。
- 2、在測量藍、綠色濾光片時發現，當濾光片角度改變時，其光譜圖形會維持形狀左右平移。
- 3、在疊合藍、綠色濾光片進行測量中，發現其結果與單獨一片結果相同。

### 第三章 結論

- 1、利用 OOIBase32TM 作業軟體的去背景光功能，可以把背景光影響很方便的減到最小。
- 2、在使用 OOIBase32TM 作業軟體量測光譜時，積分時間不同只會影響絕對強度，對以相對強度為 Y 軸的光譜圖沒有影響，但當積分時間太高會使儀器過於敏感，容易造成不可預期的光譜誤差。
- 3、玻璃紙可以把自己本身顏色外的光過濾掉，僅使接近自己本身顏色的色光通過，經由重疊玻璃紙，可使效果更為明顯。而濾光片無法直接由顏色判斷，必須經由實驗才能知道其屬性，且不能利用增加濾光片使效果加強。
- 4、從白光由三原色光線混合的理論下手，三色混光比白光更加明顯看出加上濾光等儀器的影響與變化，可能因選用的白光 LED 非真正三色混光的白光 LED，而是偏藍光區的白光，所以比對結果略有不同。其餘光線與濾光的反應皆有相同變化。
- 5、良好的濾光片可以把需要的波段留下，將不要的波段完全過濾掉。

我們在電腦液晶顯示器上的螢幕，之所以可以看到呈現彩色的、立體的，主要是因為濾光片的緣故，濾光片藉由濾掉某些色光的波長，可使白光分開產生各種顏色光，再經由視神經的整合，而有彩色的視覺映入大腦；立體的，則藉由角度上的配合來製造立體的影像；各顏色光的混合，可以產生各種不同波長的光，再藉著這些理論上的應用，便可以產生更多生活上的便利以及福祉，我們的實驗，使用各種光混合而成單一色光，藉著觀察以及進一步的運用，透過濾光片，使我們的混光可以得到更多的應用。



## 致謝

本篇論文感謝國科會(NSC-94-2622-E-035-014-CC3)經費的支援得以完成，在此特別誌謝。

## 參考文獻

- (1) 陳益峰，「適用於彩色濾光片量測之微型光譜儀研製」，華梵大學機電工程研究所碩士論文，民國九十一年六月。
- (2) [http://www.personal.stu.edu.tw/lgjuan/colour\\_theory\\_w1.htm](http://www.personal.stu.edu.tw/lgjuan/colour_theory_w1.htm)
- (3) <http://www.ihwa.com.tw/color.htm>
- (4) <http://www.printinfo.com.tw/km/details.php?id=72>
- (5) <http://pei.cjjh.tc.edu.tw/wwwboard/messages/107.html>
- (6) <http://myweb.ncku.edu.tw/~n7892123/light%20lecture-01.htm>
- (7) USB2000 user manual (宗豪科技公司代理)
- (8) <http://www.me.hfu.edu.tw/course/subject/19.doc>