

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學科(二)科

佳作

052408

膽固醇型液晶薄膜應用於抗藍光暨紅、紫外線之
研究

學校名稱：高雄市立高雄女子高級中學

作者： 高一 劉宜蓁 高一 方品媛	指導老師： 呂雲瑞 謝東瀛
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：膽固醇型液晶、抗藍光、紫紅外線

摘要

本研究以三種膽固醇型液晶為主體，摻混不同比例的 5CB，具有以下優點：在 15~40°C 內顏色穩定、溫寬大，有效反射藍光，阻擋紫、紅外線。統整下列五點結論：

- 一、溫度區間內，液晶(3)及液晶(5)有穩定三原色變化：薄膜厚度為 0.058mm，面積 1cm²。
- 二、單一色系溫寬最大的組別：液晶 1 藍、液晶 5 綠、液晶 8 紅。
- 三、可見光最高兩根吸收峰值(455nm、藍；555nm、黃綠)：液晶 5 最佳。
- 四、摻混 5CB 後反射強度：液晶 3 藍、液晶 1 綠、液晶 3 紅。吸收度最佳：液晶 1、5 藍、液晶 1 綠、液晶 5 紅。
- 五、降低紫外線指數最佳組別：液晶 3(未加 5CB)，最佳顏色：藍 > 綠 = 紅。紫外線吸收最佳比例(組別：液晶 X)：吸光值 0.896。紅外線吸收最佳比例(組別：液晶 Y)：吸收率 42%。

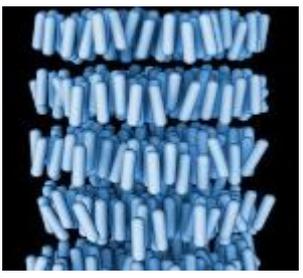
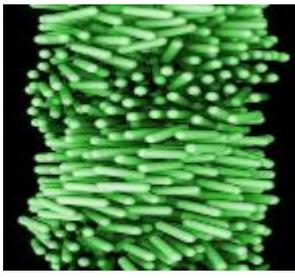
壹、研究動機

自從西元 1888 年奧地利植物學者弗里德里希·理察·萊尼澤(Friedrich Reinitzer)發現所合成的**苯甲酸膽固醇酯 (Chelesteryl benzoate)** 竟有兩個「熔點」：在 145°C 時，熔解為一種混濁的液狀物；達 179°C 時，又突然變為一般的透明液體。德國物理學者 Lemann 取得此樣品，以偏光顯微鏡確認其為「有組織方位性的液體」，即「結晶液體」(crystalline liquid)。經過數年的研討，終於確定此一「混濁液狀物」在學術上的地位，即今日所謂的「液晶」。

「液晶」為一種兼具液體與晶體特性的材料，由於具有誘電與特殊的光學性質，當受到光、熱、電場、磁場等外界刺激時，分子的排列容易發生變化，造成液晶材料明暗對比的改變或顯現出特殊的光學效果，若作成顯示器，將擁輕薄短小、容易攜帶且不佔空間等優勢。

液晶分為**向列型、層列型、膽固醇型三種排列方式**，液晶分子的排列存在一定的秩序性，會傾向平行於某個特定的方向排列，形成光學性質上的差異。

表(一)：液晶分子排列

		
向列型液晶	層列型液晶	膽固醇型液晶

(資料來源：http://beautifulchemistry.net/s08_liquid_crystals.html)

本實驗挑選膽固醇型液晶作為其研究材質，其好處可大致分為下列三點：

- 一、**不需背光源**：克服一般面板亮度不夠高的缺點，膽固醇液晶採用環境光，且因為亮度高，即使在戶外大太陽底下使用其畫面亦十分清楚。
- 二、**不需再加上偏光膜**：膽固醇型液晶本身具有旋光性、選擇性光散射、圓偏光二色性等光學上的性質，使得這型液晶可以克服偏光的問題，約可降低液晶顯示器 15% 以上的成本。
- 三、**節省能源及電力的消耗**：因為用膽固醇液晶只有在啟動的時候才耗電，平時靜止的畫面是不會耗電的；同時因為膽固醇液晶具有記憶的功能，即使拔掉電池，在沒有電力的狀況下亦會持續顯示，這也是膽固醇液晶適合用於電子書及戶外看板的主要原因；對於手持式電子產品而言，省電是必須的條件，而反射式液晶面板大約比穿透式液晶面板節省 1/50 ~ 1/100 的用電量。

貳、 研究目的

目前膽固醇型液晶主要應用於可撓式面板，像電子紙、室外看板、企業辨識標籤等等……膽固醇液晶亦稱為 ChiralNematic Liquid Crystal，其材料組成來源包括純粹的膽固醇液晶、添加旋光劑之向列型液晶或是添加膽固醇液晶分子之向列型液晶。此外，液晶材料受到光、熱、電場、磁場等外界刺激時，膽固醇分子的配列容易發生變化，造成液晶材料明暗對比的改變或顯現出其它特殊的電氣光學效果。

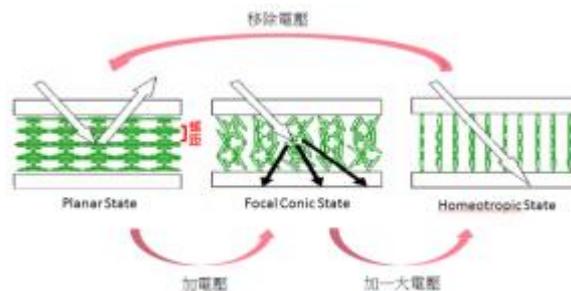


圖(一)：電子紙應用情境圖

資料來源：工研院 IEK(11/2009)

一、膽固醇型液晶雙穩態

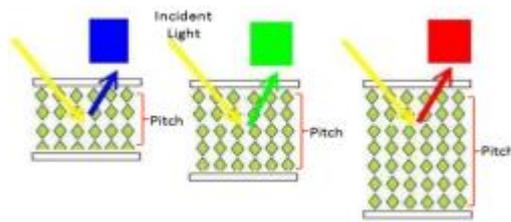
膽固醇液晶在自然存在狀態下有兩個穩定的狀態，其中一個為 planar state(平面螺旋型)液晶排列整齊可以反射特性波長光線的狀態，通常稱為亮態；另一個狀態為 focal conic(垂直螺旋型)液晶則為混亂排列會將入射光線散射，通常稱之為暗態。此外還有另一個過渡態則為 homeotropic state (垂直排列型)液晶則全部垂直排列，光線全部穿透，如下圖示所示。這三個狀態可以透過加諸在膽固醇型液晶的能量進行改變，當膽固醇型液晶處於 planar state(平面螺旋型)時候則可以施加以較小電場或是熱可以改變到 focal conic state(垂直螺旋型)。當施加以較高電場時候則可以將液晶全部垂直排列轉換成 homeotropic state(垂直排列型)，此時若將電場快速移除則液晶回覆到 planar state，若電場移除則液晶回覆到 focal conic 狀態。



圖(二)：膽固醇型液晶雙穩態

二、紅、綠、藍三原色反射原理

傳統液晶螢幕一直需要電壓來維持分子的排列，然而膽固醇型液晶的雙穩態，也就是分子排列有兩種穩定的狀態，只有切換資訊時需要提供電場。這類的分子在不同的排列下就如同不同的晶格，可以反射特定的波長。

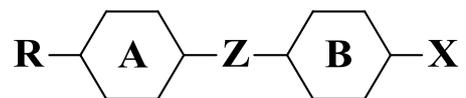


圖(三)：膽固醇型液晶三原色反射原理

膽固醇型液晶材料與目前普遍採用之液晶種類不同，藉由不同的成分調配與厚度控制，產生出紅、綠、藍等顏色，即可呈現彩色的顯示效果，它屬於反射式的液晶，可利用外界環境的光源來顯示影像，不需要背光源。

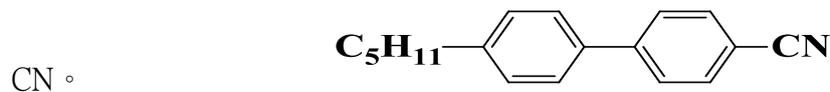
二、5CB(4'-正戊基-4-氰基聯苯)向列型液晶

目前產業上常使用的液晶化學結構，如右圖四所示。



圖(四)：產業常用液晶結構式

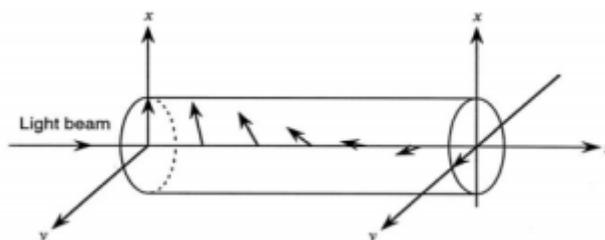
R 為側鏈基，X 為末端基，Z 為連接基，A 和 B 為芳香環或飽和脂肪環，或是雜環，其中 A、B、Z 構成液晶的核心構造。本實驗中摻混液晶：向列型液晶 5CB，是單一種分子的純物質，nCB 是側鏈基 R 為烷基團，A 和 B 皆為苯環，中間僅以單鍵連接，末端 X 基為氰基團



圖(五)：本實驗使用之 5CB 向列型液晶結構

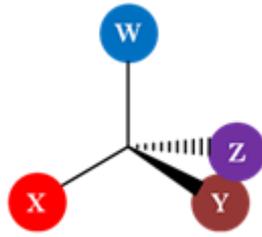
三、膽固醇型液晶旋光性的影響

膽固醇型液晶材料含有旋光(chiral)分子結構，起因於旋光劑中有一個或一個以上的不對稱碳原子造成，使光的偏振態平面隨著傳播而不斷旋轉，此效應稱之為旋光性(optical active)，其旋轉的方向會與光反射的方向呈現固定的關係，可以為左旋或右旋排列。在電磁學中被發現旋光比率與反射波長有關，且與液晶材料成分及比例不同造成的色散效應亦有關。



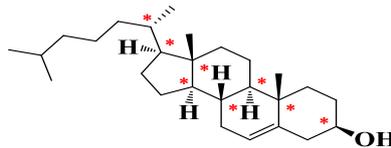
圖(六)：光反射方向與其偏振態平面旋轉之關係

一個碳原子連接 4 個不同的原子團(W、X、Y、Z)者，則為一個對掌中心，亦可稱「對掌性碳」。



圖(七)：不對稱中心(對掌中心)

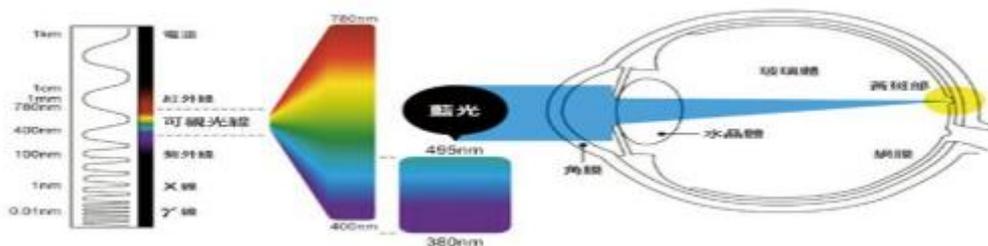
本實驗選用的液晶具有類似膽固醇(Cholesterol)的主結構，其旋光性以*表示如下。



圖(八)：膽固醇型液晶主體

三、生活中的有害光源

進行光合作用的葉綠素吸收的光波主要是紅光(波長 620~750nm)與藍光(波長 476~495nm)，尤其是紅光最為重要。所以用紅光照射植物，植物會長得最好。藍光也不錯，不過如果只是用藍光沒有紅光，植物不會長得太好。葉綠素完全不吸收綠光（那就是為何它是綠色的！）跟黃光，所以用這兩種光照射，植物會長得很不好。紅光是波長比紅外線短的可見光，兩者波長相近皆能產生熱量，液晶吸收紅光穿透率最低者，擋熱效果最佳。光線分成可見光與不可見光，紅外線、紫外線屬於不可見光，紅橙黃綠藍靛紫光屬於可見光，射入黃斑部時形成影像與顏色，所以人體才有了視覺。紅外線會產生熱能，可能造成眼睛灼熱、燒傷。紫外光(UV)被角膜和水晶體阻擋、吸收，水晶體隨時間老化、混濁，形成白內障。藍光則是能量較強的可見光，包括藍、靛、紫光，它穿透角膜與水晶體直射入黃斑部，造成黃斑部感光細胞的損傷，年老性黃斑部病變就是老化形成的疾病。可見光中紫光波長接近紫外光，利用液晶對紫光的遮蔽效果，達到如同阻擋紫外光減少對人體皮膚的傷害。



圖(九)：藍光波長範圍暨傷害視網膜原理

四、本研究五個主要研究方向

(一)在室溫與液晶螢幕工作溫度區間(選取 15~40°C)內，調配出不同類型之膽固醇型液晶三原色並估算薄膜厚度。

(二)利用電壓調控溫度，找出單一色系最大溫寬與變色時間之液晶比例(組別)。

(三)以白光 LED 為光源，量測可見光譜中波長變化，測試膽固醇液晶遮蔽藍光效率。

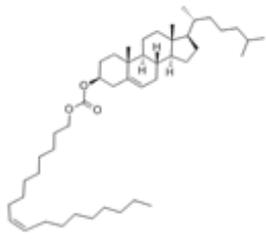
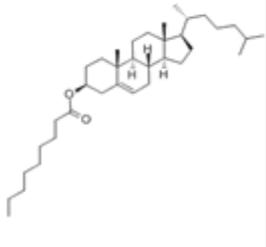
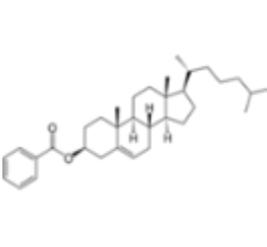
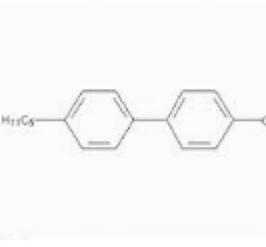
(四)挑選較佳組別，摻混向列型液晶 5CB 後，灌入液晶盒內，強化液晶流動性及反射強度。

(五)紀錄反射、穿透、紫外可見光譜，交叉比對藍光、紫外光區、紅外光區和紫外線指數遮蔽效果。

參、研究設備及器材

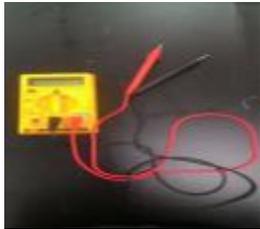
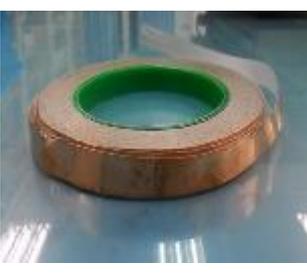
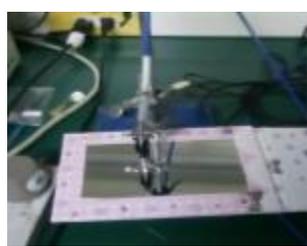
一、不同類型之膽固醇液晶

表(二)：本研究使用之實驗藥品

中文名	膽固醇油醇碳酸酯	膽固醇壬酸酯	膽固醇苯甲酸酯	5CB(4'-正戊基-4-氰基聯苯)向列型液晶
英文名	Cholesteryl oleyl carbonate	Cholesteryl pelargonate	Cholesteryl benzoate	4-Cyano-4'-pentylbiphenyl
狀態	液體	固體(粉末)	固體(粉末)	液體
分子式	$C_{46}H_{80}O_3$	$C_{36}H_{62}O_2$	$C_{34}H_{50}O_2$	$C_{18}H_{19}N$
結構式				
圖片				

二、研究器材

表(三)：本研究使用之實驗設備

電源供應器	FTO 導電玻璃	三用電表
		
類比數位可見光譜儀	紅外線電子溫度計	ITO液晶盒
		
紫外線可見量測儀	封膠用UV燈	3M百格測試用膠帶
		
紫外線量測儀	LED光源	導電銅箔
		
加熱板	穿透光譜測量裝置圖	反射光譜測量裝置圖
		

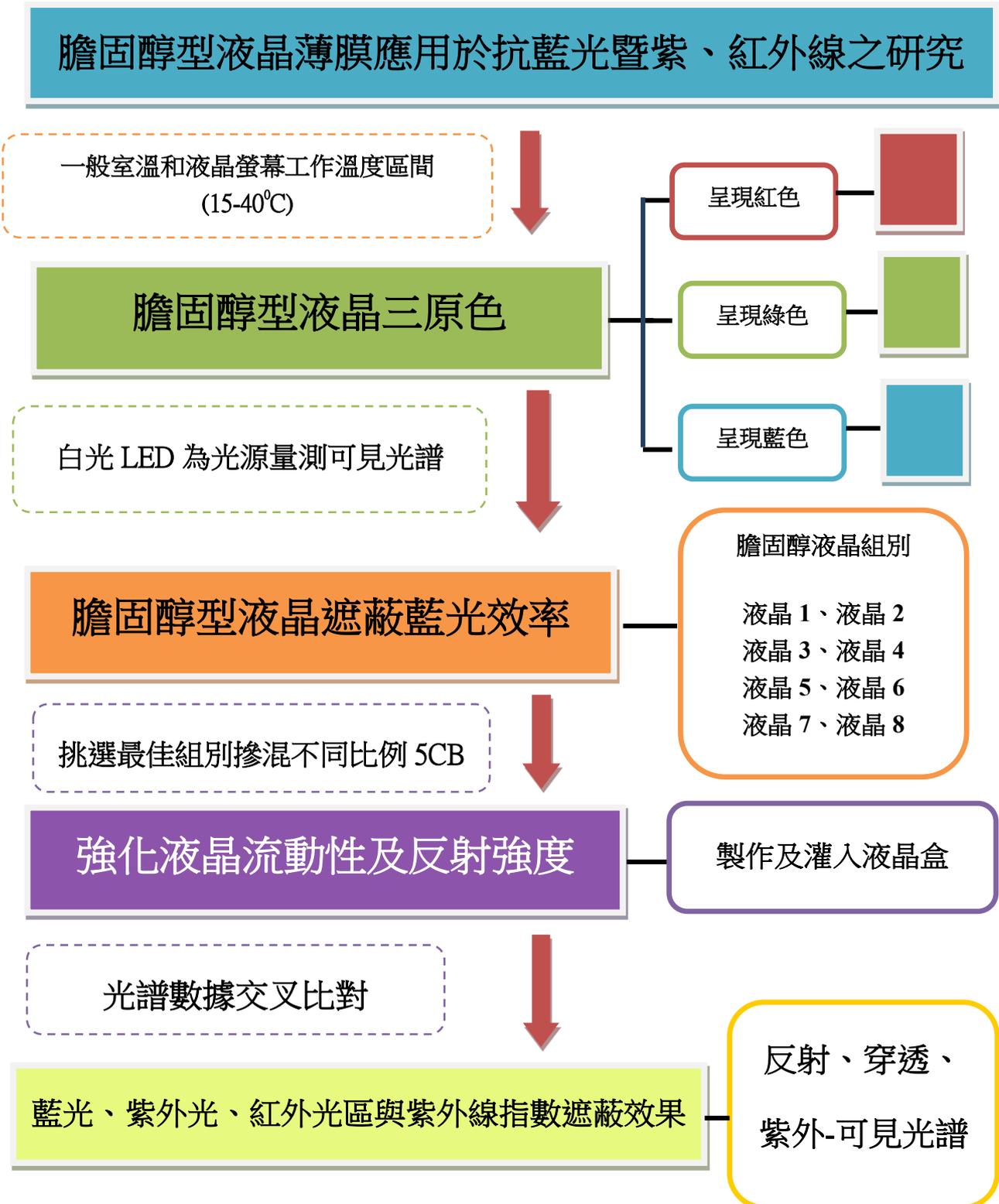
導電玻璃與液晶盒材質

FTO 是在氧化錫(tin oxide)中摻雜氟(fluorine)，稱為 fluorine-doped tin oxide，簡稱 FTO

ITO 是在氧化錫(tin oxide)中摻雜碘(iodine)，稱為 indium-doped tin oxide，簡稱 ITO

肆、研究過程或方法

一、研究流程圖



二、實驗步驟

(一)膽固醇型液晶樣本製作

1. 取一空試管放置於電子秤上，首先加入膽固醇苯甲酸酯(粉狀)，倒入膽固醇壬酸酯(粉狀)，將膽固醇油醇碳酸酯(液態)滴入，加熱板隔水加熱，直到藥品完全變為液態，如圖(十)所示。



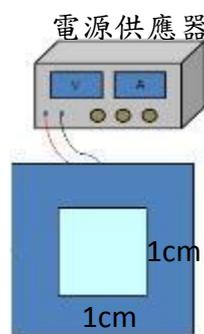
圖(十)：膽固醇型液晶隔水加熱

2. 使用三用電表找出FTO導電面，並在導電玻璃兩旁貼上導電銅箔，外接電源供應器後，便完成初步準備工作。

3. 將液態的液晶從高溫中取出，此時液晶迅速冷卻轉變為膠狀。由於膠狀物質難以均勻塗抹，我們想出以下方法：塗抹過程中，FTO玻璃導電面向上，相互對邊以膠帶封住並固定於桌面上，液晶厚度由膠帶控制，類似液晶製作的間隔材，本實驗採用3M百格測試膠帶(國際認證標準0.058mm)，並控制塗抹面積1平方公分，於中間未貼膠帶面上滴入液晶，用玻璃棒推拉把膠狀溶液塗布均勻，如圖(十一)所示。



圖(十一)：塗佈液晶於FTO導電玻璃



圖(十二)：調控溫度裝置

4. 多次嘗試後，分別調配出8種不同比例的膽固醇型液晶，塗佈於導電玻璃導電面上，測量

液晶溫寬(升降溫)，使液晶分別呈現光之三原色，記錄其電壓與溫度的變化。

(二)測量液晶溫寬(升降溫)

1.升溫方式：利用電源供應器，在液晶面板兩端分別夾上鱷魚夾後調至適當電壓，待到顏色轉變利用紅外線偵測器測量溫度。

2.降溫方式：我們以製作冷劑(冰:食鹽=3:1)方式測量，在燒杯內裝約 8 分滿的冰塊，加入食鹽，燒杯上覆上一黑色薄紙方便觀察。待到顏色轉變利用紅外線偵測器測量溫度。

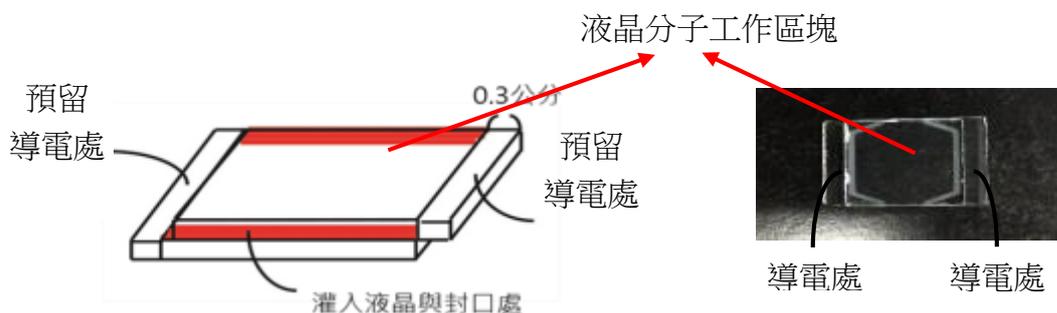


圖(十三)：升溫方式示意圖



圖(十四)：降溫方式示意圖

(三)ITO 液晶盒製作與灌入



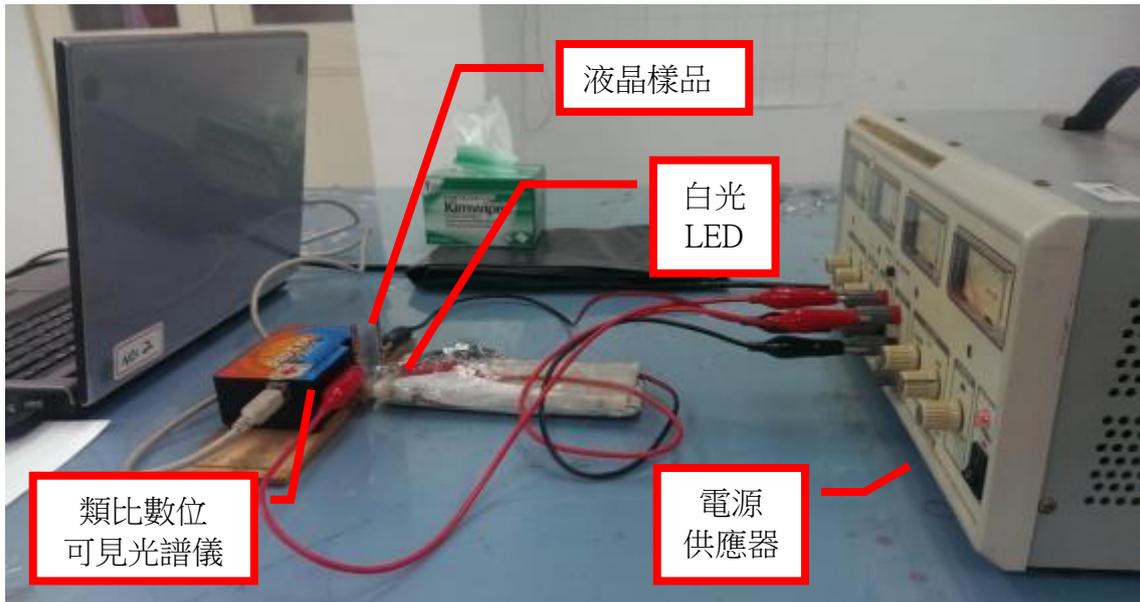
圖(十五)：液晶盒示意圖

- 1.兩片ITO導電玻璃的導電面對，中間隔著7.5um的塑膠片。
- 2.兩邊留有空隙，用UV膠黏合，再用UV燈照至乾燥。
- 3.將液晶兩端夾上長尾夾垂直置於加熱平臺上，同時將配置好的藥品加熱直至液態。
- 4.將變成液態的藥品均勻塗抹於液晶盒上部，利用毛細現象使藥品逐漸布滿整個液晶盒。
- 5.在液晶盒兩端封膠，利用 UV 燈源照射使封膠乾燥。
- 6.最後在液晶盒兩端貼上銅膠及電線，方便實驗。

(四)可見光譜測量

- 1.將白光 LED 開啟並以黑布校正，確認類比數位可見光譜儀沒有發生錯誤。

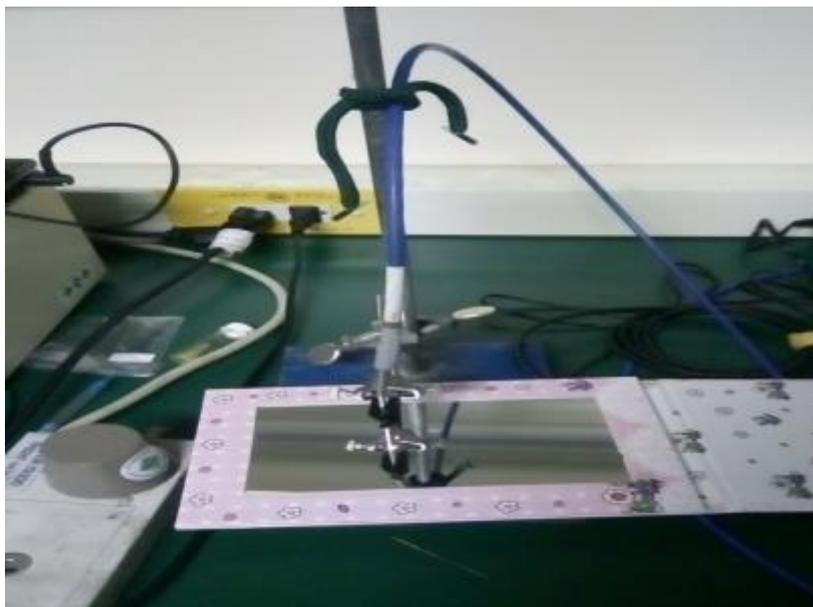
2.將液晶樣品置於載物臺上，並與光譜儀垂直排列，觀測電腦螢幕上的光譜，進行數據判讀。



圖(十六)：可見光譜裝置

(五)反射光譜測量

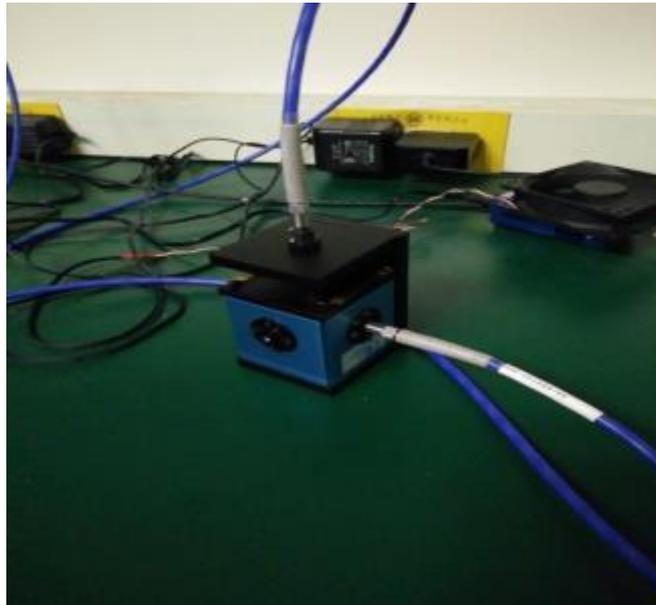
- 1.校正後，積分時間的值設定於4000以下，平均次數與平滑度設定為10，且要去除暗噪音。
- 2.儲存原始光譜後關掉燈源再儲存暗光譜。
- 3.去除暗光譜後開始測量。



圖(十七)：反射光譜裝置

(六)穿透光譜測量

- 1.積分值調整至波峰靠近4000，平均次數調整至10，平滑度：調整至10。
- 2.扣除暗噪音，打開燈源，存值參考光譜(此強度設定為100%)。
- 3.關掉燈源，存值暗光譜(此強度設定為0%)，扣除暗光譜。
- 4.調整手動設置放大區域將X軸最小/大值，調整成(Min:300/Max:800)的範圍
- 5.打開光源，確定預測波段的強度皆為100%，開始量測。



圖(十八)：穿透光譜裝置

(七)紫外線指數測量

- 1.把紫外線強度計平置於太陽光中，紀錄其 UV 強度(指數)。
- 2.設置空白組實驗，將玻璃置於感測區上，紀錄數據。
- 3.將各液晶樣品置於感測區上，觀測螢幕上的數據，進行判讀。

表(四)：紫外線指數測量原理與裝置



(八)紫外-可見光譜吸收測量

- 1.找出液晶及合適有機溶劑後，裝入試管，再以震盪器震盪一分鐘，使溶液均勻混和。
- 2.將瓶內裝約七分滿的有機溶液，以震盪器震盪一分鐘，確保瓶內無其餘雜質，重複兩次後，用拭鏡紙擦乾瓶身。
- 3.兩瓶皆裝有機溶液，放入紫外-可見光譜儀以獲得初始值。
- 4.重複步驟 2 後，一瓶裝有機溶液，另一瓶裝待測溶液，置入後關上蓋子，靜待數分鐘即可獲得數據。

表(五) 紫外-可見光譜測量

	
以震盪器震盪清洗瓶子	紫外 - 可見光譜儀

伍、研究結果

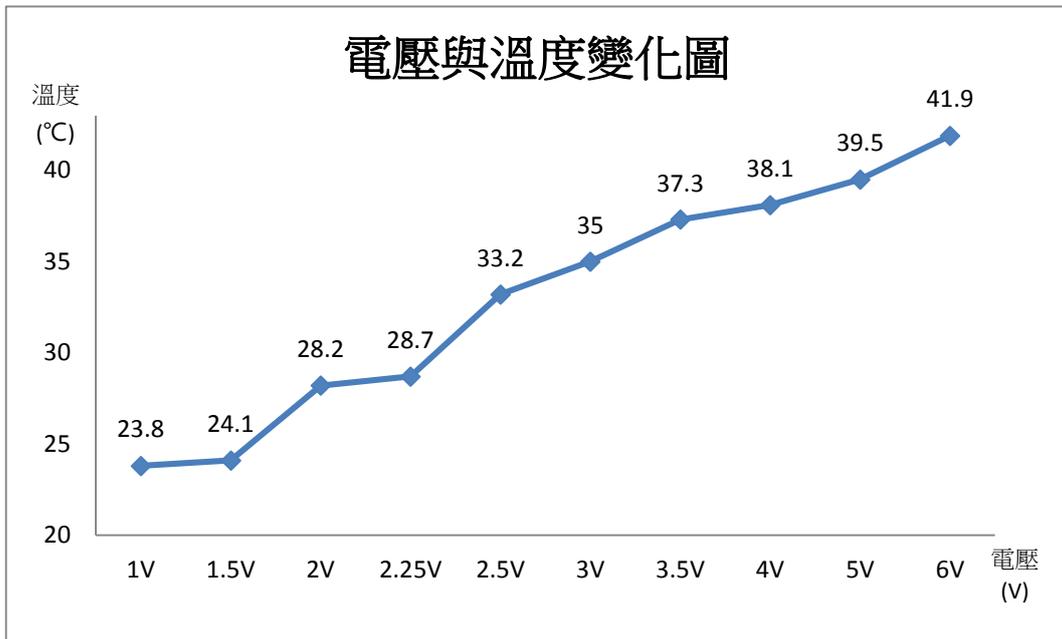
一、本實驗調配出不同比例之膽固醇型液晶實驗組別

表(六)：不同比例之膽固醇型液晶

藥品種類 組別	膽固醇 油醇碳酸酯	膽固醇 壬酸酯	膽固醇 苯甲酸酯
液晶1	0.70克	0.20克	0.10克
液晶2	0.65克	0.25克	0.10克
液晶3	0.45克	0.45克	0.10克
液晶4	0.44克	0.46克	0.10克
液晶5	0.43克	0.47克	0.10克
液晶6	0.36克	0.54克	0.10克
液晶7	0.32克	0.58克	0.10克
液晶8	0.30克	0.60克	0.10克
液晶X	0.70克	0.20克	0.10克
液晶Y	0.43克	0.47克	0.10克

液晶 X: 主要遮蔽紫外線；液晶 Y: 主要遮蔽紅外線

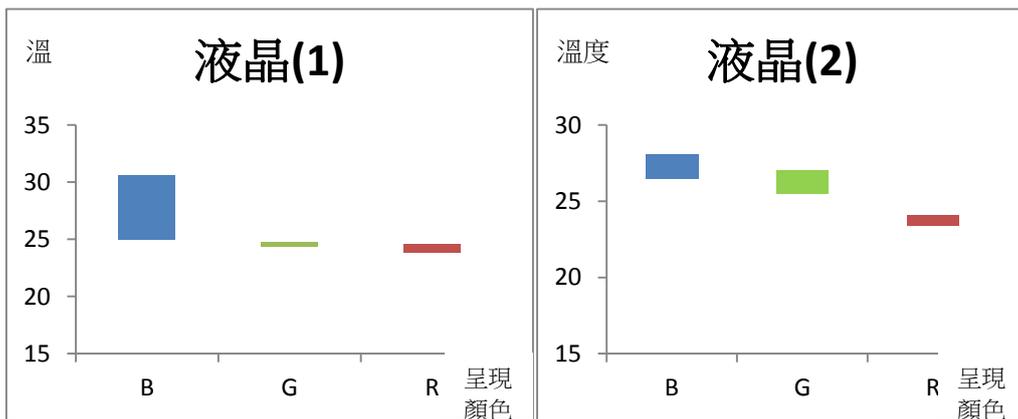
二、不同電壓(直流電源供應器)在導電玻璃上所對應之特定溫度



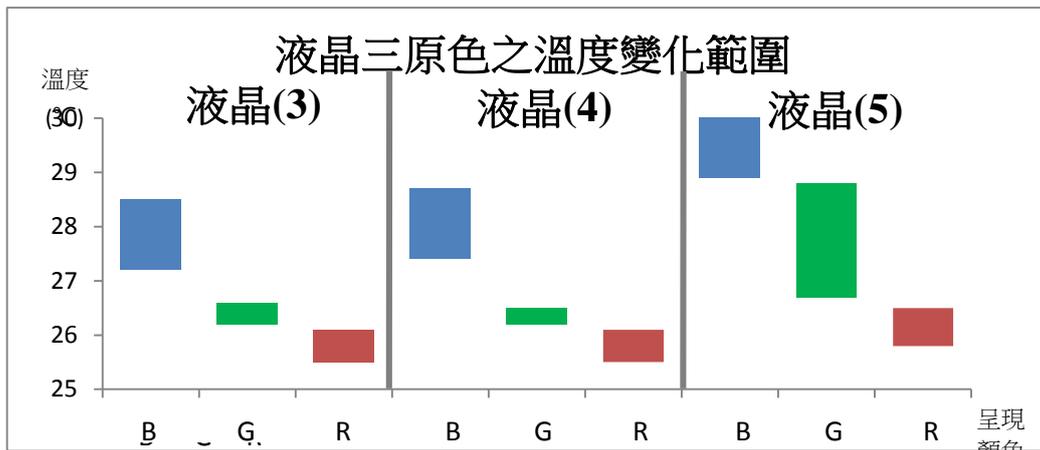
圖(十九)：不同電壓對應之溫度

三、不同比例液晶(未加入 5CB)三原色現之溫寬

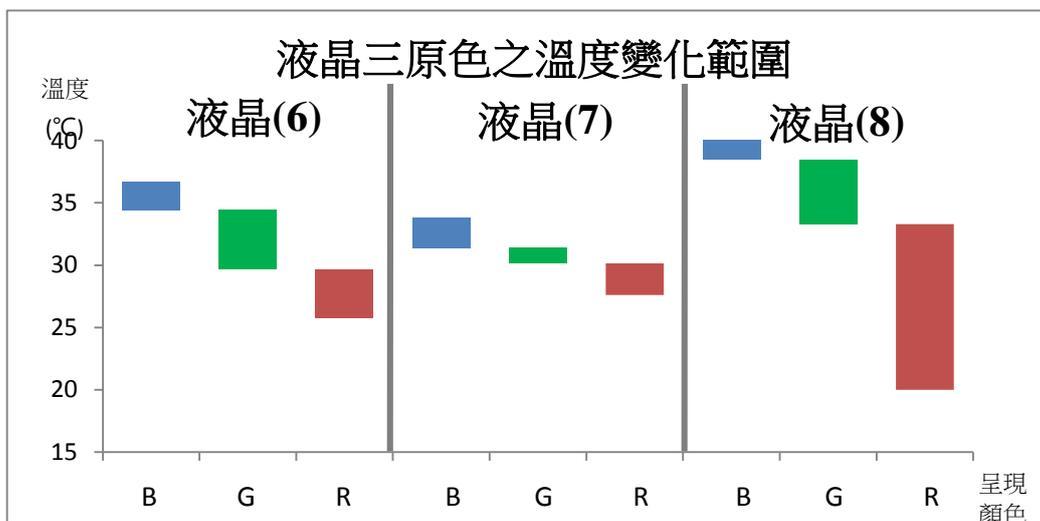
測量液晶溫寬(升降溫)，使得膽固醇型液晶隨溫度變化進而形成顏色上的改變，可調整出三原色(藍B、綠G、紅R)。



圖(二十)：液晶(1)、液晶(2)溫度變化範圍



圖(二十一)：液晶(3)、液晶(4)、液晶(5)溫度變化範圍



圖(二十二)：液晶(6)、液晶(7)、液晶(8)溫度變化範圍

四、各液晶組別(未加入 5CB)三原色呈現之最佳電壓與溫寬

表(七)：各液晶組別最佳呈現三原色之電壓

組別 顏色	液晶 (1)	液晶 (2)	液晶 (3)	液晶 (4)	液晶 (5)	液晶 (6)	液晶 (7)	液晶 (8)
藍色 B	室溫	1.5V	2.25V	2.3V	2.95V	3.17V	3.17V	3.32V
綠色 G	X	X	1.75V	1.75V	2.74V	X	X	X
紅色 R	X	X	1.5V	X	3.14V	X	X	X

液晶(6)、液晶(7)、液晶(8)在升降溫的過程中無法呈現完整的單一顏色，
為一混合的雜色，因此在這項實驗中不採計「最佳呈現電壓」。

表(八)：各液晶組別對應之溫寬

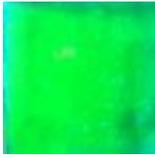
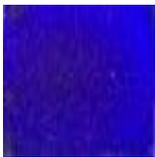
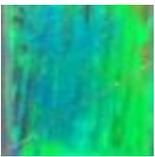
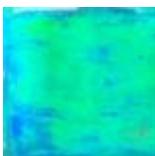
組別 顏色	液晶 (1)	液晶 (2)	液晶 (3)	液晶 (4)	液晶 (5)	液晶 (6)	液晶 (7)	液晶 (8)
藍色	10.6	5	1.3	1.3	1.2	2.3	2.4	2.3
綠色	0.4	1.5	0.4	0.3	2.1	4.75	1.25	5.2
紅色	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	3.85	2.55	13.3

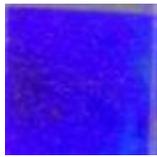
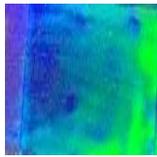
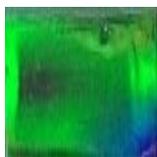
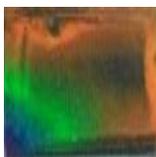
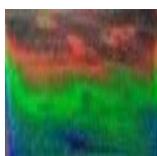
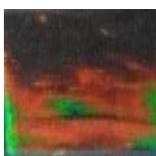
三原色分別呈現溫寬最大的組別

藍色「液晶(1)」、綠色「液晶(6)」、紅色「液晶(8)」

液晶(2)、液晶(6)、液晶(7)、液晶(8)仍有部分雜色現象。

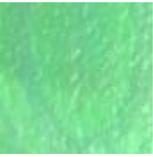
表(九)：本研究膽固醇型液晶變色之照片

組別	藍色	綠色	紅色
液晶(1)			
液晶(2)		溫寬太小導致雜色(偏綠) 	溫寬太小導致雜色(偏紅) 
液晶(3)			
液晶(4)			

液晶(5)			
液晶(6)		溫寬太小導致雜色(偏綠) 	溫寬太小導致雜色(偏紅) 
液晶(7)		溫寬太小導致雜色(偏綠) 	溫寬太小導致雜色(偏紅) 
液晶(8)		溫寬太小導致雜色(偏綠) 	溫寬太小導致雜色(偏紅) 

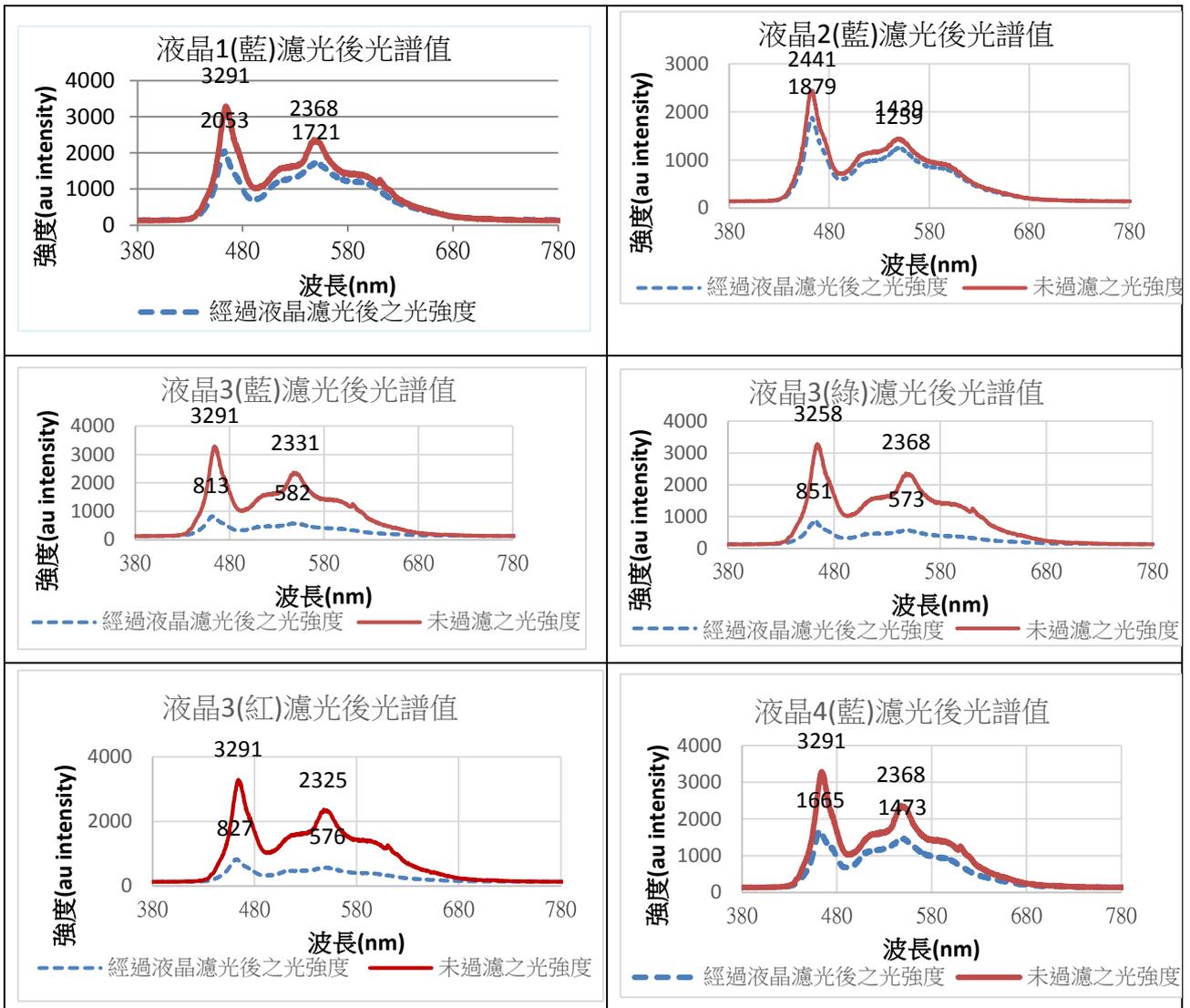
表(十)：挑選液晶(1)、(3)、(5)摻混不同比例 5CB 後液晶變色之照片

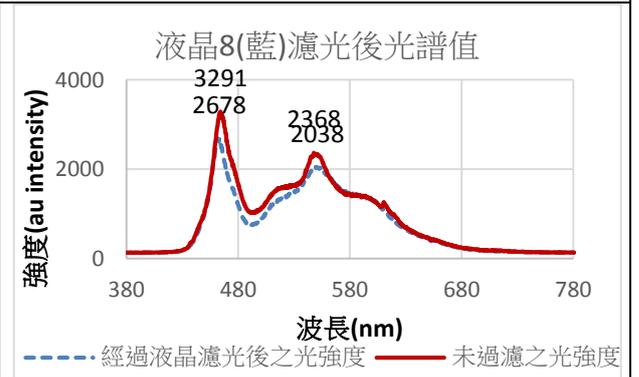
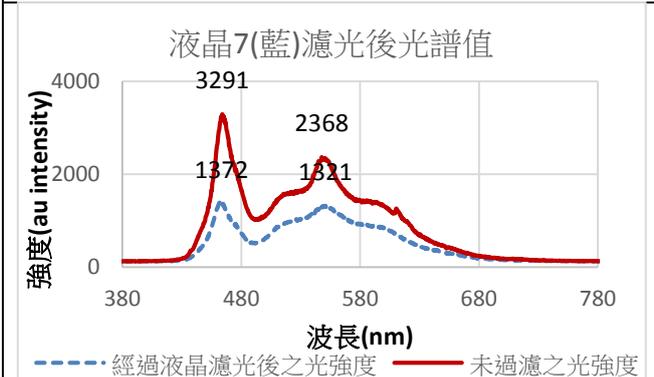
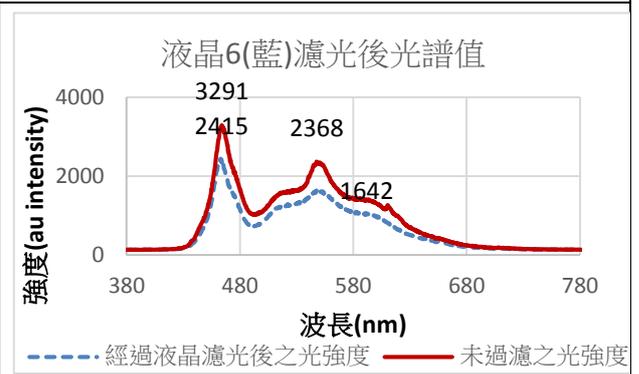
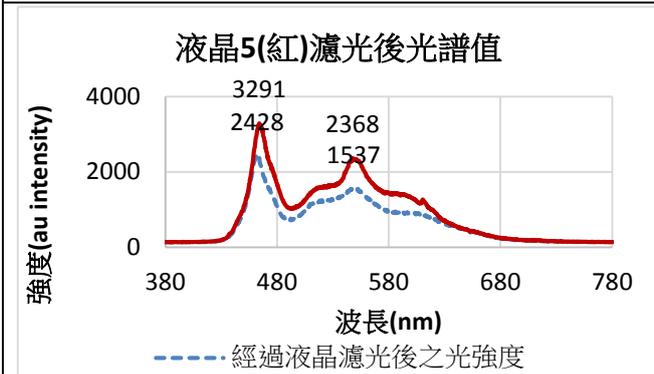
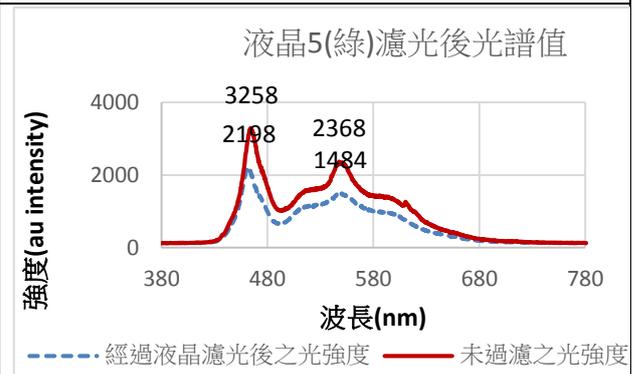
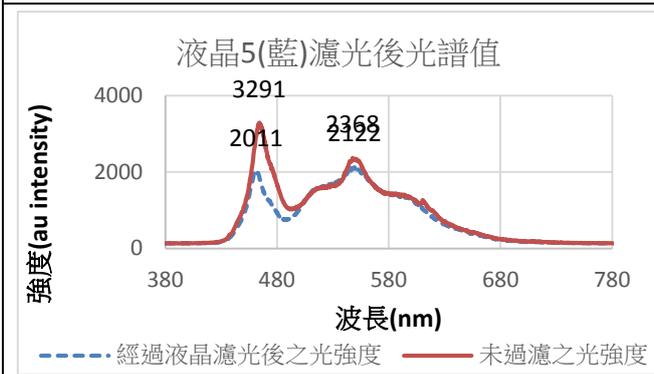
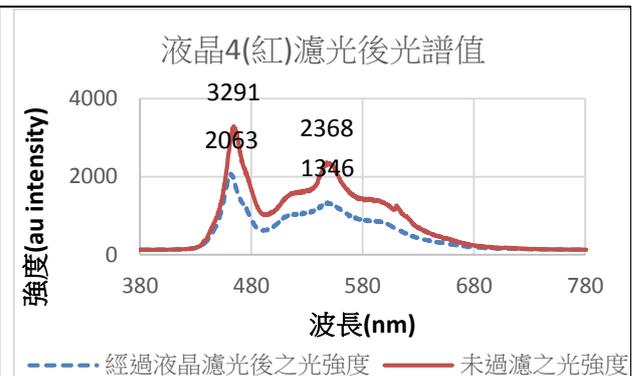
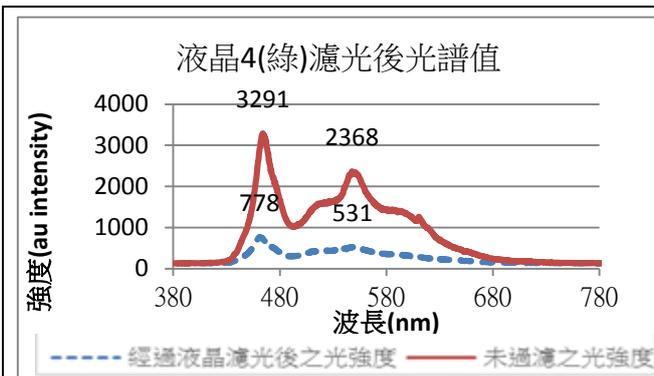
液晶(1)	5CB 30% 	5CB 40% 	5CB 50% 
液晶(3)	5CB 30% 	5CB 36% 	5CB 40% 

液晶(5)	<p style="text-align: center;">5CB 30%</p> 	<p style="text-align: center;">5CB 305%</p> 	<p style="text-align: center;">5CB 40%</p> 
-------	--	---	--

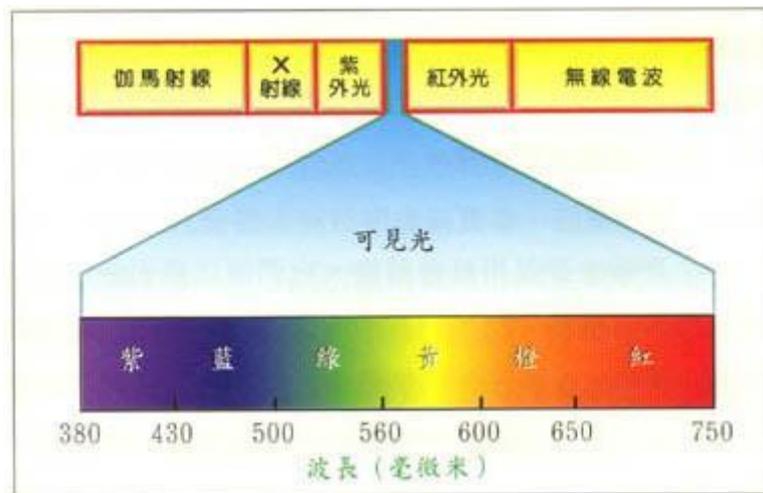
五、以白光 LED 為光源之可見光譜

表(十一) 八組液晶可見光譜





根據白光LED可見光譜圖表數據，探討不同比例的8組膽固醇型液晶的吸收差值。擷取最高兩根吸收峰值(455nm、藍光；555nm、黃綠光)相互換算比對，並且定義遮蔽率定義如下：



圖(二十三)：可見光波長範圍

$$\text{遮蔽率} = \frac{(\text{初始值} - \text{終末值})}{\text{初始值}} \times 100\%$$

(初始值=未經過液晶的色光強度；終末值=經過液晶過濾後的色光強度)

表(十二)：膽固醇液晶遮蔽率

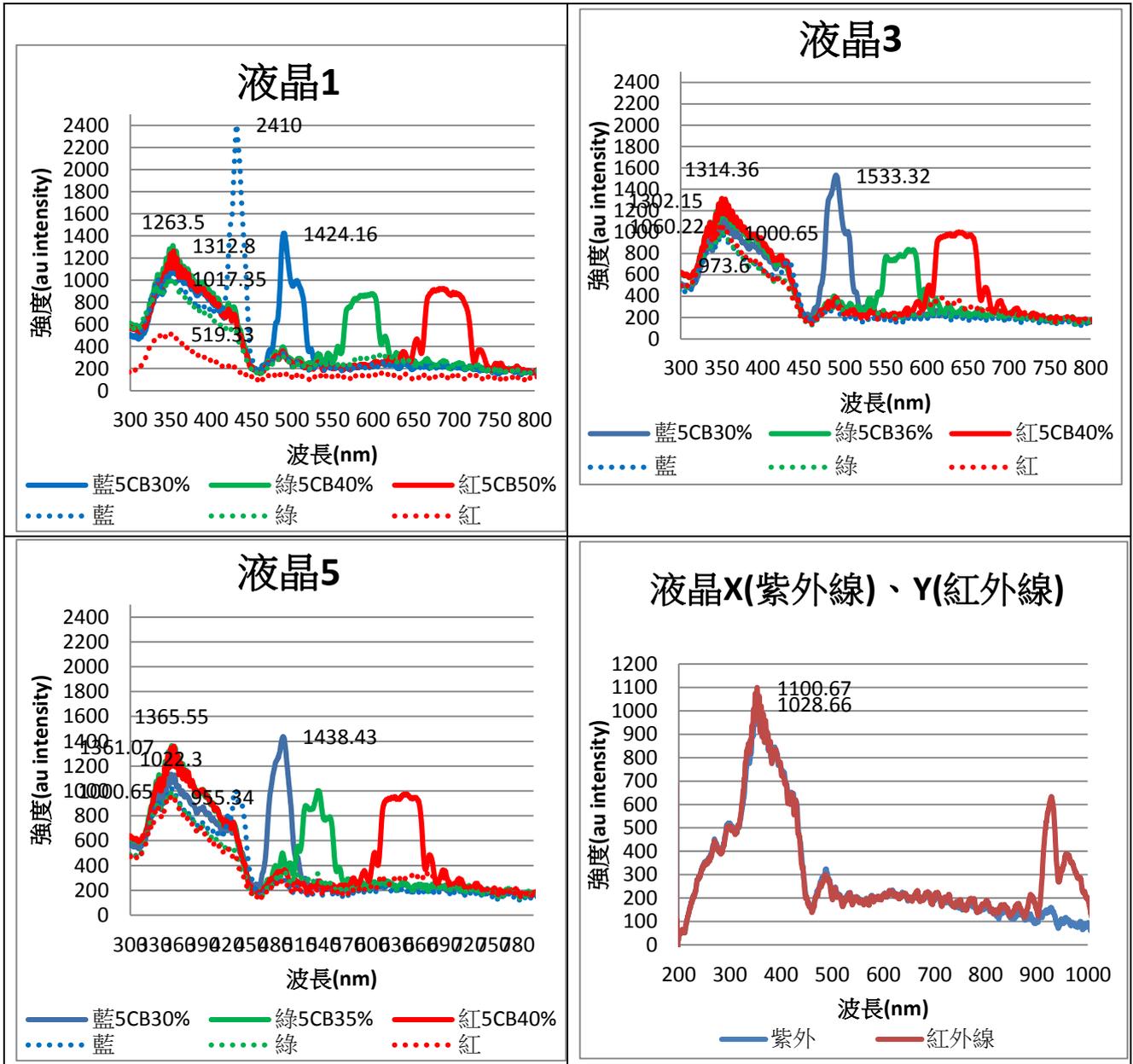
液晶	液晶 1(藍)	液晶 2(藍)	液晶 3(藍)	液晶 3(綠)	液晶 3(紅)
藍光遮蔽率	37%	46%	60%	61%	75%
黃綠光遮蔽率	27%	42%	51%	49%	74%

液晶	液晶 4(藍)	液晶 4(綠)	液晶 4(紅)	液晶 5(藍)	液晶 5(綠)
藍光遮蔽率	49%	64%	35%	39%	36%
黃綠光遮蔽率	37%	53%	9%	9%	33%

液晶	液晶 5(紅)	液晶 6(藍)	液晶 7(藍)	液晶 8(藍)
藍光遮蔽率	34%	30%	57%	19%
黃綠光遮蔽率	25%	25%	43%	12%

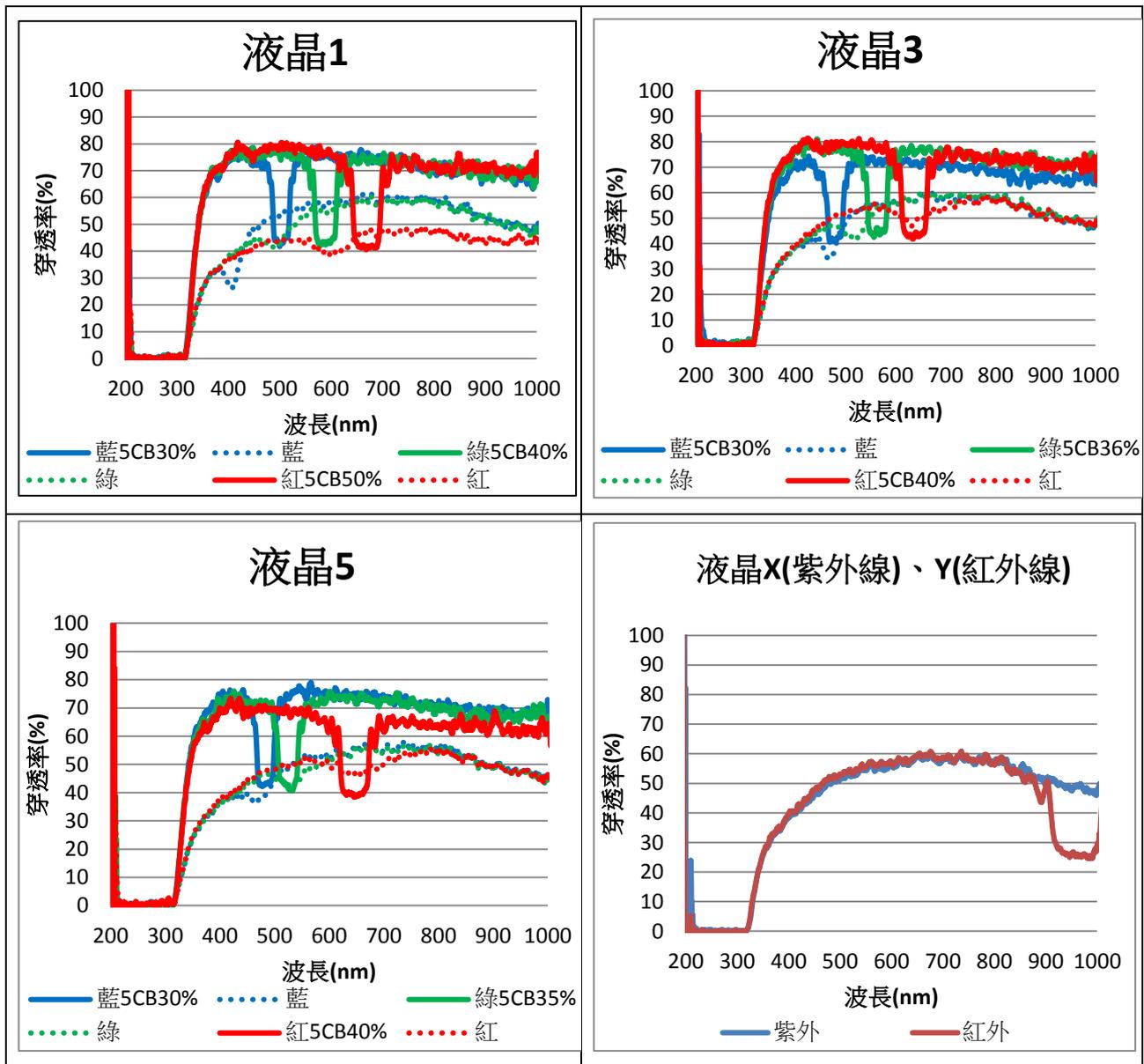
六、液晶(1)、(3)、(5)、X、Y 反射光譜 (未摻混：虛線；5CB 摻混：實線)

表(十三) 摻混 5CB 反射光譜



七、液晶(1)、(3)、(5)、X、Y 穿透光譜 (未摻混：虛線；5CB 摻混：實線)

表(十四) 摻混 5CB 穿透光譜



本研究選取波長200nm~1000nm全波段掃描，並且定義吸收度定義如下：

$$\text{吸收度} = 1 - \text{穿透度}$$

表(十五) 液晶(1)、(3)、(5)穿透與吸收度

未加 5CB 液晶(1)、(3)、(5)

液晶 1	藍	綠	紅
穿透度	52	28	15
吸收度	48	72	85
液晶 3	藍	綠	紅
穿透度	40	25	18
吸收度	60	75	82
液晶 5	藍	綠	紅
穿透度	29	20	10
吸收度	71	80	90

加 5CB 後液晶(1)、(3)、(5)

液晶 1	藍+5CB30%	綠+5CB40%	紅+5CB50%
穿透度	39	40	41
吸收度	61	60	59
液晶 3	藍+5CB30%	綠+5CB36%	紅+5CB40%
穿透度	43	43	44
吸收度	57	57	56
液晶 5	藍+5CB30%	綠+5CB35%	紅+5CB40%
穿透度	39	43	38
吸收度	61	57	62

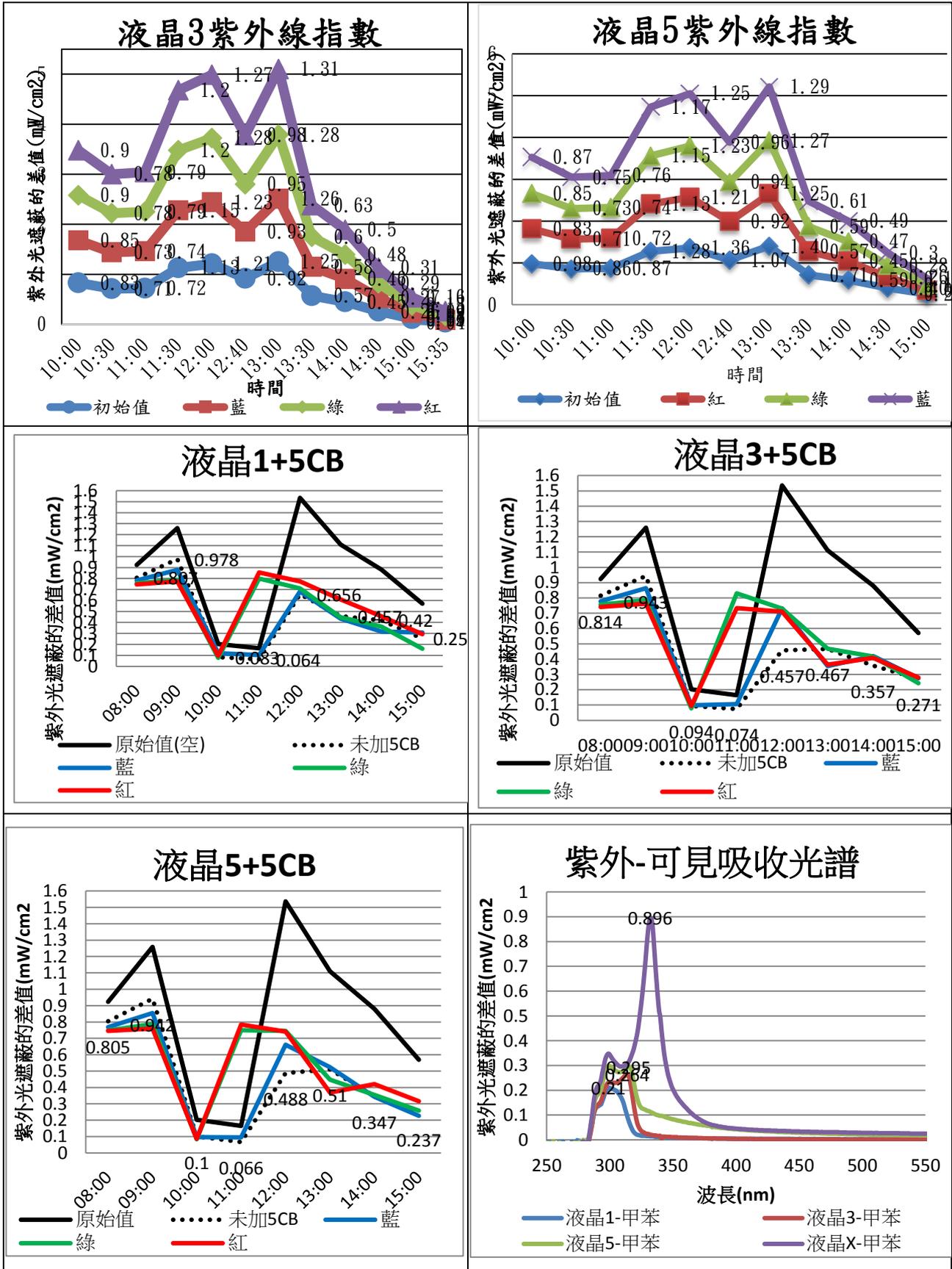
液晶 Y 紅外線區

液晶組別	穿透度	吸收度
液晶 Y	58	42

八、液晶(1)、(3)、(5)紫外線指數(未摻混：虛線；5CB 摻混：實線)

與液晶(1)、(3)、(5)、X 紫外—可見光譜

表(十六)：液晶(1)、(3)、(5)分別量測紫外線指數與紫外-可見光譜



陸、討論

一、不同類型液晶性質

選用5CB (4'-正戊基-4-氰基聯苯)向列型液晶與不同類型之膽固醇液晶藥品之因素

(一)向列型液晶 5CB(4'-正戊基-4-氰基聯苯)

5CB 液晶為一種不飽和液晶材料，其環基的電子轉變發生在材料吸收特定光波段，此時具有相當強的雙色性(dichroic ratio)，這個雙色性現象就是向列液晶反應速率快以及光雙折射性之來源。而 5CB 液晶熔點為 24°C，清晰點的溫度為 35.3°C，兩者之間是可以用來當作顯示器應用的向列型液晶相，加上其為常見的商用液晶，結構單純、性質穩定且價格較為低廉，因此選用做為本實驗摻混液晶。

(二)不同類型之膽固醇型液晶(旋光物質)

本實驗未採用市售旋光物質，而是選用最早發現之三種液晶混合而成，因為其分子皆具有不對稱中心，且與液晶相容性佳，我們嘗試將它作為本實驗的旋光劑摻混入 5CB 向列型液晶。實驗證實是此配置是可行的，且調整比例後在室溫下呈現出穩定的三原色，達到過濾遮光之功能。

故本研究將其膽固醇苯甲酸酯(膽甾醇類，最早有液晶現象)質量固定(0.1 克)，調配另外兩種的比例，查詢相關文獻後發現膽固醇苯甲酸酯:膽固醇壬酸酯:膽固醇油醇碳酸酯質量比例約為 2:5:13。本研究調配出(8+2)組液晶，皆能在較寬的相變溫度範圍內呈現良好的液晶性質，並具有三原色穩定性好、可遮蔽藍光、紫，紅外線等優點。

二、互補色光濾藍光原理

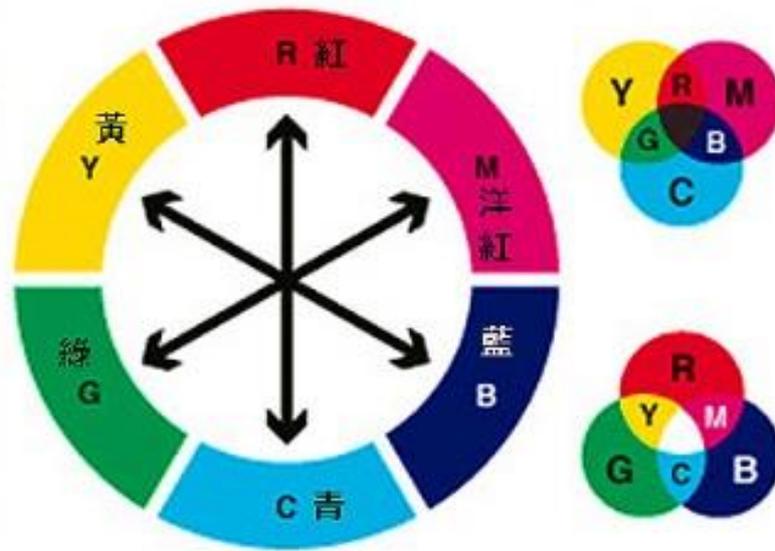
液晶是介於固態與液態之間的中間態物相，熱致變色液晶是指由溫度變化所引起的，並且只能在一定溫度範圍記憶體在的晶態物質，而液晶類可逆熱致變色材料以膽固醇型液晶為主。

本研究選取膽固醇液晶作為實驗材料原因如下

(一)膽固醇具有層狀結構，分子長軸在層內相互平行，但鄰近分子層之間分子軸方向有偏移，因而形成螺旋結構，其週期性的層間距稱為螺距，溫度變化會使螺距發生變化，而不同

的螺距會反射不同波長的光，從而顯示出顏色變化。大多數膽固醇液晶的螺距對溫度都有很強的依賴性，只要溫度稍微變化，選擇散射光波長就會有很大變化。

(二)膽固醇型液晶可透過調整液晶的旋距(pitch)來調整反射光波長，當螺距調整為讓藍色光線具建設性干涉現象，則可反射藍色光線，達到濾藍光的效果，同樣道理也可以調整液晶旋距達到反射綠色、紅色波長效果。如此膽固醇型液晶可以透過調整旋距而顯示出不同顏色效果。



圖(二十四)：可見光互補關係

柒、結論

一、膽固醇型液晶可見光遮蔽率比較

種類	藍色液晶組別
藍光	液晶 3 > 液晶 7 > 液晶 4 > 液晶 2 > 液晶 5 > 液晶 1 > 液晶 6 > 液晶 8
黃綠光	液晶 3 > 液晶 7 > 液晶 2 > 液晶 4 > 液晶 1 > 液晶 6 > 液晶 8 > 液晶 5
種類	綠色液晶組別
藍光	液晶 4 > 液晶 3 > 液晶 5
黃綠光	液晶 4 > 液晶 3 > 液晶 5
種類	紅色液晶組別
藍光	液晶 3 > 液晶 4 > 液晶 5
黃綠光	液晶 3 > 液晶 5 > 液晶 4

二、未摻混膽固醇型液晶穿透與吸收度比較

種類	藍色液晶組別
穿透度	液晶 1 > 液晶 3 > 液晶 5
吸收度	液晶 5 > 液晶 1 > 液晶 3
種類	綠色液晶組別
穿透度	液晶 1 > 液晶 3 > 液晶 5
吸收度	液晶 5 > 液晶 3 > 液晶 1
種類	紅色液晶組別
穿透度	液晶 3 > 液晶 1 > 液晶 5
吸收度	液晶 5 > 液晶 1 > 液晶 3

三、摻混 5CB 膽固醇型液晶穿透與吸收度比較

種類	藍色液晶組別
穿透度	液晶 3 > 液晶 1 = 液晶 5
吸收度	液晶 1 = 液晶 5 > 液晶 3
種類	綠色液晶組別
穿透度	液晶 3 = 液晶 5 > 液晶 1
吸收度	液晶 1 > 液晶 3 = 液晶 5
種類	紅色液晶組別
穿透度	液晶 3 > 液晶 1 > 液晶 5
吸收度	液晶 5 > 液晶 1 > 液晶 3

未加 5CB 前穿透度最佳組別分別為藍色「液晶 1」、綠色「液晶 1」、紅色「液晶 3」。

加 5CB 後，為藍色「液晶 3」、綠色「液晶 3」和綠色「液晶 5」、紅色「液晶 3」。

未加 5CB 前吸收度最佳組別分別為藍色「液晶 5」、綠色「液晶 5」、紅色「液晶 5」。

加 5CB 後，為藍色「液晶 1」和藍色「液晶 5」、綠色液晶「液晶 1」、及紅色「液晶 5」。

紫外線遮蔽最佳顏色(組別：液晶 3):藍(液晶 3) > 綠(液晶 3) > 紅(液晶 3)

降低紫外線指數最佳組別(液晶 3 未加入 5CB),降低紫外線指數最佳顏色：藍 > 綠 = 紅

紫外線吸收最佳比例(組別：液晶 X)：吸光值 0.896

四、本研究最終結論

(一)溫度區間內，液晶(3)及液晶(5)有穩定三原色變化：薄膜厚度為 0.058mm，面積 1cm²。

(二)單一色系溫寬最大的組別：液晶 1 藍、液晶 5 綠、液晶 8 紅。

(三)可見光最高兩根吸收峰值(455nm、藍；555nm、黃綠)：液晶 5 最佳。

(四)摻混 5CB 後反射強度：液晶 3 藍、液晶 1 綠、液晶 3 紅。吸收度最佳：液晶 1、5 藍、液晶 1 綠、液晶 5 紅。。

(五)降低紫外線指數最佳組別：液晶 3(未加 5CB)，最佳顏色：藍 > 綠 = 紅。紫外線吸收最佳比例(組別：液晶 X)：吸光值 0.896。紅外線吸收最佳比例(組別：液晶 Y)：吸收率 42%

本研究以三種膽固醇型液晶為主體，摻混不同比例的 5CB，其具有以下優點：15-40°C 內顏色穩定，溫寬大。可反射藍光，阻擋紫、紅外線，達到過濾遮光之功能。可製作成隔熱複合型液晶窗，未來可應用於汽車之擋風玻璃。此外，液晶反射波段不會影響到手機通訊，廣播與車上電視訊號，是一種具有潛力的可逆變色材料。

捌、參考資料及其他

1. 松本正一、角田市良合著，劉瑞祥譯，”液晶之基礎與應用”國立編譯館出版(1996)。
2. 田民波，”TFT 液晶顯示原理與技術”五商文化(2008)。
3. 劉廣定，”益智化學”臺灣商務(2012)。
4. 奇妙的液晶·升學資訊輔導雜誌 9103 期。
5. 章舜雯、毛舜虞·液晶旋光性質與光電性質之探討。
6. 李鴻鈞(1998)·”反射型 LCD 技術發展動向”光連：光電產業與技術情報，14 期，16-21。
7. M. Brehmer, J. Lub, P. van de Witte, *Adv. Mater.*, **10**, 1438(1998).
8. V. Chigrinov, E. Prudnikova, K. W. NG and H. S. KWOK, *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, 1297(2003).

【評語】 052408

本研究探討以液晶薄膜抗藍光和紅、紫外線。主題具有實用性。

問題解決採用目前學術界發展中的主流實驗材料。表達明確清楚。