

# 臺灣二〇〇八年國際科學展覽會

科 別：工程學

作 品 名 稱：多變色膽固醇型液晶面板之研發

學校 / 作者：臺北市立麗山高級中學 曾劭偉  
臺北市立麗山高級中學 虞立暉

## 作者簡介



### 曾劭偉

從小對自然科學有興趣，進入麗山高中後即加入物理專題做與液晶相關的題目，從這專題研究中對液晶顯示器有更進一步的認識，而報告的製作及解決問題的方法則更加熟練了。

雖然是第一次參加如此大型的比賽及計畫，但我從中學習到很多經驗，並且非常感謝台大的李君浩教授、交大的林怡欣教授、工研院的郭惠隆博士、工研院謝依萍副研究員、麗山高中的徐志成老師、張良肇老師



### 虞立暉

小時候常常喜歡拆解身邊的電話、手錶等等的物品，因而從小就有了喜歡將身邊的事物一探究竟的興趣。升上高中之後，接觸到了專題研究的課程，在此課程中需要找一則主題來做專題研究，這時選了身邊常見的液晶來做研究主題，也開始了液晶的研究之路。

# 目錄

作者簡介 .....	2
摘要.....	4
一、前言 .....	6
(一)、研究動機： .....	6
(二)、研究目的及研究問題: .....	6
(三)、實驗流程.....	7
二、研究方法及過程:.....	8
研究設備及器材： .....	8
研究方法:.....	9
實驗一：液晶的基本性質測量 .....	9
(一)、液晶面板製作： .....	9
(二)、向列型液晶的觀察： .....	9
(三)、液晶狀態與熱的關係： .....	9
(四)、液晶面板的光譜吸收率： .....	11
(五)、液晶的光學性質的測定： .....	11
實驗二：Bistable 面板製作及測量.....	13
實驗三：多變色膽固醇型液晶面板之製作 .....	14
三、研究結果與討論:.....	15
實驗一:液晶的基本性質測量 .....	15
(一)、液晶面板製作： .....	15
(二)、向列型液晶的觀察： .....	16
(三)、液晶狀態與熱的關係： .....	17
(四)、液晶面板的光譜吸收率： .....	18
(五)、液晶的光學性質的測定： .....	18
實驗二:Bistable 面板製作及測量 .....	22
(一)、液晶的雙穩態加電壓時的反應路徑： .....	22
(二)、旋光物質濃度與穿透率關係： .....	22
(三)、不同濃度的旋光物質與電壓的關係： .....	22
(四)、施加電場時間與回覆時間關係： .....	23
實驗三、多變色膽固醇型液晶面板製作 .....	24
(一)、膽固醇型液晶之顏色: .....	24
(二)、藍色膽固醇型液晶透光譜: .....	24
(三)、RM82 8%+BL006 56%+CB15 36%透光譜.....	25
討論:.....	27
四、結論與應用 .....	28
伍、參考文獻 .....	29

## 計畫名稱: 多變色膽固醇型液晶面板之研發

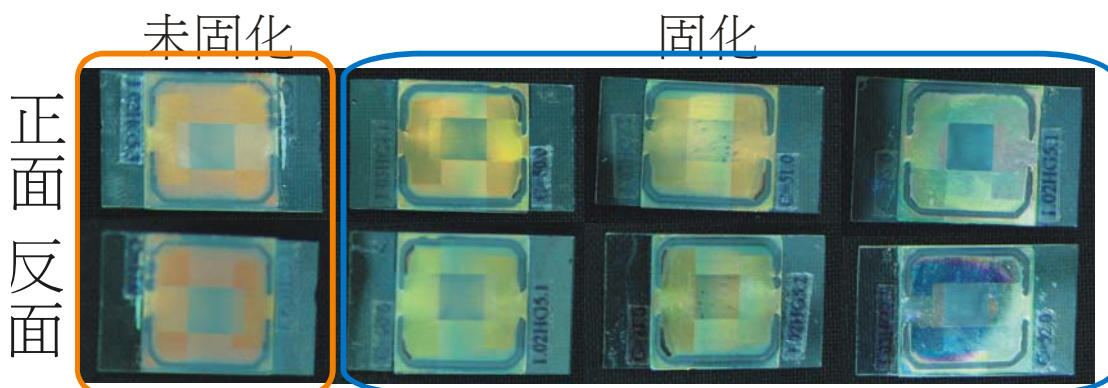
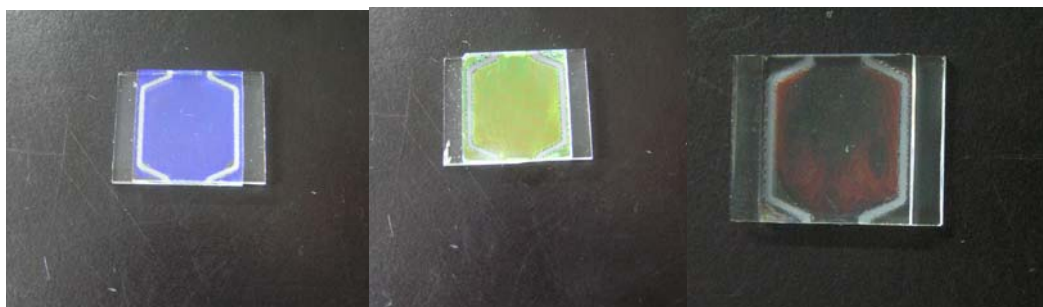
### 摘要

多變色膽固醇型液晶面板為利用具雙穩態(Bistable)特性及因螺距不同而反射特定波長的膽固醇型液晶(CLC)。本研究創新作法為二：  
一、利用固化的方式使膽固醇型液晶螺距大小不同，使變色機制不同於一般電腦液晶面板，所製的液晶面板為以液晶的特性變色。  
二、將液晶螢幕中控制液晶的 IPS 系統、側邊電極應用於液晶白板中。雙層液晶白板上層為混合 E7(向列型液晶)+S811(旋光物質)的 Bistable CLC，下層為混合 RM82、CB15、BL006、I-369 的多變色(Multi-color)CLC 面板。

The main purpose of the research plan lies in the application of the CLC. By using the Cholesteric –the bistable and the wavelength due to different pitch sizes– we can make liquid crystal whiteboard.

First, by heating and curing, we are able to cause the pitch sizes of CLC to be different. Unlike the commonly used LCD in computers, the features of CLC itself are applied to the color changing mechanism we make. Second, we apply the IPS horizontal electric field and flank electrode to our LCD whiteboard.

In making the Multi-color CLC Display, we mix RM82, CB15 and BL006.





# 一、前言

## (一)、研究動機：

我們常常聽到許許多多有關於液晶的東西，如液晶顯示器(LCD)，由於液晶是目前很新穎的一項科技，與傳統螢幕相比，同樣都是顯示器，但液晶面板所佔的體積遠比陰極管顯示器小，想必在液晶面板內一定有異於傳統螢幕的性質，液晶也可能有許多的性質尚未被發現，所以想對液晶有基本的認識及更進步一的研究；在學校時常看見老師利用各種顏色的粉筆在黑板上寫字，於是靈機一動想到是否可利用液晶的特殊性質製作出液晶白板。

## (二)、研究目的及研究問題：

### 實驗一、液晶的基本性質測量：

1. 針對液晶進行各種基本性質的觀測及探討。

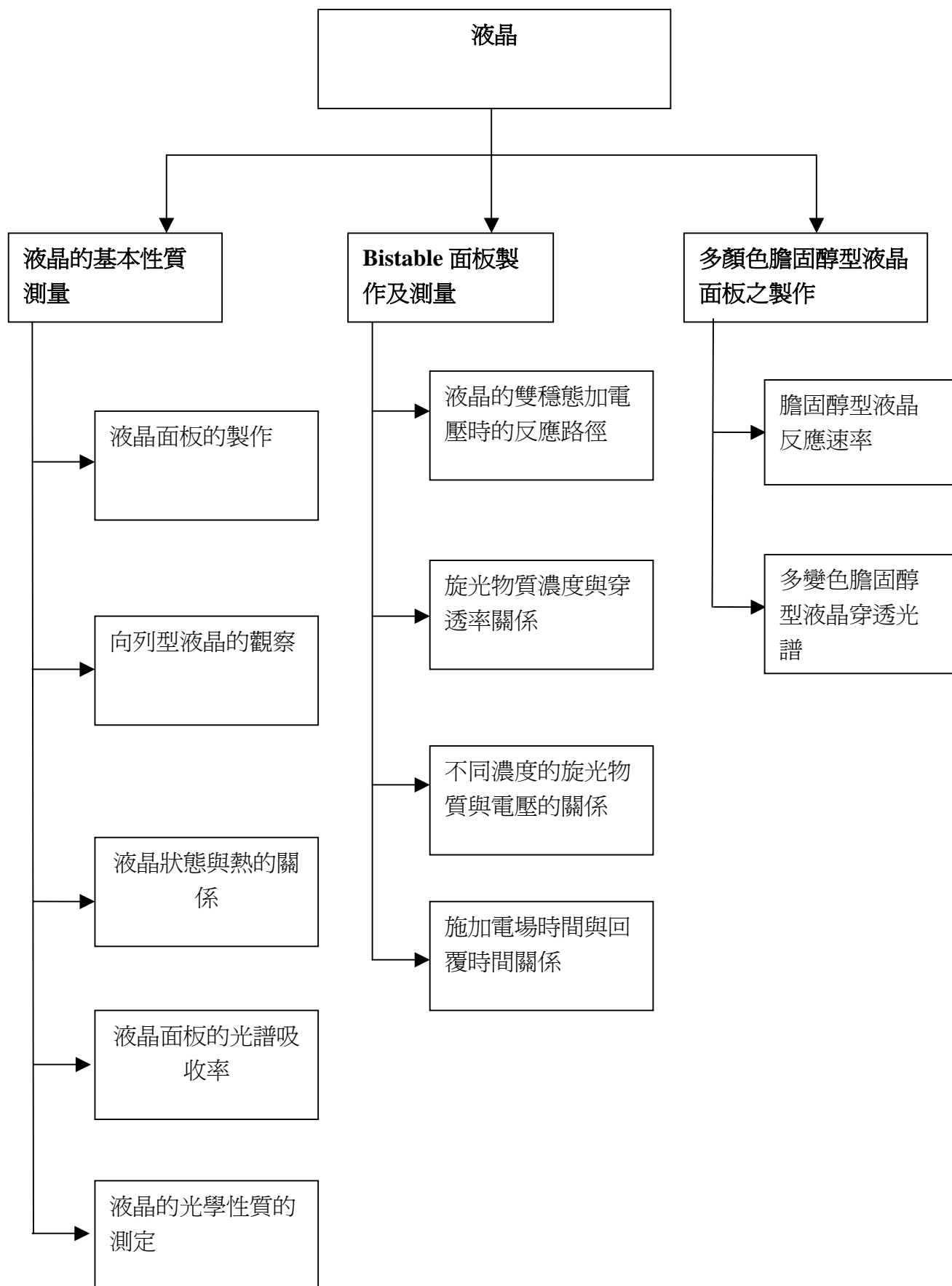
### 實驗二、Bistable CLC 面板製作及測量：

1. 探討 Bistable CLC 電壓-穿透率關係。
2. 探討 Bistable CLC 電壓與液晶遲滯時間之關係。
3. 探討 Bistable CLC 施加電壓的反應路徑及反應速率。

### 實驗三、Multi-color CLC 面板製作：

1. 將 CLC 製作成螺距大小不一，並找出其最佳狀態。
2. 測量 CLC 之折射率並計算其螺距大小。
3. 探討不同電壓下固化前後 CLC 穿透、反射光譜。
4. 固化前後電壓-反應時間關係。
5. 製作出 Multi-color CLC 面板。

### (三)、實驗流程



## 二、研究方法及過程:

### 研究設備及器材：

#### (一) 耗材

1. E7 低分子向列型液晶
2. R811 右旋光性物質 S811 左旋光性物質

#### (二) 儀器

1. 光譜量測儀器(GLX)
2. 電源供應器(產生直流電)
3. 訊號產生器(產生不同頻率的交流電)
3. 熱源供應器(加熱液晶)
4. 紫外線燈管(固化膽固醇型液晶)
5. 液晶面板( $10.2 \mu\text{m}$ )
6. 光學儀器組(進行光譜的量測)
7. 顯微鏡(觀測液晶)



圖 1、實驗器材簡介



## 研究方法:

由於我們同時利用縱向電場及橫向電場，並改變外加電場的大小，可使液晶分子做出多種不同程度的旋轉。

本實驗是利用光譜量測儀器(GLX)，探討所量測的液晶面板穿透光譜，在不同電壓下，及在縱向電場和橫向電場下膽固醇型液晶的旋轉情形。

### 實驗一：液晶的基本性質測量

本研究計畫的液晶材料及 cell 是由工研院異方性材料實驗室所提供，為 E7 向列型液晶、S811 左旋光性物質、R811 右旋光性物質。

#### (一)、液晶面板製作：

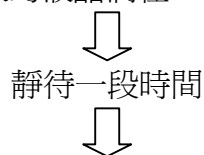
實驗原理:

液體會沿著物體的細縫或細管子移動，這就叫「毛細現象」。當在兩片導電玻璃中製造了一個非常細小的空隙之時，因為液晶具有液體的性質，所以只要在兩片玻璃之間滴上一些液晶，液晶本身就會因為毛細現象的關係而自動佈滿整片 Cell，利用此項特性，便能將我們所調配的液晶灌入 Cell 之中。

因 Cell 之中的配向膜、電路等等的技術，以我們所擁有的技術並無法製作出來，實驗中所使用的 Cell 皆由工研院所提供。

實驗步驟：

將要灌入的液晶滴在 Cell 的開口上。



液晶將會由於毛細現象被灌入 Cell 之中。

#### (二)、向列型液晶的觀察：

實驗原理：

我們知道液晶具有液體的性質與晶體的性質，這個實驗主要目的即為觀察液晶的這些性質。

尺度的測量：

我們製作出一個一毫米的樣本，再將它拿到顯微鏡下觀察，得知此樣本在 x 倍的下長度為 a 格，所要觀察的樣品在 y 倍中佔了 b 格，我們可以得出一個算式：

樣品之長度= $b/(a*y/x)$  單位：毫米

實驗步驟：

1. 將液晶滴在載玻片上
2. 將樣品放置於適當位置
3. 先從低倍開始尋找並適當的調整倍數
4. 將所觀察到的影像用軟體拍攝出來

#### (三)、液晶狀態與熱的關係：

實驗原理：

我們知道液晶是一種介於液體與晶體之間的物質，當溫度升高到某一程度時，液晶會轉變為液態，我們除了了解液晶具有這樣的現象之外，當然也要對這樣的現象作一些測量，此實驗分為兩部份：

第一部分為證明與觀察液晶可以隨溫度改變狀態的特性。

第二部分為測量液晶相轉移為液相之後光譜的變化關係。

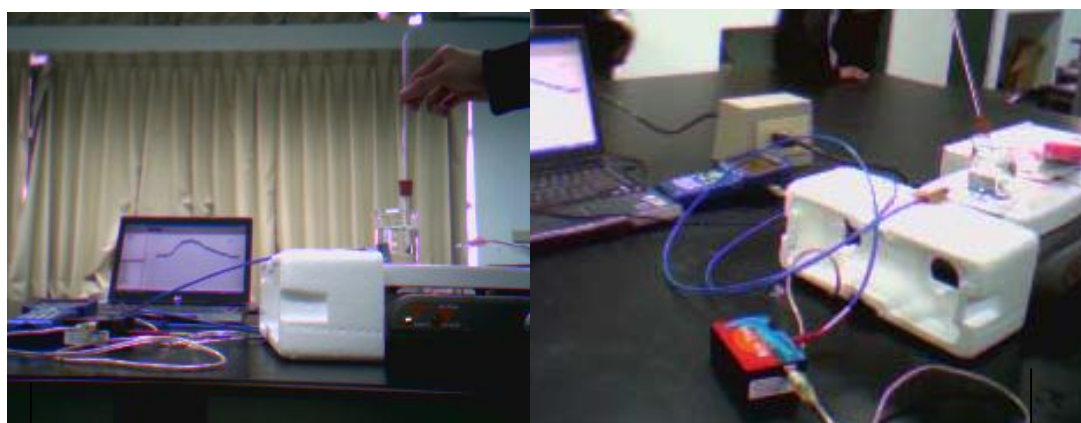
實驗步驟：

第一部分：

1. 將液晶裝至玻璃瓶中並將裝置架好。
2. 透過隔水加熱將液晶加溫，以避免受熱不均。
3. 觀察液晶所呈現的狀態並提出解釋。

第二部份：

1. 將光路架好。
2. 將液晶面板置於加熱架上。
3. 先測量液晶在常溫下的光譜。
4. 將液晶加熱至相變。
5. 測量相變的光譜圖。



正視圖

圖 2、裝置架設圖

俯、側視圖

#### (四)、液晶面板的光譜吸收率：

實驗原理：

液晶面板本身就會吸收光線，本實驗的目的是確定我們使用的液晶面板，會吸收多少量的光強，以解釋我們往後所測的數據的光譜圖形狀與原光譜有所不同的原因。

此實驗為測定原光譜的光強度與通過液晶面板後的光強度比例，並將它做成圖表來比較。

實驗步驟：

1. 將光路架好，並將室內的燈光關閉，以避免燈光干擾時驗數據。
2. 使用 GLX 測量光源的光譜(中間沒有液晶面板)，與原光源通過液晶面板後的光強。
3. 使用 excel 分析數據並製作出圖表
4. 觀察圖表，並提出解釋。

#### (五)、液晶的光學性質的測定：

實驗原理：

液晶是一種具有雙折射率的物質，我們可以利用液晶會因為施加電場而偏轉的特性，以控制通過液晶的極化光的偏振方向，液晶螢幕即是利用此一特性，做成光開關。

膽固醇型液晶具有反射特定波長之色光的特性，因此，我們以實驗對此特性做一驗證，如結果與我們所預期的結果一致時，代表者我們的實驗架設是正確的。

此實驗分為三部份：

第一部分為測量 TN 向列型液晶於不同**電壓**下穿透光譜之變化。

第二部分為測量 TN 向列型液晶於不同**頻率**下穿透光譜之變化。

第三部分為測量膽固醇型液晶的顏色並對實驗架設提出反證。

實驗步驟：

1. 將光路如圖架設完成。
2. 調整光路，使光纖能完全的收到透過樣品之後的光。
3. 調整取樣頻率，使收到的光源不至於超過 GLX 所能測量的範圍。
4. 開始測量。
5. 將所測量到的數據用 excel 加以處理後繪成圖表。

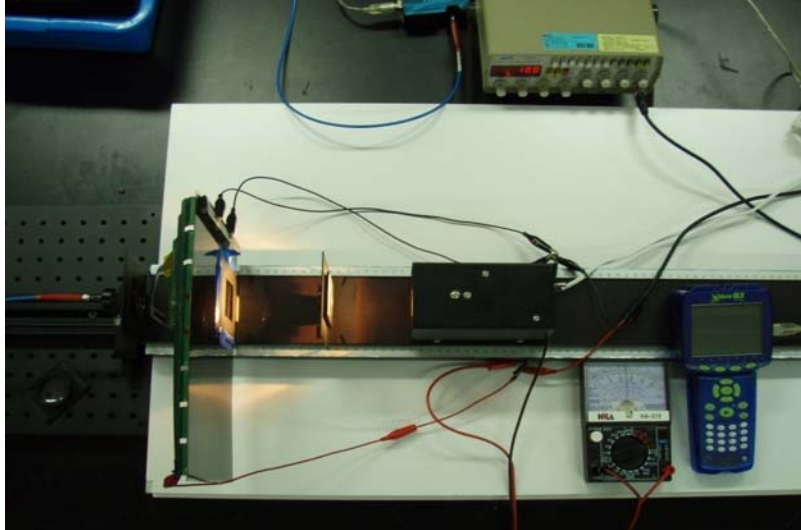


圖 3、第一、二部份之裝置架設照片

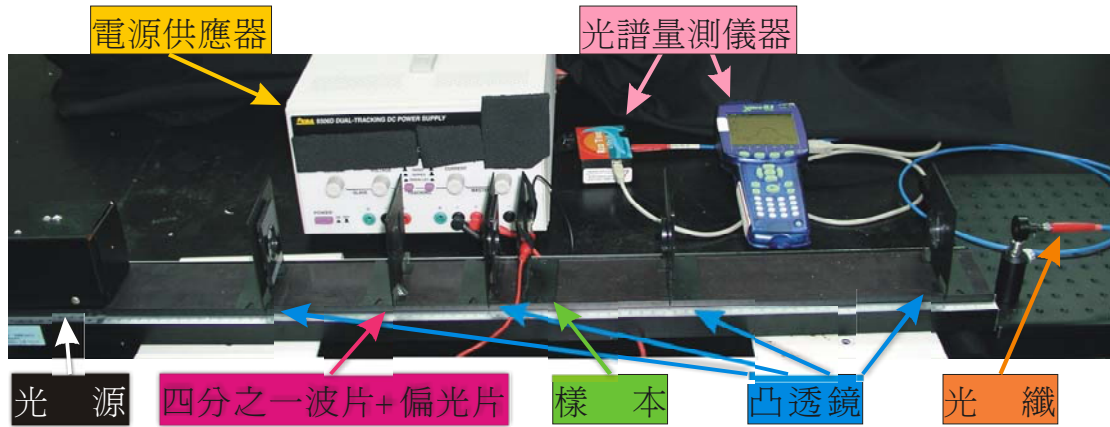


圖 4、第三部份之實驗架設照片

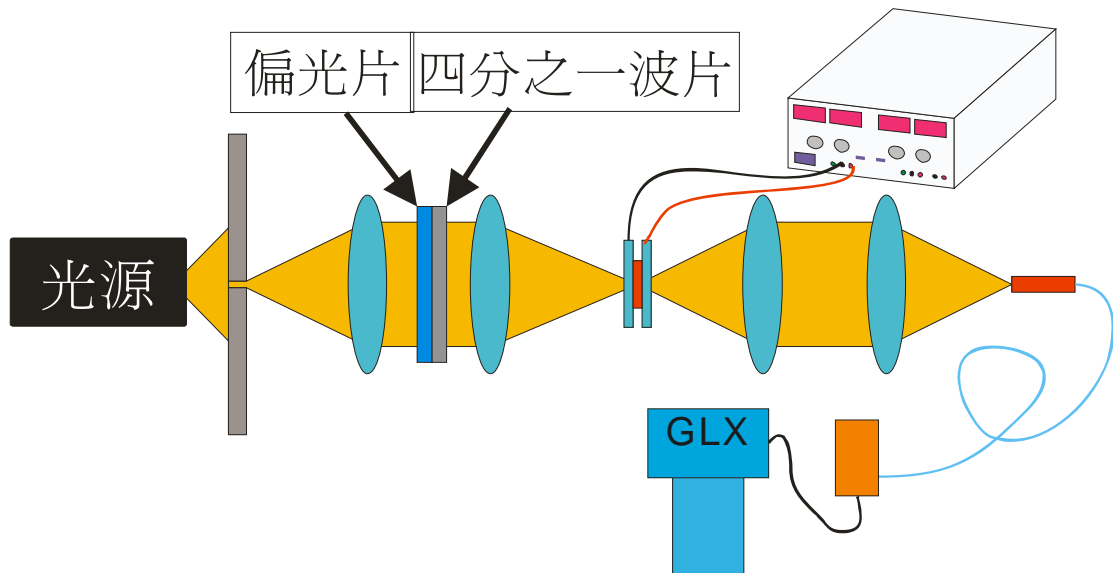


圖 5、第三部份之實驗示意圖

## 實驗二：Bistable 面板製作及測量

實驗原理：

將空的平行配向液晶面板置於量測系統中，測量其穿透光譜作為背景。

我們在合成膽固醇型液晶的部份將 E7 與 S811 配成 25%與 10%、E7 與 R811 配成 25%與 10%

1. 比較在不同偏壓下，液晶面板對於不同濃度的旋光物質之相對穿透率的變化。
2. 找出雙穩態之臨界電壓，探討其散射模式維持時間與施加電壓之關係。
3. 於液晶面板兩側通上交流電壓及直流電壓並測量其光譜。

4. 原理:

本階段是利用向列型液晶添加旋光性材料，觀察不同溫度與外加電場下系統變化。

向列型液晶/旋光性材料實驗中發現利用電場控制液晶的螺距，進而產生不同的顏色變化，也可利用圓偏光二色性效應，來產生不同顏色的變化。

本實驗分為四個部分：

1. 液晶的雙穩態加電壓時的反應路徑
2. 旋光物質濃度與穿透率關係
3. 不同濃度的旋光物質與電壓的關係
4. 施加電場時間與回覆時間關係

本實驗的實驗架設乃如圖 5 之所示。

實驗步驟：

1. 將光路如圖 5 架設完成。
2. 調整光路，使光纖能完全的收到透過樣品之後的光。
3. 調整取樣頻率，使收到的光源不至於超過 GLX 所能測量的範圍。
4. 開始測量。
5. 將所測量到的數據用 excel 加以處理後繪成圖表。

### 實驗三：多變色膽固醇型液晶面板之製作

1. 以不同比例配好膽固醇型液晶，利用毛細現象將液晶灌入有 IPS 配置的 cell。
2. 以 30W 的紫外線燈光在一定距離外照射加熱中的液晶面板，此種方法可造成膽固醇型液晶螺距大小不一，加熱的溫度套用第一階段實驗所求得的最佳溫度變化，製造出理想的膽固醇型液晶分子。
3. 將膽固醇型液晶灌進有 IPS 系統的面板中。
4. 我們利用電壓大小的不同控制 IPS 的系統，這樣可每次使不同段的膽固醇型液晶旋轉，由於每段的螺距大小不一，所反射光的波長也不一樣，因此我們可以組成合成光，達成製作多顏色的液晶面板的目的。
5. 原理：

膽固醇型液晶因具有螺旋狀分子排列，故可揮會各種特異的光學特質，其中之一特徵性質為產生選擇性反射光的現象。以入射光定義圓偏光的旋光方向時，若與膽固醇型液晶的螺旋方向保有同一方向圓偏光入射時，其將被選擇性反射，選擇性反射光的波長可藉由下式求得：

$$\lambda = n \cdot p$$

其中  $\lambda$  為反射光的波長——單位(nm)

P 為螺距

n 為螺旋垂直的平面內的平均折射率。

幾乎所有的膽固醇型液晶的螺距 p 會與溫度有強烈的相關，故選擇性光反射的波長(顏色)會因溫度而有相當大的變化。由此事實可知，膽固醇型液晶膜可被應用於溫度及溫度分布的測定。一般，隨著溫度的上升螺距 p 會減少，而光反射波段則移向短波長區域，也有少數的膽固醇型液晶會相反的移向長波長區域。膽固醇型液晶的螺距 p 的變化除了溫度以外亦會因電場、磁場、應力的外加以及異種物質的吸附等而生成。

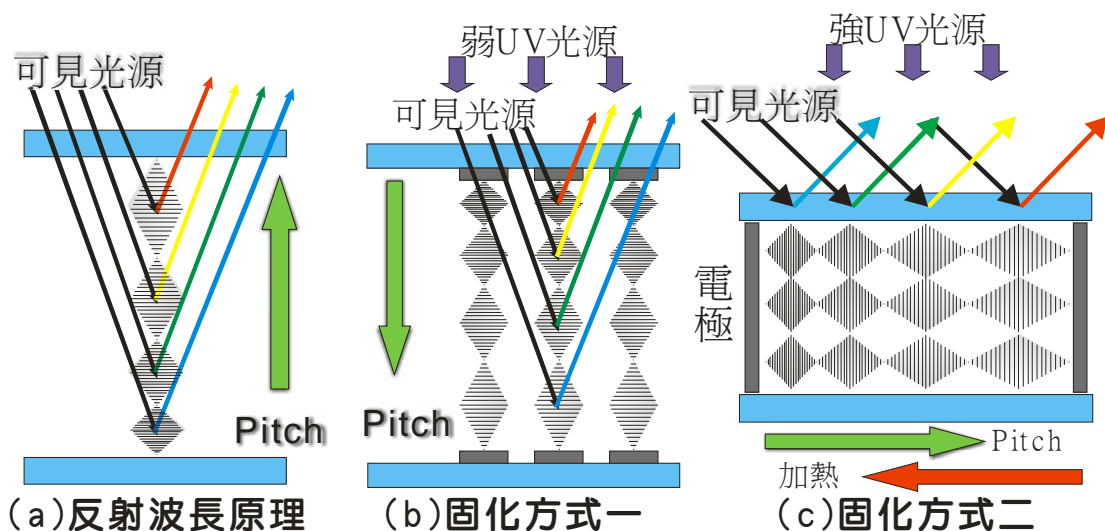


圖 6、構想示意圖

### 三、研究結果與討論:

#### 實驗一:液晶的基本性質測量

##### (一)、液晶面板製作:

圖 1 為在垂直相交的偏光片下觀察液晶灌入的情形，我們將液晶滴在 Cell 之後，可以很明顯的看到液晶灌入的情形，經過此實驗，證實了使用毛細現象來灌入液晶的可行性。

在灌入液晶的這項實驗之中，我們發現如果將灌入的物質改為水，水幾乎不會因為毛細現象而灌入，關於這個狀況，我們討論的結果是因為水的表面張力太大，而我們所使用的 Cell 的厚度只有  $10\mu\text{m}$ ，所以水無法通過。

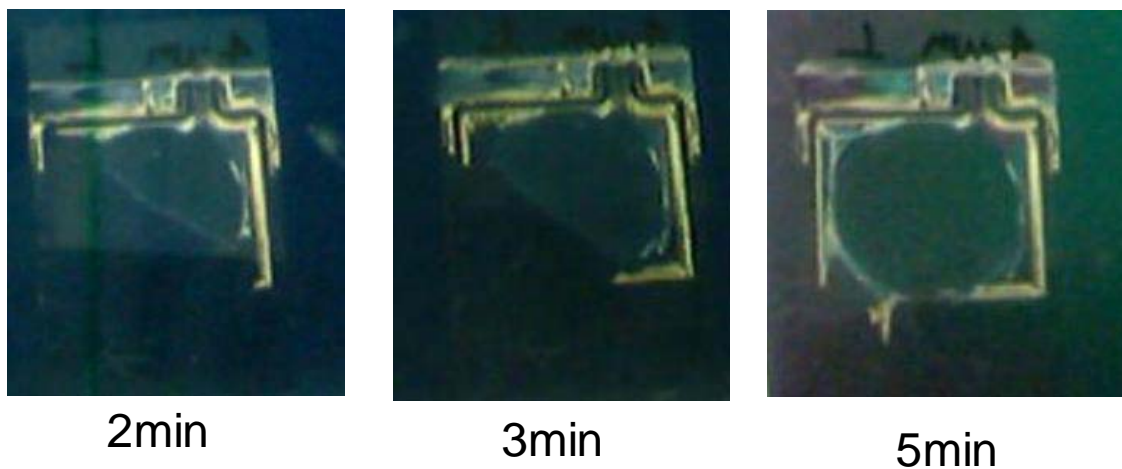


圖 7、液晶隨時間被灌入 Cell

## (二)、向列型液晶的觀察：

圖 3 是在 200 倍之下所觀測到的景象，圖中可以看到以團狀分布的物質，這些以團狀分布的物質，是液晶具有晶體性質的特性，這也是液晶造成色散的一大原因。圖中的數據是利用放大縮小的概念來處理的，我們先測量 1 mm 的樣本在 x 倍的下長度為 a 格，液晶品在 y 倍中佔了 b 格，並使用此算式：樣品之長度= $b/(a*y/x)$  單位：毫米

利用這樣的方法，求知在圖中一大格約為  $130\ \mu\text{m}$ 。

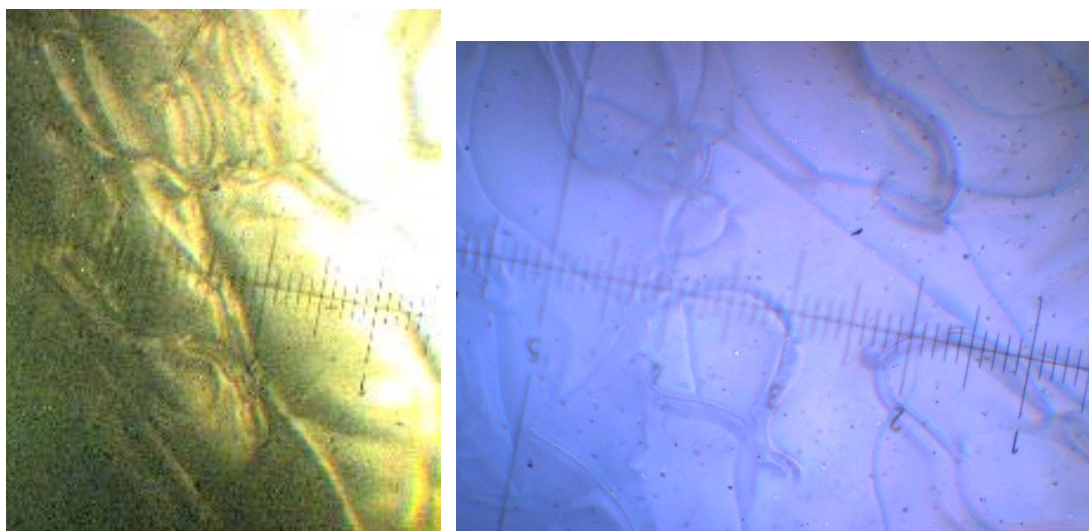


圖 8、倍率為 200 倍下的液晶分子團

由此實驗觀察我們得知液晶具有液體與晶體性質，畫面中所看到一團一團的就是他的晶體性質最好的證據。圖中每一大格約為 130 微米。



### (三)、液晶狀態與熱的關係：

圖 9 是液晶在未加熱與加熱後的照片，在液晶尚未加熱時，此液晶是呈現色散的狀態，當液晶加熱至 95 度之後即相轉移至液態，此時可以很清楚的看到液晶呈現澄清狀，此狀況我們可以把液晶想像為一塊一塊的冰塊，當未加熱時，液晶的分子團就像是一塊一塊的冰塊，阻擋了光線的穿透，所以呈現色散的狀態，而當加熱之後，液晶相轉移至液相，就像冰塊的融化，使光線可以透過。



加熱至約攝氏 95 度時



常溫攝氏 25 度時

圖 9、加熱前後之狀態圖

### 加熱前後光譜之變化：

這項實驗的目的是驗證我們在觀察液晶因溫度而相轉移的實驗中所發現的現象，由下圖可以看出，在加熱後，可見穿透光的光強有明顯增強的趨勢，因此，在溫度與相轉移的實驗中所觀察到的現象就有了數據上的證明。

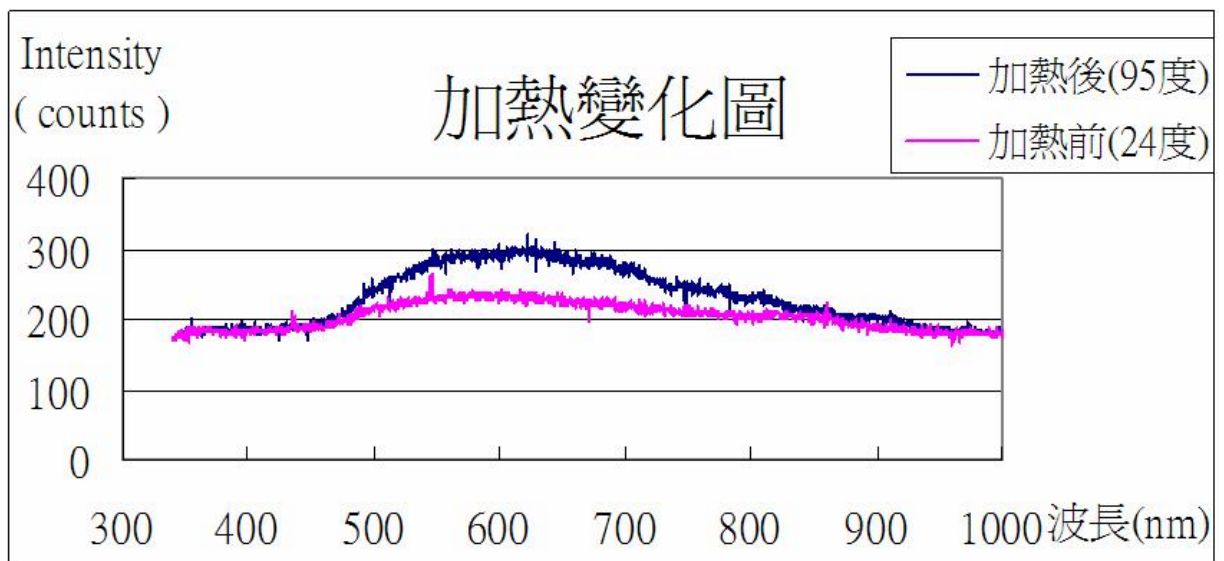


圖 10、加熱前後之光譜圖

#### (四)、液晶面板的光譜吸收率：

圖 5 是光穿透液晶面板的比率圖，我們可以很明確的發現液晶面板對不同頻率的光強有不同的吸收率，我們得到的結果，也是我們平時測量的光譜與原光譜有些許不同的一項原因。

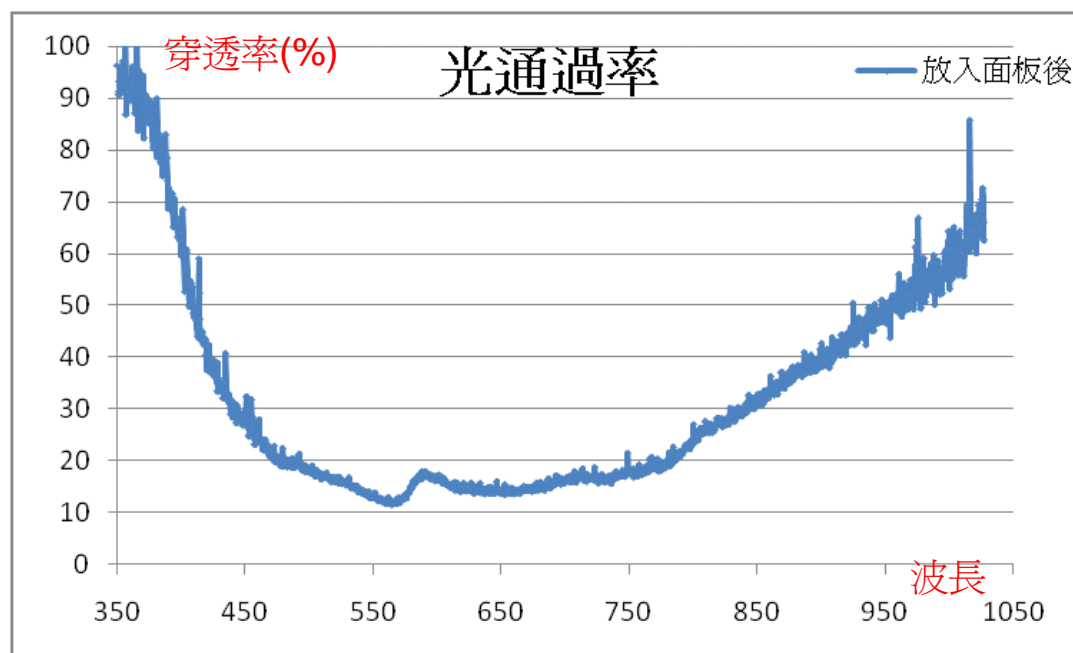


圖 11、光穿透 TN 向列型液晶面版的比率圖

#### (五)、液晶的光學性質的測定：

第一部分：TN 向列型液晶於不同電壓下穿透光譜之變化。

- 圖 12 為將液晶通以 100Hz 方波的交流電，在不同電壓下的光譜圖，由圖中可看出電壓約 4.0V 之後，光譜強度即有明顯下降的趨勢，因此推測 4.0V 為此液晶面板的臨界電壓。
- 圖 13 為將圖 12 中每一項光譜強度與光譜最強數據做比率而繪成，由圖中可清楚看出，頻率在 450nm~750nm 的光強度從 4.0V 開始有很大的掉落，此現象也足以證明 4.0V 為臨界電壓。
- 圖 14 為特定頻率下，比較幾個特定的頻率下的光譜圖，從這張圖中可發現，每個頻率都有下降的趨勢，但是我們看不出下降的趨勢到底有何不同，所以就繪出了圖 15，在圖 15 之中，可以簡單的發現，每項頻率都有下降，但是所下降的比率各不相同，我們對這個現象的討論想法是每個頻率的光各有不同的折射率，當這些折射率被液晶所偏轉時，每個頻率偏轉程度各有不同，所以造成比率不同的狀況。

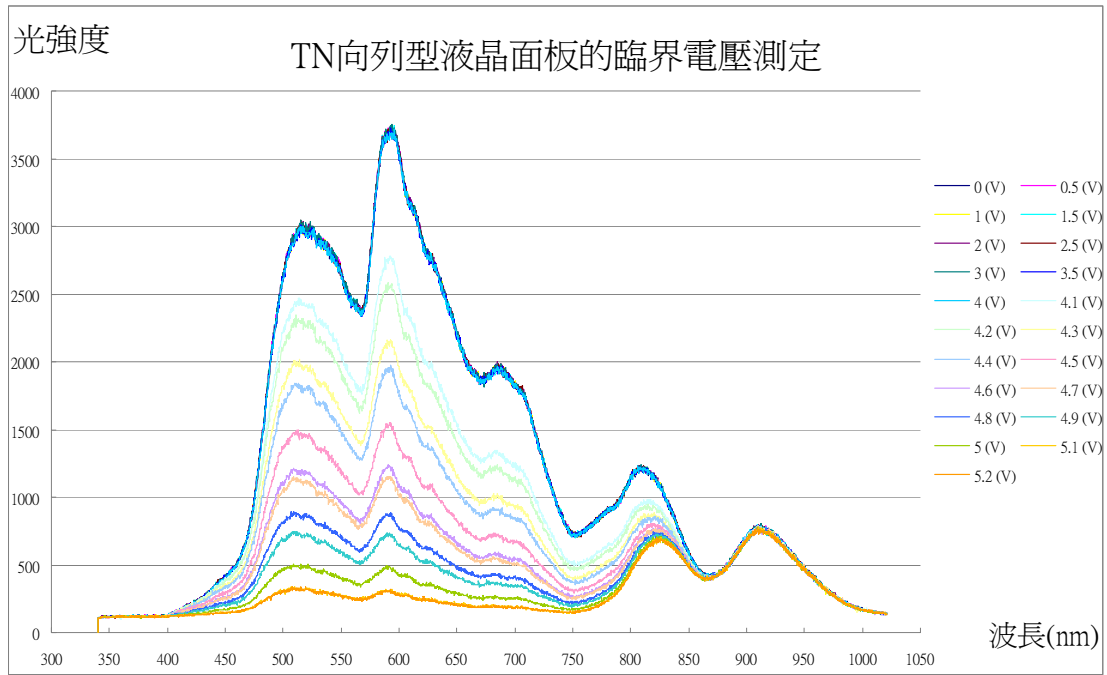


圖 12、不同電壓下 TN 向列型液晶穿透光譜圖

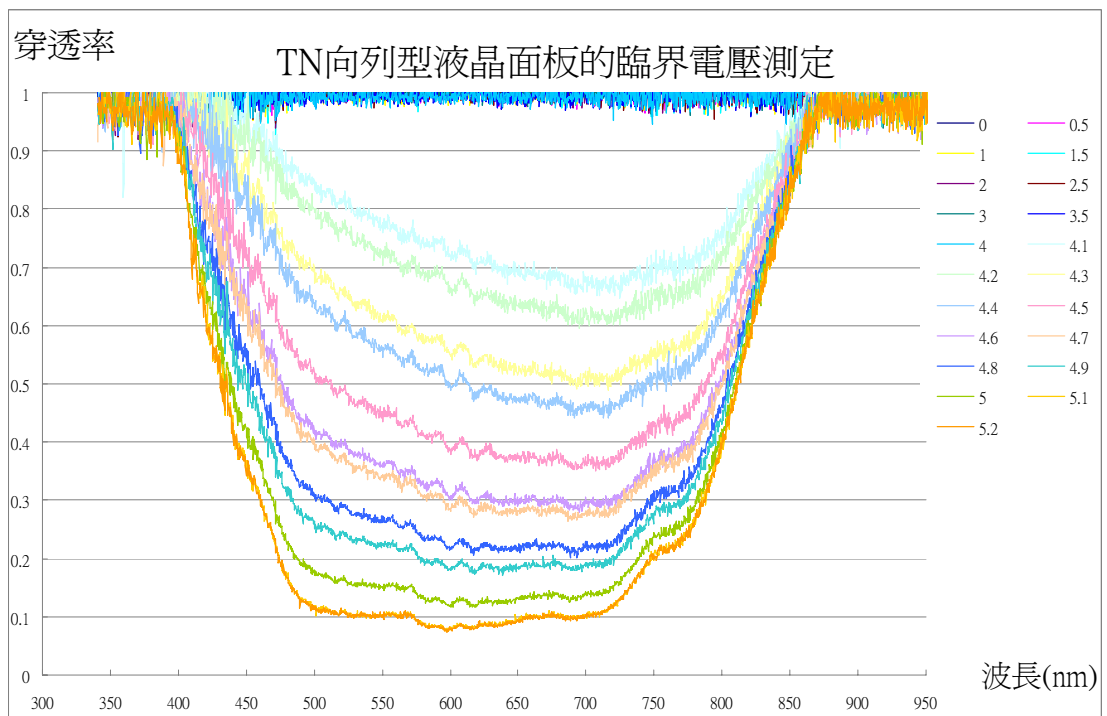


圖 13、不同電壓下的 TN 向列型液晶穿透率

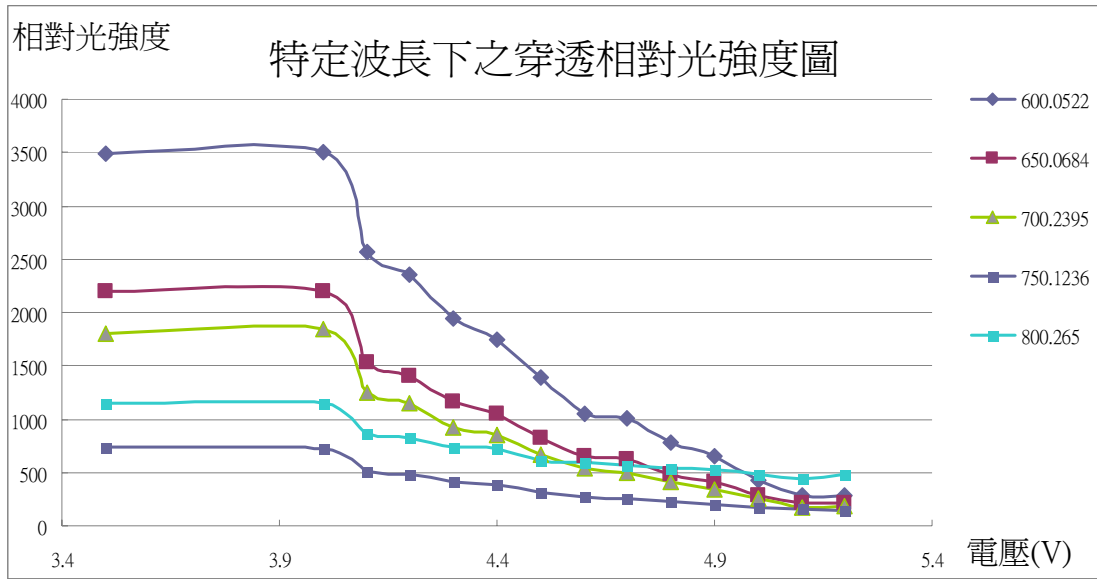


圖 14、特定頻率下的光強度關係

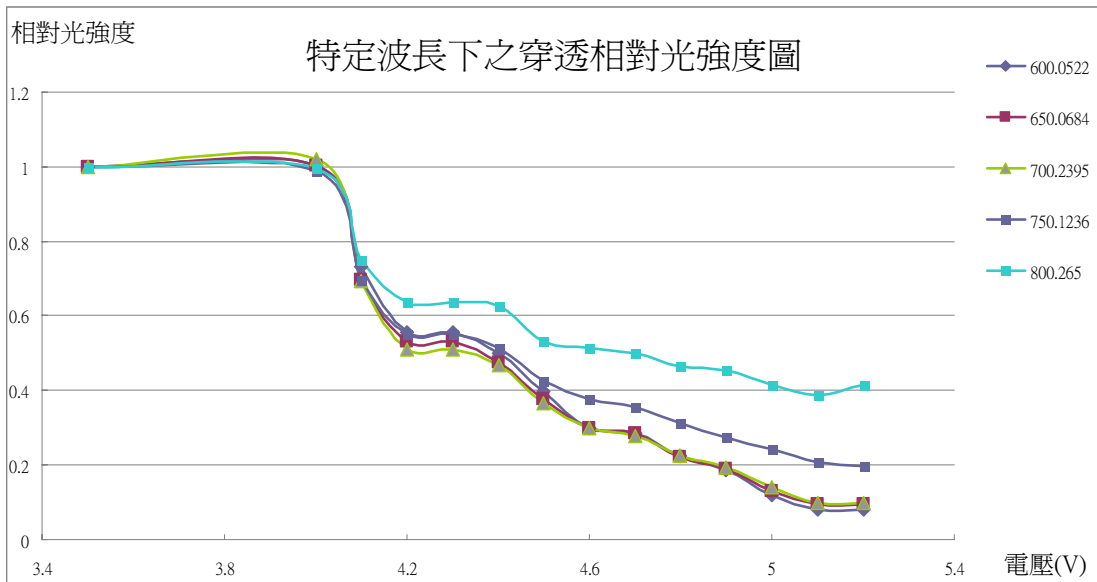


圖 15、特定頻率下的光強度百分比

第二部分：TN 向列型液晶於不同頻率下穿透光譜之變化。

圖 16 為測量在 4V 時以不同頻率的方波測量的光譜圖，由此圖可以發現，頻率幾乎是不影響光譜的。

我們討論為何會有如此的情形，推論是因為電流的頻率只是使液晶分子很快的振動，並不會影響光的偏折現象。

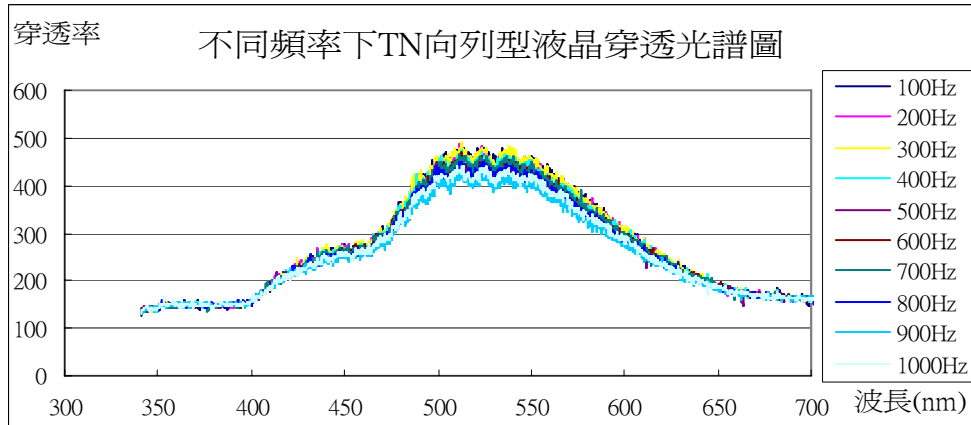


圖 16、不同頻率下 TN 向列型液晶穿透光譜圖

第三部分：TN 向列型液晶於不同頻率下穿透光譜之變化。

當此樣品為藍色時，光通過此樣品的比率會減少，那是因為藍色的色光被反射而其他的色光可以直接通過，依此特性我們即可說此樣品為藍色。

觀察此圖可以發現，已固化的膽固醇型液晶的光譜有呈現顏色，例如已固化的藍色膽固醇型液晶，它的光譜的穿透率在約 430nm 左右的地方有少許降低的趨勢，這項數據即可證明此膽固醇型液晶為藍色的，但似乎是因為樣品的色彩不夠濃烈，所以並沒有非常清楚；已固化的綠色膽固醇型液晶，在波長約 500nm 的地方，它的波長有非常明顯下降的趨勢，這個現象可證明此膽固醇型液晶為綠色。未固化的膽固醇型液晶的光譜並沒有呈現以上的特色的原因是因為，調配出來的液晶其螺距太大，造成膽固醇型液晶所反射的波長變為非可見光的波段。

最後，我們有以下結論：

- 1、由圖可證實膽固醇型液晶具有反射特定波長光線的性質。
- 2、上圖與我們所預期的現象是符合的，由此可證明實驗架設是可行的。

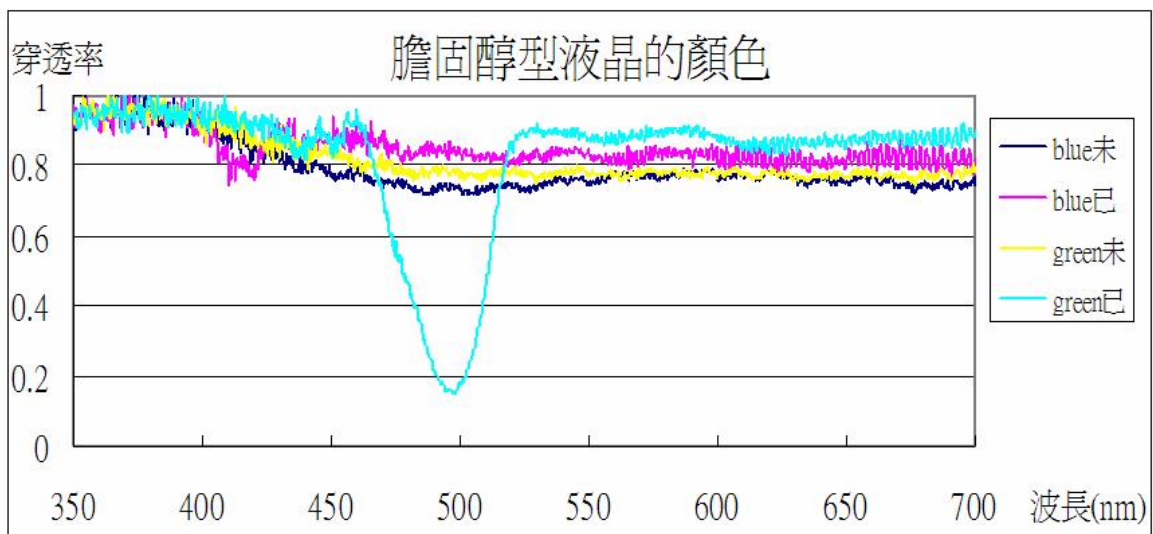


圖 17、藍色與綠色膽固醇型液晶光譜圖

## 實驗二: Bistable 面板製作及測量

(一)、液晶的雙穩態加電壓時的反應路徑：

透射態  $\rightleftharpoons$  散射態  $\rightleftharpoons$  透射態

臨界電壓約為 13V      臨界電壓約為 20V

具雙穩態特性的液晶能反射全可見光波段的波長。

(二)、旋光物質濃度與穿透率關係：

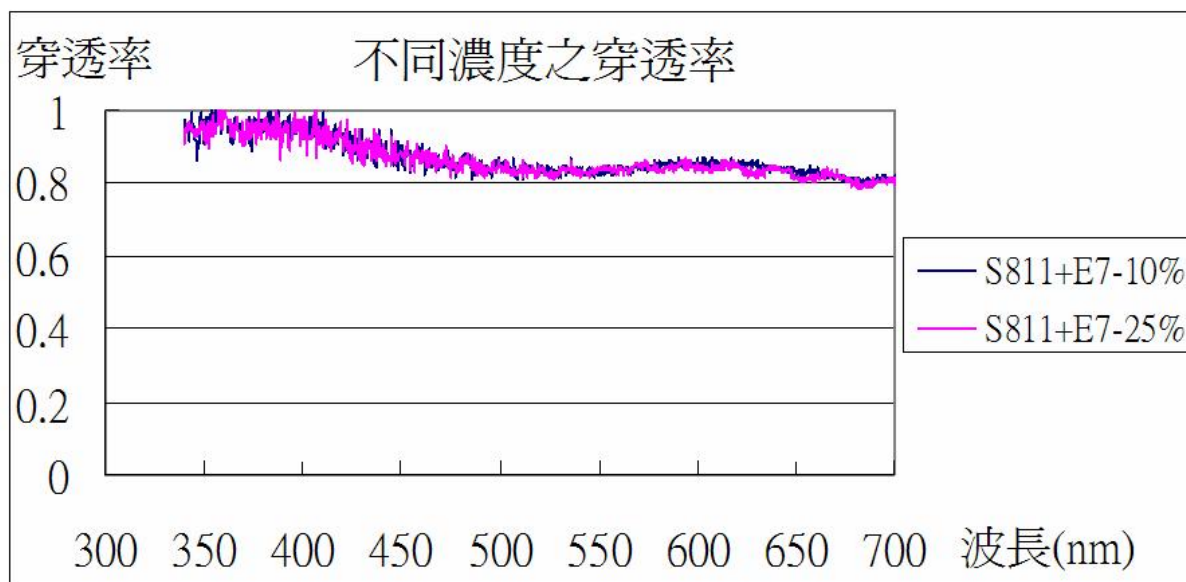


圖 18、不同濃度之穿透率

由圖 18 可以確定旋光物質的濃度並不會影響光的穿透率，且常溫下液晶的雙穩態是不反射任何光線的。

(三)、不同濃度的旋光物質與電壓的關係：

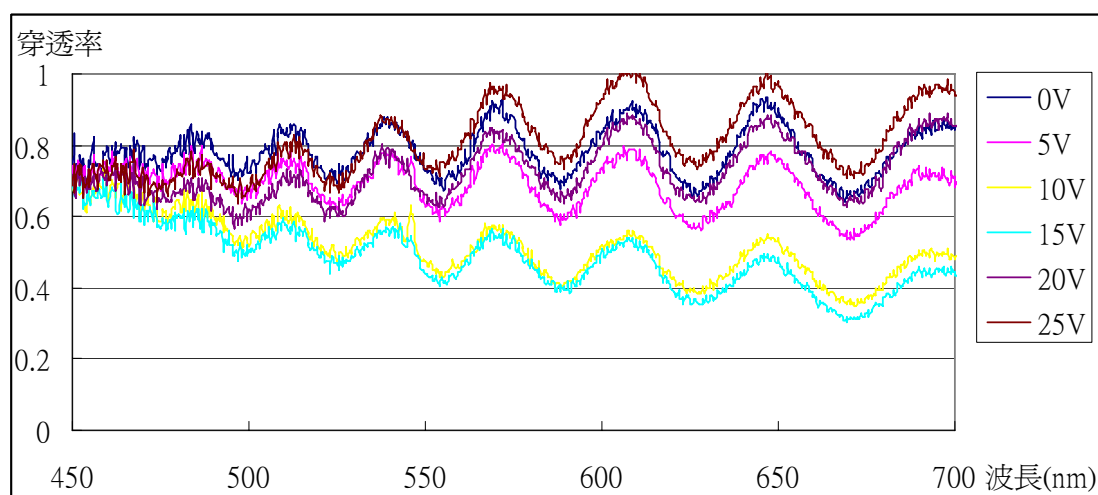


圖 19、不同電壓下(E7+S811) 25%之光穿透率

由圖 19 我們可以發現液晶在最初透射的狀態下，排列並非非常整齊，所以光的穿透率小於通上 25 伏特直流電壓下的光穿透率。

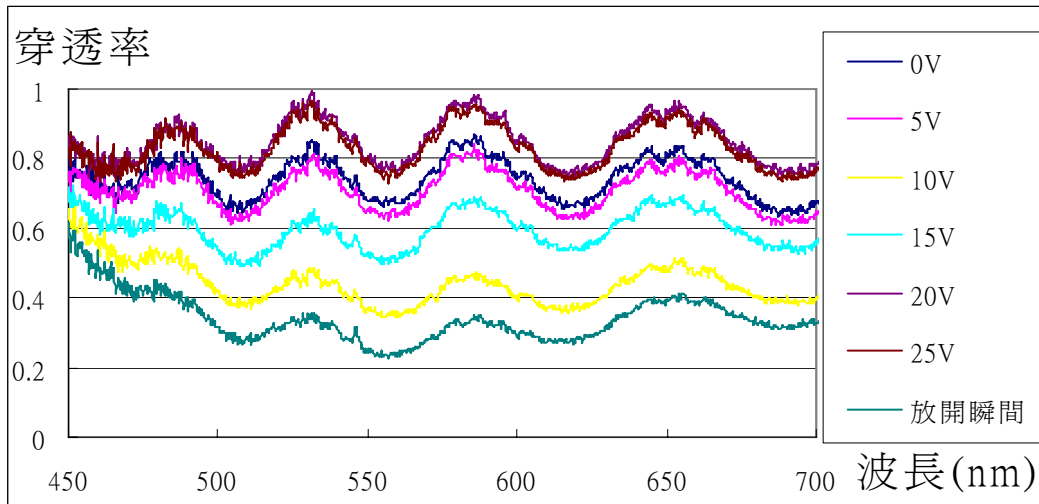


圖 20、不同電壓下(E7+S811) 10%之光穿透率圖

(四)、施加電場時間與回覆時間關係：

由此實驗我們發現，在施加電場時間不長的情況下，電場施加的時間越久所需的回復時間也相對越久，但當施加電場的時間超過某一臨界時間後，所需的回復時間將不會再度增加。

表 1、S811+E7 液晶(10%)施加 25 伏特

施加時間	30s	1min	2min	3min	4min	5min	6min
回覆時間	21s	25s	29s	30s	31s	31s	31s

表 2、S811+E7 液晶(25%)施加 30 伏特

施加時間	30s	1min	2min	3min	4min	5min	6min
回復時間	25s	28s	33s	35s	36s	36s	36s

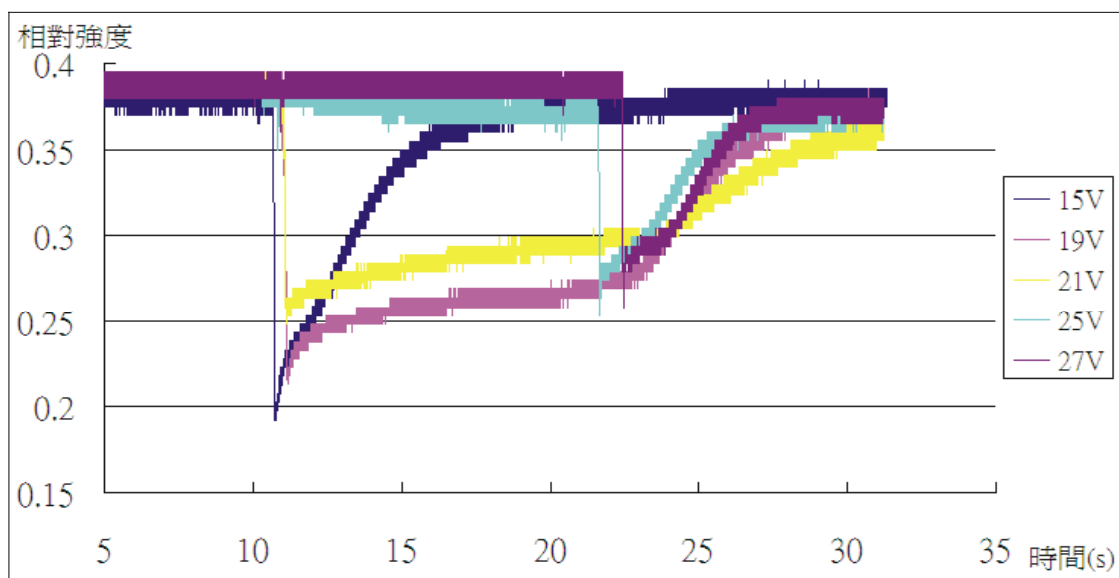


圖 21、不同電壓下(E7+S811)10%反應速率圖

電壓 15~21V 為散射態。因電荷的累積，電壓愈大回復時間愈慢。電壓 21~27V 液晶跳過散射態，變成另一透射態。

### 實驗三、多變色膽固醇型液晶面板製作

#### (一)、膽固醇型液晶之顏色:

我們將 E7 及 S811 分別以 25%、10% 的比例混合後可得紅色及綠色的膽固醇型液晶，另外我們使用編號 9003 的藍色膽固醇型液晶，我們一共可以得到三種顏色: 紅色、綠色、藍色。

#### (二)、藍色膽固醇型液晶穿透光譜:

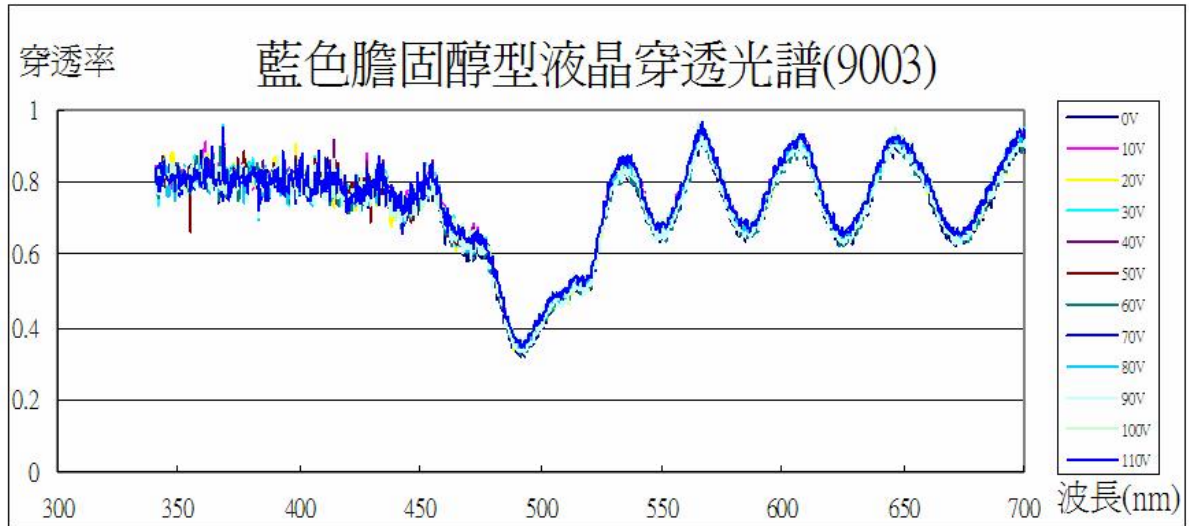


圖 22、不同電壓下 9003 藍色膽固醇型液晶穿透光譜

由圖 22 我們可以確知其所反射的波長約為 500nm 為藍色，當我們將液晶加電壓置 110V 時，光譜依然沒有改變，我們推測因為 9003 藍色膽固醇型液晶黏度太大，導致其驅動電壓太高。

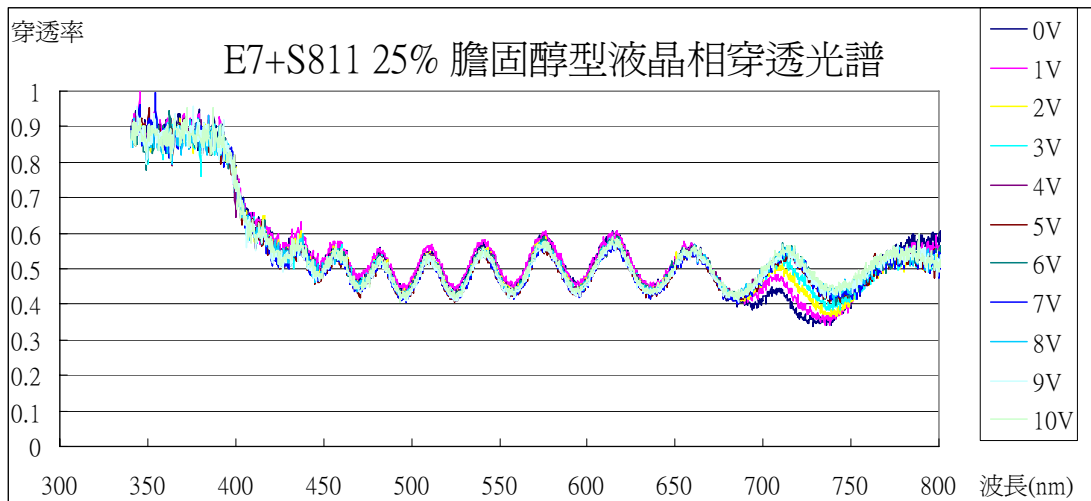


圖 23、E7+S811 25% 膽固醇型液晶相穿透光譜

由圖 23 我們可以確知其所反射的波長約為 730nm 為紅色，由於施加的電壓太大時會導致液晶不會回復使我們所做的電壓有所限制，而此液晶其穿透率變化也無太大差異，也因為如此我們需要使用另一種材料以進行實驗。



(三)、RM82 8%+BL006 56%+CB15 36%穿透光譜

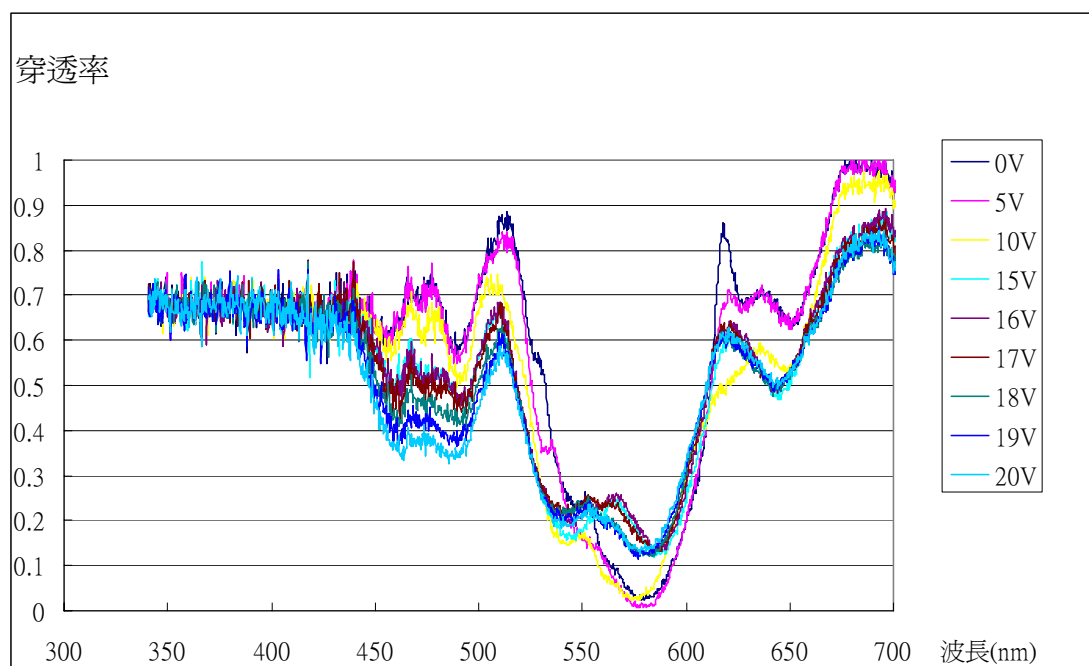


圖 24、RM82 8%+BL006 56%+CB15 36%穿透光譜

由圖 24 可知其反射波長介於 550~600nm 為黃色，由於 BL006 為液態 CB15 也為液態配製起來有些許困難，導致膽固醇型液晶在形成的過程中並未達最完美的狀態，以致其反射的惟一個範圍的波長而非一個單一的波長，但其變化已較為明顯。

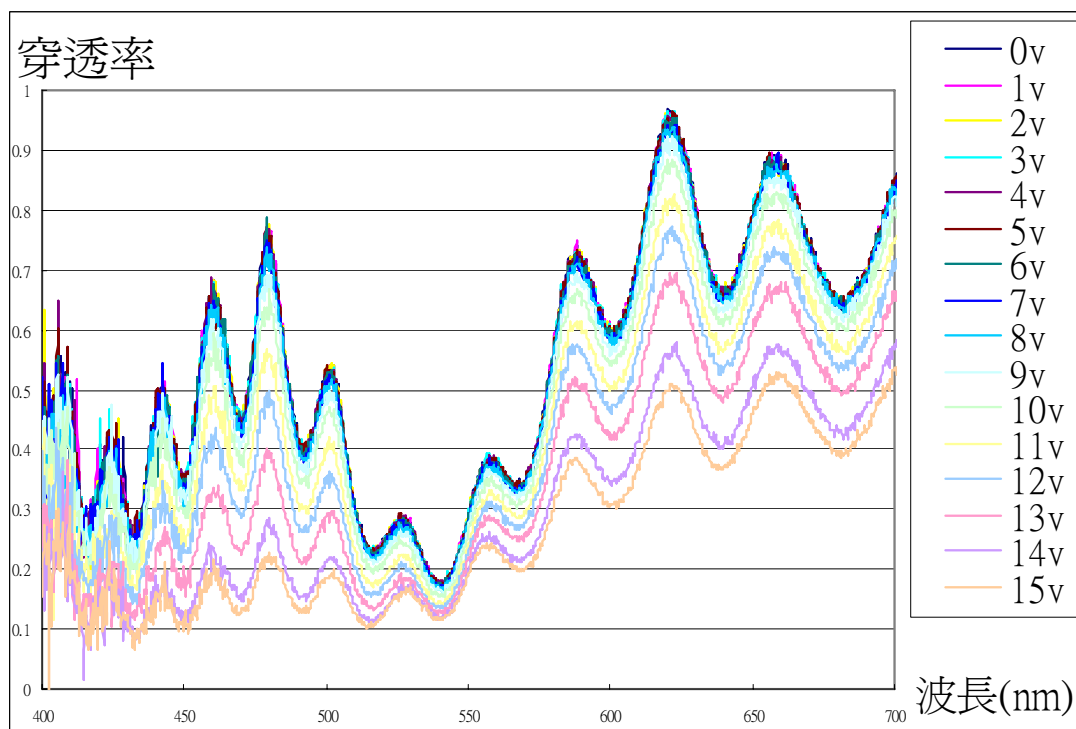


圖 25、固化前膽固醇型液晶電壓-穿透率關係圖

由圖 25 可知，固化前液晶穿透率會隨電壓而改變，而其反射之光波長。

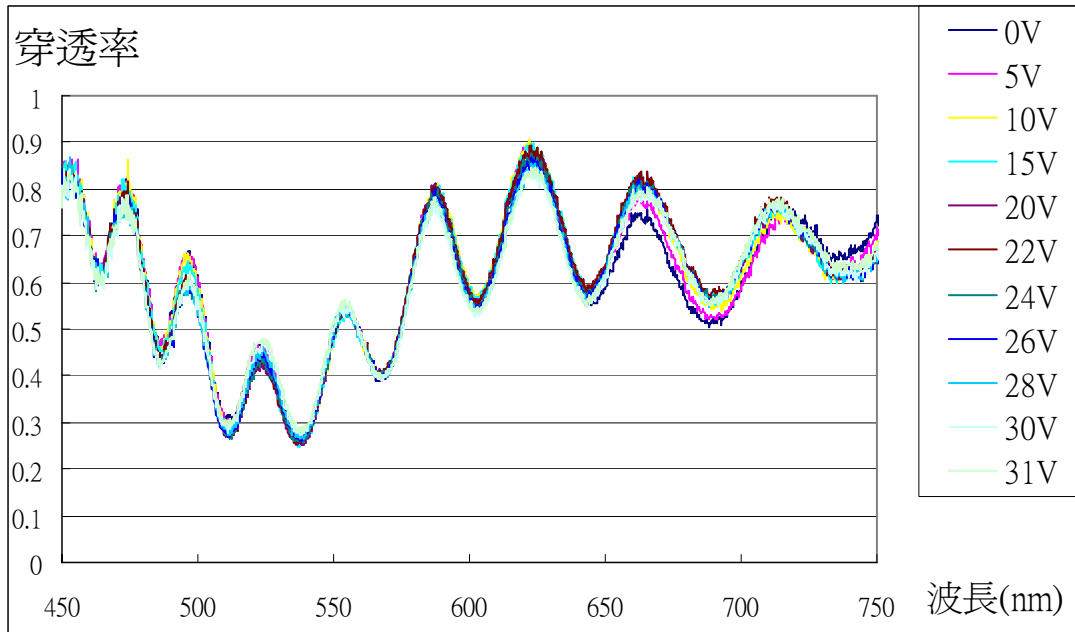


圖 26、固化後膽固醇型液晶電壓-穿透率關係圖

由圖 26 可發現，以適當 UV 固化後液晶具有兩個反射波段，固化程度較高之部分無法以電壓驅動，固化程度較低之部分可以電壓驅動。

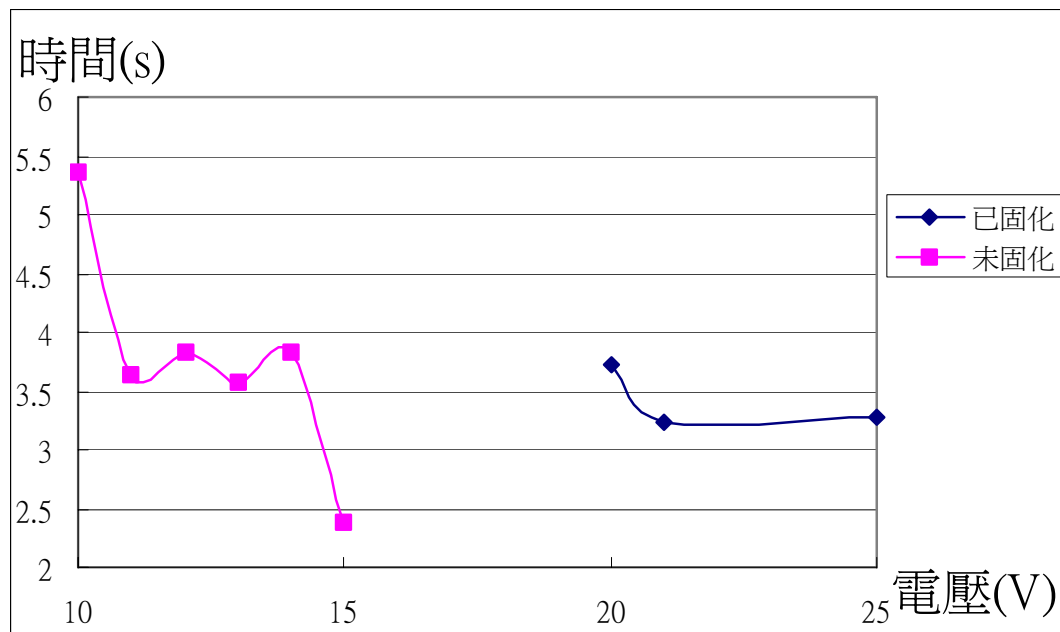


圖 27、Multi-color CLC 固化前後電壓-反應速率關係圖

所做 CLC 反應時間短，反應時間不超過 6 秒。固化前驅動電壓為 15~20V，固化後驅動電壓為 20V。

## 討論：

### 如何延長液晶雙穩態中散射態的維持時間？

- 我們曾觀測試過施加臨界電壓的時間及回復時間的關係，但結果不甚令人滿意，我們所加臨界電壓的時間與回覆時間關係，超過了某一時間後即並不會因為所加之時間增加而使回覆時間變長。  
我們改以不同濃度進行臨界電壓的測定及回覆時間的比較，發現旋光物質濃度越大的液晶其臨界電壓越大，回覆所需的時間也愈久，我們分別以 25% 和 10% E7+S811 的液晶面板進行實驗，雖然 25% 的回復時間較長，但相差不多，也無法滿足我們製作液晶白板部分所需，我們必須持續對之施加一定的電壓使液晶維持在散射的狀態。
- 從我們測量出的眾多光譜中，我們發現光譜呈現波浪的形狀，由測量空 cell 的光譜，我們猜測是因為光在 cell 的兩片玻璃中來回不同反射所造成的結果。
- 多變色膽固醇型液晶面板之所以不使用原來使用的液晶 E7+S811，是因為其螺距並不會隨溫度改變，固化後顏色亦不會因固化程度不同而改變。實驗三多變色膽固醇型液晶第三部份的圖表是將 RM82、CB15、BL006 以比例混合所製成的，這種液晶材料其顏色會隨固化程度不同而呈現不同顏色，固化後其驅動電壓亦比編號 9003 的液晶低。
- 光穿透率當電壓加至 15V 穿透率開始回升，電壓加至 20V 放掉瞬間穿透率最低。
- 電壓 15~21V 為散射態。因電荷的累積，電壓愈大回復時間愈慢。電壓 21~27V 液晶跳過散射態，變成另一透射態。
- 將做的 Bistable 和 Multi-color CLC 面板用於液晶白板製作，可能會有毛邊的現象。
- 經多次實驗發現欲使 Multi-color CLC 分層顏色相異，以不同 UV 強度固化，皆可達成效果。但無法穩定控制加熱溫度變化，否則固化之面板分層顏色易不均勻。

## 四、結論與應用

**實驗一:**成功作出可控制光穿透率的面板，作為液晶白板上層。

需持續加電壓維持 Bistable CLC 的散色態，欲使 Bistable CLC 呈現透色態時則停止加電壓，轉換時間僅需要 20~30 秒。

**實驗二:**成功作出可變色面板，作為液晶白板下層。

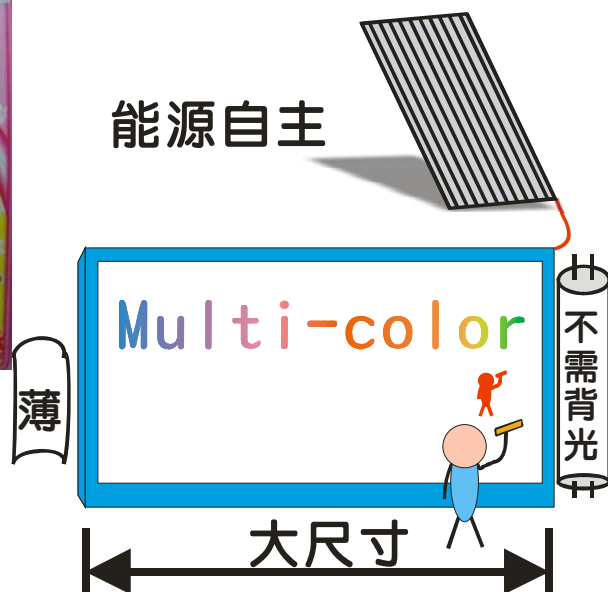
經測試多種材料，其驅動電壓、變色溫度不可太高。找出最適合製作 Multi-color CLC 的材料，BL006+CB15+RM82+I-369。

所做 CLC 反應時間短，反應時間不超過 6 秒。固化前驅動電壓為 15~20V，固化後驅動電壓為 20V。

**本實驗結果有以下特點:**

- 不需使用背光源。
- 可製成大面板。
- 製程簡單。
- 可應用於大樓帷幕、窗戶、黑板、隔板.....等等。

一般市面上的小朋友玩具「磁粉畫板」，亦與我們的液晶黑板相似，我們可在上層的雙穩態膽固醇型液晶面板用上觸控面板的裝置，當手碰觸後會改變其電壓大小使上層液晶在散射態及透射態之間轉換，而下層面板則可選擇多種顏色，可成為多顏色的畫板。



## 伍、參考文獻

編號	論文、書籍資料：	論文、書籍文件簡介
1.	國立成功大學化學工程學系碩士論文 作者:許惠晴 P37~P52	光聚合膽固醇型液晶元件之製備及光學特性研究
2.	私立元智大學化工系研究報告 作者:林文逸、洪維澤、黃振球	向列型液晶/旋光性物質的圓偏光二色性與光電特性
3.	<a href="http://www.alum.ntu.edu.tw/read.php?num=48&amp;sn=1086&amp;check=">http://www.alum.ntu.edu.tw/read.php?num=48&amp;sn=1086&amp;check=</a>	電致色變技術與應用研發
4.	<a href="http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1005022102147">http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1005022102147</a>	電致色變薄膜
5.	元智大學化工系研究報告 作者:廖敏翔、黃振球	旋光性材料/誘導層列型複合系液晶的變色效應
6.	液晶顯示器技術手冊 作者:紀國鐘 鄭晃忠 P1~P44 民國 93 年 11 月出版	有關液晶及液晶顯示器的介紹
7.	液晶之基礎與應用 作者:松本正一 角田市良 翻譯:劉瑞祥 P1~P54	對液晶的性質及應用有詳細的介紹
8.	液晶顯示器技術入門 作者:苗村 省平 翻譯:陳建銘 民國 94 年出版 初版	對顯示器的原理及特性有詳細的介紹

## 評語

本作品利用具液晶特性膽固醇的螺距可以改變的特色，製作出多變色的液晶面板。本作品已得到初步的成功及展示，但就應用面而言，仍有待進一步探討。