

國立交通大學

平面顯示技術碩士學位學程

碩士論文



離子電荷效應對液晶盒光學特性之影響

Ion-Charge Effects on the Optical Performance of Liquid Crystal Cells

研究生：彭旭彰

指導教授：林宏洲 教授

中華民國一百零一年六月

離子電荷效應對液晶盒光學特性之影響

**Ion-Charge Effects on the Optical Performance of
Liquid Crystal Cells**

研 究 生：彭旭彰

Student : Shiu-Jang Peng

指 導 教 授：林宏洲

Advisor : Hong-Cheu Lin

國立交通大學

平面顯示技術碩士學位學程

碩 士 論 文

1896

A Thesis

Submitted to Degree Program of Flat Panel Display Technology
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
in

Flat Panel Display Technology

June 2012

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百零一年六月

離子電荷效應對液晶盒光學特性之影響

學生：彭旭彰

指導教授：林宏洲

國立交通大學平面顯示技術碩士學位學程

摘 要

本論文以探討液晶盒內離子電荷效應對於其光學特性(穿透率及視角)的變化，透過三種不同型態的配向膜所製作的液晶盒，分別執行三種不同測試條件(低溫儲存、高溫高溼儲存及高溫儲存)，並於 500 小時後量測液晶盒內的離子濃度及光學特性的變化，以期得到其中的相關性，並且藉此了解此實驗何種的測試條件，對於液晶顯示器造成的品質問題衝擊較大。

至於為何選擇此三種條件，這是因為液晶顯示器普遍的使用地點，不外乎就是包含這些環境條件，透過此結果，將可以針對其問題來尋求研究及解決，以提供品質更好及更有保障的液晶顯示器。

其次，此實驗中採用了三種不同配向膜(含二種不同型態的組成，同時也代表了三種不同預傾角的設計)，所以可探討分析何種型態或預傾角的配向膜設計對於得到更好的光學特性是最好的設計。

關鍵字：殘影、配向膜、預傾角、離子電荷、離子濃度、液晶顯示器、電
壓保持率、視角、對比、穿透率、摩擦配向、液晶盒。



Ion-Charge Effects on the Optical Performance of
Liquid Crystal Cells

student : Shiu-Jang Peng

Advisors : Dr. Hong-Cheu Lin

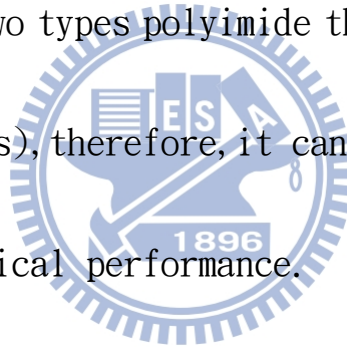
Program of Flat Panel Display Technology
National Chiao Tung University

ABSTRACT

In this thesis, ion-charge effects on the variation of optical performance of liquid crystal cells was been studied and the optical performance means “transmission” and “view angle” . Three kinds of liquid crystal cells were made by different types polyimide, and then these cells were storage at three kinds of test conditions till after 500 hours, respectively. After that, measure the ion density and optical performance of these cells to get clear dependency. Therefore, at the same time, to know which factor could be the major impact for the quality issue of liquid crystal display.

How to decide these test conditions? This is because that all of liquid crystal displays are almost used in these environmental conditions. According to the test result, the problem could be studied and solved to provide better quality liquid crystal displays and enough protection for user.

On the other hand, three kinds of polyimides were used in this experiment(including two types polyimide that also represents three kinds of pretilt angles), therefore, it can be investigate which design is good for optical performance.



Keywords : Image Sticking 、 Polyimide 、 Pretilt Angle 、 Ion Charge 、 Ion Density 、 Liquid Crystal Display 、 Voltage Holding Ratio 、 View Angle 、 Contrast 、 Transmission 、 Rubbing 、 Alignment 、 Liquid Crystal Cell.

誌 謝

離開學校多年以後，又回到了學校攻讀碩士的課程，其間經歷了內心的掙扎及思考，必竟在此情形下需要兼顧家庭、工作及課業，需要花費更大的心思及努力，但為了要完成我多年前的夢想，我下定決心努力走下去，幸運地，我太太蘭結全力支持，讓我無後顧之憂，能全力往前衝刺，在此非常感謝她。

同時，我更要感謝我指導教授，林宏洲老師，他不僅在實驗及論文寫作上提供了寶貴的意見而且還給我很大空間去發揮，讓我在準備上能詳讀充實，當然我的口試老師，陳皇銘老師及田仲豪老師也給我很多很好的建議，在此也非常感謝老師們，提醒我應該要注意的事項。

最後，我還要感謝的是實驗室的同仁，伊伶及伊汎的協助量測，讓我得以將所量測到的資料整理，做為論文寫作內容的佐證，讓我能順利拿到碩士學位。

目 錄

| | | |
|-------|-----------|------|
| 中文提要 | | i |
| 英文提要 | | iii |
| 誌謝 | | v |
| 目錄 | | vi |
| 表目錄 | | xii |
| 圖目錄 | | xiii |
| 符號說明 | | xix |
| 一、 | 緒論..... | 1 |
| 1.1 | 研究背景..... | 1 |
| 1.2 | 研究動機..... | 2 |
| 二、 | 理論..... | 3 |
| 2.1 | 液晶基礎..... | 3 |
| 2.1.1 | 液晶簡介..... | 3 |



| | | |
|-------|----------|----|
| 2.1.2 | 秩序參數 | 6 |
| 2.1.3 | 雙折射性 | 7 |
| 2.1.4 | 介電異方向性 | 8 |
| 2.1.5 | 彈性係數 | 9 |
| 2.2 | 液晶顯示器原理 | 10 |
| 2.3 | 液晶顯示器結構 | 13 |
| 2.4 | 配向機制 | 16 |
| 2.4.1 | 配向膜簡介 | 16 |
| 2.4.2 | 配向技術 | 17 |
| 2.4.3 | 配向預傾角 | 19 |
| 2.4.4 | 配向製程 | 20 |
| 2.5 | 聚醯亞胺特性 | 22 |
| 2.6 | 電性特性量測原理 | 24 |
| 2.6.1 | VHR 量測原理 | 24 |



| | | |
|-------|------------------|----|
| 2.6.2 | Ion density 量測原理 | 27 |
| 2.7 | 光學特性定義 | 29 |
| 2.7.1 | 對比定義 | 29 |
| 2.7.2 | 視角定義 | 30 |
| 2.7.3 | 穿透率定義 | 32 |
| 2.8 | 離子來源 | 34 |
| 2.9 | 離子效應模型 | 35 |
| 2.10 | 離子效應的影響 | 36 |
| 三、 | 實驗方法與樣品製作介紹 | 37 |
| 3.1 | 實驗方法 | 37 |
| 3.2 | 實驗流程 | 38 |
| 3.3 | 實驗材料 | 39 |
| 3.4 | 樣品製作 | 41 |
| 3.5 | 實驗量測設備 | 42 |

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 3.5.1 | 電性特性量測設備 | 42 |
| 3.5.2 | 光學特性量測設備 | 43 |
| 3.5.3 | 液晶預傾角量測設備 | 44 |
| 3.5.4 | 實驗設備量測參數設定 | 44 |
| 四、 | 實驗結果與分析 | 46 |
| 4.1 | 低溫儲存探討 | 47 |
| 4.1.1 | 電壓保持率(Voltage Holding Ratio)結果探討 | 47 |
| 4.1.2 | 離子濃度(Ion density)結果探討 | 48 |
| 4.1.3 | 穿透率(transmission)結果探討 | 50 |
| 4.1.4 | 視角(view angle)結果探討 | 51 |
| 4.2 | 高溫高溼儲存探討 | 54 |
| 4.2.1 | 電壓保持率(Voltage Holding Ratio)結果探討 | 54 |
| 4.2.2 | 離子濃度(Ion density)結果探討 | 55 |
| 4.2.3 | 穿透率(transmission)結果探討 | 57 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 4.2.4 | 視角(view angle)結果探討..... | 58 |
| 4.3 | 高溫儲存探討..... | 61 |
| 4.3.1 | 電壓保持率(Voltage Holding Ratio)結果探討..... | 61 |
| 4.3.2 | 離子濃度(Ion density)結果探討..... | 62 |
| 4.3.3 | 穿透率(transmission)結果探討..... | 64 |
| 4.3.4 | 視角(view angle)結果探討..... | 65 |
| 4.5 | 實驗結果總結..... | 68 |
| 4.5.1 | A type 液晶盒實驗結果..... | 68 |
| 4.5.2 | B type 液晶盒實驗結果..... | 70 |
| 4.5.3 | C type 液晶盒實驗結果..... | 72 |
| 4.5.4 | 液晶盒預傾角變化..... | 74 |
| 4.4.5 | 液晶盒的穿透率及視角模擬結果..... | 77 |
| 五、 | 結論與未來展望..... | 79 |
| 5.1 | 結論..... | 79 |

| | | |
|------|---------|----|
| 5.2 | 建議..... | 80 |
| 參考文獻 | | 81 |



表 目 錄

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 表 3.1 | 實驗流程..... | 38 |
| 表 3.2 | 配向膜基本特性參數..... | 39 |
| 表 3.3 | 液晶基本特性參數..... | 40 |
| 表 5.1 | 液晶盒 A type 實驗結果趨勢比較表..... | 68 |
| 表 5.2 | 液晶盒 A type 實驗量測數值比較表..... | 68 |
| 表 5.3 | 液晶盒 B type 實驗結果趨勢比較表..... | 70 |
| 表 5.4 | 液晶盒 B type 實驗量測數值比較表..... | 70 |
| 表 5.5 | 液晶盒 C type 實驗結果趨勢比較表..... | 72 |
| 表 5.6 | 液晶盒 C type 實驗量測數值比較表..... | 72 |
| 表 5.7 | 液晶盒預傾角變化趨勢比較表..... | 74 |
| 表 5.8 | 液晶盒預傾角變化數值比較表..... | 74 |

圖 目 錄

| | | |
|--------|------------------------------------|----|
| 圖 2.1 | 向列型液晶分子結構 | 4 |
| 圖 2.2 | 膽固醇型液晶分子結構 | 4 |
| 圖 2.3 | 層列 A 相液晶分子結構 | 4 |
| 圖 2.4 | 層列 C 相液晶分子結構 | 5 |
| 圖 2.5 | 層列 B 相液晶分子結構 | 5 |
| 圖 2.6 | 碟狀液晶與碗狀液晶 | 5 |
| 圖 2.7 | 液晶分子之軸向 a 與主長軸方向(director)之空間位置圖 | 6 |
| 圖 2.8 | 液晶分子秩序參數隨著溫度變化之關係圖 | 6 |
| 圖 2.9 | (a)(b)(c)向列型液晶的三種基本彈性變形 | 9 |
| 圖 2.10 | (a)(b)液晶顯示器的顯示原理-液晶光閘 | 12 |
| 圖 2.11 | 液晶顯示器結構圖 | 15 |
| 圖 2.12 | 配向膜塗佈示意圖 | 16 |
| 圖 2.13 | 液晶配向排列模式 | 17 |
| 圖 2.14 | 配向膜與液晶分子間預傾角示意圖 | 19 |

| | | |
|--------|--|----|
| 圖 2.15 | 配向膜配向示意圖..... | 20 |
| 圖 2.16 | 液晶於配向製程後排列示意圖..... | 21 |
| 圖 2.17 | 聚醯亞胺的化學反應方程式..... | 23 |
| 圖 2.18 | TOYO 6254 電壓保持率量測等效電路圖..... | 25 |
| 圖 2.19 | TOYO 6254 電壓保持率之電壓輸出波形及量測結果波形圖 | 26 |
| 圖 2.20 | TOYO 6254 離子濃度量測結果波形圖..... | 28 |
| 圖 2.21 | 對比度計算示意圖..... | 29 |
| 圖 2.22 | 座標示意圖： θ 為視角， φ 為視向角..... | 30 |
| 圖 2.23 | 視角與對比度的關係圖..... | 31 |
| 圖 2.24 | 背光源的輸出光僅有一小部分透過液晶螢幕..... | 33 |
| 圖 2.25 | 離子電荷在直流電壓下的運動示意圖..... | 35 |
| 圖 3.1 | 液晶盒示意圖..... | 41 |
| 圖 3.2 | 液晶盒配向位置圖..... | 41 |
| 圖 3.3 | 液晶特性量測系統..... | 42 |
| 圖 3.4 | 光學特性量測系統..... | 43 |

| | | |
|-------|--|----|
| 圖 3.5 | 穿透式面板間隙及液晶預傾角量測系統..... | 44 |
| 圖 4.1 | 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的電壓保持率 變化對照圖..... | 47 |
| 圖 4.2 | 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的離子濃度 變化對照圖..... | 48 |
| 圖 4.3 | 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後離子濃度 計算的電流-電壓對照圖..... | 49 |
| 圖 4.4 | 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的穿透率 變化對照圖..... | 50 |
| 圖 4.5 | 液晶盒(預傾角 3~4 度)於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖..... | 51 |
| 圖 4.6 | 液晶盒(預傾角 8~9 度)於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖..... | 52 |
| 圖 4.7 | 液晶盒(預傾角 13~14 度)於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖..... | 53 |

| | | |
|--------|--|----|
| 圖 4.8 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的電壓保持率 變化對照圖..... | 54 |
| 圖 4.9 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的離子 濃度變化對照圖..... | 55 |
| 圖 4.10 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後 離子濃度計算的電流-電壓對照圖..... | 56 |
| 圖 4.11 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的穿透率 變化對照圖..... | 57 |
| 圖 4.12 | 液晶盒(預傾角 3~4 度)於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的視角變化對照圖..... | 58 |
| 圖 4.13 | 液晶盒(預傾角 8~9 度)於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的視角變化對照圖..... | 59 |
| 圖 4.14 | 液晶盒(預傾角 13~14 度)於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的視角變化對照圖..... | 60 |
| 圖 4.15 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的電壓保持率 | |

| | | |
|--------|---|----|
| | 變化對照圖..... | 61 |
| 圖 4.16 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的離子濃度 變化對照圖..... | 62 |
| 圖 4.17 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後離子濃度 計算的電流-電壓對照圖..... | 63 |
| 圖 4.18 | 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的穿透率 變化對照圖..... | 64 |
| 圖 4.19 | 液晶盒(預傾角 3~4 度)於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時 後的視角變化對照圖..... | 66 |
| 圖 4.20 | 液晶盒(預傾角 8~9 度)於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時 後的視角變化對照圖..... | 66 |
| 圖 4.21 | 液晶盒(預傾角 13~14 度)於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時 後的視角變化對照圖..... | 67 |
| 圖 5.1 | 液晶盒 A type 預傾角變化對照圖..... | 75 |
| 圖 5.2 | 液晶盒 B type 預傾角變化對照圖..... | 76 |

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 圖 5.3 | 液晶盒 C type 預傾角變化對照圖..... | 76 |
| 圖 5.4 | 液晶盒的 V-t curve 模擬結果..... | 77 |
| 圖 5.5 | 液晶盒的視角模擬結果..... | 78 |



符 號 說 明

- S 液晶分子排列參數
- n_o 液晶分子對通常光的折射率
- n_e 液晶分子對異常光的折射率
- Δn 液晶分子的雙折射率
- ϵ_{\parallel} 液晶分子軸方向的介電率
- ϵ_{\perp} 垂直液晶分子軸方向的介電率
- $\Delta \epsilon$ 液晶分子的介電異方向性
- α 液晶分子的極化率
- μ 液晶分子的永久偶極矩
- β 液晶分子長軸與偶極矩之夾角
- V_{th} 液晶分子驅動的臨界電壓
- K_{ii} 液晶分子之扭轉彈性係數
- θ 液晶顯示器之視角
- φ 液晶顯示器所定義之視向角



η 液晶螢幕的穿透率

η_P 偏光片的穿透率

η_{CF} 彩色濾光片的穿透率

η_{ITO} 透明電極(ITO)的穿透率

η_{LC} 液晶材料的穿透率



第一章、緒論

1.1 研究背景

自從一九二七年第一臺以陰極線管(CRT, Cathode Ray Tube)為工作模式的黑白電視機發明以來，顯示技術便以飛快的速度不斷演進，然而由於此種以陰極射線管模式工作的顯示器，其具有體積大、重量重，輻射量高、畫質較差等等缺點[1]，後續液晶於一八八八年首度被發現至今，液晶顯示器已成為目前技術最純熟且最普及化的一項產品，當然過程中也有其它的平面顯示器被開發出來，例如場發射器(FEDs, Field Emission Displays)、電漿電視(PDPs, Plasma Displays)等等，但這些平面顯示器的優點都遠不及於液晶顯示器。由於液晶是介於固態與液態的中間態，不但擁有液體易受外力的流動及轉動的特性，也具有晶體特有的光學異方向性，因此能利用外加電場來控制及產生光的調變現象，稱之為光電效應，透過此特殊效應，可製作出許多不同的液晶顯示器，例如扭轉型(TN, Twist Nematic)、超扭轉型(STN, Super Twist Nematic)、薄膜電晶體型(TFT-LCDs, Thin-Film Transistor LCDs)等，然而在探討及應用液晶顯示器之顯示狀態時，其中大家共同所碰到的就是液晶盒內的離子電荷效應[10]，此效應不但可造成畫面閃爍(Flicker)[11]和影像殘留(Image Sticking)[4][12]，而且會導致顯示畫面穿透率及對比的變化，因而此研究主要來探討離子電荷對於光學特性的變化以及離子電荷會受那些變因的影響而造成光學特性有所

改變。

1.2 研究動機

有鑑於目前文獻上已有不少有關液晶盒內離子濃度與影像殘留的探討研究[4][5][7]，其中包含離子濃度的量測方法以及利用前後亮度的變化來定義出殘像的程度[6]…等等，但很少有關離子效應對於光學特性的探討，因此本研究將探討有關液晶盒內的光學特性，利用不同預傾角配向膜的液晶盒同時於不同特殊環境測試下所得到的電壓保持率以及離子濃度變化，對應其液晶盒內的光學特性(視角、穿透率)的關係曲線圖，進而了解離子效應於何種環境下較易產生並且對於光學特性所造成之影響為何，還可得知何種型態的配向膜是有助於抵抗離子效應的影響，以提供相關業界或是研究單位針對於液晶盒的研究有進一步的了解，以便在設計或評估產品時針對特殊環境(高溫、低溫、高溼)做考量依據。

同時，此研究手法也可適用於其它不同型態的液晶盒(MVA、IPS)，當然對於此類液晶盒內圖案設計是不盡相同的，因此需要設計不同型態的液晶盒，但是概念是相同的，從本研究可得知液晶盒內離子濃度變化效應對應光學特性之影響，其中的相對關係及趨勢圖將清楚的顯現出來，以做為後續做材料選擇或產品設計提供出一個研究方向，將有助於設計出更優良更具競爭力的液晶顯示器。

第二章、理論

2.1 液晶基礎

2.1.1 液晶簡介[1]

液晶的發現可回溯到 1888 年，當的奧地利植物學者 F.Reinitzer 研究他合成的安息香酸膽固醇酯(cholesteryl benzoate)之溶解行為時，發現此化合物在 145°C 時溶解，但卻呈混濁的狀態，加熱到 179°C 時突然成為透明的液體。後來德國物理學者 O.Lehmann 以偏光顯微鏡確認這混濁的狀態是具有組織方向性的液體，而且具有光學雙折射的現象，乃稱此狀態為 Flüssige Kristalle，亦即今日的 liquid crystal。又因其是介於等方向性液體及固體之間的中間狀態，亦稱之為中間相(mesphase)。

液晶就其形成原因可分為液向性液晶(lyotropic liquid crystal)和熱向性液晶(thermotropic liquid crystal)兩類。前者是將化合物溶入適當溶劑，因濃度條件而呈現不同的液晶相，此類大部分為生物體的構成物質。而熱向性液晶是由於溫度效應而呈現不同的液晶相，此類液晶之電氣-光學效果、溫度-光學效果顯著，故其在基礎研究及應用分野上均令人矚目。液晶就其分子對稱性結構而言，又可分為以下幾類：

1. 向列型液晶(Nematic Liquid Crystal)，如圖 2.1 所示。

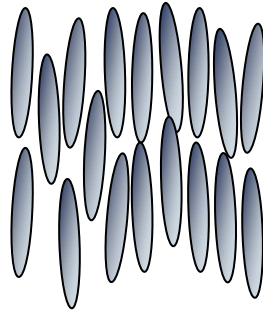


圖 2.1 向列型液晶分子結構

2. 膽固醇型液晶(Cholesteric Liquid Crystal)，如圖 2.2 所示。

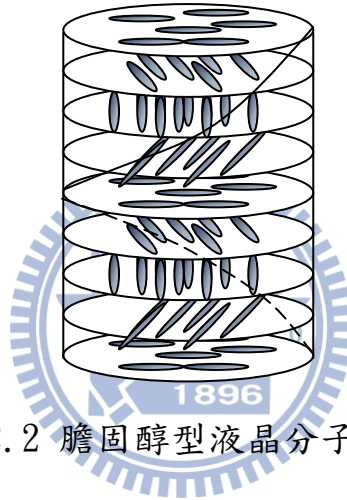


圖 2.2 膽固醇型液晶分子結構

3. 層列型液晶(Smectic Liquid Crystal)

(1) 層列 A 相(Smectic A)，如圖 2.3 所示。

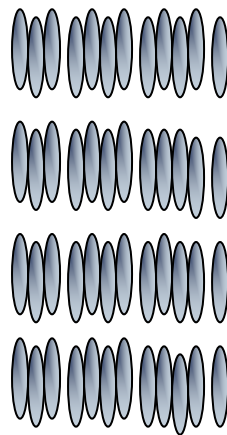


圖 2.3 層列 A 相液晶分子結構

(2) 層列 C 相(Smectic C)，如圖 2.4 所示。

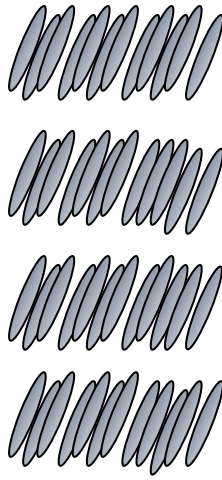


圖 2.4 層列 C 相液晶分子結構

(3) 層列 B 相(Smectic B)，如圖 2.5 所示。



圖 2.5 層列 B 相液晶分子結構

4. 碟狀液晶(Discotic LC)與碗狀液晶(Bowlic LC)，如圖 2.6 所示。

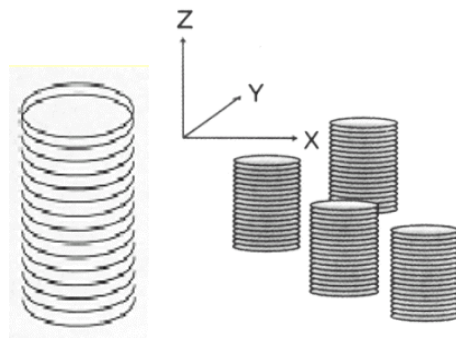


圖 2.6 碟狀液晶分子結構

2.1.2 秩序參數(Order parameter S)[1]

液晶分子本身受熱運動，而且分子一直在動，其主軸會隨時間改變，這種分子排列的整齊程度，可以下式子(2.1.1)的分子排列的秩序參數(Order parameter, S)來定義，另外針對液晶分子受熱而導至秩序參數變化，如圖 2.8 所示。

$$S = 1/2 \langle 3\cos^2\theta - 1 \rangle \quad (2.1.1)$$

其中 θ 之定義如圖 2.7 所示， $\langle \rangle$ 表示全部空間的平均值；一般液體之 $S=0$ ，理想狀態下的液晶，若所有液晶分子長軸皆指向 n ，則 $S=1$ ，一般向列型液晶其 S 介於 0.5-0.75 之間。

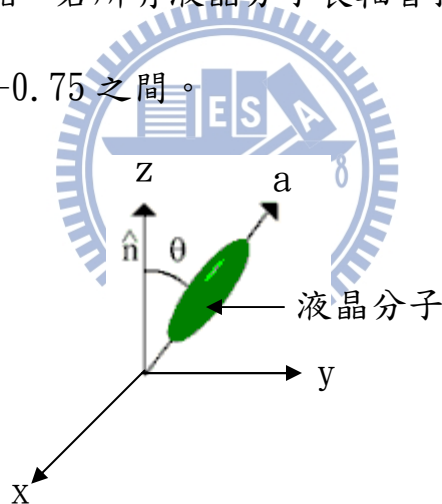


圖 2.7 液晶分子之軸向 a 與主長軸方向(director)之空間位置圖

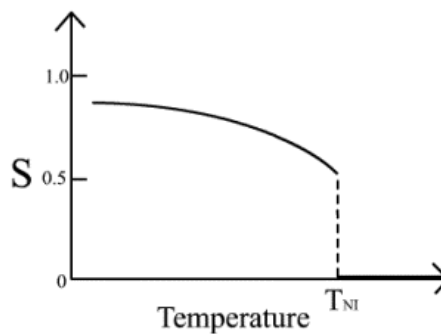


圖 2.8 液晶分子秩序參數隨著溫度變化之關係圖

2.1.3 雙折射性(Birefringence, Δn)[1][2]

液晶具有光學異方性，向列型液晶就像是一種單光軸材料，其具有兩種折射率，當光進入一液晶材料時，光的電場振動方向與液晶光軸垂直時，稱為 ordinary ray，與液晶光軸平行者稱為 extraordinary ray， n_o 和 n_e 分別為液晶分子對 ordinary ray 和 extraordinary ray 之折射率。故 $n_o = n_{\perp}$ ， $n_e = n_{\parallel}$ ；而雙折射率之定義為 $\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$ 。

液晶基於下列的折射率異方性，而顯現出有用的光學性質：

1. 入射光的進行方向會向分子長軸(director n)方向偏向。
2. 可改變入射光的偏光狀態(直線、橢圓、圓偏光)及偏光方向。
3. 可將入射偏光依左右的旋光性而反射或使透過。

上述光學性質，在液晶顯示材料等的液晶應用上的動作原理，佔非常重要特性，入射於液晶的光會偏向主軸(director n)的方向進行，此乃因液晶中 $n_{\parallel} > n_{\perp}$ 且光速 v 與折射率 n 成反比例，故與主軸向(n)平行的 V_{\parallel} 應比垂直方向的 V_{\perp} 為慢所致。

向列性(nematic)液晶和層列性(smectic)液晶，做為 1 軸性結晶時的光軸與分子長軸方向的主軸向(director n)的方向相一致，故

$$n_o = n_{\perp} \quad (2.1.2)$$

$$n_e = n_{\parallel} \quad (2.1.3)$$

其複折射性，亦即折射率異方性(Δn)為

$$\Delta n = n_e - n_o = n_{\parallel} - n_{\perp} \quad (2.1.4)$$

2.1.4 介電異方向性(Dielectric anisotropy, $\Delta \varepsilon$)[1][2]

電場外加時與磁場外加時相同，會生成 Freedericksz 遷移，使液晶分子排列發生轉移，並使其光學性質產生變化。此乃因為液晶分子軸方向的介電率(ε_{\parallel})與垂直方向的介電率(ε_{\perp})不同所致。此介電率異方性($\Delta \varepsilon = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}$)，對於液晶的各種光電效應以及液晶材料的各種應用，均佔著重要的地位。

液晶的 $\Delta \varepsilon$ 有正、負之分，會與液晶的分子構造相關連。其正負值乃取決於液晶分子的極化率(α)及永久偶極矩(μ)相對於分子長軸的方向及大小。W.Maier 和 G.Meier(1961)導出直流電場下的 $\Delta \varepsilon$ ，可以近似的式子表示：

$$\Delta \varepsilon \doteq S[\Delta \alpha - C\mu^2(1 - 3\cos^2 \beta)] \quad (2.1.5)$$

其中 $\Delta \alpha$ 為 polarization anisotropy， μ 為 dipole moment， β 為分子長軸與 dipole moment 之夾角，C 為常數。

$\Delta \varepsilon > 0$ 之液晶稱為正型液晶，若外加大於某一程度的電壓($E > E_c$)時，液晶分子長軸會與電場方向平行排列；反之， $\Delta \varepsilon < 0$ 之液晶稱為負型液晶，若外加大於某一程度的電壓($E < E_c$)時，液晶分子長軸方向會與電場方向垂直。 $\Delta \varepsilon$ 是一重要液晶參數，其值的正與負，會影響到應用於顯示

器時之顯示模式(display mode)，其值大小會影響臨界電壓。

$$V_{th} = \pi \{k_{ii} / |\Delta \varepsilon|\}^{1/2} \quad (2.1.6)$$

2.1.5 彈性係數(Elastic constant)[1][2]

由於液晶的分子軸方向變化為非常微弱且彈性的性質，故 C. W. Oseen(1993)、H. Zocher(1993)及 F. Frank(1958)等將其視為適用彈性連續理論。

由此理論來看，液晶的相同分子排列受外力而變形的狀態，可被視為受某種程度應變的彈性連續體。如圖 2.9(a)(b)(c)所示，液晶分子受外力擴張狀態的 splay，受扭轉狀態的 twist 及彎曲狀態的 bend 等存在有三種基本的應變，而表示這些應變與應力關係的模式，各被稱之為 splay、twist、bend 模式，其相關之彈性係數分別為： k_{11} 、 k_{22} 、 k_{33} 。

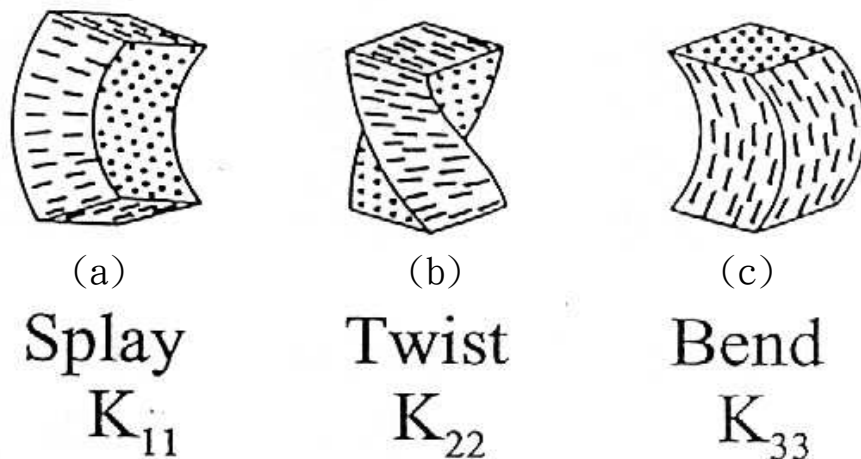


圖 2.9 (a)(b)(c)向列型液晶的三種基本彈性變形

2.2 液晶顯示器原理[3]

液晶顯示器的顯示原理如圖 2.10 所示，在封入液晶、構成顯示螢幕的上、下兩塊玻璃板外側，要貼附偏光片，偏光片的作用是僅使沿特定方向振動的偏光透過。貼附在陣列基板上的偏光片稱為起偏板，貼附在 CF 基板上的偏光片稱為檢偏板。要保證起偏板和檢偏板的偏振方向互相垂直。

而且，在陣列基板和 CF 基板的內側，即與液晶相接觸的表面，要貼附配向膜。配向膜多由聚醯亞胺製作，其表面需經配向化處理。所謂配向化處理是透過摩擦等在表面形成定向排列的刮痕。在無外電場作用下，向列液晶分子的長軸趨向平等於刮痕的方向排列。

首先，當液晶盒兩側不施加電壓時，靠近陣列基板一側的液晶分子，平行於陣列基板內側配向膜刮痕的方向排列；靠近 CF 基板一側的液晶分子，也平行於 CF 基板內側配向刮痕的方向排列。由於上、下配向膜的刮痕方向相互垂直布置，如圖 2.10(a)所示，液晶盒中上、下玻璃基板之間的液晶分排列方向發生 90 度的扭曲。

在上述狀態下，當由背照光源發出的光從上方照射液晶盒時，在起偏板的作用下，只有沿特定方向振動的線偏光才能透過。這種線偏振光經過在液晶盒中 90 度扭曲排列的液晶分子的傳輸，偏振方向也發生 90 度的扭轉。注意到檢偏板同起偏板的偏振方向相互垂直，當偏振方向發生 90 度扭轉的線偏振光照射到檢偏板時，該偏振光能順利透過檢偏板。即不加電

壓時，液晶光閘使光透過，定義這種透過光為「白」。

而當液晶盒兩側施加電壓時，在電場作用下，液晶盒中的液晶分子的排列將克服陣列基板內側和 CF 基板內側聚醯亞胺配向膜表面刮痕的影響，由平行於刮痕方向轉向垂直於配向膜面排列，所有液晶分子均沿電場方向平行排列。

在上述狀態下，當由背照光源發出的光從上方照射液晶盒時，在起偏板的作用下，只有沿特定方向振動的線偏振光才能透過，如圖 2.10(b)所示。這種線偏振光經過在液晶盒中垂直於上、下玻璃基板而平行排列的液晶分子的傳輸，在射向下玻璃基板的檢偏板時，偏振方向不發生任何變化。由於檢偏板同起偏板的偏振方向相互垂直，因此，該線偏振光不能透過檢偏板。即當施加電壓時，液晶光閘使光截止，定義這種被阻斷光為「黑」。

根據外加電壓的有、無，可使液晶盒中的液晶分子配向發生變化(例如 90 度扭曲)，若上、下偏光片的偏振方向相互呈 90 度，那麼沿一特定方向振動的光(或偏振光)能否透過液晶盒，則由外加電壓的有、無來決定。使光透過與否同「白」、「黑」相對應，則可實現 LCD 的畫面顯示。當然「白」、「黑」之間的中間色可由外加電壓的高低來設定。

Normal White

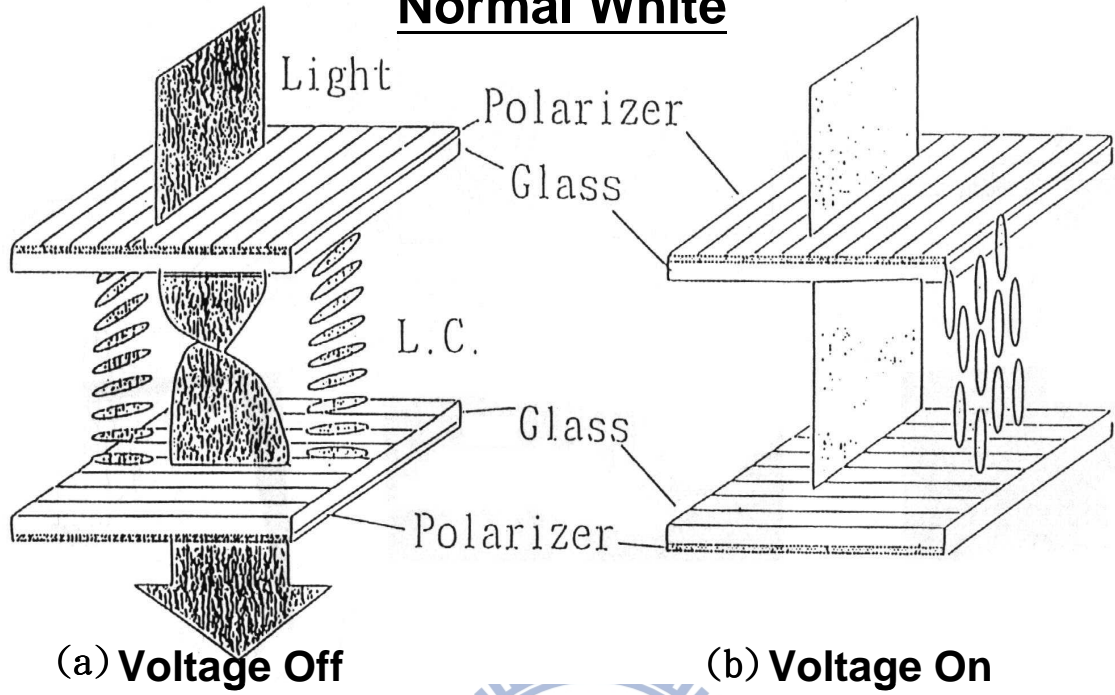


圖 2.10 (a)(b)液晶顯示器的顯示原理-液晶光閘



2.3 液晶顯示器結構[3]

穿透型直視式 LCD 的基本構造，其主要由組成液晶盒的兩塊玻璃板構成，液晶盒中灌封液晶。兩塊玻璃板中，布置有主動式元件(薄膜電晶體 TFT)的一塊稱為像素陣列(array)基板，另外一塊稱為對向電極基板(color filter, CF)。前、後兩塊玻璃板的外側，要分別貼附僅使沿一個方向振動的光(線偏光)透過的偏光片。在陣列基板下側，設有冷陰極管(CCFL)或 LED 背光源，背光源與變換器相連接，以便對光源供電並對其進行控制。其中液晶顯示螢幕的主要構成元件如以下所示(圖 2.11)：

1. 彩色濾光片基板

由玻璃基板上的彩色濾光片、透明導電膜構成，此外在透明導電膜表面還要形成配向膜。



2. TFT 陣列基板

由玻璃基板上的偏光片、透明導電膜(像素電極、驅動電晶體)構成，此外在透明導電膜表面還要形成配向膜。

3. 液晶

在外部電壓等的作用下，液晶分子排列的配向發生變化。正是基於這種變化，液晶得以使線偏振光發生透過、遮斷轉換，從而起到光閘作用。

4. 透明導電膜

在 TFT 陣列基板上設有由透明導電膜形成的像素電極，在彩色濾光片

基板上也有。透過在兩透明電極間施加與圖像數據相對應的電壓信號，以產生光閘作用。它在起電極作用的同時要能透過光，因此需要採用透明電極。

5. 配向膜

保證液晶分子按一定方向排列的膜層。一般是在透明導電膜上，由聚醯亞胺樹脂等形成，再經過定向摩擦等處理而產生配向作用。

6. 偏振光板

僅使沿特定方向振動的光(線偏振光)透過。液晶顯示器所用的偏光片有偏光板和檢光板之分。

7. 驅動電晶體

每一個次像素設置一個起開關作用，用來控制液晶上所加電壓高低，進而使液晶產生光閘作用的薄膜電晶體(thin film transistor, TFT)。

8. 彩色濾光片

為使像素彩色化，每個像素都要配置 RGB 三原色次像素的彩色濾光片(一個像素由 RGB 三個次像素構成)。彩色濾光片基板上的 RGB 陣列應與 TFT 基板上的像素陣列精密對位。

9. 背光源

液晶本身並不發光，要進行顯示，光源是必不可少的。由於光源一般布置於液晶螢幕的背面，故稱其為背光源。

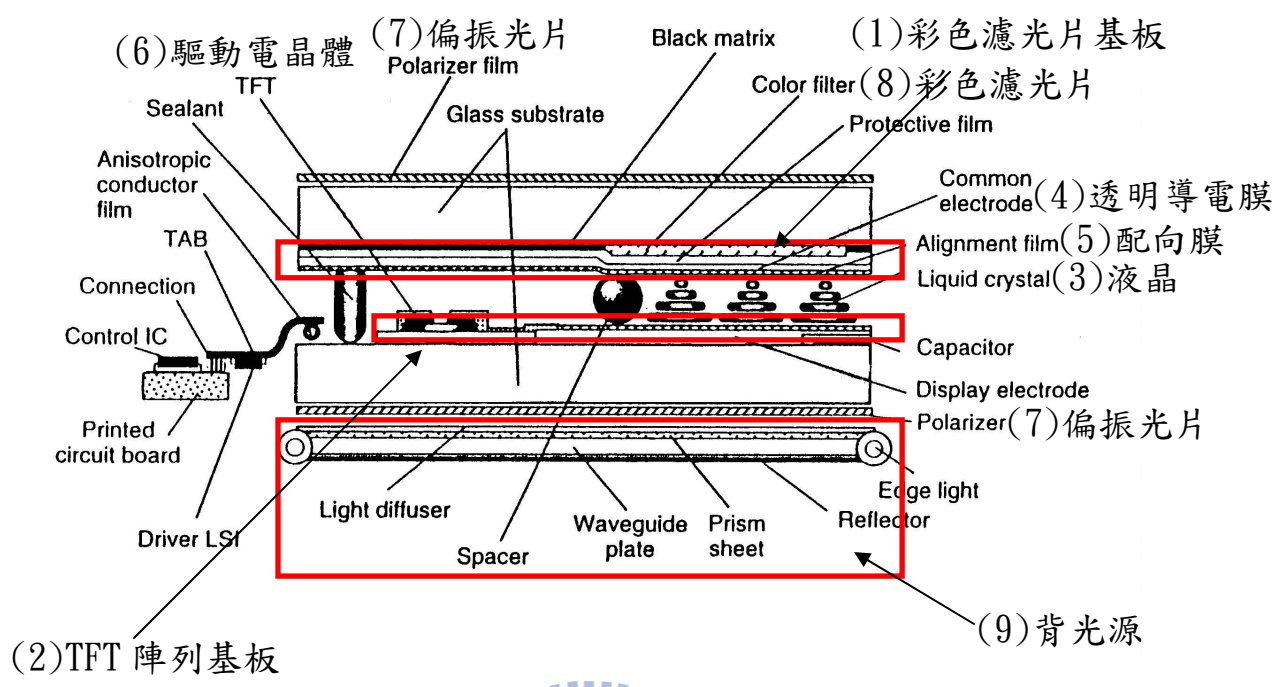


圖 2.11 液晶顯示器結構圖



2.4 配向機制

2.4.1 配向膜簡介[1]

配向膜 (Alignment Layer) 是構成液晶顯示器 (Liquid Crystal Display, LCD) 的關鍵材料之一，其最主要的作用是控制液晶分子之排列方向，並提供不同 LCD 結構所需之預傾角 (Pretilt Angle)。配向膜的位置在液晶盒 (Cell) 內上下片 ITO (銻錫氧化物) 透明電極層上所形成的有機薄膜。

其中最主要的化學成份為聚醯亞胺 (Polyimide, PI)，目前在 LCD 工廠的生產製程中，配向膜一般是使用不可溶性的聚亞醯胺，此溶液乃先由雙酸酐及雙氨合成出的前驅體聚醯胺酸 (Polyamic Acid) 溶液，再以凸版印刷方式塗佈 (Coating) 於 ITO 透明電極層玻璃上，如圖 2.12 所示，經過 200~300 °C 的高溫烘烤，去除配向膜中含有微量的溶劑和水份，使其固化產生聚醯亞胺，此時薄膜厚度約為 500~1000Å。

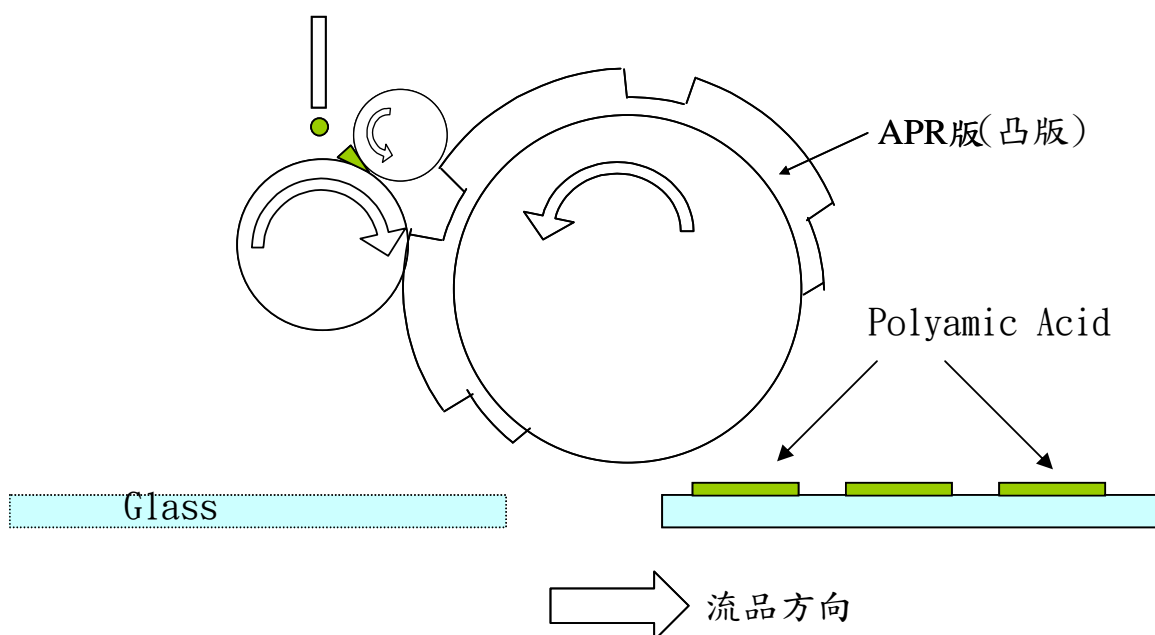


圖 2.12 配向膜塗佈示意圖

2.4.2 配向技術[3]

在液晶顯示器中，液晶是以薄層的形式鋪滿整畫面。在這種情況下，液晶分子需要整齊有序地沿某一方向排列。目前，作為主流而使用的向列液晶為棒狀分子，這種棒狀分子本身可以在一定角度範圍之內，自然地集中於某一方向排列，但如果不加控制，這種排列往往存在一定分散度。為滿足顯示器的使用要求，需要液晶分子井然有序排列，僅靠分子之間自然發生的作用力(凡得瓦力)是不夠的，必須人為地控制。液晶分子的排列(配向)，應外加電壓時更完善地旋轉這一要求，可採取不同類型，如圖 2.13 所示。

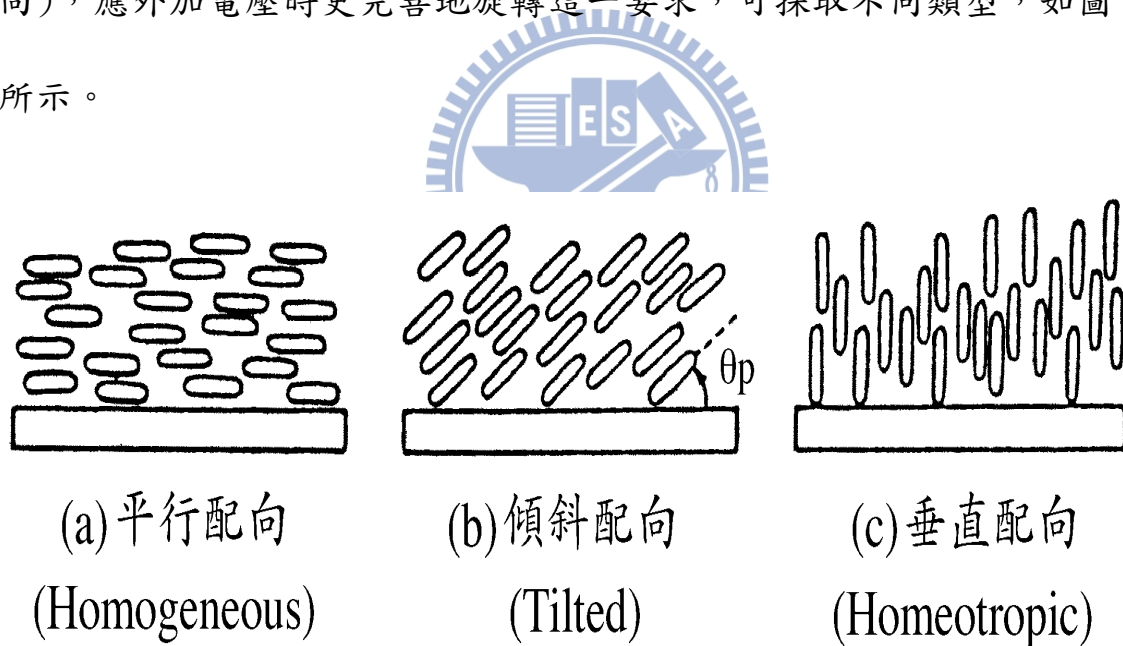


圖 2.13 液晶配向排列模式

平行配向多用於液晶介電各向異性為正的情況，一般顯示模式採用的大多是這種配向；垂直配向多用於液晶介電各向異性為負的情況，多用於特殊顯示模式。另外，在外加電壓，希望響應更加迅速而均勻時，可使液

晶分子的方向相對於基板傾斜一定的角度，稱其為預傾角 (pretilt angle)，這種排列方式被稱為傾斜配向。順便指出，平行配向是透過對基板進行摩擦，依靠表面傷痕控制液晶分子的配向，但由於液晶近似於液體，不可能獲得像晶體那樣完全一致的定向排列。

為使液晶配向，首先要在做好透明電極的基板表面塗敷膜狀聚醯亞胺耐熱性樹脂層。為此，是將處於完全固化之前聚醯亞胺的所謂「前驅體」溶於溶劑之中，薄薄地塗敷於基板表面，經乾燥再加熱，聚醯亞胺完全硬化而變成固體薄膜，這便是配向膜，配向膜的厚度一般在 0.05~0.1 μm 之間，是相當薄的。

而後，利用外周捲有棉布或絨布的滾軸，在旋轉的同時並對配向膜住進行定向摩擦，利用此程序，實現聚醯亞胺高分子的配向，此後，當液晶分子與經過配向處理的聚醯亞胺膜相接觸時，液晶分子長軸會沿著與摩擦處理方向相一致的方向排列，如圖 2.12 所示。

關於上述液晶分子配向的機制，目前仍有不同的觀點。一種觀點認為，液晶分子沿被摩擦聚醯亞胺表面的傷痕和溝槽排列；另一種觀點認為，摩擦過程中產生的靜電效應對液晶分子的排列產生控制作用等。

2.4.3 配向預傾角

預傾角是影響 LCD 顯示特性的重要參數，其目的先給與液晶分子一傾斜方向，使得全體液晶分子在電場中會朝固定方向旋轉。預傾角主要取決於(1)配向膜的物化作用力，如氫鍵(Hydrogen bond)、凡得瓦力(van der Waals force)及 Dipole-dipole force；(2)機械力效應，即溝槽(Groove)或配向膜表面型態，如圖 2.14 所示。

通常對於 TN(扭轉向列型)-LCD 而言，預傾角約 2~3 度，多應用在手錶、計算機螢幕上；HTN(高扭轉向列型)-LCD 約 1~2 度，多應用在汽車音響 面板；STN(超扭轉向列型)-LCD 約 5~7 度應用在電子字典；TFT-LCD 約 5~8 度則是在筆記型電腦上。

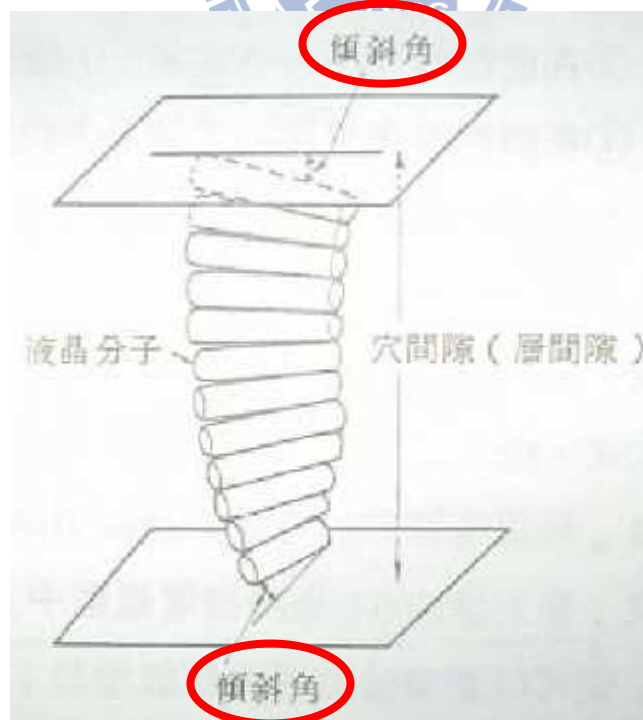


圖 2.14 配向膜與液晶分子間預傾角示意圖

2.4.4 配向製程[1]

高溫烘烤完全固化之PI膜後，經降至室溫後移至定向摩擦機台進行定向程序。薄膜經棉布(Cotton)或人造絲(Rayon)在一定方向進行定向摩擦(Rubbing)，如圖 2.15 所示，使得液晶盒內的液晶能沿著定向刷磨的方向進行整體一致的排列，如圖 2.16 所示。定向的功能主要是要產生預傾角(Pretilt Angle, θ)，向列型液晶分子在液晶盒內與配向膜界面呈某一角度(即預傾角)的排列才能達到均一的配向效果，如圖 2.13 所示，預傾角是影響 LCD 顯示特性的重要參數，主要決定於配向膜材料的化學結構與物理上的定向摩擦作用的機械力效應。

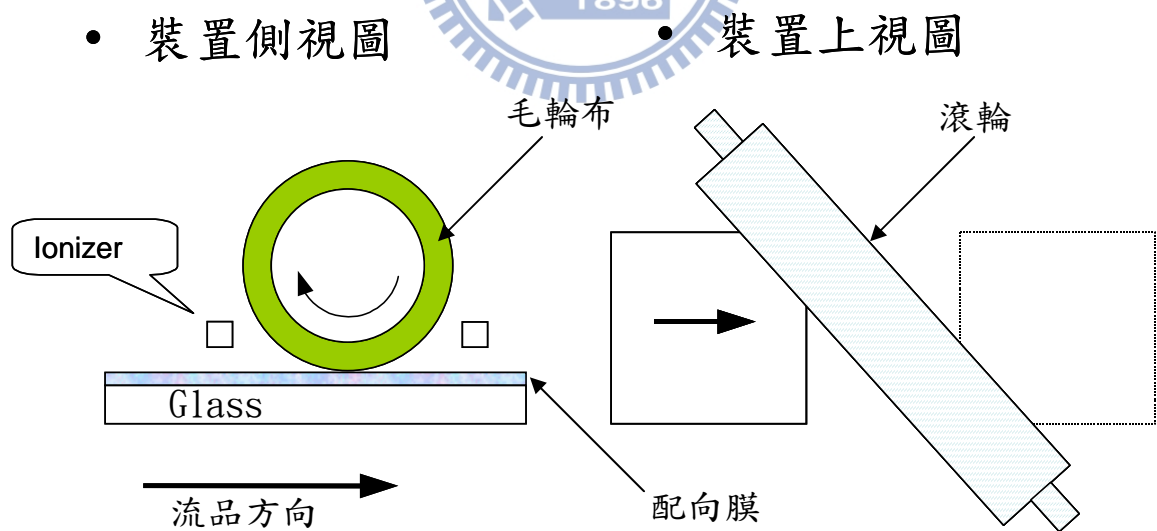


圖 2.15 配向膜配向示意圖

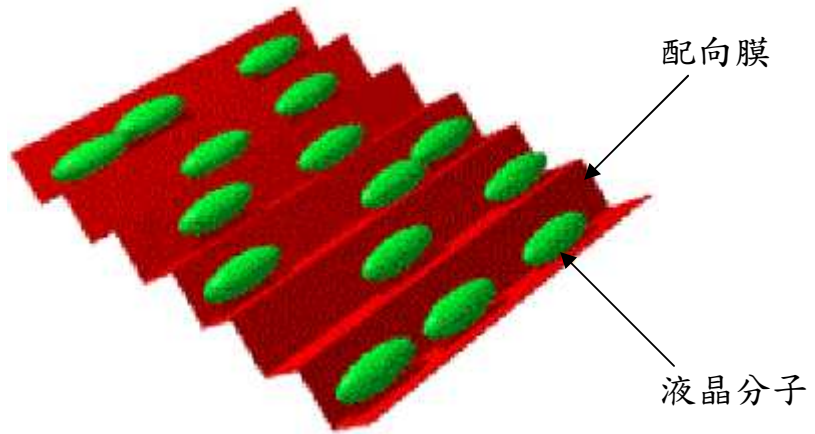


圖 2.16 液晶於配向製程後排列示意圖



2.5 聚醯亞胺特性[1][3]

聚醯亞胺是一種高分子樹脂材料，而樹脂材料本身特性為黏度穩定性佳、熱安定性佳、化學安定性佳、雜質含質少(如離子含量、含水量等)、絕緣性佳等。另外聚醯亞胺常用作配向膜除了以上原因外，尚有下列理由：

1. 耐摩擦強度高。
2. 摩擦處理後的配向膜，經水和有機溶劑洗淨，摩擦處理效果也不會喪失。
3. 在組裝顯示器時，需要對作為框膠材料的矽樹脂及環氧樹脂加熱，使其硬化，即使這種加熱，聚醯亞胺被摩擦的效果也不會喪失。

至於聚醯亞胺的合成反應式，如以下圖 2.17 所示。透過聚合作用及環化作用而形成液晶顯示器所需之配向膜。



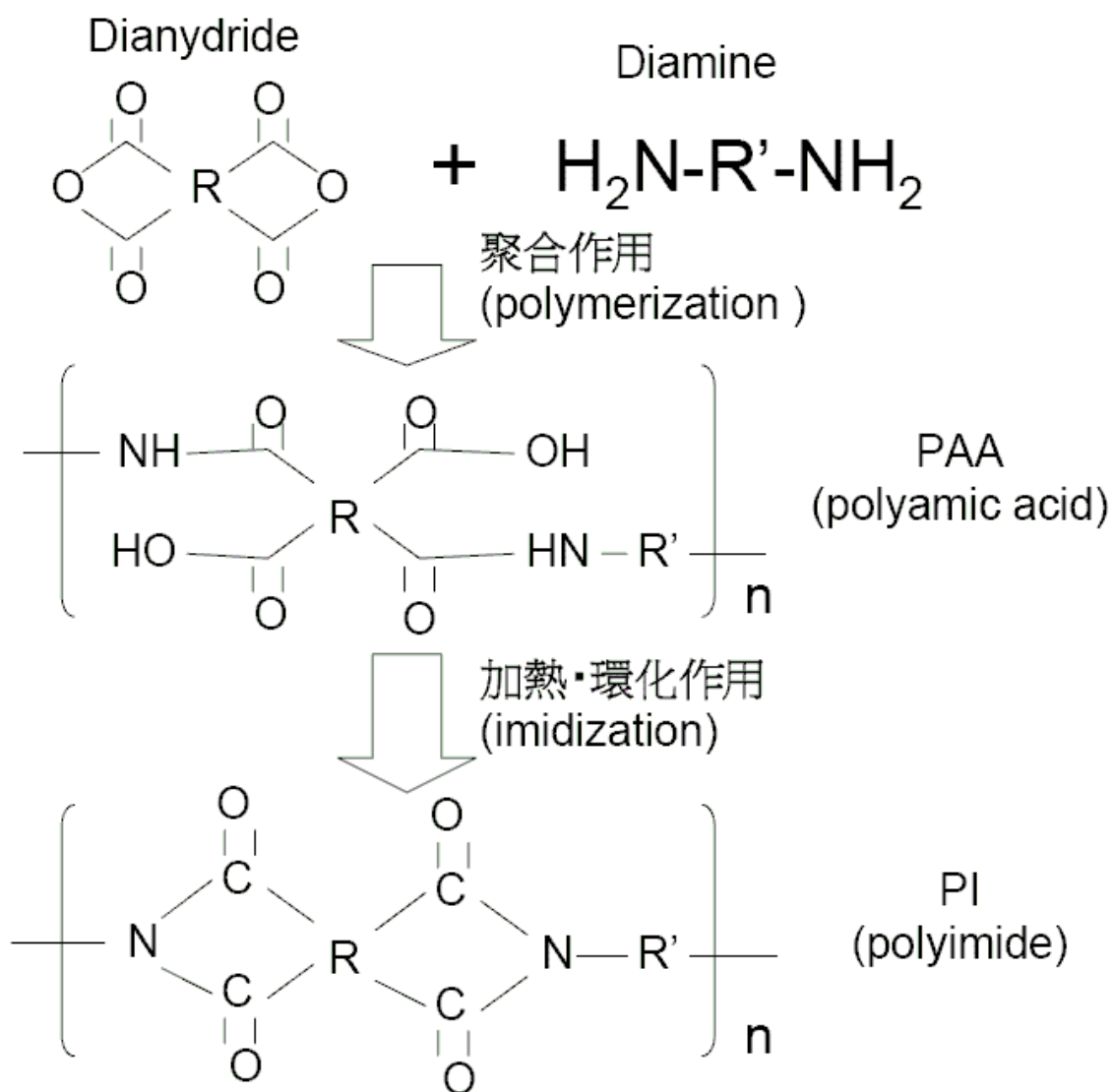


圖 2.17 聚醯亞胺的化學反應方程式

資料來源：日產化學股份有限公司

2.6 電性特性量測原理

2.6.1 VHR(電壓保持率)量測原理[9][18][19]

本文所提及的 VHR，是指電壓保持率(Voltage Holding Ratio)，利用日本東陽株式會社所生產的液晶特性量測系統(LC Material Characteristics Measurement System, Model 6254)，來做實驗數據的量測，此種儀器也是目前業界普遍使用的工具，目的是以量測到的電壓保持率來判定液晶盒內不純物多寡與否，藉以評定液晶盒內的配向膜和液晶品質的優劣，初步篩選配向膜或是液晶的適用可行性。

至於其量測機制，是給予短暫時間的電壓，然後釋放電壓，之後再量測其所殘留的電壓值，其等效電路圖如圖 2.18 所示，藉由此電壓值與最初所提供的電壓值做成百分比數據，如下列公式 2.6.1 所示。

$$\text{VHR} = \frac{V_2}{V_1} \times 100(\%) \quad (2.6.1)$$

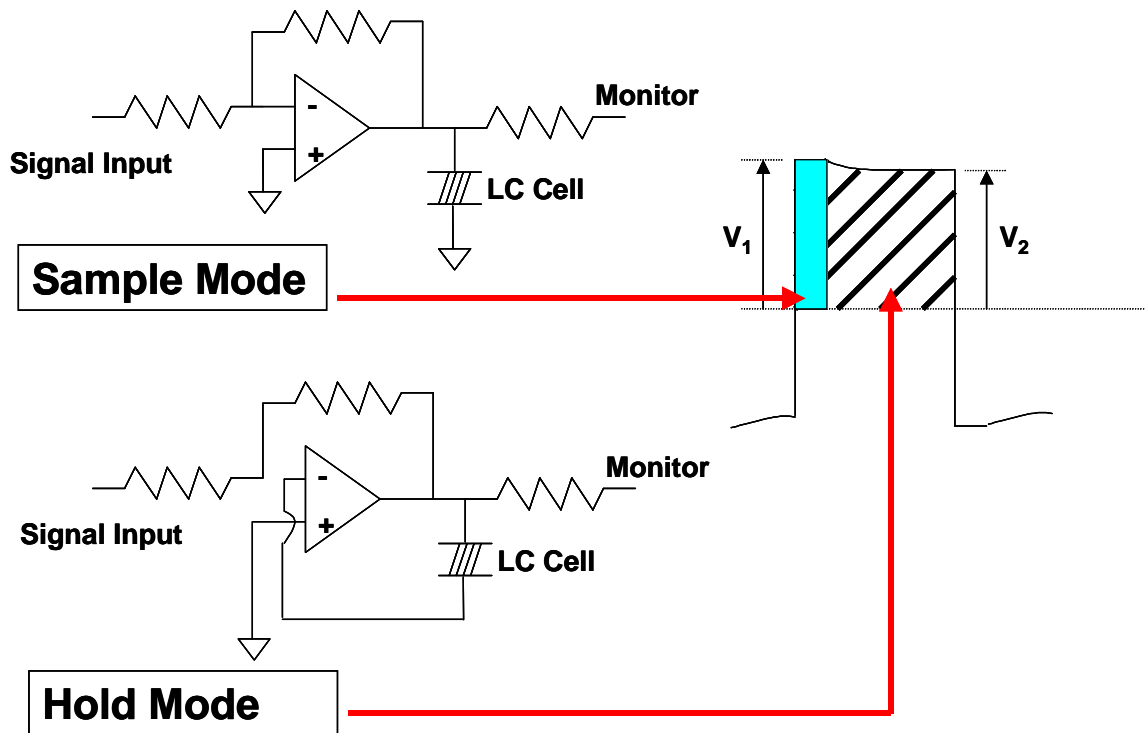


圖 2.18 TOYO 6254 電壓保持率量測等效電路圖

資料來源：TOYO 6254 簡介手冊

量測結果的判讀，是以數值大表示此材料品質較好，反之，數值低表示品質較差，通常會有實驗組及對照組實驗品同時做比較，兩兩做比對，其電壓輸出波形圖及量測結果之圖形如下圖 2.19 所示。

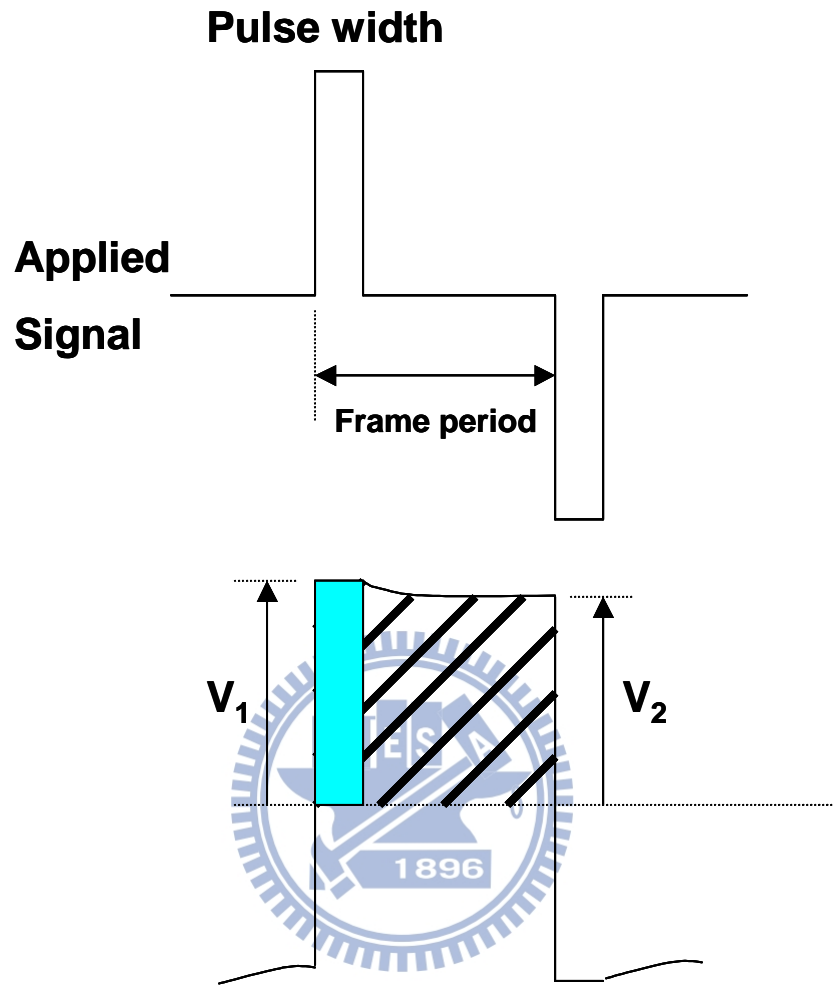


圖 2.19 TOYO 6254 電壓保持率之電壓輸出波形及量測結果波形圖

資料來源：TOYO 6254 簡介手冊

由上圖 2.15 指出最初的電壓輸出 V_1 經過短暫時間的提供後，經由儀器的量測可得到最終可保持的電壓 V_2 ，其中 $V_1 > V_2$ ，造成此結果的原因為漏電流的產生而導致電壓下降，無法保持住，形成電壓保持率也下降，而漏電流的產生是因為液晶盒內有離子的運動，亦即為不純物的存在。

2.6.2 Ion density (離子濃度)的量測原理[9][14]

本文所提及的 Ion density，是指離子濃度，利用日本東陽株式會社所生產的液晶特性量測系統(LC Material Characteristics Measurement System, Model 6254)，來做實驗數據的量測，此種儀器也是目前業界普遍使用的工具，目的是以量測到的離子濃度來判定液晶盒內不純物多寡與否，藉以評定液晶盒內的配向膜和液晶品質的優劣，初步篩選配向膜或是液晶的適用可行性。

至於其量測機制，是給予短暫時間的電壓，於每個時間點量測其所產生的電流值，由電壓值及電流值作成電流-電壓圖(I-V curve)，再計算下面圖形(4)的面積就可得到離子濃度的數值，如以下公式 2.6.2 所示。

$$\int_{t_0}^t I \cdot t dt \quad (2.6.2)$$

其中所測得的離子濃度數值愈大，代表不純物愈多，對於液晶盒的信賴性愈差，反之，若數值愈小，即表示此液晶盒的信賴性愈好，其量測圖形結果如圖 2.20 所示。

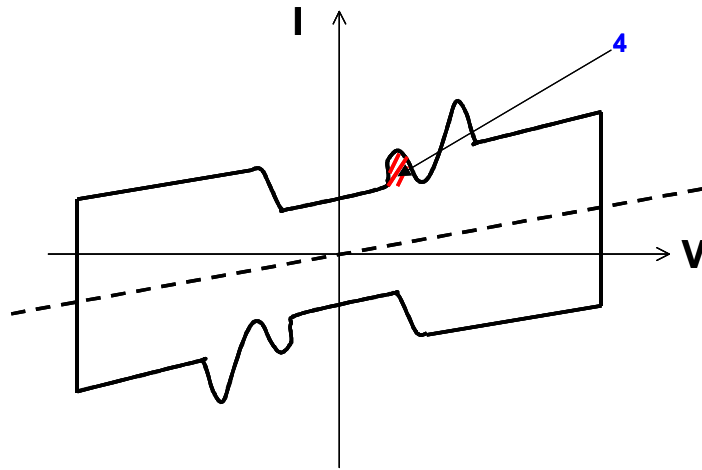
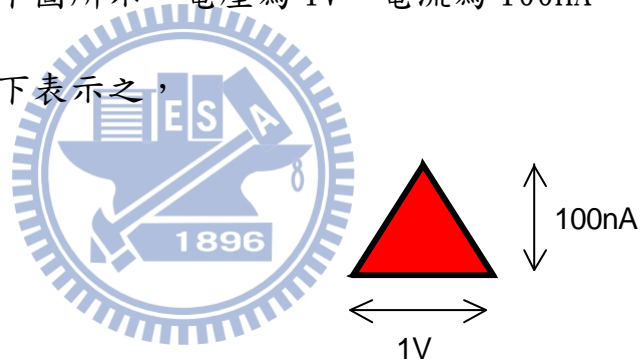


圖 2.20 TOYO 6254 離子濃度量測結果波形圖

離子濃度計算方法如以下所示：

假設三角形的數值如下圖所示，電壓為 1V，電流為 100nA，

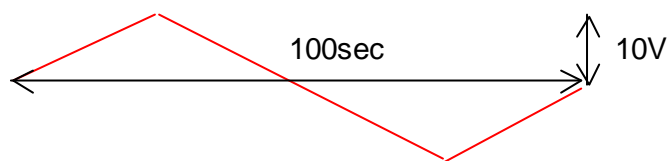
則離子濃度面積公式為以下表示之，



$$\text{Current} = dQ/dt$$

$$\int \text{current} dt = \int dQ \quad (2.6.3)$$

若施加電壓(±10V, 0.01Hz)給液晶盒，則需要 100 秒的時間才能做到電壓 40V 的變化，如下圖示之，所以 1V 的變化需要 2.5 秒(100/40)，再從公式 2.6.3，可得到離子濃度為(100nA x 2.5sec)/2=12.5nC。



2.7 光學特性定義

2.7.1 對比度(Contrast Ratio, CR)[1][3]

對於液晶顯示器來說，能否鮮明地顯示黑，致關重要。如果顯示的「黑」不夠黑，則難以獲得層次分明的圖像。

衡量能否鮮明顯示黑的指標之一是對比度。對比度定義為顯示白的亮(輝)度與顯示黑的亮(輝)度之比，即以顯示黑狀態的透光率為基準，如圖

2.21 所示。顯示白狀態的透光率與顯示黑狀態透光率的比值，如以下公式

2.6.3 所示。

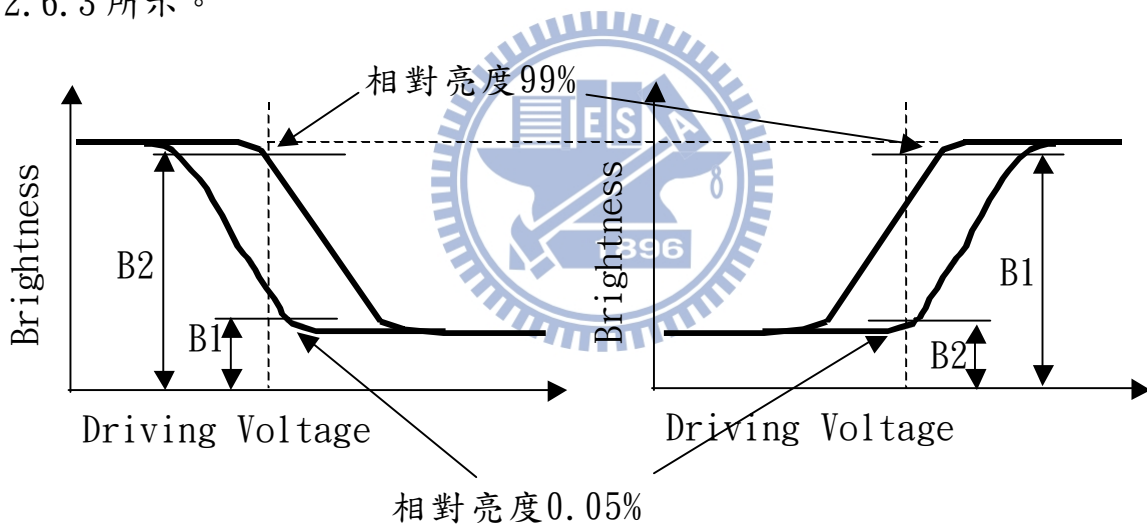


圖 2.21 對比度計算示意圖

Normally white :

$$CR = \frac{\text{液晶效率 } 99\% \text{ 亮度}(B2)}{\text{液晶效率 } 0.05\% \text{ 亮度}(B1)}$$

Normally black :

$$CR = \frac{\text{液晶效率 } 99\% \text{ 亮度}(B1)}{\text{液晶效率 } 0.05\% \text{ 亮度}(B2)}$$

(2.7.1)

2.7.2 視角(View Angle)[1]

視角之定義如圖 2.22 所示： θ 為視角， φ 為視向角。視角之涵義乃 LCD PANEL 之對比度，於一固定之值，一般 TN 型液晶盒的視角為 $CR \geq 5$ 所涵蓋之角度，如圖 2.23 之對比-視角圖。測量方法如對比度之方法，將 LCD 與光源之夾角固定於 90 度，而 LCD PANEL 與 PHOTO METER 由 10 度開始測量對比度，逐次增加角度，每 3 度或 5 度作一次測量，至對比度小於 5 時停止，此時便產生一系列之角度及對比之值，將其畫於座標之上，即得到對比-視角圖，此角度越寬越佳。

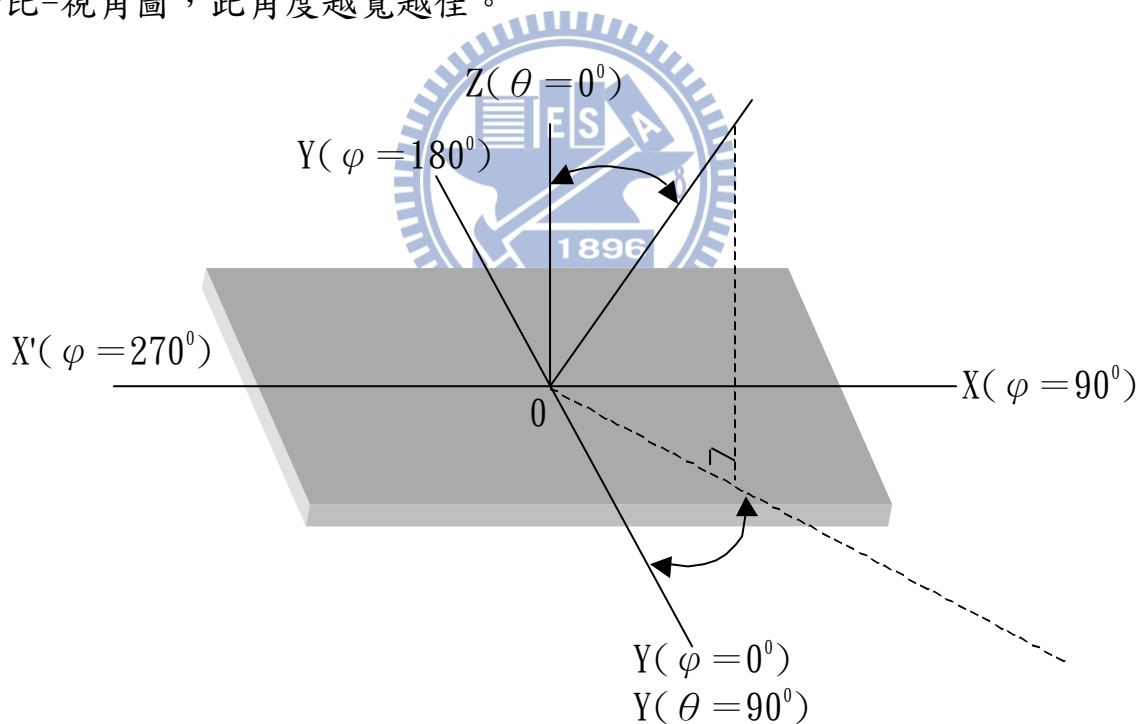


圖 2.22 座標示意圖： θ 為視角， φ 為視向角

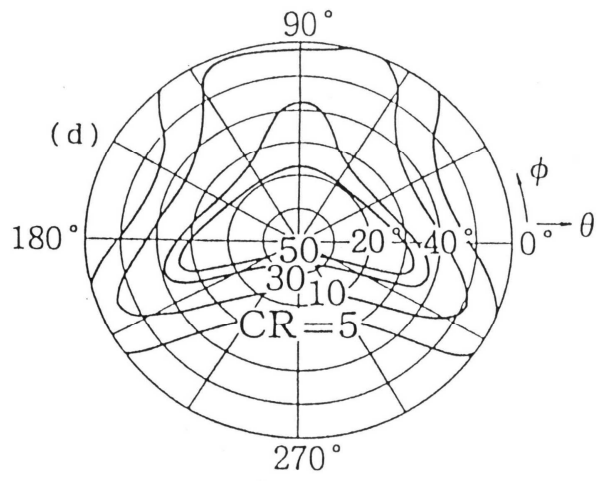


圖 2.23 視角與對比度的關係圖



2.7.3 穿透率(transmittance)[3]

從工作原理講，LCD 這種顯示元件是將背光源發出的光，透過偏光片及液晶盒等，產生相應於要顯示圖像的光的明暗變化，由此實現人們可辨認的圖像顯示。也就是說，LCD 的亮度決定於透過液晶盒的光的相對量(液晶盒的穿透率)、透過彩色濾光片的光的相對量(CF 的穿透率)以及背光源的亮度等許多因素。

即使到達液晶螢幕下表面的光，在透過液晶螢幕時，還會受到 TFT 畫素、偏光片，彩色濾光片、透明電極、液晶材料等的吸收、反射、散射等。液晶螢幕的穿透率(η)可以由公式 2.7.2 算出，如圖 2.24 表示之。

$$\eta = \eta_T \times \eta_P \times \eta_{CF} \times \eta_{ITO} \times \eta_{LC} \quad (2.7.2)$$

其中 η_T ：畫素開口率

η_P ：偏光片的穿透率

η_{CF} ：彩色濾光片的穿透率

η_{ITO} ：透明電極(ITO)的穿透率

η_{LC} ：液晶材料的穿透率

亦可由下式 2.7.3 表示之。

$$\text{穿透率} = (\text{白畫面亮度} / \text{背光源亮度}) \times 100\% \quad (2.7.3)$$

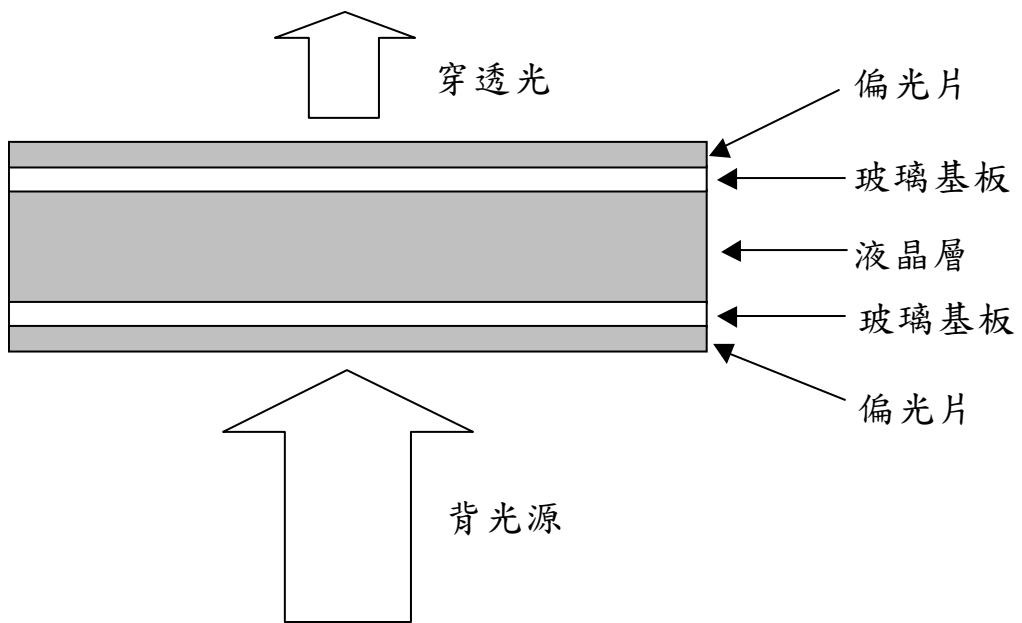


圖 2.24 背光源的輸出光僅有一小部分透過液晶螢幕



2.8 離子來源[13]

液晶盒中通常存在著許多雜質粒子，這些粒子種類繁多，無法判定其成份，而且來源也不盡相同。有些會保持原狀並浮游於其中，有些則會解離以離子的型態存在，帶有正負電荷的離子雜質，於液晶盒受外加電場驅動時，會開始往兩側電極移動，產生由離子電荷所形成的內電場，此內電場的方向與外加電場相反，因此會互相抵消，真正液晶能感受到的電場將被削弱，成為不確定值，這些雜質的主要來源有以下四種：

1. 液晶材料：

在製造液晶材料的過程中，即有少量的離子存在於其中，假若液晶材料經由紫外線照射後也會分解出離子。

2. 配向膜材料：

在製作液晶盒的過程中，配向膜的塗佈(Coating)及固化(Curing)的過程中也會產生少量的離子。

3. 封膠及間隙物：

為了要有完整的固化封膠的製程，液晶會有長時間處於高溫的狀態，因此離子將會有足夠的時間從封膠及間隙物中分解出來。

4. 電極：

在一般的考量下，配向膜被視為一層完全的絕緣體，若將液晶樣品操作在較高的電壓下時，離子可能會穿越配向膜而注入液晶層中。

2.8 離子效應模型[13][15][16]

為了探討離子效應所造成的許多光電現象，有許多的離子效模型被提出來解釋這些現象，以下將以其中一種常見的離子效應模型-電雙層模型 (Electric Double Layer Mode, EDL Mode) 做個簡單的介紹，如下圖 2.25 所示。

離子因為外加電場的關係，會移動到配向膜與液晶層中間的界面上形成電雙層，使得液晶層所受到的有效電壓下降，直到液晶層的有效電壓為零；當外加電壓關閉時，界面上因離子所造成的電雙層並不會立即消失，而是隨著時間遞減，因此液晶層的有效電壓便會隨著電雙層所形成的內建電壓而變化，這個內建電壓也稱為直流殘留電壓[17]。

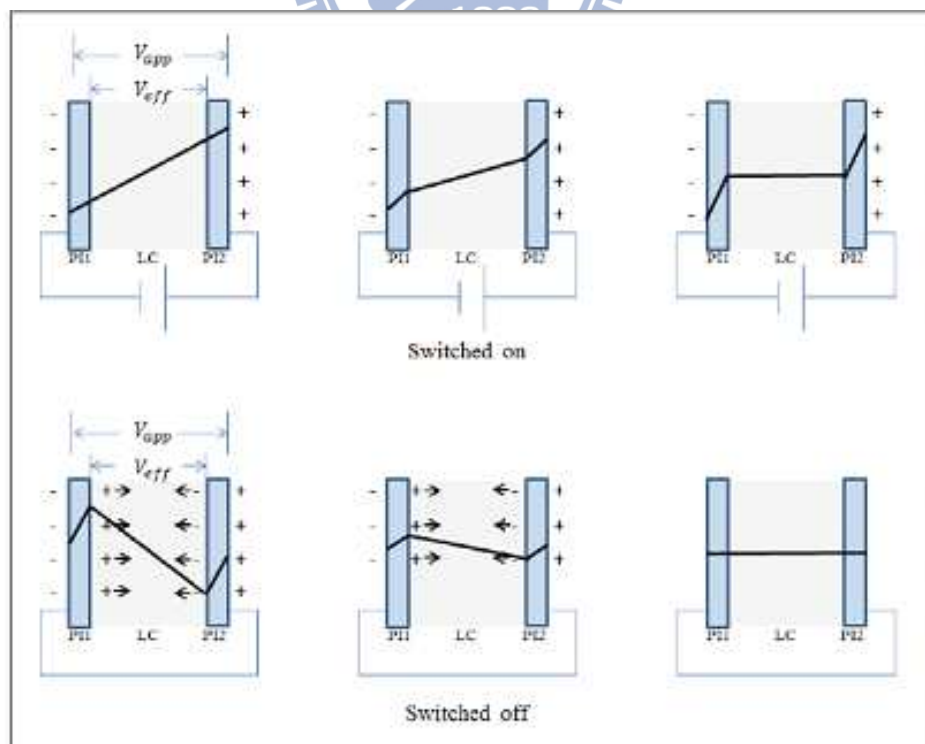


圖 2.25 離子電荷在直流電壓下的運動示意圖

2.8 離子效應的影響

離子效應將會造成電壓保持率(Voltage Holding Ratio, VHR)下降，畫面閃爍(Flicker)、影像殘留(Image sticking)、穿透率(Transmittance)降低，以及視角(View Angle)縮小的情形，以下將針對本論文所提及的電壓保持率、穿透率和視角做簡單介紹。

當液晶盒內產出過多的離子，此時所形成的內建電場會消滅外加的電壓，因此所測得的電壓數值將會低於最初所供給的電壓，經由所測得電壓數值除以初始電壓數值，再乘以百分比，所得的數值即為電壓保持率，而此數值將會低於 100%，若離子數量眾多，則所測得的數值將會更低；反之亦然。

由以上對於離子的闡述，對於光學特性上的穿透率及視角也會有一定程度的影響，這是因為液晶層所感受到的電壓差並非是實際所供給的電壓差，導致液晶分子驅動時，沒有站立到應該要的位置，造成光穿透量變小，實際的穿透率也就同樣變小；至於視角的結果也產生了變化，由大變小，其中的機制是因為當尚未供給電壓驅動液晶時，液晶盒內部就有了因離子而造成的內部電場，已經使得液晶動作了些許，導致黑畫面的亮度約略增加了一些，同時驅動液晶後所呈現的白畫面的亮度也變暗了一些，相除後的對比也變差了，所以針對，對比大於 10 定義出的視角也就往下修正了。

第三章、實驗方法與樣品製作介紹

3.1 實驗方法

本實驗透過製作 TN 型態的液晶盒，採用三種不同預傾角的配向膜材料及搭配相同的 TN 型態液晶材料，完成液晶盒製作後，分別進行信賴性測試（低溫儲存、高溫儲存、高溫高溼儲存），在此之前先行完成液晶盒的相關量測，並在經由 500 小時的信賴性測試後，再重覆執行液晶盒的特性量測，研究其中的差異，而其中所需的量測儀器是藉由日本東陽株式會社所生產的液晶特性量測系統(LC Material Characteristics Measurement System , Model 6254)，來執行電壓保持率、與離子濃子的量測以及德商 (Autronic-MELCHERS)所生產的光學量測系統(Conoscope)，來執行穿透率及視角的量測。

經過以上不同的電性特性(電壓保持率、離子濃度)以及光學特性(視角、穿透率)的量測後，可得知兩者間的關係，以便往後產品設計時，提供參考數據及了解其中不可避免的品質風險。

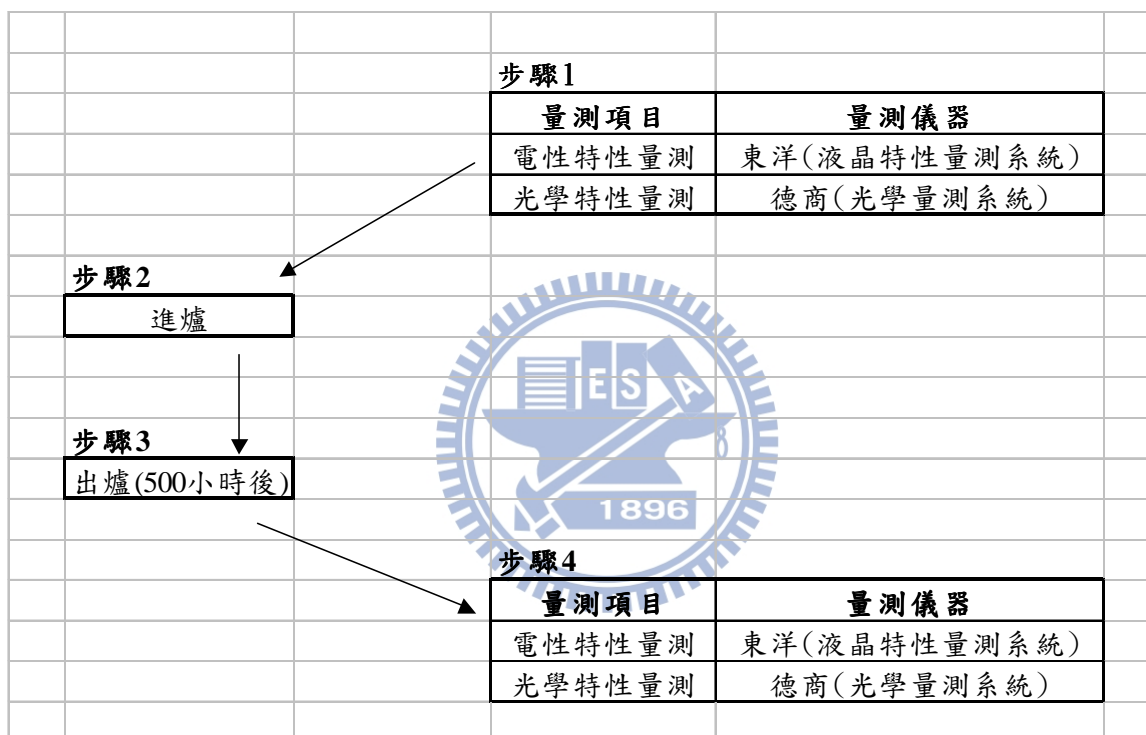
另外，以上內容所提及的信賴性測試項目條件如以下所示：

1. 低溫儲存(Low Temperature Storage)：-30°C，0% humidity。
2. 高溫儲存(High Temperature Storage)：90°C，0% humidity。
3. 高溫高溼儲存(High Temperature High Humidity Storage)：60°C，90% humidity。

3.2 實驗流程

將製作好的液晶盒，先行量測液晶盒的電性特性及光學特性，然後分別投入低溫儲存、高溫儲存及高溫高溼儲存，經過 500 小時後出爐量測各個液晶盒的電性特性及光學特性，做成記錄，流程如下表 3.1 所示。

表 3.1 實驗流程圖



3.3 實驗材料

本實驗所需的材料包含空的液晶盒、配向膜、液晶及封口膠，詳述如下所示：

1. 液晶盒：液晶盒僅含有 ITO(銻錫氧化物)圖案。
2. 配向膜：有三種不同預傾角的配向膜，分別為 A type(3~4 度)、B type(8~9 度)及 C type(13~14 度)，參數如下表 3.2 所示之。
3. 液晶：使用台灣默克液晶，型號為 MJ051117 的 TN 型態液晶，基本特性參數如下表 3.3 所示之。
4. 封口膠：使用日本三鍵工業株式會社的膠材，型號為 TB-3026G。

表 3.2 配向膜基本特性參數

| Model | | A | B | C |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Parameter | | | | |
| Type | | SPI | Hybrid | Hybrid |
| Solid content(%) | | 4.5 | 5 | 5 |
| Viscosity(mPa.s) | | 12 | 25 | 25 |
| Solvent(%) | NMP | 10 | 81 | 81 |
| | BC | 17 | 14 | 14 |
| | γ -BL | 51.5 | 0 | 0 |
| | DPM | 17 | 0 | 0 |
| Volume resistivity(Ω .cm) | | 4×10^{15} | 6×10^{15} | 6×10^{15} |
| Imidization ratio(%) | | >90 | 62 | 51 |
| Pre-tilt angle(degree) | | 3~4 | 8~9 | 13~14 |

SPI : soluble polyimide(可溶性聚醯亞胺)

Hybrid : polyimide + polyamic acid(聚醯亞胺+聚亞醯胺酸)

NMP : N-Methyl-2-Pyrrolidone(1-甲基四氫比咯酮)

BC : Butylcellosolve(丁氧基己醇)

γ -BL : γ -Butyrolactone(γ -丁內酯)

DPM : Dipropyleneglycol monomethyl ether(二丙二醇甲醚)

表 3.3 液晶基本特性參數

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------|----------|
| LC mode | - | - | MJ051117 |
| Display mode | - | - | TN |
| TM/TF | - | - | TM |
| TNI | °C | - | 90.5 |
| TNC | °C | - | <-30 |
| Rotational viscosity | r1 | - | 105 |
| η (mm ² /s)_運動粘度 | - | - | 15 |
| η (mPa-s)_動力粘度 | - | - | 16.2 |
| Density(g/cm ³) | - | - | 1.078 |
| Temperature | °C | - | 25 |
| Refractive index | Δn | 436nm | 0.1211 |
| | | 509nm | 0.1135 |
| | | 546nm | 0.1108 |
| | | 589nm | 0.1087 |
| | | 633nm | 0.1071 |
| | ne | 436nm | 1.623 |
| | | 509nm | 1.6057 |
| | | 546nm | 1.5998 |
| | | 589nm | 1.5946 |
| | | 633nm | 1.591 |
| | | 436nm | 1.5019 |
| | | 509nm | 1.4922 |
| | | 546nm | 1.489 |
| | | 589nm | 1.4859 |
| 633nm | 1.4839 | | |
| Dielectric anistropy | Δe | - | 10.1 |
| | e_{\parallel} | - | 13.7 |
| | e_{\perp} | - | 3.6 |
| Threshold voltage | V10 | - | 1.39 |
| Stauration voltaeg | V90 | - | 2.1 |
| Elastic constant | K11 | - | 12 |
| | K22 | - | 6.2 |
| | K33 | - | 14.5 |

3.4 樣品製作

首先製作實驗用的液晶盒，根據現行既有的液晶盒設計，玻璃基板分別投入 array 及彩色濾光片製程，製作出僅有 ITO(銻錫氧化物)圖案的半成品，之後投入 Cell 製程，此時最重要的是分別於基板上塗佈不同的配向膜材料及注入液晶和封口膠覆蓋液晶注入口，以完成液晶盒的製作。下圖 3.1 為此液晶盒的示意圖以及圖 3.2 為此液晶盒於配向膜塗佈完成後的配向處理方向設計圖。

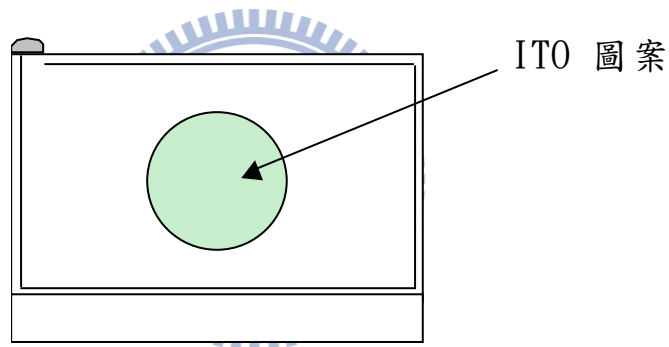


圖 3.1 液晶盒示意圖

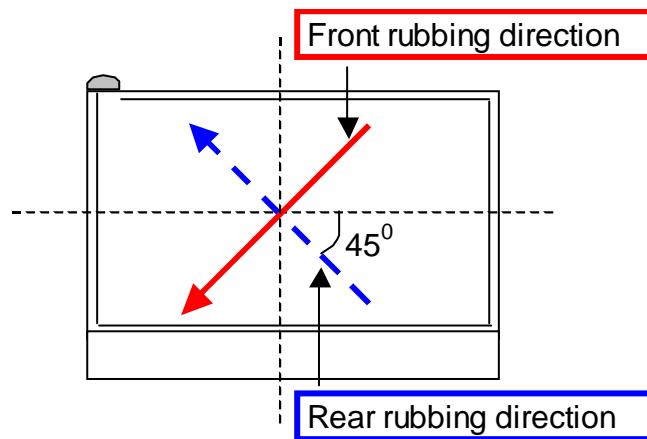


圖 3.2 液晶盒配向位置圖

3.5 實驗量測設備

3.5.1 電性特性量測設備

設備名稱：液晶特性量測系統(LC Material Characteristics Measurement System , Model 6254)，如圖 3.3 所示。

設備製造商：日本東陽株式會社。

量測項目：電壓保持率(Voltage Holding Ratio)、直流殘留電壓(Residue Direct Current)、離子濃度(Ion density)。



圖 3.3 液晶特性量測系統

3.5.2 光學特性量測設備

設備名稱：光學特性量測系統(Conoscope)，如圖 3.4 所示。

設備製造商：德商(Autronic-MELCHERS)。

量測項目：對比(contrast)、視角(view angle)、反應時間(response time)、串音(cross talk)、畫面閃爍(flicker)、灰階反轉(gray scale inversion)。



圖 3.4 光學特性量測系統

3.5.3 液晶預傾角量測設備

設備名稱：穿透式面板間隙及液晶預傾角量測系統(LCA-LU4)，如圖 3.5 所示。

設備製造商：日商(MEIRYO TECHNICA CORPORATION)。

量測項目：面板間隙(Cell gap)、液晶預傾角(Pre-tilt angle)。



圖 3.5 穿透式面板間隙及液晶預傾角量測系統。

3.5.4 實驗設備量測參數設定

液晶特性量測系統

電壓保持率(Voltage Holding Ratio)量測參數設定：

供給電壓：10 伏特(v)。

供給時間：60 微秒(μs)。

放電時間：0 秒(s)。

量測時間：16.67 毫秒(ms)。

離子濃度(Ion density)量測參數設定：

供給電壓：10 伏特(v)。

供給頻率：0.1 赫茲(Hz)。

光學特性量測系統

視角(view angle)量測參數設定：

白畫面供給電壓：4 伏特(v)。

黑畫面供給電壓：0.5 伏特(v)。

視向角(φ)：每隔 15 度量測一次，從 0(360)度量測到 345 度。

視角(θ)：每隔 1 度分別量測白畫面及黑畫面的亮度，從 0 度到 80 度。

穿透率(transmittance)量測參數設定：

白畫面供給電壓：4 伏特(v)。

黑畫面供給電壓：0.5 伏特(v)。

亮度：分別量測視角為 0 度時，白畫面及黑畫面的亮度。

第四章、實驗結果與分析

本實驗採用三種不同預傾角的配向膜材料及搭配相同的 TN 型態液晶材料，完成液晶盒製作，其中預傾角 3~4 度的配向膜(A type)為可溶性的聚醯亞胺(polyimide)，另外預傾角為 8~9 度(B type)及 13~14 度(C type)的配向膜為不同比例的可溶性聚醯亞胺和聚亞醯胺酸(polyamic acid)所組成，由實驗結果得知不同型態組成的配向膜，所得到的結果是不相同的，詳細如以下所示。



4.1 低溫儲存探討

4.1.1 電壓保持率(Voltage Holding Ratio)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在低溫儲存 500 小時後的電壓保持率與最初(0 小時)的數值並沒有太大的差異，如圖 4.1 所示。而其中的機制是因為解離出的離子在經過長時間的低溫儲存下，它的游離率是變差的甚至是被嵌制住的，所以減少了影響初始所供給電壓的可能性，因此最終的電壓保持率是相差無幾的。

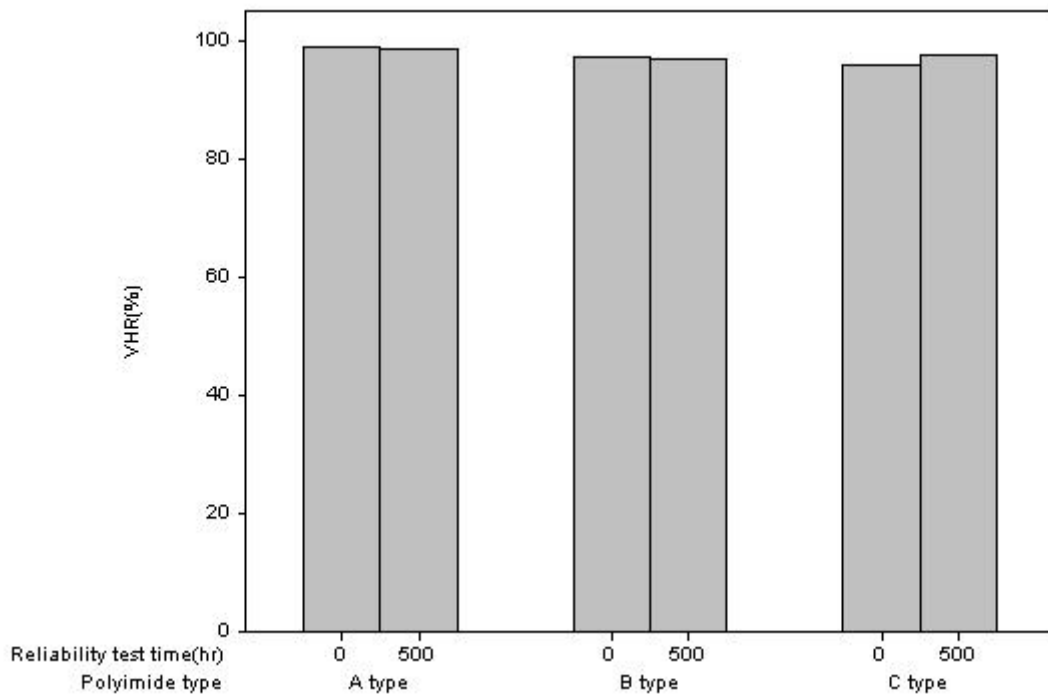


圖 4.1 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的電壓保持率變化對照圖。

4.1.2 離子濃度(Ion density)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在低溫儲存 500 小時後的離子濃度與最初(0 小時)的數值有變大的趨勢，如圖 4.2 及圖 4.3 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，即使是經過長時間的低溫儲存狀態下。

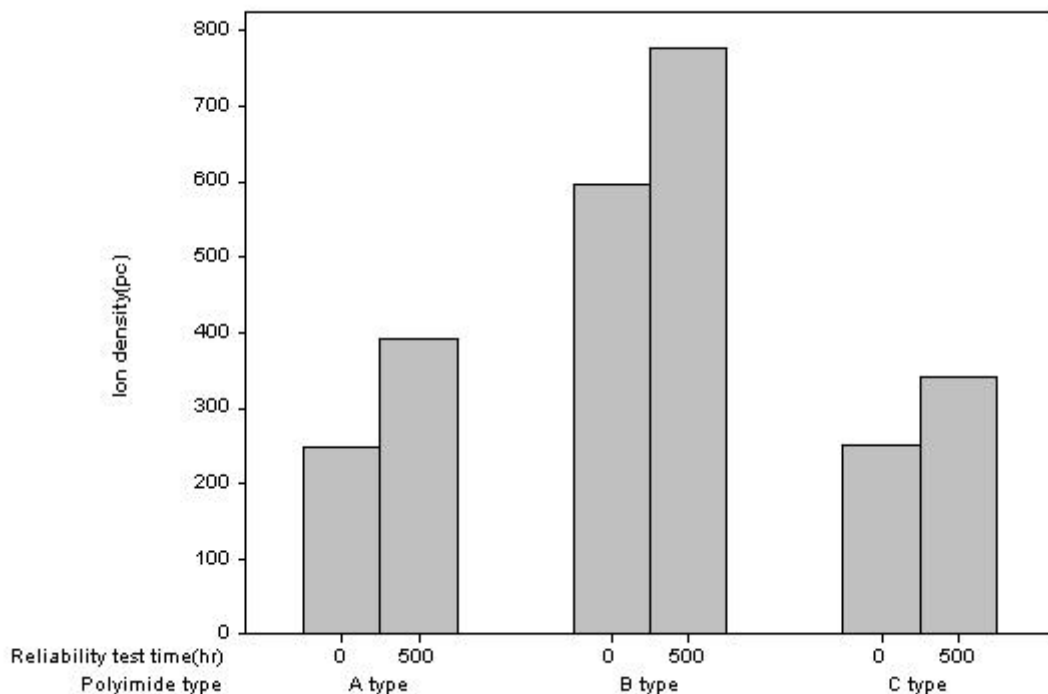


圖 4.2 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的離子濃度變化對照圖。

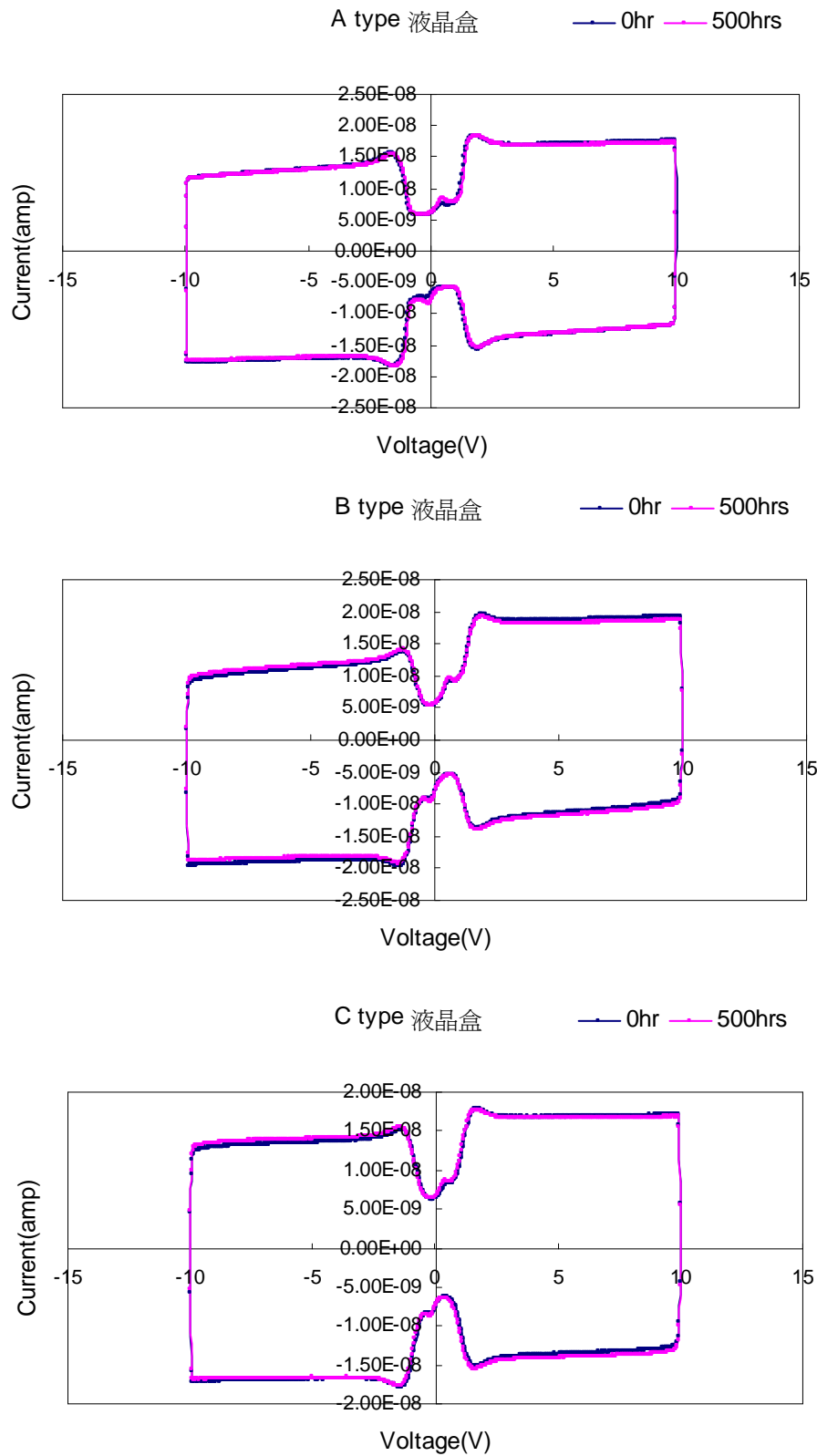


圖 4.3 液晶盒於最初(0小時)和低溫儲存500小時後離子濃度計算

的電流-電壓對照圖。 49

4.1.3 穿透率(transmittance)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在低溫儲存 500 小時後的液晶盒穿透率與最初(0 小時)的數值有變小的趨勢，如圖 4.4 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，過多的離子會在驅動過程中形成內電場，使得所應提供白畫面圖案的訊號產生了電壓差，導致液晶先行驅動些許產生變化，因此光穿透液晶盒的量就變少，穿透率也就變小。

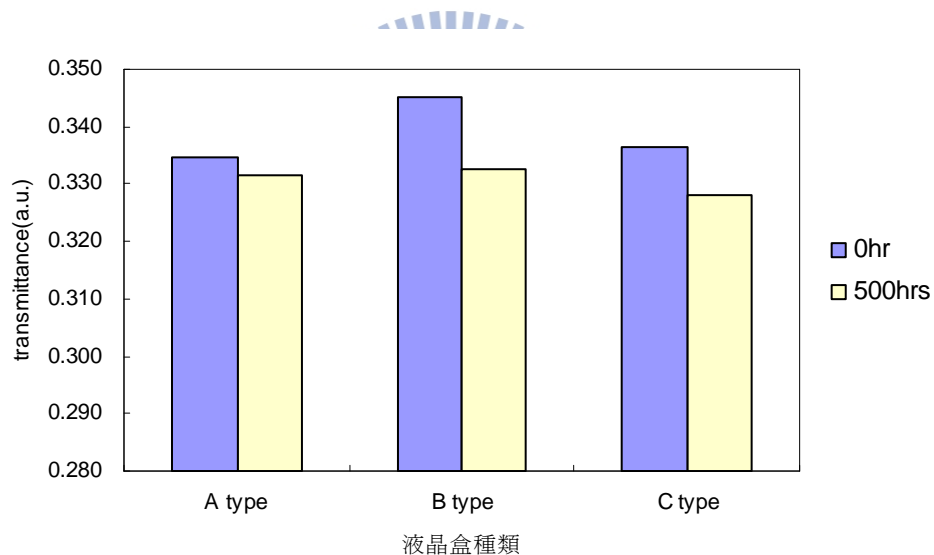


圖 4.4 液晶盒於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的穿透率變化對照圖。

4.1.4 視角(view angle)結果探討

從實驗數據得知，A type 亦或 B type 液晶盒，在低溫儲存 500 小時後的液晶盒視角(定義對比大於 10 之視角)與最初(0 小時)的數值有變小的趨勢，如圖 4.5、圖 4.6、圖 4.7 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，過多的離子會抵消驅動狀態時所供給的電壓，同時也會使得所應提供白畫面圖案的電壓產生變化，因此光穿透液晶盒的量就變少，對比也會因此降低，若還要維持對比大於 10 的視角定義，事必某些方向的視角就會變小，至於 C type 液晶盒則因是高預傾角的設計，離子的影響不會像低預傾角液晶盒敏感，所以影響不大。

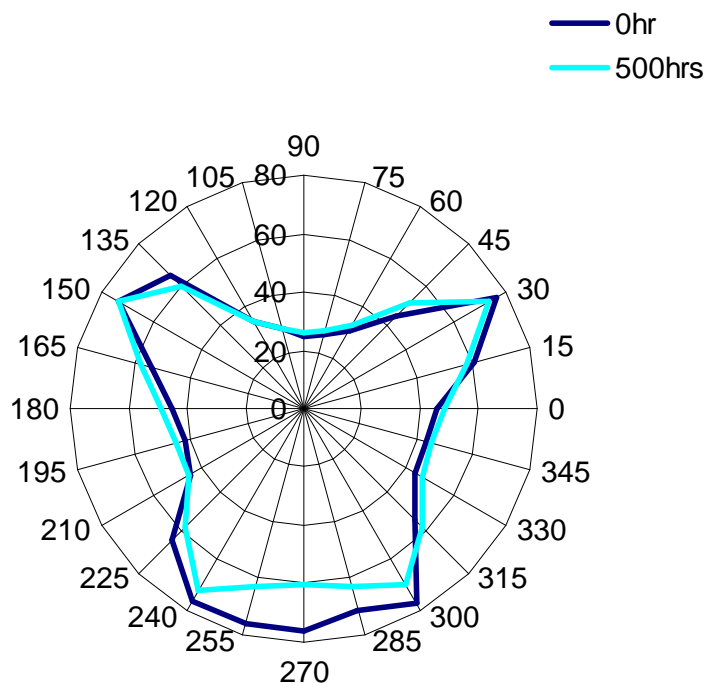


圖 4.5 液晶盒 A type(預傾角 3~4 度)於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

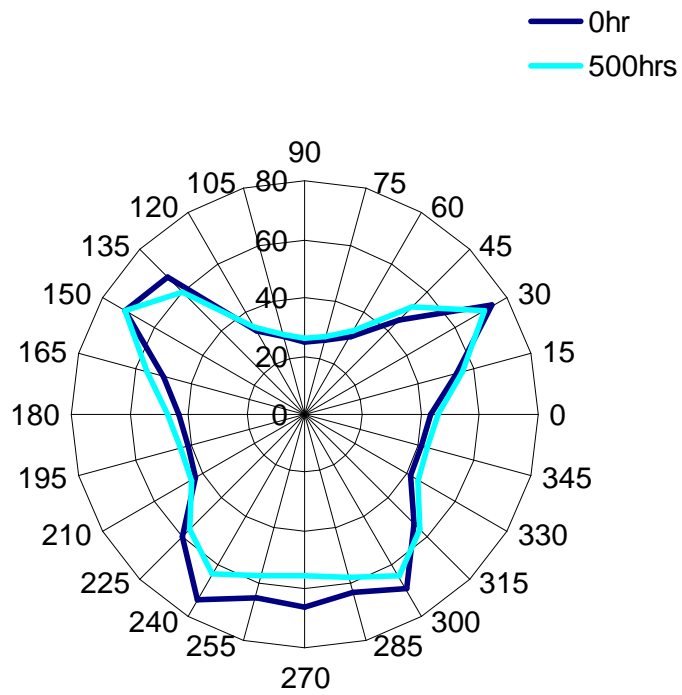


圖 4.6 液晶盒 B type(預傾角 8~9 度)於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

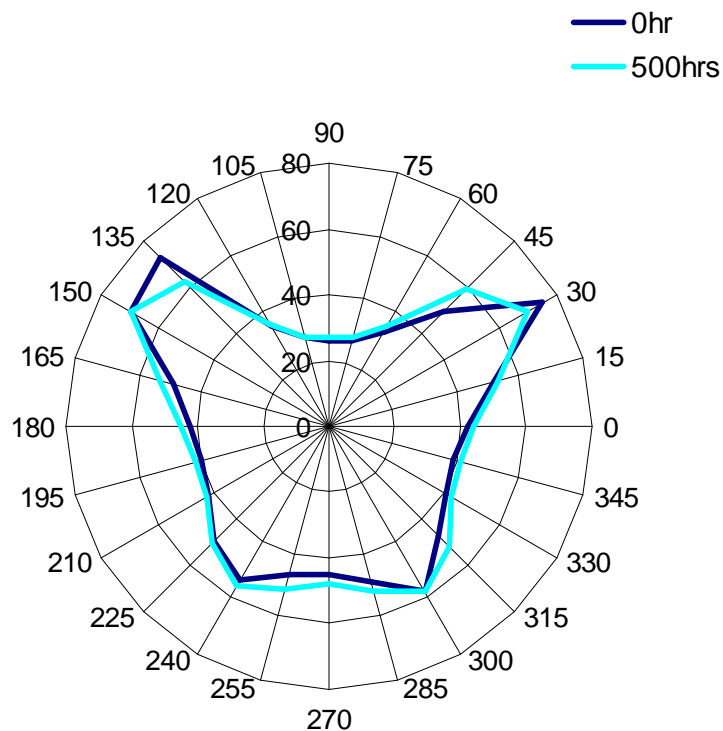


圖 4.7 液晶盒 C type(預傾角 13~14 度)於最初(0 小時)和低溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

由以上視角圖之變化，可得知經由長時間低溫儲存後，下視角(270 度)的角度會隨著時間變小，其中 A type 液晶盒的下視角大約會變小約 16 度左右；B type 液晶盒的下視角大約會變小 11 度左右；C type 液晶盒的下視角則並無太大的變化，其中的機制是因為離子的產生，使得不同預傾角液晶盒產生不同影響所導致，預傾角愈大，相對於視角的影響就愈小，反之亦然。

4.2 高溫高溼儲存探討

4.2.1 電壓保持率(Voltage Holding Ratio)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在高溫高溼儲存 500 小時後的電壓保持率與最初(0 小時)的數值，皆有變小的趨勢，如圖 4.8 所示。而其中的機制是因為解離出的離子在經過長時間的高溫高溼儲存下，它的游離率是變得比在室溫時更好，所以增加了影響所供給電壓的可能性，液晶盒內部產生了內電場，抵消了部份的電壓，因此，無法保持住所提供的電壓，造成的電壓保持率變得較差。

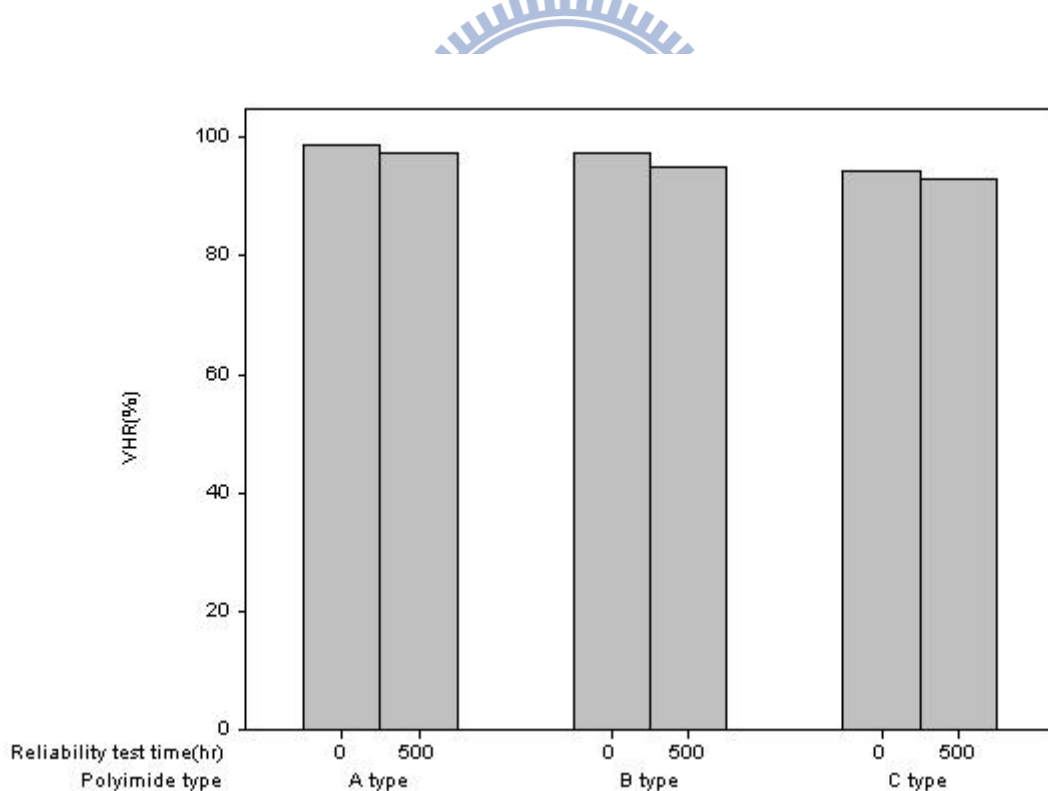


圖 4.8 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的電壓保持率變化對照圖。

4.2.2 離子濃度(Ion density)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在高溫高溼儲存 500 小時後的離子濃度與最初(0 小時)的數值有變大的趨勢，如圖 4.9 及圖 4.10 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，尤其是經過長時間的高溫高溼儲存狀態下，水氣會透過框膠及注入口處滲入到液晶盒內，影響其特性，因此離子濃度增加。

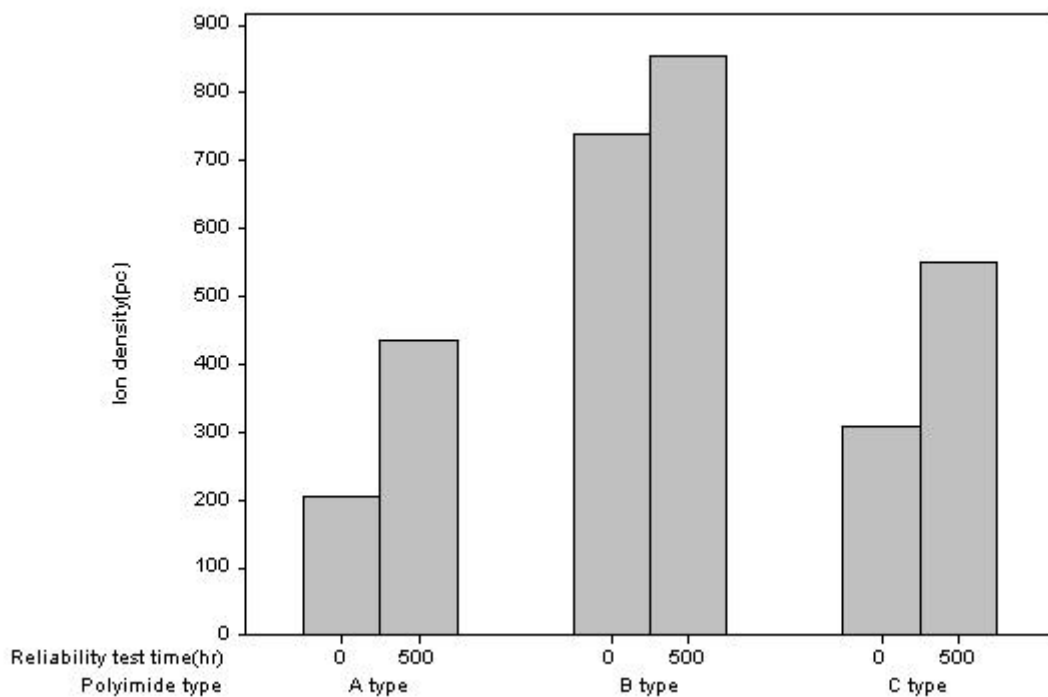


圖 4.9 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的離子濃度變化對照圖。

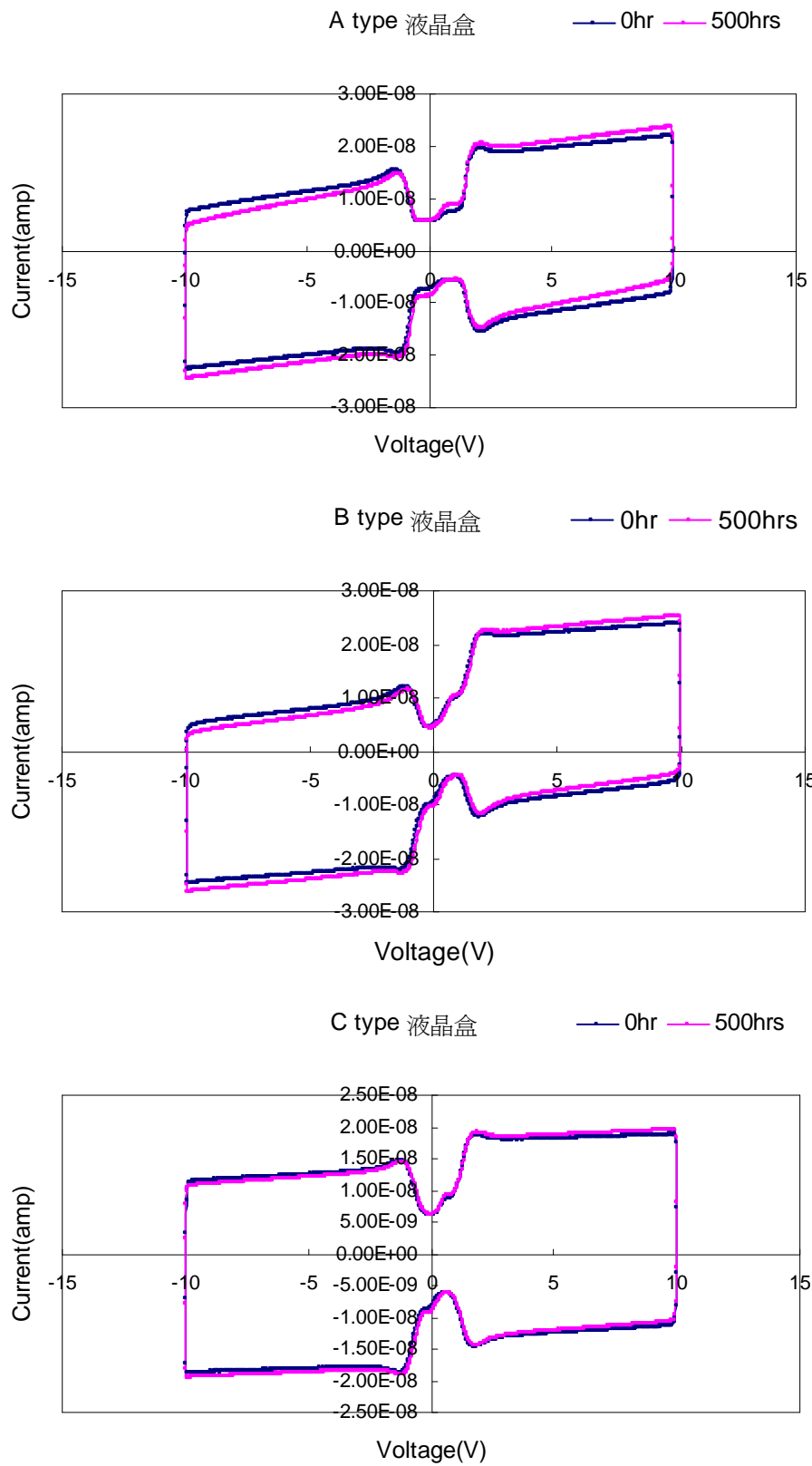


圖 4.10 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後離子濃度計算的電流-電壓對照圖。

4.2.3 穿透率(transmittance)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在高溫高溼儲存 500 小時後的液晶盒穿透率與最初(0 小時)的數值有變小的趨勢，如圖 4.11 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，特別是在高溫高溼的環境下，多餘的離子會在驅動過程中形成內電場，使得所應提供白畫面的產生電壓差，導致液晶先行驅動產生變化，因此光穿透液晶盒的量就變少，穿透率也就變小。

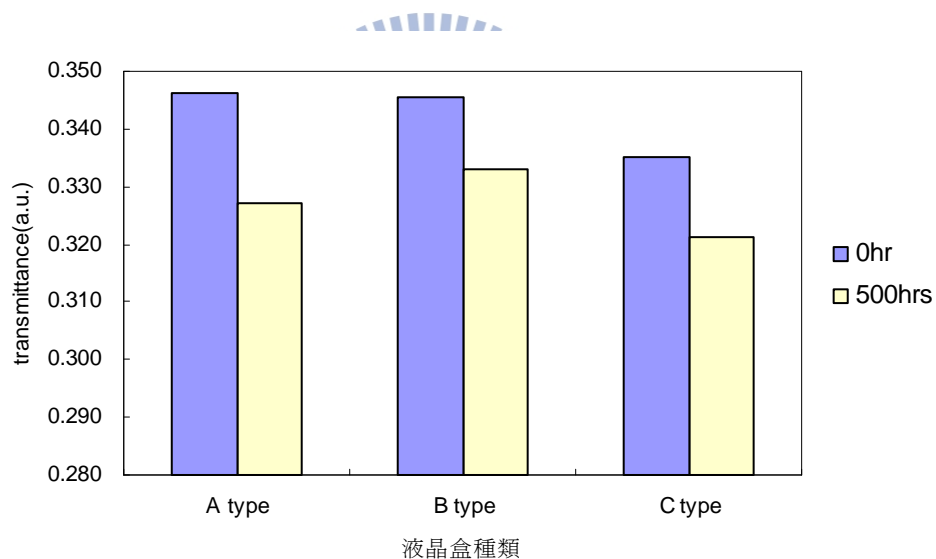


圖 4.11 液晶盒於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的穿透率變化對照圖。

4.2.4 視角(view angle)結果探討

從實驗數據得知，A type 亦或 B type 液晶盒，在高溫高溼儲存 500 小時後的液晶盒視角(定義對比大於 10 之視角)與最初(0 小時)的數值有變小的趨勢，如圖 4.12、圖 4.13、圖 4.14 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，過多的離子會抵消驅動狀態時所供給的電壓，同時也會使得所應提供白畫面的電壓產生變化，因此光穿透液晶盒的量就變少，對比也會因此降低，若還要維持對比大於 10 的視角定義，事必某些方向的視角就會變小，至於 C type 液晶盒則因是高預傾角的設計，離子的影響不會像低預傾角液晶盒敏感，所以影響不大。

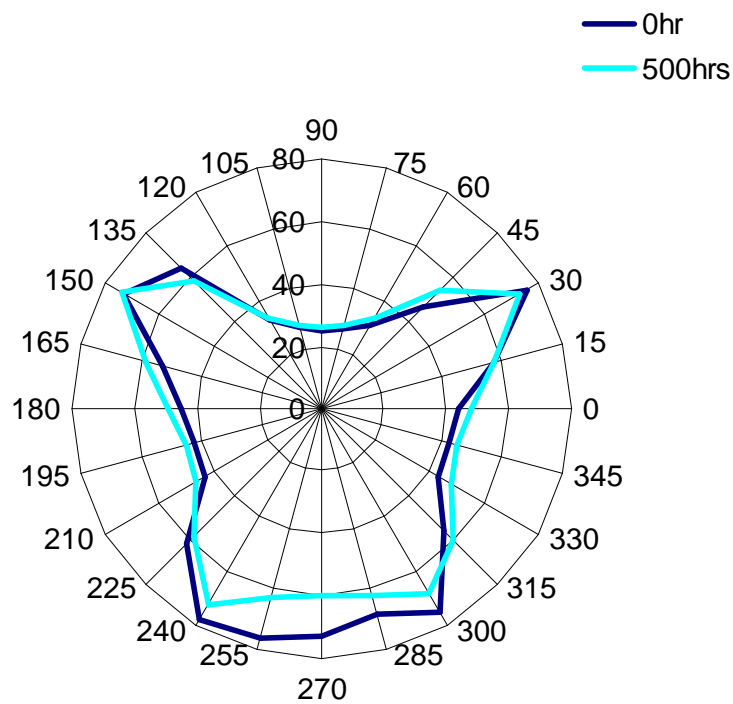


圖 4.12 液晶盒 A type(預傾角 3~4 度)於最初(0 小時)和高溫高溼
 儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

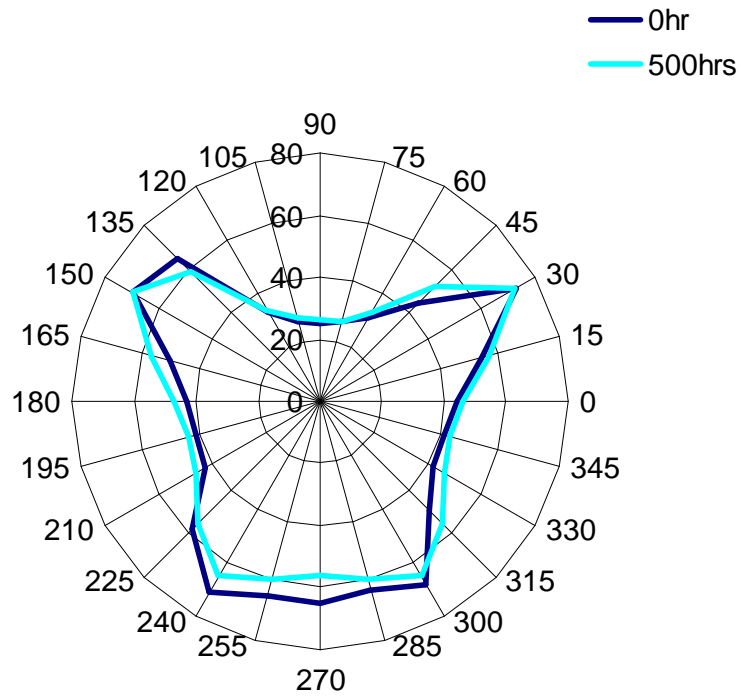


圖 4.13 液晶盒 B type(預傾角 8~9 度)於最初(0 小時)和高溫高溼
 儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

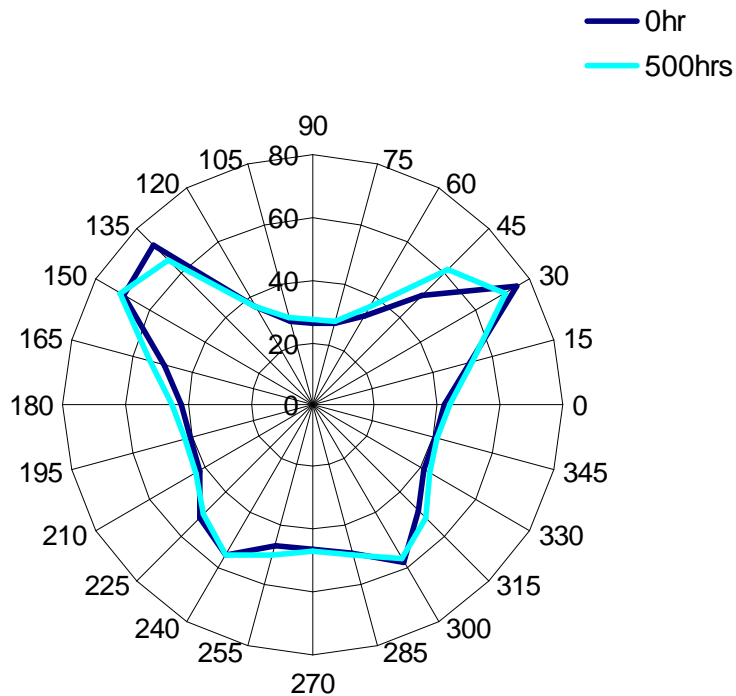


圖 4.14 液晶盒 C type(預傾角 13~14 度)於最初(0 小時)和高溫高溼儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

由以上視角圖之變化，可得知經由長時間高溫高溼儲存後，下視角(270 度)的角度會隨著時間變小，其中 A type 液晶盒的下視角大約會變小約 13 度左右；B type 液晶盒的下視角大約會變小約 9 度左右；C type 液晶盒的下視角則並無太大的變化，其中的機制是因為離子的產生，使得不同預傾角液晶盒產生不同影響所導致，預傾角愈大，對於視角的影響就愈小，反之亦然。

4.3 高溫儲存探討

4.3.1 電壓保持率(Voltage Holding Ratio)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在高溫儲存 500 小時後的電壓保持率與最初(0 小時)的數值並無明顯的變化，如圖 4.15 所示。而其中的機制是因為解離出的離子在經過長時間的高溫儲存下，雖然離子的游離率在高溫時比較活潑，但藉由此現象，也間接增加了正、負離子的互相中和的機率，因此減少了離子所帶來對於供給電壓影響的可能性，因此最終的電壓保持率幾乎不變。

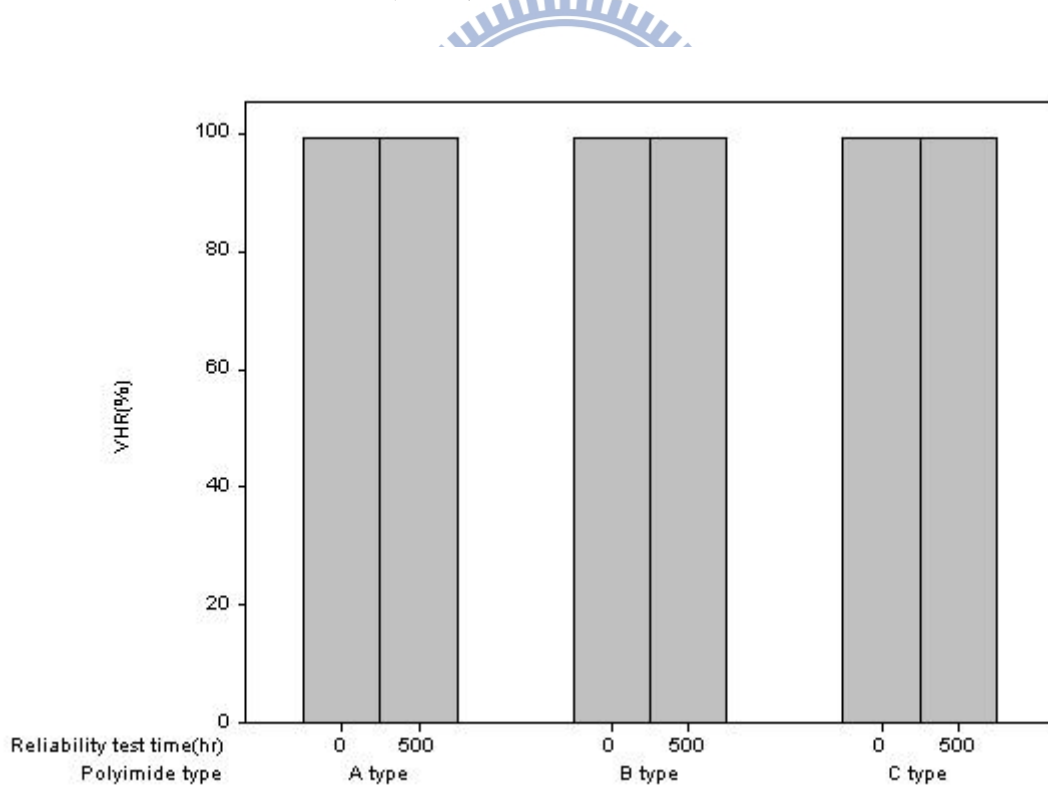


圖 4.15 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的電壓保持率變化對照圖。

4.3.2 離子濃度(Ion density)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在高溫儲存 500 小時後的離子濃度與最初(0 小時)的數值有變大的趨勢，如圖 4.16 及圖 4.17 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，尤其是經過長時間的高溫儲存狀態下，離子解離機率及運動會更頻繁，因此離子濃度增加。

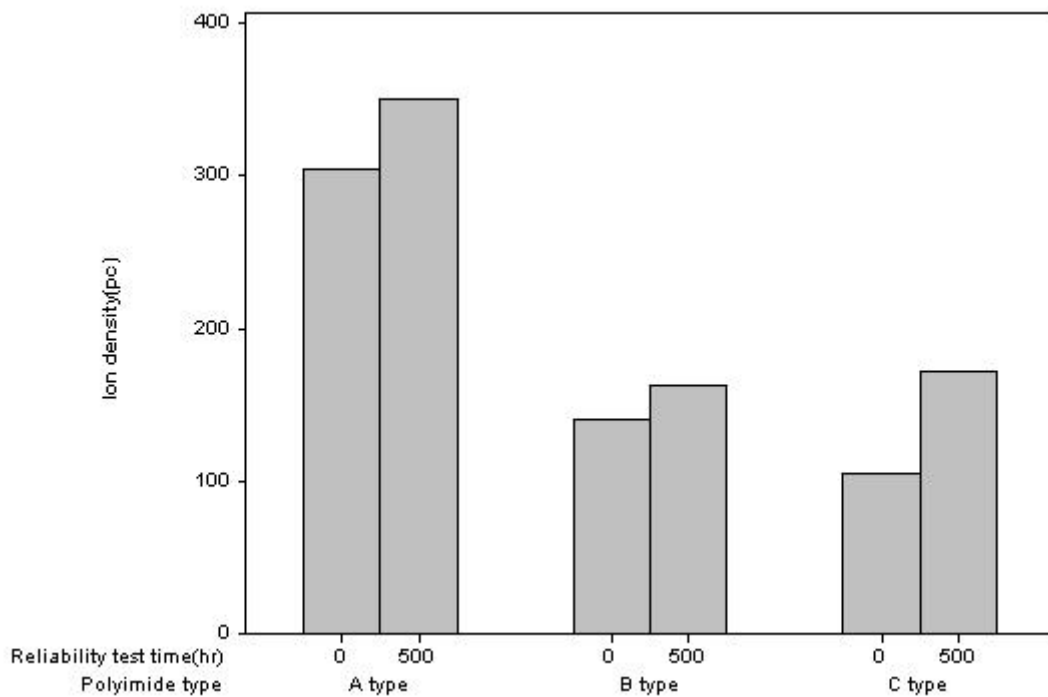


圖 4.16 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的離子濃度變化對照圖。

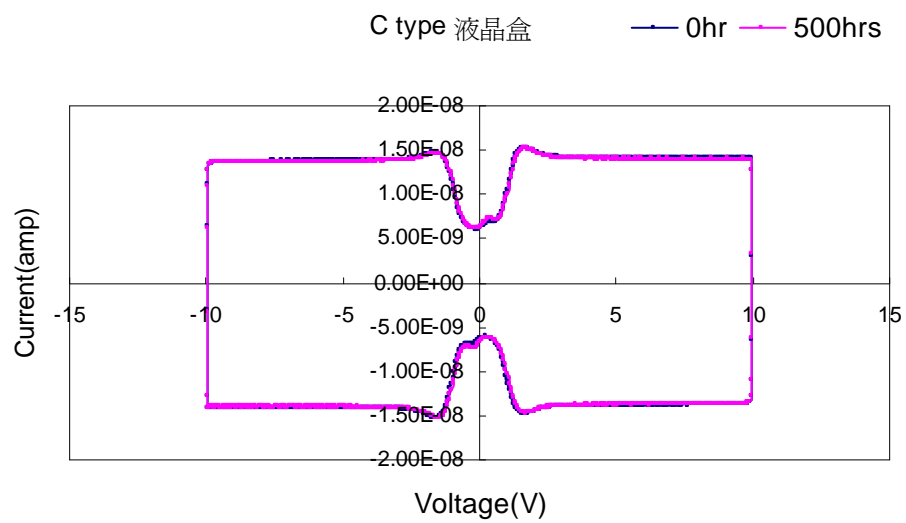
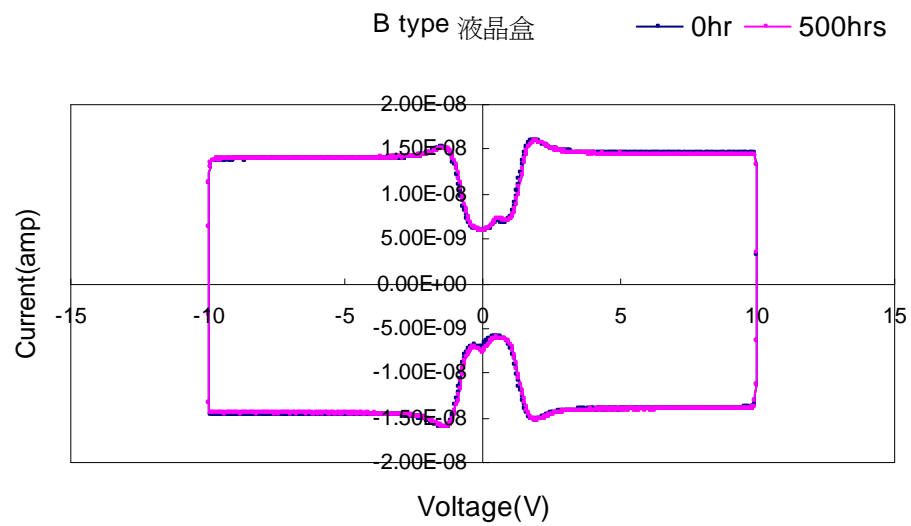
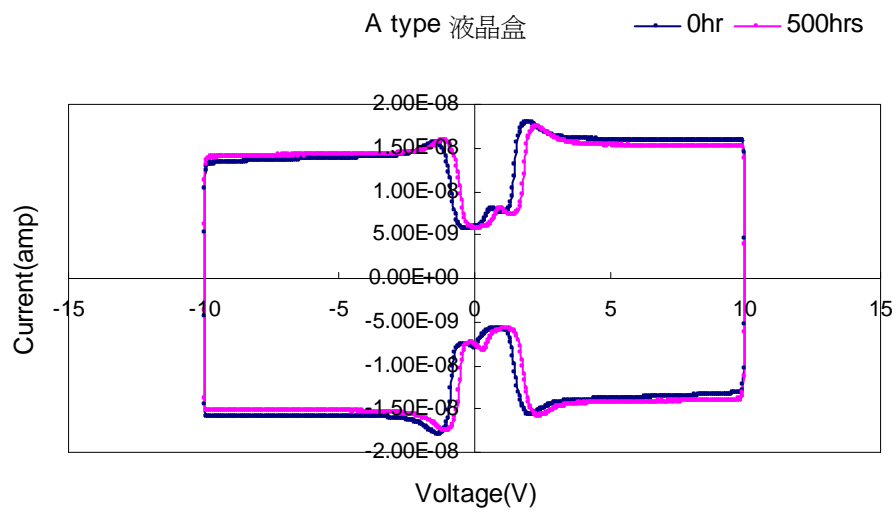


圖 4.17 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後離子濃度

計算的電流-電壓對照圖⁶³

4.3.3 穿透率(transmittance)結果探討

從實驗數據得知，不論是 A type 亦或 B、C type 液晶盒，在高溫儲存 500 小時後的液晶盒穿透率與最初(0 小時)的數值有變小的趨勢，如圖 4.18 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，特別是在高溫的環境下，多餘的離子會在驅動過程中形成內電場，使得所應提供白畫面的產生電壓差，導致液晶先行驅動產生變化，因此光穿透液晶盒的量就變少，穿透率也就變小。

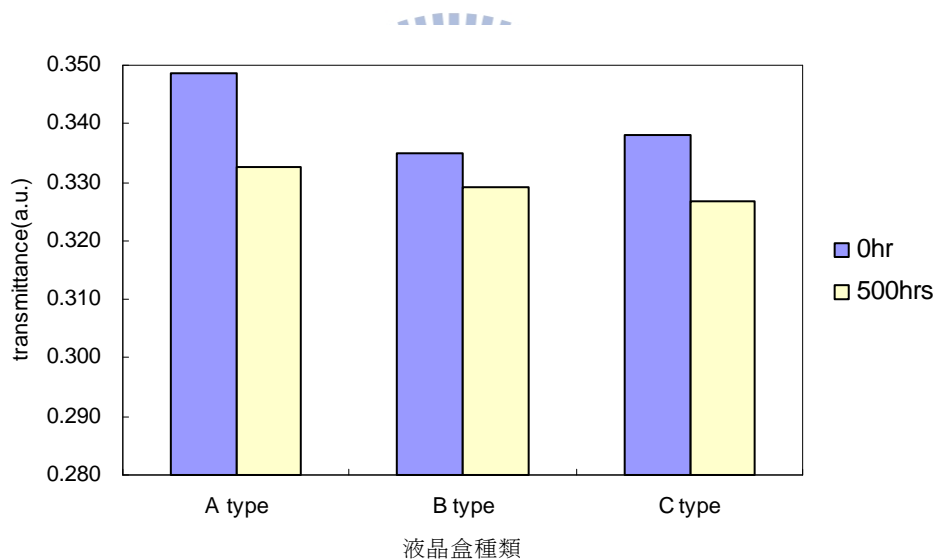


圖 4.18 液晶盒於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的穿透率變化對照圖。

4.3.4 視角(view angle)結果探討

從實驗數據得知，A type 液晶盒，在高溫儲存 500 小時後的液晶盒視角（定義對比大於 10 之視角）與最初(0 小時)的數值有變小的趨勢，但 B、C type 液晶盒的視角變化卻相差無幾，如圖 4.19、圖 4.20、圖 4.21 所示。其中的機制是因為離子會在液晶盒中隨著時間慢慢解離出來，存在於液晶盒內，過多的離子會抵消驅動狀態時所供給的電壓，同時也會使得所應提供白畫面的電壓產生變化，因此光穿透液晶盒的量就變少，對比也會因此降低，若還要維持對比大於 10 的視角定義，勢必某些方向的視角就會變小，如 A type 液晶盒結果示之，但 B、C type 液晶盒則因離子濃度較小所致，因此視角部份並無顯著的差異。

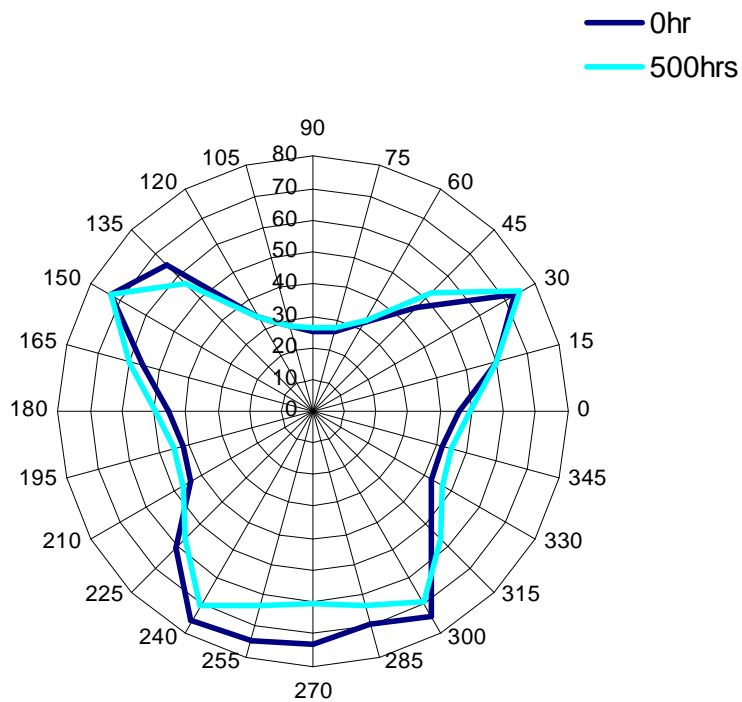


圖 4.19 液晶盒 A type(預傾角 3~4 度)於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

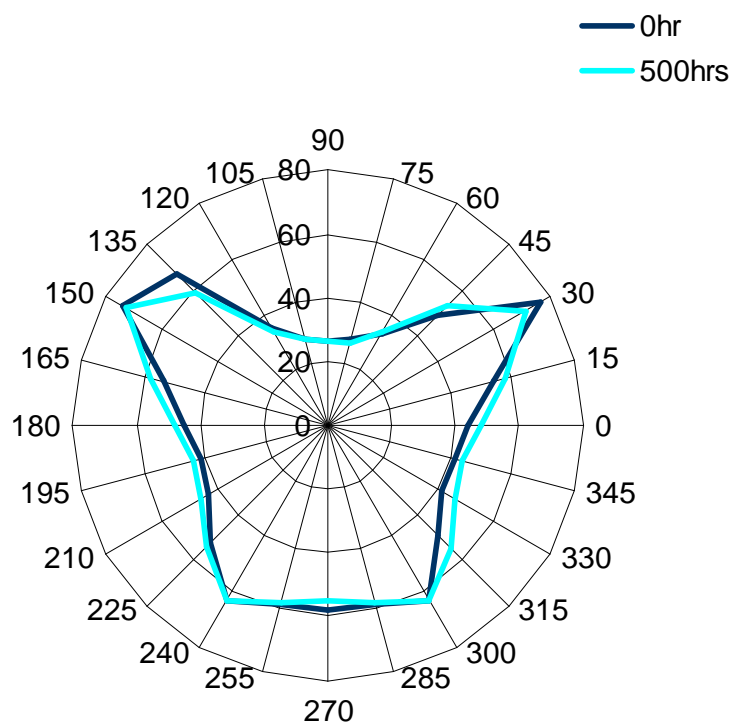


圖 4.20 液晶盒 B type(預傾角 8~9 度)於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

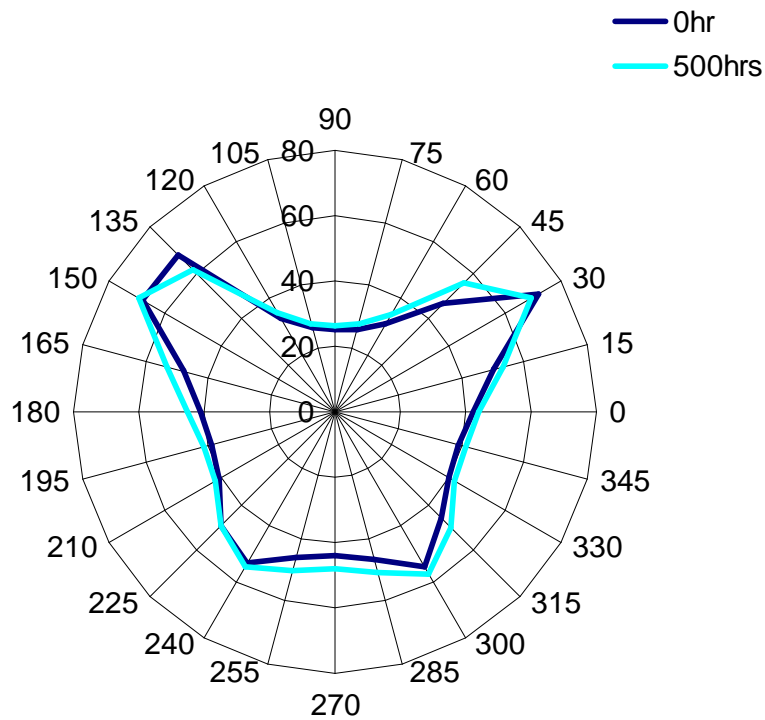


圖 4.21 液晶盒 C type(預傾角 13~14 度)於最初(0 小時)和高溫儲存 500 小時後的視角變化對照圖。

由以上視角圖之變化，可得知經由長時間低溫儲存後，下視角(270 度)的角度會隨著時間變小，其中 A type 液晶盒的下視角大約會變小約 13 度左右；B type 及 C type 液晶盒的下視角則並無太大的變化，其中的機制是因為離子的產生，使得不同預傾角液晶盒產生不同影響所導致，預傾角愈大，相對於視角的影響就愈小，反之亦然。

4.5 實驗結果總結

4.5.1 A type 液晶盒實驗結果

表 5.1 液晶盒 A type(預傾角 3~4 度)實驗結果趨勢比較表。

| 結果 測試條件 | 電壓保持率 | 離子濃度 | 穿透率 | 視角 |
|------------|-------|------|------|------|
| 低溫儲存 | △ | ○(↑) | ○(↓) | ○(↓) |
| 高溫高溼儲存 | ○(↓) | ○(↑) | ○(↓) | ○(↓) |
| 高溫儲存 | △ | ○(↑) | ○(↓) | ○(↓) |

註：○：明顯影響 △：影響不大 (↑)：數值上升 (↓)：數值下降

表 5.2 液晶盒 A type(預傾角 3~4 度)實驗量測數值比較表。

| 項目 | 液晶盒 | A | A | A |
|-------------------------|---------|---------------|----------------|---------------|
| | 測試條件 | 低溫儲存 | 高溫高溼 儲存 | 高溫儲存 |
| 電壓保持率 (%) | 0hr | 99.2 | 98.92 | 99.12 |
| | 500hrs | 98.86 | 97.25 | 99.15 |
| | ΔVHR | 0.34 | 1.67 | -0.03 |
| | ΔVHR(%) | 0.34% | 1.69% | -0.03% |
| 離子濃度 (pc) | 0hr | 247.8 | 203.6 | 304.7 |
| | 500hrs | 390.9 | 436.2 | 351.2 |
| | Δion | 143.1 | 232.6 | 46.5 |
| | Δion(%) | 57.75% | 114.24% | 15.26% |
| 穿透率 (a. u.) | 0hr | 0.335 | 0.346 | 0.349 |
| | 500hrs | 0.331 | 0.327 | 0.333 |
| | ΔT | 0.004 | 0.019 | 0.016 |
| | ΔT(%) | 1.19% | 5.49% | 4.58% |
| 視角 @270度 (degree) | 0hr | 76 | 73 | 73 |
| | 500hrs | 60 | 60 | 60 |
| | ΔV | 16 | 13 | 13 |
| | ΔV(%) | 21.05% | 17.81% | 17.81% |

上表 5.1 的判定標準如以下所示，有關於視角的判定標準是以下視角 (270 度) 為基準，因誤差範圍(機台及人為校正誤差)為正負 5 度(上表 ΔV

所示)，因此要有大於 5 度變化才可視為有明顯影響，反之，則判定為影響不大；電壓保持率的誤差範圍為正負 1%(上表 ΔVHR 所示)；離子濃度的誤差範圍為正負 30pc(上表 Δion 所示)；而穿透率的誤差範圍則要根據其變化率是否有 1%(上表 $\Delta T(\%)$ 所示)的偏移。

A type 液晶盒配向膜為單一的可溶性的聚醯亞胺所組成，根據以上表 5.1 及表 5.2 資料整理後，可得知不論經過低溫儲存、高溫高溼儲存或是高溫儲存，液晶盒內的離子濃度皆會明顯增加，進而也導致其穿透率變小及視角變小。但對於電壓保持率的影響則是不明顯，除了高溫高溼儲存之外，其中的機制是因為在高溫高溼的環境下，水氣容易經由框膠或是封口膠進入內部，造成電壓保持率有明顯的影響。最後，高溫高溼的條件對於此液晶盒的特性變化是這三個測試條件中最大的，亦代表在高溫高溼的環境下，液晶顯示器的品質將相較於低溫或高溫下表現較差。

4.5.2 B type 液晶盒實驗結果

表 5.3 液晶盒 B type(預傾角 8~9 度)實驗結果趨勢比較表。

| 結果 測試條件 | 電壓保持率 | 離子濃度 | 穿透率 | 視角 |
|------------|-------|------|------|------|
| 低溫儲存 | △ | ○(↑) | ○(↓) | ○(↓) |
| 高溫高溼儲存 | ○(↓) | ○(↑) | ○(↓) | ○(↓) |
| 高溫儲存 | △ | ○(↑) | ○(↓) | △ |

註：○：明顯影響 △：影響不大 (↑)：數值上升 (↓)：數值下降

表 5.4 液晶盒 B type(預傾角 8~9 度)實驗量測數值比較表。

| 項目 | 液晶盒 | B | B | B |
|-------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|
| | 測試條件 | 低溫儲存 | 高溫高溼 儲存 | 高溫儲存 |
| 電壓保持率 (%) | 0hr | 97.27 | 97.33 | 99.32 |
| | 500hrs | 97.08 | 94.89 | 99.28 |
| | △VHR | 0.19 | 2.44 | 0.04 |
| | △VHR(%) | 0.20% | 2.51% | 0.04% |
| 離子濃度 (pc) | 0hr | 596.4 | 739.7 | 140 |
| | 500hrs | 778.8 | 855.7 | 163.3 |
| | △ion | 182.40 | 116.00 | 23.30 |
| | △ion(%) | 30.58% | 15.68% | 16.64% |
| 穿透率 (a. u.) | 0hr | 0.345 | 0.346 | 0.335 |
| | 500hrs | 0.332 | 0.333 | 0.329 |
| | △T | 0.013 | 0.013 | 0.006 |
| | △T(%) | 3.69% | 3.64% | 1.80% |
| 視角 @270度 (degree) | 0hr | 66 | 65 | 62 |
| | 500hrs | 55 | 56 | 57 |
| | △V | 11 | 9 | 5 |
| | △V(%) | 16.67% | 13.85% | 8.06% |

上表 5.3 的判定標準如以下所示，有關於視角的判定標準是以下視角 (270 度) 為基準，因誤差範圍(機台及人為校正誤差)為正負 5 度(上表 △V 所示)，因此要有大於 5 度變化才可視為有明顯影響，反之，則判定為影響

不大；電壓保持率的誤差範圍為正負 1%(上表 ΔVHR 所示)；離子濃度的誤差範圍為正負 30pc(上表 Δion 所示)；而穿透率的誤差範圍則要根據其變化率是否有 1%(上表 $\Delta T(\%)$ 所示)的偏移。

B type 液晶盒配向膜為不同比例的可溶性聚醯亞胺和聚亞醯胺酸所組成，根據以上表 5.3 及表 5.4 資料整理後，可得知不論經過低溫儲存、高溫高溼儲存或是高溫儲存，液晶盒內的離子濃度皆會明顯增加，進而也導致其穿透率變小及視角變小，但經過高溫儲存後的視角變化並非有明顯的波動，其中的機制應是此種型態的液晶盒在高溫狀態下，正負離子中和機會比較多也比較快，至於視角的變化不明顯，則是因為此液晶盒的離子濃度相對於低溫儲存及高溫高溼儲存的樣品來得小，並不足以有明顯影響，因此反應在視角上的變化就不大。但對於電壓保持率的影響則是不明顯，除了高溫高溼儲存之外，其中的機制是因為在高溫高溼的環境下，水氣容易經由框膠或是封口膠進入內部，造成電壓保持率有明顯的影響。最後，高溫高溼的條件對於此液晶盒的特性變化也是這三個測試條件中最大的，亦代表在高溫高溼的環境下，液晶顯示器的品質將相較於低溫或高溫環境下表現較差。

4.5.3 C type 液晶盒實驗結果

表 5.5 液晶盒 C type(預傾角 13~14 度)實驗結果趨勢比較表。

| 結果 測試條件 | 電壓保持率 | 離子濃度 | 穿透率 | 視角 |
|------------|-------|------|------|----|
| 低溫儲存 | △ | ○(↑) | ○(↓) | △ |
| 高溫高溼儲存 | ○(↓) | ○(↑) | ○(↓) | △ |
| 高溫儲存 | △ | ○(↑) | ○(↓) | △ |

註：○：明顯影響 △：影響不大 (↑)：數值上升 (↓)：數值下降

表 5.6 液晶盒 C type(預傾角 13~14 度)實驗量測數值比較表。

| 項目 | 液晶盒 | C | C | C |
|-------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|
| | 測試條件 | 低溫儲存 | 高溫高溼 儲存 | 高溫儲存 |
| 電壓保持率 (%) | 0hr | 96.12 | 94.37 | 99.38 |
| | 500hrs | 97.65 | 93.01 | 99.38 |
| | △VHR | -1.53 | 1.36 | 0 |
| | △VHR(%) | -1.59% | 1.44% | 0.00% |
| 離子濃度 (pc) | 0hr | 251.1 | 308.5 | 104.5 |
| | 500hrs | 340.6 | 549.6 | 171.7 |
| | △ion | 89.50 | 241.10 | 67.20 |
| | △ion(%) | 35.64% | 78.15% | 64.31% |
| 穿透率 (a. u.) | 0hr | 0.336 | 0.335 | 0.338 |
| | 500hrs | 0.328 | 0.321 | 0.327 |
| | △T | 0.008 | 0.014 | 0.011 |
| | △T(%) | 2.48% | 4.20% | 3.25% |
| 視角 @270度 (degree) | 0hr | 45 | 46 | 44 |
| | 500hrs | 48 | 47 | 48 |
| | △V | -3 | -1 | -4 |
| | △V(%) | -6.67% | -2.17% | -9.09% |

上表 5.5 的判定標準如下所示，有關於視角的判定標準是以下視角 (270 度) 為基準，因誤差範圍(機台及人為校正誤差)為正負 5 度(上表 ΔV 所示)，因此要有大於 5 度變化才可視為有明顯影響，反之，則判定為影響

不大；電壓保持率的誤差範圍為正負 1%(上表 ΔVHR 所示)；離子濃度的誤差範圍為正負 30pc(上表 Δion 所示)；而穿透率的誤差範圍則要根據其變化率是否有 1%(上表 $\Delta T(\%)$ 所示)的偏移。

C type 液晶盒配向膜也為不同比例的可溶性聚醯亞胺和聚亞醯胺酸所組成，根據以上表 5.5 及表 5.6 資料整理後，可得知不論經過低溫儲存、高溫高溼儲存或是高溫儲存，液晶盒內的離子濃度皆會明顯增加，進而也導致其穿透率變小。至於視角的變化，在經過此三種測試條件下，表現並不明顯，其中的機制應是此種液晶盒搭配的是高預傾角的配向膜所造成，況且目前液晶盒內的離子濃度也並不足以影響其視角的改變。另外，對於電壓保持率的影響則是不明顯，除了高溫高溼儲存之外，其中的機制是因為在高溫高溼的環境下，水氣容易經由框膠或是封口膠進入內部，造成電壓保持率有明顯的影響。最後，高溫高溼的條件對於此液晶盒的特性變化也是這三個測試條件中最大的，亦代表在高溫高溼的環境下，液晶顯示器的品質將相較於低溫或高溫環境下表現較差。

4.5.4 液晶盒預傾角變化

表 5.7 液晶盒預傾角變化趨勢比較表。

| 結果 測試條件 | A type 液晶盒 | B type 液晶盒 | C type 液晶盒 |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| 低溫儲存 | △ | △ | ↑ |
| 高溫高溼儲存 | △ | △ | ↑ |
| 高溫儲存 | △ | △ | ↑ |

註：○：明顯影響 △：影響不大 (↑)：數值上升 (↓)：數值下降

表 5.8 液晶盒預傾角變化數值比較表。

| | | | | |
|-----------------|--------|--------------|---------------|---------------|
| 項目 | 液晶盒 | A | A | A |
| | 測試條件 | 低溫儲存 | 高溫高溼儲存 | 高溫儲存 |
| 預傾角 (degree) | 0hr | 3.2 | 3.1 | 3.7 |
| | 500hrs | 3.3 | 4.1 | 4.2 |
| | ΔP | 0.1 | 1.0 | 0.5 |
| | ΔP(%) | 3.12% | 32.26% | 13.51% |
| 項目 | 液晶盒 | B | B | B |
| | 測試條件 | 低溫儲存 | 高溫高溼儲存 | 高溫儲存 |
| 預傾角 (degree) | 0hr | 8.5 | 8 | 8.9 |
| | 500hrs | 9.1 | 8.8 | 9.0 |
| | ΔP | 0.6 | 0.8 | 0.1 |
| | ΔP(%) | 7.06% | 10.00% | 1.12% |
| 項目 | 液晶盒 | C | C | C |
| | 測試條件 | 低溫儲存 | 高溫高溼儲存 | 高溫儲存 |
| 預傾角 (degree) | 0hr | 14.4 | 14.1 | 15.4 |
| | 500hrs | 15.8 | 15.6 | 17.1 |
| | ΔP | 1.4 | 1.5 | 1.7 |
| | ΔP(%) | 9.72% | 10.64% | 11.04% |

由於液晶盒預傾角量測儀器的誤差為正、負 1 度，因此預傾角變化(上表 ΔP 所示)有超過 1 度才視為有明顯影響，反之，則視為尚在誤差範圍內，沒有變化。由表 5.7 及表 5.8 得知，雖然液晶盒 A type 及 B type 的預傾

角變化仍在誤差範圍內，但液晶盒 C type 的預傾角變化，不論是經過低溫儲存、高溫高溼儲存或是高溫儲存，其預傾角皆有增加的趨勢[22]，如此可解釋為預傾角的增加，會造成穿透率的下降，就如同模擬結果的趨勢是相同的，而預傾角的變化，部份是來自於離子效應的影響，其機制為在尚未提供液晶盒電壓時，其內部早已形成了一個內電場，使得預傾角產生變化。其變化對照表如下圖 5.1、圖 5.2 及圖 5.3 所示。

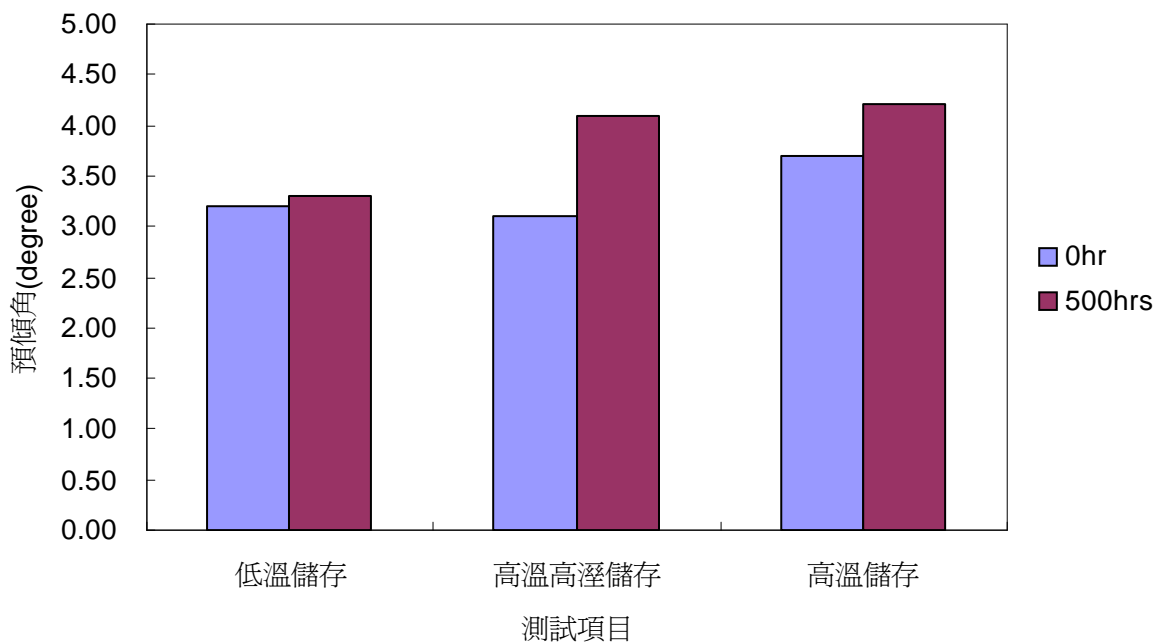


圖 5.1 液晶盒 A type 預傾角變化對照圖。

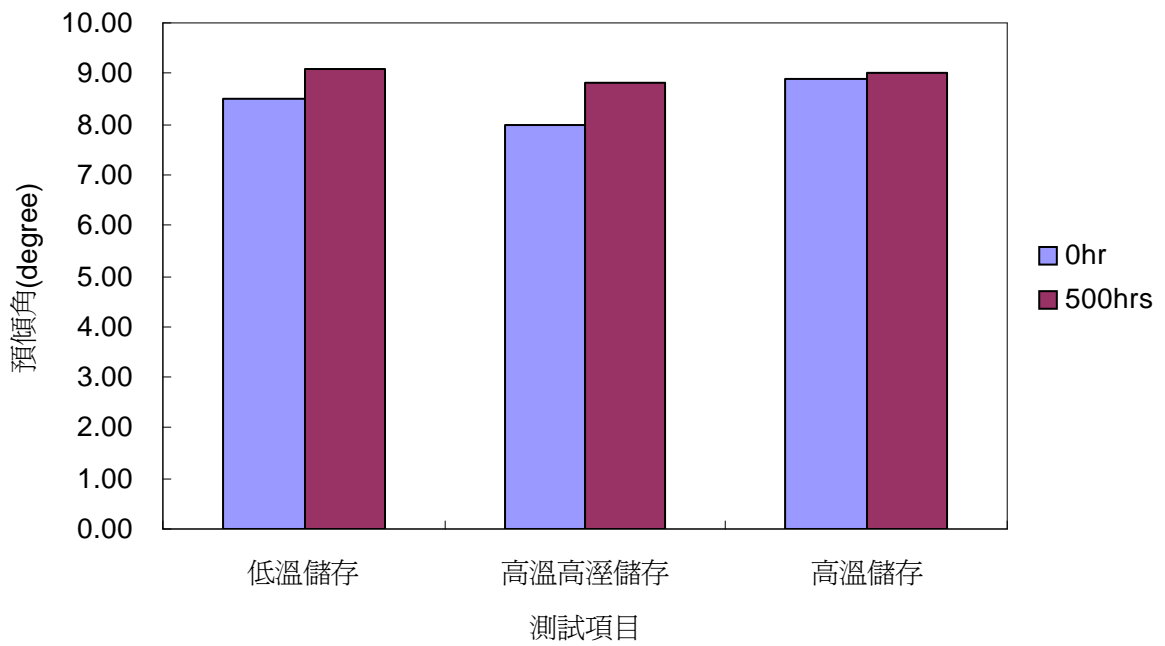


圖 5.2 液晶盒 B type 預傾角變化對照圖。

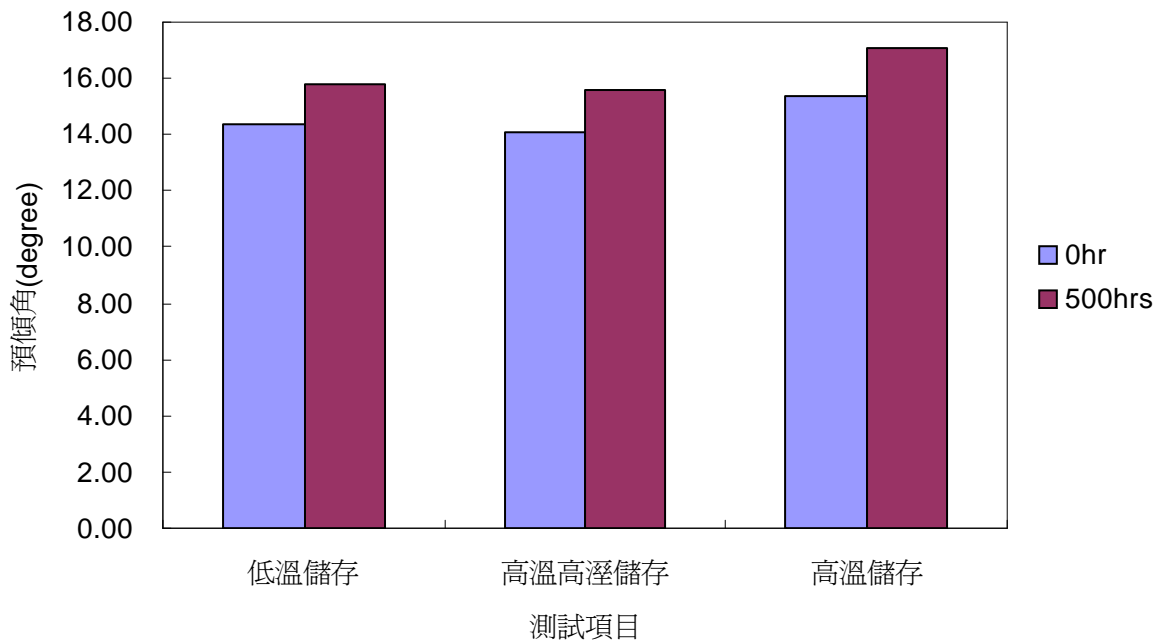


圖 5.3 液晶盒 C type 預傾角變化對照圖。

4.5.5 液晶盒的穿透率及視角模擬結果

根據模擬結果，液晶盒的穿透率會隨著預傾角的增加而下降，而視角也會同時變小，尤其是下視角(270 度)附近的變化更是明顯，這是因為下視角的位置，液晶盒所設計的配向膜摩擦方向搭配液晶分子旋轉的趨勢，使得人眼所感受的相位延遲變化比較明顯，亦即代表對比的變化較大，導致該處視角明顯變化。穿透率及視角模擬結果，如圖 5.4 及圖 5.5 所示，但模擬結果是表示趨勢的方向，真正的數值還是要根據實際的量測結果。

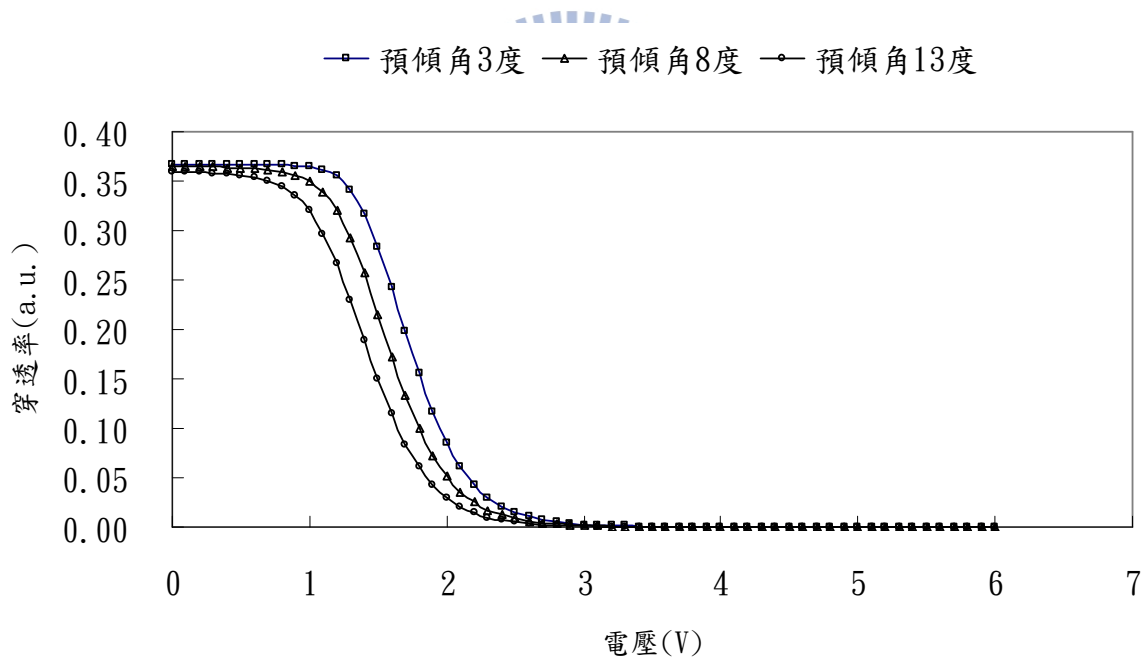


圖 5.4 液晶盒的 V-t curve 模擬結果。

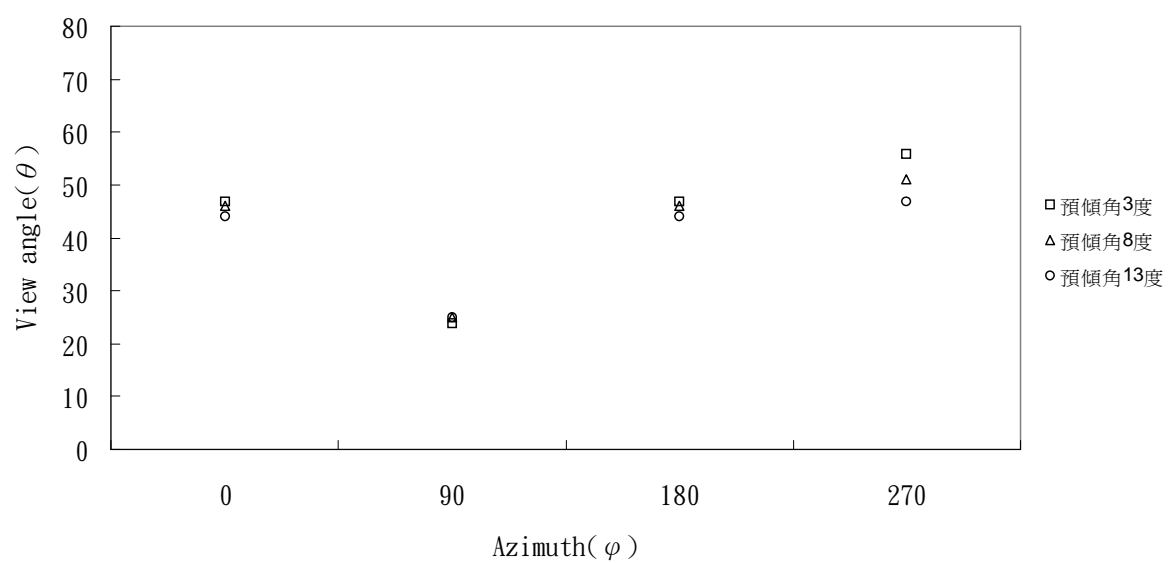


圖 5.5 液晶盒的視角模擬結果。



第五章、結論與未來展望

5.1 結論

根據此實驗結果，總括而言，不論是在低溫儲存、高溫高溼儲存亦或高溫儲存下，液晶盒內所量測到的離子濃度與其光學特性，穿透率及視角變化存在著成反比的關係，亦即是離子濃度升高，液晶盒的穿透率會變小，視角也會變差，也代表著離子電荷效應會使得液晶盒內的穿透率及視角產生變化。

離子濃度變化影響著整個液晶盒的光學特性，其中高溫高溼的環境下的影響最為明顯，其中的機制就如同前面章節所提到的水氣的增加所造成，因此應用在日常生活中，長時間在潮溼的環境下使用的液晶顯示器畫面品質會愈來愈差。

不同比例的可溶性聚醯亞胺和聚亞醯胺酸(polyamic acid)配向膜組成的液晶盒所表現出的光學特性，較由單一可溶性的聚醯亞胺(polyimide)配向膜所組成的液晶盒來得好。

5.1 建議

由於液晶盒內離子濃度的增加原因很多，本研究就配向膜部份提出一個歸納整理，往後在新的液晶顯示器設計時，可要求配向膜供應商提供的材料選擇是由不同比例的可溶性聚醯亞胺和聚亞醯胺酸所組成的配向膜，因為採用此種型態的配向膜所製作的液晶顯示器對於嚴苛的環境下的條件比較能抗禦。

水氣的滲透對於液晶顯示器來說有很大的衝擊，避免水份進入液晶顯示器的液晶盒內是一門重要的功課，因此封存上下玻璃基板的框膠材料選擇就必須更謹慎小心，要選擇在硬化後的框膠材料要能很緊密的黏貼於液晶盒內，同時此材料於製程中更不能產生太多的離子來影響液晶盒的特性，至於此研究可規畫類似的方法來找到更好的材料。

參考文獻

- [1] 紀國鐘，鄭晃忠，液晶顯示器技術手冊，初版，新竹，台灣電子材料與元件協會，pp. 3-5，2002。
- [2] 松本正一・角田市良著，劉瑞祥譯，液晶之基礎與應用，初版，台北，國立編譯館，1996。
- [3] 田民波著，林怡欣校訂，TFT 液晶顯示原理與技術，初版，台北，五南圖書出版股份有限公司，2008。
- [4] N. Choi, H. Ahn, S. Shin, “Developing the Evaluation Method of the Image Sticking” , IDW, pp. 43-45, 2008. [5]
- YC. Chen, PM. Liu, CH. Liao, TL. Ting, TJ. Chang, WL. Liao, A. Lien, “Releasing Behavior of Image Sticking” , SID, pp. 1798-1800, 2008.
- [6] PL. Chen, SH. Chen, FC. Su, “An effective method for evaluating the image-sticking effect of TFT-LCDs by interpretative modeling of optical measurements” , Liquid rystals, vol. 27, no. 7, pp. 965-975, 2000.
- [7] 杜鉛鑫，「配向膜離子電荷殘留降低對顯示器之殘像研究」，交通大學半導體材料與製程設備學程論文，2010。
- [8] 黃子洋，「液晶盒離子電荷動態分析」，交通大學影像與生醫光電研究所論文，2011。

- [9] TOYO manufacture specification, “Model 6254 Multi-Channel Liquid Crystal Evaluation Manual” ,TOYO Corporation, 2002.
- [10]H.Mada and K.Osajima, “Time response of nematic liquid-crystal cell in a switched dc electric field” ,Japanese Journal of Applied Physics, vol. 60, pp. 3111-3113, 1986.
- [11]S.Takahashi, “The investigation of a dc induced transient optical 30-Hz element in twisted nematic liquid-crystal display” ,Japanese Journal of Applied Physics , vol. 70, no. 1, pp. 5346-5350, 1991.
- [12]F.Bougrioua and H.Pauwels, “Industrial applications of ion transport measurements in LCD” ,Liquid Crystals, vol. 21, no. 10, pp. 133-142, 1996.
- [13]陳伯綸,「離子電荷效應對液晶盒物理特性之影響」,國立交通大學光電工程研究所博士論文, 2000。
- [14]M. Inoue, “A Novel Measurement Method of ion Density in TFT-LCD” proc. IDW08 LCT3-3, 2008.
- [17]郭智豪,「探討扭曲向列型液晶顯示器之電壓保持率」,交通大學影像與生醫光電研究所論文, 2010。
- [18]吳仰恩,「配向膜對液晶盒內離子電荷效應之影響」,交通大學光電工程

研究所所論文，1999。

- [19] Y. Nakazono, T. Takagi, A. Sawada, Shohei Naemura Atsugi Technical Center, Merck Japan Limited, “Evaluation of residual DC of LC Cell” , SID, pp. 219–222, 1999.
- [20] N. Sasaki, “Simulation of the Voltage Holding Ratio in Liquid Crystal Displays with a Constant Charge Model” , Japanese Journal of Applied Physics, 37, pp. 6065–6070, 1998.
- [21] T. Nakanishi, T. Takahashi, H. Mada, S. Saito, “Transient Behavior of Voltage Holding Ratio in Nematic Liquid Crystal Cells” , Japanese Journal of Applied Physics, 41, pp. 3752–3757, 2002.
- [22] 王品發，「平行水平配向液晶盒的穩定性研究」，交通大學光電工程研究所所論文，2004。