

第一章 緒論

本章節說明本研究應用實驗設計(DOE-Design of Experiment)與統計手法(假設檢定)搭配分析軟體(Minitab & ANOVA)針對LCD TFT配向製程參數最佳化設計，說明研究背景、研究動機、研究目的、研究範圍與限制、研究方法與流程。

1.1 研究背景

2008年起由於市場對平面顯示器中小尺寸面板需求急速增溫，導致中小尺寸面板供貨吃緊，加上中小寸皆為消費性產品，隨著消費者之需求不斷提升，致使客戶不斷將規格往上升級，面板尺寸需求逐漸放大，從傳統小尺寸面板慢慢擴大為中尺寸面板，在產能有限的狀況下，單位面積產出量就減少；加上3C電子產品壽命極短。產品接二連三開發，從市場需求從小尺寸(如圖1)的手機面板、MP3播放器、多媒體播放器(PMP)、可攜式導航裝置(Portable Navigation Device；PND)、數位相框面板、低價簡易的筆記型電腦(EeeePC)面板等的平價新興市場需求的帶動下，造成市場需求持續上揚，但受到中小尺寸面板的投入門檻在於消費性產品要求外型與面板客製化規格繁複，缺少共通性，加上客戶間不斷競爭且與市場需求發展的不穩定因素，相對的考驗面板供應商之產品策略與產能規劃,造成產能開出緩慢的影響，使得市場供需失衡。



圖1 消費性產品應用

有鑑於此，面板廠主要生產中小尺寸之生產線製程能力漸漸無法滿足市場需求下，在這些中小尺寸LCD面板需求的助力下，對於LCD面板廠來說，如何應用現有生產設備以符合客戶產品規格不斷之提升，包含高對比、LC反應速度高、結合Touch panel、電子紙、OLED、LED、太陽能運用，已經成為中小尺寸面板廠最新挑戰。加上產能又必須瞬間最大化，以開出新的中小尺寸面板所需的產能，所以造成生產排程之Bottleneck設備(製程)就得必須要求直改善。

1.2 研究動機

薄膜電晶體液晶顯示器(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display，TFT-LCD)，是國內繼半導體產業之後的另一項重點產業，其產值已經超越日韓等國成為全球第一大產業，在全球中佔有舉足輕重之地位，可媲美日韓等國且與之並駕齊驅！

在TFT LCD生產過程中，其中又以定向摩擦配向為影響公司良率以造成產出不足為最重要之瓶頸。配向效果對液晶顯示器性能優劣有極大之影響，如何使液晶依規則性排列，必須取決於液晶與玻璃基板間界的定向排列方向。在中小尺寸面板應用廣泛，需求急速增溫，加上產品利潤低，因

此包括日韓一級大廠，不斷思考該如何減少材料採購成本、不斷研發材料特性符合客戶需求、縮短生產cycle time、降低不良率以量抗衡生產營運成本、如何做到成本低、品質高產品就成爲改善此一製程是極重要之課題。

摩擦配向法爲藉由配向布(Rubbing cloth)在聚亞醯胺(Polyimide)上刷出方向一致的痕之預傾角(Pretilt angle)，除了決定視角方向外，亦使液晶在兩層配向膜間，沿著刷痕方向規則的排列並藉由上、下兩層基板上之預傾角以錨定光場其間之液晶分子以達成液晶驅動方向的一致性。配向膜之製程方法：

- (1) PI液印刷：爲聚亞醯胺(PI)經由PI噴嘴將PI液噴至A輪，經刮刀使之PI均勻覆著於A輪上後，再轉印至P輪之凸版，再由凸版均勻的將PI塗佈在基板上。在PI未烤前因含有揮發性溶劑，爲了使溶劑揮發，並熱環化成PI之結構，故將已塗好均勻之基板，經預烤60~150°C，預烤1~3分鐘，再經過硬烤200~250°C，約10~30分鐘。
- (2) 配向工程：將硬烤完成的基板運用絨毛布(或是棉布)在PI表面刷出具有傾斜角的痕跡，產生液晶分子所需要的預傾角(Pretilt angle)，使液晶分子能夠在面板上依照設計方式排列。(如圖2)



圖2 配向Roller轉向與stage方向關係

第二章 研究內容與方法

2.1 研究目的

2007~2009期間，隨著消費者需求助攻與產品客戶相互競爭下，中小尺寸產品生產成本立即被顯現出其重要性。改善不良率損失以降低生產成本。在公司內部找出影響良率最大關鍵，則首要課題則為配向膜(Rubbing Process)製程能力改善。下列為目前配向膜製程影響最大幾項缺陷種類(如圖3)：

V-Line Mura：垂直方向mura

H-Line Mura：水平方向mura

L mode Mura：左上右下mura

R mode Mura：右上左下mura

RL model Mura：R與L mode mura同時存在

Sandy：配向膜定向摩擦不良

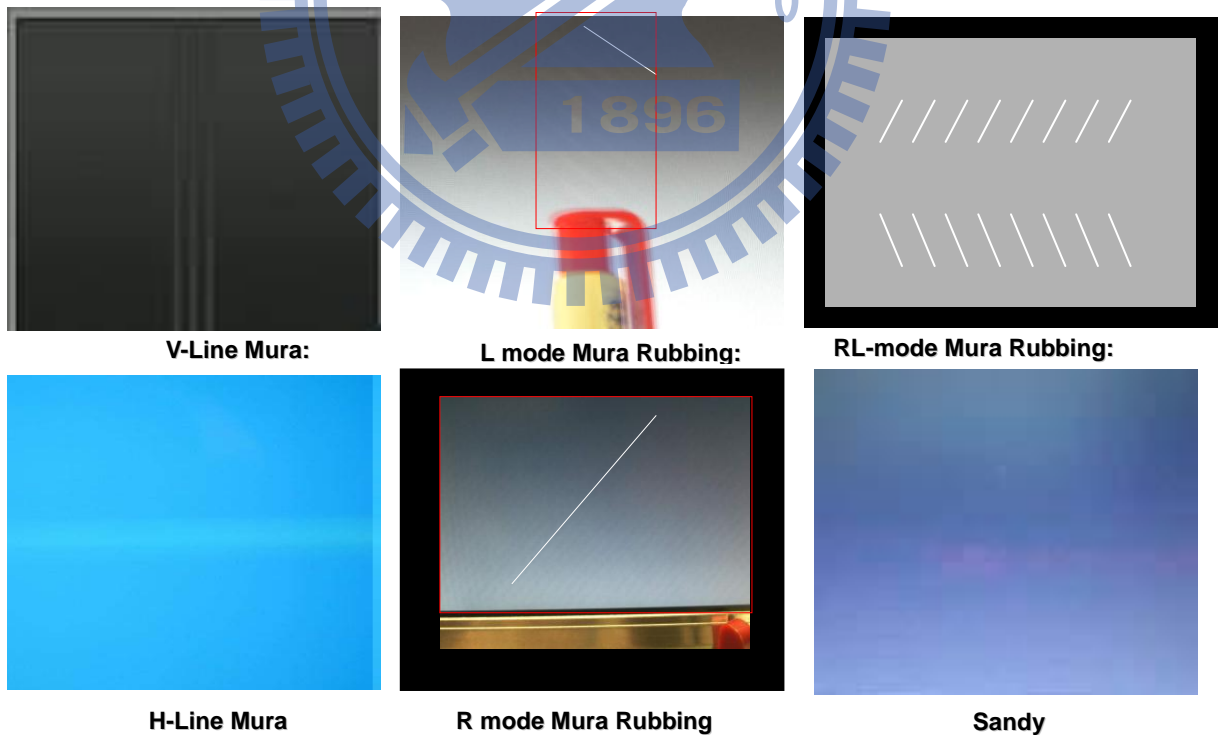


圖3 Rubbing defect Model (Type)

所謂定向摩擦法(Rubbing)係利用摩擦聚合物表面使得液晶分子達到配

向的方法，尤其在使用定向配向時更容易達到這種效果，目前更廣泛的使用在液晶顯示器的配向製程中。這種摩擦配向的技術所造成各項重要參數之間的相互關係十分複雜，許多製程現的問題與各參數上關係並未闡明，本研究擬以實驗規劃法針對製程參數提出一系統化的分析法讓相關人員明瞭摩擦強度、方位表面錨鉤力、表面錨鉤能、預傾角及秩序參數對製程的影響。(如圖4)

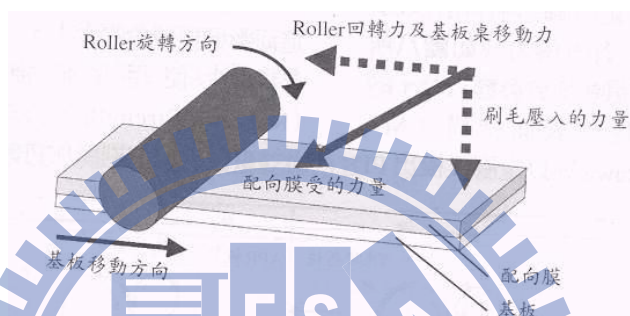


圖4 定向摩擦法各方向受力分佈

2.2 研究範圍與限制

研究目前是透過實際生產之 Rubbing Process 過程中，以 Rubbing 參數最佳化以提升 Rubbing 良率改善(降低不良率)為目標，運用應用軟體分析 (Minitab & ANOVA)來進行實驗計劃的設計，以 4 因子與 2 水準以確保其交互作用關係，找出 Rubbing Process 最佳化製程參數，藉由統計手法-假設檢定找出重要因子與相互關係，以降低良率與提高產品品質為目標。

- (1)一般而言，Rubbing Process 配向膜定向法，可分為第一種接觸式- 定向摩擦法(Rubbing)，斜向蒸著法，第二種非接觸式-UV 光，電漿配向法。
- (2)目的：進行配向膜面的定向製程，目的在使液晶滴入或注入後，可呈現我們所定義方向的順向排列，進而達到旋光性的作用
 - (2-1)利用機械力於膜面挖出細微之溝槽
 - (2-2)高分子鍵結的拉伸，產生定向鏈段運動

利用 Rubbing Cloth(目前使用 Cotton) 利用機械力於膜面挖出細微之溝槽，亦指在玻璃表面的 PI 膜上作高速摩擦 PI(polyimide, 聚亞醯胺)膜面，使 PI 膜表面產生方向固定且具有一定深度之均勻溝槽(*Surface micro-groove*)，產生可供液晶定向的效果，讓 LC 可平躺於溝槽內稱為配向。(如圖 5)

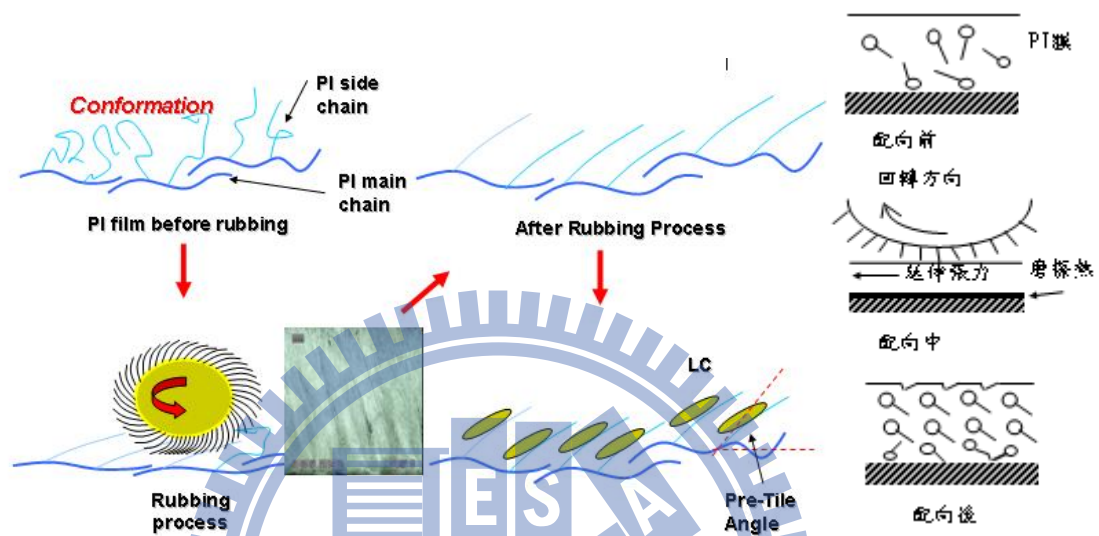


圖5 經過配向後液晶傾角示意圖

2.3 研究方法與流程

本研究是應用統計方法找出Rubbing參數之最佳化參數設計，其流程與架構，如圖6研究流程圖所示。藉由參數設計進行實驗規劃驗證與統計手法分析尋找出一套最佳參數搭配以解決產能最大化、良率最小損失之要求。

備註

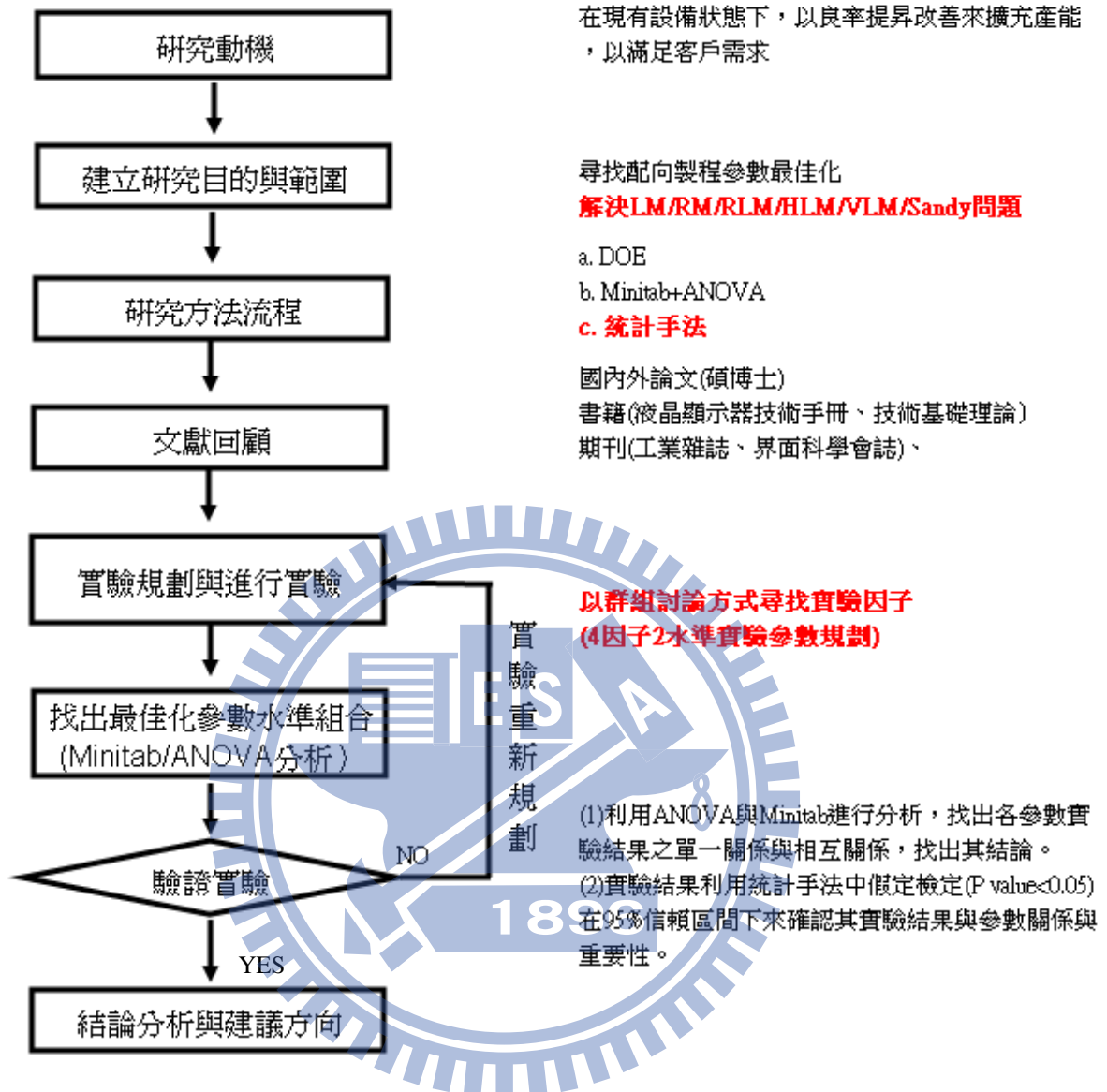


圖6 研究流程圖

2.4 研究方法

產品品質是指產品或服務達到客戶要求的程度。品質專業人員的共同目標為降低不良率 (defect rates)、在規格範圍內製造產品、和運送時間的標準化等。

實驗設計 (design of experiments, DOE) 功能提供一個方法，可同時研究多個變數對於一個輸出變數 (output variable) (反應 (response)) 的影響。這

些實驗包含了一系列的試驗 (runs)，或測試，在當中對變數或因子做了有系統、步驟的改變，並在每個試驗中收集資料。使用 DOE 來確認流程的情況和影響品質的產品組成元件 (product components)，然後決定可獲致最大化結果的輸入變數(input variable) (因子 (factor)) 應設定在何處。

利用軟體Minitab 提供多種方法，協助以客觀、量化的方式進行品質評估：管制圖(control charts) 、品質規劃工具 (quality planning tools) 、和量測系統分析(measurement systems analysis) (即為量測儀器之研究 (gage studies))、流程能力(process capability)、與穩定性/生存分析 (reliability / survival analysis)。

利用Minitab中流程能力分析提供四種實驗設計方法：因子 (factorial)、反應曲面 (response surface)、混合 (mixture)、與Taguchi (robust) (田口穩健性設計)。與其他設計類型相似，依照 Minitab 中的步驟，來建立、分析、繪製實驗設計。在您執行試驗，並輸入結果後，Minitab 提供多種分析和圖表工具，來幫助了解這些結果。

在統計決策中，最常用的方法之一為假設檢定(hypothesis testing)。Minitab 提供許多假設檢定的選擇，包括 t-檢定與變異數分析(analysis of variance,ANOVA)。一般而言，假設檢定先假設一個主張(claim)為真，然後利用樣本資本來檢定這個主張是否正確。假設檢定中包括兩個假設：虛無假設(null hypothesis)(以 H_0 表示)以及對立假設(alternative hypothesis) (以 H_1 表示)。虛無假設為最初的主張，通常是基於過去的研究或常識而建立(通常是製程改善前的現況)。對立假設則是您相信可能真的主張(通常是我們認為製程改善的結果)。

假定檢定的決策判斷過程可基於該效應項所測試的機率值(probability value：P-value)來進行判斷：

p值 (p-value) 為當檢定程序用於給予的資料上，虛無假設 H_0 被拒絕的

最小顯著水準，在 H_0 假設為真的情況下，若為右尾檢定，則p值為檢定統計量（test statistic）大於或等於檢定統計值(test statistic value)的機率；若為左尾檢定，則p值為檢定統計量小於或是檢定統計值的機率；若為雙尾檢定，則p值為檢定統計量大於或等於（小於或等於）檢定統計值的機率的2倍。

若P-value小於或等於事前訂定的顯著水準(predetermined level of significance)(α -level)，則為拒絕虛無假設，支持對立假設。
若P-value大於 α -level, 則無法推翻虛無假設，當然就是拒絕對立假設。



第三章 文獻回顧

3.1 LCD 液晶顯示器原理與構造概論

液晶顯示器（Liquid Crystal Display；簡稱LCD）是屬於光電產品中平面顯示器的一種，擁有體積小、質量輕、厚度薄、耗電低、不閃爍、沒輻射等眾多優點，是目前顯示器領域中最被矚目。

3.1.1 液晶的起源

提起「液晶」不禁讓人想到，「液」是液態的意思，「晶」是固體的意思，「液晶」介於固態和液態之間，同時擁有固態晶體的光學特性和液體的流動特性，所以可以說液晶是具有中間相的物質。

液晶的起源是在1888年時，由奧地利植物學家萊尼茲發現了一種特殊的混合物質，此一物質在常態下是處於固態和液態之間，不僅如此，其還兼具固態物質和液態物質的雙重特性。在那個年代並沒有對於此物質的適當稱呼，因此就稱之為Liquid Crystal（顧名思義就是液態的晶體）。而液晶的組成物質是一種有機化合物，也就是以碳為中心所構成的化合物。

3.1.2 液晶運用在顯示器上的原理

一般來言液晶運用在顯示器上，主要靠液晶的電光效應和偏光的特性。偏光的涵義是指光波只會一個平面上震動，主要是靠偏光濾光器（濾光器是由兩塊互相成爲90度的單一濾光鏡片構成）。而LCD是以兩塊玻璃片中填滿液晶材料所構成，由於液晶擁有黏性（viscosity）、彈性（elasticity）和極化性(polarizability)的性質，因此當電極通過就會改變偏光的特性。爲了使LCD能顯示影像，在LCD的兩塊玻璃片中間的頂部和底部排列互相成爲90度的導體，每一個交叉點就是一個單元，透過訊號輸入至每一單位，因此就能控制影像的顯示。

3.1.3 液晶顯示器的分類

目前液晶顯示器可分成三大種類，分別是扭轉向列型（Twisted Nematic；簡稱TN）、超扭轉向列型（Super Twisted Nematic簡稱STN）和彩色薄膜型（Thin Film Transistors；簡稱TFT）。

1. TN-LCD

TN是繼DSM型的液晶材料後，所發展的新液晶材料，TN-LCD的最大特點就如同其名稱「扭轉向列」一般，其液晶分子從最上層到最下層的排列方向恰好是呈90度的3D螺旋狀。TN-LCD的出現奠定了現今LCD發展的主要方式，但是由於TN-LCD具有兩個重大缺點，那就是無法呈現黑、白兩色以外色調，以及當液晶顯示器越做越大時其對比會越來越差，使得各種新的技術陸續出現。

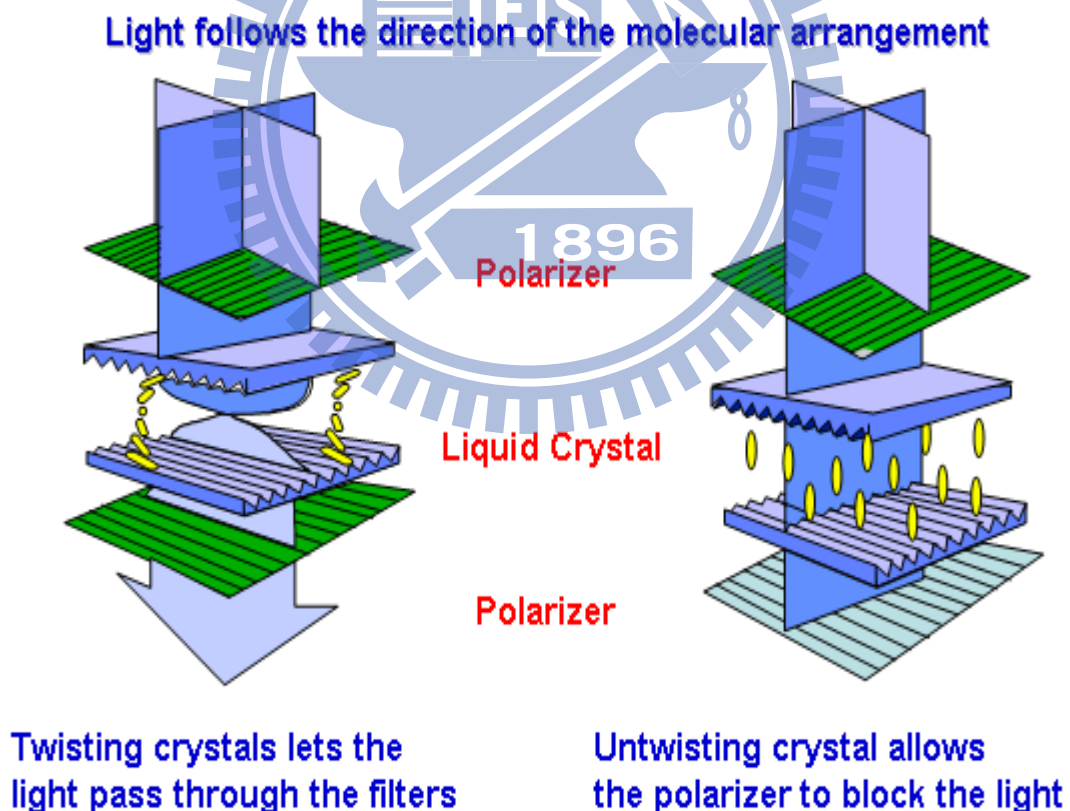


圖7 TN-LCD 示意圖

2. STN-LCD

STN-LCD的出現是爲了改善TN-LCD對比不佳的問題，最大差別點在於液晶分子扭轉角度不同以及在玻璃基板的配合層有預傾角度，其液晶分子從最上層到最下層的排列方向恰好是180度至260度的3D螺旋狀。但是，STN-LCD雖然改善了TN-LCD的對比問題，其顏色的表現依然無法獲得較好的解決，STN-LCD的顏色除了黑、白兩個色調外，就只有橘色和黃綠色等少數顏色，對於色彩的表達仍然無法達到全彩的要求，因此仍然不是一個完善的解決方式。

3. TFT-LCD

爲了改善對於色彩的要求，又發明了TSTN(Triple Super Twisted Nematic)和FSTN(Film Super Twisted Nematic)兩種新技術。TSTN和FSTN的基本構造原理與STN相同，差別在於TSTN在兩片玻璃上加上兩片色補償用薄膜，而FSTN則是加上一片色補償用薄膜。TSTN和FSTN具有高解析度和全彩的優點，完全改善TN的比對問題和STN的色彩問題。但可惜的是，TSTN和FSTN卻有液晶分子的反應較慢的問題，在放映數量較大的資料時，會造成無法負荷的缺點，因此也不是完善的解決方式。

因此，爲了解決此問題，接下來液晶顯示器的研發方向，焦點放在驅動方式的改良。從最早的靜態驅動方式、接下來的動態驅動方式、單純Matrix驅動方式到Active Matrix驅動方式，發展出許多驅動方式。而其中以Active Matrix驅動方式和目前液晶顯示器的發展關係最大，Active Matrix驅動方式的中文名稱爲主動矩陣型驅動方式，這種驅動方式是在原本配置畫素的電極交叉處加上一個Active素子，產生了嶄新的點制御模式。

而主動矩陣型的驅動方式中又可分爲兩種方式，一是MIM(Metal Insulator Metal)方式，利用兩邊金屬中間夾絕緣層做爲簡單的Active素子；另一就是大家耳熟能詳的TFT(Thin Film Transistor)方式，TFT方式是在原本配置畫素的電極交叉處，再加上一個對向電極，並且在此三個電極的交

又處放置薄膜狀的Active素子。

3.1.4 液晶顯示器的優點和缺點

和傳統的陰極射線管顯示器相比，液晶顯示器具有許多優點，首先在重量和體積方面，液晶顯示器不管是在重量、體積和厚度上，都比陰極射線管顯示器來得短小輕薄，因此在攜帶性和使用便利性上，液晶顯示器都較傳統陰極射線管顯示器優良許多。接下來是在耗電方面，由於陰極射線管顯示器是利用電子束打在塗滿磷化物 (phosphor) 的弧形玻璃上，後端使用陰極線圈放出負電壓，驅動電子槍將電子放射在弧形玻璃上發出光亮形成影像，所以比較起來液晶顯示器較為省電。

至於在螢幕本體的比較，液晶顯示器和陰極射線管顯示器的優劣參半，液晶顯示器在螢幕弧度和螢幕閃爍度方面都比陰極射線管顯示器來得好，但是在廣視角技術和尺寸大小方面，反而是陰極射線管顯示器比液晶顯示器好，因為在製作液晶顯示器時，超過30吋以上會因為玻璃基板材質的問題，造成玻璃重量使面板變形，因此目前無法做超過30吋以上的螢幕。除此之外，液晶顯示器也有其他缺點，如價格比陰極射線管顯示器高出許多，耐用度較陰極射線管顯示器差，以及使用溫度限於0至50度區間（超出此溫度區間會使液晶結構受到破壞）等。因為液晶面板的原理是利用控制液晶的旋轉達到透光與不透光的目的是。因為液晶介於液態及固態之間，在灌入液晶面板時無法排列的很整齊，故需要像河道的溝槽使液晶做排列，這樣才可控制液晶的旋轉而Rubbing又叫做摩擦配向，也就是利用摩擦的方式使液晶面板產生溝槽。

液晶具有良好流動性，容易受到光、電場、溫度的變化而造成分子間的相互運動，使顯示時無法呈現單一畫面(mono-domain)的現象。經由配向可達成單一畫面的效果。摩擦配向法最簡便也最常使用。做為配向膜的材

料很多，而聚亞醯胺(Polyimide,PI)則分子結構穩定，不易和液晶分子產生化學變化，且耐候性佳，為選用配向膜的主要選擇，一般聚亞醯胺配向膜分為兩大類，一為可溶於溶劑的聚亞醯胺型，因已亞醯胺化(imidization)，故塗佈後之熱處理目的為除去溶劑，優點為可低溫成膜和膜特性安定不變化，缺點為接接性和材料選擇性較差，且成本較高；另一則為不性的聚醯安酸型(Polyamic acid)，在摩擦配向前，先利用高溫(220~300 度)烘烤使亞醯胺化，形成穩定配向膜，其特性為玻璃塗佈後的熱處理幫助亞醯胺化，缺點為印刷性、材料選擇性和接著力佳，缺點為亞醯安化的溫度對膜特性影響很大。

當滾輪以絨布包覆形成毛刷後，摩擦 PI 配向膜會使該膜的分子重新整齊排列，並形成溝槽，也因此可讓液晶分子產生定向作用，雖然實際影響因素並無定論，但主要理論為 PI 分子與液晶分子形成凡德瓦力或分散力等分子間的作用力，或溝槽造成的機械力的影響，而摩擦時的各種製程參數則對配向效果好壞，影響甚大。

液晶顯示器中的配向膜若無預傾角(預傾角 0 度)，在施加電場時，會造成液晶分子呈現不同方向排列，造成漏光或是光環等顯示缺陷，若預傾角大於 0 度，外加電場可使用液晶分子很相同方向排列。

3.2 TFT LCD 三段主要的製程

TFT LCD 薄膜電晶體液晶顯示器(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display，簡稱 TFT-LCD)，以 TFT-LCD 來講，關鍵零組件包括玻璃基板、彩色濾光片、偏光片、驅動 IC、液晶材料、配向膜、背光模組、ITO 導電薄膜，還有其他 Cell 製程要用到的材料及化學用品等。

而在主要構造的用途方面，以主動矩陣驅動方式的液晶顯示器由背光源的光線照在下偏光板上，光線在穿過下偏光板後，被偏極化（也就是偏

極化後每一個光線的分子，在能量、相位、頻率和方向上的特性都會相同。)，偏極化的光線會穿過液晶，因為液晶分子的排列方式被電極產生的電壓影響，因此液晶可以改變偏極化光線的偏光角度，不同的偏光角度造成出來的光線強度會不同，而不同強度的光線再經由彩色濾光片的紅、藍、綠三個畫素，就會顯示出各種不同的亮度和不同顏色的畫素，最後再經由各個畫素就可以組成肉眼看得到的各種影像和圖形。依其生產製造程序主要可分成三大階段(如圖 8)，分別為：薄膜電晶體陣列製程(TFT & CF Array Process)、液晶胞製程(LC Cell Process)、模組組裝製程(Module Assembly Process):

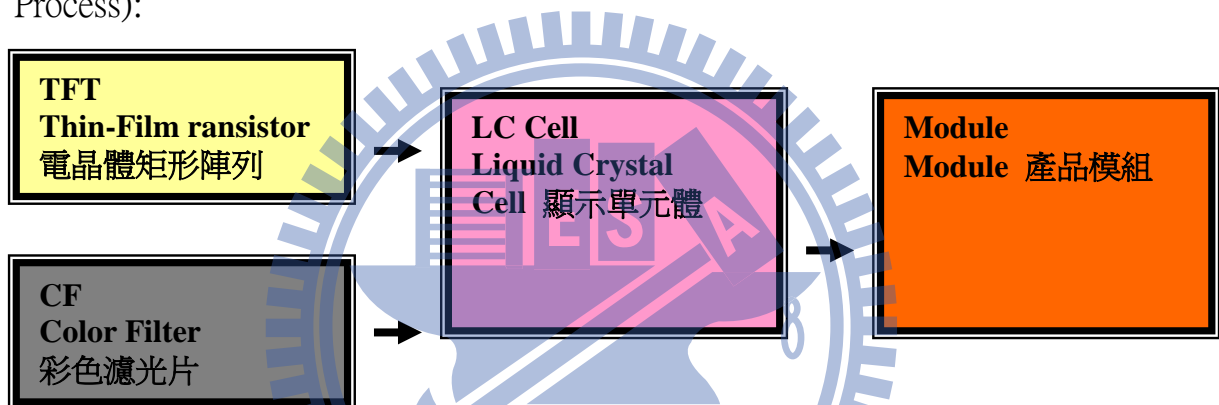


圖 8 TFT-LCD 三段主要製程

TFT + CF -> LCD -> LCM 三大階段，經過各段製程而形成主要三段生產主流程，下列為詳細說明

1. TFT 薄膜電晶體：

經過曝光->顯影->蝕刻，以五道光罩為主流，其中包含 a. Gate Metal : Scan 線, b. a-Si island : 半導體層, c. Source : Data 線, d. passivation : 絕緣層, e. ITO : 導電玻璃 共五道主要製程。

2. CF 彩色濾光片：

主要的製程有 BM(黑色矩陣), R/G/B(紅綠藍彩色光阻), ITO(導電玻璃), Photo Spacer(CF 與 TFT 的墊高物，以維持 cell Gap).

3. LCD cell 段：

主要製程有 PI (or Rubbing, 可幫助液晶 alignment), ODF(one drop filling), 裂片與切割, 偏光板貼付。(ODF 是大尺寸液晶面板主流的製程)

4. LCM 模組段: Driver IC bonding, PCB bonding, 組裝(背光板,鐵塑件等), 包裝出貨。

3.2.1 前段 Array---TFT/CF [1]

經過曝光->顯影->蝕刻，以五道光罩為主流，其中包含 a. Gate Metal : Scan 線, b. a-Si island : 半導體層, c. Source : Data 線, d. passivation : 絕緣層, e. ITO : 導電玻璃 共五道主要製程。

TFT 面板就是由數百萬個 TFT device 以及 ITO(Indium Tin Oxide，此材料為透明導電金屬)區域排列如一個 matrix 所構成，而所謂的 Array 就是指數百萬個排列整齊的 TFT device 之區域，此數百萬個排列整齊的區域就是面板顯示區。

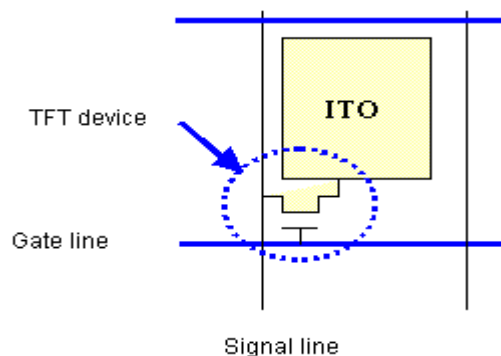


圖 9 TFT 畫素的結構 [公司內部技術手冊]

不論 TFT 板的設計如何的變化,製程如何的簡化,其結構一定需具備 TFT device 和控制液晶區域(光源若是穿透式的 LCD,則此控制液晶的區域是使用 ITO,但對於反射式的 LCD 是使用高反射式率的金屬,如 Al 等。)TFT device 是一個開關器,其功能就是控制電子跑到 ITO 區域的數量,當 ITO 區域流進去的電子數量達到我們想要的數值後,再將 TFT device 關掉,此時就將電子整個關(Keep)在 ITO 區域。

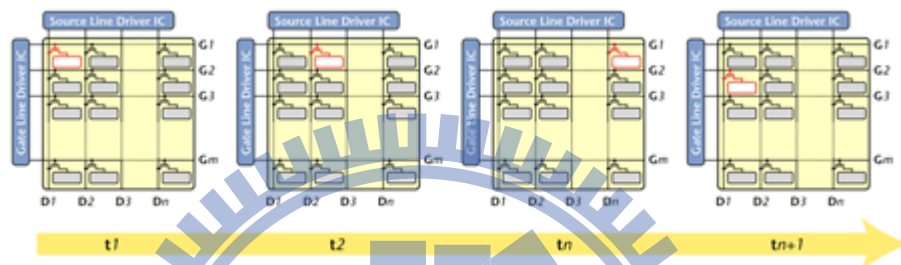


圖 10 各畫素點指定的時間變化

上圖為各畫素點指定的時間變化,由 t_1 到 t_n 閘極驅動 IC 持續選擇開啓 G1,使得源極驅動 IC 以 D1、D2 到 Dn 的順序對 G1 上的 TFT 畫素充電。 t_{n+1} 時,閘極驅動 IC 再度選擇 G2,源極驅動 IC 再從 D1 開始依序選擇。

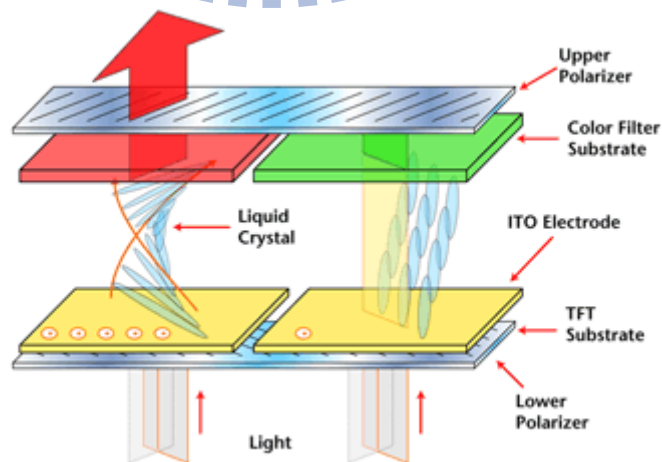


圖 11 液晶旋轉 vs.光穿透性

上圖可以表達下列兩項論點：

- (1)液晶站立的角度越垂直,越多的光不會被液晶導引，不同角度的液晶站立角度會導引不同數量的光線，以上面的例子來看，液晶站立角度越大，則可以穿透的光線越弱(TN model)。(上、下偏光片排列的方向會決定穿透光的強弱，因此只要了解液晶站立的角度會導光的強弱即可)。
- (2)不受導引的光線會被上偏光片所吸收掉。自然界的光，其極性是任意方向的，使用偏光片的功能就是過濾掉大部分的不同方向震盪的光，只讓某一特定方向的光通過。

3.2.2 中段 Cell [1]

中段 Cell 製程，是將前段的 TFT 玻璃基板，與 CF 玻璃基板結合，並在兩片玻璃基板間灌入液晶(LC)。液晶胞製程(LC Cell Process)：亦可簡稱為「組立製程」(Cell Process)，此段製程主要是將陣列製程完成的 TFT 基板與 CF 分別做配向膜(PI)之印刷、固烤、配向(Rubbing)、配向後清洗、框膠(Seal)銀膠(Ag)塗佈、並散佈 4~6 μ m 大小之間隔物(Spacer)於其上作支撐點、液晶滴入後並透過機械對位對組貼合，接著進行面板將此空的 Cell 之基板裁切割(Cut)，取最終顯示器產品所需尺寸大小、磨邊(Grinding)、清洗、最後於基板上下層貼上偏光板(Polarizer)及電測機檢測(Cell test)後，即完成 TFT-LCD 面板之組裝;CELL 完成後半成品。(如圖 12&13)

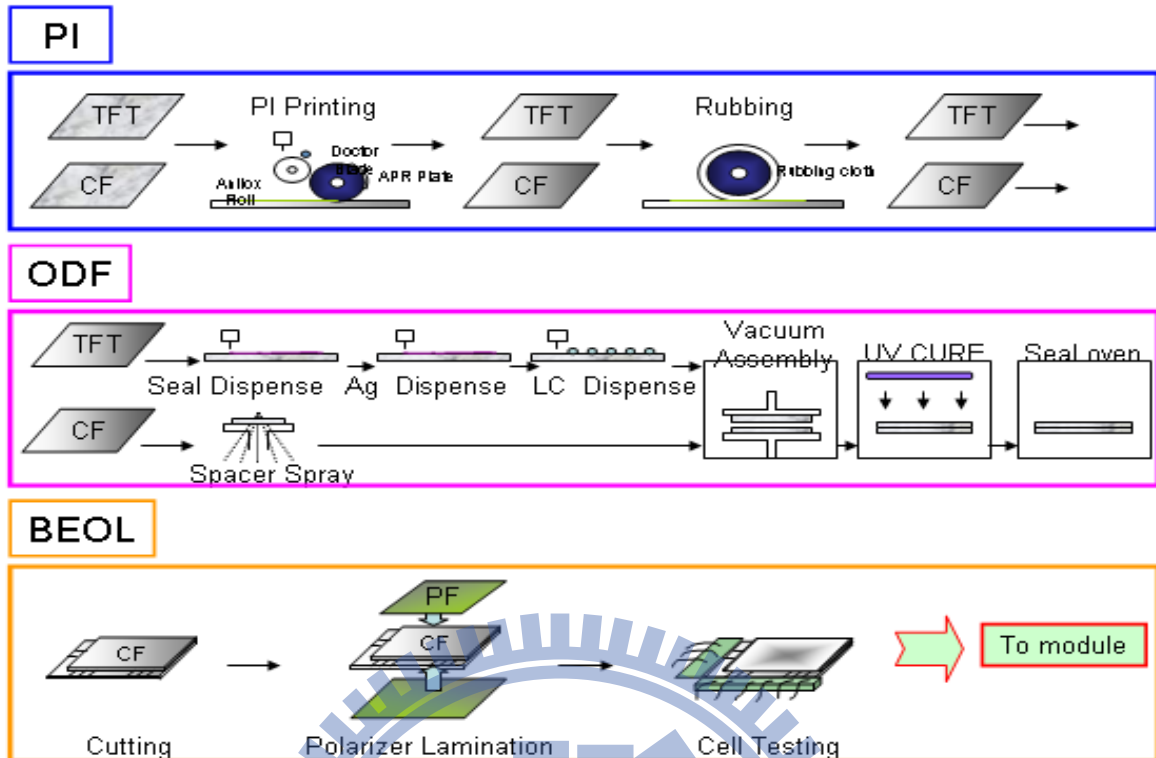


圖 12 CELL Process 概略圖 [公司內部技術手冊]

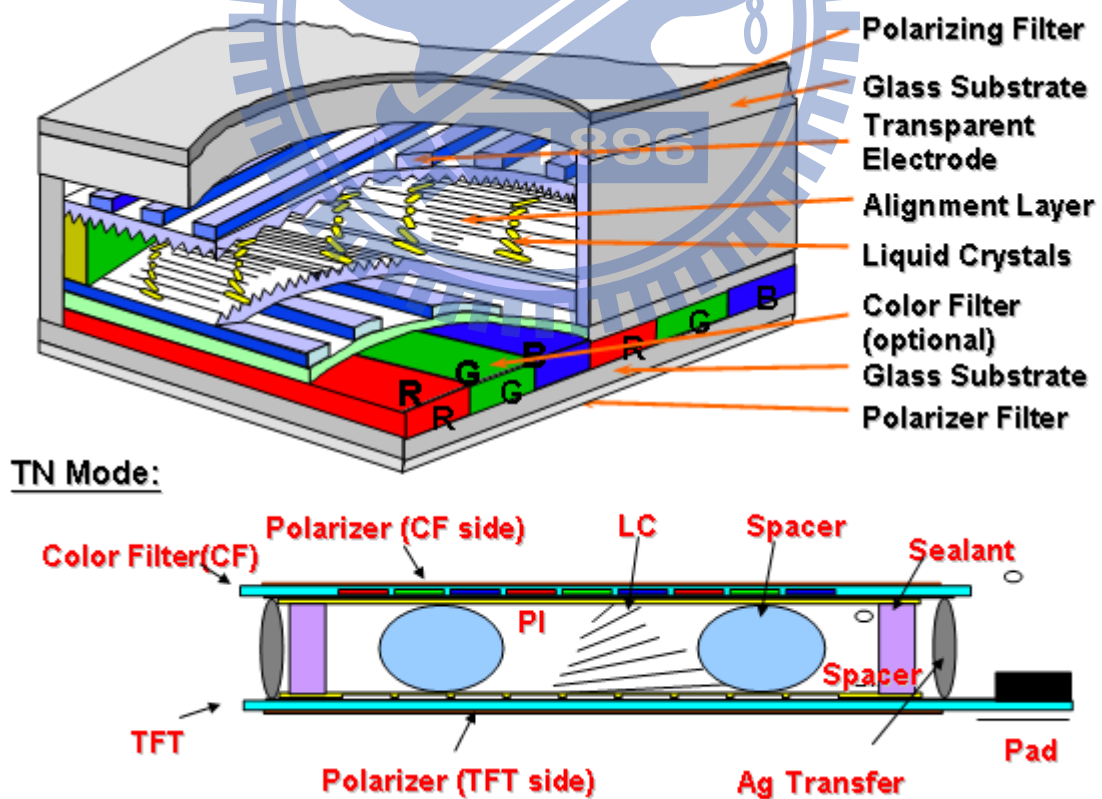


圖 13 CELL 橫截面示意圖[公司內部技術手冊]

3.2.3 後段 Module(模組組裝)

後段模組組裝製程(Module Assembly Process)是將 Cell 製程後的玻璃與其他如驅動 IC(Drive IC)、印刷電路板(PCB)連接，並裝上背光源(Backlight Module)及固定框架(Frame)等多種零組件組裝的生產作業、模組組裝段為目前 TFT LCD 廠人力需求最多的部分，雖製程並不困難，但因無法自動化作業，必須用人工加工完成，所須人事成本較高，因此也有公司採外包作業，或轉至人力成本較低之大陸設廠，一般而言，總體良率已幾乎可達 99%。

3.3 配向膜工程原理

3.3.1 配向膜儲存條件

現今均使用PI作為配向膜材料，PI為雙胺及雙酐聚合的高安定性、高而熱性的高分子，而且能溶解的溶劑很少，本身很難作為Coating使用。所以在應用時，多使用其前驅物(Precursor)，即聚醯胺酸於線上經過加熱後而形成高安定性的聚亞醯胺脂(如圖14)，但由於本身非常不穩定，需要儲於低溫之下，在使用時常因低溫保持不慎於低溫開封吸濕而發生品質變化。因此我們建議在使用聚醯胺酸時，在-18°C以下冷陳，需要12小時回溫後再開封使用；0°C以下冷陳，需要6小時回溫；4°C冷藏，需要4小時回溫，以避免樹脂吸濕劣化。在使用低溫烤的趨勢下，已發研發出可溶性的聚亞醯胺樹脂，由於它是已完全環化的PI，應用時需將溶劑趕走，所以可在低溫(180~200°C)下烘烤，而且其化學性亦較為安定。

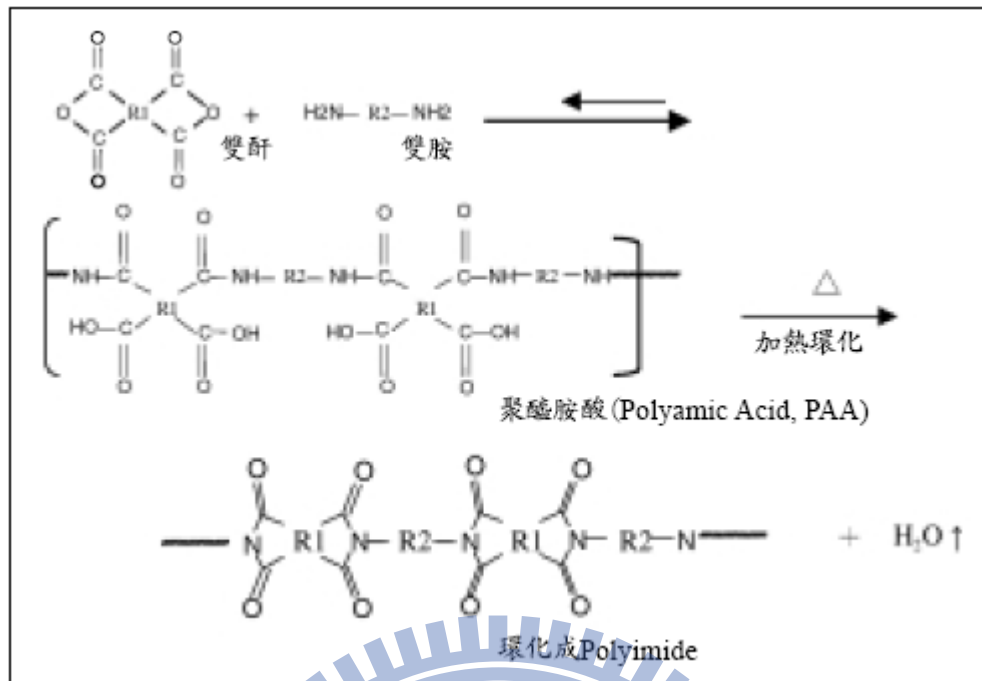


圖 14 聚亞醯胺樹脂環化聚合圖[2]

3.3.2 配向塗佈與固烤原理

1. 配向塗佈原理

液晶顯示器的工作原理是將液晶材料充填在兩片玻璃基板間，液晶分子最初有一定的排列方向，當施加電場後由於配向改變而使得光學性質有所不同，將不同光學性質的變化應用於映像上即為顯示器。因此液晶分子最初的配列是必須的，一般而言，在水平配向時，於電極基板上塗上聚亞醯胺(PI)樹脂後，以特定方向摩擦(Rubbing)使其排列，其它也有以二氧化矽的斜方蒸鍍法及塗上界面活性劑，於基板上使液晶分子於特定方向排列。

配向膜工程(如圖 15)包括兩次洗淨步驟，一為 PI 印刷前洗淨，一為定向刷膜後的洗淨。PI 印刷前洗淨的目的在去除附著於玻璃基板上的粒子(Particle)及有機溶劑。粒子為造成 PI 印刷後基板有顆粒狀的主因，有機溶劑殘留容易造成針孔(Pin hole)現象。定向刷磨後洗淨主要去除因刷磨而生成的

粒子，此粒子因刷磨布與 PI 磨擦所造成。

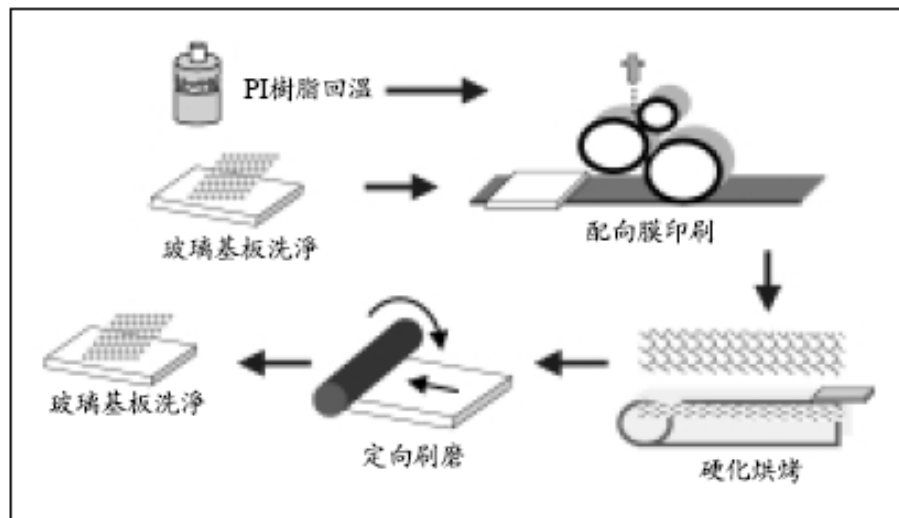


圖 15 配向工程示意圖 [2]

配向膜材料塗佈機俗稱 PI Coater, (如圖 16)以轉印方式將配向膜材料轉印至玻璃基板上。一般而言，以轉印方式印刷，其配向膜膜厚在 300~1000A 之間。由下圖可知，PI 液由 PI 注液筒(Dispenser)到 Anilox 滾輪上，轉至印刷凸板而印於玻璃基板上，PI 膜厚可由 PI 液濃度及 Anilox 和 Doctor 滾輪的互相配合控制。

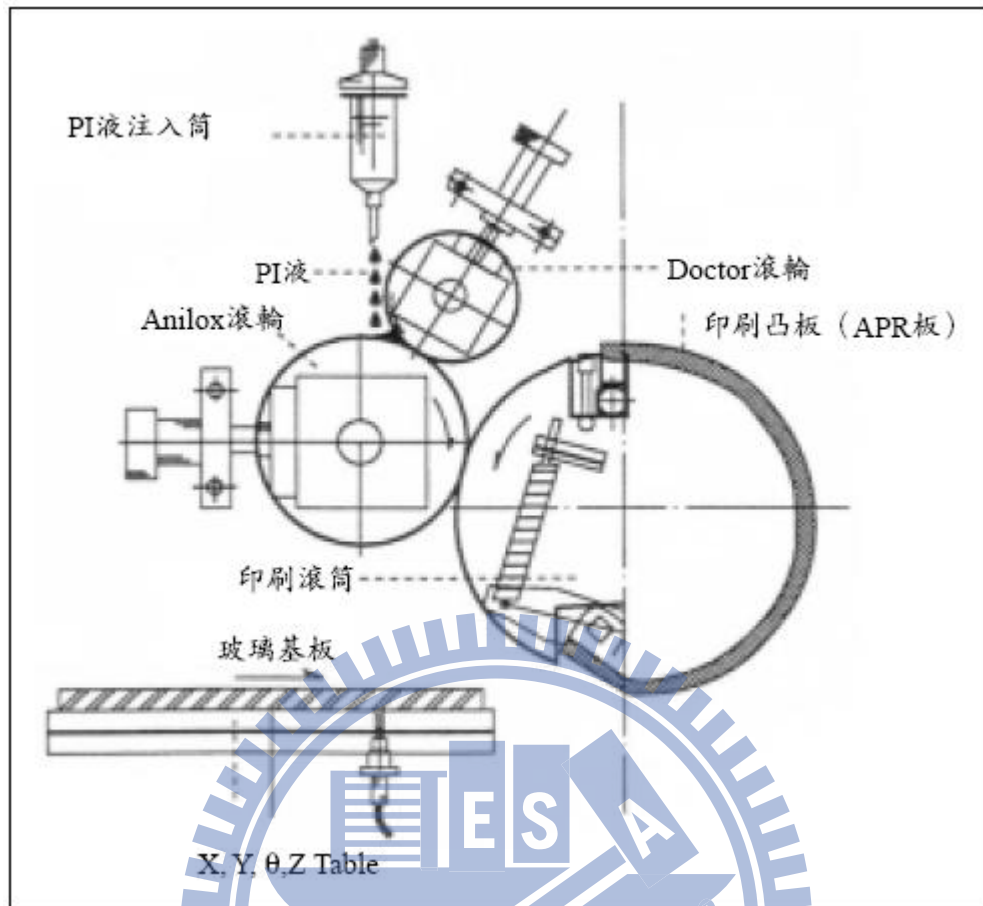


圖 16 PI coating 塗佈方式 [2]

2. 配向膜固烤原理

預烤及固烤(Baking)在配向膜塗佈完成成，基板將進入烘烤的程序。首純，需進行預烤，溫度約 60~120°C，預烤的主要目的在使配向膜材料中的溶劑揮發，使之材料中 Organic 進行反應。若預烤做的不完全而使溶劑殘留在塗膜內，在固烤時可能會爆發出火山口。經過預烤後，即進入高溫固烤的程序；對醯胺酸而言，固烤的主要目的在發生脫水環化的反應，所需溫度約在 200~230°C 左右。對彩色 LCD 而言，由於彩色濾光片耐熱溫度約在 180~230°C,故極需 180~230°C 即可硬化的配向膜材料。

固烤以下三種方式：

a. 加熱式平台式(Hot Plate)

以加熱平台逐次升高基板溫度，再漸漸降溫達到常溫的方式；加熱時

通以微微氮氣，需注意基板溫度的一致性，調整昇溫曲線使用 PI Coating 得到最佳的硬化效果。

b. 熱鼓風循環式

用高熱氣體(通以加熱後氮氣)加熱基板表面，使用玻璃基板昇溫至烘烤溫度。使用高效率空氣濾清器(Filter)過濾空氣來加熱，可達到節省空間的目的。

c. IR 板加熱

以電磁波照射玻璃基板，使電板溫度逐次升高，通以微微氮氣，可調整電磁波的能量來控制溫度。熱源不需和基板表面接觸。

烘烤效果和 LCD 的預傾角有極大關係，需加熱環化方能成為 PI，其環化程度稱為環化率(Imidization ratio)。一般而言，烘烤溫度愈高，時間愈久，環化率愈高，形成預傾角也愈高；反之，烘烤溫度愈低、時間愈快、環化率愈低，預傾角降低。烘烤溫度過低時，環化率較低，所得塗較軟，在定向刷磨時容易形成較多的粉屑。已成為現今 LCD 連續式生產最常使用的加熱方式。(如圖 17)

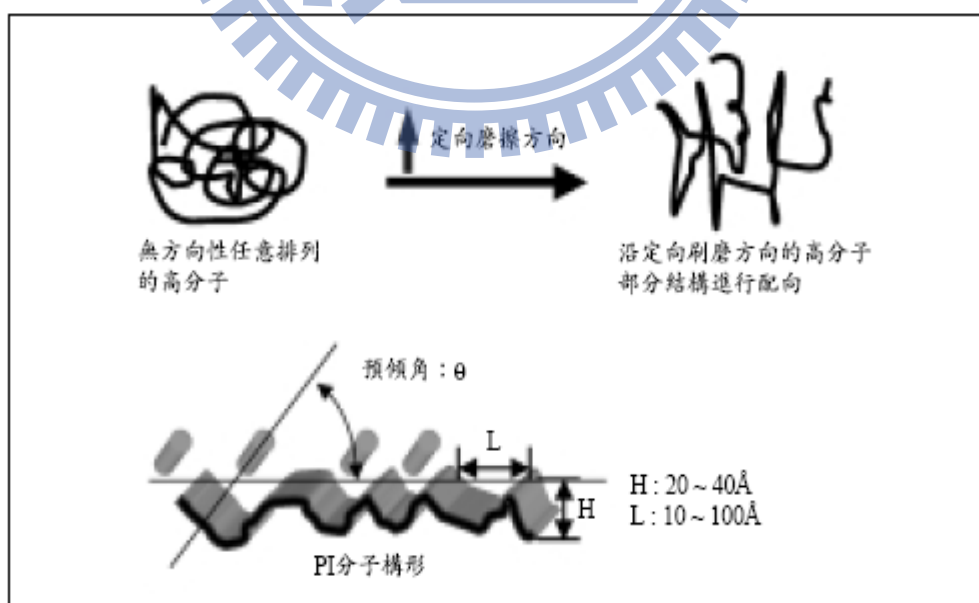


圖 17 配向後機制 [2]

3.4 配向膜材料特性

液晶配向劑為與液晶直接接觸，且具有使液晶能規則配向之能力。在一般生產上是以旋轉塗佈及印刷塗佈法，也就是在基板上形成有機高分子的薄膜，硬化後以摩擦的方式來限制液晶分子的配向。而摩擦是以特定的布在玻璃基板上以一定的方向摩擦，此方向即為分子長軸配列的方向。雖有很多研究者在薄膜材料上不斷地探索，但直到現在為止，對配向膜材料之選擇基準卻尚未確立。大致而言，配向膜依材料的不同可分為無機配向膜及有機配向膜。目前廣為使用的有機配向劑為聚亞醯胺系(Polyimide)，圖18為聚亞醯胺系的合成反應圖，即二胺與酸酐在溶劑中反應為聚胺酸，經塗布後加熱乾燥脫水閉環而成為聚亞醯胺配向膜。一般而言配向膜必需具備以下特點：

- (a)純度要高，含離子不純物要很少。
- (b)與玻璃基板及電極的附著性要好。
- (c)摩擦(Rubbing)後清洗之過程不可有剝離的現象發生。
- (d)均一性要好。
- (e)安定性要高（包括對溫度、溼度）
- (f)液晶Cell 的消耗電流值不可有顯著增加之趨勢。
- (g)電壓與透光率的關係需符合光電特性。

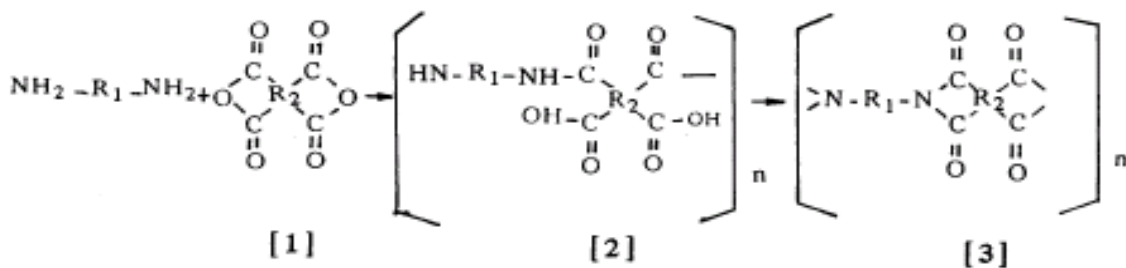


圖18 聚亞醯胺之合成反應 [2]

表 1 PI 材料比較-為聚亞醯胺樹脂與聚醯胺酸應用之比較表[2]

種類	加熱硬化機構	優點	缺點
聚醯胺酸型 (PAA, Polyamic acid)	基板塗佈樹脂後進行加熱，脫水後環化硬化(Imidization)	1. 印刷性良好 2. 材料選擇性大、接著性佳	1. 膜特性受環化(Imidization)溫度影響大，進而影響預傾角 2. 長時間需在低溫下(約-18°C)儲存
聚亞醯胺型 (Polyimide)	塗佈後加熱僅為除去溶劑，本身即為聚醯亞胺高分子	1. 可在低溫條件(200°C)下成膜 2. 硬化成膜特性安定，不因加熱溫度而變化 3. 可在常溫下保存	1. 印刷性較差 2. 接著性較差 3. 材料選擇自由度低 ※上述1、2點已可改善

在應用時，配向膜材料需搭配各式的液晶，故配向膜與液晶相互間的作用力就會成為 LCD 重要的因素。

(a). 平行配向處理：分子長軸與基板平行。

當配向膜表面能量小於或等於液晶在垂直於分子軸方向之表面能量時，會得到垂直配向；

(b). 傾斜配向處理：分子長軸與基板夾一角度。

當配向膜表面能量介於液晶在垂直及平行分子軸方向之表面能量之間時，會得到有某一預傾角傾斜之配向；

(c). 垂直配向處理：分子長軸與基板垂直。

當配向膜之表面能量大於液晶於平行分子軸方向之表面能量時，即得平行配向。

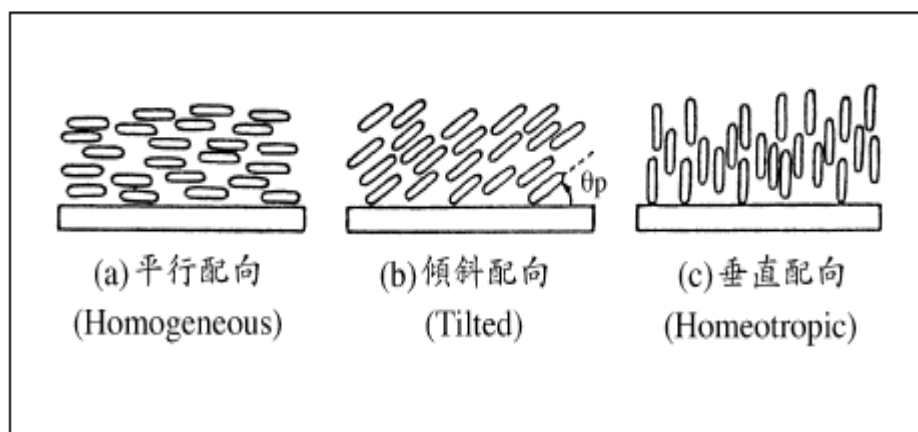


圖19 經過配向液晶傾倒方向 [2]

液晶配向技術

棒狀之液晶在玻璃基板上的相對位置關係(如圖 20), 包括在基板上的站立角度 θ_p , 及投影在基板上的方位角 φ , 其中 θ_p 即所謂的預傾角(Pretile angle), 利用液晶旋轉(Crystal rotation)可直接測出液晶元件中液晶分子之光學異方性的對稱點而測得預傾角。

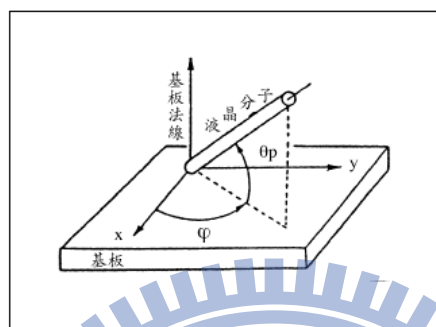


圖 20 液晶預傾角示意圖 [2]

當預傾角不同時(如圖21), 顯示器具有不同之光電特性, 對同一種LCD而言, 預傾角愈小則操作電壓較大, 但 V (電壓)- T (穿透度) 曲線之斜率較大, Duty Ratio 可較大且對比也較大。

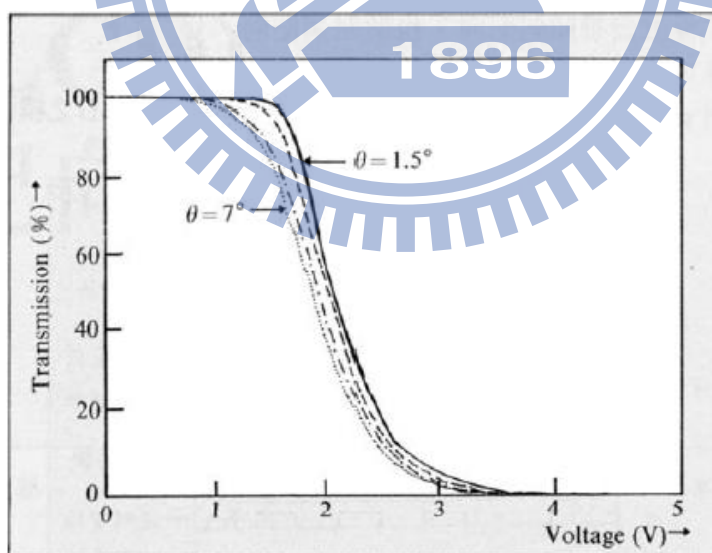


圖 21 V (電壓) - T (穿透度) 曲線 [2]

3.5 配向膜材料種類與定向磨擦

3.5.1 配向材料

目前已知可用來配向材料：

a. 定向磨擦之聚亞醯胺(Rubbed Polyimide)

此方法為目前用於生產液晶顯示器之方法，其主要原因乃因生產性佳且因聚亞醯胺之物性非常穩定之故。所使用之聚亞醯胺可分為有機溶劑可溶性及不可溶性兩大類。不可溶性聚亞醯胺乃先由雙酸酐及雙氨合成出前驅體Polyamic Acid，將Polyamic Acid 溶液塗在ITO 玻璃後，經烘乾及硬化得聚亞醯胺；可溶性聚亞醯胺則因其可溶於有機溶劑，故其在使用時只是將溶劑烘乾而已並無硬化，可溶性聚亞醯胺之合成。(如圖22)

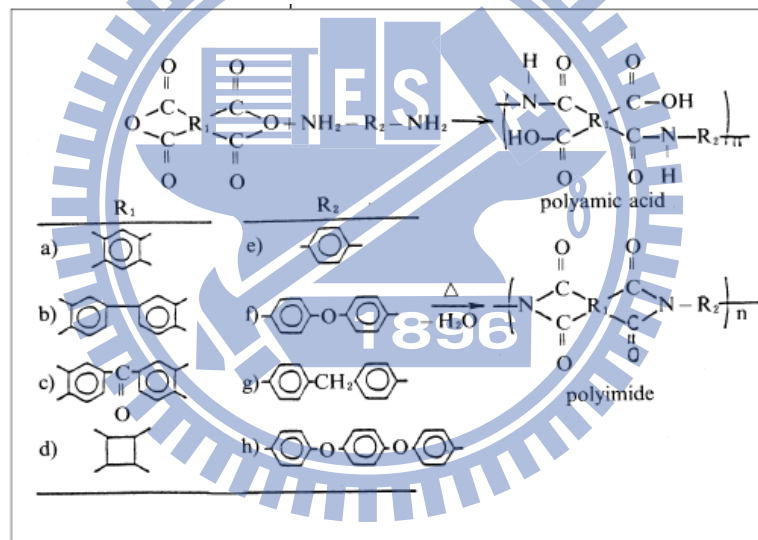


圖 22 不可溶性聚亞醯胺之合成 [3]

b. 傾斜蒸鍍之SiO

控制蒸鍍角度可得不同預傾角之配向，此法因生產性差已不為生產線所用。

c. 走向磨擦之PVA (Polyvinyl Alcohol)

1970年代所使用之材料，因吸水性及穩定性不夠現已無人使用。

d. 不需經磨擦定向之配向膜

(d-1)L-B 薄膜

(d-2)用模具製造溝槽之配向

用模具去壓高分子（如環氧樹脂）可得不同溝槽形態之配向膜，以得不同角度之預傾角，此種方法雖可避免摩擦定向產生靜電之問題，但其最大缺點為液晶與此種配向膜之作用力不夠大，這對Reverse-twist Domains 之抑制而言是不利的。

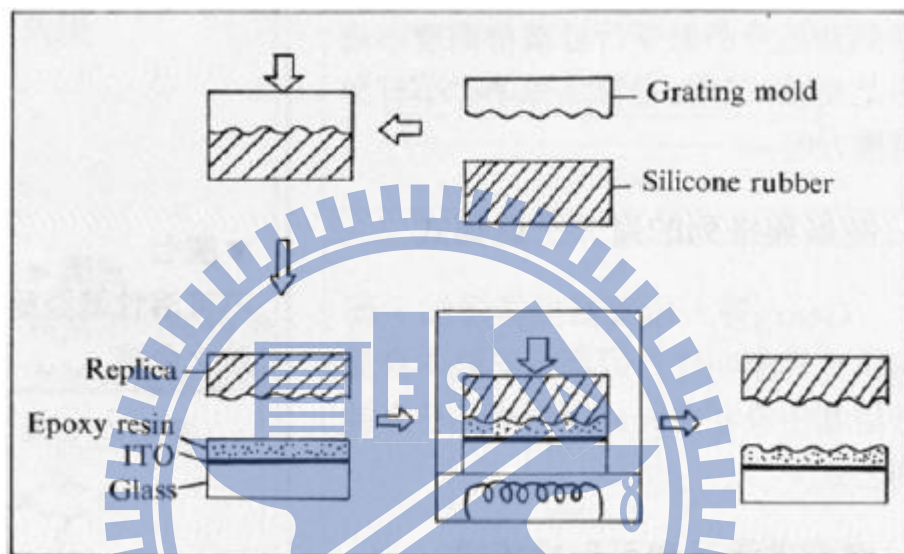


圖23 模具製造溝槽之配向[3]

e.光誘導之配向

利用偏極化之紫外線照射於含特殊官能基之高分子膜(PVMC)，此特殊官能基即會沿一定方向排列而使之具有配向能力，此種配向之研究目前非常熱門，但離實用階段還有一段距離，因為此類高分子材料對熱之穩定性尚不足夠。

3.5.2定向摩擦之聚亞醯胺

此法乃是目前LCD生產線所用之方法，以下將針對其製程、原因及影響預傾角之因素等四大主題。

a.定向摩擦(Rubbing Process)

定向摩擦之定量

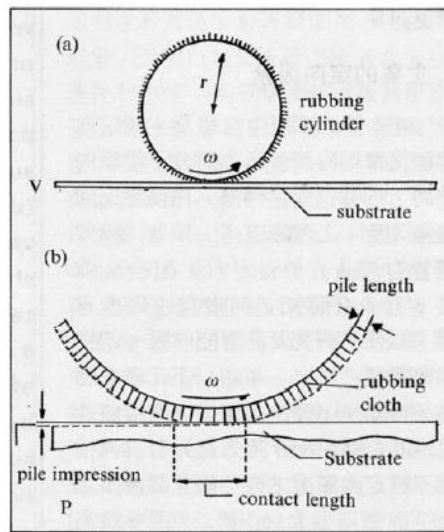


圖24 定向輪之放大

圖中 P 為刷毛之押入量， r 為刷輪之半徑， ω 為轉速， V 為配向膜之前進速度，則我們可定義：定向密度 $R=N(2\omega rw + VV)$ (1)

定向強度 $S = RP$

此處 N 為定向之次數，欲得到有再現性之定向結果， R 及 S 皆要固定。

b. 定向摩擦之作用

剪力變形與高分子鏈排列定向摩擦之作用，定向刷毛（纖維）之摩擦實際上是施加剪力與配向膜上，因而會使配向膜產生剪力變形，而由於聚亞醯胺為線狀高分子，故當高分子受剪力變形時就會沿著剪力方向排列。其溝槽之產生定向摩擦的另一效應為會使原來表面只是凹凹凸凸之配向膜表面變成有溝槽之表面。

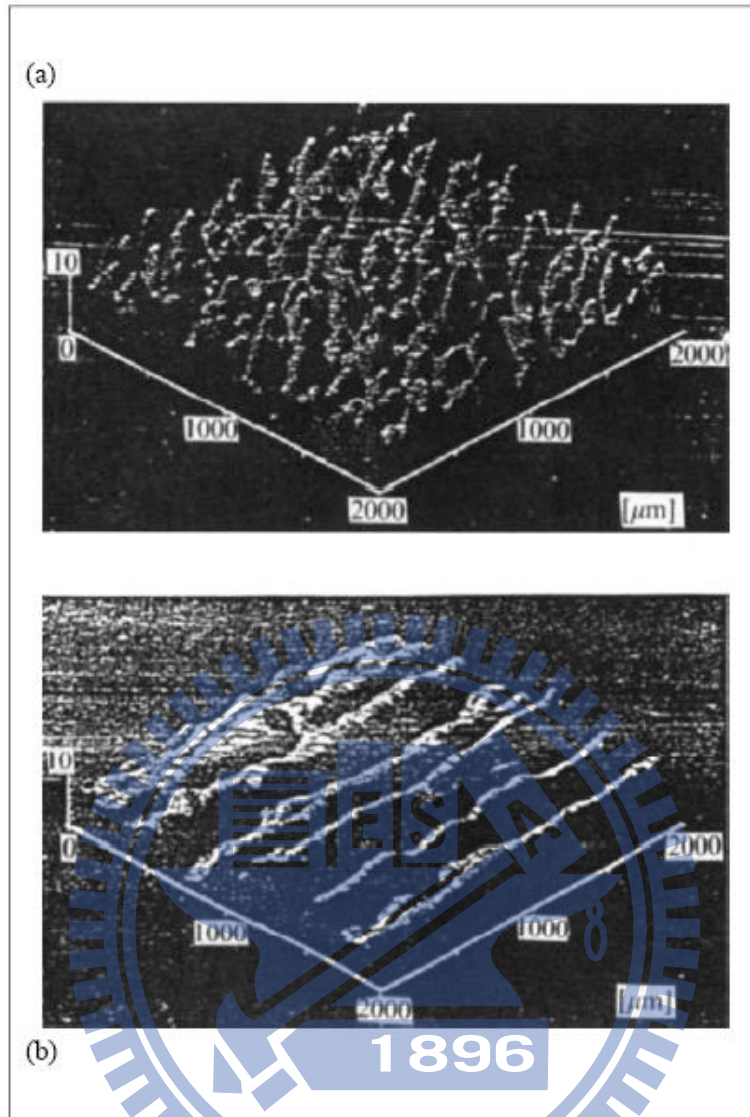


圖25 定向摩之表面溝槽 [3]

c. 主要的定向因素

經定向摩擦後聚亞醯胺會產生高分子鏈順向排列，同時也產生溝槽，聚亞醯胺與液晶之共平面作用力比只有具溝槽但不經定向摩擦之聚亞醯胺與液晶之共平面作用力大100 倍，影響定向因素主要的配向作用是來自於配向膜表面分子之順向排列

d. 影響預傾角之因素

影響預傾角之因素眾多，有些是緣於材料，有些則是由製程所引起，分別說明如下。

(d-1)聚亞醯胺分子結構

聚亞醯胺結構影響預傾角與配向性最大，經由現存文獻可歸納含側鏈烷基者，預傾角較大，配向膜表面較粗糙者，預傾角較高，配向膜分子共平面性較高者，預傾角較大，含氟原子之聚亞醯胺其預傾角較高，含膽固醇結構者，預傾角亦較大，汙用兩種雙胺可得比只用一種的預傾角還大。

(d-2)硬化程度的影響

一般而言，硬化程度較高則預傾角愈大。

(d-3)液晶物性（種類）

由於預傾角決定於液晶與配向膜之作用，當然預傾角也會隨著使用液晶物性如介電異向性、雙折射等不同而改變。

(d-4)熱處理(Isotropic Treatment)

在LCD之製程中，因注液晶時是在液晶相之溫度下，爲了消除因流動所造成之配向現象，必須加熱至均勻相（即非液晶相）之高溫，經此處理後預傾角常會改變，造成此變化之原因乃由於聚亞醯胺表面分子在不同環境（此處指液晶相及均勻相）時會改變其構型Conformation），而造成預傾角發生變化，其實這也是考慮使用亞醯胺當配向膜之主要原因，因其玻璃轉移溫度很高構型不易變化。

(d-5). 定向摩擦之條件

定向摩擦之強度會影響配向膜表面分子之排列狀況，也同時會影響其構型，因之對預傾角也會影響。一般而言，定向摩擦強度愈大，預傾角愈小。

3.5.3 配向力定義

Rubbing process主要的功能爲產生預傾角(Pre-tilt Angle ; θ)，使向列型液晶與PI膜呈現單一角度(既預傾角)的排列才能達到均一的配向效果

$$\text{Rubbing Strength} \equiv NM(2\pi r n/V - 1) \quad (2)$$

N : The Number of Repeated Times of The Rubbing

M : Contact Length

r : Radius of Roller

n : Rotation Rate

v : Stage Speed

配向接觸長度計算：

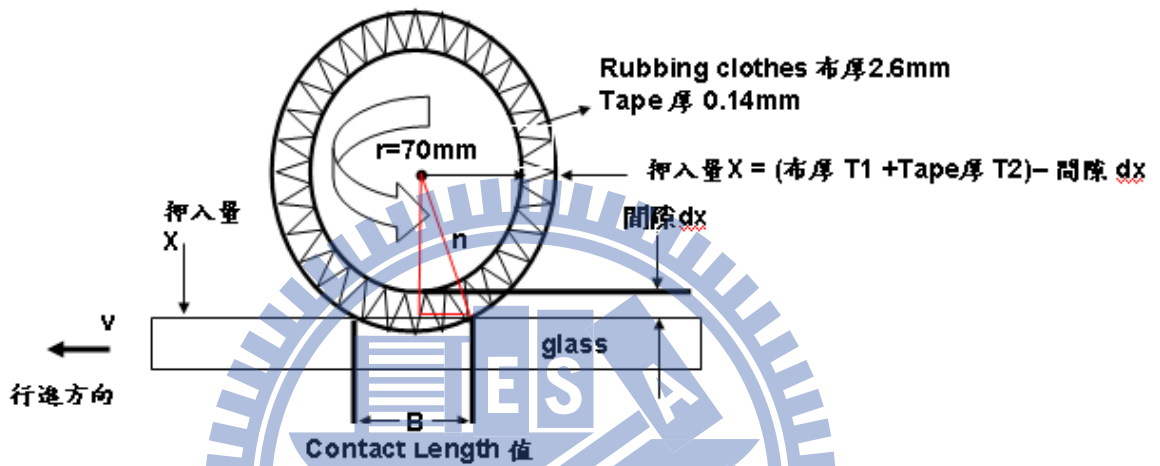


圖 26 配向接觸長度定義

設定間隙 $dx = 2.2\text{mm}$ 時

$$\text{Contact Length 值 } B = \sin(\cos^{-1}((r - X) / r)) * r * 2 = 17.669 \text{ (mm)}$$

第四章 實驗設計與數據分析

實驗設計 (design of experiments, DOE) 功能提供一個方法，可同時研究多個變數對於一個輸出變數 (output variable) (反應 (response)) 的影響。這些實驗包含了一系列的試驗 (runs)，或測試，在當中對變數或因子做了有系統、步驟的改變，並在每個試驗中收集資料。使用 DOE 來確認流程的情況和影響品質的產品組成元件 (product components)，然後決定可獲致最大化結果的輸入變數(input variable) (因子 (factor)) 應設定在何處。

利用軟體Minitab 提供多種方法，協助以客觀、量化的方式進行品質評估：管制圖(control charts)、品質規劃工具 (quality planning tools)、和量測系統分析(measurement systems analysis) (即為量測儀器之研究 (gage studies))、流程能力(process capability)、與穩定性/生存分析 (reliability / survival analysis)。

利用Minitab中流程能力分析提供四種實驗設計方法：因子 (factorial)、反應曲面 (response surface)、混合 (mixture)、與Taguchi (robust) (田口穩健性設計)。與其他設計類型相似，依照 Minitab 中的步驟，來建立、分析、繪製實驗設計。在您執行試驗，並輸入結果後，Minitab 提供多種分析和圖表工具，來幫助了解這些結果。

在統計決策中，最常用的方法之一為假設檢定(hypothesis testing)。Minitab 提供許多假設檢定的選擇，包括 t-檢定與變異數分析 (analysis of variance, ANOVA)。一般而言，假設檢定先假設一個主張(claim)為真，然後利用樣本資本來檢定這個主張是否正確。假設檢定中包括兩個假設：虛無假設(unll hypothesis)(以 H_0 表示)以及對立假設(alternative hypothesis) (以 H_1 表示)。虛無假設為最初的主張，通常是基於過去的研究或常識而建立(通常是製程改善前的現況)。對立假設則是您相信可能真的主張(通常是我們認為製程改善的結果)。

假定檢定的決策判斷過程可基於該效應項所測試的機率值(probability value：P-value)來進行判斷：

p值 (p-value) 為當檢定程序用於給予的資料上，虛無假設 H_0 被拒絕的最小顯著水準，在 H_0 假設為真的情況下，若為右尾檢定，則p值為檢定統計量 (test statistic) 大於或等於檢定統計值(test statistic value)的機率；若為左尾檢定，則p值為檢定統計量小於或是檢定統計值的機率；若為雙尾檢定，則p值為檢定統計量大於或等於 (小於或等於) 檢定統計值的機率的2倍。

若P-value小於或等於事前訂定的顯著水準 (predetermined level of significance)(α -level)，則為拒絕虛無假設，支持對立假設。

若P-value大於 α -level, 則無法推翻虛無假設，當然就是拒絕對立假設。

4.1 假設檢定簡介

假設檢定概念

所謂假設檢定(hypothesis testing)是對母體參數之值或母體機率分配之種類設定一假設或主張，再利用由樣本所獲得之統計量，以檢定母體參數之值或母體機率分配之種類是否符合假設，而後對此假設作出決策，也就是接受或拒絕此假設。

4.1.1假設檢定種類

在作假設檢定時，必須先要建立統計假設，而統計假設一般採兩種型式：虛無假設以 H_0 表示(null hypothesis： H_0)與對立假設以 H_1 表示(alternative hypothesis： H_1)，其中虛無假設為我們建立而欲拒絕的假設，而對立假設則剛好相反，而拒絕 H_0 時表示具有充分的證據可以推翻虛無假設 H_0 而強烈支持對立假設 H_1 ，從假設檢定的解析，兩種可能決策是拒絕 H_0 或接受(不拒絕)

H_0 ，接受 H_0 ，並不代表 H_0 一定為真，僅表示沒有充份證據可以拒絕 H_0 ，所以接受 H_0 有時候用不拒絕 H_0 來表示因此假設檢定也稱為顯著性檢定(significant testing).

在建立統計假設時一般採用的原則在下列幾點：

- a. 如果錯誤地拒絕某一假設會比錯誤地接受該假設成比較嚴重的後果時，則應該把該假設建立為虛無假設。
- b. 將想要驗證的假設建立為對立假設，而欲否定的假設建立為虛無假設。
- c. 將他人的主張或聲稱作為虛無假設，即假定他人的主張或聲稱是真實的，而卻推翻的主張為聲稱作為對立假設。
- d. 將反面主張或聲稱做為虛無假設。
- e. 等號必須設在虛無假設中。

4.1.2 型I誤差與型II誤差

在進行假設檢定時，原則上我們希望在 H_0 為真時接受 H_0 ， H_0 為偽時偽時拒絕 H_0 ，然而如果 H_0 為真但作出的決策是拒絕 H_0 ，則產生型I誤差（type I error）；相反地，如果 H_0 為偽但作出的決策卻是接受 H_0 ，即產生了型II誤差（type II error）

表2 型I誤差與型II誤差

真實情況 決策結果	H_0 為真	H_1 為真
接受(不拒絕) H_0	正確決策	型 II 誤差
拒絕 H_0	型 I 誤差	正確決策

- a. 當 H_0 為真時卻拒絕 H_0 ，稱為型I誤差，而指型I誤差的機率以 α 表示：

$$\alpha = P(\text{拒絕 } H_0 \mid H_0 \text{ 為真})$$

- b. 當 H_1 為真（ H_0 為偽）時卻接受 H_0 ，稱為型II誤差，而指型II誤差的機率以

β 表示：

$$\beta = P(\text{接受 (不拒絕) } H_0 \mid H_1 \text{ 為真})$$

表3 型I誤差與型II誤差發生機率

真實情況 決策結果	H_0 為真	H_1 為真
接受(不拒絕) H_0	$1 - \alpha$	β
拒絕 H_0	α	$1 - \beta$

無論是型I誤差或是型II誤差都必須付出損失代價，一般來說型I誤差所引起的損失較大，因此通常會把 α 設為比較小的值（通常設 $\alpha = 0.05$ ）， α 值通常稱為檢定的顯著水準(significance level)，再決定臨界值以作為假設檢定決策用。

$$H_0 = \mu = \mu_0$$

$$H_1 = \mu > \mu_0$$

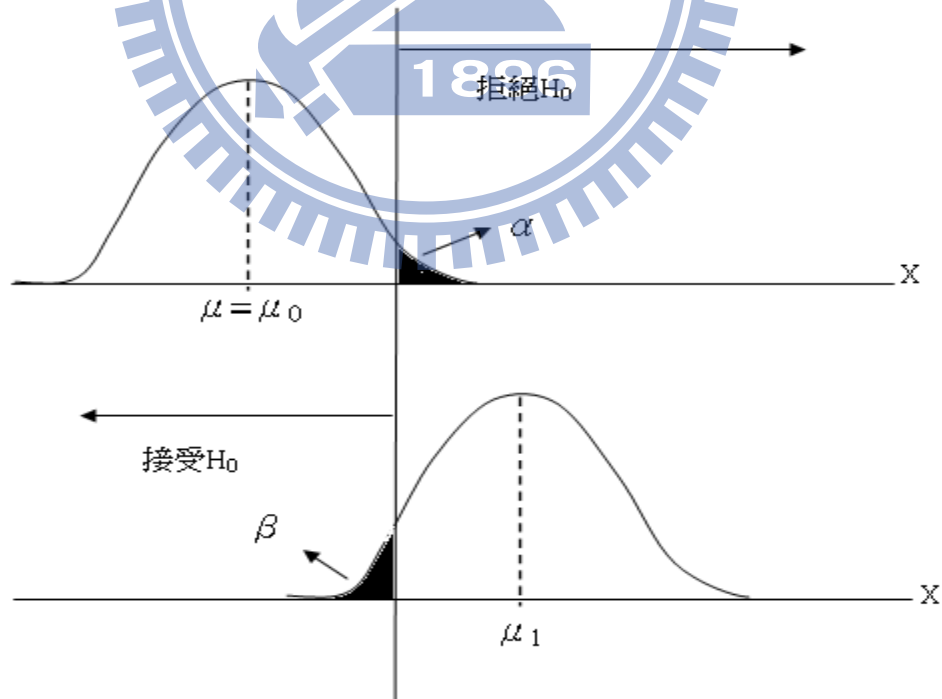


圖27 型I誤差之機率 α 與型II誤差之機率 β

型I誤差與型II誤差之發生無法避免，如果想要同時降低 α 與 β 發生的機率，唯有增加樣本大小 n ；而在樣本大小 n 固定下， α 若增加則 β 減小， α 若減小則 β 增加。

4.2 母體平均數 μ 的假設檢定

對於母體平均值 μ 的假設檢定，因為我們用樣本平均數 \bar{X} 來估計母體平均數 μ ，所以我們是採用樣本平均數 \bar{X} 為檢定統計量來檢定之。關於母體平均數 μ 的假設檢定的方法，一般採用四種：臨界值檢定法（critical value method）、Z檢定（或是t檢定）、P檢定與信賴區間檢定。

4.2.1 臨界值檢定法

臨界值檢定法是利用在已訂定的顯著水準下，計算出臨界值以建立拒絕域與接受域，再根據檢定統計量 X 的觀察值 x 落於那種區域以決定是否拒絕或接受虛無假設。

1. 母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 已知：

若母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 已知，若 X_1, X_2, \dots, X_n 是從具有母體平均數 μ 與母體變異數 σ^2 的常態分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 抽取出的一組樣本數為 n 的隨機樣本，則樣本平均數亦是常態分配。

2. 大樣本的檢定：

在大樣本($n \geq 30$)情況下，不管母體的分配是否為常態分配變異數 σ^2 是否為已知，根據中央極限定理，則樣本平均數 \bar{X} 的抽樣分配近似於常態分配。

3. 母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 未知：

在小樣本($n \leq 30$)情況下，母體的分配為常態分配且母體變異數 σ^2 未知，則需利用t分配以檢定母體平均數 μ 。

4.2.2 z值檢定(t值檢定)

所謂z值檢定(t值檢定)法又稱標準統計量檢定法，是將統計量化為準常態Z或是T統計值，計算出z值或t值後，再根據既定的顯著水準 α 決定拒絕與接受域，經過比較之後就可作出策，z值或t值檢定法與臨界值檢定法一樣可分為三種情況：

1. 母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 已知：

若母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 已知，則 $Z=(x-\mu)/(\sigma/\sqrt{n})$ 來當檢定統計量，其為標準常態分配。

表4 母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 已知雙尾&單尾狀態

		H_0	H_1	檢定的決策法
雙尾檢定(two-tailed test)		$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu \neq \mu_0$	若 $-z_{\alpha/2} \leq Z \leq z_{\alpha/2}$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $Z > z_{\alpha/2}$ 或 $Z < -z_{\alpha/2}$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。
單尾檢定 (one-tailed test)	右尾檢定 (right-tailed test)	$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu > \mu_0$	若 $Z \geq z_\alpha$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $Z < z_\alpha$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。
	左尾檢定 (left-tailed test)	$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu < \mu_0$	若 $Z \leq -z_\alpha$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $Z > -z_\alpha$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。

2. 大樣本的檢定：

在大樣本($n \geq 30$)情況下，不管母體的分配是否為常態分配變異數 σ^2 是否為已知，根據中央極限定理，則樣本平均數X的抽樣分配近似於常態分配，若母體變異數 σ^2 已知，則 $Z=(x-\mu)/(\sigma/\sqrt{n})$ 為近似於標準常態分配。

表5 大樣本的檢定雙尾&單尾狀態

		H_0	H_1	檢定的決策法
雙尾檢定(two-tailed test)		$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu \neq \mu_0$	若 $-z_{\alpha/2} \leq Z \leq z_{\alpha/2}$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $Z > z_{\alpha/2}$ 或 $Z < -z_{\alpha/2}$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。
單尾檢定 (one-tailed test)	右尾檢定 (right-tailed test)	$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu > \mu_0$	若 $Z \geq z_\alpha$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $Z < z_\alpha$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。
	左尾檢定 (left-tailed test)	$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_1 : \mu < \mu_0$	若 $Z \leq -z_\alpha$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $Z > -z_\alpha$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。

3. 母體分配為常態分配且母體變異數 σ^2 未知：

在小樣本($n \leq 30$)情況下，若母體的分配為常態分配且母體變異數 σ^2 未知，我們用樣本變異數 S^2 來估計母體變數 σ^2 。

表6 樣本變異數 S^2 來估計母體變數 σ^2 雙尾&單尾狀態

		H_0	H_1	檢定的決策法
雙尾檢定(two-tailed test)		$H_0: \mu = \mu_0$	$H_1: \mu \neq \mu_0$	若 $-t_{\alpha/2}(n-1) \leq t \leq t_{\alpha/2}(n-1)$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $t > t_{\alpha/2}(n-1)$ 或 $t < -t_{\alpha/2}(n-1)$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。
單尾檢定 (one-tailed test)	右尾檢定 (right-tailed test)	$H_0: \mu = \mu_0$	$H_1: \mu > \mu_0$	若 $t \leq t_{\alpha}(n-1)$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $t > t_{\alpha}(n-1)$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。
	左尾檢定 (left-tailed test)	$H_0: \mu = \mu_0$	$H_1: \mu < \mu_0$	若 $t \geq -t_{\alpha}(n-1)$ ，則在顯著水準 α 下接受(不拒絕) H_0 。 若 $t < -t_{\alpha}(n-1)$ ，則顯著水準 α 下拒絕 H_0 。

4.2.3 p值檢定

無論是臨界值檢定法與z值檢定(或t值檢定)都是先設定顯著水準 α ，並進而出決策則再做出結論，因此研究者可能會顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下拒絕虛無假設 H_0 ，而在顯著水準 $\alpha = 0.01$ 下接受(不拒絕)虛無假設 H_0 ，選擇不用的顯著水準 α ，就會有不用的結論，所以臨界值檢定與z值檢定(或t值檢定)無法提供檢定統計值僅勉強落在拒絕域或超出臨界值有多大訊息。

p值檢定是先計算p值再與顯著水準 α 比較做出結論，因此p值檢定法可提供拒絕虛無假設 H_0 的證據強度的訊息，亦可允許決策者在任何指定的顯著水準 α ，在資料所提供的訊息使得虛無假設 H_0 被拒絕，習慣上我們稱資料是顯著的，在資料所提供的訊息使得虛無假設 H_0 被接受(不拒絕)，習慣上我們稱資料是不顯著，因此p值是資料是顯著的最小水準。

p值 (p-value) 為當檢定程序用於給予的資料上，虛無假設 H_0 被拒絕的最小顯著水準，在 H_0 假設為真的情況下，若為右尾檢定，則p值為檢定統計量 (test statistic) 大於或等於檢定檢定統計值(test statistic value)的機率；若為左尾檢定，則p值為檢定統計量小於或是檢定統計值的機率；若為雙尾檢定，則p值為檢定統計量大於或等於 (小於或等於) 檢定統計值的機率的2倍。

由p值之定義來看，p值可做為在任何指定顯著水準 α 下是否應接受或拒絕 H_0 的依據，p值如果愈小，則拒絕 H_0 的證據愈強，若 x 為樣本平均數的觀察值，亦即檢定統計量 X 的觀察值，稱為檢定統計值 x ， x 亦可稱為母體平均

數 μ 的估計值。

1. 雙尾檢定時，p值定義為：

若 $x < \mu_0$ ，則 $p\text{值} = 2P(X \leq x \mid u = u_0)$

若 $x > \mu_0$ ，則 $p\text{值} = 2P(X \geq x \mid u = u_0)$

若p值很小，則表示在現有抽樣資料所提供訊息下拒絕虛無假設 H_0 的證據很強，亦表示在 H_0 為真的情況下，檢定統計量 X 的觀察值 x 不落在拒絕域，因此應拒絕 H_0 ；反之若p值很大則應接受（不拒絕） H_0 。

2. 右尾檢定時，p值定義為：

$P\text{值} = P(X \geq x \mid u = u_0)$

若p值很小，則表示在 H_0 為真的情況下，檢定統計量大於或等於檢定統計量 X 的觀察值 x 的機率很小，亦表示在現有的抽樣資料所提供訊息下拒絕虛無假設 H_0 的證據很強，亦即是檢定統計量 X 的觀察值 x 會落在拒絕域，因此應拒絕 H_0 ；反之若p值很大，則應接受(不拒絕) H_0 。

3. 左尾檢定時，p值定義為：

$P\text{值} = P(X \leq x \mid u = u_0)$

若p值很小，則表示在 H_0 為真的情況下，檢定統計量小於或等於檢定統計量 X 的觀察值 x 的機率很小，亦表示在現有的抽樣資料所提供訊息下拒絕虛無假設 H_0 的證據很強，亦即是檢定統計量 X 的觀察值 x 會落在拒絕域，因此應拒絕 H_0 ；反之若p值很大，則應接受(不拒絕) H_0 。

p 值檢定法的決策法則：

若 $p\text{值} > \alpha$ ，則在顯著水準 α 下接受（不拒絕） H_0 。

若 $p\text{值} \leq \alpha$ ，則在顯著水準 α 下拒絕 H_0 。

4.3 設備與材料關係

在投入實驗前必須先把相關材料與設備先進行相關確認，以減少實驗中一些不可掌握條件而造成結果之變異，分別針對配向設備(Rubbing)機台本體與布毛進行探討。

4.3.1 機台校正

透過部份資深設備工程師與設備原廠技師列出部份設備參數進行調整與量測，以剔除設備因性所造成之變異：

藉由機構校正確保 Rubbing Line 機台規格：

- a. 平行行走精度量測結果->精度($\pm 40\mu\text{m}$)
- b. 龍門回轉精度量測結果->精度($\pm 40\mu\text{m}$)
- c. Roller 與 Stage 平行度量測結果-> $2.97 < R < 3.02$
- d. 機構振動檢查結果 (Stage 速度設定為 60mm/s)
-> $\pm 0.04\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)

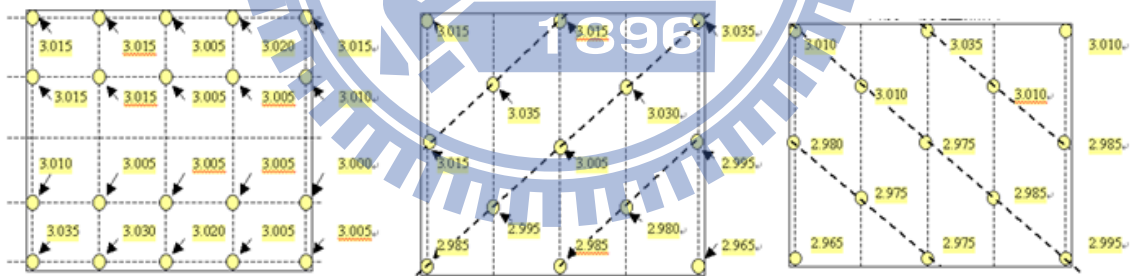


圖 28 Rubbing STAGE 平行度量測

- e. 回轉數檢查結果 -> $\pm 0.02\mu\text{m}$
- f. Roller 準心檢查結果：
 - f-1 Spindle 準心檢查 -> $\pm 0.015\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)
 - f-2 Live center 準心檢查 -> $\pm 0.015\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)
 - f-3 Roller 振動檢查結果 -> $\pm 0.015\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)

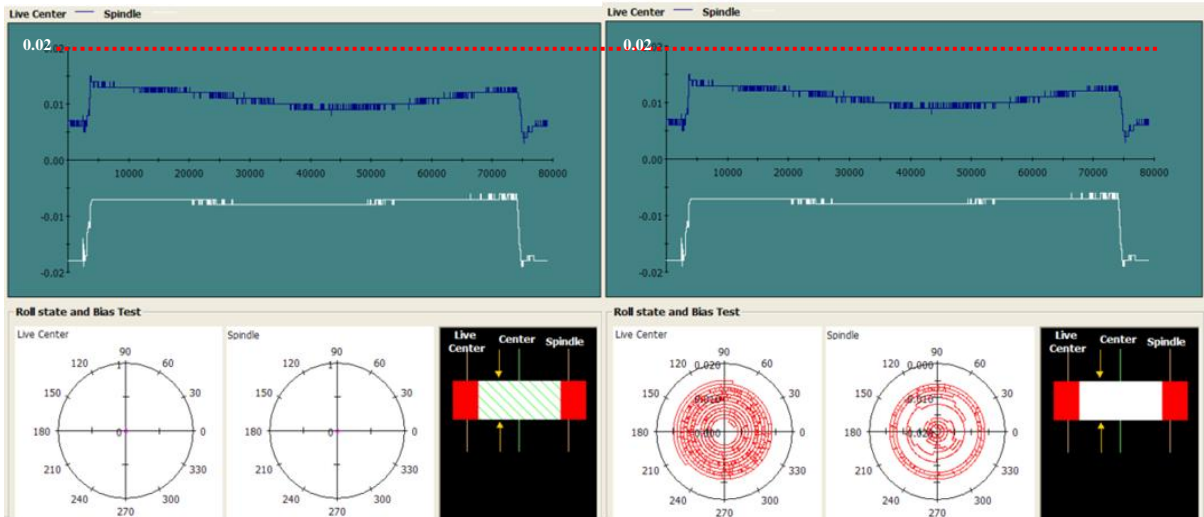


圖 29 Roller Status 量測(During Process)

4.3.2 布毛分析：

1. 布毛特性

由紡織中心針對布毛進行材料解析正常 Lot 與異常 Lot 無法區分差異，定義其相關指標探討由 Kato Tech. 量測布毛物性之機台所量測出之 rubbing cloth 性質是否和由 rubbing 所造成的 yield loss 有相關性：主要的量測為表面試驗機，如下圖 30 所示，可量測 rubbing cloth 平均表面摩擦係數(MIU)，表面摩擦係數之變動性(MMD)，以及表面粗糙 SMD。

布毛供應商因必須對整捲原材做最有效率使用裁切(如圖 31)，而變更其裁切方向，因而影響布毛對配向膜定向摩擦之特性；依性質不同又可分為經向(warp)和緯向(weft)，有鑑於此，必須明確定義其相關特性。

a. 定義 G4/G5 不同裁切方向

G4 短邊為經向、長邊為緯向

G5 短邊為緯向、長邊為經向

b. 定義布毛相關重要特性

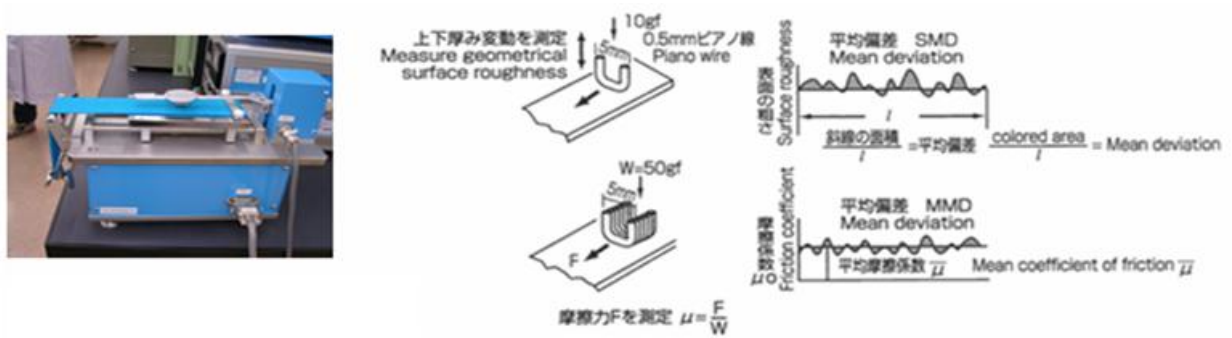
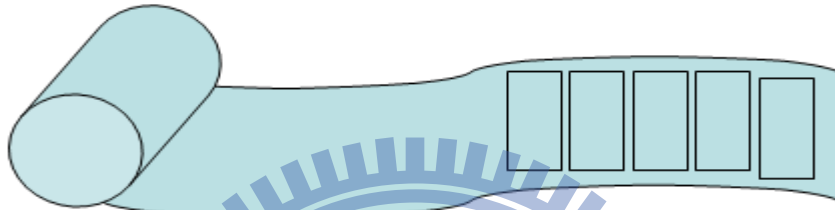


圖 30 布毛特性量測方式

四代廠以前的布裁切方式



五代廠以後的布裁切方式



圖 31 定義不同裁切方向

透過紡織中心儀器對各種布毛進行特性量測與相關之規格定義出一款適合本研究所使用之布毛，包括織法、基底厚度、基布材料。(如表 7)

表 7 布毛特性表

RUBBING CLOTH COTTON TYPE			
基布材料	YA-25-C	YA-25-CL	YA-26-C
起毛材料	COTTON	COTTON	COTTON
起毛徑	40 番双系 (265D)	40 番双系 (265D)	40 番双系 (265D)
起毛根数 / (1cm) ²	280 根	280 根	340 根
布總厚	2.50 mm	2.50 mm	2.60 mm
基布厚	0.50 mm	0.50 mm	0.50 mm
織入方法	V 法	V 法	V 法
色	白	白	白
背面加工樹脂分類	酢酸 VINYL+ 亚克力系 混合樹脂	酢酸 VINYL+ 亚克力系 混合樹脂	亚克力系樹脂 (接着性改善 TYPE)
原布寬度	92cm	110cm	92 cm
可裁切最大幅度	89cm	108cm	無制限

2. 定義布毛方向

依布毛方向未定義導致是正毛向或是逆毛向進行定向摩擦，這樣方式將會一併影響配向結果，因此必須使用將其確認毛向方法定義成標準統一方式(如圖 32)：

步驟 1：於挑布桌上劃上毛向測定起點對齊線

步驟 2：將布整齊攤平與毛邊緣對齊

步驟 3：放置一元日幣（中心點對齊箭頭）

步驟 4：以橡皮榔頭敲打桌面

步驟 5：觀察一元日幣之行進方向

日幣順著布毛方向進行移動，便可直接判斷出布毛傾倒方向(因為日幣不會逆毛方向移動)



圖 32 Rubbing Cloth 毛向判斷

4.4 實驗設計與方法

藉由公司內部實際操作其設備與了解其製程原理之工程師，並要求年資超過三年以上同仁組成改善小組進行參數最佳化以解決產能最大化、良率損失最小化之目的。最後遴選出資深設備工程師 2 員、製程工程師 3 員與主管 1 員組成改善小組進行改善。

設備工程師：設備相關製程能力穩定性測試與調整。

製程工程師：重要相關參數之選定、投產實驗工程與實驗結果之分析。

4.4.1 實驗規劃流程

經改善小組進行討論與實驗流程規劃，並列出解決手法(QC、DOE...etc)、實驗參數選定、實驗材料、分析手法以得到最後結論與建議(如圖 33)：

首先，先針對目前問題種類進行定義與分析，以選用正確與合理方法展開分析。分別 T type、A type 與 X type 判定其問題原因、條件二項因素進行選定，在原因不清楚、條件不清楚狀況下，最後選定 X type 進行問題解決，而參數將透過 DOE 實驗進行規劃：

表 8 解決問題方式之選定

Problem Type	T-type	A-type	X-Type
Cause of Problem	Known	Known	Unknown
Operation Condition	Known	Unknown	Unknown
Solution Tools	QC-tools Control Chart	Hypothesis Testing Regression D.O.E	D.O.E.

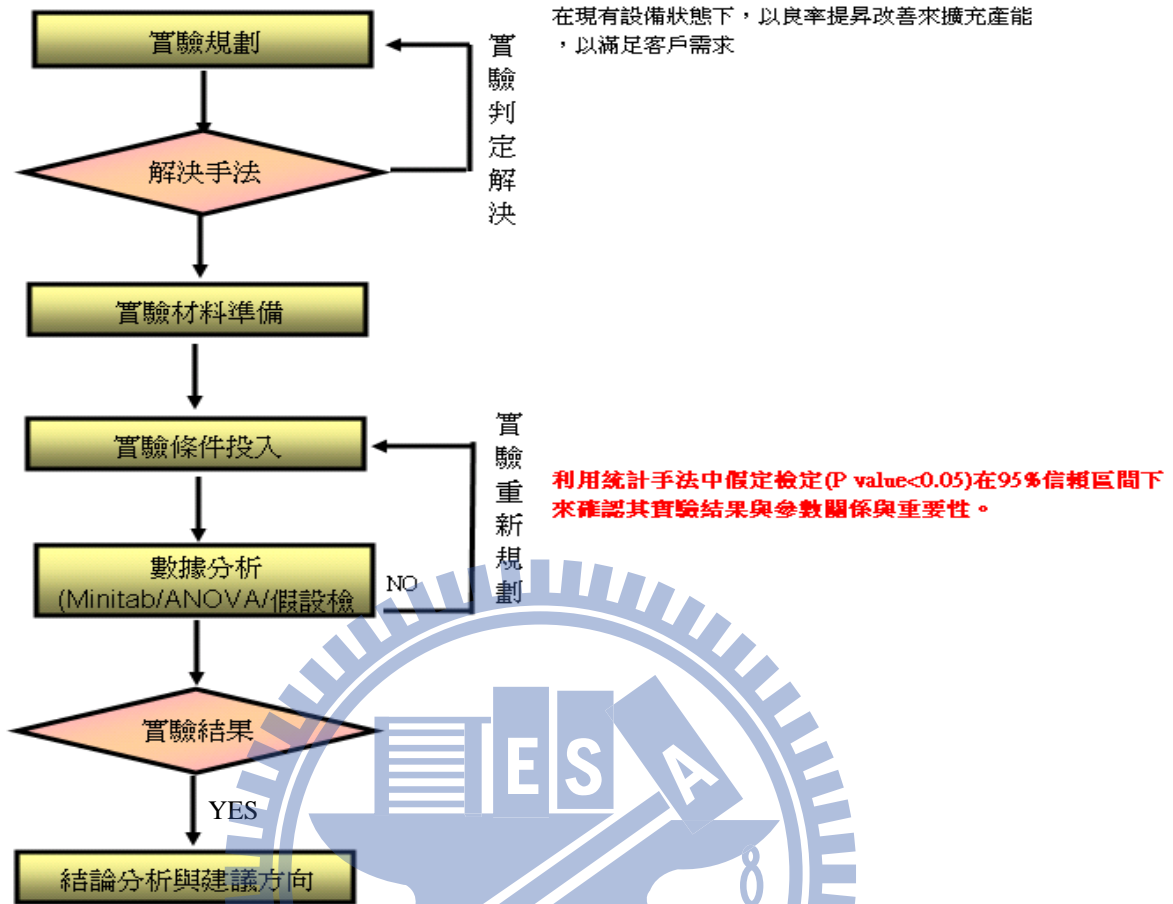


圖 33 實驗規劃流程

4.4.2 實驗參數設計

經過部門內專家群組討論，列出相關因子，分別參數 8 項、材料 5 項與設備 8 項等參數；再藉由 6 位專家針對其參數進行加權並透過 80/20 法則後選定最後預投入之實驗參數，

參數類：(a) Roller 轉速、stage speed 與 Rubbing 次數加權後大於 24 分，選定為實驗參數。

(b) 預烤/固烤時間與溫度未達 24 分，加上考慮 PI 環化率問，因此，此 4 項參數不予考慮。

(c) Rubbing 片數，因為剛開始生產即可發現 Rubbing mura，故刪除該項條件。

材料類：(a) 固定式：Tape、布毛、布毛之間 gap 皆為固定無法變更。

(b) PI 種類：考慮 PI 環化率不可變更。

(c) LC 種類：列為實驗參數

設備類：8 項皆為必須調整與固定設備製程能力，因此為固定因子。

表 9 群組討論之因子表

分類	確認項目	A員	B員	C員	D員	E員	F員	合計	Remark	
		Leader	Process	Process	Process	EO	EO			
Parameter	PI Pre Bake Temp (°C)	3	4	4	4	3	2	20	關係PI環化率 (Fixed)	
	PI Pre Bake Time (sec)	3	4	5	5	2	2	21		
	PI Post Bake Temp (°C)	4	4	5	4	1	2	20		
	PI Post Bake Time (sec)	3	4	5	5	3	2	22		
	Roller Rotation (rpm)	4	4	5	5	3	4	25	重要因子	
	Stage Speed (cm/sec)	4	4	5	5	3	4	25	重要因子	
	Rubbing Count	4	5	5	5	3	4	26	重要因子	
	Rubbing pcs	1	3	2	3	4	3	16	非重要因子	
Material	Tape spec	3	2	4	3	1	2	15	Fixed	
	Cloth spec	4	3	5	4	4	3	23	Fixed	
	Gap spec.	2	2	4	3	1	2	14	Fixed	
	PI type	3	4	4	4	3	2	20	關係PI環化率(Fixed)	
	LC type	3	5	4	5	4	4	25	重要因子	
Equipment	平行行走精度量測結果	4	3	2	3	4	5	21	Fixed	
	龍門回轉精度量測結果	4	3	2	3	5	4	21		
	Roller 與 Stage 平行度量測結果	4	3	3	3	5	4	22		
	機構振動檢查結果	3	3	3	3	5	5	22		
	回轉數檢查結果	3	3	2	3	5	5	21		
	Roller 準心檢查結果	Spindle 準心檢查	5	5	4	5	5	5		29
		Live center 準心檢查	5	5	4	5	5	5		29
		Roller 振動檢查結果	5	5	4	5	5	5		29
	Environment Temp (°C)	3	3	4	4	5	5	24		
Environment Humidity (%)	3	3	4	5	5	5	25			

最後選定 4 組條件為重要因子為實驗參數進行投入測試，正常狀態下應該選用 3 水準(望小值、中值、望大值)，但因為現在所使用參數為中值、時間與成本考量，最後實驗規劃為進行 4 因子 2 水準 DOE 實驗(如表 10)：

分別針對 Roller Rotation (750 or 110 rpm) & Stage speed (50/70 M/min) & LC Type (5068LB or 5069LC) & Roller count (1 or 2 time)，進行 4 因子 2 水準 16 組實驗規劃，透過 ANOVA 實驗組合(如表 11)：

表 10 群組討論之因子表 vs. 實驗參數表

分類	確認項目	Remark	現狀	實驗參數	
				望小值	望大值
Parameter	PI Pre Bake Temp (°C)	關係PI環化率 (Fixed)	120		
	PI Pre Bake Time (sec)		60		
	PI Post Bake Temp (°C)		200		
	PI Post Bake Time (sec)		720		
	Roller Rotation (rpm)	重要因子	900	750	1100
	Stage Speed (cm/sec)	重要因子	60	50	70
	Rubbing Count	重要因子	1 or 2	1	2
Rubbing pcs	非重要因子	前10片已可見，因此相關性較低			
Material	Tape spec	Fixed	Model : TL83SC Thickness : 0.145mm 黏著力(強) : 4500 +/- 1100 gf /25mm 黏著力(弱) : 1300 +/- 400 gf/		
	Cloth spec	Fixed	Material : Cotton YA-26C Thickness (mm) : 2.6 +/- 0.1 Size (mm*mm) : 440*1840 (a) 不同世代相對不同裁切方向 (G4短邊為經向、長邊為緯向/G5短邊為緯向、長邊為經向) (b) 選用Cotton基布與起毛材料。 (c) 布毛厚度2.6 mm。 (d) 布毛織法：V型 (e) 背面加工數脂：壓克力系樹脂		
	Gap spec.	Fixed	0.1 um		
	PI type	關係PI環化率 (Fixed)	JSR X系統		
	LC type	重要因子	5068LB or 5069LC	5068LB	5069LC
Equipment	平行走行精度量測結果	Fixed	精度(±40um)		
	龍門回轉精度量測結果		精度(±40um)		
	Roller 與 Stage 平行度量測結果		2.97 < R < 3.02		
	機構振動檢查結果		In spec.		
	回轉數檢查結果		In spec.		
	Spindle 準心檢查		In spec.		
	Roller 準心檢查結果		In spec.		
	Live center 準心檢查		In spec.		
	Roller 振動檢查結果		In spec.		
	Environment Temp (°C)			20~25	
Environment Humidity (%)		55~60			

表 11 16 組實驗參數組合

Roller Rotation	Stage speed	LC type	Rubbing count	Sheet ID
750	70	5068LB	1	17M6C14
750	70	5069LC	1	17M6C15
750	70	5068LB	2	17M6C16
750	70	5069LC	2	17M6C17
750	50	5068LB	2	17M6C18
750	50	5069LC	2	17M6C19
750	50	5068LB	1	17M6C20
750	50	5069LC	1	17M6C21
1100	50	5068LB	1	17M6C22
1100	50	5069LC	1	17M6C23
1100	50	5068LB	2	17M6C24
1100	50	5069LC	2	17M6C25
1100	70	5068LB	1	17M6C26
1100	70	5069LC	1	17M6C27
1100	70	5068LB	2	17M6C28
1100	70	5069LC	2	17M6C29

4.4.3 實驗流程

實驗依照其規劃參數進行投入，並協調公司內部相關單位配合與判定：

- (1)利用實驗規劃與設計，將相關 4 因子 2 水準以全交互相用展開 16 組實驗。
- (2)公司內部依照實驗流程與各相關部門協助，展開實驗前會議討論(包含製造部準備相關材料、工程部確認設備與跑實驗、整合部進行實驗結果判定)。
- (3)依實驗參數分批投入[進行不同實驗參數展開與生產(綁批投入)]。
- (4)依照常流程與判定手法進行分析。
- (5)確認分析結果，判定其 Defect，良率分析。



圖 34 實際生產實驗流程

4.4.4 實驗材料

製造部依照改善小組所提出之材料進行準備及確認，下列為實驗所需材料：

(a) 將配向布與雙面膠布依標準手法(使用貼布機)進行貼附於 Rubbing Roller 上方

(b) 準備素玻璃(bare glass)讓 roller 上布毛進行順毛。

(c) ITO 玻璃確認開線等級判定(避免產品之浪費)

表 12 實驗用材料

名稱	型號	規格
配向布	Cotton Rubbing cloth	YA-26C(440*1900mm)
雙面膠布	Rubbing Two-face adhesive tape	TS-83S-PE60B(440*2000mm)
素玻璃	Bar3 Glass	1100*1300mm
ITO 玻璃	ITO Glass	1100*1300mm
TFT 基板	M170*80 sheets	

4.4.5 實驗結果與分析

依照上述材料與實驗規劃，進行實際投產，並依不同參數進行產品分組判定依其 Panel 判定等級進行良率結果統計(如表 13)：

表 13 實驗參數 vs. 實驗結果

Roller Rotation	Stage speed	LC type	Rubbing count	NIP(mm)	Model	Sheet ID	Total	LM	RM	RLM	HLM	VLM	Sandy
750	70	5068LB	1	22.5	M170	17M6C14	46	2.17%	2.17%	0.00%	4.34%	0.00%	36.96%
750	70	5069LC	1	22.5	M170	17M6C15	46	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
750	70	5068LB	2	22.5	M170	17M6C16	43	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.33%
750	70	5069LC	2	22.5	M170	17M6C17	45	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
750	50	5068LB	2	22.5	M170	17M6C18	47	0.00%	0.00%	0.00%	21.28%	0.00%	14.89%
750	50	5069LC	2	22.5	M170	17M6C19	47	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
750	50	5068LB	1	22.5	M170	17M6C20	40	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	0.00%	0.00%
750	50	5069LC	1	22.5	M170	17M6C21	47	0.00%	0.00%	0.00%	14.90%	0.00%	0.00%
1100	50	5068LB	1	22.5	M170	17M6C22	48	0.00%	0.00%	0.00%	6.25%	0.00%	10.42%
1100	50	5069LC	1	22.5	M170	17M6C23	46	0.00%	0.00%	0.00%	14.58%	0.00%	0.00%
1100	50	5068LB	2	22.5	M170	17M6C24	48	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%
1100	50	5069LC	2	22.5	M170	17M6C25	48	0.00%	0.00%	0.00%	22.93%	0.00%	0.00%
1100	70	5068LB	1	22.5	M170	17M6C26	47	0.00%	0.00%	0.00%	4.34%	0.00%	10.64%
1100	70	5069LC	1	22.5	M170	17M6C27	47	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1100	70	5068LB	2	22.5	M170	17M6C28	48	0.00%	0.00%	0.00%	12.50%	0.00%	0.00%
1100	70	5069LC	2	22.5	M170	17M6C29	48	0.00%	0.00%	0.00%	4.17%	0.00%	0.00%

實驗數據分析：

1. 分析實驗結果 -1：因子 Pareto 圖

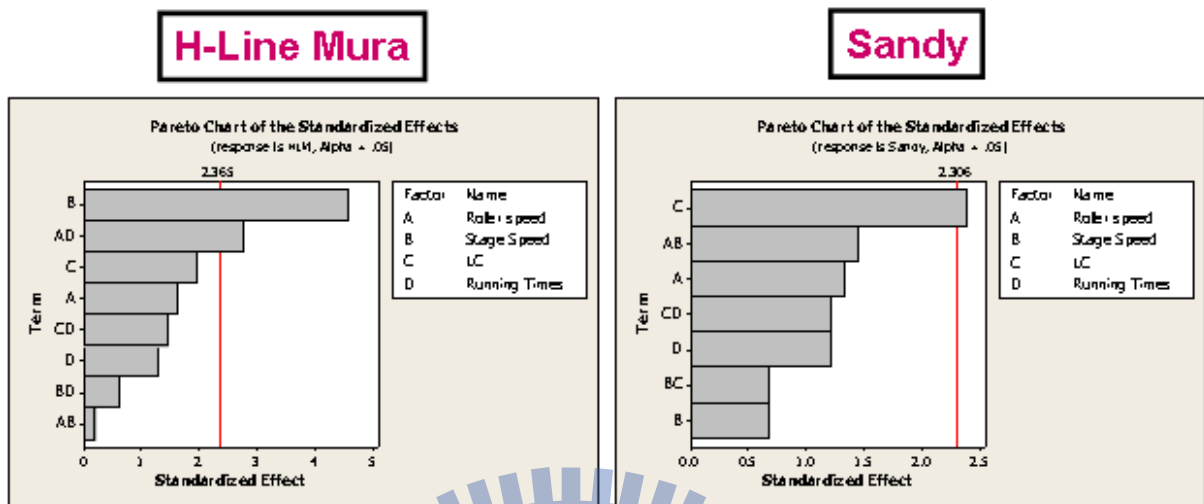


圖 35 H line mura 與 sandy 之因子 Pareto 圖

“Stage speed” and “Roller Speed*Rubbing times” 是重要且被考慮!

2. 分析實驗結果 -2：ANOVA

假定檢定的決策判斷過程可基於該效應項所測試的機率值(probability value：P-value)來進行判斷：

若 P-value 小於或等於事前訂定的顯著水準 (predetermined level of significance)(α -level)，則為拒絕虛無假設，支持對立假設。

若 P-value 大於 α -level，則無法推翻虛無假設，當然就是拒絕對立假設。

(1)分析” HLM” 交互因子關係(表14)

表14 HLM交互因子關係

Estimated Effects and Coefficients for HLM (coded units)					
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		0.0988	0.01474	6.7	0
Roller speed	0.04765	0.02382	0.01474	1.62	0.15
Stage Speed	-0.1342	-0.0671	0.01474	-4.55	0.003
LC	-0.0575	-0.0288	0.01474	-1.95	0.092
Rubbing Times	0.03792	0.01896	0.01474	1.29	0.239
Roller speed*Stage Speed	-0.006	-0.003	0.01474	-0.2	0.845
Roller speed*Rubbing Times	0.08148	0.04074	0.01474	2.76	0.028
Stage Speed*Rubbing Times	-0.018	-0.009	0.01474	-0.61	0.562
LC*Rubbing Times	-0.0425	-0.0213	0.01474	-1.44	0.192

S = 0.0589679 R-Sq = 84.76% R-Sq(adj) = 67.34%

當 α -level<0.05時，

Pooled StDev=0.0589

R-Sq(adj)=67.34%(判定係數)，通常R-Sq(adj)需大於70%才有參考價值

(但此次納入考量為其中(a)為採用80-20法則，忽略部份因子。(b)其值趨近於70%)

Tukey 95% simultaneous confidence Intervals(聯合信賴區間)

$H_0 = \mu = \mu_0$

$H_1 = \mu \neq \mu_0$

(a)Roller speed : P value=0.15 -----> 假設不成立

(b)Stage speed : P value=0.003 -----> 假設成立(影響重要因子)

(c)LC : P value=0.092 -----> 假設不成立

(d)Rubbing Times : P value=0.239 -----> 假設不成立

(e)Roller speed*Stage Speed : P value=0.845 -----> 假設不成立

(f)Roller speed*Rubbing Time=0.028 -----> 假設成立(影響重要因子)

(g)Stage Speed*Rubbing Times : P value=0.562 --> 假設不成立

(h)LC*Rubbing Times : P value=0.192 -----> 假設不成立

P-value<0.05 (Reject H0)

“Stage speed” and “Roller Speed*Rubbing times” 是重要與影響因子!

(2) 分析” Sandy” 交互因子關係

表15 Sandy交互因子關係

Estimated Effects and Coefficients for Sandy (coded units)					
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		0.04853	0.02038	2.38	0.044
Roller speed	0.05401	0.02701	0.02038	1.32	0.222
Stage Speed	0.02776	0.01388	0.02038	0.68	0.515
LC	-0.09706	-0.0485	0.02038	-2.38	0.044
Rubbing Times	0.04919	0.02459	0.02038	1.21	0.262
Roller speed*Stage Speed	0.05916	0.02958	0.02038	1.45	0.185
Stage Speed*LC	-0.02776	-0.0139	0.02038	-0.68	0.515
LC*Rubbing Times	-0.04919	-0.0246	0.02038	-1.21	0.262
S = 0.0815375 R-Sq = 62.56% R-Sq(adj) = 29.80%					

當 α -level<0.05時，

Pooled StDev=0.0815

R-Sq(adj)=29.80%(判定係數)，通常R-Sq(adj)需大於70%才有參考價值；其值差異過大，因此不予考慮，不過仍做資料分析

Tukey 95% simultaneous confidence Intervals(聯合信賴區間)

$$H_0 = \mu = \mu_0$$

$$H_1 = \mu \neq \mu_0$$

- (a) Roller speed : P value=0.222 -----> 假設不成立
- (b) Stage speed : P value=0.515 -----> 假設不成立
- (c) LC : P value=0.044 -----> 假設成立(影響重要因子)
- (d) Rubbing Times : P value=0.262 -----> 假設不成立
- (e) Roller speed*Stage Speed : P value=0.185 -----> 假設不成立
- (f) Stage speed*LC : P value=0.515 -----> 假設不成立
- (g) LC*Rubbing Time : P value=0.262-----> 假設不成立

(3)分析” 兩實驗因子” 交互因子關係

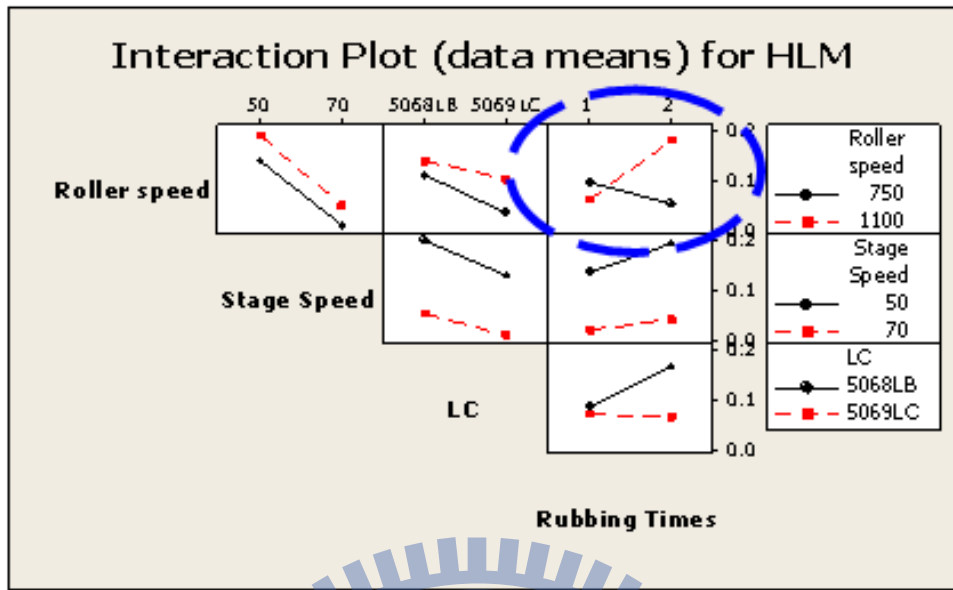


圖36 兩實驗因子交互因子關係

依照圖36解析，良率損失需最小化，加上之前HLM與Sandy分析，已經找出：
Stage speed” 與 Roller Speed*Rubbing times” 為重要參數。

- (a) ANOVA分析：Stage speed” 與 Roller Speed*Rubbing times” 為最重要因子。
- (b) 搭配其參數之間交互作用” Stage speed” 與 Roller Speed*Rubbing times” 是吻合地!
- (c) 考慮LC type：5069LC優於5068LB。
- (d) 上述4項實驗參數得到下列參數與材料組合(在上述條件下)

<u>Factor</u>	<u>Setting Condition</u>
Stage Speed	70 mm/Sec.
Roller Speed	750 RPM
Rubbing times	2
LC type	5069LC

第五章 結論與建議

本研究的目的是在於探討TFT LCD製造的過程中以配向膜與液晶分子於玻璃基板配向之良率改善，期待能夠設計出一組符合放量生產的重要參數，在此將此研究結果歸納如下：

1. 針對設備校正精度，皆符合設備出廠之設定規格(設備穩定性是足夠)
 - a. 平行走行精度量測結果 ->精度($\pm 40\mu\text{m}$)
 - b. 龍門回轉精度量測結果 ->精度($\pm 40\mu\text{m}$)
 - c. Roller 與 Stage 平行度量測結果 -> $2.97 < R < 3.02$
 - d. 機構振動檢查結果 ->Stage 速度設定為 60mm/s
-> $\pm 0.04\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)
 - e. 回轉數檢查結果 -> $\pm 0.02\mu\text{m}$
 - f. Roller 準心檢查結果：
 - f-1 Spindle 準心檢查 -> $\pm 0.015\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)
 - f-2 Live center 準心檢查 -> $\pm 0.015\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)
 - f-3 Roller 振動檢查結果 -> $\pm 0.015\mu\text{m}$ (spec. $\pm 0.05\mu\text{m}$)
2. 布毛特性透過紡織中心量測布毛物性定義出材料規格：
 - a. 不同世代相對不同裁切方向(G4短邊為經向、長邊為緯向/G5短邊為緯向、長邊為經向)。
 - b. 選用Cotton基布與起毛材料。
 - c. 布毛厚度2.6 mm。
 - d. 布毛織法：V型
 - e. 背面加工數脂：壓克力系樹脂
3. 本研究為利用4因子2水準，進行全部參數交互關係進行實驗，以解決參數最佳化與良率提升(Rubbing mura)問題。
 - a. Stage speed (50/70 M/min)

b. Roller Rotation (750 or 110 rpm)

c. Roller count (1 or 2 time)

d. LC Type (5068LB or 5069LC)

(3-1)實驗數據為利用分析軟體 ANOVA 與 Minitab 進行分析，找出各參數實驗結果之單一關係與相互關係，找出其結論，以達到解決問題(配向膜參數最佳化)之目的。實驗結果再利用統計手法中假定檢定(P value)在95%信賴區間下來確認其實驗結果與參數關係與重要性。

(3-2)影響HLM(H line mura)考慮單一因子為Rubbing speed；交互因子為Roller speed*Rubbing time為重要影響因子。以統計數據分析R-Sq(adj)=67.34%，通常R-Sq(adj)需大於70%才有參考價值(但此次納入考量為其中(a)為採用80-20法則，忽略部份因子。(b)其值趨近於70%)

(3-3)影響Sandy考慮單一因子為LC type；交互因子為不顯著。以統計數據分析R-Sq(adj)=29.80%，通常R-Sq(adj)需大於70%才有參考價值；其值差異過大，因此不予考慮。

(3-4)本研究經過實驗數據加以分析與評定，在已知設備/材料條件皆為固定下，則建議其參數(Stage speed、Roller speed、Rubbing times)與液晶選用如下：

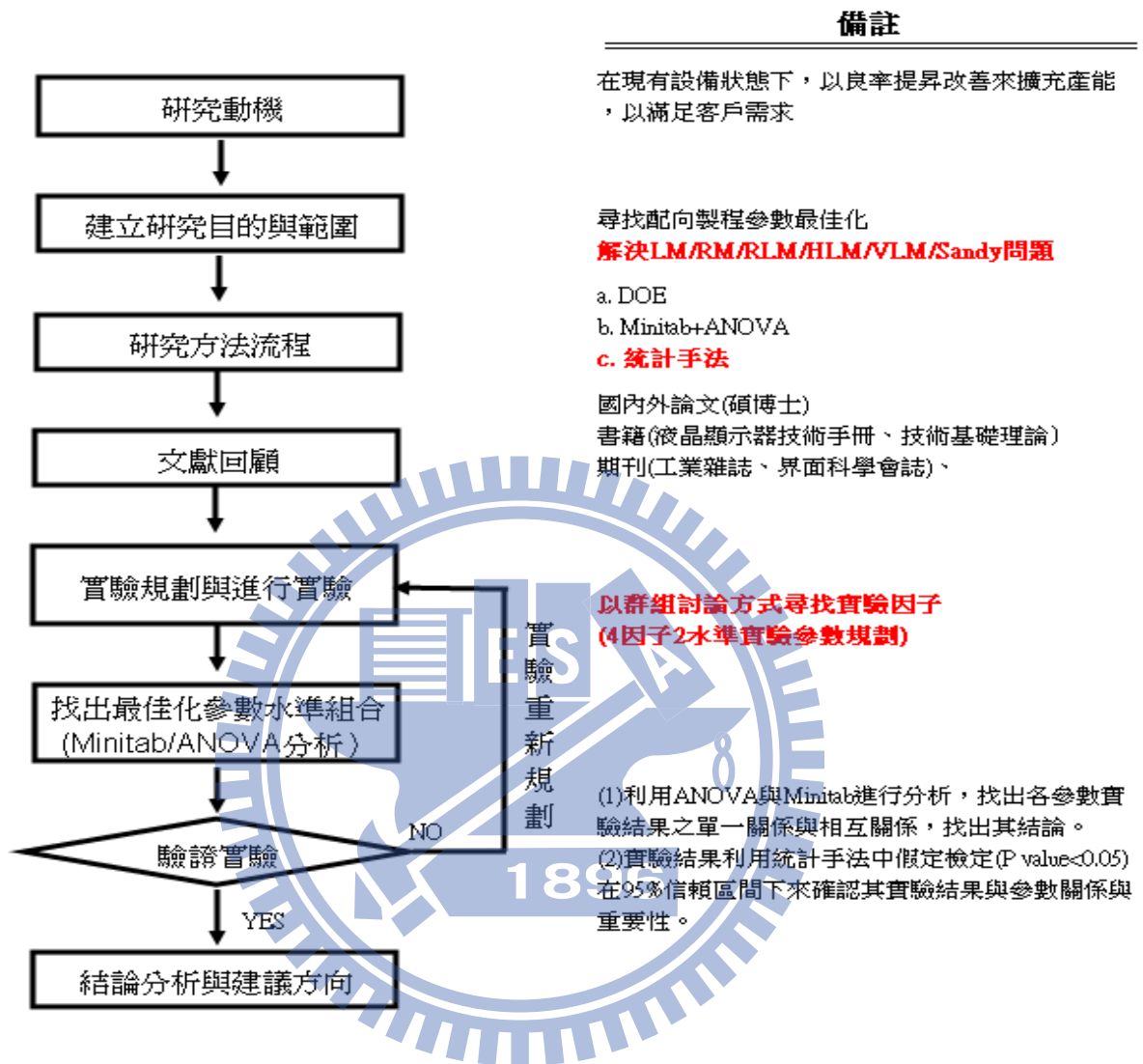
<u>Factor</u>	<u>Setting Condition</u>
Stage Speed	70 mm/Sec.
Roller Speed	750 RPM
Rubbing times	2
LC type	5069LC

(4) 若部份實驗條件變更，則可依尋此研究方法與流程，找尋適合之最佳化參數：

(a) 研究方法：DOE+ANOVA

(b) 實驗參數：利用群組討論尋找重要因(80-20 法則)進行實驗

(c) 結果解析：利用假設檢定(p-value)判定



參考文獻

- [1] 彭振財，「應用田口方法於 TFT LCD Spacer spray 製程之最佳參數設計」，國立交通大學，碩士論文，民國九十六年。
- [2] 王其人、謝玉英，「配向膜材料及應用技術」，工業材料 166 期，民國八十九年十月。
- [3] 陳福龍，「液晶顯示圖(LCD)之配向膜及配向技術」，工業材料 126 期，民國八十六年四月。
- [4] 彭定國、吳鴻錚、鄭大興，MINITAB 統計分析與應用，初版，新文京開發出版社，台北，民國九十五年二月。
- [5] 黃文隆、黃龍，數理統計，3 版，滄海書局，台北，民國九十四年四月。
- [6] 徐世輝，應用統計學，2 版，台北，華泰文化，民國九十四年六月。
- [7] MENDENHALL、SCHEAFFTER、WACKERLY 合著，周福星譯，數理統計學及其應用，2 版，台北，長樂書局，民國七十三年八月。
- [8] 王秀文，「摩擦強度對垂直配向液晶光電特性之影響」，國立中山大學，碩士論文，民國九十六年。
- [9] 戴亞翔，TFT-LCD 面板的驅動與設計，5 版，台北，五南出版社，民國九十七年。
- [10] 田民波，TFT LCD 面板設計與構裝技術，初版，台北，五南出版社，民國九十七年。
- [11] 王澤元，「PI 配向膜加工參數與 LCD 光電特性相關性之研究」，國立台灣科技大學，碩士論文，民國九十四年。
- [12] 郭偉銘、陳文仁、黃振球，「摩擦配向製程參數對液晶顯示器配向效果的影響」，界面科學會誌，第二十六卷第一期，台北，民國九十三年。
- [13] 莊佑行，「摩擦定向之液晶盒中液晶分子之預傾角」，國立交通大學，碩士論文，民國八十三年。
- [14] 李志聖，「於受定向摩擦之配向膜上的單子層液晶之排列狀況」，國立交通大學，碩士論文，民國八十二年。
- [15] 吳瑞國，「定向摩擦與電場誘發液晶配向膜之特性研究」，國立交通大學，碩士論文，民國八十四年。

- [16] T. Nishino , M. Kotera , N. Inayoshi , N. Miki , K. Nakamae , 「Residual stress and microstructures of aromatic polyimide with different imidization processes」_Polymer41 , 6913-6918 (2000) 。
- [17] M. Kotera , T. Nishino , K. Nakamae , 「Imidization processes of aromatic polyimide by temperature modulated DSC」_Polymer 41 , 3615-3619 , (2000) 。
- [18] P.G.De Gennes , J.Prost , 「The Physics of Liquid Crystals」 , P.163-197 , (1993) 。
- [19] Ban , B. S.; Kim , Y. B. 「In Proceeding of the 1st" Korea Liquid Crystal Conference s」 , P31 , (1998) 。
- [20] L.Clough , High-energy radiation and polymers: 「A review of commercial processes and emerging applications」 , Nuclear Instruments and Methods in Physics Research , B , 185, 8-33 , (2001)

