

中文摘要

隨著3C電子產品(手機、GPS、NB…等)中小尺寸面板的需求急速擴充，導致中小尺寸供應商產能吃緊，迫使產品良率與設備產能利用率必須提升。有鑑於此，如何應用現有生產設備以因應市場需求的快速變化成為多面板廠的主要課題，另一方面此一類客戶產品規格的需求不斷之提升，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。在TFT LCD製造的過程中，液晶分子於玻璃面板上的配向之良率是主要的瓶頸，如何提高此一製程的良率是最直接被要求立即改善項目，本研究提升藉由統計手法將異常現象進行分析，其中包括材料研究(液晶、布毛)、設備穩定性、製程參數最佳化等…深入且系統化的探討。

本論文的研究方向主要在探討液晶與聚亞醯胺(Polyimide；簡稱PI)配向膜摩擦(Rubbing)加工參數對上、下PI配向膜配向不同組成液晶空間之良率損失之影響，以了解PI受配向布壓入量不同之表面型態變化之研究。利用群組腦力激盪方式，找出機台相關參數及液晶種類配合DOE(Design of Experiment)，及統計手法與分析軟體(Minitab & ANOVA)來進行實驗計劃的設計，以4因子(Roller rotation/Stage speed/LC type/Rubbing count)與2水準以確保其交互作用關係。綜合此研究已可明確了其實驗結果與參數關係與重要性。找出Rubbing Process最佳化製程參數，以降低良率損失與提高產品品質為目標。在95%信賴區間下分別依實驗數據中為HLM與Sandy為影響良率最大兩項損失。最後得到兩項結論，影響HLM(H line mura)，考慮單一因子為Rubbing speed，其交互因子為Roller speed*Rubbing time為重要影響因子。另外影響Sandy考慮單一因子為LC type。

Abstract

Along with the extended application of LCD panels on the products such as mobile phones, GPS and NB etc., the yield rate and the capacity of medium-small sized panels are forced to be improved in order to raise the productivity. The subject of adopting existing facilities to the rapidly increasing LCD market has been discussed among LCD manufacturers. Furthermore, the specification of the LCD panels are asked to upgrade from time to time e.g. better contrast, LC reaction time, Touch screen, E-paper, OLED, LED, solar application, all of these requirements are a great challenge to the medium-small sized panel manufacturers. One of the major problem of the production of TFT LCD is the low yield of alignment of liquid crystal cells. Methods for improving the yield rate are always very important and are treated as one of the critical competitive actions in the industry. In this study the failure modes of the panels were analyzed by using statistics, and the parameters discussed including TFT-LCD, clothes, stability of facilities. Optimization of the process parameters were discussed in detail in this thesis.

To investigate the yield loss, the alignment of PI-type rubbing membrane and rubbing processing parameters of liquid crystal were taken into consideration. Moreover, optimization methodologies e.g. DOE(Design of Experiment) were applied for finding suitable combinations of processing parameters. Minitab and ANOVA were used to process the experiment plan. Four factors, namely Roller rotation, Stage speed, LC type, Rubbing count were selected as the parameters. The importance of the processing parameters were proved from the experiment result. It was found that rubbing process parameter is the most significant factor the yield and improving the product quality. Besides, HLM and Sandy are major defects in the experiments. Final findings found that roller speed, rubbing time were the main

factor affect the HLM(H line mura). On the other hand, LC type alone was the most significant fact that causes the Sandy defect.



誌 謝

感謝徐瑞坤博士，在學生研究生生涯中擔任學生的指導教授；徐老師多方面研究領域涉略與嚴謹的研究精神，不僅於論文研究專業指導，更不時給予學生不同層面思考與激勵，讓學生於生活上與研究方向上擁有新的啟發與見解，補充過去所不足的內容，讓學生獲益良多。此外，特別感謝交通大學機械系主任陳仁浩教授與洪景華教授對論文的指正與建議，以修正論文內容編排與分享實務理論。

論文能夠順利完成，要感謝實驗室學長們在論文寫作上的協助與指導；與公司內部許多主管、同事協助使之實驗能夠順利進行以改善其問題。

最後，必須特別感謝老婆支持，讓我完成論文寫作以取得碩士學位。



目 錄

中文提要	.....	i
英文提要	.....	ii
誌謝	.....	iv
目錄	.....	v
表目錄	.....	Viii
圖目錄	.....	ix
一、	緒論.....	1
1.1	研動背景.....	1
1.2	研究動機.....	2
二、	研究內容與方法.....	4
2.1	研究目的.....	4
2.2	研究範圍與限制.....	5
2.3	研究方法與流程.....	6
2.4	研究方法.....	7
三、	文獻回顧.....	10
3.1	LCD 液晶顯示器原理與構造概論.....	10
3.1.1	液晶的起源.....	10
3.1.2	液晶運用在顯示器上原理.....	10
3.1.3	液晶顯示器的分類.....	11
3.1.4	液晶顯示器的優點和缺點.....	13
3.2	TFT LCD 三段主要的製程.....	14
3.2.1	前段 Array - TFT/CD	16
3.2.2	中段 Cell.....	18
3.2.3	後段 Module(模組組裝).....	20

3.3	配向膜工程原理	20
3.3.1	配向膜儲存條件	20
3.3.2	配向膜塗佈與固烤原理	21
3.4	配向膜材料特性	25
3.5	配向膜材料種類與定向摩擦	28
3.5.1	配向材料	28
3.5.2	定向摩擦之聚亞醯胺	29
3.5.3	配向力定義	32
四、	實驗設計與數據分析	34
4.1	假計檢定簡介	35
4.1.1	假設檢定種類	35
4.1.2	型 I 誤差與型 II 誤差	36
4.2	母體平均數 μ 的檢假設檢定	38
4.2.1	臨界值檢定法	38
4.2.2	z 值檢定(t 值檢定)	39
4.2.3	p 值檢定xxxx	40
4.3	設備與材料關係	42
4.3.1	機台校正	42
4.3.2	布毛分析	43
4.4	實驗設計與方法	46
4.4.1	實驗規劃流程	46
4.4.2	實驗參數設計	47
4.4.3	實驗流程	50
4.4.4	實驗材料	50
4.4.5	實驗結果與分析	51

五、	結論與建議.....	56
參考文獻	.....	59
附錄一	.....
附錄二	.....
自傳	.....



表目錄

表 1 PI 材料比較	26
表 2 型 I 誤差與型 II 誤差	36
表 3 型 I 誤差與型 II 誤差發生機率	37
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	39
表 5 大樣本的檢定雙尾&單尾狀態	39
表 6 樣本變異數 S^2 來估計母體變異數 σ^2 雙尾&單尾狀態布毛特性	40
表 7 布毛特性表	44
表 8 解決問題方式之選定為	46
表 9 群組討論之因子表	48
表 10 群組討論之因子表 vs. 實驗參數表	49
表 11 16 組實驗參數組合	49
表 12 實驗用材料	51
表 13 實驗參數 vs. 實驗結果	51
表 14 HLM 交互因子關係	53
表 15 Sandy 交互因子關係	54



圖目錄

圖 1 消費性產品應用	2
圖 2 配向 Roller 轉向與 stage 方向關係	3
圖 3 Rubbing defect mode(Type)	4
圖 4 定向摩法各方向受力分分佈	5
圖 5 經過配向後液晶傾角示意圖	6
圖 6 研究流程圖	7
圖 7 TN LCD 示意圖	11
圖 8 TFT LCD 三段主要製程	15
圖 9 畫素的結構	16
圖 10 各畫素點指定的時間變化	17
圖 11 液晶旋轉 vs.光穿透性	17
圖 12 Cell Process 概略圖	19
圖 13 Cell 橫截面示意圖	19
圖 14 聚亞醯胺樹脂環化聚合圖	21
圖 15 配向工程示圖	22
圖 16 PI coating 塗佈方式	23
圖 17 配向後機制	24
圖 18 聚亞醯胺之合成反應	25
圖 19 經過配向液晶傾倒方向	26
圖 20 液晶預傾角示意圖	27
圖 21 V(電壓)-T(穿透度)曲線	27
圖 22 不可溶性聚亞醯胺之合成	28
圖 23 模具製造溝槽之配向	29
圖 24 定向輪之放大	30
圖 25 定向摩擦之表面溝槽	31
圖 26 配向接觸長度定義	33
圖 27 型 I 誤差之機率 α 與型 II 誤差之機率 β	37
圖 28 Rubbing stage 平行度量測	42
圖 29 Roller status 量測(During Process)	43
圖 30 布毛特性量測方式	44
圖 31 定義不同截切方向	44
圖 32 Rubbing cloth 毛向判定	45
圖 33 實驗規劃流程	47
圖 34 實際生產實驗流程	50
圖 35 H line mura 與 sandy 之因子 Pareto 圖	52
圖 36 兩實驗因子交互因子關係	55

