

東海大學高階經營管理碩士在職專班(研究所)
碩士學位論文

面板產業新產品發展模式之動態策略規劃

A Dynamic Study on the New Product Development Models in
Panel Industry

指導教授：曾雅彩 博士

研究生：許詠政 撰

中華民國107年2月

致謝

最感謝 雅彩老師帶領我遨遊系統動力學的領域，並細心指導我構思及探討這論文

感謝 陳加屏教授擔任論文口試召集人以不同角度來審視這論文，讓我集思廣益

感謝 汪維揚教授擔任論文口試委員，引導我對論文細節的增添及補足

感謝 余佩珊教授引導我走入創新發想的領域，並帶領我們到美國水牛城取經

感謝 東海 EMBA 的師長及講座主講人引導我們在思緒上的提升

感謝 東海 EMBA 的學長姊、同學們及學弟妹的一同伴讀及交流

真的很感謝 每個人給予我的協助

論文名稱：面板產業新產品發展模式之動態策略規劃

校所名稱：東海大學高階經營管理碩士在職專班 (研究所)

畢業時間：2018 年 2 月

研 究 生：許詠政

指導教授：曾雅彩 博士

論文摘要：

中、韓、日、美各國持續地投入 LCD (Liquid Crystal Display)或 OLED(Organic Light-Emitting Diode)面板擴廠的趨勢來看，面板仍是 3C(資訊 Computer、通訊 Communication、消費性電子 Consumer Electronics)產業的關鍵零組件。高單價及高利潤的電視面板是面板大廠最主要的營收及獲利來源。2018 年起中國 4 個 G10.5 LCD 面板廠陸續開始量產，若電視銷售未能同步成長時，面板產業將面臨長期的供過於求。因此各面板廠除了持續地擴充 LCD 功能來提升價值外，更是投入研發 OLED 及 Micro LED (Micro Light-emitting diode) 顯示器等新式顯示器。本研究以系統動力學來分析並建構面板產業發展之動態，進而探討同步與序列兩種研發模式應用於面板產業之現象，藉以提出面板產業發展策略之建議。研究結論為在面板產業的因果回饋環路中探討出量產正環是極為重要的，該正環的加乘促成新舊顯示技術的世代交替。新技術的研發若採積極的同步模式可同時驅動多項研發正環，進而縮短研發製程；若採保守的序列模式時，則依序個別推動研發正環，容易受時間遞延影響而讓研發日程變長。對競爭激烈的面板產業而言，研發速度決定出企業為先進者或跟隨者的角色。建議面板廠研發新技術時，將同步的研發模式納入優先評估。

【關鍵字】系統動力學、新產品發展、動態、策略規劃

Title of Thesis: A Dynamic Study on the New Product Development Models in Panel Industry

Name of Institute: Tunghai University

Executive Master of Business Administration Program

Graduation time: 02/ 2018

Student Name: Hsu Yung-Cheng

Adviser Name: Dr. Ya-tsai Tseng

Abstract:

High price and high profit TV panel business is the main revenue and profit generator for panel makers. As the mass production of the four G10.5 LCD China panel factories had begun in 2018, if the large sized TV business volume doesn't grow up simultaneously, the panel industry will face a long-term oversupply of LCD panels. So panel makers not only are focusing on improving LCD functionalities, but also are starting the research and development (R&D) of new displays technologies such as OLED and Micro LED (Micro Light-emitting diode) displays. This study adopts System Dynamics to develop a dynamic model for analyzing the dynamics of the overall panel industry, and explores how the two different R&D models, the synchronous and sequential R&D models, may impact on the future development of the panel industry. Accordingly, suggestions for new product development strategies are proposed.

It is found in this research that the positive production loop is extremely important in the panel industry loop. The synchronous mode may drive several of R&D positive loops in the same time and shorten the R&D process schedule. However, the more conservative sequential model may drive the R&D positive loops one by one and delay R&D schedule. For this highly competitive flat panel industry, the efficiency of R&D dedicates the successfulness of the panel maker being an Innovator or a follower. It is recommended that when panel makers start developing new technologies, the

synchronous model should be the highest priority.

Key word : System Dynamics, New Product Development, Feedback Perspective,
Industrial Dynamics

目次

	頁次
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	5
第三節 研究目的	7
第四節 研究流程	8
第二章 相關文獻探討	9
第一節 顯示器相關文獻	9
第二節 科技產業競爭相關文獻	18
第三節 市場與產品創新策略相關文獻	20
第四節 系統動力學之相關文獻	20
第三章 研究方法與研究設計	23
第一節 研究方法	23
第二節 研究設計	23
第四章 電視顯示器發展之動態策略規劃	26
第一節 CRT 電視與 LCD 電視世代交替之動態分析	26
第二節 Micro LED 顯示器之產品定位	37
第三節 Micro LED 顯示器研發模式之動態分析	42
第四節 小結	47
第五章 結論與建議	48
第一節 研究結果	48
第二節 研究貢獻	49
第三節 研究限制與後續研究方向	49
第六章 參考文獻	50

表次

表 1-1 2016~2017 年投資的 G10.5 以上中國面板廠及產能	3
表 1-2 各國面板廠 2017 年發展趨勢	5
表 1-3 面板低利潤時之投資策略	6
表 1-4 Micro LED 顯示器 同步 vs. 序列研發模式	7
表 2-1 LCD 發展史	12
表 2-2 OLED 發展史	14
表 2-3 Micro LED 顯示器發展史	17
表 3-1 系統動力學大事表	25
表 4-1 日廠技術轉移台灣之廠商明細	26
表 4-2 1999~2003 年 LCD 面板廠設備投資排名	27
表 4-3 OLED 供應鏈	35
表 4-4 Micro LED 顯示器之 SWOT	38
表 4-5 Micro LED 顯示器研發之問題點	38
表 4-6 各顯示技術之比較	39
表 4-7 Micro LED 供應鏈	39

圖次

圖 1-1 全球主要 LCD 面板廠之年營收及合計(單位：NT 億元).....	1
圖 1-2 全球主要面板廠之年稅後淨利及合計(單位：NT 億元).....	2
圖 1-3 各國電視面板產能圖(單位：以 15 吋面積為基準，每百萬片).....	2
圖 1-4 筆電類、監視器類及電視之應用佔比.....	3
圖 1-5 全球電視總出貨量、總營收及平均單價.....	3
圖 1-6 全球電視面板平均尺寸與平均單價.....	4
圖 1-7 2012~2016 年台灣與美國收視者收視媒介分佈.....	4
圖 1-8 LCD 面板低利潤時之投資策略.....	6
圖 1-9 Micro LED 顯示器之研發製程.....	7
圖 1-10 研究流程.....	8
圖 2-1 顯示器技術之演化.....	9
圖 2-2 陰極射線管之原理.....	9
圖 2-3 背投電視技術之原理.....	10
圖 2-4 電漿電視技術之原理.....	10
圖 2-5 LCD、OLED 及 Micro LED 之結構分析.....	11
圖 2-6 LCD 面板之生產流程.....	13
圖 2-7 OLED 面板之生產流程.....	14
圖 2-8 Micro LED 面板之生產流程.....	16
圖 3-1 正相關圖(箭頭上方之+號為正相關符號).....	23
圖 3-2 負相關圖(箭頭上方之-號為正相關符號).....	24
圖 3-3 延遲環路圖(箭頭中央之=號為延遲符號).....	24
圖 3-4 正向環路圖.....	24
圖 3-5 負向環路圖.....	25
圖 4-1 顯示器之應用歷程.....	26

圖 4-2 台灣 LCD 供應鏈.....	27
圖 4-3 LCD 電視年銷售量(單位：百萬台)及狀態	28
圖 4-4 LCD/CRT 價格比與 LCD 市占率之關係	28
圖 4-5 全球 CRT 電視與 LCD 電視之銷售量	29
圖 4-6 LCD 電視與 CRT 電視世代交替之環路結構	29
圖 4-7 LCD 擴線之遞延效應→供過於求，利潤降低	30
圖 4-8 各國面板廠之產能利用率	31
圖 4-9 面板供過於求時，以產能利用率來抑制供給之環路.....	31
圖 4-10 2013~2016 年全球電視各尺寸出貨量(單位：百萬台).....	32
圖 4-11 面板廠提高大尺寸生產比率來提高 LCD 單片平均利潤之正環路.....	33
圖 4-12 面板尺寸擴大之上限環路(面板供給量減少)	34
圖 4-13 2013~2017 年友達光電大於 50 吋之生產比率.....	34
圖 4-14 電視面板銷售面積(15 吋面積為基準，每百萬片)與電視銷售之趨勢	35
圖 4-15 LCD 供過於求會抑制大尺寸 OLED 的替代	36
圖 4-16 Micro LED 顯示器之量產環路	40
圖 4-17 Micro LED 顯示器之研發環路	41
圖 4-18 Micro LED 顯示器同步研發之環路	43
圖 4-19 Micro LED 顯示器序列研發之環路	44
圖 4-20 Micro LED 顯示器供應鏈之環路	45
圖 4-21 總環路.....	46

第一章 緒論

本章分四小節，分別就研究背景、研究動機、研究目的、研究流程及架構詳細說明。

第一節 研究背景

顯示器是顯示影像的一種輸出裝置，是在科技生活中人與 3C 產品之間不可或缺的溝通橋樑。隨著顯示器的遍及，讓科技隨手可見；隨著顯示器的進化，讓色彩更為繽紛。

1990 年日本、韓國 LCD 面板業先後崛起，台灣政府意識到 3C 產業的面板及半導體是具產業戰略性的關鍵零組件。於是在 2002 年經濟部發佈「兩兆雙星產業發展計畫」，規劃產業方向，其中兩兆的涵意是扶植產值各新台幣一兆元以上的半導體產業及影像顯示產業。當時正逢日本企業釋放面板技術讓台灣顯示器產業得以迅速成長。

台灣 LCD 面板產能在 2007 年超越韓國躍居世界第一，當時 LCD 面板五虎友達光電、奇美電子、群創光電、中華映管、瀚宇彩晶如同國家產業發展的領頭羊，面板超越過半導體的總營收。根據 Display Search 統計資料顯示，當時台灣平面顯示器產業產值達新台幣 1.69 兆元，其中 LCD 面板產值達新台幣 1.21 兆元，躍居為全球平面顯示器之研發及製造重鎮。在關鍵零組件部份，產值達新台幣 4,787 億元，且關鍵零組件自製率達 92% 以上以確保台灣平面顯示器產業長期的競爭優勢。參照全球主要 LCD 面板廠之年營收如圖 1-1，全球 LCD 面板總產值高，為科技業不可或缺的關鍵元件。

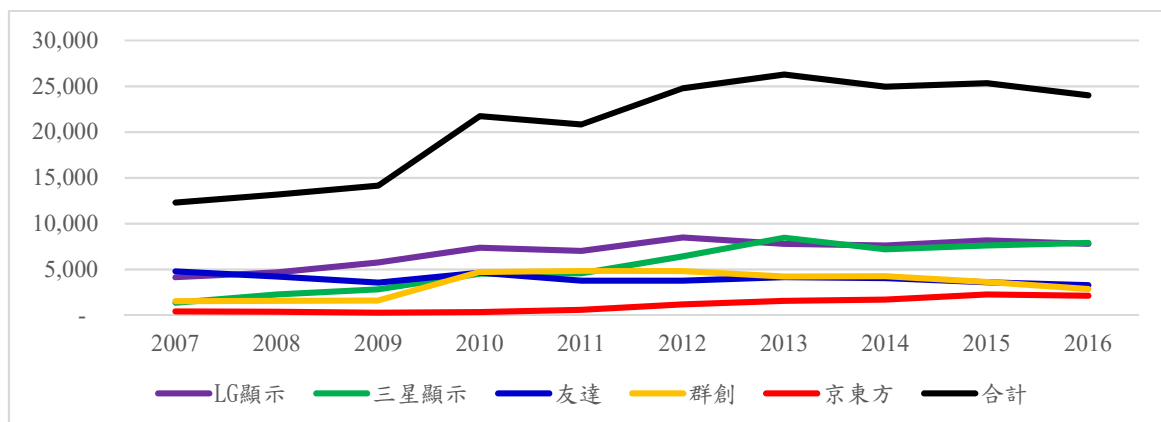


圖 1-1 全球主要 LCD 面板廠之年營收及合計(單位：NT 億元)

資料來源：本研究整理

2008 年金融海嘯所致的經濟不景氣讓 LCD 面板需求減少，同時 LCD 面板廠因面板價格聯合壟斷觸犯反托拉斯法而被處以巨額罰款之因素，讓原本盈利高的面板產業逆轉為虧損而陷入產業困境。2010 年群創光電、奇美電子及統寶光電基於永續經營考量而進行合併。2011 年奇美電子及友達光電更是名列虧損第一、二名，如圖 1-2 所示。

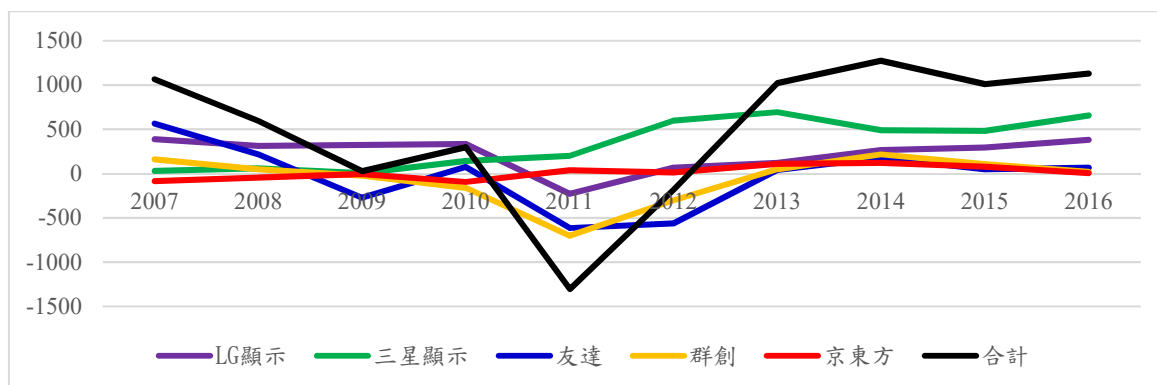


圖 1-2 全球主要面板廠之年稅後淨利及合計(單位：NT 億元)

資料來源：本研究整理

2012~2014 年間，LCD 面板景氣逐漸復甦。雖 2015 年中國 6 個 G8.5 LCD 廠的產能逐漸開出，LCD 面板供給量增加而價跌，但 2016 年三星顯示器因產品策略而關閉部份 LCD 產線，改為生產高利潤的小尺寸 OLED，因而紓解了 LCD 電視面板供給過剩的問題，如圖 1-3。2016~2017 年中國宣布增建 4 個 G10.5 LCD 面板廠，其產能如表 1-1，鴻海也將投資 700 億美金在美國在設置一個 G10.5 LCD 面板廠。預估面板產能在 2018 年後半將會有急增的趨勢。

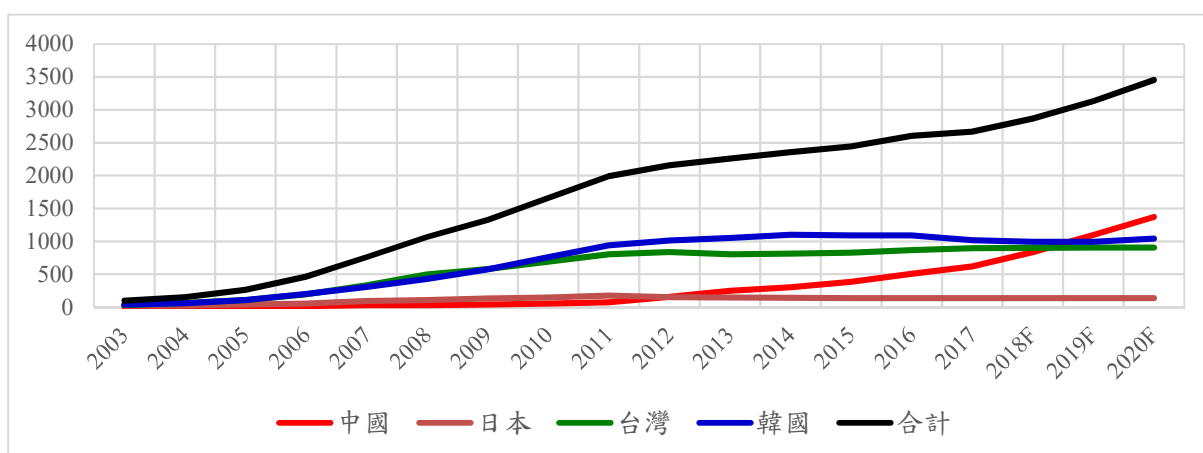


圖 1-3 各國電視面板產能圖(單位：以 15 吋面積為基準，每百萬片)

資料來源：整理自日本瑞穗證券調查部(2017)

表 1-1 2016~2017 年投資的 G10.5 以上中國面板廠及產能

廠商	面板世代	建廠時間	1000 片/月	預計放量時間	投資額 CNY
京東方	G11	2015.12	90	2018.4	400 億
華星	G11	2016.12	140	2019.3	538 億
惠科	G11	2016.12	90	2019.6	400 億
Sharp	G10.5	2017.3	90	2019.6	610 億

資料來源：本研究整理

早期 LCD 面板是為了製作筆電及監視器而導入量產，隨著 LCD 電視替代 CRT 電視的需求日增。2007 年起，面板廠主要營收轉變為來自電視面板的銷售，如圖 1-4。

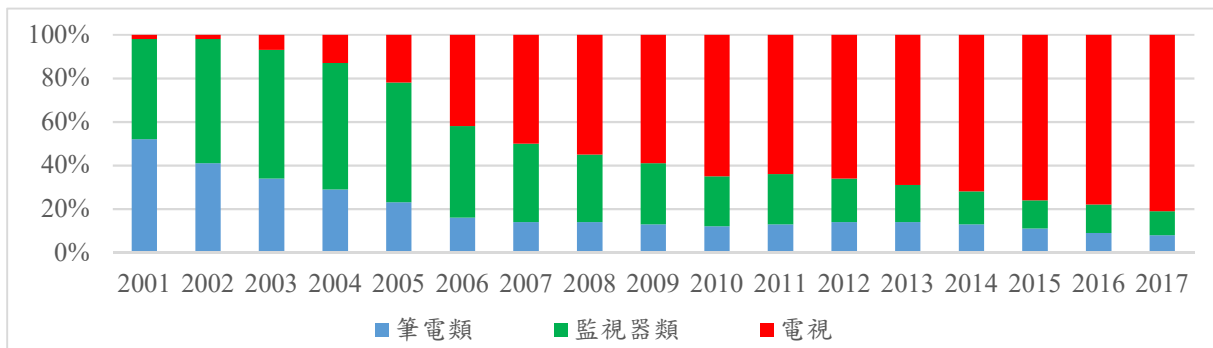


圖 1-4 筆電類、監視器類及電視之應用佔比

資料來源：整理自日本瑞穗證券調查部(2017)

電視的銷售量在 2010 及 2011 年達到了 2.48 億台的最高點。爾後 2012~2017 年全球電視年銷售量皆維持在 2.3 億台，由於電視平均單價逐年下滑，長期而言，全球電視總營收有萎縮的趨勢，如圖 1-5 所示。

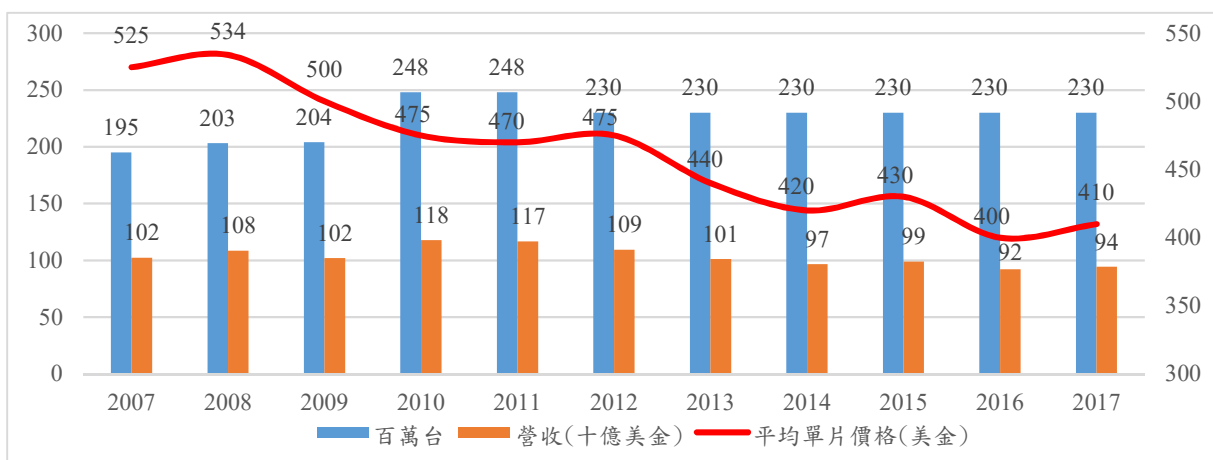


圖 1-5 全球電視總出貨量、總營收及平均單價

資料來源：整理自 HIS Markit (2017)

在電視平均單價持續下滑的同時，2007~2017 年間電視平均尺寸是以年增 1.3 吋持續地成長，如圖 1-6。也就說銷售的電視尺寸愈大、性能及色彩愈提升，但 LCD 電視面板每平方吋的價格仍持續地下滑。因此電視面板對面板大廠而言是最大的商機也是最大的危機。所以面板廠對於研發新顯示技術及開拓新應用的商機有其急迫性。

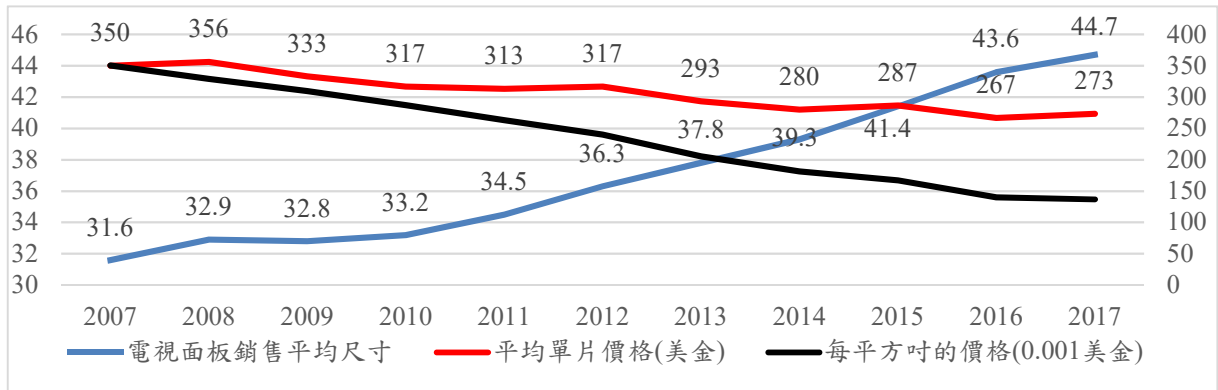


圖 1-6 全球電視面板平均尺寸與平均單價

資料來源：整理自 HIS Markit (2017)

如圖 1-7，隨著手機、平板或筆記型電腦等多種資訊管道的普及，台灣電視收視所佔比率仍維持約 27%而未見萎縮。然而美國 2012~2016 年間，以電視收視為主的所佔比率由 62%降至 51%。可預測隨行動裝置及 4G 的普及，全球電視收視群將持續萎縮。

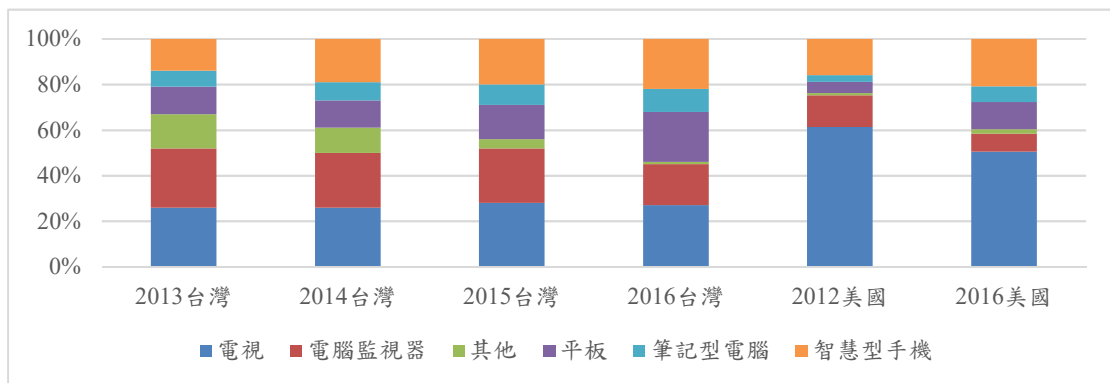


圖 1-7 2012~2016 年台灣與美國收視者收視媒介分佈

資料來源：整理自消費電子展(CES)、產業經濟與趨勢研究中心(IEK)(2017)

現階段顯示器主流為 LCD，應用於商用顯示看板、電視、監視器、筆記型電腦、平板及智慧型手機等。其技術創新上包含影像解析度由 2K(FHD)提升到 4K 或 8K，並使用量子點技術提升色彩鮮豔度、利用高動態範圍成像 (High Dynamic Range Imaging) 及背光區域控光來呈現影像真實的細節。

關於面板廠的經營策略，韓國面板廠致力提升 OLED 量產良率，中國面板廠以擴建 G10.5 LCD 廠為重心，而台灣面板廠保守地擴增產線的方式來增加產能。因韓國面板廠保有 OLED (Organic Light-Emitting Diode) 技術及全球第一、二電視品牌出海口的優勢。中國面板廠有政府補助及中國品牌出海口為後盾。台灣面板廠則在沒有品牌出海口的環境下，新顯示技術的研發更顯得重要，如表 1-2。

表 1-2 各國面板廠 2017 年發展趨勢

國別	趨勢
中國	擴建 G10.5 以上 LCD 面板廠
韓國	三星顯示器；擴產中小尺寸 RGB OLED 及研發大尺寸電激光量子點 LG 顯示器；擴產大尺寸 WOLED
日本	於中國的擴廠，並強化自身的面板技術
台灣	擴 LCD 產線

資料來源：本研究整理

第二節 研究動機

LCD 面板雖然銷售全球，但其生產皆在亞洲，且 LCD 搭配背光模組及系統(如手機、平板、筆電到電視等)的組裝幾乎都在中國。台灣、韓國及日本的面板廠銷售面板給品牌商後，多是將未含背光模組的玻璃面板運至中國進行組裝後，再讓品牌商自行安排於中國境內外販賣。而中國為了扶植在地的面板廠，制定面板的進口關稅為 5%，加上中國對其面板廠進行高額的補貼，這樣一來對中國境外的面板廠而言，等同繳交關稅去補貼所競爭的面板廠。所以台灣、韓國及日本的面板廠更須加緊提升技術、價值及差異性。

LCD 面板產業自從排除了初期量產良率低的問題後，在電視年銷售量持平的狀況下，所面對的是 LCD 面板的供過於求。當面板產業因 LCD 面板供過於求而利潤低時，面板廠依企業文化而策略將會有所不同，如圖 1-8 所示。早期各面板廠採用降低產能利用率來減少庫存壓力，中期各面板廠採用提高大尺寸生產比率來增加其利潤，而現階段各面板廠的因應對策如表 1-3。LG 顯示器加碼投資在大尺寸 OLED 的研發，SONY、三星顯示器投資在 Micro LED 顯示器的研發，而其他面板廠主要聚焦在現有 LCD 的功能提升。

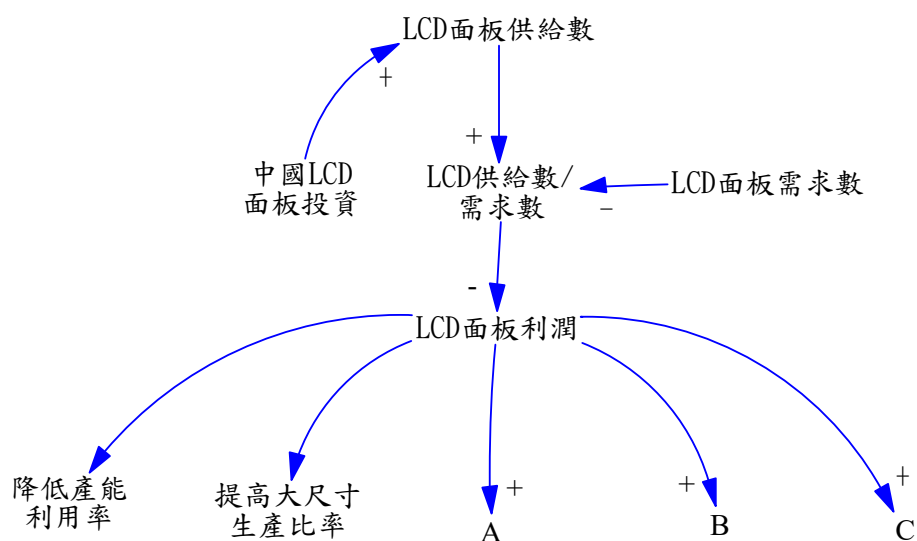


圖 1-8 LCD 面板低利潤時之投資策略

表 1-3 面板低利潤時之投資策略

	開發項目	代表廠商	用途	量產年	預期的利潤	專利及技術門檻
A	大尺寸 OLED	LG 顯示器	電視	2013	獨佔 OLED 電視面板	有
B	Micro LED	SONY(已量產) 三星(已開發) 其他面板廠開發中	商業看板	2017	獨佔 Micro LED 面板	LED 廠供給 Micro LED 巨量移轉技術 檢測技術
C	提升 LCD	所有面板廠升級中	電視 NB 手機			

資料來源：本研究整理

韓國的 LG 顯示器及三星顯示器的優勢技術是 OLED。LG 顯示器偕同設備廠商成功地完成大尺寸 White OLED 的開發後，獲得各電視品牌的青睞而被應用在各高階的旗艦電視上。而三星顯示器在小尺寸 Red Green Blue OLED(RGB OLED)製程上扶植蒸鍍機的設備商 Canon Tokki，持續改良 RGB OLED，成為小尺寸 RGB OLED 的主要供應商。日本夏普因深耕面板節能的製程，擁有最成熟的 IGZO 等高階技術，此正是鴻海入主夏普的主要因素。鴻海併購夏普後，讓夏普品牌也成為群創的面板出海口。對其他面板廠而言，Micro LED 顯示器的研發便成為超越韓、日廠的新契機。

現階段 Micro LED 顯示器的製程尚未成熟，其研發流程如圖 1-9。製程分為 Micro LED 的單顆製作、巨量移轉及最終檢查及維修。



圖 1-9 Micro LED 顯示器之研發製程

資料來源：本研究整理

面板產業中所採用研發模式可分為同步及序列兩種模式，如表 1-4。所謂的同步研發模式就是在研發初期已將所有會影響量產的製程從最初的 Micro LED Wafer 入料檢到最終的 Micro LED 面板出貨檢，甚至售後維修等全部在同一時間進行研發。而所謂的序列研發模式則是在評估全製程後，從最初的前製程逐一地進行研發及驗證，確認該製程的可行性後，再進行下一製程的研發。

表 1-4 Micro LED 顯示器 同步 vs. 序列研發模式

模式	第一階段	第二階段	第三階段	第四階段
同步	Micro LED Wafer製程 →投資 巨量移轉製程 檢查及維修	→展示	量產	
序列	→投資 Micro LED Wafer製程	→投資 巨量移轉製程	→投資 檢查及維修	→展示 量產

資料來源：本研究整理

本文的研究動機是在於探討 LCD 電視替代 CRT 電視後，當面臨成長侷限時，面板廠早期採用了產能利用率來進行調節，中期則以提高大尺寸面板的生產比率來抑制供過於求。近期則是採用提升面板功能及研發新顯示技術來提升電視面板的價值。新顯示技術之中以 OLED 電視及 Micro LED 顯示器為現階段各面板廠最注重的研發課題。因 OLED 技術及專利多已被韓廠佈局完成，故透過質性研究來探討面板廠以同步或序列的研發模式來進行開發 Micro LED 顯示器的相關現象。

第三節 研究目的

顯示器從早期的陰極射線管(Cathode ray tube，簡稱 CRT)經歷投影式電視、電漿電視 (Plasma Display Panel，簡稱 PDP) 到現今的 LCD 液晶電視及 OLED 電視。呈現出

顯示技術是隨著科技發明創新而推進，同時也持續追求軟性、節能、高亮度、高對比及快響應速度的進化。新顯示技術包含電激光量子點電視、雷射投影電視及 Micro LED 顯示器等。屏除尚未有實機的電激光量子點電視及低技術門檻的雷射投影電視後，最具開發效益的是 LED 半導體為架構的 Micro LED 顯示器，為面板廠下一代顯示器開發重心。

本研究目的是在於：(1)以系統動力學來分析並建構面板產業發展之動態。(2)探討及分析同步與序列研發模式之差異。(3)分析將兩種不同研發模式應用於面板產業之結果。(4)提出面板產業研發發展策略之建議。

第四節 研究流程

本研究以探討新顯示器開發的發展及策略。就其發展所需的條件及資源進行分析，並探討合適的策略來開發新顯示器技術，其研究流程及架構如圖 1-10。內容分成六章：

第一章 緒論：包含研究背景、動機、目的及流程

第二章 文獻探討：顯示器、科技產業競爭、市場與產品創新策略及系統動力學之文獻

第三章 研究方法與研究設計：規劃研究方法及設計

第四章 電視面板產業及 Micro LED 研發模式之動態策略規劃

第五章 結論與建議：提出研究結果、研究貢獻、研究限制與建議。

第六章 參考文獻

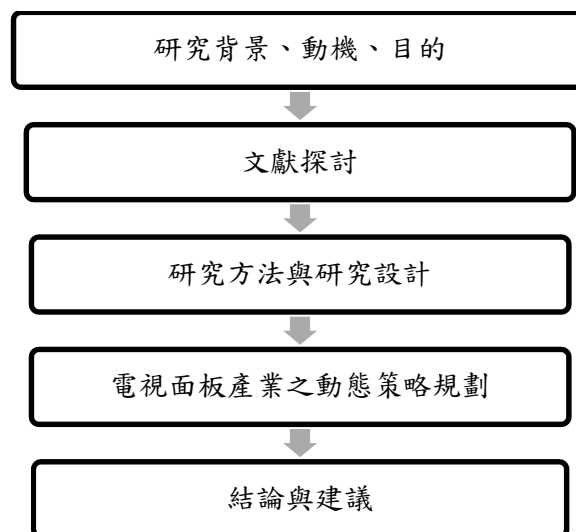


圖 1-10 研究流程

第二章 相關文獻探討

本章第一節探討顯示器相關文獻，第二節探討科技產業競爭相關文獻，第三節探討市場與產品創新策略相關文獻，第四節探討成長動態之相關文獻。

第一節 顯示器相關文獻

顯示器是用於呈現色彩及影像的一種輸出裝置。顯示器應用始於陰極射線管，簡稱 CRT 的顯示技術。隨著科技的進度，陸續發明且應用了背投、PDP、LCD、OLED 及 Micro LED 等顯示技術。如圖 2-1 所示。



圖 2-1 顯示器技術之演化

資料來源：Panasonic、LGD、SONY 網頁(2017)

CRT 是使用陰極電子槍發射電子，在陽極高壓的引導下射向螢幕玻璃，使其螢光粉發光，電子束在偏轉磁場可上下左右地移動來進行掃描，如圖 2-2。陰極射線管初期僅能呈現黑白畫面，後續發展出彩色畫面。而彩色陰極射線管具有三支電子槍，三支電子槍同時發射電子打在螢幕玻璃的紅、綠、藍三種螢光粉，以混色來顯示顏色。

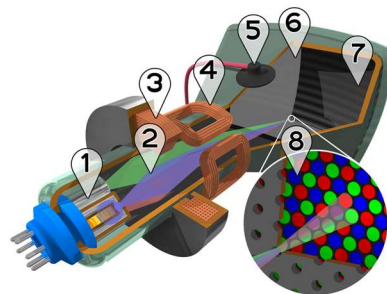


圖 2-2 陰極射線管之原理

1.電子槍 2.電子束 3.聚集線圈 4.偏轉線圈 5.陽極接點 6.陽極區 7.螢光幕 8.螢光粉

資料來源：維基百科(2017)

背後投影的電視機，是利用投影加反射原理，將螢幕和投影系統結合成一體的電視顯像系統。背投影電視的原理就是將投影機安裝在機身內的底部，信號經過反射，投射到半透明的螢幕背面顯像，如圖 2-3。

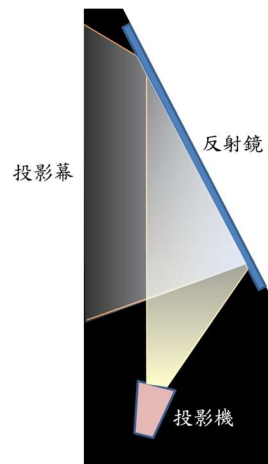


圖 2-3 背投電視技術之原理

資料來源：維基百科(2017)

電漿顯示器是在兩塊玻璃之間注入惰性氣體，施入電壓後，讓氣體產生電漿效應而發出紫外線來激發螢光粉而自發性地發出可見光，依所塗佈螢光粉的不同而發出紅、綠、藍三色，構成每一個像素的色彩。如圖 2-4。

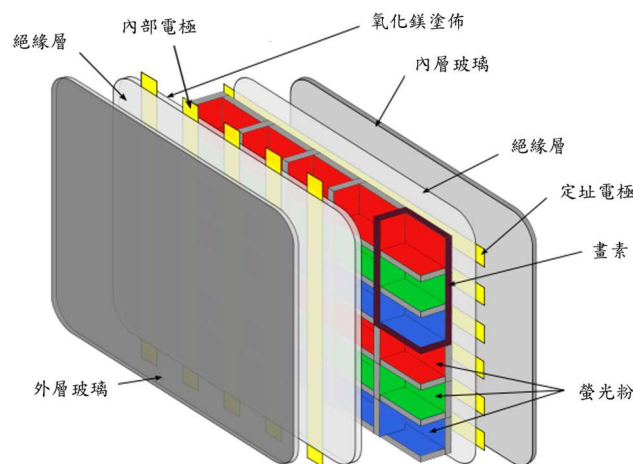


圖 2-4 電漿電視技術之原理

資料來源：維基百科(2017)

以上三種顯示技術隨著世代變遷都已沒落。現階段主要的顯示技術為 LCD 及 OLED。而 Micro LED 則是被寄以厚望的新顯示技術。三種面板的主架構如圖 2-5 所示。

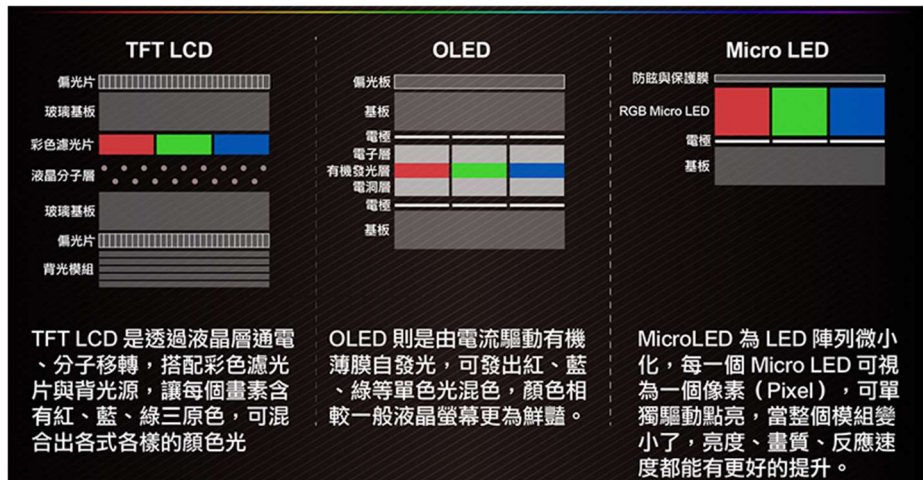


圖 2-5 LCD、OLED 及 Micro LED 之結構分析

資料來源：TechNews (2017/4/13)

LCD 面板是兩片玻璃中注入液晶，上層玻璃為彩色濾光片 (Color Filter)、而下層的玻璃為薄膜電晶體(Thin-Film Transistor)。當電流通過電晶體產生電場變化，讓液晶分子偏轉以改變光線的偏極性，透過偏光片來呈現像素 (Pixel) 的明暗。上層玻璃的彩色濾光片所形成的每個像素至少包含紅藍綠三原色，透過混色可呈現各種色彩，這些發出色彩的像素便構成了面板的影像畫面。

LCD 的發展歷史起於 1968 年美國無線電公司 (RCA) 科學家 G. H. Heilmeier 發明了液晶顯示元件，讓 LCD 液晶顯示器邁入商用化。LCD 顯示器初期為單色顯示，僅應用到手錶、計算機等。後續被應用到電腦上，第一台筆記型電腦於 1989 年由 NEC 所發表。日本最先掌握著中小尺寸 LCD 量產技術，而 Sharp 是第一個將 LCD 應用於電視。日本獨佔 LCD 市場直到 1995 年韓國廠商投入 LCD 量產為止。1996 年後，台灣也積極投入 LCD 量產。由 LCD 發展歷程，可知 LCD 技術起源在美國，日本是最先商品化，而韓國、台灣是讓 LCD 面板步入每個家庭及每個人手中，整理 LCD 發展史如表 2-1。

表 2-1 LCD 發展史

年代	LCD 發展歷史
1968	RCA 科學家 G. H. Heilmeier 發明了液晶顯示元件，LCD 液晶顯示器步入商用化
1988	日本通產省號召電子大廠進行七年的液晶電視計畫，讓日本廠商共同開發第一台 40 吋的液晶電視
1990	台灣工研院開發出 3~6 吋 LCD 的技術
1994~5	聯友光電及元太科技分別完成建廠，生產小尺寸 LCD 面板
1994	中國彩電大廠 京東方與日本松下合作投資 LCD 建廠
1999	韓國樂金電子與飛利浦電子合資成立 LG 顯示器
1999	華映取得日本三菱電機的技术授權 達碁取得 IBM 日本顯示器的技術授權 聯友取得日本松下的技術授權 奇美電併購 IBM 日本顯示器
2000	由 DTI 與華新麗華技術合作成立瀚宇彩晶
2001	廣達電子與夏普合作成立廣輝電子
2001/3	達碁與聯友光電合併成為友達光電
2003	鴻海與夏普技術合作成立群創光電
2004	由 SONY 與三星各持股 50% 合資成立三星顯示器前身 S-LCD Corporation
2010	群創併奇美電及統寶
2010	中國華星光電投資 LCD 建廠
2011	SONY、東芝和日立合併 LCD 部門而成立日本顯示器

資料來源：整理自育達人文社會學報(2013)

LCD 是由多種零組件所構成，其中面板關鍵零組件產業包含彩色濾光片、偏光板 (Polarizer)、玻璃、背光模組(Backlight Module)等。LCD 標準生產流程，如圖 2-6。

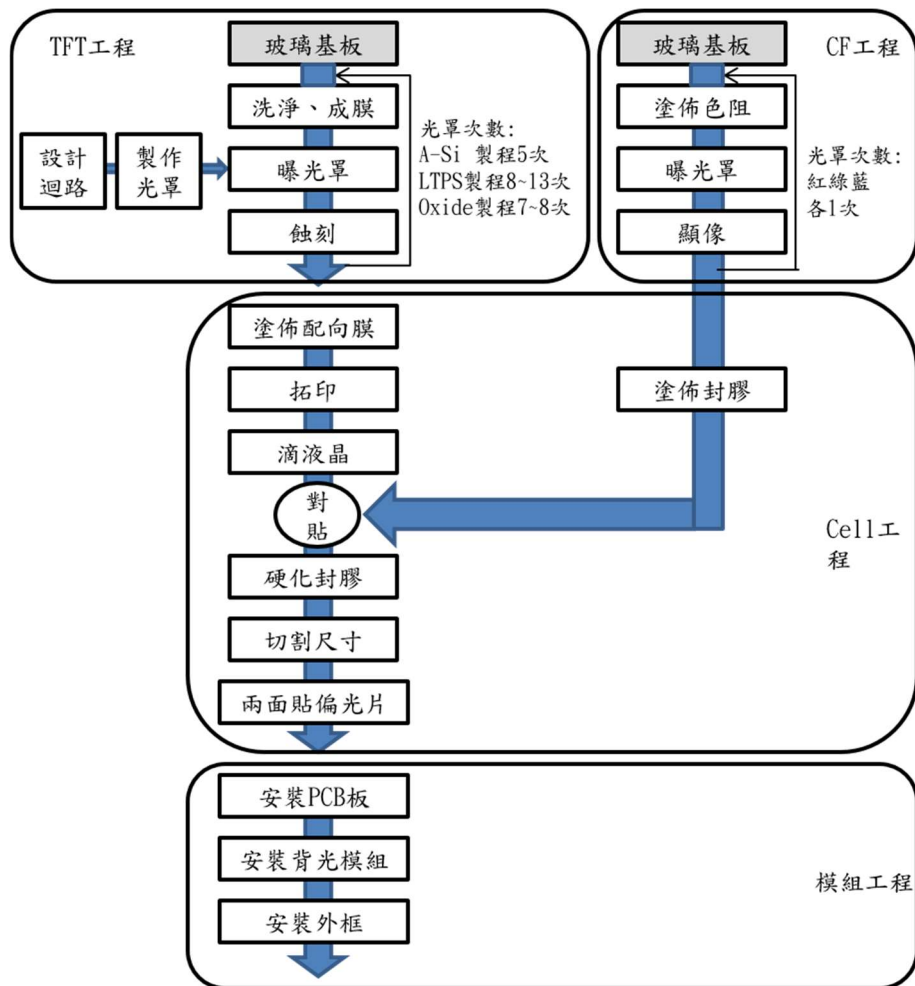


圖 2-6 LCD 面板之生產流程

資料來源：日本瑞穗證券調查部(2017)

OLED 面板為兩片玻璃中夾著一層有機發光層。源自 1987 年柯達公司 Rochester 實驗室的鄧青雲團隊使用類似半導體 PN 的雙層有機結構作出低電壓、高效率的光發射器後，奠定了 OLED 的發展。OLED 整個結構層中包括：電洞傳輸層 (HTL)、發光層 (EL) 與電子傳輸層 (ETL)。供應電壓讓正極電洞與陰極電子在發光層中結合產生光子，依材料特性不同，會發出紅、綠和藍三原色構成色彩。OLED 的特性是自發光，與 LCD 需要背光不同，因此可視角大和亮度高，因驅動電壓低而省電，加上對比高、反應快、構造簡單，成本低等優勢。其發展史如表 2-2，其生產標準流程如圖 2-7。

表 2-2 OLED 發展史

年代	OLED 發展歷史
1987	柯達 Rochester 實驗室鄧青雲 Team 成功地使用類似半導體 PN 結的雙層有機結構作出了低電壓、高效率的光發射器
1997	Pioneer 將 OLED 商品化，應用在汽車音響的顯示器
2007	於 CES 展，SONY 推出 11 吋和 27 吋 OLED TV
2008	於 CES 展，三星推出 31 吋 OLED TV
2013	於 CES 展，LG 推出 55 吋和 65 吋曲面 OLED TV

資料來源：本研究整理

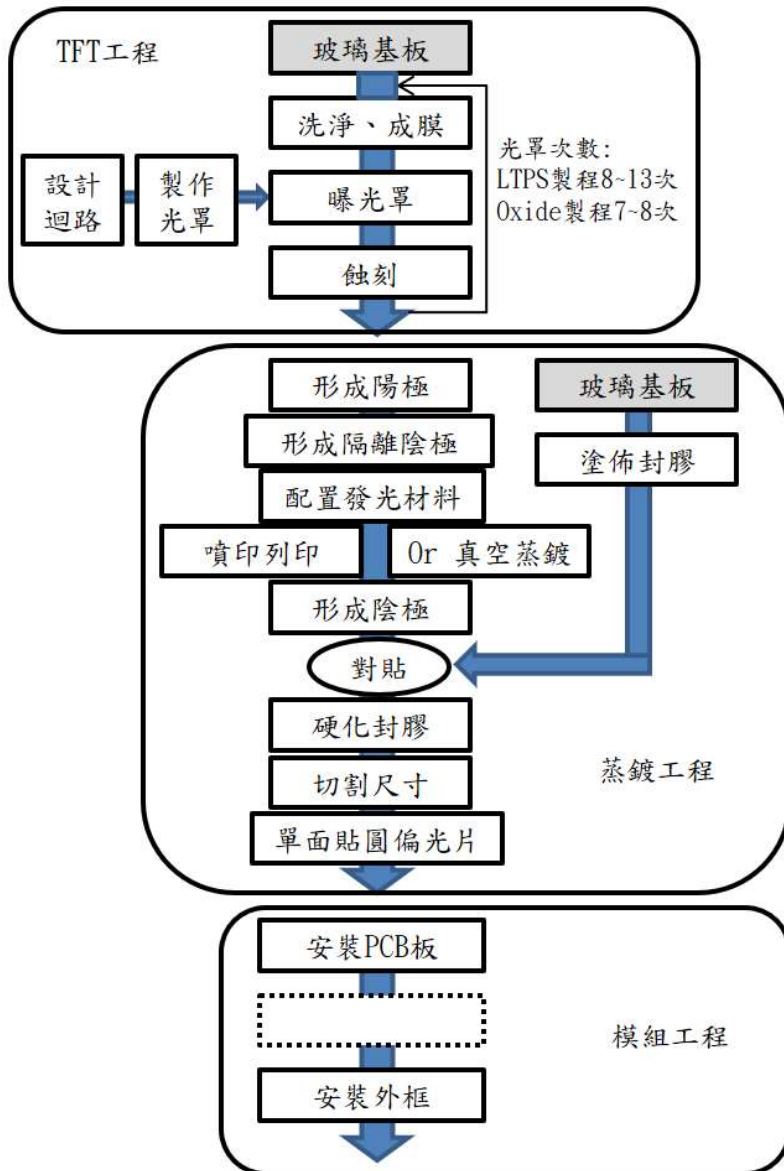


圖 2-7 OLED 面板之生產流程

資料來源：日本瑞穗證券調查部(2017)

LED 是用電激發光的半導體電子元件，由三價與五價元素所組成。LED 始於 1962 年，初期僅能發出低光度紅光，後續開發出其他單色光且亮度提升到照明用光源。當電流通過 LED 時，電子與電洞重合而發出單色光為電激發效應，而光的波長會與半導體種類與摻入的元素相關。LED 比傳統光源更具高效率、長壽命、快反應速度及高可靠性的特性。現階段主要使用在照明及 LCD 背光上，而在中國擴產下，LED 價格日益下跌。

LED 晶圓製作是將基片（種類有藍寶石和碳化矽、矽）加熱後，以化學氣相沉積（MOCVD, Metal-organic Chemical Vapor Deposition）將氣態化合物均勻地覆蓋到基片表面，生長出單晶薄膜，此製程稱為磊晶，單晶薄膜稱為外延片。此外延片要再製作出 P 電極及 N 電極。接下來就用雷射或蝕刻進行切割形成 LED 晶片。Micro LED 則是切割成尺寸小至 μm 等級的 LED 晶片。

LED 對 LCD 而言，是被應用在 LCD 背光模組。因 LCD 是一個非自發光的顯示元件，需有背光源。將黃色螢光粉封裝到藍光 LED 晶片後可製成白光 LED 來取代原有的陰極燈管。因 LCD 非自發光，經由偏光片、玻璃及液晶後，其光穿透率僅剩 7% 以下，光使用效率低，因此在室外環境下亮度無法超過 1000nits。加上藍光 LED 封裝黃色螢光粉後的白光 LED 的色飽和度不如三原色 LED（紅光 LED、綠光 LED、藍光 LED），因此 LCD 產品僅達 NTSC（1952 年 12 月由美國國家電視系統委員會 National Television System Committee，制定的彩色電視廣播標準）72%，其影像和色彩辨識度偏低。而 Micro LED 顯示器是利用微小且個別的 LED 晶片排列成像素來進行顯示影像及色彩的一種輸出裝置，因此直接利用三原色 LED 做為自發光像素的 Micro LED 顯示器，色彩飽和度可達 NTSC 140%，是顯示器的最佳解。其生產流程如圖 2-8。

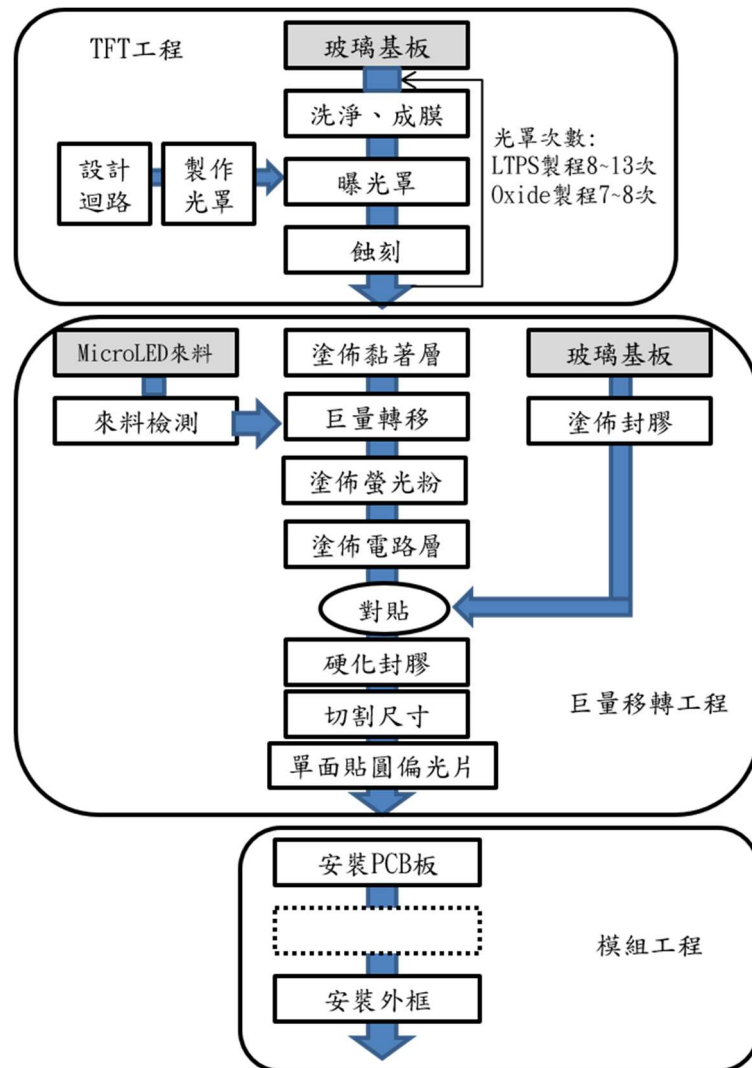


圖 2-8 Micro LED 面板之生產流程

資料來源：整理自日本瑞穗證券調查部(2017)

Micro LED 顯示器特性優於 LCD 或 OLED，所應用領域更為廣泛。雖然如 Luxvue、Mikro Mesa、SONY 等公司皆已有多種專利，但因 Micro LED 顯示器仍尚未有標準結構、製程與電路設計，所以面板廠仍可於專利上持續佈局。2016 年 Micro LED 顯示器曾被政府列入組成新產品開發的國家隊，因尚無成熟的量產技術，仍由各面板廠自行進行開發。

Micro LED 顯示器的技術不是從顯示器開始發展的，而是由照明 LED 演化來的。Micro LED 顯示器就是數以千計、萬計以上的 Micro LED 元件精準地排放在玻璃上構成像素。而這些 Micro LED 的供應是需要來自 LED 廠的開發及供給的。

2016 年起，LED 廠也投入 Micro LED 供料的陣容。因 Micro LED 顯示器的關鍵製程包含 LED 晶圓來料良率、巨量轉移良率及檢測維修良率。因此對 LED 廠而言，LED 晶圓製作時的良率提升及檢測能力是研發的重點；而對面板廠而言，巨量轉移技術的困難點在於將數以萬計的 Micro LED 由晶圓精準地拿取、搬運及置放到承載玻璃或電路板上。Micro LED 顯示器量產流程是 LED 廠提供 Micro LED，於面板廠進行巨量轉移、封裝、檢測在包裝出貨等生產流程。

Micro LED 顯示器，最早是來自 SONY 2012 年展示 55 吋 FHD「Crystal LED 顯示器」原型機，將 LED chip 黏著於電路基板上，以 6.2 百萬(1920x1080x3)顆 LED 做為高解析的像素，其對比百萬比一，色飽和度 NTSC140%，且反應時間快和使用壽命長。但因生產技術尚未能解決其高成本及低良率而讓 SONY 暫緩量產計畫。在 2017 年 CES 展中，SONY 以拼接式再次展現 Micro LED 顯示器，激起各面板廠的上下游廠商研發 Micro LED 顯示器相關製程以追求新商機。Micro LED 發展史如表 2-3。

表 2-3 Micro LED 顯示器發展史

年代	Micro LCD 發展歷史
2012	SONY 展示 55 吋 FHD「Crystal LED Display」原型機，以表面黏著技術，將 LED chip 黏著於電路基板上，高達 6.2 百萬(1920x1080x3)顆 LED chip 做為高解析的顯示像素，對比可達百萬比一，色飽和度可達 140% NTSC
2016	SONY 展示 9.7M*2.7M 的拼接型顯示螢幕「CLEDIS」(Crystal LED Integrated Structure)，解析度高達 8K2K，共由 144 塊 40.3 cm x 45.3 cm 併裝式 Micro LED 顯示器組成
2018	三星顯示器於 CES2018 展示 146 吋併裝式 Micro LED 顯示器

資料來源：本研究整理

LCD 及 OLED 顯示技術已量產且售價親民，考量 Micro LED 顯示器導入初期成本很高。Micro LED 顯示器初期應用會在商用看板、大型電視。LCD 與 OLED 技術在 G11 面板廠也有最大 120 吋的限制。對於無尺寸侷限的拼接式 Micro LED 顯示器，120 吋以上的電視及電子看板的需求將是最佳的商機。而小於 120 吋的電視需求，憑藉 Micro LED 顯示器的高亮度，高對比及高可靠度亦可成為高價機種。就 Micro LED 顯示器初期的產品定位而言，是不會衝擊到中低價位的電視機種。

顯示器面板趨勢已轉為自發光型態發展，促成 OLED 及 Micro LED 顯示器技術的崛起。Micro LED 顯示器是 LED 直接以點光原型態發光。Micro LED 亮度可超過 5,000 nits，在陽光直射下依然清晰，其耗能為 LCD 10 %，OLED 的一半。對 Micro LED 顯示器來說，LED 晶圓來料均勻度、巨量轉移良率、修復、驅動電路設計、檢測等都有待開發出量產架構，目標是單片的像素須達到 99.9999 % 良率方可能符合與 LCD 及 OLED 的出貨水準，這皆為研發的課題。

Micro LED 顯示器已發展十數年，台灣面板廠像是友達光電、群創、晶電、錙創、工研院等都在研發；國際大廠方面，例如日亞化、夏普(Sharp)、Sony、京東方、華星光電，甚至三星顯示器與 LG 顯示器也在進行研發。

對面板廠而言，在 Micro LED 顯示器量產上，現有玻璃背板的製程無需轉換，主要是投資在於巨量轉移設備及檢測維修機台後可量產 Micro LED 顯示器，投資金額較建 OLED 新廠的資本支出低。

第二節 科技產業競爭相關文獻

一、跳蛙策略

或稱跳島戰略。跳蛙戰術是太平洋戰爭以美軍為主的同盟國軍隊為加速進逼日本本土以結束戰爭，而策略性跳過亞太某些日軍佔領島嶼的戰術。雖跳蛙策略是美軍在第二次世界大戰新的戰術，在現今高科技產業裏，跳蛙策略也是企業創新時常用戰術之一。如跳過競爭者現有技術而直接發展下一代新技術，如晶圓代工在最小奈米技術的競爭。在面板產業，研發 Micro LED 顯示器即是跳過 OLED 量產所追求的跳蛙策略。

二、反托拉斯法

競爭法 (Competition Law) 是一種透過規範企業的反競爭行為來達成促進或維持市場競爭之法律。競爭法在美國與歐盟稱為反托拉斯法，在中國與俄羅斯稱為反壟斷法，在臺灣則稱為公平交易法，在英國與澳洲稱為交易行為法。競爭法的歷史可追溯到羅馬

帝國時期。當時的市場商人、公會及政府的商業行為都會受到審查，若違反將受到嚴厲的制裁。因全球化會讓競爭法更凸顯出其重要性。

LCD 面板生產初期集中在台灣、韓國及日本 10 家廠商，包括台灣友達光電、奇美電子、中華映管、韓國三星電子、LG 顯示器、日本 SHARP、SEKO-EPSON、東芝、松下顯示器及 NEC 液晶技術。LCD 價格操縱調查始於 2006 年 12 月，當時美國司法部、歐盟貿易委員會、日本和韓國的公平貿易委員會先後向韓國三星電子、LG 顯示器、日本夏普、NEC，以及台灣面板廠發出了涉嫌操縱面板價格的反壟斷調查。在 2001~2006 年間，LG 顯示器與中華映管聯手向多家品牌商哄抬所銷售的 LCD 面板價格；夏普與其它面板廠商聯手向戴爾、摩托羅拉和蘋果電腦哄抬所銷售的 LCD 面板價格。美國司法部門認定，面板廠相互交換信息，並在報價達成了協議。被告面板廠意識到價格壟斷將被判罰款及刑罰的嚴重性，大多數於 2008 年 11 月底認罪，與美國司法部達成認罪與罰款。這 LCD 面板價格聯合壟斷案分成兩種階段，第一階段由美國司法部 2006 年 12 月主動調查操縱 LCD 面板價格至 2008 年 11 月陸續被認定犯行。第二種階段由 2009 年下游品牌商控告面板製造商聯合壟斷 LCD 面板價格損害其利益。最終合計 8 家面板廠違反了競爭法導致金錢及信譽的損失。

三、藍海策略

W. Chan Kim & Renée Mauborgne (2005)所提出藍海策略，是將企業所慣用的低成本、搶市占率、薄利多銷等商業手法稱為紅海策略。為現今市場競爭中企業競爭力衰退找出根因，並提出脫離紅海走入藍海、開創全新市場、創造獨特價值等商業手段作為解決方案。藉著「削價競爭」所代表的紅海市場與「開創市場」所代表的藍海市場進行對照，附上全球知名企業之實例為佐證，顛覆傳統思維，以創意為企業尋找生存之道。所謂的藍海就是不完全競爭的市場，這個市場競爭者少或尚未有競爭者，由於進入者少的關係，對於商品價格，消費者沒有辦法做價格上的比較，企業可藉高售價來獲取高利潤，並以差異性來吸引消費者。在藍海中只要企業足夠的創意與創新就能獲取高額的報酬，大部份獲利因不需進行大規模的設備投資而得以保留下來。

第三節 市場與產品創新策略相關文獻

Clayton M. Christensen提出破壞性創新，是指將產品或服務透過科技性的創新，並以特色瞄準特殊目標的消費族群，突破現有市場所能預期的消費改變。破壞性創新是可以擴大並開發新市場。反過來，也有可能破壞與現有市場之間的聯繫。Clayton M. Christensen定義破壞性創新是針對顧客設計的新產品或新服務。破壞性創新在技術上往往是簡潔的，利用現有的零件群依某種產品架構運作，提供比舊方法更簡潔的方案。破壞性創新在成熟市場提供較少的客戶，所以一開始是較難被採用的。而在遙遠新興市場和非主流市場，破壞性創新提供了不同的貢獻。Clayton M. Christensen表示破壞性創新，可能會對已成功並管理良好的公司造成傷害，且會影響他們的客戶、研發與發展。這些公司往往忽略最容易受到破壞性創新影響的市場，因為這種市場獲利少，無法提供建立大公司所需的成長率。

第四節 系統動力學之相關文獻

系統動力學(System Dynamics)，是美國麻省理工史隆管理學院 Jay W. Forrester 於 1950 年代整合了系統理論、控制論、伺服機械學、資訊理論、決策理論以及電腦模擬所發展的。系統動力學是過程導向的研究方法，以因果回饋的環路來分析。

系統動力學對問題的解析是基於系統行為與內在機制間的相互關係，透過建立數學模型及參數設定去探討其因果，系統動力學稱之為結構。也就是一組環環相扣的行動或決策所構成的環路。構成系統動力學結構的主要元件包含「流」(flow)、「積量」(level)、「率量」(rate)、「輔助變數」(auxiliary)。系統動力學將組織運作以六種流來表示，包括訂單(order)流、人員(people)流、錢(money)流、設備(equipment)流、物料流(material)與資訊(information)流。這六種流歸納了組織運作所包含的基本結構，積量表示可隨時間遞移而累積或減少的事物，如存貨、人數。它代表某一時間點的狀態。率量表示某一個積量，在單位時間內量的變化，如數量增減，可為資訊處理與轉換成行動的變化點。輔助變數有三種，資訊處理的中間過程、參數值或測試函數。

系統動力學的建模基本單位是環路。環路是由現況、目標以及現況(積量)與目標間差距所產生的調節行動(率量)所構成的，環路包含消除目標與現況間落差的負環和自我

增強的正環，系統的行為則是環路間彼此力量消長的過程。此外還包括時間滯延的過程。系統動力學的建模過程，就是透過系統內六種流的交互運作過程，了解不同流之中得積量的變化與影響積量的各種率量行為。而導入系統動力學(System Dynamics)的原則：

1. 為解決問題而建立模型。不純為某個系統建立通用的模型。
2. 專案開始時先整合模型，並專注將模型套用在執行面。
3. 對於模型的價值要保持懷疑的態度，在專案開始時須了解為什麼需要模型。
4. 系統動力學需要搭配其他的工具及方法。
5. 需要客戶及顧問持續反覆地討論。
6. 及早建立初步模型並開始運用。必要時再加入更多細節。
7. 模型的適用範圍比細節重要。重要的是參數間的交互作用。

動態能力理論：指企業為讓產品快速上市、有效率地掌握商機，以及能否持續地建立、調適、重組其內外部的各項資源與知識來達到競爭優勢的一種彈性能力。 Teece et al.(1997)曾定義「動態能力」是公司整合、建立及重新配置內外能力來應付快速變動環境的能力。因此「動態能力」可以被視為一項潛在及新興的整合方法，以了解競爭優勢的來源。而造成動態複雜(Dynamic complexity)的成因，是因為系統具有下列特性：

1. 動態(Dynamics)：系統中的每個元素都隨時間而變化。
2. 緊密耦合(Tightly coupled)：系統中的每個元素彼此密切地互相影響。
3. 回饋影響(Governed by feedback)：行動影響系統狀態及元素，讓系統狀態改變行動
4. 非線性：果和因不直接相關。
5. 歷史依賴(History-dependent)：選擇一個做法就排除其他做法，許多影響是不可逆轉的。
6. 自我組織(Self-organizing)：系統的動態來自於系統的內部結構。
7. 自我調適：系統中的個體，其能力及決策方式，會隨時間而改變。
8. 違反直覺的：因果在時間或空間的距離是遠的，在短期或近距調查會治標不治本
9. 政策反制(Policy resistant)：看似明顯的解決方法事實上是無效的，甚至會使情況惡化。
10. Characterized by trade-offs：回饋結構內的時間延遲經常使得某個行動的長期效應和

短期效應是相反的。因此，某種決策可能會導致短期情況惡化，但長期情況改善或反之。
如研發費用增加，短期盈利降低但有助長期盈利。

第三章 研究方法與研究設計

第一節 研究方法

本研究為一新顯示技術研發之研究設計，以系統動力學的質化研究為主要研究方法。本研究以面板廠為研究對象。本研究資料蒐集為初級及次級資料。初級資料包含個案企業所公開之資料、個案企業網站、財務報告。次級資料部分，包含國內相關研究機構專案報告、相關碩博士論文、期刊論文及新聞與雜誌報導。

第二節 研究設計

本研究以系統動力學的質性研究為研究主軸，系統動力學是建立於四基礎上，包括：資訊回饋系統理論(Information feedback system)、決策制訂流程(Decesion-Making Process)、實驗方式的系統分析法(Experimental Approach to system Analysis)與電腦模擬(Digital computers)四大基礎，為一個可用來研究動態系統的分析方法。回饋環路是系統動力學探討動態系統的基本原則，能呈現回饋環路所能運作而產生系統的增長、目標追求或是振盪行為。其基本元件包含線流圖(stock-flow diagram)、積量(stock)、率量(flow)、輔助變數(auxiliary)與關係(wire)。因本研究採質性研究，使用系統動力學中的質性元件，包括輔助變數與關係構成的因果關係以及該關係形成的因果回饋圖為分析工具。

系統動力學基本元件，如圖 3-1 正相關圖，是變數 X 增加或減少時，變數 Y 則正向對應的增加或減少；而如圖 3-2 負相關圖，是變數 X 增加或減少，則變數 Y 則反向對應的減少或增加。而圖 3-3 的延遲符號表示變數會有延遲反應。

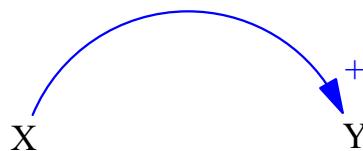


圖 3-1 正相關圖(箭頭上方之+號為正相關符號)

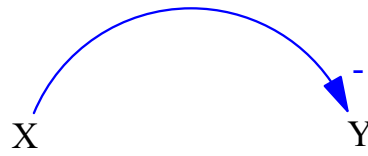


圖 3-2 負相關圖(箭頭上方之-號為正相關符號)

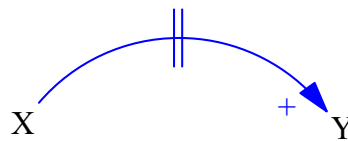


圖 3-3 延遲環路圖(箭頭中央之=號為延遲符號)

Sterman(2000)定義系統動力學為一種在複雜系統中學習的方法，用來了解策略決策的阻力來源以及有效的決策，包涵了四個重要的觀念，其一是為社群或企業做出政策或決策的制定，其二是經系統思考，思考一個系統在一段時間內連續的過程中，其組成與子系統在事件發生時所呈現非線性因果關係，其三形成回饋的結構來呈現出系統各成份間的連鎖性變動及影響，讓當中的決策改變造成影響未來的決策過程，

Weick(1979)則認為因果回饋環路(Causal-loop)的結構是指一群循環的因果以及因子間彼此影響，而其主要分成兩種類型：如圖 3-4 為增加回饋環路(Reinforcing loops)，又稱為 R-loop 或正向環路(Positive loops)，為一不安定的產生成長或者自我增強(Self-reinforcing)過程。

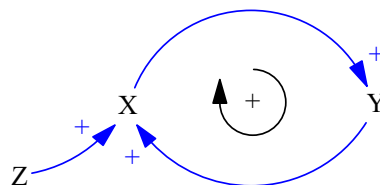


圖 3-4 正向環路圖

變數 Z(利率)提高，則變數 X(每年的利息)增加，而造成變數 Y(存款)的增加，更使得變數 X(每年的利息)增加，是成一自我增強的正向環路。

另如圖 3-5 為平衡環路(Balancing loops)，又稱為 B-loop 或負向環路(Negative loops)，為一種自我調節(Self-regulating)、自我均衡(Self-equilibrating)過程，係根據目標呈現波動狀態終究達到均衡或自我調節的過程。

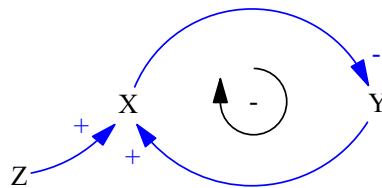


圖 3-5 負向環路圖

預設基金每年的投資報酬率為零時，變數 Z(基金管理費率)提高，則變數 X(每年的基金管理費)增加，造成變數 Y(基金淨值)的減少，使得變數 X(每年的基金管理費)減少，成一自我調節的負向環路。

形成積量與流量(Stock and Flow)的結構，因非本研究所使用的質化研究之工具，故不做補充說明。

表 3-1 系統動力學大事表

年代	系統動力學大事表
1956	Jay W. Forrester 整合了系統理論、控制論、伺服機械學、資訊理論、決策理論以及電腦模擬
1961	Jay W. Forrester 出版 Industrial Dynamics
1972	The Club of Rome 以系統動力學原理為基礎，出版 Limits to Growth
2006	Sterman, John 出版 Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World

資料來源：本研究整理

第四章 電視顯示器發展之動態策略規劃

第一節 CRT 電視與 LCD 電視世代交替之動態分析

顯示器隨著科技的發展而從 1950~2016 年間有了 CRT、背投、PDP、LCD、OLED 及 Micro LED 等顯示技術的應用，如圖 4-1 所示。



圖 4-1 顯示器之應用歷程

資料來源：Panasonic、LGD、SONY 網頁(2017)

CRT 電視及背投電視的機體所佔體積龐大而促成薄型電視的研發。PDP 是最先銷售的薄型電視，LCD 電視是後起者，LCD 電視隨著高解析度像素及低成本的優勢而從 2008 年起至今為電視主流。

LCD 面板最初由日本開始量產。南韓於 1995 年投入 LCD 後，在亞洲金融風暴期間，準確預測到市場會對更大尺寸 LCD 的需求而大舉投資 G5 LCD 的建廠，2003 年韓國產能超越日本而成為全球最大的 LCD 面板供應國。台灣 LCD 面板產業的興起，緣由 1997 年亞洲金融風暴重創日本企業，日本企業因應資金的需求而開始對台灣進行面板的技術移轉。如表 4-1 所示。

表 4-1 日廠技術轉移台灣之廠商明細

時間	1998	1998	1998	1999	1999	1999	1999	2001	2003	2003	2006	2011
技術提供者	松下	東芝	日本IBM	三菱	富士通	富士通	夏普	日本IBM	日立	富士通	夏普	夏普
技術轉移內容	↓ G3	↓ G3	↓ G3.5	↓ G3	↓ MVA	↓ MVA	↓ 技轉	↓ 被併購	↓ IPS	↓ 技術合作	↓ TFT 技術	↓ 光配向
技術售予者	聯友	瀚宇彩晶	達基	華映	達基	奇美電	廣輝	奇美電	瀚宇彩晶	友達	群創	群創

資料來源：整理自日本瑞穗證券調查部(2017)

台灣投入LCD是在1998年，在政府兩兆雙星的國家推動政策下，政府提供多重優惠措施以吸引國內企業投資，當時國內面板廠於全球設備投資的排行如表4-2。

表 4-2 1999~2003 年 LCD 面板廠設備投資排名

年度排名	1999	2000	2001	2002	2003
1	友達	友達	奇美電	三星	夏普
2	三星	夏普	LGD	AFPD(友達併)	LGD
3	瀚宇彩晶	三星	瀚宇彩晶	友達	奇美電
4	LGD	LGD	三洋	LGD	統寶
5	奇美電	華映	夏普	廣輝(友達併)	華映

資料來源：松野智史(2013),寬面板顯示屏 2003(日語),戰略篇,日經 BP 社,P56

台灣LCD供應鏈建構完整，如圖4-2，包含上游關鍵零組件的彩色濾光片、玻璃基板、驅動IC到下游的背光模組以及各種終端產品如電視、筆記型電腦、監視器及手機面板等，帶動台灣電子產業的發展並能創造就業機會。讓光電產業在台灣北、中、南分別形成三大產業群聚園區，於2007~2009年間LCD產能超越韓國而成為全球第一。

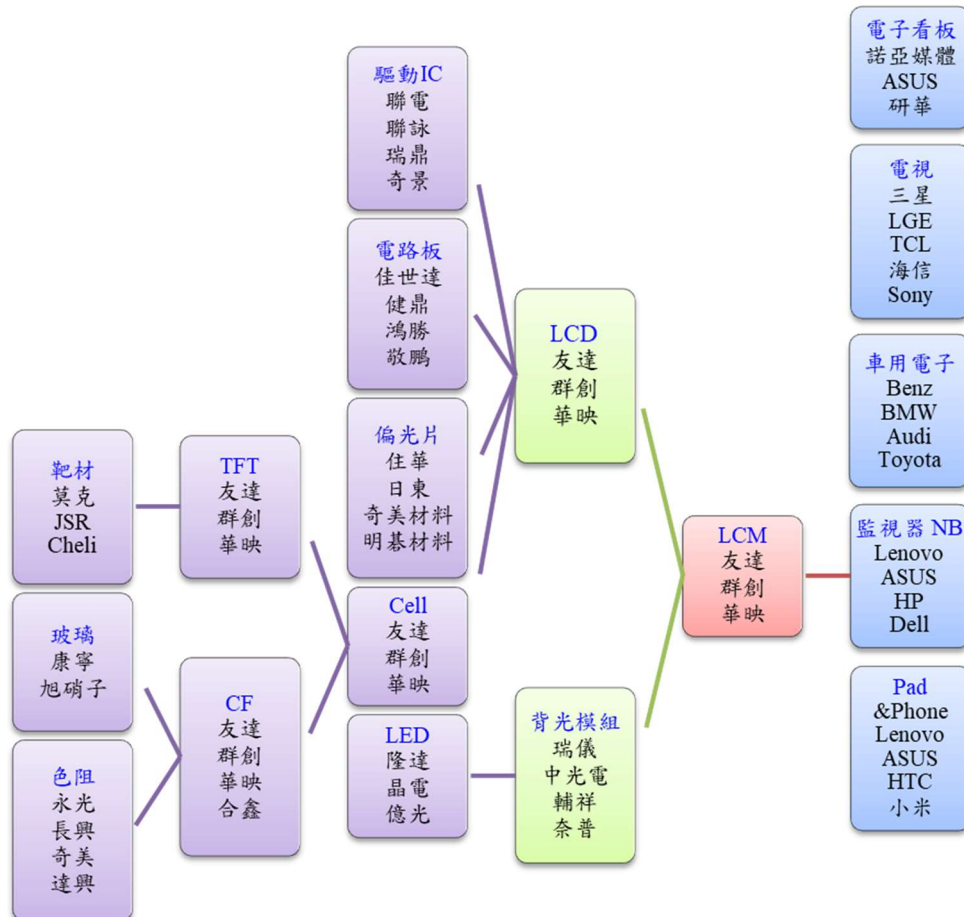


圖4-2台灣LCD供應鏈

資料來源：本研究整理

中國面板廠在中國政府補助及支援下，初期大舉投資G8面板廠。2016~2017年間中國面板廠再次投入4個G10.5級面板廠的興建。隨著2018年起產能逐漸開出後，中國將成為LCD面板的最大生產國。

關於LCD的成長曲線，2010年之前為LCD電視替代CRT的成長期，2014年後大尺寸的換機潮趨勢更為明顯。隨著經濟景氣升溫，更加速了面板尺寸增加率，如圖4-3。

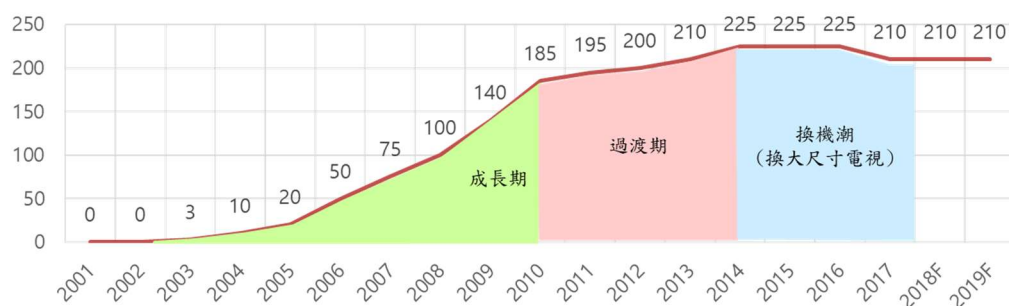


圖 4-3 LCD 電視年銷售量(單位：百萬台)及狀態

資料來源：本研究整理

LCD 顯示器是近年來技術最成熟且成本最低且能全面取代 CRT 成為現階段主流的顯示技術。LCD 初期的量產是為了筆記型電腦及監視器的螢幕的供給需求。LCD 尺寸隨著製程及設備技術的成熟而增大，進而衍生出 LCD 電視的產品線。2008 年 LCD 電視銷售量超過 CRT 電視，同尺寸 LCD 電視價格為 CRT 電視的 1.15 倍，如圖 4-4 所示。

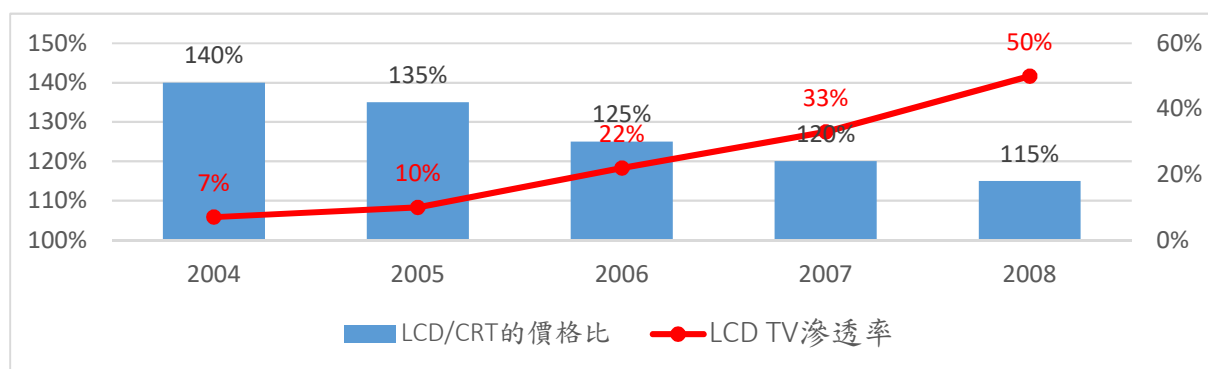


圖 4-4 LCD/CRT 價格比與 LCD 市占率之關係

資料來源：整理自 DisplaySearch(2017)、元富投顧 (2017)

經由圖 4-5 可知 CRT 電視及 LCD 電視的銷售量互為消長，而 2008 年為 CRT 電視及 LCD 電視銷售量的交替點。

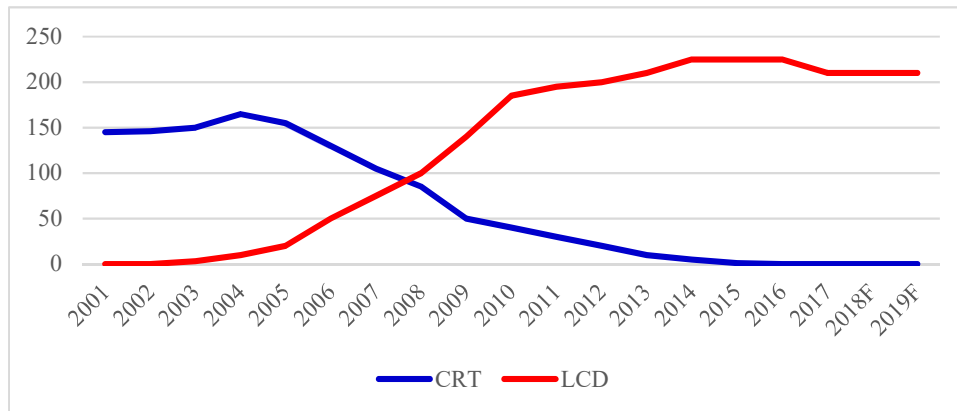


圖 4-5 全球 CRT 電視與 LCD 電視之銷售量

資料來源：整理自 Display Search(2017)

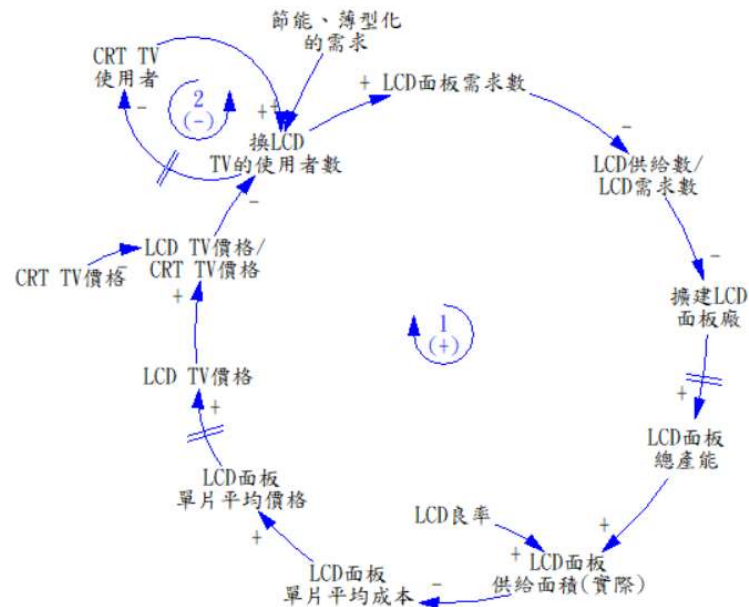


圖 4-6 LCD 電視與 CRT 電視世代交替之環路結構

LCD 電視與 CRT 電視世代交替的環路如圖 4-6 所示。LCD 初期是用來當筆記型電腦及監視器的螢幕，隨著面板製作尺寸逐漸加大後，LCD 面板產能也足夠被應用到電視。LCD 面板實際供給面積增加後，原料因量制價而便宜，費用攤提也因量而減少，進而讓 LCD 面板的成本降低，讓面板廠在保有原來利潤下，下修 LCD 面板單價，因面板占電視成本的 2/3，所以也讓 LCD 電視跟著降價。當 LCD 價格如圖 4-5 所示而逐漸降到消費者可接受的價格時，消費者在節能、超薄及輕量化的考量下，開始從原有的 CRT 電視

使用者轉為購買 LCD 電視進而推升 LCD 電視的需求量。LCD 面板需求擴大且 LCD 面板銷售獲高利潤時，使得 LCD 面板廠更願意擴建 LCD 面板產線來增產。於是待 LCD 面板擴產產能開出後，LCD 電視更能再降價來吸引更多原 CRT 電視使用者轉為 LCD 電視使用者。形成 LCD 電視供需日增的量產正環 1。而在全世界電視使用者數量持穩且固定的狀態下，原 CRT 電視使用者陸續轉為 LCD 電視使用者後，讓 CRT 電視使用者減少，進而成為讓 CRT 電視使用者減少到消失的負環 2。

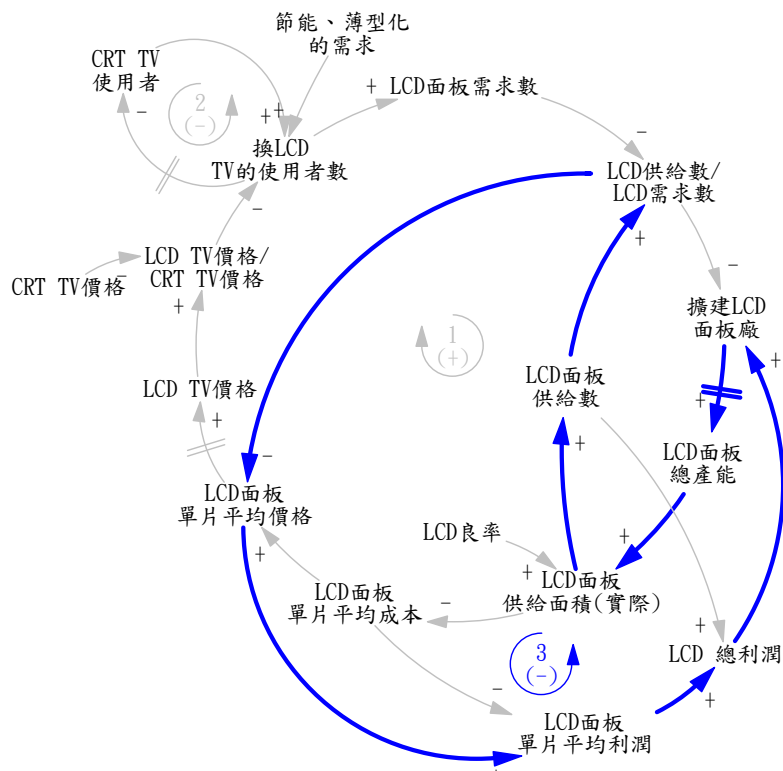


圖 4-7 LCD 擴線之遞延效應→供過於求，利潤降低

當面板廠預測 LCD 面板的未來榮景而進行擴線時，產能開出當下未必能符合當時需求量。如圖 4-7，LCD 產線擴建後，LCD 的供給增加，在需求未及跟上供給時，造成供過於求。而面板的供給過多會導致 LCD 價格、單片利潤及總利潤下跌，形成負環 3。

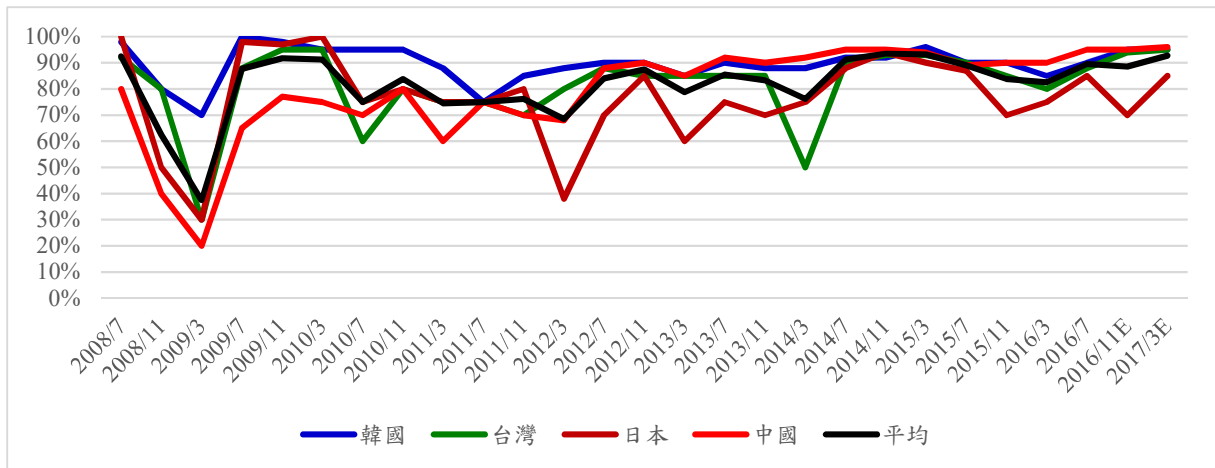


圖 4-8 各國面板廠之產能利用率

資料來源：整理自日本瑞穗證券調查部(2017)

如圖 4-8，當 LCD 面板最大產能多於所需的銷售面積時，初期面板廠為避免生產過多的產能而造成庫存，面板廠會依實際的接單量來調整產能利用率以降低 LCD 面板的供給面積，讓 LCD 供給數減少來避免面板供過於求的惡化，形成圖 4-9 的負環 4。

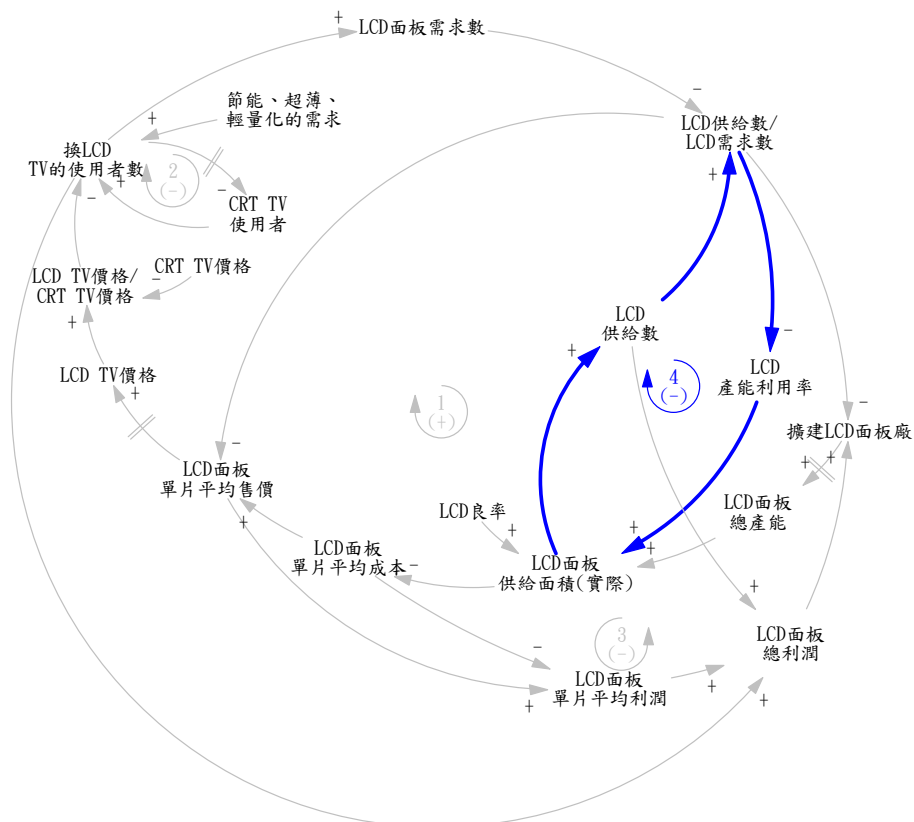


圖 4-9 面板供過於求時，以產能利用率來抑制供給之環路

LCD 隨面板尺寸的放大使得良率及品質的門檻提高而供給較少，在大尺寸面板的需求量日增下，大尺寸電視面板每單位面積的利潤較高。如圖 4-10 所示，2016 年 50 吋以上的電視出貨量所佔比率已升為 25%。中國面板廠因為是後進者，因學習曲線的關係而初期量產以 32 吋電視為主。因此大尺寸電視被韓、日、台面板廠視為與中國面板廠具差異化的產品線。

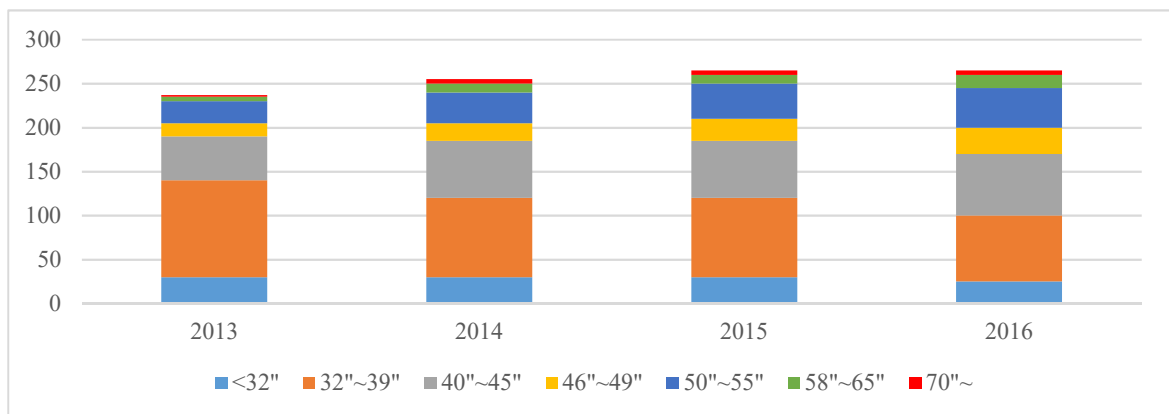


圖 4-10 2013~2016 年全球電視各尺寸出貨量(單位：百萬台)

資料來源： HIS Markit (2017)

LCD 產能供給大於需求時，除了早期消極的調降產能利用率外，中期隨著使用者對大尺寸電視的接受度提高，面板廠便可提高大尺寸電視面板生產比率，一來排除產能過剩，二來獲得更高的利潤。如圖 4-11，增加大尺寸 LCD 生產比率時，因為面板產出的供給面積是固定的，相同的 LCD 供給面積切成大尺寸 LCD 時，會讓 LCD 平均尺寸增加而 LCD 供給數減少。LCD 供給減少且尺寸變大，可提升 LCD 單片平均售價，且讓 LCD 單片平均利潤提高，讓面板廠更願意提高大尺寸的生產比例，形成正環 5。

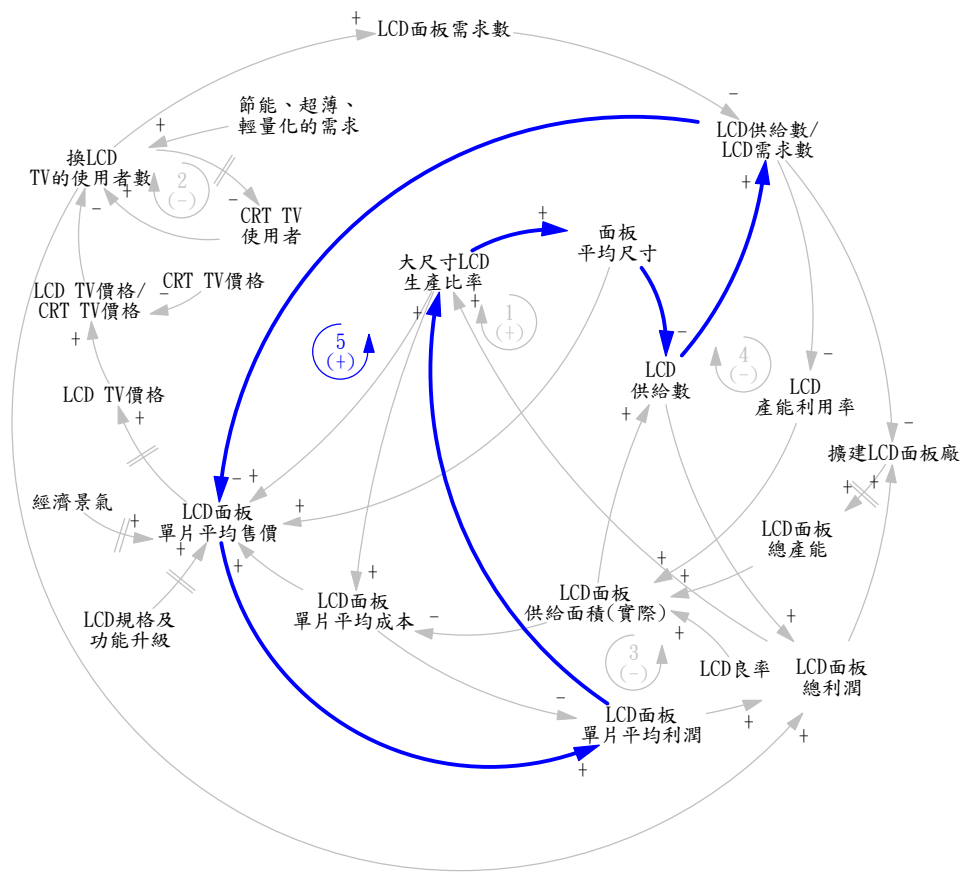


圖 4-11 面板廠提高大尺寸生產比率來提高 LCD 單片平均利潤之正環路

同時，如圖 4-12，提高大尺寸 LCD 的生產比率而會讓所供給的面板平均尺寸增加。因為面板廠所產出的 LCD 面積是固定，因此會隨著面板平均尺寸的平方比增加而成反比的減少。而 LCD 的供給數減少，會讓面板廠利潤變少而形成負環 6。

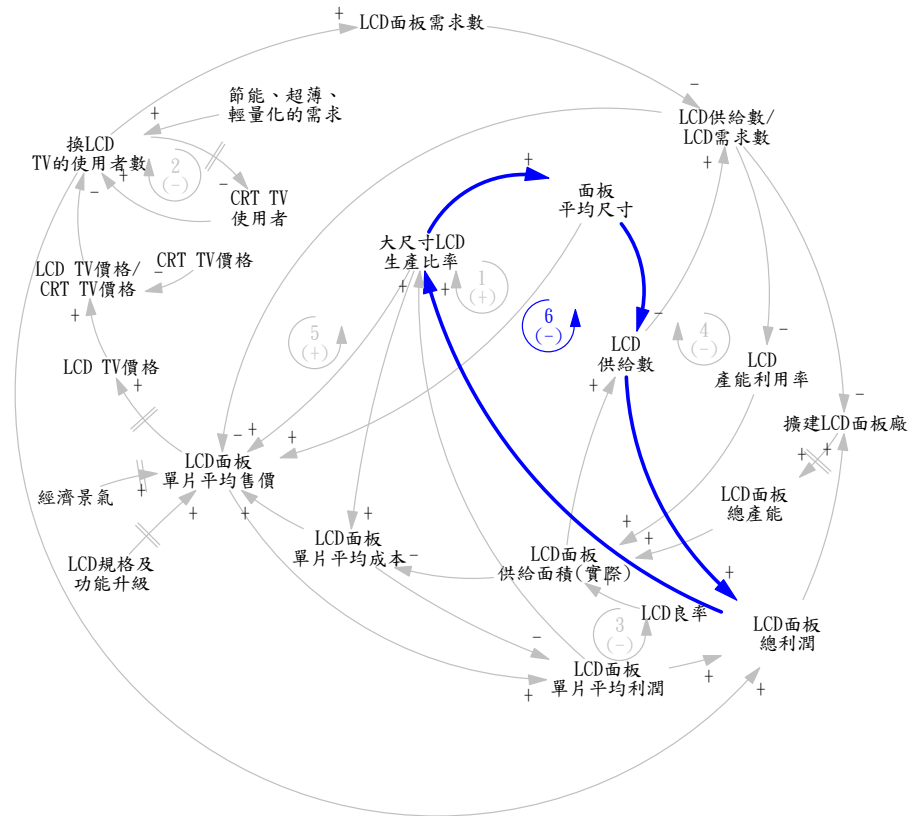


圖 4-12 面板尺寸擴大之上限環路(面板供給量減少)

各面板廠在 LCD 單片平均利潤的正環 5 及 LCD 供給數的負環 6 之間尋得最佳利潤後，會維持各自的大尺寸面板的生產比率。如圖 4-13，友達光電 50 吋以上面板生產比率為例，2013Q1 的 13% 提升到 2015 年的 30% 後，持平至 2017 年，以友達光電而言，大尺寸面板佔 30% 生產比率時為最佳獲利。

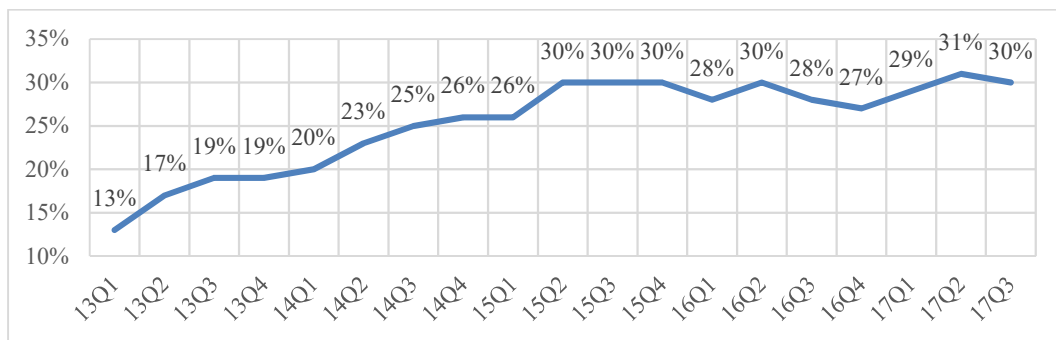


圖 4-13 2013~2017 年友達光電大於 50 吋之生產比率

資料來源：本研究整理

如圖 4-14 所示，LCD 電視 2017 年相較 2010 年尺寸成長為 1.4 倍(33.2”→44.7”)，銷售面積成長為 1.65 倍。以全球電視銷售面積提高跟銷售數持平來對照，將可預見 2018 年大尺寸電視的尺寸成長會加速。

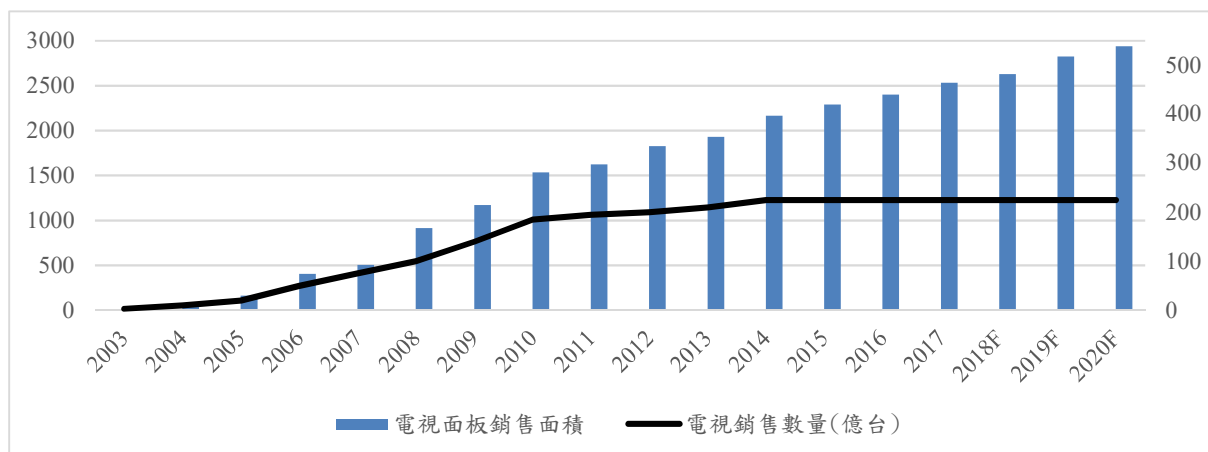


圖 4-14 電視面板銷售面積(15 吋面積為基準，每百萬片)與電視銷售之趨勢

資料來源：整理自日本瑞穗證券調查部(2017)

在主流的 LCD 電視當中，新顯示技術的 OLED 電視逐漸崛起。隨韓國 LG 顯示器近年來致力於研發大尺寸 OLED 面板並建立專利佈局及技術門檻，因此 2013 年至今，僅韓國 LG 顯示器有能力量產大尺寸 OLED 面板。OLED 供應鏈如表 4-3 所示。

表 4-3 OLED 供應鏈

原材	有機發光材	專利	TFT	驅動 IC	電路板	設備
康寧、旭硝子(玻璃)	Merck	三星顯示器	三星顯示器	三星電子	日本旗勝	ToKKi
住友、LG(圓偏片)	UDC	LG 顯示器	LG 顯示器	德州儀器	住友電工	ULVAC
封裝膠(杜邦、3M)	陶氏			高通		

資料來源：本研究整理

OLED 電視面板於 2013 年開始量產。現階段 LG 顯示器 White OLED 為目前大尺寸 OLED 電視量產的領先者。LG 顯示器選擇了以單一藍色加入螢光粉的 White OLED 技術來佈局專利、開發並扶植設備商而獨佔了 OLED 電視的市場，讓各品牌商的高階電視接連開始採用大尺寸 OLED 面板。雖 OLED 的設備成本高於 LCD，考量 OLED 本身無須背光模組，OLED 材料成本反而低於 LCD。隨著設備的逐年攤提，長期而言同尺寸 OLED 成本可快速逼近 LCD。雖 OLED 顯示器是俱有對比高及響應速度快的優勢，但仍有亮度無法提升及色彩衰減及影像烙印的缺點。

如圖 4-15 所示，LG 顯示器的大尺寸 OLED 供給面積持續增加，隨著產量增加讓原料以量制價地而便宜加上費用攤提也因量而減少，讓 OLED 面板成本持續地降低而形成如圖 4-15 右方粉紅色正環所示的類似於當初 LCD 吸引 CRT 使用者的產能擴充與價格下降的效果，以促使 OLED 面板及 OLED 電視的降價來吸引 LCD 電視換機使用者。然而就全球電視銷售量 2.3 億台，OLED 電視面板僅有 LG 顯示器獨家量產，2017 年產能 160 萬台(市佔率 0.7%)，2012 年僅能擴產到 660 萬台(市佔率約 2.9%)，因此 OLED 電視面板受到產量侷限。除了產能少外，由於中國 G10.5 以上 LCD 面板廠持續的擴建，2018 年後在 LCD 龐大產能下，大尺寸 OLED 電視降價將追不上大尺寸 LCD 電視的物美價廉而更加地侷限大尺寸 OLED 電視需求的成長。讓 OLED 電視僅出現在小規模的利基市場。

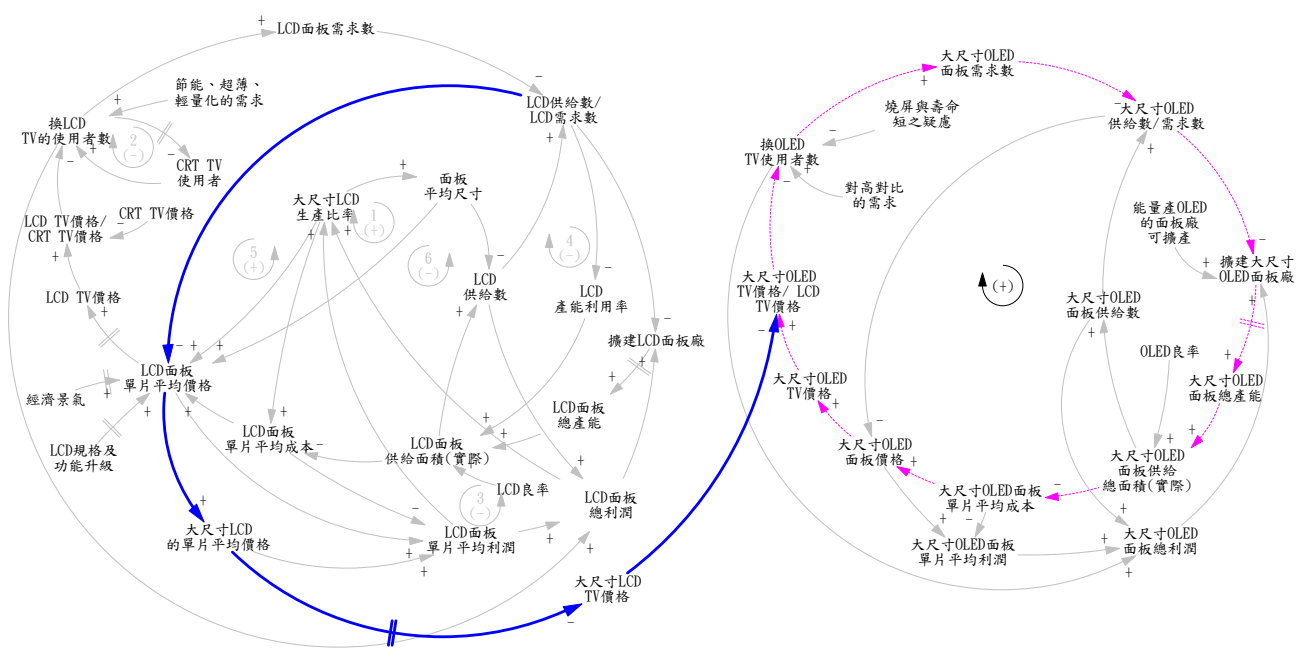


圖 4-15 LCD 供過於求會抑制大尺寸 OLED 的替代

第二節 Micro LED 顯示器之產品定位

OLED 電視的優勢是 LCD 電視所沒的高對比及快響應速度，因此 OLED 電視的使用者屬於對影像及電競需求高的少數用戶群。而對一般使用者而言，在電視影視功能上是無差異的。相較於 LCD 電視藉以薄型化的優勢來取代 CRT 電視，OLED 電視對多數的電視使用者來說並無購買的吸引力。

不同於 OLED，Micro LED 顯示器包含了 OLED 電視的所有優勢外，其最大的優勢在於外型尺寸無限制、高亮度及高可靠性。Micro LED 顯示器可應用在各種尺寸外型及戶外惡劣環境而開拓了更多的新應用，如戶外螢幕、交通號誌、廣告看板及汽車顯示器及車燈等。相較之下，OLED 電視與 LCD 電視的市場重疊性高。

Micro LED 顯示器的發展已有 12 年，初期因為 LED 的高成本一直以來讓面板廠對 Micro LED 顯示器卻步。伴隨著中國大舉投資 LED，LED 成本逐年降低，現階段 Micro LED 顯示器便有機會在成本下進行量產。Sony 和三星顯示器所展示其 Micro LED 顯示器的成果，讓所有面板廠對 Micro LED 顯示器量產更具信心。

因 G11 面板廠最大僅能製作出 120 吋面板，加上 LCD 或 OLED 無法以拼接方式進行尺寸擴充，因此對 120 吋以上商用看板的市場未被滿足。而 Micro LED 因亮度強，僅需單顆佔像素面積 1% 的微小 LED 顆粒即可發亮整顆像素的特性，使其可發揮其無縫拼接的優勢。因此 Micro LED 顯示器可應用在電影院、巨幅顯示看板等其專屬的市場及商機。如表 4-4 為 Micro LED 顯示器之 SWOT。

表 4-4 Micro LED 顯示器之 SWOT

優勢 1. 兼具顯示所有優點 2. 可併接式，無尺寸限制	劣勢 1. 供應鏈未建立 2. 量產製程及設備 研發中
機會 1. 可整合感測器在面板 2. 更適用於 VR 及 AR	威脅 1. 成本高於 LCD 及 OLED 2. SONY 及三星顯示器已開發成功

資料來源：本研究整理

Micro LED 顯示器的專利已被佈局多年且百家爭鳴，考量研發的時效性，面板廠大多選擇與現有專利持有者進行共同研發。而專利持有者希望透過量產收取每片專利金的方式來營利。因專利持有者間彼此掌握不同的製程技術及巨量轉移技術，Micro LED 顯示器的研發歷程，將因技術分歧而衍生不同的特色。而現階段 Micro LED 顯示器研發問題點如表 4-5 所示。

表 4-5 Micro LED 顯示器研發之問題點

站別	供應商	技術問題	量產問題
Micro LED 的建構	LED 廠	1. 磊晶後良率、均質的檢測 2. 微小精密切割或蝕刻	1. Micro LED 的尺寸設計及光學規劃 2. 無塵室潔淨度及設備精密度的提升
巨量轉移技術	面板廠	巨量轉移良率、產能	須開發量產機台
檢測維修技術	面板廠	不良像素的檢測及維修	須開發檢測及維修設備

資料來源：整理自 Tech News (2017)

現今主流顯示技術為 LCD、OLED 及 Micro LED，LCD 電視性價比高，OLED 電視對比高、反應時間快而被做為旗艦機種。而 Micro LED 電視是最長使用壽命、最高對比甚至是最快反應時間的終極電視產品。其比較如表 4-6。

表 4-6 各顯示技術之比較

顯示技術	LCD	OLED	Micro LED
發光模式	背光	自發光	自發光
對比	5000:1	∞	∞
壽命	中	短	長
響應時間	mSec(10^{-2} 秒)	μ Sec(10^{-6} 秒)	nSec(10^{-9} 秒)
操作溫度(°C)	-40~100	-30~85	-100~120
材料成本	中	低	高
設備成本	低	中	高

資料來源：整理自 Tech News (2017)

Micro LED 顯示器量產關鍵在於 LED 廠提供高良率且低成本的 Micro LED 晶圓讓面板廠透過巨量轉移技術，將 Micro LED 巨量地轉移到承載玻璃或電路板後，再進行品質測試及維修。而 Micro LED 單片像素良率需須達 99.9999%，才能達到 LCD 及 OLED 出貨水準。是深具技術門檻的研發，須累積製程及設備研發的能量。因為 Micro LED 顯示器的特性優於 LCD 及 OLED，對每家面板廠而言為避免失去了未來的商機，研發 Micro LED 顯示器是一個必然的選項。在研發 Micro LED 顯示器當中，同步建立完整的供應鏈是為量產做準備。如表 4-7，現階段製程仍在研發中，供應鏈所欠缺的是量產設備。

表 4-7 Micro LED 供應鏈

LED 磊晶	Micro LED	巨量移轉	TFT	驅動 IC	電路板	設備
晶電	LuxVue	LuxVue	三星顯示 LG 顯示	奇景	佳世達	尚無量產設備
隆達	Leti	Leti	友達、群創	聯詠		
	晶電	工研院	Sharp	立錡		
	隆達	X-celeprint	京東方、華星	瑞鼎		
	臻創	臻創				
		mLED				

資料來源：本研究整理

使用者在考量客製化形狀尺寸或高亮度、高響應速度及耐用性的需求後才會評估購買價格較高的 Micro LED 顯示器。Micro LED 顯示器的售價需讓使用者能接受才能成為電視顯示面板主流，因此 Micro LED 顯示器的量產環路的推動是關鍵。

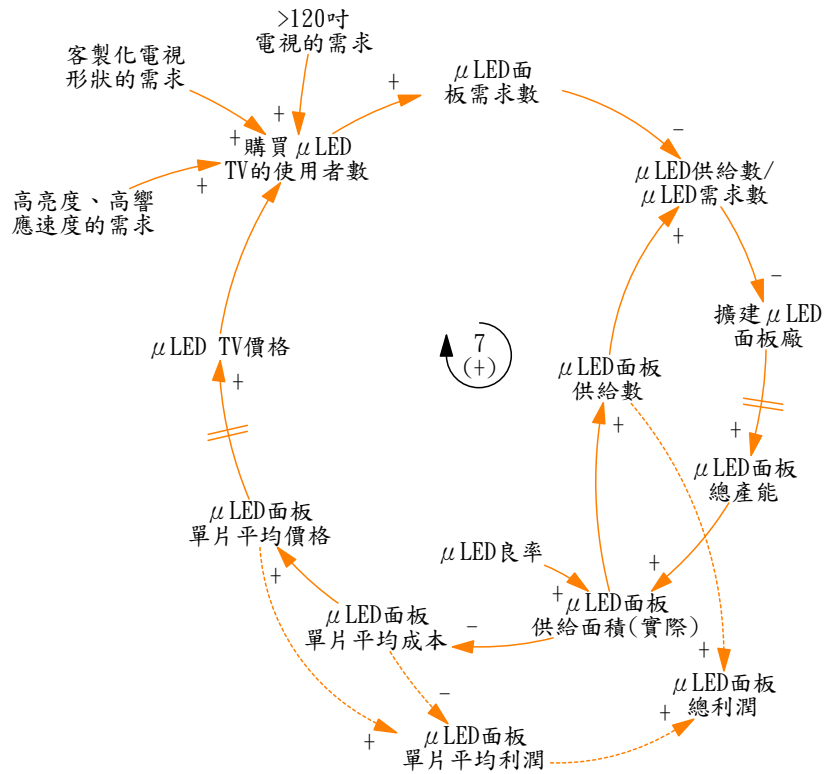


圖 4-16 Micro LED 顯示器之量產環路

如圖 4-16 的環路，當 Micro LED 面板的研發良率可達到面板廠的量產利潤時，面板廠便能增資進行擴 Micro LED 面板生產線來提升其產能。隨著 Micro LED 面板的量產數量增加，其成本因量而讓原料降價及費用攤提減少而逐漸降低。隨著 Micro LED 面板的成本降低，其面板售價也能逐步下修，讓 Micro LED 電視價格越能讓使用者接受，而讓 Micro LED 電視使用者增加，促成 Micro LED 面板的需求。當 Micro LED 面板供不應求時，Micro LED 面板生產線即持續地擴線而成正環 7。

第三節 Micro LED 顯示器研發模式之動態分析

研發主要分為同步及序列兩種模式，對深俱研發能量且資金不匱乏的面板廠而言，經過新顯示技術的製程及技術進行評估後，往往會直接採同步的研發模式，以追求短期間內研發出成果。而對研發能量或資金有限的面板廠來說，通常採保守漸進的序列模式，且一邊觀察其他面板廠的研發進度，一邊修正製程，目標以跟隨者自居。

當大多數面板廠對某一新顯示器技術選擇同步研發模式時，會激起面板廠之間的研發競賽，促使產業加速升級，相對地當下採序列研發模式的面板廠在此新技術領域上容易被淘汰。當大多數面板廠選擇序列研發模式時，表示該新技術的前景未明，各面板廠採觀望的態度。而對當下少數選擇同步研發模式的面板廠而言，則大起大落。若能研發到可第一個成功展示且可量產時，便成為獨家技術，如 LG 顯示器的 White OLED 技術。若研發失敗時，此研發投資便有可能付諸流水。

研發 Micro LED 面板須包含 LED 廠投資 Micro LED 晶圓研發、面板廠投資巨量轉移設備及投資檢測維修設備。如圖 4-18 的環路，面板廠與 LED 廠結盟後，LED 廠開始對 Micro LED 進行投資研發後，Micro LED 晶圓的良率持續改善而提高，Micro LED 晶圓的高良率促使 Micro LED 面板的良率高後，會讓面板廠投入更多資源而形成正環 8a。而面板廠投入開發巨量移轉設備後，隨著設備改良而讓巨量移轉良率持續提高，當巨量轉移良率高，促使 Micro LED 面板的良率高後，讓面板廠投入更多資源而形成正環 9a。面板廠投入開發檢測維修設備後，隨著設備改良而讓檢測維修良率持續提高，當檢測維修良率高，促使 Micro LED 面板的良率高後，讓面板廠投入更多資源而形成正環 10a。

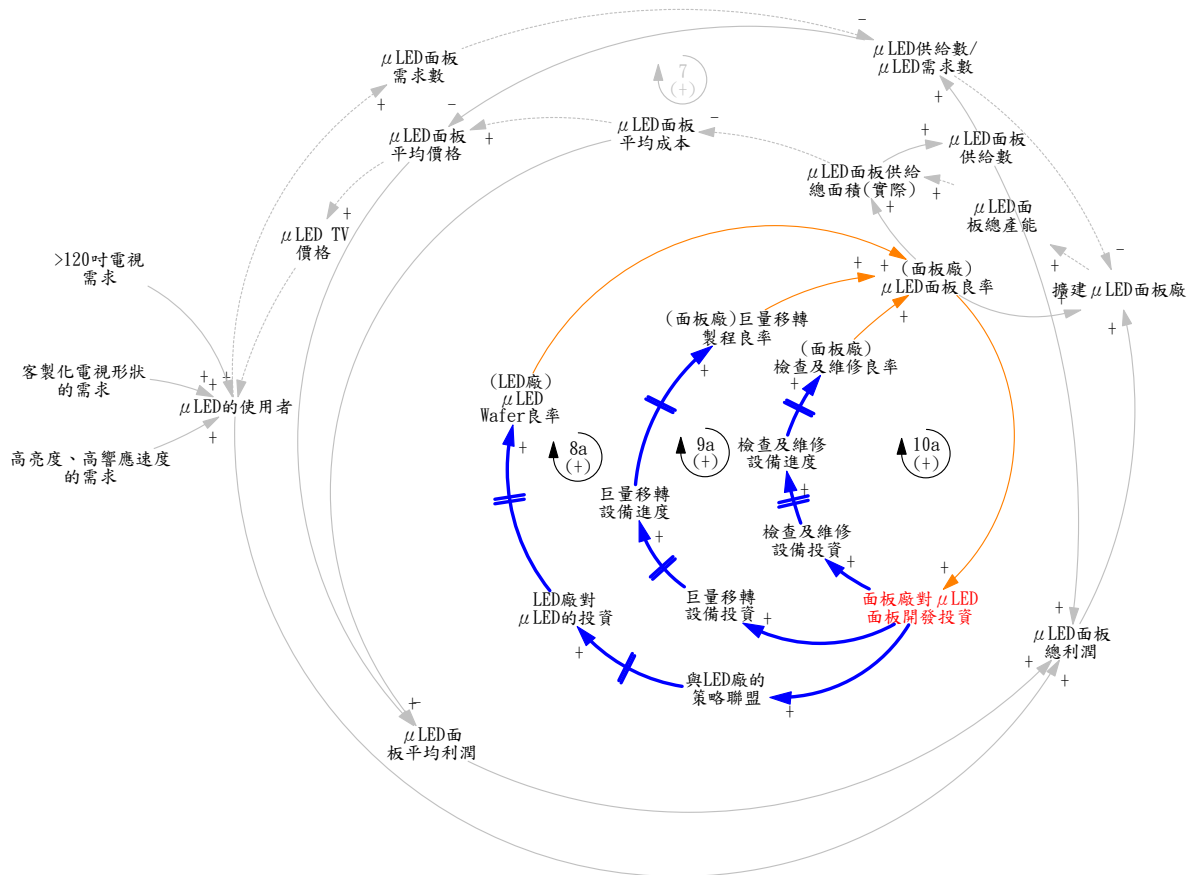


圖 4-18 Micro LED 顯示器同步研發之環路

面板廠對於 Micro LED 顯示器研發的模式同樣分同步研發及序列研發。同步研發就是面板廠與 LED 廠策略聯盟研發 Micro LED 晶圓時，考量其良率品質須遠高 LED 廠現有的光源 LED 而要求 LED 廠需兼顧精密製程及高品質的需求，包含環境潔淨度、設備精密度及檢測等。而面板廠也同步就 Micro LED 面板巨量移轉技術與出貨檢測維修設備等同步展開地進行研發，也就是同步啟動環路 8a、9a 及 10a。所有製程及設備是同時搭配進行研發的，而整個研發所需要的日程會等同環路 8a、9a 及 10a 當中費時最久的環路時間，例如環路 8a 須歷時 1 年，環路 9a 須歷時 2 年，環路 10a 須歷時 3 年，那研發所需時程等同須歷時 3 年(環路 10 歷時最久)。因此同步模式的研發可縮短研發日程，屬資金寬裕且較積極的策略。

而序列研發是面板廠與 LED 廠策略聯盟後，讓 LED 廠研發 Micro LED 晶圓後，須確保 Micro LED 晶圓製程的成熟度及良率後才會再持續研發下一製程。也就是確認

利授權，雙方共同地進一步地改善出符合可量產的製程。而專利商所要求的專利權利金往往是以出貨片數進行計算的。因此站在專利商的立場，是先以專利做成簡易的展示品，偕同面板廠做出量產品後，藉由量產的出貨片數收取專利權利金來獲利，並利用這利潤持續投入專利開發而成正環 11，如圖 4-20。

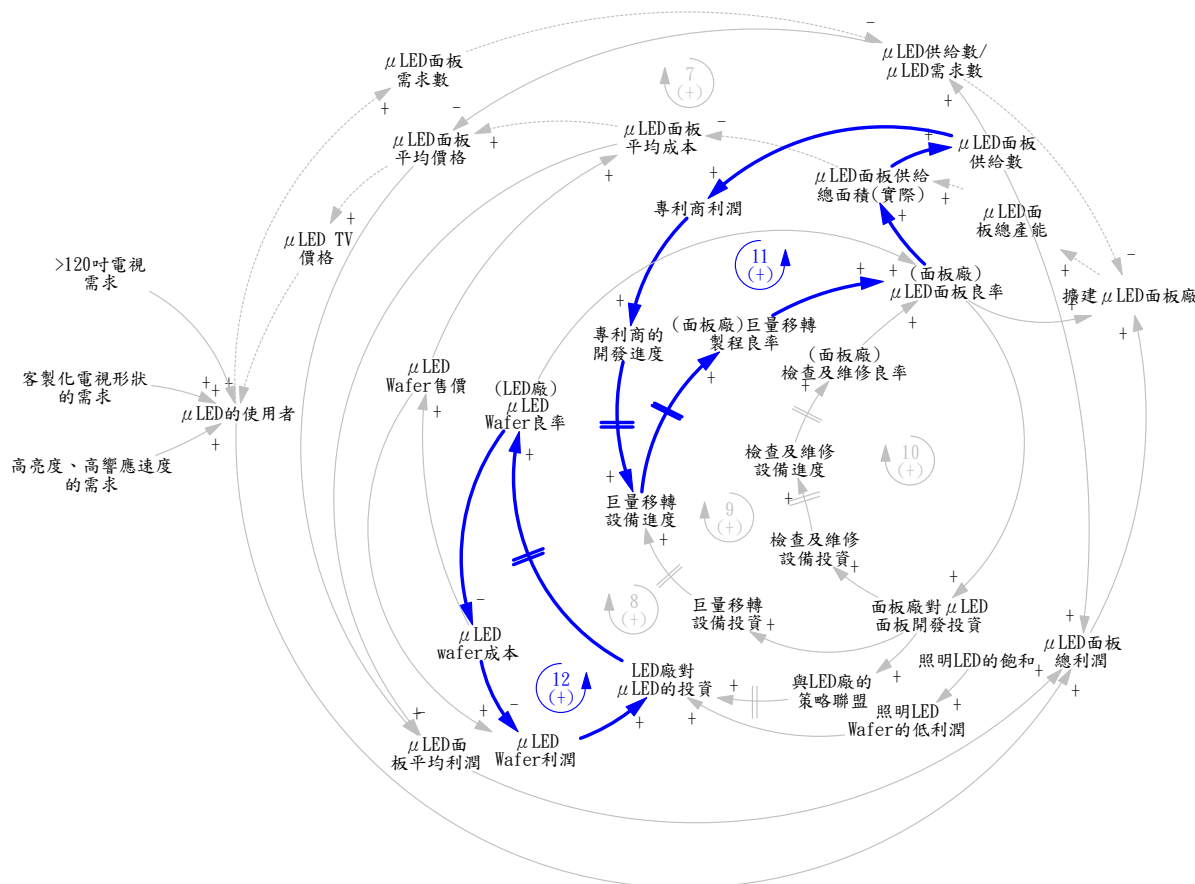


圖 4-20 Micro LED 顯示器供應鏈之環路

對 LED 廠而言，在 Micro LED 晶圓的投資，能促使製程及設備開發越成熟，進而改善 Micro LED 晶圓的製程良率。良率提高，製程浪費便能減少而讓 Micro LED 晶圓降低而提升利潤。隨著利潤的增加，LED 廠便更有意願地加大對 Micro LED 晶圓的投資而成正環 12。

整體面板產業的總環路如圖 4-21。在 LCD 面板環路，因 LCD 面板持續地擴產，若預測將陷入供過於求。在 OLED 面板環路，僅 LG 顯示器獨家持續擴產，因產能被侷限預測將固守高階市場並維持著低的市占率。Micro LED 面板環路，原本多數面板廠在前

第四節 小結

Micro LED 顯示器對每家面板廠而言，皆公開或非公開地持續著研發。隨著各家面板廠所採用的製程、設備甚至研發模式的不同，其研發的進度及結果也不盡相同。現階段除 SONY 在 CES 2017 展示外，三星顯示器在 CES 2018 展現短期間的研發實力。Micro LED 顯示器研發的競爭程度不弱於 LCD 面板銷售。

在 2018 年裡，面板廠更會加速進行 Micro LED 的研發競賽。Micro LED 顯示器在日廠領先、韓廠跟上的壓力下，台廠更會加碼在投資研發，不論對製程技術的審慎評估、製程設備的研發及 Micro LED 顯示器供應鏈的建構更是刻不容緩。

2017 年 LED 照明的滲透率已達 52%，現階段戶外常見的電子看板皆是大顆像素的 LED 顯示器。Micro LED 顯示器是一個照明技術結合顯示器技術的產品，Micro LED 顯示器不會侷限在顯示器的應用上。Micro LED 顯示器的優勢在於可承受戶外惡劣的氣候變化，可預見 Micro LED 顯示器最大的市場將會是戶外所見的看板、大樓的玻璃甚至屋內外的牆面裝飾及照明。屆時 Micro LED 顯示器不單是純接收媒體訊息的電視，甚至可成為相互傳遞訊息的媒介。

第五章 結論與建議

第一節 研究結果

分析 LCD 電視取代 CRT 電視的因果回饋環路中，探討出 LCD 面板的擴產正環是最為關鍵的，LCD 電視初期產能少且價格高而無法吸引使用者購買 LCD 電視。隨著產能大量開出後引動價格下降到足以吸引使用者購買時，激發了 LCD 電視的需求量，讓 LCD 電視面板加速擴產。因此高產能及低價格可引發擴產正環的加乘作用，促成新舊顯示技術的世代交替。

OLED 電視是 LG 顯示器獨家的研發技術，2013 年開始量產。儘管 LG 顯示器透過改善良率及擴產來擴充 OLED 電視面板的產能，但至 2017 年 OLED 電視僅佔全球電視總銷量的 0.7%，無法撼動 LCD 電視主流的地位。而且 OLED 電視的高對比及高反應速度的優勢對一般使用者的觀看需求而言，與 LCD 電視相較並無差異性，因此 OLED 電視的擴產正環僅是個固守在市占率低的高階電視市場，而成一理想的獨立環路。

若韓國政府不干涉之下，LG 顯示器基於企業整體獲利考量而將 OLED 製程技術轉到其他面板廠時，將吸引面板廠將 LCD 面板的量產線轉換成量產 OLED 面板。一旦 OLED 面板產能大幅增加，LCD 面板產能相對減少時，互為消長下便能促成 OLED 電視取代 LCD 電視的世代交替。

在 LG 顯示器的專利佈局下，面板廠已難進行研發 OLED 電視面板。而 Micro LED 顯示器在 SONY 及三星顯示器的這兩年先後於 CES 展示 300 吋及 146 吋且專利未被佈局下，讓面板廠對 Micro LED 研發更為積極。

雖 OLED 電視與 Micro LED 顯示器同屬具自發光的優勢，但 Micro LED 顯示器具可併裝及高使用壽命的優勢，其應用的範圍除現有電視範疇外，更可拓展到現有戶外的 LED 電子看板等新的商業應用。因 Micro LED 面板的量產技術尚未成熟且成本高過 LCD 及 OLED，預測初期會先以高單價的商用看板做為藍海策略的商品。

面板廠的研發模式往往容易被企業文化所影響，對身為國際品牌商子公司的面板廠

而言，其企業文化較為激進，如三星顯示器及 LG 顯示器等對研發模式多採同步模式。對純代工面板廠而言，常因應客戶品牌商的需求才進行相關研發，則傾向保守風格的序列模式進行研發。

對新技術的研發若採同步模式，可同時啟動多個製程研發正環，同步累積研發能量而縮短研發日程，其缺點為同步所需投入之人力及財力多。若採序列模式，則相對保守地循序驅動各製程的研發正環，易受時間遞延而被競爭對手所超越。對於競爭激烈的面板產業而言，新技術的研發速度決定了先進者及跟隨者的角色。

綜合以上，面板廠對 Micro LED 研發，事前審慎評估出符合自己核心技術的製程後，同步搭配合作的 LED 廠，並進行巨量移轉機台及檢測維修機台的開發，即能縮短開發時程以搶得市場先機。

第二節 研究貢獻

就實務面，提供給相關產業了解面板研發模式的差異。上下流整合的必要性及進行新技術開發的模式構思。

就學術面，本提供給學術界了解面板相關產業的新技術研發模式。

第三節 研究限制與後續研究方向

本研究僅能以現階段所收集到的台灣媒體及企業相關資料進行分析，而無法即時洞悉韓國、日本及中國各國最新一步的資訊，對國際競爭而言，各面板廠隨著國際走勢及市場需求而即時進行產品類別(LCD、OLED、Micro LED)及尺寸類別(1~120 吋)進行調整。現今大數據的時代裏，本研究如同以管窺天，尚有許多因素及變數未完整納入到系統進行分析。且本研究採用系統動力學的質性元素進行探討，若後續研究者能輔以電腦模擬進行數值化分析，再搭配最新資訊數據，應可尋出對企業合適之策略。

第六章 參考文獻

一、中文部份

1. 王士浩、林奕辰、吳明憲、趙嘉信、方彥翔，「從微米走向全世界—Micro LED 微顯示技術市場現狀」，工業材料 358 期(2016/10)
2. 林本長，「日本技轉策略對台灣 LCD 產業的影響與發展」，育達人文社會學報 9 期 (2013/1)

二、英文部份

1. Display Search (2017)
2. W. Chan Kim & Renée Mauborgne (2005) Blue Ocean Strategy

三、日文部份

1. 中根康夫，「Flat Panel Display Industry/Consumer Electronics」日本瑞穗證券調查部 (2017/4)

四、網站資訊

1. 科技新報。(全面了解新一代顯示技術 Micro LED)
<https://technews.tw/2017/04/13/Micro-LED-inforgraphic/> (檢索時間 2017/6/13)
2. 科技新報。(CES 2017 以 144 塊 Micro LED 模組拼接，SONY CLEDIS 顯示螢幕亮相)
<http://technews.tw/2017/01/09/sony-unveiled-cledis-display-at-ces-2017/> (檢索時間 2017/6/13)
3. LEDinside。(譽為 OLED 下一代技術，Micro-LED 究竟何方神聖?)
<http://www.ledinside.com.tw/news/20160603-32567.html> (檢索時間 2017/6/13)
4. 維基百科。(顯示器)
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%98%BE%E7%A4%BA%E5%99%A8>
5. 維基百科。(陰極射線管)
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%B4%E6%9E%81%E5%B0%84%E7%BA%BF%E7%AE%A1>

6.太平洋家居網。(背投電視)

<http://www.pchouse.com.cn/baike/chanpin/2917/>

7. 搜狐數碼天下。(超大屏幕霸主 背投电视技术及前景分析)

<http://digi.it.sohu.com/20060608/n243623165.shtml>

8. 維基百科。(電漿電視)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%AD%89%E9%9B%A2%E5%AD%90%E9%A1%AF%E7%A4%BA%E5%B1%8F>

9. 維基百科。(跳島戰術)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%B7%B3%E5%B3%B6%E6%88%B0%E8%A1%93>

10. 維基百科。(競爭法)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%AB%B6%E7%88%AD%E6%B3%95>

11. 維基百科。(藍海策略)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%97%8D%E6%B5%B7%E7%AD%96%E7%95%A5>

12. 維基百科。(破壞性創新)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A0%B4%E5%A3%9E%E6%80%A7%E5%89%B5%E6%96%B0>

13.LG 顯示器官網。(OLED TV)

<http://www.lgdisplay.com/chn/product/tv>(檢索時間 2017/6/13)

14.三星顯示器官網。(mobile display)

http://www.samsungdisplay.com/eng/product/display_mobile.jsp(檢索時間 2017/6/13)

15.LEDinside。Micro LED 轉移技術分析與量產可行性評估分析

<https://www.ledinside.com.tw/research/20170714-34453.html>(檢索時間 2017/6/13)

16.友達光電官網。(法人說明會)

https://www.auo.com/zh-TW/Investor_Conference/index(檢索時間 2018/1/13)