

運用專利資料探討技術發展之趨勢-以發光二極體為例

許旭昇

達立興業股份有限公司研究部

銘傳大學管理研究所

sunrise.ee@msa.hinet.net

游鎮隆

復華商業銀行企業金融部

實踐大學企業創新發展研究所

摘要

發光二極體(LED)的發展已近 30 年，其相關技術也已非常純熟，然受限於競爭對手的專利佈局，台灣僅能以代工為主，或以二線市場為銷貨對象，而隨著我國廠商的生產規模增加，專利權的取得及專利資訊的應用為一相當重要的議題。有鑑於此，本研究將運用專利資料探討 LED 之發展趨勢，首先以因素分析法找出 LED 之主流技術，並進一步以公司及技術兩個層面進行專利分析。在公司面，本研究將探討 25 家重要公司在主流技術的發展狀況；在技術面，本研究將繪製出整體及各主流技術的生命週期圖，並評估各階段的發展時間。研究結果顯示，目前台灣 LED 之技術的發展已邁入衰退期，公司應積極投入 LED 之延伸或替代技術的研發。對學術而言，此分析方法可做為後續從事相關研究之人員的參考；對實務而言，其分析結果可提供予公司研發單位的參考，並做為制定決策的重要參考依據。

關鍵詞：發光二極體、技術生命週期、因素分析、專利分析

1. 緒論

我國 LED 之產業發展至今已近 30 年，由早期以封裝為主的下游產業，現已發展至技術層次較高的上游磊晶製程產業，除了原料供應能力較弱外，我國在 LED 產業，已具有完整之上中下游的體系。由於 LED 具有耗電量低、體積小、壽命長及反應速度快等特性，加上耐震性佳，已被公認為 21 世紀最具潛力的照明光源，因此我國產、官、學界無不極力投入 LED 相關技術之研發。然受限於競爭對手的專利佈局及授權策略影響，台灣僅能以韓國及中國大陸等二線市場為銷貨對象，而隨著我國廠商的生產規模增加，專利權的取得及專利資訊的應用為一刻不容緩的議題。

專利，為智慧財產權中最重要的權利之一，其係用於鼓勵、保護及利用該發明與創作，以促進產業發展為目的。專利權為國家賦予發明人擁有此項發明的排他權，即排除他人未經同意而製造、販賣、使用及進口該發明與創作之權利，而發明人亦必須要公開其所得權利之技術及創作內容，以促進產業技術的提升。是故，專利說明書包含了豐富的技術資訊，是唯一可以及時辨別技術變化的資訊

(Campbell, 1983)。專利分析係將專利文件，利用統計、歸納及比較等方法，將其轉換成有用的專利情報，其能應用於技術發展趨勢分析、新產品的風險評估、專利組合的管理、研發的管理及產品的監測活動(Ashton & Sen, 1988)。

專利分析可以廣泛的應用於國家、產業部門、技術領域及公司上(Pavitt, 1988)，過往已有許多學者應用專利資料，探討技術或產業之發展趨勢，如 Ernst(1997)以專利指標中的累積專利申請數，來衡量德國工具產業之技術的發展趨勢；Pilkington *et al.*(2002)利用專利資料，探討電動車輛技術的發展軌跡；Abraham & Moitra(2001)使用印度專利資料庫找出特定技術之發展趨勢及創新標準。然多僅探討整體技術之發展趨勢，甚少以個體的角度，探討公司在此技術或產業之發展狀況。綜觀上述，本研究的目的如下：

- (1) 應用專利分析探討台灣廠商在 LED 技術之發展趨勢。
- (2) 運用專利指標於技術生命週期理論，推導 LED 的技術發展趨勢圖及時間點。

本研究首先回顧關於專利、生命技術週期之文

獻，其次對 LED 技術之產業做一簡介，之後介紹本研究所使用的分析方法及研究結果，最後針對分析結果提出結論與建議。

2. 文獻探討

2.1 專利

專利為政府給予發明人保護其創新概念的法律文件，一件新的專利要被核准通過，必須要符合實用性、新穎性及進步性三項專利要件，任何發明皆必須通過上述三個專利要件，始有取得專利權的可能。依照審查的次序排列，說明如下(廖和信，2003)：

- (1) 實用性(Useful)：一件發明能否在產業上可供具體或有形的利用，故又稱為產業利用性(Industrial Applicability)。
- (2) 新穎性(Novelty)：新申請的專利與現有專利相比較，如有不相同之處，便有新穎性。
- (3) 進步性(Inventive)：由該技術領域中的技術人員非輕易想到的技術。

現行專利制度在技術上的分類，係以國際專利分類號(International Patent Classification, IPC)及美國專利分類號(United States Patent Classification, UPC)為主，前者為全世界統一採用的專利分類制度，編排的方式係由部、類、次類、主目及次目五個層次所構成如圖 1 所示；後者則是在美國所採行的分類制度，其係以類及次類兩個層次所編排。本研究在此係選擇 IPC 做為技術分類的準則。

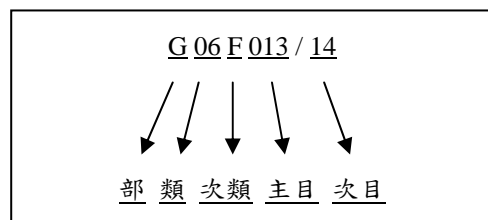


圖 1 IPC 的組成

資料來源：王明好與許旭昇(2005)

專利分析係將專利文件所包含的各項資訊，轉換成有用的專利情報。過往已有許多學者將專利視

為經濟或創新的重要指標，如 Martino(1993)將專利作為相機、打字機及手錶三種產業之產品市佔率的指標；Acs *et al.*(2002)將專利件數視為創新活動的指標，來衡量一區域的經濟成長狀況。

過去已有學者運用專利資料探討特定技術之發展趨勢，例如賴奎魁等(2002)將累積專利獲准數視為重要的技術指標，來衡量全球、日本及台灣在影像感測器業的技術發展趨勢；耿筠等人(2005)運用專利分析及生命週期預測 TFT-LCD 的技術趨勢，並估算各個技術生命週期階段的發生時間點。然多以整體技術面進行探討，甚少對重要公司別進行深入的研究。

2.2 技術生命週期

由於技術的多樣性，且會因領域及產業特性的不同，故技術的定義，為首要必須釐清及界定的議題。狹義的技術係指一種知識、經驗、秘訣及具體的設備或裝置，其能夠同時生產或製造新型態的產品或服務(Frankel, 1990)。廣義的技術則是指包括產品設計與生產方法，以及為了規劃、組織與執行組織計劃所需的企業體系(Baranson, 1996)。本研究在此對技術的定義為轉換科學知識所獲得之實用價值觀念或設備的方法。

技術生命週期如同產品生命週期般，具有萌芽期、成長期、成熟期及衰退期四個階段，如圖 3 所示。產品生命週期係結合市場的流行、技術及追求利益的趨勢，其中技術可以被單獨視為影響企業經營績效之關鍵因素(Popper & Buskirk, 1992)。一項新技術的產生，可以創造出一個新的產品空間，而技術的衰退，可能導致整個產品消失或重整產品空間，此概念即稱為技術生命週期(Betz, 1993)。由於生命週期曲線近似 S 形，故又稱為 S 曲線(Foster, 1986)。

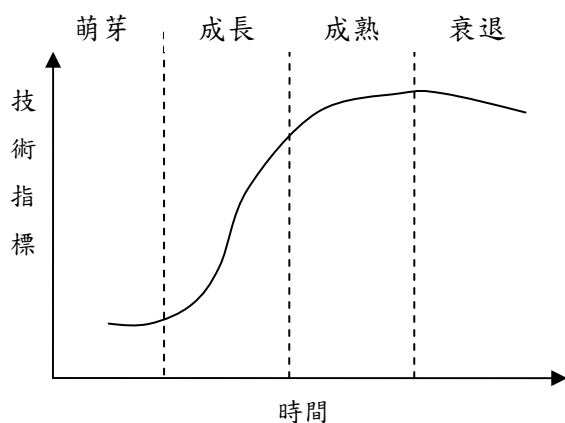


圖 3 技術生命週期

資料來源：Rouseel *et. al.*(1991)

Roussel *et. al.*(1991)認為一新技術的出現，即為此技術的萌芽期，而發展到成長期時，技術的不確定性會開始減少，若繼續投入研發，技術將會演進到成熟期，當技術不斷的改進，則進步空間會愈來愈小，最後邁入衰退期。此外，由於技術的創新及快速變動，技術生命週期的每個階段皆有不同的特性，如表 1 所示。

表 1 不同階段之特性

階段 特性	萌芽	成長	成熟	衰退
可商品化時間	7~15 年	2~7 年	1~4 年	1~4 年
研發的知識	少	中	多	多
技術的可預測性	低	中	高	很高
報酬的可預測性	中	高	高	很高
研發成本的可預測性	低	中	高	很高
商業優勢的持久性	長	中	中	短

資料來源：Roussel, 1991

若以專利的觀點來看技術生命週期，每階段的專利活動各別說明如下：

- (1) 萌芽期：此階段由於技術尚在實驗開發，尚未商品化，故專利申請量較少。
- (2) 成長期：在成長期的階段，已開始有商品化的產品出現，專利申請量大幅增加。
- (3) 成熟期：此階段的專利，開始以改良舊有專利為主，即新式樣或新型專利，專利申請量呈緩慢增加中。
- (4) 衰退期：在衰退期的階段，由於技術保護年限開始到期，產品型態皆已固定，故以小幅修改型專利為主，專利申請量漸減。

2.3 LED 介紹

LED 的出現係在 1950 年末，之後 1968 年美國惠普開始商業化量產，早期顏色為單調的暗紅色，直至 1992 年 Nichia 突破藍光 LED 的技術障礙後，開始發展出多重色彩，亮度也大幅增加。LED 為利用半導體材料所製成的固態半導體發光元件，其具有兩個電極端子，利用電子電洞的相互結合，將能量以光的形式釋放，此為 LED 的發光原理，所使用的材料多為砷化鎵 (GaAs) 與磷化鎵 (GaP)，屬於冷光發光。目前 LED 已普遍用於資訊、通訊及消費性電子產品上，成為人們生活中不可或缺的重要元件。

LED 的分類如圖 4 所示，依波長分類可分為可見光及不可見光 LED 兩種，其中可見光 LED 依材料及發光亮度又可分為高亮度及傳統 LED，而不可見光 LED 再依波長亦可分為短波長及長波長紅外線 LED，其用途及應用範圍如表 2 所示。

表 2 LED 的分類

類別	用途	應用範圍
可見光	傳統 LED	戶內顯示 家電資訊等產品的 指示燈等
	高亮度 LED	戶外顯示 大型看板、交通號 誌及背光源等
不可見光	短波長紅 外光 LED	紅外線無 線傳輸 家電用品之遙控器 及感測器等
	長波長紅 外光 LED	中短距離 光纖傳輸 光通訊用光源

資料來源：財團法人光電科技工業協進會

LED 依生產技術可分為單晶形及多晶形兩種，詳細說明如下(翁明志，民 92)。

(1)單晶型 LED

- a. 藍色 LED+發黃光的螢光粉：利用發黃色光系列的鈹鋁石榴螢光粉，受到藍色 LED 照射後會產生黃光，經過混合後，人的肉眼會被視為白色的光。
- b. UV-LED+發紅、藍、綠螢光粉：目前尚在開發階段，由於其可發出白光以外的顏色，被視為未來極具潛力的產品技術。

(2)多晶型 LED

- a. 紅色 LED+藍色 LED+綠色 LED：將電流控制在適當的功率以內，可將紅藍綠三原色之 LED 的光混合成為白光，可利用電流控制其頻譜。
- b. 藍綠色 LED+琥珀色 LED：利用藍綠光 LED 與琥珀色 LED 的互補色關係產生白光，與原三色 LED 的原理相似。

我國 LED 產業的結構已相當完整，在 LED 技術之發展早已進入成熟期，然由於美國及日本較早投入 LED 相關技術之研發，許多關鍵及重要的專利皆已被申請，在缺乏專利權的保護下，我國要如何進行專利迴避設計，或與先進廠商進行技術策略聯盟，為一首要面對的問題。

3.研究方法

3.1 資料來源

本研究以台灣專利資料庫做為 LED 專利文件蒐集的來源。在專利文件的檢索條件係以『發光二極體』為全文檢索的關鍵字，並限定專利公告日為 2006 年 7 月之前的專利文件。在公司面，本研究係選擇前 25 名擁有 LED 技術之專利的公司為研究對象；在技術面，則以全部的專利來分析 LED 技術之生命週期。

3.2 研究流程

本研究結合專利資料及成長曲線於 LED 之技術分析，分為公司面及技術面來探討，如圖 4 所示。本研究首先依據李育倫(2004)所使用之專利技術分類方法，利用因素分析法找出 LED 所涵蓋之主流技術，之後依公司面及技術面進行深入的探討。在公司面選擇擁有 LED 相關專利之前 25 家重要公司進行技術分析；在技術面則是繪製 LED 相關技術之生命週期曲線。最後根據公司面及技術面的分析結果，對本研究提出結論與建議。

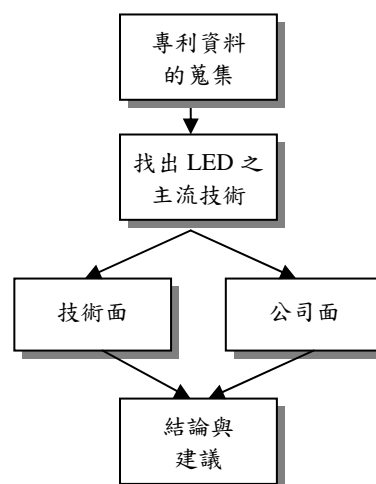


圖 4 研究流程

在公司面，本研究在找出 LED 之主流技術的部份，所使用的樣本為擁有 LED 相關專利之前 25 家重要公司，在 IPC 前 25 大類類別的專利件數資料，每項類別為一變數，首先以因素分析法簡化變數之構面，並以主成份法選取因素，再用變異最大法進

行轉軸，以累積變異數大於 70% 的原則，決定最後萃取的因素個數，所萃取出來的因素個數即為主流技術類別之個數，因素負荷量愈大代表此變數在此因素的重要性愈高，故在技術的命名上係根據 IPC 在每一技術類別的因素負荷量(大於 0.5)所決定。

在技術面，本研究在生命週期曲線的繪製係以 Loglet Lab 軟體進行之，其假設為技術成長會呈現一對稱的 S 型，所採用的理論基礎公式如(1)式所示。P(t)為累積專利申請數， Δt 為技術生命週期中，成長期與成熟期之所需時間， t_m 為 S 曲線中心的轉折點，k 為累積專利申請數之飽含量。

$$P(t) = \frac{k}{1 + e^{\{-\frac{\ln 81}{\Delta t}(t-t_m)\}}} \quad (1)$$

4.研究結果

本研究在台灣專利資料庫共蒐集到 7910 件符合檢索條件的專利，其中有許多家公司登記的專利權人不盡相同，故須先行過濾並加以合併。本研究首先根據 25 家重要公司，在 IPC 前 25 大類類別的專利資料進行因素分析，以找出 LED 之主流技術。

在進行因素分析前須以球形檢定來檢驗資料是否適合進行因素分析，經過球形檢定的結果，卡方值為 843.501，而自由度為 253，達顯著水準 (P<0.001)，表示適合進行因素分析。

本研究的分析樣本經過篩選後共有 1146 件專利，剔除因素負荷量小於 0.5 的 IPC 類別，因素分析及技術命名結果如表 3 所示。結果顯示 LED 之主流技術包括光或磁之電路控制元件、數據處理元件、光導元件、光源串裝置、掃描及保護裝置及光電轉換之方法六大技術類別(Technological Field, TF)。以下將分別依公司面及技術面來探討。

表 3 LED 之主流技術

技術類別	技術名稱	包含之技術類別
TF1	光或磁之電路控制元件	G09G3/00、G09G3/30、G09G3/32、G09G3/36、G02F1/13、G09F9/30、H05B33/00、H05B33/10
TF2	數據處理元件	G06F3/033、G06F3/00、G06F1/16
TF3	光導元件	G02B6/00、F21V8/00
TF4	光源串裝置	F21S4/00
TF5	掃描及保護裝置	H04N1/04、H01L23/28
TF6	光電轉換之方法	14-99(註)、H05K7/20

註：國際工業設計分類號

4.1 公司面

本研究選擇選擇擁有 LED 相關專利之前 25 家重要公司進行技術分析，所選擇的公司及各公司擁有之 LED 主流技術的專利數如表 4 所示。

表 4 公司面分析結果

技術 公司	1	2	3	4	5	6
友達	138	0	1	0	0	0
工研院	15	0	1	1	2	1
日亞	2	0	0	0	0	104
歐普羅	6	0	0	0	0	0
柯達	38	3	0	0	0	0
鴻海	23	1	8	0	0	0
飛利浦	14	0	4	1	0	0
國聯	0	0	0	0	2	0
晶元	1	0	0	0	2	0
宏齊	3	0	0	0	4	6
松下	0	0	1	0	0	0
光磊	2	0	0	0	2	0
華上	4	0	2	0	0	2
統寶	31	0	0	2	1	0
英業達	2	5	0	0	0	1
羅姆	3	0	0	0	2	26
炬鑫	2	0	0	0	2	1
露明	7	0	1	0	0	0
克立	0	0	0	0	1	0
夏普	3	0	2	0	0	0
三星	7	1	0	0	0	0
光寶	0	2	0	0	8	1
豐田	1	0	0	0	0	1
昭和	0	0	0	0	0	0
元碁	0	0	0	0	0	0

本研究根據表 4 之分析結果，以集群分析法找出及確定擁有相似技術之公司，選擇華德法對 25 家公司做分析，群數的選擇係以凝聚係數的遞增幅度來判斷，當凝聚係數增加幅度變大時，表示群組內的誤差增加，此時應立刻停止凝聚的程序。由表 5 得知，當群組由 3 群變為 2 群時，凝聚係數增加的幅度最高，因此決定集群數目為 3 群。

表 5 凝聚係數表

群數	凝聚係數	增加幅度
1	16552.03	124.4%
2	10056.63	309.4%
3	1919.738	144.2%

以下將各別說明 3 群之公司在 LED 之主流技術領域的技術狀況。

第一群：僅有友達一家公司，其相當重視光或磁的電路控制元件，擁有 138 件專利，為全部公司中最多的，其次還擁有一件關於光導元件的專利。

第二群：僅有日亞一家公司，其公司的研發策著重於光電轉換之方法，為全部公司中最多的，其次還有兩件光或磁之電路控制元件的專利。

第三群：工研院、歐普羅及柯達等餘 23 家公司。此群公司的專利多以研發光或磁之電路控制元件，以及光或磁之電路控制元件的技術為主，其中鴻海擁有光導元件的專利是全世界最多的；英業達著重於數據處理元件的技術；光寶則以掃描及保護裝置之技術為主。

4.2 技術面

本研究以 Loglet Lab 2.0 進行 LED 技術生命週期之推估，並求出 $k, t_m, \Delta t$ 的估計值。由於專利的保護年限係由專利申請日開始算起，加上過去相關研究多以累積專利申請數為重要的技術衡量指標 (Ernst, 1997)，故本研究在圖的繪製上係以累積專利申請數為縱軸，以月為橫軸，來繪製 LED 的技術發展趨勢，結果如圖 4 所示。其中圖內的圓點代表實際累積專利件數，實線代表估記的累積專利件數。

結果顯示 LED 相關專利之累積件數的飽合點為 7967.89 件，成長期轉為成熟期的時間為第 207 個月，其中成長期與成熟期所需時間為 206 個月。1971 年 8 月為 LED 相關技術之專利申請的起始時間，經過 207 個月，即 1988 年 11 月到達技術生命週期的轉折點(S-曲線的中心)。成長期及成熟期共需花 206 個月，根據對稱 S 曲線的原理，成長期及成熟期各佔一半的時間，即各花 103 個月，所以可得出成長期為 1980 年 4 月至 1988 年 11 月，成熟期為

1988 年 12 月至 1997 年 7 月，衰退期為 1998 年 8 月之後。

由技術生命週期曲線得知，目前台灣的 LED 產業已進入衰退期，成長空間逐漸變小，故公司應放棄 LED 舊技術的研究，投入其他延伸技術或新技術之研發。

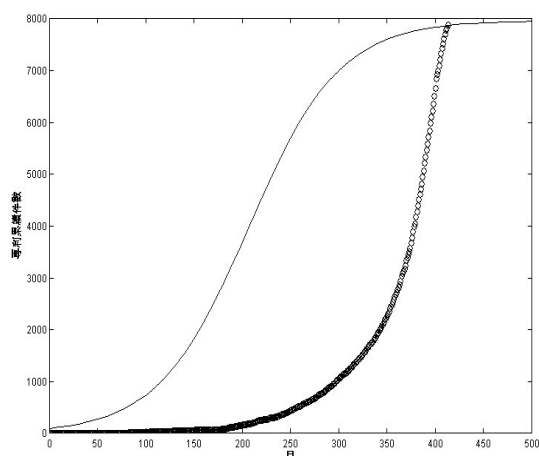


圖 4 台灣 LED 產業之技術發展趨勢圖

以下將各別探討 LED 六大主流技術的發展趨勢，如表 6 所示，詳細說明如下。

表 6 各技術之估計值

	k	t_m	Δt
TF1	571.66	106	105
TF2	130.29	94	93
TF3	32.32	111.5	110.5
TF4	18.18	32	31
TF5	132.31	66.5	65.5
TF6	197.96	46	45

TF1(光或磁之電路控制元件)的專利飽合數為 571.66 件，成長期轉成熟期的時間為第 106 個月，成長期與成熟期所需時間為 105 個月。TF1 的第一件申請專利是在 1988 年 6 月，106 個月後到達 S 曲線的轉折點，結果顯示 TF1 的成長期為 1997 年 4 月至 2001 年 9 月，成熟期為 2001 年 10 月至 2006 年 2 月，2006 年 3 月之後進入衰退期。

TF2(數據處理元件)的專利飽合數為 130.29

件，成長期轉成熟期的時間為第 94 個月，成長期與成熟期所需時間為 93 個月。TF2 的第一件申請專利是在 1990 年 6 月，其成長期為 1998 年 4 月至 2002 年 3 月，成熟期為 2002 年 4 月至 2006 年 2 月，2006 年 3 月之後進入衰退期。

TF3(光導元件)的專利飽合數為 32.32 件，成長期轉成熟期的時間為第 111.5 個月，成長期與成熟期所需時間為 110.5 個月。TF3 的第一件申請專利是在 1981 年 7 月，其成長期為 1996 年 11 月至 2001 年 7 月，成熟期為 2001 年 6 月至 2006 年 1 月，2006 年 2 月之後進入衰退期。

TF4(光源串裝置)的專利飽合數為 18.18 件，成長期轉成熟期的時間為第 32 個月，成長期與成熟期所需時間為 31 個月。TF4 的第一件申請專利是在 2000 年 10 月，其成長期為 2003 年 6 月至 2004 年 10 月，成熟期為 2004 年 11 月至 2006 年 2 月，2006 年 3 月之後進入衰退期。

TF5(掃描及保護裝置)的專利飽合數為 132.31 件，成長期轉成熟期的時間為第 66.5 個月，成長期與成熟期所需時間為 65.5 個月。TF5 的第一件申請專利是在 1995 年 2 月，其成長期為 2000 年 7 月至 2003 年 4 月，成熟期為 2003 年 5 月至 2006 年 1 月，2006 年 2 月之後進入衰退期。

TF6(光電轉換之方法)的專利飽合數為 197.96 件，成長期轉成熟期的時間為第 46 個月，成長期與成熟期所需時間為 45 個月。TF6 的第一件申請專利是在 1998 年 6 月，其成長期為 2002 年 4 月至 2004 年 3 月，成熟期為 2004 年 4 月至 2006 年 2 月，2006 年 3 月之後進入衰退期。

圖 6 為 LED 六大主流技術之技術生命週期圖，結果顯示最早開始申請專利的技術為光導元件，其次為光或磁之電路控制元件及數據處理元件之技術，最晚才申請專利的技術為光源串裝置。

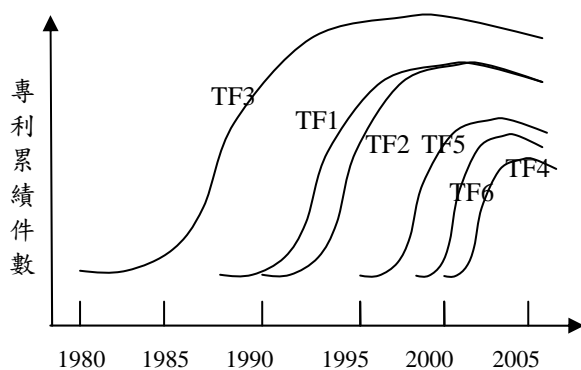


圖 6 LED 主流技術之發展趨勢

5. 結論與建議

5.1 結論

本研究以公司面及技術面來分析 LED 之技術發展趨勢，結合專利指標於技術生命週期的應用，所得之技術發展趨勢與實際專利累積數目的趨勢相似，顯示本研究對實務上具有相當程度的貢獻。由結果顯示，LED 整體技術已經邁入技術的衰退期，其生產力呈現著遞減的狀況，加上 LED 之重要專利多掌握在日本的公司，我國公司不宜再將資金投入 LED 的研發。

由於 LED 的技術已非常成熟，公司可以考慮向擁有先進技術之專利的公司進行技術授權或策略聯盟，例如日亞或友達。大部份的公司皆有投入光或磁之電路控制元件的技術，顯示此技術對於 LED 技術的重要性，亦或是因為此技術的進入障礙較低，故吸引大多數公司的投入。目前已發現許多延伸或取代 LED 的技術，例如傳統側射型雷射二極體(LD)、面射型半導體雷射(VCSEL)、有機發光二極體(OLED)等光電元件。我國公司應提早進行專利佈局，積極投入相關技術的研發及專利的申請，利用專利優先權的權利，向其他國家申請專利，以建構完整的專利地雷網。

本研究以累積專利申請件數做為衡量技術發展趨勢的指標，並利用多變量分析法中的因素分析法，找出 LED 的主流技術。對學術上而言，此分析方法可做為後續研究的參考。對實務而言，其分析結果可提供予公司研發單位的參考，以及可輔助主

管、決策者及研發人員擬定公司的技術決策。

5.2 建議

1. 本研究僅以台灣專利資料庫做為專利資料分析的來源，未來研究可以將技術先進國家之資料庫納入分析，例如美國專利資料庫、歐洲專利資料庫及日本專利資料庫等，並比較各公司在不同區域之技術定位及研發策略。
2. 在技術指標的選擇上，本研究選擇累積專利申請件數來衡量技術的發展趨勢，將來可考慮以其他指標，例如科學連結、專利被引用數及當前影響力等專利指標做為技術衡量的準則。

5.3 研究限制

1. 在進行專利檢索時，須考量到專利資料的檢全率及準確率，本研究以檢全率為主，故本研究係以關鍵字對專利文件進行全文檢索。
2. 在分析的樣本部份，僅考慮擁有 LED 相關技術之專利的前 25 家公司，以及 IPC 前 25 大類類別的專利資料。

參考文獻

- [1] 王明好、許旭昇，2005，『應用文件探勘於專利文件之技術分析-以磁阻性隨機存取記憶體為例』，管理與系統，第十二卷，第四期：79~98 頁。
- [2] 李育倫，2004，『生物晶片公司技術能力與技術發展軌跡之研究：使用 USPTO 資料庫』，國立雲林科技大學企業管理研究所未出版碩士論文。
- [3] 翁明志，2003，『白光 LED』，產業調查與技術季刊，第 146 期：2~15 頁。
- [4] 耿筠、蔡熙文、賴佳宏、張志立，2005，『技術生命週期理論應用於技術預測之研究-以薄膜電晶體液晶顯示器為例』，中原企管評論，第三卷，第二期：1~16 頁。
- [5] 廖和信，2003，專利，就是科技競爭力，台北：天下遠見。

- [6] 賴奎魁、鄭伶如、張智翔，2002，『運用專利資料探討接觸式影像感測器業技術發展趨勢之研究』，科技管理學刊，第七卷，第一期：117~136頁。
- [7] A. Pilkington, D. Romano, and T. Omid, "The Electric Vehicle: Patent Data as Indicators of Technological Development," *World Patent Information*, Vol. 24, No. 1, pp. 5-12, 2002.
- [8] B. P. Abraham and S. D. Moitra, "Innovation Assessment through Patent Analysis," *Technovation*, Vol. 21, No. 4, pp. 245-252, 2001.
- [9] E. G. Frankel, "Management of Technological Change", NY: Kluwer Academic, 1990.
- [10] E. T. Popper and B. D. Buskirk, "Technology Life Cycles Industrial Markets," *Industrial Marketing Management*, Vol. 21, pp. 23-31, 1992.
- [11] F. Betz, *Strategic Technology Management*, NY: McGraw-Hill, 1993.
- [12] H. Ernst, "The Use of Patent Data for Technological Forecasting: The Diffusion of CNC-Technology in the Machine Tool Industry," *Small Business Economics*, Vol. 9, No. 4, pp. 361-381, 1997.
- [13] J. Baranson, "Transfer of Technical Knowledge by International Corporations to Developing Economics," *American Economics Review*, Vol. 56, pp. 311, 1996.
- [14] J. P. Martino, *Technological Forecasting for Decision Making*, NY: McGraw-Hill, 1993.
- [15] K. Pavitt, "Uses and Abuses of Patent Statistics," In A. F. J. van Raan (ed.), *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Amsterdam: Elsevier Science, pp. 509-536, 1988.
- [16] P. A. Roussel, K. N. Saadand and T. J. Erickson , "The Evolution of Third Generation R&D", *Planning Review, Chicago*, Vol.19, No.2, pp.18-26, 1991.
- [17] R. N. Foster, "Assessing technological threats," *Research Management*, July-August, pp.17-20, 1986.
- [18] R. S. Campbell, "Patent Trends as a Technological Forecasting Tool," *World Patent Information*, Vol. 5, No. 3, pp. 137-143, 1983.
- [19] W. B. Ashton and R. K. Sen, "Using Patent Information in Technology Business Planning-I," *Research Technology Management*, Vol. 31, No. 6, pp. 42-46, 1988.
- [20] Z. J. Acs, L. Anselin and A. Varga, "Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge," *Research policy*, Vol. 31, No. 7, pp. 1069-1085, 2002