

第一章 緒論

1.1 研究背景

國內的高科技在繼半導體產業成功之後，備受矚目的便屬於光電產業。加上近年來在多媒體以及通訊網路上的盛行，光電的應用領域便隨之拓展開來。其中，在全球能源危機的攀升以及節能環保意識的抬頭下，發光二極體產業更是光電產業中即受注目的一環。國內發光二極體產業發展已有近 30 年的歷史，早期發展以下游封裝產業為主，經過多年來的努力，目前在技術發展上已具備相當的成熟度；而在近幾年來發光二極體中、上游晶粒以及磊晶產業的相對進步下，這種以金字塔形式，一磚一塊堆砌起來的發光二極體產業整體結構將日趨完整。未來再搭配市場上各方需求以及綠色環保節能的趨勢，發光二極體將能有更大發光發亮的空間。

雖然發光二極體仍有極大的發展空間，但相對的，要有在這空間充分發揮的實力，整體發光二極體產業仍有很多的主、客觀的要素需要突破、配合及掌握。

國內目前發展的有機金屬氣相磊晶法 (metal organic vapor phase epitaxy, MOVPE)，是全世界各大發光二極體廠商主要的技術研發方向，而現有紅黃光的磷化鋁鎵銻 (AlGaInP) 和藍綠光的氮化鎵 (GaN) 兩種材料更是主流的研究對象，尤其是藍綠光的氮化鎵 (GaN)，更是未來應用於照明市場的關鍵材料，但該項技術目前仍被許多專利所限制，這也是國內發光二極體廠商極需突破的地方。

此外，在外在的投資環境上，國內情況日漸惡化，廠商紛紛尋找出路，以求自保，另外政府戒急用忍的政策，也造成許多不便，國內廠商也多希望能快速的通過兩岸三通，以達到在時間、資金以及人力上的競爭優勢。而政

府也當思考如何根留台灣以及發掘未來的明星產業，同時也需制定相關法規，以實際的減免政策來留住廠商，讓國內投資環境不再這麼惡劣，積極拓展內需，避免惡性的競爭，推動策略聯盟來為未來的產業做一個良好的把關及鋪路，再者，配合廠商的需求，有計畫的培訓所需的各相關領域人才，加強實際鼓勵，使整體發光二極體產業能有向上發展的動力。

1.2 研究動機與目的

發光二極體產業，歷經 30 幾年的發展，不論在材料或是製程技術上有很好的進展，使得發光二極體有著輝煌的歷史，並持續綻放著亮麗的前景，在國內廠商積極的發展下，使得產業結構逐漸趨於完整，而且發光二極體產業也一直是國內光電產業發展重點之所在，具有舉足輕重的地位。

發光二極體產業有極大的發展空間以及在未來的應用更是充滿無限可能，有鑑於此，本研究便想藉著探究發光二極體的市場、產業及技術發展等各方面的趨勢，由供應鏈角度、市場供需角度、廠商財務角度、技術研發角度以及專利權角度等各個面向進行趨勢探討及競爭分析，探討國內廠商在發光二極體的市場上，產業的競爭力以及未來的發展機會會是在哪。同時也希望能夠作為政府相關的單位在制定產業發展策略以及發光二極體廠商擬定發展策略的參考。

1.3 研究方法與步驟

本研究之研究方法與步驟分為四個步驟，分別為文獻探討、以多面向角度綜觀剖析發光二極體產業、政府對國內發光二極體產業的投資策略以及論文撰寫。

階段一、文獻探討

本研究期望能提供國內發光二極體產業的整體未來願景，因此藉由資料蒐集，從國內外資料庫、相關統計資料、研究報告、雜誌、報紙、網站等蒐集相關發光二極體之資訊，如發光二極體產業發展沿革、產品特性與優劣勢、市場、國內廠商上下游財務與營運狀況、技術、專利權以及政府相關輔導政策等方面進行討論，希望就產品、市場供需、技術、專利權與政府輔導政策等方面探究出後續競爭分析之依據。

階段二、以多面向角度綜觀剖析發光二極體產業

在了解國內整體發光二極體產業的相關狀況後，為了能更細部的發掘發光二極體產業的競爭力及優劣勢，以進行優勢維持或劣勢補強，因此依供應鏈、市場供需、廠商財務、技術研發、專利權等各個角度不同觀點來剖析發光二極體產業。藉由多方的觀點分析能提供整個發光二極體產業更全面的通盤解析。

階段三、政府對國內發光二極體產業的投資策略

以各個面向不同觀點分析過國內發光二極體產業後，綜合各角度優劣勢整理提出一整體發光二極體產業 SWOT 競爭分析，以及就國內上、中游和下游廠商進行五力競爭分析以為總結，期望能找出國內發光二極體產業發展的競爭力及契機之所在，並提供政府在發光二極體這項產業上充足的資訊以進行更完善的投資，以便讓發光二極體產業創造更高的巔峰。

階段四、論文撰寫

將上述三階段整理彙總，以文字描述撰寫成論文。

1.4 論文架構說明

本研究架構見圖 1.1，本論文分為六章。第一章描述研究背景、動機、目的與方法。第二章文獻探討針對發光二極體產業發展沿革、產品特性與優劣勢、產品應用市場、國內發光二極體產業關聯性、技術專利權進行討論。第三章針對分析工具，如 SWOT 分析及五力競爭分析進行探討。第四章針對供應鏈、市場供需、廠商財務、技術研發、專利權等多面向角度綜觀剖析發光二極體產業。第五章則就多面向剖析之結果進行 SWOT 競爭分析以及五力競爭分析，以利政府在發光二極體產業的投資上能決定出最佳之策略。最後第六章說明本研究之成果與建議。

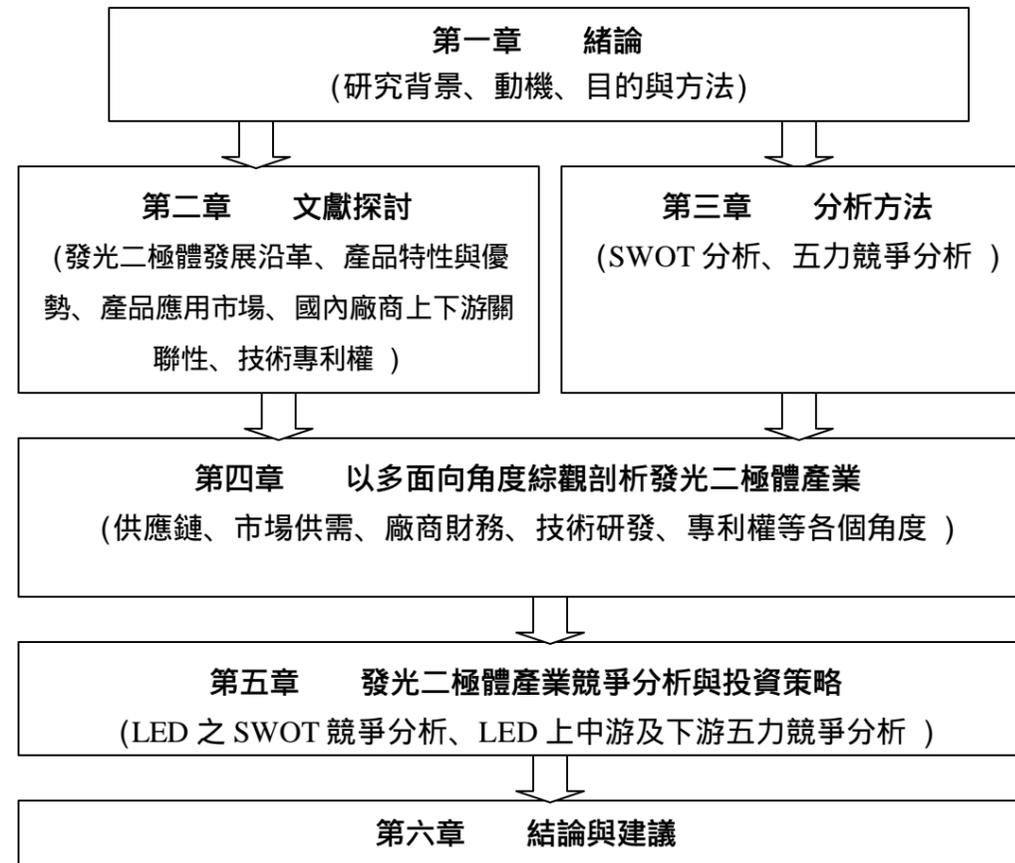


圖 1-1 論文架構

第二章 文獻探討

本章主要就本研究所需之背景知識與相關資訊作探討。其章節描述如下：2.1 節針對發光二極體產業發展沿革作一具體介紹；2.2 節探討發光二極體發光原理及發光二極體產品在市場上之優勢所在；2.3 節針對發光二極體產品在市場上應用之概況及發展作探討；2.4 節則是對於國內發光二極體產業關聯性與專利權方面的探討；2.5 節為本章節語。

2.1 發光二極體產業發展沿革

30 幾年前，美商德州儀器（TI）結束在台 LED 事業部，順勢為台灣開啟跨入 LED 之門。

自此之後，我國發展發光二極體產業已有 20-30 年之久，一直以來都是以下游為主，最早發展是起源自美國德州儀器的發光二極體封裝技術的引進，而後在 1975 年，國內第一家下游封裝廠光寶成立，次年，台中加工區的球旦也接著成立，而球旦為中日合資，故其主要的發光二極體封裝技術亦由日本引進。之後，其他公司也陸陸續續的成立，如億光、華興、東貝、佰鴻、李洲、宏齊等，發展至今，下游封裝廠商已有 40~50 家的規模。

而中游的發展始於 1976 年，首推萬邦的紅光(GaAsP/GaAs)發光二極體晶粒，該公司之後陸續又推出橙黃(GaAsP/GaAs)及紅綠光系列。而後光磊於 1983 年成立，以製造晶粒為主，接著 1985 年台科由工研院技轉 GaP LPE 磊晶技術，之後鼎元也於 1987 年成立，亦由工研院技轉 GaAs IR LPE 磊晶技術，兩家公司同樣以生產晶粒為主。發展至今，主要以專業中游廠自居者，只有光磊和鼎元兩家。

至於上游的發展，則是在 1993 年有由工研院光電所技轉之國聯光電的成立，開始了我國上游磊晶基礎的建立，接著 1994 年漢光科技成立，而晶元電子則在 1996 年成立，並藉由工研院光電所技轉相關技術，至此，上游的發展達到一個由萌芽期開始進入發展期的階段。

目前台灣 LED 上、中、下游 60 幾家廠商中，處處可見當初在 LED 草創時的光寶、華興等公司培養出的人才，加上 70 年代行政院青輔會主導的萬邦電子出身的工程師們，及 80 年代後由工研院陸續技轉民間後的影子，至後期美國的歸國學人加入，共同推動台灣 LED 產業由下游逐漸往上游發展，產業鍊正式趨向完整[20]。

有鑑於上游材料仍以仰賴日本進口為主，無法有效降低生產成本，於是這幾年業界皆大力投入上中游材料的研發，再加上政府大力推行科專計畫，積極投資上中游的技術研發，配合業者的需求，至 1998 年，更由於看好上游磊晶市場的榮景，因此造就一波上中游投資熱，國內這時的磊晶廠便如雨後春筍般的出現，主要以高亮度產品為發展目標，並將技術著重於 MOVCD 上，且產品也朝向多元化的角度開發，讓我國發光二極體產業形成一織密而有層次的組織網。

2.2 發光二極體發光原理及產品在市場上之優勢

2.2.1 發光二極體之發光原理

發光二極體(light-emitting diode, LED)是一種以二極體為發光主體所組成之元件，其所發出光之波長涵蓋紅外光、可見光及紫外光。它是一種由化學元素週期表上 IIIA 族(B 硼、Al 鋁、Ga 鎵、In 銦、Tl 鉍)與 VA 族(N 氮、P 磷、As 砷、Sb 銻、Bi 鉍)，或由 IIA 族(Be 鈹、Mg 鎂、Ca 鈣、Sr 銣、Ba 鋇、Ra 鐳)與 VIA 族(O 氧、S 硫、Se 硒、Te 碲、Po 鉈)元素混合形成之化合物半導體[27][36]。

發光原理是將電能轉換為光，也就是對化合物半導體施加電流，透過電子與電洞的結合，過剩的能量會以光的形式釋出，達成發光的效果，如圖2-1所示[27] [35]，因係以熱以外的能量直接刺激螢光體吸收後再發出光，不具熱能，屬於冷性發光，故又稱「冷光」。

但有些 LED 發光原理卻有些許不同，例如氮化鎵(GaN)之 p 型(電洞)磊晶形成不易，故所發出的藍光並非由電子、電洞之復合所釋出，而是藉由電子加速後的撞擊-游離化的過程中釋出能量而發出藍光[27]。總之 LED 可視為一可將電能轉換成光能之能量轉換裝置。

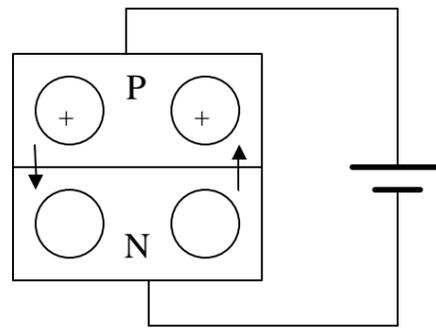


圖 2-1 LED 於正向偏壓時電子與電洞之移動方向示意圖

大部分的光電元件，特別是高亮度的發光元件，都是以直接能隙材料為主。因為在直接能隙材料中，電子與電洞若有機會在空間中結合，通常便會很自然的轉換成光子。而間接能隙材料，電子與電洞雖然可在空間中相遇，但這些載子之運動過程無法滿足動量守恆，必須藉由聲子之介入與協助才能轉換成光子[6]。基於此，以發光效率的觀點而言，便會採用直接能隙的材料。

當然，LED 在作用時亦必須遵守能量守恆定理，即電子與電洞在結合時所發射出光子的能量要等於電子與電洞之能量差，也就是能隙大小。因此，則可藉由製得不同化學成分之半導體材料，基於他們具有不同的能隙值，在經適當的組合後而得到不同發光波長的 LED[6]。

2.2.2 發光二極體產品特性與優勢

發光二極體是一種極微小的固態光源，和傳統的燈泡或螢光燈管比較，有別於傳統白熾燈泡以燈絲熱輻射和螢光燈管以氣體放電原理點燈，LED不但體積小、堅固耐震、不易破損、可靠度高；發光效率佳[29] [33][35]；顏色多樣、純正，不用外加濾光板；省電且不發熱；頻率響應快，操作反應速度極快，不產生影像殘留；而且壽命長[37]，較燈泡長100倍，較一般螢光燈管長10倍，可以製成體積極小的可繞式或陣列式的元件，且無熱輻射與無水銀等有毒物質的污染。

配合近代各式輕薄短小之需求應用，已逐漸成為日常生活中不可或缺的光電元件，此外，白光 LED 在較低的操作電壓與電流之下，色溫即可媲美太陽光色之日光燈，且演色性接近高性能之日光燈。未來更有機會成為一般照明的光源體。

目前白光 LED 之亮度已可達具有與白熾燈泡相當之亮度，已應用的範圍包括：汽車儀表板、液晶顯示板背光源、室內照明、筆記型電腦顯示器、手機背光源[35]等用途。

近年來有鑑於能源的節約與環保的壓力，必須逐步汰去一些光效不高以及有環境汙染疑慮之人工光源體，像是傳統鹵素鎢絲燈之類，進而以高光效無污染之光源體取代之，這類光源體即為新綠色照明光源，發光二極體便是其中之一[25]。

光源	白熾燈泡	螢光燈	緊湊型螢光燈	HID	LED
發光效率 (lm/W)	8~17	20~80	20~80	65~100	13~50
色溫(K)	2,100~3,000	2,500~7,500	2,500~7,500	3,000~8,000	5,000~8,500
演色性(CRI)	100	40~90	40~90	60~80以上	70~75 以上
壽命(小時)	750~2,500	10,000~20,000	6,000~10,000	5,000~20,000	>10,000

資料來源：工研院，2005/9

表 2-1 白光 LED 與常用光源之特性比較

由上列表 2-1 的白光 LED 與常用光源之特性比較中便可清楚發現，白光 LED 在功率以及發光效率上已足以取代傳統消耗熱能極大的白熾燈泡，在使用壽命上更是遠比其他光源來的長久，搭配白光 LED 體積小、省能源、抗震等優點，未來在各個應用領域勢必會有不錯的表現空間[25]。

2.3 發光二極體產品應用市場

LED 光源應用市場之趨勢分析

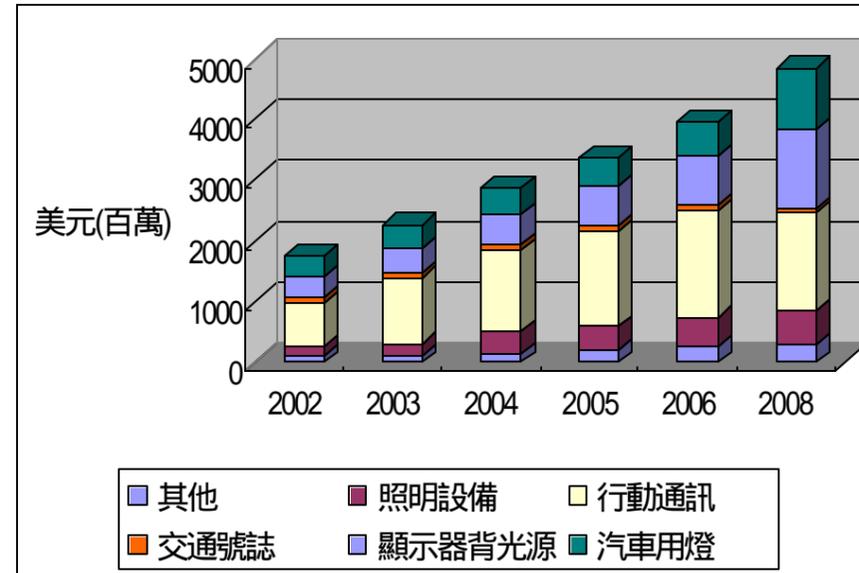


圖 2-2 高亮度 LED 在不同應用市場之趨勢

資料來源：工研院 IEK，2004 年

根據 ITIS 報告指出，未來 3 年之內，高亮度 LED 產業仍舊是處於穩定成長的階段。至 2008 年約將達 50 億美元。其中，又以行動通訊裝置、顯示器背光源以及汽車用之各式燈為最主要的應用趨勢。

2.3.1 發光二極體在行動通訊裝置上之應用

由於 LED 擁有省能源以及小型化節省空間等特質，因此對於目前市面上熱門的行動通訊機種，如彩色手機、照相手機與摺疊式手機來說，是非常適用的光源。也因此未來幾年，隨著手機市場往彩色化、照相化與薄型化的趨勢發展，LED 在手機產業的地位也愈來愈重要。

目前 LED 在手機上是當成袖珍鍵盤、螢幕與閃光燈的光源。根據 Strategy Analytics 估計，2004 年全球手機出貨量將達 6.7 億支，比起之前預估的 5.86 億支高出了 14%。其中，彩色與照相手機將成為銷售主力，由此可預知 LED 光源也會隨之有更大的應用空間。

單位：仟台

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004-2009CAGR
美國	143,743	147,400	152,268	153,470	158,300	167,700	3.1%
西歐	145,339	159,922	166,867	173,704	182,478	194,620	6.0%
亞太地區(日本除外)	184,778	197,073	207,972	222,209	237,763	251,280	6.3%
日本	44,116	45,430	45,660	44,260	44,870	44,400	0.1%
其他地區	189,306	251,851	285,150	306,340	324,600	340,270	12.4%
全球合計	707,281	801,676	857,907	899,983	948,012	998,270	7.1%

表 2-2 2004~2009 年全球手機市場規模預測

資料來源：IDC 2005/11

根據 IDC 於 94 年所作的統計資料顯示，94 年全球手機市場規模約 8.01 億支，預估 95 年可望成長 7% 達 8.58 億支，根據該機構預估資料顯示，93~98 年整體手機年複合成長率約 7.1%，顯示整體手機產業在一中度成長軌道。

2.3.2 發光二極體在顯示器背光源之應用

早期由於白光 LED 亮度不足，使其應用範圍侷限在 7 吋以下的 LCD 顯示器中，並無法應用於中大型 LCD 顯示器中。2004 年 11 月日商 SONY 與美商 Lumileds 合作推出全球第一款以白光 LED 為背光源之 LCD-TV「QUALIA 005」，正式開啟白光 LED 於中大型顯示器背光源的應用[12]。

背光源產業，近年來由於液晶監視器的快速成長，冷陰極射線管的背光源一直是背光源產業的主流。不過，隨著液晶電視的起飛，愈來愈多廠商在考量色彩豐富度的情況下，相繼採用高亮度 LED 當成背光源。

此外，LED 的另一項優勢是不包含重金屬。在環保日益重要的情況下，冷陰極射線管的汞成為其一大缺失，因此轉用 LED 也可以省去這樣的煩惱。

這也是液晶電視採用的主要因素之一。

對消費者而言，使用白光 LED 背光模組所製成的中大型 LCD 顯示器具有反應速度快、輝度可調範圍廣及具線性度、灰階影像辨識佳、色再現範圍寬廣的特點[12]，其產品績效表現高於使用 CCFL 背光模組，但由於 LED 背光模組價格高，因此 CCFL 背光模組績效/價格比仍優於 LED 背光模組，短期內以 40 吋以上 LCD-TV 為主要應用市場。

LED 在顯示器背光源的應用除了使用在 LCD 顯示器以及 LCD-TV 外，近年來由於衛星定位系統(GPS)和車內影音娛樂市場興起，車載用顯示器已逐漸進入大眾交通運輸工具和汽車市場。

目前無論使用何種車載顯示器，都必須使用到背光源。目前車載顯示器背光源主要有電激發光(Electro Luminescence, EL)、冷陰極螢光燈(Cold Cathode Florescent Lamp ,CCFL)及 LED 三種。

表 2-3 [13]顯示 LED 與 CCFL 在車載顯示器應用優劣比較。比較 CCFL 與 LED 兩者的特點，CCFL 在發光效率、成本上均較 LED 具有優勢，使得目前在車載顯示器背光源應用幾乎為 CCFL 所主導。

	LED	CCFL
Light Source Efficiency	Low (30~40lm/W)	High (100lm/W)
BLU Optical Efficiency	Low (140nit/W)	High (250nit/W)
Dark area	Dark area	No Dark area
Hg	Hg	Hg-free
Color Gamut	High (91.2%)	Low (75%)
Life time	High	Low
Power Consumption	Low	High
Light Cost	High	Low
Color Gamut	High (91.2%)	Low (75%)

表 2-3 LED 與 CCFL 在車載用顯示器特性之比較

資料來源：工研院 IEK-IT IS 計畫(2005/08)

展望未來 LED 在車載顯示器背光源應用市場，主要利基在於 LED 壽命與耐震動衍生高可靠性、低耗能、低成本以及 LED 為無汞光源。

目前 7 吋車載顯示器用背光源 CCFL 價格較 LED 為低，但由於 LED 近年來價格大幅下滑，整體背光模組成本 CCFL 優勢便不會明顯。在 LED 價格持續滑落及單位使用量減少影響下，預期 2006 年 CCFL 背光模組與 LED 背光模組價格將相等，阻礙 LED 發展的最大因素將消除。

當 LED 背光模組與 CCFL 背光模組在成本上無差異後，LED 特性上優勢將更為顯著，其包括：

- 消耗電力低：近年來由於 LED 發光效率增進，使 LED 背光模組消耗電力大幅降低，目前已低於 CCFL。
- 無汞：CCFL 使用汞蒸汽為放電介質，由於汽車為半密閉空間，若 CCFL 燈管破裂造成汞蒸汽外溢，對汽車駕駛人潛在危害大。LED 為半導體光源不需使用汞，不會有安全性疑慮。
- 可靠性佳：LED 耐震性佳，再加上光源壽命長，應用於車載顯示器可提高產品可靠度與使用壽命，降低消費者維修成本。

成本劣勢消除，配合 LED 背光模組特性上的優勢，再加上原有 CCFL 廠商將產能移轉至大尺寸 LCD 顯示器用 CCFL，將使得 LED 背光模組在車載顯示器應用大幅度成長[13]。

2.3.3 發光二極體在汽車上之各式燈應用

LED 用在汽車上的好處除了能夠節省汽油之外，還包含亮燈時間縮短、小型化、使用壽命較長、以及可節省成本與設計彈性化。以目前每輛汽車約需使用 200 至 300 顆 LED 來看，LED 在汽車產業的發展將無可限量。其中，應用在車頭燈將是下一目標，例如現在福特、奧迪、Toyota、BMW 等車廠都在研發 LED 車頭燈。

由於 LED 具有反應速度快的優點，因此依美國密西根大學運輸研究所的實驗，在時速 120 公里的情況下，使用 LED 煞車燈的反應，可讓後方的駕駛員，多出 5 公尺的煞車距離，這種情況下，相對的在交通安全上可多增加一層保護[26]。

LED 在汽車上的應用除了主要的第三煞車燈外 [29]，亦逐漸的擴大其應用範圍，如汽車尾燈、方向燈的使用，車內儀表板、車內照明及車內閱讀燈等。

1 台車需使用的 LED 總數約達300 顆左右，其中車內需求的LED 約 100 餘顆，車外如方向燈、煞車燈等需求，則同樣在100 餘顆；以此估算，全球汽車對LED的年需求量，將高達180 億顆左右，潛在市場商機不小。

2.3.4 發光二極體在交通號誌燈之應用

交通號誌燈的顏色可分為紅色、綠色和黃色。近來隨著商品化的綠光磷化鎵(GaP)以及橙光磷化鋁鎵銻(AlGaInP)等化合物材料的開發成功，已將LED光源成功引進交通號誌的應用領域中。

傳統交通號誌燈包含光源與燈箱兩部份，光源使用的是2000~8000小時壽命及60~165瓦的白熾燈炮；燈箱由反射鏡、圓形光圈以及紅、綠或黃色的透鏡所組成。裝設初期光源亮度可達675至2250流明。

若是光源以LED替代，三色系號誌燈其中每種顏色大約各需200顆LED的陣列組合。假設綠色LED在相同功率下能達到紅色LED的發光強度，則估計三色號誌燈總消耗功率約為10瓦。即使綠色LED耗電量為紅色LED的10倍，總消耗功率僅約為40瓦左右。一具使用60瓦白熾燈炮的三色交通號誌燈，若將光源轉換為LED，平均每具交通號誌燈可節省電能47瓦。

LED應用在交通號誌燈最早是由美國加州運輸部門於Clovis更換了32個行車管制燈中的紅燈進行測試，由於成效很好，並且達到了預期的省能源以及減少維修費用等目的，也因此在美國使用LED作為交通號誌光源的比例逐年增加，且應用的領域也由行車管制號誌燈擴展至行人專用號誌燈與特種交通號誌燈。

LED在交通號誌燈上的應用比重與應用領域之所以能逐年成長，關鍵在於LED具有以下幾個優點：

➤ 安全性佳，不會產生疑似亮燈的情況

目前多數LED交通號誌燈的設計，多為LED顯露在燈具表面的「LED rule」規格設計，「LED rule」設計使用100多顆LED，若有數顆LED不能運

作，則 LED 交通號誌燈仍能扮演其功能，使用的安全性較佳。

此外，一般使用白熾燈泡作為光源的交通號誌燈具有一反射罩，將往後發射的光反射向前，但此一凹面反射罩在陽光照射下會反射陽光，而造成疑似亮燈的混淆現象，影響人們對於紅、黃、綠燈的辨識能力。

LED 交通號誌燈雖然也有反射罩，但尺寸小了許多，疑似亮燈的情形並不嚴重。

➤ 節能、低維護成本

LED 是由半導體材料所製成之發光元件，具有耗電量低、元件壽命長、無須暖燈時間、反應速度快等優點，應用在交通號誌上，每個燈源模組的耗電量僅約 15~20W 左右，遠較白熾燈泡需耗能 60~135W 來的低。台灣區照明工會曾作過估計，以 LED 及白熾燈泡的耗能情況，配合全台灣約 15,000 個路口估計，若全面使用 LED 取代白熾燈泡，則每年約可節省新台幣 1.3 億元的電費(註一)。

(註一)台灣區照明工會在 2001 年的估計，每只 LED 交通號誌燈相較於白熾燈泡可節省 100W 電力*全台灣有 15,000 個路口*每個路口至少四只燈具*1 年 = 使用 LED 交通號誌燈一年可節省 52,560,000 度電*每度電 2.5 元台幣 = 一年節省 1.3 億台幣。

此外 LED 的壽命長，故不需要經常的維護，因此其維護成本也遠低於白熾燈。如表 2-4，交通號誌燈光源比較[14]。

	HV signal head (Incandescent lamp)	LV signal head (Halogen lamp)	LED signal head
耗能	60~135W(單顆)	20W(單顆)	15~20W(模組)
可視距離	>500m		>1000m
壽命	6 month	12 month	120 month
節能	0%	66%	66%
維護成本	100%	50%	25%

表 2-4 交通號誌燈光源比較

資料來源：工研院 IEK；PIDA

LED 在交通號誌燈上的應用雖具有以上的優點，但由於 LED 的單價仍遠高於白熾燈泡，這項因素使得 LED 交通號誌裝置的初始成本遠高於其他型態的交通號誌燈。不過近年來由於 LED 的單價大幅下滑，相對的，LED 交通號誌燈的初始成本也大幅度的滑落。1999 年，每個紅色 LED 交通號誌燈的售價為 180 美元，綠色 LED 交通號誌燈的售價高達 475 美元，而當時以白熾燈泡為光源的交通號誌燈售價僅需 1 美元，高達數百倍的價格落差，阻礙應用市場的成長。然而至今，每個紅色 LED 交通號誌燈的售價為 48 美元，每個綠色 LED 交通號誌燈的售價也僅為 94 美元，雖然單價仍高於以白熾燈泡為光源的交通號誌燈，但若加計能源成本與維修成本，LED 交通號誌燈的總成本已達合理可接收的範圍[14]。

2.3.5 發光二極體在一般照明之應用

LED 燈如欲達成較高普及率以及消費者接受度，將取決於他的光效率、光強度、光特性、使用壽命以及市場價格。在上述各項可行性評估因素中，LED 燈長達 10^5 至 10^6 小時使用壽命已足以滿足大部份的應用，然而在效率、發光強度、光譜範圍，以及光輸出視角上仍有待改進。因此，欲實現 LED 成

為一般照明應用之最大瓶頸在於光效與價格，而兩者均取決於產品技術之成熟度。

照明替代光源 (lm/W)		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
								
		Halogen Incandescent	Magnetic CFL Bulb	Electronic CFL Bulb	CFL (PLJ-type)	Linear Fluorescent	HID lamp	
光源效率 (lm/w)	傳統光源	18	40	40	50	65	90	
	白色LED元件	20	30	40	50	60	120	
電源效率 %	變壓器 / 安定器	70 %	65 %	80 %	65 %	70 %	75 %	
	Power Supply	85 %	85 %	88 %	90 %	92 %	95 %	
配光效率 %	燈具	60 %	60 %	60 %	70 %	65 %	80 %	
	光晶板	80 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	
系統應用效率 (lm/W)	傳統照明	7.56	15.6	19.2	22.8	29.6	54	
	LED 照明	13.6	21.7	30	38.3	47	97	

備註：1.效率以平均值計算
2.系統效率(lm/W) = 光源效率 (lm/W) x 電源效率(%) x 配光效率(%)

表 2-5 白光 LED 產品效率及取代現有照明光源體之可能性預測

根據 LED 技術發展趨勢，在發光效率逐年提升的情況下，預計在 2001 年 LED 發光效率可達每瓦 20 流明，屆時將有機會取代現在普遍使用之鹵素燈(18 lm/W)。如表 2-5[25]所示，若考慮變壓器與燈具效率(分別為 70%和 60%)，取代後之高效率 LED 電源轉換器與特殊光學封裝(分別為 85%和 80%)，整體效率則由 7.6 lm/W 提升至 13.6 lm/W，省能 44%。而至 2005 年 LED 光效可達 50 lm/W，此時將可取代精緻型螢光燈，若 LED 光效持續提升至 60 lm/W 則有機會取代部分直管螢光燈。若至 2010 年 LED 光效達到 120 lm/W，更可直接取代高照度氣體放電燈(HID) [25]。

項目	2000 年		2005 年	
光輸出 Base	1500 lm		1500 lm	
光源體	白光 LED	傳統光源 (白熾/螢光)	白光 LED	傳統光源 (白熾/螢光)
功率 光效	80 mW/ea (@20mA) 15 lm/w	32 W/ea 52 lm/w	400 mW/ea (@100mA) 40 lm/w	25 W/ea 60 lm/w
價格	LED \$0.9 /ea PS. \$15 /ea (15 ¢ /w)	Fixture: \$120 /ea Ballast: \$15 /ea Lamp: \$4 /ea	LED \$0.1 /ea PS. \$3.75 /ea (10 ¢ /w)	Fixture: \$100 /ea Ballast: \$10 /ea Lamp: \$2 /ea
壽命	8 yrs.	Fixture: 4yrs. Ballast: 3yrs. Lamp: 8000 hrs.	8 yrs.	Fixture: 4yrs. Ballast: 5yrs. Lamp: 12000 hrs
壽命期內 所需材料	@ 1250 顆	Fixture: @2 Ballast: @ 8/3 Lamp: @4	@ 94 顆	Fixture: @2 Ballast: @8/5 Lamp: @2.67
設置/維護費用 (8 年)	$0.9 \times 1,250 + 15 =$ \$1,140 (\$95.0/yr k lm)	$120 \times 2 + 15 \times 8 + 3 + 4 \times$ $4 = \$296$ (\$24.6/yr k lm)	$0.1 \times 94 + 3.75 =$ \$13.15 (\$1.10/yr k lm)	$100 \times 2 + 10 \times 8 + 5 + 2 \times$ 2.67 =\$221 (\$18.4/yr k lm)
設置+維護+電費	\$760 / k lm	\$197.3 / k lm	\$8.8 / k lm	\$147.3 / k lm

表 2-6 白光 LED 照明與傳統照明之經濟效益比較

從表 2-6[25]白光照明與傳統照明的經濟效益比較中，白光 LED 照明的價格與壽命期內所需 LED 顆數會隨著市場需求、廠商量產以及技術的進步而使得價格降低以及壽命期內所需 LED 顆數的大幅減少，就總體的設置維修電費的費用可從\$760/k lm 大幅降低到\$8.8/k lm，著實達到省電省能源的環保訴求。相較於傳統光源(白熾/螢光)而言，白光 LED 技術的成熟以及降低成本所帶來的經濟效益將對傳統光源帶來衝擊，甚至全面取代已符合全球節能的需求[25]。

在過去三、四年來，由於發光二極體在製造成本上持續降低，以及發光效率和發光亮度不斷提昇下，配合發光二極體所具有壽命長、安全性高、發光效率高(低功率)、色彩豐富、驅動與調控彈性高、體積小、環保等特點，使得發光二極體在一般照明市場應用得以大幅度擴張，帶動其市場需求成長。2005 年全球一般照明用發光二極體市場達 2.5 億美元，2000 年到 2005 年年複合成長率高達 44%。如下圖 2-3 [15]。

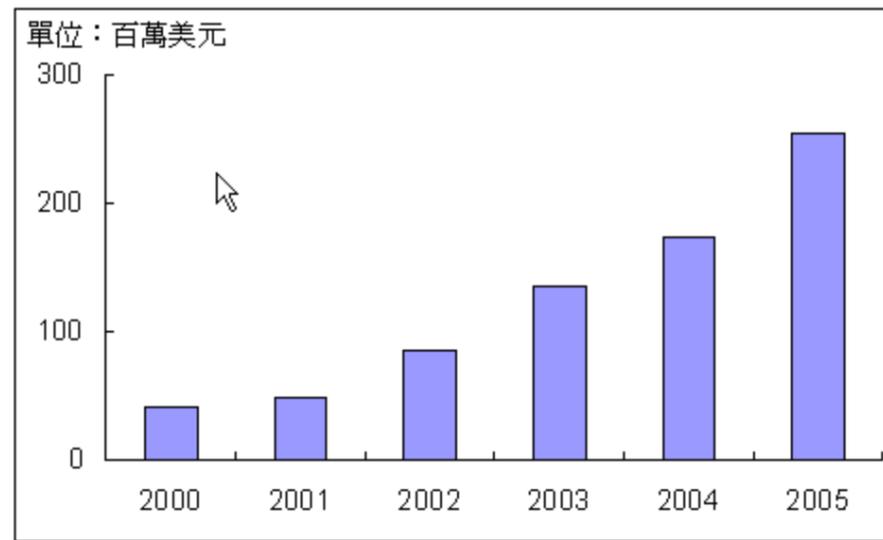


圖 2-3 照明用發光二極體市場規模

資料來源：Strategies (2006)

雖然發光二極體需求大幅成長，但相較於整體光源市場，發光二極體市場佔有率仍偏低，約僅有 2%。但發光二極體仍被多數業者看好在一般照明領域的發展，尤其在藉由新光源的導入，有極大機會將重組原有照明產業的生態，甚至於影響建築等應用產業發展[15]。

白光 LED 在目前一般照明市場屬於導入期市場，在現今能源逐漸短缺的情況下，節能與環保為驅動市場成長的要素，目前白光 LED 成本仍偏高，產品特性仍有不足，短期內白光 LED 市場將持續呈現線性般成長，預測 2010 年後將呈現指數型態快速成長。

白光 LED 照明模組為下一波產業競爭核心，產品及檢驗標準、整合型技術能力、通路、彈性、價格將是競爭關鍵[12]。

照明的市場是 LED 在發展上最大的願景，許多大廠都朝著這個目標努力前進，更有許多國外廠商朝向策略聯盟的方向發展，希望藉由 LED 廠商以及照明廠商的不同專長，共同開發出適合商品化的產品，如 Philips & HP、Osram & Siemens 等，這樣的舉動也能提供國內 LED 廠商在進軍照明市場的策略上

提供另一番不同的思考模式，不再流於單打獨鬥，更能創造出更多價值及效率。

2.4 發光二極體產業關聯性與專利權之探討

2.4.1 發光二極體產業上、中、下游關聯性

發光二極體之製程大致上可分為四個部分，分別為上游磊晶（Epitaxy）製程、中游元件製作（Processing）製程、下游封裝/測試（Packaging / Testing）製程，然而整合元件製造廠商（IDM）為元件應用者，負責將 LED 整合至產品中，以發揮 LED 的功能。圖 2-4 [18]為 LED 上、中與下游產業分工圖。

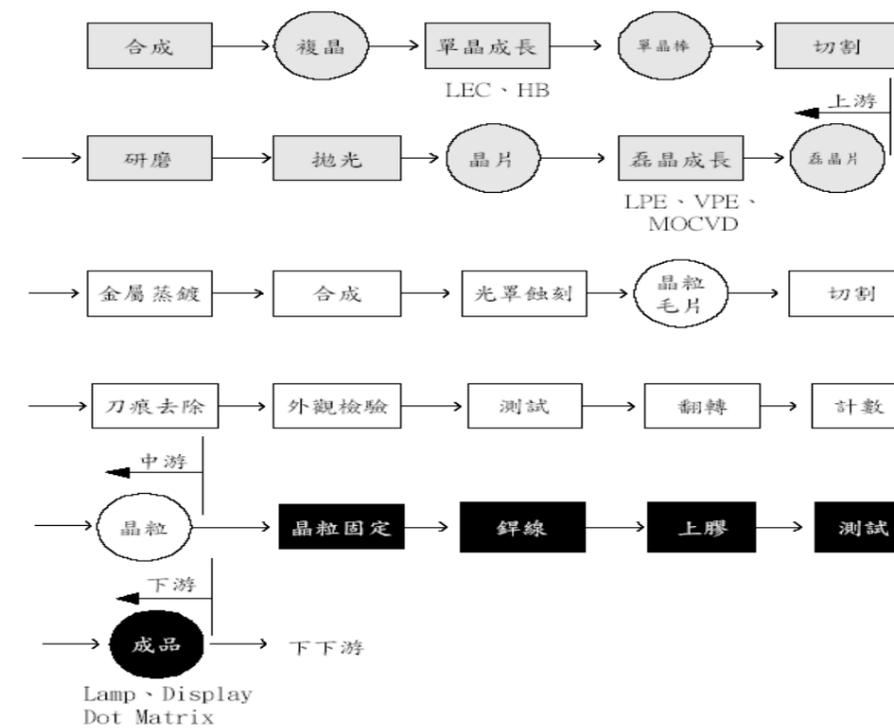


圖 2-4 LED 產業分工圖

而 LED 產品之上、中下游製作及應用流程分別如下：

上游磊晶製程主要是將含鎵 (Ga)、砷 (As)、銦 (In) 與磷 (P) 等元素化合物透過此製程形成多層、不同結構的磊晶片 (Wafer)。如圖 2-5 [27]。

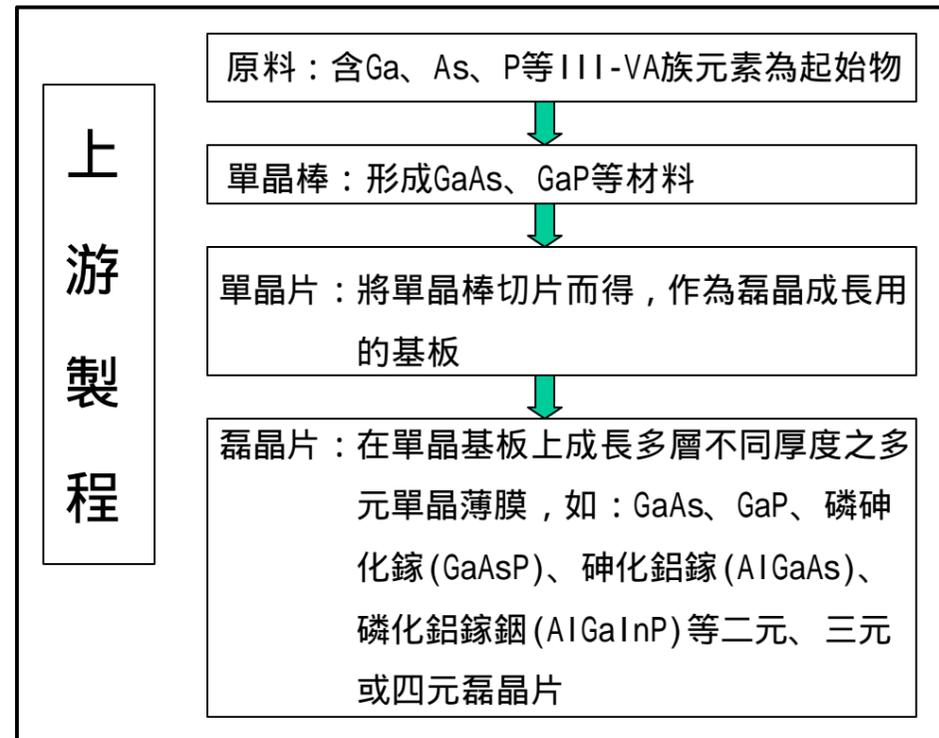


圖 2-5 上游磊晶製程流程圖

該製程主要的製造流程分為兩項：

(1) 基板製作 (Substrate)：

基板製作的目的是先將含鎵 (Ga)、砷 (As)、銦 (In) 與磷 (P) 等元素化合物經由合成與複晶的單晶成長技術形成砷化鎵 (GaAs) 或磷化鎵 (GaP) 等單晶棒，然後再進行單晶棒的切割、研磨與拋光等技術形成單晶片，而此單晶片即作為下一個磊晶成長步驟的基板

(2) 磊晶成長 (Epitaxy):

磊晶成長步驟主要是以基板製作步驟所形成的單晶片為基板，透過各種磊晶技術的選擇去形成多層、不同材料結構的磊晶片。

其中磊晶技術包括有液相磊晶成長法 (liquid phase epitaxy , LPE)、

氣相磊晶成長法 (vapor phase epitaxy , VPE)、

有機金屬氣相磊晶成長法 (metal organic vapor phase epitaxy , MOVPE)、

分子束磊晶成長法 (molecular beam epitaxy , MBE)

表 2-7 為 LPE、VPE 與 MOVPE 三種磊晶技術的比較，由表 2-7 可知，各種磊晶技術的特色、優劣與主要用途。總結來說，磊晶技術的選擇會影響 LED 的內部發光效率，而磊晶結構更會因為磊晶材料選擇與結構不同而影響 LED 的發光顏色與內部發光效率。

磊晶方法	特色	優點	缺點	主要應用
LPE	以熔融態的液體材料直接和基板接觸而沉積晶膜	操作簡單磊晶長成速度快具量產能力	磊晶薄度控制差磊晶平整度差	傳統 LED
VPE	以氣體或電漿材料傳輸至基板促使晶格表面粒子凝結 (Condensation) 或解離 (Desorb)	磊晶長成速度快量產能力尚可	磊晶薄度及平整度控制不易	傳統 LED
MOVPE	將有機金屬以氣體型式擴散至基板促使晶格表面粒子凝結 (Condensation)	磊晶純度佳磊晶薄度控制佳磊晶平整度佳	成本較高良率低原料取得不易	HB-LED LD VCSEL HBT

表 2-7 LPE、VPE、MOCVD 比較

(資料來源：資策會 MIC , 2001 年 7 月)

上游磊晶製程的生產特性是屬於技術與資本密集產業，操作機台特性會影響產出之良率，故機器設備占生產成本比重頗高[22]。此外 LED 的中游晶粒品質好壞在磊晶製程中已經決定 70% [7]，所以磊晶製程在整體發光二極體的產出中是相當重要的製程步驟。

而中游元件製作製程主要的目的是製作 P-N 電極並將上游的磊晶片依造元件規格尺寸切割成晶粒 (Dice)。

製程步驟包含有金屬蒸鍍：以鎂 (Mg) 等金屬進行蒸鍍，目的是為活化磊晶晶元的表面以利光罩蝕刻的進行。光罩蝕刻：光罩的目的是為了顯示晶元蝕刻的位置；蝕刻可分為乾式蝕刻與濕式蝕刻，目的是為了在晶元上作出切割紋路，以利切割進行。熱處理：目的是藉著高溫退火的步驟以減少蝕刻對晶元的傷害。P、n 極電極製作：目的是接合電極裝置，以使電流可透過此電極裝置流入晶粒中，以發揮 LED 發光的功能。切割與崩裂：針對元件規格大小將晶元切割與崩裂成許多的晶粒。如圖 2-6 [27]。

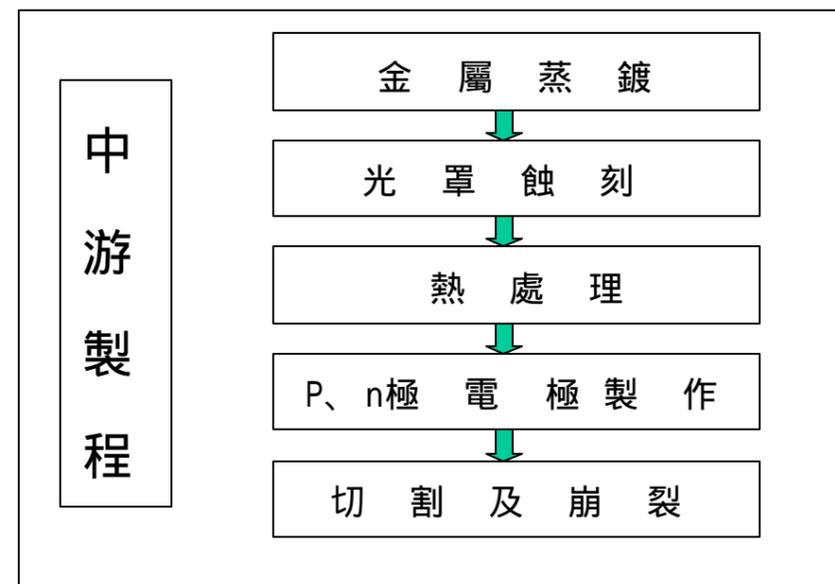


圖 2-6 中游元件製作製程流程圖

在中游元件製作製程的生產特性主要在晶粒製作上以製程良率為衡量基礎，目前國內廠商在這方面技術水準差異不大，大部分發光二極體晶粒製程都可以達到 80%~90%以上的良率[22]。

下游封裝與測試製程主要是將中游的晶粒依據下游整合應用商的產品結構需求作不同的封裝形式與接線的作業。如圖 2-7 [27]。

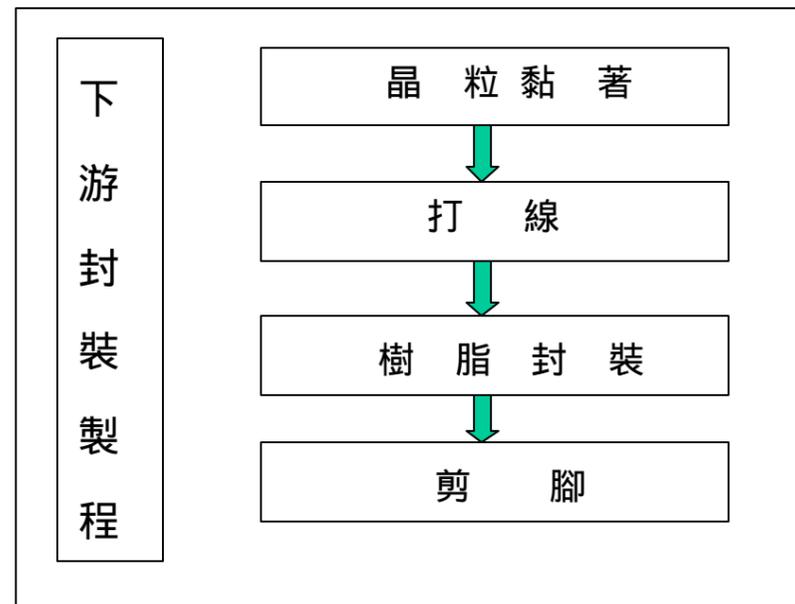


圖 2-7 下游封裝與測試製程流程圖

隨著下游整合應用製造商產品需求市場逐漸擴大之際，再加上技術成熟的下流封裝/測試技術，下游封裝/測試的生產特性，考量上游與其他零組件供應商的供貨能力與下游應用製造商需求之下，提升其生產供需平衡，以滿足需求多樣化的能力。

2.4.2 發光二極體產業專利權之探討

國內、外各LED 大廠在LED 結構、元件、磊晶及製程技術都有一定的專利保護。參考各公司所發表的專利及產品型錄，分別將重要的技術項目說

明如下：

- Lumileds 擁有透明基板TS(transparent substrate)及flip-chip 型態LED 的專利與技術，在高效率、高功率LED 部分佔一定的技術優勢。
- Nichia 擁有InGaN LED 大部分的專利與技術，在高效率LED 部分佔一定的技術優勢。
- Osram Opto Semiconductor 公司擁有buried micro-reflector type LED 及 thin GaN LED 專利與技術，在高效率LED 部分佔某些的技術優勢。
- 全新光電擁有MB(metal bonding) type LED 專利與技術，在高效率LED 部分佔某些的技術優勢。

雖然各公司在某些方面都有各種技術的領先及優勢，但是科技日新月異，利用不同領域的「技術平台」交流及人類創新發展的能力，許許多多的LED 新結構、元件、製程技術推陳出新，各公司的技術、專利的量產可轉移性及投資報酬回收的考量都會使其降低利潤沒有市場競爭力，所以 LED 專利技術的優勢維持不會很久，是一個競爭激烈的技術市場。唯有持續不斷的改進，才有生存的機會[23]。

眾所周知，日本日亞化學公司在發光二極體的技術上掌握了大多數主流產品的專利，國內廠商大多礙於其專利地雷的限制，使得發展顯得綁手綁腳，而且日本日亞化學是最早運用藍寶石晶圓發明藍光LED的廠商，由於取得多項藍光LED技術專利權，且堅持不對外提供授權，進而造成獨佔市場，並影響國內LED下游產品的發展。惟隨著環境的改變，日亞化學逐漸開放專利授權後，全球LED廠商紛紛朝向藍光技術開發，在手機背光源、戶外大型看板、交通號誌、汽車及照明的市場需求帶動下，使得藍光LED需求大幅增加，雖然目前市場主流已由白光LED所取代，但仍佔有一定比重[10]。

在國內發光二極體廠商，各家公司無不專注在技術的研發上並取得專利的保護 上游龍頭廠商晶元光電，截至 94 年底止，共取得國內外專利權 226 件 [23]。光磊科技亦平均每年獲准通過 6~7 項專利。而華上光電截至九十四年

度共計申請 173 項專利並獲核准其中 82 項 [21]。其他公司亦積極投入在產品技術研發上以取得更多專利權。

我國工研院光電工業研究所近年來亦研發關於發光二極體之技術專利包括有2項GaAs單晶技術專利、6項AlGaInP 技術專利以及24項GaN技術專利，並充分利用這些技術組合於磊晶成長、製程技術、封裝與應用以及白光LED的研發應用上。並積極的授權技術轉移給予國內發光二極體廠商使用。

工研院光電所提供之LED專利重點在於：

- 改良LED的結構與製程方法
- 促進LED發光效率提升
- 增強LED壽命及可靠度
- 提升LED應用的方向與價值

期望透過光電所研發的能力對發光二極體產業不論在製程、技術、產品等方面提供有助益的輔助，讓發光二極體產業能更向上提升附加價值以及增強競爭力。下圖為工研院光電所在發光二極體上的專利組合。

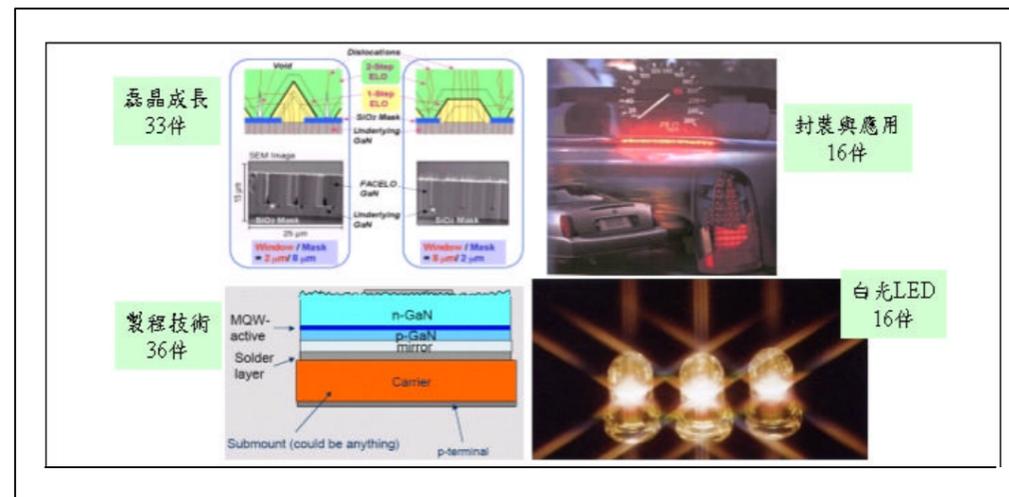


圖 2-8 發光二極體專利組合

資料來源：工研院光電所

2.5 本章結語

總結在 2.1 節中說明了發光二極體產業在國內的發展演變,以及技術上的基本應用;在 2.2 節中介紹了發光二極體的發光原理以及其具備的優勢是否足以在未來的照明上尋找到發展空間;在 2.3 節中就發光二極體在目前以及未來的可能應用面作了解析及詳盡的探討,藉由這些市場的需求探究發光二極體未來的發展趨勢;在 2.4 節中剖析了發光二極體產業的上、中、下游關聯性,並說明了上、中、下游的製程以及技術上可能的困難。這些章節的探討將形成本研究在發光二極體產業各面向剖析的基礎。

第三章 分析方法

本章主要針對本研究所使用的分析方法做一詳盡的介紹，以及透過對發光二極體產業的了解利用該方法進行評析，其章節分述如下：3.1 節主要是針對產業分析方法中的 SWOT 分析做一說明，分別就優勢、劣勢、機會、威脅等四部份做一初步簡介，進而分析該產業在競爭態勢中所處的地位為何，並該採取何種因應措施。3.2 節主要針對 Michael Porter 的五力競爭分析做介紹，分別從影響產業競爭態勢的五項因素：「新加入者的威脅」、「購買者(客戶)的議價力量」、「替代品(或服務)的威脅」、「供應商的議價能力」以及「現有競爭者的對抗態勢」來測知該產業的競爭強度與獲利潛力。3.3 節則為本章節語。

3.1 SWOT 分析

3.1.1 SWOT 分析概述

在一策略規劃過程中，針對企業內部環境以及企業外部環境所做的審視，是很重要的環節。從這些企業內部及外部環境的審視中，能取得許許多多的資訊供企業做為決策的依據[38]。但是並不是所有的資訊都是具有重大意義的，因此利用 SWOT 分析來過濾這些大量資訊以滿足企業在關鍵議題上所需及有效用的管理資訊。

其中，內部環境因素對企業的影響通常可歸類為**優勢** (Strengths) 以及**劣勢** (Weaknesses)。外部環境因素對企業的影響則可歸類為**機會** (Opportunities) 以及**威脅** (Threats) [31][38]。因此針對企業環境所做的策略分析即是所謂的 SWOT 分析。

3.1.2 SWOT 分析架構與說明

在 SWOT 分析中，優勢與劣勢是企業內部環境因素或企業體與其關鍵客戶間的輸贏考量結果。優勢可視為是建立競爭有利條件的基礎，然而其必須能有效地滿足企業與關鍵客戶的獲利需求才具有意義，因此優勢也成了企業獲利該具有的能力。而劣勢則是阻礙競爭有利條件的建立，是值得企業警惕及可以改進的部份。

SWOT 分析提供了企業該產業的相關資訊，使得企業處在該產業競爭環境中，能充分掌握及應用企業資源及潛力，以保有企業在產業中的競爭力 [31]。因此，就其本身而論，SWOT 分析在策略上的規劃和選擇，實質是極為有幫助的一項工具。

以下就以一圖示來說明 SWOT 分析如何來進行環境的審視作業，並加以詳述 SWOT 分析的內容概要。

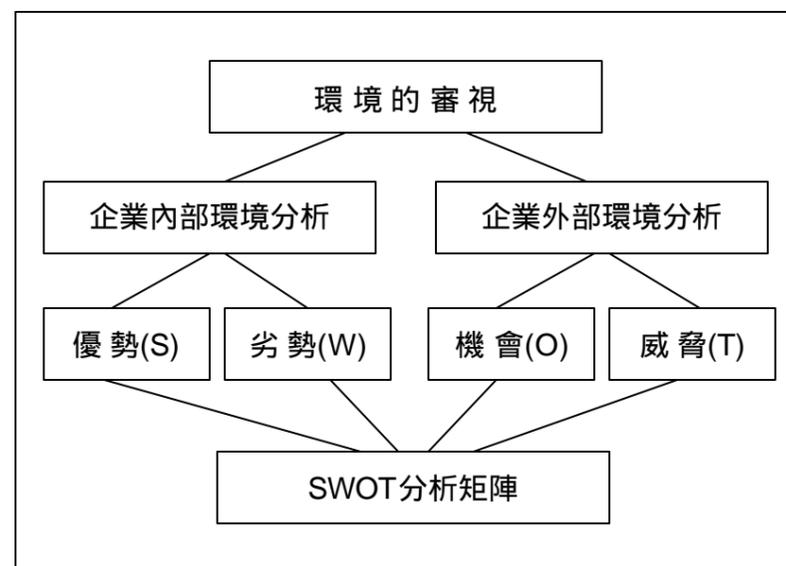


圖 3-1 SWOT 分析架構

優勢 Strengths :

一企業的優勢乃是該企業的資源和潛力，並能利用這些資源作為發展未來競爭優勢的基礎。

這些優勢可能包括：

- 專利權
- 強烈的商標聲譽
- 良好的專業技術能力
- 新穎、創新的產品或服務
- 在顧客心理建立好的信譽
- 企業研發製造坐落佈局
- 優質的生產能力
- 快速反應市場變化的能力
- 專業技術的成本優勢
- 獨占的天然資源
- 有利的銷售網路

劣勢 Weaknesses :

某些優勢的不足之處可被視為劣勢。下列列舉一些可被視為劣勢的情況：

- 缺乏專利權的保護
- 專業技術能力不足
- 微弱的商標聲譽
- 無特別差異化的產品或服務
- 在市場上產品能見度不高
- 在顧客間沒有足夠的信譽
- 高的成本結構

- 缺乏較佳天然資源的取得
- 缺乏關鍵銷售網路

在某些情況下，劣勢可能是優勢的對立面。舉例而言，一企業可能有很好的大量的製造能力。這項能力對於沒有市佔率的競爭對手而言可被視為一項優勢，但是如果在製造能力上大量投資的話，反而可能會造成企業在策略環境上缺乏快速反應的能力，那麼則可被視為是一項劣勢。

機會 Opportunities :

外部環境的分析可能顯示出某些在企業利潤上或是企業成長上的新機會。

這些機會可能包括：

- 未實現滿足的顧客需求
- 合併，或策略結盟
- 新技術的引進
- 相關法規的鬆綁
- 國際貿易障礙的排除

威脅 Threats :

外部環境的改變可能造成一企業的威脅。

這些威脅可能包括：

- 顧客對於該公司產品的品味改變
- 替代產品的出現
- 競爭對手引起的價格戰
- 競爭對手開發出新穎，創新的產品或服務
- 新法規的定立

■ 漸增的貿易障礙

SWOT 矩陣裡的內容資訊取得方式將會影響分析的品質。如果該資訊是由企業執行長在短時間內的觀察所取得，即使執行長對企業或是整個產業有廣闊的視野了解，該內容資訊仍舊是屬於單一觀點。對於分析的品質會不盡客觀。如果這些分析能參雜其他股東，像是員工、供應商、顧客和合作夥伴等，的贊同或意見時，不僅能以更多觀點來提供分析相關資訊，更能讓分析結果有更好的品質產生。

3.2 五力競爭分析

3.2.1 五力競爭分析概述

Porter (1980)所提出的五力分析，是以整個產業結構為出發點，以此來評估整個產業的吸引力，亦或是評估個別企業對於其競爭對手的競爭能力。Porter認為產業的結構會影響產業之間的競爭強度，便提出一套產業分析架構，用來了解產業結構與競爭的因素，並建構整體的競爭策略。影響競爭及決定獨占強度的因素歸納五種力量，即為五力分析架構[1][17][24]。

Porter的五力分析是一產業競爭分析模式。該模式的基本競爭原則乃期望公司或整個產業在已認知風險情況下能持續維持營業利率的成長。然而，許多經濟學研究證實不同的產業根據產業特性以及產業結構能維持的獲利能力亦會有所不同，本研究即針對發光二極體產業套用 Porter 的五力分析模式根據發光二極體產業結構對其未來發展性進行評析。

3.2.2 五力競爭分析架構與說明

Porter 根據其多年產業的觀察，將產業結構分成五種作用力，分別為「潛

在進入者的威脅」、「替代品的威脅」、「客戶議價力量」、「供應商議價力量」、「同業間的競爭」，對產業內所有公司而言，客戶，供應商，替代品和潛在加入者，都是競爭者。因此，若要了解產業結構，即可分析這五種作用力，我們稱之為「五力分析」。不同產業，決定其競爭及獲利程度的「五力」來源各有不同，這五股競爭作用力加總起來，就可以決定產業競爭的激烈程度及獲利多寡。最強的一或數股作用力將主宰全局，變得非常重要，而不同的作用力，對不同的產業的競爭態勢，份量也不同。五力分析架構圖如下 [1][17][24]。

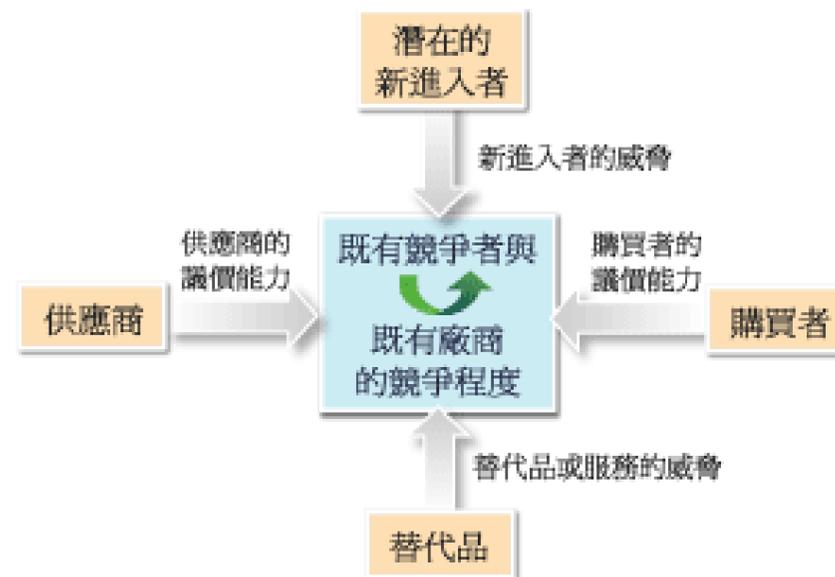


圖 3-2 Porter 五力分析架構

透過五種競爭力量的分析有助於釐清企業所處的競爭環境，並有系統的瞭解產業中競爭的關鍵因素。五種競爭力能夠決定產業的獲利能力，它們影響了產品的價格、成本及必要的投資，每一種競爭力的強弱，決定於產業的結構或經濟及技術等特質。以下說明這五種力量的構成元素：

1. 新進入者的威脅

賺取超常報酬的潛力往往吸引許多新的進入者加入戰局。此一新進入者的威脅因而對現有廠商的訂價與利潤形成限制。因此進入產業的難易度成為產業獲利潛力的一項重要關鍵。進入障礙高，潛在進入者的威脅自然較小 [34]。

新進入產業的廠商會帶來一些新產能，不僅瓜分既有市場，也必然會引起現有廠商的激烈競爭，壓縮市場的價格，導致產業整體獲利下降，因此，產業內的公司在此競爭的同時，也應防禦潛在競爭者的進入。潛在進入者威脅的強弱應視「進入障礙」與「原有競爭者反應程度而定」。進入障礙的主要來源如下：

- ◆ 經濟規模
- ◆ 專利的保護
- ◆ 產品差異化
- ◆ 品牌之知名度
- ◆ 轉換成本
- ◆ 資金需求
- ◆ 獨特的配銷通路
- ◆ 政府的政策
- ◆ 絕對成本優勢
- ◆ 學習曲線

2. 供應商的議價能力

當供應商能夠強迫企業提高購買價格，或降低供貨品的品質，使得企業降低獲利能力時，供應商可視為一個威脅。相反的，弱的供應商給予企業有

機會壓低進價及要求較佳的品質。供應商對企業做出要求的能力，取決於供應商和企業之間議價實力的相對大小[7]。

供應者可調高售價或降低品質對產業成員施展議價能力，造成供應商力量強大的條件，與購買者的力量互成消長，其特性如下：

- ◆ 由少數供應者主宰市場
- ◆ 對購買者而言，無適當替代品
- ◆ 對供應商而言，購買者並非重要客戶
- ◆ 供應商的產品對購買者的成敗具關鍵地位
- ◆ 供應商的產品對購買者而言，轉換成本極高
- ◆ 供應商易向前整合
- ◆ 現存的替代原料
- ◆ 原料價格佔產品售價的比例
- ◆ 供應商垂直整合的程度或可能性

3. 購買者的議價能力

當購買者有能力向公司要求低價或更好的服務時，可看作是一種競爭威脅。另一方面，當購買者議價能力較弱時，公司可以提高售價以求取更高的利潤[7]。有兩個因素決定顧客的議價能力：顧客的價格敏感性與相對議價能力，前者決定顧客對價格的在意程度並會在價格上計較的可能，後者則決定其議價成功的可能性[34]。

購買者對抗產業競爭的方式，是設法壓低價格，爭取更高品質與更多的服務，購買者若能有下列特性，則相對賣方而言有較強的議價能力：

- ◆ 購買者群體集中，採購量很大
- ◆ 所採購的是標準化產品

- ◆ 購買者相對於廠商的轉換成本較低
- ◆ 購買者易向後整合
- ◆ 購買者的資訊充足
- ◆ 現存替代品
- ◆ 購買者價格敏感度

4. 替代品或服務的威脅

替代品不一定與現有產品具有相同的形式，只要具備相同功能，就可能形成替代品的威脅。例如，飛機和汽車租賃在短程旅行中，互為替代品。替代品威脅的強弱決定於競爭產品間的相對價格與效益，以及消費者的轉換意願，替代品的效益/價格比越高，消費者的轉換意願越高，被替代成功的機率即越高[34]。

產業內所有的公司都在競爭，他們也同時和生產替代品的其他產業相互競爭，替代品的存在限制了一個產業的可能獲利，當替代品在性能/價格上所提供的替代方案愈有利時，對產業利潤的威脅就愈大，替代品的威脅來自於：

- ◆ 替代品有較低的相對價格
- ◆ 替代品有較強的功能
- ◆ 購買者面臨低轉換成本
- ◆ 消費者對替代品的偏好傾向
- ◆ 消費者認知的品牌差異

5. 現有廠商的競爭程度

許多產業的平均獲利水準主要受到現有公司間競爭的影響。有的產業出現激烈的價格競爭，使價格趨近邊際成本；有的則是在非價格上的競爭，如創新、品牌形象等[34]。

產業中現有的競爭模式是運用價格戰、促銷戰及提昇服務品質等方式，競爭行動開始對競爭對手產生顯著影響時，就可能招致還擊，若是這些競爭行為愈趨激烈甚至採取若干極端措施，產業會陷入長期的低迷，同業競爭強度受到下列因素影響：

- ◆ 產業內存在眾多或勢均力敵的競爭對手
- ◆ 產業成長的速度很慢
- ◆ 高固定或庫存成本
- ◆ 轉換成本高或缺乏差異化
- ◆ 產業存在超額產能的情況
- ◆ 競爭者的多樣性
- ◆ 高度的策略性風險
- ◆ 高退出障礙
- ◆ 資訊的複雜度和不對稱

Richard D'Avani (1994) 指出很多產業是超級競爭的 (Hypercompetitive)，超級競爭產業的特徵是永久持續的創新，電腦產業是經常被引證係超級競爭產業的範例，此類產業的結構不斷地因創新而變革。而五力分析可能無法即時反應此類產業的快速變動，這是因為五力分析是靜態的，對於處於穩定期的產業結構分析是有用的工具，但卻無法充分地掌握產業環境中快速變化期間所產生的變動。

3.3 本章結語

第三章主要就在產業探討方面必運用的研究方法—SWOT 分析以及 Porter 的五力分析進行介紹並探究產業在使用該方法進行分析時需注意的重點。藉由 SWOT 分析來檢測一個產業的優勢、劣勢、機會以及威脅，以作為未來在策略上決策之依據。經由 Porter 五力分析的五項因素：「新加入者的威脅」、「購買者(客戶)的議價力量」、「替代品(或服務)的威脅」、「供應商的議價能力」以及「現有競爭者的對抗態勢」來解析產業目前所在的處境為何，並測知該產業的競爭強度與獲利潛力。本研究將利用這兩項研究方法—SWOT 分析以及五力分析對發光二極體產業進行剖析以作為該產業未來在發展空間以及競爭力上的參考依據。

第四章 多面向綜觀剖析國內發光二極體產業

4.1 以供應鏈角度探討國內發光二極體產業

4.1.1 供應鏈網路

供應鏈 (Supply Chain) 指的是協調一系列相關企業流程的整合性系統，這些相關的企業流程包含了下列五項活動[32]，而供應鏈的流程如圖 4-1 所示[32]。

- (1) 原物料與零件的取得
- (2) 將這些原物料與零件製成完成品
- (3) 增加這些產品的附加價值
- (4) 配送與銷售這些產品至任何一個零售商或顧客
- (5) 幫助資訊在不同的商業實體間交換 (例如供應商、製造商、配銷商、第三階運籌供應商和零售商)

一系列的企業流程活動從上游原物料、零件的取得到中游的製造、組裝乃至於下游的配送、銷售代表著產業供應鏈的完整呈現，已達最終目的將品質優良的產品送至顧客手中。一產業要能夠成功，供應鏈的完整扮演著重要角色。

供應鏈之所以在今日的經濟世界中如此盛行，是因為現今的企業面臨著在市場全球化下的競爭加劇與高度的成本競爭壓力、產品生命週期的縮短、複雜的法人連結企業以及顧客行為代表著未來特徵的根本性改變所增加的市場複雜性[28]。面對這些改變使得企業無法以單一個體在市場中競爭，而需

要與其他企業形成一個鏈結結構的供需關係在市場中與對手競爭，故供應鏈主要的目的是為了加強企業與其供應鏈夥伴的營運效率、利益與競爭地位的一種方法[32]。

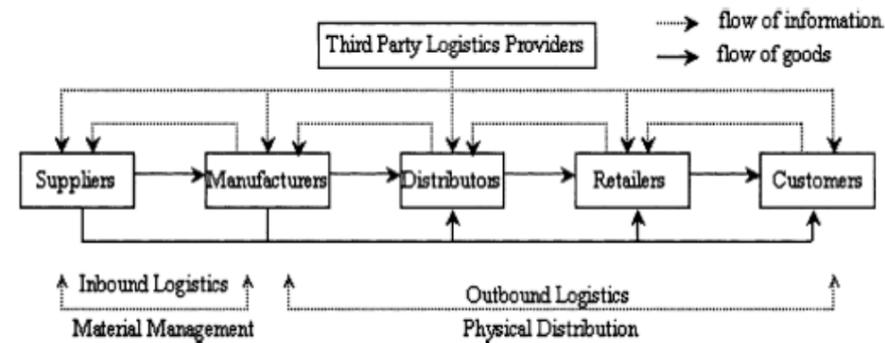


圖 4-1 供應鏈流程

4.1.2 國內發光二極體產業供應鏈

國內發展發光二極體始自 30 幾年前美國德州儀器的發光二極體封裝技術的引進，而後在 1975 年，國內第一家下游封裝廠光寶成立。之後，其他公司也陸陸續續的成立，如億光、華興、東貝、佰鴻、李洲、宏齊等，發展至今，下游封裝廠商已有 40~50 家的規模。

國內發光二極體產業初期是由下游封裝的部份切入，中上游的發展乃有鑑於上游材料以仰賴日本進口為主，無法有效降低生產成本，於是業界大力投入上中游材料的研發，再加上政府大力推行科專計畫，積極投資上中游的技術研發，配合業者的需求，使得發光二極體逐步的往中游、上游技術層級較高的部分邁進。

我國發光二極體產業屬垂直分工，區分為上、中、下游三個分工體系。

上游產業主要出貨產品為磊晶片，係利用各種磊晶技術，經由材料的沉積，在單晶片基板上成長多層不同厚度之多元材料薄膜，而後將此磊晶片出貨至中游廠商。而中游廠商則依據不同元件結構之需求，在磊晶片上進行金屬蒸鍍、光罩蝕刻、熱處理及P、N極電極製作，最後則切割崩裂成晶粒並出貨至下游LED 封裝廠。而封裝廠主要的作業是將LED 晶粒固定，與支架焊接導線，封膠成型並進行封裝後的測試。

由於封裝需要較多的人力作業，因此近來大多移往勞力成本較低的大陸地區。而大陸地區的LED 產業亦在廣大市場的趨勢下，逐漸壯大。其在1980年代主要光電大廠引進下游封裝技術，進入了LED 量產期，以生產低階封裝產品為主，由蘇州半導體廠率先量產，並在電子玩具、收錄音機及教具組裝業的興起帶動下，快速增長，也奠定了日後大陸LED 指示燈基業，其中華東和華南為商家最大的集散地。1990年代，在各式LED 顯示幕應用及車用第三剎車燈與霧燈的發展引爆下，LED 新市場應聲而起，至今大陸LED 廠商已高達100家以上。另外，由於大陸具有強而有力的人力優勢，逐漸吸引台商前往投資。目前台灣LED 產業，下游業者為降低成本及接近客戶，西進大陸，已是大勢所趨。

國內LED產業整體上、中、下游分工體系的作業示意圖如下圖4-2所示。

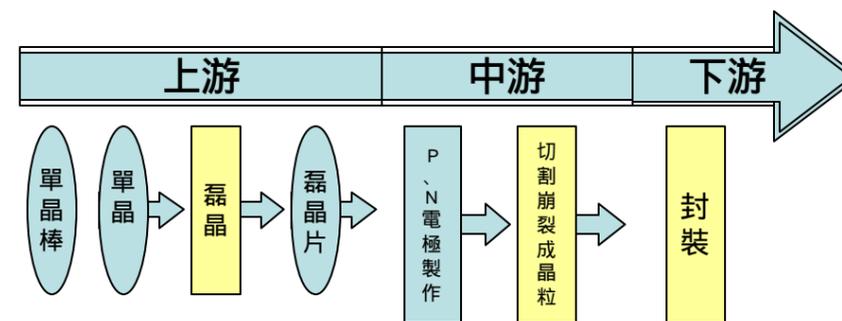


圖4-2 發光二極體產業上、中、下游分工體系

而國內從事發光二極體產業的廠商在發光二極體應用面漸廣、產業前景看俏的情況下，也陸陸續續的增加，目前國內主要的發光二極體廠商為數眾多，在上中游磊晶、晶粒的主要廠商有晶電、鼎元、光磊、璨圓、華上、泰谷等廠商，而在下游封裝的主要廠商則有億光、一詮、東貝、佰鴻、華興、宏齊等廠商。圖 4-3 為國內發光二極體產業供應鏈示意圖。

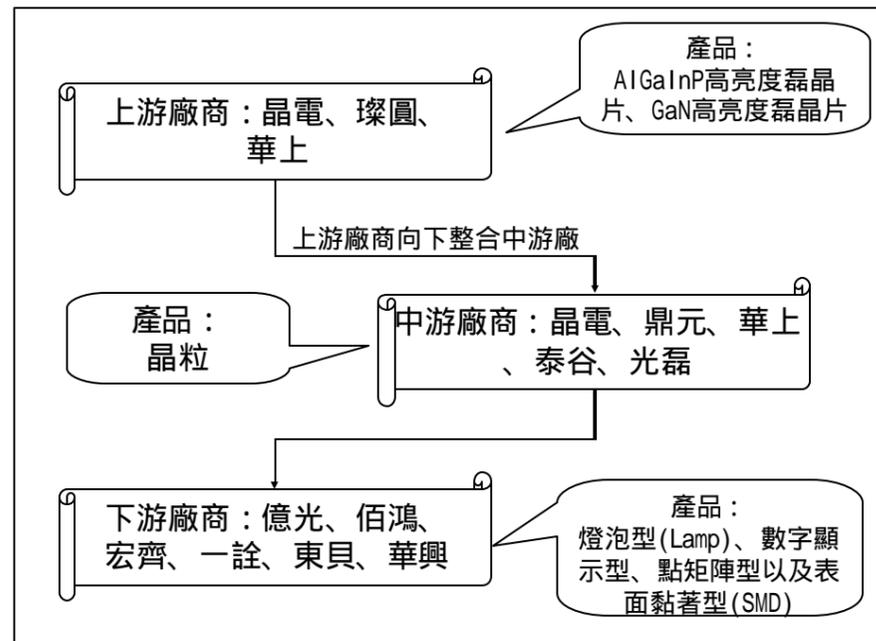


圖 4-3 台灣發光二極體產業供應鏈

發光二極體產業供應鏈在國內的發展已趨完整。其中就產業價值鏈分析，在降低內部溝通成本、提升品質以及增加個別廠商營業收入等因素考量下，自從 2001 年起，我國 LED 產業分工型態，由過去上中下游三階段分工逐漸轉型為上中游磊晶及晶粒與下游封裝兩階段，專業晶粒廠的數量與影響力降低，不但能有效降低成本，資源的更能有效的整合，在產業供應鏈中以便能提供更大的反應速度與運作的彈性。而下游封裝部分由於是發光二極體產業的起始，發展歷史悠久，技術也趨成熟，在整體供應鏈中更是和上中游廠商配合密切，使得國內發光二極體產業能在技術、品質、產能、調整彈性各方面都具有一定的競爭優勢。

若就國際分工角度而言，全球 LED 產業的競爭態勢如同金字塔結構，美國和日本在新產品及技術上擁有主導地位，以發展高階產品市場為主。中國大陸憑藉低廉的勞動力及廣大的內需市場，主導全球低階產品為主。韓國方面仰賴其手機內需市場的優勢，主要發展中階產品。而台灣則擁有低生產成本，以及相對較高品質的中低階產品市場定位。

在材料來源方面，上游單晶片基板部分幾乎是由國外廠商進口，因為發光二極體上游日本及美國廠商在技術先進且具經濟規模下，幾已囊括全世界發光二極體上游原料之市場，致使國內上游廠商基於產品品質、成本之考量及受產業特性之影響，原料來源集中於國外少數大廠。中游材料磊晶片部份，則大多由上游單晶片廠商製作完成之磊晶片出貨而來，所以在中游材料磊晶片的提供上幾乎皆源自於國內廠商。而下游材料磊晶部份，則是由中游的磊晶片依據不同元件結構之需求，經處理切割成晶粒出貨至下游廠商，此外，下游封裝其他原料：導線架、金線及封裝膠部份，亦為國內廠商來提供。LED 後段封裝主要將晶粒封裝成不同的 LED，每一顆 LED 必需配合一支導線架，將晶粒黏於導線架後，經下游產業發展各類不同產品的應用。封裝後產品的類型有燈泡型(Lamp)、數字顯示型、點矩陣型以及表面黏著型(SMD)。

產業結構說明如下表4-1。

	主要材料	材料來源	產品	製程	廠商
上游	單晶片	100%由國外進口	AlGaInP高亮度磊晶片、GaN高亮度磊晶片	單晶片： 單晶成長的Ingot 切割而成，作為磊晶成長用之基板(substrate) 磊晶片(epitaxy wafer)： 主要利用有機金屬氣相磊晶成長法	晶電、璨圓、華上
中游	磊晶片	90%以上由國外進口	晶粒	將上游磊晶片製作電極，進行光罩蝕刻後，切割磊晶片，最後再將磊晶片崩裂成單粒的晶粒(chip or dice)	晶電、鼎元、華上、泰谷、光磊
下游	晶粒	98%以上由國內中游廠商供應	燈泡型(Lamp)、數字顯示型、點矩陣型以及表面黏著型(SMD)	將中游的晶粒(chip)單粒取出，以銀膠黏著在金屬導線架前端，再以金線分別接合在黏著的晶粒與另一導線架上，之後放入灌有樹脂的模具中，待樹脂硬化後取出剪腳即為LED	億光、佰鴻、宏齊、一詮、東貝、華興
	封裝樹脂 導線架 模具	100%由國內廠商提供			
	金線 銀膠	100%由國外進口			

表 4-1 國內發光二極體產業結構

所以國內發光二極體產業在材料來源的供應上除了上游部分集中在美、日廠商手中，其他部分國內廠商技術產能皆能有效的供應。雖然國內上游廠商集中在美、日大廠，但皆與大廠往來已久，雖有原料集中之情形，但應尚不致發生缺料之狀況；但為了防範於未然，國內上游廠商仍需積極尋求其他供貨來源或自行研發。另工研院也已積極移轉發光二極體上游技術予國內廠商。同時在國外廠商來台設立工廠時，國內上游廠商亦藉由轉投資上游原料供應商，以取得原料的穩定來源，故應可減低原料來源集中之風險。

經過 30 幾年的發展，目前台灣除了在上游材料以及設備的自給率仍然偏低，以及欠缺下游應用的內需市場外，大體上已建構出完整的產業供應結構，論產量規模而言，甚至已經超過日本，居全球之冠，但由於是以中低階產品市場為主，以產值論計，反倒遠遠落後日本。未來勢必邁向高階產品市場，才能在產值上迎頭趕上日本。

早年上游單晶片與磊晶片製造是我國較弱的一環，近年來已無論在產值與市場佔有率均表現亮麗；由於市場應用的蓬勃發展，更有多家上游廠商更投入大量資源與整合，使得我國在上游晶片供貨上更具競爭力。在中游部分，近年來我國在中游的晶粒製造方面也有不錯的進展，除InGaN 藍光磊晶片仍受制於日本日亞化學外，我國在中游的晶粒製造方面已漸凌駕日本廠商。國內廠商也已占有國內 90% 以上的LED 晶粒市場，包含晶電、璨圓、光磊等廠商都有相當的國際競爭力。下游封裝與應用：國內下游封裝多集中在可見光LED 之生產。可見光LED 封裝整體占有相當大的產值與比重，且具有相當強的競爭實力。

總體而言，國內發光二極體產業供應鏈在國內產官學研的努力下，已具有和國外大廠抗衡之競爭力。不但自行開發原材料技術，突破國外專利封鎖，建立以高科技為主的上游產業，並促使產業結構完整健全，強化競爭力，維持產業成長。

4.2 以市場供需角度探討國內發光二極體產業

4.2.1 企業活動之核心

現代企業經營是「市場導向」、「顧客導向」的時代，著名管理學者杜拉克(Peter Durcker)曾說：「企業經營獨一無二的目的即在創造一滿意的顧客」。此言即指出企業的一切決策與活動，都應該以市場為核心，以顧客為焦點。而不是以產品為核心[11]。

企業活動之目的在於產銷產品，創造利潤。然而一項產品的產生不單是由企業來定論，更應該是由市場、環境、顧客等多方因素來決定。否則一項產品即便有多棒的創新和完美的設計，一旦無法被市場和顧客接受，沒有實際應用的空間，產品終究會消失而無法替企業帶來應有的利潤和創造該有的價值。

市場的有無是決定產品存廢的重要關鍵，同時也須配合著當時的社會時空背景、民眾生活型態、價格接受程度、產品效益顯現與否等因素，才能使企業發展出廣為市場接受之產品。而有市場的產品也必須能為顧客群帶來更多附加價值才能更屹立不搖的穩固既有市場，並進而開創更大的潛在市場。

4.2.2 國內發光二極體產業之市場分析

近年來由於能源逐漸短缺、油價續漲、環保意識逐漸高漲等趨勢的影響下，發光二極體因具有省電、體積小與環保訴求的優勢，便因而順勢崛起。近年來更隨著發光效率逐漸提高與產品單價下滑，應用領域逐漸由 4 吋以下背光源、汽車尾燈，拓展到 7 吋以下中小尺寸顯示器背光源、NB 背光源與 LCD TV 背光源、第三煞車燈、方向燈、車頭燈、儀表燈、閱讀燈等。更有往取代現有照明光源之姿。

就 LED 產品項分析，高亮度 LED 由於亮度提升，使得其在 2004 年全球 LED 市場佔有率最高達 62%。目前全球高亮度市場應用仍以手機行動通訊為主軸，約佔高亮度 LED 市場比重 48%，其次為資訊顯示器與汽車燈應用。

LED 應用領域的演進，由 2003 年以手機、PDA 相關為最主要的應用領域，2004 年跨入汽車尾燈領域，2005 年起開始攻佔四吋以下面板背光源，2006 年隨著 LED 發光效率的提昇，在車用背光源方面，目前以第三煞車燈採用 LED 比例最高[29]，至於在尾燈與 LED 轉向照明燈比例仍偏低，因此未來還有很大的成長空間，並隨著 LED 技術提升、產品標準化，除了頭燈外，無論是車內光源或車外光源，都將大量被 LED 取代。下圖 4-4 為發光二極體歷年產品發展之演進以及未來應用之預測。

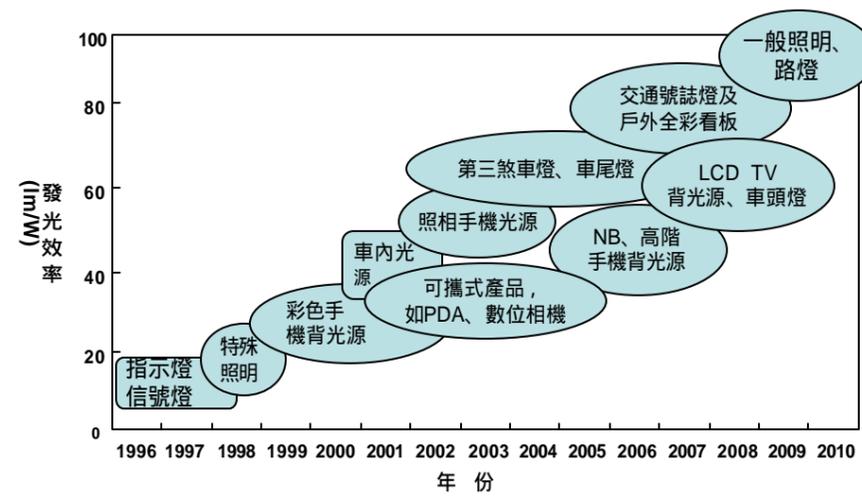


圖 4-4 發光二極體產品應用領域之演進

就手機上應用 LED 來說，主要可分為四大類，第一類為來電指示燈，約使用 1~3 顆。第二類是手機附數位相機可搭配閃光燈，約使用 1 顆。第三類為螢幕背光源約使用 2-6 顆。第四類為按鍵背光源約使用 6-10 顆。

以目前市面上的手機種類來說，多半走向高階彩色照相手機，而其在 LED 數目使用需求為來電指示燈需 3 顆，閃光燈需 1 顆，螢幕背光源是使用 5 至 6 顆高亮度 LED，至於按鍵背光源需要 10 顆，所以加起來約要使用 19 至 20 顆 LED。比起單色手機平均約使用 9~10 顆 LED，幾乎多出一倍之多。配合全球每年平均約 8~9 億支的手機需求，更可看出 LED 光源在手機市場的驚人潛力。見表 4-2。

單位：仟台

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004~2009CAGR
美國	143,743	147,400	152,268	153,470	158,300	167,700	3.1%
西歐	145,339	159,922	166,867	173,704	182,478	194,620	6.0%
亞太地區(日本除外)	184,778	197,073	207,972	222,209	237,763	251,280	6.3%
日本	44,116	45,430	45,650	44,260	44,870	44,400	0.1%
其他地區	189,306	251,851	285,150	306,340	324,600	340,270	12.4%
全球合計	707,281	801,676	857,907	899,983	948,012	998,270	7.1%

表 4-2 2004~2009 年全球手機市場規模預測

資料來源：IDC 2005/11

在 NB 面板背光源方面，以 12 吋的 NB 為例，東芝率先嘗試以 LED 作為面板背光源，而新力也於 2005 年 11 月跟進，但由於目前價格仍偏高，市場尚未普及。原本市場人士的預估 2006 年下半年 NB 應用 LED 面板背光源需求將會啟動，但由於原油高漲，通膨壓力導致需求往後遞延。不過若以 LED 具備環保、省電：LED 背光源 NB 面板更可較 CCFL 背光源 NB 面板節省約 20~30% 之電力、面板厚度為冷陰極管厚度的 1/2，雖然 12 吋 LED 面板背光源與冷陰極管價差將近 51%，但由於 LED 晶粒價格仍持續下跌，預估到 2007 年 NB 用的 LED 面板背光源的成本可望逼近冷陰極管，再加上 LED 背光源消耗電力低於冷陰極管，而且無汞成分，並具有高可靠性，使用壽命長等優勢，12 吋 NB 面板背光源終將逐漸被 LED 所取代。詳見表 4-3。推估目前 12 吋 NB 佔整體 NB 市場約 7~8%，若以 2007 年 NB 市場出貨量預估挑戰 9000 萬台，其約有 2 億顆以上的商機，至於 14 吋 NB 約佔整體 NB 市場 20%，其所需的 LED 潛在需求最大約為 7 億顆，其市場潛力亦相當驚人。甚至在成本有效降低後，2009~2010 年大尺寸 NB 市場出貨量預估將進入高度成長階段。

NB 尺寸	LED 顆數	LED 成本 (單顆 4.5 元 成本計算)	CCFL 成本	LED 比 CCFL 高出 之成本
12 吋	36	162 元	107 元	55 元
功耗	<3W		3.5~4W	
厚度	1~1.2mm		2~2.2mm	
14 吋	43	193.5 元	107 元	86.5 元
15 吋	48	216 元	107 元	109 元

表 4-3 LED 與 CCFL 應用於 NB 之比較

資料來源：台灣工銀證券

而在 LCD TV 方面，雖然目前 CCFL 應用於 7 吋以下顯示器的背光源居多，但由於全球逐漸重視環保，歐盟 2006 年起陸續實施相關電子危害物質限用法規，假使產品無法符合歐盟所訂危害物質規範，將無法順利進入歐洲市場銷售，因此 LED 取代 CCFL 趨勢越顯明確。只是目前以 32 吋 LCD TV 背光模組而言，LED 模組價格約為 CCFL 的 5 倍左右，替代效果仍不明顯，未來當 LED 背光模組成本與 CCFL 背光模組無差異後，LED 特性優勢將更為顯

著。目前 LED 用在 10 吋以下小尺寸 LCD TV 用的 LED 背光源已開始小量出貨，主要是採用白光 LED，大尺寸 LCD TV 則因價格過高而無法大量商品化，且面臨散熱問題，因為 LED 在使用集束成光源的過程中，散熱不易，雖可透過使用各種特殊材料及配合背光模組技術的應用以求降低散熱問題，但在技術製程上克服需一段時間。根據研究機構 DisplayBank 預測，至 2010 年全球大尺寸 TFT 液晶面板用的 LED 背光模組市場，出貨量將達 6,780 萬片，佔整體 LED 背光模組市場的比重可望達到 14.1%。見圖 4-5。

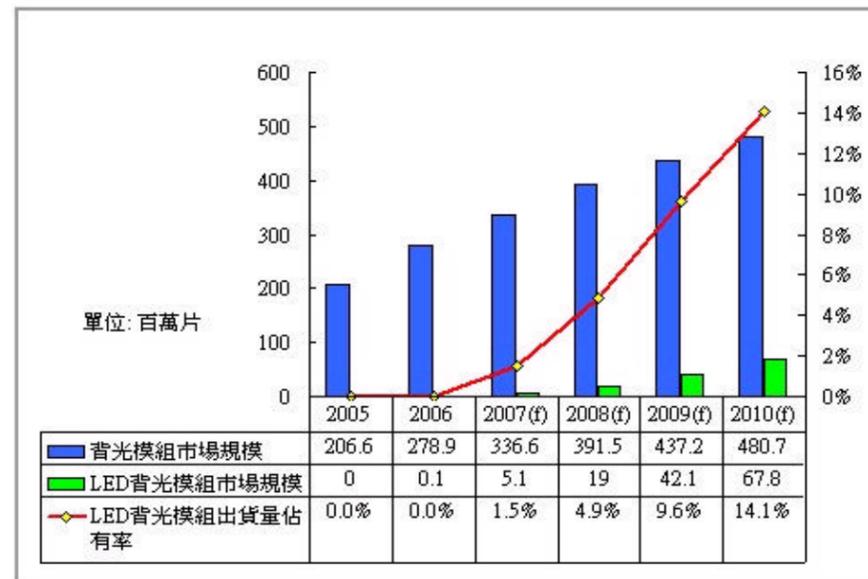


圖 4-5 LED 背光模組市場出貨量趨勢

資料來源：Displaybank, 科技政策研究與資訊中心 2007/03

而在交通號誌燈方面，由於 LED 應用在交通號誌燈上每個燈源模組的耗電量僅有 15~20W 左右，遠較白熾燈需耗能 60~135W 來的低，據台灣區照明工會看法，傳統型白熾燈僅具備一顆燈泡，一旦此燈泡損壞，交通號誌便失去效用，然而 LED 燈具備多顆模組化特性，單一顆燈泡失去效能並無損整體功能，再者傳統交通號誌燈具有反射罩，在陽光照射下會反射陽光造成疑似亮燈的混淆現象，影響人們對於紅、黃、綠燈的辨識能力，LED 交通號誌燈反射罩尺寸較小，疑似亮燈的現象不嚴重。而且商業化照明用 LED 的使用壽命一般要求是在 5 萬小時左右，若是做為交通號誌，理論上 3~4 年都不必更換，所以就節省人工成本及避免耽誤交通等機會成本的觀點，LED 未來在

交通號誌的應用也將逐漸廣泛。

目前全球僅新加坡交通號誌 100%採用 LED，全球各國採用 LED 交通號誌比例仍低，其中日本僅 5%左右，北美、歐洲與中國比例亦都 20%以下。因此從這些先進國家使用 LED 交通號誌比例如此低的情況下，可預見未來大量採用時的驚人成長力道。

	LED	白熾燈	螢光燈
光源效率	30~50lm/W	10~20lm/W	60~90lm/W
使用壽命 (小時)	約50,000	約2,000	約10,000
購買成本	高	低	中
維修成本	低 (每四年替換光源)	高 (每四個月替換光源)	中 (每年替換光源)

表 4-4 交通號誌燈光源比較表

資料來源：工研院 IEK

另外在白光的應用當中，最受矚目與期待的應該是取代目前的白熾燈泡與日光燈的照明市場，不過由於在發光效率仍有待改進，亮度上仍未達 50 lm/w 的照明要求，以及成本上仍然偏高，因此現階段仍以輔助照明(如手電筒、室內或車內小燈與建築裝飾用燈)為主。

近年來，各廠商積極開發白光 LED 技術，期望有朝一日利用白光 LED 全面取代日光燈，故一般照明應用勢必將成為 LED 業者長期發展目標。下圖 4-6 為 LED 在一般照明市場之規模，從其每年成長比例逐漸增高下，LED 在照明市場的應用表現將備受期待。

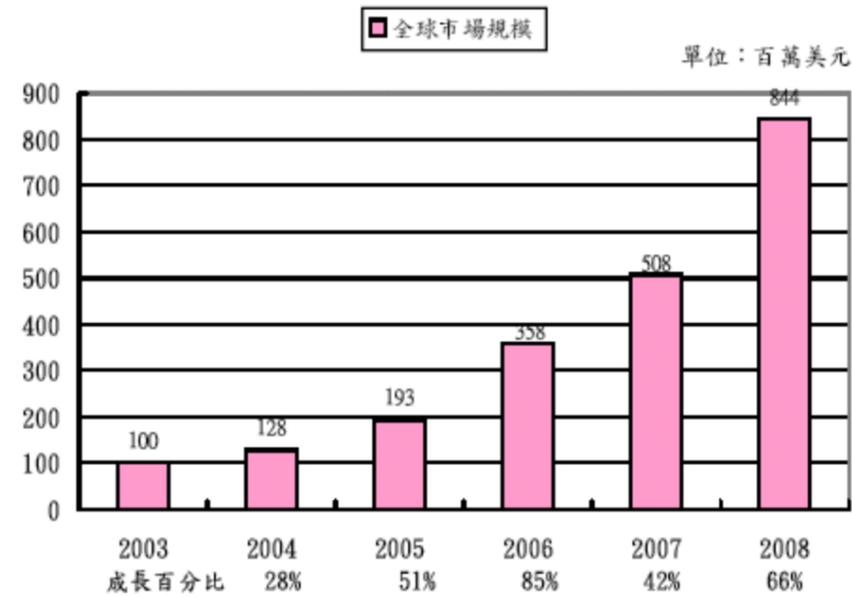


圖 4-6 LED 在一般照明市場規模

資料來源：PIDA

至於在其他光源的應用上，包括部分手機內建數位相機所使用的閃光燈、數位相機所使用的閃光燈、影印機內使用的掃描光源、商用投影機以及近來相當熱門的數位相框等等，都是發光二極體產品可應用之市場。加上近年來，消費性電子產品頻頻推陳出新，不但功能和創意均有很好的表現，在消費性電子產品以及可攜式產品要求輕薄短小的趨勢下，發光二極體在光源的特性上，更能攻佔絕佳的市場。

發光二極體產業在市場的應用面，從以往的指示燈到近期的手機背光源、車用光源、中小尺寸面板背光源，甚至未來在交通號誌燈以及一般照明的應用，都有相當的成長性，也由於發光二極體具備省能環保等多項優勢，使其產品在市場上的能見度越來越高，未來國內發光二極體廠商若能跟相關市場上產品應用的系統廠商結盟或策略合作，勢必能開發出更多不同的應用市場，發光二極體產業亦能更為蓬勃發展。然而在對 LED 前景看好的情況下，也不能忽略與其產品市場重疊性較高的有機發光二極體 (OLED) 的發展，OLED 的發光原理與 LED 相近，但材料改用有機物質，由於有機材料會吸收頻率落在可見光譜以外的光子，因此 OLED 會有比較高的發光效率，而且 OLED 不同

於 LED 的點光源特性，而是平面光源。

在 OLED(有機發光二極體)上，由於這類的產品挾帶著低直流電壓、均勻面發光、低耗電量及製程簡單等優點，準備進攻顯示器及背光源的市場，在技術上及實用性上可與現有的 LED 產品匹敵，此外，未來應用在照明市場上，與 LED 一樣可達到輕薄、節能、環保等優點，甚至因為具有平面光源及可繞曲的特性，在顯示與設計的彈性上更優於 LED，因此若該技術成熟後，對 LED 不啻是一大威脅。

4.3 以廠商財務角度探討國內發光二極體產業

4.3.1 由財務分析探究企業營運

財務管理的發展由一個僅僅強調外界如何分析公司的問題改變為注意公司內部如何做決策的問題，包括資產管理、資本分配、公司在整個市場中的評價等問題並進而的到最佳的理財結構[11]。

外界如欲了解一個公司或產業的整體營運狀況，可從公司的財務報表上進行研究，從中了解過去公司一段時間的經營成效。更可藉由財務報表了解公司所處的產業展望，並可透過不同時期的財務報表比較，了解企業當前是處於成長或是衰退狀態，以及企業在這種情況下如何做出因應。財務報表中涵蓋了許多公司經營資訊，不同的人從財報中會解讀出不一樣的結果，產業分析師可從中尋找產業前景、供需情形、獲利能力等等訊息；股市投資人可了解公司的經營績效是否值得繼續投資；往來債權銀行可從財報中判斷公司財務狀況是否能增加核貸或是緊縮銀根；而往來的上下游廠商也可從中了解公司的營運狀況，確保是否收款無魚貨是供貨順暢。

從財務報表中的四大內容；損益表、資產負債表、股東權益變動表以及

現金流量表中分別擷取多我們所需的財務重點，透過財務分析的應運進行財務比例分析，如財務結構分析、安全性分析、成長性分析等等，從而得到分析者所需之公司營運狀況以及未來獲利成長潛力。

4.3.2 國內發光二極體產業之財務面分析

本章節將就發光二極體產業的財務面作分析，並分為上中游主要廠商以及下游主要廠商分別探討，從中了解發光二極體產業的成長性分析、獲利情形、經營績效等，藉以判斷發光二極體產業的未來發展潛力。

國內上市櫃發光二極體上中游磊晶、晶粒的主要廠商有晶電、鼎元、光磊、璨圓、華上、泰谷等廠商；而下游封裝的主要廠商有億光、一詮、李洲、佰鴻、華興、宏齊等廠商，本節將以這些廠商為研究標的分別探討發光二極體中上游磊晶、晶粒產業及下游封裝產業的整體營運概況以及財務結構狀況。並經由公開資訊觀測站中取得上、中、下游各公司財務相關資料[8]，就營收毛利成長分析、財務結構分析、獲利能力分析以及經營能力分析做一逐步解析。

➤ 營收毛利成長分析

首先先從營收毛利成長分析開始，主要就營收和淨利兩部份進行分析。營業收入是指一家公司在一段時間內因為銷售產品或提供服務所收到的金額，公司業務持續成長便會反應在營業收入的增多，顯示產品銷售暢旺，或服務提供獲得認同，反之 營業收入減少就表示生意不佳，市場競爭激烈。而一家公司若產品毛利率提高，管銷費用逐年減少時，損益表上顯示的淨利便會逐年增加，公司淨利率亦會逐年提升。公司的營收若成長快速，但卻沒帶來淨利的成長，顯示產業競爭激烈，擴大營業亦無利可圖。一家公司若能保持在 15~20%的淨利成長速度，一般而言，就是一家獲利成長快速的好公司[9]。

	年度	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
營收(百萬元)	2004	2,910	2,138	5,128	962	2,694	638
	2005	3,361	2,410	5,139	819	2,634	693
	2006	6,290	2,884	7,028	841	3,214	782
營收成長率(%)		87.15	19.67	36.77	2.76	22.01	12.83
淨利(百萬元)	2004	599	253	-1,113	212	439	184
	2005	643	174	-1,224	-116	184	75
	2006	1,240	430	-1,054	-261	239	126
淨利成長率(%)		92.91	146.9	13.88	-125.6	30.08	66.86

表 4-5 LED 上中游磊晶、晶粒廠商成長分析表

	年度	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
營收(百萬元)	2004	5,957	1,099	1,522	2,256	893	1,868
	2005	6,736	1,703	1,621	2,495	930	2,150
	2006	7,949	2,227	1,655	2,751	915	2,660
營收成長率(%)		18.02	30.76	2.15	10.27	-1.64	23.69
淨利(百萬元)	2004	1,149	79	184	351	46	251
	2005	1,471	241	243	337	67	151
	2006	1,892	409	120	322	126	248
淨利成長率(%)		28.66	69.68	-50.62	-4.47	89.46	64.34

表 4-6 LED 下游封裝廠商成長分析表

從上列表 4-5 及表 4-6 中，可看出發光二極體上中游主要廠商在營收成長率上均呈現一定比例的成長，顯示出發光二極體上中游產品銷售暢旺，在市場上有越來越大的需求，後市亦相當看好。而下游封裝廠商方面雖然成長幅度不如上中游，但平均亦呈現小幅成長，隨著應用市場的積極開發，營收也能持續成長。而在淨利成長部份，上中游產業平均而言都有高比例的成長，下游廠商雖然成長比例沒有上中游來的高，但亦呈現不凡的表現，顯示出發光二極體產業在營收和淨利上都有著不低的成長比例，更可看出發光二極體產業不僅市場成長可期，廠商在管銷費用及成本控管上亦有良好的表現。

➤ 財務結構分析

而在財務結構分析上，就負債比例而言，負債比率是評量一間公司財務風險的重要指標之一。一般企業由於營運需要，大多會有適當的銀行往來借

款和其他金融債務。雖然過低的負債比率可能使企業缺乏利息支出可以抵稅的財務槓桿效果，高負債比率卻可能侵蝕公司的獲利或甚至使公司因週轉不靈而倒閉。因此一間管理良好的公司其負債比率不應過高。假使企業負債比例(總負債/總資產)超過 60%以上就是一家財務結構較差，負債比例過高的公司，在營運狀況是較容易出現危機[9]。

	年度	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
負債比率(%)	2004	41.75	39.9	51.66	43.83	46.07	29.5
	2005	32.17	31.6	45.82	52.58	44	30.7
	2006	31.94	27.66	49.46	28.23	42.16	27.2
長期資金/固定資產(%)	2004	125.89	243.95	122.9	137.8	162.7	162
	2005	159.73	276.04	154.6	149.6	186.8	161
	2006	171.13	310.05	182.1	165	268.7	173

表 4-7 LED 上中游磊晶、晶粒廠商財務結構分析表

	年度	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
負債比率(%)	2004	32.5	48.58	32.15	19.52	29.24	24.19
	2005	24.91	44.34	26.64	21.86	27.3	30.97
	2006	34.14	28.29	36.5	22.77	21.13	27.37
長期資金/固定資產(%)	2004	532.91	181.2	232.68	#####	#####	288.88
	2005	575.82	213	266.66	#####	#####	293.08
	2006	734.3	326.5	417.27	#####	#####	340.56

表 4-8 LED 下游封裝廠商財務結構分析表

從上列表 4-7 及表 4-8 中可看出發光二極體產業不論是上中游廠商或是下游廠商，整體而言，負債比例平均維持在 30~40%左右，顯示出整體發光二極體產業在財務結構上尚稱完善。

➤ 獲利能力分析

在獲利能力分析上，主要就毛利率、股東權益報酬率與資產報酬率進行研究。毛利率代表一間公司降低成本的能力，通常也是一間公司競爭力的表現。內部營業成本控制良好，進貨原物料要求成本最低，生產控管穩定，降低退貨率，產品毛利自然升高。營業毛利率高，也顯示公司所經營的產品十

分具有競爭力。

而股東權益報酬率越高，表示股東投資這家公司資金回收快，同時也顯示產品競爭力強，或營運控管能力佳。

公司的經營就是利用資產來創造收益。資產報酬率高，表示資產充分發揮運用，沒有閒置。一家充分運用資產生利的公司，通常就是績效優良的公司[9]。

	年度	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
毛利率(%)	2004	37.64	13.56	10.39	40.76	25.67	47.77
	2005	28.36	12.91	16.43	17.57	15.55	36.51
	2006	30.51	18.27	32.3	6.02	16.1	35.16
股東權益報酬率(%)	2004	18.66	11.83	-16.02	16.87	21.66	23.06
	2005	11.85	6.79	-19.5	-9	8.69	7.88
	2006	15.49	11.62	15.85	-15.28	8.29	11.54
資產報酬率(%)	2004	10.98	7.4	-7.17	10.79	13.76	15.65
	2005	7.83	5.01	-8.93	-4.24	5.28	5.86
	2006	10.72	8.55	8.97	-8.78	4.92	8.58

表 4-9 LED 上中游磊晶、晶粒廠商獲利能力分析表

	年度	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
毛利率(%)	2004	27.76	21.14	26.41	25.79	23.67	22.55
	2005	30.82	18.29	27.55	19.84	24.04	26.31
	2006	32.4	22.79	25.64	17.73	25.88	19.91
股東權益報酬率(%)	2004	20.75	6.68	14.59	23.39	4.9	12.7
	2005	22.15	16.33	17.35	19	6.61	7.27
	2006	23.91	18.63	7.94	15.57	11.22	10.98
資產報酬率(%)	2004	14.3	4.31	9.74	18.01	3.56	9.53
	2005	15.85	9.32	12.59	15.05	4.85	5.3
	2006	16.76	12.31	5.67	12.09	8.58	7.79

表 4-10 LED 下游封裝廠商獲利能力分析表

從上表 4-9 與表 4-10 中發光二極體產業在毛利率上的表現，幾乎都很亮眼，逐年平均至少都有 15~20%的毛利率表現，龍頭廠商如億光、晶電更可有高達 30%以上的高毛利率，顯示出國內發光二極體產業在產品上足具競爭力，同時國內廠商在成本控管上亦有良好的控制，才能創造出如此亮眼的毛利

率。而在股東權益報酬率和資產報酬率上，平均也都在水準之上的表現。因此整體發光二極體產業在獲利能力上的表現都算是有優秀的演出。其中，璨圓近年在獲利能力的表現上略遜於其他公司，主要乃進行機台相關參數調整及製程良率標準提升造成產品良率的下降之緣故，使得原預估量產時程略有延遲與產出數量有所減少，導致無法達到原預計之磊晶片產量。此外在銷售部分，因為整體應用市場要求規格提升，致使原規格產品之單位售價大幅滑落，不符新規格之產品只能以次級規格品的方式出售，加上廠商對市場景氣過度樂觀預期導致的供需失衡現象，使製造廠商必需降低毛利出售存貨，致使公司募資所購機台於銷售額與毛利部分之執行效益不佳，進而導致在股東權益報酬率及資產報酬率上呈現負成長。

➤ 經營能力分析

而在經營能力分析上，主要就存貨周轉率與應收帳款周轉率進行研究。產品銷售速度越快，存貨週轉率越高，表示生產的週期更順暢，產品在市場的接受度高。而應收帳款週轉率越高，顯示應收帳款回收速度快，資金週轉效率高，發生財務危機低[9]。存貨周轉率、應收帳款周轉率可顯示一間公司經營績效是否正常。比率越高，顯示公司控制資產、存貨或應收帳款的能力越佳，經營績效與公司體質亦較為健全。

	年度	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
存貨周轉率(次)	2004	2.87	2.72	2.99	2.41	5	3.3
	2005	2.46	2.88	2.62	2.1	4.43	4.09
	2006	3.27	2.93	3.2	3.03	4.39	3.61
應收帳款周轉率(次)	2004	3.32	2.62	3.32	5.54	5.18	3.46
	2005	2.26	2.77	3.6	3.15	3.68	2.82
	2006	2.87	2.85	4.24	2.75	3.69	2.86

表 4-11 LED 上中游磊晶、晶粒廠商經營能力分析表

	年度	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
存貨周轉率(次)	2004	6.67	4.4	24.44	6.48	8.56	3.04
	2005	8.86	7.86	25.93	7.59	8.05	2.87
	2006	10.06	12.34	25.32	9.29	7.22	2.91
應收帳款周轉率(次)	2004	4.02	2.45	4.64	3.49	2.2	3.68
	2005	4.1	2.47	4.47	3.47	2.5	4.07
	2006	3.9	2.44	4.38	3.26	2.8	3.82

表 4-12 LED 下游封裝廠商經營能力分析表

從上表 4-11 與表 4-12 中顯示上中游產業在存貨週轉率以及應收帳款週轉率上的表現，平均都是 3 次左右，這是上中游廠商的普遍現象，或許試著改進這樣的數據會使得上中游廠商在經營能力尚有更好的表現。而下游封裝產業中，存貨週轉率的表現普遍就很亮眼，存貨周轉率都滿高，顯示產品出貨暢旺，市場接受度也很高，搭配應用市場的擴增，勢必在未來會有更好的表現。

總體而言，發光二極體產業在營收毛利成長分析、財務結構分析、獲利能力分析以及經營能力分析，大致上都有水準以上演出，有些廠商或許因為公司決策或市場因素在某些項目上表現不理想，但整體上都顯示發光二極體產業在財務面的分析上，都可以算是很健全的。

以下並就上中游及下游廠商依各年度內相關財務指標的 μ_s 為依據，列舉出超過財務指標 μ_s 之公司，如表 4-13，表 4-14。

財務指標	年度	超過 -2 的公司	超過 +2 的公司
營收	2004	無	光磊
	2005	無	晶電、光磊
	2006	無	晶電、光磊
淨利	2004	無	無
	2005	光磊	無
	2006	無	無
負債比率	2004	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2005	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2006	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
長期資金/固定資產	2004	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2005	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2006	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
毛利率	2004	無	晶電、璨圓、泰谷
	2005	無	晶電、璨圓、泰谷
	2006	無	晶電、光磊、泰谷
股東權益報酬率	2004	無	無
	2005	無	無
	2006	無	無
資產報酬率	2004	無	泰谷
	2005	無	無
	2006	無	無
存貨周轉率	2004	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2005	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2006	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
應收帳款周轉率	2004	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2005	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷
	2006	無	晶電、鼎元、光磊 璨圓、華上、泰谷

表 4-13 上中游廠商中超過各財務指標 2s 之公司

財務指標	年度	超過 -2 的公司	超過 +2 的公司
營收	2004	無	億光
	2005	無	億光
	2006	無	億光
淨利	2004	無	億光
	2005	無	億光
	2006	無	億光
負債比率	2004	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
	2005	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
	2006	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
長期資金/固定資產	2004	無	佰鴻
	2005	無	佰鴻
	2006	無	佰鴻
毛利率	2004	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
	2005	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
	2006	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
股東權益報酬率	2004	無	億光、李洲、佰鴻
	2005	無	億光、一詮、李洲 佰鴻
	2006	無	億光、一詮 佰鴻、華興、宏齊
資產報酬率	2004	無	億光、佰鴻
	2005	無	億光、一詮、李洲 佰鴻
	2006	無	億光、一詮 佰鴻、華興、宏齊
存貨周轉率	2004	無	李洲
	2005	無	李洲
	2006	無	李洲
應收帳款周轉率	2004	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
	2005	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊
	2006	無	億光、一詮、李洲 佰鴻、華興、宏齊

表 4-14 下游廠商中超過各財務指標 ± 2 之公司

4.4 以技術研發角度探討國內發光二極體產業

4.4.1 企業競爭利器—技術研發

企業要在產業中佔有一席之地必須有許多勝過其他廠商的競爭力，其中核心技術以及研發能力便是一向難以取代的競爭利器，同時這對廠商而言也是一項艱難的挑戰。一項新的技術要能成型必須耗費許多的時間、人力以及成本方能有所成，而且公司也必須持之以恆的不斷投入研發新的技術，保有良好的研發能力才能創造出嶄新的技術，也才能在市場中居於領先的地位。

假使公司研發能力不是那麼優異的話，為了取得足以和同產業其他廠商競爭之實力，亦會透過尋求國內外大廠的技術授權，透過合作的方式來取的新技術或主流技術的加持，使其在生產技術上不至於被領先廠商拋在腦後。更能進一步從授權之技術中學習相關知識而來改良精進，對於本身的研發能力亦有所助益。

一項產業所使用的主流技術總是會不斷的演進來尋求生產成本的降低，並迎合市場產品的需求。研發的方向也是以滿足顧客市場需求、實用具經濟效益以及兼具創新等目標前進，研發能力越強在市場上也越具未來性，成長潛力亦會備受矚目。所以產業的技術研發能力在競爭激烈的產業環境中是不可或缺的一項重要指標。

4.4.2 國內發光二極體產業之技術研發

發光二極體乃透過不同的半導體材料組成結構，進而產生不同顏色的光。目前普遍用來作為 LED 半導體基板或發光層的材料多為化學週期表上 III-V 族的元素，如砷化鎵(GaAs)、磷化鎵(GaP)、磷化鋁鎵銻(AlGaInP)、氮化鎵(GaN)等[36]，而假使在基板上覆蓋不同化學元素的發光層材料，並

搭配不同的磊晶技術，則又可顯示出多種的色彩。

發光二極體技術的演進由早期利用磷化鎵基板放上磷砷化鎵發光材料，並採用氣相磊晶(VPE)加擴散法，透過調整磷、砷比例，便可發出紅光、橙光及黃光，但其光度都不到 1 燭光，一般稱為傳統 LED。再者，以磷化鋁鎵銻作為發光層材料覆蓋在砷化鎵基板上，採用有機金屬氣相磊晶法，可將 LED 發光波長延伸至黃綠光的範圍，且光度可達 8 燭光，即為市面上應用較廣之高亮度 LED。然而技術的進步，目前最新一代的技術主流乃是以氮化鎵為發光層材料，並改用藍寶石(Sapphire)為基板，採用有機金屬氣相磊晶法，可產生出藍綠光或藍光。而藍光技術的問世以及在 2001 年漸趨成熟後，對於將 LED 應用達到全彩化或高效率照明的目的，有顯著的助益，廠商紛紛透過組合不同顏色光的 LED 來達到輸出白光的效果，進而使 LED 的應用能更大幅拓展。

種類	技術	磊晶法	光色	光度	應用
傳統 LED	磷化鎵基板 + 磷砷化鎵發光材料	氣相磊晶法 (VPE) + 擴散	紅光、橙光及黃光	不足1燭光	家電、消費性電子產品指示燈...等
高亮度 LED	砷化鎵基板 + 磷化鋁鎵銻發光層材料	有機金屬氣相磊晶法 (MOVPE)	黃光 黃綠光	8燭光	手機背光源、車用光源...等
高亮度 LED (主流)	藍寶石(Sapphire)為基板 + 氮化鎵為發光層材料	有機金屬氣相磊晶法 (MOVPE)	藍綠光 或藍光	8燭光以上	高階手機背光源、交通號誌戶外看板...等

表 4-15 發光二極體基本技術之演進

白光 LED 的出現，將 LED 產業帶向另一個新的里程碑。它是由多種顏色混合而成的，目前主要用來製作白光 LED 的技術有五種，如表 4-16 [16]。並區分為二波長白光 LED 以及三波長白光 LED 兩種類型。二波長白光 LED 有日亞化學的 InGaN 藍光 LED 加上 YAG(鈹鋁石榴石)螢光材料製造出來的白光 LED。以及住友電工利用藍光 LED 加上 ZnSe(硒化鋅)材料製得的白光

LED。住友電工的白光技術因不需使用螢光粉，所以在成本上較具優勢，但因其發光效率差且壽命短，故一般應用仍以日亞化學的技術較為普遍。三波長白光 LED 技術則有以紫外光 LED 加上 RGB 螢光粉製得以及利用 RGB 三色 LED 混光而成[35]。就技術趨勢和商品化效益角度而言，三波長白光 LED 技術可創造較高的發光效率、演色性佳，顏色可隨意調整，因此被視為下波商品化的技術主流。不過現階段仍存在技術障礙，如 RGB 三色混光，因須同時使用三顆 LED，以致成本較高，且每顆晶粒都有不同的正向電壓、驅動電流、溫度和光衰減率等，若要達到一致性，則光學和電子迴路的設計成本也很高，目前還不易量產。所以短期內，二波長白光技術產品仍會是市場主流。

發光方式	類型	代表(專利)廠商	優點	缺點
藍光LED + YAG黃色螢光粉	二波長單晶型	日亞化學	以單一晶料發光，材料來源單純，一致性高且成本低，電子迴路設計簡單	螢光粉材料掌握在日亞化學手中，且發光演色性較RGB三色LED為差
藍光LED + ZnSe基板	二波長單晶型	住友電工	以單一晶料發光且不需使用螢光粉，成本低，電子迴路設計簡單，驅動電壓也低	發光效率較差，壽命短
藍綠光LED+琥珀色黃光	二波長多晶型	Gentex	一致性高，可用於高電量產品(如汽車)	專利權在美商Gentex手中，且因電壓高，LED易受高溫影響導致光衰退加快
紫外光LED+RGB螢光材料	三波長單晶型	Cree/豐田合成	演色性佳，發光效率高	螢光粉材料不易尋，封裝材料易受紫外光照射出現老化，成本高，不易量產
RGB三色LED混光	三波長多晶型	無專利問題	演色性佳，發光效率高，顏色可隨意調整	同時使用3顆LED，一致性低，電子迴路設計成本高，近距離混色性不佳

表 4-16 白光 LED 之製造技術與優缺點



隨著市場應用面的大幅擴展，廠商之間的競爭也越顯激烈，各家廠商為了尋求市場上領先地位，紛紛投入不少人力、金錢進行研發，對現有的技術進行改良、積極開發新型的技術並從已存在的各家專利布局中尋求新的發明，以期能取得更多技術來降低生產成本，並透過專利的保護來鞏固既有的技術層級。

以下將就國內發光二極體上中游以及下游主要廠商在研發費用率的運用上進行分析。研發費用占營收比率對一個高科技公司而言，相當重要。積極投入研發是保持競爭力的關鍵之一。而研發費用率則為觀察公司對產業未來技術的掌握以及對公司未來營運成長能否激增的關鍵指標之一。而研發費用的預算通常約占銷貨收入的 0.5%~2%不等[19]。

	年度	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
營收(百萬元)	2003	2,247	1,878	4,666	687	2,010	412
	2004	2,910	2,138	5,128	962	2,694	638
	2005	3,361	2,410	5,139	819	2,634	693
	2006	6,290	2,884	7,028	841	3,214	782
	年度	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
研發費用(百萬元)	2003	105.25	60.79	659.74	25.92	73.78	29.67
	2004	208.59	85.77	399.77	74.59	137.73	53.16
	2005	202.75	75.79	332	74.83	172.09	63.75
	2006	211.06	91.84	161.36	49.09	179.93	79.69

表 4-17 LED 上中游主要廠商近年營收及研發費用表

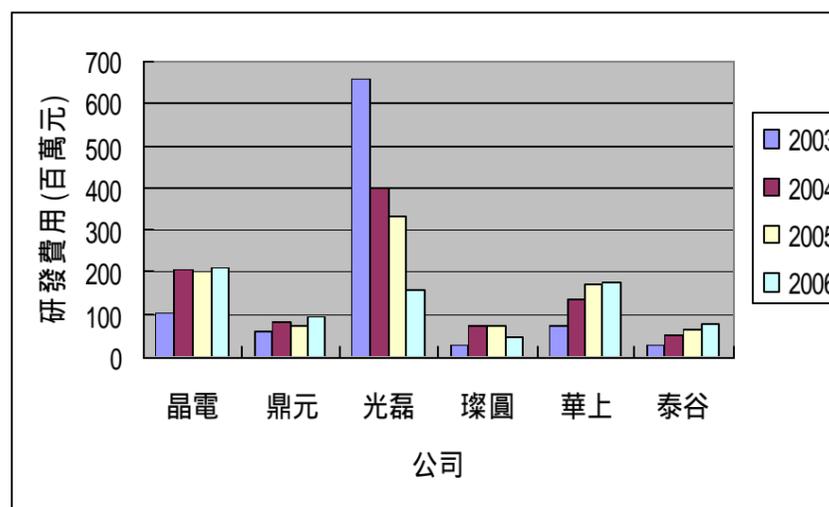


圖 4-7 LED 上中游主要廠商研發費用統計直條圖

	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
2003	4.68	3.24	14.14	3.77	3.67	7.2
2004	7.17	4.01	7.8	7.76	5.11	8.33
2005	5.85	3.14	6.46	9.14	6.53	9.19
2006	3.36	2.47	2.04	5.84	5.48	10.19

表 4-18 LED 上中游主要廠商近年研發費用率分析表

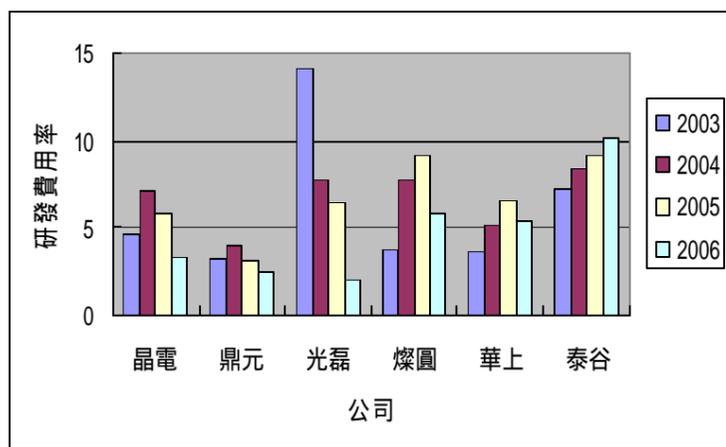


圖 4-8 LED 上中游主要廠商研發費用率統計直條圖

從 LED 上中游主要廠商的研發費用率分析圖可發現其平均落在 5%~7% 之間不等，探究其原因發現此乃因為上中游磊晶、晶粒部份屬於高技術密集的產業，技術層級較高階，此外主要的藍光、白光 LED 技術專利絕大部分集中在日、美、德等大廠手中，如欲突破專利地雷的限制，勢必得投入更多的研發費用，亦或是以研發成本支出換取國際大廠的關鍵性技術之轉移或是專利授權使用，如日亞化學獨家授權藍光晶粒專利技術給予光磊。這些動作都會使研發費用增加，然而太高的研發費用雖可顯示公司對於未來的潛力成長高度看好，但在效益未顯現的同時，仍屬於公司成本負擔，會間接影響公司營業利益，因此以目前 LED 上中游廠商的研發費用率看來普遍偏高，必須仰賴研發費用效益顯現，帶動營收成長，產生規模經濟的效果，便能使研發費用率呈現在 0.5%~2% 之間的理想比例。

	年度	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
營收(百萬元)	2003	5,060	1,375	1,310	21,832	766	2,083
	2004	5,957	1,099	1,522	2,256	893	1,868
	2005	6,736	1,703	1,621	2,495	930	2,150
	2006	7,949	2,227	1,655	2,751	915	2,660
	年度	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
研發費用(百萬元)	2003	97.66	22.07	20.57	16.85	14.86	26.56
	2004	129.57	9.26	8.07	22.77	20.24	50.59
	2005	160.46	22.05	7.02	28.31	24.01	84.67
	2006	221.19	19.81	20.73	25.76	21.87	48.69

表 4-19 LED 下游主要廠商近年營收及研發費用表

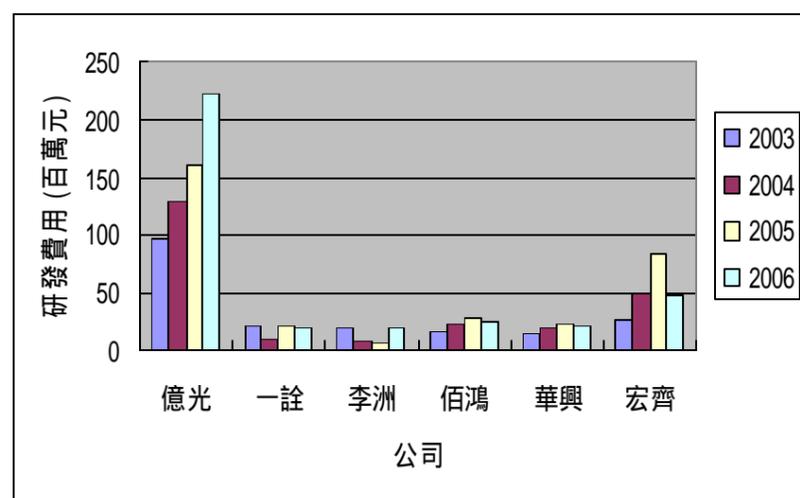


圖 4-9 LED 下游主要廠商研發費用統計直條圖

	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
2003	1.93	1.61	1.57	0.92	1.94	1.28
2004	2.17	0.84	0.53	1.01	2.27	2.71
2005	2.38	1.29	0.4	1.13	2.58	3.94
2006	2.78	0.89	1.25	0.94	2.39	1.83

表 4-20 LED 下游主要廠商近年研發費用率分析表

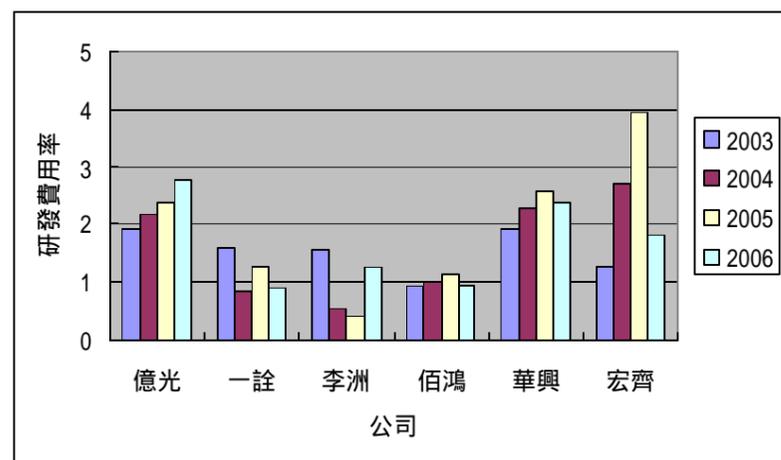


圖 4-10 LED 下游主要廠商研發費用率統計直條圖

而在 LED 下游主要廠商而言，技術層級不若上中游來的高，然而仍有專利的限制，在研發費用部份仍需投入足夠資金來加強其技術領先性，同樣也藉由國際大廠的專利技術授權取得合法使用權，如德國大廠 Osram 在 2003 年首度將白光 LED 螢光粉專利授權給億光，2004 年間亦授權給宏齊，此外下游封裝技術相對較為成熟，因此就營運而言較為穩定，所以就 LED 下游主要廠商研發費用率而言，平均約落在 0.5%~2%之間，不但兼具了研發技術的成果，更能有效控制成本增加公司營業利益。

4.5 以專利權角度探討國內發光二極體產業

4.5.1 產業中的專利權之爭

專利權是廠商對於自有技術、產品和市場的保護利器，透過專利權的保護能增加本身的競爭力。不論何種產業，只要經由自身研發而成的產品或技術都可申請專利來對產品或技術作一個保障的動作，使其競爭對手廠商不至於因模仿來搶奪既有市場而造成公司原本權益的損失。

專利權的侵犯問題在產業的新聞中實有耳聞，也因為現今產業環境的變化萬千，廠商為求因應，技術產品的研發能力不斷精進，同時申請專利的品項也越趨多元化，在這種情況下，廠商便很容易的會誤觸競爭對手的專利地雷，因而產生專利訴訟的糾紛，更可能間接造成公司獲利以及商譽的損害，不可不小心防範。

而當侵犯到競爭對手的專利權時，除了訴訟外，有些廠商也會以和解金和對方達成協議，並透過專利授權金的交易換取對方的專利技術使用權。所以一旦公司擁有多項專利權不但能對公司產品的既有市場有所保護，更能因此增加不少的利潤收益。

同時藉由專利權所構築的進入障礙，更能使得想進入該產業的競爭對手卻步，避免掉過多的競爭對手加入以及不必要的殺價競爭，同時對於產業的環境維持也能有不少的貢獻。

4.5.2 國內發光二極體產業專利權探討

技術導向越明顯的產業中，越需要具備完整的專利概念。專利可以讓廠商將自己所辛苦研發出來的技術藉由申請專利進行保護，而在獲得專利之後，更可以利用專利策略打擊對手。此外，對於競爭同業的研發技術，更可以藉由專利找出其核心技術，找到核心技術後，消極可以用於本身產品的迴避設計中，而積極的更可以針對其專利技術加以改良，或甚至激發出另一種創意拿來申請屬於自己的專利。就如同藍光 LED 技術，可以看見投身其中的廠商莫不使出渾身解數的申請專利、利用專利打擊對手，而且皆有設置專職負責專利的部門，並長期監控該項技術的專利發展，試圖從中找出更具突破性的專利技術。

LED 產業具備有技術演進瓶頸高，但學習門檻低的特性，因此廠商為了保有技術的領先優勢，降低技術外溢的風險，專利便成為最好的防護罩。透

過專利屏障，可以使廠商確保本身的技術競爭力，並藉此抑制競爭對手的成長，所以是 LED 產業極佳的競爭利器[16]。

LED 產業早期的專利保護主義，對其發展產生明顯的阻礙，也因為專利訴訟的風險偏高，導致廠商大幅延緩投資行程。直到 2002 年，日亞化與豐田合成長達十年的專利官司獲得和解，國際 LED 大廠才陸續以專利授權取代專利訴訟。其中，Osram 在 2003 年首度將白光 LED 螢光粉專利授權給台灣億光電子，隨後又陸續授權給包括台灣、日本、韓國等廠商；2005 年間，光磊也成為日亞化在台灣的唯一藍光晶粒專利授權及代工廠商。一時間取得 LED 專利授權的難度大幅降低，並配合終端應用市場的拓展，引發不少廠商跨足 LED 生產，雖然成功的啟動了產業的成長動能，但也使得市場競爭更趨於白熱化。

由於國際大廠間普遍採取相互授權的策略，但專利只在製程技術領先的廠商間流動，因此會出現強者恆強的現象。或者是專利只下放給少數廠商，在物以稀為貴的情況下，動輒興訟的情形並未完全改善，加上 LED 產業原本就具有高技術演進瓶頸、低學習門檻的特性，因此，專利仍是決定廠商競爭力的重要關鍵因素。

就 LED 技術發展層次來看，仍有許多難題及待克服，相對的，這也是台灣廠商的機會，若能掌握先機，率先展開下一世代的技術研發，並藉由掌握下一世代的專利技術，來縮短和美、日大廠間的技術落差，亦或是取得專利授權或是專利談判的有利地位。雖然絕大多數的專利技術均掌握在國外大廠手中，但是國內 LED 業者仍奮勇的在夾縫中求生存，在專利技術的研發中亦不曾鬆懈，期望藉由技術的研發來累積本身的專利地圖。同時國內研究機構，如工研院亦專注在 LED 相關技術的研發，並適時的授權給國內廠商使用，藉以壯大國內廠商在全球的競爭力。

專利是企業投入研發活動的產出項目之一，專利數目則代表產出成果，

可用以評估企業從事技術活動的程度。而專利成長率是企業專利數量成長隨時間變化的百分率，可顯現企業技術創新隨時間的變化是增加還是遲緩。本章節將透過這兩項指標來探究發光二極體產業在專利技術研發能力上的表現。

➤ LED 上中游主要廠商專利分析

下表 4-21 中之歷年專利數量累計統計乃本研究搜集自上中游主要廠商於美國及中華民國 LED 相關專利申請核准之數量累計[5][30]。

年份	晶電	鼎元	光磊	璨圓	華上	泰谷
1996	0	1	3	0	0	0
1997	6	0	2	0	0	0
1998	4	0	7	0	0	0
1999	11	0	20	2	3	0
2000	9	0	8	3	13	0
2001	12	0	12	1	9	0
2002	21	1	21	3	11	2
2003	22	3	27	15	18	3
2004	48	5	26	43	23	5
2005	24	5	8	35	36	3
累計	157	15	133	102	113	13
平均專利成長率(%)	38	33	47	94	59	10

表 4-21 LED 上中游主要廠商歷年專利數量累計表

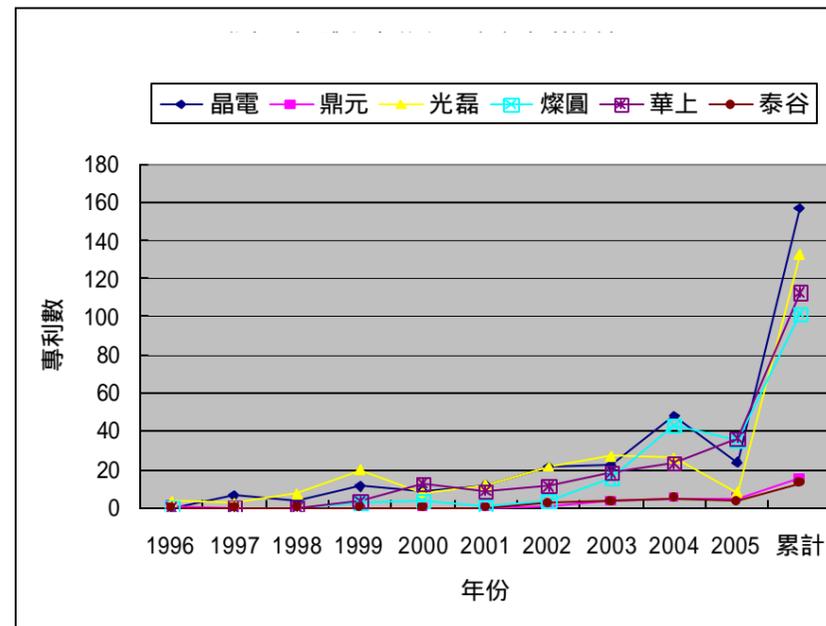


圖 4-11 LED 上中游主要廠商專利數量累計折線圖

從上表 4-21 中可以看出發光二極體上中游產業中以龍頭廠商晶電所持有的專利數最多，此外像光磊、華上和璨圓等廠商亦都有不少的專利數量，而且在平均的專利成長率上都呈現至少 30% 以上的正向成長，可以看出廠商雖然面臨國外強大的專利壓迫，仍專注持續的在增加專利技術的產出，由此可顯示整體上中游產業在技術研發上均投入極大的人力心力在技術的創新、製程的改進以加強本身的專利屏障，同時也有效的運用研發費用，產出這些研發成果，並藉此創造出企業利潤，形成強而有力的競爭優勢。

➤ LED 下游主要廠商專利分析

下表 4-22 中之歷年專利數量累計統計乃本研究搜集自下游主要廠商於美國及中華民國 LED 相關專利申請核准之數量累計 [5][30]。

年份	億光	一詮	李洲	佰鴻	華興	宏齊
1997	1	0	0	0	1	0
1998	1	0	0	0	0	0
1999	8	0	1	1	3	4
2000	5	0	0	2	1	13
2001	1	0	1	0	0	12
2002	0	2	1	0	0	11
2003	7	3	5	0	1	29
2004	9	0	9	1	2	46
2005	24	0	13	4	10	24
2006	21	17	1	2	1	5
累計	77	22	31	10	19	144
平均專利成長率(%)	67	42	54	45	64	71

表 4-22 LED 下游主要廠商歷年專利數量累計表

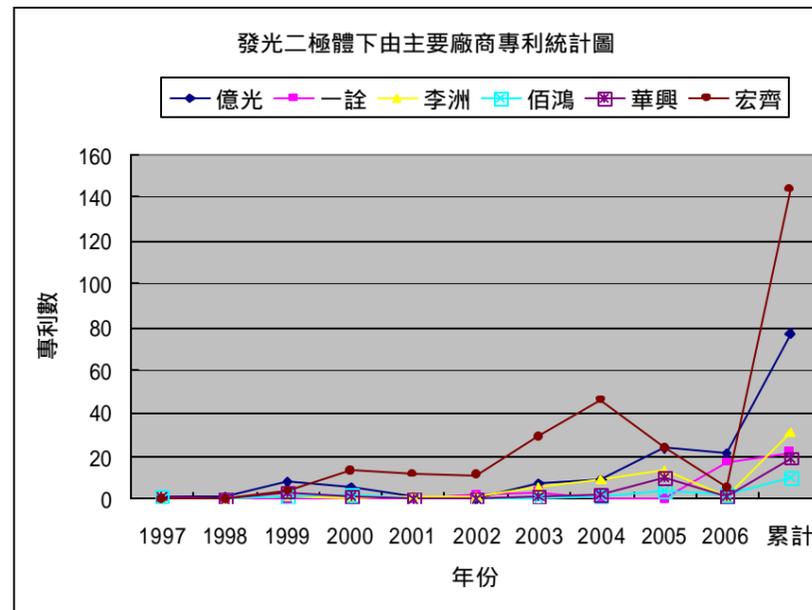


圖 4-12 LED 下游主要廠商專利數量累計折線圖

而從上表 4-22 中也可看出雖然 LED 下游封裝產業專利累積數量不若上中游來的多，此乃因為下游封裝產業技術成熟且技術層級不高，導致技術創新空間不大，相對的，累積的數量便不多。但整體而言，下游廠商在技術研發上仍很用心，平均專利成長率也都呈現正向成長，顯示雖然技術已很成熟，下游廠商仍持續在鑽研更多有助技術、製程層級提升流暢等的研發，此外因為流通在市面上的產品更是容易被競爭對手的專利所舉證而產生專利興訟，

因此下游封裝產業在產品設計上的專利也是發展的重點，越是能在產品設計上掌握更多的專利，不但能避免誤觸競爭對手的專利地雷，更能因此增加企業營收利潤亦或是授權給其他廠商以賺取權利金，所以下游廠商也都很積極在累積其專利地圖，增加其專利技術的競爭力。

4.6 本章結語

本章主要透過多面向縱觀剖析發光二極體產業，透過供應鏈的角度了解上中下游的相互關係。以市場供需角度解析發光二極體產業的未來發展方向以及可應用的領域。以廠商財務角度探究發光二極體產業整體的獲利能力、成長潛力並解析其財務結構以了解整個產業的表現。最後透過專利權角度探討，在專利競爭激烈的發光二極體產業中，國內發光二極體產業如何在技術上作突破並專注研發累積專利，進而使整體產業在全球發光二極體產業中更為茁壯、更具競爭力。

第五章 國內發光二極體產業競爭分析與投資策略

5.1 我國發光二極體產業 SWOT 競爭分析

國內發光二極體產業發展已有近 30 年的歷史，初期的發展以下游封裝產業為主，歷經多年來的努力，目前在技術發展上已具備相當的成熟度，且在產業環境的供需結構下，發展重點也逐漸朝向技術層級較高的上游產業邁進，使得產業結構趨於完整。

而隨著環保意識在全球逐漸抬頭，具有節能環保概念的發光二極體產業也備受注目，在環境的變遷以及技術的逐漸提昇下，發光二極體產業必是各家必爭之地，競爭也勢必相形激烈。

本節將以 SWOT 競爭分析，針對國內發光二極體產業環境作一個評估及診斷，探究國內發光二極體產業的問題點及優弱勢為何，並可供政府相關的單位在制定產業發展策略以及發光二極體廠商擬定發展策略作為參考。

➤ 優勢

一企業的優勢乃是該企業的資源和潛力，並能利用這些資源作為發展未來競爭優勢的基礎。產業亦是如此。國內發光二極體產業，就整體構面而言，最主要的優勢乃在於產業結構分佈完整，並具有獨特的產業分工架構，有別於國外廠商上中下游垂直整合的營運模式，國內 LED 產業以專業分工方式切割上中下游的經營型態，在各自具備優良技術以及量產實力下，相互配合，亦能提供生產上更多彈性靈活調配的空間。而且國內廠商的產品品質形象佳且具競爭力，亦深獲國際大廠肯定。

而在成本的控制上，國內廠商的成本控制能力向來皆是聞名海內外，而且在產量上具經濟規模，因此低成本產品走向也是重要的優勢之一。

此外，政府近年來亦積極輔導相關的科技專案，加上法人研究機構對於技術的研發同樣不遺餘力，並將技術授權予國內廠商使用，對於國內業界的人力培養及技術提昇方面貢獻良多。

➤ 劣勢

國內發光二極體產業於發展初期，是以生產中低階產品為導向，以至於此，對於發展高階產品的目標，往往受到日本、美國、歐洲等大廠的專利限制，使得國內發光二極體產業，就產量規模而論，甚至已超越日本，位居全球之冠，但以產值計，卻反倒遠落後於日本。

再者國內廠商產品多以元件成品為主，整體性的系統整合能力較弱，因此在發展上，無法居於主導者的地位。

而在研發技術的佈局上，和國際大廠始終有著一段不小的差距，其中包括專利的自主性，使得國內廠商發展備受限制，甚至往往需要獲得大廠的專利授權，以權利金換取專利使用權，方能使技術有所提升，避開侵權糾紛，因此在研發技術上的投入及能力仍有待加強。

➤ 機會

依機會面來探討，由於高亮度LED應用市場範圍愈趨廣泛，需求急速成長，市場發展潛力大，因此是帶動未來整個產業的脈動力量。國內業者可藉此機會慢慢的在高階高毛利市場部份提升產品滲透率，舉凡用以取代冷陰極管的大尺寸LCD面板背光模組市場，具高單價、高利潤的車用電子產品，甚

至是在未來勢在必行的節能照明市場等等均是國內廠商邁向高毛利產品的必爭之地。

然而，就中低價位的產品而言，由於整個大環境的景氣不佳，加上廠商間彼此的削價競爭，因此國外廠商於低價位的產品，幾已無競爭力，而國內廠商則有更多的機會藉此搶攻全球市場市佔率。

再者，藉由合併或結盟，使兩家以上的公司在技術和專利上達到加成效果，來穩固甚至擴大既有市場，更能進而達成追求成本競爭力及有效掌握產能的優勢。近年來，國內 LED 廠商間完成不少合併案或異業結盟，逐步朝向大者恆大的趨勢前進。除了能增加與國際大廠抗衡的實力，也能藉此提高和國際專利大廠策略聯盟或技術轉移的談判籌碼，以爭取更大的授權空間，使國內廠商更能有效加速技術開發及進入市場的時效性，以及不受專利限制的產品開發。

➤ 威脅

由於大陸的投資環境開放，使得國內廠商紛紛外移，尤其是下游封裝業者，在廠商眾多、產值大的情況下，為求降低成本及提升競爭力，廠商紛紛前往大陸設廠生產，而當地的廠商也相當看好 LED 市場的發展性，並且在大陸政府有計畫的透過研發資金的補助、政策傾斜以及帶動內需應用市場等方向推動 LED 產業的發展，造就了另一波投資熱潮。這對國內業者的衝擊很大，有可能大陸會追隨國內 LED 發展的腳步，以低價的攻防戰來贏得這場勝利，依此情勢看來，勢必落得兩敗俱傷。

此外為了加速 LED 光源的普及，許多國家紛紛開始進行綠色照明計畫，希望藉由政府的介入補助，縮短技術學習曲線、提升市場需求、加速產業發展。如日本的 21 世紀光照明計畫、美國的半導體照明計畫以及歐盟的彩虹計畫以補助金的方式推廣白光 LED 的應用。這些補助計畫勢必使得各國廠商在

技術、專利以及內需應用市場上獲得更大的提升，也可能對國內廠商造成不小的威脅。

優勢 (章節)	劣勢 (章節)
<ul style="list-style-type: none"> ◇ 產業結構分佈完整 (4.1.2) ◇ 有別於國外廠商上中下游垂直整合的專業分工營運模式 (4.1.2) ◇ 優異的成本控制能力 (4.3.2) ◇ 政府、研究機構的支持 (5.3.1) 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 以生產中低階產品為主 (4.1.2) ◇ 歐美日等國外大廠的專利限制 (4.5.2) ◇ 研發技術上的投入及能力仍有待加強 (4.4.2)
機會 (章節)	威脅 (章節)
<ul style="list-style-type: none"> ◇ 高亮度 LED 應用市場快速成長 (4.2.2) ◇ 切入高階產品高毛利市場 (4.1.2) ◇ 低階產品削價競爭，藉此搶攻全球市場市佔率 (4.2.2) ◇ 合併或結盟、策略聯盟 (4.5.2) 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 大陸 LED 廠商的崛起 (4.1.2) ◇ 歐美日等國政府有計畫的推廣白光照明計畫 (5.3.1)

表 5-1 國內發光二極體產業 SWOT 競爭分析

5.2 我國發光二極體產業五力競爭分析

本節將以 Porter 所提出之五力分析來探究國內發光二極體產業的競爭力，藉以了解其優劣勢所在。並針對 LED 上中游產業以及下游產業做個別的五力分析，藉由水平構面之供應商-既有廠商-購買者的關係以及垂直構面之替代性產品-既有廠商-潛在競爭者的關係來做探討，徹底了解整個產業的生態，從中找出 LED 關鍵競爭力之所在。

5.2.1 國內LED上中游產業五力競爭分析

國內發光二極體產業整體競爭其實相當激烈，不僅要與國外大廠競爭，更要和國內同質廠商搶奪市場。近來，由於高亮度發光二極體技術的提升，

產品的推陳出新加上環保題材效應，更是引發不小的投資熱潮，不論是新增的廠商或是轉投資，都使得原本已競爭激烈的環境更顯艱困。

➤ 供應商的議價能力

由於美、日等大廠擁有發光二極體上游的先進技術且極具經濟規模，幾乎囊括全世界發光二極體上游原物料市場。

就供應商的角度來看，在上游磊晶製程的部份，供應商供應的產品為基板、螢光粉及設備三部份。其中基板部份，因發光材料的不同，使用的基板也不一樣，常用的基板有GaAs基板、GaP基板、藍寶石(Sapphire)基板及碳化矽(SiC)基板，其中GaP基板主要應用於GaP、GaAsP等二元或三元發光二極體，GaAs基板主要應用於AlGaAs、AlGaInP等三元或四元發光二極體。由於上述技術已趨於成熟，所以在產品的議價能力上則視市場的供需而定。而在氮化鎵系之藍綠光LED上所使用的Sapphire 及SiC，雖然不缺乏供應商，但量產的廠商有限，因此，在供貨上的議價空間則視量而定，供應商擁有較大的主導權。此外在螢光粉部分，其在上游製程中扮演頗重要的角色，大部分皆仰賴國外廠商提供，且廠商不多，故供應商的議價能力較高。而在設備部份，主要以進口為主，尤其是現今最熱門的MOCVD 機台，是屬於過度專業的產業，因此在議價的空間上，是以供應商佔了非常大的優勢。整體而言，供應商的議價能力是大於既有廠商。

➤ 購買者的議價能力

購買者的議價能力視市場的供需條件而定，當LED 產業面臨市場景氣循環，而處在較低迷之市場時，購買方便有議價的空間。對下游LED封裝而言，成本變動彈性最大的是上游晶粒，非特殊規格之四元晶粒，技術已相當成熟，所以價格已經到底部，變動性不大，而GaN

晶粒，因為技術可進步的空間還很大，所以價格稍具彈性。但除非嚴重供過於求或生產技術大幅提升使生產成本遽降，否則產品以計劃生產為主，價格敏感度不高。購買者的議價空間仍是受限於既有廠商。

➤ 來自替代品的威脅

目前四元(AIGaInP)紅色及黃色LED，亮度高，電特性穩定，生產成本低廉，不易被其他產品所替代。而InGaN之藍色及綠色LED，雖然電特性可進步的空間還很大，但具有高亮度特性，且目前並無藍色及綠色之取代性材料研究，所以也不易被取代。

而在OLED(有機發光二極體)上，由於這類的產品挾帶著低直流電壓、均勻面發光、低耗電量及製程簡單等優點，準備進攻顯示器及背光源的市場，在技術上及實用性上可與現有的LED 產品匹敵，此外，未來應用在照明市場上，與LED一樣可達到輕薄、節能、環保等優點，甚至因為具有平面光源及可繞曲的特性，在顯示與設計的彈性上更優於LED，因此若該技術成熟後，對LED不啻是一大威脅。

➤ 潛在競爭者的威脅

由於高亮度LED上游市場毛利高，引發不少廠商相繼投入，尤其是國內這幾年的投入者，已形成一股熱潮的。而在大陸方面以人工便宜的優勢，結合外商的技術能力及行銷通路，在低價產品市場與我國競爭，因此整體看來，競爭者的威脅性是很大的。

整體而言，上中游的發展就水平構面來看，主導權落在供應商的手中，而垂直構面之潛在競爭者，由於高亮度市場毛利高，引發不少廠商相繼投入，使得競爭慘烈，再加上未來主流高亮度產品於發展上，又受到國外廠商專利

的限制，加上在替代品上的威脅亦不小，因此造成既有廠商間彼此的競爭大，在整體上中游產業上的發展便極為艱辛，唯有在技術、研發上努力加強，取得更多專利的保護，才有機會立足於此產業。

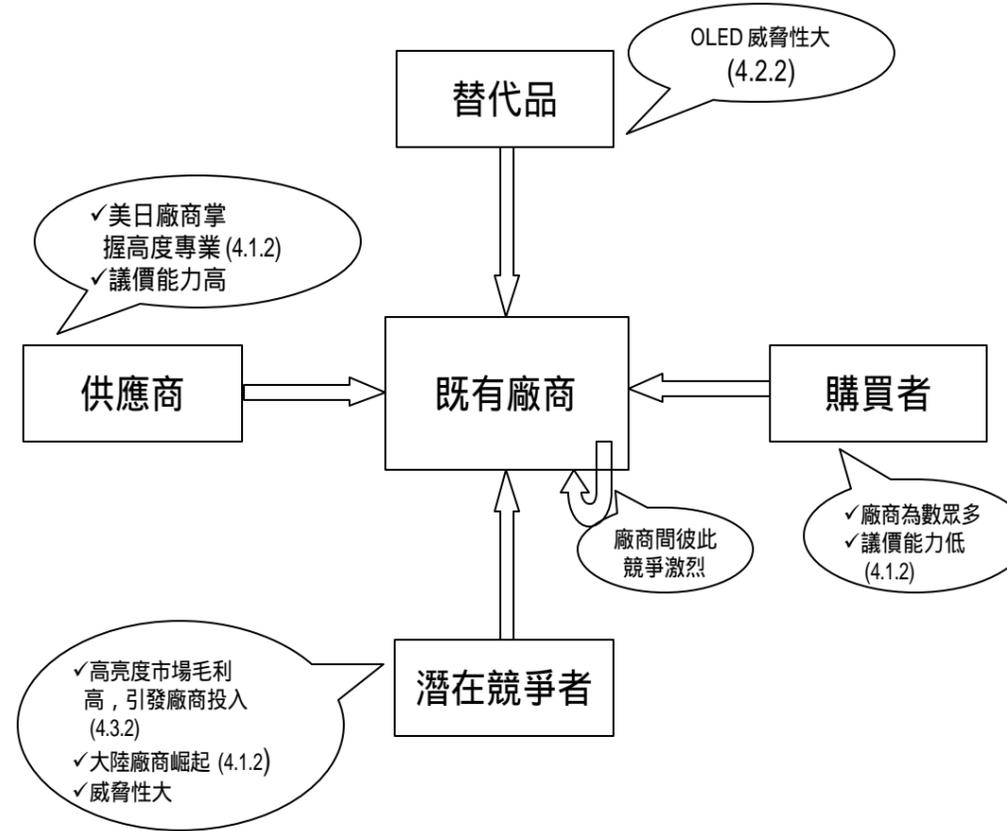


圖 5-1 國內發光二極體上中游產業五力競爭分析

5.2.2 國內 LED 下游產業五力競爭分析

國內發光二極體產業的發展是由下游開始出發，過去主要以一般亮度的產品為主，近年逐步往高亮度封裝技術發展，由於國內具有 LED 封裝能力的廠商，大大小小加起來不下百家，市場競爭激烈可期。因此本節將就發光二極體下游產業的生態做五力分析之探討。

➤ 供應商的議價能力

下游廠商的主要是乃中游晶粒商，就晶粒部份，在一般亮度上，由於發展時間已久，技術成熟，在產量上極為穩定，於供應方面不虞匱乏，所以價格是隨著市場的需求而定。但在高亮度部份，由於下游廠商在市場新的應用面持續擴展下，需求不小，然而晶粒廠商在量及產能上尚無法完全滿足需求，且其有著專利的限制以及品質上的要求，因此能夠掌控更好技術的廠商，是握有價格的主導權。

➤ 購買者的議價能力

以購買者的角度來看，下游封裝業者的購買者為系統廠商，目前市面上應用範圍廣泛的產品包括交通號誌、消費性電子產品、筆記型電腦及車用電子等，各項產品均依不同的需求設計結構不同之產品，且在高品質的要求下，產品多以規格化，而且下游封裝廠商為數眾多，購買者有較多的比價空間和選擇，因此購買者在這議價能力方面擁有較高的主導權。

➤ 來自替代品的威脅

由於LED下游的產品在應用發展上屬於多元化的模式運作，其為點光源，可依不同產品不同設計有不一樣的型態出現，並且可容易的應用在不同產品上，且具備輕薄短小、低耗電、省能源、不發熱及壽命長等優勢，應用範圍極為廣泛，短時間內還不會受到其他產品的威脅。

➤ 潛在競爭者的威脅

由於整個產業發展時間久，產業已相當成熟，且廠商的飽和度也很高，短時間內，欲加入此領域者，幾乎是微乎其微，因此潛在競爭者的威脅是較

小的。

總體而論，由水平構面看來，既有廠商受到供應商及購買者的雙重夾擊，因此生存的空間備感壓力，彼此之間的競爭又大，再加上毛利的獲利空間逐漸下滑，在經營上顯得格外艱辛；然而在垂直構面上的潛在競爭者和替代性產品都不構成威脅，雖然營運辛苦，但也能在穩健中求得生存，持續發展下去。

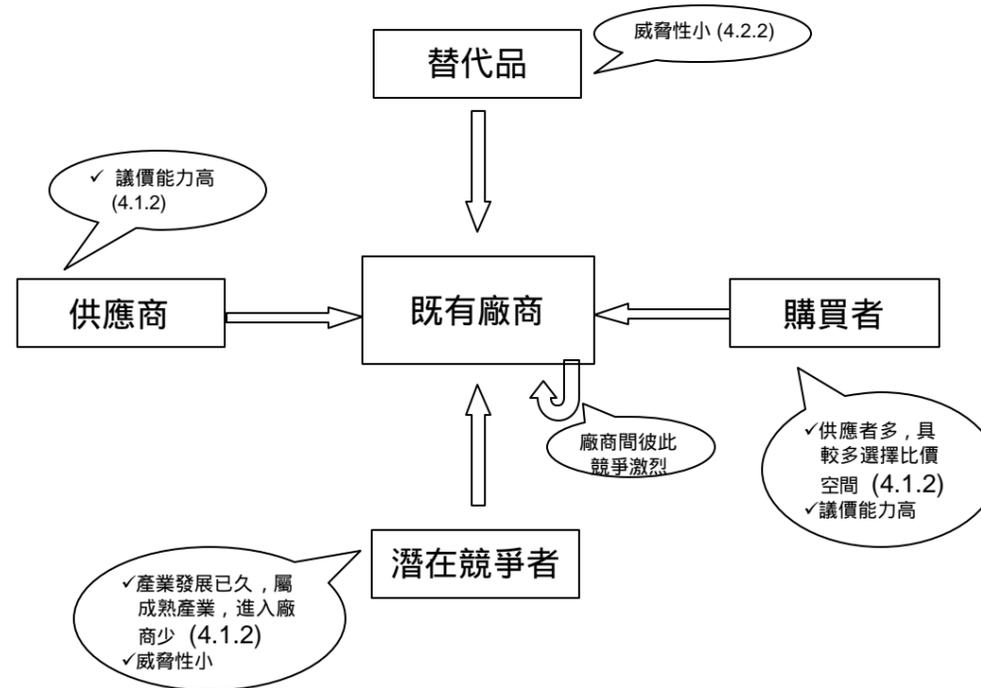


圖 5-2 國內發光二極體下游產業五力競爭分析

5.3 我國政府在 LED 產業之扶植政策與廠商投資策略

5.3.1 國內政府在 LED 產業之扶植政策與建議

由於 LED 廣大應用市場可期，日、美、歐、韓皆積極投入 LED 照明研

發,LED 發光效率進展快速 以國際各國在發展 LED 照明上有包含日本在 1998 年率先展開—21 世紀光照明計畫,旨在發展高效率 LED 的光源技術。美國的「半導體照明計畫」則在 2000 年被列入新能源法案中,將在未來 10 年間投入 5 億美元,發展包括 LED 在內的固態照明光源。而歐盟自 2000 年啟動的「彩虹計畫」,以補助金方式推廣白光 LED 的應用。目前發光效率已提升至 100 Lm/W 左右水準,實驗室水準更達 150 Lm/W,大幅超越白熾燈、螢光燈等傳統光源。過去 LED 應用以較低附加價值之手機等可攜式產品應用為主,而未來 5 年看板/顯示背光、車用與一般照明將成市場發展主力,其中以看板/顯示器背光成長最快。隨著光源效率持續提升、價格降低,另一波高速成長可期。國際預估未來至 2011 年,LED 光源(不含手機應用)平均複合年成長率可達 15%,進入一般照明應用主流市場。由於未來全球廣大商機,國際照明領導廠商、LED 業者及下游應用品產品商紛紛進行垂直併購,跨業結合,以建立完整產業供應鏈,佈局全球市場[2]。

國內發光二極體產業發展在這幾年來,政府投入在科技專案的支援,對於人才的培育及業者的培植上,均有顯著的成果。但面對未來的競爭及環境的變化,尤其是新應用領域的開發,政府更需不遺餘力的提倡與落實,如交通號誌燈及白光照明的應用等,讓業者有持續的強力依靠和後盾,使整個產業更加繼續發揚光大。

經濟部工業局為發展國內白光 LED 照明產業,以建構整體白光 LED 產業競爭力與加速 LED 照明產業化為出發點,在 2007 年 7 月起開始執行「白光 LED 照明產業發展輔導計畫」,主要以「推動產業發展與產業聯盟」、「建立產業標準及檢測驗證制度」、「促進投資」、「加強國際合作」及「在職人才培訓」等五項分項工作計畫為主[3]。

該計畫為一個四年發展計畫,將以發展白光 LED 元件及照明應用產業為主,並以國內外產品需求及技術能力,協助廠商建立研發相關應用之關鍵性零組件及核心技術,以提升相關 LED 照明產業之技術自主性及產品競爭力。此外,並整合國內上中下游 LED 照明業者成立「LED 照明標準及品質研發聯盟」。該聯盟將連結經濟部推動約 1.7 億元規模的業界科專「LED 照明標準與品質研發應用整合計畫」[4],整合 LED 產業與照明產業之技術,研發國內第一

套完整的 LED 照明量測標準，以提升產業競爭力。

台灣 LED 照明光電產品登上國際舞台的關鍵因素在於建立具有國際級的 LED 驗證檢測標準[4]。因此，當美日積極制定 LED 產業標準企圖主導市場產品規格時，政府也積極協助擬訂 LED 照明產業標準，為國內相關產業建立 LED 產品規範，促使業界提供高信賴度的 LED 產品。LED 照明標準及品質研發聯盟的成立是政府推動 LED 照明標準的第一步，未來將持續推動 LED 認證機制，為國內業者提供良好的測試平台，並與國外機構互相認證，爭取國際規範的制訂，提升業者全球競爭力。

近年來，日本及歐美各國對於 LED 照明技術及量測規範的研究不遺餘力，中國大陸也透過政府單位領導制定國家統一化的 LED 標準，韓國、俄羅斯等國亦紛紛投入於 LED 標準之相關研究，國內藉由「LED 照明標準及品質研發聯盟」之推動，將建立台灣第一套完整的 LED 照明標準，未來可快速提升台灣 LED 產業之國際競爭力[4]。

政府在促進發光二極體產業發展的過程中，進行了許多的科技專案計畫，確實的落實計劃的執行，提供技術和人才上的支援，除此之外，在國內投資環境日漸惡化下，更希望政府能制定相關的法令規章及優惠措施，來改善國內的投資環境，增加外來投資機會，同時提供廠商更多有利的發展因素，讓國內發光二極體產業能有更往上推昇的動力。本研究亦在此提供幾項建議如下：

➤ 主導更多科專計畫，並增加經費，協助業界從事研發工作

目前國內發光二極體廠商與國外大廠之間最大的差距，在於研發技術的能力與投入，政府的科專經費，也算是對國內廠商投入研發的實質獎勵，鼓勵國內廠商早日拉近與國外大廠的技術差距。

➤ 針對高科技產業獎勵投資政策持續推行

發光二極體產業是政府的重點發展產業。國內新興且有潛力的產業在還有發展的空間之下，政府應當給予最適切的培植獎勵，讓廠商在擁有更大的後盾，獲得更多的支援下，和國際大廠競爭。

➤ 針對白光LED照明產品應用的普及給予補助，以鼓勵產業發展

因為目前的白光LED照明產品成本高，價格過高，無法普及大眾，引起消費者的青睞，依照歐、美、日LED照明發展經驗，政府會階段性的補助消費者，讓廠商有經濟規模大量生產，幫助產業持續成長。國內政府可參考此舉，擴大內需照明市場。

➤ 成立LED相關研究機構，提供全球市場活動及技術發展資訊

相較於歐、美、日，台灣的學術與技術皆落後於國外，資訊的取得也比較慢，所以營利性質的研究機構比較不容易生存，政府可以取而代之，為產業提供諮詢服務。

5.3.2 國內發光二極體廠商投資策略建議

在審視過國內發光二極體產業，本研究透過 SWOT 分析以及五力競爭分析的剖析，對於國內發光二極體產業的競爭環境、優劣勢、未來發展的市場等已有相當的了解，本節將針對分析的結果提出以下幾點的策略建議：

➤ 持續致力於降低成本，提升產業競爭力

廠商在經營生產績效上面臨激烈的競爭之後，低成本、低價格的勢必是最後的競爭利器。國內業者唯有透過降低生產成本，降低售價，以刺激LED的使用需求。降低成本，除了透過製造技術的精進來改善產品良率、製造效率及生產管理的提昇之外，由於材料成本在發光二極體產品的比重最重，因此，降低原材料成本比例亦是重要手段。因此，吸引上游原材料與設備廠商來台生產的意願及鼓勵國內企業投入上游原材料生產，可有效降低LED材料成本

占產品價格之比率。

➤ 建立專利優勢或策略聯盟

LED 產業的主要風險之一在於專利權的壟斷，對於上游廠商而言，專利優勢乃競爭的命脈，故專利優勢的建立及維繫是經營發展刻不容緩的課題。

由於美、日、歐盟等國外廠商在LED相關技術上累積大量的專利，專利結構相形穩固。國內廠商相較於國外大廠仍相差一大段距離，應積極對各項已存在專利提出迴避設計或是新設計，以強化專利佈局。此外，除持續在專利上提出新的發明外，亦可考慮與歐、美、日等大廠進行策略聯盟，採合作研究或交互授權的方式，以突破專利的障礙。

➤ 人才的培育

LED 上游的技術與半導體晶圓製作技術一樣，皆屬於技術及資金密集的高科技產業，人才的羅織，是一個關鍵成功的因素。國內業者競相投入LED 上游產業的製造，短時間內此產業人才不足的困境是一定有的，所以業者除了做好知識管理之外，並藉助內部教育訓練，自行培育人才，同時也要建立產、官、學合作的模式，培養並轉移人才。

➤ 加強上游磊晶成長技術，發展高階晶粒技術以及量產能力

由於高亮度GaN LED磊晶片及晶粒的生產技術門檻高，產品品質不易控制，產出良率不穩定，尤其是高階產品生產量依然有限，因此，加強高階產品之開發，如提升磊晶的發光效率等，對於切入戶外大型看板，交通號誌，LCD-TV背光模組等高階市場高毛利競爭時勢必有相對的優勢。

➤ 持續關注替代品的競爭

發光二極體產業雖然目前暫時無替代性產品的強大競爭威脅，但是仍需注意有機LED(OLED) 的未來發展動向。目前因為有機LED (OLED)集中在

車用型顯示器、行動電話及PDA，現有小尺寸LCD的市場上，間接影響LED於LCD背光源的使用需求，因此與LED 在高亮度及戶外使用仍有較大的市場區隔。雖然短期間影響LED市場不大，但值得注意的是全球國際大廠積極投入開發，預計在未來OLED 逐漸改善其可靠度和操作電壓等問題後，將對LED使用的背光有影響，後勢發展不容忽視。

➤ 建立差異化的競爭優勢

我國LED 產業的發展大致都採跟隨主義，跟隨歐、美、日發展的路線。國內LED 產業若要趕上或超越歐、美、日，國內業者應充分掌握市場脈動，集合行銷、研發、製造等相關資源，思考如何創造差異化的產品或服務，為顧客和企業創造雙贏的價值，以建立長期的競爭優勢。

5.4 本章結語

本章針對國內發光二極體產業環境作一個評估及診斷，探究國內發光二極體產業的問題點及優劣勢為何，做一完整的 SWOT 分析。並透過 Porter 的五力競爭分析，從供應商、購買者、替代性產品、潛在競爭者及既有廠商間的角度探討發光二極體在上中游以及下游的競爭態勢，最後，針對政府在發光二極體產業上的扶植政策作一探討，期望透過該分析能使發光二極體產業在國際間的競爭力更具優勢。

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究的目的是在於剖析國內發光二極體產業，藉由國內上中下游廠商的營運概況、產業未來前景、國際間面臨的競爭情形等進行產業的結構分析，經由各個構面探究國內發光二極體的產業競爭力。由第二章開始對發光二極體產業進行了解，藉由其發光原理、產品的特性以及優勢談起，進一步對發光二極體上中下游的製程、設備、技術等方面做概述，並對於攸關廠商生存與否的未來市場所在進行分析，對於發光二極體產業未來的新應用趨勢有明確的說明。第三章則針對本研究所使用的研究方法進行說明，藉由 SWOT 分析對產業在內部的優勢及劣勢和外部的機會和威脅作通盤的解析，再經由 Porter 的五力競爭分析評估整個產業的吸引力，亦或是評估個別企業對於其競爭對手的競爭能力。而在第四章則是本研究重點所在，經由多面向綜觀剖析發光二極體產業，分別以供應鏈的角度、市場供需的角度、廠商財務的角度、技術研發的角度以及專利權的角度對發光二極體產業做最深度的研究。最後，在第五章則針對剖析之後的結果進行發光二極體產業的 SWOT 分析以及對於發光二極體上中游和下游產業做個別的五力競爭分析，期望能作為政府相關的單位在制定產業發展策略以及發光二極體廠商擬定發展策略的參考。

國內發光二極體產業 30 幾年來的經歷，首先由技術與資金障礙較低的下流封裝逐步起家，經由努力耕耘，透過技術的改良、認真的研發，漸漸的將產業價值鏈擴展至晶粒製程，最後更在海外技術人才的回流以及技術持續擴張下，延伸至技術門檻較高、資金需求量大但毛利較高的上游磊晶產業。由於起步較美、日等國晚，在專利技術全處處受限的處境下，國內廠商仍專心致力於研發工作，同時也累積自身的專利權以及技術經驗，在國內產業引以為傲的低成本控制能力以及具彈性、有效率生產管理經營下，依然能與國外大廠分庭抗衡。只不過在廠商努力打拼下，政府也必須提供更完善的產業環境以及更多實質的獎勵，來幫助國內發光二極體廠商在技術、品質以及國際

地位上更具競爭力。

6.2 建議與未來發展

對於未來的發展及建議，本研究提出下列幾點：

本研究主要針對國內發光二極體產業進行產業結構分析，主要的資料來源除了藉由搜尋 LED 上中下游各公司的財報進行檢視和探索外，便是經由工研院、PIDA(光電科技工業協進會)、經濟部各局處、圖書館藏資料、光電相關書籍以及書報、雜誌上相關資訊蒐集，並進行整理而進行分析，資料來源雖豐富，但不免有資訊收集不全或確實資料不易取得之虞，因此建議未來從事相關研究者，可藉由實地的鄉野調查，到各公司拜訪、參觀和主管訪談已取得更確實的相關資訊，對研究勢必更有助。

再者，本研究針對國內發光二極體產業進行研究，對於美、日、歐盟等國外大廠涉獵並不多，未來的研究可針對國外的廠商發展現況、產業環境、政策等更方面進行更進一步的探討，並做出相關的分析研究，藉由更精細的相互比較，提供更多有利國內廠商發展的建議，利用國外大廠成功的經驗來截長補短，使國內發光二極體產業在國際上更具競爭力。

參考文獻

- [1] 王天鴻，在生技產業之行銷研究—以 L 醫療檢驗公司為例，中山大學高階經營碩士班之碩士論文，民國 92 年。
- [2] 中華民國經濟部 能源局，經濟部召開「次世代 LED 照明光電產業發展座談會議」帶動綠色節能照明、開創照明產業新契機，2007/04/26。
- [3] 中華民國經濟部 工業局，96 年白光 LED 照明產業發展輔導計畫，2007/10/18。
- [4] 中華民國經濟部 技術處，經濟部啟動「LED 照明標準及品質研發聯盟」，建立國內 LED 照明量測標準，2007/06/06。
- [5] 中華民國專利公報資料庫，<http://twp.apipa.org.tw/Default.asp>
- [6] 史光國編著，現代半導體發光及雷射二極體材料技術，初版，全華，台北市，民國 90 年。
- [7] 江文瑞，台灣可見光二極體上游產業的競爭策略，義守大學管理研究所，碩士論文，民國 93 年。
- [8] 台灣證券交易所，公開資訊觀測站，<http://newmops.tse.com.tw/>
- [9] 早安財經編輯室 許啟智編著，看懂財務報表學習地圖，早安財經文化，台北，民國 91 年。
- [10] 宏齊科技股份有限公司，年度財務報表，95 年度。
- [11] 李仁芳、洪子豪著，企業概論，第二版，華泰，台北，民國 89 年。
- [12] 林志勳，白光 LED 新興市場機會與材料發展趨勢，工研院 IEK 化材組，2005。
- [13] 林志勳，車載顯示器用 LED，工研院 IEK 化材組，2005。
- [14] 林志勳，LED 交通號誌燈應用優勢，工研院 IEK 化材組，2005。
- [15] 林志勳，照明用 LED 市場，工研院 IEK 化材組，2006。
- [16] 財訊出版社編著，LED 產業新版圖，財訊，台北，民國 95 年。

- [17] 唐淑芬，我國發光二極體上游廠商的經營策略與競爭優勢之研究 – 以 A 公司為例，交通大學經營管理研究所之碩士論文，民國 91 年。
- [18] 陳裕田，我國發光二極體產業競爭優勢之研究，清華大學工業工程與工程管理學系-工程組技術管理學程，碩士論文，民國 90 年。
- [19] 陳輝吉著，企業財務預警手冊，商周，台北，民國 94 年。
- [20] 陳靜惠，台灣 LED 廠深度系列報導(1) - 產銷專業分工 新技術催生倍數市場，2002。
- [21] 華上光電股份有限公司，年度財務報表，94 年度。
- [22] 黃振邦，個案研究報告 -- 2422 國聯光電，
<http://www.asiamoney.com.tw/research/stockreport/report2422.htm>，2001。
- [23] 晶元光電股份有限公司，年度財務報表，94 年度。
- [24] 蔡戊鑫，建構台灣大型企業財務危機預警模式，中正大學國際經濟研究所之碩士論文，民國 92 年。
- [25] 蔡慶龍，從 " cd " 到 " lm " 談 LED 的照明應用趨勢，電機月刊第十一卷第二期，2001。
- [26] 鄭嘉隆，光電半導體台灣產業競爭力分析，工研院 IEK 電子組，1999。
- [27] 劉如熹、王健源編著，白光發光二極體製作技術-21 世紀人類的新曙光，初版，全華，台北，民國 90 年。
- [28] Arnold, J.,H. M. Dudenhausen and H. Halmosi, "Production Planning and Control within Supply Chain," <http://www.nimblesite.com/xcittic/>, 1997.
- [29] Antonio Vanderlei Ortega and Ivan Nunes da Silva," Application of intelligent systems for specification of automotive equipments using LEDs," Applied Soft Computing, Vol. 6, Issue 1, p.p. 18-25, 2005.
- [30] Google, Patent Search, <http://www.google.com/patents?hl=en>
- [31] Hsu-Hsi Chang, and Wen-Chih Huang," Application of a quantification SWOT analytical method," Mathematical and Computer Modelling, Vol. 43, Issues 1-2, p.p. 158-169, 2006.

- [32] Min, H. and G. Zhou, "Supply chain modeling: past, present and future,"
Computers and Industrial Engineering Volume: 43, Issue:1-2,pp.231-249,July
1,2002.
- [33] Mei Zhang, Jing Wang, Weijia Ding, Qihong Zhang, Qiang Su,"
Luminescence properties of $M_2MgSi_2O_7:Eu^{2+}$ (M = Ca, Sr) phosphors and
their effects on yellow and blue LEDs for solid-state lighting," Optical
Materials Vol. 30, Issue 4, p.p. 571-578, 2007.
- [34] Palepu, Bernard & Healy 原著 , 郭敏華編譯 , 企業分析與評價-財務報表
分析之應用 , 初版 , 華泰 , 台北市 , 民國 88 年。
- [35] Rong-Jun Xie, Naoto Hirotsuki, "Silicon-based oxynitride and nitride
phosphors for white LEDs—A review," Science and Technology of Advanced
Materials, Vol.8, Issues 7-8, p.p. 588-600, 2007.
- [36] Shuji Nakamura," III-V nitride based light-emitting devices," Solid State
Communications, Vol. 102, Issues 2-3, p.p. 237-243, 1997.
- [37] S.L. McDermott, J.E. Walsh, R.G. Howard," A comparison of the emission
characteristics of UV-LEDs and fluorescent lamps for polymerisation
applications," Optics & Laser Technology Vol. 40, Issue 3, p.p. 487-493,2007.
- [38] Terry Hill and Roy Westbrook," SWOT Analysis: It's Time for a Product
Recall," Long Range Planning, Vol. 30, Issue 1, p.p. 46-52, 1997.