

LED 產業之專利佈局分析研究

-以大尺寸液晶 TV 背光源技術為例

Studying on Patent Analysis of Light emitting industry-An
Empirical study of backlight source for LCD TV



指導教授：劉江彬 博士

邱仁鈿 博士

研究生：黃佩君 撰

中華民國九十七年七月

國立政治大學智慧財產研究所

黃佩君 君 所撰寫之碩士學位論文

業經本委員會審議通過

論文考試委員會委員 劉江彬

周仁鈞

王明

邱仁鈞

指導教授 劉江彬 邱仁鈞

研究所所長 劉江彬

中華民國九十七年七月五日

LED 產業之專利佈局分析研究

-以大尺寸液晶 TV 背光源技術為例

謝辭

此篇論文得以完成，我再此至上至高的感謝劉江彬所長、周延鵬老師以及邱仁鈿老師，謝謝你們辛苦的教導。從每位老師的言教與身教中，讓我學習到許多待人處世中寶貴的經驗，謝謝劉所長給我多次代理專案時擔任組長一職，讓我學習從團隊中如何進行分工與協調；謝謝周延鵬老師在專案中給予許多做事態度上與方法上的指導，以及教導我們如何在求學過程中養成謹慎、精益求精的態度；也謝謝邱仁鈿老師在論文中，協助我檢索資料，皆讓我受益良多，感謝諸位老師們的指導與教導。

同時我也要感謝，在智財所求學中，謝謝辛苦的助理秀真姐，給予我許多在學務上的協助；謝謝姣鳳在專案上的事務協助；也謝謝偉中哥、淑珠、依恬等助理們；當然還要謝謝一起成長的同伴們姿伶、真好、咸嘉、雅青、欣嫻、容易、牧民以及智財所學長姐、學弟妹。

最後我要感謝我的爸媽以及兄弟姐妹們，謝謝你們給予我精神與物質上莫大的支助，讓我在求學過程中無後顧之憂，也要感謝我的好朋友惠珊、素真師姐、文榮師兄、祖中哥、秀珠學姐、信偉、立庭，每當遇到不順遂的事物時，常給我許多的鼓勵，讓我可以更有動力與熱情完成論文。



LED 產業之專利佈局分析研究

-以大尺寸液晶 TV 背光源技術為例

中文摘要

知識經濟時代的來臨，對於智慧財產之知識管理成為產業經營皆須重視的一項投入工作，無論國家、政府或產業界均以其擁有之智慧資產作為衡量未來競爭力的指標；其中又以專利代表的技術創新能力備受矚目。雖有許多衡量產業發展的方法，但由於近年來對專利資訊的利用，可用來支援經營管理與商業策略的參考，因此專利分析亦成為產業界的重要工具，不僅高科技產業希望能經由專利技術之分析確實反映產業的技術現況，政策制訂者亦以此作為衡量創新研發成果與科技發展方向的依據。因此，對台灣LED產業發展而言，當務之急除致力技術研發以及累積自身專利之保護傘外，如何藉由專利所提供的訊息瞭解當今產業技術現況，以作為輔助企業決策者參考用，成為相當重要的課題。

有鑑於此本研究以LED產業之專利佈局為研究，並著重在應用於大尺寸液晶背光源之白光LED進行產業技術個案研究。利用智慧資源規劃方法所述之從產業結構看智慧財產來進行本研究。由於智慧財產的經營必須建構在產業結構的連結，以及與特定產業供應鏈和價值鏈具有因果關係，並有系統且有效的將智慧財產權各類業務與企業各經營構面同步交叉連結，進而發展出與有體財產等值或超值的無體財產。

基於上述之說明，本研究以智慧資源規劃（Intelligence Resources Planning，IRP）之觀念及方法進行，首先以LED產業之產業結構為背景，透過產業結構、技術結構、產品結構先了解整個產業上、中、下游間的關係，藉由產業鏈的分析蒐集與檢索該產業中技術領導公司相關之專利，進而了解其技術現況以及專利佈署情形等資訊，以作為進行下列研究分析用：

1. 市場佈局概況掌握

透過專利檢索找出其對應於該產業內各公司技術分佈及產業鏈位置，了解各

領先廠商所擁有之技術與產品或有新興的潛在競爭者以及未來可切入利基點等。

2. 專利佈局之分析研究

利用產業鏈上的廠商分佈，進一步檢索其專利，並透過專利檢索的分析結果，用以分析每個公司於哪一個年度、哪些區域佈署哪些專利，並以產品/技術結構為基礎，分析產業鏈上廠商對應產品/技術結構的專利分佈，了解LED產業中領先廠商於各國專利佈局狀況，以及個廠商的產品發展情形。再由不同年代對應產品技術結構所產生的專利分佈，進而得知每個公司的專利佈署以及技術發展。除此之外，本研究更以現LED產業於技術發展所遇問題，例如增加LED光取出之技術方式，以該產業上主要領先的廠商為主進行檢索，進而整合產業調查與專利分析成果作為LED 專利分析資料庫，完整掌握LED產業的產業及專利資訊，提供國內廠商未來進行研發工作與專利佈局策略之參考。

故本研究主要以LED產業結構，以及連結LED產業的專利檢索調研與分析，了解LED產業中領先廠商所擁有的專利技術分佈矩陣分析，進而提出台灣LED廠商於專利佈署上之機會，以及建議台灣LED廠商可充分運用智慧財產之各種形態、群集、組合及區域佈署，進行全球之專利佈局，完整的專利佈署除可作為自身的保護傘外，也可免於國外大廠的專利威脅，進而也可讓自己在市場上佔有一席之地。

Studying on Patent Analysis of Light emitting industry-An Empirical study of backlight source for LCD TV

Abstract

Intellectual Property management becomes an important issue for business management in the age of knowledge-based economy. It is an indicator concerning the evaluation on potential competency of a country, government or industry. Management of Patent, which is deeply involved with technology innovation ability, is especially highlighted. Patent information, among many evaluation methods for industrial development, is used as reference for business management and strategy in recent years. Hence, patent analysis become an important tool for industry. High-tech industry depend on patent analysis to mirror updated technology development while policy makers take it to evaluate R&D results and direct technology developments. Therefore, it is significant for Taiwan LED industry to know updated technology developments and make business strategy through patent information, other than the R&D investments and accumulation of patent barriers.

Thus, this thesis focuses on the patent strategy in LED industry, specifically on the case study of white LEDs applied in large LCD Backlights. The research will follow the IPR theory (Intellectual Resource Planning) to analyze intellectual property from the perspective of industrial structure. IP management should be built upon the interconnection of industries and is highly involved with the industrial supply chain and value chain. IP management need to systematically intertwines intellectual property and every aspect in industrial management to develop intangible assets of a value equal to or higher than tangible assets.

The research begins with the construction of supply chain in LED industry through patent analysis on the technology of leading companies to provide a clear picture of the current status of technology and patent mapping. Such research can provide information as follows:

1. Market plan

Patent search will show different companies' technology distribution and positions in the supply chain. It can offer a better understanding for leading companies' technology and products as well as possible new competitors and potential niche in the market.

2. Patent map

Patent search will show the date and area of patent applications of different companies. Through a geographical and historical analysis, the patent map and technology development of different companies in the supply chain can be revealed. Besides, the thesis will focus on R&D problems in LED industry, for example, technology to increase extraction efficiency. The research will search patents of the leading companies and integrate industry survey and patent analysis to construct a LED patent analysis database. Through offering complete industrial and patent information in LED industry, the research can provide a reference for domestic companies to develop technology and patent strategy.

The thesis will combine the industrial chain research and patent analysis in LED industry, further elaborating the patent and technology matrix analysis on the leading companies. It will propose some patent tactics for Taiwan LED companies to fully utilize every aspect of intellectual property to construct a global strategy. A complete patent map can offer better protection against international enterprises and achieve a preferable position in the market.

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	2
第四節 研究範圍與限制	3
第五節 研究架構與章節安排	4
第二章 文獻探討	5
第一節 LED 產業文獻探討	5
壹、LED 產業背景介紹	5
貳、LED 產業發展趨勢	15
第二節 LED 於背光模組之應用	37
壹、LED 背光模組發展	37
貳、大尺寸液晶電視用 LED 背光源	49
第三節 LED 之智慧財產經營規劃	55
壹、智慧財產之管理與運用	55
貳、智慧財產的經營方法	55
第三章 LED 領先廠商專利佈局分析	71
第一節 LED 產業結構分析	71
第二節 LED 技術結構拆解	79
第三節 檢索目的、範圍與方法	82
第四章 產業技術個案研究-以大尺寸液晶背光源之白光為例	107
第一節 LED 背光模組結構	107
第二節 大尺寸液晶背光源(白光)專利分析	110
第五章 結論與建議	113
第一節 專利佈署分析	113
第二節 建議	115
參考文獻	117



圖目錄

圖 1 LED 應用領域發展	8
圖 2 全球 LED 市場應用概況	9
圖 3 全球 LED 產值之市占率分布概況	10
圖 4 高亮度 LED 應用領域比重	11
圖 5 高亮度與超高亮度之產值比重	12
圖 6 全球白光 LED 市場	13
圖 7 LED 全球產值與 GaN 產量比重	14
圖 8 全球 LED 封裝產值	15
圖 9 LED 光色技術與發光效率	21
圖 10 大功率 LED 封裝結構圖	26
圖 11 LED 封裝形式和技術演進	27
圖 12 我國 LED 產品市場結構變化趨勢	34
圖 13 我國 LED 業產值預估	34
圖 14 台灣 LED 封裝產值	36
圖 15 LED 背光模組應用	38
圖 16 LED 背光模組的光源型式	39
圖 17 LED 背光源應用產品	42
圖 18 各類 TFT LCD 顯示器 LED 背光所處產品技術接受週期	43
圖 19 2006~2008 年 LED NB 出貨量及滲透率預測	44
圖 20 面板業者投資 LED 之關係	46
圖 21 32 背光模組價格趨勢預估	48
圖 22 42 背光模組價格趨勢預估	48
圖 23 RGB LED 用於 LCD TV 背光優點	49
圖 24 LED 背光於 LCD TV 應用進程	52
圖 25 LED 背光模組市場趨勢--出貨量 (2006-2010)	53
圖 26 年 LCD TV 用 LED 背光模組市場規模預測	53
圖 27 LCD TV 背光模組未來發展目標	54
圖 28 智慧財產產業結構化的執行步驟	57
圖 29 產業結構與智慧財產佈署	57
圖 30 LED 技術結構	63
圖 31 LED 產品之成本結構圖	64
圖 32 公司層面之專利組合	66
圖 33 技術層面之專利組合	67
圖 34 LED 產業鏈	72
圖 35 LED 光源技術拆解	79
圖 36 R、G、B 光取出方法	81

圖 37 紅光晶片結構-專利權人與技術分佈	86
圖 38 紅光晶片結構-年代與區域之專利數量分佈	87
圖 39 藍光晶片結構-專利權人與技術分佈	91
圖 40 封裝結構專利檢索	92
圖 41 台灣封裝廠商之專利件數統計	93
圖 42 提昇光取出效率之專利檢索	94
圖 43 表面織狀/粗糙結構-年度對區域之專利佈署	96
圖 44 斜邊結構-年度對區域之專利佈署	97
圖 45 基板上加反射鏡-年度對區域之專利佈署	98
圖 46 透明電極-年度對區域之專利佈署	99
圖 47 透明基板-年度對區域之專利佈署	100
圖 48 電流分佈-年度對區域之專利佈署	101
圖 49 覆晶結構-年度對區域之專利佈署	102
圖 50 封裝之 bonding-年度對區域之專利佈署	103
圖 51 Lamp 形狀-年度對區域之專利佈署	104
圖 52 封裝之 mounting 與散熱設計-年度對區域之專利佈署	105
圖 53 光學模組-年度對區域之專利佈署	106
圖 54 背光模組上中下游	107
圖 55 白光 LED 專利檢索	111

表目錄

表 1 LED 產品之應用領域	6
表 2 氮化鎵 (GaN) 的應用領域與市場性	11
表 3 全球主要 LED 公司上中下游產業鏈	16
表 4 可見光 LED 磊晶技術演進歷程	18
表 5 LED 不同光色與發光效率	24
表 6 我國 LED 產業市場銷售概況	33
表 7 LED 背光源廠商之產品規格	40
表 8 日商採用 LED 背光的 NB 應用	44
表 9 商品化的 LED 背光之 LCD Monitor 比較	45
表 10 各種背光源之技術比較	51
表 11 LED 產業結構	58
表 12 LED 之光色、基板及磊晶製法與相應廠商整理	59
表 13 發光二極體業主要廠商之成本結構	65
表 14 運用專利組合之建議	68
表 15 專利價值於科技管理的應用	69
表 16 LED 基板、磊晶與晶粒製造廠商	74
表 17 螢光粉材料與廠商	75
表 18 國內外散熱基板廠商	77
表 19 專利檢索條件	84
表 20 以 GaP 為基板之綠光 LED	87
表 21 藍光晶片結構主要公司	89
表 22 白光 LED 產生方法	108
表 23 白光 LED 技術優劣比較	109



第一章 緒論

第一節 研究背景

發光二極體(Light Emitting Diode, LED), 是一種將電能轉換成光能的高轉換效率半導體元件。自 1962 年 J.I. Pankove 製作出第一顆商用 LED 出現(橘色光, 640nm)後; 同年任職於美國 GE 公司 N. Holonyak Jr (現任 University of Illinois, Urbana-Champaign 電子電算工程系與物理系教授)等人製作並發表首顆 GaAsP 紅光 LED。接著黃光、綠光等陸續被製造推出, 至 1992 日本 Nichia 公司的 Nakamura (中村修二博士), 使用熱退火技術成功地活化磊晶在低溫緩衝層上的 GaN 薄膜, 並在 1995 年成功地製作出 GaN 藍光 LED, 是 LED 技術發展中極為重要的里程碑, 使 LED 可以用紅、綠、藍三色光源達到全彩的顯示效果。1996 年 Nakamura 又提出利用 InGaN 藍光 LED 作為基礎, 發展出白光 LED, 使 LED 的應用範圍更為廣泛, 尤其是對於照明光源與大尺寸液晶電視背光源的理想目標, 將有進一步的實現。

LED 具有低耗電量、元件壽命長、反應速度快、體積小、耐震等優點, 目前普遍使用於通訊及消費性電子產品與顯示裝置上。此外, 歐盟已於 2003 年 2 月, 正式公佈了「電機電子產品限量使用有害物質(RoHS)」指令, 主要為限制電機電子產品之零件中不得含有鉛、鎘、汞、六價鉻及溴化耐燃劑(PBB、PBDE)等物質, 並於 2006 年 7 月 1 日正式實施¹。因此, LED 在產業的應用上主要為行動通訊、顯示器的背光源及汽車產業。以行動通訊產業為例, 由於其擁有節省能源與空間等特質, 隨著手機市場彩色化與薄型化的趨勢, LED 的地位也愈形重要。而顯示器背光源產業部分, 由於 LED 具有高色彩飽和、無汞等特點, 更可應用於大尺寸液晶螢幕。然而短期 LED 受限於成本過高, 不論推動應用於一般照明設備或高階消費性電子產品, 均因價格相較原有產品差距過高可能無法普及, 未來市場成熟透過技術提昇及量產壓低價格後, 將更能有效應用於相關產品。

¹ 胡其華(2004), 「. 歐盟 WEEE 與 RoHS 指令對中小企業的影響及因應」, 塑膠工業發展中心。

第二節 研究動機

台灣 LED 產業，自 1972 年由美商德儀公司(Texas Instrument)引進下游封裝技術生產開始，至今已逾三十年。整體產業是由下游開始發展，且隨著技術的進步與提升至今亦有許多廠商朝中、上游發展。LED 產業結構大致為上游的磊晶片形成、中游的晶粒製作、至下游封裝成各式各樣之應用產品。目前台灣發光二極體產業之上、中、下游均衡穩定發展，整體的競爭力亦將持續擴大，未來在全世界的發光二極體產業上，將扮演著重要的角色。因此，隨著 LED 產業技術的提升，將有助於台灣背光模組業者最佳的機會來發展用於 LCD 之大尺寸液晶電視之背光源。

自 1995 年日亞公司利用藍光 LED 晶片與 YAG 螢光粉成功地發展出白光 LED 後，除了大幅提升了白光 LED 技術與產品應用外，於專利侵權的訴訟案件亦層出不窮。如何透過妥善之智慧資源規劃，本研究以領先廠商之專利佈局為研究，希冀提供台灣 LED 業者進軍全球市場前就能做好最佳的防範，作為本研究之研究動機。

而 LED 的應用範圍廣泛，本文以大尺寸液晶電視之 LED 背光源為研究對象，係基於歐盟法令的規定未來背光模組所使用的冷陰極光源，可能將被 LED 所取代，成為次世代照明的機會之一。故面對新興的應用市場，擬定產品與市場的發展策略時，從研發階段開始應先對其智慧財產之管理做最適當的規劃，例如專利的佈局、迴避設計、市場動態資訊(訴訟、授權、併購等)的解析，進而做到智慧財產全面性的保護以及最佳的防禦措施，亦為本研究主要之研究動機。

第三節 研究目的

在知識經濟時代，知識成為產業經營者所重視的一項投入因素，無論國家政府或產業部門均以其擁有之智慧資產作為衡量未來競爭力的指標，因此，對於智慧財產的管理與經營日趨重要。本研究透過對 LED 產業現況之調查，首先分析 LED 的產業結構，進而探討該產業主要的參與者(日亞化、歐司朗、Lumileds 等)，

以及其技術、產品結構與專利佈署，並藉由產業鏈上、中、下游、技術結構和產品結構進行該產業領先廠商之專利佈局分析。再者以大尺寸液晶電視之背光源技術為研究對象，由於 LED 背光模組產業已成為台灣未來成長的關鍵產業，而在產業結構與專利佈局上，台灣或許仍存在有許多發展的機會。因此本研究以智慧資源規劃之方法論進行，透過 LED 產業結構、技術結構與產品結構進行主要 LED 參與者之專利佈署情形，進而探討台灣 LED 上下游廠商如何運用智慧財產管理觀點，進行適當的供應鏈和價值鏈的整合，如何充分來達到技術與市場自主之全球佈局。

第四節 研究範圍與限制

本研究之範圍包括 LED 產業、該產業的技術個案研究以大尺寸液晶電視背光源為例之專利佈署情形。資料來源以研究報告、產業報導、期刊、論文、產業分析文章及專利資料庫等可取得的文獻與資料為主。對於文獻與智慧財產動態資訊(如訴訟、授權等)的蒐集過程，由於許多資訊之資料庫必須付費、甚至為企業營業秘密保護之範圍(如授權金等)，因此部分資料取得有所限制，故以各公司年報所揭露資訊為主。然於專利分析的過程，限於專業背景及分析軟體語文的限制，於質的分析以及分析所需資料完整度上也有所限制。

本研究主要探討 LED 產業中領先廠商之專利佈署情形，透過產業結構、技術結構及產品結構分析，最終整合產業調查資訊分析，以提供有利於台灣廠商於專利佈局策略。

第五節 研究架構與章節安排

本研究架構分為五章，各章節安排與內容摘要分述如下：

第一章、緒論

主要敘述本論文之研究背景、研究動機、研究目的與研究限制，以及研究架構與各章節內容安排。

第二章、文獻探討

首先於第一小節介紹 LED 產業分析，包括產品及市場產值預估以及產業發展趨勢；於第二小節介紹 LED 背光模組的應用市場以及大尺液晶螢幕背光源之優點、產品發展及市場與未來趨勢；第三小節則主要為介紹智慧財產之經營規劃，包括有智慧財產管理與運用與智慧財產之經營方法。

第三章、LED 領先廠商之專利佈局分析

透過 LED 產業結構、產品結構及技術拆解進行專利檢索，藉以瞭解 LED 領先廠商之專利佈署情形，以及界定該領先廠商其專利於產業結構上之定位，而利用專利矩陣分析，可用以支援企業進行決策時之參考，以研發、採購與產銷以及產業政策為決策之參考進行專利矩陣分析圖製作。

第四章、產業技術個案研究-以大尺吋液晶背光源技術為例

藉由專利佈局分析，進一步觀察應用於大尺吋液晶背光源專利以白光 LED 為主的領先廠商是否已開始積極佈署，同時觀察其佈署的區域為何。

第五章、結論與建議

針對 LED 產業現況以及未來之發展，透過專利佈局分析，探討台灣 LED 廠商之專利佈署情形，並建議台灣廠商運用智慧財產之態樣、群集、組合及區域佈署，來進行全球佈局。

第二章 文獻探討

第一節 LED 產業文獻探討

本文第四章為產業技術個案研究探討應用於 LED 背光模組之大尺寸液晶電視背光源技術，故於本節說明 LED 產業背景介紹。由於在 LED 產業中其必須與上下游廠商配合始得完成 LED 光源於各類型之應用產品，因此本節首先介紹整個 LED 產業目前的市場及產品以及發展至今價值活動及技術演進過程；其次介紹台灣 LED 產業於全球之地位；再者則說明 LED 應用產品之中大尺寸液晶電視背光源主要的技術、主要競爭廠商之產品類型；最後則總結探討 LED 應用於背光模組之大尺寸液晶電視背光源在未來發展若干關鍵因素。

壹、LED 產業背景介紹

一、LED 簡介

發光二極體(Light Emitting Diode, LED)是一種固態的半導體元件。其發光原理為二極體內分離的 2 個載子，分別為帶負電的電子與帶正電的電洞，相互結合的過程中剩餘能量會以光的形式釋放出來，也就是我們所知的光子，屬於冷光發光，不同於鎢絲燈泡的熱發光原理，只要在 LED 元件兩端通入極小電流便可發光。

LED 因其使用的材料的不同，其內電子、電洞所佔的能階也有所不同，能階的高低差影響結合後光子的能量而產生不同波長的光，也就是不同顏色的光，如紅、橙光、黃、綠、藍或不可見光等。組成發光二極體的半導體材料可分為砷、磷、鎵等三五族(III-V)或二六族(II-VI)的基本元素，由於二六族元素的光穩定較差，故目前普遍用來作為 LED 半導體基板或發光層的材料多為三五族元素，如砷化鎵(GaAs)、磷化鎵(GaP)、砷化鋁鎵(AlGaAs)、氮化鎵(GaN)等。

LED 亦可依波長、發光層材料、磊晶技術的不同，而可以區分不同的種類。其中，依波長可分為可見光²(波長450~780nm)與不可見光(波長850~1550nm)兩大

² 可見光光譜的波長範圍為 380nm~760nm，是人眼可感受到的七色光——紅、橙、黃、綠、青、藍、紫，但這七種顏色的光都各自是一種單色光。例如 LED 發的紅光的峰值波長為 565nm。在可見光的光譜中是沒有白色光的，因為白光不是單色光，而是由多種單色光合成的複合光，正如太陽光是由七種單色光合成的白色光，而彩色電視機中的白色光也是由三基色黃、綠、藍

類；以磊晶材料區分則可以分成二元、三元、四元³及GaN系化合物等四大類；而不同類別的LED其所應用的領域也各不相同。再者以亮度區分，LED可分為高亮度LED⁴及一般亮度LED兩大類。其中，一般亮度LED 主要以GaP、GaAsP及AlGaAs等材料做成，主要發出黃色到紅色的光，在可見光部分傳統亮度產品已是成熟型產品，產量雖大，不過由於價格低產值不高；高亮度LED 主要以AlGaInP及GaInN等材料做成，依不同的材料能做到的發光範圍較傳統亮度廣，主要應用在大型看板、交通標誌、背光源、汽車第三煞車燈。且較成熟的AlGaInP(紅、橙、黃光)應用廣泛，價格已與傳統亮度接近，前一波最熱門的藍光，主要是用GaInN所做的晶粒，而目前最看好白光LED的市場需求，由於全彩手機風行，使白光背光源炙手可熱，隨著技術進展，擁有十分龐大的商機。表1所示為LED產品以波長、磊晶技術與發光層材料分類，其所對應之應用領域。

表 1 LED 產品之應用領域

波長	分類	基板	磊晶技術	發光層材料	發光顏色	應用領域
不可見光 LED(850~1550nm)	紅外線 LED (850~950nm)	GaAs	LPE ⁵	GaAs GaAlAs	無(700~940nm)	IrDA 模組、搖控器
	光通訊 LED/LD (1300~1550nm)			GaAlAs	無	光通訊用光源
	紫外光 LED (<450nm)			Sapphire	MOCVD	AlInGaN

合成。由此可見，要使LED發出白光，它的光譜特性應包括整個可見的光譜範圍。

³ 二元化合物(如GaAs、GaP等)、三元化合物(如GaAsP、 $Al_xGa_{1-x}As$ 、 $Al_xGa_{1-x}P$ 、 $In_{1-x}Ga_xAs$ 等)、四元化合物(如AlInGaP、InAlGaAs、 $Al_xGa_{1-x}As_yP_{1-y}$ 等)。GaP，磷化鎵，III-V族(三五族)元素化合的化合物。GaP是一種間接遷移型半導體，具有低電流、高效率的發光特性，可發光範圍涵蓋紅色至黃綠色，為LED主要使用材料之一。AlGaAs，砷化鋁鎵，為GaAs和AlAs的混晶。AlGaAs適合於製造高亮度紅光及紅外線LED，主要以LPE磊晶法量產，但如需製作AlGaAs基板，技術難度高。AlGaInP(磷化鋁鎵銦)也稱為「四元發光材料」，即是以Al、Ga、In、P四種元素化合而成。

⁴ 高亮度(HB)，一般而言多指8lm/W(每瓦8流明)以上的發光效率。

⁵ 液相磊晶(Liquid Phase Epitaxy, LPE)成長是從液相中直接利用沉積法，在晶質基板上成長磊晶層，最早出現是Nelson法(緩慢降溫法)，其方法簡單但磊晶厚度均勻性不高；接著發展的是含浸法(Dipping)，優點為可任意調整成長時間；再者為溫度梯度法，可適用於量產。這種方法對於砷化鎵(GaAs)的成長和其相關的III-V族化合物特別有用。目前較低亮度LED及較成熟之LED產品皆採用LPE法。液相磊晶成長適合成長薄的磊晶($\geq 0.2\mu m$)，因為它具有低的成長速率，所以較其他方法有用。

波長	分類	基板	磊晶技術	發光層材料	發光顏色	應用領域
可見光 LED (450~780nm)	傳統亮度	GaP	VPE ⁶ + 擴散	GaAsP	黃~橙 (630~660nm)	家電、資訊產品、通訊 產品、消費性電子產品
			LPE	GaP	綠(555~565nm)	
		GaAs	LPE	AlGaAs	紅(660nm)	
	高亮度	GaAs	MOCVD ⁷	AlGaInP	紅、橙、黃光	大型看板、交通號誌、
		Sapphire	MOCVD	GaInN	藍、綠光(400nm)	背光源、汽車第三煞車 燈
			MOCVD	GaInN+螢光粉	白光 LED	大尺寸背光源、一般照 明

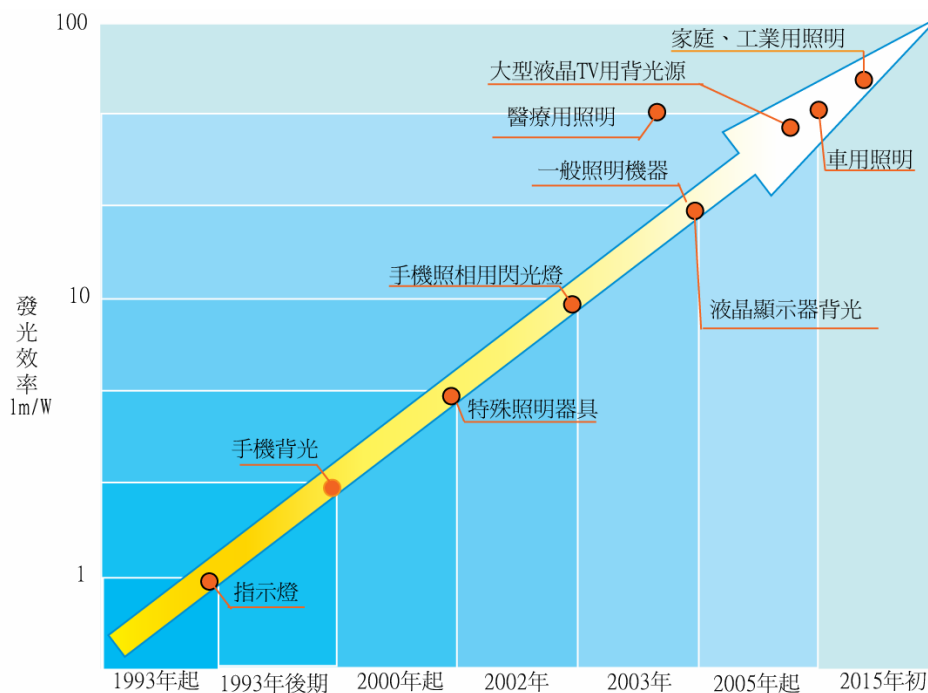
資料來源：本研究整理

二、LED產品及市場

由於LED 具有低耗電、體積小、以及無汞、符合環保需求等特性，因此LED 應用領域不斷擴大。圖1所示為LED應用領域之發展，自1996 年起，首先在指示燈與信號燈的應用下，擴大至彩色手機取代黑白手機的應用。近年因高亮度LED 出現，範圍更進一步擴大至數位相機、照相手機、以及7以下中、小尺顯示器背光源等。2007年高亮度LED產品將成為主流，應用領域有NB與LCD TV背光源、未來照明、戶外看板、交通號誌等新應用，將持續帶動LED產業成長。

⁶ 氣相磊晶法(Vapor Phase Epitaxy/VPE)，包 LED 含 HVPE、MOCVD、MBE 三種方法，後二者為目前磊晶製程發展的主流。雖然 MBE 所長成之單晶品質較佳，但 MOVPE 製程具有低成本、高效率的優勢，故廣為 LED 業界所接受。以砷化鎵或磷化鎵等化合物為基板，放進磷砷化鎵作為發光層，並採用 VPE（氣相磊晶）加上擴散法磊晶，透過調整磷和砷的混合比例，讓 LED 發光的波長可包含紅、橙和黃色光，但這些光的光度都不到一燭光，這就是傳統型的 LED。

⁷ 有機金屬化學氣相沉積法(MOCVD, Metal-organic Chemical Vapor Deposition)，最適用於 AlGaInP 和 GaN 的成長，發光顏色由藍-紅光，波長由 470-644nm，發光亮度則由 2000-9000mcd，可製成較高亮度的產品。此製程的優點在於(1)材料品質及介面特性佳；(2)具有絕佳之再現性及量產性，可容易形成 P 型或 N 型或半絕緣材料；(3)適合 AlGaInN 更短波長之磊晶成長。



資料來源：日經產業，本研究繪製

圖 1 LED 應用領域發展

(一) 全球LED市場應用概況

LED 產業與傳統照明源具有相當高的替代性，近年來隨LED 技術能力提升，產品亮度提高及價格競爭優勢顯現情形下，LED 產品在手機、手持式電子產、照明及汽車應用領域的滲透度逐年提升，圖2所示係依據研究機構大和總研之 GlobalEquity Research 之LED Section 資料估計，2006 年-2010 年LED 產業之年複合成長率15%，且至2010 年LED 市場規模預估較2006 年將會有接近倍速成長。足見LED實為未來一具有龐大潛力之商品，具有廣大之市場前景。

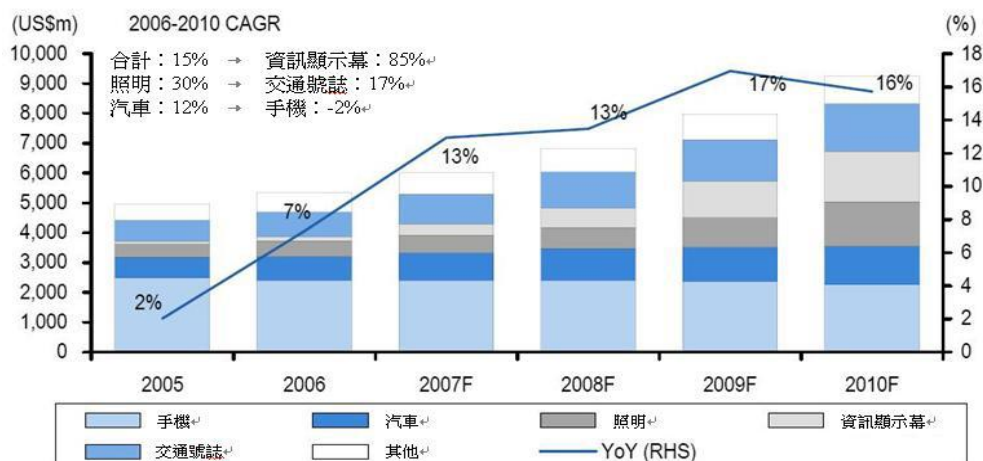
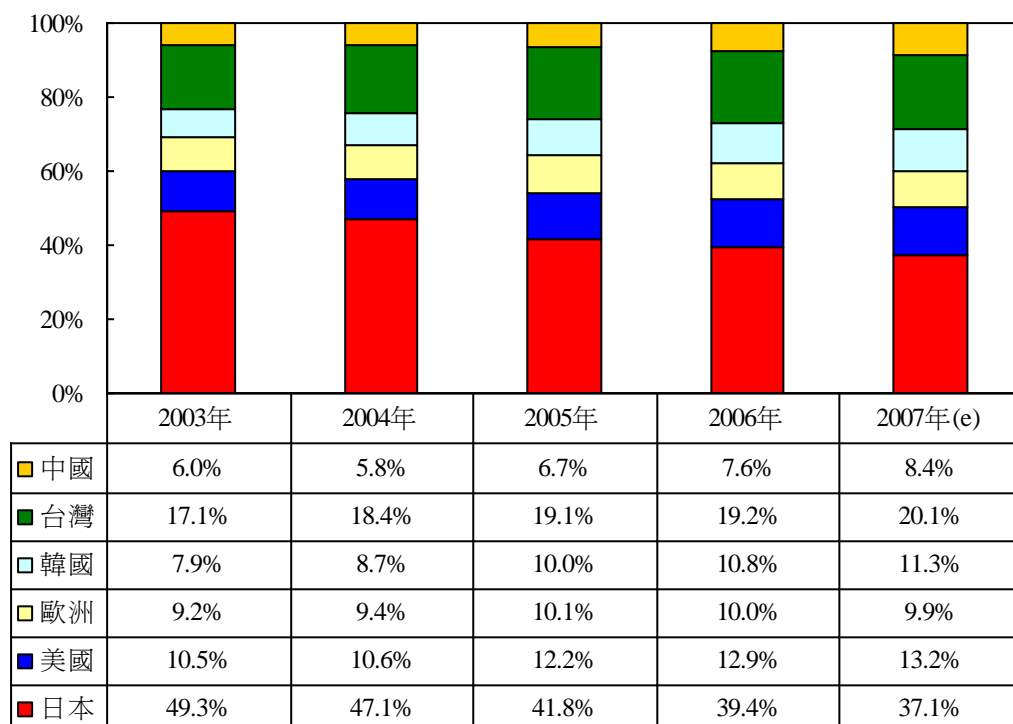


圖 2 全球 LED 市場應用概況

資料來源：大和總研(Daiwa Institute of Research Ltd.)，Global Equity Research, LED Sector，2007/10

再根據PIDA的統計資料，2007年因LED應用市場大幅擴大，全球各國均積極擴增產能，因此各國LED產值均持續成長，其中台灣LED產業因具價格競爭力，加上生產技術持續精進，同時在廠商購併整合效益發酵以及專利干擾問題減緩下，廠商產值持續大幅成長，因此估計2007年全球市占率將提升至20.1%，居全球第二大生產國。而中國因2008年將舉辦奧運，大型戶外廣告看板及路燈等應用市場對LED需求市場大幅成長，加上中國手機市場需求亦大幅成長，因此帶動中國政府大力扶植中游LED晶粒廠商大幅擴增產能，以及日本與台灣等外資廠商為降低生產成本與就近供應下游市場所需，已積極移往中國生產，同時在基期較低的情況下，估計2007年中國LED全球市占率將提升至8.4%。而日本雖然穩居全球第一大生產國，全球市占率達37.1%。此外，美國在汽車照明、交通號誌及路燈等需求帶動下，全球市占率將提升至13.2%，仍為全球第三大LED生產國，如圖3所示。



註：產值計算以境內生產為基準

資料來源：PIDA，Merrill Lynch(2007.05)，台灣經濟研究院產經資料庫整理。

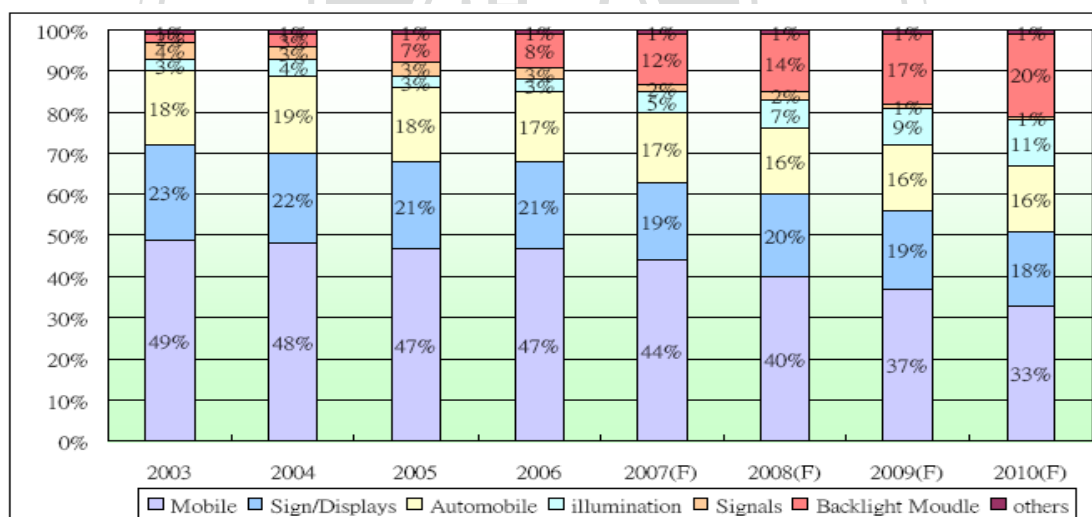
圖 3 全球 LED 產值之市占率分布概況

由於可攜式裝置產品發展快速，自手機開始使用LED 為按鍵背光源開始，成為高亮度LED 產品最主要的應用。高亮度LED應用領用有：行動裝置（含手機面板及按鍵、PDA、數位相機等等）、顯示器、車用照明、照明、看板、交通號誌、背光模組之背光源等，表2所整理為目前高亮度LED所使用之原材料氮化鎵（GaN）的應用領域與市場性。根據Strategies Unlimited資料顯示，高亮度LED應用領域之比重，如下圖4所示。

表 2 氮化鎵 (GaN) 的應用領域與市場性

項目產品	應用領域或用途	市場性(最終產品)
ITO 藍/綠光LED	工業用、車用、交通業、消費性產業	室內/外LED 看板、機場道路夜間指示光源、汽車內間接照明光源、交通號誌燈、手機等按鍵背光源
紫外光 LED (波長~380nm)	醫療、偵測用途	醫療、高轉換效率白熾光源、驗鈔筆、生物科技、殺菌機構
覆晶式藍/綠光LED	液晶顯示幕之背光源	LCD-TV、LCD 面板、PDA、可攜式電腦、可攜式DVD
POWER CHIP 藍/綠光LED	閃光燈、攜帶型照明系統、固定式彩色光源系統	數位照相機、頭燈、手電筒、大型建築用裝飾光源
藍紫光脈衝雷射	光學存取系統	DVD Player 等光學存取系統、醫療

資料來源：泰谷96年年報，本研究彙整



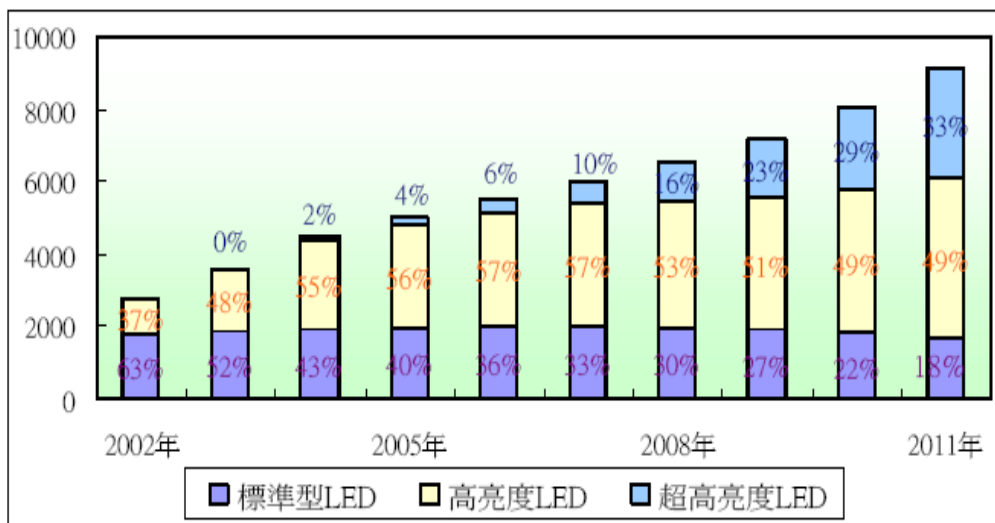
資料來源：Strategies Unlimited

圖 4 高亮度 LED 應用領域比重

在高亮度與超高亮度LED⁸之產值比重，據iSupply市調資料顯示，如圖5所示，

⁸ 一般亮度的傳統 LED 主要由 GaP、GaAsP 等材料構成、高亮度的 LED 主要由 AlGaAs 材料構成，而超高亮度 LED 之主要材料為 InGaAlP、InGaN 等材料構成。

2007 年高亮度與超高亮度比重合計達67%，預估2008年在背光源新應用持續發展下，高亮度(HB LED)與超高亮度LED (UHB LED)比重將持續提升至70%。

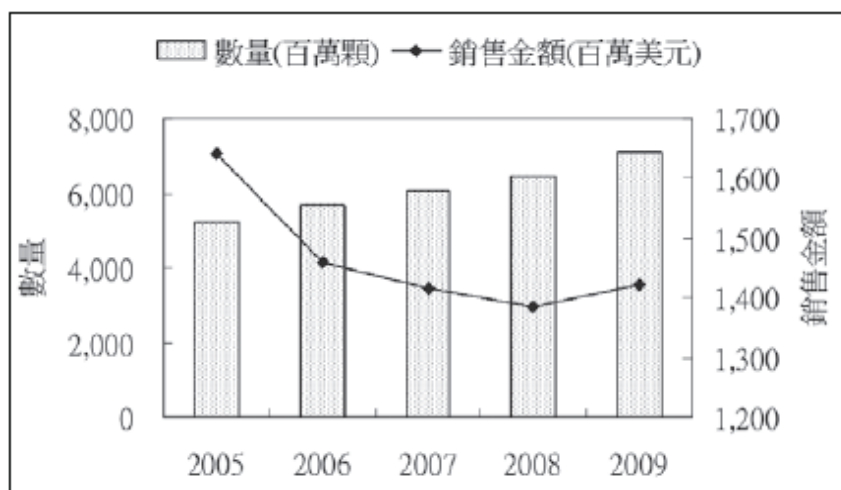


資料來源：iSupply

圖 5 高亮度與超高亮度之產值比重

根據日本Fuji Chimera的預估⁹與PIDA 統計資料顯示全球白光需求市場從2006年53億顆需求到2008年成長至64億顆需求，顯現白光LED的應用市場量仍會持續的增加，2005年到2009年的白光年成長率的銷售數量為8%，但由於有許多廠商投入白光LED的市場競爭，導致價格滑落，因此銷售金額年成長率將約有4%的衰退。隨著白光LED發光效率的提升與技術之成熟，許多新的應用如LCD monitor、TV的背光源及高功率照明等市場，在價格趨於合理的條件下將有助於需求量提升，因此，2009年起白光LED市場將呈現數量與銷售值同步成長的機會，如圖6所示。

⁹ <http://techon.nikkeibp.co.jp>



資料來源：Fuji Chimera/PIDA整理，2005/10

圖 6 全球白光 LED 市場

目前全球高亮度LED主要生產者有Nichia、Lumileds¹⁰、Gelcore¹¹、OSRAM¹²、Cree Lighting¹³、Toyoda Gosei¹⁴與台灣廠商等¹⁵。而日亞化學藍、綠光LED的市場份額最大，全球市佔率達22%，其次為Osram佔10%，另全球市佔率達6%以上的大廠有Stanley（8%）、Avago（7%）、Citizen（7%）及台灣的光寶（6%）等，合計前六大廠商市佔率達六成。在市場競爭力與定位方面，日系大廠在藍光、白光等技術領先，歐美大廠商則是定位在產業的垂直整合最完整。台灣為全球藍光LED主要生產國，但由於受制於國外大廠仍擁有專利權的問題，其主導權仍在國外主要五家大廠手中，而其中又以掌握50%市佔的Nichia為主，國際大廠在技術與產品整合行銷上佔有優勢，觀察國外大廠之專利釋出或興訟問題，將影響整體白光LED市場成長的關鍵。

¹⁰ HP(Aglient) 和 Philips 公司合作建立，在大功率晶片方面突出，重點發展大功率白光 LED。

¹¹ GE 和 Emcore 合資建立，發展白光 LED，應用在建築照明及 LED 燈具設計方面。

¹² 西門子公司和 Osram 公司合資建立，是歐洲最大高亮度 LED 廠商，在汽車 LED 照明領域處於國際領先地位。

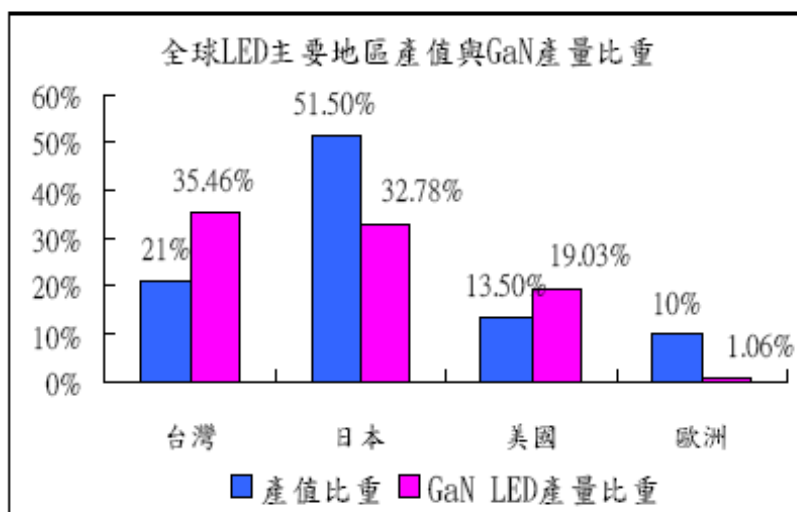
¹³ 美國 Cree 的 SiC 基板生長的 GaN 磊晶片和晶片產量最大，而且在紫光磊晶片和晶片生產方面處於國際領先地位。

¹⁴ 豐田合成和東芝 Toshiba 進行合作，藍、綠光 LED 產量最大。

¹⁵ 陳晉暉，光電科技，No.11，2007/2。

(二)晶粒產值

晶粒方面，LED 產業現以 GaN 及 InGaAlP 等為材料之晶粒為主。自目前全球各國廠商產能比較，如圖 7 所示，台灣晶粒產能比重躍居全球第一，約達 35.46%，略高於日本的 32.78%。但 04 年全球產值市佔率比重台灣卻僅 21% 遠遠落後日本，主要因為台灣在 LED 的發光效率仍落後日本，但近兩年國內 LED 發光效率已逐漸提高，未來台灣於全球的市佔率將可望逐年提高。



資料來源：IEK

圖 7 LED 全球產值與 GaN 產量比重

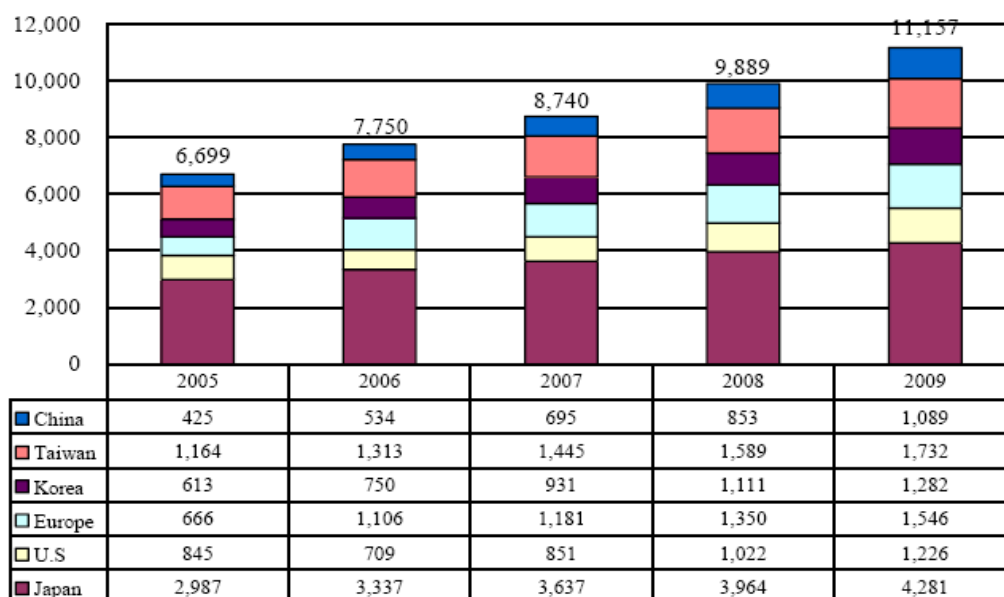
(三) LED封裝產值概況

封裝產業具有勞動密集之特點，技術含量則相對較低，屬於投資強度較低但回收較快的產業區段。於封裝產值方面，全球前四大LED生產國分別為日本、台灣、美國、中國，近幾年來持續占據全球LED約80%的產值，尤其日本更約占了全球LED產值的40%。此外，目前封裝產業業者主要致力於解決散熱、二次光學設計、靜電防護、篩選及可靠性保證等關鍵技術，並向大面積晶粒封裝、開發高功率紫外光LED、新的螢光粉及塗裝技術，以及多晶粒集封裝等方向發展。

依據2006年光電科技工業協進會(PIDA)資料，近年來全球LED市場，隨著環保節能與開發新能源的需求不斷高漲，LED的應用產品也成為眾所矚目的焦點，2005年全球LED封裝市場總值共66.99億美元，2006年為77.50億美元，預估2007年將增將至87.40億美元，未來LED應用產品仍會持續的擴大，如LCD背光源、

顯示看板、一般照明、車照明等新應用，預估2006~2008未來這三年的複合成長率為24.3%，2008年全球LED封裝市場總值預估可達98.89億美元。而在各國競爭方面，台灣自從1973年興華電子投入LED封裝產品以來，台灣LED產業已有33年歷史，2006年台灣產值新台幣429億元，台灣在LED晶片的月產能世界第一，而產值世界第二，展望未來，預估韓國與中國大陸的產值也將持續增加，成為台灣主要的競爭對手，如圖8所示。

單位：百萬美元



資料來源：拓璞產研2006/12

圖 8 全球 LED 封裝產值

貳、LED產業發展趨勢

一、全球主要LED廠商

LED產業鏈主要分為上游的原物料、設備及磊晶製程¹⁶，中游為晶粒製造¹⁷，

¹⁶ 上游磊晶廠商是在單晶片基板(為最上游原材料基板，大多以 III-V 族化合物半導體為材料，國內單晶片以進口居多，但亦有國內廠商生產)上沉積成長多層不同厚度之多元材料的單晶薄膜主要常用的技術為(有機金屬化學氣相沈積 MOCVD, Metal organic chemical vapor deposition)，而成為磊晶片。

¹⁷ 主要的產品為晶粒切割，製造過程為依 LED 元件需求作磊晶片擴散，然後金屬蒸鍍，之後在磊晶片上光罩、作蝕刻、熱處理，製成 LED 兩端金屬電極，接著將基板磨薄、拋光後再做切割。

下游則是LED封裝¹⁸與應用產品。上述產業分工，係基於單顆LED成品的技術流程，從長晶開始，在晶圓上製作多元材料的薄膜，包括四元化合物、三元化合物、二元化合物或GaN（氮化鎵）；到金屬蒸鍍、光罩蝕刻、熱處理、基板磨薄、拋光到切割；最後將晶粒銷售給下游廠商封裝，將晶粒黏於導線架，依各類產品不同的應用將晶粒封裝成不同的LED。而LED之磊晶成長方法，目前多採用MOCVD（Metal-Organic Vapor Deposition），其係可適用於III-V族、II-IV族化合物半導體晶體之長晶方法。至目前為止，MOCVD乃製備GaN發光二極體（LED）磊晶片之主流，與其他技術相較，具有結構生長靈活、成本低且效率高等優勢，於台灣及日本使用量高，日本Nichia與Toyoda Gosei兩家企業所製造之LED磊晶片多以MOCVD設備為主。

表3為全球主要LED公司於上中下游的產業鏈分佈，由圖中可觀之日本的日亞化(Nichia)、Rohm、德國歐司朗(Osram)等其LED產業發展亦較傾向於垂直整合的架構。而台灣LED產業發展多集中在下游製程的產業鏈上。

表 3 全球主要 LED 公司上中下游產業鏈

主要公司	產業鏈		
	上游-磊晶片	中游-晶粒製造	下游-封裝
日本	日亞, TG, Stanely, Sunken 電器, Toshiba, Rohm, Nitride, 星和電機, Sharp	日亞, Rohm, TG	日亞, Rohm, TG, Toshiba, Citizen(白光 LED 封裝), Stanely ¹⁹ , Toray, 松下電工 ²⁰ , 星和電機

¹⁸ 下游主要是將晶粒封裝，將晶粒黏於導線架，依各類產品不同的應用將晶粒封裝成不同的LED，依封裝方式來分，則可分為1.燈泡型（Lamp）、.SMD型、數字/字元顯示型、點矩陣型、集束型、食人魚型等。

¹⁹ STANLY 其生產之產品以汽車用照明燈方面為主。

²⁰ 松下電工開發印刷電路板與封裝一體化技術，將1mm正方的藍光LED以flip chip方式封裝在陶瓷基板上，接著再將陶瓷基板粘貼在銅質印刷電路板表面，模組整體的熱阻抗大是15K/W左右。2003年推出大功率白光LED是用多晶片集成封裝組合64個晶片，其為是ToyodaGosei藍光LED晶片客戶之一。

主要公司	產業鏈		
	上游-磊晶片	中游-晶粒製造	下游-封裝
美國	Cree, GelCore, Bridge Lux Inc.(高功率磊晶片及晶粒), Oriol ²¹	Cree, GelCore, Bridgelux	Cree ²² , GelCore, Avago、HP(食人魚型封裝結構)
歐洲	Osram, Philips Lumileds	Osram, Philips Lumileds	Osram, Philips Lumileds, Vishay(德國;多晶片陣列封裝)
韓國	三星, LG Innotek, AUK, Ninex, Epi-plus, Epi-Valley, Itswell, Knowledge*On	三星, AUK, Ninex, LG Innotek, Knowledge*On, Optoway(高功率)	三星, AUK, Ninex, LG Innotek, 漢城半導體, Luxpia, Lumimicro(白光 SMD LED), Seoul Semiconductor, LG Electronics, Knowledge*On
台灣	新晶電 ²³ , 璨圓, 華上, 晶專, 鼎元, 信越, 全新(砷化鎵 HBT 磊晶片), 先進電 AOT, 巨鎳, 漢光(GaP 紅光磊晶), 鉅新(GaN 光磊晶片)	晶電, 華上, 晶專, 鼎元, 光磊 ²⁴ , 聯亞, 漢光, 廣鎳, 洲磊, 台科, 璨圓, 新世紀, 泰谷, 先進電 AOT, 旭明光電,	光寶, 億光, 佰鴻, 宏齊, 東貝, 華興, 光鼎, 立基(SMD), 李洲, 恆嘉, 先進電 AOT, 艾笛森, 台灣瑋旦, 連營 UPEC, 單井 ²⁵ , 雅新, 冠輝, 今台, 先益, 新強(SIP 封裝), 華泰(多晶片模組與覆晶封裝)

²¹ Dasan C&I Co.是一半導體設備公司,其在美國加州所設立的 Oriol 分公司主要產品為 LED 磊晶片及晶粒。

²² Cree 以價值 2 億美元的現金和股票,買下香港業者華剛光電零件有限公司(Cotco Luminant Device Ltd.),其主要負責 LED 封裝事業,以加速發展極具潛力的大陸市場。

²³ 新晶電包括:晶電(Epistar)、元砷(Epitech Technology)、連勇(Highlink Technology)、國聯(United Epitaxy)、聯詮(Epitech)。晶元、元砷及連勇於 95 年 9 月 28 日,同時召開董事會通過合併案,暫訂換股比率為以元砷 3.08 股換發晶電 1 股、連勇 5.5 股換發晶電 1 股,合併後實收資本額約計新台幣 50.7 億元,本合併案擬採吸收合併方式進行,以晶元光電股份有限公司為存續公司,存續公司之中文名稱為「晶元光電股份有限公司」,英文名稱為「Epistar Corporation」。

²⁴ 光磊為日亞化在台主要的合作廠商,日亞化佔有光磊 6.2%的股權並佔有 1 席董事,光磊從 2004 年替日亞化代工晶粒生產。光磊表示,目前與日亞化合作主要在超高亮度藍光晶粒部份,藉由向日亞化購買藍光磊晶片,經切割加工後再以晶粒部份出貨給日亞化。

²⁵ 單井公司之封裝為應用於照明的高功率 LED 技術

主要公司	產業鏈		
	上游-磊晶片	中游-晶粒製造	下游-封裝
大陸	美明, 大連路美, 世紀晶源, 上海藍寶, 上海藍光, 上海光穀科技, 江西聯創, 三安電子, 安美光電, 深圳方大國科, 長電智源, 廈門明達, 廈門三安, 華聯電子和通士達照明, 山東華光, 河北匯能, 廣州亮達, 廣州普光, 北京聖科, 青島奧龍, 江西福科	路美(Lumei), 上海藍寶, 上海藍光, 上海光谷科技, 金橋大晨, 南昌欣磊, 三安電子, 華聯電子, 通士達照明, 安美光電, 方大國科, 長電智源, 世紀晶源, 廈門明達, 河北立德, 山東華光, 深圳奧倫德, 深圳東莞福地, 天津工業大學半導體照明實驗室, 江蘇鎮江奧雷, 北京睿源	華聯電子, 真明麗, 天津天星電子, 光寶電子(天津), 龍騰光電, 上海金橋大晨, 上海光谷科技, 江蘇鎮江奧雷, 浙江富陽新穎電子, 浙江寧波和普, 深圳量子光電, 佛山國星光電, 廈門華聯電子, 福日科光, 廊坊鑫谷光電, 超毅光電子, 廣州鴻利光電子, 佳光電子

資料來源：本研究整理

二、技術演進

(一) 可見光LED(紅、藍、綠及紫光)磊晶技術

LED產業的應用市場十分廣泛，但其技術演進卻是經歷了非常漫長的發展歷程。表4所列為可見光LED磊晶片與晶粒發展過程中重要的技術突破。

表 4 可見光 LED 磊晶技術演進歷程

1907	H.J.Round ²⁶	Electroluminescence-blue light emission from SiC
1932	W.C. Jonson et.Al.	Gallium Nitride (GaN) synthesized
1936	Destriau	ZnS
1962	J.I. Pankove et.al.	GaAs LED
1962	Holonyak ²⁷	Coherent visible light emission from GaAsP junctions
1963	J.W. Allen et al	Red emitting GaP visible LED

²⁶ Round, H.J.(1907). "A Note on Carborundum" Electrical World, 19, 309.

²⁷ Holonyak, Jr. N., and Bevacqua, S.F.(1962). "Coherent(Visibile) Light Emission from Ga(As_{1-x}P_x) Junction" Appl. Phys. Lett. 1, 82.

1965	Thomas Hopfield Forsch(PRL)	Isoelectronic traps due to N in GaP
1969	H.M.Manasevit and W.I.Simpson	MOCVD(GaAs)-initial studies
1971	J.I. Pankove et.al. ²⁸	Blue light emission from GaN (MIS diode)
1978	R. D. Dupuis, P. D. Dapkus	Multi quantum Well (MQW) laser
1983	Ray et al (JAP)	Properties of ITO thin films prepared
1989	Amano (JAP) ²⁹	MOCVD in GaN)
1992	Akasaki (JAP) ³⁰	Low-Energy Electron-Beam Irradiation, LEEBI in GaN
1993	S.Nakamura (JAP) ³¹	GaN blue LED
1995	S.Nakamura (JAP) ³²	InGaN blue LED
2001	Erchak Joannopoulos et al (APL)	2D photonic crystal in a semiconductor LED
2001	Jeon (APL)	GaN LED utilizing tunnel contact junctions
	Wierer Steigerwald et al (ALP)	High-power AlGaInN flip-chip light-emitting diodes
2004	Fischer et al (ALP)	RT DC operation of 290nm LEDs with mW power

資料來源：引自JC研究計畫案

1907年美國Round 首次研發出SiC LED(發光二極體)，對元件施加10V 偏壓，可以在陰極處發現黃光、綠光與橘光。1932年美國W.C. Jonson 成功地合成出

²⁸ Pankove, J.I., Miller E.A., and Berkeyheiser J.E.(1971a). “*Electroluminescence in GaN*” J. Luminescence 4, 63.

Pankove, J.I., Miller E.A., and Berkeyheiser J.E.(1971b). “*GaN Electroluminescence Diodes*” RCA Review 32, 383.

²⁹ Amano, H., Kito, M., Hiramastu K., and Akasaki I. (1989). “*P-type Conduction in Mg-doped GaN Treated with Low-energy Electron Beam Irradiation(LEEBI)*” Jpn. J. Appl. Phys. 28, L2112.

³⁰ Akasaki, I., Amano, H., Itoh, K., Koide, N., and Manabe K.(1992). “*GaN Based UV/blue Light-Lighting Devices*” GaAs and Related Compounds Conference, Inst. Phys. Conf. Ser. 129, 851.

³¹ Nakamura, S., Senoh M., and Mukai T.(1993). “*P-GaN/n-InGaN/n-GaN Double-Heterostructure Blue-Light-Emitting Diodes*” Jpn. J. Appl. Phys. 32, L8.

³² Nakamura, S., Senoh M., Iwasa N., and Nagahama S.(1995). High-Brightness InGaN Blue, Green, and Yellow -Light-Emitting Diodes with Quantum Well Structures ” Jpn. J. Appl. Phys. 34, L797.

Gallium Nitride (GaN)。

1936年法國Destriau 發現了注入電流可以讓ZnS 粉末發光。

1962年J.I. Pankove製作出第一顆商用LED出現(橘色光, 640nm)。同年任職於美國GE 公司N. Holonyak Jr (現任University of Illinois, Urbana-Champaign 電子電算工程系與物理系教授)等人製作並發表首顆GaAsP 紅光LED。

而1969年H.M.Manasevit and W.I.Simpson 發明一非常重要的技術MOCVD (GaAs)之製程。

因此, 1970年開始LED 的發光原理才進一步被瞭解, 1971年夏天美國RCA 公司Pankove等人製作出第一個電激發光MIS結構GaAsP之藍光LED。

1978年R. D. Dupuis, P. D. Dapkus利用多重量子(Multi Quantum Well)結構產出LED之製作方式。

而1983年日本Ray則是用ITO薄膜製作LED。

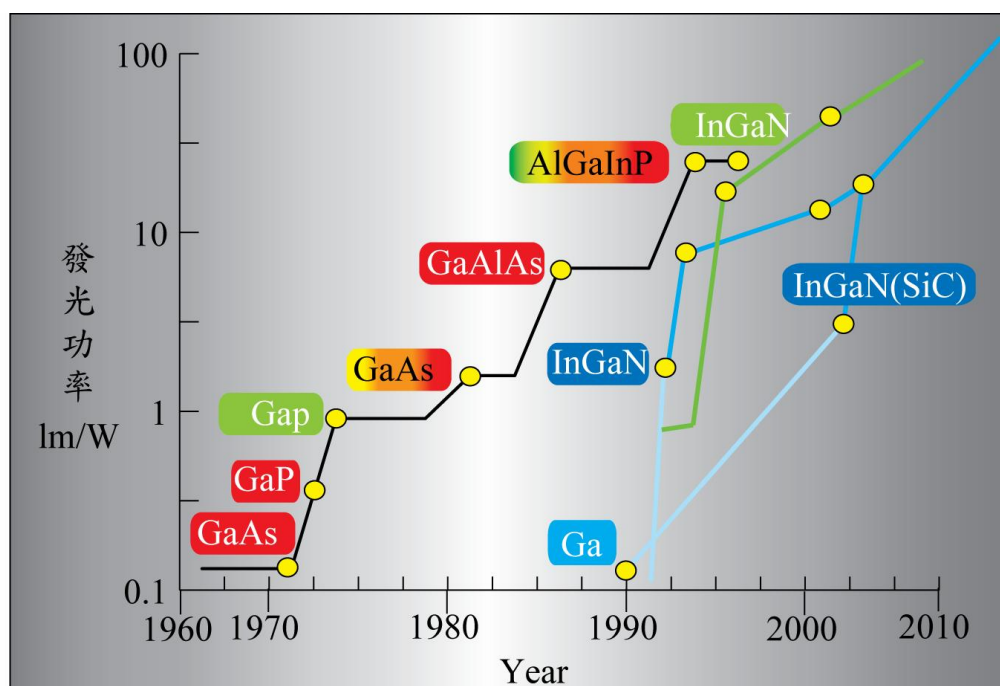
1990年初期美國HP公司的Kuo與日本Toshiba公司的Sugawara 等人使用AlInGaP 材料發展高亮度紅光與琥珀色LED。

1989 年Amano 等人(Isamu Akasaki-赤崎勇教授研究團隊, 日本名古屋城大學Nagoya University)利用MOCVD 磊晶低溫AlN緩衝層, 成功地成長出透明、沒有表面崩裂的GaAs 薄膜。稍後Akasaki 等人進一步由X-ray 繞射光譜、光激光譜-PL 等量測結果, 驗證了加入低溫AlN 緩衝層後所磊晶的GaAs 薄膜, 具有完美的晶格排列, 此外本質缺陷所形成的施體濃度, 也因此減少到 $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$, 電子移動率則提高了一個次級(10 倍)以上, 因此低溫緩衝層的加入也改善了GaAs 薄膜的電特性。1992年使用CP2Mg 摻雜源已經可以在低溫緩衝層上, 成功地磊晶出p-GaAs 薄膜, 日本 Akasaki 研究團隊利用低能量電子束照射(Low-Energy Electron-Beam Irradiation, LEEBI) GaAs 薄膜, 並藉此獲得低電阻特性, 同時他們也成功地製作出具有p-n 接面之藍光GaAs LED。

1993 年日本Nichia 公司的Nakamura (中村修二博士), 使用熱退火技術成功地活化磊晶在低溫緩衝層上的GaAs 薄膜, 並在1995 年成功地製作出GaAs 藍光與綠光LED。1996 年Nakamura 又提出利用InGaAs 藍光LED (波長460 nm ~ 470 nm)激發鈮鋁石榴石: 鈷(Yttrium-Aluminum Garnet, YAG:Ce³⁺, 鈷5d 傳輸到4f 軌域)黃色螢光物質之白光LED, 成為全球高亮度LED市場最矚目的新興光源。

由於LED之光色是取決於基板與發光層材料的磊晶成長技術, 圖9所示為LED

光色技術與發光效率之技術演進。



資料來源：日經產業；本研究繪製

圖 9 LED 光色技術與發光效率

茲就不同基板之發光特性分述如下：

1. GaAsP-磷砷化鎵 LED (III-V 族)³³

$\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ 可以作為紅色 ($X=0.4$, 655nm) 及黃 ($X=0.85$, 590nm)、橙 ($X=0.75$, 610nm)、綠色 ($X=1$, 555-565nm) 發光二極體，其最大不同在於紅色 LED 係使用 GaAs 做基板，而黃、橙、綠色 LED 則以 GaP 為基板，其皆以氣相結晶成長法 (VPE) 長成。由於 GaP 基板之能隙較黃、橙光之能量大，因此對黃、橙光而言，GaP 基板是透明的，發出之光不會被基板所吸收。而 $\text{GaAs}_{0.6}\text{P}_{0.4}$ 紅光之能量較 GaAs 基板大，因此所發出之光會被基板所吸收。因此可知 GaAsP 或 GaP 之發光效率都不好。

2. AlGaAs-砷化鋁鎵高亮度紅色 LED (III-V 族)

³³在紅色 LED 的材料中，傳統的磷砷化鎵 (GaAsP ; GaAsP/GaAs , 發光波長 660nm; VPE) 及磷化鎵 (GaP ; $\text{GaP}(\text{Zn}, \text{O})$, 發光波長 690nm, LPE) 紅色 LED 技術上都已成熟。然而，在 GaAsP 方面，由於沒有適當匹配的基板，因此結晶時有缺陷的產生，其發光效率也就無法提昇；而 GaP 在本質上就無法產生極高的發光效率，所以上述兩種 LED 的亮度較低，只適合於室內的使用規格。

目前市場上的高亮度紅色LED的產品主要集中在AlGaAs此種材料所製成的元件，以LPE技術為主。由於AlGaAs在不同的鋁含量下，其晶格常數皆可匹配於砷化鎵基板，因此可在基板上長成品質佳的AlGaAs結晶層，亦其擁有較佳的發光效率。因其發光效率良好且亮度高，故可用於戶外顯示需要高亮度的產品，如：第三煞車燈、交通號誌及戶外看板等。

3. AlGaInP-磷化鋁鎵銦LED (III-V族)

由於AlGaInP中的鋁在固液態之分佈係數差異極大，因此以LPE成長AlGaInP，在鋁含量的控制上相當困難，所以必須採用有機金屬氣相結晶法 (MOVPE or MOCVD)，或分子束結晶法 (MBE) 來成長，這是因為不同於LPE，鋁在固、氣相之間的分佈係數幾乎相同，因此可輕易控制固態中鋁含量，再加上MOVPE具有均勻度良好，可長出界面性極佳之薄層結晶及易量產等優點，目前AlGaInP多以此方法長成。若由AlGaInP製造之LED波長逐漸縮短時，其活性層組成介於直接、間接能隙轉折點，這時量子效率會急遽下降。再者由於GaAs基板的能隙小於AlGaInP，故會吸收由AlGaInP所發出的部分光，使其亮度降低，因此綠色AlGaInP LED 必須從結構設計上著手，以提高亮度，其方法有三種：

- (1) 在AlGaInP活性層下方成長一多層反射結構，一來可減少往下漏出而被基板吸收之光，二來也可反射向上發出而又折回的光，達到提高亮度的目的
- (2) 在P-AlGaInP層上成長一既不吸光又具有良好導電性之電流散佈層 (Current Spreading Layer) 來加寬發光面積。
- (3) 仿效高亮度紅色LED之DDH結構。

4. SiC-碳化矽藍色發光二極體 (IV族)

目前主要製作藍色LED的材料為碳化矽 (SiC)、氮化鎵 (GaN)、硫化鋅 (ZnS) 及硒化鋅 (ZnSe)，碳化矽是屬於間接能帶的材料，其餘皆為直接能帶材料。目前碳化矽的製作方式是以LPE來成長，所發出藍光的亮度平均可達12mcd，其亮度比其他藍光LED之亮度較為低。

5. ZnSe-硒化鋅藍色發光二極體 (II-VI族)

使用MOCVD或MBE已經可以很容易地在晶格常數非常匹配的GaAs上長出品質良好的硒化鋅晶膜。而純藍色的p/n接面硒化鋅LED就是使用MOCVD長成，方法為使用鋁參雜的N型硒化鋅結晶層和氮參雜的P型硒化鋅結晶層來製作，其中N型的硒化鋅結晶層要在鋅較多的條件下成長，P型的硒化鋅結晶層要在硒較

多的條件下成長，如此便可製作出純藍色的硒化鋅LED。

6. GaN-氮化鎵藍色LED & InGaN—氮化銦鎵高亮度藍色LED（Ⅲ-V族）³⁴

GaN採用藍寶石（Sapphire）作為基板，使用創新技術的雙氣流（two flow）MOCVD，用於GaN的結晶生長，並改良使用GaN作為緩衝層的材料，成功地克服了晶格匹配的問題。再者發現使用熱退火的製程，突破GaN結晶膜P型化的問題。為了提高亮度採用P-GaN/N-InGaN 雙異質結構，此時所發出的藍色光波長為440nm，但其亮度仍不是戶外所能使用的燭光級³⁵。

7. InGaN-氮化銦鎵高亮度藍綠色LED（Ⅲ-V族）

上述中的高亮度藍色InGaN LED，由於其所發出的光太藍了，所以不適用於交通號誌上。有鑑於此，中村博士將發光層的InGaN中的In含量增加，以使其發光波長能介於藍綠色的範圍。此外，又在InGaN發光層中同時參入Zn和Si以提高功率，最後做出波長為500nm，亮度為2000mcd的高亮 $\text{In}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{N}/\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 藍綠色LED 並進行商品化。

8. InGaN單一量子井（SQW）結構高亮度藍、黃、綠、紫LED

將InGaN高亮度藍綠色LED 中的In含量增加時，無法做出波長大於500nm的綠、黃色LED，原因是因為晶格常數不匹配所致。為了改善此現象，中村博士採用了量子井結構來解決此問題（圖3-9），在N-InGaN與P-AlGaIn間再生長一層不參雜，僅20Å 之 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 單一量子井結晶層作為活性層，並調整其In 含量（不同的顏色時，其三元材料的含量皆不同）以製作SQW高亮度藍色（ $x=0.2$ ）、綠色（ $x=0.43$ ）、黃色、紫色（ $x=0.09$ ）LED，波長分別為450nm、525nm、590nm和400nm。表5則為LED不同光色與發光效率值之關係。

³⁴ 此種半導體材料的製作是由日本人中村修二（Shuji.Nakamura）博士所研發。

³⁵ 作為戶外使用之LED的亮度必須大於1燭光（1000mcd）。

表 5 LED 不同光色與發光效率

Material System	Color of Emission	Peak λ (nm)	Band Gap Type	Structure ^a	External Quantum Efficiency (%)	Luminous Efficacy (lm/W)
GaAs _{0.6} P _{0.4}	Deep Red	650	Direct	HJ	0.2	0.15
N:GaAs _{0.35} P _{0.65}	Red	630	Indirect	HJ	0.7	1
N:GaAs _{0.14} P _{0.86}	Yellow	585	Indirect	HJ	0.2	1
GaP	Green	555	Indirect	HJ	0.1	0.6
N:GaP	Yellow-Green	565	Indirect	HJ	0.4	2.5
Zn ₃ O:GaP	Deep Red	700	Indirect	HJ	2	0.4
AlGaAs	Red	650	Direct	SH	4	2
	""		"	DH	8	4
	""		"	DH-TS	16	8
AlGaInP	Red	636	Direct	DH-TS	24	35.5
	Red	632	"	MQW-TS	32	73.7
	Orange-Red	620	"	DH	6	20
	Orange	610	"	TIP-MQW-TS	~30	102.0 (100mA)
	Orange	607	"	DH-TS	-	50.3
	Orange	598	"	TIP-MQW-TS	~35	6 (100mA)
	Amber	590	"	DH-TS	10	40
	Yellow	585	"	DH	5	20
	Yellow-Green	570	"	DH-TS	2	14
	Green	525	"	SQW-TS	6.3	18
	Blue	450	"	SQW-TS	9.1	2
SiC	Blue	470	Indirect	HJ	0.02	0.04
InGaN	Green	570	Direct	DH-TS	2	14
	Green	520	"	SQW-TS	11.6	30
	Blue	450	"	?	11.2	5
	UV	371	"	?	7.5	NA
Zn ₃ Si:InGaN	Green	517	Direct	DH-TS	2.6	6.5
	Blue	450	"	DH-TS	5.5	50
ZnTeSe	Green	512	Direct	SQW 5.3 (10mA)	17 (10mA)	
ZnCdSe	Blue	489	Direct	MQW 1.3 (10mA)	1.6(10mA)	

資料來源：Optoelectronics Industry Development Association

(二) 封裝技術

1. LED 封裝形式

LED 封裝的作用是将外引線連接到 LED 晶片的電極上，不但可以保護 LED 晶片，並且可用以提高發光效率的作用。各類型之 LED 應用產品，於不同的外形

尺寸、散熱方式與可取出之發光效率等因素，使得 LED 封裝種類分別有 Lamp-LED、TOP-LED、Side-LED、SMD-LED、Flip Chip-LED、High-Power-LED、等型之封裝方式。茲將各種型態的封裝方式分述如下：

(1) Lamp型-LED（直插式LED）：

Lamp-LED 即為早期之直插 LED，其封裝採用灌膠封裝方式。灌膠封裝的過程是先將 LED 成型模腔內注入液態環氧樹脂，然後插入壓焊好的 LED 支架，放入烘箱中讓環氧樹脂固化後，將 LED 從模具中脫離出即成型。由於製造簡單、成本低，因此具有較高的市場佔有率。

(2) SMD型-LED（表面黏著LED）：

貼片 LED 是貼於線路板的表面適合 SMT 加工，其可改善 LED 於亮度、視角、平整度、可靠性等問題。製造方式是採用更輕的 PCB 板和反射層材料，使得反射層所需填充的環氧樹脂比直插 LED 用量更少，目的是為縮小尺寸與降低重量。

(3) Side-LED（側發光LED）

此為LED封裝的另一個重點即為側面發光封裝。若使用LED作為LCD（液晶顯示器）之背光光源時，此時LED的側面發光需與表面發光相同，才可使LCD背光發光均勻。縱使是採用導線架的設計，也可以達到側面發光的目的是，但是散熱效果甚差。然Lumileds公司發明反射杯的設計，將表面發光的LED，利用反射杯原理來發成側光，成功的將高功率LED應用在大尺寸LCD背光模組上。

(4) TOP-LED（頂部發光 LED）

頂部發光LED其為較常見的貼片式發光二極體。主要應用於多功能超薄手機和PDA的背光與狀態指示燈。

(5) Flip Chip-LED（覆晶 LED）

LED之覆晶封裝結構是在PCB基板上刻有複數個穿孔，該基板一側之每個穿孔處都設有兩個不同區域且互為導通的導電材質，且該導電材質是平鋪於基板的表面上，有複數個未經封裝的LED晶片放置於具有導電材質之一側的每個穿孔處，單一LED晶片的正極與負極接點是利用錫球分別與基板表面上的導電材質連結，且於複數個LED晶片面向穿孔的一側表面接點塗上透明材質的封膠，該封膠是呈半球體的形狀位於各個穿孔處。即屬於倒裝焊結構發光二極體。

(6) High-Power-LED（高功率 LED）

對於大工作電流的功率型 LED 晶片，低熱阻、散熱良好及低應力的新的封裝結構是功率型 LED 器件的技術關鍵。可採用低電阻率、高導熱性能的材料黏結晶片；在晶片下部加銅或鋁質導熱塊，並採用半包型之封裝結構，如圖 10 所示，以加速散熱甚至設計二次散熱裝置，來降低器件的熱阻；在器件的內部，填充透明度高的矽膠，矽膠體不會因溫度驟然變化而導致器件斷路，也不會出現膠體變黃現象；零件材料也應充分考慮其導熱、散熱特性，以獲得良好的整體熱特性。

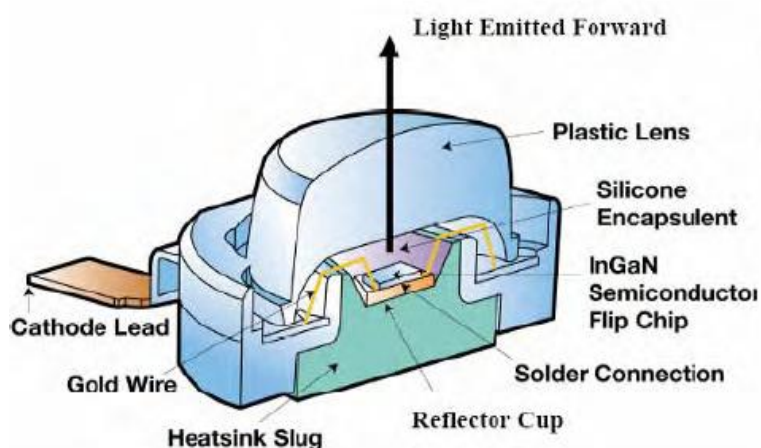


圖 10 大功率 LED 封裝結構圖

2. 封裝技術發展過程

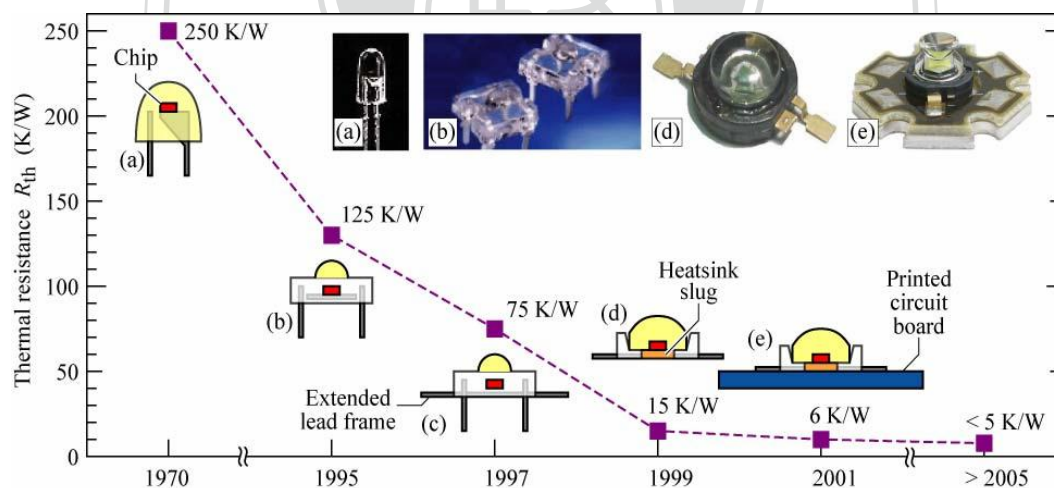
LED 第一批產品出現在 1968 年，工作電流 20mA 的 LED 的光通量只有千分之幾流明，相應的發光效率為 0.1 lm/W，而且只有一種光色為 650 nm 的紅色光。70 年代初該技術進步很快，發光效率達到 1 lm/W，顏色也擴大到紅色、綠色和黃色。伴隨著新材料的發明和光效的提高，單個 LED 光源的功率和光通量也在迅速增加。原先，一般 LED 的驅動電流僅為 20 mA。到了 20 世紀 90 年代，一種代號為“食人魚”的 LED 光源的驅動電流增加到 50-70mA，而新型大功率 LED 的驅動電流達到 300-500 mA。特別是 1996 年白光 LED 的發展成功，使得 LED 應用從單純的標誌顯示功能向照明功能邁出了實現性的一步。

隨著晶片性能、發光效率、外形尺寸及封裝方式的不斷進步，以及應用需求的不斷增加，LED 的封裝技術也在不斷推陳出新。從早期的砲彈型封裝方式³⁶逐

³⁶ 傳統砲彈型封裝，支架、反射杯、晶片、金線和封裝材料組成，主要是將晶粒黏著於反射杯，隨後予以打線、封膠、脫膜、成形。以插件式運用，大多以紅光及黃光 LED 為主，廣泛運在車

漸發展成平板型³⁷(如SMD、HB LED)的多晶粒(Multi-Chips)封裝方式；其驅動電流由早期低功率(約20mA)提高至1A的高功率LED。單顆LED的功耗瓦數亦從0.1W提高至1W、3W及5W以上；而LED封裝模組的熱阻抗(Thermal Resistance)則由早期的250~350K/W大幅降低至現在的小於5K/W以下。且隨著晶片功率的增大，特別是固態照明技術發展的需求，對LED封裝的光學、熱學、電學和機械結構等提出了新的、更高的要求。為了有效地降低封裝熱阻，提升出光效率，因此必須有新的技術來進行封裝設計。

圖11所示為LED封裝形式的演變和技術進步的過程。圖中之(a)為傳統插件式封裝，(b)為SMD封裝，(c)為延伸式導線架封裝，(d)搭配散熱片；(e)為結合印刷電路板封裝。而封裝的命名如食人魚型(Piranha)為Hewlett公司所提出的、梭魚型(Barracuda)是Lumileds公司所提出、鑽石型(Dragon)SMT封裝是歐司朗光電(OSRAM)公司所推出的可以提供低熱阻(2.5K/W)，晶片產生的熱量能被有效轉移³⁸。由於LED技術的進步，亮度、功率量及熱量亦隨之提高，尤其是大幅提高的熱量需要儘速地排除掉，否則將會降低發光效率及加速LED元件的劣化，因此LED在封裝上的熱處理就非常的重要。



資料來源：www.LightEmittingDiodes.org

圖 11 LED 封裝形式和技術演進

輛煞車燈、家電或是通訊產品的指示燈，但因為大部分 LED 產生的熱只能藉由 2 根導線，往組裝的基板上導熱，散熱效果不佳。

³⁷ 平板型 LED 則由於與基板貼合一起，晶片被黏著在基板(PCB、Ceramic 等)上後，再打線、壓模、切割、測試、成形，體積較砲彈型構裝縮小許多，增加其散熱面積，且大幅降低熱阻抗，因此除了往大氣方向散熱外，往基板方向散熱可進一步加速散熱。

³⁸ 電子工程輯 http://www.eettaiwan.com/ART_8800491547_40702_NP_ed36041b.HTM

具體而言，大功率LED封裝之關鍵技術包括有：

(1) 低熱阻封裝技術

LED 封裝熱阻主要包括材料（散熱基板與散熱片）內部熱阻和界面熱阻。散熱基板的作用就是吸收晶片產生的熱量，並傳導到散熱片上，實現與外界的熱交換。常用的散熱基板材料包括矽、金屬（如鋁，銅）、陶瓷（如 Al_2O_3 ， AlN ， SiC ）和複合材料等。如 Nichia 公司的第三代 LED 採用 CuW 做基板，將 1mm 晶片倒裝在 CuW 基板上，降低了封裝熱阻，提升了發光功率和效率；Lamina Ceramics 公司則研製了低溫共燒陶瓷金屬基板，該技術首先製備出適於共晶接合的大功率 LED 晶片和陶瓷基板，然後將 LED 晶片與基板直接焊接在一起。由於該基板上集成了共晶焊層、靜電保護電路、驅動電路及控制補償電路，不僅架構簡單，而且由於材料熱導率高，熱界面少，大大提升了散熱性能，為大功率 LED 陣列封裝提出了解決方案。德國 Curmilk 公司研製的高導熱性覆銅陶瓷板，由陶瓷基板（ AlN 或 Al_2O_3 ）和導電層（Cu）在高溫高壓下燒結而成，沒有使用黏結劑，因此導熱性能好、強度高、絕緣性強。其中氮化鋁（ AlN ）的熱導率為 160W/mk ，熱膨脹系數為 $4.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ （與矽的熱膨脹系數 $3.2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 相當），從而降低了封裝熱應力。

(2) 透明膠層之灌封膠

透過在晶片表面塗覆一層折射率相對較高的透明膠層（灌封膠），由於該膠層處於晶片和空氣之間，從而有效減少了光子在界面的損失，提升了取光效率。此外，灌封膠的作用還包括對晶片進行機械保護，應力釋放，並作為一種光導架構。目前常用的灌封膠包括環氧樹脂和矽樹脂。矽樹脂由於具有透光率高，折射率大，熱穩定性好，應力小，吸濕性低等特點，明顯優於環氧樹脂，在大功率LED封裝中得到廣泛應用，但成本較高。

(3) 晶片鍵合（Wafer bonding）

係指晶片架構和電路的製作、封裝都在晶片（Wafer）上進行，封裝完成後再進行切割，形成單個的晶片（Chip）並與之相對應的晶片鍵合（Die bonding）然後對單個晶片進行封裝。晶片鍵合封裝還可以提升LED元件生產的潔淨度，防止鍵合前的劃片、切割晶片技術對器件架構的破壞，提升封裝成品率和可靠性，因而是一種降低封裝成本的有效方法。

(4) 多晶片集成封裝 (多晶片模組 MCM(Multi Chip Module))³⁹

為避免大尺寸晶片導致發光效率的下降等問題，可採用小尺寸晶片集成的方法來增加單一晶片最大可發光通量。由於小晶片技術相對成熟，各種高導熱絕緣夾層的鋁基板散熱好，對提高光效和增加器件穩定性都有好處並便於晶片集成和散熱，效果不錯，結構和封裝形式較多。而小晶片固有的缺點如電極引線遮光等問題，在多片集成時會加重而影響發光效率，在基板上設計“無引線”的晶片集成可避免引線問題，是提高小晶片集成光效的途徑之一。以期達到投影(機)光源、醫療、顯微鏡與閃光燈等應用產品光源的需求。因此，LED封裝設計應與晶片設計同時進行，並且需要對光、熱、電、等性能一併考慮。

三、全球LED發展動態

(一) 日本-全球市占率第一

日本為全球LED產業上的最大產國，其廠商的動向幾乎為發光二極體業者的觀測指標。日本LED廠商家數繁多，如Citizen、Kodenshi Matsushita、NEC、Nichia、Oki Electric、Rohm、Sanken、Sharp、Stanley Electric、Toshiba、Toyoda Gosei等，而在GaP基板方面，則有昭和電工、信越半導體及三菱化學等公司從事生產。

1965年美商Monsanto取得GaAsP/GaAs磊晶技術第一個專利權，1968年三元GaAsP LED正式上市，開啟LED正式商用化腳步。日本在1970年才進入LED領域，早期是自美國進口磊晶片，進行生產成指示燈應用在袖珍型電子計算機上。而後日本在LED技術上有明顯的發展，逐步取代美國在LED產業的領導地位，目前日本為全球LED產業的領導國，無論在技術與產值均領先其他國家。

(二) 台灣-LED出貨量全球第二⁴⁰

³⁹ 美國 UOE 公司曾研制的 NorLux 系列。這個系列採用六角形鋁板作為底部，底部直徑為 1.25 英寸，發光區位於其中央部位，直徑約為 0.375 英寸，可容納 40 個發光二極體晶片，晶片的 wire bonding 是通過在底部基板做成的兩個接觸點與正極和負極連接，晶片結構可根據所需輸出光功率的大小來確定底部基板上排列晶片的數目。Lamina Ceramics 公司於 2003 年推出了採用公司獨有的金屬基板上低溫燒結陶瓷(LTCC-M)技術封裝的大功率 LED 陣列。松下公司於 2003 年推出由 64 個晶片組合封裝的大功率白光 LED。河北立德公司目前已具有單色、多色、白色等各種顏色，各種工作電壓，各種功率的多晶片集成 LED 功率光源產品，最大集成功率已分別達到 12W(彩色)和 6W(白色)。

⁴⁰ 拓樸產研，

http://csot.acesuppliers.com/meg/meg_1.asp?mgzid=8069932120072329298456958&idxid=7846，Last visited 2007/5/20。

台灣LED廠商多以四元與藍光LED製造銷售為主，由於LED晶粒與封裝投資成本與技術的門檻較低，因此自1996年以來，陸續成立多家下游LED廠商，截至2006年台灣LED出貨量佔全球22%，居日本之後的全球第二大LED出貨國家。晶元光電、元矽光電及連勇光電於2006年9月宣佈合併，也正式宣示了新品電將成為全球最大的紅光LED廠，以及全球第四大的藍光LED廠，合併後不僅產品線與客戶群更加完整，加上申請中與已核准之專利，合計達800篇以上，專利佈局同時更佳完整，成為世界級的LED製造中心。

LED上游業者已發展大者恆大趨勢，觀察未來LED的應用情勢，LED面板背光源將成為相關廠商佈局之重點，但由於台灣LED產業受限於原物料與設備的來源與專利問題，形成出貨量增加但產值低的不健全產業。因此，台灣LED廠商除尋求同業與異業的協助外，其規劃未來的產品發展是同等的重要。

(三) 歐美LED產業⁴¹

LED產業在歐洲地區以英國、荷蘭及德國多為照明燈具產業發展，如荷蘭Philips及德國Osram公司。而Osram Opto以發展LED半導體為主是歐洲地區主要的LED製造商，同時在白光LED專利授權方面，亦扮演著舉足輕重的角色。

至於美國LED產業以Agilent和Cree為主，而Cree在收購ATMI的專利後，也成為白光LED專利的授權者。2005年8月飛利浦電子以9.5億美元買下Agilent Technologies的Lumileds Lighting 47%股份後，飛利浦對Lumileds的持股比例已達96.5%，對飛利浦原有照明與顯示器部門將有所助益。

(四) 韓國-較晚切入、後勢強勁⁴²

韓國LED產業發展遠較臺灣、日本及中國大陸晚，早年僅有LG，Samsung，光電子等少數幾家公司投入LED生產。但自2002年起，隨著韓國手機生產量成長，並大量使用GaN系LED作為手機顯示幕背光源，對於LED需求量大增，韓國LED產業發展邁入新紀元。近年來，隨著韓國對於LED需求增長，配合韓國政府將LED列為未來發展核心技術，相關LED廠商也紛紛設立。根據韓國

⁴¹ 光電科技工業協進會 2006年1月

⁴² 《半導體器件應用》2006年12月刊

<http://news.big-bit.com/Semiconductor/ChanYeGuanCha/20061211126373940.htm>，Last visited 2007/5/17。

光技術院統計(KOPTI)，截至 2003 年底止韓國共有 140 家以上 LED 相關廠商(包含 LED 及 LED 模組廠商)，其中年營業額達百萬美元以上廠商達 70 家以上。

目前韓國藍光LED上游磊晶片主要量產的公司有三星電機(SEM)、LG Innotek、Epiplus，中游晶粒除三星、LG外，有NiNex、ITWell等廠商，目前韓國藍光LED晶粒總月產量超過180kk，白光則有三星、LG、Seoul Semiconductor、NiNex、AUK(光電子)、LumiMicro、LUXPIA等分別在RGB三晶粒、藍光加螢光粉、紫外光加螢光粉等技術投入研發或生產。

未來應用領域發展，由於手機市場需求量成長趨緩，但單價持續下跌，預期手機市場佔有率將呈現逐年下滑趨勢。取而代之的是韓國另一個主流產業，LCD顯示器用背光源、汽車照明市場與一般照明市場。

(五) 中國-跳躍式成長、節能為第一要務⁴³

節能，對於中國照明市場而言，是件刻不容緩的工作，依據中國綠色照明工程促進專案辦公室的專項調查，中國照明用電每年在 3,000 億度上下，如果使用 LED 取代全部白熾燈泡或部分日光燈，將可節省 1/3 的照明用電，即 1,000 億度的電量，相當於三峽大壩全年的總發電量，從節能的觀念而言，中國的 LED 市場是相當巨大的。

中國已是全球最大的NB和Monitor的製造中心，在手機、電視等消費性電子的製造也佔有重要地位，目前背光源的技術發展從CCFL逐步轉到LED，也造就中國市場對於LED的需求不斷成長。從中國目前LED的應用比例觀察，特殊照明佔全中國LED用量的67%、手機和LCD背光源合佔31%、一般照明佔2%。特殊照明的比例居高不下，一方面因為2008奧運和2010世界博覽的舉辦，使得特殊照明的市場需求上揚，另一方面，傳統照明市場和背光源市場仍處於萌芽階段，對於LED的需求尚未爆發，這顯示中國市場仍有極大的成長潛力。

目前中國廠商的封裝規模跟國際大廠相比仍顯偏低，並且大部分的廠商仍以低階封裝為主，在設備的投資上也無法跟大廠相比，造成封裝的品質、數量和一致性較差，目前中國已有廠商在高功率LED和白光LED的封裝展開相關的研發，且有一定的成效，這將是帶動中國LED產業繼續成長的契機。

⁴³拓樸產研，

http://csot.acesuppliers.com/meg/meg_1.asp?mgzid=8069932120072329298456958&idxid=7846，Last visited 2007/5/20。

四、台灣LED產業發展⁴⁴

台灣的LED產業可說是「由下而上」發展，發展初期是先以下游的代工封裝業務為主，然後再發展至上游的磊晶片與晶粒。當時的磊晶片與晶粒均需仰賴美、日大廠的供應。直到1983至1988年，光磊與鼎元等公司相繼成立後，台灣才逐漸跨入LED產業的中游。初始中游的晶粒均是由美國和日本進口，在下游產品的銷售穩定後，始朝向中游邁進的晶粒製造邁進，最後在1993年之後才逐漸有上游的磊晶片製造廠商。1993年，國聯公司成立國內第1家上游磊晶片廠，台灣才算正式跨向上游。但當時只生產四元⁴⁵產品，即藍光磊晶片部分。直至1996年，工業技術研究院與國內下游封裝廠華興、億光、光磊、鼎元及佰鴻等五家業者合資成立晶元光電，後來億光成為最大股東，至此歷經30多年的發展，台灣才建立了LED產業上中下游較為完整的生產供應鏈。

目前台灣的LED上、中、下游產業體系已經相當完整，整體產能大，但業者多集中在中低階產品，而因中低階產品進入門檻低，且競爭者眾，加上磊晶設備及製程化學品等關鍵原物料掌握於外商，影響廠商獲利。而我國LED產業在經歷2005年削價競爭後，2006年藉整併使市場秩序重整(包括2006/9/28新品電宣布與元矽、連勇合併⁴⁶；華上與連威磊晶、南亞策略聯盟等)。

由於下游應用市場持續擴增，故估計2007年我國LED產業景生產值年增率持續增加至19.8%，存貨值年增率則出現大幅下降的情形，而銷售值雖然成長趨緩，但仍維持一成以上的年增率，顯示2007年我國LED產氣景氣仍呈現持續成長態勢，如表6所示。

⁴⁴ 台灣LED產業的發展始自1972年由美商德儀公司(Texas Instrument; TI)引進下游封裝技術，至今已有30餘年。台灣之晶粒發展始於1973年成立之萬邦電子，創設初期良率一直未有起色，直至萬邦顧問石修先生改良石英管冷凝技術之後開始獲利。然而就在欲引進Sumitomo(日商住友)之磊晶技術時，董事會決議將萬邦售予華新麗華，也喪失取得磊晶技術的先機。往後十年間，高亮度LED產業研究發展並未受到政府及工研院的支援，錯失領先良機。此後，首家封裝廠光寶電子由前美商德儀公司員工於1975年創立，初期向美商Fairchild、Monsanto及其他日商等購入LED晶粒開始封裝生產LED，自始台灣整體LED產業就下游開始發展。

⁴⁵ 所謂四元一般所指的是AlGaInP(磷化鋁鎵銻)。

⁴⁶ 發光二極體磊晶片及晶粒大廠晶電於2006年09月28日對外宣佈，與聯電集團的元矽及連勇兩家公司「三合一」合併，此次合併選取晶電為存續公司，3家公司合併後，成為全球最大四元LED廠。

表 6 我國 LED 產業市場銷售概況⁴⁷

	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年(e)
產值(億元)	328.9	404.8	412.0	464.1	555.8
年增率(%)	39.9	23.1	1.8	12.6	19.8
銷售值(億元)	284.8	356.3	354.1	505.1	571.9
年增率(%)	48.0	25.1	-0.6	42.7	13.2
存貨值(億元)	28.6	28.98	32.52	55.47	79.51
年增率(%)	62.0	1.3	12.2	70.6	43.3

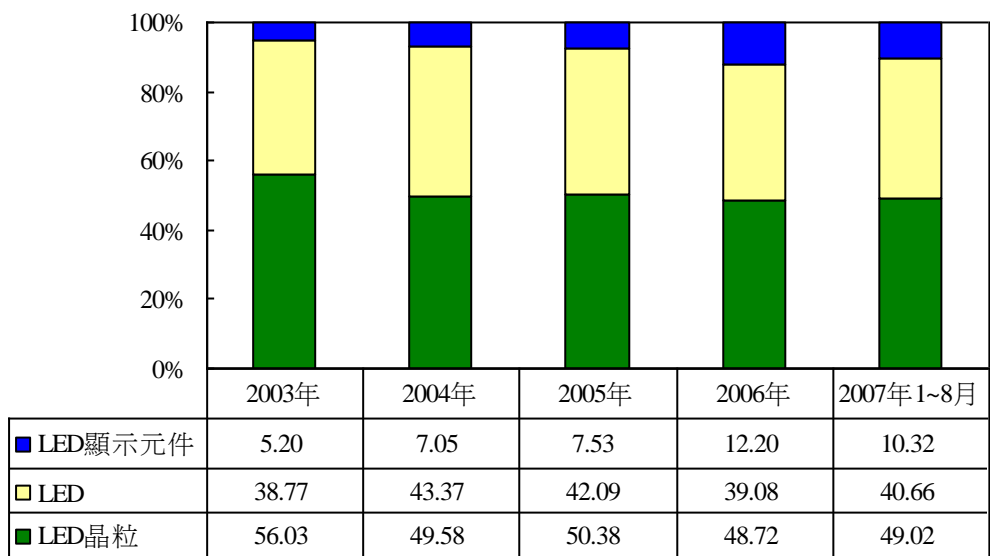
資料來源：經濟部工業生產統計磁帶資料，工研院IEK-ITIS計畫，台灣經濟研究院產經資料庫整理(2007.10)。

若將LED產品區分為中游的「LED晶粒」及下游「LED」與「LED顯示元件」⁴⁸三大產品，有關其產品結構變化趨勢如圖12所示，根據經濟部工業生產統計資料，2007年1~8月我國LED產品仍將以「LED晶粒」為最大宗產品，且由於該產品價格跌幅已深，且產品單價低，2006年我國「LED晶粒」整體銷售平均價格僅每顆0.20元，因此在下游需求暢旺的帶動下，2007年1~8月整體銷售平均小幅成長5.64%，使得其產品銷售比重提升至49.02%，而「LED」雖然產品價格大幅下滑12.51%，不過由於我國廠商持續切入之新應用市場逐具成效，包括七面板背光源、車燈及NB面板背光源等市場，且其國際競爭力亦優於其他產品，因此在下游需求成長的帶動下，其銷售量大幅成長，使得該產品2007年1~8月銷售值比重首度突破四成，居三大產品成長之冠，此外，在「LED顯示元件」方面，由於產品種類變化大，且2006年在戶外看板、交通號誌等產品經過幾年的大幅成長下，已達初步飽和階段，加上2006年基期亦已墊高，因此儘管2007年1~8月該產品價格大幅上漲51.36%，但銷售值反而衰退10.39%，導致銷售值比重降至10.32%，同圖12所示。

⁴⁷ 1.產值資料係包括台商於海外生產之值。

2.2007年銷售值與存貨值係台灣經濟研究院產經資料庫自行估計之值。

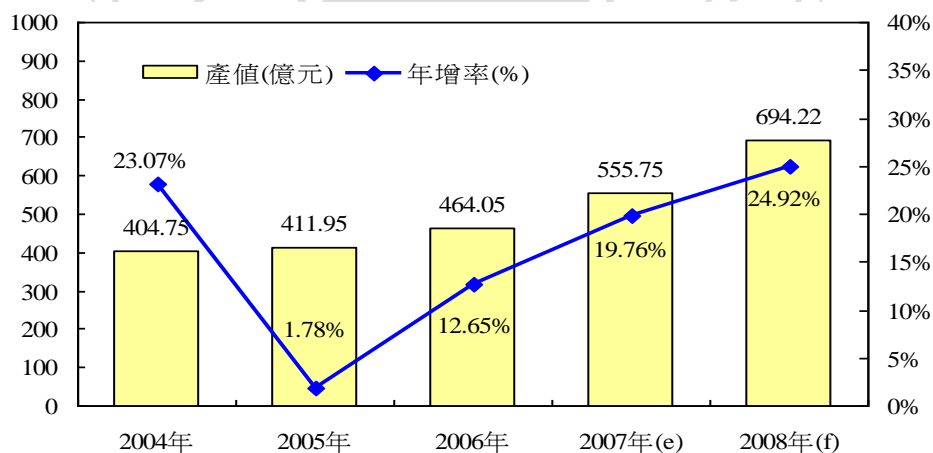
⁴⁸ LED顯示元件具有低耗電量、壽命長、低工作電壓、主動發光易識別、響應速度快、容易製作大型產品、耐候性佳、機械特性佳、易施工等優點，與其他顯示技術比較，特別適合室內、室外的顯示看板。實際應用有大型顯示看板、鐵路／機場資訊看板、交通資訊顯示看板、運動場計分板、展示會場看板、以及室內各種資訊顯示看板等。目前LED顯示看板的應用以日本、中國、香港、韓國、台灣、新加坡等亞洲地為主，歐洲其次，美國在這方面較落後。日本目前是世界主要市場。



資料來源：經濟部工業生產統計磁帶資料，台灣經濟研究院產經資料庫整理(2007.10)

圖 12 我國 LED 產品市場結構變化趨勢

受到各應用市場的需求刺激，加上NB背光源等新應用市場將持續擴大，因此我國LED廠商在相當看好未來市場發展的影響下，各廠商將持續積極大幅擴增產能，預估2008年我國LED產值將持續增加至694.22億元，年增率將由2007年的19.76%大幅提升至24.92%，顯示我國LED景氣自2005年起逐年成長，呈現持久且強勁的成長力道，如圖13所示。



資料來源：經濟部ITIS計畫、工研院IEK(2007.08)

圖 13 我國 LED 業產值預估

台灣LED產業隨著藍白光LED技術的突破逐漸擴大與成長，但由於缺乏LED主要的上游原物料及設備的供應，且台灣廠商多為下游封裝廠，較上游LED廠商多，然而在廠商產能過多的情形下，因而易造成削價競爭之局面。因此，為了穩固LED市場的機制，自2005年開始台灣LED上中游廠商開始進行整併的工作，包括LED廠商元砷與聯銓，晶電與國聯；華宇董事長李森田，早在一九九八年就投資華上光電，目前已是國內前三大LED磊晶與晶粒廠；而普訊創投董事長柯文昌近年來投資多筆LED產業，除了九月初參與佰鴻現金增資並取得六%股份與一席董事外，之前也與佰鴻及高平（Kopin）合資設立KoBrite（高輝），以高亮度的LED晶粒為主，另外也投資LEDEngin（普輝）切入高功率封裝及模組。因此，除了各大廠逕行投入LED領域外，國內LED廠也紛紛開始進行一連串的合縱連橫動作，不斷尋找策略聯盟以應付競爭日趨激烈的LED市場。根據PIDA之預估2008年我國LED產值將達新台幣519億元，較2006年成長20.98%，年平均複合成長率為10.49%，如圖14所示。

下游封裝市場則開始尋找其他白光LED的授權管道，例如億光、宏齊、光寶與雅新等與歐司朗進行授權。同時在應用市場的開發上也逐漸的擴大，LED封裝廠與TFT模組廠積極合作⁴⁹，如LED封裝廠立碁⁵⁰，因看好未來面板LED背光源的龐大商機，投資位於中國大陸的背光模組廠享慶電子⁵¹，藉由享慶於背光模組廠的優勢，藉此合作以利擴充後段產能。另一下游LED封裝廠東貝光電⁵²與LED

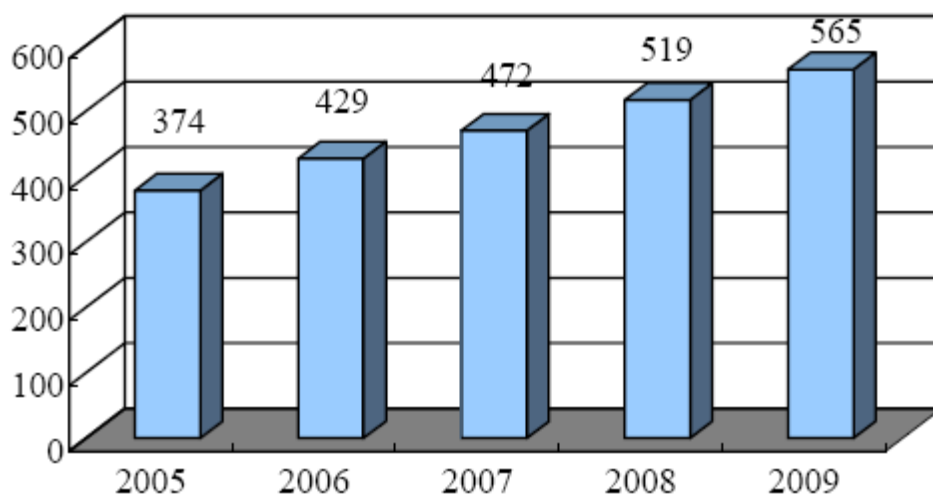
⁴⁹ 為了佈局次世代背光源技術，TFT 面板廠 2006 年開始大動作進軍 LED 市場，不僅插旗 LED 廠，也成立團隊自行開發技術。例如：奇美電日前投資新台幣二億五千萬元成立了奇力光電，佈局 LED 下游封裝。另一方面，奇美電也入股 LED 上游磊晶廠燦圓。而友達在 LED 技術的規劃也相當積極，友達於 LED 磊晶廠連勇 2005 年減資再增資時，獲威力盟轉投資一〇%，而在晶電、元砷和連勇三合一的合併案中，友達更是順勢入股新晶電。在下游封裝的佈局上，友達除了入股凱鼎科技的二五%股權之外，旗下燈管廠威力盟另外成立了研發團隊，開發 LED 封裝技術，逐步建構起 LED 上下游佈局的雛形。

⁵⁰ 立碁電子工業股份有限公司於民國 78 年創立於台北縣土城市，83 年以「立聯電子」於中國大陸廣東番禺設廠，目前於上海、韓國、香港...等地設立分公司及辦事處；並於 93 年 2 月 9 日掛牌上櫃，95 年併入享慶電子跨足 LED 背光模組領域。

⁵¹ 享慶科技股份有限公司成立於 1986 年，是製造生產 LED 產品，主要為 LED 背光，點矩陣顯示器，七段式顯示器，時鐘顯示器，SMD LED 及 LAMP 等產品。

⁵² 東貝為國內 LED 下游封裝廠商，相較於 LED 同業產品應用多集中於手機相關領域，東貝產品發展策略則與其國內之競爭對手有相當之差異化，其產品應用特別注重汽車市場、紅外線收發模組以及光學滑鼠相關領域，07 年 2Q 時，NB 用背光模組將開始採用 LED，東貝已開發 10 餘款 15.4、13.3 及 12.1NB 背光源（LED）。於白光 LED 方面是由美國大廠 Intematix 提供螢光粉，可規避 Nichia 的專利問題。南韓專利法院在 2006 年 12 月 12 日宣判 LED 大廠日亞化(Nichia)的白光 sideviewLED 的多項設計專利無效，在市場佈局已久的東貝可望受惠。與奇美電關係密切奇美電介入燦圓，而東貝是燦圓的董事，LCDTV 的 LED 背光源是未來成長動能之一，與奇美關係好將來較有成長性。

晶粒廠燦圓和導光板先驅廠商茂林光電亦傳出合作消息，另外LED封裝廠佰鴻合併模組廠久正，且據摩根大通表示，佰鴻LED產能已趕上億光，且在汽車車燈與LED路燈產品出貨也持續成長，未來更有機會切入大陸白牌手機背光面板市場，前景相當看好。另外，佰鴻在手機按鍵光源與背光源出貨量也不斷攀升，加上近來跨足的紅外線模組領域營收貢獻有顯著成長，成為成長性最強的產品線。此皆是下游封裝廠商為了擴大產能以及佈局未來大尺寸面板市場的策略。



資料來源：PIDA，2006/12

圖 14 台灣 LED 封裝產值

五、小結

綜言之，以全球LED產業的競合關係觀之，日本與美國在新技術或新產品的研發能量均領先其他各國廠商，並以高階應用產品市場為主；台灣LED產業則以中階應用產品為主如小尺寸液晶背光源；而韓國LED產業因韓國境內手機應用市場日益增加，亦以中階應用產品市場為主要發展重心；而中國LED產業由於現階技術層次不足，因此僅以低廉生產成本來發展低階應用產品市場。

第二節 LED於背光模組之應用

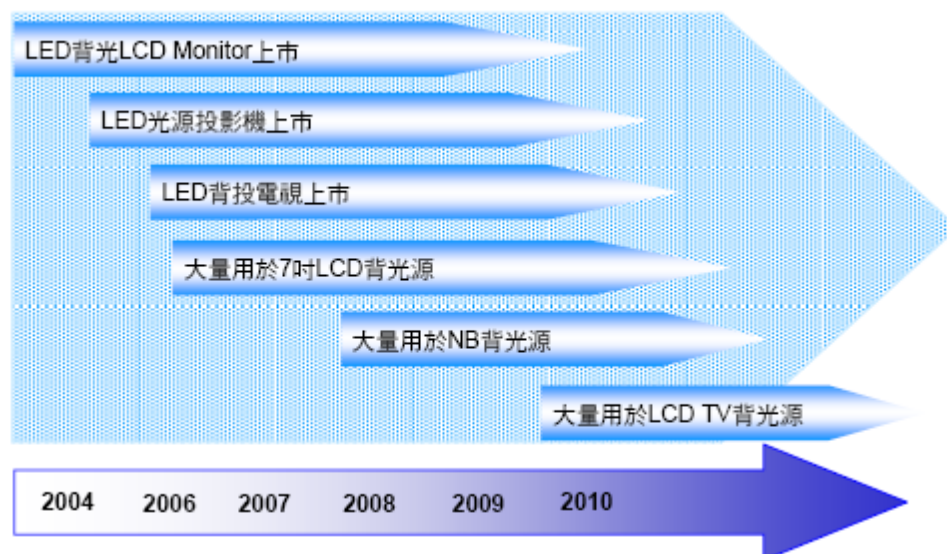
隨著LED產品及技術之提升，LED應用範圍相當廣，在眾多新興應用市場，除手機及車用LED產品外，中大型面板背光源之應用備受矚目，主要係LED背光源在小尺寸手機面板之應用已相當成熟，加上7車用顯示器面板也於2006年逐漸拓展，隨著沿用中小尺寸設計，在筆記型電腦之應用將可逐漸擴大，未來將更發展至LCD TV應用。

壹、LED背光模組發展

圖15所示是使用LED光源的背光模組⁵³，由於具備「高輝度」、「無水銀」、「高色再現性」等特點，所以能夠賦予液晶面板更高的附加價值，目前已經推出以LED作為背光之液晶面板，例如韓國三星SDI的Field Sequence液晶面板，其利用LED的反應速度比冷陰極燈管快三倍的特性，以RGB三種LED作光源，依序高速切換點燈，這種液晶面板除了可以取代高單價彩色濾光片(color filter)之外，更可增加液晶面板的色飽和度與輝度，因此該公司已經決定利用上述技術，大量生產二液晶面板提供行動電話使用，今後應用範圍還會擴及至數位攝影機與筆記型電腦(NB-PC)，相較之下SHARP則著眼於LED的無水銀與高色再現性兩特點，試圖藉此賦予車用產品差異化，達成無水銀公害的環保訴求，同時還可使DVD再生時獲得極高色再現性。另外，由於LED應用於顯示光源及背光源具高色彩飽和度、快速啟動、無汞及壽命長以及不需使用轉換器(Inverter)等優點，成為目前最被看好之替代光源。又能配合輕薄短小型化的應用設備潮流，且LED背光源不易受到LCD TV尺寸限制，故大型顯示器背光為LED下一步具發展潛力應用。預估至2010年時，當LED發光效率⁵⁴提升至200 lm/W，且LED背光模組價格較CCFL具競爭力時，LED大量應用於LCD TV背光源指日可待。

⁵³ 背光模組(Back light module)為液晶顯示器面板(LCD panel)的關鍵零組件之一，由於液晶本身不發光，背光模組之功能即在於供應充足的亮度與分佈均勻的光源，使其能正常顯示影像。一般而言，背光模組可分為前光式(Front light)與背光式(Back light)兩種。而背光模組其主要由光源(包括冷陰極螢光管(CCFL))、熱陰極螢光管、發光二極體(LED)等)、燈罩、反射板(Reflector)、導光板(Light guide plate)、擴散片(Diffusion sheet 1-2片)、增亮膜(Brightness enhancement film 1-2片)及外框等組件組裝而成。

⁵⁴ 發光效率 (Luminous efficacy, η)單位：流明每瓦[lm/W]；代表光源將所消耗之電能轉換成光之效率。



資料來源：DigiTimes Research,2007/01

圖 15 LED 背光模組應用

一、LED背光源型式與技術：

LED 背光模組能夠迅速擴展應用範圍另一項要因，是LED 背光模組單位耗電量能獲得很高的輝度，亦即單位瓦特的發光流明數lm/W。圖16 所示是適用於LED背光模組的白光LED其產生的方式可分為下列四種：

(一) 擬似白光LED⁵⁵

是由藍光LED 與黃色螢光體所構成，動作時利用互補原理產生白光，這種型式的LED 結構非常單純，而且發光效率很高，因此被當作小型LCD的背光光源，廣泛應用在行動電話，缺點是紅色成份的強度較弱。

(二) 近紫外白光LED⁵⁶

是由可產生近紫外光的LED，與可產生RGB三種顏色的螢光體兩者組合而成，由於它是利用RGB 三種顏色混合變成白光所以色再現性很高，不過這種白光

⁵⁵ 利用藍光 GaInN 的 LED 去激發黃色螢光粉 (Yttrium Aluminum Garnet; YAG) 或利用綠光的 GaInN 激發紅色螢光粉。亦即利用一個藍光 LED 和一個白光的互補性色彩-黃色螢光粉來產生白光，而這也是目前比較常用來產生白光的技術，發光效率差不多是 25-30lm/W 之間。而現在比較常用的技術是利 YAG:Ce 黃色螢光粉結合 InGaN blue LED chip(460nm)來產生白光，為現階段市場最多採用的製造方法。且成本、壽命、亮度，及可靠度等也都較有優勢，不過，專利權幾乎掌握在日系廠商，因此業者以取得授權或交叉合作的方式，來提升技術及產品效能。在授權方面，以 Nichia 及 Osram 為兩大授權陣營或交叉合作重心，而 Nichia 與 Osram 彼此交叉授權外，也分別與其他業者有不同程度的合作關係。

⁵⁶ 其原理是利用 UV LED 產生的光完全被使用的 RGB 螢光粉吸收，接著混合這三個螢光粉發出的光，進而產生和 RGB LEDs 類似的白光，其具有高演色性、低成本等優點，但卻有發光效率不足的問題。

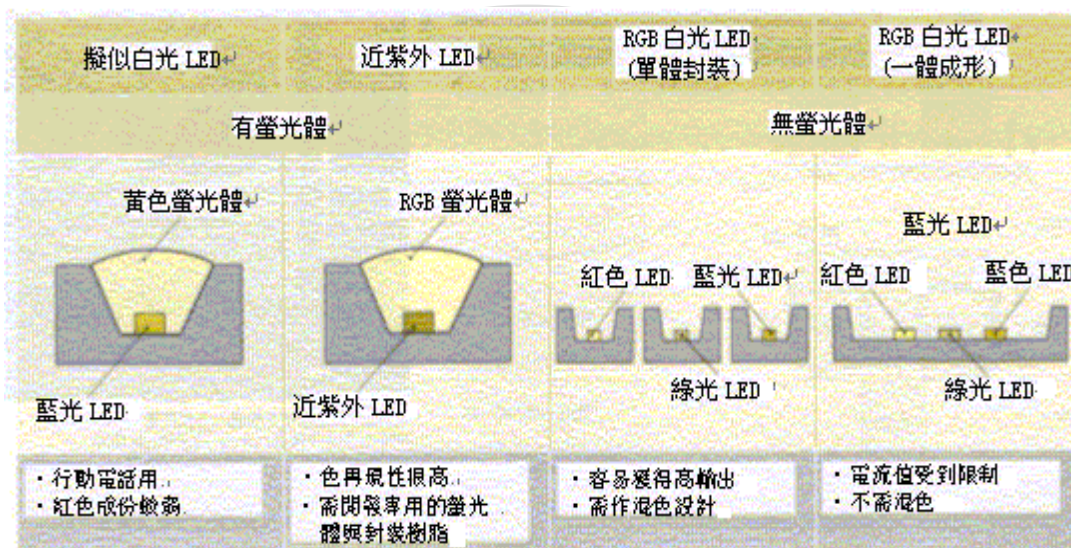
LED 基於紫外光會使用率封裝樹脂與螢光體劣化等考量，因此必需另外開發抗紫外光的樹脂與螢光體。

(三) 單體RGB 白光LED⁵⁷

由於單體RGB白光LED 可針對各單體LED 設計散熱結構，因此較容易獲得高輸出效果，不過RGB單體LED的晶片物理上彼此相隔，所以必需設計專用的導光路，使RGB單體LED的光線能均勻混色變成白光，如此才能避免背光模組變厚。

(四) 一體化RGB 白光LED

一體化RGB可直接混色變成白光，所以沒有專用導光路與背光照明模組厚度限制等困擾，不過施加的電流量受到限制，因此不易獲得高輸出效果。



資料來源：光連雙月刊

圖 16 LED 背光模組的光源型式⁵⁸

LED背光源技術種類主要分為2種，一是利用R、G、B三色LED混光技術，由於三原色的色彩較純，易達到高色彩飽和度需求，且混光後的白光也能透過三原色達到色溫調整，但缺點是必須克服驅動電路和混色問題，且成本較高；另一種是採用藍色LED加上黃色螢光粉達到白光效果，優點是不需考慮混光效果，且消

⁵⁷ 對於白光 LED 的發展，剛開始是以紅+藍+綠三顆 LED，藉由透鏡混合這三種光，進而產生我們人眼所看到的白光。不過混合後會在光譜間出現空隙，使得色彩不飽和。雖然這種方法產生的發光效率可達到 20lm/W，不過由於每個 LED 的正向電壓、驅動電流、溫度和光衰減率都不一樣，而且要發出白光的話必須有效的將光線混合，因而造成設計的困難和成本的增加。

⁵⁸ 光連雙月刊，2007/11，72期。

耗功率較低，但色彩表現較差，目前筆記型電腦廠多半偏向採用藍光混螢光粉作法，主要原因在於LED使用顆數較少，成本也相對較低，而R、G、B三色混光技術則較適合用於重視色彩飽和度的大尺寸面板應用。而使用RGB晶片(chip)發光色混色變成的白光，比利用螢光體產生白光的擬似白光LED有更佳的高色再現性，因此日本三菱利用RGB三色LED製作液晶顯示器，其NTSC比高達104.4%，它的色再現性甚至超越同等級的CRT顯示器。雖然使用螢光體的擬似白光LED的紅光成份較弱，不過利用RGB三種螢光體發光的近紫外白光LED，卻可獲得RGB成份相當均衡的光線，因此可以彌補上述紅光成份偏弱的缺點。因此，LCD背光源有兩種發展模式，一是利用RGB三色LED作為系統背光源之組合；二是以UV LED搭配RGB螢光粉所呈現的白光LED⁵⁹。表7所列為LED背光源廠商(包括電視製造商、TFT面板供應商、背光模組商、LED廠商)之產品規格表。

表 7 LED 背光源廠商之產品規格

廠商	尺寸	對比	NTSC (%)	輝度 (cd/m ²)	消耗功率 (W)	LED特性
SONY	40"		105		470	325顆LED模組
	46"		105		550	450顆LED模組
Samsung Elec.	40"	10000:1	105	500	120	2160顆(small chip LED)
	46"	10000:1			300	450顆LED模組
LG.	47"	10000:1	119		200~500	
Philips						
Osram	82"			10000	1100	R、B各280顆，G 560顆
Opto	32"		105	7000	140	R、B各41顆，G 82顆
Toyoda Gosei	32"				140	380nm UV LED+RGB螢光粉方式，使用數量為1200顆
Mitsubishi Elec.	23"		175	80		625nm(紅)、510nm(綠)的、430nm(藍)，藍光與紅光LED各使用26顆，

⁵⁹ 例如豐田合成展示的32LCD背光源，為380nm UV LED(40lm/W)+RGB螢光粉方式，數量為1200顆，消耗功率140W，白光發光效率為15lm/W。

廠商	尺寸	對比	NTSC (%)	輝度 (cd/m ²)	消耗功率 (W)	LED特性
						而綠光LED則使用了56顆
Sharp	32" ~65"				360(45")	4色LED
Rohm	11.6"			350		
	15"			800		R、B各34顆，G 68顆
NEC、三菱電機	21.3"		109			
Stanley	37"					
中強光電	37"					
友達光電	46"	900:1	100			
	23"	700:1	100	200	140	
奇美電子	47"					
翰宇彩晶	26"					

資料來源: PIDA 2005/10

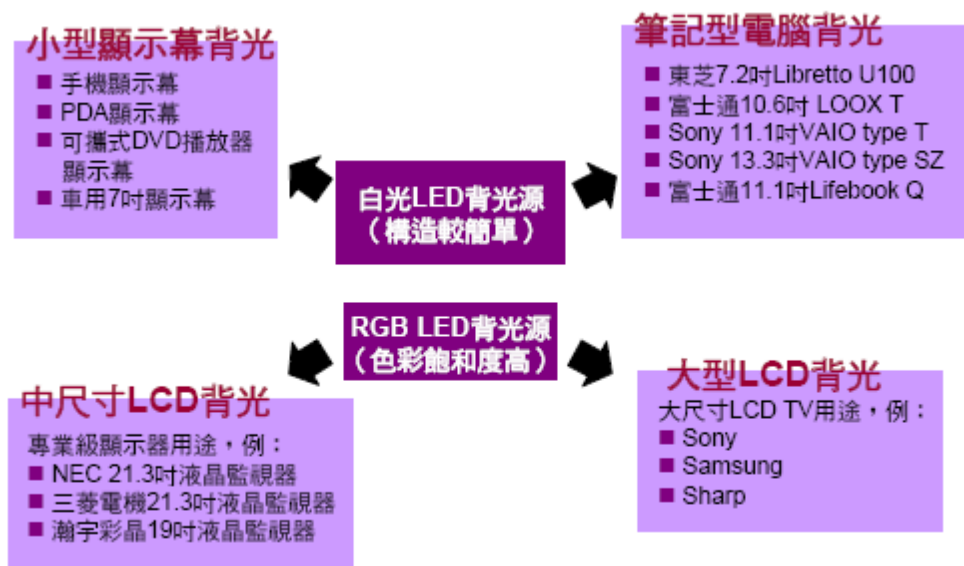
然而縱使LED 背光模組具備許多優點，可是始終無法普及化，主要原因是LED 背光模組的成本居高不下，以及散熱問題導致LED 發光效率備受影響，因此所需使LED之顆數相對就需要更多，未來若能搭配LED背光模組機構設計透過背光模片提升輝度與亮度，並且設計良好的散熱方式以及低耗電量之迴路設計，如此可以減少LED 之使用顆數將，進而達到低成本及低耗電量目的。表中所示的LED 背光模組廠商，應用於大尺寸液晶電視之廠商大多處於產品開發階段，因此所獲資訊不多。

二、LED背光源應用產品及市場發展

圖17所示係對於以LED 作為背光模組應用，可分為兩種：一是LED 搭配螢光粉，以互補的作用產生白光，如藍光LED 搭配黃色螢光粉⁶⁰，但對紅色的表

⁶⁰ 螢光粉的種類非常繁多，但大體上可區分為：有機螢光粉、螢光顏料、無機螢光粉及放射性元素。有機螢光粉是利用有機化合物來製造的，隨置換基的數目、位置及活化劑的效果而影響其

現明顯不佳，若使用紫外光LED 搭配螢光粉，則會使封裝樹脂與螢光體發生劣化；二則是以R、G、B 三原色混合，色彩飽和度佳，對於R、G、B 三原色混合在於封裝方式的不同，可分為單晶封裝(1 in 1)及三晶封裝(3 in 1)等⁶¹。



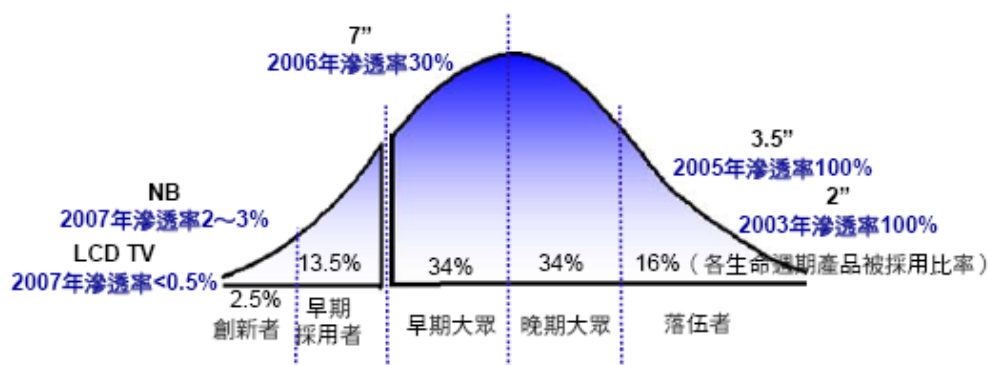
資料來源：DigiTimes Research，2006/6

圖 17 LED 背光源應用產品

依據DigiTimes Research 資料分析，2005年LED 背光在TFT LCD 3.5 (含)以下小尺寸面板滲透率已達100%，而7 LCD 顯示器因LED 背光模組價格僅高於CCFL 型不到10%，故2006 年滲透率達30%，因此，7 (含)以下LED 背光在產品技術接受週期中，屬被大量採用階段。NB 及LCD TV 用LED 背光正處在產品技術接受週期的萌芽段，預估2007年滲透率僅達2~3%；而 LCD TV 用LED 背光技術尚未臻成熟階段，滲透率將不到1%，如圖18所示。

螢光性的大小。至於螢光顏料是指顏料除了本身的色澤外，亦可以反射螢光。而無機螢光粉是利用電子躍遷來產生螢光，因為光線殘留的時間較長，故可作為蓄光性夜光塗料。再者，混合放射性元素及硫化物螢光粉則可激發出螢光，即使在沒有光線照射時也可以發光，這種自發光顏料大多應用於航空儀器及鐘錶上。

⁶¹ 工業材料雜誌，247 期，96 年 7 月。



資料來源：DigiTimes Research，2007/1

圖 18 各類 TFT LCD 顯示器 LED 背光所處產品技術接受週期

(一) NB 背光源

NB 採用白光 LED 為背光源主要目的⁶²，與 TV 或 Monitor 採用 R、G、B 3 色 LED 用途（以高色飽和度為主要訴求）不同，而是以輕、薄及省電為主要考量重點。

2006 年（含）以前，LED NB 多以日廠生產為主（有東芝、富士通、Sony）⁶³如表 8 所示，而全球首款採用 LED 背光的 NB，為東芝於 2005 年 4 月推出的「Libretto」。LED 背光 NB 的優點為⁶⁴，螢幕厚度可大幅降低，並可節約 NB 顯示器用電量，因此，即使目前 LED 背光成本仍較原本 NB 採用的 CCFL 背光高出許多，卻依然可於強調行動性與電池續航力的 NB 產品，取得一席之地。在成本得以有效降低之前，NB 用 LED 背光源，仍以輕薄型小尺寸 NB 為主要市場。2007 年 LED NB 出貨仍以日廠為主，然其它地區主要品牌廠商亦陸續加入此市場，僅是初期仍規劃小量生產。例如 Apple 在 LED NB 規格上要求甚高，故預估 2007 年將僅能少量出貨；HP、Dell 為鞏固主流 CCFL 型 NB 市場，彼此間價格

⁶² 在 12 以下以藍光 LED+螢光粉發出的 LED 白光背光源，成本與技術較目前 CCFL 背光源產品差異較小。而國外投入 LED 市場的廠商，以單顆晶粒封裝與多顆晶粒封裝為主，單顆 LED 晶粒封裝的指標性大廠有 Lumileds、OSRAM、Cree 與 Nichia 等，多顆 LED 晶粒封裝的指標性大廠有 StickerYale、OSRAM 與 Enlux 等。

⁶³ 在日廠方面，Sony、Toshiba 與 Fujitsu 等已開發 LED 背光源 NB，尺寸為 10.6 至 13.3，所使用的 LED 顆數約為 32~50 顆，其售價為 19 萬~56 萬日圓不等。而 SONY VAIO NB 採用 Lumileds 晶粒，在 2006 年推出 13.3 LED 背光源 NB，其散熱問題已大幅改善。

⁶⁴ 與傳統的 CCFL 背光源比較，LED 背光源 NB 面板厚度約為 CCFL 背光源 NB 面板厚度的 1/2，節能方面，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，輕薄與省電成為 LED 背光源 NB 真正可以大眾化的優勢。

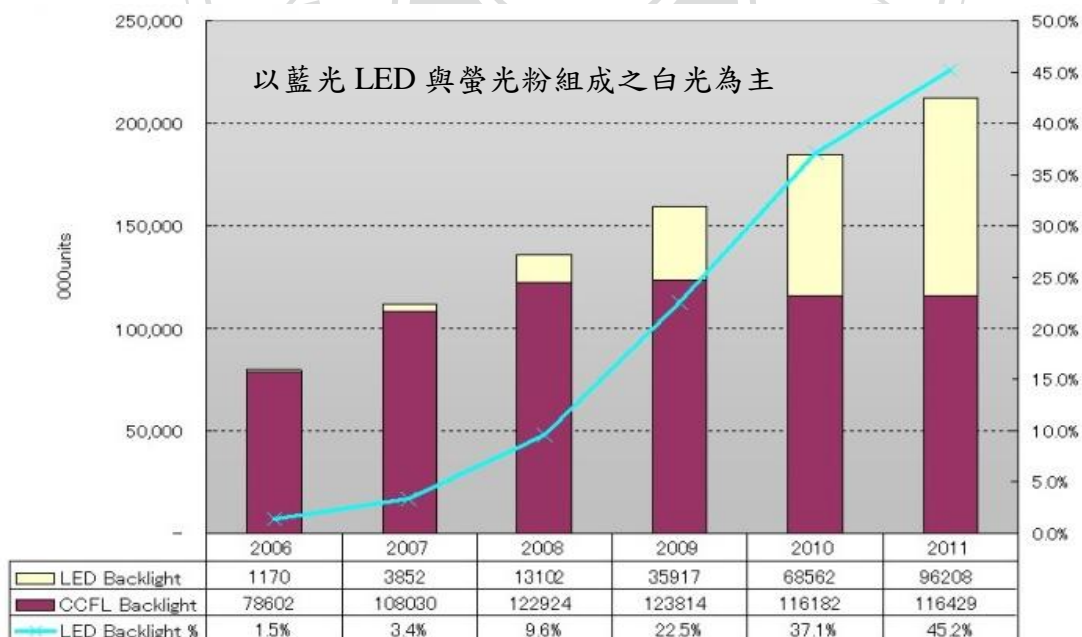
競爭激烈，故主要以成本控制為考量，其發展高階LED NB 腳步較慢。因此預估2007 全年LED NB 滲透率不高，僅為2~3%。

2008 年因參與廠商更多，及LED NB 尚有跌價空間，故LED NB 出貨量將持續提升。然抑制力因素仍影響LED NB 普及程度，例如高色飽和度CCFL 競爭、白光LED 光均一性問題待解決、及輕薄省電CCFL 型NB 亦被開發等，因此依據日本Display Research 預估至2008 年以藍光LED與螢光粉組成之白光LED為主流之14LED NB背光模組之市場滲透率仍小於10%，如圖19所示。

表 8 日商採用 LED 背光的 NB 應用

發表時間	Apr'05	Aug'05	Aug'05	Jan'06	Apr'06
廠商	東芝	富士通	Sony	Sony	富士通
系列名	Libretto U100	LOOX T	VAIO type T	VAIO type SZ	Lifebook Q
螢幕	尺寸	7.2吋	10.6吋	11.1吋	13.3吋
	解析度	1,280×768	1,280×768	1,366×768	1,280×800
	LED數	32顆	N/A	40顆	49顆
	厚度	N/A	N/A	4.5mm	5.1mm
NB厚度	29.8~33.4mm	24.3~28.3mm	21mm	22.8~33.7mm	18.2~19.9mm
推出時售價	19萬日圓	22~27萬日圓	22萬日圓	23萬日圓	56萬日圓
整機重量	999g	1.17~1.37kg	1.25kg	1.69kg	985g

資料來源：各廠商、DigiTimes Research整理，2006/6



資料來源：日本Display Research，2007/06

圖 19 2006~2008 年 LED NB 出貨量及滲透率預測

(二) LCD Monitor

LED 背光LCD Monitor 主要採用3 色RGB LED 光源⁶⁵，其好處與LED 背光LCD TV 類似，具廣色域、符合環保需求、高動態對比等優勢。因價位仍高，目前仍定位在高階利基型市場，以印刷、出版及攝影等專業應用為主，市場滲透率低，故所推出廠商及機種數不如LED 背光LCD TV 及NB多。目前已推出LED 背光LCD Monitor 商品化廠商有NEC、Sony及Samsung，如表9所示。

表 9 商品化的 LED 背光之 LCD Monitor 比較

廠商	NEC	Sony	Samsung
型號	LCD2180WG	VGP-D23HD1	SyncMaster
尺寸(吋)	21.3	23	20.1
解析度	1,600x1,200	1,920x1,200	1,600x1,200
亮度 (cd/m ²)	200	200	250
對比	430 : 1	700 : 1	1,000 : 1
反應速度 (ms)	20	25	8
上市售價	6,749.99美元	40萬日圓 (約3,500美元)	1,999美元
上市時間	2005年8月	2004年12月	2006年10月

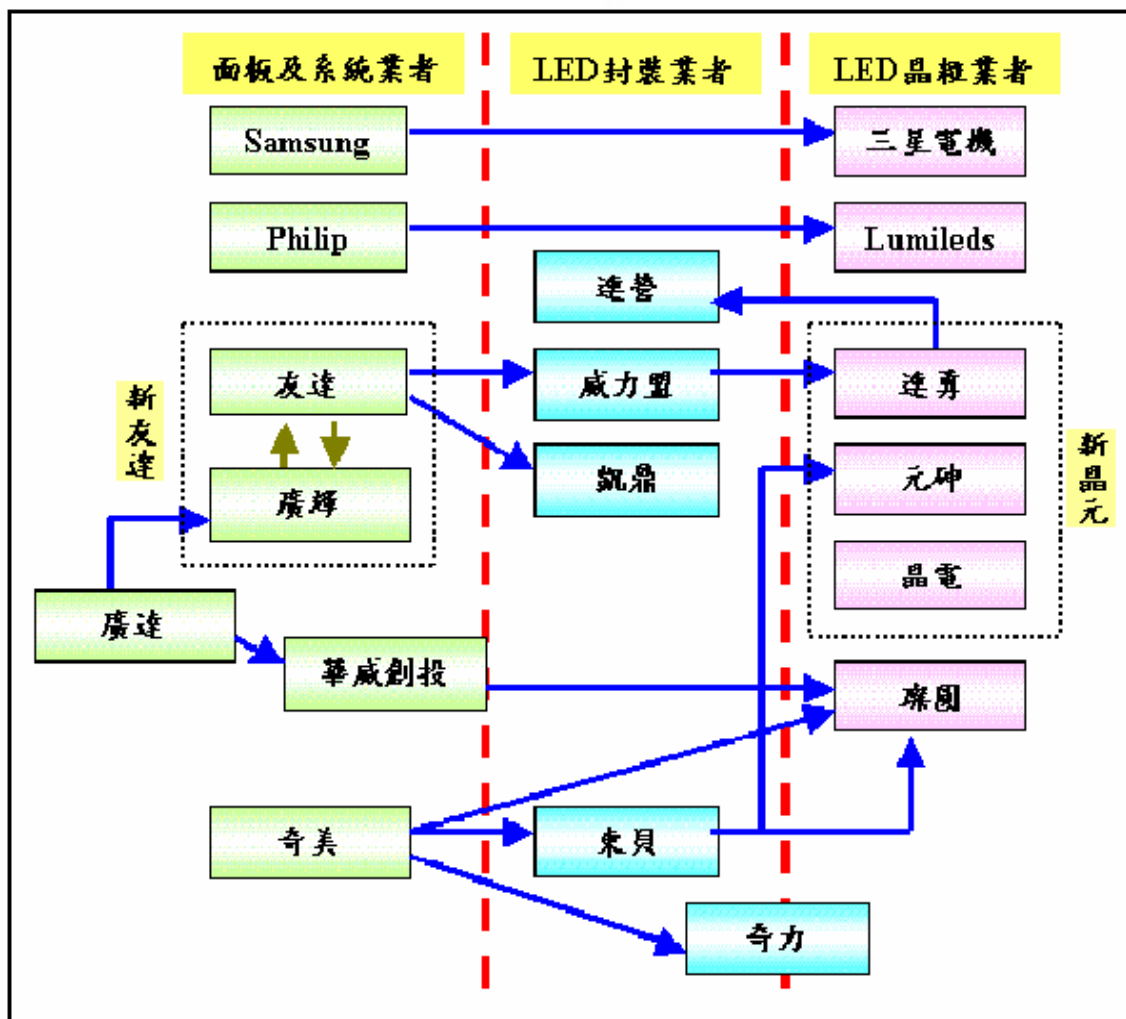
資料來源：各廠商，DigiTimes Research整理，2007/2

三、全球面板廠商投入LED概況

由於面板廠商看好LED產品特性可增加面板產品價值，並可改善大尺寸液晶顯示效能，加上預估未來液晶電視的背光源將被LED取代的情況下，各廠商為增加產品價格競爭力，並避免未來發生零組件缺乏的困境，故各廠商積極布局LED市場，包括三星、友達、LPL及奇美電等四大面板廠，此外，由於LED具有照明、醫療、背光源、汽車及路燈等多領域的應用前景，因此全球面板大廠均已積極跨入LED市場，奇美電於璨圓股東會取得三席董事，友達轉投資之威力盟則亦已跨入LED封裝領域，並轉投資晶電，而韓國面板廠大廠也已分別布局LED上游晶粒

⁶⁵ 利用三色或多色的LED作為背光源，在混色的表現上，不會出現一些部分色域窄化的問題，且以三原色的LED作為背光所表現出來的就比以CCFL來的較好，尤其在紅光的部分，可以獲得非常寬廣的色再現範圍，也不會造成類似CCFL所出現不純輝線的sub peak，並讓各原色的色純度大大的提高。

廠商三星電機及Lumileds，顯示面板大廠對LED布局的積極態度，如圖20所示。



資料來源：工研院IEK(2007.04)

圖 20 面板業者投資 LED 之關係

由於 NB PC 面板持續往輕薄與高輝度、省電發展，全球面板大廠更積極開發使用 LED 背光源之 NB，2007 年全球六大面板廠商均已發展出相關產品，其中以 12.1 的寬螢幕 NB 投入的廠商最多，包括三星、LPL、友達及奇美電等廠商，其使用之 LED 背光模組主要是從光源部分去做變更設計⁶⁶，藉由使用 Sideview LED⁶⁷取代 CCFL，再搭配 4mm~8mm 的超薄型導光板，除了可大幅降低其重量

⁶⁶ 以 LED 作為背光源之發展模式，在小尺寸產品中，側面發光再加上導光板的發光模式為主流，不過其光的利用率僅 50%。而在大尺寸的 LCD 背光源中，為了增加光的利用率，採用直下型的背光模式，將使光的利用率提升至 70%，但相對厚度也由 29mm 增加到 50mm。但 OMRON 的合作夥伴多摩 Fine opto 將 LED 直下型背光源的厚度縮短為 30mm。

⁶⁷ 封裝若是以表面黏著型，也有頂視 Top View、邊視 Side View、圓頂 Dome 等。而各種不同的透鏡外型其實也有各自的應用需求，就一般而言，Lamp 用來做指示燈號、Oval 用於戶外標示或

與厚度外，亦可達到省電及壽命長等優點，此即為各廠商積極投入之原因所在，2006年時仍僅有SONY、Toshiba、Fujitsu等日係廠商導入少數幾款高階的NB，但2007年已有多家廠商投入開發，包括有：韓國之Samsung、LPL；台灣之友達、奇美與華映；日本則有Sharp與TMD，估計2007年下半年全球NB使用LED背光源的比重將有顯著的提升。

四、小結

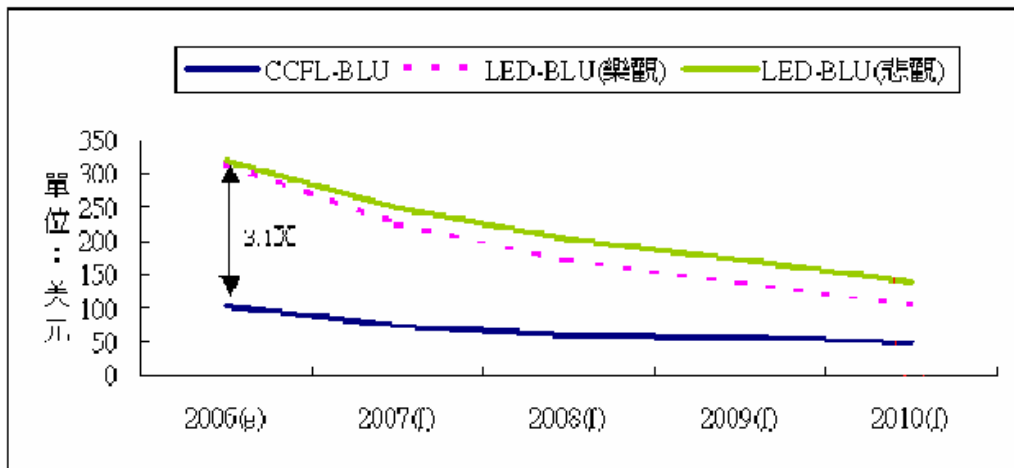
LED為環保光源，具有省電等各項優點，近年來隨著生產技術逐漸發展，在發光效率與亮度同時提升，加上以LED為背光源之散熱問題也逐漸獲得舒緩的情況下，2006年LED背光源已被大量應用在中小尺寸面板的背光源，包括手機、PDA、MP3播放機等產品，而2007年更在LED產品價格持續下降，使得生產成本逐漸接近CCFL背光源，加上因NB使用LED顆數低於50顆，使得LED在散熱、色度及壽命等問題亦獲得解決的情況下，因此NB採用LED為背光源的比例已逐漸增加，預估2008年NB將大量使用LED背光源。

然LED背光LCD Monitor若要導入大眾市場，則有許多課題待解決。其一是LED背光LCD Monitor成本高，即使不改變現有LCD Monitor背光模組結構，僅單純以LED取代CCFL光源，因LED發光效率仍不夠高，故需使用多顆LED，導致LED背光LCD Monitor價位仍高。其次，LCD Monitor現處於價格破壞市場。以目前廠商認為獲利較佳的22吋寬螢幕、CCFL型LCD Monitor為例，現零售價僅320美元以下；相對的，NEC LED背光LCD Monitor自上市以來，售價一直維在約6,000美元高檔價位。三星電子雖推出較低價LED背光LCD Monitor，價位為1,860美元，仍非一般消費者可接受範圍。因此，LED背光LCD Monitor在開拓大眾市場時，面臨系統產品價格破壞市場，並延緩其被廣大消費者採用時程。

在液晶電視方面，由於平均每台使用顆數高達500顆以上，使得LED在散熱、色度及成本上仍無法快速取代CCFL，加上LED背光源因發光效率仍不足，無法節省光學膜使用，且焊接LED用之金屬基板及其他迴路連接等材料，相較CCFL為貴的情況下，因此整體而言，LED成本仍明顯高於CCFL，而由於液晶電視尺

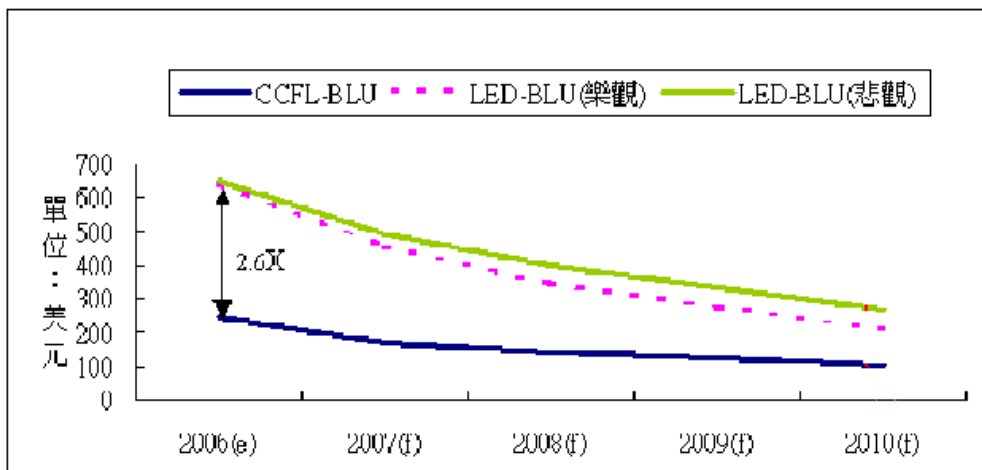
號誌、Top View 用來做直落式的背光、Flat 與 Side View 配合導光板 (Guide Plate : LGP) 做側邊入光式的背光、Dome 做為小型照明燈泡、小型閃光燈等。

吋越大，CCFL背光模組價格較高，且降價幅度亦較為緩慢，故跟LED背光模組價格差距倍數較小，因此液晶電視應用LED背光源的發展將以40以上為主，2006年42液晶電視用之LED與CCFL背光源價差較32吋低，其價差倍數分別達2.6倍及3.1倍，因此仍未見有明顯需求出現，而雖然LED以每年兩成左右的價格降幅發展，但因為面板價格的持續下滑，亦使得CCFL價格持續下滑，預估2010年42液晶電視的價差將可望達兩倍左右，此將使得LED有機會取代CCFL，並將優先應用於更高階或更大尺吋的液晶電視中，如圖21及圖22所示。



資料來源：工研院IEK(2007.04)

圖 21 32 吋背光模組價格趨勢預估



資料來源：工研院IEK(2007.04)

圖 22 42 吋背光模組價格趨勢預估

貳、大尺寸液晶電視用LED背光源

以大尺寸液晶電視而言，由於CCFL仍具有演色性及含汞問題，加上往LCD TV大尺寸發展時，CCFL的長度也需增加，使得管徑極細之CCFL燈管容易破碎，因此具備高色彩飽和度、無汞及壽命長之LED，成為目前最被好之大尺寸背光源。一般LCD 面板LED 背光源排列方式大致分為側光式及直下式。側光式LED 優點是背光模組厚度可做得很薄，因RGB LED 可在晶片組裡先行混光；然缺點是光線不易均勻擴散至較大尺寸LCD 面板，故適用產品別為NB 及LCD Monitor。而LCD TV 面板因所要求輝度較高，故多採用直下式LED 背光源，然缺點是背光模組不易做薄。

一、LED 背光應用於LCD TV的優點

LCD TV 用LED 背光是採用色彩飽和度較高的RGB LED，採直下式 (Direct Type) 光源設計方式⁶⁸，因此具有色彩飽和度高、反應速度、高動態對比及CF-less LCD 面板等特點，為CCFL 及其它背光源難以取代LED 之處，如圖23所示。



資料來源：DigiTimes Research，2007/1

圖 23 RGB LED 用於 LCD TV 背光優點

⁶⁸ 白光 LED 主要使用於 20 以下螢幕，並且以側光 (Side View) 為出光方式，筆記型電腦都以此模式設計；20 螢幕以上則使用 R、G、B LED，並且使用直下式 (Direct Type) 光源設計方式，液晶電視幾乎都採此方式。不過 17 或 19 螢幕則不一定，要看使用需求，若工作上對色彩表現要求嚴苛的使用者會需要 R、G、B、直下式光源方式，其他則使用白光 LED。Side view 的優點是可以很薄，缺點則是中間不容易照到光線，因此在大尺寸面板，各廠商大多都採用直下光源。而直下光源的缺點就是不容易做得薄，但光源較夠。大尺寸面板的 LED 背光源有幾種較著名的方式，包括一般的 RGB 3 in one，Lumileds 的 Luxeon Direct、Tama、Stanley 的 Tandem 等，Diver-white 是晶電所開發的技術。

由於液晶電視成長快速、需求量增加，至今仍使用冷陰極燈管(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL)作為主要的背光源，其成本與技術較目前發光二極體的背光源產品差異甚大，就CCFL與LED背光模組之比較，LED背光模組具發光效率低、價格高、良率、散熱及設計等問題必須面對，是LED背光源亟需克服之難題。但是冷陰極燈管演色性偏低及含汞，不利於環保，而且在亮度及色彩表現上尚未滿足消費者的需求。近年來，全球各大TFT LCD 面板廠及背光模組廠積極研發，以發光二極體當作背光模組；例如2004年日本Sony首次推出LED背光源之LCD TV，2005年繼續推出新一代LED背光源以取代原來之CCFL，Samsung於2006年9月上市型號LE40M91的40LED背光LCD TV，使得以LED為背光源市場深受矚目，也加速其他業者研發及邁向商品化之腳步。然而由於成本上之考量，因此除LED外，相關廠商亦尋求CCFL 之其他替代方案，如EEFL⁶⁹及FFL⁷⁰等。但在電路控制、背光機構、散熱問題及高耗電量等技術尚待解決，因此，未來若能加速LED於背光之技術提升與降低量產成本，且能符合大眾期待的價格，才是LED TV 競爭力所在。表10所列 為各類型背光源之技術比較表(以32LCD TV為例)。

⁶⁹ EEFL (External Electrode Fluorescent Lamp；外部電極冷陰極管)結構與CCFL 非常類似，最大差別在於EEFL 電極位在外，透過其外置電極間產生的電場形成燈管的發光體。傳統的CCFL，每一個Inverter只能對二支燈管，燈管數多，Inverter數亦增加，相對的消耗功率及產生的熱量也提高。以32 LCD TV 為例，EEFL 至少僅需1 個Inverter，CCFL 至少需8 個Inverter，使得EEFL 可大幅減少Inverter 使用數量，僅需1 個Inverter 驅動多根燈管，故背光模組結構簡單，成本較CCFL 減少10%~20%。CCFL 因電極位在燈管內部，其使用Inverter 量隨著燈管數增加而增加，故耗電量較EEFL 高出20%換句話說，在相同電力驅動下，EEFL 亮度較CCFL 高，故可省去稜鏡片使用。CCFL 電極位在燈管內部缺點尚包括，燈管玻璃與金屬(電極部份)膨脹係數不同，易造成CCFL 漏氣現象；另一缺點是，當電極遇熱會產生濺鍍，故造成CCFL 壽命較EEFL 短。雖EEFL 背光模組較CCFL 具成本優勢，然EEFL 亦有以下缺點，因EEFL Inverter 啟動電壓大，易造成Inverter 受損，故EEFL 的Inverter 開發上較為困難。再者，EEFL 電場較高，當電極溫度上升時，易產生針狀灼痕，導致EEFL 可靠度降低，此亦為EEFL 發展較慢原因。

⁷⁰ FFL (Flat Fluorescent Lamp；無汞平面背光)是一種最新研發的光源顯示技術，FFL 其特色有以下幾點，一是結構簡單，只需1 個燈源(lamp)及1 個Inverter；二是因FFL 平面光源分佈平均，故不需使用擴散片；三是因FFL 光源向上發光特性，故不需使用反射片；四是FFL 型狀可配合TFT LCD 面板大小。然FFL 背光源亦有幾項缺點，一是散熱問題，因FFL 為一大型光源，其散發出熱量與PDP 相當，故FFL 需有一獨立冷卻系統來控制FFL 所產生的熱能。該技術採用氙氣(Xe)為光與電之間的轉換材料，具備無汞的環保要求，和普通採用水銀為光電轉換材料的螢光燈有所不同，所發出的光源類似PDP之發光原理，因此較CCFL及LED更易形成均勻之面光源。目前全球較積極開發FFL 廠商為三星康寧精密玻璃，該公司由Osram 授權，三星電子為第一個使用三星康寧精密玻璃FFL 背光模組於40 LCD TV 產品的廠商。台灣有發展FFL 的廠商則包括由Osram 授權投入開發的中強光電，及2006年3月奇美與台達電合資成立的奇達等。

表 10 各種背光源之技術比較

各背光源之技術比較表 (以32LCD TV為例)				
項目	CCFL	LED	EEFL	FFL
色階	72%~95%	104%	72%	75%~85%
燈泡壽命 (小時)	15,000~60,000	70,000~100,000	60,000	60,000~100,000
技術	墮性氣體	RGB LED	電極塗佈	PDP技術
優點	電氣與光學特性安定性高、耐震、發光效率佳	壽命長、色採飽和度佳、體積小、環保	Inverter可以驅動多根燈管、低功率耗電	不含汞、壽命長、光學模用量少成本低
缺點	含汞、Inverter需求高	成本高、散熱問題	成本高、散熱問題	散熱問題、導入過程漫長
代表業者	Harrison、Sankeon、Kumho Electric、威力盟、台達、敦吉	Lumileds、Osram、SEMCO、連勇、中光電、瑞儀	Harrison、Wooree、ETI、NEC、LPL	Osram、Samsung Corning、中光電、奇達
成本 (2006 Q1)	USD113	USD347.2	USD104.4	USD103.2

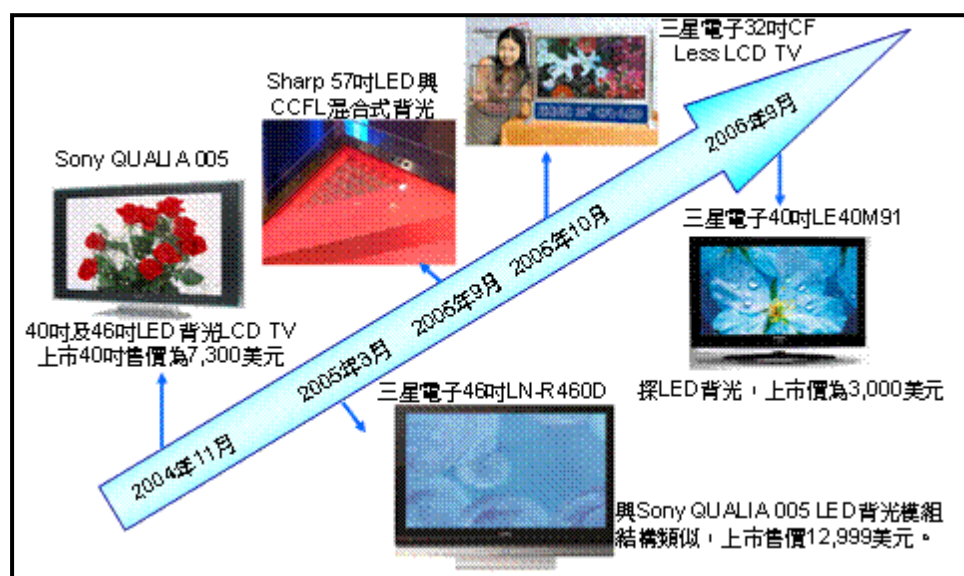
資料來源：拓璞研究所、IEK。本研究整理

二、產品發展及市場

圖24所示為LCD TV用LED背光之產品發展歷程，而全球首度採用LED 背光模組的LCD TV是Sony於2004 年發底表型號QUALIA 005 的LCD TV，然當時40耗電量470W、46 耗電量550W，需加裝風扇及導熱管散熱，導致背光模組厚度達10 公分，再加上高達約100 萬日圓的售價，使該機種市場反應不佳。

再者是Samsung 於2005 年3 月推出46 LED 背光LCD TV，因背光模組結構與Sony QUALIA 005 類似，且售價頗高，故在消費市場無受到太多關注。半年後，Sharp 推出紅色LED 與CCFL 混合式背光LCD TV，雖強調膚色表現，但目前售價高達90 萬日圓左右。幾乎在同一時間，Samsung 又開發出全LED 背光、但省卻彩色濾光片 (Color Filter；CF) 的LCD TV，然因受到畫面傳輸速度較慢限制，該類機種仍在研發改善中；但於2006 年9 月上市型號LE40M91 的40 LED

背光LCD TV，已改善Sony 先前TV 用LED 背光模組許多缺點，最大不同處在於，除背光模組已省卻風扇及散熱槽裝置外，由於Samsung 該產品LED 背光亮度明暗範圍可控制在30%~100%，故背光模組耗電量僅120W，再加上採用區域控制技術，使得動態對比可提升至1 萬：1⁷¹。



資料來源: 各廠商, Digi Times Research 2007/01

圖 24 LED 背光於 LCD TV 應用進程

根據南韓研究機構 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%⁷²，如圖25所示。而全球LCD TV 用LED 背光模組市場規模將由2007 年僅1.4 億美元，至2010年增長至14億美元，如圖26所示。

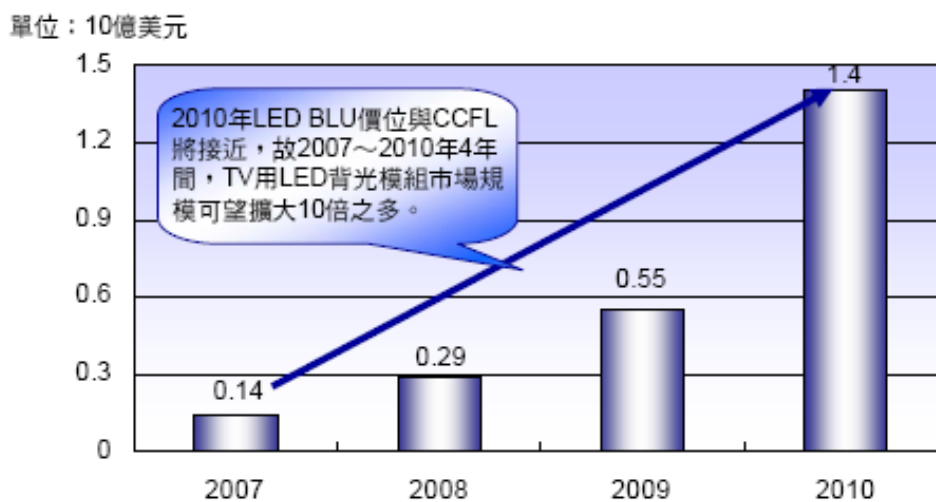
⁷¹ Samsung 公司網站產品資訊

⁷² Micro-Electronics Magazine 255 期 2007/06 p.44



資料來源：Displaybank, March 2007

圖 25 LED 背光模組市場趨勢--出貨量 (2006-2010)



資料來源：DigiTimes Research, 2007/1

圖 26 年 LCD TV 用 LED 背光模組市場規模預測

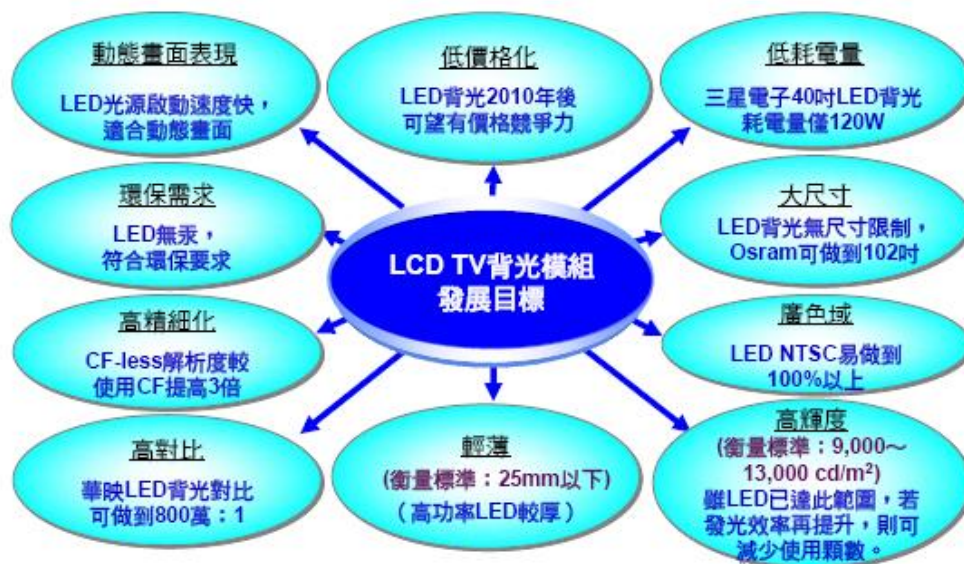
三、未來發展趨勢

然而目前LCD TV 用LED 背光缺點包括成本高、均一性不佳、光學設計複雜，及規格不一等，導致發展尚未成熟，然在LCD TV 背光模組之規格要求項目中，

LED背光具有高速動畫表現、環保需求、高解析度、高對比、大尺寸應用及廣色域等優勢，故LED 適合應用於LCD TV。

LCD TV 用LED 背光具發展潛力另一原因為LED 產業鏈參與者眾，包括LED業者、TFT LCD 業者、背光模組業者及系統廠皆參與其中，甚至彼此間發展有所重疊領域，故解決上述LED 問題所耗時間應不致過久。相對的，其它光源（除CCFL 外）則僅有少數業者開發，如EEFL 僅有LPL陣營開發較為積極；HCFL 因專利問題，故限於Philips 開發；FFL 因三星康寧精密琉璃取得來源較易，為目前少數有量產廠商。因上述背光源為非眾所熟悉的光源，故產業鏈建立較為困難，而技術成熟度更低，因此開發時程相較LED 則更為延後。

LCD TV 因面臨價格高度競爭市場，雖三星在2006 年9 月上市40 LED 背光LCD TV，但並無法獲利；LED 背光LCD TV 成本高，售價又要能與CCFL 型LCD TV 匹敵，致使其它廠商導入LED 背光LCD TV 時程較慢。然LED 為LCD TV具發展潛力背光源，待與CCFL 價差接近後，即可望見到LED 背光產品大量出現，因此LCD TV背光模組未來發展目標如圖27所列。



資料來源：DigiTimes Research，2007/1

圖 27 LCD TV 背光模組未來發展目標

第三節 LED之智慧財產經營規劃

壹、智慧財產之管理與運用

知識經濟時代下，智慧財產的經營管理是產、官、學、研各界所必須面臨的重要課題。無論是高科技或是傳統產業其智慧財產的經營管理決定公司存亡成敗⁷³。因此，唯有將智慧財產加以管理與運用，才可以在知識經濟時代中創造世界級的競爭力。而智慧財產管理所涉的專業人才包括法律、科技、管理；除了專業人才的需求外，其經營管理也與政府的政策、法務運作制度、及暢通的技術訊，都有密切的關係。且智慧財產⁷⁴如同其他企業資產一樣，需要善加管理與運用才是企業價值創造的來源。然對於智慧財產之運用方式有很多種類型，包括自行商業化智財保護之產品與服務；授權給他人利用；與他人進行交互授權、成立策略聯盟，甚至合資共組事業；直接賣斷給他人；或透過擔保或證券化之方式作為融資工具等。同時若要能掌握新技術與科技發展之趨勢，競爭對手的專利佈署與研發動態及新的市場機會，並確認潛在的授權對象、可能的侵權者及避免侵害他人智慧財產，企業也必須規劃有效的智財監控策略，定期監控相關的智慧財產資訊來源以掌握發展動態，因此，企業應該在具體個案中選擇最適利用其智慧財產以獲得最好的收益，不論是在國內或是跨國企業之經營上。

貳、智慧財產的經營方法

智慧財產若是經營得法，可以為企業創造可觀的收益，不管是透過新產品的產銷，或是將智財授權他人實施而收取權利金，或可以提出侵權訴訟要求賠償，甚至以智財作價投資獲取他公司股票。然長期以來，台灣企業對於智慧財產的管理僅侷限在專利上的申請與佈署，顯少有公司是透過產業結構而有規劃的去累積智慧財產，因此，台灣推展智慧財產20多年來並無創造顯赫的經濟利益⁷⁵。有鑑於

⁷³ 參考劉江彬，黃俊英，智慧財產管理總論，華泰書局，2004年，P5

⁷⁴ 參考劉江彬，黃俊英，智慧財產管理總論，華泰書局，2004年，P20；智慧財產範圍包括有：(1)文學、藝術及科學著作；(2)藝術家表演、錄音著作及廣播組織；(3)人類各領域之發展；(5)工業設計；(6)商標、服務標誌及商業名稱和命名；(7)反不當競爭之保護；(8)營業秘密；(9)積體電路佈局。

⁷⁵ 參考周延鵬著，虎與狐的智慧力

此，前鴻海法務長周延鵬律師乃提出『智慧資源規劃』⁷⁶的觀念及方法論，用以建構及經營智慧財產。因此，智慧財產的經營必須建構在產業結構⁷⁷的連結，以及與特定產業供應鏈和價值鏈具有因果關係，並有系統且有效的將智慧財產權各類業務與企業各經營構面同步交叉連結，進而發展出與有體財產等值或超值的無體財產。

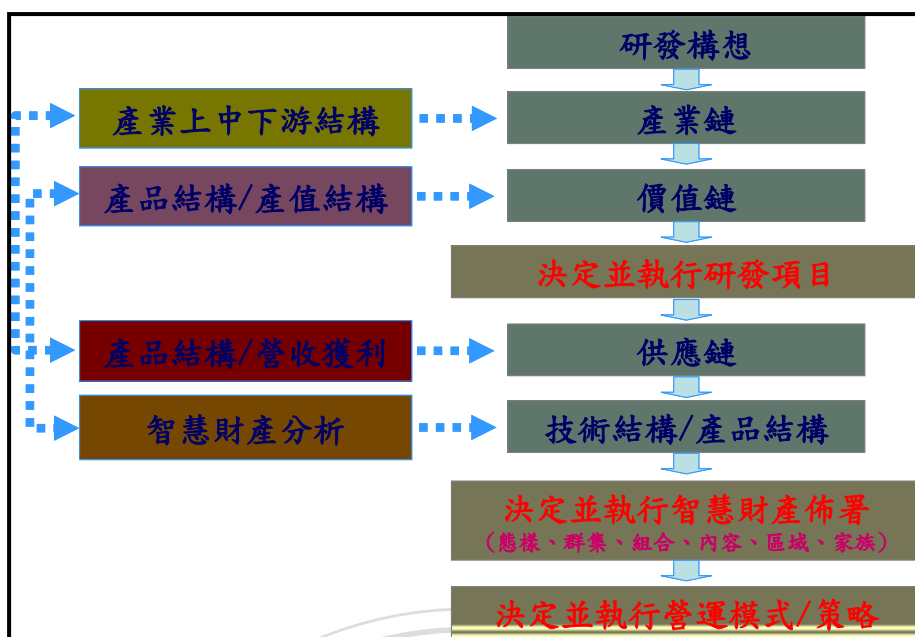
本研究藉由智慧資源規劃之方法論進行研究，首先以LED產業之產業結構為背景，透過產業結構、技術結構、產品結構及營收結構加以觀察並建立智慧財產經營之重要構面，如智慧財產之品質與價值(以專利佈署為例)，進而分析LED產業領先場商之專利佈署分析，進而提供企業決策參考。

一、LED產業結構與智慧財產

產業發展與上中下游產業結構、產業鏈、價值鏈、技術結構、產品組合、營收結構、規模經濟及全球競爭息息相關，如圖28所示，以及在投資、技術和產品的發展也與產業主要廠商的智慧財產緊密結合，因此探討智慧財產的產業結構化，必須從產業結構來研究分析和經營管理其所屬產業有關的智慧財產權的型態、權能、組合和佈署，也須從產業鏈和價值鏈來研究分析和經營管理其所屬產業有關智慧財產權的作價投資、授權、技術移轉、侵權訴訟，也從其所屬產業的技術結構和產品組合來提升有關智慧財產權的經營效率，才能從規模經濟和全球競爭的觀點，發揮智慧財產權的綜效，如圖29所示。

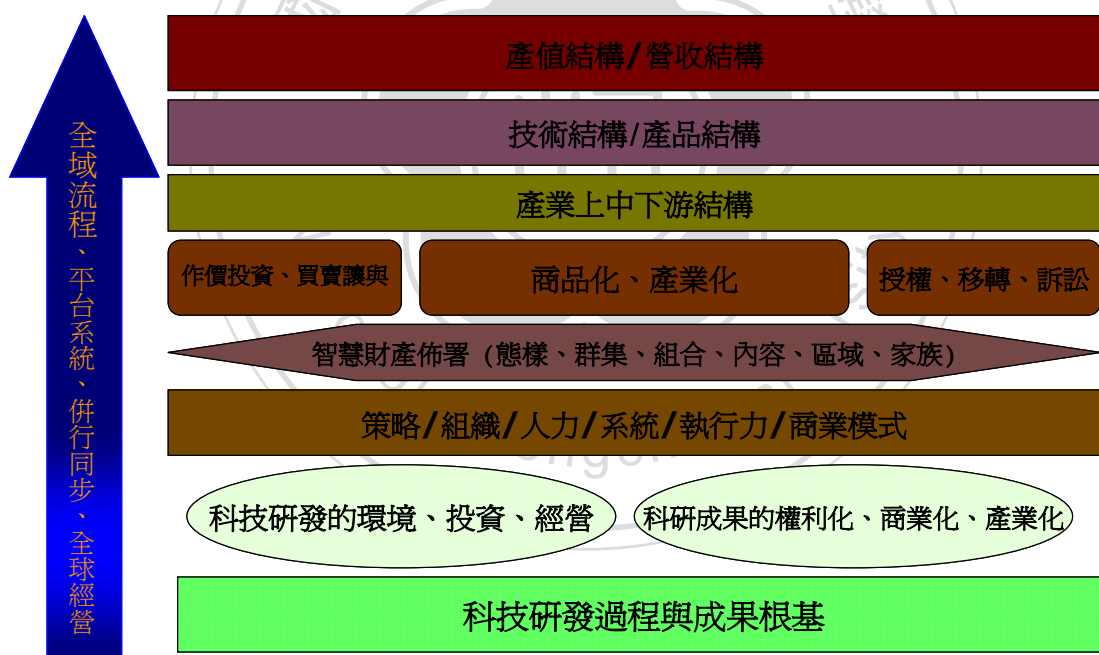
⁷⁶ 智慧資源規劃(Intelligence Resources Planning, 稱之「IRP」)係指利用資訊、網路及無線通訊科技技術，以知識管理(Knowledge Management)為基礎，以資訊整合和創新(Integration and Innovation of Information)、組織記憶(Organizational Memory)及全流程服務(Total Access)為策略，連結有形產品，規劃無形的智慧財產權、技術、市場等智慧資源，據以快速並精確的支援企業研發、製造、行銷、財會、租稅、採購、人資、資產、智財、投資及資訊網絡等經營管理決策，俾企業即時具體付諸執行，達到企業特定商業規模和效益。

⁷⁷ 同註 30。如果了解產業結構的上中下游，就可以選擇合適的智慧財產形態(專利、商標、著作權、專門技術、營業秘密等)，而非一律專利化。



資料來源：周延鵬，虎與狐的智慧力

圖 28 智慧財產產業結構化的執行步驟



資料來源：周延鵬，虎與狐的智慧力

圖 29 產業結構與智慧財產佈署

(一) LED 上中下游產業結構

發光二極體產業結構可區分為最上游之設備與材料；設備則以MOCVD設備為主、材料包括有：基板、螢光粉、有機金屬以及封裝所需之金線、導線架、封裝膠(Epoxy、Silicone)、與散熱基板。LED依製程分工層次可分為上、中、下游以及應用市場，上游主要為單晶成長及晶圓切片，所生產產品為單晶片、磊晶片。由於LED的光色與亮度表現在這一階段已由材料與長晶品質決定，故其技術難度較高，附加價值亦大。中游產品為晶粒，是將上游磊晶片製作電極，進行平台蝕刻後，切割磊晶片，最後再將磊晶片崩裂成單顆的晶粒。晶粒切割的良率為技術重點。下游產品為封裝完成之LED成品，係下游產業將單顆晶粒依各種市場需求包裝成各種應用產品，如指示燈、數字顯示器、點矩陣顯示器、紅外線發射器等產品。封裝的技術難度隨著晶粒越小而難度愈高，同時，封裝技術能力的多樣化也是提升利潤與競爭力的關鍵。應用市場上，則將LED燈泡配合驅動電路及模組設計，製成各種顯示幕、看板、交通號誌...等，如表11所示。

表 11 LED 產業結構

MOVCD 設備(Veeco, Axtro, Thomas-swan, 日本酸素)		
材料(基板、螢光粉、有機金屬)以及封裝用材料(金線、導線架、封裝膠(Epoxy、Silicone)、散熱基板)		
上游：磊晶	中游：晶粒	下游：封裝
晶元+多元材料薄膜(二元化合物、三元化合物、四元化合物、GaN系化合物)	LED 元件結構需求→金屬蒸鍍→光罩蝕刻+熱處理→基板磨薄+拋光→切割	Wire Bond+導線架→各型態LED(燈泡型、字元顯示型、點矩陣型、集束型、表面黏著)
日美歐韓台大本國洲國灣陸	日美歐韓台大本國洲國灣陸	日美歐韓台大本國洲國灣陸
應用產品(資訊通訊電子、家用消費型電子、大型廣告看板、交通號誌、汽車、大尺寸液晶電視背光源)		

資料來源：虎與狐的智慧力，2006/03；本研究會製

(二) 技術、產品結構

LED光源有紅、綠、藍及白光，其因不同基板與發光層材料配合不同的磊晶生產技術，其種類則如表12所示。以GaP 與GaAsP 材料生產的LED 亮度較低，即為一般所稱之傳統LED，是截至目前為止最普遍使用的發光材料。AlGaAs 與AlInGaP 由於是直接能隙的高效能光轉換材料，所生產的LED 在亮度上較傳統LED 的亮度高出許多，屬於高亮度LED，近年來隨著應用範圍的普及化而開始被廣泛大量使用，其中AlGaAs 採用LPE 技術，而AlInGaP 則採MOCVD 技術。自1993 年日本(Nichia)成功的推出GaN 藍光LED，實現了全彩(full color)化的夢想，AlInGaN 則是當今最熱門的材料，透過MOCVD 的磊晶技術，可製作高亮度純綠光及藍光LED，在藍、綠光發展成功後，LED 業者便開始往白光照明目標邁進。而技術差異最大的就是在白光LED⁷⁸，如同上節中所述之方法，其開發基礎於藍光LED技術；封裝方式採SMD。

表 12 LED 之光色、基板及磊晶製法與相應廠商整理

光 色	基 板	磊晶成長		波長 (nm)	廠商/研究機構				
		發光層材 料	磊晶法		日本	美國	歐洲	台灣	韓國
紅 光 (R)	GaP	GaP:Zn,O	LPE	700	Sumitomo, Sharp			信越光電 ⁷⁹ ,漢光科 技,鼎元	
		GaAsP	VPE+ 擴散	650	Shin-Etsu	General ⁸⁰ Electric, Monsanto		崇越,漢光	
	GaAs	GaAsP	VPE+ 擴散	660	Hitachi, Mitsubishi	Monsanto	英國 EPI(砷 化鎵 HBT 磊晶片)	全新(砷化鎵HBT 磊 晶片)	

⁷⁸白光 LED 的生產技術主要可分為兩種，第一種方式運用螢光材料將藍光 LED 或 UV-LED 所激發的光轉換成白光，稱為 Phosphor Converted-LED，第二種方式稱為 multi-chip LED，它是經由組合兩種(或以上)不同顏色光的 LED 而產生白光。而白光 LED 以 InGaN 系以及 AlInGaN 系為中心高效能之 LED 市場。

⁷⁹ 崇越科技與信越集團合資成立信越光電股份有限公司。

⁸⁰ General Electric(用 GaAsP 首次將紅色 LED 商品化);Monsanto(GaAsP/GaAs 磊晶技術的第一個專利)。

光色	基板	磊晶成長		波長 (nm)	廠商/研究機構					
		發光層材料	磊晶法		日本	美國	歐洲	台灣	韓國	
			LPE(DH)	660	日立電線, 昭和電工 (Showa Denko), STANLY, Sharp, Furukawa Electric				巨錄, 漢光, 興光	
		AlGaInP	MOCVD	635-644	Toshiba, 昭和電工, 日本信越光電, Sunken 電器 (高功率)	HP, LumiLeds, IQE ⁸¹	OSRAM Opto Semiconductors	晶元光電, 國聯光電, 勝揚, 璨圓, 洲磊, 廣錄, 華上, 泰谷, 連威, 連勇, 元砷及聯詮, 高平磊晶, 全新、博達, 漢光		
紅橙光	GaAs	AlGaInP	MOCVD	612-615	Toshiba	HP, Hewlett-Packard		鼎元, 國聯, 晶元, 全新, 光寶, 洲磊, 廣錄, 華上, 勝陽, 連威		
橙光	GaP	GaAsP	VPE+擴散	630				漢光		
黃光	GaP	GaAsP	VPE+擴散	590				漢光、國聯		
	GaAs	AlGaInP	MOCVD	590	Toshiba, Sunken 電器 (高功率)	HP, LumiLeds	OSRAM Opto Semiconductors	晶元光電, 國聯光電, 璨圓, 洲磊, 廣錄, 華上, 泰谷, 連威, 連勇, 元砷及聯詮, 全新, 漢光		
黃綠光	GaP	GaP	LPE	570	Showa Denko, Shin-Etsu			信越光電, 漢光科技		
	GaP	GaP:N	LPE	565	Showa Denko					

⁸¹ 應用於 3G、無線網通與 LD。

光色	基板	磊晶成長		波長 (nm)	廠商/研究機構				
		發光層材料	磊晶法		日本	美國	歐洲	台灣	韓國
綠光	GaP	GaP	LPE	565	SANYO ELECTRIC ,S HOWA DENKO	HP		國聯	
	Sapphire	GaN	MOCVD	520	Nichia, Toyoda Gosei	Cree, AXT	Osram Opto Semiconductors	鴻程, 晶元, 洲磊, 廣 鎔, 華上, 勝陽, 聯亞, 連威	Samsung, LG Innotek
藍光	Sapphire	GaN/GaN nN	MOCVD	470	日亞, Toyoda Gosei, 星和電 機, Rohm	Gelcore	Osram Opto Semiconductors 、 Vishay	華上, 連勇, 新世紀, 璨圓, 晶元, 國聯, 洲 磊, 廣鎔, 泰谷, 連威, 元砷及聯詮	Samsung, LG Innotek, 全北大學
		AlInGaN	MOCVD		Toshiba, 昭和 電工	HP		國聯光電, 全新	
	SiC	GaN	VPE	470	SUMITOMO, Sanken Electric	Cree, Uniroyal Technology			
	SiC	SiC	VPE	470		Cree ⁸²			
藍綠	Sapphire	GaN	MOCVD	505	Nichia	Gelcore		晶元, 泰谷, 新世紀	
	SiC	GaN	MOCVD	505		Cree			
白光	Sapphire	藍色 LED+黃 色螢光粉			日亞, Toyoda Gosei	LumiLeds ⁸³ , GELcore	OSRAM		
	ZnSe	CdZnSe ⁸⁴			Sumitomo Electric	Cree		博友光電 ⁸⁵	

⁸² Cree 發明 Thin Gan 技術，提高晶粒的散熱效果。

⁸³ LumiLeds 是做暖色系的白光 LED；GELcore 主要是要應用在交通號誌、看板以及照明上。

⁸⁴ 通電後使薄膜發出藍光，同時部分的藍光與基板產生連鎖反應，發出黃光，最後藍、黃光形成互補色而發出白光。

⁸⁵ 博友光電資本額為 3 億元，其中博達持股 6 成、日本住友持股 4 成。策略聯盟的合作方式為，製造方面由博友生產白光 LED 磊晶片和晶粒，再外包給下游 LED 廠封裝為 Lamp 最終產品；銷售方面由博達負責日本以外市場，住友則負責日本內銷市場。

光色	基板	磊晶成長		波長 (nm)	廠商/研究機構				
		發光層材料	磊晶法		日本	美國	歐洲	台灣	韓國
	ZnSe	GaN-LE D+InGaP AlInGaP				美國 Boston 大學光子研 究中心			
紫外 光 LED 加上 RGB 螢光 粉來	GaN-LE D+InGaN /GaN				Toyoda Gosei, 東芝			詮興	
RGB 三色 LED					Citizen, Sharp, 三菱電機	Lumileds		宏齊,力旭 ⁸⁶	
one chip 白光 LED									Knowledge*On, Samsung Advanced Institute of Technology, LG Instituteof Technology

資料來源：本研究整理

LED 產品亦可區分為可見光 LED 及不可見光 LED 兩大類，若進一步將可見光 LED 區分為標準型 LED、高亮度 LED 及超高亮度 LED 三大產品，其中標準型 LED 多指二元化合物及三元化合物，包括 GaN 系列之外的 GaP、GaAsP 及 AlGaAs 等產品。超高亮度 LED 則指 AlGaInp 的紅、橙、黃色 LED，GaN 藍、綠、紫和紫外光 LED 等。而高亮度 LED 則係指超高亮度 LED 以外之四元化合物、GaN 系 LED 及白光 LED。一般而言，標準型 LED 主要應用市場包括 3C 家電及資訊電子產品等，而高亮度 LED 及超高亮度 LED 則應用於背光源、交通號誌、戶外全彩看板及一般照明等。圖 30 為 LED 技術結構。

⁸⁶ 宏齊(自有技術及專利)；力旭(技轉日商三菱電線 (MCI) 紫外光 LED 晶粒技術)。

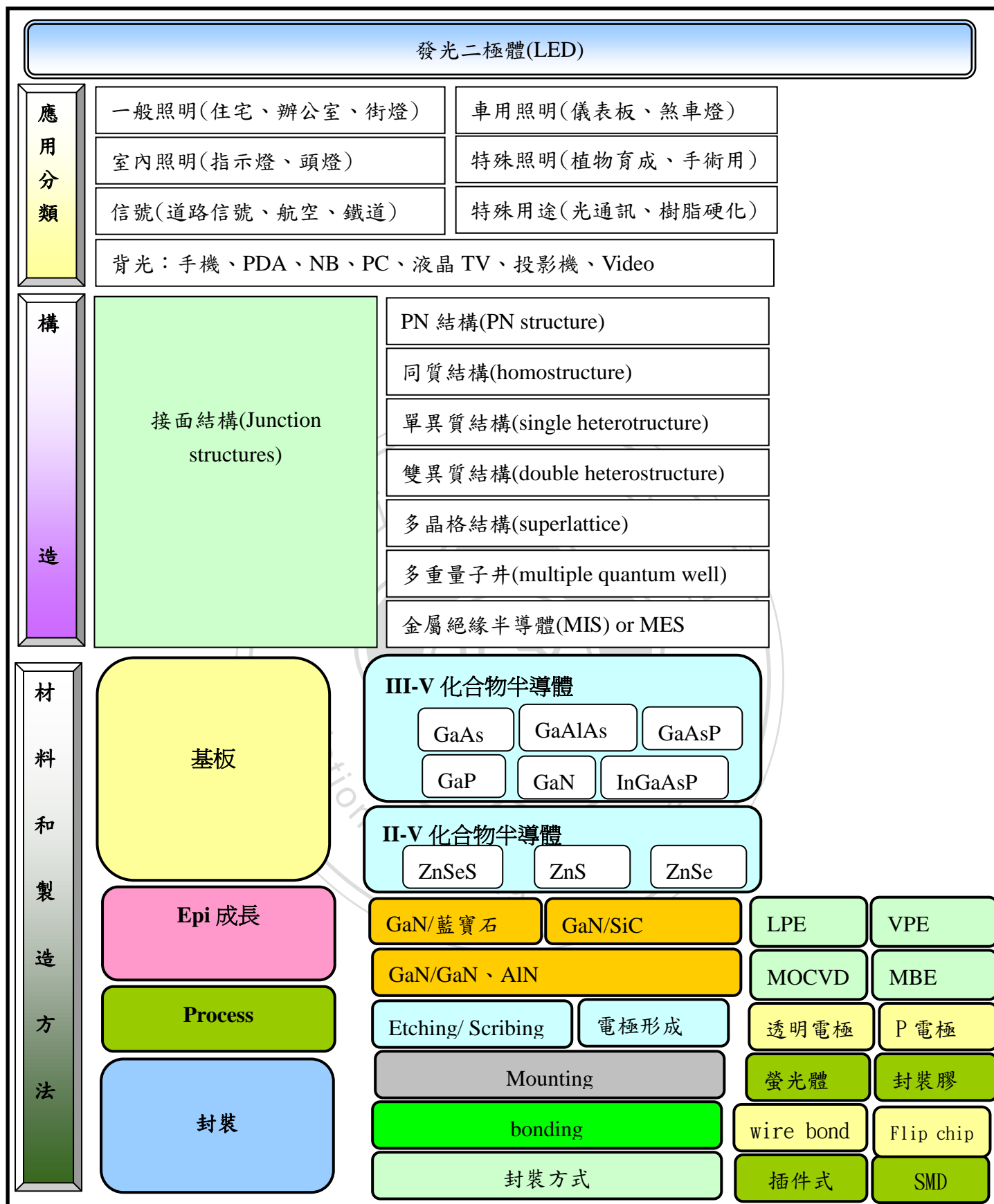
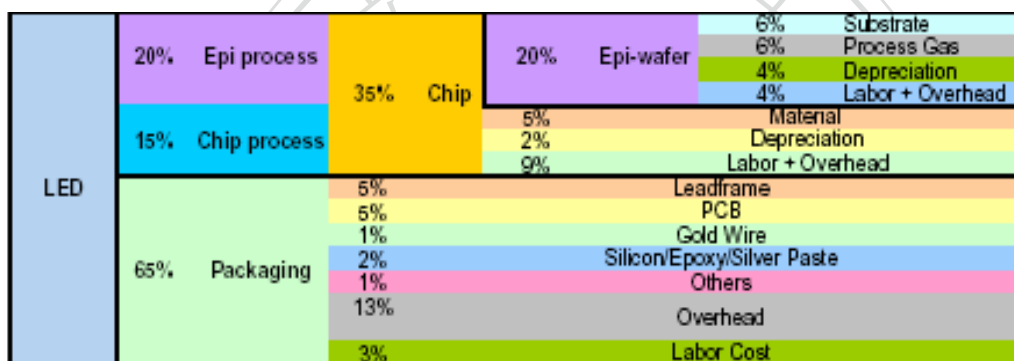


圖 30 LED 技術結構

(三) 成本結構

以 LED 產品結構而言，其產品組成亦可區分為磊晶片、晶粒及封裝三個部分，根據 DIR 的統計資料，如圖 31 所示，LED 產品係以下游封裝所占成本比重最高，達 65%，其次為磊晶片的 20%及晶粒的 15%，其中人力成本與經常費用合計高達 29%，為 LED 產品之重要成本項目。而在材料項目支出方面，因產品的不同則有所差異，其中磊晶片中基板比重占 LED 比重達 6%，而占磊晶片比重則高達 30%，此亦即國內越峰等廠商積極擴展藍寶石基板產能的原因所在，氣體則亦占磊晶片之 30%。晶粒方面，其材料成本項目占 LED 產品 5%，而占晶粒整體成本比重則達 33.3%。封裝部分，導線(Leadframe)及 PCB 均占 LED 產品之 5%，合計占封裝比重則達 15.38%，整體而言，材料項目占 LED 比重高達 30%，居 LED 成本結構項目之第一項，人力成本與經常費用之合計比重則居第二大，顯示 LED 產品主要成本項目在於材料支出與人事經常費。



資料來源：各公司，DIR(2007.10)

圖 31 LED 產品之成本結構圖

觀察本產業各家主要廠商之成本結構如表 13 所示，近年來由於我國 LED 主要上游原物料螢光粉及藍寶石基板均掌握在日係廠商，歷年來均超過五成以上必須依賴自日本進口，因此各年均以直接原物料佔製造成本比重最高，每年均超過五成以上。近年來由於高亮度及超高亮度 LED 發光效率及亮度等技術持續提升下，LED 的應用領域由手機持續擴充到汽車、面板背光源、交通號誌及路燈等應用市場，對 LED 的需求大幅提昇，因此在各廠商相當看好未來 LED 市場的潛在龐大需求量的情況下，使得我國 LED 廠商積極擴充產能，帶動我國 LED 主要廠商之合計製造成本均呈現逐年成長態勢，其中主要以其他製造費用成長最大。

表 13 發光二極體業主要廠商之成本結構

	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 上半年
折舊及攤提/製造成本	10.36%	10.44%	11.55%	9.48%	9.47%
直接原物料/製造成本	62.24%	58.62%	63.75%	64.54%	62.68%
直接人工/製造成本	6.12%	5.97%	5.80%	5.97%	5.23%
其他製造費用/製造成本	21.28%	24.97%	18.89%	20.01%	22.61%

註：本表主要參考我國上市(櫃)主要廠商包含光磊、億光、鼎元、晶電、東貝、佰鴻、璨圓、宏齊及華上。

資料來源：各公司財務報告書，台灣經濟研究院產經資料庫整理(2007.11)

二、智慧財產的品質與價值

智慧財產有好的品質，才能充分發揮智慧財產的排他性。倘若專利沒有品質，縱使它具有價值，也是徒然沒有意義，因為沒有品質的專利終將被主張無效或不可執行，當然也沒有價值實踐的機會；反之，若專利有品質，則其價值的實踐是較有可行性，但也不盡然，因為還繫於有品質的專利須具有技術及市場的商業價值⁸⁷。本研究討論的範圍是以專利為主，討論專利分析方法、專利品質與專利價值的重要性，以及如何實踐於智慧財產的經營與管理中。

(一) 專利分析方法

專利分析(Patent Analysis)係指先將專利資料中所需利用的部份，轉化成可供分析的專利資訊，再以不同方法加以分析，其分析的方法眾多，本研究以產業、產品及技術結構為主進行專利組合分析，茲分述其定義如下：

專利組合(Patent Portfolio)：是Brockhoff於1992年所提出的概念，可作為評估公司在某特定產業或技術上的研發定位，亦可將產業技術作細部劃分後，進而評估公司在相關技術類別上的研發能力之優勢(strengths)與劣勢(weaknesses)。故其可運用於分析競爭公司之研發能力概況，進而提供公司進行研發規劃之參考。

專利組合方法可分為公司層面與技術層面之應用⁸⁸，茲分述如下：

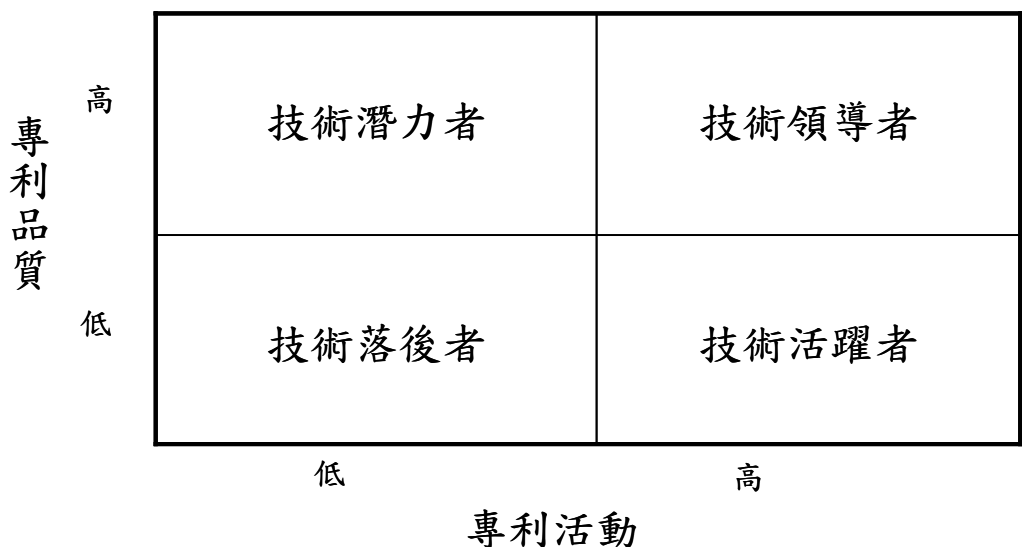
(1) 公司層面之應用

公司層面之專利組合方法是以二個專利指標構面所建構⁸⁹，如圖32所示。

⁸⁷ 引用周延鵬著，一堂課 2000 億一書(2006)，P.36

⁸⁸ 1998 年 Ernst 初步將此概念運用於公司與技術層面。且於 2003 年進一步提出可運用專利品質指標在技術層面的專利組合法中之相對技術佔有率構面。

⁸⁹ Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities-an empirical application in



資料來源：Fabry, B., Ernst, H., Langholz, J., & Koster, M. (2006), 本研究繪製。

圖 32 公司層面之專利組合

橫軸代表專利活動，其以公司專利數量衡量公司的研發活動；縱軸代表專利品質，其以專利獲准率、有效專利率、美國專利佔有率、專利引用率四個專利指標的加總作為衡量公司的專利品質。而Ernst則考量公司規模會影響公司專利行為與評估公司研發的有效性，故將專利活動除上研發支出(R&D expenditure)，稱之為專利效能(Patent Efficiency)。故以專利品質與專利活動為構面可將公司分為技術領導者(Technology leaders)、技術潛力者(High potentials)、技術活躍者(Activists)、技術落後者(Poor dogs)四種類型，進而以整體層面評估公司的研發定位。

(2) 技術層面之應用⁹⁰

此為Brockhoff所提出，其以電子製造公司為舉例對象，且將公司技術劃分為數各技術類別進行分析。Ernst則以21家歐洲、日本機械工程領域公司所擁有之專利技術細分為五個技術類別，進行專利組合分析。故在進行專利組合分析時，可將公司所擁有的專利技術作更細部的分類，增加專利組合的運用性。技術層面之專利組合法是以三個專利指標構面所建構，如圖33所示。

the nutrition and health industry. World Patent Information, 28(3), 215-225.

⁹⁰ Patent portfolio for strategic R&D planning, Journal of Engineering and Technology Management, 15(4), 279-308.
Ernst, H. (2003). Patent information for strategic technology management, world patent information, 25(3), 233-242.

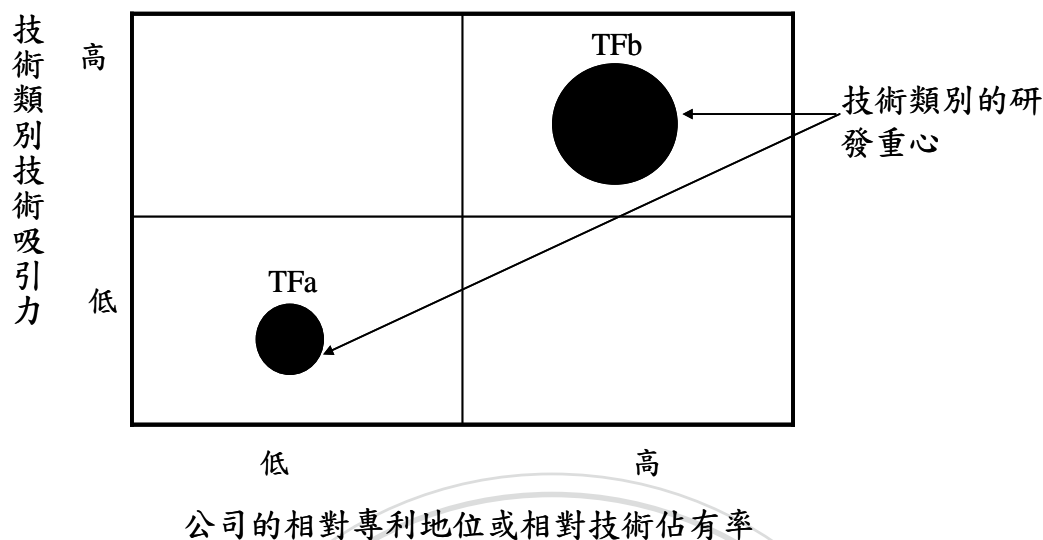


圖 33 技術層面之專利組合

資料來源：Ernst, H. (1998a). Patent portfolio for strategic R&D Planning，本研究繪製。

橫軸代表相對專利地位，以專利數量來衡量公司在相關技術類別的研發定位與標竿公司間的差距。然而，單考量專利數量衡量公司的相對專利地位，可能會忽略專利本身具有的品質，若能加入專利品質指標的考量，可使專利組合法更具客觀性，且相關研究已證實專利品質指標與公司的市值、績效以及技術強度有正向相關。因此，Ernst於2003年進一步修正其於1998年所提出之技術層面專利組合中之相對專利地位構面，加入專利核准率、技術範圍、專利家族、專利引用率等四個專利品質指標，稱之為相對技術佔有率；縱軸為技術吸引力(Technology Attractiveness；TA)，以相對專利成長率與相對專利發展潛力來衡量相關技術的發展性、圓圈大小為研究重心，以公司在某技術類別的專利數量佔公司所有技術類別專利數量的比率衡量公司在相關技術類別的研發重心⁹¹。

而專利組合可在相關技術類別中，分析公司的研發能力之優勢與劣勢。Ernst於1998年則針對如何有效的運用專利組合提出建議，如表14所示。

此外，於周延鵬所著之虎與狐的智慧力一書中亦有提到作專利組合中最重要的就是專利申請範圍，尤其是以獨立項為主的技術結構的組合，倘若能清楚的掌握此資訊，對於

⁹¹ 由圖中可知，公司若處在技術吸引力高的技術類別(TFb)，且擁有高的相對專利地位或相對技術佔有率；再者，公司在該技術類別有高的研發重心，則代表此公司可持續投入此技術類別的研發。反之，若公司處在技術吸引力低的技術類別(TFa)，且擁有低的相對專利地位或相對技術佔有率，公司亦在此技術類別有較低的研發重心，則應減少研發投入，往其它技術類別發展。

整體之智慧財產經營管理的方法將會有大幅的改變，在整體佈署上就不會有為專利而專利的情形，或空泛的佈署⁹²。

表 14 運用專利組合之建議

應用方面	建議
一般	廣泛方法評估所有相關技術(如：競爭者技術、供應商時間架構在專利與市場活動需一致)
專利分類	以產品/技術結構為基礎，使用完整的專利資料(如：摘要) 僅以IPC分類號作專利的分類是有問題的 技術專家是不可缺少的
相對專利地位	若是以全部公司相互作比較，則以最強的專利權人為標竿 若是以相互競爭的公司作比較，則以最強的競爭者為標竿 包含專利的品質指標(如：專利引用率、有效專利率或國外專利佔有率)

資料來源：Ernst, H. (1998)

縱上所述，透過專利組合法的運用可以用來協助公司瞭解產業內其他競爭者的專利佈局、研發動向、研發優勢與劣勢，亦可進一步提供公司研發主管制定研發規劃，以及確定研發、產銷、市場等營運決策之參考依據。

(二) 專利品質

實務上對於專利的品質⁹³，通常是指專利須具備

- (1)專利之新穎性、非顯著性及揭露性等要件，此需要全面檢索、比對及分析所有相關習知的專利、文獻及產業訊息，完成真正是堅若磐石的發明，並使他人難以主張無效或不可執行；
- (2)權利範圍之文字、字句的精確性以及其權項組合的涵蓋性與邏輯性，此需要歸納出所屬產業技術領域慣用文字、字句的精確定義、語法及其範疇大小、上下位關係⁹⁴，以及權利範圍主張之獨立項和附屬項之各項組合及其所涵蓋的技術或產品最大範疇與邏

⁹² 周延鵬著，虎與狐的智慧力(2006)，P.108

⁹³同註 33。周延鵬著，一堂課 2000 億一書(2006)，P.36

⁹⁴ 上位概念是指廣義的概念，而下位概念則是較為狹義、特定的概念，例如黏著劑市郊水的上位概念。

輯合理性，並使他人難以迴避繞道而行；

(3)專利家族佈署與相應產品或技術產銷之牽連性，此須專利保護及技術實施手段是必要的，而且須佈署於相應產業聚落地及市場地域，才不致於徒勞無功。

因此，專利品質應是生產出來的，而不是用公式分析出來的。要言之，專利的品質取決於發明人和專利律師的知識、經驗和能力，以及其研發和專利化作業流程的專業和紀律要求、執行，而且亦須符合相應國家專利審查作業規範和實務。這些品質要素均非現行專利品質分析公式及其指標所能涵蓋及內化的，因此，這些公式及指標僅可作為參考，對於專利品質分析並非有用。

(三) 專利價值

專利的價值⁹⁵，通常是指專利在技術及市場的商業價值，而且通常須反映於：(1)專利的商品化、產業化程度及其帶來的營收獲利情形；(2)專利的授權、買賣活動及其帶來的權利金、價金金額；(3)專利的作價投資及其轉換的股權數與可變現金額；(4)專利的侵權訴訟活動及其帶來的損害賠償金額等交易換價實現。此外，專利商業價值上需要有組織、人才、策略、步驟、系統及商業模式等各項配套及經營技能，始有實現可能。而學者Ernst針對科技管理領域提出專利相關的應用與價值，如表15所示。

表 15 專利價值於科技管理的應用

	技術創造	技術儲存	技術使用
專利功能	專利價值	資訊	保護
內部	研發投資決策的支援(例如：競爭者監控與技術評估)	研發與知識管理中的資源管理	產品、製程、服務的有效保護
外部	外部技術創造的確認與評估(例如：購併、策略聯盟)		專利組合的策略性(例如：交互授權)與經營性(如：專利銷售)價值最大化

資料來源：Ernst, H.(2003).

⁹⁵ 同註 51。

三、小結

綜上所述，若能透過產業結構、產品結構與技術結構，了解產業結構的上中下游，即有利於選擇合適的智慧財產型態(專利、商標、專門技術、營業秘密等)進行佈署。再者利用專利檢索方式並依據系統、模組、元件展開，就可獲知不同公司，在不同領域之專利分佈，並將此分析與產業鏈、價值鏈、產品結構、技術結構相對應，進而連結到各公司的營業額和利潤的結構，即可得知各公司核心技術的分佈以及各公司核心業務與其專利有無直接、間接關聯。亦可由此資訊中，獲知競爭廠商其技術是否領先以及其存在的優勢，然對台灣廠商是否存在威脅性。



第三章 LED 領先廠商專利佈局分析

知識經濟時代的來臨，智慧財產之知識管理成為產業經營者所重視的一項投入因素，無論國家政府或產業界均以其擁有之智慧資產作為衡量未來競爭力的指標；其中又以專利代表的技術創新能力備受矚目。雖有許多衡量產業發展的方法，但由於近年來對專利資訊的利用，可用來支援經營管理與商情策略的參考，因此專利分析亦成為產業界的重要工具，不僅高科技產業希望能經由專利技術之分析確實反映產業的技術現況，政策制訂者亦以此作為衡量創新研發成果與科技發展方向的依據。因此，對台灣LED產業發展而言，當務之急除致力技術研發以及累積自身專利之保護傘外，如何藉由專利所提供的訊息瞭解當今產業技術現況，以作為輔助企業決策者參考用，成為相當重要的課題。

有鑑於此本研究以LED產業以及應用於大尺寸液晶背光源技術之專利佈局為研究，首先於第一節分析LED產業結構；並於第二節說明LED之技術結構拆解，並於第三節說明檢索目的、範圍與方法；最後於第四節則進行專利檢索及分析。然本研究主要藉由第四節所獲得之專利，分析LED領先廠商其所擁有的專利技術分佈矩陣，提出台灣廠於專利佈署上之機會，以及台灣廠商的優劣勢分析。

第一節 LED 產業結構分析

本文於文獻探討中已簡述LED之產業結構，本節即透過產業報導、市場分析及公司年報，蒐集與彙整資料後，將LED產業主要之廠商分佈繪製成圖34所示之LED產業鏈。

第三章 LED 領先廠商專利佈局分析

MOCVD GaAs	日本酸素 日亞 豐田合成	Nissin Electric Hakuto Enterprises	Veeco	AIXTRON THOMAS SWAN EPI							
材料基板	Kyocera TANAKA 日亞 SHINKOSHA SANWA SEIMITSU KOGYO WAKO BUSSAN 松下電器 日立電線 古河機械金屬 東京農工大學 Motorola 日立電線 信越半導體 Nikko	Bridge stone 住友金屬 Six-on 日本GAISHI FUZIKURA 住友電工 豐田合成 昭和電工 三菱化學 產總研 新日鐵 住友金屬	Honeywell TDI Kyma AXT M/A COM Cermet	Airtron Cree Sensor Electronic Technology Crystal IS	俄羅斯歐普 石英單晶廠 VNIISIMS Monocrystal Umicore (比利時)	中興晶 華上 鑫晶鑽 合晶 越峰	兆遠 兆晶 漢昌 金敏精研 連威	Sunsung Comtechs 漢揚大學 慶北大學	釜山大學 東國大學 LG Electronics	天津賽法 中電46所及河 北工業大學信 息功能材料所	
材料螢光粉	Matsushita 日亞化學 日本化成 三菱化學	Toyoda Gosei 日本根本化學	Intematix Gelcore	GE OSRAM	Leuchtstoffwerk Breitung GmbH Tridonic	南帝化工	韓國化學技術 研究院 光州科學技術 院	大連路明 北京有研稀土 天津大學 理學院	瀋陽光能 天津理工大學		
材料有機金屬	Sumitomo Rohm&Haas	UBE	Shipley	kzo Nobel/ Epichem							
材料導線架	住友金屬礦山 Enomoto			德國Poeschl Electronics	歌捷(Auge)	順德工業 建通精密 一詮精密	復盛 金利精密 利汎科技	康強電子 品質電子	永紅電子		
材料Epoxy	Epifine	Nitto	Hysol			宜加	義典				
材料Silicone(矽樹脂)	信越半導體 GE-Toshiba	Dow Corning Toray									
	日本	美國	歐洲	台灣	韓國	大陸					
上游	日亞 Stanely Toshiba Nitride 星和電機	Sunken 電器 TG Rohm	Lumileds GelCore Oriol	Cree Bridge Lux Inc	Osram	全新 新品電 華上 鼎元 先進電AOT	璨圓 晶專 信越 巨鋒 漢光	三星 LG Innotek Epi-Valley Knowledge* On	LG AUK Epi-plus Itswell	美明 世紀晶源 江西聯創 安美光電 江西福科 長電智源 華聯電子 廣州亮達 北京聖科 通士達照明	大連路美 上海藍寶 青島奧龍 三安電子 廈門明達 廈門三安 山東華光 河北匯能 廣州普光 上海光毅科 技 方大國科
中游	日亞 TG	Rohm	Lumileds GelCore	Cree Bridgelux	Osram	晶電 晶專 鼎元 漢光 洲磊 新世紀 泰谷 旭明光電	華上 光磊 聯亞 廣錄 台科 璨圓 先進電AOT	三星 Ninex Knowledge* On LG Innotek	AUK Optoway	路美 上海藍寶 深圳奧倫德 金橋大農 南昌欣磊 三安電子 華聯電子 安美光電 方大國科 長電智源 世紀晶源 上海光谷科 技	上海藍寶 上海藍光 山東華光 奧雷 通士達 照明 深圳東莞福地 北京睿源 廈門明達 河北立德 天津工業大學
下游	日亞 TG Citizen Toray 松下電工 Sharp	Rohm Toshiba Stanely OMROM 星和電機	Lumileds GelCore	Cree Avago	Osram Vishay	光寶 佰鴻 東貝 華興 立碁 光鼎 李洲 恆嘉 冠輝 新強 華泰	億光 宏齊 艾笛森 台灣球旦 連營UPEC 單井 雅新 今台 先益 先進電AOT	三星 Ninex Lumimicro Knowledge* On 漢城半導體	AUK LG Innotek Luxpia Seoul Semiconductor LG Electronics	華聯電子 真明麗 龍騰光電 深圳量子光電 廊坊鑫谷光電 廈門華聯電子 上海金橋大農 江蘇鎮江奧雷 天津天星電子	福日科光 光寶電子 佳光電子 超毅光 佛山國星光 電 廣州鴻利光 電子 上海光毅科 技 浙江富陽新 穎電子 浙江學波和 普

圖 34 LED 產業鏈

茲就產業鏈中所列之各項資訊，分述如下：

一、MOCVD 設備

MOCVD 設備製造商主要有兩家廠商，分別是德國 AIXTRON 公司(英國 THOMAS SWAN 公司已被 AIXTRON 公司收購)和美國 VEECO 公司(其併購美國 EMCORE 公司)。其中 AIXTRON 公司(含 THOMAS SWAN 公司)大約占 60-70% 的國際市場占有率，而 VEECO 公司約占 30-40%。其他廠商包括日本的 NIPPON Sanso 和 Nissin Electric 等，其市場僅限於日本境內。而日本之日亞公司和豐田合成公司生產的 GaN-MOCVD 設備不在市場上銷售，僅供自用。另一日本之 SANSO 公司所生產的 GaN-MOCVD 設備也僅限於日本市場銷售。

二、材料

LED 之主要材料分別為：基板、螢光粉、有機金屬及封裝用之散熱基板、導線架與封裝膠。其中將基板、螢光粉與散熱基板等材料做細部化分類，說明如下：

1. 基板

不同光源所使用之基板與製作方式亦不相同，表 16 所示為全球 LED 基板、磊晶與晶粒製造廠商分佈。藍寶石基板以日本廠商為最多，包括有：Kyocera (京瓷)、WAKO BUSSAN、SANWA SEIMITSU KOGYO、SHINKOSHA、Rubicon、TANAKA 等。美國僅有 Honeywell；而台灣有中美晶、華上、鑫晶鑽、合晶、越峰、兆遠、兆晶、漢昌、金敏精。歐洲地區有俄羅斯國營石英單晶廠 VNIISIMS 與 Monocrystal。日本住友電工與日立電線於 GaAs 基板之生產，2 家佔全球 50% 以上市場占有率，而昭和電工、三菱化學、同和礦業(DOWA)、信越半導體(Shin-Etsu)、Freiberger 與 Nikkou 亦有生產之 GaAs 基板。美國則有 AXT、M/A COM、Airtron 等公司。於 GaP 基板方面只有日本廠商有生產，以昭和電工、住友金屬礦山、信越半導體及三菱化學為全球 GaP 基板之主要廠商。InP 基板則以住友電工及昭和電工為主要生產廠商。

此外，於高亮度藍、綠光 LED 所使用之 GaN 系基板，仍集中於日本與美國。日本之廠商有：松下電器、住友電工、三菱化學(利用自主開發的 HVPE 法生產底板)、古河機械金屬、日立電線、昭和電工與東京農工大學。美國廠商有：TDI、Kyma、AXT。而 GaN 之磊晶片，以日亞與豐田合成市佔最高，其是以藍寶石基板為主要之基板材料。美國之 Cree 也是製造 GaN 磊晶片之主要廠商，但其使用之基板材料是以碳化矽為主。

由此可知，於基板之製造主要仍以日本及美國廠商為主，台灣與韓國廠商較傾向仰

賴進口。

表 16 LED 基板、磊晶與晶粒製造廠商

廠商	GaAs								GaP				InP			GaN	
	基板			磊晶					LED	基板	磊晶		LED	基板	磊晶		磊晶
	HB/HGF	VB/VGF	LEC	VPE	LPE	MOCVD	MBE	Chip	LEC	VPE	LPE	Chip	LED	VPE	MOCVD	or LED 晶片	
住友電工		○			○								○				
日立電線			○		○												
信越半導體								○		○	○						
昭和電工								○		○	○		○				
三菱化學								○	○		○						
住友金屬								○									
日亞化學																◎	
豐田合成																◎	
HP			○	○	○			◎	○	○		◎				○	
CSI	○	○															
AXT		◎						△	←VGF				○	←VGF			
Airton			◎										○				
M/A COM			◎										○				
Crystacomm													○				
Cree																◎	
Spire						○											
KOPIN						○											
QED							○										
Uniroyal																△	
GELcore																△	
Osram				○	○	○		◎	○	○	◎			○		△	
Vishay				○	○			◎	○		◎						
Picogiga							○										
WT	○	○	○						○				○				
Freiberger			○														
EPI						○								○			

廠商	GaAs								GaP				InP			GaN
	基板			磊晶				LED	基板	磊晶		LED	基板	磊晶		磊晶
	HB/HGF	VB/VGF	LEC	VPE	LPE	MOCVD	MBE	LED Chip	LEC	VPE	LPE	LED Chip	LED	VPE	MOCVD	or LED 晶片
LumiLeds																△
Opio Tech								◎				◎				
Lite-on								◎				◎				
TYNTEK								◎				◎				
High Light								◎			○	◎				
UEC								◎				○				
Epistar								◎	○	◎						△
Procomp								○								△
Optel								◎				◎				
Samsung					◎		△					◎				△

資料來源：2007 年日本金屬系材料研究開發センター報告之工業レアメタル，本研究繪製

註：◎:表示主力商品；○:表示中量、大量生產；△ 表示:少量生產 or 開發中

2. 螢光粉材料⁹⁶

應用於螢光粉之材料主要可分為 (Y,Gd) AG、Sulfides (硫化物)、Silicates (矽酸鹽)、Nitrides (氮化物) 及 TAG 五大類，參見表 17 所列之主要螢光粉廠商。

表 17 螢光粉材料與廠商

廠商	(Y,Gd) AG	Sulfides	Silicates	TAG	新的氮化物
日本	日亞化學		三菱化學、Toyoda Gosei、Matsushita		根本化學、日本化成
美國		GE	Intematix、GE		
歐洲		Osram		Osram	

⁹⁶ 螢光粉被用在發光和顯示產品上，已達半個世紀之久。自一九三八年鎢酸鎂、鎢酸鈣、矽酸鋅等螢光粉的發明，到五〇年代，已由早期的螢光性化合物逐漸發展至複雜的複化合物，如鹵磷酸鈣，及至七〇年代末，則偏向含氧鹽與稀土化合物的研發，以氧氟化鏷系螢光粉為基體，添加鉍、鉛、鈹為活化劑，而形成雙重活化的氧氟化鏷系螢光粉。近來更有稀土三基色螢光粉的開發，如氧化鈮、氧化鏷等稀土族氧化物。至今，螢光粉的種類已達 30 多種，其中研發技術純熟的硫化鋅族，最常使用在陰極射線管顯示器上。而氧化鈮具有量子效率高、化學穩定性佳等優點，現已廣泛運用在日光燈與電漿顯示器等產品中。

廠商	(Y,Gd) AG	Sulfides	Silicates	TAG	新的氮化物
台灣			南帝化工(Nantex)		
韓國					
大陸		巍巍光能 (硫化鋅)	大連路明、北京有研稀土、天津 大學理學院、天津理工大學		

上表所列的螢光粉材料廠商，詳細說明如下：

- (1) (Y,Gd) AG：主要以鈾(Ce)當活化劑使之發光，並利用稀土族釷(Gd)元素來調整顏色，具有光譜不對稱特色，為目前發光效率最佳的螢光粉，其缺點為僅添加 Gd 的 YAG 發光效率會因溫度升高而下降，因此散熱問題為 (Y,Gd) AG 的最重要課題，此外，由於有使用稀土族元素，因價格高致使成本無法進一步有效降低，故並非長遠的解決方案。
- (2) Sulfides：具有半導體性，因此有較佳的激發性能，故轉換效率最高，不過因具有硫，會產生化學反應，故壽命最短。
- (3) Silicates：Toyoda Gosei 為首家將 silicates 商品化的廠商，而 Osram、GE 及 Matsushita、Tridonic 及 Intematix 亦有生產此產品，其中 Matsushita 為較晚加入之廠商。
- (4) TAG：Osram 為最早開發之廠商，主要使用純氮，發光波長偏向橘紅光，而 Nichia 則除了氮以外，並加入氧，此可解決 (Y,Gd) AG 的演色性問題，且由於使用波長連續，因此對藍光的吸收較佳。
- (5) 新的氮化物：目前為 Osram 公司用於激發白光 LED 所使用之螢光粉材料。

綜上所述，目前全球 LED 市場係以氮化物應用最多，且 Nichia 將氮化物結合 YAG，開發出解決效率、演色性符合全色溫的 LED 產品，為目前全球使用最多的 LED，不過由於台灣主要係取得 Osram 之專利，因此主要以生產 Osram 所開發出的氮化物 TAG LED 產品為主。

3. 散熱基板

隨著 LED 晶粒亮度的提升，單顆 LED 的功率瓦數亦從 0.1W 提高至 1W、3W 及 5W 以上，而 LED 封裝模組的熱阻抗 (Thermal Resistance) 也從早期的 250 至 350K/W 大幅降低至現在的小於 5K/W 以下。由於此技術發展，使得 LED 面臨到嚴苛的熱管理挑戰，LED 的比熱較 IC 低，溫度升高時不僅會造成亮度下降，且溫度超過 100°C 時將加速元件的劣化，那麼 LED 元件本身的散熱技術就必需進一步改善以滿足高功率 LED 的散熱需求。因此，散熱基板即成為重要之材料。而散熱基板的種類有：傳統 PCB 板與軟式

PCB板、MCPCB(金屬基板)、陶瓷基板(Ceramic)、DBC(覆銅陶瓷基板)、金屬基板複合材料、高功率LED導熱基板及鋁鎂合金。對低功率及低熱流密度的LED封裝，傳統的PCB基板即可滿足需求。但對於高功率LED(>1W)而言，MCPCB則是目前市場的主流。國內外主要的散熱基板廠商分佈如表18所示。

表 18 國內外散熱基板廠商

種類	傳統 PCB 板	軟式 PCB 板	MCPCB	Ceramic 陶瓷基板	DBC (覆銅陶瓷基板)	金屬基板 複合材料	高功率 LED 導熱基板	鋁鎂合金
日本	Citizen、松下電工、星和電機	DENKA、Metron	三洋電機、電器化學 (Denka)	Kyocera、Towa				
美商	Lumileds		Bergquist、NRK、Laird			DS&LLC	Lamina Ceramics	
台灣	雅新、佳總、競國、聚鼎、旭德	新揚科、聚鼎	聯茂、先豐、照敏、工研院材化所、遠碩	九豪、禾伸堂、鉉鑫、同欣		工研院材化所		鴻準、華信精密
德國					Curamik			
英國			TT Electronics					

資料來源：亞東投顧；本研究整理。

以台灣廠商觀之，茲就 PCB 板及陶瓷基板各廠商技術分述如下：

- (1) 雅新：採用的是自行研發出的奈米超導基板之 LED 散熱專利，並買斷台灣高標公司之 BIC(Build in Chip)技術。
- (2) 競國：為國內唯一生產小尺寸LED基板的PCB廠商。

- (3) 佳總：佳總已取得LED散熱鋁板結構專利，專利保護範圍為LCD顯示器的部分，佳總之LED散熱鋁板最大的關鍵技術在黏合膠之配方，經實驗可降低溫度約6度，可有效應用在高發光功率LED(>60W)。
- (4) 聚鼎：其產品主要可分為硬式散熱板、軟式散熱板，其利用本身材料專長及現有製程上成熟的壓合技術，獨家開發軟式散熱基板，因此成功獲世界散熱材料大廠日本DENKA的合作，主要應用在LCD TV及NB等。
- (5) 九豪：國內唯一擁有氧化鋁陶瓷基板生產技術及量產能力之廠商，其關鍵原料配方、技術、機器設備皆完全公司自行掌握。散熱基板約佔其營收比重 6%，由於使用陶瓷作為材料，其散熱技術可從 0~200 瓦(散熱程度最大)，競爭對手有禾伸堂、佳邦、新復興等，客戶有車王電、宏齊、環電等。
- (6) 禾伸堂：LED 散熱基板也屬於陶瓷散熱基板，其優勢相較 PCB 之散熱板薄且可埋入更多之元件達保護效果且使用壽命較長之優勢。已開始出貨車用 7 吋之散熱板
- (7) 聯茂：取得Laird散熱材料代理權後，將針對PCB客戶進行開發，協助客戶導入生產LED多層板的散熱模組，將針對LCD平面顯示器專屬的LED背光板模組(BLU)提供各種解決方案。
- (8) 新揚科：鎖定LCD TV B/L、路燈及一般照明市場，以銅和陶瓷的材質開發散熱係數在20W以上產。
- (9) 鉉鑫：主力發展的低溫共燒陶瓷基板因具有與 LED 晶片相近的熱膨脹係數及高熱傳導率，可以大幅提高產品的可靠度和增加 LED 的使用壽命，目前以廣泛應用於各種一般照明器具、大尺寸電視情境燈模組、裝飾燈、數位相機閃光燈、背光模組及車用產品上⁹⁷。
- (10) 同欣：同欣多年深耕傳統後膜印製製程技術，並結合陶瓷散熱及金屬導體特性，以半導體薄膜觀念開發薄膜電鍍陶瓷基板製程 (DPC)，利用半導體電鍍方式 (DPC) - 鍍金或鍍銀，成功開發出高量度 LED 散熱基板，使整體厚度及材料成本大幅降低，目前已爭取到 Lumiled 與 Cree 兩個大客戶⁹⁸。

具體而言，於散熱基板之製造，除有美國與日本幾家廠商外，大多是台灣廠商。因

⁹⁷ 鉉鑫公司網站-產品介紹 <http://www.elit.com.tw/about-2-1.asp>

⁹⁸ http://www.ledinside.com/tw/news_theil_LED_20080521

此，承文獻探討所述，提升 LED 亮度除了在元件結構進行內部改善外，封裝技術亦是非常重要的，因此散熱基板材料即成為封裝上重要之材料之一，故台灣廠商應善加利用擁有該技術上的優勢，做好最佳完備之智慧財產管理，將目標朝向規模經濟與全球化經濟發展。

第二節 LED 技術結構拆解

將 LED 元件進行技術結構拆解後，如圖 35 所示。依照魚骨圖將 LED 元件區分成「晶片結構」、「封裝結構」、「電路控制」、「應用類型」。其中「晶片結構」主要由基板、發光層之磊晶成長(Epitaxy)，以及電極製作之晶片製程(Process)。「封裝結構」係指晶片以外的所有結構，包含封裝材料、製程(螢光粉塗佈、電極設計)、光學設計(lens 或反射杯)等。「電路控制」包含 driver circuit、color control、power control 等。而「應用類型」則有指示燈、LED 背光模組、顯示器、車用照明等。而本研究於專利檢索時主要是針對 LED 光源(R、G、B、W)之晶片結構以及封裝結構進行，如見圖 35 所示。

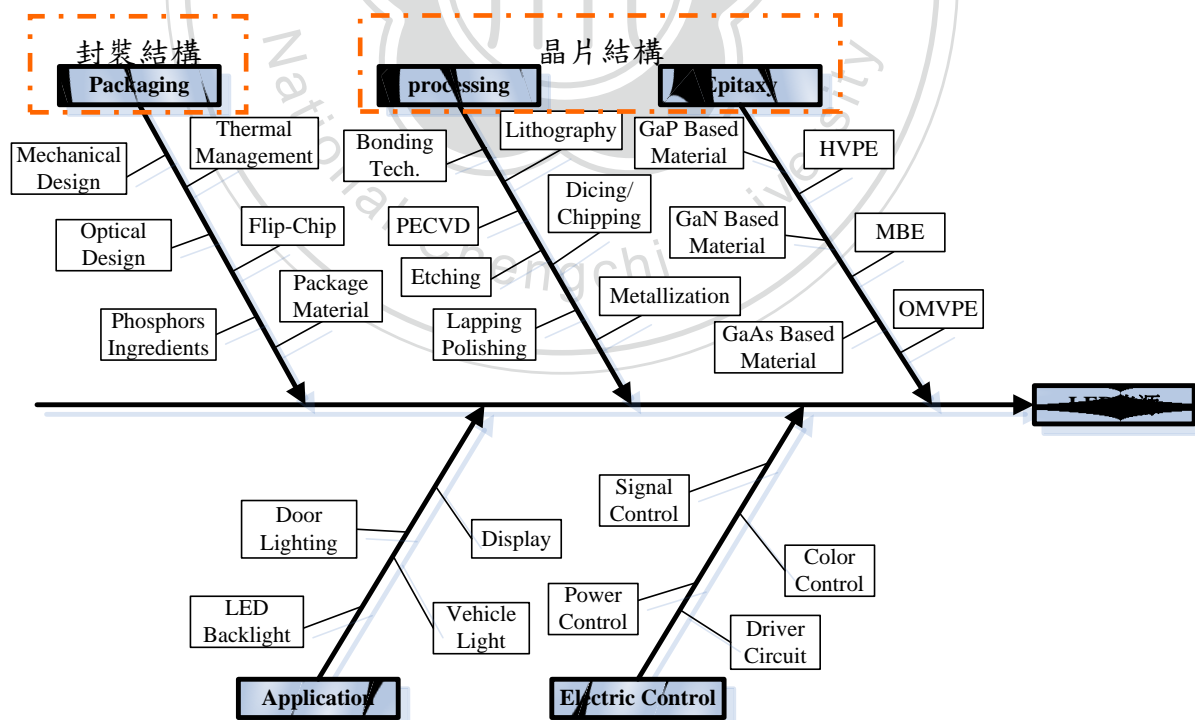


圖 35 LED 光源技術拆解

除此之外，本研究也對於 LED 之各種光源，特別是在高亮度 LED 部份，如何透過結構改善以增加光取出之方法來提升發光效率，彙整如圖 36 所示，並將此技術功效與配合 LED 領先廠商進行相關專利檢索。



LED 結構	windower layer or 電流分佈層、Transparent substrate / Transparent layer、current blocking、DBR 反射鏡(mirror)
晶片發光效率與結構	厚的窗口層+GaP 透明基板
增加內部量子效率	改變活性層(Active layer)之結構-->用厚的雙異質(Double-Heterostructure)或是厚的量子井、光子循環(Photon Recycling)
改進內部結構	增加電流分佈(current spreading)、電流堵賽層(current blocking layer)、用透明基板(Transparent (transparency or transparency) substrate 減少光之被吸收)或反射鏡
改變表面結構及外形	半圓形球面(semispherical surface or lenticular(雙凸透狀))、表面織狀結構(Textured surface)或粗糙面(Rough surface; surface roughening)、用有模型(Patterned)的 sapphire、凹槽形基板、用 CuW 做基板、幾何形狀(Geometrically Deformed Structure)改變之結構-有斜邊(slanting, incline, angled sides)結構、基板上有高反射鏡(omnidirectional reflector)或連接在有金屬反射鏡之基板
薄膜 (Thin Film)	先將 AlGaInP LED 表面鍍上 Au 與有 AuSn 之支撐材料連結在一起，然後將 GaAs 基板除去，再將表面粗造化
大面積	改進電接觸結構，兩邊都有 n-電接觸
覆晶結構 (Flip Chip)	FC LED 之性能是由於封裝改良及電流分佈佳以及光是從 sapphire 面放出之故
超晶格層	用 AlN/AlGaIn/AlGaInN 做量子井在藍寶石基板上,量子井下有 AlGaIn 層及 AlN/AlGaIn 超晶格層,增加光穿透率(transmittance)

資料來源：本研究整理

圖 36 R、G、B 光取出方法

第三節 檢索目的、範圍與方法

一、檢索目的

本研主要是針對LED光源(包括有紅、綠、藍與白光LED)與增加光取出效率之技術，以及應用於大尺寸液晶電視之背光源(主要以產生白光LED為主)，蒐集與檢索技術領導公司相關之專利，進而了解其技術現況以及專利佈署情形等資訊，以作為進行下列研究分析用：

1. 市場佈局概況掌握

承第二章節文獻探討所述之LED產業與應用於大尺寸液晶電視之背光源技術簡介，透過宏觀LED產業結構觀察LED產業鏈之分佈後，本研究主要對於產業結構上中下游之LED技術領先廠商，透過專利檢索找出其對應於該產業內各公司技術分佈及產業鏈位置，目的在快速查掘各領先廠商所擁有之技術與產品或有新興的潛在競爭者以及未來可切入利基點等。

2. 技術結構拆解

由上述之市場資訊獲知產業鏈分佈後，透過產品結構觀察其所使用之技術方法，進而可知其技術結構。利用系統、模組、元件之概念，逐一對LED產品展開技術結構拆解，於本章第二節詳述技術拆解。目的是為了有利於專利檢索及分析。

3. 專利佈局之分析研究

從產業鏈中的某一段加上產品製造流程進行專利檢索，由此專利檢所資訊可看出每個公司在哪一個年度或哪些區域有哪些專利產出，並且透過產品、技術與公司所相對應的專利，產出此領先廠商於各國專利佈局狀況，且由不同年代所產生的專利，進而得知每個公司的專利分佈與佈署情形，同時透過產業結構與上中下游的分佈即可觀察出專利的「位置」(position)。除此之外，透過圖36所列之增加LED光取出之技術方式，以主要領先廠商為主進行檢索，進而整合產業調查資訊與專利分析成果作為LED專利分析資料庫，藉由此資料庫所獲資訊，提供國內廠商未來進行研發工作與專利佈局策略之參考。

4. 蒐集與彙整LED相關之智慧財產活動

此部分將蒐集市場上競爭對手相關訴訟、授權、合資購併等重大訊息並將資訊整合入

前述專利資料庫中，作為觀察主要技術領先廠商近年從事之商業活動。此部分資料來源為重要競爭者公司年報及網站新聞發佈、各國證交所網站之重大訊息發佈、標準組織網站等。

二、檢索範圍及方法

本研究主要以 Delphion 資料庫⁹⁹作為專利檢索。檢索範圍以 LED 光源(紅、藍、綠及白光)各項技術之領先廠商為主，從上游磊晶開始至下游封裝之結構、材料與製程等進行相關技術之專利檢索及分析。

於本文之文獻探討中充分掌握 LED 相關技術背景之後，本研究亦透過 LED 之專業書籍與幾篇 LED 之專利(如：日亞 US5998925, Toyoda Gosei 6844246, Rohm US6084899, OsramUS6066861, Cree US6600175 及 Lumileds US5008718 等)分析其技術內容篩選專業技術用語作為專利檢索用之關鍵字。進行專利檢索前，首先利用關鍵字進行專利初步檢索，其後將所檢索出之專利進行篩選判讀及分類，而判讀的方式以摘要及圖示為主，若於摘要中無法判別其主要技術時，則閱讀專利說明書內容，以利進行專利技術分類用。本研究進行之專利檢索方法與步驟如下所述：

1. 確定檢索範圍：

以紅、藍、綠及白光 LED 之光源技術為主要檢索目標，檢索範圍以 Delphion 資料庫所列之已核准及申請中之專利為主。

2. 尋找關鍵字：

從技術發展介紹，或專業書籍以及上述幾家廠商之專利中，得到技術專業用語之關鍵字。

3. 組合關鍵字：

將所找尋出之關鍵字組合並進行初步檢索。

4. 篩選初步結果：

將初步檢索所得之結果，判讀專利之摘要及圖示，並做技術分類。

5. 技術分類：

將篩選後之專利進行分類，作為後續製作專利地圖分析用。

⁹⁹ Delphio 是從 1997 年由 IBM 所組成的智慧財產網路檢索系統，並從 2000 年新創事業成為獨立的事業體，後來被 Thomson 集團併購後繼續提供專利檢索與分析等相關服務；引述林家聖論文 P.37。

第四節 專利檢索及分析

本研究之專利檢索依據產業結構、產品結構至技術結構拆解，主要以產生 LED 光源(紅、藍、綠及白光)從產業結構上中下游開始首先進行晶片結構與封裝結構之製程專利檢索；再者則對於增加光取出之高亮度 LED 技術方式，進行專利檢索及分析。本研究於檢索時所採用之關鍵字，如表 19 所列，查詢範圍包括：US (Granted), German (Granted), German (Applications), European (Applications), European (Granted), INPADOC, Abstracts of Japan, WIPO PCT Publications, US (Applications)。

表 19 專利檢索條件

分類	關鍵字
Epitaxy	((substrate or (Gallium arsenide) and (Gallium aluminum arsenide) or (aluminum Indium gallium arsenic)) and ((Liquid phase epitaxial) or (Vapor phase) or (Metal organic chemical vapor)) <in> (abstract,claims)
	(epitaxy and ((Gallium nitride) or (Groups III and V) or (silicon carbon)) and (Gallium nitride) or (aluminum Indium gallium nitride) or (aluminum Indium gallium phosphide) or (Indium gallium nitride) and (metal orgain chemical vapor deposition))) and (light emitting diode) <in> (abstract,claims)
Epitaxy by 公司	(epitaxy and (Gallium nitride) or (Groups III and V) or (Indium gallium nitride) or (aluminum Indium gallium nitride) or (aluminum Indium gallium phosphide)and (light emitting diode) <in> claims)) AND ((nichia)
結構	(light emitting diodes) and structure) and ((Junction structure) or homojunctions or heterojunctions or superlattices or (quantum wells))) <in> (abstract,claims)
封裝	((Light emitting diode) or lamp) and((packaged or packing) and((Dice or die chip) and(die bonding) or (wire bonding)or (flip chip bonding) or (lead fram))))
	(light emitting diode package)
封裝 by 公司	((surface mounting) or (Lamp LED) or (top view) or (side view) or (flip chip) or (higrt power)) AND ((nichia)
白光	(phosphor and (luminescence conversion) or downconversion or upconversion or (stokes shift) or (wavelength conversion))
白光 by 公司	(phosphor and (light emitting)) AND ((nichia)

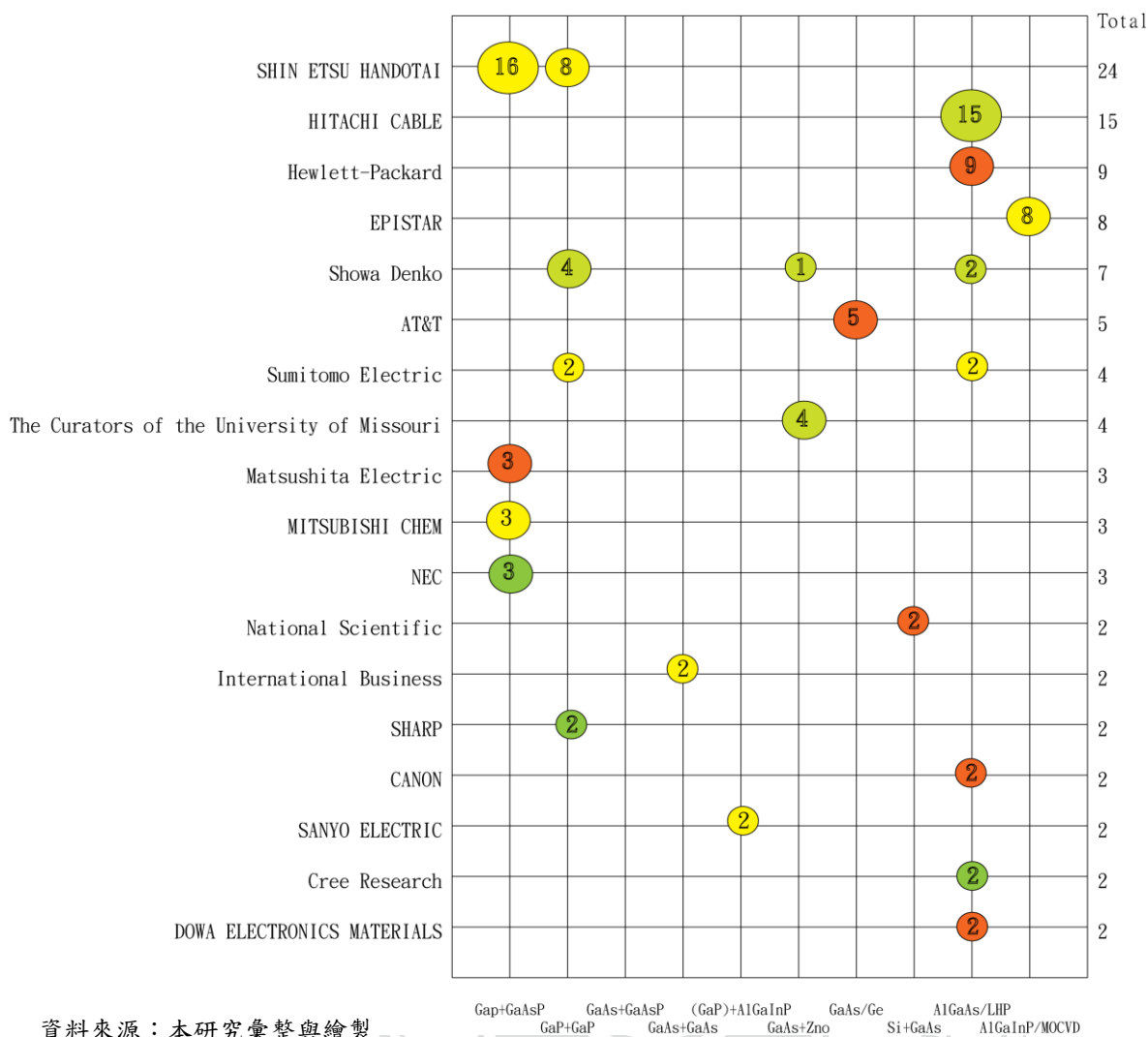
分類	關鍵字
光取出	(((((extracted photoluminescence) or (light extraction)) and((windower layer) or (current spreading) or (Transparent) or mirror)))
光取出 by 公司	(extracted photoluminescence) or (light extraction)

利用這些關鍵字進行專利檢索，並將檢索之結果分析如下，而分析內容有：(一)技術對專利權人之專利數量統計與分類；(二)年代對區域之專利數量分佈。

一、紅光晶片結構

(一) 技術對專利權人之專利數量統計與分類

以((substrate or (Gallium arsenide) and (Gallium aluminum arsenide) or (aluminum Indium gallium arsenic)) and ((Liquid phase epitaxial) or (Vapor phase) or (Metal organic chemical vapor))為檢索條件，主要是對於基板為 GaAs 或 GaP 之磊晶製程檢索，共查詢出 207 筆；其中有 62 筆為過其專利，而有 42 筆之專利屬於其他屬性，包括(8 篇藍光專利、14 篇提升效率之專利、3 篇之高亮度以及 14 篇之綠光專利)，故篩選後依其基板與不同之發光層材料分類後，將檢索結果會製程圖 37 所示。由圖資料中可看出，該專利權人多為日本之廠商，以信越、日立電線所占篇數較多，其次是美國 HP 及台灣廠商品元光電。且日本廠商與 HP 於紅光磊晶片之製作是採 LPE 之方式，而台灣廠商品元光電，則採用 MOCVD 之方式。



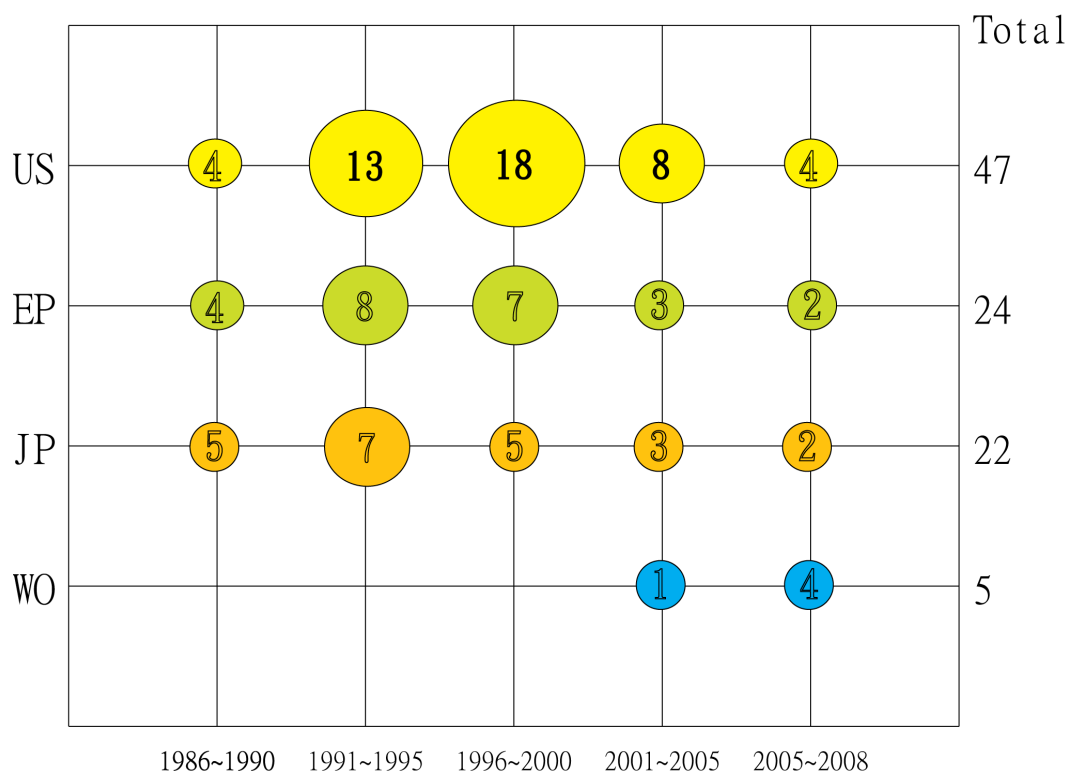
資料來源：本研究彙整與繪製

圖 37 紅光晶片結構-專利權人與技術分佈

(二) 年代對區域之專利分佈

由圖 38 之資料顯示，對於紅、綠光磊晶片之製程技術，最早在 1990 至 1993 年大多為美國 HP 公司所申請之專利，而在 1995 至 2000 年期間，以日本信越及日立電線申請最多，而在 2006~2008 年內有進行該領域技術申請的有日本的昭和電工，是以優先權日 JP2006013514 及 US20060607639 於 WIPO 進行專利申請，其專利技術內容主要為透明基板與有角度之斜邊結構增加光取出效率，申請之專利有：WO7094476A1、WO7091704A1、WO7083829A1 及 WO7073001A1，另申請 US2008087906A1 與 EP1419535B1 之專利則為 Double Hetero Junction 製程專利。

再由區域佈署觀之，各公司專利之區域佈署多在日本、美國、與歐洲；台灣與大陸完全沒有進行申請。



資料來源：本研究彙整與繪製

圖 38 紅光晶片結構-年代與區域之專利數量分佈

此外，GaP 基板於發光層沉積 GaP 或 GaAsP 之 LPE 製造法除了可用於紅光磊晶製作外，於日本廠商中(如信越、昭和電工、sharp 及東芝)則利用技術來製作綠光 LED，本研究亦將此資料彙整如表 20 所列。

表 20 以 GaP 為基板之綠光 LED

Title	Publication Number	Application Date	Publication Date	Assignee/Applicant Name
Method for producing a gallium phosphide epitaxial wafer	US5571321	1994/10/20	1996/11/5	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.
Method for growth of a nitrogen-doped gallium phosphide epitaxial layer	EP735599A2	1996/3/20	1996/10/2	SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY LIMITED
MANUFACTURE OF EPITAXIAL WAFER	JP7142764A2	1993/11/22	1995/6/2	SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD
Method for producing a gallium phosphide epitaxial wafer	EP654832A1	1994/10/24	1995/5/24	SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY LIMITED

Title	Publication Number	Application Date	Publication Date	Assignee/Applicant Name
Method for growth of a nitrogen-doped gallium phosphide epitaxial layer	US5985023	1996/3/22	1999/11/16	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.
Light emitting diode having an improved GaP compound substrate for an epitaxial growth layer thereon	US5302839	1992/7/27	1994/4/12	Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.
Epitaxial wafer for a light-emitting diode and a light-emitting diode	US5986288	1998/2/25	1999/11/16	Showa Denko K.K.
Epitaxial structure for GaP light-emitting diode	US5895706	1997/4/17	1999/4/20	Showa Denko K.K.
Epitaxial wafer for GaP pure green light-emitting diode and GaP pure green light-emitting diode	US5886369	1997/11/6	1999/3/23	Showa Denko K.K.
Gallium phosphide green light-emitting device	US6144044	1998/2/17	2000/11/7	Showa Denko K.K.
LIGHT EMITTING DIODE AND ITS MANUFACTURE	JP20299495A2	1999/4/16	2000/10/24	SHARP CORP
Method for producing light-emitting diode	EP685892A3	1995/5/31	1998/4/1	SHARP KABUSHIKI KAISHA
Method of manufacturing a light emitting diode	US5707891	1991/11/26	1998/1/13	Sharp Kabushiki Kaisha
Method of manufacturing a light emitting diode using LPE at different temperatures	US5652178	1995/6/6	1997/7/29	Sharp Kabushiki Kaisha
Method for producing light-emitting diode	US5529938	1995/5/26	1996/6/25	Sharp Kabushiki Kaisha
Light emitting diode with improved luminous efficiency having a contact structure disposed on a frosted outer surface	US5898192	1996/8/27	1999/4/27	Temic Telefunken microelectronic GmbH
Method of manufacturing green light emitting diode	EP350058A2	1989/7/7	1990/1/10	KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

二、藍光晶片結構

(一) 技術對專利權人之專利數量統計與分類

先以(epitaxy and (Gallium nitride) or (Groups III and V) or (Indium gallium nitride) or (aluminum Indium gallium nitride) or (aluminum Indium gallium phosphide)and (light emitting diode) <in> claims)) 作為檢索初步分析，透過該資訊顯示並彙整該技術領域中之佈署公司如表 21 所列。依國籍區分成日本、美國、歐洲、韓國及台灣等主要佈署公

司。

表 21 藍光晶片結構主要公司

國籍	公司名稱	專利數
日本	Toyodo gosei	299
	Nichia	255
	Rohm	145
	Sumitomo Electric	50
	SHOWA DENKO	49
	Matsushita Electric	23
	TOSHIBA	28
	Hitach Cable	60
美國	Cree	166
	General Electric	51
	GELcore	109
	Avago Technologies	27
	PHILIPS LUMILEDS LIGHTING	189
歐洲	Osram GmbH	116
韓國	SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS	54
	LG Electronics	20
	LG INNOTEK	11
	South Epitaxy	11
	SEOUL OPTO DEVICE	17
	台灣	Tekcore
Arima		30
Formosa Epitaxy		28

其次將表所整理出來之公司，再以(light emitting diodes) and structure) and ((Junction structure) or homojunctions or heterojunctions or superlattices or (quantum wells)檢索條件以及配合公司名稱進行檢索，將檢索結果繪製成圖 39 所示。依元件於製程上之技術類型區分成有多重量子井、同質結構、雙異質結構、超晶格結構及覆晶結構。由圖所得知訊可觀之，日亞公司於藍光晶片結構所申請之專利最多；其分布於多重量子井之專利有 90 件，在雙異質結構有 20 件，超晶格結構有 17 件，以及在覆晶結構上有 12 件專利。

但在同質結構與金屬絕緣結構上則無專利。僅次於日亞之是豐田合成公司，該公司於雙異質結構、超晶格結構及覆晶結構上之專利佈署較多，但仍無金屬絕緣結構之專利。而 Cree 公司則以多重量子井、同質結構及超晶格結構專利申請較多，其與日系廠商相較，Cree 則有 4 件是金屬絕緣結構之專利。而 Philips Lumileds 則是在覆晶結構上大量佈署專利有 57 件之多。Osram 公司在藍光晶片之佈署上是以多重量子井結構申請較多，但其與上述所列之公司相較，其於藍光晶片之專利佈署顯有較少。

此外，韓國廠商三星電機與 LE Electronics 在多重量子井及超晶格結構上也有多件之專利，在金屬絕緣結構之也有申請專利。而在台灣廠商方面，僅有華上與國聯光電之專利較多，華上公司在超晶格結構申請較多；而國聯光電的專利則以覆晶結構為較多，然觀看台灣廠商整體之專利佈署情形比起日本、美國、韓國廠商，其申請的數量顯得就非常少。另外，日本之住友電工、昭和電工及日立電線也有在藍光晶片結構上進行專利佈署。



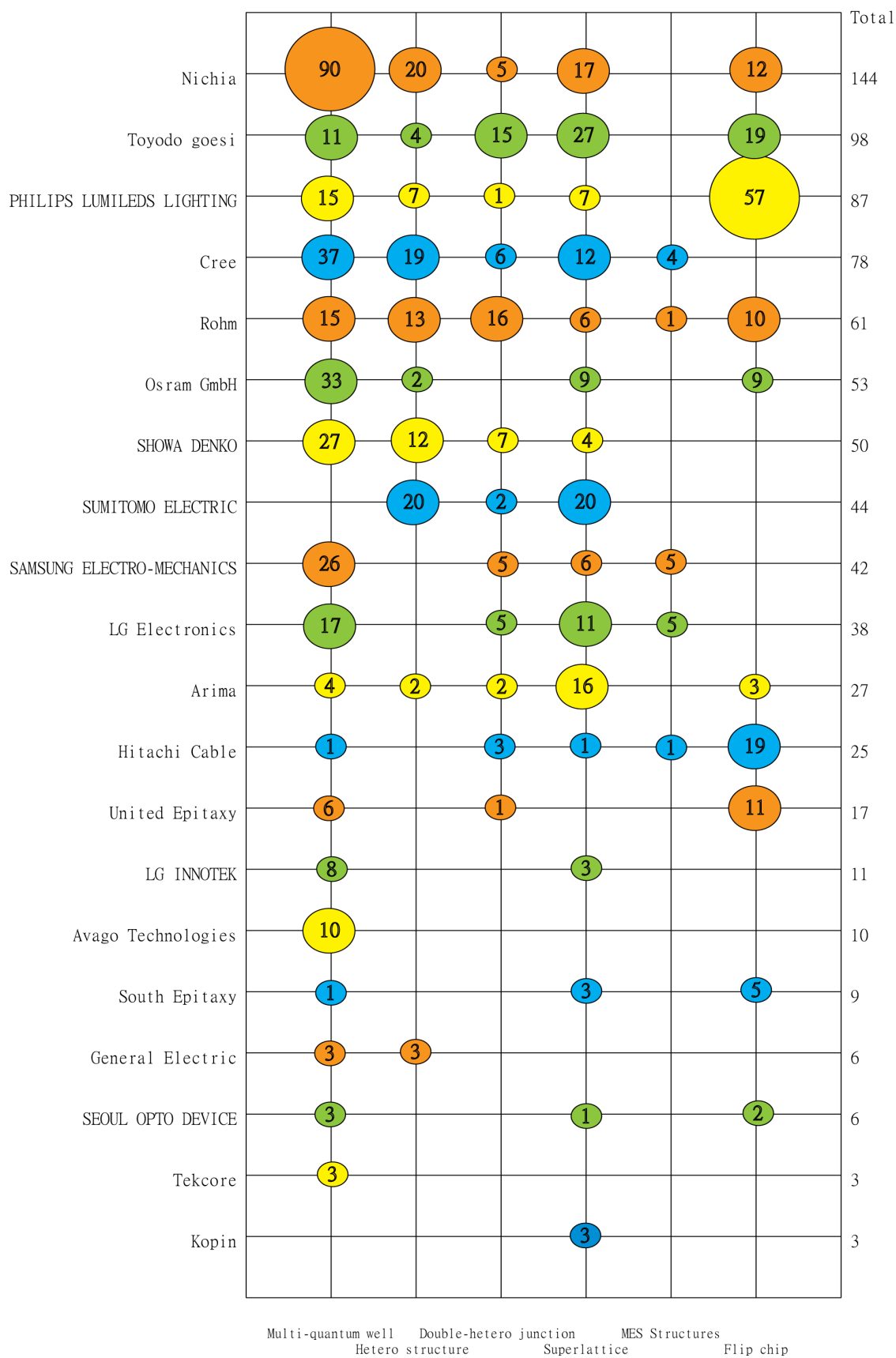


圖 39 藍光晶片結構-專利權人與技術分佈

三、封裝結構

分別以(((Light emitting diode) or lamp) and((packaged or packing) and((Dice or die chip) and(die bonding) or (wire bonding)or (flip chip bonding) or (lead fram))))以及(light emitting diode package)作為檢索條件，並將檢索結果繪製成圖 40。

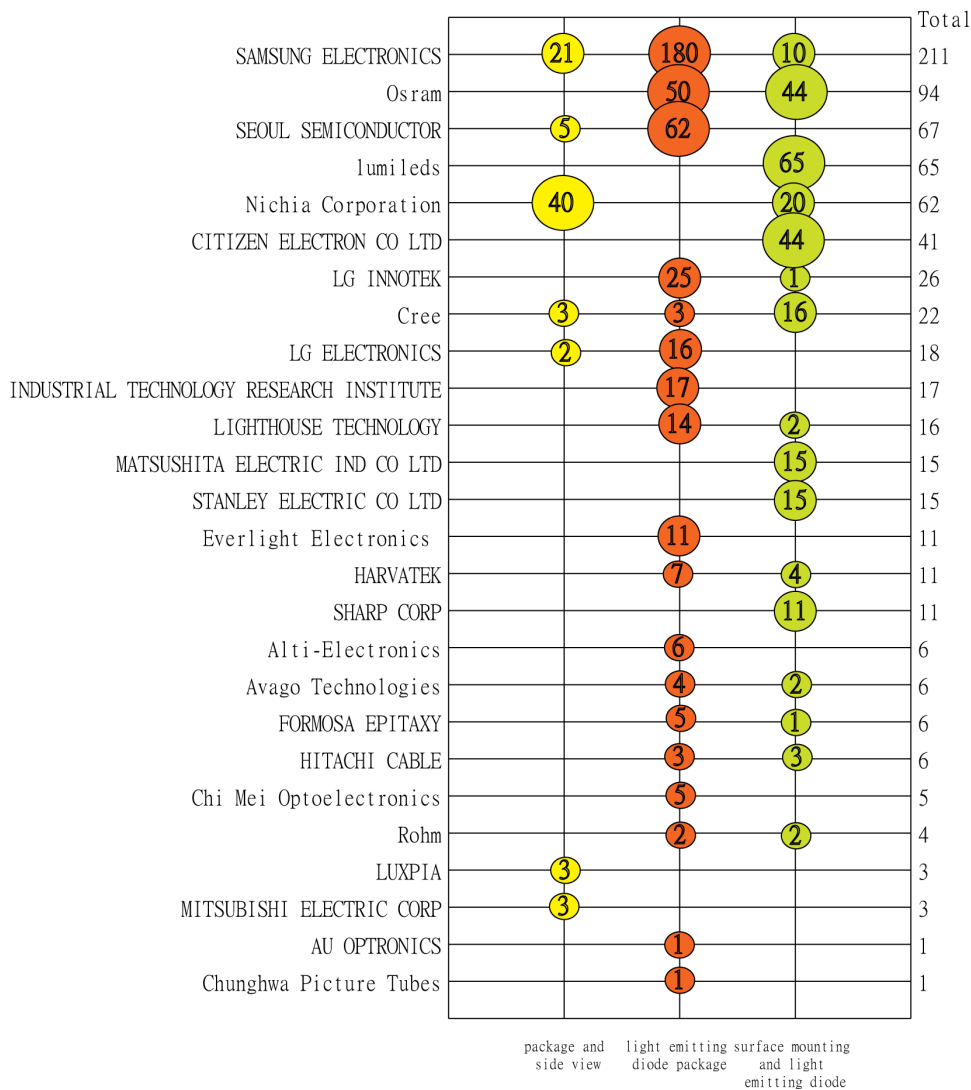


圖 40 封裝結構專利檢索

由檢索資訊觀之，於此技術佈署最多的是韓國之三星電子與首爾半導體其對於封裝結構之專利上佈署顯得非常積極，而 Osram 公司在封裝之專利佈局亦非常的多。Lumileds 公司對於晶粒與基板黏固之結構佈署最多。此外，日本 Citizen 公司在晶粒與基板黏固之結構上也部署許多的專利。且由產業結構分析知，台灣於 LED 產業之下游廠商分佈許多，因此本研究以關鍵字 Package 與台灣下游廠商之公司名稱進行專利檢索，

查詢結果僅有 10 家廠商有專利申請之資料，分別有：宏齊、華泰、光寶、億光、東貝、光鼎、李洲、佰鴻、愛笛森及雅新，檢索結果如圖 41 所示。

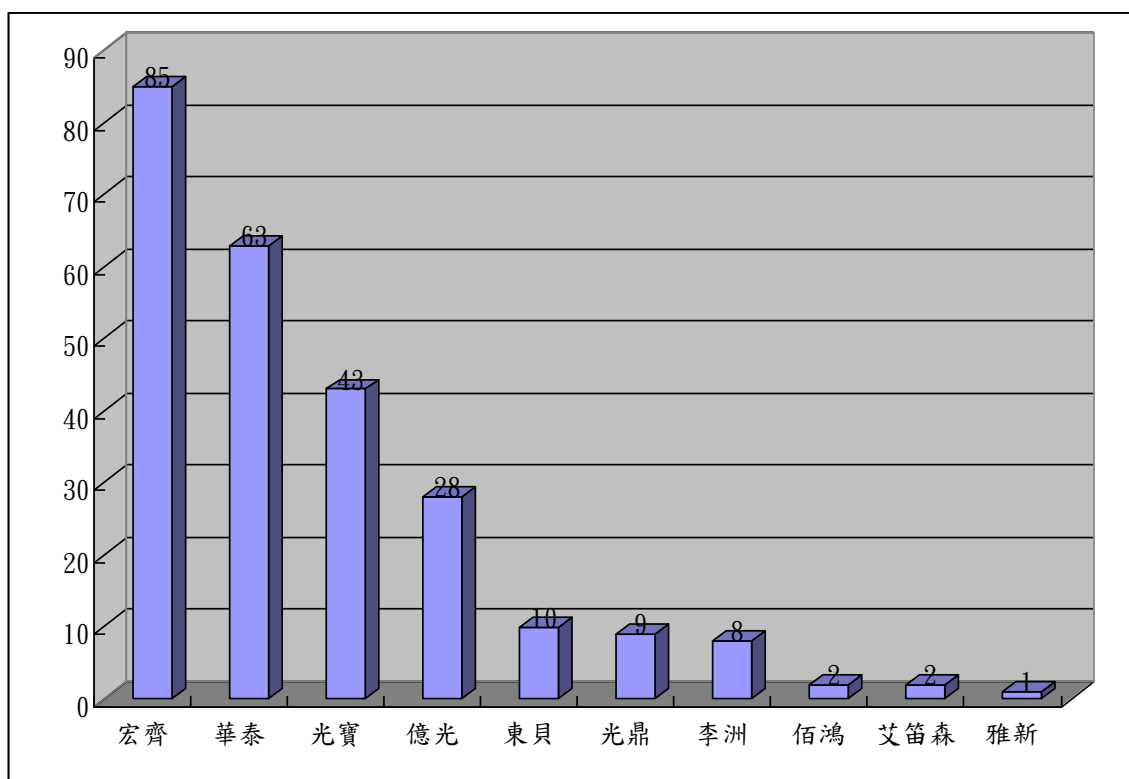


圖 41 台灣封裝廠商之專利件數統計

以宏齊公司所申請專的專利數量最多，其次是華泰，位居第三的是光寶，而億光、東貝以及其他廠商在專利的佈署上顯得較為薄弱些。

四、光取出效率

(一) 技術對專利權人之專利數量統計與分類

對於提昇光取出效率的方法，於技術結構拆解中以詳述，本研究以((((extracted photoluminescence) or (light extraction)) and((windower layer) or (current spreading) or (Transparent) or mirror)))最為檢索條件，並將檢索結果依其技術類型區別，主要分成元件結構改善以及封裝方式。而在元件結構部份，包括有：表面織狀結構或表面粗造化、斜邊結構或有傾斜角度之結構、透明電極、歐姆電極、透明基板、加反射鏡、加電阻礙層、覆晶結構及薄膜結構等方式等；而封裝部分則區分成有 bonding、封裝形狀、散熱設技及光學模組(lens 結構之改善)等，查尋結果繪製成圖 42 所示。

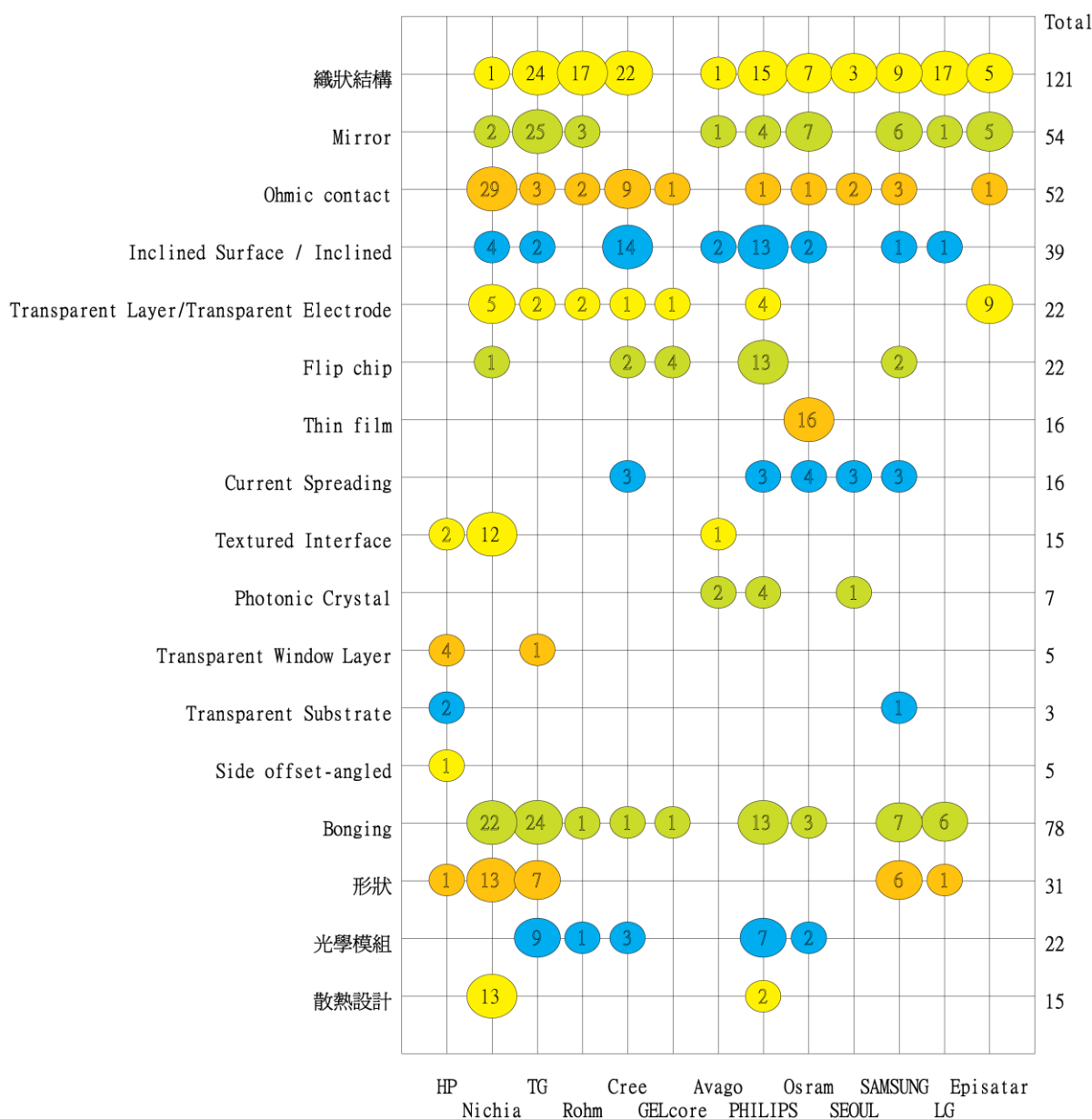


圖 42 提升光取出效率之專利檢索

茲就所檢索出之資料，對各公司之專利佈署情形說明如下：

1. Nichia：以歐姆接觸之方式申請最多專利，其次是在表面進行織狀結構以及基板上做粗糙化與圖形化；另外在封裝部分，則以 bonding、燈泡形狀與散熱設計之改善進行專利佈署。
2. Toyoda Gosei：其以表面織狀結構及於內部加入反射鏡之專利數量最多，另外對於封裝部分，其在 bonding、燈泡形狀與光學模組也多進行專利佈署。
3. Rohm：主要在表面織結構申請最多專利。

4. Cree：主要是在表面織狀、歐姆接觸及斜邊結構上申請最多專利，而在封裝上之專利佈署較少。
5. GELcore：申請之專利數量不多，主要為覆晶結構之專利。
6. Avago：其專利數量申請也較少，但有在光子結晶體(photon crystals)結構上申請專利。
7. Lumileds：在表面織狀結構、斜邊或有傾斜結構及覆晶結構上均有多數之專利申請，且於封裝部分之 bonding 上也有進行專利之佈署。
8. Osram：在 Thin film 結構之專利佈署最多，其次是在表面織狀結構與加入反射鏡，封裝部分則較少。

另外在韓國廠商如首爾半導體、三星電機、LG 電子其專利均不多，而三星電機在表面織狀結構、加反射鏡及封裝之 bonding 與燈泡形狀有專利之佈署；而 LG 電子則在封裝之 bonding 專利申請較多。而台灣之晶電則在覆晶結構與基板上具有高反射鏡(omnidirectional reflector)之專利佈署。

(二) 年代對區域之專利分佈

為進一步了解各廠商其在上圖所列之各種技術之專利佈署情形，本研究將上圖檢索結果依年度對應各公司於區域佈署之專利，分別彙整成圖 43~圖 53 所示。

1. 表面織狀或粗糙結構

由圖 43 觀之，Nichia 與 Toyoda Gosei 公司於 2005~2007 年期間所申請的專利多為日本之專利，在 2000~2004 年間所申請的專利，野市以日本專利居多，僅有少數之美國或其他國家之專利。而 Rohm 公司於該技術之專利，多為在 2005~2007 年期間所申請，以日本與 WIPO 申請數量最多，也僅有一兩篇之大陸或韓國專利。Cree 公司在 2000~2004 年間就開始申請專利，且在 2005~2007 年期也不斷的再進行專利佈署，但其多以美國與 WIPO 區域申請，在日本以及其他國家之佈署也很少。Lumileds 公司其申請時間與 Cree 相同，區域佈署除美國在，還有日本與歐洲。Osram 公司則是在 2000~2004 年間申請較多，但也僅於日本和美國之專利。而韓國三星電機、LG 電子公司則是在 2005~2007 年期間才開始申請，且三星電機之區域佈署以美國與歐洲為主，而 LG 電子則是在日本、美國、歐洲與大陸。台灣晶電之專利佈署區域有美國、日本及台灣。

織狀/粗糙結構										
HP	US5779924	JP10004209A2								
Nichia	JP11224972A2 JP11214744A2 JP0175251A2 JP08191171A2 JP06291369A2		US7105857	JP00031701A2 JP000300075A2 JP000307784A2 JP000321047A2 JP000310809A2 JP000324930A2		JP000217011A2 JP000300075A2 JP000307784A2 JP000321047A2 JP000310809A2 JP000324930A2				
TG	JP200118949A2 JP11126925A2 JP09314737A2		US7253450 US6960485 US6946788 US6906459	JP000200098A2 JP000100284A2 JP000000012A2 JP000410128A2 JP000000091A2 JP000406189A2 JP000120000A2	JP000225645A2 JP200128464A2 EP113596A2 EP1263058A3 WO03049207A1	JP000110120A2 JP000700117A2 JP000700118A2 JP000700082A2 JP000701096A2				
Rohm						JP000722086A2 JP000722088A2 JP000720791A2 JP000720789A2 JP000720099A2 JP000720098A2 JP000724055A2	WO0714970A3 WO0711829A1 WO0706716A1 WO0613201A1 WO0702534A1	CN11064357A CN11064356A EP1909335A1 KR1005876A		
Cree			US7026659 US7170097 US6821804 US6657236	TW0541715B	WO0141225A3	US200013086A1 US200006311A1 US2007017068A1 US784809 US2006025702A1 US7109920	US2007001818A1US2006010356A1 US20060001056A1 US20060001056A1 US20060001056A1	WO0610425A1 WO0609558A1 WO0518425A1 CN2560688AA		
GELcore			US6903379							
Avago Technologies			US7218660							
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING	US6280523 US6291839		US6956246 US6847057 US6821804 US6258618	JP2004349251A2 JP2004080042A2		JP2007142485A2 JP2006319374A2 JP2006108698A2	EP1646092A3 EP1646092A2	WO0807235A3		
Osram			US6996246 US6810707 US6821804 US6258618 US7109920 US7119917 US7109920	JP2004349251A2 JP2004080042A2 JP2004128507A2 JP2004119983A2		US2007018189A1	JP2006060239A2			
SEOUL OPTO DEVICE						WO07089089A WO07091762A1	KR7024146A			
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS			US7160744			US2000000842A1 US2007020262A1 US2007010946A1 US2007010996A1 US2007017619A1 US2006022643A1	EP1858090A2 EP1818991A2			
LG Electronics						US2007023709A1 US2007021907A1 US20070200122A1 US2007016682A1 US20070128013A1	EP174892A2 EP174889A2 EP1721210A2 EP1721377A2 EP1701819A2 EP1855327A2 EP0608310A2	CN10971800A CN10026131A CN10018431A	JP000700709A2 JP000722079A2	
Epistar			US20070126016A1 US6458612 US6429460	JP2002134785A2		US20070126016A1				
The Regent of the University						US20080128730A1				
		1995~1999	2000~2004			2005~2007				

圖 43 表面織狀/粗糙結構-年度對區域之專利佈署

2. 斜邊結構

以 Nichia 與 Rohm 在 2000~2004 年間申請最多。但其部屬的區域也多以美國、日本居多。而 Osram 公司在此期間也有此專利申請，但僅為美國專利，如圖 44 所示。

Inclined Surface			
Company	1995~1999	2000~2004	2005~2007
HP	JP10341035A2		
Nichia		JP2006172785A2 US20060231852A1 EP1553640A4	
TG		EP1596443A1	JP2007158130A2
Rohm		US7332365 US7202181 US7037742 US6972438 US6794684 US6791119 US6740906 TW0535300B W002061847A3 EP1234344A2	US20070161137A1 US7384809 US7211833
Cree			US2007028460A1
GELcore			
Avago Technologies			JP2006324658A2 CN1874090A
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING			
Osram		US6995030 US6936853 US6929966 US7109527	
SEOUL OPTO DEVICE			
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS		US20080111139A1	
LG Electronics			JP2007221146A2
Epistar			
The Regent of the University			US20070001186A1
	1995~1999	2000~2004	2005~2007

圖 44 斜邊結構-年度對區域之專利佈署

3. 基板上加反射鏡

Toyoda Gosei 公司於 2000~2004 年期間申請最多，而專利佈署區域僅為美國與日本。而 Osram 公司在 2000~2004 年與 2005~2007 年間均有專利申請，以美國與 WIPO 之專利為主。韓國三星電機其申請時間與 Osam 相同，但以韓國與歐洲專利為主。台灣晶電則在 2000~2004 年間有進行美國之專利申請，如圖 45 所示。

第三章 LED 領先廠商專利佈局分析

	Mirror		
HP			
Nichia	JP11214744A2	JP2005340625A2	
TG	JP2001189494A2 JP08321662A2	US7334923 US7029156 US8886962 US6727643 US6641287 EP1249877A2 EP1344152A2 EP1146572A2	JP2002151746A2 JP2002134704A2 JP2002111071A2 JP2002111070A2 JP2002111068A2 JP2001217466A2 JP2002239056A2 JP2004165541A2 JP2004165541A2 WO05043637A1
Rohm			WO08041521A1 EP1879238A1
Cree			
GELcore			
Avago Technologies			JP2007036234A2
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING	US6320206	US7274040 US20060071228A1 US6420199	
Osram		US6897488 WO0237578A1	WO06012819A1 WO06012818A3 JP2006157024A2 CN1989629A US20070117235A1
SEOUL OPTO DEVICE			
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS		KR4091293A KR4074540A EP1528038A1	US7271958 US7194152 EP1635210B1
LG Electronics			WO08026842A1
Epistar		US6900068 US6838704 US6552369 DE10153321B4	US7326967
The Regent of the University			US20080111146A1
	1995~1999	2000~2004	2005~2007

圖 45 基板上加反射鏡-年度對區域之專利佈署

4. 透明電極

Nichia 公司於 2000~2004 年間就有進行此專利申請，但以日本為主，而在 2005~2007 年間亦有申請，仍以日本為最多。而 Totoda Gosei,Rohm,Cree,Osram,Lumileds 申請數較少數量則較少，多為美國及少數之 WIPO 專利之申請。在 2005~2007 年間韓國之首爾半導體與三星電機均有進行此專利申請，仍以美國及 WIPO 之專利申請，如圖 46 所示。

Transparent electrode			
HP			
Nichia		JP2005259771A2 JP2005209734A2 JP2005031197A2 JP2003191226A2 JP2006041405A2 JP2004129861A2	US20060261355A1 JP2007017091A2 JP2006041866A2 JP2006053118A2 JP2006043122A2 JP200317911A2 JP200712388A2 JP200605491A2 EP1724847A2 CN1866560A WO0604322A1
TG		US20050056831A1 JP2006093802A2	JP2006041479A2
Rohm		US7196348	US20080128729A1
Cree		US6740906	WO07018789A1
GELcore		US6777717	
Avago Technologies			
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING	US6992334		
Osram			WO0612846A1
SEOUL OPTO DEVICE			WO0710586A1 KR0756842B1
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS			US20070166861A1 US20070034855A1 US20060261323A1
LG Electronics		US6998642	
Epistar			
The Regent of the University			US20080135864A1
	1995~1999	2000~2004	2005~2007

圖 46 透明電極-年度對區域之專利佈署

5. 透明基板

透明基板早期在 1991~1994 年間為 HP, Toyoda Gosei, Rohm, Cree, Avago 為最先使用之技術，而在 2001~2004 年間主要有日本 Nichia 及台灣晶電進行專利申請。至 2005~2007 年時申請的廠商則有日本的 Nichia, Rohm、美國的 Avago、德國的 Osram 及台灣之晶電，但申請數量並不多，如圖 47 所示。

第三章 LED 領先廠商專利佈局分析

Transparent substrate				
HP	EP043233B1			
Nichia			JP2005217331A2 JP2005045038A2	WO02103811A1 JP2007258647A2 JP2006245230A2
TG	JP08250708A2			
Rohm	US5344791 US5164798			EP1860471A1 JP200732291A2
Cree	JP0519989A2			
GELcore				
Avago Technologies	EP043233B1			EP1746694A1
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING				
Osram			US6891199	US2006105784A US721193 US728557
SEOUL OPTO DEVICE				
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS			US7148514	
LG Electronics				
Epistar		US6057562	US7087931 US6995403	TW0234293B DE10118447C2 US7148514 CN1971951A
The Regent of the University				
	1991~1994	1995~1999	2001~2004	2005~2007

圖 47 透明基板-年度對區域之專利佈署

6. 電流分佈

此為 Cree 於 2000~2004 年間所進行之專利申請，其佈署的區域以有大陸及台灣。而 Lumileds 也有於此期間申請，但也僅於美國和歐洲之專利。而在 2005~2007 年間有 Osram, 首爾半導體及三星電機，如圖 48 所示。

	Current Spreading		
HP			
Nichia			
TG			
Rohm			
Cree		CN1226791C CN1433578A CN1433578T	US6885036 TW0583774B WO0141223A1
GELcore			
Avago Technologies			
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING	US6486499	EP1560275A2	US7026653
Osram			EP1592076A3 EP1929552A2 WO07087769A3 WO07076743A1
SEOUL OPTO DEVICE			KR0716647B1 KR0728132B1 WO08038842A1
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS			US20070012939A1 US7301173 US79078256
LG Electronics			
Epistar			
The Regent of the University			
	1995~1999	2000~2004	2005~2007

圖 48 電流分佈-年度對區域之專利佈署

7. 覆晶結構與光子結晶體

於 2005~2007 年間為 Lumileds 公司所進行之專利佈署，除於美國、日本及歐洲之申請外，亦有在台灣進行申請，但數量仍為較少。另在光子晶體結構部份，則有 Lumileds, Osram 及 Avago，申請數量也不多，如圖 49 所示。

第三章 LED 領先廠商專利佈局分析

	Flip chip		Photonic crystal			
HP						
Nichia	JP2004080050A2					
TG						
Rohm						
Cree			US200610996A1	WO0609124A1		
GELcore	US7022956 US7144828	WO04030112A3	US7125734			
Avago Technologies				US7294862	GB2429280A	
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING	US6946309 US6999274 US6572317 US6444711 US7076467 US6563142 US6272914	JP2004207792A2 JP2003179255A2	TW0204425B EP1475046A3 WO0447039A1	US7012279 US6822991	US7294862	EP1624499A2
Osram					WO07055468A1	
SEOUL OPTO DEVICE						
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS	KR2000690A		US2006026158A1			
LG Electronics						
Epistar						
The Regent of the University						
	2005~2007		2005~2007		2000~2004	2005~2007

圖 49 覆晶結構-年度對區域之專利佈署

8. 封裝之 bonding

由圖 50 可觀之，於 2000~2004 年及 2005~2007 年期間，有 Toyoda Gosei 及 Lumiled 公司友較多專利申請，其所佈署的區域僅有日本、美國及歐洲。且在 2005~2007 年期間韓國之三星電機及 LG 電子在此技術亦有積極的再進行專利佈署。

Bonding				
HP				
Nichia				
TG	JP11168235A2	JP300411882A2 JP2002081175A2 JP200107732A2 JP200107731A2 JP200044948A2 EP1249877A3	JP2007124256A2 JP2007030940A2 JP2007157354A2 JP2007123438A2 JP2007109947A2 JP2007109948A2 JP2006297113A2 JP2006186022A2 JP2007123437A2 JP2007109948A2 JP2006128457A2 US7029147	
Rohm	JP2002111075A2			
Cree	CN2393081AA		US20060131599A1	
GELcore		US7015516		
Avago Technologies				
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING		US7256483 US7212344 US7064355 US7053419	JP2000057206A2 JP2002176200A2 JP2002141556A2 EP1267420A2 EP1191608A2	US7276737 US20060240585A1 EP1653523A2
Osram		JP2004040099A2	US20070080361A1 US7208769 JP2006032348A2	
SEOUL OPTO DEVICE				
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS			US20070212802A1 US20070194691A1 US20070155033A1 US20060292804A1 JP2007227926A2 KR0665372B1	
LG Electronics			JP2007128450A2 JP2006724667A2 EP1864780A3 EP1724848A2 KR6121422A US20070286550A1	
Epistar				
The Regent of the University				
1995~2000			2000~2004	2005~2007

圖 50 封裝之 bonding-年度對區域之專利佈署

9.Lamp 形狀

Nichia 與 Toyoda Gosei 公司在 2000~2004 年及 2005~2007 年間，對於此技術都有進行專利佈署，而佈署區域也僅為美國及日本之專利。且在 2005~2007 年間，Lumileds, 韓國之三星電機及 LG 電子也有進行此專利佈局，如圖 51 所示。

		形狀		
HP				
Nichia		US7211835 US7045905	JP2004228400A2 JP2005123457A2	W004081140A1 W004039915A1 EP1496551A3
TG	JP10098215A2	US6900587	JP2005191514A2	US20060104075A1 JP2007305672A2 JP2006324400A2 JP2006202962A2
Rohm				
Cree				
GELcore				
Avago Technologies				
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING		US20050190562A1		JP2005242364A2 EPI569467A3
Osram	JP10241407A2			
SEOUL OPTO DEVICE				
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS				US2007018702A1 US20060171151A1 US2005020681A1
LG Electronics				JP2007305998A2
Epistar				US20080128731A1
The Regent of the University				
		1995~1999	2000~2004	2005~2007

圖 51 Lamp 形狀-年度對區域之專利佈署

10.封裝之 mounting 與散熱設計

於此技術領域大量佈署專利之是日本 Nichia 公司，特別是在 2005~2007 年間，除了在 mounting 構造上有專利佈署外，更對於封裝之散熱設計上也有專利之佈署，其以陶瓷基板作為其散熱基板材料。而佈署區域仍以日本多。此外，Lumileds 在散熱設計上也有專利，其是以 PCB 基板作為散熱基板之材料，如圖 52 所示。

	Mounting			散熱設計		
HP						
Nichia	US7019335	JP2005209763A2 JP2006032765A2 JP2005197289A2 JP2004186399A2 JP2004088013A2	WO04042834A1	JP2007335730A2 JP2007317956A2 JP2007317899A2 JP2007378785A2 JP2007300010A2	JP2007125613A2 JP2007095722A2 JP2006303547A2 JP2007280983A2 JP2006303548A2	US20070258684A1 US7256468 CN11071838A EP1898474A2
TG						
Rohm						
Cree						
GELcore						
Avago Technologies						
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING						US20080049446A WO08023355A2
Osram						
SEOUL OPTO DEVICE						
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS						
LG Electronics						
Epistar						
The Regent of the University						
	2000~2004		2005~2007		2005~2007	

圖 52 封裝之 mounting 與散熱設計-年度對區域之專利佈署

11. 光學模組

對於光學除了在 2000~2004 年間以 Lumileds 公司申請較多，其在 2007~2007 年期間亦有在進行佈署。此外，在 2005~2007 年間，日本 Toyoda Gosei 也在此技術上有明顯的進行專利佈署，如圖 53 所示。

第三章 LED 領先廠商專利佈局分析

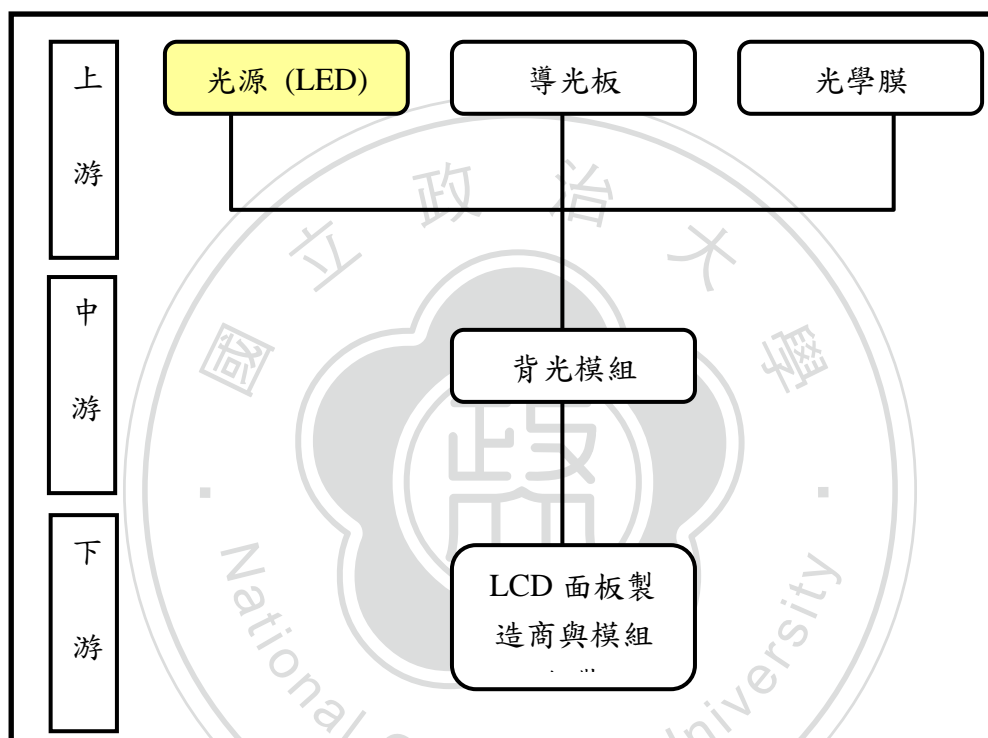
光學模組			
HP			
Nichia			
TG			JP2007264286A2 JP2007108267A2 JP2006284988A2 JP2006276462A2 JP2005138817A2 JP2005132336A2 JP2005132335A2 JP2005112316A2 US20050117236A1
Rohm	EP1667135B1	EP146372A3 EP113506A3	
Cree		US7118262	WO06023048A3 WO06023048A2
GELcore			
Avago Technologies			
PHILIPS LUMILEDS LIGHTING		US7279345 US7009213 US6987613	JP2002133587A2 US5344791 US164798 US7234820 JP2006332042A2 WO06109232A3
Osram		EP1598590A2	JP2006243250A2
SEOUL OPTO DEVICE			
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS			
LG Electronics			
Epistar			
The Regent of the University			US20080121918A1
	1995~1999	2000~2004	2005~2007

圖 53 光學模組-年度對區域之專利佈署

第四章 產業技術個案研究-以大尺寸液晶背光源之白光為例

第一節 LED 背光模組結構

背光模組(Backlight Module)其功能在提供 LCD 面板之光源，由發光源、導光板、光學用模片、塑膠框等構成，其發光源必須具備高亮度及壽命長等特色，目前的光源有冷陰極燈管及熱陰極螢光燈、LED 及電激發光片(EL)等。其上中下游的關係如圖 54 所示。



資料來源：光電產業廠商名錄，本研究繪製。

圖 54 背光模組上中下游

本研究主要是對於大尺寸液晶背光源(以白光 LED)進行研究，表 22 所示為產生白光 LED 之方式，圖中所示產生白光 LED 之方式有多種類型，其中被普遍使用之以藍光晶片搭配黃色螢光粉，而此為 Nichia 公司最先發明出來的，但使用此技術所產生之白光，因只有一個變數導致不易控制色溫，其 Ra 值(General Rendering Index)在低色溫時，Ra 因缺少紅色而下降，因此若要應用於全彩顯示器或大尺寸液晶電視之背光源時，會發生色飽和度不均之情形。

表 22 白光 LED 產生方法

		白光 LED 生成方式				
種		多色 LED 合成白光 (Multi-Color White)		藍光 LED 加螢光粉		紫外線及紫光 LED 加螢光粉
	類	每一個 LED 放射一種顏色	用一個 LED 做成多種顏色	藍光 LED 加黃色螢光粉 (yellow Fluorescence; YAG: Ce)	藍光 LED 加兩種螢光粉	紫外線 LED 加螢光粉
各廠商使用技術		Lumiles-Luxeo 商品	Nichia 用量子井結構做成白光。每個量子井用不同的 In 含量的調不同顏色的藍色到紅色光	Lumiles		GELcore
		Osram 用 6 個不同顏色 LED		Nichia	Toyoda Gosei	Toyoda Gosei

資料來源：本研究整理

表 23 比較用不同顏色及數目 LED 加螢光粉所做成白光 LED 之優劣點。由表中之資訊可知，適合用於大尺寸液晶電視之背光源，包括有三色 LED 所產生之白光、藍光 LED+紅、綠螢光粉以及 UV LED+紅、綠、藍螢光粉均可以達到高演色性。

此外，於大尺寸液晶背光源之封裝技術需採高功率之封裝方式，或是使用散熱良好的

基板材料，由於散熱不佳將導致 LED 發光效率降低，抑或在背光模組機構上置有鱗片或是其他散熱方式，將熱傳導出來，這些方式均可提高 LED 之發光效率。

表 23 白光 LED 技術優劣比較

白光光源產生方法	優點	缺點
兩色 LED(藍綠+琥珀色)	高效率 低成本 無 Stokes 損失 無螢光粉	低演色性 需要溫度控制
三色 LED(R+G+B)	高效率 高演色性 可調節光色 無 Stokes 損失 無螢光粉	需有電流及溫度控制 不易得到均勻的顏色 成本高、綠光效率低 三晶片之壽命不一樣
藍光 LED+黃色螢光粉(YAG)	只要一螢光粉 便宜、製作簡單	不易控制色溫 中低演色性 光譜受電流及溫度影響 不均勻的螢光粉使光不均勻
藍光 LED+紅、綠螢光粉	高演色性 光色及色溫可以調節	受電流影響 仍可能有月暈現象
UV LED+紅、綠、藍螢光粉	高演色性 高效率 可調節光色及色溫 光色穩定	Stokes 損失大 不易找到三各高效率螢光粉 藍色螢光粉效率不高 要減少 UV 露光 要有 UV 抵抗

資料來源：參考發光二極體及固態照明 P. 70，本研究整理。

第二節 大尺寸液晶背光源(白光)專利分析

透過上節所述白光 LED 產生之方式，利用 Delphion 資料庫就白光 LED 技術進行專利檢索及分析。以 (phosphor and (luminescence conversion) or downconversion or upconversion or (stokes shift) or (wavelength conversion)) 作為白光專利之檢索條件，並將檢索結果繪製成圖 55 所示。

由圖可觀之，以藍光 LED 加上螢光粉之專利為最多，且大多數的 LED 廠商也都在此領域申請許多的專利，其中以 Nichia, Osram, Lumileds 所佔專利數為較多，其他廠商如 Cree, Toyoda Gosei, Seoul, Avago, UBE 等也都有申請此專利。但在多晶片混成之白光專利中，以美國加州 Regens 大學所申請之專利為最多，有 23 件。而 Osram 也有 13 件之專利，Sharp 有 8 件；Cree 有 4 件；Philip Electronics 及 Philip Lumileds Light 合計共有 9 件。然利用不同 chip 搭配多色螢光粉之專利，以 MEDIANA ELECTRONIC 申請最多，其他則由少數幾家公司有申請，但申請的篇幅都不大。

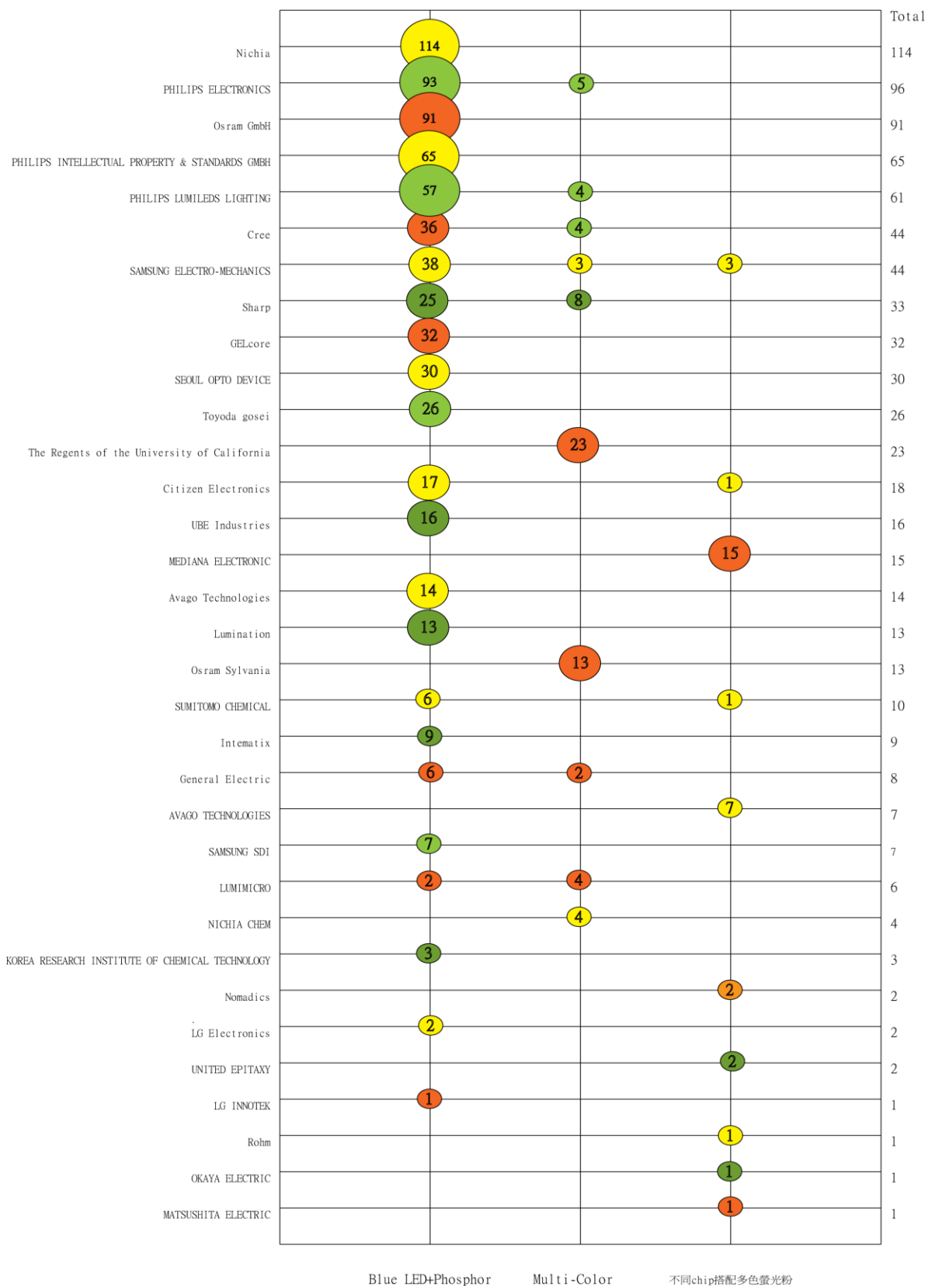


圖 55 白光 LED 專利檢索



第五章 結論與建議

第一節 專利佈署分析

由紅光晶片結構之專利檢索結果發現，在 LED 產業之領先廠商如 Nichia, Toyoda Gosei, Rohm, Cree, Lumileds 等其在此技術上幾乎完全無專利佈署，甚至是後來進入 LED 產業之韓國產商也都沒有對於紅光 LED 之技術進行專利佈署；而在台灣廠商方面，其對專利的佈署也是顯得非常弱。至於在高亮度紅光 LED 之專利佈署，除了日本的昭和電工、信越及日立電線有少數幾篇專利外，且這些專利之申請日都是在 2000 年以前，因此，對於高亮度紅光 LED 各廠商投入此技術領域之專利佈署是非常的少。

由於在白光 LED 部分，其與藍光晶片有關，因現於市場所使用之白光 LED 大多是利用藍光晶片與螢光粉所生成，也因此，反觀在藍光晶片結構之專利佈署上，LED 產業之領先廠商都紛紛在此元件結構的技術上積極的進行佈署專利，除此之外，本研究也發現，在 2006 年起日本之住友電、日立電線、昭和電工在藍光之晶片結構之製程專利開始有大量的佈署，其中住友電工所申請的專利多為同質結構與超晶格結構，用以改進 LED 的發光效率；昭和電工則在多重量子井及同質結構進行專利佈署，其目的也是在提升 LED 的發光效率；而日立電線則是在覆晶結構上佈署專利，突破 LED 光產生時的散熱問題，由此可知，日本的這幾個 LED 廠商不對再對 LED 發光效率技術進行改善，並對此技術也有進行專利的佈署，但這幾家日本廠商其佈署的區域仍以日本國為主。

在封裝的專利部份，Nichia 公司在側面發光(side view)有申請多數的新式樣專利。而韓國的三星電機也有多篇專利之佈署。在表面黏著之封裝專利，以 Lumileds 和 Osram 佈署為最多，但其他公司如日本的 Nichia, Stanley, 松下電工, Sparp；美國 Cree 及韓國的三星電機在技術也都有進行專利之佈署。反觀台灣廠商雖於封裝產值佔世界第二，但比起其他國家之封裝廠其在專利佈署上確實是少了許多。

對於增加光取出效率方面，領先廠商大多是在元件結構上進行專利佈署，每個公司所採取的技術走向及專利佈署都不相同，Nichia 公司主要改變是在基板上作圖樣化；OSRAM 公司則是改變晶片斜面結構；Lumileds 公司主要是在基板上製作反射鏡。此外，本研究也發現，Nichia 公司從 2006 年開始對封裝部分之散熱設

計有積極的在佈署專利，其首先於日本國開始申請，在美國專利之部分現處於公開專利，還未獲證，但須特別觀察其後續之專利佈署方式。

另外，應用於大尺寸液晶電視或是照明用之白光 LED，由專利檢索結果知，LED 領先廠商多在藍光晶片與螢光粉上有大量之專利佈署，但是對於其他可以產生白光之技術，這些領先廠商都沒有進行相關技術之專利佈署，其專利之申請日也多為 2002~2003 年時所申請。除此之外，雖然使用該技術可以產生白光，但若是在螢光粉塗佈不均勻時會造成發光不均之現象，且光取出之效率也較低，因此 Osram, Cerr, Lumileds, Toyoda Gasei 公司則有對此部份進行許多改善方式之專利佈署。

綜上所述，Philips 公司的專利佈局最為完整，由產業鏈上游至下游均有佈署；OSRAM 與 Sharp 公司除在上游元件佈署外，於中下游(電源與控制器)之亦有些專利。Panasonic, Toshiba, GE, Samsung 專利佈署多在上游與下游。而 Cree, Nichia, Toyoda Gosei, 多為上游元件專利，於中游與下游之專利也甚少。至於南韓 Seoul Semiconductor 專利數極少，原因是此公司均申請新式樣專利為主。綜觀 LED 大廠 Cree, Nichia, Toyoda Gosei 等公司，其過去於 LED 產業動態活動中，曾對其他 LED 廠商提起興訟或專利授權，但其技術僅侷限於上游元件，對於未來 LED 照明領域之中游與下游言，此些公司於專利佈署上現仍甚少。由此資訊知，LED 產業領域中尤其照明，對於台灣 LED 廠商仍有許多機會存在，企業可透過本研究的分析，尋找好的合作夥伴以及積極的佈署優質專利，開創 LED 於照明應用領域的新契機。

因此，透過本研究所進行之 LED 產業全球專利佈署分析，可提供台灣 LED 廠商在進行決策或是尋求合作夥伴時，可以透過本研究所進行的產業、產品與技術結構加上專利調研分析資訊，了解該產業結構、競爭者、供應商及客戶等市場資訊進而決定哪些技術要自行研發，無法自行研發者，如何選擇好的供應商夥伴。同時藉由專利佈署分析知哪些技術已存在專利，可以透過併購、技術移轉與授權等方式取的快速進入市場，並藉由專利所對應的申請人找到併購、授權與合作之對象。若是要自行投入產品研發，則須以專利分析結果引導研發方向，避開既有的專利，甚至是從劑有的專利中，找出可進行迴避設計的方式。

第二節 建議

本研究於專利分析發現，在 LED 之領先公司其所佈署之專利多在元件結構之製程改善，而對於封裝結構可以提昇光率部份，其專利之佈署較少，並且這些領先公司於專利區域的佈署上多以美國、日本、歐洲為最多，在台灣或是大陸其佈署非常的少。另外本研究也發現，韓國廠商其進入 LED 產業雖然較晚，但其在專利之佈署上是非常積極的，但也僅於韓國、美國及日本區域佈署。由此可知，這是台灣廠商可於大陸進行佈署的機會之一。而在白光 LED 的應用上，台灣廠商若能尋找或研發其他不同的技術，將可以避免這些領先公司訴訟威脅，這也是台灣廠商另一個可發展的機會。但是在本研究專利分析中發現，台灣廠商其實對於專利的佈署不甚積極，即便是台灣屬一屬二的磊晶大廠或是封裝大廠，其在專利的佈署比起其他國家之公司，就明顯的差很多，因此這是台灣廠商在智慧財產管理上需加強之處。

實際上，台灣 LED 廠商於 LED 產業中仍有很大的空間，尤其在 LED 照明應用產業的中、下游進行專利之技術佈局，但專利的佈局必須改變過去專利佈局的方法，過去是以一件一件幾乎是不相干專利佈局，也不考慮產業鏈、供應鏈發展與價值鏈變化，幾乎僅以發明人單純的技術揭露去處理一件專利案。然一件完整的專利盡可能可以分不同獨立項覆蓋於產業鏈不同的區塊，所以整個專利的獨立項之產業覆蓋性是非常高的。通常台灣廠商的專利有很多獨立項僅覆蓋自己的產品，而本身並未對產業做許多的模擬與再檢索，因此，相對地台灣廠商於照明領域中、下游的專利佈署與其專利品質與價值仍與過去專利佈署一樣的情形，不會有技術自主與市場自主。

對於未來 LED 產業的推動，本研究總整前揭的分析，建議規劃方案：

1. 對於有潛力的廠商，於 2~3 年後可以高價賣給全球主要 LED 產業中的供應鏈，但其中的條件之一即為智慧財產的佈署須符合整個產業鏈與供應鏈發展的需求；
2. 成立專利聯盟與如何因應國外大廠的合縱連橫；
3. 承 2，專利聯盟幾個很重要的規則包括有：

- (1) 還原這些專利於產業的定位，整個專利於產業、產值與涵蓋率是多少；
 - (2) 產業鏈不同區段，例如上游某公司被 A 公司告，而中游段的 B 公司有某件專利可以臨時調度，解決國際的競爭。反觀國際 LED 廠商彼此都已經交互授權，如日本 Nichia, Toyoda Gosei, 歐美之 Philips Lumiles 與 Cree 公司，其彼此均已交互授權。
4. 可以合縱連橫跳脫過去彼此的惡性競爭，建立新的規則、體認新的協同；
 5. 提高專利的品質，由於 LED 產業中、下游端仍有許多技術手段尚未窮盡，因此更需透過企業間的共同合作，共同建立不可或缺、不可替代、不可迴避具非常有品質與價值的專利。

綜言之，透過本研究也要建議台灣之 LED 廠商，若能將領先公司所拿來對抗他人提起興訟的專利，在研究開發之前，就能對這些專利進行專利權利項之分析，一方面可以進行設計迴避，另一方面也可以知道這些專利的強度與品質，將有助於判斷是否可與他公司進行合作或是最為授權之參考，以避免支付龐大的授權金之後，所授權的專利並不是該廠商核心的專利。

參考文獻

中文文獻

書籍：

1. 周延鵬，虎與狐的智慧力－智慧資源規劃九把金鑰，第一版，台北：天下文化，2006年3月。
2. 周延鵬，一堂課2000億：智慧財產的戰略及戰術，工商財經數位，2006年11月。
3. 劉江彬，智慧財產管理總論，華泰文化，2004年2月。
4. 王廣發，"半導體元件物理基礎"，儒林圖書。
5. 史光國，"半導體發光二極體及固態照明"，全華科技圖書公司。
6. 史光國，"現代半導體發光及雷射二極體材料技術"，全華科技圖書。
7. 史光國，"半導體發光及雷射二極體材料技術"，全華科技圖書。
8. 吳孟奇、洪勝富、連振焯、龔正，"半導體元件"，東華書局。
9. 吳昌崙、張景學，"半導體製造技術"，新文京開發編著。
10. 孫慶成，"光電概論"，全華科技圖書。
11. 陳隆建，"發光二極體之原理與製程"，全華科技圖書。
12. 許書務、游金湖，"光電元件應用技術(增訂版)"，全華科技圖書。
13. 張勁燕，"電子材料"，五南圖書。
14. 張德安、顧鴻壽、週本達、陳密、樊雨心、週宜衡，"光電平面面板顯示器基本概論"，高立圖書。
15. 詹國禎、朱建國，"電子與光電子材料"，新文京開發出版。
16. 廖顯奎，"當代光電工程"，滄海書局。
17. 劉如慧、王健源，"白光發光二極體製作技術-21世紀人類的新曙光"，全華科技圖書。
18. 劉如慧、劉宇恒，"發光二極體 用氧氮螢光粉介紹"，全華科技圖書。

期刊論文

1. 王子傑，「策略聯盟下之平衡計分卡探討-以LED業為例」，元智大學，碩士論文，2003年6月。
2. 江文瑞，「台灣可見光二極體上游產業的競爭策略」，義守大學，碩士論文，2004年6月。

參考文獻

3. 陳裕田，「我國發光二極體產業競爭優勢之研究」，國立清華大學工業工程與工程管理學系，碩士論文，2001年6月。
4. 唐淑芬，(2002)。「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」，國立交通大學經營管理研究所，碩士論文，2002年6月。

研究報告

1. 王子銘，「LCD TV 美豔秘方-LED 背光模組」，拓璞產業研究所，2005年1月。
2. 李季達，「2005年日本LED發展動向」，光速雙月刊，60期，2005年11月。
3. 吳東嶸，「白光LED發展趨勢剖析」，光連雙月刊，57期，2005年5月。
4. 邱正茂、賴詩文、賴宏仁，「LCD-TV 背光源的發展現況-誰能勝出」，工業材料雜誌，221期，2005年5月。
5. 林志勳，「白光LED技術發展現況與趨勢」，IEK產業情報網，2006年7月。
6. 林志勳，「發光二極體產業發展現況與趨勢」，工研院2007年1月。
7. 林芬卉，「LED 背光在 NB 及 LCD Monitor 發展機會分析」，DigiTimes Research，2007年4月。
8. 林芬卉，「LED 競逐 LCD TV 主流背光地位動向分析」，DigiTimes Research，2007年12月。
9. 林芬卉，「LED 於顯示器光源應用探討」，DigiTimes Research，2006年12月。
10. 林芬卉，「TV 用背光模組產業暨技術發展趨勢」DigiTimes Research，2006年8月。
11. 郭子菱、呂紹旭，「白光LED技術發展演進近況」，光速雙月刊，72期，2007年11月。
12. 張志豪，「LED 用於背光模組之發展及散熱問題」，工業材料雜誌，247期，2007年7月。
13. 富士經濟，「Special Appli 光源/照明市場現狀 技術 預測」，2005年。
14. 黃振東，「LED 封裝及散熱基板材料之現況與發展」，工業材料雜誌，231期，2006年3月。
15. 劉世忠，「發光二極體產業概況」，產經資訊，46期，2007年。
16. 魯瑞鋒，「發亮中的-於背光模組的應用」，產經資訊，46期，2007年。
17. 蘇裕翔，「LED 應用市場擴張快廠商加碼投入熱潮」，光連雙月刊，52期，2007年7月。
18. 蘇裕翔，「從韓國LED展看韓國LED產業動向」，光連雙月刊，61期，2006年1月。

網路資源

1. 參考LED車頭燈散熱問題，工研院有解，經濟日報，E14版，2007年6月13日。
2. 中國國家半導體照明工程研發及產業聯盟，成立於2004年10月，旨在通過“合作、共贏、創新、發展”，推進半導體照明的技術進步和產業化為目標。

英文文獻

英文期刊/書籍：

1. Albert, M.B., Avery, D., Narin, F., & McAllister, P. (1991). Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents. *Research Policy*, 20(3) , 251-259.
2. ATIP.“LED’s : R&D and Industry in Taiwan”Asian Technology Information Program(ATIP),1998.
3. Breitzman, F. A., & Narin, F. (2001). Method and apparatus for choosing a stock portfolio, based on patent indicators, United States Patent, 6175824.
4. Breitzman, F. A., & Mogee, M. E. (2002). The many applications of patent analysis. *Journal of Information Science*, 28(3), 187-205.
5. Brockhoff, K. K. (1992). Instruments for patent data analysis in business firms. *Technovation*, 12(1), 41-58.
6. C. H. Chen, S. J. Chang, Y. K. Su, J. K. Sheu, J. F. Chen, C. H. Kuo, and Y. C. Lin, "Nitride-based cascade near white light-emitting diodes," *IEEE Photonic Tech. Letts.*,vol.14, pp.908-910, 2002.
7. C. P. Kuo, R. M. Fletcher, T. D. Osentowski, M. C. Lardizabal, M. G., Craford, and V. M. Robbins, “High performance AlInGaP visible light emitting diodes,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 57, pp 2937-2939, 1990
8. D. A. Vanderwater, I.-H. Tan, G. E. Höfler, D. C. Defever, and F. A. Kish, “High-brightness AlGaInP light emitting diodes,” *Proc. IEEE*, vol. 85, pp. 1752–1764, 1997.
9. Deng, Z., Lev, B., & Narin, F. (1999). Science and technology as predictors of stock performance. *Financial Analysis Journal*, 55(3), 20-32.
10. Dieter K. Schroder, "Semiconductor Material and Device Characterization," John Wiley & Sons, Inc.
11. D. V. Morgan, I. M. Al-Ofi, and Y. H. Aliyu, “Indium tin oxide spreading layers for AlGaInP visible LEDs,” *Semicond. Sci. Technol.*, vol.15, pp.67-72, 2000.
12. Ernst, H. (1995). Patenting Strategies in the German mechanical engineering industry and their relationship to company performance. *Technovation*, 15(4), 225-240.
13. Ernst, H. (1998a). Patent portfolios for strategic R&D planning. *Journal of Engineering and Technology Management*, 15(4), 279-308.
14. Ernst, H. (2001). Patent applications and subsequent changes of performance : evidence from time-series cross-section analysis on the firm level. *Research Policy*, 30(1), 143-157.
15. Ernst, H.(2003). Patent information for strategic technology management. *World Patent Information*, 25(3), 233-242.
16. F. A. Kish, F. M. Sterakna, D. C. DeFever, D. A. Vanderwater, K. G. Park, C. P. Kuo, T. D. Osentowski, M. J. Peanasky, J. G. Yu, R. M. Fletcher, D. A. Steigerwald, and M. G. Craford, “Very high-efficiency semiconductor wafer-bonded transparent-substrate

- (Al Ga) In P/GaP light-emitting diodes,” Appl. Phys. Lett., vol. 64, pp. 2839–2841, 1994.
17. G. B. Stringfellow, and M. George Craford, "High Brightness Light Emitting Diodes," Semiconductors and Semimetals vol. 48, pp. 172-176, 1997.
 18. Hall, H. B., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2001). The NBER patent citations data file : Lessons, insights and methodological tools. Retrieved January 15, 2007, from <http://www.nber.org/papers/w8498>
 19. Harhoff, D., Scherer, M. F., & Vopel, K. (2003). Citations, family size, opposition and the value of patent rights. *Research Policy*, 32(8),1343-1363
 20. H. Sugawara, M. Ishikawa and G. Hatakoshi, “High-efficiency InAlGaP/GaAs visible light-emitting diodes”, Appl Phys. Lett., vol. 58, pp. 1010-1012, 1991.
 21. H. Sugawara, and M. Ishikawa et al., “Semiconductor Emitting device,” U.S. Patent 5 048 035, Sep. 10, 1991.
 22. I. Akasaki, H. Amano, K. Hiramatsu, and N. Sawaki, "High efficiency blue LED utilizing GaN film with AlN buffer layer grown by MOVPE," Inst. Phys. Conf. Ser., no.91, pp.633-636, 1988.
 23. I. Akasaki, H. Amano, Y. Koide, K. Kiramatsu, and N. Sawaki, "Effects of an AlN buffer layer on crystallographic structure and on electrical and optical properties of GaN and Ga_{1-x}Al_xN (0<x<0.4) films grown on sapphire substrates by MOVPE," J. Crystal Growth, vol.98, pp.209-219, 1989.
 24. I. D. Goepfert, E. F. Schubert, A. Osinsky, P. E. Norries, and N. N. Faleev, “Experimental and theoretical study of acceptor activation and transport,” J. of Appl. Phys., vol.88, pp.2030-2038, 2000.
 25. I. Schnitzer, E. Yablonoitch, C. Caneau, T. J. Gmitter, and A. SchereP, “30% external quantum efficiency from surface textured, thin-film light-emitting diodes,” Appl. Phys. Lett., pp.2174-2176, 1993.
 26. J. I. Pankove, E. A. Miller, D. Richman, J. E. Berkeyheiser, "Electroluminescence in GaN," J. of Luminescence, vol.4, pp.63-66, 1971
 27. J. I. Pankove and T. D. Moustakas, "Gallium Nitride I- Semiconductors and Semimetals," Academic Press, 1998.
 28. J. J. Wierer, D. A. Steigerwald, M. R. Krames, J. J. O'Shea, M. J. Ludowise, G. Christenson, Y. -C. Shen, C. Lowery, P. S. Martin, S. Subramanya, W. Götz, N. F. Gardner, R. S. Kern, and S. A. Stockman, “High-power AlGaInN flip-chip light-emitting diodes,” Applied Physics Letters, Vol.78, pp. 3379-3381, 2001 .
 29. J. K. Sheu, G. C. Chi, and M. J. Jou, “Low-Operation Voltage of InGaN/GaN Light-Emitting Diodes by Using a Mg-Doped Al_{0.15}Ga_{0.85}N/GaN Superlattice,” IEEE Electron Device Lett., vol.22, pp.160-162, 2001.
 30. J. K. Sheu, C. J. Pan, G. C. Chi, C. H. Kuo, L. W. Wu, C. H. Chen, S. J. Chang, and Y. K.

- Su, "White-light emission from InGaN-GaN multiquantum-well light-emitting diodes with Si and Zn codoped active well layer," *IEEE Photonics Tech. Letts.*, vol.14, pp.450-452, 2002.
31. K. Kumakura and N. Kobayashi, "Increased Electrical Activity of Mg-Acceptors in $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ Superlattices," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol.38, pp.L1012–L1014, 1999.
 32. K. Kumakura, T. Makimoto, and N. Kobayashi, "Efficient Hole Generation above 10^{19}cm^{-3} in Mg-Doped InGaN/GaN Superlattices at Room Temperature," *Jpn. J. Appl. Phys.* vol. 39, pp.L195–L196, 2000.
 33. Karki, M.M.S.(1997). Patent Citation analysis : A policy analysis tool. *Word Patent Information*, 19(4), 269-272
 34. M. C. Wu, J. F. Lin, M. J. Jou, C. M. Chang, B. J. Lee, and Y. T. Tsai, "High reliability of AlGaInP LED's with efficient transparent contacts for spatially uniform light emission," *IEEE Electron Device Letters*, vol.16, pp.482-484, 1995.
 35. M. Koike, N. Shibata, H. Kato, and Y. Takahashi, "Development of high efficiency GaN-based multiquantum-well light-emitting diodes and their applications," *IEEE J. of Selected Topics in Quantum Electronics*, Vol. 8, pp.271-277, 2002.
 36. M.R. Krames et. al., "High-Power truncated-inverted-pyramid $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/\text{GaP}$ light-emitting diodes exhibiting $>50\%$ external quantum efficiency," *Appl. Phys. Lett.*, vol.75, pp. 2365, 1999.
 37. N. Holonyak, Jr., and S. F. Bevacqua, "Coherent (Visible) Light Emission from $\text{Ga}(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)$ Junctions," *Appl. Phys. Lett.*, vol.1, pp.82-83, 1962.
 38. P. Kozodoy, Y. P. Smorchkova, M. Hansen, H. Xing, S. P. DenBaars, U. K. Mishra, A. W. Sazler, R. Perrin, and W. C. Mitchel, "Polarization-enhanced Mg doping of AlGaIn/GaN superlattices," *Appl. Phys. Lett.*, vol.75, pp.2444-2446, 1999.
 39. R. H. Horng, D. S. Wu, Y. C. Lien, and W. H. Lan, "Low-resistance and high-transparency Ni/indium tin oxide ohmic contacts to p-type GaN," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 79, pp. 2925–2927, 2001.
 40. S. Nakamura, T. Mukai, M. Senoh, and N. Iwasa, "Thermal annealing effects on p-type Mg-doped GaN films," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol.31, pp.L139-L142, 1992.
 41. Thomas, P., & Narin, F. (2004). System and method for producing technology-based price targets for a company stock, United States Patent, 6832211.
 42. S. M. Pan, R. C. Tu, Y. M. Fan, R. C. Yeh, and J. T. Hsu, "Enhanced Output Power of InGaIn-GaN Light-Emitting Diodes With High-Transparency Nickel-Oxide-Indium-Tin-Oxide Ohmic Contacts," *IEEE Photonics Tech. Lett.*, vol.15, pp.646-648, 2003.
 43. S. Nakamura, M. Senoh, N. Iwasa, S. Nagahama, T. Yamada, T. Mukai, "Superbright Green InGaIn Single-Quantum-Well-Structure Light-Enmitting Diodes," *Jpn. J. Appl. Phys.* vol.34, pp.L1332-L1335, 1995.

44. S. W. Jeon, Y. H. Song, H. J. Jang, G. M. Yang, S. W. Hwang, and S. J. Son, "Lateral current spreading in GaN-based light-emitting diodes utilizing tunnel contact junctions," *Appl. Phys. Lett.*, vol.78, pp.3265-3267, 2001.
45. S. Y. Kim, H. W. Jang, and J. L. Lee, "Effect of an indium-tin-oxide overlayer on transparent Ni/Au ohmic contact," *Appl. Phys. Lett.*, vol.82, pp.61-63, 2003.
46. T. Margalith, O. Buchinsky, D. A. Cohen, A. C. Abare, M. Hansen, S. P. DenBaars, and L. A. Coldren, "Indium tin oxide contacts to gallium ni-tride optoelectronic devices," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 74, pp. 3930–3932, 1999.
47. Trajtenberg, M. (1990). A penny for your quotes : *Rand Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
48. T. Nishida, H. Saito, and N. Kobayashi, "Submilliwatt operation of AlGaIn-based ultraviolet light-emitting diode using short-period alloy superlattice," *Appl. Phys. Lett.*, vol.78, pp.399-400, 2001.
49. Wartburg, I. V., Teichert, T., & Rost, K. (2005). Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis. *Research Policy*, 34(10), 1591-1607.
50. X. Guo, J. W. Graff, and E. F. Schubert, "Photon-recycling for light brightness LEDs," *Compound Semiconductor*, vol.6, pp.1-4, 2000.
51. Y. K. Su, S. J. Chang, C. H. Ko, J. F. Chen, T. M. Kuan, W. H. Lan, W. J. Lin, T. T. Cherng, and J. Webb, "InGaIn/GaN light emitting diodes with a p-down structure," *IEEE Transactions on Electron Devices*, vol.49, pp.1361-1366, 2002.
52. Y. Narukawa, I. Niki, K. Izuno, M. Yamada, Y. Murazaki, and T. Mukai, "Phosphor-conversion white light emitting diode using InGaIn near-ultraviolet chip," *Japanese Journal of Applied Physics Part 2-Letters*, vol.41, pp.371-373, 2002.