

## 第三章 LED 產業技術、應用、市場與商業模式

### 第一節 LED 技術簡介

照明光源依發光原理可分成熱輻射燈、放電燈、電子光與雷射光四類，發光二極體（Light Emitting Diode，以下簡稱 LED）即為電子光的一種。<sup>60</sup>而 LED 光源的出現，也象徵著照明從第一代的白熾燈（鹵素燈）、第二代的螢光燈（日光燈、節能燈）、第三代高強度氣體放電燈（HID），朝向第四代—半導體照明發展。<sup>61</sup>LED 因其使用材料的不同，其內電子、電洞所佔能量也有所不同，能量的高低差影響結合後光子的能量而產生不同波長的光，分為可見光和不可見光，已可廣泛應用於資訊、通訊、消費性電子的指示器與顯示裝置上，<sup>62</sup>未來並朝中大尺寸背光源應用和取代一般照明方向持續開發研究。

#### 壹、LED 技術說明

LED 係利用 III-V 族化合物半導體材料（砷、鎵、銦、鋁、磷《As、Ga、In、Al、P》）及元件結構變化所構成之發光元件。發光原理為施加電壓於 AlGaAs（砷化鋁鎵）、AlGaInP（磷化鋁銦鎵）及 GaInN（氮化銦鎵）等化合物半導體晶體上，藉電子與電洞結合釋能發光。<sup>63</sup>改變電流，通過化學修飾調整材料的能帶結構與帶隙，LED 就可以發出不同顏色的光，如小電流時為紅色的 LED，隨著電流的增加，可以依次變為橙色、黃色最後為綠色。在藍光 LED、綠光 LED 相繼被發明後，白光結構的 LED 發明也由藍光 LED 加上 YAG 螢光物質而出現，Nichia 公司於此擁有世界性的專利。之後也發現紫外光 LED 激勵 RGB 螢光物質亦可以發出白光。最後則是目前造價仍相對高昂，由紅綠藍三色按亮度比例混合而成的白光 LED，當光線中綠色的亮度為 69%，紅色的亮度為 21%，

---

<sup>60</sup> 曾俊洲，發光二極體製造業基本資料，台灣經濟研究院產經資料庫，2008 年 7 月 8 日，頁 3。

<sup>61</sup> 理想在線證券網，LED 行業：需求看好 景氣度受制產能過度增長，2008 年 12 月 1 日，[http://home.55188.com/news/baogao/2008/12/0812115331893781F31847HBF1JFJD\\_1.html](http://home.55188.com/news/baogao/2008/12/0812115331893781F31847HBF1JFJD_1.html)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 15 日。

<sup>62</sup> 周一德，鋒芒畢露的 LED 產業，工業總會服務網，2006 年 5 月 9 日，<http://www.cnfi.org.tw/kmportal/front/bin/ptdetail.phtml?Part=magazine9505-434-8>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 1 日。

<sup>63</sup> 宏齊科技股份有限公司九十六年度年報，97 年 5 月 22 日，頁 36-37。

藍色的亮度為 10%時，混色後人眼所感覺到的就會是純白色。<sup>64</sup>圖 18 將 LED 作一分類架構，並附上相關應用說明，於本章第二節將再深入介紹 LED 的應用。

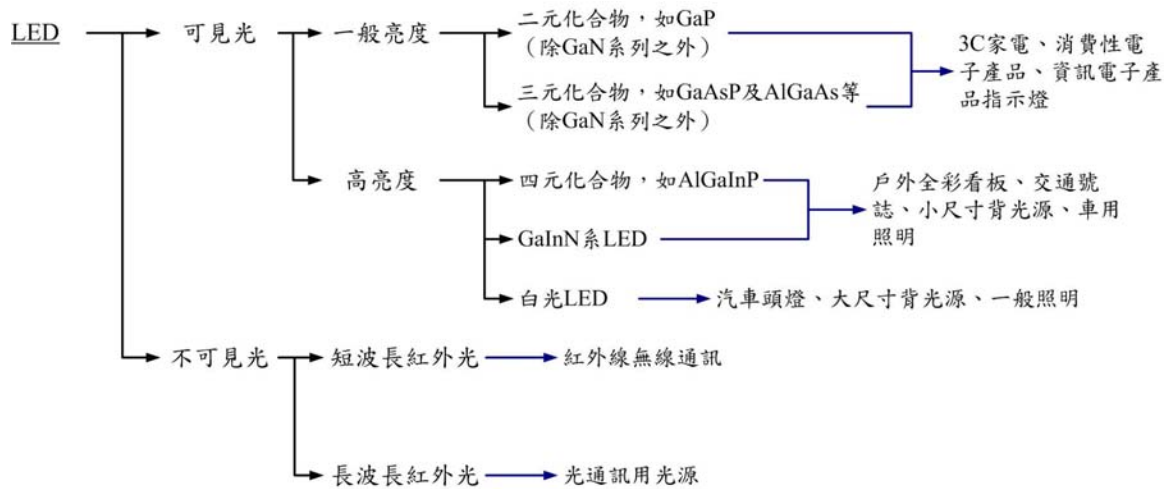


圖 18 LED 分類<sup>65</sup>

## 貳、LED 技術的演進與應用

1962 年，任職美國奇異（GE）公司的 N. Holoyak Jr 等人製作並發表首顆 GaAsP 紅光 LED。但直到七〇年代後，人們對於 LED 的發光原理始有更進一步的了解。1971 年，美國 RCA 公司 Pankove 等人製造出第一個電激發光 MIS 結構 GaN LED，<sup>66</sup>市場上並開始將 LED 應用在指示燈之產品。1980 年代，隨著高亮度紅色 GaAlAs LED 的推出，日本開拓了各式戶外看板如：車站、高速公路、廣告等與第三煞車燈的應用市場。之後九〇年代高亮度藍光、綠光 LED 相繼被開發出來，全彩化的 LED 看板市場得以快速成長，也將 LED 應用在交通號誌上。<sup>67</sup>1998 年起手機開始使用高亮度 LED 作為手機按鍵背光源（Keypad），帶動全

<sup>64</sup> LEDinside，簡述 LED 發光原理，2007 年 10 月 1 日，  
[http://www.ledinside.com.tw/led\\_light\\_200710](http://www.ledinside.com.tw/led_light_200710)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

LEDinside，淺談 LED 產生有色光的方法，2008 年 4 月 30 日，  
[http://www.ledinside.com.tw/led\\_color\\_mat\\_issue200804](http://www.ledinside.com.tw/led_color_mat_issue200804)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

<sup>65</sup> 楊啟榮，LED 製程與應用，國立台灣師範大學機電科技學系講義，  
[http://docs.thinkfree.com/tools/doc\\_location.php?ext=pdf&dsn=846680](http://docs.thinkfree.com/tools/doc_location.php?ext=pdf&dsn=846680)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

<sup>66</sup> 蘇炎坤、林俊良，白光發光二極體之發展，崑山科技大學電子工程系，  
<http://www.ele.ksu.edu.tw/jllin/cai/Research/LED/92whiteLED.PDF>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

<sup>67</sup> LED 戰國爭雄，中國經濟網，2005 年 11 月 10 日，  
[http://big5.ce.cn/ztpd/hqmt/gnmt/zgkjcf/200511/10/t20051110\\_5207901.shtml](http://big5.ce.cn/ztpd/hqmt/gnmt/zgkjcf/200511/10/t20051110_5207901.shtml)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。中國半導體照明網，白光 LED 帶動國產螢光粉發展，2005 年 1 月 14 日，

全球高亮度 LED 市場呈現第一波成長高峰。2002 年，手機並開始大量採用藍光 LED 作為手機面板背光源，這是高亮度 LED 市場的第二波成長高峰。後來更引進白光 LED 於手機的顯示器背光源、按鍵背光源及照相手機閃光燈光源，一直到 2005 年以前，整體 LED 市場因手機市場的成長也快速擴大。然而成也蕭何，敗也蕭何，手機市場逐漸飽和、競爭技術替代及平均價格巨幅下滑，2005 年後全球白光 LED 市場成長呈現遲滯的現象。<sup>68</sup>即使如此，LED 的應用與發展腳步卻未就此停下，尤其全球環保意識高漲，LED 不需使用有毒金屬為材料，產品壽命高出白熾燈泡 10 倍甚至是 20 倍，低電壓低消耗能，光源點的模式顏色又較傳統燈具鮮豔明亮。<sup>69</sup>即使眼前成本依舊是 LED 亟待克服的重要關卡，但種種優點仍不停推動著 LED 照明的需求成長。未來幾年內預期將由汽車應用（頭燈照明）、中大型尺寸面板背光源應用，並繼續開發汽車頭燈，甚至是室內外一般照明（如：路燈、辦公室照明），走向淘汰白熾燈，全面採用 LED 光源的世界（參考圖 19）。

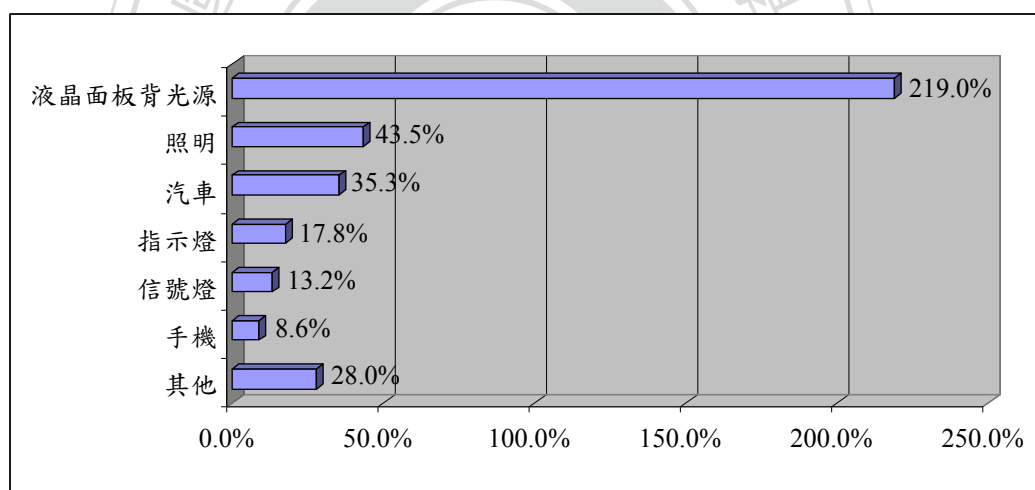


圖 19 未來全球 LED 應用領域增長趨勢預測

圖片來源：CSA<sup>70</sup>

<http://www.china-led.net/Html/news/scfx/2006-2/7/095015805.html>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

<sup>68</sup> 朱泓龍，LED 技術與白光 LED 未來發展，金鼎投顧產業剖析，2007 年 9 月 12 日，<http://bbs.ecstart.com/viewthread.php?tid=28438>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

<sup>69</sup> 環保議題加速 LED 應用的發展，LEDinside，2007 年 4 月 20 日，<http://www.ledinside.com.tw/node/57>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

<sup>70</sup> 中國國家半導體照明工程研發及產業聯盟 (CSA)，未來 LED 應用市場發展預測，中國手機人才網，2008 年 10 月 21 日，<http://www.51mobilejob.com/resource/showArticle.asp?id=1473>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 2 日。

## 第二節 LED 背光源的應用與市場

2006 年高亮度 LED 全球市場規模為 2.5 億美元，2007 年迅速成長至 3.37 億美元，預計至 2012 年可成長至 16.5 億美元的規模。而成長規模之所以可如此龐大，近期內最被看好帶動 LED 市場的應用即為中大型尺寸面板背光源。<sup>71</sup>現有的各種背光技術囊括了最為普遍的冷陰極管（Cold Cathode Fluorescent Lamps, CCFL）、固體式電子照明的 LED、單一光源且無汞的平面燈管（Flat Fluorescent Lamp, FFL）、<sup>72</sup>外部電極燈管（External Electrode Fluorescent Lamp, EEFL）、<sup>73</sup>光管技術再進步的熱陰極管（Cathode Hot Fluorescent Lamp, HCFL）<sup>74</sup>和未來前景也被看好，真空狀態下同 LED 採放電式照明的奈米碳管（Carbon Nano Tube, CNT）<sup>75</sup>等六種。但在技術、環保、成本等各項外在因素環繞衝擊下，目前仍是

<sup>71</sup> Tim Whitaker, Illumination and LCD backlighting are major drivers for growth, LEDs MAGAZINE, Sep/Oct. 2008, at 45-46.

<sup>72</sup> FFL 技術採用氙氣 (Xe) 為光電轉換材料，符合無汞環保要求，與一般螢光燈採用水銀為光電轉換材料有所不同。此外，尚有可充分提升液晶電視色彩飽和度及對比度、加強影像品質等優點，因其平面造型優勢，更加適合大面積的液晶顯示器使用。只需要單一燈源，也就只需一個反流器驅動，可省下較多的用料成本，且 FFL 為面型光源，光均設計上比 CCFL、LED 都來得容易。參考王中一、謝宛蓉，無汞平面背光板 將成台達電金雞母，工商時報/A13 版，2006 年 3 月 7 日。郭長祐，面板色彩與畫質解析(1)－大尺寸 LCD TV 之背光技術分析，DigiTimes.com，2006 年 6 月 14 日，<http://tech.digitimes.com.tw/print.aspx?zNotesDocId=27122720B4556CD74825718C0034405E>，最後瀏覽日期：2008 年 11 月 28 日。

<sup>73</sup> EEFL 由 Harison Toshiba 起始發展，技術首要優點是反流驅動器的數目縮減，使用料成本降低，同時也有助於提升生產良率。然而，EEFL 目前有其範疇性，即是反流器的縮減僅適合於 30 英寸～40 英寸間，若在更大吋數的設計中使用 EEFL 技術，反而會使反流器的需求用數增加，甚至增加反流器的熱度（不利於散熱與用電效率）。市場上生產 EEFL 的廠商除 Harison Toshiba（主要供給 LG, Philips, LPL）外，尚有 NEC Lighting、Kumho 等公司。EEFL 已用於實際量產，佔有少量 LCD TV 市場。2004 年，友達光電亦曾在日本橫濱展中公開展示以 EEFL 為背光源之 32 吋電視面板產品。參考張文珊，EEFL 光源供應鏈分析，ITIS 智網產業評析，2005 年 11 月 22 日。郭長祐，面板色彩與畫質解析(1)－大尺寸 LCD TV 之背光技術分析，DigiTimes，2006 年 6 月 14 日，<http://tech.digitimes.com.tw/print.aspx?zNotesDocId=27122720B4556CD74825718C0034405E>，最後瀏覽日期：2008 年 11 月 28 日。

<sup>74</sup> HCFL 組成結構與 CCFL 相似，發光原理是利用汞蒸氣氣體放電行為中所發射的紫外線，激發管內壁螢光粉轉換出可見光。發光效率較 CCFL 高、管電壓低、亮度衰減較慢、色座標不易偏移。組成背光模組後較為省電、低汞消耗、電壓僅需單邊驅動，用於組內的燈管數也較少，可使整體成本下降，因此得以吸引系統或面板、背光模組注意並嘗試研發，但仍有產品壽命和顯示器亮度不均勻造成各種痕跡 (Mura) 的技術問題尚待克服。參考張文珊，熱陰極燈管應用在顯示器上特點及目前發展動向，ITIS 智網產業評析，2007 年 8 月 1 日。

<sup>75</sup> CNT 技術上儘管在 RGB 3 色的碳管控制與相關螢光粉仍有部分技術尚未突破，但僅需發出白色光源的奈米碳管背光模組，由於製程較簡單，發光效率及發光時間等相關技術也被有效解決，因此被南韓業者相中，準備在 2008 年底，推出 40 吋以上的奈米碳管背光模組。由於奈米碳管背光模組具有低成本、低用電、輕薄等優點，不過其光均性與點亮驅動等方面仍不夠穩定，且造價仍十分昂貴，當問題逐一隨科技發展克服後，被期待成為取代 CCFL 及 LED 等背光模組的新興



以 CCFL 為背光源主流應用，而 LED 則是緊追在後，預計將取代 CCFL 成為下一世代的背光源霸主。

## 壹、CCFL 背光源與 LED 背光源

蘋果下列的這段聲明簡單地帶出了現行使用 CCFL 的缺點，和以 LED 作為背光源時的優點。2007 年，蘋果飽受環保團體的抨擊，身為領導廠商竟未率先將有毒的化學物質（如汞和砷）從新產品設計中除去，也未積極且適當地回收該公司的舊產品。蘋果回應：「如不使用螢光燈的設計在蘋果的產品中，就得仰賴 LCD 產業多快能轉入 LED 背光源的大型顯示應用。」<sup>76</sup>對此，蘋果已規劃出相應的產品設計，也就是後來的 MacBook Air。蘋果表示：「採用 LED 背光模組使得筆記型電腦可以設計得更輕薄，且配合無汞無砷的設計可發揮更佳電源利用效能，也就是電池的待機與使用時間可再加長。」<sup>77</sup>MacBook Air 的推出，其輕薄令世界大開眼界，至 2008 年底，蘋果所有新款筆記型電腦產品已全數採用 LED 為背光源，<sup>78</sup>也帶動了其他筆記型電腦廠商起而效尤。以下就兩者的技術和比較作一簡單介紹。

### 一、CCFL 背光源

冷陰極管（Cold Cathode Fluorescent Lamps, CCFL）是目前液晶顯示終端主要應用的背光燈源，其屬低壓水銀放電燈，構造為在玻璃管內壁塗佈螢光體，並在燈管內部注入少量不活性氣體及水銀，而透過水銀原子放電中被電子衝擊而產生紫外線，經螢光體吸收轉變後成為可視光源，達到發光的功用。<sup>79</sup>其與一般螢光燈（日光燈）最大的差別在於電極。一般日光燈之電極為白熱燈絲，需將其加

---

產品，預料未來奈米碳管背光模組市場規模將可逐年擴大。參考劉博凱，從竹炭到奈米碳管—漫談場發射顯示器（下），影像顯示科技人才培育網，2007 年 4 月 29 日，網址：

<http://www.fpd.edu.tw/newsDetail.do?id=1203>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 3 日。陳景松，次世代背光源—奈米碳管背光技術與南韓發展動向，DigiTimes Research，2008 年 10 月 3 日，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 3 日。

<sup>76</sup> LEDs Magazine, LED backlights help Apple become greener (May 06, 2008), <http://www.ledsmagazine.com/news/4/4/30> (last visited Nov. 20, 2008).

<sup>77</sup> LEDs Magazine, LED backlights enable Apple's ultra-thin notebook (Jan. 16, 2008), <http://www.ledsmagazine.com/news/5/1/18> (last visited Nov. 20, 2008).

<sup>78</sup> 目前蘋果新發表的 13 吋 MacBook、15 吋 MacBook Pro 和 13 吋 MacBook Air 均採用 LED 背光源，並為產品主打特色之一。參考蘋果官方網站，網址：<http://www.apple.com/sg/mac/>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 5 日。

<sup>79</sup> 王君毅，冷陰極燈管，DigiTimes，2007 年 4 月 25 日，<http://www.digitimes.com.tw/n/TermShow.asp?id=A00040>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 3 日。

熱而產生熱電子流而點燈；相對於此，CCFL 不使用熱電子流點燈，因此稱為「冷」陰極螢光燈管。CCFL 雖然與日光燈管十分類似，但其亮度約為一般日光燈管的十倍、耗電量約是一般日光燈的 25%，因此發光效率很高、發光顏色純度也很高，且低發熱量、壽命長；此外，由於電極結構簡易，燈管體積十分細小、重量輕，應用範圍更為廣泛。但是雖稱為冷陰極，CCFL 之電極處卻是整體溫度最高的地方，因此在使用上，仍必須注意電極之散熱問題。目前 CCFL 已廣泛應用在筆記型電腦、電視機等液晶螢幕的背光源上。<sup>80</sup>由於成本低廉、技術成熟，CCFL 仍是目前 LCD 背光源的主流，但近年來因 CCFL 技術採用有毒金屬（汞）被認為不夠環保，色彩表現只能達到 NTSC 標準<sup>81</sup>的 70%~80%；且為了因應螢幕大型化的發展，CCFL 的電壓加高和長管化加工都還是有技術困難存在，CCFL 燈管超過 1300mm 以上就很容易反翹及破裂，必須面對安全性與穩定度的問題。使得目前以 LED 為背光源，採用單點發光導致耗電量低，再加上壽命長、短小輕薄、環保等優勢，逐漸取代 CCFL 大量應用於中、小尺寸面板背光源，將逐步向取代 LCD 顯示器、筆記型電腦、LCD 電視等背光領域邁進。<sup>82</sup>

## 二、LED 背光源

以 LED 為背光源的技術可採用紅藍綠（RGB）3 色進行混光，但由於各色 LED 成本不一，加上混光設計難度較高，且在背光模組的設計中，必須預留混光空間，因此生產的門檻較高。也可採用成本較低的藍光 LED 加上黃色螢光粉成為白光 LED。<sup>83</sup>但不論是以哪一種為 LED 背光源，其主要四大技術領域，各有特性也各有要求門檻，同時都能達到才能讓 LED 背光模組的效能最高最佳化。

---

<sup>80</sup> Lori. Wei, 技術材料與工具新知- CCFL, 台灣數位藝術知識與創作流通平台, 2005 年, [http://www.digiarts.org.tw/ShowColumnTW.aspx?lang=zh-tw&CC\\_NO=48](http://www.digiarts.org.tw/ShowColumnTW.aspx?lang=zh-tw&CC_NO=48), 最後瀏覽日期: 2008 年 12 月 3 日。

<sup>81</sup> NTSC 是 1952 年 12 月由美國國家電視標準委員會 (National Television System Committee, 縮寫為 NTSC) 制定的彩色電視廣播標準, 顯示器的色域都習慣於採用 NTSC 的覆蓋百分比來表示色彩飽和度。參考維基百科, NTSC 制式, <http://zh.wikipedia.org/wiki/NTSC%E5%88%B6%E5%BC%8F>, 最後瀏覽日期: 2008 年 12 月 5 日。

<sup>82</sup> 鄭文嘉, 冷陰極螢光燈管發展趨勢, 工研院 IEK 評析, 2004 年 8 月 6 日。

Ken, LCD 背光: 電視用量過半 CCFL 和 LED 並存, GoogleGroups, [http://groups.google.com/group/protech\\_net/web/lcd-ccflled?pli=1](http://groups.google.com/group/protech_net/web/lcd-ccflled?pli=1), 最後瀏覽日期: 2008 年 12 月 3 日。

<sup>83</sup> 潘素卿, 360°科技: RGB LED 背光源, DigiTimes, 2008 年 9 月 23 日。

(1) 熱 (Thermal) 技術

LED 發光時產生的過熱現象，目前各家廠商多以鋁製散熱片、導熱管及風扇的零組件或設計散熱，花費的成本較高，為 LED 需努力克服的一項技術門檻。尤其在未來若應用在集中且強力的照明（如汽車頭燈），亮度需符合安全標準，能源的節省也要讓整體系統維持在輕量、耐用、可替換與安靜無噪音的品質要求，熱技術將是這個應用的最大難題。<sup>84</sup>

(2) 光 (Optical) 技術

如何使 LED 產生的點光源均勻的分布與散色成為面光源，需搭配膜片的運用。還需透過感光感測器偵測背光模組的輝度，隨時調整模組亮度。另，LED 背光源的顏色可分為白光和 RGB 三色光兩種形式，RGB 三色光雖可呈現較佳效果，但需混色設計，技術與成本較白光搭配螢光粉為高，故較少技術採用，是為未來繼續研發的重點。

(3) 電 (Electrical) 技術

電流通過 LED 時，如何控制 LED 並增加影像最暗和最亮之間的動態範圍 (Dynamic range)。目前所採用的局部動態控制技術 (Local Dimming)，可增加畫面亮度，達到 10 萬：1 的高對比度，顏色深度也更為明顯，還能同時達到省電效果。

(4) 機械 (Mechanical) 技術

LED 背光模組的機構設計要如何配合市場輕量薄型化的訴求與整合耐強度，又能搭配其他技術特性發揮最佳效果，同時也考驗模組廠的設計製造能力。<sup>85</sup>

### 三、綜合比較

現下使用 CCFL 為背光源的液晶螢幕，僅能達到 NTSC 色域的 70~80%，但以 LED 為背光源的液晶螢幕卻能突破 100% 的 NTSC 色域，甚至更多。LED 背光源模組除了可提升圖像對比 (picture contrast) 的品質外，也能有效減少因畫面快

---

<sup>84</sup> Tim Moran, *LED outlook: Still too hot to trot*, AUTOMOTIVE NEWS, Jun. 18, 2007, at 36.

<sup>85</sup> 林筱茹，大尺寸面板採用 LED 背光源之現況與趨勢分析，MIC 產業研究報告，2008 年 4 月，頁 1-2。

速移動產生的閃爍。<sup>86</sup>使用 LED 為背光源，對於應用產品本身能源的節省也有最直接的效果，而其低熱能的特性，間接影響降低了其他週邊環境的能源成本（如大型看板所在的室溫空調）。且因 LED 系統壽命較 CCFL 系統為長，又幾乎是免保養維修狀態，對於整體產品降低成本的效果十分明顯。<sup>87</sup>

然而，使用 LED 為背光源也還有許多問題亟待克服，首先是每顆 LED 的光特性不一致，每一顆的顏色、衰退和壽命皆不相同，目前仍無法產出每顆標準完全一致的 LED。再者，在品牌大廠力求「輕、薄」的結果下，LED 背光模組的關鍵零組件—導光板，也必須要跟著變薄，超薄導光板的良率就是當前首要之急。而因薄型化的模組結構強度與耐壓性，所衍生出的機構設計問題，又得搭配有效散熱設計紓解 LED 的過熱現象。以上種種在新技術的突破後自可豁然開朗，尤其以 LED 在液晶電視和筆記型電腦的新應用，配合相關的 LED 驅動 IC 和週遭的光電感應器等技術持續進步，將會是驅動整個市場提升的主力。隨著 LED 背光模組成本持續下降，愈來愈多業者將改行採用 LED 為產品背光源應用，CCFL 市場勢必受到擠壓，CCFL 的製造商無疑地會持續改進產品且以低價壓力競爭方式反擊。<sup>88</sup>

表 3 CCFL 與 LED 背光源比較

項目		CCFL	LED
技術	發光效率	70~80 lm/W	50~60 lm/W
	NTSC 演色性	70~80%	>100%
	局部動態控制技術	不適合	適合
	啟動時間	慢	快
環保	散熱	無此問題	不佳
	耗電量	高	低
	汙染性	含汞	無汞
	壽命	6 萬小時	10 萬小時

資料來源：MIC<sup>89</sup>

<sup>86</sup> LEDs Magazine, TECH NOTES: Vicor's flexible, accurate & efficient power solutions for LED backlighting application (Oct. 2008), <http://www.ledsmagazine.com/features/5/10/13> (last visited Nov. 20, 2008).

<sup>87</sup> LEDs Magazine, Barcelona airport billboards use LED backlighting (Oct. 29, 2008), <http://www.ledsmagazine.com/news/5/10/37> (last visited Nov. 20, 2008).

<sup>88</sup> IMS Research, Bright future for backlighting (Aug. 16, 2007), [http://www.imsresearch.com/press\\_release\\_details.html&press\\_id=300](http://www.imsresearch.com/press_release_details.html&press_id=300) (last visited Nov. 21, 2008).

<sup>89</sup> 同前註 85，頁 4。



## 貳、LED 背光源的應用與市場

LED 背光源從 LED 廠至下游應用，中間還需經過背光模組廠、面板廠等整條產業鏈的互相配合，和其他週邊廠商零組件的支援（參考圖 20），LED 背光源的應用在各子產業彼此間的互動有可能帶來正面的成長，亦有可能互相排擠，於本論文第五章之管理分析再行深入討論。以下將 LED 背光源的應用依尺寸大小簡單劃分為 7 吋（含）以下的小型面板應用，和大於 7 吋以上的中大型尺寸面板應用，本論文將以筆記型電腦、液晶電視（LCD TV）為中大型尺寸面板應用市場的深入探討對象。

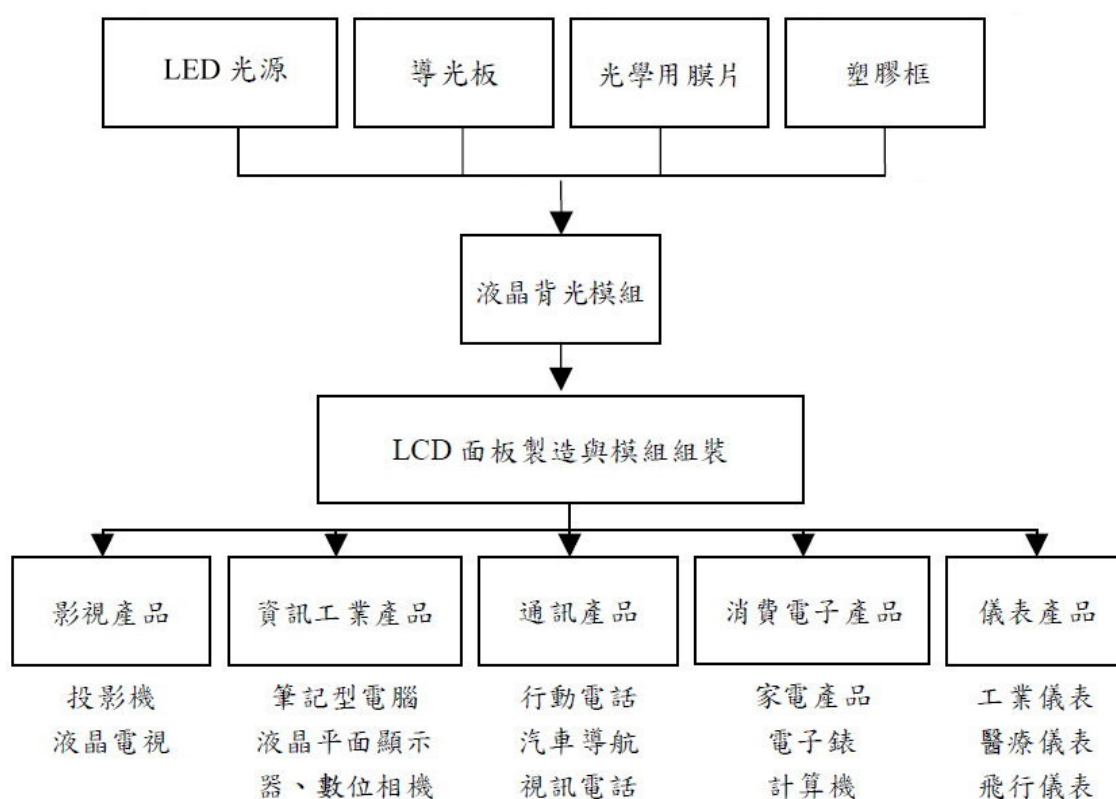


圖 20 LED 背光源上中下游關係圖

圖片來源：中強光電 2007 年年報

### 一、小型面板應用

自 2000 年後，隨著高亮度 LED 產品亮度與效率增進，LED 被大量使用在可攜式（hand-held）產品的螢幕或按鍵背光源，如手機、PDA、數位相機、數位相框、GPS 等消費性產品，這類落在 7 吋以下的小型尺寸面板市場，其中又以手機市場規模最大，手機成為 LED 最大應用單一品項市場。彩色手機的低價化與多功能化，掀起手機的換機風潮，也有利於 LED 產業成長。而由於 LED 產量規模

提升，小尺寸面板所需的 LED 顆數也少，LED 應用在小型面板的成本大幅下降，比起傳統 CCFL 的成本，在 2007 上半年，價差達到 1 比 1 的打平狀態。<sup>90</sup>隨著全球市場趨於飽和，又遇上總體經濟形勢惡化景氣不如預期，消費者對於此類產品的支出快速下滑，LED 背光源在此應用市場的訂單因而中箭落馬轉趨蕭條。

## 二、中大型尺寸面板應用

### (一) 筆記型電腦

#### 1. 為什麼用 LED 背光源？

由於近期許多品牌廠商開始力拱 LED NB，並且預計在 2009、2010 年後大量採用 LED 背光。主要原因即在於低價電腦的崛起，迅速拉低 NB 廠商平均出貨單價，因此各家廠商莫不絞盡腦汁的希望將產品差異化，而 LED 可以讓筆記型電腦更輕更薄，更節能省電，也就延長了電池壽命和待機時間，「輕、薄、小、美、廉、娛、通、綠」成為筆記型電腦的發展新法則，LED 背光也將在「輕、薄、小、綠」上扮演關鍵角色。<sup>91</sup>LED 背光技術自然就成為各大 NB 品牌廠商的首選，並正加速引進 LED 背光源進入筆記型電腦設計之中。

以蘋果為例，Macbook Air 搭載 LED 背光模組後，重量僅 1.36Kg，面板厚度僅 4mm，讓市場為之眼睛一亮。宏碁也宣稱將於 2009 年前，讓 14.1 吋以下系列產品均採用 LED 背光技術。<sup>92</sup>戴爾並於 2008 年 9 月宣佈，於 2008 年 12 月 15 日前，戴爾商務專用筆記型電腦中的 Latitude™ E 系列會有三分之二以採用無汞的 LED 背光模組為產品特色。2009 年底前，DELL 至少會有 80% 的筆記型電腦產量使用以 LED 為標準背光源，2010 年所有的筆記型電腦可全面採用 LED 為背光源。其節能效果以 DELL 15 吋的 LED 背光液晶螢幕為例，在最大亮度下，可達 43% 的電力節省。在 DELL 的產品政策推動下，於 2010 年和 2011 年約可節省下 20 佰萬仟瓦和 220 佰萬仟瓦的電力，相當於 10,000 個家庭的排碳量。<sup>93</sup>在各大品

---

<sup>90</sup> 韓青秀，LED 應用 7 吋背光源成本下降與 CCFL 價差打平，DigiTimes，2007 年 10 月 9 日。

<sup>91</sup> 黃怡瑄，前瞻 2008 年台灣筆記型電腦產業發展趨勢，MIC-ASIP 資策會情報顧問服務網，2008 年 3 月，頁 12。

<sup>92</sup> 郭靜蓉，NB 品牌大廠商加速導入 LED 滲透率可望明、後年迅速攀升，DigiTimes，2008 年 10 月 20 日。

<sup>93</sup> LEDs Magazine, Dell driving transition to energy-efficient LED displays (Sep. 24, 2008), <http://www.ledsmagazine.com/news/5/9/33> (last visited Nov. 20, 2008).

牌筆記型電腦廠的帶頭喊話之後，供應鏈上的面板廠、背光模組廠與 LED 廠無不摩拳擦掌，友達亦於 2008 年 4 月宣佈，友達提供的筆記型電腦面板將在 2011 年全面採用 LED 為背光源。<sup>94</sup>

## 2. 市場玩家

目前筆記型市場上的廠商幾乎已全數引入 LED 為產品背光源應用，其中的差別僅在於這些廠商哪一年會將所有產品「全面」改採 LED 背光源。Apple 和日系廠商並已漸漸做出市場區隔，走的是高階 LED 背光源筆記型電腦精品路線，其他國際大廠則是走大眾化路線，<sup>95</sup>LED 背光源儼然已是新一代的殺手應用。依產業上中下游關係，表 4 列出部份在這條產業鏈上主要廠商。

表 4 LED 背光源上中下游廠商與終端應用（筆記型電腦）

	LED			背光模組	面板	LED 背光源應用 (NB)
	磊晶	晶粒	封裝			
台灣	晶電 先進電 泰谷 新世紀 華上 漢光 全新 洲磊 連威 璨圓 力旭 智林 廣鎔 聯詮 奇力	晶電 先進電 泰谷 新世紀 華上 漢光 全新 洲磊 連威 璨圓 力旭 光磊 廣鎔 聯詮 光鉸 鼎元 聯勝 曜富 麗清 奇力	光寶 億光 先進電 立碁 今台 光鼎 先益 宏齊 李洲 佰鴻 東貝 研晶 葳天 祿旦 華興 鼎元 顯明 凱鼎 雅新 致茂 連營 福華	大億科 奈普 中光電 瑞儀 輔祥實業 福華電子 科橋電子 台灣夏普 茂林光電	友達 奇美 華映 彩晶	華碩 宏碁 明基 微星 技嘉

<sup>94</sup> 呂紹旭，奇美、友達撈過界 LED 業投下震撼彈，經濟日報/ D3 版，2008 年 4 月 18 日。

<sup>95</sup> 郭靜蓉，LED NB 百家爭鳴 4Q 可望引爆價格戰，DigiTimes，2008 年 9 月 18 日。

			興華 麗清 義隆電			
日本	Nichia TG <sup>96</sup>	Nichia TG Sharp E&E Japan	Nichia TG Sharp Stanley Citizen	Sharp Stanley Enplas IMES 油化電子 富士通化成 LEIS 多摩電氣 茶谷產業 日泉化學	Sharp TMD <sup>97</sup>	Sony Fujitsu Toshiba NEC KOHJINSHA
美國	Cree Philips- Lumileds GELcore Rohm BridgeLux	Cree Philips- Lumileds GELcore Rohm BridgeLux Avago	Cree Philips- Lumileds GELcore Rohm Agilent Avago			Apple Dell HP Lenovo
韓國	Samsung AUK Ninex Epivalley Epiplus	Samsung LG AUK Ninex Epivalley Innotek	Samsung LG Seoul- Semicon- ductor AUK Ninex SSC Innotek	又榮 元祐精密 喜星精密 現代電鑄	Samsung LG- Display	Samsung
歐洲	Osram IQE plc Exxelis Mesophoto nics	Osram Enfis	Osram Enfis			
中國	廈門三安 廣州普光 上海藍光 杭州士蘭 江西聯創 山東華光 深圳方大 上海藍寶	廈門三安 廣州普光 上海藍光 杭州士蘭 江西聯創 山東華光 深圳方大 大晨光電	佛山國星 廈門華聯 江蘇奧雷 廣東佛山 江西聯創 深圳超亮 中山朗瑪 大晨光電			

<sup>96</sup> TG 為 Toyoda Gosei 的縮寫。

<sup>97</sup> TMD 全名為 Toshiba Matsushita Display Technology，由日本東芝 (Toshiba) 和松下 (Matsushita Electric) 以 6：4 持股比例合資成立的公司。參考陳怡均，東芝、松下合資公司 TMD 擬量產 OLED 面板，Digitimes Research，2008 年 7 月 22 日。



晶宇光電 大連路美 揚州華夏集成 深圳世紀晶源	揚州華夏集成 深圳世紀晶源	紹興伊利達 福州福康 北京晶輝 寧波愛米達 華剛			
----------------------------------	------------------	--------------------------------------	--	--	--

資料來源：新能源科技智慧財產分析與佈署策略研究計畫<sup>98</sup>

### 3. 成本結構與市場概況

許多研究機構原皆預測 2008 年筆記型電腦採用 LED 模組的比例至少最高可接近 20%，然而，LED 背光源對筆記型電腦滲透率卻一直無法大舉突破，原因就在於 LED 背光模組的高成本。即使從 2008 年第一季以來，LED 背光模組的成本已從平均 24.8 美元降至第三季的 16.62 美元，降幅高達三成三。但面板自第二季開始供過於求，這些採用 CCFL 背光源的面板價格也大幅下降，CCFL 背光模組成本亦從每單位 11.9 美元降至 9.6 美元，<sup>99</sup>迫使筆記型電腦廠商將採納 LED 背光源為設計的時程再往後延。<sup>100</sup>在不同尺寸的面板應用上，由於所需的 LED 顆數不同，在大型面板（22 吋以上）所採用的 LED 背光技術<sup>101</sup>又有所不同，和 CCFL 背光源的價差更形擴大（參考圖 21）。以 15.4 吋的筆記型電腦進行成本結構分析（見表 5），可以發現 LED 光源佔了整體背光模組三成四，相較於 CCFL 僅佔同尺寸筆記型電腦背光模組的 11%，LED 背光源佔整體模組的成本比例太高，若欲以 LED 取代 CCFL，則勢必要先突破價格這關，才有全面替代 CCFL 的可能性。若透過光學薄膜技術革新及 LED 的高亮度技術提升，預計每年約可減少 20% 左名的 LED 配備顆數，進而帶動 LED 背光模組價格下滑。<sup>102</sup>DisplaySearch 研究機構預計 2008 年 LED 背光源於筆記型電腦市場的滲透率至多達到 13.5%，但若 LED 價格持續下滑，且產品良率可大幅提升的話，2009 年 LED 和 CCFL 成本價差或許有機會拉近至 1:1，則滲透率可望搭配筆記型電腦廠商的銷售策略大幅提升至接近 40%（參考圖 22）。

<sup>98</sup> 本研究為政治大學智慧財產研究所受企業委託進行之研究計畫，本論文重新整理。

<sup>99</sup> Ivan, LED NB is ready to go (2): Brightness and patent issues keep LED backlight highly priced (Nov. 26, 2008), [http://www.ledinside.com/led\\_backlight\\_nb\\_200810b\\_en](http://www.ledinside.com/led_backlight_nb_200810b_en) (last visited Dec. 2, 2008).

<sup>100</sup> Ivan, LED NB is ready to go (1): Why LED Backlight (Oct. 29, 2008), [http://www.ledinside.com/led\\_backlight\\_nb\\_200810a\\_en](http://www.ledinside.com/led_backlight_nb_200810a_en) (last visited Nov. 21, 2008).

<sup>101</sup> LED 背光模組設計可分為適合筆記型電腦訴求輕薄的側光式設計 (side-view)，或是需要較大混光空間的直下式設計 (top-view)，後者多用在大尺寸面板的設計上。

<sup>102</sup> 富士 Chimera 總研，2008 年全球筆記型電腦用 LED 背光發展趨勢，MIC-ASIP 資策會情報顧問服務網，2007 年 12 月/2008 年 1 月，頁 4-6。

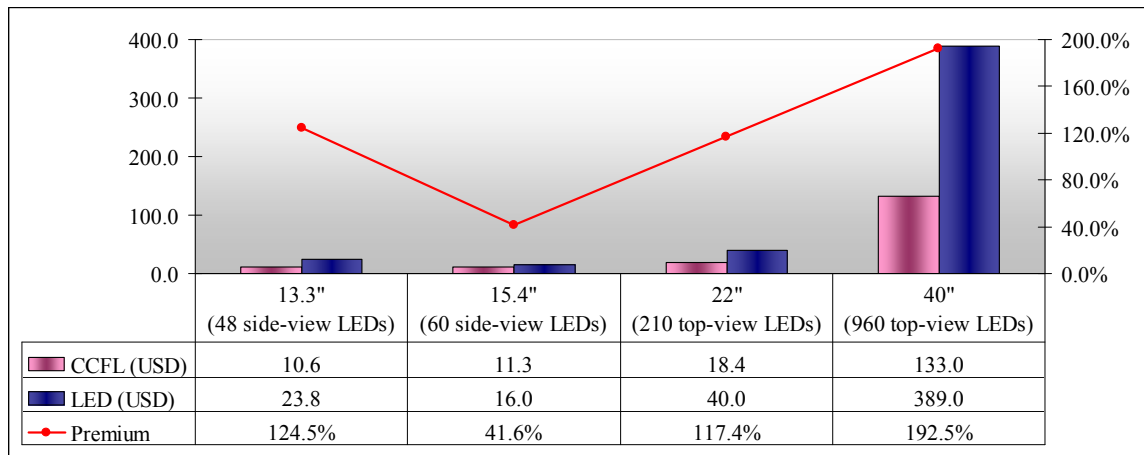


圖 21 CCFL 與 LED 背光源價差 (2008Q2)

資料來源：DisplaySearch<sup>103</sup>

表 5 LED 與 CCFL 背光模組成本結構比較

(百分比)	LED	CCFL
光源	34 %	11%
驅動 IC/反流器	12%	26%
增亮膜/反射偏光片	10%	13%
導光板	6%	10%
擴散膜	2%	3%
反射板	36%	37%
組裝與其他光學膜成本	100%	100%
總計		

資料來源：DisplaySearch<sup>104</sup>

<sup>103</sup> Luke Yao, LED BLU and Green High Tech Life (July 23, 2008), [http://www.displaysearch.com/files/2008\\_July\\_LED\\_BLU\\_and\\_Green\\_High\\_Tech\\_Life.pdf](http://www.displaysearch.com/files/2008_July_LED_BLU_and_Green_High_Tech_Life.pdf) (last visited Nov. 19, 2008).

<sup>104</sup> *Id.* See also Luke Yao, Backlight & Backlight Components, 2007 DisplaySearch Taiwan FPD Conference, May 10-11, 2007, [http://www.displaysearch.com/cps/rde/xbcr/displaysearch/20070510\\_Luke\\_Yao\\_Backlight\\_Backlight\\_Components\\_Luke\\_Yao.pdf](http://www.displaysearch.com/cps/rde/xbcr/displaysearch/20070510_Luke_Yao_Backlight_Backlight_Components_Luke_Yao.pdf) (last visited Nov. 19, 2008).

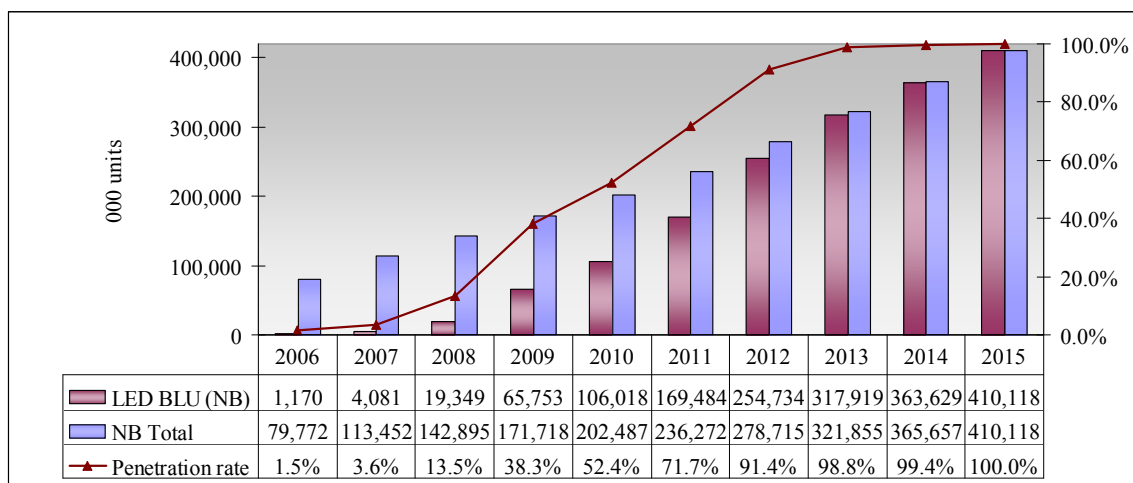


圖 22 LED 背光源於筆記型電腦的滲透率統計與預測 (2008Q2)

資料來源：DisplaySearch<sup>105</sup>

#### 4. 低價電腦 (Netbook or Mini-Note) 的崛起與市場未來動向

低價電腦是指可執行包括 Windows XP 或 Linux 等完整作業系統的電腦，螢幕尺寸介於 7~12 吋的行動運算裝置。有鑑於成本因素，隨著華碩低價電腦 Eee PC 問世後，帶來的「夠用就好」低價電腦襲捲浪潮，繼續驅動了筆記型電腦市場，且其對傳統電腦的衝擊比預期的還大，預估 2009 年低價電腦對傳統筆記型電腦的市場侵蝕度將達六、七成，<sup>106</sup>各品牌大廠前仆後繼地加入低價電腦戰場，目前尚未有低價電腦產品問市的僅剩蘋果<sup>107</sup>和 Sony 兩家，但 Sony 欲搶入此市場的傳言已是滿城風雨，也為 LED 背光模組的成長動力持續加溫。目前五大筆記型電腦廠的 2009 年訂單規模已大致底定，五大 NB 品牌預估總出貨量將達 1.3 億台，<sup>108</sup>相較於 2008 年同期大幅縮水逾 50%，宏碁、華碩等台灣品牌業者訂單縮水幅度亦約達 4~5 成，2009 年第 1 季低價電腦的訂單雖仍有成長，但一般筆記型電腦訂單的衰退幅度卻遠超乎預期。<sup>109</sup>若以行動商務市場為訴求，將限制低價低價電腦市場未來的成長性，電子時報 (DIGITIMES) 認為，2009 年開始，低價低價電腦在整體筆記型電腦市場的滲透率將僅能緩步增加，預估 2011 年達

<sup>105</sup> Yao, *supra* note 103。

<sup>106</sup> 陳盈羽，宏碁抗寒流 netbook 撐腰，經濟日報，2008 年 11 月 27 日。

<sup>107</sup> 蘋果所推出的 1,000 美元以下 Mac Mini 低價電腦僅為主機系統，非筆記型電腦，故此處不計入本論文定義之低價電腦。

<sup>108</sup> 陳彥廷，5 大 NB 品牌明年出貨衝刺 1.3 億台，DigiTimes，2008 年 12 月 2 日。

<sup>109</sup> 許金池，PC 廠大砍明年 1Q 訂單逾 5 成，全球代工產業鏈山雨欲來，DigiTimes，2008 年 12 月 4 日。

9.9%，規模則達 2,720 萬台，<sup>110</sup>但對低價電腦來說，LED 背光源的滲透率卻已達到百分之百（參考表 6）。在此，LED 背光源產品的關鍵就是降價幅度，降幅同時牽動著新興市場能否挹注成長動力。若價格降幅穩定，在消費市場低迷的大環境下，未來仍有機會成長，但若價格無法有合理的降幅，廠商恐怕只能捨棄獲利搶接訂單，又將是一場爭得你死我活的價格流血戰。

表 6 市場上現有之低價電腦

廠商	型號	尺寸	價格 <sup>111</sup>	LED 背光源	資料來源
Acer	Aspire One	8.9	TWD16,800-33,900	Yes	PChome
ASUS	Eee PC	7/8.9/10	TWD7,688-16,988	Yes	PChome
Benq	Joybook Lite	10.1	TWD16,777	Yes	PChome
Dell	Inspiron Mini <sup>(*)</sup>	8.9/12.1	USD349-449/549-649	Yes	Dell Official website
Fujitsu	M1010	8.9	TWD19,800	Yes	PChome
HP	Mini	8.9/10.2	TWD15900-25800	Yes	PChome
KOHJINSHA	SX	8.9	TWD16,800-33,900	Yes	PChome
Lenovo	ideapad	8.9/10.2/11.1	TWD12,900-15,988	Yes	PChome
NEC	LaVie Light <sup>(*)</sup>	8.9	¥46,680-76,718	Yes	Yahoo!Japan
Toshiba	NB100 <sup>(*)</sup>	8.9	¥55,800-69,800	Yes	Yahoo!Japan
MSI	Wind Netbook	8.9/10	TWD14,900-16,900	Yes	PChome

(\*) 台灣未上市機種。

表格來源：本論文整理

## (二) 液晶電視 (LCD TV)

LED 背光源於 LCD TV 的應用除了更符合現代人空間規劃的輕薄要求外，於畫質的提升更為令人讚嘆，當然也較 CCFL 更為節能環保，LCD TV 市場上一度曾出現以平面燈管 (FFL) 下一世代之背光源，但考量效率和市場對 FFL 的行銷接受度，液晶電視龍頭大廠還是決定採用 LED 為新一代背光源應用。早在 2004

<sup>110</sup> 2008 3Q 全球資訊精選，DigiTimes，2008 年 10 月 7 日。

<sup>111</sup> 價格調查日期：2008 年 12 月 5 日。



年 8 月，Sony 就已推出以 LED 為背光源的 40 吋和 46 吋液晶電視，<sup>112</sup>但一直到 2006 年第三季前，以 LED 背光源應用的液晶電視就似消了蹤影，9 月份才有 Samsung 再推出 40 吋的液晶電視，2007 年並以 Sony 和 Samsung 兩大廠商為首，在 LED 背光源的液晶電視上互爭雌雄，2008 年則多了 LG 加入戰局。2008 年 8 月底於德國柏林的歐洲最大消費性電子展 Internationale Funkausstellung Association (IFA) 中，各家液晶電視廠商更是卯足全力。Samsung 今年於展場也秀出採用 LED 背光的 46 吋、55 吋液晶電視。Sony 更推出採用 RGB 三色混光製程的 LCD TV，針對亮度、顏色進行明暗對比，動態比高達百萬比一。而技術上除了主要應用於 50 吋以上的 RGB 混光，強調高色彩飽和高階 TV 產品外，另一則是主流尺寸 LCD TV 產品，為了在價格與色彩表現上取得折衷，採用紅、綠螢光粉激發藍光 LED 作為背光源。<sup>113</sup>

#### 1. 市場玩家

液晶電視市場其實發展得不算晚，消費者因現代生活空間較為擁擠，對視聽享受的水準提升，都促使液晶電視的出現與推廣，一般的民生量販店家電部門，如大潤發、家樂福等，液晶電視也都是必備的展示品，各國廠商自然也積極進入液晶電視市場（參考表 7）。然而，這些廠商的產品大多數還是採用 CCFL 為背光源，目前已開始切入 LED 背光源為產品應用的液晶電視廠商僅有日本 Sony、Hitachi、Sharp；韓國 Samsung、LG、歐洲 Philips、大陸海信。<sup>114</sup>其他廠商則是開始佈局準備採用 LED 為其產品之背光源，預計於未來一、二年內開始量產。

115

---

<sup>112</sup> Sony 於 2004 年 8 月推出的 Qualia 系列液晶電視，乃採用與 Lumileds 合作開發之 LED 背光模組。

<sup>113</sup> 韓青秀，全球消費緊縮 LED NB 需求遞延 LED TV 能安然度過萌芽期，DigiTimes，2008 年 10 月 7 日。

<sup>114</sup> Allen Ji, What do we prepare for LED LCD TV Era? - (3) LED LCD TV Market Outlook (Nov. 21, 2008), [http://www.displaybank.com/eng/info/show.php?c\\_id=3652&pg=&device2=&sub\\_cat=&s\\_type=&s\\_word=LCD%20TV&level=](http://www.displaybank.com/eng/info/show.php?c_id=3652&pg=&device2=&sub_cat=&s_type=&s_word=LCD%20TV&level=) (last visited Dec. 18, 2008).

<sup>115</sup> 韓青秀，大陸彩電廠搶進 LED 產業，DigiTimes，2008 年 9 月 15 日，[http://www.digitimes.com.tw/n/memberarticle.asp?id=0000105795\\_ES0877ZY82UO946V054AX](http://www.digitimes.com.tw/n/memberarticle.asp?id=0000105795_ES0877ZY82UO946V054AX)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 10 日。Eleven, Konka Group to Build LED Industrial Chain (Dec. 10, 2008), [http://www.ledinside.com/Konka\\_Group\\_to\\_Build\\_LED\\_Industrial\\_Chain\\_20081210](http://www.ledinside.com/Konka_Group_to_Build_LED_Industrial_Chain_20081210) (last visited Dec. 18, 2008).

表 7 各國的液晶電視廠商列表

國家別	液晶電視廠商
台灣	奇美、華碩、明基、大同、聲寶、瀚斯寶麗、歌林、東元、普騰、弘映光電、聯碩光電、瑞軒、畫佳、兆赫
日本	Sony、Hitachi、Sharp、Toshiba、Panasonic、Pioneer、Mitsubishi、Sanyo、JVC
美國	Viewsonic、WestingHouse
韓國	Samsung、LG
歐洲	Philips
中國	海信、康佳、長虹電子、TCL <sup>116</sup>

資料來源：本論文自行整理

## 2. 成本結構與市場概況

市場最初乃是因為對畫質的要求提升而放入 RGB 三色 LED 背光源至液晶電視中，後來因成本的考量改成白光 LED。現在則由於技術的突破，對液晶電視的兩大訴求自然是對環境要友善（environmental friendly），亦即是環保，另一則是超薄（ultra-slim）。在現行液晶電視面板的材料選用與成本結構下，最可能有所突破的首選當為高達總成本 17% 的背光模組（參考圖 23）。在這個時間點開始逐步換成高亮度的 LED 背光源，可以同時滿足市場上的兩大訴求。

然而，以 LED 為背光源之液晶電視所需使用的 LED 顆粒數量龐大，是否較為省電須視廠商設計能力。現下因價格的因素，若消費者偏好高對比的畫面，尚有電漿電視（PDP TV）可選擇，對於市場上一般消費者而言，低廉的價格優先程度仍高於輕薄的外型。故 LED 背光源在液晶電視市場的滲透率，預計至 2010 年前可能都還無法達到市場的百分之十（詳見圖 24）。

<sup>116</sup> TCL 為 The Creative Life 的縮寫，創立於 1981 年，中國的消費類電子企業集團，產品廣佈多媒體、通訊、家電。參考 TCL 集團網站，  
<http://www.tcl.com/main/about/introduction/index.shtml?catalogId=12130>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 18 日。

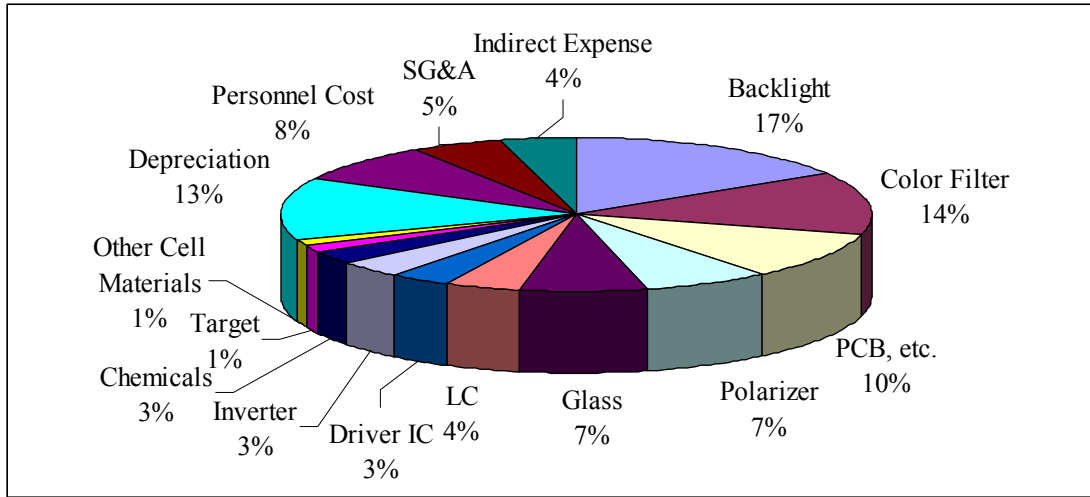


圖 23 32 吋液晶電視面板成本結構 (2008Q4)

資料來源：DisplaySearch<sup>117</sup>

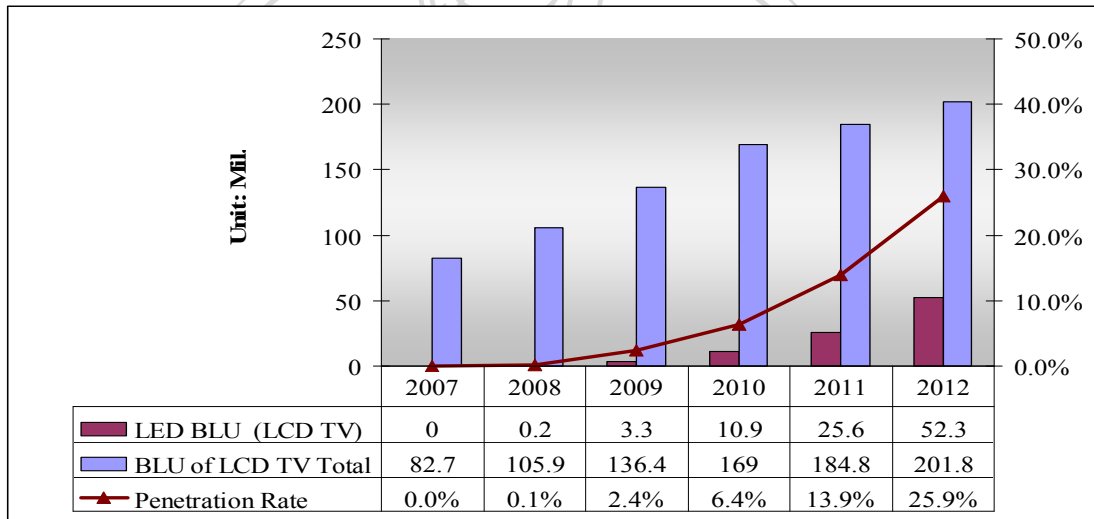


圖 24 LED 背光源於 LCD TV 的滲透率統計與預測

資料來源：Displaybank<sup>118</sup>

### 3. 液晶電視市場的近憂

2007 年，因新興市場正在全面替換舊式 CRT 螢幕，已開發國家則是因步入第二代或第三代的 LCD TV 世代替換，市場對 LCD TV 的需求成長較供給快了約近百分之二十（見圖 25）。以 2007 年 LCD TV 對全球市場滲透率的觀察（見圖

<sup>117</sup> DisplaySearch, Prices of TFT LCDs for Notebook PCs, Monitors and TVs Approaching Cash Cost in Q4'08; Further Panel Price Erosion to be Limited (Oct. 23, 2008), [http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/TFT\\_Cost\\_Report\\_Release.asp](http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/TFT_Cost_Report_Release.asp) (last visited Dec. 18, 2008).

<sup>118</sup> Ji, *supra* note 114.

26) ，可以繼續驅動 LCD TV 需求成長的動力仍來自於中國大陸、亞太、中東、非洲和拉丁美洲地區的電視世代更換與替代效應。然而進入 2008 年後若持續下降的價格未能刺激市場需求上升，則原先預定於 2009 年或 2010 年以後的投產產能，將會造成供給過於需求，相應的上游面板廠就會以封線的方式來調節市場供需，<sup>119</sup>防止價格進一步的侵蝕 (price erosion) ，而危害到因各大品牌間大打價格流血戰而愈形微薄的利潤。但大動作的減產，整條供應鏈卻可能面臨斷裂，背光模組廠看不到下一季的訂單，連帶也影響壓縮 LED 背光源在液晶電視應用的成長空間，整個供應鏈可能都因此面臨萎縮和赤字。<sup>120</sup>

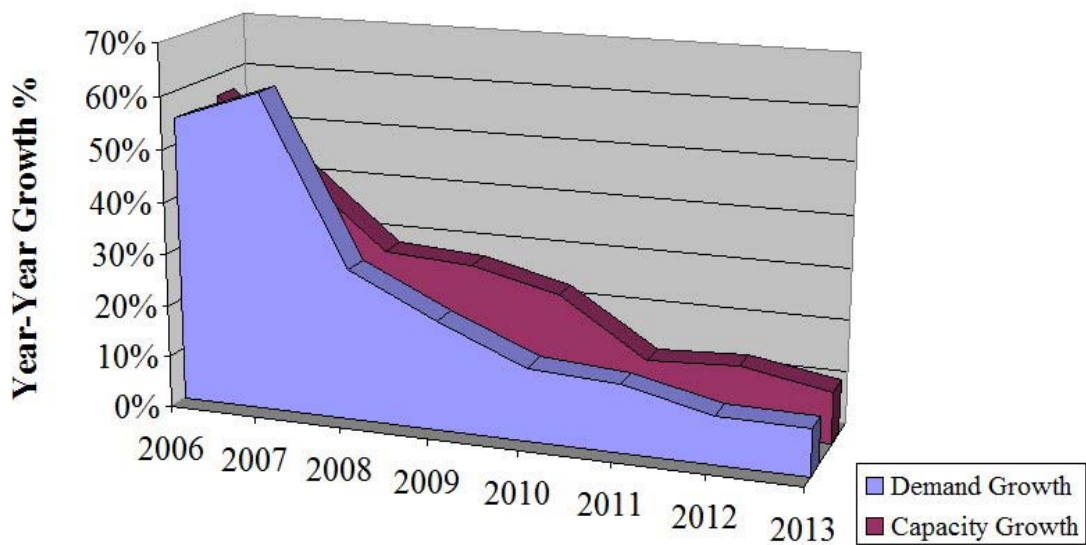


圖 25 LCD TV 市場供應與需求年成長變化比較

資料來源：DisplaySearch<sup>121</sup>

<sup>119</sup> 為因應 2008 年的市場急凍，對市場未來又抱持著高度不確定，各大面板廠如三星、奇美、友達等均宣佈調降或延後資本支出與新產能擴充。若一條 7.5 代線在裝機完成後暫不投產，相當於一年減少了近 500 萬片的 42 吋液晶電視面板供應量，有助於舒緩供過於求的市況壓力。參考袁顯庭，全球首宗面板 7.5 代線停產，工商時報/A3 版，2008 年 12 月 4 日。

<sup>120</sup> 袁顯庭，面板供應鏈恐斷裂，工商時報/A3 版，2008 年 12 月 4 日。

<sup>121</sup> Deborah Yang, LCD Monitor and LCD TV Market Outlook (Aug. 4, 2008), [http://www.displaysearch.com/files/2008\\_August\\_MNT\\_and\\_TV\\_Presentation\\_to\\_client.pdf](http://www.displaysearch.com/files/2008_August_MNT_and_TV_Presentation_to_client.pdf) (last visited Dec. 4, 2008).



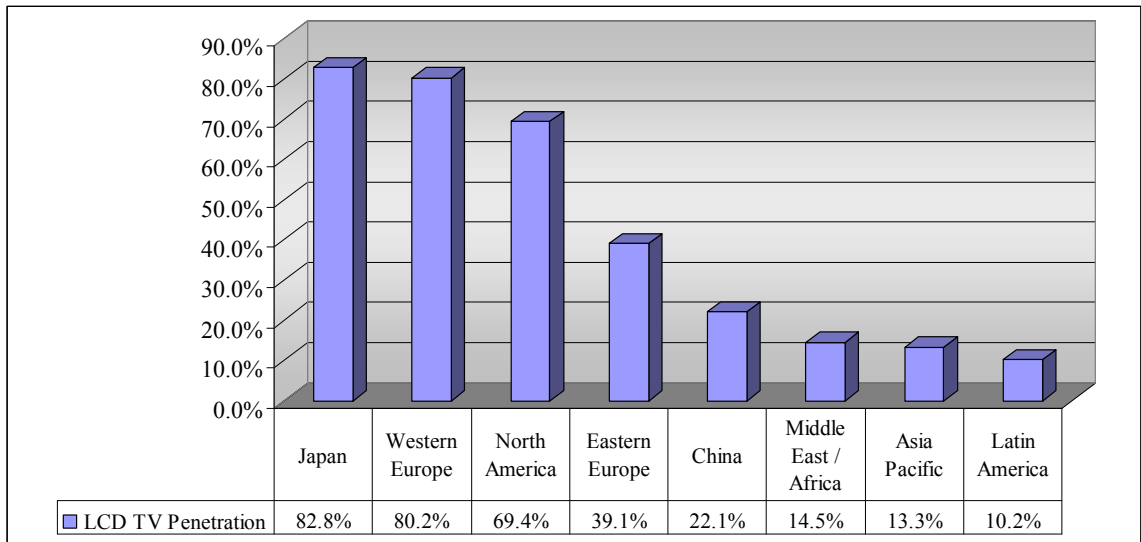


圖 26 2007 年 LCD TV 全球市場滲透率

資料來源：DisplaySearch<sup>122</sup>

#### 4. 繼 LED 在筆記型電腦背光源應用後的可能龍捲風暴

未來 LCD TV 的走向不外乎高畫質和超輕薄，而就這兩個目的，LED 背光源於液晶電視擺放的位置，又可再分為直下式（Direct Type）和側光式（Edge Type）。直下式背光技術是將背光源直接置於面板後方，利用擴散板使光源均勻化。以 RGB 三色混光直下式 LED 背光搭配 Local Dimming 技術，可以使畫面對比提高。側光式技術則是將 LED 模組放在面板的四周，利用導光板將光源均勻的投影至面板後方。少了 LED 背光源在面板後方，使得整體電視設計上可以非常輕薄。但是相對的側投方式難以在部分區塊作明暗的調節，勢必會犧牲掉畫面的對比度以及色飽和度。側光式相對於直下式而言，可節省 LED 顆粒數量。以 46 吋面板為例，直下式所使用的 LED 顆粒約 1100~1300 顆左右，而側光式大約 400~600 顆即可<sup>123</sup>。但無論是直下式或側光式的 LCD TV，相較於筆記型電腦所採用的 LED 數量（依尺寸不等，採用數量約在 30~70 顆）都高得多。晶電董事長即曾發表看法，假設採用 LED 背光的筆記型電腦今年約 1,000 萬台，明年預估有 3,500 萬台，一個月也才用掉 1 億顆。即使明年 1 億台筆記型電腦全數採用

<sup>122</sup> *Id.*

<sup>123</sup> Ivan, LED TV 大未來(二): LED TV 輕薄、高畫質兩極化的發展, 2008 年 10 月 1 日, <http://www.ledinside.com.tw/node/8150>, 最後瀏覽日期: 2008 年 12 月 6 日。

LED 背光，每個月也不過用掉 4 億顆。仍然要等液晶電視採用 LED，量能才足夠消化 LED 的產能。<sup>124</sup>



---

<sup>124</sup> 李秉傑：明年 LED 景氣 保守看 7 吋到 10 吋低價電腦、照明、大尺寸面板背光源，將是主要成長動能，工商時報/B3 版，2008 年 10 月 25 日。

### 第三節 LED 產業商業模式

技術或產品身處保齡球道、龍捲風暴或是康莊大道等不同階段，自有不同的商業模式相因應。有訴訟、授權、策略聯盟、合資開發、代工/供應、分銷網絡經營等，還可自每一項下再行變化出各種不同的商業模式。以訴訟為例，從提起訴訟前的準備，證明侵權或非侵權，證明專利的有效性或無效性，甚至是可被產業實施與否，搭配禁制令 (injunction)<sup>125</sup> 的申請、上訴、再審查等不同的處理，即可讓訴訟雙方疲於奔命，輸的一方終究要付出極大的代價，也使訴訟成為各產業必然所見的商業模式之一，LED 國際大廠自也是運用訴訟手段藉以達成其目的。以下就 LED 業內的訴訟、授權和策略聯盟作一概括性的歸納整理。

#### 壹、訴訟

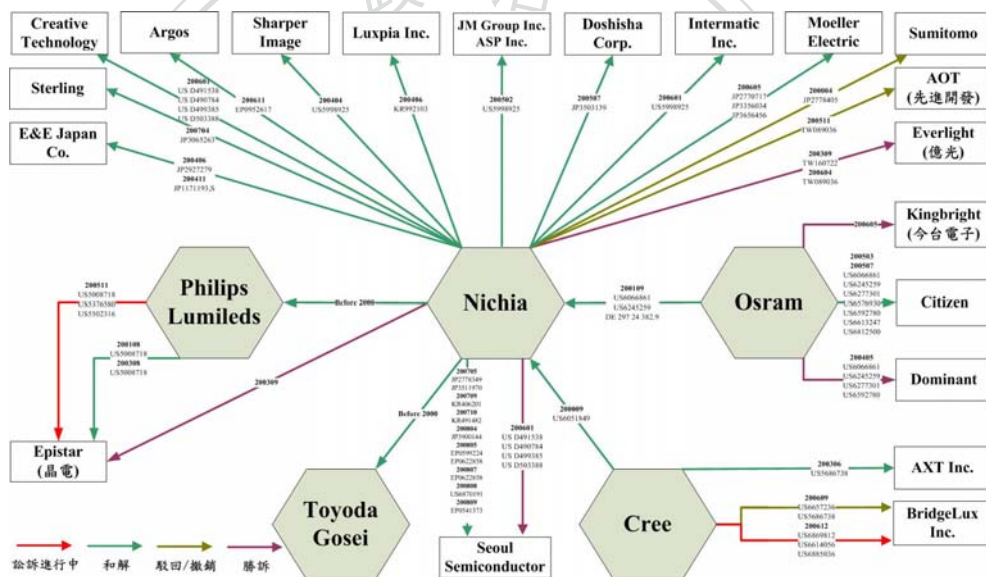


圖 27 LED 產業以五大廠為主體之相關訴訟

圖片來源：本論文自行繪製

<sup>125</sup> 禁制令為法院作出的一種衡平法上補救措施，可分為臨時性與永久性制令兩種。藉此，當事人會被要求開始或停止某種行為。任何被牽涉的一方如無法遵從禁制令，將面臨民事或刑事上的處罰，並有可能需要付出賠償金。相較於一般美國地方法院約需 2~3 年結案，由於美國國際貿易委員會 (ITC) 的審理時間約為 4~6 個月，且臨時禁制令之所以能夠發揮功效，除了時效的優勢外，若法院未要求聲請臨時禁制令的權利人充分證明其勝訴的可能性，則一個強度不足的智慧財產權 (尤指專利) 就可以對被告形成一個很有效的威脅。專利侵權的訴訟案內，即常見專利權人除向地院提起專利侵權之訴外，搭配向 ITC 申請臨時性的禁制令，禁止可能侵權的產品繼續生產或銷售。導致被告在判決結果出來前，即因此蒙受大筆損失，欲以時間壓力換取被告償付和解金的意願。參考維基百科，禁制令，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A6%81%E5%88%B6%E4%BB%A4>，最後瀏覽日期：2009 年 3 月 10 日。另參考王尹軒，律師看 337 條款 可下達禁制令 殺傷力強，工商時報，2008 年 4 月 25 日，A4 版。馮震宇，從美國司法實務看台灣專利案件之假處分救濟，月旦法學雜誌，第 109 期，2004 年 6 月，頁 9-13。

LED 產業許多關鍵性專利掌握在國際大廠手上，而在 LED 技術發展早期，這些大廠為了在龍捲風暴中快速取得市場佔有率並力抗同業競爭，由 Nichia 率先發動訴訟。LED 產業的專利訴訟隨後便如雨後春筍般出現，一方面防止競爭者進入市場，另一方面也要藉此逼迫「可能侵權」的廠商和解加入合作的行列。而面對專利訴訟的其他小廠，手上沒有專利利器可對抗，又已投入資源生產，和解收場是最常見的結果。這樣的處理模式也就讓國際大廠食髓知味持續發動訴訟。<sup>126</sup>

Nichia 之好訟可說是因其擁有之藍光 LED 加上 YAG 螢光粉為最早發明的白光專利，Nichia 又擁有 InGaN LED 大部份的專利與技術，在高效率 LED 上佔有相當的技術優勢，Nichia 即以此為武器大開殺戒，從 LED 產業上中下游，無論是磊晶、晶粒或封裝廠商均無一倖免，戰場遍佈世界各地。Nichia 一開始從同時握有 LED 重要專利的其他國際大廠下手，然而，大廠間的技術競賽與專利成長數量也讓 Nichia 知所進退，而於 2002 年間撤回訴訟並完成專利交互授權。但面對其他的廠商，日亞化下手可是從來不手軟。2007 年 5 月以來，更是對首爾半導體（Seoul Semiconductor）連續發動七次訴訟攻擊，無論在韓國、日本、美國、英國、德國，都可看到雙方交戰的身影，首爾半導體旗下的通路商自然也逃不過這波訴訟（參考附件一 Nichia 於 2000 年後發動的訴訟列表）。更甚者是，Nichia 為逼迫這些廠商和解以進行授權與權利金商討，通常搭配申請禁制令或連銷售通路商一起提告。而通路商向來不喜參與訴訟紛爭，都願意率先與 Nichia 和解訂約，僅剩 LED 製造商陷入苦戰。曠日廢時的訴訟需耗費龐大的人力與時間成本，未握有關鍵專利的廠商幾乎只有挨打的份，最後也多以庭外和解收場。

相較於 Nichia 的攻勢，其他幾家國際大廠，Cree、Philips Lumileds、Osram 和 Toyoda Gosei 就顯得溫和許多。雖不常興訟，但其實力自是不在話下。Cree 的專長在於矽碳棒（SiC）和氮化鎵（GaN）原料技術，並生產新型的活性半導體；<sup>127</sup>Philips Lumileds 亦擁有透明基板及 flip-chip 型態 LED 的專利與技術，為

---

<sup>126</sup> 廠商一旦投入大量資源生產，若產品或服務落在他人專利範圍，即偏向以和解方式支付權利金以解決此等問題，這種處理模式反而引發更多專利權人或其受讓人採行各種投機性授權模式。參考馮震宇，IP 戰爭新模式—投機型授權的發展與問題分析，全國律師，2006 年 1 月號，頁 10。

<sup>127</sup> 電子工程專輯，世平與 Cree 聯手拓展大中華區 LED 照明市場，2006 年 7 月 3 日，[http://www.eettaiwan.com/ART\\_8800423640\\_480702\\_NT\\_289c7321.HTM](http://www.eettaiwan.com/ART_8800423640_480702_NT_289c7321.HTM)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 15 日。



全球高功率 LED 領導廠商；Osram 握有 Buried micro-reflector type LED 和 thin GaN LED 的專利技術；<sup>128</sup>Toyoda Gosei 也掌控許多 GaN 技術專利。這些國際大廠在高效率與高功率 LED 專利上所建構的技術壁壘，足以使其他國家的 LED 廠商望之卻步。站在 LED 背光源終端應用的製造商，無論是筆記型電腦、液晶電視或螢幕，各大國際廠商更不願為了採購不慎涉入專利訴訟之中，而將產品成本墊高，也導致產品的價格居高不下。

這些頻頻發生的專利訴訟，除殺雞儆猴的警告意外濃厚外，當然也不是要和這些小廠商爭戰到最後一刻。國際大廠心裡打的如意算盤自是因妥協而帶來的授權合約與背後龐大的權利金收入。台灣身為僅次於日本的世界第二 LED 製造基地，當然也是國際大廠設定的標靶。<sup>129</sup>Philips Lumileds 向全球生產四元 LED 的第一大廠，同時也是 Philips Lumileds 的授權對象「晶元光電」提起訴訟；<sup>130</sup>Osram 於德國向今台電子提告，德國法院並於 2007 年 11 月裁定今台電子侵犯 Osram 的三項基礎專利與一項實用新型專利，今台電子的產品不僅將不能在德國銷售，已運送至德國的存貨也必須銷毀。<sup>131</sup>Nichia 自然也不例外地曾向台灣的億光和先進開發開刀（參考圖 27）。目前台灣廠商和國際大廠仍在纏訟中的僅剩晶電與 Philips Lumileds，由於 ITC 已裁定晶電的產品確有侵權之實，對晶電的產品輸出實是一大傷害。

而自 2007 年起，較大的爭訟僅剩 Nichia 和 Seoul Semiconductor 吵得不可開交。Seoul Semiconductor 近幾年的成長世界有目共睹，Nichia 在以訟訴手段向各國 LED 廠商索討權利金的同時，也不會忘了尚有韓國這隻肥羊。雙方爭戰近兩年後，總算於 2009 年 2 月告一段落，雙方達成和解協議並在協議內談妥交互授權。唯 Nichia 公佈官方消息約兩星期後，隨即又發表聲明雙方僅止於專利的授權

---

<sup>128</sup> 晶元光電 2007 年年報，97 年 5 月 23 日，頁 64。

<sup>129</sup> 華夏經緯網，新時期粵臺光電產業合作發展的良好機遇，2008 年 12 月 9 日，<http://big5.huaxia.com/gdtb/thlw/2008/12/1249997.html>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 15 日。

<sup>130</sup> 晶元光電成立於民國 85 年 9 月，主要產品為四元發光二極體(LED)磊晶片及晶粒，前後併購國聯光電、元碑與連勇三家 LED 公司，成為全球最大四元 LED 生產廠商。Lumileds 於 2001 年和 2003 年分別向晶元光電提起訴訟，日後於 2004 年雙方達成和解共識，並完成授權。然 2005 年 Philips Lumileds 再度向晶元光電提告。詳細內容請參考本論文附件整理之表格。

<sup>131</sup> LEDinside，Osram 控台廠今台電子侵權，法院裁決今台應銷毀 LED 存貨，2007 年 11 月 2 日，<http://www.ledinside.cn/node/2420>，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 15 日。



協定，對於外傳的市場合作消息，嚴正否認並重申與首爾半導體間在法律上仍是競爭關係。<sup>132</sup>Nichia 好戰爭訟的態度未隨著訴訟告一段落而有所軟化。

大廠的專利訴訟減少必是其來有自，除了其他國家廠商也再苦苦追趕建立自有技術外，再進一步仔細審查所有系爭專利的內容，就會發現許多專利逐漸在未來可預見的十年間到期，本論文於第四章第三節有進一步的討論。

## 貳、授權

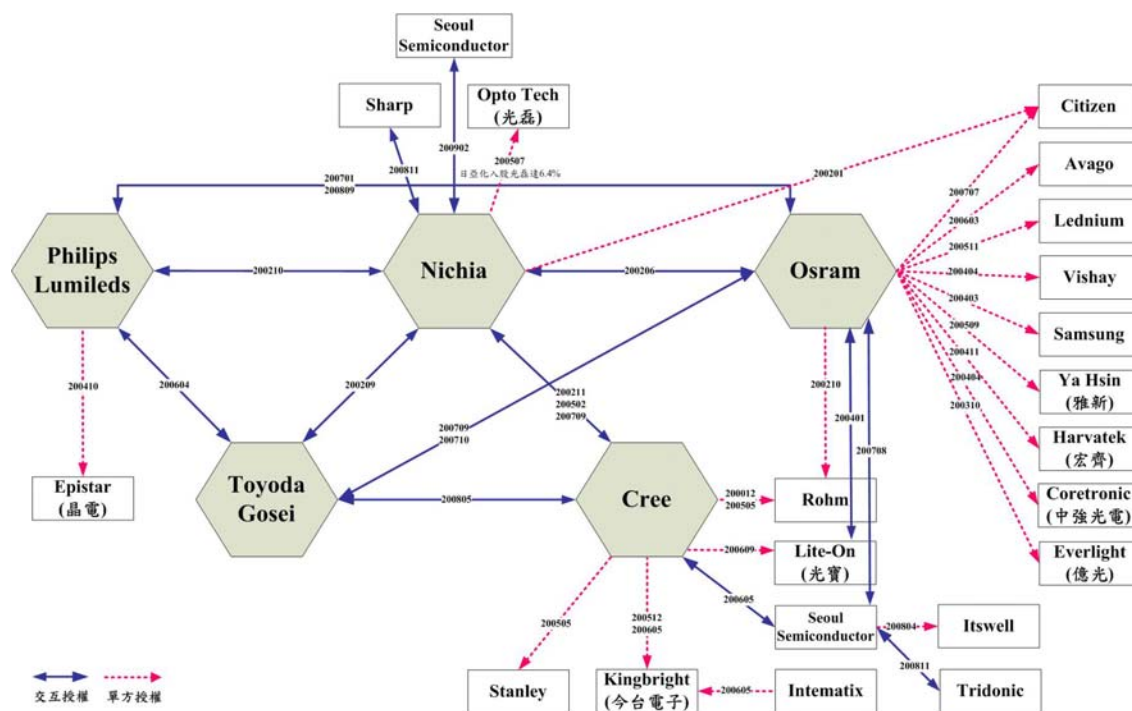


圖 28 LED 產業以五大廠為主體之相關授權

圖片來源：本論文自行繪製

隨著五大廠在 LED 領域擁有的專利愈來愈多，於西元 2000 年以前，大廠間互相爭訟的情形也有了轉變。這些國際大廠為避免無止盡的訴訟削弱 LED 產業的成長，自己將無法從中獲利，便改其態度談起交互授權。但針對其他廠商，若有發現任何侵權，國際大廠也一再對外重申其對智慧財產權的重視及保護行動的決心，並隨即發動專利訴訟。

而以 LED 產業授權的行為模式觀察，Osram 公司可算是這些國際廠商裡授權態度最為積極的一間企業。從 2002 年起，Osram 除了和其他握有 LED 重要基

<sup>132</sup> Nichia Corporation, Clarification regarding Agreement with Seoul Semiconductor Co., Ltd. (Feb. 18, 2009), [http://www.nichia.com/about\\_nichia/2009/2009\\_021801.html](http://www.nichia.com/about_nichia/2009/2009_021801.html) (last visited Mar. 4, 2009).

礎專利之其他國際大廠陸續完成交互授權外，並開始對其他規模較小的國外公司進行授權。並於 2004 年間透過專利與技術授權於同產業上下游之其他廠商，如：三星康寧、中強光電等，形成一個較完整且具策略性之結盟。Osram 希望能藉由這樣的策略合作，並以符合環保要求的無汞平面光源技術，把握住未來參與在亞洲市場大量應用平面 LED 背光源產品之成長機會。<sup>133</sup>台灣廠商前後另有億光（Everlight）、宏齊（Harvatek）、雅新（Ya Hsin）等廠商獲得 Osram 技術授權。

相較於 Osram 的作為，Nichia 對授權的態度就顯得相對平淡，扣除大廠間的交易授權，Nichia 對外僅在 2005 年間，和日立電線（Hitachi Cable）透過入股台灣光磊科技，由光磊科技為 Nichia 代工藍光晶粒。<sup>134</sup>並於 2008 年 11 月和夏普（Sharp）完成交互授權。對於專利的運用，Nichia 似乎存在著「專利不是商品」的保守態度。<sup>135</sup>Cree 也在 2005 年過後開始積極地對外授權，亞洲市場中，台灣有最早投入 LED 封裝的光寶（Lite-On）和與 Osram 起爭執的今台電子獲得 Cree 的技術授權，韓國和日本也分別有首爾半導體、Stanley 獲其授權。而對照 Osram 和今台電子的訴訟發生時點（2006 年 5 月），可以發現，即使今台電子在 2005 年 12 月就已和 Cree 簽訂授權協定，但也無法避開侵權的可能與相關法律紛爭（參考圖 28）。這也是為什麼在 2004 年 11 月間，LED 業界和 Osram 簽署完專利授權契約後，會有「授權雖非萬能，但不授權萬萬不能」的感嘆。<sup>136</sup>

#### 參、策略聯盟

---

<sup>133</sup> Lightingdirectory.com, Osram - Coretronic is the second strategic partner for flat lamps (Apr. 27, 2004), <http://www.lightingdirectory.com/news/article/16> (last visited Dec. 10, 2008).

<sup>134</sup> 光磊科技公司於 2005 年 7 月 11 日與台灣 Nichia(股)公司及日立電線株式會社簽訂私募合約。當年私募現增完成後，台灣 Nichia(股)公司及日立電線株式會社兩家公司各持有光磊科技 6.4% 的股權。而於 2008 年 12 月，光磊董事會亦決議參與 Nichia 現金增資，預計投下 3.79 億元，共投資 1 萬股，取得 Nichia 約 0.46% 股權。參考，「補充公告本公司私募對象及持股比例」，公開資訊觀測站光磊公司 94 年度歷史重大訊息，94 年 7 月 12 日。光磊砸 3.79 億參與日亞化現增，工商時報，2008 年 12 月 15 日，available at [http://tech.chinatimes.com/2007Cti/2007Cti-News/Inc/2007cti-news-Tech-inc/Tech-Content/0.4703\\_12050902+122008121500120.00.html](http://tech.chinatimes.com/2007Cti/2007Cti-News/Inc/2007cti-news-Tech-inc/Tech-Content/0.4703_12050902+122008121500120.00.html)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 15 日。

<sup>135</sup> 劉乃濤、梁秉文，白光技術突飛猛進，進軍通用照明領域腳步加快，2007 年 12 月 26 日，[http://lyl99080204.blog.bokee.net/bloggermodule/blog\\_viewblog.do?id=1298360](http://lyl99080204.blog.bokee.net/bloggermodule/blog_viewblog.do?id=1298360)，最後瀏覽日期：2008 年 12 月 15 日。

<sup>136</sup> 周延鵬，一堂課 2000 億，台北：商訊文化，2006 年 12 月，頁 181。

策略聯盟乃是放眼望去現代各產業必備之兵家戰略，當然 LED 產業也不例外。表 8 所整理之各種策略聯盟模式即囊括了技術聯盟、代工或供應原料、採購（不限單方或雙方交互採購）、共同研發、投資入股、新設公司或經營分銷網路。配合 LED 技術演進，可發現在 LED 技術剛進入第一波成長高峰時，市場上流傳的消息不外乎是針對技術上的合作，因專利屏障而以採購的模式搭配授權，以避免訴訟發生。以 LED 整體技術放至技術採用生命週期，此時正可算是 LED 技術問世後的龍捲風暴時期。<sup>137</sup> 這個階段下的價值信條便是產品優異與營運傑出，故 LED 大廠的策略聯盟在這個時候多和技術、採購有關。很快地，2004 年後，LED 可謂是進入主流市場，已被大眾廣為接受，各家 LED 大廠也將策略聯盟的苗頭轉向分銷網路的經營。<sup>138</sup>



---

<sup>137</sup> 由於此處探討的是整體 LED 產業商業模式，故判斷其技術採用生命週期時，乃是以整體 LED 技術之演進為基準。從手機背光源之後，LED 技術可謂被全面接受，故手機背光源應用時期乃為 LED 技術之龍捲風暴，目前所開發之應用創新，如本論文所討論的筆記型電腦 LED 背光源或液晶電視 LED 背光源，在整體 LED 技術採用生命週期可算是已進入康莊大道階段。

<sup>138</sup> 這也是技術採用生命週期於康莊大道階段所建議公司應採取之策略。

表 8 LED 產業內策略聯盟

Date	Technical alliance	OEM / Supply	Purchasing	Joint Development	Acquisition of stake	New Establishment	Distribution Channel
2000/12	Cree + Rohm						
2001		Lumileds + I-Chiun (一詮)					
2002/01			Nichia + Citizen				
2002/03	Lumileds + Mitsubishi						
2003/10			Lumileds + Osram				
2004/05			Cree + Sumitomo				
2004/06							Lumileds + Marubeni (JP)
2004/08				Lumileds + Sony			
		Nichia + Opto Tech (光磊)					
2005/03							Cree + Forge Europa
							Cree + Vossloh-Schwabe
2005/05			Cree + Sumitomo				
							Lumileds + Future Electronics
2005/06			Cree + Osram				
							Cree + Tecnika Due srl
2005/07					Nichia + Hitachi Cable + Opto Tech (光磊)		
2005/09						Cree	

Date	Technical alliance	OEM / Supply	Purchasing	Joint Development	Acquisition of stake	New Establishment	Distribution Channel
2005/11				Nichia + Minebea (JP)			
2006/03							Lumileds + Promate Electronic (豐藝電子)
							Cree + Innovative LED Technologies, S.L.
2006/08					AUO + LightHouse Tech (凱鼎)		
		Nichia + GE / GELcore					
2006/11							Cree + Arrow
2007/01							Cree + WPI
							Osram + RS Components (UK)
2007/11							Osram + Arrow
2008/04						AUO → Lextar (隆達電子)	
2008/09							Cree + Premier Farnell + Digi-Key
2008/11	Osram + Ford						

表格來源：本論文自行整理