

第四章 CREE 的發展歷程與構面分析

第一節 CREE 發展歷程

Cree 由北卡羅來州立大學 (North Carolina State University, 簡稱 NCSU) 的畢業生共同創立，其早期的技術完全來自於 NCSU，茲將公司發展歷程分為三個階段：1987~1998 年為創立階段，主要的發展在於尋找 SiC 合適的應用與產品；1999~2003 年為第二階段，確立以 LED 為主要的產品，強化核心能力，建立競爭障礙；2004 年~至今 (2008) 為第三階段，實現 LED Lighting 的應用，並進行照明產業的垂直整合。以下將此三階段簡述如下：

(一) 第一階段，創立階段 1987~1998 年

在 1980 年代初期，NCSU 的 Robert F. Davis (Bob Davis) 實驗室專門研究 Silicon Carbide (SiC) 的材料，SiC 具有某些較傳統半導體材料如 Silicon 更好的特性，例如耐高溫、能操作在更高的功率、更高的頻率。Bob Davis 的實驗室團隊包含 Hua-Shuang Kong, Jeffrey T. Glass, **Calvin H. Carter, Jr.**, **John W. Palmour**, **John A. Edmond**, **Charles Eric Hunter** 等¹。

Cree Research 由 Eric Hunter 與 Neal Hunter 兩兄弟所創立²，並以 Neal Hunter 與 Eric Hunter 的父親 Charles Cree Hunter 命名，在北卡羅萊研究三角園區 (North Carolina Triangle Park) 創立了 Cree Research Inc。

Eric Hunter 與 Neal Hunter 一直有創業的夢想，Eric Hunter 的指導教授 Davis 更指出”Eric 從到學校的第一天就想創業”。而 Davis 的實驗團隊在當時是成長 bulk SiC 的領先團隊，技術領先包含西屋電器 (Westinghouse) 在內的等許多公司。

¹ 請參見 1987 年 NCSU 所申請之 7 件 SiC 相關專利，”Growth of beta-sic thin films and semiconductor devices fabricated thereon” ---US Pat. 4912063; “Bipolar junction transistor on silicon carbide” --US Pat. 4945394; “Sublimation of silicon carbide to produce large, device quality single ...”--US Pat. 4866005; “Metal-insulator-semiconductor capacitor formed on silicon carbide”--US Pat. 4875083; “Homo epitaxial growth of alpha-SiC thin films and semiconductor devices ...”--US Pat. 4912064; “Dry etching of silicon carbide”--US Pat. 4865685; “P-N junction diodes in silicon carbide”--US Pat. 4947218.

² 請參見 133 頁，Bob Johnstone 著，”Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology”，Prometheus Books, 2007.

1987年7月，Hunter 兩兄弟討論決定成立 Cree Research，將 Davis 實驗室成果商業化，於是他們將房屋貸款得到的 25000 美元成立公司，他們以 Cree Research 的 135196 股換取 NCSU 的獨家授權³。

Cree 成立之後，John Edmond, Calvin Carter, John Palmour 先後加入。接下來就是資金的籌措，Cree 獲得國防部 SBIR (Small Business Innovative Research program) 計畫。此外，Cree 亦透過當地的 McDonald 加盟業者的引介，獲得許多 McDonald 加盟業者的私人投資⁴。

獲得資金的挹注後，當務之急仍是讓公司能夠賺第一桶金，在當時高頻的通訊元件離產業化更遠，於是他們決定將目標放在 Blue LED。經過兩年不眠不休的努力，Cree 在 1989 年發表世界第一顆商業化的藍光 LED，遠比當時較早的實驗室產品—Siemens 與 Sanyo⁵的產品更亮。在此時 Cree 幾乎已經用完了所有的現金，所幸在 1990 時，住友商社(Sumitomo Corporation)在此時決定要大量購買超過百萬美元的藍光 LED。

1993年2月，Cree 完成首次公開發行，以 1.4 百萬股（每股 8.25 USD）募集 11.5 百萬美元，當時曾漲到最高的 25USD。

Cree 的領先優勢沒有維持太久，1993 年底，Nichia 發表世界第一顆高亮度藍光 LED (1 cd)，亮度比 Cree 還亮 50 倍。

1995年6月，研發的方向轉為發展 GaN，不同的是 Cree 仍堅持採用以 SiC 為基板，將 GaN 成長於 SiC 上。1995年10月，Cree 與 Siemens AG 簽署合作協議，在合作的內容包含授權、共同研發與供貨。Volkswagens 將汽車的里程看板

³ 請參看 Cree Annual report 1996 10K405, “The NCSU License. In December 1987, the Company entered into a license agreement with NCSU pursuant to which the Company was granted a worldwide, fully paid, exclusive license to manufacture, use, and sell products and processes covered by the claims of ten U.S. patent applications filed by NCSU relating to SiC materials and SiC-based semiconductor devices, some of which also have been filed in foreign countries. Ten patents were subsequently issued with respect to eight of those applications, with expiration dates between 2007 and 2009. Eight of the foreign filings have been issued with expiration dates from 2006 through 2011. Under the terms of the license, the U.S. Office of Naval Research has retained an interest in the licensed technology for certain military applications. In exchange for the granting of the license, the Company issued 135,196 shares of its Common Stock to NCSU.”

⁴ 請參見 135 頁，Bob Johnstone 著，”Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology”，Prometheus Books, 2007.

⁵ Sanyo 以 vapor phase epitaxy process 製作 SiC LED，在當時售價為 10 USD。

Dashboard 以藍色的背光顯示，使用 Siemens 向 Cree 購買的藍光 LED，1997 年對 Volkswagens/ Siemens 的出貨佔 LED 整年度產值的 75%。

Cree 在日本的產品經銷皆透過 Shin-Etsu 與 Sumitomo，1996 年 10 月 Cree 宣佈一個金額達 2.7 百萬美元與 Shin-Etsu 的授權與供貨合約，授權期間為期 7 年。Shin-Etsu 獲得在日本獨家製造與販賣 GaN/SiC LED 的權利。Cree 也能夠獲得 Shin-Etsu 的藍光 LED 銷售的權利金 (Running Royalty)。

1998 年 11 月，Cree 宣布將發展固態照明的新產品線，產品包含藍光、UV、白光 LED 等等⁶。

表 4-1、Cree 創立階段的公司沿革 (本論文整理)

1987	Cree 創立
1989	推出第一顆商業化的 Blue LED，領先業界
1990	Sumitomo 大量採購，使 Cree 站穩壟斷地位
1993	1993 年 2 月公開發行 Nakamura 發明 GaN Blue LED，比 Cree 亮 50 倍，Cree 領先優勢頓失
1995	Cree 轉向 GaN 的開發
1996	Cree 藉由 Siemens (Osram)將 LED 賣到汽車市場 (Volkswagens)，1997 年 VW 佔 Cree LED 產品 75% 的營業額 ⁷
1998	宣布將發展固態照明的新產品線，產品包含藍光、UV、白光 LED 等等。

(二) 第二階段，強化 IP 能力與產業地位 1999~2003 年

從 1997 年起，Cree 的營業額快速的成長，從 1997 年的 12.0 百萬美元成長到 1998 年的 18.8 百萬美元，1999 年的 30.5 百萬美元到 2000 年的 68.4 百萬美元。

住友⁸從 1990 開始一直是 Cree 的最大客戶之一，住友是 Cree 在日本的經銷商，所有賣到日本的 LED 都要透過住友，住友單一客戶最高曾佔 Cree 營收的

⁶ 請參見 132 頁，"Visible LED Market Review and Forecast 1999", Strategies Unlimited.

⁷ 請參見 142 頁，作者 Bob Johnstone, "Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology".

⁸ <http://www.sumitomocorp.co.jp/english/>

42%。

1996~2002 年發生了 LED 產業有史以來最激烈的訴訟，日亞的中村修二在 1993 年發明藍光 LED，在 1996 年日亞就開始針對藍光 LED 與豐田合成展開訴訟專利，直到 2002 年 9 月雙方和解。

同一期間，1999 年 12 月 1 日，日亞化學在東京地方法院對住友提出告訴，指控其侵犯日亞化學的專利 JP Pat.2918139，在日本引進及販售 Cree 製造之 GaN 藍光 LED，且於 2000 年 04 月 10 日，提出第二次控告。之後，2000 年 09 月 22 日，Cree 與 North Carolina State University 共同對 Nichia 與 Nichia America 主張，指其所生產之 GaN 系列藍光雷射二極體侵犯專利，要求禁止此產品在美國販賣。此次訴訟為首次針對藍光雷射二極體之訴訟案。接著，2000 年 12 月 15 日，ROHM 對 Nichia 主張 GaN 系列發光二極體侵犯之專利權，要求 Nichia 停止製造販賣 GaN 系列發光二極體，並要求損害賠償。

Nichia 於 2000 年 12 月 21 日反擊，反告 North Carolina State University，Cree，與 Shuji Nakamura 三者，侵犯其四項專利，及竊取商業機密，

訴訟在 2002 年底一一以交互授權或和解收場，此後 Cree 擠進 LED 世界大廠之列，五大廠商⁹為：Nichia、Lumileds、Osram、Toyoda Gosei、Cree。

表 4-2、Cree 第二階段的公司沿革 (本論文整理)

1999	Nichia v. Sumitomo
2000	併購 Nitres 延攬中村修二
2002	Nichia 與 Cree 和解

(三) 第三階段，推動 LED Lighting 2004~現在

Cree 的 LED 產品，一直都以晶片為主，而最大的客戶為 Osram, Sumitomo 與 Seoul Semiconductor，客戶採用 Cree 的晶片進行封裝。

⁹ 參見第 15 頁，Andrew Phillips, “Small companies fight for a foothold in white LED sector”, ledsmagazine.com, October 2005.

2004 年 7 月 Cree 推出自有的封裝產品 XLamp 系列，正式跨足封裝領域。跨足封裝後，Cree 開始面臨客戶的流失，Sumitomo 與 Osram 的採購量不斷下滑，至 2007 年，Osram 的比重甚至跌到 4%。

2007 年 4 月，Cree 併購 Cotco 的封裝事業，並持續擴大封裝的產能。

2008 年 3 月，Cree 併購 LED Lighting Fixture (LLF)，正式進軍 LED 照明產業。

Cree 一連串的動作，顯示進入 LED 照明的野心很大，但這樣的野心，難免面臨兩股力量的衝突，一個是專業的晶片供應商，例如台灣的晶元光電，一個是封裝/照明，例如 Nichia 與 Philips Lumileds。

Cree 的近年來的財務表現不佳，以 Cree 的併購行為、擴張的業務規模來看，Cree 必須提出策略已確保封裝/照明的營收增加，能夠彌補晶片營收的減少並且在帶領公司下一步的營收躍進。

下列章節以 Cree 的營運範疇、核心資源、專利佈局智慧資本與事業網路的整理分析。

表 4-3、Cree 第三階段的公司沿革 (本論文整理)

2004	3 月，併購 ATMI ¹⁰ 7 月，量產 LED 封裝產品
2005	創辦人 Neal Hunter 離開，創辦 LLF
2006	併購 Intrinsic Semiconductor
2005	創辦人 Neal Hunter 離開，創辦 LLF
2006	併購 Intrinsic Semiconductor 推動 LEDcity
2007	併購 Cotco
2008	併購 LLF

¹⁰ 參見本文第四章，第三節的技術核心的累積。

第二節 CREE 營運範疇

(一) 財務規模

Cree 歷年營收表現由 2002 年開始超過 200 百萬美元，至 2005 年達 385 百萬美元、2006 年達 423 百萬美元為歷史新高，2007 年營收下降至 394 百萬美元。淨利在 2003 出現鉅額虧損外，其他年度均在 10%~20%之間徘徊。營業利益大幅下降，由 2005 年的 139 百萬，下降到 2006 年的 99 百萬，在下降到 2007 年的 17 百萬。顯見其近年在營運上有重大的變化。請見表 4-2 與圖 4-1。

表 4-4、Cree 歷年營收、研發與淨利比重列表 (Cree 公司年報整理)

Fiscal year	Revenue (US\$'millions)		Research & Development Expense (US\$'millions)		Operating Profit (US\$'millions)		Net income (US\$'millions)	
		YoY%		Revenue%				Revenue%
2001	177.2		7.1	4.0	34.4	30.5	17.2	
2002	155.4	-12	13.0	8.4	-94.3	27.8	17.9	
2003	227.5	46	28.0	12.3	44.7	-101.7	-44.7	
2004	299.6	32	31.2	10.4	78.9	34.9	11.6	
2005	384.5	28	40.0	10.4	139.1	91.1	23.7	
2006	423.0	10	54.9	13.0	98.8	76.7	18.1	
2007	394.1	-7	58.8	14.9	16.7	57.3	14.5	

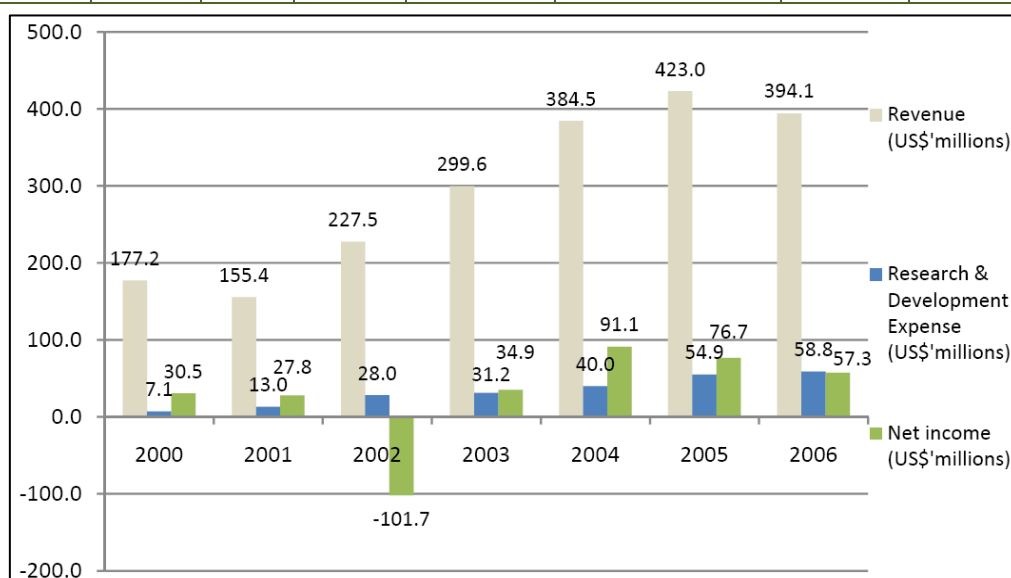


圖 4-1、Cree 歷年營收、研發與淨利比重圖 (Cree 公司年報整理)

Cree 的研發費用從 2005 年 10.4%逐年上漲到 2007 年的 14.9%，與同類型的公司比較：台灣 Epistar 公司，從事 LED 晶粒製造，2007 年營收達 329 百萬美；全球第一大的日本 Nichia 公司，從事 LED 晶片與封裝，2007 年營業額達 2046 百萬美金。Cree 在 2007 年的研發費用遠高於 Epistar¹¹ 的 3.5%與 Nichia¹² 的 8.8%。

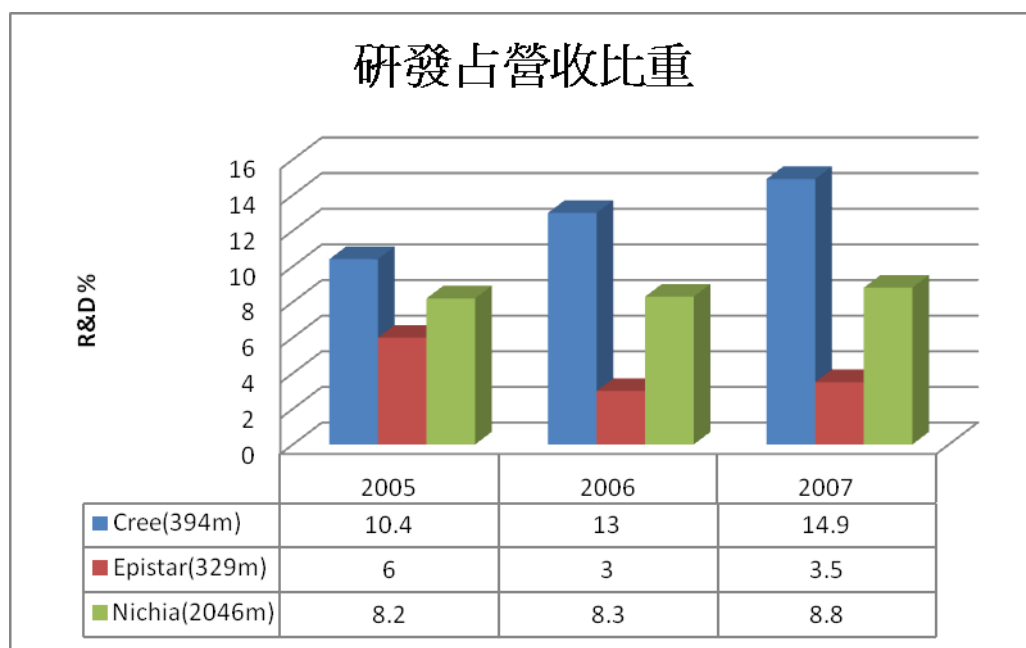


圖 4-2、Cree, Epistar, Nichia 研發占營收比重 (公司年報整理)

Cree 的毛利率從 2005 開始急遽下滑，由 55%下降到 2007 年的僅 34%，營業利益率下降更快，由 36.2%下降到 2007 年僅 4.2%，顯見毛利下滑後已不能支撐高額的間接成本。

Nichia 的毛利率與營業利益率雖然下滑，但仍可分別維持在 41%與 25.5%，而 Epistar 的毛利率與營業利益率逐年上昇分別到 31.9%與 20.7%。

¹¹ 晶元光電 2007 年營收為 329 百萬美金，台美匯率 31：1 計算。晶元光電財務資料取自晶元光電股份有限公司 94~96 年度年報。

¹² 日亞化學 2007 年營收為 2046 百萬美金，日美匯率 108：1 計算。日亞化學財務資料取自平成 17~19 年 (2005~2007) ”日亞化学工業株式会社”之”有価証券報告書”。

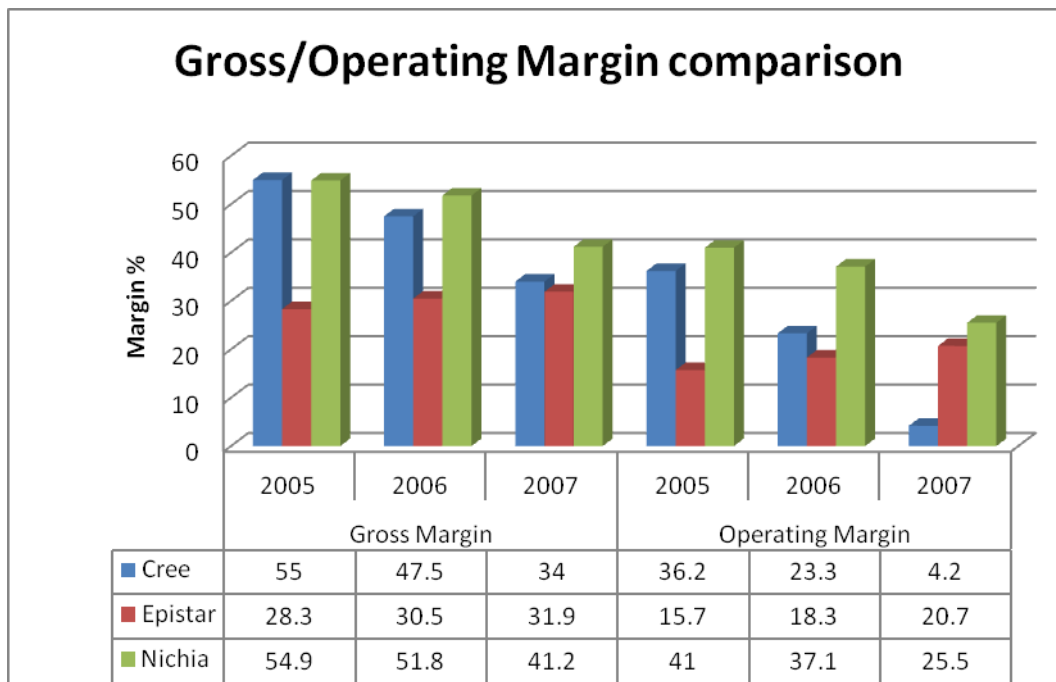


圖 4-3、Cree, Epistar, Nichia, 毛利率與營業利益率比較圖(公司年報整理)

反映在每股盈餘的是每年平均 0.3~0.9 元。

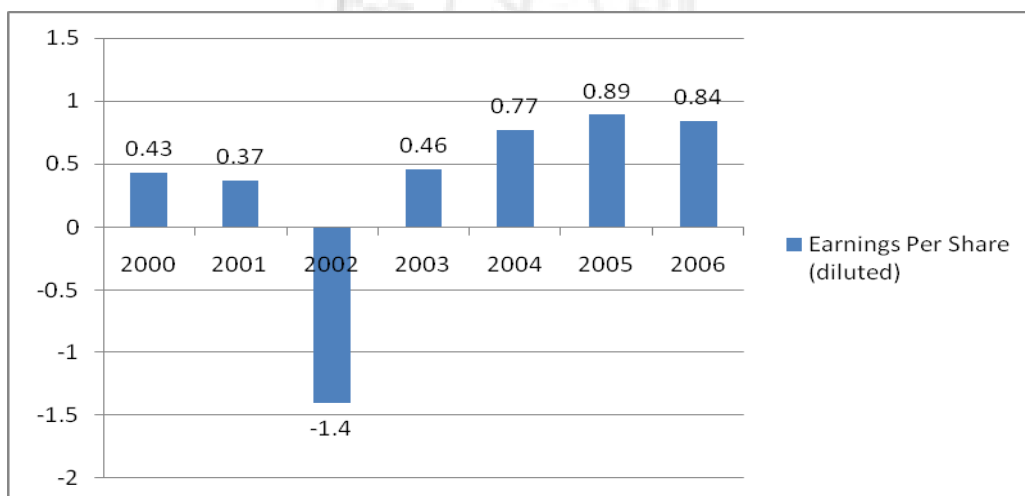


圖 4-4、Cree 歷年 EPS (Cree 公司年報整理)

(二) 產品範疇

Cree 生產三大類產品，專注以 SiC 為基礎所發展出來的半導體產品：LED、SiC, GaN 基板材料與 SiC 半導體元件。LED 產品為 Cree 貢獻超過 80% 的營收，其餘兩大類比重各佔 10%。由年報揭露的產品銷售歷史紀錄，可見第一大類 LED 產品比重逐年提高，另外兩大類產品則逐漸下降。Cree 其他的營收來源，包含與美國政府的研究計畫、專利權利金等。

1. 第一類 LED 產品分為 LED 晶粒與 LED 封裝元件。

LED 晶粒根據發光效率分為三種等級，標準、中與高亮度晶片。標準型晶片應用於 15~30mA 輸入的低功率 indicator 型或面板背光源的 LED 封裝產品，如電源顯示。中亮度晶片應用於 50~100mA 輸入的中功率型的 LED 封裝產品，如食人魚型 LED 於汽車、娛樂領域的使用。高亮度晶片應用於超過 150mA~1A 輸入的高功率型的 LED 封裝產品，適用照明與車用領域。晶片以每年比例式的亮度提升，如今年的中型晶片亮度於隔年必須歸類於標準型晶片亮度，因此也反應於晶片三種等級的營收比重，Cree 於 2006 年已不提供低功率晶片，且高功率的晶片為主要營收來源。Cree 於 2003 年 10 月發表 XLamp™ family，為 Cree 由上游晶片產品延伸至下游封裝產品，直接提供系統應用端 0.5W~3W 的 LED 封裝產品。此外，由於併購 Cotco 的影響，且 Cree 在封裝類產品 Xlamp 增產的影響下，2008 年的第三季 LED component 的營收首次超越¹³LED chip。

2. 第二類產品分為 SiC, GaN 基板材料與單晶棒。

SiC, GaN 基板產品於 optoelectronic, microwave 及 power switching 應用。Cree 提供全球超過 8 成此類型基板的用量，使用者為 LED 磊晶製造商、微波與電源磊晶元件製造商。單晶棒 (Bulk Materials) 僅供應給人造寶石製造商 Charles & Colvard。

3. 第三類產品分為 SiC-based power devices (電源) 與 RF and microwave devices (無線應用)。

¹³ 詳見 2008 年 4 月 24 日新聞稿與 2008 年第三季之季報，The company's LED revenue was \$105.5 million, up 7% sequentially. "Cree's strategy to drive revenue growth by focusing on LED lighting continued to pay dividends," said Chuck Swoboda, Cree chairman and CEO. "Revenue growth was led by higher sales of LED components, which exceeded sales of LED chips for the first time."

<http://www.ledsmagazine.com/news/5/4/30>

表 4-5、Cree 產品營收比重 (本論文整理自 Cree 公司年報)

Revenue by segment (%)	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
1. LED product	78	81	84	81	75	58	65
Standard brightness			4	6	8		
Mid-brightness			30	35	41		
High-brightness			50	40	26		
LED package			<1	<1			
2. Materials	10	8	8	9	12	13	14
SiC, GaN Wafers		5	6	7	9	11	11
Bulk materials		3	2	2	3	2	3
3. Power, RF, microwave devices	4	4	2	1	1	1	1
4. Others (Government Funding)	8	7	6	9	12	28 ¹⁴	20

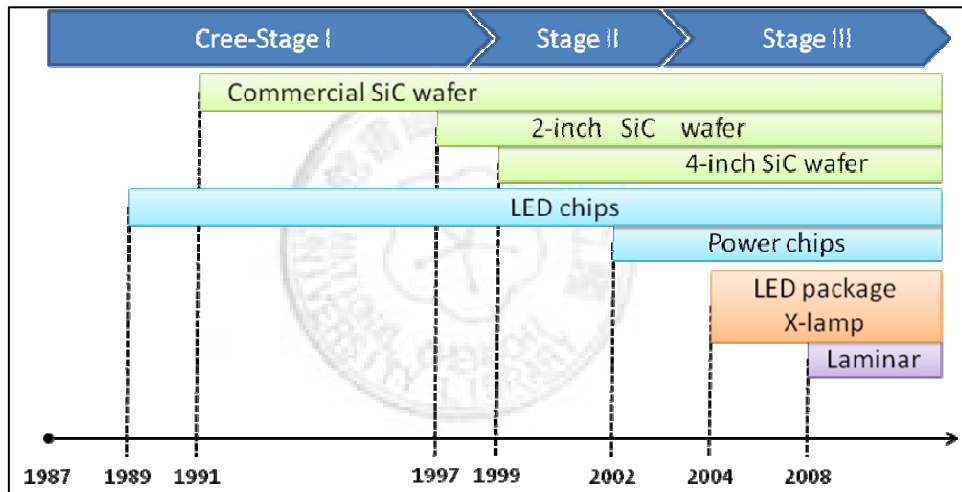


圖 4-5、Cree 三階段的產品沿革 (本論文整理)¹⁵

(三) 地理購形與活動組合

1. 研發與生產

Cree 研發中心以產品類別分為：有關Power、RF產品於瑞典斯德哥爾摩的Kista工業區。Kista園區匯集全球重要的通訊技術大廠Ericsson、IBM、NOKIA。有關LED與材料類的研發在Goleta, California與香港，香港原是Cotco的中國總部

¹⁴ 為了擴展微波無線業務，Cree於2000年12月，以1.13億美元的現金和股票收購Spectrian Co.的UltraRF分公司(UltraRF成立於1999年末，為設計、生產及銷售各種高端功率放大器、基站及LDMOS產品。Laterally diffused metal oxide semiconductor (LDMOS)元件主要成長於Si基板)。Cree收購結果反映於2002年的16%年度營收。但此後連三年的1~3%營收積弱不振，在2005年6月，Cree宣布停止生產此類型產品，而專心在SiC與GaN基板上的寬帶微波元件。

¹⁵ 詳見本論文附錄二。

所在地。Cree 碳化矽晶體生長 (SiC crystal growth) 所需的設備、材料僅由少數幾家廠商供應。LED生產上游端，晶圓製造 (wafering)、拋光 (polishing)、外延沉積 (epitaxial deposition)、製造和測試 (fabrication and testing) 全部於北卡羅來納州的Durham工廠完成。生產下游端，LED封裝於Durham工廠或是中國廣東省的惠州工廠完成。Cree併購Cotco後，接受Cotco的惠州LED封裝線。

2. 銷售

2003 年前 Cree 於 LED 產業供應鏈，僅處於磊晶基板、晶粒材料的上游供應端。2003 年 10 月 Cree 發表 Xlamp 系列，即是使用自家的高亮度藍光與綠光晶片，並以陶瓷金屬混合的材料作為基板，所封裝的高功率 LED 產品。

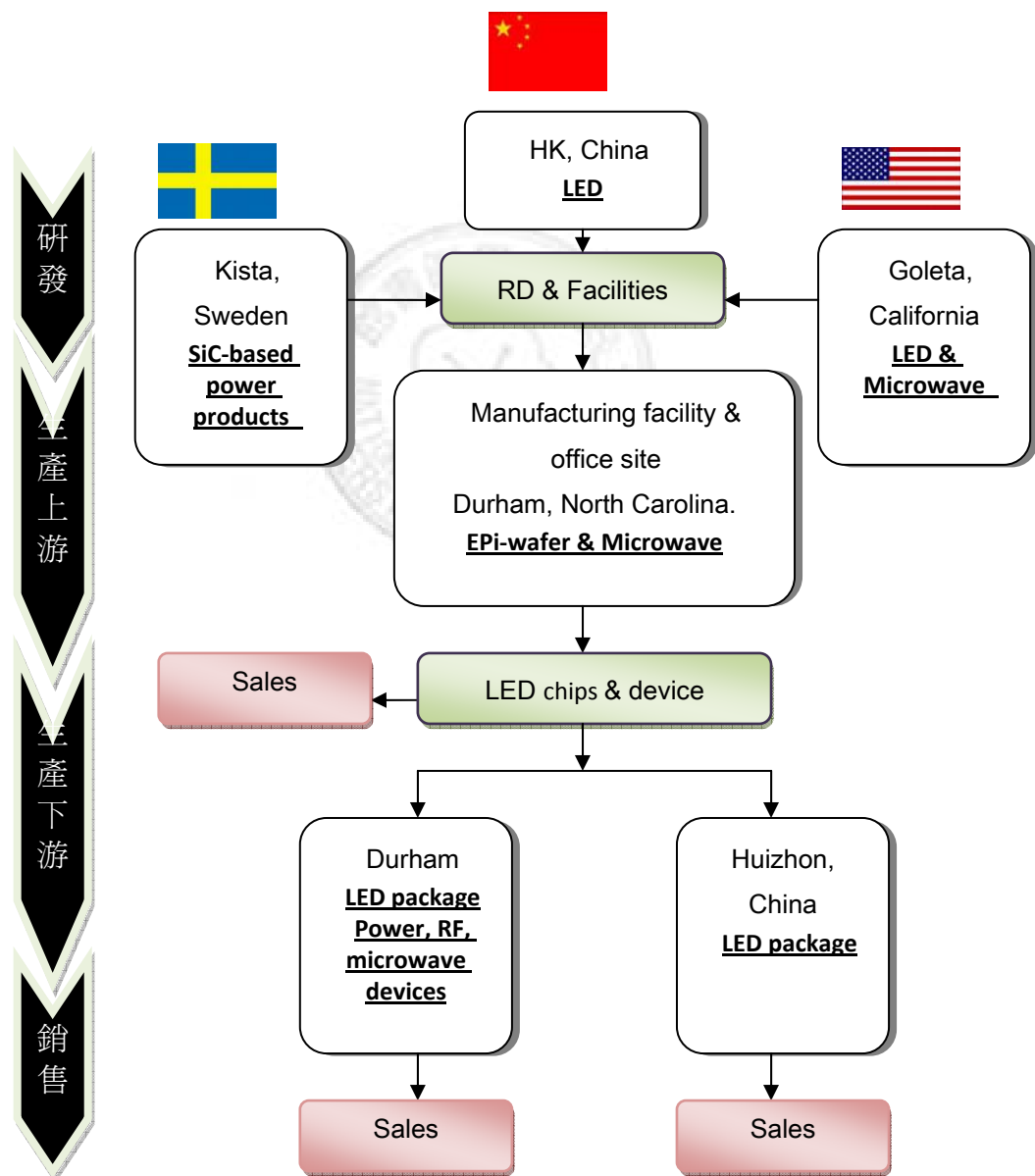


圖4-6 Cree 研發與生產地理構形 (本論文整理)

2004年7月開始量產Xlamp系列，初期以美國市場為主，2006年銷售重心轉往亞洲市場，並佈局全球市場，尤其以中國市場的拓展為主，並擴張至歐洲。借用Cotco的高功率LED封裝量產能力來達成業界的市佔率。

Cree 與艾睿電子 (Arrow Electronics, Inc.)¹⁶ 和世平集團 (World Peace Industrial Co.)¹⁷ 自 2007 年起簽訂代理銷售合約，藉由艾睿電子與世平集團原有的銷售通路擴張至北美 (巴西、墨西哥)、歐洲與亞洲市場。

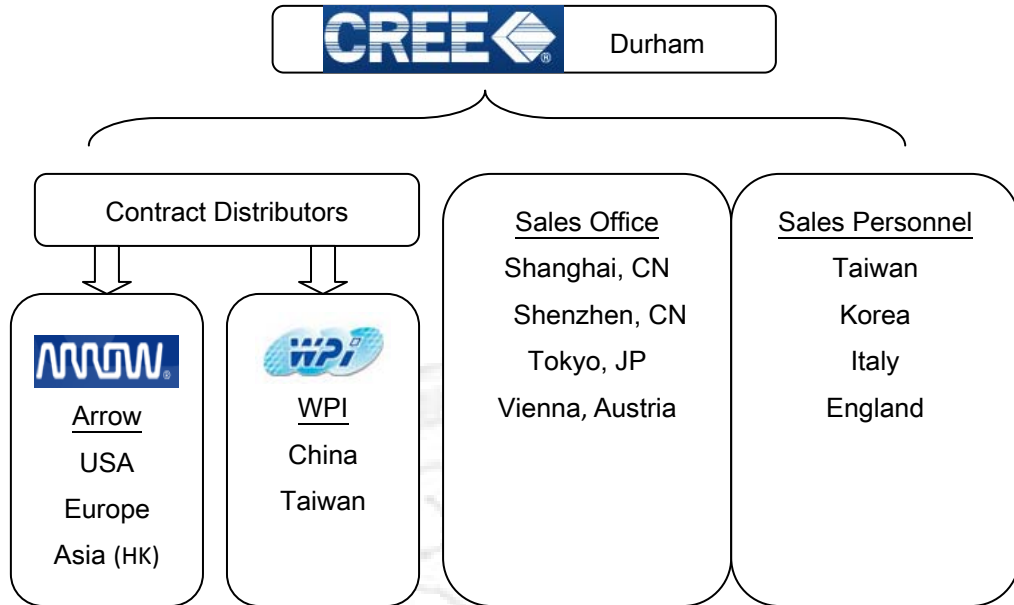


圖4-7、Cree銷售地理構形 (本論文整理)

表 4-6、Cree 銷售地理區域分佈 (本論文整理自 Cree 公司年報)

Area	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995
United States	20	17	13	17	20	35	31	31	41(38)	42(26)	21	31	50
Europe	4	3	3	6	7	7(8)	5	5	11	19(24)	44	38	31
Malaysia	9	12	18	23	28	23	17	16	48(50)	39(49)	33	27	14
Japan	25	37	42	33	24	14	45	48					
Hong Kong	17	12	11	21	21	20(34)							
Korea	15	12	7										

¹⁶艾睿電子(Arrow Electronics)是電子元器件和電腦產品工業及商業使用者的全球主要產品、服務及解決方案供應商。總部設在紐約美維爾的艾睿電子，通過其在五十三多個國家與地域的二百七十多個銷售點，與接近六百個供應商及十三萬家原始設備製造商、合約製造商及商業客戶合作，作為他們在供應管道上的夥伴。

¹⁷世平集團成立於1980年(中國營運總部成立於1986年)，為亞洲最大半導體零件通路商。據點遍佈香港、中國大陸、新加坡、馬來西亞、泰國、菲律賓、印度近30餘個，並設6個在地倉庫，海內外員工超過1700名，2004年成為亞洲第一家年度累計營收突破美金20億的半導體通路商。

Taiwan	5	5	5										
China	4	0	0										
Other	1	1	1	-	-	-	-	-	1	1	2	4	5

表 4-7、Cree 前五大銷售客戶¹⁸ (本論文整理自 Cree 公司年報)

	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
Sumitomo Corporation	24	37	42	33	24	14	22	25	7	8	
Seoul Semiconductor Co., Ltd	14	11	6	-	-	-	-	-			
OSRAM Semiconductor GmbH	4	8	12	13	21	19	25	26	35(37)	40	31
Agilent Corporation (Avago)	-	-	-	13	10	9	-	-			
U.S. Government	-	-	-	9	12	12	9	11			
Remec, Inc. (purchased SpectrianCo.)	-	-	-	1	1	16	11	0			

根據Cree銷售地理區域分佈，銷售地理區域分佈可見Cree於1999年前大部分銷售區域依賴美國地區，1999年將日本、馬來西亞、香港、台灣、韓國、中國歸屬於遠東地區 (Far East Area)。根據年報資料提供與邏輯推演，美國佔據的銷售分額包含美國政府單位與在地的LED廠商。歐洲銷售從1997年前的大於30%降至1999年10%，至2000年後大約5%，此部分貢獻大多可能來自於Osram位於德國的晶圓廠需求。

馬來西亞的銷售分額歷年提供Cree 10~20%營收貢獻，此區域尤其是檳城工業區應是下單的主力來源，Osram Opto Semiconductors (Malaysia) Sdn. Bhd.和 Philips Lumileds以及Avago (僅有LED封裝) 的LED磊晶、封裝產線皆位於檳城工業區。Dominant Semiconductors¹⁹位於馬來西亞馬六甲市。Sumitomo與Cree簽訂自2004年5月至2007年的3年銷售合約，其總管Cree於日本內需市場的銷售，Sumitomo將Cree的LED晶粒與Xlamp轉銷至超過20家在地的封裝廠與系統應用廠商包含Stanley Electronics, Citizen Electronics, Sharp Corporation and Rohm, Inc

¹⁸ Cree 年報未直接揭露 2001 年前的詳細前五大銷售客戶，故 1997-2001 年表列的數字(橘色區)為根據年報內文的訊息而來。

¹⁹ 統明亮半導體有限公司 (DOMINANT Semiconductors Sdn Bhd (533108-P)) 成立於 2000 年 11 月，是一家集 LED 系列產品研發、製造、銷售為一體的高科技企業。公司註冊資金 910 萬美元，職員 1000 余人。公司設有 LED 研發中心，產品實驗中心，光學實驗室。擁有世界最先進自動化生產線和各種高新技術檢測及實驗設備。相繼通過了 ISO9001、QS9000、ISO/TS16949 國際品質體系認證，具備強大的 LED 系列產品研發、製造、銷售能力，擁有多個核心專利。現有產品包括 DOMI、NOVA、SPICE 系列，月產量 50KK 以上。用戶遍佈美洲、歐洲、亞洲等。公司網站：<http://www.dominant-semi.com/index.php?lv=ch>。

等。韓國Seoul Semi同樣與Cree於2006年簽訂五年（60個月）晶粒供貨合約²⁰，允諾前15個月採購至少40百萬美元，使Cree於韓國的銷售比例將近營收1/4。Cree晶粒供應台灣的億光與光寶為最大宗，約佔5%的營業額。香港地區的營收，推測應由艾睿電子與世平集團代理商所貢獻。

由Cree前五大銷售客戶表可見，OSRAM Semiconductor、Avago對Cree的營收比重逐年下降，OSRAM Semiconductor由2001年25%遞減至2007年的4%。Cree認為與延伸自身商業活動有關，Cree由原上游晶粒的銷售擴展至下游封裝和照明應用，而侵蝕到原有客戶的生意，導致損失許多商機的損失。

第三節 CREE 核心資源

核心資源大略包含有形資源(設備、廠房)、無形資產(專利、品牌、契約)、個人能力(專業能力、管理能力、人際網路)、組織能力(流程、文化、組織記憶與學習)等等，但對於動態競爭環境中的科技公司，人才、技術、專利更是競爭力的表現，礙於公司內部許多資訊並未公開，本研究針對人才與技術、智權與訴訟、商品化能力等三部分來討論。

(一) 無形資產

1. 技術緣起

Cree 早期的技術完全來自於北卡羅來州立大學。

在 1980 年代初期，Eric Hunter, Neal Hunter 與 Calvin Carter 在 NCSU 共同研究 SiC 的物性與電性。由資料顯示當初的創辦人皆為 NCSU 的畢業生，且除了 Neal Hunter 之外，其他人之碩博士論文皆與 SiC 相關如下表所示。

表 4-8、Cree 創辦人在 NCSU 的學歷與現況 (本論文整理)

創辦人	專長/分工	在 NCSU 的學歷 ²¹	現況
Neal Hunter	管理	跟隨其兄 Eric Hunter 進入 NCSU，取得工程學士	2005 年離開 Cree，並創辦 LLF 2008 返回 Cree

²⁰ 首爾半導體與 Cree 的晶粒供貨合約，使首爾半導體免去 Cree 於美國白光專利 (US patent 6600175) 的侵權疑慮。

²¹ 資料來源：NCSU Theses and Dissertations database。

Eric Charles Hunter	管理	1985 年碩士論文 <u>Bulk growth of single crystalline beta-silicon carbide from high temperature solutions</u>	1994 年離開 Cree
Calvin Haywood Carter (1955)	Bulk SiC crystal growth	1983 年博士論文： <u>Kinetics and mechanisms of high-temperature creep in chemically vapor deposited and reaction-bonded silicon carbide</u> 1980 年碩士論文： <u>Constant compressive stress creep studies in reaction-bonded silicon carbide</u>	Director of advanced materials technology
John Adam, Edmond (1960)	Device fabrication	1987 年博士論文： <u>Ion implantation, annealing and simple device fabrication in monocrystalline beta-silicon carbide thin films</u>	Director of advanced optoelectronics
John Williams, Palmour (1960)	Device Fabrication	1988 年博士論文： <u>Characterization of oxidation, dry etching and device performance of monocrystalline beta-silicon carbide thin films</u>	Executive VP
Kong Hua-Shuang	Pendeo, SiC	1988 年博士論文： <u>Chemical vapor deposition, characterization and device development of monocrystalline beta- and alpha (6H)-silicon carbide thin films</u>	

2. 核心技術的累積

Cree 以 NCSU 的技術為基礎，不斷地增強其核心能力，主要透過三種方式：併購、內部研發、委外研究。在 2000 年後，Cree 一共有 6 次併購，除了 UltraFR 為通訊元件的併購之外，Cree 分別從 Nitres、ATMI、Intrinsic 獲得 GaN 與 SiC 的核心技術與人才。而 2007 年對 Cotco 與 LLF 的併購，則在強化 LED 在應用領域的技術。

表 4-9、Cree 的併購歷程 (本論文整理)

日期	相對人	金額 (交易條件)	目的
2000/4/11	Nitres	233 million ²² (股票)	藉由併購獲得氮化物半導體元件技術 (nitride-based semiconductor devices)，再配合Cree 的SiC 基板與製造技術後，能將LED的照明商業化。
2000/11/21	UltraRF	113.5 million ²³ (股票+現金)	藉由UltraRF的 LDMOS 技術，結合Cree的 SiC與GaN RF 產品能夠用於2GHz以上的無線通訊。公司更名為Cree Microwave。
2004/3/25	ATMI 的 GaN 部門	10.3 million (現金)	併購 GaN substrate & Epitaxy Business部門，增強IP portfolio，並強化材料業務。
2006	Intrinsic Semi-co nductor	43.6 million (現金)	獲得低缺陷 (Low defect density) SiC substrate的製造技術，能應用於高功率半導體元件與低成本 LEDs。
2007/3/13	Cotco	\$200 million ²⁴ (股票+現金)	Cree 藉由此獲得中國市場的通路，與低成本的製造能力(產能)。
2008/2/11	LLF ²⁵	\$103.4 million ²⁶ (股票+現金)	LLF 在 2005 年由 Cree 的共同創辦人—Neal Hunter 所創立。LLF 採用 Cree 的 LED 製造燈具。
併購總金額		703.8 million	

²² 以 233 million 併購，其中為 1.5 million 的 Cree 普通股，藉由併購獲得氮化物半導體元件技術 (nitride-based semiconductor devices)。Nitres 擁有全球最高效率氮化物 LED(波長 400nm~410 擁有全球最高的 20%量子效率紀錄)，在配合 SiC 基板與製造技術後，能將 LED 的照明商業化。

²³ 一共花費 113.5 million，併購以 908,000 的 Cree 普通股與與 \$30 million 現金支付

²⁴ 在一定期間內達成財務目標，Cotco 能夠在獲得 \$125 million

²⁵ 合併後的 LLF 更名為 CREE LED Lighting Solutions，新公司由 Neal Hunter 繼續擔任董事長

²⁶ 其中 \$77 million 的現金與股票，另外若經營團隊能夠達成目標且人才能夠留任將會在分三年支付 \$26.4 million。

表 4-10、Nitres 之專利清單²⁷ (本論文整理)

<u>Publication</u>	<u>Pub. Date</u>	<u>Filed</u>	<u>Title</u>
WO0137351A1	2001-05-25	2000-11-01	MULTI COLOR SOLID STATE LED/LASER
US20070120129A1	2007-05-31	2006-02-13	Rare earth doped layer or substrate for light conversion
US20060255347A1	2006-11-16	2006-07-10	Multi element, multi color solid state LED/laser
US7202506	2007-04-10	2000-03-17	Multi element, multi color solid state LED/laser
US7084436	2006-08-01	2004-03-31	Multi element, multi color solid state LED/laser
TW0472401B	2002-01-11	2000-11-17	Multi element, multi color solid state LED/laser
JP2003514401T2	2003-04-15	2000-11-01	
EP1326291A1	2003-07-09	2000-11-01	Multi color solid state led/laser
EP1230686A1	2002-08-14	2000-11-01	MULTI COLOR SOLID STATE LED/LASER
AU0125735A5	2001-05-30	2000-11-01	Multi color solid state led/laser

(二) 個人能力

Chuck Swoboda 於 1993 年進入 Cree。Chuck 1989 年從 Marquette Univ. 電機系畢業，隨即跟為其兄 Mark Swoboda²⁸ 的腳步進入 San Jose 的 HP 從事行銷的工作，工程人員的背景是 Swoboda 獲得此職位的原因之一。在 HP 期間的成就，就是將 LED 導入 Motorola 的行動電話中，成為字母形的顯示器 (alphanumeric display)，在當時是相當客製化、且高風險的產品。

Cree 在 1993 年開始尋覓能夠負責管理藍光產品線的人才，1993 年 Chuck

²⁷ The following application is a utility application for provisional application No. 60/166,444 to Denbaars et al., which was filed on Nov. 19, 1999.

²⁸ Mark Swoboda 是 Chuck Swoboda 的哥哥。Mark Swoboda 在 2007 年 6 月加入 Bridgelux，成為 CEO。在此之前，Mark Swoboda 是 Philips Lumileds 的執行副總。資料來源：

<http://www.bridgelux.com/aboutus/management.html> (最後參訪 2008 年 4 月 6 日)

”Mark Swoboda is the former executive vice president of Philips Lumileds. He led the sales, marketing, applications and custom product development teams at the corporate spin-off and joint venture between Hewlett-Packard/Agilent and Royal Philips Electronics. The company pioneered the power LED product class and Luxeon brand to develop high-growth markets and applications in solid-state lighting including automotive forward lighting, mobile phone camera flash, LED backlighting, and general lighting. Prior to joining Philips Lumileds, Swoboda spent 17 years with the Hewlett-Packard Semiconductor Products Group in various sales, marketing, and channel management positions. He holds a bachelor’s degree in electrical engineering from Marquette University.”

Swoboda 加入 Cree。Chuck Swoboda 加入 Cree 時，Cree 只有 30 位員工，他認真、注重細節的工作態度與個人風格強烈、不居小節的 Neal Hunter 能夠有很好的互補。直到 1998 年 Chuck Swoboda 被提升為總裁與營運長，2001 年提升為執行長。

表 4-11、Cree 高階管理人表列²⁹ (本論文整理)

人名	職務	專業背景
Chuck Swoboda	Chairman, President and CEO	現年 41 歲。 1989 進入 HP 負責 LED 行銷 1993 進入 Cree, Product Manager 1999 成為 COO 2001 成為 CEO 2005~現在 成為 Chairman & CEO 1994~2001 年的 CEO 為 Neal Hunter。Swoboda, 在 2001 繼任 Neal 為 CEO, 2005 年 Neal 離開 Cree, 由 Swoboda 繼任 chairman。
John T. Kurtzweil	Executive VP, Finance, CFO and Treasurer	John 現年 50 歲 ³⁰ , 擁有大約 30 年的財務經驗, 曾經歷 Cirrus Logic, ON Semiconductor, Read-Rite Corp., Maxtor Corp., 與 Honeywell 等高科技公司的財務工作。財務長歷年變動很大: 2006 年 CFO 為 Michael E. McDevitt 2000~2005 為 Cynthia B. Merrell (轉任 LLF) 1999 以前為 Alan J. Robertson
Robert C. Glass, Ph.D.	Executive VP, Materials and Optoelectronics	現年 44 歲, 2005 年成為 VP, 負責材料與光電部門。 2003~2005 VP of Operation and Manufacturing 在 1995~2003 之前曾擔任材料部門 GM, 曾負責、營運、生產、材料部門經理、結晶成長經理等。在進入 Cree 之前 Dr. Glass 在西屋電器工

²⁹ 詳見 AOL money & finance, "CREE inc. Key Executives"
<http://finance.aol.com/company/cree-inc/cree/nas/key-executives>
(造訪日期 2008/5/10)

³⁰ 請參看 http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2004_March_8/ai_114024283 John 擁有 CPA and certified management accountant, earned his degree in accounting from Arizona State University and an MBA from the University of St. Thomas in St. Paul, Minn. (造訪日期: 2005/5/10)

		作。
John W. Palmour, Ph.D.	Executive VP, Advanced Devices	John Palmour 也是 CREE 的創辦人之一，從 1995 年開始就擔任董事。目前是 Advanced Devices 部門的 EVP，從 1995 年起就負責 Advanced Devices 部門。負責所有寬能隙 RF(wide bandgap radio frequency),微波 (microwave)與交換式電源裝置(power switching device)。此外，所有的合約研究專案(contract research programs) 也都歸 John 負責。
Robert Pollock ³¹	Senior VP of Worldwide Sales	54 歲，Pollock 在 HP 負責 LED 與 RF/microwave 產品的銷售，後來並擔任 Philips Lumileds.的業務副總。
Wayne Nesbit ³²	VP of Worldwide Manufacturing	Wayne Nesbit, 44 歲，在 2008/1/21 就任，將負責全球製造業務，包含 planning/logistics, supply chain, purchasing and quality. Wayne 曾在 Motorola 工作 17 年(負責 various global semiconductor management)。在 1998~2001 擔任 VP 與 director (worldwide external technology for Motorola, Inc. (semiconductors))。

第四節 CREE 智慧資本

企業的智慧資本，為包含企業所擁有的「人力資本」、「關係資本」與「結構資本」；人力資本即指人力資源，關係資本則包含客戶關係、供應商關係和企業所屬其產業上下游或水平的關係網路，結構資本含括以智慧財產範圍的資本。

³¹ 見 Cree website Press Release, “Cree Names Robert Pollock as Senior VP of Worldwide Sales”, OCTOBER 23, 2006

³² 請詳見 Cree website, “Cree Expands Leadership Team with Two New Executives”, JANUARY 14, 2008.

人力資本於第三節已討論，關係資本於第五節事業網路討論，此小節特別討論智慧資本內的「結構資本」，以智權的佈局與應用為討論重點。

(一)「結構資本」-智權佈局

Cree 相當重視 IP，早在 1987 年成立之初，由 Davis 實驗室的 SiC 研究成果取得專利的獨家授權。而 Cree 也不斷地累積專利，目前 Cree 已擁有超過 1300 件的各國專利（包含申請中），包含美國的 398 件、歐洲專利 121 件、德國專利 65 件、中國專利 165 件、台灣專利 57 件、日本專利 18 件等³³。

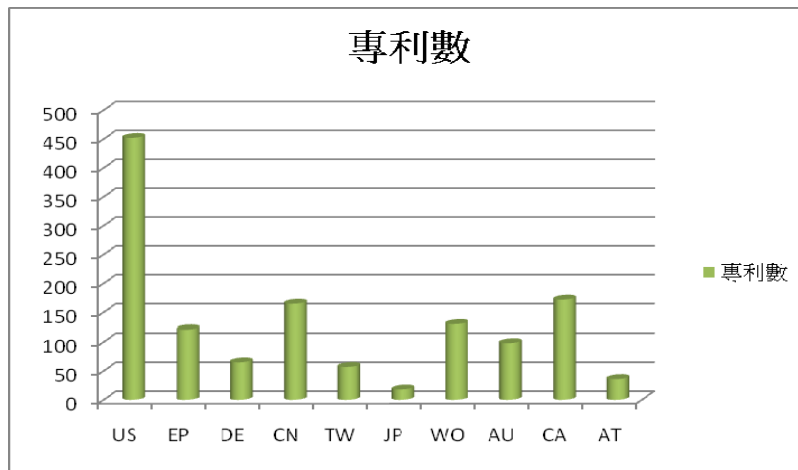


圖 4-8、Cree 公司各區域專利數量³⁴ (本論文整理)

Cree 的第一篇專利在 1988 年 12 月由 John Edmond 提出申請，John Edmond 也是 Cree 公司中專利數量最多的發明人。除了 John Edmond 之外，其餘依專利數量多寡依次為 John W. Palmour、Hua-Shuang Kong、David B. Slater, Jr.、Gerald H. Negley、Calvin H. Carter, Jr. 等。而 Nichia 的中村修二博士，在 1999 年底離開 Nichia 後，也在 2002 年開始為 UCSB 與 Cree 貢獻專利。

³³ 美國以外的各國專利，以歐洲專利資料庫檢索 ep.espacenet.com，其檢索結果可能會有公開專利與獲證專利重複計算的以致重複計算，或某些跨國專利資料不完整導致的低估(例如日本專利資料)

³⁴ 2008/3/18 以 Delphion 資料庫檢索，共獲得 102 件公開專利(未獲證)與 297 件獲證專利。本資料不包含其併購公司之專利。

表 4-12、Cree 主要專利發明人 (本論文整理)

發明人	發明期間	技術領域	在其他公司 產出之專利	在CREE 產出專利
John Adam Edmond	1988~2008	元件設計製造		55
John W. Palmour	1989~2008	元件設計製造	7(NCSU, GE, Purdue)	34
Hua-Shuang Kong	1987~2007	MOCVD	NCSU 3 件	33
David B. Slater, Jr.	1995~2006	製程、封裝	0	32
Gerald H. Negley	1994~2007	LED封裝、LED照 明	17 (LLF)	29
Calvin H. Carter, Jr.	1990~2007	SiC crystal 成長	0	22
Charles Eric Hunter	1996-1999	SiC crystal 成長	4 (C3)	7
中村修二	2002~2005	磊晶、製程	Nichia 42件 UCSB 7件	3

為瞭解 Cree 的專利與技術佈局，以產業鏈將 Cree 的技術結構由上游到下游技術加以展開，從最上游的基板、依次為磊晶、晶粒製程、封裝與應用。每一個技術類別，Cree 皆有許多專利佈局，由於 Cree 本身創立時的主要技術為 SiC 基板，也因此其專利申請最多。除了本身有很強的基板技術，透過併購、專利獨家授權，也讓 Cree 在整個產業鏈中建立強大的專利組合 (Patent portfolio)。

下圖字體反白的部分為曾經發生訴訟的技術，有最上游基板技術中的 ELOG 技術³⁵，專利發明人為 Davis，是 Cree 幾位創辦人在北卡羅來州立大學的老師。其次在磊晶的部分，由 Boston University 獨家授權而來的 Buffer Layer 技術，也對許多公司提起過訴訟。晶粒製程的部分，在併購了 Nitres 後而獲得的 Roughed 技術³⁶與 Electrode 技術。另外在封裝的部分，Cree 也在併購 ATMI 的 GaN 部門後獲得了白光 LED 專利。

³⁵ 附生層過生長 (epitaxial layer over growth, ELOG)技術，或稱為橫向磊晶過生長技術(Epitaxy of Lateral Over-growth, ELOG) 吸收晶格不匹配造成的應力，降低缺陷密度，大幅改善氮化鎵的薄膜品質及元件性能。

³⁶ 表面粗化技術，增加發光效率。

由於 Cree 在 2004 年起開始進入高功率封裝領域，因此在 2003 年起就有大量的封裝專利佈局，此外由於公司策略會一直往照明應用前進，在 2008 年又併購了 LLF (LED Lighting Fixture)，再次補強了照明應用的專利佈局。

由此技術結構可知，Cree 在 LED 產業鏈中建立的完整的專利佈局，從美國專利來看，基板技術達 90 件、磊晶技術達 27 件、晶粒製程達 40 件、封裝達 52 件、應用達 25 件。雖然封裝與應用領域進入較晚，但也倚靠併購與積極自身研發快速地建立起專利佈局。

此外 Cree 有許多重大的專利家族，尚未其起訴訟過，例如垂直結構³⁷、以晶片 Doping 後的色光混合白光³⁸等等。

然而，若比較 Cree 專利申請量與營收在各國市場的分佈：2007 年營收順序依次為日本 (25%)、美國 (20%)、香港 (17%)、韓國 (15%)。能發現 Cree 在日本的申請量僅 18 件，與其在日本營收完全不能成比例，是一大問題。

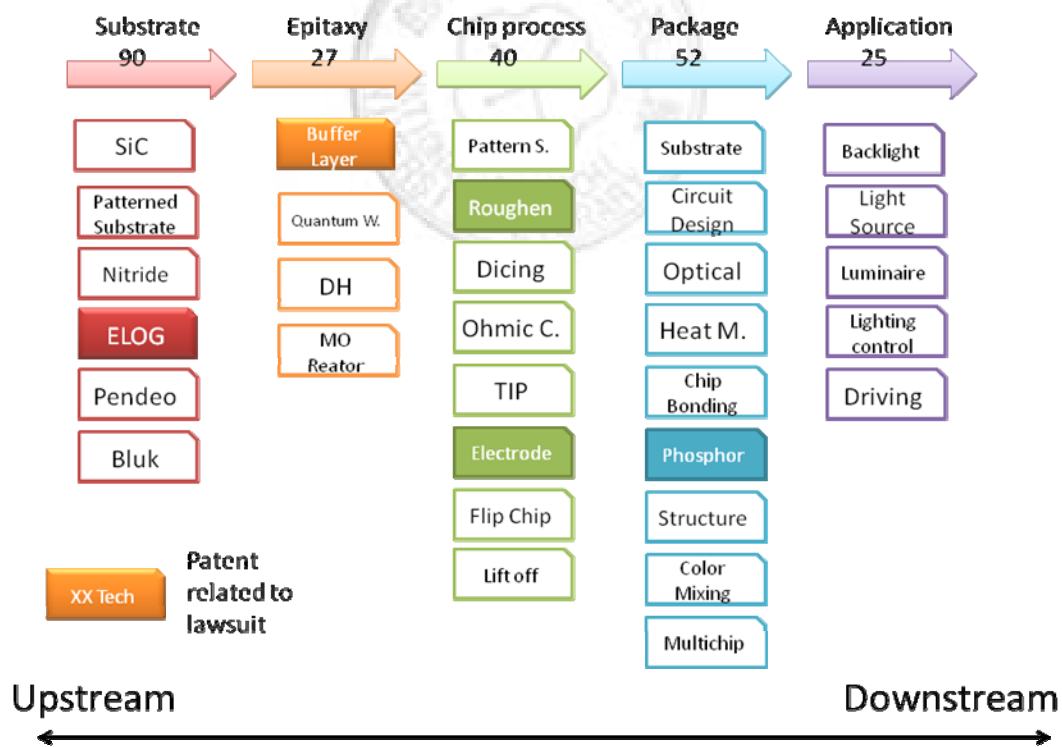


圖 4-9、Cree 公司專利佈局與技術結構 (圖中字體反白部分表訴訟之重要專利)
(本論文整理)

³⁷ InGaN 垂直結構，US6,459,100; US6,610,551; US7,034,328

³⁸ US7,084,436; US7,202,506; US2006,255,347

將 Cree 的美國專利依技術進行二階展開，並將其專利申請日分 1987~1998、1999~2002、2003~2008 三階段區分，進行分析。Cree 成立後初發展的 1987~1998 年間，專利幾乎集中於基板與磊晶技術上；發展的第二期 1999~2002 年，由於併購了 Nitres、並開始與 UCSB 合作，晶片製程的技術大量累積，總計有 22 件晶粒製程的美國專利在此時累積。而此時也開始有一些 LED package 的專利開始佈局。

發展的第三階段 2003~2008 年，基板、磊晶、製程專利繼續佈局之外，為配合封裝技術的發展，大量佈局了 38 件的 LED 封裝專利。封裝專利大都出自於 Gerald Negley 之手，由專利分析可知，Cree 的封裝系列板品—Xlamp 發展之時，Gerald Negley 具有相當的貢獻。2005 年 10 月，前任 CEO Neal Hunter 離開 Cree 自行創業時，Gerald Negley³⁹一同前往創業，在 2008 年 Cree 合併 LED Lighting Fixture 時，Gerald Negley 又透過合併重返母公司，也因此，LED Lighting Fixture 的許多重要專利也是出自 Gerald Negley。

2008 年，Cree 以 103 百萬美元併購前 CEO 在 2005 年離開而成立的 LED Lighting Fixture，取得 19 件封裝與照明的專利，對於應用端的技術與專利有相當的幫助。

表 4-13、Cree 專利的技術結構 (依年度分三期展開) (本論文整理)

一階技術分類	二階技術分類	1987~1998	1999~2002	2003~2008
Substrate	SiC	16+[7]	17	9
	Nitride	10	4	5
	ELOG			2
	Pendeo		5	
	Bulk			6
	Others		4	
	Pattern Substrate			5

³⁹ Gerry Negley is Chief Technologist at Cree LED Lighting Solutions, formerly LED Lighting Fixtures, Inc. (LLF, Inc). Prior to co-Founding LLF, Inc. in 2005, Gerry spent over 13 years at Cree, Inc. holding various roles ranging from Manager of Device Fabrication, Vice President of Manufacturing/Engineering to Chief Innovation Officer.
http://www.semiconwest.org/ProgramsandEvents/CTR_023740?parent=yes&parentId=5 (最後參訪 2008/6/23)

Epitaxy	Buffer Layer	5		
	QW	3	4	1
	MOCVD Reactor	1	6	5
	DH	2		
Chip Process	Rough		2	6
	Dicing	1	3	3
	Ohmic contact		2	1
	TIP		3	
	Electrode		6	
	Flip chip		6	5
	Lift-off			2
	Package	Substrate		1
Circuit/structure design				1
Optical design				12
Heat Management				4
Chip bonding			1	
Phosphor			2	10+(1)
Structure		5	2	4+(1)
Color Mixing				2+(1)
Multichip				2
Application & System		Backlight		
	Light source			2+(1)
	Luminaries		1	(14)
	Lighting control			1+(1)
	Display	1		

備註：刮號內()表示併購 LED Lighting Fixture 所取得之專利/ []表示 NCSU 獨家授權之專利

Cree 具有特殊的製程、優化設備的能力，但此能力應儘可能透過營業秘密來加以保護，在 Epitaxy/MOCVD Reator 技術中，Cree 共申請了 12 件專利，但由其技術屬性，其中有部分不應申請專利，因申請專利不但不易主張專利，反而揭露了自身的 Know-How，再加上 Cree 的策略中，也不打算生產、銷售 MOCVD 設備。

(二) Cree 的智權運用

Cree 的專利佈局不僅反映在其專利的數量上，並表現在訴訟上。更特別的是 Cree 善用外部的專利資源進行運用。

在發生與 Nichia 的大規模訴訟前 (1999 年)，Cree 僅擁有 50 件獲證的美國專利，其日本專利僅有 4 件，且多數屬於 Silicon Carbide 的技術；反觀 Nichia 的當時狀況，不但技術大幅領先(亮度)，專利佈局更是遠勝 Cree⁴⁰。然而，Cree 善用外援，取得許多基礎專利。表 4-12 為 Cree 所擁有發生過訴訟的專利，除 US Pat. 6051849 是 Cree 創立後在 2000 年左右從創辦人的老師 Davis 授權而來以外，其他皆由併購或獨家授權而來。顯見 Cree 在利用外援的能力與積極程度。

Publication Year	Items	%	Bar Chart	Publication Year	Items	%	Bar Chart
1999	15	16.7%		1999	4	8.0%	
1998	9	10.0%		1998	8	16.0%	
1997	7	7.7%		1997	8	16.0%	
1996	6	6.6%		1996	3	6.0%	
1995	8	8.8%		1995	7	14.0%	
1994	15	16.7%		1994	3	6.0%	
1993	8	8.8%		1993	4	8.0%	
1992	8	8.8%		1992	4	8.0%	
1991	10	11.1%		1991	4	8.0%	
1990	4	4.4%		1990	3	6.0%	

圖 4-10、Nichia (左) 與 Cree (右) 美國專利獲證數 (1990/1/1~1999/12/1)
(本論文整理)

表 4-14、Cree 擁有的關鍵專利 (本論文整理)

專利號 (技術領域)	Assignee	Inventor	取得	運用	國家	專利期限
US 6600175 白光 LED	ATMI	Baretz; Bruce, Tischler; Michael A.	收購 ATMI 的 GaN 部門	授權給 Cotco、 Rohm、 Stanley、 Kingbright、 Lite-on、Seoul	US	2003~2020

⁴⁰ 日亞在 1999 年以前，已擁有 1600 件的日本專利申請案，與 97 件的美國專利獲證，1999~1990 年為 90 件美國專利獲證。

				Semiconductor		
US 6051849 ELOG	NCSU	Davis; Robert F., Nam; Ok-Hyun, Zheleva; Tsvetanka, Bremser; Michael D.	獨家授權	訴訟 Nichia	US CN	2000~ 2018
US 6657236 Light extraction structure	Cree (Nitres)	Thibeault; Brian , Mack; Michael, DenBaars; Steven	併購 Nitres 成為子公司 Cree Lighting	訴訟 Bridgelux	US CN TW	2003~2 019
US6885036 Current Spreading	Cree (Nitres)	Tarsa; Eric J. , Thibeault; Brian, Ibbetson; James , Mack; Michael	併購 Nitres 成為子公司 Cree Lighting	訴訟 Bridgelux	US CN TW	2003~2 02005~ 2020
US6614056 Current Spreading	Cree (Nitres)	Tarsa; Eric J. , Thibeault; Brian , Ibbetson; James, Mack; Michael	併購 Nitres 成為子公司 Cree Lighting	訴訟 Bridgelux	US CN TW	2003~ 2020
US 5686738 Buffer Layer	Boston Univ.	Moustakas, Theodore	獨家授權	訴訟 Nichia、 AXT、Bridgelux	US JP GB DE	1997~ 2011
US 7235819 Buffer Layer	Boston Univ.	Moustakas, Theodore	獨家授權	訴訟 Bridgelux	US JP GB DE	2007~2 011

2002 年 Cree 與日亞取得交互授權後，Cree 繼續擴展其專利佈屬。其在 2000 年取得的 Nitres 與 2004 年取得的 ATMI，都為 Cree 的專利佈局產生重大的幫助。包含授權給 Rohm, Stanley, Lite-on, Kingbright, Seoul, Cotco 等，與對 Bridgelux 進行訴訟。

Cree 的專利佈局以美國最為完整，不論是數量上或重要性專利皆然，Cree 發生訴訟與授權的 5 個專利家族皆有申請美國專利，然而在美國以外的地區佈局完整度較差。其 Buffer Layer '738 專利在台灣、中國皆沒有申請。

例如日本、歐洲的佈局上相對很差，只有一件關鍵專利(Buffer Layer)，且此專利將在 2011 年到期。

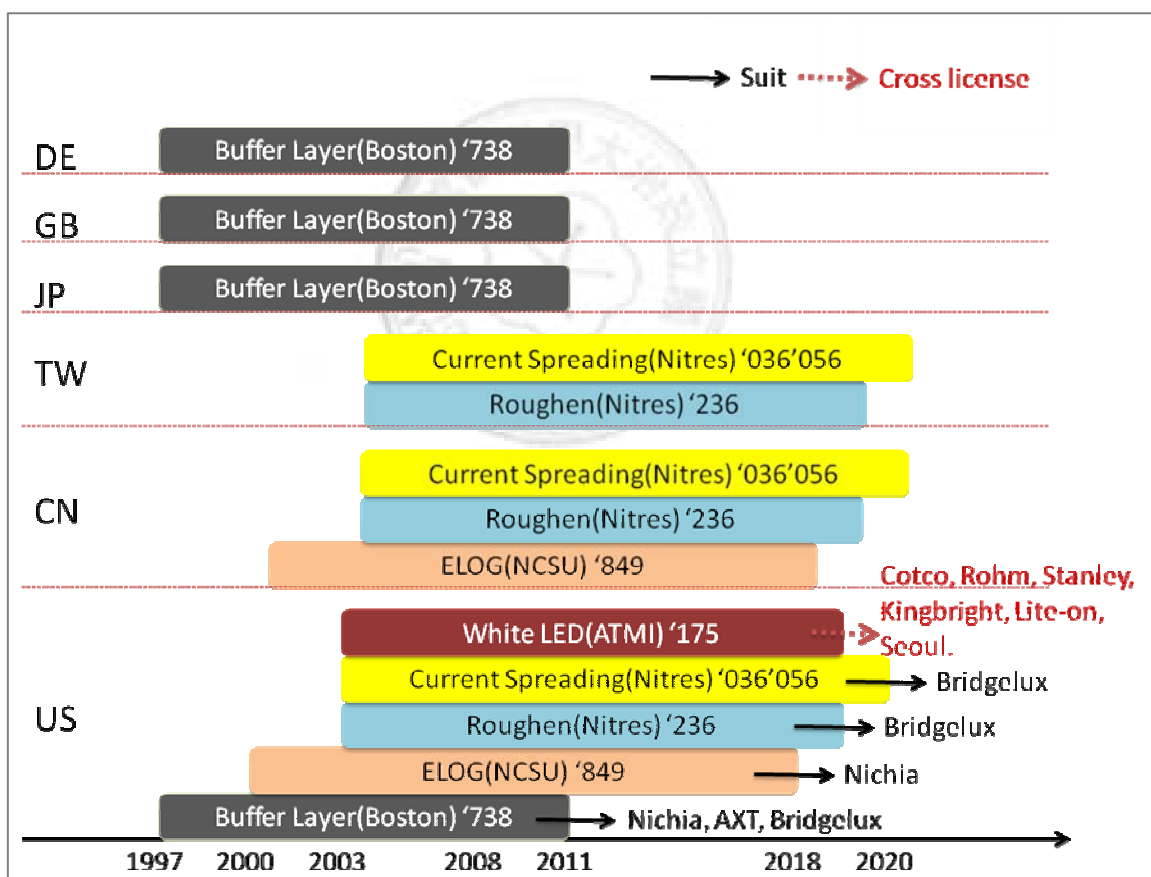


圖 4-11、Cree 的關鍵專利佈局圖 (橫軸為專利起迄/縱軸為佈局國家)
(本論文整理)

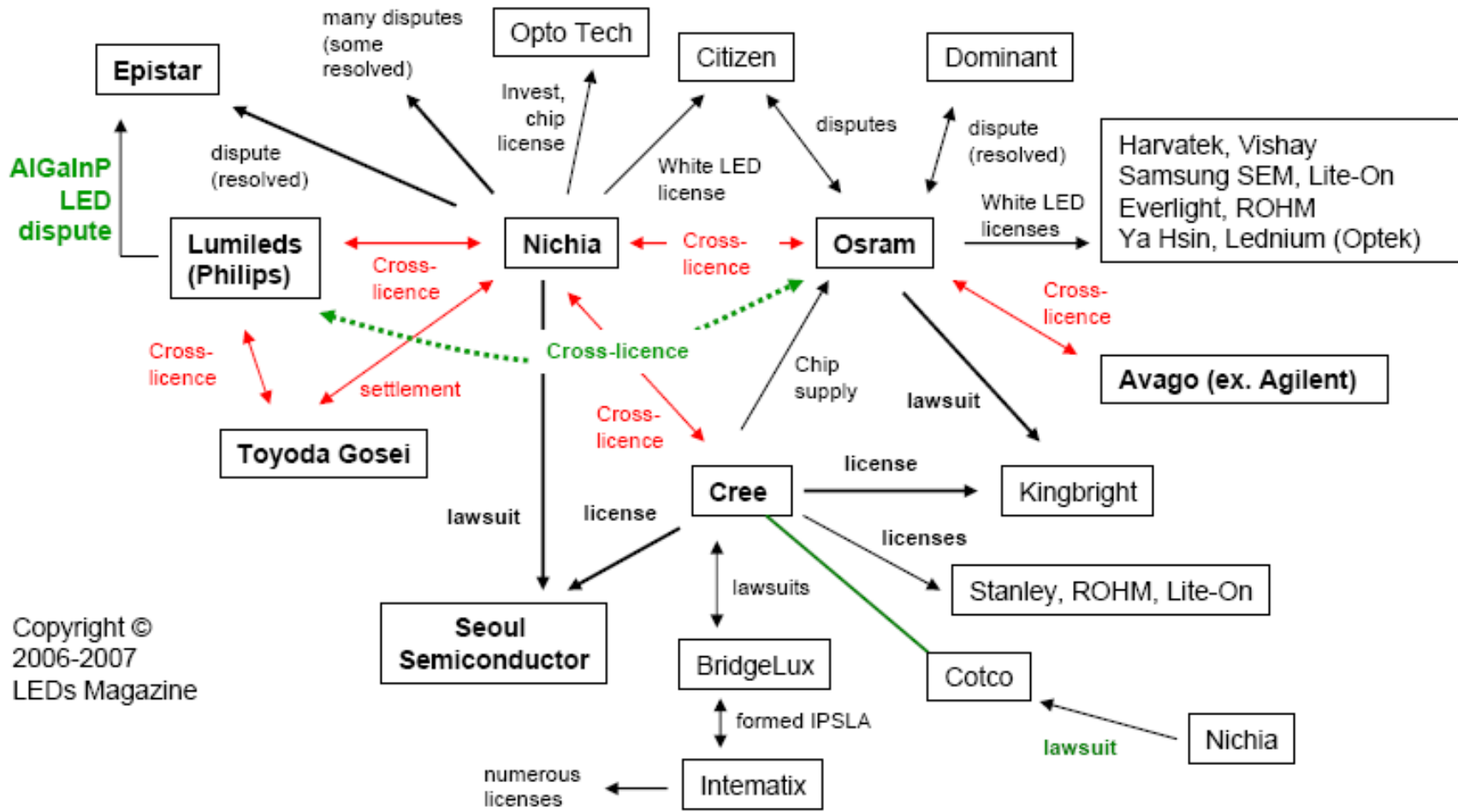


圖 4-12、LED 廠商專利訴訟與授權

(三) Cree 對 BridgeLux 發動訴訟

Cree 在 2006 年 9 月 11 日，開始對 Bridgelux 展開訴訟，截至目前為止，共有 5 件專利在訴訟中提起。而 Bridgelux 也以 6869812 反訴 Cree，目前訴訟進行至證據揭示階段 (Discovery Phase)。

表4-15、Cree告Bridgelux 之專利列表 (本論文整理)

專利號	Assignee	原告 v. 被告
US 6657236	Cree	Cree v. Bridgelux
US6885036	Cree	Cree v. Bridgelux
US6614056	Cree	Cree v. Bridgelux
US 5686738	Boston Univ.	Cree v. Bridgelux
US 7235819	Boston Univ.	Cree v. Bridgelux
US 6869812	Bridgelux	Bridgelux v. Cree

第五節 事業網路

Cree 善用事業網路的力量，除了以專利佈局、訴訟建立其專利地位外，在研發、供應鏈、行銷專案上皆有建立事業網路。

(一) 研發聯盟

儘管第一個商業化的藍光 LED 是由 Cree 首先發表，但在 1993 年日亞發表了 GaN 藍光 LED 後，Cree 在 2000 年以前的藍光亮度的競爭中，是一路落後的⁴¹，然而，Cree 善於運用外部資源。

1994 年底，John Edmond 也了一封信給中村修二，希望他能夠加入 Cree，並提出許多優渥的條件，包含薪水加倍、股票選擇權等等，但仍不能吸引中村修二。在 1994~2000 的期間，Cree 不斷地說服中村加入⁴²，但中村一直沒有答應

⁴¹ 第 143 頁，作者 Bob Johnstone, "They were always a step ahead. We'd come up with an indium gallium nitride device that was about the same. Then they'd come up with one that was brighter again. ...", "Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology", Prometheus Books, 2007.

⁴² 第 133 頁，作者 Bob Johnstone, "Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology",

1999 年 9 月，UCSB 的 DenBaars 教授 拜訪 Nichia，並設法說服中村加入 UCSB。

1999 年 10 月，中村修二參加研討會時順道拜訪 Cree，表達了在 Nichia 工作的不愉快。John Edmond 開始慎重思考如何能夠讓中村加入 Cree。

1999 年 12 月，共有十所美國大學、兩所歐洲大學都向中村表達了希望他加入的要求⁴³，2000 年 1 月，最後中村決定離開 Nichia 前往 UCSB 材料系任教。

Cree 在 2000 年 5 月併購 Nitres。Nitres 是由 Steve DenBaars 與 Umesh Mishra 所創立，主要在於發展高亮度 GaN LED。直至今日，Steve DenBaars 與 Umesh Mishra 都任教於 UCSB (University of California at Santa Barbara)。當時，Nitres 雇用了 27 名員工，絕大部分是 UCSB 的畢業生與技術員，在 Cree 併購後，更名為 Cree Lighting，成為 Cree 的子公司。Cree Lighting 功能定位在於 Cree 母公司的中期研發工作。同年 11 月，Cree 宣布由子公司 Cree Lighting 將聘請中村擔任顧問，並捐贈 1.2 百萬美元給 UCSB。

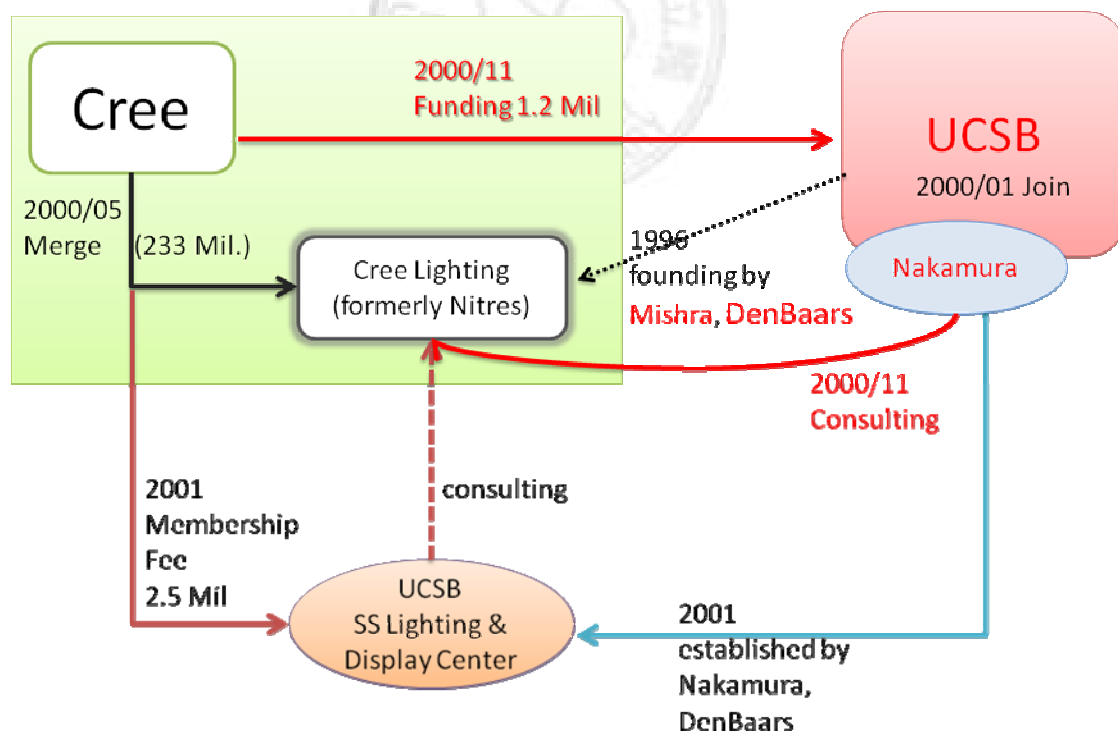


圖 4-13、Cree 的外部研發資源策略 (本論文整理)

Prometheus Books, 2007.

⁴³ 第 218 頁，作者 Bob Johnstone, "Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology"。

2001 年，中村與 DenBaars 共同成立 Solid-State Lighting and Display Center，由 Cree、Rohm、Mitsubishi Chemical 等七家公司，各出資 2.5 百萬美元作為會員費。

至此，Cree 成功地透過 Nitres 的併購與對 UCSB 的資助，連結包含中村的研發團隊。透過下圖可知，Cree 透過 Nitres 與 UCSB 的合作，目前已取得 58 件專利的申請與 26 件的專利獲證。

表 4-16、Cree Lighting (formerly Nitres) 團隊所產出之美國專利⁴⁴ (本論文整理)

發明人	申請專利	獲證專利	發明期間
Steve DenBaars	18	8	2000/11/18~2007/11/9
Nakamura	11	3	2002/5/13~2007/11/9
Umesh Mishra	18	7	2002/3/19~2007/11/9
Total	58	26	

此外，若將中村修二的專利依時間軸展開可發現，其美國專利在 1999 年前皆屬於 Nichia，而在 2000、2001 年，或許要迴避競業條款，中村完全沒有專利產出。在 2002 年 4 月開始分別為 UCSB、Cree 貢獻其專利發明。由專利的申請與數量來看，Cree 的研發聯盟策略相當成功。

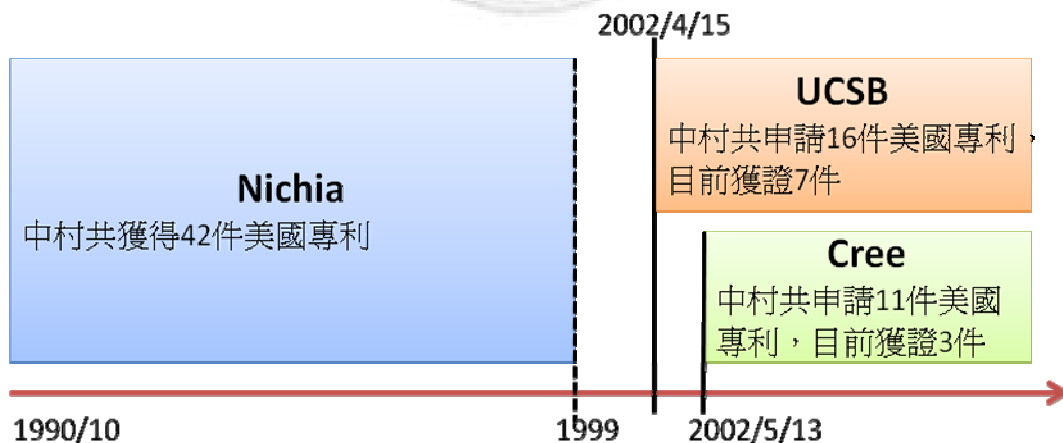


圖 4-14、中村修二專利申請、獲證歷程 (本論文整理)

⁴⁴ Cree Lighting 總共申請專利 58 件，目前獲證共 26 件，Shuji Nakamura, Steven Denbaars, Umesh Mishra 等為主要發明人；檢索策略上以發明人出自 Santa Barbara 與 Goleta 為主要依據(檢索日期 2008/3/18)。

(二) 產業供應鏈

Cree 在 1987 年成立時以供應 SiC 基本供給研究單位、軍方委託專案使用為主。在 1989 開始推出 LED chip，直到 2004 年 Cree 才正式推出封裝的 LED package，2007 年，為能增加 package 產能，且對中國市場能夠有更好的切入，Cree 合併了 Cotco⁴⁵，往供應鏈的下游走。2008 年，為了能切入 LED 照明市場，Cree 又合併了 LED lighting Fixture。

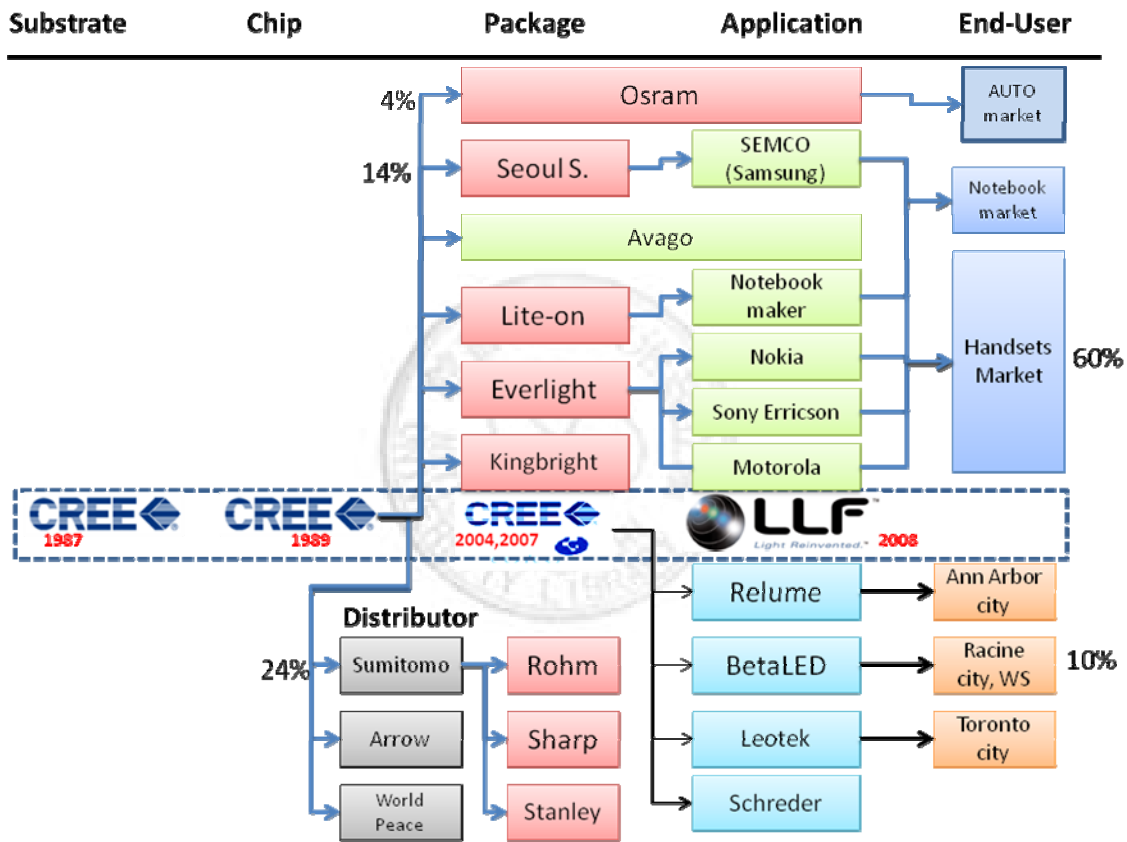


圖 4-15、Cree 產業供應鏈 (本論文整理)

日本的 Sumitomo 與德國的 Osram 一直是 Cree 前兩大客戶，伙伴關係已經超過 10 年的歷史。透過 Sumitomo 的經銷，Cree 能夠把 LED chip 到日本的

⁴⁵ 請見FORM 10-Q(Quarterly Report), Filed 04/24/08 for the Period Ending 03/30/08 Acquisition of COTCO Luminant Device Limited, "On March 30, 2007, Cree, Inc. acquired COTCO Luminant Device Limited (now Cree Hong Kong Limited), a Hong Kong company ("COTCO"), from COTCO Holdings Limited (now United Luminous International (Holdings) Limited), a Hong Kong company ("Holdings"). The Company acquired all of the outstanding share capital of COTCO in exchange for consideration consisting of 7,604,785 shares of the Company's common stock and \$77 million cash."

Sharp、Stanley、Rohm、Citizen 等 20 家以上的日本公司。而 Osram 不但有自己的封裝部門，還有自己的照明部門、汽車車燈、電子部門。然而，由 2004 年 Cree 開始供應 LED package 後，Sumitomo 佔有 Cree 的供貨比例由 42% 一直減少到目前的 24%，而 Osram 更僅剩下 4%，可見跨入 Package 領域後，直接跟原本的客户競爭，對營收的影響很大。

此外，韓國的 Seoul Semiconductor，也在近兩三年成為 Cree 的大客戶。台灣大部分的封裝廠，包含億光、光寶、今台、、、大部分也都是 Cree 的 chip 客戶。

雖然損失了一些 Package 的客戶訂單，然而 Cree 也新增了許多照明燈具的新客戶，例如 Relume、BetaLED(Ruud Lighting)、Schreder、、、等等。

Cree 在 LED 產業鏈中獨有一特別的地位，在 2004 年以前，它是五大廠中專注於提供 LED chip 的供應商。因此，當封裝廠需要一個沒有專利問題的晶片供應時，Cree 與豐田合成是其中的主要兩個選擇，但豐田合成本身也提供封裝產品，且豐田合成並不提供高功率晶片。因此，Cree 在供應鏈中一直擁有一個獨特的優勢與價值——沒有專利問題（業界俗稱 Patent Free）。

除了直接供應關係的供應鏈之外，Cree 也積極地加強整體的解決方案。因為在 LED 的應用上，除了本身要晶片、封裝的基礎知識外，對於使用 Cree 產品，更需要有足夠的光學、散熱、電源設計能力，才能夠順利地將 Cree LED 導入自身的產品中。

Cree 於公司網站公布 21 個位於全世界的合作伙伴，這些伙伴能提供以 Cree LED 為主的照明設計服務，包含設計諮詢 (Design consulting)、客製 (Customized design)、半組件 (Sub-assembly) 或全組件 (Complete assembly) 與全承包的解決方案 (Turnkey solutions)。

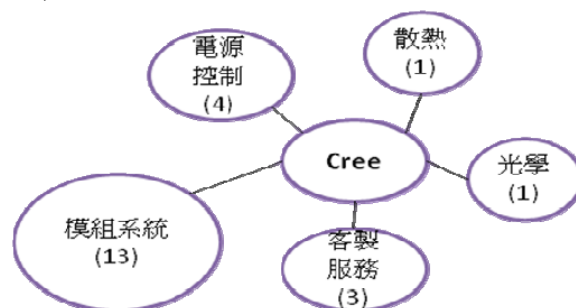


圖4-16、Cree 照明設計服務功能分類 (本論文整理)

表4-17、Cree 照明設計服務伙伴 (本論文整理)

公司	地區	現有產品	備註
Cooler Master http://www.cooler-master.com/index.html	台灣/歐洲	電腦散熱風扇、散熱器	
Light Engine http://www.lightengine-tech.com/index.asp	中國	一般照明、車用模組、看板、LCD 背光模組、燈具成品	從 Cotco 分出的公司，在華南地區有四據點，總部位於香港。
BAFA / Zerolight http://www.bafatasarim.com/	土耳其	DMX 相關	公司網站僅有首頁
Entity http://www.entityel.it/	義大利	LED 光源模組與 switching power	應用於一般照明
Forge Europa Visible Solutions http://www.visible-solutions.co.uk/	英國	LED 光源模組、大小功率 SMD LED、代客測試	提供照明用的解決方案
LEDIKO http://www.lediko.com/index.php	波蘭	半成品模組與成品，提供客製服務	
NAOTEK http://www.naotek.com/	法國	照明模組、客製、顯示看板	與 Lumileds 有合作關係
Xlight http://www.x-light.com/	俄羅斯	照明模組、driver	
CRS http://www.crselectronics.com/main.php	加拿大、美國	照明模組、LED 燈管、MR16、車用警示燈	
Heatron http://www.heatron.com/	美國	半成品模組與成品，提供客製服務	與 Lumileds、Osram、Nichia 有合作關係
I2 Systems http://www.i2systems.com/	美國	燈具與 OEM、ODM 服務	與 Lumileds 有合作關係
Innovative Electronic Solutions http://www.ies-nc.com/	美國	模組客製服務	公司網站訊息很少
Illumination Optics http://www.illuminationoptics.com/	美國	模組客製服務	公司網站訊息很少
Infinilux http://www.infinilux.com/	美國	模組、燈具	公司網站訊息很少、非高品質產品

公司	地區	現有產品	備註
LED Lighting Supply http://ledlightingsupply.com/ledlightingsupply/default.asp	美國	販售 LED、MCPCB、光學套件	公司網站訊息不多
LED Specialists http://www.ledspecialists.com/	美國	模組客製服務	與 Lumileds 有合作關係
LEDDynamics http://www.ledynamics.com/	美國	driver	
MetroSpec Technologies http://www.metrosectech.com/	美國	模組客製繪圖與設計	公司網站訊息不多
Optoelectronix http://www.optoelectronix.com/	美國	模組客製服務、光源模組	與 sharp、Osram 有合作關係
Marktech Optoelectronics http://www.ledassemblies.com/	美國	模組客製服務、光源模組	
Relume http://www.relume.com/our_studio.html	美國	光源模組、軍事用光源模組	

(三) 訴訟聯盟

1996~2002 年發生了 LED 產業有史以來最激烈的訴訟，日亞的中村修二在 1993 年發明藍光 LED。在 1996 日亞就開始針對 GaN LED 與豐田合成展開訴訟專利，直到 2002 年 9 月雙方和解。

同一期間，1999 年 12 月 1 日，日亞化學在東京地方法院對住友提出告訴，指控其侵犯日亞化學的專利 JP Pat.2918139，在日本引進及販售 Cree 製造之 GaN 藍光 LED。

2000 年 09 月 22 日，Cree 與 NCSU 共同對 Nichia 生產之 GaN 系列藍光雷射二極體提起專利訴訟，此專利為 Cree 共同創辦人的老師 Robert Davis 在 1998 所提出之專利。

2000 年 12 月 15 日，ROHM 告 Nichia⁴⁶ 生產之 GaN 系列發光二極體侵犯其之專利，要求 Nichia 停止製造販賣 GaN 系列發光二極體，並要求損害賠償。

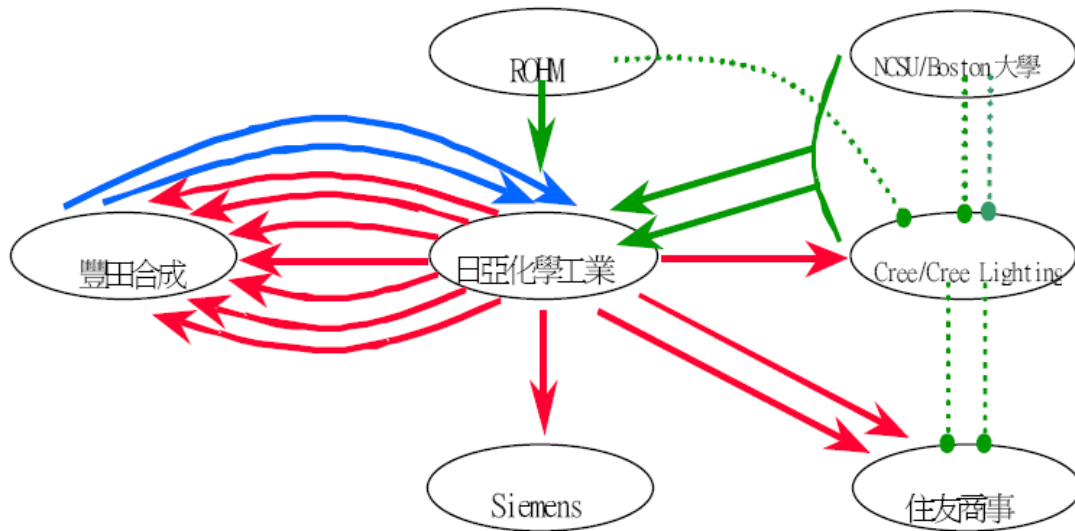


圖 4-17、Cree 訴訟聯盟⁴⁷

2000 年 12 月 21 日，Nichia 再告 North Carolina State University，Cree，與中村修二(Shuji Nakamura) 三者，侵犯其四項專利⁴⁸與竊取商業機密。

2001 年 5 月 3 日，Cree 與 Boston University 再告 Nichia 專利侵權⁴⁹，據專家指出 Boston University 的專利為 Buffer Layer 的基礎專利，比 Nichia 所擁有的 Buffer Layer 專利(中村修二提出)早一個星期提出申請⁵⁰。

在 Nichia 與豐田合成、Cree 進行訴訟的同時，Nichia 也正與 Osram 在日本特許廳進行著日亞白光專利申請的無效訴訟⁵¹。

⁴⁶ 訴訟專利為 US Pat.6084899 與 6115399 兩件。

⁴⁷ 請詳見第 63 頁，李達為著，”藍光 LED 與 LD 之專利訴訟案發展”，光連雙月刊第 35 期，2001 年 9 月。

⁴⁸ 訴訟專利為 US Pat.5563422, 5578839, 5747832, 與 5767581 等 4 件。

⁴⁹ 訴訟專利為 US Pat.5686738。

⁵⁰ 第 231 頁，參考請參見 135 頁，Bob Johnstone 著，”Shuji Nakamura and the Revolution in Lighting Technology”，Prometheus Books, 2007。

⁵¹ Osram 分別在 2000 年 3 月 3 日、2001 年 6 月 15 日，針對 Nichia 的白光 LED 專利 JP Pat.2927279(清水義則等人)，提起專利無效的行政訴訟。2002 年 6 月 24 日日亞化學與 Osram 達成交互授權，2002 年 6 月 28 日無效案撤案。此外，上述專利也在 2000 年 1 月 28 日遭 Agilent

在 Lumileds 部分，Lumileds 在 2002/10/18 對日亞的客戶 Citizen 提起訴訟，而日亞也在 10 月 28 日對 Lumileds 提起白光專利的訴訟，但隨後雙方和解。

訴訟在 2002 年底一一以交互授權或和解收場，在 2002 年 11 月 16 日，Cree 與日亞和解後，確立了 Nichia、Lumileds、Osram、Toyoda Gosei、Cree 等五大廠商的形成。

在以上的訴訟中，Cree 一共對 Nichia 提起了兩件的專利訴訟，而專利權人分別是 Boston University 與 NCSU，發明人皆為學校教授。另外，Rohm 也在此訴訟中增強的 Cree 供應鏈的談判籌碼。

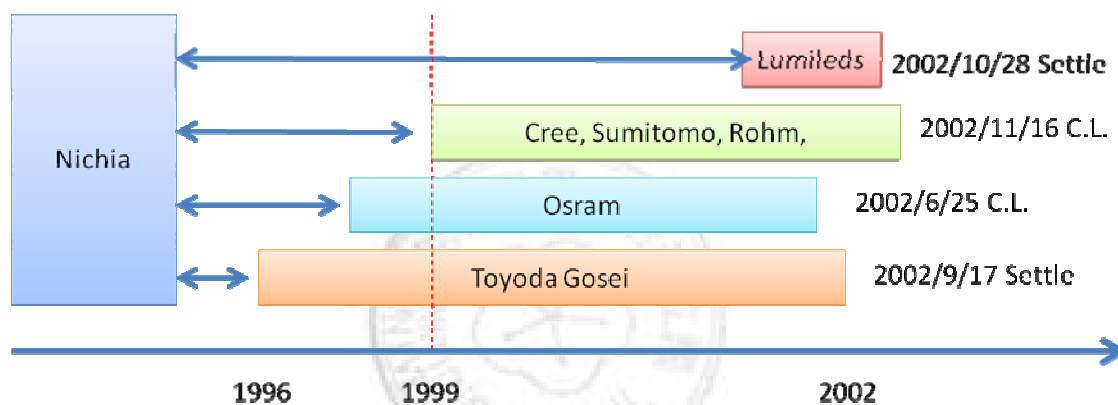


圖 4-18、五大 LED 廠相對訴訟時間圖 (本論文整理)

在 2002 年之後，LED 業界開始形成了五大(Big Five)的概念⁵²，也開始了 LED 業界在 2003~2008 年(現在)不斷地對五大以外的 LED 公司進行訴訟。

(四) 照明產業聯盟—LED City

照明產業與 LED 產業，一直存在著一個矛盾—LED 代表新科技的崛起，虎視眈眈地想取代傳統的舊技術、使用習慣、想改變現狀；照明產業目前仍掌握著市場、通路、產品的設計能力、並深知著消費者的需求與使用習慣。

進行異議案。

⁵² 第 15 頁，"Small companies fight for a foothold in white LED sector", LEDs magazine October 2005。

例如，以 Philips 而言，雖然其擁有 Philips Lumileds 的最新 LED 科技，然而在新產品的推出上仍須顧忌整體集團營收的平衡，不能為了 LED 營收的增加，而損及燈具事業與燈泡事業，畢竟目前為止傳統照明才是營收的大宗來源。

然而，Cree 沒有這層顧忌，他可以大膽的建立自己 Lighting 的供應鏈。



圖 4-19、LED City、LED Workplace、LED University 商標圖⁵³

Cree 在 2006 年 12 月，Cree 開始進行室外照明的推動，致力於建立一個新的，不同於傳統的 Cree 供應體系—LEDcity⁵⁴，一個以政府、產業界共同推動 LED 照明的平台，其推動的宗旨包含：結能、環保、降低維修成本、改善照明品質增加可視性與安全、節稅等。並以 Cree 的所在地市政府 Raleigh 為第一個示範城市。在取代高壓鈉燈(high-pressure sodium fixtures)後，能夠節省 40%的能源，並且能夠提高安全性。

繼 Raleigh city 之後，相繼有 Toronto、Ann Arbor、天津、Torraca 等城市加入 LEDcity 計畫，更確切地說是加入 Cree 的供應體系。LED City 能否獲得大規模的成功，目前尚不得而知，但所獲得極佳的媒體版面、廣告效果。

接著，Cree 相繼推出 LED Workplace⁵⁵與 LED University⁵⁶兩個計畫。LED

⁵³ 2007 年 5 月 4 日，Cree 在美國 USPTO 註冊 LED City 商標。

⁵⁴ The LED City™ is an expanding community of government and industry parties working to promote and deploy LED lighting technology across the full range of municipal infrastructure to: Save energy. Protect the environment. Reduce maintenance costs. Improve light quality for improved visibility and safety. Save tax dollars. Launched in December, 2006 with a parking garage light pilot program in Raleigh, NC, supported by Cree, Lighting Science Group, AmTech Lighting Services and Progress Energy, the LED City community is providing a guide to accelerating the deployment of LED lighting for cities worldwide. The pilot, replacing high-pressure sodium fixtures with LED fixtures, demonstrated a 40-percent energy savings. Respondents to surveys conducted before and after the transformation declared the LED light quality far superior, said the garage felt far safer and reported that their overall opinion of the garage significantly improved. The city of Raleigh is the first LED City because of its commitment to deploy LED light across its infrastructure.

⁵⁵ 2007 年 10 月 8 日，Cree 在美國 USPTO 註冊 LED workplace 商標。

Workplace 包含辦公室 LED 照明、工作場所、營業照明。參加成員為 Cree 和 Sentry Equipment Corporation 辦公室照明、Friendly's⁵⁷ 餐廳、Better Day BP 加油站與 The Prairie School 的室外照明計畫。

目前 LED University 成員：Marquette University、North Carolina State University、University of Arkansas、University of California, Santa Barbara。以天津工業大學的 LED University 計畫為例，校園內 LED 照明示範工程是 LED 照明多種技術的應用，包括 LED 路燈、LED 草坪燈、LED 庭院燈、LED 筒燈、LED 吸頂燈等，它的建設豐富 LED 照明理論的研究及應用技術的完善，為 LED 照明發展應用提供理論和技術上的實現，同時也展示了大陸對於半導體照明應用領域的宣示與行動。

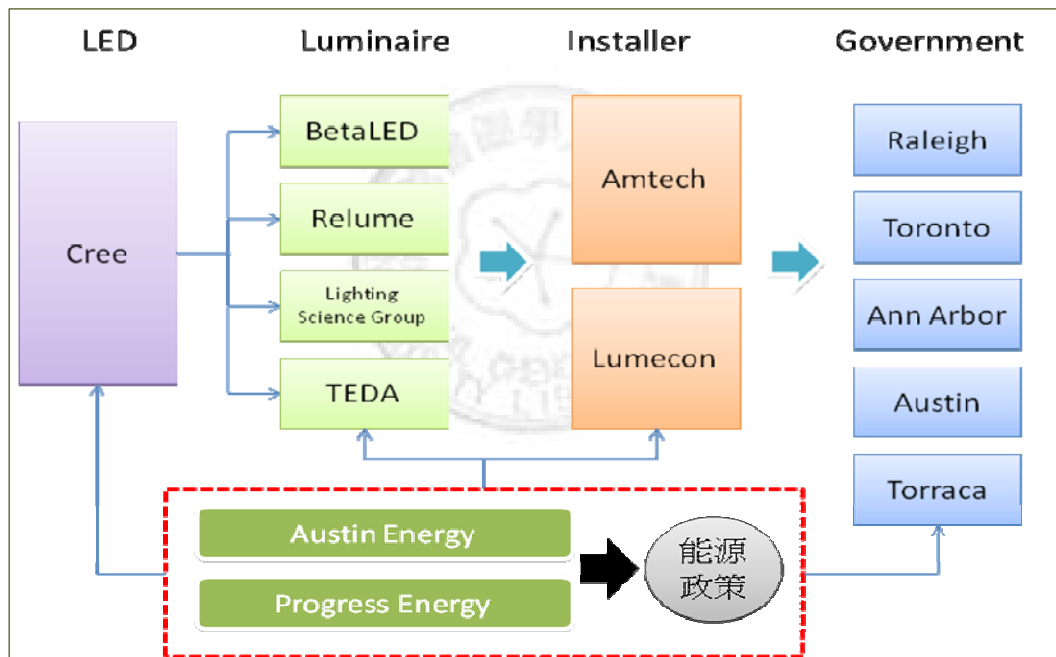


圖 4-20、Cree 的 LED City 城市照明產業鏈 (本論文整理)

⁵⁶ 2008 年 2 月 12 日，Cree 在美國 USPTO 註冊 LED University 商標。

⁵⁷ Friendly's Ice Cream Corporation 公司在美國擁有超過 500 家的 Friendly's Restaurant。

(五) 政府合約資助 (Government Contract Funding)

Cree 善於運用政府的研發資助，下表列出近五年美國能源部的補助計畫。除能源部之外，Cree 在 2007 年 6 月共有 21 件有效的政府補助計畫。近三年，政府補助共占 Cree 營收的 8%、7%與 6%。Cree 每年投資的研發費用平均維持營收的 10~14%，加上與政府的合作計畫比重，代表 Cree 投資每年 20%的研發能量，無疑支持 Cree 在專利與技術的優勢地位。

表 4-18、Cree 的政府計畫

Subject	DOE Share	Status	Contract Period
High-Efficiency LED Lamp for Solid-State Lighting	\$1,419,584	Finish	2003 - 2006
White LED Package Efficiency and Brightness	\$2,247,250	Finish	2000 - 2004
LED Chips and Packaging for 100 LPW SSL Component	\$1,231,877	On going	2007 – 2009
Small-Area Array-Based LED Luminaire Design	\$1,651,867	On going	2005 - 2008

表4-19、DOE補助計畫產出專利⁵⁸

專利	內容
6972438	Light Emitting Diode with Porous SiC Substrate and Method for Fabricating
US 2006/0267029	Light Emitting Diode with High Aspect Ratio Sub-Micron Roughness for Light Extraction and Methods of Forming

⁵⁸ Solid-State Lighting Patents Submitted as a Result of DOE-Funded Projects, As of January 2008, a total of eighteen solid-state lighting (SSL) patents have been granted as a result of Department of Energy-funded research projects. This demonstrates the value of DOE SSL projects to private companies and notable progress toward commercialization. Since DOE began funding SSL research projects in 2000, a total of 71 patent applications have been applied for or awarded as follows: large businesses – 40; small businesses – 15; universities – 13; and national laboratories – 3.

第六節 小結

1. 由三構面分析，結合智慧資本的概念，在 Cree 公司中的產品範疇、營收結構、核心技術、併購策略、供應鏈、等等，能發現 Cree 在 1987~1998 年間的起步階段，運用其 SiC 的核心技術，尋找合適的產品範疇，例如寶石、高頻通訊元件等；第二階段的 1999~2002，藉由併購、合作、訴訟、聯盟、等等，等快速地建立核心資源與產業地位；在目前的第三階段，Cree 為了擴大營業額，決定往下游推展新的產品範疇 (LED 封裝、模組與照明燈具)，再次藉由併購、策略聯盟等策略，展現了邁向應用端產品的決心。
2. Cree 的核心資源，來自內部與外部貢獻。技術部分，由最早期的 SiC 基板技術 (內部)、透過併購掌握了晶片製程技術 (外部)、LED 照明技術，並內部自行發展高功率的封裝技術 (Xlamp)。在專利的部分，由 NCSU、Boston University、UCSB、ATMI 獲得許多重要、足以對競爭對手提起訴訟的重要專利。管理人才的部分，例如目前的 CEO Chuck Swoboda 即是從 Hewlett Packard 找來的，其餘重要的經營管理人皆待過大型的跨國公司。
3. Cree 靠專利與訴訟，建立起產業地位。但，其在專利的管理與佈局上仍有盲點，例如，Cree 的日本專利佈局相當少，而日本市場卻佔有 25% 的營收；Cree 具有特殊的製程、優化設備的能力，但此能力應儘可能透過營業秘密來加以保護，Cree 卻申請了許多 MOCVD 的相關製程能力。另外，Cree 提起訴訟的數件專利，皆由外部的授權或併購而來，顯見 Cree 內部投入的研發資源，產出的專利未擊中關鍵技術。然而，有些專利家族仍未提起訴訟，可能為下次的訴訟目標。
4. 事業網路的佈局，更是 Cree 的強項。從研發、訴訟、供應鏈、產業聯盟、政府專案，都能看到 Cree 善於應用外部資源、建立事業網路的一面。在未來走向照明產業的策略上，不難想像，Cree 仍會繼續佈建照明的事業網路，增加其能夠掌握的資源。
5. 儘管如此，Cree 的獲利還是不甚理想。其研發費用偏高達 14%，相較於 Nichia 的 8%，Epistar 的 3~4%；毛利率偏低至 34%、營業利益率偏低至 4.2%。顯見其研發、製造、管理的效率皆可能不盡理想。以下第五章進一步分析探討其源由與 Cree 所在產業的競爭地位。