

國立中央大學／ 芯亞科技股份有限公司

高效率氮化鋁陶瓷載板材料及製程技術研發計畫

公司小檔案

- ★ 成立日期：民國97年1月14日
- ★ 負責人：楊俊偉
- ★ 資本額：新台幣500萬元
- ★ 員工人數：6人
- ★ 經營理念：研發、創新、合作、雙贏



計畫緣起

基於能源的有效利用與環境保護，近年來高亮度及高功率白光發光二極體（light emitting diode：LED）已成為世界各國在固態照明上積極發展之重點科技，在未來五年內，LED將取代日常生活中各種照明光源，其優點具體積小（可配合應用設備的小型化）、耗電量低（用電量為一般燈泡的八分之一至十分之一，日光燈的二分之一）、壽命長（可達10萬小時以上）、發熱量低（熱輻射低）與反應速度佳（可高頻操作）等，因此可解決相當多過去傳統光源（如：白熾燈泡及日光燈等等）難以克服的問題。如此每年將可節省50%以上的照明電力，與10~15%的總電力，並減少2億噸二氧化碳的排放，可有效減緩全球暖化問題，對地球環境保護相當重要。目前，歐美與日本等先進各國基於節約能源與環保意識，已選擇白光LED作為二十一世紀照明之新光源，也因兼具省電與環保概念，被喻為「綠色照明光源」。本技術發展將對我國照明與相關工業造成巨大的影響，也將附帶出龐大的經濟效益。

單晶片型白光LED發展始於1996年，由Nichia公司提出以In-GaN 藍光460 nm ~ 470 nm 激發 Yttrium-Aluminum Garnet（鉍鋁石榴石，YAG）：Ce³⁺（鎘5d傳輸到4f軌域）黃色（555 nm）螢光物質而達成。2001年Nichia的白光LED發光效率已經可以達到20 lm/W，演色係數（Render Index, Ra）約為75~80，色溫範圍約為5000~6500K。並在2006年底發光效率達到150 lm/W，以lamp形式封裝，在20 mA的操作電流條件下，光輸出可達9.4 lm，色溫約4600K，此一發光效率是三波長螢光燈管的1.7倍，白熾燈泡的11.5倍，且比目前高壓鈉燈的效率還來得好。日前LED國際大廠Cree公司及Nichia公司相繼發表最新研發成果，高功率（350 mA 驅動電流操作下）白光LED發光效率已突破160 lm/W，而在20 mA 電流驅動下，發光效率更達到249 lm/W。若此類產品能正式進入量產階段，降低生產成本，白光LED勢必能以節能及長壽命的優點取代傳統的白熾燈泡、日光燈管及鈉燈等照明設備。

LED整體的發光效率主要取決於內部量子效率（ η_{int} ）、外部量子效率（ η_{ext} ）及螢光粉轉換效率（ η_{phos} ）。高效率的AlGaInP LED可產生自紅光（650nm）到黃光（570nm）的可見光，其內部量子效率（ η_{int} ）已接近100%。以GaN為主的AlInGaN LED則可產生近紫外光（380 nm）至綠光（530 nm）的波長範圍，其內部量子效率（ η_{int} ）目前已經達到60%，已接近內部量子效率的極限，致使目前在改善內部量子效率上遇到瓶頸，連帶影響外部量子效率無法有所突破，必須從散熱封裝技術方面著手。

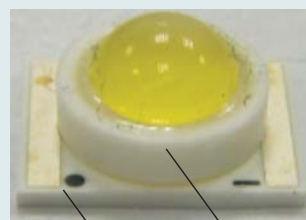
目前LED固態照明多採用傳統的PCB基板、陶瓷基板或金屬基材電路板做為封裝材料。其中PCB基板與金屬基材電路板的介

電材料之導熱係數都小於10 W/m·K，所以會在該層形成很大的熱量累積，造成LED發光效率降低，而陶瓷基板之主要材料氧化鋁或氮化鋁皆為介電材料，而且具有較高的導熱係數（20~170 W/m·K），因此陶瓷基板是解決封裝散熱問題很好的選擇。

另一個封裝散熱性好壞的指標為熱阻抗（Thermal Resistance），1992年單顆LED封裝的熱阻抗為360 °C/W，其意義為LED操作時，每消耗1瓦的電能，晶片溫度就會上升360 °C，隨著散熱技術的提升，使熱阻抗不斷降低，由125 °C/W、75 °C/W到15 °C/W，國際LED大廠Cree公司，於2007年宣布XLamp系列產品XR-E之熱阻抗達到8 °C/W的水準，此系列產品即是以陶瓷基板作為封裝材料。而目前芯亞科技所使用的LTCC（Low Temperature Co-fired Ceramics，熱傳導係數為20W/m·K）陶瓷基板經封裝測試證實，其熱阻抗已可達到9 °C/W以下，為了超越國外技術，因此本計畫將引進更多國內優秀的研究人才，投入具有更高導熱係數之氮化鋁（AlN，導熱係數>150 W/m·K）陶瓷基板開發，預期將可使熱阻抗再降得更低。

新產品簡介

編號	電流 (mA)	電壓 (V)	input power	流明
B-rent	350	3.096	1.08	114.7
	500	3.191	1.60	151.4
	750	3.313	2.48	199.6
B-star	350	3.080	1.08	111.6
	500	3.163	1.58	145.4
	750	3.267	2.45	187.3



氮化鋁陶瓷基板



計畫創新重點

1. 使用濕式蝕刻穿孔技術，大幅降低加工成本，並且可大規模量產，產生規模效應。
2. 使用先進的黃光微影製程，與多層金屬化技術，提升產品可靠度。
3. 使用陶瓷做為反光機構，提高封裝體可靠度並且提升其反光效率。
4. 利用自動構裝設備，施工提高良率與產能，進而提升產品可靠度。

產學研各界之技術移轉及合作效益說明

學校研發之技術	技術移轉成效	合作效益
陶瓷濕式蝕刻穿孔劃線	已達成預期成效，後續仍須將製程最佳化後導入量產。	目前專利申請中
陶瓷表面金屬化之製程	已達成預期成效，後續仍須將製程最佳化後導入量產。	目前專利申請中
陶瓷材料封裝與量測	1. 量測設備。 2. 量測項目、方法、目的。 3. 量測規範。	未來可以做為公司，新產品量測的依據。

新聘人力與效益

新聘人力結案後之處理機制

1. 學校的部分：依其意願就學或轉任公司工程師持續後續研發。
 - (1) 李小葵優先聘任於“芯亞科技股份有限公司”。
 - (2) 賴佑承轉任於“信安高新科技股份有限公司”。
2. 公司的部分：承接學校的技術，並且開發後續量產規劃。
 - (1) 陳駿維及李彥佑兩人先行履行義務兵役。
 - (2) 李菁梅及廖雅雯各自有其他職場規劃。

結案後人力聘用之效益

1. 新聘人力留聘比例為 25% (1 人)；既有人力留聘比例為 100% (4 人)。
2. 新聘人力對學界及業界之衍生效益
 - (1) 對學界，新聘人力皆為有業界工作經驗的人，讓學界更了解目前業界所需。
 - (2) 對業界，補充公司自有研發能力的不足，讓公司能夠加快研發腳步並且讓技術自有。

研發成果及衍生效益

擴展性與衍生產品：

衍生產品	衍生服務
1. 反光杯陶瓷材料成型。 2. AlN、LTCC、Al2O3 陶瓷基板應用。	1. 陶瓷加工微影蝕刻加工 (曝光、顯影、蝕刻、清洗)。 2. 陶瓷表面金屬化加工。 3. 自動構裝加工 (上膠、對位、檢測)。

氮化鋁基板穿孔加工：

5萬片/年，NT\$600/PCS，預估產值NT\$3,000萬/年。

陶瓷反光杯：

10KK/年，NT\$2/PCS，預估產值NT\$2,000萬/年。

產值分析：

廠牌 項目	CREE Xlamp XR-E 出貨量 300KK/年	本案所研發的高散熱 效能氮化鋁反光基板
基板 (Substrate)	1. Al2O3 基板 (熱傳導係數 20W/m·K) 2. 熱阻 8 °C/w 3. 可耐熱> 1,200 °C	1. AlN 基板 (熱傳導係數 15,080W/m·K) 2. 熱阻< 3 °C/w 3. 可耐熱> 1500 °C
反光杯 (Reflector)	1. 銅材質 2. 具導電性 3. 反射率 85 %	1. 多種材質 (陶瓷、玻纖工業塑膠) 可應用範圍廣，性價比較高 2. 絕緣材質 3. 反射率最高> 90 %
成本 (Cost)	\$ 2.5 USD/PCS (1 W package) (售價)	NT\$ 12/PCS (only substrate & reflector) 預估 1 W LED Package\$ 1.5 USD (售價)/PCS

1. 基板出貨：預估 10KK/年，12NTD/PCS，年產值可達新台幣 1億 2千萬元。
2. LED 模組：預估 10KK/年，50NTD/PCS，年產值可達新台幣 5億元。
(出貨量以 Cree 年產值的 10% 預估)。

專案執行重要心得

本次計畫讓中央大學及芯亞科技都得到了許多寶貴的知識與技術，由其在學校研發的部分充分的發揮產學合作的精神，突破研究瓶頸，解決了許多過去困擾已久的問題，如：

1. 氮化鋁金屬化的製程
陶瓷表面金屬化的技術刻分為，濺鍍、蒸鍍、化學鍍膜等方式，考量到成本與未來競爭力，研發團隊將研發的重點放在無化學電解電鍍薄膜製程的研發。
2. 氮化鋁蝕刻技術
在研發初期，測試了許多不同的蝕刻系統，由其在陶瓷表面批覆的光阻必須符合耐高溫強酸強鹼的條件，測試了許多不同的方式 (如：高分子材料……等)。
3. LED 封裝量測的方法
氮化鋁陶瓷材料是使用於 LED 固晶的基板，所以能夠符合後端封裝體的信賴性測試是很重要的。

這些技術都試過去公司一直無法突破的關鍵，透過這次產學計畫的補助不僅可以協助企業發展，也使舊有人員與新聘人員學習到許多相關的技術，並且更有機會激發出研發人員的潛力，創造更多的技術與知識，透過政府這樣的平台，使產業界與學術界更密切的合作，讓下一個世代的產品可以提早問世。

在計畫期中訪查與各委員互動的過程中，委員給了許多寶貴的意見，關於知識與技術的傳承，與研發記錄簿的撰寫方法，定期會議記錄，電子通訊資料的保密……等，都是在技術開發與研究中非常重要的一環，值得我們加以省思。