

具全發光角之發光二極體封裝技術

楊智詠¹、林俊良^{1,2}

¹ 崑山科技大學光電工程系暨光電工程研究所

E-mail: rockbotton123@gmail.com

² 崑山科技大學 奈米技術發展中心

E-mail: law_lin@mail.ksu.edu.tw

摘要

本論文主要研究透明基板應用在發光二極體(LED)封裝對光電特性的影響，以透明基板取代傳統銅導線架，使封裝後的 LED 具有較大的發光角度。比較以玻璃基板與藍寶石基板封裝後的 LED，其光輸出、發光角度和基板溫度等特性。由實驗結果得知，操作電流在 350 mA 波長 460 nm 的藍光 LED，採用玻璃基板之光輸出功率為 108 mW，因為表面溫度過高，導致基板破裂，主要是因為玻璃局部快速加熱，產生表面熱膨脹不均勻，玻璃本體抗拉強度小。為改善上述問題，採用藍寶石基板取代玻璃基板，其光輸出功率為 192.9 mW，表面溫度為 124°C，相對於玻璃基板，有 78%光輸出功率的提升。玻璃基板、藍寶石基板封裝後發光角度分別為 256°與 266°。

關鍵字詞：LED 封裝，透明基板，發光角度

1. 前言

發光二極體(LED)與傳統白熾燈泡和螢光燈管相比，LED 具有低能源消耗、體積小、壽命長、高效率、無毒成份與快速反應時間等優勢[1, 2]。藍光 LED、LED 相關顏色轉換元件(螢光粉)、材料和封裝技術在過去幾年裡明顯的快速發展[3, 4]。伴隨著新應用領域的拓展，對 LED 封裝技術來說挑戰越來越大，需要經過妥善設計才能達到最佳的光學效果[5]。

我們將 LED 封裝在透明基板上，使用透明基板當作晶粒導線架取代傳統銅導線架，封裝後的 LED 具有大發光角度，可以更方便地取代傳統光源。採用一般傳統 LED 導線架，發光角度約落在 120°~130°之間[6]，傳統導線架側邊與底部不透光，除了發光角度受限外，光在內部重複反射損失，也限制了 LED 的發光效率。

2. 實驗方法

透明基板製程：將直徑 5 cm、厚度 500 μm 的透明基板-玻璃，透過黃光微影定義電路圖形，以電子束蒸鍍機(Electron Beam Evaporator)在透明基板上沉積導電金屬 Cr/Pt/Au，再將鍍上導電金屬的透明基板，最後以鑽石刀切割成 5×5 mm²大小，當作 LED 導線架。

封裝流程：將波長 460 nm、尺寸為 45 mil × 45 mil 之氮化物藍色 LED 晶粒，固晶在透明基板

上，透過烤箱中以溫度 160°C 進行 1 小時的烘烤，再利用打線機以金線電性連接 LED 電極與導線架。

完成封裝後的透明基板，分別以溫度檢測器、光學積分球系統與 LED 視角測試機，分析表面溫度、光輸出功率與發光角度。

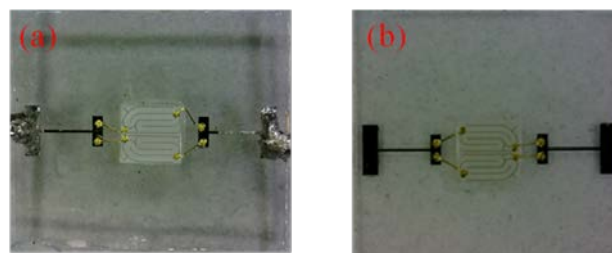


圖 1. 基板封裝後元件圖

(a)玻璃基板(b)藍寶石基板

3. 結果與討論

如圖 2. 為玻璃基板與藍寶石基板在不同操作電流下表面溫度變化之關係圖。由圖可發現在不同的操作電流下，操作在小電流時，玻璃基板與藍寶石基板表面溫度並無太大差異，但操作在大電流時，玻璃基板與藍寶石基板，溫度差明顯變大，且玻璃基板在操作電流超過 300 mA 時，會導致基板破裂。由於玻璃局部快速加熱，會產

生熱膨脹不均勻，且本身抗拉強度小，所以會導致玻璃破裂。

如圖 3. 為玻璃基板與藍寶石基板之發光角度圖。由圖可見玻璃基板發光角度為 256° ，藍寶石基板發光角度為 266° ，由此可見藍寶石基板發光角度相較於玻璃基板提高 10° ；此現象歸因於藍寶石折射係數為 1.7，玻璃為 1.5，LED 所產生的光線在經過多次全反射後，大部份都被半導體材料本身與封裝材料所吸收，使亮度效能受到影響[7,8]。

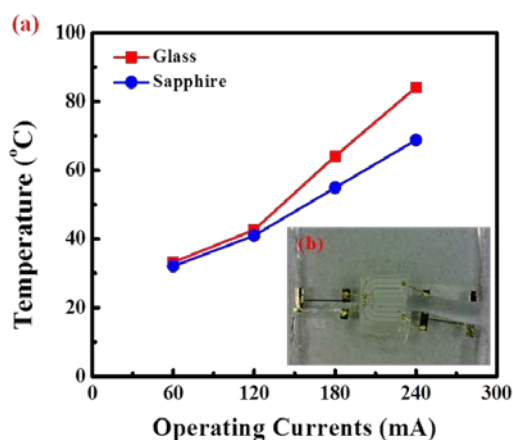


圖 2. (a)玻璃基板與藍寶石基板，在不同操作電流與表面溫度之關係 (b)在操作電流 350 mA 下之玻璃基板

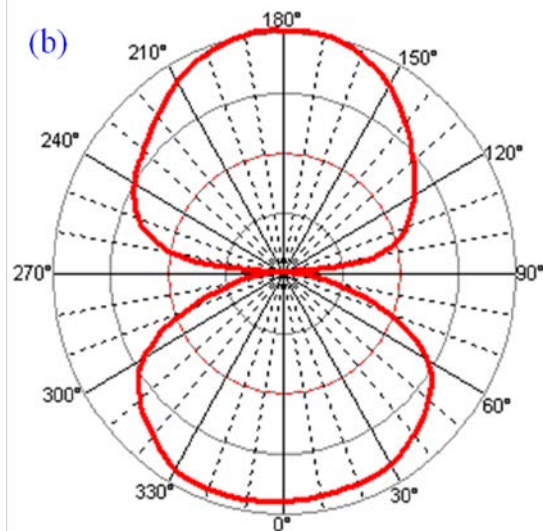
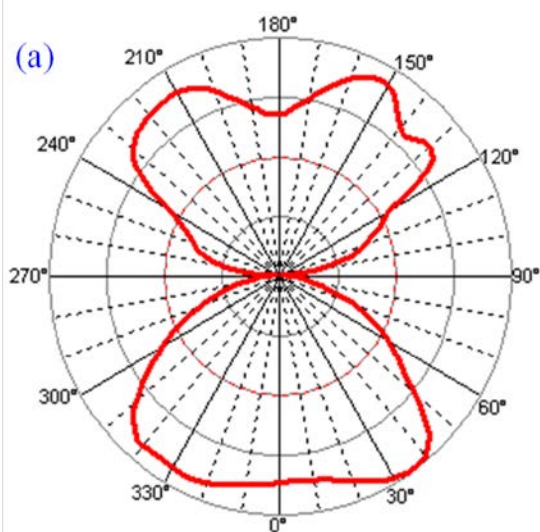


圖 3. 發光角度圖(a)玻璃基板(b)藍寶石基板

4. 結論

使用玻璃與藍寶石兩種透明基板應用在 LED 封裝，比較其光特性、發光角度與透明基板表面溫度之差異。由實驗結果發現，在操作電流 350 mA 下，玻璃基板之元件，發光強度為 108 mW，發光角度為 256° ；藍寶石基板之元件，其發光強度為 192.9 mW，發光角度為 266° ；由結果顯示藍寶石基板相較於玻璃基板，其發光強度提升 78%，發光角度提高 10° ，且基板不會破裂，因藍寶石具有高導熱率與低熱膨脹係數[9]。

5. 誌謝

感謝 101 年度科學工業園區研發精進產學合作計畫(101CE01)經費補助。

6. 參考文獻

- [1] M. G. Craford, "LEDs Challenge the Incandescents," IEEE Circuits and Devices Magazine, Vol. 8, pp. 24-29, 1992.
- [2] M. S. Shur and A. Zukauskas, "Solid-State Lighting: Toward Superior Illumination," Proceedings of the IEEE, Vol.93, pp. 1691-1703, 2005.
- [3] D. A. Steigerwald, J. C. Bhat, D. Collins, R. M. Fletcher, M. O. Holcomb, and M. J. Ludowise, "Illumination With Solid State Lighting Technology," IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol. 8, pp. 310-320, 2002.
- [4] F. W. Mont, J. K. Kim, M. F. Schubert, E. F. Schubert and R. W. Siegel, "High refractive-index TiO₂-nanoparticle-loaded encapsulants for light-emitting diodes", Journal of applied physics.,

Vol.103 pp.083120-1~083120-6, 2008.

[5] 劉如熹, “白光發光二極體製作技術-由晶粒金屬化至封裝”, 全華科技圖書股份有限公司, 2008。

[6] C. L. C. Chien, Y. C. Huang, M. C. Yip and W. Fang “Development of a flip glass substrate LED package technology color bin yield and view angle enhancement” IEEE,2011

[7] C. H. Lima, W. K. Jeung and S. M. Choi, “LED packaging using high sag rectangular microlens array”, proc. of SPIE., vol.6185, pp.618516 -1~618516-7, 2006.

[8] 陳凱琪, “LED 元件用高效能透明封裝材料技術趨勢(下)”, 工業材料雜誌, 247 期, 96 年 7 月

[9] 謝奇勳, “成長於圖案化藍寶石基板之氮化鎵發光二極體特性分析”, 碩士論文, 國立中央大學, 2006