

A Study on Cooling of High Power LED Road Lighting Lamps

黃詠萱、吳佩學

E-mail: 9707387@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In this research, the cooling performance of a high power light-emitting-diode (LED) road lamp is experimentally investigated. Owing to the dust-proof and water-resistance requirements in the application of road lamps, and the need for energy saving, the cooling design of the road lamp in this study employs heat conduction and natural convection from fins. Besides, in order to reduce thermal resistance, the LED flip chips of the road lamp are mounted directed onto an aluminum substract, which is coated with a layer of silica. This study is mainly concerned about the cooling performance of the heat passage from the aluminum substract to the fins. Experimental results show that the use of higher concentration of the silica coating on the aluminum substract provides better conductivity, which helps heat dissipation from the chip to the heat sink. Although reducing the number of fins increases thermal resistance and the substract temperature, the measured data indicates that the thermal resistance of the road lamp is low enough to ensure sufficient cooling capability and safety chip temperature at the rated operating power. In addition, the measured illuminance data in the whole experimental period shows that each LED light bulb has different degree of deterioration in illumination.

Keywords: LED, silica, aluminum substract, fin

Keywords : High Power LED

Table of Contents

目錄封面內頁簽名頁授權書 iii	中文摘要 iv	英文摘要 v	誌謝 vi	目錄 vii	圖目錄 ix	表目錄 xii	符號說明 xiii	第一章 緒論 1.1
研究背景 1.1.1	照明技術演進 1.1.1.1	發光二極體(LED)演進 2.1.1.2	發光二極體(LED)簡介 3	1.2 研究動機 6	1.3 研究目的 7	1.4 文獻回顧 8	1.4.1 螢光粉簡介及研究 8	1.4.2 白光LED散熱研究 10
第二章 研究問題及方法 2.1	研究問題 15	2.2 研究方法 16	2.2.1 實驗量測 19	第三章 實驗儀器設備 3.1	摻入不同濃度之矽土材質基板之散熱 20	3.2 基板表面溫度與內部溫度討論 22	3.3 鱗片間距與散熱性能討論 25	第四章 結果與討論 4.1
摻入不同濃度之矽土材質基板之散熱 33	4.2 基板表面溫度與內部溫度實驗結果 36	4.3 鱗片間距與散熱性能實驗結果 39	第五章 結論 5.1	結論 55	5.2 建議 56	參考文獻 57	圖目錄 圖1-1	LED發光過程 4
圖1-2 照明用白光LED市場預估 6	圖1-3 晶片尺寸與界面溫度之關係 11	圖2-1 晶粒陣列 16	圖3-1 不同濃度之矽土材質基板之測試片 20	圖3-2 不同濃度之矽土材質基板之實驗環境 21	圖3-3 不同濃度之矽土材質基板之實驗示意圖 21	圖3-4 孔過後之測試片 22	圖3-5 基板表面溫度與內部溫度之測試片 23	圖3-6 基板表面與內部溫度之實驗環境 24
圖3-7 量測基板溫度之熱偶位置 26	圖3-8 單顆LED燈(拆除透鏡) 26	圖3-9 六顆LED燈擺設之位置 27	圖3-10 路燈內之六顆LED連接電路示意圖 27	圖3-11 散熱片頂端熱偶位置 28	圖3-12 散熱片根部熱偶位置 28	圖3-13 34片鱗片配置 29	圖3-14 17片鱗片配置 29	圖3-15 9片鱗片配置 30
圖3-16 5片鱗片配置 30	圖3-17 3片鱗片配置 31	圖3-18 無鱗片配置 31	圖3-19 實驗裝置 32	圖3-20 實驗示意圖 32	圖4-1 輸入電流為500mA時, 基板表面之升溫情形 33	圖4-2 輸入電流為750mA時, 基板表面之升溫情形 34	圖4-3 輸入電流為1000mA時, 基板表面之升溫情形 34	圖4-4 輸入電流為1250mA時, 基板表面之升溫情形 35
圖4-5 輸入電流為1500mA時, 基板表面之升溫情形 35	圖4-6 輸入電流為500mA時, 基板表面及內部之升溫情形 37	圖4-7 輸入電流為1000mA時, 基板表面及內部之升溫情形 38	圖4-8 輸入電流為1500mA時, 基板表面及內部之升溫情形 38	圖4-9 鱗片數34-LED溫度表現 40	圖4-10 鱗片數17-LED溫度表現 40	圖4-11 鱗片數9-LED溫度表現 41	圖4-12 鱗片數5-LED溫度表現 41	圖4-13 鱗片數3-LED溫度表現 42
圖4-14 無鱗片-LED溫度表現 42	圖4-15 鱗片數34-鱗片頂端及根部之溫度 44	圖4-16 鱗片數17-鱗片頂端及根部之溫度 44	圖4-17 鱗片數9-鱗片頂端及根部之溫度 45	圖4-18 鱗片數5-鱗片頂端及根部之溫度 45	圖4-19 鱗片數3-鱗片頂端及根部之溫度 46	圖4-20 標示(1,1)LED燈, 不同鱗片數之基板升溫情形 47	圖4-21 標示(1,2)LED燈, 不同鱗片數之基板升溫情形 47	圖4-22 標示(1,3)LED燈, 不同鱗片數之基板升溫情形 48
圖4-23 標示(2,1)LED燈, 不同鱗片數之基板升溫情形 48	圖4-24 標示(2,2)LED燈, 不同鱗片數之基板升溫情形 49	圖4-25 標示(2,3)LED燈, 不同鱗片數之基板升溫情形 49	圖4-26 鱗片數與LED基板升溫情形 50	圖4-27 鱗片數與LED基板升溫情形(修正後) 51	圖4-28 光強度與實驗時間之關係 53	表目錄 表1-1 白光LED與目前照明市場主流產品效能比較 5	表3-1 矽土材質基板實驗之不準度 22	表3-2 基板表面溫度與內部溫度之不準度 24
表3-3 鱗片頂端溫度量測之不準度 25	表3-4 鱗片根部溫度量測之不準度 25	表3-5 LED燈的基板溫度量測之不準度 25	表4-1 鱗片擺設之總面積效率 43	表4-2 不同鱗片數之熱阻值 52	表4-3 六顆LED燈之光衰百分比 53			

REFERENCES

- [1] 照明技術演進節錄:0 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405111615583> [2] 0 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206101108487> [3] 史光國編著「半導體發光二極體及固態照明」, 全華科技圖書。
- [4] 0 <http://www.ledinside.com/node/3840> [5] 0 <http://www.cps800.com/knowledge/821.htm> [6] 0 <http://www.led-shop.com.tw/page38.htm> [7] 鑫源盛科技股份有限公司。 http://www.ttic-tech.com.tw/03_1.htm [8] 0 http://tw.money.yahoo.com/report_article/adbf/d_a_071218_2_qosy [9] 0 <http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/080501/1/ycqt.html>
- [10] 張凱、劉河洲、胡文彬, 「白光LED用螢光粉的研究進展」, 材料導報, 第19卷, pp50-53, 2005。
- [11] 石景仁, 2000年, 「白光發光二極體用之鈹鋁石榴石螢光粉合成及特性分析」, 國立台灣大學化學研究所, 碩士論文。
- [12] Jing Wang, Jin Wang, Jing-Bo Chen, Chang-Yu Wu, " Study on chrominance property of white LEDs, Journal of optoelectronics laser, Vol.17, pp899-901, 2006 [13] 劉如熹、劉宇桓, 「發光二極體激發之SrSi₂N₂O₂:Yb化合物螢光粉介紹」, 科儀新知, 第二十八卷, pp26-32, 2006年。
- [14] 陳羿維, 「近紫外光LED搭配螢光粉之技術發展」, 光連雙月刊, 第69期, pp25-28, 2007年。
- [15] Mehmet Arik, James Petroski, Stanton Weaver, " Thermal challenges in the future generation solid state lighting applications: Light emitting diodes ", IEEE, pp113-120, 2002.
- [16] Hui-Ying Wu, Ke-Yuan Qian, Fei Hu, Yi Luo, " Study on thermal performances of flip-chip high- power white LEDs ", Journal of optoelectronics laser, Vol.16, pp511-514, 2005.
- [17] Ze-Tao Ma, Da-Qing Zhu, Xiao-Jun Wang, " Thermal analysis of high-power light-emitting diode packages ", Semiconductor optoelectronics, Vol.27, pp16-19, 2006 [18] 林文山、周明杰、蔡伯晨、邱以泰、朱俊勳, 「針對高功率發光二極體之散熱設計」, 中國機械工程學會第二十二屆全國學術研討會論文集, 論文編號A8-039。
- [19] Lianqiao Yang, Sunho Jang, Woongjoon Hwang, Moowhan Shin, " Thermal analysis of high power GaN-based LEDs with ceramic package ", Journal of Thermochemica Acta, Vol.455,pp95-99, 2007 [20] Da-Lei Tian, Rong-Feng Guan, Xing Wang, " Novel packaging materials and thermal management of high-power LED packaging ", Electronic components and materials, Vol.26, pp5-8, 2007.
- [21] Bin-Hai Yu, Yao-Hao Wang, " Junction temperature and thermal resistance restrict the developing of high-power LED ", Chinese Journal of luminescence, Vol.26, pp761-766, 2005.
- [22] 許文震, 「LED照明設備之EHD散熱技術研究」, 國科會專題研究技術報告。
- [23] 蘇艾、劉英傑、陳楨鈺, 「發光二極體散熱研究」, 中華民國力學學會第三十屆全國力學會議。
- [24] Jen-Hau Chun, Chun-Kai Liu, Yu-lin Chao, Ra-Min Tain, " Cooling performance of silicon-based thermoelectric device on high power LED ", IEEE, pp53-56, 2005.
- [25] Lan Kim, Jong Hwa Choi, Sun Ho Jang, Moo Whan Shin, " Thermal analysis of LED array system with heat pipe ", Journal of Thermochemica Acta, Vol.455,pp21-25, 2007.
- [26] 鄭華發、林容生, 「高瓦數LED照明模組-散熱器最佳化設計」, 電機月刊, 第206期, pp76-83,2008.
- [27] Fundamentals of heat and mass transfer, Frank P. Incropera, David P. De Witt, Wiley.
- [28] 電子熱傳, 楊安石撰 [29] 杜振德, 「功率LED界面溫度的自動量測系統」, 碩士論文, 大葉大學電機工程學系, 2007年。