

氮化銦鎵發光二極體表面熱像與接面溫度之相關性研究

徐家正、張國雄

E-mail: 9805946@mail.dyu.edu.tw

摘要

發光二極體(Light Emitting Diode; LED)具有體積小、壽命長、省電、反應快速等等特性。因此，高功率LED被廣泛地應用，比如在固態照明和LCD的背光模組。高功率發光二極體在則使用上需要高電流驅動，相對之下如何改善高功率發光二極體的散熱機制是不可或缺的一門學問。我們示範了一套量測發光二極體熱阻的方法，我們先利用順向電壓法量測出發光二極體的接面溫度，再配合熱影像分析儀來得到散熱塊的表面溫度，藉此得到InGaN高功率發光二極體的熱阻。文中，我們首先說明如何使用順向電壓法來量測發光二極體接面溫度，接著我們呈現高功率發光二極體在各驅動電流下的接面溫度與熱影像分析儀所取得的散熱片表面溫度，並以此推算出在各驅動電流下的熱阻。

關鍵詞：熱阻，發光二極體，接面溫度，熱影像

目錄

授權書	iii	中文摘要	iv	ABSTRACT	v	誌謝	vi
目錄	vi	圖目錄	viii	表目錄	x		
第一章 緒論	1	1.1 前言	1	1.2 研究目的	1		
第二章 實驗原理	2	2.1 發光二極體原理及介紹	4	2.2 半導體材料	4		
2.3 氮化銦鎵材料特性	10	2.4 溫度對能隙的影響	13	2.4.1 溫度對波長的影響	15		
2.5 固晶方式與應用	16	2.5.1 銀膠固晶	19	2.5.2 共晶固晶	20		
2.5.3 覆晶固晶	21	第三章 實驗步驟與方法	23	3.1 實驗步驟及系統架構	24		
3.2 順向電壓法	26	3.2.1 校正量測	30	3.2.2 實際量測	33		
3.3 熱影像儀量測	33	3.4 熱阻抗	35	第四章 實驗結果	39		
4.1 接面溫度量測分析	41	4.2 熱影像量測分析	41	4.3 熱阻抗分析	46		
第五章 結論	48	參考文獻	52	圖目錄			
圖2.1 未加偏壓二極體之能帶圖	3	圖2.2 外加偏壓二極體之能帶圖	6	圖2.3 發光二極體發展演進	7		
圖2.4 各種材料對應的發光波長與能隙	7	圖2.5 直接能隙與間接能隙半導體能帶的區別	11	圖2.6 不同LED在不同溫度下波長的偏移	17		
圖2.7 銀膠固晶 (a)俯視圖 (b)截面圖	20	圖2.8 共晶固晶截面圖	21	圖2.9 覆晶固晶截面圖	22		
圖3.1 系統架構示意圖	25	圖3.2 順向電壓、接面溫度和脈衝工作週期關係圖	31	圖3.3 注入直流電流切換時，其熱轉換特性	32		
圖3.4 綠光發光二極體 I-V 特性與接面溫度的關係	34	圖3.5 熱影像儀 TV-200EX	37	圖3.6 操作中發光二極體的熱影像	37		
圖3.7 發光二極體熱阻模擬示意圖	40	圖4.1 發光二極體實際樣本照片	42	圖4.2 發光二極體封裝規格	42		
圖4.3 綠光發光二極體的實際量測結果	43	圖4.4 白光發光二極體的實際量測結果	43	圖4.5 綠光發光二極體的校正量測結果	44		
圖4.6 白光發光二極體的校正量測結果	44	圖4.7 綠光發光二極體接面溫度量測結果	45	圖4.8 白光發光二極體接面溫度量測結果	45		
圖4.9 量測熱影像時的LED樣本，後方為黑體膠帶	47	圖4.10 實際量測熱影像的結果	47	圖4.11 發光二極體光輸出功率比較	50		
圖4.12 綠光發光二極體熱阻與熱能關係圖	51	圖4.13 白光發光二極體熱阻與熱能關係圖	51	表目錄			
表2.1 氮化合物基本參數比較	11	表2.2 半導體材料特性表	12	表2.3 瓦西尼方程式參數	16		
表2.4 固晶種類及方式	19	表4.1 接面溫度和熱影像的溫度差	48	表4.2 發光二極體接面溫度與熱影像的溫度差與熱阻	49		

參考文獻

- [1] S. Nakamura and S. F. Chichibu, "Introduction to Nitride Semiconductor Blue Laser Diode and Light Emitting Diodes." London, U.K: Taylor and Francis, 2000.
- [2] 陳健中，蘇炎坤，光子晶體發光二極體，LED 固態照明專題。
- [3] Varshni Y. P, "Temperature Dependence of the Energy Gap in Semiconductor." Physics 34(1), 149 (1967).
- [4] H. Y. Fan, "Temperature Dependence of the Energy Gap in Semiconductors." Phys. Rev. 82, 900-905, 1951.

- [5]N. Holonyak, Jr., and S. F. Bevacqua, "Coherent (visible) light emission from Ga (As 10x Px) junctions." Appl. Phys. Lett., vol. 82, 1962.
- [6]陳隆建, 發光二極體之原理與製程, 全華圖書股份有限公司, 2006。
- [7]M.R. Krames, J. Bhat, D. Collins, N. F. Gardner, W. Gotz, C. H. Lowery, M. Ludowise, P. S. Martin, G. Mueller, R. Mueller-Mach, S. Rudaz, D. A. Steigerwald, S. A. Stockman, and J. J. Wierer, "High-Power III-Nitride Emitters for Solid-State Lighting." phys. stat. sol. (a)192, No. 2, 237-245, 2002.
- [8]陳泰祥, 氮化鎵與氮化鎵量子井發光二極體的光學特性研究, 中原大學碩士論文。
- [9]M. B. Panish, H. C. Casey, JR, "Temperature Dependence of the Energy Gap in GaAs and GaP." Journal of Applied Physics. vol40. no 1, 1969.
- [10]Yanagisawa T, "The degradation of GaAlAs red light-emitting diodes under continuous and low-speed pulse operation." Microelectronics Reliability, 38, pp. 1627-1630, 1988.
- [11]Gu Y, Narendran N. "A non-contact method for determining junction temperature of phosphor-converted white LEDs."Third International Conference on Solid State Lighting, Proc. SPIE. 2004, 5187: 107-114 [12]Yangang XI, Thomas GESSMANN, Jingqun XI, Jong Kyu KIM, Jay M. SHAH, E. Fred SCHUBERT, Arthur J. FISCHER, Mary H. CRAWFORD, Katherine H. A. BOGART and Andrew A. ALLERMAN "Junction Temperature in Ultraviolet Light-Emitting Diodes." Japanese Journal of Applied Physics Vol. 44, No. 10, 2005, pp. 7260 – 7266 [13]蘇晉鋒影像顯示科技人才培訓網-知識平台, 8/09-/11/09 2007。
- [14]黃文祥, 高功率GAN發光二極體界面溫度之研究, 大葉大學論文。
- [15]惠汝生(民94) LabVIEW 7.1 Express圖控程式應用含自動量測及硬體應用, 全華科技圖書有限公司。
- [16]Gu, Y. and N. Narendra, "A non-contact method for determining junction temperature of phosphor-converted white LEDs." 3rd Conference on Solid State Lighting, Proceedings of SPIE 5187, 107-114, 2004.
- [17]Hong, E. and N. Narendran, "A method for projection useful life of LED lighting system." 3rd Conference on Solid State Lighting, Proceedings of SPIE 5187, 93-99, (2004) [18]Y. Xi, and E. F. Schuber, "Junction – temperature measurement in GaN ultraviolet light-emitting diodes Using Diode Forward Voltage Method." Appl. Phys. Lett., vol. 85,no.12, pp 2163-2165, 2004.
- [19]A. J. Fischer, M. H. Crawford, K. H. A. Bogart and A. A. Allerman, "Junction and carrier temperature measurements in deep-ultraviolet light-emitting diodes using three different methods." Applied Physics Letters 86, 031907, 2005.
- [20]鄭景太, 高功率LED熱管理技術與量測, 工業材料雜誌256期, April 8 (2008)。
- [21]Farkas, G., S. Haque, F. Wall, P. S. Martin, A Poppe, Q. van Voorst Vader, G. Bognar, "Electric and Thermal Transient Effects in High Power Optical Devices." Proceedings of the 20th IEEE SEMI-THERM Symposium, San Jose, CA, 2004.
- [22]Michael P. Liao, "DC Current-Induced Rollover of Illumination Efficiency of GaN-Based Power LEDs." IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 19, no. 24, pp2000-2002. 2007.
- [23]康智勝, 唐忠毅, 陳俊宏, 蔡明義, 高功率LED與其模組之熱阻分析與量測, 中國機械工程學會第二十四屆全國學術研討會論文集, 中華民國九十六年十一月二十三日、二十四日。
- [24]陳俊宏, LED構裝體之熱分析量測, 長庚大學碩士論文。
- [25]Gabor Farkas,Shatil Haque, Frank Wall, Paul S. Martin, Andras Poppe, Quint van Voorst Vader, Gyorgy Bognar MicReD Ltd., Budapest XI, Gulyas u. "Electric and Thermal Transient Effects in High Power Optical Devices." 0-7803-8363-X/ c2004 IEEE [26]S. Chhajed, Y. Xi, Th. Gessmann, J.-Q. Xi, J. M. Shah, J. K. Kim, and E. F. Schubert "Junction temperature in light-emitting diodes assessed by different methods."
- [27]Lalith Jayasinghe, Yimin Gu, Nadarajah Narendran "Characterization of Thermal Resistance Coefficient of High-Power LED." [28] <http://www.harvatek.com.tw> (宏齊科技) [29] <http://www.chct.com.tw> (景興科技)