

發光二極體接面溫度理論與實驗的研究 = Theoretical and experimental studies on junction temperature of light-Emitting diod

李宸毅、廖豐標, 陳昭翰

E-mail: 354559@mail.dyu.edu.tw

摘要

隨著發光二極體的發光效率提升，發光二極體逐漸受到照明市場的青睞與關注。除此之外，發光二極體壽命長、反應速率快、體積小、發光效率佳、省電而環保。本研究是採用自動化接面溫度量測系統進行測量，並先後使用國家晶片系統設計中心(CIC)提供美國Synopsys, Inc.的半導體製程與元件模擬軟體(Technology Computer-Aided Design, TCAD) Taurus TCAD (包含Taurus TSUPREM-4和Taurus Medici)，以及國家高速網路與計算中心提供同樣是美國Synopsys, Inc.的半導體元件與製程模擬軟體 Sentaurus TCAD (包含Sentaurus Process和Sentaurus Device)，來模擬發光二極體的特性，並將元件特性的量測結果與模擬結果比較，以提供製作高效率及可靠的發光二極體研發方向。因此，本研究在完成一系列發光效率與接面溫度的研究後，將可與工業界在發光二極體的散熱與照明方面進行各項的合作。關鍵字：發光二極體、順向偏壓、接面溫度、半導體元件與製程模擬軟體

關鍵詞：發光二極體、順向偏壓、接面溫度、半導體元件與製程模擬軟體

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii	英文摘要	iii
. iv 誌謝	iv	. . . . . v 目錄	v
. vi 圖目錄	vi	. . . . . viii 表目錄	viii
. xi 第一章 緒論	xi	. . . . . 1 1.1前言	1
. 1 1.2研究目的與方法	1	. . . . . 3 第二章 實驗原理	3
. 6 2.1發光二極體原理與介紹	6	. . . . . 6 2.1.1 發光二極體的發光原理	6
. 8 2.1.2 間接能隙與直接能隙半導體	8	. . . . . 9 2.2半導體材料	9
. 10 2.2.1 發光二極體發光效率	10	. . . . . 12 2.2.2 溫度對能隙之影響	12
. 14 第三章 實驗方法	14	. . . . . 13 2.2.3 溫度對波長之影響	13
. 17 3.2順向電壓法	17	. . . . . 16 3.1實驗步驟與方法	16
. 18 3.4接面電壓與溫度關係	18	. . . . . 18 3.3接面電流與能?關係	18
. 22 4.1發光二極體結構與量測	22	. . . . . 20 第四章 量測的結果與討論	20
. 22 4.2量測方法說明	22	. . . . . 22 4.1發光二極體結構與量測	22
. 23 第五章 模擬的結果與討論	23	. . . . . 22 4.3量測系統電路控制說明	22
. 41 5.1 TCAD Taurus軟體介紹	41	. . . . . 23 第五章 模擬的結果與討論	23
. 44 5.4 TCAD Sentaurus模擬結果圖形	44	. . . . . 41 5.2 TCAD Taurus模擬結果圖	41
. 55 第六章 結論	55	. . . . . 41 5.3 TCAD Sentaurus軟體介紹	41
. 63 附錄	63	. . . . . 44 5.4 TCAD Sentaurus模擬結果圖形	44
. 66	66	. . . . . 45 5.5溫度與發光二極體的I-V特性曲線之間的關係	45

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] A. Zukauskas, M. S. Shur, and R. Gaska, Introduction to Solid-State Lighting. New York: Wiley, 2002.
- [3] Y. P. Varshni, " Temperature Dependence of the Energy Gap in Semiconductors, " Physica, vol. 34, no. 1, pp. 149 – 154, 1967.
- [4] H. Y. Fan, " Temperature Dependence of the Energy Gap in Semiconductors, " Phys. Rev., vol. 82, pp. 900 – 905, 1951.
- [5] <http://www.challentech.com.tw/Files/DocumentFile/doc-2.pdf> [6] <http://www.eecs.stut.edu.tw> [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), vol. 192, no. 2, pp. 237 – 245, 2002.
- [8] 林昭穎, 「發光二極體導光機構之研究」, 國立中央大學光電科學研究所, 碩士論文, 民國九十一年六月。
- [9] M. B. Panish, H. C. Casey, JR, " Temperature Dependence of the Energy Gap in GaAs and GaP, " J. Appl. Phys., vol. 40, no 1, pp. 163

– 167, 1969.

- [10] M. S. Shur and R. F. Davis, GaN-Based Materials and Devices: Growth Fabrication, Characterization and Performance, World Scientific, 2004, pp. 6 – 11.
- [11] T. Yanagisawa, “ The degradation of GaAlAs red light-emitting diodes under continuous and low-speed pulse operation, ” Microelectron. Reliab., vol. 38, no. 10, pp. 1627 – 1630, 1998.
- [12] Y. Gu and N. Narendran, “ A non-contact method for determining junction temperature of phosphor-converted white LEDs, ” in Third International Conference on Solid State Lighting, Proc. SPIE, 2004, vol. 5187, pp. 107 – 114.
- [13] Michael P. Liao, “ Carrier Concentration and Junction Temperature Dependencies of Illumination Efficiency of GaN Power Light-Emitting Diodes, ” presented at the 2007 Conference on Lasers and Electro-Optics, Baltimore, MD.
- [14] E. Hong and N. Narendran, “ A method for projection useful life of LED lighting system, ” in Third International Conference on Solid State Lighting, Proc. SPIE, 2004, vol. 5187, pp. 93 – 99.
- [15] 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.
- [16] Y. Xi, J.-Q. Xi, Th. Gessmann, J. M. Shah, J. K. Kim, E. F. Schubert, 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, ” Appl. Phys. Lett., vol. 86, no. 3, p. 031907, 2005.
- [17] 鄭景太, 「高功率LED熱管理技術與量測」, 工業材料雜誌, 第256期, 第180 – 189頁, 2008年四月。
- [18] 廖豐標、李承銘、溫坤禮、孫健仁, 「白光發光二極體的發光效率」, 第四屆微電子技術與應用研討會, 頁58-59, 民國九十五年五月。
- [19] N. Narendran, Y. Gu, and R. Hosseinzadeh, “ Estimating junction temperature of high-flux white LEDs, ” in Light-Emitting Diodes: Research, Manufacturing, and Applications VIII, Proc. SPIE, 2004, vol. 5366, pp. 158 – 160.