

# 功率半導體元件的接面溫度量測

林雲翔、廖丰標

E-mail: 9708123@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

半導體元件熱管理問題一直以來都是受到各界重視，接面溫度是半導體元件熱管理中的重要一項指標，本文主要針對光電元件與微波元件的接面溫度探討。本實驗對象針對發光二極體(Light Emitting Diode, LED)與雙極性接面電晶體(Bipolar Junction Transistor, BJT)作為量測對象。發光二極體由於體積小、壽命長、環保及反應速度快等優點，應用越來越廣泛；而雙極性接面電晶體其電流不斷地注入下，導致元件產生自發熱效應，因此造成元件內部溫度提高，若此高溫在元件內部無法有效散熱，將造成影響元件本身特性與使用壽命。本實驗利用順向偏壓法來量測接面溫度，在非破壞LED與BJT元件結構的條件下，設計一套電路系統搭配LabVIEW程式來輔助元件接面溫度量測，再搭配資料擷取卡(Data Acquisition Card, DAQ Card)作外部訊號連結，進而探討LED發光效率衰退、輸出功率等，並以BJT元件內部不同接面所量測到的接面溫度做比較。關鍵詞：接面溫度、發光二極體、雙極性電晶體、資料擷取卡、順向偏壓法

關鍵詞：接面溫度；發光二極體；雙極性電晶體；資料擷取卡；順向偏壓法

## 目錄

封面內頁 簽名頁 博碩士論文電子檔案上網授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iv
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	vii
. . . . .	ix	圖目錄 . . . . .	xi
. . . . .	ix	表目錄 . . . . .	xi
第一章 緒論 1.1 前言 . . . . .	1	1.2 研究動機 . . . . .	1
. . . . .	4	1.3 論文章節綱要 . . . . .	7
第二章 發光二極體的原理與特性 2.1 發光二極體的基本原理 . . . . .	8	2.2 發光二極體之結構與特性 . . . . .	9
. . . . .	10	2.3 能帶間隙與光子作用 . . . . .	13
. . . . .	15	2.4 白光發光二極體 . . . . .	13
. . . . .	15	2.4.1 白光二體的製備方法 . . . . .	15
. . . . .	15	2.5 發光二極體的熱管理重要性 . . . . .	17
第三章 雙極性電晶體的原理與特性 3.1 雙極性電晶體的簡介 . . . . .	20	3.2 雙極性電晶體之結構與操作原理 . . . . .	20
. . . . .	20	3.3 電晶體的熱管理重要性與應用 . . . . .	26
. . . . .	27	4.2 量測架構 . . . . .	27
第四章 量測系統與方法說明 4.1 量測目的 . . . . .	30	4.2.1 LED實驗量測步驟 . . . . .	30
. . . . .	30	4.2.2 BJT實驗量測步驟 . . . . .	31
. . . . .	32	4.3 量測方法 . . . . .	32
. . . . .	32	4.3.1 實驗方法 . . . . .	33
. . . . .	34	4.4 順向電壓法 . . . . .	34
. . . . .	34	4.4.1 接面電流與能帶關係 . . . . .	35
. . . . .	37	4.4.2 接面電壓與溫度關係 . . . . .	37
第五章 量測結果與分析 5.1 發光二極體量測 . . . . .	39	5.2 雙極性電晶體量測 . . . . .	46
. . . . .	46	第六章 結論與未來展望 6.1 結論 . . . . .	52
. . . . .	52	6.2 未來展望 . . . . .	53
. . . . .	54	參考文獻 . . . . .	54

## 參考文獻

- 【1】 F.M. Steranka, J. Bhat, D. Collins, L. Cook, M.G. Craford, R. Fletcher, N. Gardner, W. Goetz, M. Keuper, R. Khare, A. Kim, M. Krames, G. Harbers, M. Ludowise, P.S. Martin, M. Misra, G. Mueller, R. Mueller-Mach, S. Rudaz, Y.C. Shen, D. Steigerwald, S. Stockman, S. Subramanya, T. Trottier, and J.J. Wierer, 「High Power LEDs – Technology Status and Market Applications」、phys. Stat. sol. (a) 194, NO. 2, 380-388(2002)
- 【2】 黃振東, 「台灣熱管理產業的回顧與展望」, 工業材料雜誌, 247期, 民國96年7月。
- 【3】 林志勳, 「全球發光二極體市場發展趨勢」, 工業材料雜誌, 254期, 民國97年2月。【4】 S. G. Johns and J. A. Simmons, 「Materials for Solid State Light」、Proc Materials research Society Spring Meeting, April 1-5, 2002 in Francisco, California.【5】 陳隆建, 「發光二極體之原理與製程」, 全華圖書股份有限公司, 2007年07月, 台北市。第二章。【6】 王先知, 「迎接新世代之綠色照明光源及材料」, 工業材料雜誌, 242期, 民國96年2月。【7】 史國光, 「半導體發光二極體及固體照明」, 全華科技圖書股份有限公司, 2006年10月, 台北市。【8】 蔡宛欣、莊惠雯、林苑晴, 「上中下游供應鏈齊頭並進台商前進LED照明市場商機」, 新電子科技雜誌(Micro- Electronics Magazine), LED照明技術暨市場分析研討會特別報導, 西元2008年4月。【9】 施敏(原著), 黃調元(譯者), 「半

導體元件物理與製作技術 (Semiconductor Devices Physics and Technology 2rd Edition)」, 國立交通大學出版社, 2007年10月, 新竹市。

【10】李世鴻, 「半導體工程原理」, 全威圖書有限公司, 民國91年1月10日, 台北縣。【11】廖丰標、杜振德、林睿靖、林雲翔、劉秉承、黃文祥, 「發光二極體界面溫度的自動量測系統」, 科學與工程技術期刊, 第三卷, 第四期, 民國九十六年。【12】杜振德, 「功率LED界面溫度的自動量測系統」, 大葉大學電機工程系研究所, 碩士論文, 民國九十六年六月。【13】Steve P. Marsh、Senior Member, 「Direct Extraction Technique to Derive the Junction Temperature of HBT's Under High Self-Heating Bias Conditions」, IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 47, no. 2, February (2000)【14】Ilan Melczarsky, Julio A. Lonac, and Fabio Filicori, 「Electrical Measurement of the Junction Temperature and Thermal Resistance of HBTs」, IEEE Microwave and Wireless Components Letters、vol. 16, no. 2, February (2006)【15】Yang-Hua Chang, Ying-Yih Wu, 「Measurement of Junction Temperature in Heterojunction Bipolar Transistors」, IEEE CNF、Page(s):D59/1-D59/4 (2000)【16】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, 頁11-2至11-6全華科技圖書有限公司, 台北。【17】美商國家儀器公司(National Instrument; NI) DAQ Card PCI6221操作手冊, 頁27-35。【18】美商國家儀器公司(National Instrument; NI) SCB-68 68-Pin Shielded Connector Block User Manual。【19】Michael P. Liao, 「Carrier Concentration and Junction Temperature Dependencies of Illumination Efficiency of GaN Power Light-Emitting Diodes」, 2007 Conference on Lasers and Electro-optics, Baltimore, MD。【20】Nakamura, S. and S. F. Chichibu, 「Introduction to Nitride Semiconductor Blue Laser Diode and Light Emitting Diodes」, Taylor and Francis London, U.K. (2000)。【21】E. Hong and N. Narendran, 「A method for projecting useful life of LED lighting system」, 3rd Conference on Solid State Lighting, Proc. of SPIE 5187:93-99(2004)。【22】N. Narendran, Y. Gu, and R. Hosseinzadeh, 「Estimating junction temperature of high-flux white LEDs」, Light-emitting Diodes: Research, Manufacturing and application」, VIII, Proc. of SPIE 5366:158-160(2004)。【23】Y. Xi and E. F. Schubert, 「Junction-temperature measurement in GaN ultraviolet light-emitting diodes using diode forward voltage method」, Applied Physics Letters, Volume 85, Number 12。【24】Y. Gu and N. Narendran, 「A non-contact method for determining junction temperature of phosphor-converted white LEDs」, 3rd Conference on Solid State Lighting, Proc. of SPIE 5187:107-114 (2004)。【25】C. Huh, W. J. Schaff, L. F. Eastman, and S. J. Park, 「Temperature dependence of performance of InGaN/GaN MQW LEDs with different Indium composition」, IEEE Electron Device Letters, 25(2), 61-63 (2004)。【26】Lee, C. C. and J. Park, 「Temperature measurement of visible light-emitting diodes using nematic liquid crystal thermography with laser illumination」, IEEE Photonics Technology Letters 16(7) 1706-1708 (2004)。【27】Todoroki, S., M. Sawai, and K. Aiki, 「Temperature distribution along the striped active region in high power AlGaAs visible laser」, Journal of Applied Physics 58(3) 1124-1128 (1985)。【28】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)。【29】廖丰標、李承銘、溫坤禮、孫健仁, 「白光發光二極體的發光效率」, 第四屆為電子技術與應用研討會, 頁58~59, 民國九十五年五月。【30】Michael P. Liao, 「DC Current-Induced Rollover of Illumination Efficiency of GaN-Based Power LEDs」, IEEE, Potronics Tech. Letters, Vol. 19, no. 24、pp2000-2002。