

以TLP,HBM,MM量測儀器分析藍光LED抗ESD能力之研究

楊棟財、許崇宜、陳勳祥

E-mail: 9419811@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文將探討以TLP、HBM、MM量測儀器分析藍光LED抗ESD能力之研究，並針對其故障模式做分析，最後提供一些因應對策。氮化鎵(GaN)和碳化矽(SiC)等化合物半導體是目前藍光發光二極體(Light emitting diode, LED)及藍光雷射二極體(Laser diode, LD)最具開發價值的族群，但是在製造後卻也面臨許多的挑戰，其中對靜電放電(ESD)非常敏感，也就是說其LED在TLP、HBM、MM之ESD模式下逆偏通常只有非常低的抗ESD能力。本文以藍光LED對TLP、HBM、MM等測試作為對照，用來驗證ESD的結果是否符合以理論所推導出的TLP、HBM、MM關係，也利用光學顯微鏡，進行失效位置的觀察分析。在這些改善ESD製程中探討LED之ESD問題進而影響到藍光LED的ESD破壞成為遭受ESD破壞的來源造成元件的故障。所以靜電放電(Electrostatic Discharge, ESD)在電子產品良率及可靠度上扮演相當重要的角色。目前為了防護ESD對元件或IC的破壞，第一是提升元件本身對ESD防護的能力，也就是ESD保護元件及電路的設計。第二是加強製造、封裝、測試、組裝、及運輸等環境的靜電放電防制，減少靜電源的產生，此類相關ESDC文件規範可參考ESD Association Standard ANSI/ESD S20.20-1999。

關鍵詞：靜電放電(Electrostatic Discharge、ESD)、傳輸線觸波產生器(Transmission Line Pulse、TLP)、人體模型(Human Body Model、HBM)、機器模型(Machine Model、MM)。

目錄

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	
.	x	表目錄	xii
第一章 緒論	1	1.1 前言	1
論文架構	2	第二章 LED原理與結構	3
2.1 LED原理	3	2.1.1 元件構造與發光特性	4
2.1.2 結晶成長技術	5	2.1.3 LED應用	5
2.1.4 技術內容重點	6	2.1.5 氮化鎵/氮化鎵藍光二極體之製程	6
2.2 LED之光譜波長實驗目的	7	2.3 實驗硬體與軟體設備	7
2.3.1 實驗原理	7	2.4 實驗步驟	10
2.5 實驗步驟	10	2.6 LED原理與優點	11
2.6 LED原理與優點	11	2.7 LED光譜量測實驗結果	16
2.7 LED光譜量測實驗結果	16	第三章 靜電放電(ESD)模式及測試	17
第三章 靜電放電(ESD)模式及測試	17	3.1 靜電的成因	17
3.1 靜電的成因	17	3.2 靜電放電破壞機制	17
3.2 靜電放電破壞機制	17	3.2.1 人體放電模式(HBM)	17
3.2.1 人體放電模式(HBM)	17	3.2.2 機器放電模式(MM)	19
3.2.2 機器放電模式(MM)	19	3.2.3 元件充電模式(CDM)	21
3.2.3 元件充電模式(CDM)	21	3.2.4 電場感應模式(FIM)	22
3.2.4 電場感應模式(FIM)	22	3.3 三種ESD模式之破壞機制	22
3.3 三種ESD模式之破壞機制	22	3.4 靜電放電測試組合	23
3.4 靜電放電測試組合	23	3.5 靜電放電故障判斷	24
3.5 靜電放電故障判斷	24	3.6 靜電放電保護的元件	25
3.6 靜電放電保護的元件	25	3.7 靜電放電測試的主要領下列三項	25
3.7 靜電放電測試的主要領下列三項	25	3.8 靜電放電防制之工作	25
3.8 靜電放電防制之工作	25	3.9 HBM、MM量測機台	27
3.9 HBM、MM量測機台	27	第四章 TLP原理與測試	28
第四章 TLP原理與測試	28	4.1 傳輸線觸波(TLP)原理	28
4.1 傳輸線觸波(TLP)原理	28	4.2 ATLP系統簡介	32
4.2 ATLP系統簡介	32	第五章 實驗結果與討論	34
第五章 實驗結果與討論	34	5.1 實驗方法	34
5.1 實驗方法	34	5.1.1 以TLP量測儀器分析藍光LED測試方面	34
5.1.1 以TLP量測儀器分析藍光LED測試方面	34	5.1.2 在HBM, MM測試方面	34
5.1.2 在HBM, MM測試方面	34	5.1.3 靜電放電故障判斷	35
5.1.3 靜電放電故障判斷	35	5.2 操作介面之介紹與使用	35
5.2 操作介面之介紹與使用	35	5.2.1 使用考量	35
5.2.1 使用考量	35	5.2.2 ATLP4282系統之操作介面介紹	36
5.2.2 ATLP4282系統之操作介面介紹	36	5.3 實驗結果	40
5.3 實驗結果	40	第六章 結論	56
第六章 結論	56	參考文獻	58
參考文獻	58	圖目錄 圖2-1藍光LED結構圖	
圖目錄 圖2-1藍光LED結構圖		4 圖2-2 LED光譜分析量測實驗方塊圖	8
4 圖2-2 LED光譜分析量測實驗方塊圖	8	8 圖2-3光譜分析量測實驗前端	
8 圖2-3光譜分析量測實驗前端		9 圖2-4光柵光譜儀內部結構圖	9
9 圖2-4光柵光譜儀內部結構圖	9	9 圖2-5發光二極體	
9 圖2-5發光二極體		12 圖2-6發光二極體PN界面圖	12
12 圖2-6發光二極體PN界面圖	12	12 圖2-7 LED顏色、波長、能隙、材料分佈圖	14
12 圖2-7 LED顏色、波長、能隙、材料分佈圖	14	14 圖2-8高亮度藍光LED與一般LED光譜圖	15
14 圖2-8高亮度藍光LED與一般LED光譜圖	15	15 圖2-9 測藍光LED	

打HBM(PS)情形	16	圖2-10 測藍光LED打HBM(NS)情形	16	圖2-11 測藍光LED打MM(PS)情形	16
圖2-12 測藍光LED打MM(NS)情形	16	圖3-1 人體放電模型測試等效電路圖	18	圖3-2 機器放電模型測試等效電路圖	20
圖3-3 HBM、MM、CDM波形比較	23	圖3-4 HBM、MM量測機台	27	圖4-1 TLP原理與組裝	29
圖4-2電壓/電流特性曲線	30	圖4-3 ATLP系統架設圖	33	圖5-1碳膜電阻49.7 做系統校正	36
圖5-2高壓元件分析儀	41	圖5-3藍光LED順向電流電壓圖	42	圖5-4碳膜電阻49.7 做系統校正接線圖	42
圖5-5碳膜電阻49.7 做系統校正波形	43	圖5-6藍光LED量測接線圖	43	圖5-7藍光LED量測波形(未崩潰時)	44
圖5-8藍光LED量測波形(未崩潰時)	44	圖5-9藍光LED量測波形(崩潰時)	45	圖5-10藍光LED量測波形(崩潰時)	45
圖5-11藍光LED順偏時TLP量測	46	圖5-12藍光LED順偏時TLP量測	47	圖5-13藍光LED順偏時TLP量測	48
圖5-14藍光LED逆偏時TLP量測	49	圖5-15藍光LED逆偏時TLP量測	50	圖5-16藍光LED逆偏時TLP量測	51
圖5-17 HBM- PS	52	圖5-18 HBM- NS	52	圖5-19 MM- PS	53
圖5-20 MM- NS	53	圖5-21藍光LED之上視外觀圖	54	圖5-22藍光LED電極結構示意圖	55
表目錄 表2-1 LED分類與應用範圍	14	表2-2 LED材料、磊晶技術、顏色、波長分佈情形	15	表2-3 測藍光LED打HBM光波強度情形	16
表2-4 測藍光LED打MM光波強度情形	16	表3-1 HBM波形標準值	19	表3-2 MM波形標準值	20
表3-3 MM波型標準值	21	表5-1藍光LED做TLP、HBM、MM順偏與逆偏量測結果	40		

參考文獻

- [1]Robert A.Ashton, " Verification Structures for Transmission Line Pulse Measurements, " IEEE TEANS. SEMI MANU.,Vol.16,PP. 194-198,May2003.
- [2]J.Barth,K.Verhaege, Leo G.. Henry and John Richner, " TLP Calibrations , Correlation ,Standards and New Techniques " , in proc. EOS/ESD Symp. ,pp.85-96,2000.
- [3]C.H.Dfaz , T.E.Kopley, and P.J.Marcoux, " Building-in ESD/EOS reliability for Sub-Halfmicron CMOS Processes, " IEEE Trans. Electron Devices, vol. 43,pp.991-999,June1996 [4] MIL-STD-883E, Method 3015.7, 1989.
- [5]OPTOELECTRONICS AND PHOTONICS Pnciples and Practice S.O.Kasap [6]Albert Z.Wang ,Chen H.Tsay and Qing W.Shan, " A Novel Dual-Direction IC ESD Protection Device " ,Proceedings of 7th IPFA ' 99 ,Singapore,pp151-155 [7]JEDC STANDARD JESD22-A114-B " Electrostatic Discharge(ESD) Sensitivity Testing Human Body Model(HBM). " JEDEC SOLID [8]JEDC STANDARD JESD22-A114-B " Electrostatic Discharge(ESD) Sensitivity Testing Machine Model(MM). " JEDEC SOLID STSTE TECHNOLOGY ASSOCITION, June 2000STSTE TECHNOLOGY ASSOCITION, June 2000 [9]柯明道,陳東暘 " 次微米互補式金氧半積體電路之靜電防護 " .CCL TECHNICAL JOURNAL 9.5.,pp.85-96 1997.
- [10]李文明, " 功率MOS元件ESD破壞可靠性分析之研究 " 大葉大學,2000 [11]朱季齡, " 功率MOS元件ESD保護電路設計之研究 " 大葉大學,2000 [12]黃致遠, " 靜電放電保護電路設計與鎖效應防制之研究 " 大葉大學,2002 [13]工業技術研究院, " ATLP System Model 4282 使用手冊 " ,2004