

# A Study on the Ability to Protect ESD Event of Blue-Light LED form TLP HBM MM Measurement

楊棟財、許崇宜、陳勳祥

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

## ABSTRACT

The ability to resist the electrostatic discharge (ESD) of blue-light LED (Light emitting diode) is studied in this thesis. The ESD stress is performed with TLP、HBM and MM. Some solutions to increase the endurance of ESD are present in the last. At present, Gallium Nitride (GaN) and Silicon Carbide (SiC) are the two major groups to fabricate blue-light LED. But, there still have a lot of problems to overcome after manufacture. One of them is that it is very sensitive to ESD events, that is, the ability to resist ESD is very low under reverse bias mode. In this thesis, these ESD stresses are performed by TLP, HBM, and MM. The results are used to verify ESD ability according to the theory of TLP, HBM, MM. The optics microscope is uses to observe and analysis of the failure position. Now, in order to protect the component from ESD stress, at first, we have to improve the ability to resist ESD. second, strengthen manufacture, encapsulation, test, assembly, and reduce the production of the static source.

Keywords : Electrostatic Discharge (ESD)、Transmission Line Pulse (TLP)、Human Body Model (HBM)、Machine Model (MM)、Light emitted diode (L

## 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
. . . . .	vi	誌謝 . . . . .	
. . . . .	vii	目錄 . . . . .	
. . . . .	x	圖目錄 . . . . .	vii
. . . . .	xii	表目錄 . . . . .	xii
第一章 緒論 . . . . .	1	1.1 前言 . . . . .	1
論文架構 . . . . .	2	1.2 . . . . .	1
2.1 LED原理 . . . . .	3	2 第二章 LED原理與結構 . . . . .	3
技術 . . . . .	5	2.1 LED原理 . . . . .	3
. . . . .	6	2.1.1 元件構造與發光特性 . . . . .	4
. . . . .	7	2.1.2 結晶成長	
. . . . .	6	2.1.3 LED應用 . . . . .	5
. . . . .	7	2.1.4 技術內容重點 . . . . .	
. . . . .	6	2.1.5 氮化鎵鎵/氮化鎵藍光二極體之製程 . . . . .	6
. . . . .	7	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
. . . . .	7	2.4 實驗原理 . . . . .	7
. . . . .	10	2.5 實驗步驟 . . . . .	10
. . . . .	16	2.6 LED原理與優點 . . . . .	11
. . . . .	16	2.7 LED	
. . . . .	17	光譜量測實驗結果 . . . . .	16
. . . . .	17	第三章 靜電放電(ESD)模式及測試 . . . . .	17
. . . . .	17	3.1 靜	
. . . . .	17	電的成因 . . . . .	17
. . . . .	17	3.2 靜電放電破壞機制 . . . . .	17
. . . . .	17	3.2.1 人體放電	
. . . . .	17	模式( HBM) . . . . .	17
. . . . .	19	3.2.2 機器放電模式( MM) . . . . .	19
. . . . .	19	3.2.3 元件充電模式( CDM) . . . . .	
. . . . .	21	3.2.4 電場感應模式( FIM) . . . . .	22
. . . . .	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
. . . . .	23	3.5 靜電放電故障判斷 . . . . .	24
. . . . .	25	3.6	
. . . . .	25	靜電放電保護的元件 . . . . .	25
. . . . .	25	3.7 靜電放電測試的主要領下列三項 . . . . .	25
. . . . .	25	3.8 靜電放	
. . . . .	25	電防制之工作 . . . . .	25
. . . . .	27	3.9 HBM、MM量測機台 . . . . .	27
. . . . .	28	第四章 TLP原理	
. . . . .	28	與測試 . . . . .	28
. . . . .	32	4.1 傳輸線觸波(TLP)原理 . . . . .	28
. . . . .	32	4.2 ATLP系統簡	
. . . . .	32	介 . . . . .	32
. . . . .	34	第五章 實驗結果與討論 . . . . .	34
. . . . .	34	5.1 實驗方法 . . . . .	34
. . . . .	34	5.1.1 以TLP量測儀器分析藍光LED測試方面 . . . . .	34
. . . . .	34	5.1.2 在HBM , MM測試方面	
. . . . .	34	5.1.3 靜電放電故障判斷 . . . . .	35
. . . . .	35	5.2 操作介面之介紹與使用 . . . . .	
. . . . .	35	5.2.1 使用考量 . . . . .	35
. . . . .	35	5.2.2 ATLP4282系統之操作介面介紹 . . . . .	36
. . . . .	36	5.3 實驗	
. . . . .	40	結果 . . . . .	40
. . . . .	40	第六章 結論 . . . . .	56
. . . . .	58	參考	
. . . . .	58	文獻 . . . . .	58
. . . . .	4	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
. . . . .	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2-5發光二極體 . . . . .	
. . . . .	12	圖2-6發光二極體PN介面圖 . . . . .	12
. . . . .	12	圖2-7 LED顏色、波長、能	
. . . . .	14	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
. . . . .	15	圖2-9 測藍光LED	
. . . . .	16	打HBM(PS)情形 . . . . .	16
. . . . .	16	圖2-10 測藍光LED打HBM(NS)情形 . . . . .	16
. . . . .	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	

## REFERENCES

- [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 JOURMAL 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