

# 章 節 目 錄

中文摘要

英文摘要

誌謝

章節目錄

圖表目錄

第一章 序論	1
第二章 原理	4
2-1 LED 之發光原理及外在量子效率之探討	4
2-2 光致化學氧化法之原理	8
第三章 實驗儀器設備	12
3-1 光致氧化之裝置	12
3-2 掃瞄式電子顯微鏡(SEM)	13
3-3 原子力顯微鏡(AFM)	15
第四章 氮化鎵材料及 GaN/AlN DBR 結構之光致氧化及蝕刻	17
4-1 氮化鎵材料之氧化及蝕刻實驗	17
4-1-1 氮化鎵試片之製備	17
4-1-2 氮化鎵之氧化及蝕刻步驟	17
4-1-3 氮化鎵之氧化及蝕刻結果與討論	18
4-2 GaN/AlN DBR 結構之光致氧化及蝕刻	22
4-2-1 GaN/AlN DBR 結構之製備	22
4-2-2 GaN/AlN DBR 之氧化及蝕刻步驟	22
4-2-3 GaN/AlN DBR 之氧化及蝕刻結果與討論	23

第五章 光致氧化在 GaN LED 發光強度引響之探討	38
5-1 LED 試片之成長	38
5-2 光致氧化應用於 LED 之表面粗化之製程方法 ( )	38
5-2-1 LED 之表面粗化之製程( )	38
5-2-2 表面粗化 LED 之測量結果( )	41
5-3 光致氧化應用於 LED 之表面粗化之製程方法 ( )	41
5-3-1 光致氧化 LED 粗化製程( )	41
5-3-2 粗化製程後 LED 之測量結果( )	43
5-4 光致氧化應用於 LED 之表面粗化之結果探討	43
第六章 結論與展望	58
參考文獻	60



# 附表目錄

表 4-1	光致氧化前之試片清理步驟	24
表 5-1	在元件製成前之試片清理步驟	45



# 附圖目錄

圖 2-1	光子的自發放射過程	5
圖 2-2	發光二極體中各種形式的複合過程	6
圖 2-3	氮化鎵材料中各種光激發的躍遷過程	6
圖 2-4	n-型氮化鎵在在外加正偏壓下之能帶平衡圖	8
圖 2-5	p-型氮化鎵在在外加正偏壓下之能帶平衡圖	9
圖 2-6	氮化鎵在水中之能帶平衡圖	10
圖 2-7	氮化鎵在在外加正偏壓下之能帶平衡圖	10
圖 3-1	汞燈結構示意圖	12
圖 3-2	汞燈頻譜圖	12
圖 3-3	氧化裝置結構示意圖	13
圖 3-4	原子力顯微鏡工作原理示意圖	15
圖 4-1	氮化鎵和 GaN/AlN DBR 結構示意圖	25
圖 4-2	氧化試片電極示意圖	26
圖 4-3a	光致氧化後試片處理示意圖	26
圖 4-3b	光致氧化後試片處理示意圖	26
圖 4-4	氮化鎵在不同偏壓下致氧化後試片之 OM	27
圖 4-5	在不同偏壓中變化能帶示意圖	28
圖 4-6	氮化鎵經過不同氧化時間後, 試片之氧化和蝕刻 OM	29

圖 4-7	氮化鎵氧化試片之截面圖	30
圖 4-8	氧化膜之 SEM 圖	30
圖 4-9	氧化深度和時間之關係圖	31
圖 4-10	偏壓和氧化速率之關係圖	32
圖 4-11	氧化前和)氧化後之 $\mu$ -PL	32
圖 4-12	(a)氧化前(b)氧化後(c)蝕刻後 之 EDX 頻譜圖	33
圖 4-13	光源強度和氧化深度之關係圖	33
圖 4-14	氮化鎵光致氧化後,試片蝕刻後表面之 AFM 圖	34
圖 4-15	氮化鎵蝕刻後表面粗糙度和時間之關係圖	34
圖 4-16(a)	光致氧化後,試片 TEM 圖	35
圖 4-16(b)	光致氧化後,試片蝕刻後 SEM 圖	35
圖 4-17	GaN/AlN DBR 氧化/蝕刻和時間關係圖	36
圖 4-18	異質介面中載子聚集示意圖	36
圖 4-19	GaN/AlN DBR 氧化/蝕刻後之表面 AFM	37
圖 5-1	LED 元件結構示意圖	46
圖 5-2a	元件氧化圖形示意圖	47
圖 5-2b	光致氧化後 LED 結構示意圖	47
圖 5-2c	LED 結構示意圖	47
圖 5-2d	RIE 蝕刻後之 LED 結構	48

圖 5-2e	n-contact 之蒸鍍	48
圖 5-2f	p-contact 之蒸鍍	48
圖 5-3	點測架構圖	49
圖 5-4	LED 之表面粗化之製程( )元件 OM	49
圖 5-5	LED 之表面粗化之製程( )之電壓-電流關係圖	50
圖 5-6	LED 之表面粗化之製程( )之發光強度-電流關係圖	50
圖 5-7a	電及區域之保護	51
圖 5-7b	光致氧化	51
圖 5-7c	定義 LED 元件大小	51
圖 5-7d	RIE 蝕刻後之 LED	52
圖 5-7e	n-contact 之蒸鍍	52
圖 5-7f	p-contact 之蒸鍍	52
圖 5-8	LED 之表面粗化之製程( )元件 OM 圖	53
圖 5-9	LED 之表面粗化之製程( )之電壓-電流關係圖	54
圖 5-10	LED 之表面粗化之製程( )之發光強度-電流關係圖	54
圖 5-11	LED 之表面粗化之製程( )之發光頻譜圖	55
圖 5-12	氧化蝕刻後, ICP-RIE 之蝕刻表面	56
圖 5-13	在 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 保護下 ICP-RIE 之蝕刻表面	56
圖 5-14	去除表面氧化物後之試片 AFM	57