

# 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII

第一章 序論.....	1
-------------	---

## 第二章 實驗原理

2.1 引言.....	6
2.2 氮化鎵之結構與磊晶特性.....	6
2.3 氮化鎵側向成長之磊晶特性.....	8
2.4 氮化鎵之化學蝕刻原理與蝕刻特性.....	10
2.5 氮化鎵ELOG結構之蝕刻.....	15

## 第三章 實驗儀器與樣品製備

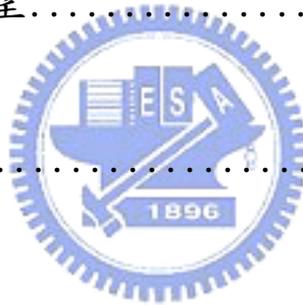
3.1 引言.....	18
3.2 氮化鎵厚膜之製備.....	18
3.3 化學蝕刻流程簡介.....	20
3.4 量測分析儀器簡介.....	27

## 第四章 實驗結果分析與討論

4.1	引言.....	31
4.2	蝕刻隧道之形成與基本特性.....	31
4.3	蝕刻隧道深度與溫度調變分析.....	49
4.4	蝕刻隧道深度與時間調變分析.....	56
4.5	磷酸-硫酸混合液對蝕刻隧道的作用.....	60
4.6	Pendeo 結構之蝕刻.....	63
4.7	點狀 ELO 結構之蝕刻.....	67
4.8	蝕刻隧道在分離氮化鎵厚膜之應用.....	69

第五章	結論與展望.....	70
-----	------------	----

參考文獻.....	73
-----------	----



# 表目錄

## 第二章

表2-4-1 各種蝕刻溶液在75°C左右對GaN與AlN之蝕刻速率	11
表2-4-2 各種蝕刻液對GaN之蝕刻情形	12

## 第三章

表 3-3-1 各種材料對 Molten KOH 的抵抗特性	23
--------------------------------	----

## 第四章

表 4-3-1 蝕刻溫度與隧道深度之數據	50
表 4-3-2 蝕刻溫度與隧道擴大數據	54
表 4-4-1 蝕刻時間與隧道擴大數據	58



# 圖目錄

## 第一章

圖 1-1 氮化鎵薄膜在蝕刻後側面之 SEM 圖形	4
圖 1-2 氮化鎵蝕刻後之表面 AFM 圖形	4

## 第二章

圖2-2-1 氮化鎵之Wurtzite結構	6
圖2-2-2 氮化鎵之各晶軸關係	7
圖2-3-1 氮化鎵側向成長示意圖	8
圖2-3-2 ELOG區域缺陷的延伸情形	9
圖2-4-1 GaN之鍵結結構	10
圖2-4-2 N-face經過2.2M KOH溶液蝕後，顯露出 $\{10\bar{1}\bar{1}\}$ 面之角錐	13
圖2-4-3 經Molten KOH蝕刻之GaN，在邊緣處呈現 $\{10\bar{1}\bar{1}\}$ 面	13
圖 2-4-4 氮化鎵經 KOH 蝕刻後，在表面形成許多蝕刻孔洞	13
圖 2-4-5 氮化鎵經過磷酸蝕刻後所留下的孔洞分佈	13
圖 2-5-1 GaN ELOG 區域蝕刻示意圖	16
圖2-5-2 側向蝕刻隧道之外觀	17

## 第三章

圖3-2-1 HVPE GaN結構圖	18
圖3-2-2 HVPE GaN之SEM圖	19
圖3-3-1 實驗裝置示意圖	20
圖3-3-2 鐵氟龍載具之設計	24
圖3-3-3 實驗流程示意圖	26
圖3-4-1 電子束撞擊試片時，各種訊號產生範圍與空間解析度示意圖	27
圖 3-4-2 原子力顯微鏡探針偏移訊號取得示意圖	29

## 第四章

圖4-2-1 蝕刻隧道之形成過程	32
圖 4-2-2 Molten KOH 230°C 1min 蝕刻後之 EDX 分析	34
圖4-2-3 Molten KOH 230°C 10min	35
圖4-2-4 隧道斜邊與底邊呈58°夾角	36
圖4-2-5 ELOG磊晶呈現之晶格面	36
圖4-2-6 {10-1-1}六角錐結構示意圖	37
圖4-2-7 蝕刻隧道與特殊面之關係	38
圖4-2-8 Pattern方向與隧道斜面之關係	39
圖4-2-9 分離後之GaN背面	39
圖4-2-10 條紋為 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 方向之樣品，其Mask方向與穩定面之關係圖	39
圖4-2-11 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 方向之蝕刻隧道	40
圖4-2-12 A-plane所見隧道斜面之夾角	40
圖4-2-13 隧道內部的蝕刻情形	41
圖4-2-14 接合後的隧道表面	41
圖4-2-15 隧道表面接合處之六角錐結構	42
圖4-2-16 230°C 6小時Molten KOH蝕刻後之隧道內側 (T060504)	43
圖 4-2-17 蝕刻隧道之內側圖形 (T060504)	44
圖4-2-18 蝕刻隧道之底面 (T060504)	45
圖4-2-19 隧道寬度隨蝕刻深度的變化關係 (T060504)	46
圖4-2-20 Dislocation的延伸區域與蝕刻隧道的位置關係	47
圖4-2-21 蝕刻隧道之內壁	48
圖4-2-22 隧道底部的Etching Pit	48
圖4-3-1 經超過250°C，Molten KOH蝕刻30分鐘之顯微鏡圖形	49
圖4-3-2 蝕刻深度-溫度關係圖	51
圖4-3-3 170°C Molten KOH 30 min	52
圖4-3-4 蝕刻深度-溫度關係圖(對數處理)	53
圖4-3-5 170°C 30 min	55
圖4-3-6 190°C 30 min	55

圖4-3-7 210°C 30 min	55
圖4-3-8 230°C 30 min	55
圖4-3-9 250°C 30 min	55
圖4-4-1 蝕刻深度-溫度-反應時間關係圖	56
圖4-4-2 250°C 10 min	59
圖4-4-3 250°C 30 min	59
圖4-4-4 250°C 60 min	59
圖4-4-5 250°C 90 min	59
圖4-5-1 由左而右依序為磷酸-硫酸蝕刻前、1hr、2hr之SEM圖形	60
圖4-5-2 210°C磷酸-硫酸混合液蝕刻1hr的情形	61
圖4-5-3 2002 Sumitomo ELOG Epi.	61
圖4-5-4 210°C磷酸-硫酸混合液蝕刻2hr的情形	62
圖4-6-1 Pendeo 結構示意圖	63
圖4-6-2 蝕刻前的Pendeo結構	64
圖4-6-3 蝕刻後的Pendeo結構	64
圖4-6-4 Wide void Pendeo 結構示意圖	65
圖4-6-5 Wide void Pendeo 結構之SEM圖	65
圖4-6-6 蝕刻後之Wide void Pendeo結構	66
圖4-7-1 點狀結構示意圖	67
圖4-7-2 蝕刻前之點狀結構側面圖	67
圖4-6-3 蝕刻後之Spot Pattern結構	67
圖 4-6-4 點狀結構經過分離後背面的圖形	68
圖4-8-1 化學蝕刻分離後之GaN厚膜	69