

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	V
表目錄.....	VIII
圖目錄.....	IX
第一章 諸論	1
1.1 前言.....	1
1.2 塑膠膜片之抗反射技術現況.....	5
1.2.1 製程技術的種類.....	7
1.2.2 塑膠膜片塗佈技術問題.....	8
1.3 研究動機.....	11
1.4 研究目的.....	12
第二章 文獻回顧與基礎理論	13
2.1 次波長結構應用於抗反射發展歷史.....	13
2.1.1 次波長結構之光學理論探討.....	15
2.1.2 次波長結構之製程技術.....	16
2.2 抗反射之光學理論概述.....	25
2.2.1 等效介質理論 (EMT).....	25
2.2.2 嚴格耦合波理論 (RCWA).....	26

2.2.3 有限時域差分法(FDTD).....	27
2.3 奈米針尖陣列製作技術.....	29
2.3.1 自組裝遮蔽物乾蝕刻機制.....	29
第三章 三維奈米針尖陣列的光學模擬分析.....	32
3.1 FullWAVE 軟體簡介.....	32
3.2 奈米針尖結構的設計.....	33
3.2.1 三角錐結構設計.....	33
3.2.2 半圓形柱結構設計.....	34
3.3 光學模擬分析結果與討論.....	35
3.3.1 模擬分析結果.....	35
3.3.2 結果比較與討論.....	38
第四章 實驗方法與設備.....	40
4.1 實驗流程.....	40
4.2 實驗材料.....	41
4.3 實驗設備.....	41
4.3.1 電子迴旋共振微波電漿化學氣相沈積系統.....	41
4.3.2 精密微電鑄系統.....	43
4.3.3 奈米轉印-微熱壓成形機.....	45
4.4 分析儀器設備.....	47
4.4.1 場發射掃描式電子顯微鏡.....	47
4.4.2 紫外光/可見光/紅外光分光光譜儀.....	48

4.4.3 接觸角量測儀.....	49
4.5 實驗步驟.....	51
4.5.1 自組裝之乾蝕刻技術製備奈米針尖陣列.....	51
4.5.2 精密微電鑄奈米針尖陣列模具.....	52
4.5.3 奈米針尖結構熱壓成形於塑膠基材.....	53
第五章 結果與討論.....	57
5.1 矽奈米針尖陣列特性分析.....	57
5.1.1 矽奈米針尖之表面形貌分析.....	57
5.1.2 矽奈米針尖陣列之反射率光譜分析.....	59
5.2 精密微電鑄奈米針尖陣列.....	59
5.3 塑膠膜片奈米針尖陣列之特性分析.....	60
5.3.1 PMMA 奈米針尖陣列之表面形貌.....	60
5.3.2 PMMA 奈米針尖陣列之反射率光譜分析.....	64
5.3.3 PMMA 奈米針尖陣列之接觸角分析.....	69
第六章 結論.....	72
第七章 未來研究與建議.....	75
參考文獻.....	76

表目錄

表 1.1 熱塑性材料的性質	6
表 3.1 三角錐結構參數設定值	33
表 3.2 半圓形柱結構參數設定值	34
表 4.1 奈米轉印設備細項規格	47
表 4.2 紫外光/可見光/紅外光分光光譜儀 Model V.570 規格	49
表 4.3 接觸角量測儀 FTA125 細目功能與規格.....	50
表 4.4 製作矽奈米針尖之製程參數	52
表 4.5 鎳.鈷電鑄浴組成與操作條件	53
表 4.6 熱壓成形之實驗參數	55



圖目錄

圖 1.1 入射光通過不同介質所產生的反射與穿透	1
圖 1.2 抗反射膜(AR film)使用效果(左上:無 AR 右下:有 AR)	2
圖 1.3 抗反射(AR)塑膠膜片結構	4
圖 1.4 非均質層之結構示意圖(a)次波長結構、(b)多孔性的膜層	5
圖 1.5 成長薄膜之間所引起的熱膨脹破裂	10
圖 1.6 塗層壓力不均勻產生蠕蟲狀的痕跡	10
圖 2.1 (a)Nature 期刊中的仿蛾眼表面結構之電子顯微鏡影像、(b)反射 率光譜圖	14
圖 2.2 (a) 表面結構形式不同所相對應不同的漸變折射率之示意圖、 (b) 不同深度的蛾眼結構之電子顯微鏡影像圖	15
圖 2.3 (a) 週期性的矽次波長結構之 SEM 影像圖、(b)矽基板與矽次波 長結構之反射率光譜圖	17
圖 2.4 矽基板表面的圓柱狀奈米結構之 AFM 影像圖	17
圖 2.5 不同深度的奈米結構在不同波長範圍的反射率情形	18
圖 2.6 陽極氧化鋁模版微影技術製作次波長結構流程圖	19
圖 2.7 (a)週期性的陽極氧化鋁模版、(b)矽次波長結構之 SEM 影像圖 (c)次波長結構反射率光譜圖	20
圖 2.8 (a)奈米轉印蝕刻大面積的矽奈米柱陣列之製造流程、(b) 矽的 次波長抗反射結構之 SEM 影像圖	21
圖 2.9 次波長抗反射結構之反射率光譜圖	21

圖 2.10 以全像曝光技術製作母模版流程	22
圖 2.11 全像曝光技術的 AR 結構之 SEM 影像圖	23
圖 2.12 在 PMMA 基材表面兩面製作抗反射膜結構所得反射率光譜圖	23
圖 2.13 陽極處理與 SF6 氣體對矽基板蝕刻方式	24
圖 2.14 矽奈米孔洞柱狀次波長結構 (a)上視圖 (b)橫截面影像	24
圖 2.15 在矽基材表面製作抗反射孔洞柱狀結構所得反射率光譜	24
圖 2.16 等效介質理論之表面結構分割示意圖 (a)多層膜堆的折射率形 式、(b)連續的梯度折射率模式	25
圖 2.17 RCWA 與 EMT 兩種理論對二維結構不同入射角度之反射率分 析圖	27
圖 2.18 二維 Yee 晶格只考慮 E 場極化	28
圖 2.19 三維 Yee 晶格	28
圖 2.20 自組裝奈米遮蔽乾蝕刻機制之示意圖：(1)電漿蝕刻的反應 氣體($\text{CH}_4+\text{SiH}_4+\text{Ar}+\text{H}_2$)、(2) 奈米級保護顆粒的形成、(3) 物 理性蝕刻形成奈米針尖陣列	31
圖 3.1 Rsoft CAD 視窗建立 2D 模式	32
圖 3.2 (a)三角錐結構平面示意圖 (b)三角錐結構三維示意圖	33
圖 3.3 連續型之三維三角錐結構	34
圖 3.4 (a)半圓形柱結構平面示意圖 (b)半圓形柱結構三維示意圖	34
圖 3.5 連續型之半圓形柱結構	35

圖 3.6 不同深寬比長度的三角錐結構在可見光波段(a)穿透率光譜 (b) 反射率光譜	36
圖 3.7 不同深寬比長度的半圓形柱結構在可見光波段(a)穿透率光譜 (b)反射率光譜	37
圖 3.8 不同的深寬比長在各光波段部份的反射率關係(a)三角錐結構 (b)半圓柱結構	39
圖 4.1 實驗流程圖	40
圖 4.2 電子迴旋共振微波電漿化學氣相沈積系統 (a) 系統結構示意 (b) 實體圖 (台大凝態研究中心.尖端材料實驗室)	42
圖 4.3 精密電鑄設備	44
圖 4.4 精密電鑄設備外部控制部分 (a)定電流模式之電源供應器 (b) 電鑄槽溶液的溫度控制	44
圖 4.5 電鑄槽內部裝置	45
圖 4.6 微熱壓成形機	46
圖 4.7 模溫機.....	46
圖 4.8 LabView 圖控式操作介面	47
圖 4.9 場發射掃描式電子顯微鏡	48
圖 4.10 紫外光/可見光/紅外光分光光譜儀 (a) MODELV.570(b)量測 穿透率模組 (c) 量測反射率模組	48
圖 4.11 接觸角量測儀系統 (a) FTA125 設備 (b)軟體操作介面(c)分析 量測角度.....	50

圖 4.12 溫度與力量關係變化圖	56
圖 5.1 各種不同長度的矽奈米針尖之 SEM 橫截面影像 (a)320 nm (b)650 nm (c) 907 nm (d) 1240 nm.....	58
圖 5.2 各種不同長度的矽奈米針尖在可見光波段之反射率光譜	59
圖 5.3 翻鑄成高深寬比的奈米針尖孔洞狀模具之 SEM 影像(a)上視圖 (b)傾斜 10 度平視圖	60
圖 5.4 熱壓成形溫度低 (110°C) 其深寬比在 1.2~1.6 間，週期寬度 在 100nm 到 150nm 左右，長度分佈在 120nm 到 250nm.....	61
圖 5.5 熱壓成形溫度 135°C 其深寬比在 2.6~3.0 間，週期寬度在 100nm 到 150nm 左右，長度分佈在 320nm 到 460nm.....	62
圖 5.6 熱壓成形溫度 160°C 其深寬比在 3.4~4.0 間，週期寬度在 100nm 到 150nm 左右，長度分佈在 480nm 到 600nm.....	63
圖 5.7 不同長度的 PMMA 奈米針尖在可見光波段之反射率光譜.....	64
圖 5.8 不同深寬比的 PMMA 奈米針尖在 550 nm 可見光波段時之反射 率.....	66
圖 5.9 不同長度的 PMMA 奈米針尖在紅外光波段之反射率光譜....	67
圖 5.10 不同角度的入射光在可見光波段 550nm 之反射率光譜	68
圖 5.11 PMMA 膜片上不同深寬比的奈米針尖結構之接觸角(a) 66.61 度 (b)71.84 度 (c) 104.51 度 (d) 112.86 度	69