

## 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
目錄.....	VI
表目錄.....	X
圖目錄.....	XII
第一章 序論.....	1
1.1 顯示技術的發展.....	1
1.2 液晶顯示器.....	1
1.3 非晶矽薄膜電晶體.....	2
1.4 低溫多晶矽薄膜電晶體(LTPS TFT).....	4
1.4.1 固相結晶法(Solid Phase crystallization).....	4
1.4.2 準分子雷射退火結晶法 (excimer laser annealing).....	4
1.4.3 金屬誘發結晶/金屬誘發側向結晶法.....	9
1.5 影響電性的因素.....	12
1.5.1 雜質原子.....	12
1.5.2 晶界處的載子捕陷(carrier traps at grain boundary).....	13
1.5.3 晶界能障.....	14
1.6 改善電性的方法.....	16
1.6.1 晶界鈍化 (Grain-boundary passivation).....	16
1.6.2 後退火(post-annealing).....	16
1.7 薄膜電晶體製作於塑膠基板之演進.....	17
1.8 在塑膠基板上製作薄膜電晶體的方式.....	19
1.8.1 直接在塑膠基板上製作薄膜電晶體.....	19
1.8.1.1 非晶矽薄膜電晶體.....	19
1.8.1.2 多晶矽薄膜電晶體.....	22
1.8.2 轉移方式在塑膠基板上製作薄膜電晶體.....	24
1.9 論文的研究動機與架構分段.....	28
1.9.1 論文的研究動機.....	28
1.9.2 論文架構與分段.....	28
第二章 無電鍍鈀(Pd)誘發結晶.....	29
2.1 前言.....	29

2.2 鈮誘發結晶機制介紹 .....	30
2.3 研究動機 .....	32
2.4 研究方法 .....	32
2.4.1 材料分析 .....	32
2.4.1.1 不同濃度的無電鍍鈮濃液 .....	32
2.4.4.2 不同厚度的非晶矽膜 .....	34
2.4.2 退火參數 .....	35
2.4.2.1 RTA 輔助結晶-- 兩階段退火 .....	35
2.4.2.2 兩階段爐管退火 .....	35
2.4.3 TFT 製作 .....	36
2.4.3.1 無電鍍鈮元件製作流程 .....	36
2.4.3.2 SPC 元件 .....	36
2.5 結果與討論 .....	37
2.5.1 參數決定 .....	37
2.5.1.1 無電鍍鈮溶液濃度的影響 .....	37
2.5.1.2 非晶矽厚度對結晶的影響 .....	39
2.5.2 退火時間對結晶性的影響 .....	41
2.5.3 利用兩階段的退火觀察 Pd <sub>2</sub> Si 的生成情形 .....	46
2.5.4 元件特性 .....	52
2.5.5 兩階段退火元件 .....	54
2.6 結論 .....	57
第三章 氧對鎳誘發結晶之影響 .....	58
3.1 前言 .....	58
3.1.1 Ni 誘發結晶的機制 .....	58
3.2 實驗動機 .....	61
3.3 研究方法 .....	61
3.3.1 基材的製備 .....	61
3.3.2 金屬的鍍覆(Ni、NiO) .....	61
3.3.3 結晶的進行 .....	62
3.3.4 分析 .....	62
3.4 結果與討論 .....	66
3.4.1 退火氣氛對 NILC 結晶速率影響的探討 .....	68
3.4.1.1 a-Si 厚度對 NILC 結晶速率的影響 .....	70
3.4.1.2 oxide/a-Si 界面的影響 .....	72

3.4.2 Ni膜中的氧對NILC結晶的影響.....	73
3.3 在Ni/a-Si界面的原生氧化層(Native Oxide)的影響.....	78
3.4 結論.....	80
第四章 鎳誘發結晶結合雷射修補技術.....	81
4.1 前言.....	81
4.2 實驗方法.....	81
4.2.1 材料分析.....	85
4.2.2 薄膜電晶體(TFT)製作.....	85
4.3 結果與討論.....	87
4.3.1 NiSi <sub>2</sub> 誘發結晶的觀察.....	87
4.3.2 NILC-ELA多晶矽薄膜的結晶分析與觀察.....	90
4.3.2.1 NILC厚度500Å.....	90
4.3.2.2 結論.....	101
4.3.2.3 NILC多晶矽厚度1000Å.....	102
4.3.2.4 NILC多晶矽厚度1500Å.....	110
4.3.3 TFT元件特性探討.....	117
4.4 結論.....	121
第五章 TFT轉移至塑膠基板的技術開發.....	122
5.1 簡述.....	122
5.2 蝕刻矽.....	123
5.2.1 非等向性蝕刻.....	123
5.2.2 等向性蝕刻.....	126
5.3 研究動機.....	127
5.4 研究步驟.....	128
5.4.1 金屬誘發結晶+準分子雷射退火(第四章).....	128
5.4.2 金屬誘發結晶+後高溫退火.....	128
5.4.3 一次轉移.....	128
5.4.4 二次轉移.....	131
5.5 結果與討論.....	133
5.5.1 鎳金屬結晶+後退火(post-annealing).....	133
5.5.2 金屬誘發結晶+後高溫退火之薄膜電晶體.....	133
5.5.3 薄膜電晶體元件轉移.....	142

5.5.3.1 一次轉移 .....	142
5.5.3.2 二次轉移 .....	147
5.6 結論 .....	151
第六章 NILC 過濾基板的研究 - 結合晶圓接和技術與Ni的誘發結晶製造大晶粒的多晶矽 .....	152
6.1 簡介 .....	152
6.2 研究動機 .....	154
6.3 研究方法 .....	156
6.3.1 材料分析 .....	156
6.4 結果與討論 .....	161
6.4.1 一次退火(背鍍 Ni 20Å).....	161
6.4.2 二次退火 .....	163
6.4.3 不同方向的矽晶圓過濾基板誘發結晶的研究 .....	167
6.4.4 減少晶粒邊界處的 Ni 污染 .....	172
6.4.5 過濾基板誘發結晶機制探討 .....	174
6.5 結論 .....	176
第七章 總結與未來的工作 .....	177
7.1 總結 .....	177
7.2 未來工作 .....	179
參考文獻 .....	180



## 表目錄

表 1.1	不同的準分子雷射氣體及其波長.....	5
表 1.2	顯示器各類基板比較 .....	18
表 1.3	塑膠基板性質 .....	18
表 1.4	SHARP plastic TFT-LCD 的詳細規格 .....	20

### 第二章

表 2.1	低壓化學氣相沈積非晶矽薄膜參數 .....	33
表 2.2	反應性離子蝕刻參數 .....	33
表 2.3	兩階段退火參數 .....	35
表 2.4	電漿輔助化學氣相沈積系統參數 .....	37
表 2.5	Pd 的針狀晶粒的結晶成長方向 .....	45
表 2.6	所製作之 TFT 元件特性與相同製程之 SPCTFT 元件特性比較.....	53
表 2.7	兩階段退火所製作之 TFT 元件特性 .....	56

### 第三章

表 3.1	試片準備參數 .....	65
-------	--------------	----

### 第四章

表 4.1	研究 NILC-ELA 複晶矽膜結晶機制所使用的雷射能量密度表 .....	82
表 4.2	500Å 厚的 NILC 複晶矽膜所使用的雷射能量密度表 .....	82
表 4.3	1000Å 厚的 NILC 複晶矽膜所使用的雷射能量密度表 .....	82
表 4.4	1500Å 厚的 NILC 複晶矽膜所使用的雷射能量密度表 .....	82

### 第五章

表 5.1	不同濃度 KOH 在不同溫度對不同平面的蝕刻速率表...錯誤! 尚未定義書籤。	
表 5.2	不同濃度 TMAH 在不同溫度下對於不同的矽平面的蝕刻速率 .....	125
表 5.3	旋轉塗佈黏合劑參數 .....	129
表 5.4	$W=10(\text{channel width})$ , $L=2(\text{channel length})$ 之薄膜電晶體特性 .....	136
表 5.5	金屬誘發結晶+後高溫退火之詳細電性( $W=10\mu\text{m}$ , $L=25\mu\text{m}$ ).....	140

表 5.6 一次轉移前後電性比較表(W=20，L=5).....146  
表 5.7 二次轉移前後電性比較表 .....149



## 圖目錄

### 第一章

圖 1.1 (a) 非晶矽和多晶矽面板開口率的比較(b) 非晶矽和多晶矽的液晶面板 driver ICs 的比較.....	3
圖 1.2 部分熔融過程 .....	6
圖 1.3 接近完全熔融過程 .....	7
圖 1.4 完全熔融過程 .....	8
圖 1.5 Ni-Si 反應自由能圖.....	10
圖 1.6 $\text{NiSi}_2$ 誘發結晶機制示意圖.....	11
圖 1.6 複晶矽與磊晶矽阻值與雜質濃度關係圖 .....	12
圖 1.7 很多在晶粒中的置換型摻雜原子所貢獻的自由載子很快速的就被固定在晶界處的捕陷位置 NT(每單位面積的能量不超過能隙 (bandgap)).....	13
圖 1.8 捕陷(traps)主要集中在晶界處，然而在晶粒中的缺陷也有建立起一些態位。淺拖曳態位(shallow tail state)與應變鍵(strained bonds)有關，而在中間能隙的深態位(deep state)是由斷鍵(broken bonds)造成的 .....	14
圖 1.9 (b) 為了去補償被晶界所捕陷的電荷在晶粒周圍的晶界處形成空乏區域，(c) 電荷空乏區造成能帶彎曲，而且形成能障 .....	15
圖 1.10 傳統的塑膠基板製程光罩和尺寸大小變化的關係圖 .....	19
圖 1.11 傳統塑膠基板鍍上氮化矽後光罩數和尺寸大小關係變化圖 .....	20
圖 1.12 SHARP plastic TFT-LCD 之外形圖.....	21
圖 1.13 SHARP 反射型薄膜電晶體液晶顯示器.....	21

圖 1-14	氧化矽厚度和塑膠基板溫度之關係曲線 .....	22
圖 1.15	不同雷射能量對於氧化層厚度和基板溫度之關係圖 .....	23
圖 1.16	SONY 二次轉移之實驗流程圖 .....	24
圖 1.17	SONY 製作的 LTPS TFT on plastic .....	25
圖 1.18	SONY 利用二次轉移技術所做 1.5 吋之可撓式顯示器 .....	25
圖 1.19	SEIKO EPSON 元件製作與轉移技術 SUFTLA 詳細流程圖 .....	26
圖 1.20	利用 SUFTLA 技術轉移到塑膠基板的照片 .....	27

## 第二章

圖 2.1	鈀誘發結晶過程示意圖 a. 大的 Pd <sub>2</sub> Si 劈裂(peeled off)成較小的 Pd <sub>2</sub> Si, b. Pd <sub>2</sub> Si 誘發結晶 .....	31
圖 2.2	鈀誘發結晶的 TEM 照片 (退火條件 550°C 1hr) .....	31
圖 2.3	無電鍍 Pd 鍍覆的設備 .....	34
圖 2.4 (a)~(c)	Pd cluster 在非晶矽薄膜上之分佈圖, 無電鍍鈀溶液濃度分別為 1000ppm、5000ppm 及 10000ppm .....	38
圖 2.5	在複晶矽薄膜上鍍不同濃度的 Pd 對其結晶度影響的 x-ray 分析 .....	39
圖 2.6	無電鍍 Pd 誘發結晶的複晶矽膜, 厚度分別為(a)300Å (b)500Å (c)1000Å .....	40
圖 2.7	Pd 顆粒分佈的 SEM 照片 .....	41
圖 2.8	利用 x-ray 光譜進行不同退火時間的結晶度分析 .....	42
圖 2.9	在 550°C 下退火 30 分鐘所得到的 Pd 誘發結晶的 SEM 照片 .....	42



圖 2.10	經過不同時間退火 Pd 結晶成長情形 .....	43
圖 2.11	Pd 誘發結晶的 TEM 影像及其繞射圖形及其示意圖 .....	44
圖 2.12	經過 silicide 蝕刻液蝕刻過的 Pd 誘發的多晶矽膜 .....	44
圖 2.13	在 550 °C 退火 18 小時的 SEM 照片(試片經過 Secco etching) .....	46
圖 2.14	RTA 參數及其後續退火處理參數示意圖 .....	47
圖 2.15	試片分別經由 RTA (a) 400°C 15s 退火(b) 500°C 15s 退火(c) 600°C 15s 退火(d) 700°C 15s 退火後,再經 550 °C 退火 18 小時爐管退火的 SEM 照片(試片經過 Secco etching).....	47
圖 2.16	在兩階段退火後再將試片做 post-RTA 800°C 75s 處理的 SEM 照片(經過 secco etching) .....	48
圖 2.17	在經過 Pre-RTA 退火後 Pd <sub>2</sub> Si 形成過程的示意圖 .....	49
圖 2.18	利用 image-pro 軟體統計未結晶及 Pd <sub>2</sub> Si 形成的總面積 .....	50
圖 2.19	(a)試片經過兩段式爐管退火(200°C 30min+550°C 18hr)後之 SEM 照片(經過 secco etching)(b) 試片經過兩段式爐管退火後再經過 post-RTA 處理的 SEM 照片(經過 secco etching 處理) .....	50
圖 2.20	A : 550°C 退火 18 hrs、B : 200°C,30 mins +550°C 退火 18 hrs、C : 200°C,30 mins +550°C 退火 18 hrs +RTA 800°C,75s 三種熱處理過程之試片的 x-ray 分析.....	51
圖 2.21	退火 600°C 24 小時,再經 850°C 30 分鐘的高溫活化的無電鍍鈹 TFT 元件特性 .....	52
圖 2.22	Pd 針狀結晶的 TEM 影像(micro twins).....	53
圖 2.23	傳統退火方式所得到的元件特性圖 .....	54
圖 2.24	二階段退火方式所得到的元件特性圖 .....	55

圖 2.25	550°C 退火 18 小時的複晶矽的 SEM 照片 .....	55
圖 2.26	經過 post-RTA 退火後的複晶矽的 SEM 照片 .....	56

### 第三章

圖 3.1	鎳誘發結晶/鎳誘發側向結晶(NIC/NILC)示意圖 .....	59
圖 3.2	八面體結構的 NiSi <sub>2</sub> ，形成的 NiSi <sub>2</sub> 主要有三個方向，分別是[100]、 [110]、[111]與表面垂直 .....	59
圖 3.3	(a)Si 的結晶結構和(b)NiSi <sub>2</sub> 的結晶結構 .....	60
圖 3.4	Ni 誘發結晶(網狀分佈)，針狀結晶間夾 70.5° .....	60
圖 3.5	實驗流程圖 .....	63
圖 3.6	NILC 製作過程示意圖 .....	64
圖 3.7	(a)Ni 及(b)NiO 在 500°C 下退火 12 小時誘發側向結晶的 OM 照片 ..	66
圖 3.8	Ni 及 NiO NILC 的 SEM 照片 .....	66
圖 3.9	NILC 的針狀結晶的 TEM 照片及其繞射圖形 .....	67
圖 3.10	Ni 及 NiO 在不同退火氣氛中及不同退火時間下的誘發側向結晶的 (a) 長度及(b)速率圖 (退火溫度 550°C) .....	69
圖 3.11	a-Si 厚度與 MILC 長度的關係(550°C 退火 24hr) .....	70
圖 3.12	NILC TEM 橫截面圖 .....	70
圖 3.13	NILC 結晶過程示意圖 .....	71

圖 3.14 不同的 NILC 實驗結構.....	72
圖 3.15 MILC 長度與速率對時間的關係圖，有無沈積 oxide 及有無預先退火對結晶速率的影響.....	72
圖 3.16 Ni 及 NiO 誘發側向結晶的結晶長度對退火時間的關係圖(退火溫度:500°C).....	73
圖 3.17 Ni 及 NiO 誘發側向結晶的結晶長度對退火時間的關係圖(退火溫度:600°C).....	74
圖 3.18 NiO 在 550°C 下退火不同時間的 NILC 長度圖.....	76
圖 3.19 NiO 誘發結晶在 550°C 退火(a)12 小時及(b)24 小時,前端 SPC 區的 SEM 照片.....	76
圖 3.20 SPC 晶粒形成阻礙 NILC 結晶示意圖.....	77
圖 3.21 原生氧化層對 NILC 的影響研究的實驗流程圖.....	78
圖 3.22 原生氧化層對結晶影響研究的 NILC 長度與退火時間關係圖.....	79
圖 3.23 原生氧化層對誘發結晶影響的示意圖.....	79
 第四章	
圖 4.1 鎳誘發側向結晶結合雷射退火技術製程，(a)沈積 SiO <sub>2</sub> 在矽晶圓上，(b)用 LPCVD 沈積非晶矽(a-Si)薄膜，(c)用濺鍍機鍍覆鎳至 a-Si 薄膜上，(d)進行 NILC 退火，退火後將未反應的 Ni 去除，(e)進行雷射修補.....	84
圖 4.2 準分子雷射設備示意圖.....	85
圖 4.3 TFT 元件製作流程圖.....	86
圖 4.4 NILC 針狀結晶.....	87
圖 4.5 (a) NILC 的針狀結晶 TEM 影像及其繞射圖形(b)原子影像.....	88

圖 4.6 傅立業轉換 .....	89
圖 4.8 傳統的 NILC 複晶矽薄膜經過 Secco 溶液處理過的 SEM 照片 .....	90
圖 4.9 NILC 複晶矽薄膜在不同能量密度的雷射照射下的 SEM 照片(a)160 mJ/cm <sup>2</sup> (b)265 mJ/cm <sup>2</sup> (c)295 mJ/cm <sup>2</sup> .....	91
圖 4.10 NILC 複晶矽薄膜經由雷射能量密度 (a)120mJ/cm <sup>2</sup> (b)160 mJ/cm <sup>2</sup> (c)200 mJ/cm <sup>2</sup> 照射後的 AFM 影像及(d)NILC-ELA 的複晶矽薄膜的表面型態的示意圖。雷射能量低時是點狀突起，當能量增加時變成連續的線狀突起 ..	93
圖 4.11 在非晶矽熔融區域 NILC-ELA 薄膜成長示意圖。(a)雷射退火前的 NILC 薄膜，(b)雷射照射後在針狀結晶周圍的非晶矽熔融，(c)熔融的非晶矽成長，(d)晶粒側視圖及其表面型態的 AFM 影像.....	94
圖 4.12 幾何合併形成說明的示意圖及其晶粒合併的 SEM 影像 .....	96
圖 4.13 幾何合併晶粒的(a)TEM 影像及(b)其截面圖和繞射圖形。此圖說明了幾何合併晶粒具有好的結晶性 .....	97
圖 4.14 NILC-ELA 在幾何合併區域的晶粒成長過程 (a)雷射退火前的 NILC 薄膜，(b)雷射照射後非晶矽熔融及小晶粒完全熔融，而大晶粒則部分熔融，(c)以大晶粒為核向外成長，(d)幾何合併晶粒形成，晶粒內有些不連續晶界產生 .....	98
圖 4.15 在完全熔融區域的多邊形晶粒影像(a)SEM 照片(b)橫截面的 TEM 照片。晶粒變成等向性而且尺寸較小 .....	99
圖 4.16 NILC-ELA 在熔融區域成長過程的示意圖 (a)雷射退火前的 NILC 薄膜(b) 在雷射照射下全部的膜都熔融 (c) 小的晶粒經由均質成核形成(d) 晶粒的側視圖 .....	100
圖 4.17 500Å 的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的結晶機制整理示意圖 .....	102
圖 4.18 NILC-ELA 多複晶矽薄膜 (雷射能量密度 280mJ/cm <sup>2</sup> ) .....	104
圖 4.18 NILC-ELA 多晶矽薄膜 (雷射能量密度 300mJ/cm <sup>2</sup> ) .....	104

圖 4.20	NILC-ELA 多晶矽薄膜 (雷射能量密度 $320\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	105
圖 4.21	NILC-ELA 多晶矽薄膜 (雷射能量密度 $340\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	105
圖 4.22	NILC-ELA 多晶矽薄膜 (雷射能量密度 $360\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	106
圖 4.23	NILC-ELA 多晶矽薄膜 (雷射能量密度 $380\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	106
圖 4.24	$1000\text{\AA}$ 的 NILC-ELA 多晶矽薄膜表面的 AFM 影像, 雷射能量為(a) $280\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (b) $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (c) $320\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (d) $340\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (e) $360\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (f) $380\text{mJ}/\text{cm}^2$	107
圖 4.25	為 $1000\text{\AA}$ 的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的表面型態的 3D 立體圖, (a) $280\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (b) $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (c) $320\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (d) $340\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (e) $360\text{mJ}/\text{cm}^2$ , (f) $380\text{mJ}/\text{cm}^2$	108
圖 4.26	不同雷射能量密度的 $1000\text{\AA}$ NILC-ELA poly-Si 膜的表面粗糙度	109
圖 4.27	$1500\text{\AA}$ 厚的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的 SEM 照片 (雷射能量密度 $330\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	111
圖 4.28	$1500\text{\AA}$ 厚的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的 SEM 照片 (雷射能量密度 $350\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	111
圖 4.29	$1500\text{\AA}$ 厚的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的 SEM 照片 (雷射能量密度 $370\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	112
圖 4.30	$1500\text{\AA}$ 厚的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的 SEM 照片 (雷射能量密度 $390\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	112
圖 4.31	$1500\text{\AA}$ 厚的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的 SEM 照片 (雷射能量密度 $410\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	113
圖 4.32	$1500\text{\AA}$ 厚的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的 SEM 照片 (雷射能量密度 $430\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	113

圖 4.33 1500Å 的 NILC-ELA 多晶矽薄膜表面的 AFM 影像，雷射能量為(a)330 mJ/cm<sup>2</sup>，(b)350 mJ/cm<sup>2</sup>，(c)370 mJ/cm<sup>2</sup>，(d)390 mJ/cm<sup>2</sup>，(e)410 mJ/cm<sup>2</sup>，(f)430 mJ/cm<sup>2</sup> ..... 114

圖 4.34 為 1500Å 的 NILC-ELA 多晶矽薄膜的表面型態的 3D 立體圖，(a)330 mJ/cm<sup>2</sup>，(b)350 mJ/cm<sup>2</sup>，(c)370 mJ/cm<sup>2</sup>，(d)390 mJ/cm<sup>2</sup>，(e)410 mJ/cm<sup>2</sup>，(f)430 mJ/cm<sup>2</sup> ..... 115

圖 4.35 不同雷射能量密度的 1500Å NILC-ELA poly-Si 膜的表面粗糙度 **錯誤!** 尚未定義書籤。116

圖 4.36 1000Å 的 NILC-ELA TFT 元件的 mobility 統計圖 ..... 118

圖 4.37 subthreshold slope 分佈 ..... 118

圖 4.38 汲極電流-匣極電壓 (Id-Vg) 曲線 ..... 119



## 第五章

圖 5.1 OLED 可撓式顯示器 ..... 122

圖 5.2 HNA 的蝕刻關係圖 ..... 126

圖 5.3 薄膜電晶體元件一次轉移流程圖 ..... 130

圖 5.4 薄膜電晶體二次轉移的詳細流程圖 ..... 132

圖 5.6 (a)金屬側向誘發結晶和通道方向垂直；(b)金屬側向誘發結晶和通道方向平行 ..... 135

圖 5.7 (a)金屬誘發結晶；(b)金屬誘發結晶+後高溫退火的 SEM 照片 ..... 138

圖 5.8	(a)NILC 及(b)NILC + post annealing 的 TEM 影像.....	139
圖 5.9	金屬誘發結晶+後高溫退火所得之電性(W=10 $\mu$ m, L=25 $\mu$ m).....	140
圖 5.10	一次轉移將元件轉移至塑膠基板上 .....	143
圖 5.11	一次轉移將元件轉移至塑膠基板上 .....	144
圖 5.12	(a)為一次轉移前；(b)一次轉移後 W=20，L=5 之電性圖 .....	145
圖 5.13	(a)成功的將元件轉移至塑膠基板上，(b)因熱膨脹係數不同造成塑膠基板變形 .....	146
圖 5.14	元件經二次轉移至塑膠基板，表面厚度不均勻 .....	148
圖 5.15	元件經二次轉移成功轉移至塑膠基板上 .....	148
圖 5.16	二次轉移電性圖 .....	149
圖 5.17	從光學顯微鏡下觀察膠的分佈(a)50 倍；(b)200 倍 .....	149



## 第六章

圖 6.1	利用電場 (80V/cm) 幫助鎳誘發結晶，在 500 $^{\circ}$ C 下退火 5 分鐘及 10 鐘分別得到 (a) 部分結晶(b)完全結晶的 TEM 照片及繞射圖形 .....	153
圖 6.2	壓印技術流程圖[112].....	153
圖 6.3	Choi 等人所提出的大晶粒的製作示意圖及其 SEM 結果[114].....	154
圖 6.4	本研究的主要結構示意圖 .....	155
圖 6.5	利用 Si 當過濾基板進行 Ni 誘發結晶的壓印流程(a)沈積氧化層，(b)LPCVD 沈積非晶矽薄膜，(c) 將另一片矽晶圓蝕刻出圖形，(d)在另一片矽	

晶圓背面鍍上鎳 (Ni) (e)將兩片晶圓做壓印的動作， (f) 放至爐管中進行退火 .....	158
圖 6.6 利用 Si 當過濾基板進行 Ni 誘發結晶的壓印流程(a)沈積氧化層， (b)LPCVD 沈積非晶矽薄膜，(c) 將非晶矽膜蝕刻出圖形，(d)在另一片矽晶圓 背面鍍上鎳 (Ni) (e)將兩片晶圓做壓印的動作， (f) 放至爐管中進行退火 .....	159
圖 6.7 壓印過程中所使用的夾具構造圖 .....	160
圖 6.8 真空爐管示意圖 .....	160
圖 6.9 一次退火的結晶的 OM 影像(a)主動層區域 (b)局部放大圖 .....	161
圖 6.10 一次退火的 SEM 影像 .....	162
圖 6.11 方法二實驗設置圖 .....	165
圖 6.12 過濾基板誘發結晶的 OM 影像，兩階段退火 (3hr+18hr) .....	165
圖 6.13 傳統NILC 結晶與矽晶圓過濾基板誘發結晶的 Raman 光譜比較.....	165
圖 6.14 過濾基板誘發結晶的 TEM 影像及其繞射圖 .....	166
圖 6.15 過濾基板誘發結晶與傳統 NILC 結晶中的 Ni 含量的 SIMS 分析....	166
圖 6.16 實驗設置圖 .....	168
圖 6.17 分別是利用(a).(100) (b). (110) (c). (111)矽晶圓當過濾基板進行鎳誘發 結晶的 OM 照片 .....	169
圖 6.18 為(111)Si 過濾基板誘發結晶的 SEM 照片，退火參數為 550°C 30 min， 試片經過 Secco etching 處理 .....	170
圖 6.19 不同指向的過濾基板所誘發的結晶再繼續退火第二階段的 OM 圖 .....	171
圖 6.20 退火 12hr 後第一階段成核結晶區域微結構變化的 SEM 圖，使用(111)Si	



的過濾基板 .....	171
圖 6.21 晶粒邊界 SEM 影像 .....	172
圖 6.22 (a)直接接合退火與 (b) 兩階段退火結晶微結構的 SEM 照片 .....	173
圖 6.23 Ni 經由 $\text{SiN}_x$ 過濾器(filter) 誘發結晶的示意圖 .....	174
圖 6.24 Ni 與 a-Si 及 c-Si 在不同溫度下形成的相 .....	175
圖 6.25 Ni 與矽晶圓在 $550^\circ\text{C}$ 時反應形成的相 .....	176

