

# 利用轉移技術在塑膠基板上製作高特性薄膜電晶體

學生：林廷政

指導教授：吳耀銓博士

國立交通大學材料科學與工程學系（研究所）碩士班

## 摘要

近年來將薄膜電晶體製作於塑膠基板的研究越來越多。塑膠基板比起傳統的玻璃基板，有著質輕，輕薄，不易碎，和可撓曲..等優點。使得近年來對塑膠基板的研究日益增多。而主要的技術大約可分為二種。第一是直接於塑膠基板上製作薄膜電晶體元件，但是由於受限於塑膠基板的製程溫度和塑膠基板和其上所沈積的薄膜之間的熱膨脹係數的差異所造成的塑膠變形，使得此種方法在元件特性上和製作元件的製程上有一定的困難度存在。第二是將製作完成的薄膜電晶體轉移到塑膠基板上。利用此種方法，不但可以製作特性較好的元件，且也不用考慮因塑膠變形所造成的微影蝕刻的困難。

在本實驗中，即是採用第二種方法來進行研究。而本實驗中又分別利用了一次轉移和二次轉移的技術，成功地將薄膜電晶體元件轉移至塑膠基板上。

由於是利用轉移技術，所以可以將薄膜電晶體直接製作於矽基板上，利用高溫製程來得到最後的高特性元件。而在本實驗中即利用金屬側向誘發結晶+後高溫退火，和高溫固相結晶法二種高溫製程來得到最後的高特性元件。

# High performance thin-film transistors on plastic substrate using transfer methods

Student: Ting Cheng Lin

Advisor: Dr. YewChung Sermon Wu

Department ( Institute ) of Material Science and Engineering  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

Recently, high performance thin-film transistors (TFTs) on plastic substrate have been studied. Plastic TFTs which have advantages of lighter weight, smaller thickness, higher shock-resistant and good flexibility has much potential for replacements of conventional TFTs on glass. Two technologies have been used to fabricate TFTs on plastic: a direct process and a transfer process. The direct process must to reduce the fabricating temperature to 100-150 degree C. On the other hand, the transfer process is not necessary to reduce the fabricating temperature and need less transfer demand on properties and quality of plastic substrate.

In this experiment, the single transfer and double transfer techniques have been adopted to transfer TFTs to plastic substrate successfully.

TFTs which were made with the high temperature poly silicon (HTPS) usually have higher electron mobility. The metal lateral induced + post annealing and high temperature solid phase crystallization were used for high performance TFTs. Then, the TFTs would be transfer to the plastic substrate since the transferring technique was developed.

## 誌 謝

首先得非常感謝我的父母和我的女朋友又給一直在背後支持我，鼓勵我。而在實驗過程中，得要感謝我的指導教授吳耀銓老師在實驗上的指導和實驗室的學長們：志偉、柏均、韋智、國仁、協志、佑達、嘉鴻、廖崢、智元、晟民、寶明；同學們：阿智、砒華、姿玲；學弟們：君偉、一凡等的幫忙，非常感謝他們在實驗中的幫忙和協助，實在是非常的感謝。



## 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VII
圖目錄.....	VIII
一、 緒論.....	1
1.1 薄膜電晶體之演進.....	1
1.1.1 非晶矽薄膜電晶體.....	1
1.1.2 複晶矽薄膜電晶體.....	2
1.1.2.1 固相結晶法.....	2
1.1.2.2 準分子雷射退火.....	3
1.1.2.3 金屬誘發結晶/金屬側向誘發結晶.....	4
1.1.2.3.1 矽化鎳.....	6
1.2 薄膜電晶體製做於塑膠基板之演進.....	7
1.3 晶圓接合的技術.....	18
1.3.1 直接鍵合法.....	18

1.3.2 低溫鍵合法.....	19
1.3.3 中間介質層鍵合法.....	19
1.3.4 陽極接合法.....	19
1.4 蝕刻矽.....	20
1.4.1 非等向性蝕刻.....	20
1.4.2 等向性蝕刻.....	23
1.5 實驗動機.....	24
二、實驗步驟.....	25
2.1 金屬誘發結晶+準分子雷射退火.....	25
2.2 金屬誘發結晶+後高溫退火.....	29
2.3 薄膜電晶體元件之轉移.....	30
2.3.1 一次轉移.....	30
2.3.2 二次轉移.....	31
三、結果與討論.....	34
3.1 高溫製程.....	34
3.1.1 金屬誘發結晶+後高溫退火之薄膜電晶體.....	34
3.1.2 高溫固相結晶法.....	45
3.2 薄膜電晶體元件轉移.....	49
3.2.1 二次轉移.....	49

3.2.2 一次轉移.....	53
四、結論.....	59
五、未來工作.....	60
六、文獻回故.....	61



## 表目錄

表 1-1 顯示器各類基板比較.....	9
表 1-2 塑膠基板性質.....	9
表 1-3 SHARP plastic TFT-LCD 的詳細規格.....	11
表 1-4 不同濃度 KOH 在不同溫度對不同平面的蝕刻速率表.....	21
表 1-5 不同濃度 TMAH 在不同溫度下對於不同的矽平面的蝕刻速率.....	22
表 2-1 旋轉塗佈黏合劑參數.....	30
表 3-1 $W=10$ (channel width), $L=2$ (channel length) 之薄膜電晶體特性.....	37
表 3-2 金屬誘發結晶+後高溫退火之詳細電性.....	42
表 3-3 $W=10 \mu\text{m}$ , $L=10 \mu\text{m}$ 固相結晶法電性比較.....	49
表 3-4 二次轉移前後電性表.....	52
表 3-5 一次轉移前後電性比較表( $W=5$ , $L=7$ ).....	56
表 3-6 元件一次轉移至玻璃基板電性比較表.....	58

## 圖目錄

圖 1-1 非晶矽薄膜電晶體側圖.....	2
圖 1-2 準分子雷射退火能量與晶粒大小；(a)完全融溶(b)接近完全融溶(c)部分融溶.....	4
圖 1-3Ni-Si 反應自由能圖.....	5
圖 1-4 以金屬鎳誘發結晶示意圖(a)側向成長 (b)垂直成長.....	6
圖 1-5Si 與 NiSi <sub>2</sub> 的晶體結構.....	7
圖 1-6 傳統的塑膠基板製程光罩和尺寸大小變化的關係圖.....	10
圖 1-7 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.....	11
圖 1-8SHARP plastic TFT-LCD 之外形圖.....	12
圖 1-9SHARP 反射型薄膜電晶體液晶顯器.....	12
圖 1-10 氧化矽厚度和塑膠基板溫度之關係曲線.....	13
圖 1-11 不同雷射能量對於氧化層厚度和基板溫度之關係圖.....	14
圖 1-12 FlexICs 之複晶矽薄膜電晶體於塑膠基板之應用.....	14
圖 1-13SONY 二次轉移之實驗流程圖.....	15
圖 1-14SONY 製作的 LTPS TFT on plastic.....	15
圖 1-15 SONY 利用二次轉移技術所做 1.5 吋之塑膠基板薄膜電晶體.....	16
圖 1-16SEIKO EPSON 元件製作與轉移技術 SUFTLA 詳細流程圖.....	17
圖 1-17 利用 SUFTLA 技術轉移到塑膠基板的照片.....	18



圖 1-18 HNA 的蝕刻關係圖.....	23
圖 2-1 金屬誘發結晶製作流程圖.....	27
圖 2-2 後準分子雷射退火流程圖.....	28
圖 2-3 薄膜電晶體製作流程.....	29
圖 2-4 高溫元件製程流程圖.....	29
圖 2-5 薄膜電晶體元件一次轉移流程圖.....	31
圖 2-6 薄膜電晶體二次轉移流程圖.....	33
圖 3-1(a)金屬側向誘發結晶和通道方向平行;(b)金屬側向誘發結晶和通道方向垂直.....	36
圖 3-2(a)金屬側向誘發結晶和通道方向平行;(b)金屬側向誘發結晶和通道方向垂直.....	37
圖 3-3(a)金屬側向誘發結晶和通道平行;(b)金屬側向誘發結晶和通道垂直.....	38
圖 3-4 (a)金屬誘發側向結晶;(b)金屬誘發側向結晶+後高溫退火.....	39
圖 3-5 掃描式電子影微鏡(a)金屬誘發結晶;(b)金屬誘發結晶+後高溫退火.....	39
圖 3-6 穿透式電子顯微鏡(a)MILC;(b)MILC + post annealing.....	41
圖 3-7 金屬誘發結晶+後高溫退火所得之電性( $W=10 \mu m, L=25 \mu m$ ).....	42
圖 3-8 掃描式電子顯微鏡(a)金屬誘發結晶;(b)金屬側向誘發結晶;(c)金屬誘發結晶+後高溫退火;(d)高溫固相結晶.....	44

圖 3-9 利用拉曼光譜分析儀分析 NILC, P-NILC, SPC 三個區域的比較.....	45
圖 3-10 固相結晶法之 X-ray 分析.....	46
圖 3-11 固相結晶法之拉曼光譜分析.....	47
圖 3-12 穿透式電子顯微鏡之固相結晶法(a) 600°C ;(b)900°C ;(c)1100°C .....	48
圖 3-13 元件經二次轉移至塑膠基板上.....	50
圖 3-14 (a)元件經第一次轉移至玻璃基板上;(b)元件經二次轉移正面圖....	51
圖 3-15 二次轉移電性圖(a)轉移前;(b)轉移後.....	51
圖 3-16 從光學顯微鏡下觀察膠的分佈(a)50 倍;(b)200 倍.....	53
圖 3-17 一次轉移將元件轉移至塑膠基板上.....	54
圖 3-18(a)為一次轉移前;(b)一次轉移後 W=7, L=5 之電性圖.....	55
圖 3-19 將元件經過一次轉移轉移玻璃.....	57
圖 3-20 一次轉移至玻璃基板之電性.....	57