

國立交通大學

材料科學與工程學系

碩士論文

氮化矽對金屬誘發側向結晶的影響

**Metal Induced Lateral Crystallization of Amorphous
Silicon with a Silicon Nitride Layer**

研究生：曾建華

指導教授：吳耀銓 博士

中華民國九十五年七月

氮化矽對金屬誘發側向結晶的影響

Metal Induced Lateral Crystallization of Amorphous Silicon with a Silicon Nitride Layer

研究生：曾建華

Student : Chien-Hua Tseng

指導教授：吳耀銓

Advisor : YewChungSermon Wu

國立交通大學
材料科學與工程學系碩士論文



A Thesis

Submitted to Department of Material Science and Engineering

College of Engineering National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of
Material Science and Engineering

July 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年七月

氮化矽對金屬誘發側向結晶的影響

研究生：曾建華

指導教授：吳耀銓博士

國立交通大學材料科學工程研究所碩士班

摘 要

在本研究中，第一部分是探討利用氮化矽當作過濾器以進行金屬誘發側向結晶。我們發現隨著鍍覆在氮化矽上的鎳含量增加，形成的多晶矽晶粒數目增加，而且發現矽化鎳(NiSi_2)大量聚集在晶粒的中心點與晶界之中；為了解決大量的矽化鎳殘留在多晶矽中，我們利用二次退火技術，發現二次退火所形成的多晶矽沒有大量矽化鎳殘留。



第二部分是探討氮化矽對金屬誘發側向結晶速率的影響。我們發現在 550°C 、 565°C 和 600°C 的退火溫度下，有蓋氮化矽的試片與沒有蓋氮化矽的試片在金屬誘發側向結晶速率並沒有改變，而且在這三種不同退火溫度下都發現到有蓋氮化矽的試片其飽和長度都比沒有蓋氮化矽的試片的飽和長度還長，這是因為沉積氮化矽使得非晶矽受到一壓應力足以抑制固相結晶的形成。

Metal Induced Lateral Crystallization of Amorphous Silicon with a Silicon Nitride Layer

Student : Chien-Hua Tseng

Advisor : YewChungSermon Wu

Institute of Material Science and Engineering National Chiao
Tung University

Abstract

One of the study is studying on metal induced lateral crystallization of amorphous silicon through a silicon nitride cap layer. The silicon nitride is considered as a filter can reduce metal contamination. When the concentration of nickel on silicon nitride is increasing, the number of nuclei is increasing. Many NiSi₂ aggregate at the center of the grain and grain boundary in the full crystallization. To solve the problem, we use the technology of two steps annealing. The poly-silicon that is formed by two steps annealing don't have many residual NiSi₂.

Another is studying the effect of silicon nitride on growth rate of metal induced lateral crystallization. We find that the growth rate of metal induced lateral crystallization is the same in the annealing temperature 550°C、565°C、600°C with and without a silicon nitride layer. It has the longer saturation length with a silicon nitride layer. This is because that the compressive stress from silicon nitride impacted on amorphous silicon is high enough to suppress the solid phase crystallization.

誌謝

當我動手寫下這份誌謝，象徵著我即將畢業離開交大，在交大這六年期間真的很感謝我的導師與指導教授吳耀銓博士，在我求學過程與研究生活中給我適時的教授與指導，也忍受我的任性，讓我升碩二的暑假去公司進行實習，在此真的很感謝老師。

感謝胡國仁學長(永遠的胡一哥)在我大三做專題時不厭其煩的教我做實驗，在我研究生活低落的時候伸出溫暖的手，讓我知道明天還是有太陽會從東方升起照耀著我；感謝方政昱學長今年寒假特地來新竹教我們薄膜應力量測儀，也常常分享他求學的經驗，也教導我求學該有的態度；感謝汪鈺華學姊(smart 汪)帶領我進去 AAO 的世界，讓我學習不同的知識；感謝侯智元學長(侯董)你發的 paper 可以借我引述一下，還有在我忘記該怎麼操作儀器的時候總是適時在我的附近，讓我可以化解我不知所措的窘境；感謝胡晟民學長(小黑)在實驗上幫助我許多，讓我可以與你討論我論文所遇到的問題；感謝張志榜學長幫我 train PECVD，在我跑元件的時候幫我做 RIE；感謝鄭季豪學長(豪哥)總是麻煩你在中午或是晚上幫我照 SEM，祝你新婚快樂；感謝廖崢學長之前幫我們 TFT 鍍 Ni 讓我們可以有試片可以做實驗；感謝黃秉緯學長幫我鍍 Ta，知道學長利用凌晨的時段去幫我鍍，真的太辛苦你了；感謝林博文學長(博文ㄉㄨㄚ ㄟ)陪我一起進去 NDL 做實驗，讓我做實驗的時候有個人可以聊天解悶，以後 TFT 與 Wafer Bonding 就靠你了，林一哥 Go! Go! 加油，我會在園區陪伴你四年的博士班生涯，有事可以來園區找我喔；感謝吳麒庭學弟為我碩二苦悶的生活注入一波新能量；感謝陳莉穎學妹在 service 實驗上幫我許多的忙，祝你去瑞典唸書可以很順利。

感謝陳德銘學長之前陪我凌晨去排 NDL SEM 的時段，讓我在夜深人靜的時候不感到孤單，祝你明年一定可以順利畢業；感謝”專發 APL A+期刊的陳智實驗室”的許穎超學長、楊慶榮學長、聖翔學長、魏程昶學長、陳筱筠學姊、章翔耀學長、哲誠(超強 926)、舜銘、俊宏、大包、阿丸、佩君、建安、誠風、宗寬等等在我需要你們的時候總是不吝嗇的幫助我，尤其是舜銘，麻煩你很多次，真是太感激你了；感謝王旭生學長、柯東杰、游家豪百忙之中還幫我打 X-Ray；感謝張家達(神噴)之前幫我們實驗室鍍了很多的 Ni；感謝林家慶(嚕米)在我旁聽課程的時候把重要筆記借我，以後我們就是同事了，多多關照小弟；感謝徐志偉、林其慶、吳文成(寶哥)、廖國傑、徐乙介、李昇成(老李)、鍾志鴻、張博揚、林億龍、林大均、莊芳慈、戴柏璋、阿基、主將、陳銘淞(淞哥)、楊正英、陳胤函、賴昱銘、許正勳(阿飛)、潘虹君學姊(小 a 學姊)、阿幹學長、宗翰、楊哲育、嚴豪君、等等族繁不及備載，認識你們真好，讓我大學、碩士生活增添風采。

感謝懷仁(HJ)、宙峰、峰岳、啓東(CD)、政修(CH)、孟真、峻昌、文彬、達興、

淑柔媽媽、建陞、家伶、文婷、育民、芝青、一郎、國慶、正一、獻慶等人在我實習的時候對我的照顧與指導。

感謝我的女朋友劉芳圻陪我走過風風雨雨，分享我的喜悅，傾聽我的苦水，當我的精神支柱，讓我可以勇往直前，希望我們可以吃到老、玩到老。

最後要感謝我的爸爸媽媽拉拔我到這麼大，讓我在這虎濫大家，哈!!!!!!感謝所有我認識的人，幫助過我的人，我幫助過的人，謝謝你們，僅以此篇論文送給你們。



目錄

摘要 i

Abstract ii

誌謝 iii

目錄 v

表目錄 vii

圖目錄 viii

一.緒論

1.1 前言 1

1.2 低溫多晶矽薄膜電晶體 1

1.2.1 直接沉積多晶矽 1

1.2.2 固相結晶法 (SPC) 1

1.2.3 準分子雷射退火 (Excimer Laser crystallization) 2

1.2.4 金屬誘發結晶/金屬側向誘發結晶 (MIC/MILC) 8

1.3 實驗動機 15

二.實驗步驟 16

2.1 利用無電鍍鍍法探討 MICC 16

2.2 氮化矽對金屬誘發側向結晶之影響 17

2.3 元件製備 17

三.結果與討論.....	22
3.1 利用無電鍍鎳方法探討 MICC.....	22
3.1.1 不同鍍覆時間的比較.....	22
3.1.2 二次退火.....	30
3.2 氮化矽對 MILC 的影響.....	35
3.2.1 不同退火溫度的比較.....	37
3.2.2 應力分析.....	48
3.2.3 界面影響.....	54
3.3 電性分析與探討.....	56
3.4 結論.....	62
四.未來工作.....	63
五.參考文獻.....	64



表目錄

表 2-1 RCA clean.....	18
表 2-2 LPCVD 沉積非晶矽的參數.....	18
表 2-3 無電鍍鎳的參數.....	18
表 3-1 No _{cap} 與 0500N1000 電性的比較.....	58



圖目錄

圖 1-1 利用 LTPS 技術可以減少面板與 PCB 版的接點數目示意圖 ^[11] ...	4
圖 1-2 部分熔融過程.....	5
圖 1-3 接近完全熔融過程.....	6
圖 1-4 完全熔融過程.....	7
圖 1-5 Ni-Si 反應自由能圖 ^[10]	10
圖 1-6 MIC/MILC 的流程.....	10
圖 1-7 Si 與 NiSi ₂ 的晶體結構 ^[11]	11
圖 1-8 MILC 的優選成長方向 ^[10]	11
圖 1-9 控制鎳濃度得到大晶粒的多晶矽 ^[15]	13
圖 1-10 Choi 等人所提出的大晶粒的製作示意圖及其 SEM 結果 ^[16] ...	14
圖 1-11 利用 FE-SMC 方法退火 500°C 10 分鐘所得覆晶矽的 SIMS depth profile (a)沒有蓋 SiN _x film (b)有蓋 SiN _x film(150nm) ^[17]	14
圖 2-1 無電鍍鎳鍍覆的設備.....	19
圖 2-2 實驗流程圖.....	19
圖 2-3 實驗流程圖.....	20
圖 2-4 TFT 元件製成流程圖.....	21
圖 3-1 無電鍍鎳鍍覆(a)7 分鐘 (b)8 分鐘 (c)9 分鐘 爐管 550°C 退	

火 3 小時.....	23
圖 3-2 Choi 所提出的 MICC 成長機制 ^[20] (a)形成 NiSi ₂ 的聚集 (b)c-Si 在 NiSi ₂ 成核 (c)晶粒成長 (d)形成 disk-like 的晶粒.....	24
圖 3-3 無電鍍鎳鍍覆(a)3 分鐘(b)5 分鐘 爐管 550°C退火 40 小時...	25
圖 3-4 無電鍍鎳鍍覆 7 分鐘 爐管 550°C退火(a)9 (b)20 (c)30 (d)40 小時.....	27
圖 3-5 無電鍍鎳鍍覆 7 分鐘 爐管 550°C退火 40 小時(a)SEM 照片(b) 中心點(c)晶界(d)NiSi ₂ 的分佈.....	29
圖 3-6 無電鍍鎳鍍覆 5 分鐘 爐管 550°C退火 40 小時的多晶矽內部微 結構照片.....	31
圖 3-7 二次退火流程圖.....	31
圖 3-8 一次退火與二次退火比較,(a)無電鍍鎳鍍覆 15 分鐘 550°C退 火 1 小時(一次退火) (b)二次退火 1+12 小時.....	32
圖 3-9 二次退火,(a)無電鍍鎳鍍覆 6 分鐘 550°C退火 20+12 小時 (b) 無電鍍鎳鍍覆 6 分鐘 550°C退火 50+12 小時.....	33
圖 3-10 二次退火 SEM 照片,(a)無電鍍鎳鍍覆 6 分鐘 550°C退火 20+12 小時(b)界面(C)前端.....	34

圖 3-11 退火過的 MILC 試片 (a)未 etching (b)secco etching.....	36
圖 3-12 不同溫度下 MILC 長度與時間關係圖 (a)550°C (b)565°C (c)600°C	38
圖 3-13 爐管 600°C 退火 1 小時，MILC 前端的 SEM 照片 (a) N1000 (b)OX1000.....	39
圖 3-14 爐管 600°C 退火 2 小時，MILC 前端的 SEM 照片 (a)N500 (b)N1000 (c)OX1000.....	40
圖 3-15 爐管 565°C 退火 7 小時，MILC 前端的 SEM 照片 (a)N500 (b)N1000 (c)OX1000.....	41
圖 3-16 爐管 565°C 退火 11.5 小時，MILC 前端的 SEM 照片 (a)N500 (b)N1000 (c)OX1000.....	42
圖 3-17 爐管 550°C 退火 11.5 小時，MILC 前端的 SEM 照片 (a)N500 (b)N1000 (c)OX1000.....	43
圖 3-18 爐管 550°C 退火 24 小時，MILC 前端的 SEM 照片 (a)N500 (b)N1000 (c)OX1000.....	44
圖 3-19 Raman 分析 (a)選取非晶矽位置的示意圖 (b)OX500 (c)OX1000 (d)N500 (e)N1000.....	46
圖 3-20 SPC 多晶矽形成阻礙 MILC 結晶示意圖.....	47
圖 3-21 MILC 長度與時間的關係圖，有無沈積 LTO 及有無預先退火對	

結晶速率的影響 ^[22]	50
圖 3-22 應力量測示意圖.....	50
圖 3-23 應力與溫度關係圖.....	51
圖 3-24 應力與溫度關係圖 N1000 與 N500 的比較.....	51
圖 3-25 PECVD 沉積的薄膜釋放出氫氣進而產生拉應力的示意圖 ^[25]	52
圖 3-26 在高溫下，SPC 多晶矽被抑制的情形 ^[27]	52
圖 3-27 探討界面影響的實驗示意圖.....	55
圖 3-28 600°C 下 MILC 長度與時間關係圖.....	55
圖 3-29 I_d - V_g curve (a)No _{cap} (b)0500N1000.....	59
圖 3-30 爐管 550°C 退火 11.5 小時，MILC 與 SPC 界面的 SEM 照片 (a)No _{cap} (b)0500N1000.....	60
圖 3-31 爐管 550°C 退火 24 小時，MILC 與 SPC 界面的 SEM 照片 (a)No _{cap} (b)0500N1000.....	61