

超薄鍺對於氧化矽成長初期的影響

學生：張君黛

指導教授：林登松 教授

國立交通大學物理研究所碩士班

摘要

本文主要研究的是超薄(0~2.8ML)鍺對矽氧化的影響。實驗是在Si(100)表面利用原子層磊晶 (ALE, Atomic Layer Eitaxy) 的方式分別成長 0.4、1.2、2.8 單原子層的Ge原子，再個別研究不同曝氧量的情形。利用核心層光電子激發術 (Synchrotron Core-Level Phototemission) 來掃描Si 2*p*與Ge 3*d*的光電子能譜，並與表面沒有Ge的Si(100)表面所形成的氧化層比較。研究結果顯示以下幾個結果：：樣品加溫至 630°C 曝氧，超薄Ge層在Si(100)表面形成矽氧化物的時候，從Ge 3*d*的光電子能譜並沒有發現GeO或是GeO₂的訊號峰，證明不會有Ge的氧化層存在樣品上，且從Ge 3*d*光電子能譜合配的結果可知，曝氧後只有Ge內體分量，代表Ge原子沒有在矽氧化物內出現，而是在Si(100)基板與Si氧化物之間形成一薄層，Ge全部被表面形成的矽氧化物層覆蓋；並由Si 2*p*的光電子能譜以及二氧化矽的厚度分析結果，樣品吸附的Ge含量越高，在相同氧化條件形成的氧化層厚度也就越高，證明即使只有極微量的Ge存在還是能具有催化劑的功能，在Si(100)表面加速矽氧化層薄膜的形成。

The Influence of Si Oxidation due to Thin Ge Layers

Student : Chun-Tai Chang

Advisor : Deng-Sung Lin Ph.D

Institute of Physics
National Chiao Tung University

Abstract

The goal of this study is to investigate the influence of Si oxidation due to the extreme thin Ge layers existed. The clean Si(100) surface are using Atomic Layer Epitaxy (ALE) deposited 0, 0.4, 1.2, and 2.8 ML Ge, respectively, and discuss the results in different O₂ exposures. Then employing Synchrotron Core-Level Phototemission scans Si 2*p* and Ge 3*d* photoemission spectra and compared with the samples in the same oxidation condition but not beforehand depositing Ge layer. The results find no GeO or GeO₂ peak can be recorded when Si start oxidation at 900 K, it means Ge can not be oxidized. From the fitting curves of Ge 3*d* spectra during oxidation, only Ge bulk component existed, indicating Ge do not exist in the Si oxide layer but formed a thin layer between with Si(100) substrate and Si oxide layer. For the result of Si oxide thickness, the higher Ge coverage results in thicker Si oxide thickness, tells no matter how few the Ge deposited on the surface, it can be a catalytic to accelerate the Si to oxidization.

致謝

非常感謝指導老師林登松教授在這兩年來給予我許多的教導，讓我對物理有更深一層的認知，以及在實驗態度和方法上，也有很多的收穫。也非常感謝口試委員清大物理蘇雲良教授、交大物理孟心飛教授的指導，使得論文能夠更順利的進行。

論文能夠順利完成，尤其要感謝實驗室謝明峰學長以及楊鎧銘學長，不論是在實驗或是數據處理等等..方面，都給了我很多的幫助。同時也感謝人寅、祺雄以及物理碩二所有同學在這兩年來一起學習與成長。

最後非常感謝我父母與家人的全力支持，在我兩年的研究期間，能夠無顧慮的專心學習。也非常感謝世鑫在我求學期間，對我不斷的包容以及精神上的支柱。最後感謝的是高中一直以來的陪伴我的朋友君玲、東東、怡靜、心怡以及嘉鈺，謝謝你們陪我度過人生中過去最難熬的日子，讓我能夠持續走到現在這一步。還有許多在我不停轉換人生跑道時給過我幫助的同學朋友，謝謝大家。



目錄

	頁次
中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV

第一章 簡介.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 實驗樣品介紹----Si (100).....	2
1.2.1 Si (100) 的表面結構.....	2
1.2.2 不對稱的雙原子單體 (Buckled dimer)	4
1.3 超高真空.....	6
1.4 相關實驗回顧.....	7
1.4.1 在SiGe合金上的氧化研究.....	7
1.4.2 Ge在Si (100) 表面成長的情形.....	11
第二章 實驗設備與原理.....	13
2.1 真空系統.....	16
2.2 半球型電子能量分析儀.....	16
2.3 同步輻射光源.....	17
2.4 核心層光電子激發術.....	19
2.4.1 核心層光電子激發術原理.....	22
2.4.2 化學位移.....	24
2.5 化學氣相沉積法.....	25
2.6 樣品備製與溫度測量.....	26
2.7 能譜譜線數據分析與處理.....	27
2.7.1 背景基線移除.....	27

2.7.2 譜峰曲線合配(curve fitting)	28
第三章 實驗數據分析與討論.....	29
3.1 所有Si 2p與Ge 3d 光電子能譜解釋.....	29
3.1.1 矽內體分量與矽氧化物的光譜結果.....	29
3.1.2 Ge原子在Si(100)表面氧化初期的鍵結情形.....	40
3.2 氧化層厚度的計算.....	50
第四章 結果與討論.....	54
參考文獻.....	57

