藉由兩階段矽鍺緩衝層以成長鍺磊晶層於矽基板上之研究

研究生：陳哲霖　　　　　　　　　　指導教授：張翼　博士

馬哲申　博士

國立交通大學照明與能源光電研究所

摘要

根據摩爾定律，傳統的矽材料在小尺寸上(小於 100 奈米)開始遇到瓶頸，這時候三五族材料的特性如高電子遷移率開始被注意到，進而開始應用在元件，然而在為了降低生產成本上，磊晶三五族材料如砷化鎵在矽基板上開始被研究，為了磊晶出高品質的砷化鎵磊晶層，在文獻中發現砷化鎵/鍺/矽的結構，因為鍺和砷化鎵擁有幾乎相同的晶格常數和熱膨脹系數，在本論文中將會研究鍺磊晶層成長於矽基板上。

本實驗中藉由兩階段矽鍺緩衝層以成長鍺磊晶層於矽基板上，兩階段矽鍺緩衝層的結構是藉由控制每一層的矽鍺緩衝層中的鍺含量進而在磊晶層介面產生應力，由這介面產生的應力可以有效地阻擋在磊晶過成中往上衍生缺陷，最後在成長高品質的鍺磊晶層於這兩階段的矽鍺緩衝層。

The Research of Ge Grown on Si by Using Two-step Si_xGe_{1-x} Buffer Layers

Student: Jer-Lin Chen **Advisor: Dr. Edward Yi Chang**

Dr. Jer-Shen Maa

Institute of Lighting and Energy Photonics

National Chiao Tung University

Abstract

According to Moore's law, the device is scaling down below 100 nm, the performance of Si device is reaching its limitation. In the same time, the outstanding features of III-V material have attracted a lot of attention like higher electron mobility than Si and can potentially play a major role along with Si in future high speed devices. In order to reduce manufacturing costs, a heterogeneous integration of III/V compound materials (ex: GaAs) with Si platform is necessary. In literature, the high quality GeAs epilayers can be obtained by the structure of GaAs/Ge/Si buffer layer. The reason of using Ge as buffer layer is that the lattice constants and thermal expansion between Ge and GaAs are almost the same. In the thesis, the Ge grown epilayer on Si will be researched.

The structure of two-step Si_xGe_{1-x} buffer layers can be used for Ge epilayer grown on Si substrate. These two Si_xGe_{1-x} buffer layers create the interface with stress to prevent the penetration of dislocations. Finally the high quality top Ge epilayer can be grown on the top of the two-step Si_xGe_{1-x} buffer layers.

誌謝

終於完成了兩年多來的碩士學位，在這邊首先要感謝張翼教授和馬哲申教授在這段時間內的教導，尤其是張翼教授的實驗室提供了完善的學習環境讓我在研究生涯中可以無後顧之憂的專研在研究上，還有實驗室固定的出遊聚餐更讓我們實驗室夥伴感情增加並且對實驗室更有向心力，所以在此要感謝張翼教授帶來的一切。

再來要感謝我同組的學長姐，唐士軒學長、蘇詠萱學姐還有外籍生的學長 Nguyen Chi Lang 和楊元成學弟沒有你們就沒有這本論文，謝謝你們一路上在我實驗遇到困難中適時給我意見和幫助，另外磊晶組的游宏偉學長、蕭佑霖學長、黃偉進學長和許青翔學長在我的研究中適時的鼓勵和給予我對於實驗上或生活上的意見，還有王景德學長和鍾珍珍學姐在我實驗不順且心情低落時給我的加油和打氣，再來要特別感謝外籍生 Quan 學長在緊急的慌張情況下幫我完成了 TEM 分析而可趕上最後的畢業，最後要跟一點都不愛玩的王韋傑、很愛乾淨的黃冠寧、頭髮很多很重視兄弟情的郭澤耀還有你最漂亮很多人追的陳郁芳，謝謝這群同居夥伴一路上的陪伴，讓我的研究生活中多采多姿，給了我一個很棒的研究生回憶。

最後的最後要感謝爸爸和媽媽在我的求學過程中一路上的支持，讓我可以在無後顧之憂下完成了我學生時期中最後一個學位，謝謝你們。

Contents

Tables Caption

Figures Caption