國 立 交 通 大 學

電子工程學系 電子研究所碩士班

碩 士 論 文

超薄化矽轉移與氧化矽接合在背照式感光元件上之應用

Ultra-Thin Silicon Layer Transfer with Oxide Bonding for BSI-CIS Application

研 究 生：何星漢

指導教授：陳冠能　博士

中 華 民 國 一〇一 年 十 月

國 立 交 通 大 學

電子工程學系 電子研究所碩士班

碩 士 論 文

超薄化矽轉移與氧化矽接合在背照式感光元件上之應用

Ultra-Thin Silicon Layer Transfer with Oxide Bonding for BSI-CIS Application

研 究 生：何星漢

指導教授：陳冠能 博士

中 華 民 國 一〇一 年 十 月

超薄化矽轉移與氧化矽接合在背照式感光元件上之應用

Ultra-Thin Silicon Layer Transfer with Oxide Bonding for BSI-CIS Application

研 究 生：何星漢　　Student：Hsing-Han Ho

指導教授：陳冠能　博士　　Advisor：Dr. Kuan-Neng Chen

國 立 交 通 大 學

電子工程學系　電子研究所碩士班

碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Department of Electronics Engineering & Institute of Electronics

College of Electrical and Computer Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Electronics Engineering

October 2012

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中 華 民 國 一〇一 年 十 月

超薄化矽轉移與氧化矽接合在背照式感光元件上之應用

研 究 生:何 星 漢　　　　　　指 導 教 授: 陳 冠 能 博士

國立交通大學

電子工程學系　電子研究所碩士班

摘　　要

本論文呈現三維積體電路技術之超薄矽晶圓薄膜轉移以應用於背像式互補式金氧半導體影像感測器。此超薄晶圓轉移技術可有效增加感測晶片的畫素以及更高的曝光強度。為了進一步控制各個單一製程參數，首先簡化元件製作並且開發一套可應用於背向互補金氧半導體影像感測器測試之平台。此平台最為關鍵的技術即是晶圓級氧化矽接合以及超薄化矽晶圓轉移。首先，在晶片鍍上同樣厚度的氧化矽，利用不同的二氧化矽組合配上前處理以選定適當的氧化矽材料做為接合層。接著進行晶圓級氧化矽接合，改變接合中的參數，如溫度、接合力道、給予力道方式、前處理方式、氧化矽種類，利用超音波檢測影像可得到合適的晶圓級氧化矽接合參數。另一項矽薄膜轉移製程技術部分，將氫離子植入後並且進行 250 度 30 分鐘二氧化矽接合，

利用 SIMS 觀測氫離子植入位置。接著在退火製程過後將矽轉移到另一塊晶片，使用 FIB/TEM 圖形影像分析轉移後之矽薄膜，發現並沒有缺陷存在，可證明是一良好的轉移方式，並且製程溫度可全程在 400 度下進行。此超薄化晶圓轉移測試平台搭配高品質晶圓級二氧化矽接合，經過檢測證實可應用在背向式金氧半影像感測器元件製作。

Ultra-Thin Silicon Layer Transfer with Oxide Bonding for BSI-CIS Application

Student: Hsing-Han Ho　　　　　　　　Advisor: Dr. Kuan-Neng Chen

Department of Electronics Engineering & Institute of Electronics

National Chiao Tung University

Abstract:

Ultra-thin silicon wafer layer transfer using three-dimension integration circuits (3D-ICs) technologies for the application of backside illumination CMOS image sensor (BSI-CIS) is presented in this thesis. This ultra-thin silicon wafer transfer technology can not only efficiently enhance the pixel number of CMOS image sensor but also achieve higher exposure intensity. In order to further control each process parameter, a simplified test vehicle, which provides the ability to apply to BSI-CIS and component fabrication, was developed. The key technologies of this

simplified test vehicle include wafer-level oxide bonding and ultra-thin silicon wafer layer transfer. For oxide bonding technology, different oxide species with different pre-treatment before bonding was selected to investigate the corresponding chip-level bond quality for the oxide bond material candidate. After the species was determined, wafer-level oxide bonding under different bonding process parameters, such as bonding temperature, bonding pressure, given force type, pre-treatment solution and oxide species, was studied. Finally, with inspection results of scanning acoustic tomography (SAT), a suitable wafer-level oxide bonding parameter can be achieved. Another key technology in the simplified test vehicle is ultra-thin silicon transfer process, H+ ions were implanted, followed by the oxide bonding at 250 ℃ for 30 min. Secondary ion mass spectrometry (SIMS) data was employed to investigate the position of H ions. The ultra-thin silicon layer transfer was accomplished after annealing. The FIB/TEM images show no obvious defects in the transferred Si layer, indicating a good method for silicon layer transfer with whole process temperature below 400 ℃. This ultra-thin silicon layer transfer simplified test vehicle using high quality wafer-level oxide bonding is successfully demonstrated and shows the potential for the fabrication of BSI-CIS application.

致 謝

歲月如梭，光陰似箭，很快的兩個秋天過去後，就要離開這塊剛熟悉的地方。首先我要感謝我的指導老師陳冠能教授，在我碩士班的生命中，不論是知識或是做事的態度以及待人處事，每個面向都可以當作我之後的目標，並且在研究期間給予我莫大的幫助。也要感謝所有研究期間幫助過我的技術員、工程師、行政人員，有交大奈米中心，清大奈材中心、國研院奈米元件實驗室，謝謝你們。

感謝柯達學長在研究上給予我的幫助；負責帶我的耀仁學長神通廣大的救援和包容我的脫線，對我來說就像百科全書與土地公的綜合體；也要感謝亞聖、文君、聖堯、建宇、世偉、荃安學長們對我實驗上給予的建議與關注、也要感謝同居的毓宸、彥斌、承澔在碩士班生涯中一起陪伴度過的熬夜晚上、研究時所提供的資料與資源，幫助了我許多，沒有你們，碩士班生涯將會空虛很大一塊；還有珽崵學長會在我煩心的時候找我一起去有著良好視野的工程四館頂樓吹風散心；謝謝典融、小予、妤姍、若寧、宗翰、書喬、政憲、婷婷學弟妹們分擔實驗室的雜物與一起做實驗，順利的渡過了碩士班生涯。

最後我要感謝的是我的父母何堃鑫先生與呂秋枝小姐，從小一路把我栽培上來，不用去考慮生活上的問題，還有我的姐妹給予我在精

神上的援助，謝謝你們。

渡過了二十五個鳳凰花開的季節，看著小時候與家人所拍的照片，接下來的擔子就交給我吧，我愛你們。

Contents

Chapter 3　3 D IC Key Technology - Bonding

Chapter 4　Ultra-Thin Silicon Layer Transfer Procedure

Chapter 5　Conclusions and Future Work

Table Caption

Chapter1 Introduction

Chapter 3 3D IC Key Technology - Bonding

Figure Captions

Chapter1 Introduction

Chapter 2 Experimental Instruments

Chapter 3 3D IC Key Technology – TSV

Chapter 4 TSV Process Integration