Z-掃瞄量測氧化鋅薄膜之非線性光學特性

研究生：陳英仁　　指導教授：謝文峰 教授

國立交通大學光電工程研究所

摘要

我們利用高重複率飛秒脈衝鈦藍寶石雷射為光源做 Z-掃瞄量測，來研究 Laser-MBE 磊晶成長之氧化鋅薄膜的非線性光學特性。本實驗所得之雙光子吸收係數及非線性折射率比之前用 25 皮秒 532nm 波長量測的氧化鋅塊材分別大了二到三個數量級。在接近氧化鋅能隙和激子雙光子共振時，雙光子吸收係數和自由激子呈現出共振行為，不過卻因為自由激子飽和之緣故其共振波長而相對於雙光子吸收係數產生紅移現象。另外我們觀察到氧化鋅缺陷的吸收飽和現象發生在波長 810nm 到 840nm 之間。藉由熱透鏡光學效應的分析，我們推論當激發波長為 420nm 時，所量測到的非線性折射主要由熱所貢獻;而當波長接近紅外光時，非線性折射主要還是由束縛電子及自由激子所產生即使熱透鏡的效應仍然不能被忽略。

Nonlinear optical properties of ZnO thin films measured by Z-scan method

Student: Yin-Jen Chen Advisor: Dr. Wen-Feng Hsieh

Institute of Electro-Optical Engineering

National Chiao Tung University

Abstract

Optical nonlinearities of ZnO thin film made by the laser MBE have been investigated by Z-scan method from the high repetition rate femtosecond Ti:sapphire laser. The measured positive γ and β near IR shows enormous increasing than the ZnO bulk measured at 532*nm* with 25*ps* pulse duration. The two-photon resonance of the bandedge and exciton is observed by the two photon absorption coefficient β and the free carrier induced nonlinearities with a red shift relative to β due to the free carrier saturation. In addition, the linear absorption saturation by the ZnO defect states is observed while the excitation wavelength between 810*nm*-840*nm*. By the analysis of thermal-optical effect, we suggest that the nonlinear refraction index is mainly dominated by the thermal nonlinearity at 420*nm*. Nevertheless, the bound electronic and free carrier effect is main source of the nonlinear refraction in the near IR range even though the thermal-optical effect can not be neglected.

致謝

兩年的碩士生活，現在終於要結束了，而這本碩士論文的完成，也代表著我的人格成長與知識累積，當然也是我美好與痛苦的回憶。完成這本論文的過程，就像是一場籃球比賽，靠的是大家的努力，首先我要感謝我的教練謝文峰教授，這兩年我發覺老師真是博學多聞，而且戰術(實驗想法)用的恰到好處，當然也會常想些奇招啦(不過我們可就累囉)，但最重要的是老師平時會教導我們一些為人處事以及如何求學等道理，總而言之，我這兩年從老師那裡學到很多東西。接著我要謝謝球隊的隊長，林家弘博士，在我做實驗沒頭緒時，你總是會提供我一些實驗上的想法及技巧(當然不是偷幹人家拐子啦)，另外我的論文也多虧了你才能順利完成，恩…千言萬語還是一聲謝謝你！另外我要謝謝我的全體隊員，博士班的阿政、小戴、智章、黃董、維仁、小晴晴學姐還有樓上的阿奎學長，你們在實驗及球技上都教了我粉多(那個奎奎阿，沒有了我還是要去打球唷！);碩二的伙伴們：史萊姆(改日港都再相逢)、洋蔥(ㄟ…大哥你是壯不是胖！)、小白(出門記得撐傘喔)、映如、popo、施兄、楊兄、許哥，大家在一起奔馳的日子我不會忘記啦！還有碩一的板凳學弟妹們，我們碩二的畢業後就是你們天下啦！記得別把球隊搞垮喔…(其實最後你們會發現坐板凳也是粉幸福的)。最後，也是最重要的就是為我加油的啦啦隊，我要非常非常非常感謝我的精神及經濟來源……也就是我親愛的爸媽！我能有這番成就都是你們的功勞，再讓我說聲我愛你們的啦！還有我的個人專屬經理，小豆妹妹，在假日時多虧妳陪我唷！總之，謝謝所有幫助過我的人囉。

感謝國科會計畫編號 NSC 92-2112-M009-037 的經費支持，使得本研究得以順利完成。

陳英仁(土豆)　於新竹交大筆

Table of Contents

List of Figures

List of Tables