

國 立 交 通 大 學

光電工程研究所

碩士論文

二維影像掃描式橢圓儀

Image Scanning Ellipsometer

學生：陳居仁

指導教授：趙于飛

中華民國九十二年五月

# 二維影像掃描式橢圓儀

學生：陳居仁

指導教授：趙于飛

國立交通大學光電工程研究所

## 摘要

本文將介紹一二維影像掃描式橢圓儀，用以量測樣品的橢圓偏極參數 ( $j, \Delta$ ) 並推算其厚度的二維分佈。由於所使用的偵測儀為電子耦合偵測器，故能將薄膜的厚度以二維的方式呈現。

首先我們須要以入射面為參考零點校正各光學元件的偏光角。由於三個亮度橢圓偏光儀不僅可以推算橢圓偏光參數，並可反算偏光片穿透軸與入射平面偏差的方位角偏差。為了瞭解三個亮度橢圓偏光儀在二維的可行性，我們除了量測一標準薄膜橢圓偏極參數並推算薄膜之二維厚度及各點的方位角偏差。本文將提出一解決由於旋轉偏光片所造成入射角的偏差方法。以三個亮度所量得的 ( $\text{SiO}_2/\text{Si}$ ) 薄膜的厚度與精密儀器中心所測之結果相近。

## 目 錄

第一章	序論.....	1
第二章	原理.....	3
2.1	光波的電場理論與橢圓偏極理論.....	3
2.2	橢圓偏極光之特例描述.....	5
2.3	Jones Vector表示式.....	8
2.4	Stokes Parameters 與 Mueller Matrix.....	9
2.5	反射光與橢圓特性參數( $j, \Delta$ )之定義.....	13
2.6	反射光之 Stokes Parameters 與 Mueller Matrix ....	16
2.7	偏光片方位角之判定.....	18
2.8	PSA 系統求( $j, \Delta$ ).....	20
2.9	優化.....	22
2.10	反算方位角偏差角 $a$ .....	24
第三章	實驗步驟 .....	25
3.1	實驗器材的測試與要求.....	25
3.2	實驗器材及格.....	25
3.3	測量雷射光的穩定度.....	26
3.4	測試偏光片及析光片的品質.....	27
3.5	擴束系統.....	27
3.6	CCD 取像清晰度 .....	28
3.7	CCD 對光強度的穩定度 .....	28
3.8	CCD 對光強度的接受範圍.....	28

3.9	旋轉偏光片 P 後光點偏移量 .....	29
3.10	方位角之校正 .....	29
3.11	量測 $(j, \Delta)$ .....	30
第四章	實驗結果 .....	32
4.1	雷射光強度之穩定度.....	32
4.2	偏光片及析光片的品質.....	33
4.3	CCD 取像清晰度.....	33
4.4	CCD 對光強度的穩定度.....	34
4.4.1	入射光之高斯分布二維圖.....	34
4.4.2	剖面分布圖.....	34
4.4.3	Gaussian Smoother Filter .....	35
4.5	CCD 之灰階 .....	36
4.6	旋轉偏光片 P 後光點偏移量.....	38
4.7	方位角之校正.....	41
4.8	橢圓偏極參數 $(j, \Delta)$ 測量結果及厚度計算.....	42
4.8.1	二維 $(j, \Delta)$ .....	43
4.8.2	剖面 $(j, \Delta)$ 圖.....	44
4.8.3	厚度計算.....	46
4.9	反推方位角偏差.....	47
4.10	原數據與 Gaussian Smoother Filter 數據之比較..	48
第五章	結論.....	50
參考文獻	.....	51

# Image Scanning Ellipsometer

Student : Chu-Jen Chen

Advisors : Dr. Y. F. Chao

Institute of Electro-Optical Engineering

National Chiao Tung University

## Abstract

An Image Scanning Ellipsometer (ISE) is constructed by using the charged-coupled device as the detector. The ellipsometric parameters ( $\mathbf{j}, \Delta$ ) of a sample are measured and its two-dimension thickness is deduced. The incident plane is considered as the reference point for calibrating the azimuth angles of optical components. The three-intensity-measurement technique is used to determine the ellipsometric parameters in a polarizer-sample-analyzer photometric ellipsometer. This technique can be employed to correct the azimuthal misalignment of the polarizer or analyzer with respect to the plane of the incidence. For testing the feasibility of this three-intensity technique in two dimensions, we measure the ellipsometric parameters of a standard sample; calculate its two dimensional thickness. We also re-calculate the azimuthal deviations of each point on the sample, its result are closely related to that of our original aligned result. The measured thickness of a SiO<sub>2</sub>/Si film is compared with that of Precision Instrument Development Center (PDIC) measurement.