

垂直入射移相干涉術測量物體二維階高及折射率 分佈

學生:楊惠婷

指導教授:蘇德欽 教授

國立交通大學光電工程研究所

摘要

利用垂直入射法及移相干涉術，來得到待測物在二維折射率及高度變化的分佈，實驗結構上皆以 Twyman-Green 干涉儀為基本架構，如此可以達到省時、且操作便利等優點。在二維高度變化測量方面，藉由 PZT 移相，先以單波長移相干涉術測量樣本表面細微的二維高度變化，再以雙波長移相干涉術來量測量大階高的高度分佈並使其成像，最後藉由色度圖及剖面圖表示待測物體不同的高度變化。在測量折射率方面，藉由電光晶體 EO 移相，首先一線性偏振光經過四分之一波片後，會成為一個左右旋光的旋光光源，接著經由分光鏡 BS 將此旋光分成反射光及穿透光兩部份；反射光垂直入射至待測物，經由待測物反射之後，再經過 BS 反射並穿過檢偏板 AN 後進入 CCD 中，另一方面，穿透光通過一四分之一波片之後入射至面鏡，再經由面鏡反射再次通過 Q_2 ，最後穿過 BS 及 AN 後，進入同一個 CCD 中。由 CCD 所得到干涉信號光強度，利用 EO 移相法，作五步驟移相，導出二維相位分佈與折射率之間的關係式。本研究具有操作簡單、精確、迅速以及方便等優點。

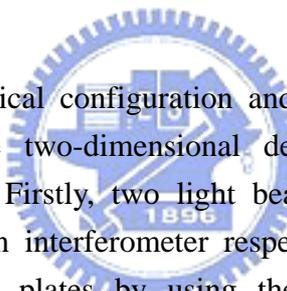
A Method for Measuring the Two-Dimensional Depth and Refractive Index Distribution by Using Normal Incidence Phase-Shifting Interferometry

Student:Huei-Ting Yang

Advisor: Prof. Der-Chin Su

Institute of Electro-Optical Engineering
National Chiao-Tung University

Abstract

The logo of National Chiao-Tung University is a circular emblem. It features a gear-like outer ring with the year '1893' at the bottom. Inside the ring, there is a stylized blue and white design that includes a book and a torch, symbolizing knowledge and enlightenment.

In this paper, an optical configuration and its modified configuration are proposed for measuring the two-dimensional depth variation distribution and refractive index distribution. Firstly, two light beams with different wavelengths applied to the Twyman-Green interferometer respectively to measure small depth variations on three different plates by using the phase-shifting interferometric technique. The analytic technique of the two-wavelength interferometry is used to estimate the step height differences among these three plates. Combining the measured results together, the two-dimensional depth variation distribution results with high resolution and wide measurable range can be obtained. Secondly, an electro-optic modulator, two quarter wave-plates, and an analyzer are introduced to modify the interferometer. Under special conditions, the refractive index will affect the phase term of the interference signal even in the normal incidence. The phase shifting interferometric technique is also applied to measure the two-dimensional distribution as the electro-optic modulator used as a phase-shifter. The data are substituted into the special equations, and the associated two-dimensional refractive index distribution can be obtained.

誌 謝

研究所兩年生涯中，我最感謝的就是蘇德欽老師。感謝老師的好脾氣，好學問，以及對學生的諄諄教誨，讓我在這兩年當中獲益良多，也學到許多做實驗嚴謹的態度與精神。我要感謝實驗室學長們的支持與幫助，感謝鴻志學長在我許多不懂的地方為我解惑，以及實驗上給我的建議與幫助，感謝彥良學長在繁忙之餘給予我研究上的幫忙，感謝博任學長，志成學長，旺聰學弟在各方面給予我各方面的幫助與指導，感謝實驗室提供給我充分的研究資源，讓我可以專心的做研究，感謝我的爸媽與家人以及男友鐘賢給我精神上的支持，最後感謝每一位在我研究生涯上幫助過我的人。



目 次

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
圖目錄	v
第一章 序論	1
第二章 移相干涉術	3
2.1 引言	3
2.2 干涉術原理	3
2.3 移相術原理	5
2.4 相位調制法及演算法	6
2.4.1 四步驟移相法	8
2.4.2 五步驟移相法	9
2.4.3 <i>Carre'</i> 移相法	10
2.5 相位重建	10
2.6 小結	11
第三章 以垂直入射方式及移相干涉術測量二維高度分佈	12
3.1 引言	12
3.2 實驗原理	12
3.2.1 待測物	12
3.2.2 移相干涉術	13
3.3 實驗結果	15
3.3.1 量測系統架構與架設	15
3.3.2 實驗參數	16
3.3.3 使用單波長移相干涉術測量結果	16
3.3.4 使用雙波長移相干涉術測量結果	21
3.4 討論	27
3.5 小結	27
第四章 以垂直入射方式及移相干涉術測量二維折射率分佈	28
4.1 引言	28
4.2 實驗原理	28
4.2.1 旋光干涉術原理	28
4.2.2 使用電光晶體調制器移相	32

4.2.3 五步驟移相法	34
4.3 實驗與結果	34
4.3.1 實驗參數	38
4.4 討論	38
4.5 小結	39
第五章 結論	40
參考資料	41



圖目錄

圖 2.1	干涉儀基本原理	4
圖 2.2	Mach-Zhender 干涉儀	4
圖 2.3	Twyman-Green 干涉儀	4
圖 2.4a	利用 PZT 推動鏡子造成相位變化	7
圖 2.4b	利用一玻璃平板旋轉造成相位變化	7
圖 2.4c	利用 EO 晶體造成 p-與 s-偏光間的相位變化	7
圖 2.5	一維的相位重建圖	11
圖 3.1	待測物結構圖	13
圖 3.2	雙波長測量二維高度變化的光學裝置	14
圖 3.3	待測物在日光燈下的外觀	17
圖 3.4a	PVC 塑膠板二維相位分佈圖	18
圖 3.4b	PVC 塑膠版二維高度分佈圖	18
圖 3.5a	BK-7 玻璃板二維相位分佈圖	19
圖 3.5b	BK-7 玻璃板二維高度分佈圖	19
圖 3.6a	壓克力板二維相位分佈圖	20
圖 3.6b	壓克力板二維高度分佈圖	20
圖 3.7a	$\phi_a(x, y)$	21
圖 3.7b	$\phi_b(x, y)$	22
圖 3.8	高度差分佈圖 $H(x, y)$	22
圖 3.9	縱向剖面圖	23
圖 3.10a	$\phi_a(x, y)$	24
圖 3.10b	$\phi_b(x, y)$	24
圖 3.11	BK-7 玻璃板與 PVC 塑膠板高度差分佈圖 $H(x, y)$	25
圖 3.12	橫向剖面圖	25
圖 3.13a	待測物二維高度分佈圖(a)	26

圖 3.13b 待測物二維高度分佈圖(b)	26
圖 4.1 測量二維相位分佈的光學裝置	29
圖 4.2 電光晶體振幅調制實驗架構圖	33
圖 4.3 電光晶體結構圖	35
圖 4.4 待測物結構圖	36
圖 4.5 不考慮高度的相位差分佈圖	36
圖 4.6a 折射率二維相位差分佈圖	37
圖 4.6b 折射率二維相位差分佈圖	37

