

國立嘉義大學電子物理學系碩士學位論文專業領域審查表

學生姓名		學號	
指導教授姓名			
論文題目	(中文) 利用雙單模光纖干涉系統作液體折射率的感測		
	(英文) Sensing the Refractive Index of Liquids Using Dual Single-Mode Fiber Interferometry System		
論文摘要	<p>我們使用由兩條可調間距的單模光纖組成的雙狹縫干涉系統來進行液體折射率的感測實驗。首先我們將紅光氦氖雷射分為兩道光束並個別耦合入兩條紅光單模光纖，再將兩條光纖末端水平併排對齊，且讓兩條光纖末端輸出之繞射光束一起投射到紙板屏幕上，再用網路攝影機拍攝並觀測其雙光束重疊後之干涉條紋隨著光纖間距調整的變化情形，然後使用 Tracker 程式分析其條紋間距、旋轉角度及彎曲半徑，並驗證是否與理論預測相符合。我們藉由三軸平移台移動其中一條光纖的末端，來調整控制兩個狹縫（光纖核芯）的相對位置，並以數位顯微鏡由上往下監視對準。我們將該條光纖分別作水平左右位移、垂直上下位移及水平前後位移，可以分別觀測到其雙光束干涉後的條紋隨著光纖水平左右位移的距離增大而條紋間距會變小，隨著光纖垂直上下位移的距離增大而條紋的旋轉角度會變大且條紋間距會變小，隨著光纖水平前後位移的距離增大而相同位置之條紋的彎曲半徑會變小。另外，我們也用電腦程式模擬移動光纖時干涉條紋的變化趨勢，其分析結果與理論預測、實驗觀測結果大致相符。接下來我們在光纖末端附近加上圓形樣本瓶，並在裡面注入不同折射率的水溶液，藉由觀察其干涉條紋間距的變化來作液體折射率的感測，我們發現隨著待測水溶液的折射率增大，其干涉條紋的間距也會變大，而且若增加光纖的水平橫向距離可以改善其感測靈敏度。另外我們也發現使用較小外直徑的圓形容器裝置待測水溶液可以提升其折射率感測的歸一化靈敏度。</p>		

論文主題及 內容審查	符合本系教育目標、核心能力	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	符合本系專業領域、學術或專業實務	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
審查日期 (會議日期)		
審查結果	<input type="checkbox"/> 通過	<input type="checkbox"/> 不通過
備註		

審查委員簽名：_____

學系主任核章：_____

(本表核章後送學系存查)

國立嘉義大學 碩士班 學位考試申請書

110 學年第 2 學期

填表日期：111年07月04日

系所別	電子物理學系光電暨固態電子碩士班				
學號	姓名	連絡電話			
論文題目 (中文)	利用雙單模光纖干涉系統作液體折射率的感測				
論文題目 (英文)	Sensing the Refractive Index of Liquids Using Dual Single-Mode Fiber Interferometry System				
考試時間	111年07月19日 下午2時00分	考試地點	蘭潭校區 其他 AZ001 學位論文線上考試		
資格初審	<input checked="" type="checkbox"/> 申請人符合本所有關研究生修業規定 (博士生通過博士學位候選人資格考核：年 月 日) <input checked="" type="checkbox"/> 申請人將本人學位照上傳至校務行政系統(製作學位證書用) <input checked="" type="checkbox"/> 申請人學期中上網申請畢業離校時，務請先去電告知各校區教務單位製作學位證書。 <input checked="" type="checkbox"/> 申請人已修畢本所規定應修學分 <u>24</u> 學分 檢附資料如下： <input checked="" type="checkbox"/> 歷年成績單 (須經學系/學位學程主任及承辦人員成績初審合格) <input type="checkbox"/> 當學期選課確認單影本 (本學期修讀中之科目及學分未顯示於歷年成績單時，則應檢附之) <input checked="" type="checkbox"/> 論文摘要一份及初稿(初稿請學系自行審閱) <input checked="" type="checkbox"/> 指導教授推薦函 申請人簽名： <u>陳</u>				
學位 考試委員	姓名	身分別	服務單位及職稱	最高學歷	符合學位考試辦法 委員資格款次
		校內委員	國立嘉義大學 電子物理學系 教授	國立臺灣大學 物理博士	符合第五條一款次
		校外委員	國立中興大學 光電工程研究所 副教授	國立臺灣大學 電子工程博士	符合第五條一款次
		校內委員	國立嘉義大學 電子物理學系 教授	國立成功大學 物理博士	符合第五條一款次
1. 本校研究所之學位考試委員，若符合研究生學位考試辦法第五條(第八條)第三、四款資格之認定基準，由各系(所)務會議定之。 2. 校內委員(本校專任教師、本校專案教師及本校專案研究人員)、校外委員(退休教師、名譽教授、兼任教師及特約講座教授)。 3. 請檢附會議紀錄。 ◎本申請表奉核後由教務單位製發學位考試委員聘函					

【教學單位審查】

<input checked="" type="checkbox"/> 已通過學術倫理教育課程(檢附及格證明) (104學年度入學生適用) <input type="checkbox"/> 不適用學術倫理教育修課規定	學系/學位學程承辦人員核章：
<input checked="" type="checkbox"/> 文章剽竊檢測工具Turnitin之論文原創性比對報告結果，未逾 <u>30</u> %。(論文相似度比對報告)	
<input checked="" type="checkbox"/> 已繳交論文指導費 (107學年度起入學生適用)	
<input checked="" type="checkbox"/> 學位論文題目與內容符合本系專業研究領域 <input checked="" type="checkbox"/> 本論文與指導教授之產學合作或其研究成果有關，是否同意授權重製、公開傳輸或其他涉及著作權之行為(<input checked="" type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意)	指導教授簽章：
學系/學位學程主任核章：	
院長核章：	

【行政單位】

<input type="checkbox"/> 寒暑假期間提出申請已確認繳費	總務處出納組：
---	---------

【教務單位】

教務承辦人員	組長	教務長

備註：

1. 指導教授為學位考試委員會當然委員，但不得擔任召集人。
2. 研究生第1學期應於1月31日前完成學位考試，次學期註冊繳費截止日前完成論文定稿及離校手續；第2學期應於7月31日前完成學位考試，次學期註冊繳費截止日前完成論文定稿及離校手續。逾期未繳交論文且未達最高修業年限者，次學期仍應註冊；至修業年限屆滿時仍未繳交論文者，該學位考試以不及格論並依規定退學。
3. 請檢附論文指導費繳費證明(請至學雜費繳費單暨繳費證明單系統列印)。

國立嘉義大學 學生歷年成績表

學制名稱：研究所碩士班

學院：理工學院

系所別：電子物理學系光電暨固態電子碩士班

年級：2 班別：甲班 學號：

姓名：陳(一般生)

第一學年 (109年9月至110年6月)				第二學年 (110年9月至111年6月)															
科目	上學期		下學期		科目	上學期		下學期		科目	上學期		下學期		科目	上學期		下學期	
	學分	成績	學分	成績		學分	成績	學分	成績		學分	成績	學分	成績		學分	成績	學分	成績
※必修※ 專題討論 (I) 專題討論 (II) ※選修※ 奈米材料特性分析技術 雷射光學 真空技術 材料科學概論 電子束顯微與微影 固態物理導論 光電實驗 光纖感測技術 ※以下空白※	1	82	1	84	※必修※ 專題討論 (III) 專題討論 (IV) ※以下空白※	1	90	1	抵免	※以下空白※					※以下空白※				
學業總分數	1195.0	84.0	學業總分數	90.0	0	學業總分數				學業總分數					學位考試成績				
學業總平均成績	91.92	84.00	學業總平均成績	90.00	0	學業總平均成績				學業總平均成績					學分				
修習學分	13.0	1.0	修習學分	1.0	0	修習學分				修習學分					學業平均成績				
實得學分	13.0	1.0	實得學分	1.0	0	實得學分				實得學分					總學分				
學分累計	16.0	23.0	學分累計	24.0	25.0	學分累計				學分累計					畢業成績	學位考試成績50%			
操行成績	85.0	85.0	操行成績	85.0	85.0	操行成績				操行成績						學業平均成績50%			
備註				備註				備註				備註				備註			

積分總和： 1369.0

實得學分總和： 25.0

初審承辦人：

複審承辦人：

承辦單位：教務處註冊與課務組

初審結果：合格 不合格

初審單位主管：

複審結果：合格 不合格

複審單位組長：

列印日期：2022/06/30

第 1 頁 共 1 頁

本成績單僅供參考不得作為證明用

摘要

我們使用由兩條可調間距的單模光纖組成的雙狹縫干涉系統來進行液體折射率的感測實驗。首先我們將紅光氬氫雷射分為兩道光束並個別耦合入兩條紅光單模光纖，再將兩條光纖末端水平併排對齊，且讓兩條光纖末端輸出之繞射光束一起投射到紙板屏幕上，再用網路攝影機拍攝並觀測其雙光束重疊後之干涉條紋隨著光纖間距調整的變化情形，然後使用 Tracker 程式分析其條紋間距、旋轉角度及彎曲半徑，並驗證是否與理論預測相符合。我們藉由三軸平移台移動其中一條光纖的末端，來調整控制兩個狹縫（光纖核芯）的相對位置，並以數位顯微鏡由上往下監視對準。我們將該條光纖分別作水平左右位移、垂直上下位移及水平前後位移，可以分別觀測到其雙光束干涉後的條紋隨著光纖水平左右位移的距離增大而條紋間距會變小，隨著光纖垂直上下位移的距離增大而條紋的旋轉角度會變大且條紋間距會變小，隨著光纖水平前後位移的距離增大而相同位置之條紋的彎曲半徑會變小。另外，我們也用電腦程式模擬移動光纖時干涉條紋的變化趨勢，其分析結果與理論預測、實驗觀測結果大致相符。接下來我們在光纖末端附近加上圓形樣本瓶，並在裡面注入不同折射率的水溶液，藉由觀察其干涉條紋間距的變化來作液體折射率的感測，我們發現隨著待測水溶液的折射率增大，其干涉條紋的間距也會變大，而且若增加光纖的水平橫向距離可以改善其感測靈敏度。另外我們也發現使用較小外直徑的圓形容器裝置待測水溶液可以提升其折射率感測的歸一化靈敏度。

關鍵詞：單模光纖、雙狹縫干涉、條紋間距、折射率感測

Abstract

We use double-slit interferometry system consisting of two distance adjustable single-mode fibers to conduct liquid refractive index sensing. First, we split the red helium-neon laser beam into two beams and couple them into two single-mode fibers individually, then align the ends of the two fibers horizontally side by side, and let the diffracted beams output from the ends of the two fibers project together on the cardboard screen, use a web camera to shoot and observe the change of the interference fringes produced by superposition of the double beams with the adjustment of the fiber separation. Then we use the Tracker program to analyze the fringe separation, rotation angle and bending radius, and verify whether it is consistent with the theoretical predictions. We use a three-axis translation stage to move the end of one of the fibers to adjust and control the relative position of the two slits (fiber core), and monitor from top to bottom with a digital microscope. We make the horizontal left and right displacement, vertical up and down displacement, and horizontal front and behind displacement of the fiber, respectively. We can observe as distance of horizontal left and right displacement of fibers increases, the fringes separation will decrease. As the distance of vertical up and down displacement of fibers increases, the rotation angle of the fringes will increase and the fringe separation will decrease. As the distance of horizontal front and behind displacement of fibers increases, the bending radius of the fringes at the same position will decrease. In addition, we also used computer programs to simulate the changing trend of interference fringes when moving the fiber, and the analysis results were approximately

consistent with theoretical predictions and experimental measurements. Next, we added a circular vial near the end of the optical fibers, and injected aqueous solutions of different refractive indices into it. By observing the change in the separation of the interference fringes, we sensed the refractive index of the liquid. We found as the refractive index of the aqueous solution to be measured increases, the separation of the interference fringes will also become larger, and if distance of horizontal left and right displacement of fibers increases, sensing sensitivity can be improved. In addition, we also found that using a circular container with a smaller outer diameter for the aqueous solution to be measured can promote the normalized sensitivity of refractive index sensing.

Keywords: Single-Mode Fiber; Double-Slit Interference; Fringe Separation; Refractive Index Sensing

國立嘉義大學碩士班研究生

論文指導教授推薦書

電子物理學系 光電暨固態電子碩士班

____ 君所提之論文（題目）：

利用雙單模光纖干涉系統作液體折射率
的感測

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授 _____ (簽章)

系（所）主任 _____ (簽章)

111 年 7 月 4 日

臺灣學術倫理教育資源中心

修課證明

證書第 號

國立嘉義大學

陳□ 君

茲證明 已修畢臺灣學術倫理教育資源中心之「學術研究倫理教育課程」，並通過課程總測驗，修課時數累積共 6 小時 0 分鐘。

修業課程單元 (20 分鐘/單元)	測驗通過日期
0101_研究倫理定義與內涵	110/09/22
0102_研究倫理專業規範與個人責任	110/09/22
0103_研究倫理的政府規範與政策	110/09/22
0104_不當研究行為：定義與類型	110/09/22
0105_不當研究行為：捏造與篡改資料	110/09/22
0106_不當研究行為：抄襲與剽竊	110/09/22
0108_學術寫作技巧：引述	110/09/22
0109_學術寫作技巧：改寫與摘寫	110/09/22
0107_不當研究行為：自我抄襲	110/09/22
0111_論文作者定義與掛名原則	110/09/22
0112_著作權基本概念	110/09/22
0113_個人資料保護法基本概念	110/09/22
0114_隱私權基本概念	110/09/22
0115_受試者保護原則與實務	110/09/22
0201_研究中的利益衝突	110/09/22
0110_學術寫作技巧：引用著作	110/09/22
0116_研究資料管理概述	110/09/22
0117_認識學術誠信	110/09/22

此證



中 華 民 國 110 年 9 月 22 日

初稿final

作者為陳

提交日期: 2022年07月01日 05:16下午 (UTC+0800)

作業提交代碼: 1865378687

文檔名稱: --2022-06-30-final.pdf (13.19M)

文字總數: 15196

字符總數: 41983

國立嘉義大學 電子物理學系

光電暨固態電子碩士班

碩士論文 (初稿)

Department of Electrophysics,

Graduate Institute of Optoelectronics and Solid State Electronics

National Chiayi University

Master Thesis

利用雙單模光纖干涉系統作液體折射率的感測

Sensing the Refractive Index of Liquids Using Dual Single-Mode

Fiber Interferometry System

研究生：陳

Graduate Student : Chen

指導教授：許博士

Advisor : Dr.

中華民國 一百一十一年 七月

July 2022

初稿final

原創性報告

6%

相似度指數

5%

網際網絡來源

3%

出版物

1%

學生文稿

主要來源

1

www.ncyu.edu.tw
網際網絡來源

1%

2

www.scribd.com
網際網絡來源

<1%

3

etds.lib.ncku.edu.tw
網際網絡來源

<1%

4

Submitted to Feng Chia University
學生文稿

<1%

5

opg.optica.org
網際網絡來源

<1%

6

proxy.osapublishing.org
網際網絡來源

<1%

7

"Influence of Regularization Matrix on
Inversion of Bimodal Dynamic Light Scattering
Data", Chinese Journal of Lasers, 2015.
出版物

<1%

8

Submitted to Xiamen University
學生文稿

<1%

de.scribd.com

9	網際網絡來源	<1 %
10	ro.uow.edu.au 網際網絡來源	<1 %
11	etd.lib.nsysu.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
12	Alcantara, J.. "Transferrin binding protein two interacts with both the N-lobe and C-lobe of ovotransferrin", Microbial Pathogenesis, 199602 出版物	<1 %
13	libetd.ncyu.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
14	hlj.bidcenter.com.cn 網際網絡來源	<1 %
15	ethesys.lib.cyut.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
16	Na Wei, Piaorong Xu, Ye Yao, Jianbo Li, Exian Liu, Jianhua Luo. "Bragg grating sensor for refractive index based on a D-shaped circular photonic crystal fiber", Journal of the Optical Society of America A, 2022 出版物	<1 %
17	www.edmundoptics.com 網際網絡來源	<1 %

國立嘉義大學一〇九學年度第一學期繳費證明單

列印日期：111年07月04日

繳款人：	學號：	學制：研究所碩士班 系所：電子物理學系光電暨固態電子碩士班	組別： 減免身分：
------	-----	----------------------------------	--------------

繳費項目	金額	退費項目	金額
平安保險費	254		
研究所學分費	18954		
學雜基本費	11880		
電腦及網路通訊使用費	350		
合計	31438	合計	

實繳金額合計\$ 31438 新台幣 參萬壹仟肆佰參拾捌 元整



備註：

國立嘉義大學一〇九學年度第二學期繳費證明單

列印日期：111年07月04日

繳款人：	學號：	學制：研究所碩士班 系所：電子物理學系光電暨固態電子碩士班	組別： 減免身分：
------	-----	----------------------------------	--------------

繳費項目	金額	退費項目	金額
平安保險費	254		
研究所學分費	1458		
學雜基本費	11880		
電腦及網路通訊使用費	350		
合計	13942	合計	

實繳金額合計\$ 13942 新台幣 壹萬參仟玖佰肆拾貳 元整



備註：

國立嘉義大學一一〇學年度第一學期繳費證明單

列印日期：111年07月04日

繳款人：	學號：	學制：研究所碩士班 系所：電子物理學系光電暨固態電子碩士班	組別： 減免身分：
------	-----	----------------------------------	--------------

繳費項目	金額	退費項目	金額
平安保險費	254		
研究所學分費	1458		
學雜基本費	11880		
電腦及網路通訊使用費	350		
論文指導費	4500		
合計	18442	合計	

實繳金額合計\$ 18442 新台幣 壹萬捌仟肆佰肆拾貳 元整



備註：

國立嘉義大學一一〇學年度第二學期繳費證明單

列印日期：111年07月04日

繳款人：	學號：	學制：研究所碩士班 系所：電子物理學系光電暨固態電子碩士班	組別： 減免身分：
------	-----	----------------------------------	--------------

繳費項目	金額	退費項目	金額
平安保險費	254		
學雜基本費	11880		
電腦及網路通訊使用費	350		
論文指導費	4500		
合計	16984	合計	

實繳金額合計\$ 16984 新台幣 壹萬陸仟玖佰捌拾肆 元整



備註：