

# 消逝場型光纖元件之色散及其應用

研究生：陳南光

指導教授：祁 姓

共同指導教授：曾孝明

國立交通大學 電機學院  
光電工程研究所



本論文的主旨在研究消逝場型光纖主被動元件的材料色散與波導結構的影響及其應用。在消逝場光纖元件的製作上，我們分別使用光纖側磨及火焰熔錐拉伸技術來研究色散相關之物理現象。在材料色散的研究部分，包括研究因為材料聲子能量不匹配所引起的光纖基態模波長截止現象及其於寬頻可調光纖長波、短波、帶通濾波器、波長可調式環型光纖雷射、S+C+L 頻帶摻鉕光纖放大器的應用。此外，我們亦提出繞射泵浦的新方法來改善消逝場摻鉕光纖放大器的增益。在波導結構的研究部分，包括研究長作用長度及改變曲率半徑對光纖消逝場耦合及色散穿隧效應的影響，以及在無窮單模光子晶體光纖中所引起的高階模態激發之物理現象。這些應用的原理與架構已詳盡的分析與實驗驗證，上述的成果預期將有助於光纖通訊與感測系統及生醫光電的發展。

# The Dispersion of Evanescent Wave Fiber Components and Its Applications

Student: Nan-Kuang Chen

Advisor: Sien Chi

Co-advisor: Shiao Min Tseng

Department of Photonics & Institute of Electro-Optical  
Engineering  
College of Electrical and Computer Engineering  
National Chiao Tung University



In this dissertation, we study the material dispersion and the waveguide structure of evanescent wave fiber active and passive components and their applications. The fiber side-polishing and fused-tapering techniques are employed to fabricate evanescent wave fiber components and investigate the dispersion related phenomena. In material dispersion, the material dispersion discrepancy between fiber and dispersive material can induce fundamental-mode cutoff which can be further used to make tunable fiber short/long/band-pass filters, tunable fiber ring lasers, S+C+L band EDFAs, and tunable narrowband channel-dropping filters. Moreover, a novel diffractive-pumping method was proposed to improve evanescent amplification of evanescent wave EDFAs. In waveguide structure, the influences of long

interaction and variation of bending curvature on spectral responses and the excitation of higher order modes in side-polished endlessly single-mode photonic crystal fiber were investigated. These investigations and demonstrations will be useful in the fields of fiber-optic communication and sensing systems as well as the applications in biophotonics.



# Acknowledgments

## (誌 謝)

首先，我要以最誠摯的敬意來感謝祁甦老師的指導及崔家蓉師母的鼓勵。這些年來，祁老師給我很多的資源、機會和很大的空間，讓我自由地揮灑、嘗試、歷練和學習。因此，我才能夠獨自在清大建立起一個新的實驗室並進行研究。祁老師學識淵博且品德修養高超，經常指點我學術上的迷津並鼓勵我不斷地進行創新的研究來自我超越。祁老師和氣、謙虛、寬容的待人處世態度也讓我獲益良多。正因為站在他的肩膀上，我才能夠有機會看得更高更遠。此外，師母這些年來給我及我家人很多的關心並替我爭取更多的資源。在此向祁老師及師母表達我內心最誠摯的感激之意。

再者，我要感謝曾孝明老師引領我進入光纖側磨技術的領域，教導我消逝場元件的基礎理論、提供我實驗設備經費及場地、幫我批改博士論文並曾經帶我去美國見識矽谷高科技公司，拓展我的國際視野。感謝賴暎杰老師及施宙聰老師多年來的關懷與指導並屢次慷慨資助我研究經費，幫我批改學術及會議論文並指導我進行創新的研究題目；兩位老師深厚的學問幫助我開啟了物理知識的眼界。我還要特別感謝中國科學院上海光機所胡麗麗教授多次提供高濃度低折射率摻鉕玻璃，並在百忙中指導我關於稀土離子的基礎物理知識。感謝交大物理所孟心飛老師以他發表高水準論文的自信與堅持來影響我並指導我做研究的方法。感謝清大光電所黃衍介老師及逢甲光電所林泰生所長多次慷慨出借重要設備給我急用。感謝卓越光纖公司向亨台董事長，多年來免費提供我各種光纖。感謝東台精密機械公司嚴瑞雄總經理，長期無償地出借我許多貴重的光通訊設備，讓我的研究得以順利完成。感謝交大智財中心張志華先生在專利知識上持續給我許多重要的教導。感謝清大加速器組林義焜先生在高能游離輻射曝照光纖實驗中給

我許多重要的協助。感謝工研院化工所室主任丁晴博士在高分子聚合物知識上的教導及摻鉍高分子聚合物樣品的製作。感謝卓越光纖公司劉敬平主任、東台精機公司葉榮中課長、寬原科技林雄正經理、中國科學院上海光機所張麗艷博士及廖梅松博士生給我許多長期且重要的協助。我更要感謝許根玉老師、張宏鈞老師、黃衍介老師、施宙聰老師、賴暎杰老師、王興宗老師在口試的時候給我許多寶貴的意見及勉勵。

此外，我還要感謝清大物理系白世璽學長、連育宏學長；清大電機系諸位好友：呂世香學長、徐德義、徐邦昱、崔祥辰、郭適豪、賴瑋智、邱子玲、楊子宜、廖華賢、葉力墾、張翔榮、倪鼎鈞；交大光電諸位好友及同門師兄弟：徐桂珠、黃淑惠、洪桓峰、曾弘毅學長、呂英宗學長、方振洲、彭煒仁、盧永信、錢鴻章、彭朋群、周森益、林俊廷；謝謝大家陪我一起渡過這段艱辛苦悶的時光。

我更要特別地感謝我的父母！父親開計程車維持全家生計直至退休共40餘載；即便家裡經濟狀況不是很好，但總是把最好的資源留給我、栽培我，希望我終有一天能夠出人頭地，感謝父母這麼多年來的犧牲與奉獻！我還要感謝我的妻子菟姍，在我這段艱困的歲月裡給我永無止盡的支持、鼓勵、幫助與照顧。感謝我的女兒玟潔，妳的誕生帶給我莫大的喜悅；妳天真可愛的模樣讓我在最失意的時候，對人生又重新燃起新的希望。

最後，我要引述海倫·凱勒說過的一句話：請把燈光提高一點，好照亮不幸人們前面的道路。藉此，我深深地感謝這些年來曾經為我提過一盞明燈的許多人。願此光明亦能遍照十方世界，帶給所有的人溫暖與希望。