

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Baghdad

Institute of Laser for Postgraduate Studies



All-optical tunable bandpass filter using Photonic crystal fiber

*A Thesis submitted to the Institute of Laser for Postgraduate Studies,
University of Baghdad in partial fulfillment of requirements for the
Degree of Master of Science in Laser / Electronic and Communications
Engineering.*

By

Maithem Sabri Jaber

B.Sc. Electronic and Communications Engineering-1992

Supervisor

Prof. Dr. Abdul Hadi M. Al-Janabi

2013 AD

1434 AH

Abstract

Photonic crystal fibers are novel optical waveguides containing a periodic array of air holes running along the fiber around a solid or hollow core. Due to the manufacturing process which allows a high flexibility in the fiber design, these fibers have many applications such as temperature or pressure sensing, filters and laser transportation.

The present work demonstrates the results of the infiltration of the air holes for the PCFs by liquids instead of air. A band pass filter which utilizes both the unique physical structure and optical characteristics of micro-structured and photonic bandgap fibers is built. Infiltration the PCF with liquids leads to change in the effective refractive index of the PCF so that, the center wavelength of the HC-PCF will shift due to value of the refractive indices of the liquids. The liquids being used are distilled water, ethanol, methanol, n-Hexane and acetone. The refractive indices of the liquids are lie between (1.3 to 1.377) for wavelength (1060 nm and 850 nm) at room temperature to ensure that no total internal reflection phenomena has been happened through the transmission of the laser inside the HC-PCF. 7-cell hollow cores PCF (HC-1060 and HC-800) have been used as a main part of the optical band pass filter. The center wavelength of the PCF will be shifted to left of the origin location (blue shift). The shifting of the wavelength is proportional to the refractive indices of the liquids used to infiltrate the PCF.

The simulation program (COMSOL) multiphysics ver. 4.2a has been used to simulate the filter design. Experimental and theoretical simulation show a good agreement.



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
معهد الليزر للدراسات العليا

مرشح ضوئي حزمي المرور متعدد التنعيم باستخدام الألياف
البلورية الفوتونية

رسالة مقدمة إلى
معهد الليزر للدراسات العليا / جامعة بغداد
كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الليزر/ هندسة الكترونية
واتصالات

من قبل

ميثم صبري جابر

بكالوريوس هندسة الكترونك واتصالات 1992

بإشراف
الاستاذ الدكتور عبد الهادي مطشر الجنابي

الخلاصة

تمثل الاليف البلورية الفوتونية احد الخطى الريادية في عالم الاتصالات من خلال توفير وسط ناقل متطور لنقل الاشارات الضوئية ،حيث انصب اهتمام الباحثين في السنوات الاخيرة على استخدام وتطوير عمل هذه الاليف الضوئية في عدة استخدامات طبية و صناعية تخصصية . ينقل الليف البلوري الفوتوني الاشارات الضوئية بطريقتين ، الاولى تعتمد على الانعكاسية الداخلية المحورة والتي هي الطريقة ذاتها في انتقال الاشارات الضوئية في الاليف الضوئية الاعتيادية . هذا التماثل في طريقة العمل يرجع الى تشابه التركيب الداخلي لكلا النوع من الاليف، حيث يتكون قلب الليف في كلا الحالتين من قلب صلد ذو معامل انكسار اكبر من معامل انكسار القشرة التي تحيط به .النوع الاخر من هذه الاليف يعتمد في نقل الاشارات الضوئية على مبدأ حزمة الفراغ البلورية والتي هي طريقة تختلف تماما عن الاولى وذلك يعود الى طريقة تصميم هذا النوع من هذه الاليف، حيث يكون قلب الليف في هذه الحالة مجوف ويسمى بالقلب المجوف البلوري ، اما القشرة المحيطة بالقلب لهذه الاليف ولكلنا الحالتين مكونة من تجاويف تكون على استقامة مسار قلب الليف . هذه التجاويف تكون ذات ابعاد وقياسات لها والمسافات التي تفصل فيما بينها مصممة بدقة لتحقيق اقل خسائر ممكنة عند انتقال الاشارات الضوئية لحزمة معينة من الاطوال الموجية. التجاويف الموجودة وخاصة في النوع الثاني من الاليف البلورية الفوتونية تتيح لنا قابلية حقن هذه الفراغات بسوائل داخل القلب والقشرة وبالتالي امكانية تغيير المواصفات القياسية لهذه الاليف الى مواصفات جديدة تتلائم والغرض المراد تنفيذه.

ان الهدف من هذا البحث هو تصميم وتنفيذ مرشح (filter) ذو قابلية تنعيم للعمل على حزم متعددة تختلف عن الحزمة الاصلية المصممة مصنعيا التي يعمل عليها الليف من خلال تنعيم الليف البلوري الفوتوني ذو القلب المجوف لحزم اخرى من الاطوال الموجية عن طريق حقن هذه سوائل داخل القلب والقشرة لهذه الليف.

تم استخدام الليفين البلوريين الفوتونيين (HC-800,HC-1060) والمصنوعين من قبل شركة (NKT photonics) لبناء المرشح القابل للتنعيم .

عدد من السوائل تم استخدامها في هذا البحث حيث تم حقن الليف بخمسة انواع مختلفة من السوائل هي (الماء المقطر، الميثانول، الايثانول،الهكسان واخيرا الاسيتون) لتكون بدل الهواء الموجود في الفراغات الموجودة داخل الاليف البلورية الفوتونية.

ايضا تم استخدام مصادر ليزرية متعددة الاطوال الموجية لانارة الليف بطاقة 1mW وتم استخدام الليف البصري الاعتيادي ذو الوضع الواحد (SMF-28) كنافل لهذا الشعاع الليزري الى الليف الفوتوني كخطوة اولى ولضمان ادخال الشعاع الليزري داخل قلب الليف الفوتوني المجوف والمملوء اولاً بالهواء وبعد عملية الحقن بالسوائل كخطوة ثانية.

لتصوير شعاع الليزر الخارج من الليف الفوتوني فقد استخدمت كاميرة خاصة لتسجيل التغيرات التي تحدث على شعاع الليزر لدى خروجه من الليف. اما لتسجيل التغيرات التي تحدث في انتقال حزمة العمل للليف (حزمة العمل هي الحزمة التي ينتقل خلالها شعاع الليزر داخل الليف بأقل الخسائر) من طول موجي معين الى اخر نتيجة حقن الليف بأحد السوائل المذكورة سابقاً فقد تم استخدام جهاز محلل الاشارات الضوئية وايضا تم استخدام جهاز قياس القدرة لقياس قيمة القدرة الخارجة من الليف البلوري الفوتوني .

كانت اراحة حزمة الليف من موقعها الاصلي الى مواقع اخرى تتناسب ومعامل انكسار السوائل المحقونة داخل الليف .حيث كانت الازاحة باتجاه الازاحة الزرقاء اي على يسار موقع الحزمة الاصلية وبازاحات مختلفة فكلما كان معامل انكسار السائل المحقون اكثر كلما كانت الازاحة اكثر.

في النهاية تم استنتاج ان استخدام الليف ذو النوع (HC-1060) كمحدد ذو مدى اوسع لتغيير من النوع الاخر (HC-800) وذلك لاتاحته مجال اوسع في عملية تنعيم المحدد وانتقال الحزمة من طول موجي الى اخر.