



جامعة الموصل
كلية التربية لعلوم الصرفة

تصميم ودراسة شكل التثنت في الالياف البلورية الفوتونية ذات
القلب الصلب باستخدام برنامج (Comsol MultiPhysics)

محمد رافع عزيز خليل العبيدي

رسالة ماجستير
الفيزياء

بإشراف
الأستاذ المساعد

الدكتور مروان حفيظ يونس فصوله

الخلاصة

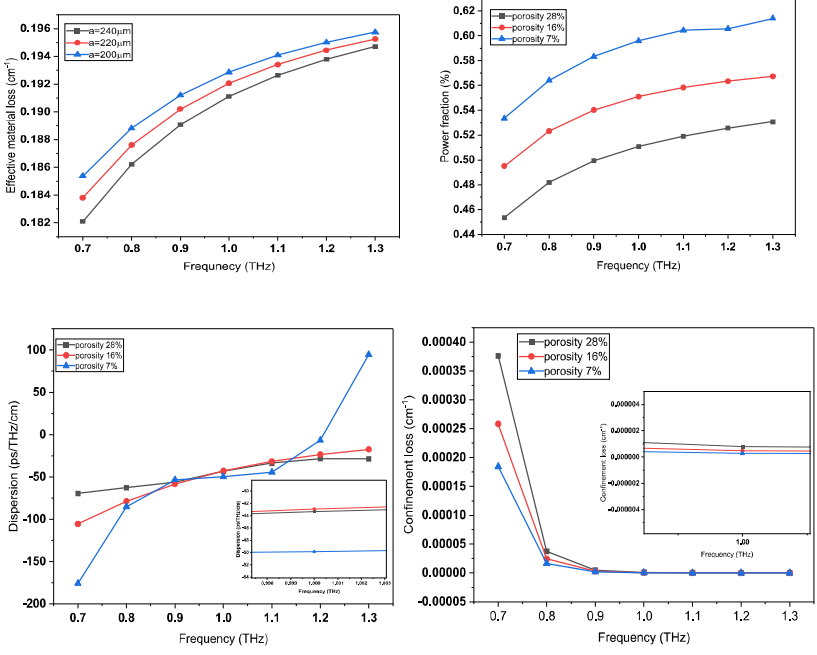
تم العمل في هذه الدراسة على محورين: المحور الاول، تأثير قطر الفجوات الهوائية الموجودة في الغلاف الخارجي بأقطار (240 μ m-220 μ m-200 μ m) بغياب المسامات الهوائية داخل القلب على الخصائص الضوئية للألياف المصممة لغرض تحسين شكل منحنى التشتت ضمن مدى التيراهيرتز. يمكن القول بأن قيم التشتت تعتمد بشكل كبير على قطر الفجوة الهوائية، وهنا سيتم اختيار الالياف المصممة ذات القطر 240 μ m كألياف مثالية. المحور الثاني، تأثير شكل المسامات الهوائية الموجودة داخل قلب الليف الصلب على الخصائص الضوئية للألياف المصممة، لكي يعطي امكانية الحصول على ألياف ذات تشتت مسطح (Flat Dispersion) على نطاق واسع من التردد ضمن مدى التيراهيرتز. يستخدم شكلين من المسامات داخل قلب الليف وهي مسامات ذات الشكل الدائرية ومسامات ذات الشكل المربع. إن نسبة المسامات الهوائية المستخدمة في هذه الدراسة تساوي (7%، 16%، 28%) وقيمة قطر الليف المصمم وقطر الفجوات الهوائية الموجودة في الغلاف كانت تساوي 300 μ m، 240 μ m على التوالي. إن وجود المسامات داخل قلب الليف أعطت تحسناً للخصائص الضوئية للألياف المصممة، إذ اظهرت النتائج أن تمركز المجال الكهربائي داخل القلب يزداد عندما تزداد نسبة المسامات الهوائية. تم الحصول على أفضل نتيجة للتشتت عند نسبة المسامية 28%، إذ وجد بأن منحنى التشتت يكون ذات تسطح عالٍ وضمن مدى واسع من التردد التشغيلي يساوي (0.8THz-1.2THz)، مقارنة بنسب المسامات 7%، 16%. إذ إن قيمة التشتت السالبة عند نسبة المسامية 28% تساوي تقريباً $\beta_2 = -43.295 \text{ps/THz/cm}$ عند التردد 1THz. إن إمكانية زيادة التسطح للتشتت تتم باستخدام مسامات ذات الشكل المربع داخل قلب الليف. إذ بينت النتائج إن تأثير المسامات ذات الشكل المربع ساهمت في زيادة التسطح للتشتت عند قيمة المسامية 28%، ليشمل نطاق التردد التشغيلي ضمن مدى التيراهيرتز من 0.7THz-1.3THz، إذ كانت قيمة التشتت السالبة تساوي $\beta_2 = -42.303 \text{ps/THz/cm}$ عند التردد 1THz. هنا يمكن القول ان شكل المسامات يؤثر بشكل كبير على قيمة التشتت للألياف البلورية الفوتونية.

تصميم ودراسة شكل التشتت في الاليف البلورية الفوتونية ذات القلب الصلب باستخدام برنامج (Comsol MultiPhysics)

الناشر: جامعة الموصل

المشرف أ.م.د. مروان حفيظ يونس الفصولية

المؤلف: محمد رافع عزيز

النتائج	الملخص البياني
<p>1- إن تأثير المسامات المربعة الموجودة داخل القلب للألياف المستخدمة أدت الى تحسين الخصائص البصرية بشكل كبير، التي من خلالها تم الحصول على تشتت تسطح عالٍ يشمل تقريبا المدى للتردد التشغيلي المستخدم من 0.7 THz الى 1.3 THz جميعه عندما تكون نسبة المسامية تساوي 28%.</p> <p>2- بشكل عام إن وجود المسامات الدائرية والمربعة داخل القلب الصلد جعلت قيم التردد المعياري تبقى أقل من 2.405 عند مدى التردد (0.7-1.3) وللنسب المستخدمة للمسامية جميعها. وبالتالي، امكانية توظيف هذه الاليف كألياف أحادية النمط في نقل المعلومات لمسافات طويلة في أنظمة الاتصالات الضوئية.</p>	 <p>The figure consists of four sub-graphs. The top-left graph shows 'Effective material loss (cm⁻¹)' vs 'Frequency (THz)' for core diameters of 240µm, 220µm, and 200µm. The top-right graph shows 'Power fraction (%)' vs 'Frequency (THz)' for porosities of 28%, 16%, and 7%. The bottom-left graph shows 'Dispersion (ps/THz/cm)' vs 'Frequency (THz)' for porosities of 28%, 16%, and 7%. The bottom-right graph shows 'Confinement loss (cm⁻¹)' vs 'Frequency (THz)' for porosities of 28%, 16%, and 7%. All graphs show a general upward trend with frequency.</p>
<p>الكلمات المفتاحية</p> <p>مسامية القلب PCF تشتت مسطح خسارة الحصر الخسارة المادية الفعالة المساحة الفعالة</p>	<p>المستخلص</p> <p>تم العمل في هذه الدراسة على محورين: المحور الاول، تأثير قطر الفجوات الهوائية الموجودة في الغلاف الخارجي بأقطار (200µm-220µm-240µm) بغياب المسامات الهوائية داخل القلب على الخصائص الضوئية للألياف المصممة لغرض تحسين شكل منحنى التشتت ضمن مدى التيراهيرتز. يمكن القول بأن قيم التشتت تعتمد بشكل كبير على قطر الفجوة الهوائية، وهنا سيتم اختيار الاليف المصممة ذات القطر 240µم كألياف مثالية. المحور الثاني، تأثير شكل المسامات الهوائية الموجودة داخل قلب الليف الصلد على الخصائص الضوئية للألياف المصممة، لكي يعطي امكانية الحصول على ألياف ذات تشتت مسطح (Flat Dispersion) على نطاق واسع من التردد ضمن مدى التيراهيرتز. يستخدم شكلين من المسامات داخل قلب الليف وهي مسامات ذات الشكل الدائرية ومسامات ذات الشكل المربع. إن نسبة المسامات الهوائية المستخدمة في هذه الدراسة تساوي (7%، 16%، 28%) وقيمة قطر الليف المصمم وقطر الفجوات الهوائية الموجودة في الغلاف كانت تساوي 300µم، 240µم على التوالي. إن وجود المسامات داخل قلب الليف أعطت تحسناً للخصائص الضوئية للألياف المصممة، إذ اظهرت النتائج أن شدة المجال الكهربائي داخل القلب يزداد عندما تزداد نسبة المسامات الهوائية. تم الحصول على أفضل نتيجة للتشتت عند نسبة المسامية 28%، إذ وجد بأن منحنى التشتت يكون ذات تسطح عالٍ وضمن مدى واسع من التردد التشغيلي يساوي (0.8THz-1.2THz)، مقارنة بنسب المسامات 7%، 16%. إذ إن قيمة التشتت السالبة عند نسبة المسامية 28% تساوي تقريباً $\beta_2 = -43.295 \text{ ps/THz/cm}$ عند التردد 1THz. إن إمكانية زيادة التسطح للتشتت تتم باستخدام مسامات ذات الشكل المربع داخل قلب الليف. إذ بينت النتائج إن تأثير المسامات ذات الشكل المربع ساهمت في زيادة التسطح للتشتت عند قيمة المسامية 28%، ليشمل نطاق التردد التشغيلي ضمن مدى التيراهيرتز من 0.7THz-1.3THz، إذ كانت قيمة التشتت السالبة تساوي تقريباً $\beta_2 = -42.303 \text{ ps/THz/cm}$ عند التردد 1THz. هنا يمكن القول ان شكل المسامات يؤثر بشكل كبير على قيمة التشتت للألياف البلورية الفوتونية.</p> <p>mohammed.23esp16@student.uomosul.edu.iq</p>

Abstract

This study was conducted on two main points: First, the effect of the diameter of the air holes in the outer cladding (240 μm -220 μm -200 μm) without the presence of air pores inside the core on the optical properties of the fibers designed for the purpose of improving the shape of the dispersion curve within the terahertz range was studied. It can be said that the dispersion values depend considerably on the diameter of the air holes, and here the designed fibers with a diameter of 240 μm will be chosen as the ideal fiber. Second, the effect of the shape of the air pores inside the solid core of the fiber on the optical properties of the designed fibers was studied, the purpose of this step is to obtain flat dispersion fibers over a wide frequency range within the terahertz range. Two types of pores were used inside the core of the fiber, namely circular pores and square-shaped pores. The percentage of air pores used in this study are (7%,16%,28%) and the value of the diameter of the designed fiber and the diameter of the air holes in the cladding were 300 μm and 240 μm respectively. The presence of circular -shaped pores inside the core of the fiber contributed to improving the optical properties of the designed fibers. The results showed that the concentration of the electric field inside the core increases when the percentage of air pores increases. The best result of dispersion was obtained at the porosity ratio of 28%, where it was found that the dispersion curve has a high flattened within a wide range of operating frequency (0.8 THz -1.2 THz), compared to porosity ratios of 7%, 16%. The negative dispersion value at 28% porosity is approximately $\beta_2 = -43.295$ ps/THz/cm at 1THz. The possibility of increasing the flatness of the dispersion was made by using square-shaped pores inside the fiber core. The results showed that the effect of square-shaped pores contributed to increasing the flatness of the dispersion at the porosity value of 28%, which is include all operating frequency range from 0.7THz-1.3THz, where the negative dispersion value was equal to $\beta_2 = -42.303$ ps/THz/cm at the frequency 1THz. Here it can be said that the shape of the pores greatly affects the dispersion value of photonic crystal fibers.

**University of Mosul
College of Education
For Pure Science**



**Design and Study of Dispersion Profile of The
Solid Cored Photonic Crystal Fiber Using
MultiPhyics Program**

Mohammed Rafea Azeez Khalil Alobaidy

M.Sc. Thesis

Physics

Supervised by

Assistant professor

Dr. Marwan Hafeedh Younus Al Fasola

2025A.D

1447A.H