

تأثير تغير عدد لفات الليف البصري على معدل شدة ضوء الليزر الخارج من

الليف البصري أحادي النمط

ميامي عبد اللطيف محمد

الجامعة المستنصرية، كلية العلوم، قسم الفيزياء

dr.miamiph@uomustansiriyah.edu.iq

الملخص

في هذا البحث تمت دراسة تأثير تغير عدد لفات الليف على معدل شدة الضوء الخارج من الليف البصري أحادي النمط. استخدم في هذا البحث ليف بصري أحادي النمط قطره الكلي (210 μm) و قطر مادة القلب (5 μm) لف حول أسطوانة ذات اقطار مختلفة حوالي (2.1 cm ، 4.5 cm) ويعدد لفات مختلفة من الليف البصري. استخدم كذلك ليزر شبه الموصل يعمل ضمن منطقة الطول الموجي (630nm) وبقدرة ضوئية (5 Wm). تم حساب معدل شدة الضوء للبقعة الليزرية من خلال خوارزميات حاسوبية لكل بقعة مأخوذة صورتها بكاميرا رقمية مربوطة بحاسوب. وجدنا من خلال نتائج البحث أن العلاقة بين عدد اللفات ومعدل شدة البقعة الليزرية للضوء الخارج من الليف البصري عكسية، إذ أن معدل شدة البقعة الليزرية يزداد كلما قل عدد اللفات ثم ينخفض كلما زاد عدد اللفات حتى يصل إلى الاستقرار والثبوت ولأقطار مختلفة من هذا الليف، كذلك عند زيادة القطر نحصل على تشاكة عالي في البقعة الليزرية وبالتالي يعتبر القطر (4.5 cm) أفضل من القطر (2.1 cm) للحصول على معدل شدة عالي للبقعة الليزرية بهذا القطر.

الكلمات المفتاحية: شدة ضوء الليزر، عدد الدورات، الألياف الضوئية أحادية الوضع

Effect of Change Optical Fiber Turn Numbers on Rate of Laser Light Intensity Outside of the Single- Mode Optical Fiber

Miami Abdulatteef Mohammed

Mustansiriyah University, Collage of Science, Physics Department

Abstract

In this research study has effect of change optical fiber turn numbers on rate of laser light intensity outside of the single -mode optical fiber. Used in this research optical fiber single- mode overall diameter (210 μm) and diameter of core material (5 μm) wrapped around the cylinder with different diameters (4.5 cm, 2.1 cm) and the number of rolls of different fiber optic. Use as well as a laser diode semiconductor working within the zone wavelength (630 nm) and light power (5mW), was calculated rate of light intensity of the spot laser through algorithms computing for each spot is taken the image with a digital camera linked to a computer. We found through the search results, the relationship between number of turn and rate of laser spot intensity outside of the single -mode optical fiber was inversed, rate of laser spot intensity increase, the number of turn decrease then decrease when the number of turn increase till reach to stability for different diameters of this fiber. Also , when increasing of diameter obtain the large coherent of the laser spot, therefore the diameter(4.5 cm) was the best than the diameter (2.1 cm) to obtain on the rate of high intensity of the laser spot in this diameter.

Keywords: Laser light intensity, Number of turns, Single-mode optical fiber.

المقدمة Introduction

أن ظاهرة انتقال الضوء خلال الألياف البصرية لها أهمية كبيرة في مجال الاتصالات، إذ إن نقل المعلومات عبر مسافات بعيدة يتطلب منظومة اتصالات، نظام الاتصالات يقوم بنقل المعلومات من خلال تحويل هذه المعلومات على هيئة موجات كهرومغناطيسية والتي تعتبر حامل إشارة المعلومات (carrier). أن هذا الحامل سوف ينتقل عبر المسافة المطلوبة إذ يتم استقبالها وهناك سوف يتم الحصول على إشارة المعلومات الأصلية بواسطة جهاز عكس التحويل، أن التقنيات الحديثة التي طورت في هذا المجال تستخدم موجات كهرومغناطيسية ضمن المدى البصري للتردد [1]. لقد أصبحت صناعة الألياف البصرية في الوقت الحاضر أكثر رواجاً وذلك لكلفتها المنخفضة مقارنة بباقي نظم الاتصالات الأخرى لما تقدمه الألياف من مزايا وفوائد عديدة مقارنة بالاتصالات الكهربائية التقليدية. فضلاً إلى مجال الاتصالات فإن التحسس باستخدام الألياف البصرية أصبح المجال الأكثر تطبيقاً في الأغراض الصناعية والبحثية والطبية وحديثاً تم استخدامها كمكبرات.

والألياف البصرية هي عبارة ألياف تصنع من مواد عازلة زجاجية أو بلاستيكية على شكل اسطواني يسمى القلب محاطة بطبقة تسمى القشرة ولكن معامل انكسارهما مختلف [2]. تصنف الألياف البصرية أنواع تبعاً لأنماطها إلى ثلاثة وتركيبها وهي كما يلي:

١. ألياف أحادية النمط Step Index Single Mode fibers
٢. ألياف متعددة النمط ذات معامل انكسار درجي Step Index Multimode fibers
٣. ألياف متعددة الأنماط ذات معامل انكسار متدرج Graded Index Multimode fibers
٤. ألياف أحادية النمط Step Index Single Mode fibers
٥. ألياف متعددة النمط ذات معامل انكسار درجي Step Index Multimode fibers
٦. ألياف متعددة الأنماط ذات معامل انكسار متدرج Graded Index Multimode fibers

أشارت العديد من الدراسات إلى هذا الموضوع ففي عام (1980) [3] قام (Stteckert) بدراسة طريقة جديدة لقياس حجم البقعة لليف البصري أحادية النمط. إما في عام (1982) [4] قام كل من (Eisenstein) و (Vilello) بدراسة الحفر الكيميائي باستخدام عدسات مجهرية لنقارن الليزر أحادي النمط بألياف البصري أحادي النمط. وفي عام (1992) [5] قام (Yashimot) وجماعته بدراسة محولات حجم البقعة باستخدام (lnp/ 1 n/AL As) متعدد الكميات في الدليل الموجي لليف البصري أحادي النمط. إما في عام (1996) [6] قام (Eldada) وجماعته بتصنيع ليزر أحادية النمط ذو خسارة قليلة ينصب أجهزة الدليل الموجي في البوليمر. إما في عام (2004) [7] قام (Bank) وجماعته بإنتاج شدات الليزر العالية. وفي عام (2009) [8] قام (Liu) وجماعته بدراسة الطول الموجي ذو القدرة العالية لليف لتكبير الترددات بنظام الليزر وتطبيقاته بالمادة. وفي عام (2010) [9] قام (Khathim) وجماعته بدراسة المعدل الإحصائي للشدات المسجلة بواسطة الويب كاميرا لصورة اختباره بيضاء تحت إضاءة فلوريسنت مختلفة. ودراستنا الحالية تناولت مدى تأثير تغير عدد اللفات لليف البصري أحادي النمط وأقطار هذا الليف على معدل شدة الضوء الخارج من الليف البصري وبأي قطر نحصل على تشاكه عالي لضوء الليزر.

١- الجانب النظري Theoretical part

١.١ التوهين في الألياف البصرية

التوهين (Attenuation) هو الخسارة في القدرة الضوئية عندما ينتقل الضوء على طول الليف ويمثل بالعلاقة الآتية:

$$\alpha = \frac{10}{l} \log_{10} \frac{P_0}{P_i} \dots (1)$$

التوهين يقاس (dB/Km) وأن P_i القدرة الضوئية الداخلية، P_0 القدرة الضوئية الخارجية، وحدة الطول L (Km). أن الليف البصري أحادي النمط هو أفضل انجاز بالنسبة للأوساط الناقلة الأخرى لأنه يضم أعلى عرض حزمة للطول وبأقل (0.35 dB/Km) عند للطول الموجي (1330 nm). وأن التوهين عند الطول (1550 nm) يكون أقل وبقيمة توهين نموذجية هي (0.25dB/Km) ومن أسباب التوهين هي الامتصاص والاستطارة [11, 10].

٢.١ معدل الشدة لصورة للبقعة الليزرية

تم حساب معدل الشدة للبقعة الليزرية والذي يمثل معدل عناصر البقعة الليزرية في الصورة وبحسب من العلاقة الآتية [12]:

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{X=1}^M \sum_{Y=1}^N I(X,Y) \dots (2)$$

إذ إن $I(x, y)$ عنصر الصورة في الموقع (x, y) .

M, N : طول وعرض الصورة وحاصل ضربيهما يمثل عدد عناصر الصورة.

ويمكن حساب المعدل μ من المعادلة الآتية [13]:

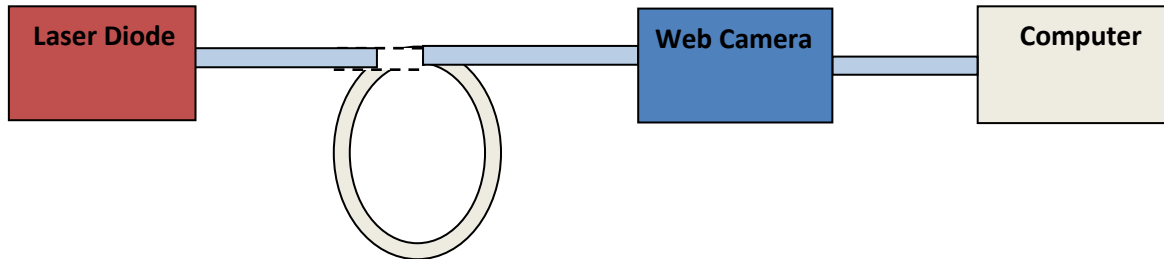
$$\mu = \sum_{I=0}^{L-1} I.P(I) \dots (3)$$

I : يمثل قيمة الشدة

$P(I)$: دالة كثافة الاحتمالية في الصورة و L : عدد مستويات الشدة (الإضاءة) في الصورة

٢- الجانب العملي Experimental parts

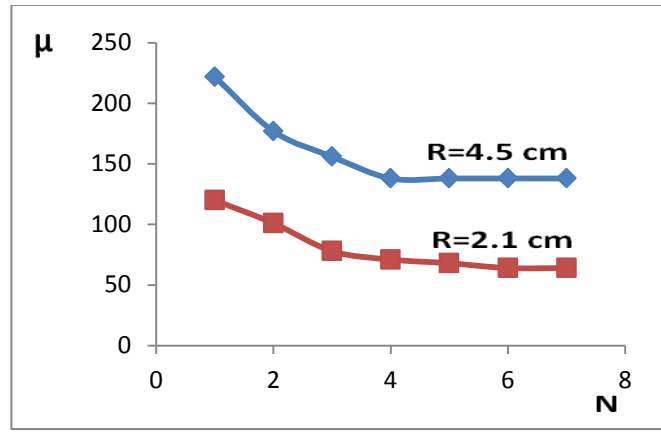
استخدمت منظومة العمل المبينة في الشكل (١) والتي تتكون من ليف بصري أحادي النمط قطره الكلي ($210 \mu m$) وقطر مادة القلب ($5 \mu m$) وطول موجة القطع له ($630 \mu m$)، كذلك استخدم ليزر الدايدود شبه الموصل يعمل بموجة مستمرة (CW) وبقدرة ضوئية ($5Wm$)، الأطوال الموجية المنبعثة من الليزر تعمل ضمن المنطقة ($630 \text{ mn} - 680 \text{ mn}$) وأكثر الأطوال الموجية تضخيما للشدة في الطيف المرئي للخط الأحمر عند (650 mn) وطول موجة التشغيل المستخدم يكون مقارب لتردد القطع لليف البصري المستخدم، إذ تم لف الليف بصري حول اسطوانة بقطر (2.1 cm ، 4.5 cm) وبعدد لفات مختلفة لليف البصري. أذ تؤخذ صورة لكل بقعة ليزرية بكاميرا رقمية (Web camera) مربوطة بحاسوب ليتم تسجيل الصور للبقع الليزرية وحساب الشدة من خلال خوارزميات حاسوبية. [14]



شكل 1: المنظومة البصرية

Results and Discussion النتائج والمناقشة

تم دراسة العلاقة بين عدد اللفات ومعدل شدة البقعة الليزرية للضوء الخارج من الليف البصري كانت على شكل تناقص آسي كما موضح في شكل (٢)، إذ كلما زاد عدد اللفات كان معدل شدة البقعة الليزرية يقل ولأقطار مختلفة من الليف، إذ استخدم ليف بصري أحادي النمط لف حول أسطوانة ذات أقطار مختلفة (2.1 mc ، 4.5 mc) وبعدد لفات مختلفة لليف البصري، وتم اخذ صورة لكل بقعة ليزرية بكاميرا رقمية مربوطة بحاسوب ليتم تسجيل الصور للبقع الليزرية وحساب معدل الشدة لها نظريا من خلال خوارزميات حاسوبية مبينة في معادلة (٢).



شكل ٢ : العلاقة بين عدد لفات الليف البصري ومعدل شدة البقعة الليزرية بقطر (٢.١ mc ، ٤.٥ mc)

٣- الاستنتاجات Conclusion

من خلال النتائج التي حصلنا عليها لدراسة العلاقة بين عدد اللفات الليف ومعدل شدة البقعة الليزرية لضوء الليزر نلاحظ انه كلما زاد عدد اللفات يبدأ معدل شدة البقعة الليزرية بالانخفاض حتى يصل إلى الثبوت، ويزداد معدل شدة البقعة الليزرية مع زيادة قطر الليف البصري، وأيضاً نلاحظ عند زيادة قطر الليف البصري نحصل على تشابه عالي في البقعة الليزرية للون الأحمر وبالتالي الحصول على معدل شدة عالي لذلك يعتبر القطر (4.5 cm) أفضل من القطر (2.1 cm).

المصادر References

- [1] G. P. A. Agrawal, *Fiber-optic communication system*, Wiley and Sons, Inc. Rochester, 2002.
- [2] A. Hasegawa, "Theory of information transfer in optical fiber," *A tutorial Review, Opt. fiber*, Vol. 10, No. 10, pp. 150–170, 2004.
- [3] J. Streckert, "New method for measuring the spot size of single-mode fiber," *Opt. Lett.*, Vol. 5, No. 12, pp. 505–506, 1980.
- [4] G. Eisenstein and D. Vitello, "Chemically etched conical micro lenses for coupling single-mode laser in to single –mode fibers", *Appl. Opt.*, Vol. 21, No. 19, pp. 3470–3473, 1982.
- [5] N. Yashimoto, K. Kawano and Takeuchi, "Spot size convertors using Inp/In Aa As multi quantum well waveguide for low-loss single –mode fiber courting," *Elect. Lett.*, Vol. 28, No. 17, pp. 1610–1611, 1992.
- [6] L. Eldada, M. T. Stengel and J.T. Yardley, "Laser fabricated low-loss single –mode raised –rib waveguide devices in polymers", *Light wave tech.*, Vol. 14, No. 7, pp. 1704–1713, 1996.
- [7] S.W. Bank, P. Rousseau and A. Mourou, "Generation and characterization of highest laser intensities (10^{22} w/cm²)," *Opt. lett.*, Vol. 29, No. 24, pp. 133–138, 2004.
- [8] B. W. Liu, Y. H. Fang and A. M. Zheltikov, "High power wavelength –tunable photonic–crystal-fiber based oscillator amplifier frequency shifter femtosecond laser system and its application for material micro processing," *Laser Phys. Lett.*, Vol. 29, No. 1, pp. 44–48, 2009.
- [9] J. Khathim, L. M. Raouf, H.K. Abass, "Statistical mean studying for detected intensities by enter web camera for the white test image under different fluorescent lightness," *J. Ibn AL-Haitham*, Vol. 23, No. 1, pp. 138–147, 2010.
- [10] G. Keiser, *Optical Fiber Communications*, Mc Graw–Hill. Inc., Singapore, 2000.
- [11] D. Knipp, *Photonics of optical Communication, Optical Fibers*, Course number (300352), <http://www.faculty.iu-bremen.de/course/c320352/>, Spring, 2005.
- [12] B. Wihelm and J. Mark, *Digital image processing approach using java*, Springer, ISBN1846283795), 2007.
- [13] J. G. Luizueiho, *Image Processing For computer Graphics*, C. Springer- Verlage New York, Inc. , 1997.
- [15] M. Young, *Optical and Laser*, Springer- Verlage, Berlin HEIDEBERG New York, 5th ed., 2000.