





بررسی تاثیر حضور نانومیلههای ZnO بر حساسیت تار نوری

نسبت به بیناب مرئی

سید محمد حسین امین جواهری٬، آذردخت مظاهری٬، مهدی داوودی٬، محمد حسن یوسفی٬، سیدمحمدرضا موسوی٬

^۱ مجتمع دانشگاهی علوم کاربردی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز اپتوالکترونیک، اصفهان، شاهینشهر

^۲ مجتمع دانشگاهی علوم کاربردی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، دانشکده فیزیک، اصفهان، شاهینشهر

چکیده – در این مقاله با استفاده از روشهای تخریب حرارتی و مایکروویو، نانوساختارهای ZnO بر روی تار نوری رشد داده شدهاند. پس از بررسی تصاویر FESEM و حصول اطمینان از رشد مطلوب نانوساختارها، چیدمان منبع نور بیرونی برپا شد و بیناب عبوری از تارهای نوری ثبت گردید. با سنجش میزان شدت عبوری از تارهای نوری دارای نانوساختار در سه طول موج مختلف و مقایسه آنها با شدت عبوری از تار نوری بدون نانوساختار، تاثیر حضور نانوساختارهای ZnO بررسی و افزایش تا ۵/۲ برابری در میزان شدتها به دست آمد. همچنین حضور نانوساختارهای حاصل از روش تخریب حرارتی تاثیر بیشتری در افزایش شدت میزان شدت ها نانوساختارهای حاصل از روش مایکروویو دارند.

كليد واژه- نانو حسگر تار نوري، اكسيد روي، تخريب حرارتي، مايكروويو، چيدمان منبع نور بيروني.

Investigating the effect of ZnO nanorods on sensitivity of optical fiber to the visible spectrum

Amin Javaheri, Seyed mohammad hossein¹; Mazaheri, Azardokht²; Davoudi, Mahdi²;

Yousefi, Mohammad hasan²; Mousavi, Seyed mohammad reza²

¹Institute of Applied Sciences of Malek Ashtar, Optoelectronic Center, Isfahan, Shahin Shahr

² Institute of Applied Sciences of Malek Ashtar, Department of Physics, Isfahan, Shahin Shahr

Abstract- In this paper, nannostructured ZnO was grown upon optical fiber by Thermal decomposition and Microwave methods. After observing fine FESEM images of nanostructures, external light source setup implemented and then the transmissional spectrum of fibers recorded. Investigating the effect of ZnO nanostructures have showed improvement in detected light intensity up to 5.2 order compare with intensity of fiber without nanostructure in three various wavelengths. Nanostructures synthesized through thermal decomposition method are more effective than ones which created through microwave method in incremented intensity.

Keywords: Optical fiber nano-sensor, Zinc oxide, Thermal decomposition, Microwave, External ligth source setup.

۱- مقدمه

تار نوری یک موجبر دوبعدی استوانهای است که بر اساس بازتاب کلی داخلی قادر به هدایت نور در مسیرهای طولانی است. به دلیل ویژگیهای خاص تارهای نوری، استفاده از آنها در ارتباطات، حسگرها و تجهیزات پزشکی پیشرفت چشمگیری داشته است [۱].

حسگرها، ابزارهایی هستند که تحت شرایط خاص، از خود واکنشهای پیشبینی شده و مورد انتظار نشان میدهند و در این میان، نانوحسگرها به دلیل خواص مواد نانومقیاس (کوچک بودن اندازه، نسبت سطح به حجم بیشتر، حاکمیت اثرهای کوانتومی و تعداد نقص بیشتر)، حساسیت بیشتری نسبت به عوامل خارجی در مقایسه با مواد حجیمشان دارند

و به همین علت توجه زیادی را جلب کردهاند [۲]. حسگر تار نوری از جمله جدیدترین حسگرهایی هستند که بر اساس نقاط اندازه گیری، موقعیت و عملکردشان به انواع مختلفی تقسیم میشوند. یکی از رایجترین حسگرهای تارنوری، حسگر تار نوری بر اساس شدت است که بر مبنای تغییرات شدت موج داخل تار عمل میکند [۳]. همچنین به منظور افزایش حساسیت و ایجاد انتخابگری در حسگر تار نوری، از غلاف جایگزین استفاده میشود که با برداشتن بخشی از غلاف تار نوری، بخش حساسه بر روی آن جایگزین میشود.

به دلیل ویژگیهای متفاوت تار نوری نسیت به سایر زیرلایهها همچون شکل استوانهای و عدم تحمل دماهای بالا، بایستی از روشهای رشد سازگار مانند تخریب حرارتی و مایکروویو به منظور رشد نانوساختار بر روی آن استفاده نمود.

یکی از مهم ترین و کاربردی ترین نیم رساناهای اکسید فلزی که می تواند به عنوان جایگزین غلاف به منظور ساخت نانو حسگر تار نوری استفاده شود، اکسید روی (ZnO) است. به سبب ویژگیهایی هم چون گاف نواری پهن و مستقیم، انرژی بستگی اکسیتونی بزرگ (۳ev ۶۰) [۴]، گسیلنده نور در بیناب وسیع [۵ و ۶]، دارا بودن خاصیت پیزوالکتریک زر موارد بسیار زیادی هم چون فوتو کاتالیستها [۸]، ترانزیستورهای اثرمیدان [۹]، ابزارهای فوتوالکترونیکی و فوتوولتایی، لیزر فرابنفش، سلول خورشیدی و حسگرها استفاده می شوند [۱].

۲- روش تحقیق

در این قسمت مراحل عملی پژوهش به ترتیب بیان میشوند.

۲-۱- باریک سازی تار نوری

به منظور کاهش قطر غلاف تار نوری از فرآیند زدایش استفاده می شود. ابتدا قسمتی از محافظ و روکش را با کمک ابزار روکش بردار برمی داریم و سپس تار نوری سوار شده بر پایه نگهدارنده را درون هیدروفلوئوریک اسید ۲۰ درصد غوطه ور می نماییم. پس از گذشت مدت زمان مورد نظر، آن را خارج کرده و با استفاده از میکروسکوپ نوری قطر تار نوری را می سنجیم. مطابق شکل ۱، برای تهیه تار نوری با قطر ۶۰ میکرون، مدت زمان ۷۵ دقیقه مورد نیاز است.



۲-۲- رشد نانوساختار ZnO بر روی تار نوری

در این پژوهش به منظور رشد نانوساختار ZnO از دو روش تخریب حرارتی و مایکروویو استفاده میشود.

به منظور رشد نانوساختار ZnO بر روی تار نوری زدایش شده به روش تخریب حرارتی ابتدا مقدار g ۲/۹ استات روی (Merck- 108802) را درون کوره (Godaze saz (furnace- PC 21 با دمای $^{\circ}$ ۳۵۰ قرار داده و پس از گذشت ۱۲ ساعت آن را خارج کرده و مواد حاصل را در ۶۰ ml ۶۰ آب دوباریونیزه حل مینماییم و پس از قراردهی تار نوری در داخل محلول، مجموعه را به مدت ۳ ساعت درون کوره (Heraeus oven- T 5028) با دمای $^{\circ}$ ۹۰ قرار میدهیم.

در روش مایکروویو نیز ابتدا محلولی حاوی ۲۰٬۴ مولار نیترات روی (Merck-108833) و هگزا متیلن تترامین Sigma-Aldrich - در حلال متانول (Merck-818712) (34860) تهیه نموده و پس از قراردهی تار نوری در داخل

محلول، مجموعه را به مدت ۱ دقیقه درون دستگاه مایکروویو (Daewoo microwave oven- KOC-1B0K) با توان W ۱۱۰۰ قرار میدهیم.

۲-۳- چیدمان مورد استفاده

به منظور بررسی تاثیر حضور نانوساختار ZnO بر روی میزان تزویج نور به تار نوری از چیدمان شکل ۲ استفاده مینماییم.



شکل ۲: چیدمان سنجش حساسیت تار نوری نسبت به بیناب نوری.

منبع نور، لامپ فرابنفش (آرگون- جیوه) است و نور آن به طور جانبی بر تار نوری فرود میآید و به درون تار تزویج میشود. به منظور حذف نور زمینه، مجموعه منبع نور و تار نوری درون جعبهای غیر شفاف قرار داده شدند.

۳- نتایج و تحلیل نتایج

تصاویر FESEM مربوط به نانوساختارهای رشد یافته به روش تخریب حرارتی و مایکروویو به ترتیب در شکلهای ۳ و ۴ آورده شدهاند. همان طور که در شکل ۴ دیده می شود، نانومیله های ZnO رشد داده شده روی تار نوری دارای ساختار یکسان، منظم و عمودی هستند. روش مایکروویو با وجود مدت زمان رشد بسیار کوتاه، نتایج بسیار درخشانی را ارائه نموده است.



شکل ۳: تصویر FESEM نانوساختارهای رشدیافته بر روی تار نوری به روش تخریب حرارتی



شکل ۴: تصویر FESEM نانوساختارهای رشدیافته به طور عمودی بر روی تار نوری به روش مایکروویو

شدت ثبت شده توسط آشکارساز حاصل از تارهای نوری در حضور و عدم حضور نانوساختارهای ZnO در شکلهای۶، ۷ و ۸ آورده شدهاند. همان طور که مشاهده می شود، حضور نانوساختارها سبب تزویج بهتر نور به تار نوری شدهاند و در نتیجه با به کارگیری نانوساختارهای ZnO بر روی بخش حساسه حسگرها، می توان حساسیت حسگر را نسبت به بیناب نوری بهبود بخشید.



به تار نوری بدون نانوساختار



۱۵–۱۲ بهمن ۱۳۹۶

۴- نتیجهگیری

اندازه گیری های آزمایشگاهی و محاسبات صورت گرفته حاکی از آن است که حضور نانوساختارها به عنوان غلاف جایگزین بر روی تار نوری، سبب افزایش ۲/۱ تا ۵/۲ برابری در میزان افزایش تزویج نور، برای طول موجهای نزدیک mn ۴۳۵ به دست آمد. در نتیجه با به کارگیری نانوساختارها در ادوات آشکارساز می توان حساسیت آنها را نسبت به بیناب مرئی بهبود بخشید. همچنین استفاده از تار نوری دارای پوشش نانوساختار حاصل شده از روش تخریب حرارتی افزایش تزویج بیش تری را نسبت به روش مایکرویوو نشان داد.

مراجع

- C.R. Pollock, *Fundamentals of* optoelectronics, Tom Casson Publishing, USA, 1995.
- [2] Z. W. Pan, Z. R. Dai, and Z. I. Wang, Nanobelts of Semiconducting Oxides, Sciense 292, pp. 1947-1949, (2001).
- [3] Sh. Ghetia, R. Gajjar, P. Trivedi, Classification of Fiber Optical Sensors, Electronics Communication and Computer Technology, Vol. 3, Issue 4 (2013).
- [4] W. Y. Liang and A. D. Yoffe, Transmission Spectra of ZnO Single Crystals, Phys. Rev. Lett 20, 59 (1968).
- [5] A. B. Djurisic, Y. H. Leung, K. H. Tam, L. Ding, W. K. Ge, H. Y. Chen and S. Gwo, Appl. Phys. Lett. 88, 103107 (2006).
- [6] S. Mine, S. Manalis and C. Quate, Parallel atomic force microscopy using cantilevers with integrated piezoresistive sensors and integrated piezoelectric actuators, Appl. Phys. Lett 67, 3918 (1995).
- [7] J. Nagaraju, P. Choudhury and S. Krupanidhi, Growth of ferroelectric Li-doped ZnO thin films for metal-ferroelectric-semiconductor FET, Journal of Physics D, Vol. 39, No. 13, 16 June (2006).
- [8] A. Umar and Y. Hahn, ZnO nanosheet networks and hexagonal nanodiscs grown on silicon substrate, Nanotechnology 17 (2006).
- [9] W. Hughes, Z. Wang, Nanobelts as nanocantilevers, Appl. Phys. Lett 82 (2003), 2886-2888.
- [10] S. Gupta, A.Joshi, Development of gas sensors using ZnO nanosttructures, J. Chem. Sci., Vol. 122, No. 1, January (2010), pp. 57-62.



شکل ۷: بیناب نور ثبت شده توسط آشکارساز حاصل از نور تزویج شده به تار نوری دارای نانوساختار رشد یافته به روش مایکروویو

شدت رسیده به آشکارساز از طریق تار نوری بدون نانوساختار، تار نوری دارای نانوساختار رشد یافته به روش تخریب حرارتی و تار نوری دارای نانوساختار رشد یافته به روش مایکروویو به ترتیب با I, I و $_m$ نشان داده میشوند. با استفاده از شکلهای ۵، ۶ و ۷، شدت ثبت شده در آشکارساز حاصل از نمونههای دارای نانوساختار را نسبت به نمونه بدون نانوساختار محاسبه مینماییم. برای طول موج ۵۴۵ nm

$$\frac{I_{t_{545}}}{I_{545}} = \frac{8600 - 1200}{4500 - 1200} = 2.24$$

$$\frac{I_{m_{545}}}{I_{545}} = \frac{8400 - 1200}{4500 - 1200} = 2.18$$
e relation of the relation of t

$$\frac{I_{I_{435}}}{I_{435}} = \frac{8000 - 1200}{2500 - 1200} = 5.23$$
$$\frac{I_{m_{435}}}{I_{435}} = \frac{7500 - 1200}{2500 - 1200} = 4.85$$

و نیز برای طول موج ۴۰۴ nm به دست میآید:

$$\frac{I_{t_{404}}}{I_{404}} = \frac{3500 - 1200}{1700 - 1200} = 4.6$$
$$\frac{I_{m_{404}}}{I_{404}} = \frac{3000 - 1200}{1700 - 1200} = 3.6$$

عدد ۱۲۰۰ در معادلات فوق میزان نویز دستگاه است. با توجه به محاسبات انجام شده برای سه طول موج دلخواه، حضور نانوساختارهای ZnO سبب افزایش تزویج نور می شود. در نتیجه با بهبود تزویج نور به درون تار نوری، شرایط لازم به منظور استفاده از تار نوری دارای پوشش غلاف نانوساختار، در تولید حسگر حساس به عوامل محیطی (مانند تغییرات دما، حضور الکلها و گازها) فراهم می شود.