اولین کنفرانس ملی حسگرهای فیبرنوری- ۶ آبان ۱۴۰۰
ICOFS 2021
1st Iranian Conference on Optical Fiber Sensors
October 28, 2021
پژوهشکده لیزر و پلاسما

سنتز و شناسایی نانوساختار MoS_2 و لایه‌نشانی آن بر روی تارنوری سونش داده شده جهت تهیه حسگر رطوبت

زهره طیموردل، رقیه پرویزی، ابراهیم صادقی

گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه؛ دانشگاه یاسوج؛ یاسوج، ایران.

چکیده: در این پژوهش، تهیه و ارزیابی عملکرد حسگر تار نوری پوشش داده شده با نانوساختار MoS_2 جهت تعیین میزان رطوبت هوا ارائه داده می شود. حسگرهای تار نوری مبتنی بر امواج محو شونده بسیار متأثر از خواص ساختاری، الکتریکی و نوری لایه نشانده شده در ناحیه حسگری می‌باشد که در این تحقیق، سنتز نانوساختار MoS_2 همراه با اضافه‌کردن مقدار ناچیز گلیسین آمینو اسید به طور یکنواخت و بسیار متراکم روی تار نوری رشد داده‌شد. ساختار و ریخت نانوساختار MoS_2 در دو سنتز متفاوت توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) بررسی گردید. با اعمال رطوبت در محیط اطراف ناحیه حسگری، ضریب شکست محیط اطراف تار نوری تغییر می‌کند و منجر به تغییر شدت و طیف نور خروجی می‌گردد. تغییرات طیف نور که متناسب با میزان رطوبت می‌باشد توسط آشکارساز نوری تحت تغییر رطوبت نسبی محیط اطراف در محدوده ٪۳۰-٪۷۵ ثبت شده و مورد مطالعه قرار گرفت.

کلیدواژگان: نانوساختار MoS_2؛ حسگر رطوبت؛ حسگر تار نوری.

Synthesis and characterization of MoS_2 nanostructure and coating on the optical fiber towards a humidity sensing application

Zohreh Teymoordel, Roghaieh Parvizi, Ebrahim Sadeghi

Department of Physics, Faculty of Science, Yasouj University, Yasouj 75914-353, Iran.

Abstract - In this work, clad-modified fiber with MoS_2 layer were experimentally investigated towards relative humidity (RH) sensing module. Fiber optic sensors designed based on evanescent waves improves sensor sensitivity if coated by suitable nanostructures. The morphology of MoS_2 coated optical fibers were studied by scanning electron microscope (SEM) indicating a uniform and dense deposition on optical fibers. The synthesis of MoS_2 nanostructure, the approaches were implemented by incorporating small quantities of green glycine amino acid. The experimental comparing studies revealed that the sensing performance improved for the glycine incorporated MoS_2 layer coated optical fibers in exposure to the surrounding environment relative variation from 30%-75%.

Keywords: MoS_2 nanostructure; Humidity sensor; fiber optic sensor.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت http://opsi.ir/ قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-30]

مقدمه

دی سولفید مولیبدن یکی از مهم‌ترین فلزات واسطه دی‌کالکوژنه می‌باشد که از فلز مولیبدن و کالکوژن سولفور تشکیل شده است. دی سولفید مولیبدن پودر سیاه رنگ با فرمول مولکولی MoS_2 است که دارای جرم مولی ۱۶۰/۰۷ g/mol، چگالی ۵/۰۶ g/cm^3، دمای ذوب°c ۱۱۸۵ و ضریب شکست ۴/۷۷ می‌باشد. این ماده دارای ساختار بلوری شش‌گوشی بوده که در آن هر اتم Mo در مرکز یک منشور مثلثی ایجاد شده توسط ۶ اتم S قرار دارد[۱]. در این مقاله رشد نانوساختارهای MoS_2 از طریق یکی از روش‌های شیمیایی مرطوب که آبی-حرارتی نام دارد انجام شده است. روش‌های شیمیایی مرطوب به عنوان یک روش بسیار توانمند و تطبیق‌پذیر برای رشد نانوساختارهای MoS_2 می‌باشد اگرچه مقالات بسیاری درباره رشد نانوساختار MoS_2 روی سطوح مسطح وجود دارد ولی مقالات اندکی در مورد رشد این نانوساختار روی سطوح خمیده و تار نوری منتشر شده است[2]. در این مقاله از تار نوری پلیمری چندحالته باضخامت ۷۵۰ میکرون استفاده شده است، تارهای نوری چندحالته دارای ابعاد بزرگی هستند (قطر هسته آن‌ها حدود ۶۲/۵ میکرون می‌باشد) به همین دلیل هنگام ورود نور به داخل آن، مدهای متفاوتی به طور همزمان داخل هسته انتشار می‌یابد[3]. در سنتز و لایه‌نشانی نانوساختار MoS_2 روی تار نوری، از یک نوع ماده‌ی فعال سطحی به نام گلیسین استفاده کرده و نسبت به نانوساختار دی سولفید مولیبدن بدون گلیسین مقایسه شد.

مواد و روش آزمایش

با استفاده از سونش مکانیکی (دستگاه سونش تار نوری) روکش و قسمتی از هسته تار نوری ٪۴۰ سونش داده شد و به ضخامت ۰/۴۵ میلی متر رسید. مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش، ۰/۰۷۶۸ مولار سدیم مولیبدات دو آبه($Na_2MoO_4.2H_2O$) و ۰/۳ مولار تیواستامید، ۰/۱۲۵۶ مولار سیتریک اسید یک آبه($C_6H_8O_7.H_2$)، ۰/۰۰۱ مولار گلیسین ($C_2H_5No_2$) و ۱۶۰ میلی لیتر آب مقطر دوبار یونیزه می‌باشد. در اینجا سنتز و لایه‌نشانی به دو روش، MoS_2 دارای گلیسین و MoS_2 بدون گلیسین انجام شده است. پیکربندی حسگر مبتنی بر تار نوری شامل منبع نور مرئی و آشکار ساز(طیف سنج) متناسب با ناحیه ی طول موجی باند مرئی می باشد. نور از یک سر تار نوری چند حالته وارد شده و بعد از برهم کنش با نانوساختار MoS_2 از انتهای دیگر فیبر خارج می‌شود و تغییرات شدت نور خروجی توسط آشکارساز نوری ثبت می‌شود.

نتایج و بحث

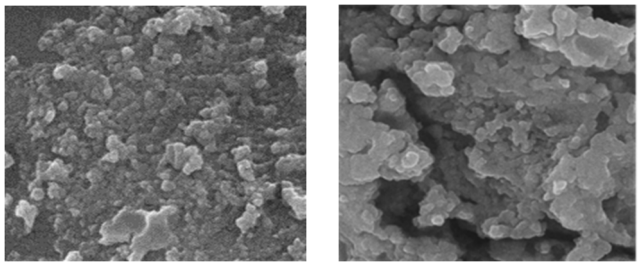
شکل۱ تصویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی می‌باشد که نشان دهنده رشد یکنواخت نانوشاختار MoS_2 روی تار نوری سونش یافته، می‌باشد. MoS_2 دارای گلیسین لایه‌نشانی شده روی تار نوری، شامل بیش‌ترین و بهترین چسبندگی روی تار نوری می‌باشد. گلیسین باعث همگن شدن نانوساختار و ریزتر شدن مواد MoS_2 شده است.

شکل(۲-الف و ب) در شرایط یکسان برای دو حسگر، محدوده‌ی طول موجی نور مرئی نشان داده شده است. با استفاده از دستگاه رطوبت ساز، بخار سرد تولید شده، به یک محوطه ی بسته و کاملا محسور شده ای وارد می شود قمت حسگری تار نوری در این محوطه بسته قرار دارد بطوریکه منبع نور به قسمت ورودی تار و خروجی تار به آشکارساز متصل باشد. رطوبت با درصدهای مختلف به تار نوری اعمال شده، لایه پوشش به مولکول‌های آب واکنش نشان داده و اطلاعات بصورت تغییر در ضریب شکست ظاهر می‌شود، تغییرات طیف نور خروجی توسط آشکارساز نوری ثبت شده است. در طیف عبوری پاخ حسگر، طول موجی که کمترین مقدار عبور شدت را نشان می‌دهد، (طول موج جذبی)،

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت http://opsi.ir/ قابل دسترسی باشد.

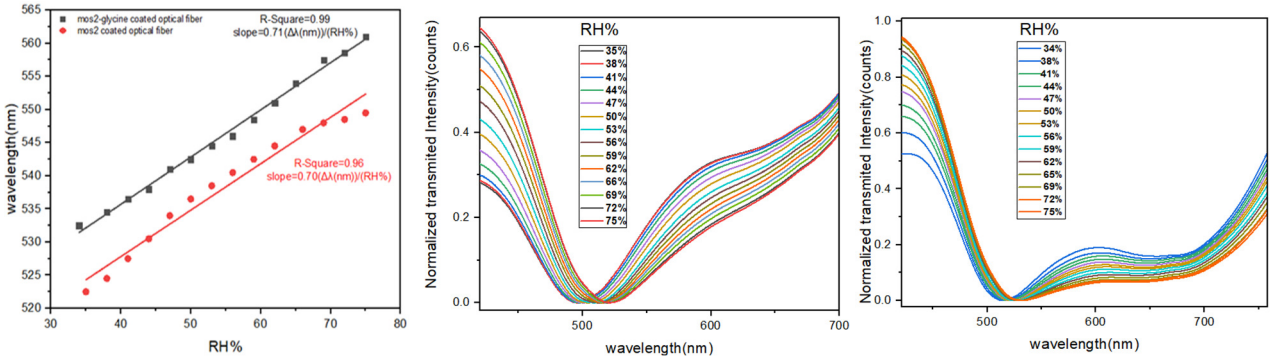
[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-30]

به عنوان معیار تشخیص حسگر در نظر گرفته شده است. درصد رطوبت اعمال شده توسط حسگر تجاری در محوطه ی بسته کنار تار نوری اندازه‌گیری شد. مشاهده شد که برای هر دو تار نوری، با افزایش رطوبت، شدت نور خروجی کاهش می‌یابد و طول موج جذبی افزایش می‌یابد که تغییرات طول موج در تار نوری لایه‌نشانی شده با MoS_2 دارای اسید آمینه‌ی گلیسن بیش‌تر می‌باشد. در شکل(۲-ج) تغییر طول موج جذبی نسبت به رطوبت اعمال شده و خطی بودن حسگرها بررسی شد. MoS_2 دارای گلیسین باR^2=۰/۹۹ دارای خطی‌ترین حالت و شیب ($\frac{\Delta\lambda(nm)}{RH\%}$) ۰/۷۱ دارای بیشترین شیب خطی نسبت به MoS_2 بدون گلیسین می‌باشد.



(ب) (الف)

شکل۱- تصاویر FESEM با مقیاس ۵۰۰nm از تار نوری لایه‌نشانی شده با پودر MoS_2 (الف) بدون گلیسین(ب) دارای گلیسین



(ج) (ب) (الف)

شکل۲- نمودار تغییرات طیف بهنجار شده عبوری از تار نوری با طول موج برای تارهای نوری لایه‌نشانی شده با MoS_2، (الف) دارای گلیسین، (ب) بدون گلیسین، (ج) نمودار کالیبراسیون حسگری برای تغییرات طول موج جذبی با افزایش رطوبت برای دو تار نوری

نتیجه گیری

عملکرد حسگری انجام شده با آمینواسید گلیسین در لایه نشانی نانوساختار MoS_2 روی تار نوری برای اندازه گیری رطوبت هوا بهبود یافته است.

منابع

[1] M. Ye, D. Zhang, R. Pandey, Y. Yap, Photonics, 2 (2015) 288-307

[2] K. Govender, D.S. Boyle, P.B. Kenway, P. O'Brien, Understanding the factors that govern the deposition and morphology of thin films of ZnO from aqueous solution, Journal of Materials Chemistry 14 (2004) 2575–2591.

[3] J. M. Seenipr, Optical Fiber Communications: Principles and Practice,2^{nd} Ed, Prentice Hall International, UK, 1992

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت http://opsi.ir/ قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-30]