

حسگرهای حفره نانوپرتوی شکاف بلوری فوتونیک تک بعدی با حساسیت و کیفیت بالا

مظفرالدین فردوسیان طهرانی

گروه برق، واحد سروسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، سروسنجان، ایران

چکیده

ما یک به شکل نظری یک حسگر نوری را بر پایه یک حفره نانوپرتوی شکاف بلوری فوتونیک تک بعدی، معرفی کردیم. این حفره دارای یک عامل کیفی بالا در اندازه $174/000$ و یک حجم نمایی مؤثر خیلی کوچک به اندازه $0.0236 (\lambda/n)^3$ در موج بر رزونانس 1535^{nm} می باشد. با استفاده از یک ساختار نانوپرتوی شکاف دار، توانستیم میدان شکلی تشدید کننده را در منطقه شکاف هوایی محبوس کنیم و لذا یک همپوشانی سه بعدی و فعل و انفعال میدان نوری و آنالیزهای آشکار شده به طور خیلی زیادی افزایش پیدا کرده است. همانطور که تخمین زده شد یک واحد ضریب شکست به اندازه 851^{nm} بدست آمده است. به خاطر کیفیت و حساسیت بالای حفره اندازه مناسب برای مشاهده در اندازه بالاتر از 96465 قرار می گیرد. این بهترین نتایج برای حسگرهای نوری بر پایه حفره های بلوری فوتونیک می باشد که هم حساسیت بالا و عامل کیفی بالا برای بهتر شدن دانش ما را نمایش داده است. بعلاوه اندازه کلی برای بخش حس کننده یک حسگر، تنها $2 \times 2 \mu m^2$ می باشد.

واژه های کلیدی

کریستال فوتونی، رزوناتورهای نوری، سنسورهای نوری، اپتیک های یکپارچه.

مقدمه

دستگاه های نوری به طور گسترده در حسگرهای زیستی نوری بدون برچسب استفاده می شوند. بیشتری طرح های استخراج شده بر پایه تشدیدکننده های میکرو دینک یا خرده ها، تداخل سنج ها، تشدیدکننده های پلاسمای سطحی و حفره های بلوری فوتونیک، قرار می گیرند. در بین اینها، حفره های phc با توجه به مزیت های عامل کیفی آنها، فعل و انفعال مواد نوری قوی و کاستن از یکپارچگی روی تراشه، توجهات زیادی را معطوف خود کرده است. انواعی از حسگرهای نوری بر پایه حفره های phc دو بعدی مطرح شده اند. به هر حال اثرات آنها نسبتاً زیاد هستند، با محدود کردن توانایی های آنها برای واقعی ساختن آرایه های حسگر یکپارچه یا مشاهده چندگانه آنها، اخیراً حفره های نانو پرتوی phc که با شبکه های تک بعدی الگوسازی شده اند، مطرح شده اند و با قدرت بعنوان یک بستر

مزیتی برای حس کننده نوری مورد بررسی قرار گرفته اند، که مدیون تأثیرات کوچک و تداخل بالای مدارات نوری، می باشد. در کاربردهای حسی نوری، تغییر موج بر تشدید کننده برای حفره های ایجاد شده بوسیله تغییر زمینه ضریب شکست، برای آشکارسازی آنالیت ها استفاده شده است. رقم مناسب این حسگرها در اندازه $FOM = SQ = S/\Delta n$ تعریف شده است. در اینجا $S = \Delta \lambda / \Delta n$ تغییر طول موج $\Delta \lambda$ در پاسخ به تغییر ضریب تغییر محیطی Δn می باشد. λ_{res} طول موج تشدید کننده و Q عامل کیفی این حفره می باشد. به هر حال تعادل بین S و FOM را محدود می کند. در حسگرهای معمولی میدان الکتریکی اسمی، بیشتر در منطقه عایق شاخص دار برای بدست آوردن کیفیتی بالا محدود شده، آنالیزهای آشکار شده باقی ماده در روکش با ضریب پایین می تواند با میدان ناپایدار حالت تشدید کننده، واکنش نشان دهد. بنابراین حساسیت به خاطر فعل و انفعال ضعیف بین میدان نوری و آنالیت ها پایین بوده و معمولاً به اندازه 300^{nm} تا 900 در طول موج های مخابراتی محدود شده است. برای افزایش «وَنگ و همکارانش» حساسیتی بالاتر از 900^{nm} را در طول موج هایی با نور کم و پرتوی های دوگانه را مطرح کرده اند. اما کیفیت تا 700 و FOM هم فقط 400 محدود شده اند. در این رساله ما یک حسگر نوری بر پایه یک حفره نانوپرتوی شکاف دار phc را پیشنهاد می کنیم. حالت تشدیددی، اساساً در یک منطقه شکاف هوایی گیر افتاده که می توانیم همپوشانی سه بعدی را حداکثری نموده و فعل و انفعال میدان نوری را با آنالیت ها در حس کننده ها افزایش دهیم. این حسگرها که دارای یک حساسیت خیلی بالای $8/51^{nm}$ و کیفیت بالای 174×10^5 را داشت موجب یک FOM در بالای $96/000$ می شود. در مقایسه با حسگرهای گزارش شده قبلی با حفره های نانوپرتوی phc شکاف دار قبلی و حفره های ریزشکاف دار phc، دستگاه های ما ساختار ساده تری و فضای کوچکتری به اندازه فقط $2 \times 2 \mu m^2$ دارند. بنابراین حسگر PSNC پیشنهادی برای به واقعیت رساندن آرایه های حسگر یکپارچه روی تراشه و مشاهده چندگانه ای جذاب می باشند.

ساختارهای (ساختمان) دستگاه و طرح ها:

طرح کلی حسگر PSNC تک بعدی در شکل یک نشان داده شده است. این طرح به خاطر ساخت، نیم هادی های سیلیکونی نارسا نا طراحی شده اند.

ضخامت لایه سیلیکونی بالایی و لایه سیلیکائی 220^{nm} و $2 \mu m$ ، به طور جداگانه می باشند. ضریب شکست سیلیکون $3/476$ می باشد.