همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

افزایش میزان حساسیت بیوسنسور نوری پلاسمونی مبتنی بر فیبر فوتونیک کریستالی

میروحید کاظمپور[1,*]، حمید واحد[2]

[1] گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق و کامپوتر دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
[2] استادیار گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق و کامپوتر دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده: بیوسنسورهای نوری مبتنی بر تشدید پلاسمون های سطحی(SPR) در حوزه فوتونیک از اهمیت بالایی برخوردار هستند و می‌توانند در جهت تشخیص بیماری و مایعات موجود در بدن بیمار استفاده گردند. در این مقاله یک بیوسنسور نوری ضریب شکست مبتنی بر SPR با استفاده از ساختار متشکل از لایه طلا طراحی شده است. تاثیر حضور لایه طلا با ضخامت های ۴۰ و۵۰ نانومتر بر میزان حساسیت سنسور در حضور چهار ماده water ، Blood Plasma ، YD-10B، Hemoglobin که دارای ضرایب شکست منحصر بفردی هستند، در طول موج ۵۰۰ الی ۷۵۰ نانومتر بررسی شده است. همچنین نتایج ما نشان می‌دهد که بیشترین میزان حساسیت برای این بیوسنسور در ازای لایه طلا با ضخامت ۴۰ نانومتر برابر با 266 nm/RIU محاسبه شده است.

کلید واژگان: تشدید پلاسمون های سطحی؛ فوتونیک کریستال؛ بیوسنسور؛ حساسیت نسبی

Enhanced Sensitivity of the plasmonic Optical Biosensor Based on photonic Crystal Fiber

Mir Vahid Kazempour, Hamid Vahed

Abstract- ptical biosensors based on surface plasmon resonance (SPR) are an important component in biophotonic field.These biosensor are applicable for investigation type of disease In this paper, an optical biosensor SPR-based Photonic Crystal Fiber is designed that determine four molecules water, Blood Plasma, YD-10B, Hemoglobin, which have unique refractive index, at a wavelength of 500 to 750 nm . and Enhancement of refractive index optical biosensor is designed using a structure consisting of a gold layer. Our results also show that the maximum relative sensitivity for this biosensor is calculated 266 nm/RIU for layer of gold with a thickness of 40 nm.

Keywords: Surface Plasmon Resonance, Photonic Crystal Fiber, Biosensor, relative Sensitivity

*mirvahid.kazempour96@ms.tabrizu.ac.ir

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

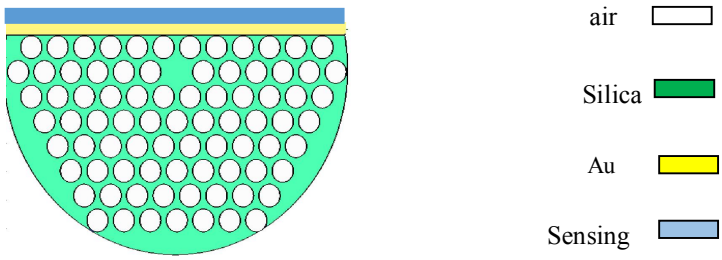
[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-30]

۱- مقدمه

در طول دهه های گذشته، بیوسنسورهای نوری مبتنی بر تشدید پلاسمون های سطحی(SPR) در زمینه پزشکی به منظور تشخیص انواع بیماری ها و مایعات موجود در بدن بیمار مورد استفاده قرار گرفته اند[۱]. برای تحریک پلاسمون های سطحی در مرز مشترک بین فلز و دی الکتریک، الکترون های باند هدایت فلز باید قادر به تشدید با نور فرودی در سطح باشند. به همین منظور توسط باریکه نور پلاریزه P برانگیخته می‌شوند که در یک طول موج خاص که به طول موج تشدید معروف است، فرکانس و بردار موج نور فرودی پلاریزه P و طول موج پلاسمون سطحی با هم برابر می‌شوند که منجر به تحریک پلاسمون های سطحی در سطح مشترک فلز و عایق می‌شوند[۲]. بیوسنسورهای نوری مبتنی بر تشدید پلاسمون های سطحی به علت برخورداری از ابعاد کوچک، وزن پایین، قابلیت اطمینان بالا و همچنین برخورداری از میزان حساسیت زیاد و مقرون به صرفه بودن به شدت مورد توجه و استفاده قرار گرفته اند. همچنین در سالیان گذشته با توسعه فیبرهای کریستال فوتونی (PCF) که در هدایت نور در داخل ساختار به منظور کاهش تلفات اتلافی و نور نشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در ساختارهای مبتنی بر پلاسمون های سطحی در جهت افزایش اندرکنش نور با الکترون های آزاد فلز کاربرد های متنوع و وسیعی پیدا کرده اند.

۲- ساختار سنسور پیشنهادی و روابط حاکم

ساختار سنسور پیشنهادی PCF مبتنی بر تشدید پلاسمون های سطحی در شکل(۱) به صورت شماتیک نشان داده شده است.



فیبر کریستال فوتونی از جنس سیلیکا شامل حفره های هوایی با قطر d=1μm ، دوره تناوب ، Λ=2μm و قطر کل سنسور 12μm می‌باشد که وابستگی ضریب شکست آن به طول موج از رابطه سلیمر قابل محاسبه می باشد[۳].

لایه طلا نیز با ضخامت t در فاصله 2.5μm نسبت به هسته فیبر برش داده شده است، قرار گرفته است. لازم به ذکر است که ثابت دی الکتریک طلا از مدل درود قابل محاسبه می‌باشد. همچنین ماده تحت آزمایش با ضرایب شکست منحصر به فرد که در جدول شماره (۱) نشان داده شده است، بر روی لایه طلا قرار داده می‌شوند:

جدول شماره(۱): ضرایب شکست مولکول های تحت آزمایش

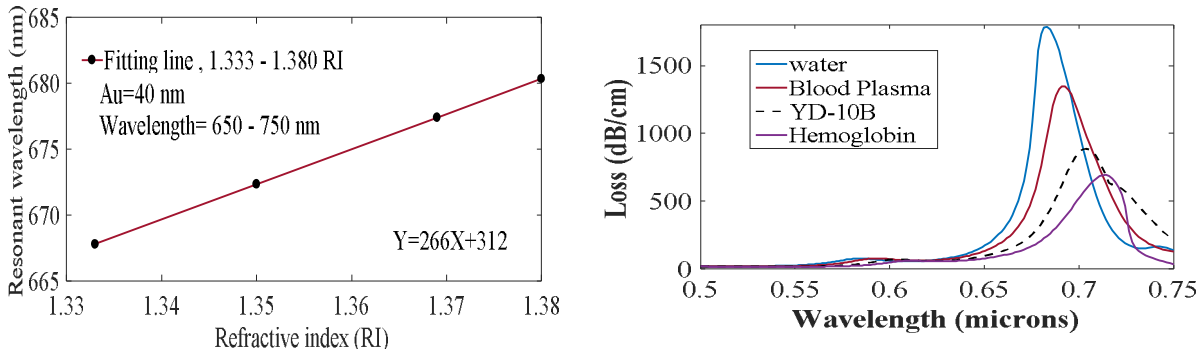
Name of molecular	Refractive index
water	1.333
Blood Plasma	1.350
YD-10B	1.369
Hemoglobin	1.380

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

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

۳- نتایج و بحث ها

نمودار تلفات حبس شوندگی بر حسب طول موج به ازای ضرایب شکست مختلف مولکول های اشاره شده در جدول شماره (۱) در شکل (۲) رسم شده است. با مشاهده نمودار شکل (۲) در می‌یابیم که به ازای چهار ماده water ، Blood Plasma ، YD-10B ، Hemoglobin با ضرایب منحصر بفرد، در محدوده طول موج ۷۵۰ الی ۵۰۰ نانومتر، پیشینه میزان تلفات حبس شوندگی در طول موج کوتاه تر قابل مشاهده است. همچنین شیفت ماکزیمم میزان تلفات با افزایش ضریب شکست مولکول ها به سمت طول موج های بالاتر کاملا مشهود می-باشد. از آنجایی که میزان حساسیت بیوسنسور به صورت نسبت تغییرات طول موج تشدید به ضریب شکست ماده تحت آزمایش می باشد، لذا برای ساختار پیشنهاد شده میزان حساسیت نسبی محاسبه گردید.



(ب) (الف)

شکل(۲): (الف): نمودار تلفات حبس شوندگی به ازای ضرایب شکست water ، Blood Plasma ، YD-10B ، Hemoglobin در حضور لایه طلا با ضخامت ۴۰ نانومتر ، (ب) نمودار طول موج تشدید به ازای ضرایب شکست مولکول های ذکر شده

۴- نتیجه گیری

در این مقاله، یک نوع بیوسنسور نوری فوتونیک کریستالی مبتنی بر SPR به منظور تشخیص چهار نوع مولکول water ، Blood Plasma ، YD-10B، Hemoglobin طراحی و تحلیل شد و بهبود حساسیت نسبی بیوسنسور به علت حضور لایه طلا به ضخامت ۴۰ نانومتر و در محدوده طول موج ۵۵۰ الی ۶۵۰ نانومتر بیشترین میزان حساسیت مطابق با شکل(۲-ب) به میزان 266 nm/RIU بدست آمد.

مراجع

1. J. Homola, *et. al* **Springer** Surface Plasmon Resonance Based Sensors, p.3, , (2006)
2. K. V. Sreekanth, et. al, **Chemical**. , Vol. 182, No. 55, pp. 1-818 (2013)
3 Rani, Mahima *et. al*. **Optics Communications 313**(303-314), (2014).

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

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