بیست و هفتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و سیزدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه سیستان و بلوچستان،
زاهدان، ایران.
۱۴-۱۶ بهمن ۱۳۹۹

کد مقاله : ۱-۲۴۴۷-۱۰-A

بهبود نورزایی هیبریدهای آلی-معدنی دوبعدی با استفاده از لایه‌ی نازک طلا و پلاتین

زهره عباسخانی[۱]،صغری میر ارشادی[۲]،فرهاد ستاری[۱]،مقصود سعادتی نیاری[۱]

[۱]گروه فیزیک،دانشکده علوم،دانشگاه محقق اردبیلی،اردبیل

[۲]گروه علوم مهندسی،دانشکده فناوری‌های نوین،دانشگاه محقق اردبیلی،نمین

Email:zohreh.abbaskhani@yahoo.com

چکیده – در این مقاله خاصیت نورزایی هیبریدهای آلی-معدنی دو بعدی $(PEA)_2PbI_4$,$(PEA)_2PbBr_4$,$(BA)_2PbI_4$با پوشش‌دهی فیلم نازکی از این ساختارها توسط لایه‌ی نازکی از طلا به ضخامت ۲۰ و ۳۰ نانومتر ونیز پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر بررسی شده است. بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، پوشش دهی فیلم های نازک این ساختارها با لایه‌ای از پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر دارای بیشترین میزان بهبود نورزایی در مقایسه با پوشش‌دهی با فیلم های نازک طلا بوده است. این میزان افزایش برای $(PEA)_2PbBr_4$ در حدود ۲.۲ برابر شدت اولیه و برای $(PEA)_2PbI_4$و $(BA)_2PbI_4$ در حدود ۱.۷ برابرشدت اولیه به دست آمده است.

کلیدواژه-خاصیت نورزایی،لایه‌ی نازک طلا و پلاتین،هیبرید آلی-معدنی دوبعدی

Enhancing luminescene of two-dimentional organic-inorganichybridsby Auand Pt thin films

Zohreh Abbaskhani[1], Soghra Mirershadi[2], Farhad Sattari[1], Maghsoud Saadati-Niari[1]
[1]Department of physics, Faculty of science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
[2]Department of Engineering Sciences, Faculty of Advanced Technologies, University of Mohaghegh Ardabili,Namin
Email:zohreh.abbaskhani@yahoo.com

Abstract-In this paper, the luminescence of two-dimensional $(PEA)_2PbI_4$, $(PEA)_2PbBr_4$ and $(BA)_2PbI_4$organic-inorganic hybrids is investigated by deposited Au thin film with 20 and 30 nm and Pt with 30 nm thickness. Based on the obtained results in this study, the coating of organic-inorganic hybrids by a layerof platinum with 20 nm thickness has the highest improvement in luminescence compared to others.This increase is about 2.2 times for $(PEA)_2PbBr_4$ and about 1.7 times for $(PEA)_2PbI_4$ and $(BA)_2PbI_4$.

Keywords:Luminescence properties, Thin film of Au and Pt, Two-dimensional organic-inorganic hybrid.

مقدمه

برای نخستین بار ساختار دوبعدی از لایه های معدنی احاطه شده توسط مولکول‌های آلی با ثابت دی‌الکتریک پایین و انرژی گاف بالابه منظور افزایش انرژی پیوند اکسایتونی توسط هانامورا و همکارانش در سال ۱۹۸۸معرفی شد[۱].در این ساختارها، صفحات نیم‌رسانای معدنی به عنوان چاه‌های کوانتومی و لایه‌های آلی به عنوان سد پتانسیل عمل می‌کنند. بطور کلی ساختارهای دوبعدی هیبریدی آلی-معدنی دارای فرمول عمومی به صورت$(C_nH_{2n+1}NH_3)_2(CH_3NH_3)_{m-1}M_mX_{3m+1}$هستند،که در آن Mبیانگر فلزات دوظرفیتی جدول تناوبی مانند $Cu^{2+},Ni^{2+},Co^{2+},Fe^{2+},Pd^{2+},Cd^{2+},Ge^{2+},Sn^{2+},Pb^{2+},Eu^{2+}$ بوده و Xاز عناصر هالوژنی می‌باشد.به دلیل وجود چنین ساختار لایه ای آلی-معدنی با انرژی بستگی اکسایتونی بالا،این مواد خواص فوتولومینسانس بالایی حتی در دمای اتاق از خود نشان می‌دهند.همین امر باعث شده تا این مواد کاندیدای مناسبی جهت استفاده در ادوات اپتوالکترونیکی مختلف مانند دیودهای نور گسیل و ... باشند[۲-۴]. در این ساختارها هر زنجیره‌ی آلکیلی توسط برهمکنش واندروالسی با زنجیره‌ی مجاور برهمکنش داشته و این برهمکنش بسته به اندازه‌ی یون‌های لایه‌ی معدنی و مولکول‌های کاتیون می‌تواند موجب همپوشانی یا عدم همپوشانی گردد.در این پژوهش فیلم‌های نازکی از ساختارهای هیبریدی آلی-معدنی دوبعدی، به وسیله‌ی لایه‌های نازکی از طلا و پلاتین با ضخامت ۲۰ و ۳۰ نانومتر، پوشش‌دهی شده ومیزان بهبود نورزایی این مواد بررسی شده است.

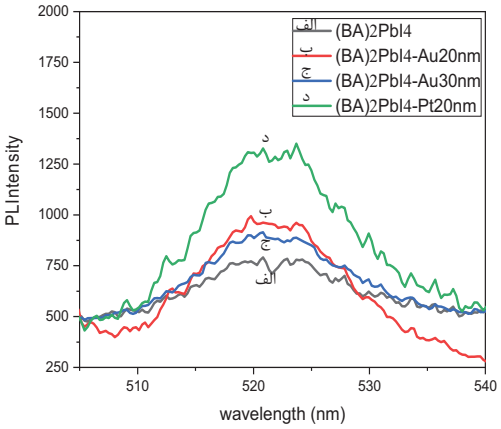
روش آزمایش

در مرحله‌ی نخست ساختارهای هیبریدی آلی-معدنی دو بعدی$(BA)_2PBI_4$, $(PEA)_2PbI_4$, $(PEA)_2PbBr_4$که در آن‌ها کاتیون آلی بوتیل آمین $CH_3(CH_2)_3NH_3$=BAو کاتیون آلی فنتیل آمین $C_6H_5(CH_2)_2NH_3$=PEA نشان داده شده، به روش شیمیایی خودسامان‌ده سنتز شدند [۵]. در ادامه به منظور بررسی خاصیت نورزائی این ساختارها،فیلم نازکی از این ساختارها بر روی لام شیشه‌ای به روش غوطه وری ساخته شد. در ادامه لام ها در آون با دمای ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ ساعت قرار داده شدند. سپس به منظور مطالعه بهبود خاصیت نورزایی این فیلم‌های نازک، لایه‌های نازکی از طلا با ضخامت ۲۰ و ۳۰ نانومتر و نیز پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر به روش اسپاترینگ بر روی ساختارهای هیبریدی، لایه نشانی شد. در ادامه برای بررسی میزان بهبود خاصیت نورزایی هیبریدهای آلی-معدنی لایه نشانی شده با طلا و پلاتین از چیدمان تجربی ایجاد شده در آزمایشگاه بهره گرفته شد.این چیدمان شامل دستگاه اسپکتروفوتومتر فیبر نوری مدل Aurora 4000 متصل به یک کامپیوتر مجهز به نرم افزار Spectral Analysisبود. همچنین از نور لیزر بنفش با طول موج حدود ۴۰۰ نانومتر و لامپ UV با طول موج حدود ۳۸۶ نانومتر به عنوان منبع تحریکی استفاده شد.

بحث و بررسی

در شکل ۱ طیف‌های نورزایی به دست آمده از هیبرید آلی- معدنی دوبعدی$(BA)_2PbI_4$تحت تحریک با منبع نوری با طول موج در حدود ۴۰۰ نانومتر نشان داده شده است. نتایج بدست آمده از شکل ۱ نشان می‌دهد که بیشترین میزان بهبود نورزایی توسط پلاتین با ضخامت ۲۰ نانومتر بوده است واین بهبود نورزایی در مقایسه با ساختار هیبریدی بدون پوشش، در حدود ۱.۷ برابر می‌باشد. همچنین میزان بهبود نورزایی ساختار هیبریدی با لایه‌ی نازکی از طلا به ضخامت ۲۰ نانومتر، ۱.۲۵ برابر شدت اولیه و میزان بهبود نورزایی در ضخامت ۳۰ نانومتر، ۱.۱۵ برابر شدت اولیه به دست آمده است.

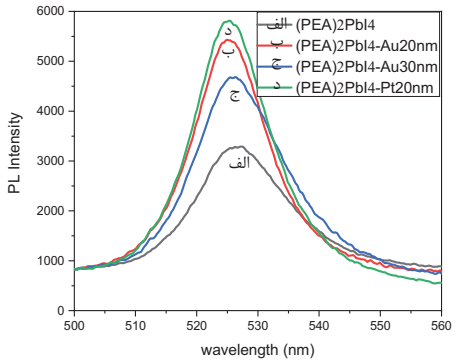
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.



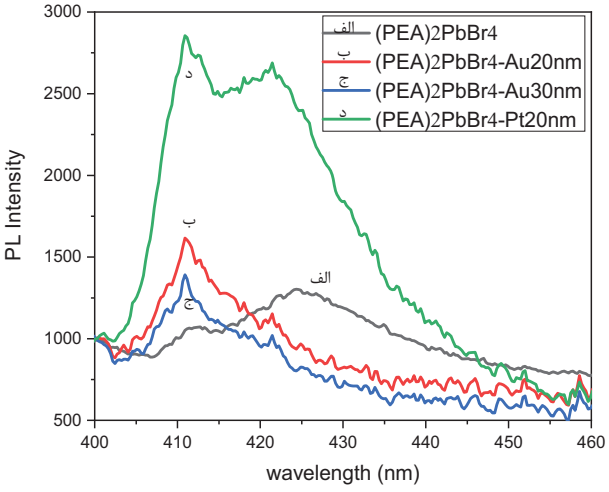
شکل۱: مقایسه‌ی طیف فوتولومینسانس ماده‌ی نورزای هیبریدی آلی-معدنی دو بعدی $(BA)_2PbI_4$ الف) بدون پوشش‌دهی، ب) و ج) با پوشش‌دهی طلا به ترتیب به ضخامت‌های ۲۰ و ۳۰ نانومتر. د) با پوشش‌دهی پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر.

در شکل ۲ طیف‌های نورزایی به دست آمده از هیبرید آلی-معدنی دو بعدی $(PEA)_2PbI_4$تحت تحریک با منبع نوری با طول موج حدود ۴۰۰ نانومتر نشان داده شده است. بیشترین میزان بهبود نورزایی ساختار هیبریدی یاد شده، توسط پوشش‌دهی آن با لایه‌ی نازکی از پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر است. همچنین این افزایش در نورزایی در حدود ۱.۷۲ برابر نورزایی ساختار هیبریدی بدون پوشش‌دهی بوده است. همچنین میزان بهبود نورزایی ساختار$(PEA)_2PbI_4$که با لایه‌ی نازکی از طلا به ضخامت ۲۰ و ۳۰ نانومتر پوشش‌دهی شده بود،به ترتیب در حدود ۱.۶ و ۱.۳۸ برابر شدت اولیه به دست آمده است.

در شکل ۳ طیف‌های نورزایی به دست آمده از هیبریدهای آلی-معدنی دو بعدی $(PEA)_2PbBr_4$ تحت تحریک با منبع نوری با طول موج حدود ۳۸۶ نانومتر نشان داده شده است. نتایج حاصل از طیف‌های نورزایی نشان می‌دهد که بیشترین میزان بهبود نورزایی این ساختار لایه‌ای آلی-معدنیبا پوشش‌دهی توسط لایه‌ی نازکی از پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر حاصل شده است. همچنین این تقویت نورزایی در حدود ۲.۱۸ برابر نورزایی ساختار $(PEA)_2PbBr_4$بدست آمده است. علاوه بر این میزان بهبود نورزایی در فیلم نازک پوشش‌دهی شده با لایه‌ی نازکی از طلا به ضخامت ۲۰ نانومتر، ۱.۲۴ برابر شده و با افزایش ضخامت لایه طلا به ۳۰ نانومتر، میزان نورزایی کاهش یافته و به میزان ۱.۰۶ برابر شدت اولیه رسیده است.



شکل۲: مقایسه‌ی طیف فوتولومینسانس ماده‌ی نورزای هیبریدی آلی-معدنی دو بعدی $(PEA)_2PbI_4$الف) بدون پوشش‌دهی، ب) و ج) با پوشش-دهی طلا به ترتیب به ضخامت‌های ۲۰ و ۳۰ نانومتر. د) با پوشش‌دهی پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر.



شکل۳: مقایسه‌ی طیف فوتولومینسانس ماده‌ی نورزای هیبریدی آلی-معدنی دو بعدی $(PEA)_2PbBr_4$الف) بدون پوشش‌دهی، ب) و ج) با پوشش-دهی طلا به ترتیب به ضخامت‌های ۲۰ و ۳۰ نانومتر. د) با پوشش-دهی پلاتین به ضخامت ۲۰ نانومتر.

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

از سوی دیگر در شکل ۳ یک جابه‌جایی محسوس به سمت طول موج‌های کوتاه در قله نورزائی این ماده پس از پوشش‌دهی با لایه نازک طلا و پلاتین مشاهده شده است. طول موج پیک نورزایی فیلم نازک ماده $(PEA)_2PbBr_4$ در حدود ۴۲۴ نانومتر به دست آمده و پس از پوشش‌دهی، این طول موج در حدود ۴۱۱ نانومتر دیده شده است.نتایج به دست آمده در مورد افزایش و بهبود نورزایی مواد به دلیل تحریک(LSPs)(پلاسمون‌های سطحی موضعی) توسط لیزر در طول موج تشدید پلاسمون‌های سطحی موضعی می‌باشد که باعث پراکندگی شدید نور و ظهور نوارهای جذب شدید پلاسمون سطحی و افزایش میدان-های الکترومغناطیسی موضعی می‌شود. پلاسمون‌های سطحی موضعی، مربوط به چگالی بار محدود به نانوذرات فلزی و نانوساختارهای فلزی هستند. فرکانس و شدت نوارهای جذب پلاسمون سطحی وابسته به نوع مواد (معمولا طلا، نقره یا پلاتین) بوده و به اندازه، توزیع اندازه و شکل نانوساختارها و همچنین محیطی که آن‌ها را احاطه کرده بسیار حساس است[۶-۸]. از این رو می‌بینیم که میزان بهبود با پوشش‌دهی توسط پلاتین موجب بیشترین افزایش در نورزایی شده و همچنین پوشش‌دهی با لایه‌ی نازکی از طلا با ضخامت ۲۰ نانومتر میزان بهبود نورزایی بیشتری نسبت به پوشش دهی با لایه‌ی نازکی از طلا به ضخامت ۳۰ نانومتر را در هر سه ساختار هیبریدی آلی-معدنی موجب شده است.

نتیجه گیری

در این پژوهش میزان نورزایی مواد هیبریدی آلی-معدنی دوبعدی $(PEA)_2PbBr_4$, $(PEA)_2PbI_4$, $(BA)_2PbI_4$ مورد مطالعه قرار گرفته و میزان نورزائی این ساختارهای هیبریدی با پوشش‌دهی لایه‌ی نازکی از طلا با ضخامت-های ۲۰ و ۳۰ نانومتر و لایه‌ی نازکی از پلاتین با ضخامت ۲۰ نانومتر، بهبود یافته است، که بیشترین میزان افزایش در شدت نورزایی با پوشش دهی توسط پلاتین با ضخامت ۲۰ نانومتر بدست آمده است.

مرجع‌ها

[1] E. Hanamura, N. Nagaoka, M. Kumagai, T. Takagahara, "Quantum wells with enhanced exciton effects and optical non-linearity", J. Mater. Sci. Engng: B, Vol. 1, No. 4, pp. 255-258, 1988.

[2] T. Ishihara, J. Takahashi, T. Goto, "Optical properties due to electronic transitions in two-dimensional semiconductors $(C_n\ H_{2n+1}\ NH_3)_2PbI_4$", Phys. Rev. B, Vol. 42, pp. 11099-11107, 1990.

[3] T. Ishihara, J. Takahashi, T. Goto, "Exciton state in two-dimensional perovskite semiconductor $(C_{10}H_{21}NH_3)_2PbI_4$", Solid State Commun, Vol. 69, pp. 933-936, 1989.

[4] B. Peng, L. Li, Q. Li, K. P. Loh, Y. Li, "Spin-Valley Locking Effect in Defect States of Monolayer MoS_2", RSC Advances, Vol. 30, pp. 2129-2136, 2017.

[۵]ز. صفرزاده، ف. عبدالله زاده، ص. میرارشادی، ف. ستاری، "مطالعه ی گاف انرژی در ساختارهای هیبریدی آلی- معدنی دوبعدی و سه بعدی"، چهاردهمین کنفرانس ماده چگال ایران دانشگاه شهید چمران اهواز سال۱۳۹۷

[6] S. Underwood, P. Mulvaney, "Effect of the Solution Refractive Index on the Color of Gold Colloids", Langmuir**,** Vol.10, pp. 3427-3430, 1994.

[7] U. Kreibig, M. Vollmer, *Optical Properties of Metal Clusters,* Springer-Verlag, Berlin, Germany 1995.

[8] P. Mulvaney, "Surface Plasmon Spectroscopy of Nanosized Metal Particles", Langmuir, Vol. 12, pp. 788-800, 1996.

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