

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (GAN)

مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



آموزش استفاده از وب آوساینس

کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

بررسی اثر بازپخت بر روی ویژگی‌های اپتیکی و ساختار کریستالی لایه نازک نانوذرات طلا

انتظاری، ساناز؛ منصور، نسترن

گروه فیزیک دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران

چکیده

لایه‌های نازک نانوذرات طلا با توجه به ویژگی‌های کاربردی آنها در فوتونیک، میکروالکترونیک و حسگرهای زیستی به عنوان مواد پلاسمونی مورد توجه بسیاری از محققین است. در این کار، لایه نازک نانوذرات طلا به روش لایه نشانی سانتریفیوژ بر روی زیر لایه کوارتز تهیه شده است. کلونید نانوذرات طلا از طریق کاهش نمک طلا توسط سدیم سیترات در محیط آبی آماده شده است. با این روش لایه نشانی، فیلم نانوبلورهای خالص طلا با پیک پلاسمونی جایگزیده در بیشینه طول موجی ۵۵۲ نانومتر تهیه شده است. نتایج کار ما نشان می‌دهد دمای بازپخت نقش مهمی در تشکیل رزونانس پلاسمونی سطحی با پیک جایگزیده بازی می‌کند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی رویشی فیلم نشان می‌دهد نانوذرات انباشته، همگی کروی شکل بوده و دارای قطر متوسط ۲۱ نانومتر هستند. مورفولوژی سطح فیلم توسط میکروسکوپ نیروی اتمی مشخص شده است. طیف پراش اشعه ایکس خاصیت کریستالی فیلم با فاز خالص طلا را نشان داده است. ویژگی‌های اپتیکی فیلم نانوذرات طلا توسط طیف سنجی فرابنفش-مرئی بررسی شده است. این کار تحقیقاتی مسیر ساده‌ای را برای تهیه لایه نازک نانوذرات طلا از کلونید نانوذرات طلا ارائه کرده است؛ به طوری که خاصیت رزونانس سطحی در این لایه نازک‌ها حفظ شده و آن‌ها را گزینه مناسبی جهت ساخت مواد پلاسمونی پایدار، ساخته است.

Investigation of annealing temperature effect on optical and structural properties of nanogold thin film

Entezari, Sanaz; Mansour, Nastaran

Physics Department, Shahid Beheshi University, Evin, 19839, G. C., Tehran, Iran

Abstract

Nanogold thin film as a plasmonic material has been attracted considerable interests by many researchers due to its wide applications in the field of photonics, microelectronics and bio-sensing. In this work, gold nanoparticle thin film on a quartz substrate is prepared by the centrifuge deposition of nanoparticles from a colloidal solution which has been synthesized by using the sodium citrate reduction of HAuCl_4 in the water. This preparation technique provides pure crystalline nanogold thin film with the localized surface plasmon resonance (SPR) peak at 552 nm. Our results show that annealing temperature plays an important role in formation of sharp SPR band in the film. Scanning electron microscopy (SEM) of the film reveals that gold nanoparticles are all sphere shaped with average diagonal of 21 ± 4 nm. The film is studied by atomic force microscopy (AFM) allowing the determination of its surface morphology. The results of X-ray diffraction analysis (XRD) show that the film is well crystallized with the pure phases of gold. Optical properties of nanogold thin film have studied by UV-visible spectrometer. This work suggests a simple pathway to fabricate nanogold thin film from colloidal sample maintaining stable SPR for plasmonics applications.

PACS No. 61, 68, 73

کاتالیست و حسگرهای زیستی، توجه زیادی جلب کرده است [۱]. در این میان نانوذرات طلا نقش ویژه‌ای در توسعه علم و فناوری نانو ایفا کرده‌است. برخی از دلایل کاربرد وسیع این

مقدمه

در دهه اخیر، تولید نانوذرات فلزی خصوصاً نانوذرات طلا، نقره و مس، به دلیل کاربرد وسیعشان در فوتونیک، الکترونیک،

آتراسونیک به ترتیب در آب ۴ بار تقطیر، اتانول، استون، کلروفرم، استون، اتانول و نهایتاً آب ۴ بار تقطیر هر کدام به مدت ۵ دقیقه تمیز شده است [۵]. جهت چربی زدایی زیر لایه از ماده دی کلرومتان (CH_2Cl_2) به مدت ۲۰ دقیقه استفاده گردیده است. در تمام مراحل برای خشک کردن زیر لایه از دستگاه خشک کن در دمای 100°C استفاده گردیده است.

جهت لایه نشانی، زیرلایه در محفظه مخصوص قرار داده و پس از اضافه کردن محلول نانو ذرات طلا، محفظه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۵ دقیقه قرار داده شده است. در این حالت نانو ذرات طلا در اثر نیروی گریز از مرکز وارده به آنها در اثر چرخش سانتریفیوژ، به سمت زیر لایه شتاب میگیرند و روی آن لایه نشانی میشوند [۶]. سپس لایه نازک طلا به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه خشک کن در دمای 100°C قرار داده شده است.

نهایتاً لایه نازک طلا در کوره دیجیتالی قرار داده شده است و در دمای 400°C به مدت یک ساعت و با شیب دمایی ۵ درجه بر دقیقه در حضور هوا بازپخت شده است. مورفولوژی و تصویر سه بعدی سطح توسط میکروسکوپ نیروی اتمی تهیه شده است. اندازه و شکل نانو ذرات لایه نشانی شده با تصویر برداری از نمونه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی مشخص شده است. طیف جذبی لایه ها توسط دستگاه طیف سنج فرابنفش- مرئی مورد مطالعه قرار گرفته است. ساختار کریستالی و سائز بلورک ها با استفاده از پراش اشعه ایکس مشخص گردیده است.

نتایج و بحث

شکل ۱- الف مورفولوژی لایه نازک ذرات طلا را بر روی زیر لایه کوارتز نشان داده است؛ که توسط میکروسکوپی نیروی اتمی تهیه شده است. تصویر سه بعدی مورفولوژی سطح نمونه در شکل ۱- ب آورده شده است. همانطور که ملاحظه میشود نانو ذرات طلا به طور یکنواخت بر روی سطح لایه نشانی شده است. از مطالعه تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی، زبری سطح لایه نازک ۴,۴ نانومتر و افت و خیز آن ۳۷ نانومتر بدست آمده است.

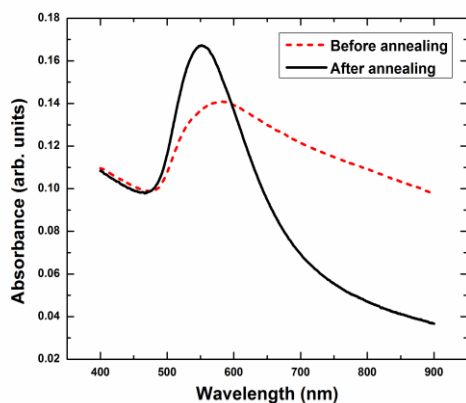
نانو ذرات عبارتند از: طلا پایدارترین فلز بی اثر در مقیاس نانو است، در مقایسه با مس و نقره یک رسانای الکتریکی به مراتب بهتر از سیلیکون است، سطح شیمیایی منحصر به فردی را ارائه داده است و غیره [۲]. اخیراً ساخت فیلم نانو ذرات فلزی با توجه به ویژگی پایداری آنها و تشکیل رزونانس پلاسمون سطحی به عنوان مواد پلاسمونی مورد توجه زیاد محققین جهان قرار گرفته است [۳].

در این کار با استفاده از روش سانتریفیوژ، فیلم نانو ذرات طلا بر روی زیر لایه کوارتز تهیه شده است. سپس خصوصیات اپتیکی، مورفولوژی و ساختار کریستالی فیلم توسط دستگاه طیف سنج فرابنفش- مرئی، میکروسکوپ نیروی اتمی، آنالیز پراش اشعه ایکس و میکروسکوپ الکترونی روبشی مشخصه یابی و گزارش داده شده است. نتایج این کار نشان میدهد که تشکیل رزونانس پلاسمون سطحی فیلم نیاز به بازپخت دارد. دلایل مربوط به تشکیل پلاسمون سطحی در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت.

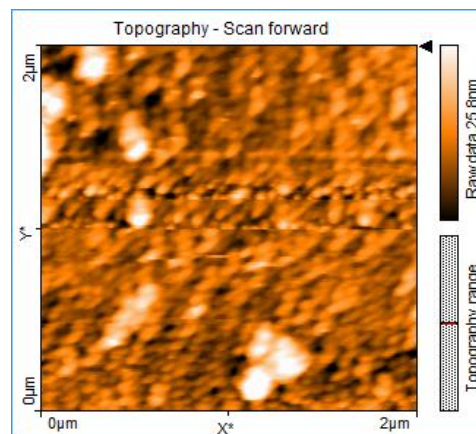
بخش تجربی

در این کار، نانو ذرات طلا به روش کاهش سدیم سیترات تهیه شده است. برای این منظور محلولی از نمک طلا (HAuCl_4) با غلظت ۰,۰۱ درصد وزنی و محلول ۱ درصد وزنی از سدیم سیترات تهیه گردیده است. به ۵۰ میلی لیتر محلول در حال جوش طلا، ۰,۷۵ میلی لیتر محلول سدیم سیترات اضافه شده است. پس از ۲۵ ثانیه رنگ محلول در حال جوش آبی و پس از ۷۰ ثانیه دیگر رنگ محلول از آبی به قرمز درخشان تغییر یافته است، که این تغییر رنگ نشان دهنده تشکیل نانو ذرات طلا در محلول است [۴]. لازم به ذکر است در حین تهیه نانو ذرات طلا محلول مورد استفاده، برای جلوگیری از تغییر غلظت هنگام جوشیدن، تحت عمل رفلاکس قرار گرفته است. همچنین تشکیل نانو ذرات طلا بوسیله طیف فرابنفش- مرئی در فاز مایع مورد تأیید قرار گرفته است.

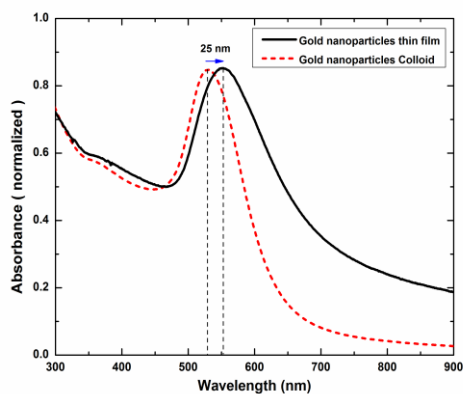
برای تهیه فیلم نازک نانو ذرات طلا، زیر لایه از جنس کوارتز با ابعاد $20\text{mm} \times 9\text{mm} \times 1\text{mm}$ به کار برده شده است. تمیز کردن زیرلایه طی چند مرحله انجام شده است. ابتدا زیر لایه با آب و مواد شوینده شست و شو داده شده است. سپس توسط دستگاه



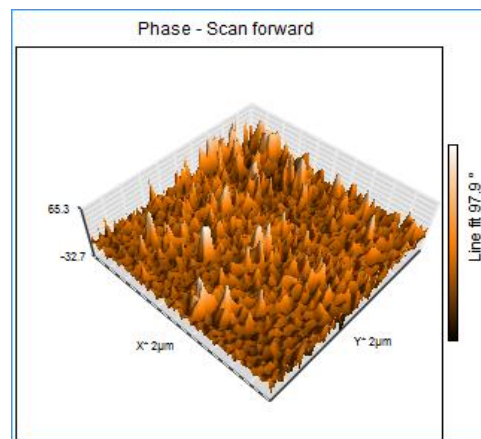
شکل ۲ : مقایسه طیف جذبی لایه نازک نانوذرات طلا قبل و پس از بازپخت



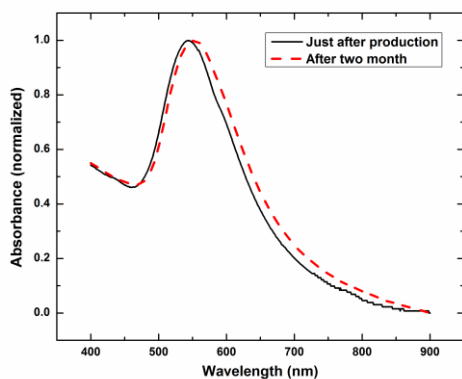
شکل ۱- الف : مورفولوژی لایه نازک نانوذرات طلا بر روی زیر لایه کوارتز



شکل ۳: مقایسه طیف جذبی لایه نازک نانوذرات طلا و کلوئید نانوذرات طلا



شکل ۱- ب : تصویر سه بعدی لایه نازک نانوذرات طلا بر روی زیر لایه کوارتز

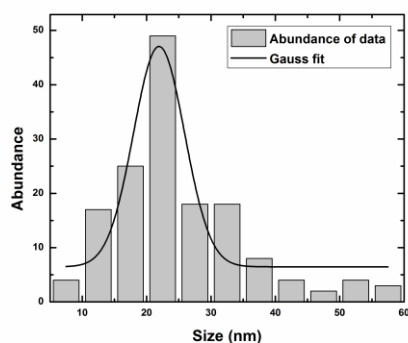


شکل ۴ : بررسی پایداری لایه نازک نانوذرات طلا توسط طیف جذبی

شکل ۵ ساختار کریستالی فیلم را که توسط پراش اشعه ایکس تهیه شده است، نشان داده است. نتیجه این تحلیل نمایانگر تشکیل فاز خالص کریستال طلا در صفحات (۱۱۱)، (۲۰۰)، (۲۲۰)، (۳۰۰) است.

در شکل ۲ طیف جذبی فیلم نانوذرات طلا قبل و بعد از باز پخت در دمای 400°C مقایسه شده است. همانطور که در نمودار مشاهده می شود رزونانس پلاسمون سطحی بعد از پخت در لایه نازک تشکیل می شود و بیشینه جذب رزونانسی آن در ۵۵۲ نانومتر است و پهنای آن (HWHM) برابر با ۴۴ نانومتر است.

طیف جذبی کلوئید نانوذرات طلا با فیلم بازپخت شده در شکل ۳ مقایسه شده است. همانطور که ملاحظه می شود طیف جذبی لایه نازک در مقایسه با طیف جذبی کلوئید دارای پهن شدگی است و بیشینه آن ۲۵ نانومتر به سمت طول موج های بلند جابجا شده است. پایداری فیلم تهیه شده پس از ۲ ماه در شکل ۴ نشان داده شده است.



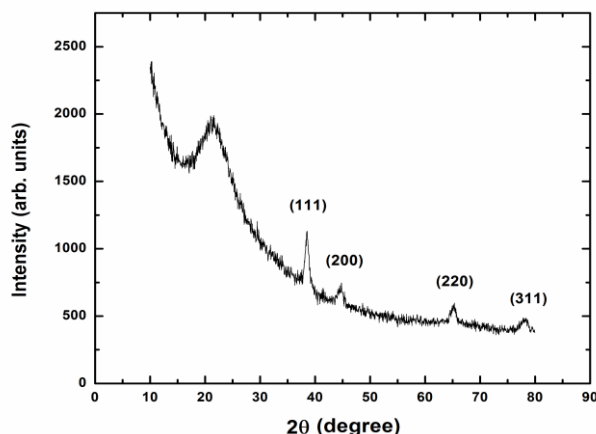
شکل ۶- ب: توزیع فراوانی نانوذرات طلا بر روی زیر لایه کوارتز

نتیجه گیری

در این کار لایه نازک نانوبلور طلا، با اندازه متوسط ۲۱ نانومتر، به طور یکنواخت بر روی زیر لایه کوارتز توسط روش ساتریفیوژ تهیه و ویژگی های اپتیکی و ساختار کریستالی آن مشخصه یابی شده است. نتایج نشان می دهد که تشکیل رزونانس پلاسمونی سطحی در این لایه نازک نیازمند به بازپخت فیلم در دمای 400°C است. پیک پلاسمونی تشکیل شده دارای بیشینه در طول موج ۵۵۲ نانومتر با پهنای ۴۴ نانومتر است. این کار تحقیقاتی مسیر ساده ای را برای تهیه مواد پلاسمونی نانوتکنولوژی ارائه کرده است.

مرجع ها

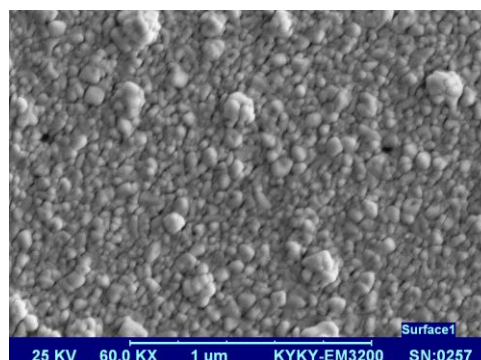
- [۱] Bhupendra C, Anjana K V, Nidhi A, Mehta R V, Upadhyay R V; "Highly bacterial resistant silver nanoparticles: Synthesis and antibacterial activities [J]."; *J Nanopart Res* **12**, No. 3 (2013) 1677-1685.
- [۲] S. Grammatikopoulos, S. D. Pappas, V. Dracopoulos, P. Pouloupoulos, P. Fumagalli, M. J. Velgakis, C. Politis; "Self-assembled Au nanoparticles on heated Corning glass by dc magnetron sputtering: size-dependent surface plasmon resonance tuning"; *J Nanopart Res* (2013) 15:1446
- [۳] S. Eustis, M. A. El-Sayed, *Chem. Soc. Rev*, 2006, 35, 209-217.
- [۴] G. Frens, *Nature*, 1973, 241, 20-22.
- [۵] YI Zao, ZHANG Jian-bo, NIU Gao, CHEN Yan, LUO Jiang-shan, WU Wei-dong, YI You-gen, TANG Yong-jian; "In-situ growth of silver nanostructure on quartz glass substrates"; *J. Cent. South Univ.* (2012) 19: 312-318.
- [۶] S. G. Dorofeev, N. N. Kononov, A. A. Ishchenko, R. B. Vasil'ev, M. A. Goldschtrakh, K. V. Zaitseva, V. V. Koltashev, V. G. Plotnichenko, and O. V. Tikhonovich; "Optical and Structural Properties of Thin Films Precipitated from the Sol of Silicon Nanoparticles"; *semiconductors* **43** No. 11 (2009)



شکل ۵: طیف پراش اشعه ایکس لایه نازک نانوذرات طلا

با استفاده از فرمول دیبای- شرر اندازه نانوبلورک های فیلم به ترتیب صفحات کریستالی ذکر شده در بالا برابر با ۱۲٫۸، ۱۷٫۳، ۴٫۲ و ۱۲٫۶ نانومتر محاسبه شده است و اندازه متوسط آنها در حدود ۱۲ نانومتر است.

شکل ۶- الف تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح لایه نازک نانوذرات طلا را در دمای بازپخت 400°C بازپخت نشان داده است. نمودار توزیع فراوانی اندازه نانوذرات لایه نشانی شده (شکل ۶- ب)، اندازه متوسط نانوذرات را ۲۱ نانومتر و انحراف از معیار آن ها را ۴ نانومتر بدست محاسبه کرده است. در مقایسه با نتایج اندازه گیری سایز با استفاده از طیف پراش اشعه ایکس فیلم (۱۲ نانومتر)، نتایج دقیقی را برای سایز نانو ذرات فیلم تخمین زده است. به نظر میرسد که مد استفاده شده جهت تهیه طیف پراش اشعه ایکس لایه های نازک اندکی پهن شدگی در فاز صفحات کریستالی می نماید.



شکل ۶- الف: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح لایه نازک نانوذرات طلا با بزرگنمایی ۶۰۰۰۰

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

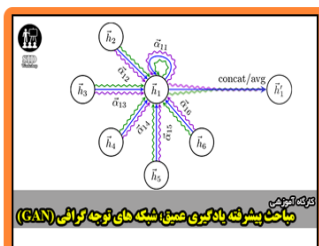


عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی