

تاثیر ولتاژ بر رسوب گذاری نانو کامپوزیت طلا/اکسید گرافن به کمک پلاسما

رضا مظفری و مهدی شریعت*

گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، m.shariat@vru.ac.ir

کلید واژه: نانو کامپوزیت، جت پلاسما، اکسید گرافن

چکیده

در اینجا قطرات اتمی شده از پیش ماده که شامل محلولی از آئوریک طلا و اکسید گرافن می باشد، به پلاسما تزریق می شود. پلاسما این محلول را به نانوذرات طلا/اکسید گرافن کاهش می دهد و آن ها را روی زیرلایه شیشه رسوب گذاری می کند. ساختار کریستالی و ریخت شناسی نانوکامپوزیت های رسوب شده با استفاده از تفرق پرتو ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) و طیف نگاری پراکندگی انرژی پرتو ایکس مورد بررسی قرار می گیرد. منحنی XRD وجود نانوذرات طلا روی سطح اکسید گرافن در این نانوکامپوزیت چاپ شده را نشان می دهد. همچنین تصاویر FESEM تأیید می کنند که نانوکامپوزیت های طلا/اکسید گرافن روی سطح شیشه ای به خوبی رسوب گذاری شده اند. همچنین دریافت می شود با افزایش ولتاژ کاری پلاسما تراکم نانوذرات طلا روی سطوح اکسید گرافن افزایش می یابد.

Effect of voltage on Au/GO nanocomposite deposition by plasma

Reza Mozafari and Mahdi Shariat*

Department of Physics, Faculty of Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran

Abstract

In this work, atomized droplets of mixed solution included graphene oxide (GO) and HAuCl_4 precursors are reduced to gold/graphene oxide nanocomposites in the plasma and deposited on the substrate. Crystalline structure and morphology of nanocomposites have been characterized by means of X-ray diffraction (XRD), Field emission scanning electron microscopy (FESEM), and Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) analyses. XRD patterns showed that Au nanoparticles incorporate on GO surfaces, the face center cubic phase of Au developed in crystalline planes. The FESEM imaging confirmed that Au/GO nanocomposites were deposited on glass substrate.

Keywords: nanocomposite, plasma jet, graphene oxide.

مقدمه

کاتالیزوری است در حالی که نانوذرات طلا دارای فعالیت کاتالیزوری بالایی هستند. مثلاً نانو ذرات Pd-Au به دلیل داشتن فعالیت کاتالیزوری برای از بین بردن آلاینده های موجود در آب های زیر زمینی مانند تری کلرو اتن استفاده می شود [۱-۲]. طی مطالعات اخیر، مشخص شده است که ترکیب نانوذرات فلزی و اکسید گرافن (GO) به صورت نانوکامپوزیت اکسید گرافن/فلز خواص خارق العاده ای از خودشان نشان می دهند و همین امر سبب شده که این نانوکامپوزیت ها مورد توجه دانشمندان قرار گیرند. در این بین نانوکامپوزیت طلا/اکسید گرافن کاربردهای ویژه ای در پزشکی و الکترونیک دارد. و می توان از آن برای ساخت

طلا (Au) دارای خواص الکتریکی، مغناطیسی و کاتالیزوری منحصر به فردی است که این خواص بسیار متأثر از اندازه ذرات و شکل آن ها است. نانو ساختارهای طلا بسیار مورد توجه محققان می باشد. طلا به دلیل واکنش ناپذیری به عنوان یک ماده زیست سازگار شناخته شده است و از این نانو ذرات برای دارو رسانی به درون سلول ها، تحویل بیو ملکول های بزرگ مثل پپتیدها و پروتئین ها و درمان سرطان استفاده می شود. همچنین از طلا برای تصویر برداری و علامت گذاری در بیو سنسورها نیز استفاده می شود. طلا زمانی که به صورت توده می باشد فاقد فعالیت

پلاسما ۲ و گاز حامل ۰.۵SLPM می‌باشد. گاز حامل بعد از عبور از نیولایزر پنوماتیکی، آئروسلی از قطرات محلول آئوریک طلا (HAuCl_4) و اکسید گرافن ایجاد کرده و به گاز پلاسما اضافه می‌شود و همراه با آن به لوله کوارتز جت پلاسمایی شارش می‌یابند. این گاز پس از عبور از فاصله بین دو الکترود پلاسما شده و به سطح زیر لایه تابیده می‌شود. سطح زیر لایه‌هایی شیشه‌ای قبل از لایه نشانی با استون، اتانول و آب دی یونیزه به‌طور کامل تمیز و عاری از هرگونه آلودگی می‌شود.



شکل ۱: جت پلاسمایی و سطح لایه نشانی شده

محلول اول شامل ۰/۰۶ گرم اکسید گرافن در ۲۰CC آب دی یونیزه است. محلول دوم شامل ۰/۰۷ گرم آئوریک طلا در ۱۰CC آب دی یونیزه است. ۳CC از هر یک از این محلول‌ها مختلف با یکدیگر مخلوط شده تا محلول نهایی پیش ماده آماده شود.

بحث

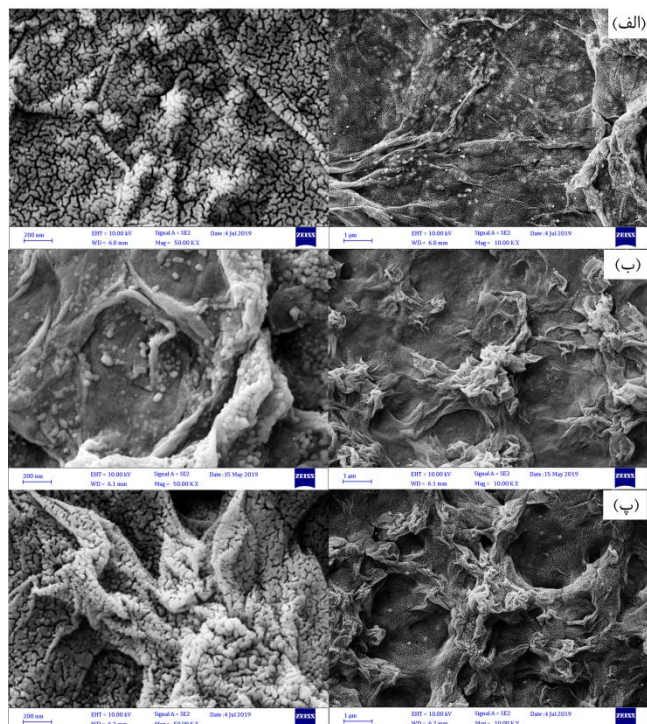
شکل ۲ نمودار پراش پرتو ایکس (XRD) لایه‌های رسوب‌گذاری شده از نانو کامپوزیت طلا/اکسیدگرافن می‌باشد. این شکل همچنین تغییرات ساختار این نانوکامپوزیت را برای ولتاژهای کاری متفاوت را نشان می‌دهد. از این شکل دریافت می‌شود که نانوذرات طلا روی بستر اکسیدگرافن با خلوص بالا تشکیل شده‌اند. قله‌ها در زاویه 2θ $38/24^\circ$ ، $44/43^\circ$ ، $64/65^\circ$ و $77/60^\circ$ معرف صفحات کریستالی به ترتیب (۱۱۱)، (۰۰۲)، (۰۲۲) و (۱۱۳) می‌باشند. از آن جایی که هیچ گونه قله اضافی وجود ندارد، بیانگر آن است که نانوذرات طلا با خلوص بالا تشکیل شده‌اند. با افزایش ولتاژ کاری شدت همه قله‌ها XRD افزایش می‌یابد که این نشان دهنده این است که افزایش ولتاژ کاری پلاسما باعث افزایش

حسگرهای زیستی استفاده کرد. از نانوکامپوزیت طلا/اکسیدگرافن به عنوان حسگر دوپامین و پراکساید خون استفاده می‌شود [۳]. روش‌های متعددی از جمله احیای شیمیایی، کندوپاش لیزری، سونوشیمی و بیوشیمی برای رسوب‌گذاری نانومواد ارئه شده است [۴]. محیط پلاسما به دلیل دارا بودن گونه‌های فعال همچون یون‌ها، الکترون‌ها، رادیکال‌ها و فوتون‌های پرانرژی شرایط لازم برای پیشبرد واکنش‌های شیمیایی و فیزیکی جهت تولید نانو مواد ایجاد می‌کند. پلاسما منبع بی نظیری از الکترون‌ها می‌باشد که این الکترون‌ها می‌توانند در برهم کنش با سطح مایع در آن حل شوند و الکترون‌های حل شده را ایجاد کنند. این الکترون‌های حل شده نقش مهمی در احیای یون‌های محلول دارند و با احیای این یون‌های نانو مواد مورد نظر تولید می‌شوند و روی سطح زیرلایه رسوب‌گذاری می‌کنند [۵].

در این کار از یک جت پلاسمایی تخلیه سد دی‌الکتریک برای تولید پلاسما استفاده شده است. محلول پیش ماده طلا و اکسید گرافن به صورت آئروسل به این پلاسما تزریق می‌شود که در نهایت کامپوزیت Au/GO روی زیر لایه شیشه رسوب‌گذاری می‌کند.

مواد و روش‌ها

شکل ۱ جت پلاسمایی غیرتعادلی برای لایه نشانی را نشان می‌دهد. در این جت با پیکربندی تخلیه سد دی‌الکتریک کار می‌کند که دارای دو الکترود مسی که روی سطح لوله کوارتز به فاصله ۱ سانتی‌متر از یکدیگر پیچیده شده است. این لوله کوارتز با قطر داخلی ۲ میلی‌متر و قطر خارجی ۴ میلی‌متر به عنوان دی‌الکتریک در این جت پلاسمایی استفاده می‌شود. گاز پلاسما به همراه گاز حامل آئروسل داخل این لوله کوارتز شارش می‌یابد. برای تولید پلاسما این الکترودها به یک منبع تغذیه ولتاژ بالا، بین ۵ تا ۱۰ کیلوولت و فرکانس کاری ۲۰ کیلوهرتز متصل می‌شوند و ولتاژ اعمالی به پلاسما به وسیله یک پروب ولتاژ بالا و اسیلوسکوپ اندازه‌گیری می‌شود. الکترود دوم به فاصله ۷ میلی‌متر از انتهای لوله کوارتز قرار دارد، در این سیستم از گاز آرگون به عنوان گاز پلاسما و گاز حامل آئروسل استفاده می‌شود. نرخ جریان شارش گاز



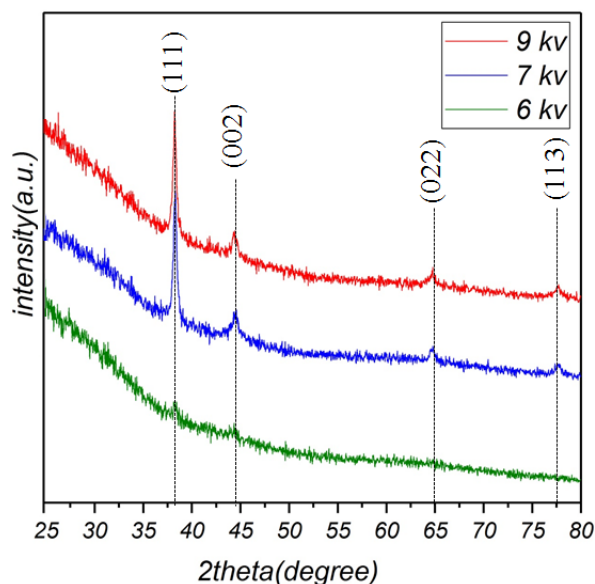
شکل ۳ تصاویر FESEM از نمونه رسوب شده در ولتاژهای متفاوت، (الف) ۷ کیلوولت، (ب) ۶ کیلوولت پ (۹ کیلوولت) جدول ۱ درصد وزنی عناصر لایه رسوب گذاری شده روی زیرلایه شیشه که از طیف نگاری پراکندگی انرژی پرتو ایکس (EDS) حاصل شده را نشان می دهد.

جدول ۱ نسبت وزنی عناصر برای نمونه های مختلف

عناصر	۷kV	۸kV
Au	۵۹/۲	۸۰/۸
C	۲۸/۲	۱۴/۴
O	۱۲/۶	۴/۷

همان طور که از این جدول مشخص است با افزایش ولتاژ، درصد وزنی عنصر طلا نسبت به عناصر کربن و اکسیژن که عناصر تشکیل دهنده اکسیدگرافن می باشند، افزایش یافته است. این رخداد می تواند به این دلیل باشد که با افزایش ولتاژ کاری و به دنبال آن افزایش انرژی الکترون های پلاسما، مقدار بیشتری عنصر طلا احیا می شود و در نتیجه نانوذرات طلا با سرعت بیشتری تولید می شوند.

کریستالی شدن نانوساختارهای تشکیل شده می شود. البته همانطور که مشهود است با افزایش ولتاژ ساختار کریستالی نانوساختارها تغییر نمی کند.



شکل ۲ طیف XRD از نانوکامپوزیت طلا/اکسیدگرافن با ولتاژهای متفاوت ۶، ۷ و ۹ کیلوولت

در شکل ۳ تصاویر FESEM از نمونه هایی با ولتاژهای ۶، ۷ و ۹ کیلوولت را نشان می دهد. شکل ۳ ب تصاویر نمونه رسوب گذاری شده در ولتاژ کاری ۷kV با بزرگنمایی های مختلف را نشان می دهد. در این شکل دیده می شود که توده های مچاله شده ای در اندازه های میکرومتری روی سطح نمونه رسوب شده اند. از چین و چروک های این توده مچاله شده بر می آید که این توده از مچاله شدن سطوح گرافنی در خود و تنیده شدن در سطوح گرافن دیگری تشکیل شده اند. اگر به سطح این توده های مچاله شده با دقت بیشتری نگاه شود، نانومواد مشاهده می شود که این نانومواد مربوط به نانو ذرات طلا می باشند و اندازه متوسط این نانوذرات تقریباً ۵۷ نانومتر می باشد. این شکل همچنین نشان می دهد که با افزایش ولتاژ، اندازه نانوذرات پراکنده شده روی سطوح گرافنی افزایش می یابد. از طرفی با افزایش ولتاژ، اندازه توده های گرافنی کاهش می یابد، یعنی صفحات گرافنی با افزایش ولتاژ، بیش تر درهم تنیده می شوند.

نتیجه گیری

رسوب گذاری نانوکامپوزیت طلا/اکسید گرافن به وسیله جت پلاسمایی فشار اتمسفری بر روی سطح زیرلایه شیشه انجام شد. مشاهده شد که نانوذرات طلا روی سطوح اکسید گرافن رشد می کنند و آن ها مانند یک چسب عمل کرده و باعث می شوند که سطوح گرافنی را به یکدیگر یا به خود چسبانده شوند که این باعث می شود که صفحه های گرافنی به صورت مچاله و درهم تنیده ایجاد شوند.

سپاسگزاری

این کار با پشتیبانی همکاران جناب آقای دکتر مسعود کریمی پور و دکتر مهدی ملایی در پژوهشکده نانو دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام شد.

مرجع ها

- [1] Shinde, N. M., Lokhande, A. C., & Lokhande, C. D. (2014). A green synthesis method for large area silver thin film containing nanoparticles. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 136, 19-25.
- [2] Guo, M., Li, W., Yang, F., & Liu, H. (2015). Controllable biosynthesis of gold nanoparticles from a *Eucommia ulmoides* bark aqueous extract. *Spectrochimica acta part A: molecular and biomolecular spectroscopy*, 142, 73-79.
- [3] Hong, W., Bai, H., Xu, Y., Yao, Z., Gu, Z., & Shi, G. (2010). Preparation of gold nanoparticle/graphene composites with controlled weight contents and their application in biosensors. *The Journal of Physical Chemistry C*, 114(4), 1822-1826.
- [4] Mănoiu, V. S., & Aloman, A. (2010). Obtaining silver nanoparticles by sonochemical methods. *UPB Buletin Stiintific. Series B*, 72(2), 179.
- [5] Maguire, P., Rutherford, D., Macias-Montero, M., Mahony, C., Kelsey, C., Tweedie, M., ... & Mariotti, D. (2017). Continuous in-flight synthesis for on-demand delivery of ligand-free colloidal gold nanoparticles. *Nano letters*, 17(3), 1336-1343.