

اثر بمباران الکترونی بر روی نانوذرات نقره لایه نشانی شده بر روی تمپلت آلومینایی

بریانی نظافت^۱، نگین^۱؛ مجتهدزاده لاریجانی، مجید^۲؛ الماسی کاشی، محمد^۳؛ الهی، سید محمد^۱

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، مرکز تحقیقات فیزیک پلاسما، تهران- ایران

^۲ گروه ایزوتوپها، پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج- ایران

^۳ دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان- ایران

چکیده

به منظور مطالعه خواص ساختاری نانوذرات نقره بمباران شده با الکترون بر روی تمپلت هایی از جنس اکسید آلومینیوم نمونه‌ها در جنبه خلا مجهز به تفنگ الکترونی قرار گرفتند. در این تحقیق عملیات بمباران الکترونی و لایه نشانی نقره به روش کندوپاش پرتو یونی هم زمان انجام شده است و نیز به منظور بررسی اثر بمباران الکترونی بر روی ساختار ذرات نقره از میکروسکوپ الکترونی روبشی و پراش اشعه X استفاده گردید.

The effect of electron bombardment on silver nanoparticles coated on alumina template

Beryani Nezafat, Negin¹; Mojtabehzadeh Larijani, Majid²; Almasi Kashi, Mohammad³; Elahi, Seyed Mohammad¹

¹ Plasma Physics Research Center, Science and research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Agricultural Medical and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran

³ Department of Physics, University of Kashan, Kashan, Iran

Abstract

In order to study the structural properties of electron bombarded silver nanoparticles coated on alumina template, samples placed into a vacuum chamber equipped with an electron gun. In this article, the process of Ag deposition with ion beam sputtering method and electron bombardment were simultaneously. To study the effect of electron bombardment on Ag nanoparticle structure scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction analysis (XRD) were performed.

PACS No. 81.15.Ef Vacuum deposition

باریکه الکترونی فرودی دارد [۱]. مطالعات و آزمایشات اشعه الکترونی به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول به تشعشع با انرژی کم می‌پردازد که در آن انرژی الکترون‌های فرودی کمتر از ۳۰۰ keV است و گروه دوم تشعشع با انرژی بالا را مورد بررسی قرار می‌دهد که انرژی الکترون‌های فرودی در آن ۵ MeV-۴ می‌باشد [۲].

مقدمه

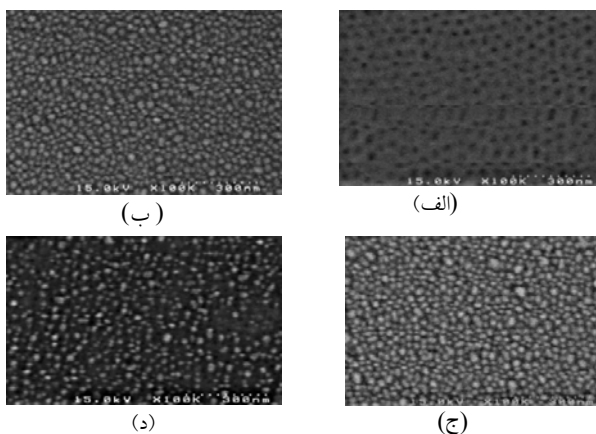
ذرات پر انرژی بمباران شده در طول تشکیل لایه می‌توانند خواص ساختاری، فیزیکی و شیمیایی آن را تحت تاثیر قرار دهد. این تاثیرات همان‌طور که به جسم و دمای زیر لایه وابسته است، به طور مستقیم به پارامترهای الکترون از جمله انرژی و شار الکترونی نیز بستگی دارد. زمانی که یک باریکه الکترون به سطحی می‌خورد، منجر به نقص‌هایی می‌شود که بستگی به انرژی و شار

جدول ۱: مشخصات کلی نمونه‌ها و نشانه گذاری آن‌ها

نمونه‌ها	انرژی الکترون (keV)	زمان عملیات (min)	دمای (K)
(تمپلت آلومینا) N1	-----	-----	-----
(نقره لایه‌نشانی شده) N2	بدون بمباران	۳	۳۰۰
N3	۳	۳	۵۹۰
N4	۸	۳	۶۲۰

بحث و نتیجه

شکل ۱ تصاویر SEM تمامی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. شکل گیری دانه‌های نانویی نقره بعد از عملیات به وضوح مشخص است.



شکل ۱: تصاویر SEM مربوط به (الف) تمپلت خام آلومینایی (N1)، (ب) نقره لایه‌نشانی شده بر روی تمپلت (N2)، (ج) سطح بمباران شده با انرژی 3keV (N3) و (د) سطح بمباران شده با انرژی 8keV (N4).

میزان افزایش دمای نمونه‌های N3 و N4 نسبت به N2 که به دلیل بمباران الکترونی ایجاد می‌شود از روابط زیر قابل پیش بینی است:

$$T = \frac{Q_0 a 2x}{4DK} \quad (1)$$

و

$$x = 2.303 \times \log_{10} \left[\frac{1+4xt}{a^2} \right] \quad (2)$$

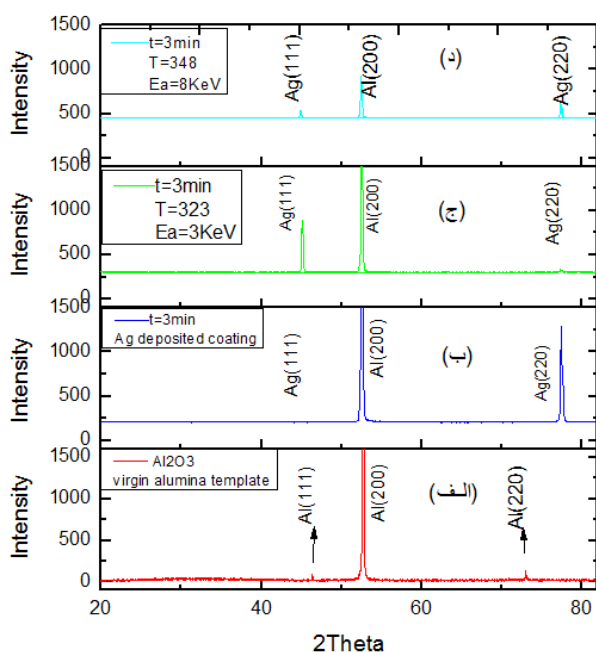
این بررسی‌ها ما را بر آن داشت که به مطالعه اثر بمباران الکترونی بر نانو ذرات نقره بپردازیم که به روش کندوپاش یونی بر روی تمپلت‌های آلومینایی لایه‌نشانی شده‌اند.

در این مقاله سطوحی که مورد بمباران الکترونی قرار گرفته‌اند، با آنالیزهای میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) برای رویت لایه‌نشانی نانوذرات نقره بر روی سطح تمپلت آلومینایی و بززی اندازه دانه‌ها و پراش اشعه X (XRD) به منظور بررسی پیک‌های تشکیل شده، مطالعه شده‌اند تا به اطلاعات مفیدی از تغییرات سطح در طول مدت بمباران برسیم.

شرح آزمایش

نانو ذرات نقره از یک هدف نقره با درجه خلوص ۹۹/۹٪ و به روش کندوپاش یونی بر روی تمپلت‌های آلومینایی که به عنوان زیر لایه به کار رفته، لایه‌نشانی شده‌اند. از گاز آرگون در این آزمایش استفاده شده است. تمامی نمونه‌ها شرایط اولیه یکسانی داشتند. اندازه حفره‌ها در تمامی تمپلت‌ها ۱۰nm و ابعاد هدف نقره ۲ mm × ۱۰۰ mm × ۱۰۰ mm بود. قبل از لایه‌نشانی، نمونه‌ها در دستگاه اولتراسونیک به مدت ۵min در الکل و استون تمیز شدند. پس از آن بلافاصله در محفظه خلاء وارد شده و بر روی یک گرمکن قرار گرفتند. نمونه‌ها در محفظه خلاء قرار گرفتند که مجهز به یک تفنگ الکترونی بود. چنبره لایه‌نشانی تا فشار پایه Torr^{-۵} × ۱۰^{-۲} خلاء شده است. در این آزمایش عمل کندوپاش و بمباران الکترونی نمونه‌ها که در دمای محیط قرار دارند همزمان صورت گرفت. کندوپاش با ورود گاز آرگون خالص ۹۹/۹٪ به چشمه یونی کافمن که بر روی چنبره قرار دارد، آغاز شد. انرژی الکترون‌ها از ۳ keV تا ۸ keV در طول مدت لایه‌نشانی نقره تغییر کرد. زاویه بین باریکه الکترونی و نمونه ۴۵° تنظیم شد. فشار دستگاه در حین عملیات سطحی حدود Torr^{-۵} × ۱۰^{-۵} بوده است. شرایط کلی نمونه‌ها در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. ساختار کریستالی و جهت‌های ترجیحی به ترتیب با آنالیزهای SEM و XRD بررسی شدند.

تمپلت می‌باشد. سایر پیک‌ها در نمونه‌های N4,N3,N2 مربوط به ساختار مکعبی نقره با صفحات ترجیحی <111> و <220> است. آنچه مشاهده می‌شود این است که فاز نقره در تمامی نمونه‌هایی که دارای انرژی بمباران متفاوت 3 keV و 8 keV هستند، مشاهده می‌شود. آنچه از آنالیز XRD قابل مشاهده است این نکته است که بمباران الکترونی با تغییر انرژی باعث تغییر جهت ترجیحی می‌شود. در لایه نشانی بدون بمباران الکترونی صفحه اصلی ترجیحی، صفحه <220> است و با شروع بمباران به صفحه <111> جابجا می‌شود. با توجه به اینکه جهت ترجیحی وابسته به انرژی سطحی و نیز تنش بین ذرات نقره و زیرلایه می‌باشد لذا می‌توان متصور شد که تغییرات انرژی بر روی انرژی سطحی و نیز تنش تاثیرگذار است [4]. علاوه بر تغییر جهت ترجیحی مشاهده می‌شود که با تغییر انرژی از 3 keV تا 8 keV پیک‌های نقره با شدت کمتری ظاهر می‌شوند که با توجه به نتایج SEM دلیل آن این است که با افزایش انرژی، از میزان ذرات نقره کاسته می‌شود.



شکل ۲: تصاویر XRD مربوط به (الف) تمپلت خام آلومینایی، (ب) نقره لایه نشانی شده بر روی تمپلت، (ج) سطح بمباران شده با انرژی 3 keV و (د) سطح بمباران شده با انرژی 8 keV

که در آن ΔT میزان افزایش دمای سطح، Q_0 چگالی توان باریکه، a شعاع باریکه، D ضخامت لایه، k هدایت گرمایی لایه، α پخش شدگی گرمایی و t مدت بمباران الکترونی است.

جدول ۲ تعداد حفره‌ها در $1 \times 1 \text{ cm}^2$ از سطح برای نمونه N1 و تعداد نانوذرات نقره لایه نشانی شده در سطح تمپلت را در $1 \times 1 \text{ cm}^2$ از سطح برای نمونه‌های N4,N3,N2 نشان می‌دهد.

جدول ۲: چگالی حفره‌ها در $1 \times 1 \text{ cm}^2$ از سطح برای نمونه N1 و چگالی نانوذرات در $1 \times 1 \text{ cm}^2$ از سطح برای نمونه‌های N4,N3,N2.

نمونه	چگالی
N1	4×10^{18}
N2	22×10^{18}
N3	18×10^{18}
N4	16×10^{18}

همان‌طور که در جدول ۱ ذکر شد، دما و انرژی در مدت بمباران الکترونی با جریان ثابت برای هر نمونه مشخص است. بنابراین جدول ۲ مشاهده می‌شود که با افزایش انرژی بمباران الکترونی و دما، چگالی ذرات کاهش می‌یابد. دلیل این پدیده افزایش میزان تبخیر ذرات نقره با افزایش دماست. از طرفی دیگر دما موجب جذب ذرات ریز به ذرات درشت‌تر شده که این تغییرات منجر به افزایش اندازه دانه‌ها نیز می‌شود. اندازه متوسط دانه‌ها با استفاده از نرم افزار ImageJ (1.38) محاسبه گردیده که در جدول ۳ آورده شده‌اند.

جدول ۳: اندازه متوسط دانه برای یک از نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار

نمونه	اندازه دانه (nm)
N2	18
N3	22
N4	24

وابستگی خواص ساختاری نانوذرات نقره که بر روی تمپلت آلومینایی لایه نشانی شده‌اند به شرایط لایه نشانی، توسط پراش اشعه X بررسی می‌شود. شکل ۲ نتایج به دست آمده از XRD را برای هر یک از نمونه‌ها نشان داده و به مقایسه آنها می‌پردازد. آنچه از مقایسه شکل ۲(الف) با سایر شکل‌ها به دست می‌آید این است که پیک دوم در شکل‌های ۲(ب) و ۲(ج) و ۲(د) مربوط به

نتیجه گیری

در این تحقیق نانو ذرات نقره بر روی تمپلت آلومینایی به طور همزمان با بمباران الکترونی لایه نشانی شده‌اند. آنالیزهای XRD و SEM بر روی نمونه‌های مورد مطالعه صورت گرفته است. در تصاویر SEM ذرات نقره لایه‌نشانی شده به وضوح قابل مشاهده هستند و اندازه دانه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ImageJ 1.38 حسبه گردید که نتیجه آن افزایش اندازه دانه‌ها با افزایش انرژی بمباران الکترونی بود. مطالعه آنالیزهای XRD انجام شده نشان داد که فازهای نقره $\langle 111 \rangle$ و $\langle 220 \rangle$ بوده که با تغییر انرژی بمباران الکترونی دارای شدتهای متفاوتی می‌باشند و با تغییر انرژی از ۳ keV تا ۸ keV تعداد دانه‌ها کاهش می‌یابند.

مرجع‌ها

- [۱] Vijayalakshmi. Rao and K. Naseema “Electron irradiation effects on 4-amino-5-mercapto-3-[1-(4 isobutylphenyl)ethyl]-1,2,4-triazole single crystal” *Pramana Journal of Physics*, Vol. **75** (2010) 513-522.
- [۲] Walter. E. Spear, Surface Effects in Electron-Irradiated Ge at 80°K, *Physical Review*, Volume **112**, , (1958).
- [۳] A. Karuppasamy , A. Subrahmanyam, “Effect of electron bombardment on the properties of ZnO thin films”, *Materials Letters* **61** (2007) 1256–1259.
- [۴] U. C. Oh and Jung Ho Je, “Effects of strain energy on the preferred orientation of TIN thin film”, *J. Appl. Phys.* **74** (1993).