

ساخت و مشخصه یابی نانومیله های NiO رشدیافته توسط اسپاترینگRF : مطالعه خواص

اپتیکی وآب دوستی

ابراهیمی ، مهدی ٔ ؛بیات، امیر ٔ ؛مشفق، علیرضا ^{۲۰۱}

^۱ دانشکاره فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران ، ایران ^۱ پژوهشکاره علوم وفناوری نانو، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران ، ایران

چکیدہ

در این پژوهش ،ابتدا لایه های نازک نیکل به روش RF اسپاترینگ بر سطح زیر لایه لام آزمایشگاهی تشکیل گردید و سپس لایه های اسپاتر شده، در دماهای مختلف در محیط اکسیژن ودر فشار اتمسفر پخت شدند. براساس تحلیل تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) ساختارلایه های اکسیدNiO به صورت نانومیله هایی به قطر ۳۰ تا ٤٠ نانومترتعیین شد.با بررسی خواص اپتیکی ، گاف انرژی لایه های نازک NiO بینVe -۳/۸ بدست آمد ؛همچنین سطح نمونه پخت نشده ، با زاویه تماس ۱۱۰۰از حالت آب گریزی پس از پخت در دمای⁰ ۲۰۰۳ به حالت آب دوستی با زاویه تماس ۳۳⁰ تبدیل یافت.

Fabrication and characterization of NiO nanorods grown by RF sputtering: optical and hydrophilic study

Ebrahimi, Mahdi¹; Bayat, Amir¹ Moshfegh, Alireza²

¹Physics Department, Sharif University of technology, Tehran, Iran ² Institute for Nanoscince and Nanotechnology, Sharif University of technology, Tehran, Iran

Abstract

In this research, at first RF sputtering method was used to grow thin films of nickel on the glass lame substrate and then the films were annealed at different temperatures in pure oxygen at atmospheric pressure .According to images analysis of scanning electron microscopy (SEM), the produced nanostructures have nanorod shape with diameter of about 30 - 40 nm. A band gap energy between 3.7 to 3.8 eV is measures based on optical measurements. In addition, it was also found that Contact Angle of unannealed specimen, was110° indicating hydrophopic surface and reduce to33° for the annealed sample at300° C showing its state hydrophilicity.

کاربردها عبارتند از: تبدیل نور به جریان[۱]، لایه های فرو مغناطیسی[۲]، سنسورهای گازی [۳]، خازن های الکتروشیمیایی[٤]، الکترود مثبت باطری [٥]،لایه های الکتروکرومیک[۲]، سنسورهای مغناطیسی[۷]. اکسید نیکل یک نیمه رسانای نوع p با ساختار نمک طعام گونه و نیمه شفاف به رنگ سبز روشن است که گاف انرژی آن در

مقدمه

استفاده از ساختارهای اکسید نیکل به دلیل خواص ویژه آن در سال های اخیرمورد توجه بسیاری ازمحققین قرار گرفته است. از طرف دیگر، با توجه به رشد سریع وپایداری شیمیایی،این لایه درکاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است؛برخی از این

Archive of SID

محدوده ۷۲ ٤-۲/٤ گزارش شده است [۸]، لایه نازک اکسید نیکل را می توان به روش های مختلف فیزیکی وشیمیایی تهیه نمود.از روشهای فیزیکی می توان به موارد اسپاترینگ [۹]، تبخیر حرارتی در خلا[۱۰]، پرتو الکترونی[۱۱] واز روشهای شیمیایی می توان به اکسیداسیون حرارتی[۱۲]، تبخیر شیمیایی[۱۳] و سل ژل[۱۶] اشاره کرد. در میان همه این روش ها، روش اسپاترینگ به دلایل نرخ لایه نشانی بالا(کاهش زمان لایه نشانی)، یکنواختی در لایه ایجاد شده درسطح زیرلایه وکنترل دقیق ترکیب شیمیایی لایه، مورد توجه محققین قرارگرفته است. درروش اسپاترینگ، خواص لایه تشکیل شده به پارامترهایی مثل دمای زیرلایه، فشار جزئی اکسیژن، توان تخلیه اسپاترینگ، فشار محیط گازوهمچنین نوع زیرلایه، بستگی دارد.

دراین تحقیق، با استفاده از دستگاه اسپاترینگ مغناطیسی رادیوفرکانسRF،ابتدا لایه نازکی از نیکل بر روی زیرلایه لام آزمایشگاهی، لایه نشانی می شودوسپس در محیط اکسیژن پخت می گردد.دما پارامتری است که در انجام این تحقیق مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است ،به نحوی که ابتدا نمونه های لایه نشانی شده در شرایط یکسان تهیه گردید وسپس در دماهای مختلف، پخت شدند.در ادامه خواص اپتیکی و آب دوستی این نمونه ها بررسی ومقایسه می گردند.

روش تجربى

ابتدا لام های شیشه ای که قرار است به عنوان زیرلایه برای لایه نشانی به کار رود را با آب و صابون شسته و به ترتیب به مدت ده دقیقه در بشر حاوی استون در دستگاه اولتراسونیک قرارداده و بعد از اتمام این مرحله پانزده دقیقه در بشر حاوی متانول در دستگاه اولتراسونیک قرار می دهیم. لام های تمییز شده را در داخل نگهدارنده زیرلایه قرار داده و در داخل دستگاه اسپاترینگ در فاصله هفت سانتی متری از سطح ماده هدف (دیسک نیکل به قطر ۲ اینچ و ضخامت ۲ میلی متر وبا خلوص (دیسک نیکل به قطر ۲ اینچ و ضخامت ۲ میلی متر وبا خلوص دیفیوژن، محفظه لایه نشانی تا فشار زمینه Torr ^{۲-}۰۱×۴ از گاز آرگون می شود. سپس این محفظه تا فشار ترا ترا ترا ترا به سطح با خلوص ٪۹۹/۹۹ پر می شود. با اعمال توان ۱۸۰۷ به سطح

ماده هدف ،عمل اسپاترینگ اتم های نیکل در اثر برخورد یون های آرگون به سطح ماده هدف شروع می شود. برای جلوگیری از نشستن آلودگی های روی سطح ماده هدف بر روی زیرلایه ،عمل اسپاترینگ را به مدت ده دقیقه با پوششی به نام شاتر که جلوی زیرلایه را گرفته است، انجام گردید و سپس با چرخش شاتر عمل لایه نشانی به مدت ۹۰ دقیقه انجام شد. لازم به ذکر است که بازتاب توان اعمالی RF حدود اندازه گیری گردید.پس ازاتمام لایه نشانی،نمونه های تهیه شده را در کوره لوله ای در محیط اکسیژن خالص در دماهای مختلف C ۵۰۰۰و C ۵۰۰۰و C ۵۰۰۰ به مدت ٤ ساعت پخت گردید؛ شیب دمایی برای رسیدن به دمای مورد نظر حدود برای کلیه نمونه ها استفاده شد، در پایان نمونه های پخت شده به تدریج در دمای اتاق سرد شدند.



شکل ۱: تصویر SEM از نیکل لایه نشانی شده بر سطح زیر لایه لام.الف)قبل ازپخت ب) پس از پخت در دمای C ۰۰۰۵

نتايج وبحث

براساس تحلیل تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) مشخص گردیدکه ساختار لایه های نازک پخت شده بصورت

Archive of SID

نانومیله بوده(شکل ۱)و قطر آنها در حدود ۳۰ تا ٤۰ نانو متر اندازه گیری شد. همچنین هنگامی که لایه ها در دمای ۲ ۵۰۰۰ پخت می شود، نانومیله های تشکیل شده یکنواخت تر شده و فاصله بین میله ها به وضوح افزایش یافته است؛ به عبارت دیگر نسبت سطح به حجم نمونه ها زیاد شده است.

برای محاسبه انرژی گاف این نانو میله ها از روش اپتیکی رابطه (۱) استفاده شد[۱۵] :

$$(\alpha h\nu)^{-\overline{n}} = A(h\nu - E_g) \tag{1}$$

در این رابطه A یک ثابت ، E_g انرژی گاف اپتیکی، α ضریب جذب و hv انرژی فوتون فرودی می باشد. مقدار n به نوع انتقال الکترونی که باعث جذب فوتون شده است بستگی دارد. مقدار n برای انتقال مستقیم الکترون گزارش شده است .[17]

منحنی تغییرات ² (ahv) بر حسب hv خطی است. با رسم خط مماس بر این منحنی و بدست آوردن محل تقاطع با محو hv مقدار انرژی گاف را می توان، بدست آورد(شکل۲).

این محاسبات برای سه نمونه که در دماهای C^o۰۰۰ ، C^o۰۰۰ گو۰۰۰ و و C^o۰۰۰ پخت شده است صورت گرفت ومقدار انرژی گاف برای این نمونه ها به ترتیب ۳/۰۱۰۷×۳/۸۷ و ۲۰/۰۰±۰/۰۱eV و ۲/۷۰±۰/۰۱eV بدست آمد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش دمای پخت، انرژی گاف کاهش یافته است.

به منظور بررسی خواص آب دوستی نمونه ها، از روش متداول اندازه گیری زاویه تماس(θ) سطح نمونه با قطره آب استفاده گردید. شکل (۳) منحنی تغییرات زاویه تماس اندازه گیری شده را بر حسب دمای پخت نشان می دهد. لازم به ذکر است در این منحنی نیکل بدون پخت دارای زاویه تماس ۱۱۰ درجه (آب گریز) در دمای اتاق می باشد .

با بررسی زاویه تماس قطره آب برروی سطح نمونه پخت شده مشاهده شد که زاویه تماس تا دمای C ۲۰۰۰تقریبا ثابت می ماند ونمونه به صورت سطح آب گریز رفتار می نماید. اما با افزایش



دمای پخت تا C ^۳۰۰^o ، سطح نمونه آب دوست شده و زاویه تماس به حدود ^۵ ۳۳ کاهش یافت. در نهایت با رسیدن به دمای C ^۰ ۰۰۰ همچنان سطح آب دوست باقی می ماند. بااستفاده از معادله یانگ (۲) و داشتن نسبت سطح واقعی تماس به سطح ظاهری تماس(r) که توسط آنالیز آماری میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) بدست می آید، می توان زاویه تماس را بدست آورد و بر طبق نتایج آزمایشات زاویه تماس قطره آب با سطح نمونه ها مشاهده گردید که سطح آن ها از حالت آب گریزی قبل از پخت به حالت آب دوستی بعد از پخت، تغییر فاز می دهد .



شکل ٤:تصویر قطره آب بر سطح نمونه پخت شده در دمای C ° ۱۰۰ (آب گریز)

مرجعها

- Kamal H, Elmaghraby EK, Ali SA, Abdel-Hady A. Thin Solid Films; 483 (2005)330-339.
- [Y]. E. Fujil, A. Tomozawa, H. Toril, R. Takayama, Jpn. J. Appl. Phys., 35 (1996) L328.
- [٣].Hotovy I, Huran J, Siciliano P, Capone S, Spiess L, Rehacek V.Sens Actuators B Chem, 78 (2001) 126-132.
- [1] X. Wang, J. Song, L. Gao, J. Jin, H. Zheng, Z. Zhang, *Nanotechnology*, **16** (2005) 37.
- []Bogner M, Fuchs A, Scharnagl K, Winter R, Doll T, Eisele I. Sens Actuators B Chem, 47 (1998)145-152.
- [7].S.H. Lin, F.R. Chen, J.J. Kai, Appl. Surf. Sci., 254 (2008) 3357.
- [v]. J. Qi, T. Zhang, and M. Lu, Chem. Lett,. 34 (2005) 180
- [λ]. J. Arakaki, R. Reyes, M. Horn, W. Estada, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 37 (1995) 33.
- [4].Nishizawa S, Tsurumi T, Hyodo H, Ishibashi Y, Ohashi N, Ya-Mane M, et al. *Thin Solid Films*, **302** (1997)133-139.
- [1] Sasi B, Gopchandran KG. Sol Energy Mater Sol Cells 91(2000) 1505-1509.
- [11]. T.Seike, J. Nagai, Sol.Ener gy Mater., 22 (1991) 107.
- [11]. Song S, Xiao P. Mater Sci Eng A, 323 (2002);:27-31.
- [1٣].Yeh WC, Matsumura M., Jpn J Appl Phys, 36 (1997);:6884-6887.
- [11] Wang L, Zhang Z, Cao Y. J, Ceram Soc Jpn, 101(1993) 227-229.
- [10]. Yoldas, B.E., D.P.Partlow, Thin Solid Film, 129 (1982) 1.
- [17]. A. Karpinski, N. Ouldhamadouche, *Thin Solid Films*, **519** (2011) 5767–5770.

تعیین نمود که سطح از مدل Wenzel، معادله (۳) و یا مدل Cassie-Baxter، معادله (٤) تبعیت می کند.

$$\gamma_{SG} = \gamma_{SL} + \gamma_{LG} \cos\theta \tag{(Y)}$$

$$\cos\theta_w = r\cos\theta \tag{(1)}$$

$$\cos\theta_{CB} = \varphi(\cos\theta + 1) - 1 \tag{(1)}$$

در این روابط ۷_{۶G} ، ۷_{LG} و ۷_{SL} به ترتیب کشش های سطحی بین جامد وگاز، مایع وگاز، جامد ومایع، ¢ کسری از سطح جامد که در تماس با مایع است.



جدول ۱ : مقادیر اندازه گیری شده زاویه تماس برای دما های مختلف

نمونه	دمای پخت	اندازه	اندازه	اندازه	ميانگين
	(°C)	گیری	گیری	گیری	زاويه(°)
		اول(°)	دوم (°)	سوم(°)	
١	بدون پخت	۱۱۳	1.0	١١٢	۱۱۰±۵
٢	1	١٠٨	١٠٩	11.	۱۰۹±۱
٣	٣	٣٢	٣.	٣٥	۳۳±۳
٤	0••	٤٧	٥٠	٥٤	٥٠±٤

نتيجه گيرى

نانو میله های اکسید نیکل به روش ترکیبی اسپاترینگRF-اکسیداسیون حرارتی بر روی زیرلایه لام، دردماهای مختلف ساخته ویخت شدند .

با بررسی خواص اپتیکی نمونه ها، مشخص شد در محدوده دمایی ۱۰۰ تا C ۵۰۰۰ با افزایش دما انرژی گاف کاهش می یابد.