

بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. ۱۳۹۸ بهمن ۱۳۹۸



اثر دمای باز پخت بررفتار اپتیکی نانوذرات نیکل اکساید و ساختار هسته-پوسته NiO@GQDs

محدثه بغدادی، سیده ثریا موسوی، سید مهدی سیادتی، محمد حسین مجلس آرا

دانشگاه خوارزمی

چکیده –دمای بازپخت نقش مهمی در شکلگیری ساختار کریستالی مواد ایفا میکند و به تبع آن مشخصههای الکتریکی و اپتیکی مواد تغییر میکند. برای بررسی این اثر،در این پژوهش نانو ذرات اکسید نیکل را به روش رسوب شیمیایی سنتز و در دماهای ۳۵۰ ۵۰۰ و ۶۵۰ درجه سانتیگراد بازپخت کردیم. سپس ویژگیهای ساختاری و نوری آنها ازجمله گاف انرژی و میزان عبور با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی و طیف سنجی فرابنفش و مرئی با توجه به ساختار شکل گرفته در دماهای مختلف مورد بررسی قرار دادیم. در گام بعدی، تغییر رفتار اپتیکی این نانوذرات را در ساختار هسته–پوستهی اکسید نیکل–نقاط کوانتومی گرافن مورد مطالعه قرار دادیم.

کلید واژه- اکسید نیکل،گاف انرژی، دمای باز پخت، نقاط کوانتومی گرافن

The Effect of annealing temperature and core-shell structure on the optical behavior of nickel oxide nanoparticles

Mohadeseh Baghdadi, Seyedeh Soraya Mousavy, Seyed Mehdi siadati, Mohammad Hossein Majles Ara

s.soraya.mosavy@gmail.com

Abstract- As annealing temperature play a key role in formation of the crystalline structure of the material and consequently, the crystalline structure determines their electrical and optical behaviors. So for investigating these effects, in this article nickel oxide nanostructures were synthesized through precipitation method, and annealed at the temperatures of 350, 500, and 650 ° C Then, their structural and optical properties, including their band gap energies, and their absorption and transmission spectra studied by the use of scanning electron microscopy and UV-visible spectroscopy, respectively. In the next step the change of optical properties of the core-shell structure of NiO@GQDs, were also investigated.

Keywords: Nickel oxide, Energy band gap, Annealing temperature, Graphene quantum dots

بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، ۱۵–۱۶ بهمن ۱۳۹۸

مقدمه

امروزه نانوذرات اكسيد نيكل با توجه به كاربردهاى بالقوه بسیار زیاد از قبیل حسگرهای شیمیایی، دستگاههای الكتروشيميايي، كاتاليزرها، سلولهاي خورشيدي حساس به رنگ، مورد توجه پژوهش گران قرار گرفتهاند. اکسید نیکل مادهای با هزینهی تولید به صرفه واز نظر کاربردی بسیار جذاب است. این مادهی نیمرسانا از نوع P بوده و شکاف باند مستقیم آن در گسترهی انرژی ۳.۶ تا ۴ الکترون ولت قرار دارد[۱]. نانوذرات اکسید نیکل با استفاده از روشهای مختلفی از جمله: رسوب بخار شیمیایی، سل-ژل، رسوب الکتروشیمیایی و ... سنتز شده است. از میان روشهای ذکر شده رسوب شیمیایی به دلیل کم هزینه بودن و امکان سنتز در دمای پایین بسیار سودمند است [۲]. بنابراین ما در این یژوهش نانوذرات اکسید نیکل را با استفاده از روش رسوب شیمیایی تهیه کردیم،همچنین روش های گوناگونی برای بهبود خواص الكتريكي و اپتيكي اكسيد نيكل وجود دارد كه از آن جمله می توان به بهره گیری از خواص ساختارهای هسته یوسته اشاره کرد [۳]. بنابراین ما برای اولین بار از نقاط كوانتومى گرافن براى تهيه ساختار هسته-پوسته اكسيد نيكل-نقاط كوانتومي گرافن بهره برديم.

روش تجربي

برای تهیه نانوذرات اکسید نیکل به روش رسوب شیمیایی ابتدا نیکل نیترات شش آبه را در آب دیونیزه که به عنوان حلال استفاده میشود حل کردیم. در مرحله بعد سدیم هیدروکسید را در آب دیونیزه بصورت جداگانه حل کرده و سپس (۴۰۰۰۰MW) PVP را به عنوان واکنش گر سطحی (برای کنترل اندازه ذرات) به محلول سدیم هیدرکسید اضافه میکنیم و برای چند دقیقه روی همزن مغناطیسی قرار میدهیم. محلول سبز رنگ اول را بصورت قطره قطره به محلول دوم اضافه میکنیم تا رسوب کرده و ۱۰–۵ بار با آب و اتانول شستشو میدهیم. سپس، محصول نهایی در آون در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار را در دماهای ۵۰۰، ۵۰۰ و ۶۵۰ درجه سانتی گراد به مدت

رنگ سبز به مشکی تغییر رنگ دادند. در مرحله ی بعد، برای آماده سازی ساختار هسته – پوسته از نقاط کوانتومی گرافن بهره گرفتیم. به این طریق که پودر آماده شده در دمای بازپخت ۶۵۰ درجه سانتی گراد را بصورت انتخابی با گرافن کوانتوم دات به مدت ۲ ساعت مخلوط کردیم و آن را درون آون گذاشتیم تا خشک شود. بعد از آن پودر بدست آمده را برای ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد بازپخت برای ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد بازپخت آمده و همچنین ساختار هسته – پوسته (NiO@GQDs)، را آمده و همچنین ساختار هسته – پوسته (seque) فرار دادیم. با طیف سنجی فرابنفش – مرئی مورد بررسی قرار دادیم. علاوه بر آن ریخت شناسی ذرا به دست آمده را با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه و بررسی قرار دادیم.

بحث و نتيجه گيرى

یکی از مناسب ترین و دردسترس ترین روش ها به منظور تحلیل رفتار اپتیکی نانوذرات اعم از طول موجهای جذبی، میزان عبور و همچنین گاف انرژی ذرات و گذارهای الکترونی،استفاده از طیف سنجی مرئی –فرابنفش امواج الکترو مغناطیس است. در این روش مشخصه های نوری نمونه ها از اندازه گیری های جذبی و تراگسیل بدست می آید شکل های ۱، ۲ و ۳ طیف جذبی و تراگسیل در نواحی مفرابنفش نانوذرات اکسید نیکل در دماهای مختلف و ساختار هسته-پوسته آن است.



همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود، بیشینه ی جذب برای هر یک از نمونه ها در ناحیه فرابنفش و در طول موج ۲۷۷ نانومتر است. مشاهده می شود که با افزایش دمای بازپخت بیشینه ی جذب نانوذرات انتقال قرمز را نشان می دهد. این جابجایی به سمت طول موجهای بزرگ تر می تواند ناشی از افزایش اندازه نانوذرات در نتیجه ی افزایش دمای بازپخت باشد. ضمن آن که با افزایش دمای بازپخت جذب نانوذرات در ناحیه ی فربنفش روند کاهشی و در ناحیه مرپی طیف جذب روند افزایشی از خود نشان می دهد. شکل ۲ نمودار جذب ساختار هسته پوسته اکسید نیکل و نانوذرات اکسید نیکل در دمای ۶۵۰ درجه سانتی گراد را نشان می دهد. استفاده از نقاط کوانتومی گرافن در این



شکل ۲: نمودار جذب اکسید نیکل و ساختار هسته-پوسته نیکل نانوساختارها باعث افزایش شدت جذب در ناحیه فرابنفش شده است. این امر ناشی از گاف انرژی بزرگ نقاط کوانتومی گرافن است که طول موجهای محدودهی طیفی فرابنفش را جذب میکند. به وابطه ۱ بدست آمد.

 $T = \frac{100}{10^{\alpha}}$ (1)

در رابطه T میزان عبور و α ضریب جذب نمونهها است. در ناحیه فرابنفش شدت بینابهای تراگسیل با افزایش دمای بازپخت سریعا کاهش مییابند که نشان دهنده بر همکنش قوی نور فرودی با الکترونهای ماده

است. در طول موجهای مرئی نمونهها از شفافیت بالاتری



برای محاسبه گاف انرژی از رابطه تاک استفاده میشود. (معادله ۲)

 $lpha hv = B(hv - E_g)^n$ (2) در معادله (۲) ، α ضریب جذب اپتیکی ماده، B یک عدد ثابت، hv انرژی فوتون تابشی، E_g شکاف انرژی ماده و n به نوع گذار اپتیکی ماده بستگی دارد [۵]. برای اکسید نیکل با گذار مستقیم مجاز برابر n=1/2 است. همچنین با برونیابی نمودار تاک و رسم $(\alpha hv)^2$ بر حسب hv مقدار گاف انرزی محاسبه می شود. شکل ۴، گاف انرژی اکسید نیکل را در دماهای بازپخت مختلف نشان می دهد.



شکل۴: نمودار $(ahv)^2$ برحسبhv برای اکسید نیکل در دماهای مختلف.

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، ۱۵-۱۶ بهمن ۱۳۹۸

> برای نمونه اکسید نیکل در دمای ۳۵۰ درجه سانتیگراد گاف انرژی برابر ۳/۶۳±۳/۶۳ اکترون ولت و همچنین برای نمونههای ۵۰۰ و ۶۵۰ درجه سانتیگراد گاف انرژی به ترتيب برابر با ۲/۵۲±۳/۵۶ و ۳/۵۶±۳/۵۲ الکترون ولت است. با توجه به شکل ۴ با افزایش دمای باز پخت گاف انرژی نانوذرات اكسيد نيكل كاهش يافته است. علت آن افزايش اندازه ذرات با افزایش دمای بازیخت است [۴]. که باعث یهن شدن ترازهای انرژی میشود. شکل۵ نمودار تاک ساختار هسته-یوسته نانوذره اکسید نیکل در دمای ۶۵۰ درجه سانتی گراد است. مقدار گاف انرژی برای ساختار هسته-يوسته اكسيد نيكل ٣/۶٧ الكترونولت است. استفاده از نقاط کوانتومی گرافن باعث شده که میزان گاف انرژی نسبت به اكسيد نيكل خالص افزايش يابد.



بررسی شد و تصویر آن در شکل ۶ آمده است.

نتبجەگىر ي

نانوذرات اکسید نیکل با استفاذه از روش هم رسوبی و در دماهای باز یخت مختلف آماده گردید. با استفاده ازطیف سنجی فرابنفش و مرئی خواص نوری نمونه ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از نمودار تاک نشان داد که با افزایش دمای بازپخت میزان گاف انرژی نانوذرات اکسید

نیکل کاهش پیدا کرده است همچنین استفاده از نقاط کوانتومی گرافن در ساختار هسته-پوسته آن باعث افزایش در گاف انرژی شده است.



شکل۶ :تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانوذرات اکسید نیکل در دمای ۵۰۰درجه سانتی گراد.

مرجعها

[1] S. Sriram and A. Thayumanavan, "Structural, Optical and Electrical Properties of NiO Thin Films Prepared by Low Cost Spray Pyrolysis Technique," Int. J. Mater. Sci. Eng., vol. 1, no. 2, pp. 118–121, 2014.

V. P. Patil et al., "Effect of Annealing on [2] Structural, Morphological, Electrical and Optical Studies of Nickel Oxide Thin Films," J. Surf. Eng. Mater. Adv. Technol., vol. 01, no. 02, pp. 35-41, 2011.

[3] S. Sumithra and N. V. Jaya, "Synthesis, Structural, Optical and Magnetic Properties of Pure NiO and NiO@SiO2 Core-Shell Nanospheres," J. Supercond. Nov. Magn., vol. 30, no. 5, pp. 1129-1136, 2017.

[4] Y. Bahari Molla Mahaleh, S. K. Sadrnezhaad, and D. Hosseini, "NiO nanoparticles synthesis by chemical precipitation and effect of applied surfactant on distribution of particle size," J. Nanomater., vol. 2008, no. 1, pp. 4–7, 2008.

B. D. Viezbicke, S. Patel, B. E. Davis, and 5] D. P. B. Iii, "Evaluation of the Tauc method for optical absorption edge determination : ZnO thin fi lms as a model system," vol. 1710, no. 8, pp. 1700-1710, 2015.