رشد و مطالعه خواص ساختاری و فیزیکی نانو صفحات اکسید روی به روش الکتروانباشت

حسین حقانی ، محمد ابراهیم قاضی ، مرتضی ایزدی فرد

دانشکده فیزیک ، دانشگاه صنعتی شاهرود ، شاهرود

چکیده

دراین کار با روش الکتروانباشت ، نانو صفحات اکسید روی(*ZnO*) روی زیرلایه *ITO* لایه نشانی گردید. استفاده از روش الکترو انباشت برای تهیه نانو ساختارهای اکسید روی به دلیل سادگی , سرعت انجام ,دمای پایین و هزینه های نسبتا کم آن بسیار مناسب است. در این روش با کنترل آسان غلظت الکترولیت , دما , ولتاژ و زمان می توان قطر و ارتفاع نانو صفحه های اکسید روی را کنترل نماییم و خواص ساختاری و اپتیکی آنها با استفاده ازاندازه گیری هایی نظیر پراش پرتو ایکس (*XRD*) ، تصاویر *FESEM* و طیف سنجی در ناحیه *UV-VISIBLE* بررسی گردید. مطالعات ساختاری ، تشکیل نانو صفحات اکسید روی را با ساختار شش گوشی تایید نمودند. گاف انرژی ساختار اندازه گیری و مقدار آن ۳/۴۳ بدست آمد.

کلید واژه- الکتروانباشت ، نانوصفحات اکسید روی، پراش اشعه ایکس (XRD) ، میکروسکوپ الکترونی روبش (FESEM) ، طیف سنجی در ناحیه-UV VISIBLE

Growth and study of structural and optical properties of ZnO nano-plate by electrodeposition method

Hossein Haghghani , Mohammad Ebrahim Ghazi , Morteza Izadyfard

Department of Physics, University of Shahrood, Shahrood , Iran.

Abstract:

In this work ZnO nano-plate was synthesed on the indium-doped tin oxide (ITO) substrate by electrodeposition method. Prepare ZnO nano structure by electrodeposition method is a suitable method because it is simple , low cost and fast. The X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (FESEM) , UV-VISIBLE were used to study the structure and optical properties of the samples. The result confirm formation of ZnO Nano-Plate with hexagonal structure and 3.43 (eV) band gap.

Keywords : Electrodeposition;Zinc Oxide Nano-Plate;XRD;FESEM;UV-VISIBLE

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

مقدمه

امروزه، نانوساختارهای تهیه شده بر پایه مواد نیمرسانا, به دلیل خواص ویژه و همچنین کاربردهای تکنولوژیکی فراوانی که دارند، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده اند. در این میان اکسید روی (ZnO) یک ماده نیمرسانا پر کاربرد از گروه ترکیبات II-VI با گاف انرژی حدود ۳/۳۷ eV و انرژی بستگی ۶۰ meV در دمای اتاق است[۱,۲]. نانو ساختارهای اکسید روی دارای خواص مکانیکی، الکتریکی، شیمیایی، نوری و پیزوالکتریک مناسب هستند[۳]. از جمله کاربردهای اکسید روی میتوان ازاستفاده آن درساخت حسگرهای گازی[۴,۵]سلول های خورشیدی و قطعات لیزری اشاره کرد[۶]. همچنین از نانو ذرات اکسید روی به دلیل جذب اشعه ماورا بنفش به عنوان فوتو کاتالیست برای رفع آلودگی های محیط زیست استفاده می شود. در سال های اخیر روش های مختلفی برای سنتز نانو ساختارها مانند تابش مایکرویو ،گرماآبی، هیدروترمال ، سل ژل و الکتروانباشت ارائه و گزارش شده است. دراین کار از روش الکترو انباشت برای تهیه نانو ساختارهای اکسید روی استفاده شده است که این روش به دلیل سادگی ، سرعت انجام ، دمای پایین و هزینه های نسبتا کم آن بسیار مناسب است[۷،۸].

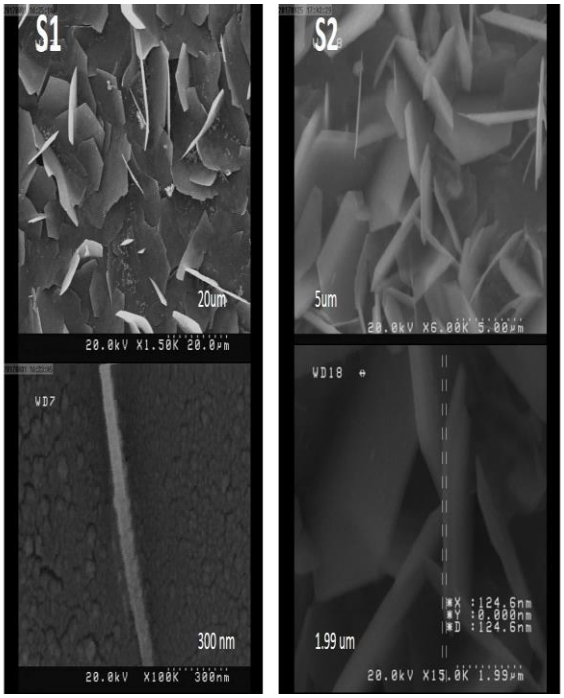
جزئیات کارهای آزمایشگاهی

دراین روش ابتدا باید زیرلایه ITO با مقاومتی کمتر از ۱۵ اهم را تهیه کرد. سپس باید آن را در در محلولی از استون و الکل ایزوپروپانول در دستگاه التررا سونیک به مدت ۲۰ دقیقه قرار داد تا تمیز شود , بعد آن را با گاز نیروژن خشک می گردد. محلول انباشت شامل۰/۲گرم $ZnCl_2$ و ۱/۸ گرم KCl است که در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر دو بار تقطیر در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد رو همزن مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه قرار می گیرد. بعد از آن PH محلول اندازه گرفته شد که حدود ۳/۵ بود. برای انباشت ابتدا نمودار CV محلولرا برای انتخاب ولتاژ انباشت مناسب اندازه گیری گردید که ولتاژ مناسب ۰/۹- ولت بدست آمد. برای انباشت از روش سه الکترودی استفاده شد که زیرلایه مورد نظر الکترود کار , ورق پلاتین به عنوان الکترود شمارنده و Hg/HgCl به عنوان الکترود مرجع قرار گرفتند. گام زمان S ۰/۰۵ و گام پتانسیل V ۰/۰۰۱ و سرعت جاروبV/S ۰/۰۲ انتخاب گردید. بعد از بدست اوردن پتانسیل ، انباشت در مد CHC و محلول در دمای ثابت ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. از تحلیل های پراش اشعه ایکس (XRD) ، تصاویر میکروسکوپ الکترونی(FESEM) وUV-VISIBLE برای مطالعه نمونه ها استفاده گردید[۹،۱۰،۱۱].

نتایج و بحث

الف)مورفولوژی سطح

تصاویر FESEM ثبت شده از نمونه در شکل ۱ نشان داده شده است. این تصاویر بیانگر تشکیل نانوصفحات اکسید روی با ضخامت حدود ۱۲۰ نانومتر است. ضخامت نانوصفحات می تواند با تغییر غلظت محلول ، ولتاژ و زمان انباشت تغییر کند.



شکل ۱: تصاویر FESEM نانو صفحات اکسید روی

ب)خواص ساختاری

طیف پراش اشعه ایکس نمونه در شکل ۲ نشان داده شده است. محل قله ها نشانگر تشکیل ساختار شش گوشی اکسید روی می باشد. اطلاعات استخراج شده از طیف پراش برای چند قله با شدت بیشتر در جدول ۱ آورده شده است.

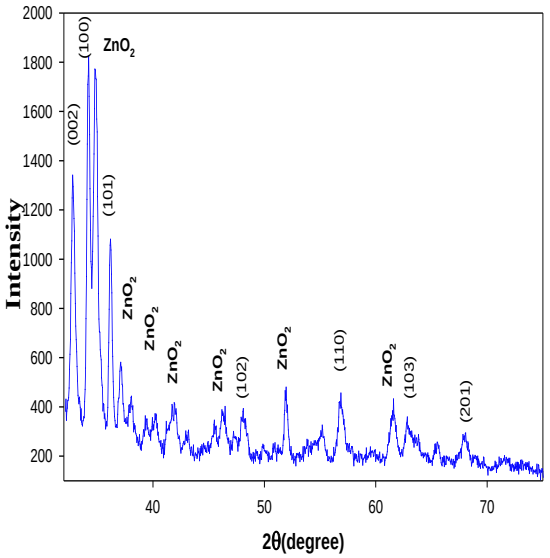
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

با استفاده از رابطه ویلیامسون-هال[۱۲]

$$\beta\cos\theta = 0.9\frac{\lambda}{d} + 2A\varepsilon\sin\theta$$

که در این رابطه λ طول موج اشعه ایکس که معمولا لامپ مسی است که در این لامپ λ=1.5406 است و d اندازه دانه ، A ثابت (A=1) ، β پهنای پیک در نیمه ارتفاع آن (برحسب رادیان) و θ زاویه براگ می باشند. با رسم نمودار $\beta\cos\theta$ بر حسب $\sin\theta$ یک نمودار به ما داده می شود که دارای شیب و عرض از مبدا است به کمک این داده های استخراج شده می توان اندازه متوسط بلورک ،کرنش و چگالی در رفتگی را محاسبه کرد. کرنش در نمونه باعث پهن شدگی قله پراش و چگالی در رفتگی نشان دهنده میزان نواقص بلوری در نمونه می باشند که در کیفیت بلوری نمونه و در نتیجه روی خواص اپتیکی نمونه تاثیر می گذارند. ناخالصی های موجود در الگوی XRD ترکیبات ZnO_2 می باشندکه در شکل مشخص شده اند.



شکل ۲ : نمودار XRD نانو صفحات اکسید روی.

جدول ۱ : داده های استخراج شده از نتایج XRD

	۱	۲	۳	۴
۲θ	۳۱/۷۶	۳۴/۴۲	۳۶/۲۵	۵۶/۵۹
θ	۱۵/۸۸	۱۷/۲۱	۱۸/۱۳	۲۸/۲۹
b	۰/۱۲۹۴	۰/۰۹۵۰	۰/۱۲۹۶	۰/۲۳۲۳
β	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۹۵
cosθ	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۸
sinθ	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۴۷
βcosθ	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۸۳

با استفاده از داده های جدول۱ و میانگین گیری از آن ها و رسم نمودار ، اندازه متوسط بلورک بدست می آید که که در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول ۲ : نتایج بدست امده از تحلیل داده های XRD

اندازه بلورک nm	۱۱۵/۵
کرنش	۰/۰۱
چگالی در رفتگی cm^{-2}	۰/۰۰۰۰۷۴

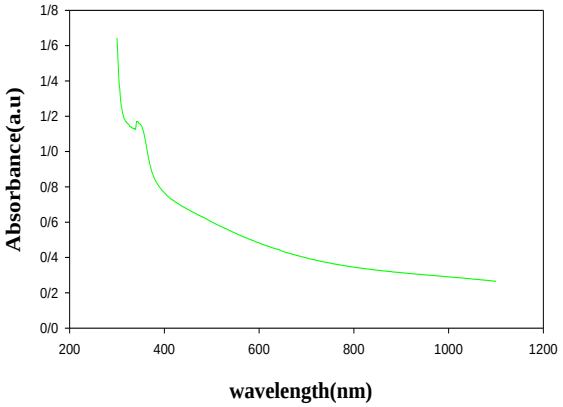
ج)خواص اپتیکی

در شکل ۳ (الف و ب) نمودار های طیف جذب و عبور بر حسب طول موج که توسط دستگاه UV-VISIBLE بدست آمده نشان داده شده است. به کمک این نمودار و داده هایی که از آن استخراج می شود می توان گاف نواری مستقیم (Eg) نمونه را با استفاده از رابطه $(\alpha hv)^2=A(hv-E_g)$ بدست آورد. در این عبارت α ضریب جذب و hv انرژی فوتون های فرودی می

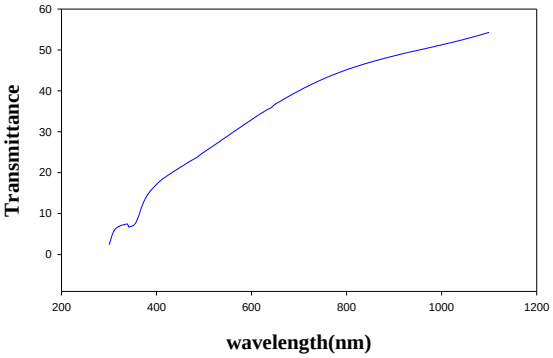
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

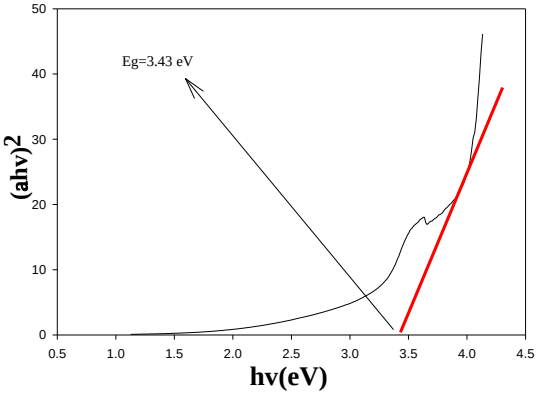
باشد . در شکل ۴ نمودار $(\alpha hv)^2$ بر حسب hv رسم شده است. با برون یابی قسمت خطی منحنی و تقاطع آن با محور hv می توان گاف انرژی را محاسبه کرد. مقدار گاف نواری برابر با eV ۳/۴۳ بدست آمد که در توافق با مقادیر گزارش شده (۳/۳۷) است.



شکل ۳(الف) : نمودار طیف جذب نمونه مورد بررسی.



شکل ۳ (ب) : نمودار طیف عبور نمونه مورد بررسی.



شکل ۴ : نمودارتغییرات $(\alpha hv)^2$ بر حسب انرژی فوتون

نتیجه گیری

به طور خلاصه این مقاله بیان می کند که سنتز نانو صفحات اکسید روی بر روی زیرلایه ITO با روشی بسیار ساده و قابل کنترل الکترو انباشت انجام گردید. مطالعات ساختاری ، تشکیل ساختار شش گوشی اکسید روی را تائید نمودند. مقدار گاف نواری نیز با مطالعات اپتیکی اندازه گیری که برابر eV ۳/۴۳ بدست آمد.

منابع

[1] M.S.Tokumoto,V.Briois,C.V.Santillands and H.Pul Cinelli,"Preparation of Zno Nanoparticles:Structural Study of the Molecular Precursor", Journal of Sol-Gel Science and Technology 26,547-551,2003

[2]Q.X.Zhao,M.Willander,R.E.Morjan,Q.H.Hu,andE.E.B.Campbell, "Optical recombination of ZnO nanowires grown on sapphire and Si substrates," Applied Physics Letters, vol. 83, no. 1, pp. 165–167, 2003

[3] H. Zhu, C.-X. Shan, J.-Y. Zhang, Z.-Z. Zhang, B.-H. Li, D.-X. Zhao, B. Yao, D.-Z. Shen, X.-W. Fan, Z.-K. Tang, X. Hou, and K.-L. Choy, "Low-threshold electrically pumped random lasers," Adv. Mater., vol. 22, pp. 1-5, Jan. 2010.

[4] Wu. Wenwei and Q. Jiang, "Preparation of nanocrystalline zinc carbonate and zinc oxide via solid-state reaction at room temperature".Material Letters.60(2006) 2791-2794.

[5] Z. W. Pan, Z. R. Dai and Z. L. Wang, "Nanobelts of semiconducting oxides," Science, vol. 291, pp. 1947, Feb. 2001.

[6] Y. Xi, J. Song, S. Xu, R. Yang, Z. Gao, C. Hu and Z. L. Wang, "Growth of ZnO nanotube arrays and nanotube based piezoelectric nanogenerators," J. Mater. Chem., vol. 19, pp. 9260-9264, Oct. 2009.

[7] B. Liu and H. C. Zeng, "Room temperature solution synthesis of monodispersed single-crystalline ZnO nanorods and derived hierarchical nanostructures,' Langmuir, vol. 20, pp. 4196-4204, Feb. 2004.

[۸] سیم چی. ع.، (۱۳۸۷)، آشنایی با نانو ذرات(خواص، روش های سنتز و ...)

[9] B. Illy, B .A Shollock, J.L MacManus-Driscoll,and M. P Ryan" Electrochemical growth of ZnO nanoplates", Nanotechnology, Vol 16 , pp. 21 January 2005

[10] Seok-In Na, Seok-Soon Kim, Woong-Ki Hong, Jeong-Woo Park, Jang Jo,Yoon-Chae Nah, Takhee Lee, Dong-Yu Kim" Fabrication of TiO2 nanotubes by using electrodeposited ZnO nanorod template and their application to hybrid solar cells"pp. 25 October 2007.

[11] Nur Kıcır, Tunç Tüken, Ozge Erken, Cebrail Gumus, Yuksel Ufuktepe, "Nanostructured ZnO films in forms of rod, plate and flower: Electrodeposition mechanisms and characterization", In Applied Surface Science, Volume 377, 2016, Pages 191-199.

[12] Williamson, G.K. and Hall,W.H., Acta Metall, Vol. 1, p. 22, 1953.

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]