بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی

مطالعه تاثیر دمای زیرلایه در خواص ساختاری و اپتیکی لایه های نازک اکسید روی تهیه شده با روش اسپری پایرولیزز

زهره فیاض، سید محمد روضاتی

رشت،دانشگاه گیلان، گروه فیزیک،۴۱۳۳۵

چکیده – در این مقاله تاثیر دمای زیرلایه در ویژگی های ساختاری، اپتیکی و الکتریکی لایه های اکسید روی مورد مطالعه قرار گرفته است. لایه ها به روش اسپری پایرولیزز بر روی زیر لایه ی شیشه ای در دماهای متفاوت، در محدوده ۳۵۰–۵۰۰ °C لایه نشانی شده اند. مطالعه پراش پرتو ایکس، پلی کریستال بودن فیلم ها وساختار هگزاگونال اکسید روی با جهت گیری ترجیحی صفحات در راستای (۰۰۲) را نشان می دهد. فیلم ها طیف عبور حداکثر بیشتر از۷۰٪ را نشان داده و اندازه بلورک ها محاسبه شده است و بیش ترین مقدار آن مربوط به دمای ۴۰۰ °C می باشد.

کلید واژه - پارامترهای اپتیکی، اکسید روی، اسپری پایرولیزز.

Study of the Influence of substrate temperature on structural and optical properties of sprayed ZnO thin films

Zohre Fayaz , Seyed Mohammad Rozati

Department of Physics, University of Guilan, Rasht, ۴۱۳۳۵, Iran

Abstract: . In this study Influence of substrate temperature on structural, optical and electrical properties was investigated. The films have been deposited onto glass substrates by chemical spray pyrolysis at different substrate temperatures in the range, ۳۵۰–۵۰۰ °C. X-ray diffraction studies have shown that the films were polycrystalline and showed the hexagonal wurtzite structure of ZnO with (۰۰۲) crystal plane as the preferred orientation. The film exhibited a maximum optical transmittance of > ۷۰٪ and Crystallite size value have been calculated and the maximum value is related to ٤۰۰ °C temperature.

Keywords: optical parameters, ZnO, spray pyrolysis.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-04]

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

۱- مقدمه

لایه های نازک نیمه رسانای نانو ساختار اکسید روی (ZnO) یک نیمه رسانای با گاف نواری مستقیم و پهن[۳,۳۷ eV] با خواص بی همتا در کاربرد های سنسورهای گازی ، سلول های خورشیدی ، لیزر ، اسپینتروپیک و ... است. اکسید روی پلی کریستال است و ساختار wurtzite و رسانایی الکتریکی نوع n را نشان می دهد.

تاکنون لایه های اکسید روی با استفاده از روش های متفاوتی از جمله کندوپاش مگنترون [۱،۲] ، رسوب لیزر پالسی(PLD) [۳] ، اسپری پایرولیزز [۴] ، سل ژل [۵] و ... تهیه شده است. از میان روش های رایج برای تهیه لایه های نازک اکسید روی، اسپری پایرولیزز یکی از ارزان ترین و ساده ترین روش ها به شمار می آید که نتایج حاصل از آن سبب گشته که این روش به عنوان یکی از صنعتی ترین روش ها برای لایه نشانی لایه های ZnO و همچنین سایر اکسید های رسانای شفاف به شمار آید.

۲- روش آزمایش

لایه های اکسید روی غیر آلاییده با استفاده از محلول ۰/۵ مولار استات روی با آب مقطر و اتانول بر روی زیر لایه های شیشه ای تهیه شده اند. حجم محلول ml ۴۰ در نظر گرفته شده است و نسبت اتانول و آب ۲:۲ است. دمای زیر لایه در گستره ی °C ۳۵۰-۵۰۰ تغییر داده شد. محلول به دست آمده تحت فلوی lit/min ۳۰ اسپری شد. بعد از این که قطرات نزدیک به زیر لایه گرم رسیدند، فرآیند پایرولیتیک تولید می شود و لایه ی ZnO با چسبندگی بالا مطابق گام های زیر اتفاق می افتد:

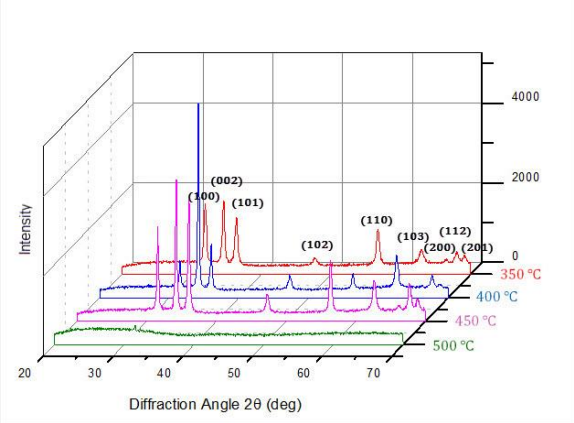
$$Zn(CH_3COO)_{2(solid)} \xrightarrow{heat} 4Zn(CH_3COO)_2 + H_2O$$

$$\xrightarrow{adsorption} Zn_4O(CH_3COO)_6 + 2CH_3COOH \uparrow \rightarrow$$

$$Zn_4O(CH_3COO)_6 + 3H_2O \rightarrow 4ZnO + 6CH_3COOH \uparrow$$

پس از اتمام فرآیند لایه نشانی، دمای فیلم ها به آرامی تا دمای اتاق پایین آورده شد. خواص ساختاری نمونه ها توسط دستگاه XRD مدل Philips PW۱۸۰۰ بررسی شده است. طیف UV-vis-NIR در محدوده ۸۰۰-۲۰۰ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر Avantes مدل Avaspec_۲۰۴۸_TEC به دست آمده است و خواص اپتیکی نمونه ها را نشان می دهد.

۳- آنالیزها

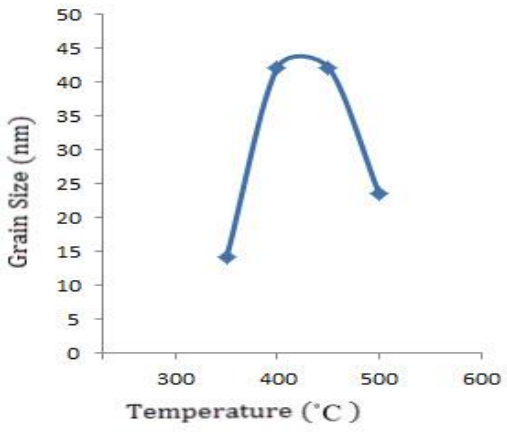


شکل ۱: پراش پرتو ایکس لایه های تهیه شده در دماهای مختلف

۳-۱- ویژگی های ساختاری

خواص ساختاری لایه ها توسط پراش پرتو X، (XRD) مورد مطالعه قرار گرفته اند. شکل (۱) XRD لایه ها تهیه شده در دماهای متفاوت را نشان می دهد.

نتایج به دست آمده از آنالیز XRD منطبق بر – [JCPDS Card no.۰۱-۰۷۹-۰۲۰۸] است و نشان می دهد که لایه های تهیه شده پلی کریستال بوده و ساختار آن ها wurtzite است.با افزایش دما تا °C ۴۰۰، ساختار شکل کریستالی بهتر با جهت ترجیحی مشخص به خود می گیرد. در دماهای بالاتر ساختار کریستالی تخریب می شود و از شدت پیک (۰۰۲) کاسته می شود.



شکل ۲: تغییرات اندازه بلورک بر حسب تغییرات دما

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-04]

می توان اندازه بلورک های ZnO را با استفاده از رابطه ی شرر (۱) محاسبه کرد:

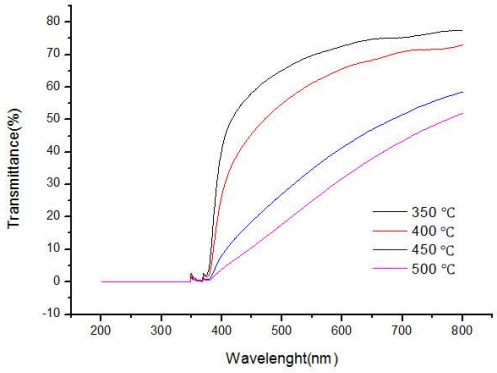
$$D = \frac{K\lambda}{\beta Cos\theta} \qquad (۱)$$

که در این رابطه D اندازه دانه، β پهنای نیم ماکزیمم قله پراش بر حسب رادیان، Θ طول موج اشعه X (λ =۱,۵۴) و λ زاویه براگ است. ضریب K ثابتی است که به شکل کریستال ها، توزیع آن ها و λ بستگی دارد و معمولا ۰,۹ در نظر گرفته می شود.

تغییرات اندازه بلورک به صورت تابعی از دمای زیر لایه در شکل (۲) نشان داده شده است.ابتدا با افزایش دمای زیرلایه اندازه ی بلورک افزایش می یابد تا به مقدار حداکثر nm ۴۲,۲ در دمای °C ۴۰۰ برسد و سپس کاهش می یابد.افزایش اندازه بلورک با افزایش دما می تواند ناشی از بهبود روند واکنش بین قطره های اسپری شده و همچنین بهبود تحرک اتم ها در سطح زیر لایه باشد.

۳-۲- ویژگی های اپتیکی

شکل (۳) طیف عبوری از لایه های نازک ZnO را در ناحیه ای با طول موج nm ۸۰۰-۲۰۰ با تغییراتی در بازه ی دمایی °C ۵۰۰-۳۵۰ نشان می دهد. تغییرات دمایی در میزان شفافیت و خواص اپتیکی لایه ها نقش مهمی دارد. نمودار های حاصل از طیف عبور لایه ها در ناحیه مرئی شفاف بوده و با افزایش دمای زیر لایه ها، شفافیت کاهش می یابد. می توان نتیجه گرفت که افزایش دما، اثرات ویرانگری به واسطه نفوذ ترکیبات زیر لایه به لایه ایجاد می نماید، پس کاهش در شفافیت مشاهده می شود.



شکل(۳): طیف عبور لایه های اکسید روی تهیه شده در دماهای مختلف

۴- نتیجه گیری

لایه های اکسید روی با موفقیت توسط اسپری پایرولیزز در دماهای مختلف در محدوده ی °C ۵۰۰-۳۵۰ لایه نشانی شدند. شدت پیک ارجح (۰۰۲) در دمای °C ۴۰۰ بیش ترین مقدار است. با توجه به بخش بررسی طیف پراش پرتوی ایکس واضح است با افزایش دمای زیر لایه تا °C ۴۰۰ ، به اندازه بلورک ها افزوده می‌شود لذا با بزرگتر شدن بلورک ها جذب بیشتری رخ می‌دهد و بدین ترتیب تراگسیلندگی کاهش می‌یابد. در دماهای بالاتر نیز به واسطه نفوذ ترکیبات زیر لایه به لایه، شفافیت نمونه ها کاهش می یابد.

مراجع

[۱] N. Ekem, S. Korkmaz, S. Pat, M.Z. Balbag, E.N. Cetin, M. Ozmumcu, *Some physical properties of ZnO thin films prepared by RF sputtering technique*, **Int. J. Hydrogen Energy** ۳٤ (۲۰۰۹) ٥۲۱۸

[۲] Y. Jouane, S. Colis, G. Schmerber, P. Kern, A. Dinia, T. Heiser, Y.-A. Chapuis, *Room temperature ZnO growth by rf magnetron sputtering on top of photoactive P۳HT*, **PCBM for organic solar cells, J. Mater. Chem**. ۲۱ (۲۰۱۱) ۱۹٥۳.

[۳] G.S. Chang, E.Z. Kurmaev, D.W. Boukhvalov, L.D. Finkelstein, A. Moewes, H. Bieber, S. Colis, A. Dinia, *Co and Al co-doping for ferromagnetism in ZnO:Co diluted magnetic*, **semiconductors, J. Phys. Condens. Matter** ۲۱ (۲۰۰۹) ۰٥٦۰۰۲.

[۴] Y. Belghazi, M.A. Aouaj, M.E. Yadari, G. Schmerber, C. Ulhaq-Bouillet, C. Leuvrey, S. Colis, M. Abd-lefdil, A. Berrada, A. Dinia, *Elaboration and characterization of Codoped ZnO thin films deposited by spray pyrolysis technique*, **Microelectron. J.** ٤۰ (۲۰۰۹) ۲٦٥

[۵] J. Petersen, C. Brimont, M. Gallart, O. Crégut, G. Schmerber, P. Gilliot, B. Hönerlage, C. Ulhaq-Bouillet, J.L. Rehspringer, C. Leuvrey, S. Colis, A. Slaoui, A. Dinia, *Optical properties of ZnO thin films prepared by sol–gel process*, **Microelectron. J.** ٤۰ (۲۰۰۹) ۲۳۹.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-04]