تأثیردمای زیرلایه بر خواص ساختاری فیلم نازک لایه نشانی شده‌ی ZnO:Al با روش کندوپاش مگنترون

پریا ،گل مهدی[1]; دکترمحمودقرآن نویس[2]; مرضیه اسدی میلانی[3]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پایه،گروه فیزیک،دانشگاه علوم تحقیقات فارس

[2] استادیار،گروه فیزیک،دانشگاه علوم تحقیقات تهران

[3] دانش آموخته کارشناسی ارشد،دانشکده علوم پایه،گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحدتهران شمال

چکیده

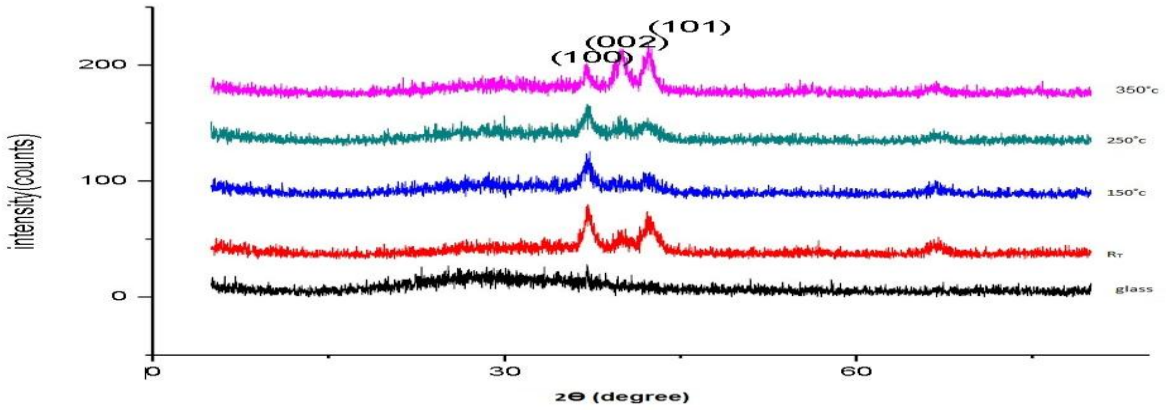
فیلم نازک (Al:ZnO) با زیرلایه شیشه در دماهای مختلف ،با سیستم (DC) مگنترون اسپاترینگ رشد داده شده است. که با بررسی تأثیردمای زیر لایه بر خواص ساختاری لایه نازک ZnO:Al بهینه مقداردما را برای کاربرد سلول های خورشیدی موردتحقیق قراردادیم. در این پژوهش از هدف ZnO:Al (۲%Alو ۹۸%ZnO) استفاده شده است.آزمایش برای ٤ بارتکرار که با تغییرات دمای زیرلایه همراه است، انجام شد. قله های قابل مشاهده (۱۰۰)، (۰۰۲) و (۱۰۱) می باشد.تمام فیلمها باافزایش دمای زیرلایه کیفیت کریستالی شان افزایش یافته است.

ارزان بودن و غیر سمی بودن آلومینیوم و اکسید روی موجب شده است که در این عصر تکنولوژی ترکیب این دو ماده، مورد توجه بسیاری از محققین در زمینه ی اپتیک و الکترونیک قرار گیرد. ترکیبی که این دو ماده با هم می‌سازند، باعث شده است که در سالهای اخیر تمایل به استفاده از ان به عنوان اکسید رسانای شفاف(TCO) که دارای خواص شفافیت بالای اپتیکی(۸۰% بیشتر) در ناحیه ی مرئی دارد، مورد توجه قرار گیرد[۱].تنها راه بدست آوردن یک رسانا با شفافیت خوب ایجاد الکترون تبهگن در نوار ممنوع موادِ با $E_g > 3ev$ است [۲]. این لایه ها به دلیل داشتن ویژگی های مناسب ذکر شده در ساخت انواع سلول های خورشیدی، سنسورهای گازی،دیودهای نورافشان [۳]گرم کننده شیشه اتومبیل و هواپیما[۲]کابرد فراوانی دارد. امروزه روشهای زیادی برای انباشت پوشش هایی که از ترکیب اکسید روی و آلومینیوم ZnO:Al به کار گرفته می‌شود، مانند کندوپاش [٤] پرتو الکترونی[۲] سل ژل[۳] اسپری پایرولیز[٥] ، روش سیلار [٦] و غیره که خواص این لایه ها به شدت به پارامترهایی که در لایه نشانی یا انباشت دخیل هستند مانند زمان لایه نشانی، دمای زیرلایه، ضخامت لایه، آهنگ انباشت، فشارجزئی گاز هنگام انباشت و غلظت آلاینده نیز بستگی دارد. در این پژوهش در نظر داریم به بررسی خواص ساختاری لایه نازک ZnO:Al یا اکسید روی آلاییده شده با آلومینیوم که بر روی زیر لایه شیشه با دماهای متفاوت و در زمانی ثابت به روش کندوپاش رشد داده شده است، بپردازیم.

در این پژوهش ما از سیستم کندوپاش مغناطیسی تخت DC مرکز تحقیقات فیزیک پلاسما واحد علوم تحقیقات تهران و برای اولین بار در ایران این تحقیق انجام شده است.

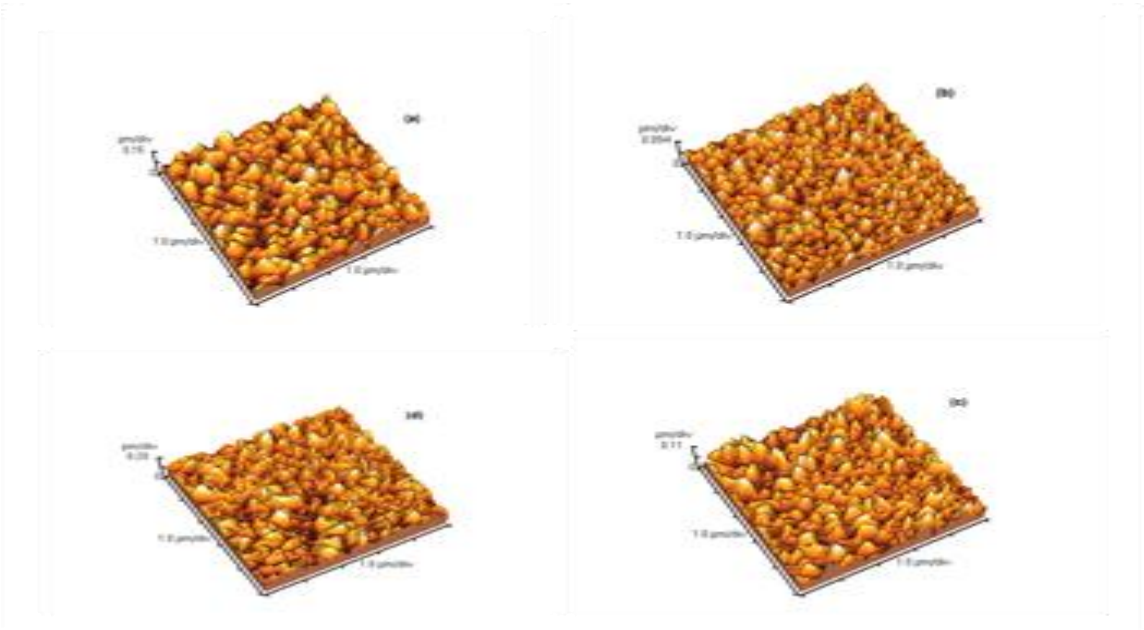
یک هدف تخت از جنس ZnO:Al (ZnO:۹۸٪ و Al:۲٪) با قطر ۳سانتیمتر بعنوان کاتد استفاده شد. زیر لایه شیشه ای نیز در فاصله ۳ سانتیمتری از هدف قرار داده شد. گاز کاری برای تشکیل پلاسمای یکنواخت آرگون بود و فشارپایه سیستم در حدود ۵×۱۰^{-۵} میلی بار و فشار حین کار $۱/۶\times۱۰^{-۲}$میلی بار که با کمک پمپ های روتاری و دیفیوژن تنظیم شد، همچنین ولتاژ۱۲ ولت و جریان ۱۲ میلی آمپر برای انباشت لایه ی ZnO:Al به کمک سیستم کندوپاش آماده شد. آزمایش زمانی آغازمی شود که جریان DC به سیستم اعمال می گردد. در این حالت شعله پلاسمای یکنواخت، به رنگ بنفش، که به علت وجود گاز آرگون می‌باشدپدیدار می شود. آزمایش برای چهار بار تکرار و در هر مرحله آزمایش در مدت زمان یک سان ۷۵ دقیقه با دماهای مختلف $۳۵۰^{o}c$،$۲۵۰^{o}c$،$۱۵۰^{o}c$ و دمای محیط انجام شد.
بعد از انباشت لایه ZnO:Al بر روی زیر لایه شیشه ضخامت لایه ها به کمک یک ضخامت سنج مدل Dektak۳,Version۲.۱۳ اندازه گیری گردید، بررسی ضخامت سنجی حاکی از آن بود که ضخامت لایه ها ۳۰۰نانومتر بوده که در تمامی نمونه ها یکسان است. سپس خواص ساختاری لایه ها به وسیله آنالیزهای XRD و AFM مورد بررسی قرار میگیرد.

آنالیز XRD، می تواند اطلاعات مفیدی را، راجع به ساختار بلوری نمونه بیان کند. چشمه پرتو ایکس در دستگاه پراش سنج با چشمه لامپ کبالت (Co kα۱ PW۳۷۱۰) با طول موج $۱/۷۸\ A^{o}$و با هندسه پراش θ-۲θ و سرعت روبش ۰/۰۲ درجه در ثانیه انجام شد.



شکل ۱- بررسی نمودار XRD دردماهای مختلف

در نتایج حاصل از XRD، همانطور که در شکل ۱ نمایان است، با افزایش دمای زیر لایه قله های (۰۰۲)درزاویه۴۰^{o} و (۱۰۱) درزاویه۴۲^{o} بطور قابل ملاحظه ای در حال رشد می باشد که این دو جهت را به عنوان جهت ترجیهی نمونه انتخاب می کنیم که نشانه ی پلی کریستالی شدن نمونهاست.
ساختار لایه های نازک ZnO:Al، علاوه بر آنالیزXRD، بوسیله ی دستگاه AFM نیزانجام می‌شود، توپوگرافی سطحی، اندازه دانه ها و زمختی سطح لایه ها، نیز مورد بررسی قرار گرفته است.
در نتایج حاصل از AFM، همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود، با افزایش دما، زبری نیز افزایش پیدا می کند و ارتفاع دانه ها زیاد می شود که با نتایج حاصل از XRD مطابقت دارد.



شکل۲:نمودار AFM وزمختی سطح فیلمZnO با دماهای مختلف: (a) دمای محیط(b) ۱۵۰ ºC (c) ۲۵۰°C (d) ۳۵۰°C

نتیجه گیری

در همه ی فیلم ها با افزایش دما کیفیت کریستال رو به بهبود بوده وخواص بهتری را از خود نسبت به نمونه قبلی نشان دادند. در آنالیزAFM میانگین سایز و ارتفاع دانه ها با افزایش دما زیاد شده که با نتایج کاهش FWHM از آنالیز XRDکاملا سازگار می باشد.

مرجع ها

[۱] داودي.ا، **(۱۳۸۷)** مطالعه و ساخت اتصالات مقاومتي به لايه نازك و شفاف اكسيد ايندیوم-قلع و قرصهاي سيليكاني چند بلوري سلولهاي خورشيدي. *پایانامه ارشد*، پردیس دانشکدههای فنی، دانشکده مهندسي برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۲] نژاد زنگنه.م،فلاح. ح، حاجی محمود زاده. م، جهانشاه. ف، طباطبایی. و (۱۳۹۰) ساخت پوشش رسانای اکسید روی آلاییده شده با آلومینیوم با روش پرتو الکترونی. *کنفرانس فیزیک ایران*، ۲۱۰۳-۲۱۰۰.

[۳] G. M. Wu, Y.F.Chen and H.C. Lu(۲۰۱۱) Aluminum-doped zinc oxide thin films prepared by sol-Gel and RF magnetron sputtering. *Acta physica polonica a, vol. ۱۲۰, ۱۴۹-۱۵۲.*

[٤] Seong Hun Jeong, Bit Na Park, Dong-Geun Yoo and Jin-Hyo Boo†(March **۲۰۰۷)**:ZnO:Al thin film as transparent conductive oxid:synthesis characterization and application. *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. ٥٠, No. ٣ , pp. ٦٢٢_٦٢٥)

[٥] Seeber, W.T., Abou-Helal, M.O., Barth, S., Beil, D., Hoche, T., Afify, H.H., and Demian, S.E. (۱۹۹۹) Transparent semiconducting Zno:Al thin film prepared by spray pyrolysis. *Materials Science in Semiconductor Processing*, ۲, ٤٥-٥٥.

[٦] S.Mondal ,K.P.kanta and P.Mitra **(۲۰۰۸)**: preparation of Al-doped ZnO (AZO) thin film by silar(*Journal of Physical Sciences*, Vol. ۱۲,۲۲۱-۲۲.