



سنتر و بررسی خواص نانوپودر و میکروپودر ZnO آلاینده با اکسید مس

فاطمه روزیان¹، احمد کمپانی¹، سید محمد حسینی¹، نرگس فجری بردر¹

¹آزمایشگاه مواد و الکتروسرامیک، گروه فیزیک، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در این تحقیق ابتدا نانوپودر ZnO:Cu با درصدهای مختلف مس (۰/۰۵، ۰/۰۴، ۰/۰۲، ۰/۰۰) به دو روش سل ژل و مخلوط اکسید جامد سنتز و سپس برخی از خواص ساختاری و اپتیکی پودرهای به دست آمده مورد بررسی قرار گرفتند. ساختار نانوپودرها با استفاده از پراش پرتو X مورد مطالعه قرار گرفت. مشخصه یابی نوری با استفاده از طیف سنجی فرسرخ انجام گردید و تاثیر مس بر طیف بازتابش در محدوده فرسرخ میانی مورد تحلیل قرار گرفت. در ناحیه فرابنفش نیز، گاف نوری با استفاده از طیف جذب محاسبه شد که شاهد کاهش گاف نوری با افزایش درصد مس بودیم.

واژه های کلیدی: اکسید روی، اکسید مس، روش سل ژل، مخلوط اکسید جامد

شاخه تخصصی: نانوفیزیک

مقدمه

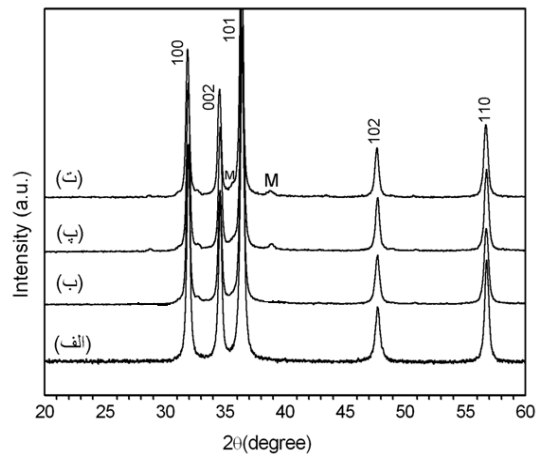
اکسید روی یکی از مهمترین نیمرساناهای ترکیبات II-VI با گاف نواری بزرگ است. ویژگی‌های منحصر به فرد آن موجب کاربرد فراوان آن شده است، به عنوان نمونه در ساخت قطعاتی مانند گسیلنده‌های نوری فرابنفش، وریستورها [۱]، مبدل‌های پیزوالکتریک [۲]، سلولهای خورشیدی، حسگرهای گازی، افزودن آلاینده‌های مناسب به اکسید روی می‌تواند سبب تغییر برخی ویژگی‌های الکتریکی و اپتیکی آن شود، بنابراین بررسی اثر ناخالصی‌های مختلف بر روی این خواص می‌تواند در ساخت قطعات الکتریکی و اپتوالکتریکی بسیار مفید باشد.

مواد و روش‌ها

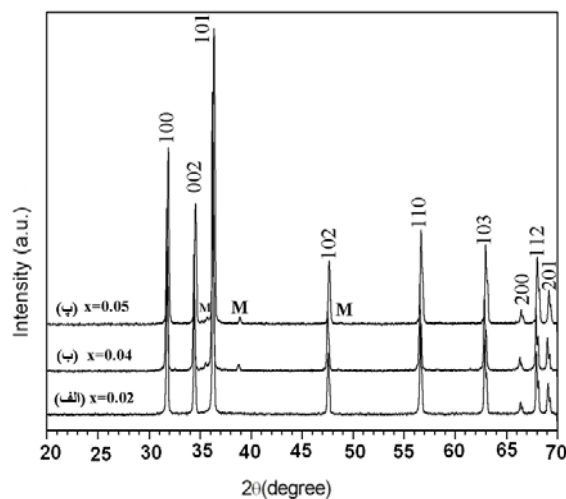
برای تهیه نانو پودرهای $Zn_{1-x}Cu_xO$ ($x = 0/00, 0/02, 0/04, 0/05$) به روش سل-ژل از ایزوپروپانل و آب دیونیزه (به نسبت مولی ۲/۱ : [آب]/[ایزوپروپانول]) به عنوان حلال استفاده شد [۳]. استات روی $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ و استات مس $Cu(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ به مقدار معین به محلول آب و ایزوپروپانل اضافه شد همچنین دی اتانول آمین (پلیمر ساز) و اسید استیک (کمپلکس ساز) را جداگانه با هم حل و سپس به محلول اولیه اضافه می‌کنیم. در مرحله بعدی سل به دست آمده را در دمای $110^\circ C$ به مدت ۲ ساعت رفلکس می‌شود. آنگاه به مدت ۱۴ ساعت در دمای $90^\circ C$ سل به دست آمده را در حمام روغن قرار داده، ژل بدست آمده را مستقیماً در دمای $160^\circ C$ گرما داده و با افزودن مقدار کمی اسید نیتریک به آن عمل احتراق انجام می‌شود. پودر حاصل را آسیاب و در دمای $500^\circ C$ کلسینه می‌کنیم. برای تهیه پودرهای $ZnO:Cu$ به روش مخلوط اکسیدها، اکسید روی ZnO و اکسید مس CuO را با مقادیر مناسب با مقداری اتانول مخلوط می‌کنیم که پس از خشک کردن در دمای $900^\circ C$ تکلیس نمودیم.

نتیجه‌ها و بحث

در شکل ۱، طیف پراش پرتوی X برای نانوپودرهای $Zn_{1-x}Cu_xO$ ($x = 0/02, 0/04, 0/05$)، $x = 0/00$ که در دمای $500^\circ C$ تکلیس شده اند، آورده شده است. ساختار بلوری نمونه‌ها با درصد ناخالصی ($x = 0/00, 0/02$) ورتسایت، به صورت تک فاز است ولی در نانوپودر $Zn_{0/96}Cu_{0/04}O$ ، $Zn_{0/95}Cu_{0/05}O$ فاز ثانویه منو کلینیک ظاهر می‌گردد (که مربوط به CuO می‌باشد). طرح پراش پرتوی X پودرهای تهیه شده به روش مخلوط اکسید جامد $Zn_{1-x}Cu_xO$ ($x = 0/02, 0/04, 0/05$) تکلیس شده در دمای $900^\circ C$ در شکل ۲ نشان داده شده است.



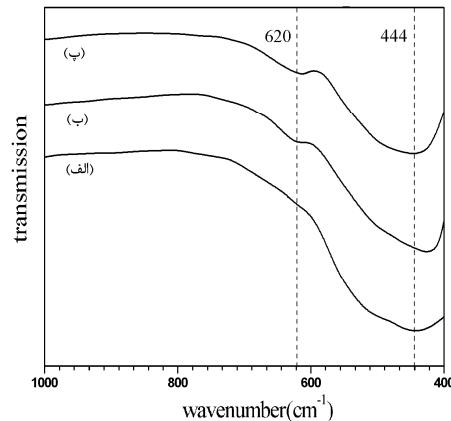
شکل (۱): طرح پراش نمونه های نانویودر ZnO:Cu با درصدهای ناخالصی (الف) ۰/۰۰، (ب) ۰/۰۲، (پ) ۰/۰۴ و (ت) ۰/۰۵، تکلیس شده در دمای ۵۰۰°C.



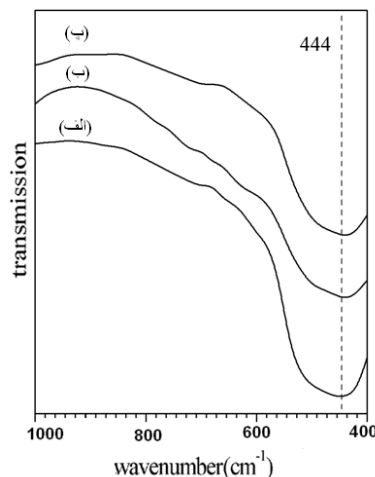
شکل (۲) طرح پراش پرتوی x یودرهای مخلوط اکسید جامد Zn_{1-x}Cu_xO (الف) x=۰/۰۲، (ب) x=۰/۰۴، (پ) x=۰/۰۵

طیف FTIR برای نانو یودرهای Zn_{1-x}Cu_xO (x = ۰/۰۰، ۰/۰۲، ۰/۰۵) در دمای تکلیس ۵۰۰°C در شکل ۳ آورده شده است. یک نوار جذبی قوی به مرکزیت ۴۴۴ cm⁻¹ دیده می شود که مربوط به پیوند Zn-O است و نشان دهنده تشکیل پیوندها و در توافق با نتایج دیگران است [۴]. با حضور ناخالصی مس علاوه بر این، یک نوار جذبی دیگر در حدود ۶۲۰ cm⁻¹ مشاهده می شود که مربوط به پیوند Cu-O می باشد. طیف های عبوری مربوط به یودرهای تهیه شده به روش مخلوط اکسید جامد Zn_{1-x}Cu_xO (x=۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۵) در دمای تکلیس ۹۰۰°C، در شکل (۴) نشان داده شده است. یک نوار جذبی قوی به مرکزیت حدود ۴۴۴ cm⁻¹ دیده می شود که مربوط به پیوند Zn-O است و نشان دهنده تشکیل پیوندها است. در طیف FTIR نمونه های ساخته شده از پودر نانو نوار جذبی مربوط به پیوند Cu-O کاملاً مشخص است در صورتی که در طیف FTIR نمونه های مخلوط اکسید

جامد مرکزیت جذب به وضوح مشاهده نمی‌شود بلکه به صورت یک شانه جذبی پهن ظاهر شده است.

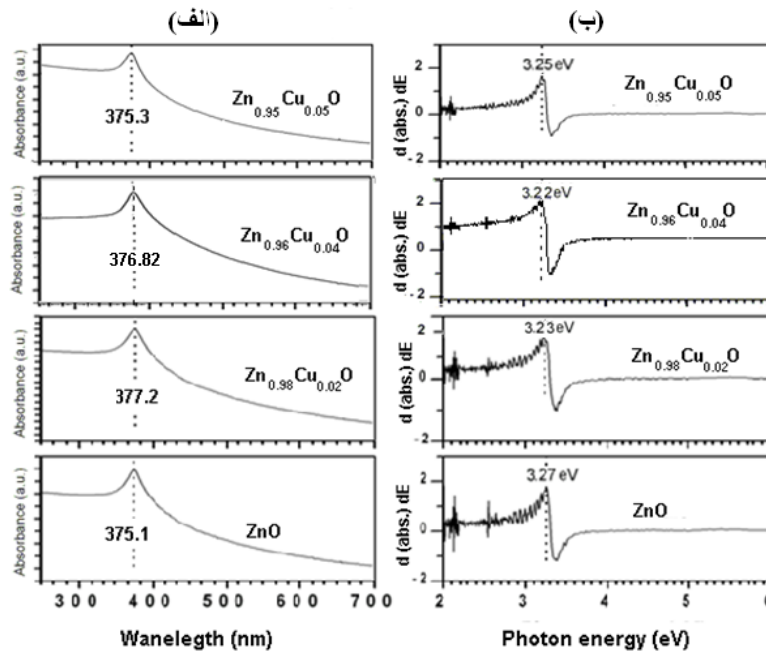


شکل (۳) طیف FTIR عبوری بر حسب عدد موج برای نانو پودرهای ZnO:Cu با درصد های ناخالصی (الف) $x = 0/00$ (ب) $x = 0/02$ (پ) $x = 0/05$ تهیه شده در دمای تکلیس 500°C



شکل (۴) طیف FTIR عبوری بر حسب عدد موج برای پودرهای سنتی ZnO:Cu با درصد های ناخالصی (الف) $x = 0/02$ (ب) $x = 0/04$ (پ) $x = 0/05$ تهیه شده در دمای تکلیس 900°C

برای بررسی اثر درصد ناخالصی مس بر ویژگیهای اپتیکی نانو ذرات به ویژه گاف انرژی نانو ذرات، از نمونه ها طیف جذب اپتیکی در محدوده طول موج مرئی (۸۰۰-۲۰۰nm) گرفته شده است. برای به دست آوردن گاف اپتیکی E_g ابتدا از نمودار جذب بر حسب انرژی فوتون، دیفرانسیل می گیریم. اولین بیشینه این نمودار در لبه افت نمودار در انرژی های پایینتر، نشان دهنده گاف انرژی است [۵].



شکل (۵) (الف) نمودار جذب بر حسب طول موج (ب) نمودار دیفرانسیل اول جذب نسبت به انرژی فوتون، بر حسب انرژی برای نانو پودرهای ZnO:Cu

نتیجه گیری

در این تحقیق از روش ساخت سل-زل به خاطر اینکه نسبت به سایر روش ها، تولید پودر بسیار ریز باهمگنی بسیار بالا در کنار مراحل ساخت کمتر و همچنین به دلیل عدم لزوم آسیاب کاری های طولانی مدت برای ساخت نمونه ها استفاده شد. یکی دیگر از مزایای این روش پایین بودن دمای تکلیس آن است.

مراجع

- [۱] J. V. Bellini, M. R. Morelli, R. H. G. A. Kiminami, "Electrical properties of polycrystalline ZnO:Cu obtained from freeze-dried ZnO + copper(II) acetate powders", *Journal of Materials Science:Materials in Electronics*, **13** (2002) 485-489.
- [۲] I. K. Bdikin, J. Gracio, R. Schwarz and A. L. Kholkin, "Local piezoelectric properties of ZnO thin films prepared by RF – plasma – assisted pulsed – laser deposition method", *Nanotechnology*, **21** (2010) 235703.
- [۳] K. Das, S. Ray, S. Chaudhuri & A B Maity, "Structural and luminescence properties of sol-gel derived Cu doped ZnO films", *Indian Journal of pure & Applied Physics* Vol.47, May 2009, pp.377-382
- [۴] T. Shokuhfar, M. R. Vaezi, S. K. Sadrnezhad and A. Shokuhfar, "Synthesis of Zinc Oxide Nanopowder and Nanolayer Via Chemical Processing", *Int. J. Nanomanufacturing*, **2** (2008) 149-158

دهمین همایش دانشجویی فناوری نانو، ۲۳ تا ۲۵ شهریور ۱۳۹۰
دانشکده فنی کاسپن، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران



- [۵] A. E. Morales, E. S. Mora and U. Pal, "Use of Diffuse Reflectance Spectroscopy for Optical Characterization of un-supported Nanostructures", *Revista Mexicana de Fisica*, **53(5)** (2007) 18-22