The second Intrenational and The Seventh Joint Conference of Iranian Metallurgical engineering and Iranian Foundrymen Scientific Societies

دومین همـــایش بین المللـــی و هفتمیـــن همایـش مشترک انجمن مهندسی متالورژی ایران و انجمن علمی ریخته‌گری ایران

۸و ۹ آبان ۱۳۹۲، دانشگاه سمنان

بررسی خواص ساختاری و فروالکتریکی نانوبلورک های $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ تهیه شده به روش فعال سازی مکانیکی

عاطفه عاطفی تبار[۱]، محمد بهدانی[۲]، محمود رضایی رکن آباد [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

باریم تیتانات به دلیل ثابت دی الکتریک بالایی که دارد به طور گسترده در صنعت سرامیک و الکترونیک به کار می رود. داشتن ثابت دی الکتریک بالا برای یک ماده مزیتی است که کارایی آن را بهبود می بخشد. در این پژوهش نانوپودر-های سری ترکیبات $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ (x=0,0.1,0.15,0.3,0.45) به روش فعال سازی مکانیکی و گرمادهی ساخته شد. مواد اولیه مورد استفاده BaO، SrO، TiO_2بود که با نسبت گلوله به پودر ۱:۱۰، در ظرف آسیا همراه گلوله های فولادی به قطر ۱۱mm آسیا شدند. بررسی ساختاری نشان داد که ساختار پروسکایت این ترکیب بعد از ۸ ساعت آسیا کاری، در دمای اتاق و با گرمادهی در کوره با دمای ۱۰۰۰°C به مدت ۲ ساعت، تشکیل می شود. همچنین نتایج نشان می دهد با افزایش درصد جانشانی Sr درصد فازهای ناخالصی هم زیاد می-شوند.

اندازه-گیری های دی الکتریکی و فروالکتریکی بر روی نمونه های $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ نشان می دهند که نشاندن یون Sr به اندازه۰/۱ =x باعث تغییر رفتار ماده در ثابت دی الکتریک، اتلاف دی الکتریک و قطبش باقی مانده می شود. نمودار تغییرات ثابت دی الکتریک بر حسب فرکانس و دما و همچنین حلقه پسماند نمونه ها را بررسی کردیم. نتایج نشان داد بین میزان جانشانی Sr و دمای کوری نمونه ها رابطه معنا داری وجود دارد، به طوری که با افزایش Sr، دمای کوری نمونه ها کاهش می یابد. بنابراین ترکیب $Ba_{0.9}Sr_{0.1}TiO_3$ در دمای اتاق به علت داشتن ثابت دی الکتریک بالاتر می تواند نسبت به $BaTiO_3$ قابلیت کاربردی بیشتری داشته باشد.

مقدمه

$BaTiO_3$یکی از مهم ترین فروالکتریک هاست و در گروه سرامیک ها جای دارد.سرامیک ها بس بلور می باشند و در واقع بس بلورها،مجموعه ای از بلورک ها هستند که جهت گیری آنها تصادفی است. تک بلورها دارای ابعاد در حدود صدم سانتی متر می باشد و در اثر متمرکز شدن آنها جامد شکل می گیرد. این تک بلورک ها دارای ساختار منظم مربوط به خود می باشند.می توان گفت که خصوصیات سرامیک ها نتیجه سمت گیری این تک بلورها و یا مرزهای بلورک ها نسبت به یکدیگر می باشد[۱].

باریم تیتانات از فروالکتریک های جابه جا شونده و جزء ساختارهای پروسکایت ABO_3 می باشد.این ساختارها دارای یک سلول واحد مکعبی با یون های دو ظرفیتی باریم در گوشه ها و یک یون تیتانات چهارظرفیتی با ابعاد کوچکتر در مرکز مکعب و یون های اکسیژن دو ظرفیتی در مراکز وجوه می باشد. ترکیب دارای ساختار تتراگونال با گروه فضاییP4mmو خاصیت فروالکتریکی خوب می باشد. هدف ما در این تحقیق اضافه کردن ناخالصی استرنسیم در ساختار باریم تیتانات به منظور بهبود خواص دی الکتریکی برای مصارف کاربردی می باشد. برای این منظور ترکیب $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ در گام های x=0,0.1,0.15,0.3,0.45ساخته شد.

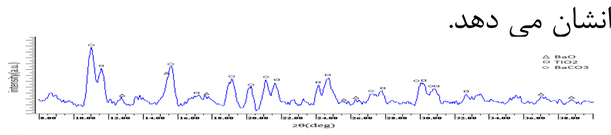
روش تحقیق

برای تهیه ۱۰ گرم ترکیب $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ اکسید های اولیه مواد تشکیل دهنده آن TiO_2 ،BaO,SrO با درصد وزنی و با ضرایب استوکیومتری معین مخلوط شدند. در ابتدا برای بدست آوردن زمان تشکیل ساختار ماده اصلی یعنی $BaTiO_3$ ،اکسید های باریم و تیتانیم در دستگاه بال میل SPEX8000آسیا شدند،در بازه های زمانی مختلف مقداری از نمونه جهت تشخیص فاز برداشته شد، مشاهدات مشخص ساخت افزایش زمان آسیا کاری بیشتر از ۸ ساعت تغییری در پیک ها ایجاد نمی کند لذا نمونه پودر۸ساعت در کوره با دمای ۱۰۰۰ °C به مدت ۲ساعت حرارت داده شد و بعد از سرد شدن نمونه و گرفتن XRD ساختار پروسکایت ترکیب شکل گرفته بود. باقراردادن x=0.1,0.15,0.3,0.45ترکیب های مختلفی از $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ساخته شد. طرح پراش پرتوایکس در هر بازه زمانی قبل و بعد از حرارت دهی به منظور اطلاع از فرایند تشکیل مواد بررسی شد.

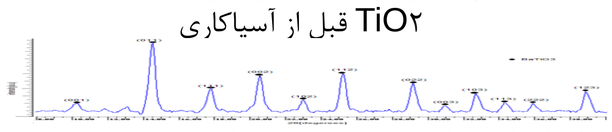
به منظور اندازه گیری خواص دی الکتریکی و فروالکتریکی ترکیب،قرص هایی بوسیله دستگاه پرس تهیه و قرص های تولید شده در دمای ۱۰۵۰°C به مدت ۳ساعت بازپخت شدند برای بررسی خواص ابتدا آنها صیقل داده شدند و برای اتصال بهتر الکترودها به آنها چسب نقره زده شد.

نتایج و بحث

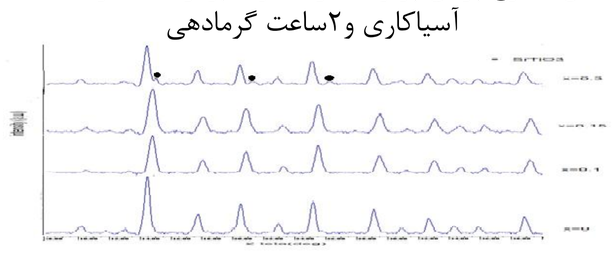
شکل ۱و۲ طرح پراش پرتو ایکس ترکیب را در لحظه ابتدا،قبل و بعد از آسیاکاری نشان می-دهد . شکل ۳طرح های پراش پرتو ایکس مربوط به ترکیب های مختلف رانشان می دهد.



شکل۱ طرح پراش پرتو x مخلوط پودرهای اولیه BaO، TiO۲ قبل از آسیاکاری



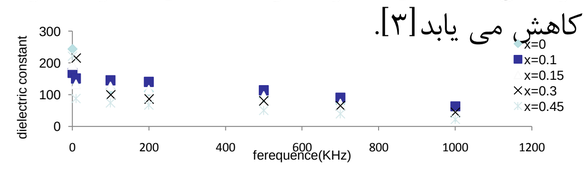
شکل۲ طرح پراش پرتو x از مخلوط پودرها بعد از ۸ساعت آسیاکاری و۲ساعت گرمادهی



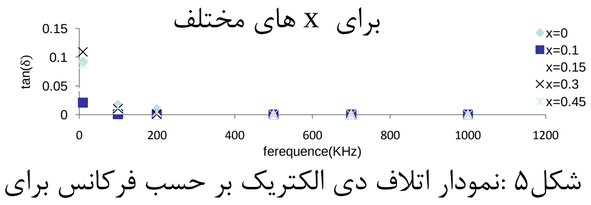
شکل۳ طرح پراش پرتو x نانو پودر$Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ برای x های مختلف

در۰/۳ =x وجود فاز$SrTiO_3$مشهود است[۲]. که نشان دهنده تغییر ساختار از تتراگونال به مکعبی است.

همانگونه که در شکل ۴و۵ نشان داده شده است، با افزایش فرکانس ثابت دی الکتریک و اتلاف دی الکتریک ترکیب کاهش می یابد[۳].



شکل۴ :نمودار تغییرات ثابت دی الکتریک بر حسب فرکانس برای x های مختلف

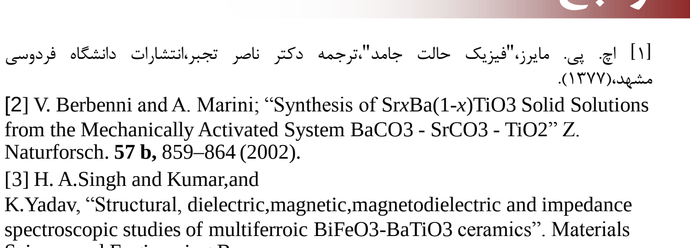


شکل۵ :نمودار اتلاف دی الکتریک بر حسب فرکانس برای x های مختلف

به منظور بدست آوردن دمای کوری نمونه ها تغییرات ثابت دی الکتریک بر حسب دما اندازه گیری شد. دمای کوری نمونه ها با افزایش x کاهش می یابد.و ازدمای ۱۰۵°C برای $BaTiO_3$به دمای اتاق برای $Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO_3$ می رسد[۴و۵].

به منظور بررسی اثر جانشانی ناخالصی Sr، حلقه پسماند نمونه ها در دمای محیط رسم شد ونتایج آن در شکل-های ۶ آورده شده است.

شکل۶: منحنی پسماند برای نمونه با x های مختلف



نتیجه گیری

نتایج نشان می دهد با افزایش مقدارsrبه ترکیب در ۰/۱ثابت دی الکتریک افزایش و با افزایش آن از ۰/۱۵تا ۰/۴۵ ثابت دی الکتریک کاهش می یابد. همچنین نتایج نشان می دهد با افزایش مقدارsr به ترکیب در ۰/۱ اتلاف دی الکتریک کاهش و از ۰/۱۵تا ۰/۴۵ اتلاف دی الکتریک افزایش می یابد.

همچنین مشخص شد که با افزایش مقدار ناخالصی Srدر ترکیب دمای کوری نمونه ها کاهش می یابد. با افزایش x تا حلقه پسماند کوچکتر و با افزایش x از ۰/۱ تا ۰/۴۵ حلقه پسماند بزرگتر می شود.

مراجع

[۱] اچ. پی. مایرز،"فیزیک حالت جامد"،ترجمه دکتر ناصر تجبر،انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،(۱۳۷۷).

[2] V. Berbenni and A. Marini; “Synthesis of SrxBa(1-*x*)TiO3 Solid Solutions from the Mechanically Activated System BaCO3 - SrCO3 - TiO2” Z. Naturforsch. **57 b,** 859–864 (2002).

[3] H. A.Singh and Kumar,and K.Yadav, “Structural, dielectric,magnetic,magnetodielectric and impedance spectroscopic studies of multiferroic BiFeO3-BaTiO3 ceramics”. Materials Science and Engineering:B.

[4] s. Ohfuji and et al; “Dielectric Properties of Electron-Cyclotron-Resonance-Sputtered (*Ba*,*Sr*)TiO_3 Films” Jpn. J. Appl. Phys. 36(1997) pp. 5854-5859

[5] L.P. Curecheriu and et al; “Temperature dependent tenability data and modeling in the paraelectric solidsolutions ” Processing and Application of Ceramics 3[1-2] (2009) 43-46

aa_tt374@yahoo.com