



Vol. 12, No. 2, 1383/2004 Fall & Winter

The effect of silver oxide dopand on PZT ceramics

A. Kompany, M.S. Hosseini, J. Moghany

Dept. of Physics, Ferowsi Univ. of Mashhad, Iran E-mail: kompany@ferdpwsi.um.ac.ir

(Received: 14/3/2004, received in revised form: 11/8/2004)

Abstract: In PZT thin film devices, with silver oxide electrodes, the diffusion of silver atoms into the PZT structure is very possible which may change the properties of the device. In the present work, this effect on $PbZr_{1-x}Ti_xO_3$ with x = 0.47 has been investigated. The samples were prepared by mixed oxide method. After calcination the mixed powders, Ag₂O with different weight percent were added. All the samples were calcinated and sintered under the same conditions. Electrical measurements revealed that the electrical conductivity of the samples, depending on the weight percent of Ag₂O, has increased. X-ray diffraction patterns showed that silver atoms have not produced new phases. Investigating the structure of the samples by SEM proved that adding silver oxide causes the growth of the grains.

Keywords: PZT ceramic, Silver oxide.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]



ر کالی سناسی و کالی سناسی ایر ان سال دوازدهم، شمارهٔ ۲، پائیز و زمستان ۸۳، از صفحهٔ ۲۳۱ تا ۲۳۸



تأثیر آلایندهٔ اکسید نقره بر سرامیک PZT

احمد کمپانی، سید محمد حسینی، جواد مقنی ممر آبادی

گروه فیزیک، دانشگاه فردوسی مشهد پست الکترونیکی: kompany@ferdpwsi.um.ac.ir

(دریافت مقاله ۱۳۸۲/۱۲/۲۳ ، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۳/۵/۲۰)

چکیده: در قطعات لایهٔ نازک PZT با الکترودهای نقره، امکان نفوذ اتمهای نقره به داخل ساختار PZT بسیار بالاست که می تواند موجب تغییر برخی ویژگیهای قطعه شود. در این کار، این اثر بر روی PbZr_{1-x}Ti_xO₃ و ۴/۰ = x، بررسی شده است. نمونهها به روش اکسید مخلوط تهیه شدند. پس از کلسینه کردن مخلوط نمونهها درصدهای متفاوت Ag₂O به آنها افزوده شد. همهٔ نمونهها تحت شرایط یکسان کلسینه و تفجوش شدند. اندازه گیریهای الکتریکی نشان داد که رسانندگی الکتریکی نمونهها، بسته به مقدار اکسید نقره افزایش می یابد. از نتایج پراش پر تو X چنان بر می آید که اتمهای نقره فاز جدیدی ایجاد نکردهاند. بررسی ساختار نمونهها توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نشان می دهد که افزودن اکسید نقره موجب رشد دانهها شده است.

واژههای کلیدی: سرامیک PZT، اکسید نقره.

مقدمه

در قطعاتی که از لایههای نازک سرامیک (MLC) استفاده می شود، با توجه به این که الکترودها و لایههای نازک سرامیک همزمان تفجوش می شوند، امکان نفوذ اتمهای فلز الکترود به درون ساختار سرامیک وجود دارد [۱] که می تواند موجب تغییر خواص قطعه شود. نوع سرامیک به کار رفته در این قطعات با توجه به مورد کاربردشان متفاوت است. از همه معروفتر سرامیکهای PbZr_{1-x}Ti_xO₃ و BaTiO3 می باشند که به عنوان عایق در خازنهای چندلایه و قطعات پیزوالکتریک استفاده می شوند.

زیر کونات تیتانات سرب با فرمول شیمیایی PbZr_{1-x}Ti_xO₃ دارای ساختار بلوری پروسکیت مربوط به خانوادهٔ بزرگ فروالکتریکهای هشتوجهی اکسیژن با فرمول عمومی ABO3 است (شکل ۱). چنین ترکیباتی بسته به مقدار عناصر موجود (مقدار x) دارای دمای کوری متفاوت و در نتیجه خواص الکتریکی و مکانیکی متنوعی هستند. نمودار فاز سیستم PZT در شکل ۲ نشان داده شده است. در نزدیکی فاز مورفوتروپیک، این سیستم ویژگیهای جالبی دارد و لذا مطالعات گستردهای پیرامون آن انجام شده است [۲].

چنانکه در شکل ۳ دیده می شود مرز مورفوتروپیک (MPB) که حایل بین نواحی فاز چارگوشی و لوزیرخ است، به ترکیب PZT با ۲۰ × نزدیک است. این ترکیب دارای خواص الکترومکانیکی ویژهای است [۳]. علاوه بر این، اخیراً یک فاز تکمیلی نیز در سیستم PZT کشف شده است که در حوالی MPB پایدار است. این اکتشاف زمینهٔ جدیدی برای مطالعهٔ گذار فاز لوزیرخ به چارگوشی را فراهم می آورد [۴]. این فاز نقشی کلیدی در توصیف ضرایب بالای پیزوالکتریک در سیستم PZT دارد. دمای کوری در نزدیکی مرز مورفوتروپیک حدود کوچکتر از یک است.



شكل ۱ ساختار بلورى پروسكيت ABO₃ (PZT).



شکل ۳ اثر آلایندهٔ Ag₂O بر ثابت دی الکتریکPZT.

در قطعات چندلایهٔ ساخته شده از مواد فروالکتریک PZT، معمولاً از نقره یا فلـزات مـشابه آن به عنوان الکترود استفاده میشود. اگر چه قیمت نقـره در مقایـسه بـا سـایر فلـزات مـورد استفاده گران است، اما الکترود حاصل پایدارتر است [۵]. از آنجا که ساخت قطعـات سـرامیکی چندلایه ممکن نبود لذا نمونـههـای سـرامیک PZT کپـهای خـالص در مـرز مورفوتروپیک و نمونههایی محتوی درصدهای مختلف آلاینده Ag₂O ساخته شـد. بـا ایـن فـرض کـه آلاینـدهٔ بررسی تأثیر آلایندهٔ اکسید نقره بر ویژگیهای سرامیک PZT

اکسید نقره همان نقش نفوذ الکترود نقره به داخل سرامیک را داشته باشد، اندازهگیریها بر روی این نمونهها انجام شد.

تهیهٔ نمونهها و روش آزمایش

نخست مقادیر معینی از پودر اکسید زیرکونیم (ZrO₂)، اکسید تیتانیم (TiO₂) و اکسیدسرب (PbO) با درجـهٔ خلـوص بـالاتر از ۹۹/۹٪ بـا تناسـب عنـصری PbZr_{1-x}Ti_xO₃ بـا ۲۶/ ۹۹ انتخاب شد. پس از مخلوط کـردن، پـودر اولیـه در دمـای $^{\circ}$ ۲۰۰۰ بـه مـدت ۲ سـاعت درون کورهای که دمای آن با دقت $^{\circ}$ 1 ± قابل تنظیم بود کلسینه شد. پس از آسیاب کردن مخلـوط و پیش از اضافه کردن اکسید نقره به آن، پودر مخلوط به شش بخش تقسیم شد. یک بخش از مخلوط به صورت خالص PZT حفظ شد، و به بخشهای دیگر بـه ترتیب ۵۰،۱۰، ۲۰،۵ و ۲۵ درصد وزنی اکسید نقره اضافه گردید. سپس هر بخش به صورت قرصهایی پـرس و آنگـاه همـهٔ نمونهها به مدت ۲ ساعت در دمای $^{\circ}$ ۲۰۰۱ درجهٔ سـانتیگـراد بـا شـیب دمـایی ۳۰/۱۵ و ۲۰

۳ kV/mm پس از الکترودگذاری، نمونهها در دمای $^{\circ}C$ ۱۲۰ به مدت نیم ساعت در ولتاژ ۳ kV/mm قطبی گردیدند. پس از اندازه گیری ظرفیت خازنی نمونهها به کمک یک پل وتستون، ثابت دیالکتریک آنها با استفاده از رابطهٔ $C = \varepsilon \varepsilon_0(A/d)$ محاسبه شد. ساختار بلوری به وسیلهٔ پراش پرتو X با تابش Cu-Kα و ابعاد دانهها با میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM بررسی شدند.

بحث و برداشت

نتیجهٔ حاصل از اثر آلایندهٔ Ag₂O بر ثابت دی الکتریک PZT در شکل ۳ نشان داده شده است. مشاهده می شود که با افزایش درصد اکسید نقره تا ۱۰٪ به نمونه ها، ثابت دی الکتریک سریعاً کاهش و لذا رسانندگی الکتریکی نمونه ها به شدت افزایش می یابد. اما پس از آن ثابت دی الکتریک نمونه های بعدی ثابت است. سرامیک PZT خالص یک نارسانا است و در فاز چارگوشی دارای گاف انرژی در حدود ۴۷ ۴٫۷۵ است [۶]. با افزودن اکسید نقره، ترازهای ناخالصی در گاف انرژی ایجاد می شوند. از این رو با افزودن بیشتر اکسید نقره، رسانندگی PZT افزایش می یابد [۲].

طرح پراش پرتو X نمونهها در شکل ۴ نشان داده شده است. قلههای دو فاز لوزیرخ (R) و چارگوشی (T) در طرح پراش نمونهٔ خالص PZT بهخوبی قابل تشخیص هستند. در این طرحها اثری از قلههای پراشی مربوط به ناخالصی اکسید نقره که در شکل ۵ نـشان دادهشده است، دیده نمی شود. لذا می توان گفت اکسید نقره فاز جداگانهای ایجاد نکرده است. در تصویر SEM نمونهها نیز ذراتی که نشان دهندهٔ فاز جداگانهای باشند تشخیص داده نشد.



شكل ۴ نقش پراش پرتو X از الف) نمونهٔ خالص PZT، ب) نمونهٔ PZT با ۱۰٪ ناخالصی اكسید نقـره، پ) نمونهٔ PZT با ۱۵٪ ناخالصی اكسید نقره، ت) نمونهٔ PZT با ۲۰٪ ناخالصی اكسید نقـره، ث) نمونـهٔ PZT با ۲۵٪ ناخالصی اكسید نقره.



شکل ۵ طرح پراش پرتو X اکسید نقره.

بنابراین می وان نتیجه گرفت که اتمهای نقره، پس از تفجوشی نمونههای آلاییده و تجزیهٔ اکسید نقره، جانشین اتمهای زیرکونیم یا تیتانیم که دارای شعاع اتمی تقریباً برابر با نقره هستند می شوند و ثابت شبکه به مقدار جزئی تغییر می کند. این تغییر به صورت جابجایی قله-های پراشی (به ویژه قلههای 110 و R101) در شکل ۴ قابل مشاهده هستند.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونهها در شکل ۶ نـشان داده شـده اسـت. در ایـن تـصاویر مشاهده میشود که دانهها با افزایش درصد اکسید نقره رشد میکنند. قطر متوسـط دانـههـا از حدود μm ۲ شروع میشود و تا چند میکرون افزایش مییابد. با توجـه بـه ایـن کـه سـرامیک فروالکتریک است، لذا حوزههای الکتریکی به صورت خطوطی بر سطح دانهها ظاهر شدهاند.



شکل ۶ ریزساختار نمونهها. الف) خالصPZT ب) ۵٪. پ) ۱۰٪. ت) ۱۵٪. ث) ۲۰٪ و ج) ۲۵٪ افزودنی اکسید نقره.

قدردانى

مراجع

[1] NOVACAP, "A practical reference to MLC properties and behavior", http://www.novacap.com.

[2] Jaffe B., Cook W.R, Jaffe H., "*Piezoelecteric Ceramics*", Academic Press, London, (1971).

[3] Noheda B., Gonzolo J.A., Cross L.E., Guo R., Shirane. G., arXiv: cond-mat/0002409 Feb (2000).

[4] Bellaiche L., Garcia A., Vanderbilt D., Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 5427.

[5] Pearce D.H., Button T.W., "Processing and Properties of Silver / PZT Composites", IRC in Materials for High Performance Applications, www.fmg.bham.ac.uk/Papers/PZT/Ag-pzt/agpzt.htm-18k.

[6] Rodriguez J.A., Etxeberria A., Gonzlez L., Maiti A., Journal of Chemical Physics 117 (2001) 2699-2709.

[7] Chin-Yi Chin, Wei-Hsing Tuan, J. Am. Ceram. Soc. 83 (2000) 2988-2992.