

文章编号:1000-2278(2009)02-0257-07

锆钛酸钡(BZT)陶瓷制备及其介电性能的研究进展

陈晓勇 蔡 苇 符春林

(重庆科技学院冶金与材料工程学院,重庆 401331)

摘 要

锆钛酸钡(BZT)具有介电非线性强、漏电流小、介电常数高、居里温度可调、耐高压等特点,备受人们的关注。本文综述了锆钛酸钡陶瓷的制备方法及其晶粒尺寸、组成对 BZT 陶瓷介电性能的影响等方面的研究进展,并提出了在研究中亟待解决的问题。

关键词 锆钛酸钡 陶瓷 制备方法 介电性能 组成

中图分类号:TQ174 文献标识码:A

1 引 言

BaTiO₃ 系列铁电材料是一种重要的功能材料。由于 BaTiO₃ 具有典型的钙钛矿结构(如图 1 所示),在室温下为四方铁电相,具有优良的铁电性能。其中,钛酸锶钡(BST)固溶体表现出优良的铁电性能,如高介电常数、强介电非线性、不易疲劳、居里温度可调等特性,主要用于制作动态随机存取存储器(DRAM)、热释电红外探测器、介质移相器、压控滤波器、二次谐波发生器等元器件,在微电子学、光电子学、集成光学和微电子机械系统等领域具有广泛的应用前景^[1-5]。但是,当外加直流电场超过几十万 V/cm 以后,其漏电流密度上升几个数量级,并在 2×10^6 V/cm 左右发生击穿,从而限制了薄膜材料的最小厚度^[6-7]。可是,在实际应用当中,我们往往希望薄膜材料的面积尽可能大、膜厚尽可能小,以达到增大电容的目的。BST 在高压下漏电流过大和温度稳定性差的缺点,限制了其应用。而锆钛酸钡(BaZr_xTi_{1-x}O₃,简称 BZT)是一种可能替代 BST 的材料,这是因为 Zr⁴⁺ 比 Ti⁴⁺ 的半径大(分别为 0.087 nm 和 0.068 nm),当 Zr⁴⁺ 取代 ABO₃ 钙钛矿结构 B 位的 Ti⁴⁺ 时,可增大材料的晶格常数,并且 Zr⁴⁺ 比 Ti⁴⁺ 更稳定。与 BST 相比, BZT 中 Ti⁴⁺ 与

Ti³⁺ 之间的电子跳跃引起的电导减小了。因此, BZT 材料的研究越来越受到人们的高度关注。

近年来,国内外关于 BZT 陶瓷的制备和介电性能的研究取得了一些新的进展,本文将综述其最新进展,并提出一些需要解决的问题。

2 BZT 陶瓷的制备方法

锆钛酸钡陶瓷的制备方法大致分为以下几种:固相法、溶胶凝胶法、微波烧结、机械合金化、低温烧结、水热合成法、共沉淀法等。

2.1 固相法(solid-state method)

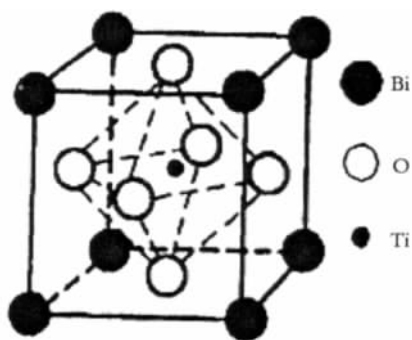


图 1 BaTiO₃ 结构
Fig.1 Structure of BaTiO₃

收稿日期:2009-03-12

基金项目:教育部科学技术研究重点项目(编号:209099),重庆市教育委员会科学技术研究项目(编号:KJ091416),重庆科技学院优秀创新人才培养资助计划

通讯联系人:蔡苇,男, E-mail:caiwei_cqu@163.com

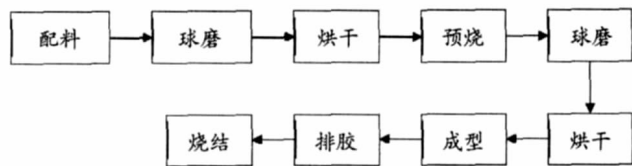


图 2 固相法制备 BZT 陶瓷的工艺流程

Fig.2 Preparation process of BZT ceramic by solid-state method

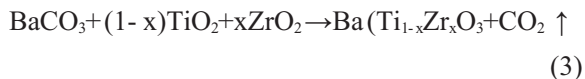
图 3 1350℃/2 h 烧结的 $\text{BaZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$ 陶瓷的 SEM 图Fig.3 Micrographs of $\text{BaZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$ ceramic sintered at 1350℃ for 2 h

氧化物固相反应法是一种传统、应用广泛的陶瓷制备方法，它主要利用固相扩散传递方式进行反应，以 BaCO_3 、 ZrO_2 和 TiO_2 为主要原料，经球磨、烘干、预烧、成型、烧结等工艺过程(如图 2)得到 BZT 陶瓷^[8-9]。

合成 BZT 的主要化学反应有：



总反应方程：



Jiang 等人采用固相法制备的 $\text{BaZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$ 陶瓷结构致密，晶粒尺寸约 $4\mu\text{m}$ (如图 3)^[10]。

孟玲等人采用固相法在 1500℃ 下烧结 5 小时制

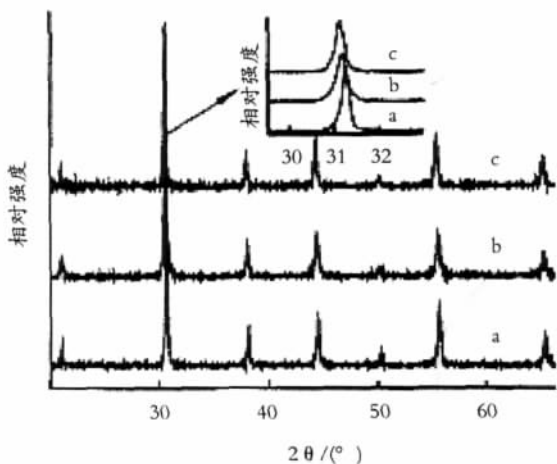


图 4 1500℃ 烧结 5 h 陶瓷样品的 XRD 图谱

Fig.4 XRD patterns of ceramic samples sintered at 1500℃ for 5 h.
a.BZT20; b.BZT25; c.BZT30

备了不同组成的 $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ ($x = 0.20, 0.25, 0.30$ ，简称为 BZT20、BZT25、BZT30) 铁电陶瓷^[11]，经 XRD 分析发现所有试样均为钙钛矿单相结构，随锆含量增加，衍射峰向低角区移动，晶格常数逐渐增大(如图 4 所示)，表明 Zr^{4+} (半径为 0.087 nm)取代了 Ti^{4+} (0.068 nm)离子，形成完全固溶体。

2.2 溶胶凝胶法(sol-gel method)

溶胶-凝胶法是由金属有机化合物或金属无机盐经水解和缩聚过程，再经过凝胶化及相应的热处理而获得氧化物或者其它固体化合物的一种方法。溶胶凝胶法制备 BZT 粉体的 Ti 源通常为钛酸四丁酯或异丙醇钛，Ba 源通常为醋酸钡，Zr 源较多，可选择硝酸锆、四正丁氧基锆、柠檬酸锆、异丙醇锆之一。溶胶凝胶法制备 BZT 陶瓷的工艺流程如图 5^[12-13]。

Tang 等人以醋酸钡、异丙醇钛、异丙醇锆为前驱物，醋酸、乙二醇甲醚为溶剂，通过控制水解过程获得了 BZT 凝胶，经热处理获得了 BZT 粉体，此粉体成

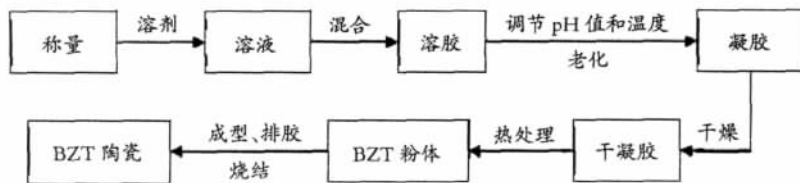


图 5 溶胶-凝胶法制备 BZT 陶瓷的工艺流程

Fig.5 Preparation process of BZT ceramic by sol-gel method

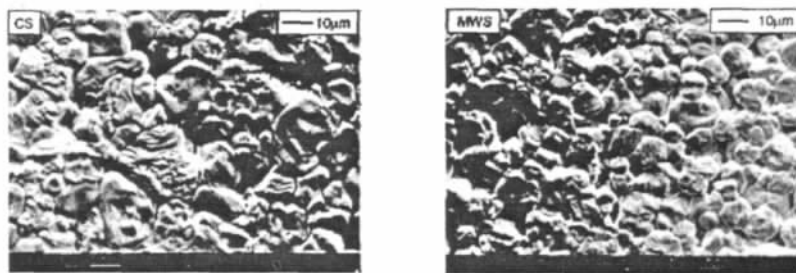


图 6 传统固相烧结(a)和微波烧结(b)BZT 陶瓷的 SEM 图

Fig.6 Scanning electron micrographs for (a) conventional and (b)microwave-processed samples

型后在 1300~1550℃ 下烧结 5 小时获得了不同晶粒尺寸的 BZT 陶瓷^[14]。

翟会深等人以钛酸丁酯、醋酸钡、硝酸锆为原料,乙醇、冰醋酸为溶剂,制备了 $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ (其中 $x=0.04, 0.07, 0.10, 0.13$, 分别称为 BZT04、BZT07、BZT10、BZT13)陶瓷^[15]。对 BZT04、BZT10 进行 SEM 分析,发现 BZT04 样品的结构致密,晶粒尺寸介于 5~10µm;而 BZT10 样品的晶粒尺寸为 200~800 nm。由此可以看出 Zr 对晶粒生长有抑制作用,随 Zr 量增加,BZT 陶瓷晶粒尺寸降低。

2.3 微波烧结(microwave sintering process)

微波烧结是利用微波电磁场中陶瓷材料的介质损耗使材料整体加热至烧结温度而实现烧结和致密化。介质材料在微波电磁场的作用下会产生介质极化,如电子极化、原子极化、偶极子转向极化和界面极化等。材料与微波的交互作用导致材料吸收微波能量而被加热^[16]。

Mahajan 等人以 BaCO_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 为原料,采用微波烧结炉(1.1 kW, 2.45 GHz)在 1400℃ 下保温 2 小时制备了 $\text{BaZr}_{0.10}\text{Ti}_{0.90}\text{O}_3$ 陶瓷(总微波烧结过程时间为 4 小时)。与固相法制备的陶瓷(总烧结时间为 22 小时)相比,微波烧结的 BZT 陶瓷的晶粒尺寸更小,更均匀(如图 6 所示),在室温下具有高的电阻率、高介电常数、低介电损耗,这有利于 BZT 陶瓷在室温下的应用^[17]。

2.4 机械合金化(mechanical alloying)

机械合金化也称为高能球磨法,该方法充分利用高能球磨过程中的机械力化学效应,使物料在迅速细化的同时发生一系列物理化学变化,引发物料组分的晶体结构产生各种缺陷,化学位能显著提高,进而导

致组组间的常温固相反应,从而实现材料的机械力化学合成。

Gómez-Yáñez 等人以 BaTiO_3 、 ZrO_2 为原料,采用行星式球磨机在氩气气氛下球磨 8 小时制得 BZT 粉体,经 1300℃ 下 1 小时烧结成 BZT 陶瓷。与传统固相法相比,机械合金化制得的 BZT 陶瓷晶粒尺寸更小,介电损耗更低,电阻率更大^[18]。

2.5 低温烧结(low temperature sintering process)

所谓低温烧结,是指通过添加助熔剂,使烧结温度比一般的固相烧结低 400~500℃,以得到较为理想的晶粒尺寸、晶体结构以及优良介电性能陶瓷的一种制备方法。低温烧结一般可以通过添加助熔剂的方法来实现,如通过添加 B_2O_3 、 Li_2O 或者 SiO_2 、 $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ 陶瓷的烧结温度可以降到 900℃ 左右^[19]。

Chou 等人研究了助熔剂 B_2O_3 和 Li_2O 对 $\text{BaZr}_{0.35}\text{Ti}_{0.65}\text{O}_3$ 陶瓷烧结温度、介电性能的影响^[20]。结果表明, B_2O_3 和 Li_2O 可以有效地降低陶瓷的烧结温度,当加入质量分数为 4.00% Li_2O 和 0.75% B_2O_3 时,烧结温度可以降到 1000℃,比一般的固相烧结温度低 500℃。

3 介电性能

3.1 尺寸效应

晶粒尺寸对锆钛酸钡陶瓷的介电性能、电畴结构具有显著的影响作用。

Tang 等人研究不同晶粒尺寸 $\text{BaZr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8}\text{O}_3$ 陶瓷的介电性能时发现,随着晶粒尺寸的增大,BZT 陶瓷的介电常数、可调性都逐渐增大,而损耗逐渐降低。同

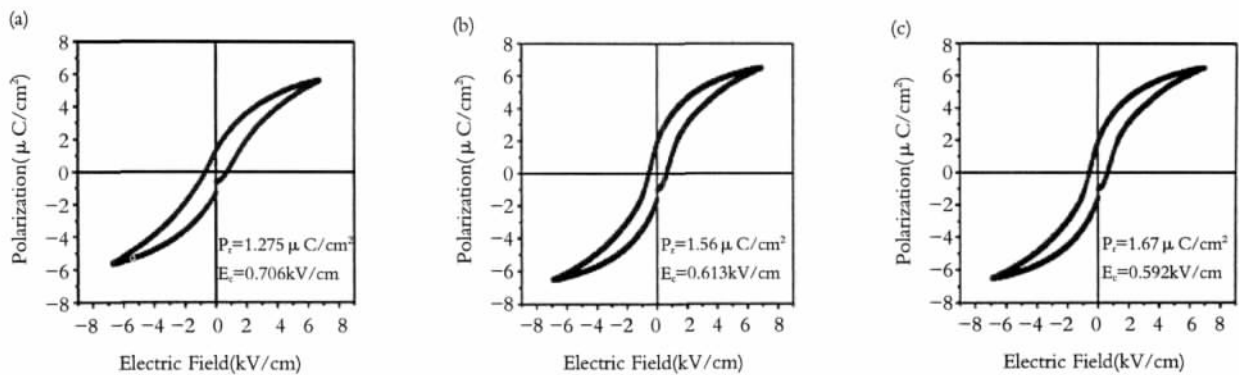


图 7 不同晶粒尺寸 BaZr_{0.2}Ti_{0.8}O₃ 陶瓷在室温、频率为 1 kHz 的电滞回线:(a) 25 μm,(b) 45 μm,(c) 80 μm

Fig.7 Hysteresis loops of BaZr_{0.2}Ti_{0.8}O₃ ceramic at room temperature and 1 kHz with different grain sizes:
(a) 25μm, (b) 45μm, (c) 80μm

表 1 不同组成 BZT 陶瓷的介电峰值(ϵ_m)和弥散指数(γ)
Tab.1 The maximum dielectric constant (ϵ_m) and diffuseness constant (γ)

试样	BaZr _{0.05} Ti _{0.95} O ₃	BaZr _{0.1} Ti _{0.9} O ₃	BaZr _{0.15} Ti _{0.85} O ₃	BaZr _{0.2} Ti _{0.8} O ₃
ϵ_m	14619	12079	9399	9739
γ	1.38	1.49	1.68	1.92

时,居里温度升高,介电弛豫性现象减弱^[14]。

Cai 等人采用固相法在 1350℃下通过调整保温时间获得了不同晶粒尺寸的 BaZr_{0.2}Ti_{0.8}O₃ 陶瓷,发现:晶粒尺寸会影响 BaZr_{0.2}Ti_{0.8}O₃ 陶瓷的电畴类型,大晶粒尺寸的 BZT 陶瓷中无 90° 电畴,随着晶粒尺寸的增大,矫顽场强下降,而剩余极化强度增加(如图 7 所示)^[21]。

3.2 组成

3.2.1 锆含量

锆含量对 BaZr_xTi_{1-x}O₃ 陶瓷的晶体结构、晶粒尺寸、居里温度、介电弛豫、铁电性能有明显影响。

随着锆含量的增加,BZT 陶瓷的 a 轴晶格常数逐渐增加,c 轴晶格常数和 c/a 逐渐减小,表明晶体结构由四方相逐渐向立方相转变^[22-23]。

Uchino 等人提出了一个半经验公式来描述弛豫铁电体相变弥散的程度^[14]:

$$1/\epsilon - 1/\epsilon_m = (T - T_m)^\gamma / C_1 \tag{4}$$

在上式中,C₁ 是常数,γ 是表征相变弥散程度的参数,其取值范围是 1~2。当 γ =1 时,则为正常的相变,满足居里 - 外斯定律;当 γ =2 时,则为完全的弥散相变。

N. Nanakorn 等人研究锆含量对 BaZr_xTi_{1-x}O₃ 陶瓷的介电性能的影响时发现:随着 Zr 含量的增加,BZT 陶瓷的居里温度下降,当 x=0.08 时,BZT 的介电峰变宽,出现弥散相变^[24]。一般认为,当 0≤ x≤ 0.1 时,BaZr_xTi_{1-x}O₃ 陶瓷是正常铁电体,当 0.10<x≤ 0.42 时,BZT 陶瓷的铁电 - 顺电相变弥散程度随着 x 增加而增强(如表 1 所示)。但 C. Ciomaga 等人通过控制烧结温度制备出晶粒尺寸为 0.75~3.20μm 的 BaZr_{0.1}Ti_{0.9}O₃ 陶瓷,发现其具有明显的介电弛豫,并认为这是由较小的晶粒尺寸引起的^[25]。

Chen 等人研究了锆含量对 BZT 陶瓷铁电性的影响^[22]。研究表明:随着锆含量的增大,矫顽场强(E_c)和剩余极化强度(P_r)均减小,这是由于 Zr⁴⁺ 半径(0.087 nm)大于 Ti⁴⁺ 半径(0.068 nm),通过离子位移极化受限程度更大,从而造成剩余极化强度下降。矫顽场强随着 Zr 含量增加而下降可能是由于在同一烧结温度下晶粒尺寸增大,而大晶粒中的电畴比在小晶粒中电畴更容易反转。

3.2.2 掺杂

为进一步提高 BZT 陶瓷的介电非线性和温度稳定性,降低损耗,人们对 BZT 陶瓷掺杂进行了研究,

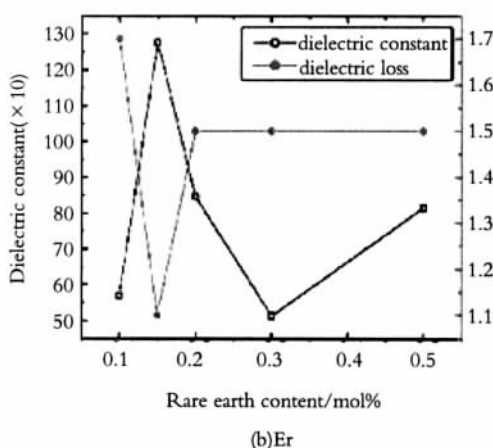
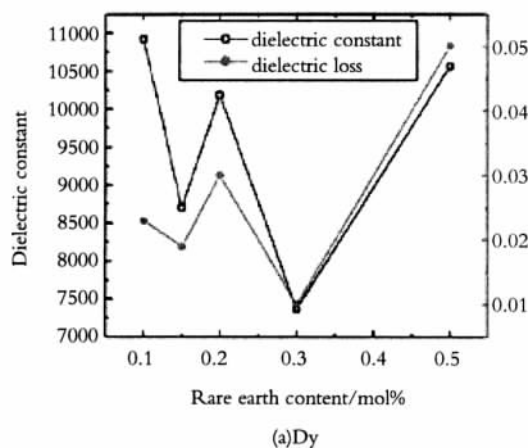


图 8 Dy、Er 掺量与 $\text{BaZr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8}\text{O}_3$ 陶瓷介电性能的关系
Fig.8 Effects of Dy and Er on the dielectric properties of $\text{BaZr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8}\text{O}_3$ ceramic

发现掺杂对 BZT 陶瓷的介电性能有较大的影响^[26-29]。BZT 具有 ABO_3 钙钛矿结构, 根据掺杂位置, 主要分为两类: A 位掺杂和 B 位掺杂。A 位掺杂元素包括稀土元素(如 La、Sm、Eu、Dy、Y、Ce)和 Ca、Zn、Pb、Bi 等; B 位掺杂元素包括 Nb、Mg、Mn 等。

一般来说, 半径较大、价态较低的离子进入 A (Ba) 位, 而半径较小、价态较高离子进入 B (Ti) 位。决定离子是 A 位, 还是 B 位掺杂有四个限制条件: (1) 粒子电中性; (2) 钙钛矿结构的容差因子(见公式(5)); (3) 离子半径; (4) 与其它离子的相容性, 即固溶度。

$$t = \frac{(r_A + r_O)}{\sqrt{2}(r_B + r_O)} \quad (5)$$

式中 r_A 为 A 位离子半径, r_O 为氧离子半径, r_B 为 B 位离子半径。可通过掺杂后容差因子的值大致推断掺杂离子的取代位置。

Zhai 等人研究 BZT 陶瓷中掺杂 La、Sm、Eu 时发现, 掺杂能抑制 BZT 晶粒的增大, 且掺杂离子半径越大, 晶粒越小, 从而引起介电峰值随之减小; BZT 陶瓷的可调性和介电损耗随着掺杂离子半径的增大和掺杂量的增加而下降^[27]。F. Moura 等发现: V^{5+} (B 位) 取代 Ti^{4+} , 引起 $\text{BaZr}_{0.10}\text{Ti}_{0.90}\text{O}_3$ 陶瓷晶粒尺寸减小, 随着 V^{5+} 量增加, 矫顽场强增大, 这是由于 V^{5+} 的加入产生了氧空位而减小了电畴间的应力^[30]。

Hao 等人研究了 Er、Dy 对 $\text{BaZr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8}\text{O}_3$ 陶瓷介电性能的影响^[31]。研究表明, 当 Er 的掺量为 0.15 mol% 时, BZT 陶瓷介电常数高达 12767, 而介质损耗仅为

0.011, 并且其频率稳定性较好; Dy 对 BZT 陶瓷介电性能的改善效果不如 Er (如图 8)。

C. Ostos 等人对 $(\text{Ba}_{1-y}\text{Ln}_{2y/3})\text{Zr}_{0.09}\text{Ti}_{0.91}\text{O}_3$ ($\text{Ln}=\text{La}$ 、Pr、Nd) 陶瓷的介电性能进行了研究^[32]。结果表明: 随着掺杂量的增加, 居里温度逐渐降低, 弥散相变逐渐增强。

4 结束语

近年来, 锆钛酸钡陶瓷的制备工艺及介电性能逐渐成为研究的热点, 且已取得了一定的进展, 但仍有大量的问题有待研究:

- (1) BZT 陶瓷微波烧结动力学机理研究;
- (2) 复合掺杂改性 BZT 陶瓷的介电性能研究;
- (3) 纳米 BZT 陶瓷的制备工艺及介电性能、电畴结构研究;
- (4) 进一步研究 BZT 陶瓷晶粒尺寸效应, 从而找出其铁电临界尺寸、单畴临界尺寸。

参考文献

- 1 符春林, 杨传仁, 陈宏伟等. 钛酸锶钡(BST)薄膜的介电性能机理研究进展. 真空科学与技术, 2003, 23(3): 187~194
- 2 X. H. Zhu, D. N. Zheng, H. Zeng, et al. Effects of growth temperature and film thickness on the electrical properties of $\text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3$ thin films grown on platinized silicon substrates by pulsed laser deposition. Thin Solid Films, 2006, 496(2):

- 376~382
- 3 H. V. Alexandru, C. Berbecaru, A. Ioachim, et al. Oxides ferroelectric (Ba, Sr)TiO₃ for microwave devices. *Mat. Sci. and Eng. B*, 2004, 109(1-3): 152~159
 - 4 A. Kumar, S. G. Manavalan. Characterization of barium strontium titanate thin films for tunable microwave and DRAM applications. *Surf. Coat. Tech.*, 2005, 198(1-3): 406~413
 - 5 D. Ghosh, B. Laughlin, J. Nath, et al. Tunable high- quality- factor interdigitated (Ba, Sr)TiO₃ capacitors fabricated on low- cost substrates with copper metallization. *Thin Solid Films*, 2006, 496(2): 669~673
 - 6 W. S. Choi, J. Yi, B. Hong, et al. The effect of cerium doping in barium zirconium titanate thin films deposited by rf magnetron sputtering system. *Mat. Sci. Eng. B*, 2004, 109(1-3): 146~151
 - 7 T. B. Wu, C. M. Wu, M. L. Chen. Highly insulative barium zirconium- titanate thin films deposited by rf magnetron sputtering for dynamic random access memory applications. *Appl. Phys. Lett.*, 1996, 69(18): 2659~2661
 - 8 C. Ciomaga, M. Viviani, M. T. Buscaglia, et al. Preparation and characterization of Ba (Zr, Ti)O₃ Ceramics with relaxor properties. *J. Eur. Ceram. Soc.*, 2007, 27: 4061~4064
 - 9 J. Bera, S. K. Rout. On the formation mechanism of BaTiO₃- BaZrO₃ solid solution through solid- oxide reaction. *Mater. Lett.*, 2005, 59: 135~138
 - 10 X. P. Jiang, M. Zeng, H. L. W. Chan, et al. Relaxor behaviors and tunability in BaZr_(0.35)Ti_(0.65)O₃ ceramics. *Mat. Sci. Eng. A*, 2006, 438- 440: 198~201
 - 11 孟玲, 姚国光, 张丹等. 锆钛酸钡陶瓷的制备与介电性能研究. *陕西师范大学学报(自然科学版)*, 2008, 36(4): 28~31
 - 12 S. E. Hao, L. Sun and J. X. Huang. Preparation and dielectric properties of Dy, Er-doped BaZr_{0.2}Ti_{0.8}O₃ ceramics. *Mater. Chem. Phys.*, 2008, 109: 45~49
 - 13 M. Veith, S. Mathur, N. Lecercf, et al. Sol- gel synthesis of nano- scaled BaTiO₃, BaZrO₃ and BaTi_{0.5}Zr_{0.5}O₃ oxides via single- source alkoxide precursors and semi- alkoxide routes. *J. Sol- Gel. Sci. Techn.*, 2000, 15: 145~158
 - 14 X. G. Tang, J. Wang, X. X. Wang, et al. Effects of grain size on the dielectric properties and tunabilities of sol- gel derived Ba (Zr_{0.2}Ti_{0.8})O₃ ceramics. *Solid State Commun.*, 2004, 131: 163~168
 - 15 翟会深, 隋万美, 于海洋等. 锆钛酸钡陶瓷的溶胶凝胶法制备与性能. *青岛大学学报(自然科学版)*, 2006, 19(3): 39~43
 - 16 林枞, 许业文, 徐政. 陶瓷微波烧结技术研究进展. *硅酸盐通报*, 2006, 25(3): 132~135
 - 17 S. Mahajan, O. P. Thakur and D. K. Bhattacharya. Study of structural and electrical properties of conventional furnace and microwave- sintered BaZr_{0.10}Ti_{0.90}O₃ ceramics. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2009, 92(2): 416~423
 - 18 C. Gó mez- Yá ñez, E. Cruz- Aquino, J. J. Cruz- Rivera, et al. BaTiO₃ devices doped with Zr using mechanical alloying. *J. Alloy Compd.*, 2007, 434- 435: 806~808
 - 19 M. Valant and D. Suvorov. Low- temperature sintering of (Ba_{0.6}Sr_{0.4})TiO₃. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2004, 87(7): 1222~1226
 - 20 X. J. Chou, J. W. Zhai, J. Y. Sun, et al. Preparation and dielectric properties of B₂O₃- Li₂O- doped BaZr_{0.35}Ti_{0.65}O₃ ceramics sintered at a low temperature. *Ceram. Int.*, 2008, 34: 911~915
 - 21 W. Cai, C. L. Fu, J. C. Gao, et al. Effects of grain size on domain structure and ferroelectric properties of barium zirconate titanate ceramics. *J. Alloy Compd.*, 2009, doi: 10.1016/j.jallcom.2009.02.049
 - 22 H. W. Chen, C. R. Yang, C. L. Fu, et al. Microstructure and dielectric properties of BaZr_xTi_{1-x}O₃ ceramics. *J. Mater. Sci: Mater Electron*, 2008, 19: 379~382
 - 23 N. Sawangwan, J. Barrel, K. Mackenzie, et al. The effect of Zr content on electrical properties of Ba (Ti_{1-x}Zr_x)O₃ ceramics. *Appl. Phys. A*, 2008, 90: 723~727
 - 24 N. Nanakorn, P. Jalupoom, N. Vaneesorn, et al. Dielectric and ferroelectric properties of Ba(Zr_xTi_{1-x})O₃ ceramics. *Ceram. Int.*, 2008, 34: 779~782
 - 25 C. Ciomaga, M. Viviani, M. T. Buscaglia, et al. Preparation and characterisation of the Ba (Zr,Ti)O₃ ceramics with relaxor properties. *J. Eur. Ceram. Soc.*, 2007, 27: 4061~4064
 - 26 S. B. Reddy and M. S. R. Rao. Observation of high permittivity in Ho substituted BaZr_{0.1}Ti_{0.9}O₃ ceramics. *Appl. Phys. Lett.*, 2007, 91(2): 022917
 - 27 X. J. Chou, J. W. Zhai, H. T. Jiang, et al. Dielectric properties and relaxor behavior of rare- earth (La, Sm, Eu, Dy, Y) substituted barium zirconium titanate ceramics. *J. Appl. Phys.*, 2007, 102(8): 084106
 - 28 X. J. Chou, J. W. Zhai and X. Yao. Relaxor behavior and dielectric of MgTiO₃- doped BaZr_{0.35}Ti_{0.65}O₃ composite ceramics for tunable applications. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2007, 90(9): 2799~2801
 - 29 T. Badapanda, S. K. Rout, S. Panigrahi, et al. Phase formation and dielectric study of Bi doped BaTi_{0.75}Zr_{0.25}O₃ ceramic. *Curr. Appl. Phys.*, 2009, 9: 727~731
 - 30 F. Moura, A. Z. Simões, L. S. Cavalcante, et al. Ferroelectric

- and dielectric properties of vanadium- doped $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.90}\text{Zr}_{0.10})\text{O}_3$ ceramics. J. Alloy. Compd, 2008, 466: L15~L18
- 31 S. E. Hao, L. Sun and J. X. Huang. Preparation and dielectric properties of Dy, Er-doped $\text{BaZr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8}\text{O}_3$ ceramics. Mater. Chem. Phys., 2008, 109: 45~49
- 32 C. Ostos, L. Mestres, M. L. Martinez- Sarrion, et al. Synthesis and characterization of A-site deficient rare-earth doped $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ perovskite-type compounds. Solid. State. Sci., 2009, 11(5): 1016~1022

RESEARCH PROGRESS OF PREPARATION AND DIELECTRIC PROPERTIES OF $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ CERAMIC

Chen Xiaoyong Cai Wei Fu Chunlin

(School of Metallurgical and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331)

Abstract

Barium zirconate titanate (short for BZT) has excellent properties, such as strong dielectric nonlinearity, low leakage current, high dielectric constant, adjustable Curie temperature, high-voltage resistance and so on. In this paper, the latest progresses of preparation methods, the effect of size and composition on dielectric properties of BZT ceramic were reviewed. Some problems required to be resolved in the research of BZT ceramic were outlined.

Keywords barium zirconate titanate, ceramic, preparation methods, dielectric property, composition