



上海硅酸盐所在铅基高温压电陶瓷材料研究中取得系列进展

文章来源：上海硅酸盐研究所 | 发布时间：2022-09-18 | [【打印】](#) [【关闭】](#)

BiScO₃-PbTiO₃(BS-PT)高温压电陶瓷是一类非常重要的功能陶瓷材料，因其高居里温度 (TC: ~450°C) 和高压电系数 (d₃₃: ~450 pC/N)，自2001年被发现以来，一直被认为是300°C以上压电传感器、换能器等高温压电器件最具应用潜力的核心敏感铅基压电陶瓷元件。但是BS-PT压电陶瓷的温度稳定性差及退极化温度 (T_d) 低，极大限制了其在实际高温领域中的应用。

近日，中国科学院上海硅酸盐研究所压电陶瓷材料与器件研究团队通过微结构调控和组成设计优化等策略，对BS-PT压电陶瓷开展了系列研究，并取得了系列进展。基于晶格畸变和对称演化理论，设计了BiScO₃-PbTiO₃-Bi(Sn_{1/3}Nb_{2/3})O₃(BS-PT-BSN)高温压电陶瓷，实现对压电性能 (d₃₃从380 pC/N提高至450 pC/N) 和温度稳定性 (T_d从250°C提高至330°C) 的双重调控。进一步通过TEM / PFM / XRD等跨尺度结构表征，揭示了其性能提升的关键因素是丰富畴形态的形成和畴密度的提高，验证了四方相结构是提高温度稳定性的重要依据，相关研究成果发表在 *Journal of Materiomics*, 2022, 8:319-326和 *Journal of the American Ceramic Society*, 2022, 105:1558-1567，并获授权发明专利一项 (ZL202010119516.3)。

通过轨道杂化提高A-O及B-O键的结合力，设计了BiScO₃-PbTiO₃-Zn/Bi高温压电陶瓷，制备了兼具高压电性能 (从380 pC/N提高至490 pC/N)、高居里温度 (428°C)、高退极化温度 (从250°C提高至410°C) 的新型BS-PT铅基压电陶瓷材料。通过原位 XRD / Raman / PFM等手段，从本征和非本征等角度阐明了优异温度稳定性的内在物理机制。相关成果发表在 *Journal of the American Ceramic Society*, 2022, 105:6898-6909，同时获授权发明专利一项 (ZL202110602399.0)。



以上述高温稳定性、高压电性能的压电陶瓷为核心元件，制备了4.5MHz的超声换能器样件。该超声换能器在380°C和450°C高温模拟环境中长时间（24h/14h）稳定工作后，灵敏度依然维持在470mV。此外，在室温到450°C温区内保证高-6dB带宽（>95%），高于传统PZT陶瓷换能器（~60%），有望应用于深部石油勘探、压电喷油阀等领域中。相关成果发表在Sensors and Actuators, 2022, 340,113528。

上海硅酸盐所董亚珠博士研究生为论文第一作者，周志勇研究员为通讯作者。研究工作得到了国家自然科学基金、中科院科研仪器研制项目的支持。

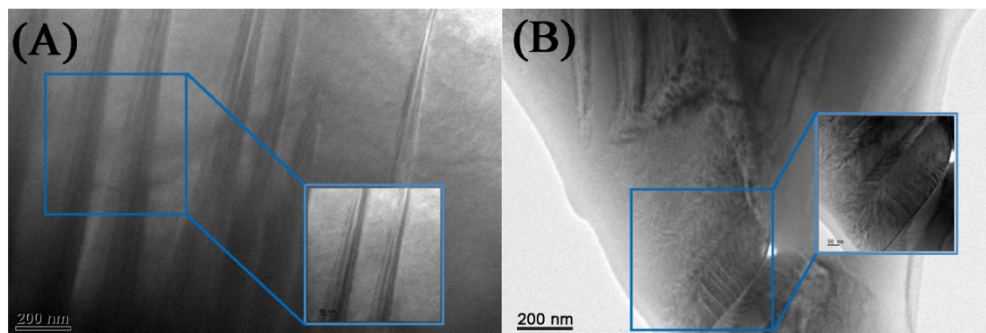
相关链接：

<https://doi.org/10.1016/j.jmat.2021.09.004>
(<https://doi.org/10.1016/j.jmat.2021.09.004>)

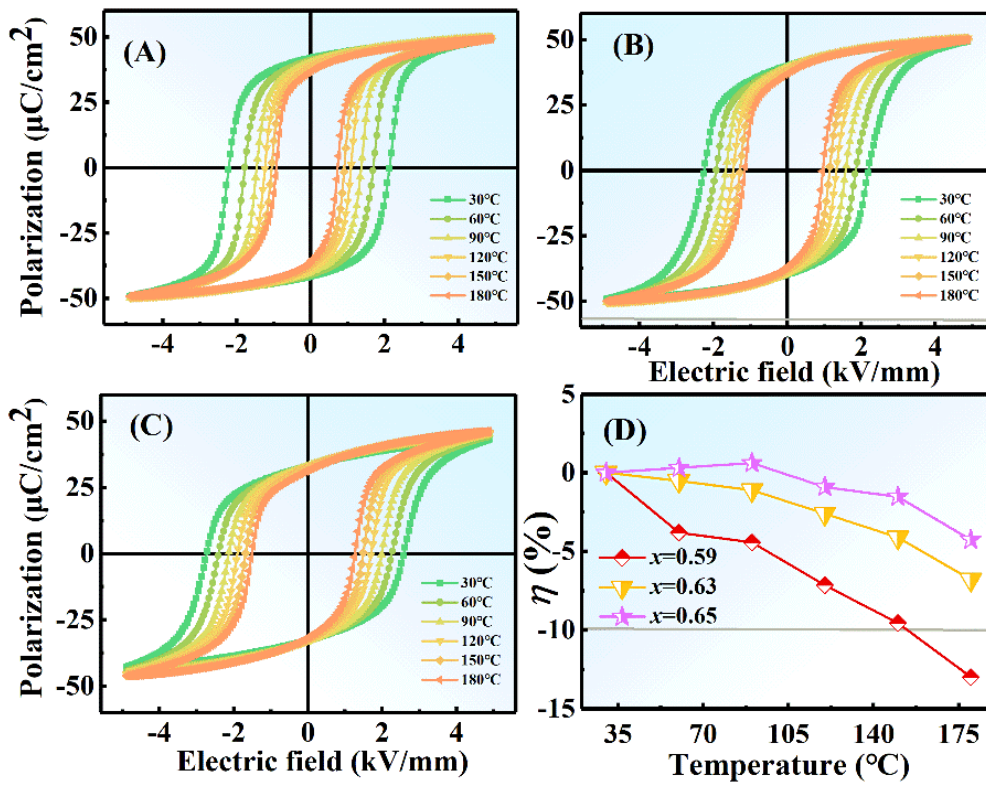
<https://doi.org/10.1111/jace.18157> (<https://doi.org/10.1111/jace.18157>)

<https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113528>
(<https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113528>)

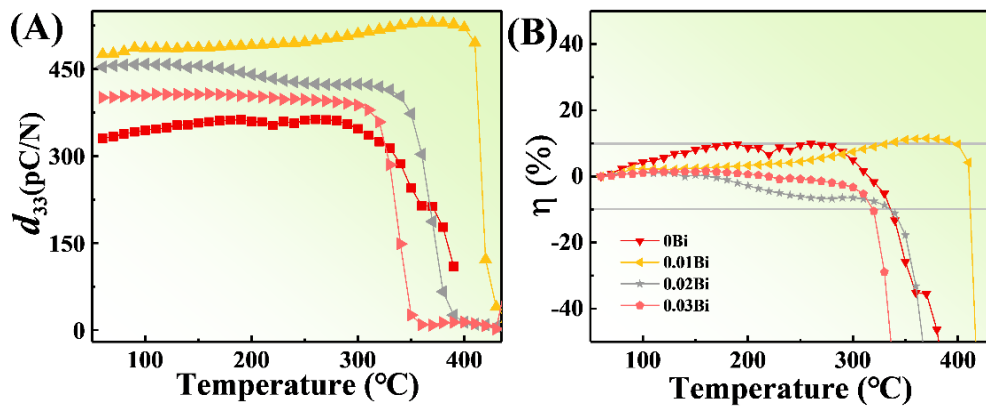
<https://doi.org/10.1111/jace.18616> (<https://doi.org/10.1111/jace.18616>).



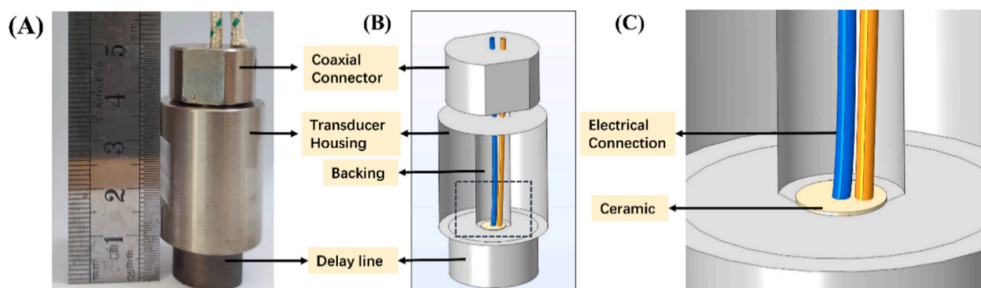
不同组成设计的畴形貌：(A) BS-PT, (B) BS-PT-BSN



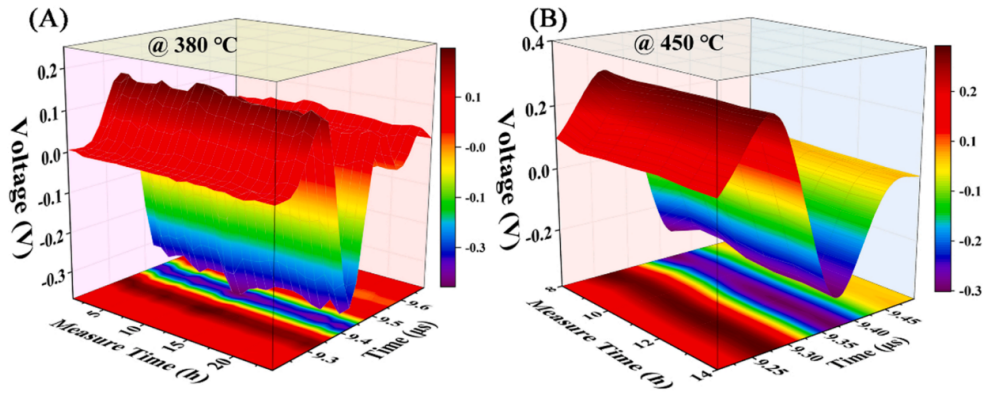
不同相结构的铁电性温度稳定性: (A) 三方相 $x=0.59$, (B) MPB $x=0.63$, (C) 四方相 $x=0.65$



BS-BPZnT陶瓷的(A)原位 d_{33} 和(B)原位 d_{33} 的变化率随温度的变化



BS-PT基高温换能器(A)实物图, (B)示意图, (C)细节放大图



高温换能器在高温下的不同保温时间脉冲回波图 (A) 380°C, (B) 450°C

版权所有 © 2016 中科院上海分院 沪ICP备 05000140号 网站标识码:bm48000030
 Copyright 2016 All Rights Reserved, Chinese Academy of Sciences Shanghai Branch



(<https://bszs.cmethod=show>)

