

上海硅酸盐所等在BNT基无铅铁电陶瓷研究方面取得系列进展

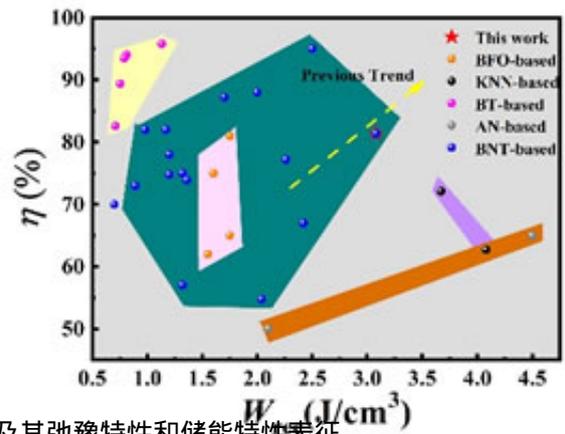
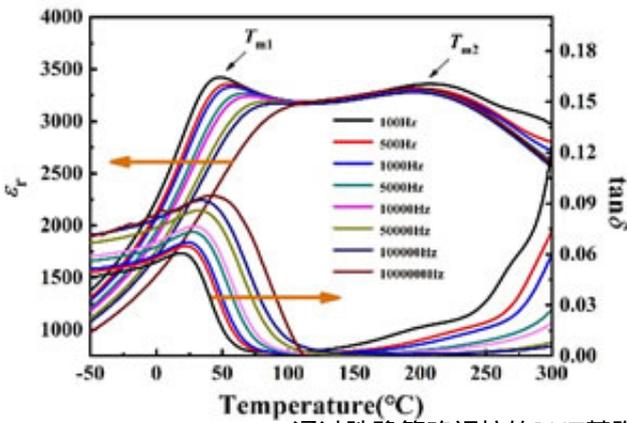
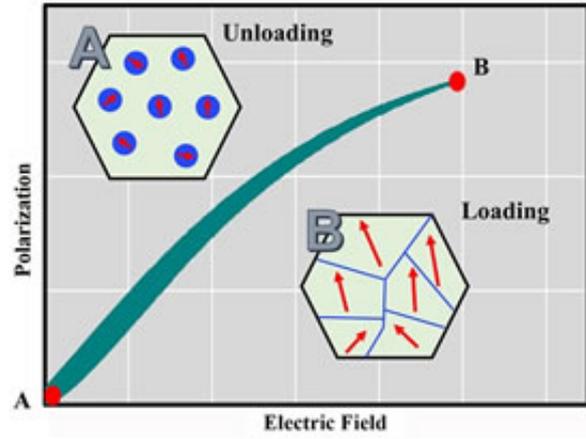
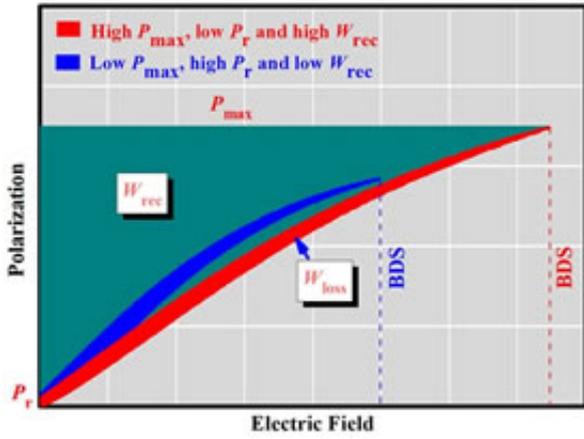
铁电材料具有丰富的外场诱导相变行为和复杂的耦合效应，在能量存储及转换领域具有重要应用。目前工程上应用的主要材料是 $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) 体系，探索和研发新的材料体系，特别是无铅材料体系，是当前铁电材料领域研究热点和发展趋势。 $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ (BNT) 基铁电陶瓷因具有优异的铁电性能、弛豫特性以及微区结构复杂等特点备受关注，被认为是有望取代PZT基铁电陶瓷的重要体系之一。但是纯BNT铁电陶瓷矫顽场大、电阻率低和退极化温度 (T_d) 低等缺点限制了其应用。如何通过组成和微结构设计增强BNT陶瓷的综合性能以及揭示相关物理机制是该领域的一个重要课题。

最近，中国科学院上海硅酸盐研究所信息功能材料与器件研究中心研究员董显林和王根水带领的研究团队以BNT陶瓷为基体，通过组成和结构设计，实现了BNT铁电陶瓷体系抗冲击应力和电荷密度以及储能密度和储能效率等性能的显著提升，并揭示了性能增强的物理机制。该团队以BNT-BA材料体系为基体，固溶 NaNbO_3 有效地调控陶瓷的相结构和显微结构，获得兼具高剩余极化强度 P_r ($41 \mu\text{C}/\text{cm}^2$)、低介电损耗、高电阻率和高 T_d (175°C) 的陶瓷组分。通过等静压以及冲击波加载实验系统研究了BNT基铁电陶瓷在冲击波下的放电行为和物理机制，在 8.2GPa 冲击压力下释放的电荷密度高达 $38 \text{mC}/\text{cm}^2$ ，比PZT95/5铁电陶瓷提高~20%，抗冲击应力和电荷密度均为目前报道的最大值。相关结果发表在*Applied Physics Letters*, 113, 082901 (2018)、*Journal of the American Ceramic Society*, 101, 4044-4052 (2018)、*Journal of Applied Physics*, 123, 036301 (2018)及*Journal of the American Ceramic Society*, 102, 2569-2577 (2019)上。论文第一作者为博士研究生彭萍，通讯作者为董显林和副研究员聂恒昌。

该团队还通过弛豫调控策略设计了一种新型BNT基介电储能陶瓷材料，储能密度和储能效率分别提高至 $3.08 \text{J}/\text{cm}^3$ 和81.4%。其设计思路是在BNT基体中引入 $\text{Sr}_{0.85}\text{Bi}_{0.1} \text{O}_{0.1}\text{TiO}_3$ (代表A位空位) 及 NaNbO_3 ，通过引入A位空位及离子取代产生的应力失配和电荷不平衡形成局域随机场，打破BNT基体中偶极子的长程有序结构，形成弱耦合极性纳米微区，有利于获得较高的储能密度 (W_{rec}) 及储能效率 (h)。同时发现在 $\text{RT}\sim 100^\circ\text{C}$ 及 $1\text{Hz}\sim 100\text{Hz}$ 测试条件下，其储能特性还具有优异的稳定性，该材料有望成为介质储能电容器的候选材料。相关工作发表在*Journal of Materials Chemistry C*, 7, 6222-6230 (2019)和*Rsc Advances*, 9, 21355-21362 (2019)上。论文第一作者为硕士研究生吴宜宸，通讯作者为王根水。

该团队与应用单位合作，利用冲击波加载实验在BNT基铁电陶瓷中获得了目前报道最高的功率输出密度，并揭示了其在高压下的相变机制。相关结果发表在*Physic Review Materials* 3, 035401 (2019)上。该论文第一作者为中国工程物理研究院流体物理研究所副研究员高志鹏，通讯作者为王根水。

以上研究结果表明BNT基铁电陶瓷在铁电体高功率脉冲技术和介质储能电容器等方面具有潜在的应用前景。相关研究得到国家自然科学基金、上海市自然科学基金、中科院青年创新促进会、中国工程物理研究院院长基金的支持。



通过弛豫策略调控的BNT基陶瓷及其弛豫特性和储能特性表征

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/148120.html>