

---

# 新研究为数字型电致应变器件开发提供新思路

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33309.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

新研究为数字型电致应变器件开发提供新思路。近日，哈尔滨工业大学深圳校区前沿学部材料科学与工程学院教授陈祖煌团队联合苏州大学、新加坡科技研究局等单位，通过取向调控在[111]取向的锆酸铅外延薄膜中获得了优异的反铁电性能及数字型电致应变响应，相关研究成果发表在《自然—通讯》上。

研究团队揭示了各向异性反铁电-铁电相变机制，攻克了反铁电薄膜一直存在的剩余极化高、相变路径复杂等难题。该工作为反铁电薄膜器件设计以及高性能数字型电致应变器件的开发提供了全新理论框架与技术路径。

反铁电材料在薄膜形态下常常被铁性序竞争所束缚，铁电、亚铁电、反铁电相共存导致扭曲的电滞回线和较大的剩余极化，严重阻碍了反铁电薄膜在现代纳米电子系统中的应用。在以往的研究中，人们通常认为反铁电薄膜中的亚铁电相难以避免，甚至有些观点认为亚铁电结构才是锆酸铅的本征结构，这对反铁电锆酸铅材料的认知和应用探究带来极大的挑战。

迄今为止，关于反铁电原型材料锆酸铅从基本结构到对应电学性能，以及电场诱导结构相变行为机制依然缺乏统一的认识，限制了其在基础科学和应用中的探索。

针对上述问题，研究团队通过第一性原理计算揭示了反铁电锆酸铅的各向异性机制，研究发现当外加电场方向与极化矢量平行时，其相变路径最简、能量壁垒最低。基于反铁电薄膜的原子级设计，沿[111]方向施加电场时，材料通过一步式直接切换反铁电-铁电相变，避免了中间态干扰。

通过取向调控高质量薄膜外延生长，该研究实现了电场驱动下一步完成反铁电-铁电相变，显著提升了响应速度与稳定性，获得了反铁电薄膜标准的方形双电滞回线，饱和极化达60微库仑每平方厘米，剩余极化接近零，经千亿次循环后性能无衰减，颠覆性提高了材料的疲劳极限。

研究团队制备的高质量反铁电薄膜首次实现了0.83%双极性数字型电致应变，响应时间仅为75纳秒，且具备频率不敏感特性，这为高精度微机电系统提供核心材料支持。研究还结合原位同步辐射X射线衍射，解析了电场诱导下铁电相的晶体结构，揭示了数字型应变的结构起源。团队通过理论和实验的相互验证，深化了对反铁电材料本征行为的理解，更为设计高性能数字机电系统提供了理论依据和新的研发思路。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-025-59598-1>

作者：陈祖煌等 来源：《自然—通讯》

---

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发