



新闻动态

- 综合新闻
- 科研动态
- 学术活动
- 媒体聚焦
- 通知公告

传统反铁电PbZrO₃材料中发现亚铁电相

2023-03-09 | 文章来源: 材料结构与缺陷研究部

【大】 【中】 【小】 【打印】 【关闭】

PbZrO₃一直被认作是一类典型的反铁电材料,但由于制备和研究手段的限制,学界长期对其反铁电电偶极子的特性以及相关的铁电-反铁电相变过程缺乏直接认识,尤其对原子尺度的相关性认识非常不足,严重阻碍了相关新型高性能储能材料的设计和研发。近年来,随着研究尺度的深入和研究手段精密性的提高,人们陆续在PbZrO₃基的反铁电材料中发现了多种特殊非公度极化调制结构。此外,2021年的最新理论预测表明,在PbZrO₃中可能存在一个比反铁电态更稳定的亚铁电态,且该亚铁电态可能是尚未被人们认知的反铁电和铁电物相的重要中间相,认为该亚铁电相对认识反铁电材料的物理基础极为重要。这些研究表明,PbZrO₃中的电偶极子有可能与复杂的局部环境耦合,产生重新排列进而诱导新的极化调制结构。为了对反铁电材料的基本物理性质有更系统的认识以及优化相关高性能储能材料的研发,有针对性的设计并制备材料,在原子尺度解析PbZrO₃的潜在相结构与相变过程成为重要课题。

近日,中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心材料结构与缺陷研究部博士生姜加建同学在朱银莲研究员、唐云龙研究员等人指导下,在PbZrO₃薄膜中成功观测到一种新型亚铁电结构,并在原子尺度探索了相关的反铁电-铁电相变机理,发现亚铁电相在适当的外场作用下转变为反铁电相。2023年2月1日,《纳米快报》(Nano Letters)以“Atomic insight into the successive antiferroelectric-ferroelectric phase transition in antiferroelectric oxides”为题发表了该项研究成果。

他们首先利用精密脉冲激光沉积技术在SrTiO₃衬底上实现了PbZrO₃薄膜高质量的外延生长;利用像差校正透射电子显微镜为主要研究手段,结合定量原子尺度极化分析,发现某些特殊PbZrO₃相中相邻单胞Pb²⁺位移并不简单地符合常规反铁电极化分布特征,而是同时表现出角度和幅度的调制。重要的是,他们首次在实验上观察到了一种新型周期性极化构型,其特点是内部电偶极子在调制上呈现出↑↑↓的周期性规律,与近期理论预测的稳定PbZrO₃亚铁电相相吻合。此外,他们还研究了该薄膜中亚铁电相到反铁电相最后到铁电相的完整结构相变过程,确定了新发现的亚铁电相在该相变过程中起到了前驱体的作用。

该项工作是反铁电材料基本凝聚态物理属性的拓展,丰富了人们对反铁电材料极化结构及相变的认识,对于后续深入研究反铁电性的物理本质具有重要作用,有望进一步丰富铁性钙钛矿氧化物成员、激发更多针对新型亚铁电结构相关的材料和物理属性研究,促进未来多态存储以及能源领域的应用研究。

[原文链接](#)

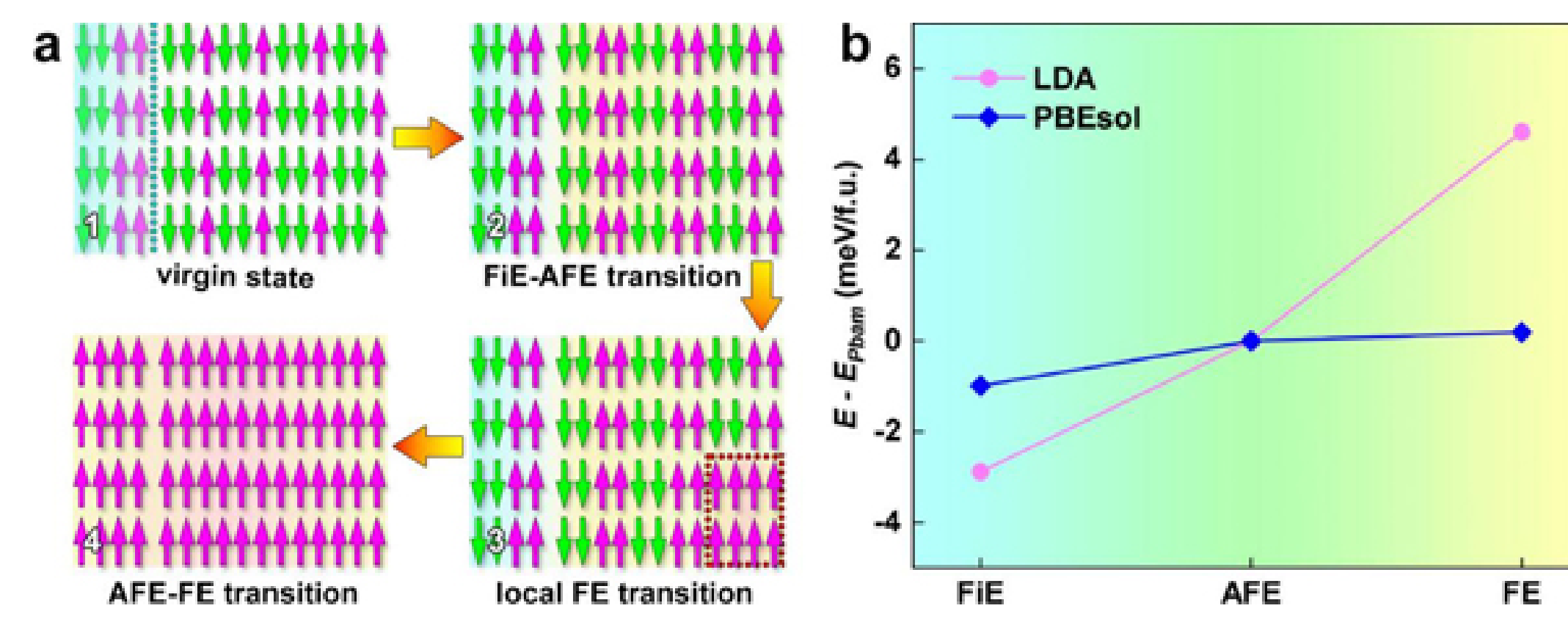


图1: 反铁电-亚铁电-铁电相变过程示意图以及第一性原理计算结果。(a)相变过程示意图;(b)不同相的能量稳定性。

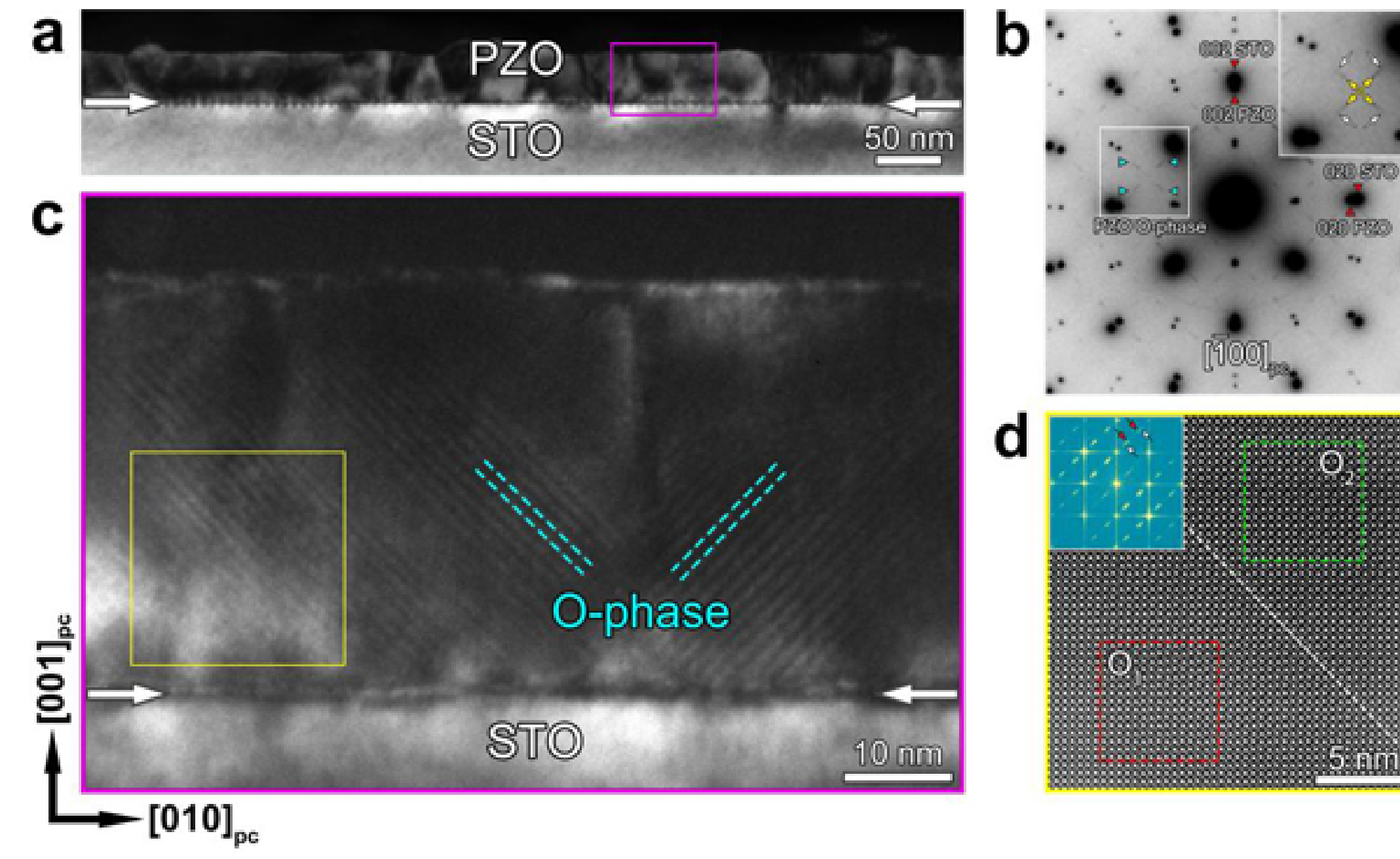


图2: 外延PbZrO₃薄膜的微观结构和相组成。(a) PbZrO₃薄膜的大尺度暗场TEM图像;(b)选区电子衍射;(c)局部TEM暗场像;(d)原子尺度STEM图像。

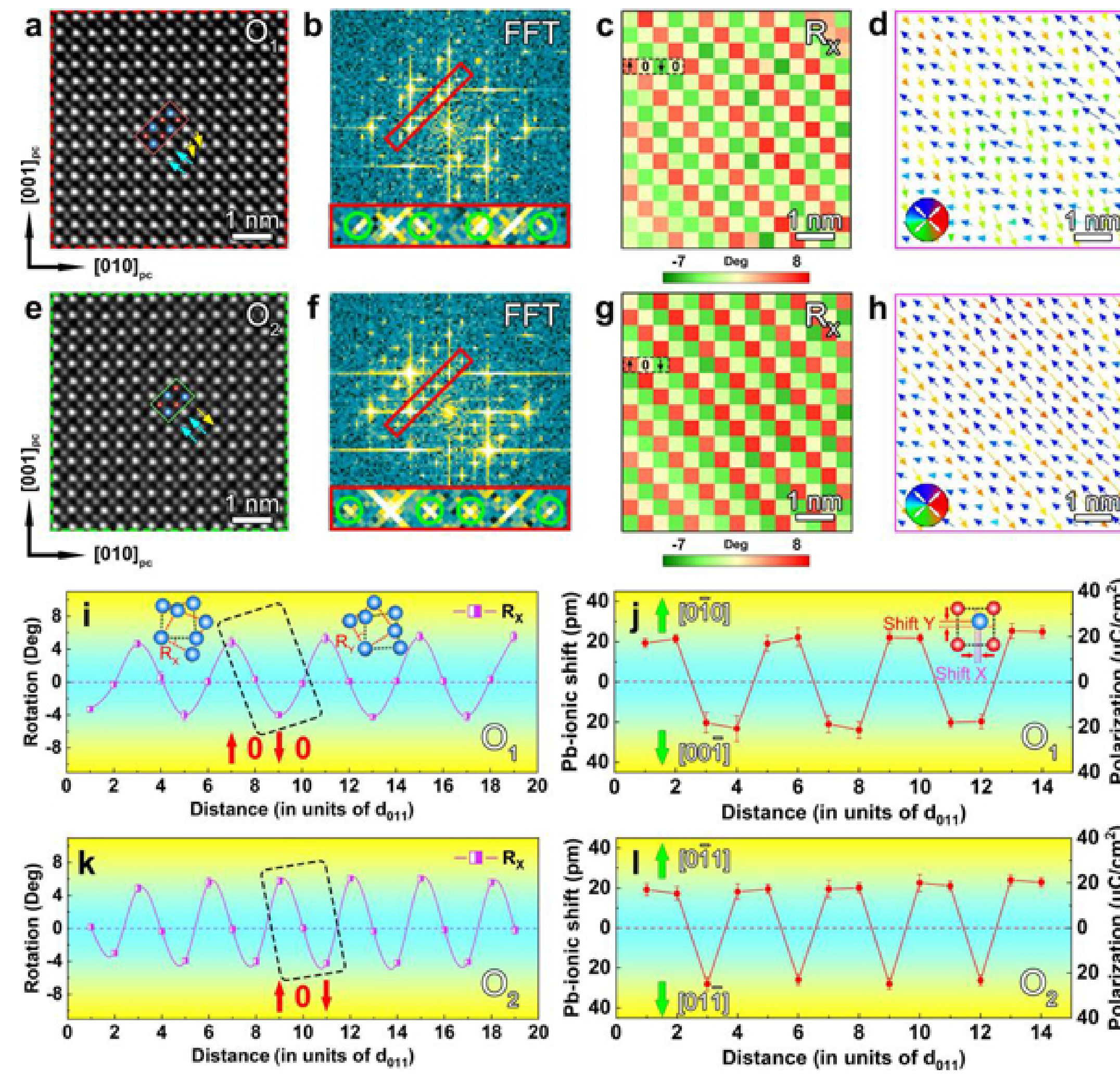


图3: PbZrO₃薄膜中两种类型O相的原子结构分析。(a, b, c, d, i, j) AFE-like相的精细结构分析;(e, f, g, h, k, l) FIE-like相的精细结构分析。

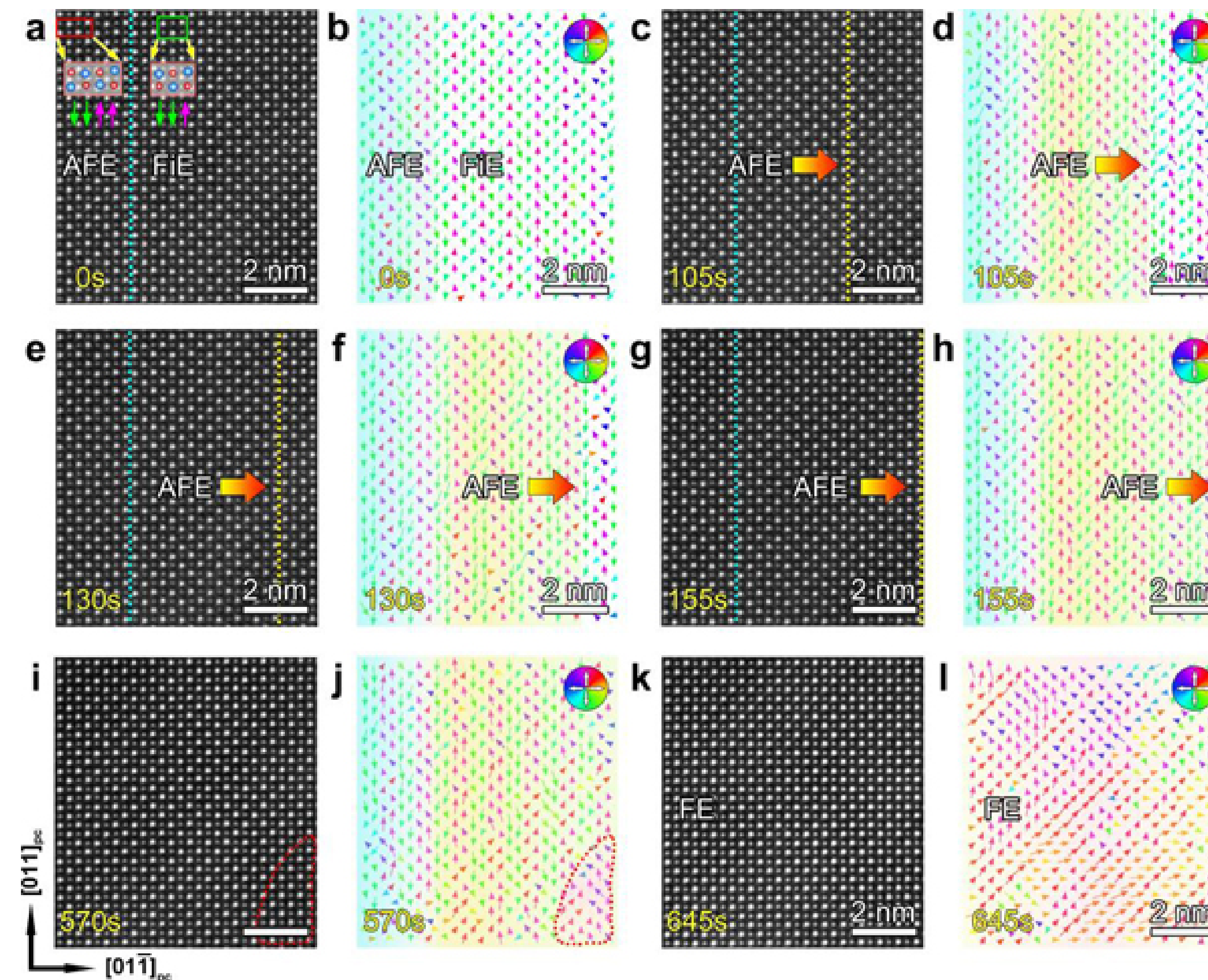


图4: 电子束辐照下PbZrO₃薄膜相界驱动的相变。(a, c, e, g, i, k)原子尺度HAADF-STEM图像;(b, d, f, h, j, l)相应的Pb²⁺位移映射。

» 文档附件

» 相关信息

联系我们 | 友情链接