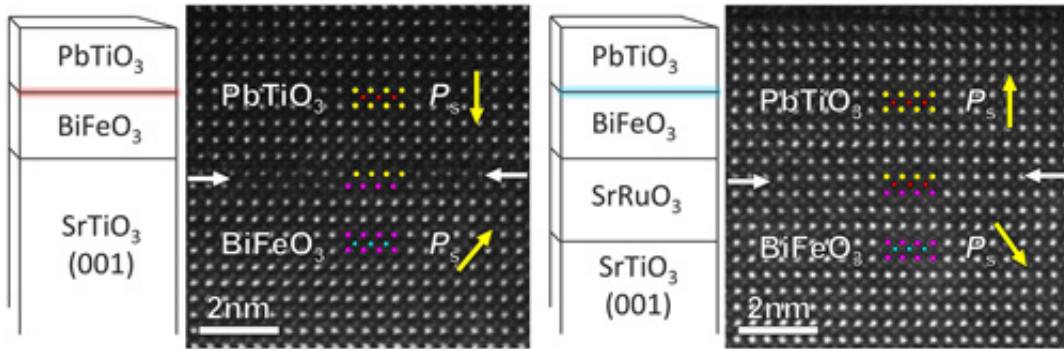
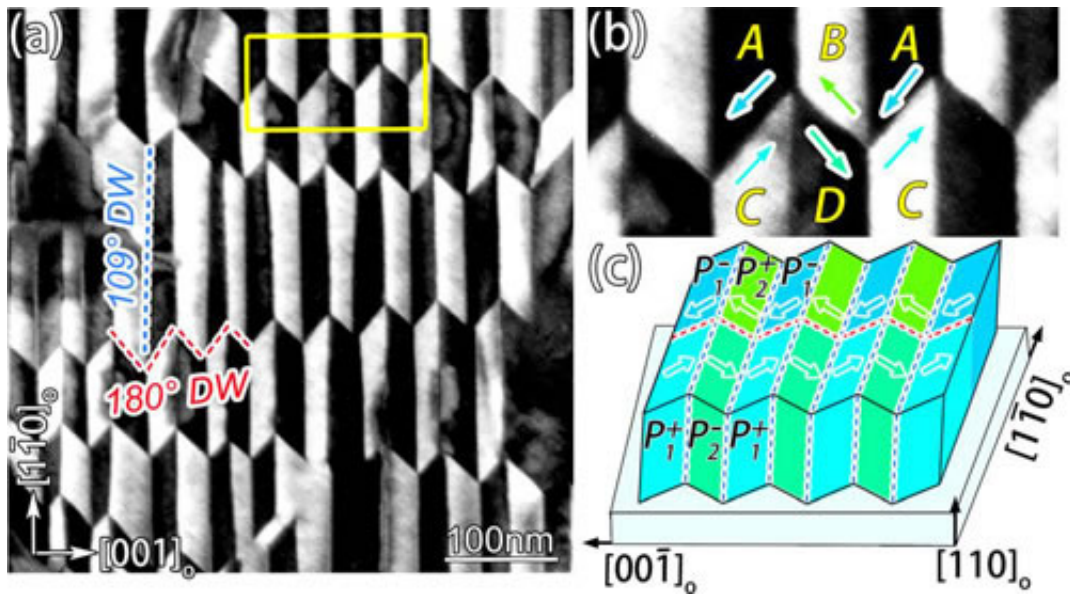


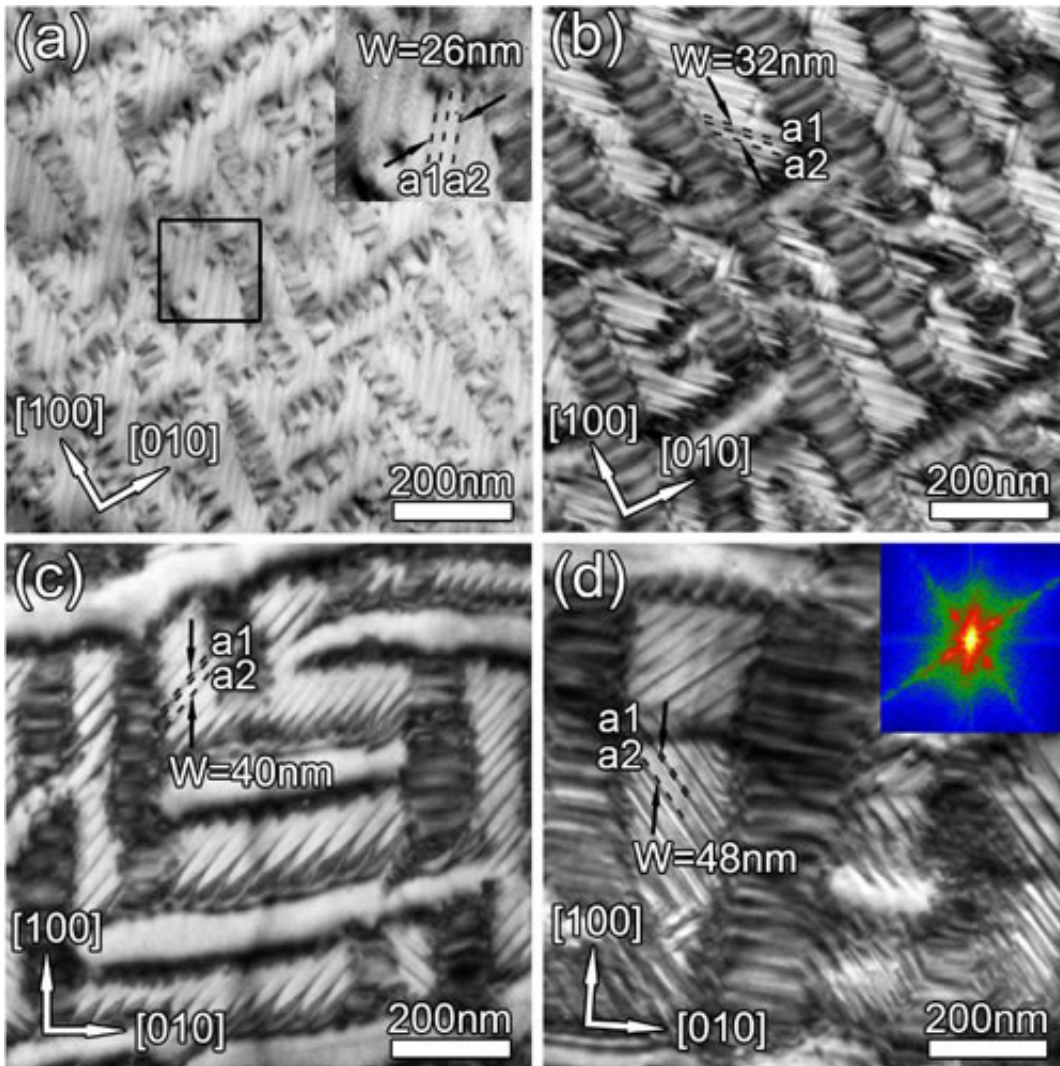
金属所铁电薄膜异质界面及畴组态研究取得系列进展



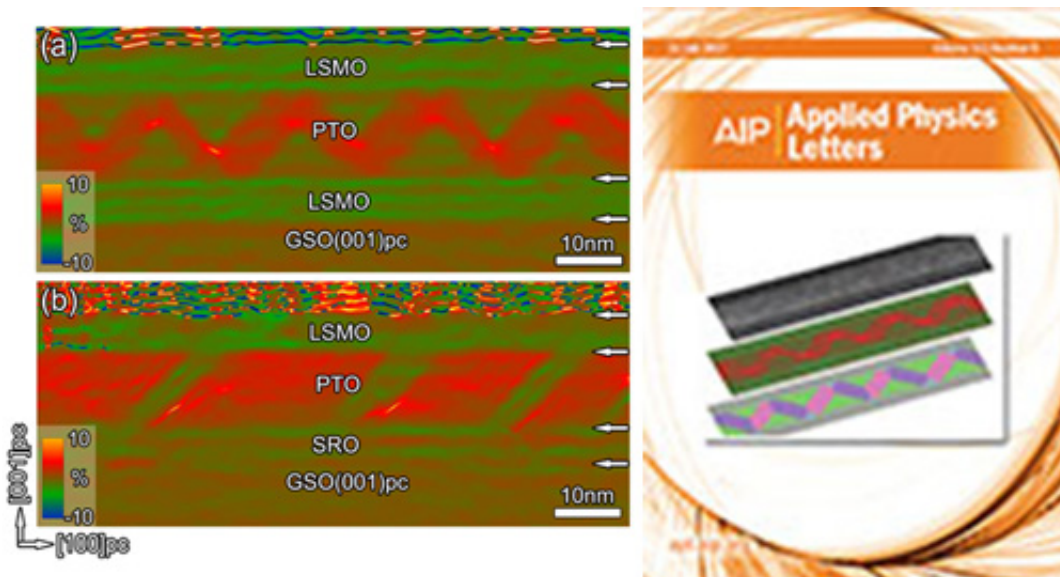
极化头对头以及尾对尾异质界面的原子尺度HAADF-STEM像



生长在正交 $\text{PrScO}_3(110)$ 衬底上的 BiFeO_3 薄膜中周期性大规模四组态涡旋畴结构。(a) 平面样品暗场像；(b, c) 四组态畴壁处极化矢量的可能分布状态。



正交 $\text{GdScO}_3(110)$ 衬底上沉积的(a) 22nm (b) 43nm (c) 54nm (d) 86nm厚的 PbTiO_3 薄膜中a1/a2畴的演变。



(a) 对称氧化物电极夹持 PbTiO_3 铁电薄膜中的周期性闭合畴结构；(b) 非对称氧化物电极夹持 PbTiO_3 铁电薄膜中的交替的ac畴结构。右图：封面文章。

中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家（联合）实验室固体原子像研究部研究员马秀良、朱银莲，博士刘颖、博

士生李爽近来在铁电薄膜异质界面和同质界面的可控生长、调控以及微观结构性能方面获得系列新进展。

铁电材料由于丰富的物理性能和在铁电器件领域广泛的应用前景得到研究人员的广泛关注。由于电子器件小型化的需求，铁电材料通常以薄膜的形式用于研究和应用。随着薄膜尺度的减小，界面问题变得愈加重要。“界面即器件”，对氧化物而言同样适用。对铁电薄膜而言，功能界面包括同质界面和异质界面，前者是指同一铁电材料中具有相同的成分和结构所构成的界面，称之为铁电畴壁；后者是两种不同材料构成的界面。铁电畴壁由于其新颖的导电性、光伏性等特性引起人们的广泛兴趣，后者由于异质界面处晶格、轨道、电荷、自旋的交互作用产生奇特的物理性能而成为研究热点。

在异质界面方面，该研究小组通过精心设计的薄膜体系，利用原子尺度的脉冲激光生长技术，成功地制备了具有极化头对头带正电和尾对尾带负电特征的BiFeO₃/PbTiO₃异质界面。

该研究发现头对头异质界面宽度约5-6个单胞，存在原子重建，而且界面两侧极化显著增强。原子尺度结构和化学元素分析显示，重建的界面是富氧的，可以有效地补偿头对头极化产生的正束缚电荷。与此不同，尾对尾异质界面则是很好的外延生长，界面层约3-4个单胞，推测界面处存在氧空位来屏蔽负的束缚电荷。该研究工作通过电荷再分布的观点探讨了不同界面的形成机制。其中，关于异质界面的可控生长以及原子尺度的研究可能促进对其性能以及电子器件中应用方面的探索。相关研究结果发表于ACS Applied Materials & Interfaces。

在畴结构方面，研究人员在BiFeO₃薄膜中的拓扑铁电畴、PbTiO₃薄膜中拓扑闭合畴以及a1/a2畴结构研究中取得重要进展。这些畴结构是在铁电薄膜中发现的微观的拓扑现象，有明显的电极化特性。

该研究小组利用衬底调控薄膜应变的方法

，分别在受到拉应变的BiFeO₃多铁薄膜和PbTiO₃

铁电薄膜中得到了奇特的畴结构。在正交PrScO₃(110)衬底上生长的BiFeO₃

多铁薄膜中得到了周期性大规模四组态涡旋畴结构

；在正交GdScO₃(110)衬底上生长不同厚度的PbTiO₃铁电薄膜中得到呈周期性分布的a1/a2畴结构，并利用像差校正透射电子显微镜对其结构细节进行了深入分析。这些研究结果丰富了人们对铁电薄膜中畴组态的认识，并且提供了一种有效调控畴组态的方法，对铁电薄膜中畴组态的可控制备以及相关的研究探索和潜在应用提供了重要信息。相关研究结果分别发表在Applied Physics Letters和Acta Materialia上。

闭合畴结构由于在新的铁电器件，例如数据存储元件、自旋隧道结、超薄电容器等上的应用前景而得到广泛关注。通常认为氧化物电极会破坏闭合畴的稳定性，然而，铁电薄膜应用于电子器件时与电极接触是不可避免的。该研究小组之前研究结果表明，闭合畴可稳定存在于受拉的铁电薄膜中，并且拉应力对于其形成起关键性作用。基于此，他们期望相似的现象可能会出现在PbTiO₃

电极体系。实验中采用了两种氧化物电极：一种是SrRuO₃电极，另一种是La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃

电极。研究表明，当上下电极对称

时，周期性的闭合畴结构可以稳定存在于PbTiO₃薄膜中，而当电极不对称时，交替的ac畴出现。

该项工作颠覆了之前人们认为电极会阻碍闭合畴形成的认识，对于深入理解闭合畴结构的性质提供了重要信息并且使得研究此结构在外电场下的演化成为可能。相关研究结果以封面文章的形式发表在7月31日出版的Applied Physics Letters上，同时，美国物理联合会（AIP）出版集团在每周的新闻发布会上作为重要科研进展加以推介。

该项工作得到了国家自然科学基金重点项目及面上项目、中科院前沿科学重点研究项目及科技部“973”项目的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/113624.html>