
科学家发现室温电极化斯格明子晶格

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4800.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！

科学家发现室温电极化斯格明子晶格。2015年，中国科学院金属研究所研究员马秀良、朱银莲和博士唐云龙等通过PbTiO₃/SrTiO₃铁电多层膜的设计实施应变调控，发现铁电材料中的通量全闭合畴结构并成功制备出由顺时针和逆时针闭合结构交替排列所构成的大尺度周期性阵列(Science 2015)。该项工作发表后迅速激发了国际上关于新型铁电极化拓扑结构及性能研究的热潮。在上述工作的基础上，2016年加州大学伯克利分校及劳伦斯伯克利国家实验室制备并利用同样的电子显微学方法，在相同成分、不同应变条件下的PbTiO₃/SrTiO₃超晶格体系中发现了铁电涡旋畴阵列(Nature 2016)。目前，其它可能的新型电极化拓扑结构及其潜在诱导新性能已成为低维氧化物功能材料领域的研究热点，国际上许多相关的课题组正在对其展开全方位探索研究。

唐云龙在2017年2月至2019年4月访问伯克利期间，作为主要实验设计者和完成人员之一，在前述工作基础上，与加州大学伯克利分校教授R. Ramesh课题组、加州大学伯克利分校教授L. Martin、宾州州立大学教授陈龙庆以及西班牙坎塔布里亚大学教授J. Junquera等课题组深入合作，在铁电材料极化拓扑结构研究中再度取得突破：他们在PbTiO₃/SrTiO₃超晶格中发现了室温稳定存在的电极化斯格明子晶格(图1-2)。4月17日，相关结果以Observation of room-temperature polar skyrmions 为题，在《自然》(Nature)杂志在线发表。

自2009年开始，磁性斯格明子晶格的实验观测掀起了相关的动力学及理论物理研究热潮，以探索其作为新型自旋电子器件的潜力。如果能在铁电极化体系中进一步发现相应的斯格明子晶格，这无疑将会是铁电极化拓扑结构研究方面的又一重大突破。在深入探究PbTiO₃/SrTiO₃体系中各种能量竞争关系基础上，唐云龙等人利用SrTiO₃(001)衬底成功制备出系列PbTiO₃/SrTiO₃超晶格体系。利用像差校正透射电子显微学定量分析方法和同步辐射衍射，在[(SrTiO₃)₁₆/(PbTiO₃)₁₆]₈等体系中观测到完整的斯格明子晶格，它们由尺度约为8纳米的单个斯格明子在PbTiO₃层中大规模凝聚而形成，在面内有形成四方格子的倾向；在界面附近具有Néel型分散或汇聚的极化分量。第二原理等理论计算测得其skyrmion number恒为+1。

该项工作首次在实空间揭示了电极化体系中的斯格明子晶格。相比于铁磁体系，该种极化斯格明子晶格能够在室温稳定存在，且无需外场诱导产生，相对更容易实现后续动力学行为研究和调控，为探索基于极化斯格明子的新型电子器件提供了途径。同时，该实验揭示了极化体系中的电偶极子在一定条件下也具有类似特殊自旋凝聚结构的准粒子行为，无疑将为电极化拓扑结构及其性能关系研究打开新的篇章。4月17日，Nature杂志同期以Electrifying skyrmion bubbles 为题，在“NEWS AND VIEWS”板块对论文相关结果进行了重点推介，指出其对凝聚态基本物理和潜在应用的新引领导向作用。

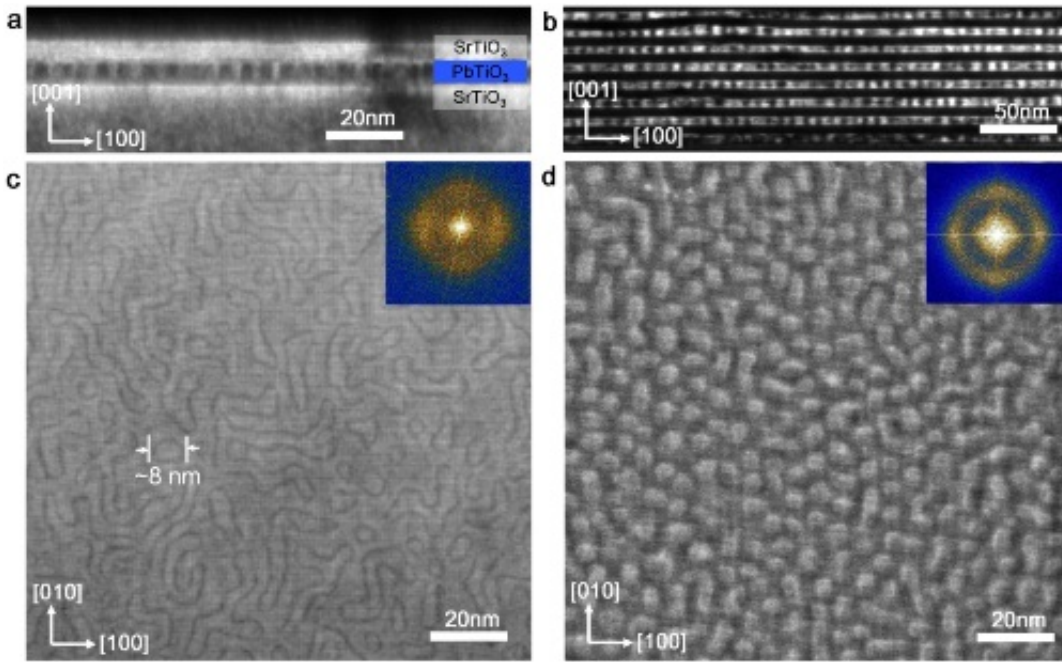


图1：(SrTiO₃)₁₆/(PbTiO₃)₁₆/(SrTiO₃)₁₆三层体系及[(SrTiO₃)₁₆/(PbTiO₃)₁₆]₈超晶格的低倍截面暗场像及平面STEM成像。c, d中插图为相应图像的快速傅里叶变换。三层结构中包含带状畴与单个斯格明子结构;超晶格中以二维斯格明子晶格为主。

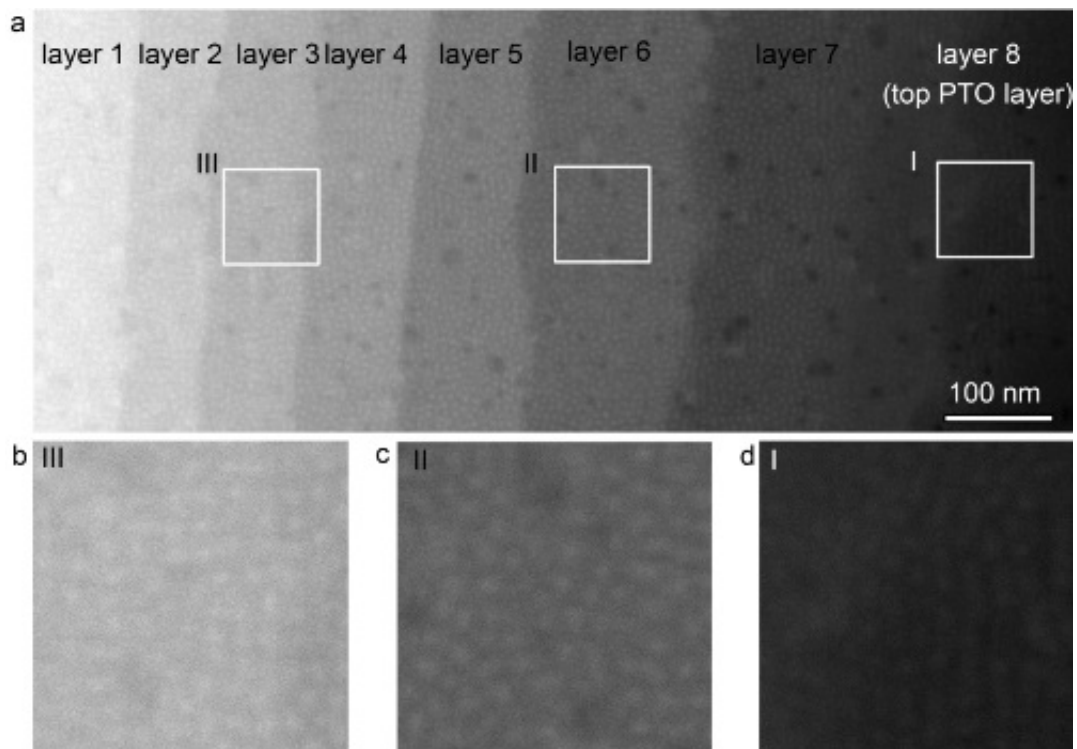


图2：[(SrTiO₃)₁₆/(PbTiO₃)₁₆]₈超晶格中斯格明子晶格的低倍平面HAADF-STEM欠焦成像。这里展示了平面TEM样中8层PbTiO₃及其中的大规模极化斯格明子晶格。

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