

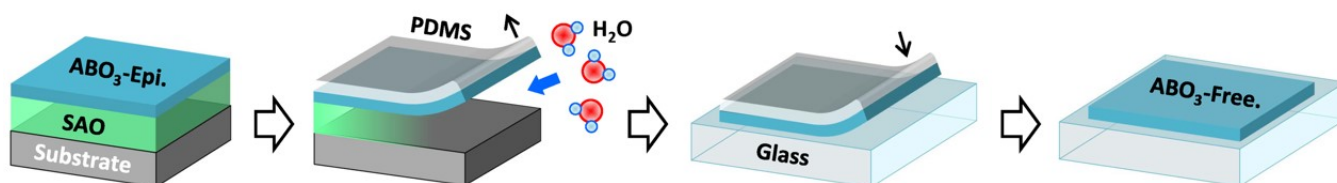
新型材料可制备出多种高质量自支撑氧化物薄膜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25943.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！

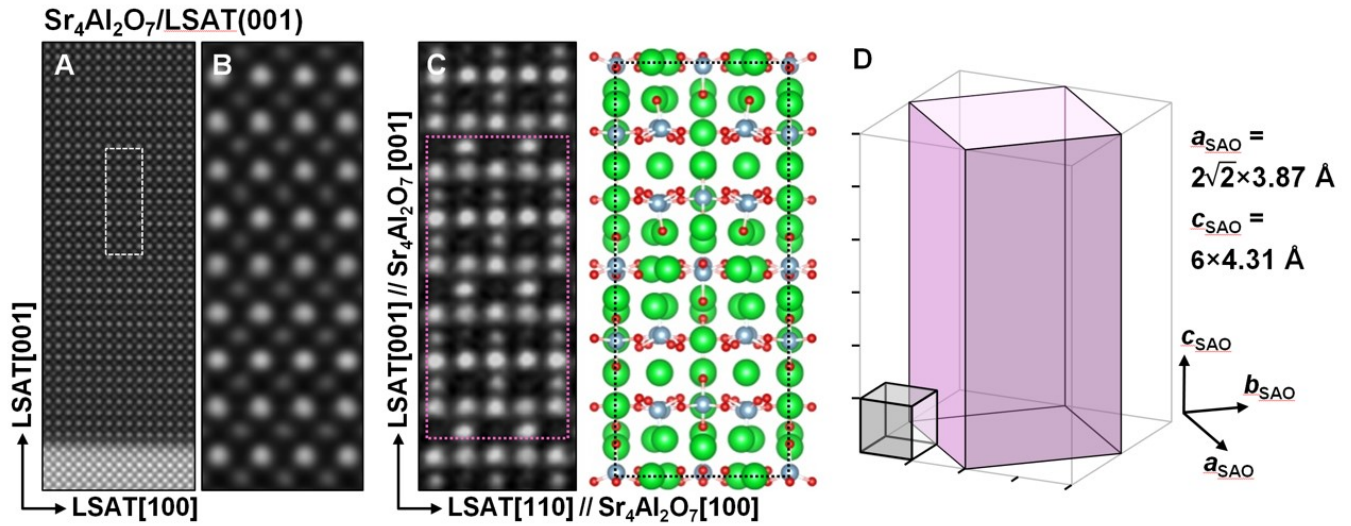
新型材料可制备出多种高质量自支撑氧化物薄膜。中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心吴文彬教授、王凌飞教授团队与西北大学物理学院司良教授团队合作，发现一种广谱高效的新型超四方相水溶性牺牲层材料 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ ，该高性能氧化物材料可用于制备多种高完整性高质量自支撑氧化物薄膜。1月26日该研究成果发表于《科学》。



基于水溶性牺牲层的自支撑氧化物薄膜的剥离和转移过程示意图。

多年来，自支撑氧化物薄膜的主流制备方法是基于水溶性牺牲层的薄膜生长、剥离和转移技术。然而，国际上普遍使用的Sr-Al-O基水溶性牺牲层与目标氧化物薄膜之间由于不可避免的晶格失配现象和应力弛豫会导致高密度界面缺陷的形成，进而在水辅助剥离和转移过程中在自支撑氧化物薄膜中产生高密度裂纹，显著影响其结晶性和完整性。

因此，如何抑制微裂纹等原子级别晶体缺陷的形成，获得大面积、高结晶性、高性能的自支撑薄膜是推动这一研究领域进一步发展的关键科学问题。

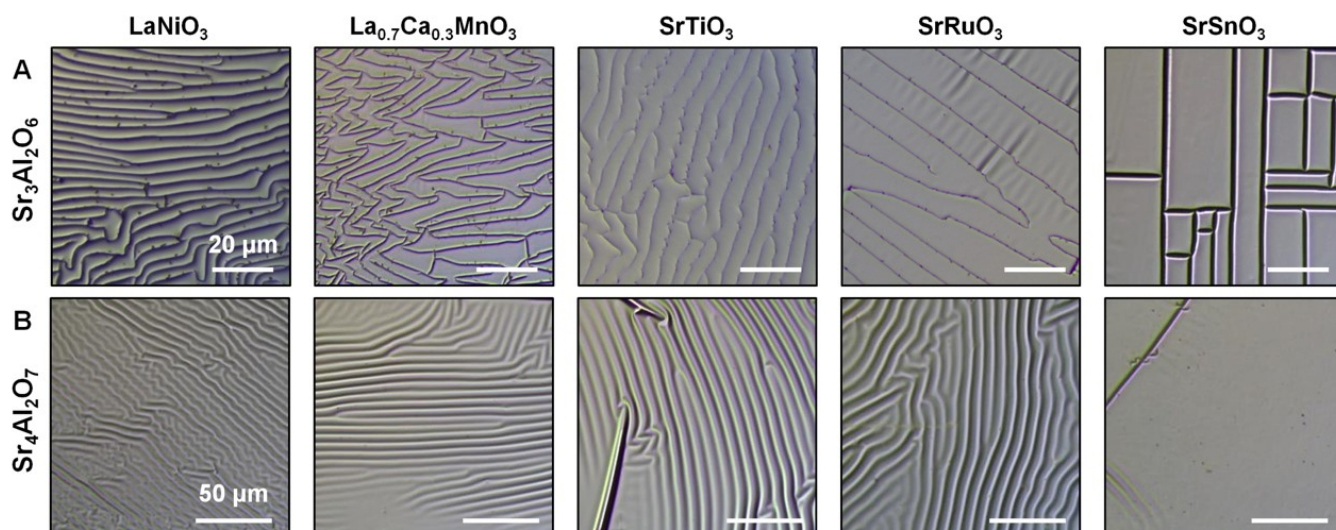


超四方相水溶性牺牲层 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 的晶体结构。图2A-C为 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 薄膜的高分辨透射电子显微图像和对应的晶体结构示意图。图2D为 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 单胞与钙钛矿氧化物单胞的相对大小和外延生长关系示意图。

针对以上问题，研发团队深入探索了Sr-Al-O基水溶性薄膜的激光分子束外延生长窗口，通过精细的薄膜生长控制技术发现了一种新型水溶性牺牲层材料 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ ，系统性的实验表征和第一性原理材料模拟计算展现了其诸多优异性质。

双轴应变下的 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 薄膜具有四方结构对称性，与多数 ABO_3 钙钛矿材料可以形成高质量共格外延生长，抑制了界面处缺陷的形成和水辅助剥离过程中的裂纹产生，显著提升了自支撑氧化物薄膜的结晶性和完整性。研究团队验证了晶格常数在 $3.85\sim 4.04 \text{ \AA}$ 区间的一系列钙钛矿氧化物薄膜的剥离效果，发现从 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 上剥离的自支撑薄膜中无裂纹区域可以扩展到毫米级，比目前已报道的同类自支撑薄膜样品在尺寸上大1~3个数量级，且其结晶性和功能性可以与单晶衬底上生长的外延薄膜相当。

$\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 薄膜具有宽且稳定的激光分子束外延生长窗口，与多数钙钛矿氧化物薄膜的生长兼容，制备工艺具有普适性。研究团队进一步发现 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 独特的化学组分和晶体结构导致其具有极高的水溶性，可以将水辅助剥离时间缩短近一个数量级，显著提升了自支撑氧化物薄膜的制备效率，有助于大规模高性能氧化物薄膜的制备。



使用不同种水溶性牺牲层剥离自支撑氧化物薄膜的完整性比较。图3A为基于国际上广泛使用的 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 牺牲层剥离的多种钙钛矿氧化物自支撑薄膜的光学显微图像。所有薄膜上都存在高密度裂纹。图3B为利用新型 $\text{Sr}_4\text{Al}_2\text{O}_7$ 牺牲层剥离的多种钙钛矿氧化物自支撑薄膜的光学显微图像。所有自支撑薄膜均表现出皱而不裂的表面形貌，预示着结晶性和完整性的显著提升。（图片均由课题组提供）

《科学》审稿人评价该成果时认为，对于正迅速成长的研究自支撑氧化物薄膜领域的科学家们而言，这无疑是一个有趣的工作，工作具有从多个方面对氧化物电子学领域形成广泛影响的潜力。（来源：中国科学报 严涛 王敏）

相关论文信息：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi6620>

作者：吴文彬等 来源：《科学》

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](https://www.iikx.com)转发