
单层氧化物薄膜的新型磁各向异性研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9195.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！

自然界中存在的材料非常丰富，人类在日常生活中充分享受了各种各样大自然的馈赠，比如钻石、玛瑙、石油、煤矿、金属矿产等。世界上还有另一类材料，它们靠人工合成实现，当我们想到各种各样的材料时，通常不会想起它们，但这不代表它们不重要。薄膜就是这样的一类材料，早期人们为了节省成本，把大块单晶用微米甚至纳米厚度的薄膜来代替，大大节省了成本，同时也提高了效率，这就是芯片的来源。

现在有一种新的研究，专门用于开发新材料，不同于一般的薄膜制备，这种研究通过人为选择薄膜中的每一层原子或者分子层，像搭乐高一样做出跟自然材料完全不同的新结构，这一类研究有一个专门的名词，叫做界面调控。

以过渡金属氧化物为代表的关联电子体系，由于复杂而密切的多体相互作用，是新兴量子材料研究的重要前沿领域。而在关联氧化物量子态和量子态调控研究中，界面由于空间反演和平移对称性破缺，能够产生块体中无法实现的层展物性，因此具有很大的空间用以发展新型量子材料，不仅是基础科学产生突破性进展的重要平台，也是处于萌芽状态的关联体系电子学的基础，具有广阔的应用前景。

德国马普所Jochen Mannhart等曾指出：“把量子材料堆叠、放置在量子阱中，通过界面紧密联系，或者通过控制应力、电场等参数，前所未有的量子效应就成为可能”。以往放置在量子阱中的大都是多分子层，对于这些多层界面，近邻磁性层之间存在电子、自旋的交换和耦合相互作用。

一个新的科学问题是：在量子阱中的单层磁性层，不存在以上层间耦合作用时，界面磁性层中的强关联电子是否会衍生新的磁性量子态？另一方面，关于二维铁磁材料的研究方兴未艾。在二维材料中能够稳定住长程磁序的必要条件是磁各向异性。磁性氧化物单层是否会有跟普通二维材料不一样的磁各向异性？

为了研

究单分子界面

层的磁性，研究人员选择自

旋轨道耦合（SOC）较强的氧化物SrRuO₃。SrRuO₃

具有很稳定的长程铁磁序，和较高的磁转变温度（160

K）。他们通过脉冲激光沉积（PLD）制备了

SrRuO₃/(SrTiO₃)_N超晶格，N

为原子层数，最小为1，最大为5。结构分析发现氧八面体沿着面内方向旋转的角度远小于沿着面外方向旋转角，但旋转角均不为零。磁光克尔效应（MOKE）、极化中子反射（PNR）等磁性测

试证明了铁磁性仅存在于单分子层SrRuO₃中。通过各向异性磁阻测试，发现当隔绝层SrTiO₃的厚度大于3层时，单层SrRuO₃的磁各向异性从沿着<001>方向的2重变为沿着<111>方向的8重，自旋能够实现以前未知的71度和109度翻转。

通过第一性原理计算，发现在SrRuO₃/(SrTiO₃)_N超晶格中，随着SrTiO₃的厚度N从1层变到5层，SrRuO₃面外耦合减小，导致关联效应增强。其结果是当SrTiO₃的厚度大于3层时，SrRuO₃单层中各个轨道上的电子分布发生变化，导致能隙打开。SrRuO₃单层从原本的金属态，转变到半导体态。更重要的是，轨道上电子的重新分布，会进一步影响SrRuO₃单层的自旋轨道相互作用，最终导致磁各向异性的改变。

该工作由中国科学技术大学教授陆亚林、副教授翟晓芳（现就职于上海科技大学）、上海纽约大学副教授陈航晖等组成的研究团队共同完成，合作者包括美国阿贡国家实验室周华、劳伦斯-伯克利国家实验室Jinghua Guo和Padraic Shafer、美国国家标准测量局Alexander Grutter、加州大学尔湾分校夏晶等人。研究成果以Correlation-Driven Eightfold Magnetic Anisotropy in a Two-Dimensional Oxide Monolayer 为题，于4月10日在线发表在Science Advances上（Sci. Adv. 2020, 6(15): eaay0114）。论文通讯作者为翟晓芳和陈航晖，第一作者为中国科大博士后崔璋璋。该工作得到国家自然科学基金和科技部等的资金支持。

[文章链接](#)

示意图：单层SrRuO₃
的磁各向异性变化。上图：易磁化轴沿<001>方向。下图：易磁化轴沿<111>方向。

研究团队单位：中国科学技术大学

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](http://www.iikx.com)转发