新型悬挂键表面态中发现隐藏自旋极化现象

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/30451.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！

新型悬挂键表面态中发现隐藏自旋极化现象。近日，我国科学家首次在稀土氮族碲化物家族中观测到一种独特的自旋极化表面态，即悬挂键表面态。该表面态具有显著的自旋分裂，展现出近乎100%的自旋极化和独特的自旋-动量锁定特征。相关成果发表于《先进材料》。

据松山湖材料实验室阿秒科学中心特聘研究员陈朝宇介绍，这一发现首次将隐藏自旋极化这一描述三维体态能带局域自旋极化的机制推广到二维表面态，为自旋电子学提供了新的研究方向。

陈朝宇团队长期致力于量子材料中自旋极化电子态的机制探索、材料实现、能带调控与相关测量技术发展。陈朝宇曾作为团队主要成员参与开发了世界首台基于激光光源的自旋分辨角分辨光电子能谱仪。激光的超高光子通量弥补了Mott型自旋探测器测量效率低的通病，其超高的单色性更是助力该系统具备当时世界最高的自旋分辨能量分辨率（2.5 meV）。基于该技术，陈朝宇所在团队系统研究了典型拓扑绝缘体Bi_2Se_3的表面态自旋极化与激光偏振之间的依赖关系，发现不同的激光偏振能够选择性激发不同轨道来源的光电子，导致自旋探测器测量到不同的自旋极化方向。这项发现揭示了拓扑绝缘体表面态的自旋-动量锁定现象本质上来源于电子的自旋-轨道锁定。

2018年以来，陈朝宇团队与南方科技大学教授刘奇航团队、中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员乔山团队等合作，在国家重点研发计划，国家自然科学基金等项目的资助下，继续在自旋轨道耦合导致的局域隐藏自旋极化领域深入研究，从实验上验证了非点式对称性增强的隐藏自旋极化。基于BiOI晶体，合作团队发现该材料倒空间布里渊区M点附近具备Rashba型自旋纹理，X点附近具备Dresselhaus型自旋纹理，Γ点附近自旋极化接近为零。理论分析表面，这种奇特的纹理来源于空间反演对称晶格的层状组成单元所具备的局域对称性缺失，形成了一种自旋-动量-层锁定机制。

最新研究中，陈朝宇团首次将以上描述三维体态能带的隐藏自旋极化机制推广到二维表面态，在悬挂键表面态中实现了纯化的自旋-轨道纹理，具备接近100%的自旋极化。研究发现，稀土氮族碲化物GdSbTe晶体沿特定方向解理后会形成高度有序且稳定的悬挂键表面态。角分辨光电子能谱实验揭示了这些表面态清晰的能带特征和显著的自旋劈裂，自旋分辨角分辨光电子能谱进一步验证了其高自旋极化度。密度泛函理论分析表明，尽管这些表面态由多种轨道组成，但不同轨道贡献的自旋极化方向一致，这种协同作用实现了近乎100%的自旋极化。

进一步的实验和理论研究还揭示了这些表面态复杂的自旋-动量纹理继承了体态能带的隐藏自旋极化特性，来源于悬挂键表面态所处的局部环境的对称性缺失，形成了一种全新的自旋-轨道-动量-层锁定机制。此外，研究团队发现，通过元素替代和碱金属沉积可以有效调控表面态的结合能和自旋劈裂能，为利用悬挂键表面态的高自旋极化设计自旋电子学器件提供了可行的路径。

据了解，稀土氮族碲化物材料中自旋极化表面态的发现不仅为量子材料中多自由度的相互作用研究提供了新视角，同时也为自旋电子学的发展提供了一个新的材料平台，具有重要的应用前景。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：https://doi.org/10.1002/adma.202411733

作者：陈朝宇等 来源：《先进材料》

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转发