
二维锡烯拓扑材料研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/2781.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！

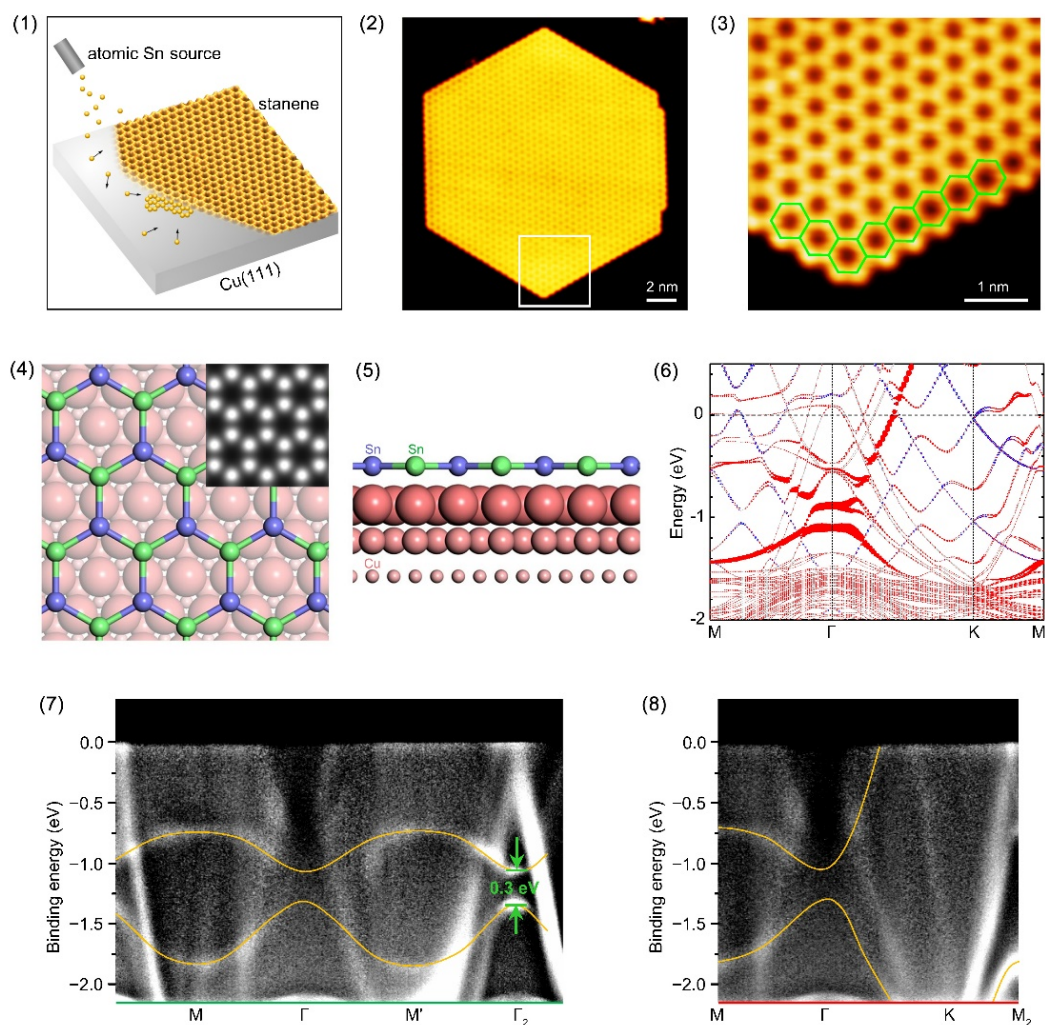
二维锡烯拓扑材料研究取得进展。近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心教授王兵和副教授赵爱迪研究团队与清华大学助理教授徐勇、教授段文晖以及美国斯坦福大学教授张首晟合作，成功制备出具有纯平蜂窝结构的单层锡烯，并结合第一性原理计算证实了其存在拓扑能带反转及拓扑边界态。相关研究成果11月5日在线发表在《自然-材料》(Nature Materials)杂志上。

类石墨烯结构的IV族元素二维晶体材料及其物性研究，是当前凝聚态物理学和材料科学领域的重要焦点。其中，基于元素锡(Sn)的二维类石墨烯晶体锡烯(Stanene)因其具有很强的电子自旋-轨道耦合，被认为是继石墨烯后又一种具有优越物理性质的新型量子材料。2013年前后理论物理学家们预言，锡烯中由于pxy轨道具有远强于pz轨道的自旋轨道耦合效应，因此s-p轨道的能带反转可以在布里渊区中心打开数百毫电子伏的巨大能隙；更巧妙的是，由于pxy轨道是平面内的，所以其拓扑性更为鲁棒，不易受到衬底和吸附物的影响和破坏。因此，锡烯是一种理想的大能隙二维拓扑绝缘体，有望实现室温量子自旋霍尔效应，在拓扑电子学器件应用方面具有重要意义。理论同时还预言了锡烯有可能被调控实现拓扑超导态、优越的热电效应、近室温的量子反常霍尔效应等新奇特性。过去几年中，国内外多个研究组在不同的衬底表面制备了单层锡烯，但由于受衬底影响，这些已制备出的锡烯都具有非平面的翘曲结构且均未表现出拓扑物性。如何制备出具有拓扑特性的锡烯，成为二维类石墨烯材料物性研究亟待突破的重要难题。

经过近三年反复摸索，研究团队利用低温分子束外延技术成功制备出了具有拉伸晶格结构的单层锡烯。该研究工作首次发现单层锡烯可以表现出与石墨烯完全一致的平面蜂窝状结构，其单胞中AB位原子无高度差，形成理想的纯平六角蜂窝晶格，为碳基石墨烯家族添加了锡基成员。实验中观测到纯平锡烯的化学惰性以及缺陷结构，也证实了其具有与碳基石墨烯诸多相似性，有望为平面蜂窝结构的材料提供新的研究平台。更为重要的是，由于衬底的外延作用，这一纯平锡烯的晶格常数高达0.51纳米，故存在因晶格拉伸导致的s-p轨道拓扑能带反转，即具有拓扑特性。超高真空扫描隧道显微学以及角分辨光电子能谱学结果与第一性原理计算的能态结构一致，充分证实了其由于自旋-轨道耦合和拓扑能带反转所导致的拓扑能隙以及拓扑边界电子态。其中，角分辨光电子能谱结果表明，锡烯由于自旋轨道耦合打开的拓扑能隙约0.3电子伏特，远超室温热涨落能量，使其具备应用于近室温的拓扑量子器件的潜质。进一步的理论计算还预言了在纯平蜂窝结构的锗烯和铅烯中也存在类似的拓扑特性，从而构成了一类新型的二维拓扑量子材料家族。

具有拓扑能带反转和大拓扑能隙的纯平锡烯的实验实现，为类石墨烯的拓扑物性研究开辟了一条新的研究路线，将对二维量子材料的研究和应用开发起到重要推动作用。后续拟开展的研究工作将通过优化衬底和增加栅极以隔绝衬底电子相互作用并实现拓扑能隙的调控，为最终制备可实用的室温拓扑器件提供研究基础。

中国科大博士生邓家良、清华大学博士生夏炳煜以及中国科大博士生马晓川为论文的共同第一作者。此项研究得到科技部、教育部、中组部、国家自然科学基金委、中国科大、清华大学等机构的大力支持。



纯平蜂窝结构锡烯的制备和原子尺度形貌图(1-3)、结构模型(4-5)、理论计算(6)和实验观测到的电子能带结构(7-8)。

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