

北理工在外尔半金属光电响应中取得重要进展

发布日期: 2019-12-18 供稿: 物理学院 摄影: 物理学院

编辑: 周格羽 审核: 姚裕贵 阅读次数: 1196



ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-13713-1>

OPEN

Robust edge photocurrent response on layered type II Weyl semimetal WTe_2

Qinsheng Wang^{1,2}, Jingchuan Zheng^{1,2}, Yuan He^{1,2}, Jin Cao¹, Xin Liu³, Maoyuan Wang¹, Junchao Ma³, Jiawei Lai³, Hong Lu³, Shuang Jia^{3,4}, Dayu Yan⁵, Youguo Shi⁵, Junxi Duan^{1,2}, Junfeng Han^{1,2}, Wende Xiao^{1,2}, Jian-Hao Chen^{3,4}, Kai Sun⁶, Yugui Yao^{1,2*} & Dong Sun^{3,4*}

近日，北京理工大学物理学院姚裕贵教授、王钦生特别副研究员及团队成员，同北京大学量子材料中心孙栋研究员等合作者，在第二类外尔半金属材料 WTe_2 光电响应研究方面取得重要进展。他们利用扫描光电流谱方法对第二类外尔半金属材料 WTe_2 光电响应进行了系统的研究，发现在该材料边界处具有反常的光电流响应（图1），并且边界对称性的高低决定了该反常光电流响应的有无。该工作提出了利用材料低对称性边界的晶体场作为光生电子-空穴对分离的有效手段，并讨论了拓扑边缘态对于光电响应的可能影响，为拓扑半金属材料在光电探测等方面的应用提供了新的思路。相关成果最近发表在Nature Communications上。

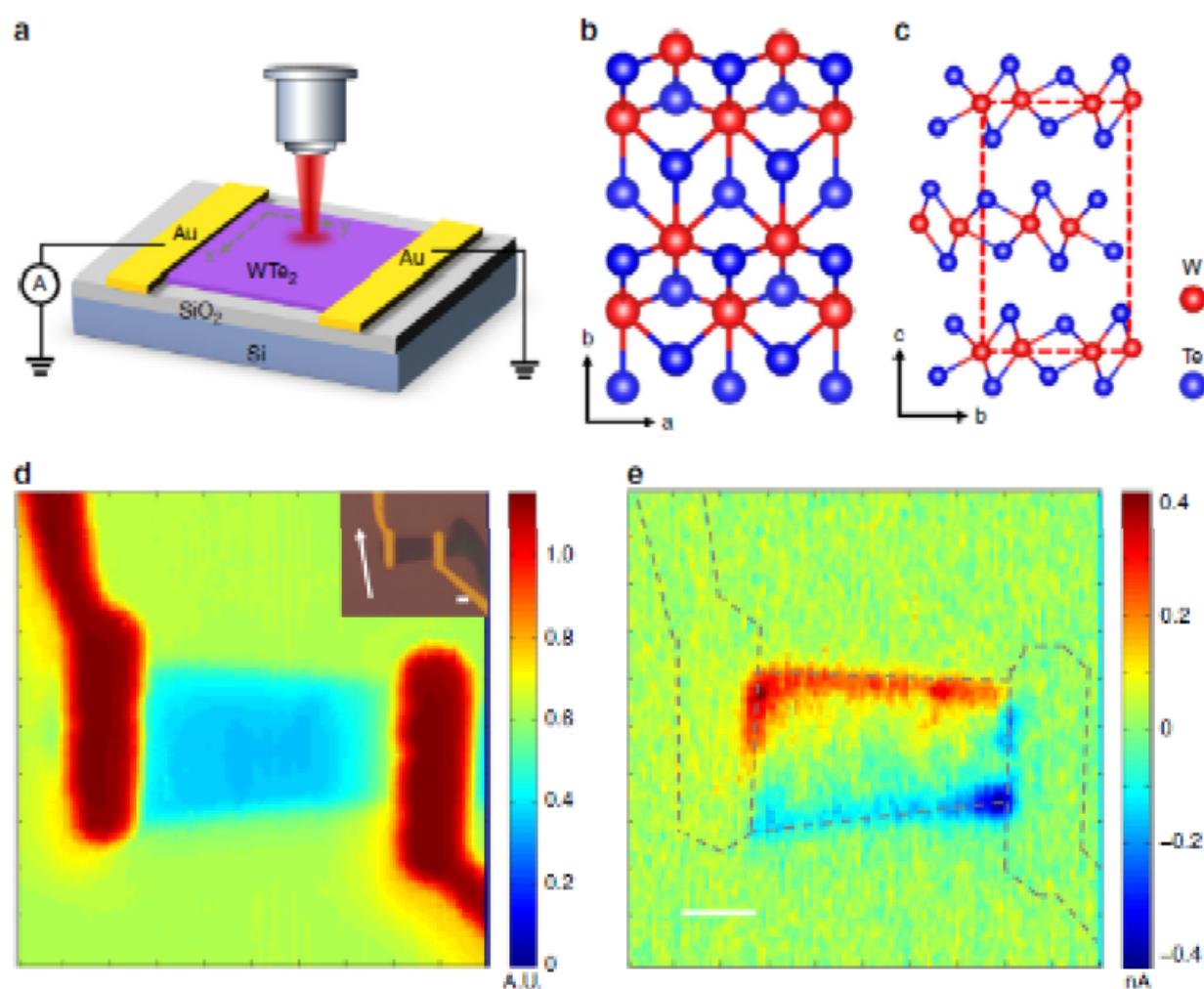


图1 WTe_2 器件的边缘光电流响应

对光生电子-空穴对进行有效分离是光电探测、太阳能电池、光催化等一系列光电应用的基础。为了有效分离光生电子-空穴对，即产生非平衡光生载流子动量空间的非对称分布，需要打破器件或材料的空间反演对称性。对于传统的Si, GaAs, 石墨烯等具有中心反演对称的材料，通常采用外加偏置电压，引入PN结、Schottky结等结构诱导内建电场，或者利用具有不同Seebeck系数的材料界面处的光致热电效应等打破器件空间反演对称性，但是这些手段经常在器件加工及应用条件上受到限制。另一种打破空间反演对称性的方法是通过利用具有非中心反演晶体结构的材料作为光电响应材料，然而，这类材料（例如LiNbO₃及BaTiO₃等）通常带隙很大，限制了它们在长波段的应用。具有非中心反演对称性的外尔半金属是一类受到广泛关注的新型量子材料，其零带隙特性使其成为用于宽波段光电探测器的理想材料，并且理论研究表明外尔点附近的贝里曲率发散会极大增强外尔点附近的光电响应，这使外尔半金属在中远红外探测方面应用更具优势。因此对外尔半金属材料的光电响应性质的研究具有重要意义。

该研究团队利用扫描光电流谱的方法研究了第二类外尔半金属碲化钨WTe₂的光电流响应行为，发现虽然WTe₂体材料中面内光电流响应受到材料晶体对称性限制而消失，但是WTe₂样品的特定边界在宽光谱范围激发下（532nm~10.6um）都存在边界光电流响应。通过对WTe₂扫描光电流谱结果系统地研究表明，光电流只在对称性较低的边界处存在，而在非边界区域及高对称边界没有光电流响应产生。这证明可以通过边界破坏限制光电流产生的晶体对称性，从而在样品边界处产生光电流。结合Shockley-Ramo理论（对于半金属材料，器件的宏观光电流响应由局域光电流及器件虚拟电场分布共同决定），通过分析边界处局域光电流分布及虚拟电场分布，成功解释了这一光电流响应的机制。另外，外尔半金属材料的边界处具有非平庸的费米弧型表面态，而WTe₂中拓扑表面态也只存在于对称性较低的边界，因此虽然晶体边界对称性可以解释边界光电流的产生，非平庸的拓扑表面态在边界光电流产生中的作用，以及局域光电流产生的微观机制仍值得仔细研究，该工作基于这些考虑初步讨论拓扑表面态对边界光电流响应的可能影响。该工作系统地研究了晶体对称性破缺对材料光电响应中产生的重要作用，并指出利用拓扑边缘态增强边界光电流响应的可能性，为设计基于外尔半金属材料的新颖光电探测器提供了新的思路。该工作发表在Nature Communications 10, 5736 (2019)。

该工作得到了国家自然科学基金委、科技部国家重点研发计划、中国科学院战略先导计划、北京市自然科学基金和北京理工大学青年教师学术启动计划的支持。研究团队特别感谢密歇根大学Sun Kai教授，北京大学贾爽研究员、陈剑豪研究员，中科院物理所石友国研究员等人的有力支持和配合。

论文连接: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-13713-1>

分享到:

版权所有: 北京理工大学党委宣传部(新闻中心) 联系我们 技术支持: 北京理工大学网络信息技术中心