



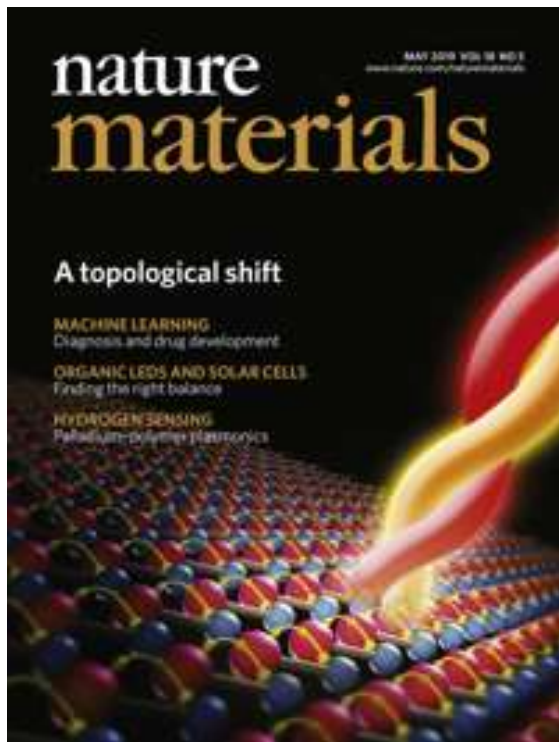
首页 / 教学科研

《自然·材料》封面文章报道量子材料科学中心孙栋课题组及合作者拓扑光电探测方面的研究成果

最新

2019/04/26 信息来源: 物理学院
编辑: 白杨 | 责编: 山石

近日, 北京大学物理学院量子材料中心的研究团队对基于外尔半金属TaIrTe₄的原型器件的拓扑特性的光电探测性能的研究成果以“Nonlinear photoresponse of type-II Weyl semimetals”为题发表在《自然·材料》(Nature Materials)上, 并被选作当期的封面文章。该工作探究了外尔半金属拓扑特性对其非线性光学效应的影响, 并通过引入拓扑效应实现了基于半金属的光电探测器的响应度在中红外波段的巨大提升。这一工作是孙栋课题组近年来在基于拓扑半金属光电探测领域一系列研究成果的典型代表。



《自然·材料》杂志该期封面

光电探测器在现代军用和民用各领域具有广泛的应用, 受光电探测器材料带隙限制, 传统的半导体材料的光电探测能力往往只能覆盖一定波长区域。在一些特殊波段, 尤其是在中长波波段, 一直存在很多技术瓶颈。从2009年第一个石墨烯光电探测器开始, 过去十年里, 研究者们对基于半金属的光电探测器开展了广泛研究。因为这类材料的很多关键性能颇具优势, 譬如宽波段甚至全波段的探测, 尤其是在室温下的中远红外波段探测方面有着良好的前景; 响应时间也可以降低到皮秒量级, 适用于太赫兹频率的超快光通讯和光互连场合。另一方面, 半金属无带隙, 较大的暗电流不利于施加大的偏压, 明显制约了其响应度的提升。以往各种特殊的结构设计, 虽然能够提高探测器的响应度, 但是却不能同时兼顾宽波段响应和超快响应速度, 从而丧失了半金属探测器的独特优势; 而在兼顾半金属探测器的宽光谱和超快响应的前提之下, 将灵敏度提高到实用化水平, 在过去是无法实现的。

针对以上问题, 孙栋课题组在长时间的石墨烯光电探测器的研究基础之上, 在国际上率先引入拓扑半金属材料进行光电探测, 对基于拓扑半金属的光电探测器开展了大量的研究并取得了一系列成果。该课题组使用三维狄拉克

- 17 2019.11 【主题教育】50C 国成立70周年大
- 17 2019.11 郝平在外国语学
- 17 2019.11 “求真力行 铸魂
- 17 2019.11 开展“不忘初心、
- 17 2019.11 北京大学PPP研

专题

不忘初心 牢记使命
主题教育
“不忘初心、牢记使命”
网站

半导体 Cd_3As_2 进行的光电探测 (Nano Letters 17, 834, 2017) 是国际上最早运用拓扑半导体进行光电探测的工作。



随后，课题组又进一步引入外尔半金属： MoTe_2 (Advanced Materials 30, 1707152, 2018) 和 TaTe_4 (ACS Nano 12, 4055, 2018) 进行光电探测，并展示了相关的原型器件。尽管这些初步的工作提升了半导体探测器的部分性能，但是半导体光电探测在探测率方面的瓶颈并未真正打破。

在这篇发表在《自然·材料》上的工作中，孙栋课题组和同在量子材料科学中心的冯济课题组（理论计算）、陈剑豪课题组（器件加工），以及南洋理工大学的刘政课题组（材料生长）密切合作，利用拓扑外尔半金属内在的拓扑性质，大幅度提高了探测器在中红外波段的响应度，从而在原理上解决了半导体探测器的响应度方面的长期技术瓶颈问题。该工作主要利用的拓扑效应是外尔半金属的外尔点附近具有发散的贝里曲率，使得跟贝里场相关的位移电流响应在外尔点附近受到明显的增强；而能量越低的光子造成的跃迁会越接近外尔点，受到增强的效果也就越明显。孙栋课题组和合作者将该拓扑效应与光探测性能相结合，得以使基于拓扑半金属的原型光电探测器的响应度在中红外波段得到三个量级的增强，从而打破了过去半导体光电探测的主要技术瓶颈，使得拓扑半金属在中远红外光电探测领域具有良好的应用前景 (Nature Materials 18, 476, 2019)。虽然未来还有一系列具体的技术问题有待解决，利用拓扑效应获得的响应度的大幅提升使得光电探测成为目前为止拓扑材料最接近实际应用的场合。

该工作受到国家自然科学基金 (Nos. 91750109, 11725415, 11674013, 11774010, 11704012, 11374021) 等项目的支持。孙栋课题组的博士研究生马骏超为论文的第一作者，孙栋、冯济和陈剑豪为该工作的共同通讯作者。

转载本网文章请注明出处