
双极势垒隧穿异质结中红外光电探测器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36357.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！

双极势垒隧穿异质结中红外光电探测器。 导读

近日，针对二维势垒异质结在中红外光电探测中面临高暗电流与低光吸收率的挑战，新加坡南洋理工大学（NTU）Wang Qi-Jie 教授团队提出了一种创新的中红外光电探测器设计。

相关研究成果为高性能中红外光电探测器的发展提供了有力支撑，并以题为Bipolar-barrier tunnel heterostructures for high-sensitivity mid-wave infrared photodetection发表在国际权威期刊《Light: Science Applications》上。

研究背景

中红外光电探测器在现代光电技术中占据着重要地位，广泛应用于军事、医疗、通信等关键领域。高比探测率（detectivity）一直是中红外光电探测器研究中的核心目标。然而，暗电流过高仍是制约中红外光电探测器在室温下稳定运行的主要障碍。

基于新兴二维材料的势垒异质结在抑制暗电流方面取得了一定进展，主要通过阻断多数载流子流动来降低暗电流，仍难以实现令人满意的室温中红外光电探测性能，其主要原因在于热激发和偏压引起的少数载流子对暗电流的显著贡献。此外，纳米尺度二维材料的光子捕获能力有限，进一步限制了光电转换效率，使得在室温下实现高性能依然具有挑战性。

创新研究

鉴于二维势垒异质结在中红外光电探测中面临高暗电流与低光吸收率的挑战，新加坡南洋理工大学（NTU）Wang Qi-Jie 教授团队提出了一种创新的中红外光电探测器设计：集成谐振腔的双极势垒范德华隧穿异质结。该器件由黑磷(BP)/MoTe₂/BP构成，并堆叠于Au反射镜上。MoTe₂层作为双极势垒，有效阻挡p型BP层中的多数空穴和少数电子传输，从而显著抑制暗电流；同时，该结构通过陷阱辅助的光栅效应（photogating）促进光生载流子的高效隧穿，实现优异的光电响应性能。此外，借助Au反射镜与BP/MoTe₂/BP层之间的干涉效应，器件光吸收效率进一步增强，从而显著提升光电转换效率。得益于该设计，器件在室温下实现了对中红外光（3.7 μm）的高灵敏探测，其比探测率达 $3 \times 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{Hz}^{0.5} \cdot \text{W}^{-1}$ ，外量子效率达到140%。这一研究成果为高性能中红外光电探测器的发展提供了有力支撑，并以题为Bipolar-barrier tunnel heterostructures for high-sensitivity mid-wave infrared photodetection发表在国际权威期刊《Light: Science Applications》上。

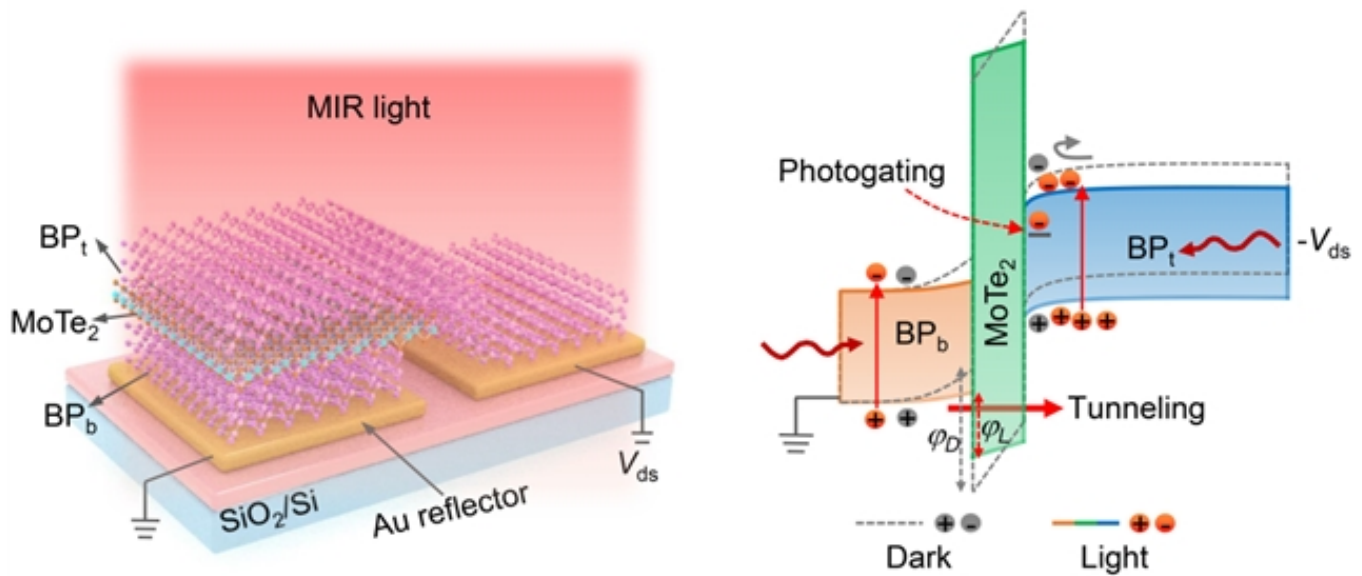


图1. 二维BP/MoTe₂/BP双极势垒隧穿异质结高灵敏中红外光探测: (a)器件结构示意图, (b)能带结构示意图。在中红外光照射下, 异质结中价带的有效势垒高度相较于暗态显著降低, 从而促进光生空穴载流子量子隧穿, 产生显著隧穿光电流。

未来展望

在器件设计方面, 双极势垒设计中的势垒高度调节至关重要。较小的价带偏移有助于多数空穴通过势垒传输, 从而减少光电流的阻挡效应。然而, 这也可能增加暗电流, 导致比探测率降低, 因此, 优化能带对准是平衡抑制暗电流和高效光电流提取之间的关键。

在应用拓展方面, 利用二维材料可调的能带结构, 双极势垒架构可以根据不同需求进行定制, 通过将不同能带隙和结构的二维材料结合作为光活性层, 还可以实现多波段检测、宽带光谱重构以及偏振探测等功能, 进一步增强该方法的多功能性。(来源: LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41377-025-01905-y>

特别声明: 本文转载仅仅是出于传播信息的需要, 并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性; 如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用, 须保留本网站注明的“来源”, 并自负版权等法律责任; 作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜, 请与我们联系。

作者: Wang Qi-Jie 来源: 《光: 科学与应用》

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