
金属所钼基双异质结光电探测器研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14488.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！

由于具有原子级厚度及独特的能带结构，二维半导体材料在光电器件应用领域展现出优势。然而，二维材料通常光吸收较弱，且在光电转换过程中，一个入射光子只能激发一个电子-空穴对，导致器件的光探测能力不高。一般来说，提高光增益有雪崩和光栅两种方式：雪崩机制对材料能带的匹配要求苛刻，且需在高偏置电压下工作；而光栅机制由于电荷弛豫效应，导致光电响应速度显著降低。

中国科学院金属研究所与国内多家单位的科研团队合作，提出了一种提高光增益的新方法，选择合适沟道和电极材料进行能带匹配，使其在光照下晶体管源、漏端的势垒降低并形成正反馈，从而获得了超高灵敏度的二维材料光电探测器。7月2日，相关研究成果以《一种超灵敏的钼基双异质结光电晶体管》(An ultrasensitive molybdenum-based double-heterojunction phototransistor) 为题，在线发表在《自然-通讯》(Nature Communications) 上。

该团队使用二维二硫化钼作为沟道材料、氧化

钼 (α

-MoO_{3-x}) 为电极材料，在晶体管源端和漏端形成了二硫化钼/氧化钼双异质结，构筑了光电晶体管 (图1)。该晶体管展现出超高响应度 ($> 10^5$

A/W)、超高外量子效率 ($> 10^7$ %)、在二维材料光电探测器中最高探测度 (9.8×10^{16} Jones) 和超快光电响应速度 (约100 μ s) 等优异的光电特性 (图2)。

研究构筑了具有不同种类源漏电极的光电晶体管，其中氧化钼为电极的器件光响应是钛/金 (Ti/Au) 电极器件的3-4个数量级 (图3)。结合对材料能带结构的光学表征和理论计算，科研人员还提出了双异质结光致势垒降低机制的器件工作原理 (图4)，即在暗态下氧化钼/二硫化钼异质结形成大的肖特基势垒，源端电子无法注入沟道中，实现了超低暗电流和噪声。在光照条件下，电子-空穴对在源端耗尽区生成，随后在内建电场驱动下高效分离，载流子的浓度变化导致源端电子势垒的降低，实现了电子注入和光增益；注入的电子又可降低漏端电子势垒，增大光电流；而这进一步增强源极内建电场，实现了双异质结间的正反馈效应，获得了超高响应度和探测度。同时，由于不使用陷阱束缚电荷，器件还具有高响应速度。该研究提出了一种具有普适性意义的提高光电探测器增益的方法，可推广至其他二维材料体系，为未来构建超灵敏光电探测器开辟了新思路。

研究工作得到了国家自然科学基金、中科院、辽宁省兴辽英才计划、沈阳材料科学国家研究中心等的支持。

[论文链接](#)

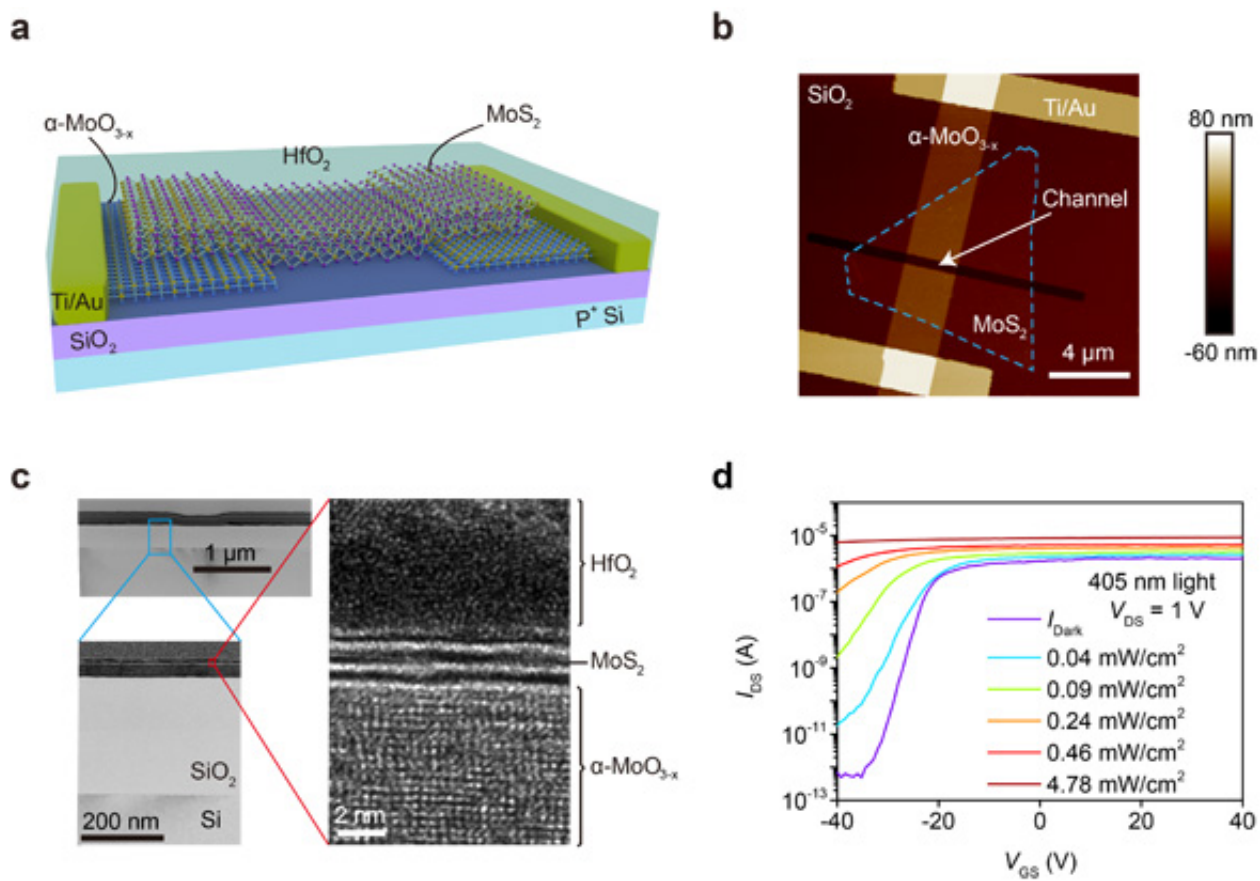


图1.光电晶体管结构与性能。a、结构示意图；b、原子力显微镜图；c、器件截面透射电子显微镜图；d、不同光强下的转移特性曲线

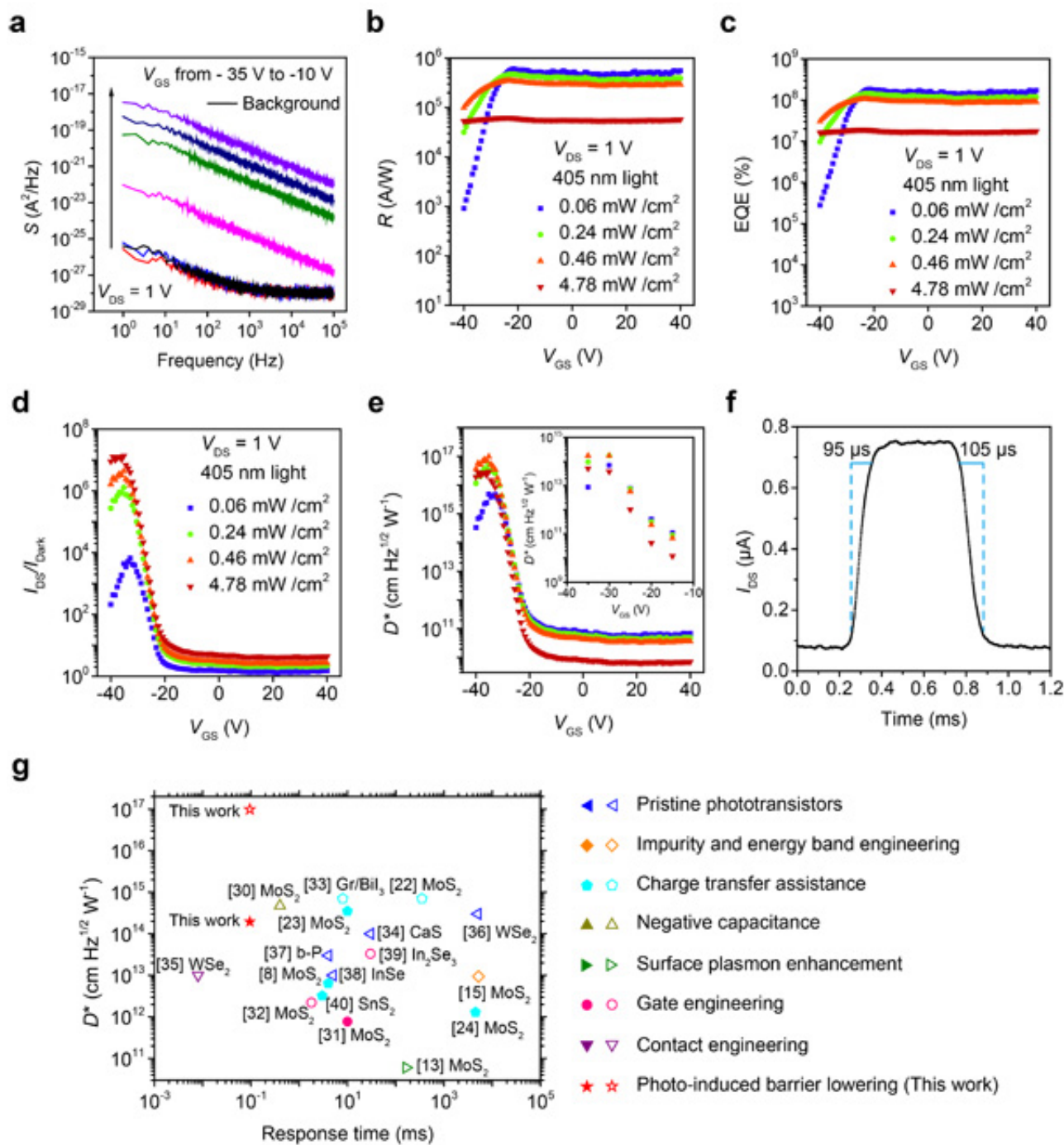


图2.光电性能表征与评价。a、噪声密度谱；b、响应度；c、外量子效率；d、信噪比；e、探测度；f、光响应速度；g、二维材料光电晶体管性能对比

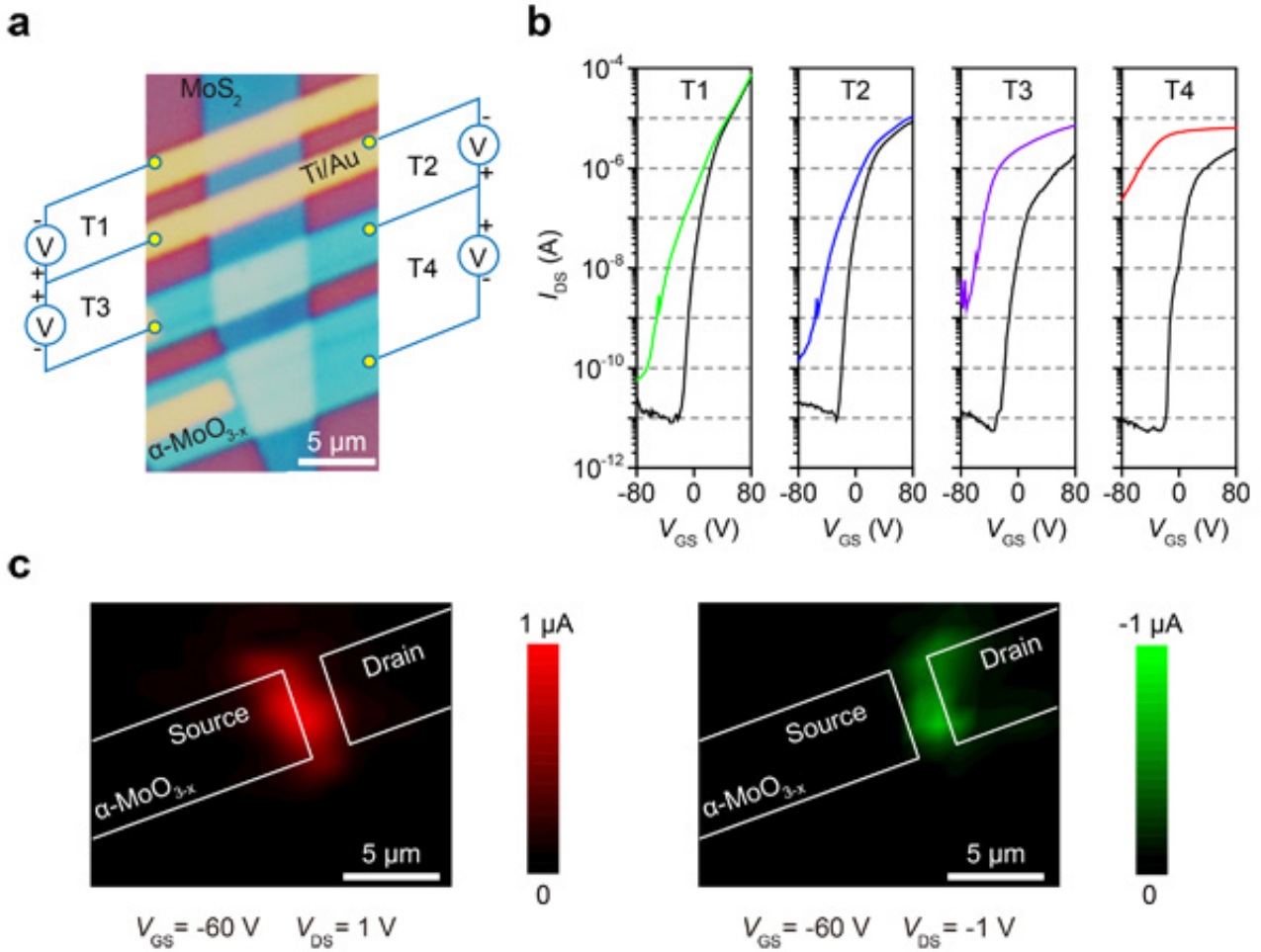


图3.光增益正反馈工作机制。a、具有不同源漏电极的晶体管研究平台：T1 (Ti/Au, Ti/Au)，T2 (α -MoO_{3-x}, Ti/Au)，T3 (Ti/Au, α -MoO_{3-x})，T4 (α -MoO_{3-x}, α -MoO_{3-x})；b、光电晶体管在暗态（黑色）和光照（彩色）下的转移特性曲线；c-d、器件光电流的空间分布响应图

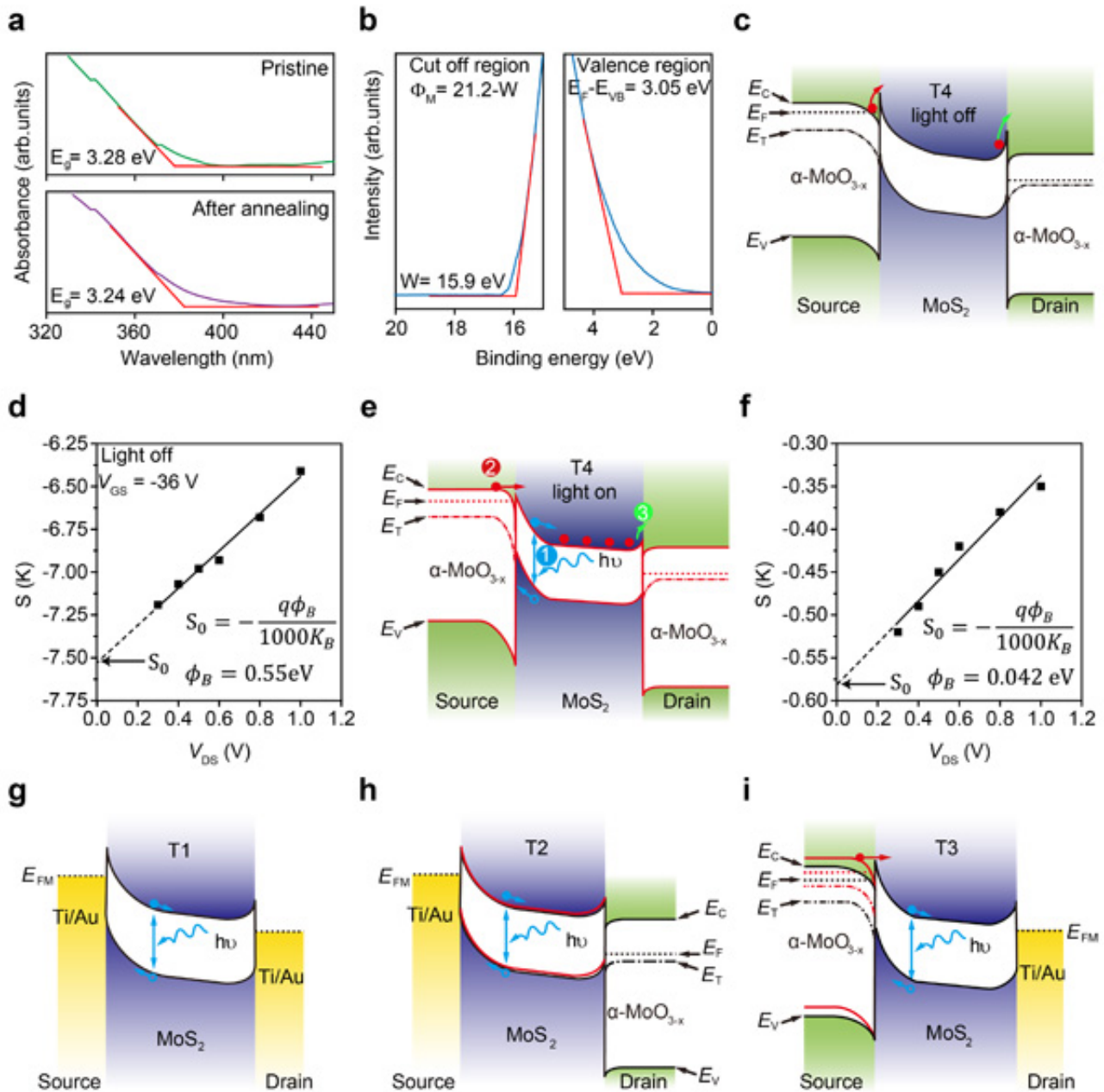


图4.双异质结光致势垒降低机制。a、氧化钼退火前后的吸收光谱；b、氧化钼的紫外光电子能谱；c、暗态下器件的能带结构图；d、暗态下器件的肖特基势垒高度定量表征；e、光照下器件的能带结构图；f、光照下器件的肖特基势垒高度定量表征；g、器件T1 (Ti/Au, Ti/Au) 的工作原理图；h、器件T2 (α -MoO_{3-x}, Ti/Au) 的工作原理图；i、器件T3 (Ti/Au, α -MoO_{3-x}) 的工作原理图

研究团队单位：金属研究所

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](http://iikx.com)转发