
基于多层石墨烯的维度增强中红外涡旋光探测

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33455.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！

导读

近日，为弥补TaIrTe₄在中红外轨道角动量探测应用方面的局限，北京大学孙栋课题组与合作者在带有U形电极的多层石墨烯（MLG）光电探测器中实现了对4 μm 光轨道角动量的直接探测。MLG在4 μm 的OPGE响应度相比TaIrTe₄大一个数量级。这项工作的结果可以进一步推进中红外轨道角动量直接探测技术的发展。

该成果发表在《Light: Science and Applications》，题为Dimensionality-enhanced mid-infrared light vortex detection based on multilayer graphene。

研究背景

目前已发现的具有轨道光电流响应的材料仅限于II型外尔半金属，唯一已知的中红外区域可以实现的轨道角动量探测材料是TaIrTe₄，其光电流响应受到外尔节点附近大贝里曲率的增强而增强，使得中红外的轨道角动量探测成为可能，该方案于2022年由北大的孙栋课题组和西安交大的张沛课题组合作实现。

然而，TaIrTe₄在环境条件下不稳定以及大面积外延生长较为困难的特点，限制了其进一步用作焦平面阵列和片上集成材料的能力。此外，TaIrTe₄的轨道光电流响应信噪比仍然较低，限制了其基于快速圆偏振调制技术的高速应用。

中红外增强的涡旋光探测

针对这一现状，北京大学孙栋课题组与合作者在带有U形电极的多层石墨烯（MLG）光电探测器中实现了对4 μm 光轨道角动量的直接探测。MLG在4 μm 的OPGE响应度相比TaIrTe₄大一个数量级。经过理论分析，发现MLG更强的OPGE相应来源于它的二维线性能带结构、高费米速度和低电子散射率。此外，与TaIrTe₄不同的是，MLG的角向光电流响应不包括OPGE响应，并且与轨道角动量无关，这与MLG的对称性一致。

该工作发现，MLG光电探测器可以通过光电流的圆偏振依赖分量有效地分辨出聚焦在U型电极之间的4 μm 标量涡旋光的OAM阶数，该分量对OAM阶数呈线性阶梯状依赖。对于相同的OAM阶数，MLG器件的OPGE响应度比TaIrTe₄器件高一个数量级，这大大提高了MLG器件的OAM分辨能力。

为了确定MLG中强OPGE响应的物理根源，该工作基于一个简化的分析模型对OPGE响应系数进行了数值计算，其中该模型体现了石墨烯或MLG的狄拉克费米子和TaIrTe₄或WTe₂的Weyl费米子的基本特征。该工作发现，由于其更低的线性能带维度，以及高质量样品的低电子散射率，MLG的中红外OPGE响应因其类drude成分的发散而大大增强。

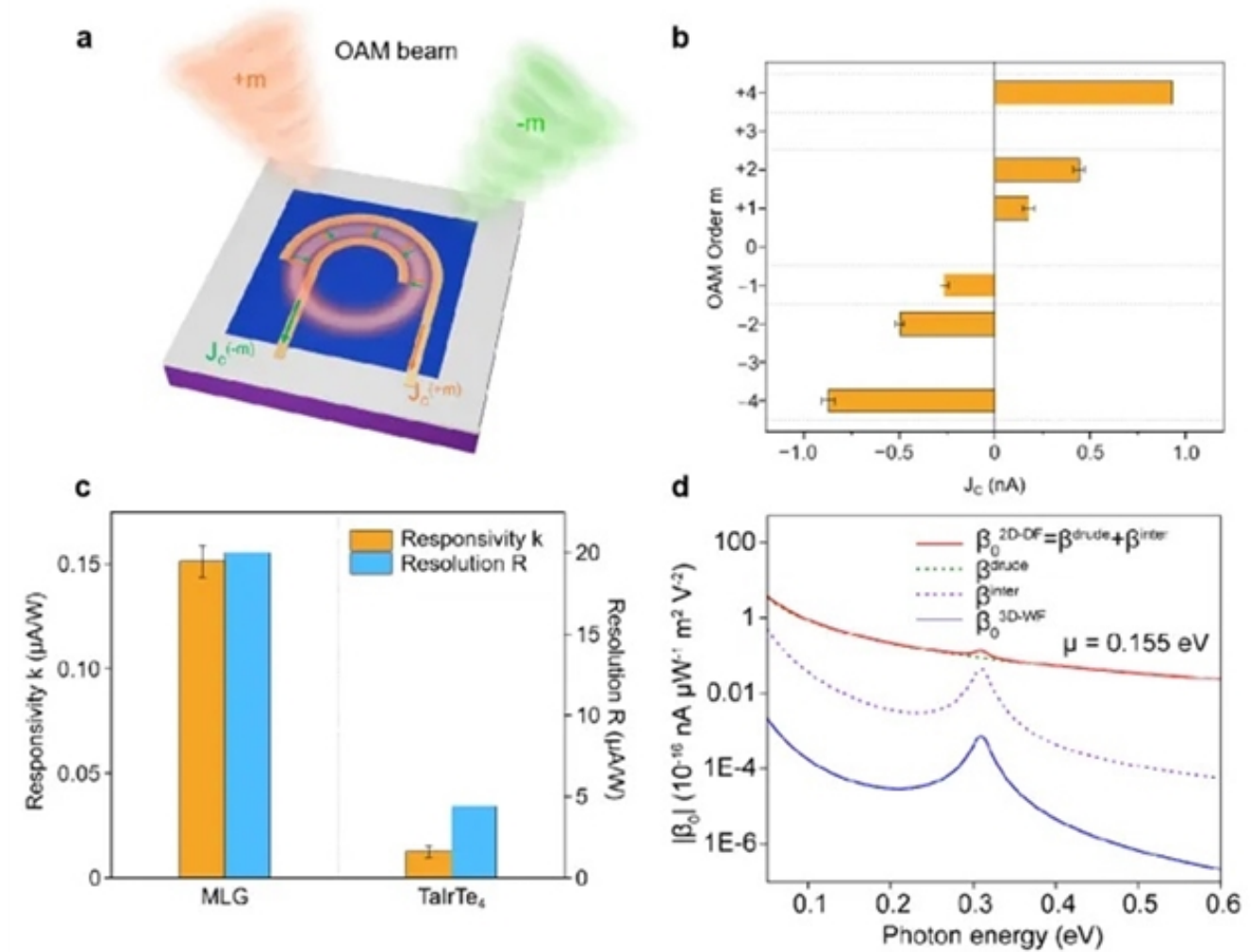


图1. 基于多层石墨烯的维度增强中红外涡旋光探测。(a) 由带有U形电极的OAM探测器件收集的径向OPGE响应示意图。(b)CPGE成分 J_C 作为轨道角动量阶数 m 的函数。(c) OPGE响应度和轨道角动量分辨率的比较。(d) 二维费米子的OPGE响应系数作为光子能量及其他分量的函数，并与三维费米子的比较。

前景展望

该研究成果表明，作为一种可大面积生长并且CMOS兼容的新型轨道角动量探测材料，多层石墨烯在中红外波段具有增强的轨道角动量分辨能力。这项工作的结果可以进一步推进中红外轨道角动量直接探测技术的发展，并实现多样化的实际应用，例如抗干扰红外传感、通过轨道角动量耦合实现高容量光学和量子通信、超分辨率成像和天文观测。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01735-4>

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：孙栋等 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