物理所实验集成有亚波长光栅的台面型InGaAs基短波红外偏振探测器

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21303.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！

物理所实验集成有亚波长光
栅的台面型InGaAs基短波红外偏振探测器

。红外辐射(760nm-30μm)是电磁波的一种，蕴含物体丰富的信息。在吸收物体的红外辐射后，红外光电探测器通过光电转换、电信号处理等手段将携带物体辐射特征的红外信号可视化。红外光电探测器具观测全天候、抗干扰能力强、穿透烟尘雾霾能力强、分辨能力高的特点，在天文、民用等领域具有重要作用，是当今信息化时代发展的核心驱动力之一，也是信息领域战略性高技术必争的制高点。波长、强度、相位和偏振是构成光的四大基本元素。其中，光的偏振维度可丰富目标的散射信息，如表面形貌和粗糙度等，使成像更加生动、更接近人眼接收到的图像。因此偏振成像在目标-背景对比度增强、水下成像、恶劣天气下探测、材料分类、表面重建等领域有着重要应用。在短波红外领域，InGaAs/InP材料体系因带隙优势，暗电流低，室温下可靠性高已被广泛应用。目前，一些关于短波偏振探测技术的研究已在平面型InGaAs/InP PIN探测器上开展。然而，平面结构中所必须的扩散工艺导致的电学串扰使得器件难以向更小尺寸发展。同时，平面结构中由对准偏差导致的偏振相关的像差效应也无法避免。与平面结构相比，深台面结构在物理隔离方面更具优势，有克服上述不足的潜力。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心E03组致力于化合物半导体材料外延生长与器件制备的研究：对近红外及短波红外探测器材料与器件开展研究，研制出超低暗电流的硅基肖特基结红外探测器(Photonics Research，8，1662，2020)，探索短波红外面阵探测器小像元之间的暗电流抑制及串扰问题(Results in Optics，5，100181，2021)等。近日，科研团队针对光的偏振成像，并结合亚波长光栅制备技术，片上集成了台面型InGaAs/InP基PIN短波红外偏振探测器原型器件。该原型器件具深台面结构，可有效地防止电串扰，实现更小尺寸短波红外偏振探测器的制备。

科研人员利用湿法腐蚀和电子束曝光等微纳加工技术制备了红外探测器及亚波长光栅(图1)。图2和图3分别是制备完成后的红外探测器光学显微镜图片和不同取向的亚波长光栅结构SEM图片。图4是不同台面尺寸的P1和P0器件(无光栅)在不同条件下的J-V特性曲线和响应光谱。在1550 nm光激发，-0.1 V偏压下，P1和P0器件的外量子效率分别为 63.2% 和 64.8%，比探测率D*分别达到 6.28×1011cm · Hz1/2/W 和6.88×1011cm · Hz1/2/W(图4)，表明了原型器件的高性能。图5表明器件的偏振特性。从图5可以看出，透射率随偏振角度周期性变化，相邻方向间的相位差在π/4附近，服从马吕斯定律。此外，0°，45°，90°和135°亚波长光栅器件的消光比分别为18:1、18:1、18:1和20:1，TM波透过率均超过90%，表明该偏振红外探测器件具有良好的偏振性能。

综上所述，科研团队制备的台面结构InGaAs PIN探测器，响应范围为900 nm～1700 nm，在1550 nm和-0.1 V (300K) 下的探测率为6.28×1011cm · Hz1/2/W。此外，0 ° 、45 ° 、90 ° 和135 ° 光栅的器件均表现出明显的偏振特性，消光比可达18:1，TM波的透射率超过90%。该原型器件作为具良好偏振特性的台面结构短波红外偏振探测器，有望在偏振红外探测领域具广泛的应用前景。

相关研究成果以Opto-electrical and polarization performance of mesa-structured InGaAs PIN detector integrated with subwavelength aluminum gratings为题发表在《光学通信》(Optics Letters)上。研究工作得到国家基金委重大项目、国家基金委青年基金、中科院青年创新促进会、中科院战略性先导科技专项和北京凝聚态物理国家研究中心怀柔研究部的支持。

论文链接

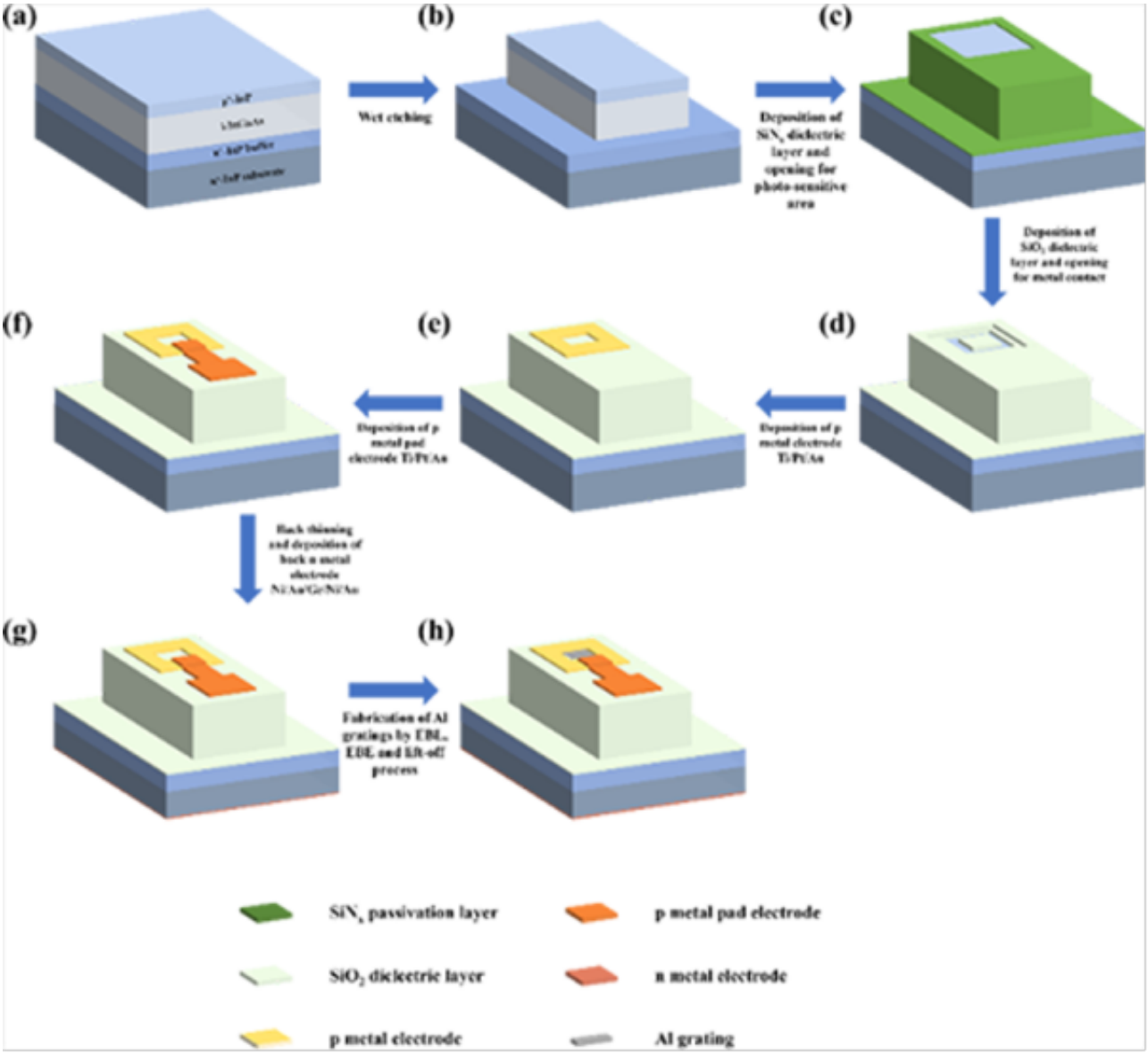


图1. 集成有亚波长Al光栅的台面型InGaAs PIN基偏振探测器的工艺流程示意图。

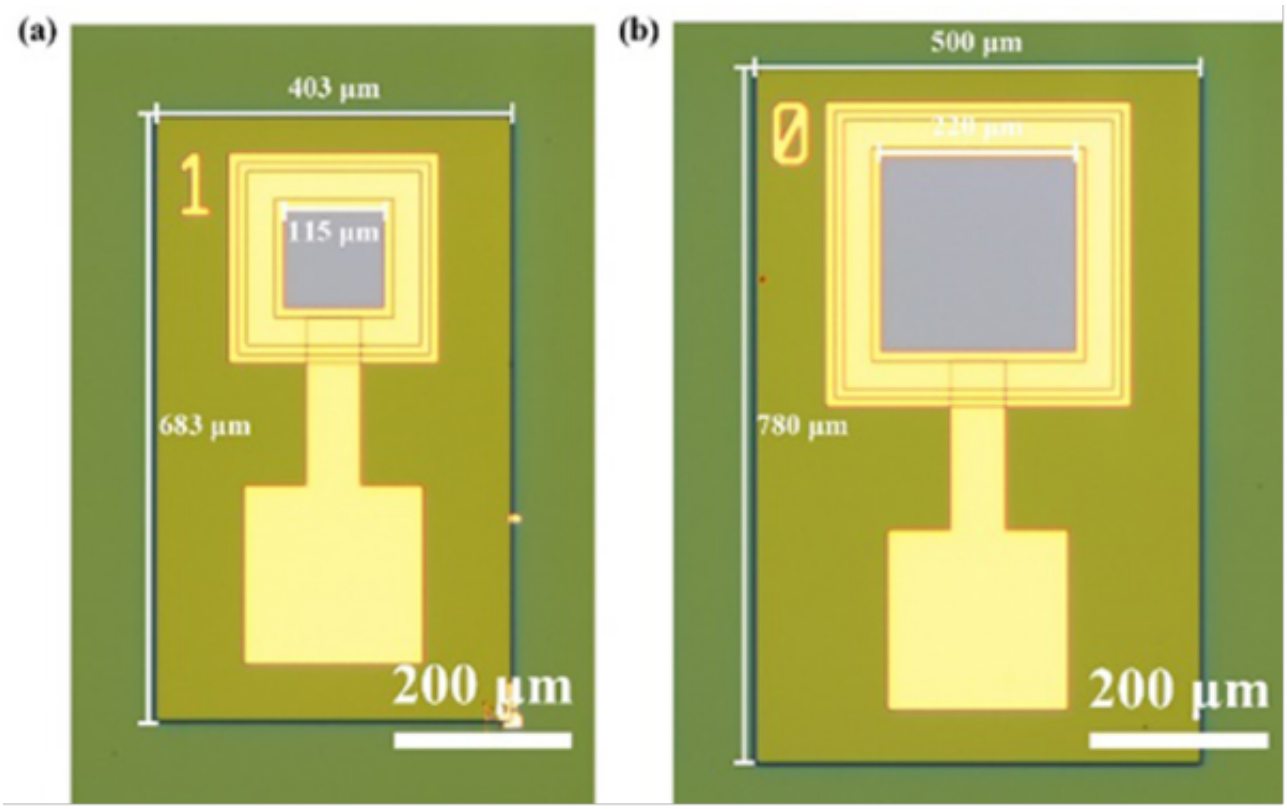


图2. 两种台面尺寸原型器件的光学显微镜图片(a)403 μm×683 μm(P1)，(b)500 μm×780 μm(P0)。

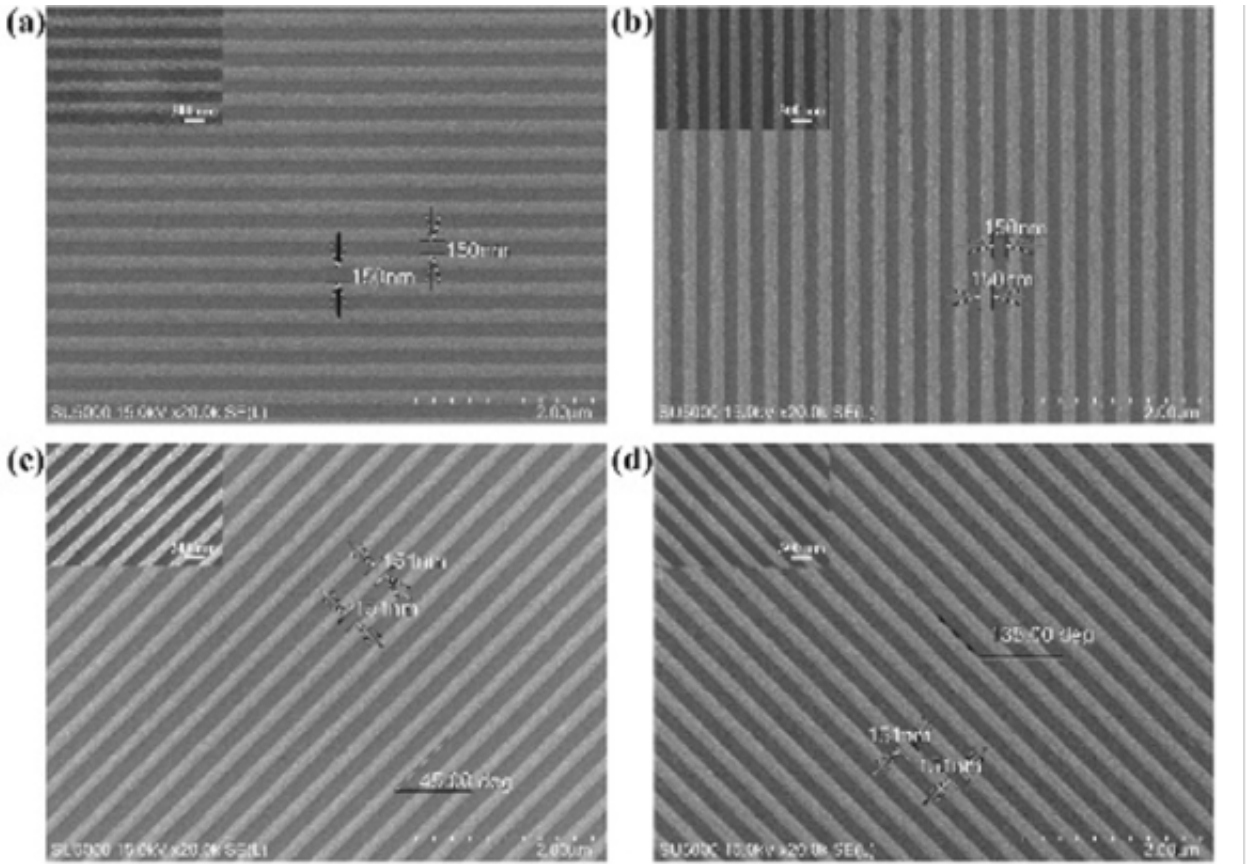


图3. 四种角度(a)0°，(b)45°，(c)90°，(d)135° Al光栅形貌。

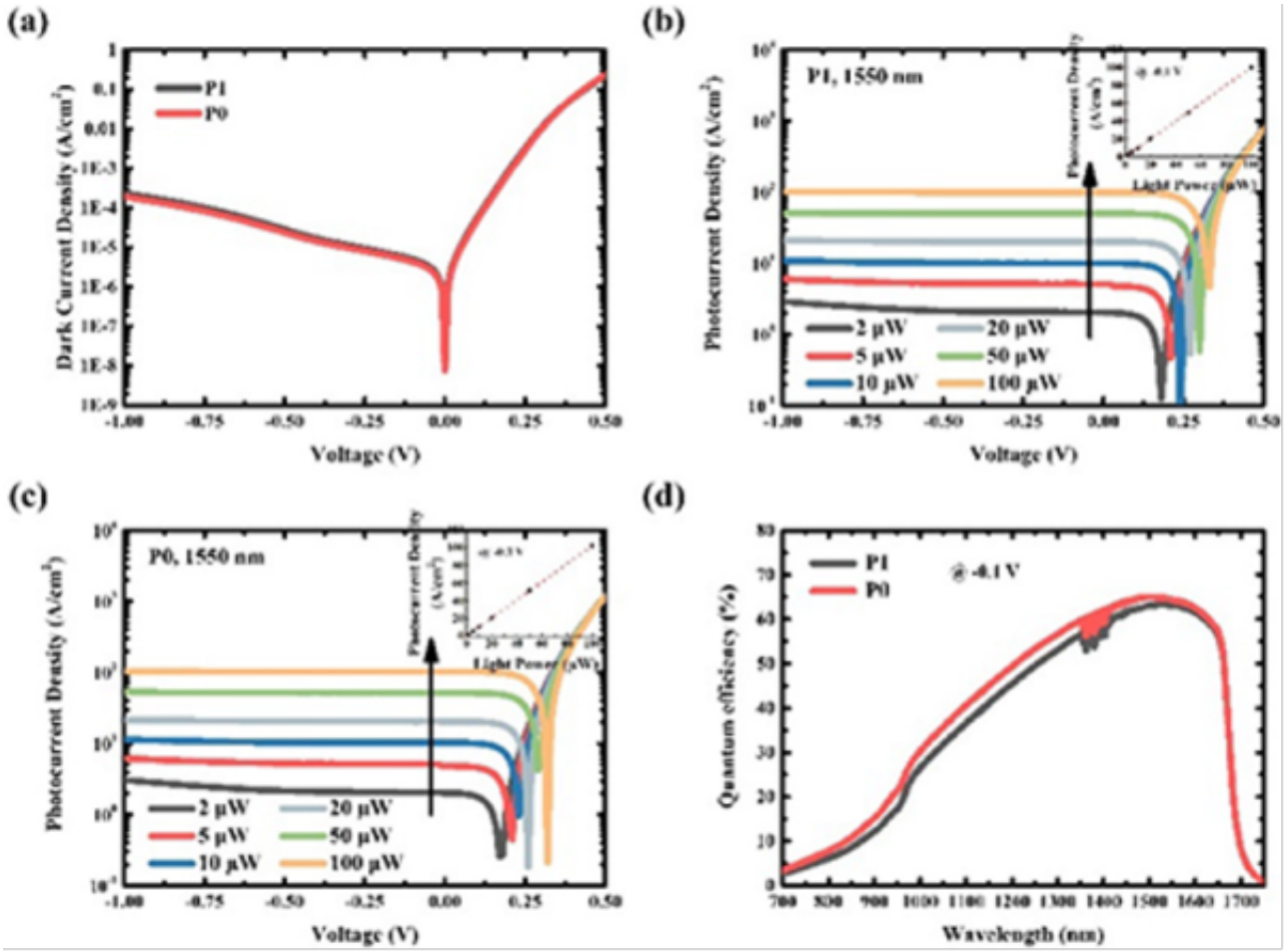


图4. InGaAs PIN原型探测器(无光栅)的J-V特性曲线和响应光谱。(a)无光照下，P1和P0的暗电流密度Jd-V特性曲线;不同入射光功率下，(b)P1和(c)P0的光电流密度Jph-V特性曲线，插图是-0.1V下光电流密度与入射光功率之间的关系曲线;(d)P1和P0的响应光谱曲线。

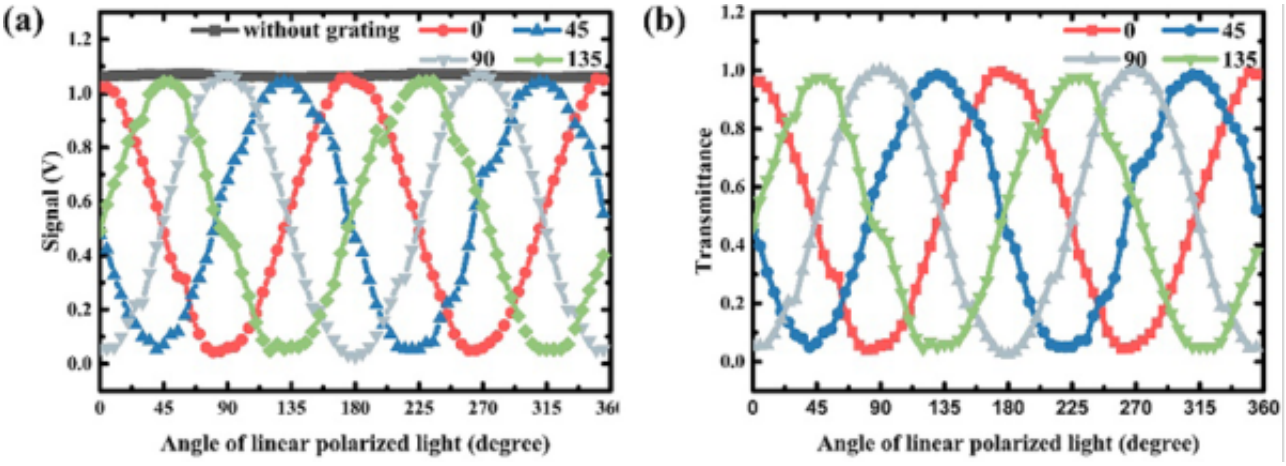


图5.(a)1550 nm下，无光栅器件和0°、45°、90°和135°亚波长光栅器件的电学信号随入射光极化角度的变化关系;(b)光栅器件透射谱。

研究团队单位：物理研究所

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转发