



中国科大在大量程纳米位移光学感测研究方面取得新进展

来源: 科研部 发布时间: 2022-10-19 浏览次数: 29

近日, 中国科学技术大学微纳光学与技术课题组王沛教授和鲁拥华副教授在大量程纳米位移光学感测研究方面取得重要进展。课题组利用光学超表面 (metasurface) 设计了一种简捷的光场偏振态空间编码, 结合精巧的光学系统设计, 发展了一种大量程 (百微米量级)、高灵敏 (亚纳米)、简捷实用的位移感测技术。该研究成果10月12日以“Ultrasensitive and long-range transverse displacement metrology with polarization-encoded metasurface”为题发表在《科学进展》上。

纳米精度的高灵敏位移测量对于半导体制造、精密加工和先进成像等领域都具有关键性作用。以半导体制造为例, 不同层光刻图案的叠对误差对提升产品良率具有重要的作用。一般要求叠对误差测量技术 (overlay metrology) 的精度优于光刻线条宽度的五分之一。因此, 对于10纳米以下节点的半导体制造工艺必须发展纳米及亚纳米的位移感测技术。

以往的研究表明, 利用纳米光学天线的定向散射光场可以实现亚纳米位移感测的技术指标。课题组在先前的研究中也分别提出了硅纳米天线对 (OE, 26: 1000-1011, 2018)、表面等离激元天线对 (PRL, 124, 243901, 2020) 的技术方案。但是基于光学天线散射的感测方法通常只有百纳米的量程, 且存在信噪比低的问题, 给叠对误差测量等位移感测的实际应用带来较为苛刻的限制。

在这项研究工作中, 课题组利用光学超表面独特的位相和偏振调控能力, 将空间位置信息编码在光场的偏振取向上, 并通过精巧的光学系统设计让光场两次经过超表面结构, 从而将超表面相对于光束的横向位移信息转化为读出光强信息。由于超表面结构可以在亚波长精度上调控光场的偏振和位相分布, 从而可以极大提高偏振空间编码的梯度, 进而提高位移感测的灵敏度。

实验测试证明, 这一偏振编码超表面系统的位移感测精度可以达到100皮米 (图1)。进一步, 课题组通过移相方法实现了测量范围的周期性延拓, 并消除了感测灵敏度的“死区”, 偏振编码超表面系统的感测量程可以拓展到200微米以上。

与基于光学天线散射的纳米位移感测技术不同, 这项研究工作在保持亚纳米的位移感测精度的同时, 极大地拓展了感测的量程, 而且, 通过光强读出位移信息, 具有可工程化、简单可靠且精度高的特点, 为其在叠对误差测量等位移感测领域的实际应用带来便捷。

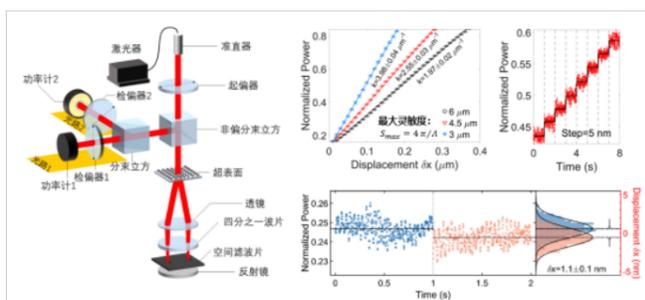


图1 偏振编码超表面位移感测系统示意图和实验测试结果

光电子科学与技术安徽省重点实验室的臧昊峰、席铮特任教授和张植宇为该论文的共同第一作者, 鲁拥华副教授和王沛教授为共同通讯作者。该工作得到了科技部重点研发项目、国家自然科学基金区域创新发展联合基金和先进激光技术安徽省实验室主任基金的经费资助。

论文链接: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.add1973>

(光电子科学与技术安徽省重点实验室、物理学院、科研部)



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

科研部

电话: 0551-63601954 传真: 0551-63601795 E-mail: ustckjc@ustc.edu.cn
办公地址: 安徽省合肥市包河区金寨路96号中国科大东区老图书馆三楼 邮编: 230026



微信公众号



事业单位