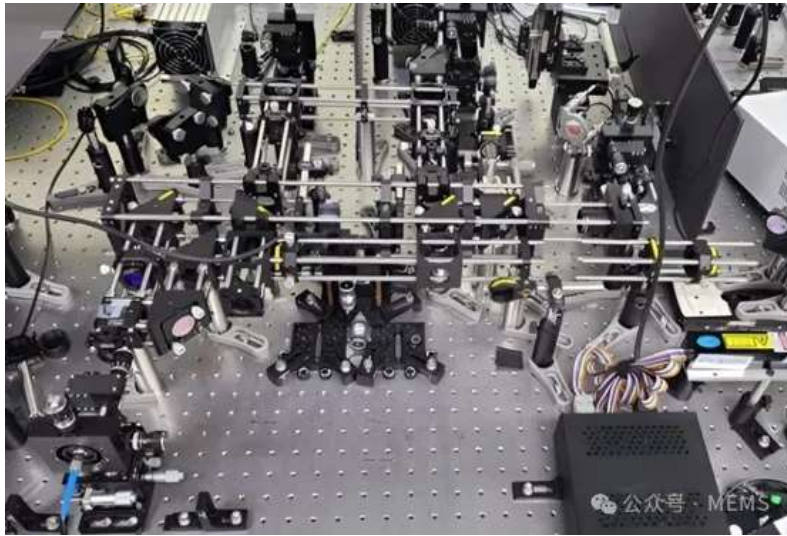


# 新型量子传感器利用量子纠缠突破红外光学测量极限

红外芯闻 2024年06月27日 12:00 江苏

据麦姆斯咨询报道，韩国标准与科学研究院（KRISS）开发出一种新型量子传感技术，能够利用量子纠缠现象，通过可见光测量红外区域的扰动。这将有望实现低成本、高性能的红外光学测量，而以前的测量在提供高质量结果方面存在局限性。

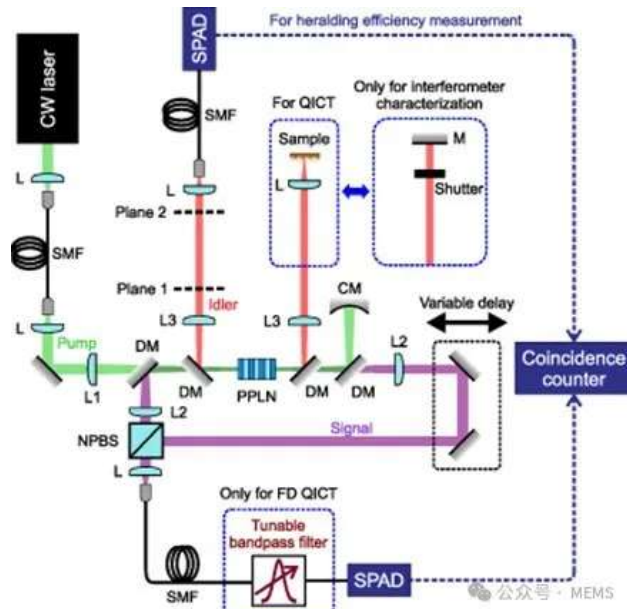
这项研究首次展示了一种混合诱导相干干涉仪，基于双通泵浦自发参量下转换，结合了用于近可见光子的马赫-泽恩德（Mach-Zehnder）干涉仪和用于红外（IR）光子的迈克尔逊（Michelson）干涉仪。这种配置通过检测近可见光子实现了红外光学测量，并通过识别不同来源的光子对提供了优化测量质量的方法。相关研究成果已发表于 *Quantum Science and Technology* 期刊。



基于未探测光子的量子传感器的复合干涉仪实验装置

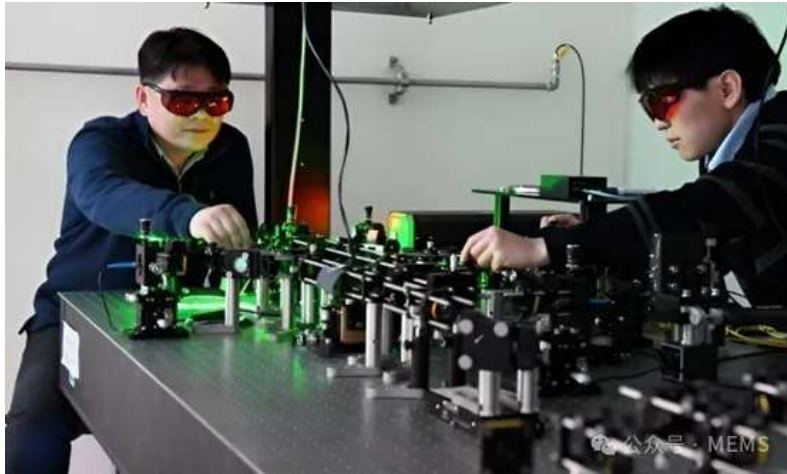
当一对光子（光粒子的最小单位）通过量子纠缠联系在一起时，无论它们之间的距离有多远，都会共享一个相关的量子态。KRISS研究人员开发的基于未探测光子的量子传感器是一种远程传感器，其利用两个光源重现这种量子纠缠。

未探测光子（idler），是指到达测量目标并反弹回来的光子。基于未探测光子的量子传感器不直接测量这个光子，而是测量通过量子纠缠联系在一起的光子对中的另一个光子，从而获得有关目标的信息。



基于单光子雪崩二极管（SPAD）的实验装置示意图

基于未探测光子的量子传感是一项新兴的技术，直到最近十年才得以实现。由于该技术仍处于早期阶段，全球学术界仍在积极开展开发竞赛。KRISS开发的基于未探测光子的量子传感器在其核心光度测量设备（光电探测器和干涉仪）方面与以往的研究有所不同。



KRISS研究人员正在对复合干涉仪实验装置的泵浦激光器进行光学校准

光电探测器是一种将光转换为电信号输出的器件。现有的高性能光电探测器很大程度在可见光带宽的应用有限。虽然红外波长光在许多领域的各种测量中都很有用，但要么没有可用的探测器，要么探测器性能较差。

KRISS的这一最新研究成果能够利用可见光探测器来测量红外波段的光状态，无需昂贵、耗能的设备即可实现高效测量。它的应用范围非常广泛，包括三维结构的无损测量、生物测量和气体成分分析等。

干涉仪是精密光学测量中的另一个关键因素，它是一种通过对经过不同路径的多条光线进行积分来获取信号的装置。传统的基于未探测光子的量子传感器主要使用简单的迈克尔逊干涉仪，这种干涉仪采用简单的光路，限制了可测量的目标数量。

KRISS开发的新型量子传感器采用混合干涉仪，可根据目标物体灵活改变光路，大大提高了可扩展性。因此，该量子传感器可根据被测物体的大小或形状进行修改，适用于各种环境要求。

KRISS的量子光学小组对决定量子传感器关键性能指标的因素进行了理论分析，并通过使用混合干涉仪对其有效性进行了实证验证。

研究小组将红外波段的光反射到要测量的三维样品上，然后测量可见光波段的纠缠光子，从而获得样品图像，包括其深度和宽度。研究小组成功地从可见光波段的测量结果中重建了三维红外图像。

KRISS量子光学组组长Park Hee Su说：“这是利用量子光学原理克服了传统光学传感限制的突破性案例。KRISS将继续开展后续研究，通过缩短测量时间和提高传感器分辨率来实现该技术的实际应用。”

#### 延伸阅读：

《量子传感器技术及市场-2023版》

《量子技术及市场-2024版》

《量子计算技术及市场-2024版》

