
高维空间的相干光束产生研究获突破

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/26146.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！

高维空间的相干光束产生研究获突破。近日，中山大学副教授张彦峰、教授余思远团队利用单个氮化硅微环成功实现了频率和空间拓扑荷二维参数空间的相干光梳。相关成果在线发表于《激光与光子学评论》。

相干性是光波最基本的特性之一，也是大量光学仪器、光子元器件、集成光子芯片的物理原理基础。在过去的十多年里，基于片上光子集成器件分别在空间和频率等维度对光波相干性的调控也取得了显著进展，集成涡旋光发射和集成微腔光学频率梳（以下简称光频梳）产生分别成为二者的典型例子。前者通过在微环谐振腔侧壁上引入角向光栅，将腔内光场辐射到空间中形成携带空间拓扑荷（以下简称轨道角动量）的相干涡旋光束；后者则利用微环中的非线性光学效应将单频连续波泵浦光转化为具有等频率间隔的多频率相干光波。

研究团队继2012年首次提出并实验演示基于微环谐振腔和角向光栅的硅基集成涡旋光发射器件后，近年来一直致力于发展自主知识产权的超低损耗氮化硅光子集成材料低温制备技术，基于自主制备的高品质因子氮化硅微环谐振腔进一步深入开展集成涡旋光发射器研究并同时开展微腔光频梳的研究。在集成涡旋光发射器方面，提出并实现了一种调控光子横向自旋角动量与轨道角动量耦合过程的新途径，首次观察到光子的自旋霍尔效应。在集成微腔光频梳方面，实现了世界首例CMOS全兼容氮化硅微环相干孤子光频梳芯片，并利用侧壁光栅调控其特性，实现了高能量转换效率、高光谱对称性的光频梳产生。

在上述工作基础上，该研究团队进一步开展光波在多物理参数维度空间内的相干性调控研究。通过将基于微环的空间涡旋光发射和光频梳产生过程相结合，提出并实验验证了一种同时携带不同频率（ f ）和空间拓扑荷（ l ）的二维相干光梳。由于微腔光学频率梳的多个梳齿频率天然地与微环的多个谐振频率一一匹配，通过在微环内引入角向光栅，即可将频率维度的多频相干光波映射为空间拓扑荷维度的多个相干涡旋光波，共轴地辐射出每根梳齿携带不同频率和不同拓扑荷的 f - l 二维相干光梳。实现这类相干光梳的关键在于具有光栅的微环谐振腔器件制备过程中既要保证产生光学频率梳所必需的高品质因子（ Q 值），又要兼顾将其转换为涡旋光场的辐射效率—后者不可避免地会导致 Q 值降低、从而影响光频梳的产生。

该研究团队通过合理地设计光栅尺寸并优化材料和工艺，成功地在自主研发的低损耗、高 Q 值氮化硅光栅微环中同时实现了相干光频梳产生和涡旋光辐射。通过对辐射至自由空间中的光波进行表征，证实其具备 f - l 梳的频率—拓扑荷对应耦合关系，从而实验演示了 f - l 二维光梳的产生。团队还进一步研究了该类光梳的调控，通过泵浦光和微环谐振模式之间的频域（ f ）相对调谐，实现了从1倍FSR到11倍FSR的梳齿间隔调控。如果对角向光栅和微环谐振模式之间的相对调谐，还可以实现光梳在 f - l 二维空间的线性平移。

该类高维物理参数空间的光梳在光通信、光传感、量子信息处理、高维纠缠和时空光束产生等领域具有潜在的应用前景。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/lpor.202300837>

作者：张彦峰等 来源：《激光与光子学评论》

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