
芯片式长距离贝塞尔高斯光束发生器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23457.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！

芯片式长距离贝塞尔高斯光束发生器。贝塞尔光束具有显著的大景深和自愈特性，已广泛应用于量子纠缠、水下3D成像、光学微操作、显微镜等领域。然而，传统产生贝塞尔光束的方法(例如圆形狭缝和透镜、圆锥棱镜、空间光调制器(SLM)等)，由于使用了体积庞大的光学元件，使系统笨重而复杂，阻碍了贝塞尔光束在实际中的应用。

最近，已经提出的几个紧凑系统，如通过使用光子集成回路(PIC)、超表面、集成波导和3D打印光纤等方法生成贝塞尔光束。但是，上述技术产生的贝塞尔光束传播距离短，严重限制了贝塞尔光束在长传播距离场景中的应用。

来自吉林大学电子科学与工程学院，集成光电子学国家重点实验室、鹏城国家实验室的宋俊峰教授领导的研究小组，提出了一种基于绝缘体上硅(SOI)工艺的圆周分布光栅阵列光子芯片结构，以产生长传播距离的贝塞尔高斯光束(BGb)。激光波长在1500nm至1630nm范围内均可发射出具有第一类贝塞尔函数强度分布的激光光束，在没有任何光学元件的情况下，他们在实验室测量到10.24 m。最后，他们将这种光子芯片应用于旋转目标的旋转速度和距离的测量。

该成果以On-chip generation of Bessel – Gaussian beam via concentrically distributed grating arrays for long-range sensing为题发表在Light: Science Applications。该工作得到了国家重点研发计划，国家自然科学基金项目，吉林省重大科技计划和吉林大学科技创新研究团队计划的资助。

他们总结了集成硅光子芯片产生长距离贝塞尔-高斯光束的原理：贝塞尔高斯光束可以通过系列光栅光束的叠加来获得。每个光栅光束可以近似为高斯光束，由于各高斯光束之间的相干性，和圆周分布的对称性，使其在交叠区内形成了贝塞尔高斯光束。高斯光束的发射角和发散角决定了交叠区所在空间位置，理论上，交叠区可以到无穷远。

接下来，为了产生长距离BGb，波导结构需要被精心设计，特别是光栅阵列宽度和光栅周期。为此，我们进行了大量的模拟工作，最终确定了它们的尺寸。如图1所示，在SOI上集成了64个光栅阵列，整个环形结构的直径为870 μm ，用130nm制程的CMOS工艺制造。

图1：集成芯片式贝塞尔高斯光束发生器. a
集成硅光子芯片的光学显微图，左下角子图是工作状态下芯片表面近场图案. b
光子芯片局部光栅阵列的放大图，扫描电子显微镜下光栅阵列图及光栅尺寸示意图. c
仿真的光栅阵列远场图. d 距离芯片表面5.91m处测量到的贝塞尔高斯光束轮廓. e
5.91m处贝塞尔高斯光束的一维截线轮廓。

旋转是自然界中的一种常见的现象，测量旋转速度的方法对于揭示物质特性、精密测量和分析天体组成至关重要。贝塞尔高斯光束由两个转向相反的1阶涡旋光束组成，贝塞尔高斯光束的偏振特性如图2所示。

图2：集成光子芯片产生的贝塞尔高斯光束的偏振特性。a 理论上远场的光束强度分布, b - e 理论上不同偏振状态下的强度分布. f 芯片表面2.2 m处测量的光场强度分布, g - j 芯片表面2.2 m处测量的经过不同角度偏振片的光场强度分布。

利用涡旋光束的旋转多普勒效应探测了旋转物体的旋转速度(如图3所示)，并利用相位测距原理测量了物体距离。这可以为高精度测量物体旋转速度和距离信息提供集成化的解决方案。

图3：使用硅光子芯片生成的贝塞尔高斯光束测量旋转物体的旋转速度的实验装置示意图及实验结果。a 实验装置图. b 不同旋转速度下(75 r/s - 100 r/s)的测量结果. c 速度分辨率测试，在99.7 r/s到100 r/s范围内等间距测量十个速度,对于b,c红色的点是测量数据，蓝色的线是理论数据。

由于所报道的集成光芯片尺寸不到1平方毫米，在大规模生产中，单个芯片的成本将降低到50美分以下。这种低成本，高质量，长距离的BGb发射器是未来贝塞尔光束在大规模，小型化，高稳定应用场景中的关键他们补充道。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-023-01133-2>

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：宋俊峰等 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