
芯片级光参量振荡填补绿光缺口

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/30934.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！

芯片级光参量振荡填补绿光缺口。 导读

近日，美国国家标准与技术研究院和马里兰大学联合量子研究所的科学家团队通过利用氮化硅微环中的克尔光参量振荡技术，成功填补了绿光缺口（532nm至633nm）。该研究通过优化微腔结构，实现了超过150种不同波长的激光输出，波长连续可调谐范围超过50 GHz，激光线宽小于1 MHz。这一突破为量子计算、传感、生物成像等领域的应用提供了全新机遇，为未来光子学技术的发展铺平了道路。

该成果以"Advancing on-chip Kerr optical parametric oscillation towards coherent applications covering the green gap"为题发表在Light：Science Applications。

名词释义

绿光缺口，指的是波长范围在532 ~ 633 nm，在蓝绿光和红光之间的材料电光转换效率缺口，这一直是困扰绿光激光器芯片研发的关键问题。

图1：半导体激光器能发射红外、红色和蓝色激光，但在橙色、黄色和绿光波段效率较低，这一区域称为绿光缺口。

光参量振荡，是波长可调谐的相干光光源。能将一个频率的激光转换为信号和空闲频率的相干输出，而且，可以在一个很宽的频率范围内实现调谐，是可调谐激光产生的重要手段之一。光参量振荡是产生大范围连续可调波长（波长从红外到可见光甚至紫外光）激光的唯一方法。

研究背景

自从半导体激光器问世以来，虽然蓝光和红光激光器技术已取得显著进展，但在绿光波段，由于绿光缺口问题，开发高效、紧凑的芯片级绿光激光器依然面临巨大挑战，尚未得到有效解决。然而，随着量子计算与传感系统、生物成像与光谱学及水下通信等领域的快速发展，覆盖绿光缺口的单模窄线宽、宽调谐激光器的需求变得尤为迫切。

技术难点与挑战

常用的解决方案是采用基于自由空间光学的非线性光学，利用光参量振荡技术将泵浦激光光源转换为所需波长的信号光或闲散光。然而，这种方案的系统复杂、体积庞大，限制了其在实际应用中的可行性，特别是在现代高科技领域对小型化和集成化需求不断增加的背景下。因此，开发芯片级的光参量振荡方案不仅是技术进步的方向，更是满足当前和未来应用需求的关键，这种小型化和高效的解决方案将有助于推动绿光激光器技术的广泛应用，特别是在要求苛刻的前沿科技领域中。近年来，已有不少工作致力于将芯片级光参量振荡的波长调谐范围推进至绿光区域，通常采用近红外激光器作为泵浦光源。然而，这些研究多集中于产生波长大于560 nm的信号光，并且每个器件通常只能产生少数几个光参量振荡信号，远未满足实际应用中广泛调谐的需求。

图2：基于微环谐振腔的光参量振荡

研究亮点

由Kartik Srinivasan领导的研究团队，在高品质因子氮化硅微环中成功利用克尔效应的光参量振荡，填补了绿光缺口。研究成果覆盖了532 nm至633 nm的整个绿光缺口光谱区，为科学和工业应用开辟了新前景。

为了完整填补绿光缺口，研究团队对微腔谐振器进行了两项改进。首先，科学家们稍微增加了微腔厚度。通过改变其尺寸，研究人员更容易覆盖更大范围的绿光缺口，使得信号光波长最短达到532 nm。与此同时，团队选择性地去除微环下方的一部分二氧化硅层，让微腔更多的暴露在空气中。这使得输出的信号光颜色对微环尺寸和红外泵浦光波长的敏感度降低，从而使研究人员能够更灵活地生成不同的绿色、黄色、橙色和红色波长。

图3：传统与新型微环谐振腔截面结构的改进及其对应的光参量振荡输出信号光对比

最终，研究人员发现可以通过仅仅四个器件就能够在整个绿光缺口范围内生成超过150种不同的波长的激光，并且能够对每个激光进行精确调节，连续可调谐范围超过50 GHz，激光线宽小于1 MHz。研究团队正致力于进一步提高绿光激光器的输出功率以及模式无跳变的连续可调谐范围，以增强其应用性能。

图4：自四个光参量振荡器件的150多个信号光光谱集合，顶部标示了绿光缺口范围内各类量子系统中原子和离子的跃迁波长

前景与展望

随着技术的不断完善和新应用的探索，这项研究的影响将覆盖多个领域，不仅为量子科学中的基础研究提供支持，也将促进集成激光器在商业产品中的应用。芯片级光参量放大技术在此过程中具有重要意义，它可以在保证系统小型化的同时提供更高的输出功率和更宽的波长覆盖范围。未来，该技术将在量子通信、精密传感、生物成像等前沿领域中发挥重要作用，成为推动光子学与激光技术持续进步的关键力量。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01534-x>

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：Kartik Srinivasan 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