
基于飞秒激光直写技术的三维多通道滤波器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32297.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！

基于飞秒激光直写技术的三维多通道滤波器。 吉林大学陈岐岱、田振男教授团队提出了多通道并行波导布拉格光栅结构，可以实现同时的多通道网络信息传输，在光纤到户建设和其他光网络传输领域具有应用价值，并且在芯片上的全光信息处理中具有广泛的应用前景。

光纤布拉格光栅是通过在光纤纤芯内进行周期性折射率调制而形成的光波长敏感器件。器件中入射波与反射波的对向耦合强度与光纤光栅的结构密切相关，只有满足布拉格反射条件的光波才能被反射，从而具备良好的波长选择特性。此外，器件的折射率和周期对环境具有良好的响应特性，反射光谱的中心波长会随环境而发生改变。通过测试光谱可以解耦出环境的温度、应力和折射率等信息。基于光纤光栅的波长选择性和环境响应特性，在滤波、通信、传感等多个领域得到了广泛的应用。

为了提高通信滤波能力和传感多参数解耦能力，需要使用由多个不同周期的子光栅进行纵向级联构成的分布式光纤光栅。然而，光子经过分布式光纤光栅的不同周期子光栅结构，多次反射会导致严重的信号串扰。同时，在同一根光纤上不同纵向位置集成多段光栅会降低器件纵向集成度。为了解决这些问题，将多个不同周期的子光栅在光传输的横向方向进行立体集成，实现多通道的并行滤波和传感是提升布拉格光栅性能的关键。近年来，飞秒激光直写技术凭借其独特的三维穿透改性加工能力，在三维光子芯片制备领域发挥了重要作用，并且这种技术制造的光波导器件在经典信息和量子信息中都有广泛的应用。飞秒激光直写是实现多个不同周期子光栅横向三维集成的重要技术方案。

吉林大学陈岐岱、田振男教授团队利用飞秒激光直写技术，成功实现了基于不同周期布拉格光栅的多通道三维滤波器的一步制备。该滤波器由三维波导光分束器和并行排布的不同周期布拉格光栅在同一个芯片上级联构成，如图1所示。光束经过三维分束器后被均匀分成立体并行排布的四路光束，并分别传输至由飞秒激光原位集成的不同周期布拉格光栅结构。在尺寸为15.5 mm × 1 mm × 1 mm的芯片上，成功实现了在1450 nm到1600 nm波长范围内的并行滤波和反射。其中，四个中心波长间隔为50 nm，3 dB带宽约为0.37 nm。三维滤波器内四根波导光栅的长度为6 mm，横向和纵向中心到中心间距均为127 mm，展现了良好的紧凑集成特性。

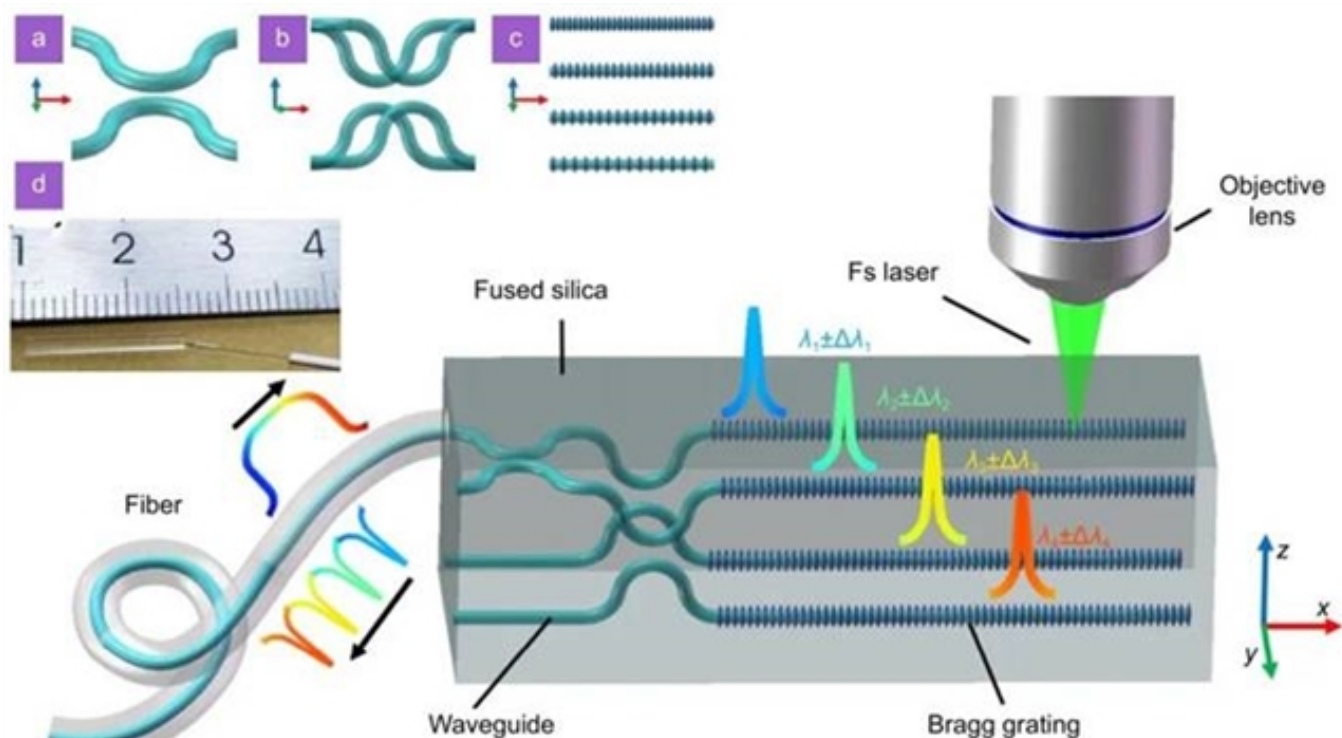


图1 三维集成多通道波导光栅滤波器示意图：(a) 1:1平面分束器，(b) 1:1立体分束器，(c) 不同周期并行排布的波导光栅，(d) 附在标尺上的滤波器实物图。

文章展示了四通道三维滤波器的实验和模拟光谱图，如图2所示。从左到右，四个放大视图分别对应于1450 nm、1500 nm、1550 nm和1600 nm处的反射光谱，其3 dB带宽分别为0.42 nm、0.34 nm、0.33 nm和0.37 nm。可以观察到实验和模拟结果之间良好吻合。通过控制激光和光栅结构参数，可以控制反射光谱的振幅、中心波长和带宽，从而创建任意的反射和传输曲线。

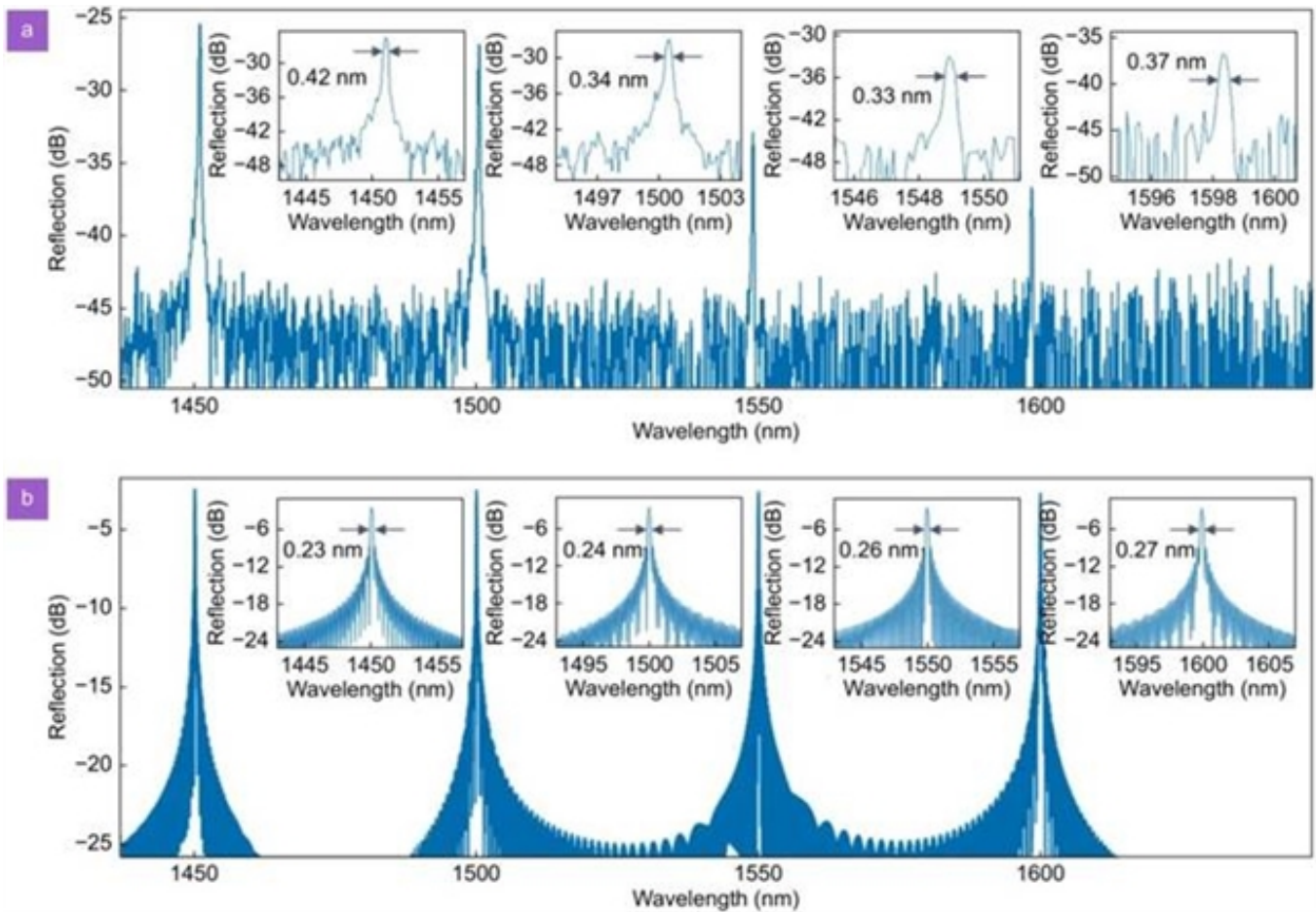


图2 三维集成多通道波导光栅滤波器反射光谱：（a）实验结果和（b）模拟结果。

文章提出的多通道并行波导布拉格光栅结构，由于通道之间不会产生干扰，光栅之间不会发生多次反射，进而有效消除了串扰。这使得可以实现同时的多通道网络信息传输，在光纤到户建设和其他光网络传输领域具有应用价值，并且在芯片上的全光信息处理中具有广泛的应用前景。

该工作以Three-dimensional multichannel waveguide grating filters为题，并作为封面文章发表在Opto-Electronic Science（光电科学）2024年第12期。

【基金支持】该工作得到了国家自然科学基金项目(61825502，62131018)的支持，部分由国家重点研发计划项目(2021YFF0502700)和中国博士后科学基金项目(2019M651200)资助。

研究团队简介

田振男 教授

田振男，吉林大学唐敖庆特聘教授，博士生导师，国家级青年人才计划入选者。近年来，致力于飞秒激光直写三维紧凑集成光芯片技术开发及应用拓展，以第一/通讯作者在Nature Photonics、Nature Physics、Physical Review Letters、Laser Photonics Reviews、Chip等国际高水平期刊发表论文25篇，申请国家发明专利15项。主持国防科技某重点项目课题、吉林省重大科技专项课题、国家自然科学基金面上基金及青年基金、国家级青年人才支持计划等项目，入选国家级青年人才（2023）、吉林省优秀青年科技人才（2022）、吉林大学励新优秀青年教师培养计划（2020），担任纳米精密工程、中国激光青年编委及多个期刊的审稿人。

陈岐岱 教授

陈岐岱，吉林大学唐敖庆特聘教授，博士生导师，集成光电子学国家重点实验室吉林大学实验区主任，《中国激光》副主编；获国家自然科学基金杰出青年基金，教育部新世纪优秀人才。主要工作从事光电子技术研究，聚焦激光精密加工和纳米制造关键技术，为超快激光加工器件功能化、效率和精度提升做出了创新贡献，形成了具有自主知识产权的超快激光微纳加工技术和装备体系，满足了基础研究和国防高技术领域若干紧迫需求。围绕上述工作，在Nature Photonics、Nature Physics、Nature Communications及Light: Science Application等领域一流杂志发表论文230余篇，论文被SCI论文他引11000余次，H-index 59; 获国家自然科学基金二等奖、吉林省和教育部自然科学一等奖各一次；主持完成国家重点研发项目和国家自然科学基金重点项目。

Article

Yin SY, Guo Q, Liu SR et al. Three-dimensional multichannel waveguide grating filters. Opto-Electron Sci 3, 240003 (2024).

DOI:10.29026/oes.2024.240003

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：田振男、陈岐岱等 来源：OES

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