
可重构光子技术赋能大带宽、皮米级片上光谱仪

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24284.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！

可重构光子技术赋能大带宽、皮米级片上光谱仪。来自光引科技和英国剑桥大学的团队提出并实现了一种基于可重构光子技术的片上集成光谱仪方案，实现了皮米级的超高分辨率和百纳米级的工作带宽。此外，该方案展现了出色的探测灵敏度、可拓展性、可编程性以及热稳定性。此突破性成果为高性能光谱仪的小型化和实用化开辟了全新的可量产技术路径。当前，光引科技已完成应用于可穿戴产品的模块化封装，从而实现生理健康、运动监测等广泛的光谱学应用。

该文章发表在期刊Light: Science Applications，题为Broadband picometer-scale resolution on-chip spectrometer with reconfigurable photonics，Chunhui Yao为本文的第一作者，Qixiang Cheng为本文的通讯作者。

光谱仪在化学分析、生物传感和材料表征等众多领域扮演着重要角色。近年来，随着移动物联网的迅猛发展，市场对小体积、低成本、高性能光谱分析器件的需求日益增长，例如，基于可穿戴设备中的健康监测、基于手持式设备的食品安全监测和环境监测，以及基于无人机的遥感成像等等。然而，传统的台式光谱仪通常由庞大而昂贵的色散元件构建，无法满足现代社会对实时、便捷和精确光谱分析的迫切需求。尽管学界与业界一直致力于开发微型光谱仪，但尺寸缩小往往导致分辨率、带宽和信噪比等方面的性能损失。近年来，基于光谱时、空间编码和数值重构算法的计算式光谱仪得到了行业内的广泛关注，但当前已报道的技术方案均无法克服采样通道数有限或是采样通道之间相干度过高等技术问题。

为了突破上述技术瓶颈，本文团队将可重构光子芯片的理念引入到光谱采样整形中，利用可重构光子网络和分布式宽谱滤波技术，突破了芯片级光谱仪的尺寸限制，实现了皮米级超高分辨率。图1展示了所提出器件的概念示意图，其中，可重构网络中每个节点均部署了具备不同滤波特性的宽谱滤波元件，从而为不同的传输通道赋予近乎随机的滤波采样响应。

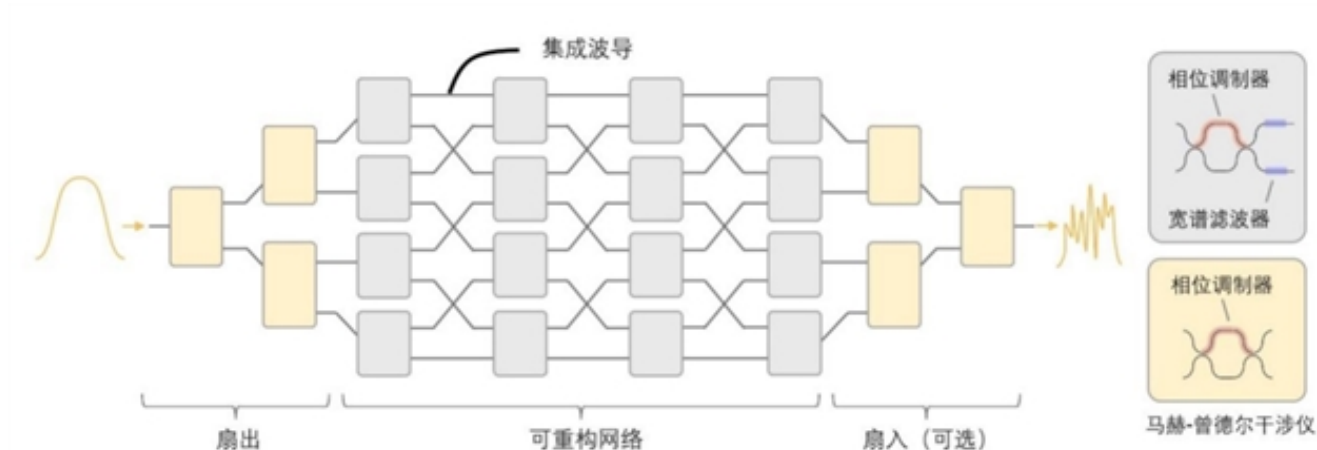


图1：器件结构示意图

通过巧妙设计每个分布式滤波元件的光谱特性，所产生的准随机响应具有小自相关性和互相关性的特点，因此能够高效地提取整个光谱的信息。同时，得益于可重构网络的可拓展性，可以轻易实现采样通道的指数倍增。图2展示了该工作实现的基于氮化硅平台集成的7级可重构网络的片上光谱仪，以及所产生的256个采样通道的近随机光谱响应。

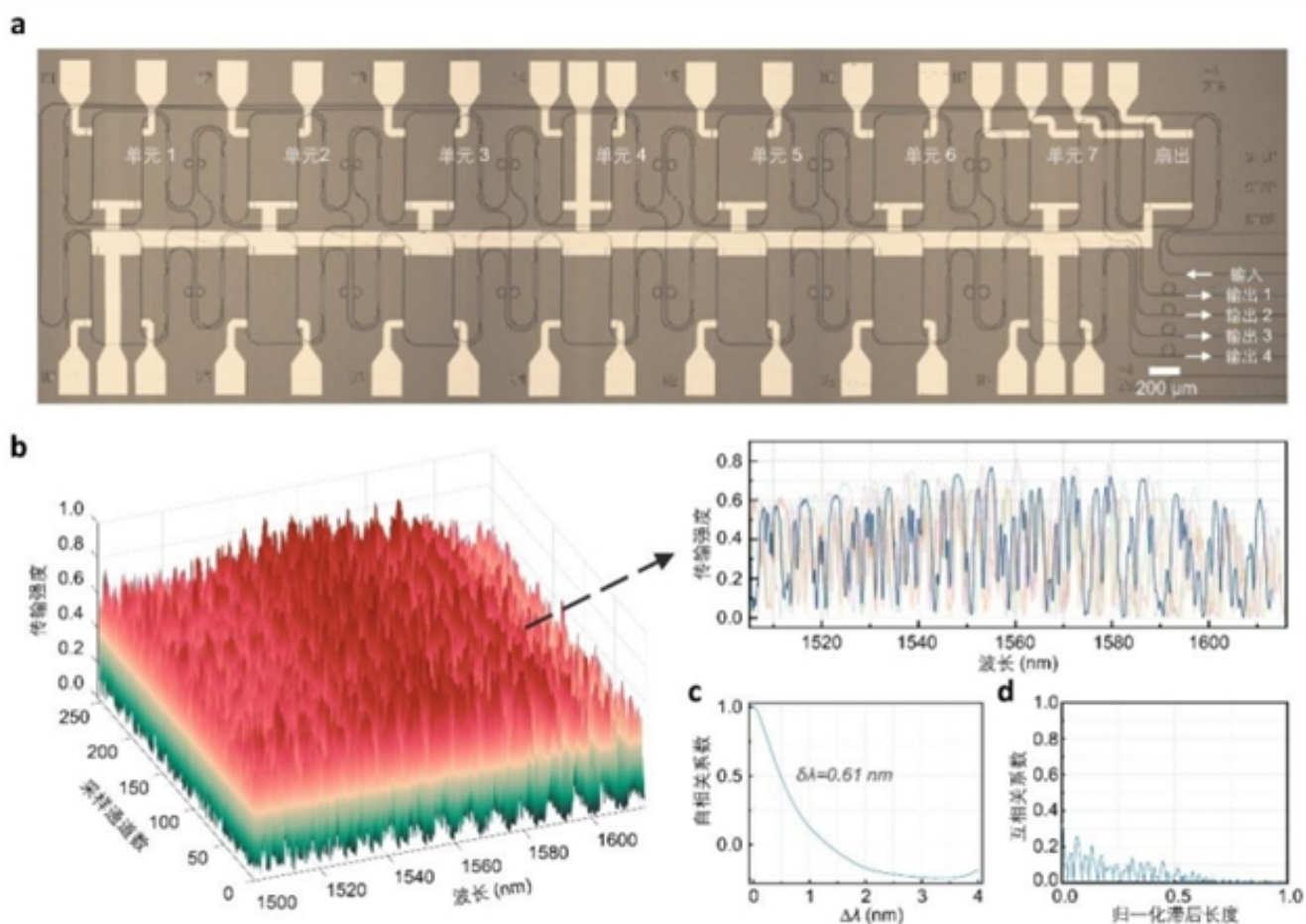


图2：（a）实验所用光谱仪芯片的显微镜图（b）所测得通道传输响应及用作示例的若干通道（c-

d) 通道响应的自相关系数和互相关系数

实验展示了此器件超过115纳米的工作带宽和小于30皮米超高分辨率。图3分别展示了其探测单峰、双峰窄带激光信号和宽带ASE光谱信号的测量结果，体现了较高的还原准确性。进一步仿真结果显示通过优化重构网络的采样通道数，器件可以实现个位皮米数的分辨率，达到甚至超过诸多台式光谱仪的性能标准。

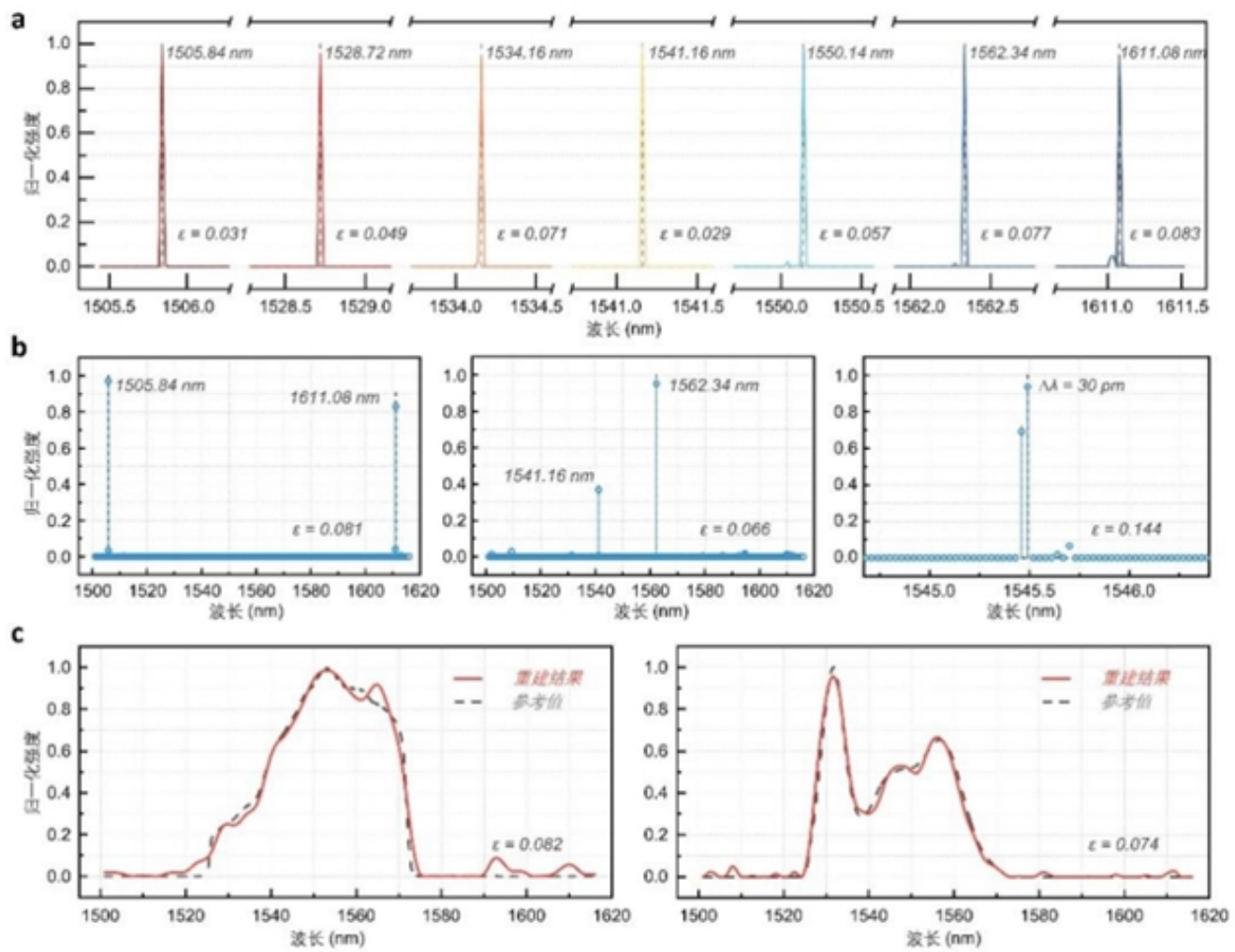


图3：（a）多个窄带激光信号的重建结果（b）不同间距的双峰激光信号的重建结果（c）不同宽带信号：SOA的ASE自发谱（左）和EDFA的ASE自发谱（右）的重建结果

此外，得益于可重构光子网络的低插入损耗和氮化硅平台的低热敏感度，结合可重构网络的简易控制性，使该器件具有极强的实用性和普适性。

展望

本文所展示的超高性能片上光谱仪应用场景广泛，有望为光谱分析和相关应用领域带来更多创新解决方案，包括生物医学传感、工业化学监测和微型光学成像系统等。当前，光引科技已完成微型光谱传感模块的原型开发，如图4所示，原型产品将光谱仪芯片结合人工智能分析算法，有望迅速实现在运动健康监测领域的重大商业化突破。（来源：中国光学）

图4 光引科技可穿戴光谱传感原型机实物图

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-023-01195-2>

作者：Qixiang Cheng 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发