
高速光通信光频梳研究取得进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36457.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！

高速光通信光频梳研究取得进展。光频梳是高速光通信的基石。通过它实现并行数据传输，为破解传统光通信技术面临的带宽瓶颈和功耗难题提供了可能方案。然而，将光频梳推向大规模实用化仍是业界面临的一大挑战。

中国科学院半导体研究所陈思铭团队与其合作者，成功研制出一款可在140 °C的极端温度下稳定工作的100GHz量子点光频梳激光器，为未来Tbps量级的光互连提供了至关重要的光源解决方案。

当前数据中心内部仍普遍依靠铜线传输电信号，电子在高速传输中产生巨大阻力与热量，随着人工智能的发展，其算力需求正以指数级攀升，其背后是惊人的能源消耗。

为构建新一代更快、更节能的光互连技术，业界正全力研发一种名为共封装光学（CPO）的革新性架构。有望将系统功耗降低30%至50%，并极大提升带宽密度。

然而，CPO技术成功的关键，在于紧邻着计算芯片的光学引擎——它必须具备极致的耐高温性、高效率、紧凑性与高可靠性，这是传统光源无法企及的严苛标准。

光频梳就像一把精密的光梳子，能同时产生数十乃至上百个稳定的光信道，相当于将单车道公路拓展为多个车道并跑，每条信道不仅频率精准，相位也高度同步，从而在大幅提升传输效率和稳定性的同时，显著缩小设备体积。

优质的光频梳还能覆盖很宽的频率范围，满足不同数据的传输需求。但要让这把光梳子在芯片旁的火炉中稳定工作，并兼具超宽带宽与超长寿命，实现难度极大。

面对挑战，团队从材料、工艺到结构进行了系统性创新，研制出一种基于量子点材料的光频梳激光器。

在材料层面，激光器采用量子点这一纳米级半导体晶体作为增益介质。由于电子在其中受到三维空间的量子限制，其能级结构如同分立的原子，从而赋予了激光器卓越的温度稳定性与抗光反馈能力。

在工艺层面，针对传统n型或p型单种掺杂技术中低功耗与高耐热性难以兼顾的矛盾，团队创新性地采用共掺杂策略，巧妙地实现了二者的平衡与统一。

在结构层面，团队采用了碰撞脉冲锁模设计，通过光脉冲在腔内精确对撞直接倍增频率，在保证高输出功率的同时，满足了高速传输所需的100GHz宽信道间隔。

团队研制的光频梳激光器在工作温度、传输容量和可靠性方面均取得突破，展现出优越的综合性能：

在室温（25 °C）下，激光器实现了14.312nm的3dB光学带宽，可产生26个并行信道，每个信道均可承载128Gb/s的PAM-4调制信号；在高达140 °C的温度下，该器件仍保持稳定锁模；在85 °C的工业级标准高温下，关键性能几乎无衰减，仍能支持22个信道稳定工作，实现总量2.816Tb/s的数据传输。

同时，该器件传输每比特数据的能耗在25 °C和85 °C下分别低至0.394pJ和0.532pJ。通过在85 °C高温下进行超过1500小时的加速老化实验推算，其平均无故障时间长达207年，完全满足严苛的商业应用要求。

该器件利用量子点材料对光反馈不敏感的特性，省去了传统系统中昂贵且笨重的光隔离器，从而大幅减轻了系统在尺寸、重量和成本上的压力。

该项工作不仅在实验上验证了在单一芯片上同时实现超高宽带、耐高温、长寿命和高集成度量子点光频梳的可行性，更为下一代数据中心与AI算力集群的光互连系统，提供了一条性能强大且兼具高经济效益的光源实现路径。

未来，随着这项技术的成熟和应用，我们的数据传输将变得更快、更稳定、更节能，为人工智能、云计算等前沿领域的发展注入源源不断的强劲动力。

相关研究成果发表在《激光与光子学评论》（Laser Photonics Reviews）上。（来源：中国科学院半导体研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/lpor.202501559>

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等事宜，请与我们接洽。

作者：陈思铭等 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