
晶圆级薄膜铌酸锂-磷化铟异质集成平台

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34981.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！

导读

近日，西南交通大学光电融合集成与通信感知教育部重点实验室、信息光子与通信研究团队成功开发出晶圆级薄膜铌酸锂-磷化铟异质集成平台，攻克了高性能异质集成光电器件规模化集成的关键技术难题，研究团队实现了高性能薄膜铌酸锂-磷化铟太赫兹光电探测器（3dB带宽140 GHz、响应度0.4 A/W、输出功率-1.7 dBm@100 GHz）、高速平衡光电探测器（3dB带宽60 GHz、共模抑制比 > 20 dB）、大容量相干接收芯片（单波单偏600 Gbps: 100 Gbaud 64-QAM、7通道单偏3.584 Tbps: 7 × 128 Gbaud 16-QAM）。该工作验证了薄膜铌酸锂集成芯片在大容量光互连场景下的应用，也为大容量6G光子太赫兹通信系统奠定了硬件基础。

该研究成果以A 3.584 Tbps coherent receiver chip on InP-LiNbO₃ wafer-level integration platform为题发表在国际顶尖光学期刊《Light: Science Applications》。西南交通大学为论文唯一完成单位，谢小军教授与博士研究生魏超为共同第一作者，闫连山教授与谢小军教授为共同通讯作者。研究获得国家重点研发计划青年科学家项目、国家自然科学基金重点项目及区域联合基金重点项目的支持。

研究背景

随着云计算、人工智能服务的快速增长，超大规模数据中心集群数据流量正逼近Pbps量级，对超大容量光互连技术提出了迫切需求。传统电互连受限于物理带宽限制与信号衰减问题，在能效、时延和扩展性上面临瓶颈，而光子技术凭借大带宽、低功耗和低时延成为关键解决方案。同时，6G通信向毫米波和太赫兹频段扩展，光子技术具有大调制带宽、抗波束倾斜、与现有光纤通信系统无缝兼容等优势，可充分发挥光纤通信超大容量光互连的优势，实现密集基站、中心站、数据中心的大容量信号互联与汇聚。现有光子集成平台面临电光调制带宽与效率、光电探测带宽与功率之间的矛盾。

薄膜铌酸锂具有超大带宽电光调制的优势，成为光互连和光子太赫兹通信的重要集成平台。目前，薄膜铌酸锂片上半导体光源和光电探测器集成仍面临异质集成工艺（晶圆级大规模制备）、器件性能折中（带宽-效率-功率）、多功能器件集成（光源-调制-探测）等挑战，严重制约着薄膜铌酸锂平台在光纤通信、太赫兹无线通信等场景的规模化应用。

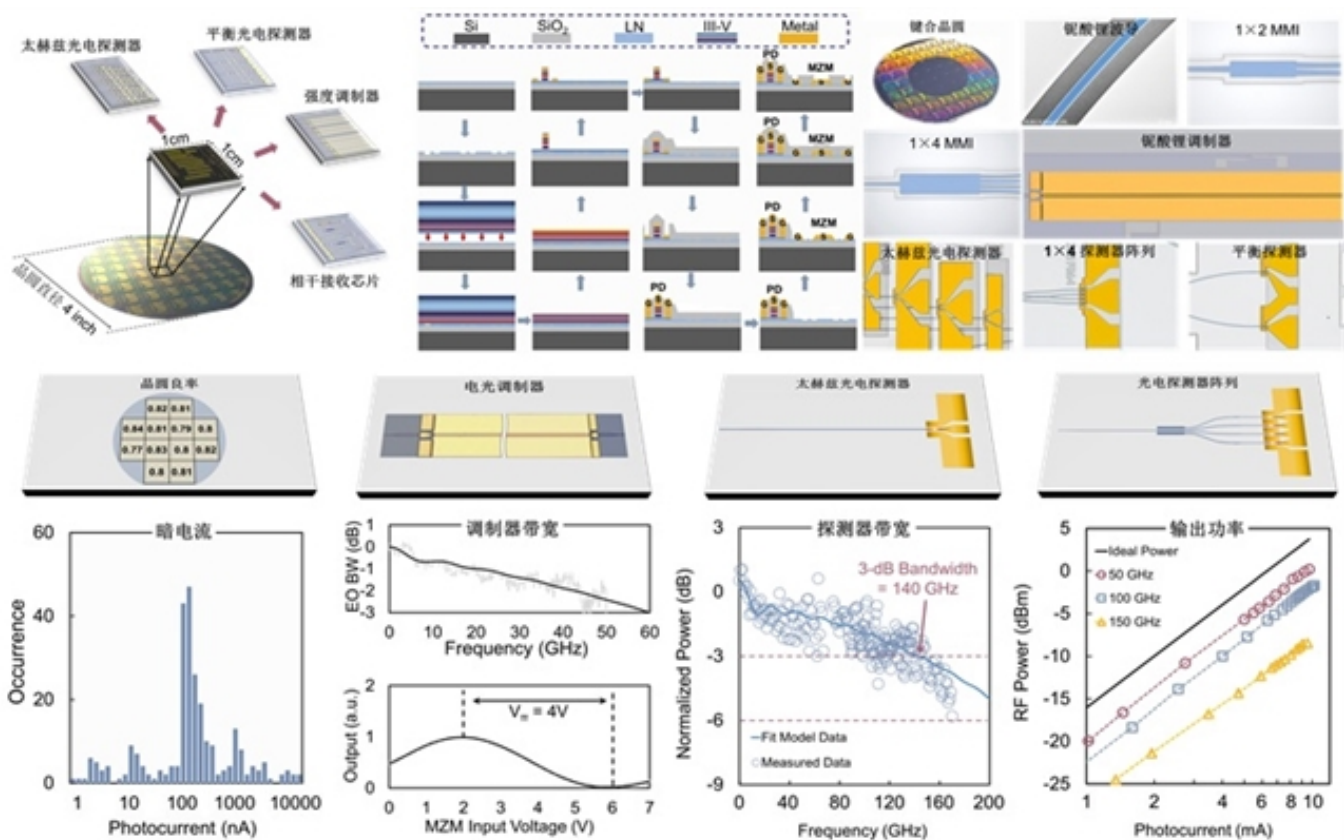


图1. 晶圆级薄膜铌酸锂-磷化铟异质集成平台

研究进展

针对上述挑战，西南交通大学研究团队研发晶圆级铌酸锂-磷化铟流片平台，融合薄膜铌酸锂高速电光调制器和磷化铟太赫兹光电探测器设计，实现 >50 GHz带宽、 4 V半波电压的高速薄膜铌酸锂电光调制器， 140 GHz 3 -dB带宽、 0.4 A/W响应度的薄膜铌酸锂异质集成光电探测器。其中，薄膜铌酸锂磷化铟光电探测器采用N型掺杂层下置外延结构，显著降低寄生电容和串联电阻，带宽未来可扩展至 220 GHz。得益于薄膜铌酸锂-磷化铟波导耦合结构，实现波导光场高效耦合，响应度达到 0.4 A/W。同时，通过优化外延层匹配层结构，实现均匀光场吸收，结合阵列化器件结构，进一步提升器件饱和输出功率，在 50 GHz、 100 GHz和 150 GHz下分别输出 0.2 dBm、 -1.7 dBm和 -8.5 dBm射频功率，实现无射频放大的相干光信号接收，降低系统复杂度与能耗，能耗低至 9.6 fJ/bit (200 Gbit/s) 和 13.5 fJ/bit (400 Gbit/s)。

研究团队采用楔形配对干涉 2×4 MMI耦合器与 2×2 MMI耦合器级联结构，实现紧凑型、宽带的薄膜铌酸锂 90° 光混频器。基于上述高效高功率太赫兹光电探测器，研究团队进一步研制高速平衡光电探测器 (3 -dB带宽 60 GHz、共模抑制比 >20 dB)，并实现紧凑型 90° 光混频器与高速平衡探测器阵列的单片集成。研制的薄膜铌酸锂异质集成相干接收芯片支持单波单偏 600 Gbps (100 Gbaud 64-QAM) 信号解调和七通道 3.584 Tbps (7×128 Gbaud 16-QAM) 总通信容量。

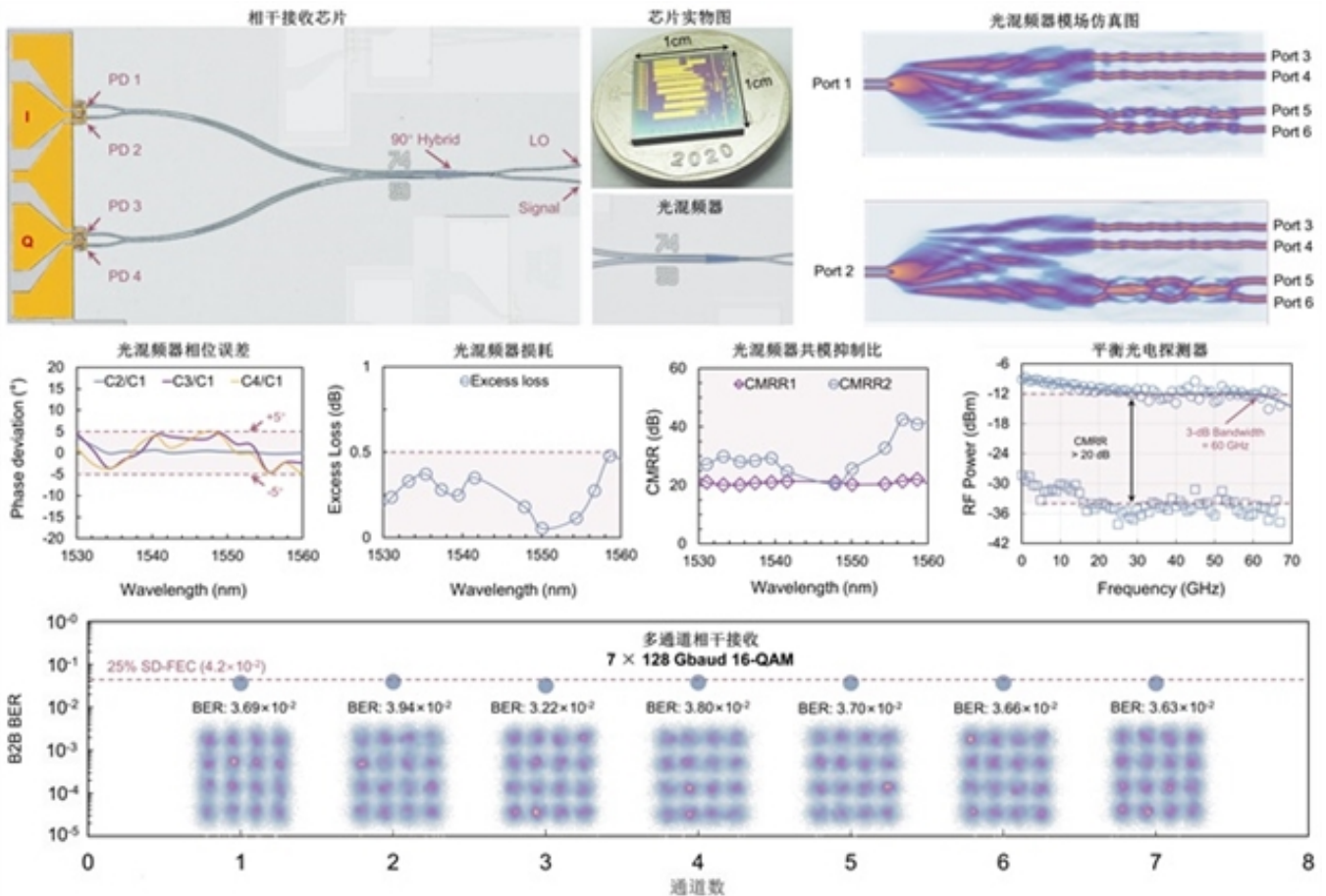


图2. 薄膜铌酸锂相干接收芯片

未来展望

该薄膜铌酸锂-磷化铟晶圆级异质集成平台应用场景广泛，涵盖数据中心互连、光子毫米波/太赫兹通信系统等领域，其高效率、大带宽、高功率特性有望为大容量光互连、光子太赫兹通信、太赫兹信号处理提供硬件支撑。未来，通过提升薄膜铌酸锂光电器件性能（带宽-效率-功率）、晶圆级多通道集成密度，有望进一步降低薄膜铌酸锂光子集成芯片制造成本，加速其在光互连、6 G通信等场景中的应用。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01821-1>

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：谢小军等 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](http://iikx.com)转发