
逆向设计片上超构透镜实现高保真模场缩放

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24301.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！

逆向设计片上超构透镜实现高保真模场缩放。高集成度的优势，被广泛应用于通信、芯片级光信号处理和生物医学传感等领域。由于组成光子集成回路的光子集成器件，如光栅耦合器、波长分束器、模式转换器等，通常具有不同的输入/输出接口尺寸，需要借助宽度渐变的锥形波导实现不同器件之间的光互连。当连接的两个器件宽度缩放比较大时（10:1），锥形波导通常需要数百微米的长度才能实现导波的高效率和高模式纯度传输。因此，限制了片上集成光子器件的进一步向高集成度方向的发展，并且阻碍了集成光子回路的实际应用。

超构透镜作为典型的亚波长光子器件，近年来被引入光子集成回路中实现片上的光子互联，为解决上述缩放比较大的器件之间光互联效率低的问题提供了契机。然而，传统超构透镜的单元结构设计基于周期性边界条件，忽略了单元结构之间的耦合，导致所设计的超构透镜实际相位分布与理想相位分布之间存在误差，尤其是当NA较大（大宽度缩放比）时这种误差带来的效率损失更加明显，限制了高集成密度互联下的器件性能。

如图1所示，来自中国科学院光电技术研究所的研究团队，提出了一种基于拓扑优化的片上超构透镜设计方法，得到的自由形状超构透镜可以实现高宽度缩放比波导器件之间的高效光互连，且在不同导波传输方向上能实现光束聚焦和准直的双重功能。

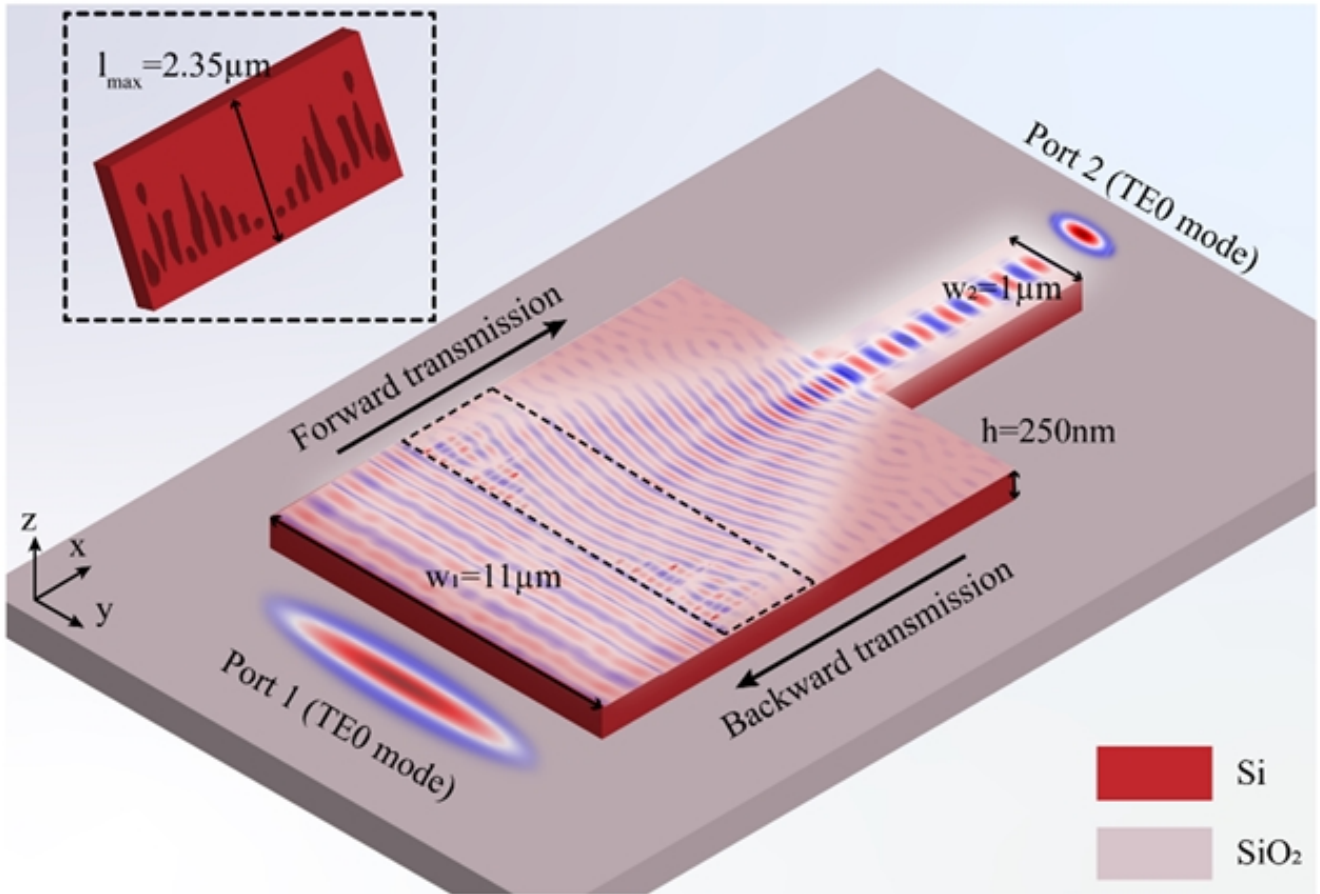


图1：片上集成超构透镜的工作原理。图源：Light: Advanced Manufacturing 4, 20(2023)

相关成果以High-fidelity mode scaling via topological-optimized on-chip metalens for compact photonic interconnection为题发表在Light: Advanced Manufacturing。本工作得到了国家重点研发计划等基金/项目的支持。

该工作采用了传统方法设计的超构透镜作为优化初始结构，并以输出端口相位分布为优化目标。通过不断逼近理想高NA超构透镜的相位分布，成功实现了11 μm宽波导与1 μm窄波导之间的高效TE0模式传输。

通过前向传输（从宽波导到窄波导）实现TE0模式的高效聚焦，其相对传输效率可达96%。图2展示了优化前后超构透镜的电场分布图对比，经过优化后的超构透镜在光进入窄波导时杂散光明显减少，大量的能量汇聚在焦点处，从而形成更理想的焦斑，在理想的焦距处聚焦效果更佳，焦深更深，聚焦效率更高。

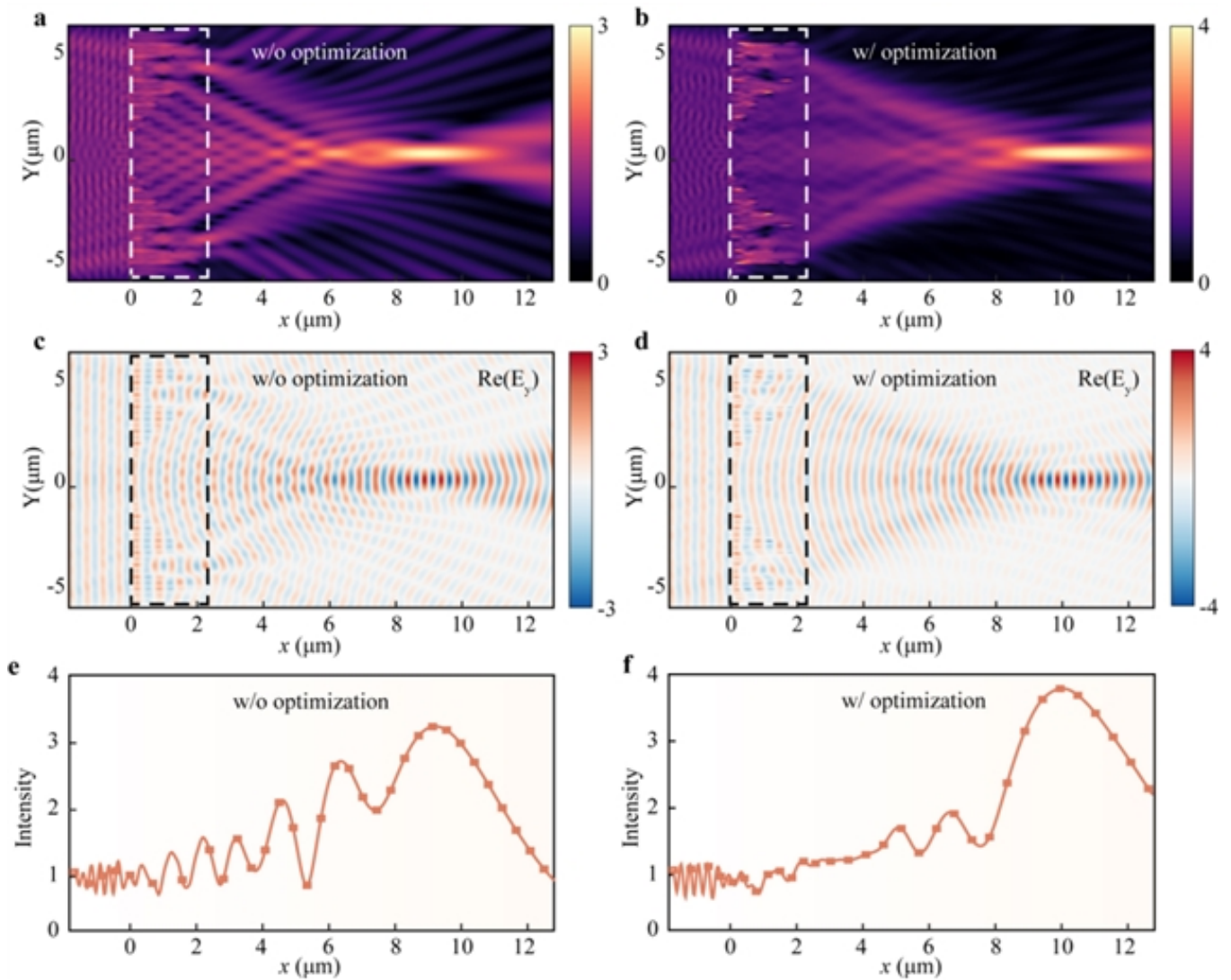


图2：聚焦模式下超构透镜结构优化前后的电场分布对比。图源：Light: Advanced Manufacturing 4, 20(2023)

对于后向传输（窄波导到宽波导）下的准直模式，优化后超构透镜可以实现TE₀模式的准直，其传输效率可达69%的，远高于传统锥度波导（<10%）。如图3所示，所设计的器件可以保证在定向辐射器中产生等相位面，与传统的锥形波导对比，超构透镜的引入使得辐射光束质量更高、噪声更少。

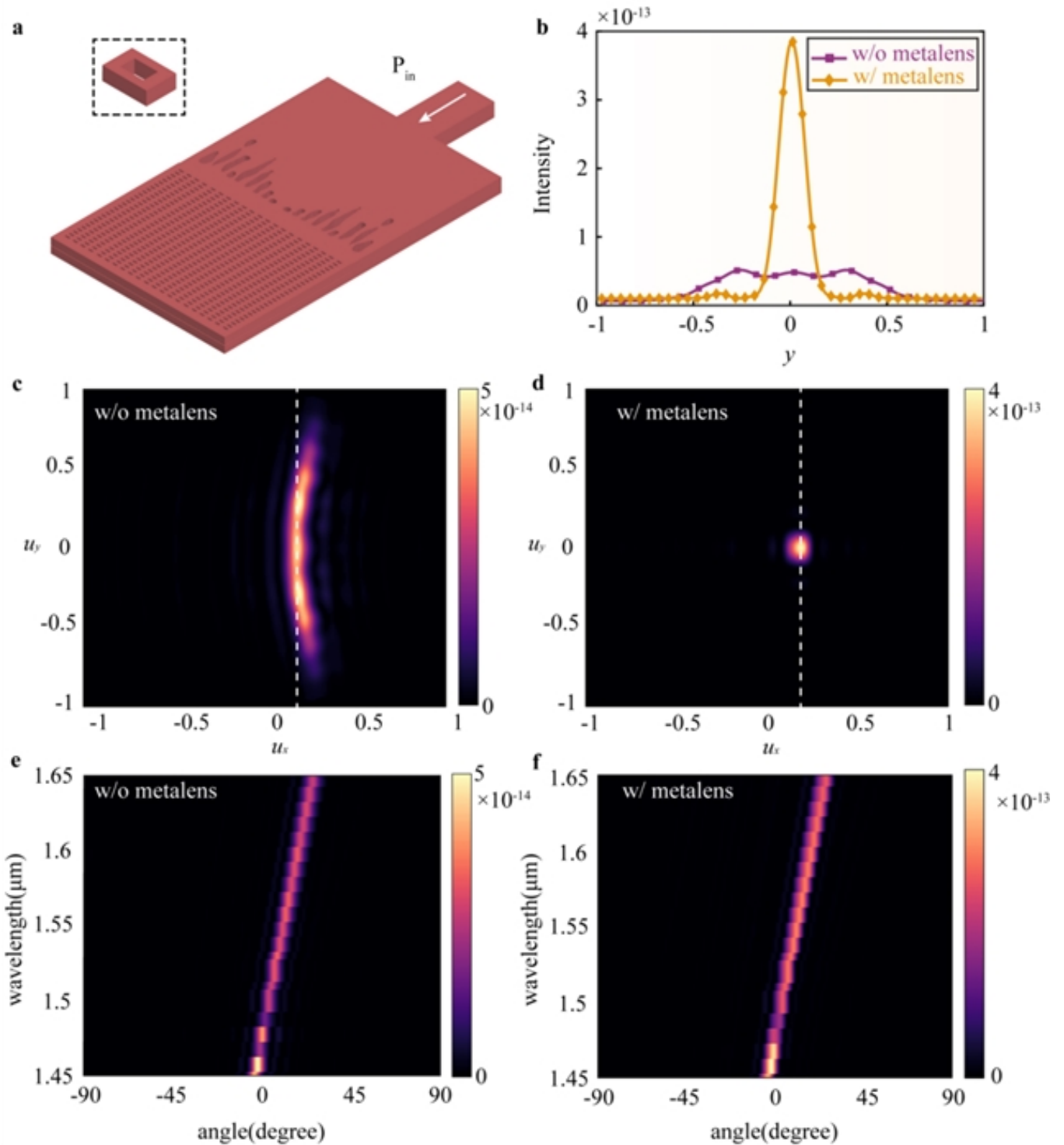


图3：准直模式在定向辐射器中的应用。图源：Light: Advanced Manufacturing 4, 20(2023)

这项作为高集成度PIC的光互连设计和波前整形提供了新的思路，所提出的设计方法在定向辐射器、LiDAR、片上光学信息处理、光学计算等领域具有潜在的应用前景。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2023.020>

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：Xiangang Luo 来源：《光：先进制造》

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://www.iikx.com)转发