
高通量直写中尺度二元光学元件

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25880.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！

高通量直写中尺度二元光学元件。衍射光学元件的体积小、重量轻、紧凑性极佳，在实现激光束空间模式按需转化的同时，符合集成光学系统的小型化趋势。由于其波前调制性能由表面轮廓直接决定，制备策略必须满足加工精度高、表面粗糙度低的要求。

飞秒激光直写技术具备亚微米级的分辨率，在设计自由度和快速原型开发等方面具有独特的优势，已被广泛应用于复杂衍射光学元件的制造。

然而，受到其串行扫描策略的限制，飞秒激光直写也存在可扩展性与吞吐量较低的问题，难以在器件整体尺寸、加工吞吐量和分辨率之间实现恰到好处的权衡。目前，如何在不影响轮廓保真度的同时，扩展衍射光学元件的尺寸以适应不同功能化应用的需求，仍然面临着不小的挑战。

为了解决上述问题，来自天津大学的胡明列教授团队提出了一种基于飞秒长焦深光束直写制备二元光学元件（BOE）的技术，仅需单层扫描便可制备中尺度的高质量二元锥透镜。该团队证明了所制备的元件在三维形貌和光学性能上都与设计高度吻合，该技术有望在不牺牲制造精度的前提下，显著提升各类功能性衍射光学元件的制备效率。

该成果以High throughput direct writing of a mesoscale binary optical element by femtosecond long focal depth beams为题发表在Light: Advanced Manufacturing。

该工作将纯相位型空间光调制器引入传统双光子光刻系统中，沿着光束传播方向主动扩展紧聚焦光斑的焦深。如图1所示，长焦深光束可以对光刻胶层实现贯穿式曝光，将逐点逐层的扫描策略演化为单层曝光，从而在保持微米级分辨率的同时成倍地缩短加工时间。

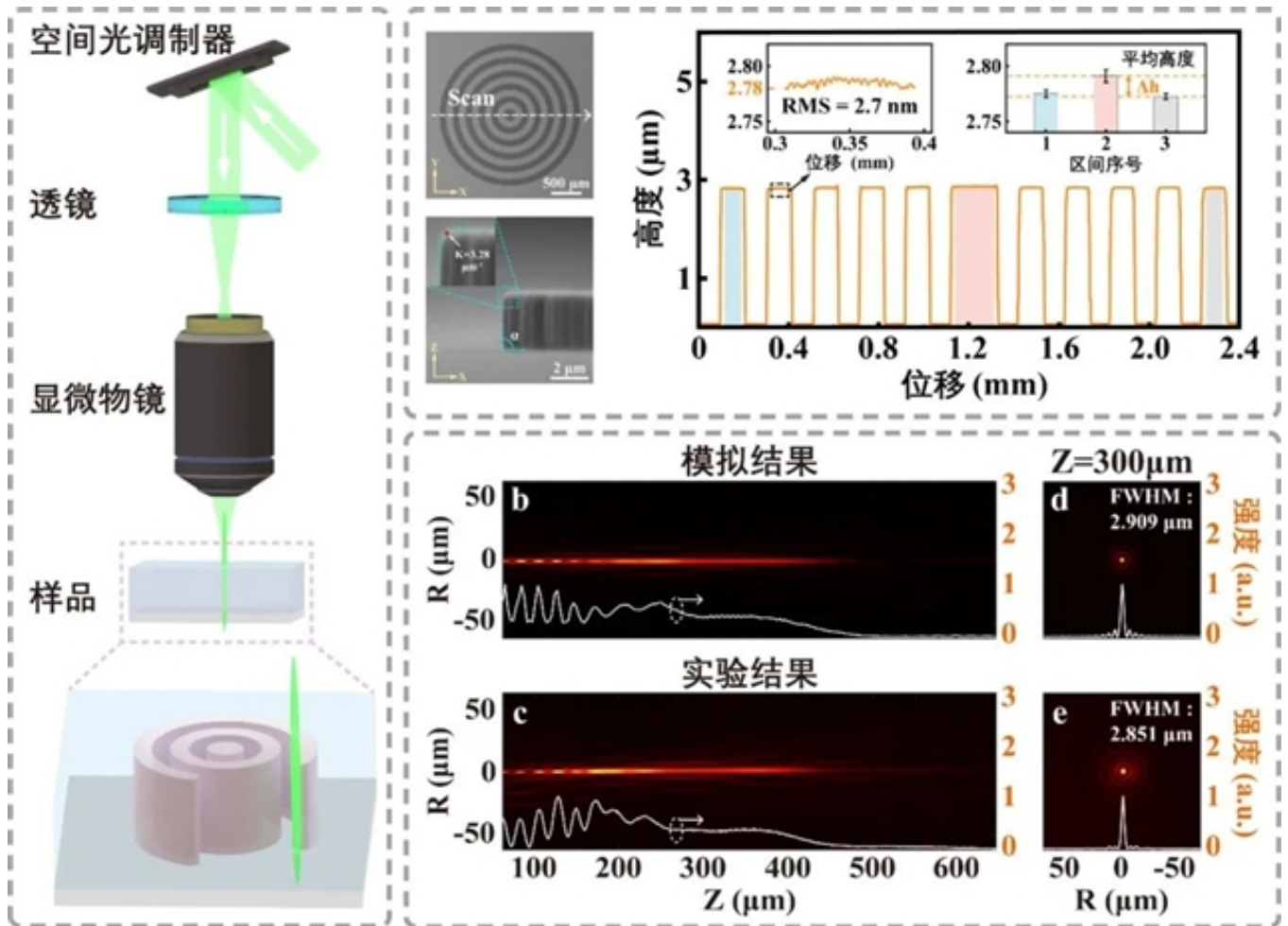


图1：实验装置示意图及二元锥透镜的几何形貌、光学性能表征

由于光束足够长的焦深消除了样品的轻微倾斜和不规则性的影响，制备对高度敏感的BOE不再需要额外的基底层或主动对焦装置，便能确保结构高度与理论值高度一致。同时结合线性位移平台的运动，长焦深光束直写制造的复杂BOE是可扩展的，其面积可轻松达到中尺度。

研究人员开展了一系列实验来验证所制备二元锥透镜的优越性能（见图1）。该团队还利用台阶仪测量了精确的表面轮廓，结果显示BOE的高度为 $2.78\ \mu\text{m}$ ，且局部的均方根（RMS）为 $2.7\ \text{nm}$ ，表面粗糙度极低。BOE在大范围内的厚度均匀性也得到了表征，图1中三个彩色区间的平均高度相当接近，最大高度差仅为 $18.5\ \text{nm}$ （约 $0.02\ \%$ ）。此外，研究人员还表征了该BOE的光学性能，比较了在模拟与实验中生成的零阶准贝塞尔光束，二者的强度分布在纵向和径向上都高度吻合。

总之，本研究提出了高通量制备中尺度、高质量BOE的方法，为未来按需制造各类功能性集成光学元件提供了新的灵感。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2023.042>

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，请与我们联系。
作者：胡明列等 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