将光场局域在空气中

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/22394.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！

将光场局域在空气中。在纳米尺度上操控光场是元器件、共振表面、纳米光学传感等领域的核心挑战。近日，来自德国斯图加特大学的科研人员实现了空气中光场的亚波长局域。他们实验演示了高折射率介质材料中的孔阵列支持局域共振模式，并演示了纳米级的彩色打印。

金属和介质中的共振光学现象在众多领域中有着广泛的应用。无论是在控制光传输方向，还是在增强光与纳米系统相互作用方面，纳米尺寸的限制都能够实现对表面或界面上光与物质相互作用前所未有的调控。然而，共振现象在许多系统中通常是有害的，因为共振常与辐射和损耗关联，特别是在金属中表现为很强的内禀损耗。对于介电系统来说，其具有更低的损耗，并在调节共振相互作用方面具有更高的灵活性，因此介电系统成为关注的焦点。

介电系统的光学响应可以通过著名的Mie共振理论来解释，该理论主要与纳米光子学系统中高折射介电粒子的光学特性研究有关，并且该理论构建了用于操控、路由和局域光辐射的理论基础，开启了Mie-tronic时代。然而，即使在介电系统中，内禀损耗仍然具有重要的影响，这是因为大多数光场模式被局域在材料内部，材料的内禀损耗阻碍了对共振模式的检测，特别是对于可见光和紫外光谱范围内的波长。

通常情况下，高折射率介质对光的限制是由介质与空气界面上的反射率引起的，光场因此被局域在高折射率的材料内部。在这篇文章中，作者实验实现了一种巧妙又高效的光场局域方案，即利用高折射率材料把光场局域在空气中。由于光场模式被局域在空气中，所以不受介质材料损耗和色散的影响。他们从理论和实验上证明了均匀高折射率介质中空气孔在倒置的情况下，材料不连续处的有限折射率导致光场被局域在纳米级的低折射率的空气孔中，如图1所示。他们通过聚焦离子束在硅衬底上加工Mie共振孔阵列，演示了在紫外光谱范围的共振光场局域，如图2所示。并且在实验上实现了纳米级的彩色打印，如图3所示。

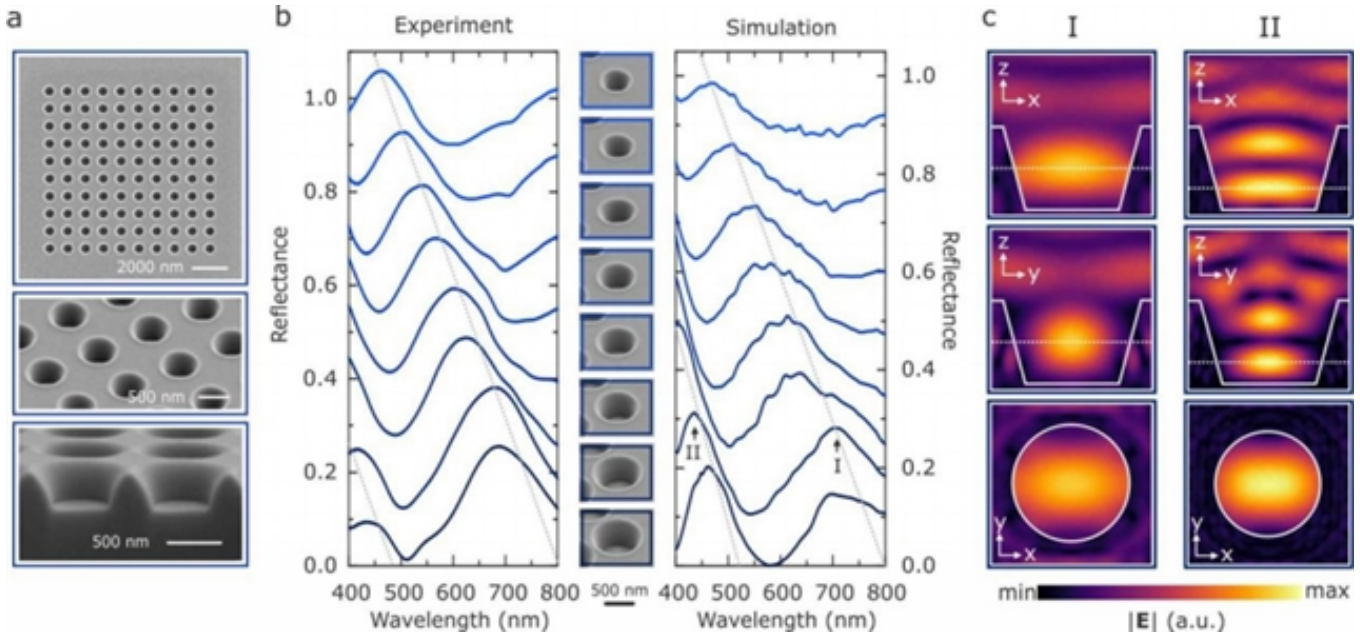


图1 Mie共振孔的光学模式观察。a. 直径610nm深度410nm周期900nm的正方形阵列的扫描电镜图;b. Mie共振孔的正入射反射谱的实验和模拟结果;c. Mie共振孔内电场绝对值的空间分布。

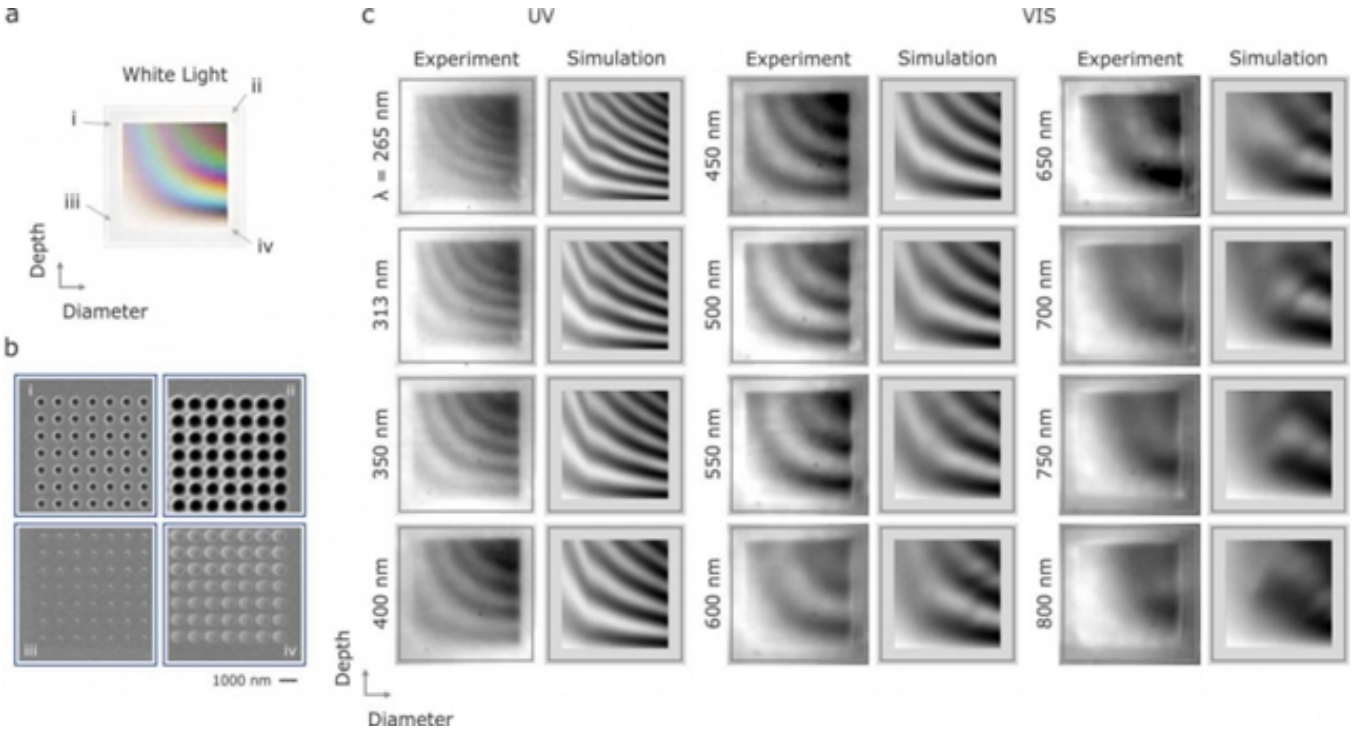


图2 紫外和可见光谱范围的光场模式的实验观察。a. 硅衬底上介电孔阵列的白光反射图像;b. a图标定位置处孔阵列的扫描电镜图;c. 特定波长下孔阵列的实验和模拟的单色图像。实验上采用特定中心波长的带通滤波器来限制波长范围。随着波长的减小，可以观察到模式的增加。模拟的光学响应与实验结果吻合较好。

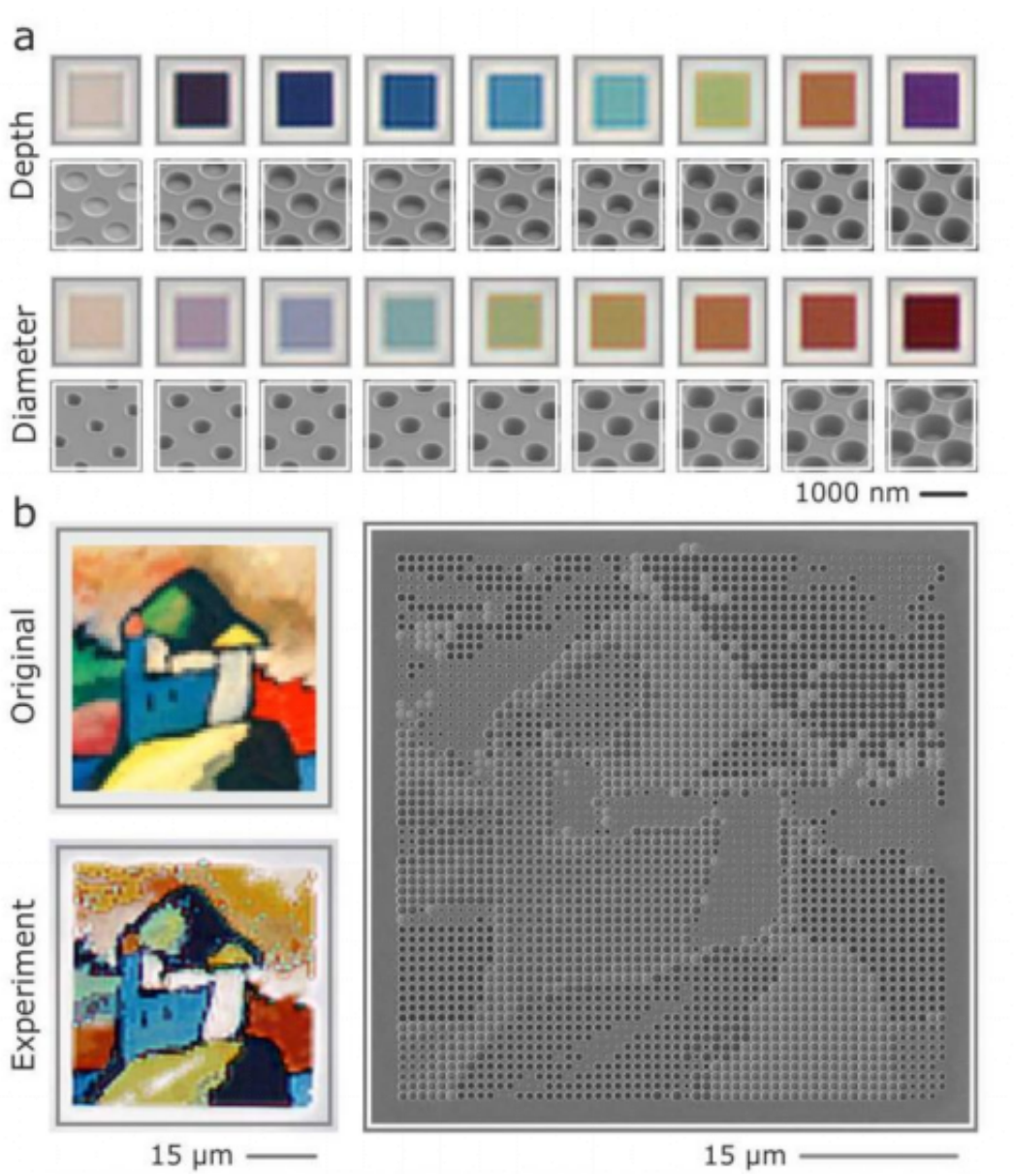


图3 使用硅衬底上Mie共振孔进行彩色打印。a. Mie共振孔不同深度和半径对应不同颜色的显微镜图像;b. 左上角是原始艺术品，左下角是彩色打印图像的光学显微镜图像，右图是Mie共振孔的扫描电镜图。

Mie共振孔将超表面的功能性推广到蓝色和紫外光谱范围，而Mie共振孔与介电纳米粒子的组合能够使得超表面和微纳光学器件的参数空间增加一倍以上。并且对于新型传感和光学操控，这一拓展使新型天线和结构设计受益于孔内光场模式的开放通道以及高折射率材料的自由选择。

该研究成果以Dielectric Mie Voids: Confining Light in Air为题发表在最新一期《Light: Science Applications》期刊上。Mario Hentschel为本文的第一作者和通讯作者，Yuri Kivshar和Harald Giessen为本文的共同通讯作者。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息：https://www.nature.com/articles/s41377[illegible]-022-0[illegible]1015-z

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：Mario Hentschel 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转发