
宽视场大口径超表面双目镜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31915.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！

宽视场大口径超表面双目镜。 导读

在先进眼镜设备领域，尤其是对于增强现实（AR）和虚拟现实（VR）近眼显示技术、以及夜视设备，宽视场和轻质光学元件的性能至关重要。近日，华盛顿大学Arka Majumdar教授研究团队在这一领域取得了突破性进展，成功开发了一种新型的超表面双目镜，它在保持紧凑的同时，提供了超过 60° 的宽视场和2.1厘米的大口径（见图1）。该成果发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》，题为Wide Field of View Large Aperture Meta-Douplet Eyepiece，美国华盛顿大学Anna Wirth-Singh为论文第一兼通信作者，Arka Majumdar教授为文章的共同通信作者。

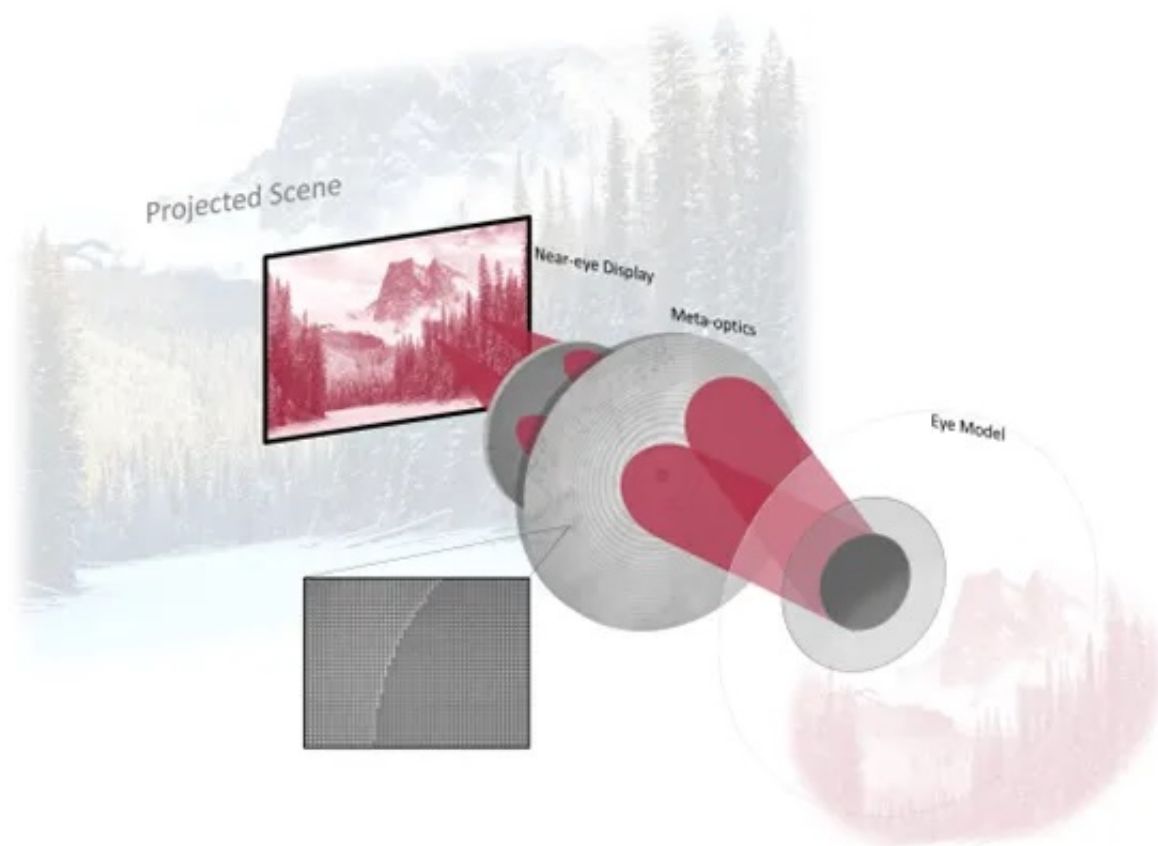


图1. 目镜设计示意图。

研究背景

随着人工智能和数字内容的快速发展，对AR和VR近眼显示技术的需求不断增长。这些技术在教育、游戏、社交互动以及国防和国家安全领域具有重要应用。人眼的全视场约为 120° ，这超出了大多数现有近眼显示设备的性能。然而，现有的近眼显示技术在实现宽视场的同时，往往面临着光学元件的尺寸和重量的挑战，这限制了用户的舒适性和设备的便携性。

传统的光学设计依赖于折射透镜的堆叠来校正宽视场中的像差，但这种方法导致了设备体积的增加和性能的局限性。特别是在需要大口径以收集更多光线的应用中，如夜视设备，实现宽视场和大口径的光学性能在紧凑的设备中尤为困难。此外，为了减少用户的视觉疲劳和提高设备的舒适度，近眼光学元件需要尽可能地轻薄，这进一步增加了设计的复杂性。

尽管近年来出现了一些新兴的光学技术，如全息光学元件和漏隙波导，它们在实现宽视场方面展现出了潜力，但这些技术在实际应用中仍面临着效率和制造成本的挑战。因此，开发一种能够在紧凑形式中实现宽视场和大口径的光学系统，同时保持高光学性能和轻量化，成为了该领域的一个重要研究方向。

创新研究

研究团队利用先进的纳米制造技术和超表面光学原理提出了一种新型超表面双透镜眼镜片。这种镜片展示了超表面光学在高性能近眼显示系统开发中的潜力。研究人员通过精心设计和制造，使得该眼镜片在633纳米波长下，展现出了与传统折射透镜系统相媲美的性能。

此外，研究团队还展示了这种超表面双透镜眼镜片在不同视场角度下的光线追踪和成像质量（见图2）。通过实验验证，该系统在宽视场下能够提供高质量的图像，且在633纳米波长下具有较高的传输效率和较低的光学畸变。

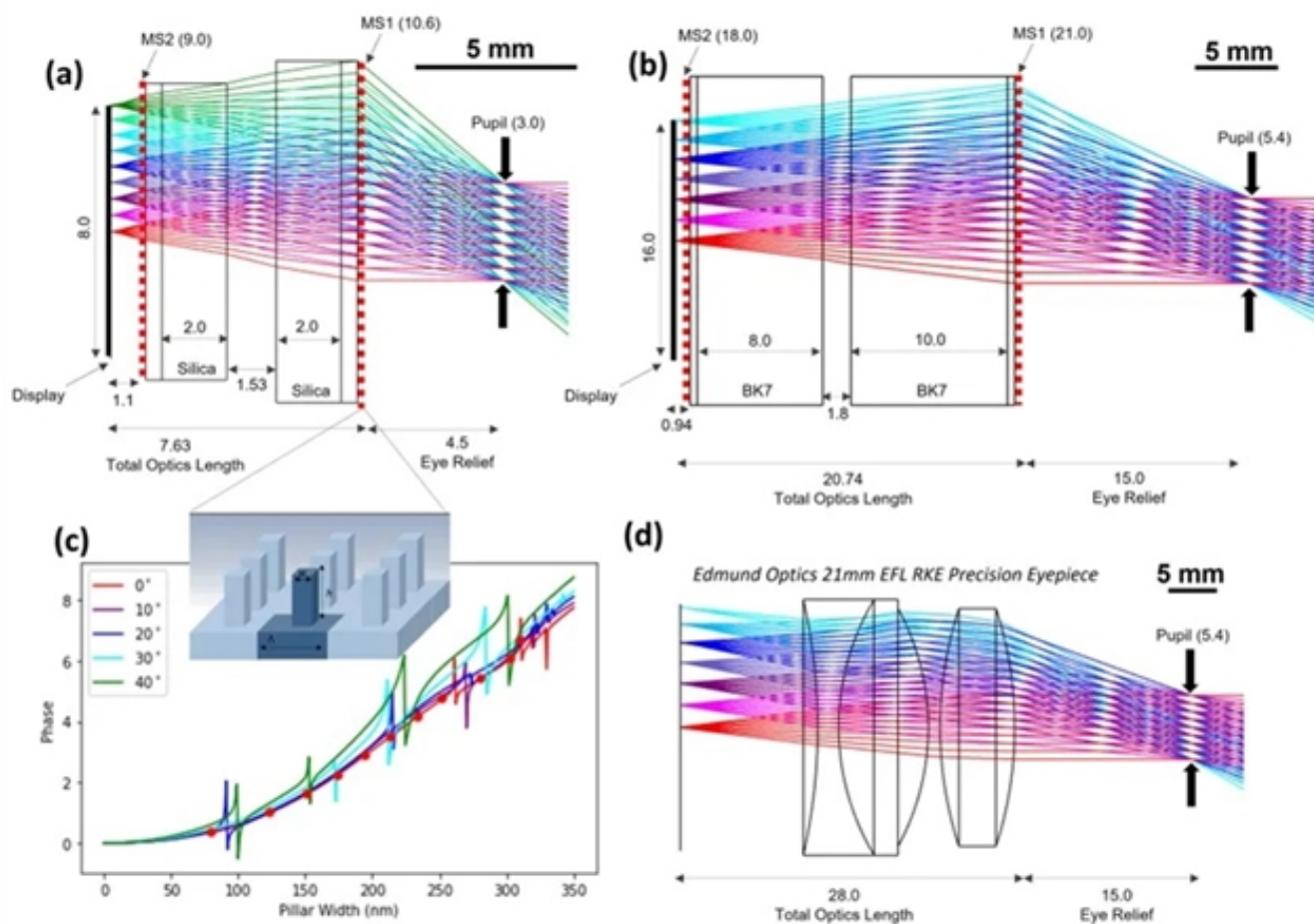


图2. 眼镜片光线追踪图。

在设计和建模方面，研究团队采用了逐步的方法来实现大口径光学系统。实验与理论结果在两组光学元件上都显示出极好的一致性。与类似的商业折射透镜眼镜片系统相比，超表面系统在设计波长下在宽视场上提供改进的图像质量，并减少了总轨道长度。

在超表面光学元件的制造和表征方面，研究团队采用了电子束光刻和感应耦合等离子体氟化蚀刻技术，制造了硅氮化物超表面（见图3）。团队还使用了光学显微镜和扫描电子显微镜图像来展示其制造质量。为了评估制造的超表面光学元件的性能，团队使用氦氖激光器（ $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ）作为光源，测量了不同入射角度下的点扩散函数（如图4）。实验结果表明，即使在较大的入射角度下，点扩散函数也保持了较好的未畸变状态，突出了该透镜系统在宽视场上的应用价值。

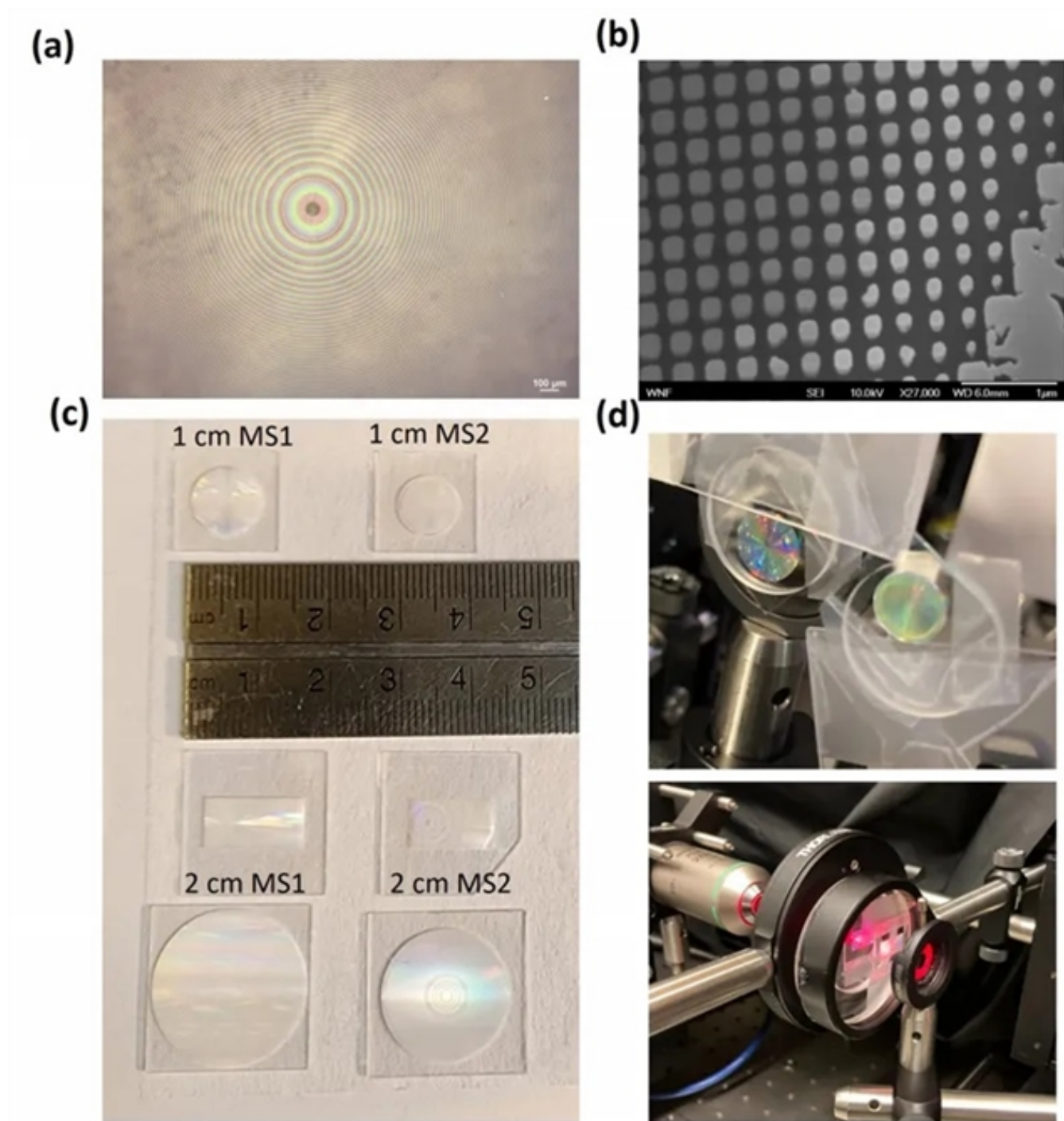


图3. 制造的超表面光学元件。

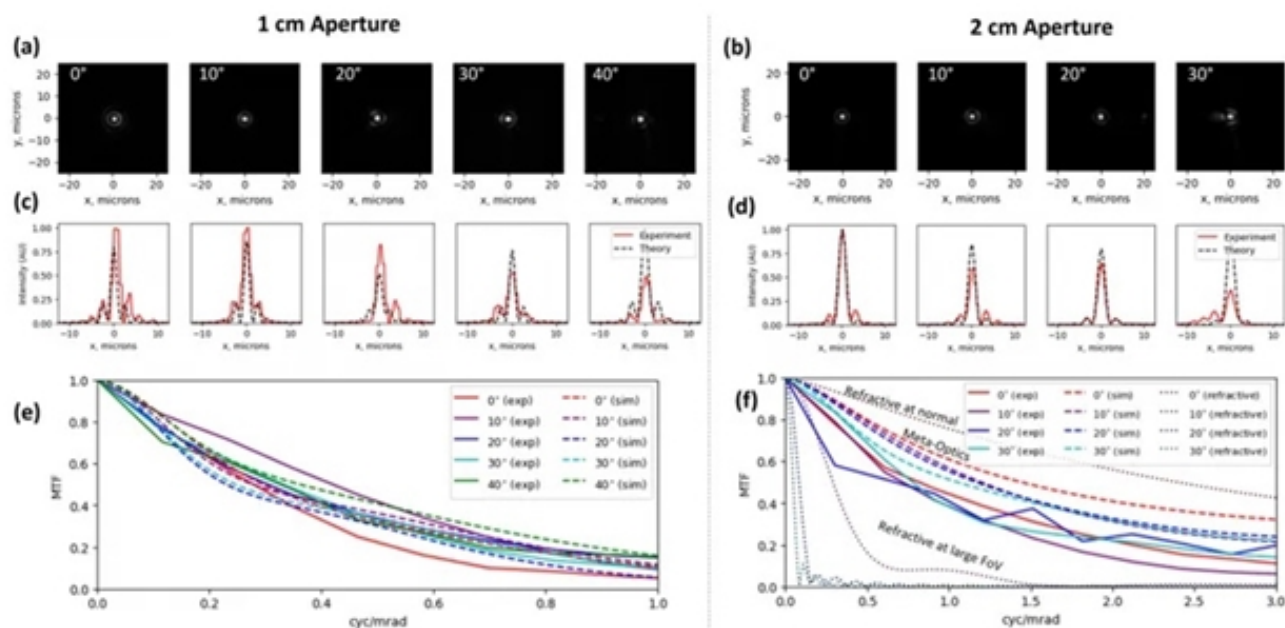


图4. 透镜点扩散函数测量。

总结与展望

研究团队在超表面光学领域取得了显著进展，成功开发了一种宽视场大口径超表面双透镜眼镜片。这种眼镜片在设计波长633纳米下，展示了与基于折射透镜的眼镜片系统相媲美的性能，紧凑的同时实现了超过60°的宽视场和2.1厘米的大口径。

该技术将在实际光学系统中得到广泛应用，特别是在需要精确控制和分析部分相干光的场合。例如，超表面双透镜可以用于环境光传感、量子光学混合的解耦，以及多模部分相干光的生成。此外，超表面双透镜的学习方法还可以扩展到部分相干光全息术和成像领域，为光学信息处理提供新的可能性。

总之，这项研究为理解和利用宽视场大口径超表面光学系统提供了一种强大的新方法。随着技术的不断发展和完善，研究团队期待超表面双透镜技术能够在光学和光子学的各个领域发挥重要作用，推动相关科学技术的进步，并在多个科学和工程领域产生深远的影响。（来源：LightScience Applications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01674-0>

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：Anna Wirth-Singh 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](https://www.iikx.com)转发