用于全息图像投影的OLED照明超表面

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/37501.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！

用于全息图像投影的OLED照明超表面。 导读

有机发光二极管（OLED）作为一种薄膜光电器件，在显示、无线通信、生物光子学与传感等领域有重要作用。然而，当前研究主要集中在调节电致发光（EL）光谱和发射方向性上，在远场发射的精细控制与调节方面仍具有较大的限制。来自英国圣安德鲁斯大学的Junyi Gong等研究人员将OLED与全息超表面结合成紧凑型的投影系统，能够直接操控OLED远场发射并在屏幕上显示高分辨率的全息图像，为实现小型化、高集成的超表面显示器提供了一种新的思路。

该文章近日发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》，题为OLED illuminated metasurfaces for holographic image projection，英国圣安德鲁斯大学的Junyi Gong是论文的第一作者，Graham A. Turnbull，Andrea Di Falcol和Ifor D.W. Samuel是论文的通信作者。

研究背景

有机半导体具有高可调谐性、低成本、出色的光电子特性和良好的加工性等优势，在显示器、光伏和激光等领域的应用中有重要作用。其中，OLED显示器是目前最成熟的应用之一，常见于手机和电视的屏幕中。除显示技术外，OLED在无线可见光通信（OWC）、生物成像和传感等领域也有着非常重要的应用。但由于OLED采用的是非相干光源，其发射轮廓发散，因此，对于OLED的研究大多局限于EL和方向性等特性上，而在OLED远场发射操控方面的研究较少。

由于全息超表面是一种亚波长尺度的薄膜结构，能够调制入射光，将全息超表面与OLED相结合可具有一定的远场发射操控能力。然而，目前的全息超表面大多都是为相干光源（激光）设计的，因此不适用于OLED等非相干光源。少量基于非相干光源的全息超表面研究，但也大多基于偏振和准直光，整体的装置较为复杂，限制了在日常应用中的应用。

创新研究

研究人员首先设计了一种高亮度且稳定的OLED并在直流（DC）条件下进行表征。结果显示，OLED 能够在12 V下工作至64 A/cm ^{2}，并实现3.2×105 cd/m2的高亮度。电致发光峰值位于664 nm，半高宽（FWHM）约为 63 nm（图1a, b）。此外，研究人员还用位于不同距离的OLED照射一对平行狭缝，并记录相应的干涉图案来量化空间相干度（图1c）。

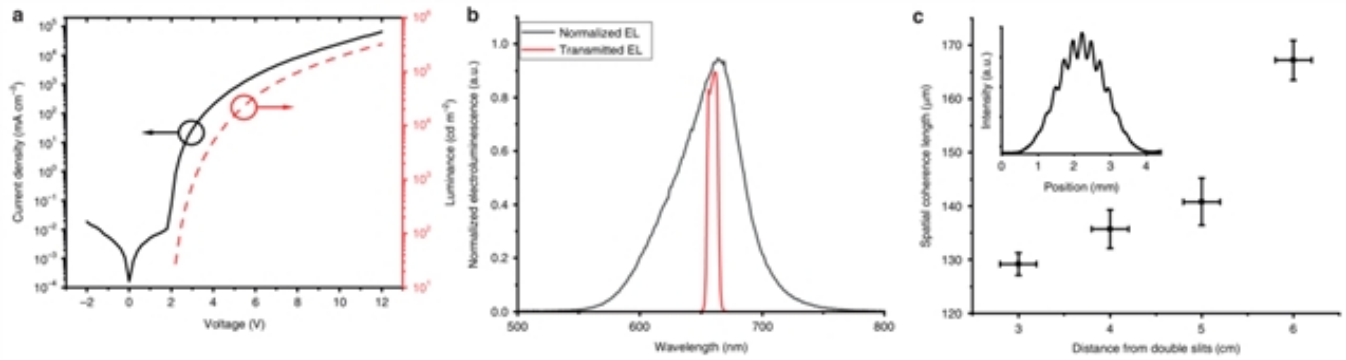


图1. OLED工作特性

接下来，研究人员设计了一个全相位全息超表面（图2a）。该结构的制备不需要任何剥离或反应离子刻蚀工艺，简化了制备过程，且具有91%的制备成功率以及对缺陷的鲁棒性。同时基于该全息超表面分别展示了全息图的目标图像、重建图像以及设计全息图的相应相位分布（图2c-e）。

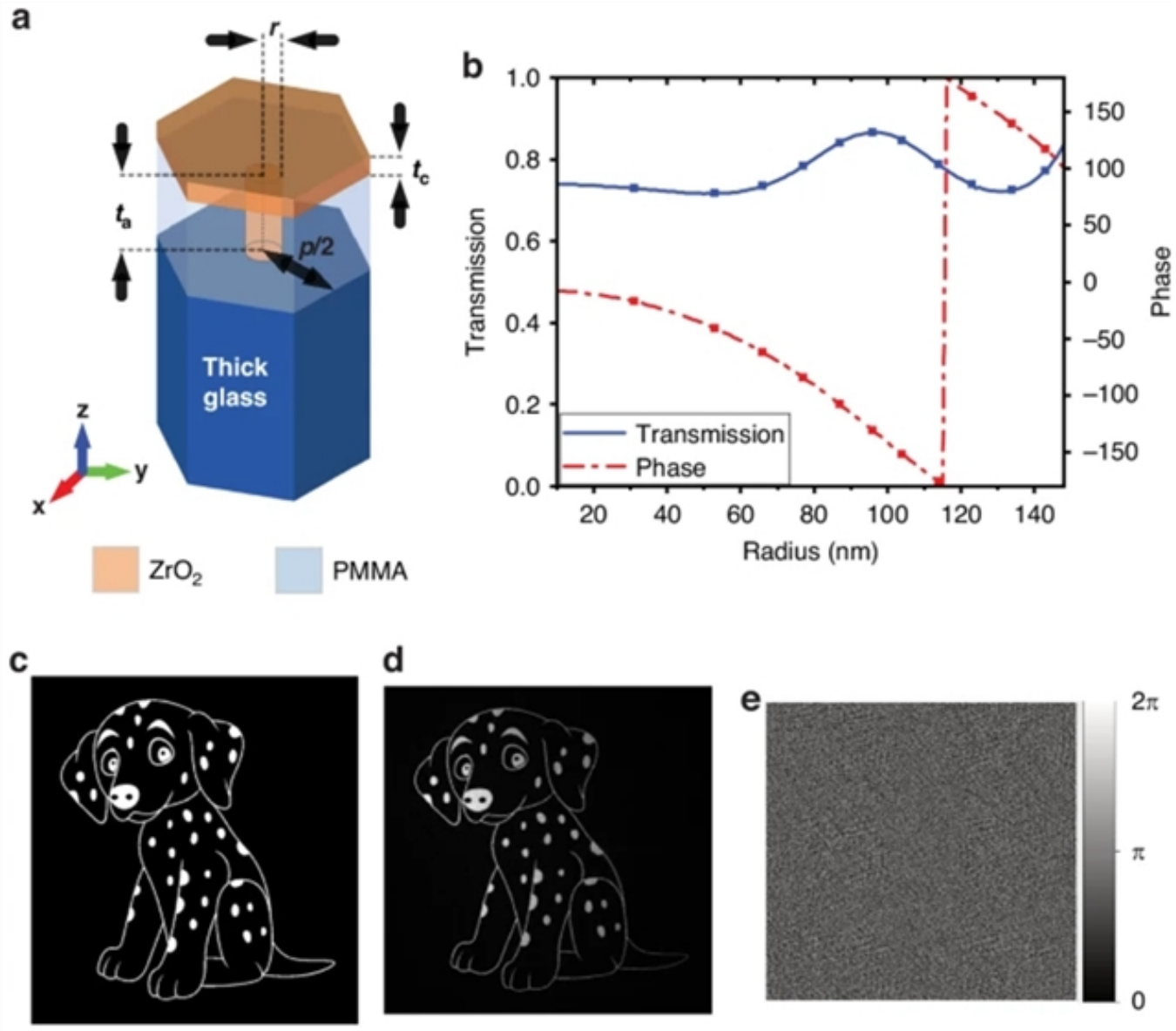


图2. 超表面的设计与性能验证

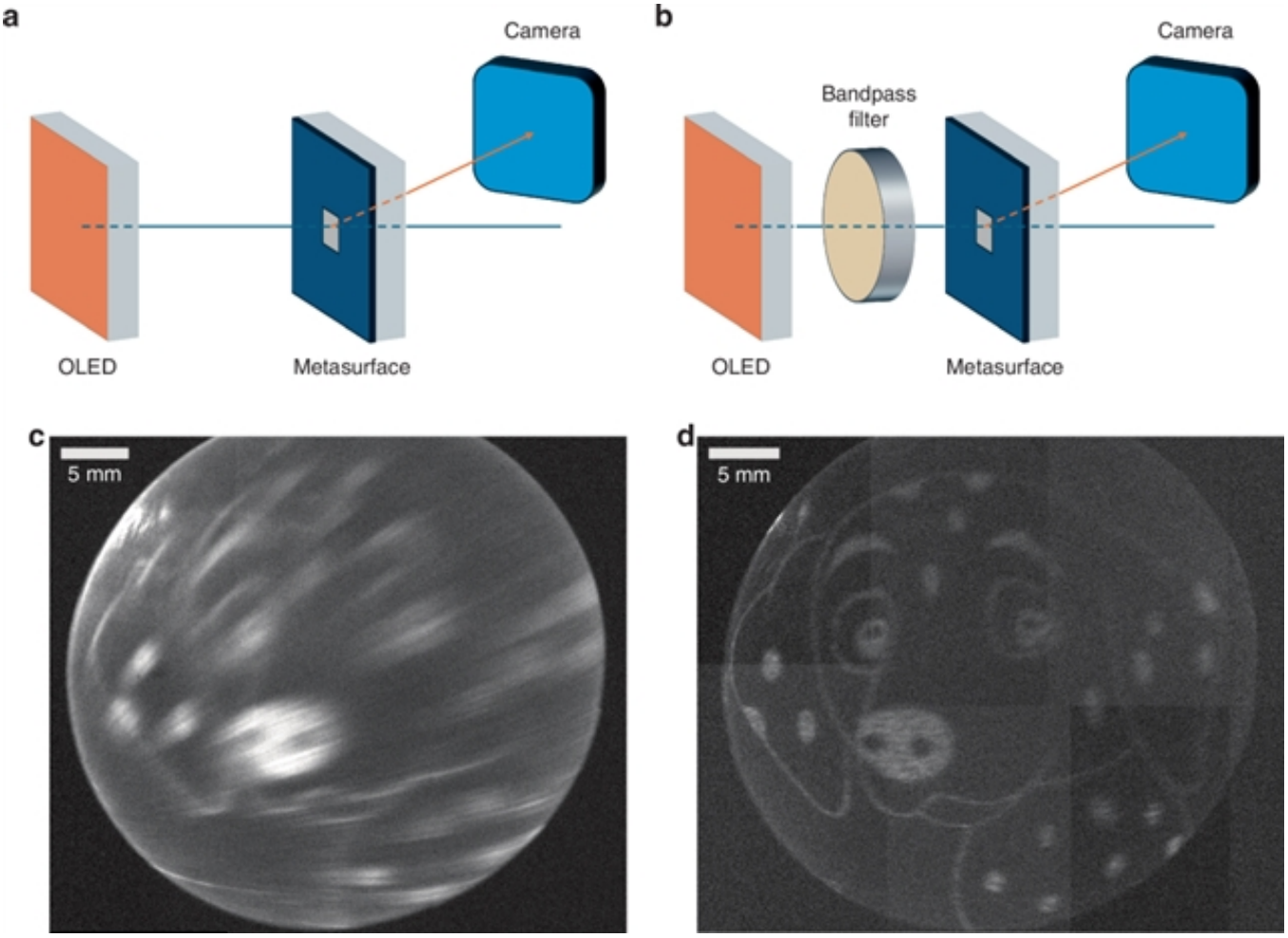


图3. OLED照明下的超表面

然后，研究人员在OLED照明下验证超表面的性能。首先使用仅有OLED以及超表面组成的系统（图3a），当OLED距超表面5 cm 时，可以观察到达尔马提亚狗的全息图像（图3c）。尽管图像的主要特征清晰可辨，但与激光照射下记录的图像相比，OLED照明下的图像较为模糊，右侧的大多数特征缺失。随后在OLED和超表面之间插入带通滤波器控制EL光谱的FWHM（图3b），图像质量显著提高，成功实现了远场全息成像。

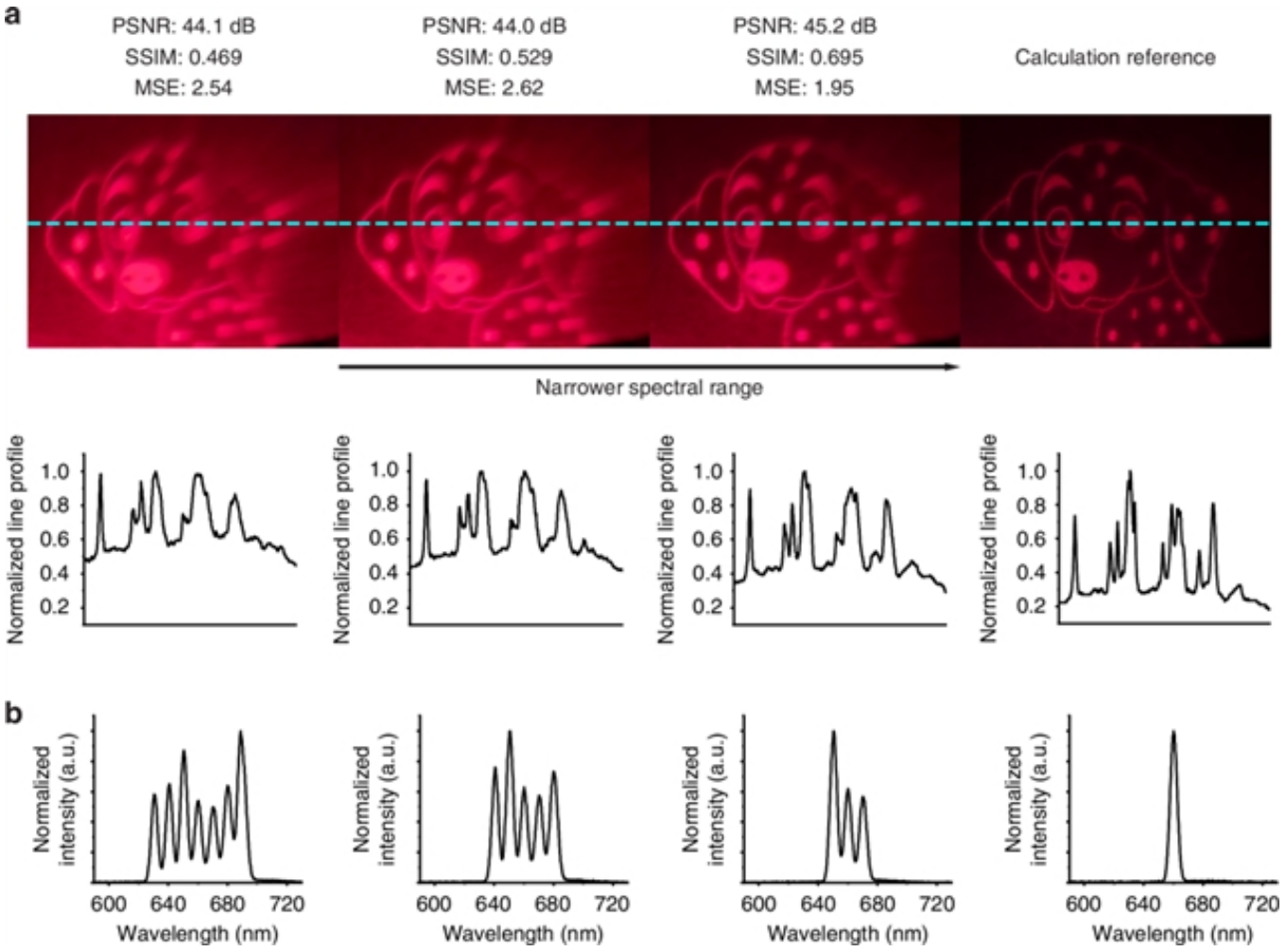


图4. 照明光谱半高宽对图像质量的影响

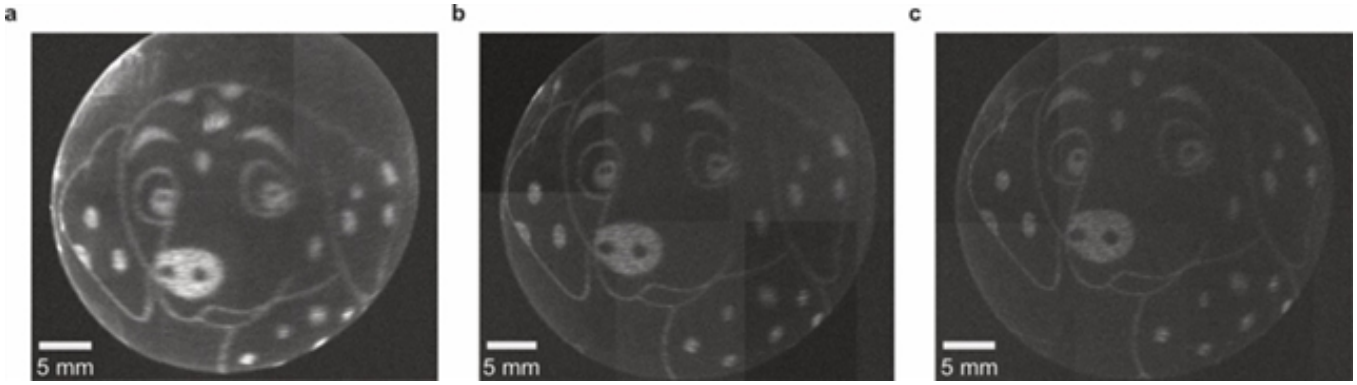


图5. 空间相干性对图像质量的影响

最后，为了更好地理解OLED的低空间相干性和宽EL光谱如何影响图像质量，研究人员探索了光谱带宽（图4）以及空间相干长度（图5）的影响。结果显示，通过缩小光谱范围，可观察到图像质量改善，即光谱带宽越窄，重建精度越高。另外，尽管一定相干长度内均能观察到重建图像，但是图像质量会随着相干长度的改变而改变。

总结与展望

研究人员探索了一种紧凑的OLED照明超表面系统，由全息超表面、带通滤波器和OLED组成，通过对系统的参数优化，提高了空间相干度，使全息超表面能够直接调制非偏振的OLED发射光，将全息图像投射到屏幕上。另外，研究人员还进一步探索了OLED电致发光光谱的空间相干性和半高宽对全息图像质量的影响。为全息显示提供了一种新的思路。

尽管文章中使用了带通滤波器限制OLED的光谱宽度，但是也可以考虑将薄膜滤波器或极化滤波器与OLED或超表面集成，使系统更紧凑。另一方面，该系统也可以使用其他可批量生产的超表面（如全聚合物超表面等），提升实际应用可行性，在增强现实/虚拟现实头戴设备、人机交互和便携式全息显示器等应用中发挥作用。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-025-01912-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：Graham A. Turnbull 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