



请输入搜索内容

[首页](#) [学院概况](#) [师资](#) [科学研究](#) [本科生](#) [研究生](#) [诚聘英才](#) [学工园地](#) [新闻公告](#) [系友之家](#)

当前位置: [首页](#) > [新闻公告](#) > [新闻](#)

赖耘、彭茹雯、王牧合作团队基于无序翻转的光学超构表面同时实现了漫反射和透射清晰成像

发布日期: 2021-09-11 访问量: 706

近日, 我院赖耘教授、彭茹雯教授和王牧教授合作团队, 首次利用了光学互易原理与空间反演实现了一种无序翻转超构表面 (random-flip metasurfaces), 成功地将看似互相矛盾的漫反射与透射清晰成像的功能完美融合, 发展出一类新型光学表

面，可应用于新型光学显示和成像等领域，并切实改善人们日常生活中的视觉体验。该研究成果近期以“Diffuse reflection and reciprocity-protected transmission via a random-flip metasurface”为题目于2021年9月8日在线发表于国际重要期刊《科学进展》[Science Advances 7, eabj0935 (2021)]上。全文链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abj0935>。

该工作第一作者为南京大学的褚宏晨助理研究员和熊翔副教授。通讯作者为南京大学的赖耘教授、彭茹雯教授和王牧教授。合作者包括苏州大学的罗杰副研究员以及南京大学的高雅君博士、景灏博士、李成尧博士生。研究工作得到南京大学物理学院、固体微结构物理国家重点实验室、人工微结构科学与技术协同创新中心等平台支持，获得科技部重点研发计划，国家自然科学基金和南京大学登峰人才计划B等项目资助。

透明材料表面通常伴随着镜面反射，这给人们的日常生活带来了反射倒影、眩光等困扰。粗糙的材料表面可以将镜面反射变为漫反射，从而消除倒影与眩光。但与此同时，由于无序也影响了透射光，使得透射成像不再清晰。一个简单的例子就是毛玻璃，既没有倒影也看不清楚后面的景物。透射清晰成像（透明）和漫反射分别对应于光滑表面和粗糙表面。在传统光学看来，似乎是鱼和熊掌不可兼得。那么，现代光学中能否找到一个方法，解决这个看似互相矛盾的难题呢？近期南京大学的赖耘教授、彭茹雯教授和王牧教授的合作研究团队成功地在一类新型光学表面中将漫反射与透射清晰成像的功能完美融合，为上述古老的难题提供了一个有效的解决途径[Science Advances 7, eabj0935 (2021)]。

图1. 透明玻璃、毛玻璃以及具有新型光学表面的透明材料的视觉效果。

图1A比较了光滑表面，粗糙表面和新型光学表面的物理机制。光滑表面由于在透射和反射光中保留了入射波的信息，因此同时实现透射与反射清晰成像（左图）。相反，粗糙表面通过引入表面的随机起伏，产生了杂乱无章的反射与透射光，破坏了入射波的信息，使得透射和反射光无法清晰成像（中图）。而新型光学表面则结合了光滑表面和粗糙表面两者的优点，在透射上表现得如同光滑表面，在反射上表现得如同粗糙表面（右图）。图1B和1C分别展示了这三种光学表面的反射与透射效果图。具有新型光学表面的透明材料，既可以像毛玻璃那样把反射倒影消除，又可以像透明玻璃那样完全清晰地看见后面的物体。这种神奇的效果可以通过设计超构表面将透射光和反射光之间的相位关联打破来实现。

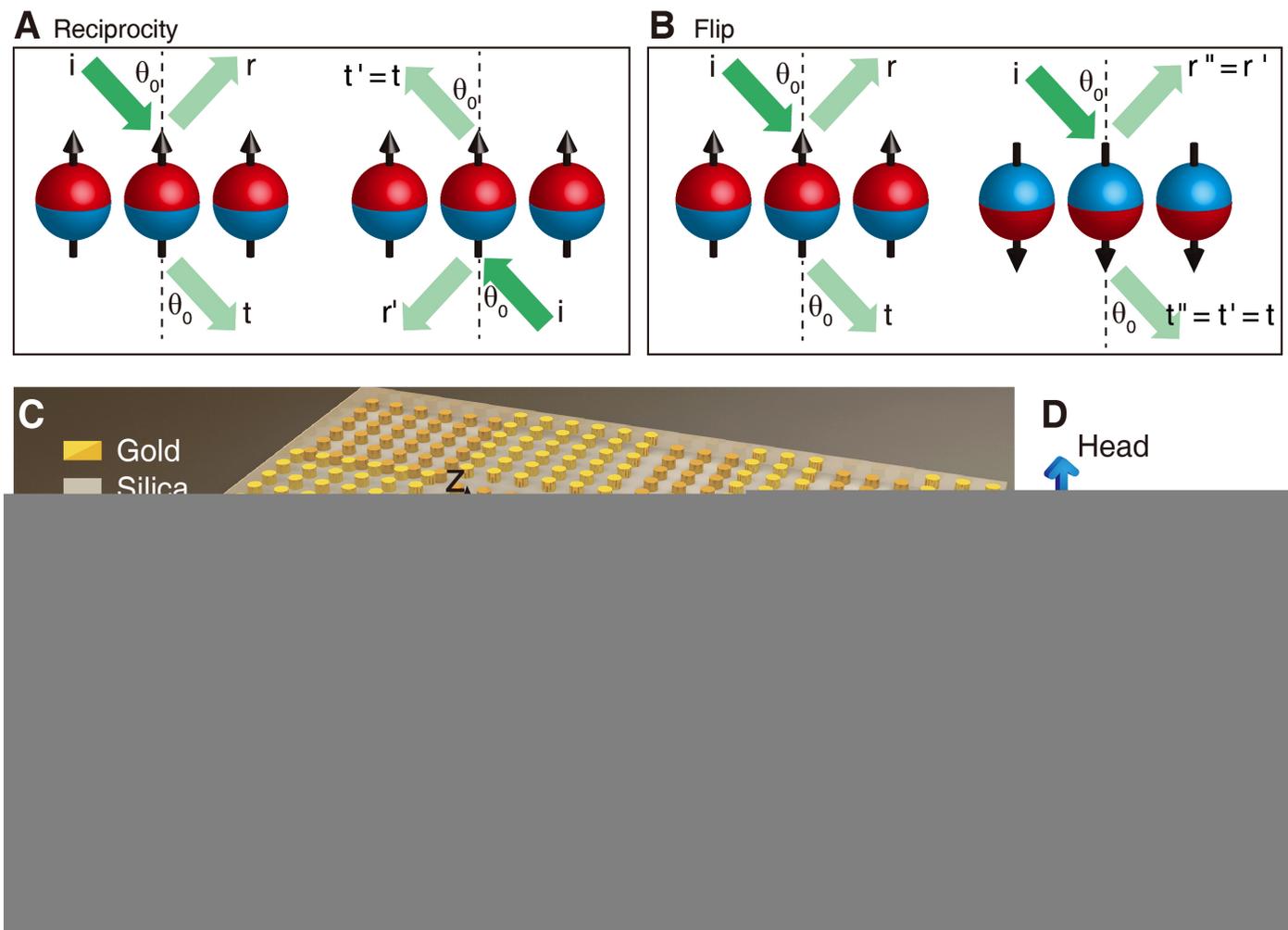


图2. 利用互易律与空间翻转设计无序翻转超构表面。

需要指出的是，透射清晰成像和漫反射这两种功能都必须在可见光的宽频范围内工作才有实际应用价值。研究团队发现，可以将互易律与空间反演引入超构表面设计来实现这个目的。基于互易律和空间翻转操作，研究团队设计了一种无序翻转的超构表面，如图2所示。超构表面由一对结构上下翻转的单元构成。这两种单元的透射系数几乎相同，而反射相位可以有显著的区别。

从无序翻转超构表面的远场辐射仿真图中可以发现透射波像穿过均匀材料一样保持原传播方向，而反射波则被散射向各个方向，形成了漫反射。



图3. 无序翻转超构表面的透、反射成像实验。

研究团队使用磁控溅射、电子束光刻、多层套刻等方法制备了无序翻转超构表面。透反射光学测量证明了无序翻转超构表面具有透射完美透明和漫反射功能。进一步地，利用图3A所示的实验装置，研究了无序翻转超构表面的成像特性。作为对比，在相同的实验条件和成像参数下，对无翻转的相同单元构成的均匀结构也进行了测量。结果显示，在520nm-850nm的宽波长范围内，无论是透过无序翻转超构表面还是均匀结构，都可以清晰地看到其后的小兔子图案（图3C）。透过超构表面成像的分辨

率非常高（图3E）。相反，均匀结构对小狗图案形成了清晰的反射镜像，而无序翻转超构表面的反射镜像则十分微弱，几乎看不清楚（图3D）。这直接验证了无序翻转超构表面能在保持透射透明的同时实现漫反射。

这种完美融合了透射清晰成像与漫反射的新型光学表面的实现解决了传统光学的瓶颈难题。设计原理是基于互易律与空间反演操作，因此是普适的，几乎适用于任何材料（包括吸收材料）和结构。这种新型光学表面在高清显示屏、玻璃幕墙、汽车玻璃等要求高透明度而同时又需要尽量避免反射眩光的场景中具有广阔的应用前景。

分享：



上一篇：[南京大学物理学院王雷教授发表Nature论文 ——探索转角过渡金属硫化物中量子相变的临界行为](#)

下一篇：[物理学院崔著钊博士和Craig D. Roberts教授及合作者提出了一种从电子散射实验提取质子电荷半径的新方法](#)

[南京大学](#)

[物理学报](#)

[研究生院](#)

[本科生招生网](#)

[小百合物理版](#)

[邮件系统](#)

[就业信息网](#)

[npj Quantum Materials](#)