

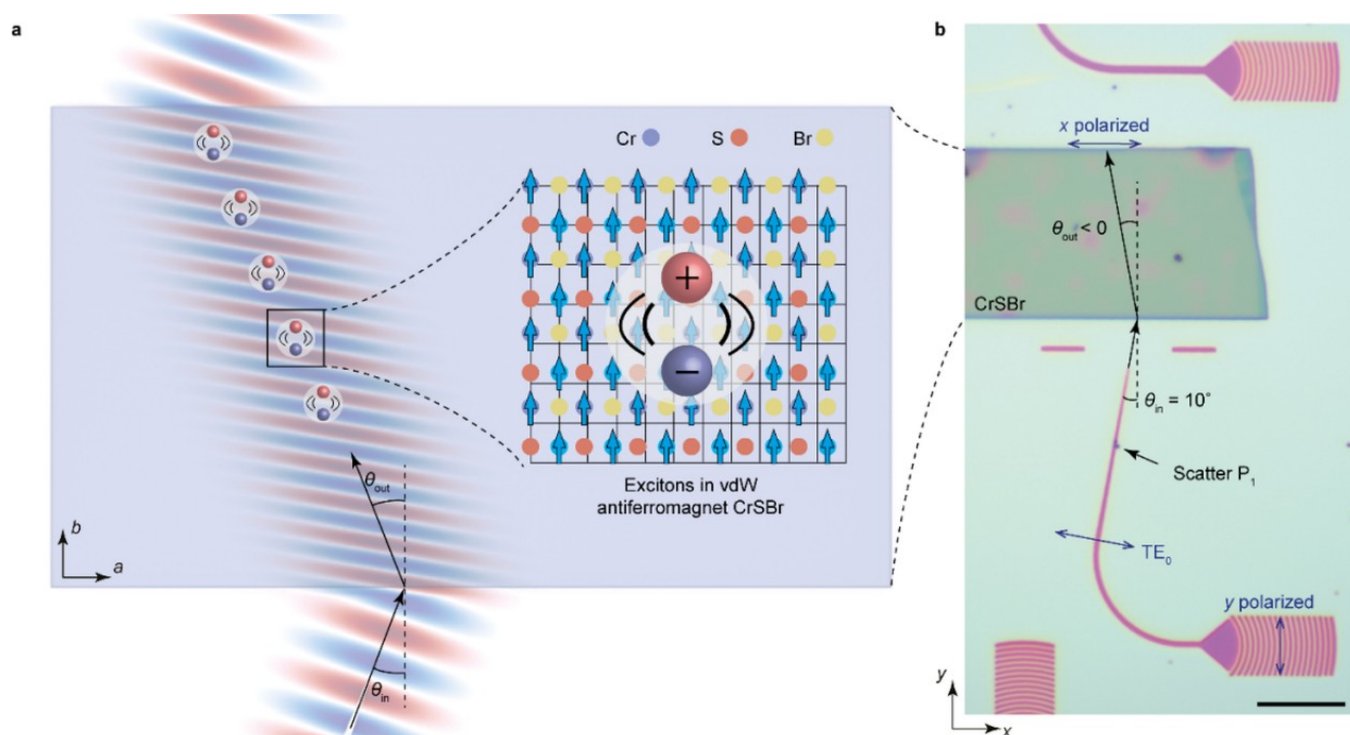
科学家研制出微型“激子超透镜”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37956.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！

科学家研制出微型“激子超透镜”。近日，中国科学院外籍院士张翔团队携手武汉大学教授刘晓泽团队、华南师范大学副研究员陈祖信团队等，在天然二维磁性半导体CrSBr领域取得重大突破。团队首次实验观测到由材料磁序介导的激子负折射现象，并依据此原理成功研制出可集成于芯片上的微型激子超透镜。相关成果发表于《自然-纳米技术》（Nature Nanotechnology）。论文共同第一作者为香港大学马静文研究助理教授与王雄博士后。



磁序介导的激子负折射概念与器件。研究团队供图

论文共同通讯作者张翔院士指出，该研究构建了利用磁序操控纳米光传播的全新范式，为开发新一代磁光器件、片上超分辨成像系统以及光-磁量子接口筑牢了关键根基。该成果有望直接推动紧凑可调磁光调制器、片上超分辨成像、光-磁量子接口等下一代器件的研发进程，为集成光子学与量子信息技术提供关键材料与物理支撑。

负折射作为实现超分辨成像、电磁波隐身等前沿应用的核心物理基础之一，此前其实现主要依赖金属纳米结构的等离激元共振，或是极性晶体中的声子极化激元。激子作为半导体中电子-空穴

对的复合体，虽在光吸收与发射过程中占据主导地位，但其在操控光传播（尤其是实现负折射）方面的潜力，长期未能得到实验验证。理论上，二维材料中的强激子共振可形成独特的双曲色散，为实现激子负折射提供了可能，然而其实验实现与调控一直面临重重挑战。

在国家自然科学基金等项目资助下，研究团队以范德华层状磁体CrSBr为研究平台。这种材料在低温下呈现出层内铁磁、层间反铁磁的独特序构，且其强各向异性激子共振与磁序紧密耦合。研究发现，在磁有序相状态下，磁序会显著增强CrSBr沿特定晶轴方向的激子共振，致使该方向介电常数实部为负，进而形成支持负折射的双曲光学等频面。为直观观测这一现象，团队将CrSBr薄片与精密设计的片上纳米光子回路集成，通过波导引导光至材料边界，最终在远场直接捕捉到出射光与入射光分居法线两侧的负折射图像。

基于这一效应，团队进一步成功构建出激子超透镜器件。通过调控材料本身波长依赖的负折射行为来操控入射光的波前，成功将发散光束会聚至衍射极限尺寸的焦点，实现了微纳尺度的片上光场操控。尤为关键的是，该负折射及聚焦功能呈现出鲜明的磁控开关特性：当温度升高使材料转入顺磁相时，光学功能随即关闭。这一磁序依赖的调控维度，超越了传统等离激元或声子激元体系，为发展动态可重构的纳米光子器件开辟了全新思路。

该研究首次在二维磁性半导体中实现了磁序介导的激子负折射与超透镜，达成了激子物理、磁学与纳米光子学的深度交叉融合。它不仅证实了激子作为光子操控新维度的巨大潜力，更开辟了利用磁序这一外场自由度动态调控光传播的崭新路径。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41565-025-02118-5>

作者：张翔等 来源：《自然—纳米技术》

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