

国家纳米中心实现各向异性光增益微米片中激射的全光调控

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18775.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！

CsPbBr₃

单晶微米片各向异性光增益特性及全光调控激射ON/OFF研究方面取得进展，为基于钙钛矿微纳结构的新型功能各向异性器件的设计提供了新思路。相关研究成果发表在Nano Letters上。

近年来，钙钛矿材料因具有优异的光电性能，使得其不仅在光伏领域具有突出表现，在微纳激光器等光电器件领域也备受瞩目。相比传统激光器，钙钛矿微型激光器不仅具有极低的激射阈值和更好的光谱相干性，同时工作波长调谐范围可覆盖可见光到近红外。而作为微纳激光器中最重要的组成部分之一的增益介质的增益性质直接影响激光器件的性能。尽管钙钛矿在小型激光器方面取得诸多进展，但对于钙钛矿微纳结构的光学增益系数的研究尚未见报道。为了进一步提高钙钛矿微纳激光的性能和拓展其应用，了解其光增益特性非常必要。现有的光增益测量方法都是基于宏观自由光路，适用于多晶薄膜、大单晶、液体等样品，迫切需要一种能够为微纳结构提供足够空间分辨率的微区增益测试方法，以观察到被多晶不均匀性和集合平均效应所掩盖的特殊现象。

该研究团队在具有各向异性结构的正交相CsPbBr₃

单晶微米片上（图1），通过微区变条纹长度（ μ -VSL）的测试方法（图2a）观察到偏振依赖的光增益特性，发现沿[00-2]方向增益大于[1-10]方向增益（图2b）。从结构出发，研究分析出正交结构无序性使得两个方向上的Pb-Br键长和键角不同，对应的畸变量也不同，畸变大的局域性更强，对应跃迁能量越分立，跃迁能量越高；反之则跃迁能量更低。跃迁沿电子更离域化取向，也就是辐射复合更容易沿[00-2]方向发生，因此具有更大的光学增益。沿更大光增益方向[00-2]，进行功率依赖性质的研究(图2c)发现，随着载流子浓度的增加，光增益值先是陡峭上升，经历短暂饱和后开始下降，最大可达 5077cm^{-1}

的高增益。通过建立激子和自由载流子模型，拟合结果与实验结果一致表明，在低载流子密度时载流子以激子形式存在并发生辐射复合产生光增益；而在高功率密度下，激子分离为自由载流子、俄歇等，非辐射复合逐渐发生作用并占主导地位，这一光损耗造成了增益的快速下降。

利用上述各向异性的光增益性质，该研究实现了对钙钛矿微米片激射ON/OFF的全光调制。使用线偏振光周期性激发[1-10]和[00-2]方向，当偏振角为 90° 的整数倍（即沿[1-10]）时，发射光谱表现为宽的自发辐射谱，暗场荧光成像则表现出均匀的荧光。而当偏振角为 180° 的整数倍（即沿[00-2]）时，在宽的自发辐射峰的低能边出现了一个明显的尖峰，暗场荧光成像则在微米片边缘显示出更加明亮的发光现象。这些结果说明了人们可通过控制激发光偏振态，实现激射以及激射ON/OFF状态的调控（图3）。这些发现可促进钙钛矿在先进激光和量子信息技术领域的研

究和应用。

相关研究工作得到了中科院战略性先导科技专项（B类）、科学技术部重点研发计划、国家自然科学基金委、北京市自然科学基金等项目的支持。

图2 (a) μ -VSL光路 and 不同长度条纹光斑光学照片；(b) [00-2]方向(右)和[1-10]方向(左)的光增益统计数据展示各向异性光增益；(c) 沿[00-2]方向功率依赖的光增益实验和拟合结果。

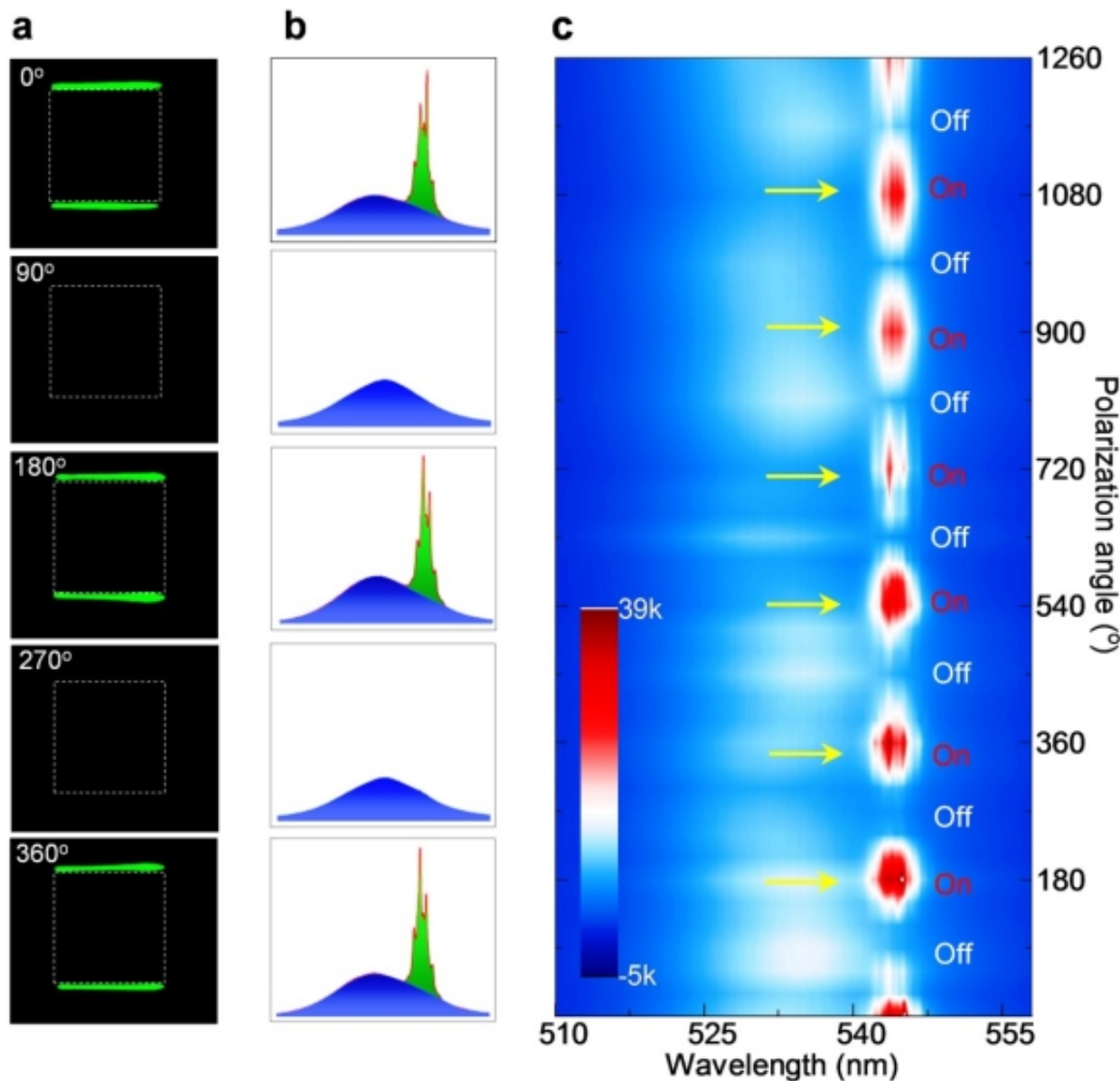


图3 不同偏振角度下的荧光成像(a)和光谱(b)；(c)通过偏振实现激光ON/OFF调制。
研究团队单位：国家纳米科学中心

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