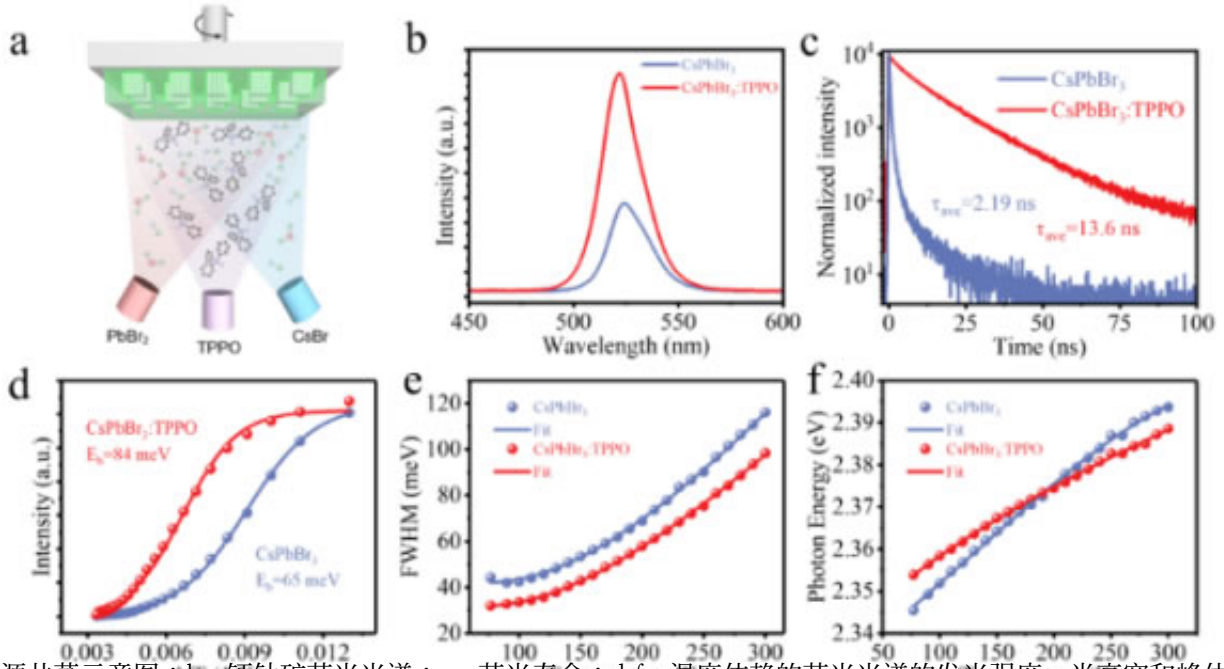
高性能水下亚波长钙钛矿单模激光器研究取得进展

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所强场激光物理国家重点实验室与中国科学院大学杭州高等研究院、华中科技大学合作，以激光器小型化为牵引，基于对钙钛矿增益机理的研究，实现了亚波长尺度的高性能钙钛矿水下单模激光。相关研究成果以Water-resistant subwavelength perovskite lasing from transparent silica-based nanocavity为题，发表在《先进材料》（Advanced Materials）上。

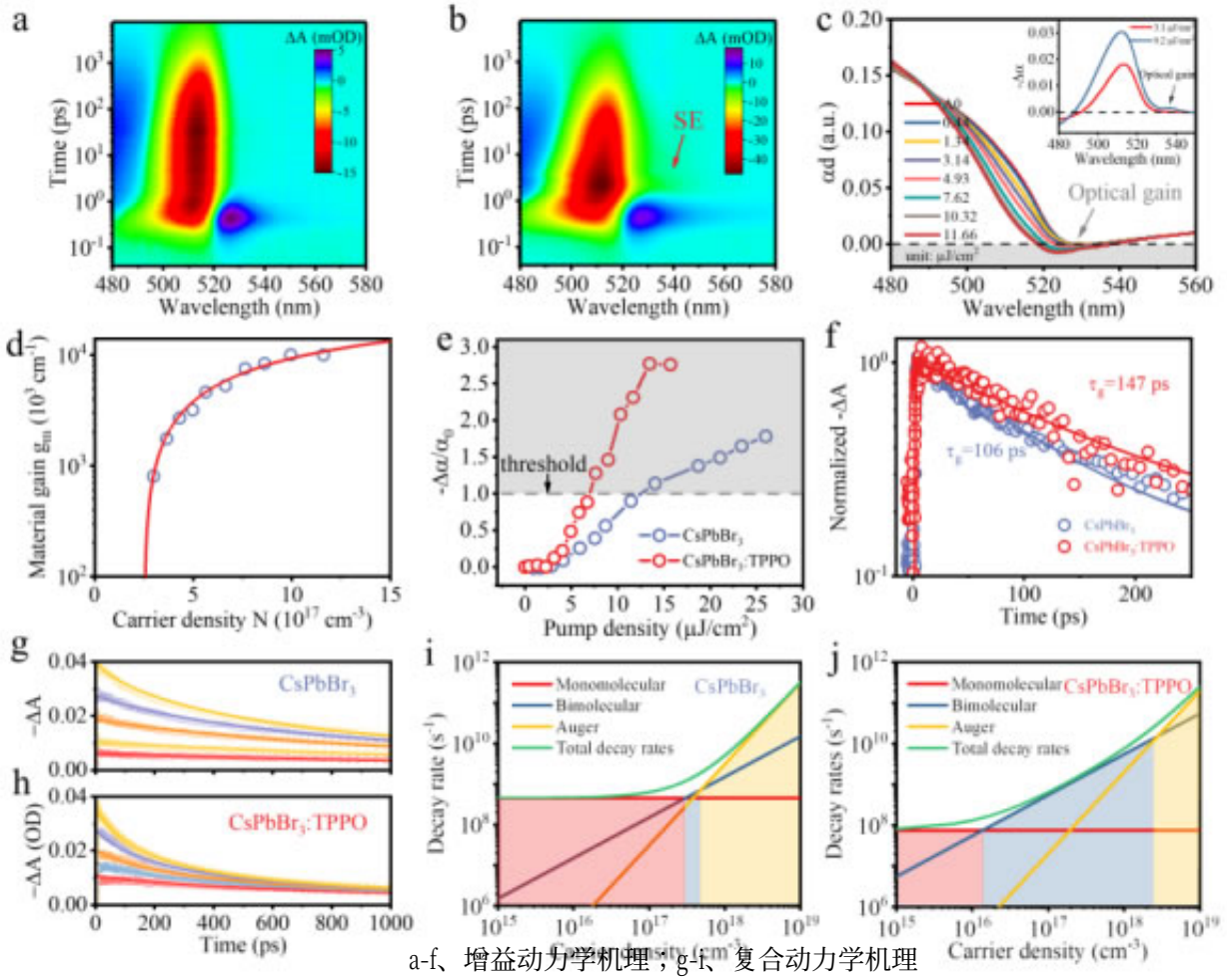
金属卤化物钙钛矿被认为是高性能微纳激光器件理想的增益介质之一，在片上光子信息处理系统和未来集成光电子学等领域颇具应用潜力。当前，制备钙钛矿激光器的主流技术主要是采用溶液法。与之相比，热蒸发技术更易实现精度可控的大面积生产，且已在商业化发光二极管中实现应用。然而，热蒸发钙钛矿薄膜由于高缺陷性，在激光器方面较少被研究，故性能落后于其溶液处理的同类激光器。此外，钙钛矿激光器面临的另一挑战是对湿度较敏感，限制了钙钛矿基器件的商业应用，特别是关于钙钛矿激光器在水中的试验工作鲜有报道。

该研究采用配体辅助的三源共蒸发策略，通过引入添加剂减缓结晶，实现了缺陷钝化和限域调控，开发了高质量的钙钛矿薄膜增益介质。研究通过超快瞬态吸收光谱实验证实，优化后的钙钛矿薄膜具有优异的载流子复合特性和增强的光增益性能。受到上述高增益的启发，研究
直接基于透明对称的SiO_2薄片构造了简单的对称结构，实现了低阈值（13 μJ/cm^2）的单模亚波长尺度（120 nm）热蒸发钙钛矿激光，且可在水中保持稳定单模运行超20天，其长程相干长度（115.6 μm）和高线性偏振度（82 %）进一步证实了该小型化激光器的优异性。这一紧凑而简单的透明垂直腔结构及热蒸发工艺的结合，有望为未来与硅光子学兼容的钙钛矿激光器提供简单、稳健和可靠的大规模生产策略，为发展新型钙钛矿光电器件、提升相应性能，提供基础物理前沿支撑。

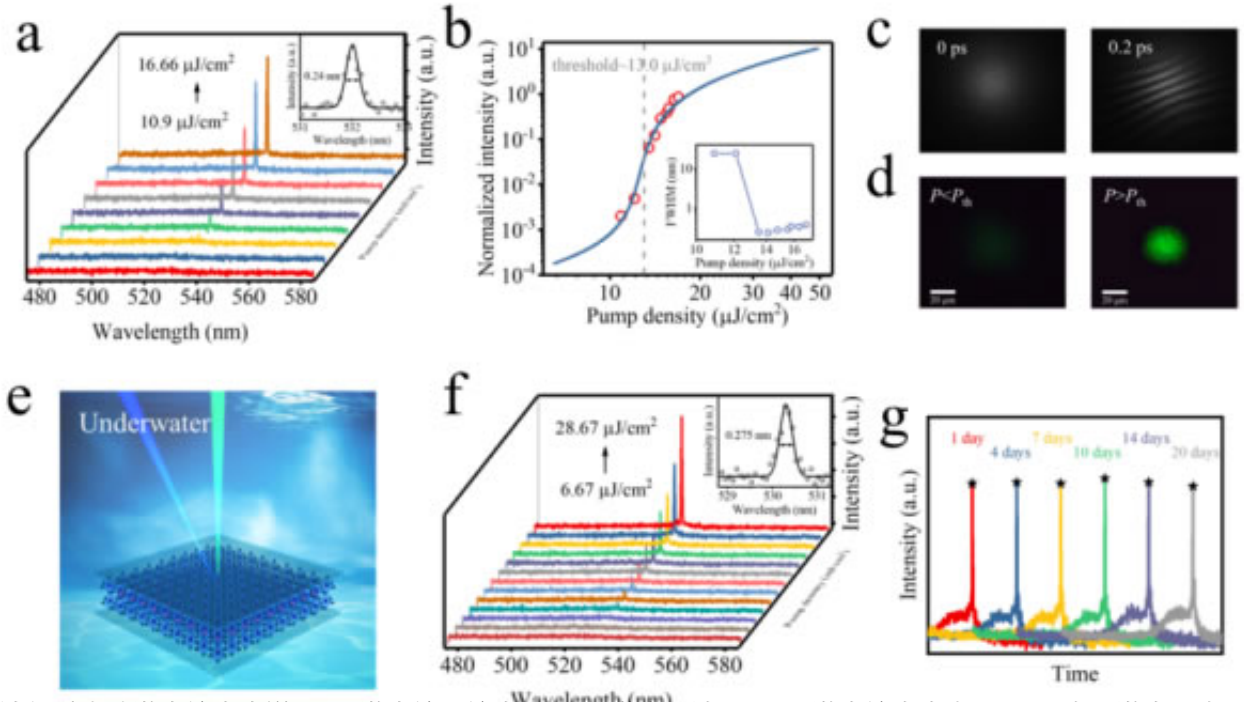
研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、上海市基础研究试点计划项目的支持。



a、三源共蒸示意图；b、钙钛矿荧光光谱；c、荧光寿命；d-f、温度依赖的荧光光谱的发光强度、半高宽和峰位置图



a-f、增益动力学机理；g-i、复合动力学机理



a、亚波长垂直腔激光输出光谱；b、激光输入输出图；c、激光干涉图；d、激光输出光斑图；e、水下激光示意图；f、水下激光输出光谱；g、20天水下激光稳定输出

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/205789.html