长春应化所等在新型半导体激光器研究中取得进展

近期，中国科学院长春应用化学研究所秦川江课题组、日本九州大学安达千波矢研究室合作，开发出一种基于新型低成本半导体材料钙钛矿的激光器，突破了其以往仅能在低温下连续稳定工作的瓶颈，实现室温可连续激光输出的钙钛矿激光器。

激光器是将输入的光或电能量转换成光的器件，由于发光高度均匀，被广泛应用于工业、医疗、信息、科研等领域。钙钛矿半导体材料具有可低成本溶液加工、发光波长可调、发射光谱稳定等优点，作为工作物质在激光方面具有广阔应用前景。然而，室温下连续激发工作数分钟后钙钛矿激光将会消失，且原因未明，限制了进一步发展。

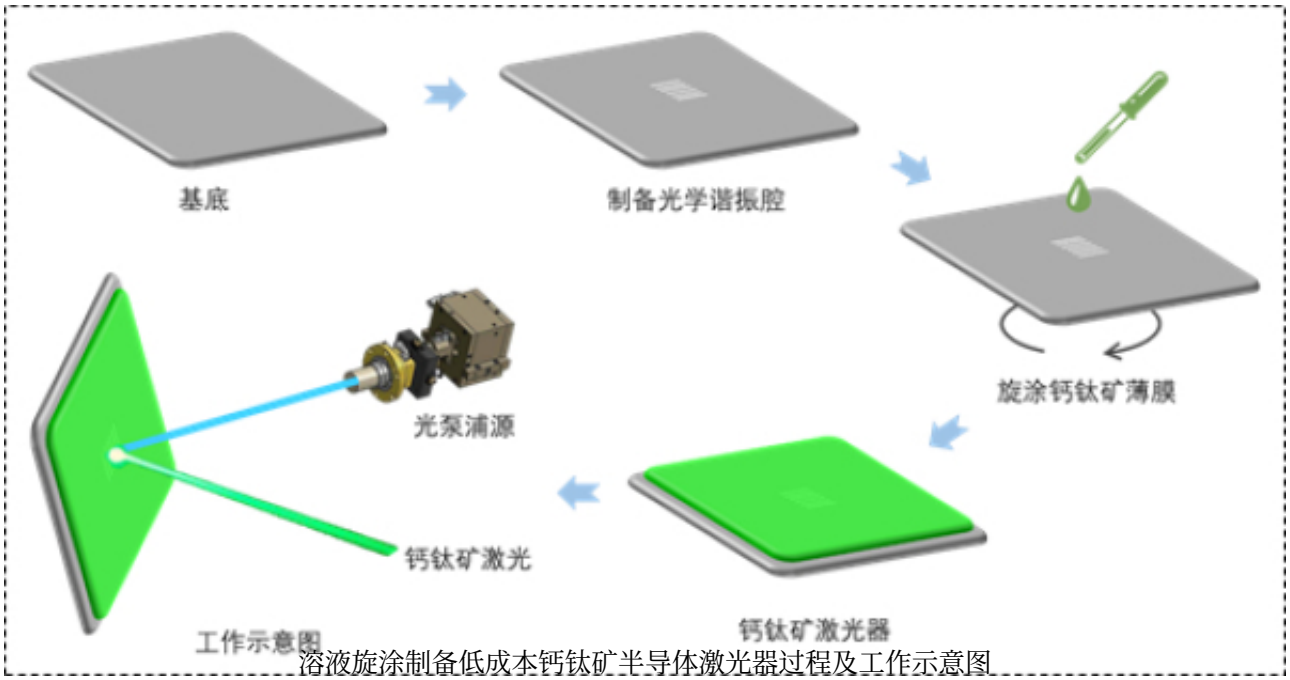
在有机半导体器件中，正负电荷结合后，可先形成激子再释放能量，其激子行为与特性已得到广泛深入研究。激子通常分为单重态激子和三重态激子，其中，三重态激子直接发光效率低。已有研究证实，阻碍有机半导体连续激光的因素主要是其固有的三重态激子特性。但关于准二维钙钛矿激光器，人们还没有认识到三重态激子在其中的影响。

准二维钙钛矿是一类将相同重复单元的无机骨架夹在有机层之间的材料。近期，科研人员发现这种材料中的三重态激子寿命可长达1微秒，进而猜测其可能是导致激光消失的原因；三重态激子虽然不发光，但能与发光的单重态激子相互作用，导致它们均以不发光的形式失去能量。因此，如果钙钛矿中存在长寿命三重态激子，可能需要将其除去，以免干扰激光。

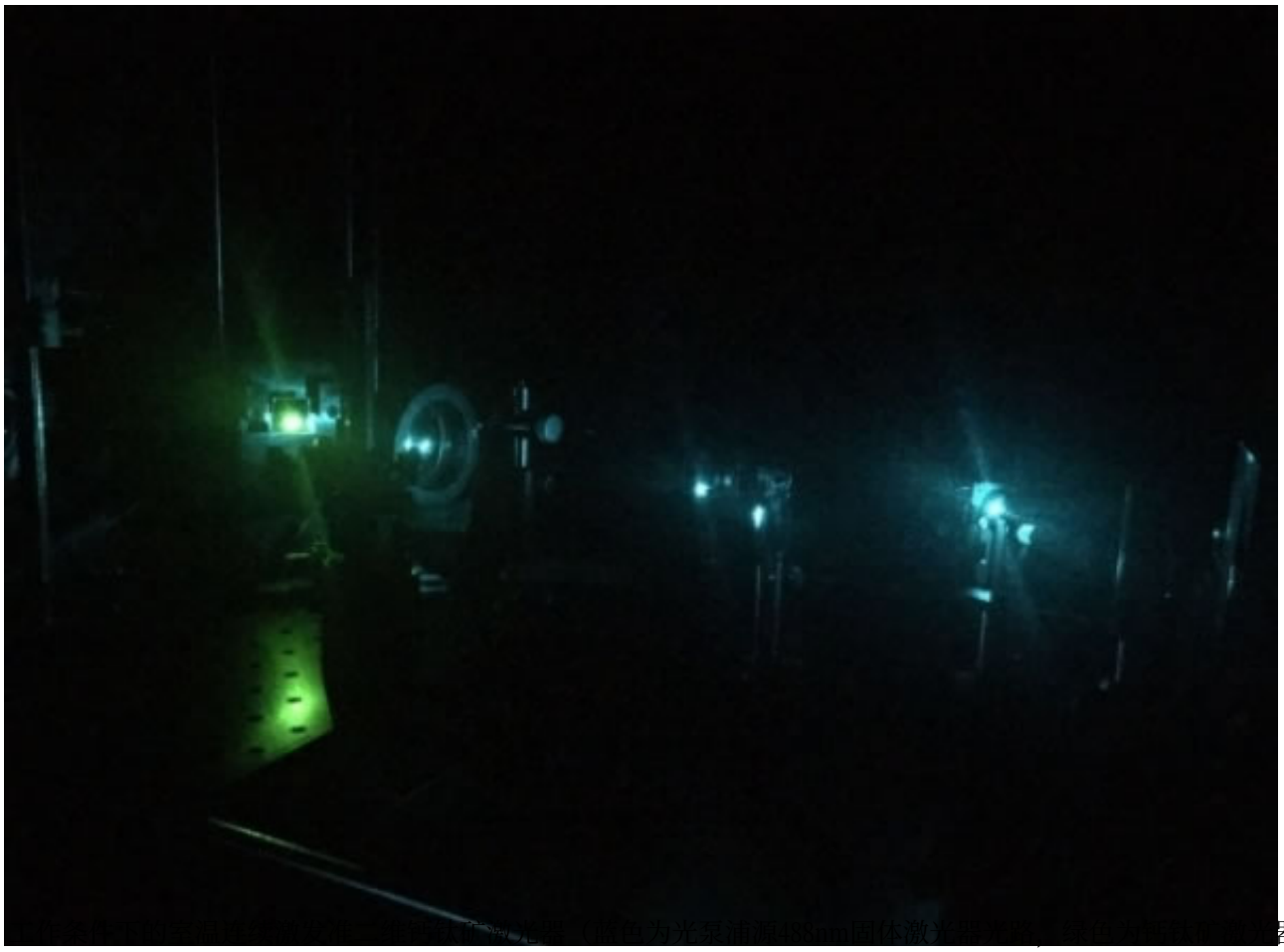
基于以上考虑，该研究在准二维钙钛矿中引入具有较低三重态能级的有机层，使钙钛矿中产生的长寿命激子可自发转移至有机层，从而减少单重态激子能量损失，实现光激发下连续的激光产生。将钙钛矿激光器置于空气中，使三重态激子被氧气淬灭，也可实现连续激光，进一步证明三重态激子是造成激光消失的原因之一。此外，激光器在相对湿度为55%的空气中连续工作1小时后，激光强度基本没有变化，发射光谱也没有移动。

该研究证实了三重态激子在钙钛矿激光工作过程中的关键作用，以及调控三重态激子对实现连续激光的重要性，有助于开发低成本、可溶液加工和超小型化的电致钙钛矿激光器件，应用于光通信、光信息处理、光存储以及通过大规模集成电路平面工艺组成的光电子系统。

相关成果发表在《自然》上，研究员秦川江是论文的第一作者、第一通讯联系人，长春应化所为第一完成单位。研究得到中科院、长春应化所的支持。



溶液旋涂制备低成本钙钛矿半导体激光器过程及工作示意图



（绿色为光泵浦源488nm固体激光器，绿色为新型半导体激光器及激光）

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/161157.html