
13kA cm²电注入下超高发光亮度OLED

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41050.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！

13kA cm²电注入下超高发光亮度OLED。 导读

自1987年邓青云博士发明有机发光二极管后，研究人员对色纯度更高的有机电致激光的追求从未停歇。但受限于有机半导体本征的低迁移率及激子自旋特性，很难向有机半导体内注入kA cm⁻²的电流的同时实现高效光输出。同时有机增益介质的增益特性易受器件中引入的电极，谐振腔等功能层损伤，有机电致激光直到现在仍未实现。近日，华南理工大学材料科学与工程学院彭俊彪团队利用15ns的电脉冲为掺杂后的P-I-N式OLED器件内注入13kA cm⁻²的电流，利用三重态上转换材料抑制器件发光效率的滚降，结合高质量垂直型微腔结构。实现了同时具有高电流密度注入，高发光效率及高色纯度输出的OLED器件。为有机电致激光领域提出了新的驱动策略及器件架构。相关研究成果以 Ultrahigh-radiance TTA-based OLED with 13 kA cm⁻² current injection 为题发表于《Light: Science Applications》。华南理工大学彭俊彪教授为论文第一通讯作者，华南理工大学博士生赵基臣和毛雨为论文共同第一作者。

研究背景

有机半导体在光泵浦下已表现出优异的受激辐射特性及激光性能，但受限于有机半导体低迁移率及仅能用单重态激子参与受激辐射的特性，在电泵浦下很难注入与光泵浦媲美的激子数目实现粒子数反转。且电泵浦器件无法避免的引入电极等损耗层，进一步指数级的提高了所需的激子数。如何平衡器件电注入性能并保证增益特性是解决问题的关键。研究人员尝试过开发高增益材料，并尝试消除或利用有害的三重态激子，但目前仍未真正解决电注入激子淬灭的问题。驱动方面，已利用ns级脉冲驱动优化电阻电容特性后OLED器件，但引入了较多的光学损耗。而设计将增益区与电荷注入区域分开虽保证了增益但又破坏了器件的阻抗特性，令电荷注入困难。目前仍未有切实有效的方式在优良电注入及高光学增益间取得平衡，制约了有机电泵浦激光器件的进一步发展。

研究亮点

研究团队设计了新型低光学损耗，低电学方阻的超薄ITO衬底。20nm的超薄ITO衬底几乎未引入光学损耗，搭配金属Mo降低衬底的方阻并利用SiO₂定义发光面积至μm级。令器件能够承载15ns超短电压脉冲的驱动。解决了优异光学增益及高效电注入之间的矛盾。为后续OLED器件内注入kA cm⁻²电流并耦合高质量谐振腔奠定了基础。

进一步的，基于上述衬底制备了具备TTA特性的OLED器件。利用15ns电脉冲驱动器件，为其注入了破纪录的13kA

cm-2的电密度。极短脉冲截断了STA效应，提高了器件峰值发光强度；结合器件在kA cm-2电流注入下仍存在的TTA过程，进一步抑制STA。最终其顶发射器件的最高输出功率可达56W cm-2。为目前OLED的最高值。经理论计算，该器件注入的粒子数已满足材料粒子数反转的需求。

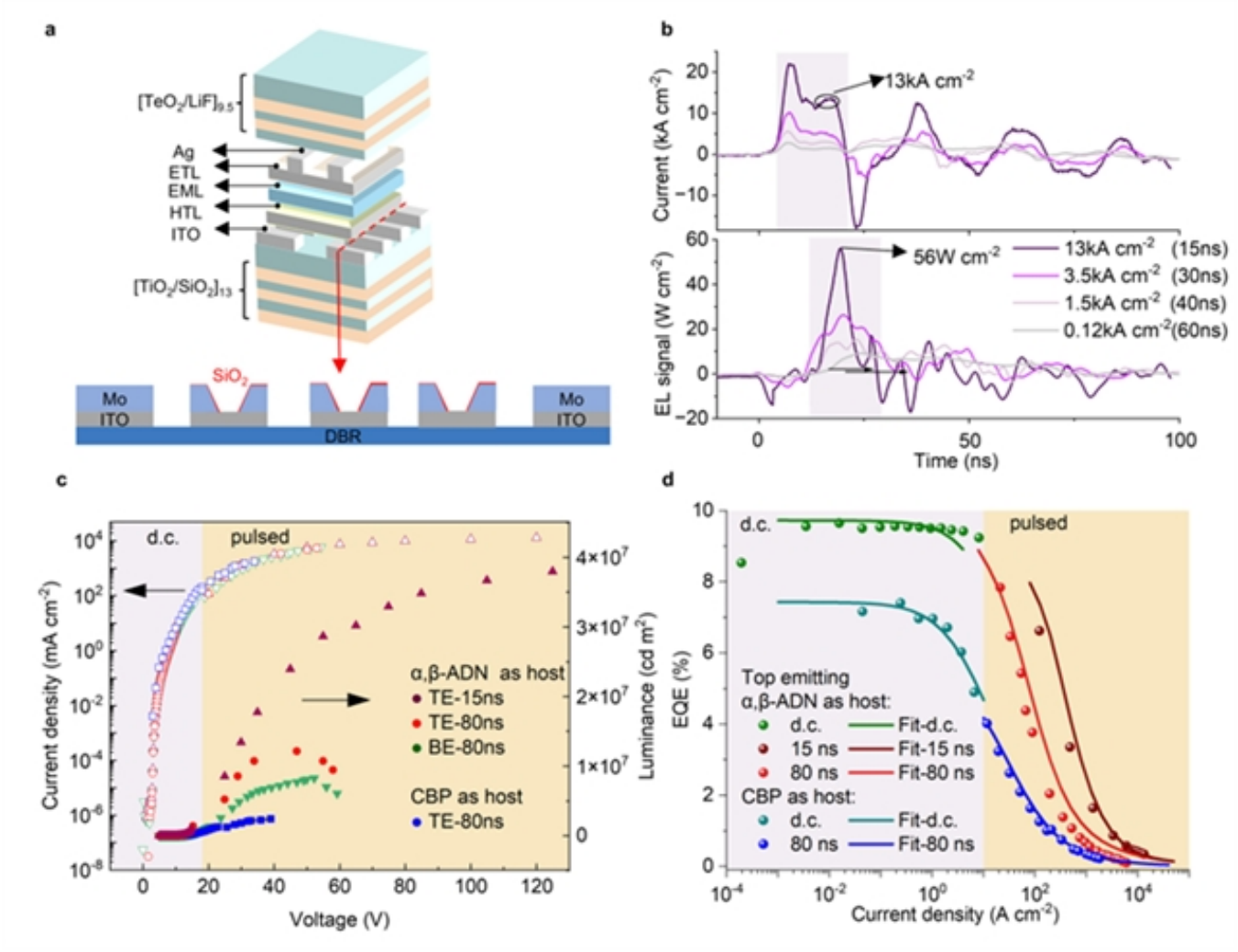


图1：(a) 器件结构设计图；(b) 器件瞬态EL及瞬态电流图；(c) 器件电流-电压-亮度图；(d) 器件外量子效率滚降图。

研究团队后续将器件耦合进高质量的垂直型微腔中，探索基于该器件实现电泵浦激光的潜力。调谐器件发光层至微腔内光场分布最强处，以增强激子与光子耦合。器件的发光半峰宽为5.5nm。满足了目前高色纯度发光显示的需求。且该宽度可与有机光泵浦激光阈值前的发光半宽相媲美，展示了该器件架构应用在电泵浦激光领域的潜力。

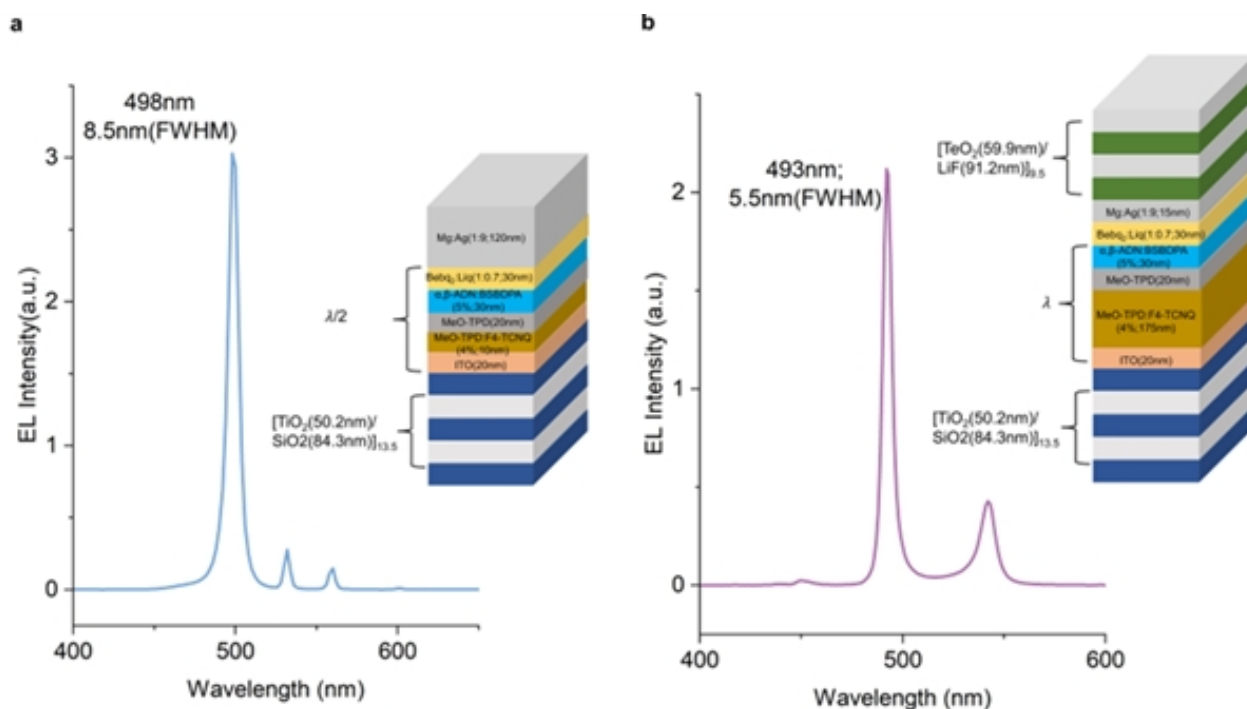


图2：(a) MgAg-DBR微腔器件发光光谱；(b) DBR-DBR微腔器件发光光谱。

总结与展望

本研究提出了新型低光学损耗及低电学方阻的 μm 级ITO衬底，解决了有机电泵浦激光中电注入与光增益之间的核心矛盾。通过短脉冲驱动及TTA策略抑制有机材料中STA的淬灭，制备了破纪录的高输出功率OLED器件。并理论验证该材料已实现粒子数反转。耦合进高质量谐振腔内实现了超窄半峰宽光出射。提供了新的有机电泵浦激光器件架构及器件驱动策略。

未来研究聚焦于如何进一步提高器件增益特性的同时保证电注入器件效率。利用双极性传输材料来增厚器件，改善器件的光学限制因子，设计掺杂型同质结结构抑制 kA cm^{-2} 注入下器件内部极化子的积累及对增益特性的淬灭。同时深入研究电注入激子在高电流密度下的激发态行为，观测各类电学行为对增益的影响机制，为有机半导体领域开辟新的研究方向。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-02134-z>

作者：彭俊彪等 来源：《光：科学与应用》

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