
明亮稳定的量子点发光二极管

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33324.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！

明亮稳定的量子点发光二极管。 导读

近日，来自河南大学与中国科学技术大学的研究人员针对量子点发光二极管面临的技术难点和挑战，通过设计合成新型大尺寸全合金核壳量子点，提高了量子点发光二极管的外量子效率和稳定性。不仅提升了量子点发光层的电子浓度，还促进了载流子的辐射复合，有效降低了器件的运行电压和焦耳热的产生，为推动量子点发光二极管的商业化应用奠定了坚实基础。

该成果发表在国际顶尖光学期刊《Light: Science Applications》，题为Realizing low voltage-driven bright and stable quantum dot light-emitting diodes through energy landscape flattening。刘意婷和孙莹莹为论文第一作者，王垒博士、樊逢佳教授和申怀彬教授为论文的共同通讯作者。

研究背景

量子点发光二极管（QLEDs）是极具应用潜力的新一代电致发光器件。目前红绿蓝三色器件的外量子效率均已超过20%，达到了商业化应用的基本需求。QLEDs在智能终端、AR/VR、大尺寸超清显示和高端照明等应用场景中具备占据高端显示照明市场的潜力，前提是有效解决高亮度下的寿命问题。

QLEDs相较于传统显示照明器件产生的热量已有显著降低。但是，有待优化的载流子动力学（如电荷注入不平衡、漏电流等，）仍然可能导致不可避免的热量积累，特别是在高亮度条件下，这一行为会造成器件效率的显著下降和器件功能层不可逆的分解。

技术难点与挑战

如何管理载流子的动力学行为，从而减少器件运行过程焦耳热的产生是提高器件寿命所面临的主要技术挑战。研究者们探索了多种策略，包括调控各功能层的能级位置和迁移率来促进电子和空穴的注入平衡，以减少激子猝灭和电荷累积。这些策略在推动QLEDs器件效率及寿命提升的同时，也获得了低于其带隙电压的启亮电压。而在低电压下器件的外量子效率和亮度仍较低，例如在带隙电压下器件的亮度通常低于1000 cd m⁻²。原因在于传统CdSe量子点价带能级的不完全简并导致注入的空穴分布在不同的能级态，加剧了量子点与空穴传输层之间的能量无序性。以往QLEDs需要在较高电压下才能获得高的外量子效率和亮度，这也增加了焦耳热的产生。因此，设计新型量子点调控其激子精细结构裂分，有望解决器件驱动电压相关的焦耳热问题。

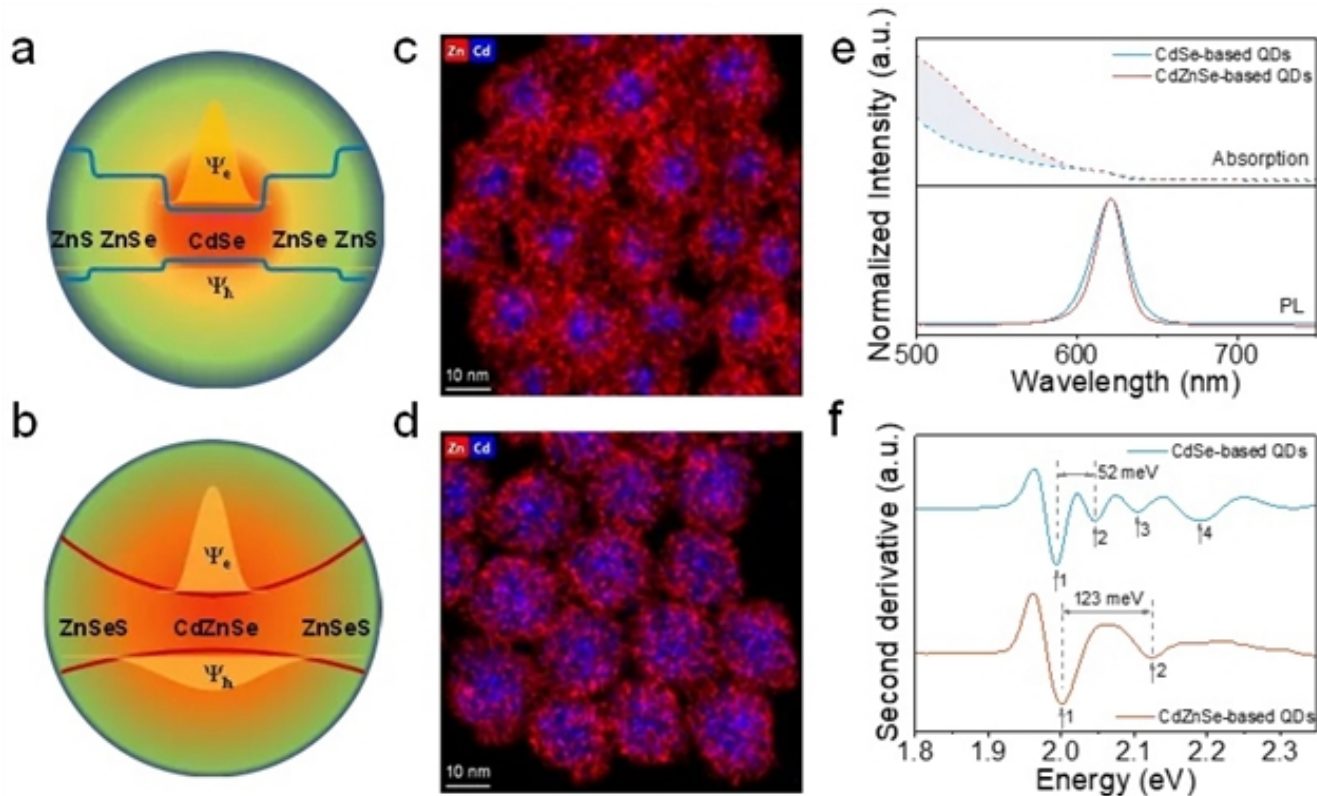


图1. 用传统CdSe与新型CdZnSe基量子点的结构、形貌和光谱图。(a, b)量子点能级结构和电子/空穴波函数示意图；(c, d) Cd和Zn的元素分布图；(e) 吸收和荧光光谱图；(f) 吸收二阶导曲线。

研究创新

1. 新型量子点的设计合成：研究团队设计合成了大尺寸连续梯度的CdZnSe/ZnSeS核壳量子点（直径>19 nm）。新型量子点能够平滑地释放晶格应力，展现出大于95%的量子产率和~22 nm的荧光半峰宽（图1）。
2. 载流子动力学的有效调制：新型CdZnSe基量子点不仅能够基态能级的劈裂，还展现出更高的电子浓度，进而促进激子的辐射复合过程。基于CdZnSe基的QLEDs展现出28.1%的峰值外量子效率和有效抑制的效率滚降（图2）。
3. 长寿命及带隙电压下高亮度：在100%和120%带隙电压下器件亮度分别达到了1400 cd m⁻²和8600 cd m⁻²。同时，有效降低的焦耳热使得器件在1000 cd m⁻²下亮度降低到95%（T95）寿命超过了72,000 h（图2）。

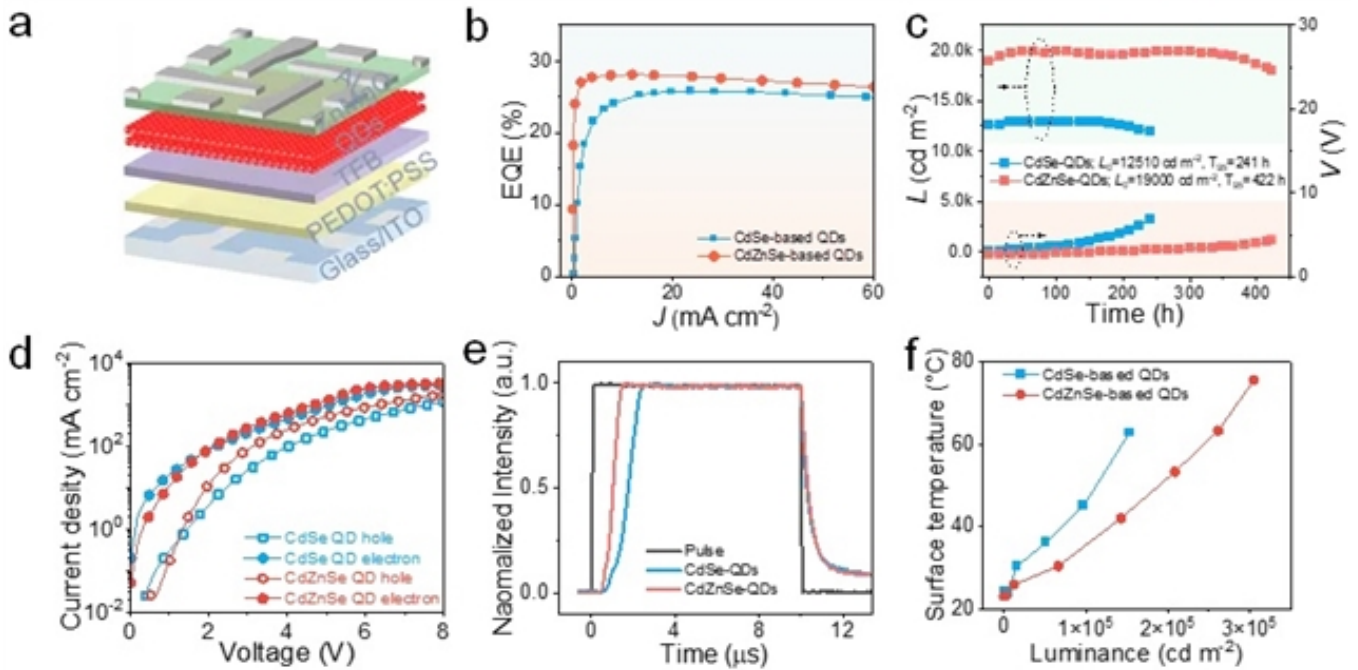


图2. 器件结构、性能和载流子动力学分析。(a) QLEDs器件结构示意图；(b) 外量子效率与电流密度曲线；(c) 亮度和电压随时间变化曲线；(d) 单电子和单空穴器件的电流密度与电压曲线；(e) 瞬态电致发光动力学；(f) 器件表面温度与亮度关系。

前景展望

通过构建大尺寸、精细结构可控的全合金量子点，疏通量子点与空穴传输层界面的能级无序，在提升量子点电荷浓度的同时促进激子辐射复合，进而有效降低器件运行电压和焦耳热的产生，实现了带隙电压下高亮度高稳定性的红色QLEDs。这项研究有望推动蓝色QLEDs器件寿命的快速提升，加速量子点在显示照明领域的商业化进程。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01727-4>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：王垒等 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