
光致异构转化助力量子点高分辨显示

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41845.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！

光致异构转化助力量子点高分辨显示。导读

高分辨率、高效率的量子点发光二极管是下一代显示技术的核心候选，尤其在虚拟现实、近眼显示等领域，像素密度需超过2000 PPI。然而，如何在微米尺度上精准光刻图案化量子点，同时不损害其发光效率，是一个非常有挑战性的难题。传统的光刻方法常引入光刻胶，导致量子点表面受损、发光性能下降；而直接光图案化虽无需光刻胶，却常因配体交换或交联反应，造成非辐射能量损失。针对这一挑战，苏州大学陈煜研究团队提出了一种基于光致异构转化的全新图案化策略。他们利用螺吡喃在紫外光下转化为部花青的特性，实现了量子点表面配体的高效交换，并在图案化后显著抑制了荧光猝灭。相关成果以" Highly efficient and ultrahigh-resolution quantum dot light-emitting diodes via photoisomeric transformation "为题发表于《Light: Science Applications》。

研究背景

胶体量子点因其发光波长可调、色纯度高、溶液加工性好以及光致发光量子产率高等优异特性，成为新一代显示材料的研究热点。近年来，量子点发光二极管（QLED）在效率、亮度和稳定性方面取得了重要突破，有望应用于商用显示领域。然而，随着虚拟现实、近眼显示等新型显示技术的发展，对像素密度的要求越来越高，传统图案化技术难以满足。目前，量子点的图案化方法包括光刻、转移印刷、喷墨打印等，但这些技术普遍存在量子点光学性能退化、工艺复杂、保真度低、像素间串扰严重等问题。直接光刻图案化无需光刻胶，可避免永久性损伤，但其依赖的光致交联或配体交换反应往往引入绝缘聚合物或破坏量子点表面，导致非辐射复合增加，发光效率显著下降。此外，现有方法对钙钛矿量子点的兼容性较差。因此，本研究开发了一种既能实现高分辨率图案化、又能保持甚至提升量子点发光效率的方法，利用配体光致异构，使得量子点溶解性发生改变的同时，抑制了量子点与表面光敏配体之间的能量转移，进而提高量子点光学性能，为超高清显示提供了可行路径。

创新研究

传统量子点图案化方法普遍存在量子点损伤、工艺复杂、分辨率低或电学性能退化等问题。即使是不使用光刻胶的直接光图案化技术，也常依赖光致交联反应，引入绝缘聚合物，阻碍电荷传输；或通过配体光致脱附，却导致量子点表面缺陷增多、发光效率骤降。本研究团队提出了一种基于光致异构转化的全新策略。如图1所示：利用螺吡喃（SP）分子在紫外光照射下结构转化为部花青（MC）的特性。MC分子含有C-N⁺和C-O⁻活性基团，其中C-O⁻与量子点表面的锌离子具有强结合能力，能够置换原有的长链油酸配体，而C-N⁺则通过库仑作用促进油酸脱附。配体交换后，量子点的溶解性发生变化，从而可通过显影实现高精度图案化。该方法无需光刻胶，不引入

绝缘交联剂，且配体交换后量子点间距减小，有利于电荷传输。

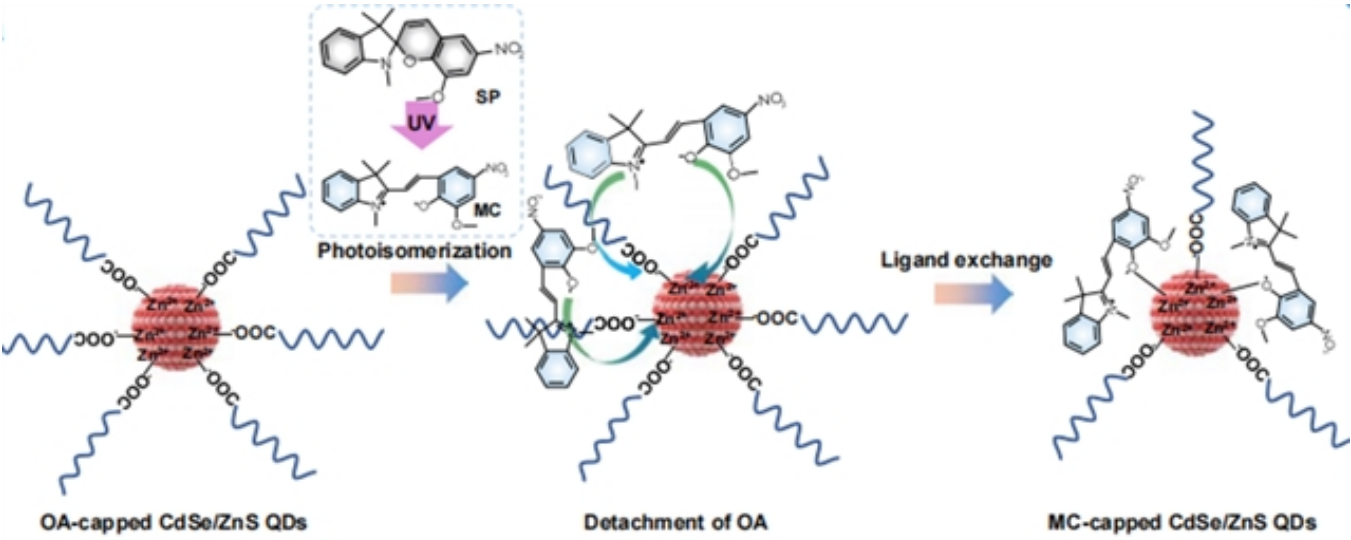


图1光致异构配体交换

在直接光图案化过程中，如图2，研究团队系统揭示了这一现象背后的物理机制，并实现了荧光效率不降反升的突破。本团队发现，在初始混合SP分子时，SP中已存在的少量MC分子（或短时紫外照射产生的游离MC）与量子点之间会发生荧光共振能量转移（FRET），随着紫外照射时间延长，MC分子逐渐结合到量子点表面，形成牢固的MC配体壳层。一旦MC与量子点结合，FRET通道被有效切断。同时，MC配体中的氧原子能够钝化量子点表面的锌缺陷，进一步减少非辐射复合。实验结果表明，完全图案化后的量子点薄膜光致发光量子产率（PLQY）甚至超过了原始油酸包覆的量子点。这一机制为直接光图案化材料设计提供了全新思路。

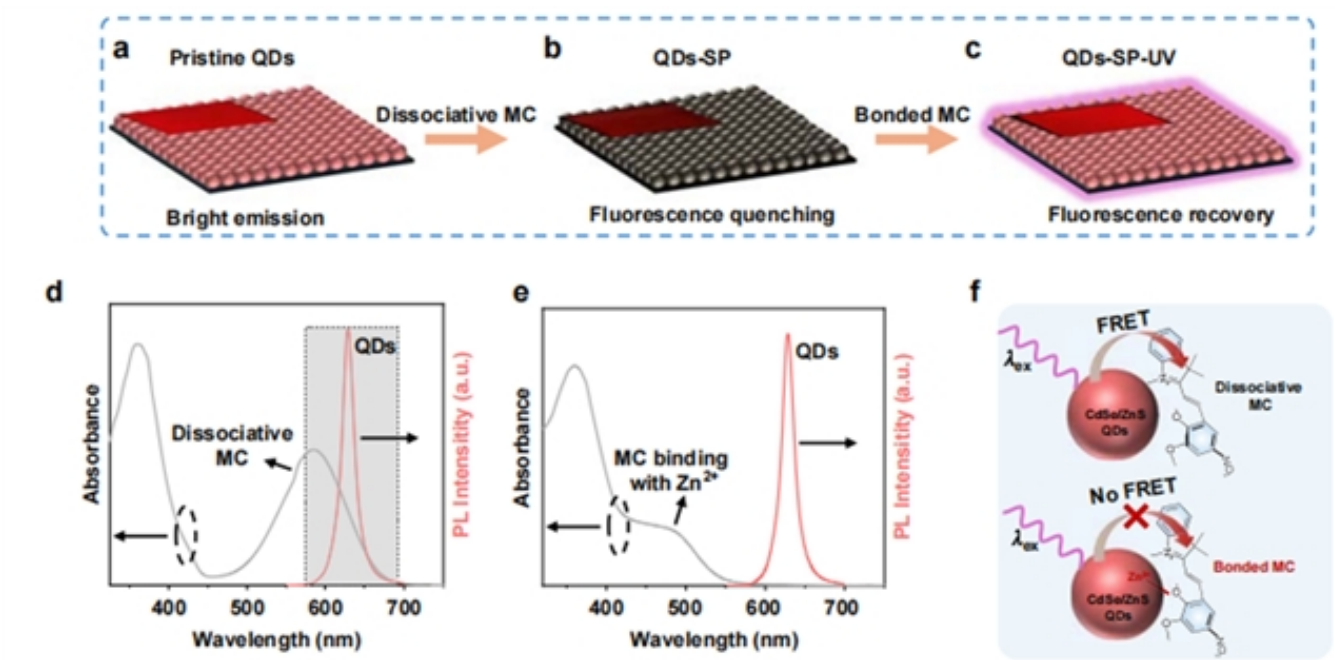


图2 光致异构机理

基于上述机制，研究团队成功制备了一系列高性能量子点图案。在分辨率方面，最小量子点像素直径仅为0.8微米，对应像素密度高达15,800 PPI。此外，该方法具备优异的多色加工能力。该策略不仅适用于刚性的玻璃或硅基底，在柔性聚酰亚胺和聚碳酸酯薄膜上也同样实现了高质量图案，展示了良好的工艺兼容性和可扩展性。更重要的是不仅制备光致图案化薄膜，在电致器件上，也实现了基于CdSe体系和钙钛矿体系的超高分辨量子点发光二极管的制备，为下一代超高清显示技术提供了切实可行的解决方案。

图3高分辨荧光成像

总结与展望

本团队研究提出的光致异构转化图案化方法，可实现超高分辨率量子点像素和高分辨QLED器件的制备，为虚拟现实、近眼显示及柔性可穿戴显示等超高清显示技术提供了可行的解决方案。该方法兼容多种量子点材料与基底，具备良好的工艺扩展性。未来研究将进一步聚焦于大面积规模化制备及器件的长期运行稳定性，推动其向实际商用显示应用迈进。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-026-02246-0>

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：陈煜等 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