
高效率多晶薄膜白光有机发光二极管

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28331.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！

高效率多晶薄膜白光有机发光二极管。 导读

在信息技术不断发展的背景下，人们对显示技术和照明设备的需求日益增长。有机发光二极管（Organic light-emitting diode，OLED）凭借主动发光、高对比度、高色域、广视角、无眩光、响应速度快、易于实现柔性显示等优势，已经成为主流的显示技术。在商业化的OLED面板生产中，非晶有机半导体薄膜路线因其优异的成膜性能和适合大面积加工的特性而被广泛应用。与非晶材料相比，有机晶态材料具有卓越的热稳定性、化学稳定性和高载流子迁移率等优势，使其成为开发高性能发光器件的另一种可能的理想选择。

随着对晶态有机半导体材料与器件的深入研究，其应用范围和性能持续扩展。目前，晶态有机光电器件应用的研究重点包括晶态OLED、有机发光晶体管、有机光电泵浦激光、有机晶体光伏电池以及有机场效应晶体管等领域。尽管晶态OLED依旧处于起步阶段，其各方面包括晶体生长方式、器件结构设计和发光机理等均具有巨大的提升空间。

近日，中国科学院长春应化所提出了一种新型高效晶态白光有机发光二极管。利用弱外延生长（Weak epitaxy growth, WEG）方法，该器件能够结合高载流子迁移率的晶体框架（Crystalline host matrix, CHM）和高效客体的优势，显著提升了器件的整体性能。该文章发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》，题为 High-efficiency crystalline white organic light-emitting diodes。

研究背景

1963年，Pope等人首次报道了基于蒽单晶的电致发光现象，在超过400 V的电压下观察到了微弱的蓝光。提升晶体OLED的性能，关键在于控制晶体发光层的生长质量和改善电极间的接触问题。2007年，中国科学院长春应用化学研究所闫东航研究员团队提出了弱外延生长（WEG）方法，这是一种基于真空物理气相沉积技术的高质量有机多晶薄膜生长方法。WEG能够通过使用多晶诱导层在非晶衬底上诱导半导体层分子的取向生长，形成大尺寸连续的高质量多晶有机薄膜。

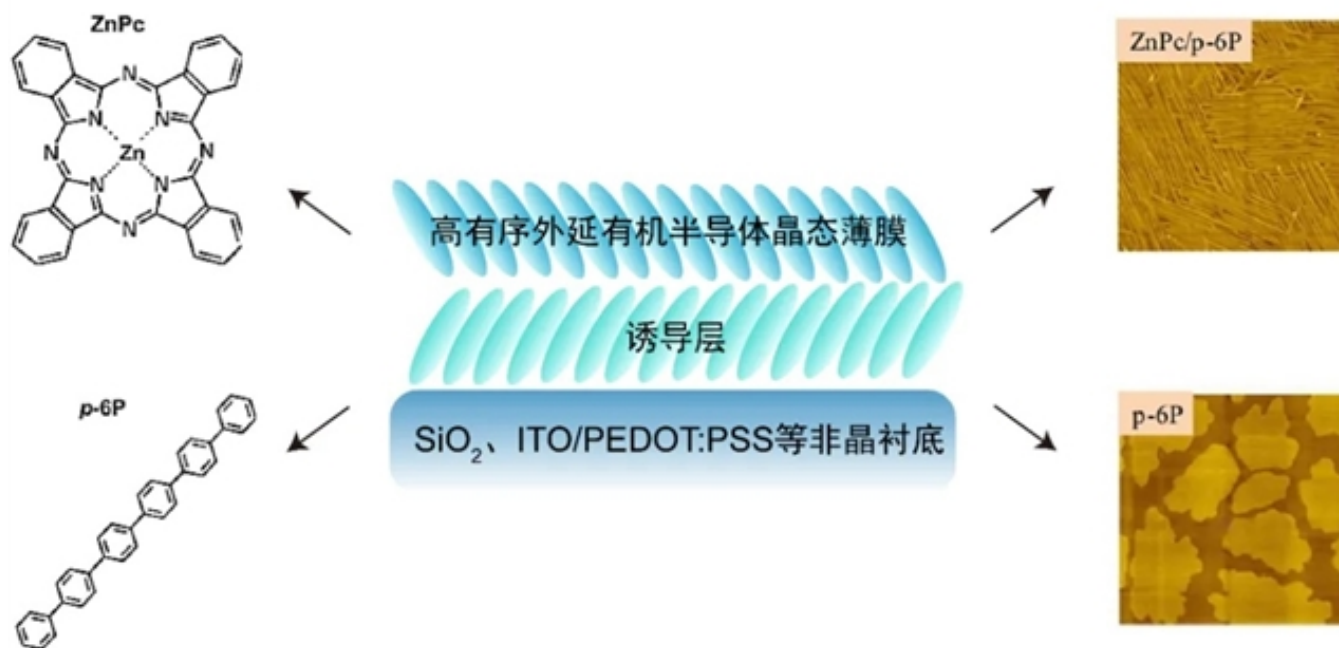


图1 弱外延生长方法

基于WEG方法，近年来对不同光色和器件结构的多晶薄膜OLED进行了系列探索，这些器件均表现出低驱动电压和高亮度等优异性能。尽管如此，晶态薄膜OLED的外量子效率（EQE）仍与非晶OLED存在一定差距。为了进一步提升器件效率，必须设计新型的器件结构和拓展材料体系。

创新研究

白光OLED（white OLED, WOLED）以其面发光、光线柔和、无蓝光伤害等优势成为理想的照明光源。此外白光OLED还能与滤光片结合应用于彩色显示领域，具有广泛的应用前景。目前，高效白光器件的发光层主要采用无定形态非晶薄膜，借用晶态材料优势有望发展出具有更高性能的白光器件。现研究阶段，晶态白光OLED面临亮度低、效率低和光谱漂移等问题亟待解决。

本文采用了晶态框架（CHM）与纳米聚集体（nanoaggregates, NA）相结合的策略，通过向晶态结构中引入热激活延迟荧光（TADF）纳米聚集体和橙色磷光掺杂剂，有效管理了器件中激子的形成并优化激子间的能量转移过程。CHM-NA策略是构建晶态薄膜器件的新型有效方法，该结构的发光器件结合了晶态主体框架的高迁移率和客体的高激子利用率，能够在保持器件低驱动电压的优势下显著提高器件效率。

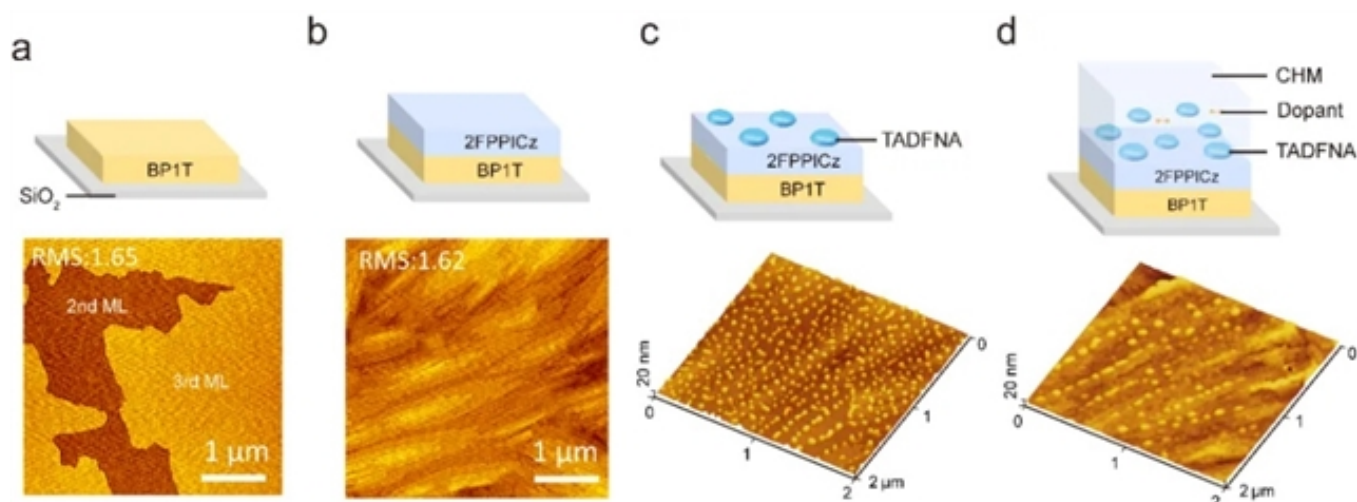


图2 晶态框架和纳米聚集体的示意图和原子力图

本文将材料体系扩展至TADF，构建了高性能的晶态WOLED器件。通过合理的材料能级选择和器件结构设计，该晶态器件中纳米聚集体的可控嵌入和磷光客体的位置探究有效优化了器件中激子的形成区域，调整了器件中激子利用过程，最大程度上提高了激子利用率，这对提升器件性能至关重要。同时，晶态主体与纳米聚集体接触后存在有机异质结效应，产生高导电性的通道，最终使得器件的驱动电压降低。得益于：（1）晶态主体保证了器件中的高效载流子传输通道；（2）晶态主体和纳米聚集体间的有机异质结效应有效降低了器件的电导率；（3）TADF纳米聚集体和磷光客体对激子的高效利用；（4）良好的器件结构设计和能级构建，该白光器件实现29173 cd m⁻²的最大亮度，12.8%的外量子效率（EQE），创下了基于晶体材料的白光OLED效率的最高记录。相较于传统的非晶WOLEDs，本文报道的晶态WOLED器件在低驱动电压下表现出更高的亮度、更低的焦耳热损耗和更高的光子输出，证明了该路线在制备白光OLED方面的巨大潜力。

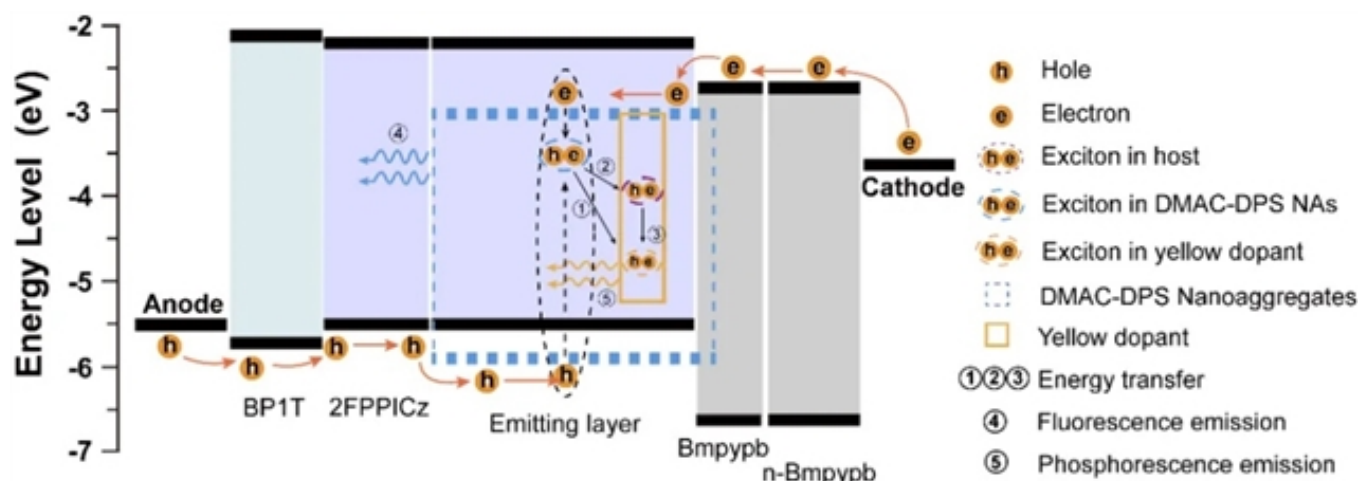


图3 晶态WOLED器件工作机理

应用与展望

基于弱外延生长（WEG）方法制备的晶态WOLED已成功实现高效发光，展现出晶态有机发光二极管的巨大潜力。高迁移率晶态框架和高激子利用率的客体组合能够在保证晶体结构优势的同时

拓宽器件结构的设计方式，其有望发展成为新一代OLED器件技术。目前主体能级的局限性限制了更多高效材料的使用，后续将进一步开发晶态主体以更好拓展材料体系，提升晶态体系的泛用性。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01428-y>

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：朱峰等 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