

d-f跃迁稀土配合物在单发光层白光有机发光二极管中的应用

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24382.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！

d-f跃迁稀土配合物在单发光层白光有机发光二极管中的应用。 1. 导读

单发光层白光有机发光二极管 (SEL-WOLEDs) 的器件结构简单，具有广阔的应用前景。然而，发光材料的设计和精细的能级调控是目前的主要研究挑战。

典型的SEL-WOLEDs的发光涉及到发光层中主体材料与发光材料的传能以及发光材料与发光材料的传能，复杂的传能过程的调控增大了器件设计的难度。不仅如此，发光能量较低的材料往往需要以极低的浓度 (< 1%) 掺杂在发光层中，这也增大了器件制备的难度。

减少能量传递通道是简化器件的设计和制备过程的一种新策略。d-f跃迁稀土发光配合物作为发光材料应用于有机发光二极管 (OLEDs) 时，主体材料基本不参与能量传递过程。除此之外，这类发光材料应用于OLEDs时还具有诸多优势，如理论效率高，激发态寿命短，发光颜色可调和成本低等。所以，d-f跃迁稀土发光配合物在SEL-WOLEDs中的应用潜力非常值得探索。

近日，北京大学化学与分子工程学院的刘志伟课题组合成了天蓝光发射的铈(III)配合物Ce-TBO^{2Et}和橙红光发射的铕(II)配合物Eu(Tp^{2Et})₂，它们均具有d-f跃迁的发光性质，利用两种发光材料构建的SEL-WOLEDs发光效率高且发光颜色稳定。研究表明，主体材料不参与传能过程且低能量橙红光材料的质量掺杂浓度可以高达5 wt%，体现了d-f跃迁稀土发光配合物应用于SEL-WOLEDs时可简化传能过程和器件制备工艺的优势。

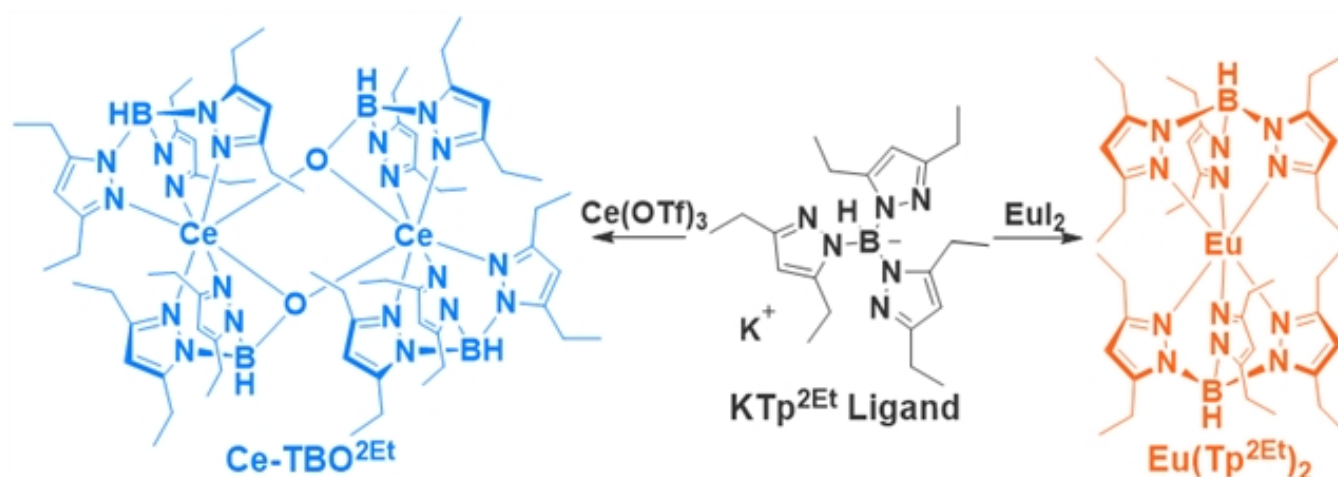


图1 d-f跃迁稀土发光配合物的结构设计与合成路线

2. 创新研究

在电致发光性能的探究中，本文制备了天蓝光和橙红光OLEDs，随后制备了SELWOLEDs，最后探究了器件的传能机理。

2.1 天蓝光和橙红光OLEDs

通过主体材料的筛选，9,9-(1,3-苯基)二-9H-咔唑（mCP）被选定为Ce-TBO2Et和Eu(Tp2Et)₂的主体材料。基于相同的器件结构（仅发光层不同），本文制备了天蓝光器件B1和橙红光器件O1，发光层分别为mCP:Ce-TBO2Et（10 wt%）和mCP:Eu(Tp2Et)₂（12 wt%），器件的最大外量子效率（EQE）分别为22.3%和11.1%，是目前性能最好的基于d-f跃迁稀土发光配合物的蓝光和红光OLEDs。

为了验证器件在电致发光过程中不存在主体材料mCP的传能，本文基于Ce-TBO2Et和Eu(Tp2Et)₂制备了一系列单空穴器件，结果表明，器件B1和O1中的发光机理为空穴被发光材料捕获，随后与电子传输材料及主体材料传输的电子复合形成激子，实现发光。激子虽然不在主体材料mCP上形成，但是mCP可以传输电子，且其高能级可以避免能量从发光材料反传到mCP。

图2 OLEDs的结构和电致发光机理

2.2 SEL-WOLEDs

将器件B1或O1中的Ce-TBO2Et或Eu(Tp2Et)2单组分掺杂的发光层替换为Ce-TBO2Et和Eu(Tp2Et)2双组分共同掺杂的发光层可以制备得到SEL-WOLEDs (器件W1)，即用天蓝光和橙红光复合实现白光发射。随着发光亮度的提升，器件W1的发光颜色基本不变，且性能介于器件B1和O1之间，最大EQE为15.9%。

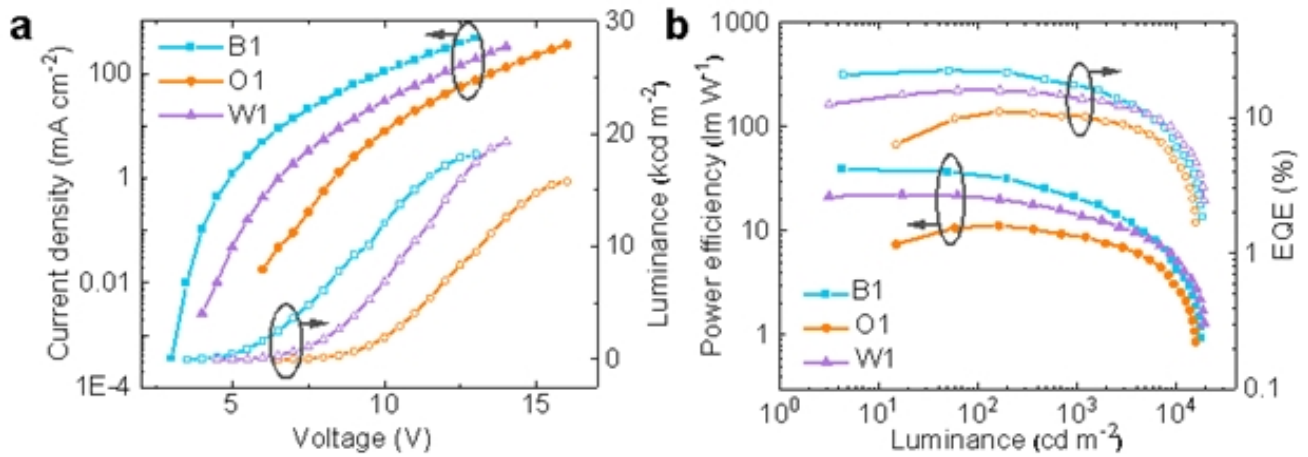


图3 天蓝光、橙红光和单发光层白光OLEDs的性能

2.3 传能机理探究

器件W1中低发光能量的Eu(Tp2Et)2的掺杂浓度高达5 wt%，然而，典型的SEL-WOLEDs中的低发光能量的发光材料的掺杂浓度通常低于1%。为了验证本体系的特殊性，采用具有橙红光发射的铱(III)配合物Ir(bt)2acac替代Eu(Tp2Et)2构建SEL-WOLEDs。此时，为了得到白光发射，必须将Ir(bt)2acac的掺杂浓度降低至0.1 wt%。以上对比器件表明在基于d-f跃迁稀土发光配合物构筑的SEL-WOLEDs中，可能存在独特的传能过程。

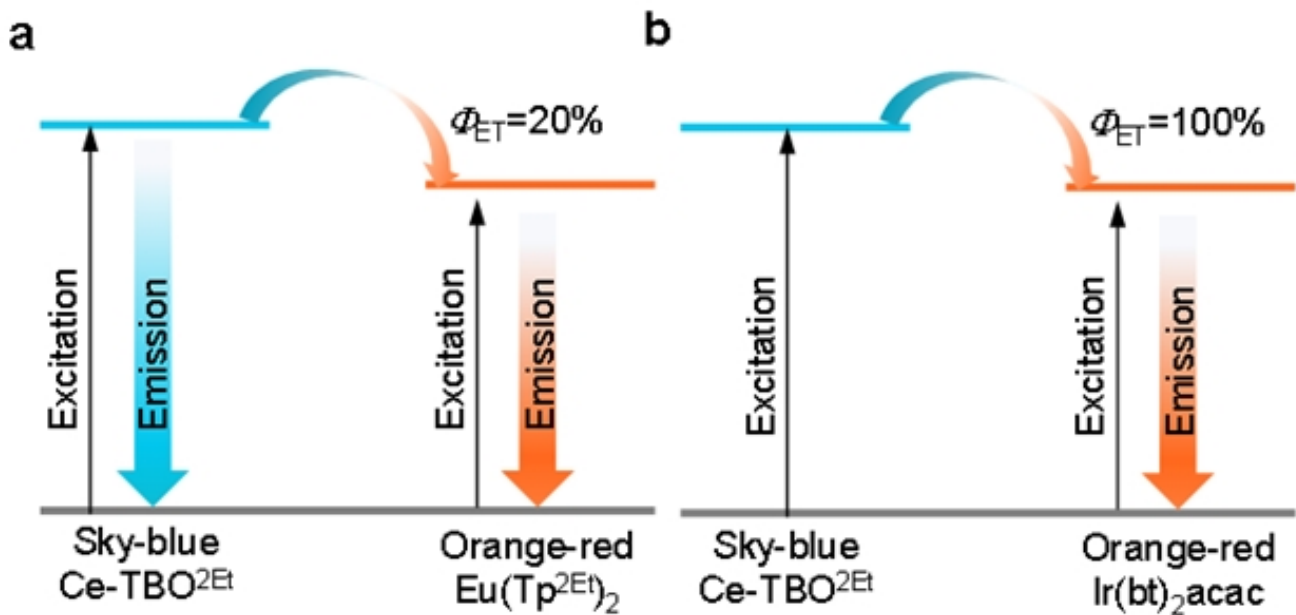


图4 双组分掺杂膜中的传能过程

通过测试不同掺杂薄膜的光物理性质，本文计算得到在相同掺杂浓度橙红光配合物时，天蓝光的Ce-TBO₂Et向橙红光的Eu(Tp₂Et)₂的传能效率仅为20%，而向橙红光的Ir(bt)₂acac的传能效率高达100%，所以在构建白光时，Eu(Tp₂Et)₂的掺杂浓度远大于Ir(bt)₂acac的掺杂浓度，使得器件制备的可控性和可操作性提升。

3. 总结与展望

本文基于天蓝光铈(III)配合物Ce-TBO₂Et和橙红光铕(II)配合物Eu(Tp₂Et)₂制备了目前性能最好的d-f跃迁稀土发光配合物的天蓝光、橙红光和白光OLEDs。在SEL-WOLEDs的探索中发现，d-f跃迁稀土发光配合物作为发光材料时，主体材料不参与传能过程，这可以简化器件中的传能过程。除此之外，由于发光材料间传能效率较低，这也有利于提高低发光能量的发光材料的掺杂浓度，从而实现制备工艺的可控。以上工作展现了d-f跃迁稀土发光配合物作为发光材料在SEL-WOLEDs领域的独特发展潜力。

该研究成果以Lanthanide complexes with d-f transition: new emitters for single-emitting-layer white organic light-emitting diodes为题在线发表在Light: Science Applications。

本文第一作者为北京大学化学与分子工程学院博士生方培玉和霍培昊，通讯作者为刘志伟研究员。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-023-01211-5>

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：刘志伟等 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](http://www.iikx.com)转发