

TADF 激基复合物主体材料提升溶液法制备 蓝色荧光有机发光二极管的效率

崔 璨^{1,2}, 宋丹丹^{1,2}, 赵谔玲^{1,2}, 乔 泊^{1,2}, 徐 征^{1,2*}

1. 北京交通大学发光与光信息技术教育部重点实验室, 北京 100044

2. 北京交通大学光电子技术研究所, 北京 100044

摘 要 为了提升溶液法制备的蓝色荧光有机发光二极管(OLEDs)的效率, 采用了基于热激活延迟发光(TADF)的激基复合物作为主体材料。TADF 激基复合物主体可以利用反向系间窜跃上转换形成单线态激子并将能量传递到客体, 从而可以同时利用发光层中的三线态激子和单线态激子, 以提升蓝色荧光器件的效率。选择蓝色荧光材料 1-4-Di-[4-(N,N-diphenyl) amino]styryl-benzene (DSA-ph) 作为客体发光材料, 4,4',4''-T-ri-(carbazol-9-yl)triphenylamine (TCTA) 掺杂 1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazol-2-yl)phenyl (TPBi) 作为热激活延迟荧光激基复合物主体, 通过溶液法制备了蓝色荧光 OLEDs。通过测试 TCTA, TPBi 以及 TCTA 掺杂 TPBi 的光致发光光谱发现, 与 TCTA 和 TPBi 相比, TCTA 掺杂 TPBi 的光致发光谱(PL)发生了明显的红移(峰值波长变为 437 nm), 而且光谱变宽, 证明了 TCTA:TPBi 激基复合物的形成。通过对于 DSA-ph 掺杂激基复合物主体的薄膜与 DSA-ph 掺杂 poly(methyl methacrylate) (PMMA) 的薄膜进行 PL 测试发现, 两者发光峰相同, 都是来自 DSA-ph 的发光, 说明激基复合物主体将能量传递到了 DSA-ph; DSA-ph 的吸收光谱与激基复合物主体的 PL 光谱存在很大重叠, 说明激基复合物主体与 DSA-ph 的能量传递非常有效; 通过对激基复合物主体掺杂不同浓度客体的薄膜进行瞬态 PL 衰减测试发现, 与纯 DSA-ph 的寿命相比, DSA-ph 掺杂激基复合物主体之后其寿命会延长, 纯 DSA-ph 的寿命只有 1.19 ns, DSA-ph 掺杂激基复合物主体的荧光衰减曲线与激基复合物主体的荧光衰减曲线相似, 这进一步证明了激基复合物主体将能量传递到了 DSA-ph。研究了主体引入以及 DSA-ph 掺杂浓度对器件性能的影响。对于器件的亮度、电流密度、电压、电流效率、电致发光光谱等参数进行了测试, 与不采用激基复合物主体的器件相比, 采用激基复合物主体的器件性能明显改善, 在 DSA-ph 掺杂浓度为 10% 时, 器件亮度从 $2133.6 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 提升到了 $3597.6 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$, 器件效率从 $1.44 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$ 提升到了 $3.15 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$, 发光峰只有来自 DSA-ph 的发光。采用 TADF 激基复合物主体的方法有潜力实现溶液法制备的高效蓝色荧光 OLEDs。

关键词 有机发光二极管; 激基复合物; 蓝光; 荧光; 溶液法

中图分类号: TN383+.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2020)03-0700-06

引 言

蓝光有机发光二极管(Organic light-emitting diodes, OLEDs)的研发始终是显示领域的研究重点和难点。因为它不仅可以提供照明、显示必需的蓝光, 还可以通过能量转移来获得其他颜色的光, 但是蓝光材料的带隙较宽会造成载流

子的注入势垒很大, 进一步导致载流子的注入和传输不平衡, 目前蓝光有机发光二极管的电致发光性能有待提高^[1]。蓝光材料分为荧光材料、磷光材料、热激活延迟荧光(thermally activated delayed fluorescence, TADF)材料。其中磷光材料可以同时获得单线态和三线态激子, 器件的内量子效率可达到 100%。然而磷光材料寿命短, 价格高, 再加上蓝色磷光材料效率滚降问题, 阻碍了磷光 OLEDs 的商业化^[2]。对

收稿日期: 2019-03-08, 修订日期: 2019-06-22

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFB0401302), 国家自然科学基金项目(61704007), 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2017RC034, 2017JBZ105)资助

作者简介: 崔 璨, 1992 年生, 北京交通大学光电子技术研究所硕士研究生 e-mail: 16121669@bjtu.edu.cn

* 通讯联系人 e-mail: zhengxu@bjtu.edu.cn

于 TADF 材料, 三线态激子通过反向系间窜跃过程可以实现 100% 的激子利用率, 但是 TADF-OLEDs 的 roll-off 问题严重^[3]。而荧光 OLEDs 不存在 roll-off 的问题, 但是根据自旋量子统计理论可知只有 25% 的单线态激子可以用来发光, 75% 的三线态激子通过无辐射复合跃迁浪费了大部分的激发态能量, 这造成了荧光 OLEDs 效率较低^[4], 因此, 提升蓝色荧光 OLEDs 性能具有重要意义。

目前已报道了很多提升蓝色荧光 OLEDs 性能的方法, 包括合成新型材料、设计光提取结构、设计高效器件结构等^[5]。其中, 采用 TADF 激基复合物主体提升蓝色荧光 OLEDs 性能也是一种有效的方法。采用普通的荧光掺杂剂作为发光材料, TADF 激基复合物作为主体, 主体当中的三线态激子通过上转换到单线态, 单线态激子随后转移到普通荧光掺杂剂当中用于辐射发光, 有利于实现高效的荧光 OLEDs。在蓝色荧光材料中, p-bis(p-N, N-diphenyl-aminostyryl)benzene(DSA-ph) 作为一种经典材料被广泛使用^[6]。基于 DSA-ph 的蓝光 OLEDs 通常采用单一主体制备, 例如: 2-tert-butyl-9, 10-dinaphthalen-2-ylanthracene (MADN)^[7], 但 MADN 的电子和空穴的迁移率很低只有 $10^{-7} \text{ cm}^2 \cdot \text{vs}^{-1}$ 。激基复合物主体是由电子给体和电子受体组成的, 电子空穴迁移率都较高, 同时还可以利用激基复合物主体当中上转换的三线态激子能量提高器件效率^[8], 但是基于 DSA-ph 并采用激基复合物作为主体的器件尚未报道。同时, 目前基于 DSA-ph 的蓝光 OLEDs 通常采用蒸镀法制备^[9]。与蒸镀法相比, 溶液法制备 OLEDs 更有利于实现大面积 OLEDs 显示和照明^[10]。因此, 采用溶液法制备基于激基复合物主体的蓝色荧光 OLEDs 具有重要意义。

本工作采用了 DSA-ph 作为蓝色发光材料, TADF 激基复合物 4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamine (TCTA) : 1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzimidazol-2-yl)phenyl (TPBi) (摩尔比为 1 : 1) 作为主体材料, 利用溶液法制备了蓝色荧光 OLEDs。与非掺杂激基复合物主体材料的器件相比, 激基复合物主体使器件性能明显提升。

1 实验部分

OLEDs 器件均在 ITO 基底上制备, 首先清洗 ITO, 在 ITO 表面依次旋涂空穴注入层 Poly(3,4-ethylene-dioxythiophene) : poly(styrene sulfonic acid) (PEDOT : PSS, CLEVIOS PVP Al 4083)、空穴传输层以及发光层, 发光层是由电子受体 TCTA 和电子给体 TPBi 以及不同浓度的荧光掺杂剂 DSA-ph 组成 (溶剂为甲苯, 浓度为 $8 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$), 旋涂之后退火 20 min (初始器件退火温度为 $70 \text{ }^\circ\text{C}$, 优化器件退火温度为 $100 \text{ }^\circ\text{C}$)。最后将 ITO 基片放在真空度为 $2 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 的真空蒸镀腔内, 依次蒸镀 TPBi (45 nm), LiF (1 nm), Al (100 nm)。实验中的光致发光光谱由 SPEXFluorolrg-3 型荧光光谱仪检测、电致发光光谱是通过 ACTON150 型 CCD 光谱仪检测、电流-电压曲线均通过高精度的直流电源 Keithley2400 及 SpectroradiometerCR-250 型号的光功率计检测, 有机发光材料薄膜的光致发光寿命通过 Horiba 公司的

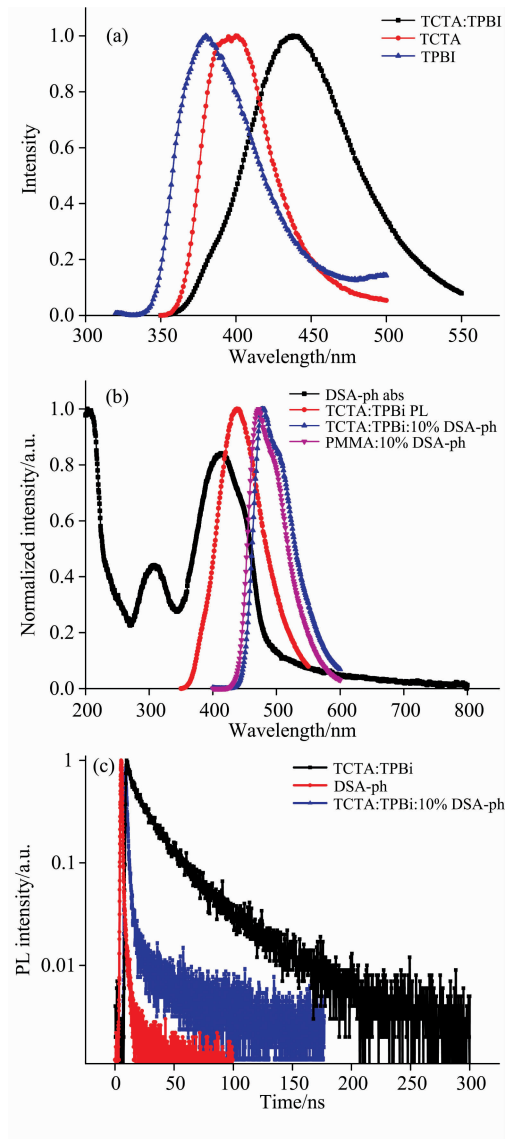


图 1 (a) TCTA, TPBi 和 TCTA : TPBi (摩尔比 1 : 1) 混合薄膜归一化的 PL 光谱; (b) PMMA : 10% DSA-ph, TCTA : TPBi : 10% DSA-ph, TCTA : TPBi (TCTA : TPBi 的摩尔比为 1 : 1) 薄膜的归一化的 PL 光谱, 以及 DSA-ph 归一化的吸收光谱; (c) DSA-ph 薄膜、TCTA : TPBi : 10% DSA-ph 薄膜、TCTA : TPBi 薄膜的 PL 寿命测试

Fig. 1 (a) Normalized PL spectra of TCTA, TPBi and TCTA : TPBi blend film (mole ratio is 1 : 1); (b) Normalized PL spectra of the PMMA : 10% DSA-ph film, TCTA : TPBi : 10% DSA-ph film, and TCTA : TPBi film (The mole ratio of TCTA : TPBi was fixed to be 1 : 1), and normalized UV-Vis absorption spectrum of the DSA-ph film; (c) Time-resolved PL measurements of the DSA-ph film, exciplex film, and exciplex : 10% DSA-ph film on quartz substrates under solution condition. An emission wavelength of 475 nm was monitored and a 260 nm excitation source was used

单光子计数器组成的瞬态光致发光系统测量。

2 结果与讨论

TCTA 和 TPBi 及其混合薄膜的光致发光 (photoluminescence, PL) 光谱如图 1(a) 所示。TCTA 是一种良好的空穴传输材料, TPBi 是一种良好的电子传输材料, TCTA 与 TPBi 以 1 : 1 的摩尔比例混合可以形成激基复合物, TCTA : TPBi 的单态-三线态能级差 ΔE_{ST} 为 0.05 eV, 促进了反向系间窜跃的过程^[11]。从图 1(a) 可以明显看出, 与 TCTA 和 TPBi 的 PL 光谱相比, TCTA : TPBi 混合薄膜的 PL 光谱明显发生了红移, 发光峰位于 437 nm 处, 而且发光光谱较宽, 这说明 TCTA 与 TPBi 的混合薄膜产生了激基复合物。图 1(b) 为 TCTA : TPBi : 10% DSA-ph 的 PL 光谱以及 poly (methyl methacrylate) (PMMA) : 10% DSA-ph 的 PL 光谱。由于 PMMA 本身不会发光, PMMA : 10% DSA-ph 的发光来自 DSA-ph; TCTA : TPBi : 10% DSA-ph 与 PMMA : 10% DSA-ph 的 PL 光谱相同, 只有来自 DSA-ph 的发光而没有来自主体材料的发光, 说明 TCTA : TPBi 将能量完全传递到了 DSA-ph。从图 1(b) 中的 DSA-ph 吸收光谱也可以发现, 其与 TCTA : TPBi 的 PL 光谱有较大的重叠, 说明 TCTA : TPBi 产生的发光可以有效传递给 DSA-ph。

为了进一步证明激基复合物主体与荧光掺杂剂之间的能量传递过程, 进行了瞬态 PL 衰减测试。TCTA : TPBi, TCTA : TPBi : 10% DSA-ph 及 DSA-ph 薄膜的瞬态 PL 衰减曲线如图 1(c) 所示, 监测波长分别为 437, 475 和 475 nm, 激发光源的波长为 260 nm。TCTA : TPBi 激基复合物的荧光衰减曲线由两个部分组成: 瞬态荧光部分为 13.91 ns, 延迟发光部分为 45.93 ns。纯 DSA-ph 的光致发光寿命为 1.19 ns。TCTA : TPBi : 10% DSA-ph 的荧光衰减曲线与 TCTA : TPBi 激基复合物的荧光衰减曲线类似, 同样由两个部分组成: 瞬态部分为 1.86 ns, 延迟部分为 28.19 ns。与 DSA-ph 薄膜相比, 将 DSA-ph 掺入 TCTA : TPBi 之后荧光衰减寿命增加, 说明 DSA-ph 的延迟寿命来源于激基复合物

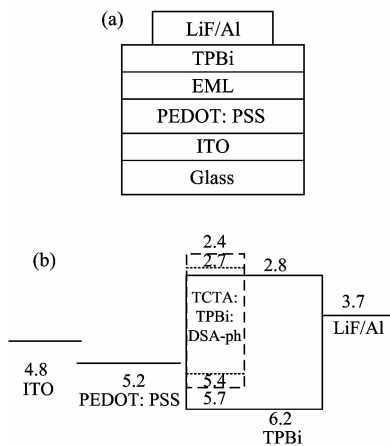


图 2 (a) 器件结构图; (b) 器件能级图

Fig. 2 (a) Schematic structure of the devices; (b) Schematic energy level diagram of the devices

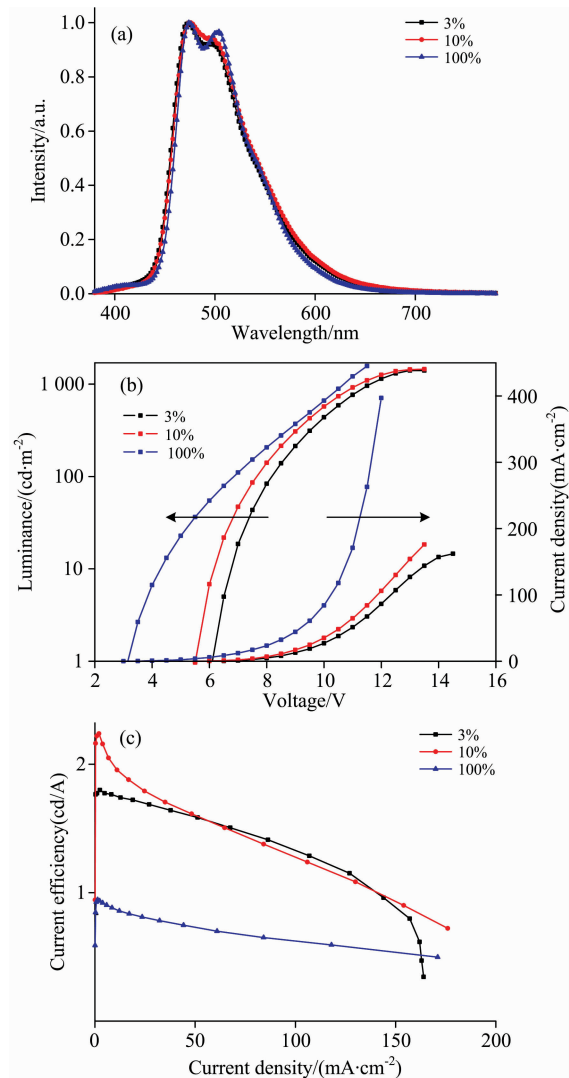


图 3 (a) 不同 DSA-ph 掺杂浓度的初始器件归一化的 EL 光谱; (b) 不同 DSA-ph 掺杂浓度的初始器件的 J-L-V 特性曲线; (c) 不同 DSA-ph 掺杂浓度的初始器件的 CE-J 特性曲线

Fig. 3 (a) Normalized EL spectra of initial devices with different DSA-ph doping concentration; (b) J-L-V, (c) CE-J, characteristics of initial devices with different DSA-ph doping concentration

TCTA : TPBi 当中三线态激子的上转换, TCTA : TPBi 激基复合物主体三线态激子上转换之后得到的单线态激子以及固有的单线态激子传递到了荧光掺杂剂 DSA-ph 当中。

实验研究了利用基于 TCTA : TPBi 主体的 OLEDs 的器件性能, 器件结构如图 2(a) 所示, 器件发光层是由激基复合物主体和荧光掺杂剂 DSA-ph 组成的, TCTA 与 TPBi 以摩尔比为 1 : 1 的比例混合形成激基复合物。同时, 我们也制备了纯 DSA-ph 发光层作为对比器件。图 2(b) 为器件的能级结构图。空穴从 PEDOT : PSS 注入到 TCTA, 电子从阴极注入到 TPBi, TCTA 及 TPBi 较高的空穴和电子迁移率使得发光层中的载流子可以有效传输并结合为激子。TCTA 的

表 1 不同 DSA-ph 掺杂浓度的器件性能参数

Table 1 Some key parameters of the initial devices with different concentration of DSA-ph

发光层	最大亮度/($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)	最大电流效率/($\text{cd} \cdot \text{A}^{-1}$)	峰值波长/nm	起亮电压/V
TCTA : TPBi : 3% DSA-ph	1 402.2	1.74	473	6
TCTA : TPBi : 10% DSA-ph	1 451.6	2.3	477	5.5
100% DSA-ph	1 568.3	0.963	475	3.3

HOMO 能级 (5.7 eV) 与 TPBi 的 LOMO 能级 (2.8 eV) 形成的能级差为 2.9 eV^[12], 与 TCTA : TPBi 发光能量相同。

器件的电致发光 (electroluminescence, EL) 光谱、电流效率-电流密度 (current efficiency current density, CE-J) 特性曲线、电流密度-亮度-电压 (current density-luminance-voltage, J-L-V) 特性曲线如图 3 所示, 器件重要参数如表 1 所示。发光层中采用不同掺杂浓度的 DSA-ph 的器件对应的 EL 光谱如图 3(a) 所示, 在 EL 光谱中没有出现激基复合物的发光光谱, 这说明激基复合物主体 TCTA : TPBi 的能量完全传递到掺杂剂 DSA-ph。器件的 J-V-L 曲线如图 3(b) 所示, 掺杂的器件具有相对较低的电流密度和较高的启亮电压, 这主要是因为主体材料 TCTA 具有较深的 HOMO 能级, 空穴注入势垒比较大; 但相比纯 DSA-ph 的器件, 采用激基复合物主体的器件的效率得到明显提升。器件的 CE-J 曲线如图 3(c) 所示, 当掺杂浓度为 10% 时, 器件最高效率为 $2.3 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$, 而纯 DSA-ph 器件的效率低于 $1 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$ 。

为了进一步提升溶液法制备的 DSA-ph 蓝色 OLEDs 的性能, 对器件结构进一步优化, 引入了空穴传输层 PVK, 空穴传输层 PVK 的 LOMO 能级较高能有效阻挡电子, 而 PEDOT : PSS 不能阻挡电子。此外, 由于 PEDOT 溶液为酸性, 也会造成发光层与 PEDOT : PSS 之间存在离子, 进而导致发光层电致发光的猝灭。优化后器件的 EL 光谱、J-L-V 特性曲线、CE-J 特性曲线如图 4(b) 所示, 器件的重要参数如表 2 所示, 在图 4(a) 中, 当掺杂浓度为 10% 时, 在 EL 光谱中没有出现激基复合物的发光光谱, 说明激基复合物主体 TCTA : TPBi 的能量完全传递到了掺杂剂 DSA-ph。优化后器件 J-V-L 特性曲线如图 4(b) 所示, 采用 TCTA : TPBi 作为主体, 荧光材料掺杂浓度为 10% 的器件最高亮度为 $3 597.6 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$, 非掺杂器件的亮度为 $2 133.6 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$, 证明了采用 TCTA : TPBi 激基复合物主体的优势。优化后器件 CE-J 特性曲线如图 4(c) 所示, 采用 TCTA : TPBi 作为主体, 荧光材料掺杂浓度为 10% 的器件最高效率为 $3.15 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$, 非掺杂器件的效率为 $1.44 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$, 进一步证明了采用 TCTA : TPBi 激基复合物主体的优势。因为非掺杂器件只能利用单线态激子的能量而采用激基复合物主体的器件既可以利用单线态激子的能量又可以利用三线态激子的能量, 而且对于非掺杂器件还会存在浓度猝灭问题, 因此采用激基复合物主体器件的效率高于非掺杂器件的效率。

4 结 论

采用溶液法制备了基于激基复合物主体的蓝色荧光 OLEDs。通过采用激基复合物主体器件效率从 $1.44 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$

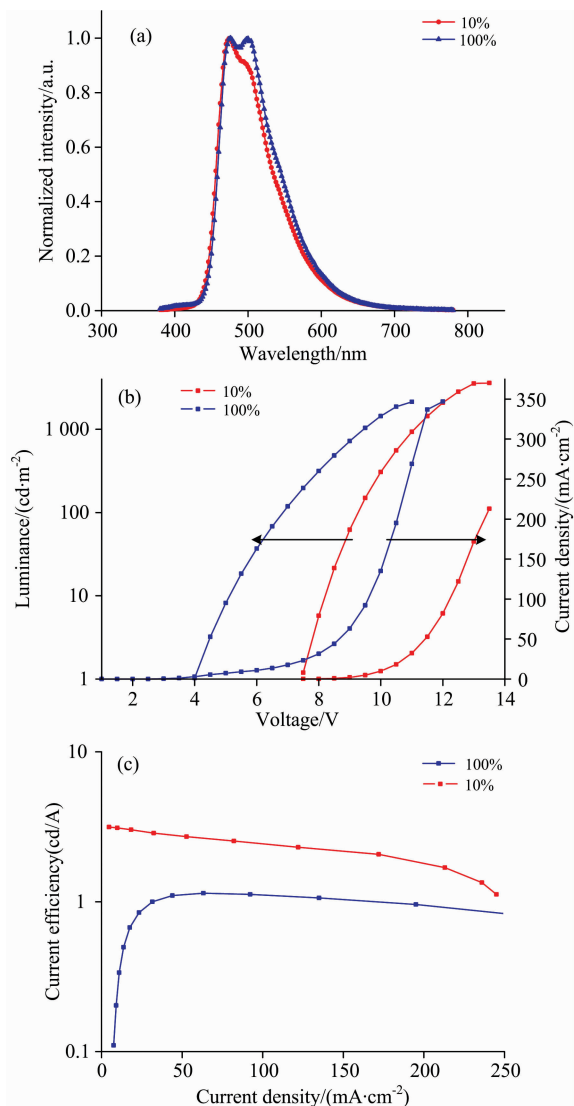


图 4 (a) 10% DSA-ph 掺杂浓度的器件与未掺杂器件归一化的 EL 光谱 (引入空穴传输层 PVK); (b) 10% DSA-ph 掺杂浓度的器件与未掺杂器件的 J-L-V 特性曲线 (引入空穴传输层 PVK); (c) 10% DSA-ph 掺杂浓度的器件与未掺杂器件的 CE-J 特性曲线 (引入空穴传输层 PVK)

Fig. 4 (a) Normalized EL spectra of 10% DSA-ph doped devices and undoped devices (Introducing a hole transport layer PVK); (b) J-L-V, (c) CE-J, characteristics of 10% DSA-ph doped devices and undoped devices (Introducing a hole transport layer PVK)

提升到了 $3.15 \text{ cd} \cdot \text{A}^{-1}$, 亮度从 $2\ 133.6 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 提升到了 $3\ 597.6 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ 。激基复合物主体当中的三线态激子上转换得到的单线态激子以及原有的单线态激子传递到了荧光掺杂剂提升了器件的性能, 通过采用主体材料还避免了荧光掺杂

剂的浓度猝灭问题。综上所述, 采用激基复合物主体材料溶液法制备基于 DSA-ph 掺杂剂蓝色荧光 OLEDs 为实现高效蓝色荧光 OLEDs 提供了新思路。

表 2 引入空穴传输层 PVK 后掺杂 (DSA-ph 掺杂浓度为 10%) 与未掺杂的器件性能参数

Table 2 Some key parameters of doped (doping concentration of DSA-ph is 10%) and undoped devices after introducing hole transport layer PVK

发光层	最大亮度/($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)	最大电流效率/($\text{cd} \cdot \text{A}^{-1}$)	峰值波长/nm	起亮电压/V
TCTA : TPBi:10%DSA-ph	3 597.6	3.15	474	7.5
100%DSA-ph	2 133.6	1.44	479	4

References

- [1] Liu F, Tao Y, Li J, et al. Chemistry—An Asian Journal, 2019, 14(7):1004.
- [2] Xiang C, Fu X, Wei W, et al. Advanced Functional Materials, 2016, 26(9): 1463.
- [3] Xie G, Li X, Chen D, et al. Advanced Materials, 2016, 28(1): 181.
- [4] Wang S, Zhang Y, Chen W, et al. Chemical Communications, 2015, 51(60): 11972.
- [5] Im Y, Byun S Y, Kim J H, et al. Advanced Functional Materials, 2017, 27(13): 1603007.
- [6] Li W, Zhang X, Zhang Y, et al. Synthetic Metals, 2018, 245: 111.
- [7] Li W, Zhang Y, Zheng Q, et al. Current Applied Physics, 2018, 18(5): 583.
- [8] Liu X K, Chen Z, Zheng C J, et al. Advanced Materials, 2015, 27(12): 2025.
- [9] Tan W Y, Zou J H, Gao D Y, et al. Advanced Electronic Materials, 2016, 2(6): 1600101.
- [10] Chiba T, Pu Y J, Kido J. Advanced Materials, 2015, 27(32): 4681.
- [11] Peng J, Xu X, Feng X J, et al. Journal of Luminescence, 2018, 198: 19.
- [12] Song W, Lee J Y. Organic Electronics, 2017, 48: 285.

Improving the Efficiency of Solution-Processed, Blue Fluorescent Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs) by Employing TADF Exciplex Hosts

CUI Can^{1,2}, SONG Dan-dan^{1,2}, ZHAO Su-ling^{1,2}, QIAO Bo^{1,2}, XU Zheng^{1,2*}

1. Key Laboratory of Luminescence and Optical Information, Beijing Jiaotong University, Ministry of Education, Beijing 100044, China
2. Institute of Optoelectronics Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract In order to improve the efficiency of solution-processed, blue fluorescent organic light emitting diodes (OLEDs), we propose the use of exciplex hosts with thermal-activated delayed fluorescence (TADF). The TADF exciplex hosts can utilize upconverted singlet excitons by reverse intersystem crossing and then transfer the energy to the guest to improve efficiency of the blue fluorescent OLEDs, which enables the full utilization of triplet and singlet excitons. Here, blue fluorescent material 1-4-Di-[4-(N,N-diphenyl) amino]styryl-benzene (DSA-ph) issued as the guest emitting material, 4,4',4''-Tris(arbazol-9-yl)t-riphenylamine (TCTA) doped 1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazol-2-yl)phenyl (TPBi) was used as the TADF exciplex hosts, and the emitting layer was fabricated by solution process. From the photoluminescence (PL) spectra of TCBi, TPBi and TCTA doped TPBi films, it was found that the emission peak of TCTA doped TPBi film was significantly red-shifted compared to that of pristine TCTA or TPBi films (peak wavelength changes to 437 nm). Meanwhile, the spectrum broadens, which proves the existence of exciplex. The PL spectra of DSA-ph doped exciplex hosts and DSA-ph doped poly(methyl methacrylate) (PMMA) films were found to be the same and both of the photoluminescence peaks were derived from DSA-ph, which proved that exciplex hosts transfer energy to DSA-ph. The absorption spectrum of DSA-ph overlapped greatly with the PL spectrum of exciplex hosts, which also proved that the exciplex hosts transfer energy to DSA-ph effectively. Time-resolved PL measurements were

performed on exciplex hosts doped with different concentrations of the DSA-ph guest. It was found that the lifetime of the DSA-ph doped exciplex hosts becomes longer compared to that of the pure DSA-ph. The lifetime of pure DSA-ph is only 1.19 ns. The fluorescence decay curve of DSA-ph doped exciplex hosts is similar to that of exciplex hosts, which further demonstrates that the exciplex hosts transfer energy to the DSA-ph. We investigated the effects of the presence of TADF exciplex hosts and the DSA-ph concentration on the device performance. The parameters such as brightness, current density, voltage, current efficiency, electroluminescence spectra of the devices were measured. The performance of the OLEDs using exciplex hosts were notably improved, compared to standard OLEDs without exciplex hosts. In the condition of 10% DSA-ph, the luminescence increased from $2\,133.6\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ (for pristine DSA-ph) to $3\,597.6\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, and the current efficiency increased from $1.44\text{ cd}\cdot\text{A}^{-1}$ (for pristine DSA-ph) to $3.15\text{ cd}\cdot\text{A}^{-1}$. All of the electroluminescence peaks were only derived from DSA-ph. The concept of using TADF exciplex hosts provided a facile way to achieve high performance solution-processed blue fluorescent OLEDs.

Keywords Organic light-emitting diodes; Exciplex; Blue emission; Fluorescent; Solution process

(Received Mar. 8, 2019; accepted Jun. 22, 2019)

* Corresponding author

《光谱学与光谱分析》期刊社决定采用 ScholarOne Manuscripts 在线投稿审稿系统

《光谱学与光谱分析》期刊社与汤森路透集团签约,自 2010 年 12 月 1 日起《光谱学与光谱分析》决定采用 Thomson Reuters 旗下的 ScholarOne Manuscripts 在线投稿审稿系统。

- ScholarOne Manuscripts, 该系统不仅能轻松处理稿件,而且能提速科技交流。
- 全球已有 360 多家学会和出版社的 3 800 多种期刊选用了 ScholarOne Manuscripts 系统作为在线投稿、审稿平台,全球拥有超过 1 350 万的注册用户,代表着全球学术期刊在线投审稿的一流水平。
- ScholarOne Manuscripts 与 EndNote, Web of Science 无缝链接和整合;使科研探索、论文评阅和信息传播效率大为提高。
- ScholarOne Manuscripts 是汤森路透科技集团的一个业务部门,拥有丰富的学术期刊业务经验,为学术期刊提供综合管理 workflow 系统,使期刊更有效管理投稿、同行评审、加工和发表过程,提高作者心中的专业形象,缩短论文发表时间,削减管理成本,帮助期刊提高科研绩效和实现学术创新。

《光谱学与光谱分析》采用“全球学术期刊首选的在线投稿审稿系统—ScholarOne Manuscripts”,势必对 2010 年 11 月 30 日以前向本刊投稿的作者在查阅稿件信息时,会带来某些不便,在此深表歉意!为了推进本刊的网络化、数字化、国际化进程,以实现与国际先进出版系统对接;为了不断提高期刊质量,加快网络化、数字化建设,加快与国际接轨的进程,希望能得到广大作者、读者们的支持与理解,对您的理解和配合深表感激。这是一件新事物,肯定有不周全、不完善的地方,让我们共同努力,不断改进和完善起来。

《光谱学与光谱分析》期刊社

2010 年 12 月 1 日