

研究简报

染料掺杂的红色有机薄膜电致发光器件

赵伟明, 朱文清, 张步新, 蒋雪茵, 张志林, 许少鸿

(上海大学 材料科学工程学院, 上海 201800)

关键词: 红色发光; 有机薄膜; 发光二极管

中图分类号: TN873.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-7032(2000)01-0019-03

近年来, 有机发光二极管(OLEDs) 得到了广泛深入的研究^[1-3]。研究工作主要集中在探索新的有机荧光材料、载流子注入和输运材料, 以及器件的新结构, 力求得到发光效率高和稳定性好的各种不同颜色的发光。从目前的研究来看, 尽管蓝色和绿色发光材料的效率已经足够高到实用, 但红色发光材料仍然存在问题, 对红色发光进行研究是非常必要的。有两条实现红色发光的途径: 掺杂能发红光的染料和用稀土离子配合物作基质或激活剂。利用能量传递的原理, 在有机基质材料中掺杂荧光染料是获得高效、长寿命和所希望发光颜色的一种有效而简单的方法。

在红光器件中, 最先使用的染料是激光染料 DCM^[4]。1998 年, C. H. Che 和 C. W. Tang^[5]等在 DCM 的基础上, 合成了高效的红光染料

DCJT B。

我们分别采用 DCM 和 DCJT B 作红光染料, 用芳香族二胺类衍生物 TPD 作为空穴传输层, 染料掺杂 8-羟基喹啉铝 Alq₃ 作为发光层, 采用电子注入更为有效的氟化锂 LiF 和金属 Al^[6] 作复合电极, 得到了高效率的红色发光。比较了不同染料、不同掺杂浓度下器件的发光特性。

图 1 为有机材料的分子结构。器件结构为 ITO/TPD(60nm)/Alq₃ Dye(60nm)/LiF/Al。其中, 发光层采用双源蒸发的方法制备, Alq₃ 和红光染料(DCM 和 DCJT B) 的蒸发速率可以独立控制, 掺杂浓度范围从 0.2% 到 2%(质量比)。阴极采用 LiF 和 Al 的复合电极^[6], LiF 和 Al 厚度分别为 0.5~2nm 和 150nm。所有的测试均在大气下进行。

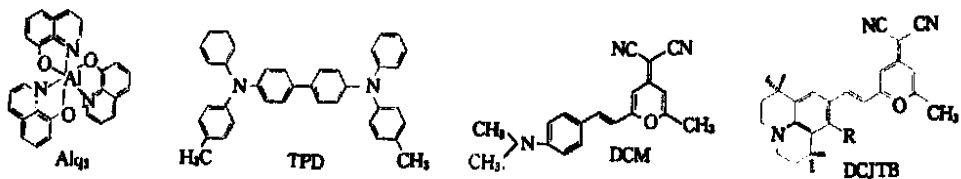


图 1 有机材料 Alq₃, TPD, DCM 和 DCJT B 的分子结构

Fig. 1 Molecular structures of Alq₃, TPD, DCM and DCJT B.

图 2 给出了 Alq₃ 中分别掺杂不同浓度的 DCM 和 DCJT B 时, 有机器件的发光光谱, 光谱中 520nm 附近的绿色发射来自于 Alq₃, 红光染料的发射在 600nm 附近。从图上可以看出, 随着掺杂浓度的增加, 染料发光峰的位置均向长波方向移动, 这种光谱的移动是连续和刚性的(半宽

度不变), 移动的原因主要是染料分子的自极化而不是激基复合物的形成^[7]。同时可以看到, 相同浓度下, 掺 DCJT B 的移动要比 DCM 大, 也就是说, 使用 DCJT B 可以在低浓度下得到较好的红光色度及亮度, 避免了因分子间相互作用而造成的浓度猝灭。

收稿日期: 1999-07-19; 修订日期: 1999-12-29

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(59790050)及上海市教委资助项目

作者简介: 赵伟明(1965-), 男, 云南人, 工学博士, 副研究员, 主要从事薄膜电致发光材料与器件的研究。

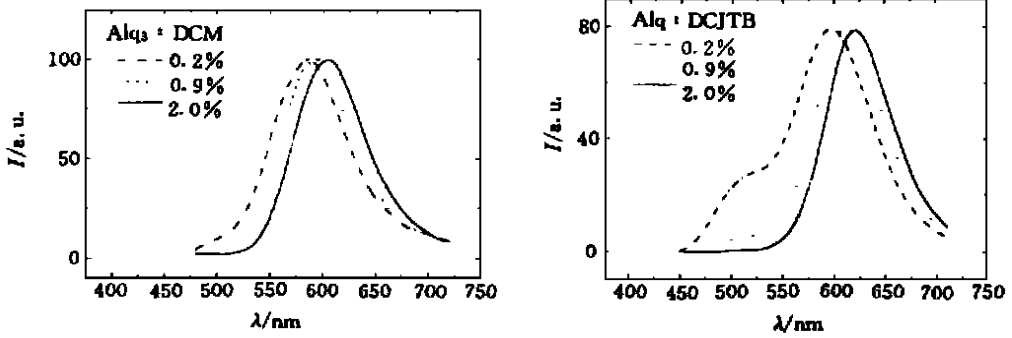


图 2 不同浓度下有机器件的发光光谱

Fig. 2 Normalized electroluminescence spectrum of OLEDs with different dye concentration.

图 3 所示为器件的亮度-电压曲线, 掺杂 DCM 的器件在浓度为 0.2% 和 2% 时, 器件的最高亮度分别为 14800cd/m^2 和 5730cd/m^2 ; 而掺杂 DCJTb 的器件在浓度为 0.2% 和 2% 时, 其最高亮度分别为 17400cd/m^2 和 3846cd/m^2 。

件下的发光特性。从表中可以看出掺杂 DCM 的器件的工作电压要比掺 DCJTb 的高, 这样, 器件的流明效率相应地降低。随着掺杂浓度的增加, 发光亮度下降, 这源于两方面的原因: 人眼视觉函数的下降和辐射跃迁几率的下降。

表 1 列出了器件在电流密度为 20mA/cm^2 条

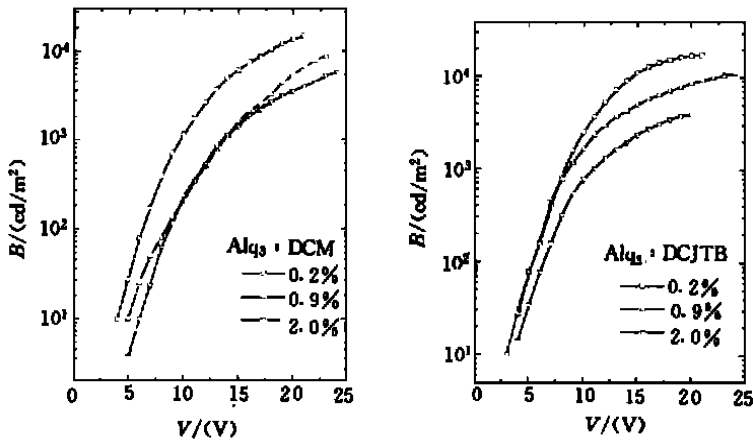


图 3 有机发光器件的亮度-电压特性

Fig. 3 Luminance-voltage characteristics of the EL devices.

表 1 电流密度为 20mA/cm^2 时, 两种有机发光器件的发光特性

Table 1 Luminance data of Alq3 DCJTb and Alq3 DCM EL devices at 20mA/cm^2 .

Dye % in Alq3	0.2		0.9		2.0	
Dye	DCJTb	DCM	DCJTb	DCM	DCJTb	DCM
EL Peak (nm)	597	585	608	592	620	605
Luminance(cd/m^2)	1080	970	590	628	175	310
Voltage(V)	5.5	10.5	6.2	12	6	13
Efficiency(lm/W)	3	1.45	1.47	0.82	0.46	0.42
CIE _x	0.5018	0.5106	0.5884	0.5433	0.6287	0.5796
CIE _y	0.4595	0.4766	0.4023	0.4487	0.3704	0.4154

综上所述, 在 Alq_3 中掺杂红光染料, 能量从 Alq_3 有效地传给染料, 得到了高效率的有机发光二极管。掺杂浓度的多少对发光峰位置有较大的

影响, 相同浓度下, 掺杂 DCJT B 的器件比掺 DCM 的色纯度好, 这种高效率的发光器件可以用来作为单色显示或全色显示。

参 考 文 献

- [1] Tang C W, Van Slye S A. Organic electroluminescent diodes [J]. *Appl. Phys Lett.*, 1987, **51**: 913-915.
- [2] Adachi C, T sutsui T, Saito S, *et al.* Electroluminescence in organic films with three-layer structure [J]. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 1988, **27**(2): L269-L271.
- [3] VanSlyke S A, Chen C H, Tang C W. Organic electroluminescent devices with improved stability [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1996, **69**: 2160-2162.
- [4] Tang C W, Van Slyke S A, Chen C H. Electroluminescence of doped organic thin film [J]. *J. Appl. Phys.*, 1989, **65**: 3610-3616.
- [5] Chen C H, Tang C W, J. Shi J, *et al.* Highly efficient phosphorescent emission from organic electroluminescent devices [J]. *Macromol. Symp.*, 1998, **125**: 49-58.
- [6] Zhao Weiming, Liu Zugang, Tang Chunjiu, *et al.* Effecient organic luminescent devices with LiF/Al as cathode [J]. *Acta Optica Sinica*, 1998, **18**(8): 1115 (in Chinese).
- [7] Bulovic V, Shoustikov A, Baldo M A, *et al.* Bright, saturated, red-to-yellow organic light-emitting devices based on polarization-induced spectral shifts [J]. *Chem. Phys. Lett.*, 1998, **287**: 455.

Dye Doped Red Organic Thin Film Electroluminescent Devices

ZHAO Wei-ming, ZHU Wen-qing, ZHANG Bu-xin,

JIANG Xue-yin, ZHANG Zhi-lin, XU Shao-hong

(School of Materials Science and Engineering, Shanghai University, Shanghai 201800, China)

Abstract

In order to use organic light-emitting devices (OLEDs) in display application, it is very important to obtain red emitting light. There are two methods for obtaining red emitting light: doping high fluorescent dyes in host or using metal complexes. Phosphorescent dyes has been used efficiently recently.

In this letter, we demonstrate red organic light-emitting devices (OLED) with the electroluminescent layers consisting of aluminum tris(8-hydroxyquinoline) (Alq_3) doped with the dye DCM and DCJT B, which the emission color depends on the concentration of DCM and DCJT B. The typical cell structure is as follows: [ITO/ hole transport layer (60nm, TPD) /emitting layer(60nm, Alq_3 + red dopant) /LiF (0.5 ~ 2nm) /Al (150nm)]. For DCM doped devices, the maximum luminance of $148000\text{cd}/\text{m}^2$ (chromaticity coordinates: $x = 0.51$, $y = 0.47$) and $5730\text{cd}/\text{m}^2$ (chromaticity coordinates: $x = 0.58$, $y = 0.42$) are measured for DCM concentration of 0.2% and 2% in Alq_3 , respectively; and for DCJT B doped devices, $17400\text{cd}/\text{m}^2$ (chromaticity coordinates: $x = 0.51$, $y = 0.46$) and $3846\text{cd}/\text{m}^2$ (chromaticity coordinates: $x = 0.63$, $y = 0.37$) are obtained for DCJT B concentration of 0.2% and 2% in Alq_3 , respectively.

Key words: red light emission; organic thin film; electroluminescent devices