

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520028446.1

[51] Int. Cl.

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

H05B 33/20 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 2834097Y

[22] 申请日 2005.3.30

[21] 申请号 200520028446.1

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 设计人 李文连 李明涛 初蓓 牛晶华  
苏文明

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 梁爱荣

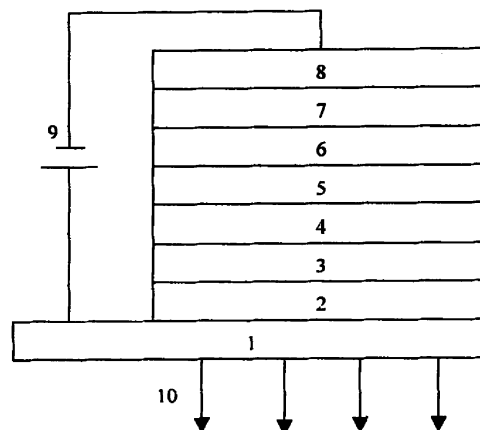
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

## [54] 实用新型名称

用于全色有机发光显示的蓝光器件

## [57] 摘要

本实用新型属于有机电致发光器件领域，涉及获得用于全色有机发光显示的蓝光器件的结构设计。包括：衬底 1、透明导电膜 2、空穴注入层 3、空穴传输层 4、发光层 5、空穴阻挡 - 电子传输层 6、电子注入层 7、阴极 8、外电路 9、出射发光线 10；在制备器件时，空穴注入层 3 可选用 CuPc 或 m-MTDATA 材料，空穴传输层材料和发光层的基质材料只需要一个蒸发源就可以满足要求，因而可减少一个蒸发源，同时节省了制作成本；本实用新型接着载流子能量主要被掺杂剂分子捕获并可直接复合的机制，利用薄的 NPB 基质形成一个窄的复合区，把载流子和激子限制在 TBP 掺杂的 NPB 层，同时利用 NPB 向 TBP 掺杂剂的高效能量传递结果获得较低电压驱动下的高色纯度高效率蓝光 EL 发射。



- 1、用于全色有机发光显示的蓝光器件，包括：衬底(1)、透明导电膜(2)、空穴注入层(3)、空穴传输层(4)、发光层(5)、空穴阻挡-电子传输层(6)、电子注入层(7)、阴极(8)、外电路(9)，其特征在于：在有 TBP 材料作为基质材料的空穴传输层(4)上沉积有 TBP 材料作为基质材料和 2,5,8,11-tetra-t-butylperylene 作为掺杂剂的发光层(5)，在发光层(5)的上面沉积有 2,2',2''-(1,3,5-benzenetriyl)-tris[1-phenyl-1-H-benzimidazole]的空穴阻挡-电子传输层(6)。
- 2、根据权利要求1所述的用于全色有机发光显示的蓝光器件，其特征在于：发光层(5)的厚度为 1 nm~20 nm，电子传输-空穴阻挡层(6)的厚度选择为 30 nm~40 nm。

## 用于全色有机发光显示的蓝光器件

### 技术领域:

本实用新型属于全色显示有机发光二极管或有机电致发光器件领域,涉及获得高色纯度、高效蓝光发射的器件结构设计。

### 背景技术:

有机发光二极管(OLEDs)或有机电致发光(EL)器件因其应用前景和巨大的潜在市场成为各国竞相追逐的热点。目前有机电致发光器件所面临的主要问题是全彩显示,而工业上应用的全彩显示主要采用红、绿、蓝掺杂式结构及其相应技术,在制作工艺中必须采用精密控制红、绿、蓝三个像元实现彩色显示的掩摸技术,即把红、绿、蓝发光染料掺杂到各自的基质中。在目前采用的器件结构中,无论红、绿、蓝掺杂型的哪种结构,空穴传输层都采用 NPB(4,4'-bis[N-(1-naphthyl-1-)-N-phenyl-amino]-biphenyl)材料,红、绿发光都采用 8-羟基喹啉铝(ALQ)作为基质材料,而蓝光的蓝掺杂剂的基质必须是宽带隙材料,禁带宽度窄的 ALQ 不适合于做蓝光掺杂材料的基质,于是人们不得不设计并合成用于蓝光掺杂剂的新型基质材料。参考文献有:

1. J. Shi and C. W. Tang, *Appl. Phys. Lett.* **80**, 3201 (2002)

2. Y. Q. Li, M. K. Fung, Z. Y. Xie, S. T. Lee, L. S. Hong, and J. Shi, *Adv. Mater.* **14**, 1317 (2002)

由于这些基质材料的离化能与空穴传输层材料 NPB 的能级都有较大的能量势垒,因而在注入空穴时因要克服这些势垒而增加驱动电压。

### 发明内容:

为了解决上述背景技术中由于 ALQ 的禁带宽度窄不适合于蓝光掺杂材料的缺点, 及在高电压下 ALQ 的绿光发射对于蓝色发光色纯度的干扰而必须设计并合成用于蓝光掺杂剂的新型基质材料的缺点, 以及由于新型基质材料与空穴传输层材料 NPB 离子化的差别必将增加空穴注入势垒, 增加驱动电压的问题, 本实用新型的目的在于采用传统使用的 NPB 材料分别作为空穴传输层和蓝光发射基质层, 获得了高色纯度高效率蓝光 EL 发射, 使获得蓝光的器件结构更为简单, 制作程序更为简洁, 为实现上述目的本实用新型将要提供一种具有稳定蓝光发射的有机电致发光器件。

本实用新型的结构包括: 衬底、透明导电膜、空穴注入层、空穴传输层、发光层、空穴阻挡-电子传输层、电子注入层、阴极、外电路; 本实用新型的特点是: 在空穴传输层的上面沉积发光层, 在发光层的上面沉积空穴阻挡-电子传输层, 空穴传输层和发光层的基质材料采用 NPB 材料, 发光层的掺杂剂采用 TBP 材料, TBP 材料为: 2, 5, 8, 11-tetra-*t*-butylperylene, 空穴阻挡-电子传输层选用 TPBI 材料, TPBI 为材料为: 2, 2', 2''-(1, 3, 5-benzenetriyl)- tris[1-phenyl-1-*H*-benzimidazole]。

发光层的掺杂剂 TBP 在基质材料 NPB 中的重量百分比控制在 1 wt%~2.5 wt%范围, 且发光层的厚度为 1 nm~20 nm, 空穴阻挡-电子传输层的 TPBI 厚度在 30 nm~40 nm 之间。

本实用新型的优点在于:

(1) 由于空穴传输层和发光层的基质材料都采用了 NPB, 这样在制备器件时空穴传输层材料和发光层的基质材料只需要一个蒸发源就可以满足要求, 即, 蒸发完 NPB 空穴传输层后, 在蒸发掺杂材料 TBP 的同时, 继续蒸发 NPB 材料就可以, 因而可减少一个蒸发源, 同时节省了制作成本; 由于空穴传输层和蓝光基质层是同一种材料, 也因减小空穴注入势垒而降低驱动电压。

(2) 由于采用本实用新型的结构, 掺杂剂 TBP 用量较少, 因而节省了昂贵的掺杂剂 TBP 材料。

(3) 由于本实用新型采用了薄的发光层和空穴阻挡-电子传输层, 使激子被限制在很窄的区域内, 可以实现 NPB 向蓝光掺杂剂的能量传递。

(4) 由于本实用新型采用迁移率高的 TPBI 单一材料代替了 BCP/ALQ, 不但简化器件结构, 同时防止随驱动电压升高出现 ALQ 的绿光发射的干扰, 保证了不同驱动电压都会得到高色纯度的蓝光发射。

本实用新型用简单结构就可以制备在电驱动下获得高色纯度高效率蓝光发射的器件, 该蓝光不仅可用于由红、绿、蓝构成的全色显示中的蓝光基色, 还可用于单色显示等平板显示器。

#### 附图说明:

图 1 是本实用新型中蓝光 EL 器件结构示意图, 也是摘要附图。

#### 具体实施方式:

下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明, 但本实用新型不限于这些实施例。

本实用新型的器件中包括衬底 1、透明导电膜 2、空穴注入层 3、空穴传输层 4、发光层 5、空穴阻挡-电子传输层 6、注入电子层 7、阴极 8、外电路 9、出射发光线 10。

衬底 1 用玻璃或透明塑料; 透明导电膜 2 选用 ITO 透明导电膜; 空穴注入层 3 用 CuPc 材料或 *m*-MTDATA 材料, CuPc 材料的厚度选取 1 nm~5 nm, *m*-MTDATA 材料: 1, 3, 5-tris-(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine, 厚度可选取 10 nm-40 nm; 空穴传输层 4 是传统应用的 NPB 作空穴传输层材料, 厚度为 30 nm-50 nm。发光层 5 是共沉积的 NPB 和掺杂剂, 掺杂剂在 NPB 中量的控制在 1 wt%-2.5 wt%范围, 且层厚度为 1 nm~20 nm, 掺杂剂材料可以选用 TBP。空穴阻挡-电子传输层 6 选用 TPBI 材料或具有宽

带隙的电子传输材料，厚度为 30 nm~40 nm；电子注入层 7 的材料选用 LiF 或 CsF，厚度可采用 0.8 nm~3 nm；阴极 8 的材料可采用 Al 或其它低功函数金属，厚度可采用 100 nm~150 nm；外电路 9 为驱动电源，可选择 3 V~20 V。

本实用新型的器件以透明导电膜 2 一侧设为正极，施加电压会从衬底 1 一侧观察到蓝色出射发光线 10。

#### 实施例 1:

本实用新型选用图 1 所示的器件结构。在本实施例中，首先透明导电膜 2 选择 ITO 膜作为阳极，洗净衬底 1 和透明导电膜 2 后，首先在高真空 ( $3-2 \times 10^{-1}$  帕) 下，在透明导电膜 2 上面沉积 CuPc 材料、厚度为 1 nm 或 3 nm 或 5 nm 的空穴注入层 3，然后在空穴注入层 3 上面沉积 NPB 材料、厚度为 30 nm 或 40 nm 或 50 nm 的空穴传输层 4；之后在空穴传输层 4 上面沉积一层发光层 5，发光层 5 采用共沉积 NPB 和 TBP 的方法形成蓝光发光层，厚度为 1 nm，严格控制 TBP 在 NPB 中的量为 1 wt%；接着在蓝光发光层 5 之上沉积 TPBI 材料、厚度是 30 nm 或 35 nm 或 40 nm 的空穴阻挡-电子传输层 6；之后沉积电子注入层 7，材料采用 LiF，其厚度是 0.8 nm；最后是阴极 8 的沉积，采用金属 Al 材料。上述所有薄膜都采用热蒸发工艺沉积。薄膜的厚度使用膜厚监控仪器监视，用亮度计测量发光亮度。当施加外电路 9 时，就会从衬底 1 一侧出射蓝色发光线 10。

效果：在电流密度为 6.4 mA/cm<sup>2</sup> 时，电流效率为 4 cd/A，CIE 色坐标为  $x=0.137$  和  $y=0.205$ ，20 V 时发光亮度为 11,500 cd/m<sup>2</sup>。

#### 实施例 2:

在实施例 1 基础上，空穴注入层 3 选用 *m*-MTDATA 材料，厚度为 10 nm，改变发光层 5 的厚度为 5 nm，控制 TBP 在 NPB 中的量为 1.5 wt%，其它制作条件都不变。

效果：在电流密度为  $6.4 \text{ mA/cm}^2$  时，电流效率  $3.8 \text{ cd/A}$ ，CIE 色坐标为  $x = 0.137$  和  $y = 0.205$ ， $18 \text{ V}$  时发光亮度为  $9,200 \text{ cd/m}^2$ 。

### 实施例 3：

在实施例 1 基础上，空穴注入层 3 选用 *m*-MTDATA，厚度为  $30 \text{ nm}$ ，改变发光层 5 的厚度为  $15 \text{ nm}$ ，控制 TBP 在 NPB 中的量在  $1.9 \text{ wt}\%$ ，其它制作条件都不变。

效果：在电流密度为  $6.4 \text{ mA/cm}^2$  时，电流效率  $3.9 \text{ cd/A}$ ，CIE 色坐标为  $x = 0.137$  和  $y = 0.205$ ， $18 \text{ V}$  时发光亮度为  $11,300 \text{ cd/m}^2$ 。

### 实施例 4：

在实施例 1 基础上，空穴注入层 3 选用 *m*-MTDATA ( $40 \text{ nm}$ ) 同时改变发光层 5 的厚度为  $20 \text{ nm}$ ，控制 TBP 在 NPB 中的量在  $2.5 \text{ wt}\%$ ，电子注入层 7 选用 CsF 材料，厚度为  $1 \text{ nm}$  或  $3 \text{ nm}$ ，其它制作条件都不变。

效果：在电流密度为  $6.4 \text{ mA/cm}^2$  时，电流效率  $4.0 \text{ cd/A}$ ，CIE 色坐标为  $x = 0.137$  和  $y = 0.205$ ， $20 \text{ V}$  时发光亮度为  $10,800 \text{ cd/m}^2$ 。

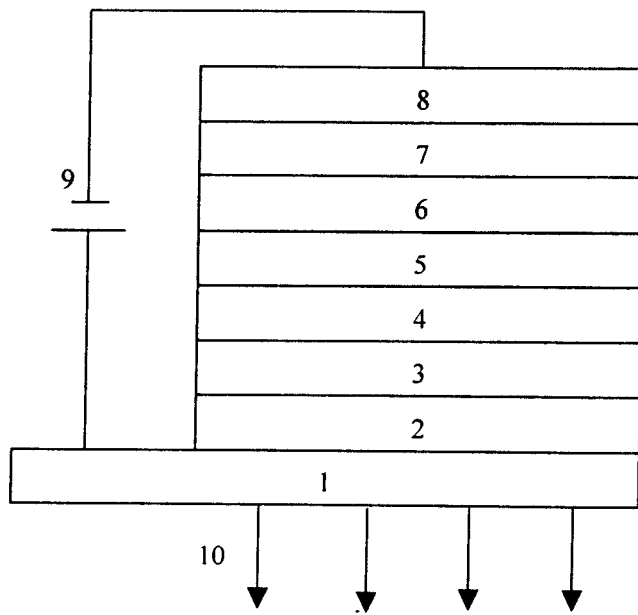


图 1