



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105552184 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201610036399. 8

(22) 申请日 2016. 01. 20

(71) 申请人 TCL 集团股份有限公司

地址 516006 广东省惠州市仲恺高新技术开
发区十九号小区

(72) 发明人 曹蔚然 钱磊 杨一行

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事
务所 44268

代理人 王永文 刘文求

(51) Int. Cl.

H01L 33/06(2010. 01)

H01L 33/00(2010. 01)

H01L 33/14(2010. 01)

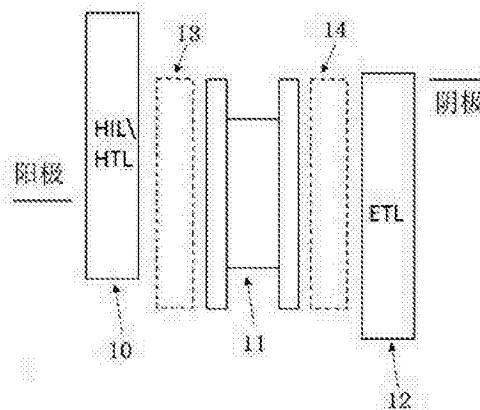
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种全无机量子点发光二极管及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开一种全无机量子点发光二极管及其制备方法,全无机量子点发光二极管依次包括:衬底、底电极、空穴功能层、核壳结构量子点发光层、第一电子传输层以及顶电极,其中空穴功能层以及第一电子传输层均由无机半导体材料组成,所述空穴功能层包括空穴注入层和第一空穴传输层;在空穴功能层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二空穴传输层;和/或在第一电子传输层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二电子传输层,所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料与核壳结构量子点发光层的壳层材料一致。本发明改善了器件中电子或者空穴的注入和传输效率,平衡电子和空穴在量子点发光层中的浓度,提高了器件的效率。



1. 一种全无机量子点发光二极管, 其特征在于, 依次包括: 衬底、底电极、空穴功能层、核壳结构量子点发光层、第一电子传输层以及顶电极, 其中空穴功能层以及第一电子传输层均由无机半导体材料组成, 所述空穴功能层包括空穴注入层和第一空穴传输层;

在空穴功能层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二空穴传输层; 和/或在第一电子传输层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二电子传输层, 所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料与核壳结构量子点发光层的壳层材料一致。

2. 根据权利要求1所述的全无机量子点发光二极管, 其特征在于, 所述无机半导体材料 NiO_x 或 ZnO 。

3. 根据权利要求1所述的全无机量子点发光二极管, 其特征在于, 所述空穴注入层和第一空穴传输层采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式制成; 所述第一电子传输层采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式制成。

4. 根据权利要求1所述的全无机量子点发光二极管, 其特征在于, 所述第二空穴传输层及第二电子传输层使用纳米粒子、溶胶凝胶以及化学浴沉积方式制成。

5. 根据权利要求1所述的全无机量子点发光二极管, 其特征在于, 所述核壳结构量子点发光层为 CdSe/ZnSe 、 CdS/ZnS 或 CdS/ZnSe 。

6. 根据权利要求5所述的全无机量子点发光二极管, 其特征在于, 所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料为 ZnS 或 ZnSe 。

7. 一种全无机量子点发光二极管的制备方法, 其特征在于, 其包括步骤:

A、准备一衬底;

B、在所述衬底上制作底电极;

C、在所述底电极上沉积空穴功能层, 所述空穴功能层包括空穴注入层和第一空穴传输层;

D、在所述第一空穴传输层上沉积核壳结构量子点发光层;

E、在所述核壳结构量子点发光层上沉积第一电子传输层;

F、在所述第一电子传输层上沉积顶电极;

其中, 在空穴功能层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二空穴传输层; 和/或在第一电子传输层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二电子传输层, 所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料与核壳结构量子点发光层的壳层材料一致。

8. 根据权利要求7所述的全无机量子点发光二极管的制备方法, 其特征在于, 所述步骤C中, 采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式沉积空穴功能层。

9. 根据权利要求7所述的全无机量子点发光二极管的制备方法, 其特征在于, 所述步骤E中, 采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式沉积第一电子传输层。

10. 根据权利要求7所述的全无机量子点发光二极管的制备方法, 其特征在于, 所述第二空穴传输层及第二电子传输层使用纳米粒子、溶胶凝胶以及化学浴沉积方式制成。

一种全无机量子点发光二极管及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及量子点发光材料领域,尤其涉及一种全无机量子点发光二极管及其制备方法。

背景技术

[0002] 基于半导体量子点(QDs)发光的量子点发光二极管器件(QLEDs)具有发光效率高、色纯度高以及发光颜色简单可调等优点。近年来,对量子点材料及QLED器件的开发受到了越来越多的关注。与有机发光二极管器件相比较,QLED器件中的发光层由无机纳米粒子组成,其稳定性远高于有机发光材料。目前普遍流行的高效量子点发光二极管器件中,仍然使用有机注入和传输材料,量子点器件的稳定性也将受这些有机材料的影响。因此,发展全无机发光二极管器件(注入和传输层以及发光层均由无机材料组成)成为提高器件寿命的一个重要手段。然而目前开发和报道的无机空穴和电子传输材料的能级和迁移率等特性与量子点发光层不匹配,空穴和电子的注入传输效率不高且不平衡,因此目前全无机QLED器件的效率均比较低。

[0003] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

[0004] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种全无机量子点发光二极管及其制备方法,旨在解决现有的全无机QLED器件的效率低的问题。

[0005] 本发明的技术方案如下:

一种全无机量子点发光二极管,其中,依次包括:衬底、底电极、空穴功能层、核壳结构量子点发光层、第一电子传输层以及顶电极,其中空穴功能层以及第一电子传输层均由无机半导体材料组成,所述空穴功能层包括空穴注入层和第一空穴传输层;

在空穴功能层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二空穴传输层;和/或在第一电子传输层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二电子传输层,所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料与核壳结构量子点发光层的壳层材料一致。

[0006] 所述的全无机量子点发光二极管,其中,所述无机半导体材料 NiO_x 或 ZnO 。

[0007] 所述的全无机量子点发光二极管,其中,所述空穴注入层和第一空穴传输层采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式制成;所述第一电子传输层采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式制成。

[0008] 所述的全无机量子点发光二极管,其中,所述第二空穴传输层及第二电子传输层使用纳米粒子、溶胶凝胶以及化学浴沉积方式制成。

[0009] 所述的全无机量子点发光二极管,其中,所述核壳结构量子点发光层为 CdSe/ZnSe 、 CdS/ZnS 或 CdS/ZnSe 。

[0010] 所述的全无机量子点发光二极管,其中,所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料为 ZnS 或 ZnSe 。

[0011] 一种全无机量子点发光二极管的制备方法,其中,其包括步骤:

A、准备一衬底;

B、在所述衬底上制作底电极;

C、在所述底电极上沉积空穴功能层,所述空穴功能层包括空穴注入层和第一空穴传输层;

D、在所述第一空穴传输层上沉积核壳结构量子点发光层;

E、在所述核壳结构量子点发光层上沉积第一电子传输层;

F、在所述第一电子传输层上沉积顶电极;

其中,在空穴功能层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二空穴传输层;和/或在第一电子传输层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二电子传输层,所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料与核壳结构量子点发光层的壳层材料一致。

[0012] 所述的全无机量子点发光二极管的制备方法,其中,所述步骤C中,采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式沉积空穴功能层。

[0013] 所述的全无机量子点发光二极管的制备方法,其中,所述步骤E中,采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式沉积第一电子传输层。

[0014] 所述的全无机量子点发光二极管的制备方法,其中,所述第二空穴传输层及第二电子传输层使用纳米粒子、溶胶凝胶以及化学浴沉积方式制成。

[0015] 有益效果:本发明通过在器件中添加与核壳结构量子点壳层材料一致的电子或者空穴传输层,从而改善器件中电子或者空穴的注入和传输效率,平衡电子和空穴在量子点发光层中的浓度,提高了器件的效率。

附图说明

[0016] 图1为本发明一种全无机量子点发光二极管较佳实施例未添加电子或者空穴传输层时的结构示意图。

[0017] 图2为本发明一种全无机量子点发光二极管第一实施例的结构示意图。

[0018] 图3为本发明一种全无机量子点发光二极管第二实施例的结构示意图。

[0019] 图4为本发明一种全无机量子点发光二极管第三实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0020] 本发明提供一种全无机量子点发光二极管及其制备方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 本发明所提供的一种全无机量子点发光二极管,如图1所示,依次包括:衬底(未示出)、底电极(未示出)、空穴功能层10(亦可称HIL\HTL层)、核壳结构量子点发光层11、第一电子传输层12(亦可称ETL层)以及顶电极(未示出),其中空穴功能层10以及第一电子传输层12均由无机半导体材料组成,所述空穴功能层10包括空穴注入层(HIL)和第一空穴传输层(HTL);

如图2所示,在空穴功能层10与核壳结构量子点发光层11(亦可称Core-shell QD层)之间插入有一层第二空穴传输层13;如图3所示,或在第一电子传输层12与核壳结构量子点发

光层11之间插入有一层第二电子传输层14,所述第二空穴传输层13及第二电子传输层14的材料与核壳结构量子点发光层11的壳层材料一致。

[0022] 本发明通过在HIL\HTL层和Core-shell QD层之间插入第二空穴传输层13,或者ETL层和Core-shell QD层之间插入一层第二电子传输层14,来提高器件中电子和空穴的注入/传输效率。插入的第二空穴传输层13或第二电子传输层14还具有以下几个有效的功能。第一、引入该层材料可以在不影响器件空穴和电子注入情况下,减少漏电流,从而提高器件效率;第二、其能级与Core-shell QD层中的壳层相同,因此载流子在Core-shell QD层与传输层的界面的复合以及电子空穴对在该界面的淬灭将会被降到最低;第三,该层会有效阻挡电子或者空穴以及载流子的传输,能够将电子空穴有效束缚在量子点发光层中,从而提高器件的效率;第四,通过调整该层的厚度,可以有效控制电子和空穴的注入/传输效率,从而平衡载流子在量子点层中的复合,提高器件的效率。

[0023] 进一步,如图4所示,还可以在HIL\HTL层和Core-shell QD层之间插入第二空穴传输层13,同时在ETL层和Core-shell QD层之间插入一层第二电子传输层14,达到同时控制器件中空穴和电子的传输效率的目的,从而有效提高器件的效率。

[0024] 所述无机半导体材料可以是但不限于NiO_x或ZnO,又或者硒、锗和单晶硅等等。

[0025] 所述空穴注入层和第一空穴传输层采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式制成。所述第一电子传输层12也可采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式制成。这些制作方法可参考现有技术中的内容,在此不再赘述。

[0026] 所述第二空穴传输层13及第二电子传输层14使用纳米粒子、溶胶凝胶以及化学浴沉积方式制成。其中溶胶凝胶法是用含高化学活性组分的化合物作前驱体,在液相下将原料均匀混合,并进行水解、缩合化学反应,在溶液中形成稳定的透明溶胶体系,溶胶经陈化胶粒间缓慢聚合,形成三维空间网络结构的凝胶,凝胶网络间充满了失去流动性的溶剂,形成凝胶。凝胶经过干燥、烧结固化制备出分子乃至纳米亚结构的材料。化学浴沉积是在宽禁带半导体上直接生长量子点的一种沉积方法。

[0027] 所述核壳结构量子点发光层11可以是但不限于CdSe/ZnSe、CdS/ZnS或CdS/ZnSe。

[0028] 相应地,所述第二空穴传输层13及第二电子传输层14的材料为ZnS或ZnSe。即第二空穴传输层13及第二电子传输层14其采用与核壳结构量子点发光层11中壳层材料一致的材料。

[0029] 另外需要说明的是,本发明的第二空穴传输层13与第二电子传输层14是相对于图1至图4中阴极和阳极位置而定的,当阴极和阳极位置调换,那么相应的第二空穴传输层13则称为第二电子传输层14,第二电子传输层14则称为第二空穴传输层13。

[0030] 本发明还提供一种全无机量子点发光二极管的制备方法,其包括步骤:

- A、准备一衬底;
- B、在所述衬底上制作底电极;
- C、在所述底电极上沉积空穴功能层,所述空穴功能层包括空穴注入层和第一空穴传输层;
- D、在所述第一空穴传输层上沉积核壳结构量子点发光层;
- E、在所述核壳结构量子点发光层上沉积第一电子传输层;
- F、在所述第一电子传输层上沉积顶电极;

其中,在空穴功能层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二空穴传输层;和/或在第一电子传输层与核壳结构量子点发光层之间插入有一层第二电子传输层,所述第二空穴传输层及第二电子传输层的材料与核壳结构量子点发光层的壳层材料一致。

[0031] 其中,所述步骤C中,采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式沉积空穴功能层。

[0032] 其中,所述步骤E中,采用真空蒸镀、溅射、旋涂或打印方式沉积第一电子传输层。

[0033] 其中,所述第二空穴传输层及第二电子传输层使用纳米粒子、溶胶凝胶以及化学浴沉积方式制成。

[0034] 综上所述,本发明通过在全无机QLED器件中使用与核壳结构量子点的壳层材料相同的电子或者空穴传输材料,改善全无机器件中电子或者空穴的注入/传输效率,从而有效提高器件的效率。

[0035] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

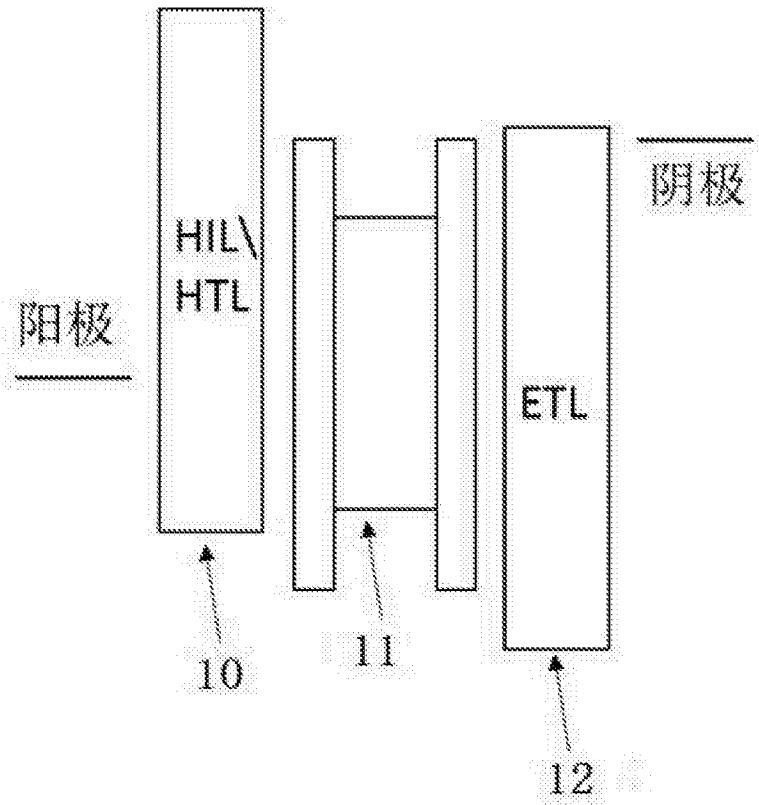


图1

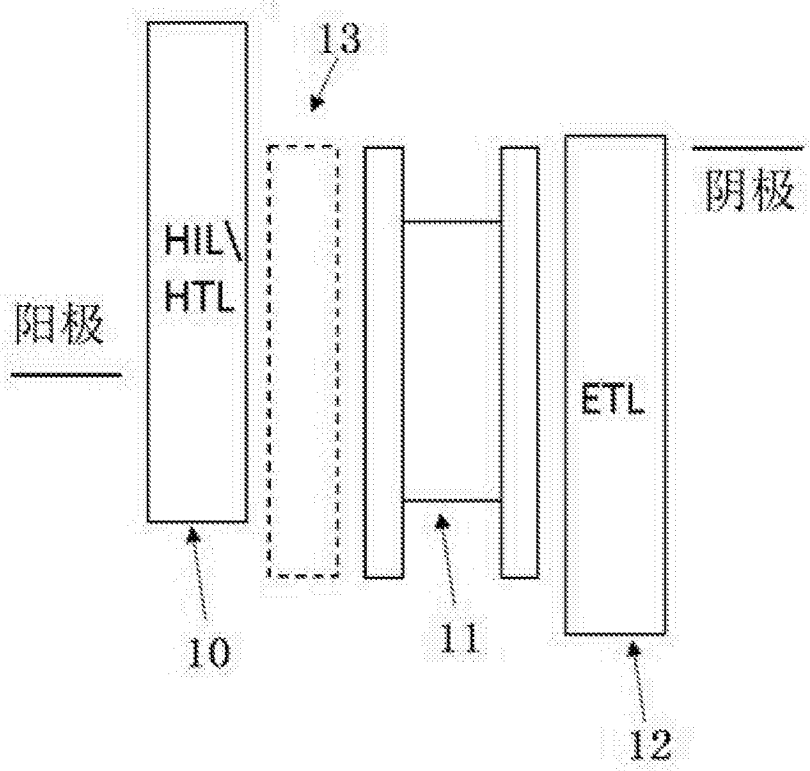


图2

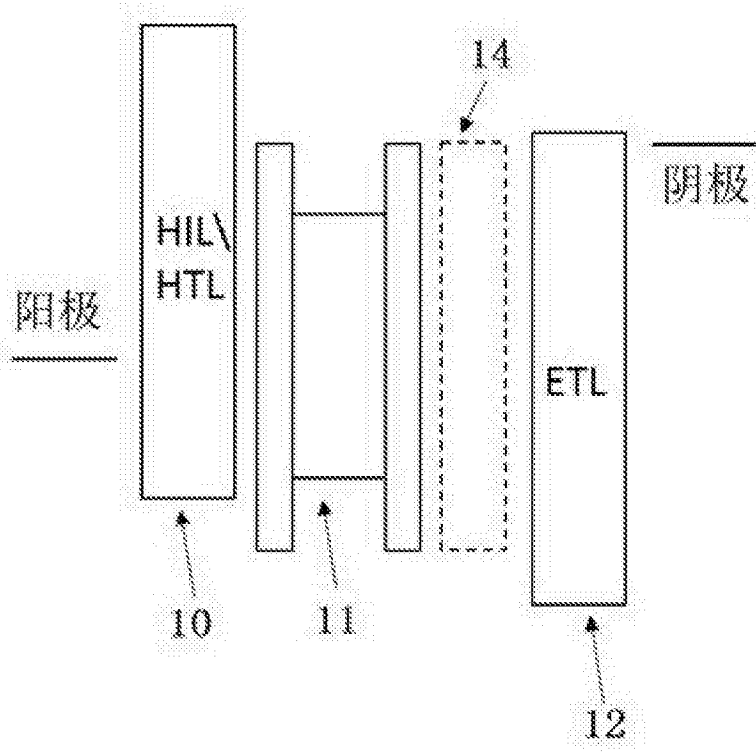


图3

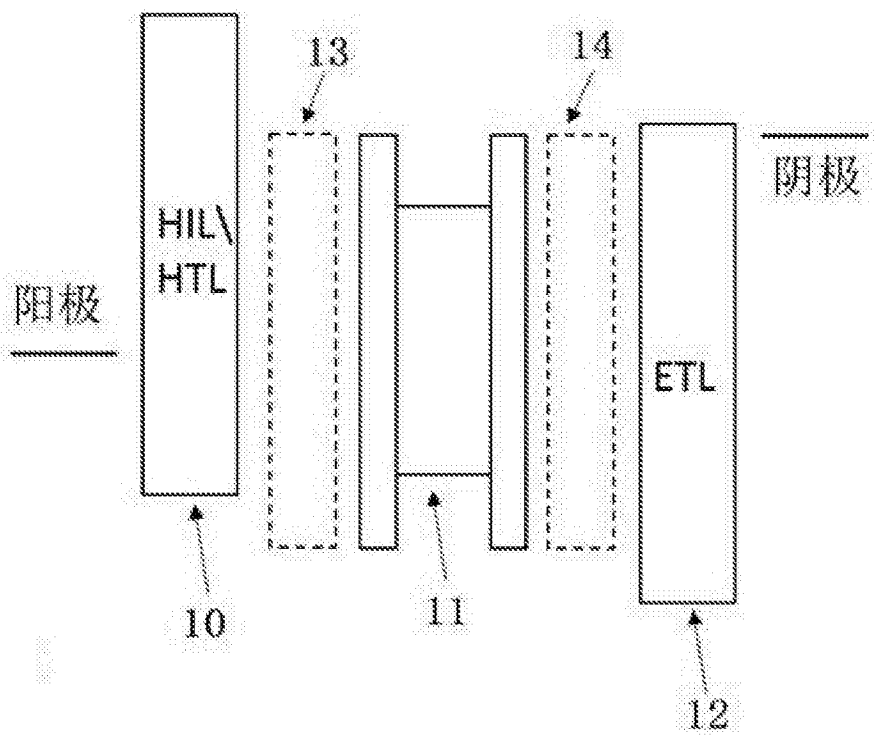


图4