



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110112305 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201910441452.6

(22)申请日 2019.05.24

(71)申请人 京东方科技股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

申请人 北京京东方技术开发有限公司

(72)发明人 禹钢

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 江鹏飞 申屠伟进

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

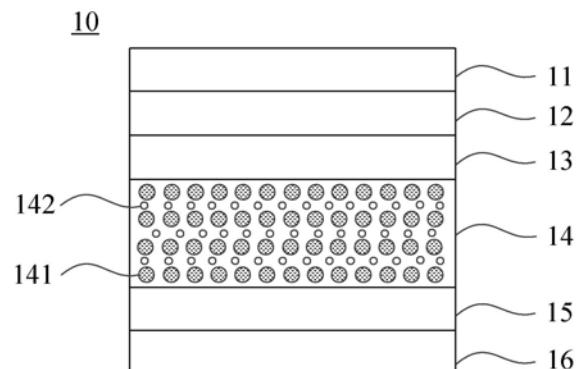
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

QLED器件及其制作方法、显示面板及显示装置

(57)摘要

本公开提供了一种QLED器件及其制作方法、显示面板及显示装置。该QLED器件包括：量子点发光层，以及位于量子点发光层一侧的空穴传输层，其中空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。该空穴传输层可以采用共蒸镀工艺制备，其中钙钛矿材料和有机空穴传输材料通过自组装形成叠层结构。钙钛矿材料的高载流子迁移率可以改善空穴传输层的载流子传输性能，使其与电子传输层的载流子传输性能相匹配。同时有机空穴传输材料形成定向的空穴通道，使空穴的传输更加可控，从而避免在空穴传输层与量子点发光层的界面积累过量的空穴，从而保证QLED器件的效率和耐受性。



1. 一种QLED器件,包括:  
量子点发光层;以及  
位于量子点发光层一侧的空穴传输层;  
其中,所述空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。
2. 根据权利要求1所述的QLED器件,其中所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例大于0%且小于等于10%。
3. 根据权利要求2所述的QLED器件,其中,所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例在远离所述量子点发光层的方向上梯度增大。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的QLED器件,其中所述空穴传输层是通过共蒸镀钙钛矿前体和所述有机空穴传输材料形成的。
5. 根据权利要求4所述的QLED器件,其中所述空穴传输层具有所述钙钛矿材料和所述有机空穴传输材料的叠层结构。
6. 根据权利要求1-3任一项所述的QLED器件,其中所述钙钛矿材料的分子通式为 $ABX_3$ ;A包括一价碱金属、小分子有机铵或T1;B包括Pb或Sn;X包括Cl或Br。
7. 根据权利要求1-3任一项所述的QLED器件,其中所述钙钛矿材料包括 $MAPbCl_3$ 。
8. 根据权利要求1-3任一项所述的QLED器件,其中所述有机空穴传输材料包括CBP、TCTA、TFB、TPD、NPB、TAPC中的至少一种。
9. 根据权利要求1-3任一项所述的QLED器件,包括依次层叠的第一电极、电子传输层、量子点发光层、空穴传输层、空穴注入层和第二电极。
10. 根据权利要求9所述的QLED器件,其中所述电子传输层是ZnO纳米粒子层或TiO<sub>2</sub>纳米棒层。
11. 一种QLED显示面板,包括基板和阵列布置在所述基板表面上的如权利要求1-10中任一项所述的QLED器件。
12. 一种QLED显示装置,包括如权利要求11所述的QLED显示面板。
13. 一种QLED器件的制作方法,包括:  
形成量子点发光层;以及  
在所述量子点发光层的一侧形成空穴传输层;  
其中,所述空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。
14. 根据权利要求13所述的QLED器件的制作方法,其中所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例大于0%且小于等于10%。
15. 根据权利要求14所述的QLED器件的制作方法,其中所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例在远离所述量子点发光层的方向上梯度增大。
16. 根据权利要求13-15任一项所述的QLED器件的制作方法,其中在所述量子点发光层的一侧形成空穴传输层包括:  
共蒸镀钙钛矿前体和有机空穴传输材料,从而在所述量子点发光层的一侧形成所述空穴传输层;以及  
烘烤所述空穴传输层。
17. 根据权利要求16所述的QLED器件的制作方法,其中,所述空穴传输层具有所述钙钛矿材料和所述有机空穴传输材料的叠层结构。

18. 根据权利要求16所述的QLED器件的制作方法,其中所述钙钛矿前体包括MACl和PbCl<sub>2</sub>;所述钙钛矿材料包括MAPbCl<sub>3</sub>。

19. 根据权利要求13-15任一项所述的QLED器件的制作方法,其中所述钙钛矿材料的分子通式为ABX<sub>3</sub>;A包括一价碱金属、小分子有机铵或Tl;B包括Pb或Sn;X包括Cl或Br。

20. 根据权利要求13-15任一项所述的QLED器件的制作方法,其中所述有机空穴传输材料包括CBP、TCTA、TFB、TPD、NPB、TAPC中的至少一种。

## QLED器件及其制作方法、显示面板及显示装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及显示技术领域,具体涉及一种QLED器件及其制作方法、显示面板及显示装置。

### 背景技术

[0002] 量子点是一种溶液可加工的半导体纳米晶体,具有发光光谱窄、发光波长可调控、光谱纯度高等优点,最有希望成为下一代发光器件的核心部分。量子点发光二极管(Quantum Dot Light Emitting Diodes,简称QLED)将量子点作为发光层的制作材料,在不同的导电材料之间引入发光层从而得到所需要波长的光。QLED具有色域高、自发光、启动电压低、响应速度快、寿命长等优点。

### 发明内容

[0003] 根据本公开的一方面,提供了一种QLED器件。所述QLED器件包括:量子点发光层;以及位于量子点发光层一侧的空穴传输层;其中,所述空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。

[0004] 在一些实施例中,所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例大于0%且小于等于10%。

[0005] 在一些实施例中,所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例在远离所述量子点发光层的方向上梯度增大。

[0006] 在一些实施例中,所述空穴传输层是通过共蒸镀钙钛矿前体材料和所述有机空穴传输材料形成的。

[0007] 在一些实施例中,所述空穴传输层具有所述钙钛矿材料和所述有机空穴传输材料的叠层结构。

[0008] 在一些实施例中,所述钙钛矿材料的分子通式为 $ABX_3$ ;A包括一价碱金属、小分子有机铵或Tl;B包括Pb或Sn;X包括Cl或Br。

[0009] 在一些实施例中,所述钙钛矿材料包括 $MAPbCl_3$ 。

[0010] 在一些实施例中,所述有机空穴传输材料包括CBP、TCTA、TFB、TPD、NPB、TAPC中的至少一种。

[0011] 在一些实施例中,所述QLED器件包括依次层叠的第一电极、电子传输层、量子点发光层、空穴传输层、空穴注入层和第二电极。

[0012] 在一些实施例中,所述电子传输层是ZnO纳米粒子层或TiO<sub>2</sub>纳米棒层。

[0013] 根据本公开的另一方面,提供了一种QLED显示面板。所述QLED显示面板包括基板和阵列布置在所述基板表面上的如前所述的QLED器件。

[0014] 根据本公开的又一方面,提供了一种QLED显示装置。所述QLED显示装置包括如前所述的QLED显示面板。

[0015] 根据本公开的另一方面,提供了一种QLED器件的制作方法。所述方法包括:形成量

子点发光层；以及在所述量子点发光层的一侧形成空穴传输层；其中，所述空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。

[0016] 在一些实施例中，所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例大于0%且小于等于10%。

[0017] 在一些实施例中，所述有机空穴传输材料在所述空穴传输层中的摩尔比例在远离所述量子点发光层的方向上梯度增大。

[0018] 在一些实施例中，所述在量子点发光层的一侧形成空穴传输层包括：共蒸镀钙钛矿前体和有机空穴传输材料，从而在所述量子点发光层的一侧形成所述空穴传输层；以及烘烤所述空穴传输层。

[0019] 在一些实施例中，所述空穴传输层具有所述钙钛矿材料和所述有机空穴传输材料的叠层结构。

[0020] 在一些实施例中，所述钙钛矿前体包括 $MACl$ 和 $PbCl_2$ ；所述钙钛矿材料包括 $MAPbCl_3$ 。

[0021] 在一些实施例中，所述钙钛矿材料的分子通式为 $ABX_3$ ；A包括一价碱金属、小分子有机铵或Tl；B包括Pb或Sn；X包括Cl或Br。

[0022] 在一些实施例中，所述有机空穴传输材料包括CBP、TCTA、TFB、TPD、NPB、TAPC中的至少一种。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本公开实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1为相关技术中QLED器件的结构示意图；

图2为根据本公开的一个实施例的QLED器件的结构示意图；

图3为根据本公开的另一个实施例的QLED器件的结构示意图；

图4为根据本公开的又一个实施例的QLED器件的结构示意图；

图5为根据本公开实施例的QLED显示面板和显示装置的示意图；

图6为根据本公开的一个实施例的QLED器件的制作方法的流程图；

图7为根据本公开另一个实施例的QLED器件的制作方法的流程图；以及

图8为根据本公开实施例的器件的电流-电压曲线。

[0025] 附图中各部分的形状和大小不反映各部分的真实比例，只是示意性地说明本公开内容。

## 具体实施方式

[0026] 下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

[0027] 在相关技术中,如图1所示,QLED器件10一般包括依次层叠的第一电极11、电子传输层12、量子点发光层13、空穴传输层14、空穴注入层15和第二电极16。在电场的作用下,空穴和电子分别从各自对应的传输层内进行载流子的迁移,并在量子点发光层13内复合成激子进行发光。在当前的QLED器件中,一般采用无机ZnO纳米颗粒作为电子传输材料,其载流子传输性能高,电子迁移率一般为 $10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 数量级,而目前一般的空穴传输材料是有机物,其载流子传输性能低,空穴迁移率一般为 $10^{-5} - 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 数量级,与电子传输材料的载流子传输性能不匹配,从而容易导致QLED器件中载流子传输不平衡,激子复合区域在空穴传输层14与量子点发光层13的界面甚至到空穴传输层14内。

[0028] 根据本公开的一方面,本公开的实施例提供了一种QLED器件。如图2所示,所述QLED器件10包括:量子点发光层13;以及位于量子点发光层一侧的空穴传输层14;其中,所述空穴传输层14包括钙钛矿材料141和有机空穴传输材料142。

[0029] 钙钛矿材料141具有高的载流子迁移率,采用钙钛矿材料141作为空穴传输层14的主体材料,可以提高空穴传输层14的载流子传输性能,使其与电子传输层12的载流子传输性能相匹配,从而消除纯有机空穴传输层导致的载流子传输不平衡的问题。但是,钙钛矿材料141的载流子扩散距离较大,容易导致空穴传输层14与量子点发光层13的界面积累过量的空穴,降低器件效率和耐受性。而所掺杂的有机空穴传输材料142起到调节空穴传输层14的载流子传输性能的作用,有机空穴传输材料142可以在钙钛矿材料141中自组装形成定向的空穴通道,使空穴的传输更加可控,从而避免在空穴传输层14与量子点发光层13的界面积累过量的空穴。因此,采用钙钛矿材料141和有机空穴传输材料142作为QLED器件的空穴传输层,改善了QLED器件10中载流子传输性能,同时保证了QLED器件10的效率和耐受性。

[0030] 尽管有机空穴传输材料142可以起到调节空穴传输层14的载流子传输性能的作用,但是过高的有机物比例可能会破坏钙钛矿的晶型。因此,在本公开的一些实施例中,有机空穴传输材料142在空穴传输层14中的摩尔比例大于0%且小于等于10%。在一些实施例中,如图3所示,可以使有机空穴传输材料142在空穴传输层14中的摩尔比例在远离量子点发光层13的方向上梯度增大,即靠近量子点发光层13的一侧有机物掺杂比例较低(例如,摩尔比例为1%),远离量子点发光层13的一侧有机物掺杂比例较高(例如,摩尔比例为10%)。在一些实施例中,有机空穴传输材料的带隙比钙钛矿材料的带隙窄,采用这样的梯度掺杂方式可以起到激子限域功能。

[0031] 上述空穴传输层可以是通过三元有机-无机杂化共蒸镀工艺制备的,通过有效地控制钙钛矿前体和有机物的蒸发条件,可以精确地调节有机物的掺杂比例,并且采用蒸镀法可以避免溶液法中钙钛矿容易被后续溶液制备层破坏的问题。

[0032] 如图4所示,通过共蒸镀工艺制备的空穴传输层可以具有钙钛矿材料层1411和有机空穴传输材料层1421的叠层结构,钙钛矿材料层1411具有高的载流子迁移率,可以提高空穴传输层14的载流子传输性能,有机空穴传输材料层1421形成定向的空穴通道,使空穴的传输更加可控,从而避免在空穴传输层14与量子点发光层13的界面积累过量的空穴。因此,改善了QLED器件的载流子传输性能,同时也保证了QLED器件的效率和耐受性。

[0033] 钙钛矿材料的分子通式为 $ABX_3$ ,在本公开的实施例中,A可以包括一价碱金属、小分子有机铵(例如,甲基铵)或Tl,B可以包括Pb或Sn,X可以包括Cl或Br。例如,在具体实施例中,钙钛矿材料可以是MAPbCl<sub>3</sub>(甲胺氯化铅)。

[0034] 有机空穴传输材料可以是本领域技术人员已知的任何富电子芳香空穴材料,例如,在具体实施例中,有机空穴传输材料可以包括4,4'-二(9-咔唑)联苯(CBP)、三(4-咔唑-9-基苯基)胺(TCTA)、聚(9,9-二辛基芴-CO-N-(4-丁基苯基)二苯胺)(TFB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD)、N,N'-二苯基-N,N'- (1-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(NPB)、4,4'-环己基二[N,N-二(4-甲基苯基)苯胺](TAPC)中的至少一种。

[0035] 如图2-4所示,QLED器件可以包括依次层叠的第一电极11、电子传输层12、量子点发光层13、空穴传输层14、空穴注入层15和第二电极16。在一些实施例中,电子传输层可以是ZnO纳米粒子层或TiO<sub>2</sub>纳米棒层。当然,电子传输层也可以由其他合适的电子传输材料制成,本公开对此不做限定。

[0036] 根据本公开的另一方面,如图5所示,本公开的实施例还提供了一种显示面板201。所述显示面板201包括基板2011和以阵列形式布置在所述基板2011表面的如以上实施例所述的QLED器件10。该显示面板具有前述QLED器件的全部特征和优点,此处不再详细描述。

[0037] 根据本公开的另一方面,如图5所示,本公开的实施例还提供了一种显示装置20。所述显示装置包括如上所述的显示面板201。如本领域技术人员将理解,所述显示装置20还可以包括必要的封装元件和控制电路,在此不做限定。该显示装置具有前述QLED器件的全部特征和优点,此处不再详细描述。

[0038] 根据本公开的另一方面,本公开的实施例还提供了一种上述QLED器件的制作方法。如图6所示,所述方法可以包括以下步骤:S101:形成量子点发光层;以及S102:在所述量子点发光层的一侧形成空穴传输层;其中,所述空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。采用该方法制作的QLED器件可以具有如图2所示的结构。

[0039] 钙钛矿材料141具有高的载流子迁移率,采用钙钛矿材料141作为空穴传输层14的主体材料,可以提高空穴传输层14的载流子传输性能,使其与电子传输层12的载流子传输性能相匹配,从而消除纯有机空穴传输层导致的载流子传输不平衡的问题。但是,钙钛矿材料141的载流子扩散距离较大,容易导致空穴传输层14与量子点发光层13的界面积累过量的空穴,降低器件效率和耐受性。而所掺杂的有机空穴传输材料142起到调节空穴传输层14的载流子传输性能的作用,有机空穴传输材料142可以在钙钛矿材料141中自组装形成定向的空穴通道,使空穴的传输更加可控,从而避免在空穴传输层14与量子点发光层13的界面积累过量的空穴。因此,采用该方法制作QLED器件,可以改善QLED器件10中载流子传输性能,同时保证QLED器件10的效率和耐受性。

[0040] 尽管有机空穴传输材料142可以起到调节空穴传输层14的载流子传输性能的作用,但是在制备过程中掺杂过多的有机空穴传输材料可能会破坏钙钛矿的晶型。因此,在本公开的一些实施例中,有机空穴传输材料142在空穴传输层14中的摩尔比例大于0%且小于等于10%。在一些制备过程中,可以控制空穴传输层14的制备条件,使有机空穴传输材料142在空穴传输层14中的摩尔比例在远离量子点发光层13的方向上梯度增大,即靠近量子点发光层13的一侧有机物掺杂比例较低(例如,摩尔比例为1%),远离量子点发光层13的一侧有机物掺杂比例较高(例如,摩尔比例为10%),形成如图3所示的梯度掺杂结构。在一些实施例中,有机空穴传输材料的带隙比钙钛矿材料的带隙窄,采用这样的梯度掺杂方式可以起到激子限域功能。

[0041] 在一些实施例中,所述空穴传输层可以通过三元有机-无机杂化共蒸镀工艺制备,在这种情况下,如图7所示,在所述量子点发光层的一侧形成空穴传输层的步骤S102包括以下子步骤:S1021:共蒸镀钙钛矿前体和有机空穴传输材料,从而在量子点发光层的一侧形成空穴传输层;以及S1022:烘烤空穴传输层。对于共蒸镀和烘烤的具体工艺参数,本领域技术人员可以针对不同材料选择合适的参数,本公开对此不做限定。通过有效地控制钙钛矿前体和有机物的蒸发条件,可以精确地调节有机物的掺杂比例,并且采用蒸镀法可以避免溶液法中钙钛矿容易被后续溶液制备层破坏的问题。

[0042] 在烘烤过程中,通过自组装,空穴传输层可以形成钙钛矿材料层1411和有机空穴传输材料层1421的叠层结构,如图4所示,钙钛矿材料层1411具有高的载流子迁移率,可以提高空穴传输层14的载流子传输性能,有机空穴传输材料层1421形成定向的空穴通道,使空穴的传输更加可控,从而避免在空穴传输层14与量子点发光层13的界面积累过量的空穴。因此,采用该方法可以改善QLED器件的载流子传输性能,同时保证QLED器件的效率和耐受性。

[0043] 钙钛矿材料的分子通式为 $ABX_3$ ,在本公开的实施例中,A可以包括一价碱金属、小分子有机铵(例如,甲基铵)或Tl,B可以包括Pb或Sn,X可以包括Cl或Br。例如,在具体实施例中,共蒸镀的钙钛矿前体可以是MACl(甲基氯化铵)和PbCl<sub>2</sub>(氯化铅),所形成的钙钛矿材料是MAPbCl<sub>3</sub>(甲胺氯化铅)。

[0044] 共蒸镀的有机空穴传输材料可以是本领域技术人员已知的任何富电子芳香空穴材料,例如,在具体实施例中,有机空穴传输材料可以包括4,4'-二(9-咔唑)联苯(CBP)、三(4-咔唑-9-基苯基)胺(TCTA)、聚(9,9-二辛基芴-CO-N-(4-丁基苯基)二苯胺)(TFB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-1,1'-联苯-4,4'-二胺(TPD)、N,N'-二苯基-N,N'-(1-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(NPB)、4,4'-环己基二[N,N-二(4-甲基苯基)苯胺](TAPC)中的至少一种。

[0045] 本领域技术人员能够理解,如图2-4所示,QLED器件还可以包括第一电极11、电子传输层12、空穴注入层15、第二电极16等,这些组成部分可以选择合适的材料、采用合适的工艺来制作,本公开对此不做限定。

[0046] 综上所述,本公开采用共蒸镀工艺制备掺杂了有机空穴传输材料的钙钛矿材料作为空穴传输层。一方面,利用钙钛矿的高载流子迁移率,可以提高空穴传输层的载流子传输性能,消除纯有机空穴传输层导致的载流子传输不平衡的问题;另一方面,有机物在钙钛矿中自组装形成周期性层状结构,提供定向的空穴通道,使空穴传输更加可控,避免空穴传输层与量子点发光层的界面积累过量的空穴。此外,采用蒸镀法避免了溶液法中钙钛矿容易被后续溶液制备层破坏,并且可以精确地调控有机空穴传输材料的掺杂比例。

[0047] 下面给出采用本公开的方法制作QLED器件的两个具体示例。

[0048] 在一个示例中,制作QLED器件可以包括以下步骤。

[0049] 制备电子传输层:采用溶液成膜方法(旋涂/打印)将ZnO纳米粒子沉积到洁净的ITO或其他金属/半导体导电阴极基底上,除去溶剂使其均匀成膜。

[0050] 制备量子点发光层:采用溶液成膜方法(旋涂/打印)将量子点沉积到电子传输层上,除去溶剂使其均匀成膜。

[0051] 制备钙钛矿材料为主体的空穴传输层:将具有电子传输层和量子点发光层的基底

置于真空腔体中,蒸镀源为MAC1、PbCl<sub>2</sub>和CBP。在真空度达到 $5 \times 10^{-4}$  Pa后,共蒸MAC1和PbCl<sub>2</sub>,保持两者摩尔比为1:1。共蒸钙钛矿的同时,掺入有机空穴传输材料CBP,掺杂的摩尔比例为0%-10%。然后将基板取出至惰性气体环境内,在约100℃烘烤10-30min,使其充分反应形成钙钛矿,然后重新置于真空腔体中。

[0052] 制备空穴注入层与阳极:待钙钛矿空穴传输层达到目标厚度后,可以蒸镀2,3,6,7,10,11-六氰基-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(HTA-CN)作为空穴注入层,蒸镀Ag作为阳极,从而得到QLED器件。

[0053] 在另一个示例中,制作QLED器件可以包括以下步骤。

[0054] 制备电子传输层:采用溶液成膜方法(旋涂/打印)将TiO<sub>2</sub>纳米棒沉积到洁净的ITO或其他金属/半导体导电阴极基底上,除去溶剂使其均匀成膜。

[0055] 制备量子点发光层:采用溶液成膜方法(旋涂/打印)将量子点沉积到电子传输层上,除去溶剂使其均匀成膜。

[0056] 制备钙钛矿材料为主体的空穴传输层:将具有电子传输层和量子点发光层的基底置于真空腔体中,蒸镀源为MAC1、PbCl<sub>2</sub>和CBP。在真空度达到 $5 \times 10^{-4}$  Pa后,共蒸MAC1和PbCl<sub>2</sub>,保持两者摩尔比为1:1。共蒸钙钛矿的同时,梯度掺杂CBP,靠近量子点发光层的一侧CBP摩尔比例较低,为1%左右,远离量子点发光层的一侧CBP摩尔比例较高,为10%左右。然后将基板取出至惰性气体环境内,在约100℃烘烤10-30min,使其充分反应形成钙钛矿,然后重新置于真空腔体中。

[0057] 制备空穴注入层与阳极:待钙钛矿空穴传输层达到目标厚度后,可蒸镀2,3,6,7,10,11-六氰基-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(HTA-CN)作为空穴注入层,蒸镀Ag作为阳极,从而得到QLED器件。

[0058] 另外,研究人员采用本公开实施例的钙钛矿材料与有机空穴传输材料杂化的空穴传输层(HTL)制作了单空穴器件。作为对比,也制作了采用TFB作为空穴传输层的单空穴器件。上述两个器件的结构均为ITO/PEDOT:PSS(40nm)/HTL(50nm)/QD(15nm)/Au(100nm)。图8示出了两种器件的电流-电压曲线,其中,线801为采用本公开实施例的杂化钙钛矿作为空穴传输层的器件的电流-电压曲线,线802为采用TFB作为空穴传输层的器件的电流-电压曲线。如图8所示,在2v-7v的电压范围内,采用本公开实施例的杂化钙钛矿作为空穴传输层的器件的电流明显高于采用TFB作为空穴传输层的器件的电流。电压为7v时,采用本公开实施例的杂化钙钛矿作为空穴传输层的器件的电流可以达到约64mA,比采用TFB作为空穴传输层的器件的电流大3倍以上,这说明杂化钙钛矿空穴传输层确实具有更高的空穴传输性能。

[0059] 以上所述,仅为本公开的具体实施方式,但本公开的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此,本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。通过研究附图、公开内容和所附权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的发明时,可以理解和达成对所公开实施例的其它变型。权利要求中,词语“包括”不排除其它元素或步骤,单数形式的“一”“一个”“该”等术语不排除复数。在互不相同的从属权利要求中列举某些措施的纯粹事实并不表示这些措施的组合不能用于获利。权利要求中的任何附图标记不应解释为限制范围。

10

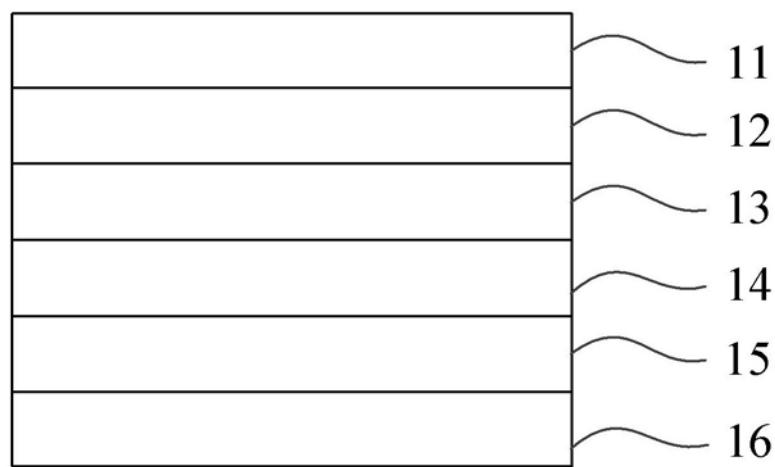


图 1

10

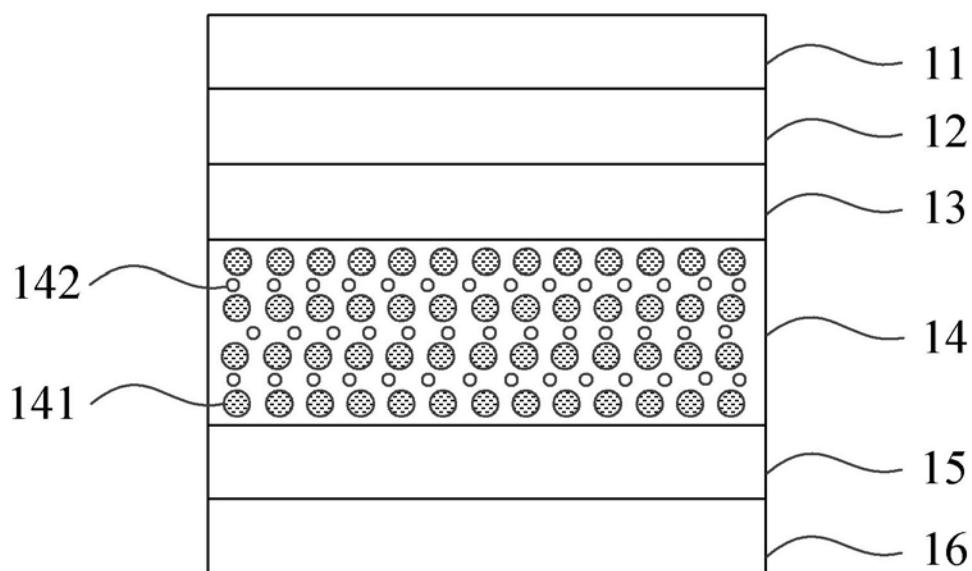


图 2

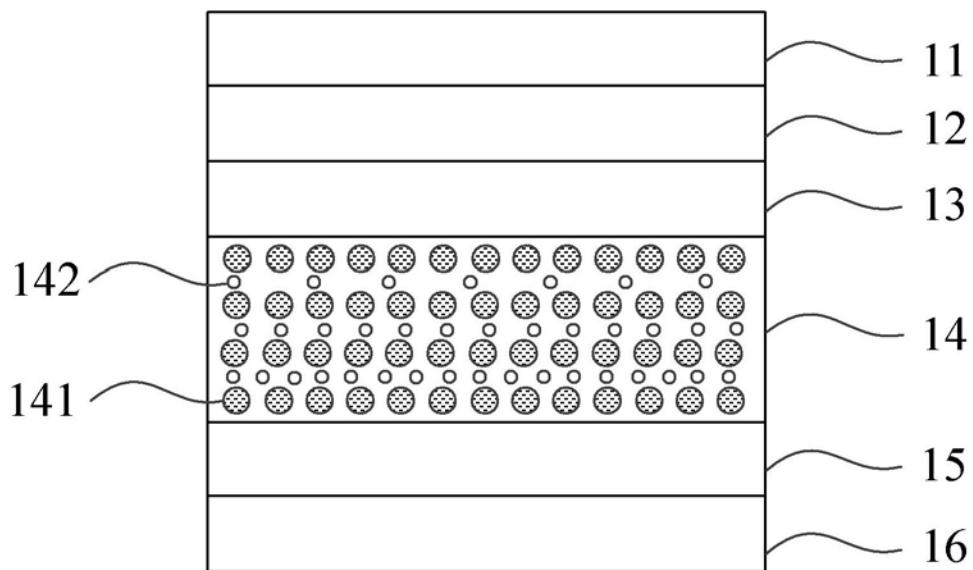
10

图 3

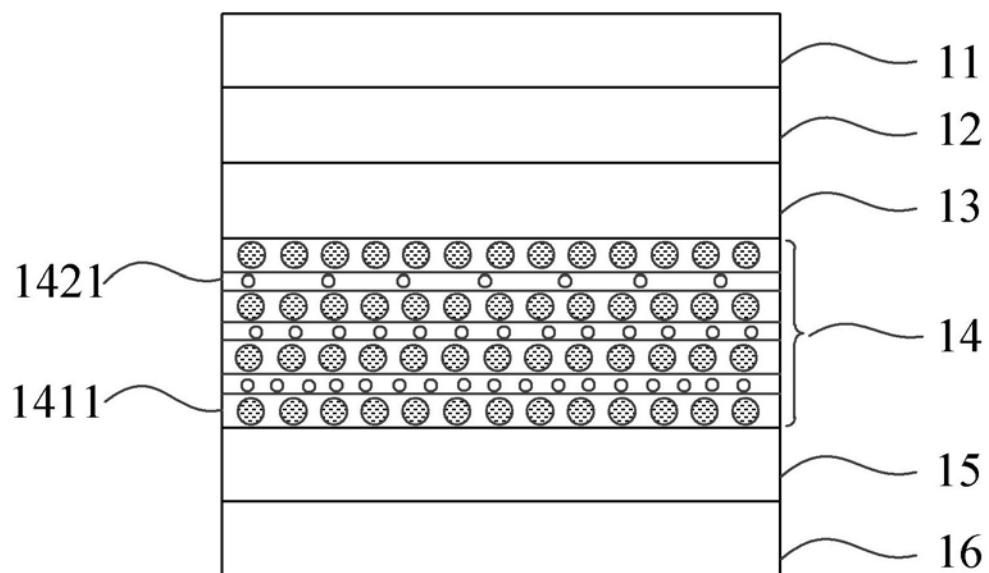
10

图 4

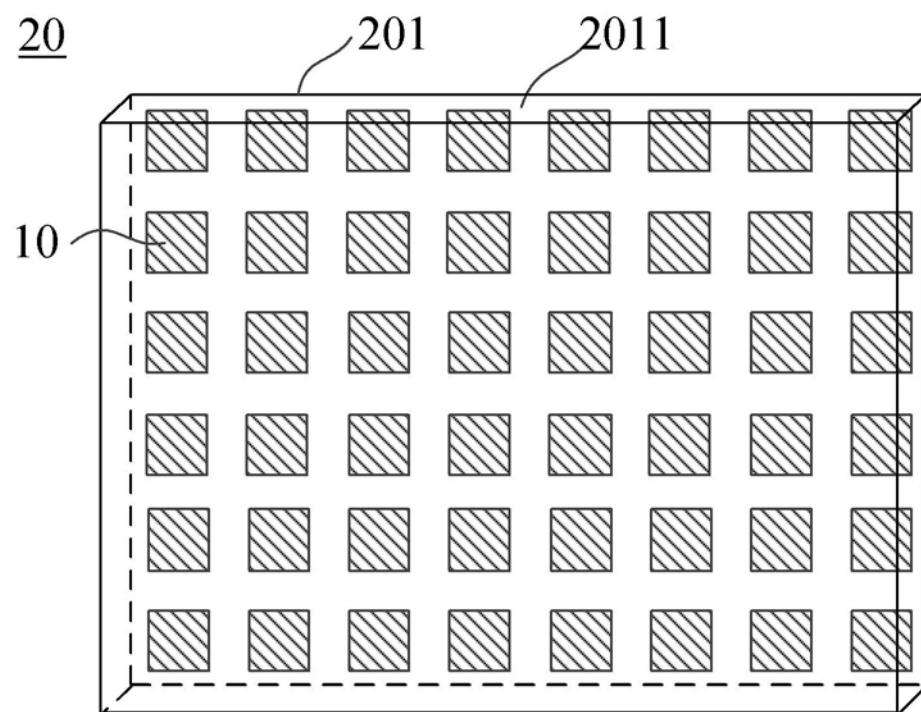


图 5

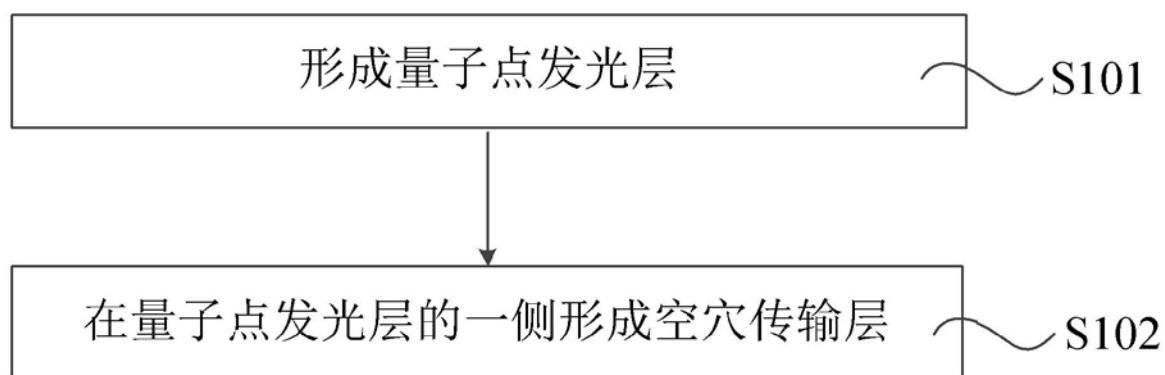


图 6

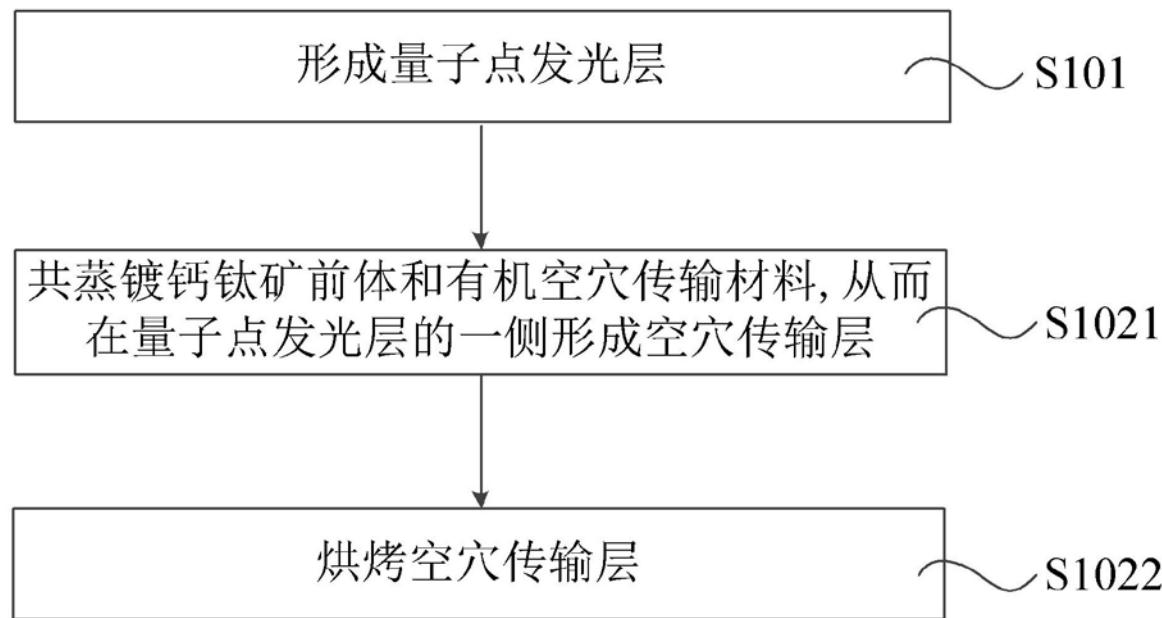


图 7

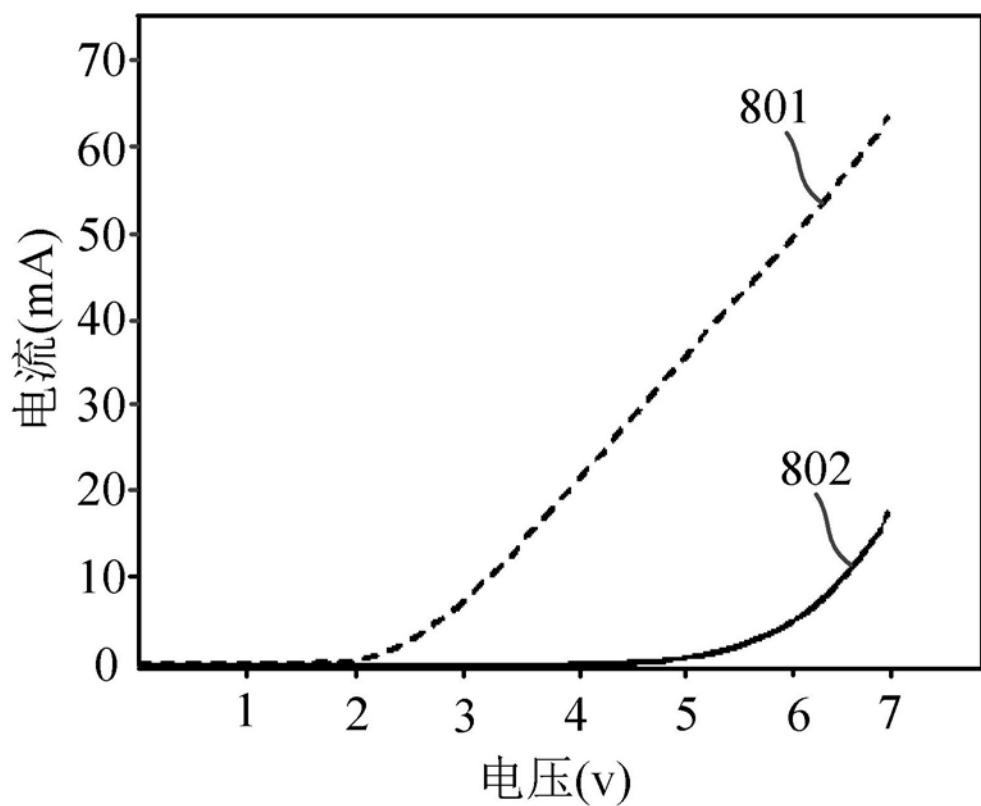


图 8

专利名称(译)	QLED器件及其制作方法、显示面板及显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN110112305A</a>	公开(公告)日	2019-08-09
申请号	CN201910441452.6	申请日	2019-05-24
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技股份有限公司		
[标]发明人	禹钢		
发明人	禹钢		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/001 H01L51/0035 H01L51/0037 H01L51/0077 H01L51/5064 H01L51/56		
代理人(译)	江鹏飞		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>	<a href="#">Sipo</a>	

## 摘要(译)

本公开提供了一种QLED器件及其制作方法、显示面板及显示装置。该QLED器件包括：量子点发光层，以及位于量子点发光层一侧的空穴传输层，其中空穴传输层包括钙钛矿材料和有机空穴传输材料。该空穴传输层可以采用共蒸镀工艺制备，其中钙钛矿材料和有机空穴传输材料通过自组装形成叠层结构。钙钛矿材料的高载流子迁移率可以改善空穴传输层的载流子传输性能，使其与电子传输层的载流子传输性能相匹配。同时有机空穴传输材料形成定向的空穴通道，使空穴的传输更加可控，从而避免在空穴传输层与量子点发光层的界面积累过量的空穴，从而保证QLED器件的效率和耐受性。

10

