



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110729410 A

(43)申请公布日 2020.01.24

(21)申请号 201911056652.6

(22)申请日 2019.10.31

(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 武汉京东方光电科技有限公司

(72)发明人 盛子沫 殷蝶 郭坤 杨志

周士来 高翔宇 李彦辉

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 姜春咸 冯建基

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

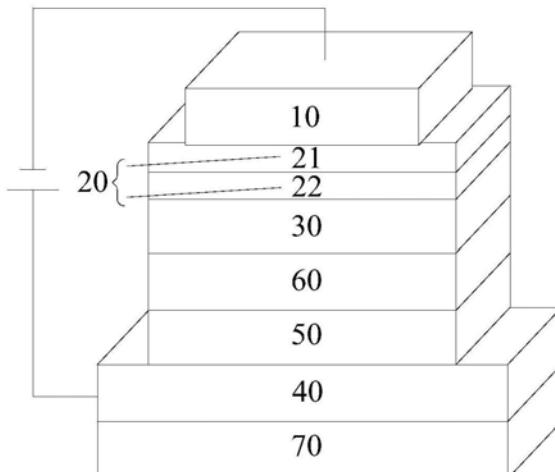
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种有机发光二极管、显示面板及制作方法

(57)摘要

本发明提供一种有机发光二极管，所述有机发光二极管包括第一电极、有机发光层以及位于所述有机发光层与所述第一电极之间的载流子传输层，所述载流子传输层的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料，该载流子传输层的厚度不必精确控制在一个较小数值，进而降低了制作有机发光二极管的工艺要求，缩减了工艺成本。同时，本发明还提供一种显示面板以及一种有机发光二极管的制作方法。



1. 一种有机发光二极管，所述有机发光二极管包括第一电极和有机发光层，其特征在于，所述有机发光二极管还包括载流子传输层，

所述载流子传输层位于所述有机发光层与所述第一电极之间，所述载流子传输层的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料。

2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管，其特征在于，所述载流子传输层的材料包括黑磷烯。

3. 根据权利要求2所述的有机发光二极管，其特征在于，所述载流子传输层包括第一传输子层和第二传输子层，所述第一传输子层的材料为黑磷烯，所述第二传输子层的材料为掺杂有氟元素的黑磷烯，所述第二传输子层位于所述有机发光层与所述第一传输子层之间。

4. 根据权利要求3所述的有机发光二极管，其特征在于，所述第一传输子层的厚度为5-15nm，所述第二传输子层的厚度为5-15nm。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的有机发光二极管，其特征在于，所述第一电极的材料包括铜和/或银。

6. 根据权利要求5所述的有机发光二极管，其特征在于，所述有机发光二极管还包括第二电极、空穴传输层和空穴注入层，所述第二电极的材料包括氧化铟锡，所述第二电极设置在所述有机发光层背离所述第一电极的一侧，所述空穴传输层和所述空穴注入层层叠设置在所述第二电极与所述有机发光层之间，所述空穴注入层位于所述空穴传输层背离所述第二电极的一侧。

7. 一种有机发光二极管显示面板，其特征在于，所述有机发光二极管显示面板中的有机发光二极管为权利要求1至6中任意一项所述的有机发光二极管。

8. 根据权利要求7所述的有机发光二极管显示面板，其特征在于，所述有机发光二极管显示面板为柔性显示面板。

9. 一种有机发光二极管的制作方法，其特征在于，所述方法包括：

提供初始基板；

形成有机发光层；

形成载流子传输层，所述载流子传输层的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料；

形成第一电极。

10. 根据权利要求9所述的制作方法，其特征在于，所述载流子传输层的材料包括黑磷烯，形成所述载流子传输层的步骤包括：

形成黑磷烯薄膜；

对所述黑磷烯薄膜进行氟掺杂工艺，得到第二传输子层；

在所述第二传输子层的表面形成第一传输子层，所述第一传输子层的材料为黑磷烯。

一种有机发光二极管、显示面板及制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示设备领域,具体地,涉及一种有机发光二极管、
[0002] 一种包括该有机发光二极管的显示面板以及一种用于制作该有机发光二极管的
制作方法。

背景技术

[0003] 有机发光二极管(OLED,Organic Light-Emitting Diode)是一种电流型有机发光
器件,其基本原理是在电场的作用下,阳极产生的空穴和阴极产生的电子分别向空穴传输
层(HTL)和电子传输层(ETL)注入,迁移至有机发光层,电子和空穴在发光层相遇时产生能
量激子,从而激发有机发光层中的发光分子产生可见光。

[0004] 在现有技术中,为了平衡载流子的浓度,减小电子由阴极注入电子传输层的注入
势垒,一般会在金属阴极与电子传输层中加入电子注入层(HIL),如氟化锂(LiF)等。

[0005] 但是,利用氟化锂作为电子注入层的有机发光二极管良率并没有特别理想。因此,
如何提高制造有机发光二极管时的良率成为本领域亟待解决的技术问题。

发明内容

[0006] 本发明旨在提供一种工艺要求较低的新型有机发光二极管结构。

[0007] 为实现上述目的,作为本发明的一个方面,提供一种有机发光二极管,所述有机发
光二极管包括第一电极和有机发光层,所述有机发光二极管还包括载流子传输层,

[0008] 所述载流子传输层位于所述有机发光层与所述第一电极之间,所述载流子传输层
的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料。

[0009] 优选地,所述载流子传输层的材料包括黑磷烯。

[0010] 优选地,所述载流子传输层包括第一传输子层和第二传输子层,所述第一传输子
层的材料为黑磷烯,所述第二传输子层的材料为掺杂有氟元素的黑磷烯,所述第二传输子
层位于所述有机发光层与所述第一传输子层之间。

[0011] 优选地,所述第一传输子层的厚度为5-15nm,所述第二传输子层的厚度为5-15nm。

[0012] 优选地,所述第一电极的材料包括铜和/或银。

[0013] 优选地,所述有机发光二极管还包括第二电极、空穴传输层和空穴注入层,所述第
二电极的材料包括氧化铟锡,所述第二电极设置在所述有机发光层背离所述第一电极的一
侧,所述空穴传输层和所述空穴注入层层叠设置在所述第二电极与所述有机发光层之间,
所述空穴注入层位于所述空穴传输层背离所述第二电极的一侧。

[0014] 作为本发明的第二个方面,提供一种有机发光二极管显示面板,所述有机发光二
极管显示面板中的有机发光二极管为前面所述的有机发光二极管。

[0015] 优选地,所述有机发光二极管显示面板为柔性显示面板。

[0016] 作为本发明的第三个方面,提供一种有机发光二极管的制作方法,所述方法包括:

[0017] 提供初始基板;

- [0018] 形成有机发光层；
- [0019] 形成载流子传输层，所述载流子传输层的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料；
- [0020] 形成第一电极。
- [0021] 优选地，所述载流子传输层的材料包括黑磷烯，形成所述载流子传输层的步骤包括：
 - [0022] 形成黑磷烯薄膜；
 - [0023] 对所述黑磷烯薄膜进行氟掺杂工艺，得到第二传输子层；
 - [0024] 在所述第二传输子层的表面形成第一传输子层，所述第一传输子层的材料为黑磷烯。
- [0025] 在本发明提供的有机发光二极管中，材料为具有直接带隙的双极性半导体材料的载流子传输层将第一电极产生的载流子传输至有机发光层，该载流子传输层的厚度不必精确控制在一个较小数值，进而降低了制作有机发光二极管的工艺要求，缩减了工艺成本。同时，本发明提供的显示面板以及有机发光二极管制作方法也能够降低制作工艺要求，缩减工艺成本。

附图说明

[0026] 附图是用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明，但并不构成对本发明的限制。在附图中：

- [0027] 图1是本发明提供的有机发光二极管的结构示意图；
- [0028] 图2是本发明提供的有机发光二极管的发光原理示意图。
- [0029] 附图标记说明
- [0030] 10:第一电极 30:有机发光层
- [0031] 20:载流子传输层 21:第一传输子层
- [0032] 22:第二传输子层 40:第二电极
- [0033] 50:空穴传输层 60:空穴注入层
- [0034] 70:衬底基板

具体实施方式

[0035] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明，并不用于限制本发明。

[0036] 经本发明的发明人研究发现，在利用氟化锂作为电子注入层时，有机发光二极管产品的性能优劣对电子注入层厚度的要求十分苛刻，如氟化锂材料的电子注入层厚度需要精确控制在0.5nm，这样稍有不慎便会造成产品不良。

[0037] 有鉴于此，作为本发明的一个方面，提供一种有机发光二极管，如图1、图2所示，所述有机发光二极管包括第一电极10和有机发光层30，所述有机发光二极管还包括载流子传输层20。

[0038] 载流子传输层20位于有机发光层30与第一电极10之间，载流子传输层20的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料。

[0039] 在本发明中，发明人设置材料为具有直接带隙的双极性半导体材料的载流子传输层20代替传统的载流子(电子或空穴)注入层、传输层，利用该载流子传输层20将第一电极10产生的载流子(电子或空穴)传输至有机发光层30。根据能带匹配理论，具有直接带隙的双极性半导体材料能够与金属材料的第一电极10之间形成欧姆接触，以减少电子由金属电极向半导体传输的传输势垒，提高电子的传输效率(即能够实现传统技术方案中电子传输层的功能)，并且具有直接带隙的双极性半导体材料本身具有较高的载流子迁移率，因此该载流子传输层20的厚度精度要求低，进而降低了制作有机发光二极管的工艺要求，缩减了工艺成本。

[0040] 作为本发明的一种优选实施方式，载流子传输层20的厚度为10-30nm。在本发明中，载流子传输层20的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料，其载流子迁移率高，在10-30nm的厚度下也能够高效地将第一电极10上产生的载流子传输至有机发光层30。在此优选实施方式中，载流子传输层20的厚度超过10nm，与厚度需要精确控制在0.5nm的传统电子注入层相比，极大地降低了工艺要求，降低了工艺成本。

[0041] 作为本发明的一种优选实施方式，载流子传输层20的材料包括黑磷烯。

[0042] 黑磷烯是一种由黑磷(一种类似于石墨的波形层状结构的二维晶体)剥离得到的有序磷原子构成的具有直接带隙的双极性二维半导体材料，黑磷烯制作成本低廉、制作工艺简单，且电子迁移率和透过率较高(单层黑磷烯的载流子迁移率可达 $10000\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$)。同时，黑磷烯与其他具有直接带隙的双极性半导体材料相同，也能够与部分金属(包括铜、银等)形成欧姆接触，减小金属中的电子向黑磷烯中传输的势垒。此外，黑磷烯材料的强度和柔韧性也非常出色(断裂强度大于25GPa，断裂应变大于8%)，当包括黑磷烯材料的载流子传输层20应用在柔性显示面板中时，不必担心载流子传输层20在柔性显示面板弯曲时发生断裂，因此，能够进一步降低工艺要求，缩减工艺成本。

[0043] 为了进一步提高有机发光层30的发光强度，优选地，载流子传输层20包括第一传输子层21和第二传输子层22，第一传输子层21的材料为黑磷烯，第二传输子层22的材料为掺杂有氟元素的黑磷烯，第二传输子层22位于有机发光层30与第一传输子层21之间。

[0044] 作为本发明的一种优选实施方式，第一传输子层21的厚度为5-15nm，第二传输子层22的厚度为5-15nm。在本发明中，第一传输子层21和第二传输子层22的主要成分均为黑磷烯，具有出色的强度和柔韧性。因此，即便该第一传输子层21以及第二传输子层22的厚度超过5nm，也不容易在柔性显示面板弯曲时发生断裂，从而极大地降低了工艺要求，降低了工艺成本。

[0045] 掺杂有氟元素的黑磷烯具有更低的最高已占轨道(HOMO, Highest Occupied Molecular)能阶，既能够保持良好的透过率以及载流子迁移率，又能够阻挡有机发光层30中的空穴(h⁺)向载流子传输层20转移(如图2所示)。并且，材料为黑磷烯的第一传输子层21与材料为氟掺杂黑磷烯的第二传输子层22可以组成同质结结构，进一步提高载流子的传输效率。因此，本发明中载流子传输层20优选包括掺杂有氟元素的第二传输子层22，从而保证了空穴(h⁺)和电子(e⁻)在有机发光层30中相遇，提高了有机发光层30的发光强度。

[0046] 为保证第一电极10与载流子传输层20之间形成欧姆接触，优选地，第一电极10的材料包括铜和/或银。

[0047] 本发明对所述有机发光二极管的其他膜层结构不做具体限定，例如，可选地，如图

1、图2所示，所述有机发光二极管还包括第二电极40，第二电极40设置在有机发光层30背离第一电极10的一侧。为提高所述有机发光二极管的透过率，优选地，第二电极40的材料包括氧化铟锡(ITO)。需要说明的是，在此实施方式中，第一电极10为阴极，第二电极40为阳极。

[0048] 为提高空穴由阳极向有机发光层30传输的传输效率，优选地，如图1、图2所示，所述有机发光二极管还包括空穴传输层50(HTL)和空穴注入层60(HIL)，空穴传输层50和空穴注入层60层叠设置在第二电极40与有机发光层30之间，空穴注入层60位于空穴传输层50背离第二电极40的一侧。

[0049] 作为本发明的第二个方面，提供一种有机发光二极管显示面板，所述有机发光二极管显示面板中的有机发光二极管为上文中所述的有机发光二极管。

[0050] 在本发明实施例提供的有机发光二极管显示面板中，利用材料为具有直接带隙的双极性半导体材料的载流子传输层20将第一电极10产生的载流子传输至有机发光层30，该载流子传输层20的厚度精度要求低，降低了制作显示面板的工艺要求，缩减了工艺成本。

[0051] 优选地，载流子传输层20的材料包括黑磷烯，所述有机发光二极管显示面板为柔性显示面板。载流子传输层20的材料包括黑磷烯，不必担心载流子传输层20因厚度过大而在柔性显示面板弯曲时发生断裂，从而进一步降低制作显示面板的工艺要求，缩减工艺成本。

[0052] 作为本发明的第三个方面，提供一种有机发光二极管的制作方法，所述方法包括：

[0053] 提供初始基板；

[0054] 形成有机发光层30；

[0055] 形成载流子传输层20，载流子传输层20的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料；

[0056] 形成第一电极10。

[0057] 本发明实施例提供的有机发光二极管制作方法制得的有机发光二极管中，利用材料为具有直接带隙的双极性半导体材料的载流子传输层20将第一电极10产生的载流子传输至有机发光层30，该载流子传输层20的厚度精度要求低，降低了制作显示面板的工艺要求，缩减了工艺成本。

[0058] 为提高工艺效果，优选地，第一电极10通过蒸镀的方式形成。

[0059] 为进一步降低工艺要求，缩减工艺成本，优选地，载流子传输层20的材料包括黑磷烯。

[0060] 为提高有机发光层30的发光强度，优选地，形成载流子传输层20的步骤包括：

[0061] 形成黑磷烯薄膜；

[0062] 对所述黑磷烯薄膜进行氟掺杂工艺，得到第二传输子层22；

[0063] 在第二传输子层22的表面形成第一传输子层21，第一传输子层21的材料为黑磷烯。

[0064] 作为一种可选实施方式，所述形成黑磷烯薄膜以及所述形成第一传输子层21的步骤包括：以红磷为原料，通过化学气相沉积法(CVD)沉积黑磷烯薄膜。

[0065] 作为一种可选实施方式，所述氟掺杂工艺的步骤包括：使有机发光层30的表面形成的黑磷烯薄膜在150℃-200℃的温度下与XeF₂气体进行气相反应。

[0066] 可选地，所述提供初始基板的步骤包括：

[0067] 提供衬底基板70；

[0068] 形成第二电极40。

[0069] 为提高空穴由阳极向有机发光层30传输的传输效率，优选地，所述提供初始基板的步骤还包括在形成第二电极40之后进行的：

[0070] 依次形成空穴注入层60和空穴传输层50。

[0071] 为提高有机发光二极管结构的透过率，优选地，第二电极40的材料为氧化铟锡(ITO)。为提高工艺效果，优选地，第二电极40通过蒸镀的方式形成。

[0072] 当载流子传输层20的材料包括黑磷烯时，优选地，衬底基板70为柔性衬底基板。

[0073] 可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

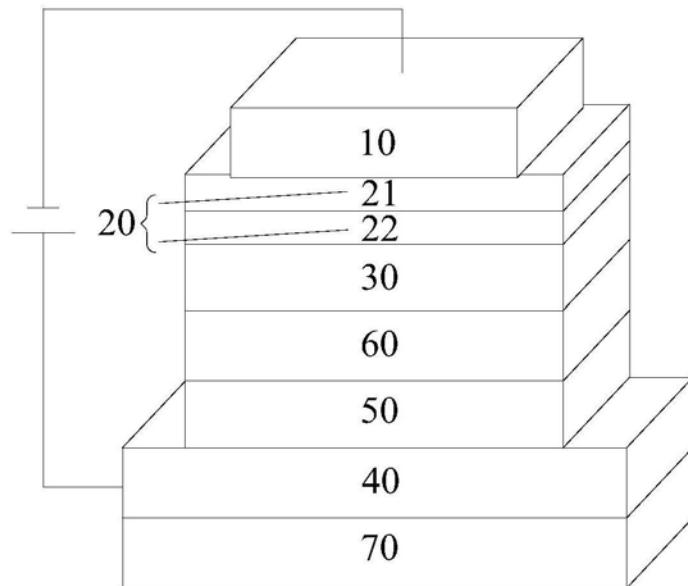


图1

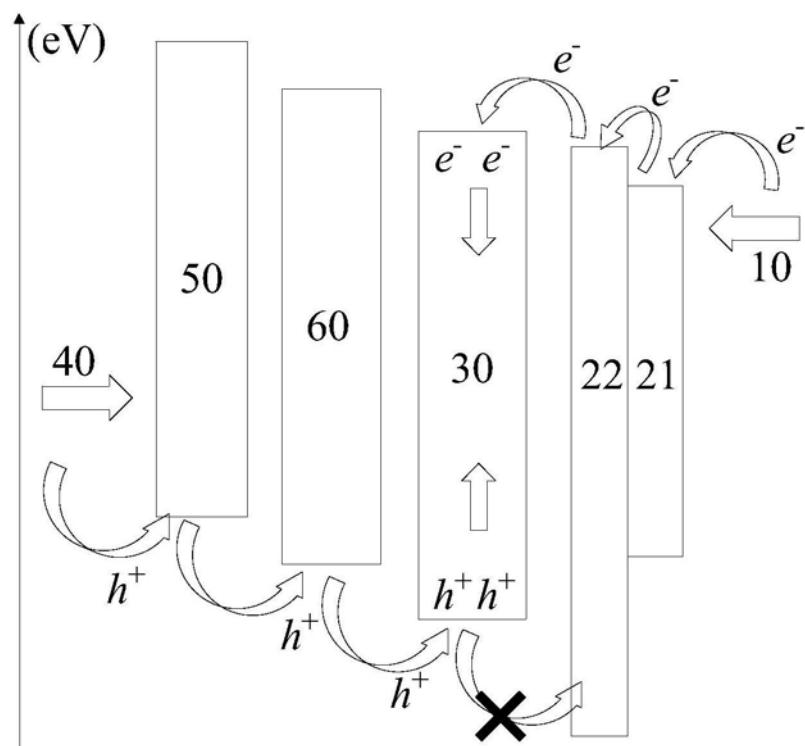


图2

专利名称(译)	一种有机发光二极管、显示面板及制作方法		
公开(公告)号	CN110729410A	公开(公告)日	2020-01-24
申请号	CN201911056652.6	申请日	2019-10-31
[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	殷蝶 郭坤 杨志 高翔宇 李彦辉		
发明人	盛子沫 殷蝶 郭坤 杨志 周士来 高翔宇 李彦辉		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56 H01L51/54 H01L27/32		
CPC分类号	H01L27/32 H01L51/5064 H01L51/508 H01L51/56 H01L2251/301		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明提供一种有机发光二极管，所述有机发光二极管包括第一电极、有机发光层以及位于所述有机发光层与所述第一电极之间的载流子传输层，所述载流子传输层的材料为具有直接带隙的双极性半导体材料，该载流子传输层的厚度不必精确控制在一个较小数值，进而降低了制作有机发光二极管的工艺要求，缩减了工艺成本。同时，本发明还提供一种显示面板以及一种有机发光二极管的制作方法。

