

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 4 月 2 日 (02.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/063571 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 51/50 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/107468

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 24 日 (24.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811115321.0 2018 年 9 月 25 日 (25.09.2018) CN
201811115308.5 2018 年 9 月 25 日 (25.09.2018) CN

(71) 申请人: **TCL 集团股份有限公司 (TCL CORPORATION)** [CN/CN]; 中国广东省惠州市仲恺高新技术开发区十九号小区, Guangdong 516006 (CN)。

(72) 发明人: **苏亮 (SU, Liang)**; 中国广东省惠州市仲恺高新技术开发区十九号小区, Guangdong

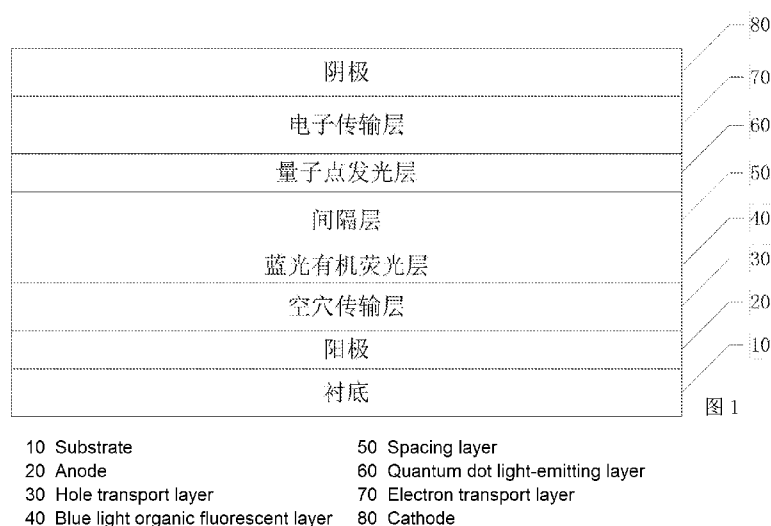
516006 (CN)。 谢相伟 (**XIE, Xiangwei**); 中国广东省惠州市仲恺高新技术开发区十九号小区, Guangdong 516006 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市君胜知识产权代理事务所 (普通合伙) (**JOHNSON INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (SHENZHEN)**); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新区社区高新南七道 20 号深圳国家工程实验室大楼 A503, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** QUANTUM DOT WHITE LIGHT DIODE

(54) 发明名称: 一种量子点白光二极管



(57) **Abstract:** A quantum dot white light diode, the quantum dot white light diode comprising a cathode, an anode, and a light-emitting layer arranged between the cathode and the anode, the light-emitting layer comprising a stacked blue light organic fluorescent layer, spacing layer, and quantum dot light-emitting layer, the blue light organic fluorescent layer being arranged next to one side of the cathode, the quantum dot light-emitting layer being arranged next to one side of the anode, the spacing layer being arranged between the blue light organic fluorescent layer and the quantum dot light-emitting layer, the material of the quantum dot light-emitting layer comprising quantum dots, the material of the blue light organic fluorescent layer comprising blue light organic fluorescent material, and the material of the spacing layer comprising spacing layer material, the triplet exciton energy of the spacing layer material being greater than the triplet exciton energy of the blue organic fluorescent material, and the triplet exciton energy of the spacing layer material being greater than the exciton energy of the quantum dots.

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种量子点白光二极管, 所述量子点白光二极管包括阴极、阳极以及设置在阴极和阳极之间的发光层, 发光层包括层叠设置的蓝光有机荧光层、间隔层以及量子点发光层, 蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置, 量子点发光层靠近阳极一侧设置, 间隔层设置在蓝光有机荧光层和量子点发光层之间, 所述量子点发光层的材料含有量子点, 所述蓝光有机荧光层的材料含有蓝光有机荧光材料, 所述间隔层的材料含有间隔层材料, 所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量, 且所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述量子点的激子能量。

一种量子点白光二极管

技术领域

本公开涉及发光二极管领域，尤其涉及一种量子点白光二极管。

背景技术

当前，白光二极管广泛应用于显示和照明领域，其主要分为无机白光二极管和有机或量子点白光二极管两大类。其中二者最大的区别是：无机白光二极管为点发光，而有机或量子点白光二极管为面发光，这促进了显示和照明设备及应用场景的多样化发展，为人们的生活带来想象和便利。

在面发光技术中，量子点发光颜色鲜明细腻且易调节使得量子点白光二极管在显示和照明领域具有独特的优势，例如能够逼真地显示或再现还原物品本来的面貌，给人以视觉上的震撼和享受。

经过近三十年的发展，红绿单色量子点发光二极管在效率和寿命等发面取得了很大的进步，已达到商业化的标准，然而蓝光量子点发光二极管在寿命上却相差甚远，因此为了实现高效稳定长寿命的量子点白光二极管，寻找合适的蓝光替代材料是当务之急。

在此之前，业界已经提出用蓝光有机材料结合红绿量子点实现白光，然而这些案例广泛应用磷光材料或者热活化延迟荧光材料（TADF）作为蓝光物质，虽然这些物质发光效率很高，但寿命依然达不到商业化的要求，因此难以实现长寿命的目标；而对于应用蓝光有机荧光物质与红绿量子点相结合的案例，其往往只是一种概念，并没有给出切实可行的实现方案。

对于蓝光有机荧光发光二极管，其优势是稳定性好、寿命长，满足商业化条件，而不足之处在于发光效率低。这是因为有机荧光材料只有单线态激子发生辐射复合放出蓝光，三线态激子则以非辐射复合的形式回到基态，而单线态激子和三线态激子的比例是 1:3，因此，蓝光有机荧光发光二极管的理论最大内量子效率只有 25%，与我们追求的 100%的内量子效率有很大的差距。很显然，对于蓝光有机荧光粉与红绿量子点相结合的白光二极管而言，如此低效的蓝光发光严重制约了白光二极管的内量子效率。

因此，现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

鉴于上述现有技术的不足，本公开的目的在于提供一种量子点白光二极管，旨在解决现有蓝光有机荧光发光二极管内量子效率低下，严重制约量子点白光二极管发光效率的问题。

本公开的技术方案如下：

一种量子点白光二极管，包括阴极、阳极以及设置在所述阴极和阳极之间的发光层，其中，所述发光层包括层叠设置的蓝光有机荧光层、间隔层以及量子点发光层，所述蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置，所述量子点发光层靠近阳极一侧设置，所述间隔层设置在所述蓝光有机荧光层和所述量子点发光层之间，所述量子点发光层的材料含有量子点，所述蓝光有机荧光层的材料含有蓝光有机荧光材料，所述间隔层的材料含有间隔层材料，所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述量子点的激子能量。

一种量子点白光二极管，包括阴极、阳极以及设置在所述阴极和阳极之间的发光层，其中，所述发光层包括层叠设置的蓝光有机荧光层和量子点发光层，所述蓝光有机荧光层材料包括由第一 p 型半导体材料和第一 n 型半导体材料混合形成的第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料，所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量，且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。

有益效果：本公开通过在所述发光层的蓝光有机荧光层和量子点发光层之间设置一具有电子和空穴迁移能力的间隔层，所述间隔层能够阻止蓝光有机荧光层材料的单线态激子向量子点转移，使单线态激子能够完全用来产生蓝光，同时所述间隔层还可使蓝光有机发光层中的三线态激子扩散至量子点发光层并敏化量子点发光，从而有效提高量子点白光二极管的量子效率。

附图说明

图 1 为本公开具体实施方式中提供的一种量子点白光二极管的结构示意图。

图 2 为公开具体实施方式中提供的另一种量子点白光二极管的结构示意图。

图 3 为本公开实施例 1 提供的一种量子点白光二极管的结构示意图。

图 4 为本公开实施例 3 提供的一种量子点白光二极管的结构示意图。

图 5 为本发明实施例 5 提供的一种量子点白光二极管的结构示意图。

图 6 为本发明实施例 6 提供的一种量子点白光二极管的结构示意图。

具体实施方式

本公开提供一种量子点白光二极管，为使本公开的目的、技术方案及效果更加清楚、明确，以下对本公开进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本公开，并不用于限定本公开。

量子点发光二极管有多种形式，且所述量子点发光二极管分为正式结构和反式结构，所述反式结构的量子点白光二极管可包括从下往上层叠设置的衬底、阴极、电子传输层、蓝光有机荧光层、量子点发光层、间隔层、空穴传输层以及阳极。而本公开的具体实施方式中将主要以如图 1 所示的正式结构的量子点白光二极管为实施例进行介绍。具体地，如图 1 所示，所述正式结构的量子点白光二极管包括从下往上层叠设置的衬底 10、阳极 20、空穴传输层 30、蓝光有机荧光层 40、间隔层 50、量子点发光层 60、电子传输层 70 以及阴极 80；所述量子点发光层的材料含有量子点，所述蓝光有机荧光层的材料含有蓝光有机荧光材料，所述间隔层的材料含有间隔层材料，所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述量子点的激子能量。

本实施例通过在蓝光有机荧光层和量子点发光层之间设置一同时具有电子和空穴迁移能力的间隔层，能够使得量子点白光二极管的发光效率得到有效提升。实现上述效果的机理具体如下：

为保证本实施例中所述蓝光有机荧光层和量子点发光层能够稳定发光，所述间隔层既要将从阴极注入的电子传输给蓝光有机荧光层，又要将从阳极注入的空穴传输给量子点发光层，故所述间隔层材料为同时具有电子和空穴迁移能力的材料；同时，为避免蓝光有机荧光层的三线态激子和量子点发光层中量子点的激子被间隔层猝灭，所述间隔层材料的三线态激子能量应大于蓝光有机荧光层中蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量还应大于量子点发光层中量子点的激子能量。本实施例中的间隔层既能够阻止蓝光有机荧光层中的单线态激子向量子点转移，使单线态激子能够完全用来产生蓝光，同时

所述间隔层还可使蓝光有机发光层中的三线态激子扩散至量子点发光层并敏化量子点发光，从而有效提高量子点白光二极管的发光效率。

需要说明的是，正式结构的量子点白光二极管还可以包括从下往上叠层设置的衬底、阳极、空穴传输层、量子点发光层、间隔层、蓝光有机荧光层、电子传输层以及阴极；其中所述间隔层材料为同时具有电子和空穴迁移能力的材料，所述间隔层材料的三线态激子能量大于蓝光有机荧光层中蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量大于量子点发光层中量子点的激子能量。这种结构的量子点白光二极管同样能够提升其发光效率，实现上述效果的机理与上述实施例相同。

在一些实施方式中，单线态激子一般通过 Forster 能量转移的方式传递激子能量，它的有效作用半径通常在 3-5nm 之间，而三线态激子由于其寿命较长，其激子扩散长度可达 100nm。本实施例通过将间隔层的厚度设置为 3-100nm，使其可有效阻止蓝光有机荧光层中的单线态激子转移至量子点发光层，而便于让其三线态激子扩散至量子点发光层并敏化量子点发光，通过将间隔层的厚度设置为 3-100nm 可有效提升量子点白光二极管的量子效率。

更优选的，所述间隔层的厚度为 3-10nm，在该厚度范围内，所述间隔层同样能够有效阻隔蓝光有机荧光层材料的单线态激子转移至量子点发光层，并更有利于所述蓝光有机荧光层材料的三线态激子扩散至量子点发光层并敏化量子点发光，可进一步提升量子点白光二极管的发光效率。

在一些实施方式中，为保证电子和空穴在蓝光有机荧光层和量子点发光层之间运动不受影响，所述间隔层材料为同时具有电子和空穴迁移能力的第一双极性材料。在一些实施方式中，所述第一双极性材料包括 CBP 和 NPB 中的至少一种，但不限于此。在一些实施方式中，所述第一双极性材料包括一种组分，如 CBP 和 NPB 中的一种；在一些实施方式中，所述第一双极性材料包括两种组分，如 CBP 和 NPB。在一些具体的实施方式中，所述第一双极性材料为 CBP，由于 CBP 的空穴迁移率和电子迁移率相近，分别为 $10^{-3}\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{S}^{-1}$ 和 $10^{-4}\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{S}^{-1}$ ，相近的空穴和电子迁移率能够保证电荷的传输和平衡，减少电荷在发光层的积累，有利于提升量子点发光二极管的发光效率并保持光谱的稳定型；更重要的是所述 CBP 的三线态激子能量 T_1 为 2.56eV，高于红、黄、绿量子点的激子能量和常见的蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。

在一些实施方式中,为保证电子和空穴在蓝光有机荧光层和量子点发光层之间运动不受影响,所述间隔层材料为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料。在一些实施方式中,所述第一 n 型半导体材料包括 TPBi ($T_1=2.75\text{eV}$)、Bepp2 ($T_1=2.60\text{eV}$)、BTPS ($T_1=2.79\text{eV}$) 和 TmPyPb ($T_1=2.78\text{eV}$) 中的至少一种。在一些实施方式中,所述第一 n 型半导体材料包括一种组分,如 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的一种;在一些方式中,所述第一 n 型半导体材料包括两种组分,如 TPBi 和 Bepp2, Bepp2 和 BTPS, BTPS 和 TmPyPb; 在一些实施方式中,所述第一 n 型半导体材料包括三种组分,如 TPBi、Bepp2 和 BTPS, Bepp2、BTPS 和 TmPyPb, TPBi、Bepp2 和 TmPyPb; 在一些实施方式中,所述第一 n 型半导体材料包括四种组分,如 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb。

在一些实施方式中,所述第一 p 型半导体材料包括 TAPC ($T_1=2.98\text{eV}$)、mCP ($T_1=2.91\text{eV}$) 和 TCTA ($T_1=2.76\text{eV}$) 中的至少一种。在一些实施方式中,所述第一 p 型半导体材料包括一种组分,如 TAPC、mCP 和 TCTA 中的一种;在一些实施方式中,所述第一 p 型半导体材料包括两种组分,如 TAPC 和 mCP, TAPC 和 TCTA, mCP 和 TCTA; 在一些实施方式中,所述第一 p 型半导体材料包括三种组分,如 TAPC、mCP 和 TCTA。所述 T_1 是指半导体材料的三线态激子能量。作为举例,所述由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料可以为 TCTA:TPBi、TCTA:TmPyPb 和 mCP:TmPyPb 中的一种,但不限于此。

在一些实施方式中,所述蓝光有机荧光层包括第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的所述蓝光有机荧光材料,其中,所述第一主体材料为第二双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。为防止所述蓝光有机荧光材料的单线态激子和三线态激子被第一主体材料猝灭,所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量,且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。

在一些实施方式中,所述蓝光有机荧光层中的第一主体材料为第二双极性材料,所述第二双极性材料包括 CBP 和 NPB 中的至少一种,但不限于此。在一些实施方式中,所述第二双极性材料包括一种组分,如 CBP 和 NPB 中的一种; 在一些实施方式中,所述第二双极性材料包括两种组分,如 CBP 和 NPB。所述第二双极性材料可以保证电荷的传输和平衡,减少电荷在发光层的累积,有利于提

升量子点白光二极管的发光效率，减小效率滚降，并保持光谱的稳定性，这对白光二极管而言至关重要。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层中的第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料，所述第二 n 型半导体材料包括 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的至少一种。在一些实施方式中，所述第二 n 型半导体材料包括一种组分，如 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的一种；在一些方式中，所述第二 n 型半导体材料包括两种组分，如 TPBi 和 Bepp2, Bepp2 和 BTPS, BTPS 和 TmPyPb；在一些实施方式中，所述第二 n 型半导体材料包括三种组分，如 TPBi、Bepp2 和 BTPS, Bepp2、BTPS 和 TmPyPb, TPBi、Bepp2 和 TmPyPb；在一些实施方式中，所述第二 n 型半导体材料包括四种组分，如 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb。所述第二 p 型半导体材料包括 TAPC、mCP 和 TCTA 中的至少一种。在一些实施方式中，所述第二 p 型半导体材料包括一种组分，如 TAPC、mCP 和 TCTA 中的一种；在一些实施方式中，所述第二 p 型半导体材料包括两种组分，如 TAPC 和 mCP, TAPC 和 TCTA, mCP 和 TCTA；在一些实施方式中，所述第二 p 型半导体材料包括三种组分，如 TAPC、mCP 和 TCTA。所述 T_1 是指半导体材料的三线态激子能量。作为举例，所述由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料可以为 TCTA:TPBi、TCTA:TmPyPb 和 mCP:TmPyPb 中的一种，但不限于此。所述由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料同样可以保证电荷的传输和平衡，减少电荷在发光层的累积，有利于提升量子点白光二极管的发光效率，减小效率滚降，并保持光谱的稳定性，这对白光二极管而言至关重要。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光材料包括 4P-NPD、Cz-2pbb、POTA 和 DADBT 等中的至少一种，但不限于此。在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光材料包括一种组分，如 4P-NPD、Cz-2pbb、POTA 和 DADBT 中的一种；在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光材料包括两种组分，如 4P-NPD 和 Cz-2pbb, Cz-2pbb 和 POTA, POTA 和 DADBT, Cz-2pbb 和 DADBT；在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光材料包括三种组分，如 4P-NPD、Cz-2pbb 和 POTA, 4P-NPD、Cz-2pbb 和 DADBT, Cz-2pbb、POTA 和 DADBT；在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光材料包括四种组分，如 4P-NPD、Cz-2pbb、POTA 和 DADBT。在所述蓝光有机荧光层中，所述蓝光有机荧光材料可以捕获电子空穴形成激子，也可

以接收从第一主体材料中转移来的激子。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层的厚度为 10-50nm。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层还可以为蓝光有机荧光材料单独形成的发光层。本实施例中，所述蓝光有机荧光层的厚度为 5-30nm。

在一些实施方式中，当所述量子点发光层材料包括所述量子点和第二主体材料时，为防止量子点激子被第二主体材料猝灭，所述第二主体材料的单线态激子能量和三线态激子能量均大于所述量子点的激子能量。在本实施例中，所述量子点发光层发光机制包括三种：1、电子、空穴分别从阴极和阳极传输至量子点发光层发生辐射复合放出光子；2、蓝光有机荧光层材料的三线态激子扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移的方式将三线态激子传递给量子点，并激发量子点放出光子；3、电子、空穴分别从阴极和阳极传输至第二主体材料中形成单线态和三线态激子，所述第二主体材料中形成的单线态和三线态激子分别通过 Forster 和 Dexter 能量转移传递给量子点，并在量子点发光层中辐射复合发出光子。

本实施例中，所述第二主体材料为第三双极性材料、第三 n 型半导体材料、第三 p 型半导体材料以及由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种，但不限于此。

在一些实施方式中，所述第三双极性材料包括 CBP 和 NPB 中的至少一种，但不限于此。在一些实施方式中，所述第三双极性材料包括一种组分，如 CBP 和 NPB 中的一种；在一些实施方式中，所述第三双极性材料包括两种组分，如 CBP 和 NPB。

所述第三 n 型半导体材料包括 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的至少一种，但不限于此。在一些实施方式中，所述第三 n 型半导体材料包括一种组分，如 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的一种；在一些方式中，所述第三 n 型半导体材料包括两种组分，如 TPBi 和 Bepp2, Bepp2 和 BTPS, BTPS 和 TmPyPb；在一些实施方式中，所述第三 n 型半导体材料包括三种组分，如 TPBi、Bepp2 和 BTPS, Bepp2、BTPS 和 TmPyPb, TPBi、Bepp2 和 TmPyPb；在一些实施方式中，所述第三 n 型半导体材料包括四种组分，如 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb。

在一些实施方式中，所述第三 p 型半导体材料包括 TAPC、mCP 和 TCTA 中的至少一种，但不限于此。在一些实施方式中，所述第三 p 型半导体材料包括一

种组分，如 TAPC、mCP 和 TCTA 中的一种；在一些实施方式中，所述第三 p 型半导体材料包括两种组分，如 TAPC 和 mCP，TAPC 和 TCTA，mCP 和 TCTA；在一些实施方式中，所述第三 p 型半导体材料包括三种组分，如 TAPC、mCP 和 TCTA。

在一些实施方式中，所述量子点发光层材料为量子点，则在本实施例中，所述量子点发光层发光机制包括两种：1、电子、空穴分别从阴极和阳极传输至量子点发光层发生辐射复合放出光子；2、蓝光有机荧光层材料的三线态激子扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移的方式将三线态激子传递给量子点，并激发量子点放出光子。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层靠近阳极一侧设置，所述量子点发光层靠近阴极一侧设置，所述有机蓝光荧光层材料包括第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料，所述量子点发光层材料包括量子点和第二主体材料，当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时，所述第一主体材料选自第二双极性材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种，所述第二主体材料选自第三双极性材料、第三 n 型半导体材料以及由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时，所述第一主体材料为第二 p 型半导体材料，所述第二主体材料为第三 n 型半导体材料。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种时，所述第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料，所述第二主体材料为第三 n 型半导体材料。此时，第一主体材料可以保证电子和空穴在整个蓝光有机荧光层中分布，得到充分的蓝光发光，且有利于降低三线态激子湮灭概率。另一方面，均匀分散的三线态激子有利于其向量子点层的扩散，保证量子点的发光。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时，所述第一主体材料为第

二 p 型半导体材料, 所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料。此时, 第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料, 兼具优异的电子空穴迁移能力, 能够有效降低量子点发光层的阻抗, 使激子能够在量子点发光层均匀分布, 降低激子湮灭的可能性, 提高量子点发光的稳定性。

在一些实施方式中, 当所述阻隔层材料为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时, 所述第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料, 所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料。由于第一主体材料和第二主体材料兼具 p 型半导体材料和 n 型半导体材料的半导体特性, 即兼具良好的电子和空穴迁移能力, 有利于降低整个发光层的阻抗, 保证阳极方向传输来的空穴可以无阻碍地向量子点发光层运动, 同时保证量子点发光层运动来的电子可以无阻碍地通过蓝光有机荧光层, 使电荷载流子能够均匀地分布在整個发光层中, 降低激子湮灭的概率, 提高器件的效率和稳定性。

在一些实施方式中, 当所述阻隔层材料为第一双极性材料时, 所述第一主体材料为第二双极性材料, 所述第二主体材料为第三双极性材料。顾名思义, 双极性材料同样具有优异的电子空穴迁移能力, 可以降低整个发光层的阻抗, 使得激子均匀分散在整个发光层中, 提高器件的效率和稳定性。而且, 采用双极性材料有利于简化器件结构和制作过程。

在一些实施方式中, 所述蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置, 所述量子点发光层靠近阳极一侧设置, 所述有机蓝光荧光层材料包括第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料, 所述量子点发光层材料包括量子点和第二主体材料, 当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时, 所述第一主体材料选自第二双极性材料、第二 n 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种, 所述第二主体材料选自第三双极性材料、第三 p 型半导体材料以及由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

在一些实施方式中, 当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时, 所述第一主体材料为第

二 n 型半导体材料，所述第二主体材料为第三 p 型半导体材料。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时，所述第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料，所述第二主体材料为第三 p 型半导体材料。此时，第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料可以保证电子和空穴在整个蓝光有机荧光层中分布，得到充分的蓝光发光，且有利于降低三线态激子湮灭概率。另一方面，均匀分散的三线态激子有利于其向量子点层的扩散，保证量子点的发光。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为第一双极性材料或者为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时，所述第一主体材料为第二 n 型半导体材料，所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料。此时，所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料，兼具优异的电子空穴迁移能力，能够有效降低量子点发光层的阻抗，使激子能够在量子点发光层均匀分布，降低激子湮灭的可能性，提高量子点发光的稳定性。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为由第一 n 型半导体材料和第一 p 型半导体材料组成的混合材料时，所述第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料，所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料。由于第一主体材料和第二主体材料兼具 p 型半导体材料和 n 型半导体材料的半导体特性，即兼具良好的电子和空穴迁移能力，有利于降低整个发光层的阻抗，保证阳极方向传输来的空穴可以无阻碍地向蓝光有机荧光层运动，同时保证有机荧光层运动来的电子可以无阻碍地通过量子点发光层，使电荷载流子能够均匀地分布在发光层中，降低激子湮灭的概率，提高器件的效率和稳定性。

在一些实施方式中，当所述阻隔层材料为第一双极性材料时，所述第一主体材料为第二双极性材料，所述第二主体材料均为第三双极性材料。双极性材料具有优异的电子空穴迁移能力，可以降低整个发光层的阻抗，使得激子均匀分散在整个发光层中，提高器件的效率和稳定性。而且，采用双极性材料有利于简化器件结构和制作过程。

在一些实施方式中，为防止蓝光有机荧光材料的三线态激子能量被猝灭，所

述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量应大于量子点发光层中量子点的能量。因此，在所述发光层中，根据蓝光有机荧光材料的三线态激子能量大小的不同，所述量子点的选择也不相同。当所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量大于 2.38eV 时，所述量子点为黄光量子点，或者所述量子点为由红光量子点和绿光量子点组成的混合量子点，或者所述量子点为包括红光量子点、黄光量子点和绿光量子点的混合量子点，其中，所述黄光量子点的发光光谱的半波宽大于 70nm。

作为举例，当所述蓝光有机荧光材料为 Cz-2pbb ($T_1=2.46\text{eV}$) 或 POTA ($T_1=2.44\text{eV}$) 中的一种时，所述黄光量子点包括 CuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS 等中的至少一种，但不限于此；所述红、绿两种量子点可独立地选自 CdSe/ZnS、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS、CuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS 中的至少一种，但不限于此。在一些实施方式中，所述黄光量子点包括一种组分，如 CuInS/ZnS、ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS 中的一种；在一些实施方式中，所述黄光量子点包括两种组分，如 CuInS/ZnS 和 ZnCuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS 和 AgInS/ZnS, AgInS/ZnS 和 InP/ZnS；在一些实施方式中，所述黄光量子点包括三种组分，如 CuInS/ZnS、ZnCuInS/ZnS 和 AgInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS, CuInS/ZnS、ZnCuInS/ZnS 和 InP/ZnS；在一些实施方式中，所述黄光量子点包括四种组分，如 CuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS。

在一些实施方式中，所述红光量子点或绿光量子点包括一种组分，如 CdSe/ZnS、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS、CuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS 中的一种；在一些实施方式中，所述红光量子点或绿光量子点包括两种组分，如 CdSe/ZnS 和 CdSe/CdS, CdSe/CdS/ZnS 和 CuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS 和 AgInS/ZnS, AgInS/ZnS 和 InP/ZnS；在一些实施方式中，所述红光量子点或绿光量子点包括三种组分，如 CdSe/ZnS、CdSe/CdS 和 CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS 和 CuInS/ZnS, CuInS/ZnS、ZnCuInS/ZnS 和 AgInS/ZnS；在一些实施方式中，所述红光量子点或绿光量子点包括四种组分，如 CdSe/ZnS、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS 和 CuInS/ZnS, CuInS/ZnS, ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS。

在一些实施方式中，当蓝光有机荧光材料的三线态激子能量大于 2.38 eV 时，所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层，其中，

所述红光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

在一些实施方式中，当蓝光有机荧光层材料的三线态激子能量大于 2.38 eV 时，所述量子点发光层为红光量子点和绿光量子点混合形成的单一混合膜层，其中，所述单一混合膜层的厚度为 10-30nm。

在一些实施方式中，当蓝光有机荧光层材料的三线态激子能量大于 2.38 eV 时，所述量子点为黄光量子点，所述量子点发光层中的厚度为 5-50nm。

在一些实施方式中，当蓝光有机荧光层材料的三线态激子能量大于 2.38 eV 时，所述量子点为包括红光量子点、黄光量子点和绿光量子点的混合量子点，所述量子点发光层中的厚度为 15-50nm。

在一些实施方式中，当蓝光有机荧光层材料的三线态激子能量大于 2.38 eV 时，所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层、黄光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层，其中，所述红光量子点薄膜层、黄光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

在一些实施方式中，当蓝光有机荧光层材料的三线态激子能量为 2.25eV-2.38eV 时，所述量子点为黄光量子点，或者所述量子点为由红光量子点和黄光量子点组成的混合量子点，其中，所述黄光量子点的发光光谱的半波宽大于 70nm，所述红光量子点发光光谱的半波宽不受限制。当所述量子点为黄光量子点时，所述量子点发光层厚度为 5-50nm。当所述量子点为由红光量子点和黄光量子点混合形成的单一混合膜层，其中，所述单一混合膜层的厚度为 10-50nm；当所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层和黄光量子点薄膜层，其中，所述红光量子点薄膜层和黄光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

作为举例，当蓝光有机荧光层材料为 4P-NPD ($T_1=2.3\text{eV}$) 或 DADBT ($T_1=2.38\text{eV}$) 时，所述红光量子点包括 CdSe/ZnS、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS、CuInS/ZnS、ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS 中的至少一种，但不限于此；所述黄光量子点包括 CuInS/ZnS、ZnCuInS/ZnS、AgInS/ZnS 和 InP/ZnS 中的至少一种，但不限于此。

在一些实施方式中，所述衬底可以为刚性材质的衬底，如玻璃等，也可以为柔性材质的衬底，如 PET 或 PI 等中的一种。

在一些实施方式中，所述阳极可以选自铟掺杂氧化锡 (ITO)、氟掺杂氧化锡 (FTO)、锑掺杂氧化锡 (ATO)、铝掺杂氧化锌 (AZO) 等中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述空穴传输层的材料可以选自具有良好空穴传输性能的材料，例如可以选自但不限于 p 型的 TAPC、mCP、TFB、PVK、Poly-TPD、PFB、TCTA、CBP、TPD 和 NPB 等中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述电子传输层的材料可以选自具有良好电子传输性能的材料，例如可以选自但不限于 n 型的 TPBi、Bepp2、BTPS、TmPyPb、ZnO、TiO₂、Fe₂O₃、SnO₂、Ta₂O₃、AlZnO、ZnSnO 和 InSnO 等中的一种或多种。

在一些实施方式中，所述阴极可选自铝 (Al) 电极、银 (Ag) 电极和金 (Au) 电极等中的一种。

需说明的是，本公开量子点白光二极管还可以包含以下功能层的一层或者多层：设置于阳极和空穴传输层之间的空穴注入层，设置于阴极和电子传输层之间的电子注入层。

本公开还提供一种如图 1 所述正式结构的量子点白光二极管的制备方法的实施例，具体的包括以下步骤：

提供一衬底，在所述衬底上形成阳极；

在所述阳极上制备空穴传输层；

在所述空穴传输层上制备蓝光有机荧光层；

在所述蓝光有机荧光层上制备间隔层；

在所述间隔层上制备量子点发光层；

在所述量子点发光层上制备电子传输层；

在所述电子传输层上制备阴极，得到所述量子点白光二极管；

其中，所述间隔层材料为同时具有电子和空穴迁移能力的材料，所述间隔层材料的三线态激子能量大于蓝光有机荧光层中蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量大于量子点发光层中量子点的激子能量。

本公开中，各层制备方法可以是化学法或物理法，其中化学法包括但不限于化学气相沉积法、连续离子层吸附与反应法、阳极氧化法、电解沉积法、共沉淀法中的一种或多种；物理法包括但不限于溶液法（如旋涂法、印刷法、刮涂法、浸渍提拉法、浸泡法、喷涂法、滚涂法、浇铸法、狭缝式涂布法或条状涂布法等）、蒸镀法（如热蒸镀法、电子束蒸镀法、磁控溅射法或多弧离子镀膜法等）、沉积法（如物理气相沉积法、原子层沉积法、脉冲激光沉积法等）中的一种或多种。

在一些实施方式中,还提供一种正式结构的量子点白光二极管,如图 2 所示,其包括从下往上层叠设置的衬底 10、阳极 20、空穴传输层 30、蓝光有机荧光层 40、量子点发光层 50、电子传输层 60 以及阴极 70;其中所述蓝光有机荧光层材料包括由第一 p 型半导体材料和第一 n 型半导体材料混合形成的第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料,所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量,且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。

本实施例中的蓝光有机荧光层材料包括由第一 p 型半导体材料和第一 n 型半导体材料混合形成的第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料,由这种材料组成的蓝光有机荧光层可有效提升量子点白光二极管的发光效率。实现上述效果的机理具体如下:

1、由于所述蓝光有机荧光层中的蓝光有机荧光材料掺杂在所述第一主体材料中,使得所述蓝光有机荧光材料的单线态和三线态激子也可分布在所述第一主体材料中,这有利于减轻激子湮灭效应,可保证量子点白光二极管在大电流密度或高亮度情况下能稳定地发出白光。

2、所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量,且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量,这使得所述第一主体材料中形成的单线态激子可通过 Forster 能量转移传递到蓝光有机荧光材料中,并在蓝光有机荧光材料中辐射复合发出蓝光;同时,所述第一主体材料和蓝光有机荧光材料的三线态激子可扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移的方式将三线态激子能量传递给量子点,激发量子点放出光子,从而提升量子点白光二极管的发光效率。

需要说明的是,所述正式结构的量子点白光二极管还可以包括从下往上叠层设置的衬底、阳极、空穴传输层、量子点发光层、蓝光有机荧光层、电子传输层以及阴极;其中所述蓝光有机荧光层材料包括由第一 p 型半导体材料和第一 n 型半导体材料混合形成的第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料,所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量,且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。这种结构的量子点白光二极管同样能够提升其发光效率,实现上述效果的机理与上述实施例相同。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层中，所述蓝光有机荧光材料的掺杂浓度为 0.5-3%。由于单线态激子寿命极短，其激子扩散长度小于 1nm，单线态激子一般通过 Forster 能量转移的方式传递激子能量，其有效作用半径通常在 3-5nm 之间；而三线态激子由于其寿命较长，其激子扩散长度可达 100nm，三线态激子一般通过 Dexter 能量转移的方式传递激子能量，其有效作用半径为 1nm 之内。本实施例将所述蓝光有机荧光材料的掺杂浓度设定为 0.5-3%，使得所述蓝光有机荧光层在靠近量子点发光层的 3-5nm 范围内单线态激子所占比例明显减小，从而有效降低蓝光有机荧光材料的单线态激子转移至量子点发光层的概率，使得所述蓝光有机荧光材料的单线态激子可在蓝光有机荧光层中辐射复合发出蓝光。

由于 Dexter 能量转移的有效作用半径为 1nm 之内，在蓝光有机荧光材料的掺杂浓度为 0.5-3%的条件下，所述第一主体材料的三线态激子在 1nm 范围内找不到可转移能量的蓝光有机荧光材料，因此本实施例还可以有效防止第一主体材料将三线态激子传递给蓝光有机荧光材料并以非辐射复合的方式回到基态，造成能量损失。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层的厚度为 10-40nm，在该厚度范围内，所述蓝光有机荧光层中的第一主体材料和蓝光有机荧光材料的三线态激子均能够扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移的方式将三线态激子能量传递给量子点，激发量子点放出光子。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层中的第一主体材料为具有空穴传输能力的第一 p 型半导体材料和具有电子传输能力的第一 n 型半导体材料组成的混合材料，也就是说，所述第一主体材料同时具有电子和空穴迁移能力，因此，所述第一主体材料还可以保证电荷的传输和平衡，减少电荷在发光层的累积，有利于提升量子点白光二极管的发光效率，减小效率滚降，并保持光谱的稳定性，这对白光二极管而言至关重要。

在一些实施方式中，当所述阴极和发光层之间设置有电子传输层，且所述蓝光有机荧光层靠近所述电子传输层一侧设置时，则所述电子传输层的材料与所述蓝光有机荧光层材料中的第一 n 型半导体材料中的至少一种相同。由于所述电子传输层中的材料与所述蓝光有机荧光层材料中的第一 n 型半导体材料中的至少一种相同，因此，从所述电子传输层中输出的电子在传输到所述蓝光有机荧光层

时不存在界面势垒,所述电子可以快速无阻碍地从电子传输层传输到蓝光有机荧光层,从而提高激子复合效率。

在一些实施方式中,当所述阳极和发光层之间设置有空穴传输层,且所述蓝光有机荧光层靠近所述空穴传输层一侧设置时,则所述空穴传输层的材料与所述蓝光有机荧光层材料中的第一 p 型半导体材料中的至少一种相同。由于所述空穴传输层中的材料与所述蓝光有机荧光层材料中的第一 p 型半导体材料中的至少一种相同,因此,从空穴传输层中输出的空穴在传输到所述蓝光有机荧光层时不存在界面势垒,所述空穴可以快速无阻碍地从电子传输层传输到蓝光有机荧光层,从而提高激子复合效率。

在一些实施方式中,所述量子点发光层材料包括所述量子点和第二主体材料,其中,为防止量子点激子被第二主体材料猝灭,所述第二主体材料的单线态激子能量和三线态激子能量均大于所述量子点的激子能量。在本实施例中,所述量子点发光层发光机制包括三种: 1、电子、空穴分别从阴极和阳极传输至量子点发光层发生辐射复合放出光子; 2、蓝光有机荧光层材料的三线态激子扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移的方式将三线态激子传递给量子点,并激发量子点发出光子; 3、电子、空穴分别从阴极和阳极传输至第二主体材料中形成单线态和三线态激子,所述第二主体材料中形成的单线态和三线态激子分别通过 Forster 和 Dexter 能量转移传递给量子点,并在量子点发光层中辐射复合发出光子。

本实施例中,所述第二主体材料为第一双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种,但不限于此。在一些实施方式中,所述第一双极性材料包括 CBP 和 NPB 中的至少一种,但不限于此;所述第二 n 型半导体材料包括 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的至少一种,但不限于此;所述第二 p 型半导体材料包括 TAPC、mCP 和 TCTA 中的至少一种,但不限于此。

在一些实施方式中,所述量子点发光层材料为量子点,则在本实施例中,所述量子点发光层发光机制包括两种: 1、电子、空穴分别从阴极和阳极传输至量子点发光层发生辐射复合放出光子; 2、蓝光有机荧光层材料的三线态激子扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移的方式将三线态激子传递给量子点,并激发量子点放出光子。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层靠近阳极一侧设置，所述量子点发光层靠近阴极一侧设置，所述量子点发光层材料包括量子点和第二主体材料，所述第二主体材料选自第一双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

在一些实施方式中，所述第二主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料。采用第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料兼具良好的电子和空穴迁移能力，有利于降低发光层的阻抗，保证阴极方向传输来的电子可以无阻碍地向蓝光有机荧光层运动，同时保证蓝光有机荧光层运动来的空穴可以无阻碍地通过量子点发光层，使电荷载流子能够均匀地分布在发光层中，降低激子湮灭的概率，提高器件的效率和稳定性。

在一些实施方式中，所述第二主体材料为第一双极性材料。第一双极性材料同样具有优异的电子空穴迁移能力，可以起到上述第二 n 型半导体和第二 p 型半导体混合材料相同的作用。

在一些实施方式中，所述蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置，所述量子点发光层靠近阳极一侧设置，所述量子点发光层材料包括量子点和第二主体材料，所述第二主体材料选自第一双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

在一些实施方式中，所述第二主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料。采用第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料兼具良好的电子和空穴迁移能力，有利于降低发光层的阻抗，保证阴极方向传输来的电子可以无阻碍地向蓝光有机荧光层运动，同时保证蓝光有机荧光层运动来的空穴可以无阻碍地通过量子点发光层，使电荷载流子能够均匀地分布在发光层中，降低激子湮灭的概率，提高器件的效率和稳定性。

在一些实施方式中，所述第二主体材料为第一双极性材料。同理，第一双极性材料同样具有优异的电子空穴迁移能力，可以起到上述第二 n 型半导体和第二 p 型半导体混合材料相同的作用。

在一些实施方式中，本发明还提供一种如图 2 所述正式结构的量子点白光二极管的制备方法的实施例，具体的包括以下步骤：

提供一衬底，在所述衬底上形成阳极；

在所述阳极上制备空穴传输层；

在所述空穴传输层上制备蓝光有机荧光层；

在所述蓝光有机荧光层上制备间隔层；

在所述间隔层上制备量子点发光层；

在所述量子点发光层上制备电子传输层；

在所述电子传输层上制备阴极，得到所述量子点白光二极管；

其中，所述间隔层材料为同时具有电子和空穴迁移能力的材料，所述间隔层材料的三线态激子能量大于蓝光有机荧光层中蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量大于量子点发光层中量子点的激子能量。

下面通过实施例对本公开进行详细说明。

实施例 1

以 TCTA:TmPyPb 混合材料作为间隔层材料，如图 3 所示，量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极 101、空穴注入层 102、空穴传输层 103、量子点发光层 104、间隔层 105、蓝光有机荧光层 106、电子传输层 107、电子注入层 108 以及阴极 109，其具体的制备包括以下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TFB 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用溶液法沉积混合的红绿量子点作为量子点发光层，厚度为 15nm；

在量子点发光层上用蒸镀法共蒸沉积 TCTA:TmPyPb 混合材料作为间隔层，厚度为 8nm；

在间隔层上用蒸镀法共蒸沉积 POTA 和 TCTA:TmPyPb 作为蓝光有机荧光层，厚度为 15nm；

在蓝光有机荧光层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

实施例 2

以 CBP 作为间隔层材料，量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极、空穴注入层、空穴传输层、量子点发光层、间隔层、蓝光有机荧光层、电子传输层、电子注入层以及阴极，其具体的制备包括以下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TFB 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用溶液法沉积 CBP:红绿量子点混合材料作为量子点发光层，厚度为 20nm；

在量子点发光层上用蒸镀法沉积 CBP 作为间隔层，厚度为 8nm；

在间隔层上用蒸镀法沉积 POTA 和 CBP 作为蓝光有机荧光层，厚度为 15nm；

在蓝光有机荧光层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

实施例 3

以 TCTA:TPBi 混合材料作为间隔层材料，如图 4 所示，量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极 201、空穴注入层 202、空穴传输层 203、蓝光有机荧光层 204、量子点发光层 205、间隔层 206、电子传输层 207、电子注入层 208 以及阴极 209，其具体的制备包括以下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TFB 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用蒸镀法共蒸沉积 POTA 和 TCTA:TmPyPb 作为蓝光有机荧光层，厚度为 15nm；

在蓝光有机荧光层上用溶液法依次沉积层叠的红、绿量子点薄膜作为量子点发光层，红光量子点薄膜厚度为 5nm，绿光量子点薄膜厚度为 10nm；

在量子点发光层上用蒸镀法共蒸沉积 TCTA:TPBi 混合材料作为间隔层，厚度为 8nm；

在间隔层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

实施例 4

以 NPB 作为间隔层材料，量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极、空穴注入层、空穴传输层、蓝光有机荧光层、量子点发光层、间隔层、电子传输

层、电子注入层以及阴极，其具体的制备包括以下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TFB 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用蒸镀法沉积 Cz-2pbb 作为蓝光有机荧光层，厚度为 15nm；

在蓝光有机荧光层上用溶液法依次沉积层叠的红、绿量子点薄膜作为量子点发光层，红光量子点薄膜厚度为 5nm，绿光量子点薄膜厚度为 10nm；

在量子点发光层上用蒸镀法沉积 NPB 作为间隔层，厚度为 8nm；

在间隔层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

实施例 5

如图 5 所示，一种量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极 101、空穴注入层 102、空穴传输层 103、量子点发光层 104、蓝光有机荧光层 105、电子传输层 106、电子注入层 107 以及阴极 108，所述蓝光有机荧光层材料包括重量比为 1:1 的 TCTA:TmPyPb 主体材料，以及掺杂在所述主体材料中的有机荧光材料 POTA，所述 POTA 的掺杂浓度为 2%。所述量子点白光二极管的制备方法包括如下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TFB 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用溶液法沉积混合的红绿量子点作为量子点发光层，厚度为 15nm；

在量子点发光层上用蒸镀法共蒸沉积 POTA (2%)-doped TCTA:TmPyPb (1:1) 作为蓝光有机荧光层，厚度为 25nm；

在蓝光有机荧光层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

实施例 6

如图 6 所示，一种量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极 201、空穴注入层 202、空穴传输层 203、蓝光有机荧光层 204、量子点发光层 205、电子

传输层 206、电子注入层 207 以及阴极 208，所述蓝光有机荧光层材料包括重量比为 1:1 的 TCTA:TPBi 主体材料，以及掺杂在所述主体材料中的有机荧光材料 4P-NPD，所述 4P-NPD 的掺杂浓度为 1%。所述量子点白光二极管的制备方法包括如下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TCTA 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用蒸镀法共蒸沉积 4P-NPD (1%)-doped TCTA:TPBi (1:1)作为蓝光有机荧光层，厚度为 25nm；

在蓝光有机荧光层上用溶液法沉积 CBP:红绿量子点混合物作为量子点发光层，厚度为 20nm；

在量子点发光层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

实施例 7

一种量子点白光二极管自下而上依次包括：ITO 阳极、空穴注入层、空穴传输层、蓝光有机荧光层、量子点发光层、电子传输层、电子注入层以及阴极，所述蓝光有机荧光层材料包括重量比为 1:1 的 mCP:TmPyPb 主体材料，以及掺杂在所述主体材料中的有机荧光材料 DADBT，所述 DADBT 的掺杂浓度为 3%。所述量子点白光二极管的制备方法包括如下步骤：

在图案化的 ITO 玻璃上用溶液法沉积 PEDOT:PSS 作为空穴注入层，厚度为 30nm；

在 PEDOT:PSS 上用溶液法沉积 TFB 作为空穴传输层，厚度为 30nm；

在 TFB 上用溶液法依次沉积红光量子点薄膜、绿光量子点薄膜作为量子点发光层，红光量子点薄膜厚度为 5nm，绿光量子点薄膜厚度为 10nm；

在量子点发光层上用蒸镀法共蒸沉积 DADBT (3%)-doped mCP:TmPyPb (1:1)作为蓝光有机荧光层，厚度为 25nm；

在量子点发光层上用蒸镀法沉积 TmPyPb 作为电子传输层，厚度为 30nm；

在 TmPyPb 上用蒸镀法沉积 LiF 作为电子注入层，厚度为 1nm；

在 LiF 上用蒸镀法沉积 Al 作为阴极，厚度为 100nm。

综上所述，本公开提供一种量子点白光二极管，通过在所述发光层的蓝光有机荧光层和量子点发光层之间设置一具有电子和空穴迁移能力的间隔层，所述间隔层能够阻止蓝光有机荧光层材料的单线态激子向量子点转移，使单线态激子能够完全用来产生蓝光；所述间隔层还可使蓝光有机发光层中的三线态激子扩散至量子点发光层并敏化量子点发光，从而有效提升量子点白光二极管的发光效率。本公还提供一种量子点白光二极管，通过将蓝光有机荧光材料均匀地掺杂在由第一 p 型半导体材料和第一 n 型半导体材料混合形成的第一主体材料中，所述第一主体材料中的单线态激子可通过 Forster 能量转移传递到蓝光有机荧光材料中并辐射复合发出蓝光；所述第一主体材料和蓝光有机荧光材料的三线态激子可扩散至量子点发光层并通过 Dexter 能量转移传递给量子点，激发量子点发出光子，从而有效提升量子点白光二极管的发光效率。

应当理解的是，本公开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公开所附权利要求的保护范围。

权利要求书

1、一种量子点白光二极管，包括阴极、阳极以及设置在所述阴极和阳极之间的发光层，其特征在于，所述发光层包括层叠设置的蓝光有机荧光层、间隔层以及量子点发光层，所述蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置，所述量子点发光层靠近阳极一侧设置，所述间隔层设置在所述蓝光有机荧光层和所述量子点发光层之间，所述量子点发光层的材料含有量子点，所述蓝光有机荧光层的材料含有蓝光有机荧光材料，所述间隔层的材料含有间隔层材料，所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量，且所述间隔层材料的三线态激子能量大于所述量子点的激子能量。

2、根据权利要求1所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述间隔层材料为由第一n型半导体材料和第一p型半导体材料组成的混合材料，

或者，所述间隔层材料为同时具有电子和空穴迁移能力的第一双极性材料。

3、根据权利要求1所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述间隔层的厚度为3-10nm。

4、根据权利要求2所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述第一双极性材料为CBP和NPB中的一种或两种；

或者，所述第一n型半导体材料包括TPBi、Bepp2、BTPS和TmPyPb中的至少一种；

或者，所述第一p型半导体材料包括TAPC、mCP和TCTA中的至少一种。

5、根据权利要求1所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光材料包括4P-NPD、Cz-2pbb、POTA和DADBT中的至少一种。

6、根据权利要求1所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光层的厚度为5-30nm。

7、根据权利要求1-4任一项所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光层材料包括第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的所述蓝光有机荧光材料，所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量，且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。

8、根据权利要求7所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光层的厚度为10-50nm。

9、根据权利要求7所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述量子点发

光层材料包括所述量子点和第二主体材料，其中，所述第二主体材料的单线态激子能量和三线态激子能量均大于所述量子点的激子能量。

10、根据权利要求 9 所述的量子点发光二极管，其特征在于，所述第一主体材料选自第二双极性材料、第二 n 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种，所述第二主体材料选自第三双极性材料、第三 p 型半导体材料以及由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

11、根据权利要求 10 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述第一主体材料为第二 n 型半导体材料，所述第二主体材料为第三 p 型半导体材料；

或者，所述第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料，所述第二主体材料为第三 p 型半导体材料；

或者，所述第一主体材料为第二 n 型半导体材料，所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料；

或者，所述第一主体材料为第二双极性材料，所述第二主体材料为第三双极性材料；

或者，所述第一主体材料为由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料；所述第二主体材料为由第三 n 型半导体材料和第三 p 型半导体材料组成的混合材料。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的量子点白光二极管，其特征在于，

所述第二 n 型半导体材料包括 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的至少一种；

或者，所述第三 n 型半导体材料包括 TPBi、Bepp2、BTPS 和 TmPyPb 中的至少一种；

或者，所述第二 p 型半导体材料包括 TAPC、mCP 和 TCTA 中的至少一种；

或者，所述第三 p 型半导体材料包括 TAPC、mCP 和 TCTA 中的至少一种；

或者，所述第二双极性材料包括 CBP 和 NPB 中的至少一种；

或者，所述第三双极性材料包括 CBP 和 NPB 中的至少一种。

13、根据权利要求 1 所述的量子点白光二极管，其特征在于，当蓝光有机荧光材料的三线态激子能量大于 2.38eV 时，所述量子点为黄光量子点，或者所述量子点为由红光量子点和绿光量子点组成的混合量子点，或者所述量子点为包括

红光量子点、黄光量子点和绿光量子点的混合量子点，其中，所述黄光量子点的发光光谱的半波宽大于 70nm。

14、根据权利要求 1 所述的量子点白光二极管，其特征在于，当蓝光有机荧光材料的三线态激子为 2.25eV-2.38eV 时，所述量子点为黄光量子点，或者所述量子点为由红光量子点和黄光量子点组成的混合量子点，其中，所述黄光量子点的发光光谱的半波宽大于 70nm。

15、根据权利要求 13 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层，所述红光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm；或者，

所述量子点发光层为红光量子点和绿光量子点混合形成的单一混合膜层，其中，所述单一混合膜层的厚度为 10-30nm；或者，

所述量子点为黄光量子点，所述量子点发光层中的厚度为 5-50nm；或者

所述量子点为包括红光量子点、黄光量子点和绿光量子点的混合量子点，所述量子点发光层中的厚度为 15-50nm；或者

所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层、黄光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层，其中，所述红光量子点薄膜层、黄光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

16、根据权利要求 14 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述量子点为黄光量子点，所述量子点发光层厚度为 5-50nm；或者，

所述量子点为由红光量子点和黄光量子点混合形成的单一混合膜层，所述单一混合膜层的厚度为 10-50nm；或者，

所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层和黄光量子点薄膜层，所述红光量子点薄膜层和黄光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

17、一种量子点白光二极管，包括阴极、阳极以及设置在所述阴极和阳极之间的发光层，其特征在于，所述发光层包括层叠设置的蓝光有机荧光层和量子点发光层，所述蓝光有机荧光层材料包括由第一 p 型半导体材料和第一 n 型半导体材料混合形成的第一主体材料以及掺杂在所述第一主体材料中的蓝光有机荧光材料，所述第一主体材料的单线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的单线态激子能量，且所述第一主体材料的三线态激子能量大于所述蓝光有机荧光材料的三线态激子能量。

18、根据权利要求 17 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光材料的掺杂浓度为 0.5-3%。

19、根据权利要求 17 至 18 任一项所述的量子点发光二极管，其特征在于，所述阴极和发光层之间还设置有电子传输层，所述蓝光有机荧光层靠近所述电子传输层一侧设置，所述电子传输层的材料与所述蓝光有机荧光层材料中的第一 n 型半导体材料中的至少一种相同。

20、根据权利要求 17 至 18 任一项所述的量子点发光二极管，其特征在于，所述阳极和发光层之间还设置有空穴传输层，所述蓝光有机荧光层靠近所述空穴传输层一侧设置，所述空穴传输层的材料与所述蓝光有机荧光层材料中的第一 p 型半导体材料中的至少一种相同。

21、根据权利要求 10 至 11 任一项所述的量子点发光二极管，其特征在于，所述量子点发光层材料包括所述量子点和第二主体材料，所述第二主体材料的单线态激子能量和三线态激子能量均大于所述量子点的激子能量。

22、根据权利要求 14 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光层靠近阳极一侧设置，所述量子点层靠近阴极一侧设置，所述第二主体材料选自第一双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

23、根据权利要求 14 所述的量子点发光二极管，其特征在于，所述蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置，所述量子点发光层靠近阳极一侧设置，所述第二主体材料选自第一双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种；或者，所述蓝光有机荧光层靠近阴极一侧设置，所述量子点发光层靠近阳极一侧设置，所述第二主体材料选自第一双极性材料、第二 n 型半导体材料、第二 p 型半导体材料以及由第二 n 型半导体材料和第二 p 型半导体材料组成的混合材料中的一种。

24、根据权利要求 17 所述的量子点白光二极管，其特征在于，当蓝光有机荧光材料的三线态激子能量大于 2.38eV 时，所述量子点为黄光量子点，或者所述量子点为由红光量子点和绿光量子点组成的混合量子点，或者所述量子点为包括红光量子点、黄光量子点和绿光量子点的混合量子点，其中，所述黄光量子点的发光光谱的半波宽大于 70nm。

25、根据权利要求 17 所述的量子点白光二极管，其特征在于，当蓝光有机

荧光材料的三线态激子为 2.25eV-2.38eV 时，所述量子点为黄光量子点，或者所述量子点为由红光量子点和黄光量子点组成的混合量子点，其中，所述黄光量子点的发光光谱的半波宽大于 70nm。

26、根据权利要求 24 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层，所述红光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm；或者，

所述量子点发光层为红光量子点和绿光量子点混合形成的单一混合膜层，其中，所述单一混合膜层的厚度为 10-30nm；或者，

所述量子点为黄光量子点，所述量子点发光层中的厚度为 5-50nm；或者

所述量子点为包括红光量子点、黄光量子点和绿光量子点的混合量子点，所述量子点发光层中的厚度为 15-50nm；或者

所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层、黄光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层，其中，所述红光量子点薄膜层、黄光量子点薄膜层和绿光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

27、根据权利要求 25 所述的量子点白光二极管，其特征在于，所述量子点为黄光量子点，所述量子点发光层厚度为 5-50nm；或者，

所述量子点为由红光量子点和黄光量子点混合形成的单一混合膜层，所述单一混合膜层的厚度为 10-50nm；或者，

所述量子点发光层为层叠设置的红光量子点薄膜层和黄光量子点薄膜层，所述红光量子点薄膜层和黄光量子点薄膜层的厚度均为 5-15nm。

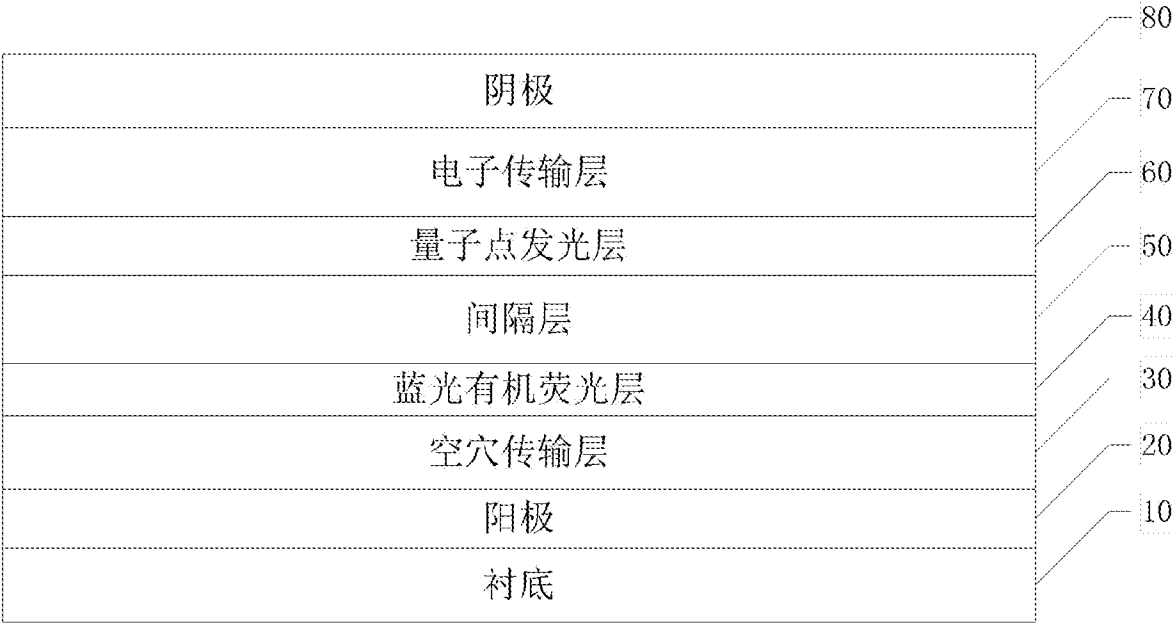


图 1



图 2

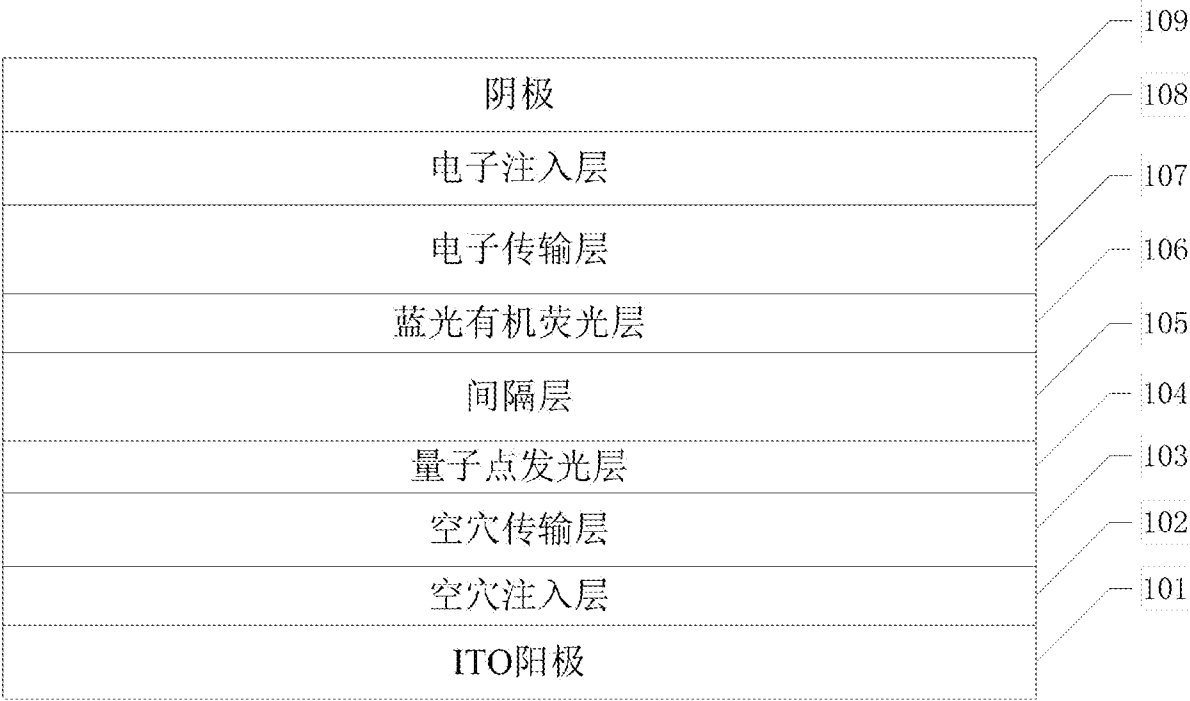


图 3

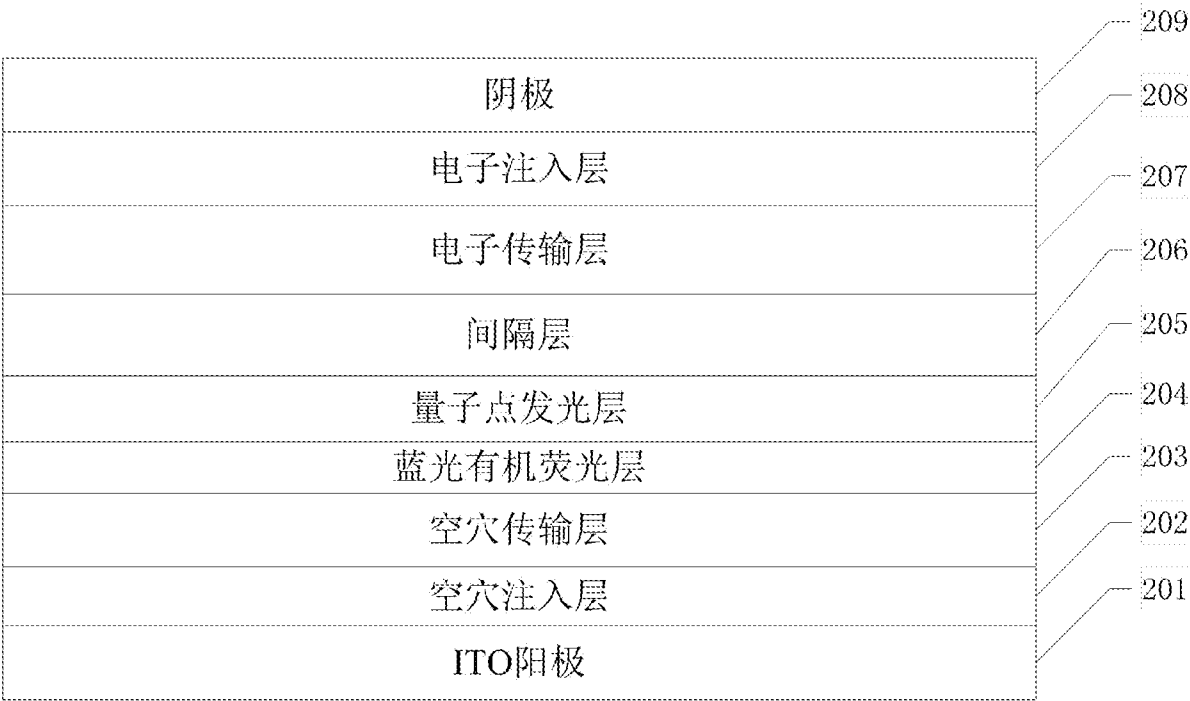


图 4



图 5



图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/107468

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 51/50(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI; SIPOABS; CNTXT; CNABS; CNKI: 发光, 衬底, 基板, 白光, 量子点, 二极管, 阴极, 阳极, light, emitting, substrate, wafer, white, quantum, LED, diode, cathode, anode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106848080 A (AAC OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY (CHANGZHOU) CO., LTD.) 13 June 2017 (2017-06-13) description, paragraphs [0032]-[0047], and figures 1-3	1-27
A	CN 107331782 A (SHANGHAI TIANMA AMOLED CO., LTD.) 07 November 2017 (2017-11-07) entire document	1-27
A	JP 2014135445 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 24 July 2014 (2014-07-24) entire document	1-27



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 October 2019

Date of mailing of the international search report

13 November 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
 100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/107468

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106848080	A	13 June 2017	None			
CN	107331782	A	07 November 2017	CN	107331782	B	16 November 2018
JP	2014135445	A	24 July 2014	JP	6234680	B2	22 November 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/107468

A. 主题的分类

H01L 51/50 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

H01L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

DWPI; SIPOABS; CNTXT; CNABS; CNKI; 发光, 衬底, 基板, 白光, 量子点, 二极管, 阴极, 阳极, light, emitting, substrate, wafer, white, quantum, LED, diode, cathode, anode

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 106848080 A (瑞声光电科技常州有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 说明书第[0032]-[0047]段, 图1-3	1-27
A	CN 107331782 A (上海天马有机发光显示技术有限公司) 2017年 11月 7日 (2017 - 11 - 07) 全文	1-27
A	JP 2014135445 A (SEKISUI CHEMICAL CO LTD) 2014年 7月 24日 (2014 - 07 - 24) 全文	1-27

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 10月 25日

国际检索报告邮寄日期

2019年 11月 13日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

白若鸽

电话号码 +62412104

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/107468

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	106848080	A	2017年 6月 13日	无	
CN	107331782	A	2017年 11月 7日	CN	107331782 B 2018年 11月 16日
JP	2014135445	A	2014年 7月 24日	JP	6234680 B2 2017年 11月 22日