



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108899430 A

(43)申请公布日 2018.11.27

(21)申请号 201810721343.5

(22)申请日 2018.07.03

(71)申请人 京东方科技集团股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

申请人 重庆京东方光电科技有限公司

(72)发明人 豆远尧 黄中浩 王恺 杨宇桐

谌伟 田茂坤

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 张京波 曲鹏

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

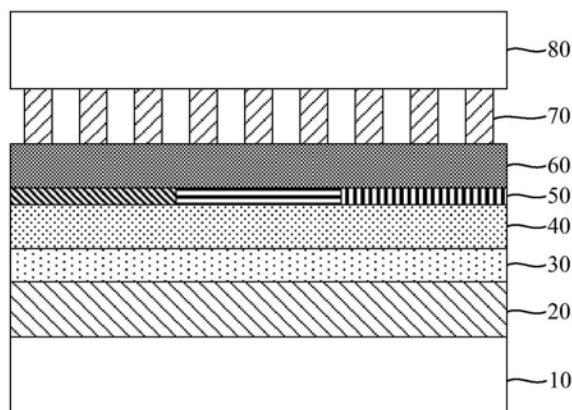
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板

(57)摘要

本发明公开了一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板。该量子点发光二极管,包括依次叠加设置的阳极、空穴传输层、量子点发光层、电子传输层和阴极,所述量子点发光层的材料包括量子点和热电材料。该量子点发光二极管,量子点发光层中设置的热电材料,使得量子点周围的电子浓度提高,同时提高了电子的迁移率,从而有更多的电子与空穴复合形成激子,使得激子数量大幅提高,从而提高了QLED的发光效率,另外,热电材料的设置还改善了量子点的热稳定性,提升了QLED的性能,延长了QLED的使用寿命。本发明实施例提出的显示面板,包括本发明实施例提出的QLED,因此具有更高的发光效率,更优异的性能,使用寿命更长。



1. 一种量子点发光二极管, 其特征在于, 包括依次叠加设置的阳极、空穴传输层、量子点发光层、电子传输层和阴极, 所述量子点发光层的材料包括量子点和热电材料。

2. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管, 其特征在于, 所述热电材料包括碲化铋、硒化铋、碲化锑中的至少一种。

3. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管, 其特征在于, 所述热电材料为一维纳米结构。

4. 根据权利要求3所述的量子点发光二极管, 其特征在于, 所述一维纳米结构包括纳米线、纳米棒和纳米管中的至少一种。

5. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管, 其特征在于, 所述量子点为核壳结构, 所述量子点的核的材料包括CdSe, 所述量子点的壳的材料包括ZnCdS。

6. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管, 其特征在于, 所述电子传输层的材料包括纳米氧化锌、纳米氧化钛中的至少一种。

7. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管, 其特征在于, 所述电子传输层与所述阴极之间为欧姆接触。

8. 一种量子点发光二极管的制备方法, 其特征在于, 包括:

形成阳极;

在所述阳极上形成空穴传输层;

在所述空穴传输层上形成量子点发光层, 所述量子点发光层的材料包括量子点和热电材料;

在所述量子点发光层上形成电子传输层;

在所述电子传输层上形成阴极。

9. 根据权利要求8所述的制备方法, 其特征在于, 所述在所述空穴传输层上形成量子点发光层包括:

合成一维纳米结构的热电材料;

将一维纳米结构的热电材料与对应的量子点材料混合, 在添加剂的作用下, 形成量子点发光材料的复合凝胶;

将量子点发光材料的复合凝胶涂覆到空穴传输层上, 通过构图工艺形成量子点发光层。

10. 一种显示面板, 其特征在于, 包括权利要求1~7中任意一项所述的量子点发光二极管。

一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域，具体涉及一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板。

背景技术

[0002] 量子点 (Quantum Dot, QD) 是一种粒径不足10nm的半导体纳米晶体材料，其主要由IIB-VIA、IIIA-VA或IVA-VIA族元素组成。典型的量子点有ZnS、CdSe、PbSe等单体或复合结构。当量子点受到光或电的刺激时，能够发射出不同波长的光线，因此，可以通过调节量子点的尺寸与成分实现不同波长的光谱发射。量子点具有发射光谱窄、吸收光谱宽、带隙可调、量子效率高、稳定性好等特点，受到人们的广泛关注。

[0003] 量子点发光二极管 (Quantum-dot Light Emitting Diodes, QLED) 技术作为最有前景的显示技术之一，QLED结构与有机发光二极管 (Organic Light Emitting Diodes, OLED) 结构非常相似，具有色度高、成本低、节能等优点，在大尺寸显示领域得以广泛应用。

[0004] 然而，现有技术中的QLED存在发光效率低、使用寿命短的技术问题，从而严重影响了QLED显示器件的性能。

发明内容

[0005] 本发明实施例的目的是，提供一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板，以提高QLED的发光效率，延长QLED的使用寿命。

[0006] 为了解决上述技术问题，本发明实施例提供了一种量子点发光二极管，包括依次叠加设置的阳极、空穴传输层、量子点发光层、电子传输层和阴极，所述量子点发光层的材料包括量子点和热电材料。

[0007] 可选地，所述热电材料包括碲化铋、硒化铋、碲化锑中的至少一种。

[0008] 可选地，所述热电材料为一维纳米结构。

[0009] 可选地，所述一维纳米结构包括纳米线、纳米棒和纳米管中的至少一种。

[0010] 可选地，所述量子点为核壳结构，所述量子点的核的材料包括CdSe，所述量子点的壳的材料包括ZnCdS。

[0011] 可选地，所述电子传输层的材料包括纳米氧化锌、纳米氧化钛中的至少一种。

[0012] 可选地，所述电子传输层与所述阴极之间为欧姆接触。

[0013] 为了解决上述技术问题，本发明实施例还提供了一种量子点发光二极管的制备方法，包括：

[0014] 形成阳极；

[0015] 在所述阳极上形成空穴传输层；

[0016] 在所述空穴传输层上形成量子点发光层，所述量子点发光层的材料包括量子点和热电材料；

[0017] 在所述量子点发光层上形成电子传输层；

- [0018] 在所述电子传输层上形成阴极。
- [0019] 可选地,所述在所述空穴传输层上形成量子点发光层包括:
- [0020] 合成一维纳米结构的热电材料;
- [0021] 将一维纳米结构的热电材料与对应的量子点材料混合,在添加剂的作用下,形成量子点发光材料的复合凝胶;
- [0022] 将量子点发光材料的复合凝胶涂覆到空穴传输层上,通过构图工艺形成量子点发光层。
- [0023] 为了解决上述技术问题,本发明实施例还提供了一种显示面板,包括以上所述的量子点发光二极管。
- [0024] 本实施例提出的量子点发光二极管,量子点发光层的材料包括量子点和热电材料,热电材料的设置使得量子点周围的电子浓度提高,同时提高了电子的迁移率,从而有更多的电子与空穴复合形成激子,使得激子数量大幅提高,从而提高了QLED的发光效率,另外,热电材料的设置还改善了量子点的热稳定性,提升了QLED的性能,延长了QLED的使用寿命。本发明实施例提出的显示面板,由于包括本发明实施例提出的QLED,因此具有更高的发光效率,更优异的性能,使用寿命更长。
- [0025] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

- [0026] 附图用来提供对本发明技术方案的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的实施例一起用于解释本发明的技术方案,并不构成对本发明技术方案的限制。
- [0027] 图1为本发明第一实施例量子点发光二极管的结构示意图;
- [0028] 图2为本发明第一实施例量子点发光层的材料结构示意图;
- [0029] 图3示出了图1中阴极和阳极的俯视结构示意图;
- [0030] 图4为本发明第二实施例的量子点发光二极管的制备方法的示意图;
- [0031] 图5a为本发明第二实施例形成阳极后的结构示意图;
- [0032] 图5b为本发明第二实施例形成空穴传输层后的结构示意图;
- [0033] 图5c为本发明第二实施例形成量子点发光层后的结构示意图;
- [0034] 图5d为本发明第二实施例形成电子传输层后的结构示意图。
- [0035] 附图标记说明:
- | | | | |
|--------|------------|------------|------------|
| [0036] | 10-基底; | 20-阳极; | 30-空穴注入层; |
| [0037] | 40-空穴传输层; | 50-量子点发光层; | 51-第一发光图案; |
| [0038] | 52-第二发光图案; | 53-第三发光图案; | 60-电子传输层; |
| [0039] | 70-阴极; | 80-盖板。 | |

具体实施方式

- [0040] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中

的特征可以相互任意组合。

[0041] 下面将通过具体的实施例详细介绍本发明的技术内容。

[0042] 第一实施例：

[0043] 图1为本发明第一实施例量子点发光二极管的结构示意图。图2为本发明第一实施例量子点发光层的材料结构示意图。从图1和图2中可以看出，本实施例的QLED包括依次叠加设置的基底10、阳极20、空穴注入层30、空穴传输层40、量子点发光层50、电子传输层60、阴极70和盖板80。其中，量子点发光层50的材料包括量子点和热电材料。容易理解的是，根据需要，也可以在电子传输层60与阴极70之间设置电子注入层。

[0044] QLED在工作时，空穴和电子分别从阳极和阴极注入到空穴注入层和电子注入层，空穴和电子分别通过相应的空穴传输层和电子传输层抵达量子点发光层的界面，然后，空穴和电子发生复合形成激子而放光。在传输过程中，空穴的衰减速度比电子的衰减速度高10倍左右，这就导致由电子和空穴复合形成的激子数量锐减。本实施例提出的量子点发光二极管，量子点发光层的材料包括量子点和热电材料，从图2中可以看出，热电材料的设置使得量子点周围的电子浓度提高，同时提高了电子的迁移率，因此，在空穴的衰减速度一定的情况下，电子浓度的提高及电子迁移率的提高使得有更多的电子可以在空穴衰减前与空穴复合形成激子，使得激子数量大幅提高，从而提高了QLED的发光效率，另外，热电材料的设置还改善了量子点的热稳定性，提升了QLED的性能，延长了QLED的使用寿命。

[0045] 热电材料具有一维结构、二维结构等多种结构，为了进一步提高QLED的发光效率，在本实施例中，热电材料为一维纳米结构的热电材料，一维纳米结构的热电材料可以为电子的传输提供直接通道，显著地提升电子的迁移率，减少电子的猝灭，进一步提高QLED的发光效率。

[0046] 一维纳米结构包括一维结构的纳米线、一维结构的纳米棒和一维结构的纳米管中的至少一种，其中，纳米管的直径为20nm~30nm。这样的一维纳米结构具有极好的热电性能和电子传输性能，可以进一步提高QLED的发光效率。

[0047] 热电材料包括碲化铋(Bi_2Te_3)、硒化铋(Bi_2Se_3)、碲化锑(Sb_2Te_3)中的至少一种。当热电材料为碲化铋时，量子点发光层50的材料包括量子点和一维碲化铋纳米材料的复合结构。

[0048] 热电材料是一种利用材料内部载流子运动，实现热能与电能直接相互转化的功能材料。在众多热电材料中， Bi_2Te_3 是一种能在常温下获得优值系数(ZT)高于“1”的热电材料。基于塞贝克(Seebeck)效应和波尔帖(Peltier)效应， Bi_2Te_3 可以实现温差发电和半导体制冷。一维结构的 Bi_2Te_3 热电材料，因其具有电子态密度高、晶格热导低等优点获得极好的热电性能。另外，一维 Bi_2Te_3 纳米材料还能够为电子的传输提供直接通道，从而提升载流子的电输运性能。

[0049] 容易理解的是，量子点通常为核壳结构，在本实施例中，量子点的核的材料包括CdSe(硒化镉)，量子点的壳的材料包括ZnCdS，介于核和壳之间的为中间层，中间层的材料包括CdS(硫化镉)。从图1中可以看出，量子点发光层包括第一发光图案51、第二发光图案52和第三发光图案53。第一发光图案51、第二发光图案52和第三发光图案53分别对应第一发光材料、第二发光材料和第三发光材料。在本实施例中，第一发光图案51发射红光，为了使第一发光图案51发射红光，第一发光材料中的第一量子点的核富含镉元素，壳富含锌元素，

且第一量子点的外径为6nm~8nm;第二发光图案52发射蓝光,为了使第二发光图案52发射蓝光,第二发光材料中的第二量子点的壳同时富含锌元素和硫元素,且第二量子点的外径约10nm;第三发光图案53发射绿光,为了使第三发光图案53发射绿光,第三发光材料中的第三量子点的核富含硒元素,壳富含硫元素,且第三量子点的外径为6nm~8nm。

[0050] 为了避免基底10和盖板80对量子点发光二极管的发射光线造成影响,基底10和盖板80的材质通常均为透明材质,如玻璃、石英、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)等。

[0051] 阳极20为透明薄膜电极,厚度为30~50nm,在本实施例中,阳极20的厚度为40nm,阳极20的材质可以包括氧化铟锡。

[0052] 空穴注入层30为高电导率的透明导电薄膜,在本实施例中,空穴注入层30的材料可以为聚3,4-乙撑二噻吩(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene), PEDOT)的聚合物材料,并掺杂聚(对苯乙烯磺酸)根阴离子(Poly(4-styrenesulfonate), PSS),亦即空穴注入层30的材料为(PEDOT:PSS)。

[0053] 空穴传输层40的材料包括聚((9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共(4,4'-(N-(4-仲-丁基苯基)二苯胺)) (TFB)的聚合物材料。

[0054] 电子传输层60为纳米颗粒材料,直径为30nm~50nm,例如纳米氧化锌(ZnO)、纳米氧化钛(TiO₂)等。

[0055] 阴极70为金属薄膜,厚度为250nm~350nm,在本实施例中,阴极70的厚度为300nm,阴极70的材料可以包括铝。

[0056] 在本实施例中,电子传输层60和阴极70之间为欧姆接触,从而大大降低了电子传输层与阴极之间的势能差,进一步提高了电子的传输速率。

[0057] 图3示出了图1中阴极和阳极的俯视结构示意图。从图3中可以看出,在本实施例中,阳极20为沿第一方向间隔设置的条状电极,阴极70为沿第二方向间隔设置的条状电极,第二方向与第一方向相互垂直。这种结构的阳极和阴极,在满足功能需求的同时,减少了阳极电极和阴极电极的重叠面积,降低了阳极电极和阴极电极对QLED透光率的影响,从而提高了QLED的亮度。当然,图3中的阳极和阴极的结构并非对阳极和阴极图案的具体限定,在具体实施中,可以根据实际需要设置阳极和阴极的电极结构。

[0058] 第二实施例:

[0059] 图4为本发明第二实施例的量子点发光二极管的制备方法的示意图。量子点发光二极管的制备方法包括:

[0060] S11:形成阳极;

[0061] S12:在阳极上形成空穴传输层;

[0062] S13:在空穴传输层上形成量子点发光层,量子点发光层的材料包括量子点和热电材料;

[0063] S14:在量子点发光层上形成电子传输层;

[0064] S15:在电子传输层上形成阴极。

[0065] 在阳极上形成空穴传输层包括:在阳极上形成空穴注入层,在空穴注入层上形成空穴传输层。

[0066] 下面将通过量子点发光二极管的制备过程详细介绍本发明实施例的技术方案。其中,实施例中所说的“构图工艺”包括涂覆光刻胶、掩模曝光、显影、刻蚀、剥离光刻胶等处

理,是现有成熟的制备工艺。沉积可采用溅射、蒸镀、化学气相沉积等已知工艺,涂覆可采用已知的涂覆工艺,刻蚀可采用已知的方法,在此不做具体的限定。

[0067] 形成阳极,具体包括:在基底10上沉积阳极薄膜,在阳极薄膜上涂覆一层光刻胶;采用单色调掩膜版对光刻胶进行曝光并显影,在阳极图案位置形成未曝光区域,保留光刻胶,在其它位置形成完全曝光区域,无光刻胶,暴露出阳极薄膜;对完全曝光区域的阳极薄膜进行刻蚀并剥离剩余的光刻胶,形成阳极20的图案,如图5a所示。其中,基底的材质为透明材质,如玻璃、石英、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)等。阳极为透明薄膜电极,厚度为30~50nm,材质可以为氧化铟锡。

[0068] 在阳极上形成空穴注入层,在空穴注入层上形成空穴传输层,具体包括:在形成有阳极20的基底上依次均匀涂覆空穴注入层薄膜和空穴传输层薄膜,然后在110℃~130℃温度下对空穴注入层薄膜和空穴传输层薄膜进行退火工艺处理,处理时间为25min~35min,形成空穴注入层30和空穴传输层40,如图5b所示。其中,空穴注入层30的材料可以为(PEDOT:PSS),空穴传输层40的材料可以为聚((9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共(4,4'-(N-(4-仲-丁基苯基)二苯胺)) (TFB)的聚合物材料。在本实施例中,退火工艺的温度为120℃,时间为30min。

[0069] 在空穴传输层上形成量子点发光层,量子点发光层的材料包括量子点和热电材料,其中,量子点发光层包括第一发光图案51、第二发光图案52和第三发光图案53,该步骤包括:

[0070] 在形成空穴传输层40的基底上涂覆第一发光材料薄膜,在第一发光材料薄膜上涂覆一层光刻胶;采用单色调掩膜版对光刻胶进行曝光并显影,在第一发光图案位置形成未曝光区域,保留光刻胶,在其它位置形成完全曝光区域,无光刻胶,暴露出第一发光材料薄膜;对完全曝光区域的第一发光材料薄膜进行刻蚀并剥离剩余的光刻胶,形成第一发光图案51;

[0071] 在形成第一发光图案51的基底上涂覆第二发光材料薄膜,在第二发光材料薄膜上涂覆一层光刻胶;采用单色调掩膜版对光刻胶进行曝光并显影,在第一发光图案51位置和第二发光图案位置均形成未曝光区域,保留光刻胶,在其它位置形成完全曝光区域,无光刻胶,暴露出第二发光材料薄膜;对完全曝光区域的第二发光材料薄膜进行刻蚀并剥离剩余的光刻胶,形成第二发光图案52,同时暴露出第一发光图案51;

[0072] 在形成第一发光图案51和第二发光图案52的基底上涂覆第三发光材料薄膜,在第三发光材料薄膜上涂覆一层光刻胶;采用单色调掩膜版对光刻胶进行曝光并显影,在第一发光图案51位置、第二发光图案52位置和第三发光图案位置均形成未曝光区域,保留光刻胶,在其它位置形成完全曝光区域,无光刻胶,暴露出第三发光材料薄膜;对完全曝光区域的第三发光材料薄膜进行刻蚀并剥离剩余的光刻胶,形成第三发光图案53,同时暴露出第一发光图案51和第二发光图案52;

[0073] 在100℃~120℃的温度下,对第一发光图案、第二发光图案和第三发光图案烘焙25min~35min,形成量子点发光层,如图5c所示。在本实施例中,烘焙温度为110℃,烘焙时间为30min。

[0074] 以上采用依次形成第一发光图案51、第二发光图案52和第三发光图案53的顺序形成量子点发光层50,容易理解的是,在具体实施中,为了形成量子点发光层,可以根据需要

任意设置第一发光图案51、第二发光图案52和第三发光图案53的形成次序。

[0075] 本领域技术人员明白,在形成量子点发光层时,需要首先制备量子点发光层的材料,制备量子点发光层材料的方法如下:

[0076] 采用热熔剂法合成一维纳米结构的热电材料,以热电材料为 Bi_2Te_3 举例说明:采用热熔剂法合成一维碲(Te)纳米线,根据柯肯达尔(Kirkendall)效应,利用Te-Bi原子相互扩散作用形成一维 Bi_2Te_3 纳米材料。

[0077] 将一维纳米结构的热电材料与对应的量子点材料按照一定的比例混合,形成一维纳米结构的热电材料与量子点材料的混合物,向该混合物中加入添加剂,在添加剂的作用下,制成溶胶状混合物,静置一段时间后形成量子点发光材料的复合凝胶。添加剂可以为乙基纤维素、松油醇、乙醇中的一种或几种。

[0078] 可以采用上述方法分别制备第一发光材料的复合凝胶、第二发光材料的复合凝胶和第三发光材料的复合凝胶,在制备发光材料过程中,第一发光材料对应采用第一量子点、第二发光材料对应采用第二量子点、第三发光材料对应采用第三量子点。

[0079] 在量子点发光层50上形成电子传输层60,可以采用沉积技术在量子点发光层50上沉积电子传输薄膜以形成电子传输层60,也可以采用丝网印刷技术在量子点发光层50上形成电子传输层60,如图5d所示。其中,电子传输层60为纳米颗粒材料,直径为30nm~50nm,例如纳米氧化锌(ZnO)、纳米氧化钛(TiO_2)等。

[0080] 在电子传输层上形成阴极,包括:在形成电子传输层60的基底上沉积阴极薄膜,在阴极薄膜上涂覆一层光刻胶;采用单色调掩模版对光刻胶进行曝光并显影,在阴极图案位置形成未曝光区域,保留光刻胶,在其它位置形成完全曝光区域,无光刻胶,暴露出阴极薄膜;对完全曝光区域的阴极薄膜进行刻蚀并剥离剩余的光刻胶,形成阴极70的图案,将盖板80盖合在阴极70上,如图1所示。其中,阴极70为金属薄膜,厚度为250nm~350nm,在本实施例中,阴极70的厚度为300nm,阴极70的材料可以包括铝。

[0081] 为了使得阴极70与电子传输层60欧姆接触,在电子传输层上形成阴极之前,还需要对电子传输层的与阴极接触的部分进行欧姆处理,以保证阴极70与电子传输层60之间欧姆接触。

[0082] 在制备包括QLED的显示面板时,为了提高QLED的防水性,QLED显示面板还可以包括用于封装QLED的环氧树脂封框。

[0083] 第三实施例:

[0084] 本发明第三实施例提出了一种显示面板,该显示面板包括上述实施例中的量子点发光二极管。显示面板可以为:手机、平板电脑、电视机、显示器、笔记本电脑、数码相框、导航仪等任何具有显示功能的产品或部件。

[0085] 本实施例的显示面板,为了提高QLED的防水性,该显示面板还包括用于封装QLED的封框,封框的材质可以包括环氧树脂等。

[0086] 虽然本发明所揭露的实施方式如上,但所述的内容仅为便于理解本发明而采用的实施方式,并非用以限定本发明。任何本发明所属领域内的技术人员,在不脱离本发明所揭露的精神和范围的前提下,可以在实施的形式及细节上进行任何的修改与变化,但本发明的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

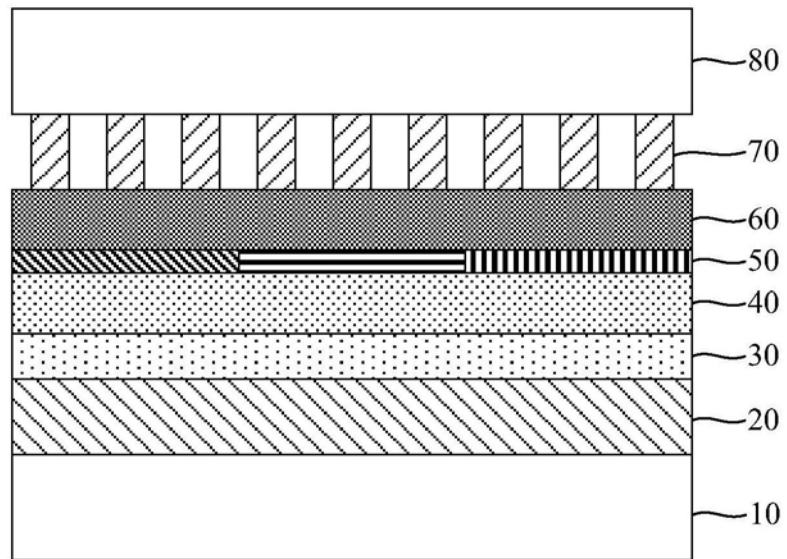


图1

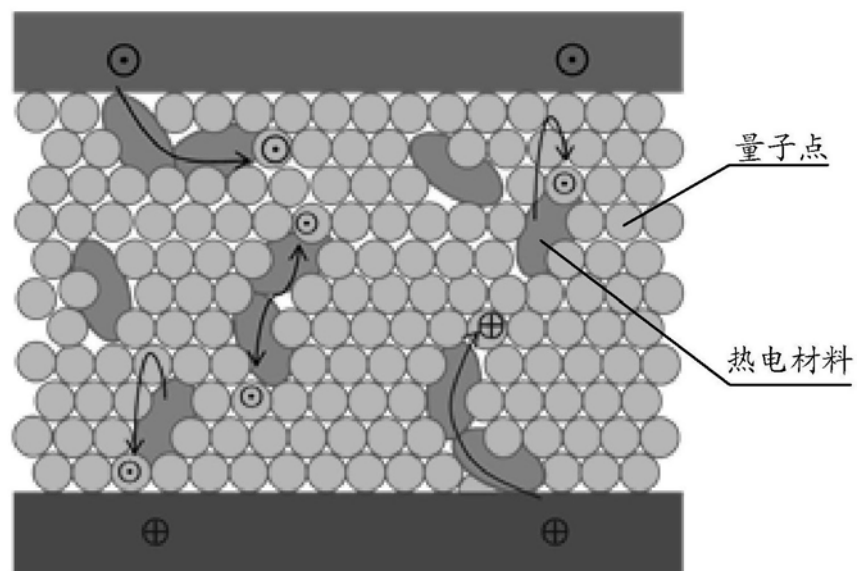


图2

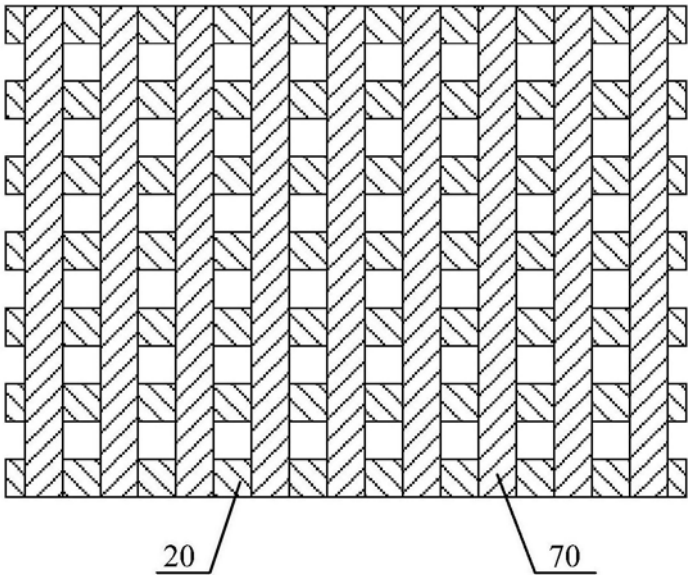


图3

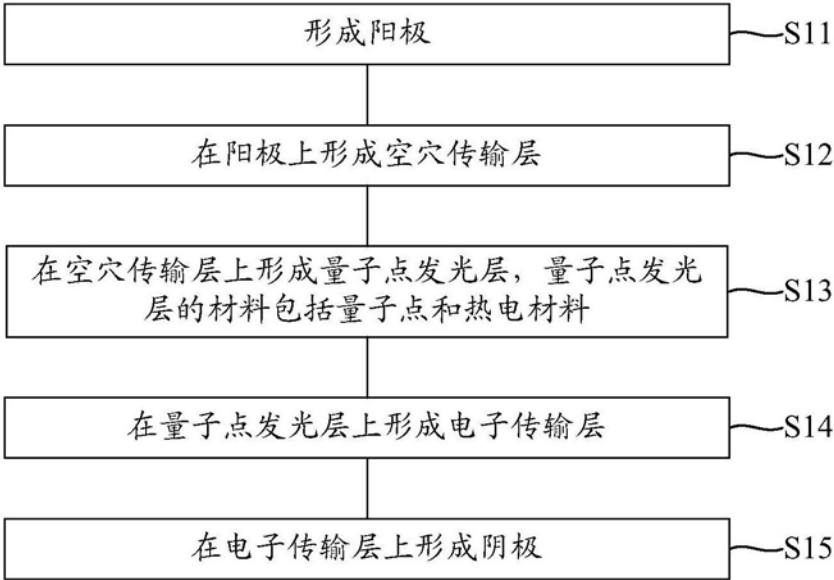


图4



图5a

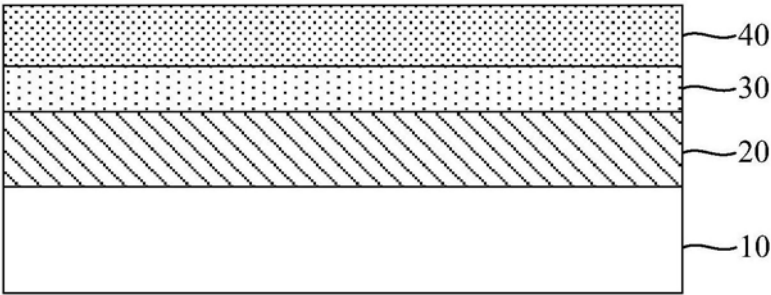


图5b

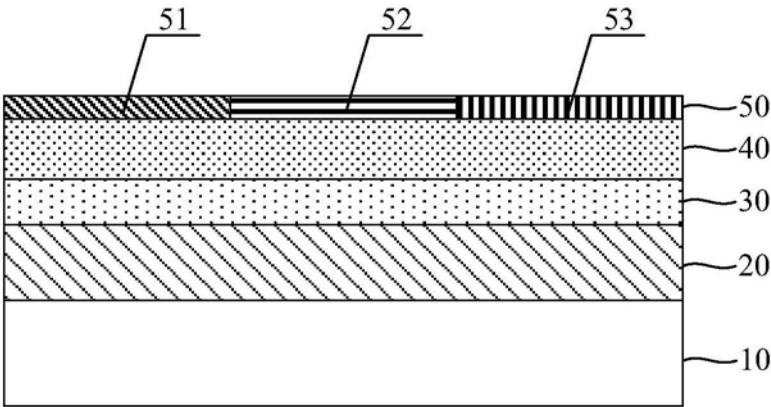


图5c

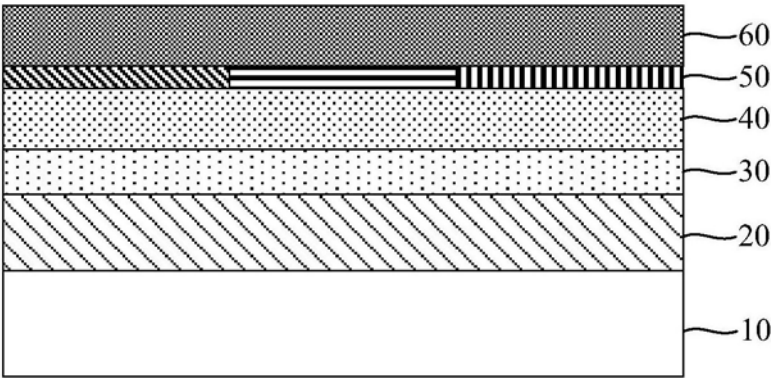


图5d

专利名称(译)	一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板		
公开(公告)号	CN108899430A	公开(公告)日	2018-11-27
申请号	CN201810721343.5	申请日	2018-07-03
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 重庆京东方光电科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 重庆京东方光电科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 重庆京东方光电科技有限公司		
[标]发明人	豆远尧 黄中浩 王恺 杨宇桐 谌伟 田茂坤		
发明人	豆远尧 黄中浩 王恺 杨宇桐 谌伟 田茂坤		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56 H01L27/32		
代理人(译)	曲鹏		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种量子点发光二极管及其制备方法、显示面板。该量子点发光二极管，包括依次叠加设置的阳极、空穴传输层、量子点发光层、电子传输层和阴极，所述量子点发光层的材料包括量子点和热电材料。该量子点发光二极管，量子点发光层中设置的热电材料，使得量子点周围的电子浓度提高，同时提高了电子的迁移率，从而有更多的电子与空穴复合形成激子，使得激子数量大幅提高，从而提高了QLED的发光效率，另外，热电材料的设置还改善了量子点的热稳定性，提升了QLED的性能，延长了QLED的使用寿命。本发明实施例提出的显示面板，包括本发明实施例提出的QLED，因此具有更高的发光效率，更优异的性能，使用寿命更长。

