



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109037467 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810915849.X

(22)申请日 2018.08.13

(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

(72)发明人 黄清雨 闫华杰 焦志强 李晓虎

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理
有限公司 11291

代理人 郭润湘

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种电致发光器件、显示面板及显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种电致发光器件、显示面板及显示装置，电致发光器件包括：阳极层、阴极层，位于阳极层与阴极层之间的发光层；发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构；异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层，发光材料层与传输材料层的载流子传输特性相反，且发光材料层与传输材料层对应能级的差不大于预设值。通过将发光层设置为至少包括两个层叠设置的异质结发光结构，其中发光中心位于异质结发光结构的界面处，通过多个异质结发光结构的叠层设置，可以在发光层中形成多个发光区域，避免激子过于集中产生猝灭，有效提高了电致发光器件的发光效率和寿命。

阴极层	26
电子注入层	25
电子传输层	24
传输材料层	2
发光材料层	1 } 231
传输材料层	2 } 231
发光材料层	1 } 231
传输材料层	2 } 231
发光材料层	1 }
空穴传输层	22
空穴注入层	21
阳极层	20

1. 一种电致发光器件，包括：阳极层、阴极层，位于所述阳极层与所述阴极层之间的发光层；其特征在于，所述发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构；

所述异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层，所述发光材料层与所述传输材料层的载流子传输特性相反，且所述发光材料层与所述传输材料层对应能级的差不大于预设值。

2. 如权利要求1所述的电致发光器件，其特征在于，所述发光材料层包括N型发光材料，所述传输材料层包括P型传输材料。

3. 如权利要求2所述的电致发光器件，其特征在于，所述传输材料层的最低能级大于所述发光材料层的最低能级，所述传输材料层的最高能级小于所述发光材料层的最高能级。

4. 如权利要求1所述的电致发光器件，其特征在于，所述发光材料层包括P型发光材料，所述传输材料层包括N型传输材料。

5. 如权利要求4所述的电致发光器件，其特征在于，所述发光材料层的最低能级大于所述传输材料层的最低能级，所述发光材料层的最高能级小于所述传输材料层的最高能级。

6. 如权利要求1-5任一项所述的电致发光器件，其特征在于，所述预设值的取值范围为大于0eV且小于等于3eV。

7. 如权利要求1-5任一项所述的电致发光器件，其特征在于，所述发光材料层的厚度小于所述传输材料层的厚度。

8. 如权利要求1-5任一项所述的电致发光器件，其特征在于，所述异质结发光结构的厚度1nm-40nm。

9. 一种显示面板，其特征在于，包括如权利要求1-8任一项所述的电致发光器件。

10. 一种显示装置，其特征在于，包括如权利要求9所述的显示面板。

一种电致发光器件、显示面板及显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电致发光显示面板封装技术领域,尤其涉及一种电致发光器件、显示面板及显示装置。

背景技术

[0002] 电致发光显示面板,尤其是涉及OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)器件的显示面板由于具有自发光、无需背光模组、对比度以及清晰度高、视角宽、全固化、适用于挠曲性面板、温度特性好、低功耗、响应速度快以及制造成本低等一系列优异特性,已经成为新一代平面显示装置的重点发展方向之一,因此日益受到越来越多的关注,并逐步走向量产。

[0003] 目前,电致发光器件包括阳极层、阴极层和位于阳极层与阴极层之间的发光层,其中,该发光层是采用按比例将发光客体掺入合适的一种或多种主体材料中的方式形成的,具有单载流子传输特性,该单载流子传输特性就会导致发光中心在发光层与电荷传输层的界面处,使得局部电荷密度和激子密度过大会增加激子的猝灭,导致能用于辐射跃迁激子比例减小,使得器件的效率较低并且寿命缩短。

[0004] 因此,如何提高电致发光器件的发光效率和寿命是本领域技术人员亟待解决的一个问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种电致发光器件、显示面板及显示装置,用以解决现有技术中电致发光器件发光效率和寿命低的问题。

[0006] 本发明实施例提供了一种电致发光器件,包括:阳极层、阴极层,位于所述阳极层与所述阴极层之间的发光层;所述发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构;

[0007] 所述异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层,所述发光材料层与所述传输材料层的载流子传输特性相反,且所述发光材料层与所述传输材料层对应能级的差不大于预设值。

[0008] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述发光材料层包括N型发光材料,所述传输材料层包括P型传输材料。

[0009] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述传输材料层的最低能级大于所述发光材料层的最低能级,所述传输材料层的最高能级小于所述发光材料层的最高能级。

[0010] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述发光材料层包括P型发光材料,所述传输材料层包括N型传输材料。

[0011] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述发光材料层的最低能级大于所述传输材料层的最低能级,所述发光材料层的最高能级小于所述传输材料层的最高能级。

[0012] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述预设值的取值范围为大于0eV且小于等于3eV。

[0013] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述发光材料层的厚度小于所述传输材料层的厚度。

[0014] 在一种可能的实现方式中,本发明实施例提供的上述电致发光器件中,所述异质结发光结构的厚度1nm-40nm。

[0015] 相应地,本发明实施例还提供了一种显示面板,包括上述任一实施例所述的电致发光器件。

[0016] 相应地,本发明实施例还提供了一种显示装置,包括上述任一实施例所述的显示面板。

[0017] 本发明有益效果如下:

[0018] 本发明实施例提供的上述电致发光器件、显示面板及显示装置,所述电致发光器件包括:阳极层、阴极层,位于所述阳极层与所述阴极层之间的发光层;所述发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构;所述异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层,所述发光材料层与所述传输材料层的载流子传输特性相反,且所述发光材料层与所述传输材料层对应能级的差不大于预设值。通过将发光层设置为至少包括两个层叠设置的异质结发光结构,其中发光中心位于异质结发光结构的界面处,通过多个异质结发光结构的叠层设置,可以在发光层中形成多个发光区域,避免激子过于集中产生猝灭,有效提高了电致发光器件的发光效率和寿命。

附图说明

[0019] 图1为现有技术中电致发光器件的层级结构示意图;

[0020] 图2为图1所示的电致发光器件的能级结构示意图;

[0021] 图3为本发明实施例提供的电致发光器件的层级结构示意图;

[0022] 图4为本发明实施例提供的电致发光器件中异质结发光结构的能级结构示意图之一;

[0023] 图5为本发明实施例提供的电致发光器件中异质结发光结构的能级结构示意图之二;

[0024] 图6为包含有图4所示的异质结发光结构的电致发光器件的能级结构示意图;

[0025] 图7为包含有图5所示的异质结发光结构的电致发光器件的能级结构示意图;

[0026] 图8为本发明实施例提供的电致发光器件与现有技术提供的发光器件的电流密度-电压对比曲线图;

[0027] 图9为本发明实施例提供的电致发光器件与现有技术提供的发光器件的电流密度-电流效率对比曲线图;

[0028] 图10为本发明实施例提供的电致发光器件与现有技术提供的发光器件在50mA/cm²下电致发光器件寿命衰减对比曲线图。

具体实施方式

[0029] 相关技术中的电致发光器件,如图1所示,包括阳极层10、空穴注入层11、空穴传输

层12、发光层13、电子传输层14、电子注入层15和阴极层16，其中该发光层13是采用将发光客体掺入合适的一种或多种主体材料中形成的。如图2所示，由于发光层具有单载流子传输特性会导致发光区域位于发光层与电荷传输层(空穴传输层或电子传输层)的界面处，其中，图2是以发光区域在空穴传输层与发光层的界面处为例进行说明的，导致在界面处电荷密度和激子密度过大，从而增加了激子猝灭的几率，导致能用于辐射跃迁激子比例减小，使得器件的效率较低并且寿命缩短。除此之外，该发光层只存在单一发光中心，综合考虑器件的电学和光学的因素，发光层的厚度通常为20–40nm，但其中有效的发光区域仅为从界面处向发光层远离界面一侧延伸的5–10nm范围内，由此可见发光层的利用率较低。

[0030] 因此，为了缓解相关技术中的电致发光器件发光效率和寿命低的问题，本发明实施例提供了一种电致发光器件、显示面板及显示装置。为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，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它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0031] 下面结合附图，对本发明实施例提供的电致发光器件、显示面板及显示装置的具体实施方式进行详细地说明。

[0032] 其中，附图中各膜层厚度和形状不反映真实比例，目的只是示意说明本发明内容。

[0033] 本发明实施例提供的一种电致发光器件，如图3所示，包括：阳极层20、阴极层26，位于阳极层20与阴极层26之间的发光层23；发光层23包括至少两个层叠设置的异质结发光结构231；

[0034] 异质结发光结构231包括相邻层叠设置的发光材料层1和传输材料层2，发光材料层1与传输材料层2的载流子传输特性相反，且发光材料层1与传输材料层2对应能级的差不大于预设值。

[0035] 本发明实施例提供的上述电致发光器件包括：阳极层、阴极层，位于阳极层与阴极层之间的发光层；发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构；异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层，发光材料层与传输材料层的载流子传输特性相反，且发光材料层与传输材料层对应能级的差不大于预设值。通过将发光层设置为至少包括两个层叠设置的异质结发光结构，其中发光中心位于异质结发光结构的界面处，通过多个异质结发光结构的叠层设置，可以在发光层中形成多个发光区域，避免激子过于集中产生猝灭，有效提高了电致发光器件的发光效率和寿命。

[0036] 当然，如图3所示，电致发光器件还包括位于阳极层20与发光层23之间的空穴注入层21和空穴传输层22，以及位于阴极层26与发光层23之间的电子注入层25和电子传输层24。其中，发光层23至少包括两个层叠设置的异质结发光结构231，异质结发光结构231包括发光材料层1和传输材料层2，其中发光材料层1与传输材料层2的载流子传输特性相反，即在一个层中，电子为载流子，在另一个层中，空穴为载流子，以形成异质结(p-n结)发光结构；并且发光材料层1和传输材料层2所选的材料的最高能级或最低能级的差需要满足预设值的要求，以保证将载流子限定在发光材料层1与传输材料层2相邻的界面处，形成发光中心，而不向另一层进行扩散。由上述可知，每一个异质结发光结构231中发光材料层1与传输材料层2相邻的界面处均会形成发光区域，而在发光层23中包括了多个异质结发光结构231，每个异质结发光结构231均包括发光区域，从而使得本发明提供的电致发光器件的发

光层23中存在多个发光区域,载流子均匀分布在各发光区域中,而不是集中在某一界面处,增加了用于辐射跃迁激子的比例,从而使得电致发光器件的发光效率和寿命均有所增加。

[0037] 需要说明的是,图3中是以发光层包括3个层叠设置的异质结发光结构为例进行说明的,其中,发光层具体包括多少个层叠设置的异质结发光结构根据使用情况进行选择,异质结发光结构设置的越多电致发光器件的发光效率和寿命会越好,但是发光层相对较厚,因此需综合考虑各种因素来确定发光层包括异质结发光结构的个数,在此不作具体限定。

[0038] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,如图4和图6所示,发光材料层包括N型发光材料,传输材料层包括P型传输材料。

[0039] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,发光材料层掺杂有N型发光材料,使得发光材料的载流子为电子;传输材料层掺杂有P型传输材料,使得传输材料层的载流子为空穴,从而在发光材料层与传输材料层的界面处形成异质结(即p-n结),从而将发光中心限定在发光材料层与传输材料层的界面处,形成发光区域A。

[0040] 需要说明的是,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,N型发光材料是以电子为主要载流子的发光材料,P型传输材料是以空穴为主要载流子的传输材料。

[0041] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,传输材料层的最低能级大于发光材料层的最低能级,传输材料层的最高能级小于发光材料层的最高能级。

[0042] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,为了使传输材料层中的P型载流子(空穴)无法通过传输材料层与发光材料层的界面处进入发光材料层,与发光材料层中的N型载流子(电子)结合,需要使传输材料层的最低能级(Lumo能级)大于发光材料层的最低能级(Lumo能级)。同理,为了使发光材料层中的N型载流子(电子)无法通过传输材料层与发光材料层的界面处进入传输材料层,与传输材料层中的P型载流子(空穴)结合,需要使传输材料层的最高能级(Humo能级)小于发光材料层的最高能级(Humo能级)。

[0043] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,如图5和图7所示,发光材料层包括P型发光材料,传输材料层包括N型传输材料。

[0044] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,发光材料层掺杂有P型发光材料,使得发光材料的载流子为空穴;传输材料层掺杂有N型传输材料,使得传输材料层的载流子为电子,从而在发光材料层与传输材料层的界面处形成异质结(即p-n结),从而将发光中心限定在发光材料层与传输材料层的界面处,形成发光区域A。

[0045] 需要说明的是,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,P型发光材料是以空穴为主要载流子的发光材料,N型传输材料是以电子为主要载流子的传输材料。

[0046] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,发光材料层的最低能级大于传输材料层的最低能级,发光材料层的最高能级小于传输材料层的最高能级。

[0047] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,为了使发光材料层中的P型载流子(空穴)无法通过传输材料层与发光材料层的界面处进入传输材料层,与传输材料层中的N型载流子(电子)结合,需要使发光材料层的最低能级(Lumo能级)大于传输材料层的最低能级(Lumo能级)。同理,为了使传输材料层中的N型载流子(电子)无法通过发光材料层与传输材料层的界面处进入发光材料层,与发光材料层中的P型载流子(空穴)结合,需要使发光材料层的最高能级(Humo能级)小于传输材料层的最高能级(Humo能级)。

[0048] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,预设值的取值范围为大于

0eV且小于等于3eV。

[0049] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,当发光材料层的最高能级与传输材料层的最高能级之间的差大于0eV且小于等于3eV时,在发光材料层与传输材料层的相邻界面处电荷浓度较佳,有利于增加电致发光器件的发光效率和寿命;同理,当发光材料层的最低能级与传输材料层的最低能级之间的差大于0eV且小于等于3eV时,在发光材料层与传输材料层的相邻界面处电荷浓度也较佳,有利于增加电致发光器件的发光效率和寿命。

[0050] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,发光材料层的厚度小于传输材料层的厚度。

[0051] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,在异质结发光结构中发光区域仅在发光材料层与传输材料层相邻界面的一定距离处,一般为界面向发光材料层延伸方向上的5-10nm处,因此发光材料层的厚度即使做的再厚其用于发光的有效区域也仅为5-10nm,因此,将发光材料层的厚度设置为1-20nm左右即可充分满足异质结发光结构的发光要求,也可以有效控制发光层的厚度,并且能够减少发光材料的使用,节约生产成本。

[0052] 可选地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,异质结发光结构的厚度1nm-40nm。

[0053] 具体地,在本发明实施例提供的上述电致发光器件中,异质结发光结构的厚度1nm-40nm,可以通过异质结发光结构的多次堆叠形成发光层,其中发光材料层的厚度可以维持在1nm-20nm的范围内,传输材料层的厚度也可以维持在1nm-20nm的范围内,当然发光材料层的厚度只需要满足异质结发光结构的发光需求即可,发光层的厚度通过调节传输材料层的厚度来保持。

[0054] 实施例

[0055] 以发光材料层包括N型发光材料,传输材料层包括P型传输材料为例进行说明,具体地,发光材料层为N型蓝色热激发延迟荧光发光材料DMAC-DPS,传输材料层的传输材料为CBP,N型发光材料DMAC-DPS与P型传输材料形成如图4所示的异质结发光结构,并将该异质结发光结构重复堆叠三次形成发光层。

[0056] 电致发光器件包括阳极层、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层和阴极层。其中,阳极层采用透明ITO玻璃,空穴注入层采用PEDOT:PSS材料,空穴传输材料m-MTADATA材料作为空穴传输层以及发光层中的电子给体,电子传输材料3TPYMB材料作为电子传输层以及发光层中电子受体,电子注入层采用LiF材料,阴极层采用Al金属材料。

[0057] 具体电致发光器件的制备过程包括,将上述带有ITO的透明玻璃作为基底,经过光刻形成ITO图案电极,然后依次将ITO玻璃基底在去离子水、丙酮、和无水乙醇中超声环境中清洗,结束后用N₂吹干并进行O₂等离子体处理形成电致发光器件的阳极层;然后在阳极层上一次制作空穴注入层(PEDOT:PSS)、空穴传输层(m-MTADATA,其空穴迁移率为 $2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) ;在空穴传输层背离阳极层的一侧依次制作传输材料层(CBP)和发光材料层(DMAC-DPS)形成异质结发光结构,并将该异质结发光结构重复堆叠三次形成发光层,在发光层上依次制作电子传输层(3TPYMB,其电子迁移率为 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$)、电子注入层和阴极层。其中,除阳极层以外的所有膜层的材料以热蒸发的方式成膜,热蒸发时腔体真空度为 $3 \times 10^{-6} \text{ Torr}$,蒸发速率维持在0.8Å~1.2 Å。薄膜厚度有XP-2台阶仪测得。除阴极层(Al)使用金属阴极掩

膜版(metal mask)且蒸发速率为0.3nm/s外,其余各层均使用开放掩膜版(open mask)且蒸发速率为0.1nm/s。所形成的电致发光器件的发光面积为2mm×2mm,具体形成的电致发光器件的结构为:

[0058] D1: ITO/PEDOT:PSS/m-MTADATA(30nm)/CBP(15nm)/DMAC-DPS(1nm)/CBP(5nm)/DMAC-DPS(1nm)/CBP(15nm)/DMAC-DPS(1nm)/3TPYMB(25nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)。

[0059] 为保证实验结果的准确性,我们对器件进行封装处理。实验中采用的封装方法是使用玻璃盖板盖住要封装区域,然后在其四周涂上紫外固化胶,放在265nm的紫外灯下照射20-25分钟,形成封装后的电致发光器件。

[0060] 将上电致发光器件与现有技术中的标准器件的性能进行对比,如图8、图9和图10所示,相对于现有技术中的标准器件,本发明上述实施例提供的电致发光器件的最大电流效率从9cd/A提高到了14cd/A,提升幅度约为60%;工作电压有所降低;寿命也明显的延长。即通过将电致发光器件的发光层设置为多个异质结发光结构堆叠设置,该电致发光器件的启亮电压降低效率提高,其发光性能、稳定性等各方面都得到了有了很大的提升。

[0061] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供了一种显示面板,包括上述任一实施例提供的电致发光器件。

[0062] 由于该显示面板解决问题的原理与前述的电致发光器件相似,因此,该显示面板的实施可以参见前述电致发光器件的实施,重复之处不再赘述。

[0063] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供了一种显示装置,包括本发明实施例提供的上述任一种显示面板。由于该显示装置解决问题的原理与前述一种显示面板相似,该显示装置可以为: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。该显示装置的实施可以参见上述有机发光显示面板的实施例,重复之处不再赘述。

[0064] 本发明实施例提供的上述电致发光器件、显示面板及显示装置,电致发光器件包括:阳极层、阴极层,位于阳极层与阴极层之间的发光层;发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构;异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层,发光材料层与传输材料层的载流子传输特性相反,且发光材料层与传输材料层对应能级的差不大于预设值。通过将发光层设置为至少包括两个层叠设置的异质结发光结构,其中发光中心位于异质结发光结构的界面处,通过多个异质结发光结构的叠层设置,可以在发光层中形成多个发光区域,避免激子过于集中产生猝灭,有效提高了电致发光器件的发光效率和寿命。

[0065] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

阴极层	16
电子注入层	15
电子传输层	14
发光层	13
空穴传输层	12
空穴注入层	11
阳极层	10

图1

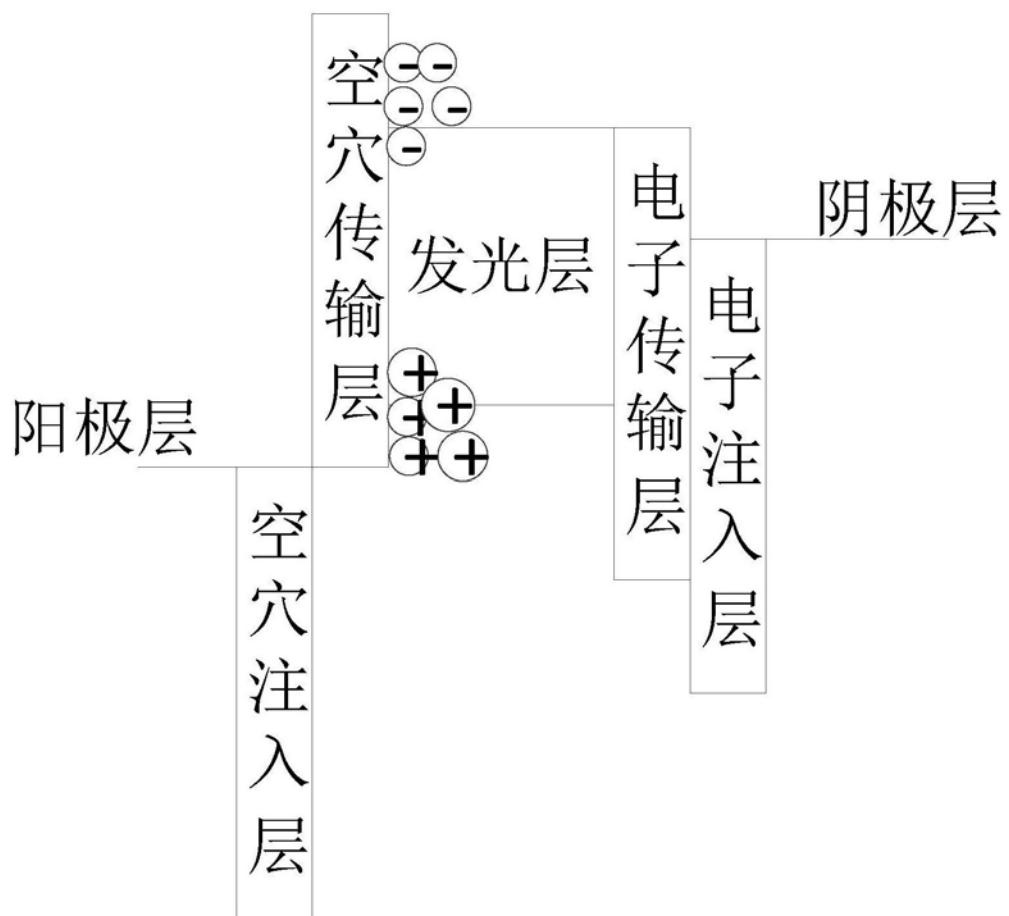


图2

阴极层	26
电子注入层	25
电子传输层	24
传输材料层	2
发光材料层	1
传输材料层	2
发光材料层	1
传输材料层	2
发光材料层	1
空穴传输层	22
空穴注入层	21
阳极层	20

图3



图4



图5

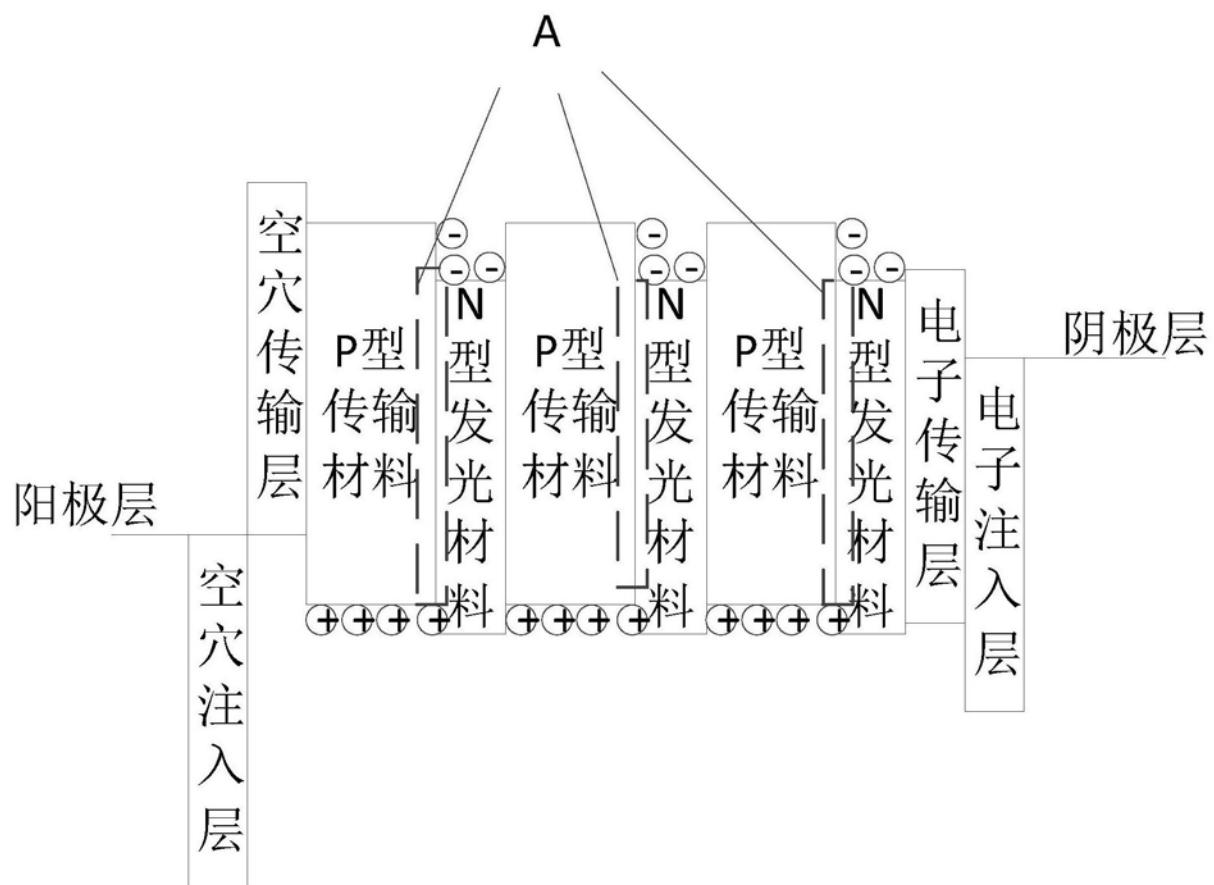


图6

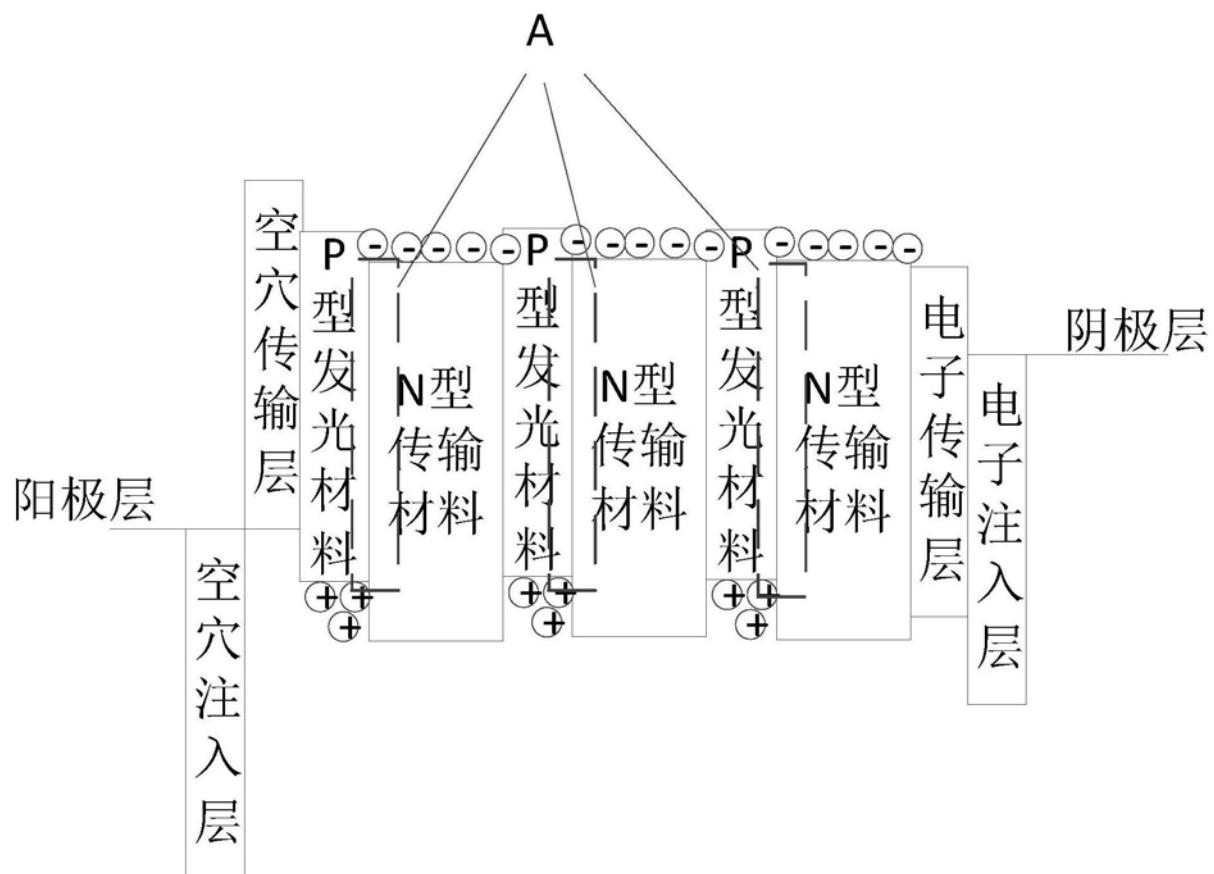


图7

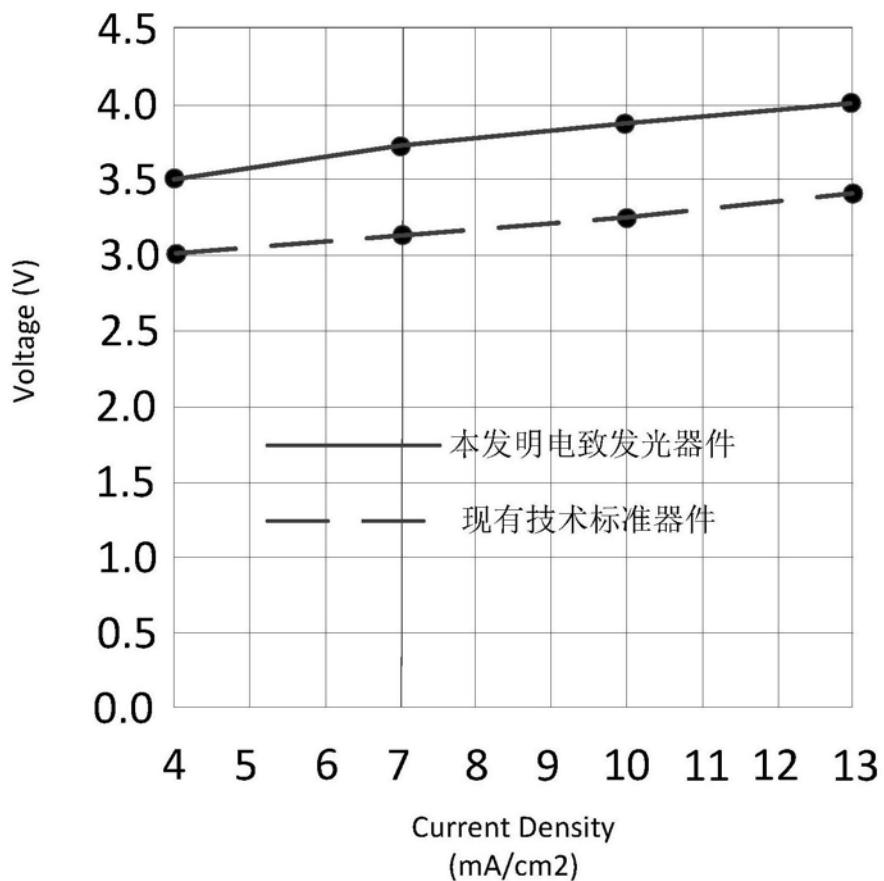


图8

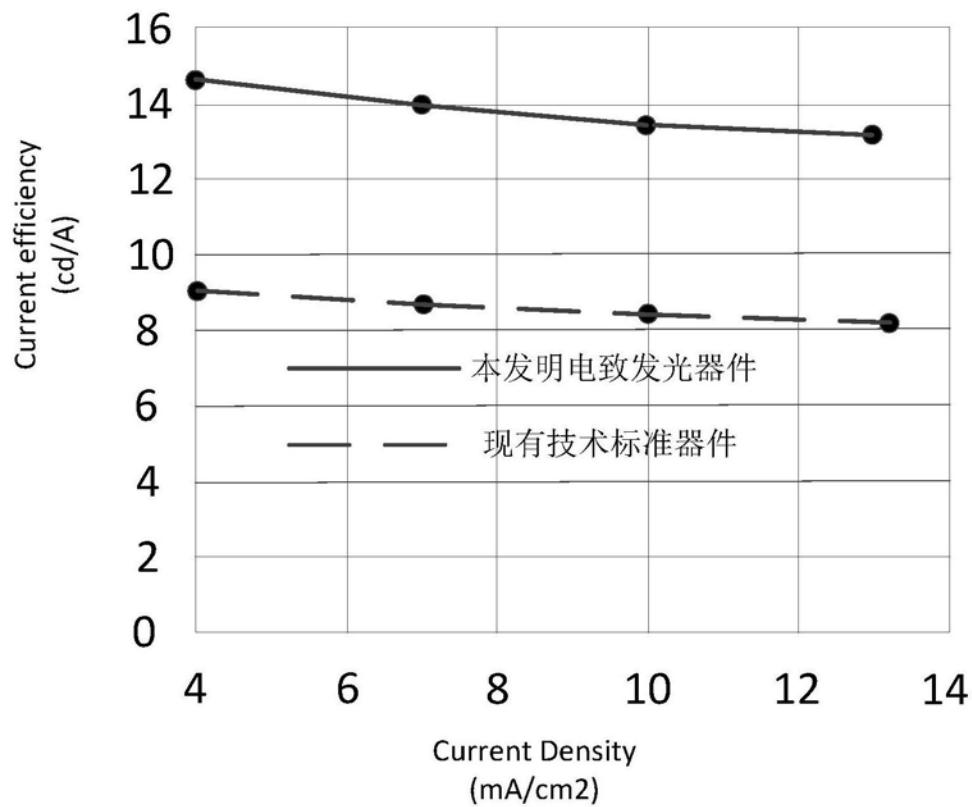


图9

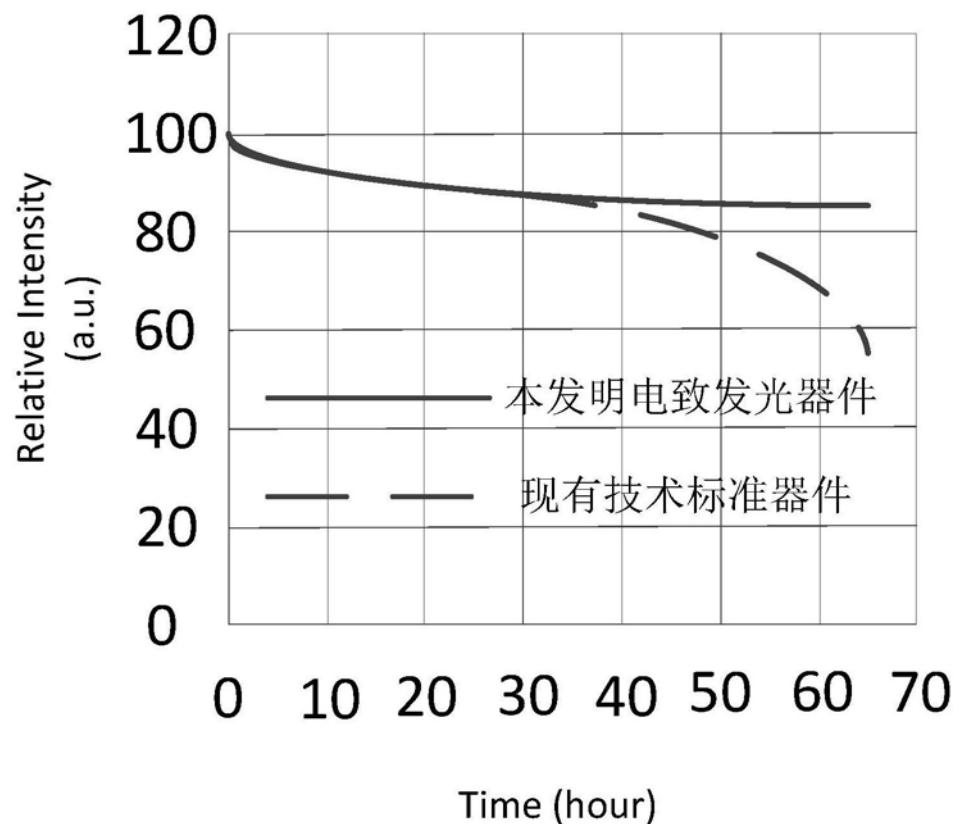


图10

专利名称(译)	一种电致发光器件、显示面板及显示装置		
公开(公告)号	CN109037467A	公开(公告)日	2018-12-18
申请号	CN201810915849.X	申请日	2018-08-13
[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	黄清雨 闫华杰 焦志强 李晓虎		
发明人	黄清雨 闫华杰 焦志强 李晓虎		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L51/5044		
其他公开文献	CN109037467B		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明公开了一种电致发光器件、显示面板及显示装置，电致发光器件包括：阳极层、阴极层，位于阳极层与阴极层之间的发光层；发光层包括至少两个层叠设置的异质结发光结构；异质结发光结构包括相邻层叠设置的发光材料层和传输材料层，发光材料层与传输材料层的载流子传输特性相反，且发光材料层与传输材料层对应能级的差不大于预设值。通过将发光层设置为至少包括两个层叠设置的异质结发光结构，其中发光中心位于异质结发光结构的界面处，通过多个异质结发光结构的叠层设置，可以在发光层中形成多个发光区域，避免激子过于集中产生猝灭，有效提高了电致发光器件的发光效率和寿命。

阴极层	26
电子注入层	25
电子传输层	24
传输材料层	2
发光材料层	1 } 231
传输材料层	2 } 231
发光材料层	1 } 231
传输材料层	2 } 231
发光材料层	1 } 231
空穴传输层	22
空穴注入层	21
阳极层	20