



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105161627 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201510370268.9

(22)申请日 2015.06.29

(73)专利权人 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

(72)发明人 毕文涛

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

(56)对比文件

CN 103915470 A, 2014.02.19, 全文.

CN 104321896 A, 2015.01.28, 全文.

审查员 张念国

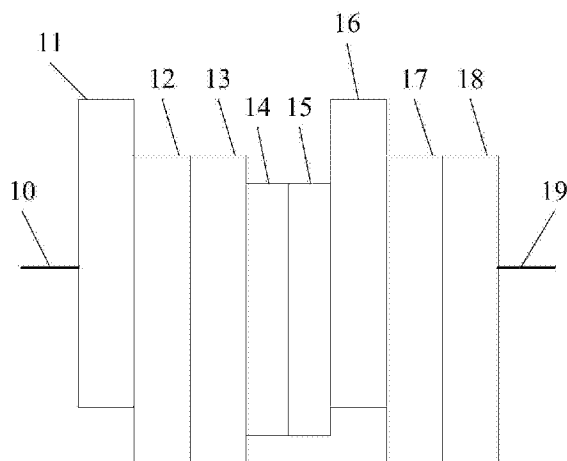
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置

(57)摘要

本发明公开一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置,涉及显示技术领域,为解决串联式有机发光二极管正常发光所需的驱动电压较高的问题。所述串联式有机发光二极管包括依次层叠的阳极、空穴传输层、第一发光层、第一电荷产生层、第二电荷产生层、第三电荷产生层、第四电荷产生层、第二发光层、电子传输层和阴极;第一电荷产生层为N型体异质结,第二电荷产生层与第三电荷产生层均为PN结型体异质结,第二电荷产生层中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例,第三电荷产生层中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例,第四电荷产生层为P型体异质结。本发明提供的串联式有机发光二极管应用于显示装置中。



1. 一种串联式有机发光二极管, 其特征在于, 包括依次层叠的阳极、空穴传输层、第一发光层、第一电荷产生层、第二电荷产生层、第三电荷产生层、第四电荷产生层、第二发光层、电子传输层和阴极; 其中, 所述第一电荷产生层为N型体异质结, 所述第二电荷产生层为PN结型体异质结, 且所述第二电荷产生层中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例, 所述第三电荷产生层为PN结型体异质结, 且所述第三电荷产生层中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例, 所述第四电荷产生层为P型体异质结。

2. 根据权利要求1所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 所述第一电荷产生层由第一有机材料和第二有机材料混合而成, 其中, 所述第一有机材料在所述第一电荷产生层中所占比例大于所述第二有机材料在所述第一电荷产生层中所占比例, 且所述第一有机材料的电子迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, 最高占据轨道能级小于 -5.5eV , 最低未占据轨道能级大于 -3.5eV 。

3. 根据权利要求1所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 所述第二电荷产生层与所述第三电荷产生层均由第二有机材料和第三有机材料混合而成, 其中, 所述第二有机材料为N型有机材料, 所述第三有机材料为P型有机材料, 且所述第二有机材料的电子迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, 所述第三有机材料的空穴迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 。

4. 根据权利要求1所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 所述第四电荷产生层由第三有机材料和第四有机材料混合而成, 所述第三有机材料在所述第四电荷产生层中所占比例小于所述第四有机材料在所述第四电荷产生层中所占比例, 且所述第四有机材料的空穴迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, 最高占据轨道能级小于 -5.0eV , 最低未占据轨道能级大于 -3.0eV 。

5. 根据权利要求2-4中任意一项所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 第一有机材料为TPBi; 第二有机材料为C₆₀; 第三有机材料为Rubrene、并五苯、四氟四氰基醌二甲烷或酞菁类衍生物; 第四有机材料为TCTA。

6. 根据权利要求2-4中任意一项所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 第一有机材料为Bphen; 第二有机材料为C₆₀; 第三有机材料为Rubrene、并五苯、四氟四氰基醌二甲烷或酞菁类衍生物; 第四有机材料为TAPC。

7. 根据权利要求1所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 所述第一发光层与所述第二发光层均由至少一种主体有机材料和至少一种客体有机材料混合而成。

8. 根据权利要求7所述的串联式有机发光二极管, 其特征在于, 所述客体有机材料为FIrpic, 所述主体有机材料为TCTA和TPBi, 或者所述主体有机材料为TAPC和Bphen。

9. 一种阵列基板, 其特征在于, 包括权利要求1-8中任意一项所述的多个串联式有机发光二极管。

10. 一种显示装置, 其特征在于, 包括权利要求9所述的阵列基板。

一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,尤其涉及一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置。

背景技术

[0002] 目前,有机发光二极管由于具有能耗低、色域广、视角宽、响应快等特点,被广泛应用于显示装置中,其中,串联式有机发光二极管中的电流密度较低,能够有效的避免过剩电流导致的热猝灭效应,故串联式有机发光二极管已经成为显示装置中的核心技术。

[0003] 现有技术中的串联式有机发光二极管包括层叠的阳极、空穴传输层一、发光层一、电子传输层一、电荷产生层、空穴传输层二、发光层二、电子传输层二和阴极。目前的串联式有机发光二极管中,一部分载流子由驱动电压提供,另一部分载流子在电荷产生层中生成,但是,为了保证串联式有机发光二极管的发光效率,需要提高载流子的注入效率,因此需要提供较高的驱动电压,才能保证串联式有机发光二极管正常发光,导致串联式有机发光二极管正常发光的能耗高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置,用于解决串联式有机发光二极管正常发光所需的驱动电压高,所导致的串联式有机发光二极管正常发光的能耗高的问题。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 第一方面,本发明提供一种串联式有机发光二极管,包括依次层叠的阳极、空穴传输层、第一发光层、第一电荷产生层、第二电荷产生层、第三电荷产生层、第四电荷产生层、第二发光层、电子传输层和阴极;其中,所述第一电荷产生层为N型体异质结,所述第二电荷产生层为PN结型体异质结,且所述第二电荷产生层中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例,所述第三电荷产生层为PN结型体异质结,且所述第三电荷产生层中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例,所述第四电荷产生层为P型体异质结。

[0007] 第二方面,本发明还提供一种阵列基板,包括多个上述技术方案中所述的串联式有机发光二极管。

[0008] 第三方面,本发明还提供了一种显示装置,包括上述技术方案所述的阵列基板。

[0009] 本发明提供的串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置中,由于第一电荷产生层为N型体异质结,第二电荷产生层、第三电荷产生层均为PN结型体异质结,第四电荷产生层为P型体异质结,第二电荷产生层中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例,第三电荷产生层中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例,因此,在第一电荷产生层与第二电荷产生层之间、第二电荷产生层与第三电荷产生层之间,以及在第三电荷产生层与第四电荷产生层之间分别形成了激子形成界面,上述三个激子形成界面能够产生激子,与现有技术中具有一个电荷产生层的串联式有机发光二极管相比,产生的激子的数量增

加,而且激子中的载流子并不相互结合,从而增加了载流子的数量,使得提供较低的驱动电压就可以保证载流子的注入效率,使得串联式有机发光二极管正常发光,降低了串联式有机发光二极管正常发光时的功耗。

附图说明

[0010] 此处说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0011] 图1为本发明实施例中串联式有机发光二极管的结构示意图;

[0012] 图2为本发明实施例中串联式有机发光二极管中的激子形成界面的示意图。

[0013] 附图标记:

[0014] 10-阳极, 11-空穴传输层,

[0015] 12-第一发光层, 13-第一电荷产生层,

[0016] 14-第二电荷产生层, 15-第三电荷产生层,

[0017] 16-第四电荷产生层, 17-第二发光层,

[0018] 18-电子传输层, 19-阴极,

[0019] 20-激子形成界面。

具体实施方式

[0020] 为了进一步说明本发明实施例提供的串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置,下面结合说明书附图进行详细描述。

[0021] 请参阅图1,本发明实施例提供的串联式有机发光二极管包括依次层叠的阳极10、空穴传输层11、第一发光层12、第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15、第四电荷产生层16、第二发光层17、电子传输层18和阴极19;其中,第一电荷产生层13为N型体异质结,第二电荷产生层14为PN结型体异质结,且第二电荷产生层14中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例,第三电荷产生层15为PN结型体异质结,且第三电荷产生层15中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例,第四电荷产生层16为P型体异质结。如图2所示,第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15和第四电荷产生层16中会产生激子,而且第一电荷产生层13与第二电荷产生层14之间、第二电荷产生层14与第三电荷产生层15之间、以及第三电荷产生层15与第四电荷产生层16之间分别形成激子形成界面20,在上述三个激子形成界面20中也会产生激子。需要说明的是,第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15、第四电荷产生层16和上述三个激子形成界面20中产生的激子由电子和空穴组成,但激子中的电子和空穴并未结合,也就是说,第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15、第四电荷产生层16和上述三个激子形成界面20中的激子为发光层提供载流子。

[0022] 此外,本发明实施例中的串联式有机发光二极管与现有技术中的串联式有机发光二极管相比,还省去了发光层一的电子传输层和发光层二的空穴传输层,从而降低了串联式有机发光二极管中载流子的注入势垒。

[0023] 本发明提供的串联式有机发光二极管,由于第一电荷产生层13为N型体异质结,第二电荷产生层14、第三电荷产生层15均为PN结型体异质结,第四电荷产生层16为P型体异质

结,第二电荷产生层14中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例,第三电荷产生层15中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例,因此,在第一电荷产生层13与第二电荷产生层14之间、第二电荷产生层14与第三电荷产生层15之间,以及在第三电荷产生层15与第四电荷产生层16之间分别形成了激子形成界面20,上述三个激子形成界面20能够产生激子,与现有技术中具有一个电荷产生层的串联式有机发光二极管相比,产生的激子的数量增加,而且激子中的载流子并不相互结合,从而增加了载流子的数量,使得提供较低的驱动电压就可以保证载流子的注入效率,使得串联式有机发光二极管正常发光,降低了串联式有机发光二极管正常发光时的功耗。

[0024] 为了进一步保证上述实施例中的三个激子形成界面20能够产生激子,第一电荷产生层13由第一有机材料和第二有机材料混合而成,第一有机材料在第一电荷产生层13中所占比例大于第二有机材料在第一电荷产生层13中所占比例,第一有机材料的种数与第二有机材料的种数在此并不限定;其中,第一电荷产生层13中的第一有机材料的电子迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$,最高占据轨道能级小于 -5.5eV ,最低未占据轨道能级大于 -3.5eV ;第二电荷产生层14与第三电荷产生层15均由第二有机材料和第三有机材料混合而成,其中第二有机材料为N型有机材料,第三有机材料为P型有机材料,且第二有机材料的电子迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$,第三有机材料的空穴迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$;第四电荷产生层16由第三有机材料和第四有机材料混合而成,第三有机材料在第四电荷产生层16中所占比例小于第四有机材料在第四电荷产生层16中所占比例,且第四电荷产生层16中的第四有机材料的空穴迁移率大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$,最高占据轨道能级小于 -5.0eV ,最低未占据轨道能级大于 -3.0eV 。此外,第一发光层12与第二发光层17均由至少一种主体有机材料和至少一种客体有机材料混合而成。

[0025] 下面将具体举例对组成第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15以及第四电荷产生层16的具体有机材料组成进行说明。第一有机材料为TPBi(即1,3,5-三(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯),第二有机材料为C₆₀,第三有机材料为Rubrene(即红荧烯)、并五苯、四氟四氰基醌二甲烷或酞菁类衍生物,其中,第三有机材料在第二电荷产生层14中所占的比例大于第二有机材料在第二电荷产生层14中所占的比例,第三有机材料在第三电荷产生层15中所占的比例小于第二有机材料在第三电荷产生层15中所占的比例;第四材料为TCTA(即4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺)。

[0026] 或者,第一有机材料为Bphen(即4,7-二苯基-1,10-菲啰啉),第二有机材料为C₆₀;第二电荷产生层14与第三电荷产生层15均由第二有机材料与第三有机材料混合而成,第三有机材料为Rubrene、并五苯、四氟四氰基醌二甲烷或酞菁类衍生物,其中,第三有机材料在第二电荷产生层14中所占的比例大于第二有机材料在第二电荷产生层14中所占的比例,第三有机材料在第三电荷产生层15中所占的比例小于第二有机材料在第三电荷产生层15中所占的比例;第四有机材料为TAPC(即1,1-双[4-[N,N-二(对甲苯)氨基]苯基]环己烷)。

[0027] 为了更加清楚详细的说明本发明实施例中的串联式有机发光二极管的具体组成,下面将结合第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15以及第四电荷产生层16的具体有机材料,以及串联式有机发光二极管的组成其他层的具体有机材料进行举例说明。

[0028] 例如,以发射蓝光的串联式有机发光二极管为例,串联式有机发光二极管的阳极

10具体可以为带有铟锡氧化物的底发射玻璃基底,阳极10的厚度可以为100nm;空穴传输层11可以为TCTA层,空穴传输层11的厚度可以为90nm;第一发光层12中的主体有机材料可以为TCTA和TPBi,TCTA的空穴迁移率为 $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$,最高占据轨道能级为-5.7eV,最低未占据轨道能级为-2.6eV,三重态能级为2.76eV,TPBi的电子迁移率为 $8.0 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$,最高占据轨道能级为-6.2eV,最低未占据轨道能级为-2.7eV,三重态能级为2.6eV,客体有机材料可以为FIrpic(即双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱),FIrpic的三重态能级为2.62eV,两种主体有机材料的三重态能级均高于客体有机材料,能够使得发光层主客有机材料之间更好的实现能量转移,第一发光层12的厚度可以为20nm;第一电荷产生层13可以由TPBi和C₆₀混合而成,第一电荷产生层13的厚度可以为50nm,C₆₀的电子迁移率为 $0.1 \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$,最高占据轨道能级为-6.2eV,最低未占据轨道能级为-4.6eV;第二电荷产生层14由C₆₀和Rubrene混合而成,Rubrene在第二电荷产生层14中所占的比例大于C₆₀在第二电荷产生层14中所占的比例,第二电荷产生层14的厚度可以为10nm,Rubrene的空穴迁移率为 $0.1 \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$,最高占据轨道能级为-5.36eV,最低未占据轨道能级为-3.1eV;第三电荷产生层15由C₆₀和Rubrene混合而成,Rubrene在第三电荷产生层15中所占的比例小于C₆₀在第三电荷产生层15中所占的比例,第三电荷产生层15的厚度可以为10nm;第四电荷产生层16由TCTA和Rubrene混合而成,第四电荷产生层15的厚度可以为50nm;第二发光层17的具体组成材料可以与第一发光层12相同,第二发光层17的厚度可以为20nm;电子传输层18可以为TmPyPb(即1,3,5-三[(3-吡啶基)-3-苯基]苯)层,电子传输层18的厚度可以为30nm;阴极19可以为镁银合金层,阴极19的厚度可以为120nm。

[0029] 或者,仍然以发射蓝光的串联式有机发光二极管为例,空穴传输层11还可以具体为TAPC层;第一发光层12中的主体有机材料可以为TAPC和Bphen,TAPC的最高占据轨道能级为-5.4eV,最低未占据轨道能级为-2.4eV,Bphen的电子迁移率为 $4.2 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$,最高占据轨道能级为-6.1eV,最低未占据轨道能级为-2.8eV,客体有机材料可以为FIrpic;第一电荷产生层13可以由Bphen和C₆₀混合而成;第二电荷产生层14可以由C₆₀和Rubrene混合而成,Rubrene在第二电荷产生层14中所占的比例大于C₆₀在第二电荷产生层14中所占的比例;第三电荷产生层15可以由C₆₀和Rubrene混合而成,Rubrene在第三电荷产生层15中所占的比例小于C₆₀在第三电荷产生层15中所占的比例;第四电荷产生层16可以由TAPC和Rubrene混合而成;第二发光层17的具体组成材料可以与第一发光层相同;电子传输层18可以为Bphen层。

[0030] 上述发射蓝光的串联式有机发光二极管的发光主峰位于472nm,肩峰位于496nm。下面将介绍上述发射蓝光的串联式有机发光二极管的制作流程,首先,将带有铟锡氧化物的底发射玻璃基底(即阳极10)依次在去离子水、丙酮和无水乙醇的超声环境中进行清洗,清洗完毕后,利用N₂将带有铟锡氧化物的底发射玻璃基底吹干,并进行等离子体清洗,去除氧化物,将等离子体清洗后的带有铟锡氧化物的底发射玻璃基底置于真空度低于 $5 \times 10^{-4} \text{Pa}$ 的蒸镀腔室中,对带有铟锡氧化物的底发射玻璃基底进行真空蒸镀,在带有铟锡氧化物的底发射玻璃基底上依次沉淀空穴传输层11、第一发光层12、第一电荷产生层13、第二电荷产生层14、第三电荷产生层15、第四电荷产生层16、第二发光层17、电子传输层18和阴极19。其中,阴极19的蒸镀过程采用金属阴极掩模板,蒸发速度为0.3nm/s;其余各个层的蒸镀过程采用开放掩模板,蒸发速度为0.1nm/s。

[0031] 需要说明的是,上述实施例中虽然只介绍了发射蓝光的串联式有机发光二极管的具体材料组成,但发射其他色光的串联式有机发光二极管的具体材料的替换或变化,均涵盖在本发明的保护范围之内。

[0032] 本发明实施例还提供一种阵列基板,该阵列基板包括多个上述实施例中的串联式有机发光二极管,所述阵列基板中的串联式有机发光二极管与上述实施例中的串联式有机发光二极管具有的优势相同,此处不再赘述。

[0033] 本发明实施例还提供一种显示装置,该显示装置包括上述实施例中的阵列基板,所述显示装置中的阵列基板与上述实施例中的阵列基板具有的优势相同,此处不再赘述。

[0034] 在上述实施方式的描述中,具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0035] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明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发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

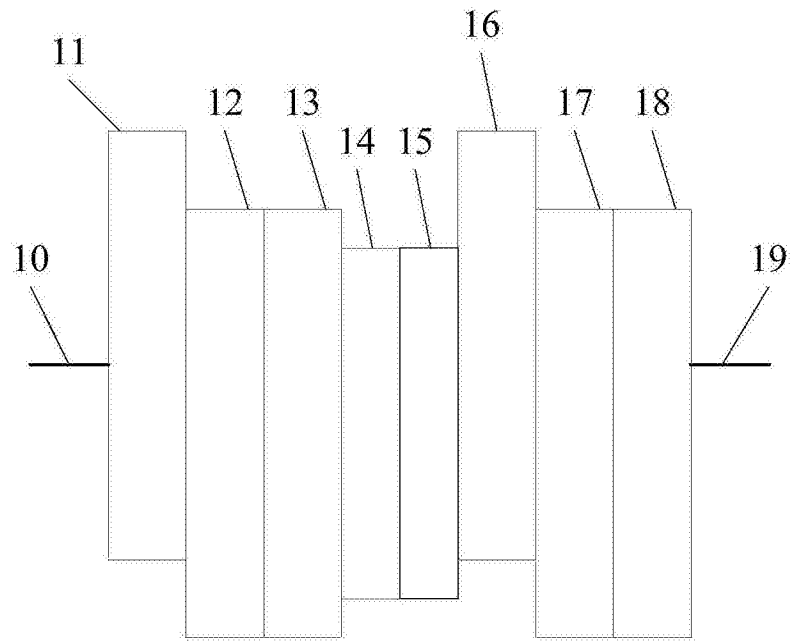


图1

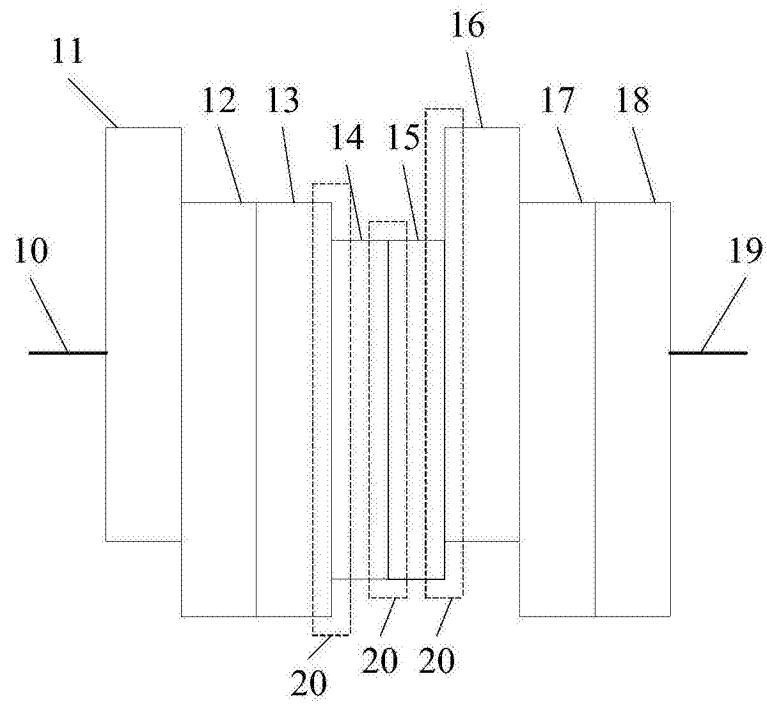


图2

专利名称(译)	一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置		
公开(公告)号	CN105161627B	公开(公告)日	2016-08-17
申请号	CN201510370268.9	申请日	2015-06-29
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司		
[标]发明人	毕文涛		
发明人	毕文涛		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L27/32 C07C9/22 C07C15/38 C07C211/54 C07D209/58 C07D235/20 C07D471/04 C07F15/0033 H01L51/5064 H01L51/508 H01L51/5278 H01L2251/55		
代理人(译)	申健		
审查员(译)	张念国		
其他公开文献	CN105161627A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种串联式有机发光二极管、阵列基板及显示装置，涉及显示技术领域，为解决串联式有机发光二极管正常发光所需的驱动电压较高的问题。所述串联式有机发光二极管包括依次层叠的阳极、空穴传输层、第一发光层、第一电荷产生层、第二电荷产生层、第三电荷产生层、第四电荷产生层、第二发光层、电子传输层和阴极；第一电荷产生层为N型体异质结，第二电荷产生层与第三电荷产生层均为PN结型体异质结，第二电荷产生层中的P型有机材料的比例大于N型有机材料的比例，第三电荷产生层中的P型有机材料的比例小于N型有机材料的比例，第四电荷产生层为P型体异质结。本发明提供的串联式有机发光二极管应用于显示装置中。

