



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108807698 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201710283547.0

(22)申请日 2017.04.26

(71)申请人 中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区
若水路398号

(72)发明人 张东煜 陈文斌 苏文明 郭文瑞

(74)专利代理机构 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 44304

代理人 孙伟峰

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

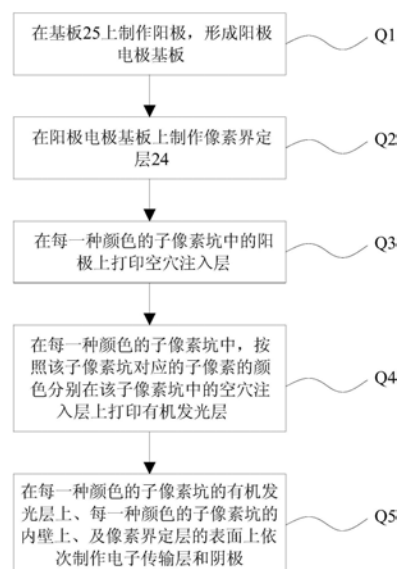
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

有机发光二极管及其制作方法、像素结构及其制作方法

(57)摘要

本发明公开了一种有机发光二极管,包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;空穴注入层的功函数与有机发光层的最高占有轨道能级相匹配。本发明还公开了一种像素结构,包括依次排列的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素,每一种颜色的子像素包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;在每一种颜色子像素中,空穴注入层的功函数与有机发光层的最高占有轨道能级均相匹配。本发明提供的有机发光二极管及像素结构在制作过程中通过合理选择材料及打印工艺,实现了空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配,使得该有机发光二极管以及像素结构能实现优异的发光性能。



1. 一种有机发光二极管,包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;其特征在于,所述空穴注入层的材料的功函数与所述有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配;其中,所述有机发光层的材料为聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料。

2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述有机发光层的材料的最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV,所述空穴注入层的材料的功函数为5.5eV~6.0eV。

3. 根据权利要求2所述的有机发光二极管,其特征在于,所述空穴注入层的材料为聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物。

4. 根据权利要求3所述的有机发光二极管,其特征在于,在所述聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物中,三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:1~30。

5. 根据权利要求4所述的有机发光二极管,其特征在于,所述有机发光层的材料选自4,4'-二(9-咔唑)联苯:乙酰丙酮酸二(2-苯基苯并噻唑-C2,N)合铱、聚[2-(4-(3',7'-二甲基辛氧基)-苯基)-对苯撑乙烯]、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异喹啉-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱中的任意一种。

6. 根据权利要求5所述的有机发光二极管,其特征在于,当所述有机发光层的材料选自4,4'-二(9-咔唑)联苯:乙酰丙酮酸二(2-苯基苯并噻唑-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异喹啉-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱中的任意一种时,在所述聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物中,三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:25.4;

当所述有机发光层的材料为聚[2-(4-(3',7'-二甲基辛氧基)-苯基)-对苯撑乙烯],在所述聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物中,三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:1.6。

7. 一种如权利要求1-6任一所述的有机发光二极管的制作方法,其特征在于,包括:
在基板上制作阳极;

按照远离所述阳极的方向,在所述阳极上依次打印空穴注入层和有机发光层;

按照远离所述阳极的方向,在所述有机发光层上依次制作电子传输层和阴极。

8. 根据权利要求7所述的制作方法,其特征在于,采用气溶胶打印工艺或喷墨打印工艺,在所述阳极上依次打印所述空穴注入层和所述有机发光层。

9. 一种像素结构,包括依次排列的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素,每一种颜色的子像素分别包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;其特征在于,在每一种颜色的子像素中,空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配;

其中,在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,有机发光层的材料均选自聚合物发光材料或分子量不超过1000的小分子发光材料。

10. 根据权利要求9所述的像素结构,其特征在于,在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,所述有机发光层的材料的最高占有轨道能级均为5.5eV~6.2eV,所

述空穴注入层的材料的功函数均为5.5eV~6.0eV。

11. 根据权利要求10所述的像素阵列,其特征在于,在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,空穴注入层的材料均为聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物。

12. 根据权利要求11所述的像素阵列,其特征在于,在所述红色子像素中,有机发光层的材料为4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异喹啉-C2,N)合铱;

在所述绿色子像素中,有机发光层的材料为4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱;

在所述蓝色子像素中,有机发光层的材料为4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱;

在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,空穴注入层的材料均为聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物,且三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:25.4。

13. 一种如权利要求9-12任一所述的像素结构的制作方法,其特征在于,包括:

在基板上制作阳极,形成阳极电极基板;

在所述阳极电极基板上制作像素界定层;其中,所述像素界定层形成若干红色子像素坑、绿色子像素坑和蓝色子像素坑;

按照远离阳极的方向,在每一种颜色的子像素坑中的阳极上打印空穴注入层;

在每一种颜色的子像素坑中,按照该子像素坑对应的子像素的颜色分别在该子像素坑中的空穴注入层上打印有机发光层;

在每一种颜色的子像素坑的有机发光层上、每一种颜色的子像素坑的内壁上、及所述像素界定层的表面上依次制作电子传输层和阴极。

14. 根据权利要求13所述的制作方法,其特征在于,采用气溶胶打印工艺或喷墨打印工艺,在每一种颜色的子像素坑中打印所述空穴注入层,再在所述空穴注入层上按照该子像素坑对应的子像素的颜色分别打印所述有机发光层。

有机发光二极管及其制作方法、像素结构及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明属于发光二极管技术领域,具体来讲,涉及一种有机发光二极管及其制作方法、以及一种像素结构及其制作方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管(OLED)因其自发光、高对比度、低功耗、广视角、响应时间短、可制备柔性器件等诸多优点,被认为是取代液晶显示(LCD)的第三代显示技术。OLED是一种具有“三明治”结构的叠层电致发光器件,其结构一般包括阳极、空穴注入(传输)层、有机发光层、电子传输层和阴极。其中,空穴注入层与有机发光层之间的能级差决定了空穴注入的难度。一般地,空穴注入层材料的功函数与有机发光层材料的最高占有轨道能级差愈小,则二者的能级愈加匹配,空穴注入就愈加容易,器件性能就相对愈好。

[0003] 近年来,被广泛使用的OLED空穴注入层材料是聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸(简称PEDOT:PSS),其功函数最高可达5.2eV,水平电导率可达130S/cm。但是,对于最高占有轨道(HOMO)能级较深(一般指HOMO能级在5.5eV~6.2eV)的有机发光层材料来说,PEDOT:PSS与它们相对较大的能级差会极大阻碍空穴的有效注入。同时,在制备RGB多色像素阵列的有机发光层时,传统的旋涂法制备的PEDOT:PSS薄膜在大面积旋涂时会出现像素坑内膜厚不均匀的问题,造成显示像素发光不均匀,而且旋涂法也无法用于制备RGB多色像素阵列的有机发光层。

发明内容

[0004] 为解决上述现有技术存在的问题,本发明提供了一种有机发光二极管及其制作方法、以及一种像素结构及其制备方法,该有机发光二极管通过控制制备工艺从而在阳极上沉积新型材料作为空穴注入层,满足了空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相互匹配;同时,该像素结构通过合理的选择材料及工艺控制从而满足了每一种颜色的子像素坑中空穴注入层的材料的功函数与其对应的有机发光层的材料的最高占有轨道能级均相互匹配,有效提高了有机发光二极管以及像素结构的发光光效。

[0005] 为了达到上述发明目的,本发明采用了如下的技术方案:

[0006] 一种有机发光二极管,包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;所述空穴注入层的材料的功函数与所述有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配;其中,所述有机发光层的材料为聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料。

[0007] 进一步地,所述有机发光层的材料的最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV,所述空穴注入层的材料的功函数为5.5eV~6.0eV。

[0008] 进一步地,所述空穴注入层的材料为聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物。

[0009] 进一步地,在所述聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物

中,三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:1~30。

[0010] 进一步地,所述有机发光层的材料选自4,4'-二(9-咔唑)联苯:乙酰丙酮酸二(2-苯基苯并噻唑-C2,N)合铱、聚[2-(4-(3',7'-二甲基辛氧基)-苯基)-对苯撑乙烯]、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异噻啉-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱中的任意一种。

[0011] 进一步地,当所述有机发光层的材料选自4,4'-二(9-咔唑)联苯:乙酰丙酮酸二(2-苯基苯并噻唑-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异噻啉-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱、4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱中的任意一种时,在所述聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物中,三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:25.4;当所述有机发光层的材料为聚[2-(4-(3',7'-二甲基辛氧基)-苯基)-对苯撑乙烯],在所述聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物中,三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交联聚合物的质量之比为1:6:1.6。

[0012] 本发明的另一目的在于提供一种如上任一所述的有机发光二极管的制作方法,包括:

[0013] 在基板上制作阳极;

[0014] 按照远离所述阳极的方向,在所述阳极上依次打印空穴注入层和有机发光层;

[0015] 按照远离所述阳极的方向,在所述有机发光层上依次制作电子传输层和阴极。

[0016] 进一步地,采用气溶胶打印工艺或喷墨打印工艺,在所述阳极上依次打印所述空穴注入层和所述有机发光层。

[0017] 本发明的另一目的还在于提供一种像素结构,包括依次排列的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素,每一种颜色的子像素分别包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;在每一种颜色的子像素中,空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配;其中,在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,有机发光层的材料均选自聚合物发光材料或分子量不超过1000的小分子发光材料。

[0018] 进一步地,在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,所述有机发光层的材料的最高占有轨道能级均为5.5eV~6.2eV,所述空穴注入层的材料的功函数均为5.5eV~6.0eV。

[0019] 进一步地,在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,空穴注入层的材料均为聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物。

[0020] 进一步地,在所述红色子像素中,有机发光层的材料为4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异噻啉-C2,N)合铱;在所述绿色子像素中,有机发光层的材料为4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱;在所述蓝色子像素中,有机发光层的材料为4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱;在所述红色子像素、所述绿色子像素和所述蓝色子像素中,空穴注入层的材料均为聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物,且三种单体聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸和全氟化离子交

联聚合物的质量之比为1:6:25.4。

[0021] 本发明的另一目的还在于提供一种如上任一所述的像素结构的制作方法,包括:

[0022] 在基板上制作阳极,形成阳极电极基板;

[0023] 在所述阳极电极基板上制作像素界定层;其中,所述像素界定层形成若干红色子像素坑、绿色子像素坑和蓝色子像素坑;

[0024] 按照远离阳极的方向,在每一种颜色的子像素坑中的阳极上打印空穴注入层;

[0025] 在每一种颜色的子像素坑中,按照该子像素坑对应的子像素的颜色分别在该子像素坑中的空穴注入层上打印有机发光层;

[0026] 在每一种颜色的子像素坑的有机发光层上、每一种颜色的子像素坑的内壁上、及所述像素界定层的表面上依次制作电子传输层和阴极。

[0027] 进一步地,采用气溶胶打印工艺或喷墨打印工艺,在每一种颜色的子像素坑中打印所述空穴注入层,再在所述空穴注入层上按照该子像素坑对应的子像素的颜色分别打印所述有机发光层。

[0028] 本发明的有益效果:

[0029] (1) 本发明提供了一种全新的有机发光二极管的结构,通过合理选择材料可使该有机发光二极管中空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级实现相互匹配,从而在应用该有机发光二极管时,获得更加优异的发光性能,体现为更大的发光亮度、更低的起亮电压以及更高的发光均匀性等;

[0030] (2) 本发明也提供了一种全新的像素结构,该像素结构中的每一种颜色的子像素中均实现了空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的最高占有轨道能级相匹配;相比于现有技术中的像素结构中所存在的仅能实现红色子像素中空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相互匹配,而绿色子像素和蓝色子像素中因不能实现匹配而导致的空穴注入绿、蓝色有机发光层困难,绿、蓝子像素的发光性能不佳的问题以及旋涂法导致像素坑内膜厚不均匀的问题,本发明的像素结构通过合理选择材料并控制制作工艺,从而使像素结构中的每一种颜色的子像素均能够实现优异的发光性能;

[0031] (3) 根据本发明的全新的像素结构的制作方法,打破了现有技术中一般采用旋涂方法来制备每一种颜色的子像素中的空穴注入层及有机发光层的惯用方法,而是突破性地采用了打印的方式来分别制作不同颜色的子像素,从而实现了以不同的材料来制作不同颜色的子像素中的有机发光层,且实现了空穴注入层的材料的功函数与每一有机发光层的材料的最高占有轨道能级均相匹配。

附图说明

[0032] 通过结合附图进行的以下描述,本发明的实施例的上述和其它方面、特点和优点将变得更加清楚,附图中:

[0033] 图1是根据本发明的实施例1的有机发光二极管的结构示意图;

[0034] 图2-图7是根据本发明的实施例1的有机发光二极管的制作方法的工艺流程图;

[0035] 图8是根据本发明的实施例5的像素结构的结构示意图;

[0036] 图9是根据本发明的实施例5的像素结构的制作方法的步骤流程图;

[0037] 图10-图15是根据本发明的实施例5的像素结构的制作方法的工艺流程图。

具体实施方式

[0038] 以下,将参照附图来详细描述本发明的实施例。然而,可以以许多不同的形式来实施本发明,并且本发明不应该被解释为限制于这里阐述的具体实施例。相反,提供这些实施例是为了解释本发明的原理及其实际应用,从而使本领域的其他技术人员能够理解本发明的各种实施例和适合于特定预期应用的各种修改。在附图中,为了清楚起见,可以夸大元件的形状和尺寸,并且相同的标号将始终被用于表示相同或相似的元件。

[0039] 将理解的是,尽管在这里可使用术语“第一”、“第二”等来描述各种元件,但是这些元件不应受这些术语的限制。这些术语仅用于将一个元件与另一个元件区分开来。

[0040] 实施例1

[0041] 本实施例提供了一种有机发光二极管,具体参照图1,根据本实施例的有机发光二极管包括依次叠层设置的阳极11、空穴注入层12、有机发光层13、电子传输层14和阴极15;其中,空穴注入层12的材料功函数与有机发光层13的材料最高占有轨道能级相匹配。

[0042] 具体来讲,有机发光层13的材料为最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料,对应地,空穴注入层12的材料功函数控制为5.5eV~6.0eV,即满足了二者之间的匹配,从而可获取优异的发光性能。

[0043] 更为具体地,在本实施例中,有机发光层13的材料为最高占有轨道能级为6.0eV的4,4'-二(9-咔唑)联苯:乙酰丙酮酸二(2-苯基苯并噻唑-C2,N)合铱(简称CBP:Ir(bt)₂(acac)),而空穴注入层12的材料为功函数约为5.95eV的聚(3,4-乙撑二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸-全氟化离子交联聚合物(简称PEDOT:PSS:PFI),且在该PEDOT:PSS:PFI中,三种单体PEDOT:PSS:PFI的质量之比为1:6:25.4。显然,本实施例中有机发光层13的材料能够发出黄色的光。

[0044] 优选地,考虑该有机发光二极管在制作过程中的工艺问题,一般在阳极11下方还会包括一个基板16,以形成阳极电极基板;同时,在阳极电极基板上还具有像素界定层17,该像素界定层17具有像素坑171,像素坑171使得阳极11得以暴露,而空穴注入层12、有机发光层13等功能层则位于该像素坑171内并依次叠层设置在该阳极11上。

[0045] 本实施例还提供了一种如上所述的有机发光二极管的制作方法,具体参照图2-图7,本实施例的制作方法包括下述步骤:

[0046] 步骤S1、在基板16上制作阳极11,形成阳极电极基板;如图2所示。

[0047] 在本实施例中,基板16具体为玻璃基板,而阳极11的材料为条状ITO。

[0048] 获得的阳极电极基板在制作其他功能层之前,优选经过有机溶液和无机溶液进行清洗,并在120℃~140℃下热板烘干并脱水20min~30min。

[0049] 步骤S2、在阳极11上打印空穴注入层12;如图3-图4所示。

[0050] 值得说明的是,一般地,考虑到打印空穴注入层12时能够准确控制其位置,一般在打印空穴注入层12之前,可先在阳极电极基板上制作像素界定层17,像素界定层17具有像素坑171,像素坑171朝向基板16的开口与阳极11相对,如此即可使阳极11得以暴露。

[0051] 优选地,为了保证后续空穴注入层、有机发光层等功能层获得更好的沉积效果,优选控制像素坑171远离基板16的开口尺寸大于朝向基板16的开口尺寸;换句话说,如图3中其剖面图呈倒置的梯形。

[0052] 像素坑171的开口形状可以是圆形、椭圆形、正方形等;由此,形成的像素坑171的形状可以对应是圆台状、椭圆台状、方台状等。

[0053] 具体来讲,像素界定层17的制作方法具体包括:(1)将经过脱泡处理的聚酰亚胺光刻胶以400rpm~600rpm的低速以及1800rpm~2200rpm的高速在阳极电极基板上旋涂,并在热板上于90℃~110℃下前烘3min~4min,获得表面均匀的光刻胶;(2)通过光刻曝光显影获得预制备的像素界定层17的像素图案;(3)通过氧气等离子体去除残胶,并在热板上于80℃~300℃下梯度升温6h~8h进行后烘烤。

[0054] 在像素坑171内打印其中三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:25.4的PEDOT:PSS:PFI,并在热板上于120℃~140℃下退火2h~3h,在阳极11上获得厚度为38nm~42nm的PEDOT:PSS:PFI膜层作为空穴注入层12。

[0055] 在本实施例中,采用打印工艺来制作空穴注入层12。

[0056] 步骤S3、在空穴注入层12上打印有机发光层13;如图5所示。

[0057] 具体来讲,为了获得本实施例上述图1中的有机发光层13,在像素坑171内的空穴注入层12上打印CBP:Ir(bt)₂(acac)墨水,并在真空烘箱中于80℃~100℃下退火2h~3h,在空穴注入层12上获得厚度为28nm~32nm的CBP:Ir(bt)₂(acac)膜层作为有机发光层13。

[0058] 步骤S4、在有机发光层13上依次制作电子传输层14和阴极15。

[0059] 首先,通过热蒸镀工艺在有机发光层13上、像素坑171的内壁上、以及像素界定层17的表面均匀沉积1,3,5-三(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯(简称TPBi),获得一层厚度为28nm~32nm的TPBi膜层作为电子传输层14;如图6所示。

[0060] 然后,在电子传输层14上采用对位掩膜热蒸镀沉积与阳极11呈直角排布的条状厚度为1.5nm~2nm/110nm~130nm的喹啉锂/铝电极(简称Liq/Al)作为阴极15;如图7所示。

[0061] 如此,在阳极11和阴极15的垂直方向的交叉处,即形成了本实施例的有机发光二极管。

[0062] 本实施例获得的有机发光二极管的最大发光亮度为6000cd/m²~6500cd/m²,最大电流效率为10cd/A,起亮电压为4V;本实施例提供的有机发光二极管表现出了优异的发光性能。

[0063] 实施例2

[0064] 在实施例2的描述中,与实施例1的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例1的不同之处。实施例2与实施例1的不同之处在于,在实施例2的有机发光二极管中,有机发光层的材料优选为最高占有轨道能级为5.6eV的聚[2-(4-(3',7'-二甲基辛氧基)-苯基)-对苯撑乙烯](简称P-PPV),而空穴注入层的材料为功函数约为5.95eV的PEDOT:PSS:PFI,且在该PEDOT:PSS:PFI中,三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:1.6。显然,本实施例中有机发光层的材料能够发出绿色的光。

[0065] 在本实施例的有机发光二极管的制作方法中,与实施例1中有机发光二极管的制作方法的相同之处在于,在步骤S2中,在像素坑内的阳极上打印其中三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:1.6的PEDOT:PSS:PFI,以形成空穴注入层;在步骤S3中,在像素坑内的空穴注入层上打印P-PPV墨水,并在真空烘箱中于120℃~140℃下退火2h~3h,在空穴注入层上获得厚度为75nm~85nm的P-PPV膜层作为有机发光层;其余参照实施例1中所述,获得本实施例的有机发光二极管。

[0066] 本实施例获得的有机发光二极管的最大发光亮度为 $8000\text{cd}/\text{m}^2 \sim 8500\text{cd}/\text{m}^2$,最大电流效率为 $15\text{cd}/\text{A}$,起亮电压为 3V ;本实施例提供的有机发光二极管表现出了优异的发光性能。

[0067] 实施例3

[0068] 在实施例3的描述中,与实施例1的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例1的不同之处。实施例3与实施例1的不同之处在于,在本实施例的有机发光二极管的制作过程中,在步骤S1中,采用柔性透明导电的聚亚酰胺(简称PI)作为阳极电极基板,其一方面充当基板,另一方面起到阳极的导电作用;其余参照实施例1所述的制作方法,获得有机发光二极管。

[0069] 本实施例获得的有机发光二极管的最大发光亮度为 $5000\text{cd}/\text{m}^2 \sim 5500\text{cd}/\text{m}^2$,最大电流效率为 $7\text{cd}/\text{A}$,起亮电压为 5V ;本实施例提供的有机发光二极管表现出了优异的发光性能。

[0070] 实施例4

[0071] 在实施例4的描述中,与实施例2的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例2的不同之处。实施例4与实施例2的不同之处在于,在本实施例的有机发光二极管的制作过程中,在步骤S1中,采用柔性透明导电的聚亚酰胺(简称PI)作为阳极电极基板,其一方面充当基板,另一方面起到阳极的导电作用;其余参照实施例1所述的制作方法,获得有机发光二极管。

[0072] 本实施例获得的有机发光二极管的最大发光亮度为 $7000\text{cd}/\text{m}^2 \sim 7500\text{cd}/\text{m}^2$,最大电流效率为 $12\text{cd}/\text{A}$,起亮电压为 3.5V ;本实施例提供的有机发光二极管表现出了优异的发光性能。

[0073] 当然,根据本发明的有机发光二极管的制作方法中,基板材料并不限于上述实施例1/2和实施例3/4中的刚性的ITO玻璃基板和柔性的透明导电膜,还可以是诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯(简称PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(简称PEN)、硅片、不锈钢片等柔性或刚性的物质。

[0074] 显然,根据本发明的上述实施例提供的有机发光二极管的制作方法中,为了使空穴注入层的材料功函数的与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配,可以对优选为PEDOT:PSS:PFI的空穴注入层材料中的单体的相对含量进行调整,以使该空穴注入层的材料的功函数控制在 $5.5\text{eV} \sim 6.0\text{eV}$ 的范围内。

[0075] 与此同时,根据本发明的有机发光二极管中有机发光层的材料也并不限于上述实施例中所述,还可以是如4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(1-苯基异喹啉-C2,N)合铱(简称CBP:Ir(piq)₃)、4,4'-二(9-咔唑)联苯:三(2-苯基吡啶-C2,N)合铱(简称CBP:Ir(ppy)₃)、4,4'-二(9-咔唑)联苯:双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酰合铱(简称CBP:FIrpic)等,上述三种发光材料对应发红光、绿光和蓝光,且三者的最高占有轨道能级均为 6.0eV ,相应地,优选功函数为 5.95eV 的PEDOT:PSS:PFI中,且其中三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:25.4即可。

[0076] 为了进一步说明根据本发明的上述有机发光二极管中,相互匹配的空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级,所带来的优异的发光性能,进行了对比实验。

[0077] 对比例1

[0078] 对比例1旨在通过与实施例1进行对比,以说明在与实施例1具有相同发光层材料的有机发光二极管中,相互匹配的空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级,对发光性能的影响。

[0079] 在对比例1的描述中,与实施例1的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例1的不同之处。对比例1与实施例1的不同之处在于,对比例1提供了另一种具有相同发光层材料、即发出同种颜色光的发光二极管,在该有机发光二极管中,其空穴注入层的材料替换为功函数为5.2eV的PEDOT:PSS;显然,在该有机发光二极管中,空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级之间相互不匹配,且能极差较大。

[0080] 在本对比例的有机发光二极管的制作方法中,与实施例1中有机发光二极管的制作方法的不同之处在于,在步骤S2中,在像素坑内打印PEDOT:PSS,并在热板上于120℃~140℃下退火2h~3h,在阳极上获得厚度为38nm~42nm的PEDOT:PSS膜层作为空穴注入层;其余参照实施例1中所述,获得本对比例的有机发光二极管。

[0081] 本对比例获得的有机发光二极管的最大发光亮度为2000cd/m²~2500cd/m²,最大电流效率为6cd/A,起亮电压升高为5.5V。

[0082] 将本对比例获得的有机发光二极管与实施例1获得的有机发光二极管的发光性能进行比较,可以看出,本对比例获得的有机发光二极管的最大发光亮度及最大电流效率均出现了大幅度下降,且起亮电压也出现了大幅上升,其发光性能呈现出明显的下降;这是由于本对比例中空穴注入层的材料的功函数为5.2eV,而对应的基于小分子发光材料的有机发光层的最高占有轨道能级为6.0eV,二者之间的不匹配将导致空穴注入发光层困难。

[0083] 对比例2

[0084] 对比例2旨在通过与实施例2进行对比,以说明在有机发光二极管中,相互匹配的空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级,对发光性能的影响。

[0085] 在对比例2的描述中,与实施例2的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例2的不同之处。对比例2与实施例2的不同之处在于,对比例2提供了另一种具有相同发光层材料、即发出同种颜色光的发光二极管,在该有机发光二极管中,其空穴注入层的材料替换为功函数为5.2eV的PEDOT:PSS;显然,在该有机发光二极管中,空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级之间相互不匹配,且能极差较大。

[0086] 在本对比例的有机发光二极管的制作方法中,与实施例2中有机发光二极管的制作方法的不同之处在于,在步骤S2中,在像素坑内打印PEDOT:PSS,并在热板上于120℃~140℃下退火2h~3h,在阳极上获得厚度为38nm~42nm的PEDOT:PSS膜层作为空穴注入层;其余参照实施例2中所述,获得本对比例的有机发光二极管。

[0087] 本对比例获得的有机发光二极管的最大发光亮度为5000cd/m²~5500cd/m²,最大电流效率为12cd/A,起亮电压升高为4.5V。

[0088] 将本对比例获得的有机发光二极管与实施例2获得的有机发光二极管的发光性能进行比较,可以看出,本对比例获得的有机发光二极管的最大发光亮度及最大电流效率均出现了下降,且起亮电压也出现了上升,其发光性能呈现出明显的下降;这是由于本对比例中空穴注入层的材料的功函数为5.2eV,而对应的基于聚合物发光材料的有机发光层的最高占有轨道能级为6.0eV,二者之间的不匹配将导致空穴注入发光层困难。

高占有轨道能级为5.6eV,二者之间的不匹配将导致空穴注入发光层困难。

[0089] 实施例5

[0090] 本实施例提供了一种像素结构,具体参照图8,根据本实施例的像素结构包括依次排列的红色子像素21、绿色子像素22和蓝色子像素23,每一种颜色的子像素分别包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极;在每一种颜色的子像素中,空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配。

[0091] 具体来讲,红色子像素21包括依次叠层设置的第一阳极211、第一空穴注入层212、第一有机发光层213、第一电子传输层和第一阴极;其中,第一空穴注入层212的材料的功函数与第一有机发光层213的材料的最高占有轨道能级相匹配。

[0092] 绿色子像素22包括依次叠层设置的第二阳极221、第二空穴注入层222、第二有机发光层223、第二电子传输层和第二阴极;其中,第二空穴注入层222的材料的功函数与第二有机发光层223的材料的最高占有轨道能级相匹配。

[0093] 蓝色子像素23包括依次叠层设置的第三阳极231、第三空穴注入层232、第三有机发光层233、第三电子传输层和第三阴极;其中,第三空穴注入层232的材料的功函数与第三有机发光层233的材料的最高占有轨道能级相匹配。

[0094] 更为具体地,在三种颜色的子像素21、22、23中,对应的三种有机发光层213、223、233的材料均为最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料;相应地,在三种颜色的子像素中,对应的三种空穴注入层212、222、232的材料的功函数均为5.5eV~6.0eV。

[0095] 进一步地,第一空穴注入层212、第二空穴注入层222和第三空穴注入层232的材料均优选为PEDOT:PSS:PFI。

[0096] 更进一步地,第一有机发光层213的材料优选为CBP:Ir(piq)₃;第二有机发光层223的材料优选为CBP:Ir(ppy)₃;第三有机发光层233的材料优选为CBP:FIrpic。

[0097] 考虑该像素结构在制作过程中的工艺问题,以红色子像素21为例,一般在第一阳极211下方还会包括一个第一基板,以形成阳极电极基板;同时,在阳极电极基板上还具有第一像素界定层,该第一像素界定层具有红色子像素坑241,红色子像素坑241使得第一阳极211得以暴露,而第一空穴注入层212、第一有机发光层213等功能层则位于该红色子像素坑241内并叠层设置在该第一阳极211上。绿色子像素22、蓝色子像素23同理。

[0098] 优选地,第一基板、第二基板、第三基板一体成型并连成一整体的基板25;第一阳极211、第二阳极221、第三阳极231一般一次成型;第一像素界定层、绿色子像素22中的第二像素界定层、蓝色子像素23中的第三像素界定层一体成型形成像素界定层24,其对应包括红色子像素坑241、绿色子像素坑242和蓝色子像素坑243;第一电子传输层、第二电子传输层、第三电子传输层一体成型并连成一整体的电子传输层26;第一阴极、第二阴极、第三阴极也一体成型并连成一整体的阴极27。

[0099] 值得说明的是,在本实施例的像素结构中,若第一有机发光层213、第二有机发光层223以及第三有机发光层233所选用的材料的最高占有轨道能级相同或相近,则为了方便制作,可选用相同的空穴注入层材料,即第一空穴注入层212、第二空穴注入层222和第三空穴注入层232的材料均相同,且可一次性打印形成第一空穴注入层212、第二空穴注入层222和第三空穴注入层232,而无需分批次打印。

[0100] 本实施例还提供了一种如上所述的像素结构的制作方法,具体参照图9,本实施例的制作方法包括下述步骤:

[0101] 步骤Q1、在基板25上制作阳极,形成阳极电极基板;如图10所示。

[0102] 在本实施例中,基板25具体为玻璃基板;而该阳极即为预制作的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素中的第一阳极211、第二阳极221、第三阳极231的连续的整体,其材料均为条状ITO。

[0103] 获得的阳极电极基板在制作其他功能层之前,优选经过有机溶液和无机溶液进行清洗,并在120℃~140℃下热板烘干并脱水20min~30min。

[0104] 步骤Q2、在阳极电极基板上制作像素界定层24;如图11所示。

[0105] 该像素界定层24包括若干红色子像素坑241、绿色子像素坑242和蓝色子像素坑243。

[0106] 每一种颜色的子像素坑朝向基板25的开口与阳极相对,如此即可使阳极得以暴露。换句话说,红色子像素坑241朝向基板25的开口与第一阳极211相对以使第一阳极211暴露;绿色子像素坑242朝向基板25的开口与第二阳极221相对以使第二阳极221暴露;蓝色子像素坑243朝向基板25的开口与第三阳极231相对以使第三阳极231暴露。

[0107] 优选地,控制每一种颜色的子像素坑远离基板25的开口尺寸大于朝向基板25的开口尺寸;如图11中其剖面图呈倒置的等腰梯形。

[0108] 每一种颜色的子像素坑的开口形状可以是圆形、椭圆形、正方形等;由此,对应形成的每一种颜色的子像素坑的形状可以对应是圆台状、椭圆台状、方台状等。

[0109] 具体来讲,像素界定层24的制作方法具体包括:(1)将经过脱泡处理的聚酰亚胺光刻胶以400rpm~600rpm的低速以及1800rpm~2200rpm的高速在阳极电极基板上旋涂,并在热板上于90℃~110℃下前烘3min~4min,获得表面均匀的光刻胶;(2)通过光刻曝光显影获得预制备的像素界定层24的像素图案;(3)通过氧气等离子体去除残胶,并在热板上于80℃~300℃下梯度升温6h~8h进行后烘烤。

[0110] 步骤Q3、在每一种颜色的子像素坑中的阳极上打印空穴注入层;如图12所示。

[0111] 具体来讲,在预制作的红色子像素中,其有机发光层的材料为最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料,其空穴注入层的材料的功函数为5.8eV~6.0eV;在本实施例中,有机发光层的材料为最高占有轨道能级为6.0eV的CBP:Ir(piq)₃,空穴注入层的材料为三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:25.4的PEDOT:PSS:PFI。

[0112] 在预制作的绿色子像素中,其有机发光层的材料为最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料,其空穴注入层的材料的功函数为5.8eV~6.0eV;在本实施例中,有机发光层的材料为最高占有轨道能级为6.0eV的CBP:Ir(ppy)₃,空穴注入层的材料为三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:25.4的PEDOT:PSS:PFI。

[0113] 在预制作的蓝色子像素中,其有机发光层的材料为最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料,其空穴注入层的材料的功函数为5.8eV~6.0eV;在本实施例中,有机发光层的材料为最高占有轨道能级为6.0eV的CBP:FIrpic,空穴注入层的材料为三种单体PEDOT、PSS、PFI的质量之比为1:6:25.4

的PEDOT:PSS:PFI。

[0114] 由此,在本实施例中,即可在红色子像素坑241、绿色子像素坑242和蓝色子像素坑243内均打印上述PEDOT:PSS:PFI,并在热板上于120℃~140℃下退火2h~3h,从而分别在第一阳极211、第二阳极221和第三阳极231上均获得厚度为38nm~42nm的PEDOT:PSS:PFI膜层、并对应作为第一空穴注入层212、第二空穴注入层222和第三空穴注入层232。

[0115] 步骤Q4、在每一种颜色的子像素坑中,按照该子像素坑对应的子像素的颜色分别在该子像素坑中的空穴注入层上打印有机发光层;如图13所示。

[0116] 具体来讲,在预制作的红色子像素中,在红色像素坑241内的第一空穴注入层212上打印最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料、优选为CBP:Ir(piq)₃墨水,并在真空烘箱中于80℃~100℃下退火2h~3h,在第一空穴注入层212上获得厚度为28nm~32nm的CBP:Ir(piq)₃膜层作为第一有机发光层213。

[0117] 在预制作的绿色子像素中,在绿色子像素坑242内的第二空穴注入层222上打印最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料、优选为CBP:Ir(ppy)₃墨水,并在真空烘箱中于80℃~100℃下退火2h~3h,在第二空穴注入层222上获得厚度为28nm~32nm的CBP:Ir(ppy)₃膜层作为第二有机发光层223。

[0118] 在预制作的蓝色子像素中,在蓝色子像素坑243内的第三空穴注入层232上打印最高占有轨道能级为5.5eV~6.2eV的聚合物发光材料或分子量不超过1000的有机小分子发光材料、优选为CBP:FIrpic墨水,并在真空烘箱中于80℃~100℃下退火2h~3h,在第三空穴注入层232上获得厚度为28nm~32nm的CBP:FIrpic膜层作为第三有机发光层233。

[0119] 步骤Q5、在每一种颜色的子像素坑的有机发光层上、每一种颜色的子像素坑的内壁上、及像素界定层的表面上依次制作电子传输层和阴极。

[0120] 具体来讲,首先,通过热蒸镀工艺在每一种颜色的子像素坑内的有机发光层上、每一种颜色的子像素坑的内壁上、以及像素界定层25的表面均匀沉积TPBi,获得一层厚度为28nm~32nm的TPBi膜层作为电子传输层26;如图14所示。

[0121] 该电子传输层26为预制作的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素中的第一电子传输层、第二电子传输层、第三电子传输层的连续的整体。

[0122] 然后,在电子传输层26上采用对位掩膜热蒸镀沉积与阳极呈直角排布的条状厚度为1.5nm~2nm/110nm~130nm的喹啉锂/铝电极(简称Liq/Al)作为阴极27。

[0123] 该阴极27为预制作的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素中的第一阴极、第二阴极、第三阴极的连续的整体。

[0124] 如此,在第一阳极211和第一阴极的垂直方向的交叉处,即形成了红色子像素21;在第二阳极221和第二阴极的垂直方向的交叉处,即形成了绿色子像素22;在第三阳极231和第三阴极的垂直方向的交叉处,即形成了蓝色子像素23;依序排列的红色子像素21、绿色子像素22和蓝色子像素23即形成了本实施例的像素结构。

[0125] 本实施例获得的像素结构中红色子像素21的最大发光亮度为7500cd/m²~8000cd/m²,最大电流效率为20cd/A,起亮电压为3V;绿色子像素22的最大发光亮度为13000cd/m²~15000cd/m²,最大电流效率为30cd/A,起亮电压为3V;蓝色子像素23的最大发光亮度为4500cd/m²~5000cd/m²,最大电流效率为10cd/A,起亮电压为4V;本实施例提供的

像素结构中的每一种颜色的子像素表现出了优异的发光性能。

[0126] 实施例6

[0127] 在实施例6的描述中,与实施例5的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例5的不同之处。实施例6与实施例5的不同之处在于,在本实施例的像素结构的制作过程中,在步骤Q1中,采用柔性透明导电的聚亚酰胺(简称PI)作为阳极电极基板,其一方面充当基板,另一方面起到阳极的导电作用;其余参照实施例5所述的制作方法,获得像素结构。

[0128] 本实施例获得的像素结构中红色子像素、绿色子像素、蓝色子像素的最大发光亮度分别为 $6500\text{cd/m}^2 \sim 7000\text{cd/m}^2$ 、 $10000\text{cd/m}^2 \sim 11000\text{cd/m}^2$ 、 $3500\text{cd/m}^2 \sim 4000\text{cd/m}^2$,最大电流效率分别为 16cd/A 、 25cd/A 、 8cd/A ,起亮电压分别为 4V 、 4V 、 5V ;本实施例提供的像素结构中的每一种颜色的子像素表现出了优异的发光性能。

[0129] 当然,根据本发明的像素结构的制作方法中,基板材料并不限于上述实施例5和实施例6中的刚性的ITO玻璃基板和柔性的透明导电膜,还可以是诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯(简称PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(简称PEN)、硅片、不锈钢片等柔性或刚性的物质。

[0130] 为了进一步说明根据本发明的上述像素结构中,在每一种颜色子像素中,相互匹配的空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级,所带来的优异的发光性能,进行了对比实验。

[0131] 对比例3

[0132] 对比例3旨在通过与实施例5进行对比,以说明在与实施例5具有相同有机发光层材料的像素结构中,相互匹配的空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级,对发光性能的影响。

[0133] 在对比例3的描述中,与实施例5的相同之处在此不再赘述,只描述与实施例5的不同之处。对比例3与实施例5的不同之处在于,对比例3提供了另一种具有相同发光层材料、即发出同种颜色光的像素结构,在该像素结构的每一种颜色的子像素中,其空穴注入层的材料均替换为功函数为 5.2eV 的PEDOT:PSS;显然,在该像素结构的每一种颜色的子像素中,空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级之间均相互不匹配,且能级差较大。

[0134] 在本对比例的像素结构的制作方法中,与实施例5中像素结构的制作方法的相同之处在于,在步骤Q2中,在每一种颜色的子像素对应的像素坑内打印PEDOT:PSS,并在热板上于 $120^\circ\text{C} \sim 140^\circ\text{C}$ 下退火 $2\text{h} \sim 3\text{h}$,在阳极上获得厚度为 $38\text{nm} \sim 42\text{nm}$ 的PEDOT:PSS膜层作为第一空穴注入层、第二空穴注入层和第三空穴注入层;其余参照实施例5中所述,获得本对比例的像素结构。

[0135] 本对比例获得的像素结构中红色子像素、绿色子像素、蓝色子像素的最大发光亮度分别为 $3500\text{cd/m}^2 \sim 4000\text{cd/m}^2$ 、 $8000\text{cd/m}^2 \sim 8500\text{cd/m}^2$ 、 $2000\text{cd/m}^2 \sim 2500\text{cd/m}^2$,最大电流效率分别为 12cd/A 、 20cd/A 、 6cd/A ,起亮电压分别为 4.5V 、 4.5V 、 5.5V 。

[0136] 将本对比例获得的像素结构与实施例5获得的像素结构的发光性能进行比较,可以看出,本对比例获得的像素结构中的每一种颜色的子像素的最大发光亮度及最大电流效率均出现了大幅度下降,且起亮电压也出现了大幅上升,其发光性能呈现出明显的下降;这是由于本对比例中空穴注入层的材料的功函数为 5.2eV ,而对应的有机发光层的材料的最高占有轨道能级为 6.0eV ,二者之间的不匹配将导致空穴注入发光层困难。

[0137] 虽然已经参照特定实施例示出并描述了本发明,但是本领域的技术人员将理解:在不脱离由权利要求及其等同物限定的本发明的精神和范围的情况下,可在此进行形式和细节上的各种变化。

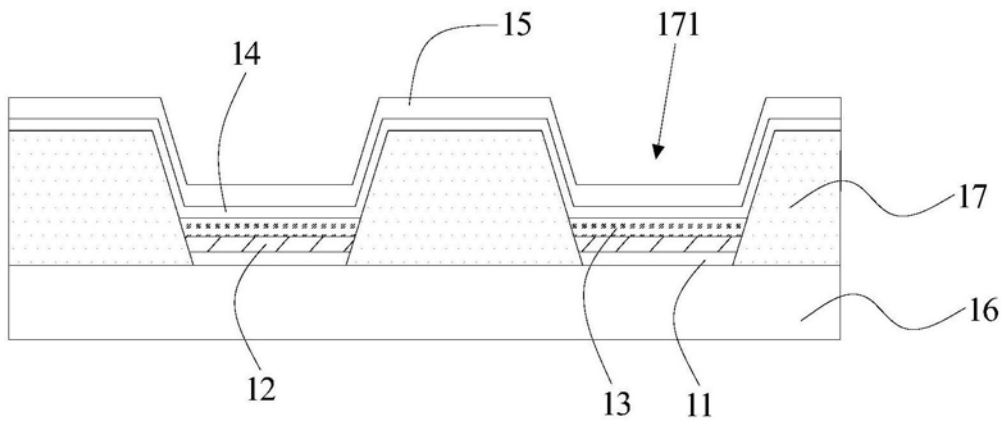


图1

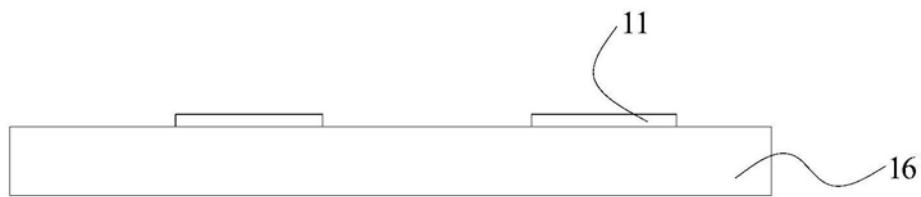


图2

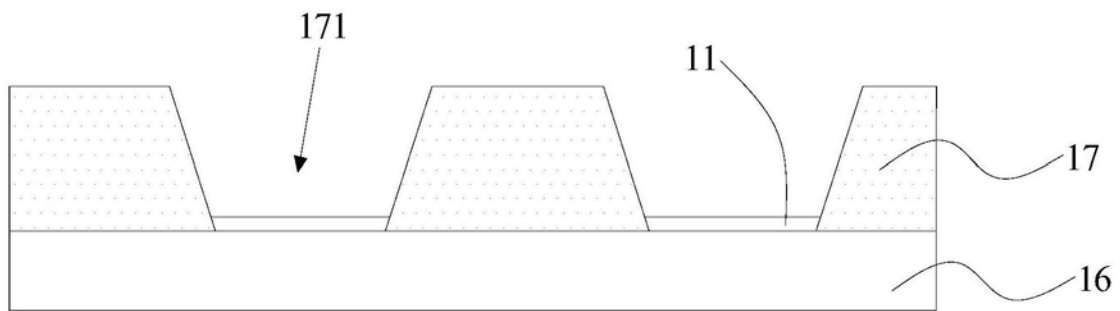


图3

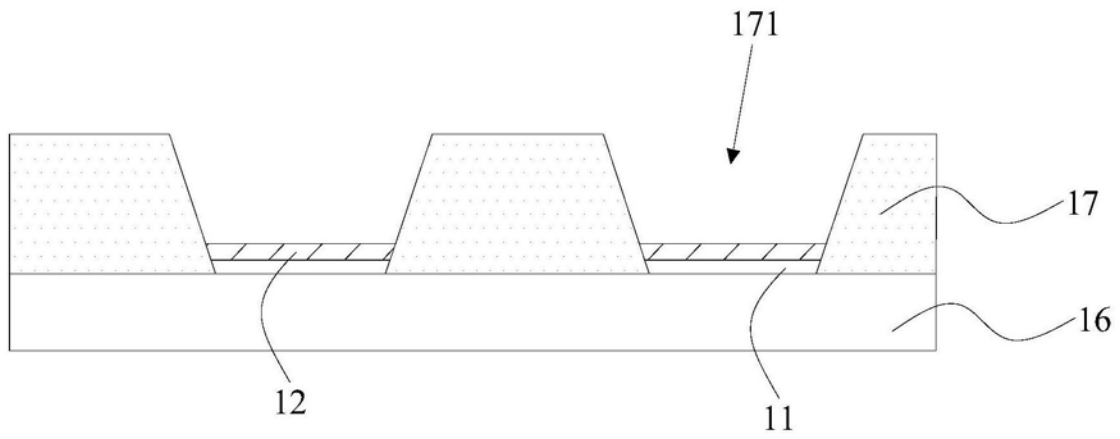


图4

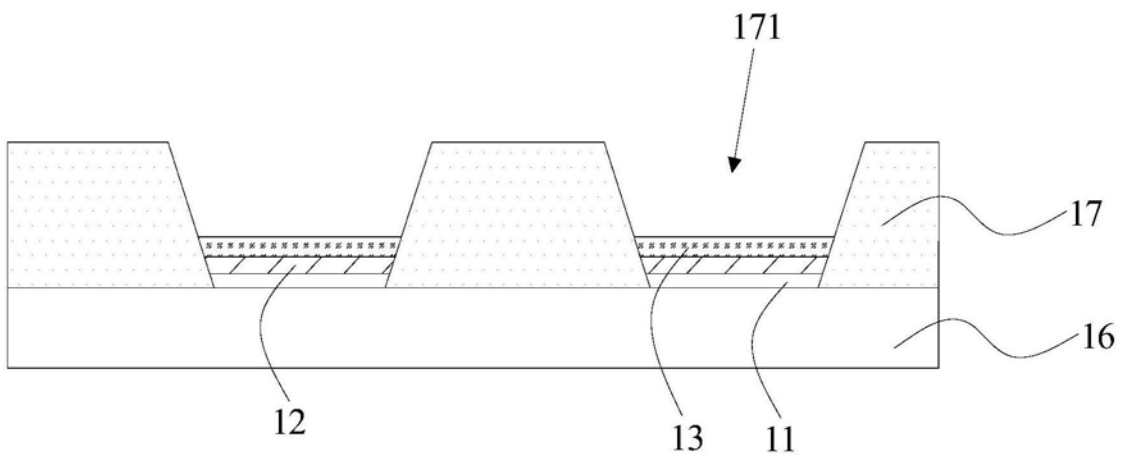


图5

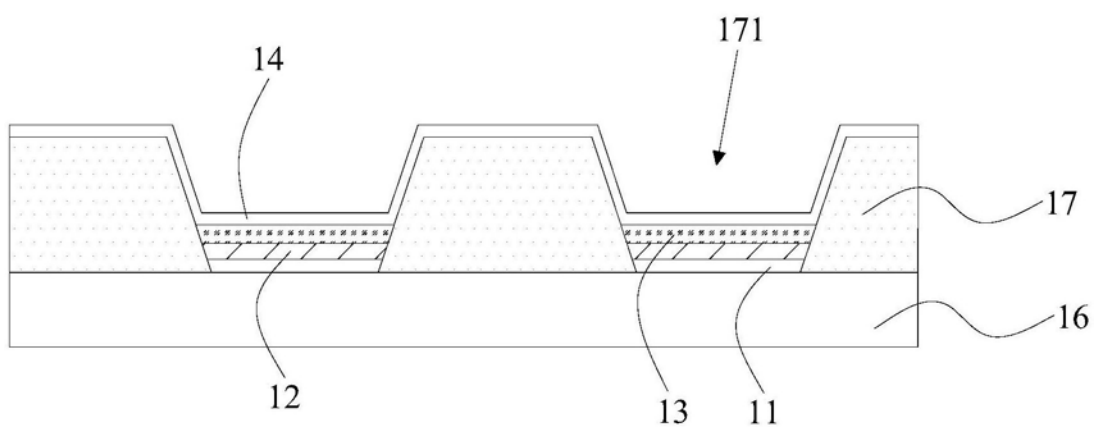


图6

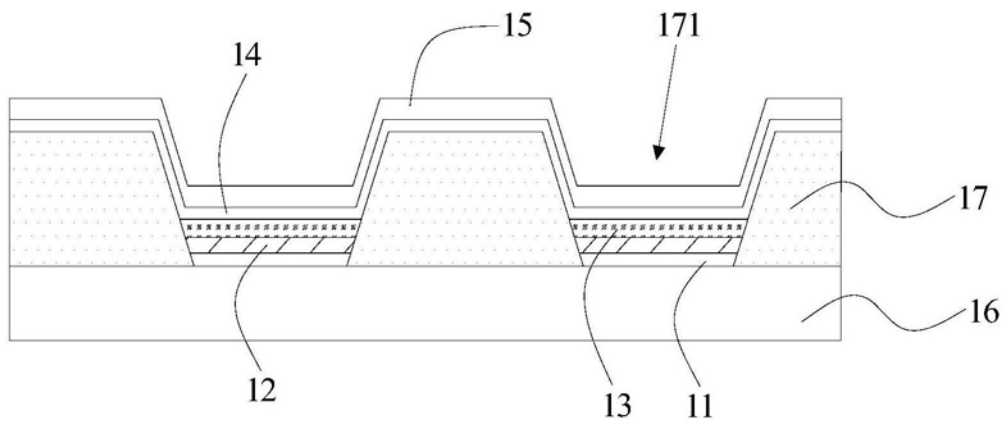


图7

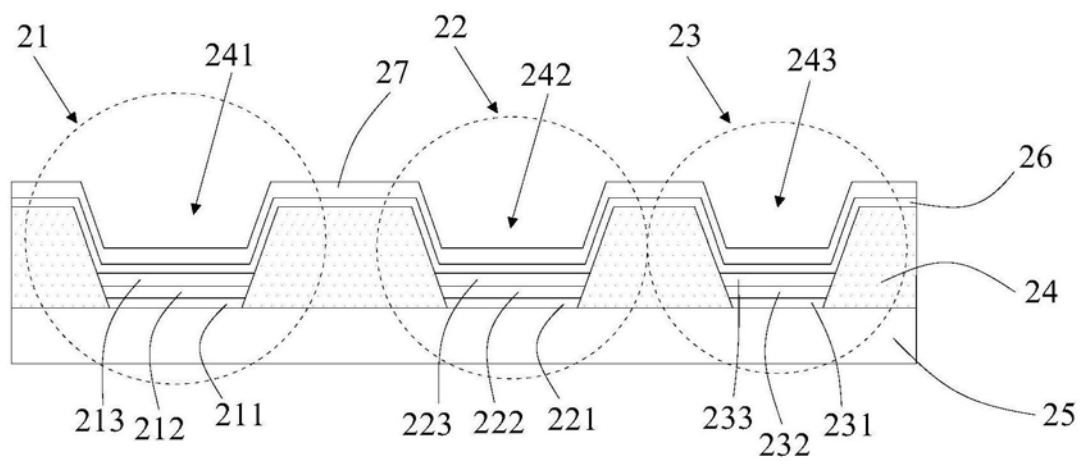


图8

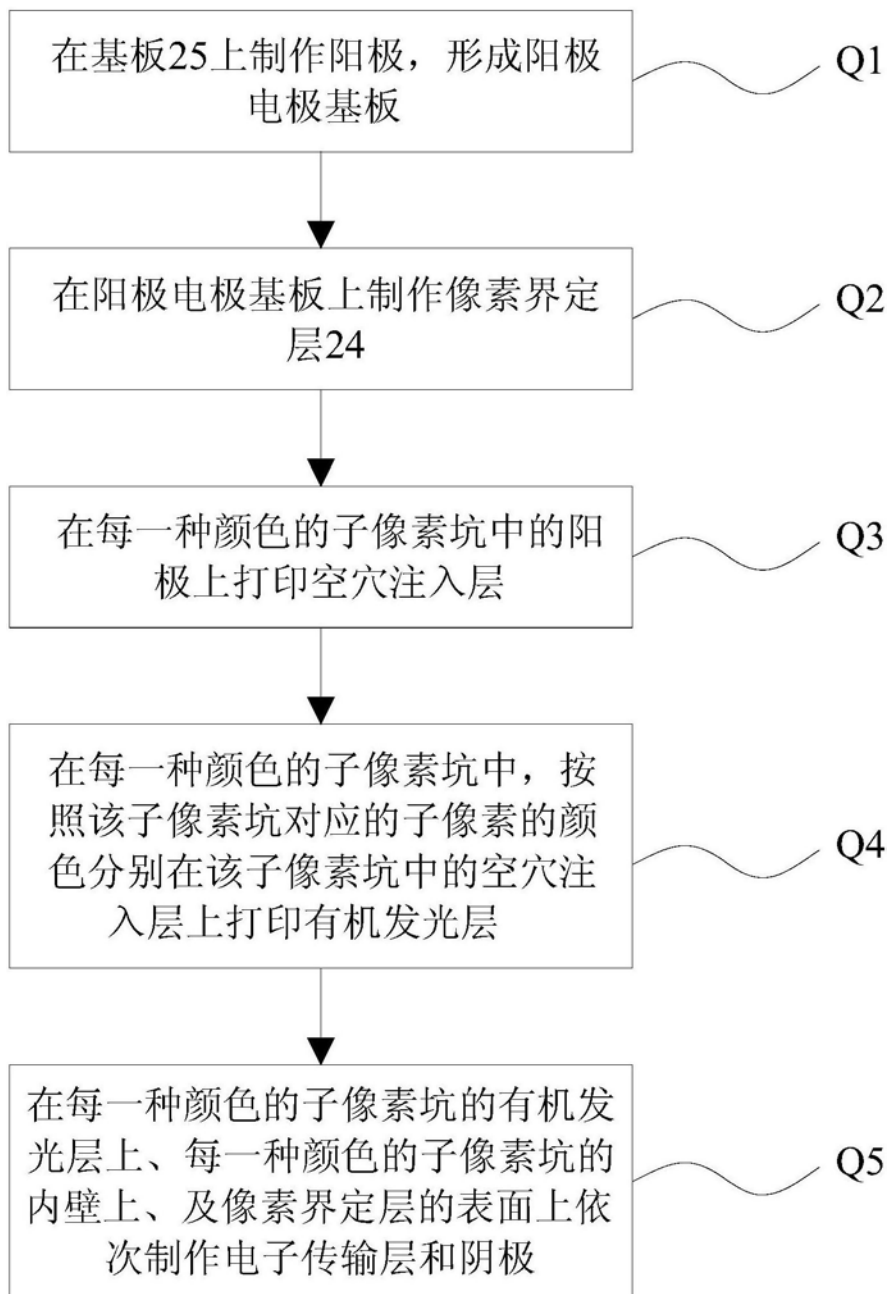


图9

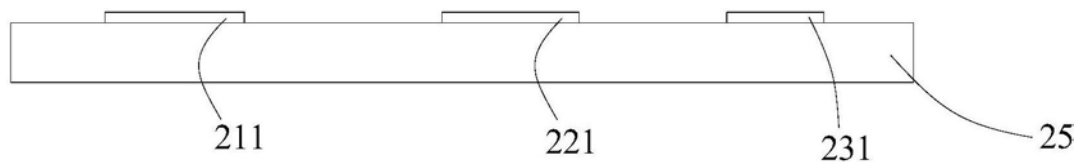


图10

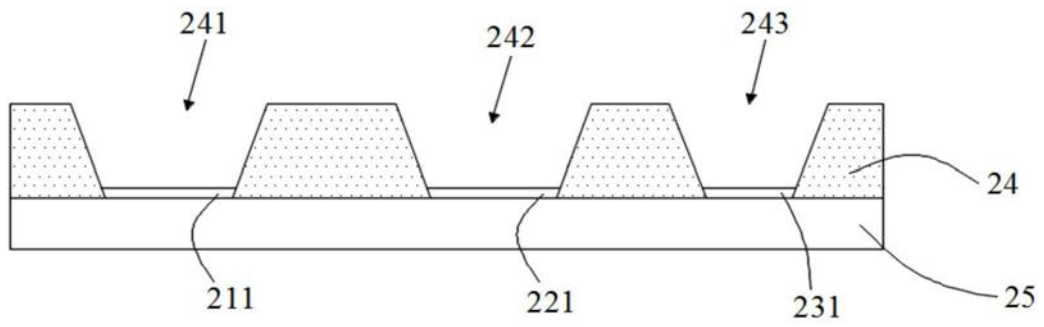


图11

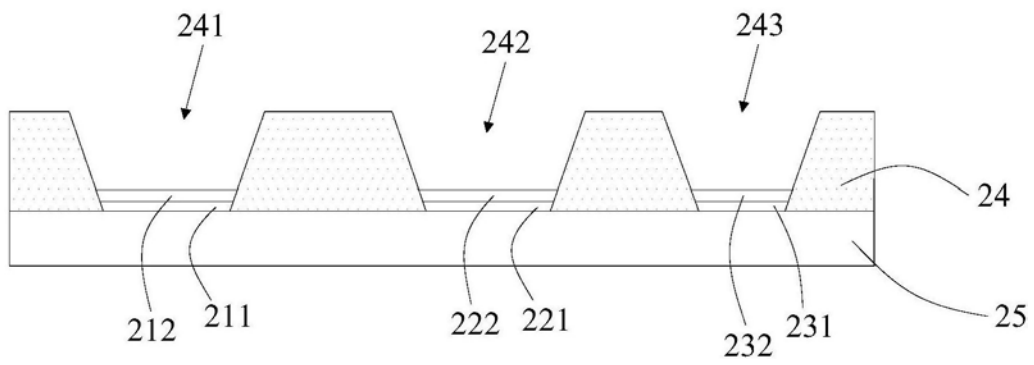


图12

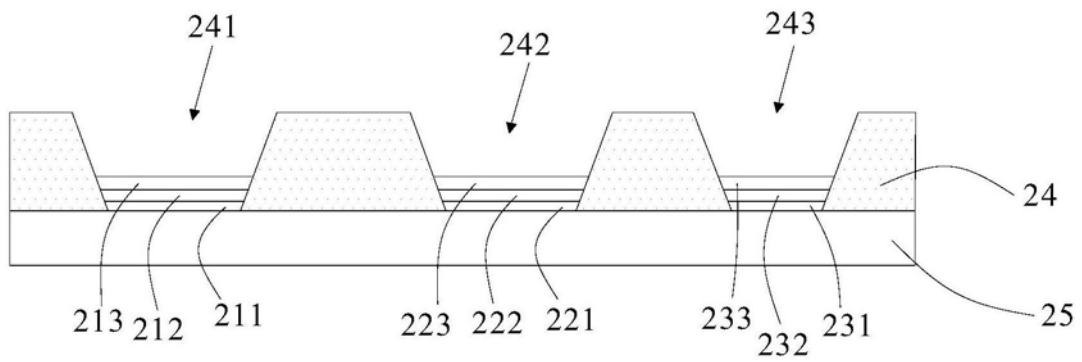


图13

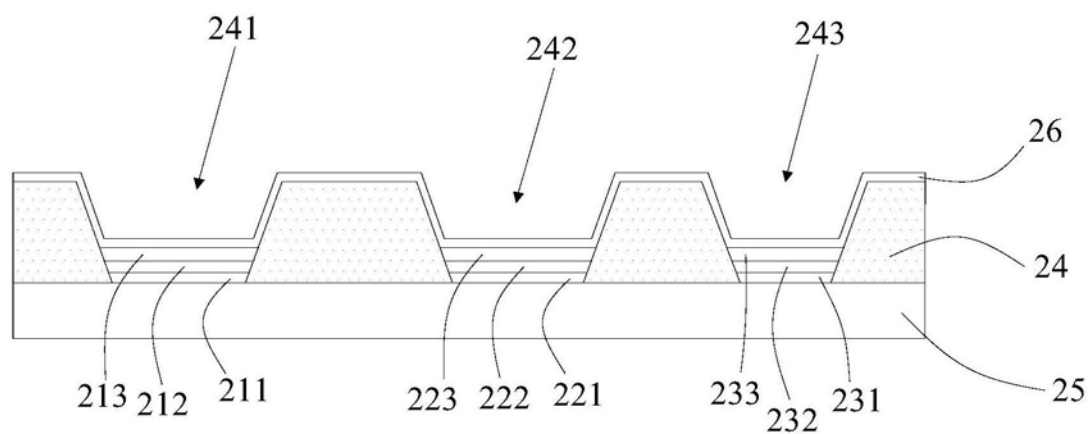


图14

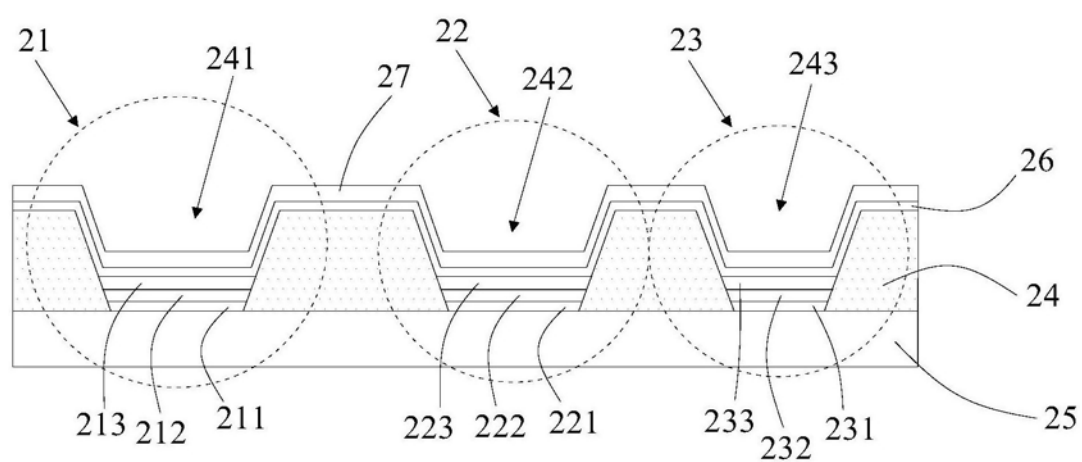


图15

专利名称(译)	有机发光二极管及其制作方法、像素结构及其制作方法		
公开(公告)号	CN108807698A	公开(公告)日	2018-11-13
申请号	CN2017110283547.0	申请日	2017-04-26
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所		
[标]发明人	张东煜 陈文斌 苏文明 郭文瑞		
发明人	张东煜 陈文斌 苏文明 郭文瑞		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54 H01L51/56 H01L27/32		
代理人(译)	孙伟峰		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种有机发光二极管，包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极；空穴注入层的功函数与有机发光层的最高占有轨道能级相匹配。本发明还公开了一种像素结构，包括依次排列的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素，每一种颜色的子像素包括依次叠层设置的阳极、空穴注入层、有机发光层、电子传输层和阴极；在每一种颜色子像素中，空穴注入层的功函数与有机发光层的最高占有轨道能级均相匹配。本发明提供的有机发光二极管及像素结构在制作过程中通过合理选择材料及打印工艺，实现了空穴注入层的材料的功函数与有机发光层的材料的最高占有轨道能级相匹配，使得该有机发光二极管以及像素结构能实现优异的发光性能。

