



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113412543 A

(43) 申请公布日 2021.09.17

(21) 申请号 202080012770.1

(22) 申请日 2020.02.05

(30) 优先权数据

1901164 2019.02.06 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2020/000023 2020.02.05

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/161400 FR 2020.08.13

(71) 申请人 麦克罗欧莱德公司

地址 法国格勒诺布尔

(72) 发明人 贡特尔·哈斯 伯努瓦·迪格勒尼

迈克尔·汤姆施克

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 张娜 李荣胜

(51) Int.Cl.

H01L 27/32 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/52 (2006.01)

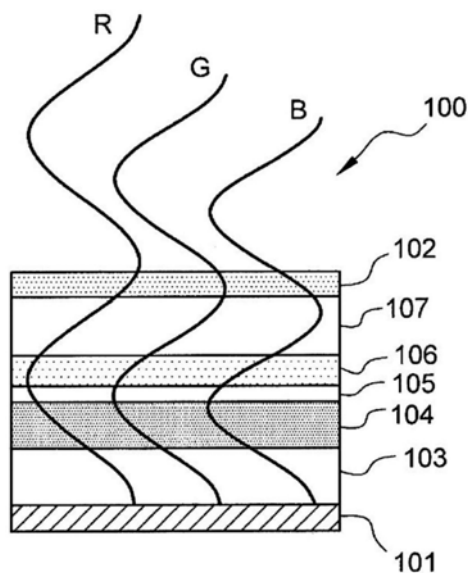
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

电致发光显示装置

(57) 摘要

一种具有有机电致发光层的矩阵显示装置(100),依次包括:基板、第一控制电极(101)、至少包括第一有机电致发光层(104)的第一发光组件、至少包括第二有机电致发光层(106)的第二发光组件、具有与所述第一电极相反的极性并且相对于由所述电致发光层发射的光至少部分透明的第二电极(102);所述控制电极(101)被构造为形成显示矩阵;所述装置的特征在于,有机层的平均折射率与所述控制电极(101)的与基板相对的表面和所述第二电极(102)在基板侧的表面之间的距离的乘积在125nm和205nm之间。



1. 一种具有有机电致发光层的矩阵显示装置(100),依次包括:
基板,
第一控制电极(101),
第一发光组件,其包括至少一个第一有机电致发光层(104),
第二发光组件,其包括至少一个第二有机电致发光层(106),
第二电极(102),其具有与所述第一电极相反的极性,并且对于由所述电致发光层发射的光至少部分透明;

所述控制电极(101)被构造为形成显示矩阵;

所述装置的特征在于,

所述有机层的平均折射率与所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第二电极(102)在基板侧的表面之间的距离的乘积在125nm和205nm之间,优选地在145nm和195nm之间,并且更优选地在155nm和180nm之间;

所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第一电致发光层(104)的与所述基板相对的表面之间的距离在所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第二电极(102)在基板侧的表面之间的距离的0.3倍和0.5倍之间,并且优选地在所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第二电极(102)在基板侧的表面之间的距离的0.35倍和0.45倍之间;

所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第二电致发光层(106)的与所述基板相对的表面之间的距离在所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第二电极(102)在基板侧的表面之间的距离的0.75倍和0.95倍之间,并且优选地在所述控制电极(101)的与所述基板相对的表面和所述第二电极(102)在基板侧的表面之间的距离的0.8倍和0.9倍之间;

所述第一发光组件和所述第二发光组件由提供以下功能中的至少一种的至少一个功能层分开:(i)空穴阻挡和电子传输;(ii)电子传输;(iii)电子注入;(iv)空穴注入;(v)空穴传输;(vi)电子阻挡和空穴传输;并且所述第一发光组件和所述第二发光组件优选地由这六个功能层的叠层分开,每个功能层提供这六种功能之一;

所述第一有机电致发光层和所述第一电极由提供以下功能中的至少一种的至少一个功能层分开:(i)空穴阻挡和电子传输;(ii)空穴注入;(iii)空穴传输;并且优选地由这三层的叠层分开,每层提供这三种功能中的一种;

所述装置依次包括:

- (1) 基板;
- (2) 第一电极层,其是阳极;
- (3) 第一空穴注入层,其厚度在0.4nm和1.5nm之间;
- (4) 空穴传输层,其厚度在4nm和10nm之间;
- (5) 第一电子阻挡和空穴传输层,其厚度在4nm和10nm之间;
- (6) 第一电致发光层,其厚度在10nm和30nm之间,并且优选地在15nm和25nm之间;
- (7) 第一空穴阻挡和电子传输层,其厚度在3nm和7nm之间;
- (8) 第一电子传输层,其厚度在3nm和7nm之间;
- (9) 第二空穴注入层,其厚度在0.4nm和1.5nm之间;

- (10) 第二空穴传输层,其厚度在3nm和7nm之间;
- (11) 第二电子阻挡和空穴传输层,其厚度为在4nm和10nm之间;
- (12) 第二电致发光层,其厚度在10nm和30nm之间,并且优选地在15nm和25nm之间;
- (13) 第二空穴阻挡和电子传输层,其厚度在4nm和10nm之间;
- (14) 第二电子传输层,其厚度在3nm和7nm之间;
- (15) 第一电子注入层,其是可选的;

(16) 第二电极层,其是阴极,对于由所述电致发光层发射的光至少部分透明,并且其厚度在5nm和25nm之间,并且优选在8nm和20nm之间。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述层(15)具有在1.2nm和2.5nm之间的厚度。

3. 根据权利要求1或2所述的装置,其特征在于,所述层具有以下厚度:(3) 0.7nm至1.3nm; (4) 5nm至9nm; (5) 5nm至9nm; (6) 15nm至25nm,并且优选17nm至23nm; (7) 4nm至6nm; (8) 4nm至6nm; (9) 0.7nm至1.3nm; (10) 4nm至6nm; (11) 5nm至9nm; (12) 15nm至25nm,并且优选17nm至23nm; (13) 5nm至9nm; (14) 4nm至6nm; (15) 1.7nm至2.3nm; (16) 8nm至20nm,并且优选10nm至15nm。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置不包括所述第一电子注入层(15)。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其特征在于,所述第一电致发光层是荧光层,优选具有蓝光发射,并且其特征在于,所述第二电致发光层是磷光层,优选具有黄光发射。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其特征在于,所述第二电致发光层是荧光层,优选具有蓝光发射,并且其特征在于,所述第一电致发光层是磷光层,优选具有黄光发射。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其特征在于,所述第一电致发光层是荧光层,优选具有蓝光发射,并且其特征在于,所述第二电致发光层是磷光层,优选具有红光和绿光发射。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其特征在于,所述第二电致发光层是荧光层,优选具有蓝光发射,并且其特征在于,所述第一电致发光层是磷光层,优选具有红光和绿光发射。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的装置,其特征在于,所述第二电极是所有像素共用的电极。

电致发光显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光电子装置和部件的领域,更准确地说,涉及OLED(有机发光装置)型电致发光装置。更特别地,本发明涉及提高串联型OLED装置的显示颜色范围的可靠性。

背景技术

[0002] OLED(“有机电致发光装置”)对平面屏幕照明系统和薄屏幕产生了相当大的兴趣。“顶部发射”型OLED装置是特别已知的,有时由符号TOLED(“顶部发射OLED”)表示,其以叠层的形式实现,该叠层包括控制电极(在显示装置的情况下被像素化)、至少一个OLED发射层和(半)透明电极。

[0003] 优化这些装置必须考虑许多电子和光学方面。从光学的观点来看,这些装置形成由控制电极的反射表面和半透明电极的外表面界定的腔,如在许多出版物中所描述的,例如,J.Cao等人于2007年在review Current Applied Physics 7,p.300-304中公开的“由具有微腔结构的基于白色的顶部发射有机发光二极管产生的RGB三色(RGB tricolor produced by white-based top-emitting organic light-emitting diodes with microcavity structure)”、以及S.Hofmann等人于2010年在review Applied Physics Letters 97,p.253308-1to 253308-3中公开的“顶部发射有机发光二极管:腔设计的影响(Top-emitting organic light-emitting diodes:influence of cavity design)”。这种微腔效应使这些装置的设计变得复杂。J.Lee等人于2012年在review Optics Letters 37(11),p.2007-2009中公开的“微腔和介电覆盖层对双向有机发光二极管的组合效应(Combined effects of microcavity and dielectric capping layer on bidirectional organic light-emitting diodes)”针对具有顶部发射和底部发射的OLED装置分析了这个问题。

[0004] OLED装置的工作寿命随着电流密度或亮度的增加而降低,因为大量电荷载流子(空穴和电子)穿过电致发光有机层引起有机组分的二次电化学反应。然而,人们正在寻求具有高亮度的OLED装置,并且它们的工作寿命构成了重要的关键。解决这个问题的一种具体方式是使用两个或更多个重叠的OLED二极管(称为“串联”的装置),其目的在于在高亮度下达到更长的工作寿命。串联OLED装置是特别已知的,其中至少两个OLED发射层各自发射不同颜色的光,以便在透明电极的输出处获得白光,然后白光可以通过置于装置前表面上的光学滤色器以形成允许彩色显示的彩色子像素。

[0005] 更准确地说,在串联OLED结构中,几个(通常两个)电致发光单元串联堆叠,通过互连层(如透明导电层(TCL)或电荷产生层(CGL))连接。此外,电子注入层(EIL)还在降低第一电致发光单元中的TCL或CGL的电子注入势垒中起重要作用。在相同的电流密度下,与单个电致发光装置相比,具有两个重叠的电致发光单元的串联OLED装置可以具有双倍的亮度。这满足了提供高亮度显示屏(对于彩色屏幕通常大于 1000cd/m^2)的目的。因此,串联OLED装置的有效性和工作寿命可以比具有单个单元的常规OLED装置的有效性和工作寿命更好。

[0006] 然而,串联几何结构不能解决所有问题,因为它代表两个OLED系统的串联连接,各

个控制电压被加在一起。这增加了相邻像素或子像素之间的不期望的相互作用,如将在下面解释的。

[0007] OLED显示屏通常包括由垂直和水平导电轨道的栅格控制的各个像素的矩阵结构;这种结构可以允许像素的单独寻址。这在图1中示意性地示出,其将在下文中解释。在彩色屏幕中,每个像素被细分为不同颜色(通常是三种或四种,红、绿和蓝)的子像素,这些子像素协作以发射期望颜色的光点(像素)。图3(a)示出了屏幕的一部分。在子像素的电极上方沉积OLED叠层,其覆盖矩阵的整个表面并且(在该示例中)发射白光。在这种情况下,子像素的原色RGB(红-绿-蓝)或RGBW(红-绿-蓝-白)由位于OLED叠层上方的滤色器产生。实现原色的另一种方式是在具有不同发光颜色的子像素中构造OLED层。由于构造OLED层的方法相当复杂,并且可达到的分辨率相当有限,因此即使在这种情况下,优选保留最多的公共层(即覆盖矩阵的整个表面的层)通常是电荷载流子传输层,并且仅构造发射层。然而,在两种前述情况下,观察到相邻像素或子像素可能通过电容耦合或通过特别地经过OLED叠层的共同导电层的寄生电流而相互作用。

[0008] 图3(b)中示出了该寄生电流的示例,其将在下文中解释。相邻像素或子像素之间的这种不期望的相互作用以名称“串扰”为本领域技术人员所知;在彩色屏幕的情况下,这首先导致了不希望的颜色改变。OLED装置中的串扰现象的理论方面已经研究了很长时间(例如,见D.Braun于1998年在review Synthetic Metals 92,p.107-113中公开的“无源矩阵聚合物LED显示器中的串扰(Crosstalk in passive matrix polymer LED displays)”的出版物)。

[0009] 众所周知,在具有简单二极管的OLED装置的情况下,串扰现象在具有串联二极管的OLED装置中加剧。串联的重叠结构的互连层具有相当高的电导率,并且观察到层的平面中的寄生电流。如以上所解释的,串联型OLED装置的控制电压高于简单OLED装置的控制电压,这增加了寄生电流。当子像素的尺寸减小时,这种串扰问题甚至变得更加明显。除了串扰结果的数值校正(其恢复到接受串扰现象并减少其对图像的影响)之外,已知不同的方式来对抗源处的串扰,即减少像素或子像素处的物理现象。

[0010] 对于简单的OLED装置,已知的是将每个像素分开以便使它们彼此绝缘,目的是防止与封装层中的湿度相关的短路问题。文献EP2927985描述了一种结构,其中每个像素被气密封并与其相邻像素绝缘。这种结构的制造需要许多且复杂的方法步骤。还已知的是,用附加的分隔元件(例如壁)来界定像素区,如文献US9419245中所述。这些方法是复杂的并且产生显著的额外成本。

[0011] 鉴于上述情况,本发明的目的是至少部分地补救上文提到的现有技术的缺点,并且提出一种用于OLED显示装置的架构,其使得可以显著地减小横向寄生电流,即使对于非常小尺寸(通常小于 $5\mu\text{m}$)的像素、对于具有非常小的像素间空间的结构或者对于串联型OLED显示器也是如此。

[0012] 本发明的另一个目的是提出一种方法,其使得可以限制用于微型电致发光装置的像素之间的寄生电流。

发明内容

[0013] 根据本发明,该问题通过具有包括串联结构的有机电致发光层的矩阵显示装置来

解决,其中光学腔以这样的方式控制,即优选地提取波长在400nm和700nm之间,并且优选地在420nm和620nm之间的一阶波。该装置是“顶部发射”型。

[0014] 该装置依次包括:基板、被构造为形成显示矩阵的第一控制电极、包括至少一个第一有机电致发光层的第一发光组件、包括至少一个第二有机电致发光层的第二发光组件、具有与所述第一电极的极性相反的并且相对于由所述电致发光层发射的光至少部分透明的第二电极,所述装置的特征在于,一方面,所述控制电极的与基板相反的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离 d_{Cavity} ,和另一方面,这两个表面之间的有机层的平均光学指数 n 的乘积 $n \times d_{\text{Cavity}}$ 在125nm和205nm之间,更优选地在145nm和195nm之间,并且更优选地在155nm和180nm之间。该装置代表本发明的目的。

[0015] 在有利的实施例中,所述控制电极的与基板相对的表面和所述第一电致发光层的与基板相对的表面之间的距离在所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离的0.3倍和0.5倍之间,并且优选地在所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离的0.35倍和0.45倍之间。

[0016] 在可以与刚刚提出的实施例组合的另一个有利实施例中,所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电致发光层的与基板相对的表面之间的距离在所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离的0.75倍和0.95倍之间,并且优选地在所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离的0.8倍和0.9倍之间。

[0017] 在所有实施例中,所述第一发光组件和第二发光组件可以由提供以下功能中的至少一种的至少一个功能层分开:(i)空穴阻挡和电子传输;(ii)电子传输;(iii)电子注入;(iv)空穴注入;(v)空穴传输;(vi)电子阻挡和空穴传输;并且优选地由六个功能层的叠层分开,每个功能层提供这六种功能之一。

[0018] 有利地,所述第一有机电致发光层和所述第一电极由提供以下功能中的至少一种的至少一个功能层分开:(i)空穴阻挡和电子传输;(ii)空穴注入;(iii)空穴传输;并且优选地由三层的叠层分开,每层提供这三种功能中的一种。

[0019] 在特定实施例中,根据本发明的装置依次包括:(1)基板;(2)第一电极层,其是阳极;(3)第一空穴注入层;(4)空穴传输层;(5)第一电子阻挡和空穴传输层;(6)第一电致发光层;(7)第一空穴阻挡和电子传输层;(8)第一电子传输层;(9)第二空穴注入层;(10)第二空穴传输层;(11)第二电子阻挡和空穴传输层;(12)第二电致发光层;(13)第二空穴阻挡和电子传输层;(14)第二电子传输层;(15)第一电子注入层(其是可选的,因此可以不存在);(16)第二电极层,其是阴极,对于由所述电致发光层发射的光至少部分透明。

[0020] 更准确地说,在该特定实施例的替代方案中,所述层具有以下厚度:(3)0.4nm至1.5nm;(4)4nm至10nm;(5)4nm至10nm;(6)10nm至30nm,优选15nm至25nm;(7)3nm至7nm;(8)3nm至7nm;(9)0.4nm至1.5nm;(10)3nm至7nm;(11)4nm至10nm;(12)10nm至30nm,优选15nm至25nm;(13)4nm至10nm;(14)3nm至7nm;(15)1.2nm至2.5nm;(16)5nm至25nm,优选8至20nm。

[0021] 在另一个替代方案中,所述层具有以下厚度:(3)0.7nm至1.3nm;(4)5nm至9nm;(5)5nm至9nm;(6)15nm至25nm,优选17nm至23nm;(7)4nm至6nm;(8)4nm至6nm;(9)0.7nm至1.3nm;(10)4nm至6nm;(11)5nm至9nm;(12)15nm至25nm,优选17nm至23nm;(13)5nm至9nm;(14)4nm至6nm;(15)1.7nm至2.3nm,该层是可选的;(16)8nm至20nm,优选10nm至15nm。

[0022] 根据适用于所有实施例的第一替代方案,所述第一电致发光层可以是荧光层,优选地具有蓝光发射,并且所述第二电致发光层是磷光层,优选地具有黄光发射。替代地,所述第二电致发光层可以是具有红光和绿光发射的磷光层。

[0023] 根据适用于所有实施例的第二替代方案,所述第二电致发光层可以是荧光层,优选地具有蓝光发射,并且所述第一电致发光层是磷光层,优选地具有黄光发射。替代地,所述第一电致发光层可以是具有红光和绿光发射的磷光层。

[0024] 所述第二电极可以是所有像素共用的电极。

附图说明

[0025] 图1至图3示出了OLED装置和显示器的一般已知方面。图4和图5示出了本发明的某些方面和实施例;它们不意味着限制本发明的范围。

[0026] [图1]示出了已知类型的矩阵OLED型屏幕的电气图。

[0027] 图2示出了布置不同颜色的子像素以形成能够显示期望颜色的像素的三个已知示例。

[0028] [图2a]示出了布置不同颜色的子像素以形成能够显示期望颜色的像素的已知示例。

[0029] [图2b]示出了布置不同颜色的子像素以形成能够显示期望颜色的像素的另一已知示例。

[0030] [图2c]示出了布置不同颜色的子像素以形成能够显示期望颜色的像素的又一已知示例。

[0031] 图3示意性地示出了根据现有技术的“顶部发射”型OLED显示器中的像素的垂直截面,其中OLED具有白光发射和滤色器。

[0032] [图3a]示出了这种装置的几个像素。

[0033] [图3b]示出了具有三个子像素的该装置的单个像素。

[0034] [图3c]示意性地示出了根据另一已知实施例的串联配置的子像素的光学设计。

[0035] [图4]是示出根据本发明的实施例之一的装置的垂直截面图。

[0036] 图5以垂直截面图的形式示出了可以在根据本发明的装置中使用的电荷生成层的实施例。

[0037] [图5a]示出了根据本发明的实施例的垂直截面图。

[0038] [图5b]示出了该实施例的替代方案的垂直截面图。

[0039] 在这些图4和图5中,不同层的颜色没有意义,并且仅用于区分两个相邻层。

[0040] 在本说明书中使用以下数字标记。

[0041] [表1]

[0042]

标记	说明	标记	说明
10	(已知类型的) OLED 显示器	12	像素矩阵
14	OLED 二极管	16	12 的控制电路
18	场效应晶体管	20	场效应晶体管
22	电容器	30	行控制电路
32	视频寻址电路	34	列电源电路
36	控制单元	38	行导电轨道
40	导电轨道 (视频信号)	42	列导电轨道
50	像素	51	红色子像素
52	蓝色子像素	53	绿色子像素
54	白色子像素	60	第 1 电致发光层
62, 64	有机功能层	66	电荷产生层
68	第 2 电致发光层	70	(已知类型的) OLED 显示器
71	基板	72、73、 74	子像素控制电极
75	填料元件 (间隙填充)	76	OLED 叠层

[0043]	77	封装层	78	玻璃晶片
	80	76 的电致发光层	81、82	电荷传输和注入层
	83	电荷阻挡层	84	电荷阻挡层
	85	电极	90	用于像素的滤色器的组件
	91	用于子像素的蓝色滤色器	92	用于子像素的红色滤色器
	93	用于子像素的绿色滤色器		
	100	根据本发明的 OLED 系统	101	控制电极（阳极）
	102	公共电极（阴极）	103	第 1 功能有机层
	104	第 1 电致发光层（发光）	105	电荷产生层
	106	第 2 电致发光层（发光）	107	第 2 功能有机层
	121	空穴阻挡层	122	电子传输层
	123	电子注入层	124	空穴注入层
	125	空穴传输层	126	电子阻挡层

具体实施方式

[0044] 除非另外提及，否则本说明书中使用的“导电性”的概念涉及电导率。

[0045] 图1示意性地示出了已知类型的OLED显示器10的电路，其包括能够产生图像的像素矩阵单元12和控制单元36。OLED二极管14及其控制电路16以在像素矩阵单元12中形成像素的方式设置，所述像素矩阵包括行（水平）和列（垂直）。像素12的每个控制电路16包括多个薄层晶体管18、20（通常具有CMOS（互补金属氧化物半导体）或TFT（薄膜晶体管）技术和电容器22。控制单元36控制用于行的控制电路30和视频寻址电路32、以及用于寻址像素列的电源电路34；它提供像素电路的寻址并控制OLED二极管14的发光。

[0046] 用于控制行的电路30连接到对像素矩阵的扫描行进行寻址的导电轨道38。它根据来自控制单元36的信号选择扫描行38，并施加电压以导通在所选扫描行38上的场效应晶体管TFT 18。视频寻址电路32连接到寻址视频信号的列的导电轨道40。视频寻址电路32从控制单元36接收视频信号，并根据由相应控制电路30选择的行的导电轨道，通过列的视频导电轨道40发送电压。该电压信号通过所选择像素行的OLED二极管14的场效应晶体管TFT 18

记录在电容器32中。控制场效应晶体管TFT 20将所记录的电压下的相应的电流发送到OLED二极管14,因此,所选择的行38的OLED二极管14发光。

[0047] 电源电路34连接到像素列的电源导电轨道42;它通过导电轨道32和所选择的像素行的场效应晶体管TFT 20为OLED二极管14供电。

[0048] 这种寻址在像素矩阵中形成像素的OLED二极管的同样已知的原理可以以同样已知的方式应用于寻址在彩色显示装置的像素矩阵中形成子像素的OLED二极管,其中每个像素包括多个不同颜色的子像素(最经常是三个或四个);这将在这里结合图2进行解释。图2(a)、图2(b)和图2(c)示出了这些子像素51、52、53、54的几何布置的三个示例,以形成可以显示期望颜色的像素50。在这些图中,子像素是红色51、蓝色52和绿色53,并且可以如图2(c)中那样另外包括白色子像素54以增加像素50的亮度。图2(a)的布置被称为首字母缩写“RGB条纹”,其是最普遍的。图2(c)的布置已知为首字母缩写“RGBW四元组”。

[0049] 刚刚关于图1和图2描述的寻址原理是可以关于本发明实现的寻址原理之一。可以通过控制由形成子像素的OLED层发射的颜色或者通过修改由子像素发射的光的白色的滤色器来获得颜色,如将在下文中关于图3解释的。

[0050] 图3示意性地示出了根据现有技术的OLED微显示器的实施例;它示出了本发明试图解决的问题。图3(a)是根据第一已知实施例的装置70的结构的整体示意图:这里可区别基板71(CMOS或TFT型,寻址电路和部件未示出)、由填料元件(“间隙填充”)75分开的子像素的控制电极72、73、74、能够发射白光的OLED层76、封装层77、形成像素90的滤色器的组件的蓝色滤色器91、红色滤色器92和绿色滤色器93、作为保护覆盖物的玻璃晶片78。子像素X的尺寸通常为约 $3.5\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。注意,在根据现有技术的这种装置中,OLED层76在装置的整个表面上延伸。该装置是“顶部发射”型,即由OLED产生的光的发射是在与基板71相反的方向上进行的,MOS或TFT型电路是在硅晶片上实现的。

[0051] 图3(b)示出了与图3(a)所示的装置类似的装置的放大图;该视图限于单个像素90的滤色器的一个组件。一方面,子像素由允许其单独寻址的电极72、73、74限定,并且由相应的滤色器91、92、93限定,这些滤色器修改由具有白光发射的在装置的整个表面上延伸的OLED层76发射的光。两个相邻子像素控制电极72、73之间的空间可以用填料元件75填充。所述OLED层76实现为若干层的叠层,并且包括电致发光层80本身,其夹在两个电荷阻挡层83、84和两个电荷传输层81、82之间。更准确地说,在典型的装置中,层81包括空穴传输和注入层,层82包括电子传输和注入层。但是也可以使用所谓的“反”叠层,在这种情况下,层82包括空穴传输和注入层,层81包括电子传输和注入层。层81和82可以分别包括满足各个电荷的注入和传输两种功能的单层,或者若干层,例如,一个层用于注入各个电荷,另一个用于传输各个电荷。公共电极85排出电荷。

[0052] 根据现有技术的这种装置在层的平面中具有寄生电流;这在图3(b)中示出。实际上,如果在子像素(例如73)的接通期间,主电流(由粗箭头标记)直接在最短方向上(即相对于基板71垂直)经过OLED叠层76,则当这些导电路径具有足够低的电阻率时,电流的一部分根据其它导电路径传播。因此,观察到寄生电流在电荷传输层81中传播,即在基板的平面中传播,然后该寄生电流穿过相邻子像素72或74中的OLED叠层。该寄生电流由两个横向箭头标记。

[0053] OLED叠层76在其最简单的特性中包括电致发光层80,如上文在图3(a)和图3(b)中

所述。

[0054] 图3(c)示出了根据另一已知实施例的串联配置的子像素的光学设计。OLED叠层76包括至少两个发射层,第一黄光发射层60(其优选地是磷光型的)和第二蓝光发射层68(其优选地是荧光型的)。

[0055] 更准确地说,OLED叠层76包括起阳极作用的子像素控制电极73、注入或电荷传输型的第一有机功能层81、磷光型的第一黄光发射层60(PH-EL)、电子传输型的第二有机功能层62、电荷产生层66(CGL)、空穴传输型的第三有机功能层64、荧光型的第二蓝光发射层(FL-EL)68、电子传输型的第四有机功能层82和阴极型的电极85。所示的顺序是在装置的光发射方向上(即,根据图3(c)从底部到顶部)。

[0056] 可以观察到,在图3(a)(b)(c)中可以看到,这种OLED元件的中间层加重了层平面中的寄生电流。这在相邻子像素中产生了寄生光发射,这改变了显示器的图像分辨率并降低了其颜色的保真度。本发明寻求提供一种降低这种寄生电流的方式。

[0057] 图4示出了根据本发明实施例的串联型OLED系统100的截面图。它包括子像素控制电极101(通常是阳极)、电荷传输或电荷注入型的第一有机功能层103、蓝色荧光的第一电致发光层104(FL-EL)、电荷产生层105(CGL)、黄色磷光或绿色和红色的第二电致发光层(PH-EL)106、电荷传输或电荷注入型的第二有机功能层107和阴极型的公共电极102。

[0058] 对于如图4中的顶部发光,子像素控制电极101有利地是反射式;金属元素或金属合金层可能是合适的。另一方面,阴极型公共电极102是透明或半透明的。

[0059] 电荷产生层105可以是单层或由若干层组成。

[0060] 功能有机层可以同时或以不同的替代方式具有不同的功能。这可以是电荷传输层、电荷阻挡层、底涂层、光学层。下面将给出示例。

[0061] 为了具有最佳的光强度,必须仔细地控制层的厚度。更准确地说,必须以这样的方式选择不同层的厚度:使得蓝色和黄色发射区(或绿色和红色)在光学腔中处于有利的位置,以便保证最大的光学效率,并且同时获得期望的白点(即,黄色和蓝色分量之间的比)。根据本发明,为此使用蓝色和黄色的一级发射,如图4中通过波浪线示意性地示出的。

[0062] 这里给出了执行这种装置的一些解释。

[0063] 基板(图4中未示出,有利地在控制电极101下面)可以是CMOS型装置(通常在硅晶片上进行),或者是可以沉积在玻璃晶片上的TFT型装置(通常利用非晶硅、多晶硅和/或作为氧化物或其它类型的TFT进行);该基板可以是透明的、半透明的或不透明的。

[0064] 子像素电极101可以由金属(特别是铝)制成,典型的厚度在20nm和1000nm之间,优选在100nm和300nm之间,并且可选地,覆盖有保护其在空气中不被氧化的薄层;该保护层可以是TiN(优选)、MoO₃或具有足够的空气中的稳定性和导电性的其它类似材料的层。

[0065] 子像素步长有利地在1μm和100μm之间,并且优选地在2μm和10μm之间。两个子像素之间的距离通常在0.1μm和10μm之间,并且有利地在0.2μm和1.0μm之间。在两个子像素之间可以使用分隔器;该分隔器可以例如由有机介电材料(例如光敏树脂(光刻胶)或环氧树脂)或无机介电材料(例如二氧化硅、SiN、氧化铝)制成,并且其可以填充两个子像素之间的空间的全部或一部分。

[0066] 根据本发明的装置100形成光学腔,由发射层产生的光波在相对于装置平面的两个方向上被发送;因此,波在与半透明的公共电极102的界面处被部分地反射,并且在控制

电极101的界面处被完全反射。由于由至少两个发射层产生的波长不同,并且由于该光不是单色的,所以波根据它们各自的波长而经历不同的干涉。

[0067] 通常,电致发光产生的光子的不良提取降低了电致发光装置的效率。如果腔的尺寸不正确并且不允许有效提取所产生的光子,则为了获得目标亮度,必须产生更多的光子以便抵消光学效率的这种损失;为了产生更多的光子,可以增加电流密度,但是这会降低装置的寿命。串联装置理论上产生两倍的光,但是根据现有技术,串联装置比简单装置厚,这加重了从光学腔提取光子的问题。

[0068] 根据本发明,光学效应层的总厚度被优化,以便获得在可见光谱的至少一部分上并且更优选地对于可见光谱的蓝光有利于一阶响应的系统。这需要对串联型电致发光装置的架构进行调整。

[0069] 如上所述,电荷产生层105可以以几个功能层的系统的形式来实现。在图5 (b) 示意性示出的有利实施例中,所述电荷产生层105包括:空穴阻挡层 (HBL) 121、电子传输层 (ETL) 122、电子注入层 (EIL) 123、空穴注入层 (HIL) 124、空穴传输层 (HTL) 125和电子阻挡层 (EBL) 126。所示的顺序是在装置的光发射方向上(即,根据图4从底部到顶部)。HBL 121、EIL 123和EBL 126层是可选的,并且可以不存在;图5 (a) 中示出了其中不存在所有所述可选层的替代方案,其中仅不存在一个或两个所述可选层的其它替代方案是可能的。

[0070] 在特定实施例中,电荷产生层105依次包括:

[0071] 电子传输层 (ETL) 122,所述ETL层包括第一非掺杂ETL层和第二N掺杂ETL层;

[0072] HIL层124;以及

[0073] HTL层125,所述HTL层包括第一P掺杂HTL层和第二非掺杂HTL层。

[0074] 优选地,ETL、N掺杂ETL和P掺杂HTL和HTL层中的每一个具有在4nm和6nm之间的厚度(例如,其可以是大约5nm),并且HIL层124具有在0.6nm和1.5nm之间的厚度(例如,其可以是大约1nm)。

[0075] 有机功能层103、107有利地非常薄,厚度小于25nm,这有助于减少相邻子像素之间的串扰。这些层可以由具有不同功能的若干层组成。

[0076] 在第一实施例中,第一功能有机层103包括空穴传输层 (HTL)。在替代方案中,它包括(从像素101的电极侧开始)空穴注入层 (HIL)、所述空穴传输层 (HTL) 和电子阻挡层 (EBL)。

[0077] 在第二实施例中,其可以与刚刚介绍的第一实施例结合,第二功能有机层107包括电子传输层 (ETL)。在替代方案中,它包括(从发射层106侧开始)空穴阻挡层 (HBL)、所述电子传输层 (ETL) 和电子注入层 (EIL)。

[0078] 第一发射层104的与基板相对的表面相对于像素化电极101的与基板相对的表面有利地具有距离A,该距离A在 $0.3 \times d_{\text{Cavity}}$ 和 $0.5 \times d_{\text{Cavity}}$ 之间,优选在 $0.35 \times d_{\text{Cavity}}$ 和 $0.45 \times d_{\text{Cavity}}$ 的腔之间, d_{Cavity} 为腔的厚度,即,所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离。该距离A在所述层的与基板相对的表面处测量;因此,它包括所述层的厚度。这可以是具有蓝光发射的荧光层(例如通过掺杂适当选择的有机电致发光层而获得)。

[0079] 第二电致发光层106的与基板相对的表面相对于像素化电极101的与基板相对的表面有利地具有距离B,该距离B在 $0.75 \times d_{\text{Cavity}}$ 和 $0.95 \times d_{\text{Cavity}}$ 的腔之间,优选在 $0.8 \times$

d_{Cavity} 和 $0.9 \times d_{\text{Cavity}}$ 的腔之间, d_{Cavity} 是腔的厚度,即,所述控制电极的与基板相对的表面和所述第二电极在基板侧的表面之间的距离。该距离B在所述层的与基板相对的表面处测量;因此,它包括所述层的厚度。这可以是具有黄光发射或红光和绿光的磷光层(例如通过掺杂适当选择的有机电致发光层获得)。

[0080] 这些第一电致发光层104和第二电致发光层106由电荷产生层105分开,该电荷产生层可以是几个功能层的系统。有利地,电荷产生层系统105的总厚度(该厚度由 d_{CGL} 表示)和这些层的平均折射率的乘积 $n \times d_{\text{CGL}}$ 在10nm和70nm之间,更优选在30nm和50nm之间,以保证装置的光和电的优化。

[0081] 层的这种低厚度产生以下优点:多层结构的光耦合被优化以在宽可见光谱上获得最大亮度,垂直于这些层的平面的方向上的电场的强度被最大化(已知电场E与U/d成比例,其中U是控制电压,d是两个电极101、102之间的距离),并且能够产生串扰的这些层的平面中的电导率被最小化。

[0082] 公共电极102可以是金属(例如银或铝)薄层。在顶部发射装置(例如图4所示的装置)的情况下,其厚度可以在10nm和20nm之间。该层有利地通过定向技术(例如通过热蒸发)来沉积。

[0083] 可以使用滤色器来实现彩色显示器的子像素。这些滤色器可以例如由彩色光敏树脂(在微电子学中称为“光刻胶”)或用适当结构化的干涉滤色器来实现。

[0084] 在根据本发明的顶部发射型装置中,在控制电极的反射表面和公共半透明阴极的下表面之间测量的装置的总厚度 d_{Cavity} 必须以这样的方式选择,即,允许提取波长在400nm和700nm之间的光的一阶光波。有机层的平均折射率n与诸如上文所限定的装置的总厚度的乘积 $n \times d_{\text{Cavity}}$ 在125nm和205nm之间,优选地在145nm和195nm之间,并且更优选地在155nm和180nm之间;该距离近似地对应于光学腔的长度(在光束的方向上)。这种光学腔概念的近似性质一方面认识到由OLED层发射的光不是单色的而是在一定波长范围(通常是白光)上延伸的事实,另一方面认识到公共电极层的半透明性质,最后认识到存在相对于光学腔的端部以不同距离设置的两个发射层。

[0085] 示例

[0086] 根据本发明,以RGBW(红-绿-蓝-白)设置中的 1280×1024 个像素和每像素四个子像素来实现串联显示,其中像素尺寸为 $9.4 \mu\text{m} \times 9.4 \mu\text{m}$,子像素尺寸为 $4.7 \mu\text{m} \times 4.7 \mu\text{m}$ 。显示器的屏幕尺寸为 $12.03 \text{mm} \times 9.63 \text{mm}$ 。不同层的性质及其厚度如表1所示。光学腔的总厚度为92nm,有机层的平均折射率为1.8。

[0087] 为了比较,根据图3所示的现有技术制造串联显示器,其与根据本发明的串联显示器的区别仅在于层的厚度。

[0088] 对于相同的RGBW滤色器,发现根据现有技术的显示器的效率为8cd/A,根据本发明的显示器的效率为12cd/A。在根据现有技术的显示器中,色域小于10%,而对于根据本发明的显示器,色域大于60%。

[0089] [表2]

[0090]

表 1: 根据本发明的装置的结构				
层组	单独层	英文缩写	厚度[nm]	掺杂剂
公共阴极	半透明阴极	阴极	10-15	-

[0091]

第二功能有机层	电子注入	EIL	2	-
	电子传输	EL	5	N
	空穴阻挡/电子传输	HBL	7	-
第二电致发光层	发黄光(磷光)	PH-EL	20	黄色
电荷产生层(CGL)	电子阻挡/空穴传输	EBL	7	-
	空穴传输	HTL	5	p
	空穴注入	HIL	1	-
	电子传输	ETL	5	N
	空穴阻挡/电子传输	HBL	5	-
第一电致发光层	蓝色荧光发光	FL-EL	20	蓝色
第一功能有机层	电子阻挡/空穴传输	EBL	7	-
	空穴传输	HTL	7	p
	空穴注入	HIL	1	-
子像素控制电极	阳极(像素)	阳极	50-500	

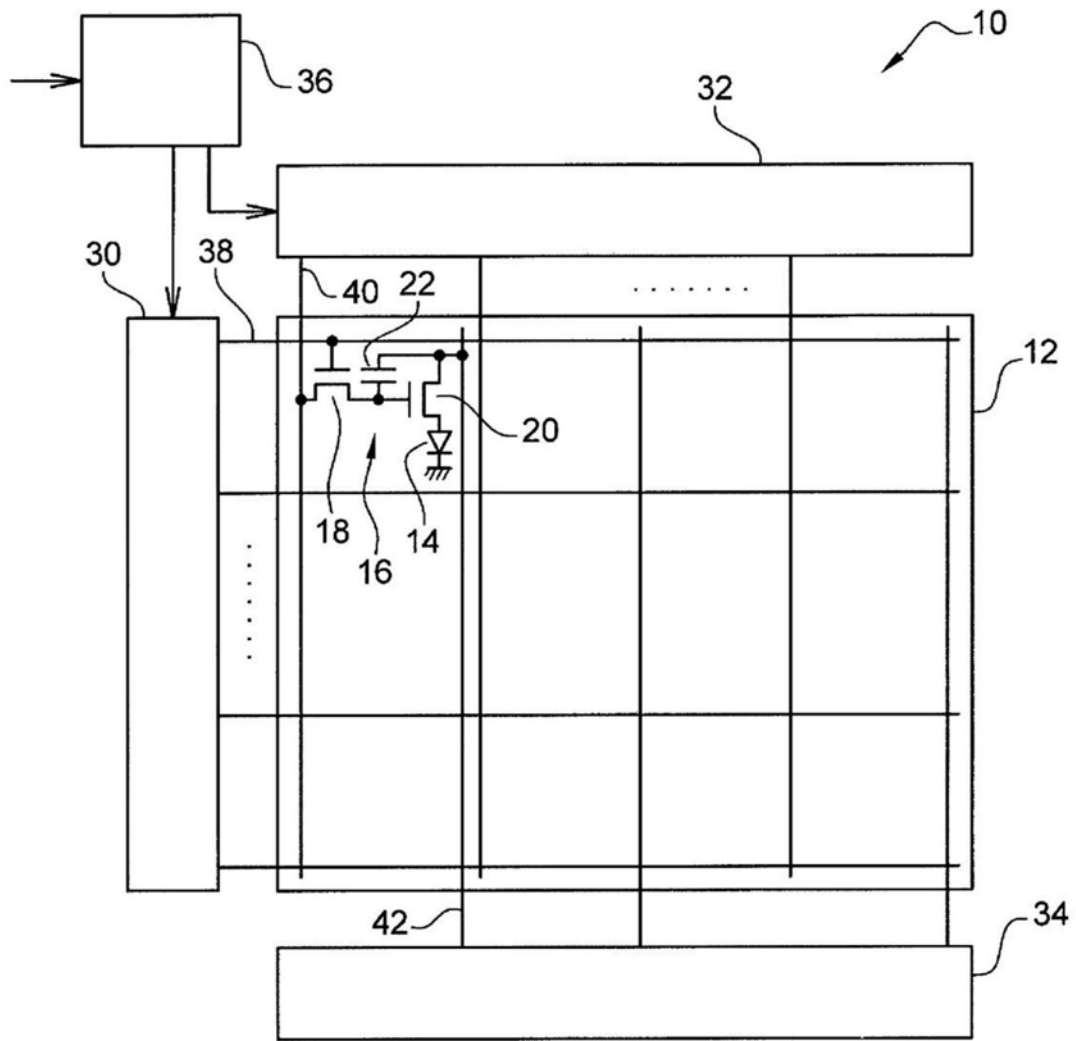


图1

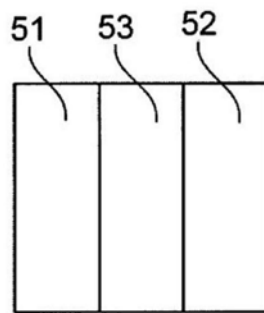


图2a

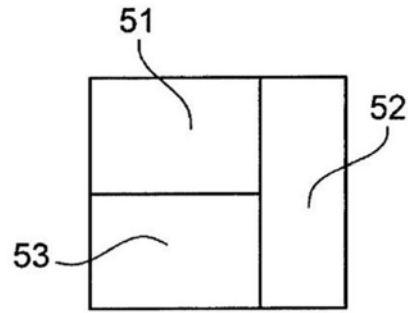


图2b

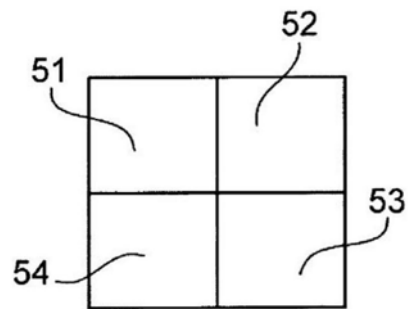


图2c

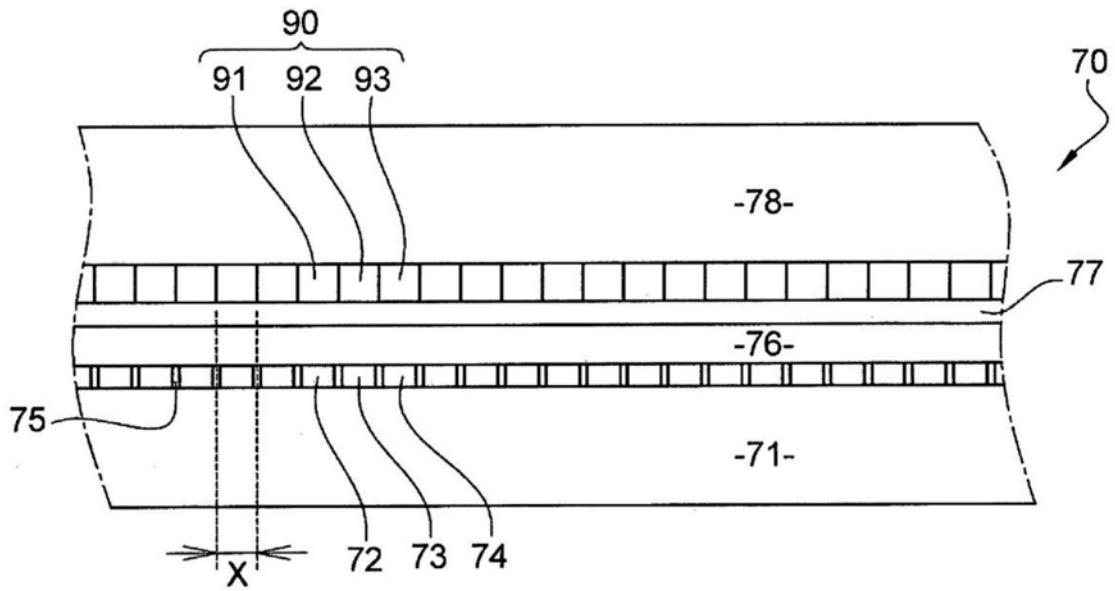


图3a

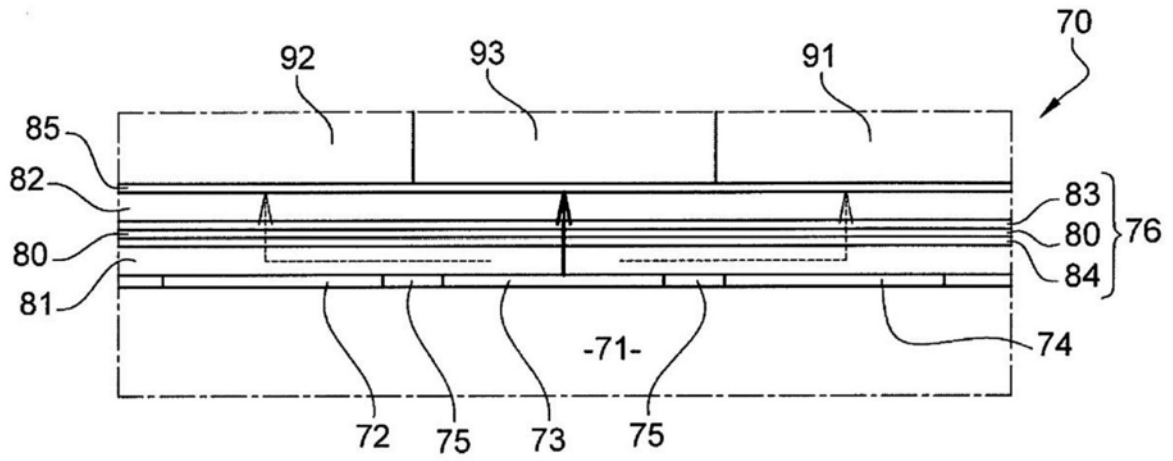


图3b

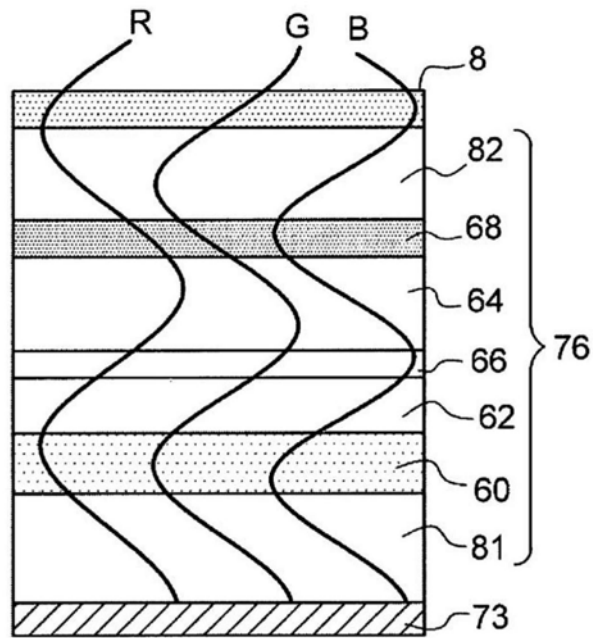


图3c

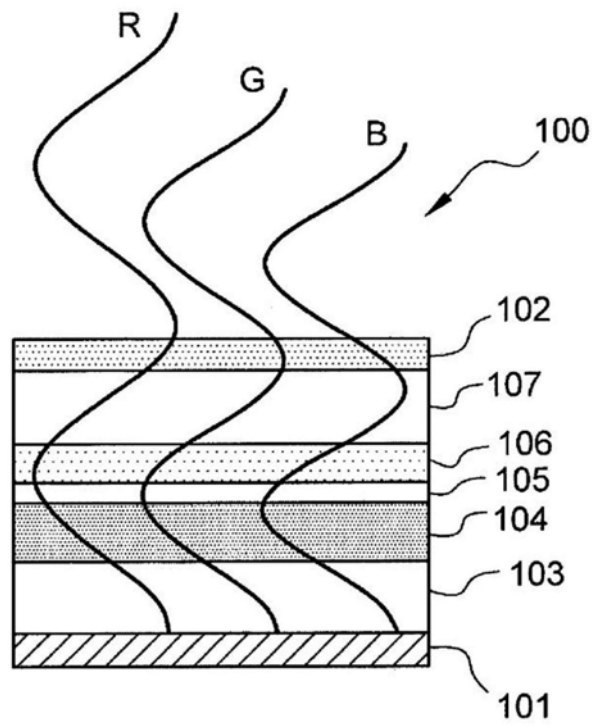


图4

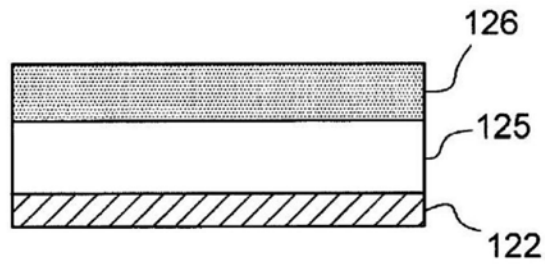


图5a

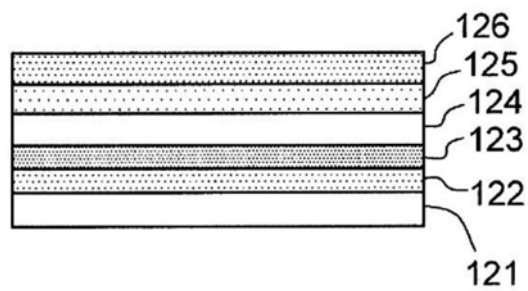


图5b