



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103227187 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201310037620. 8

(22) 申请日 2013. 01. 31

(30) 优先权数据

2012-018815 2012. 01. 31 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 石川信行

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李英

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

H01L 51/56(2006. 01)

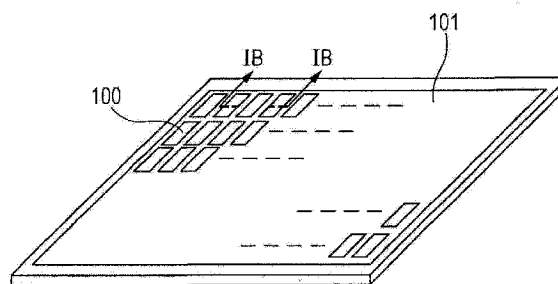
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

发光装置、图像形成装置、显示装置和摄像装置

(57) 摘要

有机 EL 元件利用最大光学干涉效果并且令人满意地发光。有机 EL 元件的发光层与第一电极之间的第一光学距离 L_1 满足下述要求： $L_1 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1 - 2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1 - 2\Phi_1/\pi)$ ，其中 λ 表示由有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长，和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。通过涂布形成有机 EL 元件的空穴传输层。



1. 发光装置,包括:

基板;和

基板上的多个有机 EL 元件,有机 EL 元件均包括第一电极、第二电极、发光层和第一电极与发光层之间的电荷传输层,对各个有机 EL 元件设置第一电极,并且从第二电极取出从发光层发出的光,其中

通过涂布形成电荷传输层;并且

各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第一电极的反射表面之间的第一光学距离 L_1 满足式 A:

$L_1 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_1/\pi)$ 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。

2. 根据权利要求 1 的发光装置,其中通过涂布形成电荷传输层以与第一电极的顶面和侧面接触。

3. 根据权利要求 1 的发光装置,其中各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第二电极的反射表面之间的第二光学距离 L_2 满足式 E:

$L_2 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_2/\pi) < L_2 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_2/\pi)$ 其中 Φ_2 表示波长 λ 下的第二电极的相移。

4. 根据权利要求 1 的发光装置,其中通过狭缝涂布形成电荷传输层。

5. 图像形成装置,包括:根据权利要求 1 的发光装置、通过发光装置在其上形成潜像的感光部件和用于使感光部件带电的带电单元。

6. 显示装置,包括:

基板;和

基板上的多个有机 EL 元件,有机 EL 元件均包括第一电极、第二电极、发光层和第一电极与发光层之间的电荷传输层,对各个有机 EL 元件设置第一电极,并且从第二电极取出从发光层发出的光,其中

通过涂布形成电荷传输层;并且

各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第一电极的反射表面之间的第一光学距离 L_1 满足式 I:

$L_1 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_1/\pi)$ 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。

7. 根据权利要求 6 的显示装置,其中多个有机 EL 元件包括发出具有不同色的光的多个有机 EL 元件。

8. 摄像装置,包括根据权利要求 6 的显示装置和摄像元件。

9. 发光装置的制备方法,发光装置包括基板和基板上的多个有机 EL 元件,有机 EL 元件均包括第一电极、第二电极、发光层和第一电极与发光层之间的电荷传输层,对各个有机 EL 元件设置第一电极,并且从第二电极取出从发光层发出的光,该方法包括:

在基板上形成第一电极;

通过涂布在第一电极上形成电荷传输层;

在电荷传输层上形成发光层 ;和
在发光层上形成第二电极,其中

各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第一电极的反射表面之间的第一光学距离 L_1 满足式 J:

$L_1 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_1/\pi)$ 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。

10. 根据权利要求 9 的发光装置的制备方法,其中通过涂布形成电荷传输层以与第一电极的顶面和侧面接触。

11. 根据权利要求 9 的发光装置的制备方法,其中通过狭缝涂布形成电荷传输层。

12. 显示装置的制备方法,显示装置包括基板和基板上的多个有机 EL 元件,有机 EL 元件均包括第一电极、第二电极、发光层和第一电极与发光层之间的电荷传输层,对各个有机 EL 元件设置第一电极,并且从第二电极取出从发光层发出的光,该方法包括:

在基板上形成第一电极;

通过涂布在第一电极上形成电荷传输层;

在电荷传输层上形成发光层 ;和

在发光层上形成第二电极,其中

各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第一电极的反射表面之间的第一光学距离 L_1 满足式 J:

$L_1 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_1/\pi)$ 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。

发光装置、图像形成装置、显示装置和摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及包括有机电致发光(EL)元件的发光装置、图像形成装置、显示装置和摄像装置。

背景技术

[0002] 最近,包括有机 EL 元件的显示装置的电力消耗减少的要求增加,并且要求有机 EL 元件的发射效率的改善。已知通过光学干涉效果增加发射效率的方法(国际公开 No. W001/039554)。

[0003] 具体地,有机 EL 元件的反射电极与发光位置之间的光学距离 L 由式 1 确定:

[0004]
$$L = (2m - (\Phi / \pi)) \times (\lambda / 4)$$

[0005] 其中 λ 表示需要增强的波长, Φ 表示由反射电极反射光时的相移(phase shift)之和,和 m 表示大于 0 的整数。已知 m 为 0 时光学干涉效果变得最大。顺便提及,有机 EL 元件的有机化合物层能够通过例如气相沉积或涂布形成。

[0006] 但是,如果有机 EL 元件的光学距离设定为式 1 中 m 为 0 时的光学距离,通常使用的减压下的气相沉积产生如下问题:已知的气相沉积法中,蒸发的有机化合物的分子具有长的平均自由行程长度和高直进性,这防止有机化合物附着于电极的侧面,如图 5 中所示。如图 5 中所示,通常的气相沉积中,有机化合物层 22a 和 22b 分别形成在电极 21 和基板 10 上。但是,电极 21 的侧面被附着在电极 21 的端部上的有机化合物层 22a 遮蔽,由此防止有机化合物附着于侧面。而且,满足 m=0 的条件有机 EL 元件中,有机化合物层的厚度小,这使问题显著。如果在没有用有机化合物覆盖电极 21 的侧面的状态下形成与电极 21 配对的另一电极,在该部分发生短路以引起有机 EL 元件不发光的问题。

[0007] 该问题的对策是例如用绝缘层覆盖电极 21 的端部的方法。但是,该方法增加生产工艺的步骤数并且具有绝缘层的图案化中产生的灰尘在电极 21 上残留的危险。此外,如上所述,由于有机化合物不附着于该灰尘的侧面和底面,因此在电极 21 和与其配对的电极之间发生短路。

发明内容

[0008] 本发明的实施方案提供有机 EL 元件,其具有经设定以满足其中 m 为 0 的式 1 的光学距离并且有利地发光。

[0009] 本发明的方面涉及发光装置,包括:

[0010] 基板;和

[0011] 该基板上的多个有机 EL 元件,有机 EL 元件各自包括第一电极、第二电极、发光层、和第一电极和发光层之间的电荷传输层,对各个有机 EL 元件设置第一电极,并且从第二电极取出从发光层发出的光,其中

[0012] 通过涂布形成电荷传输层;和

[0013] 各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第一电极的反射表面之间的第一光学距离

L_1 满足式 A :

[0014] $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_1/\pi)$, 并且 $L_1 > 0$

[0015] 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长, 和 Φ_1 表示在波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。

[0016] 本发明的另一方面涉及发光装置的制备方法, 该发光装置包括基板和基板上的多个有机 EL 元件, 有机 EL 元件各自包括第一电极、第二电极、发光层和第一电极与发光层之间的电荷传输层, 对各个有机 EL 元件设置第一电极, 并且从第二电极取出从发光层发出的光, 该方法包括:

[0017] 在基板上形成第一电极;

[0018] 通过涂布在第一电极上形成电荷传输层;

[0019] 在电荷传输层上形成发光层; 和

[0020] 在发光层上形成第二电极, 其中

[0021] 各有机 EL 元件的发光层的发光位置与第一电极的反射表面之间的第一光学距离 L_1 满足式 J :

[0022] $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_1/\pi)$, 并且 $L_1 > 0$

[0023] 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长, 和 Φ_1 表示在波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。

[0024] 根据本发明的实施方案, 提供有机 EL 元件, 其具有设定为满足式 1 (其中, m 为 0) 的光学距离并且也有利地发光。

[0025] 由以下参照附图对例示实施方案的说明, 本发明进一步的特点将变得清楚。

附图说明

[0026] 图 1A 是表示本发明的发光装置的实例的透视示意图。

[0027] 图 1B 是表示发光装置的实例的部分横截面示意图。

[0028] 图 2A 和 2B 是本发明的实施方案的发光装置的第一电极附近的放大示意图。

[0029] 图 3 是表示由涂布形成的膜和由气相沉积形成的膜的折射率的图。

[0030] 图 4A-4D 是表示本发明的实施方案的发光装置的制备方法的实例的横截面示意图。

[0031] 图 5 是已知的发光装置的基板上的电极的附近的放大示意图。

具体实施方式

[0032] 现在参照附图对本发明的实施方案进行说明, 但本发明并不限于此。应指出的是, 本领域中众所周知或公知的技术适用于说明书中没有具体图示或说明的部分。

[0033] 发光装置

[0034] 图 1A 是表示根据本发明的实施方案的发光装置的透视示意图。本发明的实施方案的发光装置包括均具有有机 EL 元件的多个像素 100。以矩阵状配置像素 100 以形成显示区域 101。像素是对应于一个发光元件的发光区域的区域。本发明的实施方案的发光装置中, 发光元件为有机 EL 元件, 并且在每个像素 100 中设置发出一色的光的有机 EL 元件。有机 EL 元件的发光色的实例包括红色、绿色和蓝色并且也包括白色、黄色和青色。本发明的

实施方案的发光装置中,配置多个像素单元,每个像素单元由发出不同色的光的多个像素(例如,发红光的像素、发绿光的像素和发蓝光的像素)组成。本文中,像素单元表示通过将由各像素发出的光混合而能够发出所需色的光的最小单元。或者,本发明的实施方案的发光装置可具有如下结构,其中将发出相同色的光的多个像素配置在一维方向上,用于例如打印头。

[0035] 图 1B 是沿图 1A 中的线 IB-IB 所取的部分横截面示意图。基板 10 上的一个像素 100 包括有机 EL 元件。有机 EL 元件包括第一电极(阳极) 11、空穴传输层 12a、12b、发光层 13R、13G、13B、电子传输层 14 和第二电极(阴极)15。本发明的实施方案的有机 EL 元件具有如下结构,其中第一电极 11 具有反射表面,该反射表面用于将从发光层向第一电极 11 发出的光反射,并且从第二电极 15 取出光。发光层 13R 发出红光,发光层 13G 发出绿光,和发光层 13B 发出蓝光。发光层 13R、13G 和 13B 经图案化以分别对应于发红光、绿光和蓝光的像素(有机 EL 元件)。对各个像素(有机 EL 元件)形成第一电极 11,并且各第一电极 11 与相邻像素(有机 EL 元件)的其他第一电极 11 分离。可形成电子传输层 14 和第二电极 15 以使相邻像素共有或者可图案化以用于各像素。为了防止水分和氧的透过,用密封玻璃(未图示)将有机 EL 元件密封。

[0036] 为了利用光学干涉效果,设计本发明的实施方案的有机 EL 元件以致发光层 13R、13G、13B 的发光位置与第一电极 11 的反射表面之间的第一光学距离 L_1 满足式 2:

$$[0037] \quad L_1 = -(\Phi_1 / \pi) \times (\lambda / 4)$$

[0038] 其中 λ 表示由各有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极 11 的相移,其中最大峰值波长为具有最大光学幅度的由各有机 EL 元件发出的光的波长。

[0039] 构成反射表面的两种材料,即光通过的材料和光进入的材料的光学常数分别为 (n_1, k_1) 和 (n_2, k_2) 时,在反射表面的相移 (Φ) 由式 3 表示:

$$[0040] \quad \Phi = \tan^{-1} (2n_1k_2 / (n_1^2 - n_2^2 - k_2^2))。$$

[0041] 即,相移 Φ_1 为负值。顺便提及,这些光学常数能够用例如分光椭圆仪测定。

[0042] 通过例如控制空穴传输层 12a 的厚度或者在有机 EL 元件的一部分中形成空穴传输层 12b,能够满足式 2。

[0043] 即使由于有机化合物层的形成过程中产生的误差或者发光层内发射分布的影响,不满足式 2,只要第一光学距离 L_1 从满足式 2 的范围的迁移在 $\pm \lambda / 8$ 的范围内,波长 λ 增强。即,本发明的实施方案的有机 EL 元件可设计以满足式 4:

$$[0044] \quad (\lambda / 8) \times (-1 - 2\Phi_1 / \pi) < L_1 < (\lambda / 8) \times (1 - 2\Phi_1 / \pi), \text{ 并且 } L_1 > 0。$$

[0045] 特别地,第一光学距离 L_1 从满足式 2 的范围的迁移能够控制在 $\pm \lambda / 16$ 的范围内。即,可制备本发明的实施方案的有机 EL 元件以满足式 5:

$$[0046] \quad (\lambda / 16) \times (-1 - 4\Phi_1 / \pi) \leq L_1 \leq (\lambda / 16) \times (1 - 4\Phi_1 / \pi), \text{ 并且 } L_1 > 0。 \text{ 具有金属层的第一电极 11 的相移约为 } -\pi。 \text{ 因此,基于式 4 和 5,可设计有机 EL 元件以致第一光学距离 } L_1 \text{ 满足式 4' :}$$

$$[0047] \quad \lambda / 8 < L_1 < 3\lambda / 8, \text{ 或}$$

$$[0048] \quad \text{式 5' :}$$

$$[0049] \quad 3\lambda / 16 \leq L_1 \leq 5\lambda / 16。$$

[0050] 此外,通过控制发光层 13R、13G、13B 的发光位置与第二电极 15 的反射表面之间的第二光学距离 L_2 以满足式 6 来增强光学干涉效果:

$$[0051] \quad L_2 = -(\Phi_2 / \pi) \times (\lambda / 4)$$

[0052] 其中 Φ_2 表示波长 λ 下的第二电极 15 的相移。

[0053] 如上所述,即使由于有机化合物层的形成过程中产生的误差或者发光层内发射分布的影响,不满足式 6,只要第二光学距离 L_2 从满足式 6 的范围的迁移在 $\pm \lambda / 8$ 的范围内,波长 λ 增强。特别地,能够将第二光学距离 L_2 从满足式 6 的范围的迁移控制在 $\pm \lambda / 16$ 的范围内。即,可制备本发明的实施方案的有机 EL 元件以满足式 7:

$$[0054] \quad (\lambda / 8) \times (-1 - 2\Phi_2 / \pi) < L_2 < (\lambda / 8) \times (1 - 2\Phi_2 / \pi), \text{ 并且 } L_2 > 0, \text{ 或者}$$

[0055] 式 8:

$$[0056] \quad (\lambda / 16) \times (-1 - 4\Phi_2 / \pi) \leq L_2 \leq (\lambda / 16) \times (1 - 4\Phi_2 / \pi), \text{ 并且 } L_2 > 0.$$

[0057] 具有金属层的第二电极 15 的相移约为 $-\pi$ 。因此,基于式 7 和 8,第二光学距离 L_2 可满足式 7':

$$[0058] \quad \lambda / 8 < L_2 < 3\lambda / 8, \text{ 或}$$

[0059] 式 8':

$$[0060] \quad 3\lambda / 16 \leq L_2 \leq 5\lambda / 16.$$

[0061] 图 1B 中的空穴传输层 12a 对应于本发明的实施方案的电荷传输层,并且形成空穴传输层 12b 以遍及多个第一电极 11 和基板 10。本发明的实施方案中,基板 10 是形成第一电极 11 前形成的结构体,其实例包括设置有其上用绝缘层覆盖的薄膜晶体管的玻璃基板。形成空穴传输层 12a 以遍及并且接触第一电极 11 和基板 10。即,本发明的实施方案具有如下构成,该构成不具有任何覆盖第一电极 11 的端部的绝缘层;并且不具有如下构成,该构成在覆盖第一电极 11 的端部而设置的绝缘层上具有空穴传输层 12a。但是,本发明的实施方案包括如下构成,该构成具有在两个第一电极 11 之间形成而没有覆盖电极的端部的肋状结构。

[0062] 本发明的实施方案的空穴传输层 12a 通过涂布例如狭缝涂布 (slitcoating) 或旋转涂布形成。图 2A 是通过狭缝涂布在第一电极 11 上形成的空穴传输层 12a 的放大示意图。如图 2A 中所示,通过涂布形成的空穴传输层 12a 与第一电极 11 的顶面和侧面接触以也将第一电极 11 的侧面覆盖并且从第一电极 11 的顶面向基板 10 平滑地形成。这是因为,由于含有用于空穴传输层 12a 的材料的溶液的表面张力的影响,含有用于空穴传输层 12a 的材料的溶液能够也覆盖第一电极 11 的侧面而在第一电极 11 与基板 10 之间的台阶部分没有断开。通过蒸发将溶液的溶剂除去来形成也覆盖第一电极 11 的侧面的空穴传输层 12a。结果,防止有机 EL 元件在第一电极 11 与第二电极 15 之间的短路并且能够发光。

[0063] 图 2B 是采用另一种涂布法即旋转涂布形成的空穴传输层 12a 和第一电极 11 的放大示意图。采用旋转涂布形成的空穴传输层 12a 也能够覆盖第一电极 11 的侧面。但是,如图 2B 中所示,旋转涂布引起旋转中心 (基板 10 的中心) 侧和其相对侧之间第一电极 11 的端部的弯月面形的不同,导致第一电极 11 上的空穴传输层 12a 的厚度的大的变动。

[0064] 而狭缝涂布不需要基板的旋转,并且如图 2A 中所示,第一电极 11 上的空穴传输层 12a 的厚度的变动小。

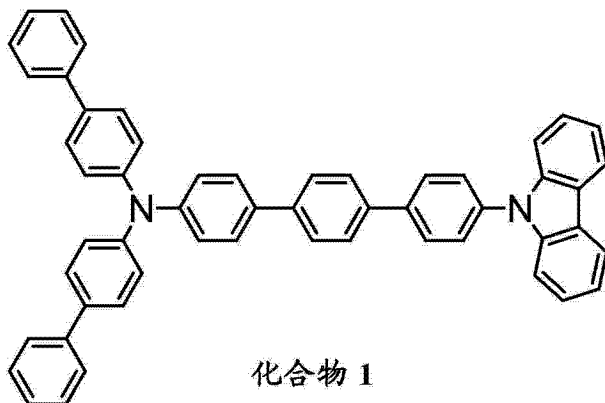
[0065] 本发明的实施方案中的有机 EL 元件利用光学干涉效果,尤其是最大光学干涉效

果,因此具有满足式 2 或式 4-8' 的任何式的小厚度。厚度的大的变动高度影响发光特性。因此,可采用狭缝涂布形成空穴传输层 12a。

[0066] 如本发明的实施方案中那样通过涂布形成的空穴传输层 12a 具有比使用相同的材料通过气相沉积形成的膜的折射率低的折射率。认为这是由挥发溶剂使空穴传输层 12a 的膜密度(分子密度)减小引起。

[0067] 使用能够用作空穴传输材料的化合物 1 为例,对成膜方法的不同引起的折射率的不同进行说明。图 3 表示在相同的硅基板上通过涂布(狭缝涂布)和气相沉积形成的膜的折射率。图 3 中,符号 A 表示涂布膜,符号 B 表示沉积膜。

[0068]



[0069] 在狭缝间隔 50 μm、狭缝头和基板之间的距离 50 μm 和头移动速度 60mm/s 的条件下使用含有 0.5wt% 化合物 1 的甲苯溶液进行狭缝涂布。涂布后,在真空烘箱中在 80℃ 下将基板加热 10 分钟以将该涂布膜退火以得到具有 18nm 的厚度的薄膜。气相沉积中,在 1.0×10^{-4} Pa 的压力和 1.00 Å/s 的膜形成速度的条件下使用化合物 1 形成具有 18nm 的厚度的薄膜。通过椭圆偏光法测定得到的涂布膜(A)和沉积膜(B)的折射率以比较。

[0070] 从图 3 可知,在 400nm-750nm 的整个可见波长区域,涂布膜(A)显示比沉积膜(B)小的折射率。

[0071] 使用这样的具有小折射率的空穴传输层 12a 能够使起因于第一电极 11 的表面的表面等离子波子(SP)的损失减小以增加发光效率。SP 损失是金属的 SP 被发光分子的激发能量激发,结果将激发能量转化为焦耳热的现象。SP 损失随发光位置与电极之间的距离的减小而增加。因此,如本发明的实施方案中那样满足式 2 或 4-8' 的任何式的有机 EL 元件中 SP 损失尤其出现。

[0072] 在光学上无限厚的金属层与有机化合物层之间的界面发生的 SP 的波数通常具有式 9 所示的关系:

$$[0073] \quad k_{sp} = \sqrt{\frac{\epsilon_m \cdot \epsilon_{org}}{\epsilon_m + \epsilon_{org}}} k_0 \approx \sqrt{\frac{\epsilon_m \cdot (n_{org})^2}{\epsilon_m + (n_{org})^2}} k_0$$

[0074] 其中 ϵ_m 表示金属(阳极)的复介电常数, ϵ_{org} 几乎等于 $(n_{org})^2$ 并且表示有机化合物层的复介电常数,和 k_0 表示空气中的 SP 的波数。在此,为了简单,将有机化合物层的消光系数设为 0。顺便提及,能够使用可商购的采用公知的椭圆偏光法的分光椭圆仪测定复折射率,该公知的椭圆偏光法是通过观察在材料的表面上反射光时的偏振的变化来确定材料

的光学常数的方法。式 9 表示 SP 的波数随金属阳极上的空穴传输层的折射率依赖性减小而减小。SP 损失随 SP 的波数的减小而减小。

[0075] 基于使用由支撑基板 /Al (100nm) / 空穴传输层 / 电子阻挡层 (10nm) / 发光层 (20nm) / 空穴阻挡层 (10nm) / 电子传输层 (10nm) / 电子注入层 (10nm) /Ag (24nm) 组成的元件的模拟研究折射率与空穴传输层的发光效率之间的关系。计算空穴传输层的折射率为 2.00、1.85、1.60、1.40 和 1.20 时的元件的发光效率。每个括号中所示的数值为层的厚度。空穴传输层具有满足式 2 的厚度。由发光层发出的光的光谱的最大峰值波长为 460nm,其几乎或基本上等于由有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长。根据 Stefan Nowy 等,Light Extraction and Optical Loss Mechanisms in Organic Light-Emitting Diodes:Influence of the Emitter Quantum Efficiency,Journal of Applied Physics,第 104 卷,第 12 期,article123109,2008 年 12 月 15 日,American Institute of Physics,Melville,New York 中记载的程序进行模拟。

[0076] 空穴传输层的折射率为 2.00、1.85、1.60、1.40 和 1.20 时,色度 CIEy 为 0.06 时的发光效率分别为 3.0cd/A、4.2cd/A、6.1cd/A、7.0cd/A 和 7.8cd/A。即,存在发光效率随空穴传输层的折射率减小而增大的倾向。

[0077] 发光装置的制备

[0078] 参照图 4A-4D 对根据实施方案的发光装置的制备方法进行说明。图 4A-4D 是表示实施方案的发光装置的制备方法的每个步骤的横截面示意图。

[0079] 如图 4A 中所示,在基板 10 上形成多个第一电极 11。在对应于各个像素(有机 EL 元件)的位置形成第一电极 11。采用已知的方法形成第一电极 11。

[0080] 由具有高反射率的导电性金属材料例如 Ag 或 Al、或者这样的金属的合金形成各第一电极 11。第一电极 11 可具有单层或多层结构。特别地,从空穴注入性的观点出发,第一电极 11 能够具有含有 Al 或 Ag 的金属层和 Mo 金属层的层叠结构。第一电极 11 具有 30nm-300nm 的厚度。只由金属层组成的第一电极 11 中,第一电极 11 的反射表面是第一电极 11 与后面形成的空穴传输层 12a 之间的界面。或者,第一电极 11 可具有上述材料的金属层和透明导电性材料例如氧化铟锡(ITO)的透明导电层的层叠结构。这样的情况下,第一电极 11 的反射表面是金属层与透明导电层之间的界面。

[0081] 基板 10 的实例包括玻璃板、塑料板,这些板在其上设置有薄膜晶体管,和其上设置有晶体管的硅基板。基板 11 是表示第一电极 11 的形成前形成的部件的总称并且可具有柔性。

[0082] 随后,如图 4B 中所示,通过涂布形成空穴传输层 12a。能够采用任何已知的涂布法,特别地,狭缝涂布能够以较小的厚度变动形成空穴传输层 12a。作为具体实例,以下对通过狭缝涂布形成空穴传输层 12a 的方法进行说明,但空穴传输层 12a 可由任何涂布法例如旋转涂布形成。

[0083] 能够由任何已知的材料形成空穴传输层 12a。将用于空穴传输层 12a 的材料(固体成分)与溶剂例如甲苯混合以制备涂布溶液。这种情况下,固体成分相对于溶剂的比例能够为 1.0wt% 以下,特别地,0.50wt% 以下。第一电极 11 的侧面也能够通过使用具有例如 0.5-1.0cP 的粘度的涂布溶液覆盖。

[0084] 将该溶液施涂到其上设置有第一电极 11 的基板 10 上以形成涂布膜。施涂条件可

适当地设定在狭缝间隔 $10\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 、狭缝头与基板 10 之间的距离 $10\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ 和头移动速度 10mm/s – 100mm/s 的范围内。

[0085] 随后,将设置有涂布膜的基板 10 退火以使溶剂蒸发以形成空穴传输层 12a。

[0086] 随后,为了调节红色有机 EL 元件的光学距离,在与各红色有机 EL 元件对应的区域形成空穴传输层 12b。空穴传输层 12b 可通过涂布或气相沉积形成。空穴传输层 12a 和空穴传输层 12b 可由相同的材料或不同的材料形成。这些材料可以是已知的材料。

[0087] 根据需要,与其他色的有机 EL 元件对应的区域可设置有空穴传输层。这种情况下,用于不同色的有机 EL 元件的空穴传输层可具有不同的厚度或相同的厚度并且可由相同的材料或不同的材料形成。而且,对于不同色的有机 EL 元件,可共有单一的传输层。

[0088] 而且,在空穴传输层 12a、12b 上可形成具有电子阻挡性的另一空穴传输层。空穴传输层 12a、12b 可具有多层结构。

[0089] 随后,如图 4C 中所示,在空穴传输层 12a、12b 上,在与各个有机 EL 元件对应的位置形成发光层 13R、13G、13B。而且,在发光层 13R、13G、13B 上形成电子传输层 14。

[0090] 每个发光层 13R、13G、13B 的发光位置是指发光层中显示最大发光强度的区域。发光层 13R、13G、13B 含有主体材料和发光掺杂剂材料时,基于主体材料和发光掺杂剂材料的最高占有分子轨道(HOMO)能级能量和最低未占分子轨道(LUMO)能级能量之间的关系确定发光位置。

[0091] 满足式 10 的情况下,发光层 13R、13G、13B 的发光位置,与发光层 13R、13G、13B 的中心相比,存在于空穴传输层 12a、12b 侧。更具体地,发光位置存在于发光层 13R、13G、13B 与空穴传输层 12a、12b 之间的界面附近(距离发光层 13R、13G、13B 与空穴传输层 12a、12b 之间的界面 10nm 内)。发光层 13R、13G、13B 的主体材料的 HOMO 能级能量 H_H 和 LUMO 能级能量 L_H 与发光掺杂剂材料的 HOMO 能级能量 H_D 和 LUMO 能级能量 L_D 满足式 10 时:

[0092] $|H_D| < |H_H|$ 并且 $|H_H| - |H_D| > |L_D| - |L_H|$,

[0093] 空穴容易被发光掺杂剂材料捕集以使空穴的迁移率减小。因此认为在空穴传输层 12a、12b 侧电子和空穴再结合的概率增加以增加空穴传输层 12a、12b 侧的发光强度。

[0094] 满足式 11 的情况下,发光层 13R、13G、13B 的发光位置,与发光层 13R、13G、13B 的中心相比,存在于电子传输层 14 侧。更具体地,发光位置存在于发光层 13R、13G、13B 与电子传输层 14 之间的界面附近(距离发光层 13R、13G、13B 与电子传输层 14 之间的界面 5nm 内)。满足式 11 的发光层中:

[0095] $|L_D| > |L_H|$ 并且 $|L_D| - |L_H| > |H_H| - |H_D|$,

[0096] 电子容易被发光掺杂剂材料捕集以使电子的迁移率减小。因此认为在电子传输层 14 侧电子和空穴再结合的概率增加以使电子传输层 14 侧的发光强度增加。

[0097] 使用已知的材料,采用已知的方法形成发光层 13R、13G、13B 和电子传输层 14。能够通过显示不扩展到其他像素区域的直进性的气相沉积形成发光层 13R、13G、13B,由此避免混色。具体地,例如,能够在 $1.0 \times 10^{-5}\text{Pa}$ – $1.0 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 的压力下通过气相沉积形成发光层 13R、13G、13B。

[0098] 电子传输层 14 可具有多层结构。而且,只在一部分像素中,电子传输层 14 可由两层组成。电子传输层 14 可具有空穴阻挡性。特别地,具有多层结构的电子传输层 14 中,发光层 13R、13G、13B 侧的电子传输层可具有空穴阻挡性。而且,为了提高电子注入性,电子传

输层 14 可含有碱金属、碱土金属或它们的化合物。

[0099] 随后,如图 4D 中所示,在电子传输层 14 上形成第二电极 15。

[0100] 第二电极 15 能够由具有优异的电子注入性的导电金属材料例如 Ag、AgMg 或 AgCs,或透明导电材料例如 ITO 形成。金属材料的第二电极 15 具有 2nm-30nm 的厚度,而透明导电材料的第二电极 15 具有 50nm-200nm 的厚度。第二电极 15 可具有金属材料和透明导电材料的层叠结构。

[0101] 而且,可在第二电极 15 上设置有机或无机材料的光学调节层。通过调节光学调节层的厚度,通过光学干涉效果的提高,能够增加发光效率。

[0102] 具有金属层的第二电极 15 的反射表面是有机化合物层(发光层)侧的金属层的界面,而只由导电氧化物层组成的第二电极 15 的反射表面是有机化合物层(发光层)的相反侧的导电氧化物层的界面。

[0103] 可用密封玻璃或者可用第二电极 15 上设置的无机材料的密封膜将有机 EL 元件密封。密封膜为无机材料例如氮化硅、氧化硅、氮氧化硅或氧化铝的单层或多层。密封层具有 100nm-10 μ m 的厚度。

[0104] 本发明的实施方案的发光装置能够应用于图像形成装置例如激光束打印机,更具体地,图像形成装置,该图像形成装置包括通过发光装置在其上形成潜像的感光部件和用于使该感光部件带电的带电设备。

[0105] 以上对发光装置进行了说明。本发明的实施方案也能够应用于具有多个有机 EL 元件的显示装置。这样的情况下,显示装置可包括发出具有不同色的光的多个有机 EL 元件或者可包括发出具有单一色的光的多个有机 EL 元件。该显示装置能够用作摄像装置例如具有摄像元件例如 CMOS 传感器的数码相机或数码摄像机的显示器或电子取景器。此外,该显示装置能够用作图像形成装置的显示器或者个人数字助理例如便携式电话或智能手机的显示器。而且,该显示装置可具有如下构成,该构成包括发出具有单一色的光的多个有机 EL 元件以及红色、绿色和蓝色滤色器。

[0106] 实施例

[0107] 现在参照图 4A-4D 对本发明的实施方案的实例进行说明。实施例中的材料和元件构成为优选的实例,并且本发明的实施方案并不限于此。

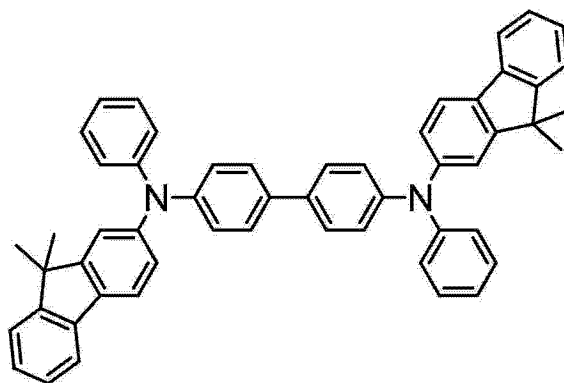
[0108] 实施例 1

[0109] 如图 4A 中所示,在通过在玻璃板上形成薄膜晶体管(TFT)和有机平坦化层而形成的基板 10 上形成具有 Al/Mo 层叠结构的第一电极(阳极)11。Al 层具有 45nm 的厚度,Mo 层具有 5nm 的厚度。用纯水洗涤设置有第一电极 11 的基板 10 并且在真空气氛中进行烘焙处理,然后用氧等离子体进行预处理。

[0110] 随后,如图 4B 中所示,形成具有 27nm 的厚度的化合物 1 的膜作为空穴传输层 12a。具体地,在狭缝间隔 50 μ m、狭缝头与基板 10 之间的距离 50 μ m 和头移动速度 60mm/s 的条件下,使用含有 0.5wt% 化合物 1 的甲苯溶液进行狭缝涂布。涂布后,在真空烘箱中在 80℃ 下将基板 10 加热 10 分钟以对涂布膜进行退火以得到空穴传输层 12a。

[0111] 随后,使用具有像素形状的金属掩模,在空穴传输层 12a 上红色像素的部分,通过化合物 2 的气相沉积形成具有 45nm 的厚度的空穴传输层 12b。在 1.0×10^{-4} Pa 的压力和 1.00Å/s 的成膜速度下进行气相沉积。

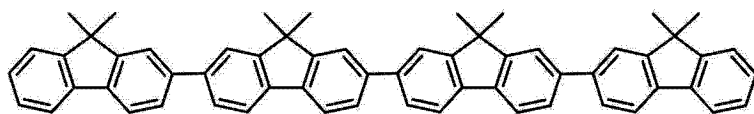
[0112]



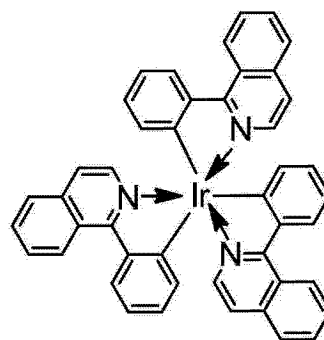
化合物 2

[0113] 随后,如图 4C 中所示,使用具有像素形状的金属掩模在空穴传输层 12b 上共沉积作为主体材料的化合物 3、作为发光掺杂剂的化合物 4 (体积比例 :4%)和作为辅助掺杂剂的化合物 2 (体积比例 :15%)以形成具有 25nm 的厚度的红色发光层 13R。气相沉积的条件与用于形成空穴传输层 12b 的那些相同。红色发光层 13R 中含有的化合物 3 和 4 满足式 10,因此发光位置存在于空穴传输层 12b 侧。

[0114]



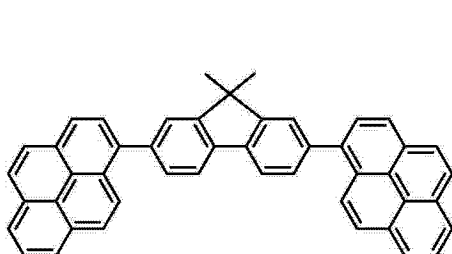
化合物 3



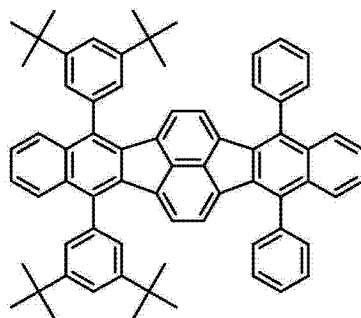
化合物 4

[0115] 随后,使用具有像素形状的金属掩模,在空穴传输层 12a 上在用于绿色像素的部分通过气相沉积形成绿色发光层 13G。具体地,以 35nm 的厚度共沉积作为主体材料的化合物 5、作为发光掺杂剂的化合物 6 (体积比例 :1.5%)和化合物 7 (体积比例 :60%)。气相沉积的条件与用于形成空穴传输层 12b 的那些相同。绿色发光层 13G 中含有的化合物 5 和 6 满足式 10,因此发光位置存在于电子传输层 14 侧。

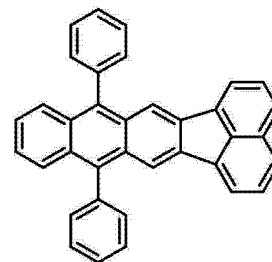
[0116]



化合物 5



化合物 6

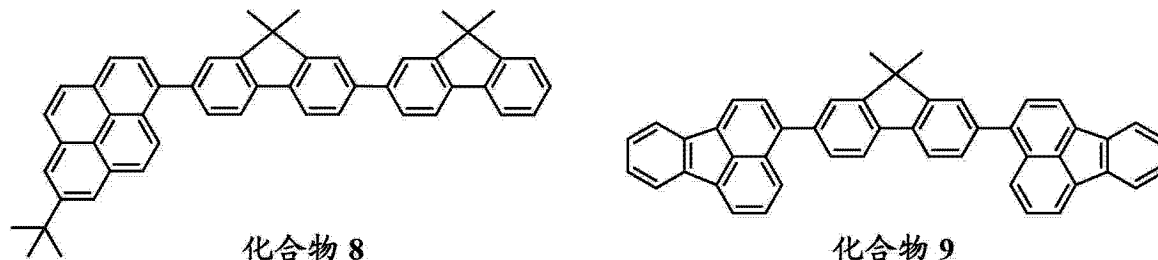


化合物 7

[0117] 随后,使用具有像素形状的金属掩模,在空穴传输层 12a 上在用于蓝色像素的部

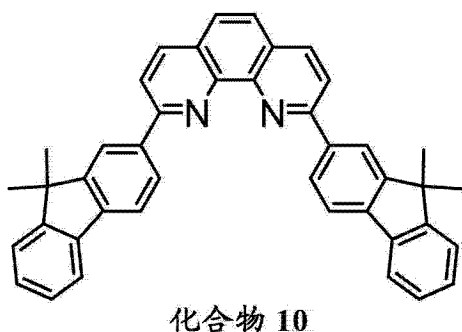
分共沉积作为主体材料的化合物 8 和作为发光掺杂剂的化合物 9 (体积比例 :0.5%)以形成具有 20nm 的厚度的蓝色发光层 13B。气相沉积的条件与用于形成空穴传输层 12b 的那些相同。蓝色发光层 13B 中含有的化合物 8 和 9 满足式 11,因此发光位置存在于电子传输层 14 侧。

[0118]



[0119] 随后,遍及全部发光层 13R、13G、13B 沉积由化合物 10 表示的菲咯啉衍生物以形成具有 40nm 的厚度的电子传输层 14。气相沉积的条件与用于形成空穴传输层 12b 的那些相同。

[0120]



[0121] 随后,如图 4D 中所示,以 6nm 的厚度在电子传输层 14 上共沉积碳酸铯(体积比例 :3%)和 Ag,并且以 20nm 的厚度进一步沉积 Ag 以形成第二电极 15。

[0122] 将基板转移到手套箱并且在氮气氛下用含有干燥剂的玻璃帽密封。

[0123] 由上述程序制备的发光元件的评价结果表明由红色、绿色和蓝色有机 EL 元件发出的光的光谱的最大峰值波长分别为 $\lambda_R=623\text{nm}$ 、 $\lambda_G=517\text{nm}$ 和 $\lambda_B=452\text{nm}$ 。

[0124] 由上述程序制备的蓝色有机 EL 元件中,空穴传输层 12a 和发光层 13B 的波长 λ_B 下的折射率分别为 1.88 和 1.80,计算的第一光学距离为 $(27\text{nm} \times 1.88) + (20\text{nm} \times 1.80) = 86.8\text{nm}$ 。

[0125] 由第一电极 11 侧的折射率和吸收系数计算的相移 Φ_1 为 -139° 。因此,在 $\lambda_B=452\text{nm}$ 下的由式 2 计算的第一光学距离为 87.3nm,其基本上与制备的有机 EL 元件的实际第一光学距离一致。用分光椭偏仪、使用各个材料的膜测定折射率和吸收系数。

[0126] 表 1 汇总地示出实施例 1 中制备的各色有机 EL 元件的第一光学距离和第二光学距离以及由式 2 和 6 计算的光学距离。具有实施例 1 的结构红色、绿色和蓝色有机 EL 元件的光学距离基本上与由式 2 计算的值一致。实施例 1 的结构满足式 4、5、4'、5'、7、8、7' 和 8'。

[0127] [表 1]

[0128]

		红色	绿色	蓝色
第一光学距离 (nm)	实施例 1	132	102	87
	由式 2 计算	131	103	87
第二光学距离 (nm)	实施例 1	117	85	72
	由式 6 计算	112	86	70

[0129] 实施例 2

[0130] 除了通过含有 0.5wt% 化合物 1 的甲苯溶液的旋转涂布形成实施例 2 中的空穴传输层 12a 以外,如实施例 1 中那样制备各有机 EL 元件。在 850rpm 下进行旋转涂布。

[0131] 比较例 1

[0132] 除了通过化合物 1 的气相沉积形成比较例 1 中的空穴传输层 12a 以外,如实施例 1 中那样制备各有机 EL 元件。在 1.0×10^{-4} Pa 的压力和 1.00Å/s 的成膜速度下进行气相沉积。

[0133] 有机 EL 元件的评价

[0134] 对各实施例和比较例中制备的有机 EL 元件进行点亮(lighting)评价。通过在 3V 的施加电压下均匀地将全部元件点亮、计算未点亮的像素数并计算未点亮的像素数与全部像素数之比来评价点亮。实施例 1、实施例 2 和比较例 1 中的比例分别为 0.10ppm、0.25ppm 和 1.00ppm。0.25ppm 的值意味着发光装置中未点亮的像素数小于 1 并且发光装置的质量良好。结果表明通过涂布形成的空穴传输层 12a 的收率高于通过气相沉积形成的空穴传输层 12a 的收率。

[0135] 测定实施例 1 和比较例 1 的红色、绿色和蓝色有机 EL 元件的发光效率。结果表明尽管实施例 1 和比较例 1 之间红色和绿色有机 EL 元件的发光效率几乎没有差异,但实施例 1 的蓝色有机 EL 元件的发光效率为 5.5cd/A,其为比较例 1 的有机 EL 元件的 4.6cd/s 的 1.2 倍。认为这是由起因于空穴传输层 12a 的减小的折射率的 SP 损失的减少引起的。

[0136] 尽管已参照例示实施方案对本发明进行了说明,但应理解本发明并不限于所公开的例示实施方案。下述权利要求的范围应给予最宽泛的解释以包括所有这样的变形以及等同的结构和功能。

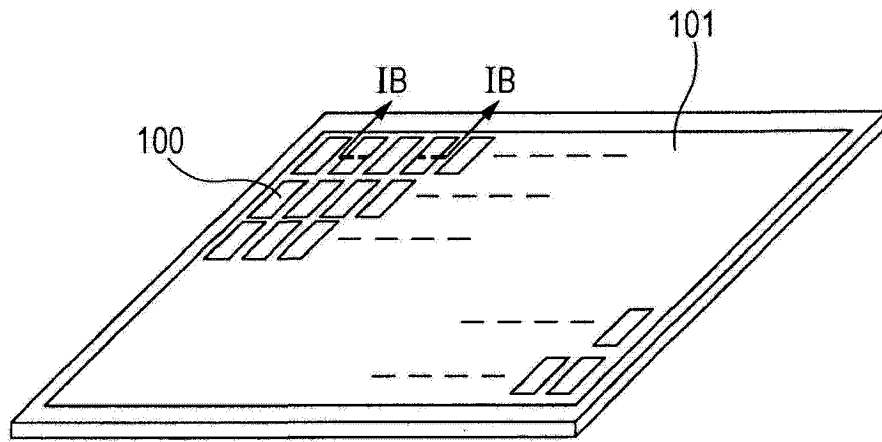


图 1A

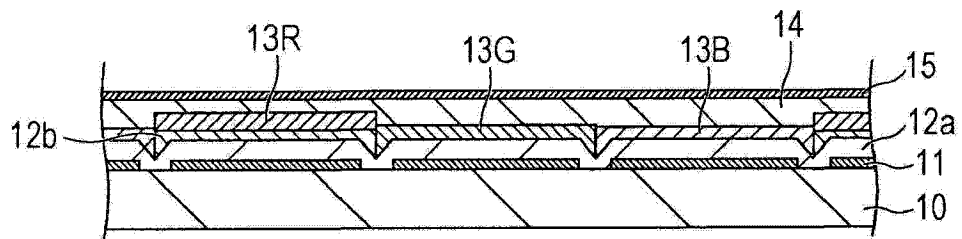


图 1B

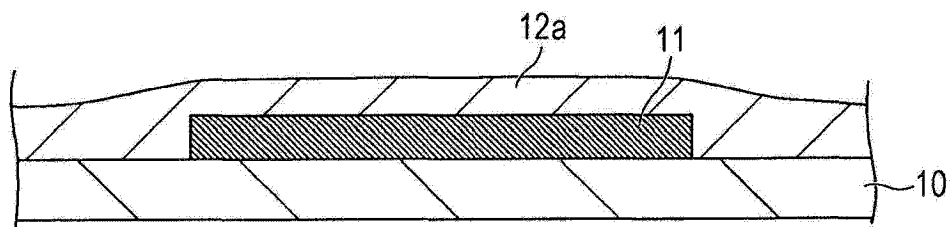


图 2A

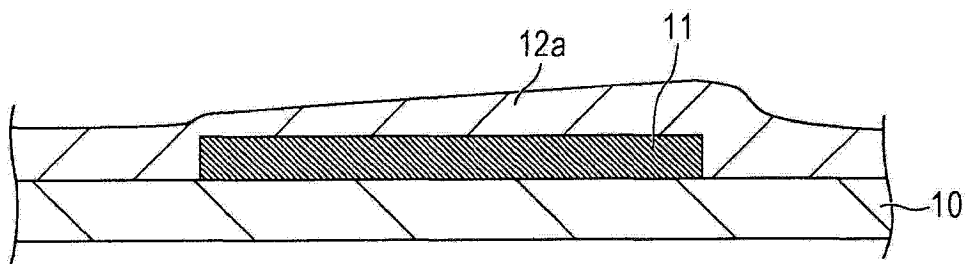


图 2B

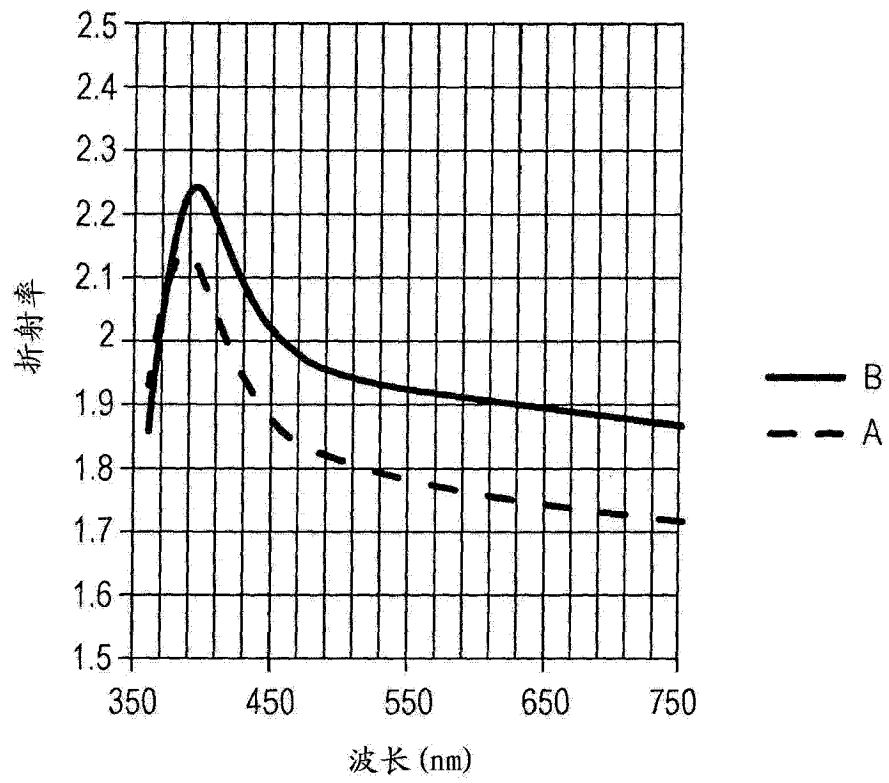


图 3

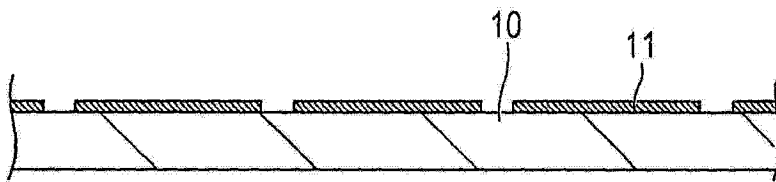


图 4A

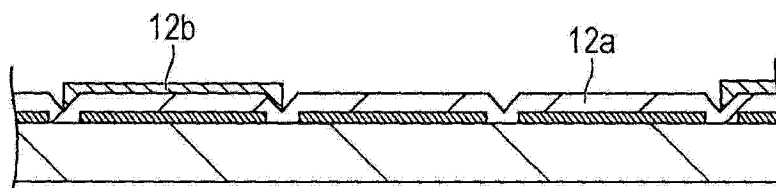


图 4B

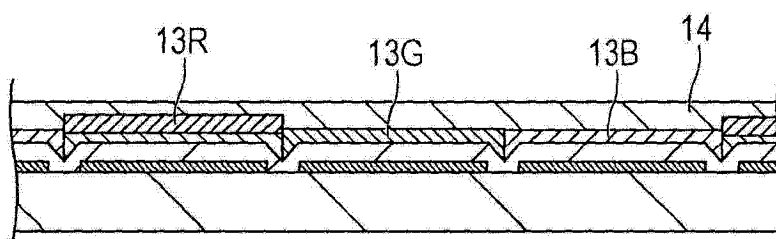


图 4C

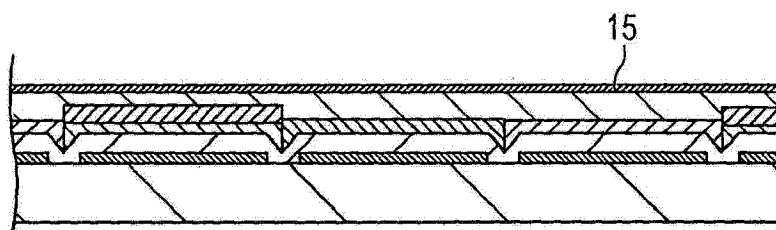


图 4D

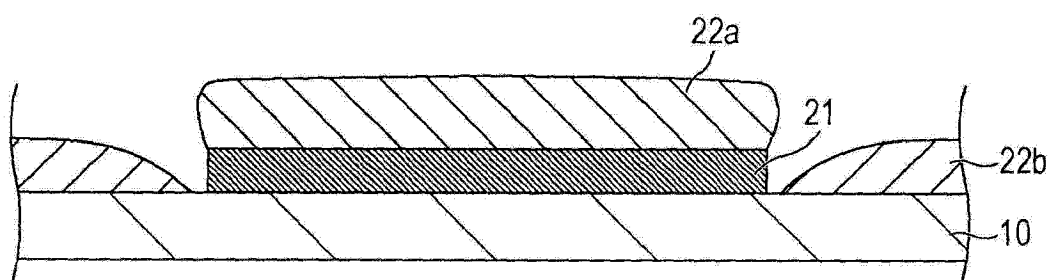


图 5

专利名称(译)	发光装置、图像形成装置、显示装置和摄像装置		
公开(公告)号	CN103227187A	公开(公告)日	2013-07-31
申请号	CN201310037620.8	申请日	2013-01-31
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
[标]发明人	石川信行		
发明人	石川信行		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/56 H01L33/08 H01L27/32 H01L51/5203 H01L51/5265 H01L2251/558 H01L27/3244 H01L2251/5315		
代理人(译)	李英		
优先权	2012018815 2012-01-31 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

有机EL元件利用最大光学干涉效果并且令人满意地发光。有机EL元件的发光层与第一电极之间的第一光学距离L1满足下述要求： $L1 > 0$ 并且 $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi1/\pi) < L1 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi1/\pi)$ ，其中 λ 表示由有机EL元件发出的光的光谱的最大峰值波长，和 $\Phi1$ 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移。通过涂布形成有机EL元件的空穴传输层。

