



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101521262 B

(45) 授权公告日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200910006810. 7

(56) 对比文件

(22) 申请日 2009. 02. 27

JP 特开 2007-234581 A, 2007. 09. 13, 全文.

(30) 优先权数据

JP 特开 2006-32327 A, 2006. 02. 02, 全文.

2008-046240 2008. 02. 27 JP

CN 1396791 A, 2003. 02. 12, 全文.

2009-035625 2009. 02. 18 JP

CN 1549658 A, 2004. 11. 24, 全文.

(73) 专利权人 佳能株式会社

审查员 钱丹娜

地址 日本东京

(72) 发明人 长谷川利则

(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 康建忠

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 26 页 附图 11 页

H01L 51/52(2006. 01)

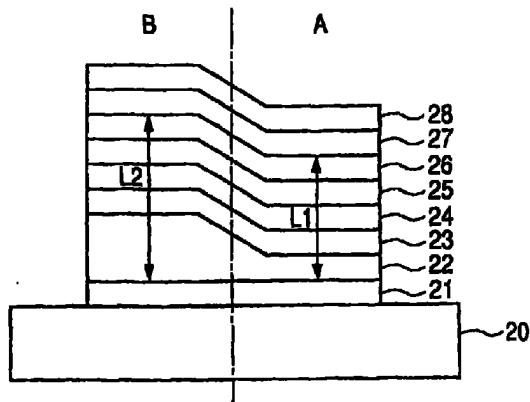
H01L 27/32(2006. 01)

(54) 发明名称

有机发光器件和显示装置

(57) 摘要

本发明提供具有宽视角特性并使得能够实现优异的颜色再现的有机发光器件、以及包含所述有机发光器件的显示装置。在所述器件中，在相对于发射层形成于第一电极侧的第一反射表面和相对于发射层形成于第二电极侧的第二反射表面之间的光路被设为使发射层中发射的光共振，并且，具有相对短的光路  $L_1$  的第一区域和具有相对长的光路  $L_2$  的第二区域被设置，其中， $L_1$  和  $L_2$  被设为与共振波长  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  和  $\lambda_3$ ，当光被第一反射表面和第二反射表面反射时的相移的和  $\phi t$ 、以及视角  $\alpha$  满足式 1：(式 1)  $\lambda_1 = 2L_1 / (p - \phi t / 2\pi)$   $\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \phi t / 2\pi)$   $\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \phi t / 2\pi)$   $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$  其中，p 和 q 各独立地表示正整数，且  $\alpha$  不为  $0^\circ$ 。



1. 一种设置在基板上的有机发光器件,所述有机发光器件包含 :

从所述基板侧依次设置的第一电极、发射层和第二电极,在相对于所述发射层位于所述第一电极侧的第一反射表面和相对于所述发射层位于所述第二电极侧的第二反射表面之间的光路被设为使所述发射层中发射的光共振,并且,所述有机发光器件具有所述光路相对短且为  $L_1$  的第一区域和所述光路相对长且为  $L_2$  的第二区域,

其中,  $L_1$  和  $L_2$  被设为与共振波长  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  和  $\lambda_3$ 、当光被所述第一反射表面和所述第二反射表面反射时的相移的和  $\Phi t$ 、以及视角  $\alpha$  满足式 1 :

(式 1)

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2 \pi)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2 \pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi t / 2 \pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

其中,  $p$  和  $q$  各独立地表示正整数,且  $\alpha$  不为  $0^\circ$ 。

2. 根据权利要求 1 的有机发光器件,其中,在式 1 中,  $p$  表示 2,  $q$  表示 2。

3. 根据权利要求 1 的有机发光器件,其中,所述视角  $\alpha$  满足  $0^\circ < |\alpha| < 60^\circ$ 。

4. 一种包含由有机发光器件形成的多个像素的显示装置,其中,构成所述多个像素的所述有机发光器件中的至少一个是权利要求 1 所述的有机发光器件。

5. 一种包含多个像素的显示装置,所述多个像素中的每一个包含设置在基板上的有机发光器件,所述有机发光器件中的每一个包含 :

从所述基板侧依次设置的第一电极、发射层和第二电极,在相对于所述发射层位于所述第一电极侧的第一反射表面和相对于所述发射层位于所述第二电极侧的第二反射表面之间的光路被设为使所述发射层中发射的光共振,并且,所述显示装置具有所述光路相对短且为  $L_1$  的第一像素和所述光路相对长且为  $L_2$  的第二像素,

其中,  $L_1$  和  $L_2$  被设为与共振波长  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  和  $\lambda_3$ 、当光被所述第一反射表面和所述第二反射表面反射时的相移的和  $\Phi t$ 、以及视角  $\alpha$  满足式 2 :

(式 2)

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2 \pi)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2 \pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi t / 2 \pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

其中,  $p$  和  $q$  各独立地表示正整数,且  $\alpha$  不为  $0^\circ$ 。

6. 根据权利要求 5 的显示装置,包括各具有多种发射颜色的像素的第一像素单元和第二像素单元,其中,在第一像素单元中所述发射颜色中的至少一种颜色的像素是所述第一像素,并且,在第二像素单元中所述至少一种颜色的像素是所述第二像素。

7. 根据权利要求 6 的显示装置,其中,所述至少一种颜色是蓝色。

8. 根据权利要求 6 的显示装置,其中,所述第一像素和所述第二像素在相邻的像素单元中彼此相邻。

9. 根据权利要求 5 的显示装置,其中,在允许所述第一像素和所述第二像素以相同的正面亮度发光的情况下,供给到所述第二像素的电流的值被设为比供给到所述第一像素的

电流的值大。

10. 根据权利要求 5 的显示装置,包含具有不同发射颜色的多个像素的像素单元,所述像素单元具有显示相同发射颜色的所述第一像素和所述第二像素。

11. 根据权利要求 10 的显示装置,其中,所述相同发射颜色是蓝色。

## 有机发光器件和显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及使用有机化合物 (compound) 的发光器件和使用该发光器件的显示装置。更具体而言,本发明涉及当向包含有机化合物的薄膜施加电场时发光的有机发光器件和使用该有机发光器件的显示装置。

### [0002] 背景技术

[0003] 有机发光器件 (有机电致发光 (EL) 器件;以下,有时简称为“器件”) 已被广泛研究和开发。这种有机发光器件包含由阳极和阴极构成的一对电极、和在该对电极之间形成的包含发光层 (以下,简称为“发射层”) 的多个有机化合物层。有机化合物层每一个具有约几十纳米的膜厚,并且电极中的一个反射光。另一电极用作光提取电极,并在其与外部环境的界面处反射被发射的光的一部分。因此,在有机发光器件中具有特定波长的光被共振以得到增强的光学干涉效应显著发展。

[0004] 图 1 是普通的有机发光器件的示意性横截面图。在图 1 中,有机发光器件包含基板 1 和依次设置在基板 1 上的反射层 2、透明导电层 (阳极) 3、空穴传输层 4、发射层 5、电子传输层 6、电子注入层 7、半透射 (semi-transmissive) 层 8、透明电极 (阴极) 9。通过允许电流流过 EL 器件,从阳极注入的空穴和从阴极注入的电子在发射层中被复合,由此发光。

[0005] 在这种有机发光器件中,在基板上的反射层 2 和半透射层 8 之间构成共振器结构。这里,反射层 2 和半透射层 8 的反射界面之间的光路由  $L$  表示,共振波长由  $\lambda$  表示,视觉识别来自器件的光发射的角度由  $\theta$  表示 (假定在器件的正面视觉识别光发射、即当沿着垂直于器件的光提取表面的方向视觉识别时的角度被定义为  $0^\circ$  )。此外,在当发射光被上电极和下电极反射时的相移的和由  $\phi$  (rad) 表示并且光学干涉的级数 (order) 由  $m$  表示的情况下,当在各参数之间存在满足等式 1 的关系时,可利用由于共振导致的发射增强。

[0006] 即,通过使由发射层的光激发所产生的发射光谱 (PL 光谱) 的峰值波长与共振波长一致,可增强发射光谱的峰值波长的强度。以下,为了区别于 PL 光谱,从器件取得的发射光谱被称为“EL 光谱”。(等式 1)  $\lambda = 2L\cos\theta / (m - \phi t/2\pi)$

[0007] 其中,  $m$  表示正整数。

[0008] 顺便说一句,当发射光实际上被各电极反射时,相移的和  $\phi$  依赖于构成反射界面的电极材料和有机材料的组合而改变。

[0009] 从等式 1 可以看出,增强峰值波长 (共振波长)  $\lambda$  依赖于光路  $L$  而改变。此外,当相对于器件视觉识别光发射的角度 (视角)  $\theta$  增大时,  $\cos\theta$  值减小,并且共振波长  $\lambda$  向较短波长侧偏移。因此,在当观察具有光路  $L$  的器件时增大视角的情况下,共振波长从发射层的发射光谱 (PL 光谱) 的峰值波长移位,并且,发射光谱的峰值波长不增强而进一步弱化。结果,随着视角增大,发射光看起来较暗。

[0010] 此外,在增大视角的情况下,共振波长  $\lambda$  随着  $\cos\theta$  值的减小向较短波长侧偏移 (蓝移),由此,从发光器件发射的光的颜色看起来是不同的,这是一个问题。

[0011] 上述的问题也适用于发光器件被用作显示装置的像素的情况。具体而言,上述的问题也适用于以具有不同的发射颜色 (例如,红、绿、蓝) 的多个像素作为像素单元的显示

装置的情况下。在这种显示装置的情况下,存在另一问题:混合颜色的平衡会由于被斜视时的每一像素的颜色的变化而改变。即,当在其正面(front)(即,沿着垂直于器件的光提取表面的方向)展现出红色的发光器件被斜视时,该发光器件展现出橙色。当在其正面展现出绿色的发光器件被斜视时,该发光器件展现出蓝色。当在其正面展现出蓝色的发光器件被斜视时,该发光器件展现出较暗的蓝色。因此,由红、绿和蓝的颜色混合而表达的白色(白平衡)受到损害。

[0012] 日本专利申请公开 No. 2006-32327 公开了一种发光器件,在该发光器件中,在一个发光器件中设置具有不同光路的部分,并且组合具有不同视角特性的光发射,由此,依赖于视角的特性变化被平均和减轻。该专利文献公开了改变发光器件中的光路的器件,例如,0° 视角时的共振波长和级数各被设为  $510\text{nm}/\text{m} = 2$  和  $570\text{nm}/\text{m} = 1$  的发绿光器件。

[0013] 此外,日本专利申请公开 No. 2007-234581 公开了一种发光器件、和在一个发光器件中以及在具有相同发射颜色的相邻像素之间设置具有不同光路的多个部分由此改善视角特性的显示装置。这种情况下的光路被设为相对于不同光路的平均值在 2% 至 5% 的范围内变化,并且,光学干涉的级数在具有任意光路的部分中被设为相同的值。

[0014] 但是,在日本专利申请公开 No. 2006-32327 中公开的发光器件中,由于具有两个不同的峰值波长的发光光谱被组合,因此存在合成光谱的半高全宽(full width at half maximum)被扩大的问题,这使得难以改善发射颜色的颜色纯度。

[0015] 此外,在日本专利申请公开 No. 2007-234581 中公开的发光器件中,由于一个发光器件中或相邻像素之间的光路变化为平均光路的约 2% 至 5%,因此存在改善视角特性的效果小的问题。

[0016] 鉴于上述的问题,完成了本发明,因此,本发明的目的是,提供具有高的发光颜色纯度并能够得到优异的颜色再现、同时具有宽的视角特性的有机发光器件。此外,本发明的另一目的是,提供具有该有机发光器件的显示装置。

[0017] 发明内容

[0018] 为了实现以上的目的,在本发明中,在一个有机发光器件中、在至少一个像素单元中或在一个像素中设置具有用于使从发射层发射的光共振的不同光路的部分,并且,各部分的共振波长被设为彼此相等。这里采用的术语“像素”是指构成显示装置中的图像并包括有机发光 器件的最小单元。这里采用的术语“像素单元”是指多个像素的组合。在全色显示装置的情况下,一般设计显示不同颜色的像素的混合物(所述混合物能显示白色),诸如作为显示例如红、蓝和绿的像素的组合的像素单元。

[0019] 即,本发明的有机发光器件被设置在基板上并包含:从基板侧依次设置的第一电极、发射层和第二电极,在相对于发射层位于第一电极侧的第一反射表面和相对于发射层位于第二电极侧的第二反射表面之间的光路被设为使发射层中发射的光共振,并且,该有机发光器件具有光路相对短并且为  $L_1$  的第一区域和光路相对长并且为  $L_2$  的第二区域,其中,  $L_1$  和  $L_2$  被设为与共振波长  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  和  $\lambda_3$ 、当光被第一反射表面和第二反射表面反射时的相移的和  $\Phi t$ 、以及视角  $\alpha$  满足式 1:

[0020] (式 1)

$$[\text{0021}] \quad \lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2 \pi)$$

$$[\text{0022}] \quad \lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2 \pi)$$

[0023]  $\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \phi t / 2 \pi)$

[0024]  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$

[0025] 其中, p 和 q 各独立地表示正整数, 并且  $\alpha$  不为  $0^\circ$ 。

[0026] 另外, 本发明的显示装置包含设置在基板上的构成像素的多个有机发光器件, 所述有机发光器件中的每一个包含: 从基板侧依次设置的第一电极、发射层和第二电极, 在相对于发射层位于第一电极侧的第一反射表面和相对于发射层位于第二电极侧的第二反射表面之间的光路被设为使发射层中发射的光共振, 并且, 所述显示装置具有光路相对短并且为  $L_1$  的第一像素和光路相对长并且为  $L_2$  的第二像素, 其中,  $L_1$  和  $L_2$  被设为与共振波长  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  和  $\lambda_3$ 、当光被第一反射表面和第二反射表面反射时的相移的和  $\phi t$ 、以及视角  $\alpha$  满足式 2:

[0027] (式 2)

[0028]  $\lambda_1 = 2L_1 / (p - \phi t / 2 \pi)$

[0029]  $\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \phi t / 2 \pi)$

[0030]  $\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \phi t / 2 \pi)$

[0031]  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$

[0032] 其中, p 和 q 各独立地表示正整数, 并且  $\alpha$  不为  $0^\circ$ 。

[0033] 根据本发明, 在一个有机发光器件中、在至少一个像素单元中或在一个像素中设置具有不同光路的部分。因此, 各部分的视角特性是不同的, 并且, 整个器件或显示装置具有视角特性被平均的发射特性。因此, 发射特性的视角依赖性的问题得到克服。此外, 由于各部分的发射增强波长被设为彼此相等, 因此可以获得具有高的颜色纯度的光发射, 而不扩大 EL 光谱的半高全宽。

[0034] 由参照附图对示例性实施例的以下描述, 本发明的进一步的特征将变得明显。

## 附图说明

[0035] 图 1 是常规的有机发光器件的示意性横截面图。

[0036] 图 2 是一般的有机发光器件的示意性横截面图。

[0037] 图 3 是示出蓝发射层的 PL 光谱的图形表示。

[0038] 图 4 是示出有机发光器件的发射光谱的图形表示。

[0039] 图 5 是示出有机发光器件的视角对 (vs.) 相对亮度 (luminance) 的分布 (profile) 的图形表示。

[0040] 图 6 是根据实施例 1 的有机发光器件的示意性横截面图。

[0041] 图 7A 和图 7B 分别是根据实施例 2 的有机发光器件的示意性横截面图和示意性平面图。

[0042] 图 8 是根据实施例 3 的显示装置的示意性平面图。

[0043] 图 9 是根据实施例 4 的显示装置的示意性平面图。

[0044] 图 10 是示出视频信号的转换方法的框图。

[0045] 图 11 是根据实施例 5 的显示装置的示意性平面图。

[0046] 图 12 是根据例子 1 的有机发光器件的示意性横截面图。

[0047] 图 13 是示出根据比较例子 1 的有机发光器件的视角对相对亮度的分布的图形表

示。

[0048] 图 14 是示出根据比较例子 2 的有机发光器件的视角对相对亮度的分布的图形表示。

[0049] 图 15 是根据例子 2 的显示装置的示意性横截面图。

[0050] 图 16 是示出在根据例子 2 的显示装置中使用的红发射层的 PL 光谱的图形表示。

[0051] 图 17 是示出在根据例子 2 的显示装置中使用的绿发射层的 PL 光谱的图形表示。

[0052] 图 18 是示出根据例子 2 的显示装置的视角对相对亮度的分布的图形表示。

[0053] 图 19 是示出根据例子 3 的显示装置的视角对相对亮度的分布的图形表示。

[0054] 图 20 是示出根据比较例子 3 的显示装置的视角对相对亮度的分布的图形表示。

## 具体实施方式

[0055] (关于发射特性的变化)

[0056] 在描述本发明的有机发光器件之前,首先,使用图 2 所示的一般有机发光器件的例子来描述由共振效应导致的发射特性的变化。

[0057] 图 2 是从与基板相对的侧提取光的顶发射型发光器件的示意性横截面图。在图 2 中,发光器件包含基板 10、反射层 11、透明导电层 12、空穴传输层 13、发射层 14、电子传输层 15、电子注入层 16、半透射层 17 和透明电极 18。当允许电流流过有机发光器件时,从反射层 11 注入的空穴和从半透射层 17 注入的电子在发射层 14 中被复合,由此发光。

[0058] 在这种有机发光器件中,在器件中产生的光由于在反射层和透明导电层的界面与电子注入层和半透射层的界面之间形成的共振器结构中的光学干涉受到增强。光受到增强的共振波长由上述的等式 1 表示,并由诸如共振器结构的光路 L 和反射界面处的相移的和  $\phi_t$  的有机发光器件的结构参数以及光学干涉的级数 m 确定。

[0059] 在有机发光器件的情况下,共振器结构的光路 L 是存在于反射层和透明导电层的界面与电子注入层和半透射层的界面之间的层的光路的和。即,共振器结构的光路 L 是透明导电层和各有机化合物层的折射率 n 和厚度 d 的积 nd 的和 ( $n_1d_1+n_2d_2+\dots$ )。

[0060] 此外,假定位于光入射侧的材料是形成反射界面的两种材料的介质 I 而另一材料是形成反射界面的两种材料的介质 II,并且材料的光学常数分别为 ( $n_1, k_1$ ) 和 ( $n_2, k_2$ ),那么反射界面处的相移  $\phi$  可由以下的等式 2 表示。可通过例如使用光谱椭圆偏光仪 (spectroscopic ellipsometer) 测量这些光学常数。

[0061] (等式 2)

[0062]  $\phi = \tan^{-1}(2n_1k_2/(n_1^2-n_2^2-k_2^2))$  (这里,  $0 \leq \phi < 2\pi$ )

[0063] 例如,在形成在有机发光器件中的反射层和透明导电层之间的界面处的反射界面的情况下,光入射侧的透明导电层与介质 I 对应,反射层与介质 II 对应。在电子注入层和半透射层之间的界面的情况下,电子注入层与介质 I 对应,半透射层与介质 II 对应。等式 1 中的相移的和  $\phi_t$  是通过分别计算这两个界面处的相移并将它们相加而获得的结果。

[0064] 如从等式 1 可以看出,共振波长  $\lambda$  与共振器结构的光路 L 成比例。因此,通过调节位于所述两个反射界面之间的层的膜厚,可以改变共振器结构的光路 L 并可调整共振波长  $\lambda$ 。此外,即使当视觉识别发光器件的角度(视角)  $\theta$  改变时,有效的光路也改变,并且视角  $\theta$  处的共振波长也改变。表 1 集体显示在如表 2 所示设置各有机化合物层、半透射层

和透明电极的膜厚的有机发光器件中在 69nm 至 110nm 的范围内改变透明导电层的膜厚的情况下共振波长变化。顺便说一句,光学干涉的级数  $m$  为 2。从表 1 可以看出,可通过改变共振器结构的光路来调整共振波长。在表 3 中示出各层的光学常数。

[0065] 表 1 透明导电层的厚度和共振波长之间的关系

[0066]

透明导电膜	共振波长
69nm	430nm
74nm	440nm
80nm	450nm
86nm	460nm
92nm	470nm
98nm	480nm
104nm	490nm
110nm	499nm

[0067] 表 2 各层的膜厚

[0068]

层	厚度
透明电极	34nm
半透射层	10nm
电子注入层	64nm
电子传输层	10nm
发射层	36nm
空穴传输层	52nm
透明导电层	69 至 110nm
反射层	100nm

表 3 各层的光学常数

[0069]

波长 (nm)	反射层	透明导电层	空穴传输层	发射层	电子传输层	电子注入层	半透射层	
	n	k	n	k	n	k	n	k
430	0.62	3.96	1.95	0	1.97	0	2.03	0
440	0.65	4.06	1.94	0	1.92	0	1.98	0
450	0.68	4.15	1.92	0	1.89	0	1.94	0
460	0.71	4.25	1.91	0	1.87	0	1.91	0
470	0.73	4.34	1.89	0	1.86	0	1.89	0
480	0.76	4.43	1.88	0	1.84	0	1.87	0
490	0.79	4.52	1.87	0	1.84	0	1.86	0
500	0.82	4.61	1.85	0	1.83	0	1.85	0

[0070] 下面,关于依赖于光学干涉的级数  $m$  的共振波长的变化,研究了透明导电层的膜厚不同的两种情况。表 4 显示在透明导电层的膜厚为 74nm 和 184nm 的有机发光器件中,在级数  $m$  在 1 至 4 的范围内变化的情况下,在有机发光器件的正面(即,沿着垂直于器件的光提取表面的方向)观察时的共振波长的变化。如表 2 所示设置透明导电层以外的层的膜厚。

[0071] 表 4 级数和共振波长

[0072]

级数	共振波长	
	透明导电层 74 nm	透明导电层 184 nm
	1	1,145 nm
2	440 nm	631 nm
3	303 nm	435 nm
4	232 nm	322 nm

[0073] 共振波长还受视觉观察器件的角度 (视角)  $\theta$  影响。于是,关注了在透明导电层的膜厚为 74nm ( $m = 1$  和  $m = 2$ ) 的情况下以及在透明导电层的膜厚为 184nm ( $m = 2$  和  $m = 3$ ) 的情况下从正面观察时存在于可见光的波长区域内的四个共振波长,并且估计了它们如何依赖于视角而改变。表 5 集体显示指示所述四个共振波长如何依赖于视角而改变的结果,其通过使用等式 1 的计算而获得。

[0074] 表 5 共振波长和视角

[0075]

视角	透明导电层 74 nm		透明导电层 184 nm	
	$m=1$	$m=2$	$m=2$	$m=3$
	0°	798 nm	440 nm	631 nm
10°	786 nm	433 nm	621 nm	429 nm
20°	750 nm	413 nm	593 nm	409 nm
30°	691 nm	381 nm	546 nm	377 nm
40°	611 nm	337 nm	483 nm	334 nm
45°	564 nm	311 nm	446 nm	308 nm
50°	513 nm	283 nm	406 nm	280 nm
60°	399 nm	220 nm	315 nm	218 nm

[0076] 根据表 5,在 74nm 的透明导电层的膜厚以及级数  $m$  为 2 的情况下,在从正面观察有机发光器件的情况下共振波长为 440nm,并且,当以变化的视角观察时,共振波长向比 440nm 短的波长侧偏移。此外,在其正面观察具有 184nm 的透明导电层的有机发光器件的情况下,在可见光区域中观察到 631nm ( $m = 2$ ) 和 435nm ( $m = 3$ ) 的两个共振波长。这些共振波长也由于视角的变化而向较短波长侧偏移。特别地,当关注 631nm ( $m = 2$ ) 的共振波长的情形时,45° 视角时的共振波长为 446nm。这大约等于在  $m = 2$  的条件下从其正面观察具有膜厚为 74nm 的透明导电层的有机发光器件的情况下 440nm 的共振波长、以及在  $m = 3$  的条件下从其正面观察具有膜厚为 184nm 的透明导电层的有机发光器件的情况下 435nm 的共振波长。

[0077] 因此,在其正面识别有机发光器件的情况下,631nm ( $m = 2$ ) 的共振波长不同于在透明导电层的膜厚为 74nm 并且  $m$  为 2 的条件下的共振波长以及在透明导电层的膜厚为 184nm 并且  $m$  为 3 的条件下的共振波长。但是,如上所述,在视角变为 45° 的情况下,从正

面观察时的 631nm( $m = 2$ ) 的条件下的共振波长变得大约等于当在两个其它条件下从正面观察时的共振波长。通过利用由于有机发光器件的光路、视觉观察发光器件的视角和光学干涉的级数而导致的共振波长的变化,可调整有机发光器件的发射特性。例如,在关注发射颜色的调整的情况下,当共振波长被设为相对于构成发射层的材料所特有的 PL 光谱的峰值波长向较长波长侧偏移时,EL 光谱可被设为较长波长侧。此外,当共振波长被设为向较短波长侧偏移时,EL 光谱可被设为处于较短波长侧。

[0078] 表 6 集体显示在如表 2 所示设置有机化合物层、半透射层和透明电极的膜厚的有机发光器件中,当透明导电层的膜厚在 69nm 至 110nm 的范围内变化时,在从其正面观察发光器件的情况下共振波长、发射色度 (chromaticity) 和相对亮度的变化。顺便说一句,器件的发射层显示出图 3 所示的蓝 PL 光谱。可通过通用的分光光度计测量该 PL 光谱。

[0079] 表 6 发射特性的变化

[0080]

透明导电层的膜厚	共振波长	发射色度		相对亮度
		CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	
69 nm	430 nm	0.139	0.075	0.26
74 nm	440 nm	0.134	0.091	0.35
80 nm	450 nm	0.129	0.115	0.48
86 nm	460 nm	0.125	0.144	0.62
92 nm	470 nm	0.122	0.175	0.76
98 nm	480 nm	0.12	0.208	0.87
104 nm	490 nm	0.119	0.241	0.96
110 nm	499 nm	0.12	0.274	1

[0081] 如上所述,通过利用共振器结构的光路改变共振波长,有机发光器件的诸如发射色度和亮度的发射特性可被调整。

[0082] 然后,描述其中关注光学干涉的级数的有机发光器件的特性的变化。

[0083] 图 4 示出从其正面观察透明导电层的膜厚被设为 74nm 和 184nm 且其它层的膜厚如表 2 所示被设置的有机发光器件的情况下 EL 光谱。表 7 显示有机发光器件中的每一个的发射色度。

[0084] 表 7 发射色度

[0085]

透明导电层的膜厚	发射色度	
	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>
74 nm	0.134	0.091
184 nm	0.157	0.083

[0086] 如从表 4 可以看出,当透明导电层的膜厚为 74nm 时在光学干涉的级数  $m$  为 2 的情况下的共振波长和当透明导电层的膜厚为 184nm 时在级数  $m$  为 3 的情况下的共振波长分别为大约彼此相等的 440nm 和 435nm。如图 4 所示,这些发射光谱的峰值强度比约为 1 : 0.75,并且,从透明导电层的膜厚为 74nm 的器件观察到较强的光发射。其原因在于,即使在共振波长由于光学干涉的级数的影响而大约彼此相等的情况下,也在由于共振导致的增强效果

方面存在差异，并且增强的效果由此随着级数的减小而增大。即，在这些有机发光器件中，当在器件的正面观察时，与透明导电层的膜厚为 184nm 的器件相比，在 透明导电层的膜厚为 74nm 的器件中可获得较强的共振的效果。

[0087] 因此，即使共振波长大约彼此相等，也如表 7 所示在发射色度方面存在轻微的差异。但是，特别是在蓝发光器件的情况下，当 CIEy 的色度坐标为  $\pm 0.01$  并且在 0.02 的范围内时，人眼感觉不到视觉识别的颜色差异，并且发射颜色由此可在实际使用中被视为相同。

[0088] 在表 4 中，透明导电层的膜厚为 184nm 的器件在级数  $m$  为 2 的条件下具有 631nm 的共振波长。但是，如图 3 所示，发射层的 PL 光谱在 600nm 或更大的波长区域中具有几乎为 0 的强度，由此，该共振波长几乎不影响当在器件的正面观察时的器件的发射特性。

[0089] 下面，描述用于视觉识别的角度（视角）和发射特性之间的关系。如表 4 所示，在透明导电层的膜厚为 74nm 的有机发光器件中，当光学干涉的级数  $m$  为 2 时，当从正面观察时，共振波长变为 440nm。有机发光器件的发射层具有如图 3 所示的峰值波长为 475nm 并且半高全宽为 74nm 的 PL 光谱。因此，在从正面观察发光器件（即，视角为  $0^\circ$ ）的情况下，级数  $m$  为 2 的 440nm 的共振波长与发射层的 PL 光谱交迭（overlap），这影响发射特性。

[0090] 当视觉观察有机发光器件的角度改变时，共振波长如表 5 所示向较短波长侧偏移。因此，从正面观察时的级数  $m$  为 2 的 440nm 的共振波长与 PL 光谱的交迭随着视角的变化而变小，并且，对于发射特性的影响变小。

[0091] 此外，在透明导电层的膜厚为 184nm 的有机发光器件中，在光学干涉的级数  $m$  为 2 和 3 的情况下，共振波长分别为 631nm 和 435nm。在其正面视觉观察器件的情况下，级数  $m$  为 3 的 435nm 的共振波长被包括在发射层的 PL 光谱的波长区域中，这影响发射特性。而且，如上所述，由于级数  $m$  为 2 的 631nm 的共振波长不被包括在发射层的 PL 光谱的波长区域中，因此该共振波长几乎不影响在从其正面视觉观察有机发光器件的情况下的发射特性。

[0092] 但是，如表 5 所示，当视角增大时，所有的共振波长向较短波长侧偏移。因此，由于级数  $m$  为 3 的共振波长随着视角的增大而偏离 PL 光谱的峰值波长，所以对于发射特性的影响变小。另一方面，级数  $m$  为 2 的共振波长随着视角的增大而开始被包括在 PL 光谱的波长区域中。虽然在表 5 中没有描述，但从正面观察时的 631nm 的共振波长在  $41.2^\circ$  的视角时变为 475nm，这与 PL 光谱的发射强度为最高的波长相等。因此，从正面观察时的级数  $m$  为 2 的 631nm 的共振波长对于发射特性的影响随着视角的增大而增大。因此，透明导电层的膜厚为 184nm 的有机发光器件的级数  $m$  为 2 的共振波长随着视角的增大而对发射特性施加更多影响。

[0093] 图 5 示出在将透明导电层的膜厚为 74nm 和 184nm 的有机发光器件的正表面发射亮度（即，当沿着垂直于器件的光提取表面的方向观察时的发射亮度）定义为 1 且以  $0^\circ$  至  $90^\circ$  的视角观察有机发光器件的情况下相对亮度依赖于视角的变化。图 5 还示出通过以 1 : 1 的比组合具有 74nm 的膜厚的透明导电层和具有 184nm 的膜厚的透明导电层的情况下光发射而获得的光发射的相对亮度依赖于视角的变化。图 5 还示出即使当以任意角度视觉观察发光器件时也获得相等亮度的朗伯 (Lambertian) 光源的亮度分布图。

[0094] 如图 5 所示，视角对相对亮度的分布图依赖于透明导电层的膜厚而变化。在透明导电层的膜厚为 74nm 的有机发光器件中，亮度随着视角的增大而减小。但是，在透明导电层的膜厚为 184nm 的有机发光器件中，随着视角的增大，强度在  $50^\circ$  的视角或附近增大到

最高(即,在正面方向(即,沿着垂直于器件的光提取表面的方向)的1.3的亮度比)。

[0095] 这些变化可归因于有效光路由于视角的增大而变化并且共振波长向较短波长侧偏移。在透明导电层的膜厚为74nm的发光器件中,级数m为2的共振波长随着视角的增大向较短波长偏移,并落在发射层的PL光谱中发射强度低的波长范围中,且亮度降低。在50°的视角或附近开始的涉及视角增大的亮度降低的梯度的减小可归因于级数m为1的共振波长的影响被进一步施加。

[0096] 另一方面,在透明导电层的膜厚为184nm的发光器件中,虽然级数m为3的共振波长的影响由于视角而减小,但是级数m为2的共振波长由于视角的增大而向较短波长侧偏移,这影响发射特性。共振波长在40°至50°的视角或附近变为483nm至406nm,并被包括在PL光谱中发射强度高的波长范围中。因此,共振的影响作用强烈,并且这些角度处的亮度变为最大。

[0097] 如上所述,当考虑视角 $\alpha$ 处的共振波长和光学干涉的级数之间的关系设置共振器结构的光路时,涉及视角变化的发射特性变化可被控制。此时,由于可以在宽范围内补偿视角特性,因此优选在 $0^\circ < |\alpha| < 60^\circ$ 的范围内设置视角 $\alpha$ 。

[0098] 此外,图5示出通过以1:1的比来组合具有74nm的膜厚的透明导电层和具有184nm的膜厚的透明导电层的情况下光发射而获得的光发射的视角对相对亮度变化的分布图。如图5所示,组合光的分布图与朗伯光源的分布图基本上相同。因此,即使当以任意角度视觉观察时,通过组合从两个器件发射的光而获得的光也可提供与朗伯光源基本上相同的光发射。

[0099] (关于根据本发明的有机发光器件的配置)

[0100] 本发明人已注意到,由于光路、视角和光学干涉的级数而导致的共振波长和增强变化的效果可被调整,并且在器件的正面视觉观察器件时的发射特性由此可被调整。此外,注意到可通过组合具有不同亮度分布图的光发射来调整涉及视角变化的发射特性变化。

[0101] 在本发明中,为了获得在正面方向(即,沿着垂直于器件的光提取表面的方向)发射具有优异的颜色纯度的光、且即使在宽范围中的视角处也具有优异的显示特性的有机发光器件,在发光器件中设置光路相对短的第一区域和光路相对长的第二区域。于是,在其正面视觉观察器件的情况下第一区域的光路 $L_1$ 和第二区域的光路 $L_2$ 被设为与共振波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 和 $\lambda_3$ 、相移的和 $\phi t$ 、以及视角 $\alpha$ 满足等式3的关系。

[0102] (等式3)

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \phi t / 2\pi) \dots (1)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \phi t / 2\pi) \dots (2)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \phi t / 2\pi) \dots (3)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 \dots (4)$$

[0107] 其中, p 和 q 各独立地表示正整数,且  $\alpha$  不为  $0^\circ$ 。

[0108] 此外,在有机发光器件中,在器件中设置的两个区域的共振波长彼此相等,但是其光路相互不同。在正面方向上,第一区域具有低级数光学干涉条件而第二区域具有高级数光学干涉条件。因此,在第一区域中,可以获得与第二区域中相比的较强的共振效果,且在器件的正面可获得较高的亮度。即,在第一区域中,发射特性被调整,从而给予器件的正面的特性以优先权。

[0109] 另一方面,在第二区域中,涉及视角变化的发射特性变化被调整。为了达到这一点,第二区域被设为具有至少两种不同的共振条件。第一共振条件使得:在正面(即,沿着垂直于器件的光提取表面的方向),发射光关于与  $L_1$  的共振波长相同的共振波长,在比第一区域中高的级数  $q+1$  相互干涉并增强。第二共振条件使得:在视角  $\alpha$  处,发射光关于与  $L_1$  的正面方向上的共振波长相同的共振波长,在比正面方向上低的级数  $q$  相互干涉并增强。此时,第二区域的正面方向上的级数为  $q$  的共振波长  $\lambda_4$  满足下面的等式 4,并在不被包括在发射层的 PL 光谱的波长区域中的波长区域中。

[0110] (等式 4)

$$[0111] \lambda_4 = 2L_2 / (q - \phi t / 2\pi)$$

[0112] 其中,  $q$  表示正整数。

[0113] 因此,由于要与  $L_1$  的正面方向上的共振波长  $\lambda_1$  大致相同的  $L_2$  的正面方向上的共振波长  $\lambda_2$  具有级数比  $L_1$  的级数高的干涉条件,因此调整发射特性的效果比第一区域中的低。但是,由于共振波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  相同,因此第一区域和第二区域中的发射颜色可被设为在从正面视觉观察器件的情况下相同。此外,在改变视角的情况下,共振波长向较短波长侧偏移,且共振波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  随着视角的变化落入发射层的 PL 光谱中的强度小的波长区域中,并且对于发射特性的影响变小。另一方面,满足级数比  $L_2$  正面的共振波长  $\lambda_2$  的级数高的干涉条件的共振波长  $\lambda_4$  随着视角变化而向发射层的 PL 光谱的发射强度高的波长区域变化,于是,在视角  $\alpha$  处,关于与共振波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  大致相同的共振波长  $\lambda_3$  满足共振条件。即,满足级数比共振波长  $\lambda_2$  的级数高的干涉条件的共振波长不影响正面方向上的发射特性,但影响由于视角的变化导致的发射特性。因此,使用这些特征能调整发光器件的视角特性。

[0114] 因此,在第二区域中,在从其正面视觉观察发光器件的情况下展现出与第一区域中的发射颜色相等的发射颜色,并且,依赖于视角的发射特性可被调整为与第一区域中的发射特性不同的那些发射特性。

[0115] 此时,作为整个器件的发射特性变为通过组合第一和第二区域中的特性而获得的那些发射特性。在本发明的有机发光器件中,各部分中的在正面的共振波长被设为相同。因此,作为整个器件,从正面视觉观察发光器件的情况下发射颜色相同,并且由此不导致由于光学干涉条件的差异而造成的器件中的颜色不规则性。

[0116] 类似地,依赖于视角的发射特性也是通过组合各区域的特性而获得的那些发射特性。因此,可以使得组合光的视角特性变为希望的视角发射特性的方式,考虑第一区域中的视角特性而设置第二区域中的视角特性。即,用第二区域中的视角特性补偿作为整个器件的视角特性。特别地,由于即使当沿斜向视觉观察器件时亮度减小的降低也是小的,因此优选将组合光的视角对相对亮度的分布图设为与朗伯扩散 (diffusion) 光源的相同。

[0117] 在混合多个不同的发射光以获得组合光的情况下,组合光的色度坐标  $(x_t, y_t)$  和亮度  $Y_t$  可被如下计算。具体而言,假定光发射的色度坐标为  $(x_i, y_i)$  且光发射的亮度为  $Y_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ),那么可用下面的等式 5 计算它们。

[0118] (等式 5)

$$[0119] x_t = (x_1 S_1 + x_2 S_2 + \dots + x_i S_i) / (S_1 + S_2 + \dots + S_i)$$

$$[0120] y_t = (y_1 S_1 + y_2 S_2 + \dots + y_i S_i) / (S_1 + S_2 + \dots + S_i)$$

[0121]  $= (Y_1+Y_2+\dots+Y_i)/(S_1+S_2+\dots+S_i)$

[0122]  $S_i = Y_i/y_i$

[0123]  $Y_t = Y_1+Y_2+\dots+Y_i$

[0124] 本发明的有机发光器件被设为使得在器件中的光路和共振波长之间满足等式 3 的关系。因此,可以实现具有在正面的优异发射效率和宽视角特性两者的发光器件。

[0125] 顺便说一句,这里采用的等号“=”不意味着严格相等,而是在概念的意义上意味着基本上相等。例如,在等式 3(3) 中,即使在两个共振波长不严格彼此相等的情况下,有机发光器件的发射色度也可处于在实际使用中两个共振波长被视为彼此相等的范围内,并且具体地可处于  $\pm 10\text{nm}$  的范围内。

[0126] 此外,以上的描述是以下述情况为例而进行的,即,使得当透明导电层的膜厚为  $74\text{nm}$  且级数  $m$  为 2 时的共振波长主要在正面与当透明导电层的膜厚为  $184\text{nm}$  且级数  $m$  为 3 时的共振波长一致。在这种情况下,在等式 3 中满足  $p = 2$  和  $q = 2$  的关系。

[0127] 但是,在本发明中,对于  $p$  和  $q$  没有特别的限制,并且,即使在  $p$  为 3 或更大且  $q$  为 3 或更大的情况下也可期望类似的效果。表 8 显示透明导电层的膜厚为  $74\text{nm}$  和  $300\text{nm}$  的有机发光器件的各级数中的共振波长随视角变化的例子。

[0128] 表 8 共振波长和视角

[0129]

视角	透明导电层	透明导电层	
	74 nm	数值式 5 级数 m=2	300 nm
0°	440 nm	575 nm	439 nm
10°	433 nm	566 nm	432 nm
20°	413 nm	540 nm	412 nm
30°	381 nm	498 nm	380 nm
40°	337 nm	440 nm	336 nm
50°	283 nm	369 nm	282 nm
60°	220 nm	287 nm	219 nm

[0130] 如表 8 所示,透明导电层的膜厚被改变且发光器件的光路被调整,由此,可使得等式 1 中的  $m = 2$  和  $m = 4$  时的在正面的共振波长相互一致。此外,当视角变化时,可以看到较低级数(即,  $m = 3$ ) 的共振波长向共振波长可与发射层的 PL 光谱交迭的波长区域偏移的状态。等式 1 中的  $m = 2$  和  $m = 4$  的组合的条件对应于等式 3 中的  $p = 2$  和  $q = 3$  的条件。因此,甚至  $q = 3$  或更大的条件也可适用于有机发光器件。

[0131] 但是,在透明导电层为  $300\text{nm}$  的情况下,如下表 9 所示,发射色度与透明导电层被设为  $74\text{nm}$  时的明显不同。特别地,CIEy 的色度坐标改变约 0.1,由此,当用人眼视觉观察时识别出颜色的轻微差异。

[0132] 表 9 发射色度

[0133]

透明导电层的膜厚	发射色度	
	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>
74 nm	0.134	0.091
300 nm	0.164	0.192

[0134] 因此,优选使得共振波长在尽可能低的级数相互一致。此外,如上所述,当级数较低时,共振增强的效果较大。因此,甚至在考虑发射特性调整的自由度的情况下,也优选p和q尽可能地小。

[0135] 为了满足等式3中的p=1和/或q=1的条件,需要将透明导电层和有机化合物层的膜厚设为小的。为了在有机发光器件中实现级数m为1和440nm的共振波长,必须明显改变透明导电层和空穴传输层的膜厚。虽然对于这些厚度存在一些组合,但是,作为例子,需要将透明导电层设为8nm并将空穴传输层设为10nm。如果透明导电层和空穴传输层的膜厚被设为如此小,那么出现由于在器件制造时引入的外来物质或灰尘等而导致的短路,这是一个问题。因此,p=2和q=2的组合是特别优选的。

[0136] 此外,共振波长的这种设置可被应用于展现出各种发射颜色的有机发光器件。一般地,有机蓝发光器件具有比其它发射颜色的器件低的发射效率。因此,为了在有机蓝发光器件的正面获得高的发射效率,例如使用如下手段,即,所述手段用于使用微腔(microcavity)等将光发射的辐射特性集中于器件的正表面以由此增强视在(apparent)发射效率。此时,正表面以外的区域中的光发射辐射强度被弱化,由此,当以某一视角观察时,从器件发射的光在视觉上被识别为是暗的。

[0137] 当本发明被应用于具有源自这种发光材料的相对低的发射效率的器件时,特别是被应用于蓝发光器件时,可在器件正面的高发射效率和令人满意的视角特性之间达到平衡,这是优选的。此外,构成有机发光器件的各层的材料具有折射率的波长分散(dispersion)特性,并且特别地,折射率的改变在较短波长侧是较大的。因此,尤其是在蓝发光器件中,依赖于视角的EL光谱的改变是较大的。并且,从这一观点看,优选本发明被应用于蓝发光器件。这里采用的术语“蓝光发射”是指在具有400nm至500nm的峰值波长的波长区域中的光发射。

[0138] 此外,优选将本发明的提供具有不同光路的部分的配置应用于如下有机发光器件,在所述有机发光器件中,由于发射色度的要求,要求将有机发光器件的共振波长设于比发射层的PL光谱的峰值波长短的波长侧。当共振波长被设于比发射层的PL光谱的峰值波长长的波长侧时,共振波长随着视角的增大而接近PL光谱的峰值波长。因此,视角对相对亮度的变化的分布图不具有显示出单调减小的曲线形状。因此,变得难以组合具有不同发射特性的部分(A部分和B部分)中的光并使得分布图接近朗伯光源的分布图。

[0139] (实施例1)

[0140] 以下参照附图详细描述本发明的有机发光器件。

[0141] 图6是作为本发明的有机发光器件的例子的顶发射型发光器件的示意性横截面图。在图6中,有机发光器件包含基板20、反射层21、透明导电层(阳极)22、空穴传输层23、发射层24、电子传输层25、电子注入层26、半透射层27和透明电极(阴极)28。当允许电流流过透明导电层被用作阳极且透明电极被用作阴极的有机发光器件时,从透明导电层22注入到有机化合物层的空穴和从半透射层27注入到有机化合物层的电子在发射层24中

被复合,由此发光。

[0142] 顺便说一句,在本实施例中示出在基板 20 上形成阳极的配置的例子。但是,可以从基板侧依次形成阴极、有机化合物层和阳极,并且,对于电极的层叠次序没有特别的限制。

[0143] 对于在本发明中使用的基板 20 没有特别的限制,并且,使用金属、陶瓷、玻璃或石英等。此外,使用诸如塑料片 (sheet) 的柔性片的柔 性基板也可被使用。在基板 20 上形成反射层 21 和透明导电层 22(第一电极)。希望反射层 21 在与透明导电层的界面处具有至少 50% 或更大并优选 80% 或更大的反射比 (reflectance)。反射层 21 和设置在发射层侧的透明导电层 22 之间的界面是在本实施例的有机发光器件中形成共振器结构的、位于第一电极侧的第一反射表面。

[0144] 此外,在本实施例中,为了便于表述,描述了反射层 21 与透明导电层 22 接触且还用作导电构件 (电极) 的例子。但是,反射层 21 仅需要由具有使发射光反射的特性的构件形成。反射层 21 可具有作为导电构件 (电极) 的功能,或者,电极和反射层 21 可被分开设置。因此,在电极和反射层 21 被分开设置的情况下,例如,可以使用诸如电介质多层膜镜的绝缘构件作为反射层。

[0145] 对于构成反射层 21 的材料没有特别的限制,并且,例如,使用诸如银、铝或铬的金属或其合金等。

[0146] 作为透明导电层 22,可以使用金属氧化物导电膜,具体而言,氧化铟和氧化锡的化合物膜 (ITO)、或氧化铟和氧化锌的化合物膜 (IZO) 等。这里采用的术语“透明”指的是相对于可见光具有 70% 至 100% 的透射率 (transmittance),更具体而言,从透明导电层中抑制发射光的消光的观点,优选消光系数  $\kappa$  为 0.05 或更小、优选 0.01 或更小。

[0147] 用于诸如空穴传输层 23、发射层 24、电子传输层 25 和电子注入层 26 的有机化合物层的有机化合物可由低分子材料、聚合物材料或这两种材料组成。此外,还能够应用荧光材料或磷光材料等,并且对于其没有特别的限制。可以根据需要使用公知的材料。

[0148] 此外,作为电子注入层 26,例如,可以使用诸如氟化锂、碱金属、碱土金属的一般广泛使用的电子注入材料。此外,可以以 0.1% 到百分之几十的量在电子传输有机化合物材料中包含碱金属、碱土金属或其化合物以获得电子注入层。此时,优选电子注入层的膜厚被设为约 10nm 至 100nm,因为可减轻后面要形成的半透射层 27 和透明电极 28 的成膜损伤。

[0149] 一般通过真空蒸发、离子化蒸发、溅射、等离子体 CVD 或通过将有机化合物溶解于适当的溶剂中并通过已知的涂敷方法 (例如,旋涂、浸渍 (dip)、浇铸 (casting) 或喷墨方法) 涂敷溶液而形成薄膜,来获得本发明的有机化合物层。

[0150] 作为半透射层 27,可以使用诸如铝、银、镁或钙的元素金属 (elemental metal) 或者其合金。特别地,从电子的可注入性和发射光的反射比的观点,优选银和镁的合金 (银镁)。此外,由于发射光的一部分穿过半透射层,因此,从发射光提取效率的观点,优选半透射层的膜厚选自大于等于 2nm 且小于等于 50nm 的范围。在这种器件结构的情况下,虽然发射光也被半透射层 27 和提供在其上的透明电极 28 之间的界面反射,但是电子注入层 26 和半透射层 27 之间的界面提供较大的反射。因此,第二反射表面将是电子注入层 26 和半透射层 27 之间的界面,所述第二反射表面在根据本实施例的有机发光器件中形成共振器结构,并相对于发射层位于第二电极侧。可通过设置半透射层形成第二反射表面,或者可不设置

半透射层而形成第二反射表面。例如,在透明电极 28 的光提取侧是诸如空气的气体层的情况下,在透明电极和气体层之间产生大的折射率差异。在这种情况下,可使用透明电极和气体层之间的界面作为第二反射表面来配置共振器。

[0151] 透明电极 28 既具有作为阴极的功能又具有作为发射光提取电极的功能。作为透明电极 28,如透明导电层 22 的情况那样,可以使用金属氧化物导电膜。透明电极 28 的膜厚优选为 10nm 至 1000nm,更优选 30nm 至 300nm。这是由于可在电极的薄层电阻的减小和高的光学透射率之间达到平衡。此外,可通过任意方法形成且能够例如通过溅射形成透明电极 28。

[0152] 在本实施例的有机发光器件中,如图 6 所示,透明导电层 22 的膜厚被设为在一个有机发光器件中改变,使得在同一个发光器件中形成共振器结构的光路相对小的第一区域 (A 部分) 和共振器结构的光路相对大的第二区域 (B 部分)。透明导电层 22 以外的各有机化合物层、半透射层和透明电极的膜厚在所述一个器件中是相同的。

[0153] 如图 6 所示,可通过任意方法在一个器件中部分改变透明导电层的膜厚。例如,可以使用通用的光刻技术。在这种情况下,首先,透明导电层被一次 (at a time) 形成为在整个器件中具有较大的厚度 (B 部分的厚度)。然后,形成抗蚀剂图案,使用所述抗蚀剂图案作为掩模而执行湿蚀刻,并且, A 部分中的透明导电层被选择性地去除以具有希望的厚度,由此可以在一个发光器件中改变透明导电层的膜厚。此外,在使用用于通过溅射形成透明导电层的通用阴影掩模 (shadowmask) 的情况下,首先,透明导电层被一次形成为在整个器件中具有较小的厚度 (A 部分的厚度)。然后,用阴影掩模覆盖允许透明导电层的膜厚保持为小的部分 (A 部分),并且,通过溅射再次形成透明导电层。因此,可以部分改变一个器件中的透明导电层的膜厚。

[0154] 此外,在通过透明导电层的膜厚来调整光路的情况下,还可通过透明导电层的存在 / 不存在来调整光路。在这种情况下,通过设计用于对形成常规的有机发光器件也需要的透明导电层进行图案化的掩模尺寸,可以在一个器件中形成具有透明导电层的部分和没有透明导电层的部分。在这种情况下,必须从反射层向有机化合物层注入空穴。因此,在由于反射层的低的功函数而产生注入势垒的情况下,可以在反射层和空穴传输层之间设置膜厚小于透明导电层的膜厚的空穴注入层。

[0155] 由于这种过程,在形成透明导电层的膜厚的差异之后一次形成各有机化合物层、半透射层和透明电极,由此可以获得本实施例的有机发光器件。

[0156] 由于可使得各有机化合物层的膜厚在 A 部分中和在 B 部分中相同,因此优选通过如对于本实施例描述的那样在透明导电层中提供膜厚差异而调整光路,结果,驱动特性在整个器件中变得均匀。

[0157] 此外,在通过各有机化合物层而不是透明导电层的膜厚而调整光路的情况下,优选通过部分改变诸如空穴传输层和电子传输层的具有相对大的载流子迁移率的层的膜厚而调整光路,因为对于有机发光器件的驱动特性的影响小。

[0158] 此外,也可通过改变透明导电层和有机化合物层两者的膜厚而调整光路。

[0159] 顺便说一句,可通过使用通用的蒸发掩模等来部分调整膜厚,实现器件内的有机化合物层的膜厚变化。

[0160] 此外,在本实施例中,以在有机发光器件中设置两个不同光路的情况为例进行了

描述。但是,本发明不限于器件中的两个光路。本发明也适用于在同一个发光器件中存在三个或更多个不同光路的情况。

[0161] (实施例 2)

[0162] 图 7A 和图 7B 是示出根据实施例 2 的有机发光器件的示意图。在基板 20 上,接连设置反射层(第一电极)21、透明导电层(阳极)22、空穴传输层23、发射层24、电子传输层25、电子注入层26、半透射层27 和透明电极(第二电极)28,以形成有机发光器件。然后,在器件的外围处设置器件分隔层29,并在形成在器件分隔层29上的透明电极28上设置辅助电极30。图 7B 是从上面观察时的本实施例的有机发光器件的示意图,图 7A 是沿图 7B 中的线 7A-7A 取得的示意性横截面图。

[0163] 在本发明的有机发光器件中,通过改变透明导电层和 / 或有机化合物层的膜厚而设置光路相对小的第一区域和光路相对大的第二区域。在本实施例的有机发光器件中,为了在器件中形成具有不同光路的部分,必须在例如透明导电层或有机化合物层的膜厚中形成差异。这种情况下的膜厚差异可依赖于如何调整发射特性。例如,在应用表 4 所示的共振条件下,透明导电层的膜厚差异为 110nm。当在这种器件中形成这样大的膜厚差异时,会在有机化合物层或透明电极 28 中出现阶梯形切口(stepped cut)。特别地,当在器件中电气断开上部分中的透明电极 28 时,可能引起例如使得第一区域和第二区域中的一个不能被驱动的问题。

[0164] 因此,在本实施例中,设置电连接第一区域和第二区域的辅助电极。因此,甚至在透明电极 28 中出现阶梯形切口而使得不能电连接的情况下,也可通过辅助电极 30 获得与第一区域和第二区域中的任一个的电连接。作为器件分隔层 29,可以使用绝缘树脂材料或无机绝缘材料。例如,可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂或氮化硅等。作为辅助电极 30,优选使用具有相对低的电阻的材料,并且,例如,可以使用诸如铝、银或锌的金属或者其合金。

[0165] (实施例 3)

[0166] 本实施例的显示装置包含每一个由有机发光器件组成的多个像素、和用于控制每一像素的光发射的驱动电路,其中,至少一个像素由本发明的有机发光器件组成。此外,在发射至少一种颜色的光的像素中设置具有不同光路的部分,并且,光路及其共振波长被设计为满足等式 3 的关系。

[0167] 图 8 是从上面观察的本实施例的示例性显示装置的示意图,其中,仅在红发光像素、绿发光像素和蓝发光像素中的蓝发光像素中设置具有不同光路的部分。在显示区域 31 中以矩阵图案(pattern)布置多个像素单元 32,并且,每一像素单元由红发光像素 R、绿发光像素 G 和蓝发光像素 B 组成。在蓝发光像素 B 中,设置用于使从发射层发射的光共振的光路相对小的区域 B<sub>A</sub> 和光路相对大的区域 B<sub>B</sub>。

[0168] 顺便说一句,这里采用的术语“像素”指的是能够独立控制光发射的最小单元。而且,这里采用的术语“像素单元”指的是由具有不同发射颜色的多个像素组成、并使得能够通过混合各像素的颜色而实现希望颜色的光发射的最小单元。

[0169] 在本实施例中,所有的像素可以为本发明的有机发光器件,或者,只有一些像素可以为本发明的有机发光器件。即,显示装置可包含本发明的有机发光器件和常规的有机发光器件两者。在这种情况下,通过调整两种器件的组合比,可以调整显示装置的发射特性。

[0170] 此外,在显示装置包含本发明的有机发光器件和常规的发光器件两者的情况下,可以规则地布置本发明的有机发光器件和常规的有机发光器件,或者可以不规则地设置本发明的有机发光器件。

[0171] 此外,在本实施例中,作为包含本发明的有机发光器件的像素,可应用展现出任意的发射颜色的像素。优选构成显示装置的展现出蓝光发射的像素的有机发光器件为本发明的有机发光器件,因为获得了具有高的颜色纯度和令人满意的视角特性的光发射。

[0172] (实施例 4)

[0173] 本实施例的显示装置包含每一个由有机发光器件组成的多个像素。有机发光器件中的每一个具有诸如图 2 所示的一般器件配置。此外,设置用于使发射层发射的光共振的光路相对小的第一像素和光路相对大的第二像素。即,在本实施例的显示装置中,可以相互独立地驱动具有不同发射特性的像素。

[0174] 另外,第一像素中的共振器结构的光路被设为满足等式 3(1),并且,第二像素中的共振器结构的光路被设为满足等式 3(2) 和等式 3(3)。

[0175] 对于构成像素单元的像素的发射颜色中的至少一种发射颜色,设置每一个包含光路和共振波长之间的关系满足等式 3(1) 的第一像素的像素单元、以及每一个包含光路和共振波长之间的关系满足等式 3(2) 和等式 3(3) 的第二像素的像素单元。因此,可以实现具有在正面的优异的发射特性和宽视角特性的显示装置。

[0176] 图 9 是从上面观察的本实施例的示例性显示装置的示意图,其中,仅在红发光像素、绿发光像素和蓝发光像素中的蓝发光像素中设置具有不同光路的第一像素和第二像素。在显示区域 31 中以矩阵图案布置多个像素单元 32,并且,每一像素单元由红发光像素 R、绿发光像素 G 和蓝发光像素 B 组成。像素单元 32 包括每一个包含用于使发射层发射的光共振的光路相对小的像素  $B_1$  的像素单元、以及每一个包含光路相对大的像素  $B_2$  的像素单元。于是,通过每一像素的驱动电路来控制红发光像素 R、绿发光像素 G 以及蓝发光像素  $B_1$  和  $B_2$  的光发射。

[0177] 此外,当像素  $B_1$  和像素  $B_2$  分别被设置在相邻的像素单元中时,在相邻的像素单元之间补偿了视角特性,且在正面的发射颜色相同,并且由此可实现具有令人满意的显示性能的装置。特别地,由于相邻的像素单元之间的差异不可能被识别,因此优选将这种布置应用于在相邻像素单元之间具有小距离的、具有高分辨率的显示装置。此外,优选沿纵向方向和横向方向交替设置具有像素  $B_1$  的像素单元和具有像素  $B_2$  的像素单元,因为在整个显示区域上补偿了视角特性。

[0178] 顺便说一句,在改变诸如本实施例中的第一像素和第二像素的不同像素中的光路的情况下,还能够通过给一个像素提供透明导电层而不给另一像素提供透明导电层来改变光路。

[0179] 此外,在本实施例中,用于使发射层发射的光共振的光路相对小的第一像素和光路相对大的第二像素可适用于展现出任意发射颜色的像素,且可被应用于所有发射颜色的像素。特别地,优选第一像素和第二像素被应用于由如下的有机发光器件形成的那些像素,在所述有机发光器件中,由于发射色度的要求,要求将共振波长设于比发射层的 PL 光谱的峰值波长短的波长侧。更优选的是,构成显示装置的展现出蓝光发射的像素的有机发光器件为本发明的有机发光器件,因为获得了具有高的颜色纯度和令人满意的视角特性的光发

射。

[0180] 这里,当在以相同的电流值驱动第一像素和第二像素的情况下从正面视觉观察显示装置时,虽然其共振波长相同,但是光学干涉的级数不同,由此正面亮度变得在第一像素中比在第二像素中高,这不是优选的,因为这被识别为显示表面的亮度不均匀性或闪烁。因此,在本实施例中,在允许第一像素和第二像素以相同的正面亮度发光的情况下,优选供给到第二像素的电流的值被设为比供给到第一像素的电流的值大。

[0181] 为了使得供给到第一像素的电流的值与供给到第二像素的电流的值不同,存在转换被输入到每一像素的视频信号的方法。作为替代方案,存在预先改变用于每一像素或像素单元的驱动电路由此改变从所述电路被供给到有机发光器件的输出电流的值的方法。

[0182] 对于转换视频信号以补偿各像素之间的亮度差异的方法没有特别的限制,并且,任意方法都是可用的。例如,能够使用组合用于存储第一像素和第二像素的配置以及关于发射特性的信息的手段、与用于根据各像素的发射特性的差异而校正视频信号的手段的方法。图 10 是示出通过存储部件和校正部件的组合来转换视频信号的示例性方法 的框图。在图 10 中,分别地,附图标记 40 表示视频信号;41 表示存储部件;42 表示校正部件;43 表示校正视频信号。被供给到控制第一像素的光发射的开关器件的视频信号 40 或被供给到控制第二像素的光发射的开关器件的视频信号 40 基于存储在存储部件 41 中的信息被校正部件 42 校正,并且作为校正视频信号 43 被输出。

[0183] 对于改变驱动电路以补偿各像素中的亮度差异的方法没有特别的限制,并且,任意方法都是可用的。例如,可调整在驱动电路中使用的 TFT 的沟道宽度和沟道长度之间的比,使得与第一像素相比,较大的驱动电流被供给到第二像素。此外,在电流镜 (current-mirror) 型像素电路的情况下,也可在第一像素和第二像素之间改变电路的镜比 (mirror ratio),以调整供给到像素的驱动电流的值。

[0184] 此外,作为用于补偿各像素之间的亮度差异的另一过程,像素的面积可被调整。在这种情况下,可期望具有较高亮度的第一像素的面积被设为比第二像素的面积小,使得第一像素的发射强度与第二像素的发射强度相同。

[0185] (实施例 5)

[0186] 本实施例的显示装置包含每一个由有机发光器件组成的多个像素。有机发光器件中的每一个具有诸如图 2 所示的一般器件配置。此外,显示装置具有多个像素单元,每一像素单元具有发射颜色不同的多个像素,并且,对于发射颜色中的至少一种颜色,设置用于使发射层发射的光共振的光路相对小的第一像素、和光路相对大的第二像素。

[0187] 而且,第一像素中的共振器结构的光路被设为满足等式 3(1),并且,第二像素中的共振器结构的光路被设为满足等式 3(2) 和等式 3(3)。

[0188] 对于构成像素单元的像素的发射颜色中的至少一种发射颜色,各像素单元中的每一个具有光路和共振波长之间的关系满足等式 3(1) 的第一像素、以及光路和共振波长之间的关系满足等式 3(2) 和等式 3(3) 的第二像素。因此,可以实现具有在正面的优异的发射特性和宽视角特性的显示装置。

[0189] 在本实施例中,可以在每一像素单元中获得优异的发射特性和宽视角特性,由此,与实施例 4 相比,可执行更细微的显示。

[0190] 图 11 是从上面观察的本实施例的示例性显示装置的示意图,其中,仅在红发光像

素、绿发光像素和蓝发光像素中的绿发光像素中设置具有不同光路的第一像素和第二像素。在显示区域 31 中以矩阵图案布置多个像素单元 32。而且,每一像素单元由红发光像素 R、蓝发光像素 B、用于使发射层发射的光共振的光路相对小的绿发光像素  $G_1$ 、以及光路相对大的绿发光像素  $G_2$  组成。通过每一像素的驱动电路来控制红发光像素 R、蓝发光像素 B 和绿发光像素  $G_1$ 、 $G_2$  的光发射。

[0191] 如图 11 所示,在红发光像素、绿发光像素和蓝发光像素中的具有最高发光效率的绿发光像素中设置具有用于使从发射层发射的光共振的不同光路的两个像素,由此可更有效地增强视角特性。

[0192] 绿发光像素  $G_1$  和绿发光像素  $G_2$  可如图 11 所示被相互远离地 (distant) 设置,或者,可被彼此相邻地放置。优选绿发光像素  $G_1$  和  $G_2$  被相互远离地设置,因为空间频率增大,并且,对于人眼来说分辨率看起来较高。在彼此相邻地设置绿发光像素  $G_1$  和  $G_2$  的情况下,它们可以以诸如器件分隔层等的构件设置在其间的方式设置,或者,可被彼此相邻地设置。

[0193] 可以不允许绿发光像素  $G_1$  和  $G_2$  以相同的正面亮度发光。但是,当允许绿发光像素  $G_1$  和  $G_2$  以相同的正面亮度发光时,可以在正面获得较好的发射特性和较宽的视角特性。作为补偿绿发光像素  $G_1$  和  $G_2$  的正面亮度的差异的方法,可以使用与对于实施例 4 描述的方法相同的方法。

[0194] 已通过实施例描述了本发明的显示装置。本发明的显示装置可被应用于诸如照明、电子设备的显示器和显示系统的背光 (backlight) 的各种用途。电子设备的显示器的例子包含电视接收机和个人计算机的显示器、成像装置的后表面显示部分、移动电话的显示部分和便携式游戏机的显示部分。其它的例子包含便携式音频播放器的显示部分、个人数字助理 (PDA) 的显示部分和汽车导航系统的显示部分。

[0195] (例子)

[0196] 以下,参照附图通过例子详细描述本发明。但是,本发明不限于此。

[0197] (例子 1)

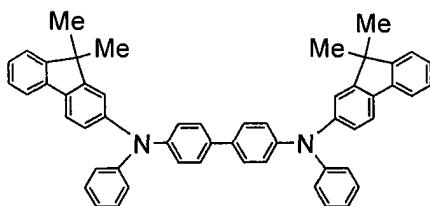
[0198] 本例子与根据实施例 1 的显示装置对应。通过以下描述的过程制造图 12 所示的有机发光器件。

[0199] 通过溅射过程以约 100nm 的厚度在基板 50 上形成铝合金 (AlNd) 的膜作为反射层 51,并且,通过溅射过程以 184nm 的厚度在其上形成 ITO 的膜作为透明导电层 (阳极) 52。然后,在透明导电层 52 上形成抗蚀剂图案。此时,抗蚀剂图案形成为占据有机发光器件的开口面积 (aperture area) 的 50%。然后,使用该抗蚀剂图案作为掩模,没有形成该抗蚀剂图案的部分中的透明导电层 52 通过干蚀刻而被选择性去除以便具有 74nm 的厚度。因此,在本发明的有机发光器件中,在同一个发光器件中存在透明导电层的膜厚为 74nm 的部分和透明导电层的膜厚为 184nm 的部分。此外,用丙烯酸树脂形成器件分隔层 53,由此制造基板。用异丙醇 (IPA) 对所得物进行超声清洗 (clean)。然后,用沸水冲洗所得物并使其干燥。此外,在通过真空蒸发使有机化合物成膜之前,用 UV/ 臭氧清洗所得物。

[0200] 首先,以 52nm 的厚度形成由下述的结构式表示的化合物 (I) 的膜作为空穴传输层 54。此时,真空度为  $1 \times 10^{-4}$  Pa 且沉积速率为 0.2nm/sec。

[0201] 化合物 (I)

[0202]



[0203] 然后,展现出图 2 所示的 PL 光谱的蓝光发射层 55 通过真空蒸发过程被形成为具有 36nm 的厚度的膜。蒸发期间的真空度为  $1 \times 10^{-4}$ Pa 且沉积速率为 0.2nm/sec。

[0204] 此外,红菲绕啉 (bathophenanthroline, Bphen) 通过真空蒸发过程被形成为具有 10nm 的厚度的膜作为电子传输层 56。蒸发期间的真空度为  $1 \times 10^{-4}$ Pa 且成膜速率为 0.2nm/sec。

[0205] 然后,Bphen 和  $Cs_2CO_3$  被 (以 90 : 10 的重量比) 共同蒸发以形成具有 64nm 的厚度的电子注入层 57。蒸发期间的真空度为  $3 \times 10^{-4}$ Pa 且成膜速率为 0.2nm/sec。

[0206] 随后,银通过真空蒸发过程被形成为具有 10nm 的厚度的膜作为半透射层 58。蒸发期间的真空度为  $1 \times 10^{-4}$ Pa 且成膜速率为 0.2nm/sec。

[0207] 然后,不破坏真空而将形成电子注入层之后的基板传送到溅射系统,并且,ITO 被形成为具有 34nm 的厚度的膜作为透明电极 59,由此获得有机发光器件。

[0208] 表 10 集体显示由此所获有机发光器件的其中透明导电层的膜厚改变的位置以及作为其组合的整个器件的发射效率、色度坐标和发射光谱的半高全宽。此外,图 5 示出位置中的每一个和整个器件的依赖于视角的相对亮度变化。

[0209] 表 10 发射效率、色度坐标、发射光谱的半高全宽

[0210]

	发射效率 (cd/A)	色度坐标		发射光谱的 半高全宽
		CIEx	CIEy	
透明导电层 74 nm	2.3	0.134	0.091	50 nm
透明导电层 184 nm	1.4	0.157	0.083	35 nm
组合的发射光	3.7	0.143	0.088	50 nm

[0211] 如上所述,在本发明的有机发光器件中,透明导电层的膜厚在一个发光器件中改变。然而,由于使得在正面的由共振导致的增强波长相互一致,因此由各位置展现出的发射色度的差异小,并且,可以说发射颜色实际上彼此相同。此外,如从图 5 可以看出,视角特性显示出依赖于透明导电层的膜厚而局部改变的分布图;但是,作为各位置的组合的整个器件的视角特性与朗伯光源的视角特性大致相同。因此,亮度可在以任意角度被观察时在视觉上被识别为相等。即,可以说该有机发光器件具有宽的视角特性。

[0212] (比较例子 1)

[0213] 在比较例子 1 中,在器件中的透明导电层的膜厚被设为均匀、没有形成厚度差异的有机发光器件中,使得由于视角导致的相对亮度的变化与朗伯光源的接近。

[0214] 除了以 74nm 的均匀厚度形成透明导电层并将空穴传输层的膜厚设为 98nm 以外,通过遵循与例子 1 中相同的过程来制造有机发光器件。表 11 显示比较例子 1 的发光器件的光路和共振波长,表 12 显示比较例子 1 的发光器件的发射效率、色度坐标和发射光谱的半高全宽。此外,图 13 示出由于器件的视角导致的相对亮度变化的分布图。

[0215] 表 11 光路和共振波长

[0216]

		透明导电层的膜厚 74 nm
光路		590 nm
共振波长	级数 m=1	961 nm
	级数 m=2	529 nm
	级数 m=3	365 nm

[0217] 表 12 发射效率、色度坐标、发射光谱的半高全宽

[0218]

	发射效率 (cd/A)	色度坐标		发射光谱的 半高全宽
		CIEx	CIEy	
透明导电层 74 nm	6.5	0.124	0.327	60 nm

[0219] 从图 13 可以看出, 比较例子 1 的有机发光器件的视角对相对亮度分布图展现出与朗伯光源的大致类似的特性, 因此, 当以任意角度观察时, 有机发光器件的亮度变化小。但是, 发射特性特别是发射色度 CIEy 坐标比 0.3 大, 这显示蓝白(天蓝)光发射。而且, 发射光谱的半高全宽比例子 1 的器件的大, 并且, 比较例子 1 的发光器件的颜色纯度低。

[0220] 顺便说一句, 本比较例子的有机发光器件的发射效率为 6.5cd/A, 这是例子 1 的发光器件的发射效率的约两倍。其原因在于, 如同样可从色度 CIEy 坐标的大值所看出, 比较例子 1 的器件的 EL 光谱的峰值波长向较长波长偏移, 由此发光效率增大。甚至在例子 1 中描述的 本发明的有机发光器件中, 也可使用类似的效果、通过将 EL 光谱的峰值波长设于发光效率高的波长区域中而改善发射效率。

[0221] (比较例子 2)

[0222] 除了透明导电膜的膜厚在一个器件中为 74nm 和 100nm 以外, 通过遵循与例子 1 中相同的过程来制造有机发光器件。表 13 示出比较例子 2 的有机发光器件的光路和共振波长。

[0223] 表 13 光路和共振波长

[0224]

		透明导电层的膜厚
		74 nm 100 nm
光路		489 nm 540 nm
共振波长	级数 m=1	798 nm 880 nm
	级数 m=2	440 nm 485 nm
	级数 m=3	303 nm 335 nm

[0225] 在该比较例子 2 中, 当如上面所述的那样设置透明导电层的两种膜厚时, 其光路分别变为 489nm 和 540nm, 这意味着, 当与光路的 515nm 的平均值相比时, 光路被设为短或长约 5%。在所有级数的共振波长之间存在差异, 并且, 在与例子 1 相同的级数 m 为 2 的情况

下,存在 45nm 的差异。

[0226] 表 14 集体显示由此所获得的有机发光器件的其中透明导电层的膜厚改变的位置以及作为其组合的整个器件的发射效率、色度坐标和发射光谱的半高全宽。此外,图 14 示出位置中的每一个和整个器件的依赖于视角的相对亮度变化。

[0227] 表 14 发射效率、色度坐标和发射光谱的半高全宽

[0228]

	发射效率 (cd/A)	色度坐标		发射光谱的 半高全宽
		CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	
透明导电层 74 nm	2.3	0.134	0.091	50 nm
透明导电层 100 nm	5.9	0.112	0.219	60 nm
组合的发射光	8.2	0.123	0.157	60 nm

[0229] 在比较例子 2 的有机发光器件中,在级数  $m$  为 2 时存在 45nm 的共振波长差异,并且,甚至在相同的发光器件中色度也明显变化。特别地,在色度坐标 CIE<sub>y</sub> 值方面存在 0.128 的差异,并且,色度偏移大,这作为相同的发射颜色是不可接受的,使得从实际的观点提出颜色不规则性方面的问题。

[0230] 此外,如从图 14 可以看出,在透明导电层的任意膜厚中,视角特性均展现出亮度随视角的增大而单调减小的分布图。这也适用于组合的发射光,并且,特别地,发现当以某一角度视觉观察有机发光器件时发射光是暗的。

[0231] 顺便说一句,甚至在比较例子 2 的发光器件中,组合的发射光的发射效率也是大的。如以上的比较例子 1 的情况那样,这可归因于涉及发射色度变化的发光效率的影响。甚至在例子 1 的发光器件中,也可通过这种发射色度坐标的设置而改善发射效率。

[0232] (例子 2)

[0233] 本例子与根据实施例 5 的显示装置对应。该显示装置包含作为像素的发射红光、绿光和蓝光的多个有机发光器件,并且,在一个发光像素单元中设置两个蓝发光像素。即,一个像素单元由总共三种颜色的四个像素组成,所述四个像素包含红发光像素、绿发光像素、第一蓝发光像素和第二蓝发光像素。两个蓝发光像素被设为具有相互不同的光路。

[0234] 图 15 是示出通过以下过程制造的本发明的显示装置的一个像素单元的示意性横截面图。

[0235] 在作为支撑物的玻璃基板 60 上,形成由低温多晶硅制成的 TFT 驱动电路 61,并且,在其上形成由丙烯酸树脂制成的平面化 (planarizing) 层 62,由此获得基板。通过溅射过程以约 100nm 的厚度在其上形成铝合金 (AlNd) 作为反射层 63,然后进行图案化。

[0236] 然后,通过溅射过程对于所有的发光像素以 74nm 的均匀厚度形成作为透明导电层 64 的 ITO 膜。之后,在与第二蓝发光像素对应的区域中,通过使用阴影掩模以 110nm 的厚度另外形成作为透明导电膜的 ITO。随后,对于各像素对透明导电膜图案化,由此形成阳极。

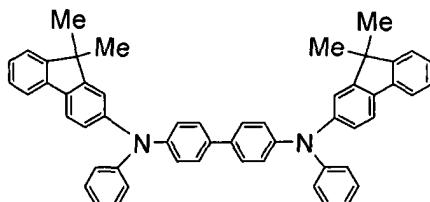
[0237] 此外,由丙烯酸树脂形成器件分隔层 65,由此制成基板。用异丙 醇 (IPA) 对所得物进行超声清洗,然后用沸水对其进行冲洗并使其干燥。之后,在通过真空蒸发使有机化合

物成膜之前,用 UV/ 臭氧清洗所得物。

[0238] 首先,作为所有像素共同 (common) 的空穴传输层 66,由下述的结构式表示的化合物 (I) 在所有的像素中被成膜。此时,真空度为  $1 \times 10^{-4}$ Pa 且沉积速率为 0.2nm/sec。

[0239] 化合物 (I)

[0240]



[0241] 然后,通过使用阴影掩模形成用于红色、绿色和蓝色中的每一种的发射层。作为红发光层,形成展现出图 16 所示的 PL 光谱的发射层 67。作为绿发光层,形成展现出图 17 所示的 PL 光谱的发射层 68。作为蓝发光层,形成展现出图 3 所示的 PL 光谱的发射层 69。

[0242] 此外,作为所有像素共同的电子传输层 70,红菲绕啉 (Bphen) 通过真空蒸发过程被成膜。蒸发期间的真空度为  $1 \times 10^{-4}$ Pa 且成膜速率为 0.2nm/sec。

[0243] 然后,作为所有像素共同的电子注入层 71,Bphen 和  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  被 (以 90 : 10 的重量比) 共同蒸发。蒸发期间的真空度为  $3 \times 10^{-4}$ Pa 且沉积速率为 0.2nm/sec。

[0244] 随后,作为所有像素共同的半透射层 72,通过真空蒸发过程形成银膜。蒸发期间的真空度为  $1 \times 10^{-4}$ Pa 且沉积速率为 0.2nm/sec。

[0245] 然后,不破坏真空而将形成半透射层之后的基板传送到溅射系统。形成 ITO 膜,作为所有像素共同的透明电极 73,由此获得显示装置。

[0246] 表 15 集体显示由此获得的显示装置的各像素的透明导电层、有机化合物层、半透射层和透明电极的膜厚。

[0247] 表 15 各层的膜厚

[0248]

	红发光像素	绿发光像素	第一 蓝发光像素	第二 蓝发光像素
透明电极			<b>34 nm</b>	
半透射层			<b>10 nm</b>	
电子注入层			<b>64 nm</b>	
电子传输层			<b>10 nm</b>	
发射层	<b>50 nm</b>	<b>50 nm</b>	<b>36 nm</b>	
空穴传输层	<b>114 nm</b>	<b>110 nm</b>	<b>50 nm</b>	
透明导电层		<b>74 nm</b>		<b>184 nm</b>
反射层			<b>100 nm</b>	

[0249] 表 18 显示由此获得的显示装置的颜色再现范围 (NTSC 比) 和视角颜色偏移量。此外,图 18 示出在显示装置中显示白色 (色度坐标 :0.32, 0.33; 亮度 :300cd/m<sup>2</sup>) 的情况下依赖于视角的相对亮度的变化。这里采用的术语“视角颜色偏移量  $\delta$ ”指的是当在 0° 至 50° 的视角范围中在正面的颜色偏移为最大时的颜色偏移量,在正面的视觉识别中的视角被定义为 0°。顺便说一句,使用下面的等式 6 计算当视角为  $\theta$  时的颜色偏移量  $\delta_{\theta}$ 。可

以说,视角颜色偏移量  $\delta$  越小,则依赖于视角的颜色的变化越小。

[0250] (等式 6)

$$[0251] \quad \delta_\theta = \sqrt{(x_\theta - x_0)^2 + (y_\theta - y_0)^2}$$

[0252] 其中,  $x_\theta$  和  $y_\theta$  表示在视角  $\theta$  的 CIE 色度坐标,  $x_0$  和  $y_0$  表示在视角  $0^\circ$  (在正面) 的 CIE 色度坐标。

[0253] (例子 3)

[0254] 本例子与根据实施例 4 的显示装置对应。在本例子中,一个发光像素单元由包含红光像素、绿光像素和蓝光像素的三个像素组成。蓝发光像素的光路在相邻的像素单元之间改变。因此,在该显示装置中,在一个发光像素单元 (像素单元 1) 中,红光像素、绿光像素和蓝光像素中的透明导电层的膜厚被设为 0nm,并且,在与所述一个发光像素单元相邻的发光像素单元 (像素单元 2) 中,透明导电层的膜厚在红光像素和绿光像素中被设为 0nm 而在蓝光像素中被设为 110nm。即,通过透明导电层的存在和不存在来调整光路。通过溅射过程对于所有的发光像素均匀地以 110nm 的厚度形成透明导电层,形成抗蚀剂图案,用掩模覆盖像素单元 2 中的蓝光像素的区域,并且,通过湿蚀刻去除剩余区域中的透明导电层。然后,对于所有的发光像素单元共同形成空穴传输层,以使其在红光像素中具有 196nm 的厚度、在绿光像素中具有 185nm 的厚度、并在蓝光像素中具有 127nm 的厚度。除了以上之外,通过遵循与例子 2 中相同的过程制造显示装置。表 16 集体显示本例子中的各层的设置的膜厚。

[0255] 表 16 各层的膜厚

[0256]

	像素单元 1			像素单元 2		
	红光像素	绿光像素	蓝光像素	红光像素	绿光像素	蓝光像素
透明电极	<b>34 nm</b>			<b>34 nm</b>		
半透射层	<b>10 nm</b>			<b>10 nm</b>		
电子注入层	<b>64 nm</b>			<b>64 nm</b>		
电子传输层	<b>10 nm</b>			<b>10 nm</b>		
发射层	<b>50 nm</b>	<b>50 nm</b>	<b>36 nm</b>	<b>50 nm</b>	<b>50 nm</b>	<b>36 nm</b>
空穴传输层	<b>196 nm</b>	<b>185 nm</b>	<b>127 nm</b>	<b>196 nm</b>	<b>185 nm</b>	<b>127 nm</b>
透明导电层	<b>0 nm</b>			<b>不存在</b>		<b>110 nm</b>
反射层	<b>100 nm</b>			<b>100 nm</b>		

[0257] 表 17 显示像素单元 1 和 2 中的在蓝发光像素正面的发射特性。从表 17 可以看出,对于像素单元中的每一个,显示装置中的蓝光像素的发射效率是不同的。因此,当处于相同电平的信号数据被发送到像素单元 1 和 2 时,产生光亮度 (lightness) 的差异。因此,在本例子的显示装置中,通过预先估计发射效率的差异而校正要被输入到每一像素单元的视频信号,由此克服从其正面视觉观察显示装置的情况下的亮度差异。

[0258] 顺便说一句,基于构成像素单元的像素的数量的关系,本例子的显示装置中的每一像素的面积被扩大至例子 2 中的 4/3 倍。

[0259] 表 17 发射效率、色度坐标、发射光谱的半值

[0260]

	发射效率 (cd/A)	色度坐标		发射光谱的半值
		CIEx	CIEy	
像素单元 1	2.4	0.135	0.092	50 nm
像素单元 2	1.4	0.157	0.078	30 nm
组合的发射光	3.7	0.144	0.086	50 nm

[0261] 表 18 显示由此获得的显示装置的颜色再现范围 (NTSC 比) 和视角颜色偏移量  $\delta$ 。此外, 图 19 示出在显示装置中显示白色 (色度坐标 :0.32, 0.33; 亮度 :300cd/m<sup>2</sup>) 的情况下依赖于视角的相对亮度的变化。

[0262] ( 比较例子 3)

[0263] 比较例子 3 是其中一个发光像素单元由红光像素、绿光像素和蓝光像素的三个像素组成的显示装置, 并且, 常规的有机发光器件被应用于每一发光像素。基于构成像素单元的像素的数量的关系, 每一像素的开口面积被扩大至例子 2 中的 4/3 倍。然后, 以上在比较例子 2 中提到的常规的蓝发光器件被应用于蓝发光像素。除了以上之外, 通过遵循与例子 2 中相同的过程而制造显示装置。

[0264] 表 18 显示由此获得的显示装置的颜色再现范围 (NTSC 比) 和视角颜色偏移量。此外, 图 20 示出在显示装置中显示白色 (色度坐标 :0.32, 0.33; 亮度 :300cd/m<sup>2</sup>) 的情况下依赖于视角的相对亮度的变化。

[0265] 表 18 颜色再现范围和视角颜色偏移量

[0266]

	颜色再现范围 (NTSC 比)	视角颜色偏移量 $\delta$
例子 2	72%	0.044
例子 3	72%	0.05
比较例子 3	48%	0.076

[0267] 如从图 18、图 19 和图 20 可以看出, 例子 2、例子 3 和比较例子 3 的显示装置的依赖于视角的相对亮度变化分布图基本上与朗伯光源的相同。因此, 甚至在以某一视角视觉观察显示装置的情况下, 也发现亮度基本上与在正面视觉识别时的相同。因此, 可以说显示装置中 的任一个具有宽视角。

[0268] 另一方面, 关于显示装置的颜色再现性, 从表 18 理解的是, NTSC 比的颜色再现范围在例子 2 和例子 3 的显示装置中为 72%, 并且, NTSC 比的颜色再现范围在比较例子 3 的显示装置中为 48%。因此, 可以看出, 与常规的显示装置相比, 本发明的显示装置具有较宽的颜色再现范围。

[0269] 此外, 关于依赖于视角的颜色偏移, 在例子 2 和例子 3 所示的本发明的显示装置中, 视角的颜色偏移量  $\delta$  为 0.05 或更小, 这比常规的显示装置 (比较例子 3) 的小。可以说, 本发明的显示装置的依赖于视角的颜色变化小。

[0270] 因此, 本发明的显示装置具有较小的依赖于视角的亮度和颜色的变化, 并具有令人满意的颜色再现性。即, 本发明的显示装置使得能够在具有宽视角的同时实现优异的颜色再现。

[0271] 虽然已参照行示例性实施例描述了本发明, 但应理解, 本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释, 以包含所有这样的修改以及等同的

结构和功能。

[0272] 本申请要求 2008 年 2 月 27 日提交的日本专利申请 No. 2008-046240 的权益, 在此通过参考而并入其全部内容。

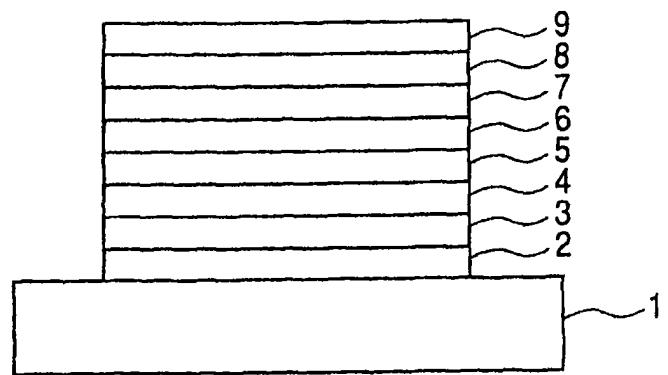


图 1

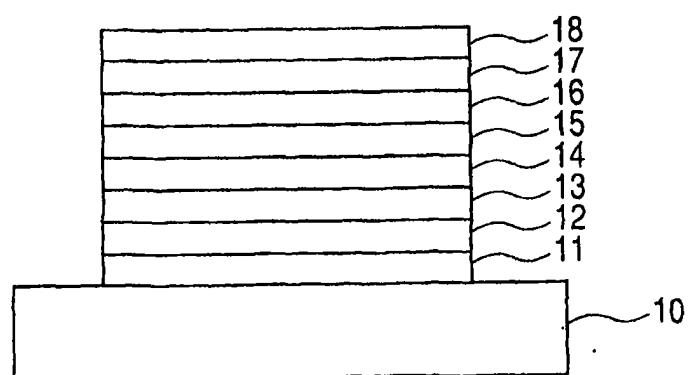


图 2

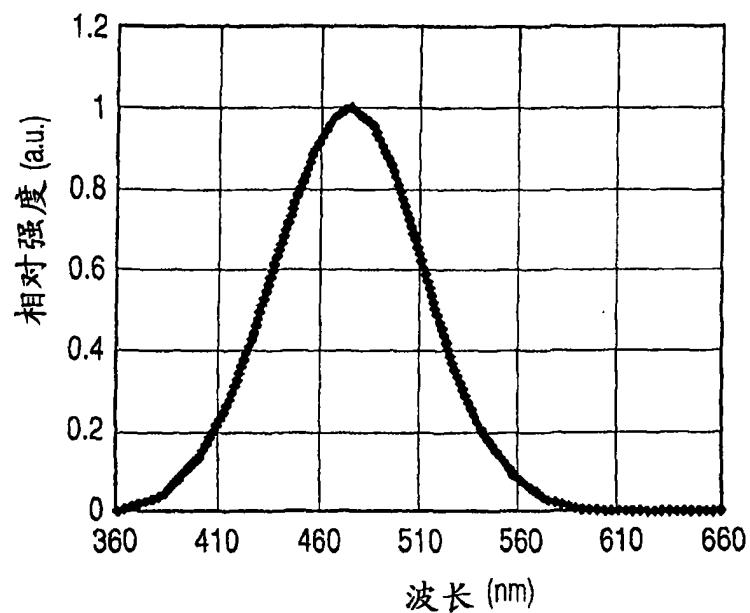


图 3

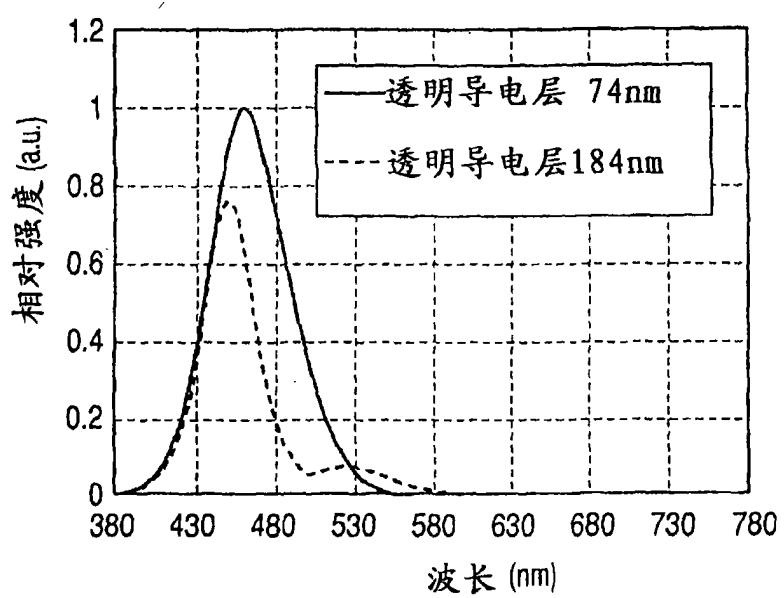


图 4

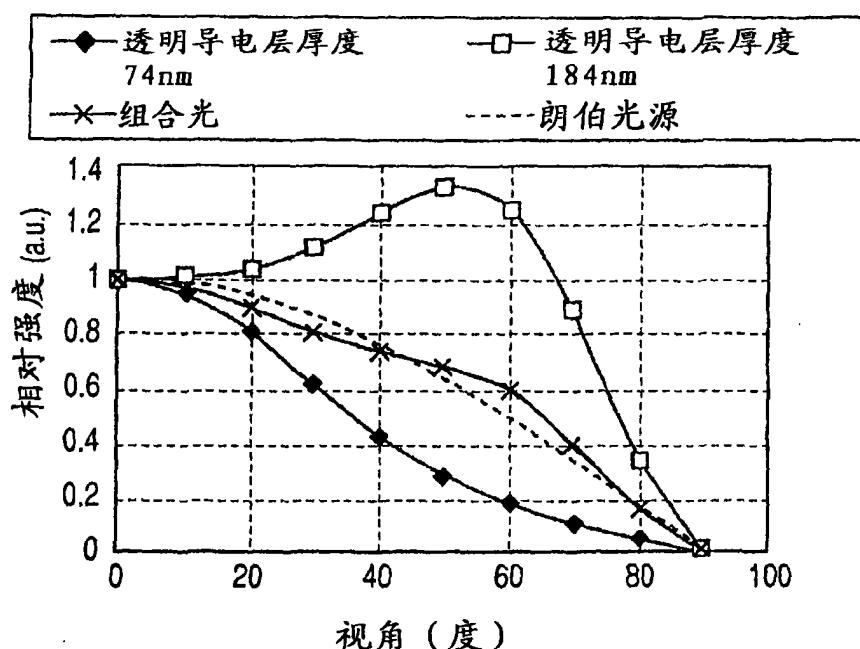


图 5

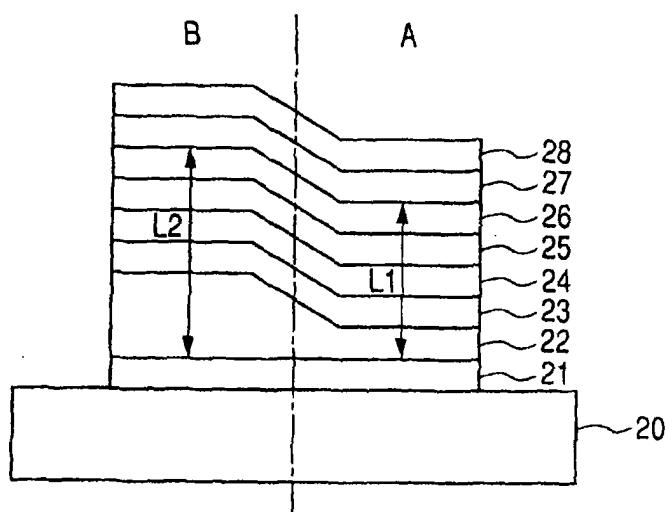


图 6

图 7A

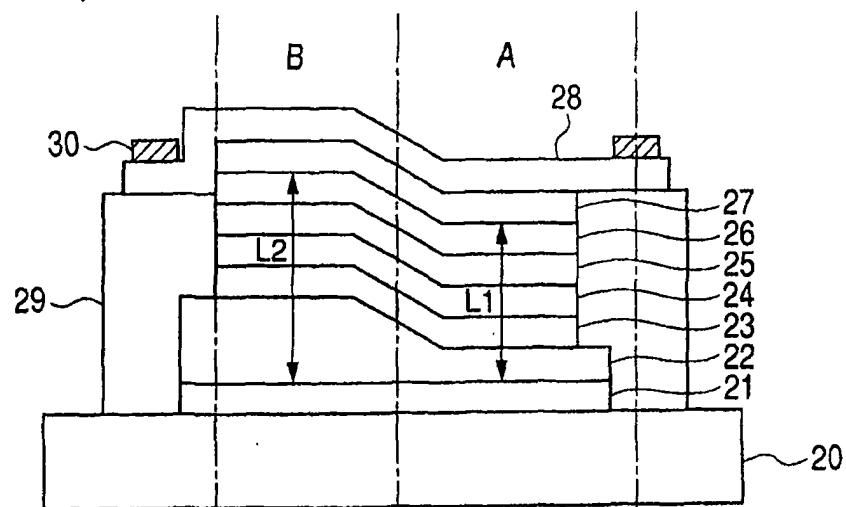
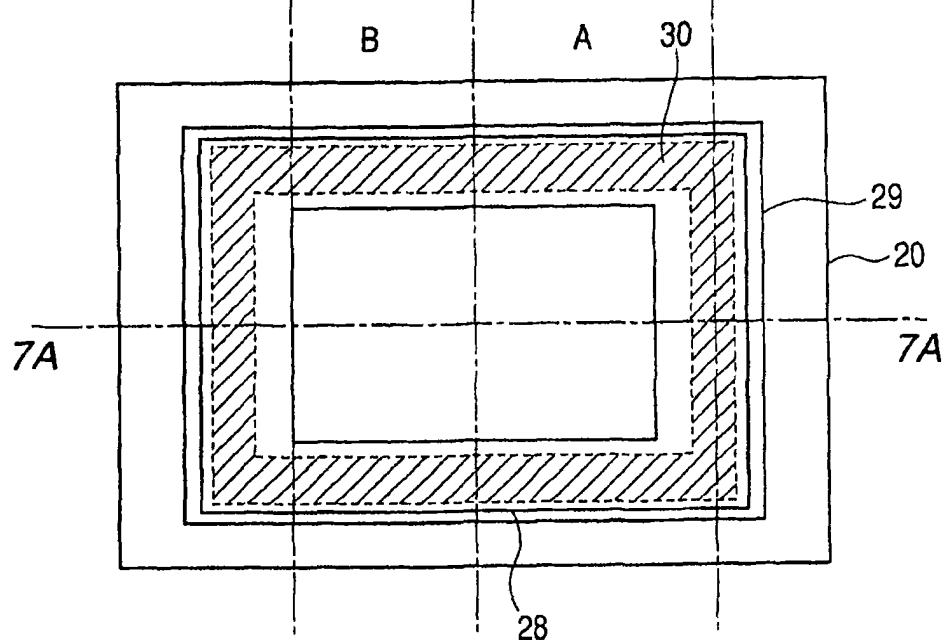


图 7B



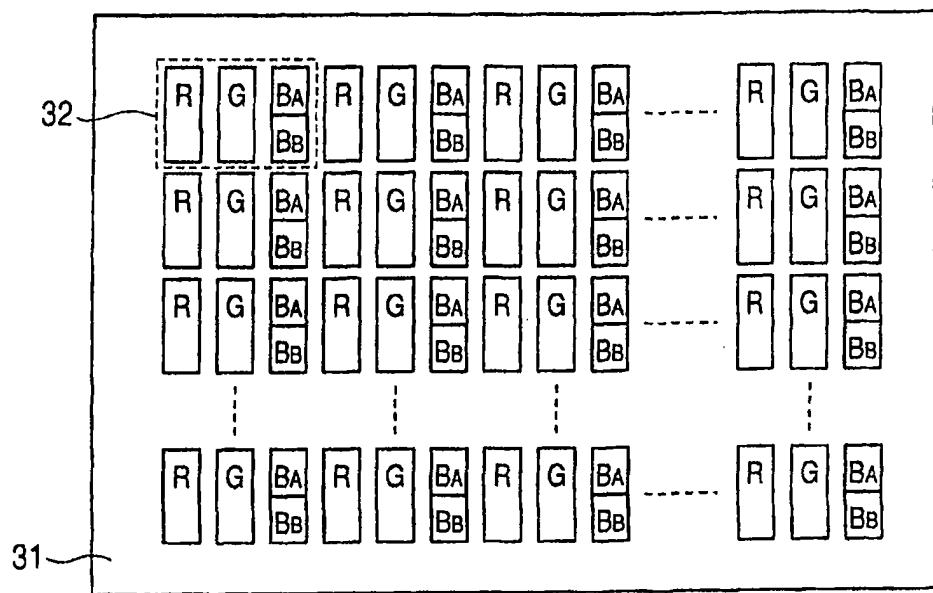


图 8

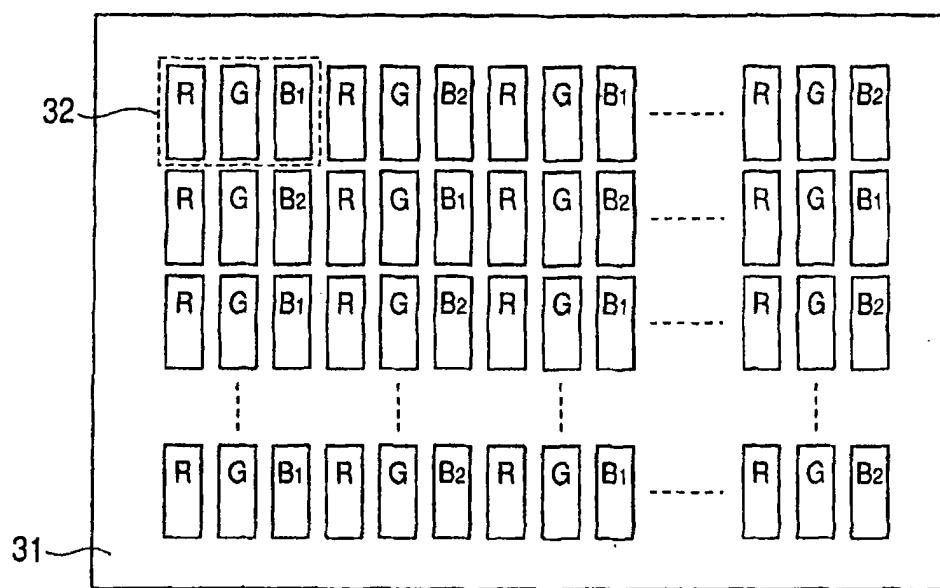


图 9

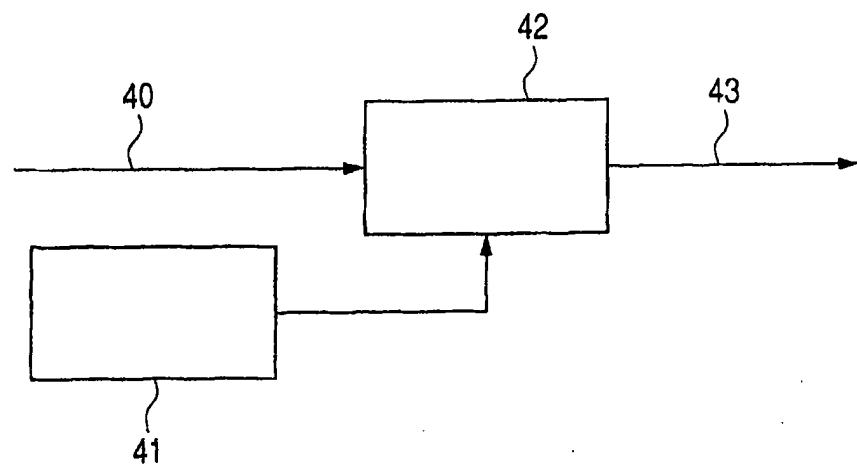


图 10

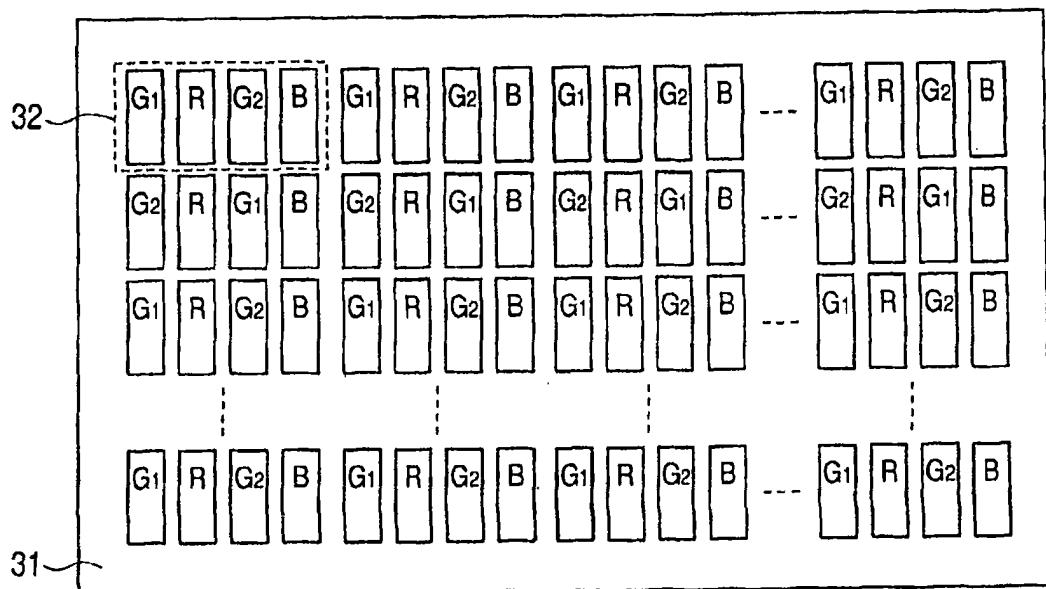


图 11

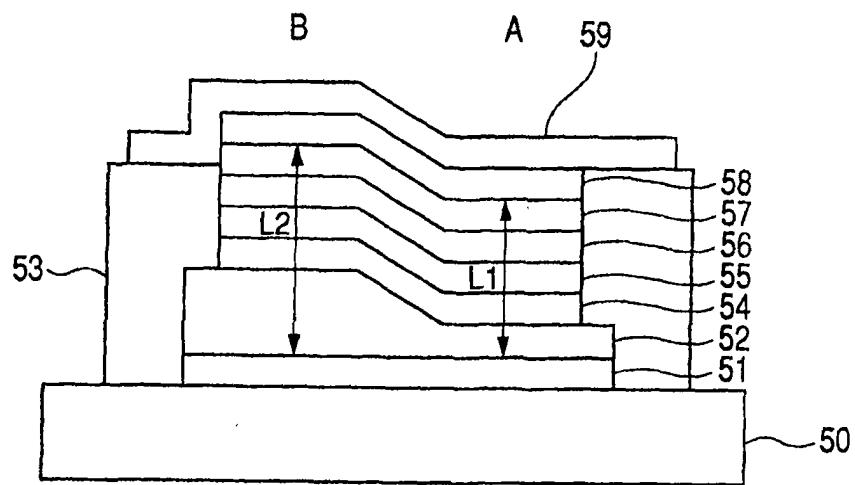


图 12

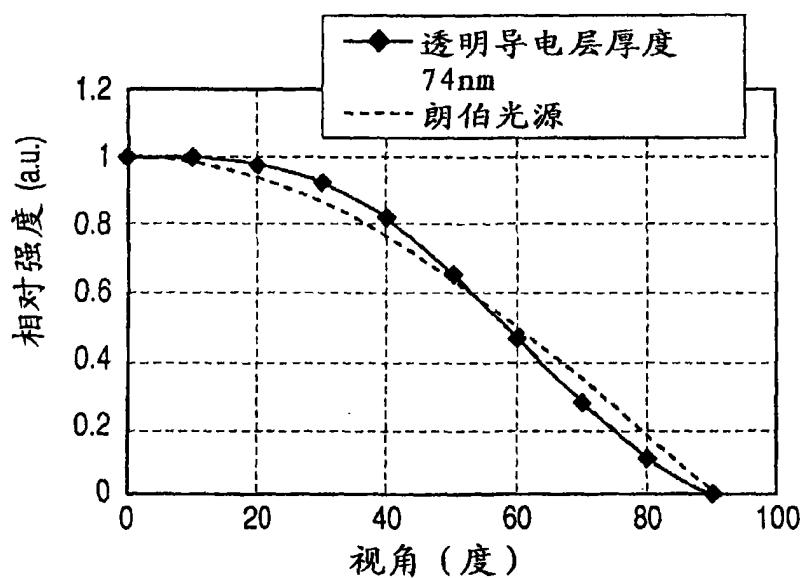


图 13

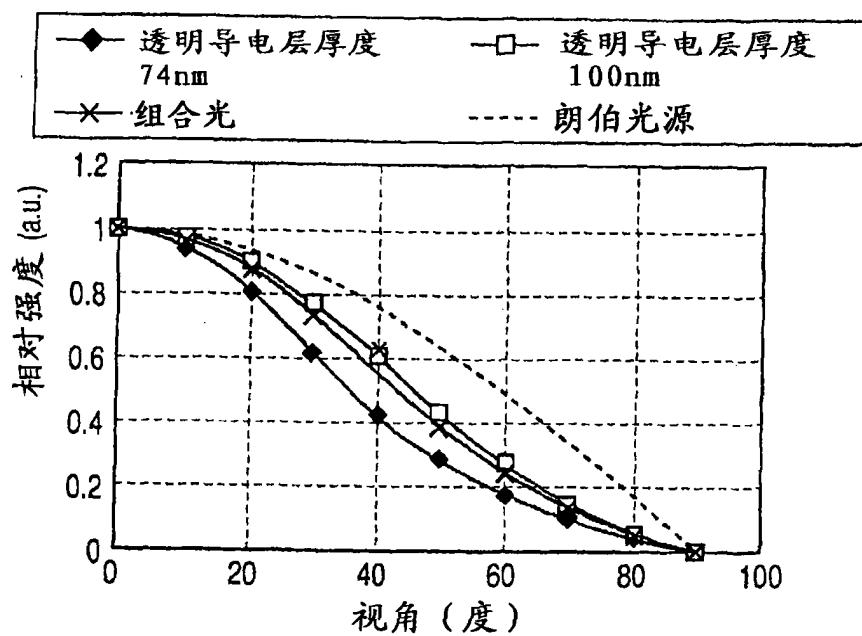


图 14

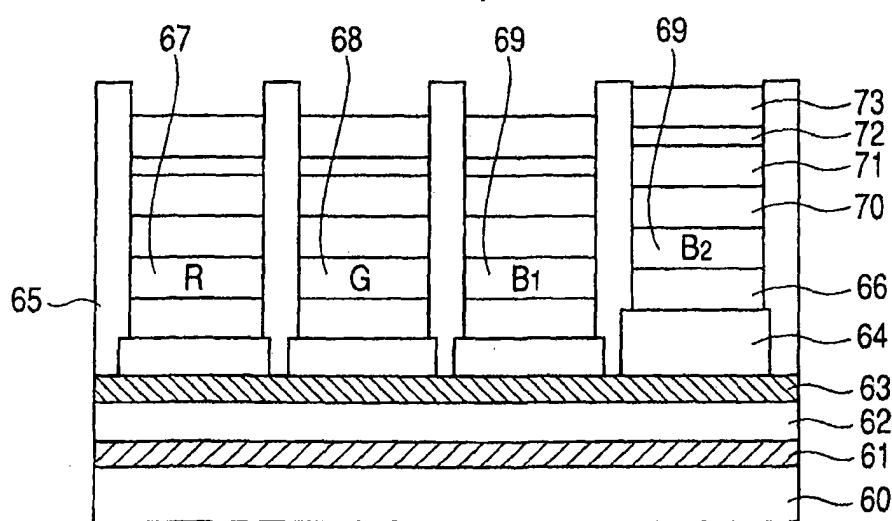


图 15

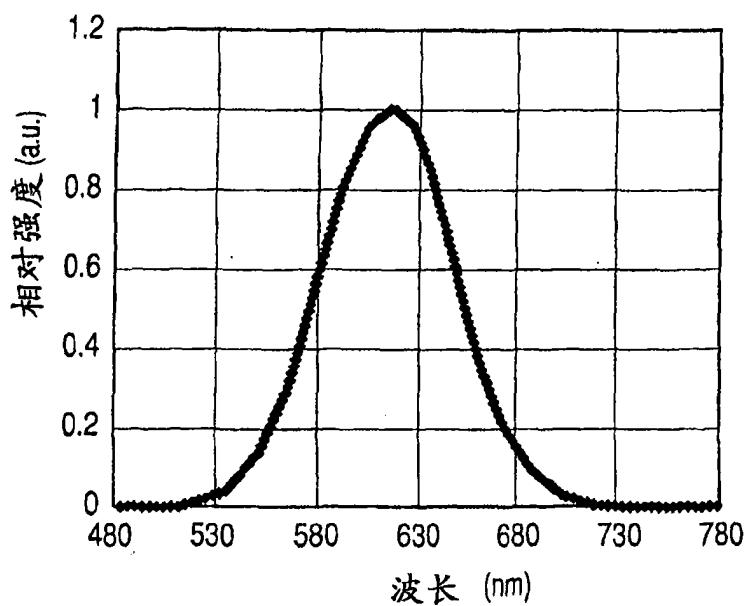


图 16

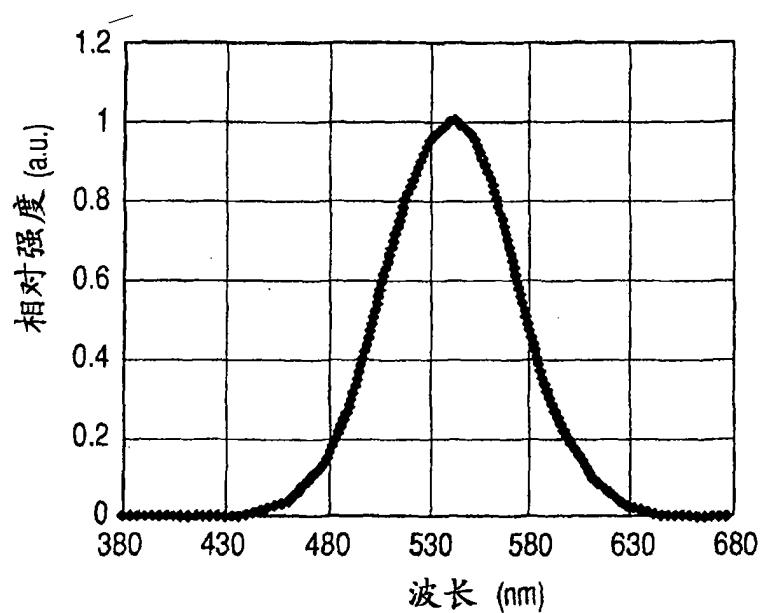


图 17

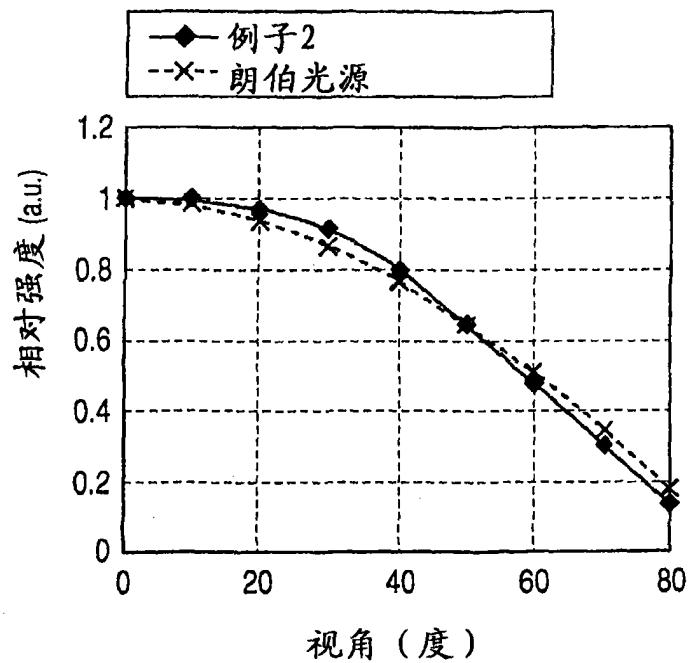


图 18

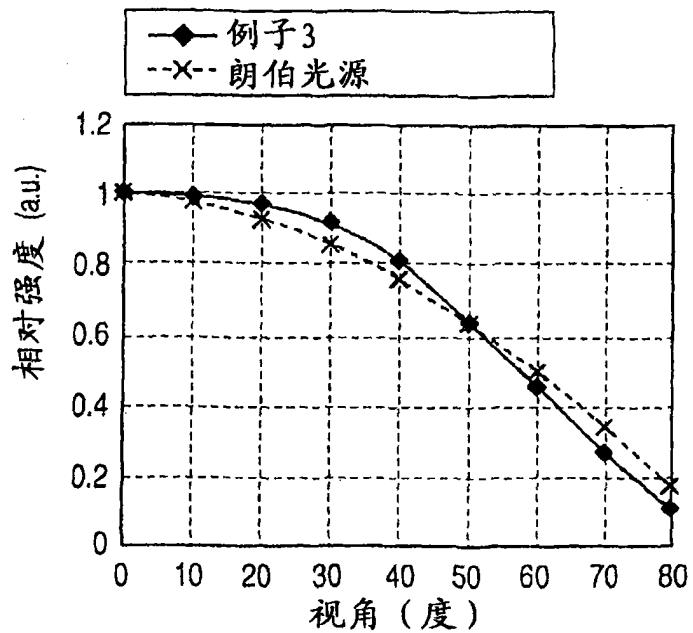


图 19

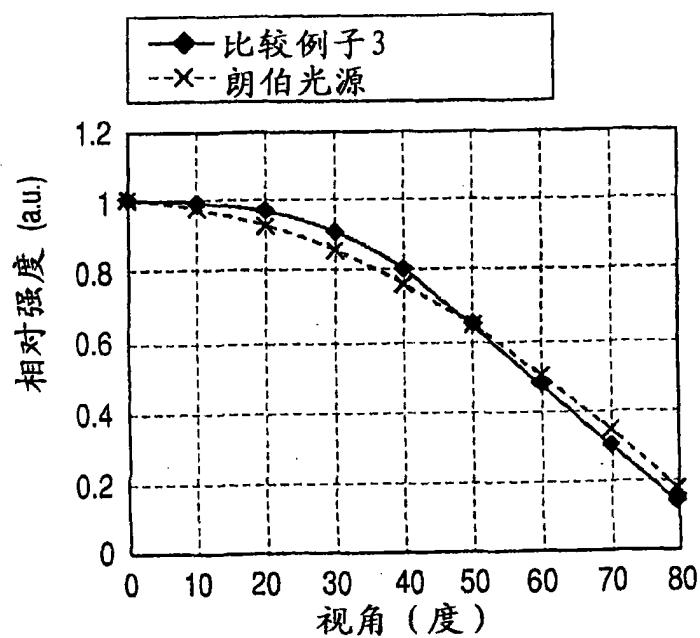


图 20

专利名称(译)	有机发光器件和显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN101521262B</a>	公开(公告)日	2011-05-11
申请号	CN200910006810.7	申请日	2009-02-27
[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	长谷川利则		
发明人	长谷川利则		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52 H01L27/32		
CPC分类号	H05B33/14 H01L51/006 H01L51/5209 H01L51/5265 H01L2251/558		
代理人(译)	康建忠		
优先权	2009035625 2009-02-18 JP 2008046240 2008-02-27 JP		
其他公开文献	CN101521262A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明提供具有宽视角特性并使得能够实现优异的颜色再现的有机发光器件、以及包含所述有机发光器件的显示装置。在所述器件中，在相对于发射层形成于第一电极侧的第一反射表面和相对于发射层形成于第二电极侧的第二反射表面之间的光路被设为使发射层中发射的光共振，并且，具有相对短的光路L1的第一区域和具有相对长的光路L2的第二区域被设置，其中，L1和L2被设为与共振波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 和 $\lambda_3$ 、当光被第一反射表面和第二反射表面反射时的相移的 $\phi$ 、以及视角 $\alpha$ 满足式1：(式1)  

$$\lambda_1 = 2L1/(p-\phi/2\pi)$$

$$\lambda_2 = 2L2/(q+1-\phi/2\pi)$$

$$\lambda_3 = 2L2\cos\alpha/(q-\phi/2\pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$
其中，p和q各独立地表示正整数，且 $\alpha$ 不为 $0^\circ$ 。

