



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101447506 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 14

(21) 申请号 200810191149. 7

(22) 申请日 2008. 08. 18

(30) 优先权数据

212956/07 2007. 08. 17 JP

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 山田二郎 柏原充宏 福田俊广

浅木玲生 狩野巖太郎

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 彭久云

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

审查员 陈龙

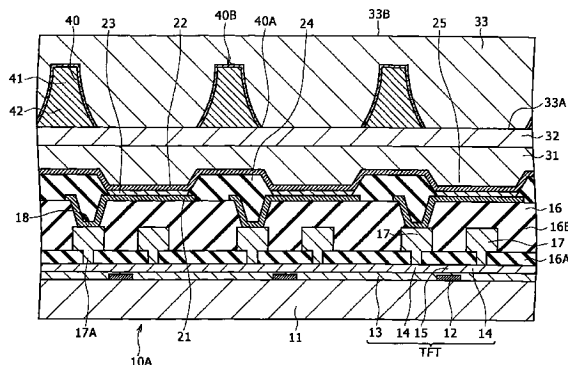
权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 18 页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

本发明公开了一种显示装置,具有:(A) 多个发光装置,包括第一电极、包含发光层的有机层和第二电极,构造为使在发光层中产生的光在由第一电极和有机层之间的界面定义的第一界面和由第二电极和有机层之间的界面定义的第二界面之间共振,以及 (B) 透明上基板,具有面向第二电极的第一面和设于第一面的相对面的第二面,并且设置于第二电极之上。



1. 一种显示装置,提供有:

(A) 多个发光装置,包括第一电极、具有发光层的有机层和第二电极,构造为使所述发光层中产生的光在由所述第一电极和所述有机层之间的界面定义的第一界面和在由所述第二电极和所述有机层之间的界面定义的第二界面之间共振,和

(B) 透明上基板,具有面向所述第二电极的第一面和设于所述第一面的相对面的第二面,并且固定于所述第二电极之上,其中

所述显示装置满足下述公式 (1-1)、(1-2)、(1-3) 和 (1-4), 并且

反光部分提供在所述透明上基板内,并且产生于所述发光层进入所述透明上基板的所述光被反射并从所述透明上基板的所述第二面引出:

$$0.7 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \leq 2 \times OL_1/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \quad (1-1)$$

$$0.7 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \leq 2 \times OL_2/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \quad (1-2)$$

$$L_1 < L_2 \quad (1-3)$$

$$m_1 < m_2 \quad (1-4)$$

这里,

L_1 :从所述发光层的最大发光位置到所述第一界面的距离,

OL_1 :从所述发光层的所述最大发光位置到所述第一界面的光程,

L_2 :从所述发光层的所述最大发光位置到所述第二界面的距离,

OL_2 :从所述发光层的所述最大发光位置到所述第二界面的光程,

m_1 、 m_2 :整数,

λ :产生于所述发光层的光谱中的最大峰值的波长,

Φ_1 :发生在所述第一界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_1 \leq 0$, 和

Φ_2 :发生在所述第二界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_2 \leq 0$ 。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,其中:

所述多个发光装置排列成长条状,并且

对于每个发光装置设置多于一个所述反光部分。

3. 根据权利要求1所述的显示装置,其中

每个反光部分由回转体的表面的一部分形成,

所述反光部分的下端部设置于所述透明上基板的所述第一面,

所述反光部分的上端部设置在所述透明上基板内,并且所述反光部分的所述上端部与所述透明上基板的所述第二面平行,以及

当作为所述回转体的回转轴的所述反光部分的轴假定为 z 轴时,所述显示装置满足下面的公式:

$$(r_{\text{Ref-T}} + r_{\text{Ref-B}})/L_{\text{Ref}} \leq (n_{\text{Sub-T}}^2 - 1)^{-1/2}$$

这里,

$r_{\text{Ref-B}}$:所述反光部分的所述下端部的半径,

$r_{\text{Ref-T}}$:所述反光部分的所述上端部的半径,

L_{Ref} :沿着所述 z 轴从所述反光部分的所述下端部到所述上端部的距离,和

$n_{\text{Sub-T}}$:所述透明上基板的折射率。

4. 根据权利要求 3 所述的显示装置, 其中

当所述反光部分沿着包括所述 z 轴的假想平面切割时, 所述反光部分具有抛物线的一部分形成的剖面形状,

从所述抛物线的焦点到准线的垂线相对于所述 z 轴倾斜, 并且

所述显示装置满足下面的公式:

$$0.1 \leq r_{\text{Ref-B}}/L_{\text{Focus}} < 0.5$$

这里,

L_{Focus} : 当所述反光部分沿着所述假想平面切割时, 从所述假想平面和所述反射部分的所述下端部之间的交点到所述抛物线的所述焦点的距离。

5. 根据权利要求 4 所述的显示装置, 其中从所述抛物线的所述焦点到所述准线的所述垂线相对于所述 z 轴的倾角 θ_{Para} 满足下面的公式:

$$\sin(\theta_{\text{Para}}) < 1/n_{\text{Sub-T}}$$

这里,

$n_{\text{Sub-T}}$: 所述透明上基板的折射率。

6. 根据权利要求 4 所述的显示装置, 其中所述抛物线的所述焦点包含在所述上基板的所述第一面中。

7. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中

每个反光部分由回转体的表面的一部分形成,

所述反光部分的下端部设置在所述透明上基板的所述第一面中,

所述反光部分的上端部设置在所述透明上基板的所述内部, 并且所述反光部分的所述上端部与所述透明上基板的所述第二面平行, 以及

当作为所述回转体的回转轴的所述反光部分的轴假定为 z 轴时, 所述显示装置满足下面的公式:

$$\sin(\theta_{0-2}) > 1/n_{\text{Sub-T}}$$

这里,

θ_{0-2} : 在所述第二电极侧的所述 z 轴与所述第二电极之间的交点, 从所述第二电极输出的光与所述 z 轴形成的角度, 以及

$n_{\text{Sub-T}}$: 所述透明上基板的折射率。

8. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中

所述第一电极具有至少 50% 的平均光反射率, 并且

所述第二电极具有 50-90% 的平均光透射率。

9. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中所述第一电极由反光材料形成, 所述第二电极由半透明材料形成, $m_1 = 0$, 且 $m_2 = 1$ 。

10. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 还包括在所述第二电极与所述透明上基板之间从所述第二电极侧依次形成的保护膜和粘合层。

11. 一种显示装置, 提供有:

(A) 透明下基板, 具有第一面和第二面

(B) 多个发光装置, 设置于所述透明下基板的所述第一面上或上方, 包括第一电极、包含发光层的有机层和第二电极, 构造为使在所述发光层中产生的光在由所述第一电极和所

述有机层之间的界面定义的第一界面和由所述第二电极和所述有机层之间的界面定义的第二界面之间共振,其中:

所述显示装置满足下面的所述公式 (2-1)、(2-2)、(2-3) 和 (2-4),以及

在所述透明下基板的内部设有反光部分,并且产生于所述发光层进入所述透明下基板的所述光被反射从所述透明下基板的所述第二面引出:

$$0.7\{-\Phi_1/(2\Pi)+m_1\}\leq 2\times OL_1/\lambda\leq 1.2\{-\Phi_1/(2\Pi)+m_1\}\quad (2-1)$$

$$0.7\{-\Phi_2/(2\Pi)+m_2\}\leq 2\times OL_2/\lambda\leq 1.2\{-\Phi_2/(2\Pi)+m_2\}\quad (2-2)$$

$$L_1>L_2\quad (2-3)$$

$$m_1>m_2\quad (2-4)$$

这里,

L_1 :从所述发光层的最大发光位置到所述第一界面的距离,

OL_1 :从所述发光层的所述最大发光位置到所述第一界面的光程,

L_2 :从所述发光层的所述最大发光位置到所述第二界面的距离,

OL_2 :从所述发光层的所述最大发光位置到第二界面的光程,

m_1 、 m_2 :整数,

λ :产生于所述发光层的光谱中的最大峰值的波长,

Φ_1 :发生在所述第一界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\Pi<\Phi_1\leq 0$,和

Φ_2 :发生在所述第二界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\Pi<\Phi_2\leq 0$ 。

显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示装置,尤其涉及配备有具有共振腔结构的发光装置的显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,采用有机电致发光装置(以下简称“有机 EL 装置”)的发光装置和有机电致发光显示装置(以下简称为“有机 EL 显示装置”)得到广泛应用。关于有机 EL 显示装置,在技术发展上有着强烈的需求,以使其能产生有效的光输出,这是因为低的光输出效率意味着有机 EL 装置中实际发光量的利用率很低,这成为功率消耗严重浪费或类似情形的原因。

[0003] 这种情形下,已提出多种用于有机 EL 显示装置的技术。通过设置突出结构来提高光输出效率的技术已经公开,例如,公开在 JP-A-2003-077648(下面称为专利文献 1)中。通过设置显微透镜来提高光输出效率的技术已经公开,例如,公开在 JP-A-2002-184567(下面称为专利文献 2)或 JP-T-2005-531102(下面称为专利文献 3)中。另外,专利文献 3 还公开了有机 EL 显示装置具有多个包括用于太阳能电池聚光器的复合抛物面聚光器(CPC)的反射器。

[0004] 人们还试图通过引入共振器结构例如对产生于发光层的光进行控制,来提高光的颜色纯度或提高发光效率(比如,参见 W001/39554 A1,下面称为专利文献 4)。在比如日本专利 No. 3703028(下面称为专利文献 5)中还公开了通过控制产生于共振器结构中的光以及从反射端反射回来的光束达到互相加强的关系,可使光的强度最大化。

发明内容

[0005] 根据专利文献 1、2 和 3,通过光的有效利用可以达到功率消耗的减少,否则功率会在发光装置中通过全反射浪费掉。但是,这些专利文献没有提到有机 EL 装置的光学条件,具体地讲是在有机 EL 装置中提高光输出效率的包含发光层的有机层的优化。另一方面,根据专利文献 4 和 5,可以通过加入光共振器结构来提高光输出效率。然而,还存在对于光输出效率进一步提高的极其强烈的需求。

[0006] 所希望的是,提供配备有共振器结构并且具有能进一步提高光输出效率的结构或构造的显示装置。

[0007] 本发明的第一和第二实施例的显示器具有:

[0008] (A)、多个发光装置,包括第一电极、包含发光层的有机层和第二电极,以使产生于发光层的光在第一电极和有机层之间的界面定义的第一界面和由第二电极和有机层之间的界面定义的第二界面之间共振,以及

[0009] (B)、透明上基板,设置于第二电极之上,具有面向第二电极的第一面和设于第一面的相对面的第二面。

[0010] 显示装置满足下述公式(1-1)、(1-2)、(1-3)和(1-4)。

[0011] 根据本发明第一实施例的显示装置中,形成了反射部分,至少每一个发光装置形

成一个反光部分,并且反光部分从第一面延伸到透明上基板的内部,以便进入透明上基板的共振光的部分能从透明上基板的第二面反射和输出。

[0012] 另一方面,根据本发明第二实施例的显示装置中,形成透镜部分,至少每个发光装置具有一个透镜部分,并且透镜部分全部形成在透明上基板的第一面上,以便经第二电极从发光层输出的共振光的部分能从透镜部分穿过。

$$[0013] \quad 0.7 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \leq 2 \times OL_1/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \quad (1-1)$$

$$[0014] \quad 0.7 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \leq 2 \times OL_2/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \quad (1-2)$$

$$[0015] \quad L_1 < L_2 \quad (1-3)$$

$$[0016] \quad m_1 < m_2 \quad (1-4)$$

[0017] 这里,

[0018] L_1 :从发光层的最大发光位置到第一界面的距离,

[0019] OL_1 :从发光层的最大发光位置到第一界面的光程,

[0020] L_2 :从发光层的最大发光位置到第二界面的距离,

[0021] OL_2 :从发光层的最大发光位置到第二界面的光程,

[0022] m_1 、 m_2 :整数,

[0023] λ :产生于发光层的光谱中的最大峰值波长,

[0024] Φ_1 :发生在第一界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_1 \leq 0$,和

[0025] Φ_2 :发生在第二界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_2 \leq 0$ 。

[0026] 应当注意,术语“从发光层的最大发光位置到第一界面的距离 L_1 ”指的是从发光层的最大发光位置到第一界面的实际距离(物理距离),而术语“从发光层的最大发光位置到第二界面的距离 L_2 ”指的是从发光层的最大发光位置到第二界面的实际距离(物理距离)。另外,术语“光程”也称为“光学距离”,并且通常指的是光在具有折射率 n 的媒质中传输距离 L 时的 $n \times L$ 。将在后面应用相同的定义。因此,当有机层的平均折射率假定为 n_{ave} 时,存在下面的关系:

$$[0027] \quad OL_1 = L_1 \times n_{ave}$$

$$[0028] \quad OL_2 = L_2 \times n_{ave}$$

[0029] 这里,术语“平均折射率 n_{ave} ”是指组成有机层的各层的折射率和它们的厚度值的乘积的和再除以有机层的厚度所得的商。

[0030] 根据本发明的第一实施例的显示装置可以构造在这样的实施例中,其中,多个发光装置呈长条状排列,并且每个发光装置中设置的反光部分多于一个。另外,发光装置也可以呈对角线排列、呈三角形排列或呈长方形排列,并且每个发光装置可以设置一个反光部分。请注意,上面描述的技术特征也可以应用于接下来要描述的本发明的第三实施例的显示装置。

[0031] 根据本发明第一实施例的显示装置可以包括上面描述的优选实施例,其要求具备:

[0032] 每一个反光部分由回转体(solid revolution)的表面的一部分形成,

[0033] 反光部分设置于透明上基板的第一面的下端部,

[0034] 反光部分设置于透明上基板内部的上端部,并且反光部分的上端部与透明上基板的第二面平行,以及

[0035] 当作为回转体的回转轴的反光部分的轴设为 z 轴时,显示装置满足下面的公式:

$$[0036] \quad (r_{\text{Ref-T}} + r_{\text{Ref-B}}) / L_{\text{Ref}} \leq (n_{\text{Sub-T}}^2 - 1)^{-1/2}$$

[0037] 这里,

[0038] $r_{\text{Ref-B}}$:光发射部分的下端部的半径,

[0039] $r_{\text{Ref-T}}$:光发射部分的上端部的半径,

[0040] L_{Ref} :沿 z 轴从光发射部分的下端部到上端部的距离,和

[0041] $n_{\text{Sub-T}}$:透明上基板的折射率。

[0042] 在此希望的实施例中,希望具备:

[0043] 当反光部分沿包括 z 轴的假想平面切割时,反光部分具有由抛物线的一部分形成的剖面,

[0044] 从抛物线的焦点到准线的垂线斜穿 z 轴,并且

[0045] 显示装置满足下面的公式:

$$[0046] \quad 0.1 \leq r_{\text{Ref-B}} / L_{\text{Focus}} < 0.5$$

[0047] 这里,

[0048] L_{Focus} :当反光部分沿假想平面切割时,从假想平面和反射部分的下端部之间的交点到抛物线的焦点的距离。

[0049] 当如前所述来构造时,能够在有效的可视范围内增强亮度,因此可以在确保进一步减小显示装置的功率消耗的情况下获得一个明亮的显示屏。

[0050] 还希望从抛物线的焦点到准线的垂线与 z 轴的倾角 θ_{Para} 满足下面的公式:

$$[0051] \quad \sin(\theta_{\text{Para}}) < 1/n_{\text{Sub-T}}$$

[0052] 这里,

[0053] $n_{\text{Sub-T}}$:透明上基板的折射率。

[0054] 所希望的是,抛物线的焦点可以包含在透明上基板的第一面中。请注意,当反光部分沿包含 z 轴的假想平面切割时,反光部分的剖面可以获得两个对称的形状。无论什么时候讨论当反光部分沿包含 z 轴的假想平面切割时的剖面形状,讨论都是基于这样的两个形状。请注意,上面的技术特征也可以应用于下面要描述的根据本发明第三实施例的显示装置,其中的术语各自对应,“透明上基板”应读为“透明下基板”,“第二电极”应读为“第一电极”,“ $n_{\text{Sub-T}}$ ”应读为“ $n_{\text{Sub-B}}$ ”。

[0055] 可选地,根据本发明第一实施例的显示装置可以构造成下面这样:

[0056] 每个反光部分由回转体的表面的一部分形成,

[0057] 反光部分设置在透明上基板的第一面的下端部,

[0058] 反光部分设置在透明上基板内部的上端部,并且反光部分的上端部与透明上基板的第二面平行,以及

[0059] 当作为回转体的回转轴的反光部分的轴假定为 z 轴时,显示装置满足下面的公式:

$$[0060] \quad \sin(\theta_{0-2}) > 1/n_{\text{Sub-T}}$$

[0061] 这里,

[0062] θ_{0-2} :在第二电极侧 z 轴与第二电极之间的交点处,从第二电极输出的光与所述 z 轴形成的角度,

[0063] $n_{\text{Sub-T}}$:透明上基板的折射率。

[0064] 请注意,上面的技术特征也可以应用于下面要描述的根据本发明第三实施例的显示装置,其中各术语各自对应,“透明上基板”应读为“透明下基板”,“第二电极”应读为“第一电极”,“ $n_{\text{Sub-T}}$ ”应读为“ $n_{\text{Sub-B}}$ ”,“ θ_{0-2} ”应读为“ θ_{0-1} ”。

[0065] 根据本发明第二实施例的显示装置可以构造在这样的实施例中:多个发光装置排列成长条状,并且每个发光装置中设置的透镜部分多于一个。另外,多个发光装置也可以呈对角线排列、呈三角形排列或呈长方形排列,并且每个发光装置可以设置一个透镜部分。请注意,上面描述的技术特征也可以应用于接下来要描述的本发明第四实施例的显示装置。

[0066] 根据本发明第二实施例的显示装置可以包括上面描述的优选实施例,其要求具备:

[0067] 作为光轴的每个透镜的轴假定为 z 轴时,显示装置满足下面的公式:

$$[0068] \sin(\theta_{0-2}) > 1/n_{\text{Sub-T}}$$

[0069] 这里,

[0070] θ_{0-2} :在第二电极侧 z 轴与第二电极之间的交点,从第二电极输出的光与 z 轴形成的角度,

[0071] $n_{\text{Sub-T}}$:透明上基板的折射率。

[0072] 请注意,上面的技术特征也可以应用于下面要描述的根据本发明第四实施例的显示装置,其中各术语各自对应,“第二电极”应读为“第一电极”,“ θ_{0-2} ”应读为“ θ_{0-1} ”,“ $n_{\text{Sub-T}}$ ”应读为“ $n_{\text{Sub-B}}$ ”。

[0073] 根据本发明第一或第二实施例的显示装置可以包括一个或多个上面描述的优选实施例和/或特征,要求如下:

[0074] 第一电极可以具有至少 50% 的平均光反射率,优选为 80% 或更高,并且

[0075] 第二电极可以具有 50-90% 的平均光透射率,优选为 60-90%。

[0076] 请注意,上述技术特征也可以应用到下面描述的根据本发明第三实施例或第四实施例的显示装置,其中“第二电极”对应于“第一电极”。

[0077] 根据本发明第一实施例或第二实施例的显示装置可以构造在这样的实施例中,第一电极由反光材料构成,第二电极由半透明材料构成,并且 $m_1 = 0$ 且 $m_2 = 1$,这样可以达到最高的光输出效率。根据本发明第一实施例或第二实施例的显示装置或下面要描述的根据本发明第五实施例的显示装置中,可通过使电子传输层(电子供给层)厚于空穴传输层(空穴维持层)在低驱动电压下对发光层提供更高效率的必要且充足数量的电子。更确切地,通过在作为阳极的第一电极和发光层之间设置空穴层,并且使空穴传输层的厚度小于电子传输层的厚度,可以增加空穴的提供。这种构造可以不会有太多或太少的空穴或电子但有足够的带电体的情况下获得带电体的平衡,因此可以获得高效的光发射。因为空穴和电子不多也不少,所以带电体平衡对击穿具有抗性,减小了驱动衰减,可以延长光发射寿命。

[0078] 根据本发明第一实施例或第二实施例的显示装置,可以包括上面描述的一个或多个实施例和/或特征,可以构造在这样的实施例中,从第二电极和透明上基板间的第二电极侧开始依次设置保护膜和粘合层。作为形成保护膜的材料,优选采用对产生于发光层的光为透明的、密集的以及具有水密性的材料。具体例子包括非晶硅(α -Si)、非晶碳化硅(α -SiC)、非晶氮化硅(α -Si_{1-x}N_x)、非晶氧化硅(α -Si_{1-y}O_y)、非晶碳(α -C)、非晶氮氧化

硅 (α -SiON) 和 Al_2O_3 。作为能形成粘合层的材料,可以使用如丙烯酸粘合剂、环氧树脂粘合剂、聚氨酯粘合剂、硅树脂粘合剂、腈基丙烯酸酯粘合剂的热固粘合剂和紫外光固化粘合剂。此外,下面描述的根据本发明第三实施例到第五实施例的显示装置也可以构造在这样的实施例中,其第二基板设置于第二电极之上,并且上述保护膜和粘合层从第一电极和第二基板之间的第一电极侧开始依次设置。

[0079] 本发明第三或第四实施例提供的显示装置具备:

[0080] (A) 透明下基板,具有第一面和设置于第一面的相对面的第二面,和

[0081] (B) 多个发光装置,设置在透明下基板的第一面上或者其上方,包括第一电极、包含发光层的有机层和第二电极,以使产生于发光层的光在由第一电极和有机层之间的界面定义的第一界面和由第二电极和有机层之间的界面定义的第二界面之间共振。

[0082] 显示装置满足下述公式 (2-1)、(2-2)、(2-3) 和 (2-4)。

[0083] 根据本发明第三实施例的显示装置中,形成反光部分,每一个发光装置形成至少一个反光部分,并且反光部分从透明下基板的第一面延伸到内部,以便进入透明上基板的共振光的一部分从透明上基板的第二面反射和输出。

[0084] 另一方面,根据本发明第四实施例的显示装置中,形成透镜部分,每个发光装置形成至少一个透镜部分,并且透镜部分全部形成在透明下基板的第一面上,以便从发光层经第二电极输出的共振光的一部分能从透镜部分穿过。

$$[0085] \quad 0.7 \{-\Phi_1 / (2 \Pi) + m_1\} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{-\Phi_1 / (2 \Pi) + m_1\} \quad (2-1)$$

$$[0086] \quad 0.7 \{-\Phi_2 / (2 \Pi) + m_2\} \leq 2 \times OL_2 / \lambda \leq 1.2 \{-\Phi_2 / (2 \Pi) + m_2\} \quad (2-2)$$

$$[0087] \quad L_1 > L_2 \quad (2-3)$$

$$[0088] \quad m_1 > m_2 \quad (2-4)$$

[0089] 这里,

[0090] L_1 :从发光层的最大发光位置到第一界面的距离,

[0091] OL_1 :从发光层的最大发光位置到第一界面的光程,

[0092] L_2 :从发光层的最大发光位置到第二界面的距离,

[0093] OL_2 :从发光层的最大发光位置到第二界面的光程,

[0094] m_1 、 m_2 :整数,

[0095] λ :产生于发光层的光谱中的最大峰值波长,

[0096] Φ_1 :发生在第一界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2 \Pi < \Phi_1 \leq 0$,和

[0097] Φ_2 :发生在第二界面的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2 \Pi < \Phi_2 \leq 0$ 。

[0098] 根据本发明第三实施例或第四实施例的显示装置可以构造在这样的实施例中,第一电极由半透明材料形成,第二电极由反光材料形成,且 $m_1 = 1$ 和 $m_2 = 0$,这样可以达到最高的光输出效率。根据本发明第三实施例或第四实施例的显示装置中,也可以通过使电子传输层厚于空穴传输层,在低驱动电压下对发光层提供更高效率的必要且充足数量的电子。更确切地,通过在作为阳极的第二电极和发光层之间设置空穴层,并且使空穴传输层的厚度小于电子传输层的厚度,可以增加空穴的提供。这种构造使其能够在不会有太多或太少的空穴或电子并且有足够的带电体的情况下获得带电体的平衡,因此可以获得高效的发光。因为空穴和电子不多也不少,所以带电体平衡对击穿具有抗性,减小了驱动衰减,可以延长发光寿命。

[0099] 本发明第五实施例的显示装置具有：

[0100] 多个发光装置，包括第一电极、包含发光层的有机层和第二电极，以使产生于发光层的光在由第一电极和有机层之间的界面定义的第一界面和由第二电极和有机层之间的界面定义的第二界面之间共振，其中

[0101] 显示装置满足下述公式 (3-1)、(3-2)、(3-3) 和 (3-4)：

$$[0102] \quad 0.7 \{-\Phi_1 / (2 \Pi) + m_1\} \leq 2 \times OL_1 / \lambda \leq 1.2 \{-\Phi_1 / (2 \Pi) + m_1\} \quad (3-1)$$

$$[0103] \quad 0.7 \{-\Phi_2 / (2 \Pi) + m_2\} \leq 2 \times OL_2 / \lambda \leq 1.2 \{-\Phi_2 / (2 \Pi) + m_2\} \quad (3-2)$$

$$[0104] \quad L_1 < L_2 \quad (3-3)$$

$$[0105] \quad m_1 < m_2 \quad (3-4)$$

[0106] 这里，

[0107] L_1 ：从发光层的最大发光位置到第一界面的距离，

[0108] OL_1 ：从发光层的最大发光位置到第一界面的光程，

[0109] L_2 ：从发光层的最大发光位置到第二界面的距离，

[0110] OL_2 ：从发光层的最大发光位置到第二界面的光程，

[0111] m_1 、 m_2 ：整数，

[0112] λ ：产生于发光层的光谱中的最大峰值波长，

[0113] Φ_1 ：发生在第一界面的反射光的相移（单位：弧度），并且 $-2 \Pi < \Phi_1 \leq 0$ ，和

[0114] Φ_2 ：发生在第二界面的反射光的相移（单位：弧度），并且 $-2 \Pi < \Phi_2 \leq 0$ 。

[0115] 根据本发明第五实施例的显示装置中，要求具备：

[0116] 第一电极可以具有至少 50% 的平均光反射率，优选为 80% 或更高，并且

[0117] 第二电极可以具有 50-90% 的平均光透射率，优选为 60-90%。

[0118] 根据本发明第五实施例的显示装置可以包括一个或多个上面描述的实施例，可以构造在这样的实施例中，其第一电极由反光材料形成，第二电极由半透明材料形成，且 $m_1 = 0$ 和 $m_2 = 1$ ，这样可以达到最高的光输出效率。

附图说明

[0119] 图 1 是例 1 中显示装置的示意性局部截面图；

[0120] 图 2 是例 1 中显示装置的反光部分的示意图；

[0121] 图 3A 是例 1 中的显示装置的有机层和其它层的局部示意图，而图 3B 是对比例 1 的显示装置的有机层和其它层的局部示意图；

[0122] 图 4 是例 1 中显示装置的每个反光部分的概念图；

[0123] 图 5 是例 1 中显示装置的反光部分或例 2 中显示装置的透镜部分的布局示意图；

[0124] 图 6 是例 2 中显示装置的示意性局部截面图；

[0125] 图 7 是例 2 中显示装置的透镜部分的示意性局部截面图；

[0126] 图 8 是例 3 中显示装置的示意性局部截面图；

[0127] 图 9 是例 3 中显示装置的有机层和其它层的示意性局部截面图；

[0128] 图 10 是例 4 中的显示装置的示意性局部截面图；

[0129] 图 11 是分别显示例 1 中和对比例 1 中由非晶氮化硅 ($\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$) 组成的保护膜的光能分布的计算结果的图线；

[0130] 图 12 是分别显示例 1 中和对比例 1 中由保护膜输出进入粘合层的光能分布计算结果的图线；

[0131] 图 13A 是显示例 1 中亮度与观察角的依赖关系的图线，而图 13B 是显示对比例 1 中亮度与观察角的依赖关系的图线；

[0132] 图 14A 至 14F 是第一基板等的局部端的示意图，用于描述例 1 中有机电致发光显示装置的制造工艺的要点；和

[0133] 图 15A 至 15D 是玻璃基板等的局部端的示意图，用于描述具有反光部分的透明上基板的制造工艺的要点。

具体实施方式

[0134] 作为根据本发明第一实施例、第二实施例或第五实施例的显示装置（这些显示装置统称为“表面发射显示装置”）中形成第一电极的材料（反光材料），或根据本发明第三实施例或第四实施例中的显示装置（这些显示装置统称为“底部发射显示装置”）中形成第二电极（这些电极为了方便可以称为“反光电极”）的材料，当反光电极作为阳极电极时，作为实例可以采用具有高功函的金属，诸如，举例来说，铂（Pt）、金（Au）、银（Ag）、铬（Cr）、钨（W）、镍（Ni）、铜（Cu）、铁（Fe）、钴（Co）或钽（Ta），或者具有高功函的合金（比如，由银作为主要成份包含 0.3-1% 重量的钯和 0.3-1% 重量的铜的 Ag-Pd-Cu 合金，或 Al-Nd 合金）。当采用具有低功函和高反光率的诸如铝（Al）或包含铝的合金的导电材料时，通过设置合适的空穴注入层或类似物来提高空穴注入特性，该电极可以用作阳极电极。关于反光电极的厚度，作为实例可以采用 0.1-1 μm 。还可以采用这样的结构，具有良好空穴注入特性的透明导电材料，比如氧化锡铟（ITO）或氧化锌铟（IZO），堆叠在多层介电膜或具有高反光特性的反射膜比如铝（Al）膜上，另一方面，如果希望将反光电极作为阴极电极，则希望反光电极由具有低功函和高反射率的导电材料形成。通过用合适的电子注入层或类似物与作为阳极电极的具有高反光率的导电材料相结合来提高电子注入特性，该阳极电极可以用作阴极电极。

[0135] 作为用于形成根据本发明第一实施例、第二实施例或第五实施例的显示装置（表面发射显示装置）的第二电极的材料（半透明材料），或用于形成根据本发明第三实施例或第四实施例的显示装置（底部发射显示装置）的第一电极的材料（为了方便，这些电极可以称为“半透明电极”），可以采用导电材料来形成半透明电极，它可以传输其间所产生的光，并具有小的功函，当半透明电极作为阴极电极时允许电子有效注入到有机层。例如，可以采用具有小功函的金属或合金，诸如铝（Al）、镁（Mg）、钙（Ca）、钠（Na）、镁银合金（Mg-Ag 合金）或铝锂合金（Al-Li 合金）。这其中，镁银合金为优选，镁与银的体积比为 Mg : Ag = 5 : 1 ~ 30 : 1 可以作为例子。关于半透明电极的厚度，4 纳米到 50 纳米，优选 4 纳米到 20 纳米，更优选为 6 纳米到 12 纳米可作为例子。半透明电极也可形成叠层结构，由上述材料的层和称之为透明电极的层形成，透明电极比如是 ITO 或 IZO（厚度比如为： 3×10^{-8} 米到 1×10^{-6} 米）从有机层侧开始顺序设置。此外，由低阻抗材料形成的总线电极（附加电极）也可与半透明电极组合设置，以实现减小整个半透明电极的阻抗。另一方面，当希望用半透明电极作为阳极电极时，希望半透明电极可以用能传输所产生的光并具有大功函的导电材料形成。

[0136] 关于形成第一电极和第二电极的工艺,比如可以采用如下所述工艺,包括电子束蒸发、热丝蒸发或真空蒸发的蒸发工艺、溅射工艺,化学气相沉积工艺(CVD工艺)或带刻蚀工艺的离子电镀工艺的组合;比如丝网印刷、喷墨印刷和金属掩模印刷的各种印刷工艺;镀工艺(电镀工艺和非电镀工艺);剥离沉积(liftoff deposition)工艺;激光磨蚀工艺;溶胶凝胶(sol-gel)工艺;等等。依照这些不同的印刷工艺和电镀工艺,第一电极和第二电极可以直接形成所需的构造(图案)。从保护有机层不被破坏的观点出发,优选在形成有机层后立即形成第一电极和第二电极,以用特定的如真空沉积工艺的膜形成工艺形成它们,该膜形成工艺需要很小的用于膜形成粒子的能量,或者采用类似MOCVD工艺的膜形成工艺。发生有机层破坏存在这样的潜在问题,就是称为“不发光缺陷(unlit defects)”的不发光像素(或不发光子像素)会由于漏电流的发生而出现。为了防止有机层由于空气中的水而受损,优选执行与空气隔绝的从有机层的形成到这些电极的形成的制造步骤。

[0137] 第一电极和第二电极都吸收进入的光线的一部分,并反射余下的部分。这样,反射光线发生相移。这些相移 ϕ_1 , ϕ_2 可以通过对形成第一电极和第二电极的材料的复折射率的实部和虚部值的各自测量来确定,比如,用偏振光椭圆率测量仪测量,再在这些值的基础上进行计算(比如,参见“光学原理”,Max Born和Emil Wolf,1974(PERGAMON出版))。请注意,有机层或类似物的折射率也可以用偏振光椭圆率测量仪来确定。

[0138] 根据本发明第一实施例或第三实施例的显示装置的反光部分比如由在透明上基板或透明下基板上形成的反光层来制造。作为反光层,可以采用铝(Al)层、铝合金层(比如,Al-Nd层)、铬(Cr)层、银(Ag)层、银合金层(比如,Ag-Pd-Cu层或Ag-Sm-Cu层)。这些反光部分可以采用如下工艺形成,比如,包括电子束蒸发、热丝蒸发或真空蒸发的蒸发工艺、溅射工艺、CVD工艺或离子电镀工艺的组合;镀工艺(电镀工艺和非电镀工艺);剥离沉积(liftoff deposition)工艺;激光磨蚀工艺;溶胶凝胶(sol-gel)工艺;或相似的处理。提供有这些反光部分的透明上基板或透明下基板例如可以采用这样的工艺制造,通过压模在第一面形成空穴或通过切削在第一面形成空穴,在反光层形成在这些空穴裸露面上后,空穴被填充,尽管其制造工艺依据制造的材料发生变化。

[0139] 例如,当根据本发明第一实施例或第三实施例的显示装置中每个发光装置的光发射区的平面形状假定为矩形,该光发射区的一侧的长度假定为 L_p ,并且与第一侧垂直相交的另一侧的长度假定为 $\alpha \times L_p$ (系数 $\alpha > 1$)时,系数 α 的整数部分(或系数 $\alpha - 1$ 的整数部分)可以作为设置于每个发光装置的多个发光部分的特定数目的例子。

[0140] 根据本发明的第一实施例或第三实施例的显示装置中,每个反光部分优选由回转体(solid revolution)的表面的一部分形成。当作为回转体的回转轴的反光部分的轴假定为Z轴时,在光发射部分沿包括Z轴的假想平面切割时反光部分的剖面形状优选由抛物线的一部分形成。然而,剖面的形状也可以形成为其它曲面的一部分。回转体可以为比如球、回转椭球或回转抛物面。反光部分的表面也可以是回转由三项或更高项表示的曲线的一部分获得的曲面,具体地讲,可以是如下的例子,双叶线(bifolium curve)、三叶线(trefoil curve)、四叶玫瑰线(quadrifolium curve)、双纽线(lemniscate)、蜗牛形曲线(limacon)、平面立方曲线(folium)、蚌线(conchoid)、蔓叶线(cissoid)、概率曲线(probability)、等切面曲线(tractrix)、悬链线(catenary)、轮转线(cycloid)、轨迹线(trochoid)、星状曲线(asteroid)、半三次抛物线(semicubical parabola)、利萨

如曲线 (lissajous)、阿涅西箕舌线 (witch of Agnesi)、外摆线 (epicycloid)、心形线 (cardioids)、内摆线 (hypocycloid)、回旋曲线 (clothoid curve) 或螺旋线 (helix)。

[0141] 作为根据本发明第二实施例或第四实施例的显示装置中透镜部分的形成材料,可以采用如下的塑料或玻璃,例如,聚甲基丙烯酸甲酯树脂 (PMMA)、聚碳酸酯树脂 (PC)、聚丙烯酸酯类树脂 (PAR)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、丙烯酸 (类) 树脂或 ABS 树脂。当透镜部分形成为凸透镜时,构成透镜部分的凸透镜优选形成为非球形透镜,虽然也可以是球形透镜。再有,凸透镜也可以形成为平凸透镜、双凸镜或弯月形凸透镜。这些透镜部分可以由本领域已知的方式形成。

[0142] 例如,当每个发光装置的光发射部分的平面形状假定为矩形,根据本发明第四实施例的显示装置中发射区一侧的长度假定为 L_p ,并且与该一侧垂直相交的另一侧的长度假定为 $\alpha \times L_p$ (系数 $\alpha > 1$) 时,系数 α 的整数部分 (或系数 $\alpha - 1$ 的整数部分) 可以作为设置于每个发光装置的多个反光部分的特定数目的例子。

[0143] 在根据本发明第一实施例到第五实施例的显示装置中 (这些显示装置下面将统一简称为“根据本发明的显示装置”),多个发光装置形成于第一基板上。第一基板和第二基板的例子包括高应变点 (strain-point) 玻璃基板、钠玻璃 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) 基板、硼硅酸玻璃 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) 基板、镁橄榄石 ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) 基板、铅玻璃 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$) 基板、表面具有绝缘层的硅基板和有机聚合物基板,有机聚合物的例子为聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚乙烯醇 (PVA)、聚羟基苯乙烯 (PVP)、聚醚砜 (PES)、聚酰亚胺、聚碳酸酯和聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) (这些具有塑胶材料的形式,例如由塑胶材料形成并且提供有柔性的塑料膜、塑料片或塑料基板)。然而,在每个底部发光显示装置中,第一基板要求对于发光装置输出的光是透明的。在每个底部发光显示装置中,第一基板也可以作为透明下基板。当第一基板不作为透明上基板时,上面提到的材料可以作为形成透明下基板的材料。在根据本发明第一实施例和第二实施例的显示装置中,上面提到的材料可以作为形成透明下基板的材料。第一基板和第二底的材料、透明上基板的材料和透明下基板的材料可以相同或不同。

[0144] 作为根据本发明的显示装置,可以采用有机电致发光显示装置 (缩写为“有机 EL 显示装置”)。当有机 EL 显示装置设计为有机 EL 彩色显示装置时,子像素由组成有机 EL 彩色显示装置的每个有机 EL 装置形成。单个像素例如由三个种类的子像素形成,即发红光的红色发光子像素、发绿光的绿色发光子像和发蓝光的蓝色发光子像素。在上述情况下,当组成有机 EL 显示装置的有机 EL 装置的数目为 $N \times M$ 时,其像素数目为 $(N \times M)/3$ 。作为根据本发明的另一显示装置,可以采用包括用于液晶显示装置的背光单元和表面光源的发光装置。

[0145] 有机层包含发光层。更确切地描述,有机层可以构造成例如具有空穴传输层、发光层和电子传输层的叠层结构,空穴传输层和也作为电子传输层的发光层的叠层结构,或空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层和电子注入层的叠层结构。作为形成有机层的工艺,可以示例为诸如真空蒸发的物理气相沉积工艺 (PVD 工艺)、诸如丝网印刷和喷墨印刷的印刷工艺、激光转移工艺 (laser transfer process) 以及各种覆层工艺,该激光转移工艺是将激光照射在形成于转移基板的激光吸收层和有机层的叠层结构,为其转移而分开激光吸收层上的有机层。例如,当希望用真空蒸发来形成有机层时,可以采用所谓金属掩膜

然后让材料沉积到设置于金属掩膜上的开口来获得有机层。

[0146] 反光电极例如设置在层间绝缘层上。该层间绝缘层覆盖了发光装置的驱动器。这些驱动器在第一基板上形成。每一发光装置驱动器由一个或多个薄膜晶体管 (TFT) 构成, 它们通过设置于层间绝缘层中的相应触头连接到对应的第一电极。作为形成层间绝缘层的材料, SiO_2 系材料如 SiO_2 、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、 SiON 、SOG (旋涂玻璃 spin-on glass)、低熔点玻璃和铅质玻璃; SiN 系材料; 以及绝缘树脂如聚酰亚胺, 可以单独或组合使用。为了形成层间绝缘层, 可以采用已知工艺, 如 CVD、覆层、溅射或印刷。在底部发光显示装置中, 层间绝缘层必须由对从每一个发光装置发出的光透明的材料形成, 并且每一发光装置驱动器必须形成不会阻挡从发光装置发出的光。

[0147] 为了实现防止水达到有机层的目的, 优选在上述的有机层上设置绝缘或导电保护膜。该保护膜优选由只需小能量的膜形成粒子的膜形成工艺形成, 比如真空蒸发, 或由如 MOCVD 的膜形成工艺形成, 因为这样的工艺对下层的影响较小。所希望的是, 膜形成温度设为室温, 以避免由于有机层的退化而引起的亮度减小, 并且保护膜在施加于其上的压力为最小的条件下形成, 以防止保护膜分开。保护膜的形成功能优选在不将已经形成的电极暴露于空气中的前提下形成, 这样, 可以避免有机层因为空气中的水和氧气而退化。当显示装置为表面发射型显示装置时, 希望保护膜可以用能传输光的材料形成, 比如, 能传输 80% 或更多的产生于有机层的光。具体地讲, 可以示例为无机非晶绝缘材料, 如上述的材料。这样的无机非晶绝缘材料不会形成颗粒, 渗水性很低, 并且因此形成良好的保护膜。当希望用导电材料形成保护膜时, 保护膜可以用透明导电材料如 ITO 或 IZO 形成。

[0148] 从发光装置发出的光所穿透的透明上基板或第一基板 (透明下基板), 可以根据需要提供有彩色滤光片或光屏蔽膜 (黑矩阵)。

[0149] 根据本发明第一实施例到第四实施例的显示装置中, 由于发光装置的总反射引起的光输出效率减小的问题可以通过设置反光部分或透镜部分来解决。另外, 根据本发明第一实施例到第五实施例的显示装置, 光输出效率可以通过制造光干涉或共振条件来明显提高, 这样的光干涉或共振条件产生于有机层、发光装置的第一电极和第二电极, 满足预定的条件, $L_1 < L_2$ 并且 $m_1 < m_2$, 具体地讲, 通过将发光层的最大发光位置定位于对于半透明电极而言更接近反光电极。

[0150] 下面将参考附图, 基于例子来描述本发明。

[0151] 例 1

[0152] 例 1 涉及与本发明第一实施例和第五实施例相关的显示装置, 尤其涉及有机 EL 显示装置。图 1 的示意性局部截面图显示了例 1 的显示装置 (下面可称为“有机 EL 显示装置”), 图 2 示出了它的反光部分的示意图, 而图 3A 图解了它的有机层或类似物的示意图。例 1 中的有机 EL 显示装置是有源矩阵型有机 EL 彩色显示装置, 且为表面发射型。也就是, 光从作为上部电极的第二电极输出。

[0153] 例 1 中的有机 EL 显示装置和下面描述的例 2 到 4 中的有机 EL 显示装置每个都提供有多个 (例如, $N \times M = 2880 \times 540$) 发光装置 (具体地讲为有机 EL 装置) 10A。请注意, 一个发光装置 10A 组成一个子像素。这样, 有机 EL 显示装置有 $(N \times M)/3$ 个像素。单个像素由三种子像素组成, 它们是, 发红光的红色发光子像素、发绿光的绿色发光子像和发蓝光的蓝色发光子像素。

[0154] 如图 1 和图 3A 所示,例 1 和接下来要陆续描述的例 2 中的有机 EL 显示装置是这样的显示装置,当其表示根据本发明第一实施例、第二实施例和第五实施例所对应的显示装置时,它们具有:

[0155] (A) 多个发光装置 10A,包括第一电极 21、包含发光层 23A 的有机层 23 和第二电极 22,以使产生于发光层 23A 的光在由第一电极 21 和有机层 23 之间的界面定义的第一界面 21A 和由第二电极 22 和有机层 23 之间的界面定义的第二界面 22A 之间共振。

[0156] 当还表示根据本发明第一实施例和第二实施例所对应的显示装置时,有机 EL 显示装置还提供有:

[0157] (B)、透明上基板 33,具有面向第二电极 22 的第一面 33A 和设于第一面 33A 的相对面的第二面 33B,并且设置于第二电极 22 之上。

[0158] 例 1 的有机 EL 显示装置中的每个发光装置(有机 EL 装置)10A 或接下来陆续描述的例 2 到例 4 中的有机 EL 显示装置更具体地提供有:

[0159] (a) 第一电极 21,

[0160] (b) 具有开口 25 的绝缘层 24,其底部部分露出第一电极 21,

[0161] (c) 包含发光层 23A 的有机层 23,其至少设置在暴露于开口 25 的底部部分的第一电极 21 的一部分,和

[0162] (d) 第二电极 22。

[0163] 在例 1 和下面描述的例 2 中,第一电极 21 作为阳极电极,而第二电极 22 作为阴极电极。第一电极 21 由反光材料组成,具体地讲是 Al-Nd 合金,而第二电极由半透明材料组成,具体地讲是包括镁(Mg)的导电材料,更具体地讲为具有 10 纳米厚度的 Mg-Ag 合金。第一电极 21 由真空蒸发和蚀刻的组合形成。另一方面,第二电极 22 由只需小能量的膜形成粒子的膜形成工艺如真空蒸发形成。第一电极 21 和第二电极 22 的折射率的测量结果、第一电极 21 的光反射率的测量结果和第二电极 22 的光透射率测量结果示于下面的表 1 中。该测量是以 530 纳米波长作出的。

[0164] 在例 1 或下面陆续描述的例 2 到例 4 中,绝缘层 24 由具有极好水平度和低吸湿性的绝缘材料组成,以防止有机层 23 由于水而衰耗,并且维持高发光亮度,具体地讲为聚酰亚胺树脂。有机层 23 例如由具有空穴传输层 23B 和也作为电子传输层 23C 的发光层 23A 的叠层结构形成,虽然有机层 23 在图中示为单一层。

[0165] 在例 1 或下面描述的例 2 到例 4 中,组成有机 EL 装置的第一电极 21 设置在通过 CVD 工艺由 SiO_2 形成的层间绝缘层 16(更具体地讲,上部层间绝缘层 16B)上。另外,该层间绝缘层 16 覆盖了形成于第一基板 11 上的有机 EL 装置驱动器。每个 EL 装置驱动器由多个 TFT 形成,并且这些 TFT 和对应的第一电极 21 通过对应的触头 18、配线 17 和触点 17A 连接到一起。请注意,图中每个有机 EL 装置驱动器只示出一个 TFT。每个 TFT 组成如下:形成于第一基板 11 上的栅极电极 12、形成于第一基板 11 和栅极电极 12 之上的栅极绝缘膜 13、设置在形成于栅极绝缘膜 13 上的半导体层中的源区/漏区 14 和沟道形成区 15,该沟道形成区 15 是半导体层的一部分,该部分设于源区/漏区 14 之间并在栅极电极 12 的上方。在所示的例子中,每个 TFT 形成为底部栅极结构,虽然也可以为顶端栅极结构。每个 TFT 的栅极电极 12 连接到扫描电路(未示出)。

[0166] 在例 1 或下面描述的例 2 到例 4 中,由氮化硅($\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$)组成的绝缘保护膜 31 通过

真空蒸发设置,以防止水到达有机层 23。在保护膜 31 之上,设置透明上基板 33(在本发明的第五实施例中对应第二基板)。保护膜 31 和透明上基板 33 通过由丙烯酸的粘合剂组成的粘合层 32 粘合在一起。保护膜 31 和粘合层 32 的折射率测量结果也示于表 1 中。注意折射率测量结果是以 530 纳米波长作出的。

[0167] 表 1

[0168]

	折射率		光反射率	光透射率 (%)
	实部	虚部		
第一电极 21	0.755	5.466	85	-
第二电极 22	0.617	3.904	-	57
保护膜 31	1.87	0	-	-
粘合层 32	1.53	0	-	-

[0169] 在例 1 或下面描述的例 2 到例 4 中,第一基板 11、透明上基板 33 和第二基板或在下面要陆续描述的透明下基板 35 由钠玻璃组成。

[0170] 另外,例 1 或随后描述的例 2 中的有机 EL 显示装置满足下面的公式 (1-1)、公式 (1-2)、公式 (1-3) 和公式 (1-4) [或公式 (3-1)、公式 (3-2)、公式 (3-3) 和公式 (3-4)] :

[0171] $0.7 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \leq 2 \times OL_1/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\}$ (1-1), (3-1)

[0172] $0.7 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \leq 2 \times OL_2/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\}$ (1-2), (3-2)

[0173] $L_1 < L_2$ (1-3), (3-3)

[0174] $m_1 < m_2$ (1-4), (3-4)

[0175] 这里,

[0176] L_1 :如图 3A 所示的从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第一界面 21A 的距离,

[0177] OL_1 :如图 3A 所示的从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第一界面 21A 的光程,

[0178] L_2 :如图 3A 所示的从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第二界面 22A 的距离,

[0179] OL_2 :如图 3A 所示的从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第二界面 22A 的光程,

[0180] m_1 、 m_2 :整数,

[0181] λ :产生于发光层 23A 的光谱中的最大峰值的波长(或产生于发光层 23A 的期望波长),

[0182] Φ_1 :发生在第一界面 21A 的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_1 \leq 0$, 和

[0183] Φ_2 :发生在第二界面 22A 的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_2 \leq 0$ 。

[0184] 在例 1 的有机 EL 显示装置中,形成反光部分(反射器部分)40。每个反光部分 40 从第一面 33A 延伸到透明上基板 33 的内部,反射通过第二电极 22 从发光层 23A 引出并进入上基板 33 的一部分光,并且从透明上基板 33 的第二面 33B 输出。如图 5 的示意性布局图所示,其中,虚线圆示出了各反光部分 40 的外部边缘,多个反光部分 10A 设置成长条状,并且每个发光装置 10A 设置的反光部分 40 多于一个。具体地讲,当每个发光装置 10A 的发光区的平面形状假定为矩形,该发射区一边的长度假定为 L_p ,并且与该一边垂直相交的另

一边的长度假定为 $\alpha \times L_p$ (系数 $\alpha > 1$, 例 1 中 $\alpha = 3$) 时, 设置于每个发光装置 10A 的多个反光部分 40 的大于 1 的特定数目设为 α 的整数部分, 也就是“3”。

[0185] 具体地讲, 每个反光部分 40 由反光层形成, 该反光层由 Al-Nd 层组成。每个反光部分 40 比如可以由这样的工艺形成, 通过切削在透明上基板 33 的第一面 33A 形成空穴 41, 比如通过真空蒸发在空穴 41 的暴露表面上形成反光层, 然后用填充材料 42 填充空穴 41, 填充材料由例如丙烯酸树脂组成。注意不用填充材料 42 的话, 可以在粘合透明上基板 33 的同时用粘合层 32 来代替填充空穴 41。

[0186] 关于例 1 的有机 EL 显示装置, 反光部分 40 每个都由如图 2 和概念图图 4 所示的回转体的表面的一部分形成。每个反光部分 40 的下端部 40A 设置于透明上基板 33 的第一面 33A 中, 且其上端部 40B 设置于透明上基板 33 的内部, 上端部 40B 与透明上基板 33 的第二面 33B 平行。在下端部 40A 和上端部 40B 之间形成反光面 40D。当作为回转体的回转轴的反光部分 40 的轴假定为 z 轴时, 有机 EL 显示装置满足下面的公式:

$$[0187] \quad (r_{\text{Ref-T}} + r_{\text{Ref-B}}) / L_{\text{Ref}} \leq (n_{\text{Sub-T}}^2 - 1)^{-1/2}$$

[0188] 这里,

[0189] $r_{\text{Ref-B}}$: 反光部分 40 的下端部 40A 的半径,

[0190] $r_{\text{Ref-T}}$: 反光部分 40 的上端部 40B 的半径,

[0191] L_{Ref} : 沿 z 轴从反光部分 40 的下端部 40A 到上端部 40B 的距离, 和

[0192] $n_{\text{Sub-T}}$: 透明上基板 33 的折射率。

[0193] L_{Ref} 、 $r_{\text{Ref-T}}$ 和 $r_{\text{Ref-B}}$ 的具体值作为例子将在下面的表 2 中示出。

[0194] 在此情况下, 当反光部分 40 沿包括 z 轴的假想平面切割时, 反光部分 40 具有形成抛物线 L 的一部分的剖面形状。从抛物线 L 的焦点 F 到准线 M 的垂线 N 相对于 z 轴倾斜。例 1 中的有机 EL 显示装置满足下面的公式:

$$[0195] \quad 0.1 \leq r_{\text{Ref-B}} / L_{\text{Focus}} < 0.5$$

[0196] 这里,

[0197] L_{Focus} : 当反光部分 40 沿假想平面切割时, 从假想平面和反射部分 40 的下端部 40A 之间的交点到抛物线 L 的焦点 F 的距离。

[0198] 另外, 从抛物线 L 的焦点 F 到准线 M 的垂线 N 与 z 轴的倾角 θ_{Para} 满足下面的公式:

$$[0199] \quad \sin(\theta_{\text{Para}}) < 1/n_{\text{Sub-T}}$$

[0200] 这里,

[0201] $n_{\text{Sub-T}}$: 透明上基板 33 的折射率。

[0202] 请注意, 抛物线 L 的焦点 F 包含在透明上基板 33 的第一面 33A 内。设高斯坐标系中从抛物线 L 的焦点 F 到准线 M 的垂线 N 为 Y' 轴, 并且从抛物线 L 的焦点 F 到准线 M 的线段的垂直平分线为 X' 轴, 再以像素间距为 100 微米为例, 抛物线 L 可以以下面的公式表示:

$$[0203] \quad y' = 3.57 \times 10^{-3} \cdot x'^2$$

[0204] 请注意, 在分析反光部分 40 的形状时, 即使从抛物线的方程 $y' = k \cdot x'^2$ (k : 常数) 来的 y' 值在 ± 5 微米的范围内变化, 这一形状也应当包含在术语“抛物线”之内。在下面描述的例 3 中与此相同。

[0205] 作为选择,例 1 中的有机 EL 显示装置的每个反光部分 40 由回转体表面的一部分形成,反光部分 40 的下端部 40A 设置于透明上基板 33 的第一面 33A,而其上端部 40B 设置于透明上基板 33 的内部,并且反光部分 40 的上端部 40B 与透明上基板 33 的第二面 33B 平行。当作为回转体的回转轴的反光部分 40 的轴假定为 z 轴时,例 1 的有机 EL 显示装置满足下面的公式:

[0206] $\sin(\theta_{0-2}) > 1/n_{\text{Sub-T}}$

[0207] 这里,

[0208] θ_{0-2} :在第二电极侧的 z 轴与第二电极 22 之间的交点,从第二电极 22 输出的光与 z 轴形成的角度,和

[0209] $n_{\text{Sub-T}}$:透明上基板 33 的折射率。

[0210] 表 2

[0211]

L_{Ref}	81(微米)
$L_{\text{Ref-T}}$	50(微米)
$L_{\text{Ref-B}}$	30.6(微米)
L_{Focus}	42(微米)
θ_{Para}	41.8(度)
θ_{0-2}	41.8(度)
$n_{\text{Sub-T}}$	1.5

[0212] 在例 1 或下面描述的例 2 中,每个有机层 23 具体地由在发红光的有机 EL 层中形成发红光像素的发红光有机层、在发绿光的有机 EL 层中形成发绿光像素的发绿光有机层以及在发蓝光的有机 EL 层中形成发蓝光像素的发蓝光有机层形成。

[0213] 具体描述如下,发红光的有机层从第一电极侧依序由下面各部分组成:

[0214] [空穴注入层](厚度:10 纳米):

[0215] “LGHIL”(商标, LG 化学制品有限公司产品)

[0216] [空穴传输层](厚度:26 纳米):

[0217] “HT320”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)

[0218] [发光层](厚度:50 纳米):

[0219] “RH001”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)和

[0220] “D125”(掺杂 0.5%)(商标, Toray 工业公司产品)

[0221] [电子传输层](厚度:220 纳米):

[0222] “ET085”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)

[0223] 请注意,最大发光位置设置在电子传输层和发光层之间的界面处。

[0224] 发绿光的有机层从第一电极侧依序由下面各部分组成:

[0225] [空穴注入层](厚度:10 纳米):

- [0226] “LGHIL”(商标, LG 化学制品有限公司产品)
- [0227] [空穴传输层](厚度:35 纳米):
- [0228] “HT320”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)
- [0229] [发光层](厚度:30 纳米):
- [0230] “BH232”和“GD206”(掺杂 10%)(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)
- [0231] [电子传输层](厚度:175 纳米):
- [0232] “ETS085”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)
- [0233] 请注意,最大发光位置设置在空穴传输层和发光层之间的界面处。
- [0234] 发蓝光的有机层从第一电极侧依序由下面各部分组成:
- [0235] [空穴注入层](厚度:10 纳米):
- [0236] “LGHIL”(商标, LG 化学制品有限公司产品)
- [0237] [空穴传输层](厚度:24 纳米):
- [0238] “HT320”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)
- [0239] [发光层](厚度:30 纳米):
- [0240] “BH232”和“BD218”(掺杂 10%)(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)
- [0241] [电子传输层](厚度:141 纳米):
- [0242] “ET085”(商标, Idemitsu Kosan 有限公司产品)
- [0243] 请注意,最大发光位置设置在空穴传输层和发光层之间的界面处。
- [0244] λ 、 L_1 、 $0L_1$ 、 $20L_1/\lambda$ 、 L_2 、 $0L_2$ 、 $20L_2/\lambda$ 、 n_{ave} 、 $\{-2\Phi_1/(2\Pi)+m_1\}$ 、 $\{-2\Phi_2/(2\Pi)+m_2\}$ 的值将作为例子在下面的表 3 中示出。但要注意 $m_1 = 0$ 且 $m_2 = 1$ 。
- [0245] 表 3
- [0246]

	单位	发红光的有机层	发绿光的有机层	发蓝光的有机层
λ	纳米	620	530	460
L_1	纳米	86	45	34
$0L_1$	纳米	155	82	64
$20L_1/\lambda$		0.495	0.310	0.280
L_2	纳米	220	205	171
$0L_2$	纳米	393	374	324
$20L_2/\lambda$		1.267	1.413	1.408
n_{ave}		1.786	1.826	1.893
$-\Phi_1/(2\Pi)+m_1$		0.412	0.395	0.372

$-\Phi_2/(2\pi)+m_2$		1.355	1.336	1.408
----------------------	--	-------	-------	-------

[0247] 下面将对例 1 中的有机 EL 显示装置的发光装置 10A 作详细描述。为了与例 1 中 $m_1 = 0, m_2 = 1$ 的条件对比,在条件 $m_1 = 1, m_2 = 0$ 下的发光装置将作为对比例 1 来讨论。对比例 1 的每个发光装置的有机层和类似物的示意图示于图 3B。如图 3A 和图 3B 所示,例 1 中光产生于第一界面的一面,而例 2 中光产生于第二界面的一面。

[0248] 图 11 分别示出了例 1 和对比例 1 中由氮化硅 ($Si_{1-x}N_x$) 形成的保护膜 31 的光能分布计算结果。由例 1 获得的光能分布用曲线“ A ”表示,而由对比例 1 获得的光能分布用曲线“ B ”表示。图 11 中沿横坐标划分的是穿过保护膜 31 光与光到达保护膜 31 的顶表面时对于保护膜 31 的顶表面的法线所形成的角度。出于方便的原因,这些角度每个都称为“穿过保护膜的角度”。光能分布可以通过如下方式来获得,计算在每一波长进入希望的介质的在共振(干涉)下的光输出效率,用效率乘以介质中光发射的光输出强度来得到发光强度,在整个波长范围内积分发光强度,再在一个特定的角度计算总能量。

[0249] 氮化硅 ($Si_{1-x}N_x$) 的折射率大约为 1.8,而透明上基板 33 的折射率大约为 1.45。这样,从图 11 中可以理解,穿过保护膜 31 的传播角可以达到大约 34 度的光,可以在不需要下面描述的反光部分或透镜部分的情况下通过透明上基板 33 从保护膜射出而进入空气。另一方面,角度为从 34 度到 53 度穿过保护膜的光,从保护膜 31 进入粘合层 32 和透明上基板 33,却在透明上基板 33 之间的界面经历全反射,因此光不能射出而进入空气。另外,角度为大于 53 度穿过保护膜的光,在保护膜和粘合层 32 之间的界面经历全反射,既不能进入粘合层 32 也不能进入透明上基板 33。据此,由反光部分或下面提到的透镜部分发生传输路径弯曲的构造为提高光输出效率的光是角度为从 34 度到 53 度的穿过保护膜的光。

[0250] 从图 11 还可以理解,至于角度 34 度到 53 度传播穿过保护膜的光,例 1 比对比例 1 有一个明显高的能量分布。由于反光部分或透镜部分的设置,例 1 从透明上基板 33 射出的光的能量因此而比对比例 1 更高一些(有用光的能量)。通过研究整个空腔效应已经发现,必须在三种作用的模式下考虑全部空穴效果,也就是,在反射界面的相对面的空穴作用(顺序 :m)、在第一界面侧的干涉作用(顺序 : m_1)和在第二界面侧的干涉作用(顺序 : m_2)组合在一起。换句话说,当 m_1 和 m_2 的干涉顺序为 0^{th} 时,条件为光束只在准线方向上相互加强,而在其它任何方向上没有使光束互相加强的条件。另一方面,当 m_1 和 m_2 的干涉顺序为 1^{th} 时,条件为光束还在除准线方向外从 62 到 64 度的倾斜方向上相互加强,导致更多的光能量即使采用反光部分(反射器部分)也不能输出到空气中。作为因反射率增加而变化的干涉效果,在具有更高的反射率的面上干涉会依次减小,使通过反光部分(反射器部分)输出更多的光成为可能。

[0251] 为了可以准确评估,从保护膜 31 输出进入粘合层(折射率 :大约 1.5)的光的光能分布计算结果显示在图 12 中。由例 1 获得的光能分布用曲线“ A ”表示,而由对比例 1 获得的光能分布用曲线“ B ”表示。箭头 R_1 表示一个范围,其中光在没有反光部分时可以输出进入空气,而箭头 R_2 也表示一个范围,其中光在有反光部分时可以输出而进入空气。

[0252] 当有机 EL 显示装置构造为与用于提高光输出效率的反光部分或透镜部分结合在一起时,那么,输出的光能够通过更接近具有高反射率的反光电极的一面产生光和选择合适的共振或干涉条件来充分增加,从而减少功率消耗。如图 13A 和 13B 中所示,甚至当

准线方向上的亮度（在视觉角度为 0 度时的亮度）也一样时可以实现具有良好视觉角度特性的有机 EL 显示装置。图 13A 表示例 1 中的相对亮度数据。在图 13A 中，曲线“A”表示配置有反光部分 40 的有机 EL 显示装置的数据，而曲线“A’ ”为参考的目的表示了没有配置反光部分 40 的有机 EL 显示装置的数据。图 13B 表示比较例 1 中的相对亮度数据。在图 13B 中，曲线“B”表示配置有反光部分 40 的有机 EL 显示装置的数据，而曲线“B’ ”为参考的目的表示了没有配置反光部分 40 的有机 EL 显示装置的数据。请注意，在图 13A 和图 13B 中的图线都通过对根据图 12 中获得的光能分布进入每一反光部分的光执行轨迹模拟、计算通过反光部分最终输出进入空气的光的能量 - 角度分布然后将分布转化为亮度数据而获得。

[0253] 出于比较的原因，具有反光部分满足公式 $r_{\text{Ref-B}} = L_{\text{Focus}}/2$ 的有机 EL 显示装置在实验基础上制成（比较例 2）。满足上述条件的反光部分称为“复合抛物集中器（CPC）”。具有反光部分的有机 EL 显示装置也是在实验基础上制成（对比例 3），在每个反光部分中光从抛物线的焦点垂直于与 z 轴一致的准线。在对比例 2 和 3 中， L_{Ref} 、 $r_{\text{Ref-T}}$ 和 $r_{\text{Ref-B}}$ 的值设为与例 1 中相同的值。光输出能量的值，例 1 中的前方亮度（视觉角度为 0 度的亮度）和视觉角度为 45 度的亮度都设为 1.00。它们在对比例 1 和对比例 2 中的对应值将在表 4 中与例 1 中的设置值一起示出。

[0254] 表 4

[0255]

	例 1	对比例 2	对比例 3
光输出能量	1.00	0.88	0.75
0- 度视角亮度	1.00	0.84	0.95
45- 度视角亮度	1.00	0.95	0.75

[0256] 例 2

[0257] 例 2 涉及与本发明的第二实施例和第五实施例相关的显示装置，尤其涉及有机 EL 显示装置。例 2 中的有机 EL 显示装置在图 6 中作为局部的剖面图示出，并且其透镜部分的示意性局部截面图示于图 7 中。有机层的概念图与图 3A 中的相似。例 2 中的有机 EL 显示装置也是有源矩阵型有机 EL 彩色显示装置，并且也是表面发射型。也就是说，光从作为上部电极的第二电极穿透输出。

[0258] 在例 2 的有机 EL 显示装置中，透镜部分 50 形成在透明上基板 33 的第一面 33A 上，这样，从发光层 23A 发出的通过第二电极 22 萃取的光能通过透镜部分 50。与图 5 的示意性布局图所示的发光装置 10A 相似，多个发光装置 10B 设置为长条状，且每个发光装置 10B 设置的透镜部分 50 多于一个。具体地讲，当每个发光装置 10B 的发光区的平面形状假设为矩形，该发射区一边的长度假定为 L_p ，并且与该一边垂直相交的另一边的长度假定为 $\alpha \times L_p$ （系数 $\alpha > 1$ ，例 2 中 $\alpha = 3$ ）时，设置于每个发光装置 10B 的透镜部分 50 的特定数目设为 α 的整数部分，也就是“3”。另外，透镜部分 50 由已知方法形成的平凸透镜组成。这同样应用到下面描述的例 4 中。

[0259] 如图 7 中的透镜部分示意图所示，在例 2 的有机 EL 显示装置中，每个透镜部分 50 由凸透镜组成。当作为光轴的透镜部分 50 的轴假定为 z 轴时，例 2 的有机 EL 显示装置满

足下面的公式：

$$[0260] \quad \sin(\theta_{0-2}) > 1/n_{\text{Sub-T}}$$

[0261] 这里，

[0262] θ_{0-2} ：在第二电极 22 侧的 z 轴与第二电极 22 之间的交点，从第二电极 22 输出的光与 z 轴处形成的角度，和

[0263] $n_{\text{Sub-T}}$ ：透明上基板 33 的折射率。

[0264] θ_{0-2} 和 $n_{\text{Sub-T}}$ 的值示于表 2 中。

[0265] 例 3

[0266] 例 3 涉及与本发明的第三实施例相关的显示装置，尤其涉及有机 EL 显示装置。例 3 中的有机 EL 显示装置在图 8 中作为局部的剖面图示出，并且其有机层或类似物的示意性局部截面图示于图 9 中。例 3 中的有机 EL 显示装置也是有源矩阵型有机 EL 彩色显示装置，但是为底部发射型。也就是说，光从作为下部电极的第一电极穿透输出。

[0267] 例 3 或下面将描述的例 4 的有机 EL 显示装置具有：

[0268] (A) 透明下基板，具有第一面 11A 和设于第一面 11A 的相对面的第二面 11B（在例 3 中，第一基板 11 也充当透明下基板），和

[0269] (B) 多个发光装置 10C 或 10D，设置在透明下基板（第一基板 11）的第一面 11A 上，并且包括第一电极 21、包含发光层 23A 的有机层 23 和第二电极 22，以使产生于发光层 23A 的光在由第一电极 21 和有机层 23 之间的界面定义的第一界面 21A 和由第二电极 22 和有机层 23 之间的界面定义的第二界面 22A 之间共振。

[0270] 在例 3 或下面描述的例 4 的底部发射显示装置中，层间绝缘层 16 需要由对从发光装置 10C 或 10D 发出的光透明的材料形成，并且发光装置驱动器需要以不会阻挡从光发射装置 10C 或 10D 发出的光的方式形成。在图 8 和图 10 中，省略了对发光装置驱动器的图解。另外，保护膜 31 和第二基板 34 通过由丙烯酸粘合剂制成的粘合层 31 粘合在一起。

[0271] 在例 3 和下面将描述的例 4 中，第二电极 22 用作阳极电极，而第一电极 21 用作阴极电极。第二电极 22 由反光材料形成，具体地讲是 Al-ND 合金，而第一电极 21 由半透明材料形成，具体地讲是包含镁 (Mg) 的导电材料，更具体地讲是 10 纳米厚的 Mg-Ag 合金。第二电极 22 由只需小功率的膜形成粒子的膜形成工艺如真空蒸发形成。另一方面，第一电极 21 由真空蒸发和蚀刻组合形成。作为第一电极 21 和第二电极 22 的折射率的测量结果，第一电极 21 的平均光反射率测量结果和第二电极 22 的光透射率测量结果与表 1 中所示类似。然而，在表 1 中，“第一电极 21”应读为“第二电极 22”，而“第二电极 22”应读为“第一电极 21”。

[0272] 另外，例 1 或下面描述的例 4 的有机 EL 显示装置满足下面的公式 (2-1)、(2-2)、(2-3) 和 (2-4)：

$$[0273] \quad 0.7 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \leq 2 \times 0L_1/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_1/(2\pi) + m_1\} \quad (2-1)$$

$$[0274] \quad 0.7 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \leq 2 \times 0L_2/\lambda \leq 1.2 \{-\Phi_2/(2\pi) + m_2\} \quad (2-2)$$

$$[0275] \quad L_1 > L_2 \quad (2-3)$$

$$[0276] \quad m_1 > m_2 \quad (2-4)$$

[0277] 这里，

[0278] L_1 ：如图 9 所示从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第一界面 21A 的距离，

[0279] OL_1 :如图 9 所示从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第一界面 21A 的光程,

[0280] L_2 :如图 9 所示从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第二界面 22A 的距离,

[0281] OL_2 :如图 9 所示从发光层 23A 的最大发光位置 23D 到第二界面 22A 的光程,

[0282] m_1 、 m_2 :整数,

[0283] λ :产生于发光层 23A 的光谱中的最大峰值的波长(或产生于发光层 23A 的光的希望波长),

[0284] Φ_1 :发生在第一界面 21A 的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_1 \leq 0$, 和

[0285] Φ_2 :发生在第二界面 22A 的反射光的相移(单位:弧度),并且 $-2\pi < \Phi_2 \leq 0$ 。

[0286] 在例 3 的有机 EL 显示装置中,形成反光部分(反射器部分)60。每个反光部分 60 从透明下基板(第一基板 11)的第一面 11A 延伸到它的内部,反射从发光层 23A 发出的穿过第一电极 21 进入透明下基板(第一基板 11)萃取的光的一部分,并从透明下基板(第一基板 11)的第二面 11B 输出光。类似于图 5 的示意性布局图所示的发光装置,多于一个的反光部分 10C 装置设置成长条状,并且每个发光装置 10C 都设置多个反光部分 60。具体地讲,当每个发光装置 10C 的发光区的平面形状假设为矩形,该发射区一边的长度假定为 L_p ,并且与该一边垂直相交的另一边的长度假定为 $\alpha \times L_p$ (系数 $\alpha > 1$,例 3 中 $\alpha = 3$)时,设置于每个发光装置 10C 的反光部分 60 的特定数目设为 α 的整数部分,也就是“3”。

[0287] 具体描述如下,每个光发射部分 60 由反光层形成,该反光层由 Ad-Nd 层组成。每个反光部分 60 可以由比如这样的工艺形成,在第一基板 11 的第一面 11A 通过切割开成空穴 61,在空穴 61 的暴露表面通过比如真空蒸发形成反光层,然后用由比如丙烯酸树脂组成的填充材料 62 或栅极绝缘膜 13 填充空穴 61。

[0288] 关于例 3 的有机 EL 显示装置,每个反光部分 60 都由回转体的表面的一部分形成。每个反光部分 60 的下端部 60A 设置在透明下基板(第一基板 11)的第一面 11A 内,而其上端部 60B 设置在透明下基板(第一基板 11)的内部,并且上端部 60B 与透明下基板(第一基板 11)的第二面 11B 平行。当作为回转体的回转轴的反光部分 60 的轴假定为 z 轴时,有机 EL 显示装置满足下面的公式:

$$[0289] \quad (r_{\text{Ref-T}} + r_{\text{Ref-B}}) / L_{\text{Ref}} \leq (n_{\text{Sub-T}}^2 - 1)^{-1/2}$$

[0290] 这里,

[0291] $r_{\text{Ref-B}}$:反光部分 60 的下端部 60A 的半径,

[0292] $r_{\text{Ref-T}}$:反光部分 60 的上端部 60B 的半径,

[0293] L_{Ref} :沿 z 轴从反光部分 60 的下端部 60A 到上端部 60B 的距离,和

[0294] $n_{\text{Sub-T}}$:透明上基板的折射率。

[0295] 表 2 中示出了 L_{Ref} 、 $r_{\text{Ref-T}}$ 和 $r_{\text{Ref-B}}$ 的具体值。

[0296] 在此情况下,与图 4 所示的反射部分类似,当反光部分 60 沿包括 z 轴的假想平面切割时,反光部分 60 具有形成抛物线的一部分的剖面形状。从抛物线的焦点到准线的垂线斜穿 z 轴。例 3 中有机 EL 显示装置满足下面的公式:

$$[0297] \quad 0.1 \leq r_{\text{Ref-B}} / L_{\text{Focus}} < 0.5$$

[0298] 这里,

[0299] L_{Focus} :当反光部分 60 沿假想平面切割时,从假想平面和反射部分 60 的下端部 60A

的交点到抛物线的焦点的距离。

[0300] 另外,从抛物线的焦点到准线的垂线与 z 轴的倾角 θ_{Para} 满足下面的公式:

$$[0301] \quad \sin(\theta_{\text{Para}}) < 1/n_{\text{Sub-B}}$$

[0302] 这里,

[0303] $n_{\text{Sub-B}}$:透明下基板(第一基板 11)的折射率。

[0304] 请注意,抛物线的焦点包含在透明下基板(第一基板 11)的第一面 11A 内。设高斯坐标系统中从抛物线的焦点到准线的垂线为 Y' 轴,从抛物线的焦点到准线的线段的垂直平分线为 X' 轴,再以像素间距为 100 微米为例,该抛物线可以以下面的公式表示:

$$[0305] \quad y' = 3.57 \times 10^{-3} \cdot x'^2$$

[0306] 作为选择,例 3 中的有机 EL 显示装置的每个反光部分 60 由回转体表面的一部分形成,反光部分 60 的下端部 60A 设置于透明下基板(第一基板 11)的第一面 11A 中,而其上端部 60B 设置于透明下基板(第一基板 11)的内部,并且反光部分 60 的上端部 60B 与透明下基板(第一基板 11)的第二面 11B 平行。当作为回转体的回转轴的反光部分 60 的轴假定为 z 轴时,例 3 的有机 EL 显示装置满足下面的公式:

$$[0307] \quad \sin(\theta_{0-1}) > 1/n_{\text{Sub-B}}$$

[0308] 这里,

[0309] θ_{0-1} :在第一电极 21 侧 z 轴与第一电极 21 之间的交点,从第一电极 21 输出的光与 z 轴形成的角度,和

[0310] $n_{\text{Sub-B}}$:透明下基板(第一基板 11)的折射率。

[0311] 在例 3 和下面将描述的例 4 中,每个有机层 23 具体地由在发红光的有机 EL 层中形成发红光光子像素的发红光有机层、在发绿光的有机 EL 层中形成发绿光子像素的发绿光有机层以及在发蓝光的有机 EL 层中形成发蓝光光子像素的发蓝光有机层形成。有机层的详细描述在此省略,因为发红光的有机层、发绿光的有机层和发蓝光的有机层的堆叠顺序可以与例 1 中的发红光的有机层、发绿光的有机层和发蓝光的有机层的叠层结构类似,只是顺序颠倒。

[0312] 表 3 示出了在发红光的有机层、发绿光的有机层和发蓝光的有机层中的 λ 、 L_1 、 $0L_1$ 、 $20L_1/\lambda$ 、 L_2 、 $0L_2$ 、 $20L_2/\lambda$ 、 n_{ave} 、 $\{-2\Phi_1/(2\Pi)+m_1\}$ 、 $\{-2\Phi_2/(2\Pi)+m_2\}$ 的值。但应注意的是, $m_1 = 1$, 且 $m_2 = 0$ 。

[0313] 例 4

[0314] 例 4 涉及与本发明的第四实施例相关的显示装置,尤其涉及有机 EL 显示装置。例 4 的有机 EL 显示装置如图 10 的示意性局部截面图所示。请注意,它的有机层等示意性局部截面图与图 9 所示类似。例 4 的有机 EL 显示装置也是有源矩阵型有机 EL 彩色显示装置,并且也是底部发射型。也就是说,光从作为下部电极的第一电极穿透输出。

[0315] 与例 3 不同的是,例 4 的第一基板 11 和透明下基板 35 通过有机 EL 显示装置的粘合层 36 粘合在一起,并且发光部分 10D 设置在透明下基板 35 的第一面 35A 的上方。透镜部分 70 形成在透明下基板 35 的第一面 35A 上,这样,从发光层 23A 通过第一电极 21 引出的光能通过透镜部分 70。与图 5 的示意性布局图所示的发光装置相似,多个发光装置 10B 设置为长条状,且每个发光装置 10D 设置多个透镜部分 70。具体地讲,当每个发光装置 10D 的发光区的平面形状假设为矩形,该发射区一边的长度假定为 L_p ,并且与该一边垂直相交

的另一边的长度假定为 $\alpha \times L_p$ (系数 $\alpha > 1$, 例 4 中 $\alpha = 3$) 时, 设置于每个发光装置 10D 的透镜部分 70 的特定数目的设为 α 的整数部分, 也就是“3”。

[0316] 在例 4 的有机 EL 显示装置中, 每个透镜部分 70 由非球面的凸透镜组成。当作为光轴的透镜部分 70 的轴假定为 z 轴时, 例 4 的有机 EL 显示装置满足下面的公式:

[0317] $\sin(\theta_{0-1}) > 1/n_{\text{Sub-B}}$

[0318] 这里,

[0319] θ_{0-1} : 在第一电极 21 侧 z 轴与第一电极 21 之间的交点, 从第一电极 21 输出的光与 z 轴形成的角度, 和

[0320] $n_{\text{Sub-B}}$: 透明下基板 35 的折射率。

[0321] θ_{0-1} 和 $n_{\text{Sub-B}}$ 的值示于表 2 中。

[0322] 例 1 中的有机 EL 显示装置的制造工艺将在下面参考图 14A 至 14F 描述。

[0323] 步骤 1

[0324] 对应相应的子像素, TFT 首先用已知方法在第一基板 11 上形成。每个 TFT 由下面部分构成: 形成在第一基板 11 上的栅极电极 12、形成在第一基板 11 和栅极电极 12 上方的栅极绝缘膜 13、设置于形成在栅极绝缘膜 13 上的半导体层内的源区 / 漏区 14 以及作为半导体层的一部分的沟道形成区 15, 该部分设置在源 / 漏区域 14 之间并在栅电极 12 之上。在所图示的例子中, 每一 TFT 由底部栅极结构形成, 尽管可以是顶部栅极结构。每个 TFT 的栅电极 12 与扫描电路 (未示出) 连接。然后通过 CVD 处理在第一基板 11 上形成 SiO_2 下层间绝缘层 16A 以覆盖 TFT 后, 通过光刻和蚀刻在下层间绝缘层 16A 中形成开口 16' (见图 14A)。

[0325] 步骤 2

[0326] 通过结合真空蒸发和蚀刻, 接下来在下层间绝缘层 16A 上形成铝配线 17。请注意, 每个配线 17 通过设置在对开口 16' 中的对应的触头 17A 与相应的 TFT 的源区 / 漏区 14 电连接。这些配线 17 连接到信号供给电路 (未示出)。然后, SiO_2 的上层间绝缘层 16B 通过 CVD 处理在整个表面形成。接下来, 开口 18' 通过光刻和蚀刻在上层间绝缘层 16B 内形成 (参见图 14B)。

[0327] 步骤 3

[0328] 随后, 通过结合真空蒸发和蚀刻, Al-ND 合金的第一电极 21 在上层间绝缘层 16B 上形成 (参见图 14C)。请注意, 第一电极 21 通过设置在对应的开口 18' 中的对应的触头 18 与每一个配线 17 电连接。

[0329] 步骤 4

[0330] 然后, 具有开口 25 的绝缘层 24 在包括第一电极 21 的层间绝缘层 16 上形成 (参见图 14D), 其中第一电极 21 在开口 25 的底部露出来。确切地描述, 绝缘层 24 具有 1 微米的厚度, 由形成于层间绝缘层 16 和第一电极 21 外围部分之上的聚酰亚胺树脂组成。围绕每个开口 25 的绝缘层 24 的一部分, 优选可以形成平缓坡度。

[0331] 步骤 5

[0332] 然后, 有机层 23 在第一电极 21 的每个暴露在相应的开口 25 的底部的部分上形成, 这样有机层 23 延伸到围绕相应开口 25 的绝缘层 24 的相应部分 (参见图 14E)。请注意, 有机层 23 例如由有机材料组成的空穴传输层和还可以充当电子传输层的发光层按顺序堆

叠形成。确切地描述,用绝缘层 24 作为一种衬垫,在金属掩膜(未示出)放置在绝缘层 24 的凸起部分的情况下,有机材料通过电阻加热真空沉积,以形成子像素的有机层 23。有机材料通过经金属掩膜形成的开口,从第一电极 21 的顶部到绝缘层 24 在开口 25 的周围部分的顶部延伸沉积,第一电极 21 暴露在开口 25 的底部的部分形成每个子像素。

[0333] 步骤 6

[0334] 随后,第二电极 22 在显示区的整个表面上形成(参见图 14F)。第二电极 22 覆盖形成 $N \times M$ 有机 EL 装置的有机层 23 的整个表面。但是,第二电极 22 通过有机层 23 和绝缘层 24 与第一电极 21 隔离。第二电极 22 用只需要小能量的膜形成粒子的膜形成工艺的真空蒸发来形成。在不将有机层 23 暴露在空气中的情况下,用与应用于有机层 23 形成的相同的真空蒸发系统来连续执行第二电极 22 的形成工艺,有机层 23 可以避免由于空气中的水和氧气造成的衰耗。确切地描述,第二电极 22 可以通过形成厚度为 10 纳米的 Mg-Ag(体积比:10:1)复合蒸发膜来获得。

[0335] 步骤 7

[0336] 然后,氮化硅($\text{Si}_{1-x}\text{N}_x$)绝缘保护膜 31 通过真空蒸发在第二电极 22 上形成。在不将第二电极 22 暴露在空气中的情况下,通过与应用于第二电极 22 形成的相同的真空蒸发系统来连续执行保护膜 31 的形成工艺,有机层 23 可以避免由于空气中的水和氧气造成的衰耗。随后,保护膜 31 和透明上基板 33 通过丙烯酸树脂的粘合层 32 粘合在一起。最后,进行与外部电路的连接来完成有机 EL 显示装置。

[0337] 例 2 到例 4 中的有机 EL 显示装置也可以用基本相同的方式来制造。

[0338] 上面已经基于优选例子描述了本发明,但本发明并不只限于这些例子。各例子中有机 EL 显示装置和有机 EL 装置的构造和结构以及形成有机 EL 显示装置和有机 EL 装置的材料等只不过是示例性的,并且可以根据需要来修改。在例 3 中,除第一基板 11 外还可设置透明下基板。在例 4 中,第一基板 11 也可以充当透明下基板。

[0339] 下面将参考图 15A 到 15D 描述比如具有反光部分 40 的透明上基板 33 的另一制造工艺。确切地描述,对反光部分 40 具有互补结构的压模 63(阴模)首先用已知技术比如电铸、蚀刻、其它切削工作或相似技术形成。然后,在比如具有光透性(参见图 15A)的玻璃基板 33' 上覆上紫外光固化树脂合成物 64,并且用压模 63 成形该树脂合成物 64。确切地描述,通过将紫外线照在由压模 63 压住的树脂合成物 64 上,获得树脂合成物的固化产品 64(参见图 15B)。移去压模 63,具有反光部分 40 的形状的预期成型部分在树脂合成物的固化产品 64 之上形成。然后,在树脂合成物的固化产品 64 的表面上,比如通过真空蒸发形成由具有高反射率的铝、银等制成的金属反射层(或多层薄膜)40C(参见图 15C)。然后,堆叠有反射层 40C 的树脂合成物的固化产品 64A 通过比如搭接其一部分(凸起部分)进行切除(参见图 15D)。然后,具有反光部分 40 的透明上基板 33 可以通过用填充材料 62 或粘合层 32 填充空穴 41 获得。

[0340] 本领域的技术人员应当理解的是,在如所附权利要求或其等同物的范围内,根据设计需要和其他因素,可以进行各种修改、结合、部分结合和替换。

[0341] 本申请包含了于 2007 年 8 月 17 日向日本专利局提交的日本专利申请 JP2007-212956 所涉及的主题,其中的全部内容在此引入。

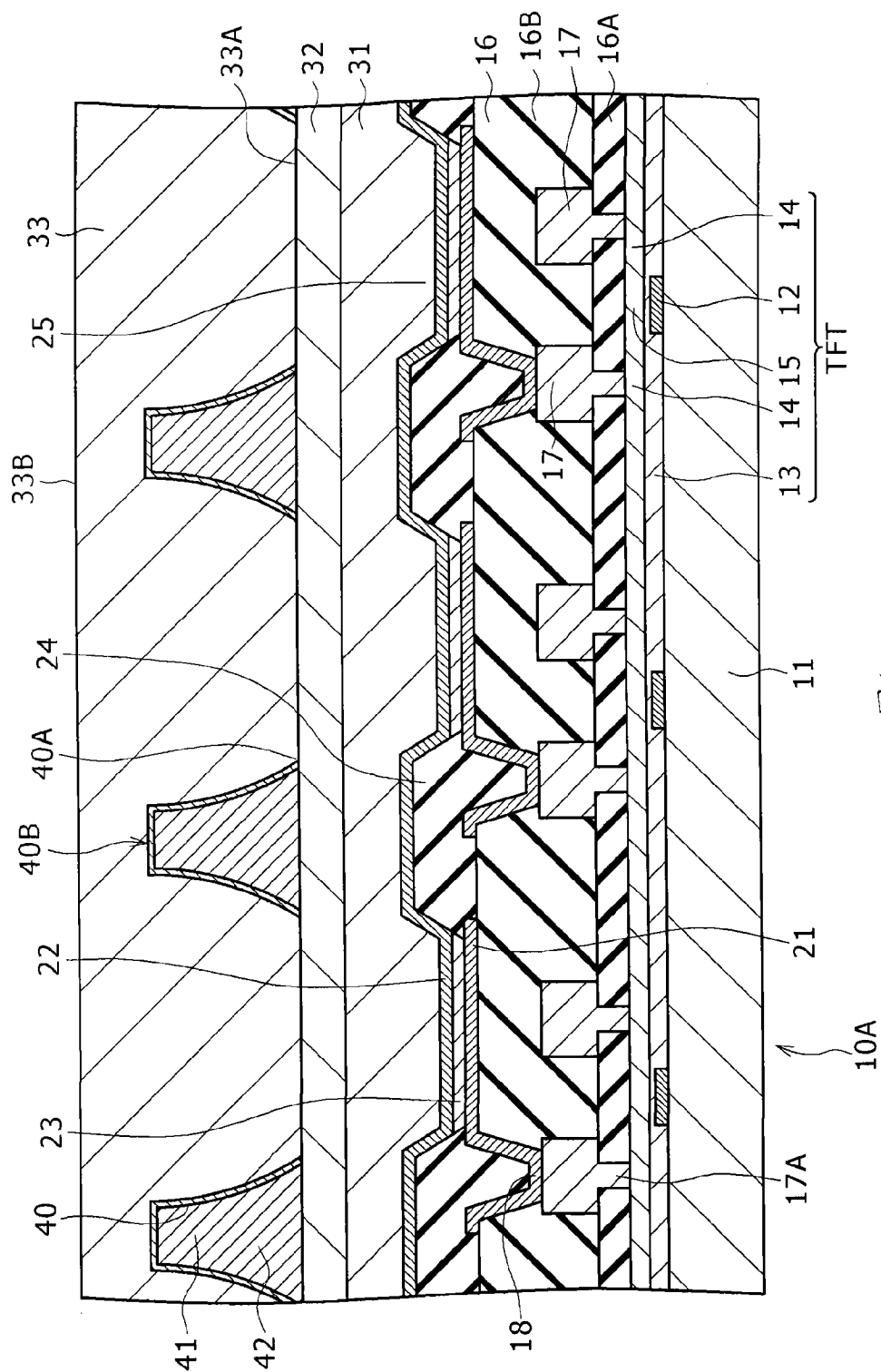


图1

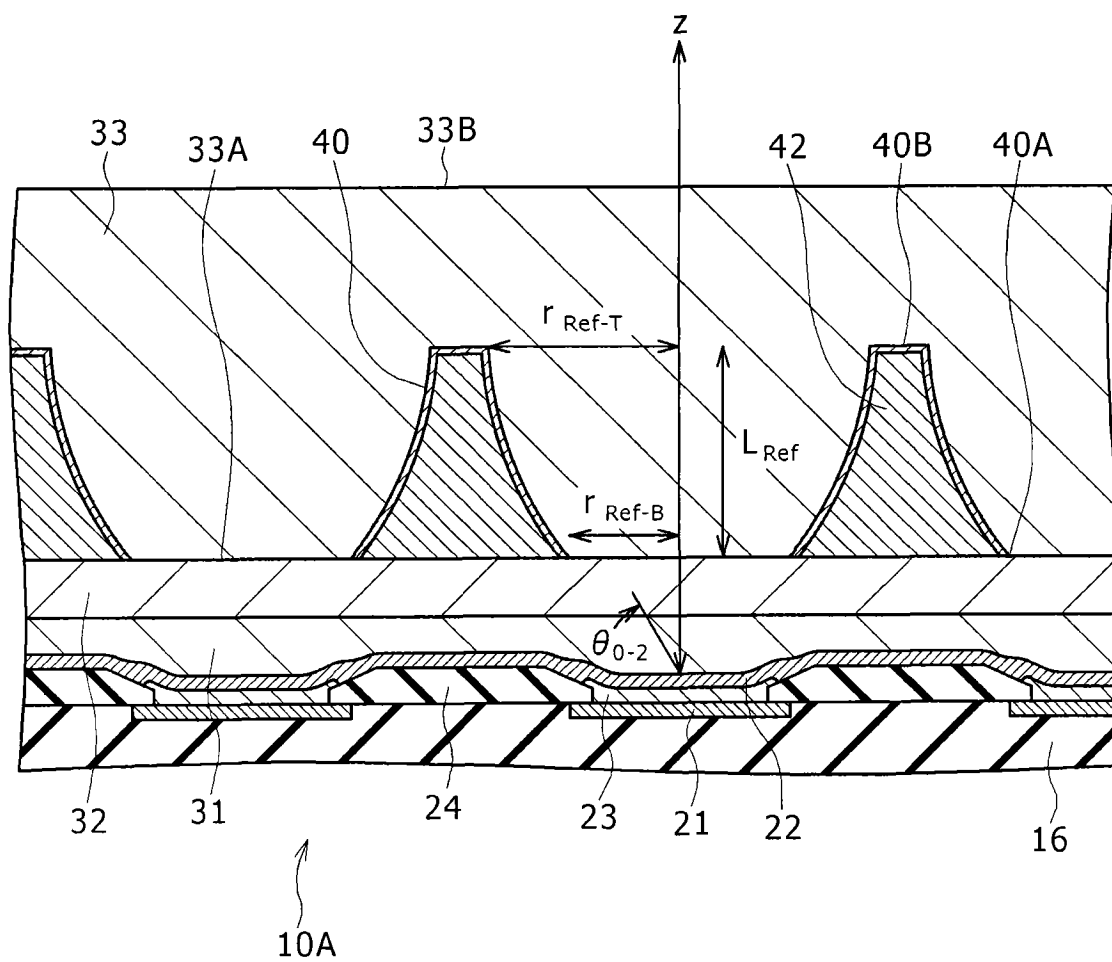


图 2

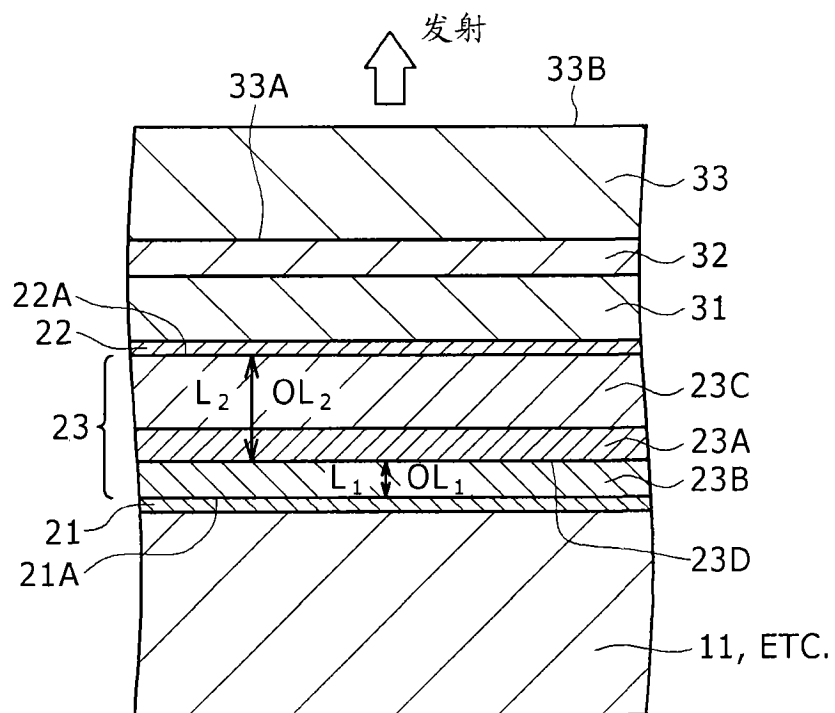


图 3A

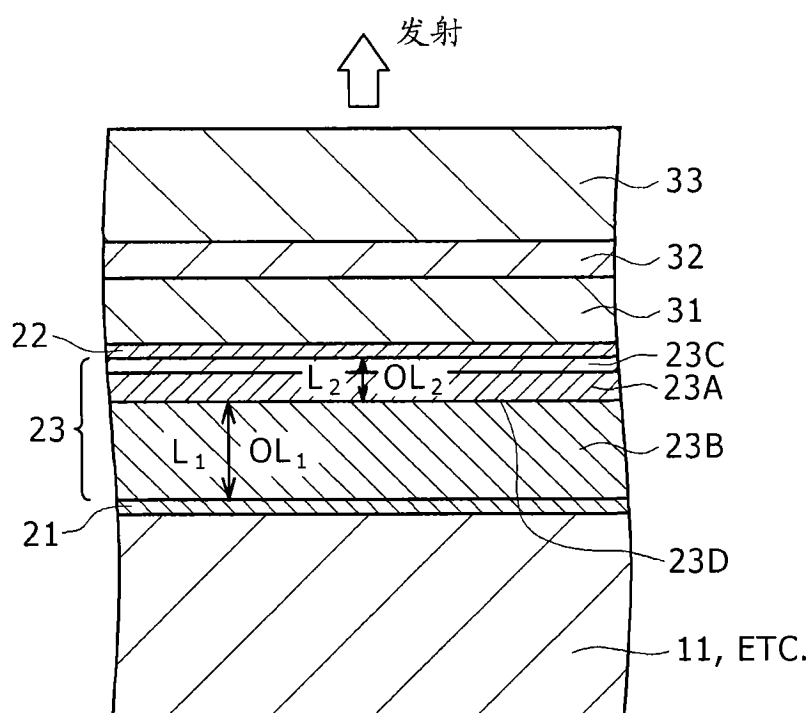


图 3B

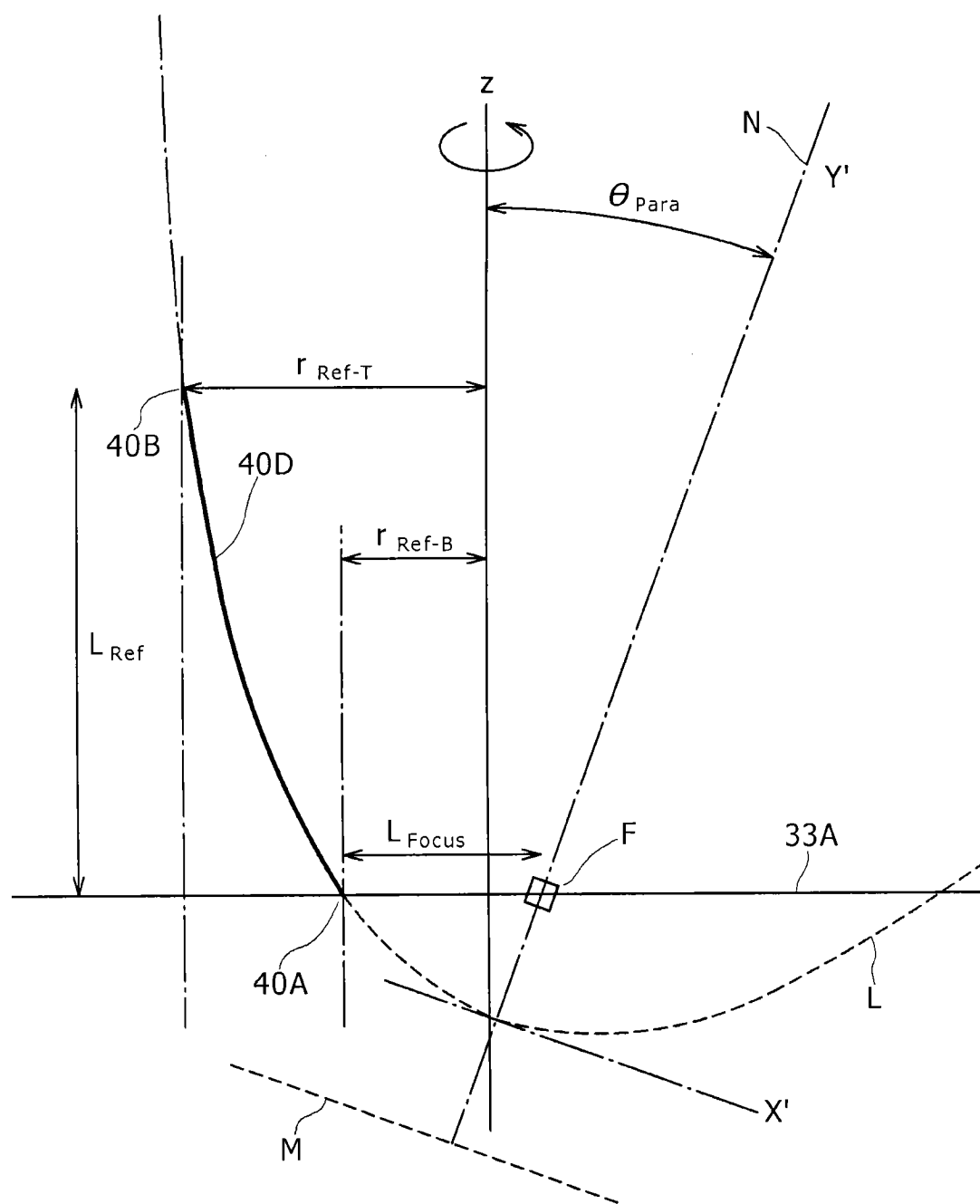


图 4

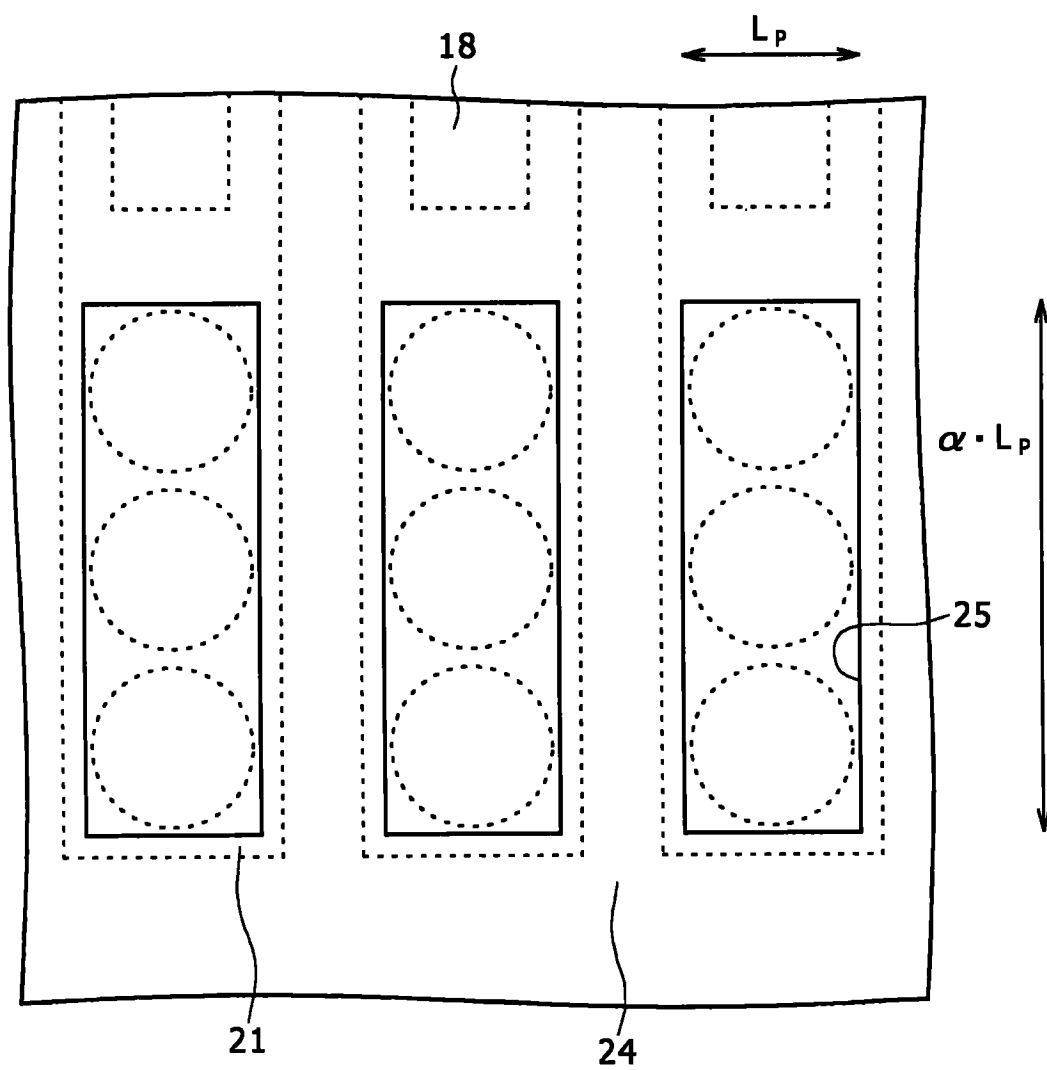


图 5

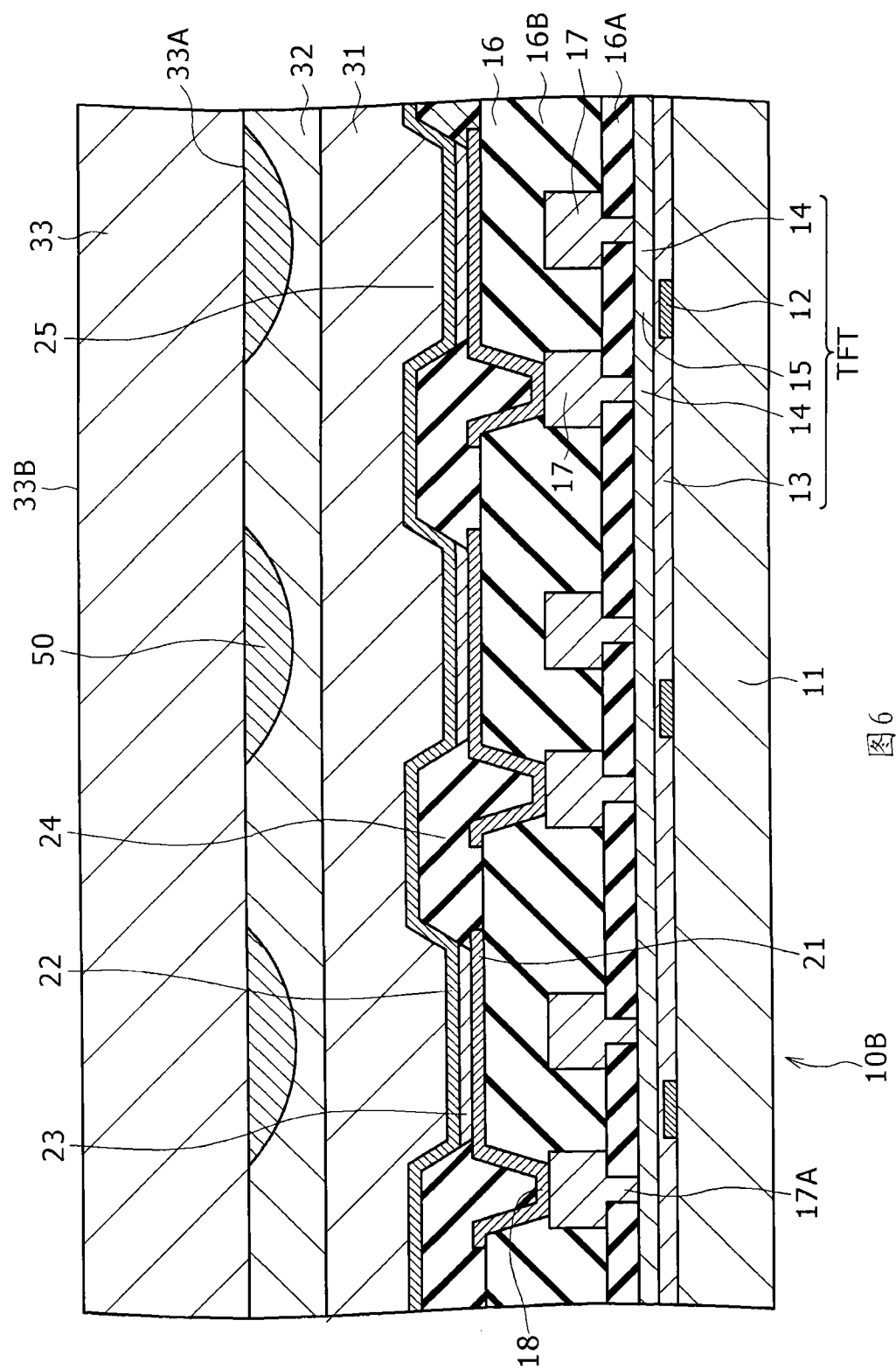


图 6

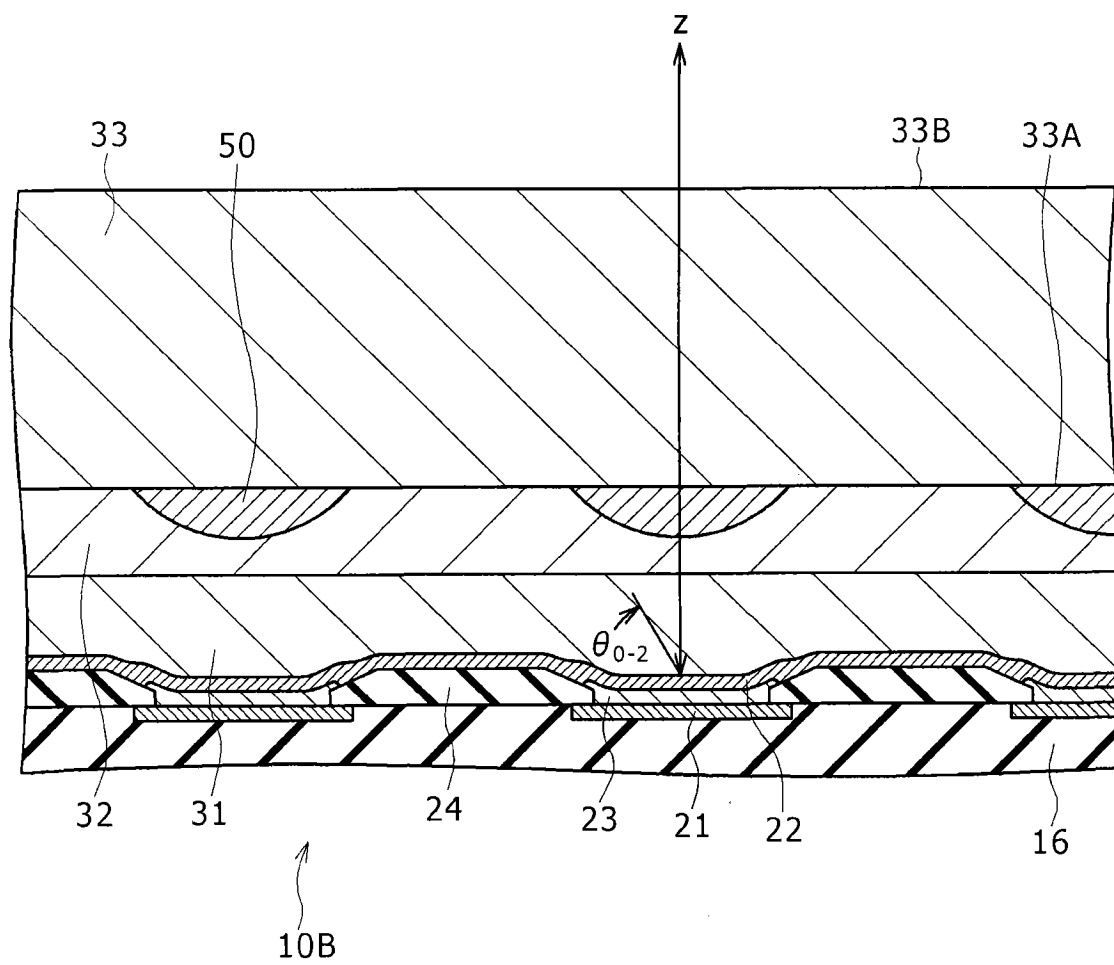
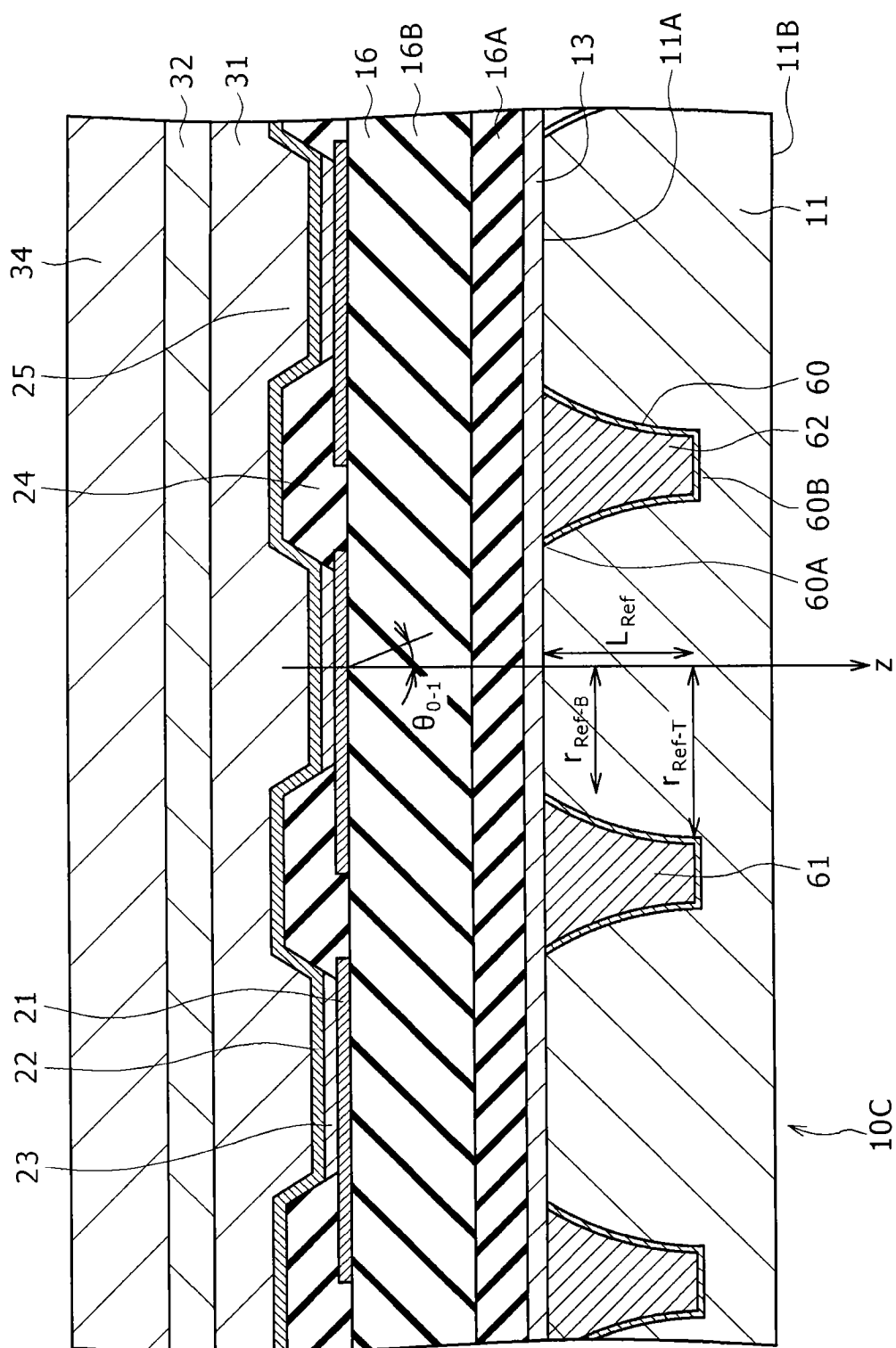


图 7



8
[X]

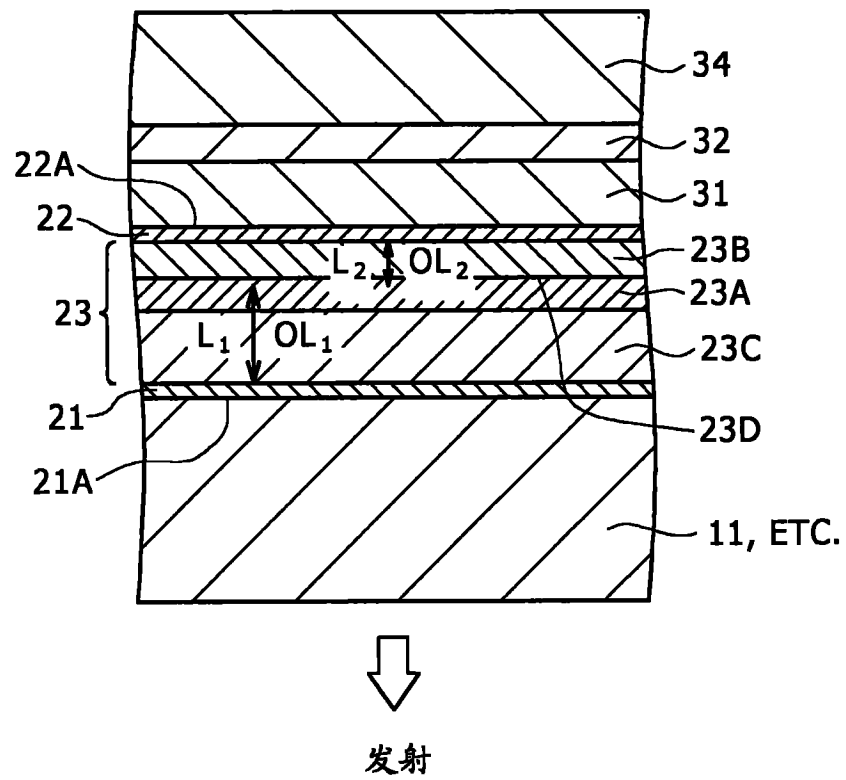


图 9

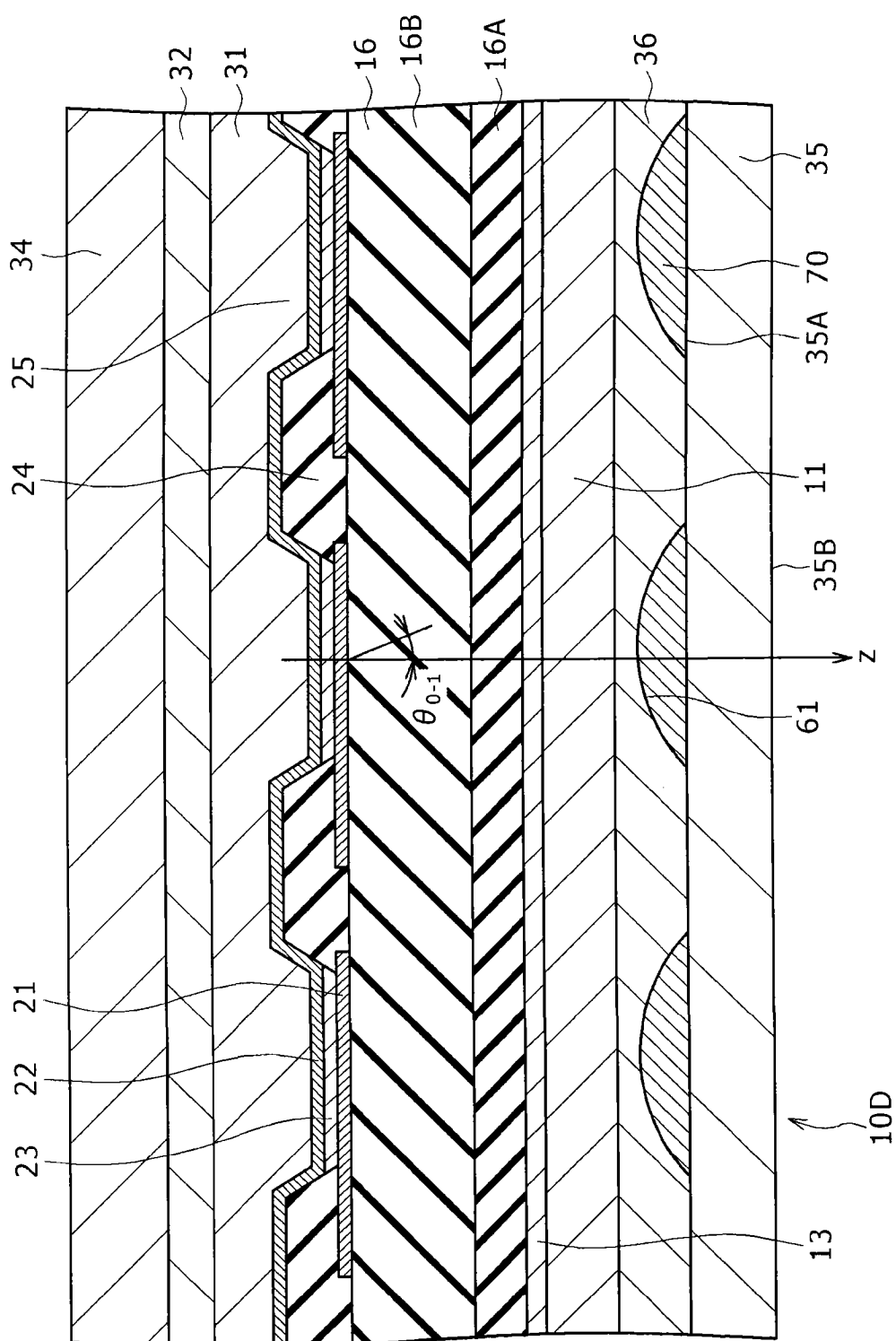


图10

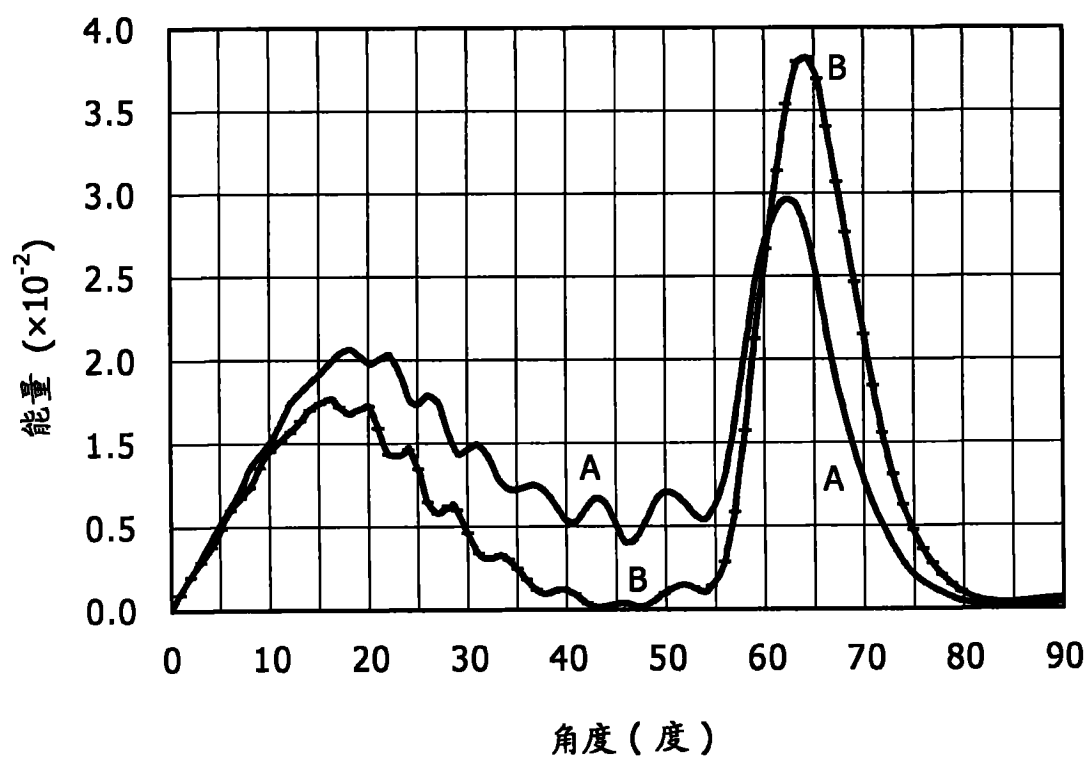


图 11

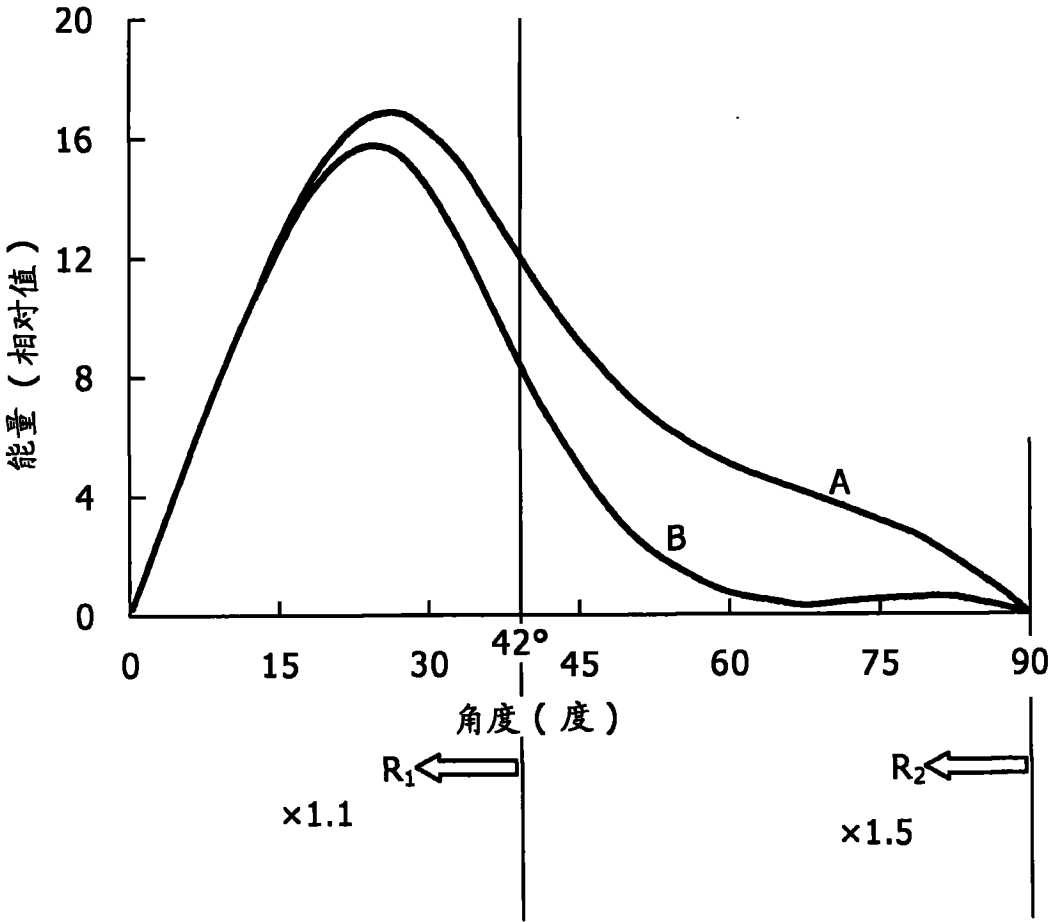


图 12

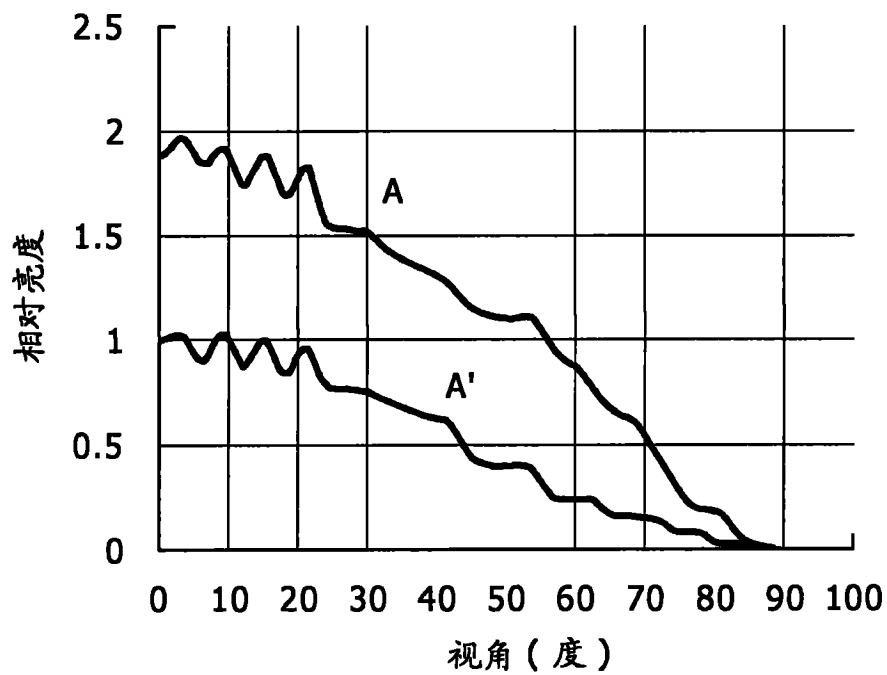


图 13A

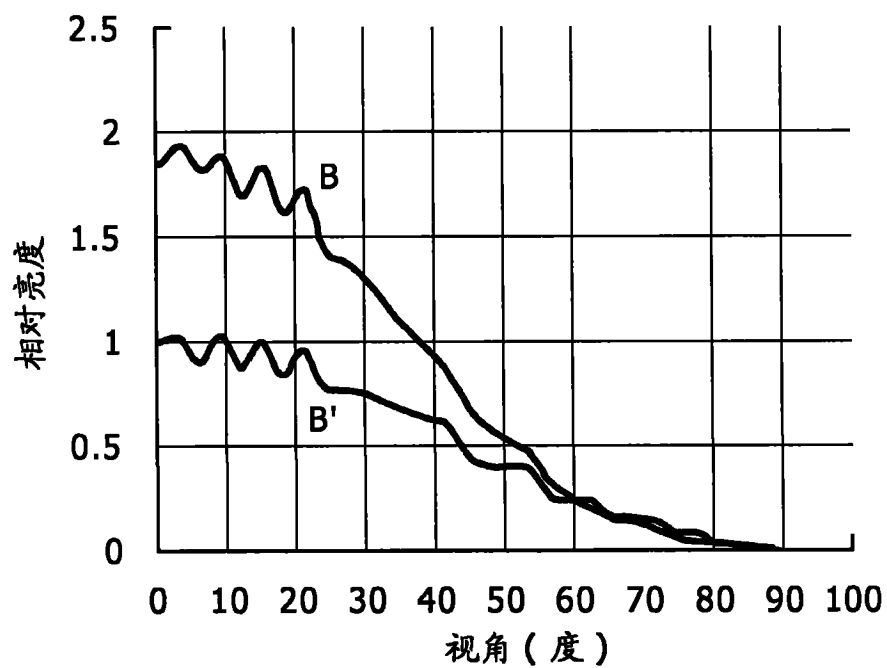


图 13B

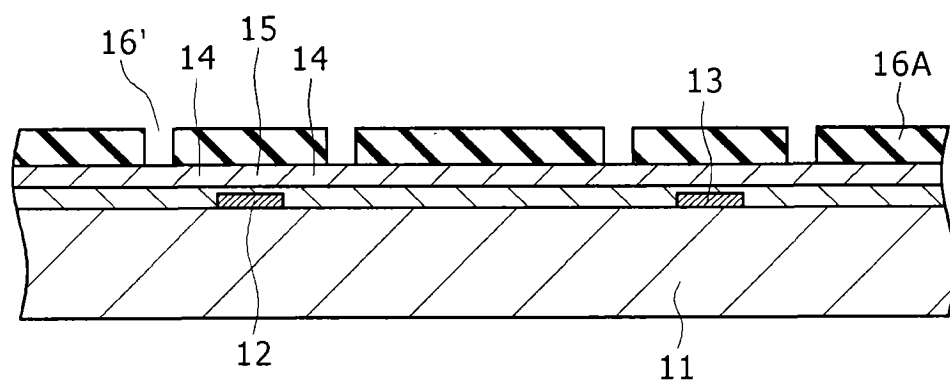


图 14A

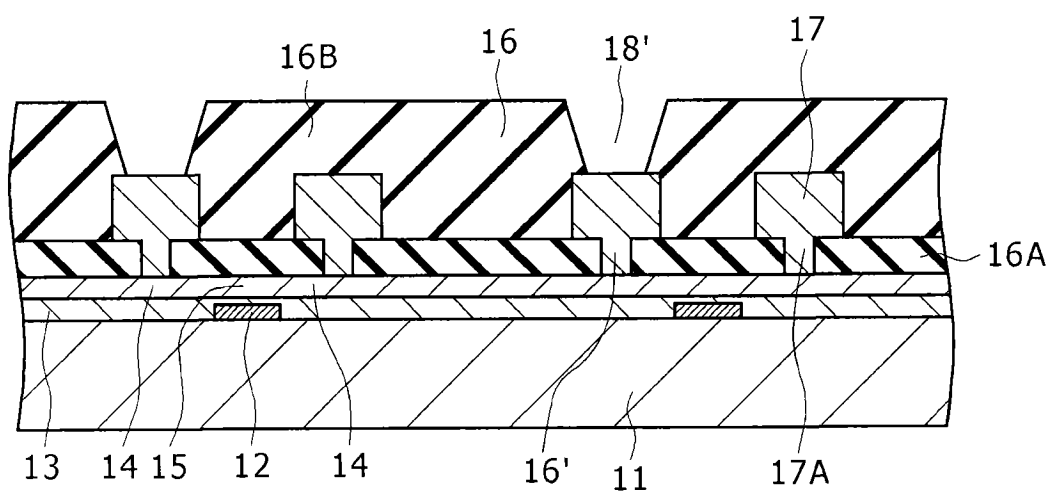


图 14B

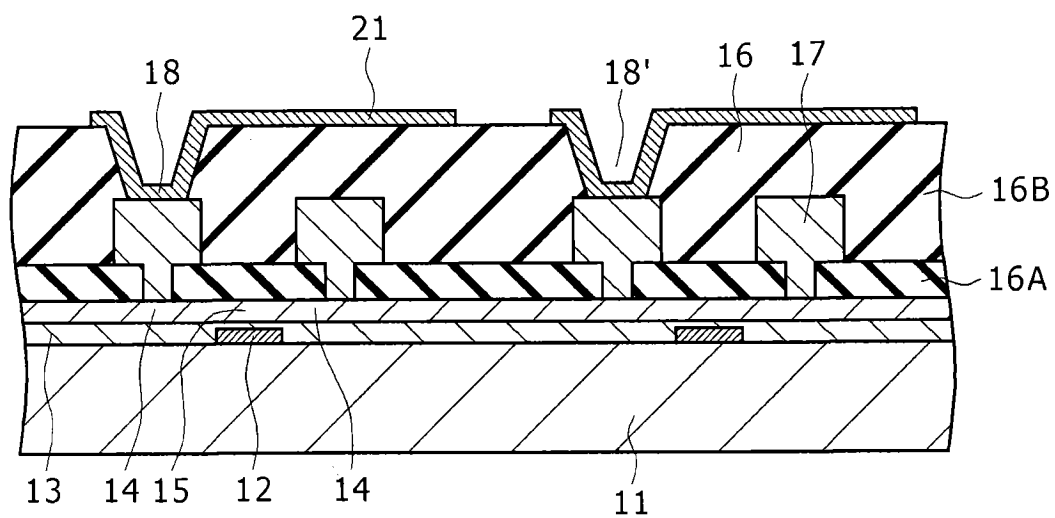


图 14C

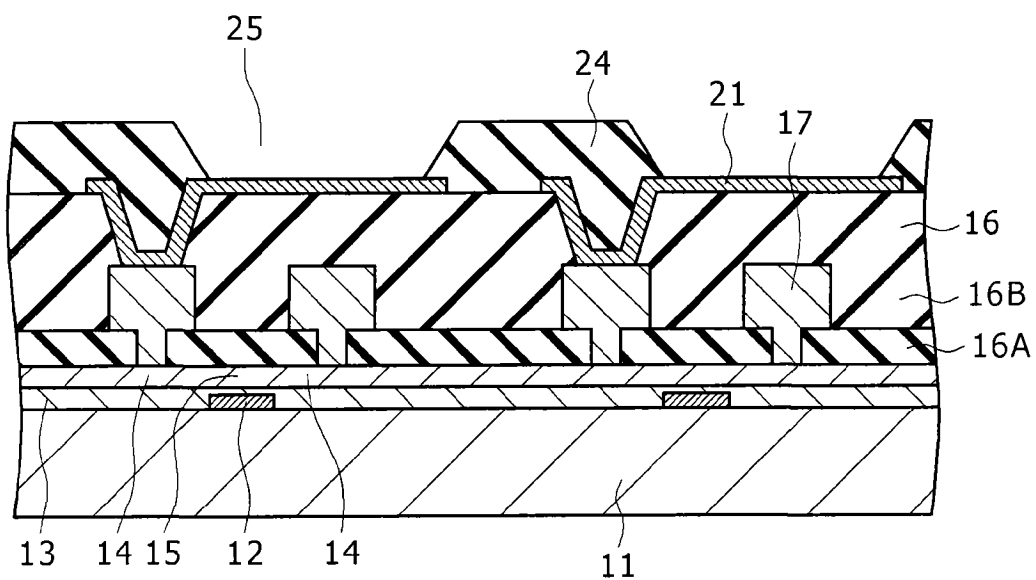


图 14D

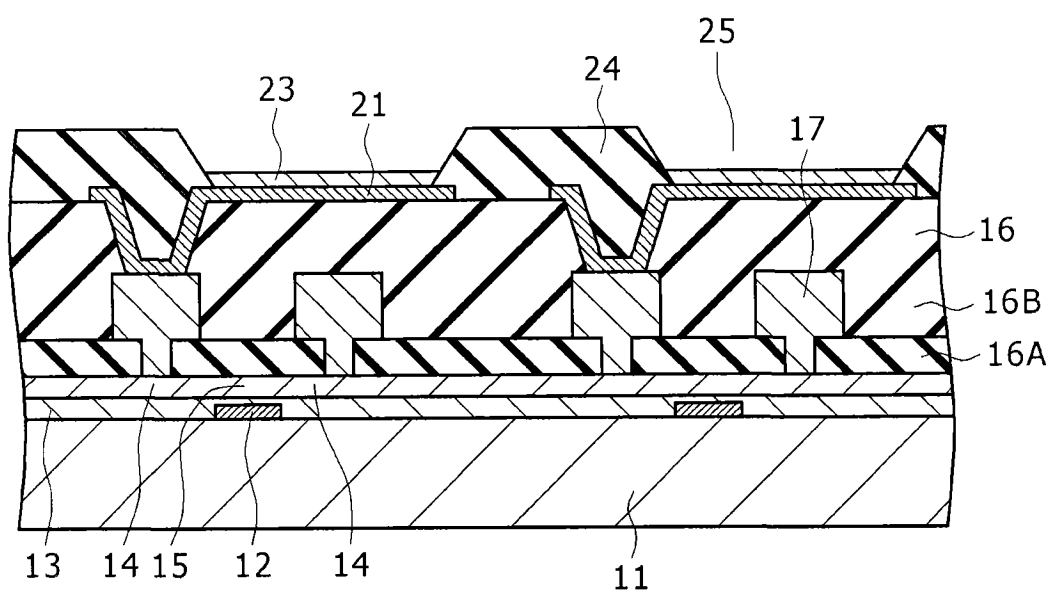


图 14E

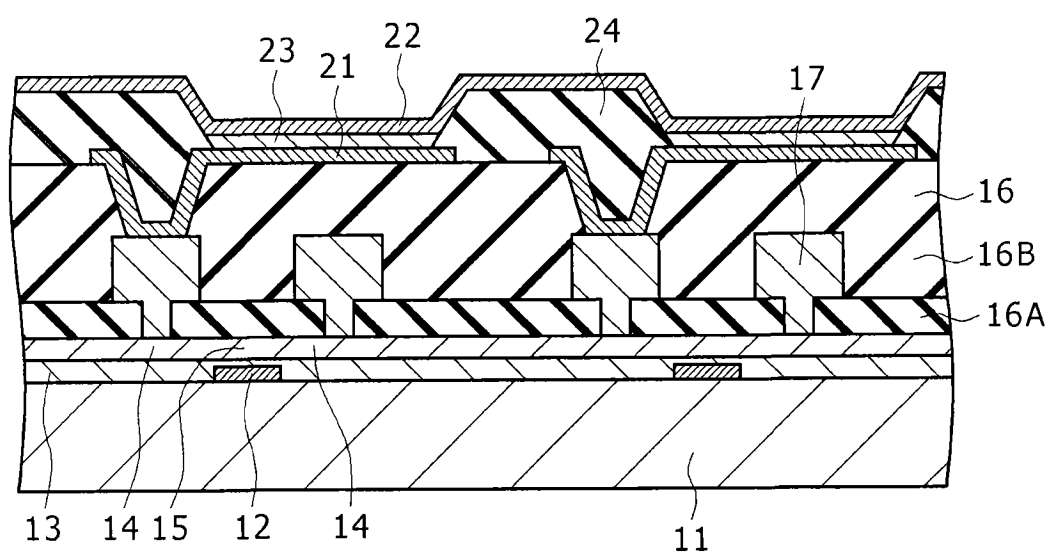


图 14F

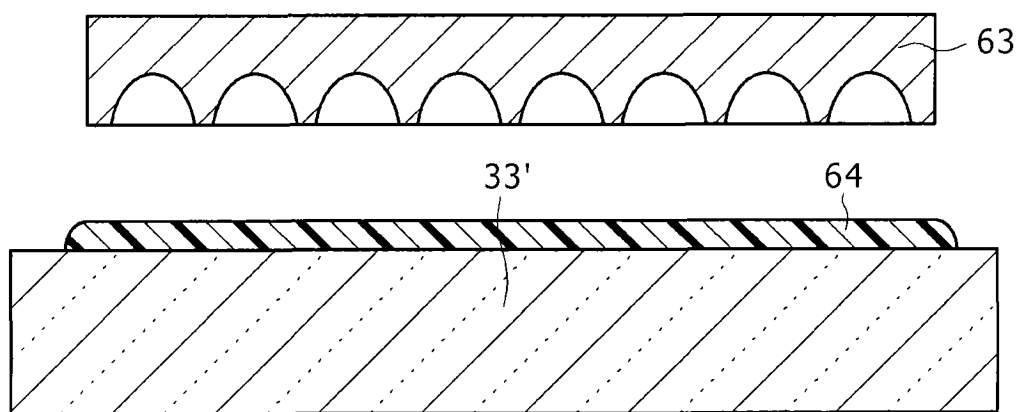


图 15A

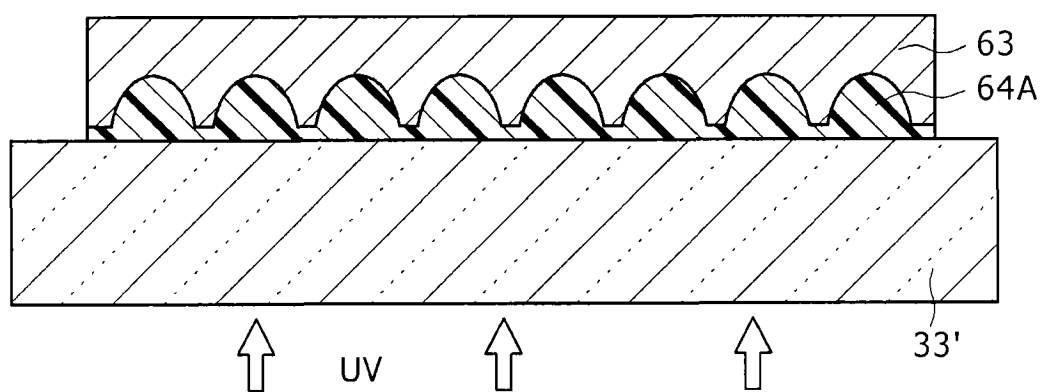


图 15B

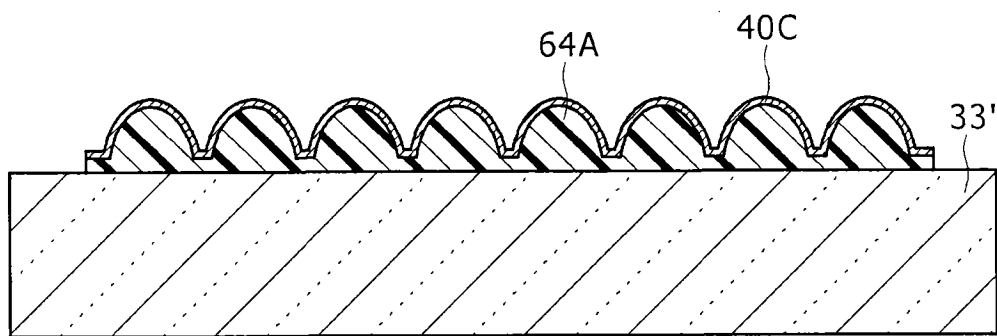


图 15C

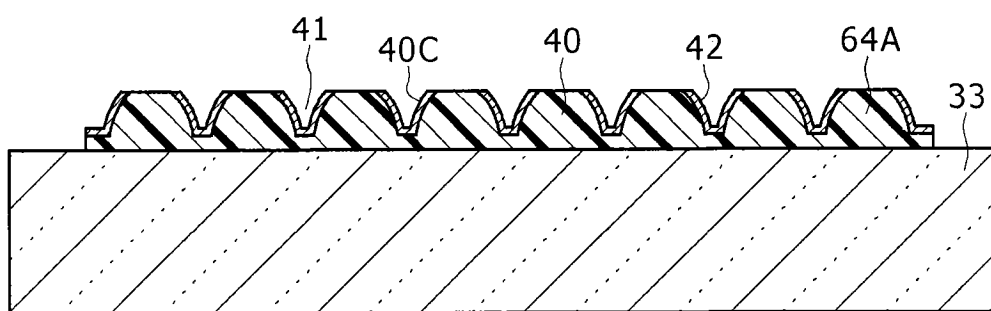


图 15D

