



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102187735 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 03

(21) 申请号 200980141128. 7

(22) 申请日 2009. 10. 15

(30) 优先权数据

2008-269011 2008. 10. 17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 04. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2009/068151 2009. 10. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/044489 EN 2010. 04. 22

(73) 专利权人 UDC 爱尔兰有限责任公司

地址 爱尔兰都柏林

(72) 发明人 纳谷昌之

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 于辉

(51) Int. Cl.

H05B 33/02 (2006. 01)

G02B 5/02 (2006. 01)

G02B 5/08 (2006. 01)

H01L 51/50 (2006. 01)

H05B 33/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1665361 A, 2005. 09. 07, 说明书第 9、24-26 页、附图 8、9.

CN 1665361 A, 2005. 09. 07, 说明书第 9、24-26 页、附图 8、9.

审查员 杨万里

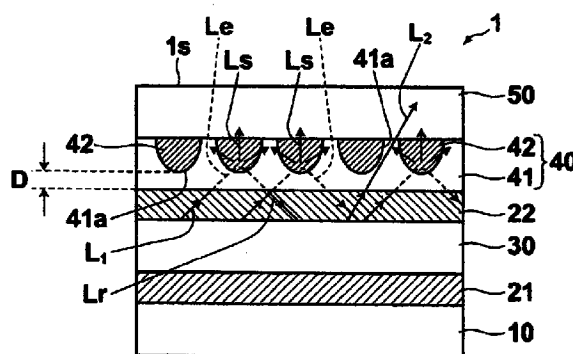
权利要求书1页 说明书21页 附图2页

(54) 发明名称

发光元件

(57) 摘要

提供一种发光元件,所述发光元件通过透明电极输出发射光,具有高效率的光输出,能够在不损害电极层或者发光层的情况下制备。构造:发光元件(1)配备有形成于基板(10)表面上的阳极(21),透光性阴极(22),和被夹在阳极(21)和阴极(22)之间的发光层(30)。光从朝向透光性电极(22)一侧的表面(1s)输出,所述光通过在两个电极之间施加电压而由发光层(30)发射。光散射层(40)被设置在透光性电极(22)的表面(1s)上,用于散射在表面(1s)所产生的瞬逝光(Le)。光散射层(40)具有:第一散射部(41),其具有凹凸结构和比发光层(30)的折射率更低的折射率;和第二散射部(42),其至少填充第一散射部(41)的凹凸结构中的凹部(41a)的底部,且具有与第一散射部(41)的折射率不同的折射率。凹部(41a)的底部和透光性电极(22)表面之间的距离(D)小于或者等于瞬逝光(Le)的穿透深度(d)。



1. 一种发光元件,所述发光元件包括:

基板;

一对电极,所述一对电极形成于所述基板的表面上;以及

发光层,所述发光层被夹在所述一对电极之间;

所述一对电极中的至少一个是透光性电极,光通过在所述一对电极之间施加电压而从所述发光层发射,并且所述光从所述发光层的表面朝向所述透光性电极那侧输出;其特征在于所述发光元件还包括:

光散射层,所述光散射层被设置在所述透光性电极的表面上,用于散射在该表面产生的瞬逝光;

所述光散射层具有第一散射部和第二散射部,所述第一散射部具有凹凸结构和比所述发光层的折射率更低的折射率,所述第二散射部至少填充所述第一散射部的所述凹凸结构中的凹部的底部,并具有与所述第一散射部的折射率不同的折射率;并且

在所述凹部的底部和所述透光性电极的所述表面之间的距离小于或等于所述瞬逝光的穿透深度,所述第二散射部由填充部和薄膜层构成,所述填充部填充所述凹部,所述薄膜层形成于所述填充部和所述凹凸结构中的凸部上。

2. 如权利要求 1 所述的发光元件,所述发光元件还包括:

保护层,所述保护层被设置在所述光散射层的朝向所述透光性电极的那侧的相反侧的表面上。

3. 如权利要求 2 所述的发光元件,其中:

所述第一散射部的折射率和所述保护层的折射率近似相同。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的发光元件,其特征在于:

所述第二散射部由金属形成。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的发光元件,其特征在于:

所述第二散射部由电介质形成,所述电介质的折射率高于所述第一散射部的折射率。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的发光元件,所述发光元件还包括:

半透/半反性金属膜,所述半透/半反性金属膜被设置在所述透光性电极和所述光散射层之间。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的发光元件,其特征在于:

所述发光层是有机化合物层。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的发光元件,其特征在于:

所述发光层是无机化合物层。

发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电致发光元件,例如有机或者无机 EL(电致发光)元件和 LED(发光二极管)。

背景技术

[0002] 电致发光元件,例如有机 EL 元件和 LED,具有其中在基板上层压电极层、发光层等的结构。通常,发光层中发射出的光通过透明电极输出。此时,由于每层材料的折射率影响,以等于或者大于临界角的角度进入层间界面的光发生全内反射,且被俘获在元件内部而不被输出。因为这个原因,有效率地输出发射光是困难的。在通常被用作透明电极的 ITO 的情况下,其折射率导致输出效率大约为 20%。因而,提高电致发光元件的光输出效率是要解决的一个主要问题。

[0003] 针对这个问题,正在考虑用于有效地引起全内反射光被输出的技术。例如,提出了通过在发生光的全内反射的层间界面设置衍射光栅从而提高光输出效率的技术。在这种技术中,衍射光栅改变了以大于或者等于临界角的角度进入界面的光的光路。因此,光的入射角变得小于或者等于临界角,从而光能够被输出。

[0004] 日本未审查专利公布 2006-221976 和 2006-236748 公开了在发生全内反射的界面设置衍射光栅的有机电致发光器件。这些有机电致发光器件通过改变衍射光栅的间距和图案而由衍射光栅减小对于光输出的视角依赖性(这是要解决的一个问题),实现了光输出效率的提高。

[0005] 然而,在日本未审查专利公布 2006-221976 和 2006-236748 公开的,利用衍射光栅改变全反射光的光路以输出光的有机电致发光器件中,亮度提高 1.2 至 1.7 倍,这是不足的。另外,主要使用蚀刻等形成衍射光栅。因此,在从基板相反侧输出光的结构(顶部发光型)中,存在的可能性是:在形成衍射光栅时,电极层和发光层受损。

[0006] 本发明是考虑到上述情况而研发的。本发明的目的是,提供一种发光元件,所述发光元件通过透明电极输出发射光,具有高效率的光输出,能够在不损害电极层或者发光层的情况下制备。

发明内容

[0007] 本发明的发光元件包括:

[0008] 基板;

[0009] 一对电极,所述一对电极形成于所述基板的表面上;以及

[0010] 发光层,所述发光层被夹在所述一对电极之间;

[0011] 所述一对电极中的至少一个是透光性电极,光通过在所述一对电极之间施加电压而从所述发光层发射,并且所述光从所述发光元件的表面朝向所述透光性电极那侧输出;其特征在于所述发光元件还包括:

[0012] 光散射层,所述光散射层被设置在所述透光性电极的表面上,用于散射该表面产

生的瞬逝光；

[0013] 所述光散射层具有第一散射部和第二散射部，所述第一散射部具有凹凸结构和比所述发光层的折射率更低的折射率，所述第二散射部至少填充所述第一散射部的所述凹凸结构中的凹部的底部，并具有与所述第一散射部的折射率不同的折射率；并且

[0014] 在所述凹部的底部和所述透光性电极的所述表面之间的距离小于或等于所述瞬逝光的穿透深度。

[0015] 在本说明书中，术语“透光性电极”是指透射由发光层发射的 70% 以上的波长的光的电极。

[0016] 术语“凹凸结构”是指一种具有能够散射或者衍射通过由发光层发射出的光的全内反射所产生的瞬逝光的尺寸的凹凸结构。

[0017] 术语“发光层的折射率”是指在发光层由多层组成的情况下最靠近光散射层的层的折射率。

[0018] 短语“小于或者等于瞬逝光的穿透深度”是指 0 的距离。即，所提及的该短语包括了凹部是孔穴的情况。

[0019] 所述第二散射部可以由填充部和薄膜层构成，所述填充部填充所述凹部，所述薄膜层形成于所述填充部和所述凹凸结构中的凸部上。

[0020] 优选的是，本发明的发光元件还包括：

[0021] 保护层，所述保护层被设置在所述光散射层的朝向所述透光性电极的那侧的相反侧的光散射层表面上。

[0022] 优选的是，所述第一散射部的折射率和所述保护层的折射率近似相同。优选的是，所述第二散射部由金属形成，或者由电介质形成，所述电介质的折射率高于所述第一散射部的折射率。

[0023] 本发明的发光元件还可以包括：

[0024] 半透 / 半反性金属膜，所述半透 / 半反性金属膜被设置在所述透光性电极和所述光散射层之间。

[0025] 本发明的发光元件的结构可以被应用于发光层是包含有机化合物层的有机电致发光元件的情况，以及发光层是包含无机化合物层的无机电致发光元件的情况。

[0026] 如上所述，本发明的目的是提供一种具有高光输出效率的发光元件。这里，术语“光输出效率”是指从元件中输出的光相对于发光层发射出的光的总强度的比例。能够输出的光是指发光元件内发射出的所有光，包括由发光层发射出的光和由发光层发射的光和元件内的物质相互作用所产生的光（例如散射光和衍射光）。

[0027] 本发明的发光元件配备有光散射层，该光散射层被设置在透光性电极朝向光透射输出的那侧的表面上。通过利用在瞬逝光穿透深度的范围内的凹凸结构和折射率差，光散射层散射在透光性电极层表面产生的瞬逝光。通过采用这种结构，在透光性电极表面全反射且被俘获在元件内部的光的瞬逝光可以被有效率地输出至光散射层中，进而以散射光的形式被输出。因此，可以有效地提高光输出效率。

[0028] 此外，本发明的发光元件能够在不直接加工透光性电极层的情况下被制造出来。因此，即便为从基板相反侧输出光的结构形式，该发光元件也能够在不损害电极层或发光层的情况下被制造。

[0029] 附图简述

[0030] 图 1 是根据本发明的一个实施方案的有机电致发光元件的局部示意性剖面视图。

[0031] 图 2 是根据本发明的一个备选实施方案的有机电致发光元件的局部示意性剖面视图。

[0032] 图 3 是根据本发明的另一个备选实施方案的有机电致发光元件的局部示意性剖面视图。

[0033] 实现本发明的最佳方式

[0034] [有机 EL 元件 (发光元件)]

[0035] 在下文中,将参照附图详细描述根据本发明的第一实施方案的发光元件。图 1 是根据本发明的第一实施方案的有机电致发光元件 1 (在下文中,称为“有机 EL 元件”)的局部示意性剖面视图。因本实施方案的发光元件是一种散射在光的全内反射界面泄漏的瞬逝光的发光元件,故在图 1 中瞬逝光被强调。

[0036] 本发明中的有机 EL 元件 1 配备有:基板 10、阳极 21、发光层 30 和透光性阴极 22。阳极 21、发光层 30 和透光性阴极 22 按照以上顺序形成在基板 10 上。有机 EL 元件 1 是一种顶部发光型发光元件,它在电极之间施加电压时使发光层 30 发光,且从朝向阴极 22 一侧的表面 1s 输出光。散射在透光性阴极 22 表面产生的瞬逝光的光散射层 40 被设置在透光性阴极 22 表面之上。

[0037] 光散射层 40 由以下部分构成:第一散射部 41,它具有由开口朝向光散射层 40 表面的凹部 41a 形成的凹凸结构;以及第二散射部 42,它至少填充第一散射部 41 的凹凸结构的凹部 41a 底部且具有与第一散射部 41 的折射率不同的折射率。

[0038] 在有机 EL 元件 1 中,以小于临界角 θ_c 的入射角 θ 进入阴极 22 和光散射层 40 之间的界面的光 (在图 1 中为 L_2) 可以通过射向表面 1s 而被输出。然而,以等于或者大于临界角 θ_c 的入射角 θ 进入界面的光 L_1 在界面发生全内反射,且以全反射光 L_r 的形式被俘获在元件内。

[0039] 光散射层 40 以通过凹部 41a 和至少填充凹部 41a 底部的第二散射部 42 的散射或者衍射的散射光 L_s 或者衍射光 L_s 的形式输出光 L_1 的瞬逝光 L_e ,所述光 L_1 由发光层 30 发射,以大于或等于临界角 θ_c 的角 θ 进入与阴极 22 的界面。因而,凹部 41a 的底部与阴极 22 表面之间的距离 D 小于或者等于瞬逝光 L_e 的穿透深度 d 。

[0040] 在本实施方案中,即使设置单个的凹部 41a,瞬逝光 L_e 的一部分也能够被输出,从而,可以获得光输出效率的有效提高。然而,优选设置多个凹部 41a。凹部 41a 的大小以及相邻凹部 41a 之间的距离受到特殊的限制,只要它们是能够散射或衍射瞬逝光 L_e 的大小和距离即可。引起散射和衍射的凹凸结构根据发光层 30 所发射的光的波长 λ 而不同。因此,凹凸结构可以根据发光层 30 所发射的光的波长进行适当的设计。

[0041] 衍射发生在设置多个凹部 41a 而凹部 41a 规则排列的情况下。为了使衍射发生,凹部 41a 的间距必须大于 λ/n_1 ,其中 n_1 是第一散射部 41 的折射率。在输出特定波长的光的情况下,衍射是有效的。然而,在白光元件中只提高具有特定波长的光的输出效率的情况下,在发光元件中产生视角依赖性。据此,除在输出特定波长光的情况以外,优选凹部 41a 的排列是任意的。在白光光源或者宽带光源 (broad light source) 的时候,相邻凹部 41a 之间的距离优选在 50nm 至 2000nm 的范围之内被任意设定。

[0042] 对第一散射部 41 的材料没有特殊的限制,只要它具有比发光层 30 的折射率更低的折射率,且能够透过其上表面使发光层 30 发射出的光被输出即可。然而,从光输出效率的角度看,优选的是第一散射部 41 具有高透射率。此外,从使制造凹部 41a 的过程容易的角度看,优选的是第一散射部 41 的材料是透光的抗蚀剂材料。对于透光的抗蚀剂材料没有特殊的限制,只要它具有有利的图案化性能即可,且可以使用任何已知的透光抗蚀剂材料。然而,在形成第一散射部 41 后进行高温成膜处理的情况下,优选的是使用具有高的耐热性的透光抗蚀剂材料,例如聚酰亚胺。

[0043] 对凹部 41a 的形成方法没有特殊的限制。在第一散射部 41 的材料是上述抗蚀剂的情况下,凹部 41a 可以简单通过例如纳米印刻或光刻的转印技术形成。备选地,在第一散射部 41 的材料是例如玻璃的无机材料的情况下,凹部 41a 可以通过使用光刻的化学蚀刻、使用激光束的物理蚀刻、机械加工等形成。

[0044] 本实施方案的有机 EL 元件 1 不是传统结构的有机 EL 元件,在传统结构中,发生全内反射而导致光损失的阴极 22 表面被直接加工,以使全内反射光 L_r 的一部分被输出。相反,有机 EL 元件 1 具有被设置在阴极 22 表面上的光散射层 40 使得在阴极 22 表面产生的瞬逝光 L_e 被输出的结构。因此,不需要对阴极本身进行加工,且可以形成光输出结构而不会在加工过程中损害阴极或者阴极下的发光层。

[0045] 瞬逝光 L_e 的穿透深度 d 通常通过以下公式 (1) 表示:

$$[0046] \quad d = \lambda / 4 \pi (n_h^2 \cdot \sin^2 \theta - n_l^2)^{0.5}$$

[0047] 其中: $\theta > \theta_c$; $\theta_c = \sin^{-1}(n_l/n_h)$; n_h 是高折射率层的折射率; n_l 是低折射率层的折射率; θ 是进入高折射率层和低折射率层之间界面的光的入射角; λ 是光的波长。

[0048] 在本实施方案中,高折射率层是阴极 22,低折射率层是第一散射部 41。据此,这些层的折射率和发光层 30 所发射的光的波长可以被代入公式 (1)。穿透深度 d 随着入射角 θ 变大而变小。因此,可以随着阴极 22 表面与凹部 41a 底部之间的距离 D 变短而输出具有更大范围的入射角的光的瞬逝光 L_e 。凹部 41a 的底部可以和阴极 22 表面接触 ($D = 0$)。然而,存在的可能性是在制造凹部 41a 的过程中损害阴极 22,这会对元件性质带来不利的影响。优选的是,在制造中不会损害阴极 22 的范围之内,使距离 D 尽可能小。

[0049] 第二散射部 42 可以由电介质材料或者金属材料形成,只要其折射率不同于第一散射部 41 的折射率即可。

[0050] 在第二散射部 42 由电介质材料形成的情况下,优选的是第二散射部 42 的折射率 n_2 高于第一散射部 41 的折射率 n_1 。这种材料的实例是包含氧化硅的材料。

[0051] 在第二散射部 42 包含金属材料的情况下,可以使用所需的金属材料。在如图 1 所示第二散射部 42 由彼此离散地设置在各个凹部 41a 中的多个金属体组成的情况下,发射出的光可在金属体中诱导局域等离激元,而局域等离激元的电场增强效应可以放大输出光的强度。据此,优选的是采用相对于发光波长有效诱导局域等离激元的金属材料作为第二散射部 42 的材料。

[0052] 在图 1 中,第二散射部 42 具有以下结构:多个金属体彼此离散地设置在各个凹部 41a。备选地,如图 2 所示的有机 EL 元件 2 中,第二散射部可以由填充部 420 和薄膜层 421 构成,所述填充部 420 填充凹部 41a,以及所述薄膜层 421 形成在填充部 420 以及不设置凹部 41a 的阴极 41 的表面(凸部)之上。除第二散射部 42 以外,图 2 中的有机 EL 元件 2 的

结构和图 1 中的有机 EL 元件 1 的结构相同。

[0053] 在有机 EL 元件 2 中,除参考有机 EL 元件 1 描述的光散射层 40 增强光输出效率的有益效果之外,还可以得到以下有益的效果:以全内反射角进入薄膜层 421 的光在薄膜层 421 的表面上诱导表面等离激元,从而形成增强电场。在这种情况下,增强电场可以放大透过薄膜层 421 表面之上的层输出的光的强度。

[0054] 此外,薄膜层 421 在图 2 中示出为具有平滑表面的层。备选地,薄膜层 421 可以有对应于第一散射部凹凸部的凹凸部。在这种情况下,薄膜层 421 表面上的凹凸结构进一步散射光,进而可以输出更高强度的光。

[0055] 有机 EL 元件 1(发光元件)在阴极 22 朝向光输出表面 1s(2s)的表面配置有光散射层 40。利用存在于瞬逝光 Le 的穿透深度 d 范围内的凹凸结构和折射率差,光散射层 40 散射在这个表面产生的瞬逝光 Le。通过采用这个结构,可以有效将发光层 30 发出的光中的在阴极 22 表面全反射而被俘获在元件内的光的瞬逝光 Le 输出至光散射层 40,进而以散射光 Ls 的形式输出。因此,光的输出效率可以被有效提高。

[0056] 此外,可以在不直接加工阴极 22 的情况下制造有机 EL 元件 1。因此,有机 EL 元件 1 即使为从基板 10 的相反侧输出光的结构形式,也可以在不损害阴极 22 或发光层 30 的情况下被制造。

[0057] 在如图 3 所示的有机 EL 元件 3 中,在阴极 22 和光散射层 40 之间设置半透/半反性金属膜 60。在这种结构中,被金属膜 60 反射的光在金属膜 60 和阳极 21 之间被多次反射。多次反射光在特定的波长共振。

[0058] 在这种结构中,共振使得金属膜 60 上的电场放大。增强的电场同时放大了光散射层 40 中产生的散射光 Ls 和透射光 L₂ 的强度,而可以输出更高强度的光。

[0059] 可以使用所需的金属作为半透/半反性金属膜 60 的材料。金属膜 60 可以是实心膜,但是优选的是膜的光透射率高,因为适宜的是不降低输出光的绝对量。据此,优选金属膜 60 是通过图案化等在其中形成有间隙的金属膜。优选金属膜 60 使用倾斜气相沉积法等形成。

[0060] 在金属膜 60 是具有能够诱导表面等离激元的厚度的实心膜,或者是具有形成使得金属膜 60 的金属部分能够诱导局域等离激元的间隙的膜的情况下,如前所述,金属膜 60 之上的电场被等离激元增强。在有机 EL 元件 3 中,共振放大效应和等离激元的电场增强效应可以有效地放大输出光的强度。

[0061] 在下文中,将描述构成有机 EL 元件 1 至 3 的除了光散射层 40 和金属薄膜层 60 之外的各层。

[0062] (基板)

[0063] 对基板 10 的材料没有特殊的限制,但光学玻璃等是优选的。前面描述的实施方案是从基板 10 的相反侧表面 1s 输出光的顶部发光型发光元件。然而,在从基板 10 一侧输出光的底部发光型或从发光元件两侧输出光的双侧发光型的发光元件中,优选的是基板由不散射或者衰减发光层 30 所发射的光的透光材料形成。这样材料的具体实例包括:无机材料,例如氧化钇稳定的氧化锆(YSZ)和玻璃;聚酯,例如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯;有机材料,例如聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚醚砜、聚丙烯酸酯、聚酰亚胺、聚环烯烃、降冰片烯树脂、以及聚(氯三氟乙烯)。优选的是基板材料为

对发射光具有优良透射性能的材料。

[0064] 例如,在采用玻璃作为基板材料的情况下,优选的是使用无碱玻璃,以减少从玻璃中洗脱的离子的量。在采用钠钙玻璃作为基板材料的情况下,优选的是使用其上辅有由硅形成的阻挡涂层的钠钙玻璃。在使用有机材料作为基板材料的情况下,优选具有优良的耐热性、尺寸稳定性、耐溶剂性、电气绝缘性、以及可加工性的有机材料。

[0065] 对基板 10 的形状、结构和尺寸没有特殊的限制,其可以根据发光元件的使用需要和目的等适当选择。通常,优选的是基板 10 具有平坦形状。基板 10 可以具有单层结构,或多层结构。此外,基板 10 可以由一个构件、或两个以上的构件形成。

[0066] 可以在基板 10 的顶端表面或者底部表面设置透湿防止层(阻气层)。诸如氮化硅和氧化硅这样的无机材料可以有利地被用作透湿防止层(阻气层)的材料。透湿防止层(阻气层)可以通过例如高频溅射法形成。在使用热塑性基板的情况下,根据需要可以设置例如硬涂层和底涂层的功能层。

[0067] (阳极)

[0068] 阳极 21 可以具有任何形状、结构或者尺寸,只要它起着向发光层 30 提供空穴的电极即可,且可以根据发光元件的使用需要、目的等适当地选择。

[0069] 优选阳极材料是金属、合金、金属氧化物、导电化合物或者具有高功函的上述物质的混合物。这些材料的具体实例包括:锑或氟化物掺杂的氧化锡(ATO, FTO);导电金属氧化物,例如氧化锡、氧化锌、氧化铟、氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO);金属,例如金、银、铬、镍;上述金属和金属氧化物的混合物;上述金属和金属氧化物的层压体;无机导电材料,例如碘化铜和硫化铜;有机导电材料,例如聚苯胺、聚噻吩和聚吡咯;以及上述材料和 ITO 的层压体。

[0070] 阳极 21 可以采用通过考虑其材料的相容性而选择的方法形成于基板 10 上。用于形成阳极 21 的方法的实例包括:湿法,如印刷法和涂敷法;物理方法,如溅射法和离子电镀法;以及化学方法,如 CVD 和等离体 CVD。举例来说,在阳极 21 的材料选用 ITO 的情况下,可以通过直流溅射法、高频溅射法、真空气相沉积法、离子电镀法等形成阳极 21。

[0071] 在有机 EL 元件 1 至 3 中形成阳极的位置不受特殊的限制,可以根据发光元件的使用需要、目的等适当地选择。然而,优选的是在基板 10 上形成阳极。在基板 10 上形成阳极 21 的情况下,阳极 21 可以在基板 10 的整个表面上形成,或在基板 10 的表面上以预定的图案形成。

[0072] 注意,在形成阳极 21 时,可以通过使用光刻的化学蚀刻、使用激光束的物理蚀刻、使用掩模的气相沉积、使用掩模的溅射、剥离法、或者印刷法进行阳极 21 的图案化。

[0073] 阳极 21 的厚度可以根据其材料适当选择,无法被统一限定。然而,一般来说,阳极 21 的厚度在 10nm 到 50 μ m 的范围之内,并且优选在 50nm 到 20 μ m 的范围内。

[0074] 优选阳极 21 的电阻值是 $10^3 \Omega/\square$ 以下,更优选 $10^2 \Omega/\square$ 以下。

[0075] 在上述实施方案中,在基板 10 和阳极 21 都由透光材料形成的情况下,优选的是在基板 10 和阳极 21 之间设置例如金属膜的反射膜,以实现光从发光元件的上表面的有效输出。

[0076] (阴极)

[0077] 本发明实施方案中的有机 EL 元件 1 至 3 是顶部发光型有机 EL 元件。因此,阴极

22 必须是透光的,且必须起着将电子注入有机化合物层的电极的作用。对阴极 22 的形状、结构和尺寸没有特殊的限制,且可以根据发光元件的使用需要、目的等,从已知的电极材料中适当地选择阴极 22 的材料。

[0078] 优选阳极材料是金属、合金、金属氧化物、导电化合物、或者具有低功函的上述物质的混合物。这种材料的具体实例包括:碱金属(例如 Li、Na、K、Cs)、碱土金属(例如 Mg 和 Ca)、金、银、铅、铝、钠-钾合金、锂-铝合金、镁-银合金、铟、以及例如镱的稀土金属。这些材料可以单独使用,或可以从同时获得稳定性和电子注入性能的角度出发将两种以上的上述材料进行有利的组合。

[0079] 从电子注入性能的角度看,碱金属和碱土金属是有利的;而优选的是具有铝作为其主要组分的材料,因为它们具有优良的保存稳定性。具有铝作为其主要组分的材料包括:铝、含有 0.01 质量%至 10 质量%的碱金属或碱土金属的铝合金、以及它们的混合物(例如锂-铝合金和镁-铝合金)。注意,阴极 22 可以使用日本未审查专利公布 2(1990)-015595 和 5(1993)-121172 中描述的材料。

[0080] 然而,在使用上述具有低功函的材料的情况下,阴极 22 必须是厚度在 0.1nm 至 10nm 范围之内,优选 5nm 以下的薄膜,以使阴极 22 起着透光性电极的作用。从透光性的角度看,如 ITO 和 IZO 的透光材料优选的。然而,这些材料具有高的功函,且适合作为阳极材料使用。因此,在本发明实施方案的顶部发光型发光元件中,优选阴极 22 具有这样的层压结构,其中包含具有低功函的材料的层和透光性电极材料层被层压。注意,层压包含具有低功函的材料的层和透光性电极材料层的顺序可以根据需要设定。

[0081] 对用于形成阴极 22 的方法没有特殊的限制,且阴极 22 可以通过考虑其材料的相容性而选择的已知方法形成。用于形成阴极 22 的方法的实例包括:湿法,如印刷法和涂敷法;物理方法,如溅射法和离子电镀法;以及化学法,如 CVD 和等离子体 CVD。例如,在选择金属作为阴极 22 的材料的情况下,阴极 22 可以通过将一种或两种以上金属的同步或依次溅射而形成。

[0082] 在有机 EL 元件 1 至 3 中形成阳极的位置没有特殊的限制。阴极 22 可以在发光层 30 的整个表面上形成,或在发光层 30 的表面上以预定的图案形成。

[0083] 注意,在形成阴极 22 时,可以通过使用光刻的化学蚀刻、使用激光束的物理蚀刻、使用掩模的气相沉积、使用掩模的溅射、剥离法或印刷法进行阴极 22 的图案化。

[0084] 阴极 22 的厚度可以根据其材料适当选择,无法被统一限定。然而,一般来说,阴极 22 的厚度在 10nm 至 5 μm 的范围之内,并且优选在 50nm 到 1 μm 之间。

[0085] (发光层)

[0086] 发光层是这样的层,其中当在阳极 21 和阴极 22 之间施加电压时,通过流入其中的空穴和电子与其中的发光分子复合而发射光。发光层 30 可以具有任意结构,只要层压多个有机化合物层且发光层 30 起着有机 EL 元件的发光层的作用即可。对发光层 30 的层结构没有特殊的限制。层压结构的一个实例是这样的层压结构,其中空穴传输层,有机发光层,以及电子传输层从阳极一侧以此顺序层压。

[0087] 可以在空穴传输层和阳极之间设置空穴注入层。此外,可以在有机发光层和电子传输层之间设置电子传输中间层。此外,可以在有机发光层和空穴传输层之间设置空穴传输中间层。类似地,可以在阴极和电子传输层之间设置电子注入层。注意,每一个层可以被

分为多个次级层。

[0088] 构成发光层 30 的各层可以通过物理方法,如气相沉积法、溅射法、离子电镀法,或者通过湿法,如转印法、喷墨法、喷涂法、印刷法、以及涂敷法来形成。

[0089] < 有机发光层 >

[0090] 有机发光层是起着以下作用的层:从阳极、空穴注入层或空穴传输层接受空穴,从阴极、电子注入层或电子传输层接受电子,以及提供空穴和电子复合而发光的位置。

[0091] 有机发光层可以由一层或两层以上组成。在有机发光层由多层组成的情况下,多层中的每一层可以发射不同颜色的光。

[0092] 在上面描述的实施方案中,有机发光层可以仅由发光材料组成,或可以由主体材料和发光掺杂剂组成的混合层。发光掺杂剂可以是荧光发射材料或者磷光发射材料,并且可以包含多种类型的材料。主体材料优选是电荷传输材料。可以使用一种类型的主体材料,或可以使用两种以上类型的主体材料。例如,可以混合电子传输主体材料和空穴传输主体材料。此外,有机发光层可以包括不具有电荷传输性能或发光的材料。

[0093] 本发明实施方案的有机发光层可以包含两种以上类型的发光掺杂剂,以提高色纯度或者扩大发光波长范围。发光掺杂剂优选具有:与主体材料的电离电势差 (ΔI_p) 和电子亲和势差 (ΔE_a) 满足不等式 $1.2\text{eV} > \Delta I_p > 0.2\text{eV}$ 和 / 或 $1.2\text{eV} > \Delta E_a > 0.2\text{eV}$ 。

[0094] 作为发光掺杂剂,可以使用磷光发射材料,或荧光发射材料。

[0095] 通常,作为磷光发射掺杂剂,使用包含过渡金属原子或者镧系元素原子的配合物。对过渡金属原子没有特殊的限制,且实例包括:钕、铈、钡、钨、铪、钽、铌、金、银、铜和铂。优选地,过渡金属原子是铪、铌和铂,更优选是铌和铂。

[0096] 镧系元素原子的实例包括:镧、铈、镨、钆、钇、铈、钆、铽、铈、铈、铈、铈和钕。其中,优选的是钆、铈和钆。

[0097] 可以使用以下文献中所述的配体作为配合物的配体:G. Wilkinson,“综合配位化学 (Comprehensive Coordination Chemistry)”, Pergamon Press, 1987; H. Yersin 和 A. Volger,“配位化合物的光化学和光物理 (Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds)”, Springer-Verlag, 1987; 以及 A. Yamamoto,“有机金属化学-基础和应用 (Organic Metal Chemistry-Basics and Applications)”, Shokabo, 1982。

[0098] 配体的具体实例包括:卤素配体(优选的是氯配体);芳香碳环配体(例如,环戊二烯基阴离子、苯阴离子或者萘基阴离子,其碳数是 5 至 30,更优选碳数是 6 至 30,还更优选碳数是 6 至 20,最优选碳数是 6 至 12);含氮的杂环配体(例如,苯基吡啶、苯并喹啉、羧基喹啉、联吡啶或菲咯啉,其碳数是 5 至 30,更优选碳数是 6 至 30,还更优选碳数是 6 至 20,最优选碳数是 6 至 12);二酮配体(例如乙酰丙酮);碳酸配体(例如,乙酸配体,其碳数是 2 至 30,更优选碳数是 2 至 20,还更优选碳数是 2 至 16);醇盐配体(例如,酚盐配体,其碳数是 1 至 30,更优选碳数是 1 至 20,还更优选碳数是 6 至 20);甲硅烷氧基配体(例如,三甲基甲硅烷氧基配体、二甲基-叔丁基甲硅烷氧基配体 (ligandsfs)、三苯基甲硅烷氧基配体等,其碳数为 3 至 40,更优选碳数是 3 至 30,还更优碳数是 3 至 20);一氧化碳配体;异硝基 (isonitryl) 配体、氰基配体、含磷配体(例如,三苯基膦配体等,其碳数为 3 至 40,更优选碳数是 3 至 30,还更优选碳数是 3 至 20,最优选碳数是 6 至 20);硫醇盐配体(例如,苯基硫醇盐配体等,其碳数为 1 至 30,更优选碳数是 1 至 20,还更优碳数是 6 至 20);以及氧

化膦配体（例如，三苯基氧化膦配体等，其碳数为 3 至 30，更优选碳数是 8 至 30，还更优选碳数是 18 至 30）。在这些配体中，含氮的杂环配体是尤其优选的。

[0099] 配合物在其化合物中可以有一个过渡金属原子，或可以是含有两个以上过渡金属原子的双核配合物。配合物中可以包含不同种类的金属原子。

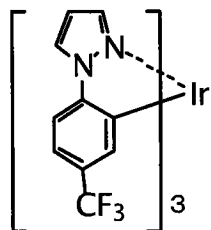
[0100] 发光掺杂剂的具体实例包括：磷光发射化合物，其公开于美国专利 6,303,238 和 6,097,147，国际专利公布 WO 00/57676、WO 00/70655、WO 01/08230、WO 01/39234、WO 01/41512、WO 02/02714、WO 02/15645、WO 02/44189 和 WO 05/19373，欧洲专利 1211257，以及日本未审查专利公布 2001-247859、2002-302671、2002-117978、2003-133074、2002-235076、2003-123982、2002-170684、2002-226495、2002-234894、2001-247859、2001-298470、2002-173674、2002-203678、2002-203679、2004-357791、2006-256999、2007-019462、2007-084635 和 2007-096259。在上面专利文件中公开的磷光发射化合物中，Ir 配合物、Pt 配合物、Cu 配合物、Re 配合物、W 配合物、Rh 配合物、Ru 配合物、Pd 配合物、Os 配合物、Eu 配合物、Tb 配合物、Gd 配合物、Dy 配合物、以及 Ce 配合物是优选的。特别优选的是 Ir 配合物、Pt 配合物、以及 Re 配合物，而还更优选包含金属—碳键、金属—氮键、金属—氧键、以及金属—硫键中的至少一种配位形式的 Ir 配合物、Pt 配合物、以及 Re 配合物。再进一步，从发光效率、驱动耐久性和色温的角度看，包含具有三个或更多配位结合位点的多齿配体的 Ir 配合物、Pt 配合物、以及 Re 配合物是特别优选的。

[0101] 通常的荧光发射掺杂剂的实例包括：苯并**噁**唑、聚苯并咪唑、苯并噻唑、苯乙烯基苯、聚苯、二苯基丁二烯、四苯基丁二烯、萘二甲酰亚胺、香豆素、吡喃、紫环酮（perinone）、**噁**二唑、醛连氮、吡咯烷（pyrrolidine）、环戊二烯、双苯乙烯基蒽、喹吖啶酮、吡咯并吡啶、噻二唑并吡啶、环戊二烯、苯乙烯胺、芳香族二次甲基化合物、稠合多环芳香族化合物（蒽、菲咯啉、茈、茈、红荧烯、并五苯等）、以 8-羟基喹啉金属配合物为代表的各种金属配合物、吡咯甲川（pyromethane）配合物、以及稀土配合物；聚合物化合物如聚噻吩、聚苯撑以及聚苯撑乙烯撑；有机硅烷；它们的衍生物。

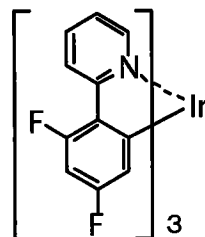
[0102] 发光掺杂剂的具体实例在下面示出。然而，发光掺杂剂不限于这些化合物。

[0103]

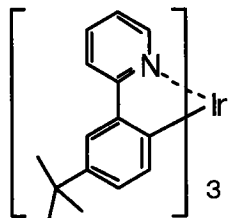
D-1



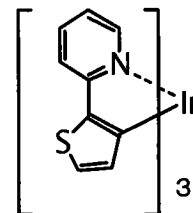
D-2



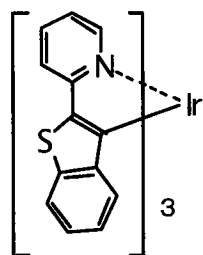
D-3



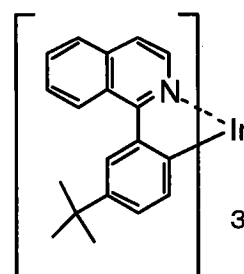
D-4



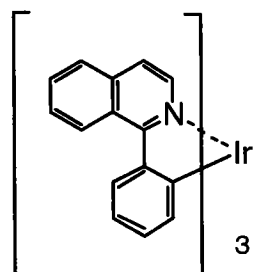
D-5



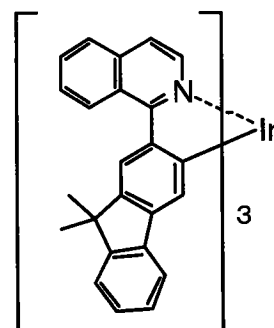
D-6



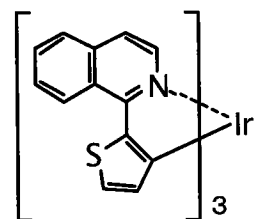
D-7



D-8

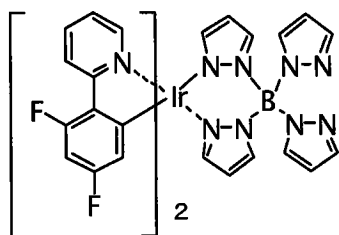


D-9

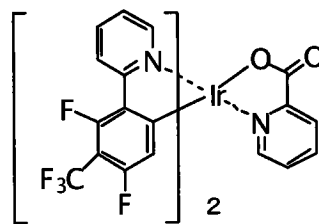


[0104]

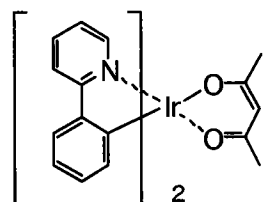
D-10



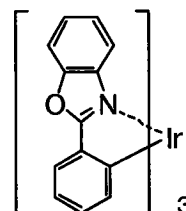
D-11



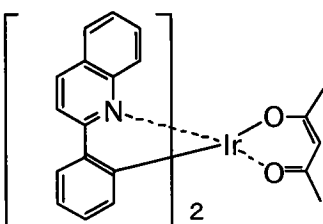
D-12



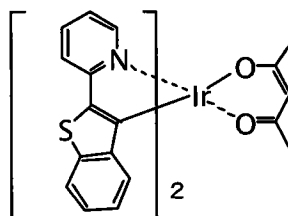
D-13



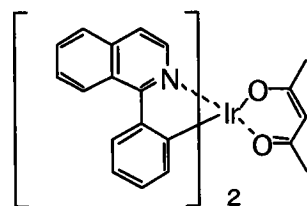
D-14



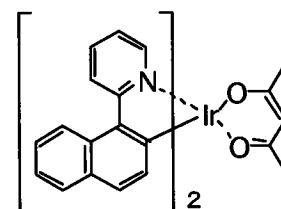
D-15



D-16

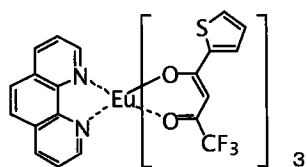


D-17

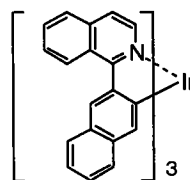


[0105]

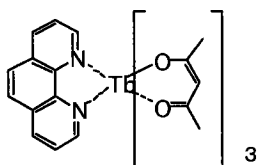
D-18



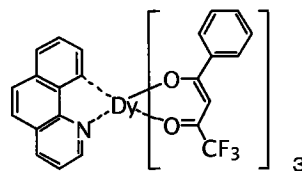
D-19



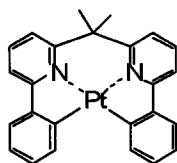
D-20



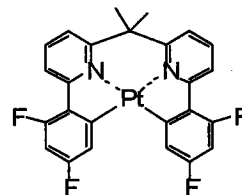
D-21



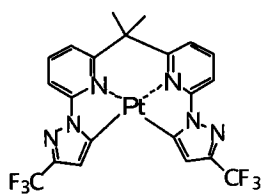
D-22



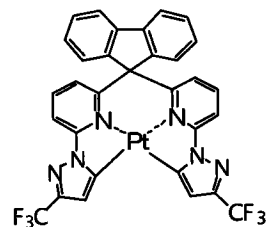
D-23



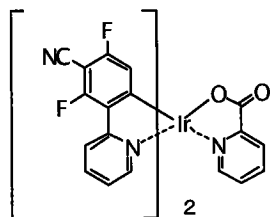
D-24



D-25

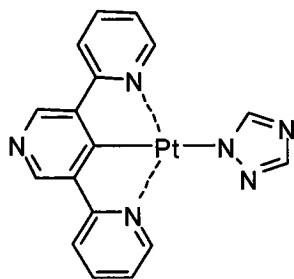


D-26

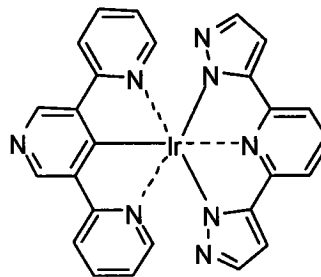


[0106]

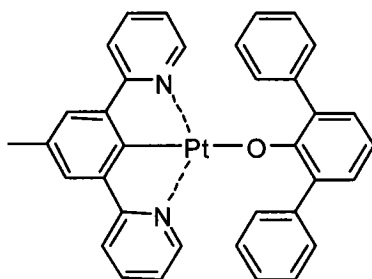
D-27



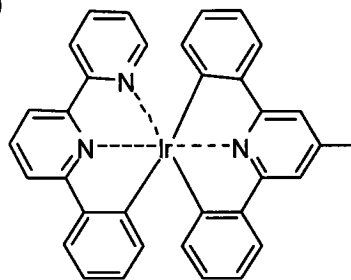
D-28



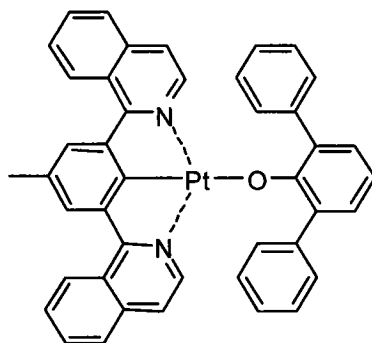
D-29



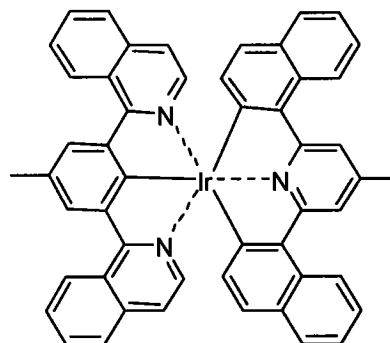
D-30



D-31

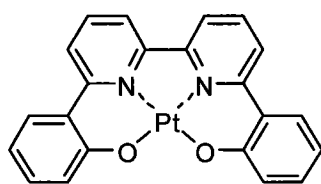


D-32

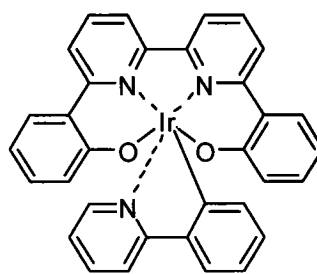


[0107]

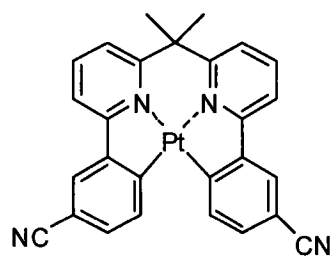
D-33



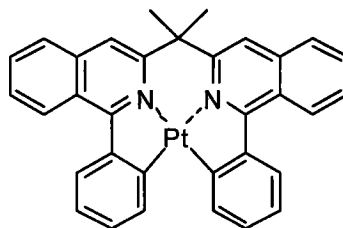
D-34



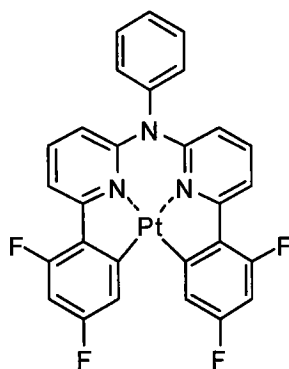
D-35



D-36

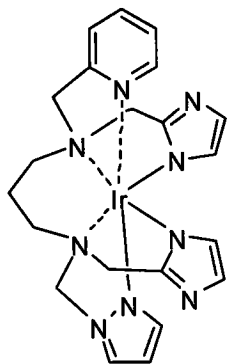


D-37

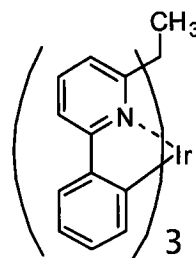


[0108]

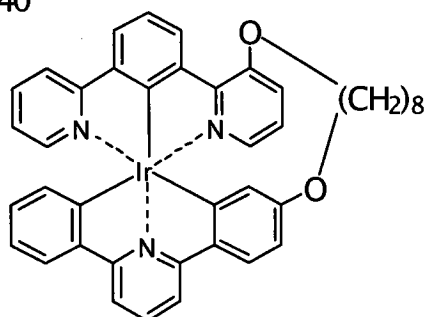
D-38



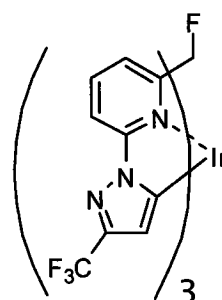
D-39



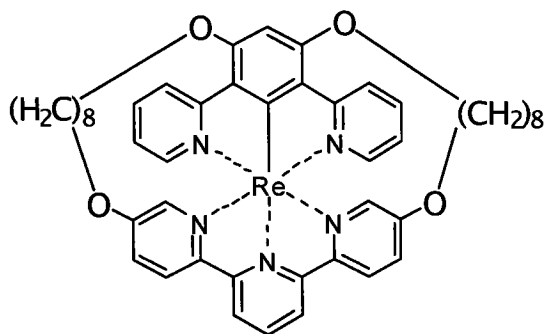
D-40



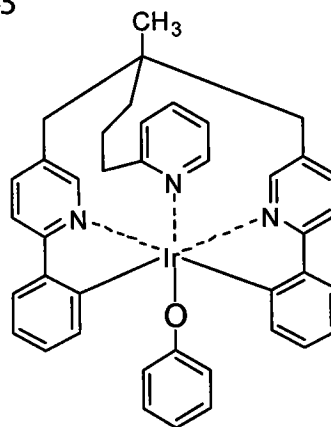
D-41



D-42



D-43



[0109] 在前面所示的发光化合物中,从发光效率和耐久性的角度看,D-2、D-3、D-4、D-5、D-6、D-7、D-8、D-9、D-10、D-11、D-12、D-13、D-14、D-15、D-16、D-21、D-22、D-23、D-24和D-25是优选的。其中,D-2、D-3、D-4、D-5、D-6、D-7、D-8、D-12、D-14、D-15、D-16、D-21、D-22、D-23和D-24是更优选的。进而,还更优选D-21、D-22、D-23和D-24。

[0110] 一般来说,有机发光层中包含的发光掺杂剂相对于形成发光层的化合物的总质量在0.1质量%至50质量%的范围之内。从耐久性和外部量子效率的角度看,包含在有机发光层中的发光掺杂剂优选在1质量%至50质量%的范围之内,更优选在2质量%至40质量%的范围之内。

[0111] 具有优良的空穴传输性能的空穴传输主体材料(在下文中,也被称为“空穴传输

主体”)和具有优良的电子传输性能的电子传输主体化合物(在下文中,也被称为“电子传输主体”)可以被用来作为主体材料。

[0112] 空穴传输主体的实例包括:吡咯、吡啶、咪唑、氮杂吡啶、氮杂咪唑、三唑、**噁唑**、**噁**二唑、吡唑、咪唑、噻吩、聚烯丙基烷烃、吡啶啉、吡啶啉酮、苯二胺、烯丙胺、氨基取代查耳酮、苯乙烯基蒽、茚酮、茚、茋、硅氮烷、芳香族三级化合物、苯乙烯基胺化合物、芳香族二次甲基化合物、卟啉化合物、聚硅烷化合物、聚(N-乙烯基咪唑)、戊烯(arylene)共聚物、噻吩低聚物、聚噻吩、有机硅烷、碳膜、以及它们的衍生物。其中,吡啶衍生物、咪唑衍生物、芳香族三级化合物、以及噻吩衍生物是优选的。更进一步,在其分子中有咪唑基的空穴传输主体是更优选的。有叔丁基取代的咪唑基的空穴传输主体是特别优选的。

[0113] 从提高耐久性和减小驱动电流的角度看,电子传输主体的电子亲和势 E_a 优选在2.5eV到3.5eV的范围之内。更优选电子传输主体的电子亲和势 E_a 在2.6eV到3.4eV的范围之内,且还更优选电子亲和势 E_a 在2.8eV到3.3eV的范围之内。此外,从提高耐久性和减小驱动电流的角度看,优选电子传输主体的电离电势 I_p 在5.7eV到7.5eV的范围之内。更优选电离电势 I_p 在5.8eV到7.0eV的范围之内,而还更优选电离电势 I_p 在5.9eV到6.5eV的范围之内。

[0114] 电子传输主体材料的实例包括:杂环四碳酸酐,如:吡啶、噻吩、三嗪、咪唑、吡唑、三唑、**噁唑**、**噁**二唑、茚酮、蒽醌二甲烷、蒽酮、二苯基醌、噻喃二氧化物、碳二亚胺、亚茚基甲烷、二苯乙烯基吡啶、氟化物取代的芳香族化合物、萘、茋、酞菁、以及它们的衍生物(其可以与其它环形成稠环),和各种金属配合物,如:8-羟基喹啉衍生物的金属配合物;金属酞菁;以及含有苯并**噁唑**或苯并噻唑作为配体的金属配合物。其中,金属配合物、唑衍生物(苯并咪唑衍生物、咪唑并吡啶衍生物等)、吡啶衍生物(吡啶衍生物、噻吩衍生物、三嗪衍生物等)是优选的。从耐久性的角度看,金属配合物是更优选的。优选金属配合物化合物(A)的配体具有与金属配位结合的至少一个氮原子、至少一个氧原子、或者至少一个硫原子。

[0115] 对金属配合物中的金属离子没有特殊的限制。优选的实例包括:铍离子、镁离子、铝离子、镓离子、锌离子、镉离子、锡离子、铂离子、以及钡离子。其中,铍离子、铝离子、镓离子、锌离子、铂离子、以及钡离子是更优选的,而铝离子、锌离子、以及钡离子是最优选的。

[0116] 可以使用以下文献中描述的配体作为金属配合物的配体:H. Yersin和A. Volger,“配位化合物的光化学和光物理(“Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds”), Springer-Verlag, 1987;以及A. Yamamoto,“有机金属化学-基础和应用(Organic Metal Chemistry-Basics and Applications)”, Shokabo, 1982。

[0117] 配体的具体实例包括:含氮的杂环配体(优选其碳数是1至30,更优碳数是2至20,最优选碳数是3至15;单齿配体,或两个以上且六个以下的配位结合位点的多齿配体,或者单齿配体和多齿配体的混合物);吡啶配体(例如,吡啶配体、联吡啶配体、三联吡啶(terpyridine)配体);羟苯基唑配体(例如,羟苯基苯并咪唑配体、羟苯基苯并**噁唑**配体、羟苯基咪唑配体、羟苯基咪唑并吡啶配体);烷氧基配体(例如,甲氧基、乙氧基、丁氧基或2-乙基己氧基,其碳数优选是1至30,更优选碳数是1至20,最优选碳数是1至10);芳氧基配体(例如,苯氧基、1-萘氧基、2-萘氧基、2,4,6-三甲基(trimethyl)苯氧基和4-联苯氧基,其碳数是6至30,更优选碳数是6至20,最优选碳数是6至12);杂芳氧基配

体(例如,吡啶氧基;吡喃氧基(pyradyl oxy);和喹啉氧基,其碳数是1至30,更优选碳数是1至20,最优选碳数是1至12);烷硫基配体(例如,甲硫基和乙硫基,其碳数是1至30,更优选碳数是1至20,最优选碳数是1至12)、杂芳硫基配体(例如,吡啶硫基、2-苯并咪唑硫基(benzimidazolylthio)、2-苯并噁唑硫基(benzoxazolylthio)、2-苯并噻唑硫基(benzthiazolylthio),其碳数是1至30,更优选碳数是1至20,最优选碳数是1至12);甲硅烷氧基配体(例如,三苯氧基、三乙氧基甲硅烷氧基和三异丙基甲硅烷氧基,其碳数是1至30,更优选碳数是3至25,最优选碳数是6至20);芳香族烃阴离子配体(例如,苯基阴离子、萘基阴离子、蒽基阴离子,其碳数是6至30,更优选碳数是6至25,最优选碳数是6至20)、芳香族杂环阴离子配体(例如,吡咯阴离子、吡唑阴离子、三唑阴离子、噁唑阴离子、苯并噁唑阴离子、噻唑阴离子、苯并噻唑阴离子、噻吩阴离子和苯并噻吩阴离子,其碳数是1至30,更优选碳数是2至25,最优选碳数是2至20);和假吲哚阴离子配体。在这些配体中,含氮杂环配体、芳氧基配体、杂芳氧基配体、甲硅烷氧基配体是优选的,而含氮杂环配体、芳氧基配体、甲硅烷氧基配体、芳香族烃阴离子配体和芳香族杂环阴离子配体是最优选的。

[0118] 在日本未审查专利公布2002-235076、2004-214179、2004-221062、2004-221065、2004-221068和2004-327313中描述的化合物可以用作金属配合物电子传输主体。

[0119] 在有机发光层中,从色纯度、发光效率和驱动耐久性的角度来看,优选主体材料的三重态最低激发能级(T1)高于磷光发射材料的三重态最低激发能级。

[0120] 此外,对有机发光层中主体材料的量没有特殊的限制。然而,从发光效率和驱动电流的角度看,优选有机发光层中包含的主体材料相对于构成有机发光层的化合物的总质量在15质量%至95质量%的范围之内。

[0121] 对有机发光层的厚度没有特殊的限制。优选的是,有机发光层的厚度在2nm至500nm的范围之内。在这个范围内,从外部量子效率的角度看,更优选有机发光层的厚度在3nm至200nm的范围之内,最优选厚度在5nm至100nm的范围之内。

[0122] <空穴注入层、空穴传输层>

[0123] 空穴注入层和空穴传输层从阳极或者从发光元件朝向阳极的一侧接受空穴,并将空穴向阴极传输。空穴注入材料和空穴传输材料可以是低分子化合物或高分子化合物。

[0124] 具体地,优选空穴注入层和空穴传输层是包含以下物质的层:吡咯衍生物、咪唑衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噻二唑衍生物、咪唑衍生物、聚烯丙基烷烃衍生物、吡唑啉(pyrazolene)衍生物、吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳胺衍生物、氨基取代的查耳酮衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、腈衍生物、芪衍生物、硅氮烷衍生物(sylazane)、芳香族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳香族二次甲基化合物、酞菁化合物、卟啉化合物、噻吩衍生物、有机硅烷衍生物、碳等。

[0125] 受电子掺杂剂可以包含在有机EL元件1至3的空穴注入层或空穴传输层中。包含在空穴注入层或空穴传输层中的受电子掺杂剂可以是无机化合物,或有机化合物,只要其具有电子接受性能并氧化有机化合物即可。

[0126] 作为受电子掺杂剂使用的无机化合物的实例包括卤化金属如:氯化铁、氯化铝、氯化镓、氯化铟、五氯化锑,以及金属氧化物如五氧化钒(vanadium pentoxide)和三氧化钼。

[0127] 在使用有机化合物作为受电子掺杂剂的情况下,可以有利地使用含有硝基、卤素、氰基、三氟甲基等的化合物,醌类化合物、酸酐类化合物、以及富勒烯。

[0128] 此外,在以下文献中描述的化合物可以用作受电子掺杂剂:日本未审查专利公布 6(1994)-212153、11(1999)-111463、11(1999)-251067、2000-196140、2000-286054、2000-315580、2001-102175、2001-160493、2002-252085、2002-056985、2003-157981、2003-217862、2003-229278、2004-342614、2005-072012、2005-166637 和 2005-209643。

[0129] 这些化合物中,六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基乙烯、四氰基醌(quino)二甲烷、四氟四氰基醌二甲烷、四氟对苯醌(p-fluoranyl)、四氯对苯醌(p-chloranyl)、四溴对苯醌(p-bromanyl)、对苯醌、2,6-二氯苯醌、2,5-二氯苯醌、1,2,4,5-四氰基苯、1,4-二氰基四氟苯、2,3-二氯-5,6-二氰基苯醌、对二硝基苯、间二硝基苯、邻二硝基苯、1,4-萘醌、2,3-二氯萘醌、1,3-二硝基萘、1,5-二硝基萘、9,10-蒽醌、1,3,6,8-四硝基呋唑、2,4,7-三硝基-9-芴酮、2,3,5,6-四氰基吡啶、以及富勒烯 C60 是优选的。六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基乙烯、四氰基醌二甲烷、四氟四氰基醌二甲烷、四氟对苯醌、四氯对苯醌、四溴对苯醌、2,6-二氯苯醌、2,5-二氯苯醌、2,3-二氯萘醌、1,2,4,5-四氰基苯、2,3-二氯-5,6-二氰基苯醌、以及 2,3,5,6-四氰基吡啶是更优选的,而四氟四氰基醌二甲烷是最优选的。

[0130] 可以使用一种类型的受电子掺杂剂,或可以使用两种以上类型的受电子掺杂剂。所含的受电子掺杂剂的量根据所使用材料的种类而不同。然而,优选受电子掺杂剂的量相对于空穴传输层材料在 0.01 质量%至 50 质量%的范围之内,更优选该量在 0.05 质量%至 20 质量%的范围之内,且最优选该量在 0.1 质量%至 10 质量%的范围之内。

[0131] 从减小驱动电流的角度看,优选空穴注入层和空穴传输层中的每一层的厚度小于或者等于 500nm。

[0132] 优选空穴传输层的厚度在 1nm 至 500nm 的范围之内。更优选空穴传输层的厚度在 5nm 至 200nm 的范围之内,且最优选空穴传输层的厚度在 10nm 至 100nm 的范围之内。优选空穴注入层的厚度在 0.1nm 至 200nm 的范围之内。更优选空穴注入层的厚度在 0.5nm 至 100nm 的范围之内,且最优选空穴注入层的厚度在 1nm 至 100nm 的范围之内。

[0133] 空穴注入层和空穴传输层可以具有由上述材料中的一种或两种以上形成的单层结构。备选地,空穴注入层和空穴传输层可以具有由相同或者不同组成的多层形成的多层结构。

[0134] <电子注入层、电子传输层>

[0135] 电子注入层和电子传输层从阴极或者从发光元件朝向阴极的一侧接受电子,并将电子向阳极传输。电子注入材料和电子传输材料可以是低分子化合物或高分子化合物。

[0136] 具体地,优选的是,电子注入层和电子传输层是包含以下物质的层:芳香族环四碳酸酐,如:吡啶衍生物、喹啉衍生物、嘧啶衍生物、吡嗪衍生物、酞嗪衍生物、菲咯啉衍生物、三嗪衍生物、三唑衍生物、**噁**唑衍生物、**噁**二唑衍生物、咪唑衍生物、芴酮衍生物、蒽醌二甲烷衍生物、蒽酮衍生物、二苯醌衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二亚胺衍生物、亚芴基(fluorenylydene)甲烷衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、萘、蒽;各种金属配合物,如:8-羟基喹啉衍生物和酞菁衍生物的金属配合物、金属酞菁、和含苯并**噁**唑或苯并噻唑作为配体的金属配合物;有机硅烷衍生物如硅杂环戊二烯(silole);等。

[0137] 有机 EL 元件 1 至 3 的电子注入层或电子传输层中可以包含给电子掺杂剂。电子注入层或电子传输层中所含的给电子掺杂剂必须具有给电子性能和使有机化合物还原。这种材料的实例包括:碱金属如 Li、碱土金属如 Mg、包括稀土金属的过渡金属、还原性有机化

合物。功函为 4.2eV 以下的金属可以特别有利地被使用。这种金属的具体实例包括 Li、Na、K、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Y、Cs、La、Sm、Gd、以及 Yb。还原性有机化合物的实例包括：含氮化合物、含硫化合物和含磷化合物。

[0138] 此外，日本未审查专利公布 6(1994)-212153、2000-196140、2003-068468、2003-229278 和 2004-342614 中描述的化合物可以用作给电子掺杂剂。

[0139] 可以使用一种类型的给电子掺杂剂，或可以使用两种以上类型的给电子掺杂剂。所含的给电子掺杂剂的量根据所使用材料的种类而不同。然而，优选给电子掺杂剂的量相对于电子传输层的材料在 0.1 质量%至 99 质量%的范围之内，更优选该量在 1.0 质量%至 80 质量%的范围之内，且最优选该量在 2.0 质量%至 70 质量%的范围之内。

[0140] 从减小驱动电流的角度看，优选电子注入层和电子传输层中的每一层的厚度小于或者等于 500nm。

[0141] 优选的是，电子传输层的厚度在 1nm 至 500nm 的范围之内。更优选电子传输层的厚度在 5nm 至 200nm 的范围之内，且最优选电子传输层的厚度在 10nm 至 100nm 的范围之内。优选的是，电子注入层的厚度在 0.1nm 至 200nm 的范围之内。更优选电子注入层的厚度在 0.5nm 至 100nm 的范围之内，且最优选电子注入层的厚度在 1nm 至 100nm 的范围之内。

[0142] 电子注入层和电子传输层可以具有由上述材料中的一种或两种以上形成的单层结构。备选地，电子注入层和电子传输层可以具有由相同或者不同组成的多层形成的多层结构。

[0143] <空穴阻挡层>

[0144] 空穴阻挡层是起着防止从阳极一侧传输至有机发光层的空穴通向阴极侧的作用的层。空穴阻挡层可以形成为与有机发光层相邻，朝向阴极 22 一侧。

[0145] 构成空穴阻挡层的化合物的实例包括：铝配合物如 BAlq、三唑衍生物、菲咯啉(phenanthroline)衍生物如 BCP。

[0146] 优选的是，空穴阻挡层的厚度在 1nm 至 500nm 的范围之内。更优选空穴阻挡层的厚度在 5nm 至 200nm 的范围之内，且最优选空穴阻挡层的厚度在 10nm 至 100nm 的范围之内。

[0147] 空穴阻挡层可以具有由上述材料中的一种或两种以上形成的单层结构。备选地，空穴阻挡层可以具有由相同或者不同组成的多层形成的多层结构。

[0148] <电子阻挡层>

[0149] 电子阻挡层是起着防止从阴极 22 一侧传输至有机发光层的电子通向阳极 21 一侧的作用的层。电子阻挡层可以形成为与有机发光层相邻，朝向阳极 21 一侧。

[0150] 上面作为构成空穴阻挡层的材料列举的化合物可以被应用于电子阻挡层。

[0151] 优选的是，电子阻挡层的厚度在 1nm 至 500nm 的范围之内。更优选电子阻挡层的厚度在 5nm 至 200nm 的范围之内，且最优选电子阻挡层的厚度在 10nm 至 100nm 的范围之内。

[0152] 电子阻挡层可以具有由上述材料中的一种或两种以上形成的单层结构。备选地，电子阻挡层可以具有由相同或者不同组成的多层形成的多层结构。

[0153] <保护层>

[0154] 保护层 50 被设置在有机 EL 元件 1 至 3 的光散射层 40 之上。保护层 50 阻止诸如水分和氧气这种使元件劣化的物质进入元件内部。优选的是，保护层 50 包含抑制诸如水分和氧气这种使元件劣化的物质进入元件的材料。这样的材料包括：金属，如 In、Sn、Pb、

Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni；金属氧化物，如 MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、TiO₂；金属氮化物，如 SiN_x 和 SiN_xO_y；金属氟化物，如 MgF₂、LiF、AlF₃、CaF₂；聚乙烯、聚丙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰亚胺、聚脲、聚四氟乙烯、聚氯三氟乙烯、聚二氯二氟乙烯；氯三氟乙烯和二氯二氟乙烯的共聚物、通过使四氟乙烯和包含至少一种共聚单体的单体混合物共聚得到的共聚物、在共聚物主链上含环结构的含氟化物的共聚物；以及吸收率为 1% 以上的吸水材料、和吸收率为 0.1% 以下的耐湿材料。

[0155] 对用于形成保护层 50 的方法没有特殊的限制。真空气相沉积法、溅射法、反应性溅射法、MBE（分子束外延）法、簇离子束法、离子电镀法、等离子体聚合法（高频激发离子电镀法）、等离子体 CVD 法、激光 CVD 法、热 CVD 法、气源 CVD 法、涂敷法、印刷法、或者转印法是可使用方法的实例。

[0156] 优选的是，有机 EL 元件 1 至 3 的第一散射部 41 的折射率和保护层 50 的折射率近似相等，因此通过光散射层 40 输出的光可以被高效率地输出。

[0157] 有机 EL 元件 1 至 3 具有在光散射层 40 之上设置保护层 50 的构造。备选地，光散射层 40 本身可以起着保护层的作用。此外，保护层 50 可以被设置成覆盖发光元件的从基板 10 至光散射层 40 的整个结构，而不是只设置在光散射层 40 的表面上。

[0158] < 密封 >

[0159] 整个有机 EL 元件 1 至 3 可以通过使用密封容器或密封剂进行密封，以防止诸如水分和氧气这种使元件劣化的物质进入元件内部。

[0160] 在使用密封容器的情况下，可以将吸水剂或惰性液体密封在发光元件和密封容器之间的空间中。对吸水剂没有特殊的限制，实例包括：氧化钡、氧化钠、氧化钾、氧化钙、硫酸钠、硫酸钙、硫酸镁、五氧化磷、氯化钙、氯化镁、氯化铜、氟化铯、氟化铷、溴化钙、溴化钡、分子筛、沸石、以及氧化镁。对惰性液体没有特殊的限制，实例包括：石蜡、流体石蜡（fluid paraffins）；氟化物溶剂如全氟烷烃、全氟胺、全氟醚；氯化物溶剂；以及硅油。

[0161] 在使用密封剂形成密封层的情况下，密封剂可以通过涂敷法、气相沉积法、溅射法等形成膜以密封元件。对密封剂没有特殊的限制，但树脂类密封剂可以有利地被使用，因为这类密封剂成本低并且具有优良的可加工性。

[0162] 树脂密封剂的实例包括：丙烯酸类树脂、环氧树脂、氟化物树脂、硅树脂、橡胶树脂、酯树脂等。其中，从耐湿功能的角度出发，环氧树脂是优选的。在环氧树脂中，热固化性环氧树脂和光固化性环氧树脂是优选的。

[0163] 优选的是密封层的厚度在 1 μm 至 1mm 的范围之内。更优选密封层的厚度在 5 μm 至 100 μm 的范围之内。最优选密封层的厚度在 10 μm 至 50 μm 的范围之内。如果密封层比这些范围薄，则难以得到足够的密封效果。如果密封层的厚度超出这些范围的上限，则有机 EL 元件本身变厚，从微型化和形成薄元件的角度看，这是不利的。

[0164] 具有优良的耐湿性的填充剂和干燥剂可以被加入密封层中。无机材料，如二氧化硅 SiO₂、SiO（氧化硅）、SiON（氧氮化硅）、以及氮化硅 SiN（氮化硅）是要加入的填充剂的优选实例。通过加入填充剂，密封剂的粘度增加，其可加工性提高，且其耐湿性提高。氧化钡、氧化钙和氧化锶是干燥剂的优选实例。

[0165] 树脂密封层可以通过将树脂片材进行加压粘合或者热压粘合而设置。

[0166] 注意，密封层可以被配置成至少设置在显示元件如有机 EL 面板的显示区上，这种

显示元件配备有有机 EL 元件和被设置在同一个基板上、用于驱动有机 EL 元件的薄膜晶体管。

[0167] 有机 EL 元件 1 至 3 通过在阳极 21 和阴极 22 之间施加直流（根据需要，电流可以包含交流成分）电压（通常在 2 伏特至 15 伏特的范围内）而发光。

[0168] 关于有机 EL 元件的驱动方法，可以使用日本未审查专利公布 2(1990)-148687、6(1994)-301355、5(1993)-029080、7(1995)-134558、8(1996)-234685 和 8(1996)-241047、日本专利 2784615、美国专利 5,828,429 和 6,023,308 中所描述的驱动方法。

[0169] [设计变更]

[0170] 上面描述的实施方案是顶部发光型有机 EL 元件。然而，光散射层 40 以散射光的形式输出由于全内反射而被俘获在元件内部的光的瞬逝光。因此，在底部发光型元件中将光散射层 40 设置在朝向光输出侧的全内反射表面的情况下，可以获得类似的有益效果。类似地，在双侧发光型元件中，光散射层 40 可以被设置在朝向光输出侧的全内反射表面。同样，在这种情况下，在每一个光输出表面，可以得到前面描述的有益效果。

[0171] 前面描述的实施方案是具有有机化合物层作为发光层 30 的有机 EL 元件。然而，本发明有机发光元件可以适用于具有无机化合物层作为发光层 30 的无机 EL 元件。在已知的无机 EL 元件中使用的无机化合物层可以被用作发光层 30。这样的无机化合物层的实例是其中分散有荧光物质如 ZnS 的电介质层。

[0172] 虽然发光层 30 在有机 EL 元件和无机 EL 元件之间不同，但是发光机理是相同的。因此，图 1 至图 3 中所示的元件结构可以被应用到无机 EL 元件中，并可以得到类似的有益效果。

[0173] [工业应用领域]

[0174] 本发明的发光元件可以有利地被用于显示元件、显示器、背光、电子照相、照明光源、记录光源、曝光光源、读出光源、标志、信号、室内照明、光通信等。

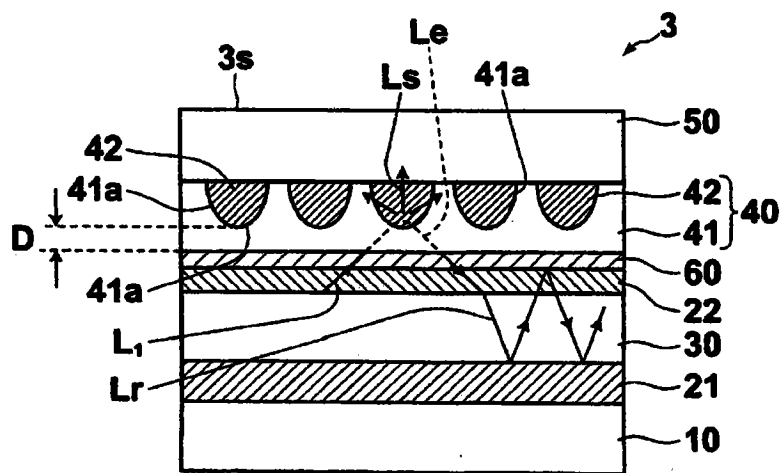


图 3