(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101836308 A
(43)申请公布日 2010.09.15

(21)申请号 200880100671.8

(22)申请日 2008.07.25

(30)优先权数据
2007-196527 2007.07.27 JP

(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.01.27

(86)PCT申请的申请数据
PCT/JP2008/063813 2008.07.25

(87)PCT申请的公布数据
WO2009/017210 EN 2009.02.05

(71)申请人 富士胶片株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 木下正儿 飞世学

(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.
H01L 51/50(2006.01)
C09K 11/06(2006.01)

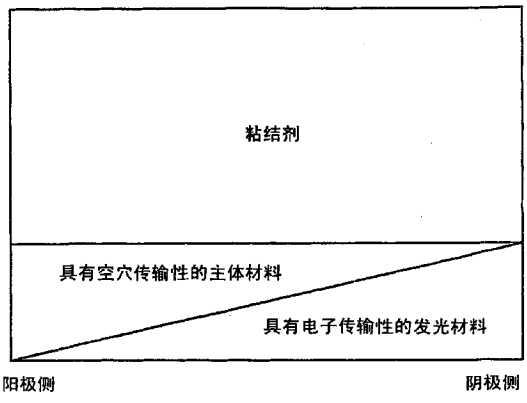
权利要求书 1 页 说明书 45 页 附图 5 页

(54)发明名称

有机电致发光装置

(57)摘要

一种有机电致发光装置10，包括阳极14、面对所述阳极设置的阴极18和夹在所述阳极和所述阴极之间并包括至少发光层的有机层16，其中所述发光层包括具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料，并且具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。优选地，电惰性材料的浓度也从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。



CN 101836308 A

1. 一种有机电致发光装置，包括：

阳极，

面对所述阳极设置的阴极，和

夹在所述阳极和所述阴极之间并包括至少发光层的有机层，

其中所述发光层包括具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料，并且所述具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。

2. 如权利要求 1 所述的有机电致发光装置，其中所述发光层中的所述电惰性材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。

3. 如权利要求 2 所述的有机电致发光装置，其中相对于在发光层的阴极侧的界面附近区域中的具有电子传输性的发光材料的浓度，在发光层的阳极侧的界面附近区域中的具有电子传输性的发光材料的浓度为 0 质量％～ 50 质量％。

4. 如权利要求 3 所述的有机电致发光装置，其中在发光层的阳极侧界面附近区域，发光层中的具有电子传输性的发光材料的浓度为 0 质量％～ 10 质量％。

5. 如权利要求 1 所述的有机电致发光装置，其中所述电惰性材料是最高占据分子轨道和最低未占据分子轨道之间的能量差 Eg 为 4.0eV 或更高的有机材料。

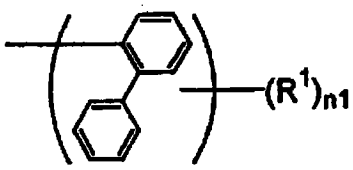
6. 如权利要求 5 所述的有机电致发光装置，其中所述有机材料是下式 (1) 代表的化合物：

式 (1)

$L-(Ar)_m$

其中，Ar 代表下式 (2) 代表的基团；L 代表三价或更高价的苯骨架；和 m 代表 3 以上的整数：

式 (2)



其中，R^1 代表取代基，并且当存在多个 R^1 时，各 R^1 可以彼此相同或不同；和 n1 代表 0 ～ 9 的整数。

7. 如权利要求 5 所述的有机电致发光装置，其中所述有机材料是硅氧烷化合物。

8. 如权利要求 1 所述的有机电致发光装置，其中所述电惰性材料是无机介电材料。

9. 如权利要求 8 所述的有机电致发光装置，其中所述无机介电材料是选自氮化硅、氮氧化硅、氧化硅和碳化硅中的至少一种。

10. 如权利要求 1 所述的有机电致发光装置，其中所述发光材料是磷光发光材料。

11. 如权利要求 1 所述的有机电致发光装置，其中发光光谱的峰波长在 430nm ～ 480nm 之间。

有机电致发光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光装置。

背景技术

[0002] 近年来，已经开发了利用有机电致发光装置（有机 EL 装置）的发光设备。图 6 示意性示出有机 EL 装置 1 的构成。在由玻璃等制成的基板 2 上，阳极 3、有机 EL 层 8（空穴传输层 4、发光层 5 和电子传输层 6）、阴极 7 等形成叠层。在图中，未示出隔板、绝缘膜、密封元件等。两个电极 3 和 7 通过电极的引出配线（端子）与外部配线连接。当电场施加到电极上时，空穴和电子在夹在电极 3 和 7 之间区域中的发光层 5 中复合，从而发光。

[0003] 在制造能够彩色显示的显示设备的情况下，例如，在基板上形成条纹状的阳极，然后使用有机 EL 材料进行图案化，使得在阳极上重复显现分别对应于红色 (R)、绿色 (G) 和蓝色 (B) 的有机 EL 层。然后，在有机 EL 层上形成阴极，并且各电极的端子（外部连接端子）与外部配线如控制配线、信号配线等连接。这样，排列对应于 RGB 的有机 EL 装置形成像素，从而可以进行彩色显示。

[0004] 构成发光层的材料要求满足诸如良好的发光效率、良好的载流子 (carrier) 传输性和良好的成膜性等条件。该材料可以仅由发光材料构成，或者也可以由发光材料和不发光并有电荷传输性的主体材料的混合物构成。

[0005] 此外，通过使发光层具有构成材料的浓度梯度，已经提出针对改善发光效率或提高寿命的发光装置（参见，例如，日本专利申请未审公开 (JP-A) No. 2001-155862、JP-A No. 2001-189193、JP-A No. 2004-6102 和 JP-A No. 2002-313583）。然而，在实际中，尚未发现通过精确控制发光层中的载流子平衡而使整个发光层发光来实现发光效率和耐久性改善的有机 EL 装置。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题提出了本发明，本发明的目的是提供一种通过在发光层的宽区域发光而实现发光效率和耐久性改善的有机电致发光装置。

[0007] 根据本发明的一个方面，提供一种有机电致发光装置，包括：阳极、面对所述阳极设置的阴极和夹在所述阳极和所述阴极之间并包括至少发光层的有机层，其中所述发光层包括具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料，并且具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。

附图说明

[0008] 图 1 是根据本发明的有机 EL 装置的基本构成的一个例子的示意图。

[0009] 图 2 是根据本发明的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的一个例子的示图。

[0010] 图 3 是根据本发明的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的另一个例子的示图。

[0011] 图 4A 是实施例 1 中制作的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的示图。

[0012] 图 4B 是实施例 2 中制作的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的示图。

[0013] 图 4C 是实施例 3 中制作的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的示图。

[0014] 图 5A 是比较例 1 中制作的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的示图。

[0015] 图 5B 是比较例 2 中制作的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的示图。

[0016] 图 5C 是比较例 3 中制作的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的示图。

[0017] 图 6 是有机 EL 装置的示例性构成的示意图。

[0018] 图 7 是根据本发明的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的另一个例子的示图。

具体实施方式

[0019] 下面，结合附图说明根据本发明的有机电致发光装置。

[0020] 根据本发明的发明人的发现，实验揭示出，在发光层内使用主体材料和发光材料的有机 EL 装置中，在使用表现出空穴传输性的主体材料和表现出电子传输性的发光材料的典型构成的情况下，发光层内的发光分布是朝着电子传输层 (ETL) 侧倾斜的分布。据推测，这是因为发光层内的载流子平衡是空穴过量和电子不足的状态，局部化的发光引起发光效率降低，并且发光负载集中引起耐久性劣化。

[0021] 关于在 ETL 侧的局部化发光，据认为，使用表现出空穴传输性的主体材料和表现出电子传输性的发光材料，并且通过提高发光材料的浓度，大量电子可以注入发光层中。然而，具有较高浓度的表现出电子传输性的发光材料的发光层中，观察到发光分布同时朝着空穴传输层 (HTL) 侧和电子传输层 (ETL) 侧倾斜。即，据认为，当发光层中的具有电子传输性的发光材料的浓度增大时，电子注入发光层中；然而，注入的电子迁移到接近 HTL 侧的界面，没有对复合起贡献，因此，不能解决在界面附近局部化发光的问题。

[0022] 因此，本发明的发明人进行了广泛研究，结果发现，当具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料包含在发光层中时，具有电子传输性的发光材料的浓度在阴极侧比在阳极侧更高，发光层内的发光分布接近于在层的整个厚度方向上发光的分布，并因而可以改善发光效率和耐久性。

[0023] 图 1 示出根据本发明的有机 EL 装置构成的一个例子。根据本发明的有机 EL 装置 10 具有以下结构：包括至少发光层的有机层 16 夹在于支持基板 12 上彼此对向配置的阳极 14 和阴极 18 之间，具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料包含在发光层中，其中具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极 18 侧朝着阳极 14 侧逐渐减小。

[0024] ＜支持基板＞

[0025] 用于形成有机 EL 装置 10 的支持基板 12 没有特别限制，只要其强度足以支持有机 EL 装置 10，并且具有透光性等，可以使用任何已知的材料。例如，可以提到的有诸如氧化钇稳定的氧化锆 (YSZ) 和玻璃等无机材料；和有机材料，诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯二甲酸丁二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯等聚酯类、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚醚砜、聚烯丙酯、聚酰亚胺、聚环烯烃、降冰片烯树脂和聚（氯三氟乙烯）。

[0026] 当玻璃用作支持基板 12 时，为减小从玻璃溶出的离子的量，优选非碱性玻璃 (non-alkaline glass)。当使用钠钙玻璃 (soda-lime glass) 时，优选的是使用具有二氧化硅等阻挡层的玻璃。

[0027] 在使用有机材料形成的支持基板 12 的情况下，优选使用具有优异的耐热性、尺寸稳定性、耐溶剂性、电绝缘性和加工性的材料。特别地，在使用塑料支持基板 12 的情况下，优选的是在支持基板 12 的一面或两面上设置透湿阻挡层 (moisture permeation blocking layer) 或气体阻挡层。关于透湿防止层或气体阻挡层的材料，可以适宜地使用诸如氮化硅或氧化硅等无机材料。可以通过例如高频溅射法等形成透湿防止层或气体阻挡层。

[0028] 此外，在使用热塑性支持基板的情况下，根据需要还可以设置硬涂层或下涂层等。

[0029] 支持基板 12 的形状、结构和尺寸等没有特别限制，这些可以根据有机 EL 发光装置 10 的用途和目的等适宜地选择。通常，从处理性和有机 EL 装置的形成容易性等观点来看，支持基板 12 的形状优选为板状。支持基板 12 的结构可以是单层结构或叠层结构。支持基板 12 可以仅由一个元件构成或者由两个以上的元件构成。

[0030] 此外，基于有机 EL 装置的发光设备可以分成通过支持基板 12 侧提取从发光层发出的光的底部发光型和通过支持基板 12 的相对侧提取光的顶部发光型。本发明可以使用任一种类型。在制作顶部发光型有机 EL 发光装置的情况下，由于不必须通过支持基板 12 侧提取发出的光，因此可以使用例如由不锈钢、Fe、Al、Ni、Co、Cu 或它们的合金制成的金属基板或硅基板。由金属制成的支持基板即使在很小厚度时也具有高强度，对于大气中的水分或氧气具有高气体阻挡性能。在使用由金属制成的支持基板的情况下，需要提供绝缘膜，以确保支持基板 12 和下电极 14 之间的电学绝缘性。

[0031] < 有机 EL 装置 >

[0032] 根据本发明的有机 EL 装置 10 可以采用例如以下所示的层构成，但是层构成不限于此，并且可以根据目的等适宜地确定。

[0033] • 阳极 / 发光层 / 阴极

[0034] • 阳极 / 空穴传输层 / 发光层 / 电子传输层 / 阴极

[0035] • 阳极 / 空穴传输层 / 发光层 / 阻挡层 / 电子传输层 / 阴极

[0036] • 阳极 / 空穴传输层 / 发光层 / 阻挡层 / 电子传输层 / 电子注入层 / 阴极

[0037] • 阳极 / 空穴注入层 / 空穴传输传输层 / 发光层 / 阻挡层 / 电子传输传输层 / 阴极

[0038] • 阳极 / 空穴注入层 / 空穴传输传输层 / 发光层 / 阻挡层 / 电子传输传输层 / 电子注入层 / 阴极

[0039] 通常，支持基板 12 侧上的电极（下电极）14 作为阳极，而密封基板（图未示）侧的电极（上电极）18 作为阴极。然而，可以将下电极作为阴极，上电极作为阳极。在以下说明中，将描述在支持基板 12 上从阳极 14 开始顺次形成各元件的构成，但是也可以在支持基板 12 上从阴极开始以相反方式形成。

[0040] - 阳极 -

[0041] 阳极 14 的形状、结构和尺寸等没有特别限制，只要可以用作将空穴供应到有机 EL 层 16 的电极，并且构成材料可以根据有机 EL 装置 10 的用途和目的等适宜地从已知的电极材料中选择。

[0042] 关于构成阳极 14 的材料，适宜提及的是例如金属、合金、金属氧化物、导电性化合物和这些材料的混合物。其具体例子包括导电性金属氧化物，如用锑或氟掺杂的氧化锡 (ATO、FTO)、氧化锡、氧化锌、氧化铟、氧化铟锡 (ITO) 和氧化铟锌 (IZO) ；金属 ；如金、银、铬

和镍；这些金属和导电性金属氧化物的混合物和层叠物；无机导电性材料，如碘化铜和硫化铜；有机导电性材料，如聚苯胺、聚噻吩和聚吡咯；以及这些材料和 ITO 的层叠物，等等。在这些材料中，导电性金属氧化物是优选的，从生产性、高电导率和透明性等的观点来看，ITO 是特别优选的。

[0043] 关于形成阳极 14 的方法，例如，可以提到的有诸如印刷法和涂布方法等湿法；诸如真空沉积法、溅射法和离子镀法等物理方法；以及诸如 CVD 和等离子体 CVD 法等化学方法。考虑到与构成阳极 14 的材料的相容性，可以适宜地选择方法。例如，当选择 ITO 作为阳极的材料时，可以通过直流或高频溅射法、真空沉积法或离子镀法形成阳极 14。

[0044] 形成阳极 14 的位置可以根据有机 EL 装置 10 的用途和目的等适宜地选择，阳极可以形成在支持基板 12 的整个表面上，或者可以形成在表面的一部分上。

[0045] 在形成阳极 14 的过程中，可以通过诸如光刻等化学蚀刻进行图案化，或者可以通过利用激光等的物理蚀刻进行图案化。此外，可以通过在阳极上叠置掩模进行真空沉积或溅射等，或者可以使用剥离方法 (lift-offmethod) 或印刷法。

[0046] 阳极 14 的厚度优选根据构成阳极 14 的材料等适宜地选择，但其厚度通常为约 10nm ～约 50μm，优选为 50nm ～ 20μm。

[0047] 阳极 14 的电阻值优选为 $10^3\Omega$ / □以下，更优选 $10^2\Omega$ / □以下，以确保将空穴供应到有机 EL 层 16。

[0048] 在从阳极侧提取光的情况下，光透过率优选为 60％以上，更优选 70％以上。透明阳极详细记载在 Yutaka Sawada 编的“New Development ofTransparent Electrode Films”，CMC Publishing Co.，Ltd.(1999) 中，其内容适用于本发明。例如，当使用低耐热性的塑料支持基板时，通过使用 ITO 或 IZO 在 150℃以下的低温下形成膜而制作的透明阳极是优选的。

[0049] －有机层－

[0050] 有机层（有机 EL 层）16 夹在阳极 14 和阴极 18 之间，并且具有包括至少发光层的构成。关于发光层之外的构成有机层 16 的各层，如上所述，可以提到的各种层有空穴传输层、电子传输层、电荷阻挡层、空穴注入层和电子注入层。作为优选的层构成，可以提到的有从阳极侧顺次形成空穴传输层、发光层和电子传输层的实施方式，并且该构成还可以在空穴传输层和发光层之间或者在发光层和电子传输层之间具有例如电荷阻挡层等。空穴注入层可以设置在阳极 14 和空穴传输层之间，或者电子注入层可以设置在阴极 18 和电子传输层之间。此外，各层可以分成多个二级层。

[0051] 构成有机层 16 的各层可以通过诸如沉积法、溅射法、转印法和印刷法等干式成膜法中的任一种适宜地形成。

[0052] －发光层－

[0053] 发光层是具有以下功能的层：在施加电场时从阳极 14、空穴注入层或空穴传输层接收空穴和从阴极 18、电子注入层或电子传输层接收电子，并提供空穴和电子复合而发光的位置。

[0054] 在不考虑层构成的情况下，根据本发明的有机 EL 装置 10 含有具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料，并且具有电子传输性的发光材料的浓度被设置成在阴极侧比在阳极侧更高。这里，具有电子传输性的发光材料是电子传输性

比空穴传输性更高并且发光的材料，而具有空穴传输性的主体材料是空穴传输性比电子传输性更高并且不发光的材料。电惰性材料是不具有电荷传输性（电子传输性和空穴传输性）并且不发光的材料，也称作粘结剂。

[0055] 图 2 示出根据本发明的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的一个实施例（第一实施方式）。该发光层由具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料（粘结剂）构成，并且具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。另一方面，具有空穴传输性的主体材料的浓度从阳极侧朝着阴极侧逐渐减小，粘结剂的浓度沿着厚度方向恒定。

[0056] 当使用具有这种浓度分布的发光层时，发光层内的发光分布接近于在层的整个厚度方向上发光的分布，并且可以改善发光效率和耐久性。发光分布接近于在层的整个厚度方向上发光的分布的一个原因被认为是，由于具有电子传输性的发光材料的浓度在阴极侧比在阳极侧更高，因此抑制从阴极侧注入发光层中的电子随着电子朝着阳极侧前进而迁移，并因此即使在发光层的中央部电子也与空穴发生复合，从而发光。此外，发光层包括电惰性材料（粘结剂）。尽管该粘结剂是没有电荷传输性的材料，但是粘结剂用作发光材料的分散剂，也用于抑制主体材料提供的空穴传输性。因此，也认为抑制了从阳极侧注入发光层中的空穴的迁移，并且在空穴朝着发光层的阴极侧迁移之前，即使在阳极侧和中央部内，也容易发生与电子的复合。因此，发光层包括具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料，并且主要地，通过基于具有电子传输性的发光材料在发光层中的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小和粘结剂包含在发光层中的协同效果，电子和空穴更容易在发光层的端部附近以及在发光层的中央部附近复合。因此，可以在整个发光层内有效率地实现发光。因此，朝着阴极侧倾斜的发光分布大幅改善，发光效率增强，防止发光负荷的集中，从而耐久性增强。

[0057] 图 3 示出根据本发明的有机 EL 装置的发光层中的浓度分布的另一个实施例（第二实施方式）。该发光层也包括具有电子传输性的发光材料、具有空穴传输性的主体材料和电惰性材料，并且具有电子传输性的发光材料在发光层中的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小，同时粘结剂的浓度也从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。因此，当在发光层中具有电子传输性的发光材料的浓度和粘结剂的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小时，粘结剂施加的效果在阳极侧小和在阴极侧大。因此，从阳极侧注入发光层的空穴因为从阴极侧到阳极侧更近而移动的更慢，并因而局部化发光进一步抑制，发光效率和耐久性可以进一步改善。

[0058] 构成发光层的各材料的浓度分布没有特别限制，只要具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小。然而，例如，如果具有电子传输性的发光材料的浓度在发光层的阴极侧过低，则电子不能充分地注入发光层中，相反，如果浓度过高，可能会发生浓度淬灭 (concentration quenching) 或连带发光 (associated light emission)，会有效率降低或色度劣化的风险。此外，如果具有电子传输性的发光材料的浓度或粘结剂的浓度在发光层的阳极侧很高并且具有空穴传输性的主体材料的浓度过低，则空穴不能充分地注入发光层中，会有发光强度降低的风险。

[0059] 从上述观点来看，具有电子传输性的发光材料在发光层的阴极侧的界面附近区域中的浓度（质量％）优选是 5％～ 100％，更优选 10％～ 80％，特别优选 15％～ 70％。另一方面，具有电子传输性的发光材料在发光层的阳极侧的界面附近区域中的浓度（质量％）

优选是 0%～ 10%，更优选 0%～ 7%，特别优选 0%～ 5%。

[0060] 还优选的是，相对于具有电子传输性的发光材料在发光层的阴极侧的界面附近区域中的浓度，具有电子传输性的发光材料在发光层的阳极侧的界面附近区域中的浓度为 0 质量%～ 50 质量%，更优选 0 质量%～ 20 质量%。

[0061] 此外，在本说明书中，术语″发光层的阴极侧的界面附近区域″被定义为从发光层的阴极侧的界面延伸到发光层总厚度的 10%厚度的区域，而术语″发光层的阳极侧的界面附近区域″被定义为从发光层的阳极侧的界面延伸到发光层总厚度的 10%厚度的区域。此外，区域中的浓度被定义为该区域内的平均浓度。各材料在″发光层的阴极侧（阳极侧）的界面附近区域″中的浓度可以根据诸如飞行时间二次离子质谱 (TOF-SIMS) 或蚀刻 /X 射线光电子能谱 (XPS/ESCA) 等方法测量。

[0062] 从获得充分的发光强度、防止浓度淬灭等的观点来看，具有电子传输性的发光材料在发光层中的含量优选为 5 ～ 50 质量%，更优选 10 ～ 30 质量%。

[0063] 优选的是，具有空穴传输性的主体材料在发光层中的浓度从阳极侧朝着阴极侧逐渐减小，与具有电子传输性的发光材料的浓度相反。具有空穴传输性的主体材料在发光层的阴极侧的界面附近区域中的浓度（质量%）优选是 0 ～ 10%，更优选 0 ～ 7%，特别优选 0 ～ 5%。另一方面，具有空穴传输性的主体材料在发光层的阳极侧的界面附近区域中的浓度（质量%）优选是 5 ～ 100%，更优选 10 ～ 80%，特别优选 15 ～ 70%。

[0064] 从载流子平衡等的观点来看，具有空穴传输性的主体材料在发光层中的含量优选为 5 ～ 90 质量%，更优选 10 ～ 70 质量%。

[0065] 此外，从上述观点来看，电惰性材料（粘结剂）在发光层中的浓度优选从阴极侧朝着阳极侧恒定或逐渐减小，更优选从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小，与具有电子传输性的发光材料的浓度相似。电惰性材料（粘结剂）在发光层的阴极侧的界面附近区域中的浓度（质量%）优选是 0 ～ 95%，更优选 10 ～ 90%，特别优选 20 ～ 85%。另一方面，电惰性材料（粘结剂）在发光层的阳极侧的界面附近区域中的浓度（质量%）优选是 0 ～ 95%，更优选 0 ～ 90%，特别优选 0 ～ 85%。

[0066] 电惰性材料（粘结剂）在发光层中的含量优选为 1 ～ 90 质量%，更优选 10 ～ 80 质量%，以充分地获得由粘结剂带来的效果。

[0067] 逐渐减小具有电子传输性的发光材料在发光层中的浓度的方法没有特别限制，例如，浓度可以直线或曲线的减小梯度从阴极侧朝着阳极侧连续逐渐减小，或者可以阶梯方式逐渐减小。此外，例如，在发光层具有在发光层内减小的浓度梯度的情况下，即使在层内存在浓度局部增加的区域，只要浓度梯度总体减小，发光层就在本申请的意图范围内。此外，从避免局部化发光造成的高发光负荷并且在整个发光层内更均匀地发光的观点来看，优选的是，具有电子传输性的发光材料在发光层中的浓度以直线的减小梯度从阴极侧朝着阳极侧连续逐渐减小，如图 2 和图 3 所示。

[0068] 此外，在具有空穴传输性的主体材料或电惰性材料在发光层中具有浓度分布的情况下，优选的是，浓度沿着发光层的厚度方向以直线或曲线的减小或增大梯度连续逐渐减小或增大，或者浓度以阶梯方式逐渐减小或逐渐增大。

[0069] 下面，详细说明构成发光层的各材料。

[0070] (A) 具有电子传输性的发光材料

[0071] 根据本发明的发光层中的发光材料可以是荧光发光材料或磷光发光材料，只要其能够传输电子。

[0072] (a) 磷光发光材料

[0073] 关于磷光发光材料，通常可以提到的有含有过渡金属原子或镧系元素原子的络合物 (complex)。

[0074] 过渡金属原子的例子优选包括钌、铑、钯、钨、铼、锇、铱和铂，更优选铼、铱和铂，再更优选铱和铂。

[0075] 镧系元素原子的例子包括镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕、钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱和镥。在这些镧系元素原子中，优选的是钕、铕和钆。

[0076] 关于络合物的配体，例如，可以提到的有在 G.Wilkinson 等人，″ Comprehensive Coordination Chemistry ″，Pergamon Press(1987) ;H.Yersin， ″ Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds ″，SpringerVerlag(1987) ;Yamamoto Akio， ″ Organometallic Chemistry-Fundamentalsand Applications)，Shokabo Publishing Co.Ltd.(1982) 等中记载的配体。

[0077] 配体的具体例子优选包括卤素配体（优选氯配体）、芳族碳环配体（例如，环戊二烯基阴离子、苯阴离子、萘基阴离子等）、含氮杂环配体（例如，苯基吡啶、苯并喹啉、羟基喹啉、联吡啶、菲咯啉等）、二酮配体（例如，乙酰丙酮等）、羧酸配体（例如，乙酸配体等）、醇盐配体（例如，酚盐配体等）、一氧化碳配体、异腈配体和氰基配体，更优选的是含氮杂环配体。

[0078] 络合物可以在化合物中具有一个过渡金属原子，或者可以具有两个以上的金属原子形成所谓的多核络合物。配体还可以同时含有不同种的金属原子。

[0079] 在这些中，发光材料的具体例子包括专利文献例如美国专利 No.6,303,238B1、美国专利 No.6,097,147、WO 00/57676、WO 00/70655、WO 01/08230、WO 01/39234A2、WO 01/41512A1、WO 02/02714A2、WO 02/15645A1、WO 02/44189A1、JP-A No.2001-247859、日本专利申请 No.2000-33561、JP-A No.2002-117978、JP-A No.2002-225352、JP-ANo.2002-235076、日本专利申请 No.2001-239281、JP-A No.2002-170684、EP No.1211257、JP-A No.2002-226495、JP-A No.2002-234894、JP-A No.2001-247859、JP-A No.2001-298470、JP-A No.2002-173674、JP-A No.2002-203678、JP-A No.2002-203679、JP-A No.2004-357791、日本专利申请 No.2005-75340、日本专利申请 No.2005-75341 等中记载的磷光发光化合物。

[0080] (b) 荧光发光材料

[0081] 荧光发光掺杂剂的例子通常包括苯并噁唑、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、萘酰亚胺、香豆素、吡喃、紫环酮、噁二唑、醛连氮、吡啶、环戊二烯、二苯乙烯基蒽、喹吖啶酮、吡咯并吡啶、噻二唑吡啶、环戊二烯、苯乙烯基胺、芳族二亚甲基化合物、稠合多环芳族化合物（例如，蒽、菲咯啉、芘、二萘嵌苯、红荧烯和并五苯等）和 8- 羟基喹啉的金属络合物、吡咯甲川络合物或稀土络合物代表的各种金属络合物、诸如聚噻吩、聚苯撑和聚苯乙炔等的高分子化合物、有机硅烷、和它们的衍生物。

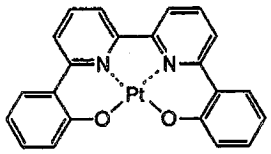
[0082] 具有电子传输性的发光材料优选是电子亲和力 (Ea) 为 2.5eV 以上和 3.5eV 以下并且离子电势 (Ip) 为 5.7eV 以上和 7.0eV 以下的具有电子传输性的发光材料。

[0083] 具体而言，可以提到的有钌、铑、钯、钨、铼、锇、铱、铂、镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕、钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱和镥的络合物。钌、铑、钯和铂络合物是更优选的，铂络合物是最优选的。

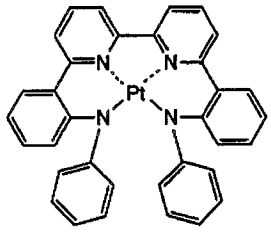
[0084] 以下示出的铂络合物作为例子，但是本发明不限于此。

[0085]

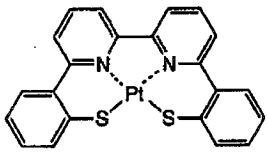
化合物 (1)



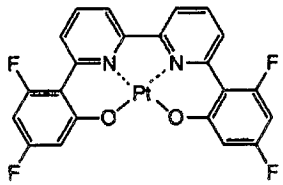
化合物 (6)



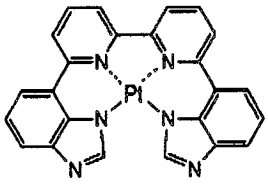
化合物 (2)



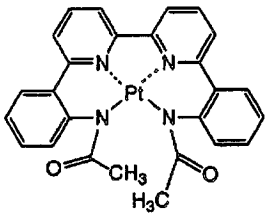
化合物 (12)



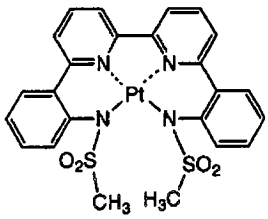
化合物 (3)



化合物 (4)

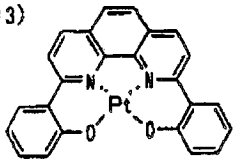


化合物 (5)

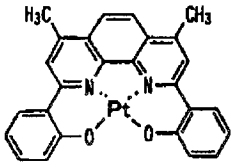


[0086]

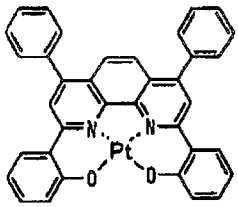
化合物(13)



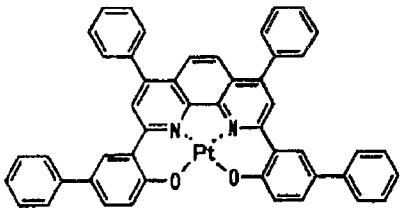
化合物(14)



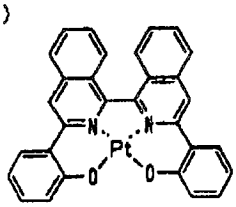
化合物(15)



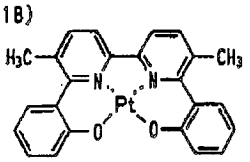
化合物(16)



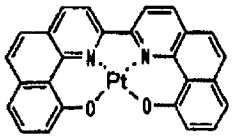
化合物(17)



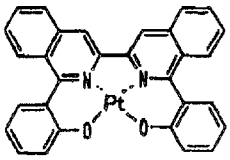
化合物(18)



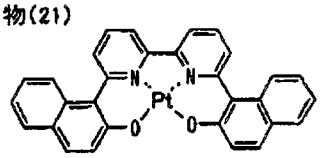
化合物(19)



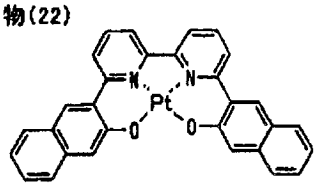
化合物(20)



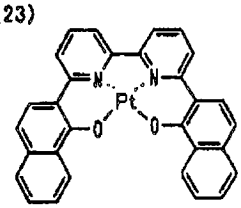
化合物(21)



化合物(22)

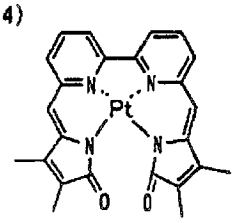


化合物(23)

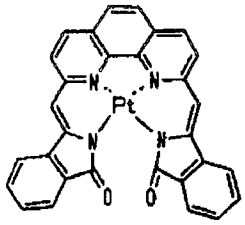


[0087]

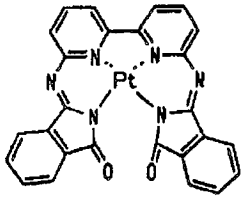
化合物(24)



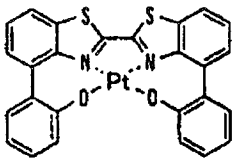
化合物(25)



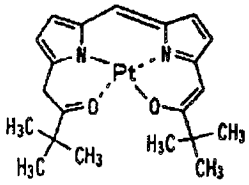
化合物(26)



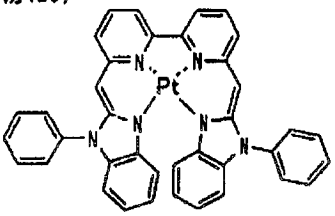
化合物(27)



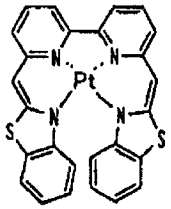
化合物(28)



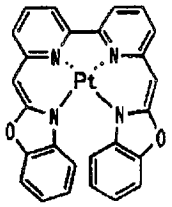
化合物(29)



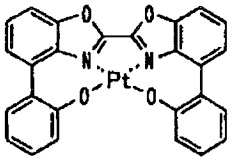
化合物(30)



化合物(31)

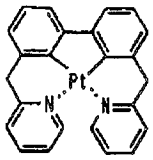


化合物(32)

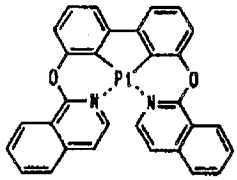


[0088]

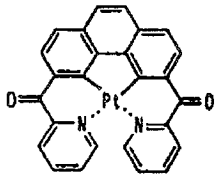
化合物(33)



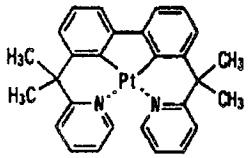
化合物(34)



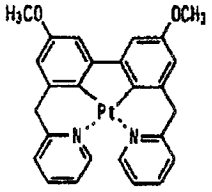
化合物(35)



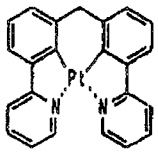
化合物(36)



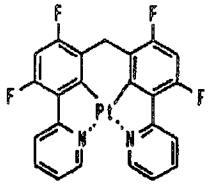
化合物(37)



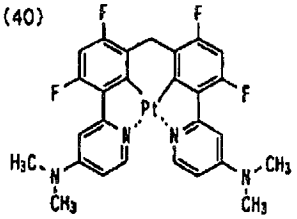
化合物(38)



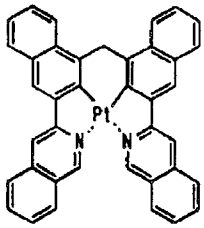
化合物(39)



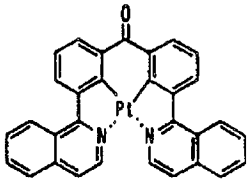
化合物(40)



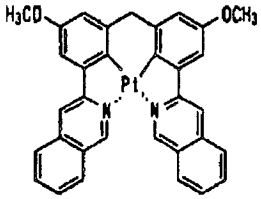
化合物(41)



化合物(42)

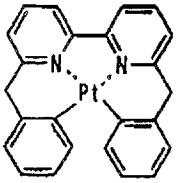


化合物(43)

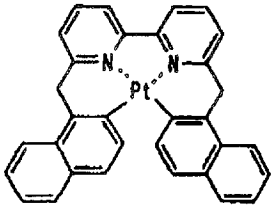


[0089]

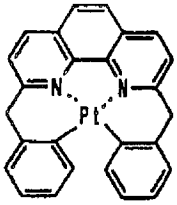
化合物(44)



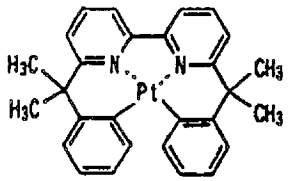
化合物(45)



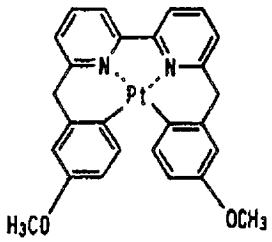
化合物(46)



化合物(47)

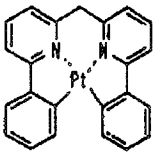


化合物(48)

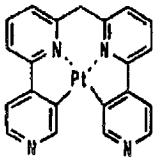


[0090]

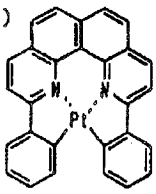
化合物(49)



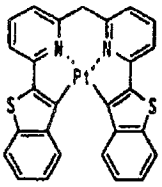
化合物(50)



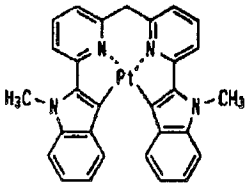
化合物(51)



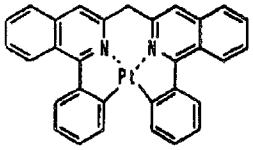
化合物(52)



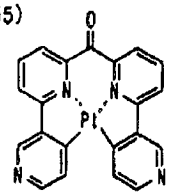
化合物(53)



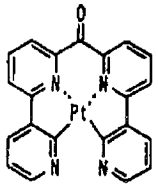
化合物(54)



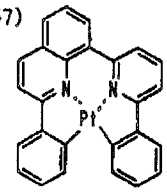
化合物(55)



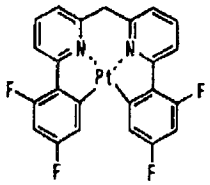
化合物(56)



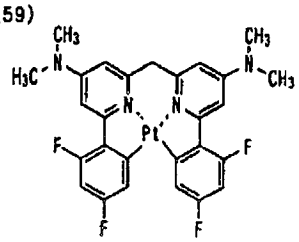
化合物(57)



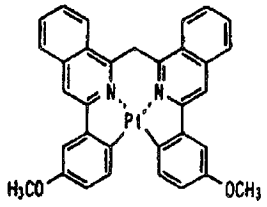
化合物(58)



化合物(59)

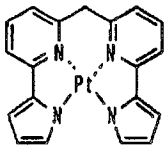


化合物(60)

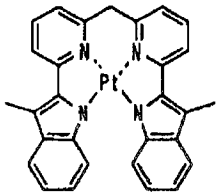


[0091]

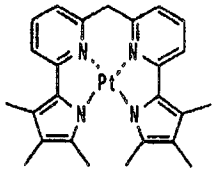
化合物(61)



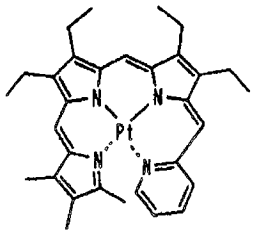
化合物(62)



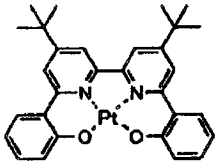
化合物(63)



化合物(64)

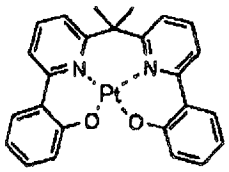


化合物(65)

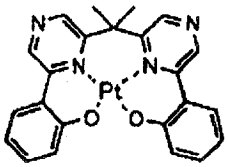


[0092]

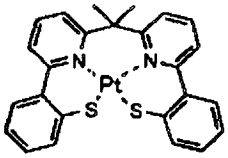
化合物（６６）



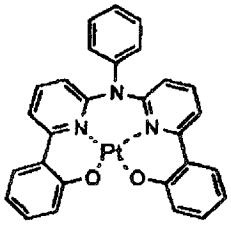
化合物（６７）



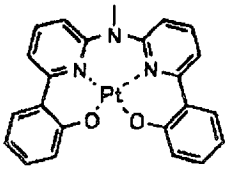
化合物（６８）



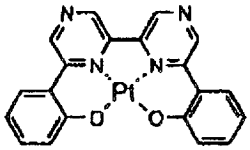
化合物（６９）



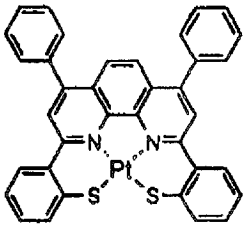
化合物（７０）



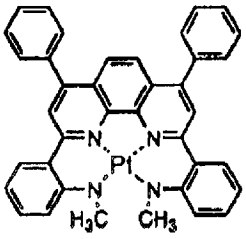
化合物（７１）



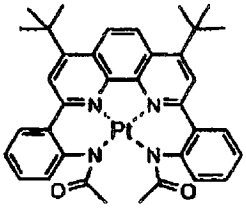
化合物（７２）



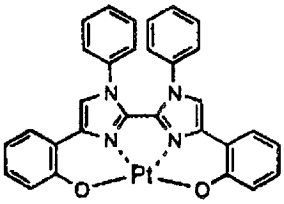
化合物（７３）



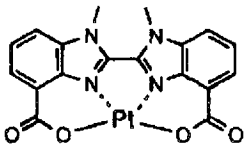
化合物（７４）



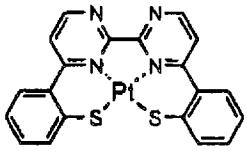
化合物（７５）



化合物（７６）

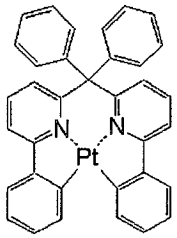


化合物（７７）

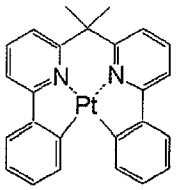


[0093]

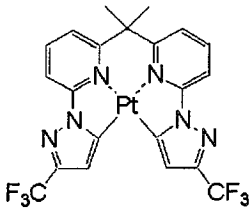
化合物(78)



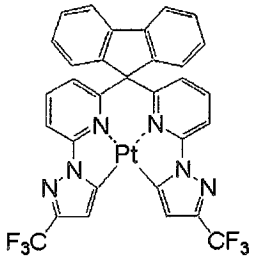
化合物(79)



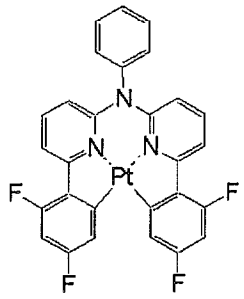
化合物(80)



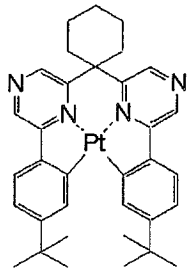
化合物(81)



化合物(82)

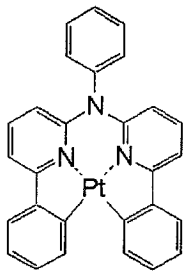


化合物(83)

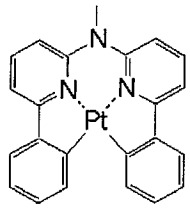


[0094]

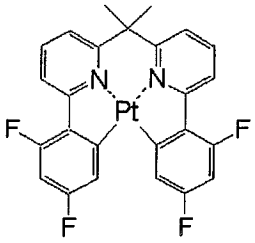
化合物(84)



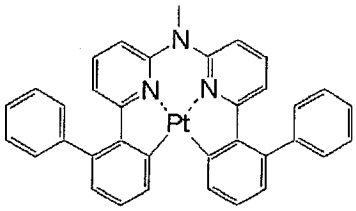
化合物(87)



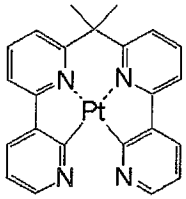
化合物(85)



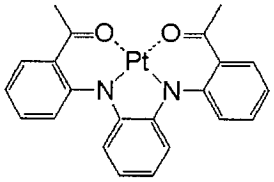
化合物(88)



化合物(86)

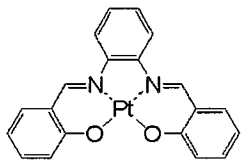


化合物(89)

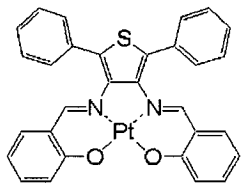


[0095]

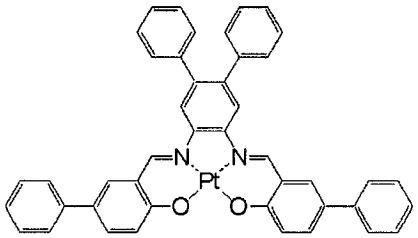
化合物(90)



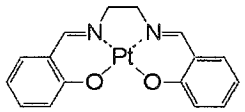
化合物(93)



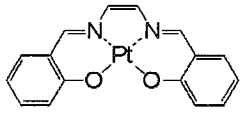
化合物(91)



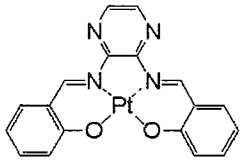
化合物(94)



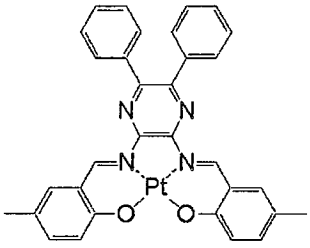
化合物(92)



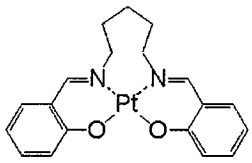
化合物(95)



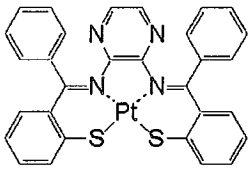
化合物(96)



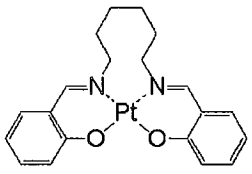
化合物(98)



化合物(97)



化合物(99)



[0096] 此外，利用磷光发光材料作为发光材料的磷光装置通常倾向于发生所谓的衰降现象 (roll-off phenomenon)，其中在高电流范围内效率下降。特别地，相对于在具有利用表现出空穴传输性的主体材料和表现出电子传输性的蓝色磷光发光材料的典型构成的蓝色磷光有机 EL 装置中的发光层内的发光分布，发光层内的载流子平衡倾向于是空穴过量和电子不足的状态。然而，由于根据本发明的有机 EL 装置是发光层中的空穴和电子的载流子平衡接近于均等的状态，因此电子和空穴可以在整个发光层中复合并发光。因此，根据本发明的有机 EL 装置使得即使当磷光发光材料用作发光材料并因而获得倾向于发生衰降现象

的磷光装置时，也可以有效地防止高电流范围内的发光效率下降。特别地，当本发明的有机EL装置适用于发光谱的峰波长在430nm～480nm之间的蓝色磷光有机EL装置时，可以获得显著的效果。

[0097] (B) 具有空穴传输性的主体材料

[0098] 对于构成本发明中的发光层的主体材料，使用具有空穴传输性的主体材料。

[0099] 从改善耐久性和降低驱动电压的观点来看，所述具有空穴传输性的主体材料其离子电势Ip优选为5.1eV以上和6.4eV以下，更优选5.4eV以上和6.2eV以下，再更优选5.6eV以上和6.0eV以下。从改善耐久性和降低驱动电压的观点来看，所述主体材料的电子亲和力Ea优选为1.2eV以上和3.1eV以下，更优选1.4eV以上和3.0eV以下，再更优选1.8eV以上和2.8eV以下。

[0100] 具体而言，例如，可以提到的有以下的材料。

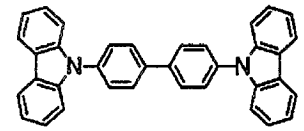
[0101] 可以提到的有吡咯、咔唑、氮杂咔唑、吲哚、氮杂吲哚、吡唑、咪唑、多芳基烷烃、吡唑啉、吡唑啉酮、苯二胺、芳基胺、氨基-取代的查尔酮、苯乙烯基蒽、芴酮、腙、二苯乙烯、硅氮烷、芳族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳族二亚甲基化合物、卟啉化合物、聚硅烷化合物、聚(N-乙烯基咔唑)、苯胺共聚物、噻吩低聚物、导电性高分子量低聚物(如聚噻吩)、有机硅烷、碳膜和它们的衍生物。

[0102] 其中，咔唑衍生物、吲哚衍生物、芳族叔胺化合物和噻吩衍生物是优选的，特别地，在分子中具有多个咔唑主链结构和/或吲哚主链结构和/或芳族叔胺主链结构的那些是优选的。此外，具有咔唑主链结构和/或吲哚主链结构的那些是优选的。

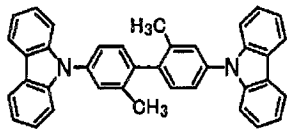
[0103] 作为具有空穴传输性的主体材料的具体化合物的例子包括以下那些，但不限于此。

[0104]

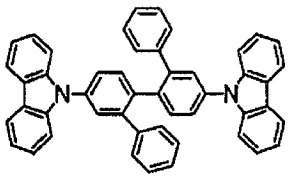
H-1



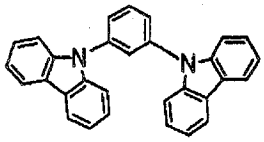
H-2



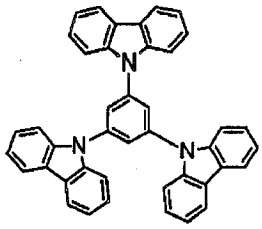
H-3



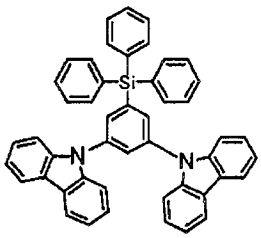
H-4



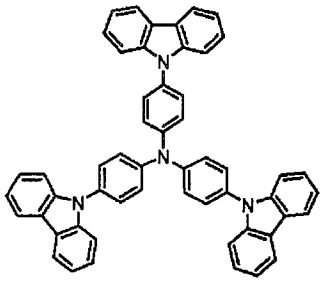
H-5



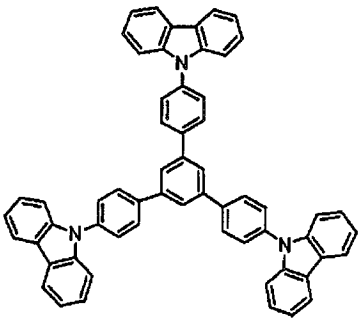
H-6



H-7

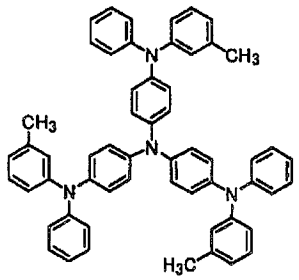


H-8

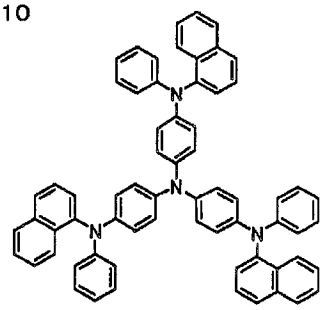


[0105]

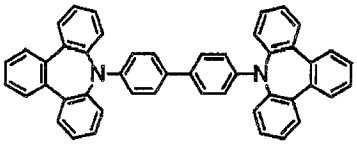
H-9



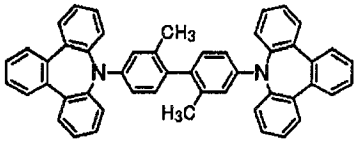
H-10



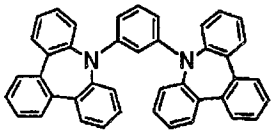
H-11



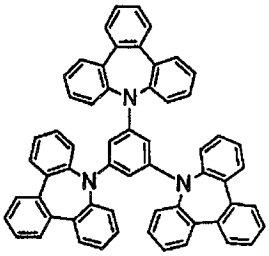
H-12



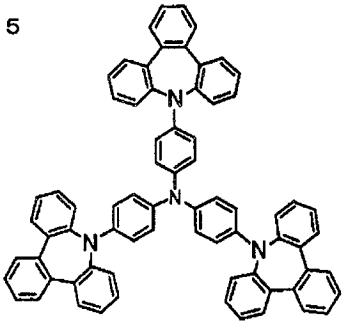
H-13



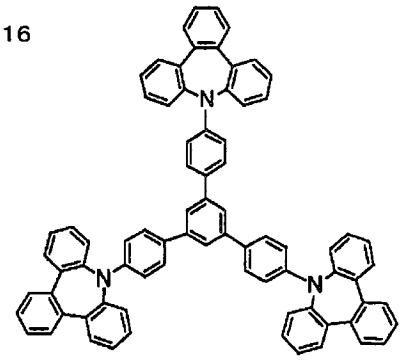
H-14



H-15

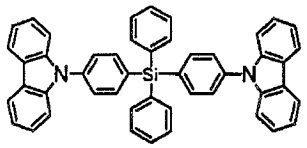


H-16

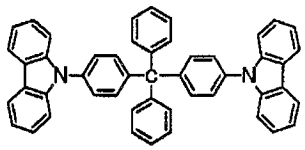


[0106]

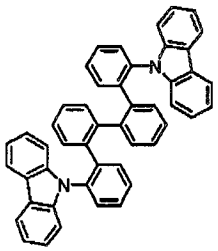
H-17



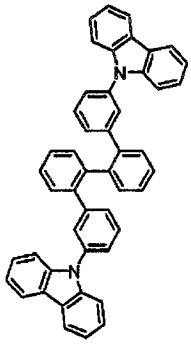
H-18



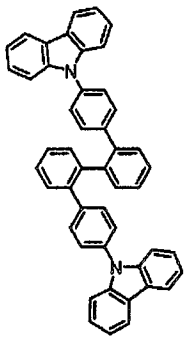
H-19



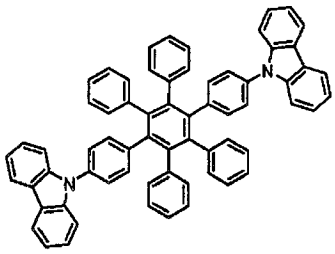
H-20



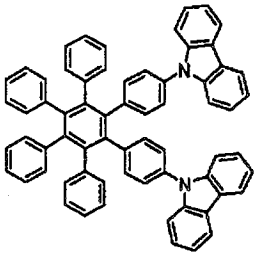
H-21



H-22

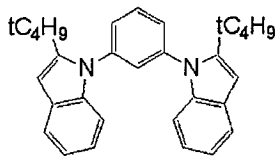


H-23

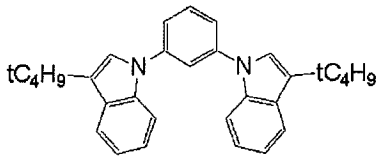


[0107]

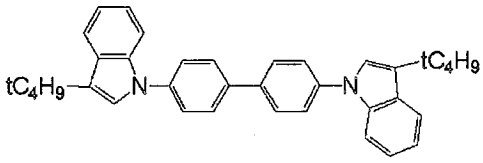
H－24



H－25



H－26



[0108] (C) 电惰性材料（粘结剂）

[0109] 关于发光层中包含的电惰性材料，可以使用任何的有机材料和无机材料。

[0110] 发光层中包含的电惰性材料优选是最高占据分子轨道和最低未占据分子轨道之间的能量差 Eg 为 4.0eV 以上的有机材料，更优选是 Eg 为 4.1eV 以上 (a) 和 5.0eV 以下的材料，更优选 4.2eV 以上和 5.0eV 以下。当 Eg 为 4.0eV 以上时，可以防止空穴和 / 或电子进入惰性材料，并且可以适宜地保持载流子迁移率，从而发光效率和耐久性进一步提高。

[0111] 电惰性有机材料可以适宜地选自芳族烃化合物，作为这种化合物群之一，可以提到的有下式 (1) 代表的化合物。

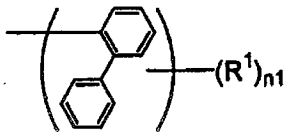
[0112] 式 (1)

[0113] $L-(Ar)_m$

[0114] 在式 (1) 中，Ar 代表下式 (2) 代表的基团；L 代表三价以上的苯主链结构；和 m 代表 3 以上的整数。

[0115] 式 (2)

[0116]

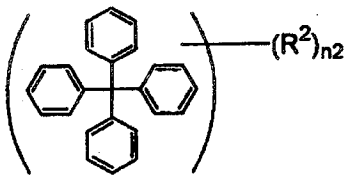


[0117] 在式 (2) 中，R^1 代表取代基，并且当存在多个 R^1 时，各 R^1 可以彼此相同或不同；和 n1 代表 0 ～ 9 的整数。

[0118] 另一个优选的化合物群包括下式 (3) 代表的化合物。

[0119] 式 (3)

[0120]



[0121] 在式 (3) 中，R^2 代表取代基，并且当存在多个 R^2 时，各 R^2 可以彼此相同或不同；和 n2 代表 0 ～ 20 的整数。

[0122] 首先，详细说明式 (1)。

[0123] 式 (1) 中包括的 L 代表三价以上的苯主链结构。Ar 代表式 (2) 代表的基团，和 m 代表 3 以上的整数，m 优选是 3 以上和 6 以下，更优选 3 或 4。

[0124] 其次，说明式 (2) 代表的基团。

[0125] 式 (2) 中包括的 R^1 代表取代基。这里，取代基的例子包括烷基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 10 个碳原子，例如，甲基、乙基、异丙基、叔丁基、正辛基、正癸基、正十六烷基、环丙基、环戊基、环己基等）、烯基（优选具有 2 ～ 30 个碳原子，更优选 2 ～ 20 个碳原子，特别优选 2 ～ 10 个碳原子，例如，乙烯基、烯丙基、2- 丁烯基、3- 戊烯基等）、炔基（优选具有 2 ～ 30 个碳原子，更优选 2 ～ 20 个碳原子，特别优选 2 ～ 10 个碳原子，例如，炔丙基、3- 戊炔基等）、芳基（优选具有 6 ～ 30 个碳原子，更优选 6 ～ 20 个碳原子，特别优选 6 ～ 12 个碳原子，例如，苯基、p- 甲基苯基、萘基、蒽基等）等。

[0126] 此外，可以提到的有氨基（优选具有 0 ～ 30 个碳原子，更优选 0 ～ 20 个碳原子，特别优选 0 ～ 10 个碳原子，例如，氨基、甲基氨基、二甲基氨基、二乙基氨基、二苄基氨基、二苯基氨基、二甲苯基氨基等）、烷氧基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 10 个碳原子，例如，甲氧基、乙氧基、丁氧基、2- 乙基己氧基等）、芳氧基（优选具有 6 ～ 30 个碳原子，更优选 6 ～ 20 个碳原子，特别优选 6 ～ 12 个碳原子，例如，苯氧基、1- 萘氧基、2- 萘氧基等）、杂芳氧基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，吡啶氧基、吡唑氧基、嘧啶氧基、喹啉氧基等）、酰基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，乙酰基、苯甲酰基、甲酰基、新戊酰基等）、烷氧基羰基（优选具有 2 ～ 30 个碳原子，更优选 2 ～ 20 个碳原子，特别优选 2 ～ 12 个碳原子，例如，甲氧基羰基、乙氧基羰基等）、芳氧基羰基（优选具有 7 ～ 30 个碳原子，更优选 7 ～ 20 个碳原子，特别优选 7 ～ 12 个碳原子，例如，苯氧基羰基等）。

[0127] 还可以提到的有酰氧基（优选具有 2 ～ 30 个碳原子，更优选 2 ～ 20 个碳原子，特别优选 2 ～ 10 个碳原子，例如，乙酰氧基、苯甲酰氧基等）、酰氨基（优选具有 2 ～ 30 个碳原子，更优选 2 ～ 20 个碳原子，特别优选 2 ～ 10 个碳原子，例如，乙酰氨基、苯甲酰氨基等）、烷氧基羰基氨基（优选具有 2 ～ 30 个碳原子，更优选 2 ～ 20 个碳原子，特别优选 2 ～ 12 个碳原子，例如，甲氧基羰基氨基等）、芳氧基羰基氨基（优选具有 7 ～ 30 个碳原子，更优选 7 ～ 20 个碳原子，特别优选 7 ～ 12 个碳原子，例如，苯氧基羰基氨基等）等。

[0128] 可以提到的有磺酰氨基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，甲烷磺酰氨基、苯磺酰氨基等）、氨磺酰基（优选具有 0 ～ 30 个碳原子，更优选 0 ～ 20 个碳原子，特别优选 0 ～ 12 个碳原子，例如，氨磺酰基、甲基氨磺酰基、二甲基氨磺酰基、苯基氨磺酰基等）、氨基甲酰基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，氨基甲酰基、甲基氨基甲酰基、二乙基氨基甲酰基、苯基氨基甲酰基等）、烷硫基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，甲硫基、乙硫基等）、芳硫基（优选具有 6 ～ 30 个碳原子，更优选 6 ～ 20 个碳原子，特别优选 6 ～ 12 个碳原子，例如，苯硫基等）、杂芳硫基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，吡啶硫基、2- 苯并咪唑硫基、2- 苯并噁唑硫基、2- 苯并噻唑硫基等）等。

[0129] 可以提到的有磺酰基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别

优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，甲磺酰基、甲苯磺酰基等）、亚磺酰基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，甲烷亚磺酰基、苯亚磺酰基等）、脲基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，脲基、甲基脲基、苯基脲基等）、磷酸酰胺基团（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 20 个碳原子，特别优选 1 ～ 12 个碳原子，例如，二乙基磷酸酰胺、苯基磷酸酰胺等）。

[0130] 可以提到的有羟基、巯基、卤原子（例如，氟原子、氯原子、溴原子、碘原子）、氰基、磺基、羧基、硝基、氧肟酸基团、亚磺基、肼基、亚氨基、杂环基（优选具有 1 ～ 30 个碳原子，更优选 1 ～ 12 个碳原子，作为杂原子，例如，氮原子、氧原子和硫原子，具体而言，例如，咪唑基、吡啶基、喹啉基、呋喃基、噻吩基、哌啶基、吗啉基、苯并噁唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、咔唑基和氮杂䓛基团）、甲硅烷基（优选具有 3 ～ 40 个碳原子，更优选 3 ～ 30 个碳原子，特别优选 3 ～ 24 个碳原子，例如，三甲基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基等）等。

[0131] 当存在多个 R^1 时，各 R^1 可以彼此相同或不同，并且它们可以结合形成环。此外，R^1 可以被进一步取代。

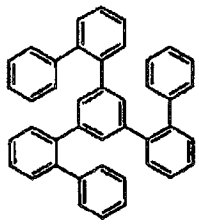
[0132] n1 代表 0 ～ 9 的整数。n1 优选是 0 ～ 6 的整数，更优选 0 ～ 3。

[0133] 接着，说明式 (3)。

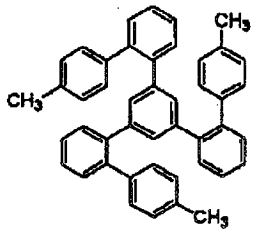
[0134] 在式 (3) 中，R^2 代表取代基。取代基 R^2 与取代基 R^1 同义，包括优选的例子。n2 代表 0 ～ 20 的整数。n2 的优选范围为 0 ～ 10，更优选 0 ～ 5。

[0135] 下面示出式 (1) 或式 (3) 化合物的例子，但是本发明不限于此。

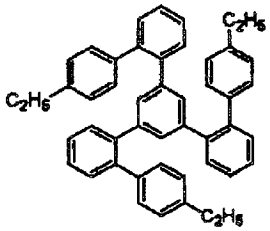
[0136]



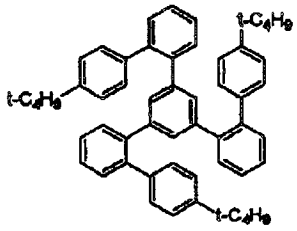
(1)



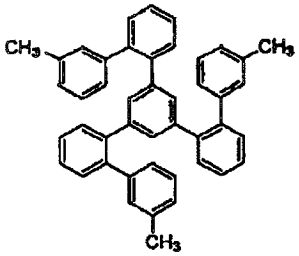
(2)



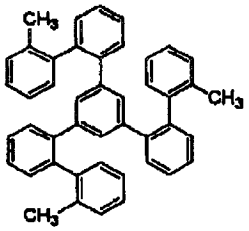
(3)



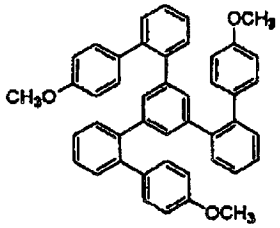
(4)



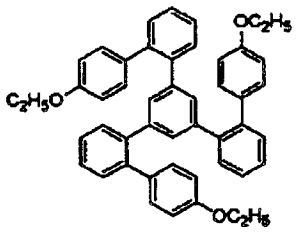
(5)



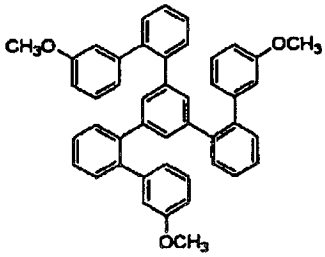
(6)



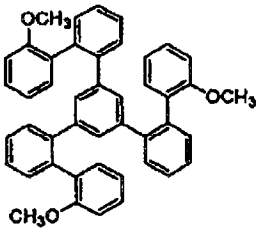
(7)



(8)

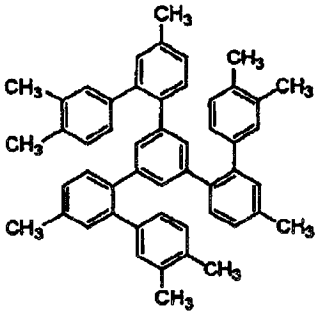


(9)

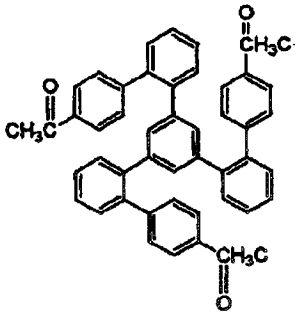


(10)

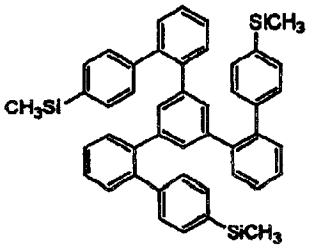
[0137]



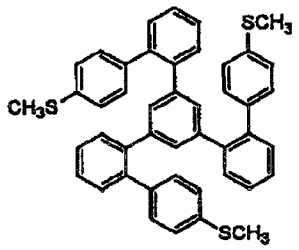
(11)



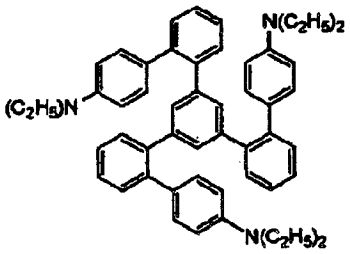
(12)



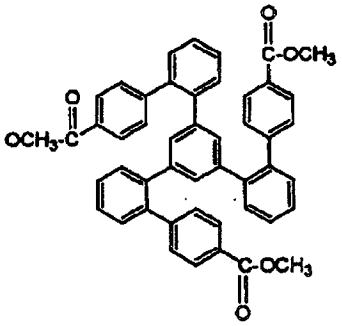
(13)



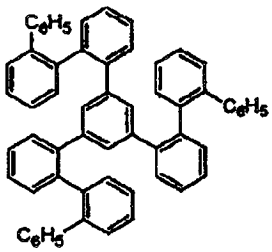
(14)



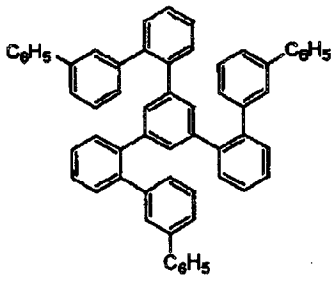
(15)



(16)

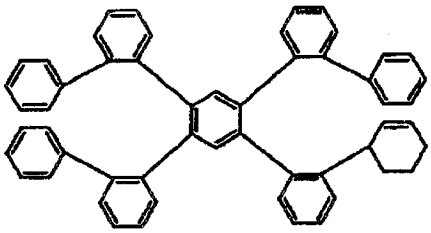


(17)

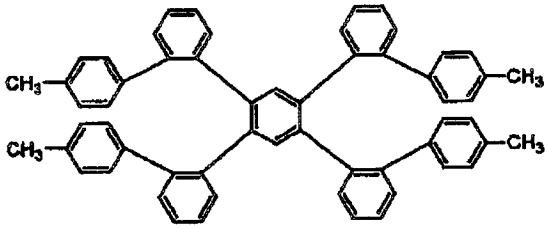


(18)

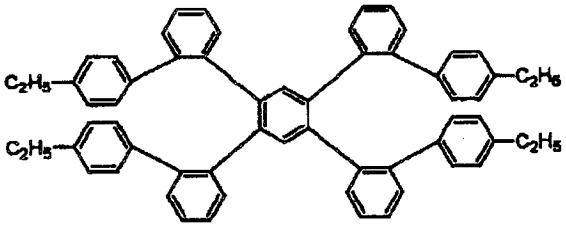
[0138]



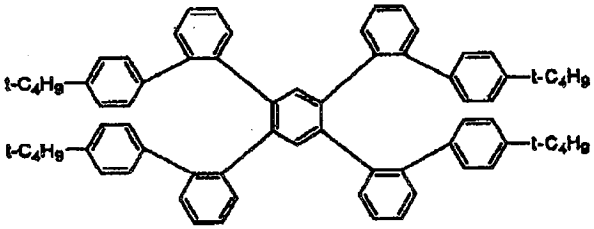
(19)



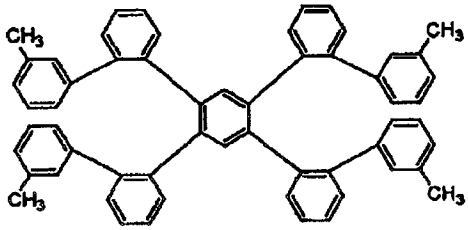
(20)



(21)

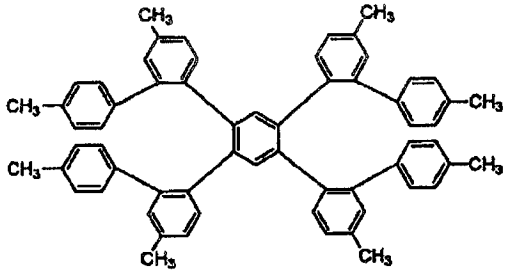


(22)

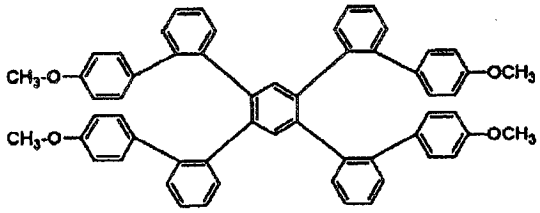


(23)

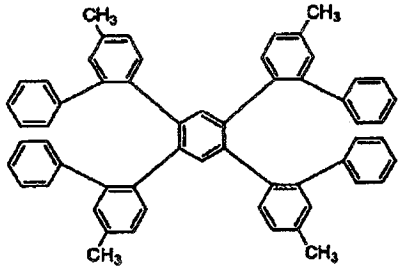
[0139]



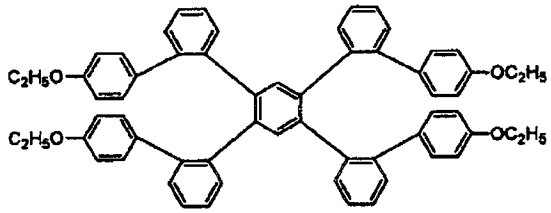
(24)



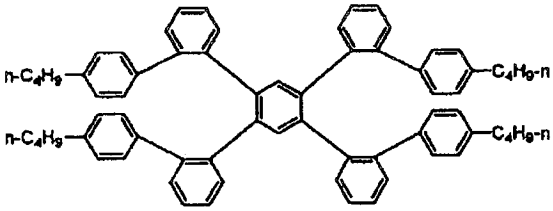
(25)



(26)

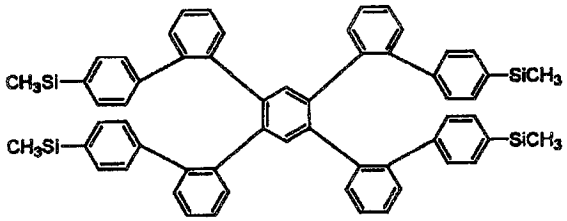


(27)

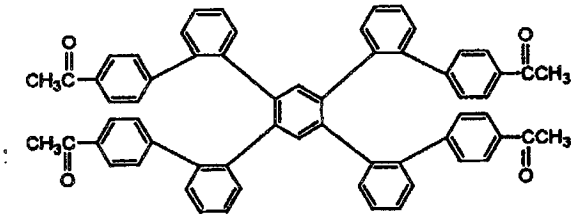


(28)

[0140]

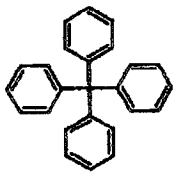


(29)

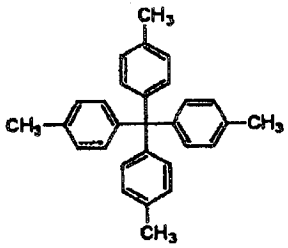


(30)

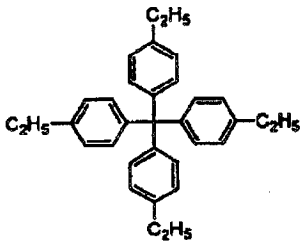
[0141]



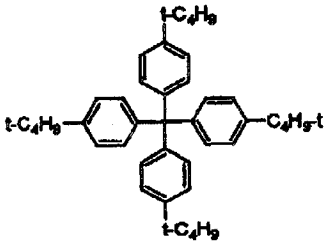
(31)



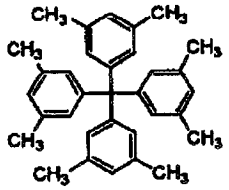
(32)



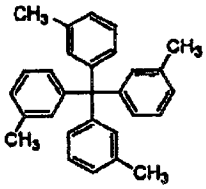
(33)



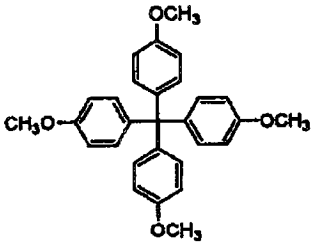
(34)



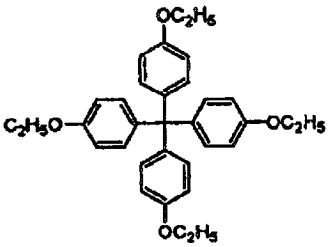
(35)



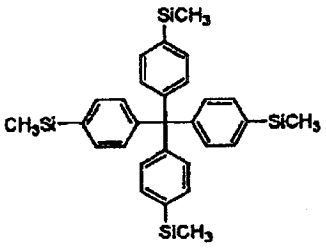
(36)



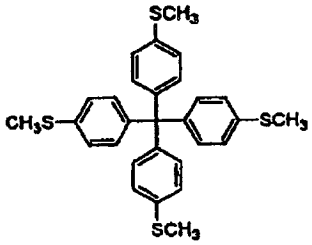
(37)



(38)

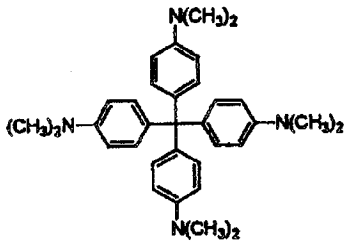


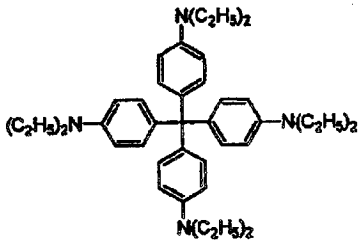
(39)

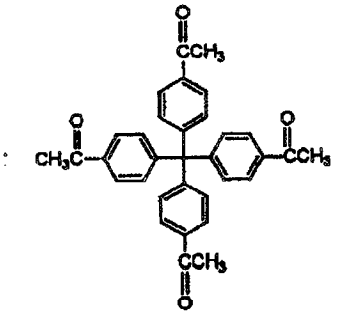


(40)

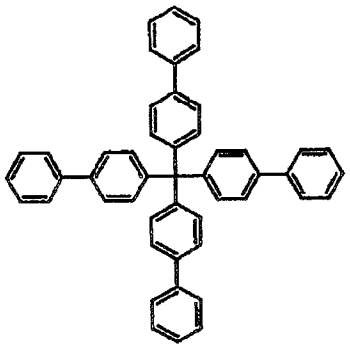
[0142]


(41)

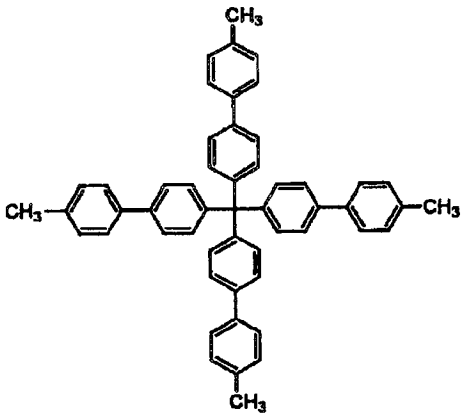

(42)


(43)

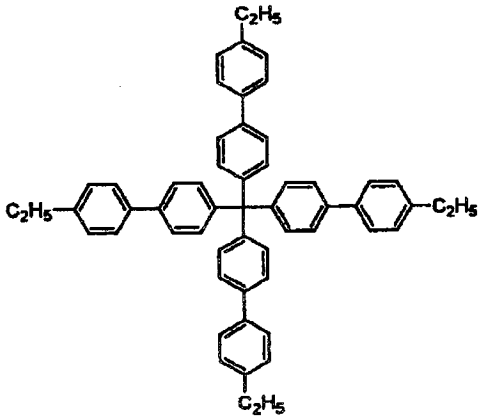
[0143]



(44)

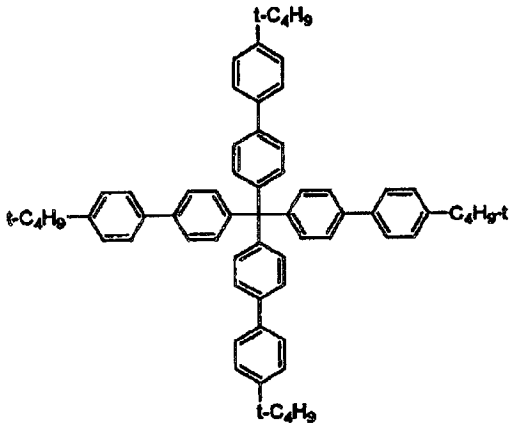


(45)

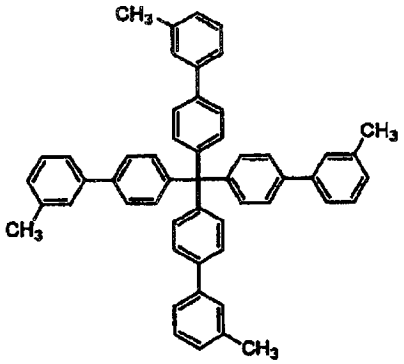


(46)

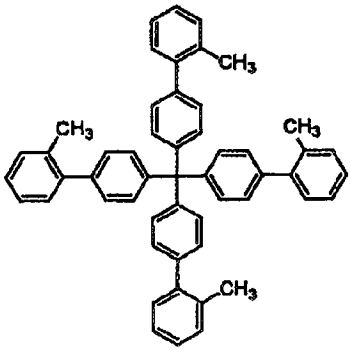
[0144]



(47)

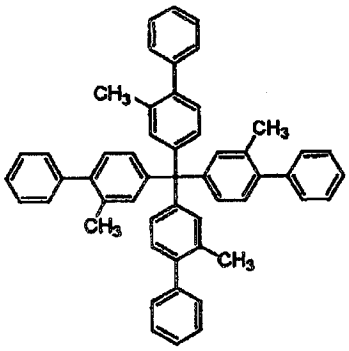


(48)

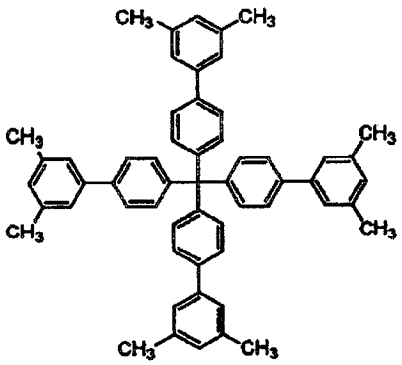


(49)

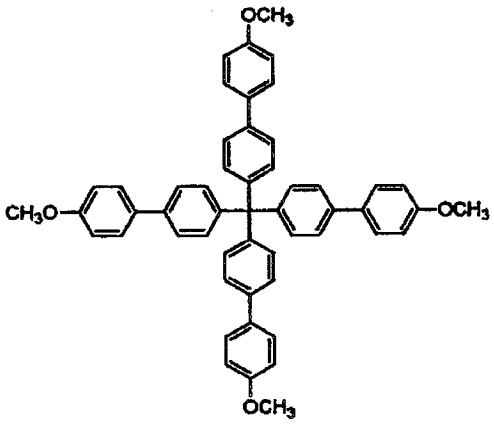
[0145]



(50)

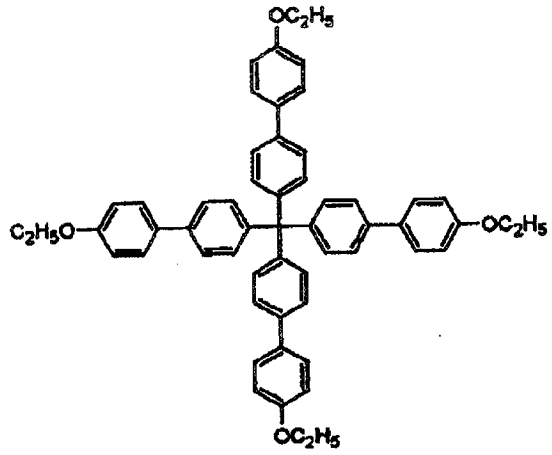


(51)

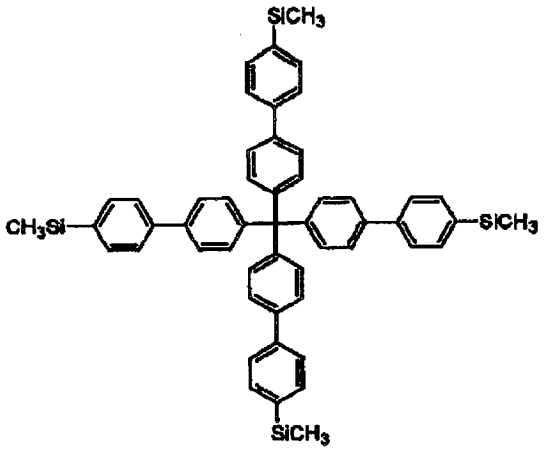


(52)

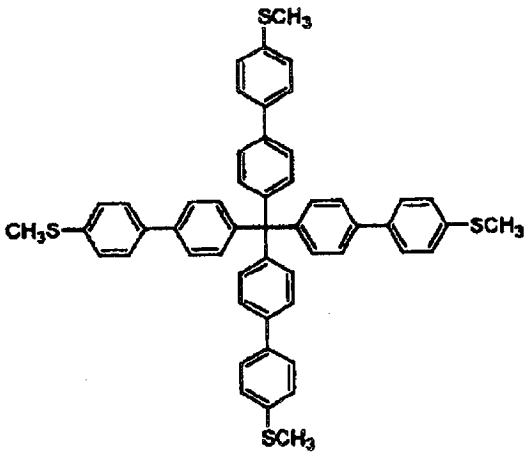
[0146]


OC_2H_5
C_2H_5O
OC_2H_5
OC_2H_5

(53)

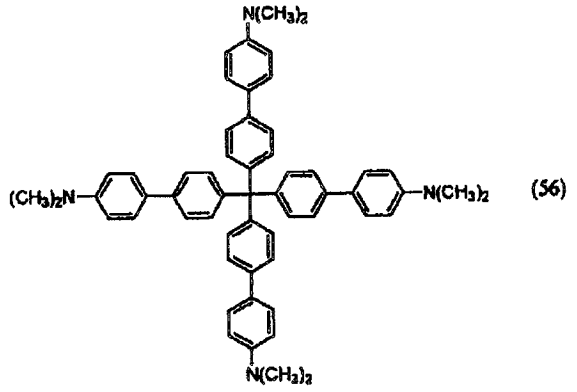

$SiCH_3$
CH_3Si
$SiCH_3$
$SiCH_3$

(54)

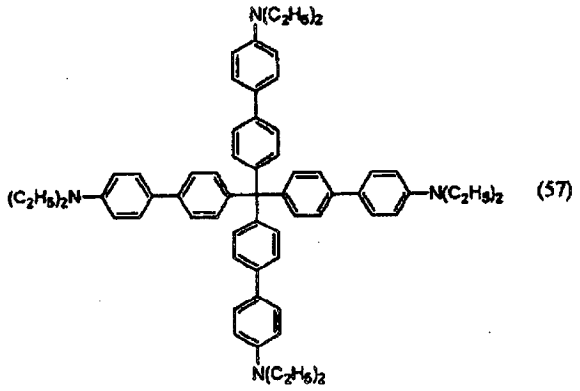

SCH_3
CH_3S
SCH_3
SCH_3

(55)

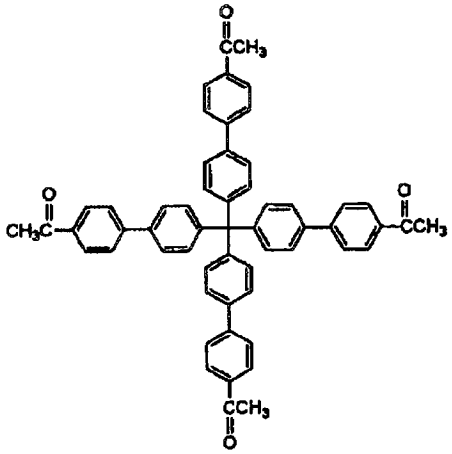
[0147]



(56)



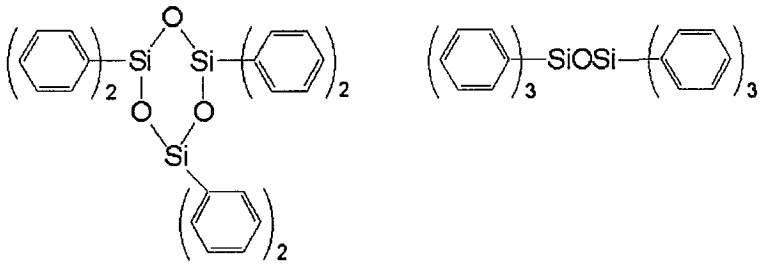
(57)



(58)

[0148] 另一种电惰性有机材料可以适宜地选自硅氧烷化合物。下面示出该化合物的例子，但是本发明不限于此。

[0149]



[0150] 同时，发光层中包含的电惰性无机材料没有特别限制，只要是基本上没有导电性的无机介电材料。

[0151] 关于无机材料，例如，可以使用金属氧化物、金属氮化物、金属碳化物、金属卤化

物、金属硫酸盐、金属硝酸盐、金属磷酸盐、金属硫化物、金属碳酸盐、金属硼卤化物、金属磷卤化物等。其中，从与发光材料的相容性或成膜的适宜性的观点来看，氧化硅、二氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、碳化硅、氧化锗、二氧化锗、氧化锡、二氧化锡、氧化钡、氟化锂、氯化锂、氟化铯、氯化铯等是优选的。更优选的是氮化硅、氮氧化硅、氧化硅和碳化硅。硫化锌 (ZnS) 也是适合的。

[0152] 使用如上所述的 (A) 具有电子传输性的发光材料、(B) 具有空穴传输性的主体材料和 (C) 电惰性材料，形成具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小的发光层。形成该发光层的方法没有特别限制，只要可以形成具有电子传输性的发光材料的浓度具有上述浓度梯度的发光层，可以有利地使用诸如沉积法、溅射法、转印法或印刷法等干式成膜法中的任一种，共沉积是适合的。在共沉积的情况下，当控制各材料的沉积速率时，可以形成在厚度方向上具有所需的浓度分布的发光层。

[0153] 尽管发光层的厚度没有特别限制，但通常，从防止在发光层中产生针孔、获得充分的发光强度等的观点来看，厚度优选是 1nm ～ 500nm，更优选 5nm ～ 200nm，再更优选 10nm ～ 100nm。

[0154] - 空穴注入层和空穴传输层 -

[0155] 空穴注入层和空穴传输层是具有以下功能的层 ：从阳极 14 或阳极侧接收空穴并将空穴传输到发光层侧 (阴极侧)。具体而言，空穴注入层和空穴传输层优选是含有吡咯衍生物、咔唑衍生物、吲哚衍生物、咪唑衍生物、多芳基烷烃衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、氨基 - 取代的查尔酮衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、芴酮衍生物、腙衍生物、二苯乙烯衍生物、硅氮烷衍生物、芳族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳族二亚甲基、卟啉化合物、有机硅烷衍生物、或具有碳、苯基唑或苯基嗪作为配体的各种金属络合物 (由 Ir 络合物代表) 的层。

[0156] 从电压降低和驱动耐久性的观点来看，本发明的有机 EL 装置的空穴注入层和 / 或空穴传输层可以优选含有接收电子的掺杂剂。

[0157] 只要引入空穴注入层或空穴传输层中的接收电子的掺杂剂具有接收电子和氧化有机化合物的性能，可以使用任何无机化合物或有机化合物。适宜使用的无机化合物的具体例子包括卤化物，如氯化亚铁 (II)、氯化铝、氯化镓、氯化铟和五氯化锑，以及金属氧化物，如五氧化二钒和三氧化二钼。

[0158] 如果掺杂剂是有机化合物，可以适宜地使用具有硝基、卤素、氰基或三氟甲基等作为取代基的化合物、苯醌化合物、酸酐系化合物和富勒烯等。

[0159] 其具体例子包括六氰基丁二烯、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 (p-fluoranil)、四氯对苯醌、四溴对苯醌、对苯醌、2,6- 二氯苯醌、2,5- 二氯苯醌、四甲基苯醌、1,2,4,5- 四氰基苯、o- 二氰基苯、p- 二氰基苯、1,4- 二氰基四氟苯、2,3- 二氯 -5,6- 二氰基苯醌、p- 二硝基苯、m- 二硝基苯、o- 二硝基苯、p- 氰基硝基苯、m- 氰基硝基苯、o- 氰基硝基苯、1,4- 萘醌、2,3- 二氯萘醌、1- 硝基萘、2- 硝基萘、1,3- 硝基萘、1,5- 二硝基萘、9- 氰基蒽、9- 硝基蒽、9,10- 蒽醌、1,3,6,8- 四硝基咔唑、2,4,7- 三硝基 -9- 芴酮、2,3,5,6- 四氰基吡啶、马来酸酐、邻苯二甲酸酐、富勒烯 C60、富勒烯 C70 等。除此之外，还可以适宜地使用在 JP-A No.6-212153、JP-A No.11-111463、JP-A No.11-251067、JP-A No.2000-196140、JP-A No.2000-286054、JP-A No.2000-315580、JP-A

No. 2001-102175、JP-A No. 2001-160493、JP-A No. 2002-252085、JP-A No. 2002-56985、JP-A No. 2003-157981、JP-A No. 2003-217862、JP-A No. 2003-229278、JP-A No. 2004-342614、JP-A No. 2005-72012、JP-A No. 2005-166637、JP-A No. 2005-209643 等中记载的化合物。

[0160] 其中，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、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、p- 二硝基苯、m- 二硝基苯、o- 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- 四硝基咔唑、2,4,7- 三硝基 -9- 芴酮、2,3,5,6- 四氰基吡啶和 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- 二氰基苯醌和 2,3,5,6- 四氰基吡啶是更优选的；四氟四氰基醌二甲烷是特别优选的。

[0161] 这些接收电子的掺杂剂可以单独使用，或可以混合使用两种以上。接收电子的掺杂剂的用量可以根据材料种类而不同，但基于空穴传输层的材料，优选是 0.01 质量％～ 50 质量％，更优选 0.05 质量％～ 20 质量％，特别优选 0.1 质量％～ 10 质量％。如果基于空穴传输层材料其用量小于 0.01 质量％，则本发明的效果不足，因而不是优选的。如果其用量超过 50 质量％，则传输空穴的能力受损，因而不是优选的。

[0162] 优选的是，从降低驱动电压的观点来看，空穴注入层和空穴传输层的厚度均为 500nm 以下。

[0163] 空穴传输层的厚度优选是 1nm ～ 500nm，更优选 5nm ～ 200nm，再更优选 5nm ～ 100nm。空穴注入层的厚度优选是 0.1nm ～ 500nm，更优选 0.5nm ～ 400nm，再更优选 1nm ～ 300nm。

[0164] 空穴注入层和空穴传输层均可以是由一种或两种以上的上述材料构成的单层结构，或者可以是由具有相同组成或不同组成的多个层构成的多层结构。

[0165] - 电子注入层和电子传输层 -

[0166] 电子注入层和电子传输层是具有以下功能的层：从阴极 18 或阴极侧接收电子并将电子传输到发光层侧（阳极侧）。具体而言，电子注入层和电子传输层优选是含有三唑衍生物、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、二苯基苯醌衍生物、硫代吡喃二氧化物衍生物、碳二亚胺衍生物、亚芴基甲烷衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、萘的芳族环状四羧酸酐、二萘嵌苯等、酞菁衍生物、8- 羟基喹啉衍生物的金属络合物、金属酞菁、具有苯并噁唑或苯并噻唑作为配体的金属络合物代表的各种金属络合物、或有机硅烷衍生物等的层。

[0167] 从降低电压和改善驱动耐久性的观点来看，本发明的有机 EL 装置的电子注入层和 / 或电子传输层优选含有给予电子的掺杂剂。

[0168] 优选的是，引入电子注入层或电子传输层中的给予电子的掺杂剂具有给予电子和还原有机化合物的性能。适宜地使用碱金属（如 Li）、碱土金属（如 Mg）、包括稀土金属的过渡金属、还原性有机化合物等。

[0169] 关于金属，可以适宜地使用功函数 (work function) 为 4.2eV 以下的金属，具体而言，可以提到的有 Li、Na、K、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Y、Cs、La、Sm、Gd 和 Yb 等。

[0170] 关于还原性有机化合物，例如可以提到的有含氮化合物、含硫化合物和含磷化合物等。除此之外，可以使用在 JP-A No.6-212153、JP-A No.2000-196140、JP-A No.2003-68468、JP-A No.2003-229278、JP-A No.2004-342614 等中记载的材料。

[0171] 这些给予电子的掺杂剂可以单独使用或可以两种以上组合使用。给予电子的掺杂剂的用量可以根据材料种类而不同，但基于电子传输层的材料，其用量优选是 0.1 质量%～99 质量%，更优选 1.0 质量%～80 质量%，特别优选 2.0 质量%～70 质量%。如果基于电子传输层材料其用量小于 0.01 质量%，则本发明的效果不足，因而不是优选的。如果其用量超过 99 质量%，则传输电子的能力受损，因而不是优选的。

[0172] 优选的是，从降低驱动电压的观点来看，电子注入层和电子传输层的厚度分别为 500nm 以下。

[0173] 电子传输层的厚度优选是 1nm ～ 500nm，更优选 5nm ～ 200nm，再更优选 10nm ～ 100nm。电子注入层的厚度优选是 0.1nm ～ 200nm，更优选 0.2nm ～ 100nm，再更优选 0.5nm ～ 50nm。

[0174] 电子注入层和电子传输层可以是由一种或两种以上的上述材料构成的单层结构，或者可以是由具有相同组成或不同组成的多个层构成的多层结构。

[0175] - 空穴阻挡层 -

[0176] 空穴阻挡层是具有防止已经从阳极侧传输到发光层的空穴通过而到达阴极侧的功能的层。空穴阻挡层可以邻近发光层的阴极侧设置。

[0177] 空穴阻挡层的有机化合物的例子包括铝络合物如 BAIq、三唑衍生物、菲咯啉衍生物如 BCP 等。

[0178] 空穴阻挡层的厚度优选是 1nm ～ 500nm，更优选 3nm ～ 200nm，再更优选 5nm ～ 50nm。

[0179] 空穴阻挡层可以是由一种或两种以上的上述材料构成的单层结构，或者可以是由具有相同组成或不同组成的多个层构成的多层结构。

[0180] - 阴极 -

[0181] 通常，阴极 18 作为电极具有将电子注入有机层 16 的功能，阴极的形状、结构和尺寸等没有特别限制，并且可以根据有机 EL 装置 10 的用途和目的等从已知电极材料中适当选择。

[0182] 构成阴极 18 的材料的例子包括金属、合金、金属氧化物、导电性化合物及它们的混合物等。其具体例子包括碱金属（例如，Li、Na、K、Cs 等）、碱土金属（例如，Mg、Ca 等）、金、银、铅、铝、钠 - 钾合金、锂 - 铝合金、镁 - 银合金，铟和稀土金属（如，镱）等。这些材料可以单独使用，但是从获得稳定性和电子注入性能之间平衡的观点来看，可以将两种或多种适宜地组合使用。

[0183] 其中，从电子注入性能的观点来看，构成阴极 18 的材料优选是碱金属或碱土金属，或者从优异的保存稳定性的观点来看，优选主要含有铝的材料。主要含有铝的材料是指单独的铝、或者铝与 0.01 ～ 10 质量%的碱金属或碱土金属或它们的混合物的合金（例如，锂 - 铝合金、镁 - 铝合金等）。

[0184] 此外，阴极 18 的材料详细记载在例如 JP-A No.2-15595 和 JP-A No.51-121172 中，并且这些专利文献中记载的材料也适用于本发明。

[0185] 形成阴极 18 的方法没有特别限制，可以根据已知的方法形成阴极。考虑到构成阴极 18 的材料的适用性，可以根据选自例如湿法（例如，印刷法或涂布法）、物理法（例如，真空气相沉积法、溅射法或离子镀法）、化学法（例如，CVD 法或等离子体 CVD 法）等的方法形成阴极。例如，在金属等被选择作为阴极 18 的材料的情况下，可以通过同时或相继使用一种或两种以上的金属通过溅射法等形成阴极 18。

[0186] 阴极 18 的厚度可以根据构成阴极 18 的材料或光提取方向适当选择，通常约 1nm ～ 5μm。

[0187] 形成阴极 18 时的图案化可以通过基于光刻等的化学蚀刻进行，或可以通过使用激光等的物理蚀刻来进行。此外，图案化也可以通过叠置掩模并进行真空沉积或溅射进行，或者可以通过剥离法或印刷法来进行。

[0188] 阴极 18 的形成位置没有特别限制，阴极可以形成在整个有机层 16 上，或可以形成在其一部分上。

[0189] 由碱金属或碱土金属的氟化物或氧化物等形成的介电层可以 0.1 ～ 5nm 的厚度形成在阴极 18 与有机 EL 层 16 之间。该介电层可以被看作是一种电子注入层。介电层可以通过例如真空沉积法、溅射法或离子镀法等形成。

[0190] 在支持基板 12 上顺次形成下电极 14、有机层 16 和上电极 18，形成了具有夹在如图 1 所示的彼此相对的一对电极 14 和 18 之间的包括至少发光层的有机层 16 的有机 EL 装置 10。因此，夹在支持基板 12 上的电极 14 和 18 之间的发光层发光。例如，当形成对应于各颜色的发光层使得在基板 12 上平行重复排列 RGB 时，具有夹在两个电极 14 和 18 之间的发光层的有机 EL 装置构成像素。

[0191] - 密封等 -

[0192] 在有机层 16 上形成阴极 18 之后，优选的是通过用密封元件（保护层）覆盖而密封有机装置，以抑制水分或氧气造成有机 EL 装置劣化。关于密封元件，可以使用玻璃、金属或塑料等。

[0193] 此外，外部配线如控制配线或信号配线与电极 14 和 18 分别连接。因此，可以制造基于有机 EL 装置的显示装置。

[0194] 通过上述方法制造的有机 EL 装置其在发光层中的发光分布接近于全部发光，因此可以改善发光效率和耐久性。特别地，在蓝色磷光装置的情况下，可以改善发光效率和耐久性，并且还可以有效地防止高电流范围内的发光效率下降。

[0195] 实施例

[0196] 下面，说明本发明的实施例和比较例，但是本发明不限于以下实施例。

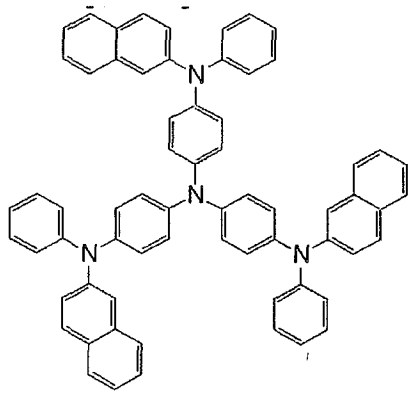
[0197] 此外，在以下实施例和比较例中，〃 x％→ y％〃指当阳极侧的浓度（质量％）被指定为 x％和阴极侧的浓度（质量％）被指定为 y％时，浓度从阳极侧朝着阴极侧连续变化。

[0198] < 实施例 1>

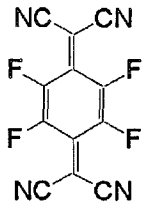
[0199] 在支持基板（材料 :玻璃）上形成 ITO 膜（厚度 100nm）作为阳极，然后使用真空沉积装置（1×10^{-6}torr），使用 2-TNATA(4,4′ ,4〃 - 三 (2- 萘基苯基氨基）三苯基胺）和按 2-TNATA 计 1.0 质量％的 F4-TCNQ（四氟四氰基醌二甲烷）在其上进行共沉积，形成厚度 160nm 的空穴注入层。随后，形成 (N,N′ - 二萘基 -N,N′ - 二苯基 -[1,1′ - 联苯基]-4,

4′ -二胺）的膜作为厚度 10nm 的空穴传输层。2-TNATA、F4-TCNQ 和 NPD 的结构式如下。

[0200]

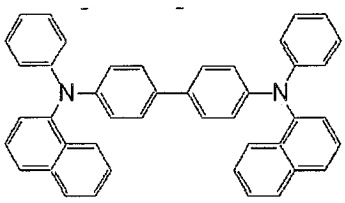


2-TNATA



F4-TCNQ

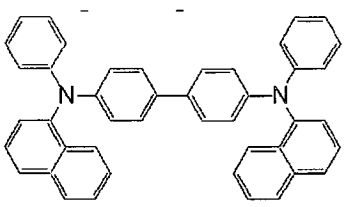
[0201]



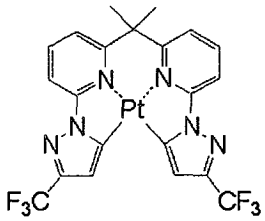
NPD

[0202] 在形成空穴传输层之后，于其上叠置发光层。通过使用 mCP(N,N′ -二咔唑基 -3,5- 苯）作为具有空穴传输性的主体材料、Pt-1 作为具有电子传输性的发光材料（蓝色发光材料）和化合物 A 作为电惰性材料（粘结剂）共沉积形成为混合层（厚度 60nm）的发光层。mCP、Pt-1 和化合物 A 的结构式如下。

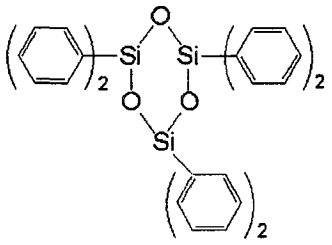
[0203]



mCP



Pt-1

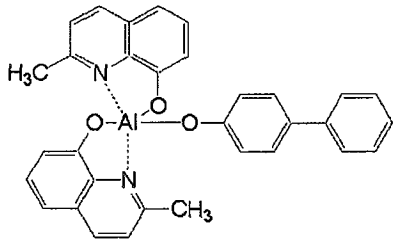


[0204] 化合物 A

[0205] 在形成发光层时，通过改变各构成材料的沉积速率，形成各材料具有图 4A 所示的浓度分布的发光层。具体而言，Pt-1 的浓度从在阳极侧界面的 0％连续增加到在阴极侧界面的 26％，而 mCP 的浓度从在阳极侧界面的 26％连续减小到在阴极侧界面的 0％。化合物 A（有机粘结剂）的浓度从阳极侧界面到阴极侧界面保持在 74％不变。阳极侧界面附近区域的各材料的各自浓度为 1.3％ Pt-1、24.7％ mCP 和 74％化合物 A，而阴极侧界面附近区域的各材料的各自浓度为 24.7％ Pt-1、1.3％ mCP 和 74％化合物 A。

[0206] 在形成发光层之后，形成厚度 40nm 的 BAlq 膜作为电子传输层。BAlq 的结构式如下。

[0207]



BAlq

[0208] 在形成电子传输层之后，在其上形成厚度 1nm 的 LiF 膜，在其上进下步形成 Al 膜（厚度 100nm）作为阴极。

[0209] 这样，制成具有包括夹在 ITO 阳极和 Al 阴极之间的发光层的有机层的有机 EL 装置。层构成、各层的厚度等如下。

[0210] ITO(100nm)/2-TNATA+1.0% F4-TCNQ(160nm)/NPD(10nm)/26%→ 0% mCP+74%有机粘结剂 +0%→ 26% Pt-1(60nm)/BAlq(40nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)

[0211] 通过以下方法测量得到的有机 EL 装置（发光装置）的外部量子效率和亮度半衰期。

[0212] <外部量子效率的测量>

[0213] 使用 Keithley Instruments，Inc. 制造的光源测量装置 Model 2400 将直流电压施加到制作的发光装置上，使发光装置发蓝光。使用 TopconTechnohouse Corp. 制造的亮度计 SR-3 测量发光光谱和光量，从发光光谱、光量和测量时施加的电流计算外部量子效率。

[0214] <亮度半衰期的测量>

[0215] 以 360cd/m^2 的初始亮度下的恒电流驱动使发光装置连续发光，测量亮度达到 180cd/m^2 所需的时间（亮度半衰期）。

[0216] 从上述测量可见，360cd/m^2 下的外部量子效率为 12.0%，亮度半衰期为 1700 小时。

[0217] <实施例 2>

[0218] 按与实施例 1 相同方式制作与实施例 1 具有相同层构成的蓝色发光有机 EL 装置，除了使用氧化硅 <SiO>（无机粘结剂）代替在形成实施例 1 的发光层的情况下使用的化合物 A（有机粘结剂）。发光层中的各材料的浓度分布示于图 4B。发光装置的层构成、各层的厚度等如下。

[0219] ITO(100nm)/2-TNATA+1.0% F4-TCNQ(160nm)/NPD(10nm)/26%→ 0% mCP+74%无机粘结剂 +0%→ 26% Pt-1(60nm)/BAlq(40nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)

[0220] 在与实施例 1 相同条件下（下面，相同）测量得到的有机 EL 装置的外部量子效率和亮度半衰期，结果，360cd/m^2 下的外部量子效率为 12.5%，亮度半衰期为 1800 小时。

[0221] <实施例 3>

[0222] 制作除了发光层以外与实施例 1 的有机 EL 装置具有相同层构成和厚度的有机 EL 装置。使用与实施例 1 使用的相同材料形成发光层，使得各材料的浓度分布如图 4C 所示。发光装置的层构成、各层的厚度等如下。

[0223] ITO(100nm)/2-TNATA+1.0% F4-TCNQ(160nm)/NPD(10nm)/100%→ 0% mCP+74%有机粘结剂 +0%→ 26% Pt-1(60nm)/BAlq(40nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)

[0224] 测量得到的有机 EL 装置的外部量子效率和亮度半衰期，结果，360cd/m^2 下的外部量子效率为 13.5%，亮度半衰期为 2000 小时。

[0225] 据认为，当发光层中的粘结剂的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小时，发光效率和亮度半衰期进一步改善。

[0226] 此外，测量 10000cd/m^2 的高亮度下的外部量子效率，结果，值为 13.1%。这意味着 360cd/m^2 下的 97%的外部量子效率得以保持，因此高亮度条件下的效率降低极小。

[0227] <比较例 1>

[0228] 制作除了发光层以外与实施例 1 的有机 EL 装置具有相同层构成和厚度的有机 EL 装置。使用 mCP 和 Pt-1 形成发光层，使得各材料的浓度分布如图 5A 所示。发光装置的层

构成、各层的厚度等如下。

[0229] ITO(100nm)/2-TNATA+1.0％ F4-TCNQ(160nm)/NPD(10nm)/100％→ 74％ mCP+0％→ 26％ Pt-1(60nm)/BAlq(40nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)

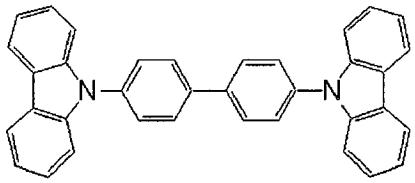
[0230] 测量得到的有机 EL 装置的外部量子效率和亮度半衰期，结果，360cd/m^2 下的外部量子效率为 9.1％，亮度半衰期为 1200 小时。

[0231] 此外，测量 10000cd/m^2 的高亮度下的外部量子效率，为 8.5％。这意味着 360cm/m^2 下的 93％的外部量子效率得以保持，因此与实施例 3 的情况相比效率降低较大。

[0232] ＜比较例 2＞

[0233] 制作除了发光层以外与实施例 1 的有机 EL 装置具有相同层构成和厚度的有机 EL 装置。使用 mCP 和 Pt-1 以及具有以下所示结构式的 CBP(4,4′ －二咔唑－联苯）作为具有空穴传输性的主体材料形成发光层，使得各材料的浓度分布如图 5B 所示。

[0234]



[0235] 发光装置的层构成、各层的厚度等如下。

[0236] ITO(100nm)/2-TNATA+1.0％ F4-TCNQ(160nm)/NPD(10nm)/26％→ 0％ mCP+74％ CBP+0％→ 26％ Pt-1(60nm)/BAlq(40nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)

[0237] 测量得到的有机 EL 装置的外部量子效率和亮度半衰期，结果，360cd/m^2 下的外部量子效率为 8.0％，亮度半衰期为 1100 小时。

[0238] ＜比较例 3＞

[0239] 制作除了发光层以外与实施例 1 的有机 EL 装置具有相同层构成和厚度的有机 EL 装置。使用与实施例 1 使用的相同材料形成发光层，但是各材料的浓度如图 5C 所示在发光层的厚度方向上保持恒定。发光装置的层构成、各层的厚度等如下。

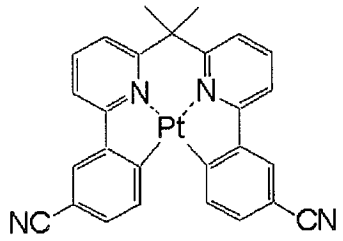
[0240] ITO(100nm)/2-TNATA+1.0％ F4-TCNQ(160nm)/NPD(10nm)/13％ mCP+74％有机粘结剂 +13％ Pt-1(60nm)/BAlq(40nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)

[0241] 测量得到的有机 EL 装置的外部量子效率和亮度半衰期，结果，360cd/m^2 下的外部量子效率为 10.0％，亮度半衰期为 1000 小时。

[0242] ＜实施例 4＞

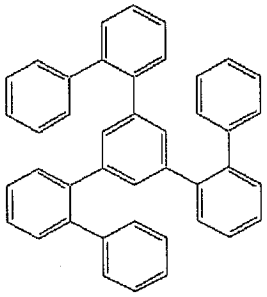
[0243] 按与实施例 3 相同方式制作有机 EL 装置，除了实施例 3 的发光层中的具有电子传输性的发光材料从 Pt-1 变为 Pt-2（绿色发光层），电惰性材料（粘结剂）从化合物 A 变为化合物 B。Pt-2 和化合物 B 的结构式如下。

[0244]



Pt-2

[0245]



[0246] 化合物 B

[0247] 当将电压施加到得到的有机 EL 装置时，观察到绿色发光。因此，测量外部量子效率，结果，500cd/m^2 下的外部量子效率为 16.5％。

[0248] 测量 10000cd/m^2 的高亮度下的外部量子效率，为 15.8％。这意味着 500cd/m^2 下的 96％的外部量子效率得以保持，因此高亮度条件下的效率降低很小。

[0249] 上面说明了本发明，但是本发明不限于上述示例性实施方案和实施例。

[0250] 例如，根据本发明的有机 EL 装置的发光层中的各构成材料的浓度分布不限于图 2～图 4 所示的那些，例如，如图 7 所示，只要具有电子传输性的发光材料的浓度从阴极侧朝着阳极侧逐渐减小，电惰性材料（粘结剂）的浓度逐渐增大，并且具有空穴传输性的主体材料的浓度几乎均匀或逐渐增大，就是可接受的。

[0251] 此外，在制造具有根据本发明的有机 EL 装置的发光设备或显示设备的情况下，驱动模式不受限制，可以使用被动矩阵模式或主动矩阵模式。发出的光的颜色也不受限制，本发明可以适用于任何单色显示器、区域彩色显示器和全彩色显示器。

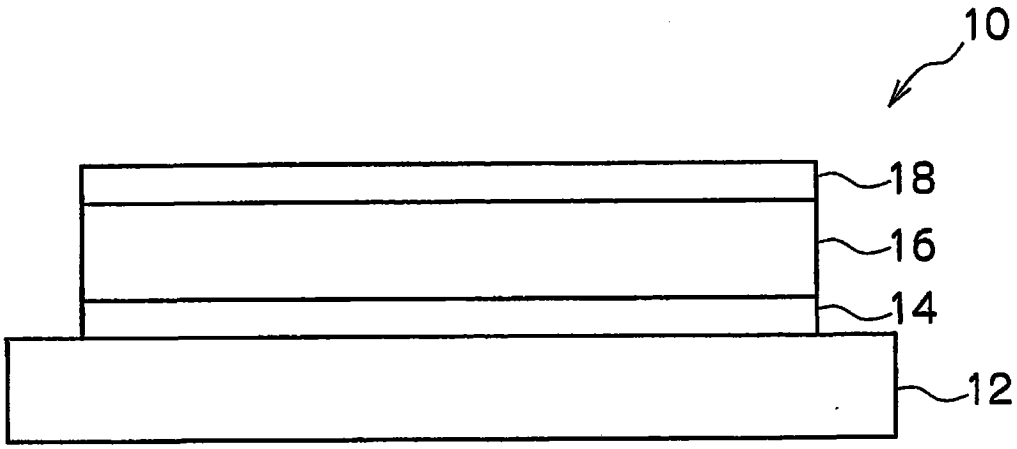


图 1

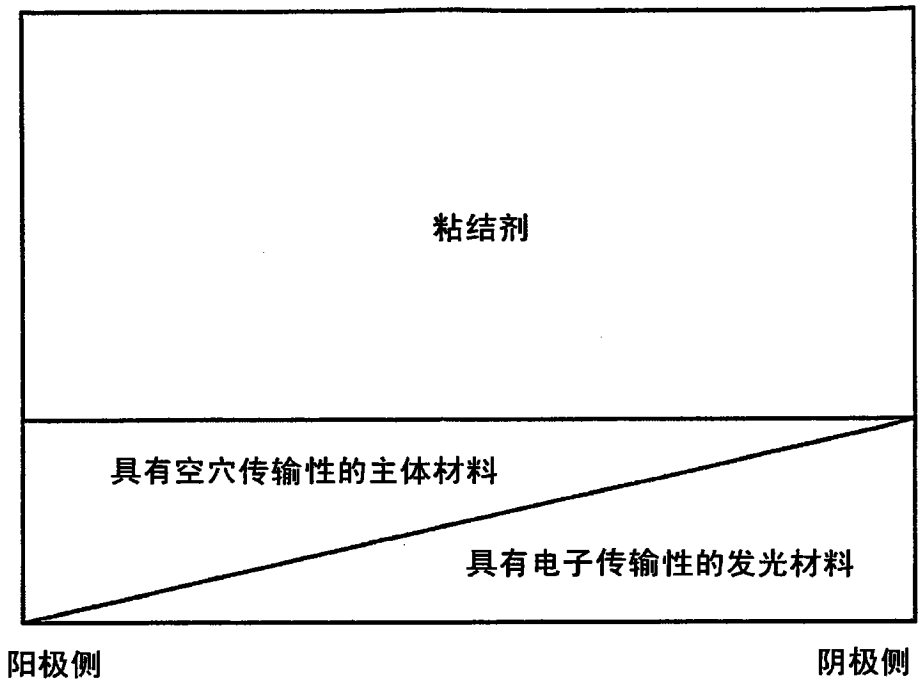


图 2

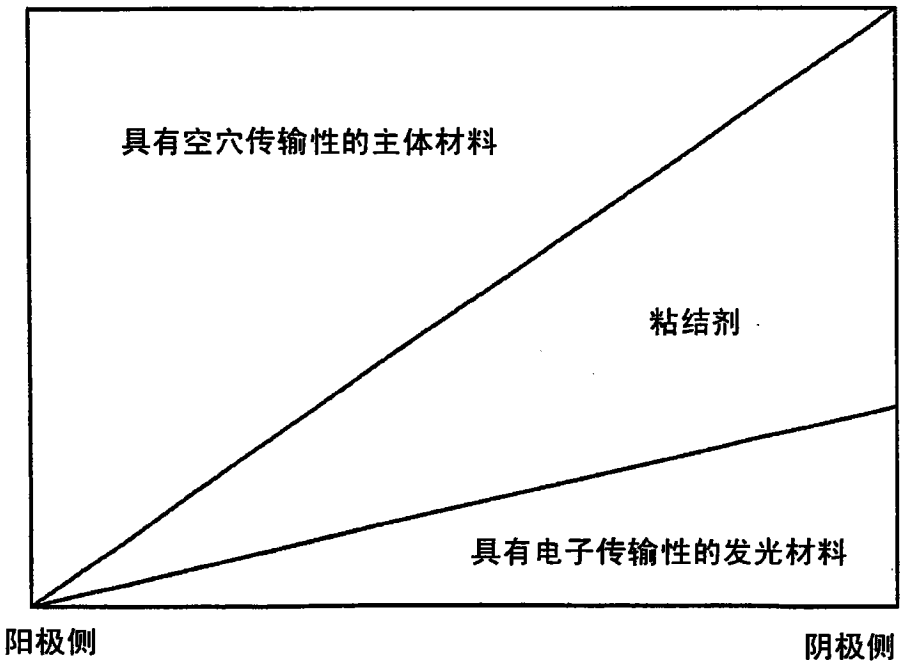

具有空穴传输性的主体材料
粘结剂
具有电子传输性的发光材料
阳极侧
阴极侧

图 3

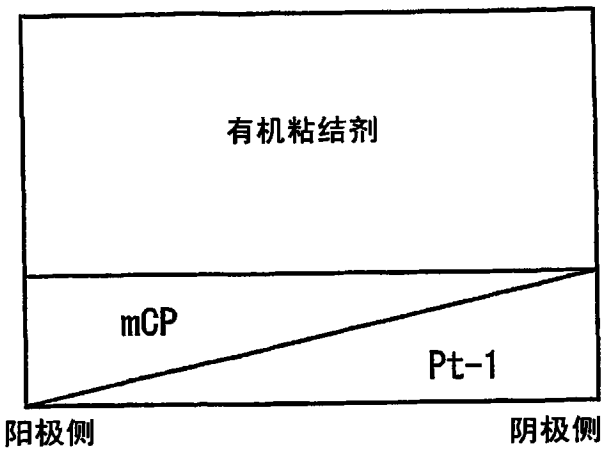

有机粘结剂
mCP
Pt-1
阳极侧
阴极侧

图 4A

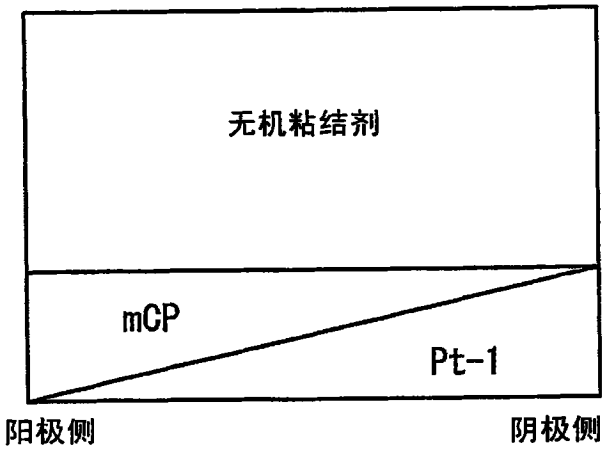


图 4B

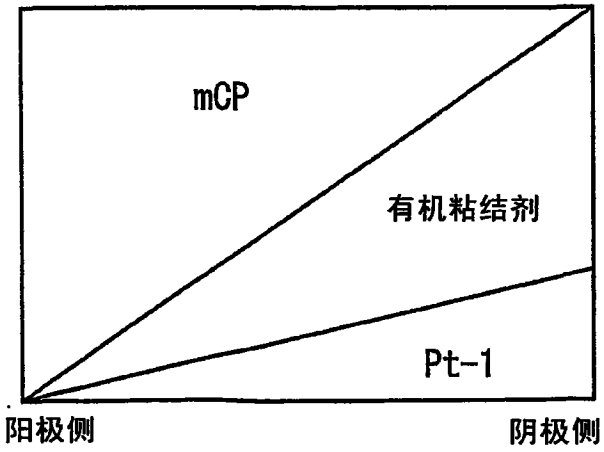


图 4C

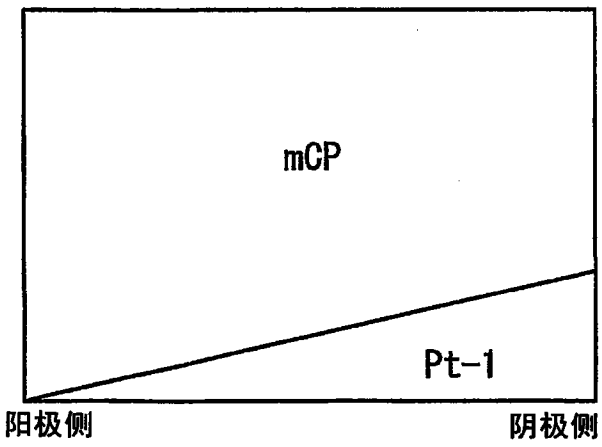


图 5A

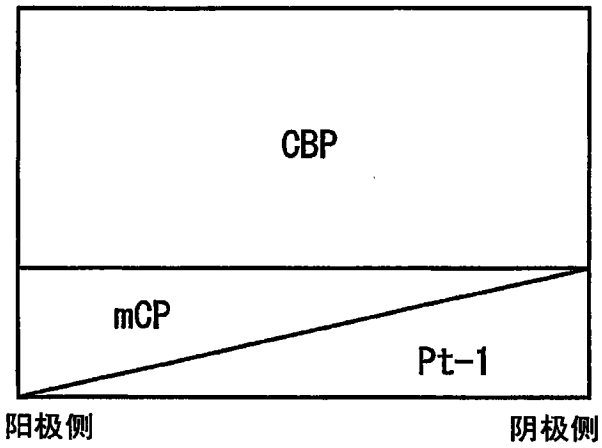


图 5B

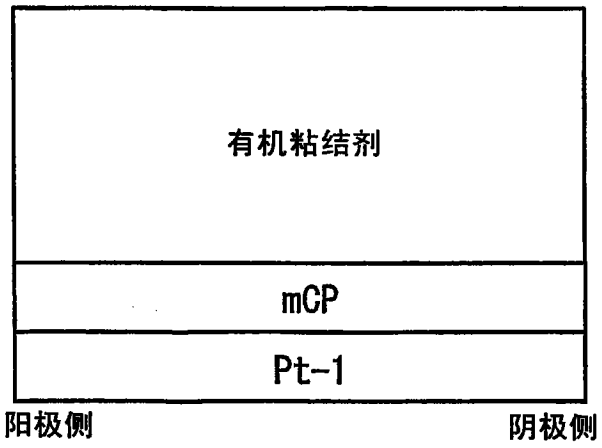


图 5C

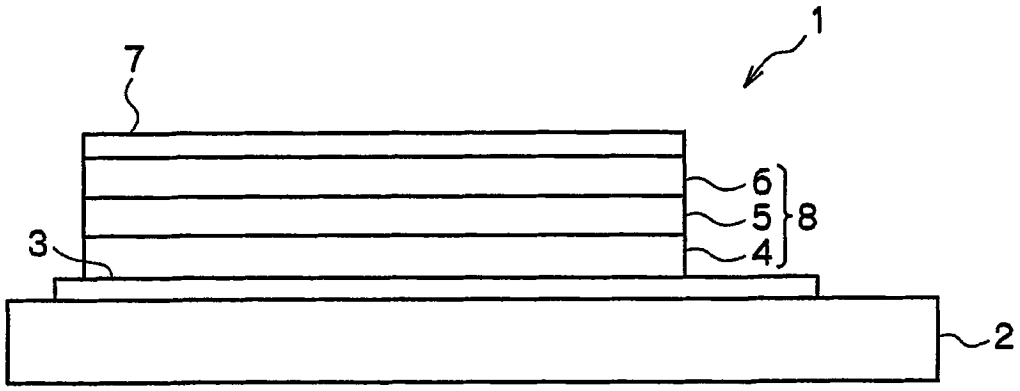


图 6

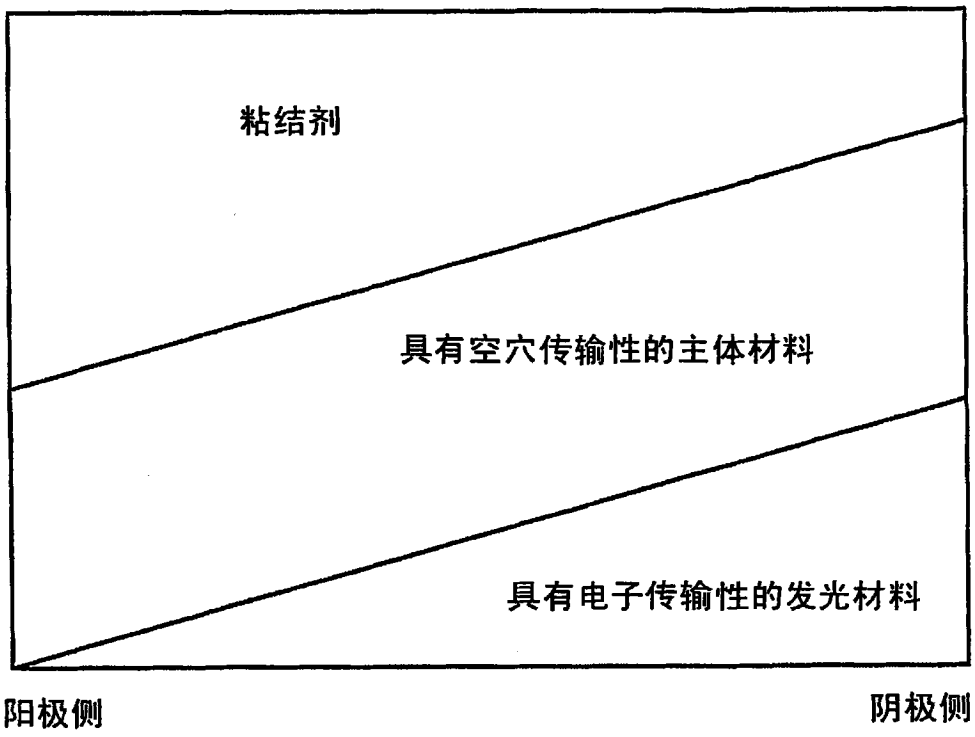


图 7