

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H05B 33/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480015579.3

[43] 公开日 2006 年 7 月 12 日

[11] 公开号 CN 1802878A

[22] 申请日 2004.6.2

[21] 申请号 200480015579.3

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 4 [33] JP [31] 159231/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/007605 2004.6.2

[87] 国际公布 WO2004/110106 日 2004.12.16

[85] 进入国家阶段日期 2005.12.5

[71] 申请人 出光兴产株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 福岡贤一 山本弘志

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 朱 丹

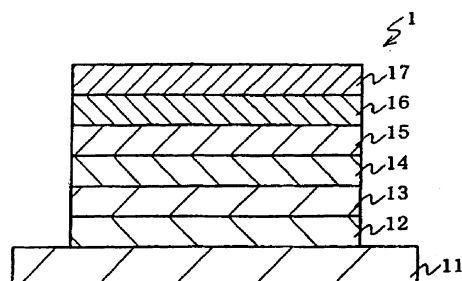
权利要求书 1 页 说明书 39 页 附图 1 页

[54] 发明名称

有机电致发光元件以及使用它的显示装置

[57] 摘要

本发明提供一种有机电致发光元件(1)，其在作为一对电极的阳极(12)和阴极(17)之间具有发光层(14)，其特征在于，在电极和发光层(14)之间设置抑制层，该抑制层用于调整提供给发光层(14)的电子或者空穴的量。例如，形成电子注入抑制层(15)或者空穴注入抑制层作为抑制层的有机电致发光元件。该有机电致发光元件改善了发光效率。



1. 一种有机电致发光元件，其在作为一对电极的阳极和阴极之间
5 具有发光层，

在上述电极和发光层之间设置抑制层，该抑制层用于调整提供给上述发光层的电子或者空穴的量。

2. 如权利要求1所述的有机电致发光元件，其特征在于，
在上述阴极和上述发光层之间设置电子注入层和电子注入抑制层，
10 上述电子注入抑制层的电子移动度比上述电子注入层的电子移动度小。

3. 如权利要求2所述的有机电致发光元件，其特征在于，
上述发光层的亲和性水平(Af1)、上述电子注入抑制层的亲和性水平(Af2)和上述电子注入层的亲和性水平(Af3)满足 $Af1 < Af2$ ， $Af3 \leq Af2$ 的关系。

- 15 4. 如权利要求2或3所述的有机电致发光元件，其特征在于，
上述电子注入层由含氮环化合物、含硅环化合物或硼化合物组成。

5. 如权利要求2或3所述的有机电致发光元件，其中，
上述电子注入层由含氮环化合物组成。

6. 如权利要求2或3所述的有机电致发光元件，其中，
20 上述电子注入抑制层由含氮环化合物组成。

7. 如权利要求1所述的有机电致发光元件，其特征在于，
在上述阳极和上述发光层之间设置空穴注入层和空穴注入抑制层，
上述空穴注入抑制层的空穴移动度比上述空穴注入层的空穴移动度小。

8. 如权利要求1~3和权利要求7中任何一项所述的有机电致发光
25 元件，其中，

上述发光层是发蓝色光。

9. 一种显示装置，其具有包含权利要求1~3和权利要求7中任何一项所述的有机电致发光元件而构成的显示画面。

有机电致发光元件以及使用它的显示装置

5

技术领域

本发明涉及有机电致发光元件以及使用它的显示装置。

背景技术

10

有机电致发光元件（以下，把电致发光简记为“EL”）由于自身发光而辨识性高，而且完全是固体元件，具有耐冲击性极好等优点，所以用作各种显示装置中的发光元件而引人注目。

15

有机 EL 元件在由阳极和阴极组成的一对电极间夹持发光层，如果向两电极间施加电场，则从阴极侧向发光层注入电子，从阳极侧向发光层注入空穴，通过在发光层中电子和空穴进行复合而发光。

作为有机 EL 元件高效率化的技术，有向发光层中进行掺杂的技术、阴极材料的改进等，从而改善了电流效率。

20

另一方面，为了降低消耗电力，开发了低电压化技术，通过使用电子或者空穴的移动度高的有机材料，可以确认有机 EL 元件的明显低电压化。

但是，同时实现高电流效率 and 低电压化这两者未必容易实现。另外，同时达到长寿命非常难。

尤其是对进行蓝色发光的有机 EL 元件来说非常难，迄今为止尽管进行了各种改进，但仍不够充分。

25

作为高效率低电压化的技术，提出了使用空穴阻止层（例如，参考特开平 2—195683 号公报。）。空穴阻止层是为了防止被注入到发光层的空穴向阴极方向扩散而设置的层。但是，如蓝色发光那样，在发光层宽隙化的情况下，由于电离电势变大，所以用于与其组合的空穴阻止层的电离电势必然变得更大。该结果，由于难以选择材料、且寿命短的情况较多，所以不实用。

30

另外,为了调整阻止空穴的比例,有必要选择不同的空穴阻止材料,在发光层不同的情况下,必须选择与其一致的空穴阻止材料。

可是,作为电子注入层,报导了电子移动度非常高的层,确认通过使用它们,可以使有机 EL 元件明显低电压化(例如,参考特开平 9-087616 号公报、特开平 9-194487 号公报)。但是,此时,向发光层注入的电子的量由于比空穴的量还多,所以往往电子从发光层穿行的比例变高。因此,由于电流是使空穴和电子的流动合在一起形成的,所以尽管电流流动得较多,但是发光量不会那么多。即,存在不能获得足够的发光效率,且寿命也短的问题。

10

发明内容

本发明是鉴于该课题而提出的,其目的在于,提供使发光效率改善的有机 EL 元件。

特别地,其目的还在于,提供低电压且高发光效率的有机 EL 元件。

15

为了解决上述课题,本发明人等进行了潜心研究,结果发现,如果不使向发光层注入的空穴和电子的量平衡,则电流不能有效地转换为光。即,发现当电子相对于空穴过量时,可以非常有效地抑制过量的电子,使空穴和电子平衡。这样一来,如果不使空穴和电子平衡,即使使用非常好的材料作为发光层,也不能充分地发挥其性能。

20

但是,要取得空穴和电子的平衡就需要进行微妙的调整。有机材料中的导电因为与金属或半导体不同,所以不遵循欧姆法则,具有电流从阈值电压开始剧烈流动的特性,并且电流与电压的指数成比例。通常,在如有机材料那样的绝缘体中流动的电流,一般认为是空间电荷限制电流。其特性就空穴和电子来说通常不相同,所以使空穴和电子平衡非常困难。

25

为了保持这种微妙的平衡,对空穴和电子分别使用各种材料,要想研究其组合调整平衡,需要研究庞大的材料的组合,从而需要很多时间。

另一方面,通过改变材料的调整虽然可以通过改变材料的分子结构来进行,但是稍微变化成为任意的移动度通常很困难。

因此,本发明人等发现,通过在电极和发光层之间形成空穴或者电子注入抑制层,可以很容易地调整被注入到发光层的空穴和电子的量的平

30

衡。

即，根据本发明，提供一种有机 EL 元件，其在作为一对电极的阳极和阴极之间具有发光层，其特征在于，在电极和发光层之间设置用于调整被提供给发光层的电子或者空穴的量的抑制层。

5 在该元件中，由于通过抑制层可以调整被注入到发光层的空穴和电子的量的平衡，所以可以最大限度地显现出发光材料的性能。因此，没有必要为了控制空穴和电子的平衡，而改变空穴注入层、电子注入层等的材料，可以比较容易地控制平衡，所以作为实用方面的技术非常好。

10 具体地讲，当向发光层注入的电子的量相对于空穴来说过量时，通过在阴极和发光层之间设置电子注入层、和电子移动度比电子注入层小的电子注入抑制层，可以抑制电子向发光层的注入量，从而调整与空穴的平衡。

15 例如，如果选择单独在电子注入层中电子过量的材料和仅在电子注入抑制层中空穴过量的材料，在与发光层之间插入电子注入抑制层，其膜厚由 0 开始一点一点地变厚，则在某种膜厚下空穴和电子的量取得平衡，电流效率达到最大值。

这样一来，在本发明中，可以通过仅仅改变电子注入抑制层的膜厚，无阶段地调整电子的注入量。

20 同样，当空穴的量过量时，通过在阴极和发光层之间设置空穴注入层、和空穴移动度比空穴注入层小的空穴注入抑制层，可以抑制空穴向发光层的注入量，从而获得与电子的平衡。

25 本发明是在蓝色发光中非常有效的技术。蓝色发光材料能量高，能隙比较大。因此，当通过使空穴输送层和发光层组合，使发光层中的复合集中于界面时，发光层的亲和性水平和空穴输送层的差存在变小的倾向，可以说电子很容易由发光层进入空穴输送层。因此，与使发出其它颜色光的发光层相比，有必要对空穴和电子的注入平衡进行微调。

30 另外，发光层往往被进行掺杂，可以通过掺杂剂改变载波平衡（carrier balance）。但是，在是进行蓝色发光的发光层的情况下，由于掺杂剂没有有效地起到作为捕集器的作用，所以在电子过量的情况下，仅用蓝色掺杂剂来改善平衡非常困难。

与此相反，本发明通过电子注入抑制层的膜厚进行平衡调整，从而具有可以在与用于发光层的材料无关的情况下适应的极好的优点。

这种抑制层的插入可以采用比较简单的方法来改善空穴和电子的平衡，所以非常有效，由于其简单，所以可作为实用方面的技术，非常强
5 且极其出色。

此外，本申请人在先提出新的含氮环化合物作为电子移动度非常高的电子注入层（特愿 2003-004193 号）。

通过这样地组合电子移动度高的材料和本发明的电子注入抑制层组合，可以实现低电压且发光效率高的有机 EL 元件。

10 还有，本发明的有机 EL 元件，可以用于民用 TV、大型显示器、移动电话用显示画面等各种显示装置的显示画面。

附图说明

图 1 是本发明一个实施方式的有机 EL 元件的剖面图。

15 图 2 是本发明一个实施方式的有机 EL 元件的能级图。

具体实施方式

下面，对本发明进行详细地说明。

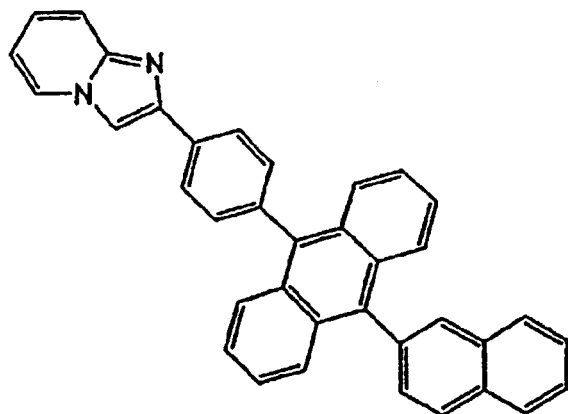
首先，使用附图对本发明的有机 EL 元件进行说明。

20 图 1 是作为本发明一个实施方式的有机 EL 元件的剖面图，图 2 是该 EL 元件的能级图。

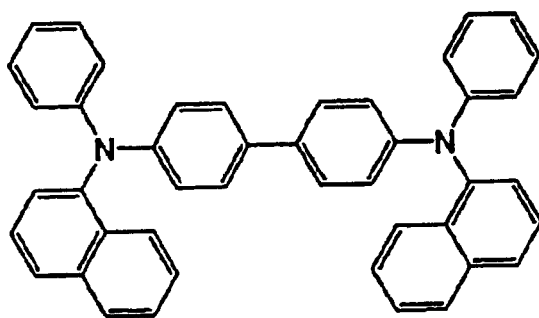
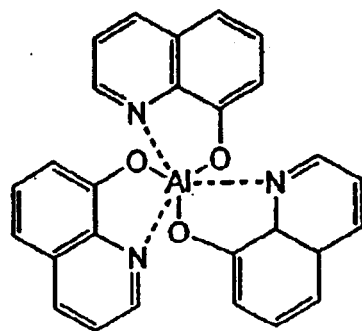
本实施方式是由于从电子注入层供给的电子比从空穴注入层供给的空穴多，所以设置电子注入抑制层的例子。

作为这种材料的组合，可以举出电子注入层为 ET1、空穴注入层为
25 α -NPD、电子注入抑制层是 Alq 的组合。它们的化学式如下所示。

[化学式 1]



ET1

 α -NPD

Alq

有机 EL 元件 1 具有在基板 11 上按顺序层叠阳极 12、空穴注入层 13、发光层 14、电子注入抑制层 15、电子注入层 16 和阴极 17 形成的结构。

基板 11 是支撑有机 EL 元件的基板。阳极 12 担负着将空穴注入到空穴注入层 13 或者发光层 14 中的任务。空穴注入层 13 是帮助空穴注入发光层 14，并输送至发光区域的层。发光层 14 主要提供电子和空穴复合的场所，由此产生发光。电子注入抑制层 15 是用于调整电子向发光层 14 的注入，从而获得与空穴的平衡的层。电子注入层 16 是帮助电子向发光层 14 的注入的层。阴极 17 担负着将电子注入到电子注入层 16 或者发光层 14 中的任务。

在本实施方式中，为了发挥电子注入抑制层 15 的功能，需要将电子注入到发光层 14 的性能比电子注入层 16 还低。

作为这样的电子注入抑制层，例如可以举出电子移动度比电子注入层 16 还低的层，或者亲和性水平大的层。

所谓电子移动度是外加电场和电子的速度的比，如果电场较强时，则电子的速度变大，电流变大。

在使电子注入抑制层 15 和电子注入层 16 的总膜厚恒定的有机 EL 元件中，当改变电子注入抑制层 15 和电子注入层 16 的膜厚比，同时施加一定的电压时，通过把移动度小的材料作为电子注入抑制层 15 而插入，可以使在电子注入层 16 中产生的电场比没有电子注入抑制层 15 的情况小。另外，电子注入抑制层 15 的膜厚越厚，在电子注入层 16 中产生的电场就变得越小。

因此，可以利用电子注入抑制层 15 的膜厚，控制电子注入层 16 的电场，进而可以调整因电子引起的电流，即注入到发光层 14 中的电子的量。

另外，即使调整发光层 14、电子注入抑制层 15 和电子注入层 16 的亲和性水平，也可以控制被注入到发光层 14 的空穴和电子的平衡。

所谓亲和性水平，是指在图 2 所示的能级图中，各层的电子的传导水平，与构成的分子的 LUMO（最低未占分子轨道）的能级对应。

当电子注入抑制层 15 的亲和性水平 A_{f2} 比发光层 14 的亲和性水平

Af1 还大, 电子注入抑制层 15 的亲合性水平 Af2 比电子注入层 16 的亲合性水平 Af3 大或相等时, 即, 满足 $Af1 < Af2$, $Af3 \leq Af2$ 的关系时, 在从电子注入抑制层 15 向发光层 14 注入电子时, 存在相应于亲合性水平的差的注入势垒。

5 这样一来, 可以通过形成注入势垒控制向发光层 14 注入电子。

还有, 向发光层 14 注入的电子量的调整, 也可以通过电子移动度或者亲合性水平的任何一个进行调整, 另外, 也可以利用两者进行调整。

本发明有机 EL 元件的结构除了上述以外, 还可以举出例如

- i) 阳极/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- 10 ii) 阳极/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- iii) 阳极/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子注入抑制层/电子输送层/电子注入层/阴极
- iv) 阳极/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子输送层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- 15 v) 阳极/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子输送层/电子注入抑制层/电子注入层/附着改善层/阴极
- vi) 阳极/有机半导体层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- 20 vii) 阳极/有机半导体层/空穴注入层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- viii) 阳极/有机半导体层/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- ix) 阳极/有机半导体层/空穴注入层/空穴输送层/发光层/电子注入抑制层/电子输送层/电子注入层/阴极
- 25 x) 阳极/绝缘层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极
- xi) 阳极/无机半导体层/绝缘层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极

等。下面, 对构成本发明有机 EL 元件的各层进行说明。

30 还有, 只要不损害本发明的作用效果, 就可以使其他的有机层或者

无机层介于上述各层之间。

另外，当注入到发光层的空穴的量比电子还多时，在上述结构中，可以在阳极和发光层之间形成空穴注入抑制层来代替电子注入抑制层。

(1) 透光性基板

5 本发明的有机 EL 元件是在透光性基板上进行制作。这里所说的透光性基板是支撑有机 EL 元件的基板，优选在 400—700nm 可见光下的透射比为 50% 以上且平滑的基板。

具体地，可以举出玻璃板、聚合物板等。作为玻璃板，尤其可以举出碱石灰玻璃、含有钡/锶的玻璃、铅玻璃、铝硅酸玻璃、硼硅酸玻璃、钡
10 硼硅酸玻璃、石英等。另外作为聚合物板，可以举出聚碳酸酯、丙烯酸、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚醚硫化物、聚砜等。

(2) 阳极

有机薄膜 EL 元件的阳极担负着将空穴注入到空穴输送层或者发光层的任务，并且具有 4.5eV 以上的功函数是有效的。作为用于本发明的阳
15 极材料的具体例子，可以适当使用氧化铟锡合金 (ITO)、氧化锌锡合金 (IZO)、氧化锡 (NESA)、金、银、铂、铜等。

阳极可以通过将这些电极物质用蒸镀法或喷射法等方法形成薄膜来制作。

这样当从阳极取出来自发光层的发射光时，优选阳极相对于发射光的透射比大于 10%。另外阳极的薄片电阻优选为数百 Ω/\square 以下。阳极的膜
20 厚也根据材料的不同而不同，但是通常在 10nm~1 μ m、优选在 10~200nm 的范围内选择。

(3) 空穴注入、输送层

空穴注入、输送层是帮助空穴注入到发光层并输送至发光领域的
25 层，空穴移动度大，电离能通常为 5.5eV 以下而比较小。作为这样的空穴注入、输送层，优选在更低的电场强度下将空穴输送至发光层的材料，此外，空穴的移动度只要在施加例如 $10^4 \sim 10^6 \text{V/cm}$ 的电场时至少为 $10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ ，就优选。

作为形成空穴注入、输送层的材料，只要是具有上述优选的性质的
30 物质，就没有特别的限制，可以从以往在光传导材料中通常用作空穴的电

荷输送材料、和用于 EL 元件的空穴注入层的公知的材料中选择任意的材料而使用。

作为具体例子,例如可以举出三唑衍生物(参考美国专利 3112197 号说明书等)、噁二唑衍生物(参考美国专利 3189447 号说明书等)、咪唑
5 衍生物(参考特公昭 37-16096 号公报等)、聚芳基烷烃衍生物(参考美国专利 3615402 号说明书、美国专利第 3820989 号说明书、美国专利第 3542544 号说明书、特公昭 45-555 号公报、特公昭 51-10983 号公报、
特开昭 51-93224 号公报、特开昭 55-17105 号公报、特开昭 56-4148 号公报、特开昭 55-108667 号公报、特开昭 55-156953 号公报、特开昭
10 56-36656 号公报等)、吡唑啉衍生物以及吡唑啉酮衍生物(参考美国专利第 3180729 号说明书、美国专利第 4278746 号说明书、特开昭 55-88064 号公报、特开昭 55-88065 号公报、特开昭 49-105537 号公报、特开昭
55-51086 号公报、特开昭 56-80051 号公报、特开昭 56-88141 号公报、
特开昭 57-45545 号公报、特开昭 54-112637 号公报、特开昭 55-74546
15 号公报等)、苯二胺衍生物(参考美国专利第 3615404 号说明书、特公昭 51-10105 号公报、特公昭 46-3712 号公报、特公昭 47-25336 号公报、
特开昭 54-53435 号公报、特开昭 54-110536 号公报、特开昭 54-119925 号公报等)、芳基胺衍生物(参考美国专利第 3567450 号说明书、美国专利第 3180703 号说明书、美国专利第 3240597 号说明书、美国专利第
20 3658520 号说明书、美国专利第 4232103 号说明书、美国专利第 4175961 号说明书、美国专利第 4012376 号说明书、特公昭 49-35702 号公报、特
公昭 39-27577 号公报、特开昭 55-144250 号公报、特开昭 56-119132 号公报、特开昭 56-22437 号公报、西德专利第 1110518 号说明书等)、
氨基取代查尔酮衍生物(参考美国专利第 3526501 号说明书等)、噁唑衍
25 生物(公开于美国专利第 3257203 号说明书等中的化合物)、苯乙烯蒽衍
生物(参考特开昭 56-46234 号公报等)、茚酮衍生物(参考特开昭 54-
110837 号公报等)、脞衍生物(参考美国专利第 3717462 号说明书、特开
昭 54-59143 号公报、特开昭 55-52063 号公报、特开昭 55-52064 号公
报、特开昭 55-46760 号公报、特开昭 55-85495 号公报、特开昭 57-11350
30 号公报、特开昭 57-148749 号公报、特开平 2-311591 号公报等)、芪衍

生物（参考特开昭 61-210363 号公报、特开昭第 61-228451 号公报、特开昭 61-14642 号公报、特开昭 61-72255 号公报、特开昭 62-47646 号公报、特开昭 62-36674 号公报、特开昭 62-10652 号公报、特开昭 62-30255 号公报、特开昭 60-93455 号公报、特开昭 60-94462 号公报、
5 特开昭 60-174749 号公报、特开昭 60-175052 号公报等）、硅氨烷衍生物（美国专利第 4950950 号说明书）、聚硅烷系（特开平 2-204996 号公报）、苯胺系共聚物（特开平 2-282263 号公报）、公开于特开平 1-211399 号公报的导电性高分子低聚物（特别是噻吩低聚物）等。

作为空穴注入层的材料，可以使用上述的物质，但是优选使用卟啉
10 （ポルフィリン）化合物（公开于特开昭 63-2956965 号公报等中的化合物）、芳香族叔胺化合物和苯乙烯胺化合物（参考美国专利第 4127412 号说明书、特开昭 53-27033 号公报、特开昭 54-58445 号公报、特开昭 54-149634 号公报、特开昭 54-64299 号公报、特开昭 55-79450 号公报、特开昭 55-144250 号公报、特开昭 56-119132 号公报、特开昭 61-295558
15 号公报、特开昭 61-98353 号公报、特开昭 63-295695 号公报等），特别优选使用芳香族叔胺化合物。

另外，还可以举出在美国专利第 5061569 号中记载的在分子内具有两个稠合芳香族环的、例如 4, 4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基氨基)联苯（以下简记为 NPD），还可以举出在特开平 4-308688 号公报中记载的三
20 苯胺单元被连接三个星爆（star burst）型的 4, 4', 4''-三(N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基)三苯胺（以下简记为 MTDATA）等。

此外，除了芳香族二次甲基系化合物之外，p 型 Si、p 型 SiC 等无机化合物也可以用作空穴注入层的材料。

空穴注入、输送层可以通过将上述化合物用例如真空蒸镀法、旋涂
25 法、浇注法、LB 法等公知的方法进行薄膜化而形成。对作为空穴注入、输送层的膜厚没有特别的限制，但是通常为 5nm~5 μ m。该空穴注入、输送层如果在空穴输送带区域含有本发明的化合物，则可以由上述材料的一种或者二种以上组成的一层构成，或者也可以是由与上述空穴注入、输送层不同种的化合物组成的空穴注入、输送层进行层叠形成的层。

30 另外，有机半导体层是帮助空穴注入到发光层或者电子注入到发光

层的层, 适合的是具有 10^{-10}S/cm 以上的电导率的层。作为这种有机半导体层的材料, 可以使用含噻吩低聚物或在特开平 8-193191 号公报中公开的含芳基胺低聚物等导电性低聚物、含芳基胺树枝状聚合物(dendrimer)等导电性树枝状聚合物等。

5 (4) 空穴注入抑制层

用于空穴注入抑制层的材料是抑制空穴的材料, 但不是不能流动空穴的材料。作为这种材料, 可以是一直以来用于空穴注入层的材料, 可以使用与本发明有机 EL 元件中使用的空穴注入层相比空穴移动度更低或者电离电势更小的材料。

10 具体地说, 优选在特开平 5-234678 号公报、特开平 5-320634 号公报、特开平 6-220437 号公报、特公 2686418 号公报、特公 2924809 号公报、特开平 7-138562 号公报、特开平 11-54280 号公报、特开平 7-157454 号公报中记载的二胺化合物、或在特开平 10-316658 号公报、欧洲公开公报 0650955A1 号公报、特开 2002-249765 号公报、特开平 3-111485 号公报、特开平 6-312981 号公报等中记载的胺衍生物。

15 (5) 发光层

发光层是兼有以下功能的层。

- (i) 注入功能: 在外加电场时可以由阳极或者空穴注入层注入空穴, 由阴极或者电子注入层注入电子的功能
- 20 (ii) 输送功能: 用电场的力使注入的电荷(电子和空穴)移动的功能
- (iii) 发光功能: 提供电子和空穴复合的场所, 由其产生发光的功能

但是, 可以在空穴的注入容易程度和电子的注入容易程度方面存在不同, 另外, 也可以在用空穴和电子移动度表示的输送能力方面存在大小, 而优选移动任何一方的电荷。

用于发光层的基质(host)材料可以使用公知的材料作为寿命长的发光材料, 但是希望把用下述式[1]表示的材料用作发光材料的基质材料。但是, 不必限于下述材料。

30 [化学式 2]



(式中, Ar^1 是碳原子数为 6~50 的芳香族环, X^1 是取代基。 l 是 1~50 的整数, m 是 0~6 的整数。而且, 当 $l \geq 2$ 时, Ar^1 彼此可以相同也可以不同, 当 $m \geq 2$ 时, X^1 彼此可以相同也可以不同。 l 优选 1~2, m 优选 0~4。)

作为 Ar^1 的芳香族环的具体例子, 可以举出苯环、萘环、蒽环、联苯环、薹环、芴环、菲环、荧蒽环、醋菲烯环、9, 10-苯并菲环、芘环、1, 2-苯并菲 (chrysene) 环、并四苯环、苝环、花环、戊芬环、并五苯环、亚四苯基 (tetraphenylene) 环、己芬环、并六苯环、玉红省环、晕苯环、联三萘环等。

优选列举苯环、萘环、蒽环、茈环、芴环、菲环、荧蒽环、9, 10-苯并菲环、芘环、1, 2-苯并菲环、花环、联三萘环等。

进一步优选列举苯环、萘环、蒽环、芴环、菲环、荧蒽环、芘环、1, 2-苯并菲环、花环等。

X^1 的具体例子是取代或者未取代的核碳原子数为 6~50 的芳香族基、取代或者未取代的核原子数为 5~50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的芳烷基、取代或者未取代的核原子数为 5~50 的芳氧基、取代或者未取代的核原子数为 5~50 的芳硫基、取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的羧基、取代或者未取代的苯乙烯基、卤素基、氰基、硝基、羟基等。

作为取代或者未取代的核碳原子数为 6~50 的芳香族基的例子, 可以举出苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒽基、2-蒽基、9-蒽基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-芘基、2-芘基、4-芘基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对三联苯-4-基、对三联苯-3-基、对三联苯-2-基、间三联苯-4-基、间三联苯-3-基、间三联苯-2-基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、邻叔丁基苯基、对 (2-苯基丙基) 苯基、3-甲基-2-

萘基、4-甲基-1-萘基、4-甲基-1-蒽基、4'-甲基联苯基、4''-叔丁基-对三联苯-4-基、2-茚基、9,9-二甲基-2-茚基、3-荧蒽基等。

5 优选苯基、1-萘基、2-萘基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-芘基、2-芘基、4-芘基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、2-茚基、9,9-二甲基-2-茚基、3-荧蒽基等。

作为取代或者未取代的核原子数为5~50的芳香族杂环基的例子，可以举出1-吡咯基、2-吡咯基、3-吡咯基、吡嗪基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、5-吡啶基、6-吡啶基、7-吡啶基、1-异吡啶基、2-异吡啶基、3-异吡啶基、4-异吡啶基、5-异吡啶基、6-异吡啶基、7-异吡啶基、2-咪唑基、3-咪唑基、2-苯并咪唑基、3-苯并咪唑基、4-苯并咪唑基、5-苯并咪唑基、6-苯并咪唑基、7-苯并咪唑基、1-异苯并咪唑基、3-异苯并咪唑基、4-异苯并咪唑基、5-异苯并咪唑基、6-异苯并咪唑基、7-异苯并咪唑基、喹啉基、3-喹啉基、4-喹啉基、5-喹啉基、6-喹啉基、7-喹啉基、8-喹啉基、1-异喹啉基、3-异喹啉基、4-异喹啉基、5-异喹啉基、6-异喹啉基、7-异喹啉基、8-异喹啉基、2-喹喔啉基、5-喹喔啉基、6-喹喔啉基、1-咔唑基、2-咔唑基、3-咔唑基、4-咔唑基、9-咔唑基、1-菲啶基、2-菲啶基、3-菲啶基、4-菲啶基、6-菲啶基、7-菲啶基、8-菲啶基、9-菲啶基、10-菲啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、9-吡啶基、1,7-菲绕啉-2-基、1,7-菲绕啉-3-基、1,7-菲绕啉-4-基、1,7-菲绕啉-5-基、1,7-菲绕啉-6-基、1,7-菲绕啉-8-基、1,7-菲绕啉-9-基、1,7-菲绕啉-10-基、1,8-菲绕啉-2-基、1,8-菲绕啉-3-基、1,8-菲绕啉-4-基、1,8-菲绕啉-5-基、1,8-菲绕啉-6-基、1,8-菲绕啉-7-基、1,8-菲绕啉-9-基、1,8-菲绕啉-10-基、1,9-菲绕啉-2-基、1,9-菲绕啉-3-基、1,9-菲绕啉-4-基、1,9-菲绕啉-5-基、1,9-菲绕啉-6-基、1,9-菲绕啉-7-基、1,9-菲绕啉-8-基、1,9-菲绕啉-10-基、1,10-

菲绕啉-2-基、1, 10-菲绕啉-3-基、1, 10-菲绕啉-4-基、1, 10-
 菲绕啉-5-基、2, 9-菲绕啉-1-基、2, 9-菲绕啉-3-基、2, 9-
 菲绕啉-4-基、2, 9-菲绕啉-5-基、2, 9-菲绕啉-6-基、2, 9-
 菲绕啉-7-基、2, 9-菲绕啉-8-基、2, 9-菲绕啉-10-基、2, 8-
 5 菲绕啉-1-基、2, 8-菲绕啉-3-基、2, 8-菲绕啉-4-基、2, 8-
 菲绕啉-5-基、2, 8-菲绕啉-6-基、2, 8-菲绕啉-7-基、2, 8-
 菲绕啉-9-基、2, 8-菲绕啉-10-基、2, 7-菲绕啉-1-基、2, 7-
 菲绕啉-3-基、2, 7-菲绕啉-4-基、2, 7-菲绕啉-5-基、2, 7-
 菲绕啉-6-基、2, 7-菲绕啉-8-基、2, 7-菲绕啉-9-基、2, 7-
 10 菲绕啉-10-基、1-吩嗪基、2-吩嗪基、1-酚噻嗪基、2-酚噻嗪基、
 3-酚噻嗪基、4-酚噻嗪基、10-酚噻嗪基、1-吩噁嗪基、2-吩噁嗪基、
 3-吩噁嗪基、4-吩噁嗪基、10-吩噁嗪基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-
 噁唑基、2-噁二唑基、5-噁二唑基、3-呋咱基、2-噻嗯基、3-噻
 嗯基、2-甲基吡咯-1-基、2-甲基吡咯-3-基、2-甲基吡咯-4-基、
 15 2-甲基吡咯-5-基、3-甲基吡咯-1-基、3-甲基吡咯-2-基、3-
 甲基吡咯-4-基、3-甲基吡咯-5-基、2-叔丁基吡咯-4-基、3-(2-
 苯基丙基)吡咯-1-基、2-甲基-1-吡啶基、4-甲基-1-吡啶基、
 2-甲基-3-吡啶基、4-甲基-3-吡啶基、2-叔丁基-1-吡啶基、4-
 叔丁基-1-吡啶基、2-叔丁基-3-吡啶基、4-叔丁基-3-吡啶基
 20 等。

作为取代或者未取代的碳原子数为1~50的烷基的例子,可以举出
 甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、
 正己基、正庚基、正辛基、羟甲基、1-羟乙基、2-羟乙基、2-羟基异
 丁基、1, 2-二羟基乙基、1, 3-二羟基异丙基、2, 3-二羟基-叔丁基、
 25 1, 2, 3-三羟基丙基、氯甲基、1-氯乙基、2-氯乙基、2-氯异丁基、
 1, 2-二氯乙基、1, 3-二氯异丙基、2, 3-二氯-叔丁基、1, 2, 3-
 三氯丙基、溴甲基、1-溴乙基、2-溴乙基、2-溴异丁基、1, 2-二溴
 乙基、1, 3-二溴异丙基、2, 3-二溴-叔丁基、1, 2, 3-三溴丙基、
 碘甲基、1-碘乙基、2-碘乙基、2-碘异丁基、1, 2-二碘乙基、1, 3-
 30 一二碘异丙基、2, 3-二碘-叔丁基、1, 2, 3-三碘丙基、氨基甲基、1

一氨基乙基、2-氨基乙基、2-氨基异丁基、1, 2-二氨基乙基、1, 3-二氨基异丙基、2, 3-二氨基-叔丁基、1, 2, 3-三氨基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基异丁基、1, 2-二氰基乙基、1, 3-二氰基异丙基、2, 3-二氰基-叔丁基、1, 2, 3-三氰基丙基、硝基
5 甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、2-硝基异丁基、1, 2-二硝基乙基、1, 3-二硝基异丙基、2, 3-二硝基-叔丁基、1, 2, 3-三硝基丙基、环丙基、环丁基、环戊基、环己基、4-甲基环己基、1-金刚烷基、2-金刚烷基、1-降冰片基、2-降冰片基等。

取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基是用 -OY 表示的基团, 作为 Y 的例子, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、羟甲基、1-羟乙基、2-羟乙基、2-羟基异丁基、1, 2-二羟基乙基、1, 3-二羟基异丙基、2, 3-二羟基-叔丁基、1, 2, 3-三羟基丙基、氯甲基、1-氯乙基、2-氯乙基、2-氯异丁基、1, 2-二氯乙基、1, 3-二氯异丙基、
15 2, 3-二氯-叔丁基、1, 2, 3-三氯丙基、溴甲基、1-溴乙基、2-溴乙基、2-溴异丁基、1, 2-二溴乙基、1, 3-二溴异丙基、2, 3-二溴-叔丁基、1, 2, 3-三溴丙基、碘甲基、1-碘乙基、2-碘乙基、2-碘异丁基、1, 2-二碘乙基、1, 3-二碘异丙基、2, 3-二碘-叔丁基、1, 2, 3-三碘丙基、氨基甲基、1-氨基乙基、2-氨基乙基、2-氨基异丁基、1, 2-二氨基乙基、1, 3-二氨基异丙基、2, 3-二氨基-叔丁基、
20 1, 2, 3-三氨基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基异丁基、1, 2-二氰基乙基、1, 3-二氰基异丙基、2, 3-二氰基-叔丁基、1, 2, 3-三氰基丙基、硝基甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、2-硝基异丁基、1, 2-二硝基乙基、1, 3-二硝基异丙基、2, 3-二硝基-叔丁基、1, 2, 3-三硝基丙基等。
25

作为取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的芳烷基的例子, 可以举出苄基、1-苄乙基、2-苄乙基、1-苄基异丙基、2-苄基异丙基、苄基叔丁基、 α -萘甲基、1- α -萘乙基、2- α -萘乙基、1- α -萘异丙基、2- α -萘异丙基、 β -萘甲基、1- β -萘乙基、2- β -萘乙基、1- β -萘异丙基、2- β -萘异丙基、1-吡咯基甲基、2-(1-吡咯基)
30

基、1,8-菲绕啉-2-基、1,8-菲绕啉-3-基、1,8-菲绕啉-4-基、1,8-菲绕啉-5-基、1,8-菲绕啉-6-基、1,8-菲绕啉-7-基、1,8-菲绕啉-9-基、1,8-菲绕啉-10-基、1,9-菲绕啉-2-基、1,9-菲绕啉-3-基、1,9-菲绕啉-4-基、1,9-菲绕啉-5-基、1,9-菲绕啉-6-基、1,9-菲绕啉-7-基、1,9-菲绕啉-8-基、1,9-菲绕啉-10-基、1,10-菲绕啉-2-基、1,10-菲绕啉-3-基、1,10-菲绕啉-4-基、1,10-菲绕啉-5-基、2,9-菲绕啉-1-基、2,9-菲绕啉-3-基、2,9-菲绕啉-4-基、2,9-菲绕啉-5-基、2,9-菲绕啉-6-基、2,9-菲绕啉-7-基、2,9-菲绕啉-8-基、2,9-菲绕啉-10-基、2,8-菲绕啉-1-基、2,8-菲绕啉-3-基、2,8-菲绕啉-4-基、2,8-菲绕啉-5-基、2,8-菲绕啉-6-基、2,8-菲绕啉-7-基、2,8-菲绕啉-9-基、2,8-菲绕啉-10-基、2,7-菲绕啉-1-基、2,7-菲绕啉-3-基、2,7-菲绕啉-4-基、2,7-菲绕啉-5-基、2,7-菲绕啉-6-基、2,7-菲绕啉-8-基、2,7-菲绕啉-9-基、2,7-菲绕啉-10-基、1-吩嗪基、2-吩嗪基、1-酚噻嗪基、2-酚噻嗪基、3-酚噻嗪基、4-酚噻嗪基、1-吩噁嗪基、2-吩噁嗪基、3-吩噁嗪基、4-吩噁嗪基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噁二唑基、5-噁二唑基、3-呋咱基、2-噻嗯基、3-噻嗯基、2-甲基吡咯-1-基、2-甲基吡咯-3-基、2-甲基吡咯-4-基、2-甲基吡咯-5-基、3-甲基吡咯-1-基、3-甲基吡咯-2-基、3-甲基吡咯-4-基、3-甲基吡咯-5-基、2-叔丁基吡咯-4-基、3-(2-苯基丙基)吡咯-1-基、2-甲基-1-吡啶基、4-甲基-1-吡啶基、2-甲基-3-吡啶基、4-甲基-3-吡啶基、2-叔丁基-1-吡啶基、4-叔丁基-1-吡啶基、2-叔丁基-3-吡啶基、4-叔丁基-3-吡啶基等。

取代或者未取代的核原子数5~50的芳硫基表示为-SY”，作为Y”的例子，可以举出苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒽基、2-蒽基、9-蒽基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-芘基、2-芘基、4-芘基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对三联苯-4-基、对三联苯-3-基、对三联苯

—2—基、间三联苯—4—基、间三联苯—3—基、间三联苯—2—基、邻甲
苯基、间甲基苯基、对甲基苯基、对叔丁基苯基、对（2—苯基丙基）苯基、3
—甲基—2—萘基、4—甲基—1—萘基、4—甲基—1—蒎基、4'—甲基联苯
基、4''—叔丁基—对三联苯—4—基、2—吡咯基、3—吡咯基、吡嗪基、2
5 —吡啶基、3—吡啶基、4—吡啶基、2—吡啶基、3—吡啶基、4—吡啶基、
5—吡啶基、6—吡啶基、7—吡啶基、1—异吡啶基、3—异吡啶基、4—异
吡啶基、5—异吡啶基、6—异吡啶基、7—异吡啶基、2—呋喃基、3—呋
喃基、2—苯并呋喃基、3—苯并呋喃基、4—苯并呋喃基、5—苯并呋喃基、
6—苯并呋喃基、7—苯并呋喃基、1—异苯并呋喃基、3—异苯并呋喃基、
10 4—异苯并呋喃基、5—异苯并呋喃基、6—异苯并呋喃基、7—异苯并呋喃
基、2—喹啉基、3—喹啉基、4—喹啉基、5—喹啉基、6—喹啉基、7—喹
啉基、8—喹啉基、1—异喹啉基、3—异喹啉基、4—异喹啉基、5—异喹
啉基、6—异喹啉基、7—异喹啉基、8—异喹啉基、2—喹喔啉基、5—喹
喔啉基、6—喹喔啉基、1—咔唑基、2—咔唑基、3—咔唑基、4—咔唑基、
15 1—菲啶基、2—菲啶基、3—菲啶基、4—菲啶基、6—菲啶基、7—菲啶基、
8—菲啶基、9—菲啶基、10—菲啶基、1—吡啶基、2—吡啶基、3—吡啶
基、4—吡啶基、9—吡啶基、1，7—菲绕啉—2—基、1，7—菲绕啉—3—
基、1，7—菲绕啉—4—基、1，7—菲绕啉—5—基、1，7—菲绕啉—6—
基、1，7—菲绕啉—8—基、1，7—菲绕啉—9—基、1，7—菲绕啉—10—
20 基、1，8—菲绕啉—2—基、1，8—菲绕啉—3—基、1，8—菲绕啉—4—
基、1，8—菲绕啉—5—基、1，8—菲绕啉—6—基、1，8—菲绕啉—7—
基、1，8—菲绕啉—9—基、1，8—菲绕啉—10—基、1，9—菲绕啉—2—
基、1，9—菲绕啉—3—基、1，9—菲绕啉—4—基、1，9—菲绕啉—5—
基、1，9—菲绕啉—6—基、1，9—菲绕啉—7—基、1，9—菲绕啉—8—
25 基、1，9—菲绕啉—10—基、1，10—菲绕啉—2—基、1，10—菲绕啉—3—
基、1，10—菲绕啉—4—基、1，10—菲绕啉—5—基、2，9—菲绕啉—
1—基、2，9—菲绕啉—3—基、2，9—菲绕啉—4—基、2，9—菲绕啉—5—
基、2，9—菲绕啉—6—基、2，9—菲绕啉—7—基、2，9—菲绕啉—8—
基、2，9—菲绕啉—10—基、2，8—菲绕啉—1—基、2，8—菲绕啉—3—
30 基、2，8—菲绕啉—4—基、2，8—菲绕啉—5—基、2，8—菲绕啉—6—

一基、2, 8-菲绕啉-7-基、2, 8-菲绕啉-9-基、2, 8-菲绕啉-10-基、2, 7-菲绕啉-1-基、2, 7-菲绕啉-3-基、2, 7-菲绕啉-4-基、2, 7-菲绕啉-5-基、2, 7-菲绕啉-6-基、2, 7-菲绕啉-8-基、2, 7-菲绕啉-9-基、2, 7-菲绕啉-10-基、1-吩嗪基、2-吩嗪基、1-酚噻嗪基、2-酚噻嗪基、3-酚噻嗪基、4-酚噻嗪基、1-吩噁嗪基、2-吩噁嗪基、3-吩噁嗪基、4-吩噁嗪基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噁二唑基、5-噁二唑基、3-呋咱基、2-噻嗯基、3-噻嗯基、2-甲基吡咯-1-基、2-甲基吡咯-3-基、2-甲基吡咯-4-基、2-甲基吡咯-5-基、3-甲基吡咯-1-基、3-甲基吡咯-2-基、3-甲基吡咯-4-基、3-甲基吡咯-5-基、2-叔丁基吡咯-4-基、3-(2-苯基丙基)吡咯-1-基、2-甲基-1-吡啶基、4-甲基-1-吡啶基、2-甲基-3-吡啶基、4-甲基-3-吡啶基、2-叔丁基-1-吡啶基、4-叔丁基-1-吡啶基、2-叔丁基-3-吡啶基、4-叔丁基-3-吡啶基等。

15 取代或者未取代的碳原子数为 1~50 的羧基表示为-COOZ, 作为 Z 的例子可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、羟甲基、1-羟乙基、2-羟乙基、2-羟基异丁基、1, 2-二羟基乙基、1, 3-二羟基异丙基、2, 3-二羟基-叔丁基、1, 2, 3-三羟基丙基、氯甲基、1-氯乙基、2-氯乙基、2-氯异丁基、1, 2-二氯乙基、1, 3-二氯异丙基、2, 3-二氯-叔丁基、1, 2, 3-三氯丙基、溴甲基、1-溴乙基、2-溴乙基、2-溴异丁基、1, 2-二溴乙基、1, 3-二溴异丙基、2, 3-二溴-叔丁基、1, 2, 3-三溴丙基、碘甲基、1-碘乙基、2-碘乙基、2-碘异丁基、1, 2-二碘乙基、1, 3-二碘异丙基、2, 3-二碘-叔丁基、1, 2, 3-三碘丙基、氨基甲基、1-氨基乙基、2-氨基乙基、2-氨基异丁基、1, 2-二氨基乙基、1, 3-二氨基异丙基、2, 3-二氨基-叔丁基、1, 2, 3-三氨基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基异丁基、1, 2-二氰基乙基、1, 3-二氰基异丙基、2, 3-二氰基-叔丁基、1, 2, 3-三氰基丙基、硝基甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、2-硝基异丁基、1, 2-二硝基乙基、1, 3-二硝基异丙基、2, 3-二硝基-叔丁基、1, 2,

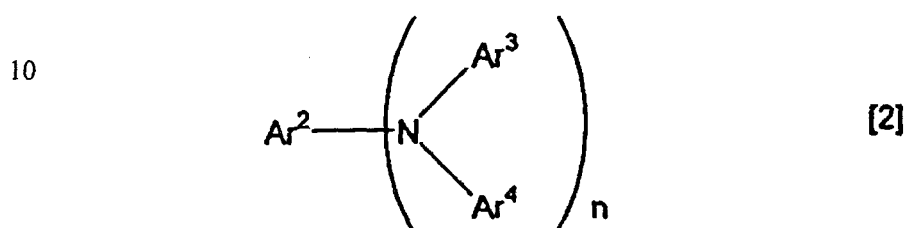
3-三硝基丙基等。

作为取代或者未取代的苯乙烯基的例子，可以举出 2-苯基-1-乙烯基、2, 2-二苯基-1-乙烯基、1, 2, 2-三苯基-1-乙烯基等。

作为卤素基的例子，可以举出氟、氯、溴、碘等。

5 也可以向发光层中添加掺杂剂。使用的掺杂剂可以分别使用公知的物质作为寿命长的发光材料，但是希望把用式[2]表示的材料用作发光材料的掺杂材料。但是，未必限于下述材料。

[化学式 3]



15 (式中， $Ar^3 \sim Ar^4$ 是彼此可以相同也可以不同的取代或者未取代的核碳原子数为 6~50 的芳香族基、取代或者未取代的苯乙烯基。 n 是 1~4 的整数，当 $n \geq 2$ 时， Ar^3 、 Ar^4 彼此可以相同也可以不同。)

20 作为取代或者未取代的核碳原子数为 6~50 的芳香族基的例子，可以举出苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-芘基、2-芘基、4-芘基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对三联苯-4-基、对三联苯-3-基、对三联苯-2-基、间三联苯-4-基、间三联苯-3-基、间三联苯-2-基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、对(2-苯基丙基)苯基、3-甲基-2-萘基、4-甲基-1-萘基、4-甲基-1-蒎基、4'-甲基联苯基、4''-叔丁基-对三联苯-4-基、2-芴基、9, 9-二甲基-2-芴基、3-荧蒎基等。

30 优选苯基、1-萘基、2-萘基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-芘基、2-芘基、4-芘基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、2-芴基、9, 9-二甲基-2-芴基、3-荧蒎基等。

作为取代或者未取代的苯乙烯基的例子，可以举出 2-苯基-1-乙烯基、2,2-二苯基-1-乙烯基、1,2,2-三苯基-1-乙烯基等。

作为形成发光层的方法，可以适当使用蒸镀法、旋涂法、LB 法等公知的方法。发光层特别优选是分子堆积膜。

5 其中所谓分子堆积膜，是由气相状态的材料化合物沉积形成的薄膜、或由溶液状态或者液相状态的材料化合物进行固体化形成的膜，通常该分子堆积膜可以根据与由 LB 法形成的薄膜（分子累积膜）的凝集结构、超级结构的差异、或由其引起的功能的差异进行区分。

另外，如在特开昭 57-51781 号公报中公开的那样，即使把树脂等
10 粘合剂和材料化合物溶解于溶剂而形成溶液，然后用旋涂法等对其进行薄膜化，也可以形成发光层。

（6）电子注入抑制层

用于电子注入抑制层的材料是抑制电子的材料，但不是不能流动电子的材料。作为这种材料，可以是一直以来用于电子注入层的材料，可以
15 使用与在本发明有机 EL 元件中使用的电子注入层相比电子移动度更低或者亲和性水平更大的材料。

作为这种材料，适合的是例如 8-羟基喹啉或者其衍生物的金属络合物。作为具体例子，可以举出含有喔星（通常为 8-喹啉酚或 8-羟基喹啉）的螯合物的金属螯合物 オキシノイド化合物。例如，可以使用（8
20 -喹啉醇（キノリノラト））铝络合物（Alq）。

另外，作为电子注入抑制层，优选杂环衍生物，例如，优选咪唑衍生物、咪唑并吡啶衍生物等六元环和五元环进行稠合形成的杂环化合物。此外，还可以适当使用后述的可以用作电子注入层的含氮环化合物、含硅环化合物和硼化合物等。

25 但是，重要的是电子注入抑制层的电子移动度比电子注入层的电子移动度小，或者电子注入抑制层的亲和性水平 $Af2$ 比发光层的亲和性水平 $Af1$ 大，电子注入抑制层的亲和性水平 $Af2$ 比电子注入层的亲和性水平 $Af3$ 大或相等，即，满足 $Af1 < Af2$ ， $Af3 \leq Af2$ 的关系。

（7）电子输送层

30 作为构成电子输送层的半导体，可以举出含有 Ba、Ca、Sr、Yb、

Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 和 Zn 的至少一种元素的氧化物、氮化物或者氮氧化物等单独一种或者二种以上的组合。另外，构成电子输送层的无机化合物，优选微晶体或者非晶质的绝缘性薄膜。如果电子输送层由这些绝缘性薄膜构成，则可以减少黑点等像素缺陷，以便形成更加均质的薄膜。而且，作为这种无机化合物，可以举出上述的碱金属氧族元素化合物、碱土金属氧族元素化合物、碱金属的卤化物和碱土金属的卤化物等。

(8) 电子注入层

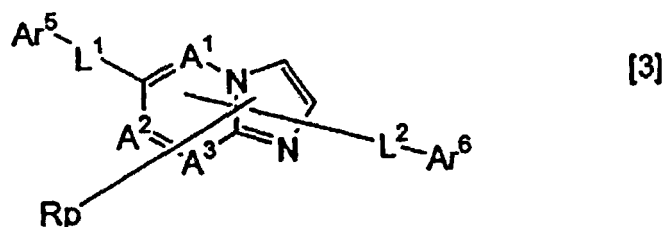
电子注入层是帮助电子注入到发光层的层，是电子移动度大的层。

而且，为了改善与阴极的粘附性，也可以另外设置与电子注入层不同的粘附改善层。

作为电子注入层的材料，可以适当使用下述所示的含氮环化合物、含硅环化合物和硼化合物等。

含氮环化合物优选下述式[3]—[17]表示的化合物。

[化学式 4]

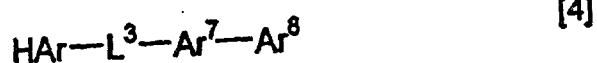


(式中，A¹~A³ 是氮原子或者碳原子，R 是可以具有取代基的碳原子数为 6~60 的芳基、可以具有取代基的碳原子数为 3~60 的杂芳基、碳原子数为 1~20 的烷基、碳原子数为 1~20 的卤代烷基、碳原子数为 1~20 的烷氧基，p 是 0~5 的整数，当 p 是 2 以上的整数时，多个 R 也可以彼此相同或者不同。另外，也可以通过相邻的多个 R 基彼此相互键合，形成取代或者未取代的碳环式脂肪族环、或者、取代或者未取代的碳环式芳香族环。Ar⁵ 是可以具有取代基的碳原子数为 6~60 的芳基、可以具有取代基的碳原子数为 3~60 的杂芳基，Ar⁶ 是氢原子、碳原子数为 1~20 的烷基、碳原子数为 1~20 的卤代烷基、碳原子数为 1~20 的烷氧基、可以具有取代基的碳原子数为 6~60 的芳基、可以具有取代基的碳原子数为

3~60 的杂芳基, (其中, Ar^5 、 Ar^6 的任何一个是可以具有取代基的碳原子数为 10~60 的稠环基、可以具有取代基的碳原子数为 3~60 的杂稠环基)。
 L^1 、 L^2 分别是单键、可以具有取代基的碳原子数为 6~60 的稠环、可以具有取代基的碳原子数为 3~60 的杂稠环或者可以具有取代基的苧烯基。)

5 上述式[3]的化合物可以用记载于特愿 2003-00518 号中的方法合成。

[化学式 5]

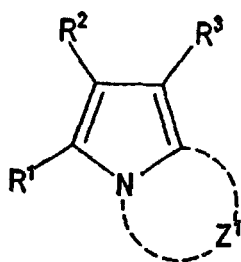


10 (式中, HAr 是可以具有取代基的碳原子数为 3~40 的含氮杂环, L^3 是单键、可以具有、取代基的碳原子数为 6~60 的芳烯基、可以具有取代基的碳原子数为 3~60 的杂芳烯基或者可以具有取代基的苧烯基, Ar^7 是可以具有取代基的碳原子数为 6~60 的二价芳香族烃基, Ar^8 是可以具有取代基的碳原子数为 6~60 的芳基或者可以具有取代基的碳原子数为
 15 3~60 的杂芳基。)

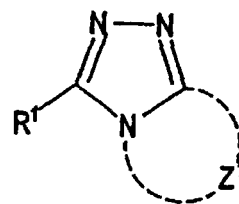
上述式[4]的化合物可以用记载于特愿 2003-004193 号中的方法合成。

[化学式 6]

20

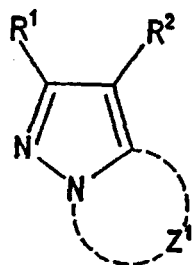


[5]

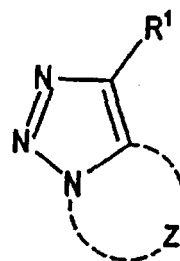


[9]

25

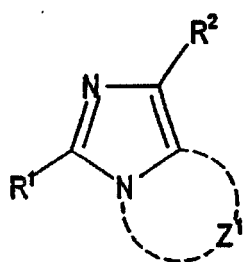


[6]

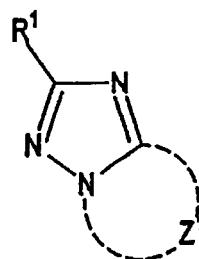


[10]

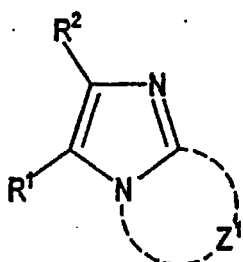
30



[7]



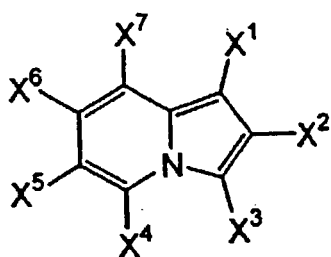
[11]



[8]

(式中, R^1 、 R^2 和 R^3 分别表示氢原子或者取代基。 Z^1 表示形成五或者六元环所需的原子群。)

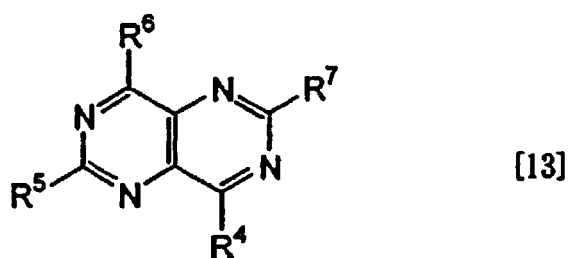
[化学式 7]



[12]

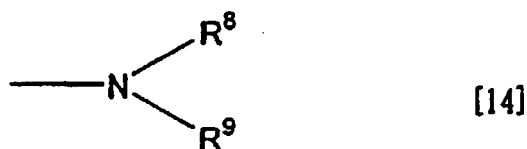
(式中, $X^1 \sim X^7$ 分别独立地表示氢原子、卤原子、直链、支链或者环状的烷基、直链、支链或者环状的烷氧基、取代或者未取代的芳烷基、取代或者未取代的芳基、取代或者未取代的芳烷基氧基、取代或者未取代的芳氧基、或者取代或者未取代的烯基, 另外, 选自 X^1 和 X^2 、 X^2 和 X^3 、 X^4 和 X^5 、 X^5 和 X^6 、以及 X^6 和 X^7 的相邻的基也可以相互键合, 与取代的碳原子一起, 形成取代或者未取代的碳环式脂肪族环、或者、取代或者未取代的碳环式芳香族环。)

[化学式 8]



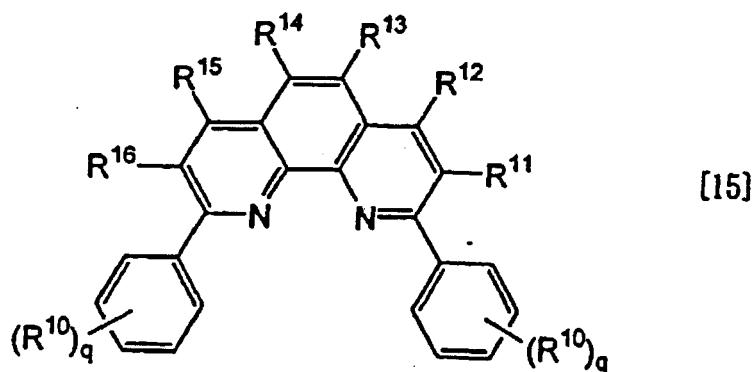
(式中, $R^4 \sim R^7$ 各自独立, 表示氢原子、卤原子、或者用下述式[14]表示的基团。)

[化学式 9]



(式中, R^8 和 R^9 各自独立, 表示氢原子、烷基、芳基, 或者, R^8 和 R^9 一起表示完成环烷基或者杂环基的原子或者基团。)

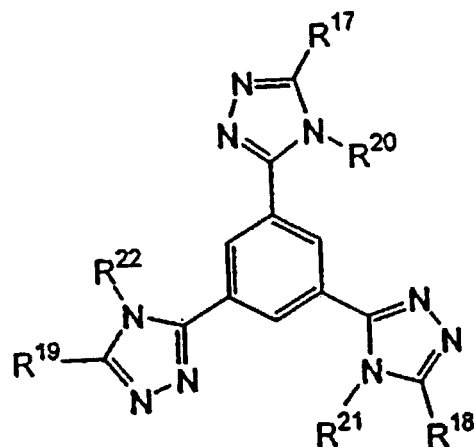
[化学式 10]



(式中, R^{10} 表示氢原子、羟基、氨基、可以具有取代基的低级烷基、可以具有取代基的烷基氨基、可以具有取代基的烷氧基、可以具有取代基的芳香族烃, q 表示 1~5 的整数, $(R^{10})_q$ 表示相同或者不同的上述 R^{10} 仅以用 q 表示的数量进行键合, 另外, $R^{11} \sim R^{16}$ 相同或者不同, 表示氢原子、卤原子、氰基、可以具有取代基的低级烷基、可以具有取代基的烷

基氨基、可以具有取代基的烷氧基、也可以具有取代基的芳香族烃。)

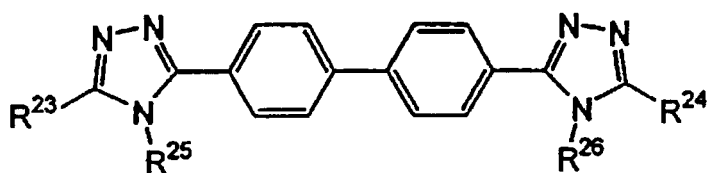
[化学式 11]



[16]

(式中, $R^{17} \sim R^{22}$ 彼此相同或者不同, 表示氢原子、卤原子、烷基、烷氧基、或者可以具有取代基的芳基。)

[化学式 12]

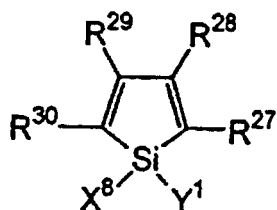


[17]

(式中, $R^{23} \sim R^{26}$ 彼此相同或者不同, 表示氢原子、卤原子、烷基、烷氧基、或者可以具有取代基的芳基。)

含硅环化合物优选下述式[18]表示的化合物。

[化学式 13]



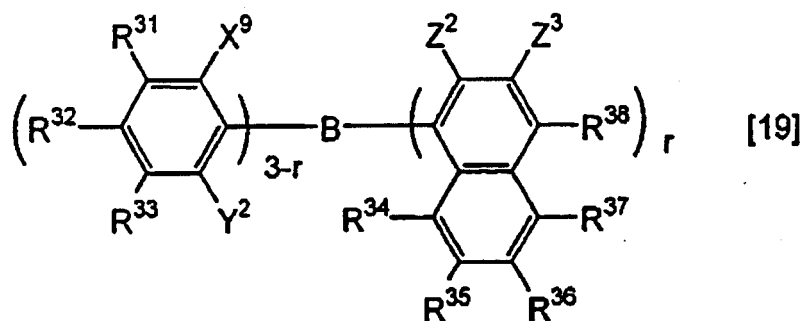
[18]

[式中, X^8 和 Y^1 彼此独立地是碳原子数为 1~6 的饱和或者不饱和的烃基、烷氧基、烯氧基、炔氧基、羟基、取代或者未取代的芳基、取代

或者未取代的杂环或者 X^8 和 Y^1 通过键合形成饱和或不饱和的环的结构， $R^{27} \sim R^{30}$ 彼此独立地是氢原子、卤素、取代或者未取代的碳原子数为 1~6 的烷基、烷氧基、芳氧基、全氟烷基、全氟烷氧基、氨基、烷基羰基、芳基羰基、烷氧基羰基、芳氧基羰基、偶氮基、烷基羰基氧基、芳基羰基氧基、烷氧基羰基氧基、芳氧基羰基氧基、亚磺酰基、磺酰基、磺胺基（ス
 5 ファニル）、甲硅烷基、氨基甲酰基、芳基、杂环基、烯基、炔基、硝基、甲酰基、亚硝基、甲酰氧基、异氰基、氰酸酯基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、异硫氰酸酯基或者氰基或者相邻时取代或者未取代的环进行稠合形成的结构。（其中，当 R^{27} 和 R^{30} 是苯基时， X^8 和 Y^1 不是烷基和苯基，当 R^{27}
 10 和 R^{30} 是噻嗯基时， X^8 和 Y^1 是不能同时满足一价烃基、 R^{28} 和 R^{29} 是烷基、芳基、烯基或者 R^{28} 和 R^{29} 通过键合形成环的脂肪族基团的结构，当 R^{27} 和 R^{30} 是甲硅烷基时， R^{28} 、 R^{29} 、 X^8 和 Y^1 彼此独立，不是碳原子数为 1~6 的一价烃基或者氢原子，当由 R^{27} 和 R^{28} 与苯环进行稠合而成的结构时， X^8 和 Y^1 不是烷基合苯基）。]

15 硼化合物优选下述式[19]表示的化合物。

[化学式 14]

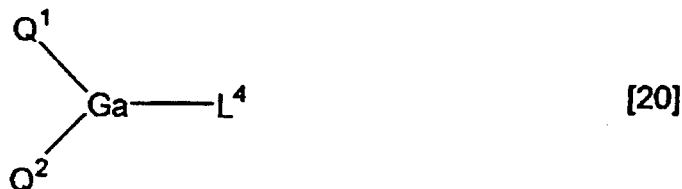


25 (式中， $R^{31} \sim R^{38}$ 和 Z^3 彼此独立，表示氢原子、饱和或者不饱和的烃基、芳香族基、杂环基、取代氨基、取代氧硼基、烷氧基或者芳氧基； X^9 、 Y^2 和 Z^2 彼此独立，表示饱和或者不饱和的烃基、芳香族基、杂环基、取代氨基、烷氧基或者芳氧基； Z^2 和 Z^3 的取代基可以相互键合形成稠环， r 表示 1~3 的整数，当 r 为 2 以上时， Z^2 也可以不同。其中，不包括 r 为
 30 1， X^9 、 Y^2 和 R^{32} 是甲基， R^{38} 是氢原子或者取代氧硼基的情况，以及 r 为

3 且 Z^2 是甲基的情况。)

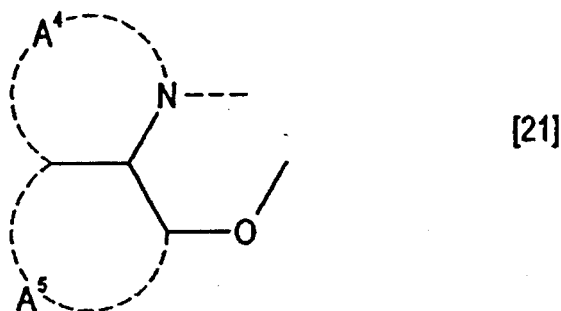
作为可以用作电子注入层的其它化合物, 有用下述式[20]表示的化合物。

[化学式 15]



10 (式中, Q^1 、 Q^2 是具有下述式[21]的结构 of 的配位基, 具有 8-羟基喹啉、2-甲基-8-羟基喹啉等喹啉残基, 但是并不限于这些。 L^4 表示卤原子、取代或者未取代的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的芳基、取代或者未取代的杂环基、或者用 $-O-Ga-Q^3$ (Q^4) (其中, Q^3 、 Q^4 与 Q^1 、 Q^2 同义) 表示的配位基。)

15 [化学式 16]



(式中, 环 A^4 和 A^5 是已相互键合的取代或者未取代的芳环或者杂环结构。)

25 如果列举环 A^4 和 A^5 的取代基的具体的例子, 有氯、溴、碘、氟等卤原子; 甲基、乙基、丙基、丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、庚基、辛基、硬脂酰基、三氯甲基等取代或者未取代的烷基; 苯基、萘基、3-甲基苯基、3-甲氧基苯基、3-氟苯基、3-三氯甲基苯基、3-三氟甲基苯基、3-硝基苯基等取代或者未取代的芳基; 甲氧基、正丁氧基、叔丁氧基、三氯甲氧基、三氟乙氧基、五氟丙氧基、2, 2, 3, 3-四氟丙氧基、
30 1, 1, 3, 3, 3-六氟-2-丙氧基、6-(全氟乙基) 己氧基等取代或者

未取代的烷氧基；苯氧基、对硝基苯氧基、对叔丁基苯氧基、3-氟苯氧基、五氟苯氧基、3-三氟甲基苯氧基等取代或者未取代的芳氧基；甲硫基、乙硫基、叔丁基硫基、己基硫基、辛基硫基、三氟甲基硫基等取代或者未取代的烷硫基；苯硫基、对硝基苯硫基、对叔丁基苯硫基、3-氟苯硫基、五氟苯硫基、3-三氟甲基苯硫基等取代或者未取代的芳硫基；氰基、硝基、氨基、甲基氨基、二乙基氨基、乙基氨基、二乙基氨基、二丙基氨基、二丁基氨基、二苯基氨基等单或二取代氨基；双（乙酰氧基甲基）氨基、双（乙酰氧基乙基）氨基、双（乙酰氧基丙基）氨基、双（乙酰氧基丁基）氨基等酰基氨基；羟基，甲硅烷氧基，酰基，甲基氨基甲酰基、二甲基氨基甲酰基、乙基氨基甲酰基、二乙基氨基甲酰基、丙基氨基甲酰基、丁基氨基甲酰基、苯基氨基甲酰基等氨基甲酰基；羧基，磺酸基，亚氨基，环戊烷基、环己基等环烷基；苯基、萘基、联苯基、蒽基、菲基、芴基、茚基等芳基；吡啶基、吡嗪基、嘧啶基、哒嗪基、三嗪基、吡啶基、喹啉基、吡咯基、吡咯烷基、二噁烷基、哌啶基、モルフォリジニル基、哌嗪基、トリアチニル基、呋唑基、フラニル基、苯硫基、噁唑基、噁二唑基、苯并噁唑基、噻唑基、噻二唑基、苯并噻唑基、三唑基、咪唑基、苯并咪唑基、プラニル基等杂环基。

另外，以上的取代基彼此也可以通过键合形成六元芳环或者杂环。

在本发明中，也可以进一步在阴极和有机层之间设置由绝缘体或半导体构成的电子注入层。由此，可以通过有效地防止电流漏泄，改善电子注入性。作为这种绝缘体，优选使用选自碱金属氧族元素化合物、碱土金属氧族元素化合物、碱金属的卤化物和碱土金属的卤化物的至少一种金属化合物。电子注入层只要由这些碱金属氧族元素化合物等构成，就可以更加改善电子注入性，从这一点来看优选。具体地说，作为优选的碱金属氧族元素化合物，可以举出例如 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 和 NaO ；作为优选的碱土金属氧族元素化合物，可以举出例如 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 和 CaSe 。另外，作为优选的碱金属的卤化物，可以举出例如 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 和 NaCl 等。另外，作为优选的碱土金属的卤化物，可以举出例如所谓 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 、 BeF_2 的氟化物、和氟化物以外的卤化物。

另外,在本发明中,优选在输送电子的区域或者阴极和有机层的界面区域含有还原性掺杂剂。

在这里,所谓还原性掺杂剂被定义为可以将电子输送性化合物还原的物质,只要是具有一定还原性的物质,就可以使用各种物质。例如,可以
5 适当使用选自碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属的氧化物、碱金属的卤化物、碱土金属的氧化物、碱土金属的卤化物、稀土金属的氧化物或者稀土金属的卤化物、碱金属的有机络合物、碱土金属的有机络合物、稀土金属的有机络合物中的至少一种物质。

作为优选的还原性掺杂剂,可以举出功函数为 2.9eV 以下的物质,
10 例如,选自 Na (功函数: 2.36 eV)、K (功函数: 2.28 eV)、Rb (功函数: 2.16 eV) 和 Cs (功函数: 1.95 eV) 中的至少一种碱金属,或选自 Ca (功函数: 2.9 eV)、Sr (功函数: 2.0~2.5 eV)、以及 Ba (功函数: 2.52 eV) 中的至少一种碱土金属。

其中,更加优选的还原性掺杂剂是选自 K、Rb 和 Cs 中的至少一种
15 碱金属,进一步优选 Rb 或 Cs,最优选的是 Cs。这些碱金属的还原能力特别高,通过向电子注入区域添加比较少的量,就可以改善有机 EL 元件的发光亮度,使其长寿命化。

另外,作为功函数为 2.9eV 以下的还原性掺杂剂,还优选这些二种
20 以上的碱金属的组合,特别优选含有 Cs 的组合,例如, Cs 和 Na、Cs 和 K、Cs 和 Rb 或者 Cs 和 Na 和 K 的组合。通过使其组合含有 Cs,可以有效地发挥还原能力,并且通过将其加入电子注入区域,可以改善有机 EL 元件的发光亮度,使其长寿命化。

(9) 阴极

作为阴极可以使用把功函数小 (4eV 以下) 的金属、合金、导电性
25 化合物以及它们的混合物作为电极物质形成的阴极。作为这种电极物质的具体例子,可以举出钠、钠-钾合金、镁、锂、镁·银合金、铝/氧化铝、铝·锂合金、铟、稀土金属等。

该阴极可以通过用蒸镀或喷射等方法将这些电极物质形成薄膜来制作。

30 在这里,当从阴极取出来自发光层的发射光时,优选阴极相对于发

射光的透射比大于 10%。

另外，作为阴极的薄片电阻优选为数百 Ω/\square 以下。膜厚通常为 10nm \sim 1 μ m，优选 50 \sim 200nm。

(10) 绝缘层

5 有机 EL 因为超薄膜施加电场，所以容易产生因漏泄或短路产生的像素缺陷。为了防止该缺陷，优选在一对电极间插入绝缘性的薄膜层。

作为用于绝缘层的材料，可以举出例如氧化铝、氟化锂、氧化锂、氟化铯、氧化铯、氧化镁、氟化镁、氧化钙、氟化钙、氮化铝、氧化钛、氧化硅、氧化锗、氮化硅、氮化硼、氧化钼、氧化钨、氧化钒等。

10 也可以使用它们的混合物或层叠物。

(11) 有机 EL 元件的制作例

可以用上述例示的材料和方法形成阳极、发光层、电子注入抑制层、电子注入层，根据需要形成空穴注入抑制层，进而形成阴极，由此制作有机 EL 元件。另外，也可以按照由阴极到阳极、以与上述相反的顺序制作
15 有机 EL 元件。

下面，对图 1 所示的结构的有机 EL 元件（透光性基板/阳极/空穴注入层/发光层/电子注入抑制层/电子注入层/阴极）的制作方法的例子进行说明。

首先，采用蒸镀或喷射等方法，在适当的透光性基板 11 上形成由
20 阳极材料组成的薄膜，并使其膜厚为 1 μ m 以下、优选 10 \sim 200nm 的范围，由此来制作阳极 12。

接着，在该阳极 12 上设置空穴注入层 13。空穴注入层 13 的形成优选采用真空蒸镀法、旋涂法、浇注法、LB 等方法进行，但是从容易获得均质的膜，而且难以产生气孔（pin hole）等观点出发，优选真空蒸
25 镀法形成。

当用真空蒸镀法形成空穴注入层 13 时，其蒸镀条件根据使用的化合物（空穴注入层的材料）、目标的空穴注入层的晶体结构或复合结构等的不同而不同，但通常优选在蒸镀源温度 50 \sim 50 $^{\circ}$ C、真空度 $10^{-7}\sim 10^{-3}$ torr、蒸镀速度 0.01 \sim 50nm/秒、基板温度 $-50\sim 300^{\circ}$ C、膜厚 5nm \sim 5 μ m 的范围
30 内适当选择。

接着，在空穴注入层 13 上设置发光层 14。发光层 14 的形成也可以通过使用需要的有机发光材料，用真空蒸镀法、喷射法、旋涂法、浇注法等方法将有机发光材料进行薄膜化来形成，但是从易于获得均质的膜，而且难以产生气孔等观点出发，优选真空蒸镀法形成。当用真空蒸镀法形成发光层 14 时，其蒸镀条件根据使用的化合物的不同而不同，但是通常可以从与空穴注入层相同的条件范围中进行选择。

然后，在该发光层上设置电子注入抑制层 15。可以使用需要的有机发光材料，用真空蒸镀法、喷射法、旋涂法、浇注法等方法进行薄膜化，但与空穴注入层 13、发光层 14 相同，从需要获得均质膜的观点出发，优选真空蒸镀法形成。蒸镀条件可以从与空穴注入层 13、发光层 14 相同的条件范围中进行选择。

接着，在该电子注入抑制层 15 上设置电子注入层 16。此时也可以从与上述相同的条件范围中进行选择。

最后，可以通过层叠阴极 17 获得有机 EL 元件。

阴极 17 由金属构成，可以使用蒸镀法、喷射法。但是，为了使基底的有机物层在制膜时免于损伤而优选真空蒸镀法。

有机 EL 元件的制作优选通过一次真空涂层（真空引き）一贯地从阳极到阴极进行制作。

还有，本发明地有机 EL 元件各层的形成方法并不限于上述方法，可以使用通过以往公知的真空蒸镀法、旋涂法等形成方法。另外，有机薄膜层可以用通过真空蒸镀法、分子线蒸镀法（MBE 法）、溶解于溶剂的溶液的浸渍法、旋涂法、浇注法、棒涂法、辊涂法等涂布法的公知方法来形成。

对有机 EL 元件地各有机层的膜厚没有特别的限制，但是通常如果过薄，则易于产生气孔等缺陷，相反如果过厚，则由于需要高的施加电压，效率变差，所以通常优选数 nm 至 1 μ m 的范围。

（12）其它

当向有机 EL 元件施加直流电压时，使阳极为 + 的极性、阴极为 - 的极性，如果施加 2~40V 的电压，则可以观察到发光。另外，在相反极性下，即使施加电压也不会流过电流，完全不会发光。此外，当施加交流

电压时，仅在阳极为+的极性、阴极为-的极性时，观察到均匀的发光。施加的交流电的波形可以是任意的。

实施例

5 下面，详细地说明本发明的实施例，但是本发明并不限于这些实施例。

还有，在各实施例中使用的化合物的性质和制作的元件用下述的方法进行评价。

(1) 亲和性水平：由电离电势和能隙的差计算出。

10 电离电势使用大气下光电子分光装置（理研计器（株）公司制：AC-1）进行测量。具体地说，通过向材料照射光，测量此时由电荷分离产生的电子量而进行测量。

能隙是从苯中地吸收光谱的吸收端开始进行测量。具体地说，使用可见、紫外分光光度计（日立，U-3410），测量吸收光谱，由该光谱开始
15 上升的波长计算出。

(2) 电子移动度、空穴移动度：使用 TIME OF FLIGHT 测量装置（オプテル，TOF-301）进行测量。

(3) 亮度：用分光发射亮度计（CS-1000，ミノルタ制）进行测量。

20 (4) 色度坐标 CIE1931 的 x, y：用（3）记载的分光发射亮度计进行测量。

(5) 发光效率（L/J）：L/J 是亮度和电流密度的比。使用 SOURCE MEASURE UNIT 236(KEITHLEY)测量电流和电压，同时用分光发射亮度计测量亮度，由电流值和发光面积计算电流密度，从而计算出 L/J。

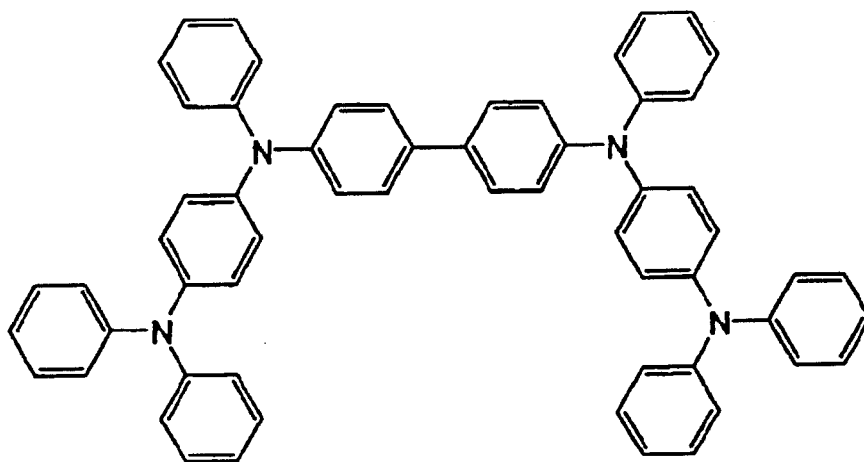
25 (6) 电力转换效率 η ：由以下的计算式算出。

$$\eta = \pi \times (L/J) / V$$

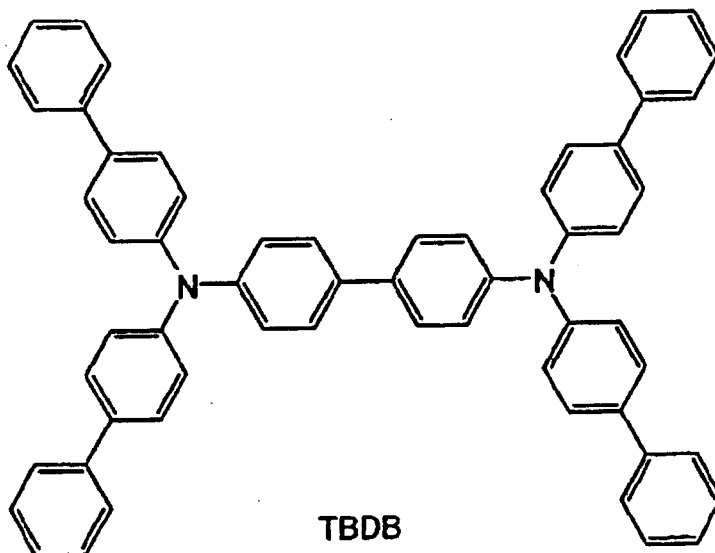
（式中， π 是圆周率，L/J 是发光效率，V 是电压。）

以下示出了实施例中使用的化合物。另外，在这些化合物之中，用于电子注入层、电子注入抑制层或者发光层的化合物的电子移动度和亲和
30 性（Af）水平示于表 1 中。

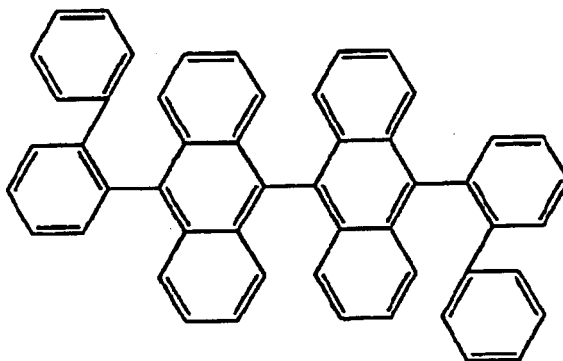
[化学式 17]



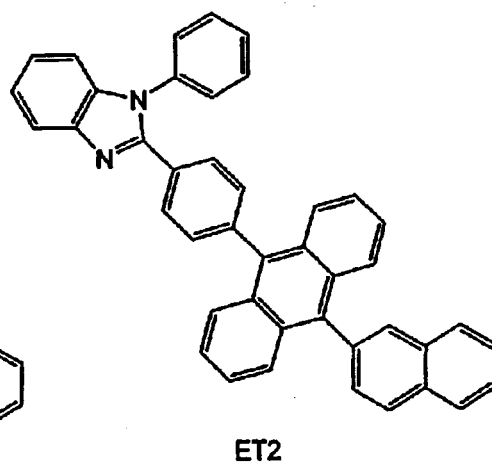
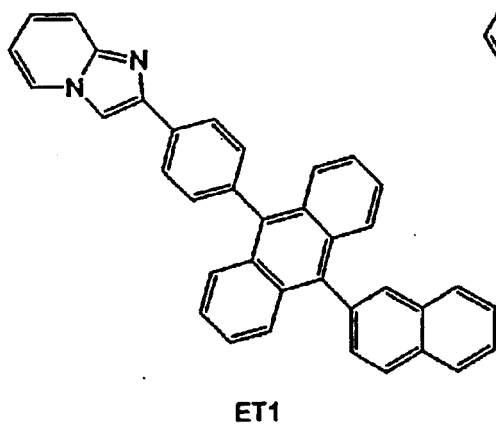
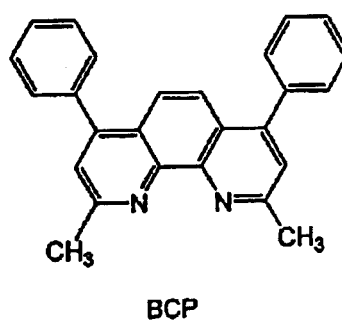
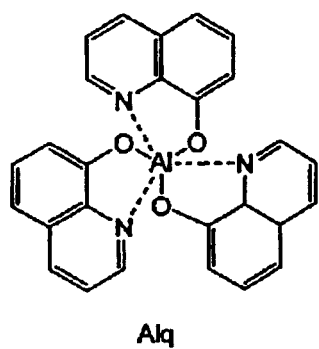
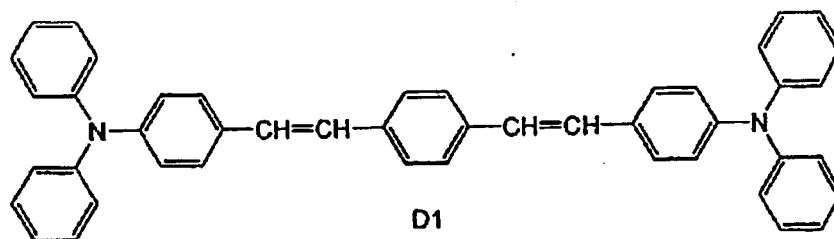
TPD232

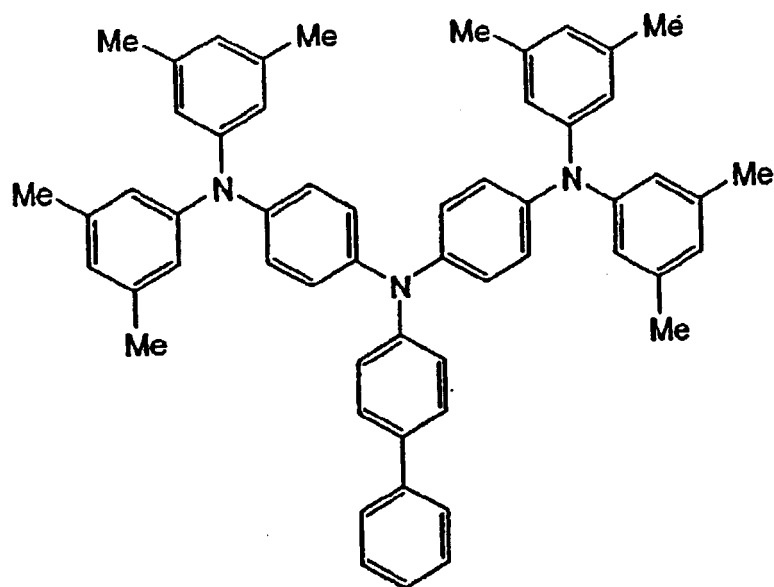


TBDB



H1





TPD787

[表 1]

化合物	Alq	ET1	ET2	BCP	H1	D1
电子移动度 ($\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)	10^{-5}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-4}	—	—
Af 水平 (eV)	3.0	2.75	2.9	3.0	2.7	2.8

实施例 1

将 $25\text{mm} \times 75\text{mm} \times 1.1\text{mm}$ 厚的 ITO (膜厚 130nm) 带有透明电极的玻璃基板 (ジオマティック公司制), 在异丙醇中进行超声波洗涤 5 分钟, 然后在电阻 $20\text{M}\Omega$ 的蒸馏水中, 进行超声波洗涤 5 分钟。另外, 在异丙醇中进行超声波洗涤 5 分钟后, 取出 ITO 基板并进行干燥。

然后, 立即用サムコインターナショナル研究所制 UV 臭氧装置, 进行 UV 臭氧洗涤 30 分钟。

将洗涤后的带有透明电极线的玻璃基板安装在真空蒸镀装置的基

板架上, 进行装置内部的真空涂层, 设为 $1 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 。

接着, 在形成透明电极线的侧面上, 把蒸镀速度规定为 0.1nm/sec , 以覆盖上述透明电极的方式, 将膜厚 60nm 的 $\text{N,N}'$ -双($\text{N,N}'$ -二苯基-4-氨基苯基)- N,N -二苯基-4, 4'-二氨基-1, 1'-联苯膜(以下简
5 记为“TPD232膜”)成膜。该 TPD232 膜的功能是作为空穴注入层。

接着, 在该 TPD232 膜上, 在蒸镀速度为 0.1nm/sec 的条件下, 将膜厚 20nm 的 $\text{N,N,N}',\text{N}'$ -四(4-联苯基)-二氨基亚联苯基层(以下简记为“TBDB层”)成膜。该膜的功能是作为空穴输送层。

另外, 将膜厚 40nm 的基质 H1 在蒸镀速度 0.2nm/sec 下进行蒸镀,
10 从而成膜。

同时, 作为发光分子, 将掺杂剂 D1 在蒸镀速度 0.01nm/sec 下进行蒸镀。该膜的功能是作为发光层。

作为电子注入抑制层, 在该发光层上在蒸镀速度 0.1nm/sec 下将膜厚 7nm 的 Alq 膜成膜。

此外, 作为电子注入层, 将 ET1 在蒸镀速度 0.1nm/sec 下, 进行膜厚 13nm 的成膜。
15

将氟化锂 LiF 在蒸镀速度 0.01nm/sec 下进行膜厚 1nm 的成膜, 在其上使金属 Al 在蒸镀速度 0.8nm/sec 下进行蒸镀, 形成金属阴极, 从而形成有机 EL 发光元件。

20 测量该有机 EL 元件的初期性能。其结果, 电流密度 1mA/cm^2 、驱动电压 4.0V 、 13cd/A 、 $\text{CIE}_{x,y} = (0.16, 0.25)$ 。结果示于表 2 中。

[表 2]

	在 1mA/cm ² 下 驱动电压 (V)	发光效率 L/J (cd/A)	色度坐标 CIE _{x,y}	电力转换效 率 (lm/W)
实施例 1	4.0	13	0.16, 0.25	10.2
实施例 2	4.0	13	0.16, 0.26	10.2
比较例 1	2.8	8	0.16, 0.26	9.0
比较例 2	3.0	9	0.16, 0.26	9.4
实施例 3	4.0	13	0.16, 0.26	10.2
实施例 4	5.5	13	0.16, 0.26	7.4
比较例 3	5.0	10	0.16, 0.26	6.3

实施例 2

使用 BCP 作为电子注入层的材料, 同时用サエスゲッター制碱分散器将 Cs 进行共蒸镀, 不形成氟化锂 LiF 层, 除此以外, 与实施例 1 相同地进行制作。元件的评价结果示于表 2。

比较例 1

在实施例 1 中, 不形成作为电子注入抑制层的 Alq 膜, 把作为电子注入层的 ET1 的膜厚规定为 20nm, 除此以外, 进行相同地制作。元件的评价结果示于表 2。

该有机 EL 元件与实施例 1 的元件相比, 由于没有电子注入抑制层, 所以驱动电压下降, 但是由于电子过量, 所以 L/J 效率显著变低。因此, 就表示元件的总效率的电力转换效率而言, 可以确认是实施例 1 更好。

另外, 亮度半衰期与实施例 1 的元件相比, 为数十分之一。

比较例 2

在实施例 2 中, 不形成作为电子注入抑制层的 Alq 膜, 把作为电子注入层的 BCP 的膜厚规定为 20nm, 除此以外, 进行相同地制作。元件的评价结果示于表 2。

该有机 EL 元件与实施例 2 的元件相比, 由于没有电子注入抑制层, 所以驱动电压下降, 但是由于电子过量, 所以 L/J 效率显著变低。因此, 就表示元件的总效率的电力转换效率而言, 可以确认是实施例 2 更好。

另外，亮度半衰期与实施例 2 的元件相比，为数十分之一。

实施例 3

作为电子注入抑制层，使用 ET2 代替 Alq，把其膜厚规定为 10nm，另外，把作为电子注入层的 ET1 的膜厚规定为 10nm，除此以外，与实施
5 例 1 相同地制作有机 EL 元件。

实施例 4

在实施例 1 中，形成由 TPD787 组成的空穴注入抑制层来代替由 TPD232 组成的空穴注入层，在其上同样形成由 TBDB 组成的层作为空穴注入层，另外，不形成由 ET1 组成的电子注入层，把 Alq 层的膜厚规定为
10 20nm，并把其设定为电子注入层，除此以外，与实施例 1 相同地制作有机 EL 元件。元件的评价结果示于表 2。

还有，TPD232 的空穴移动度为 $10^{-4}\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ，TPD787 的空穴移动度为 $10^{-5}\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ，TBDB 的空穴移动度为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 。

比较例 3

在实施例 1 的有机 EL 元件中，不形成由 ET1 组成的电子注入层，
15 把 Alq 层的膜厚规定为 20nm，并把其设定为电子注入层，除此以外，与实施例 1 相同地制作有机 EL 元件。元件的评价结果示于表 2。

在实施例 4 的有机 EL 元件中，由于使用空穴移动度比 TPD232 小的 TPD787，所以与比较例 3 的元件相比，驱动电压变高。但是，由于改
20 善了 L/J 效率，所以就表示元件的总效率的电力转换效率而言，是实施例 4 更好。由该结果，可以确认空穴注入抑制层的效果。

工业上的可利用性

根据本发明，可以提供改善了发光效率的有机 EL 元件。

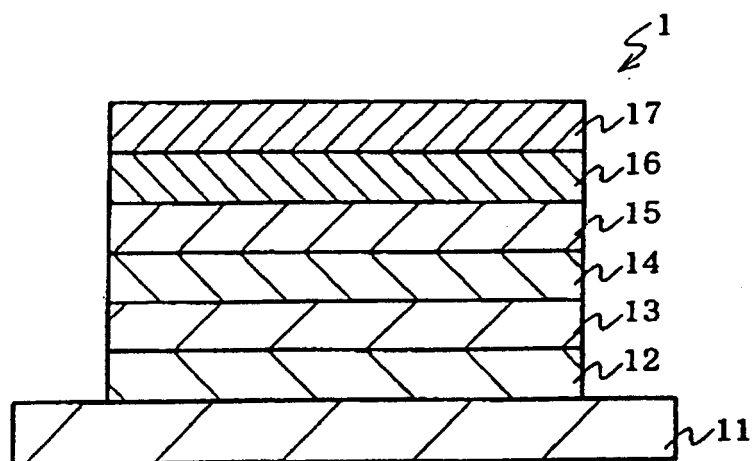


图 1

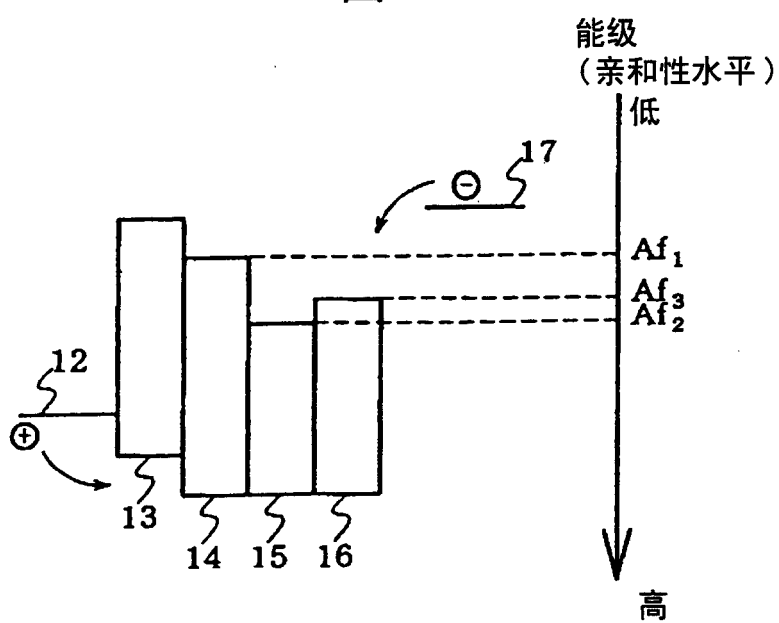


图 2

专利名称(译)	有机电致发光元件以及使用它的显示装置		
公开(公告)号	CN1802878A	公开(公告)日	2006-07-12
申请号	CN200480015579.3	申请日	2004-06-02
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	福冈贤一 山本弘志		
发明人	福冈贤一 山本弘志		
IPC分类号	H05B33/22 H01L51/50 H01L51/00 H05B33/14		
CPC分类号	H01L51/5096 H01L51/0067 H01L51/006 H01L51/0071 H01L51/008 H01L51/0058 H01L51/0052 H01L51/0081 H01L51/5092 H01L51/5088 H01L51/0094 Y10T428/24942		
代理人(译)	朱丹		
优先权	2003159231 2003-06-04 JP		
其他公开文献	CN100484355C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种有机电致发光元件(1)，其在作为一对电极的阳极(12)和阴极(17)之间具有发光层(14)，其特征在于，在电极和发光层(14)之间设置抑制层，该抑制层用于调整提供给发光层(14)的电子或者空穴的量。例如，形成电子注入抑制层(15)或者空穴注入抑制层作为抑制层的有机电致发光元件。该有机电致发光元件改善了发光效率。

