(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 113678572 A
(43)申请公布日 2021.11.19

(21)申请号 202080028260.3

(22)申请日 2020.04.01

(30)优先权数据
2019-076244 2019.04.12 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.10.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/053071 2020.04.01

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/208474 JA 2020.10.15

(71)申请人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川县厚木市

(72)发明人 山冈谅平 桥本直明 铃木恒德 濑尾哲史

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 张桂霞 李唐

(51)Int.Cl.
H05B 33/12(2006.01)
H01L 51/50(2006.01)

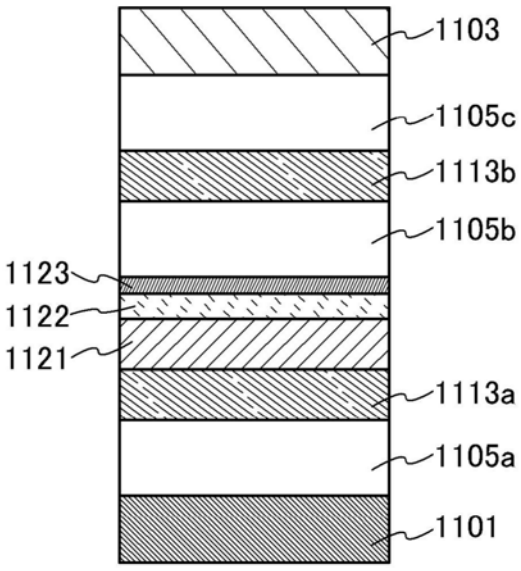
权利要求书3页 说明书41页 附图18页

(54)发明名称

发光器件、发光装置、发光模块、电子设备以及照明装置

(57)摘要

提供一种寿命长的发光器件。提供一种可靠性高的发光器件。该发光器件中依次层叠有第一电极、第一发光层、第一层、第二层、第三层、第二发光层以及第二电极。第一层包含第一有机化合物及第一物质。第二层包含第二有机化合物。第三层包含第二物质。第一有机化合物是电子传输材料。第一物质是金属盐、金属氧化物或有机金属盐。第二有机化合物是电子传输材料。第二物质是电子注入材料。第一物质在第二层中的浓度低于在第一层中的浓度。



CN 113678572 A

1.一种发光器件,包括:

依次层叠的第一电极、第一发光层、第一层、第二层、第三层、第二发光层以及第二电极,

其中,所述第一层包含第一有机化合物及第一物质,

所述第二层包含第二有机化合物,

所述第三层包含第二物质,

所述第一有机化合物是电子传输材料,

所述第一物质是金属、金属盐、金属氧化物或有机金属盐,

所述第二有机化合物是电子传输材料,

所述第二物质是电子注入材料,

并且,所述第一物质在所述第二层中的浓度低于在所述第一层中的浓度。

2.根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第二层不包含所述第一物质。

3.根据权利要求1或2所述的发光器件,

其中所述第一有机化合物与所述第二有机化合物相同。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的发光器件,

其中所述第三层还包含第三有机化合物,

并且所述第三有机化合物是电子传输材料。

5.根据权利要求4所述的发光器件,

其中所述第三有机化合物与所述第一有机化合物及所述第二有机化合物中的至少一个相同。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的发光器件,

其中所述第一物质为包含碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的发光器件,

其中所述第一物质为含有包含氮及氧的配体和碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的发光器件,

其中所述第一物质为包含羟基喹啉配体和碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的发光器件,

其中所述第二物质包含碱金属、碱土金属或稀土金属。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的发光器件,

其中所述第一有机化合物的HOMO能级为-6.0eV以上,

并且电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上且$5\times10^{-5}cm^2/Vs$以下。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的发光器件,

其中所述第一层包括所述第一发光层一侧的第一区域及所述第二发光层一侧的第二区域,

并且所述第一区域及所述第二区域中的所述第一有机化合物与所述第一物质的浓度比各自不同。

12.根据权利要求1至10中任一项所述的发光器件,

其中所述第一层包括所述第一发光层一侧的第一区域及所述第二发光层一侧的第二区域，

并且所述第二区域中的所述第一物质的浓度低于所述第一区域中的所述第一物质的浓度。

13.根据权利要求1至12中任一项所述的发光器件，

其中所述发光器件还包括空穴注入层，

所述空穴注入层位于所述第一电极与所述第一发光层之间，

所述空穴注入层包含第一化合物及第二化合物，

所述第一化合物对所述第二化合物具有电子受体性，

并且所述第二化合物的HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下。

14.根据权利要求13所述的发光器件，

其中所述发光器件还包括第一空穴传输层，

所述第一空穴传输层位于所述空穴注入层与所述第一发光层之间，

所述第一空穴传输层包含第三化合物，

所述第三化合物的HOMO能级为所述第二化合物的HOMO能级以下的值，

并且所述第三化合物的HOMO能级和所述第二化合物的HOMO能级的差异在0.2eV以内。

15.根据权利要求14所述的发光器件，

其中所述第二化合物及所述第三化合物各自包含咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架以及蒽骨架中的至少一个。

16.根据权利要求14所述的发光器件，

其中所述发光器件还包括第二空穴传输层，

所述第二空穴传输层位于所述第一空穴传输层与所述第一发光层之间，

所述第二空穴传输层包含第四化合物，

并且所述第四化合物的HOMO能级低于第三化合物的HOMO能级。

17.根据权利要求16所述的发光器件，

其中所述第二化合物、所述第三化合物以及所述第四化合物各自包含咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架以及蒽骨架中的至少一个。

18.根据权利要求1至17中任一项所述的发光器件，

其中所述第一发光层包含发射蓝色光的发光物质。

19.根据权利要求1至18中任一项所述的发光器件，

其中所述第一发光层包含发射蓝色光的荧光发光物质。

20.一种发光装置，包括：

权利要求1至19中任一项所述的发光器件；以及

晶体管和衬底中的至少一个。

21.一种发光模块，包括：

权利要求20所述的发光装置；以及

连接器和集成电路中的至少一个。

22.一种电子设备，包括：

权利要求21所述的发光模块；以及

天线、电池、框体、照相机、扬声器、麦克风和操作按钮中的至少一个。

23.一种照明装置,包括:

权利要求1至19中任一项所述的发光器件;以及

框体、覆盖物和支架中的至少一个。

发光器件、发光装置、发光模块、电子设备以及照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种发光器件(也称为发光元件)、发光装置、发光模块、电子设备以及照明装置。

[0002] 此外,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本发明的一个方式的技术领域的例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置(例如,触摸传感器等)、输入输出装置(例如,触摸面板等)、这些装置的驱动方法或这些装置的制造方法。

背景技术

[0003] 对利用电致发光(EL:Electro Luminescence)现象的发光器件(也称为有机EL器件、有机EL元件)的研究开发日益火热。有机EL器件的基本结构是在一对电极之间夹有包含发光有机化合物的层(以下,也记载为发光层)的结构。通过将电压施加到该有机EL器件,可以获得来自发光有机化合物的发光。

[0004] 作为发光有机化合物,例如可以举出将单重激发态转换为发光的化合物(也称为荧光化合物、荧光发光物质)、将三重激发态转换为发光的化合物(也称为磷光化合物、磷光发光物质)。在专利文献1中,作为磷光化合物公开了以铱等为中心金属的有机金属配合物。

[0005] 有机EL器件具有容易实现薄型轻量化、能够高速地响应输入信号以及能够由直流低电压电源驱动等的特征,因此适合用于显示装置。

[0006] 此外,因为有机EL器件可以被形成为膜状,所以可以容易获得面发光。因此,可以容易形成大面积的发光器件。当使用以LED(发光二极管)为典型的点光源或以荧光灯为典型的线光源时,很难获得该特征,因而,有机EL器件的作为能够应用于照明装置等的面光源的利用价值很高。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开第2007-137872号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种寿命长的发光器件。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可靠性高的发光器件。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种驱动电压低的发光器件。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种发光效率高的发光器件。

[0009] 注意,上述目的的描述并不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式不一定需要实现所有上述目的。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述目的以外的目的。

解决技术问题的手段

[0010] 本发明的一个方式的发光器件是依次层叠有第一电极、第一发光层、第一层、第二

层、第三层、第二发光层以及第二电极的发光器件。第一层包含第一有机化合物及第一物质。第二层包含第二有机化合物。第三层包含第二物质。第一有机化合物是电子传输材料。第一物质是金属、金属盐、金属氧化物或有机金属盐。第二有机化合物是电子传输材料。第二物质是电子注入材料。第一物质在第二层中的浓度低于在第一层中的浓度。尤其是，第二层优选不包含第一物质。

[0011] 第一有机化合物与第二有机化合物优选相同。

[0012] 优选的是：第三层还包含第三有机化合物；第三有机化合物是电子传输材料；第三有机化合物与第一有机化合物及第二有机化合物中的至少一个相同。

[0013] 第一物质优选为包含碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

[0014] 第一物质优选为含有包含氮及氧的配体和碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

[0015] 第一物质优选为包含羟基喹啉配体和碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

[0016] 第二物质优选包含碱金属、碱土金属或稀土金属。

[0017] 优选的是，第一有机化合物的HOMO能级为-6.0eV以上，电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上且$5\times10^{-5}cm^2/Vs$以下。

[0018] 优选的是：第一层包括第一发光层一侧的第一区域及第二发光层一侧的第二区域；第一区域及第二区域中的第一有机化合物与第一物质的浓度比各自不同；尤其是，第二区域中的第一物质的浓度低于第一区域中的第一物质的浓度。

[0019] 优选的是：本发明的一个方式的发光器件还包括空穴注入层；空穴注入层位于第一电极与第一发光层之间；空穴注入层包含第一化合物及第二化合物；第一化合物对第二化合物具有电子受体性；第二化合物的HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下。

[0020] 优选的是：本发明的一个方式的发光器件还包括第一空穴传输层；第一空穴传输层位于空穴注入层与第一发光层之间；第一空穴传输层包含第三化合物：第三化合物的HOMO能级为第二化合物的HOMO能级以下的值；第三化合物的HOMO能级和第二化合物的HOMO能级的差异在0.2eV以内；第二化合物及第三化合物各自包含咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架以及蒽骨架中的至少一个。

[0021] 优选的是：本发明的一个方式的发光器件还包括第二空穴传输层；第二空穴传输层位于第一空穴传输层与第一发光层之间；第二空穴传输层包含第四化合物；第四化合物的HOMO能级低于第三化合物的HOMO能级。第二化合物、第三化合物以及第四化合物各自包含咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架以及蒽骨架中的至少一个。

[0022] 第一发光层优选包含发射蓝色光的发光物质。

[0023] 第一发光层优选包含发射蓝色光的荧光发光物质。

[0024] 本发明的一个方式是一种发光装置，包括：具有上述任意结构的发光器件；以及晶体管和衬底中的一方或双方。

[0025] 本发明的一个方式是一种包括上述发光装置的发光模块，该发光模块安装有柔性印刷电路板(Flexible printed circuit，以下记为FPC)或带载封装(Tape Carrier Package：TCP)等连接器或者利用玻璃覆晶封装(Chip On Glass：COG)方式或薄膜覆晶封装(Chip On Film：COF)方式等安装有集成电路(IC)。此外，本发明的一个方式的发光模块既可以只有连接器和IC中的一方，也可以有连接器和IC中的双方。

[0026] 本发明的一个方式是一种电子设备，包括：上述发光模块；以及天线、电池、框体、

照相机、扬声器、麦克风和操作按钮中的至少一个。

[0027] 本发明的一个方式是一种照明装置，包括：具有上述任意结构的发光器件；以及框体、覆盖物和支架中的至少一个。

发明效果

[0028] 根据本发明的一个方式，可以提供一种寿命长的发光器件。此外，根据本发明的一个方式，可以提供一种可靠性高的发光器件。此外，根据本发明的一个方式，可以提供一种驱动电压低的发光器件。此外，根据本发明的一个方式，可以提供一种发光效率高的发光器件。

[0029] 注意，上述效果的描述并不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式不一定需要具有所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书的描述中抽取上述效果外的效果。

附图简要说明

[0030] 图1A至图1D是示出发光器件的例子的图。

图2A至图2D是说明第一层中的第一物质的浓度的图，图2E、图2F是说明第一物质在第一层及第二层中的浓度的图。

图3A是示出发光装置的例子的俯视图，图3B、图3C是示出发光装置的例子的截面图。

图4A至图4D是示出发光装置的例子的截面图。

图5A是示出发光装置的例子的俯视图，图5B是示出发光装置的例子的截面图，图5C、图5D是示出晶体管的例子的截面图。

图6A至图6D是示出电子设备的例子的图。

图7A至图7F是示出电子设备的例子的图。

图8A至图8C是示出电子设备的例子的图。

图9A、图9B是示出实施例的发光器件的图。

图10是示出实施例1的发光器件的亮度-电流效率特性的图。

图11是示出实施例1的发光器件的电压-电流特性的图。

图12是示出实施例1的发光器件的发射光谱的图。

图13是示出实施例1的发光器件的可靠性测试的结果的图。

图14是示出实施例1的发光器件的可靠性测试的结果的图。

图15是示出实施例2的发光器件的亮度-电流效率特性的图。

图16是示出实施例2的发光器件的电压-电流特性的图。

图17是示出实施例2的发光器件的发射光谱的图。

图18是示出实施例2的发光器件的可靠性测试的结果的图。

图19是示出实施例2的发光器件的可靠性测试的结果的图。

实施发明的方式

[0031] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意，本发明不局限于以下说明，而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此，本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0032] 注意，在下面说明的发明结构中，在不同的附图中共同使用相同的符号来表示相

同的部分或具有相同功能的部分，而省略反复说明。此外，当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线，而不特别附加符号。

[0033] 此外，为了便于理解，有时附图中示出的各构成要素的位置、大小及范围等并不表示其实际的位置、大小及范围等。因此，所公开的发明不一定局限于附图所公开的位置、大小、范围等。

[0034] 此外，根据情况或状态，可以互相调换“膜”和“层”的词语。例如，可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外，可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0035] (实施方式1)

在本实施方式中，参照图1及图2说明本发明的一个方式的发光器件。

[0036] 本发明的一个方式的发光器件依次层叠有第一电极、第一发光层、第一层、第二层、第三层、第二发光层以及第二电极。第一层包含第一有机化合物及第一物质。第二层包含第二有机化合物。第三层包含第二物质。第一有机化合物和第二有机化合物都是电子传输性高的材料(也称为电子传输材料)。第一物质是金属、金属盐、金属氧化物或有机金属盐。第二物质是电子注入性高的材料(也称为电子注入材料)。

[0037] 本发明的一个方式的发光器件具有空穴容易注入到第一发光层且电子不容易注入到第一发光层的结构。由于容易从第一电极一侧注入空穴且控制从第二电极一侧注入电子至发光层，所以可以抑制发光层成为电子过多的状态。此外，电子随时间经过而注入到发光层，由此亮度提高，该亮度提高可以抵消初始劣化。通过使用初始劣化被抑制且驱动寿命非常长的发光器件，可以提高可靠性。

[0038] 在此，在包含第一物质(金属、金属盐、金属氧化物或有机金属盐)的第一层与包含第二物质(电子注入材料)的第三层接触的情况下，有时发生如驱动电压上升等发光器件特性恶化。

[0039] 于是，在本发明的一个方式的发光器件中，将第二层设置在第一层与第三层之间。第二层是包含第二有机化合物(电子传输材料)的层，其特征在于：第一物质在第二层中的浓度低于在第一层中的浓度。通过使用该第二层，可以提高发光器件的特性。具体而言，可以抑制发光器件的驱动电压的上升，可以延长驱动寿命，并且可以提高可靠性。

[0040] 尤其是，第二层优选不包含第一物质。也就是说，在本说明书等中，“第一物质在第二层中的浓度低于在第一层中的浓度”包括“第二层不包含第一物质”的结构。

[0041] 本发明的一个方式的发光器件具有层叠有多个发光单元的串联结构。具体而言，本发明的一个方式的发光器件至少包括两个发光单元，即包含第一发光层的发光单元及包含第二发光层的发光单元。与具有单结构的发光器件相比，具有串联结构的发光器件的电流效率高，以同一亮度发光所需的电流少。因此，发光器件的寿命长，可以提高可靠性。

[0042] 在使用发光器件制造显示装置的情况下，通过在各颜色的子像素中设置共享发光层的具有串联结构的发光器件，并与滤色片、颜色转换层以及光学微腔谐振器(微腔)结构中的至少一个组合，可以制造能够进行全彩色显示的显示装置。

[0043] 当在各颜色的子像素中分别蒸镀不同的发光层的情况下，将金属掩模的开口部配置于所希望的位置上的精度(也称为对准精度)被要求为高精度。尤其是，高清晰显示装置的像素密度高，由此被要求极高的对准精度。此外，起因于金属掩模的弯曲，膜会形成在比所希望的区域广的范围内，由此难以适用于大型衬底。

[0044] 另一方面，在使用本发明的一个方式的发光器件制造能够进行全彩色显示的显示装置的情况下，不需要在各颜色的子像素中分别蒸镀不同的发光层的工序。由此，可以以高生产率制造高清晰显示装置或大型显示装置。

[0045] [发光器件的结构]

图1A至图1D示出本发明的一个方式的发光器件。

[0046] 图1A所示的发光器件包括第一电极1101、功能层1105a、发光层1113a、第一层1121、第二层1122、第三层1123、功能层1105b、发光层1113b、功能层1105c以及第二电极1103。

[0047] 在本说明书等中，有时将设置在一对电极(第一电极1101及第二电极1103)间的多个层(在图1A中相当于功能层1105a、发光层1113a、第一层1121、第二层1122、第三层1123、功能层1105b、发光层1113b以及功能层1105c)统称为EL层。

[0048] 在本实施方式中，以第一电极1101被用作阳极且第二电极1103被用作阴极的情况为例进行说明。在第一电极被用作阴极且第二电极1103被用作阳极的情况下，EL层的叠层顺序反转。

[0049] 功能层1105a、功能层1105b以及功能层1105c各自可以使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、空穴阻挡层、电子阻挡层以及电荷产生层等中的至少一个。

[0050] 图1A所示的发光器件为具有包括发光层1113a的发光单元和包括发光层1113b的发光单元的串联结构的发光器件。两个发光单元之间存在电荷产生区域。电荷产生区域具有在对第一电极1101与第二电极1103间施加电压时对两个发光单元中的一个注入电子并对另一个注入空穴的功能。因此，在图1A中，当以第一电极1101的电位高于第二电极1103的电位的方式施加电压时，从电荷产生区域向包括发光层1113a的发光单元注入电子，并从电荷产生区域向包括发光层1113b的发光单元注入空穴。

[0051] 发光层1113a及发光层1113b各自适当地组合并包含发光物质或多个有机化合物，可以得到所希望的波长的荧光发光或磷光发光。发光层1113a及发光层1113b既可具有呈现同一颜色的光的结构又可具有呈现不同颜色的光的结构。可以用于发光层的材料将在后面叙述。

[0052] 〈第一层〉

第一层1121包含第一有机化合物及第一物质。

[0053] 第一有机化合物是电子传输材料。在电子传输材料中，电子传输性高于空穴传输性。

[0054] 第一有机化合物的最高占据分子轨道能级(HOMO能级)优选为-6.0eV以上。

[0055] 第一有机化合物的电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率优选为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上且$1\times10^{-5}cm^2/Vs$以下，更优选为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上且$5\times10^{-5}cm^2/Vs$以下。

[0056] 第一有机化合物的电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率优选小于发光层1113a的主体材料的电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率。通过降低第一层1121中的电子传输性，可以控制向发光层1113a的电子注入量，由此可以防止发光层1113a成为电子过多的状态。

[0057] 第一有机化合物优选具有蒽骨架，更优选具有蒽骨架及杂环骨架。作为该杂环骨架优选使用含氮五元环骨架。作为该含氮五元环骨架尤其优选具有如吡唑环、咪唑环、噁唑

环、噻唑环那样在环中具有两个杂原子的含氮五元环骨架。

[0058] 作为第一有机化合物，例如可以举出2-{4-[9,10-二(萘-2-基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称:αN-βNPAnth)，9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)等。

[0059] 除此之外，作为第一有机化合物，可以使用可用于后述发光层的电子传输性材料及可以与荧光发光物质组合使用的有机化合物(主体材料)等。

[0060] 第一物质为金属、金属盐、金属氧化物或有机金属盐。

[0061] 作为金属，可以举出碱金属、碱土金属及稀土金属。具体而言，可以举出Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba等。

[0062] 作为金属盐，例如可以举出上述金属的卤化物及上述金属的碳酸盐。具体而言，可以举出LiF、NaF、KF、RbF、CsF、MgF_2、CaF_2、SrF_2、BaF_2、LiCl、NaCl、KCl、RbCl、CsCl、$MgCl_2$、$CaCl_2$、$SrCl_2$、$BaCl_2$、Li_2CO_3、Cs_2CO_3等。

[0063] 作为金属氧化物，例如可以举出上述金属的氧化物。具体而言，可以举出Li_2O、Na_2O、Cs_2O、MgO、CaO等。

[0064] 作为有机金属盐，例如可以举出有机金属配合物。

[0065] 第一物质优选为包含碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

[0066] 第一物质优选为包含含有氮及氧的配体和碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

[0067] 第一物质优选为包含羟基喹啉配体和碱金属或碱土金属的有机金属配合物。

[0068] 作为上述有机金属配合物，可以举出8-(羟基喹啉)锂(简称:Liq)、8-(羟基喹啉)钠(简称:Naq)、8-(羟基喹啉)钾(简称:Kq)、双(8-羟基喹啉)镁(简称:Mgq_2)、双(8-羟基喹啉)锌(简称:Znq_2)等。

[0069] 作为第一物质，尤其优选使用Liq。

[0070] 第一层1121也可以包括发光层1113a一侧的第一区域及发光层1113b一侧的第二区域。第一区域及第二区域中的第一有机化合物与第一物质的浓度比优选是各自不同的。例如，第二区域中的第一物质的浓度优选低于第一区域中的第一物质的浓度。

[0071] 〈第二层〉

第二层1122包含第二有机化合物。

[0072] 第二有机化合物是电子传输材料。可以用于第二有机化合物的材料与可以用于第一有机化合物的材料同样。

[0073] 第一有机化合物和第二有机化合物既可为同一有机化合物又可为不同的有机化合物。

[0074] 第一物质在第二层中的浓度优选低于在第一层中的浓度。尤其是，第二层优选不包含第一物质。

[0075] 通过在第一层1121与第三层1123之间设置第二层1122，可以提高从第三层1123向第二层1122至第一层1121的电子注入性，并可以降低发光器件的驱动电压。

[0076] 在第一层1121与第三层1123接触的结构中，有时第二物质(或第二物质所包含的金属)不容易扩散到第一层1121。通过在第一层1121与第三层1123之间设置第二层1122，可以容易将第三层1123所包含的第二物质(或第二物质所包含的金属)扩散到第二层1122，并

可以降低发光器件的驱动电压。由此，可以提高发光器件的可靠性。

[0077] 〈第三层〉

第三层1123包含第二物质。

[0078] 第二物质为电子注入材料。

[0079] 作为电子注入材料，可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及它们的化合物。作为碱金属、碱土金属、稀土金属，例如可以举出锂、铯、镁、钙、铒、镱。作为该化合物，例如可以举出碱金属化合物、碱土金属化合物、稀土金属化合物。作为该化合物，可以举出金属氧化物及金属盐。具体而言，例如可以举出氧化锂(Li_2O)等金属氧化物、碳酸锂(Li_2CO_3)、碳酸铯(Cs_2CO_3)等碳酸盐。作为电子注入材料，也可以使用电子盐。作为电子盐，例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加了电子的物质。

[0080] 第三层1123还可以包含第三有机化合物。此时，第二物质优选对第三有机化合物呈现电子供体性(施主性)。

[0081] 第三有机化合物是电子传输材料。可以用于第三有机化合物的材料与可以用于第一有机化合物的材料同样。

[0082] 第三有机化合物和第一有机化合物既可为同一有机化合物又可为不同的有机化合物。同样，第三有机化合物和第二有机化合物既可为同一有机化合物又可为不同的有机化合物。

[0083] 图1B及图1C示出图1A中的功能层1105a、功能层1105b以及功能层1105c的具体例子。

[0084] 图1B所示的发光器件包括第一电极1101、空穴注入层1111a、空穴传输层1112a、发光层1113a、第一层1121、第二层1122、第三层1123、空穴注入层1111b、空穴传输层1112b、发光层1113b、电子传输层1114b、电子注入层1115b以及第二电极1103。

[0085] 空穴注入层1111a优选包含第一化合物及第二化合物。

[0086] 第一化合物为电子受体材料(受主材料)，对第二化合物具有电子受体性。

[0087] 第二化合物为空穴传输材料。空穴传输材料的空穴传输性高于电子传输性。

[0088] 第二化合物的最高占据分子轨道能级(HOMO能级)优选较低(深)。具体而言，第二化合物的HOMO能级优选为-5.7eV以上且-5.4eV以下。在第二化合物的HOMO能级较低时，空穴容易注入到空穴传输层1112a，所以是优选的。

[0089] 作为第一化合物，可以使用包括吸电子基团(尤其是，氟基等卤基或氰基)的有机化合物。

[0090] 作为第一化合物，例如可以举出醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮杂三亚苯衍生物等有机受体。具体而言，可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称：F_4-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亚基)丙二腈等。尤其是，HAT-CN这样的吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物具有热稳定性，所以是优选的。此外，包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基、氰基)的[3]轴烯衍生物的电子受体性非常高，所以是特别优选的。作为包括吸电子基团的[3]轴烯衍生物，例如可以举出:α,α',α"-1,2,3-环丙烷三亚基三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、α,α',α"-1,2,3-环丙

烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、α,α',α"-1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0091] 第二化合物优选具有空穴传输骨架。作为该空穴传输骨架,优选使用空穴传输材料的HOMO能级不成为过高(浅)的咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架。

[0092] 第二化合物优选具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的至少一个。空穴传输材料也可以为具有包含二苯并呋喃环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、具有萘环的芳香单胺或9-芴基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺。

[0093] 当第二化合物具有N,N-双(4-联苯)氨基时,可以制造长寿命的发光器件,所以是优选的。

[0094] 作为第二化合物,例如可以举出N-(4-联苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4"-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4"-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4"-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNBi)、4,4'-二苯基-4"-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4"-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4"-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAPβNB-03)、4,4'-二苯基-4"-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B)、4,4'-二苯基-4"-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)、4,4'-二苯基-4"-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB)、4,4'-二苯基-4"-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4"-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯基胺(简称:mTPBiAβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4"-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4"-苯基三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二(9H-芴)-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二(9H-芴)-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4"-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-

萘基)-4”-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9’-二芴-2-胺(简称:PCBASF)、N-(1,1’-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)、3,3’-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCzN2)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4’-(9-苯基-9H-芴-9-基)三苯基胺(简称:FLPAPA)等。

[0095] 图1B所示的空穴传输层1112a是将由空穴注入层1111a注入的空穴传输到发光层1113a的层。

[0096] 空穴传输层1112a优选包含第三化合物。

[0097] 第三化合物为空穴传输材料。作为空穴传输材料,可以使用可用于第二化合物的空穴传输材料。

[0098] 第三化合物的HOMO能级优选为第二化合物的HOMO能级以下的值。第三化合物的HOMO能级与第二化合物的HOMO能级之差值优选在0.2eV以内。

[0099] 第二化合物和第三化合物优选各自具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的至少一个。

[0100] 当第二化合物与第三化合物具有同一空穴传输骨架(尤其是,二苯并呋喃骨架)时,可以顺利地注入空穴,所以是优选的。

[0101] 当第二化合物与第三化合物相同时,可以顺利地注入空穴,所以是更优选的。

[0102] 空穴注入层1111b具有容易将空穴注入到空穴传输层1112b的功能。

[0103] 空穴注入层1111b也可以包含上述第一化合物及第二化合物。此外,也可以包含后述空穴注入性高的材料(空穴注入材料)。

[0104] 空穴传输层1112b是将由空穴注入层1111b注入的空穴传输到发光层1113b的层。

[0105] 空穴传输层1112b优选包含空穴传输材料。作为空穴传输材料,可以使用可用于第二化合物的空穴传输材料。此外,也可以包含后述其他空穴传输材料。

[0106] 电子传输层1114b是将由电子注入层1115b注入的电子传输到发光层1113b的层。

[0107] 电子传输层1114b优选包含电子传输材料。作为电子传输材料,可以使用可用于第一有机化合物的电子传输材料。

[0108] 电子注入层1115b具有容易将电子注入到EL层的功能。用于第二电极1103的材料的功函数与用于电子注入层1115b的材料的最低未占分子轨道能级(LUMO能级)的差值优选小(0.5eV以内)。

[0109] 电子注入层1115b优选包含电子注入材料。作为电子注入材料,可以使用可用于第二物质的电子注入材料。作为电子注入层1115b,也可以使用后述包含电子传输材料和电子供体材料(施主材料)的复合材料。

[0110] 在图1C所示的发光器件中空穴传输层1112a为由空穴传输层1112a1和空穴传输层1112a2构成的叠层结构,在第三层1123与空穴注入层1111b之间夹有第四层1124,以及在发光层1113b与电子传输层1114b之间夹有发光层1113c,这三点与图1B所示的发光器件不同。

[0111] 空穴传输层1112a1及空穴传输层1112a2是将空穴传输到发光层1113a一侧的层。

[0112] 空穴传输层1112a1优选包含第三化合物。

[0113] 第三化合物为空穴传输材料。作为空穴传输材料,可以使用可用于第二化合物的空穴传输材料。

[0114] 第三化合物的HOMO能级优选为第二化合物的HOMO能级以下的值。第三化合物的HOMO能级与第二化合物的HOMO能级之差值优选在0.2eV以内。

[0115] 当第二化合物与第三化合物相同时，可以顺利地注入空穴，所以是更优选的。

[0116] 空穴传输层1112a1可以具有与图1B中的空穴传输层1112a相同的结构。

[0117] 空穴传输层1112a2优选包含第四化合物。空穴传输层1112a2优选具有电子阻挡层的功能。

[0118] 第四化合物为空穴传输材料。作为空穴传输材料，可以使用可用于第二化合物的空穴传输材料。

[0119] 第四化合物的HOMO能级优选低于第三化合物的HOMO能级。第四化合物的HOMO能级与第三化合物的HOMO能级之差值优选在0.2eV以内。

[0120] 第二化合物、第三化合物及第四化合物优选各自具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的至少一个。

[0121] 当第二化合物、第三化合物及第四化合物具有同一空穴传输骨架(尤其是，二苯并呋喃骨架)时，可以顺利地注入空穴，所以是优选的。

[0122] 因为用于空穴注入层1111a、空穴传输层1112a1、空穴传输层1112a2的空穴传输材料间有上述关系，所以可以顺利地将空穴注入到各层，从而可以防止驱动电压的上升或发光层1113a中的空穴的过少状态。

[0123] 第四层1124优选包含电子传输材料。通过设置第四层1124，可以抑制第三层1123与空穴注入层1111b的相互作用，由此可以顺利收发电子。

[0124] 第四层1124所包含的电子传输材料的LUMO能级优选位于空穴注入层1111b所包含的电子受体材料的LUMO能级与第三层1123所包含的第二物质的LUMO能级之间。用于第四层1124的电子传输材料的LUMO能级优选具体为-5.0eV以上，更优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。作为用于第四层1124的电子传输材料，可以举出酞菁(简称：H_2Pc)、铜酞菁(简称：CuPc)等酞菁类材料或具有金属-氧键和芳香配体的金属配合物。

[0125] 图1C所示的发光器件包括两个发光单元，即包括发光层1113a的发光单元及包括发光层1113b及发光层1113c的发光单元。例如，发光层1113a发射蓝色的荧光，发光层1113b发射绿色的磷光，发光层1113c发射红色的磷光，由此可以得到在整个发光器件上发射白色光的发光器件。

[0126] 图1D所示的发光器件不仅包括图1A所示的发光器件的结构，也包括功能层1105c与第二电极1103之间的发光层1113c及功能层1105d。

[0127] 发光器件所包括的发光单元个数不局限于两个。图1D所示的发光器件包括三个发光单元，即包括发光层1113a的发光单元、包括发光层1113b的发光单元以及包括发光层1113c的发光单元。例如，在图1D中，发光层1113a具有发射第一蓝色光的结构，发光层1113b具有发射绿色光、黄色光或黄绿色光及红色光的结构，发光层1113c具有发射第二蓝色光的结构，由此可以得到在整个发光器件上发射白色光的发光器件。

[0128] 功能层1105c包括电子传输层、电子注入层、电荷产生层、空穴注入层以及空穴传输层中的至少一个。功能层1105c包括电荷产生区域。

[0129] 例如，功能层1105d也可以包括电子传输层及电子注入层。

[0130] [发光器件的发光模型]

对本发明的一个方式的发光器件的发光模型进行说明。

[0131] 在此，使用图1B所示的空穴传输层1112a、发光层1113a以及第一层1121说明发光器件的发光模型。发光器件不局限于图1B的结构，在其他结构中也可以采用该发光模型。

[0132] 在发光层1113a处于电子过多状态时，发光区域形成在发光层1113a的局部区域中。换言之，发光层1113a中的发光区域的范围窄。因此，在发光层1113a的局部区域中，电子与空穴集中地进行复合，劣化被促进。此外，当在发光层1113a中不能够进行复合的电子经过发光层1113a时，有时寿命或发光效率下降。

[0133] 另一方面，在本发明的一个方式的发光器件中，通过降低第一层1121的电子传输性，可以扩大发光层1113a中的发光区域的范围。通过扩大发光区域的范围，可以分散发光层1113a中的电子与空穴的复合区域。因此，可以提供寿命长且发光效率高的发光器件。

[0134] 在本发明的一个方式的发光器件中，通过电流密度恒定的条件下的驱动测试来得到的亮度的劣化曲线有时具有极大值。也就是说，本发明的一个方式的发光器件有时呈现随着时间经过亮度上升的趋势。该趋势可以抵消驱动初期的急剧劣化(所谓的初始劣化)。因此，通过使发光器件具有呈现该趋势的结构，可以实现初始劣化小且具有非常长的驱动寿命的发光器件。

[0135] 注意，在取具有极大值的劣化曲线的微分时，存在有其值为0的部分。因此，可以将劣化曲线的微分存在有其值为0的部分的发光器件称为本发明的一个方式的发光器件。

[0136] 在本发明的一个方式的发光器件中，发光区域有时在驱动初期扩大到第一层1121一侧。也就是说，在本发明的一个方式的发光器件中，由于在驱动初期空穴的注入势垒较小且第一层1121的电子传输性较低，所以有时发光区域(即，复合区域)形成在发光层1113a整体。

[0137] 此外，由于第一层1121中的第一有机化合物的HOMO能级较高，即为-6.0eV以上，所以有时空穴的一部分到达第一层1121而在第一层1121中也发生复合。注意，当发光层1113a中的主体材料(或辅助材料)与第一有机化合物的HOMO能级之差值在0.2eV以内时也有可能发生该现象。

[0138] 在本发明的一个方式的发光器件中，随着驱动时间的经过载流子平衡变化，而不容易发生第一层1121的复合，复合的载流子的能量可以有效地用于发光。由此，亮度有可能与驱动初始相比上升。该亮度上升抵消发光器件的驱动初期出现的亮度急剧下降(即，所谓的初始劣化)，由此可以提供初始劣化小且驱动寿命长的发光器件。注意，在本说明书等中，有时将上述发光器件称为Recombination-Site Tailoring Injection结构(ReSTI结构)。

[0139] 在本发明的一个方式的发光器件中，第一层1121优选在厚度方向上具有第一有机化合物与第一物质的混合比(浓度)不同的部分。具体而言，优选具有电子传输性材料与碱金属或碱土金属的有机金属配合物的混合比(浓度)不同的部分。

[0140] 第一层1121中的第一物质的浓度可以通过飞行时间二次离子质谱分析(ToF-SIMS:Time-of-flight secondary ion mass spectrometry)所得到的原子或分子的检测量估计。在由相同的两种材料构成且混合比例互不相同的部分中，通过ToF-SIMS分析检测出的各值的大小相当于所着眼的原子或分子的存在量的大小。因此，通过比较电子传输性材料及有机金属配合物的检测量，可以估计混合比例的大小。

[0141] 作为第一层1121中的第一物质的含量，第二电极1103一侧的含量优选少于第一电

极1101一侧的含量。就是说，优选以第一物质的浓度从第二电极1103一侧向第一电极1101一侧上升的方式形成第一层1121。就是说，在第一层1121中，与第一有机化合物的浓度较高的部分相比，第一有机化合物的浓度较低的部分离发光层1113a近。换言之，在第一层1121中，与第一物质的浓度较低的部分相比，第一物质的浓度较高的部分离发光层1113a近。

[0142] 在第一层1121中，第一有机化合物的浓度较高的部分(第一物质的浓度较低的部分)的电子迁移率在电场强度[V/cm]的平方根为600时优选为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上且$5\times10^{-5}cm^2/Vs$以下。

[0143] 例如，第一层1121中的第一物质的含量(浓度)可以具有图2A至图2D所示的结构。注意，图2A和图2B示出在第一层1121内没有明确的边界的情况，图2C和图2D示出在第一层1121内有明确的边界的情况。

[0144] 当在第一层1121内没有明确的边界时，第一有机化合物和第一物质的浓度连续地变化。图2A和图2B示出第一物质的浓度连续地变化的例子。当在第一层1121内有明确的边界时，第一有机化合物和第一物质的浓度台阶状地变化。图2C和图2D示出第一物质的浓度台阶状地变化的例子。注意，在第一有机化合物和第一物质的浓度台阶状地变化时，第一层1121被视为由多个层构成。例如，图2C示出第一层1121具有两层的叠层结构的情况，图2D示出第一层1121具有三层的叠层结构的情况。注意，在图2C和图2D中，虚线表示多个层的边界的区域。

[0145] 在第二层1122包含第一物质的情况下，如上所述，第一物质在第二层中的浓度优选低于在第一层中的浓度。

[0146] 例如，第一层1121及第二层1122中的第一物质的含量(浓度)可以具有图2E、图2F所示的结构。

[0147] 例如，如图2E、图2F所示，第一物质的浓度台阶状地变化。图2E示出第一层1121具有单层结构的情况，图2F示出第一层1121具有两层的叠层结构的情况。

[0148] 本发明的一个方式的发光器件中的载流子平衡的变化可认为是由第一层1121(及第二层1122)的电子迁移率的变化导致的。

[0149] 在本发明的一个方式的发光器件中，在第一层1121内部存在第一物质的浓度差异。第一层1121在该第一物质的浓度较低的区域与发光层1113a之间具有该第一物质的浓度较高的区域。就是说，第一物质的浓度较低的区域比第一物质的浓度较高的区域更靠近第二电极1103一侧。

[0150] 此外，在本发明的一个方式的发光器件中，在第一层1121与第二层1122之间存在第一物质的浓度差异。该发光器件在第二层1122与发光层1113a之间夹有第一层1121，该第一层1121中的第一物质的浓度高于第二层1122中的第一物质的浓度。就是说，第一物质的浓度较低的区域比第一物质的浓度较高的区域更靠近第二电极1103一侧。

[0151] 具有上述结构的本发明的一个方式的发光器件的寿命非常长。尤其是，在初始亮度为100％时，亮度直到减少到95％为止的时间(也称为LT95)可以变得极长。

[0152] [发光器件的材料]

以下详细说明可以用于发光器件的材料。此外，适合用于功能层1105a(空穴注入层1111a、空穴传输层1112a)、第一层1121、第二层1122、第三层1123以及第四层1124的材料分别是如上所述的，但是也可以使用以下所示的材料。

[0153] <电极>

作为构成发光器件的一对电极的材料，可以适当地使用金属、合金、导电化合物及它们的混合物等。具体而言，可以举出In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外，还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。此外，可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如，锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr))、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0154] 本发明的一个方式的发光器件优选采用微腔结构。因此，发光器件所包括的一对电极中的一个优选为对可见光具有透过性及反射性的电极(半透过-半反射电极)，另一个优选为对可见光具有反射性的电极(反射电极)。当发光器件具有微腔结构时，可以在两个电极之间使从发光层得到的发光谐振，并且可以增强从发光器件射出的光。

[0155] 注意，半透过-半反射电极可以采用对可见光具有透过性的电极(也称为透明电极)与反射电极的叠层结构。

[0156] 透明电极的可见光的透过率为40％以上。此外，半透过-半反射电极的对可见光的反射率为10％以上且95％以下，优选为30％以上且80％以下。反射电极对可见光的反射率为40％以上且100％以下，优选为70％以上且100％以下。

[0157] 第一电极1101和第二电极1103的电阻率优选都是$1\times10^{-2}\Omega$cm以下。

[0158] 第一电极1101及第二电极1103可以通过溅射法或真空蒸镀法而形成。

[0159] <空穴注入层及空穴传输层>

空穴注入层具有容易使空穴注入到EL层的功能。例如，空穴注入层可以具有从阳极注入的空穴注入到空穴传输层的功能。例如，空穴注入层可以具有生成空穴而将该空穴注入到空穴传输层的功能。

[0160] 空穴注入层可以使用空穴注入性高的材料(空穴注入材料)。

[0161] 空穴注入层也可以使用包含空穴传输性高的材料(空穴传输材料)及电子受体材料的复合材料。在此情况下，由电子受体材料从空穴传输材料抽出电子而在空穴注入层中产生空穴，空穴通过空穴传输层注入到发光层中。此外，空穴注入层可以采用由包含空穴传输材料及电子受体材料的复合材料构成的单层，也可以采用分别使用空穴传输材料及电子受体材料形成的层的叠层。

[0162] 空穴传输层是将空穴传输到发光层的层。

[0163] 空穴传输层可以使用空穴传输材料。用于空穴传输层的空穴传输材料优选具有与空穴注入层的HOMO能级相同或相近的HOMO能级。

[0164] 作为空穴注入材料，可以使用钼氧化物、钒氧化物、钌氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物、H_2Pc、CuPC等酞菁类化合物等。

[0165] 作为空穴注入材料，可以使用芳香胺化合物，诸如4,4',4"-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4"-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、4,4'-双(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)联苯(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基

咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)等。

[0166] 作为空穴注入材料,可以使用聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)或聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)等。

[0167] 作为用于空穴传输层的电子受体材料,可以使用与可用于第一化合物的材料相同的材料。

[0168] 作为用于空穴注入层的电子受体材料,可以使用属于元素周期表中的第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,可以举出氧化钼、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钨、氧化锰、氧化铼。特别优选使用氧化钼,因为其在大气中也稳定,吸湿性低,并且容易处理。

[0169] 作为用于空穴注入层及空穴传输层的空穴传输材料,优选为具有$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的空穴迁移率的物质。此外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。

[0170] 作为可以用于空穴注入层和空穴传输层的空穴传输材料,可以举出可用于第二化合物的空穴传输材料。以下举出可用于空穴注入层和空穴传输层的其他空穴传输材料(部分与上述重复)。

[0171] 空穴传输材料优选为富π电子型杂芳族化合物(例如,咔唑衍生物、噻吩衍生物及呋喃衍生物等)、芳香胺(具有芳香胺骨架的化合物)等空穴传输材料。

[0172] 作为咔唑衍生物(具有咔唑骨架的化合物),可以举出联咔唑衍生物(例如,3,3'-联咔唑衍生物)、具有咔唑基的芳香胺等。

[0173] 作为联咔唑衍生物(例如,3,3'-联咔唑衍生物),具体而言,可以举出3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)、9,9'-双(1,1'-联苯-4-基)-3,3'-联-9H-咔唑、9,9'-双(1,1'-联苯-3-基)-3,3'-联-9H-咔唑、9-(1,1'-联苯-3-基)-9'-(1,1'-联苯-4-基)-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:mBPCCBP)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:βNCCP)等。

[0174] 作为具有咔唑基的芳香胺,具体而言,可以举出PCBA1BP、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:PCBiF)、PCBBiF、PCBBi1BP、PCBANB、PCBNBB、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)胺(简称:PCA1BP)、N,N'-双(9-苯基咔唑-3-基)-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺(简称:PCA2B)、N,N',N"-三苯基-N,N',N"-三(9-苯基咔唑-3-基)苯-1,3,5-三胺(简称:PCA3B)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、PCBASF、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、3-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA1)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA2)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-(1-萘基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzTPN2)、2-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:PCASF)、N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(简称:YGA1BP)、N,N'-双[4-(咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺(简称:YGA2F)、4,4',4"-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)等。

[0175] 作为咔唑衍生物,除了上述以外,还可以举出PCzN2、3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等。

[0176] 作为噻吩衍生物(具有噻吩骨架的化合物)及呋喃衍生物(具有呋喃骨架的化合物),具体而言,可以举出4,4',4"-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物、以及4,4',4"-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等。

[0177] 作为芳香胺,具体而言,可以举出4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或α-NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、BPAFLP、mBPAFLP、N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]-9H-芴-7-基}苯基胺(简称:DFLADFL)、N-(9,9-二甲基-2-二苯基氨基-9H-芴-7-基)二苯基胺(简称:DPNF)、2-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:DPASF)、2,7-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:DPA2SF)、4,4',4"-三[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:1-TNATA)、TDATA、m-MTDATA、N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(简称:DTDPPA)、DPAB、DNTPD、DPA3B等。

[0178] 作为空穴传输材料,还可以使用PVK、PVTPA、PTPDMA、Poly-TPD等高分子化合物。

[0179] 空穴传输材料不局限于上述材料,可以将已知的各种材料中的一种或多种的组合用于空穴注入层及空穴传输层。

[0180] <发光层>

发光层是包含发光物质的层。发光层可以包括一种或多种发光物质。此外,作为发光物质,适当地使用发射蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等的发光颜色的物质。此外,作为发光物质也可以使用发射近红外线的物质。

[0181] 此外,发光层除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料、辅助材料等)。此外,作为一种或多种有机化合物,可以使用在本实施方式中进行说明的空穴传输材料和电子传输性材料中的一方或双方。此外,作为一种或多种有机化合物,也可以使用双极性材料。

[0182] 对可用于发光层的发光物质没有特别的限制,可以使用将单重激发能量转换为可见光区域或近红外线区域的光的发光物质或将三重激发能量转换为可见光区域或近红外线区域的光的发光物质。

[0183] 作为将单重激发能量转换成发光的发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光发光物质),例如可以举出芘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。尤其是芘衍生物的发光量子产率高,所以是优选的。作为芘衍生物的具体例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]

芘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N’-二苯基-N,N’-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N’-双(二苯并呋喃-2-基)-N,N’-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N’-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N’-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)、N,N’-(芘-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-6-胺](简称:1,6BnfAPrn)、N,N’-(芘-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-02)、N,N’-(芘-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)等。尤其是,这些以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等芘二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有高空穴俘获性、良好的发光效率及可靠性,所以是优选的。

[0184] 除了上述以外,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2’-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4’-(10-苯基-9-蒽基)联苯-4-基]-2,2’-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N’-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N’-二苯基芪-4,4’-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4’-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4’-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4’-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4’-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、N,N”-(2-叔丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N’,N’-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N’,N’-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b’]双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b’]双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。

[0185] 接着,作为将三重激发能量转换为发光的发光物质,例如可以举出发射磷光的物质(磷光发光物质)或呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence:TADF)材料)。

[0186] 作为磷光发光物质,例如可以举出具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架、咪唑骨架、嘧啶骨架、吡嗪骨架或吡啶骨架的有机金属配合物(尤其是,铱配合物)、包括吸电子基团的苯基吡啶衍生物作为配体的有机金属配合物(尤其是,铱配合物)、铂配合物、稀土金属配合物等。

[0187] 作为呈现蓝色或绿色且其发射光谱的峰值波长为450nm以上且570nm以下的磷光发光物质,可以举出如下物质。

[0188] 例如可以举出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)$_3$])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato))铱(III)(简称:[Ir(Mptz)$_3$])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)$_3$])、三[3-(5-联苯)-5-异丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(iPr5btz)$_3$])等具有4H-三唑骨架的有机金属配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)$_3$])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑

(triazolato))铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)$_3$])等具有1H-三唑骨架的有机金属配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)$_3$])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)$_3$])等具有咪唑骨架的有机金属配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,$C^{2'}$]铱(III)四(1-吡唑基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,$C^{2'}$]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,$C^{2'}$}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF_3ppy)$_2$(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,$C^{2'}$]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIr(acac))等以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物等。

[0189] 作为呈现绿色或黄色且其发射光谱的峰值波长为495nm以上且590nm以下的磷光发光物质,可以举出如下物质。

[0190] 例如可以举出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)$_3$])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)$_3$])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降莰基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(mpmppm)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(dmppm-dmp)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(dppm)$_2$(acac)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)$_2$(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根-N,$C^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(ppy)$_3$])、双(2-苯基吡啶根-N,$C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)$_2$(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)$_2$(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)$_3$])、三(2-苯基喹啉-N,$C^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(pq)$_3$])、双(2-苯基喹啉-N,$C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)$_2$(acac)])、[2-(4-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:[Ir(ppy)$_2$(4dppy)])、双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC][2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;双(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,$C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(dpo)$_2$(acac)])、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,$C^{2'}$}铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(p-PF-ph)$_2$(acac)])、双(2-苯基苯并噻唑-N,$C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bt)$_2$(acac)])等有机金属配合物、三(乙酰丙酮根)(单菲罗啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)$_3$(Phen)])等稀土金属配合物。

[0191] 作为呈现黄色或红色且其发射光谱的峰值波长为570nm以上且750nm以下的磷光发光物质,可以举出如下物质。

[0192] 例如可以举出(二异丁酰甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)$_2$(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)$_2$(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(d1npm)$_2$(dpm)])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)$_3$])等具有嘧啶骨架的有机金属配合物;(乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(tppr)$_2$

(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪)(二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(tppr)$_2$(dpm)])、双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,6-二甲基-3,5-庚二酮-κ^{2}O,O')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-P)$_2$(dibm)])、双{4,6-二甲基-2-[5-(4-氰基-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ^{2}O,O')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-dmCP)$_2$(dpm)])、(乙酰丙酮)双[2-甲基-3-苯基喹喔啉合(quinoxalinato)-N,C$^{2'}$]铱(III)(简称:[Ir(mpq)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮)双(2,3-二苯基喹喔啉合-N,C$^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(dpq)$_2$(acac)])、(乙酰丙酮)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合]铱(III)(简称:[Ir(Fdpq)$_2$(acac)])、双{4,6-二甲基-2-[5-(5-氰-2-甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ^{2}O,O')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-m5CP)$_2$(dpm)])等具有吡嗪骨架的有机金属配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C$^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(piq)$_3$])、双(1-苯基异喹啉-N,C$^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)$_2$(acac)])、双[4,6-二甲基-2-(2-喹啉基-κN)苯基-κC](2,4-戊二酮根-κ^{2}O,O')铱(III)等具有吡啶骨架的有机金属配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:[PtOEP])等铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲罗啉)铕(III)(简称:[Eu(DBM)$_3$(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲罗啉)铕(III)(简称:[Eu(TTA)$_3$(Phen)])等稀土金属配合物。

[0193] 作为用于发光层的有机化合物(主体材料、辅助材料等),可以使用选择一种或多种其能隙比发光物质大的物质。

[0194] 作为与荧光发光物质组合而使用的有机化合物,优选使用单重激发态的能级大且三重激发态的能级小的有机化合物。

[0195] 虽然一部分与上述具体例子重复,但是,从与发光物质(荧光发光物质、磷光发光物质)的优选组合的观点来看,以下示出有机化合物的具体例子。

[0196] 作为可以与荧光发光物质组合而使用的有机化合物,可以举出蒽衍生物、并四苯衍生物、菲衍生物、芘衍生物、䓛(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]䓛衍生物等稠合多环芳香化合物。

[0197] 作为与荧光发光物质组合而使用的有机化合物的具体例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、PCPN、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、YGAPA、PCAPA、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基䓛、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]䓛-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、CzPA、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)-联苯-4'-基}-蒽(简称:FLPPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)、1,3,5-三(1-芘)苯(简称:TPB3)、5,12-二苯基并四苯、5,12-双(联苯-2-基)并四苯、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯

基]蒽(简称:αN-βNPAnth)等。

[0198] 作为与磷光发光物质组合而使用的有机化合物,选择其三重激发能量大于发光物质的三重激发能量(基底状态和三重激发态的能量差)的有机化合物即可。

[0199] 注意,当为了形成激基复合物,组合而使用多个有机化合物(例如,第一主体材料及第二主体材料(或辅助材料)等)与发光物质时,优选与磷光发光物质(尤其是有机金属配合物)混合而使用这些多个有机化合物。

[0200] 通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer:激基复合物-三重态能量转移)的发光。作为多个有机化合物的组合,优选使用容易形成激基复合物的组合,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输材料)与容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。此外,通过作为该激基复合物选择形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的组合,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。此外,作为空穴传输材料及电子传输性材料的具体例子,可以使用本实施方式所示的材料。通过采用上述结构,可以同时实现高效率、低电压驱动以及长寿命的发光器件。

[0201] 关于形成激基复合物的材料的组合,具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上的值。空穴传输材料的LUMO能级(最低未占分子轨道)优选为电子传输性材料的LUMO能级以上的值。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测量测得的材料的电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0202] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰值)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,与对空穴传输材料的瞬态EL、电子传输性材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0203] 作为可以与磷光发光物质组合而使用的有机化合物,可以举出芳香胺(具有芳香胺骨架的化合物)、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物(噻吩衍生物)、二苯并呋喃衍生物(呋喃衍生物)、锌类金属配合物或铝类金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、菲罗啉衍生物等。

[0204] 作为空穴传输性高的有机化合物的芳香胺、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物的具体的一个例子,可以举出与上述空穴传输材料的具体例子相同的材料。

[0205] 作为电子传输性高的有机化合物的锌类金属配合物、铝类金属配合物的具体例子,可以举出:三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:$Almq_3$)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:$BeBq_2$)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BAlq)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)等具有喹啉骨架或苯并

喹啉骨架的金属配合物等。

[0206] 除此之外,还可以使用如双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噁唑骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物等。

[0207] 此外,作为电子传输性高的有机化合物的噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、菲罗啉衍生物的具体例子,可以举出2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:CO11)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、2-{4-[9,10-二(萘-2-基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)、2,2',2"-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)、红菲绕啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBphen)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:6mDBTPDBq-II)等。

[0208] 此外,作为电子传输性高的有机化合物的具有二嗪骨架的杂环化合物、具有三嗪骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物的具体例子,可以举出4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)、2-[(1,1'-联苯)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn-02)、3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶)苯基]苯(简称:TmPyPB)等。

[0209] 此外,作为电子传输性高的有机化合物,还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0210] TADF材料是指S_1能级(单重激发态的能级)和T_1能级(三重激发态的能级)之差较小且具有通过反系间窜越将三重激发能转换为单重激发能的功能的材料。因此,能够通过微小的热能量将三重激发能上转换(up-convert)为单重激发能(反系间窜越)并能够高效地产生单重激发态。此外,可以将三重激发能转换为发光。此外,可以高效地获得热活化延迟

荧光的条件为如下:S_1能级与T_1能级的能量差为0eV以上且为0.2eV以下,优选为0eV以上且为0.1eV以下。TADF材料所呈现的延迟荧光是指其光谱与一般的荧光同样但其寿命非常长的发光。其寿命为10^{-6}秒以上,优选为10^{-3}秒以上。

[0211] 以两种物质形成激发态的激基复合物因S_1能级和T_1能级之差值极小而具有将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0212] 注意,作为T_1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S_1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为T_1能级时,S_1与T_1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0213] TADF材料可以被用作客体材料或主体材料。

[0214] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯或其衍生物、普鲁黄素等吖啶衍生物、伊红等。此外,还可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等含金属卟啉。作为含金属卟啉,例如,也可以举出原卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF_2(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF_2(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF_2(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(简称:SnF_2(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF_2(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF_2(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(简称:$PtCl_2$OEP)等。

[0215] 除此之外,可以使用2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吲哚[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、PCCzPTzn、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吖啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吖啶)苯基]砜(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吖啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等具有富π电子杂芳环及缺π电子杂芳环的杂环化合物。该杂环化合物具有富π电子型杂芳环和缺π电子型杂芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。此外,也可以使用键合有氰基等吸电子基团的芳环代替缺π电子型杂芳环。此外,可以使用缺π电子骨架代替缺π电子杂芳环。同样地,可以使用富π电子骨架代替富π电子杂芳环。

[0216] 在具有缺π电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的电子受体性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0217] 在具有富π电子型杂芳环的骨架中,吖啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。尤其是,优选使用二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架、吲哚骨架、咔唑骨架、吲哚咔唑骨架、联咔唑骨架、3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑骨架。

[0218] 在富π电子型杂芳环和缺π电子型杂芳环直接键合的物质中,富π电子杂芳环的供体性和缺π电子型杂芳环的受体性都高而单重激发态与三重激发态之间的能量差变小,所以是特别优选的。

[0219] 作为富π电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。作为缺π电子骨架,可以使

用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、噁二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砜骨架等。

[0220] 此外,在作为发光物质使用TADF材料的情况下,可以组合其他有机化合物使用。尤其是,可以与上述主体材料(空穴传输材料、电子传输性材料)组合。在使用TADF材料时,主体材料的S_1能级优选高于TADF材料的S_1能级。此外,主体材料的T_1能级优选比TADF材料的T_1能级高。

[0221] 此外,也可以使用TADF材料作为主体材料且使用荧光发光物质作为客体材料。当使用TADF材料作为主体材料时,由TADF材料生成的三重激发能经反系间窜越转换为单重激发能并进一步能量转移到发光物质,由此可以提高发光器件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量供体,发光物质被用作能量受体。由此,作为主体材料使用TADF材料在作为客体材料使用荧光发光物质时很有效。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的S_1能级优选比荧光发光物质的S_1能级高。此外,TADF材料的T_1能级优选比荧光发光物质的S_1能级高。因此,TADF材料的T_1能级优选比荧光发光物质的T_1能级高。

[0222] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光的TADF材料。由此,激发能顺利地从TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0223] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜越生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。此外,优选的是在TADF材料中生成的三重激发能不转移到荧光发光物质。为此,荧光发光物质优选在荧光发光物质所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有π键的取代基,优选为饱和烃,具体而言,可以举出碳数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳数为3以上且10以下的环烷基、碳数为3以上且10以下的三烷基硅基,更优选具有多个保护基。不具有π键的取代基由于几乎没有传输载流子的功能,所以对载流子传输或载流子复合几乎没有影响,可以使TADF材料与荧光发光物质的发光体彼此远离。在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有π键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吖啶酮骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架等。尤其是,具有萘骨架、蒽骨架、芴骨架、䓛骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、芘骨架、苉骨架、香豆素骨架、喹吖啶酮骨架、萘并双苯并呋喃骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0224] <电子注入层及电子传输层>

电子注入层具有容易使电子注入到EL层的功能。例如,电子注入层可以具有从阴极注入的电子注入到电子传输层的功能。例如,电子注入层可以具有生成电子而将该电子注入到电子传输层的功能。

[0225] 电子注入层可以使用电子注入性高的材料(电子注入材料)。

[0226] 电子注入层也可以使用包含电子传输性高的材料(电子传输材料)及电子供体材料(施主材料)的复合材料。在此情况下,由电子供体材料从电子传输材料抽出电子而在电子注入层中产生电子,电子通过电子传输层注入到发光层中。此外,电子注入层可以采用由包含电子传输材料及电子供体材料的复合材料构成的单层,也可以采用分别使用电子传输

材料及电子供体材料形成的层的叠层。

[0227] 电子传输层是将电子传输到发光层的层。

[0228] 电子传输层可以使用电子传输材料。

[0229] 作为电子注入材料,可以举出与可用于第二物质的材料同样的材料。

[0230] 作为用于电子注入层的电子供体材料,可以使用对电子传输材料呈现电子供体性的物质。具体而言,可以举出与可用于第二物质的材料同样的材料。

[0231] 作为用于电子注入层及电子传输层的电子传输材料,优选为具有$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的电子迁移率的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。

[0232] 作为电子传输材料,可以使用可用于第一有机化合物的电子传输材料。

[0233] 当制造本发明的一个方式的发光器件时,可以利用蒸镀法等真空工艺或旋涂法、喷墨法等溶液工艺。作为蒸镀法,可以利用溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)或化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接触印刷法等)等方法形成包括在发光元件的EL层中的功能层(空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层等)。

[0234] 构成发光器件的功能层的材料都不局限于上述材料。例如,也可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介于低分子与高分子之间的化合物:分子量为400以上且4000以下)、无机化合物(量子点材料等)等。作为量子点材料,可以使用胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0235] 如上所述,本实施方式的发光器件在包含第一物质(金属、金属盐、金属氧化物或有机金属盐)的第一层与包含第二物质(电子注入材料)的第三层之间夹有第二层,该第一物质在第二层中的浓度低于在第一层中的浓度。通过具有这种结构,可以提高从第三层向第二层及第一层的电子注入性,并可以降低发光器件的驱动电压。由此,可以提高发光器件的可靠性。

[0236] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构实例的情况下,可以适当地组合该结构实例。

[0237] (实施方式2)

在本实施方式中,参照图3至图5说明本发明的一个方式的发光装置。

[0238] [发光装置的结构例子1]

图3A示出发光装置的俯视图,图3B、图3C示出沿着图3A的点划线X1-Y1及X2-Y2的截面图。可以将图3A至图3C所示的发光装置例如用于照明装置。发光装置也可以具有底部发射结构、顶部发射结构或双面发射结构。

[0239] 图3B所示的发光装置包括衬底490a、衬底490b、导电层406、导电层416、绝缘层405、有机EL器件450(第一电极401、EL层402及第二电极403)及粘合层407。有机EL器件450优选具有实施方式1所示的本发明的一个方式的发光器件的结构。

[0240] 有机EL器件450包括衬底490a上的第一电极401、第一电极401上的EL层402、EL层

402上的第二电极403。由衬底490a、粘合层407及衬底490b密封有机EL器件450。

[0241] 第一电极401、导电层406及导电层416的端部由绝缘层405覆盖。导电层406与第一电极401电连接，导电层416与第二电极403电连接。隔着第一电极401由绝缘层405覆盖的导电层406被用作辅助布线，并与第一电极401电连接。当包括与有机EL器件450的电极电连接的辅助布线时，能够抑制起因于电极的电阻的电压下降，所以是优选的。导电层406也可以设置在第一电极401上。此外，也可以在绝缘层405上等包括与第二电极403电连接的辅助布线。

[0242] 衬底490a及衬底490b可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石以及有机树脂等。通过将具有柔性的材料用于衬底490a及衬底490b，可以提高显示装置的柔性。

[0243] 发光装置的发光面也可以配置有用来提高光提取效率的光提取结构、抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等。

[0244] 作为可用于绝缘层405的绝缘材料，例如可以举出丙烯酸树脂或环氧树脂等树脂、无机绝缘材料如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0245] 作为粘合层407，可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂、厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂，可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)树脂等。尤其是，优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。此外，也可以使用两液混合型树脂。此外，也可以使用粘合薄片等。

[0246] 图3C所示的发光装置包括阻挡层490c、导电层406、导电层416、绝缘层405、有机EL器件450、粘合层407、阻挡层423及衬底490b。

[0247] 图3C所示的阻挡层490c包括衬底420、粘合层422及阻挡性高的绝缘层424。

[0248] 在图3C所示的发光装置中，阻挡性高的绝缘层424与阻挡层423之间配置有有机EL器件450。因此，即使将防水性较低的树脂薄膜等用于衬底420及衬底490b，也可以抑制水等杂质进入有机EL器件而导致寿命降低。

[0249] 作为衬底420及衬底490b，例如可以使用如下材料：聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。衬底420及衬底490b也可以使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0250] 作为阻挡性高的绝缘层424优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜，例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜等。此外，也可以使用氧化铪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钕膜等。此外，也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0251] 阻挡层423优选包括至少一个无机膜。例如，阻挡层423可以采用无机膜的单层结构或者无机膜和有机膜的叠层结构。作为无机膜，上述无机绝缘膜是优选的。作为该叠层结构，例如，可以举出依次形成氧氮化硅膜、氧化硅膜、有机膜、氧化硅膜、氮化硅膜的结构等。通过作为阻挡层采用无机膜和有机膜的叠层结构，可以适当地抑制有可能进入有机EL器件

450的杂质(典型的是,氢、水等)。

[0252] 阻挡性高的绝缘层424及有机EL器件450可以直接形成在具有柔性的衬底420上。此时,不需要粘合层422。此外,绝缘层424及有机EL器件450可以在隔着剥离层形成在刚性衬底上之后转置到衬底420。例如,可以通过对剥离层施加热、力量以及激光等,从刚性衬底剥离绝缘层424及有机EL器件450,然后利用粘合层422贴合衬底420,由此将绝缘层424及有机EL器件450转置到衬底420。作为剥离层,例如可以使用包括钨膜及氧化硅膜等无机膜的叠层或者聚酰亚胺等有机树脂膜等。当利用刚性衬底时,与树脂衬底等相比,可以以更高的温度形成绝缘层424,所以可以实现致密且阻挡性极高的绝缘层424。

[0253] [发光装置的结构例子2]

图4A示出发光装置的截面图。图4A所示的发光装置是电连接晶体管和发光器件而成的有源矩阵型的发光装置。

[0254] 图4A所示的发光装置包括衬底201、晶体管210、发光器件203R、发光器件203G、发光器件203B、滤色片206R、滤色片206G、滤色片206B、衬底205等。

[0255] 在图4A中,衬底201上设置有晶体管210,晶体管210上设置有绝缘层202,绝缘层202上设置有发光器件203R、203G、203B。

[0256] 晶体管210以及发光器件203R、203G、203B密封在由衬底201、衬底205及粘合层208围绕的空间207中。空间207例如可以采用充满了减压气氛、惰性气氛或树脂的结构。

[0257] 图4A所示的发光装置具有一个像素包括红色子像素(R)、绿色子像素(G)以及蓝色子像素(B)的结构。

[0258] 本发明的一个方式的发光装置具有配置为矩阵状的多个像素。一个像素包括一个以上的子像素。一个子像素包括一个发光器件。例如,像素可以采用包括三个子像素的结构(R、G、B的三种颜色或黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)的三种颜色等)或包括四个子像素的结构(R、G、B、白色(W)的四种颜色或者R、G、B、Y的四种颜色等)。

[0259] 图4B示出发光器件203R、发光器件203G及发光器件203B的详细结构。发光器件203R、203G、203B包括共同的EL层213,并具有根据各发光器件的发光颜色调节了各发光器件的电极间的光学距离的微腔结构。各发光器件优选具有实施方式1所示的本发明的一个方式的发光器件的结构。

[0260] 第一电极211被用作反射电极,第二电极215被用作半透过-半反射电极。

[0261] 在发光器件203R中,将第一电极211和第二电极215之间的光学距离调节为光学距离220R,以便增强红色光的强度。同样地,在发光器件203G中,将第一电极211和第二电极215之间的光学距离调节为光学距离220G,以便增强绿色光的强度,在发光器件203B中,将第一电极211和第二电极215之间的光学距离调节为光学距离220B,以便增强蓝色光的强度。

[0262] 如图4B所示,通过在发光器件203R中在第一电极211上形成导电层212R且在发光器件203G中在第一电极211上形成导电层212G,可以进行光学调整。并且,在发光器件203B中,可以在第一电极211上形成其厚度与导电层212R及导电层212G不同的导电层来调节光学距离220B。此外,如图4A所示,第一电极211、导电层212R及导电层212G的端部被绝缘层204覆盖。

[0263] 图4A所示的发光装置是从发光器件得到的光经过形成在衬底205上的各颜色的滤

色片而射出的顶发射型发光装置。滤色片可以使可见光中的特定波长范围的光透过并遮蔽特定波长范围的可见光。

[0264] 在红色子像素(R)中，来自发光器件203R的光经过红色滤色片206R射出。如图4A所示，通过在与发光器件203R重叠的位置上设置只使红色波长范围的光透过的滤色片206R，可以从发光器件203R得到红色光。

[0265] 同样地，在绿色子像素(G)中，来自发光器件203G的光经过绿色滤色片206G射出，在蓝色子像素(B)中，来自发光器件203B的光经过蓝色滤色片206B射出。

[0266] 此外，在一种滤色片的端部也可以设置有黑矩阵209(也称为黑色层)。再者，各颜色的滤色片及黑矩阵209也可以被使可见光透过的保护层覆盖。

[0267] 图4C所示的发光装置具有一个像素包括红色子像素(R)、绿色子像素(G)、蓝色子像素(B)以及白色子像素(W)的结构。在图4C中，来自白色子像素(W)所包括的发光器件203W的光不经过滤色片而射出到发光装置的外部。

[0268] 此外，发光器件203W中的第一电极211和第二电极215之间的光学距离可以与发光器件203R、203G、203B中的任一个光学距离相同或者可以与发光器件203R、203G、203B的光学距离不同。

[0269] 例如，在从发光器件203W发射的光是色温较低的白色光的情况等想要增强蓝色光的强度的情况下，如图4C所示，优选使发光器件203W中的光学距离与发光器件203B中的光学距离220B相同。由此，可以使从发光器件203W得到的光接近所希望的色温的白色光。

[0270] 虽然在图4A中示出顶发射型发光装置，但是，如图4D所示，具有将光提取到形成有晶体管210的衬底201一侧的结构(底发射型)的发光装置也是本发明的一个方式。

[0271] 在底发射型发光装置中，优选在衬底201和发光器件之间设置各颜色的滤色片。图4D示出一个例子，其中在衬底201上形成晶体管210，在晶体管210上形成绝缘层202a，在绝缘层202a上形成滤色片206R、206G、206B，在滤色片206R、206G、206B上形成绝缘层202b，在绝缘层202b上形成发光器件203R、203G、203B。

[0272] 在顶发射型发光装置中，作为衬底201可以使用遮光性衬底及透光性衬底，作为衬底205可以使用透光性衬底。

[0273] 在底发射型发光装置中，作为衬底205可以使用遮光性衬底及透光性衬底，作为衬底201可以使用透光性衬底。

[0274] [发光装置的结构例子3]

本发明的一个方式的发光装置也可以是无源矩阵型发光装置或有源矩阵型发光装置。使用图5对有源矩阵型发光装置进行说明。

[0275] 图5A示出发光装置的俯视图。图5B示出图5A所示的点划线A-A'的截面图。

[0276] 图5A、图5B所示的有源矩阵型发光装置包括像素部302、电路部303、电路部304a及电路部304b。

[0277] 电路部303、电路部304a及电路部304b可以被用作扫描线驱动电路(栅极驱动器)或信号线驱动电路(源极驱动器)的功能。或者，也可以是电连接外置的栅极驱动器或源极驱动器与像素部302的电路。

[0278] 第一衬底301上设置有引绕布线307。引绕布线307与作为外部输入端子的FPC308电连接。FPC308对电路部303、电路部304a及电路部304b传递来自外部的信号(例如，视频信

号、时钟信号、起始信号或复位信号等)或电位。此外,FPC308也可以安装有印刷线路板(PWB)。可以将图5A及图5B所示的结构称为包括发光器件(或发光装置)及FPC的发光模块。

[0279] 像素部302包括包含有机EL器件317、晶体管311及晶体管312的多个像素。有机EL器件317优选具有实施方式1所示的本发明的一个方式的发光器件的结构。晶体管312与有机EL器件317所包括的第一电极313电连接。晶体管311被用作开关用晶体管。晶体管312被用作电流控制用晶体管。注意,对各像素所包括的晶体管的个数没有特别的限制,可以根据需要适当地设置。

[0280] 电路部303包括晶体管309、晶体管310等多个晶体管。电路部303既可以由包含单极性(N型和P型中的任一个)晶体管的电路形成,也可以由包含N型晶体管及P型晶体管的CMOS电路形成。此外,也可以采用外部具有驱动电路的结构。

[0281] 对本实施方式的发光装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如,可以采用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,晶体管可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0282] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0283] 晶体管的半导体层优选包含金属氧化物(氧化物半导体)。或者,晶体管的半导体层也可以包含硅。作为硅,可以举出非晶硅、结晶硅(低温多晶硅、单晶硅等)等。

[0284] 例如,半导体层优选包含铟、M(M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨或镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钇或锡中的一种或多种。

[0285] 尤其是,作为半导体层,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也记为IGZO)。

[0286] 当半导体层为In-M-Zn氧化物时,优选用来形成In-M-Zn氧化物的溅射靶材中的In的原子数比为M的原子数比以上。作为这种溅射靶材的金属元素的原子数比,可以举出In:M:Zn=1:1:1、In:M:Zn=1:1:1.2、In:M:Zn=2:1:3、In:M:Zn=3:1:2、In:M:Zn=4:2:3、In:M:Zn=4:2:4.1、In:M:Zn=5:1:6、In:M:Zn=5:1:7、In:M:Zn=5:1:8、In:M:Zn=6:1:6、In:M:Zn=5:2:5等。

[0287] 电路部303、电路部304a及电路部304b所包括的晶体管和像素部302所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路部303、电路部304a及电路部304b所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。与此同样,像素部302所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。

[0288] 第一电极313的端部由绝缘层314覆盖。绝缘层314可以使用负型感光树脂或正型感光树脂(丙烯酸树脂)等有机化合物或者氧化硅、氧氮化硅、氮化硅等无机化合物。绝缘层314的上端部或下端部优选有具有曲率的曲面。由此,可以使形成在绝缘层314上的膜具有良好的覆盖性。

[0289] 第一电极313上层叠有EL层315,EL层315上设置有第二电极316。EL层315包括发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、电荷产生层等。

[0290] 多个晶体管及多个有机EL器件317由第一衬底301、第二衬底306及密封剂305密

封。由第一衬底301、第二衬底306及密封剂305围绕的空间318也可以填充有惰性气体(氮或氩等)或有机物(包括密封剂305)。

[0291] 可以将环氧树脂或玻璃粉用作密封剂305。此外,作为密封剂305,优选使用尽量未使水分和氧透过的材料。从粘合性的观点来看,在作为密封剂使用玻璃粉的情况下,作为第一衬底301及第二衬底306优选使用玻璃衬底。

[0292] 图5C、图5D示出可用于发光装置的晶体管的例子。

[0293] 图5C所示的晶体管320包括:用作栅极的导电层321;用作栅极绝缘层的绝缘层328;包含沟道形成区域327i及一对低电阻区域327n的半导体层327;与一对低电阻区域327n中的一个连接的导电层322a;与一对低电阻区域327n中的另一个连接的导电层322b;用作栅极绝缘层的绝缘层325;用作栅极的导电层323;以及覆盖导电层323的绝缘层324。绝缘层328位于导电层321与沟道形成区域327i之间。绝缘层325位于导电层323与沟道形成区域327i之间。晶体管320优选被绝缘层326覆盖。绝缘层326也可以包括在晶体管320的构成要素。

[0294] 导电层322a及导电层322b通过设置在绝缘层324中的开口与低电阻区域327n连接。导电层322a及导电层322b中的一个用作源极,另一个用作漏极。

[0295] 绝缘层325至少与半导体层327的沟道形成区域327i重叠地设置。绝缘层325也可以覆盖一对低电阻区域327n的顶面及侧面。

[0296] 图5D所示的晶体管330包括被用作栅极的导电层331、被用作栅极绝缘层的绝缘层338、被用作源极及漏极的导电层332a及导电层332b、半导体层337、被用作栅极绝缘层的绝缘层335、以及被用作栅极的导电层333。绝缘层338位于导电层331和半导体层337之间。绝缘层335位于导电层333和半导体层337之间。晶体管330优选被绝缘层334覆盖。绝缘层334也可以包括在晶体管330的构成要素。

[0297] 作为晶体管320及晶体管330,采用两个栅极夹着形成沟道的半导体层的结构。此外,也可以连接两个栅极,并通过对该两个栅极供应同一信号,来驱动晶体管。或者,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,可以控制晶体管的阈值电压。

[0298] 优选的是,将水或氢等杂质不容易扩散的材料用于覆盖晶体管的绝缘层中的至少一个。由此,可以将绝缘层用作阻挡层。通过采用这种结构,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管中,从而可以提高发光装置的可靠性。

[0299] 作为绝缘层325、绝缘层326、绝缘层328、绝缘层334、绝缘层335及绝缘层338优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜等。此外,也可以使用氧化铪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钕膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0300] 作为能够用于构成发光装置的各种导电层的材料,可以使用铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、钼、银、钽或钨等金属或者以上述金属为主要成分的合金等。此外,可以以单层或叠层结构使用包含这些材料的膜。例如,有包含硅的铝膜的单层结构、在钛膜上层叠铝膜的两层结构、在钨膜上层叠铝膜的两层结构、在铜-镁-铝合金膜上层叠铜膜的两层结构、在钛膜上层叠铜膜的两层结构、在钨膜上层叠铜膜的两层结构、依次层叠钛膜或氮化钛膜、铝膜或铜膜

和钛膜或氮化钛膜的三层结构、依次层叠钼膜或氮化钼膜、铝膜或铜膜和钼膜或氮化钼膜的三层结构等。此外，也可以使用包含氧化铟、氧化锡或氧化锌的氧化物。此外，通过使用包含锰的铜，可以提高蚀刻时的形状的控制性，所以是优选的。

[0301] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0302] (实施方式3)

在本实施方式中，参照附图说明本发明的一个方式的电子设备。

[0303] 作为电子设备，例如可以举出：电视装置；用于计算机等的显示器；如数码相机；数码摄像机；数码相框；移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)；便携式游戏机；便携式信息终端；声音再现装置；弹珠机等大型游戏机；生物识别系统；以及检测机器。

[0304] 本发明的一个方式的电子设备在显示部中包括本发明的一个方式的发光装置，因此具有高发光效率以及高可靠性。

[0305] 在本实施方式的电子设备的显示部上例如可以显示具有全高清、4K2K、8K4K、16K8K或更高的分辨率的影像。此外，显示部的屏幕尺寸可以为对角线20英寸以上、30英寸以上、50英寸以上、60英寸以上或70英寸以上。

[0306] 此外，由于本发明的一个方式的电子设备具有柔性，因此也可以将该电子设备沿着房屋或高楼的内壁或外壁、汽车的内部装饰或外部装饰的曲面组装。

[0307] 此外，本发明的一个方式的电子设备也可以包括二次电池，优选通过非接触电力传送对该二次电池充电。

[0308] 作为二次电池，例如，可以举出利用凝胶状电解质的锂聚合物电池(锂离子聚合物电池)等锂离子二次电池、镍氢电池、镍镉电池、有机自由基电池、铅蓄电池、空气二次电池、镍锌电池、银锌电池等。

[0309] 本发明的一个方式的电子设备也可以包括天线。通过由天线接收信号，可以在显示部上显示图像或信息等。此外，在电子设备包括天线及二次电池的情况下，可以将天线用于非接触电力传送。

[0310] 本实施方式的电子设备也可以包括传感器(该传感器具有测量如下因素的功能：力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)。

[0311] 本实施方式的电子设备可以具有各种功能。例如，可以具有如下功能：将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能；触摸面板的功能；显示日历、日期或时间等的功能；执行各种软件(程序)的功能；进行无线通信的功能；读出储存在存储介质中的程序或数据的功能；等。

[0312] 图6A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中，在框体7101中组装有显示部7000。在此示出利用支架7103支撑框体7101的结构。

[0313] 可以对显示部7000应用本发明的一个方式的发光装置。通过将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7000，可以提高电视装置7100的可靠性。

[0314] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另外提供的遥控操作机7111进行图6A所示的电视装置7100的操作。此外，也可以在显示部7000中具备触摸传感器，通过用指头等触摸显示部7000可以进行电视装置7100的操作。可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的数据的显示部。通过利用遥控操作机7111所具备的操作键或触摸面

板，可以进行频道或音量的操作，并可以对在显示部7000上显示的影像进行操作。

[0315] 此外，电视装置7100采用具备接收机及调制解调器等的结构。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者，通过调制解调器将电视装置连接到有线或无线方式的通信网络，可以进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0316] 图6B示出笔记型个人计算机的一个例子。笔记型个人计算机7200包括框体7211、键盘7212、指向装置7213、外部连接端口7214等。框体7211中组装有显示部7000。

[0317] 可以对显示部7000应用本发明的一个方式的发光装置。通过将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7000，可以提高笔记型个人计算机7200的可靠性。

[0318] 图6C和图6D示出数字标牌的一个例子。

[0319] 图6C所示的数字标牌7300包括框体7301、显示部7000及扬声器7303等。此外，还可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器、麦克风等。

[0320] 图6D示出设置于圆柱状柱子7401上的数字标牌7400。数字标牌7400包括沿着柱子7401的曲面设置的显示部7000。

[0321] 在图6C和图6D中，可以对显示部7000应用本发明的一个方式的发光装置。通过将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7000，可以提高数字标牌7300、数字标牌7400的可靠性。

[0322] 显示部7000越大，一次能够提供的信息量越多。显示部7000越大，越容易吸引人的注意，例如可以提高广告宣传效果。

[0323] 通过将触摸面板用于显示部7000，不仅可以在显示部7000上显示静态图像或动态图像，使用者还能够直觉性地进行操作，所以是优选的。此外，在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时，可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0324] 如图6C和图6D所示，数字标牌7300或数字标牌7400优选可以通过无线通信与使用者所携带的智能手机等信息终端设备7311或信息终端设备7411联动。例如，显示在显示部7000上的广告信息可以显示在信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕上。此外，通过操作信息终端设备7311或信息终端设备7411，可以切换显示部7000的显示。

[0325] 此外，可以在数字标牌7300或数字标牌7400上以信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕为操作单元(控制器)执行游戏。由此，不特定多个使用者可以同时参加游戏，享受游戏的乐趣。

[0326] 图7A至图7F示出具有柔性显示部7001的便携式信息终端的一个例子。通过将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7001，可以提高便携式信息终端的可靠性。

[0327] 使用本发明的一个方式的发光装置制造显示部7001。例如，可以适用能够以0.01mm以上且150mm以下的曲率半径弯曲的发光装置。显示部7001也可以具备触摸传感器，可以通过用手指等接触显示部7001进行便携式信息终端的操作。

[0328] 图7A至图7C示出能够折叠的便携式信息终端的一个例子。图7A示出展开状态的便携式信息终端7600，图7B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态时的中途状态的便携式信息终端7600，图7C示出折叠状态的便携式信息终端7600。便携式信息终端7600在折叠状态下可携带性好，在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0329] 显示部7001由铰链7602所连接的三个框体7601来支撑。通过铰链7602使两个框体7601之间弯折，可以从便携式信息终端7600的展开状态可逆性地变为折叠状态。

[0330] 图7D及图7E示出能够折叠的便携式信息终端的一个例子。图7D示出以使显示部7001位于内侧的方式折叠的便携式信息终端7650。图7E示出以使显示部7001位于外侧的方式折叠的便携式信息终端7650。便携式信息终端7650具有显示部7001及非显示部7651。在不使用便携式信息终端7650时，以使显示部7001向内侧的方式折叠，由此能够抑制显示部7001被弄脏或受损伤。

[0331] 图7F示出手表型的便携式信息终端的一个例子。便携式信息终端7800具有表带7801、显示部7001、输入输出端子7802、操作按钮7803等。表带7801被用作框体。便携式信息终端7800可以安装有具有柔性的电池7805。例如，也可以与显示部7001或表带7801重叠的方式配置电池7805。

[0332] 表带7801、显示部7001及电池7805具有柔性。因此容易使便携式信息终端7800弯曲为所希望的形状。

[0333] 操作按钮7803除了时间设定之外还可以具有电源开关、无线通信的开关、静音模式的开启及关闭、省电模式的开启及关闭等各种功能。例如，通过利用组装在便携式信息终端7800中的操作系统，还可以自由地设定操作按钮7803的功能。

[0334] 通过使用指头等接触显示在显示部7001上的图标7804，可以启动应用程序。

[0335] 此外，便携式信息终端7800可以进行被通信标准化的近距离无线通信。例如，通过与可进行无线通信的耳麦相互通信，可以进行免提通话。

[0336] 此外，便携式信息终端7800也可以包括输入输出端子7802。在便携式信息终端7800包括输入输出端子7802的情况下，可以通过连接器直接与其他信息终端进行数据的交换。此外，也可以通过输入输出端子7802进行充电。此外，在本实施方式中例示出的便携式信息终端的充电工作也可以利用非接触电力传送进行，而不通过输入输出端子。

[0337] 图8A示出汽车9700的外观。图8B示出汽车9700的驾驶座。汽车9700包括车体9701、车轮9702、挡风玻璃9703、灯9704、雾灯9705等。本发明的一个方式的发光装置可以用于汽车9700的显示部等。例如，可以在图8B所示的显示部9710至显示部9715中设置本发明的一个方式的发光装置等。或者，也可以对灯9704或雾灯9705使用本发明的一个方式的发光装置。

[0338] 显示部9710和显示部9711是设置在汽车的挡风玻璃上的显示装置。通过使用具有透光性的导电材料来制造电极及布线，可以使本发明的一个方式的发光装置等处于称为能看到对面的所谓的透视式状态。若显示部9710或显示部9711成为透视式状态就在驾驶汽车9700时也不会成为视野的障碍。因此，可以将本发明的一个方式的发光装置设置在汽车9700的挡风玻璃上。此外，当设置用来驱动发光装置的晶体管时，优选采用使用有机半导体材料的有机晶体管或者使用氧化物半导体的晶体管等具有透光性的晶体管。

[0339] 显示部9712是设置在立柱部分的显示装置。例如，通过将来自设置在车体的成像单元的影像显示在显示部9712，可以弥补被立柱遮挡的视野。显示部9713是设置在仪表盘部分的显示装置。例如，通过将来自设置在车体的成像单元的影像显示在显示部9713，可以弥补被仪表盘遮挡的视野。即，通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的影像，可以弥补死角，从而提高安全性。此外，通过显示弥补看不到的部分的影像，可以更自然、更自在地确

认安全。

[0340] 此外，图8C示出作为驾驶座和副驾驶座采用了长条座椅的汽车室内。显示部9721是设置于车门部分的显示装置。例如，通过将设置于车体的成像单元所拍摄的影像显示在显示部9721，可以弥补被车门遮挡的视野。此外，显示部9722是设置于方向盘的显示装置。显示部9723是设置于长条座椅的座位中央部的显示装置。注意，通过将显示装置设置于座椅或靠背等并以该显示装置的发热为热源，可以将该显示装置用作座椅加热器。

[0341] 显示部9714、显示部9715或显示部9722可以通过显示导航信息、速度计、转速计、里程、油量表、换挡指示灯、空调的设定等提供各种信息。此外，使用者可以适当地改变显示部所显示的显示内容及布置等。此外，显示部9710至显示部9713、显示部9721、显示部9723也可以显示上述信息。显示部9710至显示部9715、显示部9721至显示部9723还可以被用作照明装置。此外，显示部9710至显示部9715、显示部9721至显示部9723还可以被用作加热装置。

[0342] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[实施例1]

[0343] 在本实施例中，说明制造本发明的一个方式的发光器件并进行评价的结果。

[0344] 在本实施例中，说明制造发光器件，即使用本发明的一个方式的器件1、器件2以及用来对比的对比器件3并进行评价的结果。图9A示出在本实施例中使用的器件1、器件2以及对比器件3的结构，表1示出具体结构。此外，以下示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0345] [表1]

第一电极	
801	
APC (100 nm)	ITSO (10 nm)

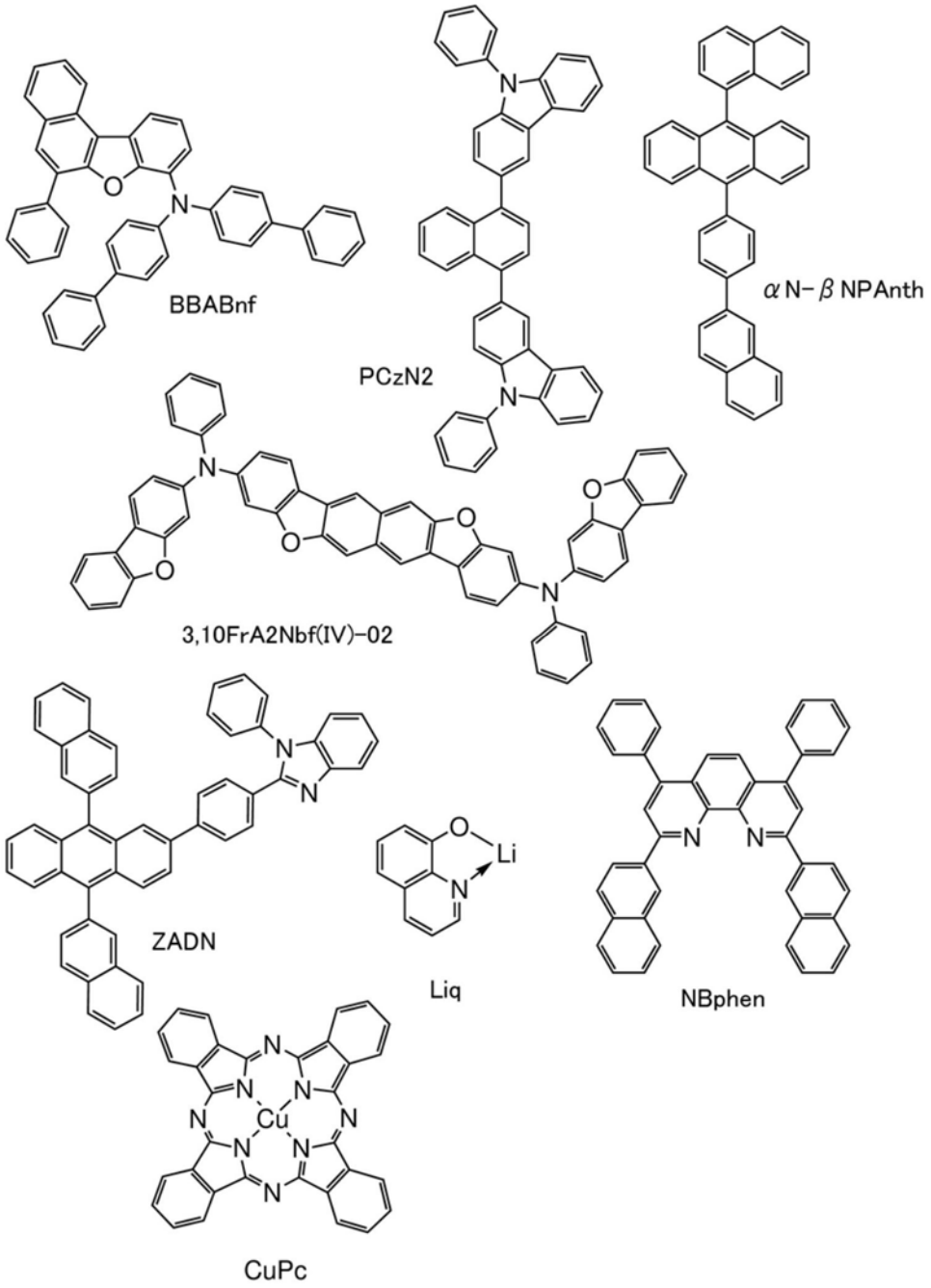
空穴注入层	空穴传输层		发光层	第一层	第二层	第三层	第四层
811a	812a1	812a2	813a	821	822	823	824
BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	BBABnf (10 nm)	PCzN2 (10 nm)	*			Li_2O (0.1 nm)	CuPc (2 nm)

空穴注入层	空穴传输层	发光层	
811b	812b	813b1	813b2
DBT3P-II:MoOx (1:0.5 10 nm)	PCBBiF 15 nm)	2mDBTBPDBq-II: PCBBiF: $Ir(dmdppr\text{-}P)_2(dibm)$ (0.6:0.4:0.06 10 nm)	2mDBTBPDBq-II: PCBBiF: $Ir(tBuppm)_3$ (0.8:0.2:0.06 30 nm)

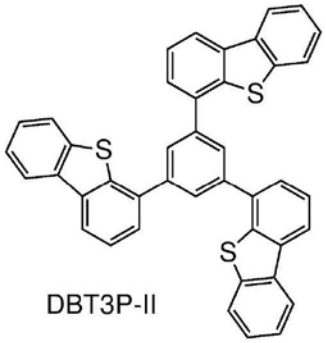
发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极	
813b3	814b1	814b2	815b	803	
2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $Ir(dmdppr\text{-}P)_2(dibm)$ (0.6:0.4:0.06 5 nm)	2mDBTBPDBq-II (10 nm)	NBphen (15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0.1 25 nm)	ITO (70 nm)

*	发光层	第一层	第二层
	813a	821	822
器件1	αN-βNPAnth: 3,10FrA2Nbf(IV)-02 (1:0.015 25 nm)	ZADN:Liq (1:1 20 nm)	ZADN 5 nm
器件2		ZADN:Liq (1:1 20 nm)	NBphen 5 nm
对比 器件3		ZADN:Liq (1:1 25 nm)	

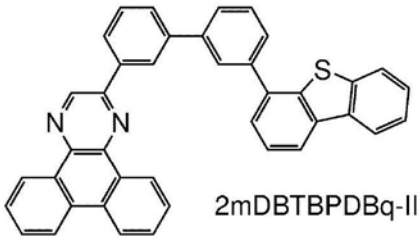
[0346] [化学式1]


BBABnf
PCzN2
αN-βNPAnth
3,10FrA2Nbf(IV)-02
ZADN
Liq
NBphen
CuPc

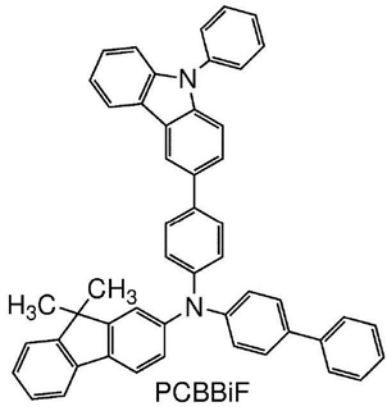
[0347] [化学式2]



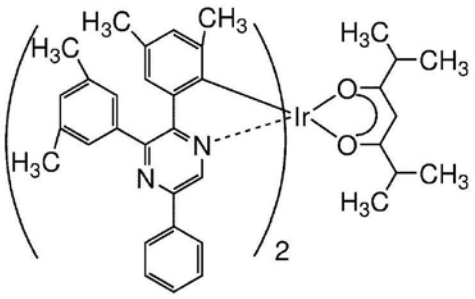
DBT3P-II



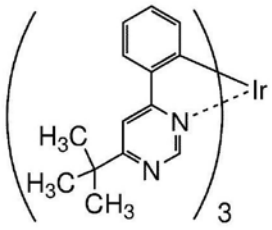
2mDBTBPDBq-II



PCBBiF



[Ir(dmdppr-P)$_2$(dibm)]



[Ir(tBuppm)$_3$]

[0348] <<发光器件的制造>>

本实施例所示的器件1、器件2以及对比器件3具有图9A所示的结构:在衬底800上形成有第一电极801,在第一电极801上依次层叠有空穴注入层811a、空穴传输层812a1、空穴传输层812a2、发光层813a、第一层821、第二层822、第三层823、第四层824、空穴注入层811b、空穴传输层812b、发光层813b1、发光层813b2、发光层813b3、电子传输层814b1、电子传输层814b2以及电子注入层815b,并且在电子注入层815b上形成有第二电极803。

[0349] 在本实施例中制造的发光器件都具有用来增强蓝色光的微腔结构。

[0350] 首先,在衬底800上形成第一电极801。电极面积为4mm^2(2mm×2mm)。衬底800使用玻璃衬底。第一电极801的形成方法如下:使用溅射法形成厚度为100nm的银(Ag)、钯(Pd)以及铜(Cu)的合金(Ag-Pd-Cu(APC)),并且使用溅射法形成厚度为10nm的包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO)。在本实施例中,第一电极801被用作阳极。

[0351] 在此,作为预处理,利用水对衬底表面进行洗涤,在200℃的温度下焙烧1小时,然后进行UV臭氧处理370秒。然后,将衬底放入其内部减压到10^{-4}Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在170℃的温度下进行真空焙烧30分钟,然后对衬底进行冷

却30分钟左右。

[0352] 接着，在第一电极801上形成空穴注入层811a。空穴注入层811a的形成方法如下：在真空蒸镀装置内减压到10^{-4}Pa，然后将N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)及ALD-MP001Q(分析工房株式会社，材料序列号:1S20180314)以重量比为1:0.1(=BBABnf:ALD-MP001Q)且厚度为10nm的方式共蒸镀。ALD-MP001Q对BBABnf具有电子受体性。

[0353] 接着，在空穴注入层811a上形成空穴传输层812a1。空穴传输层812a1通过将BBABnf以厚度为10nm的方式蒸镀而形成。

[0354] 接着，在空穴传输层812a1上形成空穴传输层812a2。空穴传输层812a2通过将3,3'-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCzN2)以厚度为10nm的方式蒸镀而形成。

[0355] 接着，在空穴传输层812a2上形成发光层813a。发光层813a通过将9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称:αN-βNPAnth)及3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)分别作为主体材料及客体材料(荧光发光物质)以重量比为1:0.015(=αN-βNPAnth:3,10FrA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式共蒸镀而形成。

[0356] 接着，在发光层813a上形成第一层821。器件1及器件2中的第一层821通过将2-{4-[9,10-二(萘-2-基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)及8-(羟基喹啉)锂(简称:Liq)(Chemipro Kasei，材料序列号:181201)以重量比为1:1(=ZADN:Liq)且厚度为20nm的方式蒸镀而形成。对比器件3中的第一层821通过将ZADN及Liq以重量比为1:1(=ZADN:Liq)且厚度为25nm的方式蒸镀而形成。

[0357] 接着，在第一层821上形成第二层822。器件1中的第二层822使用ZADN，器件2中的第二层822使用2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)，它们都以厚度为5nm的方式蒸镀而形成。对比器件3没有第二层822。

[0358] 接着，在第二层822上(或第一层821上)形成第三层823。第三层823通过将氧化锂(Li_2O)以厚度为0.1nm的方式蒸镀而形成。

[0359] 接着，在第三层823上形成第四层824。第四层824通过将铜酞菁(CuPc)以厚度为2nm的方式蒸镀而形成。

[0360] 接着，在第四层824上形成空穴注入层811b。空穴注入层811b通过将1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)苯(简称:DBT3P-II)及氧化钼以重量比为1:0.5(=DBT3P-II:氧化钼)且厚度为10nm的方式共蒸镀而形成。

[0361] 接着，在空穴注入层811b上形成空穴传输层812b。空穴传输层812b通过将N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)以厚度为15nm的方式蒸镀而形成。

[0362] 接着，在空穴传输层812b上形成发光层813b1。发光层813b1通过将2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、PCBBiF以及双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,6-二甲基-3,5-庚二酮-κ2O,O')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-P)$_2$(dibm)])分别作为主体材料、辅助材料以及客体材料(磷光发光物质)以重量比为0.6:0.4:0.06(=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdppr-P)$_2$(dibm)])且厚度为10nm的方式共蒸镀而形成。

[0363] 接着，在发光层813b1上形成发光层813b2。发光层813b2通过将2mDBTBPDBq-II、PCBBiF以及三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称：[Ir(tBuppm)$_3$])分别作为主体材料、辅助材料以及客体材料(磷光发光物质)以重量比为0.8:0.2:0.06(＝2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)$_3$])且厚度为30nm的方式共蒸镀而形成。

[0364] 接着，在发光层813b2上形成发光层813b3。发光层813b3通过使用与发光层813b1相同的材料及重量比以厚度为5nm的方式而形成。

[0365] 接着，在发光层813b3上形成电子传输层814b1。电子传输层814b1通过将2mDBTBPDBq-II以厚度为10nm的方式蒸镀而形成。

[0366] 接着，在电子传输层814b1上形成电子传输层814b2。电子传输层814b2通过将NBphen以厚度为15nm的方式蒸镀而形成。

[0367] 接着，在电子传输层814b2上形成电子注入层815b。电子注入层815b通过将氟化锂(LiF)以厚度为1nm的方式蒸镀而形成。

[0368] 接着，在电子注入层815b上形成第二电极803。第二电极803的形成方法如下：将银(Ag)及镁(Mg)以体积比为1:0.1(＝Ag:Mg)且厚度为25nm的方式共蒸镀，然后使用溅射法形成厚度为70nm的铟锡氧化物(ITO)。在本实施例中，第二电极803被用作阴极。

[0369] 经上述工序，在衬底800上形成在一对电极之间夹有EL层的发光器件。此外，上述工序中说明的空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、第一层至第四层是构成本发明的一个方式中的EL层的功能层。此外，在上述制造方法的蒸镀过程中，都使用利用电阻加热法的蒸镀法。

[0370] 此外，使用另一衬底(未图示)密封如上所述那样制造的发光器件。当使用另一衬底(未图示)进行密封时，在氮气氛的手套箱内将涂敷有因紫外光线而固化的粘合剂的另一衬底(未图示)固定于衬底800上，并以粘合剂附着于形成在衬底800上的发光器件的周围的方式将衬底彼此粘合。在密封时以6J/cm^{2}照射365nm的紫外光使粘合剂固化，并且以80℃进行1小时的加热处理来使粘合剂稳定化。

[0371] <<发光器件的工作特性>>

对器件1、器件2以及对比器件3的工作特性进行测量。测量是在室温(保持为25℃的气氛)下进行的。

[0372] 图10示出各发光器件的亮度-电流效率特性。图11示出各发光器件的电压-电流特性。

[0373] 表2示出在1000cd/m^{2}附近的各发光器件的主要初始特性值。

[0374] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm^2)	色度x 色度y	亮度 (cd/m^2)	电流效率 (cd/A)	外量子效率(%)
器件1	9.0	1.6	40	0.15 0.03	1087	2.7	6.0
器件2	9.0	1.7	43	0.15 0.03	1079	2.5	5.6
对比器件3	9.6	1.6	40	0.15 0.03	1027	2.6	5.8

[0375] 根据图10、图11以及表2可知，各发光器件的发光效率很高。如图11所示，与对比器件3相比，器件1及器件2的电压-电流特性优良。

[0376] 此外，图12示出以2.5mA/cm^2的电流密度使电流流过各发光器件时的发射光谱。如上所述，各发光器件具有用来增强蓝色光的微腔结构。如图12所示，各发光器件的发射光谱在451nm附近出现最大峰。

[0377] <<发光器件的可靠性特性>>

接着，对各发光器件进行可靠性测试。图13及图14示出可靠性测试的结果。在图13中，纵轴表示初始亮度为100％时的归一化亮度(％)，横轴表示驱动时间(h)。在图14中，纵轴表示初始电压为0时的电压变化(ΔV)，横轴表示驱动时间(h)。在可靠性测试中，在将电流密度设定为50mA/cm^2的情况下驱动各发光器件。

[0378] 根据图13可知：对比器件3因亮度变化很大而不稳定，诸如亮度虽然在驱动初期上升但是在之后急剧下降等等；器件1及器件2因亮度长期性变化很少而具有高可靠性。具体而言，器件1的LT90(亮度下降到初始亮度的90％的时间)为95小时，器件2的LT90为112小时。另一方面，对比器件3的LT90为64小时。

[0379] 如图14所示，与对比器件3相比，器件1及器件2的电压长期性变化很少，不容易发生电压上升。

[0380] 器件1及器件2在包含Liq的第一层821与由Li_2O膜构成的第三层823之间夹有不包含Liq的第二层822，这一点与对比器件3不同。由此可知，相比于第一层821与第三层823接触的结构，在第一层821与第三层823之间夹有第二层822的结构可以提高发光器件的可靠性。此外，通过对器件1及器件2进行比较，得知第二层822既可使用与第一层821相同的有机化合物(在本实施例中使用ZADN)又可使用与第一层821不同的有机化合物(在本实施例中使用NBphen)。

[实施例2]

[0381] 在本实施例中，说明制造本发明的一个方式的发光器件并进行评价的结果。

[0382] 在本实施例中，说明制造发光器件，即使用本发明的一个方式的器件4及用来对比的对比器件5并进行评价的结果。图9B示出在本实施例中使用的器件4及对比器件5的结构，表3示出具体结构。关于器件4及对比器件5的制造方法可以参照实施例1。此外，以下示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0383] [表3]

第一电极
801
ITSO (70 nm)

空穴注入层	空穴传输层		发光层	第一层	第二层	第三层	第四层
811a	812a1	812a2	813a	821	822	823	824
BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	BBABnf (15 nm)	PCzN2 (10 nm)	*	**		Li_2O (0.1 nm)	CuPc (2 nm)

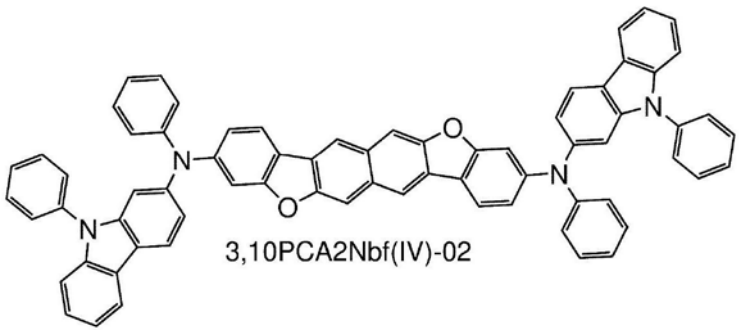
空穴注入层	空穴传输层		发光层	电子传输层	电子注入层
811b	812b1	812b2	813b	814b	815b
BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	BBABnf (55 nm)	PCzN2 (10 nm)	*	ZADN:Liq (1:1 25 nm)	Liq (1 nm)

第二电极
803
Al (200 nm)

* αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015 25 nm)

**	第一层	第二层
	821	822
器件4	ZADN:Liq (1:1 20 nm)	NBphen 5 nm
对比器件5	ZADN:Liq (1:1 25 nm)	

[0384] [化学式3]



3,10PCA2Nbf(IV)-02

[0385] <<发光器件的工作特性>>

对器件4及对比器件5的工作特性进行测量。测量是在室温(保持为25℃的气氛)下进行的。

[0386] 图15示出各发光器件的亮度-电流效率特性。图16示出各发光器件的电压-电流特性。

[0387] 表4示出在1000cd/m^2附近的各发光器件的主要初始特性值。

[0388] [表4]

	电压(V)	电流(mA)	电流密度(mA/cm^2)	色度x 色度y	亮度(cd/m^2)	电流效率(cd/A)	外量子效率(%)
器件4	8.2	0.26	6.4	0.14 0.09	1044	16	20
对比器件5	12	0.27	6.6	0.14 0.09	955	14	19

[0389] 根据图15、图16以及表4可知,与对比器件5相比,器件4的亮度-电流效率特性及电压-电流特性优良。

[0390] 此外,图17示出以12.5mA/cm^2的电流密度使电流流过各发光器件时的发射光谱。本实施例的各发光器件具有层叠发射蓝色光的两个发光单元而成的串联结构。各发光器件的发射光谱在457nm附近出现最大峰,其来源于包含在发光层813a、813b中的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)的发光。

[0391] <<发光器件的可靠性特性>>

接着,对各发光器件进行可靠性测试。图18及图19示出可靠性测试的结果。在图18中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示器件的驱动时间(h)。在图19中,纵轴表示初始电压为0时的电压变化(ΔV),横轴表示驱动时间(h)。在可靠性测试中,在将初始亮度设定为5000cd/m^2的情况下驱动各发光器件。

[0392] 根据可靠性测试的结果可知,器件4的可靠性高于对比器件5。具体而言,器件4的LT90为446小时,而对比器件5的LT90为1小时。

[0393] 如图19所示,与对比器件5相比,器件4的电压长期性变化很少,不容易发生电压上升。

[0394] 器件4在包含Liq的第一层821与由Li_2O膜构成的第三层823之间夹有不包含Liq的第二层822,这一点与对比器件5不同。由此可知,相比于第一层821与第三层823接触的结构,在第一层821与第三层823之间夹有第二层822的结构可以提高发光器件的可靠性。

[符号说明]

[0395] 201:衬底、202:绝缘层、202a:绝缘层、202b:绝缘层、203B:发光器件、203G:发光器件、203R:发光器件、203W:发光器件、204:绝缘层、205:衬底、206B:滤色片、206G:滤色片、206R:滤色片、207:空间、208:粘合层、209:黑矩阵、210:晶体管、211:第一电极、212G:导电层、212R:导电层、213:EL层、215:第二电极、220B:光学距离、220G:光学距离、220R:光学距离、301:衬底、302:像素部、303:电路部、304a:电路部、304b:电路部、305:密封剂、306:衬

底、307:布线、308:FPC、309:晶体管、310:晶体管、311:晶体管、312:晶体管、313:第一电极、314:绝缘层、315:EL层、316:第二电极、317:有机EL器件、318:空间、320:晶体管、321:导电层、322a:导电层、322b:导电层、323:导电层、324:绝缘层、325:绝缘层、326:绝缘层、327:半导体层、327i:沟道形成区域、327n:低电阻区域、328:绝缘层、330:晶体管、331:导电层、332a:导电层、332b:导电层、333:导电层、334:绝缘层、335:绝缘层、337:半导体层、338:绝缘层、401:第一电极、402:EL层、403:第二电极、405:绝缘层、406:导电层、407:粘合层、416:导电层、420:衬底、422:粘合层、423:阻挡层、424:绝缘层、450:有机EL器件、490a:衬底、490b:衬底、490c:阻挡层、800:衬底、801:第一电极、803:第二电极、811a:空穴注入层、811b:空穴注入层、812a1:空穴传输层、812a2:空穴传输层、812b:空穴传输层、813a:发光层、813b:发光层、813b1:发光层、813b2:发光层、813b3:发光层、814b1:电子传输层、814b2:电子传输层、815b:电子注入层、821:第一层、822:第二层、823:第三层、824:第四层、1101:第一电极、1103:第二电极、1105a:功能层、1105b:功能层、1105c:功能层、1105d:功能层、1111a:空穴注入层、1111b:空穴注入层、1112a:空穴传输层、1112a1:空穴传输层、1112a2:空穴传输层、1112b:空穴传输层、1113a:发光层、1113b:发光层、1113c:发光层、1114b:电子传输层、1115b:电子注入层、1121:第一层、1122:第二层、1123:第三层、1124:第四层、7000:显示部、7001:显示部、7100:电视装置、7101:框体、7103:支架、7111:遥控操作机、7200:笔记型个人计算机、7211:框体、7212:键盘、7213:指向装置、7214:外部连接端口、7300:数字标牌、7301:框体、7303:扬声器、7311:信息终端设备、7400:数字标牌、7401:柱子、7411:信息终端设备、7600:便携式信息终端、7601:框体、7602:铰链、7650:便携式信息终端、7651:非显示部、7800:便携式信息终端、7801:表带、7802:输入输出端子、7803:操作按钮、7804:图表、7805:电池、9700:汽车、9701:车体、9702:车轮、9703:挡风玻璃、9704:灯、9705:雾灯、9710:显示部、9711:显示部、9712:显示部、9713:显示部、9714:显示部、9715:显示部、9721:显示部、9722:显示部、9723:显示部。

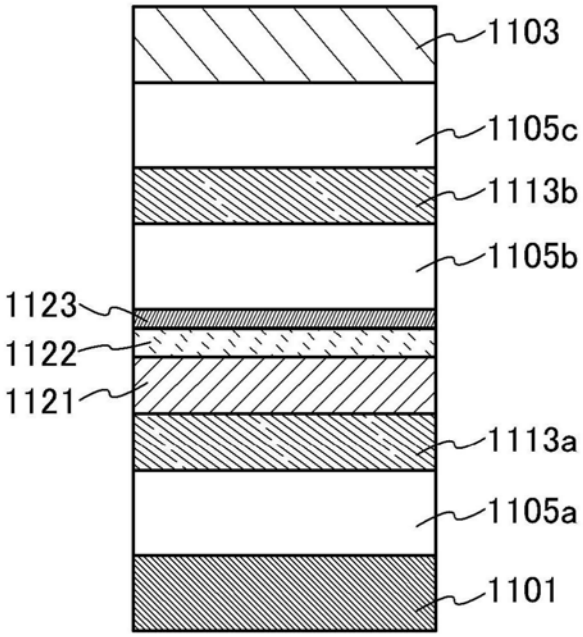

1103
1105c
1113b
1105b
1123
1122
1121
1113a
1105a
1101

图1A

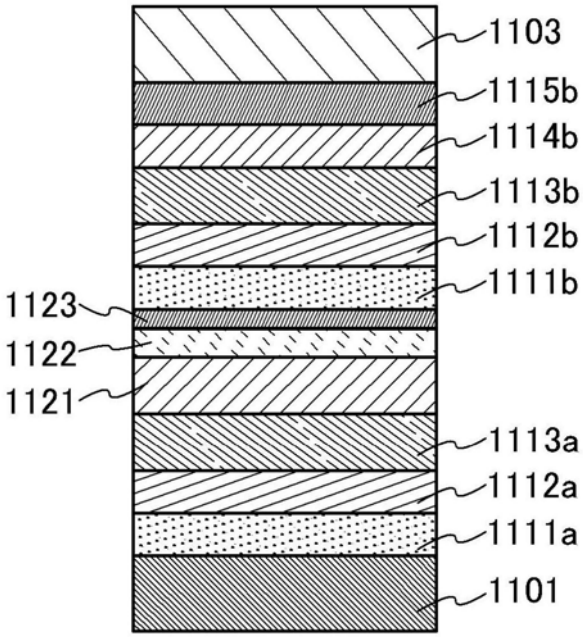

1103
1115b
1114b
1113b
1112b
1111b
1123
1122
1121
1113a
1112a
1111a
1101

图1B

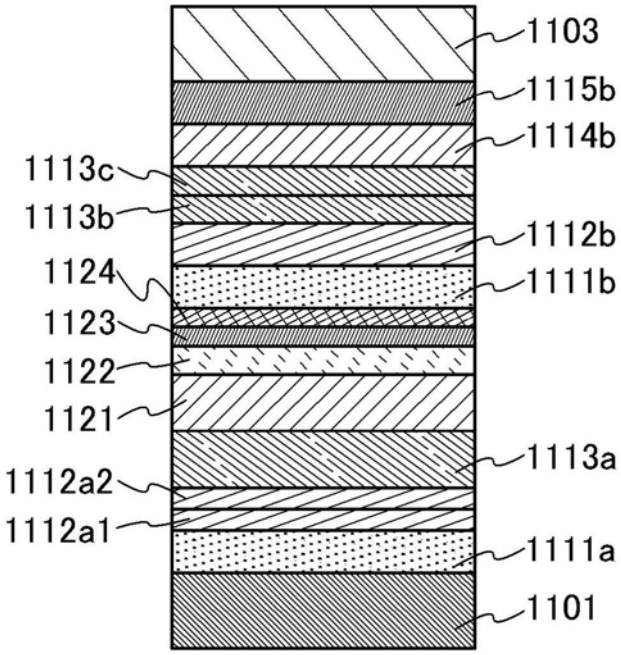

1103
1115b
1114b
1113c
1113b
1112b
1124
1111b
1123
1122
1121
1113a
1112a2
1112a1
1111a
1101

图1C

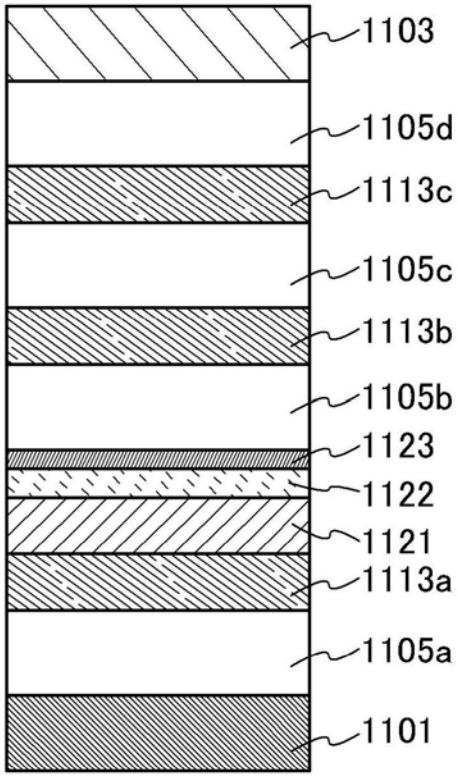

1103
1105d
1113c
1105c
1113b
1105b
1123
1122
1121
1113a
1105a
1101

图1D

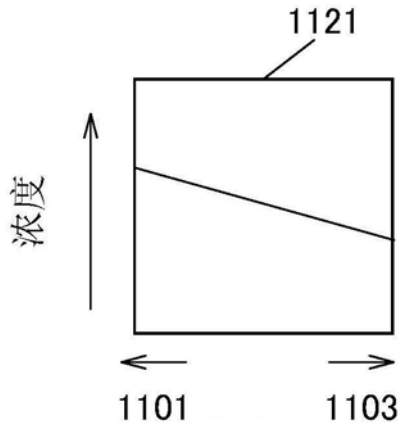


图2A

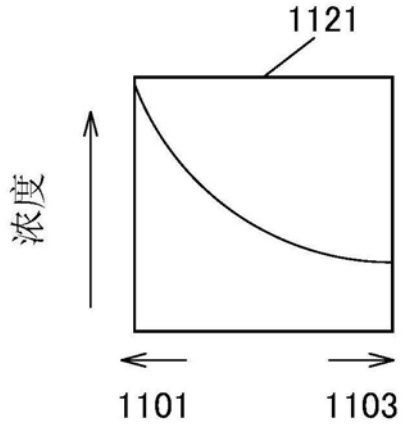


图2B

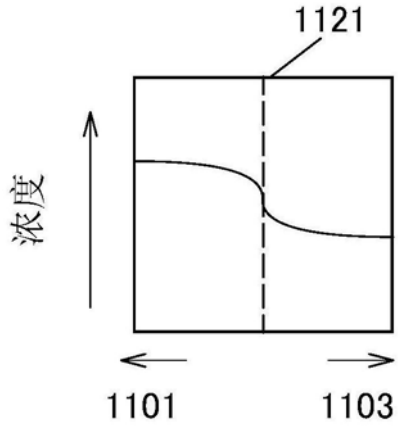


图2C

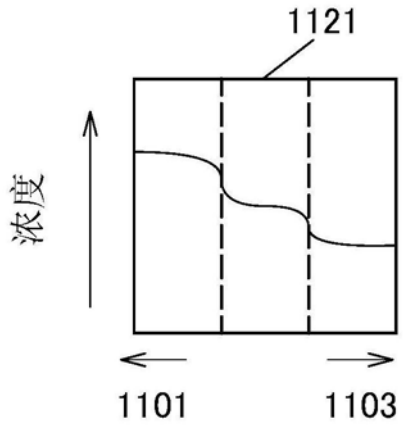

1121
浓度
1101
1103

图2D

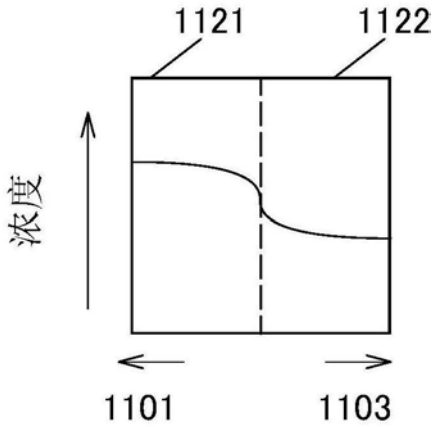

1121
1122
浓度
1101
1103

图2E

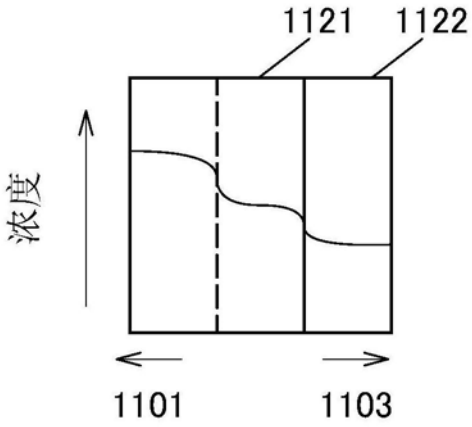

1121
1122
浓度
1101
1103

图2F

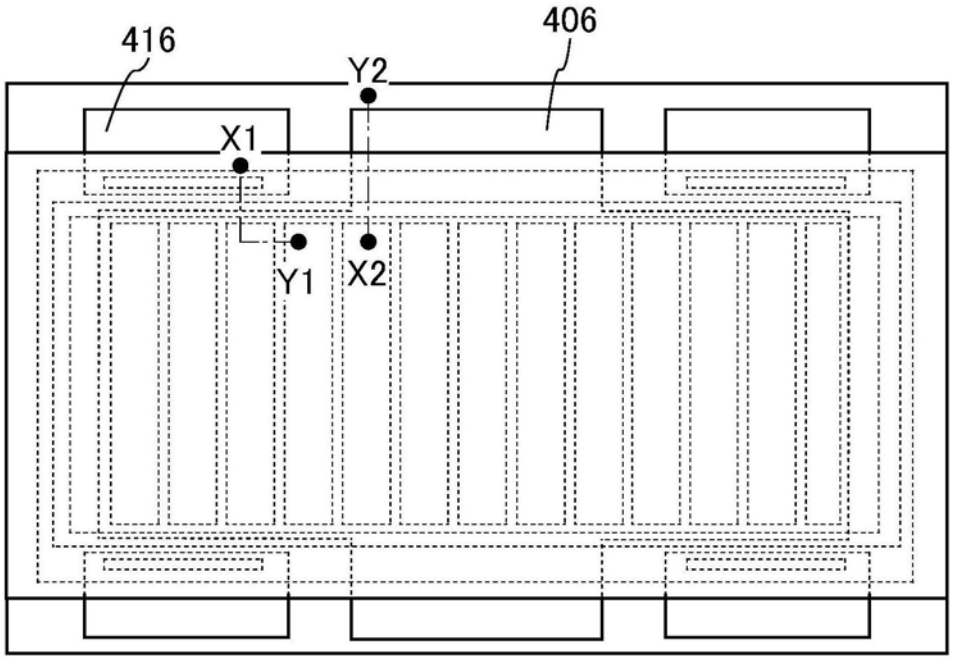

416
406
Y2
X1
Y1
X2

图3A

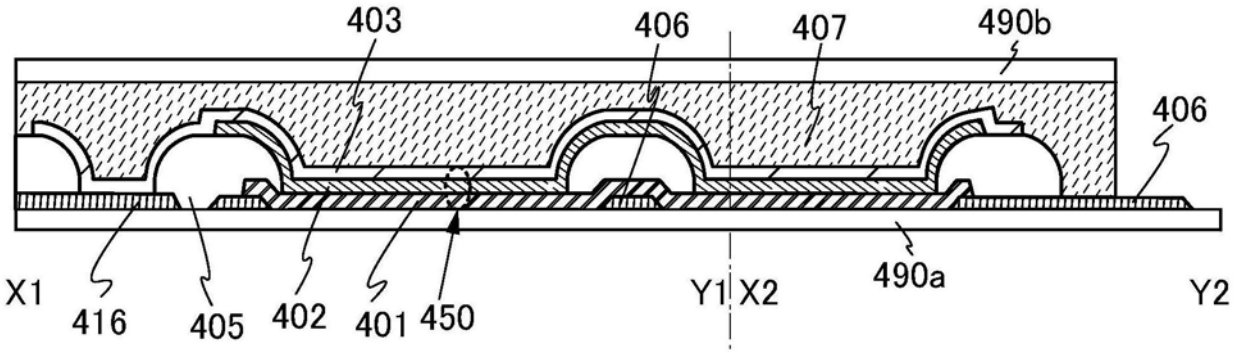

403
406
407
490b
406
X1
416
405
402
401
450
Y1
X2
490a
Y2

图3B

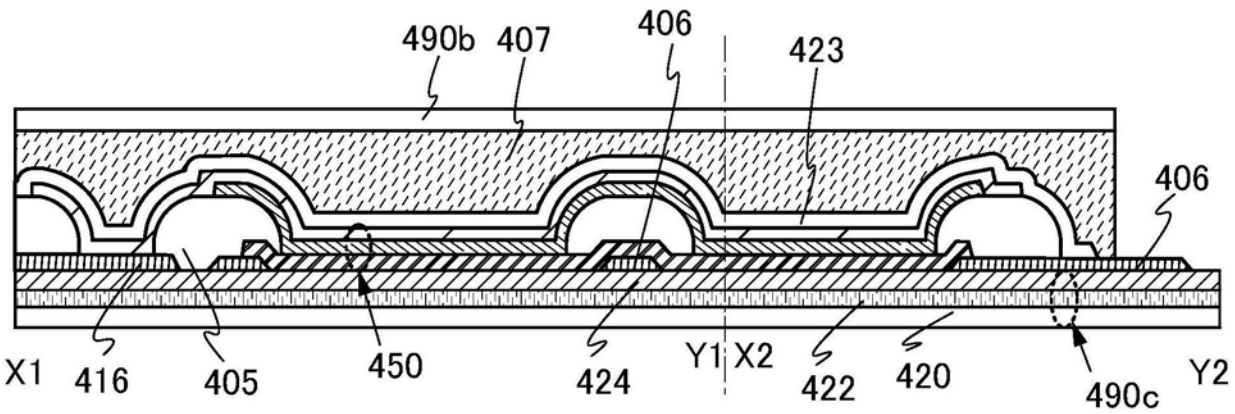

490b
407
406
423
406
X1
416
405
450
424
Y1
X2
422
420
490c
Y2

图3C

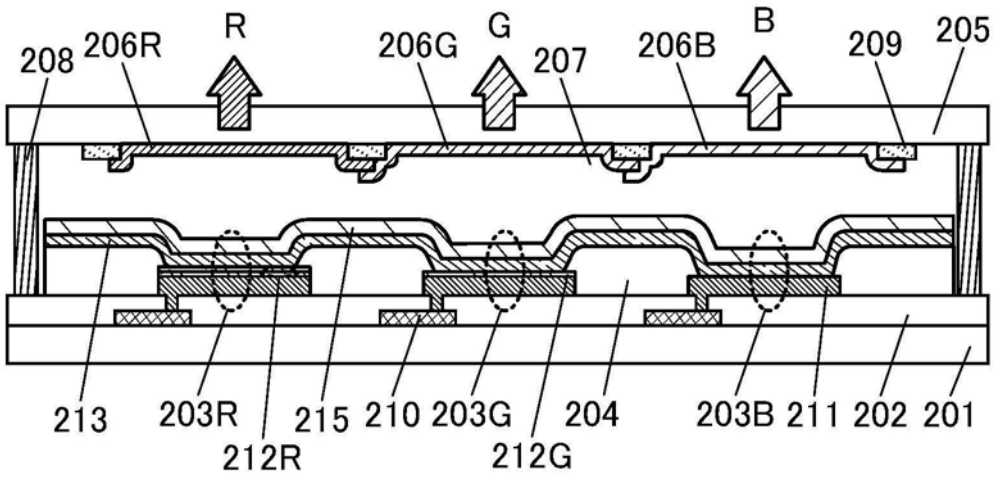

208
206R
R
206G
G
207
206B
B
209
205
213
203R
212R
215
210
203G
212G
204
203B
211
202
201

图4A

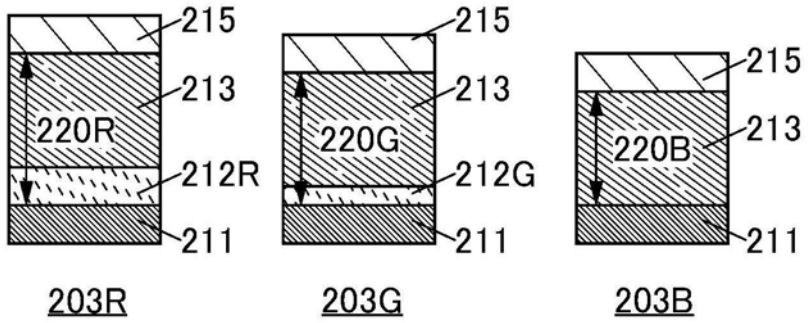

215
213
220R
212R
211
203R
215
213
220G
212G
211
203G
215
213
220B
211
203B

图4B

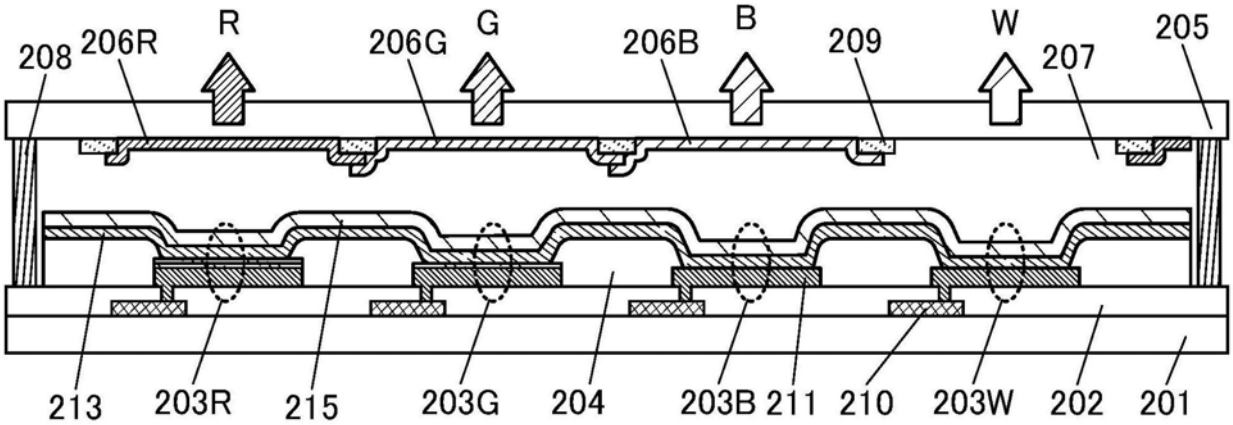

208
206R
R
206G
G
206B
B
209
W
207
205
213
203R
215
203G
204
203B
211
210
203W
202
201

图4C

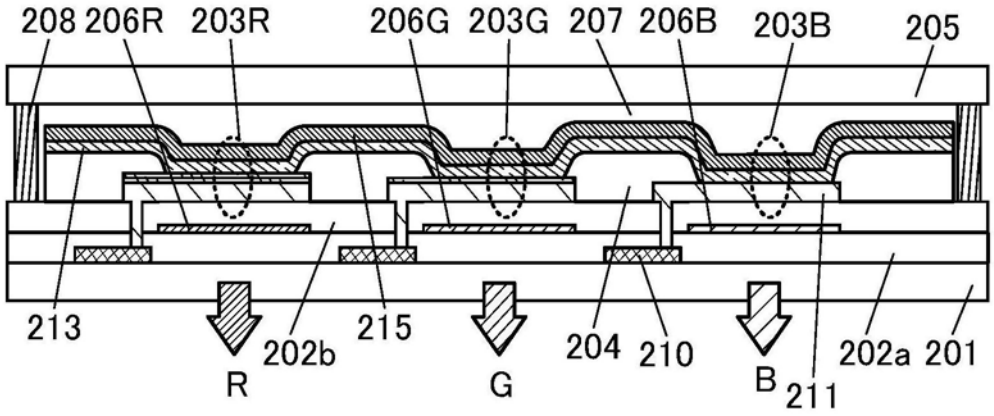

208
206R
203R
206G
203G
207
206B
203B
205
213
202b
215
204
210
202a
201
R
G
B
211

图4D

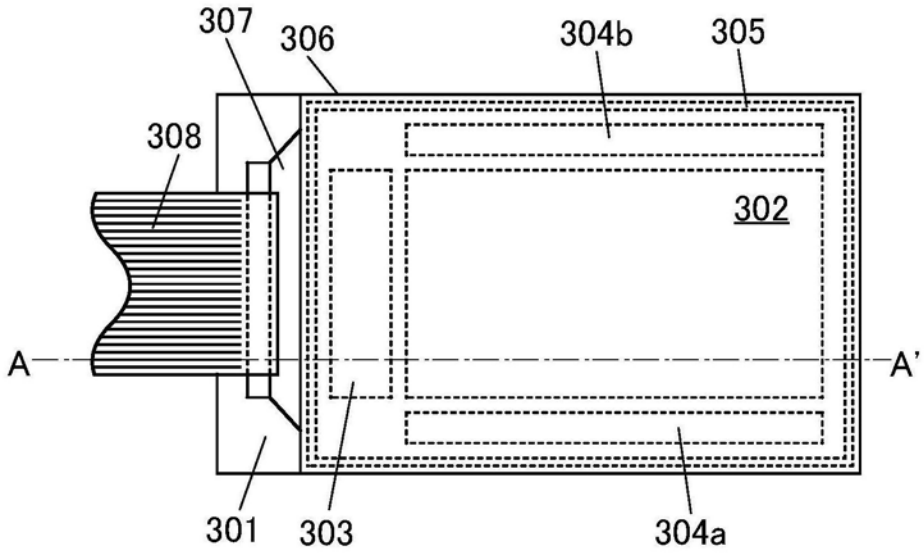

307
306
304b
305
308
302
A
A'
301
303
304a

图5A

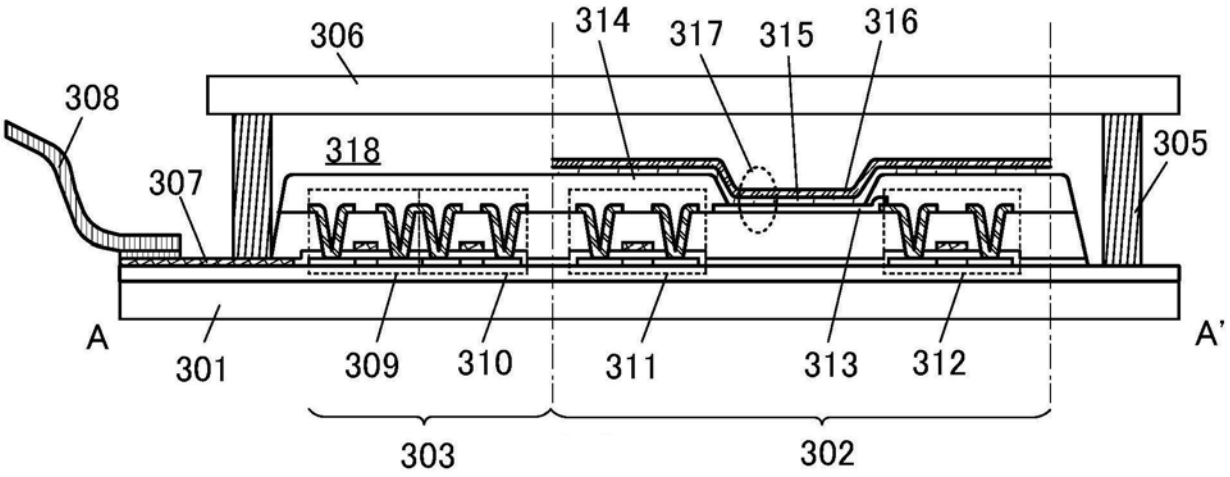

306
314
317
315
316
308
318
305
307
A
A'
301
309
310
311
313
312
303
302

图5B

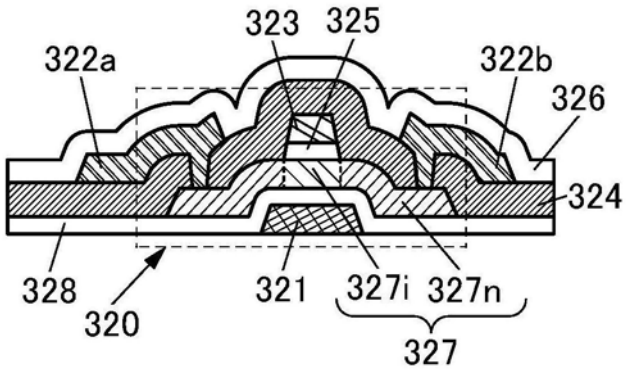

323
325
322a
322b
326
324
328
320
321
327i
327n
327

图5C

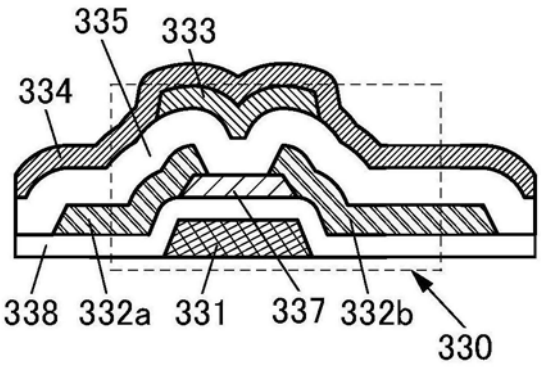

335
333
334
338
332a
331
337
332b
330

图5D

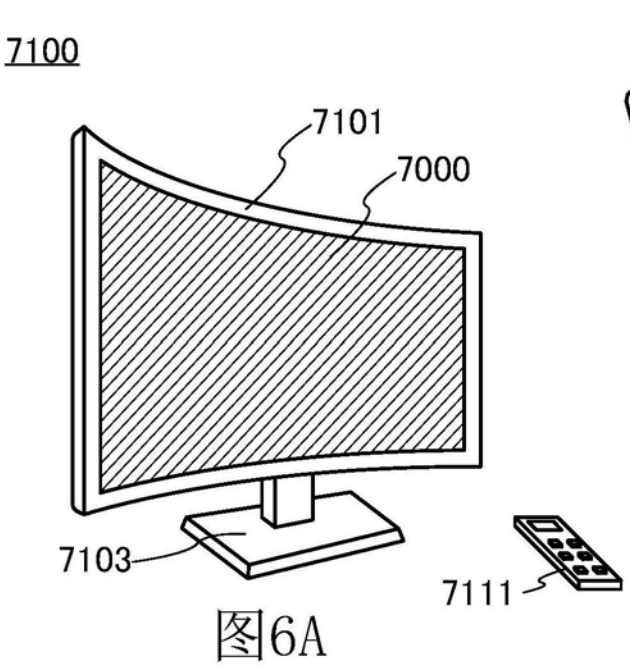

7100
7101
7000
7103
7111

图6A

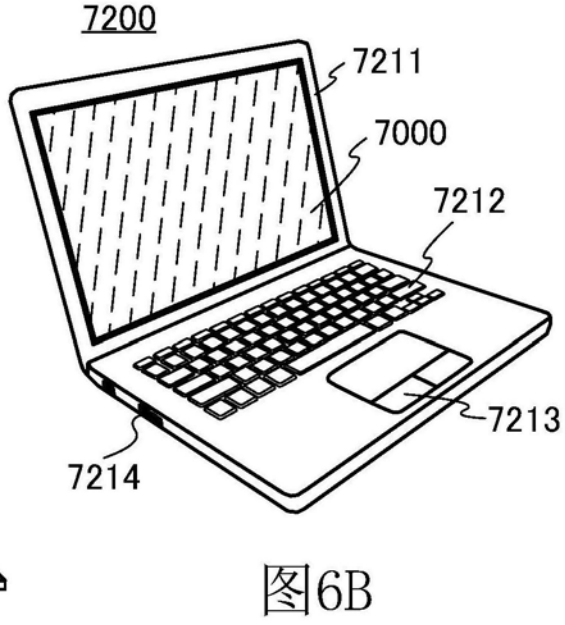

7200
7211
7000
7212
7213
7214

图6B

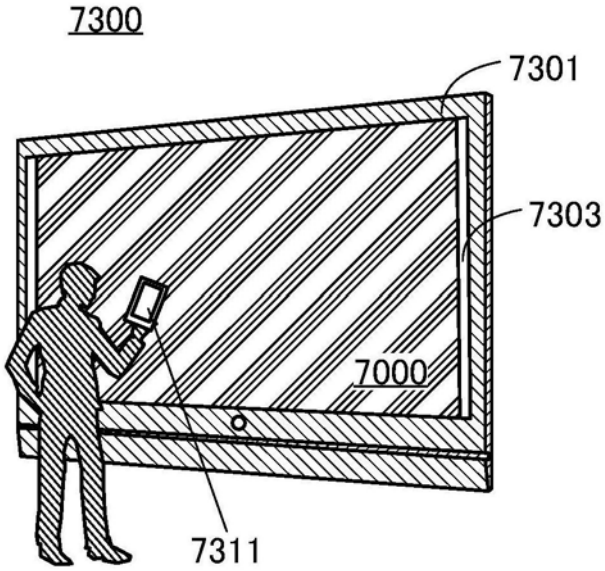

7300
7301
7303
7000
7311

图6C

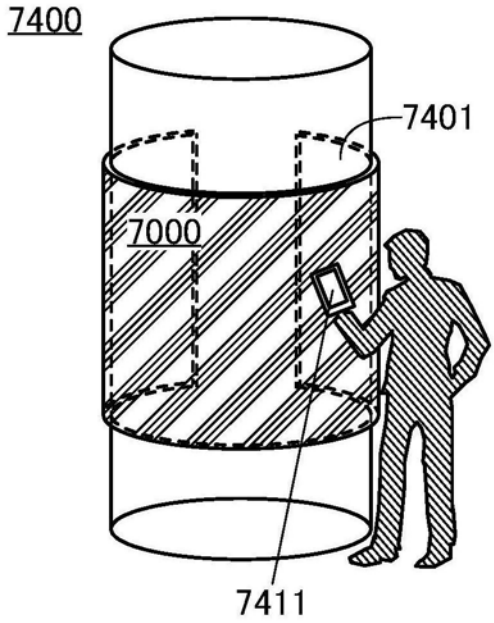


图6D

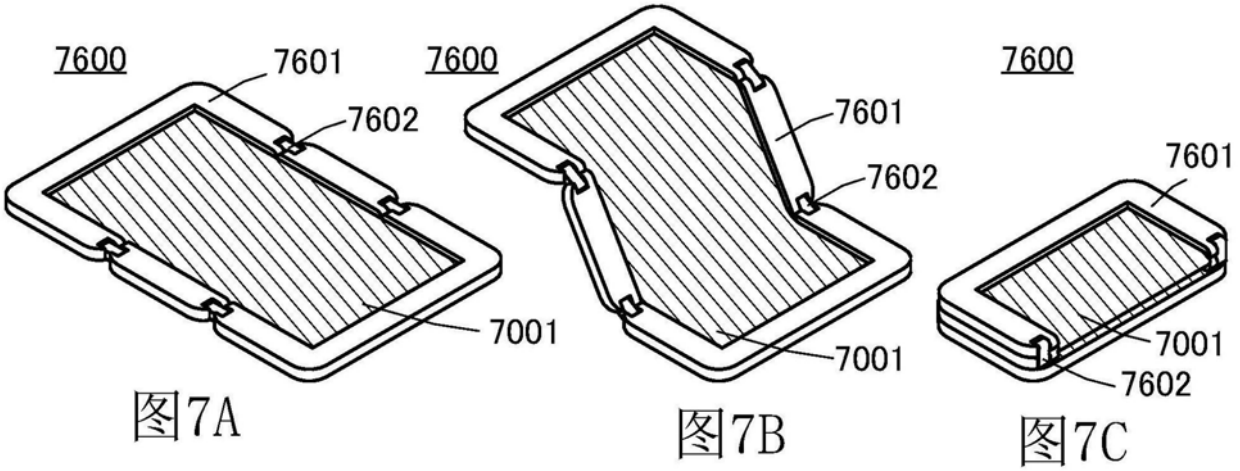


图7A 图7B 图7C

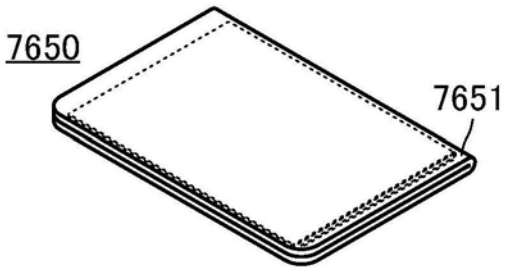


图7D

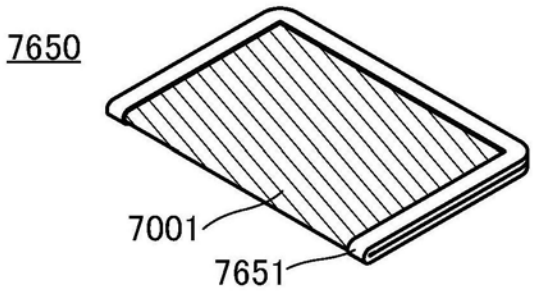

7650
7001
7651

图7E

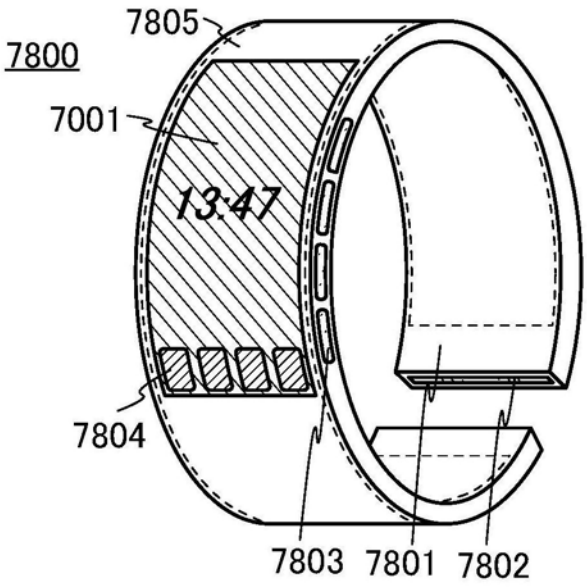

7805
7800
7001
13:47
7804
7803
7801
7802

图7F

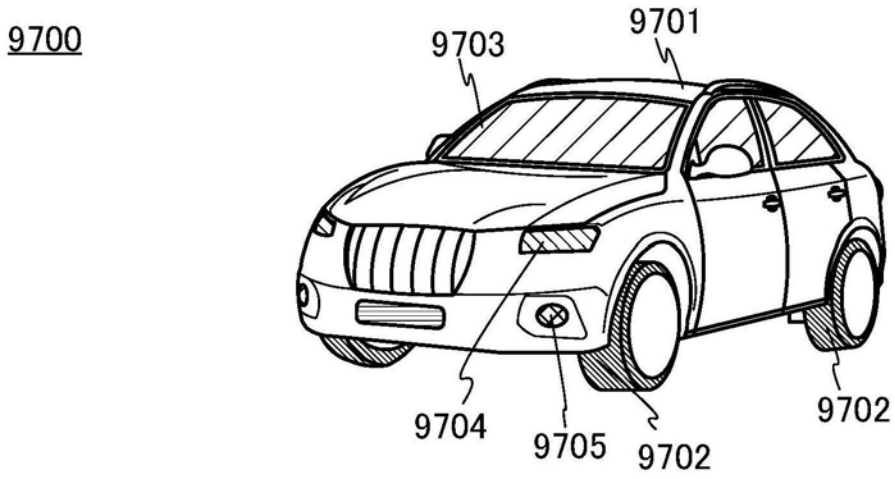

9700
9703
9701
9704
9705
9702
9702

图8A

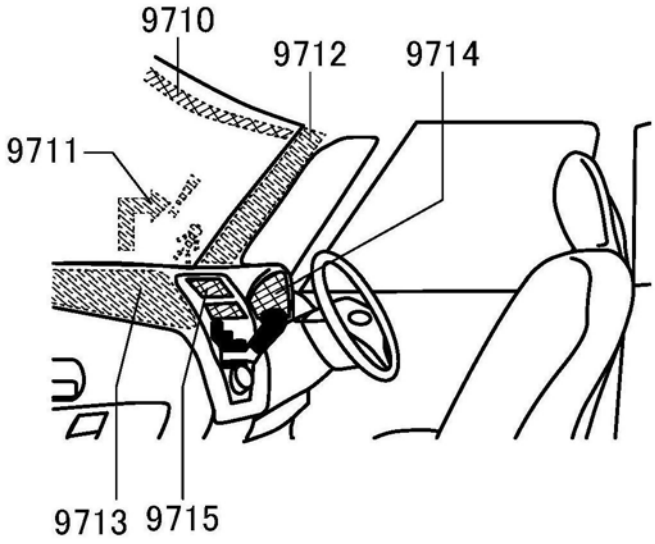


图8B

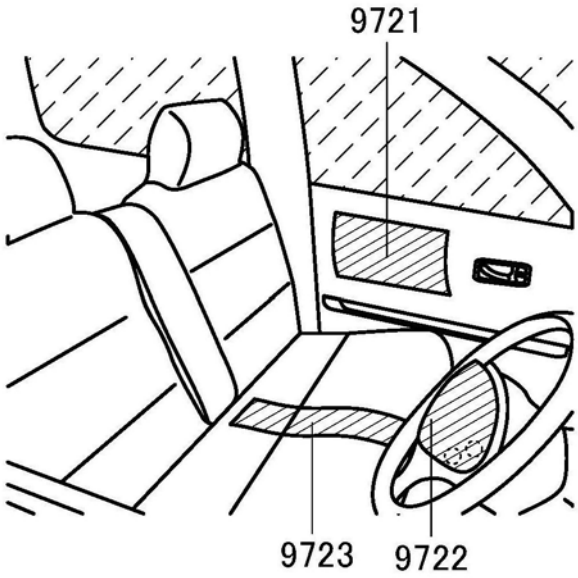


图8C

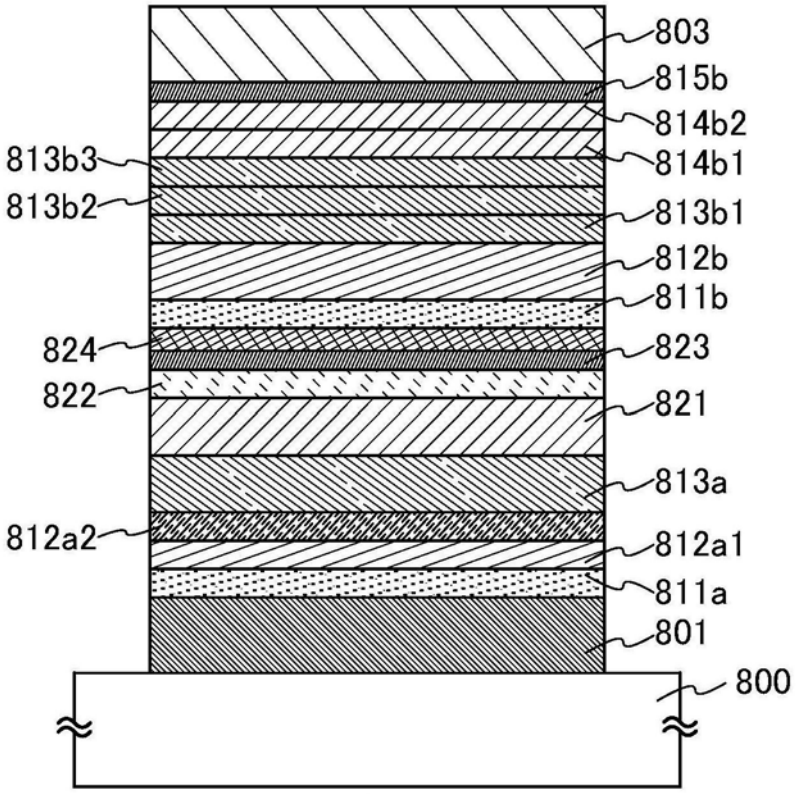

803
815b
814b2
813b3
814b1
813b2
813b1
812b
811b
824
823
822
821
813a
812a2
812a1
811a
801
800

图9A

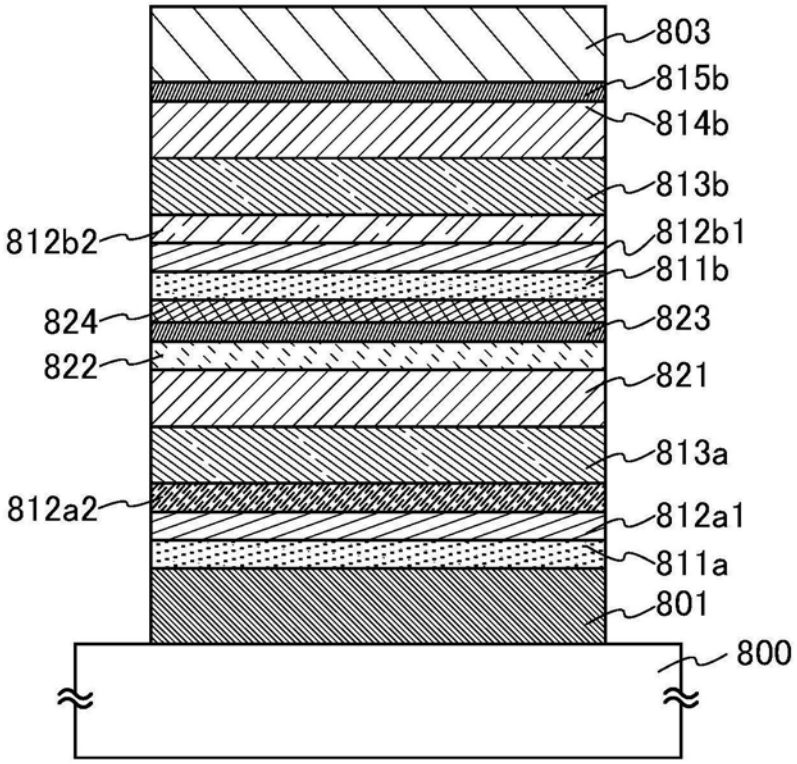

803
815b
814b
813b
812b2
812b1
811b
824
823
822
821
813a
812a2
812a1
811a
801
800

图9B

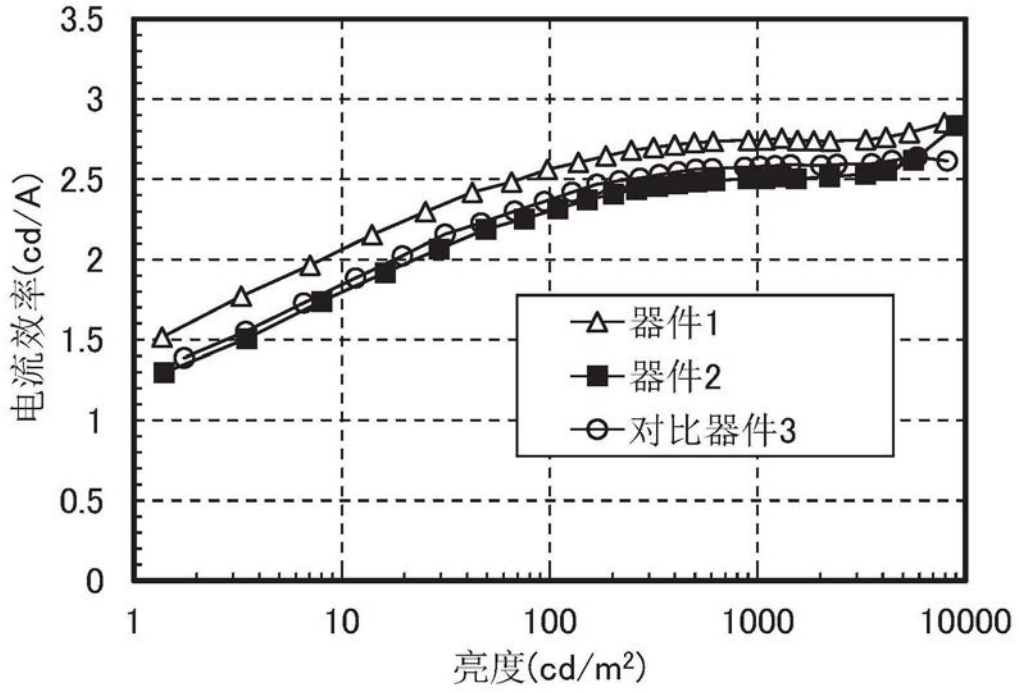

3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
电流效率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
亮度(cd/m²)
器件1
器件2
对比器件3

图10

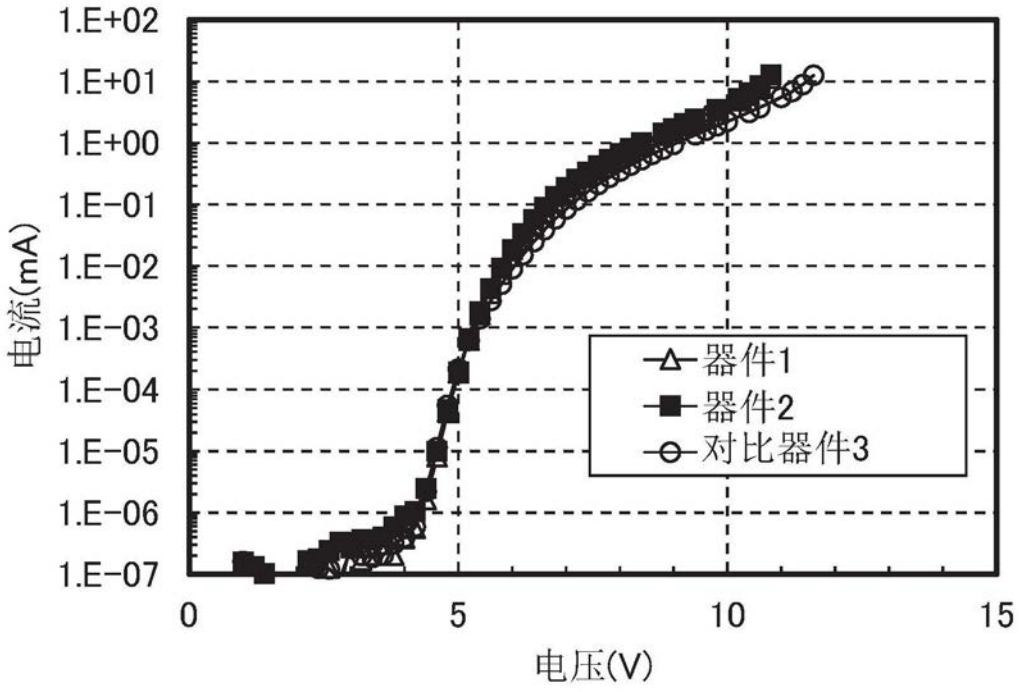

1.E+02
1.E+01
1.E+00
1.E-01
1.E-02
1.E-03
1.E-04
1.E-05
1.E-06
1.E-07
电流(mA)
0
5
10
15
电压(V)
器件1
器件2
对比器件3

图11

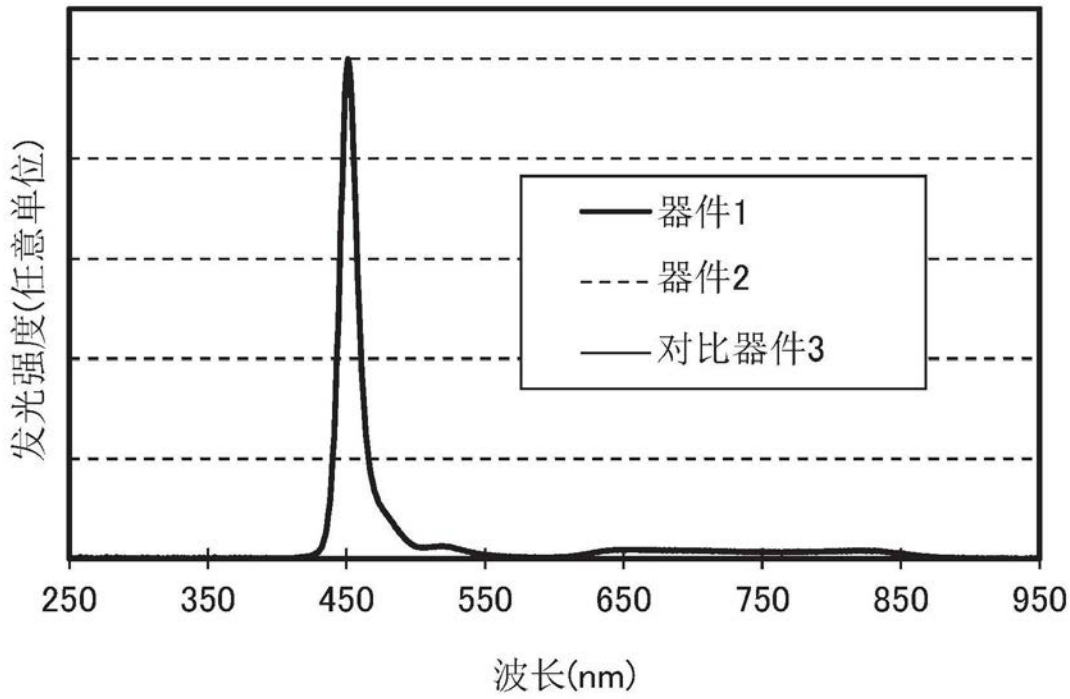

发光强度(任意单位)
器件1
器件2
对比器件3
250
350
450
550
650
750
850
950
波长(nm)

图12

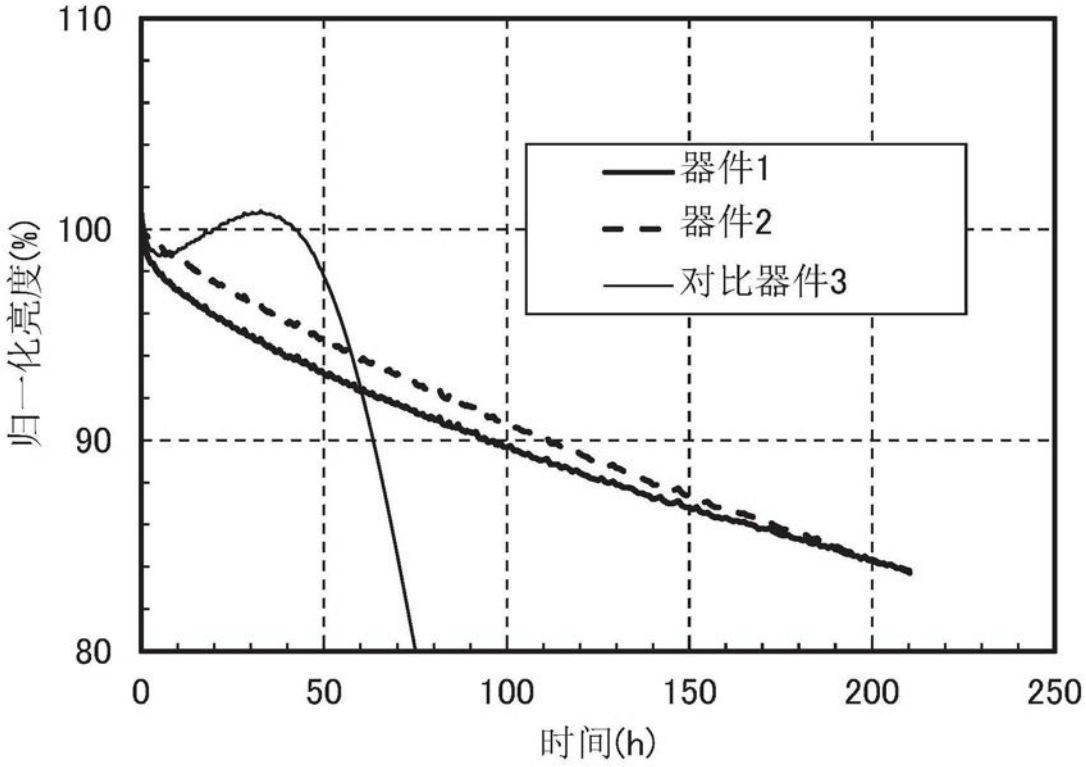

归一化亮度(%)
110
100
90
80
器件1
器件2
对比器件3
0
50
100
150
200
250
时间(h)

图13

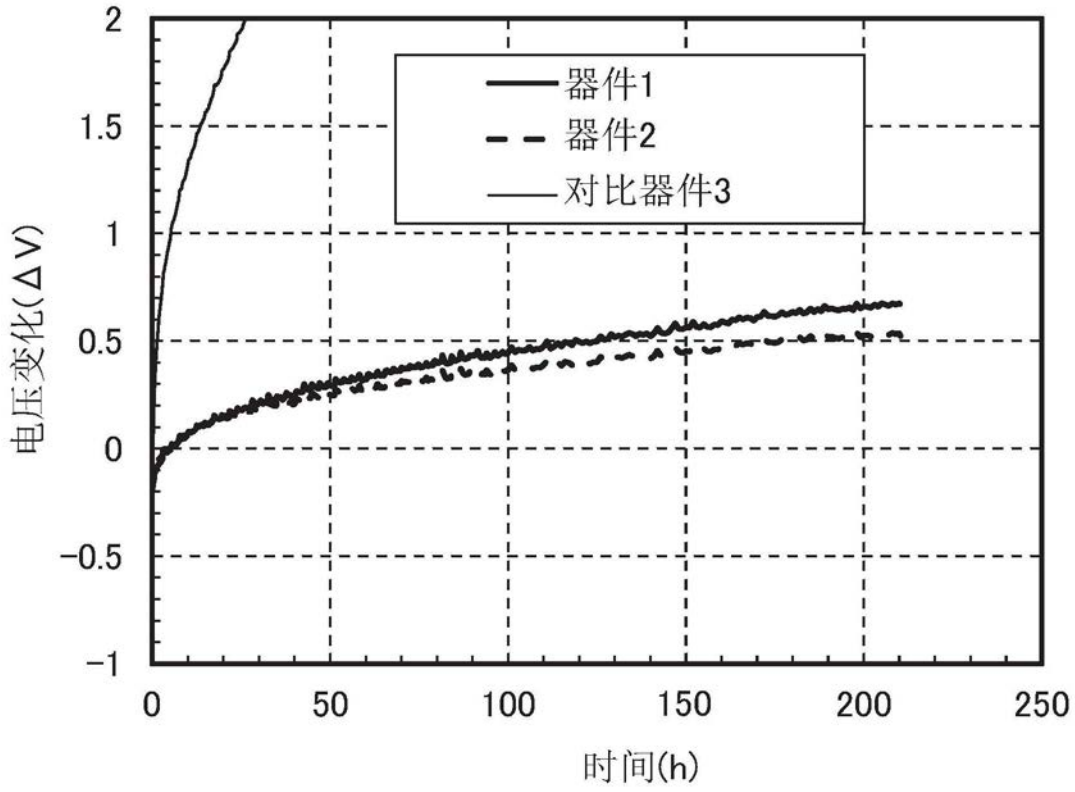

器件1
器件2
对比器件3
电压变化(ΔV)
时间(h)
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
0
50
100
150
200
250

图14

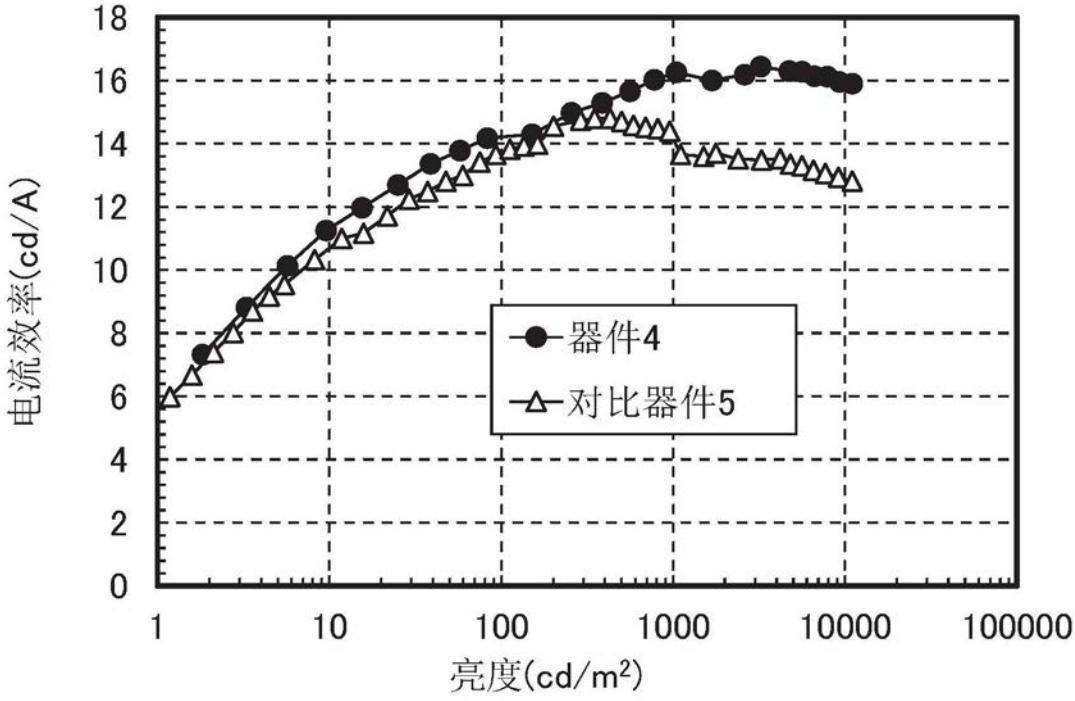

器件4
对比器件5
电流效率(cd/A)
亮度(cd/m²)
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1
10
100
1000
10000
100000

图15

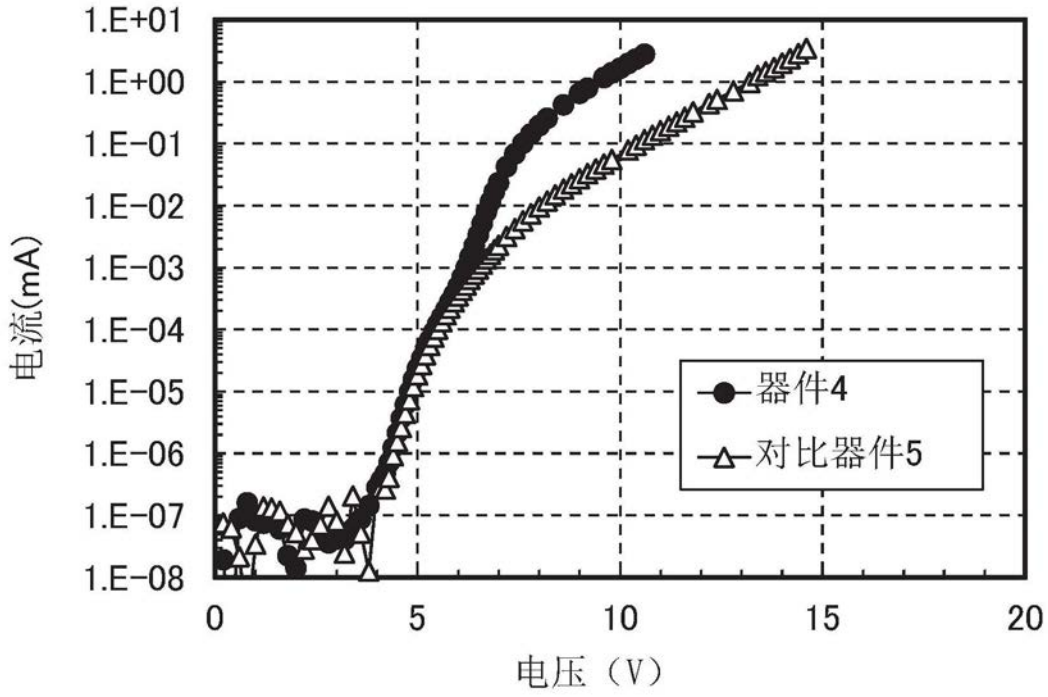

1.E+01
1.E+00
1.E-01
1.E-02
1.E-03
1.E-04
1.E-05
1.E-06
1.E-07
1.E-08
电流(mA)
0
5
10
15
20
电压（V）
器件4
对比器件5

图16

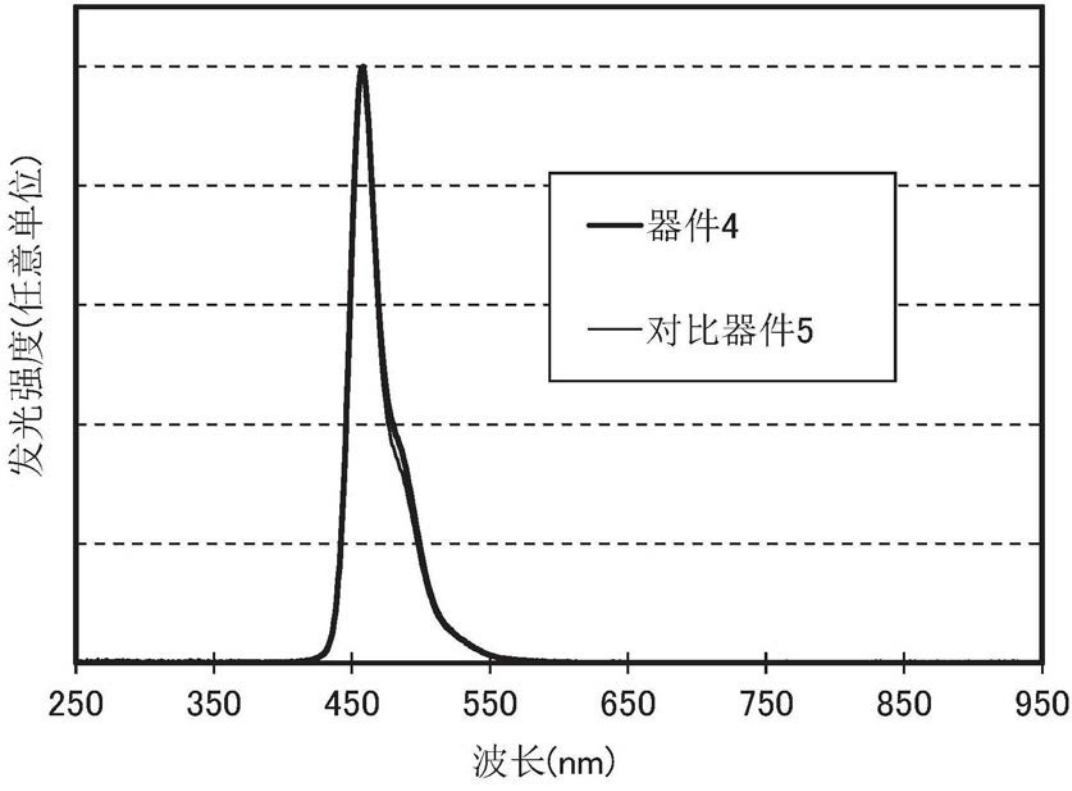

发光强度(任意单位)
250
350
450
550
650
750
850
950
波长(nm)
器件4
对比器件5

图17

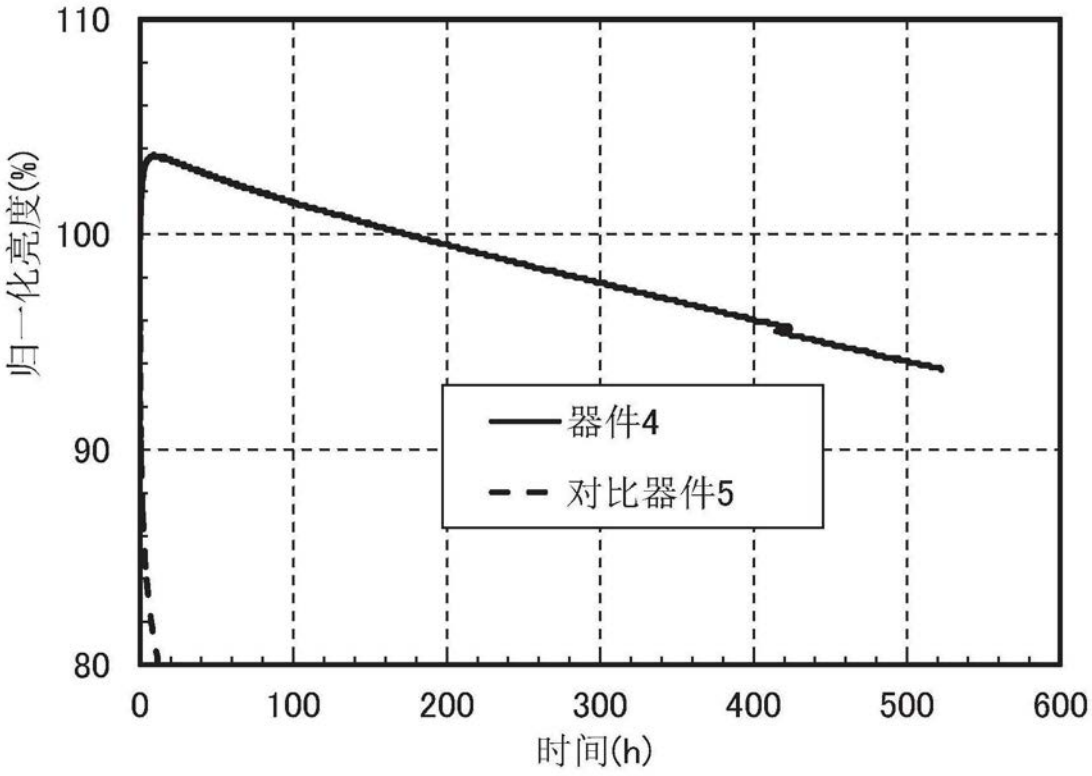

110
100
90
80
归一化亮度(%)
器件4
对比器件5
0
100
200
300
400
500
600
时间(h)

图18

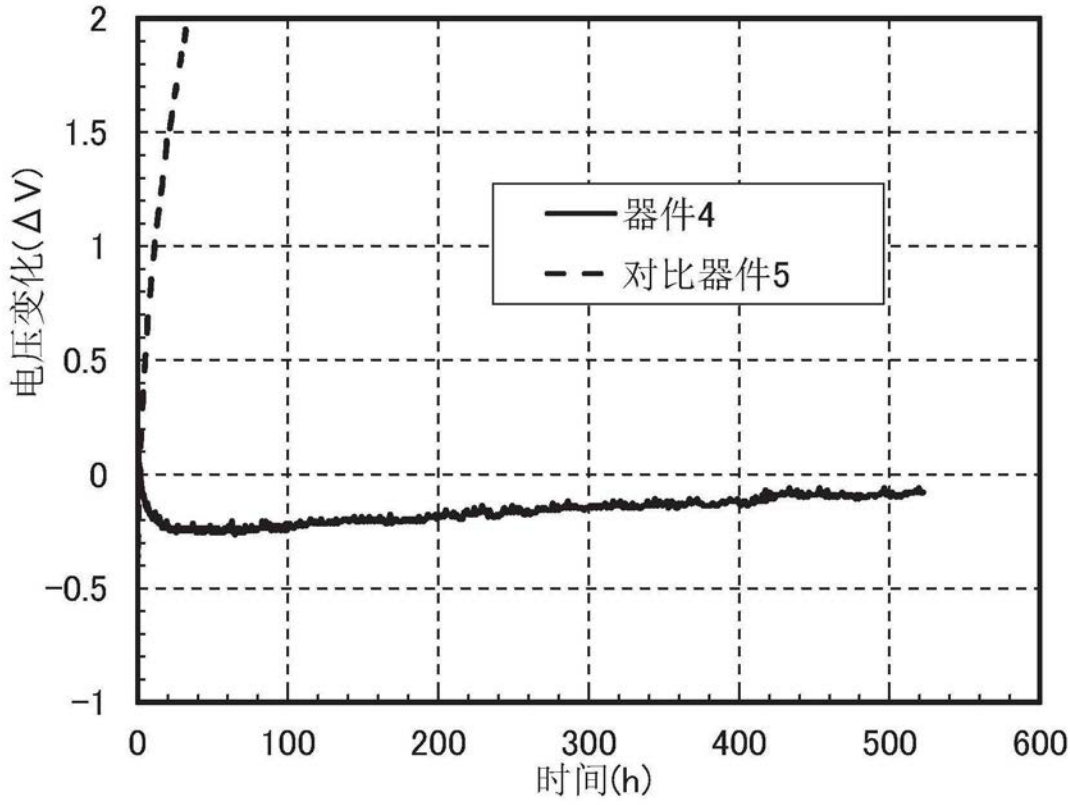

2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
电压变化(ΔV)
器件4
对比器件5
0
100
200
300
400
500
600
时间(h)

图19