



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113710673 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 26

(21) 申请号 202080028343.2

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22) 申请日 2020.04.01

代理人 张桂霞 李唐

(30) 优先权数据

2019-076333 2019.04.12 JP

(51) Int.Cl.

C07D 491/048 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

C09K 11/06 (2006.01)

2021.10.12

H01L 51/50 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/053072 2020.04.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/208475 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 原朋香 吉住英子 佐佐木俊毅

濑尾哲史

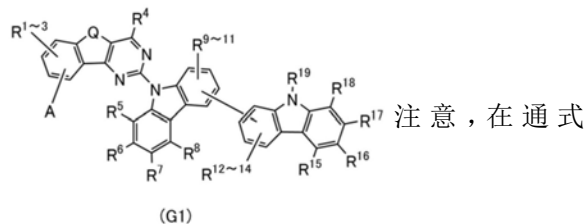
权利要求书3页 说明书44页 附图18页

(54) 发明名称

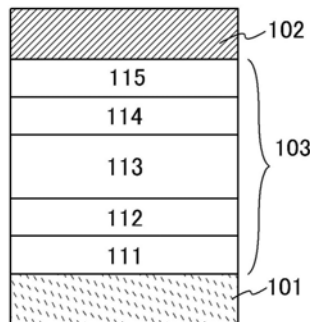
有机化合物、发光器件、发光装置、电子设备以及照明装置

(57) 摘要

提供一种新颖有机化合物的苯并咪唑并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物。有机化合物由下述通式(G1)表示。

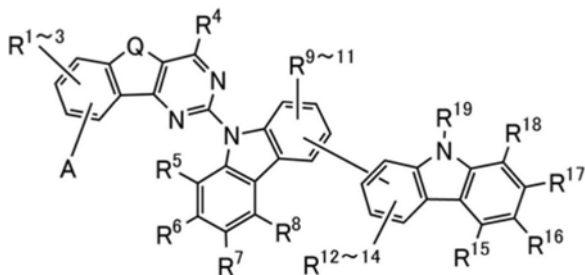


(G1)中,Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富π电子型稠合杂芳环的任一方,R¹至R¹⁹分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。



1. 一种由通式 (G1) 表示的有机化合物:

[化学式1]

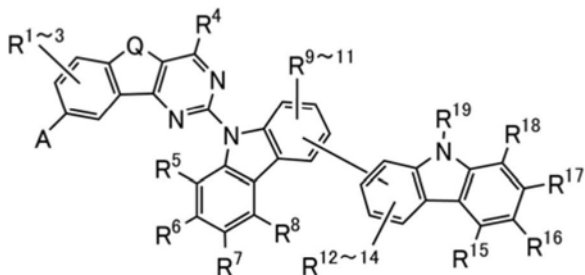


(G1)

(在通式中, Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富 π 电子型稠合杂芳环中的任一个, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。)

2. 一种由通式 (G2) 表示的有机化合物:

[化学式2]

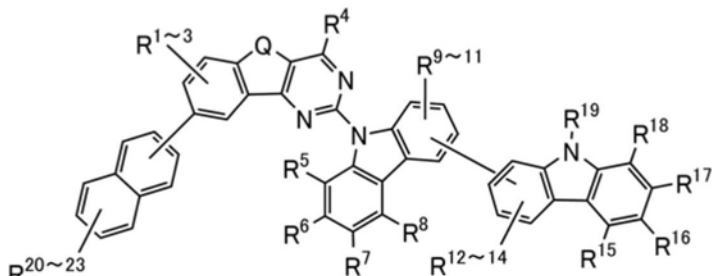


(G2)

(在通式中, Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富 π 电子型稠合杂芳环中的任一个, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。)

3. 一种由通式 (G3) 表示的有机化合物:

[化学式3]



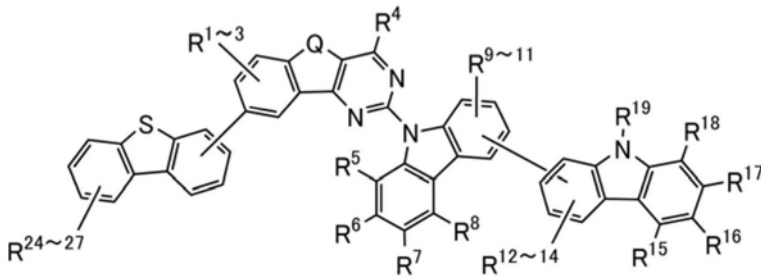
(G3)

(在通式中, Q表示氧或硫。 R^1 至 R^{23} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中

的任一个。)

4. 一种由通式 (G4) 表示的有机化合物:

[化学式4]

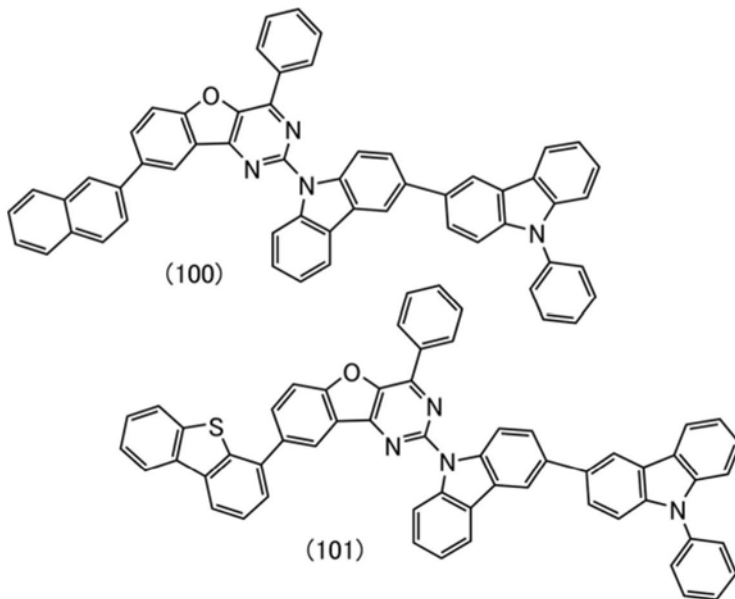


(G4)

(在通式中, Q表示氧或硫。R¹至R¹⁹以及R²⁴至R²⁷分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。)

5. 一种由结构式 (100) 或结构式 (101) 表示的有机化合物:

[化学式5]



6. 一种使用权利要求1至5中任一项所述的有机化合物的发光器件。

7. 一种发光器件, 包括:

一对电极间的EL层,

其中, 所述EL层包含权利要求1至5中任一项所述的有机化合物。

8. 一种发光器件, 包括:

一对电极间的EL层,

其中, EL层包括发光层,

并且, 所述发光层包含权利要求1至5中任一项所述的有机化合物。

9. 一种发光装置, 包括:

权利要求6至8中任一项所述的发光器件; 以及

晶体管 and 衬底的至少一方。

10. 一种电子设备, 包括:

权利要求9所述的发光装置; 以及

麦克风、相机、操作按钮、外部连接部和扬声器中的至少一个。

11. 一种照明装置, 包括:

权利要求6至8中任一项所述的发光器件; 以及

外壳、盖和支撑台中的至少一个。

有机化合物、发光器件、发光装置、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有机化合物、发光器件、发光装置、电子设备及照明装置。注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。也就是说,本发明的一个方式涉及一种物体、方法、制造方法或驱动方法。或者,本发明的一个方式涉及一种工序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或组合物(composition of matter)。此外,具体而言,作为一个例子可以举出半导体装置、显示装置、液晶显示装置等。

背景技术

[0002] 由于在一对电极之间夹有EL层的发光器件(也称为有机EL器件、发光元件)具有薄型轻量、对输入信号的高速响应性及低功耗等特性,所以使用上述发光器件的显示器作为下一代平板显示器受到极大的关注。

[0003] 发光器件通过在一对电极之间施加电压,从各电极注入的电子和空穴在EL层中再结合而EL层所包含的发光物质(有机化合物)成为激发态,当该激发态返回到基态时发光。另外,作为激发态的种类,可以举出单重激发态(S^*)和三重激发态(T^*),其中由单重激发态的发光被称为荧光,而由三重激发态的发光被称为磷光。另外,在发光器件中,单重激发态和三重激发态的统计学上的生成比例被认为是 $S^*:T^*=1:3$ 。从发光物质得到的发射光谱是该发光物质特有的,并且通过将不同种类的有机化合物用作发光物质,可以得到发射各种发光颜色的发光器件。

[0004] 关于这种发光器件,为了提高其元件特性,正在积极地进行元件结构的改进、材料的开发等(例如,参照专利文献1)。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0005] [专利文献1]日本专利申请公开第2010-182699号公报

发明内容

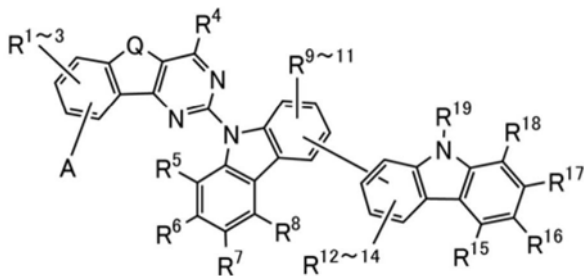
发明所要解决的技术问题

[0006] 于是,本发明的一个方式提供一种新颖有机化合物。另外,本发明的另一个方式提供一种新颖有机化合物的苯并咪唑并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物。另外,本发明的另一个方式提供一种可以用于发光器件的新颖有机化合物。另外,本发明的另一个方式提供一种可以用于发光器件的EL层的新颖有机化合物。另外,提供一种使用本发明的一个方式的新颖有机化合物的可靠性高的新颖发光器件。另外,提供一种新颖发光装置、新颖电子设备或新颖照明装置。注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。注意,本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。注意,说明书、附图以及权利要求书等的记载中显然存在上述目的以外的目的,可以从说明书、附图以及权利要求书等的记载中获得上述目的以外的目的。

解决技术问题的手段

[0007] 本发明的一个方式是一种苯并咪喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物,并是由下述通式(G1)表示的有机化合物。如下述通式(G1)所示,具有如下结构:第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位且第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环。

[0008] [化学式1]

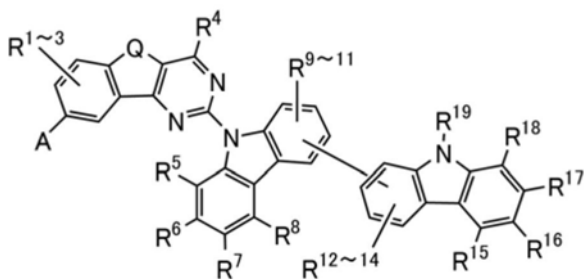


(G1)

[0009] 在上述通式(G1)中,Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富 π 电子型稠合杂芳环中的任一个, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。

[0010] 另外,本发明的另一个方式是一种苯并咪喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物,并是由下述通式(G2)表示的有机化合物。如下述通式(G2)所示,具有如下结构:第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位,第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环,并且由通式中的A表示的稠合芳香烃环和富 π 电子型稠合杂芳环的任一方键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的8位。

[0011] [化学式2]

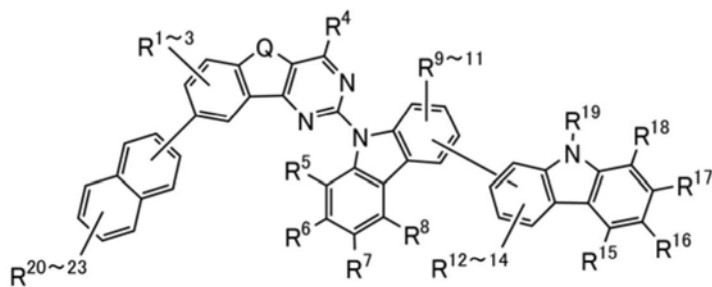


(G2)

[0012] 在上述通式(G2)中,Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富 π 电子型稠合杂芳环中的任一个, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。

[0013] 本发明的另一个方式是一种苯并咪喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物,并是由下述通式(G3)表示的有机化合物。如下述通式(G3)所示,具有如下结构:第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位,第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环,并且萘骨架键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的8位。

[0014] [化学式3]

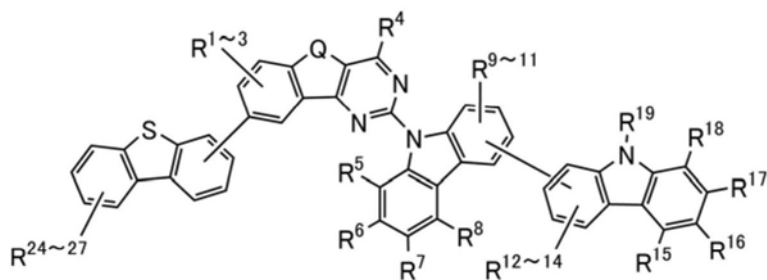


(G3)

[0015] 在上述通式 (G3) 中, Q 表示氧或硫。R¹ 至 R²³ 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为 3 至 7 的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的芳基中的任一个。

[0016] 本发明的另一个方式是一种苯并咪喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物, 并且是由下述通式 (G4) 表示的有机化合物。如下述通式 (G4) 所示, 具有如下结构: 第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 2 位, 第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环, 并且二苯并噻吩骨架键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 8 位。

[0017] [化学式4]

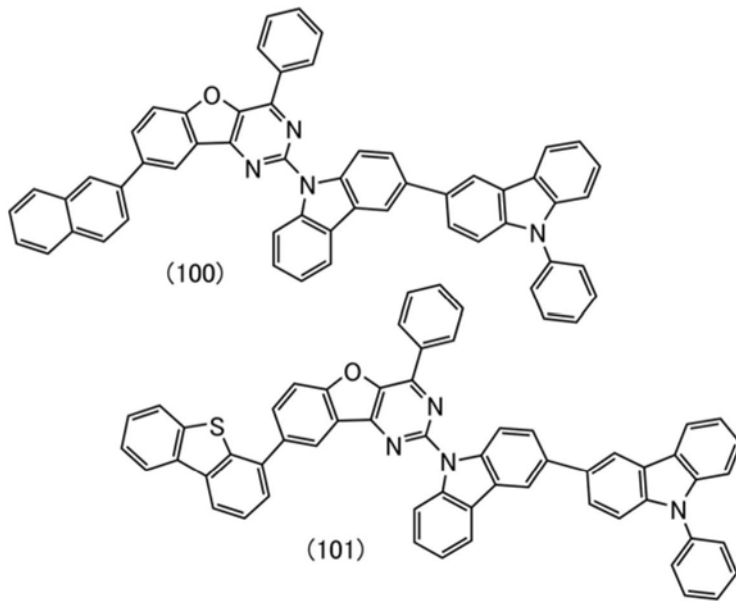


(G4)

[0018] 在上述通式 (G4) 中, Q 表示氧或硫。R¹ 至 R¹⁹ 以及 R²⁴ 至 R²⁷ 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为 3 至 7 的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的芳基中的任一个。

[0019] 本发明的另一个方式是由下述结构式 (100) 和 (101) 的任一方表示的有机化合物。

[0020] [化学式5]



[0021] 此外,本发明的另一个方式是一种使用上述本发明的一个方式的有机化合物的发光器件。此外,不但包含上述有机化合物而且包含客体材料的发光器件也包括在本发明的范畴之内。此外,不但包含上述有机化合物而且包含磷光材料的发光器件也包括在本发明的范畴之内。

[0022] 此外,一对电极之间的EL层及EL层中的发光层使用本发明的一个方式的有机化合物形成的发光器件也包括在本发明的范畴之内。另外,除了上述发光元件之外,本发明还包括包含如下层的发光器件,该层接触于电极并包含有机化合物(例如,盖层)。此外,除了发光器件之外,包括晶体管或衬底等的发光装置也包括在发明的范畴内。并且,不但包括上述发光装置而且包括麦克风、相机、操作按钮、外部连接部、外壳、盖、支撑台或扬声器等的电子设备和照明装置也包括在发明的范畴内。

[0023] 另外,本发明的一个方式不仅包括具有发光器件的发光装置,而且还包括具有发光装置的照明装置。因此,本说明书中的发光装置是指图像显示装置或光源(包括照明装置)。另外,发光装置还包括如下模块:将诸如FPC(Flexible printed circuit:柔性印刷电路)或TCP(Tape Carrier Package:载带封装)等连接器连接到发光装置的模块;将印刷线路板设置于TCP端部的模块;或者通过COG(Chip On Glass:玻璃上芯片)方式将IC(集成电路)直接安装到发光器件上的模块。

发明效果

[0024] 本发明的一个方式可以提供一种新颖有机化合物。另外,本发明的另一个方式可以提供一种新颖有机化合物的苯并咪唑并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物。另外,本发明的一个方式可以提供一种可以用于发光器件的新颖有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种可以用于发光器件的EL层的新颖有机化合物。另外,通过使用本发明的一个方式的新颖有机化合物,可以提供一种可靠性高的新颖发光器件。另外,可以提供一种新颖发光装置、新颖电子设备或新颖照明装置。另外,本发明的一个方式可以提供一种新颖发光装置、新颖电子设备或新颖照明装置。

附图简要说明

[0025] 图1A是说明发光器件的结构图。图1B是说明发光器件的结构图。

图2A是说明发光装置的图。图2B是说明发光装置的图。图2C是说明发光装置的图。
图3A是说明发光装置的俯视图。图3B是说明发光装置的截面图。

图4A是说明移动计算机的图。图4B是说明便携式图像再现装置的图。图4C是说明数码相机
的图。图4D是说明便携式信息终端的图。图4E是说明便携式信息终端的图。图4F是
说明电视装置的图。图4G是说明便携式信息终端的图。

图5A是说明电子设备的图。图5B是说明电子设备的图。图5C是说明电子设备的图。
图6A是说明汽车的图。图6B是说明汽车的图。

图7A是说明照明装置的图。图7B是说明照明装置的图。

图8是结构式(100)所示的有机化合物的¹H-NMR谱。

图9是结构式(100)所示的有机化合物的紫外可见吸收光谱及发射光谱。

图10是结构式(100)所示的有机化合物的紫外可见吸收光谱及发射光谱。

图11是结构式(101)所示的有机化合物的¹H-NMR谱。

图12是结构式(101)所示的有机化合物的紫外可见吸收光谱及发射光谱。

图13是结构式(101)所示的有机化合物的紫外可见吸收光谱及发射光谱。

图14是说明发光器件的图。

图15是示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的电流密度-亮度特性的图。

图16是示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的电压-亮度特性的图。

图17是示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的亮度-电流效率特性的图。

图18是示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的电压-电流特性的图。

图19是示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的发射光谱的图。

图20是示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的可靠性的图。

图21是示出发光器件4及比较发光器件5的电流密度-亮度特性的图。

图22是示出发光器件4及比较发光器件5的电压-亮度特性的图。

图23是示出发光器件4及比较发光器件5的亮度-电流效率特性的图。

图24是示出发光器件4及比较发光器件5的电压-电流特性的图。

图25是示出发光器件4及比较发光器件5的发射光谱的图。

图26是示出发光器件4及比较发光器件5的可靠性的图。

实施发明的方式

[0026] 以下利用附图详细地说明本发明的实施方式。注意,本发明不局限于下述说明,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局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0027] 此外,为了便于理解,有时在附图等中示出的各结构的位置、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等所公开的位置、
大小、范围等。

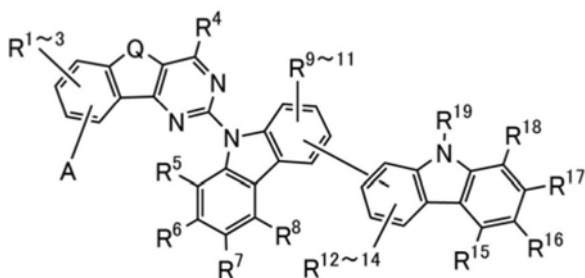
[0028] 注意,在本说明书等中,当利用附图说明发明的结构时,有时在不同的附图中共同
使用表示相同的部分的符号。

[0029] (实施方式1)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的有机化合物。本发明的一个方式的有
机化合物是由下述通式(G1)表示的苯并咪喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物。如下

述通式 (G1) 所示, 本发明的一个方式的有机化合物具有如下结构: 第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并呋喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位且第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环。

[0030] [化学式6]



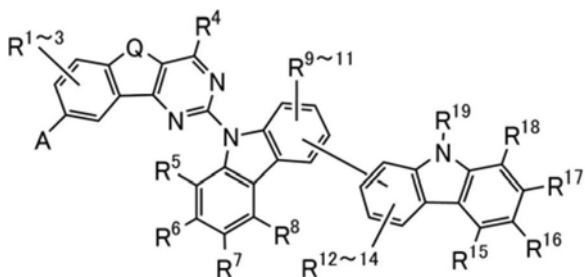
(G1)

[0031] 注意, 在通式 (G1) 中, Q 表示氧或硫。A 表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的富 π 电子型稠合杂芳环的任一方, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为 3 至 7 的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的芳基中的任一个。

[0032] 由上述通式 (G1) 表示的有机化合物具有第一咪唑骨架的氮原子直接键合于苯并呋喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 2 位的结构, 由此可以降低 LUMO。因此, 对提高 EL 层中的任意个功能层的电子注入性、传输性很有效。另外, 由上述通式 (G1) 表示的有机化合物因为作为取代基 A 具有稠环, 所以提高化学、物理稳定性而能够抑制与周围分子的相互作用, 因此可以维持稳定的结构。此外, 在远离嘧啶环的位置具有稠环作为取代基 A, 由此容易调节 T1 能级。因此, 容易根据磷光材料 (客体材料) 的 T1 能级适当地设计主体材料, 而主体材料具有合适的 T1 能级, 这对元件的高效化和可靠性的提高很有效。

[0033] 另外, 本发明的另一个方式是一种苯并呋喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物, 并且是由下述通式 (G2) 表示的有机化合物。由下述通式 (G2) 表示的有机化合物具有如下结构: 第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并呋喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 2 位, 第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环, 并且由通式中的 A 表示的稠合芳香烃环和富 π 电子型稠合杂芳环的任一方键合于苯并呋喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 8 位。

[0034] [化学式7]



(G2)

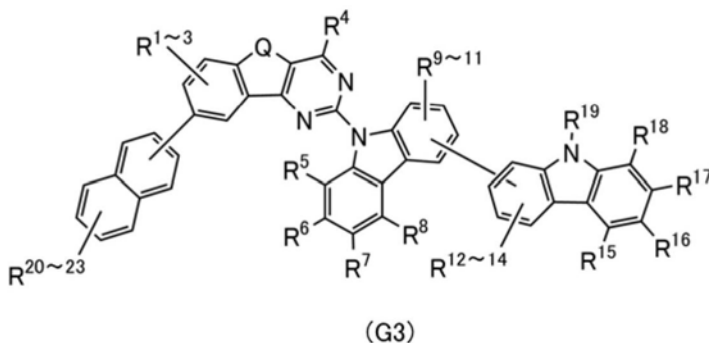
[0035] 在上述通式 (G2) 中, Q 表示氧或硫。A 表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的富 π 电子型稠合杂芳环的任一方, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为 3 至 7

的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。

[0036] 由上述通式 (G2) 表示的有机化合物具有第一咪唑骨架的氮原子直接键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位的结构,由此可以降低LUMO。因此,对提高EL层中的任意个功能层的电子注入性、传输性很有效。另外,由上述通式 (G2) 表示的有机化合物因为作为取代基A具有稠环,所以提高化学、物理稳定性而能够提高与周围分子的相互作用,因此可以维持稳定的结构。此外,在远离嘧啶环的位置具有稠环作为取代基A,由此容易调节T1能级。因此,容易根据磷光材料(客体材料)的T1能级适当地设计主体材料,而主体材料具有合适的T1能级,这对元件的高效化和可靠性的提高很有效。另外,优选在苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的8位具有稠环作为取代基A,由此能够在保持HOMO能级、LUMO能级的同时调节T1能级。

[0037] 另外,本发明的另一个方式是一种由下述通式 (G3) 表示的有机化合物。由下述通式 (G3) 表示的有机化合物具有如下结构:第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位,第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环,并且萘骨架键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的8位。

[0038] [化学式8]

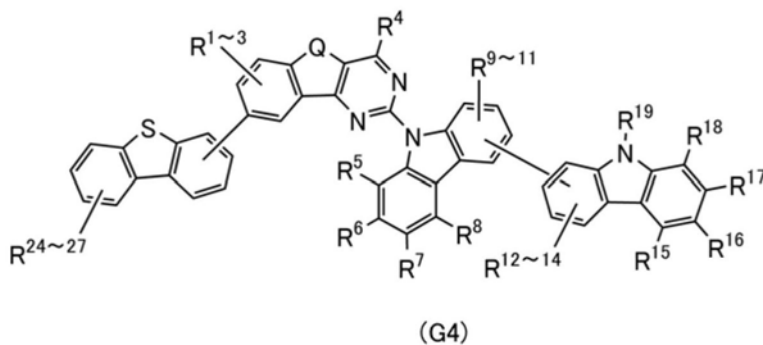


[0039] 在上述通式 (G3) 中,Q表示氧或硫。 R^1 至 R^{23} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。

[0040] 由上述通式 (G3) 表示的有机化合物具有第一咪唑骨架的氮原子直接键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位的结构,由此可以降低LUMO。因此,对提高EL层中的任意个功能层的电子注入性、传输性很有效。另外,因为具有萘骨架键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的8位的结构,所以能够抑制与周围分子的相互作用,因此可以维持稳定的结构。

[0041] 另外,本发明的另一个方式是一种苯并咪喃并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物,并是由下述通式 (G4) 表示的有机化合物。由下述通式 (G4) 表示的有机化合物具有如下结构:第一咪唑骨架的氮原子键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的2位,第二咪唑骨架键合于第一咪唑骨架所包括的苯环,并且二苯并噻吩骨架键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的8位。

[0042] [化学式9]



[0043] 在上述通式 (G4) 中, Q 表示氧或硫。R¹ 至 R¹⁹ 以及 R²⁴ 至 R²⁷ 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为 3 至 7 的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的芳基中的任一个。

[0044] 由上述通式 (G4) 表示的有机化合物具有第一咪唑骨架的氮原子直接键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 2 位的结构, 由此可以降低 LUMO。因此, 对提高 EL 层中的任意个功能层的电子注入性、传输性很有效。另外, 因为具有二苯并噻吩骨架键合于苯并咪喃并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的 8 位的结构, 所以能够抑制与周围分子的相互作用, 因此可以维持稳定的结构。

[0045] 当上述通式 (G1) 及 (G2) 中的取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的稠合芳香烃环或者取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的富 π 电子型稠合杂芳环具有取代基时, 作为该取代基, 可以举出碳原子数为 1 至 6 的烷基、碳原子数为 1 至 6 的烷氧基、碳原子数为 5 至 7 的单环饱和烃基、碳原子数为 7 至 10 的多环饱和烃基或者氰基等。更具体而言, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、环戊基、环己基、环庚基、8,9,10-三降冰片基、金刚烷基等。

[0046] 另外, 当上述通式 (G1) 及 (G2) 中的 R¹ 至 R¹⁹、上述通式 (G3) 中的 R¹ 至 R²³、或者上述通式 (G4) 中的 R¹ 至 R¹⁹ 及 R²⁴ 至 R²⁷ 中的取代或未取代的成环碳原子数为 3 至 7 的环烷基或者取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的芳基具有取代基时, 作为该取代基可以举出碳原子数为 1 至 6 的烷基、碳原子数为 1 至 6 的烷氧基、碳原子数为 5 至 7 的单环饱和烃基、碳原子数为 7 至 10 的多环饱和烃基或者氰基等。更具体而言, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、环戊基、环己基、环庚基、8,9,10-三降冰片基、金刚烷基等。

[0047] 此外, 作为上述通式 (G1) 及 (G2) 中的 R¹ 至 R¹⁹、上述通式 (G3) 中的 R¹ 至 R²³ 和上述通式 (G4) 中的 R¹ 至 R¹⁹ 及 R²⁴ 至 R²⁷ 中的任一个表示碳原子数为 1 至 6 的烷基的情况的具体例子, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基等。

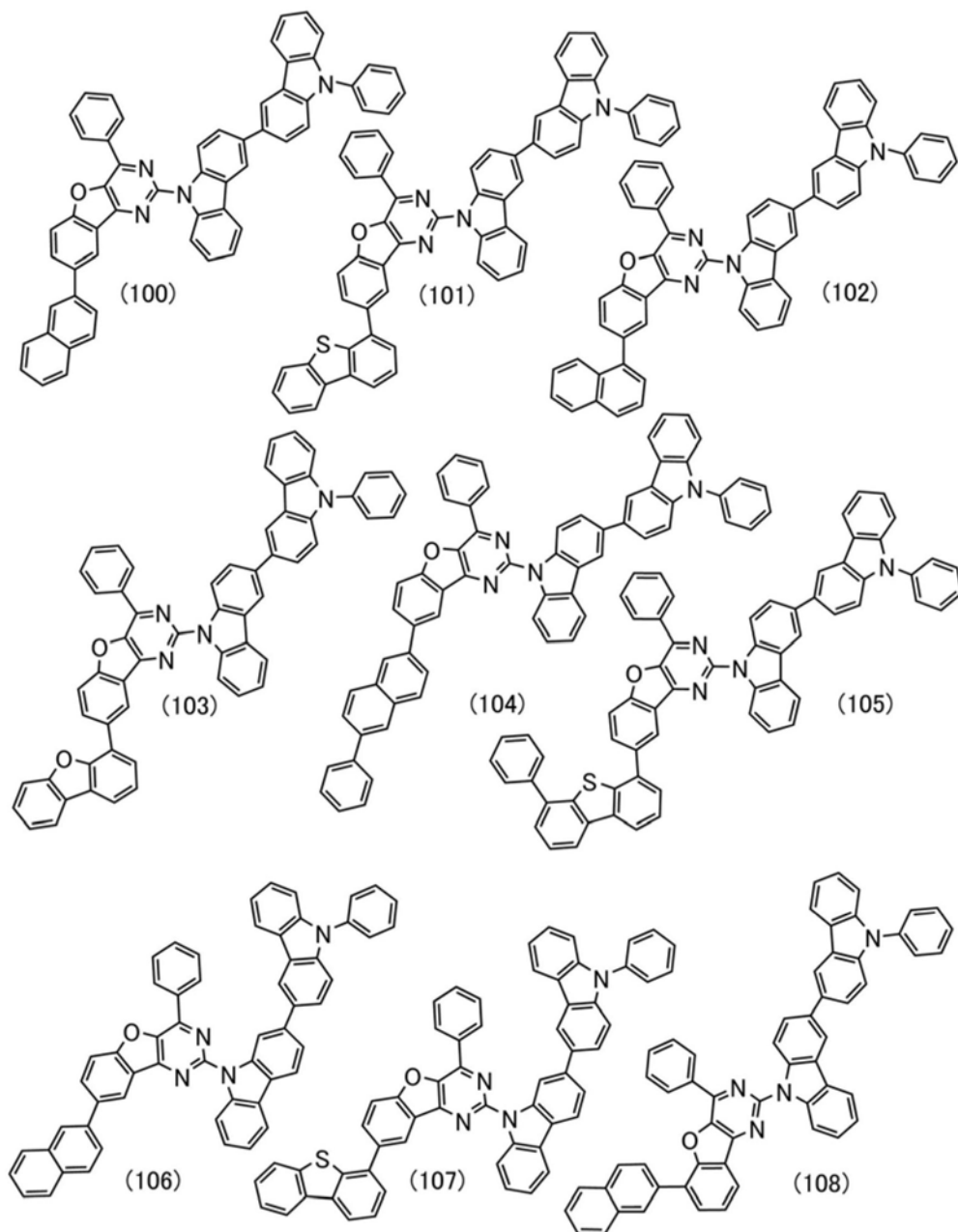
[0048] 此外, 作为上述通式 (G1) 及 (G2) 中的 R¹ 至 R¹⁹、上述通式 (G3) 中的 R¹ 至 R²³ 和上述通式 (G4) 中的 R¹ 至 R¹⁹ 及 R²⁴ 至 R²⁷ 中的任一个表示成环碳原子数为 3 至 7 的环烷基的情况的具体例子, 可以举出环丙基、环丁基、环戊基、环己基、1-甲基环己基、环庚基等。

[0049] 此外, 作为上述通式 (G1) 及 (G2) 中的 R¹ 至 R¹⁹、上述通式 (G3) 中的 R¹ 至 R²³ 和上述通式 (G4) 中的 R¹ 至 R¹⁹ 及 R²⁴ 至 R²⁷ 中的任一个表示碳原子数为 6 至 13 的芳基的情况的具体例子,

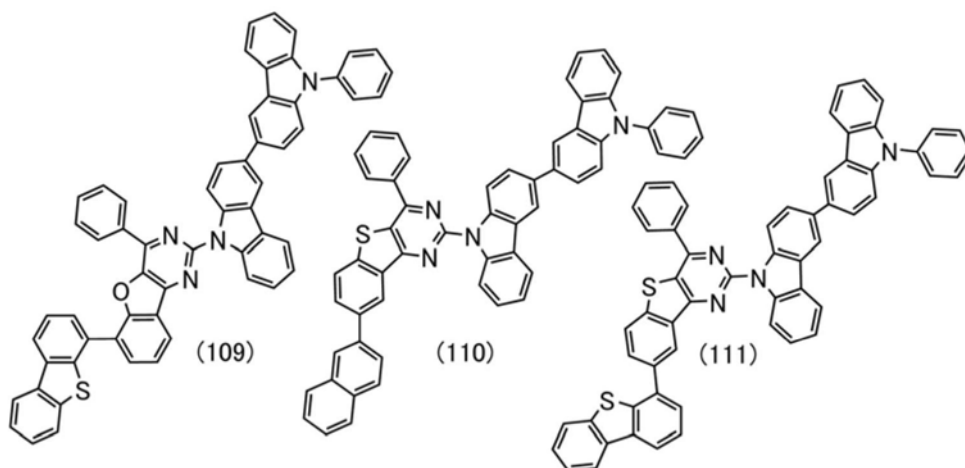
可以举出苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、均三甲苯基、邻联苯基、间联苯基、对联苯基、1-萘基、2-萘基、苝基等。

[0050] 接着,下面示出上述本发明的一个方式的有机化合物的具体结构式。注意,本发明不局限于此。

[0051] [化学式10]



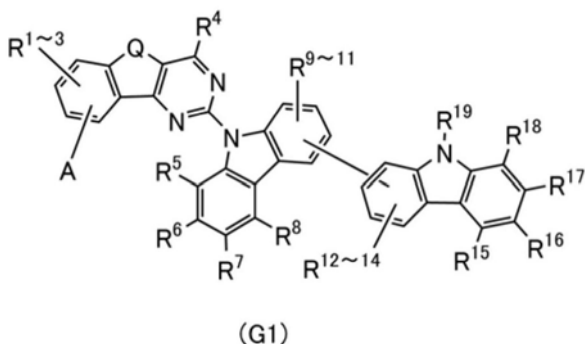
[0052] [化学式11]



[0053] 注意,由上述结构式(100)至(111)表示的有机化合物是由上述通式(G1)表示的有机化合物的一个例子,但是本发明的一个方式的有机化合物不局限于此。

[0054] 接着,说明是本发明的一个方式的由下述通式(G1)表示的苯并咪唑并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物的合成方法。

[0055] [化学式12]

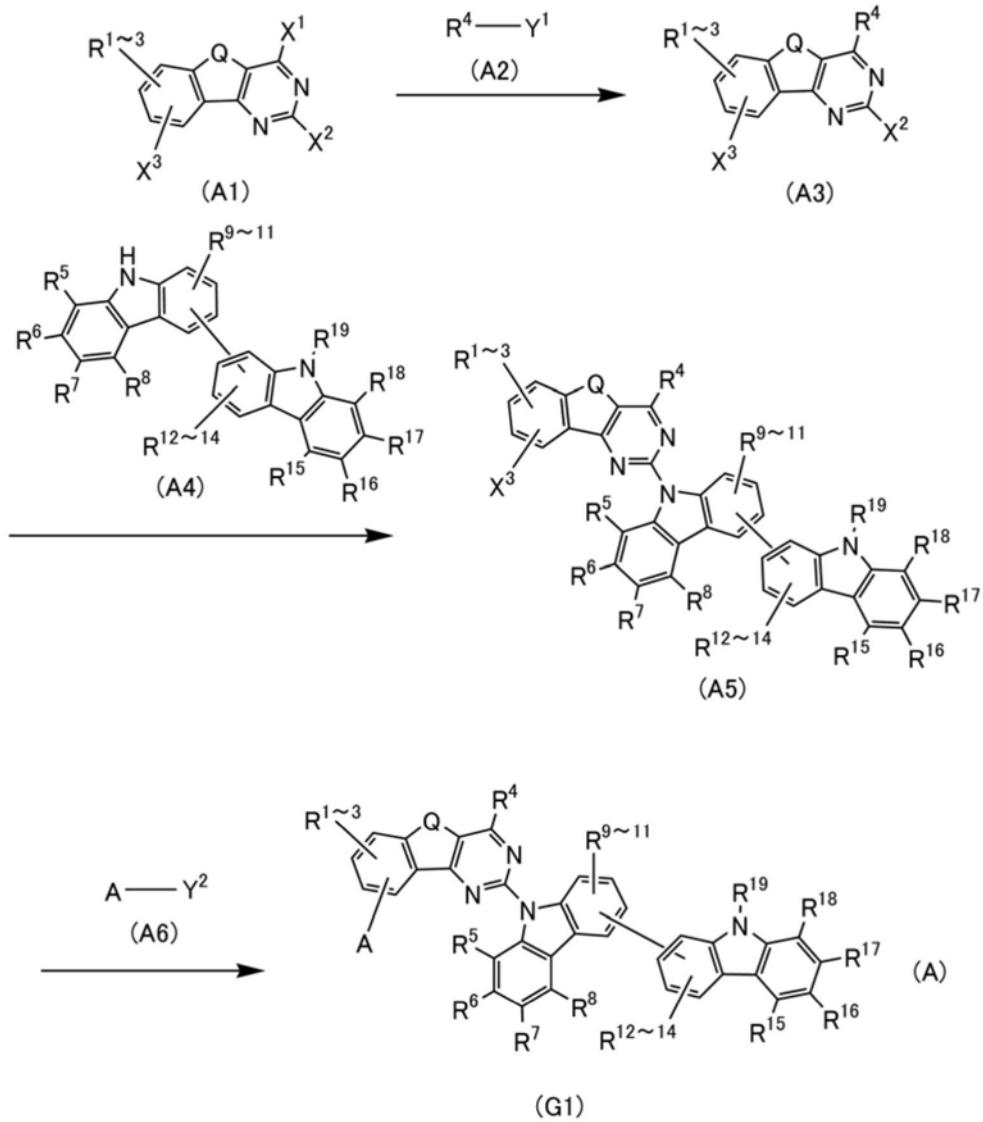


[0056] 在通式(G1)中,Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富 π 电子型稠合杂芳环的任一方,R¹至R¹⁹分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。

[0057] <<由通式(G1)表示的有机化合物的合成方法>>

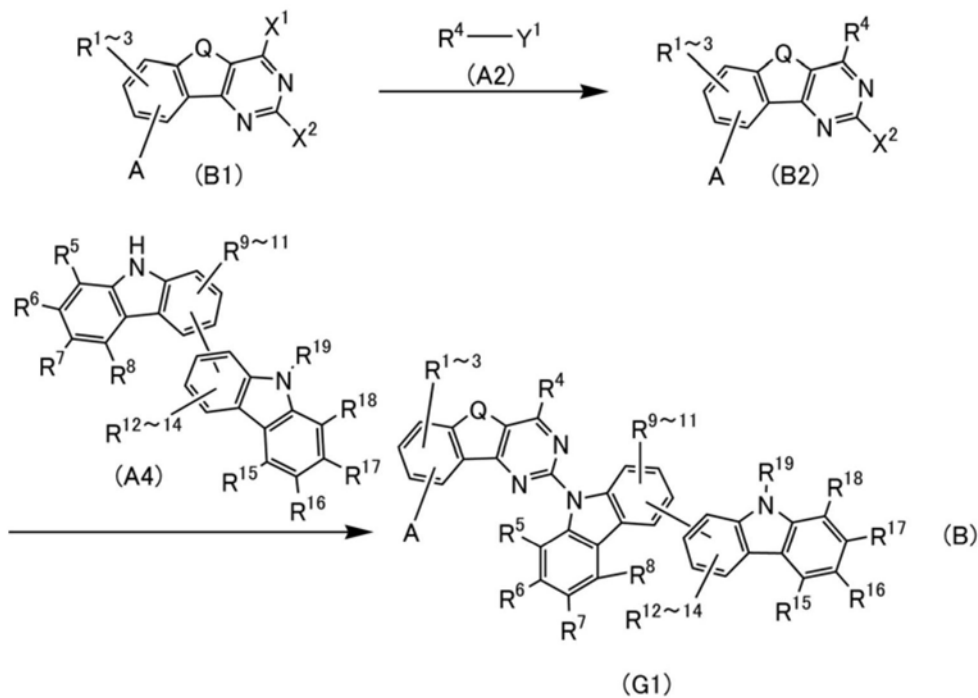
接着,说明由通式(G1)表示的苯并咪唑并嘧啶衍生物或苯并噻吩并嘧啶衍生物的合成方法的一个例子。这些有机化合物的合成可以使用各种反应。例如,如合成方案(A)所示,通过采用如下方法可以获得由通式(G1)表示的有机化合物:使具有苯并咪唑并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的三卤素化合物(A1)与R⁴的硼酸化合物(A2)起反应来形成中间体(A3),并且使该中间体(A3)和联咪唑化合物(A4)起反应来形成中间体(A5),而使该中间体(A5)与A的硼酸化合物(A6)起反应。

[0058] [化学式13]



[0059] 另外,如下述合成方案(B)所示,也可以通过如下方法获得由通式(G1)表示的有机化合物:被A取代的具有苯并咪唑并嘧啶骨架或苯并噻吩并嘧啶骨架的二卤素化合物(B1)与 R^4 的硼酸化合物(A2)起反应来形成中间体(B2),而使该中间体(B2)与联咪唑化合物(A4)起反应。

[0060] [化学式14]



[0061] 在上述合成方案(A)及(B)中,Q表示氧或硫。A表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的稠合芳香烃环和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的富 π 电子型稠合杂芳环的任一方, R^1 至 R^{19} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的成环碳原子数为3至7的环烷基和取代或未取代的成环碳原子数为6至13的芳基中的任一个。另外, X^1 至 X^3 表示卤素元素,优选为氯、溴或碘。另外, Y^1 及 Y^2 表示硼酸、硼酸酯或者环状三醇硼酸盐等。环状三醇硼酸盐除了锂盐以外还可以使用钾盐、钠盐。

[0062] 作为上述合成方案(A)及(B)中的化合物(A1)、(A2)、(A3)、(A4)、(A6)、(B1)、(B2),在市场上销售各种种类的化合物,或者能够合成这些化合物,所以可以合成很多种类的由通式(G1)表示的有机化合物。因此,本发明的有机EL材料具有种类丰富的特征。

[0063] 以上,虽然说明了本发明的一个方式的有机化合物的合成方法的一个例子,但是本发明不局限于此,也可以通过任何其他的合成方法合成。

[0064] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0065] (实施方式2)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的发光器件。

[0066] <发光器件的结构例子>

图1A示出在一对电极之间具有包括发光层的EL层的发光器件的一个例子。具体而言,该发光器件具有EL层103夹在第一电极101与第二电极102之间的结构。例如,当将第一电极101用作阳极时,EL层103具有依次层叠有空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114及电子注入层115作为功能层的结构。

[0067] 如图1B所示,作为其他发光器件的结构,通过具有包括以在一对电极之间夹有电荷产生层的方式形成的多个EL层的结构(串联结构)而可以进行低电压驱动的发光器件、以及通过在一对电极之间形成光学微腔谐振器(微腔)结构而提高光学特性的发光器件等也包括在本发明的一个方式中。电荷产生层具有如下功能:在对第一电极101和第二电极102施加电压时,对相邻的EL层中的一个注入电子并对另一个EL层注入空穴的功能。

[0068] 此外,上述发光器件的第一电极101和第二电极102中的至少一个为具有透光性的电极(透明电极、半透射-半反射电极等)。在具有透光性的电极为透明电极的情况下,透明电极的可见光透过率为40%以上。此外,在该电极为具有透射性及反射性的半透射-半反射电极的情况下,半透射-半反射电极的可见光反射率为20%以上且80%以下,优选为40%以上且70%以下。另外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0069] 另外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,在第一电极101和第二电极102中的一个为具有反射性的电极(反射电极)的情况下,具有反射性的电极的可见光反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,该电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0070] 上述串联结构是包括夹着电荷产生层形成的多个EL层的结构,该多个EL层的每一个包括发光层,可以自由地组合各发光层的发光颜色。例如,在第一电极101上层叠的第一EL层所包括的第一发光层可以为红色、绿色、黄色和蓝色中的任一种;在第一EL层上隔着电荷产生层层叠的第二EL层所包括的第二发光层可以为红色、绿色、黄色和蓝色中的任一种;在第二EL层上隔着另一个电荷产生层层叠的第三EL层所包括的第三发光层可以为红色、绿色、黄色和蓝色中的任一种。

[0071] 另外,上述微小光谐振器(微腔)结构例如可以通过将发光器件的第一电极101设为反射电极且将第二电极102设为半透射-半反射电极来形成。就是说,在发光器件的第一电极101为由具有反射性的导电材料和具有透光性的导电材料(透明导电膜)的叠层结构构成的反射电极的情况下,可以通过调整透明导电膜的厚度来进行光学调整。具体而言,优选以如下方式进行调整:在从发光层113获得的光的波长为 λ 时,第一电极101与第二电极102的电极间距离为 $m\lambda/2$ (注意, m 为自然数)左右。由此,可以增强从EL层103获得的发光。

[0072] 另外,为了使从发光层113获得的所希望的光(波长: λ)放大,优选调整为如下:从第一电极101到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离及从第二电极102到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离都成为 $(2m'+1)\lambda/4$ (注意, m' 为自然数)左右。注意,在此说明的“发光区域”是指发光层113中的空穴与电子的再结合区域。

[0073] 通过进行上述光学调整,可以使能够从发光层113获得的特定的单色光的光谱变窄,由此获得色纯度良好的发光。

[0074] 另外,在上述情况下,严格地说,第一电极101和第二电极102之间的光学距离可以说是从第一电极101中的反射区域到第二电极102中的反射区域的总厚度。但是,因为难以准确地决定第一电极101或第二电极102中的反射区域的位置,所以通过假定第一电极101及第二电极102中的任意的位置为反射区域可以充分得到上述效果。另外,严密地说,第一电极101和可以获得所希望的光的发光层之间的光学距离可以说是第一电极101中的反射区域和可以获得所希望的光的发光层中的发光区域之间的光学距离。但是,因为难以准确地决定第一电极101中的反射区域或可以获得所希望的光的发光层中的发光区域的位置,所以通过假定第一电极101中的任意的位置为反射区域且可以获得所希望的光的发光层的任意的位置为发光区域,可以充分得到上述效果。

[0075] 如上所述,当发光器件具有微腔结构时,通过改变电极间的光学距离,即使使用相同的EL层也可以提取不同波长的光(单色光)。由此,为了获得不同的发光颜色不需要分别

涂布(例如R、G、B),而可以实现高分辨率。另外,可以与着色层(滤色片)组合。并且,可以增强具有特定波长的正面方向上的发光强度,从而可以实现低功耗化。

[0076] <第一电极及第二电极>

作为形成第一电极101及第二电极102的材料,如果可以满足上述两个电极的功能则可以适当地组合下述材料。例如,可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。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。除了上述以外,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。

[0077] 注意,这些电极可以通过溅射法及真空蒸镀法形成。

[0078] <空穴注入层>

空穴注入层111是从作为阳极的第一电极101、电荷产生层104向EL层(103、103a、103b)注入空穴的层,包括有机受体材料(电子接收性材料)的层。

[0079] 作为空穴注入层111可以使用有机受体材料(电子接收性材料)及空穴传输性材料。此时,有机受体材料也是对空穴传输性材料呈现电子接收性的物质。具体而言,可以举出钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物。除此之外,还可以使用酞菁(简称:H₂Pc)或铜酞菁(简称:CuPc)等酞菁系化合物、低分子化合物、高分子化合物等。另外,作为空穴传输性材料优选使用HOMO较深的材料,具体而言优选使用具有-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深HOMO能级的物质。如此,在空穴传输性材料具有较深HOMO能级时,空穴容易注入到空穴传输层112。

[0080] 另外,作为有机受体材料也可以使用具有吸电子基团(尤其是,如氟基团那样的卤基、氰基)的有机化合物等。空穴注入层111既可以只由上述有机受体材料形成,又可以组合空穴传输性材料而使用。

[0081] 作为具有吸电子基团的有机化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-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-茈-2-亚基)丙二腈等。尤其是,HAT-CN这样的具有多个杂原子的稠合芳香环与吸电子基团键合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]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的,具体而言,可以举出: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0082] 上述空穴传输性材料可以使用已知的材料,尤其在使用HOMO较深的空穴传输性材料时,优选具有咪唑骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任一个。尤其是,可以为具有包括二苯并咪唑环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺。

[0083] 作为上述空穴传输性材料(包括HOMO较深的空穴传输性材料),优选使用电场强度[V/cm]的平方根为600时的空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,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。注意,这些材料优选为包含N,N-双(4-联苯)氨基的物质,由此可以制造长寿命的发光器件。

[0084] 作为空穴传输性材料,具体而言,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-p-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:BBAαNBNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNBNB-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:BBABNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-4''-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNBi)、4-萘基-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'-(咪唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咪唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咪唑-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-咪唑-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(4-联苯基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双(1,1'-联苯基-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:αFBiSF)、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-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-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-咪唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)等。

[0085] 注意,空穴注入层111可以利用已知的各种成膜方法形成,例如可以利用真空蒸镀法形成。

[0086] <空穴传输层>

空穴传输层112是将从第一电极101经过空穴注入层111注入的空穴传输到发光层113中的层。

[0087] 除了上述空穴传输性材料以外空穴传输层112还可以使用空穴传输性材料已知的空穴传输性材料。此外,空穴传输层112也可以具有叠层结构。此外,在空穴传输层112具有叠层结构的情况下,发光层一侧的层也可以用作电子阻挡层。

[0088] 此外,比较用于空穴注入层111的空穴传输性材料的HOMO能级和用于空穴传输层112的空穴传输性材料的HOMO能级时,优选以用于空穴传输层112的空穴传输性材料的HOMO能级比用于空穴注入层111的空穴传输性材料的HOMO能级更深且其差为0.2eV以下的方式选择各个材料。此外,更优选的是,两者都为相同物质,以使空穴顺利注入。

[0089] 此外,在空穴传输层112具有叠层结构的情况下,比较用于形成在空穴注入层111一侧的空穴传输层的空穴传输性材料的HOMO能级和用于形成在发光层113一侧的空穴传输层的空穴传输性材料的HOMO能级时,后一者材料的HOMO能级优选更深。再者,优选以其差为0.2eV以下的方式选择各自的材料。通过使用用于空穴注入层111及具有叠层结构的空穴传输层112的这些空穴传输性材料的HOMO能级具有上述关系,可以使空穴顺利地注入到各层中,由此可以防止驱动电压上升及发光层113中空穴过少的状态。

[0090] 此外,用于空穴注入层111及空穴传输层112的空穴传输性材料优选分别具有空穴传输性骨架。作为该空穴传输性骨架,优选使用不会使上述空穴传输性材料的HOMO能级过浅的咪唑骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架。此外,当相邻层的材料中共用于空穴注入层111及具有叠层结构的空穴传输层112的空穴传输性材料的空穴传输性骨架时,可以顺利地进行空穴注入,所以是优选的。作为上述空穴传输性骨架尤其优选使用二苯并咪唑骨架。

[0091] 此外,当用于空穴注入层111及具有叠层结构的空穴传输层112的空穴传输性材料在相邻层之间相同时,空穴可以向阴极方向顺利地注入相邻的层,因此是优选的结构。

[0092] <发光层>

在本发明的一个方式的发光器件中,发光层113既可具有单层结构又可具有多个发光层的叠层结构。在层叠多个发光层的情况下,优选以各发光层分别具有不同的功能的方式形成发光层。

[0093] 发光层113包含发光物质(客体材料)和分散发光物质的主体材料。

[0094] 作为发光物质(客体材料),可以使用发射荧光的物质(荧光发光材料)、发射磷光的物质(磷光发光材料)、呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(Thermally activated delayed fluorescence:TADF)材料及其他发光物等。作为有机化合物(主体材料),除了电子传输性材料或空穴传输性材料以外,还可以使用上述TADF材料等各种载流子传输材料。此外,作为空穴传输性材料或电子传输性材料等的具体例子,可以使用本说明书中描述的合适材料或已知材料的一种或多种。

[0095] 作为可以用于发光层113的客体材料的荧光发光物质,例如可以举出如下物质。注意,除此之外,还可以使用其他荧光发光物质。

[0096] 例如,可以举出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'-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(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'-双[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咪唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咪唑-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-咪唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基-2,4,1-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-咪唑-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)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽(chrysene)-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咪唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咪唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖啶酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茈并[1,2-a]蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双[2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、N,N'-二苯基-N,N'-(1,6-芘-二基)双[(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪唑(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并咪唑-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪唑(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是,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合适的空穴俘获性且良好的发光效率及可靠性,所以是优选的。

[0097] 此外,作为可以用于发光层113的客体材料的磷光发光物质,例如可以举出如下物质。

[0098] 例如可以使用如下材料,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)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]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物;三

[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III) (简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III) (简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物;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]菲啉根(phenanthridinato)]铱(III) (简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等具有咪唑骨架的有机金属铱配合物;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)吡啶甲酸酯(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸酯(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIracac)等以具有拉电子基的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物。上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在440nm至520nm具有发光峰值的化合物。

[0099] 此外,可以举出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III) (简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III) (简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III) (简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III) (简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III) (简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III) (简称:[Ir(mpmpm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)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-苯基吡嗪根)铱(III) (简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)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)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;以及三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III) (简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质主要是发射绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm具有发光峰值。此外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性及发光效率,所以是特别优选的。

[0100] 此外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(d1npm)₂(dpm)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III) (简称:[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹啉合]铱(III) (简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;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)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:PtOEP)等的铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲

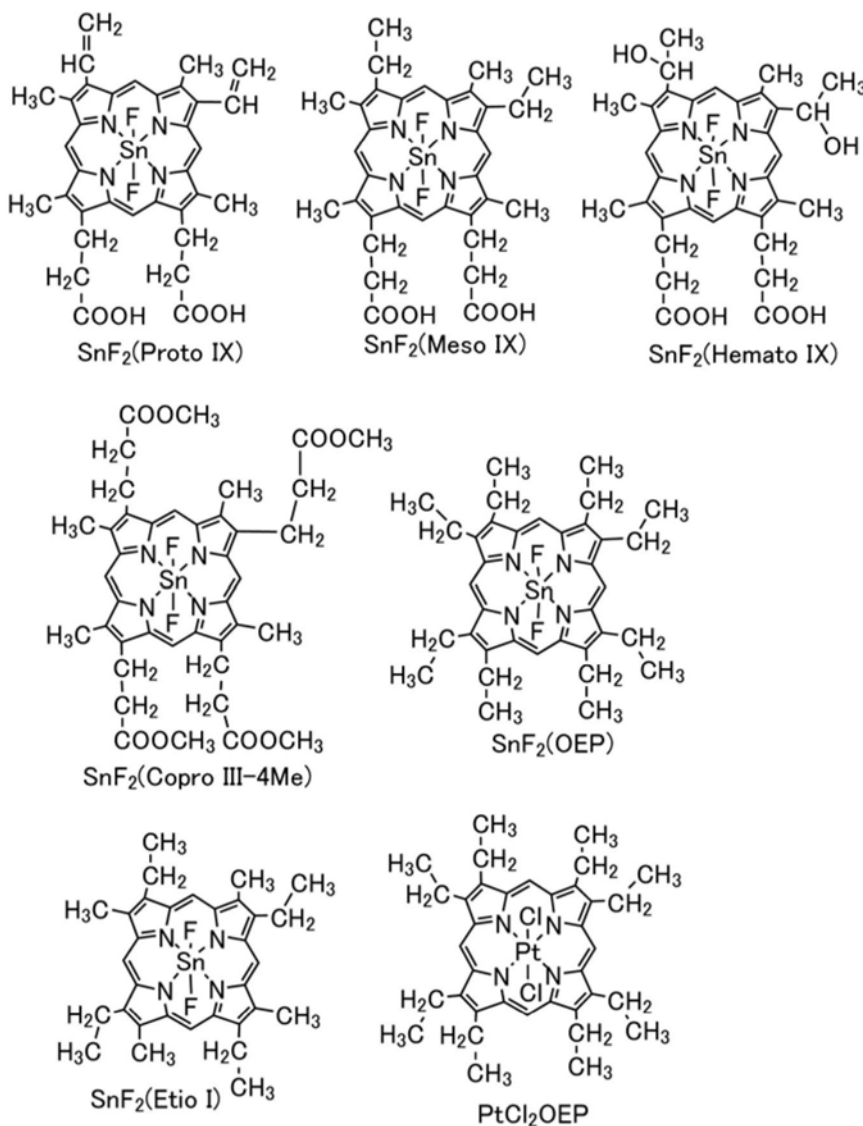
酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铈(III)(简称:[Eu(TTA)₃(Phen)]等稀土金属配合物。上述物质是发射红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm具有发光峰值。此外,具有吡嗪骨架的有机金属铈配合物可以获得色度良好的红色发光。

[0101] 此外,除了上述以外,还可以使用已知的磷光发光物质。

[0102] 此外,作为可以用于发光层113的客体材料的TADF材料,例如可以举出如下物质。

[0103] 作为TADF材料,可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等。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。作为该含金属卟啉,例如,也可以举出由下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl₂OEP)等。

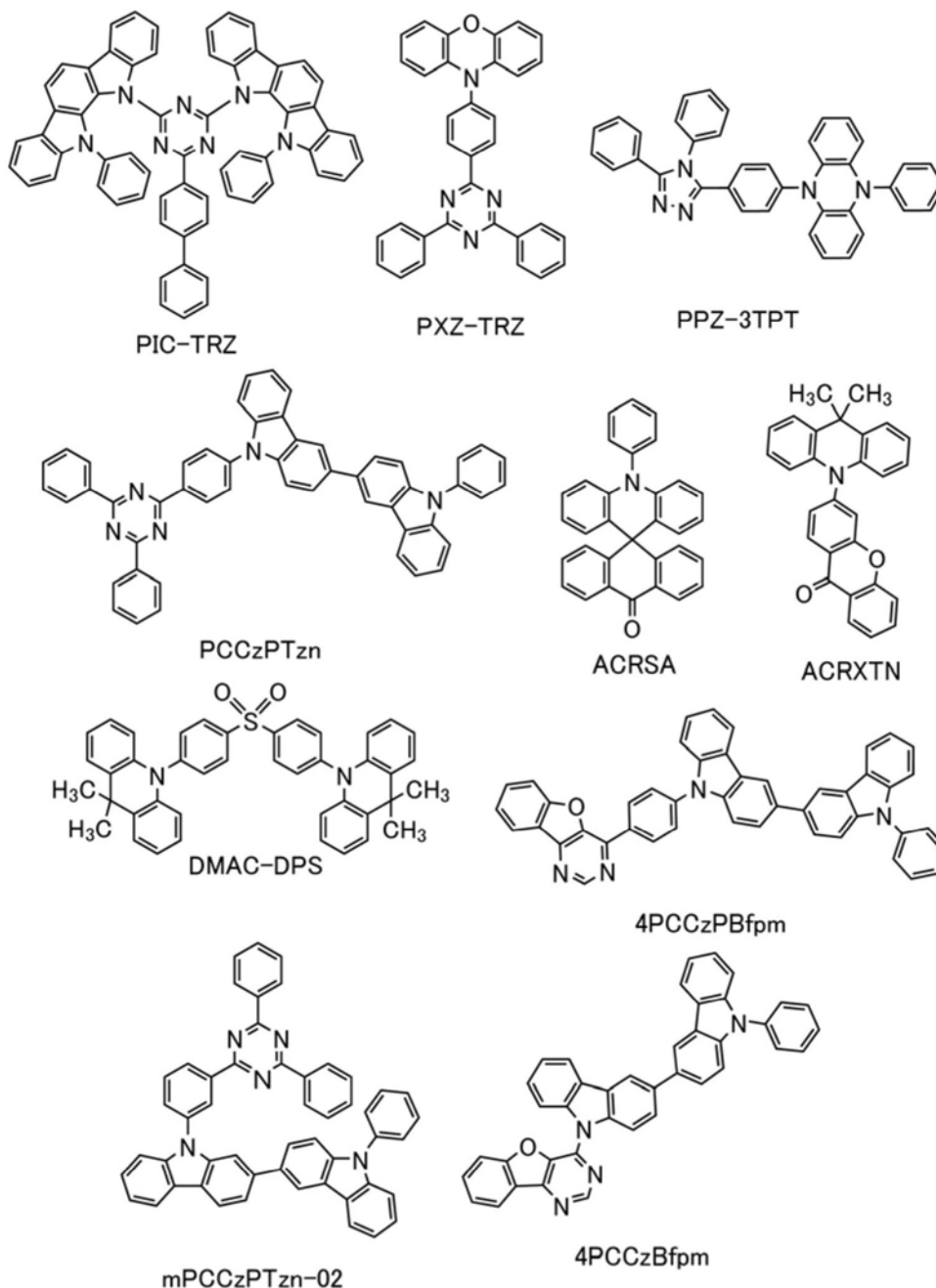
[0104] [化学式15]



[0105] 此外,还可以使用由下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡

唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称: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-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫磺(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)、4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咪唑-9-基)苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzBfpm)、4-[4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咪唑-9-基)苯基]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzPBfpm)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咪唑(简称:mPCCzPTzn-02)等具有富 π 电子型杂芳环及缺 π 电子型杂芳环的杂环化合物。

[0106] [化学式16]



[0107] 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。尤其是,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,苯并咪喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并咪喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的电子接收性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0108] 此外,在具有富 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、咪喃骨架、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。此外,作为咪喃骨架优选使用二苯并咪喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吡啶骨架、咪唑骨架、吡啶咪唑骨架、联咪唑骨架、3-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑骨架。

[0109] 此外,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 电子杂芳环的电子供给性和缺 π 电子型杂芳环的电子接收性都高而S1能级与T1能级之间的能量差变小,可以高效地获得热活化延迟荧光,所以是特别优选的。注意,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,作为富 π 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外,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、砷骨架等。

[0110] 如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架代替缺 π 电子杂芳环以及富 π 电子杂芳环中的至少一个。

[0111] TADF材料是指S1能级和T1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。

[0112] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差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。

[0113] 注意,作为T1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S1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T1能级时,S1与T1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0114] 此外,当使用TADF材料作为发光层113的客体材料时,主体材料的S1能级优选比TADF材料的S1能级高。此外,主体材料的T1能级优选比TADF材料的T1能级高。

[0115] 作为可以用作发光层113的主体材料的空穴传输性材料,优选使用具有电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质,例如可以举出如下物质。

[0116] 可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、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)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:

PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]苄-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二苄-2-胺(简称:PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物;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)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;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-苄-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-苄-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(二苯并咪唑)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-苄-9-基)苯基]苯基}二苯并咪唑(简称:mmDBFFLBI-II)等具有咪唑骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。此外,也可以使用作为上述空穴传输性材料的例子举出的有机化合物。

[0117] 此外,作为可以用作发光层113的主体材料的电子传输性材料,优选使用具有电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质,例如可以举出如下物质。除此以外,还可以使用后述的可以用于电子传输层114的电子传输性材料。

[0118] 例如可以举出:双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:Ba1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等金属配合物;2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、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)、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:mDBTBIIm-II)等具有聚唑骨架的杂环化合物;2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mCzBPDBq)、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)等具有二噁骨架的杂环化合物;以及3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)-苯基]苯(简称:TmPyPB)等的具有吡啶骨架的杂环化合物。其中,具有二噁骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。尤其是,具有二噁(嘧啶或吡啶)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,也有助于降低驱动电压。

[0119] 此外,在使用TADF材料作为发光层113的主体材料的情况下,可以使用与上述同样的材料。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中心物质,由此可以提高发光元件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量供体,发光中心物质被用作能量受体。由此,在使用荧光发光物质作为客体材料的情况下,使用TADF材料作为主体材料是非常有效的。此外,此时,为了得

到高发光效率,TADF材料的S1能级优选比荧光发光物的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0120] 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,激发能顺利地由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。

[0121] 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的三重激发能。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,可以举出碳原子数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子数为3以上且10以下的环烷基、碳原子数为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、吡啶酮骨架、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、蒾骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、芘骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并咪唑骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0122] 此外,在使用荧光发光物质作为发光层113的客体材料的情况下,作为主体材料,优选使用具有蒽骨架的材料。通过将具有蒽骨架的物质,可以实现发光效率及耐久性都良好的发光层。作为具有蒽骨架的物质,具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物质在化学上稳定,所以是优选的。

[0123] 此外,在主体材料具有咪唑骨架的情况下,空穴的注入/传输性得到提高,所以是优选的,尤其是,在包含苯环稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,空穴容易注入,所以是更优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。

[0124] 因此,进一步优选用作主体材料的物质是具有9,10-二苯基蒽骨架及咪唑骨架(或者苯并咪唑骨架或二苯并咪唑骨架)的双方的物质。注意,从上述空穴注入/传输性提高的观点来看,也可以使用苯并芴骨架或二苯并芴骨架代替咪唑骨架。作为这种物质的例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-蒽-9-基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)等。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0125] 此外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混

合电子传输性材料和空穴传输性材料。通过混合电子传输性材料和空穴传输性材料,可以使发光层113的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。空穴传输性材料和电子传输性材料的含量的重量比例为1:19至19:1即可。

[0126] 如上所述,在主体材料是混合多种物质的材料的情况下,作为上述混合的材料的一部分,可以使用磷光发光物质。磷光发光物质在作为发光中心材料使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量供体。

[0127] 此外,也可以使用这些混合了的材料形成激基复合物。通过以形成发射与发光材料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方式选择混合材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。此外,通过采用该结构可以降低驱动电压,因此是优选的。

[0128] 注意,形成激基复合物的材料的至少一个可以为磷光发光物质。此时,可以高效地将三重激发能经反系间窜越转换为单重激发能。

[0129] 关于形成激基复合物的材料的组合,空穴传输性材料的HOMO能级优选为电子传输性材料的HOMO能级以上。此外,空穴传输性材料的LUMO能级优选为电子传输性材料的LUMO能级以上。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安法(CV)测量测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0130] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对空穴传输性材料的发射光谱、电子传输性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,对空穴传输性材料的瞬态光致发光(PL)、电子传输性材料的瞬态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,与对空穴传输性材料的瞬态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。

[0131] <电子传输层>

电子传输层114是将从第二电极102注入的电子传输到发光层113的层,并与发光层113接触。电子传输层114是包括电子传输性材料的层。用于电子传输层114的电子传输性材料优选使用具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。另外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,可以使用上述以外的物质。另外,电子传输层114也可以使用电子传输性材料及碱金属或碱土金属的有机配合物。此时,作为电子传输性材料优选使用HOMO能级为-6.0eV以上的电子传输性材料。此外,作为HOMO能级为-6.0eV以上的电子传输性材料,电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率优选为 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $1 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。

[0132] 此外,作为HOMO能级为-6.0eV以上的电子传输性材料,例如优选具有蒽骨架的有机化合物,具有蒽骨架及杂环骨架的有机化合物等。因此,优选使用本发明的一个方式的喹啉衍生物作为电子传输性材料。除此之外,可以将可用于上述主体材料的电子传输性材料的一部分以及作为可以与上述荧光发光物质组合而用于主体材料的材料举出的物质用于电子传输层114。

[0133] 此外,作为碱金属或碱土金属的有机配合物,优选使用锂的有机金属配合物配合物,尤其优选8-羟基喹啉锂(简称:Liq)。

[0134] 此外,优选用于电子传输层114的HOMO能级为-6.0eV以上的电子传输性材料的电子迁移率(电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率)低于用于发光层113的主体材料的电子迁移率。通过降低电子传输层中的电子的传输性可以控制向发光层的电子的注入量,由此可以防止发光层变成电子过多的状态。

[0135] 此外,在电子传输层114包含碱金属或碱土金属的有机金属配合物时,优选由上述物质的含量不同的两层以上构成,尤其优选采用与发光层界面的上述物质的含量多的结构。

[0136] <电子注入层>

电子注入层115是用来提高从第二电极(阴极)102注入电子的效率的层,优选使用第二电极(阴极)102的材料的功函数的值与用于电子注入层115的材料的LUMO能级的值之差小(0.5eV以下)的材料。因此,作为电子注入层115,可以使用锂、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶合锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO_x)、碳酸铯等碱金属、碱土金属或者它们的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF₃)等稀土金属化合物。

[0137] 此外,如图1B所示的发光器件那样,通过在两个EL层(103a、103b)之间设置电荷产生层104,可以具有多个EL层层叠在一对电极之间的结构(也称为串联结构)。注意,在本实施方式中,图1A所说明的空穴注入层(111)、空穴传输层(112)、发光层(113)、电子传输层(114)和电子注入层(115)各自的功能及材料是与图1B所说明的空穴注入层(111a、111b)、空穴传输层(112a、112b)、发光层(113a、113b)、电子传输层(114a、114b)和电子注入层(115a、115b)相同的。

[0138] <电荷产生层>

在图1B所示的发光器件中,电荷产生层104具有如下功能:当第一电极101(阳极)和第二电极102(阴极)之间被施加电压时,对阳极的第一电极101侧的EL层103a注入电子且对阴极的第二电极102侧的EL层103b注入空穴的功能。电荷产生层104既可以具有对空穴传输性材料添加电子受体(受体)的结构(P型层),也可以具有对电子传输性材料添加电子给体(供体)的结构(N型层)。或者,也可以层叠有这两种结构。此外,也可以组合上述P型层与后述电子中继层及电子缓冲层中的一个或两个。另外,通过使用上述材料形成电荷产生层104,可以抑制层叠EL层时的驱动电压的增大。

[0139] 在电荷产生层104具有对空穴传输性材料添加电子受体的结构(P型层)的情况下,作为空穴传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。另外,作为电子受体,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌等。另外,可以举出属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,可以举出氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰、氧化镧等。

[0140] 在电荷产生层104具有对电子传输性材料添加电子给体的结构(N型层)的情况下,作为电子传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。另外,作为电子给体,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属或属于元素周期表中第2族、第13族的金属及它们的氧化物或碳酸

盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)等有机化合物用作电子给体。

[0141] 上述优选与P型层组合的电子中继层设置在电子注入缓冲层与P型层之间,由此起到防止电子注入缓冲层和P型层的相互作用,并顺利地传递电子。此外,电子中继层优选包含电子传输性材料,优选将电子中继层所包含的电子传输性材料的LUMO能级设定在P型层中的电子接收性物质的LUMO能级与电子缓冲层所包含的物质的LUMO能级之间。具体而言,电子中继层中的电子传输性材料的LUMO能级优选为-5.0eV以上,更优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。此外,作为电子中继层中的电子传输性材料,优选使用酞菁类材料或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。

[0142] 电子注入缓冲层可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))等电子注入性高的物质。

[0143] 此外,在电子注入缓冲层包含电子传输性材料及电子供体性物质的情况下,作为电子供体性物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫萘并萘(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。此外,作为电子传输性材料,可以使用与上面所说明的用于电子传输层的材料同样的材料形成。

[0144] 虽然图1B示出层叠有两个EL层103的发光器件的结构,但是通过在不同的EL层之间设置电荷产生层可以使其成为三个以上的EL层的叠层结构。

[0145] 此外,可以使用上述电荷产生层代替上述电子注入层。在此情况下,优选从阳极一侧依次层叠电子注入缓冲层、电子中继层及P型层。

[0146] <衬底>

本实施方式所示的发光器件可以形成在各种衬底上。注意,对衬底的种类没有特定的限制。作为该衬底的例子,可以举出半导体衬底(例如,单晶衬底或硅衬底)、SOI衬底、玻璃衬底、石英衬底、塑料衬底、金属衬底、不锈钢衬底、包含不锈钢箔的衬底、钨衬底、包含钨箔的衬底、柔性衬底、贴合薄膜、包含纤维状材料的纸或基材薄膜等。

[0147] 作为玻璃衬底的例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等,可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)为代表的塑料、丙烯酸树脂等合成树脂、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、聚氯乙烯、聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺树脂、环氧树脂、无机蒸镀薄膜、纸类等。

[0148] 另外,当制造本实施方式所示的发光器件时,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、喷涂法等)、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、纳米压印法等)等方法形成包括在发光器件的EL层中的功能层(空穴注入层(111、111a、111b)、空穴传输层(112、112a、112b)、发光层(113、113a、113b)、电

子传输层(114、114a、114b)、电子注入层(115、115a、115b)以及电荷产生层(104))。

[0149] 此外,本实施方式所示的构成发光器件的EL层(103、103a、103b)的各功能层(空穴注入层(111、111a、111b)、空穴传输层(112、112a、112b)、发光层(113、113a、113b、113c)、电子传输层(114、114a、114b)、电子注入层(115、115a、115b)以及电荷产生层(104、104a、104b))的材料不局限于此,只要为可以满足各层的功能的材料就可以组合地使用。作为一个例子,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至4000)、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。

[0150] 具有如上那样的结构的用于本发明的一个实施方式的发光装置的发光器件可以为长寿命的发光器件。

[0151] 本实施方式所示的结构可以适当地与其他实施方式所示的结构组合而使用。

[0152] (实施方式3)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的发光装置。图2A所示的发光装置是第一衬底201上的晶体管(FET)202和发光器件(203R、203G、203B、203W)电连接而成的有源矩阵型发光装置,多个发光器件(203R、203G、203B、203W)共同使用EL层204,并且采用根据各发光器件的发光颜色分别调整了各发光器件的电极之间的光学距离的微腔结构。另外,采用从EL层204得到的发光穿过形成在第二衬底205上的滤色片(206R、206G、206B)射出的顶部发射型发光装置。

[0153] 在图2A所示的发光装置中,将第一电极207用作反射电极,并将第二电极208用作半透射-半反射电极。作为用来形成第一电极207及第二电极208的电极材料,可以参照其他实施方式而适当地使用。

[0154] 另外,在图2A中,例如,在以发光器件203R、发光器件203G、发光器件203B、发光器件203W分别作为红色发光器件、绿色发光器件、蓝色发光器件、白色发光器件的情况下,如图2B所示,将发光器件203R中的第一电极207与第二电极208之间的距离调整为光学距离200R,将发光器件203G中的第一电极207与第二电极208之间的距离调整为光学距离200G,并且将发光器件203B中的第一电极207与第二电极208之间的距离调整为光学距离200B。另外,如图2B所示,通过将导电层210R层叠在发光器件203R的第一电极207上,并将导电层210G层叠在发光器件203G的第一电极207上,可以进行光学调整。

[0155] 第二衬底205上形成有滤色片(206R、206G、206B)。滤色片使特定波长范围的可见光透过并遮阻特定波长范围的可见光。因此,如图2A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。另外,通过在与发光器件203G重叠的位置上设置只使绿色波长范围的光透过的滤色片206G,可以从发光器件203G得到绿色光。另外,通过在与发光器件203B重叠的位置上设置只使蓝色波长范围的光透过的滤色片206B,可以从发光器件203B得到蓝色光。但是,可以从发光器件203W得到白色光,而不设置滤色片。另外,也可以在各滤色片的端部设置有黑色层(黑矩阵)209。再者,滤色片(206R、206G、206B)或黑色层209也可以被由透明材料构成的保护层覆盖。

[0156] 虽然在图2A中示出在第二衬底205一侧取出光的结构(顶部发射型)的发光装置,

但是也可以采用如图2C所示那样在形成有FET202的第一衬底201一侧取出光的结构(底部发射型)的发光装置。在底部发射型发光装置中,将第一电极207用作半透射-半反射电极,并将第二电极208用作反射电极。另外,作为第一衬底201,至少使用具有透光性的衬底。另外,如图2C所示,将滤色片(206R'、206G'、206B')设置在比发光器件(203R、203G、203B)更靠近第一衬底201的一侧即可。

[0157] 另外,虽然在图2A中示出发光器件为红色发光器件、绿色发光器件、蓝色发光器件以及白色发光器件的情况,但是本发明的一个方式的发光器件不局限于该结构,也可以使用黄色发光器件或橙色发光器件。作为用来制造这些发光器件的EL层(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)的材料,可以参照其他实施方式而适当地使用。在此情况下,需要根据发光器件的发光颜色而适当地选择滤色片。

[0158] 通过采用上述结构,可以得到具备发射多个颜色的光的发光器件的发光装置。

[0159] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0160] (实施方式4)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的发光装置。

[0161] 通过采用本发明的一个方式的发光器件的元件结构,可以制造有源矩阵型发光装置或无源矩阵型发光装置。此外,有源矩阵型发光装置具有组合了发光器件和晶体管(FET)的结构。由此,无源矩阵型发光装置和有源矩阵型发光装置都包括在本发明的一个方式中。此外,可以将其他实施方式所示的发光器件应用于本实施方式所示的发光装置。

[0162] 在本实施方式中,参照图3说明有源矩阵型发光装置。

[0163] 图3A是发光装置的俯视图,图3B是沿着图3A中的点划线A-A'进行切割的截面图。有源矩阵型发光装置具有设置在第一衬底301上的像素部302、驱动电路部(源极线驱动电路)303以及驱动电路部(栅极线驱动电路)(304a、304b)。将像素部302及驱动电路部(303、304a、304b)用密封剂305密封在第一衬底301与第二衬底306之间。

[0164] 在第一衬底301上设置有引线307。引线307与作为外部输入端子的FPC308电连接。FPC308用来对驱动电路部(303、304a、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也可以安装有印刷电路板(PWB)。安装有这些FPC和PWB的状态也可以包括在发光装置的范畴内。

[0165] 接着,图3B示出截面结构。

[0166] 像素部302由具有FET(开关用FET)311、FET(电流控制用FET)312以及电连接于FET312的第一电极313的多个像素构成。对各像素所具有的FET的个数没有特别的限制,而根据需要适当地设置即可。

[0167] 对FET309、310、311、312没有特别的限制,例如可以采用交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,也可以采用顶栅型或底栅型等的晶体管结构。

[0168] 此外,对可用于上述FET309、310、311、312的半导体的结晶性没有特别的限制,可以使用非晶半导体和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)中的任一个。通过使用具有结晶性的半导体,可以抑制晶体管特性的劣化,所以是优选的。

[0169] 作为上述半导体,例如可以使用第14族元素、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体等。典型地是,可以使用包含硅的半导体、包含砷化镓的半导体或包含铟的氧化物半

导体等。

[0170] 驱动电路部303包括FET309及FET310。驱动电路部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。

[0171] 第一电极313的端部由绝缘物314覆盖。绝缘物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、氮化硅、氮化硅等无机化合物。绝缘物314的上端部或下端部优选有具有曲率的曲面。由此,可以使形成在绝缘物314上的膜具有良好的覆盖性。

[0172] 在第一电极313上层叠有EL层315及第二电极316。EL层315具有发光层、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。

[0173] 作为本实施方式所示的发光器件317的结构,可以应用其他实施方式所示的结构或材料。虽然在此未图示,但是第二电极316与作为外部输入端子的FPC308电连接。

[0174] 虽然在图3B所示的截面图中仅示出一个发光器件317,但是,在像素部302中多个发光器件被配置为矩阵状。通过在像素部302中分别选择性地形成能够得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光器件,可以形成能够进行全彩色显示的发光装置。此外,除了可以得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光器件以外,例如也可以形成能够得到白色(W)、黄色(Y)、品红色(M)、青色(C)等颜色的发光的发光器件。例如,通过对能够得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光器件追加能够得到上述多种发光的发光器件,可以获得色纯度的提高、耗电量的降低等效果。此外,也可以通过与滤色片组合来实现能够进行全彩色显示的发光装置。作为滤色片的种类,可以使用红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)、青色(C)、品红色(M)、黄色(Y)等。

[0175] 通过使用密封剂305将第二衬底306与第一衬底301贴合在一起,使第一衬底301上的FET(309、310、311、312)和发光器件317位于由第一衬底301、第二衬底306和密封剂305围绕的空间318。此外,空间318可以填充有惰性气体(如氮气或氩气等),也可以填充有有机物(包括密封剂305)。

[0176] 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。此外,第二衬底306可以使用与第一衬底301同样的材料。由此,可以使用其他实施方式所示的各种衬底。作为衬底,除了玻璃衬底和石英衬底之外,还可以使用由FRP(Fiber-Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF(polyvinyl fluoride:聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。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。

[0177] 如上所述,可以得到有源矩阵型发光装置。

[0178] 此外,当在柔性衬底上形成有源矩阵型发光装置时,可以在柔性衬底上直接形成FET及发光器件,也可以在具有剥离层的其他衬底上形成FET及发光器件之后通过施加热、力量、激光照射等使FET与发光器件在剥离层分离再将其转置于柔性衬底。此外,作为剥离层,例如可以使用钨膜及氧化硅膜的无机膜的叠层或聚酰亚胺等有机树脂膜等。此外,作为柔性衬底,除了可以形成晶体管的衬底之外,还可以举出纸衬底、玻璃纸衬底、芳族聚酰亚胺薄膜衬底、聚酰亚胺薄膜衬底、布衬底(包括天然纤维(丝、棉、麻)、合成纤维(尼龙、聚氨酯、聚酯)或再生纤维(醋酯纤维、铜氨纤维、人造纤维、再生聚酯)等)、皮革衬底、橡皮衬底等。通过使用这种衬底,可以实现良好的耐性及耐热性且轻量化及薄型化。

[0179] 本实施方式所示的结构可以适当地与其他实施方式所示的结构组合而使用。

[0180] (实施方式5)

在本实施方式中,对采用本发明的一个方式的发光器件或包括本发明的一个方式的发光器件的发光装置的各种电子设备及汽车的例子进行说明。注意,可以将发光装置主要用于本实施方式所说明的电子设备中的显示部。

[0181] 图4A至图4E所示的电子设备可以包括外壳7000、显示部7001、扬声器7003、LED灯7004、操作键7005(包括电源开关或操作开关)、连接端子7006、传感器7007(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)、麦克风7008等。

[0182] 图4A示出移动计算机,该移动计算机除了上述以外还可以包括开关7009、红外端口7010等。

[0183] 图4B示出具备记录媒体的便携式图像再现装置(例如DVD再现装置),该便携式图像再现装置除了上述以外还可以包括第二显示部7002、记录介质读取部7011等。

[0184] 图4C示出具有电视接收功能的数码相机,该数码相机除了上述以外还可以包括天线7014、快门按钮7015、图像接收部7016等。

[0185] 图4D示出便携式信息终端。便携式信息终端具有将信息显示在显示部7001的三个以上的面上的功能。在此,示出信息7052、信息7053、信息7054分别显示于不同的面上的例子。例如,在将便携式信息终端放在上衣口袋里的状态下,使用者能够确认显示在从便携式信息终端的上方看到的位置上的信息7053。使用者可以确认显示而无需从口袋里拿出便携式信息终端,能够判断是否接电话。

[0186] 图4E示出便携式信息终端(包括智能手机),该便携式信息终端可以在外壳7000中包括显示部7001、操作键7005等。便携式信息终端也可以设置有扬声器7003、连接端子7006、传感器7007等。另外,便携式信息终端可以将文字或图像信息显示在其多个面上。在此,示出三个图标7050的例子。另外,可以将由虚线矩形表示的信息7051显示在显示部7001的另一个面上。作为信息7051的例子,可以举出提示收到来自电子邮件、SNS(Social Networking Services:社交网络服务)或电话等的信息;电子邮件或SNS等的标题;电子邮件或SNS等的发送者姓名;日期;时间;电池余量;以及天线接收信号强度等。或者,可以在显示有信息7051的位置上显示图标7050等。

[0187] 图4F是大型电视装置(也称为电视机或电视接收器),可以包括外壳7000、显示部7001等。另外,在此示出由支架7018支撑外壳7000的结构。另外,通过利用另外提供的遥控操作机7111等可以进行电视装置的操作。另外,显示部7001也可以具备触摸传感器,通过用手指等触摸显示部7001可以进行操作。遥控操作机7111也可以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,可以进行频道及音量的操作,并可以对显示在显示部7001上的图像进行操作。

[0188] 图4A至图4F所示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;触摸面板功能;显示日历、日期或时刻等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;无线通信功能;通过利用无线通信功能来连接到各种计算机网络的功能;通过利用无线通信功能进行各种数据的发

送或接收的功能;读出储存在记录介质中的程序或数据来将其显示在显示部上的功能等。此外,包括多个显示部的电子设备可以具有在一个显示部主要显示图像信息而在另一个显示部主要显示文本信息的功能,或者具有通过将考虑了视差的图像显示于多个显示部上来显示三维图像的功能等。再者,在具有图像接收部的电子设备中,可以具有如下功能:拍摄静态图像的功能;拍摄动态图像的功能;对所拍摄的图像进行自动或手动校正的功能;将所拍摄的图像储存在记录介质(外部或内置于相机)中的功能;将所拍摄的图像显示在显示部的功能等。注意,图4A至图4F所示的电子设备可具有的功能不局限于上述功能,而可以具有各种功能。

[0189] 图4G是手表型便携式信息终端,例如可以被用作智能手表。该手表型便携式信息终端包括外壳7000、显示部7001、操作按钮7022、7023、连接端子7024、表带7025、麦克风7026、传感器7029、扬声器7030等。显示部7001的显示面弯曲,因此能够沿着弯曲的显示面进行显示。此外,该手表型便携式信息终端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。此外,通过利用连接端子7024,可以与其他信息终端进行数据传输或进行充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0190] 安装在兼作框架(bezel)部分的外壳7000中的显示部7001具有非矩形状的显示区域。显示部7001可以显示表示时间的图标以及其他图标等。此外,显示部7001也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。

[0191] 图4G所示的智能手表可以具有各种功能。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;触摸面板功能;显示日历、日期或时刻等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;无线通信功能;通过利用无线通信功能来连接到各种计算机网络的功能;通过利用无线通信功能进行各种数据的发送或接收的功能;读出储存在记录介质中的程序或数据来将其显示在显示部上的功能等。

[0192] 外壳7000的内部可具有扬声器、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)、麦克风等。

[0193] 可以将本发明的一个方式的发光装置以及包括本发明的一个方式的发光器件的显示装置用于本实施方式中所示的电子设备的各显示部,由此可以实现长使用寿命的电子设备。

[0194] 作为使用发光装置的电子设备,可以举出图5A至图5C所示的能够折叠的便携式信息终端。图5A示出展开状态的便携式信息终端9310。图5B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的中途的状态的便携式信息终端9310。图5C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310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。

[0195] 显示部9311由通过铰链9313连接的三个外壳9315来支撑。此外,显示部9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。此外,显示部9311通过铰链9313使两个外壳9315之间弯折,由此可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部9311。另外,可以实现长使用寿命的电子设备。显示部9311中的显示区域9312是位于折叠状态的便携式信息终端9310的侧面的显示区域。在显示区域9312中可以显示信息图标或者使用频率高的应用软件或程序

的快捷方式等,能够顺利地进行信息的确认或应用程序的启动。

[0196] 图6A及图6B示出使用发光装置的汽车。就是说,可以与汽车一体地形成发光装置。具体而言,可以用于图6A所示的汽车的外侧的灯5101(包括车身后部)、轮胎的轮毂5102、车门5103的一部分或整体等。另外,可以用于图6B所示的汽车内侧的显示部5104、方向盘5105、变速杆5106、座位5107、内部后视镜5108等。除此之外,也可以用于玻璃窗的一部分5109。

[0197] 如上所述,可以得到使用本发明的一个方式的发光装置及显示装置的电子设备或汽车。此时,可以实现长使用寿命的电子设备。能够使用的电子设备或汽车不局限于在本实施方式中示出的电子设备或汽车,在各种领域可以应用。

[0198] 注意,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0199] (实施方式6)

在本实施方式中,参照图7说明应用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件而制造的照明装置的结构。

[0200] 图7A和图7B示出照明装置的截面图的例子。图7A是在衬底一侧提取光的底部发射型照明装置,而图7B是在密封衬底一侧提取光的顶部发射型照明装置。

[0201] 图7A所示的照明装置4000在衬底4001上包括发光器件4002。另外,照明装置4000在衬底4001的外侧包括具有凹凸的衬底4003。发光器件4002包括第一电极4004、EL层4005以及第二电极4006。

[0202] 第一电极4004与电极4007电连接,第二电极4006与电极4008电连接。另外,也可以设置与第一电极4004电连接的辅助布线4009。此外,在辅助布线4009上形成有绝缘层4010。

[0203] 衬底4001与密封衬底4011由密封剂4012粘合。另外,优选在密封衬底4011与发光器件4002之间设置有干燥剂4013。由于衬底4003具有如图7A所示那样的凹凸,因此可以提高在发光器件4002中产生的光的提取效率。

[0204] 图7B所示的照明装置4200在衬底4201上包括发光器件4202。发光器件4202包括第一电极4204、EL层4205以及第二电极4206。

[0205] 第一电极4204与电极4207电连接,第二电极4206与电极4208电连接。另外,也可以设置与第二电极4206电连接的辅助布线4209。另外,也可以在辅助布线4209下设置绝缘层4210。

[0206] 衬底4201与具有凹凸的密封衬底4211由密封剂4212粘合。另外,也可以在密封衬底4211与发光器件4202之间设置阻挡膜4213及平坦化膜4214。由于密封衬底4211具有如图7B所示那样的凹凸,因此可以提高在发光器件4202中产生的光的提取效率。

[0207] 作为上述照明装置的应用例子,可以举出室内照明的天花射灯。作为天花射灯,有天花安装型灯或天花嵌入型灯等。这种照明装置可以由发光装置与外壳或覆盖物的组合构成。

[0208] 除此以外,也可以应用于能够照射地面上以提高安全性的脚灯等。例如,能够将脚灯有效地利用于卧室、楼梯或通路等。在此情况下,可以根据房间的尺寸或结构而适当地改变其尺寸或形状。另外,也可以组合发光装置和支撑台构成安装型照明装置。

[0209] 另外,也可以应用于薄膜状照明装置(片状照明)。因为将片状照明贴在墙上而使

用,所以节省空间而可以应用于各种用途。另外,容易实现大面积化。另外,也可以将其贴在具有曲面的墙或外壳上。

[0210] 通过将本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件用于上述以外的室内家具的一部分,可以提供具有家具的功能的照明装置。

[0211] 如上所述,可以得到使用发光装置的各种各样的照明装置。另外,这种照明装置包括在本发明的一个方式中。

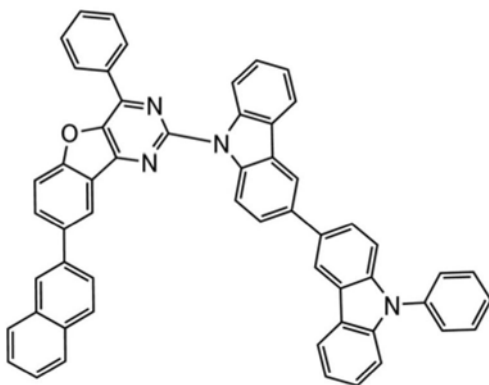
[0212] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[实施例1]

[0213] <<合成例子1>>

在本实施例中,说明由实施方式1的结构式(100)表示的本发明的一个方式的有机化合物8-(2-萘基)-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶(简称:4Ph-8βN-2PCCzBfpm)的合成方法。以下示出4Ph-8βN-2PCCzBfpm的结构。

[0214] [化学式17]



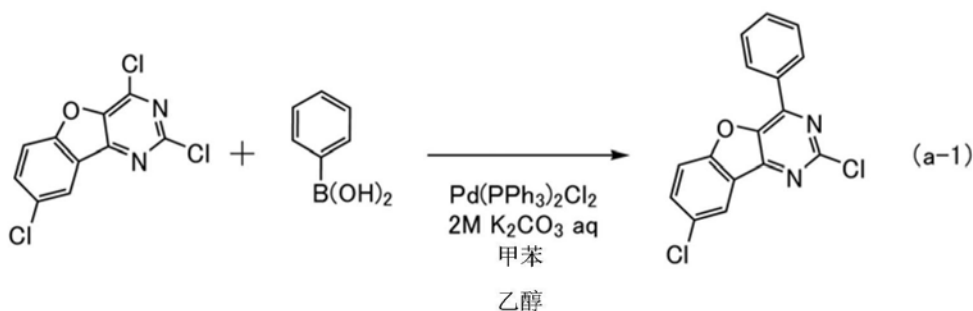
4Ph-8βN-2PCCzBfpm
(100)

[0215] <步骤1;2,8-二氯-4-苯基[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶的合成>

将10g (37mmol)的2,4,8-三氯[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶、4.5g (371mmol)的苯基硼酸、37mL的2M碳酸钾水溶液、180mL的甲苯、18mL的乙醇放入500mL的三口烧瓶中,进行脱气,用氮气置换烧瓶内的空气。对该混合物加入1.3g (1.8mmol)的双(三苯基膦)二氯化钨(II),以80℃搅拌16小时。

[0216] 经过指定时间之后,浓缩所得到的反应混合物,添加水并进行抽滤。使用乙醇对所得到的滤渣进行洗涤,而得到固体。将该固体溶解于甲苯,通过依次层叠硅藻土、矾土、硅藻土而成的过滤剂进行抽滤。浓缩所得到的滤液,以91%的收率得到11g的目的物的白色固体。下述式子(a-1)示出步骤1的合成方案。

[0217] [化学式18]

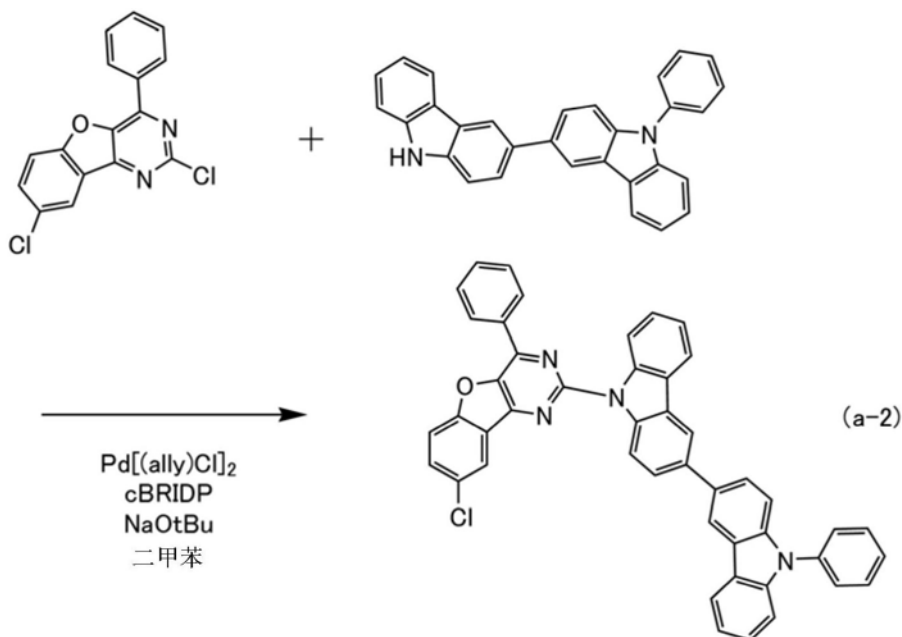


[0218] <步骤2;8-氯-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咪唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶的合成>

接着,将5.0g (16mmol)的通过步骤1得到的2,8-二氯-4-苯基[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶、6.5g (16mmol)的9-苯基-3,3'-联-9H-咪唑、3.1g (32mmol)的叔丁醇钠以及150mL的二甲苯放在300mL三口烧瓶中,用氮气置换烧瓶内的空气。其中加入224mg (0.64mmol)的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙)膦(简称:cBRIDP)以及58mg (0.16mmol)的氯化烯丙基钯(II)二聚物,以90℃搅拌7小时。

[0219] 对所得到的反应混合物添加水,使用甲苯对水层进行萃取。将所得到的萃取溶液和有机层合并,使用饱和食盐水进行洗涤,对有机层添加无水硫酸镁以进行干燥。对所得到的混合物进行重力过滤,浓缩滤液以得到固体。通过硅胶柱色谱法对该固体进行精炼。作为展开溶剂,使用甲苯:己烷=1:1的混合溶剂。浓缩所得到的馏分,以50%的收率得到5.5g的目的物的黄色固体。下述式子(a-2)示出步骤2的合成方案。

[0220] [化学式19]



[0221] <步骤3;4Ph-8βN-2PCCzBfpm的合成>

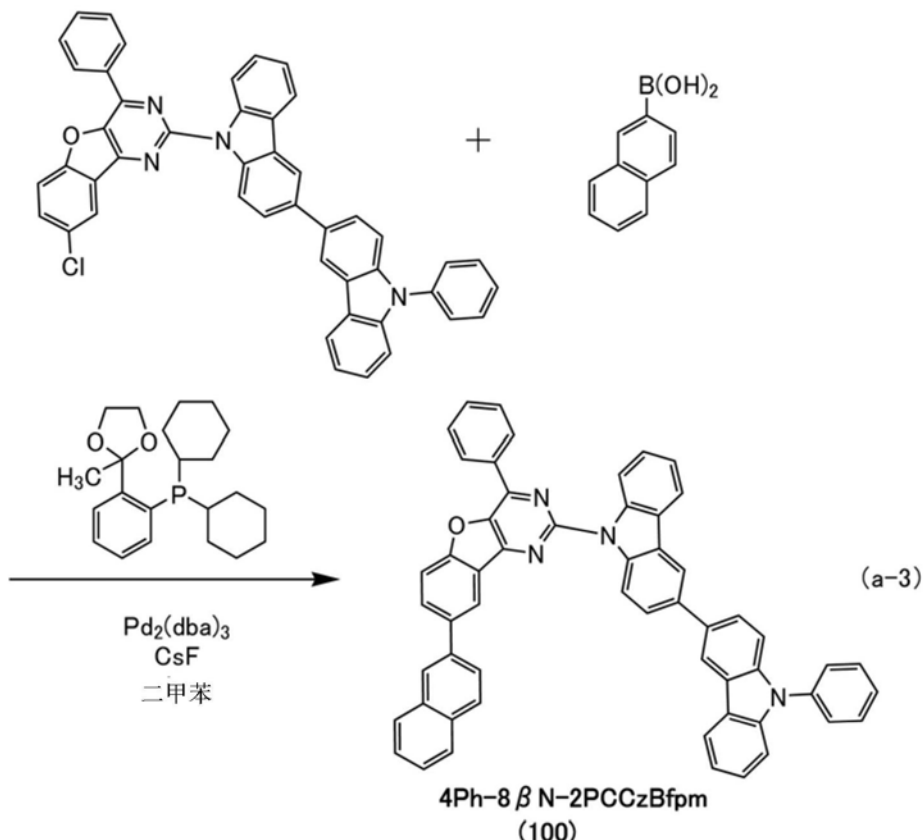
接着,将2.3g (3.3mmol)的通过上述步骤2得到的8-氯-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咪唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶、0.62g (3.6mmol)的2-萘基硼酸、1.5g (9.81mmol)的氟化铯以及35mL的二甲苯放在三口烧瓶中,用氮置换烧瓶内的空气。

[0222] 将该混合物的温度上升到60℃,其中加入60mg (0.065mmol)的三(二亚苄基丙酮)

二钯(0)及79mg (0.2mmol)的2'-(二环己基膦)苯乙酮缩乙二醇,以100℃加热并搅拌13.5小时。再者,其中加入30mg (0.032mmol)的三(二亚苄基丙酮)二钯(0)及39mg (0.095mmol)的2'-(二环己基膦)苯乙酮缩乙二醇,以110℃加热并搅拌7小时,并且以120℃加热并搅拌7小时。

[0223] 对所得到的固体添加水并进行抽滤,使用乙醇对滤渣进行洗涤。将该固体溶解于加热甲苯,通过依次层叠硅藻土、矾土、硅藻土而成的过滤剂进行抽滤。浓缩所得到的滤液,以74%的收率得到1.84g的目的物的黄色固体。下述式子(a-3)示出步骤3的合成方案。

[0224] [化学式20]



[0225] 通过梯度升华法,使0.99g的所得到的黄色固体升华纯化。升华纯化在压力为 1×10^{-2} Pa、加热温度为380℃的条件下对固体进行加热。升华纯化后,以72%的收率获得0.72g的目的物的黄色固体。通过梯度升华法进一步使0.72g的该黄色固体升华纯化。升华纯化在压力为2.36Pa、加热温度为385℃的条件下进行。升华纯化后,以85%的收率获得0.58g的目的物的黄色固体。

[0226] 以下示出上述步骤3中得到的黄色固体的利用核磁共振波谱法($^1\text{H-NMR}$)的分析结果。图8示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由这结果可知,在本实施例中,得到由上述结构式(100)表示的本发明的一个方式的有机化合物4Ph-8βN-2PCCzBfpm。

[0227] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.34 (t, 1H), 7.44-7.69 (m, 13H), 7.73 (t, 2H), 7.86 (dd, 1H), 7.89-8.04 (m, 6H), 8.14 (dd, 1H), 8.23 (s, 1H), 8.26 (t, 2H), 8.46 (d, 1H), 8.54 (d, 1H), 8.73 (d, 1H), 8.82 (d, 2H), 9.01 (d, 1H), 9.06 (d, 1H).

[0228] <<4Ph-8βN-2PCCzBfpm的物性>>

接着,测量4Ph-8βN-2PCCzBfpm的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简称为“吸

收光谱”)及发射光谱。

[0229] 使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)测量吸收光谱。此外,使用荧光光度计(日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量发射光谱。图9示出所得到的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度。

[0230] 从图9的结果可知,4Ph-8βN-2PCCzBfpm的甲苯溶液在394nm及304nm附近具有吸收峰值,并且在510nm(激发波长为345nm)附近具有发光波长的峰值。

[0231] 接着,测量4Ph-8βN-2PCCzBfpm的固体薄膜的吸收光谱及发射光谱。在固体薄膜的吸收光谱的测量中,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法制造的固体薄膜,并且使用紫外可见分光光度计(日本日立高新技术公司制造的U4100型)。此外,在固体薄膜的发射光谱的测量中,使用与上述同样的固体薄膜,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)。图10示出所得到的固体薄膜的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度及发光强度。

[0232] 从图10可知,4Ph-8βN-2PCCzBfpm的固体薄膜在401nm及307nm附近具有吸收峰值,在525nm(激发波长为400nm)附近具有发光波长的峰值。

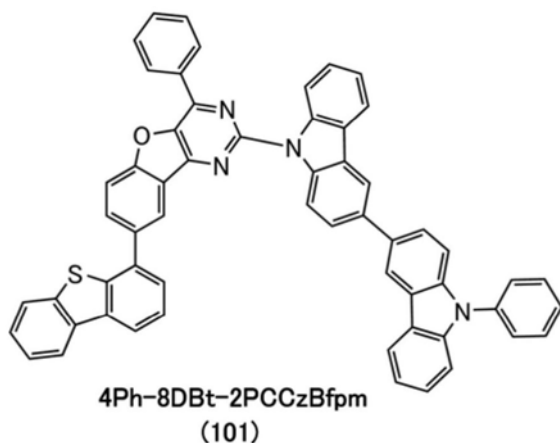
[0233] 可知本发明的一个方式的有机化合物4Ph-8βN-2PCCzBfpm是具有高T1能级且适合于在绿色至红色附近的区域发光的磷光材料(客体材料)的主体材料。注意,还可以将本发明的一个方式的有机化合物4Ph-8βN-2PCCzBfpm用作可见区域的磷光发光物质的主体材料或发光物质。

[实施例2]

[0234] <<合成例子2>>

在本实施例中,说明由实施方式1的结构式(101)表示的本发明的一个方式的有机化合物8-(二苯并噻吩-4-基)-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶(简称:4Ph-8DBt-2PCCzBfpm)的合成方法。以下示出4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的结构。

[0235] [化学式21]



[0236] <4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的合成>

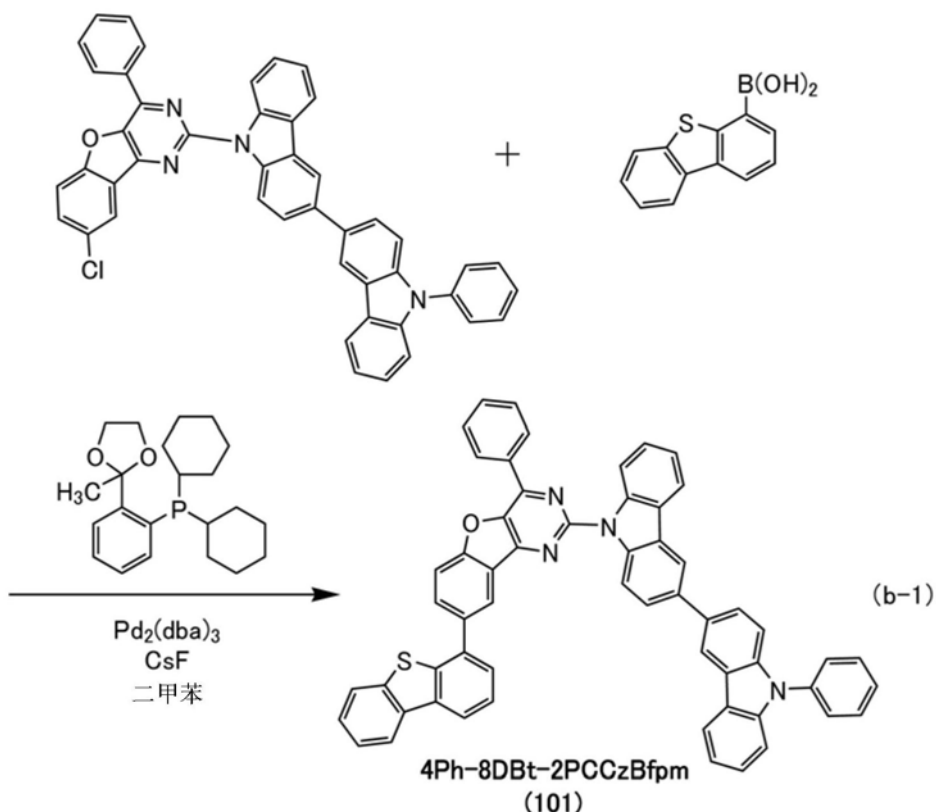
首先,将2.25g(3.3mmol)的通过实施例1的步骤2得到的8-氯-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶、0.82g(3.6mmol)的4-二苯并噻吩硼酸、1.5g(9.8mmol)的氟化铯以及35mL的二甲苯放在三口烧瓶中,用氮气置换烧瓶内的

空气。

[0237] 将该混合物的温度上升到60℃,其中加入60mg (0.065mmol) 的三(二亚苄基丙酮)二钯(0)及77mg (0.2mmol) 的2'-(二环己基膦)苯乙酮缩乙二醇,以100℃加热并搅拌16小时。再者,其中加入30mg (0.032mmol) 的三(二亚苄基丙酮)二钯(0)及36mg (0.1mmol) 的2'-(二环己基膦)苯乙酮缩乙二醇,以110℃加热并搅拌7小时,并且以120℃加热并搅拌7小时。

[0238] 对所得到的反应物添加水并进行抽滤,使用乙醇对滤渣进行洗涤。将该固体溶解于甲苯,通过依次层叠硅藻土、矾土、硅藻土而成的过滤剂进行抽滤。浓缩所得到的滤液,使用甲苯进行重结晶,以68%的收率得到1.87g的目的物的黄色固体。下述式子(b-1)示出合成方案。

[0239] [化学式22]



[0240] 通过梯度升华法,使0.90g的所得到的黄色固体升华纯化。升华纯化在压力为 1.58×10^{-2} Pa、加热温度400℃的条件下对固体进行加热。升华纯化后,以86%的收率获得0.78g的目的物的黄色固体。

[0241] 以下示出上述反应中得到的黄色固体的利用核磁共振波谱法($^1\text{H-NMR}$)的分析结果。图11示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由这结果可知,在本实施例中,得到由上述结构式(101)表示的本发明的一个方式的有机化合物4Ph-8DBt-2PCCzBfpm。

[0242] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.33 (t, 1H), 7.41-7.53 (m, 7H), 7.59 (t, 1H), 7.62-7.70 (m, 7H), 7.72-7.75 (m, 2H), 7.83 (dd, 1H), 7.87 (dd, 1H), 7.93-7.95 (m, 2H), 8.17 (dd, 1H), 8.23-8.26 (m, 4H), 8.44 (d, 1H), 8.52 (d, 1H), 8.75 (d, 1H), 8.2 (d, 2H), 9.02 (d, 1H), 9.07 (d, 1H).

[0243] <<4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的物性>>

接着,测量4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简称为“吸收光谱”)及发射光谱。

[0244] 使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)测量吸收光谱。此外,使用荧光光度计(日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量发射光谱。图12示出所得到的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度。

[0245] 从图12的结果可知,4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的甲苯溶液在403nm及304nm附近具有吸收峰值,并且在525nm(激发波长为345nm)附近具有发光波长的峰值。

[0246] 接着,测量4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的固体薄膜的吸收光谱及发射光谱。在固体薄膜的吸收光谱的测量中,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法制造的固体薄膜,并且使用紫外可见分光光度计(日本日立高新技术公司制造的U4100型)。此外,在固体薄膜的发射光谱的测量中,使用与上述同样的固体薄膜,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)。图13示出所得到的固体薄膜的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度及发光强度。

[0247] 从图13可知,4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的固体薄膜在404nm及308nm附近具有吸收峰值,并且在534nm(激发波长为400nm)附近具有发光波长的峰值。

[0248] 可以说,本发明的一个方式的有机化合物4Ph-8DBt-2PCCzBfpm具有高T1能级,适合于在绿色至红色附近发光的磷光材料(客体材料)的主体材料。注意,还可以将本发明的一个方式的有机化合物4Ph-8DBt-2PCCzBfpm用作可见区域的磷光发光物质的主体材料或发光物质。

[实施例3]

[0249] 在本实施例中,说明作为本发明的一个方式的发光器件的发光器件1、发光器件2以及比较发光器件3的元件结构、制造方法及特性。发光器件1的发光层包含实施例1中说明的8-(2-萘基)-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶(简称:4Ph-8βN-2PCCzBfpm)(结构式(100))及客体材料(磷光发光材料)的双[2-(2-吡啶基-κN²)苯基-κC][2-(4-苯基-2-吡啶基-κN²)苯基-κC]铱(III)(简称:[Ir(ppy)₂(4dppy)]),发光器件2的发光层包含实施例2中说明的8-(二苯并噻吩-4-基)-4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)-[1]苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶(简称:4Ph-8DBt-2PCCzBfpm)(结构式(101))及客体材料的[Ir(ppy)₂(4dppy)],并且比较发光器件3包含用来比较的将4-苯基-2-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)苯并咪唑并[3,2-d]嘧啶(简称:4Ph-2PCCzBfpm)及客体材料的[Ir(ppy)₂(4dppy)]。图14示出本实施例中使用的发光器件的元件结构,表1示出具体结构。另外,以下示出本实施例中使用的材料的化学式。

[0250] [表1]

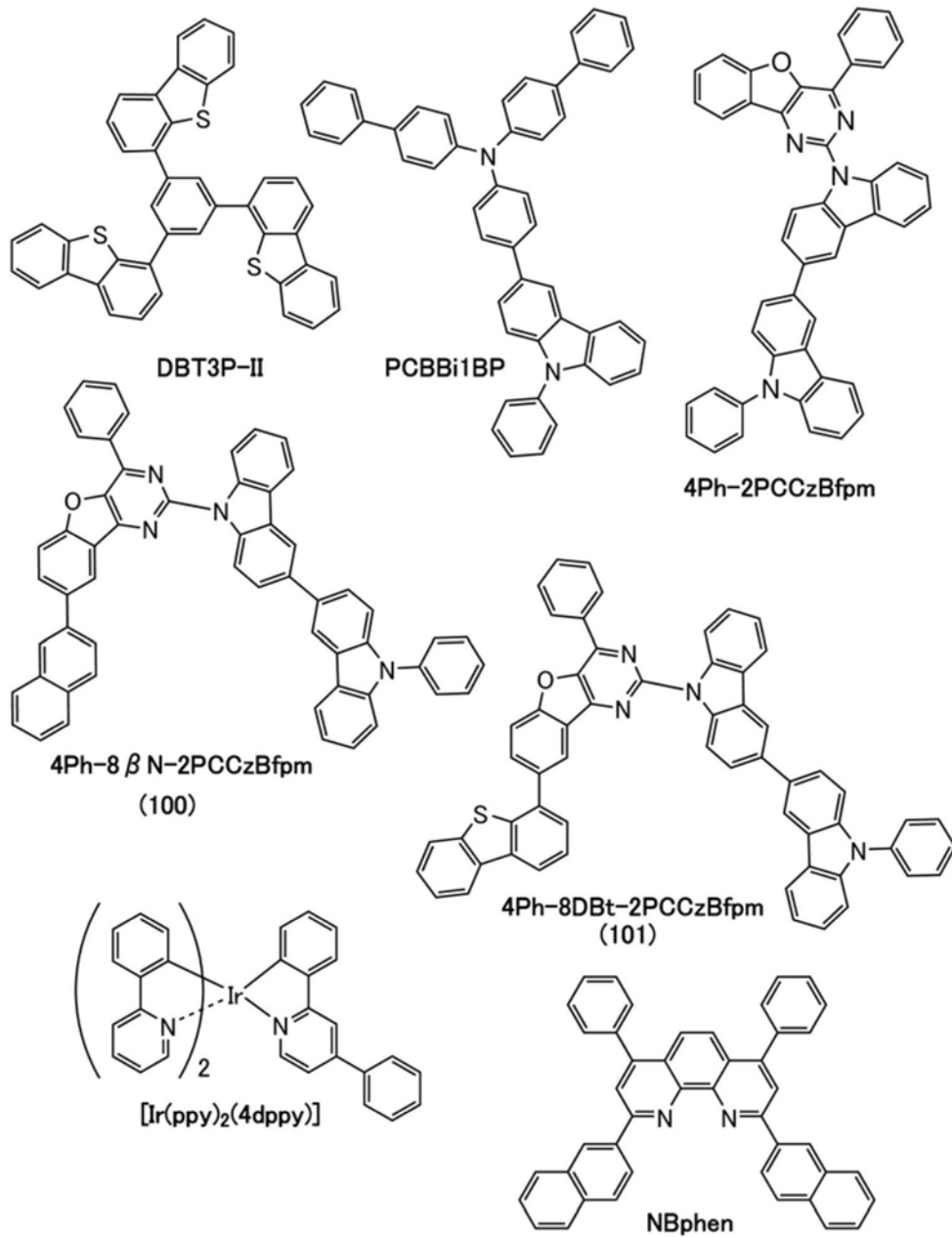
	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
发光器件 1	ITSO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 50nm)	PCBBi1BP (20nm)	*	4Ph-8βN-2PCCzBfpm (20nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
发光器件 2	ITSO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 50nm)	PCBBi1BP (20nm)	**	4Ph-8DBt-2PCCzBfpm (20nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光器件 3	ITSO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 50nm)	PCBBi1BP (20nm)	***	4Ph-2PCCzBfpm (20nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

*4Ph-8βN-2PCCzBfpm: [Ir (ppy)₂(4dppy)] (1:0.1 40nm)

**4Ph-8DBt-2PCCzBfpm: [Ir (ppy)₂(4dppy)] (1:0.1 40nm)

***4Ph-2PCCzBfpm: [Ir (ppy)₂(4dppy)] (1:0.1 40nm)

[0251] [化学式23]



[0252] <<发光器件的制造>>

如图14所示,本实施例所示的发光器件具有如下结构:在形成在衬底900上的第一电极901上依次层叠有空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914以及电子注入层915,且在电子注入层915上层叠有第二电极903。

[0253] 首先,在衬底900上形成第一电极901。电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。另外,作为衬底900使用玻璃衬底。第一电极901通过利用溅射法形成厚度为70nm的包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO)而形成。

[0254] 在此,作为预处理,利用水对衬底表面进行洗涤,在 200°C 的温度下焙烧1小时,然后进行UV臭氧处理370秒。然后,将衬底放入其内部被减压到 $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 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°C 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。

[0255] 接着,在第一电极901上形成空穴注入层911。在真空蒸镀装置内被减压到 1×10^{-4}

⁴Pa之后,将4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=2:1(质量比)且厚度为50nm的方式共蒸镀,以形成空穴注入层911。

[0256] 接着,在空穴注入层911上形成空穴传输层912。以厚度为20nm的方式蒸镀4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP),以形成空穴传输层912。

[0257] 接着,在空穴传输层912上形成发光层913。

[0258] 在发光器件1的发光层913中,除了4Ph-8βN-2PCCzBfpm以外,作为客体材料(磷光发光材料)使用双[2-(2-吡啶基-κN²)苯基-κC][2-(4-苯基-2-吡啶基-κN²)苯基-κC]铱(III)(简称:[Ir(ppy)₂(4dppy)]),将其以重量比为4Ph-8βN-2PCCzBfpm:[Ir(ppy)₂(4dppy)]=1:0.1的方式共蒸镀。另外,将厚度设定为40nm。在发光器件2的发光层913中,除了4Ph-8DBt-2PCCzBfpm以外,作为客体材料(磷光发光材料)使用[Ir(ppy)₂(4dppy)],将其以重量比为4Ph-8DBt-2PCCzBfpm:[Ir(ppy)₂(4dppy)]=1:0.1的方式共蒸镀。另外,将厚度设定为40nm。另外,在比较发光器件3的发光层913中,除了4Ph-2PCCzBfpm以外,作为客体材料(磷光发光材料)使用[Ir(ppy)₂(4dppy)],将其以重量比为4Ph-2PCCzBfpm:[Ir(ppy)₂(4dppy)]=1:0.1的方式共蒸镀。另外,将厚度设定为40nm。

[0259] 接着,在发光层913上形成电子传输层914。

[0260] 在发光器件1中,以4Ph-8βN-2PCCzBfpm的厚度为20nm且2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBphen)的厚度为15nm的方式依次进行蒸镀,来形成电子传输层914。在发光器件2中,以4Ph-8DBt-2PCCzBfpm的厚度为20nm且NBphen的厚度为15nm的方式依次进行蒸镀,来形成电子传输层914。在比较发光器件3中,以4Ph-2PCCzBfpm的厚度为20nm且NBphen的厚度为15nm的方式依次进行蒸镀,来形成电子传输层914。

[0261] 接着,在电子传输层914上形成电子注入层915。电子注入层915通过以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)而形成。

[0262] 接着,在电子注入层915上形成第二电极903。第二电极903通过以厚度为200nm的方式蒸镀铝而形成。在本实施例中,第二电极903被用作阴极。

[0263] 通过上述工序在衬底900上形成在一对电极之间夹有EL层的发光器件。另外,上述工序中说明的空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914以及电子注入层915是构成本发明的一个方式中的EL层的功能层。另外,在上述制造方法的蒸镀工序中,都利用电阻加热法进行蒸镀。

[0264] 另外,使用另一衬底(未图示)密封如上所述那样制成的发光器件。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线而固化的密封剂的另一衬底(未图示)固定于衬底900上,并以密封剂附着于衬底900上形成的发光器件的周围的方式将衬底彼此粘合。在密封时以6J/cm²照射365nm的紫外线来使密封剂固化,并且以80℃进行1小时的加热处理来使密封剂稳定化。

[0265] <<发光器件的工作特性>>

对所制造的各发光器件的工作特性进行测量。测量在室温(保持为25℃的气氛)下进行。作为每个发光器件的工作特性的结果,图15示出电流密度-亮度特性,图16示出电压-亮度特性,图17示出亮度-电流效率特性,图18示出电压-电流特性。

[0266] 此外,下面的表2示出1000cd/m²附近的各发光器件的主要初始特性值。

[0267] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
发光器件 1	3.0	0.060	1.5	(0.47,0.52)	1100	72	75	23
发光器件 2	3.0	0.045	1.1	(0.46,0.53)	880	78	82	24
比较发光 器件 3	2.9	0.048	1.2	(0.45,0.54)	990	83	90	25

[0268] 图19示出以2.5mA/cm²的电流密度使电流流过各发光器件时的发射光谱。从图19可知发光器件1、发光器件2及比较发光器件3的发射光谱在561nm附近具有峰值,该峰值都来源于包含在发光层913中的[Ir(ppy)₂(4dppy)]的发光。

[0269] 接着,进行各发光器件的可靠性测试。图20示出可靠性测试的结果。在图20中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。作为可靠性测试,以50mA/cm²的电流密度进行恒流驱动测试。

[实施例4]

[0270] 在本实施例中,作为本发明的一个方式的发光器件制造将实施例1中说明的4Ph-8BN-2PCCzBfpm(结构式(100))及客体材料(磷光发光材料)的[Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]用于发光层的发光器件4、以及用来比较的将9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咪唑(简称:PCCzQz)及客体材料(磷光发光材料)的双{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-κ20,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]用于发光层的比较发光器件5,示出测量其特性的结果。

[0271] 本实施例中制造的发光器件4及比较发光器件5的元件结构与实施例4所示的图14相同,表3示出构成元件结构的各层的具体结构。注意,发光器件4及比较发光器件5的电子传输层具有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)和NBphen的叠层结构。另外,以下示出本实施例中使用的材料的化学式。

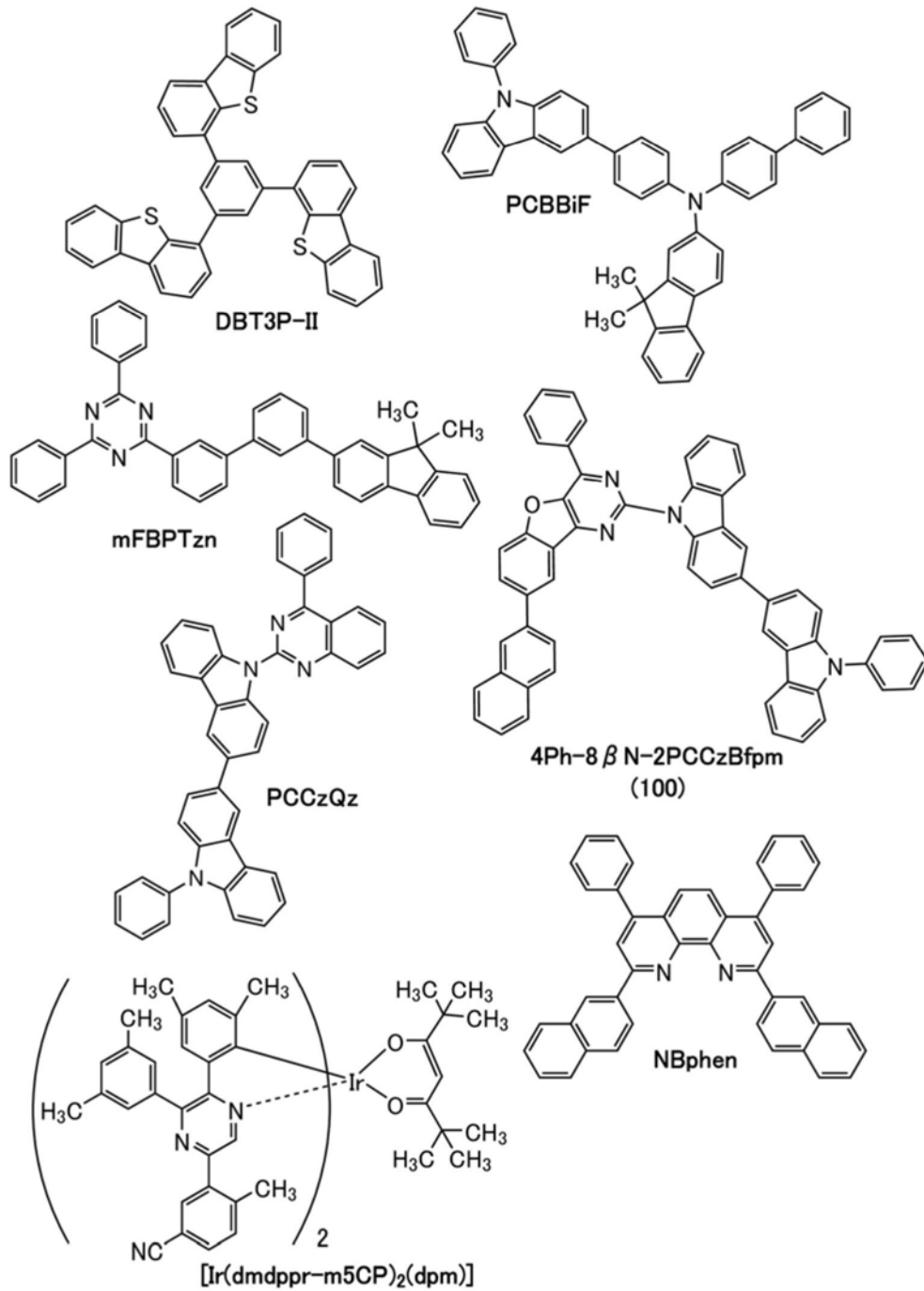
[0272] [表3]

	第一 电极	空穴 注入层	空穴 传输层	发光层	电子传输层		电子 注入层	第二 电极
发光器件 4	ITO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 75nm)	PCBBiF (20nm)	*	mFBPTzn (30nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光 器件 5	ITO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 75nm)	PCBBiF (20nm)	**	mFBPTzn (30nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

*4Ph-8BN-2PCCzBfpm:[Ir(ppy)₂(4dppy)](1:0.1 40nm)

**PCCzQz:[Ir(ppy)₂(4dppy)](1:0.1 40nm)

[0273] [化学式24]



[0274] <<各发光器件的工作特性>>

对所制造的发光器件4及比较发光器件5的工作特性进行测量。测量在室温(保持为25℃的气氛)下进行。

[0275] 作为每个发光器件的特性,图21示出电流密度-亮度特性,图22示出电压-亮度特性,图23示出亮度-电流效率特性,图24示出电压-电流特性。

[0276] 此外,下面的表4示出1000cd/m²附近的各发光器件的主要初始特性值。

[0277] [表4]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
发光器件 4	3.8	0.41	10	(0.71,0.29)	1000	10	8.2	23.0
比较发光 器件 5	3.5	0.3	8.4	(0.71,0.29)	960	11	10	24

[0278] 图25示出以 $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度使电流流过各发光器件时的发射光谱。从图25可知各发光器件的发射光谱在647nm附近具有峰值,该峰值来源于包含在发光层913中的 $[\text{Ir}(\text{dmdppr}-\text{m5CP})_2(\text{dpm})]$ 的发光。

[0279] 接着,进行各发光器件的可靠性测试。图26示出可靠性测试的结果。在图26中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。作为可靠性测试,以 $75\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度进行恒流驱动测试。

[0280] [符号说明]

[0281] 101:第一电极、102:第二电极、103:EL层、103a、103b:EL层、104:电荷产生层、111、111a、111b:空穴注入层、112、112a、112b:空穴传输层、113、113a、113b:发光层、114、114a、114b:电子传输层、115、115a、115b:电子注入层、200R、200G、200B:光学距离、201:第一衬底、202:晶体管(FET)、203R、203G、203B、203W:发光器件、204:EL层、205:第二衬底、206R、206G、206B:滤色片、206R'、206G'、206B':滤色片、207:第一电极、208:第二电极、209:黑色层(黑矩阵)、210R、210G:导电层、301:第一衬底、302:像素部、303:驱动电路部(源极线驱动电路)、304a、304b:驱动电路部(栅极线驱动电路)、305:密封剂、306:第二衬底、307:引线、308:FPC、309:FET、310:FET、311:FET、312:FET、313:第一电极、314:绝缘物、315:EL层、316:第二电极、317:发光器件、318:空间、900:衬底、901:第一电极、902:EL层、903:第二电极、911:空穴注入层、912:空穴传输层、913:发光层、914:电子传输层、915:电子注入层、4000:照明装置、4001:衬底、4002:发光器件、4003:衬底、4004:第一电极、4005:EL层、4006:第二电极、4007:电极、4008:电极、4009:辅助布线、4010:绝缘层、4011:密封衬底、4012:密封剂、4013:干燥剂、4200:照明装置、4201:衬底、4202:发光器件、4204:第一电极、4205:EL层、4206:第二电极、4207:电极、4208:电极、4209:辅助布线、4210:绝缘层、4211:密封衬底、4212:密封剂、4213:阻挡膜、4214:平坦化膜、5101:灯、5102:轮毂、5103:车门、5104:显示部、5105:方向盘、5106:变速杆、5107:座位、5108:内部后视镜、5109:玻璃窗的一部分、7000:外壳、7001:显示部、7002:第2显示部、7003:扬声器、7004:LED灯、7005:操作键、7006:连接端子、7007:传感器、7008:麦克风、7009:开关、7010:红外端口、7011:记录介质读取部、7014:天线、7015:快门按钮、7016:图像接收部、7018:支架、7022、7023:操作按钮、7024:连接端子、7025:表带、7026:麦克风、7029:传感器、7030:扬声器、7052、7053、7054:信息、9310:便携式信息终端、9311:显示部、9312:显示区域、9313:铰链、9315:外壳。

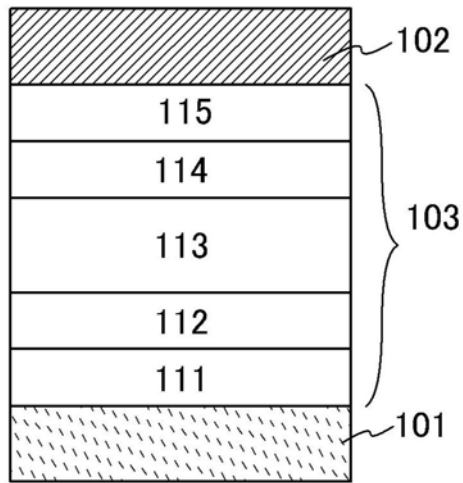


图1A

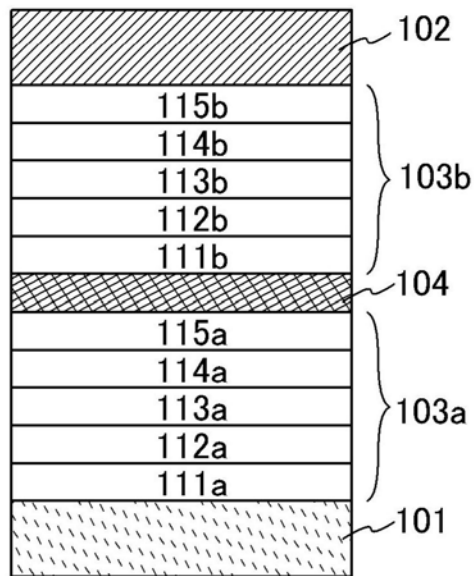


图1B

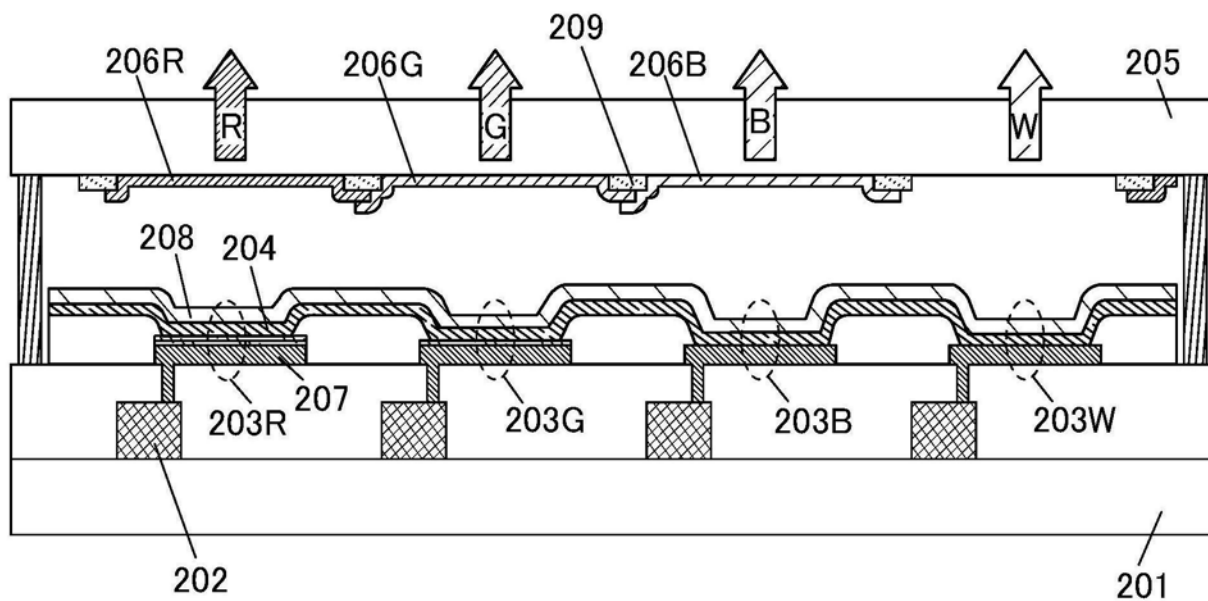


图2A

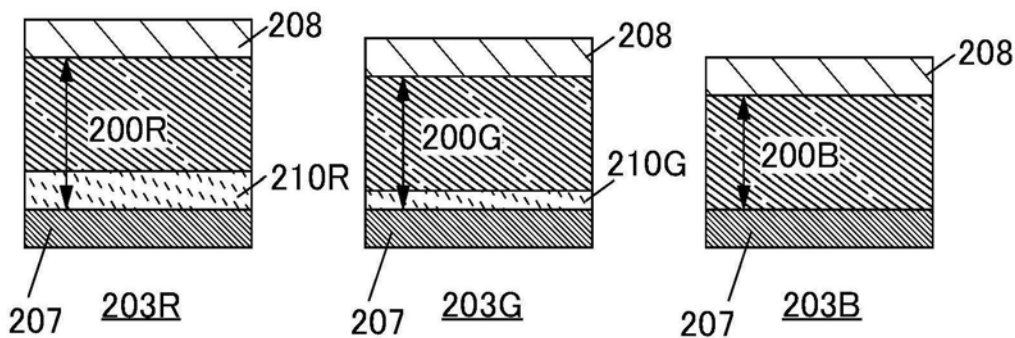


图2B

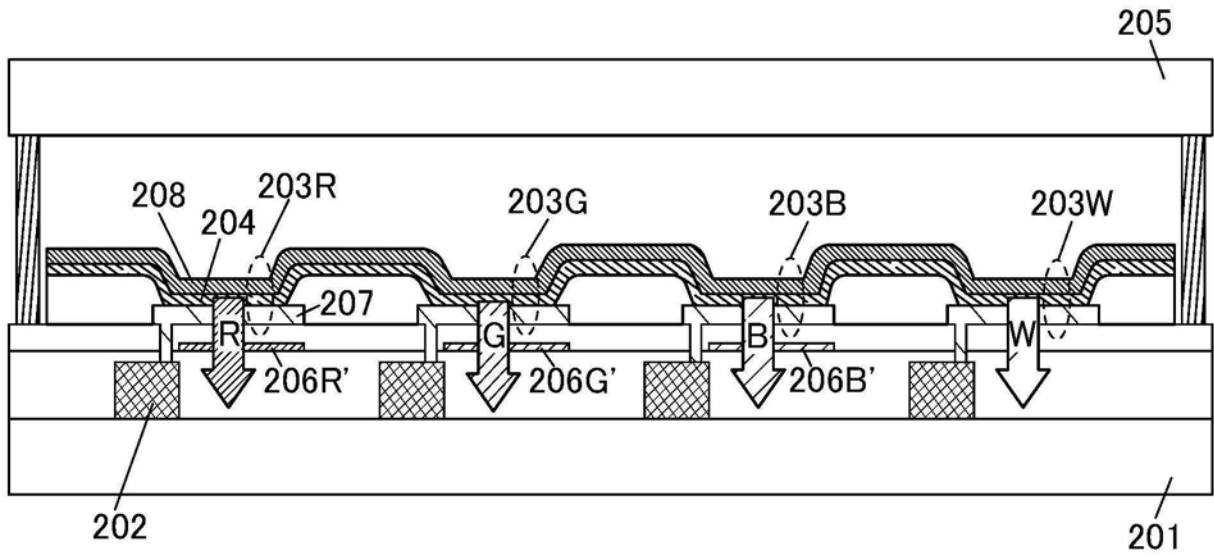


图2C

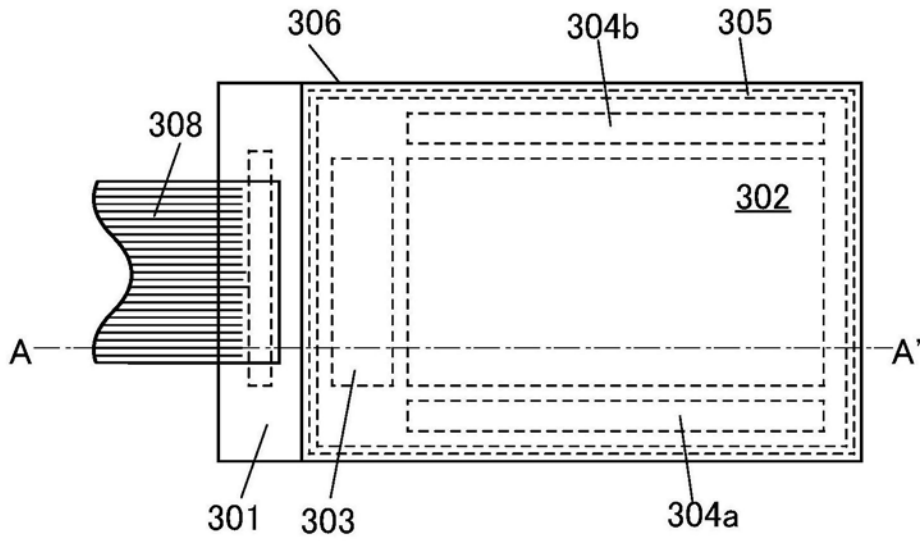


图3A

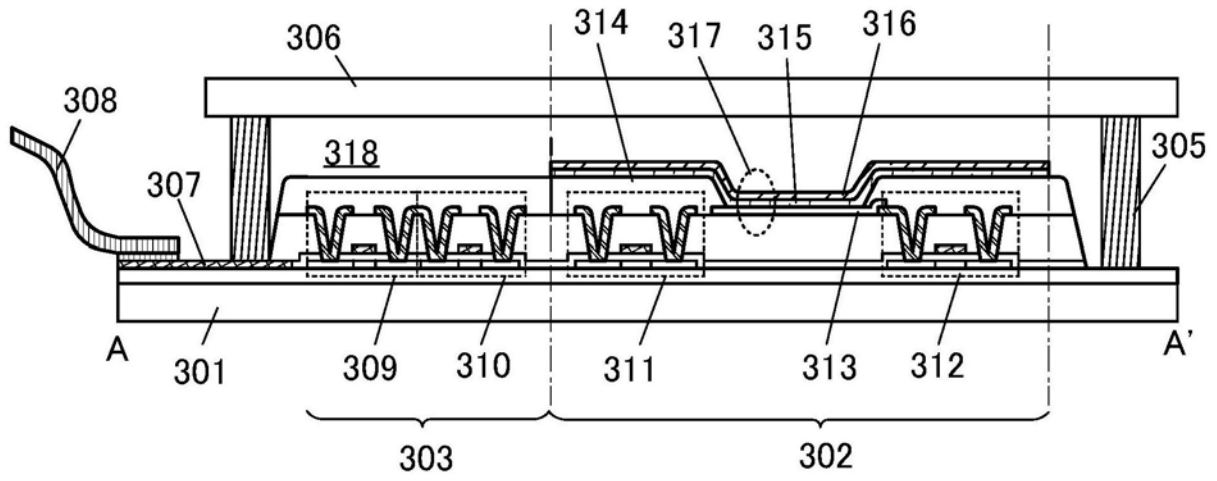


图3B

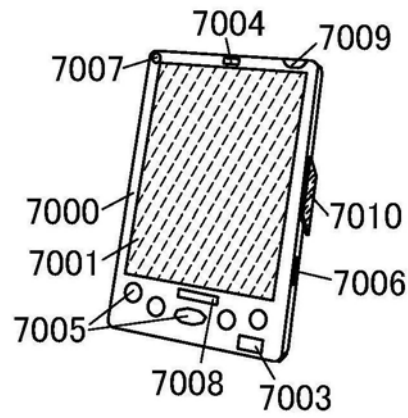


图4A

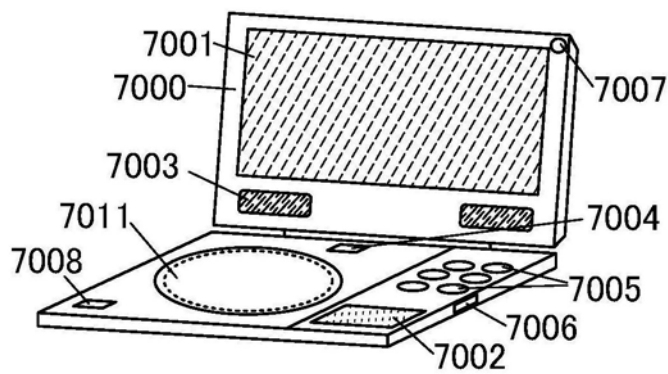


图4B

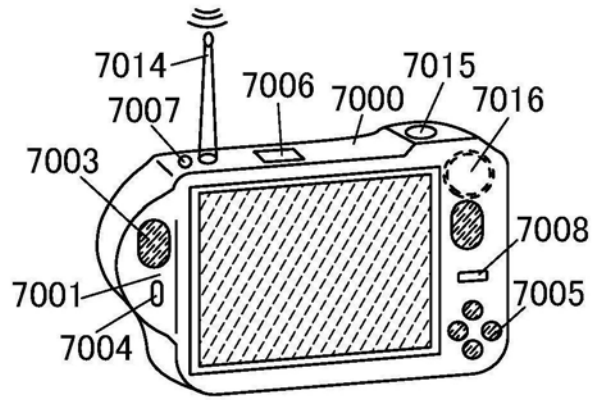


图4C

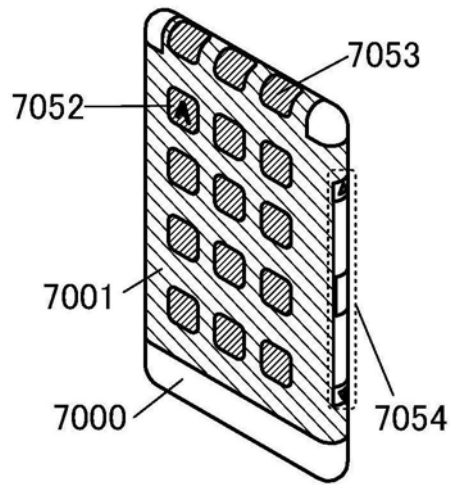


图4D

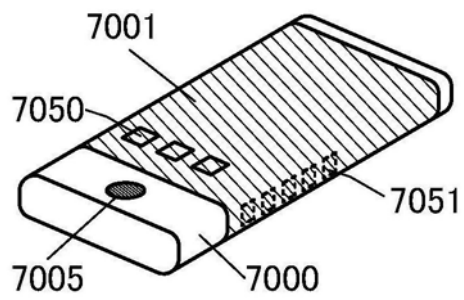


图4E

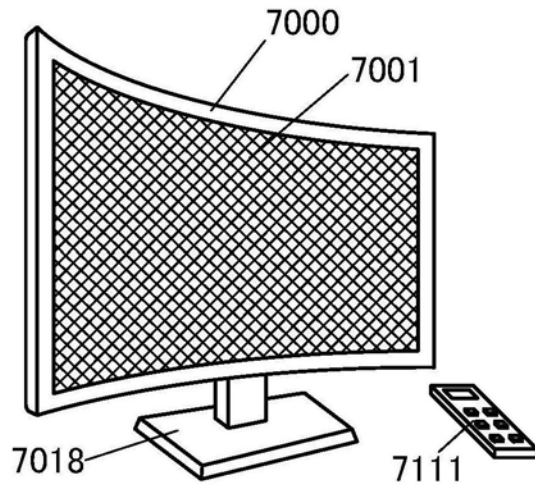


图4F

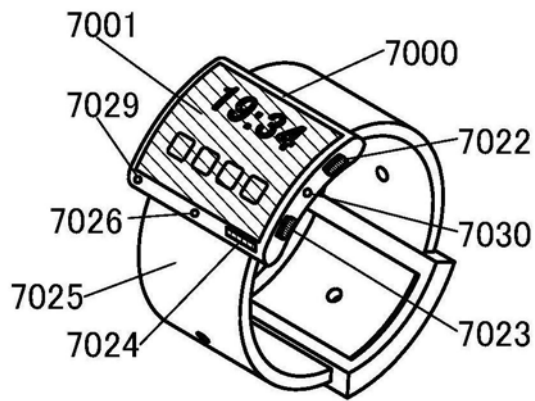


图4G

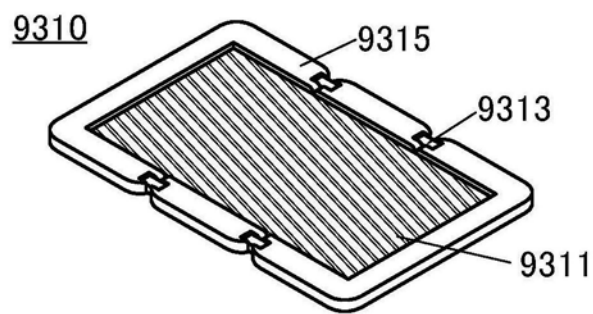


图5A

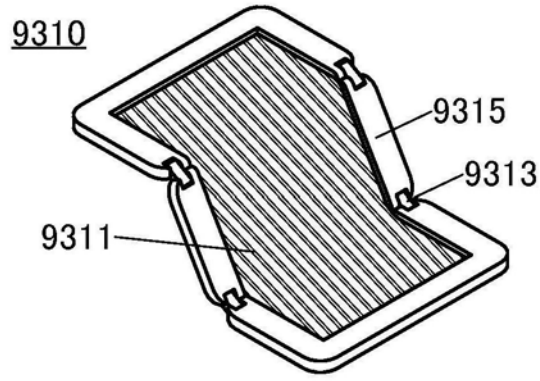


图5B

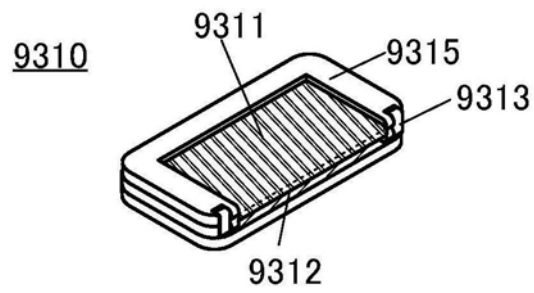


图5C

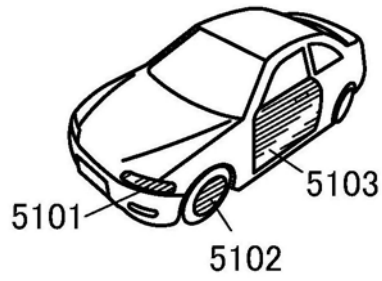


图6A

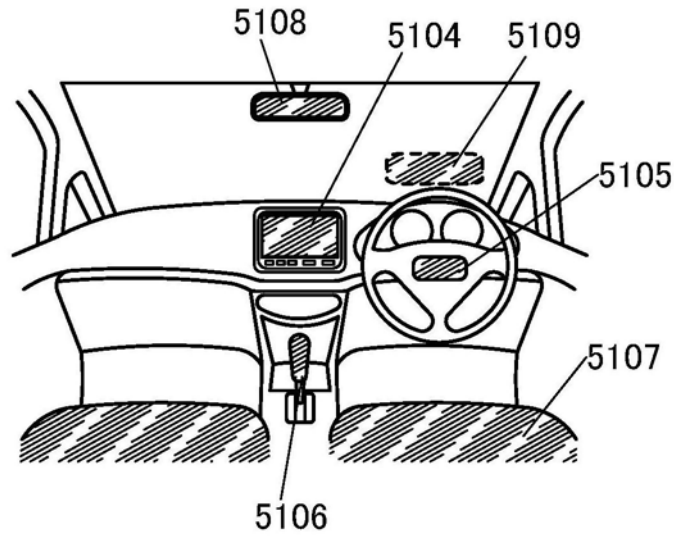


图6B

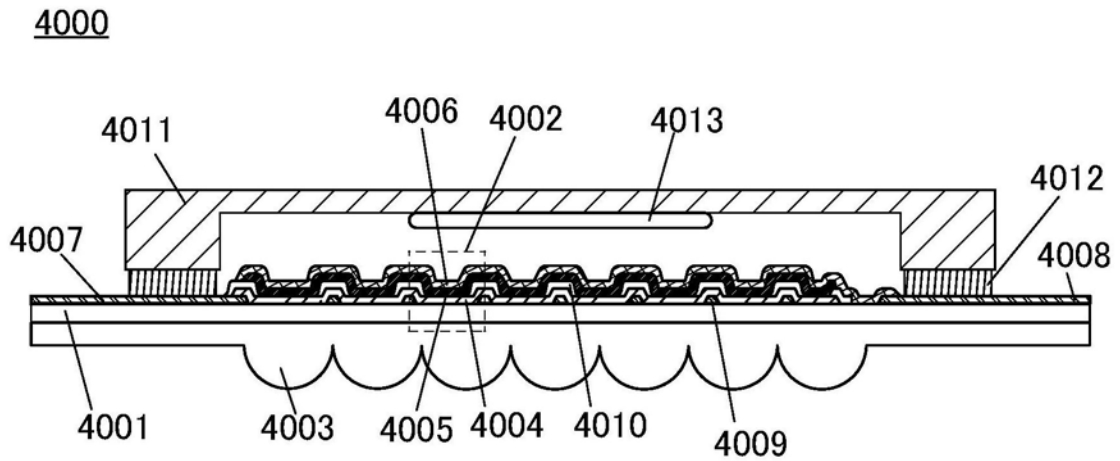


图7A

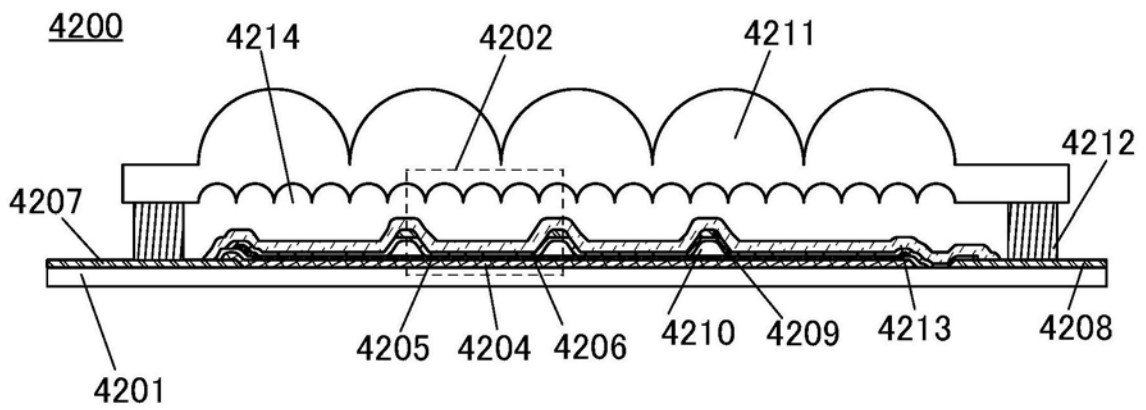


图7B

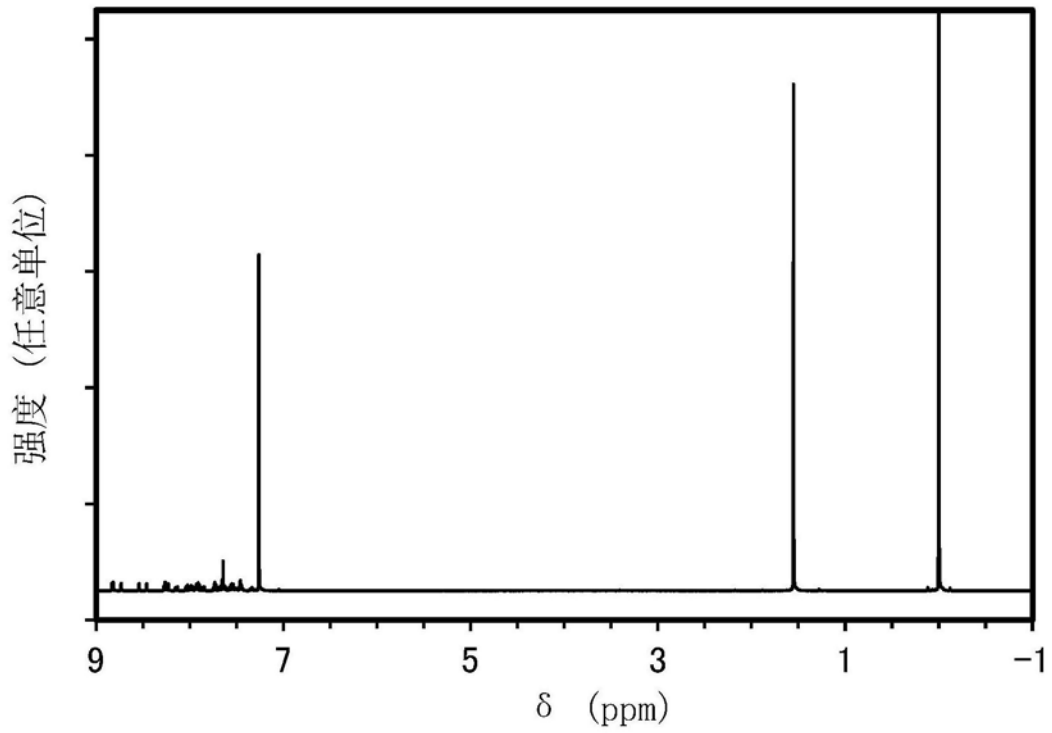


图8

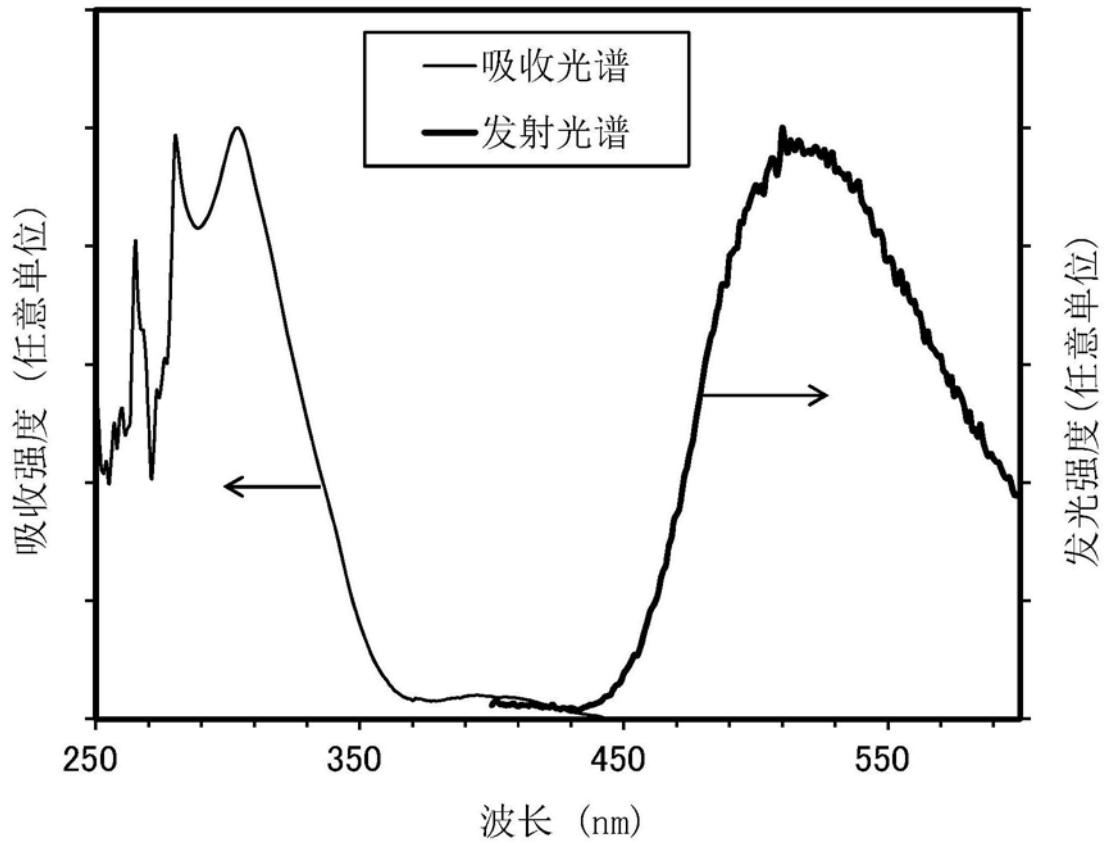


图9

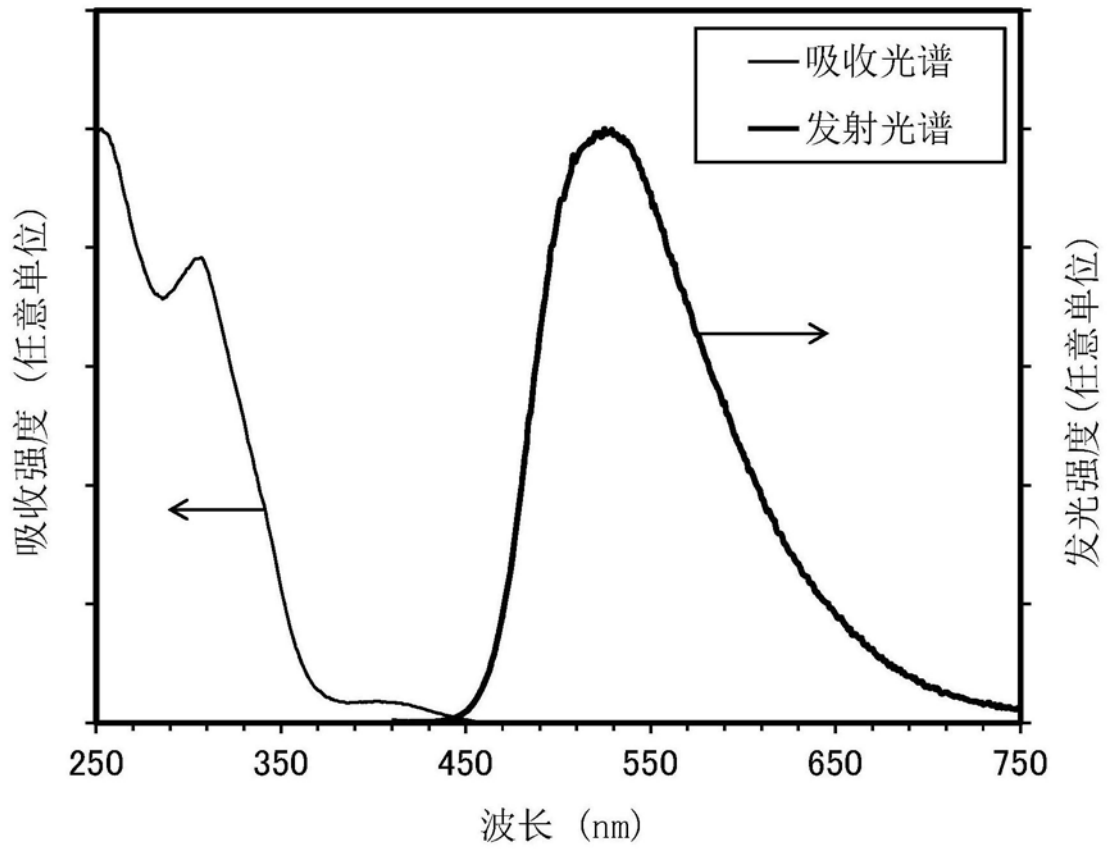


图10

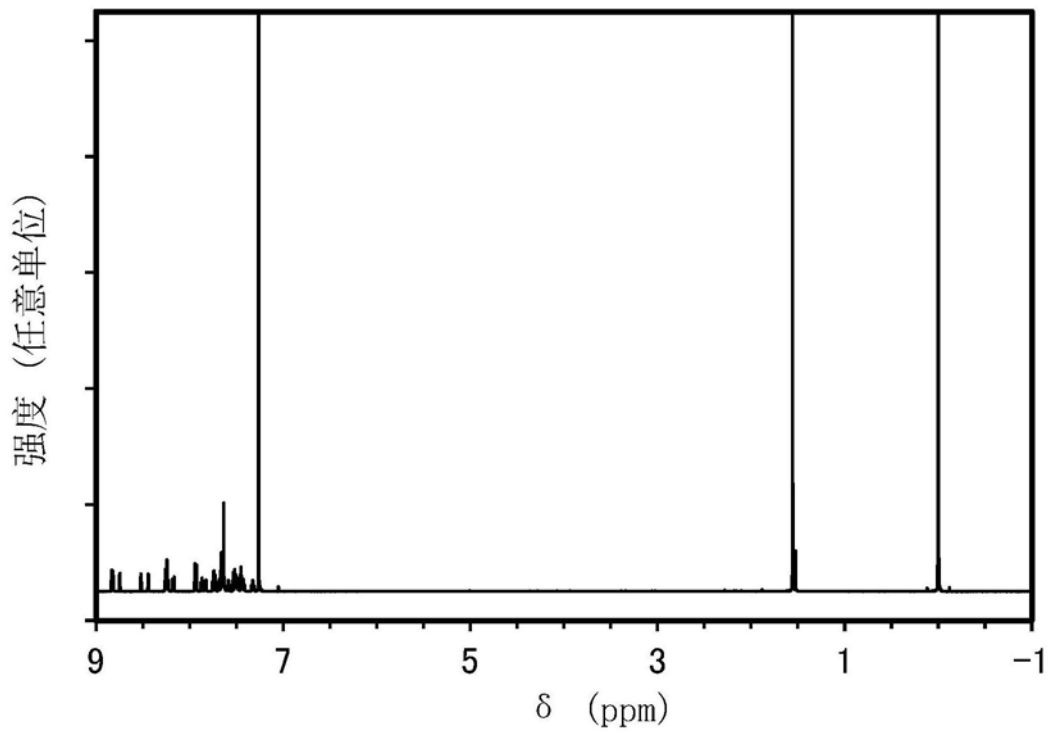


图11

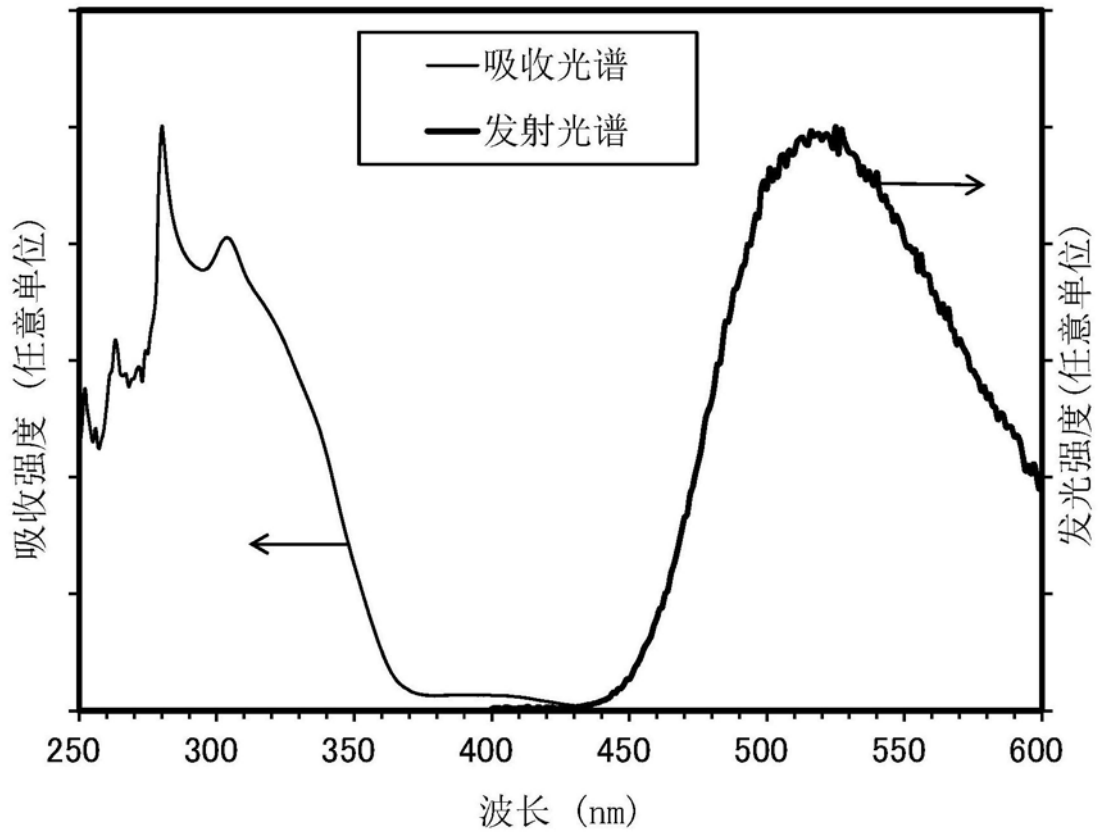


图12

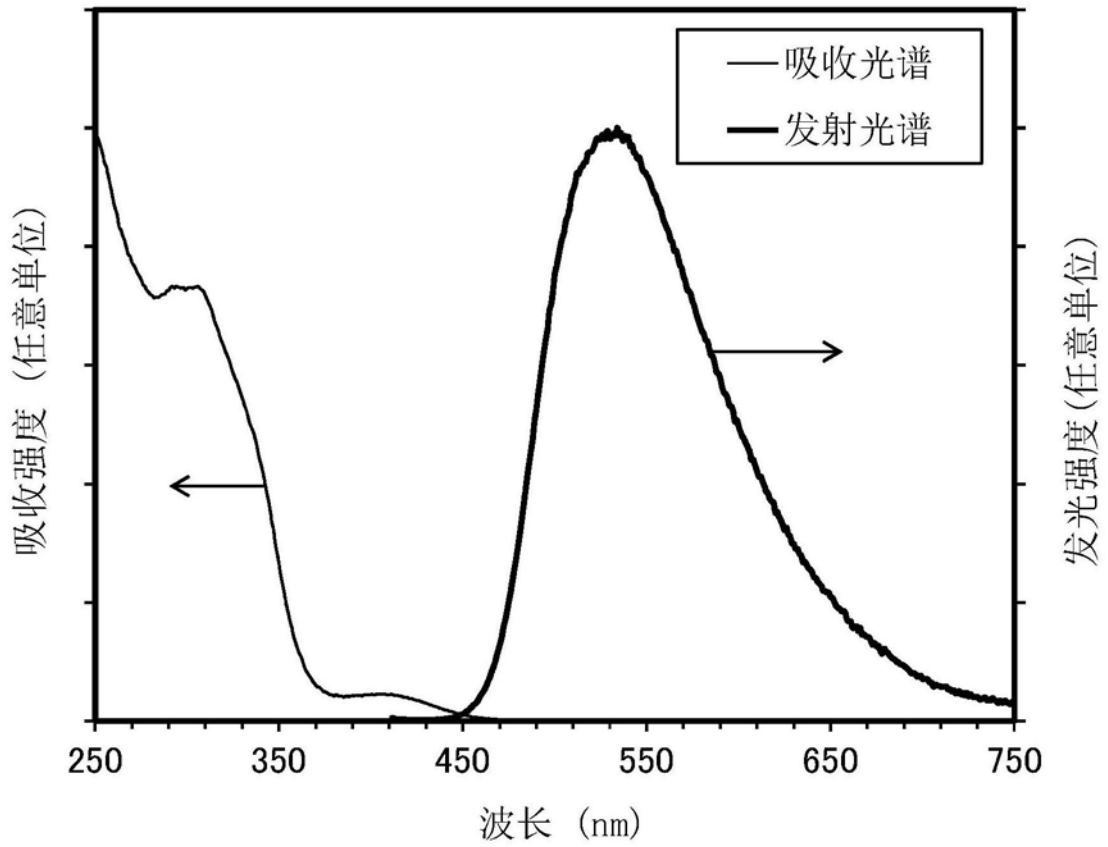


图13

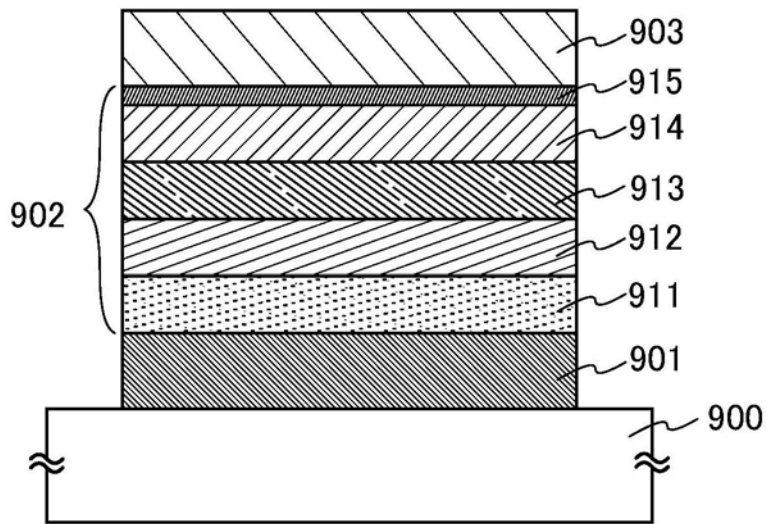


图14

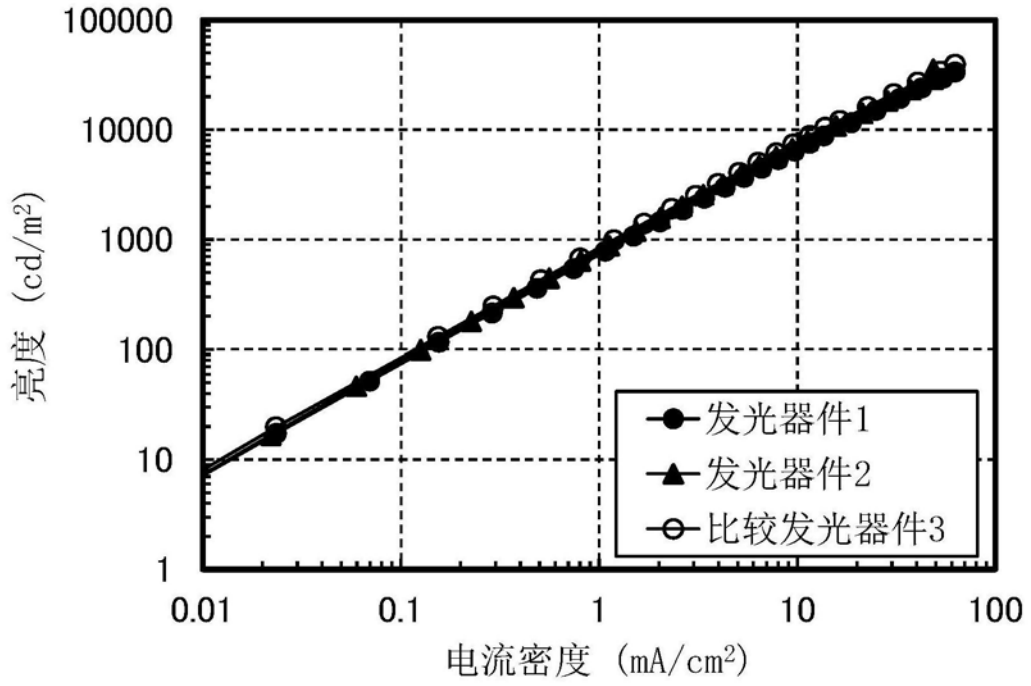


图15

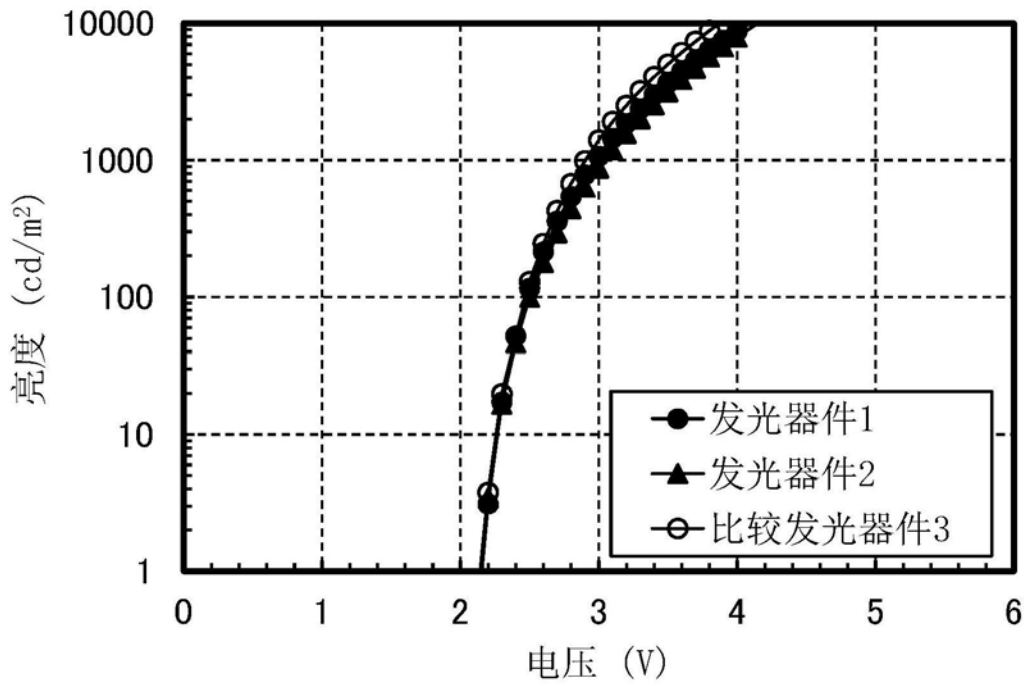


图16

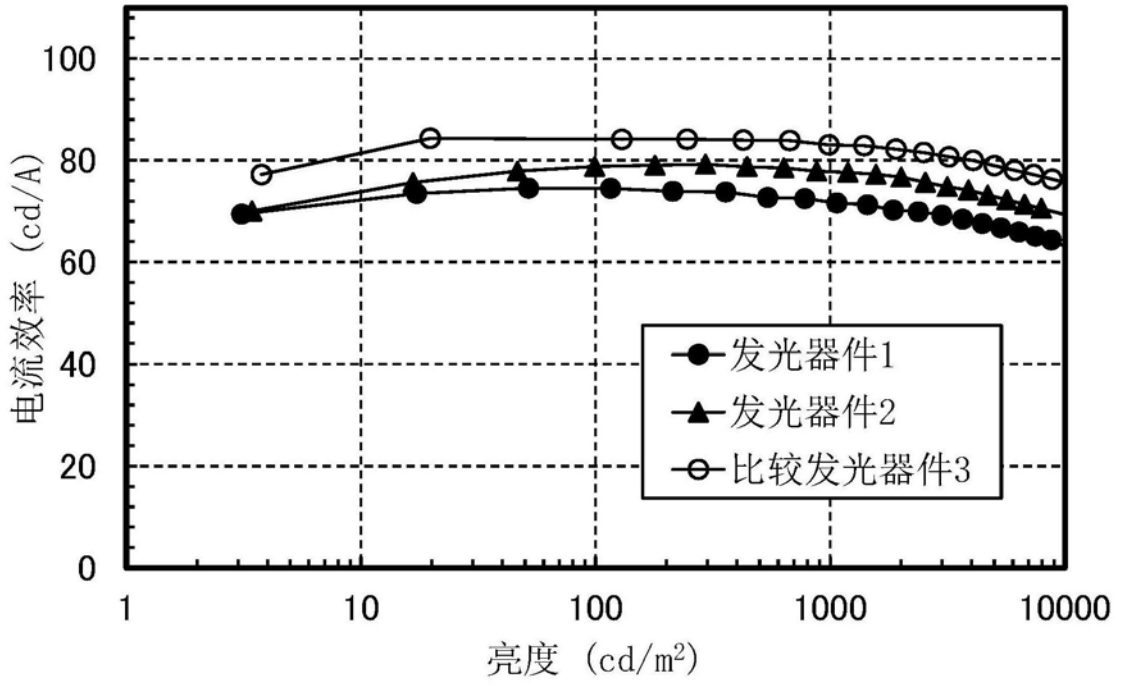


图17

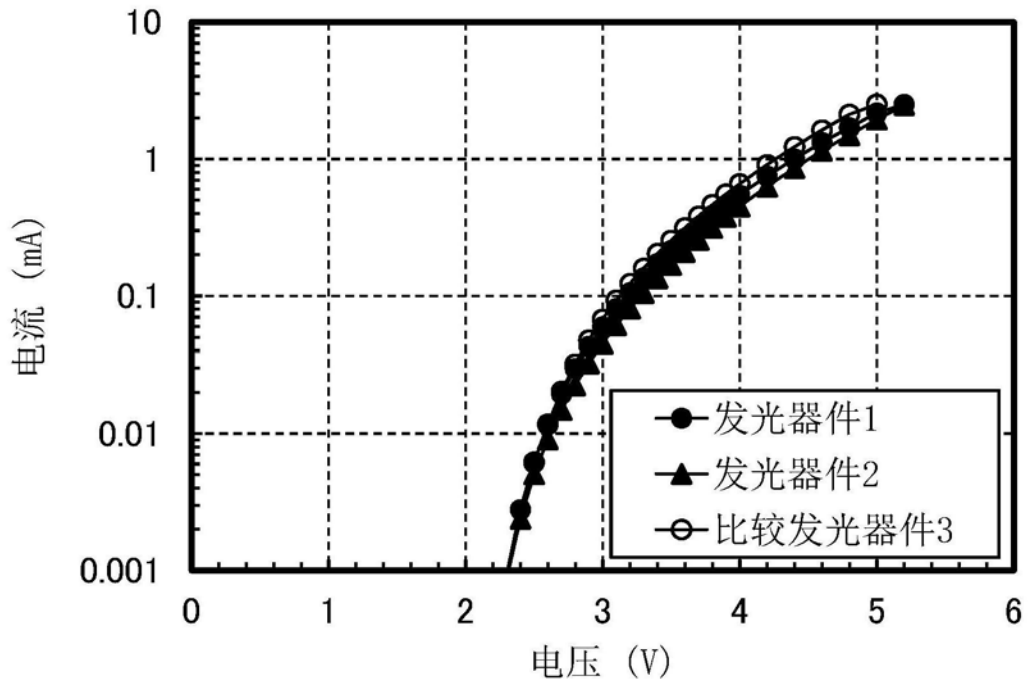


图18

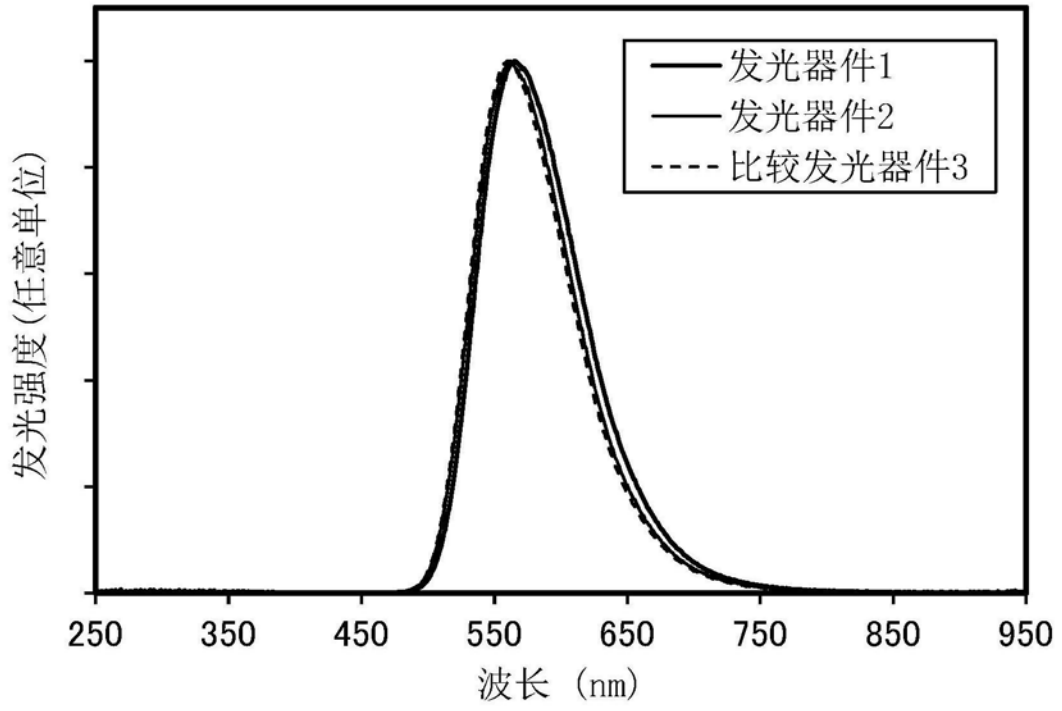


图19

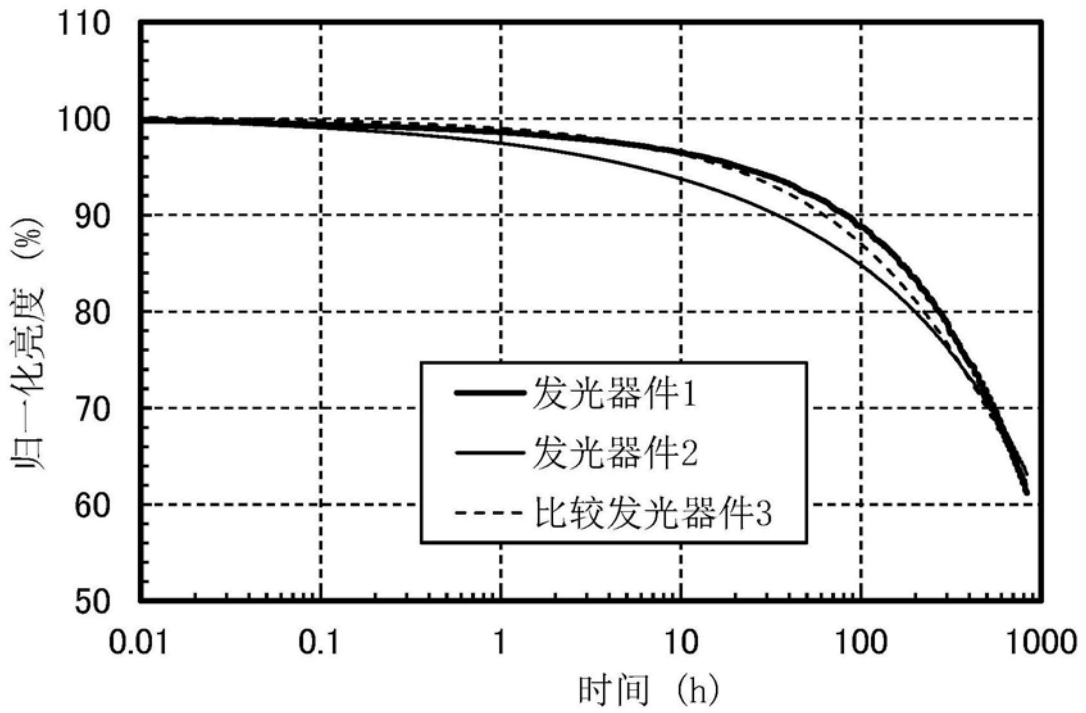


图20

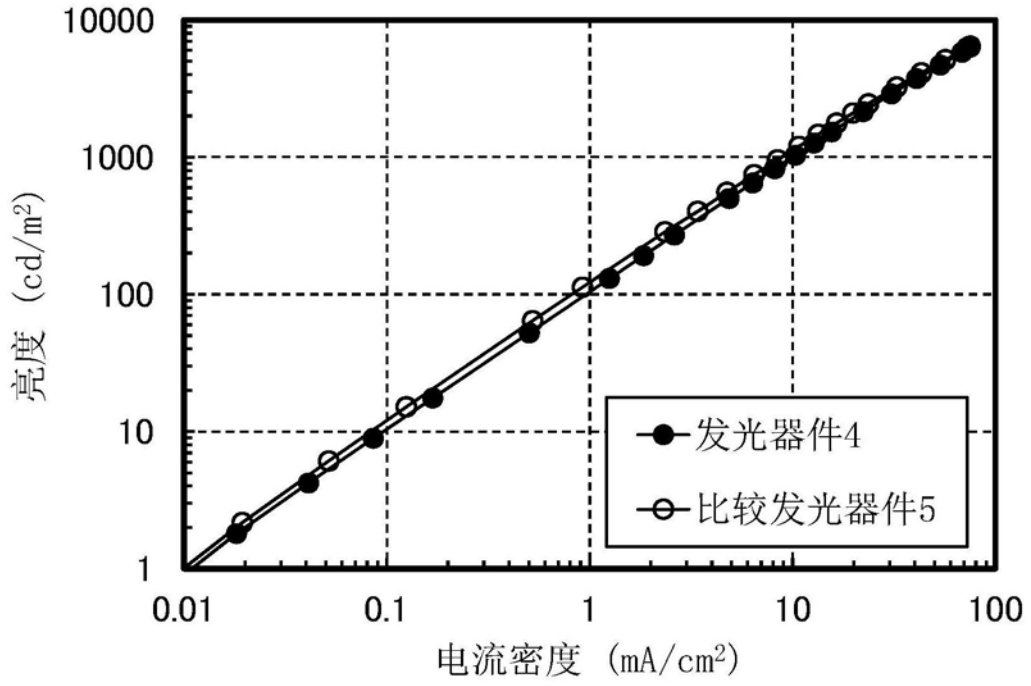


图21

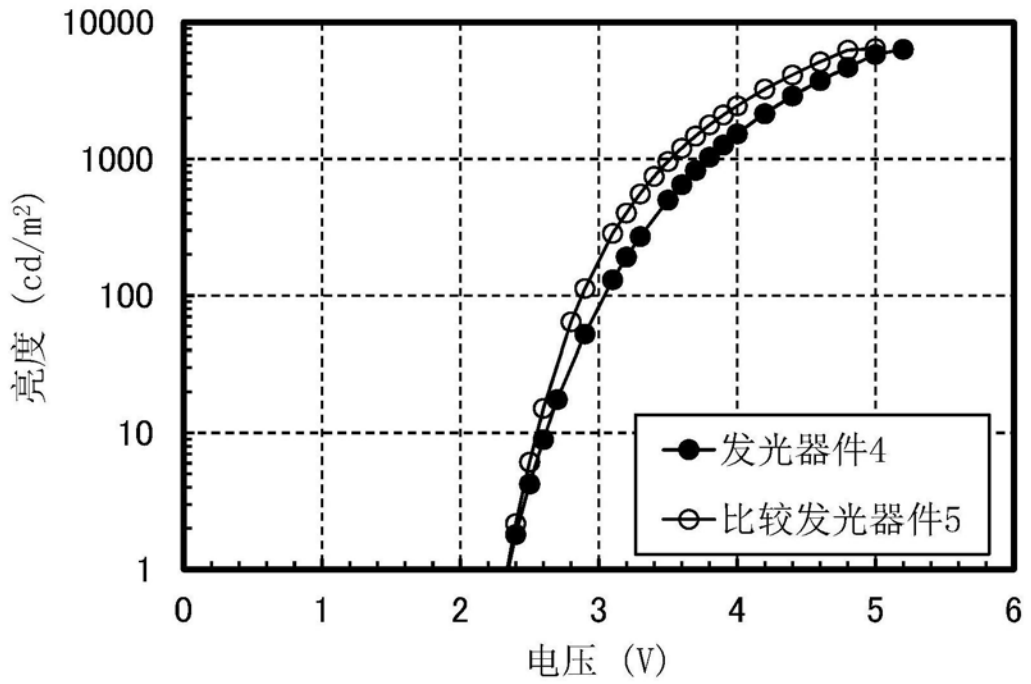


图22

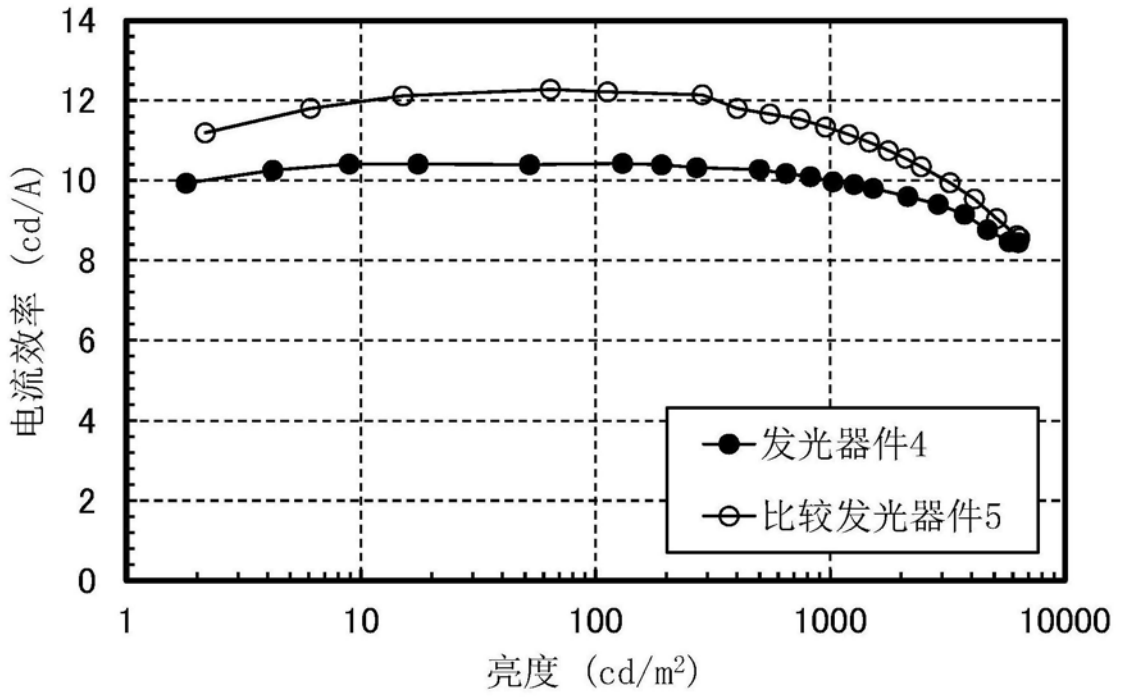


图23

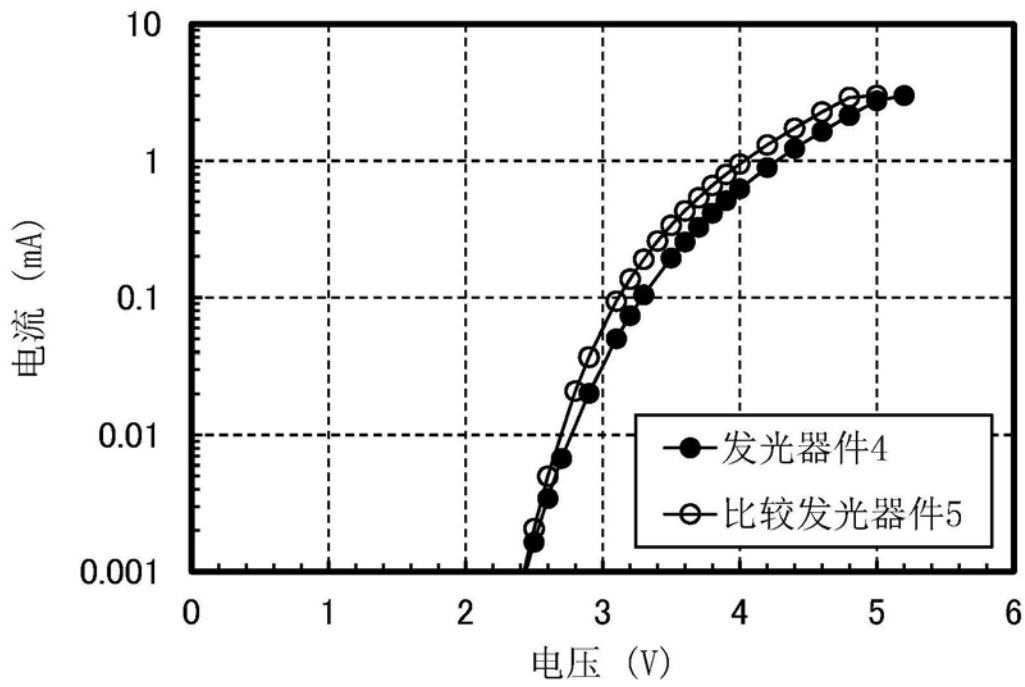


图24

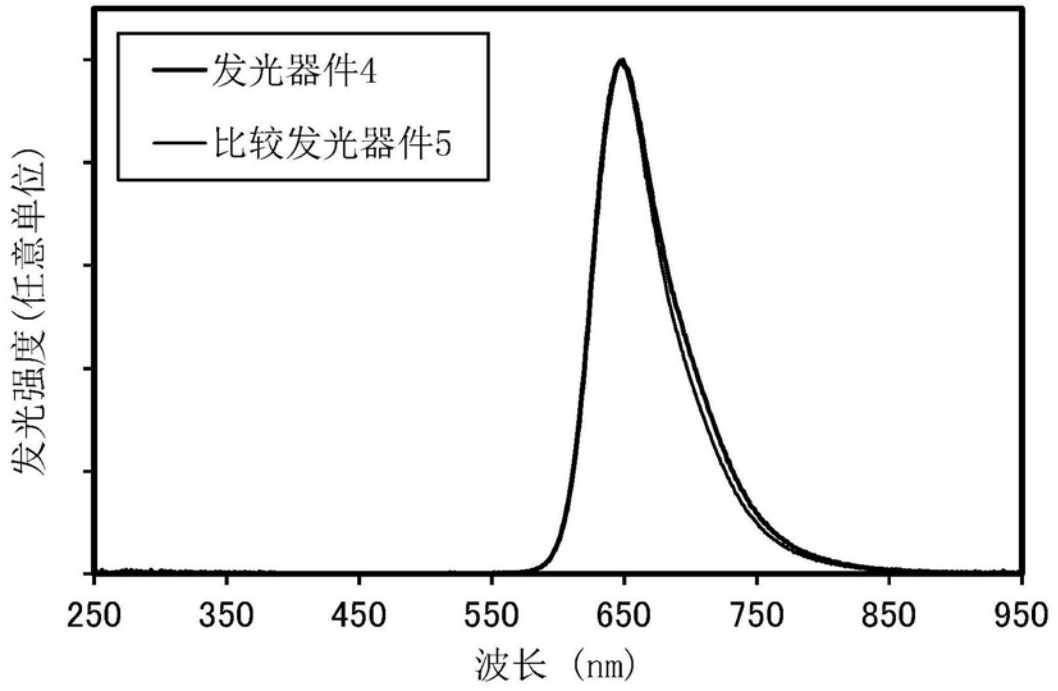


图25

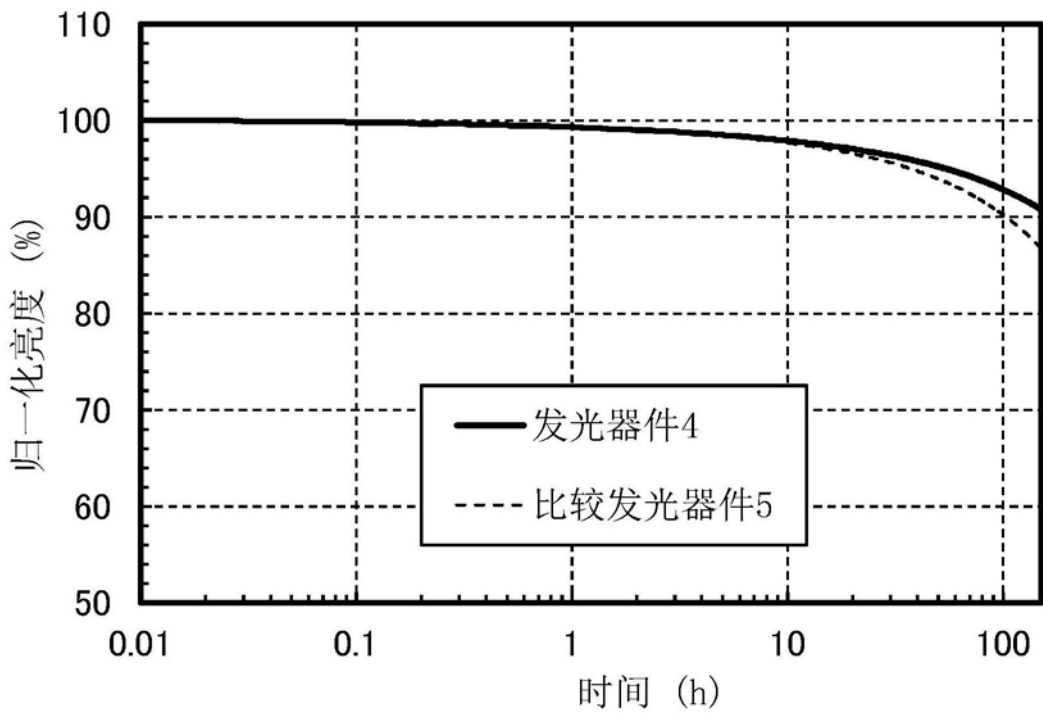


图26