



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101812057 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201010119727. 3

H01L 51/54 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 02. 04

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2009-036626 2009. 02. 19 JP

CN 102217419 A, 2011. 10. 12, 说明书第 4 哦也化合物 C011.

CN 1854136 A, 2006. 11. 01, 权利要求 1, 说明书第 3 页第 1-6 段、第 4 页第 2-6 段.

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

审查员 李文昊

(72) 发明人 野村洸子 川上祥子 大泽信晴

濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 刘多益

(51) Int. Cl.

C07D 413/10 (2006. 01)

C09K 11/06 (2006. 01)

H01L 51/50 (2006. 01)

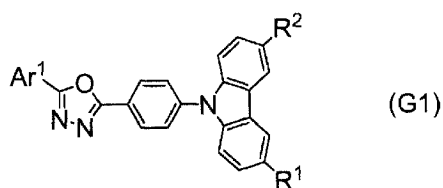
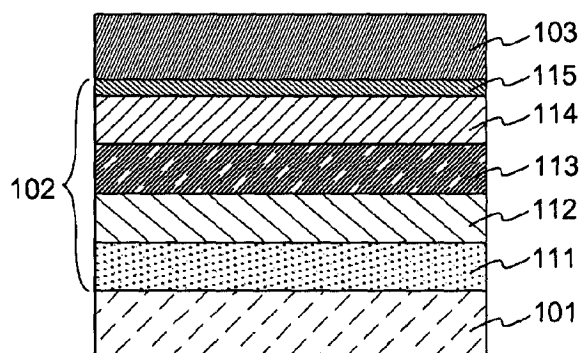
权利要求书2页 说明书39页 附图20页

(54) 发明名称

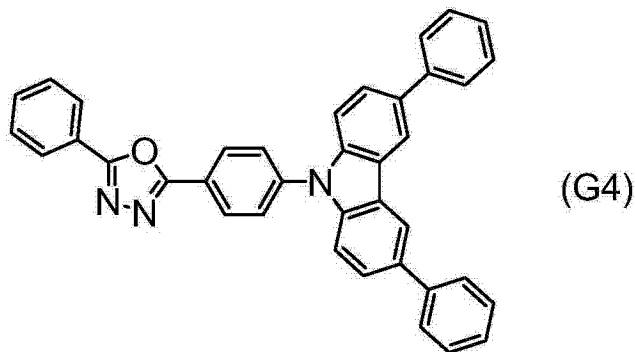
噁二唑衍生物、使用噁二唑衍生物的发光元件及发光装置

(57) 摘要

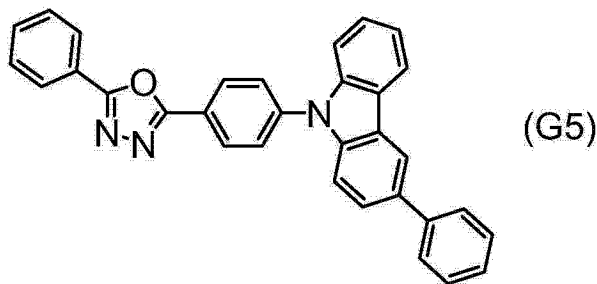
本发明涉及噁二唑衍生物、使用噁二唑衍生物的发光元件及发光装置。目的之一在于提供一种新的噁二唑衍生物作为激发能大的物质,尤其是三重激发能大的物质或者提供具有双极性的新的噁二唑衍生物。目的之一在于提供一种通式 (G1) 所表示的噁二唑衍生物。在通式中, R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代的碳数为 6 至 10 的芳基。但是, R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。此外, Ar^1 表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。



1. 一种结构式(G4)所表示的噁二唑衍生物



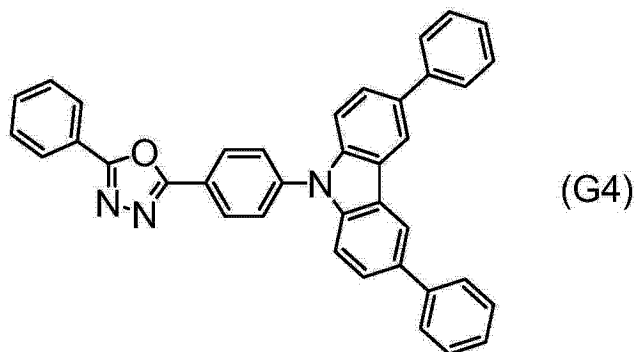
2. 一种结构式(G5)所表示的噁二唑衍生物



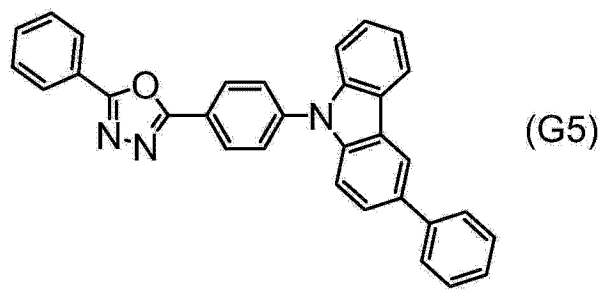
3. 一种发光元件,包括:

一对电极;以及

在所述一对电极之间包含结构式(G4)所表示的噁二唑衍生物



4. 根据权利要求3所述的发光元件,其中所述包含噁二唑衍生物
5. 根据权利要求4所述的发光元件,其中所述包含噁二唑衍生物
6. 根据权利要求5所述的发光元件,其中所述发光物质是磷光化合物。
7. 根据权利要求3所述的发光元件还包括所述一对电极之间的发光层,其中所述包含噁二唑衍生物
8. 一种发光元件,包括:
- 一对电极;以及
- 在所述一对电极之间包含结构式(G5)所表示的噁二唑衍生物



9. 根据权利要求 8 所述的发光元件,其中所述包含噁二唑衍生物(layer)是发光层。
10. 根据权利要求 9 所述的发光元件,其中所述包含噁二唑衍生物(layer)还包含发光物质。
11. 根据权利要求 10 所述的发光元件,其中所述发光物质是磷光化合物。
12. 根据权利要求 8 所述的发光元件,还包括所述一对电极之间的发光层,其中所述包含噁二唑衍生物(layer)接触于所述发光层。

噁二唑衍生物、使用噁二唑衍生物的发光元件及发光装置

技术领域

[0001] 本发明的技术领域涉及噁二唑衍生物、使用噁二唑衍生物的发光元件及发光装置。

背景技术

[0002] 近年来,对于利用电致发光 (Electroluminescence) 的发光元件进行积极的研究开发。这些发光元件的基本结构是在一对电极之间夹有包含发光物质的层的结构。通过对这种元件施加电压,可以得到来自发光物质的发光。

[0003] 这种发光元件是自发光型,具有如下优点,即其像素的可见度高于液晶显示器并且不需要背光灯等。由此,被认为适合用作平面显示元件。此外,这种发光元件的重要优点是能够制造成薄型且轻量。而且,非常快的响应速度也是其特征之一。

[0004] 此外,这种发光元件可以形成为膜状,所以可以通过形成大面积的元件,容易得到面光源。当使用以白炽灯或 LED 为代表的点光源或以荧光灯为代表的线光源时,该特征是难以实现的,因而,利用价值也高。

[0005] 该利用电致发光的发光元件可以根据发光物质是有机化合物还是无机化合物而被大致分类。使用有机化合物作为发光物质的情况下的发光机理是如下。首先,对发光元件施加电压。从而,电子和空穴从一对电极分别注入到包含发光有机化合物的层,以发光有机化合物形成激发态。并且,在从激发态回到基态时载流子(电子和空穴)的重新结合引起发光。

[0006] 由于上述机理,这种发光元件被称为电流激发型发光元件。注意,作为有机化合物所形成的激发态存在单重激发态和三重激发态。从单重激发态(S^*)发射的光被称为荧光,而从三重激发态(T^*)发射的光被称为磷光。另外,单重激发态和三重激发态在发光元件中的统计上的生成比被认为是 $S^* : T^* = 1 : 3$ 。

[0007] 将单重激发态转换成发光的化合物(以下称为荧光化合物)在室温下没有观察到从三重激发态的发射的光(磷光)。从而,在使用荧光化合物的发光元件中的内量子效率(所产生的光子与注入的载流子的比率)基于 $S^* : T^* = 1 : 3$ 而设定为具有 25% 的理论限度。

[0008] 另一方面,如果使用将三重激发态转换成发光的化合物(以下称为磷光化合物),内量子效率在理论上可以为 75% 至 100%。就是说,可以实现荧光化合物的 3 倍至 4 倍的发光效率。根据上述理由,为了实现高效率的发光元件,近年来积极进行了使用磷光化合物的发光元件的开发(例如,参照非专利文献 1)。

[0009] 在使用上述磷光化合物形成发光元件的发光层时,为了防止磷光化合物的浓缩猝灭或由三重态-三重态湮灭导致的猝灭,通常使该磷光化合物分散于由其他物质构成的基质中来形成。在此情况下,有时将成为基质的物质称为主体材料,将像磷光化合物那样被分散于基质中的物质称为客体材料。

[0010] 当将磷光化合物用作客体材料时,主体材料所需要的性质是具有大于该磷光化合

物的三重激发能（基态和三重激发态之间的能量差）。在非专利文献 1 中用作主体材料的 CBP 可知其三重激发能大于呈现绿色至红色的发光的磷光化合物，并且 CBP 作为对于磷光化合物的主体材料被广泛利用。

[0011] 然而，CBP 具有如下问题，即 CBP 具有大三重激发能，然而由于缺乏接受空穴或电子的能力，所以驱动电压上升。由此，作为对于磷光化合物的主体材料需要如下物质：具有大三重激发能，并且容易接受或传输空穴和电子的双方的物质（即具有双极性的物质）。

[0012] 此外，由于单重激发能（基态和单重激发态之间的能量差）大于三重激发能，所以具有大三重激发能的物质也具有大单重激发能。从而，具有上述那样的大三重激发能以及双极性的物质是对将荧光化合物用作发光物质的发光元件来说有效的。

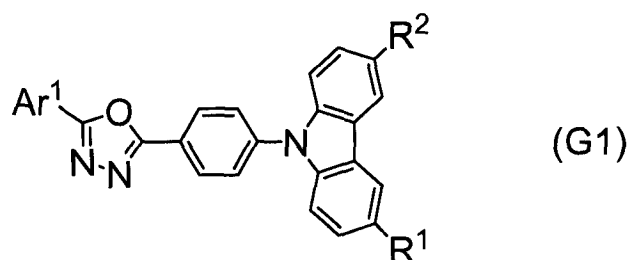
[0013] [非专利文献 1] M. A. Baldo, 其他 4 名, Applied Physics Letters, Vol. 75, No. 1, pp. 4-6、(1999)

发明内容

[0014] 于是，在本说明书等（至少包括说明书、权利要求书以及附图）中公开的发明的一个方式的目的之一在于提供新的噁二唑衍生物作为激发能大的物质，尤其是三重激发能大的物质。此外，目的之一在于提供具有双极性的新的噁二唑衍生物。另外，目的之一在于提高发光元件的元件特性。另外，目的之一在于提供耗电量少并且使用寿命长的发光装置或电子设备。

[0015] 所公开的发明的一个方式是以下通式 (G1) 所表示的噁二唑衍生物。

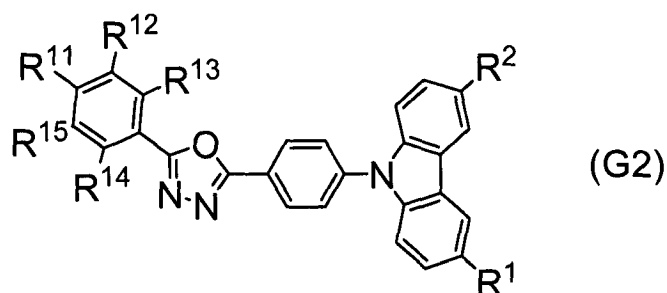
[0016]



[0017] 在通式 (G1) 中， R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代的碳数为 6 至 10 的芳基。但是， R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。此外， Ar^1 表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。在 R^1 、 R^2 以及 Ar^1 中，取代基为碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。

[0018] 所公开的发明的另一个方式是以下通式 (G2) 所表示的噁二唑衍生物。

[0019]

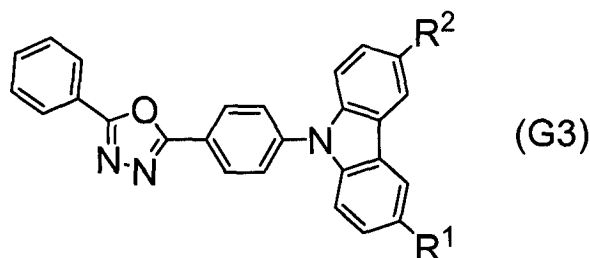


[0020] 在通式 (G2) 中， R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代

的碳数为 6 至 10 的芳基。但是, R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。在 R^1 、 R^2 中, 取代基为碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。此外, R^{11} 至 R^{15} 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。

[0021] 所公开的发明的另一个方式是以下通式 (G3) 所表示的噁二唑衍生物。

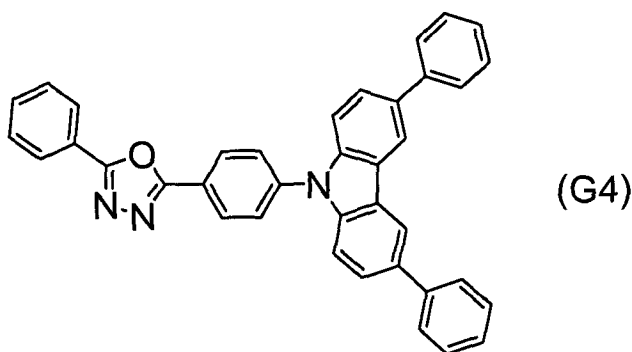
[0022]



[0023] 在通式 (G3) 中, R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代的碳数为 6 至 10 的芳基。但是, R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。在 R^1 、 R^2 中, 取代基为碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。

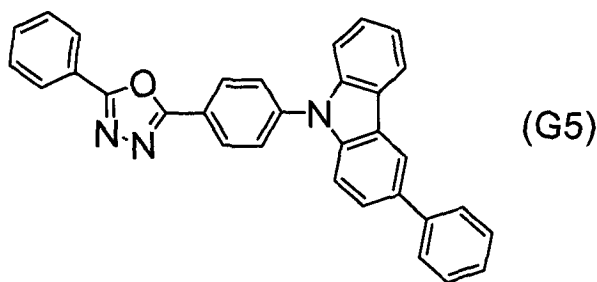
[0024] 所公开的发明的另一个方式是以下结构式 (G4) 所表示的噁二唑衍生物。

[0025]



[0026] 所公开的发明的另一个方式是以下结构式 (G5) 所表示的噁二唑衍生物。

[0027]



[0028] 上述噁二唑衍生物可以使用于发光层的主体材料或客体材料。换言之, 所公开的发明的另一个方式是具有包含上述噁二唑衍生物的发光的发光元件。

[0029] 此外, 上述噁二唑衍生物适合于发光层的主体材料。换言之, 所公开的发明的另一个方式是具有包含上述噁二唑衍生物和发光物质的发光层的发光元件。

[0030] 此外, 由于上述噁二唑衍生物具有大三重激发能, 所以适合于将磷光化合物用作发光物质的发光层的主体材料。换言之, 所公开的发明的另一个方式是上述发光物质为磷

光化合物的发光元件。

[0031] 此外,由于上述噁二唑衍生物具有大激发能,所以接触于发光层地设置包含噁二唑衍生物的层是优选的。换言之,所公开的发明的另一个方式是一种发光元件,其中接触于发光层地设置包含上述噁二唑衍生物的层。通过采用上述结构,可以防止在发光层中产生的激子扩散到其它层。其结果,可以得到发光效率高的发光元件。

[0032] 此外,所公开的发明的另一个方式是使用上述发光元件形成的发光装置以及使用上述发光装置形成的电子设备。

[0033] 注意,本说明书等中的发光装置是指图像显示器件、发光器件或光源(包括照明装置)等。此外,如下模块也都包括在发光装置中:安装有连接器如 FPC(柔性印刷衬底)、TAB(带式自动接合)胶带、或 TCP(带载封装)的模块;TAB 胶带、TCP 等的端部设置有印刷布线板的模块;或通过 COG(玻璃上芯片;chip on glass)方式将 IC(集成电路)直接安装在发光元件中的模块。

[0034] 根据所公开的发明的一个方式,可以提供三重激发能大的噁二唑衍生物。此外,可以提供具有双极性的噁二唑衍生物。另外,可以提高发光元件的元件特性。此外,可以提供耗电量少并且使用寿命长的发光装置或电子设备。

附图说明

[0035] 图 1 是说明发光元件的图;

[0036] 图 2 是说明发光元件的图;

[0037] 图 3 是说明发光元件的图;

[0038] 图 4A 至 4D 是示出无源矩阵型发光装置的图;

[0039] 图 5 是示出无源矩阵型发光装置的图;

[0040] 图 6A 和 6B 是示出有源矩阵型发光装置的图;

[0041] 图 7A 至 7E 是说明电子设备的图;

[0042] 图 8 是说明照明装置的图;

[0043] 图 9 是说明发光元件的图;

[0044] 图 10A 和 10B 是 C011II(简称)的 ^1H NMR 图表;

[0045] 图 11 是 C011II(简称)的紫外-可见吸收光谱及发射光谱;

[0046] 图 12 是 C011II(简称)的紫外-可见吸收光谱及发射光谱;

[0047] 图 13 是示出 C011II(简称)的氧化侧的 CV 测定结果的图;

[0048] 图 14 是示出 C011II(简称)的还原侧的 CV 测定结果的图;

[0049] 图 15A 和 15B 是 C011III(简称)的 ^1H NMR 图表;

[0050] 图 16 是 C011III(简称)的紫外-可见吸收光谱及发射光谱;

[0051] 图 17 是 C011III(简称)的紫外-可见吸收光谱及发射光谱;

[0052] 图 18 是示出 C011III(简称)的氧化侧的 CV 测定结果的图;

[0053] 图 19 是示出 C011III(简称)的还原侧的 CV 测定结果的图;

[0054] 图 20 是示出发光元件 0 至发光元件 2 的电流密度-亮度特性的图;

[0055] 图 21 是示出发光元件 0 至发光元件 2 的电压-亮度特性的图;

[0056] 图 22 是示出发光元件 0 至发光元件 2 的亮度-电流效率特性的图;

- [0057] 图 23 是示出发光元件 0 至发光元件 2 的发射光谱的图；
 [0058] 图 24 是示出发光元件 0 至发光元件 2 的时间 - 归一化亮度特性的图；
 [0059] 图 25 是示出发光元件 3 的电流密度 - 亮度特性的图；
 [0060] 图 26 是示出发光元件 3 的电压 - 亮度特性的图；
 [0061] 图 27 是示出发光元件 3 的亮度 - 电流效率特性的图；
 [0062] 图 28 是示出发光元件 3 的发射光谱的图；
 [0063] 图 29 是示出发光元件 3 的时间 - 归一化亮度特性的图；
 [0064] 图 30A 和 30B 是示出 C011III 的最高占据轨道 (HOMO) 和最低空轨道 (LUMO) 的图；
 [0065] 图 31A 和 31B 是示出 C011III 的最高占据轨道 (HOMO) 和最低空轨道 (LUMO) 的图。

具体实施方式

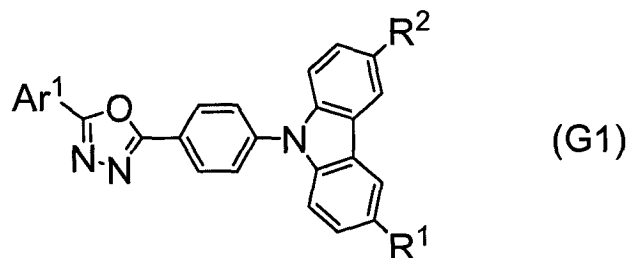
[0066] 以下,参照附图对实施方式进行详细说明。但是,在本说明书等中所公开的发明不局限于以下所示的实施方式中所记载的内容,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实,就是其方式及详细内容可以被变换为各种各样的形式而不脱离在本说明书等中所公开的宗旨及其范围。此外,可以适当地组合根据不同的实施方式的结构来实施。另外,在以下说明的发明的结构中,对同一部分或具有同样的功能的部分使用同一附图标记,而省略其重复说明。

[0067] 实施方式 1

[0068] 在本实施方式 1 中,对所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物进行说明。

[0069] 所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物是通式 (G1) 所表示的噁二唑衍生物。

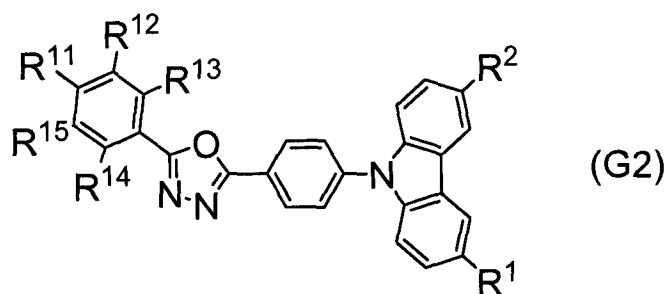
[0070]



[0071] 在通式 (G1) 中, R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代的碳数为 6 至 10 的芳基。但是, R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。此外, Ar^1 表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。在 R^1 、 R^2 以及 Ar^1 中,取代基为碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。

[0072] 此外,所公开的发明的另一个方式的噁二唑衍生物是通式 (G2) 所表示的噁二唑衍生物。

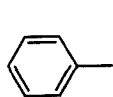
[0073]



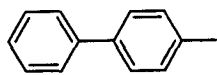
[0074] 在通式 (G2) 中, R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代的碳数为 6 至 10 的芳基。但是, R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。在 R^1 、 R^2 中, 取代基为碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。此外, R^{11} 至 R^{15} 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。

[0075] 此外, 作为通式 (G1) 或通式 (G2) 中的 R^1 、 R^2 的具体结构, 可以举出结构式 (1-1) 至结构式 (1-26) 所示出的取代基。

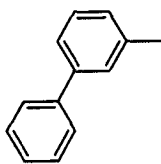
[0076]



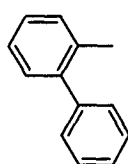
(1-1)



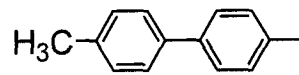
(1-2)



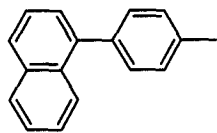
(1-3)



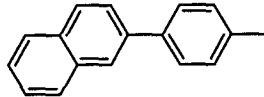
(1-4)



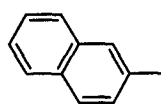
(1-5)



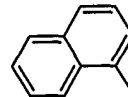
(1-6)



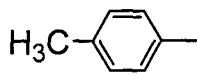
(1-7)



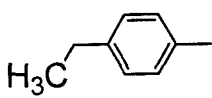
(1-8)



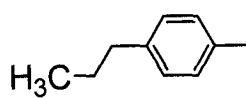
(1-9)



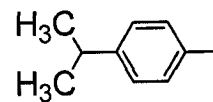
(1-10)



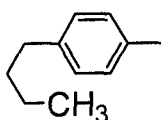
(1-11)



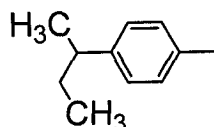
(1-12)



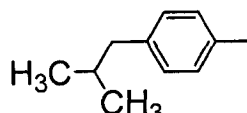
(1-13)



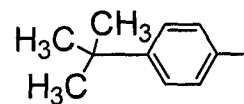
(1-14)



(1-15)



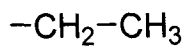
(1-16)



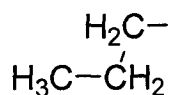
(1-17)



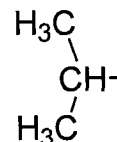
(1-18)



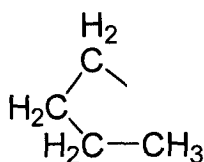
(1-19)



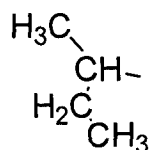
(1-20)



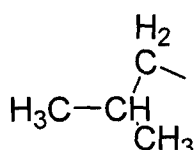
(1-21)



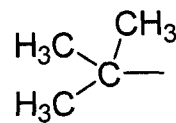
(1-22)



(1-23)



(1-24)



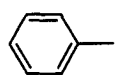
(1-25)



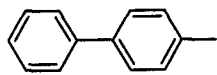
(1-26)

[0077] 此外,作为通式 (G1) 或通式 (G2) 中的 Ar^1 的具体结构,可以举出结构式 (2-1) 至结构式 (2-17) 所示出的取代基。

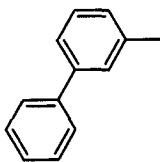
[0078]



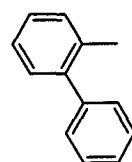
(2-1)



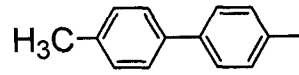
(2-2)



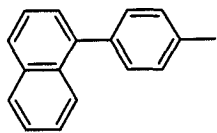
(2-3)



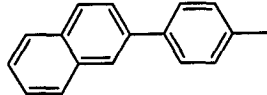
(2-4)



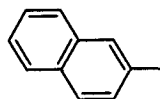
(2-5)



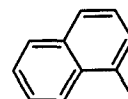
(2-6)



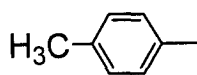
(2-7)



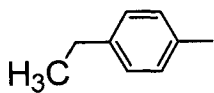
(2-8)



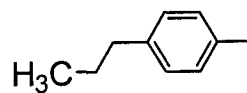
(2-9)



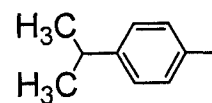
(2-10)



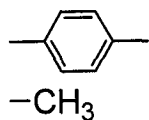
(2-11)



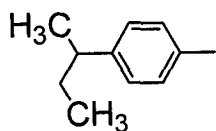
(2-12)



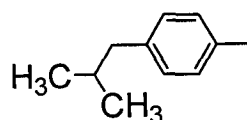
(2-13)



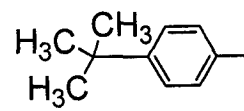
(2-14)



(2-15)



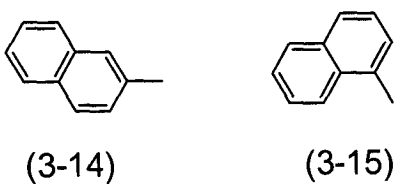
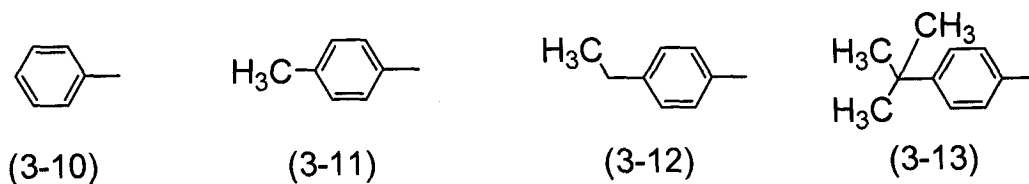
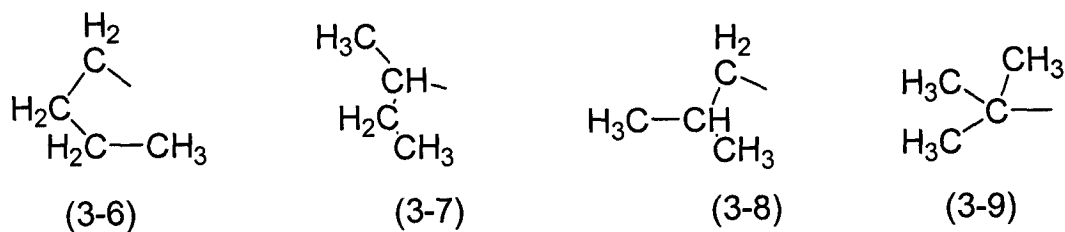
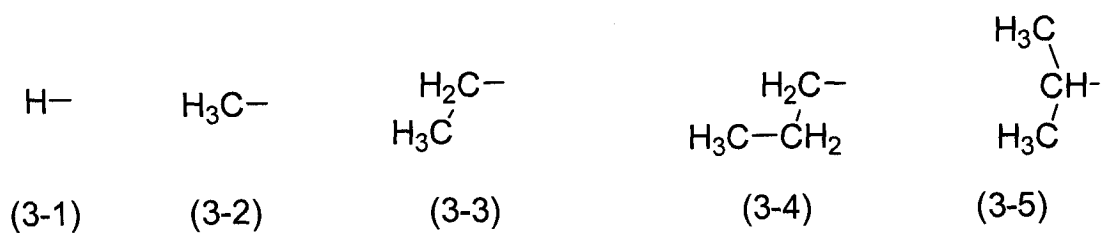
(2-16)



(2-17)

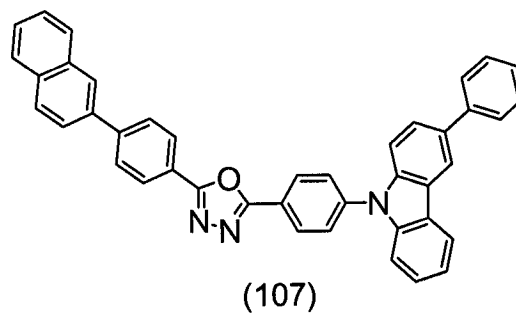
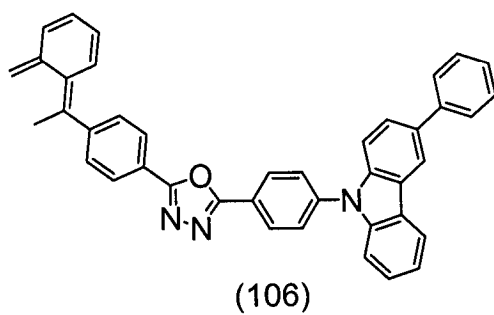
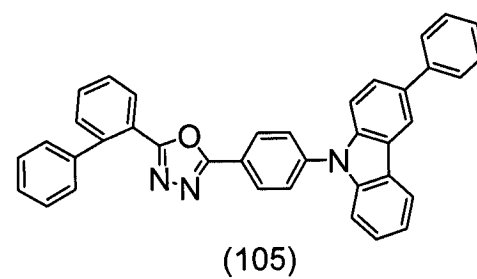
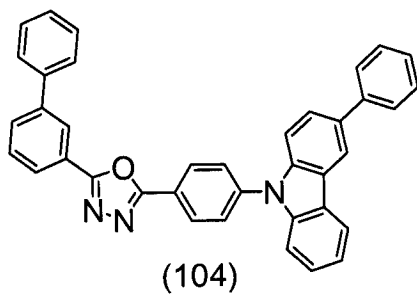
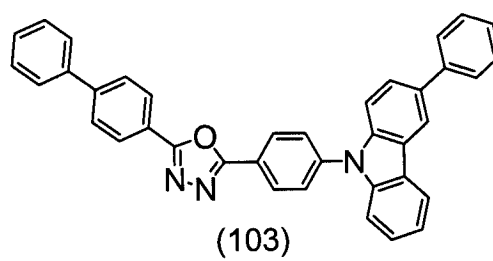
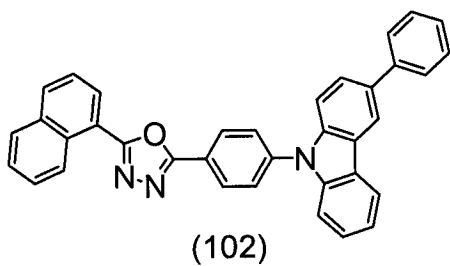
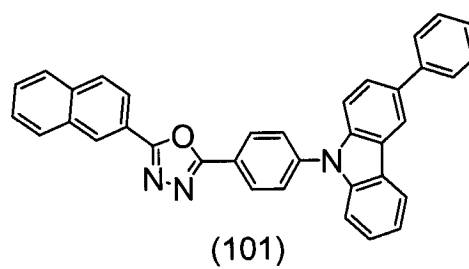
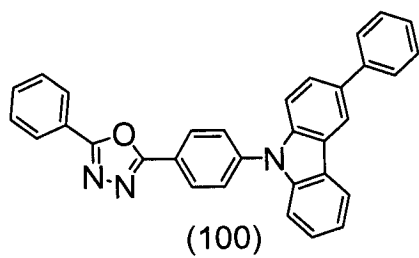
[0079] 此外,作为通式 (G2) 中的 R^{11} 至 R^{15} 的具体结构,可以举出结构式 (3-1) 至结构式 (3-15) 所示出的取代基。

[0080]

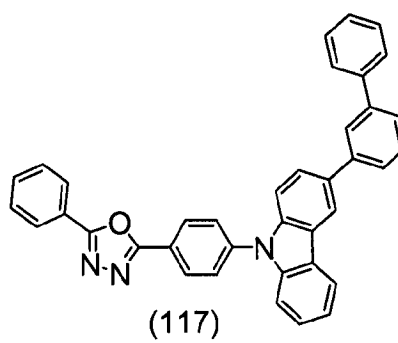
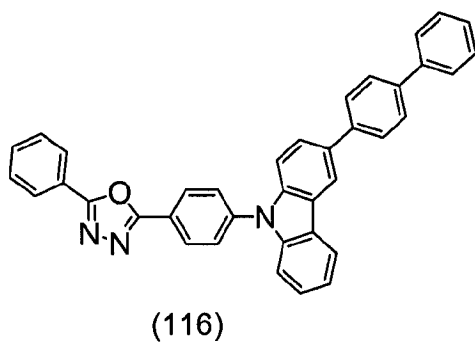
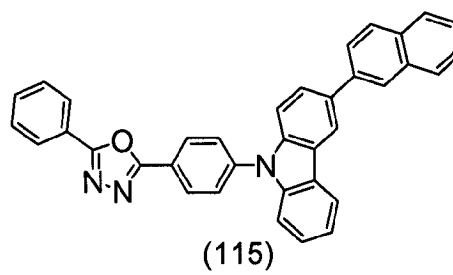
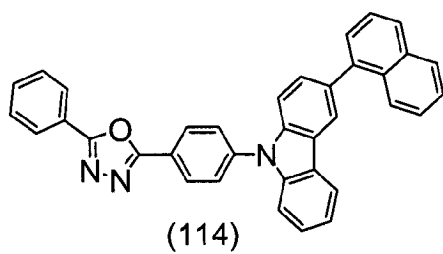
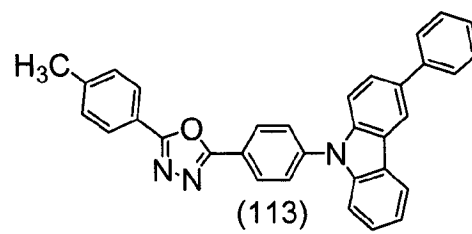
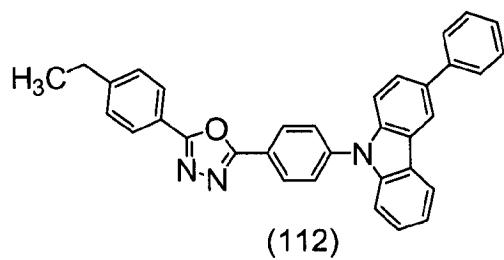
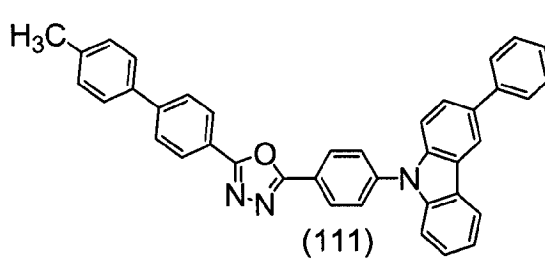
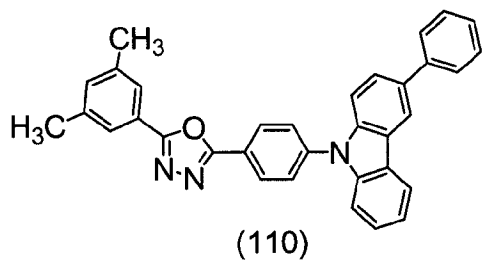
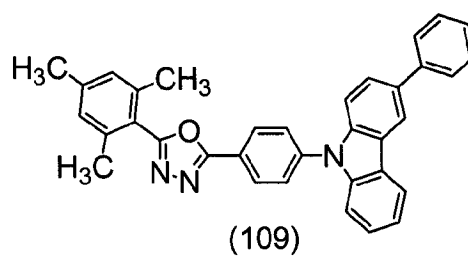
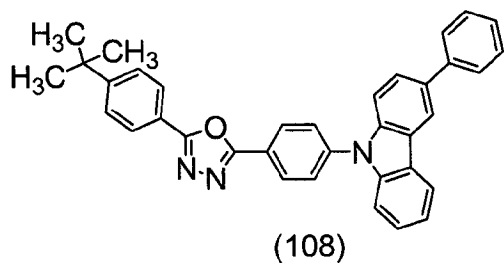


[0081] 在结构式 (100) 至结构式 (222) 中, 可以举出通式 (G1) 和通式 (G2) 所示出的噁二唑衍生物的具体例子。但是, 所公开的发明的一个方式不局限于此。

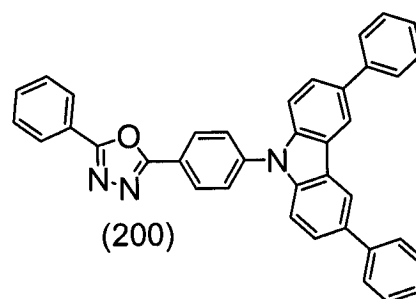
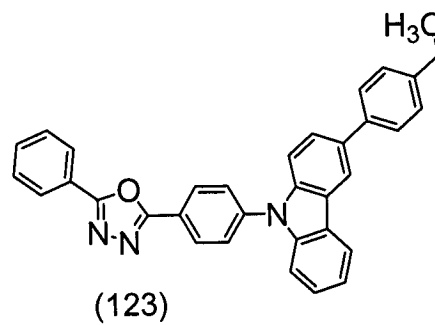
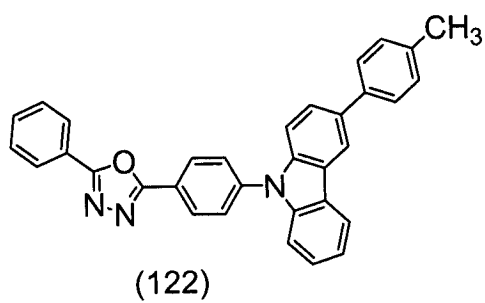
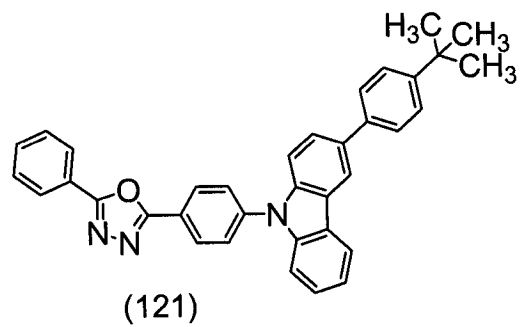
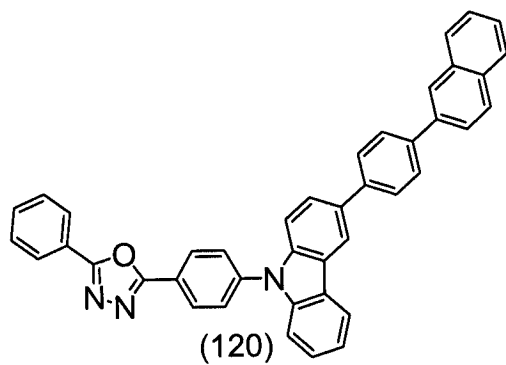
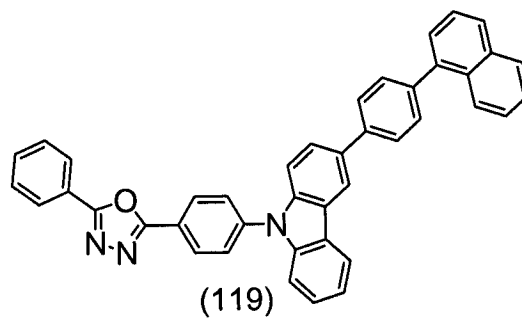
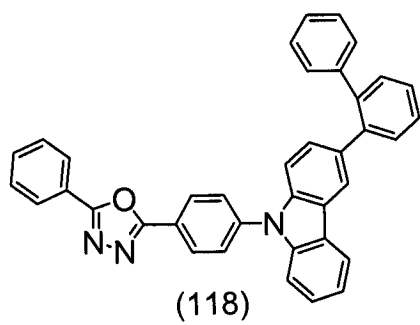
[0082]



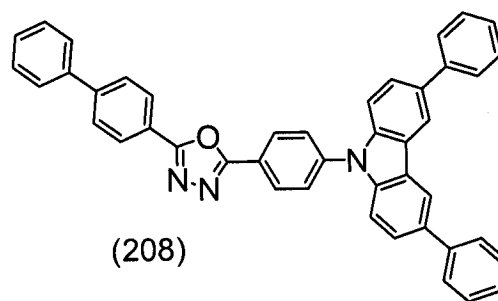
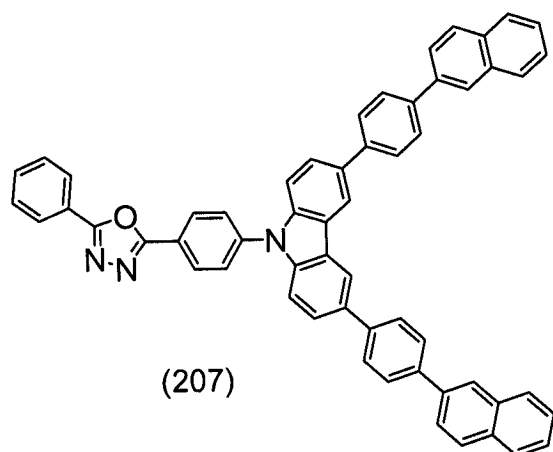
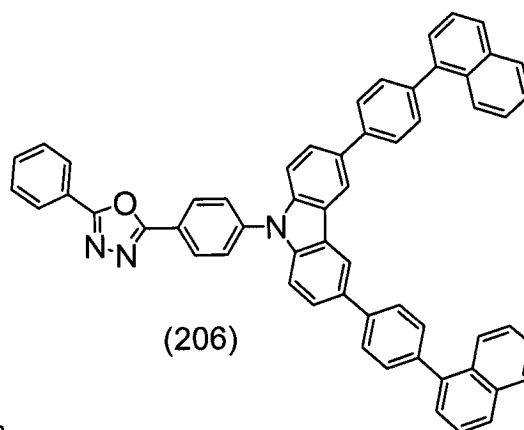
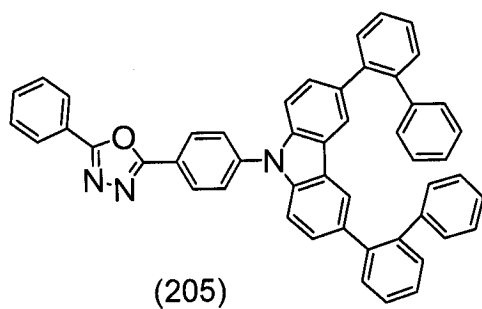
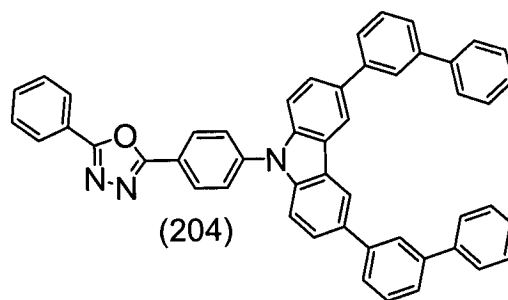
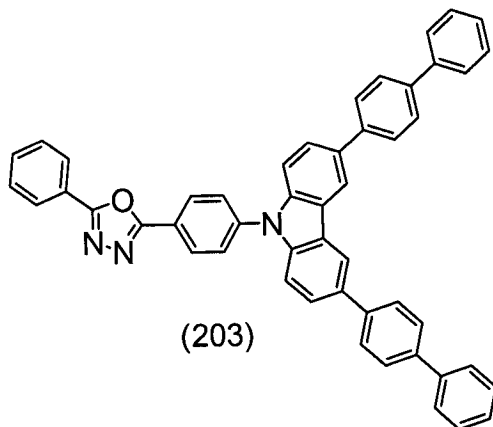
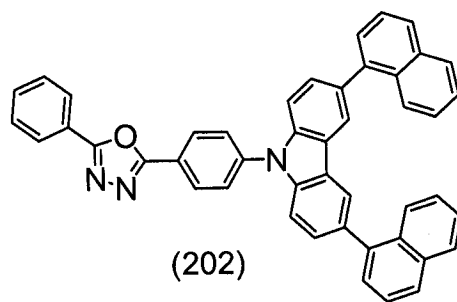
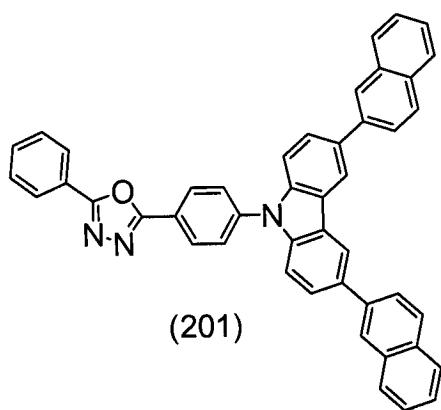
[0083]



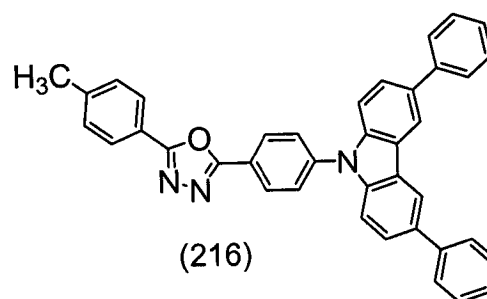
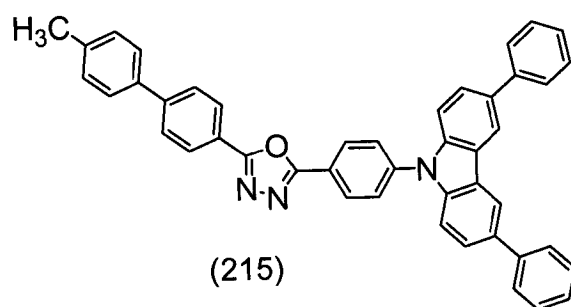
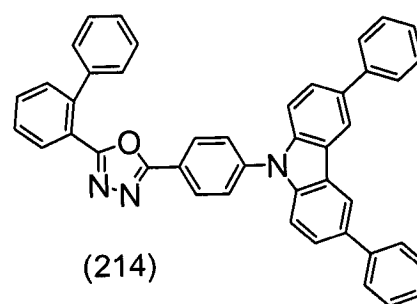
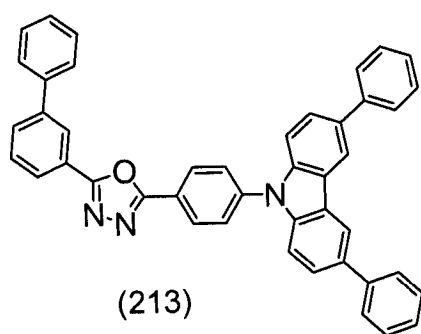
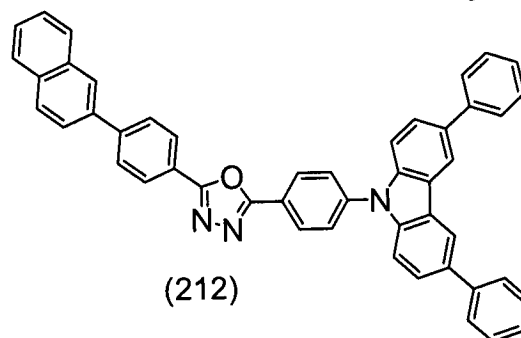
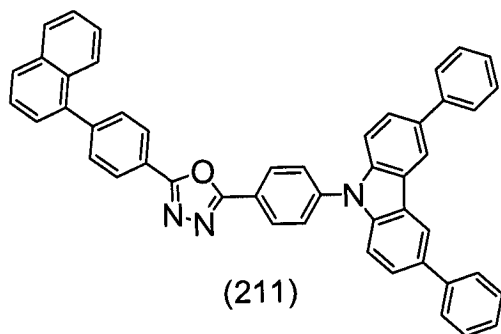
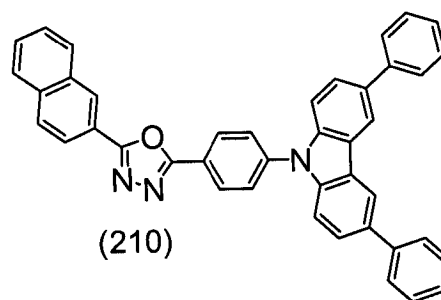
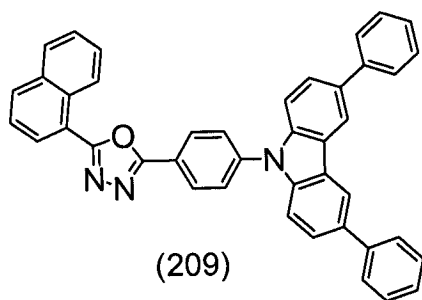
[0084]



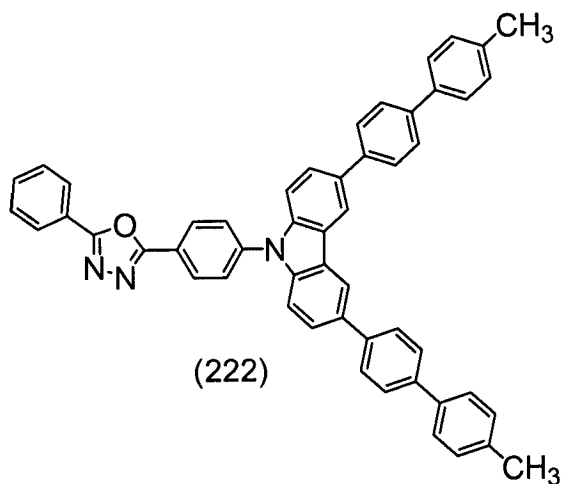
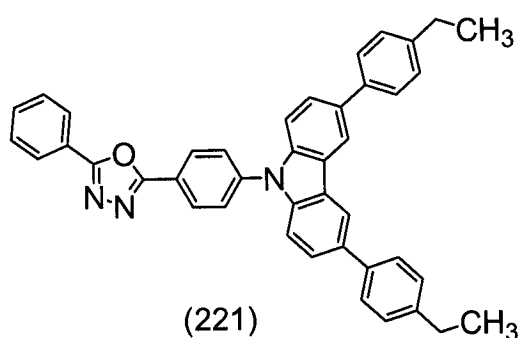
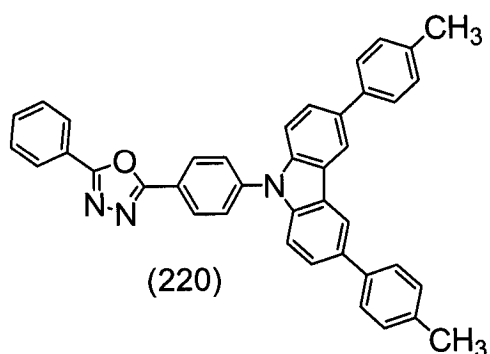
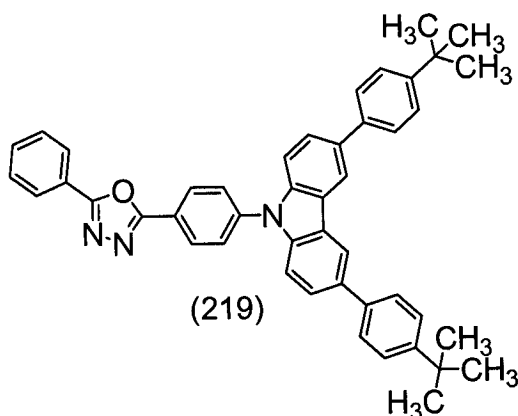
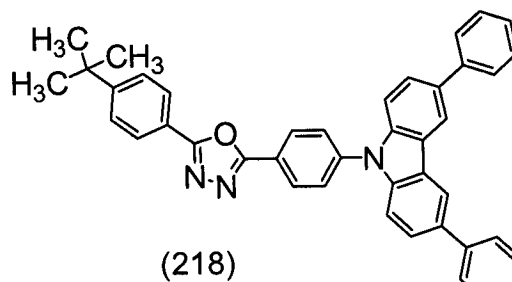
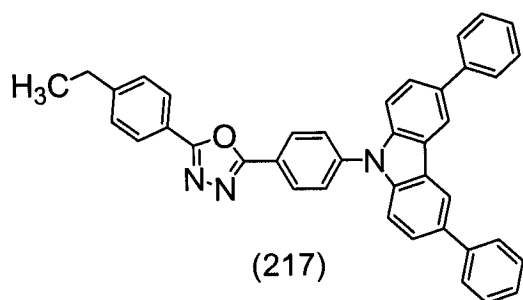
[0085]



[0086]

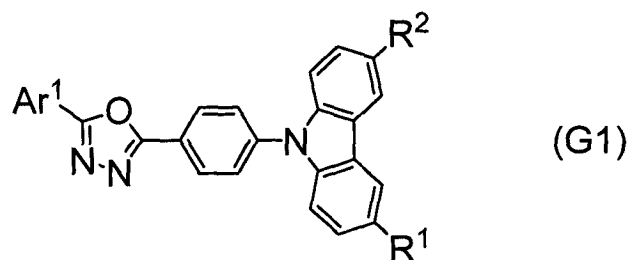


[0087]



[0088] 作为所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物的合成方法,可以考虑各种各样的方法。例如,根据以下所示的合成方法,可以合成以下通式 (G1) 所表示的噁二唑衍生物。注意,噁二唑衍生物的合成方法不局限于以下的合成方法。

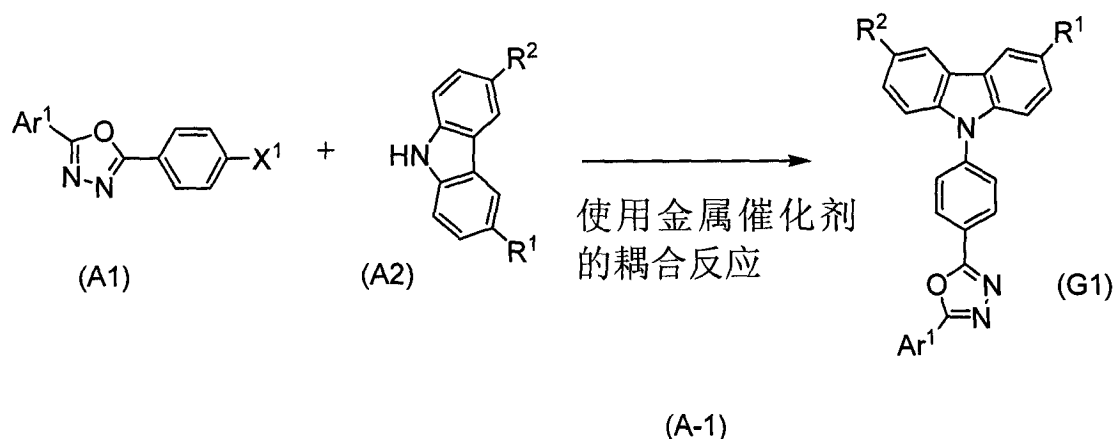
[0089]



[0090] < 通式 (G1) 所表示的噁二唑衍生物的合成方法 >

[0091] 通式 (G1) 所表示的噁二唑衍生物可以使用合成图解 (A-1) 而合成。

[0092]



[0093] 即,通过使用钯催化剂的哈特维希-布赫瓦尔德 (Hartwig-Buchwald) 反应或者使用铜或铜化合物的乌尔曼反应耦合卤化的噁二唑衍生物 (A1) 和 9H-吡唑衍生物 (A2),可以得到所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物 (通式 (G1))。注意,在本说明书等中为方便起见将 (G1) 称为噁二唑衍生物,但是也可以将 (G1) 称为吡唑衍生物。

[0094] 在合成图解 (A-1) 中, X^1 表示卤素。作为卤素,优选使用碘或溴。在合成图解 (A-1) 中, R^1 及 R^2 分别表示氢原子、碳数为 1 至 4 的烷基或者取代或未取代的碳数为 6 至 10 的芳基。但是, R^1 及 R^2 中的至少一方表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。此外, Ar^1 表示取代或未取代的形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。在 R^1 、 R^2 以及 Ar^1 中,取代基为碳数为 1 至 4 的烷基、形成环的碳数为 6 至 10 的芳基。

[0095] 在合成图解 (A-1) 中,在进行哈特维希-布赫瓦尔德 (Hartwig-Buchwald) 反应时,可以使用双(二亚苄基丙酮)钯 (0)、醋酸钯 (II) 等的钯催化剂。作为钯催化剂的配位体,可以举出三(叔丁基)膦、三(n-己基)膦、三环己基膦等。在此,作为可以使用的碱,可以举出叔丁醇钠等有机碱、碳酸钾等无机碱等。此外,作为可以使用的溶剂,可以举出甲苯、二甲苯、苯、四氢呋喃等。

[0096] 在合成图解 (A-1) 中,在进行乌尔曼反应时,可以使用碘化铜 (I)、醋酸铜 (II) 等铜化合物。此外,除了铜化合物以外还可以使用铜。在此,作为可以使用的碱,可以举出碳酸钾等无机碱。此外,作为可以使用的溶剂,可以举出 1,3-二甲基-2-吡啶酮 (DMPU)、甲苯、二甲苯、苯等。在乌尔曼反应中,通过使反应温度为 100℃ 以上,可以在更短时间内以高收获率得到目的物,所以优选使用沸点高的 DMPU、二甲苯等。另外,更优选使反应温度为 150℃ 以上,此时,可以使用 DMPU 等。

[0097] 如上所述,说明反应图解的一例,但是所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物 (G1) 也可以使用其它任何合成方法而合成。

[0098] 实施方式 2

[0099] 在本实施方式中,参照附图对将上述实施方式所说明的噁二唑衍生物用作发光层的一例进行说明。

[0100] 图 1 示出在第一电极 101 和第二电极 103 之间夹着具有发光层 113 的 EL 层 102 的发光元件的一例。

[0101] 通过对这种发光元件施加电压,从第一电极 101 一侧注入的空穴和从第二电极

103 一侧注入的电子在发光层 113 中重新结合,使发光有机化合物处于激发态。然后,在激发态的有机化合物回到基态时发光。此外,在本实施方式所示的发光元件中,将第一电极 101 用作阳极,并且将第二电极 103 用作阴极。注意,在图 1 所示的结构中,当然也可以采用与上述叠层顺序相反的叠层顺序。

[0102] 用作阳极的第一电极 101 优选使用功函数大的(具体地,4.0eV 以上)的金属、合金、导电化合物或它们的混合物等的材料而形成。具体而言,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:氧化铟锡)、含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(IZO:氧化铟锌)、含有氧化钨及氧化锌的氧化铟等。另外,可以举出金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)、Ti(钛)等。

[0103] 注意,在 EL 层 102 中,在接触于第一电极 101 的层使用由有机化合物和电子受体构成的复合材料而形成时,用于第一电极 101 的物质不因功函数的大小而受到限制。例如,也可以使用铝(Al)、银(Ag)、包含铝的合金(AlSi)等。

[0104] 此外,第一电极 101 可以例如通过溅射法或蒸镀法(包括真空蒸镀法)等而形成。

[0105] 形成在第一电极 101 上的 EL 层 102 至少具有发光层 113,并且 EL 层 102 包含上述实施方式所示的噻二唑衍生物而形成。EL 层 102 的一部分可以使用已知的物质,可以使用低分子化合物或高分子化合物。此外,形成 EL 层 102 的物质也可以在其一部分中包含无机化合物。

[0106] 此外,除了发光层 113 以外,如图 1 所示那样,适当地组合包含空穴注入性高的物质的空穴注入层 111、包含空穴传输性高的物质的空穴传输层 112、包含电子传输性高的物质的电子传输层 114 以及包含电子注入性高的物质的电子注入层 115 等而层叠形成 EL 层 102。

[0107] 空穴注入层 111 是包含空穴注入性高的物质的层。作为空穴注入性高的物质,可以使用钼氧化物、钛氧化物、钒氧化物、铌氧化物、钽氧化物、铬氧化物、锆氧化物、钪氧化物、钽氧化物、银氧化物、钨氧化物、锰氧化物等金属氧化物。此外,可以使用酞菁(简称: H₂Pc)、铜(II)酞菁(简称: CuPc)、钒氧酞菁(简称: VOPc)等酞菁类化合物。

[0108] 此外,可以使用低分子有机化合物的芳香胺化合物等,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)、以及 3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称: PCzPCN1)等。

[0109] 此外,还可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)。例如,可以使用聚(N-乙烯咔唑)(简称: PVK)、聚(4-乙烯三苯胺)(简称: PVTTPA)、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)、以及聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称: Poly-TPD)等高分子化合物。另外,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)(PEDOT/PSS)、以及聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)等。

[0110] 此外,作为空穴注入层 111,也可以使用由有机化合物和电子受体混合而成的复合材料。在这种复合材料中,由于通过电子受体在有机化合物中产生空穴,因此空穴注入性及空穴传输性良好。在此情况下,作为有机化合物,优选使用所产生的空穴的传输性能优异的材料(空穴传输性高的物质)。

[0111] 优选使用具有空穴传输性高的有机化合物作为用于上述复合材料的有机化合物。具体而言,优选使用空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。然而,只要是其空穴传输性比电子传输性高的物质,就可以使用除此之外的其他物质。下面,具体地举出可以用于复合材料的有机化合物。

[0112] 作为可以用于复合材料的有机化合物,例如可以举出芳香胺化合物诸如 TDATA、MTDATA、DPAB、DNTPD、DPA3B、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、以及 N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺(简称:TPD)等;或者咪唑衍生物诸如 4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(N-咪唑基)]苯基-10-苯基蒽(简称:CzPA)、以及 1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0113] 此外,可以举出芳香烃化合物诸如 2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒽(简称 t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、2-叔丁基蒽(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(简称:DMNA)、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]-2-叔丁基-蒽、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽等。

[0114] 此外,还可以举出芳香烃化合物诸如 2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-二蒽基、10,10'-二苯基-9,9'-二蒽基、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-二蒽基、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-二蒽基、蒽、并四苯、红荧烯、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯、并五苯、六苯并苯、4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、以及 9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。

[0115] 作为可以用于复合材料的电子受体,可以举出 7,7,8,8-四氰-2,3,5,6-四氟二甲基对苯醌(简称: $\text{F}_4\text{-TCNQ}$)、氯醌等的有机化合物、以及过渡金属氧化物等。还可以举出属于元素周期表中的第 4 族至第 8 族元素的金属的氧化物。例如,优选使用氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰以及氧化镱,因为它们的电子接受性高。其中,氧化钼是尤其优选的,因为氧化钼在大气中也稳定而且吸湿性低,就容易处理。

[0116] 此外,空穴注入层 111 也可以使用利用上述高分子化合物诸如 PVK、PVTTPA、PTPDMA、Poly-TPD 等、以及上述使用电子受体的复合材料。

[0117] 空穴传输层 112 是包含空穴传输性高的物质的层。作为空穴传输性高的物质,可以使用芳香胺化合物诸如 NPB、TPD、4,4'-双[N-(9,9-二甲基芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DFLDPBi)、以及 4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)等。上述物质主要是具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质。但是,只要是其空穴传输性比电子传输性高的物质,就可以使用除此之外的其他物质。此外,空穴传输层 112 可以为单层结构或者叠层结构。

[0118] 此外,作为空穴传输层 112,还可以使用高分子化合物诸如 PVK、PVTTPA、PTPDMA、以

及 Poly-TPD 等。

[0119] 发光层 113 是包含发光性高的物质的层。此外,在本实施方式中,对将上述实施方式所示的噁二唑衍生物用于发光层的情况进行说明。另外,在采用将发光性高的物质(客体材料)分散于其他物质(主体材料)的结构的发光层中,优选将上述噁二唑衍生物用作主体材料,但是所公开的发明的一个方式不被理解为局限于此。也可以单独使用上述噁二唑衍生物作为发光层。

[0120] 在将上述实施方式所示的噁二唑衍生物用作主体材料的情况下,当作为客体材料使用发射荧光的材料时,作为客体材料,优选使用一种物质,其最低空轨道能级(LUMO 能级)低于上述实施方式所示的噁二唑衍生物的最低空轨道能级而其最高占据轨道能级(HOMO 能级)高于上述实施方式所示的噁二唑衍生物的最高占据轨道能级。例如,作为蓝色发光材料,可以举出 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-蒎基)三苯胺(简称:YGAPA)等。作为绿色发光材料,可以举出 N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-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-蒎基]-N,N',N'-三苯基-1,4-亚苯基二胺(简称:2DPABPhA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)]-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒎-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒎-9-胺(简称:DPhAPhA)等。作为黄色发光材料,可以举出红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)等。另外,作为红色发光材料,可以举出 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)苡并[1,2-a]荧蒎-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)等。

[0121] 此外,在将上述实施方式所示的噁二唑衍生物用作主体材料的情况下,当作为客体材料使用发射磷光的材料时,作为客体材料,优选使用一种物质,其三重态激发能小于上述实施方式所示的噁二唑衍生物。作为这种材料,例如可以举出有机金属配合物诸如双[2-(3',5'-双三氟甲基苯基)吡啶醇-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸酯(简称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、双[2-(4',6'-二氟苯基)]吡啶醇-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIracac)、三(2-苯基吡啶醇)铱(III)(简称:Ir(ppy)₃)、双(2-苯基吡啶)铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(ppy)₂(acac))、三(乙酰丙酮)(单菲咯啉)铱(III)(简称:Tb(acac)₃(Phen))、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(bzq)₂(acac))、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'-全氟苄基苯基)吡啶醇]铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、双(2-苯基苯并噁唑-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(bt)₂(acac))、双[2-(2'-苯并[4,5-a]噻吩基)吡啶醇-N,C^{3'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(btp)₂(acac))、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(piq)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))、(乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡嗪根合)铱(III)(简称:Ir(tppr)₂(acac))、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:PtOEP)、三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮)(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](一菲咯啉)合铕(III)(简称:Eu(TTA)₃(Phen))

等。

[0122] 上述实施方式所示的噁二唑衍生物由于具有电子传输性,所以通过用于发光层,可以制造具有电子传输性高的发光层。在这种结构的发光层中,在使用电子俘获性高的客体材料的情况下,可以得到极高效率的发光。

[0123] 此外,可以使用多种用于分散发光物质(客体材料)的物质(主体材料)。因此,除了上述实施方式所示的噁二唑衍生物之外,发光层还可以包含第二主体材料。

[0124] 此外,上述噁二唑衍生物可以单独使用或用作客体材料作为发光物质。

[0125] 电子传输层 114 是包含电子传输性高的物质的层。电子传输层 114 可以使用金属配合物诸如 Alq_3 、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(简称: Almq_3)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(简称: BeBq_2)、 BAIq 、 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ 、双[2-(2'-羟基苯基)苯并噻唑]锌(简称: $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$)等。此外,也可以使用杂芳族化合物诸如 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)、3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-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)、红菲咯啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)、4,4'-双(5-甲基苯并噻唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等。此外,也可以使用高分子化合物诸如聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共聚-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共聚-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)。上述物质主要是具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。但是,只要是其电子传输性比空穴传输性高的物质,就可以使用除此之外的其他物质。

[0126] 此外,电子传输层 114 可以为单层结构或者叠层结构。

[0127] 电子注入层 115 是包含电子注入性高的物质的层。作为电子注入层 115,可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、以及锂氧化物(LiO_x)等碱金属、碱土金属、或它们的化合物。另外,也可以使用氟化铒(ErF_3)等稀土金属化合物。此外,还可以使用上述构成电子传输层 114 的物质。

[0128] 作为电子注入层 115,也可以使用由有机化合物和电子给体混合而成的复合材料。在这种复合材料中,由于通过电子给体在有机化合物中产生电子,因此电子注入性及电子传输性良好。在此情况下,上述有机化合物优选是所产生的电子的传输性优异的材料,例如可以使用构成上述电子传输层 114 的物质。电子给体可以是对有机化合物呈现电子给予性的物质。具体而言,电子给体优选是碱金属、碱土金属以及稀土金属,可以使用锂、铯、镁、钙、钪以及镱等。另外,优选是碱金属氧化物、碱土金属氧化物,可以使用锂氧化物、钙氧化物以及钡氧化物等。此外,还可以使用氧化镁等的路易斯碱。另外,还可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。

[0129] 此外,上述空穴注入层 111、空穴传输层 112、发光层 113、电子传输层 114、电子注入层 115 分别可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、喷墨法、涂敷法等的方法而形成。

[0130] 用作阴极的第二电极 103 优选使用功函数小的(具体地,3.8eV 以下)的金属、合金、导电化合物或它们的混合物等的材料而形成。具体而言,除了属于元素周期表中第 1 族或第 2 族的元素,即锂(Li)、铯(Cs)等碱金属;镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)等碱土金属及包含这些的合金(MgAg 、 AlLi)、以及铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属或包含这些的合金之外,还可

以使用 Al 或银等。

[0131] 注意,在 EL 层 102 中,在接触于第二电极 103 的层使用由上述有机化合物和电子给体构成的复合材料而形成时,用于第二电极 103 的物质不因功函数的大小而受到限制。例如可以使用 Al、Ag、ITO、含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等各种各样的导电材料。

[0132] 此外,在形成第二电极 103 时,可以使用真空蒸镀法、溅射法。另外,在使用银膏等的情况下,也可以采用涂敷法或喷墨法等。

[0133] 因第一电极 101 和第二电极 103 之间的电势差而产生的电子和空穴在 EL 层 102 中重新结合,从而使得上述发光元件发光。而且,该光经过第一电极 101 及第二电极 103 中的任一方或双方被提取到外部。因而,第一电极 101 及第二电极 103 中的任一方或双方具有透光性。

[0134] 注意,通过使用本实施方式所示的发光元件,可以制造由无源矩阵型发光装置及由薄膜晶体管(TFT)控制发光元件的驱动的有源矩阵型发光装置。

[0135] 注意,当制造有源矩阵型发光装置时的 TFT 的结构没有特别限制。此外,可以使用 n 型或 p 型的 TFT。再者,用于 TFT 的半导体材料没有特别限制。例如,可以使用硅类半导体材料(包括非晶、结晶、单晶的任一种)、锗类半导体材料、硫属类半导体材料、其他各种半导体材料。当然,也可以使用氧化物半导体材料。

[0136] 在本实施方式中,使用上述噻二唑衍生物而形成发光层 113。由此,可以提供功率效率高并且使用寿命长的发光元件。

[0137] 本实施方式可以与上述实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0138] 实施方式 3

[0139] 所公开的发明的一个方式的发光元件也可以具有多个发光层。通过从多个发光层的每一个发射光,可以得到多个发光混合在一起的光。从而,例如可以得到白色光。在本实施方式中,参照附图说明具有多个发光层的发光元件的方式。

[0140] 在图 2 中,在第一电极 201 和第二电极 203 之间设置有包括第一发光层 213 和第二发光层 215 的 EL 层 202,并且可以得到来自第一发光层 213 的发光和来自第二发光层 215 的发光混合在一起的发光。在第一发光层 213 和第二发光层 215 之间优选具有分离层 214。

[0141] 当以第一电极 201 的电位高于第二电极 203 的电位的方式施加电压时,在第一电极 201 和第二电极 203 之间流过电流,空穴和 / 或电子流到第一发光层 213、第二发光层 215、分离层 214 中。由此,使包含于第一发光层 213 中的第一发光物质和包含于第二发光层 215 中的第二发光物质处于激发态。然后,在发光物质从激发态回到基态时发光。

[0142] 第一发光层 213 包含第一发光物质,典型的是二苯基胺、2,5,8,11-四(叔丁基)二苯基胺(简称:TBP)、DPVBi、4,4'-双[2-(N-乙基吡啶-3-基)乙烯基]联苯(简称:BCzVBi)、BAIq、双(2-甲基-8-羟基喹啉)镓氯化物(简称:Gamq₂Cl)等荧光化合物;或者双{2-[3,5-双(三氟甲基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}铱(III)甲基吡啶(简称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]铱(III)乙酰基丙酮(简称:FIr(acac))、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]铱(III)甲基吡啶(简称:FIrpic)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡啶基)硼酸盐(简称:FIr₆)等磷光化合物等,并且可以得到 450nm 至 510nm 处具有发射光谱的峰值的发光(即,蓝色至蓝绿色)。

[0143] 此外,当第一发光物质是荧光化合物时,第一发光层 213 优选采用如下的层:将具有比第一发光物质大的单重激发能的物质用作第一主体,并且以第一发光物质为客体而分散的层。此外,当第一发光物质是磷光化合物时,第一发光层 213 优选采用如下的层:将具有比第一发光物质大的三重激发能的物质用作第一主体,并且以第一发光物质为客体而分散的层。作为第一主体,除了上述的 NPB、CBP、TCTA 等以外,还可以使用 DNA、t-BuDNA 等。注意,单重激发能是指基态和单重激发态之间的能量差。另外,三重激发能是指基态和三重激发态之间的能量差。

[0144] 另一方面,第二发光层 215 包含实施方式 1 所说明的噁二唑衍生物。第二发光层 215 可以采用与实施方式 2 所说明的发光层 113 同样的结构,即可。

[0145] 另外,分离层 214 例如可以由上述 TPAQn、NPB、CBP、TCTA、Znpp₂、ZnBOX 等形成。通过设置这种分离层 214,可以防止第一发光层 213 和第二发光层 215 中的仅任一方的发光强度增大的不利情况。注意,分离层 214 不是必需的结构。在对第一发光层 213 的发光强度和第二发光层 215 的发光强度的比率需要进行调节时等设置分离层 214 即可。此外,也可以将所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物用于分离层 214。

[0146] 注意,虽然在本实施方式中将上述实施方式所说明的噁二唑衍生物用于第二发光层 215 而将其它发光物质用于第一发光层 213,但是也可以将上述实施方式所说明的噁二唑衍生物用于第一发光层 213 而将其它物质用于第二发光层 215。

[0147] 此外,虽然在本实施方式中记载设置有两个发光层的发光元件,但是发光层的数量不局限于两个,例如可以为三个以上。

[0148] 此外,第一电极 201 采用与上述实施方式所述的第一电极 101 相同的结构,即可。另外,第二电极 203 也采用与上述实施方式所述的第二电极 103 相同的结构,即可。

[0149] 此外,在本实施方式中示出设置有空穴注入层 211、空穴传输层 212、电子传输层 216、以及电子注入层 217 的例子,关于这些层的结构,可以应用上述实施方式所述的结构。注意,这些层不是必需的结构。根据元件的特性适当地设置这些层即可。

[0150] 本实施方式所示的结构可以与上述实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0151] 实施方式 4

[0152] 在本实施方式中,参照附图说明包括多个 EL 层的发光元件(下面,称为叠层型元件)。

[0153] 在图 3 中,在第一电极 301 和第二电极 304 之间具有多个 EL 层(第一 EL 层 302、第二 EL 层 303)的叠层型发光元件。注意,本实施方式示出具有两个 EL 层的情况,但是也可以具有三个以上。

[0154] 在本实施方式中,第一电极 301 用作阳极,而第二电极 304 用作阴极。此外,第一电极 301 及第二电极 304 可以采用与上述实施方式的电极相同的结构。另外,作为多个 EL 层(第一 EL 层 302、第二 EL 层 303),可以采用与上述实施方式所示的 EL 层相同的结构,也可以采用其中的任一方不同的结构。换言之,第一 EL 层 302 和第二 EL 层 303 可以具有相同的结构或不同的结构。

[0155] 此外,在多个 EL 层(第一 EL 层 302、第二 EL 层 303)之间设置有电荷产生层 305。电荷产生层 305 具有当对第一电极 301 和第二电极 302 施加电压时将电子注入到一方 EL 层,而将空穴注入到另一方 EL 层的功能。在本实施方式中,当对第一电极 301 施加电压以

使其电位比第二电极 304 的电位高时,电子从电荷产生层 305 注入到第一 EL 层 302,而空穴注入到第二 EL 层 303。

[0156] 注意,考虑到光的提取效率,电荷产生层 305 优选具有透光性。此外,可以电荷产生层 305 的导电率比第一电极 301 和第二电极 304 低。

[0157] 电荷产生层 305 既可以采用具有高空穴传输性的有机化合物和电子受体(受主)的结构,又可以采用具有电子传输性高的有机化合物和电子给体的结构。此外,还可以采用叠层这两种的结构。

[0158] 关于空穴传输性高的有机化合物和电子受体的详细内容,可以参照上述实施方式所记载的内容。此外,与此相同,关于电子传输性高的有机化合物和电子给体的详细内容,可以参照上述实施方式所记载的内容。

[0159] 通过使用上述材料形成电荷产生层 305,可以抑制层叠 EL 层时的驱动电压的上升。

[0160] 如根据本实施方式的发光元件,可以通过由电荷产生层使多个 EL 层间隔而配置,在保持低电流密度下,可以实现高亮度化。由此,可以实现亮度高且使用寿命长的发光装置。

[0161] 另外,通过使各个 EL 层的发光颜色不相同,可以在发光元件的整体上控制发光颜色。例如,在具有两个 EL 层的发光元件中,通过使第一 EL 层的发光颜色和第二 EL 层的发光颜色处于补色的关系,也可以得到在发光元件的整体上进行白色发光的发光元件。注意,补色是指一种颜色之间的关系,在该补色混合时呈现无彩色。换言之,若混合处于补色关系的光,可以得到白色发光。这个情况也与具有三个以上的 EL 层的发光元件的情况相同。

[0162] 注意,本实施方式所示的结构可以与上述实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0163] 实施方式 5

[0164] 在本实施方式中,作为所公开的发明的一个方式,对使用发光元件的无源矩阵型发光装置及有源矩阵型发光装置进行说明。

[0165] 图 4A 至 4D 和图 5 示出无源矩阵型发光装置的例子。

[0166] 在无源矩阵型(也称为单纯矩阵型)发光装置中,条形(带形)的多个阳极和条形的多个阴极互相正交,并且具有在其交叉部形成有发光层的结构。从而,在被选择(施加了电压)的阳极和被选择的阴极的交叉点上的发光层(以下称为像素)发光。

[0167] 图 4A 至 4C 是示出密封之前的像素部的俯视图,而图 4D 是沿图 4A 至 4C 中的虚线 A-A' 的截面图。

[0168] 在衬底 401 上作为基底绝缘层形成有绝缘层 402。另外,基底绝缘层不是必需的结构,根据需要形成即可。在绝缘层 402 上以等间距设置有多数第一电极 403(参照图 4A)。

[0169] 此外,在第一电极 403 上设置有具有对应于各个像素的开口部的分隔壁 404。具有开口部的分隔壁 404 由有机材料(聚酰亚胺、丙烯酸、聚酰胺、聚酰亚胺酰胺、抗蚀剂或苯并环丁烯)或无机材料(包含烷基的 SiO_x 等)等构成。另外,对应于各像素的开口部 405 成为发光区(参照图 4B)。

[0170] 在分隔壁 404 上设置与第一电极 403 交叉的多个分隔壁 406(参照图 4C)。多个分隔壁 406 分别形成为反锥形,并且彼此平行地配置。

[0171] 在第一电极 403 上的不形成分隔壁 406 的区域中,按顺序设置有 EL 层 407、第二电极 408(参照图 4D)。在此,EL 层 407 和第二电极 408 分离为多个,而每一个电独立。通过使分隔壁 406 的高度超过 EL 层 407 的厚度和第二电极 408 的厚度的总厚度,可以形成这种结构的 EL 层 407 和第二电极 408。

[0172] 第二电极 408 在与第一电极 403 交叉的方向上延伸。另外,在分隔壁 406 上形成有与 EL 层 407 同一的材料层以及与第二电极 408 同一的材料层,但是它们与 EL 层 407 和第二电极 408 分离。

[0173] 此外,本实施方式中的第一电极 403 和第二电极 408 中的一方用作阳极,而另一方用作阴极。根据电极的极性,适当地调整构成 EL 层 407 的叠层结构,即可。

[0174] 此外,也可以密封衬底 401 而发光元件配置在被密封的空间中。使用密封材料等粘合剂将衬底 401 与密封罐或密封材料贴合来进行密封。通过进行这种密封,可以抑制发光元件的退化。另外,还可以对被密封的空间填充填充剂、干燥了的惰性气体、干燥剂等。在封装干燥剂时,由于去除微量的水分,因此抑制因水分的发光元件的退化。另外,作为干燥剂,可以使用通过化学吸附来吸收水分的物质。具体而言,例如可以使用氧化钙或氧化钡等碱土金属的氧化物。除了上述以外,也可以使用沸石或硅胶等的由物理吸附来吸收水分的物质。

[0175] 下面,图 5 示出在图 4A 至 4D 所示的无源矩阵型发光装置中安装有 FPC 等时的结构。

[0176] 在图 5 的形成在衬底 501 上的像素部中,具有彼此正交的扫描线组和数据线组。此外,图 4A 至 4D 中的第一电极 403 相当于图 5 中的扫描线 503,图 4A 至 4D 中的第二电极 408 相当于图 5 中的数据线 508,而图 4A 至 4D 中的分隔壁 406 相当于图 5 中的分隔壁 506。在数据线 508 和扫描线 503 之间形成有 EL 层,并且区域 505 对应于一个像素。

[0177] 此外,扫描线 503 的端部与连接布线 509 电连接,并且连接布线 509 通过输入端子 510 连接到 FPC511b。另外,数据线 508 通过输入端子 512 连接到 FPC511a。

[0178] 在取出光的面等上可以设置偏振片、圆形偏振片(包括椭圆偏振片)、波形板($\lambda/4$ 板、 $\lambda/2$ 板)、滤色片、抗反射膜等光学薄膜。另外,可以对取出光的面或各种薄膜的表面上进行处理。例如,通过在其表面上形成微小的凹凸而扩散反射光,来可以降低眩光。

[0179] 另外,在图 5 中虽然示出了在衬底上不设置具有驱动电路的 IC 芯片的例子,但是,也可以在衬底上安装 IC 芯片。作为 IC 芯片的安装方法,可以利用 COG 法、引线结合法、TCP 等。

[0180] 图 6A 和 6B 示出有源矩阵型发光装置的例子。

[0181] 图 6A 是示出发光装置的俯视图,图 6B 是示出沿图 6A 的虚线 A-A' 的截面图。

[0182] 根据本实施方式的有源矩阵型发光装置具有设置在元件衬底 601 上的像素部 602、驱动电路部 603(源极一侧驱动电路)以及驱动电路部 604(栅极一侧驱动电路)。将像素部 602、驱动电路部 603 和驱动电路部 604 使用密封剂 605 密封在元件衬底 601 和密封衬底 606 之间(参照图 6A)。

[0183] 此外,在元件衬底 601 上设置有助于连接外部输入端子的引导布线 607。另外,在此示出了作为外部输入端子设置 FPC(柔性印刷线路)的例子。虽然在图 6A 和 6B 中仅示出了 FPC608,但是印刷线路板(PWB)也可以附着于 FPC608 上。根据本说明书等中的发光装

置不仅包括发光装置本体,而且还包括安装有 FPC 或 PWB 等的状态。

[0184] 在驱动电路部 603 中形成有组合 n 沟道型 TFT609 和 p 沟道型 TFT610 而成的 CMOS 电路(参照图 6B)。当然,电路结构不局限于此,也可以应用多种电路如 CMOS 电路、PMOS 电路、NMOS 电路等。此外,在本实施方式中,虽然示出了将驱动电路形成在衬底上的驱动电路一体型,但是并不需要被理解为限于此。驱动电路也可以形成在外部。注意,在图 6B 中,仅例示源极一侧驱动电路的驱动电路部 603 和像素部 602。

[0185] 像素部 602 由多个像素形成,该多个像素包括开关 TFT611、电流控制 TFT612 和电连接至电流控制 TFT612 的电极(源电极或漏电极)的阳极 613。另外,形成有绝缘体 614 以覆盖阳极 613 的端部。另外,因光照变得不溶于蚀刻剂的负型材料或因光照变得可溶于蚀刻剂的正型材料都可以用于绝缘体 614。另外,除了有机化合物以外,还可以使用氧化硅或氮化硅等无机化合物。

[0186] 优选在绝缘体 614 的上端部或下端部形成为有预定的曲率半径的曲面形状。通过具有曲面形状,可以提高形成在绝缘体 614 的上方的膜的覆盖性。例如,在使用正型光敏丙烯酸树脂作为绝缘体 614 的材料的情况下,优选将绝缘体 614 的上端部形成为有 $0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 的曲率半径的曲面形状。

[0187] 在阳极 613 上层叠形成有 EL 层 615 和阴极 616。在此,当使用 ITO 膜作为阳极 613,并且使用氮化钛膜和以铝为主要成分的膜的叠层膜或者氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜的叠层膜作为连接到阳极 613 上的电流控制 TFT612 的布线时,可以得到与 ITO 膜的欧姆接触,并且可以将该布线的电阻抑制为低。另外,虽然在此未图示,但是阴极 616 电连接到作为外部输入端子的 FPC608。

[0188] 另外,EL 层 615 至少设置有发光层。此外,除了发光层以外,还可以设置空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层等。发光元件 617 由阳极 613、EL 层 615 和阴极 616 的叠层结构形成。

[0189] 此外,虽然在图 6B 所示的截面图中仅示出一个发光元件 617,但在像素部 602 中,以矩阵形状设置有多多个发光元件。另外,在像素部 602 中选择性地设置可以得到三种(R、G、B)发光的发光元件,可以实现全彩色显示。也可以与滤色片组合而实现全彩色显示。

[0190] 由元件衬底 601、密封衬底 606 以及密封材料 605 围绕的空间 618 中设置有发光元件 617。此外,除了空间 618 填充惰性气体(如氮或氩等)的结构以外,还包括填充了密封材料 605 等的其他材料的结构。

[0191] 优选将环氧树脂用于密封材料 605。另外,这些材料优选为尽可能地不透过水分、氧的材料。此外,作为用于元件衬底 601 和密封衬底 606 的材料,除了玻璃衬底、石英衬底以外,还可以使用由 FRP(玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等形成的塑料衬底等。

[0192] 注意,本实施方式所示的结构可以与上述实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0193] 实施方式 6

[0194] 在本实施方式中,使用图 7A 至 7E 以及图 8 说明使用应用本发明的一个方式的发光装置来完成的各种各样的电子设备以及照明装置的一例。

[0195] 作为应用发光装置的电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视或电视接收

机)、用于计算机等的监视器、拍摄装置如数码相机、数码摄影机等、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、音频再现装置、弹珠机等的大型游戏机等。图 7A 至 7E 示出这些电子设备以及照明装置的具体例子。

[0196] 图 7A 示出电视装置 7100 的一例。在电视装置 7100 中,框体 7101 组装有显示部 7103。由显示部 7103 能够显示图像,并可以将发光装置用于显示部 7103。此外,在此示出利用支架 7105 支撑框体 7101 的结构。

[0197] 可以通过利用框体 7101 所具备的操作开关、另外提供的遥控操作机 7110 进行电视装置 7100 的操作。通过利用遥控操作机 7110 所具备的操作键 7109,可以进行频道及音量的操作,并可以对在显示部 7103 上显示的映像进行操作。此外,也可以采用在遥控操作机 7110 中设置显示从该遥控操作机 7110 输出的信息的显示部 7107 的结构。

[0198] 注意,电视装置 7100 采用具备接收机及调制解调器等结构。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(在发送者和接收者之间或在接收者之间等)的信息通信。

[0199] 图 7B 示出计算机的一例,该计算机包括主体 7201、框体 7202、显示部 7203、键盘 7204、外接端口 7205、定位装置 7206 等。此外,该计算机是通过将发光装置用于其显示部 7203 来制造的。

[0200] 图 7C 示出便携式游戏机的一例。该便携式游戏机由框体 7301 和框体 7302 的两个框体构成,并且通过连接部 7303 可以开闭地连接。框体 7301 组装有显示部 7304,而框体 7302 组装有显示部 7305。此外,图 7C 所示的便携式游戏机还具备扬声器部 7306、记录介质插入部 7307、LED 灯 7308、输入单元(操作键 7309、连接端子 7310、传感器 7311(包括测定如下因素的功能:力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、转动数、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、斜率、振动、气味或红外线)、麦克风 7312)等。当然,便携式游戏机的结构不局限于上述结构,只要在显示部 7304 及 7305 的双方或一方中使用发光装置,即可。图 7C 所示的便携式游戏机具有如下功能:读出存储在记录介质中的程序或数据并将其显示在显示部上;以及通过与其他便携式游戏机进行无线通信而实现信息共享。注意,图 7C 所示的便携式游戏机的功能不局限于此,而可以具有各种各样的其它功能。

[0201] 图 7D 示出移动电话机的一例。移动电话机 7400 除了组装在框体 7401 的显示部 7402 之外还具备操作按钮 7403、外部连接端口 7404、扬声器 7405、麦克风 7406 等。另外,将发光装置用于移动电话机 7400 的显示部 7402。

[0202] 图 7D 所示的移动电话机 7400 可以用手指等触摸显示部 7402 来输入信息。此外,可以用手指等触摸显示部 7402 来进行打电话或制作电子邮件的操作。

[0203] 显示部 7402 的显示屏幕(显示图像)主要有如下三个模式:第一是以图像显示为主的显示模式;第二是以文字等信息输入为主的输入模式;第三是混合显示模式与输入模式的两个模式的显示及输入模式。

[0204] 例如,在打电话、制作电子邮件等的情况下,将显示部 7402 设定为以文字输入为主的文字输入模式(第二模式),并进行文字的输入操作,即可。在此情况下,优选的是,在显示部 7402 中显示键盘或号码按钮。

[0205] 另外,通过在移动电话机 7400 内部设置具有陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,判断移动电话机 7400 的方向,而可以对显示部 7402 的屏幕显示进行自动切换。

[0206] 通过触摸显示部 7402 或对框体 7401 的操作按钮 7403 等进行操作,切换屏幕模式。还可以根据显示在显示部 7402 上的图像种类切换屏幕模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏幕模式切换成显示模式(第一模式),而当显示在显示部上的图像信号为文字数据时,将屏幕模式切换成输入模式(第二模式)。

[0207] 另外,当在一定期间中没有显示部 7402 的触摸操作输入时,也可以以将屏幕模式从输入模式(第一模式)切换成显示模式(第二模式)的方式来等进行控制。

[0208] 还可以将显示部 7402 用作图像传感器。例如,通过用手掌或手指触摸显示部 7402,来拍摄掌纹、指纹等,而可以进行身份识别。此外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光灯或发射近红外光的感测光源,也可以拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0209] 图 7E 示出台式照明装置,其包括照明部 7501、灯罩 7502、可调支架(adjustable arm)7503、支柱 7504、台 7505、电源 7506。上述台式照明装置是通过将发光装置用于照明部 7501 来制造的。另外,照明装置还包括固定在天花板上的照明装置或挂在墙上的照明装置等。

[0210] 图 8 示出将发光装置用作室内照明装置 801 的例子。发光装置还可以实现大面积化,从而可以用作大型照明装置。除了上述以外,还可以用作卷动型照明装置 802。另外,在具备室内照明装置 801 的房间内同时使用图 7E 所示的台式照明装置 803。

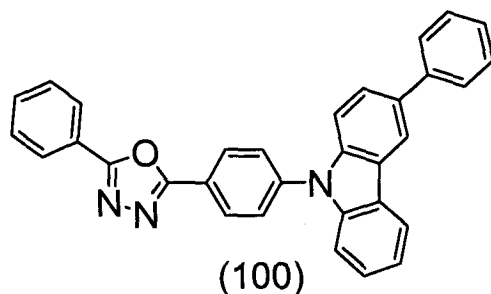
[0211] 通过应用上述实施方式所说明的发光装置等,可以提供上述电子设备、照明装置等。如上所述,发光装置的应用范围极为宽,以至于该发光装置可用在各个领域中的电子设备中。

[0212] 注意,本实施方式所示的结构可以与上述实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0213] 实施例 1

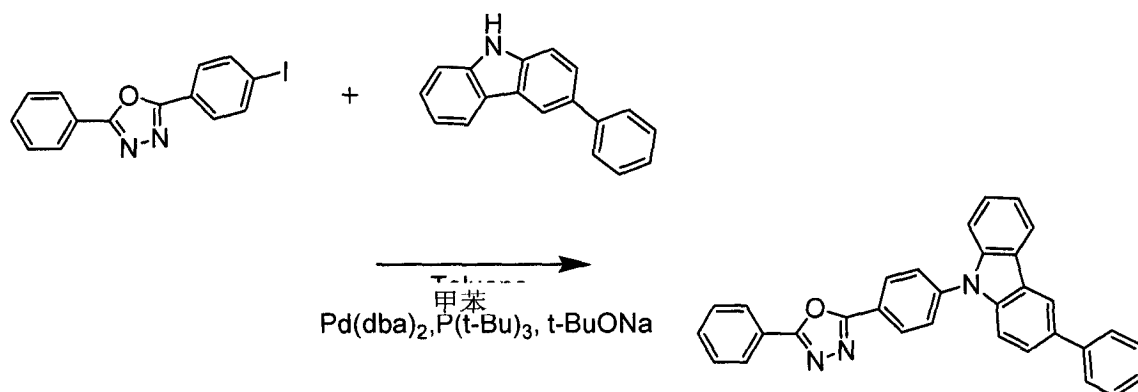
[0214] 在本实施例中,具体地说明结构式(100)所表示的噁二唑衍生物(或唑唑衍生物)、3-苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-唑唑(简称:C01111)的合成方法。

[0215]



[0216] 将 3-苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-唑唑的合成图解示于(B-1)。

[0217]



(B-1)

[0218] 将 2.3g (6.6mmol) 的 2-(4-碘苯基)-5-苯基-1,3,4-噁二唑、1.6g (6.6mmol) 的 3-苯基-9H-咔唑、1.4g (15mmol) 的叔丁醇钠放在 100mL 的三口烧瓶中,对该烧瓶的内部进行氮气置换。在该混合物中加入 30mL 的甲苯、0.2mL 的三(叔丁基)膦的 10% 己烷溶液,利用吸气器对该烧瓶的内部进行减压,使该混合物脱气,然后对该烧瓶的内部进行氮气置换。在该混合物中加入 0.058g (0.10mmol) 的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以 80℃ 的温度搅拌 15 小时。在搅拌后,在该混合物中添加甲苯,将该悬浮液依次用饱和碳氢钠水溶液、饱和食盐水洗涤。在洗涤后,在有机层中加入硫酸镁进行干燥。在干燥后,抽滤该混合物,而得到滤液。通过使该滤液经过硅藻土(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:531-16855)进行抽滤,而得到滤液。利用硅胶柱层析法纯化将该滤液浓缩而得到的化合物。通过首先使用甲苯作为展开溶剂,随后使用甲苯:乙酸乙酯=4:1 的混合溶剂作为展开溶剂来进行柱层析法。在浓缩所得到的馏分而得到的固体中加入丙酮,照射超声波而进行洗涤。对该混合物进行抽滤而回收固体。对所回收的固体使用氯仿和己烷的混合溶剂进行再结晶,从而以 64% 的收率、2.0g 的收量得到粉末状白色固体。

[0219] 通过梯度升华法(train sublimation method)对所得到的 1.1g 的白色固体进行升华纯化。作为升华纯化,将氩气的流量设定为 5mL/min,在 3.0Pa 的减压下以 240℃ 的温度进行 16 小时。收量为 0.98g,收率为 89%。

[0220] 通过核磁共振测定(NMR)确认该化合物是 3-苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011III)。

[0221] 以下示出所得到的化合物的 ^1H NMR 数据。

[0222] ^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): δ = 7.30-7.76(m, 13H), 7.79(d, J = 8.3Hz, 2H), 8.14-8.24(m, 3H), 8.35(sd, J = 1.5Hz, 1H), 8.39(d, J = 8.8Hz, 2H)

[0223] 此外,图 10A 和 10B 示出 ^1H NMR 图表。注意,图 10B 是放大图 10A 中的 7.0ppm 至 9.0ppm 的范围而表示的图表。

[0224] 此外,利用差示扫描量热计(DSC:Differential Scanning Calorimeter,珀金埃尔默(PerkinElmer)公司制造,型号:Phris1 DSC)测定 C011III 的玻璃转移温度,其结果是 88℃。由这些结果可知 C011III 是具有良好的耐热性的材料。

[0225] 图 11 示出 C011III 的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。此外,图 12 示出 C011III 的薄膜的吸收光谱及发射光谱。当测定吸收光谱时,利用紫外可见分光光度计(日本分光株式会社制造的 V550 型)。将溶液放在石英皿中,并对将薄膜蒸镀在石英衬底上而制造的样

品进行测定。图 11 和图 12 示出如下吸收光谱：至于溶液的吸收光谱，示出减去只将甲苯放在石英皿中来进行测定的光谱的吸收光谱；至于薄膜的吸收光谱，示出减去石英衬底的光谱的吸收光谱。在图 11 和图 12 中，横轴表示波长 (nm)，而纵轴表示强度 (任意单位)。在甲苯溶液的情况下，在 347nm 附近观察到吸收，最大发光波长为 393nm (激发波长：349nm)。此外，在薄膜的情况下，在 353nm 附近观察到吸收，最大发光波长为 437nm (激发波长：359nm)。

[0226] 此外，对 C011III 处于薄膜状态下的 HOMO 能级及 LUMO 能级进行测定。通过将使用大气中的光电子能谱仪 (日本理研计器株式会社制造的 AC-2) 进行测定的离子化电位的数值换算为负数值，以得到 HOMO 能级的数值。另外，通过使用图 12 所示的 C011III 处于薄膜状态时的吸收光谱的数据，并从假定直接跃迁的 Tauc 图算出吸收端，并且以该吸收端为光学能隙来将它加入 HOMO 能级的数值，以得到 LUMO 能级的数值。其结果是，C011III 的 HOMO 能级为 -5.71eV ，能隙为 3.26eV ，并且 LUMO 能级为 -2.45eV 。

[0227] 由此可知，C011III 是具有大能隙的物质。

[0228] 此外，测定了 C011III 的氧化还原反应特性。通过循环伏安测定法 (CV) 测定考察氧化还原反应特性。当进行 CV 测定时，使用电化学分析仪器 (BAS 株式会社制造的 ALS600A)。

[0229] 关于 CV 测定中的溶液，作为溶剂使用脱水二甲基甲酰胺 (DMF) (西格玛奥德里奇公司制，99.8%，目录号码：22705-6，)，以其浓度成为 100mmol/L 的方式将作为支持电解质的高氯酸四正丁基铵 ($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$) (东京化成工业株式会社 (Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) 制，目录号码：T0836) 溶解于 DMF 中，再者，将测定对象调整为 1mmol/L 的浓度。另外，作为工作电极使用铂电极 (BAS 株式会社 (BAS Inc.) 制，PTE 铂电极)，作为辅助电极使用铂电极 (BAS 株式会社 (BAS Inc.) 制，VC-3 用 Pt 对电极 (5cm))，作为参比电极使用 Ag/Ag^+ 电极 (BAS 株式会社 (BAS Inc.) 制，RE7 非水溶剂型参比电极)。此外，该测定在室温下进行。

[0230] 对 C011III 的氧化反应特性进行考察的方法为：以使工作电极相对于参比电极的电位从 -0.155V 变化到 1.05V 之后，从 1.05V 变化到 -0.155V 的扫描为一个周期，对 100 个周期进行测定。此外，将 CV 测定的扫描速率设定为 0.1V/s 。

[0231] 对 C011III 的还原反应特性进行考察的方法为：以使工作电极相对于参比电极的电位从 -1.31V 变化到 -2.45V 之后，从 -2.45V 变化到 -1.31V 的扫描为一个周期，对 100 个周期进行测定。此外，将 CV 测定的扫描速率设定为 0.1V/s 。

[0232] 图 13 示出 C011III 的氧化侧的 CV 测定结果，而图 14 示出还原侧的 CV 测定结果。在图 13 及图 14 中，横轴表示工作电极相对于参比电极的电位 (V)，纵轴表示在工作电极和辅助电极之间流过的电流值 (μA)。由图 13 可知，在 $+0.93\text{V}$ (相对于 Ag/Ag^+ 电极) 附近观测到表示氧化的电流。由图 14 可知，在 -2.34V (相对于 Ag/Ag^+ 电极) 附近观测到表示还原的电流。

[0233] 尽管反复进行了 100 次循环的扫描，CV 曲线的峰位置在氧化反应和还原反应中几乎没有变化，由此可知，所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物对于反复进行的氧化和还原反应是极为稳定的。

[0234] 此外，利用密度泛函理论法 (DFT) 计算了 C011III 的基态的最佳分子结构。以电势能、电子间静电能、电子的运动能、包括所有的其他复杂的电子间的互相作用的交换相关能的总合表示 DFT 的所有能量。在 DFT 中，由于交换相关作用以电子密度所表示的一电子

电势的泛函数（函数的函数）近似，所以可以得到较高的计算精度。在此，利用混合函数的 B3LYP 对根据交换相关能的各参数进行权重。此外，作为基底函数使用 6-311（对每个原子价轨道使用三个缩短函数的三重分裂价层（triple split valence）基底类的基底函数）而它应用到所有原子上。通过上述基底函数，例如关于氢原子，考虑到 1s 至 3s 的轨道，而关于碳原子，考虑到 1s 至 4s、2p 至 4p 的轨道。再者，作为分极基底类，对氢原子加上 p 函数，对氢原子以外的原子加上 d 函数，以便提高计算精度。

[0235] 此外，作为量子化学计算程序，使用 Gaussian03。使用高性能计算机（日本 SGI 株式会社制，Altix4700）进行计算。

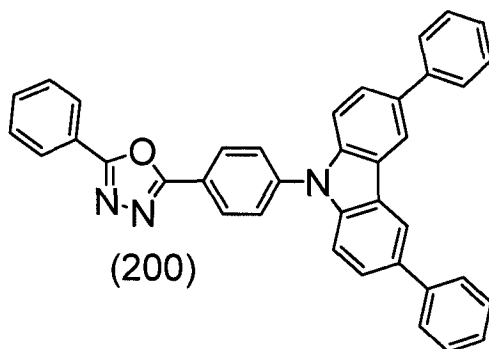
[0236] 图 30A 和 30B 示出通过计算算出的 C011III 的最高占据轨道（HOMO）和最低空轨道（LUMO）。图 30A 表示最高占据轨道（HOMO），图 30B 表示最低空轨道（LUMO）。附图中的球形表示构成 C011III 的原子，存在于原子周边的云状物表示计算的对象轨道。此外，图 30A 和 30B 示出通过可见计算结果的 Gauss View4.1，使最佳分子结构的计算结果为可见的状态。

[0237] 由图 30A 和 30B 可知，在 C011III 中，最高占据轨道在于咪唑基，而最低空轨道在于噁二唑基。换言之，可以说是：咪唑基有助于 C011III 的空穴传输性，而噁二唑基有助于电子传输性。由此可以理解 C011III 具有高双极性。

[0238] 实施例 2

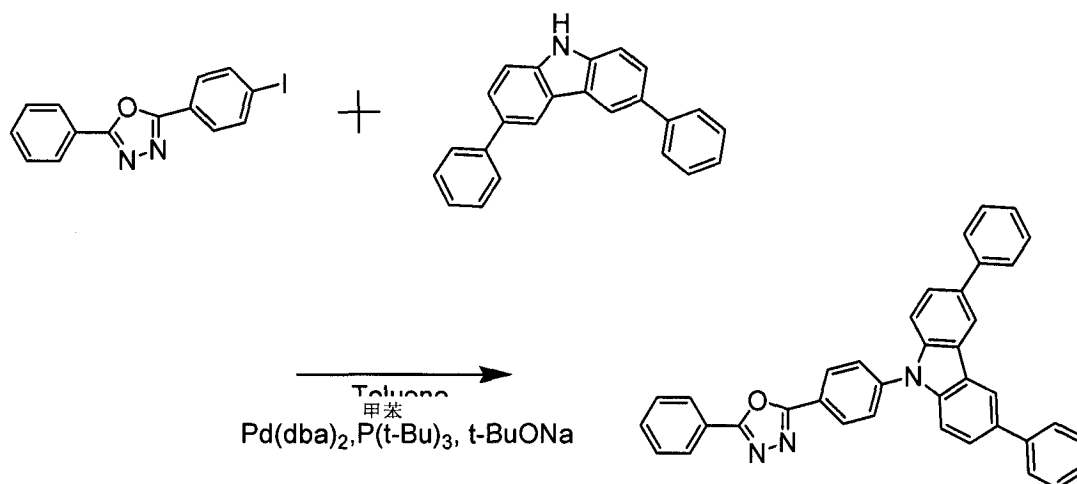
[0239] 在本实施例中，具体地说明结构式（200）所表示的噁二唑衍生物（或咪唑衍生物）、3,6-二苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咪唑（简称：C011III）的合成方法。

[0240]



[0241] 将 3,6-二苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咪唑的合成图解示于 (C-1)。

[0242]



(C-1)

[0243] 将 1.0g (2.9mmol) 的 2-(4-碘苯基)-5-苯基-1,3,4-噁二唑、0.92g (2.9mmol) 的 3,6-二苯基-9H-咔唑、0.61g (6.3mmol) 的叔丁醇钠放在 100mL 的三口烧瓶中,对该烧瓶的内部进行氮气置换。在该混合物中加入 15mL 的甲苯、0.10mL 的三(叔丁基)膦的 10% 己烷溶液,利用吸气器对该烧瓶的内部进行减压,使该混合物脱气,然后对该烧瓶的内部进行氮气置换。在该混合物中加入 0.025g (0.043mmol) 的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以 110℃ 的温度搅拌 10 小时。在搅拌后,在该混合物中添加甲苯,将有机层依次用饱和碳酸氢钠水溶液、饱和食盐水洗涤。在洗涤后,在有机层中加入硫酸镁进行干燥。在干燥后,抽滤该混合物,而得到滤液。利用硅胶柱层析法纯化将该滤液浓缩而得到的化合物。通过首先使用甲苯作为展开溶剂,随后使用甲苯:乙酸乙酯=8:1 的混合溶剂作为展开溶剂来进行柱层析法。在浓缩所得到的馏分而得到的固体中加入丙酮,照射超声波而进行洗涤。对该混合物进行抽滤而回收固体。对所回收的固体使用氯仿和己烷的混合溶剂进行再结晶,从而以 52% 的收率、0.80g 的收量得到粉末状白色固体。

[0244] 通过梯度升华法 (train sublimation method) 对所得到的 0.80g 的白色固体进行升华纯化。作为升华纯化,将氩气的流量设定为 5mL/min,在 2.7Pa 的减压下以 260℃ 的温度进行 15 小时。收量为 0.61g,收率为 76%。

[0245] 通过核磁共振测定 (NMR) 确认该化合物是 3,6-二苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑 (简称:C011III)。

[0246] 以下示出所得到的化合物的 ¹H NMR 数据。

[0247] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ = 7.29-7.83 (m, 19H), 8.13-8.21 (m, 2H), 8.35-8.41 (m, 4H)

[0248] 此外,图 15A 和 15B 示出 ¹H NMR 图表。注意,图 15B 是放大图 15A 中的 7.0ppm 至 9.0ppm 的范围而表示的图表。

[0249] 此外,利用差示扫描量热计 (DSC: Differential Scanning Calorimeter, 珀金埃尔默 (PerkinElmer) 公司制造,型号:Phris1 DSC) 测定 C011III 的玻璃转移温度,其结果是 114℃。由这些结果可知 C011III 是具有良好的耐热性的材料。

[0250] 图 16 示出 C011III 的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。此外,图 17 示出 C011III 的薄膜的吸收光谱及发射光谱。当测定吸收光谱时,利用紫外可见分光光度计 (日本分光

株式会社制造的 V550 型)。将溶液放在石英皿中,并对将薄膜蒸镀在石英衬底上而制造的样品进行测定。图 16 和图 17 示出如下吸收光谱:至于溶液的吸收光谱,示出减去只将甲苯放在石英皿中来进行测定的光谱的吸收光谱;至于薄膜的吸收光谱,示出减去石英衬底的光谱的吸收光谱。在图 16 和图 17 中,横轴表示波长 (nm),而纵轴表示强度 (任意单位)。在甲苯溶液的情况下,在 351nm 附近观察到吸收,最大发光波长为 395nm (激发波长: 351nm)。此外,在薄膜的情况下,在 360nm 附近观察到吸收,最大发光波长为 447nm (激发波长: 366nm)。

[0251] 此外,对 C0111111 处于薄膜状态下的 HOMO 能级及 LUMO 能级进行测定。通过将使用大气中的光电子能谱仪 (日本理研计器株式会社制造的 AC-2) 进行测定的离子化电位的数值换算为负数值,以得到 HOMO 能级的数值。另外,通过使用图 17 所示的 C0111111 处于薄膜状态时的吸收光谱的数据,并从假定直接跃迁的 Tauc 图算出吸收端,并且以该吸收端为光学能隙来将它加入 HOMO 能级的数值,以得到 LUMO 能级的数值。其结果是, C0111111 的 HOMO 能级为 -5.67eV , 能隙为 3.21eV , 并且 LUMO 能级为 -2.46eV 。

[0252] 由此可知, C0111111 是具有大能隙的物质。

[0253] 此外,测定了 C0111111 的氧化还原反应特性。通过循环伏安测定法 (CV) 测定考察氧化还原反应特性。当进行 CV 测定时,使用电化学分析仪器 (BAS 株式会社制造的 ALS600A)。

[0254] 关于 CV 测定中的溶液,作为溶剂使用脱水二甲基甲酰胺 (DMF) (西格玛奥德里奇公司制, 99.8%, 目录号码: 22705-6), 以其浓度成为 100mmol/L 的方式将作为支持电解质的高氯酸四正丁基铵 ($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$) (东京化成工业株式会社 (Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) 制, 目录号码: T0836) 溶解于 DMF 中, 再者, 将测定对象调整为 1mmol/L 的浓度。另外, 作为工作电极使用铂电极 (BAS 株式会社 (BAS Inc.) 制, PTE 铂电极), 作为辅助电极使用铂电极 (BAS 株式会社 (BAS Inc.) 制, VC-3 用 Pt 对电极 (5cm)), 作为参比电极使用 Ag/Ag^+ 电极 (BAS 株式会社 (BAS Inc.) 制, RE7 非水溶剂型参比电极)。此外, 该测定在室温下进行。

[0255] 对 C0111111 的氧化反应特性进行考察的方法为: 以使工作电极相对于参比电极的电位从 0.268V 变化到 1.05V 之后, 从 1.05V 变化到 0.268V 的扫描为一个周期, 对 100 个周期进行测定。此外, 将 CV 测定的扫描速率设定为 0.1V/s 。

[0256] 对 C0111111 的还原反应特性进行考察的方法为: 以使工作电极相对于参比电极的电位从 -1.43V 变化到 -2.45V 之后, 从 -2.45V 变化到 -1.43V 的扫描为一个周期, 对 100 个周期进行测定。此外, 将 CV 测定的扫描速率设定为 0.1V/s 。

[0257] 图 18 示出 C0111111 的氧化侧的 CV 测定结果, 而图 19 示出还原侧的 CV 测定结果。在图 18 及图 19 中, 横轴表示工作电极相对于参比电极的电位 (V), 纵轴表示在工作电极和辅助电极之间流过的电流值 (μA)。由图 18 可知, 在 $+0.91\text{V}$ (相对于 Ag/Ag^+ 电极) 附近观测到表示氧化的电流。由图 19 可知, 在 -2.34V (相对于 Ag/Ag^+ 电极) 附近观测到表示还原的电流。

[0258] 尽管反复进行了 100 次循环的扫描, CV 曲线的峰位置在氧化反应和还原反应中几乎没有变化, 由此可知, 所公开的发明的一个方式的噁二唑衍生物对于反复进行的氧化和还原反应是极为稳定的。

[0259] 此外,利用与上述实施例的 C011III 同样的方法计算了 C011III 的基态的最佳分子结构。图 31A 和 31B 示出通过计算算出的 C011III 的最高占据轨道 (HOMO) 和最低空轨道 (LUMO)。图 31A 表示最高占据轨道 (HOMO),图 31B 表示最低空轨道 (LUMO)。附图中的球形表示构成 C011III 的原子,存在于原子周边的云状物表示轨道。

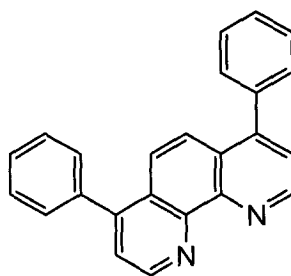
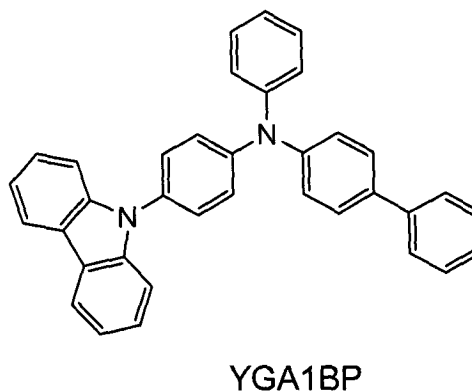
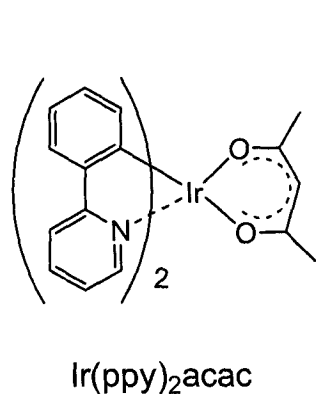
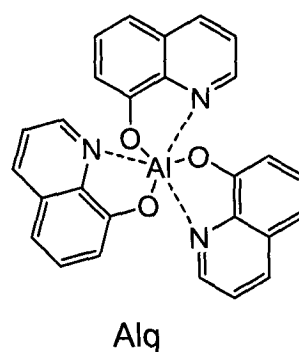
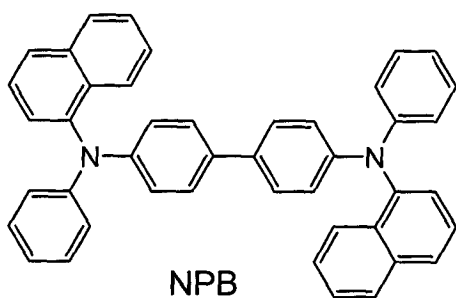
[0260] 由图 31A 和 31B 可知,在 C011III 中,最高占据轨道在于咔唑基,而最低空轨道在于噁二唑基。换言之,可以说是:咔唑基有助于 C011III 的空穴传输性,而噁二唑基有助于电子传输性。由此可以理解 C011III 具有高双极性。

[0261] 实施例 3

[0262] 在本实施例中示出将上述实施方式所记载的噁二唑衍生物用作发光层的主体材料的发光元件的制造方法以及元件特性的测定结果。具体而言,示出使用实施例 1 所说明的 3- 苯基 -9-[4-(5- 苯基 -1,3,4- 噁二唑 -2- 基) 苯基]-9H- 咔唑 (简称:C011II) 而形成的发光元件 1 以及使用实施例 2 所说明的 3,6- 二苯基 -9-[4-(5- 苯基 -1,3,4- 噁二唑 -2- 基) 苯基]-9H- 咔唑 (简称:C011III) 而形成的发光元件 2。

[0263] 此外,本实施例中的发光元件的结构是图 9 所示的结构,将上述噁二唑衍生物用于发光层的第三层 913。以下示出本实施例所使用的有机化合物的结构式。

[0264]



[0265] 首先,在玻璃衬底 900 上通过溅射法形成包含氧化硅的氧化钨-氧化锡膜,来形成第一电极 901。此外,该第一电极 901 的膜厚度为 110nm,其电极面积为 2mm×2mm。

[0266] 接着,在第一电极 901 上形成层叠有多个层的 EL 层 902。在本实施例中,EL 层 902 具有按顺序层叠作为空穴注入层的第一层 911、作为空穴传输层的第二层 912、作为发光层的第三层 913、作为电子传输层的第四层 914、作为电子注入层的第五层 915 的结构。

[0267] 在以将形成有第一电极 901 的面成为下面的方式将形成有第一电极 901 的衬底 900 固定在设置在真空蒸镀装置内的衬底支架上,并减压到 10^{-4} Pa 左右,然后在第一电极 901 上进行 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)和氧化钼(VI)的共蒸镀,从而形成作为空穴注入层的第一层 911。使其厚度为 40nm,并且控制蒸镀速率以使 NPB 和氧化钼(VI)的重量比为 4:1(=NPB:氧化钼)。注意,共蒸镀法为一种蒸镀法,其中通过在一个处理室内同时使用多个蒸发源来进行蒸镀。

[0268] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法,在第一层 911 上形成厚度为 20nm 的空穴传

输性材料的膜,从而形成作为空穴传输层的第二层 912。此外,第二层 912 使用 4-(9H-咔唑-9-基)-4'-苯基三苯胺(简称:YGA1BP)。

[0269] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法,在第二层 912 上形成作为发光层的第三层 913。此外,在形成发光元件 1 时,通过进行 3-苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011II)和双(2-苯基吡啶-N, C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:Ir(ppy)₂(acac))共蒸镀,形成 40nm 厚的第三层 913。在此,调节蒸镀速率以使 C011II 和 Ir(ppy)₂(acac) 的重量比为 1 : 0.06(= C011II : Ir(ppy)₂(acac))。另外,在形成发光元件 2 时,使用 3,6-二苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011III)而代替 C011II(简称),使其它条件与发光元件 1 同样地形成第三层 913。

[0270] 再者,通过用电阻加热的蒸镀法,在第三层 913 上形成厚度为 10nm 的三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)膜,并且在该膜上形成厚度为 20nm 的红菲绕啉(简称:BPhen)膜,从而形成电子传输层的第四层 914。

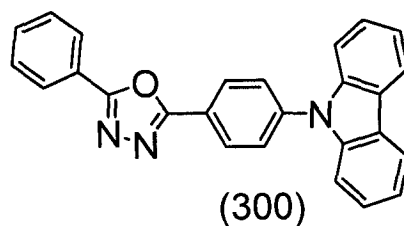
[0271] 接着,通过在第四层 914 上形成厚度为 1nm 的氟化锂(LiF)膜,形成作为电子注入层的第五层 915。

[0272] 最后,通过用电阻加热的蒸镀法形成厚度为 200nm 的铝膜,来形成第二电极 903。

[0273] 在氮气气氛的手套箱中,以不使发光元件暴露于大气的方式对通过上述方法得到的发光元件 1 及发光元件 2 进行密封,然后对这些发光元件的工作特性进行测定。注意,在室温(25℃)下进行测定。

[0274] 此外,为了进行比较,作为发光层的主体材料使用 9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)-苯基]-9H-咔唑(简称:C011),在与上述发光元件 1 或发光元件 2 相同的条件下制造发光元件 0。另外,以结构式(300)表示 9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)-苯基]-9H-咔唑(简称:C011)。

[0275]



[0276] 图 20 表示发光元件 0 至发光元件 2 的电流密度-亮度特性。图 21 表示电压-亮度特性。图 22 表示亮度-电流效率特性。在图 20 中,纵轴表示亮度(cd/m²),横轴表示电流密度(mA/cm²)。在图 21 中,纵轴表示亮度(cd/m²),横轴表示电压(V)。在图 22 中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。此外,发光元件 0 至发光元件 2 的功率效率分别为 46(lm/W)、49(lm/W)、43(lm/W)。换言之,从功率效率的观点来看,可以说这些元件没有很大的区别。

[0277] 此外,图 23 示出以 1000cd/m² 的起始亮度进行 DC 恒流驱动时的发光元件 0 至发光元件 2 的发射光谱。由图 23 可知,发光元件 1 及发光元件 2 的发射光谱与比较对象的发光元件 0 的发射光谱没有很大的区别。换言之,在本实施例中的发光元件 1 及发光元件 2 中,噁二唑衍生物用作主体材料。

[0278] 此外,图 24 示出发光元件 0 至发光元件 2 的时间-归一化亮度特性。在图 24 中,纵轴表示归一化亮度(%),横轴表示时间(h)。由图 24 可知,发光元件 0 的使用寿命为 240 小时左右,而发光元件 1 的使用寿命提高到 540 小时左右,并且发光元件 2 的使用寿命提高到 530 小时左右。在此,上述使用寿命是指归一化了的亮度成为起始值的 50%的时间。

[0279] 如上所述,虽然从功率效率的观点来看,发光元件 1 及发光元件 2 与比较对象的发光元件 0 没有很大的区别,但是它们的使用寿命提高到 2 倍以上。由此,通过将上述实施方式所示的噁二唑衍生物用作发光元件的主体材料,可以得到维持功耗量,并大幅度地提高使用寿命的可靠性高的发光元件。

[0280] 实施例 4

[0281] 在本实施例中示出将上述实施方式所记载的噁二唑衍生物用作发光层的主体材料的发光元件的制造方法以及元件特性的测定结果。具体而言,示出使用上述实施例所说明的 3-苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011III)而形成的发光元件 3。

[0282] 此外,本实施例中的发光元件的结构是图 9 所示的结构,将上述噁二唑衍生物用于发光层的第三层 913。

[0283] 首先,在玻璃衬底 900 上通过溅射法形成包含氧化硅的氧化铟-氧化锡膜,来形成第一电极 901。此外,该第一电极 901 的膜厚度为 110nm,其电极面积为 2mm×2mm。

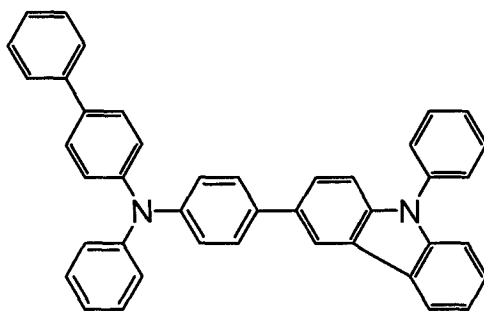
[0284] 接着,在第一电极 901 上形成层叠有多个层的 EL 层 902。在本实施例中,EL 层 902 具有按顺序层叠作为空穴注入层的第一层 911、作为空穴传输层的第二层 912、作为发光层的第三层 913、作为电子传输层的第四层 914、作为电子注入层的第五层 915 的结构。

[0285] 在以将形成有第一电极 901 的面成为下面的方式将形成有第一电极 901 的衬底 900 固定在设置在真空蒸镀装置内的衬底支架上,并减压到 10^{-4} Pa 左右,然后在第一电极 901 上进行 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)和氧化钼(VI)的共蒸镀,从而形成作为空穴注入层的第一层 911。使其厚度为 50nm,并且控制蒸镀速率以使 PCBA1BP 和氧化钼(VI)的重量比为 4:2(=PCBA1BP:氧化钼)。注意,共蒸镀法为一种蒸镀法,其中通过在一个处理室内同时使用多个蒸发源来进行蒸镀。

[0286] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法,在第一层 911 上形成厚度为 10nm 的空穴传输性材料的膜,从而形成作为空穴传输层的第二层 912。此外,第二层 912 使用上述 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)。

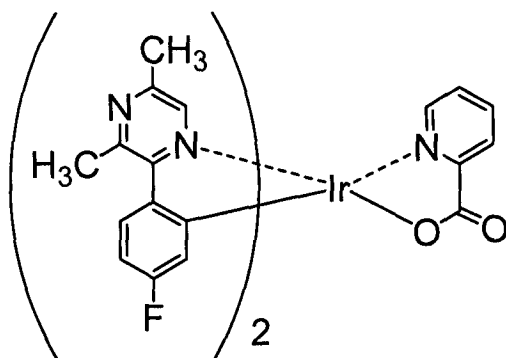
[0287] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法,在第二层 912 上形成作为发光层的第三层 913。在本实施例中,通过进行 3-苯基-9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011III)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)以及双-{2-(4-氟苯基)-3,5-二甲基吡啶}(吡啶甲酸盐)铱(III)(简称:Ir(dmFppr)₂pic)的共蒸镀,形成 40nm 的厚度的第三层 913。在此,调节蒸镀速率以使 C011III、PCBA1BP 以及 Ir(dmFppr)₂pic 的重量比为 1:0.1:0.12(=C011III:PCBA1BP:Ir(dmFppr)₂pic)。另外,以结构式(301)表示 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP),而以结构式(302)表示双-{2-(4-氟苯基)-3,5-二甲基吡啶}(吡啶甲酸盐)铱(III)(简称:Ir(dmFppr)₂pic)。

[0288]



(301)

[0289]



(302)

[0290] 再者,通过利用电阻加热的蒸镀法,在第三层 913 上形成厚度为 10nm 的三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)膜,并且在该膜上形成厚度为 20nm 的红菲绕啉(简称:BPhen)膜,从而形成电子传输层的第四层 914。

[0291] 接着,通过在第四层 914 上形成厚度为 1nm 的氟化锂(LiF)膜,形成作为电子注入层的第五层 915。

[0292] 最后,通过利用电阻加热的蒸镀法形成厚度为 200nm 的铝膜,来形成第二电极 903。

[0293] 在氮气气氛的手套箱中,以不使发光元件暴露于大气的方式对通过上述方法得到的发光元件 3 进行密封,然后对该发光元件的工作特性进行测定。注意,在室温(25℃)下进行测定。

[0294] 图 25 表示发光元件 3 的电流密度-亮度特性。图 26 表示电压-亮度特性。图 27 表示亮度-电流效率特性。图 28 表示发射光谱。在图 25 中,纵轴表示亮度(cd/m^2),横轴表示电流密度(mA/cm^2)。在图 26 中,纵轴表示亮度(cd/m^2),横轴表示电压(V)。在图 27 中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m^2)。此外,发光元件 3 的功率效率为 44(lm/W)。

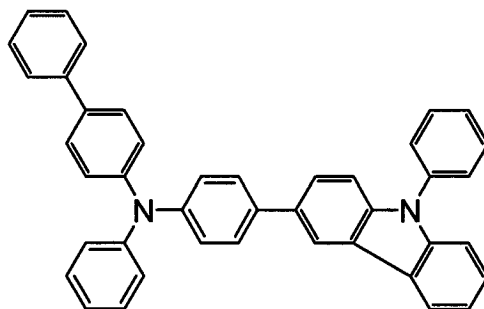
[0295] 此外,图 29 示出以 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 的起始亮度进行 DC 恒流驱动时的发光元件 3 的时间-归一化亮度特性。在图 29 中,纵轴表示归一化亮度(%),横轴表示时间(h)。由图 29 可知,经过 100 小时后的亮度为起始值得 90% 左右。发光元件 3 的使用寿命估计超过 1000 小时。在此,使用寿命是指归一化了的亮度成为起始值的 50% 的时间。

[0296] 如上所述,发光元件 3 维持功率效率,并大幅度地提高其使用寿命。由此,通过将上述实施方式所示的噁二唑衍生物用作发光元件的主体材料,可以得到降低功耗量,并大幅度地提高使用寿命的可靠性高的发光元件。

[0297] (参考例子)

[0298] 具体地说明结构式 (301) 所表示的 4- 苯基 -4'-(9- 苯基 -9H- 咔唑 -3- 基) 三苯胺 (简称 :PCBA1BP) 的合成方法。

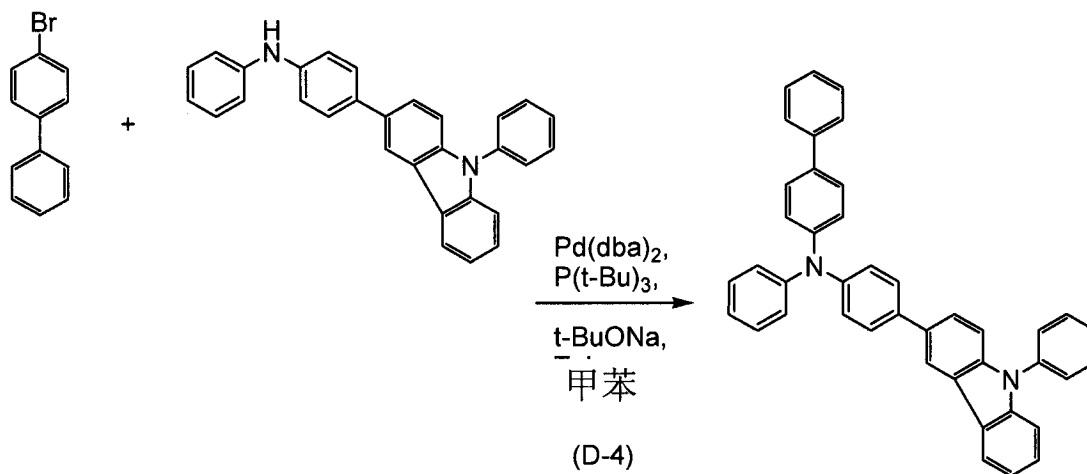
[0299]



(301)

[0300] 将 4- 苯基 -4'-(9- 苯基 -9H- 咔唑 -3- 基) 三苯胺 (简称 :PCBA1BP) 的合成图解示于 (D-4)。

[0301]



(D-4)

[0302] 将 2.0g (4.9mmol) 的 4-(9- 苯基 -9H- 咔唑 -3- 基) 二苯胺、1.1g (4.9mmol) 的 4- 溴联苯、2.0g (20mmol) 的叔丁醇钠放在 100mL 的三口烧瓶中,对该烧瓶的内部进行氮气置换。在该混合物中加入 50mL 的甲苯、0.30mL 的三 (叔丁基) 膦 (10wt% 己烷溶液)。

[0303] 通过在减压下进行搅拌的同时使该混合物脱气,脱气后加入 0.10g 的双 (二亚苄基丙酮) 钯 (0)。接着,将该混合物在 80℃ 下加热搅拌 5 小时,使其反应。在反应结束后,在反应混合物中添加甲苯,将该悬浮液通过硅藻土日本和光纯药工业株式会社、目录号码 : 531-16855)、矾土、硅酸镁 (日本和光纯药工业株式会社、目录号码 : 540-00135) 进行抽滤,得到滤液。将所得到的滤液依次用饱和碳酸氢钠水溶液、饱和食盐水洗涤。在有机层中加入硫酸镁进行干燥。在干燥后,对该混合物进行抽滤,去除硫酸镁,而得到滤液。

[0304] 使所得到的滤液浓缩,并利用硅胶柱层析法进行纯化。作为柱层析法,通过首先使用甲苯 : 己烷 = 1 : 9 的混合溶剂作为展开溶剂,然后使用甲苯 : 己烷 = 3 : 7 的混合溶

剂作为展开溶剂来进行。对所得到的馏分浓缩来得到的固体使用氯仿和己烷的混合溶剂进行再结晶,从而以 2.3g 的收量、84% 的收率得到粉末状白色固体。

[0305] 通过梯度升华法 (train sublimation method) 对所得到的 1.2g 的白色固体进行升华纯化。作为升华纯化,将氩气的流量设定为 3mL/min,在 7.0Pa 的减压下以 280℃ 的温度进行 20 小时。收量为 1.1g,收率为 89%。

[0306] 通过核磁共振测定 (NMR) 测定上述方法所得到的化合物。以下示出测定数据。

[0307] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz) : δ (ppm) = 7.05–7.20 (m, 7H), 7.28–7.78 (m, 21H), 8.34 (d, J = 7.8Hz, 1H), 8.57 (s, 1H)

[0308] 由测定结果可知,可以得到了结构式 (301) 所表示的 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-吡唑-3-基)三苯胺 (简称:PCBA1BP)。

[0309] 通过使用上述 4-苯基-4'-(9-苯基-9H-吡唑-3-基)三苯胺 (简称:PCBA1BP),可以形成上述实施例所示的发光元件 3。

[0310] 本说明书根据 2009 年 2 月 19 日在日本专利局受理的日本专利申请编号 2009-036626 而制作,所述申请内容包括在本说明书中。

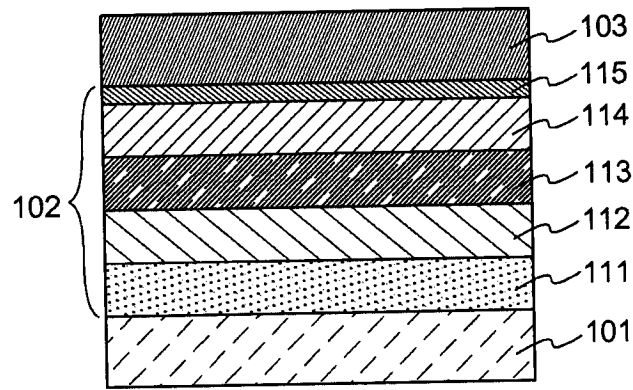


图 1

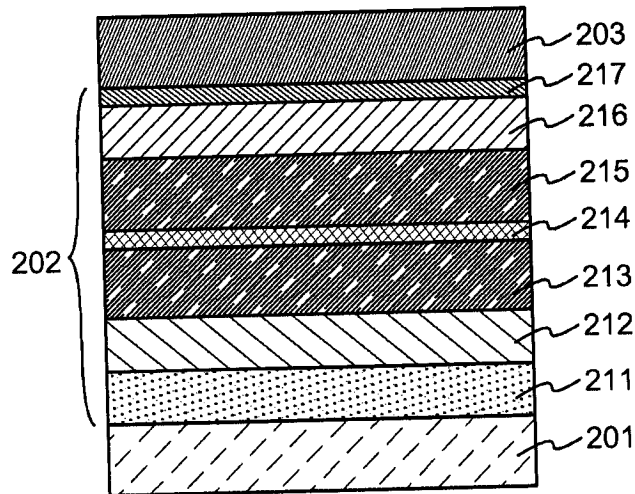


图 2

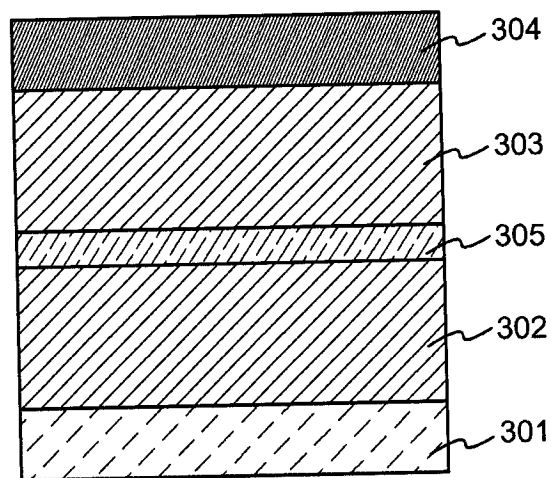


图 3

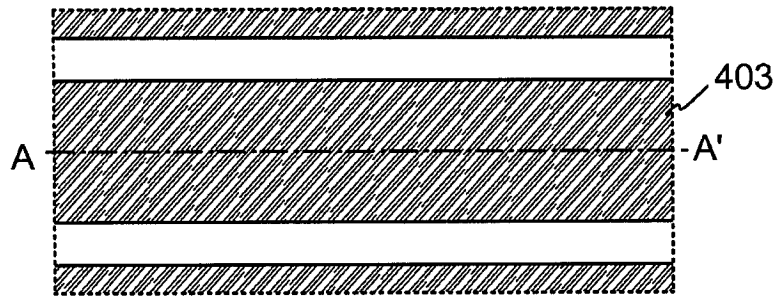


图 4A

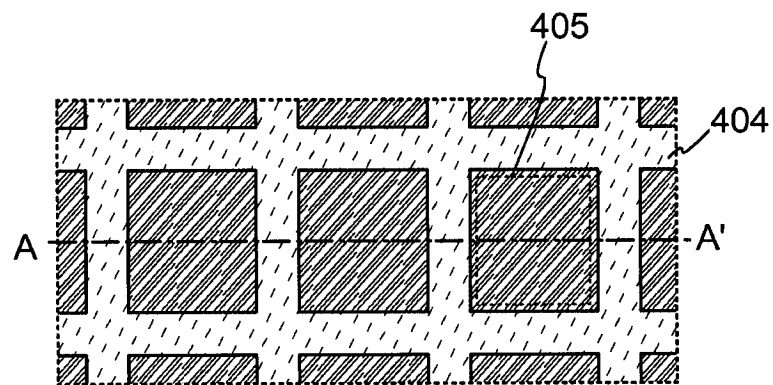


图 4B

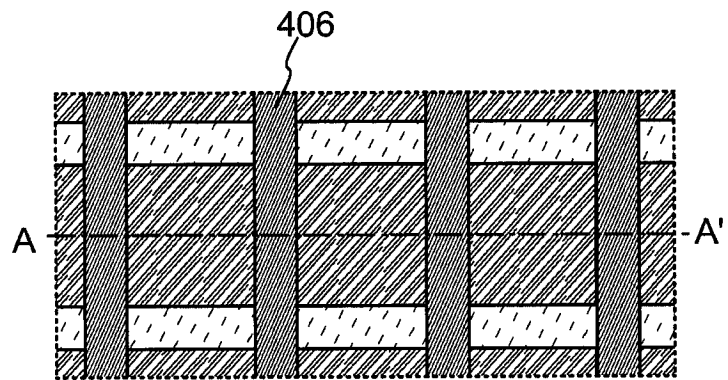


图 4C

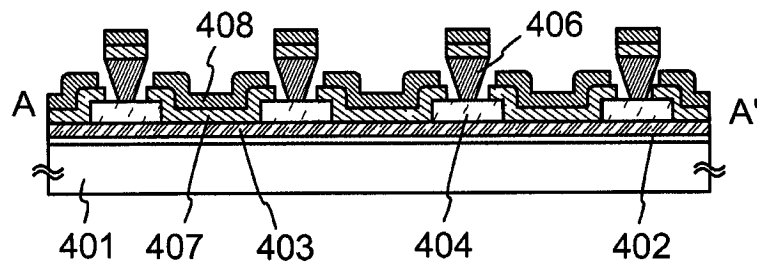


图 4D

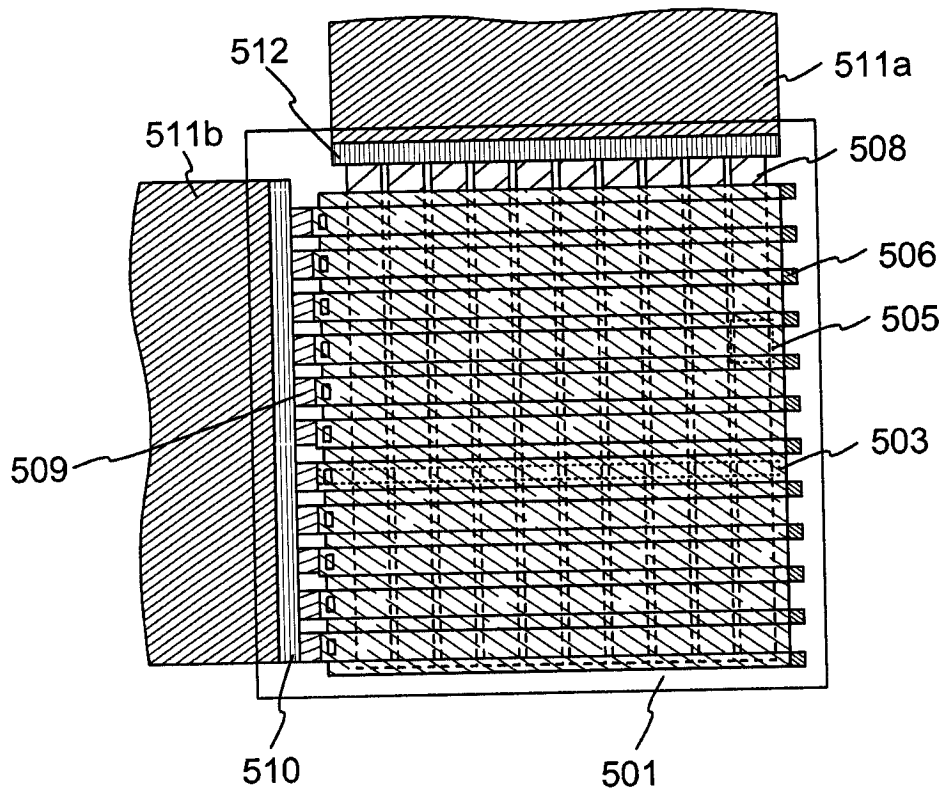


图 5

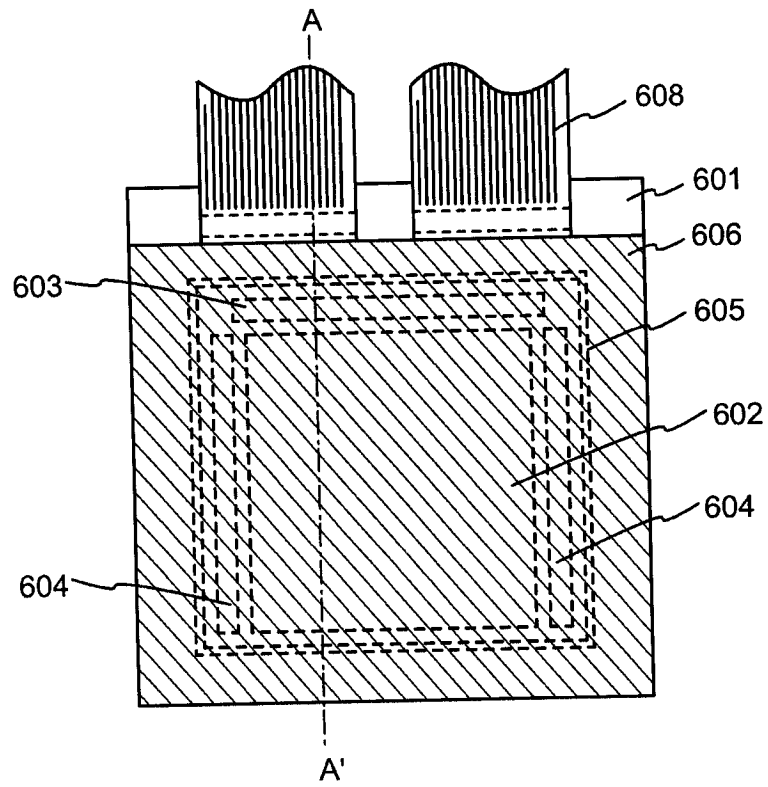


图 6A

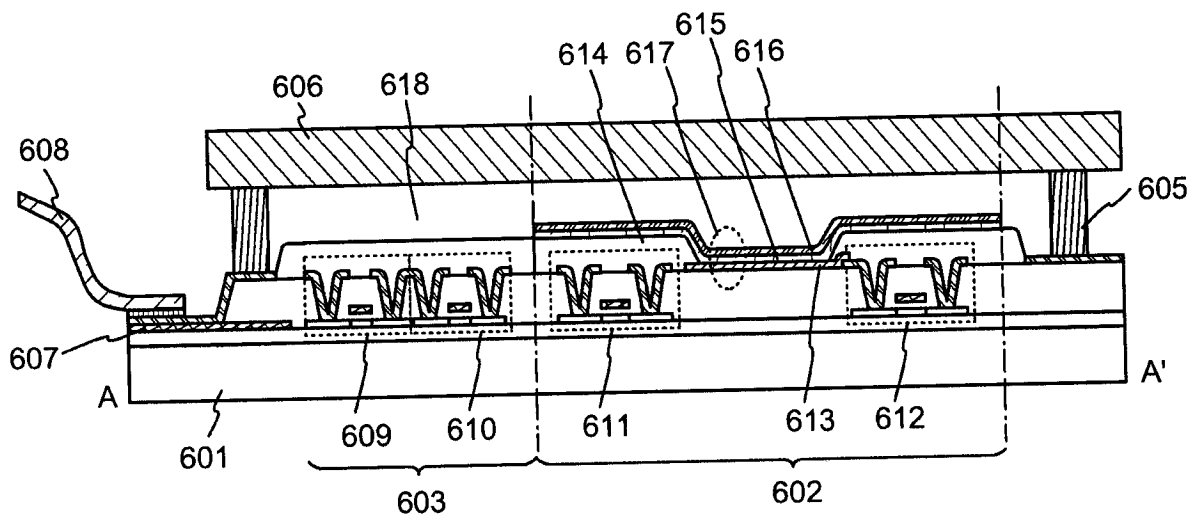


图 6B

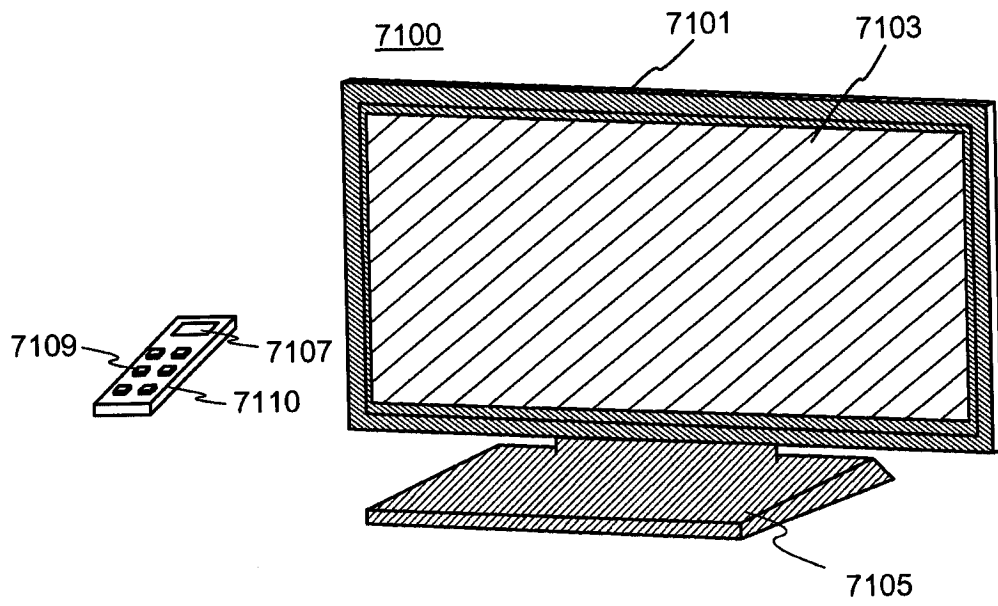


图 7A

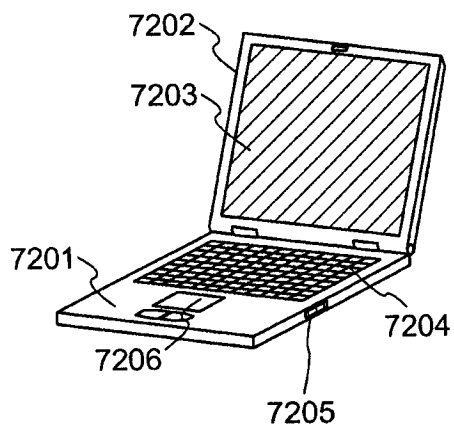


图 7B

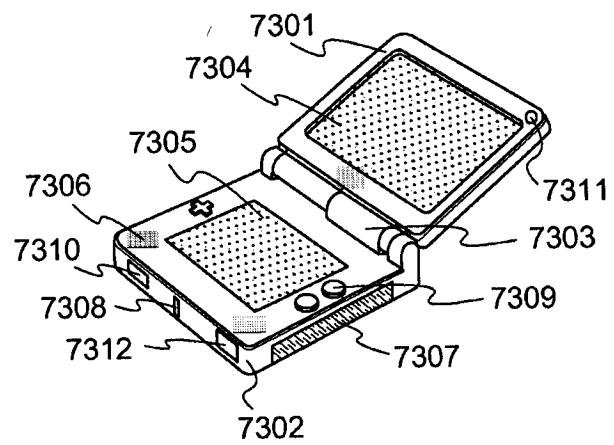


图 7C

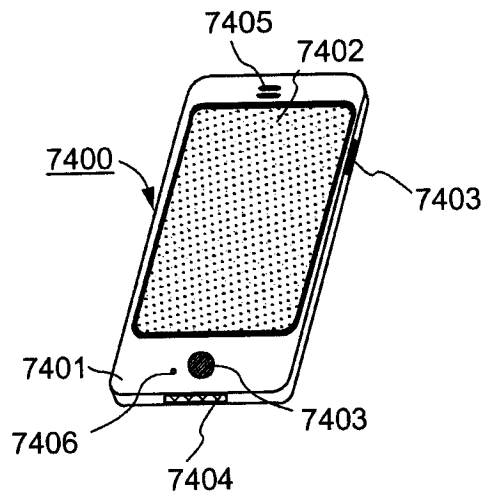


图 7D

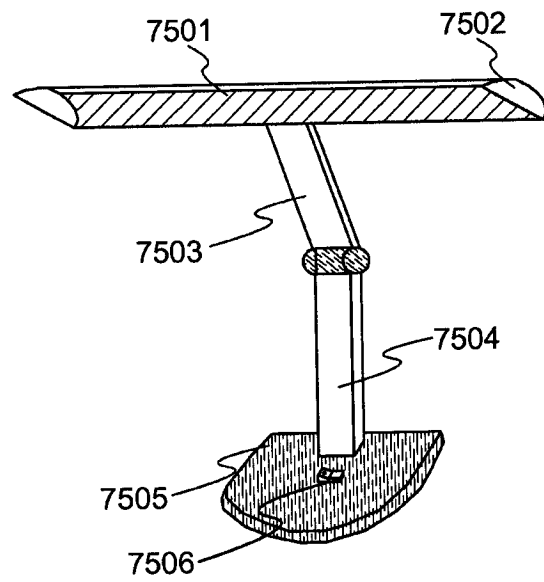


图 7E

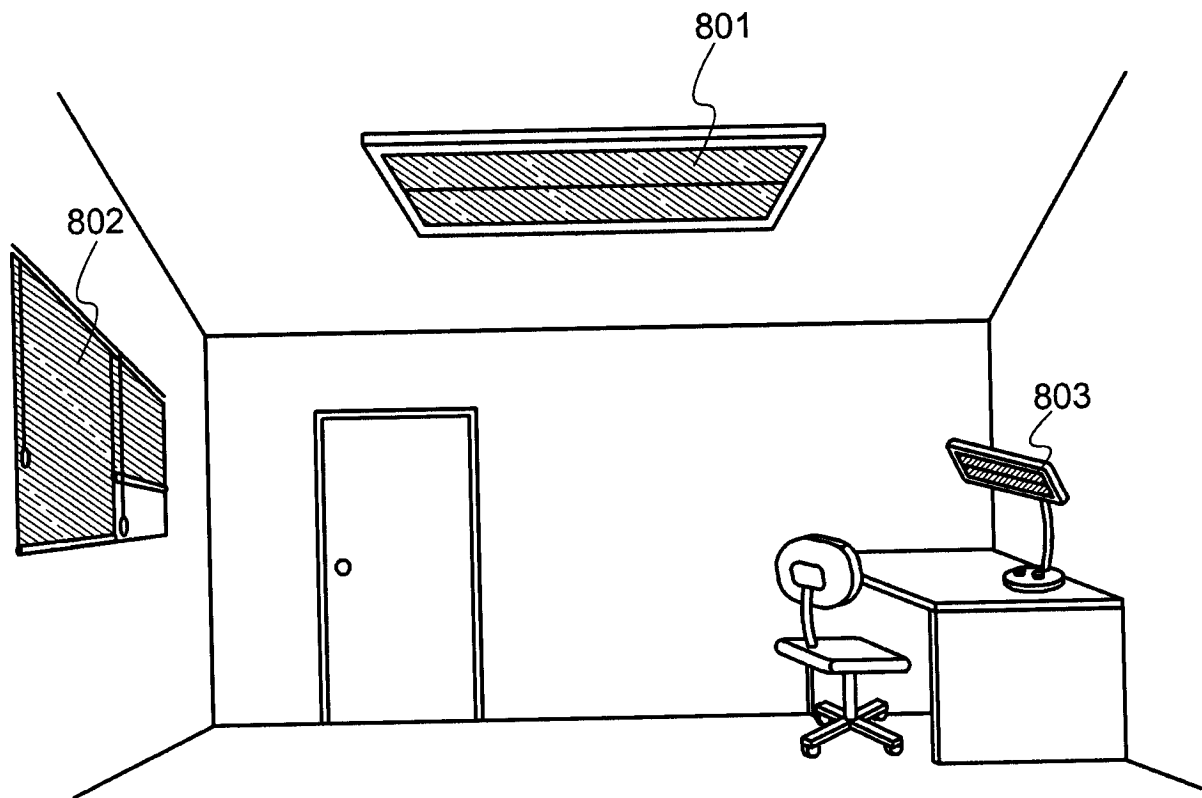


图 8

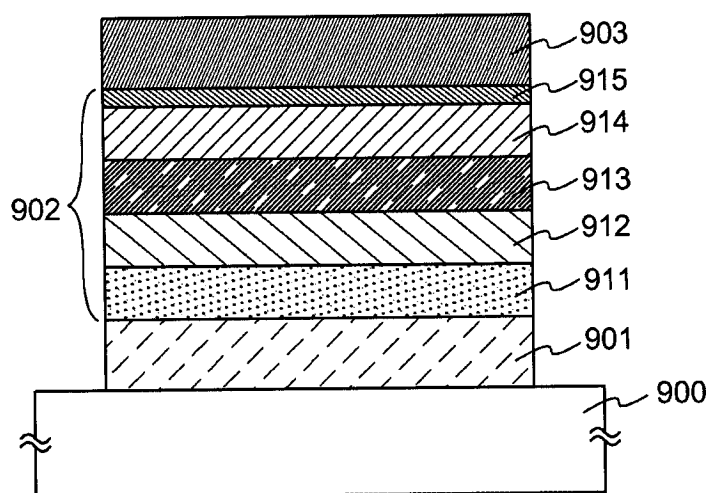


图 9

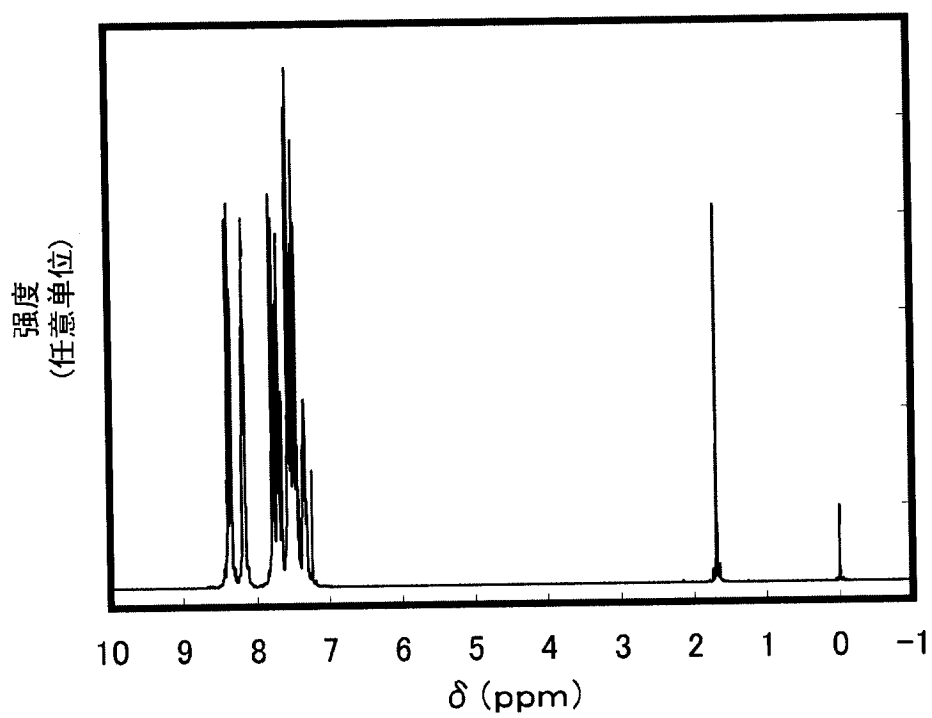


图 10A

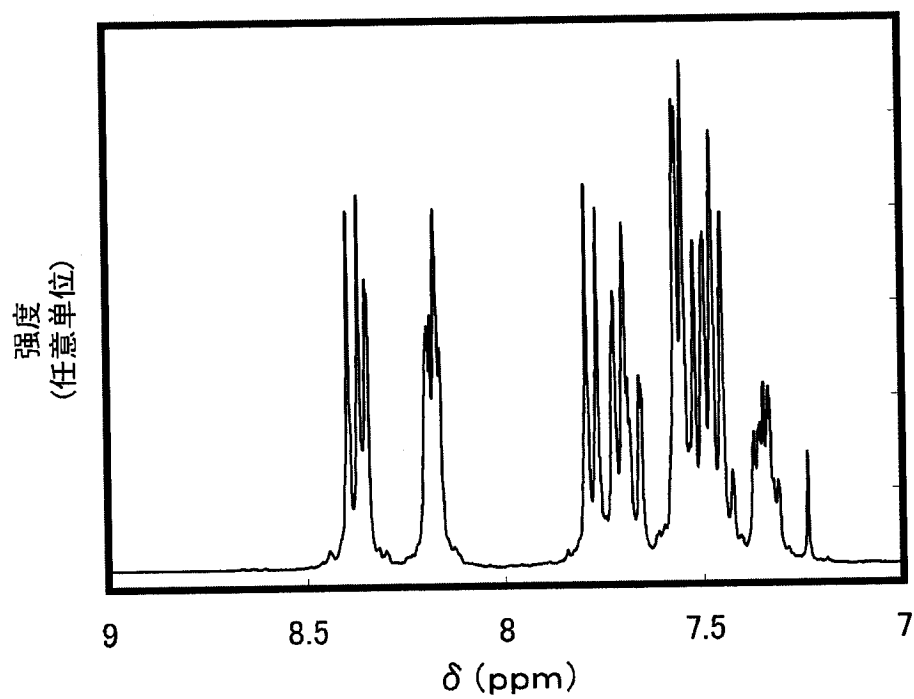


图 10B

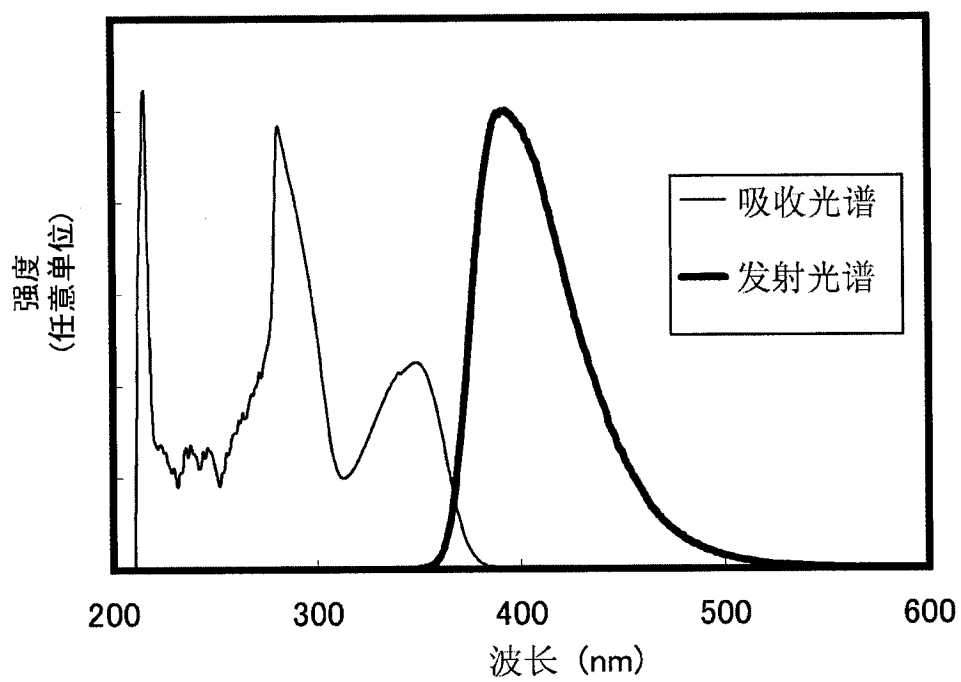


图 11

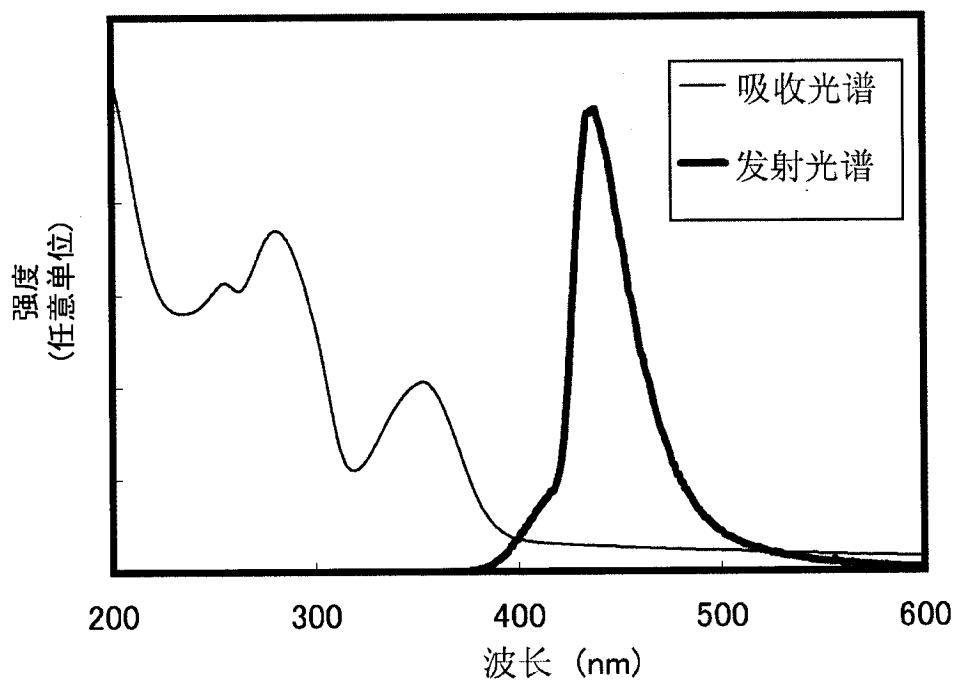


图 12

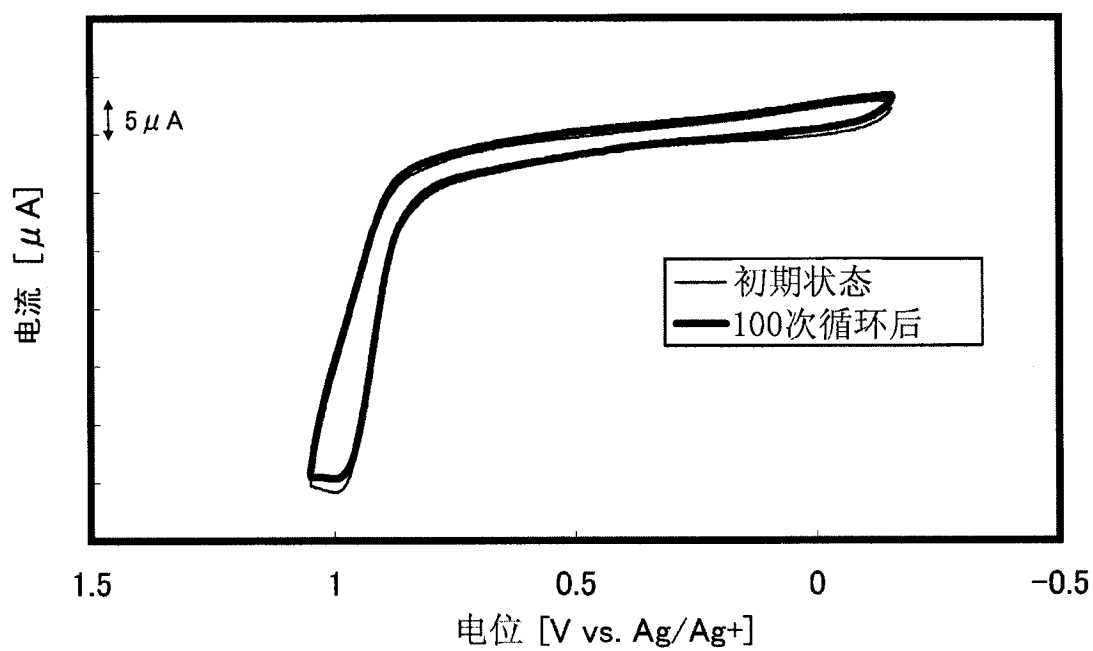


图 13

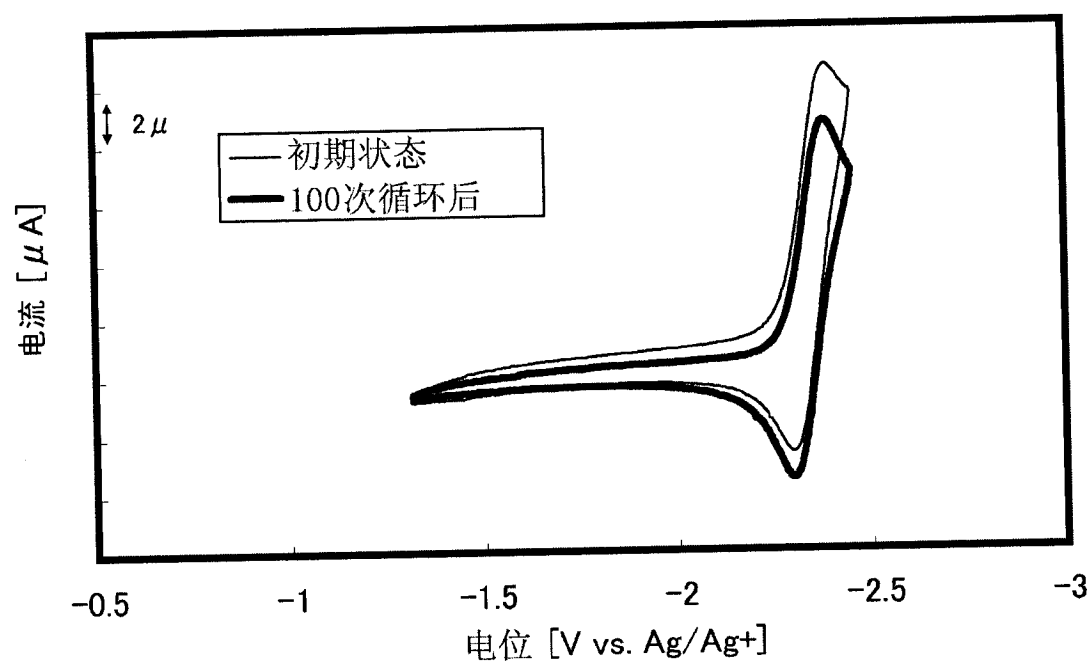


图 14

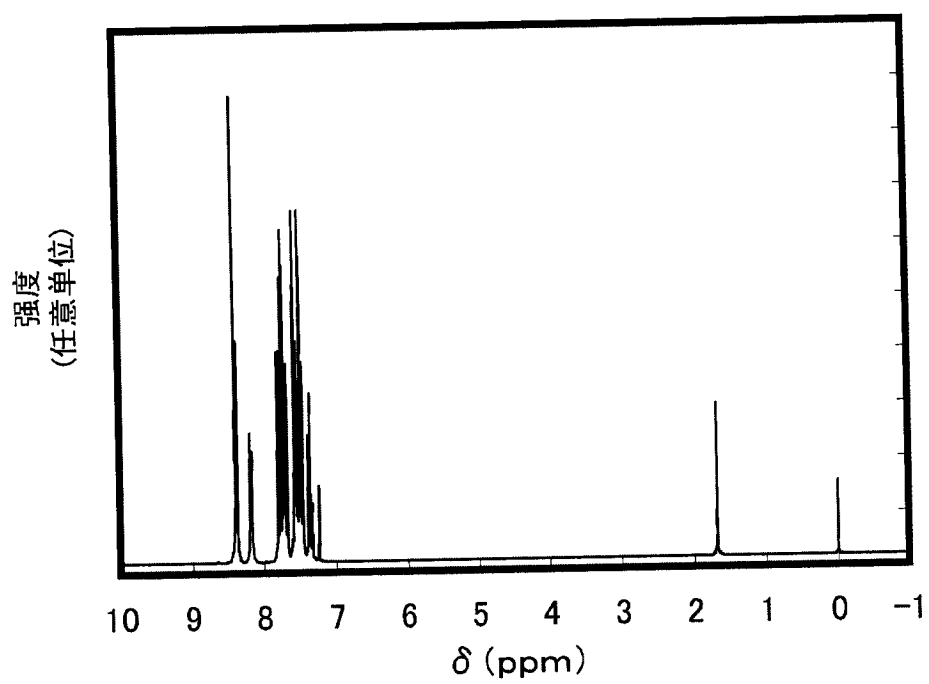


图 15A

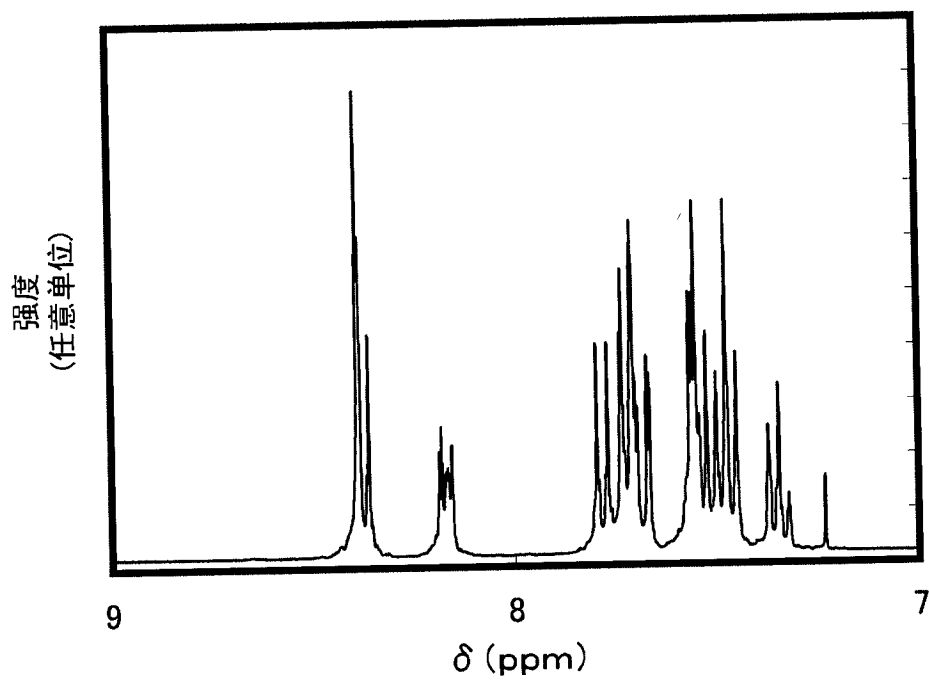


图 15B

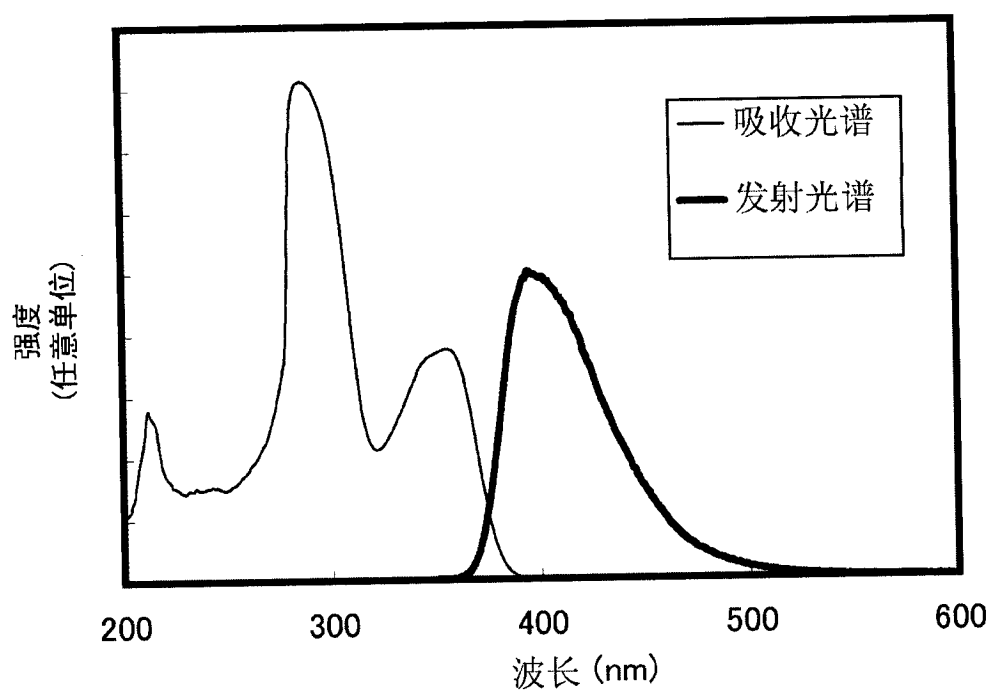


图 16

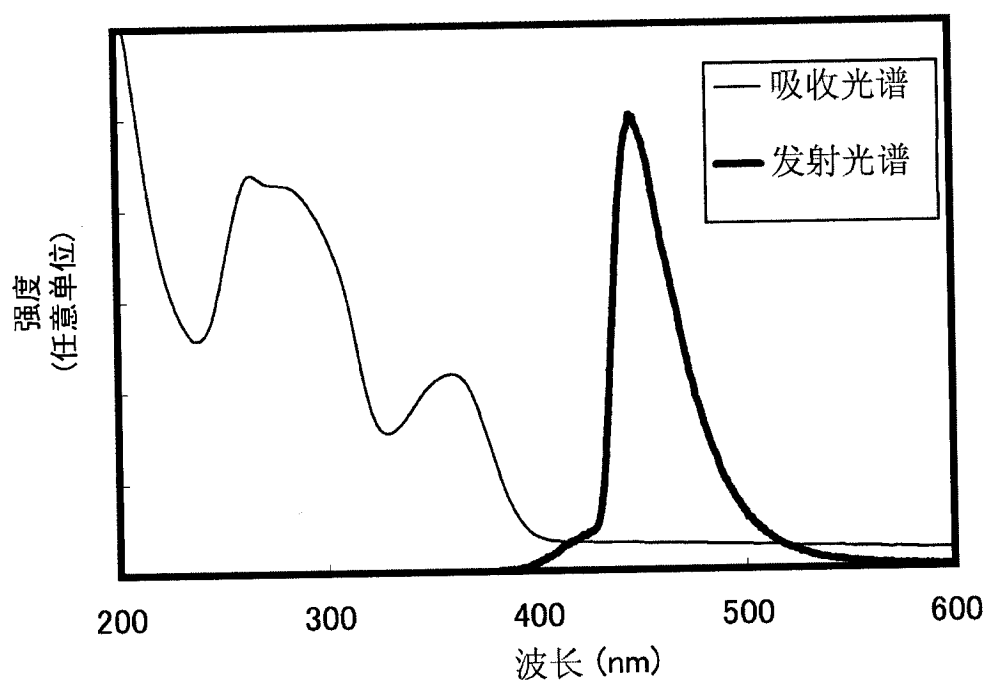


图 17

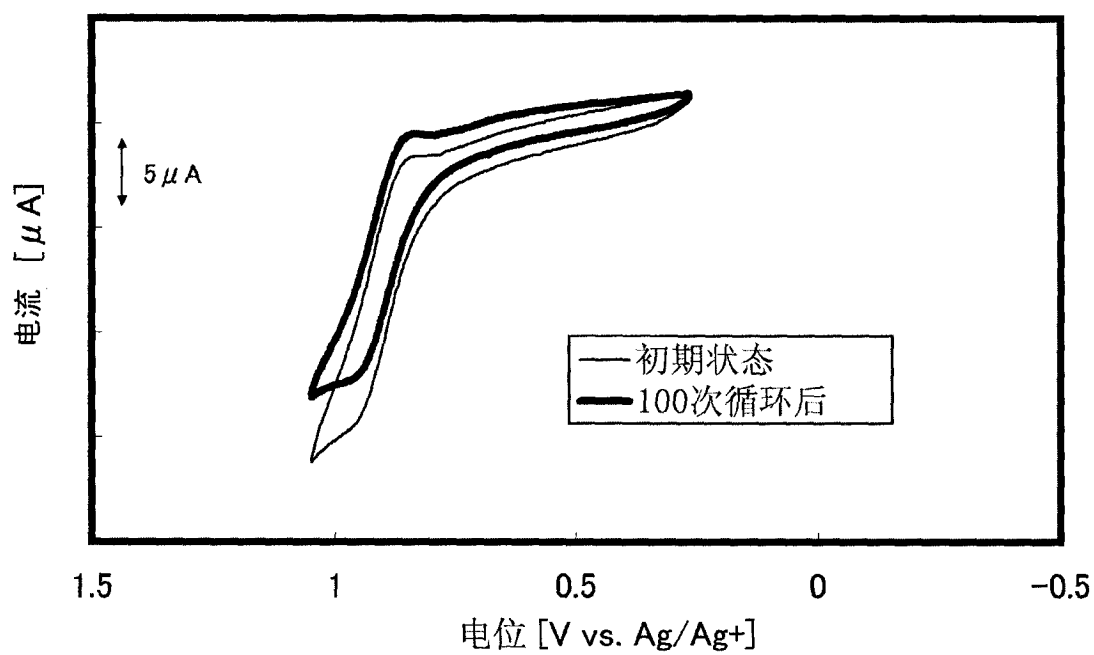


图 18

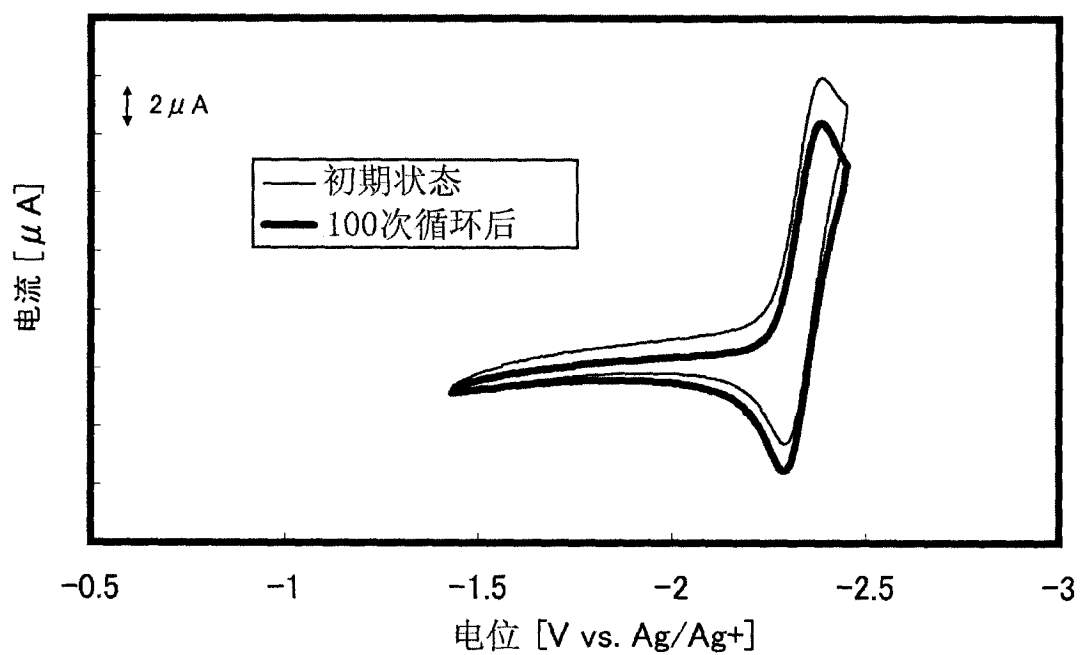


图 19

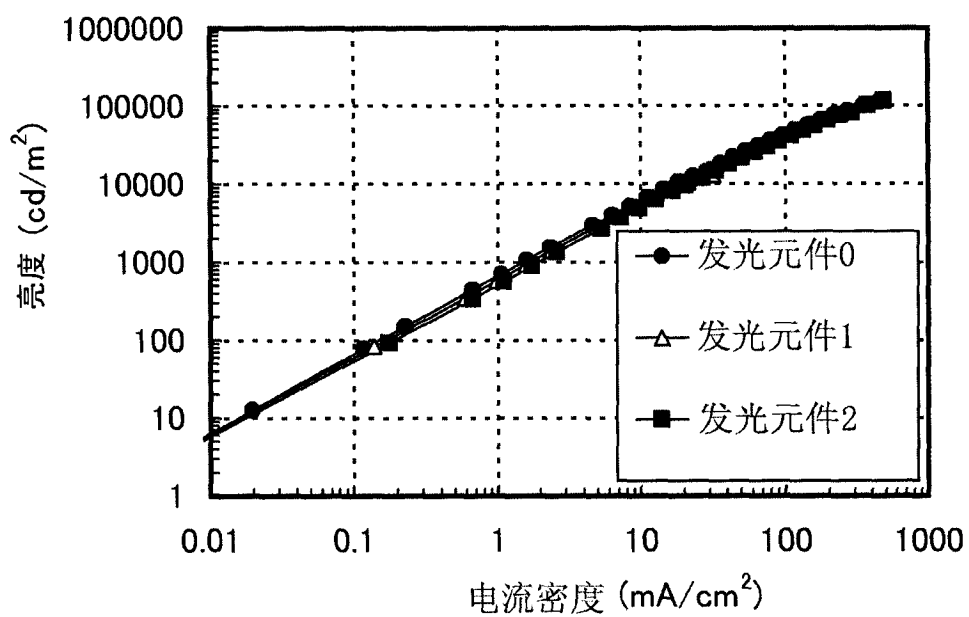


图 20

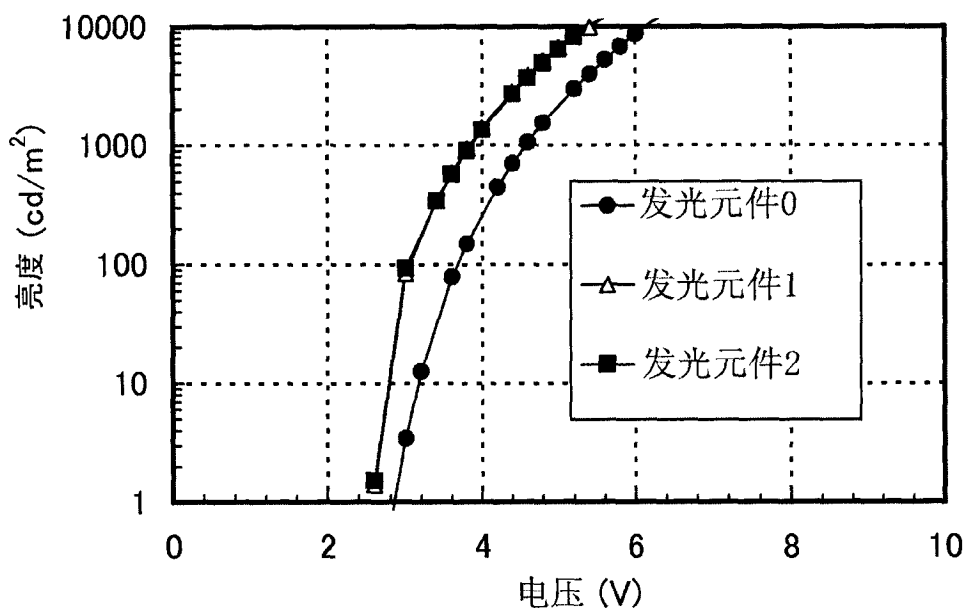


图 21

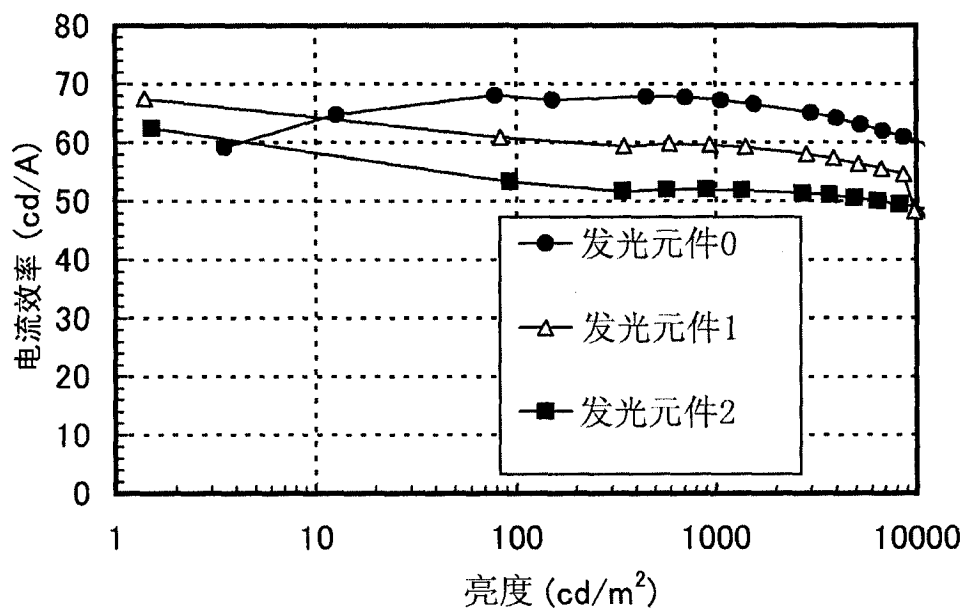


图 22

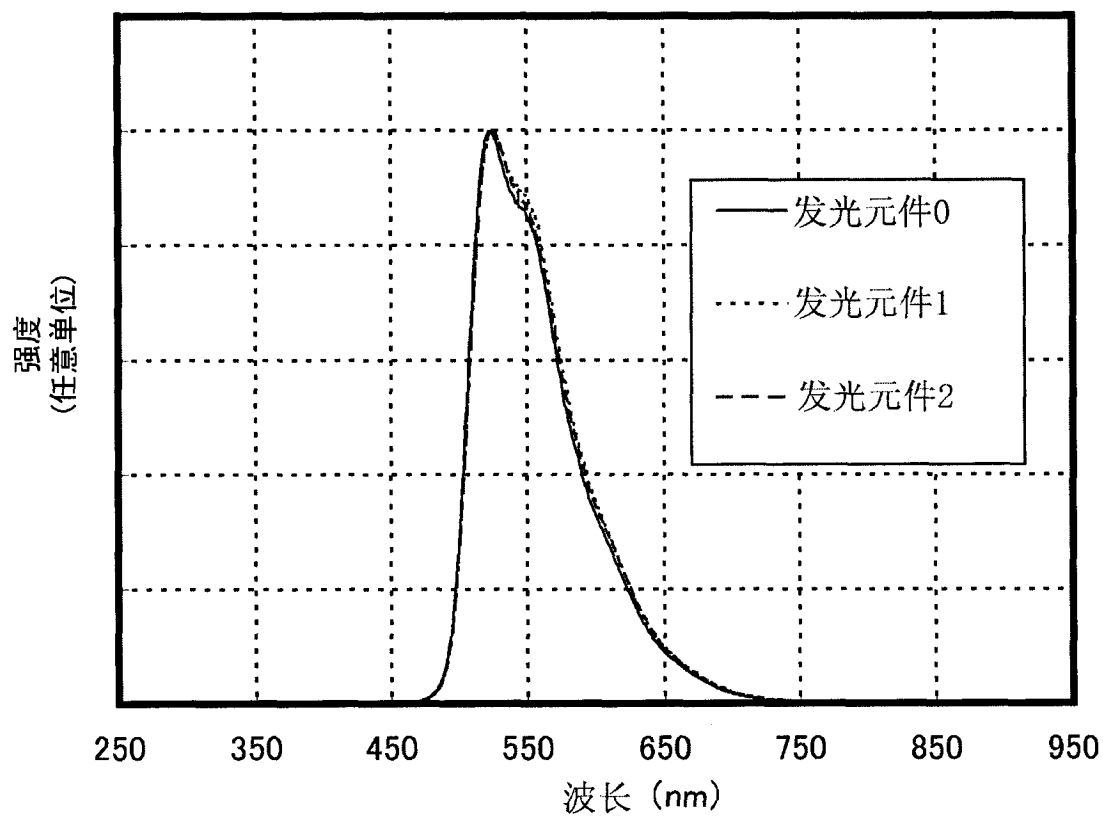


图 23

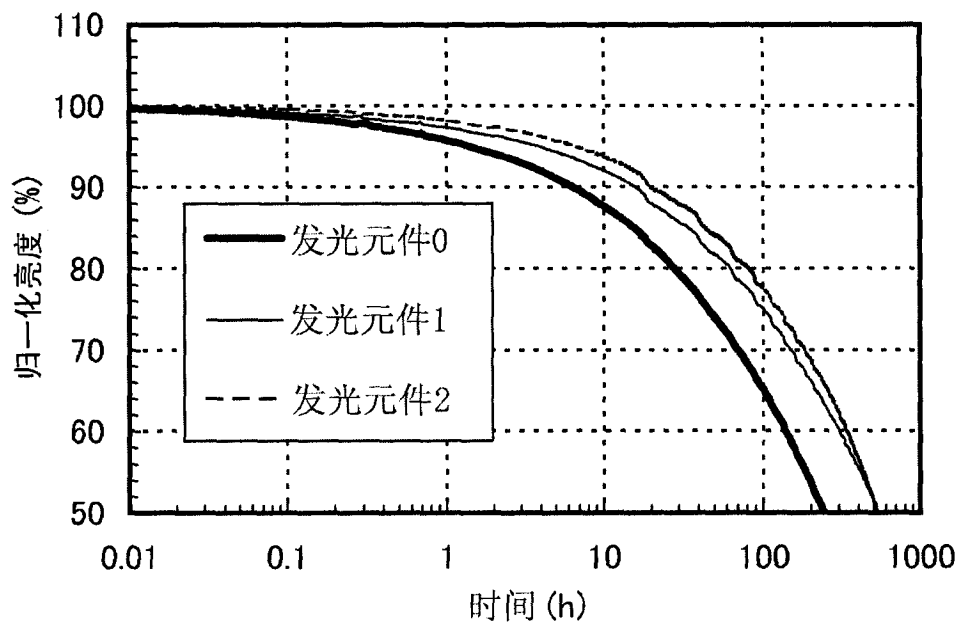


图 24

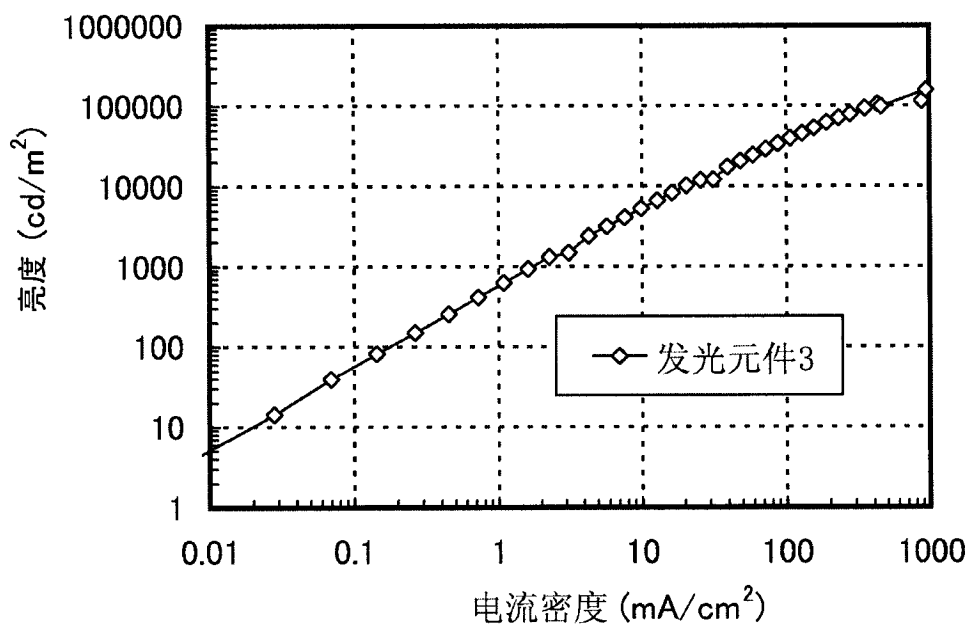


图 25

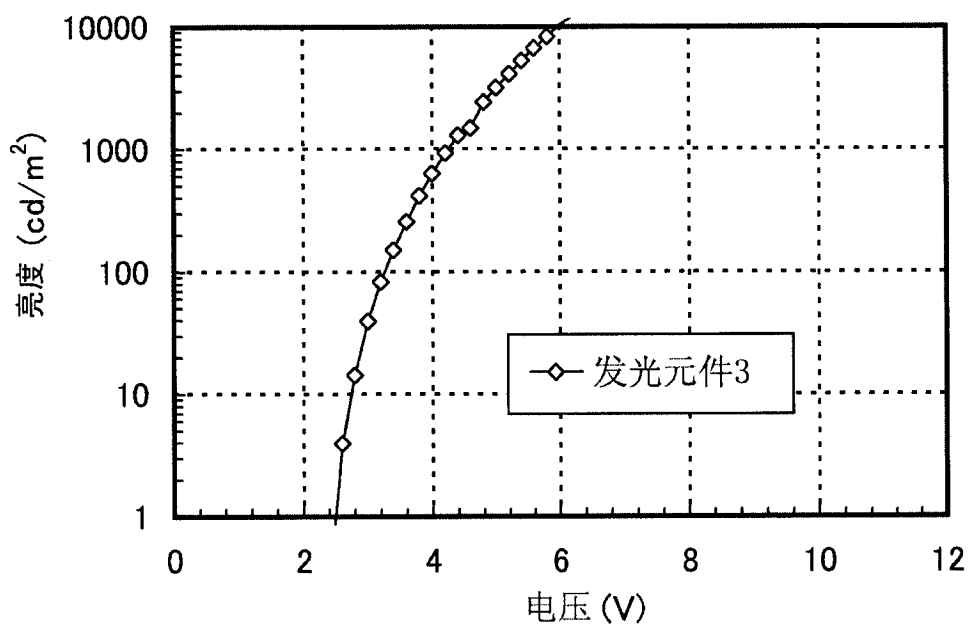


图 26

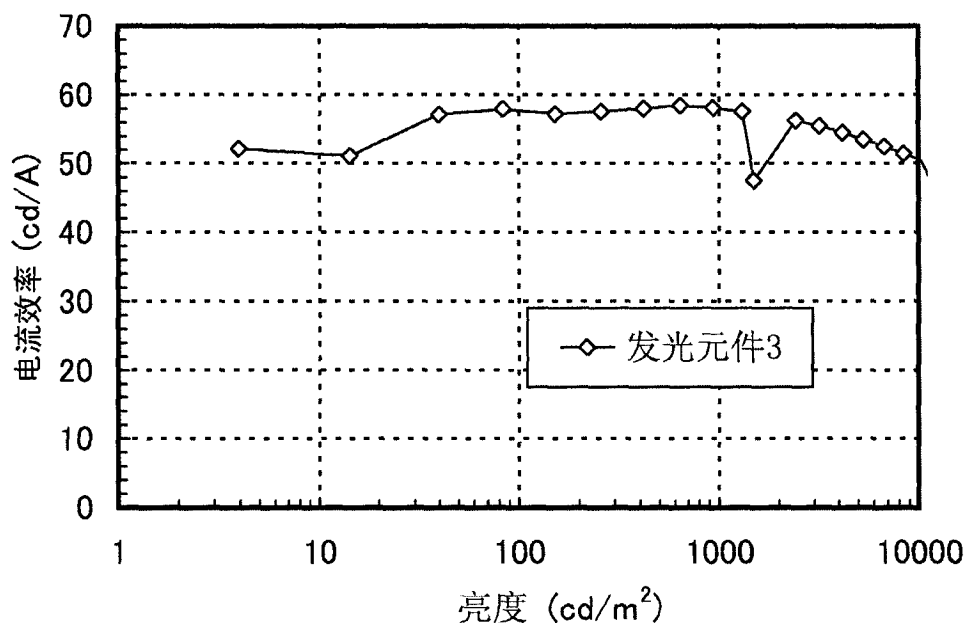


图 27

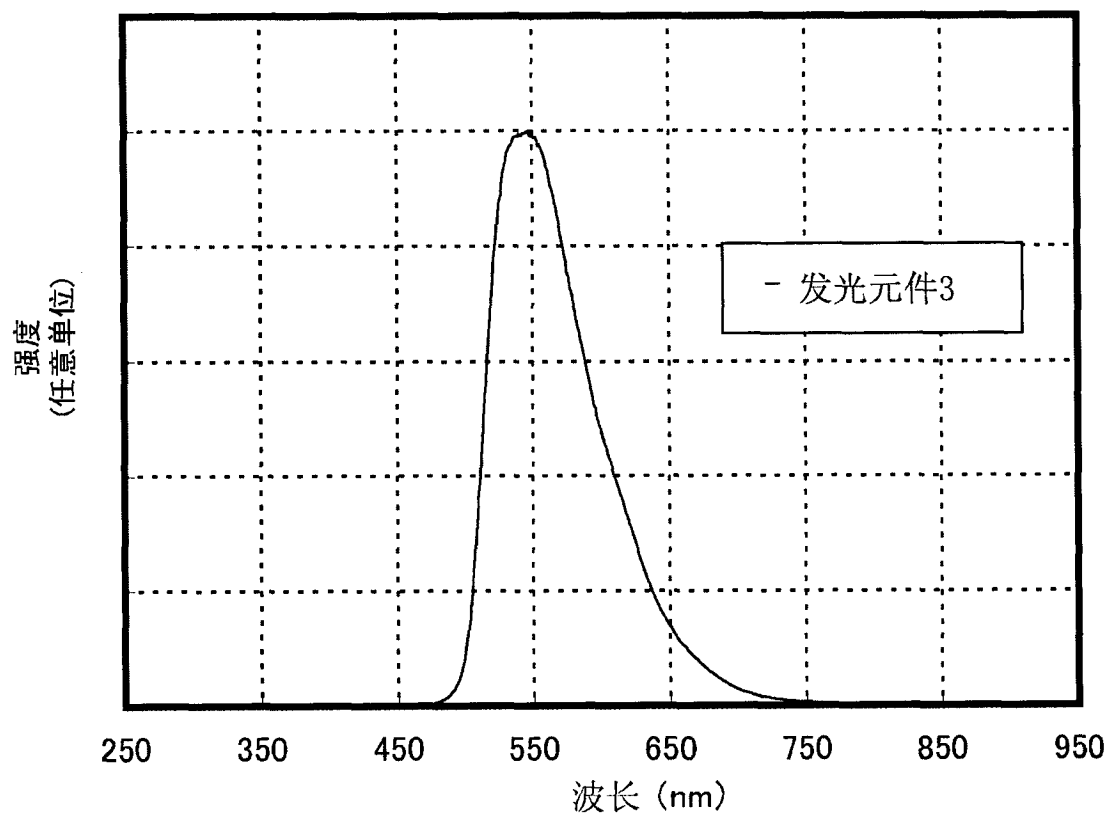


图 28

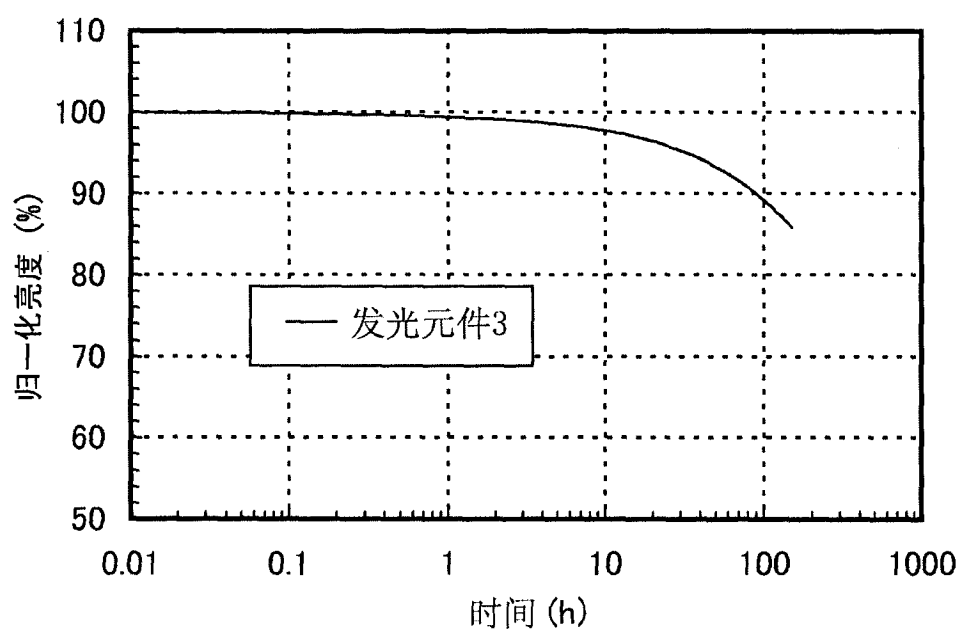


图 29

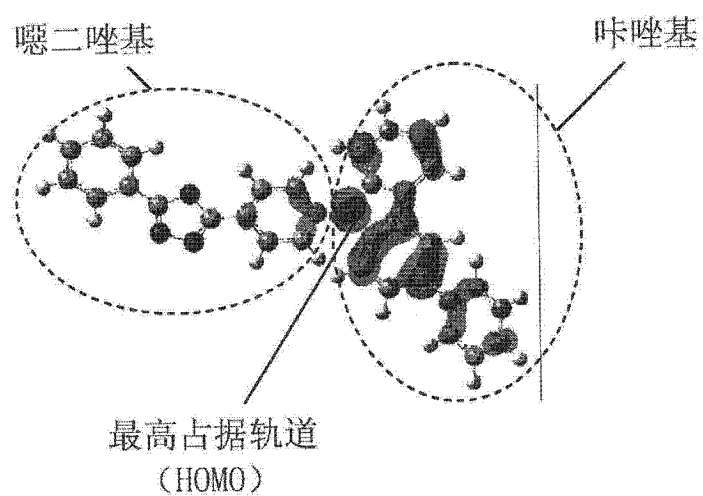


图 30A

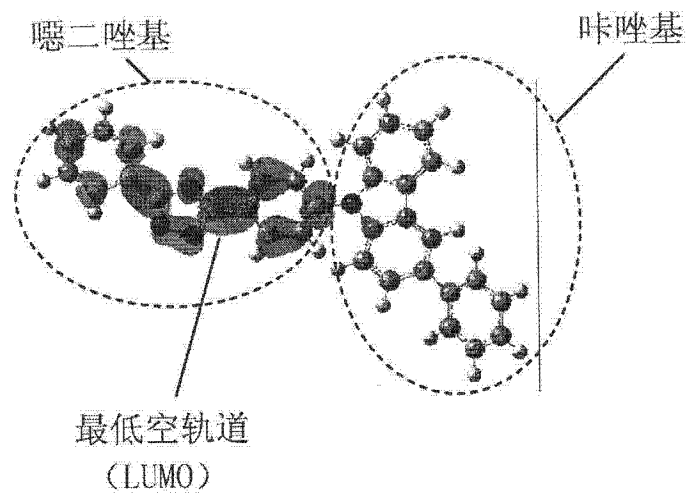


图 30B

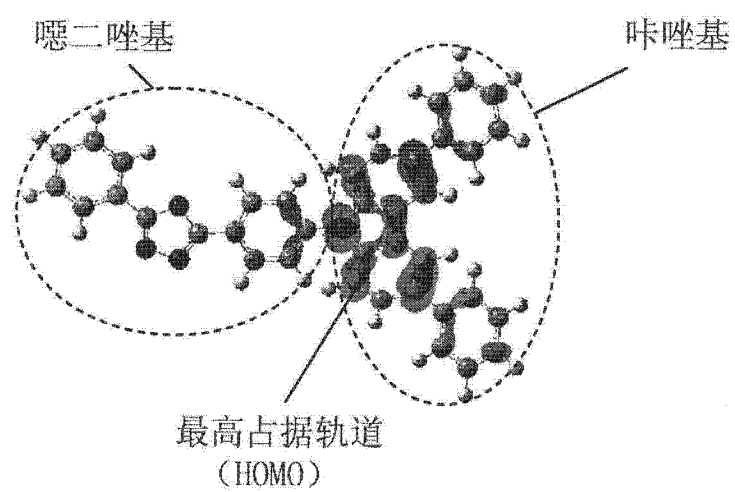


图 31A

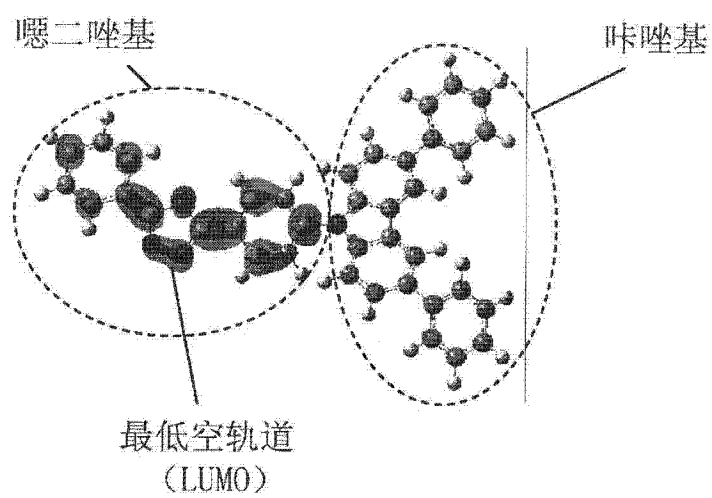


图 31B