



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103052624 B

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201280002032.4

(22)申请日 2012.07.10

(30)优先权数据

2011-161161 2011.07.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.01.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/068049 2012.07.10

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/015144 EN 2013.01.31

(73)专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72)发明人 铃木宏记 濑尾哲史 川上祥子

铃木恒德

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 林毅斌 林森

(51)Int.Cl.

C07D 209/80(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

(56)对比文件

TW 201105774 A1,2011.02.16,

TW 201105774 A1,2011.02.16,

CN 101506163 A,2009.08.12,

US 20080122344 A1,2008.05.29,

WO 03059014 A1,2003.07.17,

CN 1984897 B,2010.10.27,

Maximilian Zander,等.Notiz uber die

Dehydrierung von Di- β -naphthylamin und

Di- β -anthrylamin mit Kupferpulver.

《Chemische Berichte》.1964,第97卷(第1期),

第304-306页,特别第304页化合物VI.

审查员 史骄阳

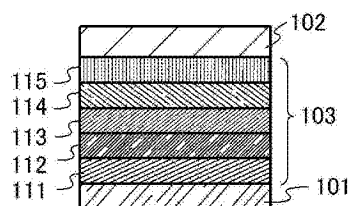
权利要求书6页 说明书63页 附图24页

(54)发明名称

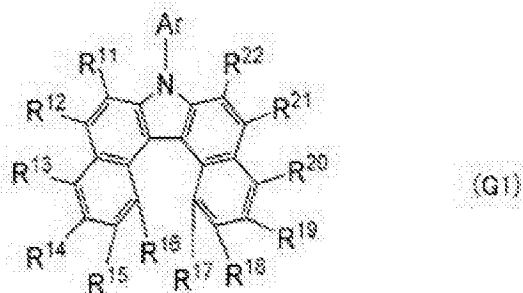
二苯并[c,g]咪唑化合物、发光元件、发光装置、显示装置、照明装置以及电子设备

(57)摘要

本发明提供一种如下新颖化合物,该新颖化合物可以应用于发光元件的传输层、主体材料或发光材料,而可以制造高性能发光元件。本发明人合成如下二苯并[c,g]咪唑化合物,在该二苯并[c,g]咪唑化合物中,二苯并[c,g]咪唑衍生物的氮与至少包含蒽的碳原子数为14至30的芳基键合。通过使用该二苯并[c,g]咪唑化合物,可以容易得到具有非常优良的特性的发光元件。



1. 一种以通式(G1)表示的化合物，

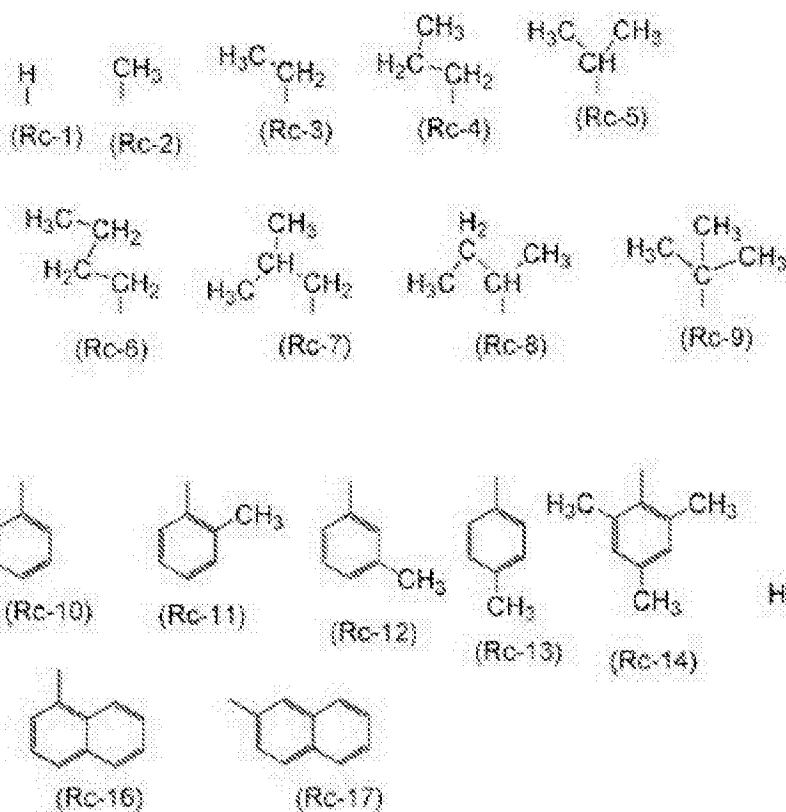


其中,Ar表示包含14至30个碳原子并至少包含蒽骨架的未取代的芳基或被具有1至4个碳原子的烷基取代的包含14至30个碳原子并至少包含蒽骨架的芳基，

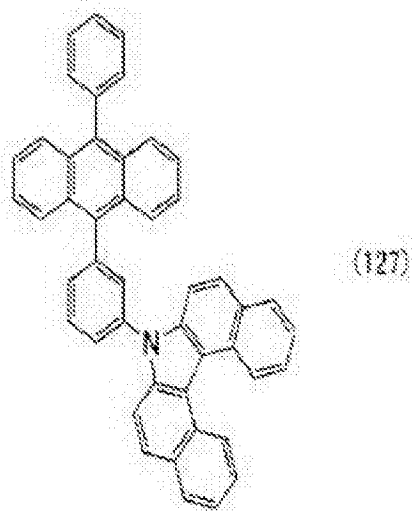
并且,R¹¹至R²²分别独立表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至12个碳原子的芳基中的任何一种,以及

其中所述蒽骨架隔着亚苯基或亚萘基键合于所述通式(G1)中的氮原子。

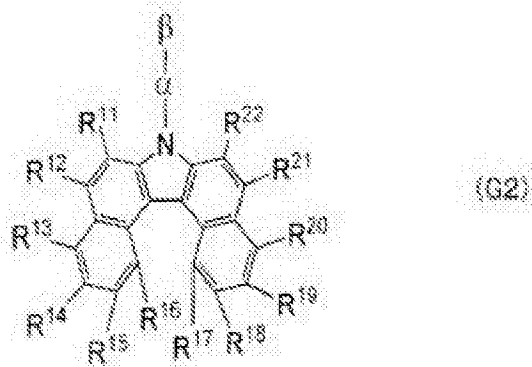
2. 根据权利要求1所述的化合物,其中所述R¹¹至R²²分别由结构式(Rc-1)至(Rc-17)表示:



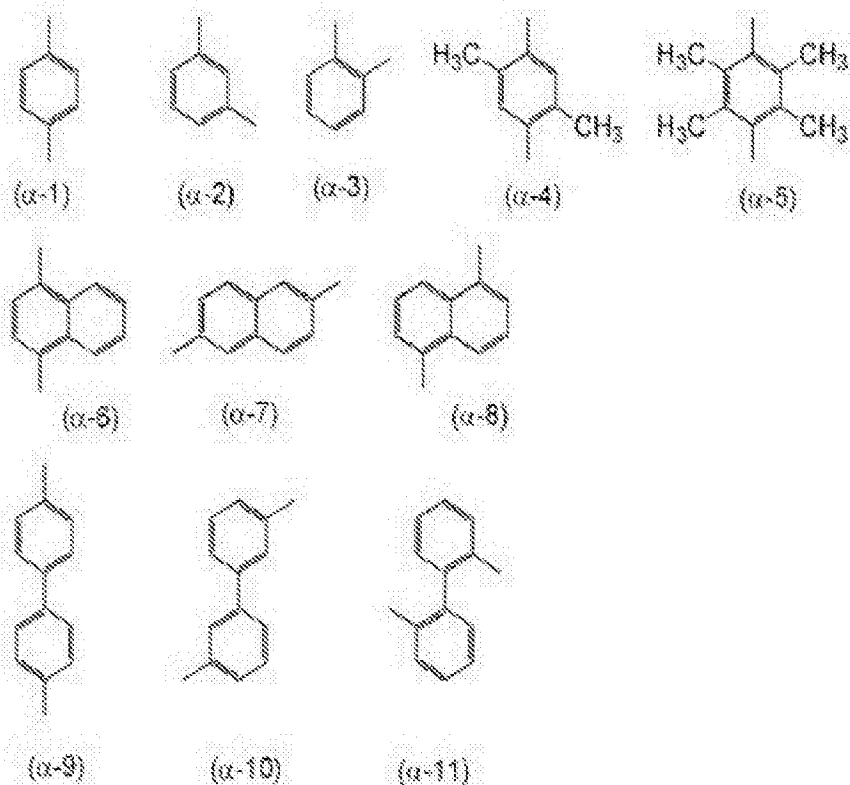
3. 根据权利要求1所述的化合物,其以结构式(127)表示,



4. 一种以通式(G2)表示的化合物,

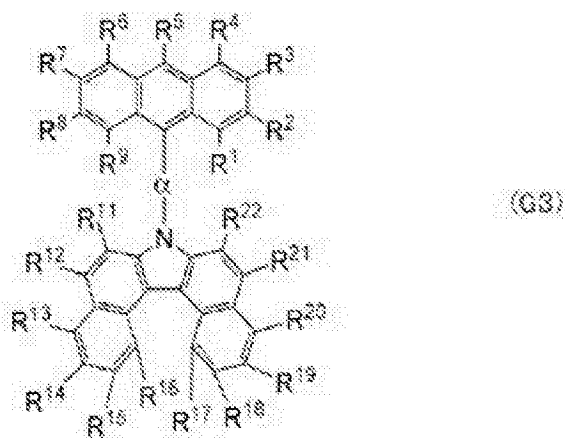


其中, α 由结构式(α -1)至(α -11)中的任一个表示,



并且,β表示未取代的苧基或被具有1至4个碳原子的烷基取代的苧基。

5. 一种以通式(G3)表示的化合物,



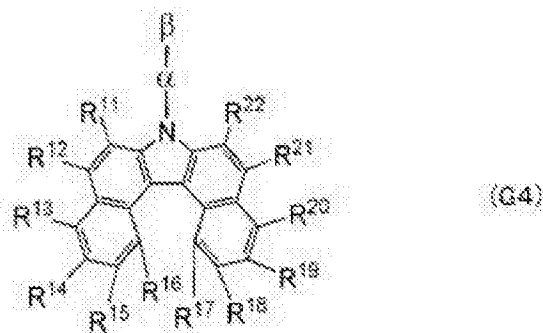
其中,R¹¹至R²²分别独立表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至12个碳原子的芳基中的任何一种,

R⁵表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至10个碳原子的芳基中的任何一种,

R¹、R²、R³、R⁴、R⁶、R⁷、R⁸以及R⁹分别独立表示氢或包含1至4个碳原子的烷基,

并且,α表示未取代的亚苯基或被具有1至4个碳原子的烷基取代的亚苯基。

6. 一种以通式(G4)表示的化合物,



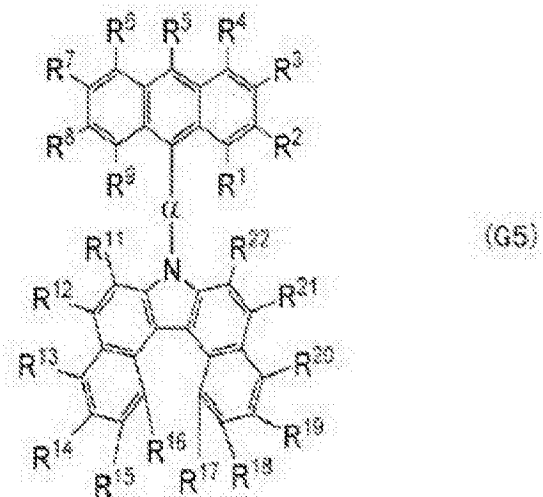
其中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至12个碳原子的芳基中的任何一种,

α 表示未取代的亚苯基或被具有1至4个碳原子的烷基取代的亚苯基,

β 表示未取代的蒽基或被具有1至4个碳原子的烷基取代的蒽基,

并且, α 和 β 的碳原子数的总和为20至30。

7. 一种以通式(G5)表示的化合物,



其中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至12个碳原子的芳基中的任何一种,

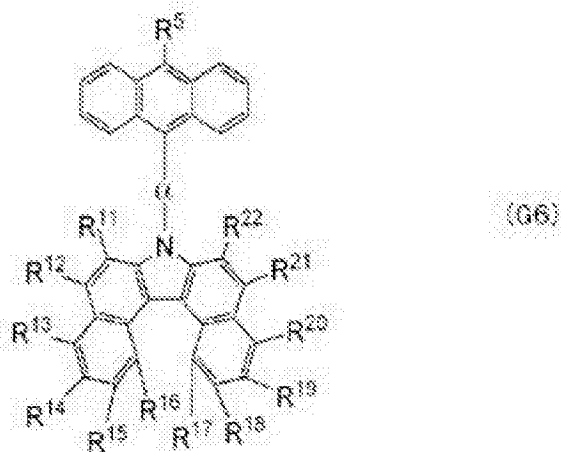
R^5 表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至10个碳原子的芳基中的任何一种,

R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 分别独立表示氢或包含1至4个碳原子的烷基,

α 表示未取代的亚苯基或被具有1至4个碳原子的烷基取代的亚苯基,

并且, R^1 至 R^9 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

8. 一种以通式(G6)表示的化合物,

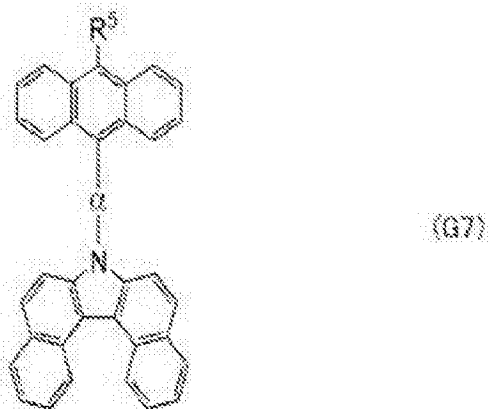


其中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、包含 1 至 4 个碳原子的烷基以及包含 6 至 12 个碳原子的芳基中的任何一种,

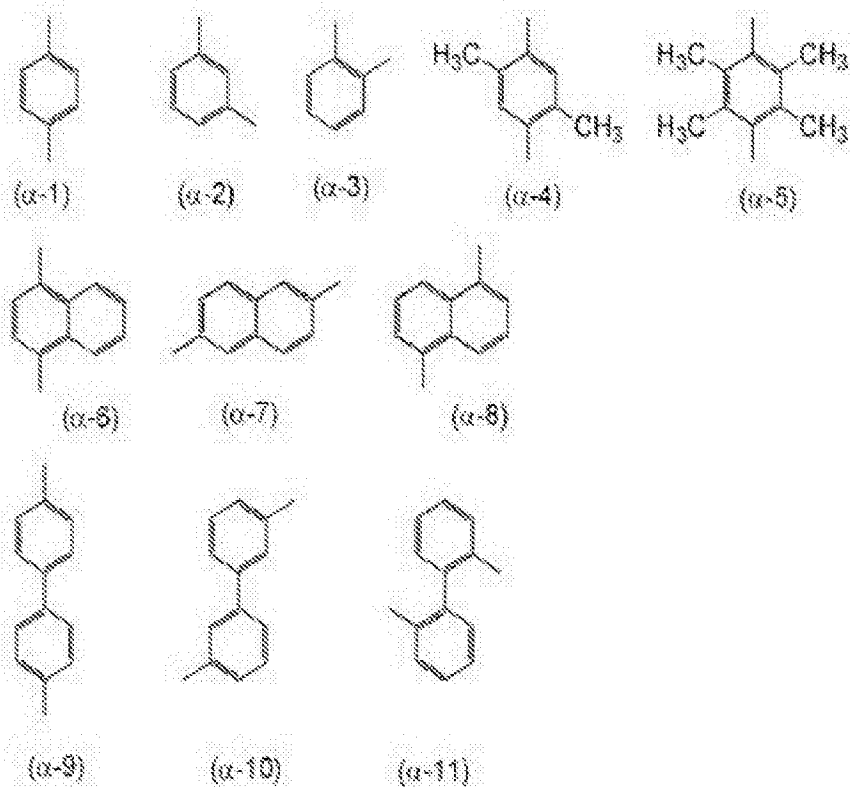
α 表示未取代的亚苯基或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基取代的亚苯基,

R^5 表示氢、包含 1 至 4 个碳原子的烷基以及包含 6 至 10 个碳原子的芳基中的任何一种, 并且, R^5 和 α 的碳原子数的总和为 6 以上 16 以下。

9. 一种以通式 (G7) 表示的化合物,



α 由结构式 ($\alpha-1$) 至 ($\alpha-11$) 中的任一个表示,



R⁵表示氢、包含1至4个碳原子的烷基以及包含6至10个碳原子的芳基中的任何一种，并且，R⁵和α的碳原子数的总和为6以上16以下。

10. 一种发光元件，包括：

第一电极；

所述第一电极上的发光层；以及

所述发光层上的第二电极，

其中，所述发光层包含根据权利要求1和4-9中任一项所述的化合物。

11. 一种包括根据权利要求10所述的发光元件的照明装置。

12. 一种包括根据权利要求10所述的发光元件的显示装置。

二苯并[c,g]咔唑化合物、发光元件、发光装置、显示装置、照明装置以及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种二苯并[c,g]咔唑化合物。另外,本发明还涉及一种使用该二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件、发光装置、显示装置、照明装置以及电子设备。

背景技术

[0002] 由于可以制造为薄型轻量、对输入信号的高速响应性、低耗电量等优点,对于作为下一代的照明装置或显示装置的使用以有机化合物为发光物质的发光元件(有机EL元件)的显示装置的开发正在加快地进行。

[0003] 关于有机EL元件,通过将发光层夹在电极之间来施加电压,将电子及空穴从电极注入到发光层。然后,从电极注入的电子和空穴重新结合而使包含在发光层中的发光物质成为激发态,并且当该激发态回到基底态时发光。由于发光物质所发射的光的波长是该发光物质特有的,所以通过将不同种类的有机化合物用作发光物质,可以得到呈现各种波长即各种颜色的发光的发光元件。

[0004] 上面已说明,发光物质所发射的光是该物质特有的。但是,使用寿命、功耗等的作为发光元件的重要性能不仅取决于发光物质,而且很大程度上还取决于除发光层外的其他层、元件结构、发光物质与主体的性质或相容性等。因此,为了使该领域成熟,一定需要多种发光元件用材料。根据上述理由,已经提出了具有各种分子结构的发光元件用材料(例如,参照专利文献1至专利文献3)。

[0005] 作为可用于发光元件的传输材料或发光层中的主体材料的材料,有一种物质,即9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)。通过将CzPA用于主体材料或电子传输材料,可以制造在发光效率、驱动电压、使用寿命的方面上具有非常优良的特性的蓝色荧光发光元件。

[0006] 参考文献

[0007] [专利文献1]美国专利申请公开第2008/0122344号说明书

[0008] [专利文献2]PCT申请公开第2010/114264号

[0009] [专利文献3]PCT申请公开第2011/010842号。

[0010] 至今为止,已开发出了许多发光元件用材料,但是开发出像上述CzPA那样的能够制造发光效率、驱动电压以及使用寿命这些重要特性彼此配合得非常好的蓝色荧光发光元件的材料是非常困难的。

发明内容

[0011] 鉴于上述问题,本发明的一个方式的目的是提供一种如下新颖化合物,该新颖化合物可以应用于发光元件的传输层、主体材料或发光材料,而可以容易实现高性能发光元件。

[0012] 另外,本发明的一个方式的目的是提供一种使用上述新颖化合物的高发光效率的

发光元件。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种使用上述新颖化合物的低驱动电压的发光元件。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种使用上述新颖化合物的长使用寿命的发光元件。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种使用上述新颖化合物的发光效率、驱动电压以及使用寿命都优良的发光元件。

[0013] 另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的低耗电量发光装置。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的高可靠性发光装置。

[0014] 另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的低耗电量显示装置。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的高可靠性显示装置。

[0015] 另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的低耗电量照明装置。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的高可靠性照明装置。

[0016] 另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的低耗电量电子设备。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种具备使用上述新颖化合物的发光元件的高可靠性电子设备。

[0017] 另外,在本发明的一个方式中,只要解决上述课题中的任何一个,即可。

[0018] 本发明人合成如下二苯并[c,g]咔唑化合物,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,二苯并[c,g]咔唑衍生物的7位的氮与至少包含蒽骨架的芳基键合,而得知通过使用该二苯并[c,g]咔唑化合物,可以容易提供具有非常优良的特性的发光元件。

[0019] 因此,本发明的结构是一种包含二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,芳基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的7位,该芳基为至少包含蒽骨架的碳原子数为14至30的芳基。另外,在该芳基的碳原子数为14至30时,该二苯并[c,g]咔唑化合物成为分子量比较低低分子化合物,由此得到适合于真空蒸镀(可以在比较低的温度下进行真空蒸镀)的结构。一般来说,在很多情况下,在分子量低时,成膜后的耐热性低,但是由于坚固的二苯并[c,g]咔唑骨架的效果,该二苯并[c,g]咔唑化合物具有即使分子量低也能够确保充分的耐热性的优点。

[0020] 另外,本发明人得知使用如下二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件特别是在使用寿命的方面上优越,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架。另外,本发明人还得知因为该二苯并[c,g]咔唑化合物具有优良的载流子传输性,所以可以以非常低的电压驱动使用该二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件。

[0021] 因此,本发明的其他结构是一种包含二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的7位。

[0022] 另外,本发明人得知特别是二苯并[c,g]咔唑骨架的7位隔着亚苯基与蒽骨架的9位键合的二苯并[c,g]咔唑化合物,其带隙宽且是有用的。

[0023] 因此,本发明的其他结构是一种包含二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,二苯并[c,g]咔唑骨架的7位隔着亚苯基与蒽骨架的9位键合。

[0024] 另外,本发明人得知使用如下二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件的元件特性的稳定性及可靠性优良,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,与二苯并[c,g]咔唑骨架键合的蒽

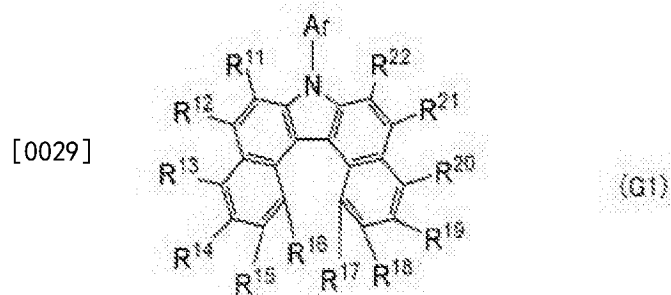
基苯基的碳原子数为20至30。另外,上述发光元件在驱动电压的方面上优越。这被认为是因为如下缘故:因为该二苯并[c,g]咔唑化合物如上所述那样可以在比较低的温度下进行真空蒸镀,所以不容易引起蒸镀时的热分解等退化。另外,这还被认为是因为如下缘故:因为该二苯并[c,g]咔唑化合物具有蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的7位的分子结构,所以可以得到电化学稳定性或高载流子传输性。

[0025] 因此,本发明的其他结构是一种包含如下二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,取代或未取代的蒽基苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的7位,该取代或未取代的蒽基苯基的碳原子数为20至30。

[0026] 另外,本发明人得知使用如下二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件的元件特性的稳定性及可靠性优良,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,与二苯并[c,g]咔唑骨架键合的(9-蒽基)苯基的碳原子数为20至30。另外,上述发光元件在驱动电压的方面上优越。另外,尤其是,其带隙宽且是有用的。因此,该二苯并[c,g]咔唑化合物除了具有上述易蒸镀性、电化学稳定性以及载流子传输性以外,还因发挥9-蒽基的骨架的效果而具有带隙宽的特性。因此,该化合物在将该二苯并[c,g]咔唑化合物用作发光层的主体材料并将发光材料作为客体材料添加到发光层中的发光元件结构中有效。

[0027] 因此,本发明的其他结构是一种包含如下二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咔唑化合物中,取代或未取代的(9-蒽基)苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的7位,该取代或未取代的(9-蒽基)苯基的碳原子数为20至30。

[0028] 另外,本发明的其他结构是可以容易实现如上所述的具有优良特性的发光元件的以下述通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。

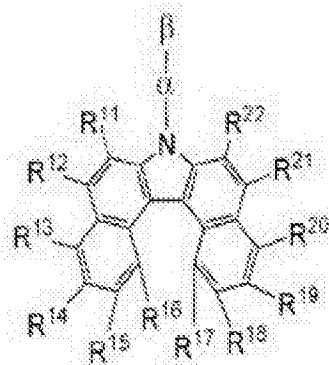


[0030] 在通式(G1)中,Ar表示至少包含蒽骨架的碳原子数为14至30的芳基。另外, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。

[0031] 在以上述通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物中,在所述蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架时,可以高纯度地合成二苯并[c,g]咔唑化合物,并且其载流子传输性优良。

[0032] 因此,本发明的其他结构是以下述通式(G2)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。

[0033]



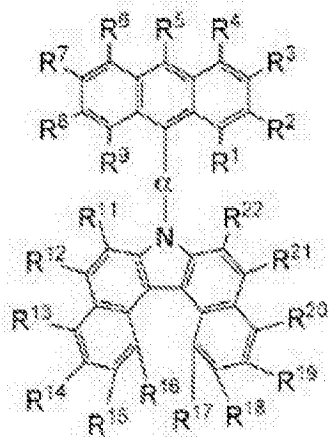
(G2)

[0034] 在通式(G2)中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种, α 表示取代或未取代的亚苯基, 并且 β 表示取代或未取代的萘基。

[0035] 在以通式(G2)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物中, 尤其是二苯并[c,g]咔唑骨架的7位与萘骨架的9位键合的二苯并[c,g]咔唑化合物, 其带隙宽且是有用的。

[0036] 因此, 本发明的其他结构是以下述通式(G3)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。

[0037]



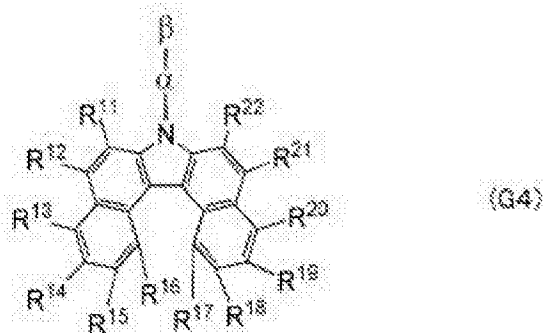
(G3)

[0038] 在通式(G3)中, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种, R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 分别独立表示氢和碳原子数为1至4的烷基中的任何一种, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种, 并且 α 表示取代或未取代的亚苯基。

[0039] 使用键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的萘基苯基的碳原子数为20至30的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件具有稳定性及可靠性优良的元件特性, 因此从形成发光元件时的蒸镀的观点来看, 这是优选的结构。

[0040] 因此, 本发明的其他结构是以下述通式(G4)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。

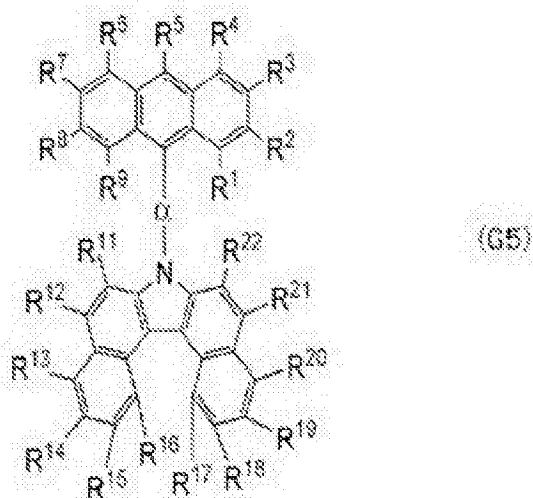
[0041]



[0042] 在通式(G4)中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种, α 表示取代或未取代的亚苯基, 并且 β 表示取代或未取代的蒽基。 α 和 β 的碳原子数的总和为20至30。

[0043] 因此, 本发明的其他结构是以下述通式(G5)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物。

[0044]

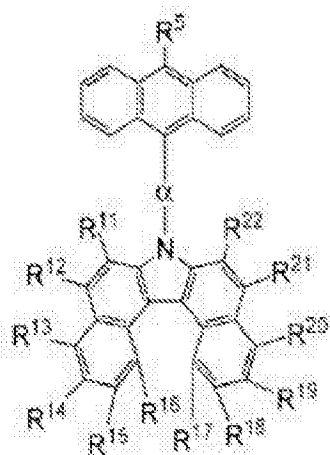


[0045] 在通式(G5)中, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种, R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 分别独立表示氢和碳原子数为1至4的烷基中的任何一种, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种, 并且 α 表示取代或未取代的亚苯基。 R^1 至 R^9 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

[0046] 另外, 如果 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 都是氢, 则在易合成性或原料价格的方面上有利。

[0047] 因此, 本发明的其他结构是以下述通式(G6)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物。

[0048]



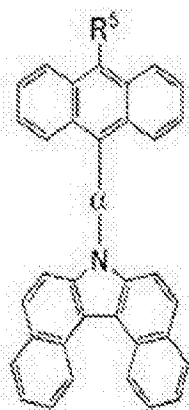
(G6)

[0049] 在通式(G6)中, α 表示取代或未取代的亚苯基, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种,并且 R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。 R^5 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

[0050] 与上述同样,如果 R^{11} 至 R^{22} 都是氢,则有利。

[0051] 因此,本发明的其他结构是以下述通式(G7)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。

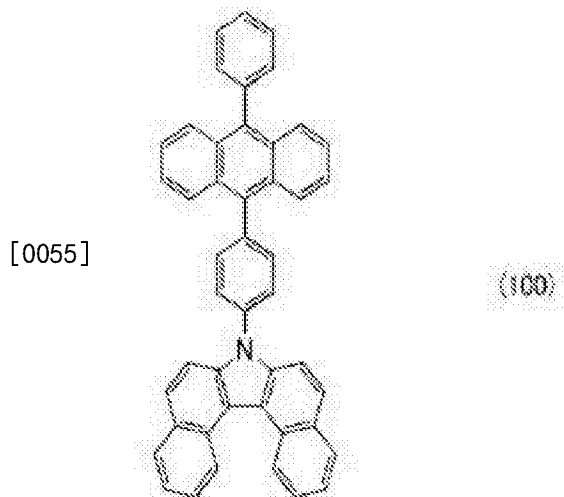
[0052]



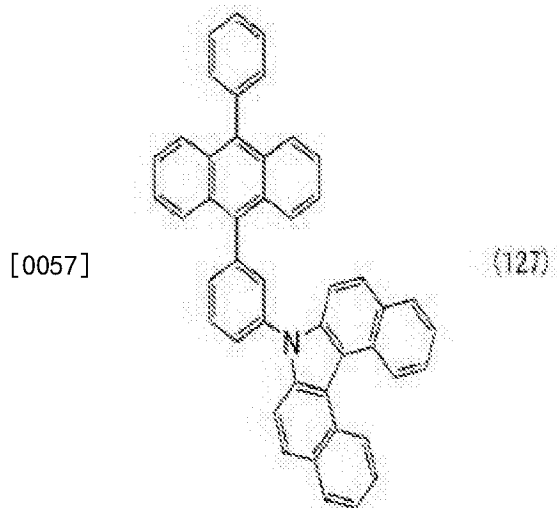
(G7)

[0053] 在通式(G7)中, α 表示取代或未取代的亚苯基, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种。 R^5 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

[0054] 本发明的其他结构是以下述结构式(100)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。



[0056] 另外,本发明的其他结构是以下述结构式(127)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物。



[0058] 具有任何上述结构的二苯并[c,g]咔唑化合物是具有宽能隙的发光元件用材料,而可以适当地应用于蓝色荧光元件等中的传输层、主体材料或发光物质。另外,该二苯并[c,g]咔唑化合物具有优良的载流子传输性,而可以使用该化合物提供低驱动电压的发光元件。另外,该二苯并[c,g]咔唑化合物对氧化或还原具有稳定性,而可以使用该化合物制造退化程度小且使用寿命长的发光元件。另外,该二苯并[c,g]咔唑化合物具有这些特性的组合,而可以制造发光效率、驱动电压以及使用寿命都优良的高性能发光元件。

[0059] 另外,通过使用使用二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,可以得到低耗电量的发光装置、显示装置、照明装置或电子设备。另外,可以得到高可靠性的发光装置、显示装置、照明装置或电子设备。

附图说明

[0060] 图1A和1B是发光元件的示意图;

[0061] 图2是有机半导体元件的示意图;

[0062] 图3A和3B是主动矩阵型发光装置的示意图;

[0063] 图4A和4B是被动矩阵型发光装置的示意图;

- [0064] 图5A和5B是照明装置的示意图；
- [0065] 图6A至6D是示出电子设备的图；
- [0066] 图7是示出显示装置的图；
- [0067] 图8是示出照明装置的图；
- [0068] 图9是示出照明装置的图；
- [0069] 图10是示出车载显示装置及照明装置的图；
- [0070] 图11A和11B是cgDBCzPA的NMR图；
- [0071] 图12A和12B是cgDBCzPA的吸收光谱及发射光谱；
- [0072] 图13A和13B是cgDBCzPA的CV图；
- [0073] 图14是示出发光元件1及对比发光元件1的亮度-电流效率特性的图；
- [0074] 图15是示出发光元件1及对比发光元件1的电压-电流特性的图；
- [0075] 图16是示出发光元件1及对比发光元件1的亮度-功率效率特性的图；
- [0076] 图17是示出发光元件1及对比发光元件1的亮度-外部量子效率特性的图；
- [0077] 图18是发光元件1及对比发光元件1的发射光谱；
- [0078] 图19是示出发光元件1及对比发光元件1的归一化亮度-时间特性的图；
- [0079] 图20是示出发光元件2及对比发光元件2的亮度-电流效率特性的图；
- [0080] 图21是示出发光元件2及对比发光元件2的电压-电流特性的图；
- [0081] 图22是示出发光元件2及对比发光元件2的亮度-功率效率特性的图；
- [0082] 图23是示出发光元件2及对比发光元件2的亮度-外部量子效率特性的图；
- [0083] 图24是发光元件2及对比发光元件2的发射光谱；
- [0084] 图25是示出发光元件2及对比发光元件2的归一化亮度-时间特性的图；
- [0085] 图26是示出发光元件3及对比发光元件3的亮度-电流效率特性的图；
- [0086] 图27是示出发光元件3及对比发光元件3的电压-电流特性的图；
- [0087] 图28是发光元件3及对比发光元件3的发射光谱；
- [0088] 图29是示出发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的电流密度-亮度特性的图；
- [0089] 图30是示出发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的亮度-电流效率特性的图；
- [0090] 图31是示出发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的电压-电流特性的图；
- [0091] 图32是示出发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的亮度-功率效率特性的图；
- [0092] 图33是示出发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的电压-亮度特性的图；
- [0093] 图34是发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的发射光谱；
- [0094] 图35是示出发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的归一化亮度-时间特性的图。

具体实施方式

[0095] 以下,对本发明的实施方式进行说明。但是,本发明可以通过多个不同方式而实施,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和详细内容可以被变换为各种各样的形式而不脱离本发明的宗旨及其范围。因此,本发明不应该被解释为仅限定在本实施方式所记载的内容中。

[0096] 实施方式1

[0097] 本实施方式中的发光元件是包含如下二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咪唑化合物中,至少包含蒽骨架的芳基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的7位。因为该二苯并[c,g]咪唑化合物具有优良的载流子传输性,所以可以提供低驱动电压的发光元件。另外,因为该二苯并[c,g]咪唑化合物对反复的氧化及还原具有高耐性,所以可以提供长使用寿命的发光元件。另外,因为该二苯并[c,g]咪唑化合物的带隙宽,所以可以提供高发光效率的发光元件。如上所述,具有本实施方式的结构 of 的发光元件可以容易成为特性彼此配合得很好的高性能发光元件。

[0098] 另外,在该芳基的碳原子数为14至30时,上述二苯并[c,g]咪唑化合物成为分子量比较低的低分子化合物,由此得到适合于真空蒸镀(可以在比较低的温度下进行真空蒸镀)的结构。一般来说,在很多情况下,在分子量低时,成膜后的耐热性低,但是由于坚固的二苯并[c,g]咪唑骨架的效果,该二苯并[c,g]咪唑化合物具有即使分子量低也能够确保充分的耐热性的优点。另外,上述蒽骨架与上述二苯并[c,g]咪唑骨架也可以隔着亚苯基或亚萘基等亚芳基键合。

[0099] 特别是使用如下二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件,在使用寿命的方面上优越,在该二苯并[c,g]咪唑化合物中,蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的7位。另外,因为该二苯并[c,g]咪唑化合物具有优良的载流子传输性,所以可以以非常低的电压驱动使用该二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件。

[0100] 另外,换言之,上述发光元件也可以说是包含如下二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咪唑化合物中,蒽基苯基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架。因为在合成该二苯并[c,g]咪唑化合物时可以容易高纯度地合成该二苯并[c,g]咪唑化合物,所以可以抑制由杂质导致的退化。另外,从元件特性的稳定性及可靠性的观点来看,键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的蒽基苯基的碳原子数优选为20至30。在此情况下,该二苯并[c,g]咪唑化合物如上所述那样可以在比较低的温度下进行真空蒸镀,所以不容易引起蒸镀时的热分解等退化。另外,该发光元件不仅在可靠性方面上而且还在驱动电压方面上优越。这还是因为如下缘故:因为该二苯并[c,g]咪唑化合物具有蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的7位的分子结构,所以可以得到电化学稳定性或高载流子传输性。

[0101] 特别是使用蒽骨架的9位与二苯并[c,g]咪唑骨架的7位键合的二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件适合于呈现蓝色荧光等高能量发光的发光元件。另外,上述蒽骨架与二苯并[c,g]咪唑骨架也可以隔着亚苯基或亚萘基等亚芳基键合。

[0102] 另外,根据上述理由,更优选使用包含如下二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件,在该二苯并[c,g]咪唑化合物中,蒽骨架的9位隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架。也可以说包含如下二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件是更优选的,在该二苯并[c,g]咪唑化合物中,(9-蒽基)苯基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的7位。另外,从元件特性的稳定性及可靠性的观点来看,键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的(9-蒽基)苯基的碳原子数优选为20至30。

因此,该二苯并[c,g]咔唑化合物除了具有上述易蒸镀性、电化学稳定性以及载流子传输性以外,还因发挥9-蒽基的骨架的效果而具有带隙宽的特性。因此,该化合物在将该二苯并[c,g]咔唑化合物用作发光层的主体材料并将发光材料作为客体材料添加到发光层中的发光元件结构中有效。

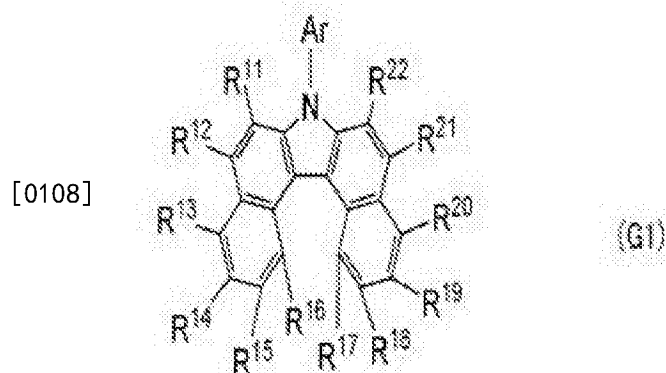
[0103] 实施方式2

[0104] 在本实施方式中,说明用来实现实施方式1所说明的发光元件的二苯并[c,g]咔唑化合物。

[0105] 本实施方式的二苯并[c,g]咔唑化合物是至少包含蒽骨架的芳基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的7位的二苯并[c,g]咔唑化合物。该二苯并[c,g]咔唑化合物的载流子传输性优良。另外,该二苯并[c,g]咔唑化合物对反复的氧化及还原具有高耐性。另外,该二苯并[c,g]咔唑化合物的带隙宽。如上所述,通过包含本实施方式的二苯并[c,g]咔唑化合物,可以容易制造高性能发光元件。

[0106] 另外,从所制造的元件的特性的稳定性及可靠性的观点来看,键合于二苯并[c,g]咔唑骨架的芳基的碳原子数优选为14至30。在该芳基的碳原子数为14至30时,该二苯并[c,g]咔唑化合物成为分子量比较低的低分子化合物,由此得到适合于真空蒸镀(可以在比较低的温度下进行真空蒸镀)的结构。一般来说,在很多情况下,在分子量低时,成膜后的耐热性低,但是由于坚固的二苯并[c,g]咔唑骨架的效果,该二苯并[c,g]咔唑化合物具有即使分子量低也能够确保充分的耐热性的优点。另外,在本说明书中,在规定了碳原子数的情况下,该碳原子数表示包括所规定的基团或化合物等的取代基的碳原子数在内的所有碳原子数的总和。

[0107] 可以以下述通式(G1)表示上述二苯并[c,g]咔唑化合物。



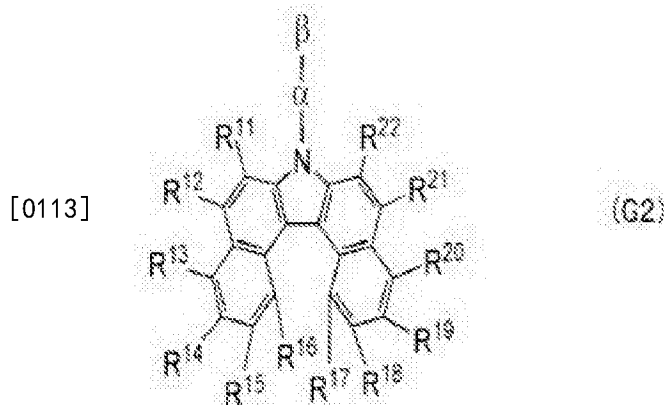
[0109] 在上述通式(G1)中,Ar表示至少包含蒽骨架的取代或未取代的碳原子数为14至30的芳基。在该蒽骨架具有取代基时,作为该取代基,可以举出碳原子数为1至4的烷基。另外,除了上述取代基以外,还可以选择碳原子数为6至12的芳基作为键合于蒽骨架的10位的取代基。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。

[0110] 另外, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯

基、萘基、联苯基等。

[0111] 另外,在本实施方式的二苯并[c,g]咔唑化合物中,在蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咔唑骨架时,二苯并[c,g]咔唑化合物具有高稳定性并能够高纯度地合成,因此是优选的。另外,因为该二苯并[c,g]咔唑化合物具有优良的载流子传输性,所以可以以非常低的电压驱动使用该二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件。

[0112] 可以以下述通式(G2)表示上述二苯并[c,g]咔唑化合物。

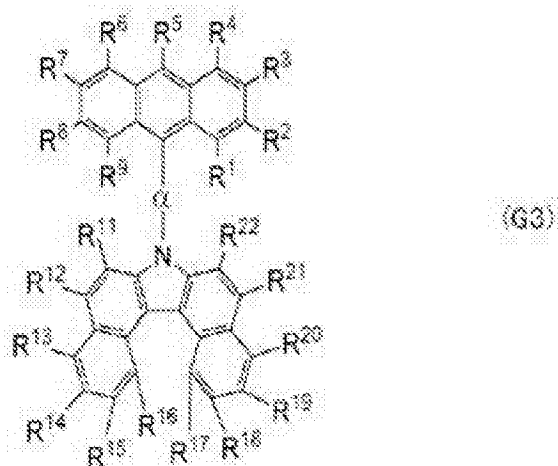


[0114] 在通式(G2)中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。

[0115] 另外,在通式(G2)中, α 表示取代或未取代的亚苯基,并且 β 表示取代或未取代的蒽基。在 α 具有取代基时,作为该取代基,可以选择碳原子数为1至4的烷基。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,在 β 具有取代基时,作为该取代基,可以举出碳原子数为1至4的烷基。另外,除了上述取代基以外,还可以选择碳原子数为6至12的芳基作为键合于蒽骨架的10位的取代基。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。

[0116] 另外,在上述二苯并[c,g]咔唑化合物中,尤其是二苯并[c,g]咔唑骨架的7位与蒽骨架的9位键合的二苯并[c,g]咔唑化合物,其带隙宽且是有用的。这在将该二苯并[c,g]咔唑化合物用作发光层的主体材料并将发光材料作为客体材料添加到发光层中的发光元件结构中特别有效。可以以下述通式(G3)表示上述二苯并[c,g]咔唑化合物。

[0117]



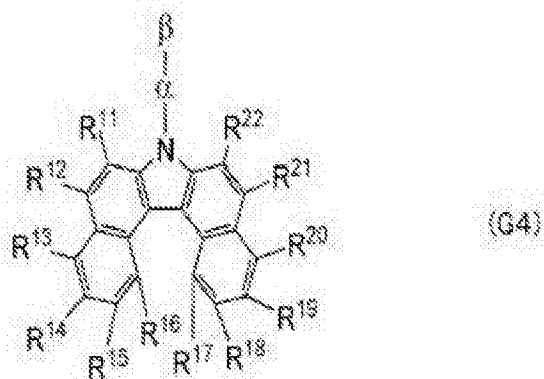
[0118] 在通式(G3)中, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至10的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基等。 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 分别独立表示氢和碳原子数为1至4的烷基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。 α 表示取代或未取代的亚苯基。在 α 具有取代基时,作为该取代基,可以选择碳原子数为1至4的烷基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。

[0119] 另外,“以通式(G2)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物”和“以通式(G3)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物”也可以分别被说成“苯基蒽基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的二苯并[c,g]咪唑化合物”和“(9-苯基)蒽基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的二苯并[c,g]咪唑化合物”。考虑到上述情况,从所制造的元件的诸如稳定性及可靠性的特性的观点来看,键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的苯基蒽基或(9-苯基)蒽基的碳原子数优选为20至30。这被认为是因为如下缘故:因为该二苯并[c,g]咪唑化合物如上所述那样可以在比较低的温度下进行真空蒸镀,所以不容易引起蒸镀时的热分解等退化。特别是具有(9-苯基)蒽基的二苯并[c,g]咪唑化合物的带隙宽,而可以适当地应用于发光元件中的发光层的主体材料。

[0120] 另外,因为该二苯并[c,g]咪唑化合物具有蒽骨架隔着亚苯基键合于二苯并[c,g]咪唑骨架的7位的分子结构,所以可以得到电化学稳定性或高载流子传输性。

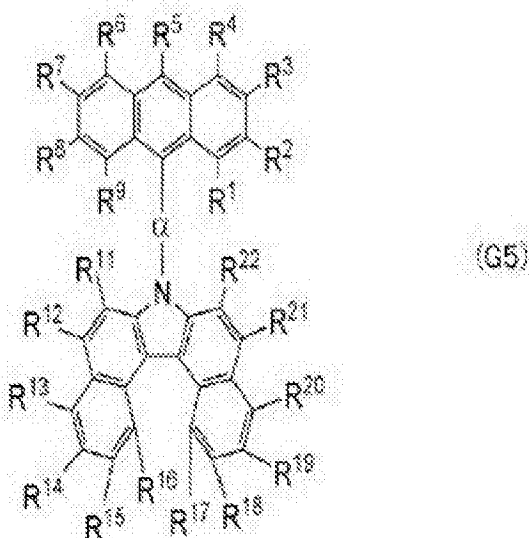
[0121] 可以以下述通式(G4)或下述通式(G5)表示上述二苯并[c,g]咪唑化合物。

[0122]



[0123] 在通式(G4)中, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。另外, α 表示取代或未取代的亚苯基。在 α 具有取代基时,作为该取代基,可以选择碳原子数为1至4的烷基。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外, β 表示取代或未取代的苄基。在 β 具有取代基时,作为该取代基,可以举出碳原子数为1至4的烷基。另外,除了上述取代基以外,还可以选择碳原子数为6至12的芳基作为键合于苄骨架的10位的取代基。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。 α 和 β 的碳原子数的总和为20至30。

[0124]

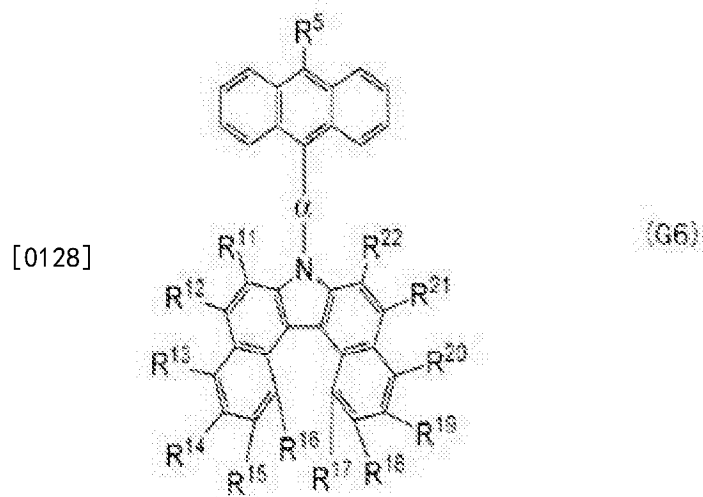


[0125] 在通式(G5)中, R^5 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至10的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基等。另外, R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 分别独立表示氢和碳原子数为1至4的烷基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、

乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外,作为碳原子数为6至12的芳基,具体地说,可以举出苯基、萘基、联苯基等。 α 表示取代或未取代的亚苯基。在 α 具有取代基时,作为该取代基,可以选择碳原子数为1至4的烷基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。 R^1 至 R^9 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

[0126] 另外,如果 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 都是氢,则在易合成性或原料价格的方面上有利。

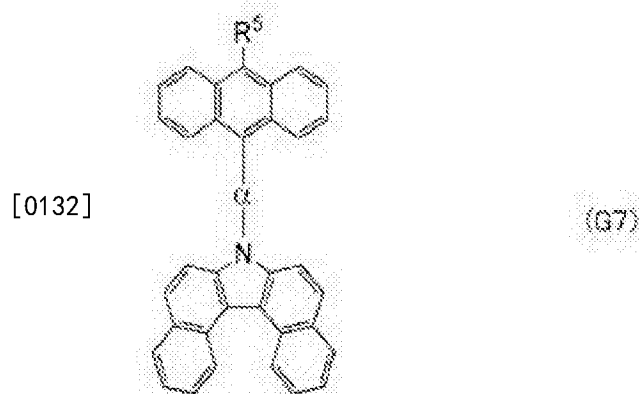
[0127] 因此,本发明的其他结构是以下述通式(G6)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物。



[0129] 在通式(G6)中, α 表示取代或未取代的亚苯基。在 α 具有取代基时,作为该取代基, α 表示碳原子数为1至4的烷基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外, R^{11} 至 R^{22} 分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。 R^5 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

[0130] 与上述同样,如果 R^{11} 至 R^{22} 都是氢,则有利。

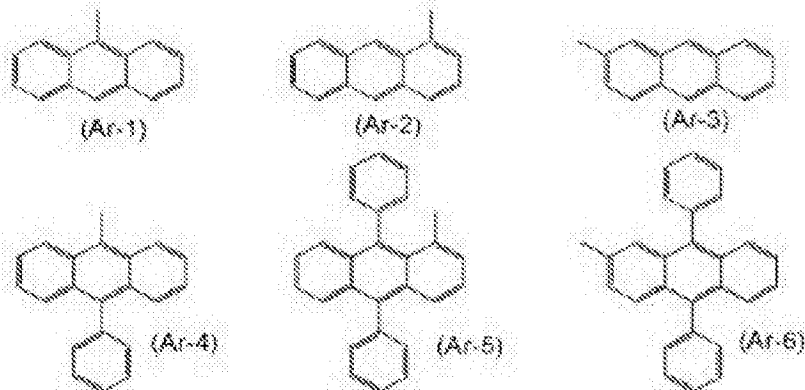
[0131] 因此,本发明的其他结构是以下述通式(G7)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物。



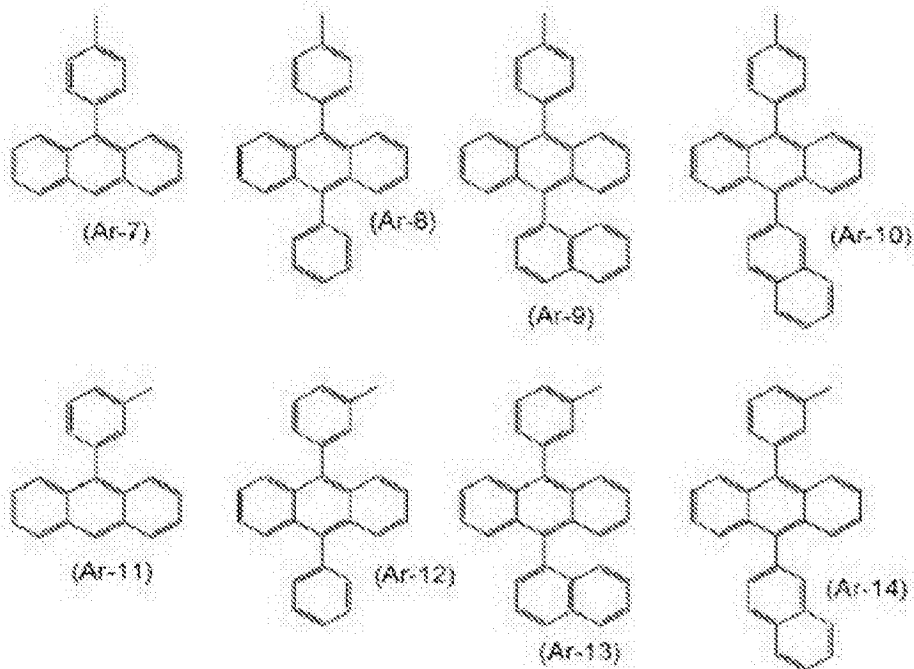
[0133] 在通式(G7)中, α 表示取代或未取代的亚苯基。在 α 具有取代基时,作为该取代基,

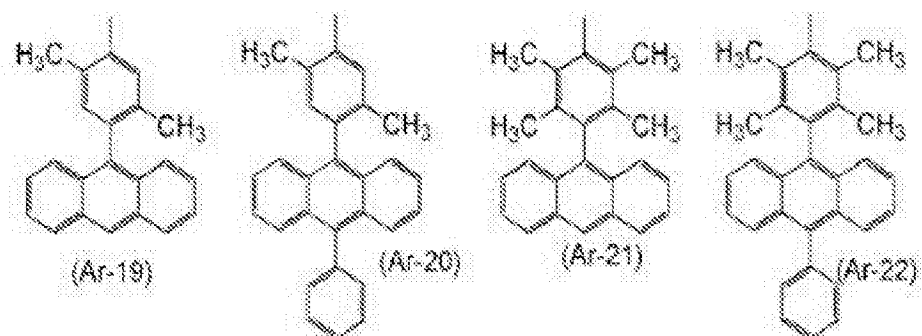
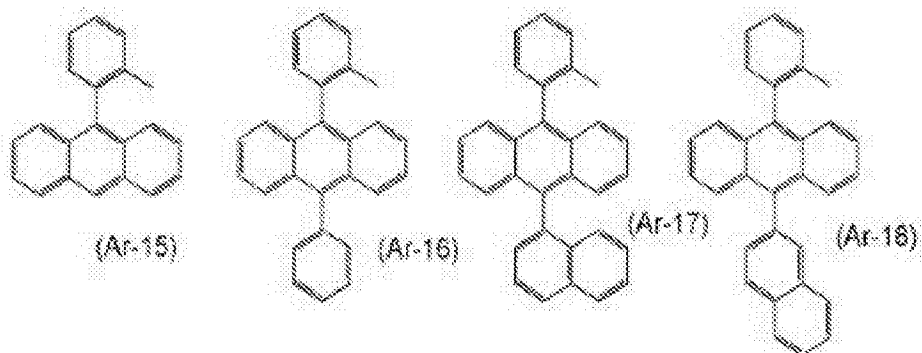
可以选择碳原子数为1至4的烷基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。另外, R^5 表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至10的芳基中的任何一种。作为碳原子数为1至4的烷基,具体地说,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基及叔丁基等。 R^5 和 α 的碳原子数的总和为6以上16以下。

[0134] 在上述通式(G1)中,作为以Ar表示的芳基,例如,可以应用以下述结构式(Ar-1)至(Ar-51)表示的基团。另外,可以用作Ar的基团不局限于此。

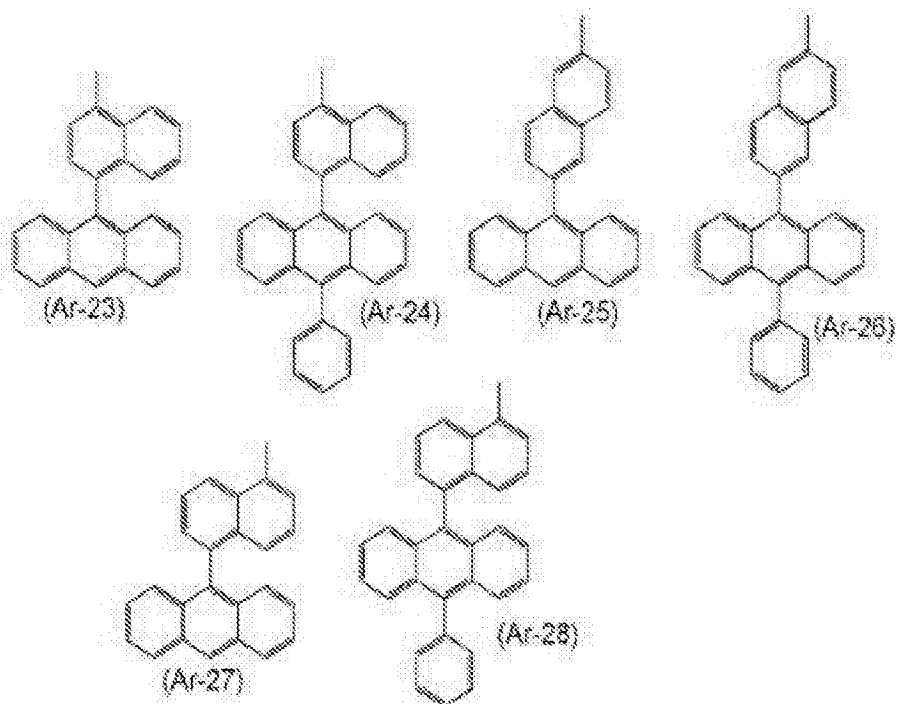


[0135]

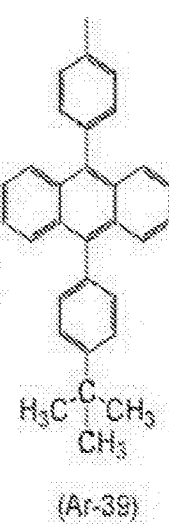
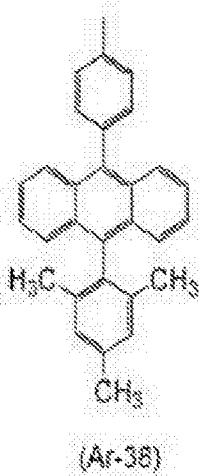
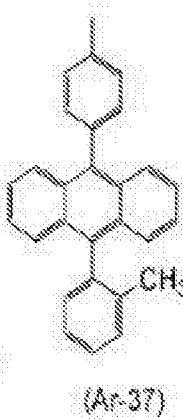
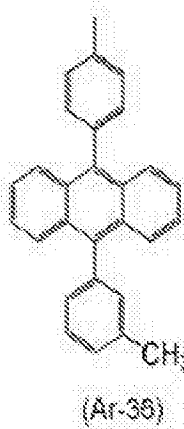
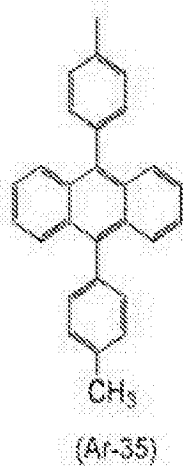
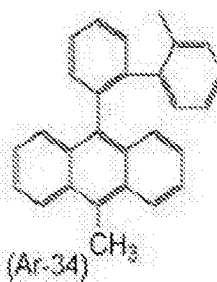
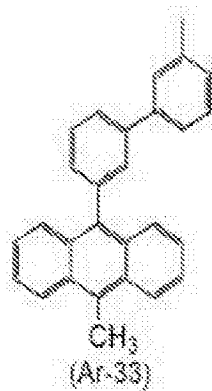
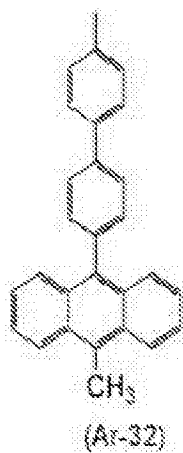
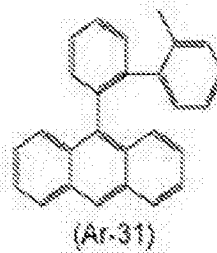
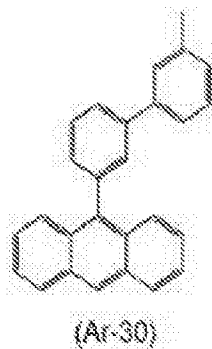
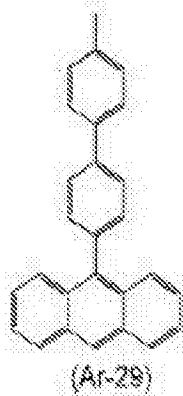


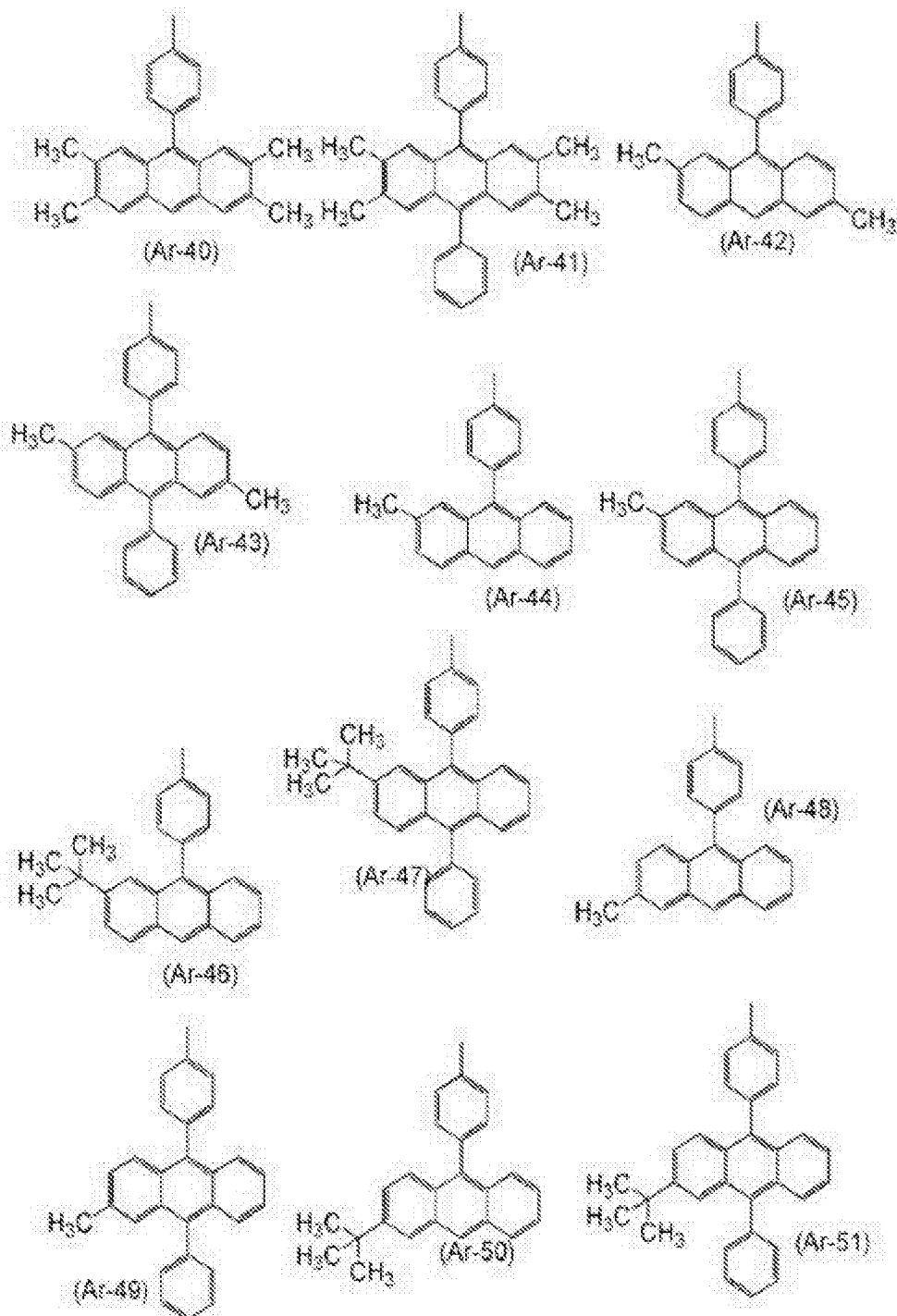


[0136]

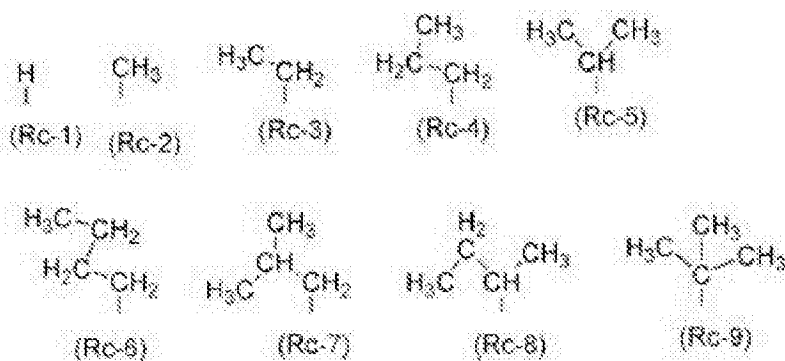


[0137]

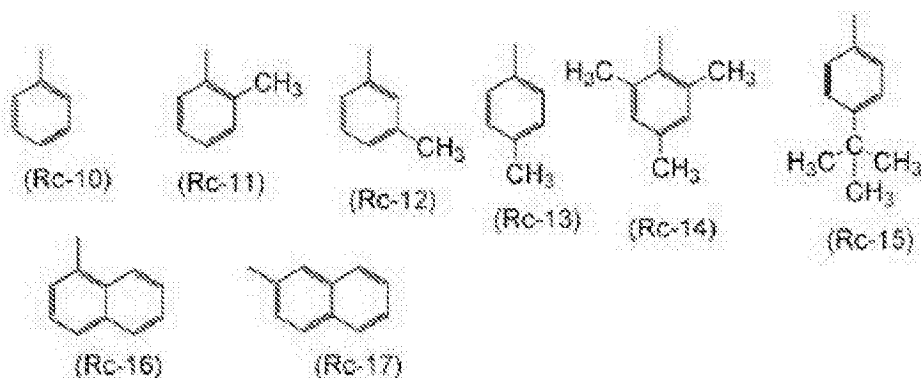




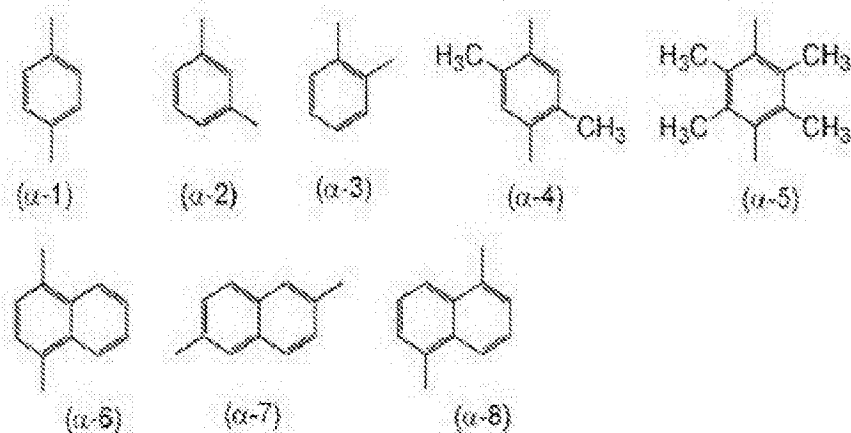
[0139] 在上述通式(G1)至(G6)中,作为以 R^{11} 至 R^{22} 表示的芳基,例如,可以应用以下述结构式(Rc-1)至(Rc-17)表示的基团。另外,可以用作 R^{11} 至 R^{22} 的基团不局限于此。



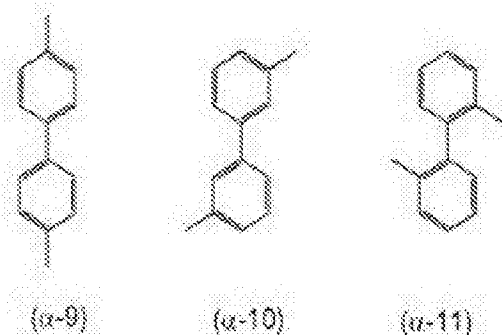
[0140]



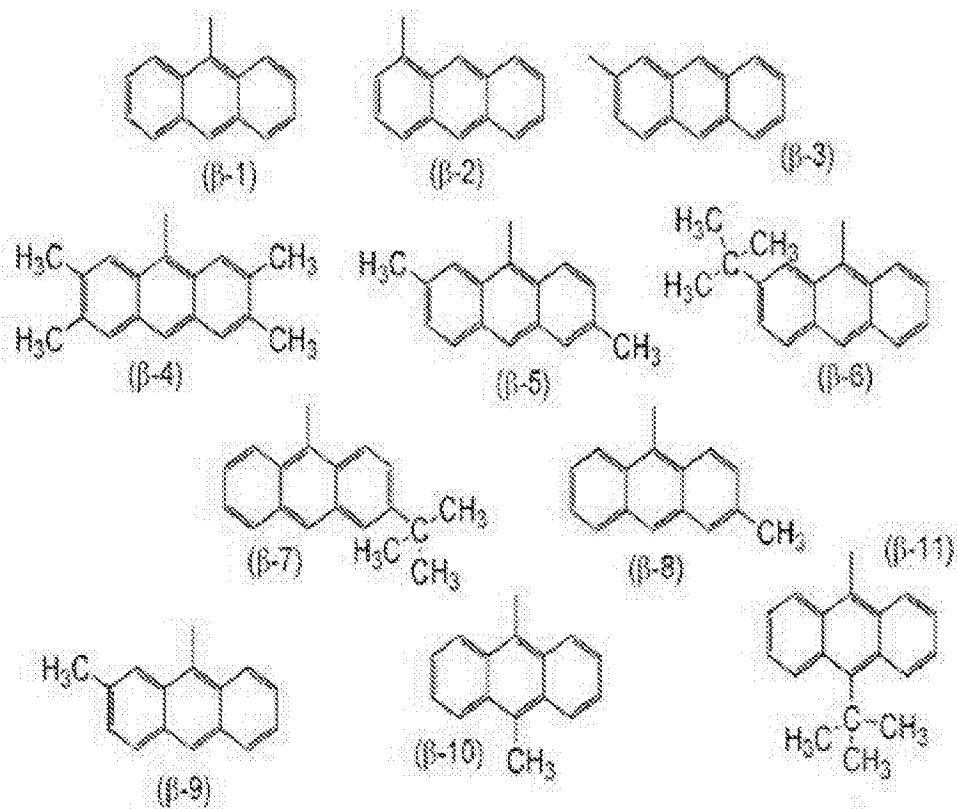
[0141] 在上述通式(G2)至(G7)中,作为以 α 表示的亚芳基,例如,可以应用以下述结构式(α -1)至(α -11)表示的基团。另外,可以用作 α 的基团不局限于此。



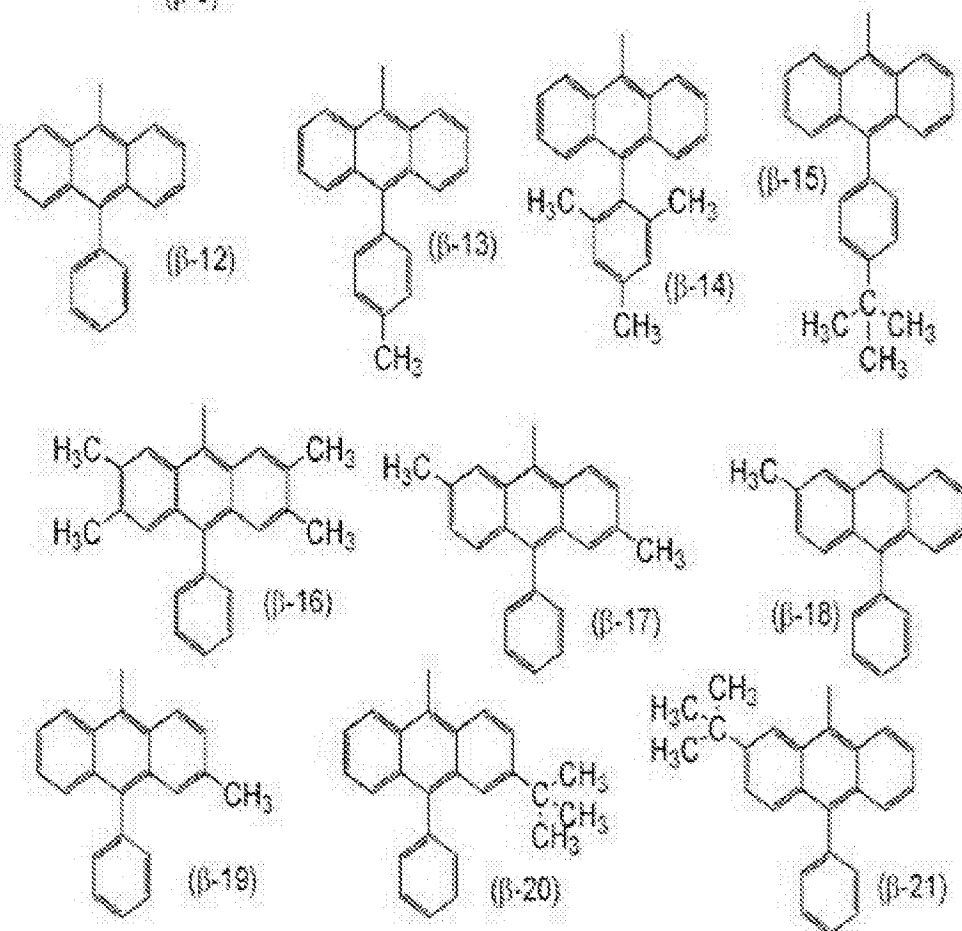
[0142]



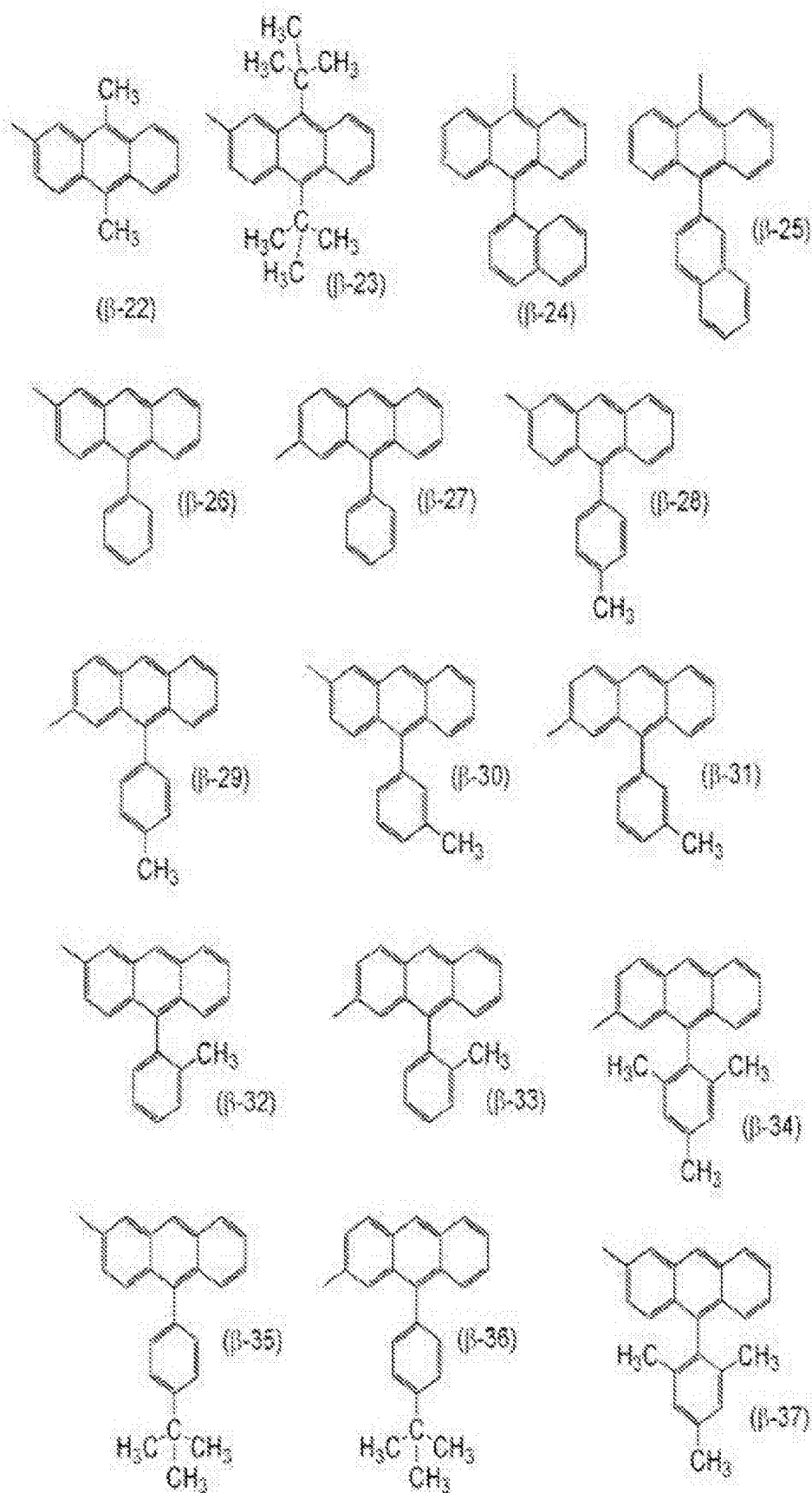
[0143] 在上述通式(G2)及(G4)中,作为以 β 表示的芳基,例如,可以应用以下述结构式(β -1)至(β -37)表示的基团。另外,可以用作 β 的基团不局限于此。



[0144]

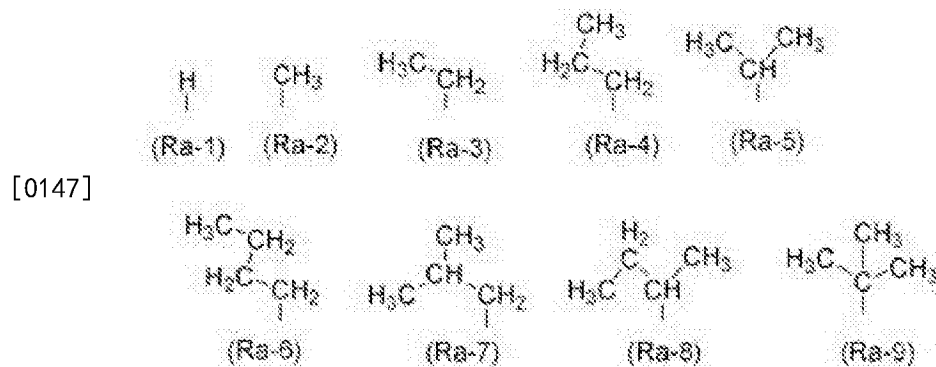


[0145]

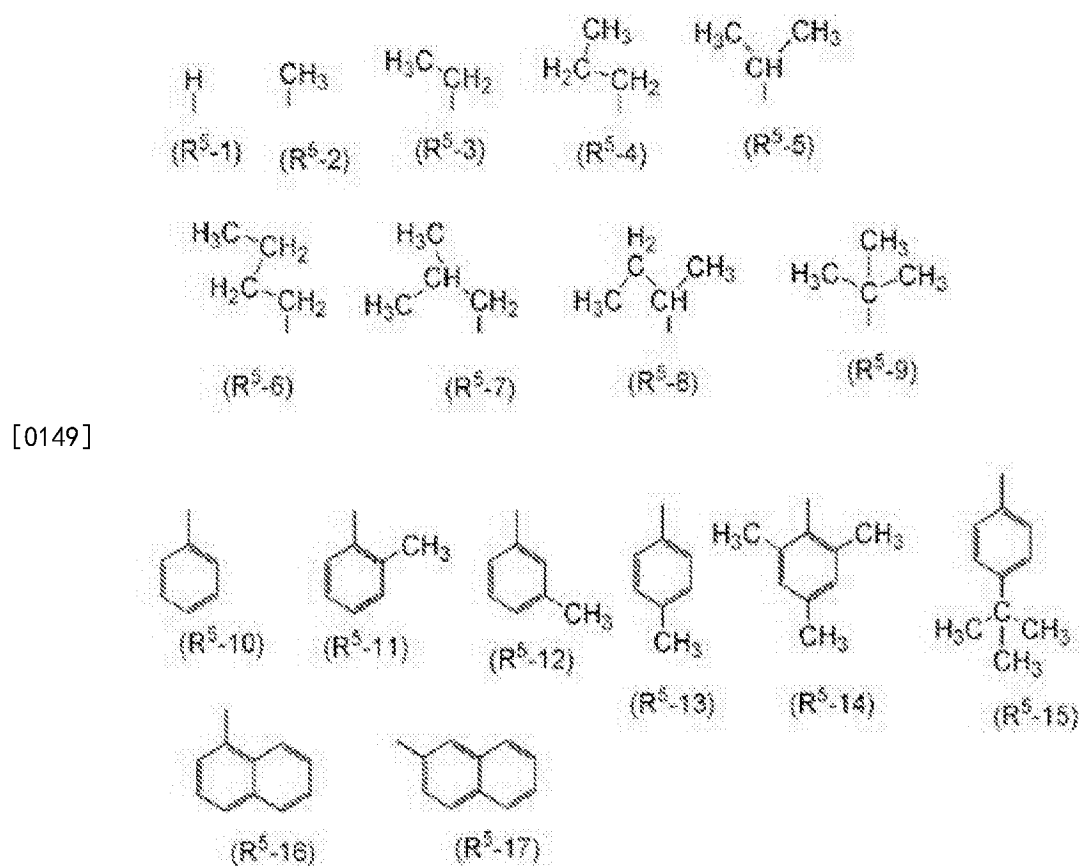


[0146] 在上述通式(G3)及(G5)中,作为以 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8 以及 R^9 表示的芳基,例如,可以应用以下述结构式(Ra-1)至(Ra-9)表示的基团。另外,可以用作 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^8

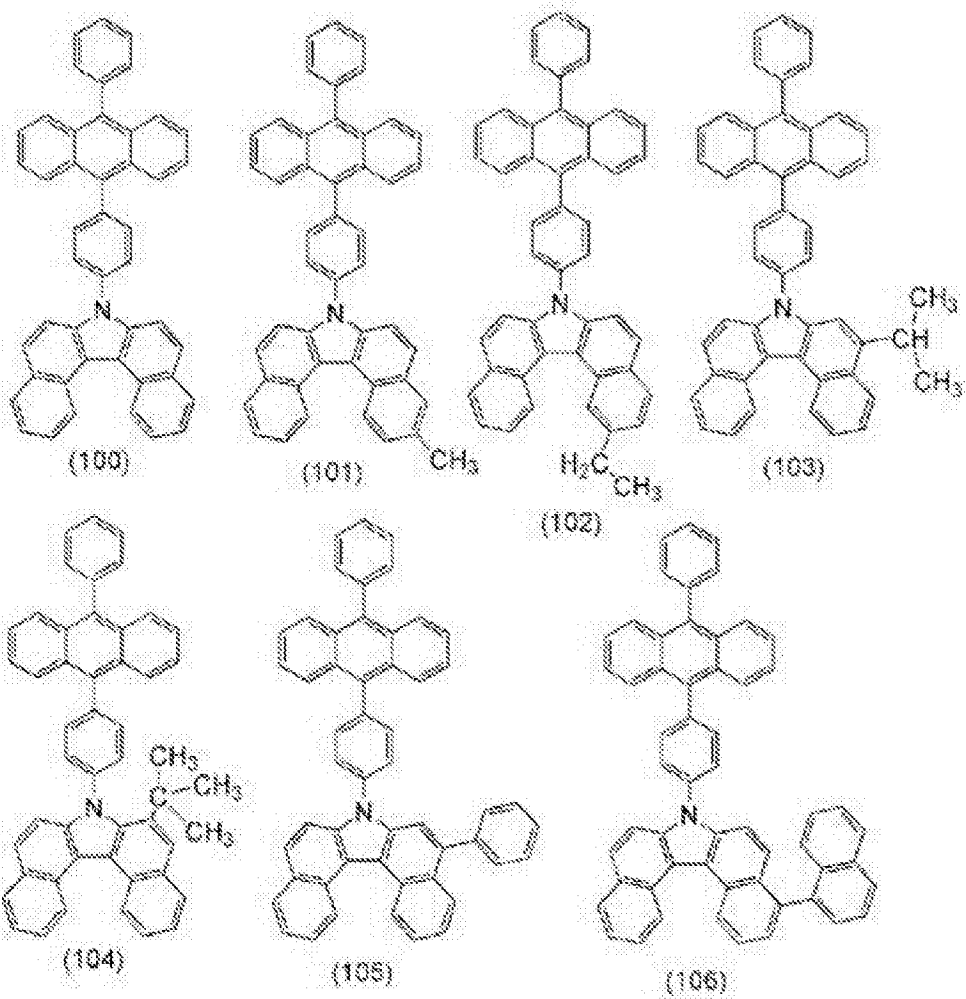
以及R⁹的基团不局限于此。



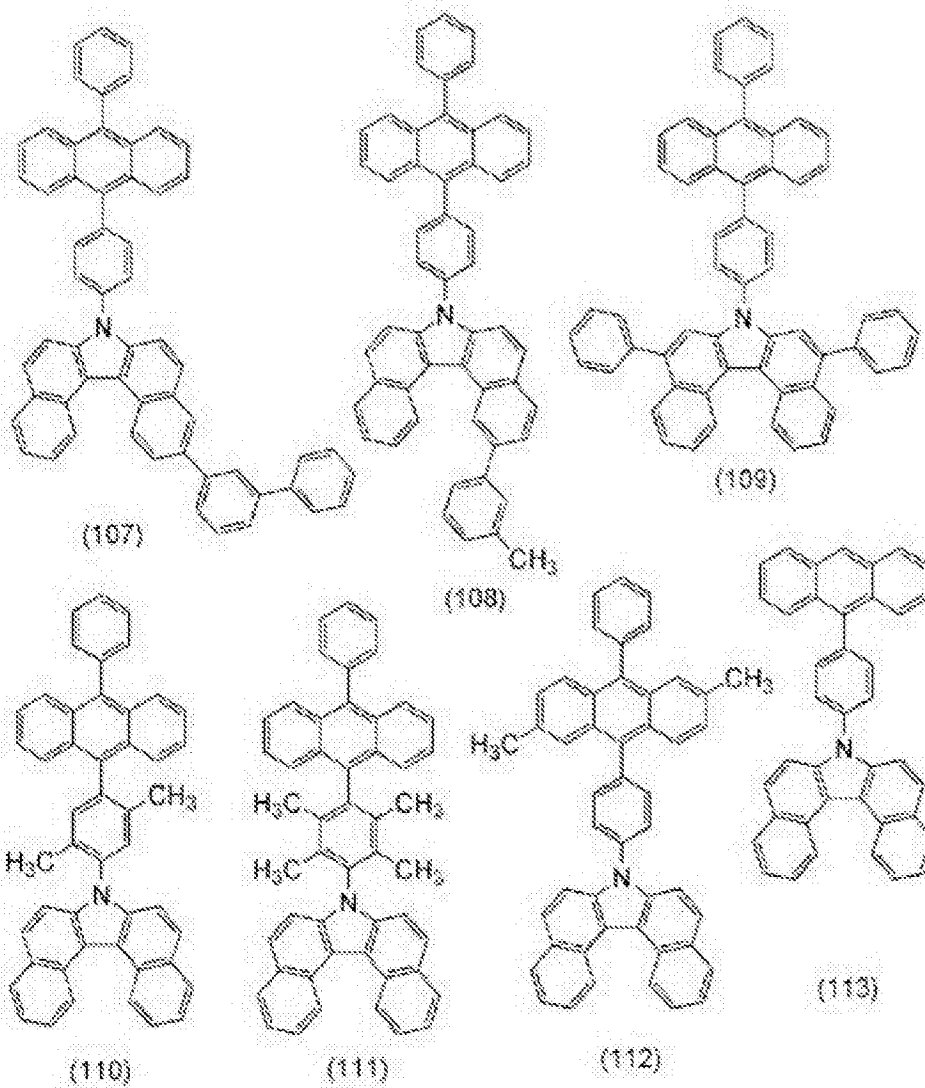
[0148] 在上述通式(G3)及(G5)至(G7)中,作为以R⁵表示的芳基,例如,可以应用以下述结构式(R⁵-1)至(R⁵-17)表示的基团。另外,可以用作R⁵的基团不局限于此。

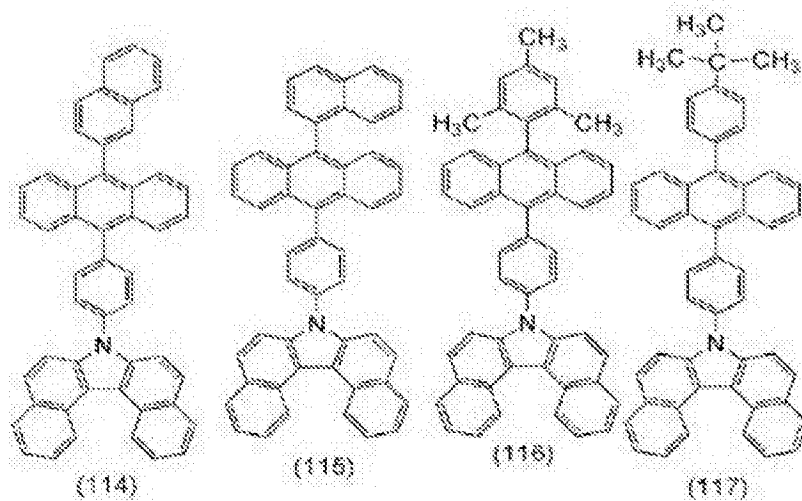


[0150] 作为以上述通式(G1)至(G7)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物的具体结构,可以举出以下述结构式(100)至(136)表示的物质等。另外,以上述通式(G1)至(G7)表示的二苯并[c,g]咪唑化合物不局限于下述实例。

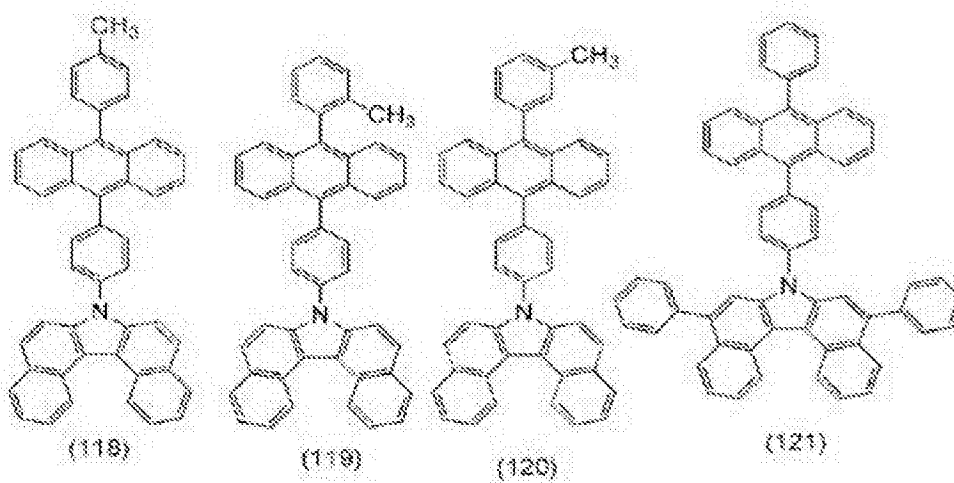


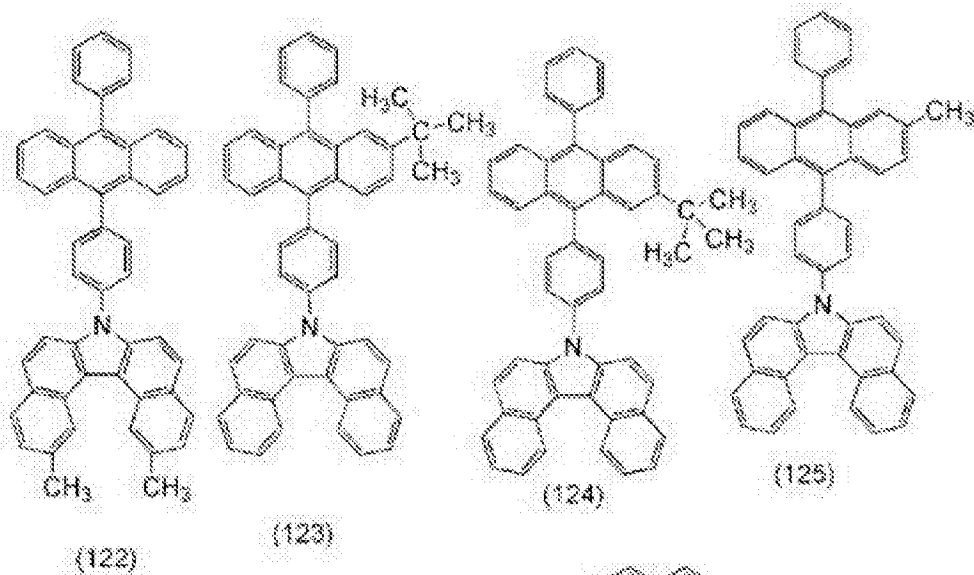
[0152]



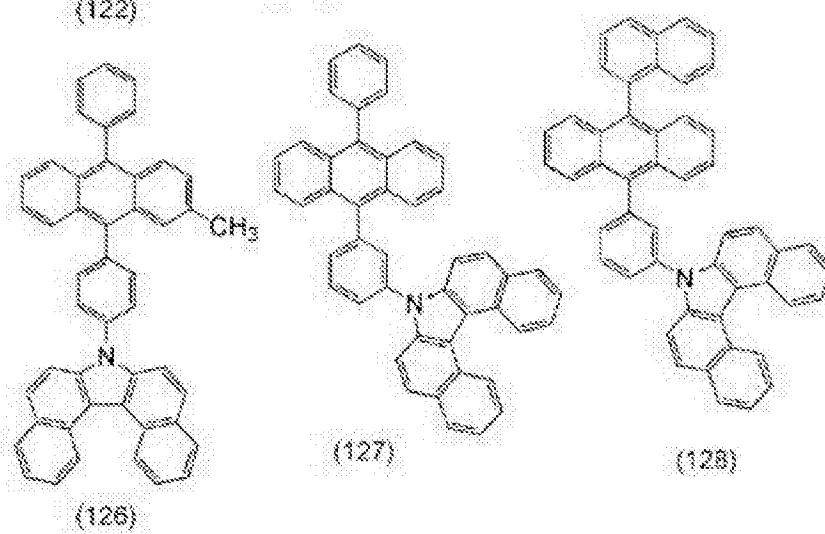


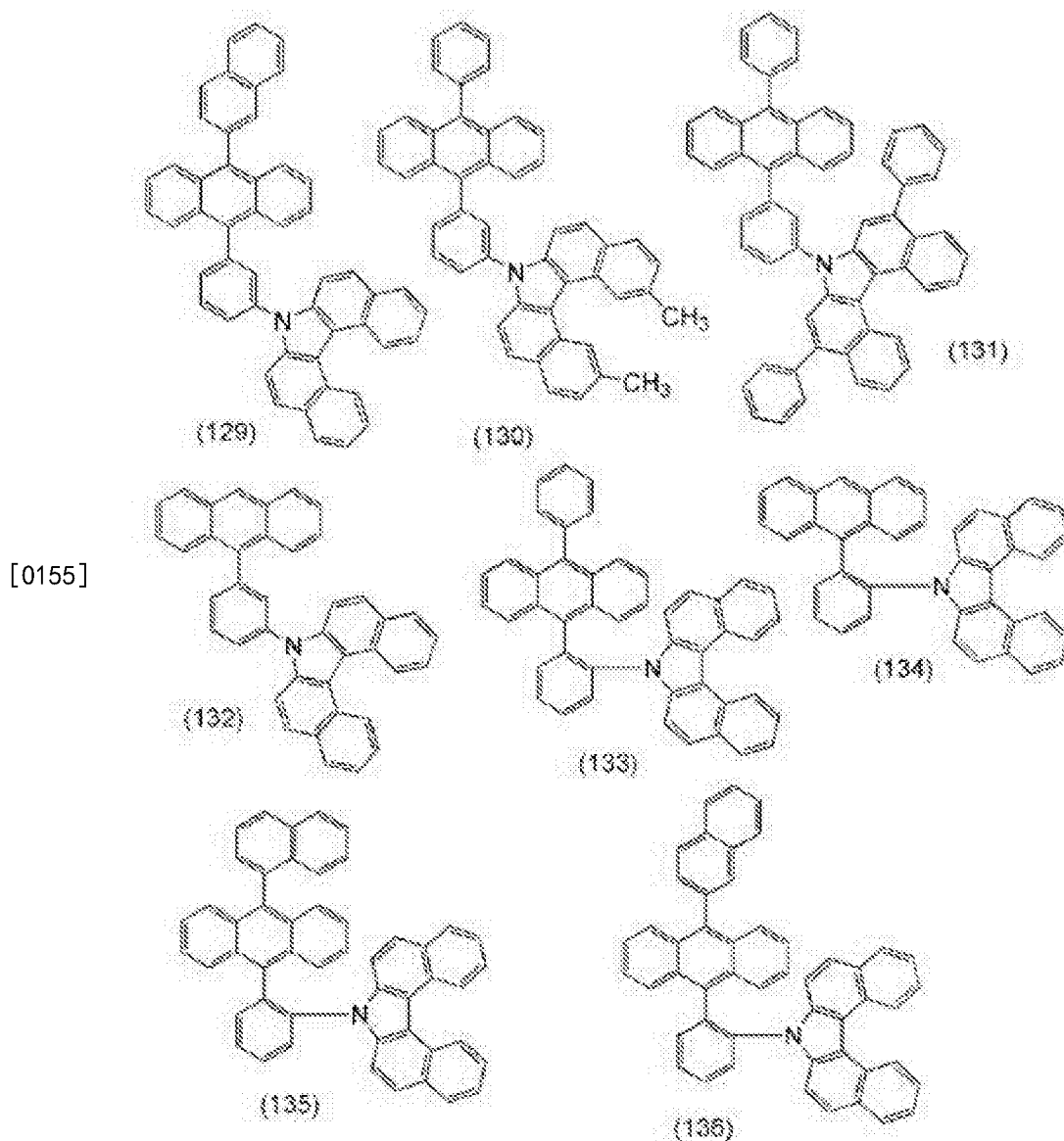
[0153]





[0154]





[0156] 如上所述的二苯并[c,g]喹唑化合物具有优良的载流子传输性,而适当地应用于载流子传输材料或主体材料。由此,还可以提供低驱动电压的发光元件。另外,本实施方式中的二苯并[c,g]喹唑化合物对氧化或还原具有高稳定性。由此,使用该二苯并[c,g]喹唑化合物的发光元件可以为使用寿命长的发光元件。另外,因为本实施方式中的二苯并[c,g]喹唑化合物具有充分宽的能隙,所以在应用于蓝色荧光材料的主体材料时也可以得到高发光效率的发光元件。

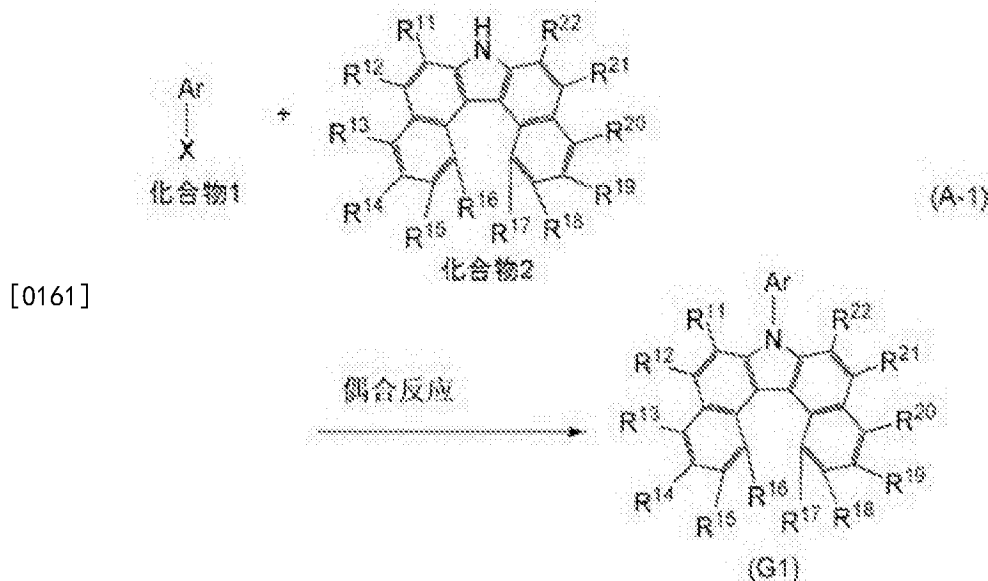
[0157] 实施方式3

[0158] 在本实施方式中,说明以通式(G1)表示的二苯并[c,g]喹唑化合物的合成方法。作为二苯并[c,g]喹唑化合物的合成方法,可以应用各种反应。例如,通过进行下面所示的合成反应,可以合成以通式(G1)表示的二苯并[c,g]喹唑化合物。另外,本发明的一个方式的二苯并[c,g]喹唑化合物的合成方法不局限于下述合成方法。

[0159] 〈以通式(G1)表示的二苯并[c,g]喹唑化合物的合成方法〉

[0160] 本发明的二苯并[c,g]喹唑化合物(G1)如下述合成图解(A-1)那样合成。因此,通过使蒽化合物(化合物1)和二苯并[c,g]喹唑化合物(化合物2)偶合,得到本发明的二苯并

[c,g]卟啉化合物(G1)。



[0162] 在合成图解(A-1)中,Ar表示至少包含蒽骨架的取代或未取代的碳原子数为14至30的芳基。另外,R¹¹至R²²分别独立表示氢、碳原子数为1至4的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任何一种。

[0163] 在合成图解(A-1)中进行使用钯催化剂的哈特维希-布赫瓦尔德(Hartwig-Buchwald)反应时,X表示卤素或三氟甲磺酸酯基。作为卤素,优选使用碘、溴或氯。在该反应中,利用使用双(二亚苄基丙酮)钯(0)、醋酸钯(II)等钯化合物与配位于该钯化合物的三(叔丁基)膦、三(正己基)膦、三环己基膦等配体的钯催化剂。在该反应中,作为碱,可以使用叔丁醇钠等有机碱、碳酸钾或碳酸钠等无机碱等。另外,在使用溶剂时,可以使用甲苯、二甲苯、苯、四氢呋喃等。另外,可以应用于该反应的试剂类不局限于上述试剂类。

[0164] 另一方面,在合成图解(A-1)中进行使用铜或铜化合物的乌尔曼(Ullmann)反应时,X表示卤素。作为卤素,优选使用碘、溴或氯。在该反应中,作为催化剂,可以使用铜或铜化合物。作为可以使用的碱,可以举出碳酸钾等无机碱。作为在该反应中可以使用的溶剂,可以举出1,3-二甲基-3,4,5,6-四氢化-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、甲苯、二甲苯、苯等。在乌尔曼(Ullmann)反应中,当反应温度为100℃以上时,可以以更短时间且高收获率得到目的物,所以作为溶剂,优选使用沸点高的DMPU、二甲苯。另外,反应温度更优选为150℃以上的更高温度,所以更优选使用DMPU。另外,可以应用于该反应的试剂类不局限于上述试剂类。

[0165] 可以使用上述方法合成实施方式2所记载的二苯并[c,g]卟啉化合物。

[0166] 实施方式4

[0167] 在本实施方式中,例示将实施方式2所记载的二苯并[c,g]卟啉化合物用于有机半导体元件之一的纵向晶体管(静电感应晶体管:SIT)的激活层的方式。

[0168] 作为元件的结构,如图2所示,具有如下结构:包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]卟啉化合物的薄膜状激活层1202被夹在源电极1201及漏电极1203之间,并且栅电极1204被埋入在激活层1202中。栅电极1204电连接到用来施加栅电压的单元,并且源电极1201及漏电极1203电连接到用来控制源电极-漏电极之间的电压的单元。

[0169] 在这种元件结构中,当在不对栅电极施加电压的状态下对源电极-漏电极之间施

加电压时,电流流动(成为ON状态)。并且,当在该状态下对栅电极施加电压时,在栅电极1204的周边产生耗尽层,而电流不流动(成为OFF状态)。通过这种机制,该元件起晶体管的作用。

[0170] 虽然在纵向晶体管中,与发光元件同样,对激活层要求兼备高载流子传输性和良好的膜质的材料,但是实施方式2所记载的二苯并[c,g]咪唑化合物十分满足该条件,所以是很有用。

[0171] 实施方式5

[0172] 在本实施方式中,将参照图1A以下说明实施方式1所记载的发光元件的详细结构。

[0173] 本实施方式的发光元件在一对电极之间具有多个层。在本实施方式中,发光元件由第一电极101、第二电极102、设置在第一电极101和第二电极102之间的EL层103构成。注意,在本实施方式中,以第一电极101用作阳极且第二电极102用作阴极的方式,以下说明。因此,采用如下结构:当对第一电极101和第二电极102施加电压以使第一电极101的电位高于第二电极102的电位时,得到发光。本实施方式中的发光元件是在EL层103中的任一层中使用二苯并[c,g]咪唑化合物的发光元件。

[0174] 作为第一电极101,优选使用具有高功函数(具体为4.0 eV以上)的金属、合金、导电化合物、以及这些的混合物等。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(IZO:铟锌氧化物)、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。虽然通常通过溅射形成这些导电金属氧化物膜,但是也可以应用溶胶-凝胶法等来制造。例如,可以使用相对于氧化铟添加有1wt%至20wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌(IZO)。另外,可以使用相对于氧化铟添加有0.5wt%至5wt%的氧化钨和0.1wt%至1wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)。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)、石墨烯或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。

[0175] 对EL层103的叠层结构没有特别的限制,而适当地组合包含电子传输性高的物质的层、包含空穴传输性高的物质的层、包含电子注入性高的物质的层、包含空穴注入性高的物质的层、包含具有双极性的物质(电子及空穴传输性高的物质)的层等来构成,即可。例如,可以适当地组合空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层等来构成EL层103。在本实施方式中,说明如下结构:EL层103具有在第一电极101上依次层叠的空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115。以下,示出构成各层的具体材料。

[0176] 空穴注入层111是包含空穴注入性高的物质的层。并且,可以使用钼氧化物、钒氧化物、钨氧化物、钨氧化物、钨氧化物、钨氧化物等。另外,也可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称:H₂Pc)、铜酞菁(简称:CuPc)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯氨基苯)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等;或者高分子化合物如聚(亚乙基二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。

[0177] 另外,作为空穴注入层111,也可以使用在空穴传输性高的物质中含有受体物质的复合材料。注意,通过使用在空穴传输性高的物质中含有受体物质的复合材料,可以不顾及电极的功函数而选择形成电极的材料。因此,作为第一电极101,除了功函数高的材料以外,

还可以使用功函数低的材料。作为受体物质,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,可以举出过渡金属氧化物、以及属于元素周期表中的第4族至第8族的金属的氧化物。具体地,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、氧化镱,因为其电子接受性高。特别优选使用氧化钼,因为其在大气中也稳定,吸湿性低,并且容易处理。

[0178] 作为用于复合材料的空穴传输性高的物质,可以使用各种化合物如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烃、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等。作为用于复合材料的有机化合物,优选使用空穴传输性高的有机化合物。具体地,优选使用空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是其空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以使用这些以外的物质。以下,具体地列举可以作为复合材料中的空穴传输性高的物质而使用的有机化合物。

[0179] 例如,作为芳香胺化合物,可以举出N,N'-二(p-甲苯基)-N,N'-二苯基-p-亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(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)等。

[0180] 作为可以用于复合材料的咪唑衍生物,可以具体地举出3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCN1)等。

[0181] 另外,作为可以用于复合材料的咪唑衍生物,还可以举出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-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0182] 另外,作为可以用于复合材料的芳烃,例如可以举出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)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]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、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-联蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒽、蒽、并四苯、红荧烯、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯等。除此之外,还可以使用并五苯、晕苯等。像这样,更优选使用具有 $1\times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的碳原子数为14至42的芳烃。

[0183] 注意,可以用于复合材料的芳烃也可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基的芳烃,例如可以举出4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。

[0184] 另外,也可以使用聚(N-乙烯基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(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)、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。

[0185] 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,可以例如使用芳香胺化合物等,诸如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',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯基胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯基胺(简称:MTDATA)、或4,4'-双[N-(螺-9,9'-联芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)等。在此所述的物质主要是空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,也可以将作为上述复合材料中的高空穴传输性物质举出的有机化合物应用于空穴传输层112。另外,可使用诸如聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)或聚(4-乙烯基三苯基胺)(简称:PVTPA)之类的高分子化合物。但是,只要是其空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以使用这些以外的物质。另外,包含空穴传输性高的物质的层不限于单层,也可以为两层以上的由上述物质构成的层的叠层。

[0186] 另外,也可以将实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物用作构成空穴传输层112的材料。

[0187] 发光层113是包含发光物质的层。发光层113可以由仅包含发光物质的膜构成或由在主体材料中分散有发光中心物质的膜构成。

[0188] 对在发光层113中能够用作上述发光物质或发光中心物质的材料没有特别的限制,而这些材料所发射的光可以是荧光或磷光。作为上述发光物质或发光中心物质的材料,例如可以举出如下那样的材料。作为荧光发光物质,可以举出N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-芘-1,6-二胺(简称:1,6-FLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、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-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N'-(2-叔-丁基蒽基-9,10-二基-2,4,1-苯撑基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、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-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-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-咔唑-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)丙烷二腈(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}丙烷二腈(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)茚并[1,2-a]荧蒽-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}丙烷二腈(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}丙烷二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙烷二腈(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}丙烷二腈(简称:BisDCJTM)等。作为磷光发光材料,可以举出吡啶甲酸双[2-(3',5'-双三氟甲基苯基)吡啶根-N,C^{2'}]合铱(III)(简称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、乙酰丙酮根双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]合铱(III)(简称:FIracac)、三(2-苯基吡啶根)铱(III)(简称:Ir(ppy)₃)、乙酰丙酮根双(2-苯基吡啶根)合铱(III)(简称:Ir(ppy)₂(acac))、三(乙酰丙酮根)(一菲咯啉)合铱(III)(简称:Tb(acac)₃(Phen))、乙酰丙酮根双(苯并[h] 喹啉根)合铱(III)(简称:Ir(bzq)₂(acac))、乙酰丙酮根双(2,4-二苯基-1,3-噁唑根-N,C^{2'})合铱(III)(简称:Ir(dpo)₂(acac))、乙酰丙酮根双[2-(4'-全氟烷苯基苯基)吡啶根]合铱(III)(简称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、乙酰丙酮根双(2-苯基苯并噁唑根-N,C^{2'})合铱(III)(简称:Ir(bt)₂(acac))、乙酰丙酮根双[2-(2'-苯并[4,5-α]噁吩基)吡啶根-N,C^{3'}]合铱(III)(简称:Ir(btp)₂(acac))、乙酰丙酮根双(1-苯基异喹啉根-N,C^{2'})合铱(III)(简称:Ir(piq)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹啉根(quinoxalinato)]合铱(III)(简称:Ir(Fdpq)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡啶根)合铱(III)(简称:Ir(tppr)₂(acac))、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉合铂(II)(简称:PtOEP)、三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮根)(一菲咯啉)合铕(III)(简称:Eu(DBM)₃(Phen))、三[1-(2-噁吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮根](一菲咯啉)合铕(III)(简称:Eu(TTA)₃(Phen))等。另外,也可以将实施方式2所记载的二苯并[c,g]呋唑化合物用作发光材料或发光中心材料。该二苯并[c,g]呋唑化合物是发射其光谱在紫色至蓝色的范围内的光的发光中心物质。

[0189] 另外,虽然对可以用作上述主体材料的材料没有特别的限制,但是例如可以举出:三(8-羟基喹啉根)合铝(III)(简称:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉根)合铝(III)(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉根)合铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉根)(4-苯基苯酚根)合铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉根)合锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚根]合锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚根]合锌(II)(简称:ZnBTZ)等的金属配合物;2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔-丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-呋唑(简称:C011)等的杂环化合物;4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯胺]联苯(简称:NPB或α-NPD)、N,N'-双(3-甲基苯)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺环-9,9'-联苐-2-基)-N-苯基胺基]联苯(简称:BSPB)等芳香胺化合物。另外,可以举出蒽衍生物、菲衍生物、芘衍生物、 (chrysene)衍生物、二苯并(dibenzo)[g,p] (chrysene)衍生物等的稠多环芳香化合物(condensed polycyclic aromatic compound)。具体地,可以例示9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-呋唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、4-(9H-呋唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-呋唑-3-胺(简称:PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯

基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、N,9-二苯基-N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基-、N,N,N',N'',N''',N''''-八苯基二苯并[g,p]- (chrysene)-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔-丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)、以及3,3',3''-(苯-1,3,5-三基)三芘(简称:TPB3)等。另外,也可以将实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物适当地用作主体材料。优选从这些物质及已知物质中选择一种或多种具有大于上述发光中心物质的能隙的物质。另外,在发光中心物质是发射磷光的物质的情况下,可选择具有大于该发光中心物质的三重态激发能量(基态和三重态激发之间的能量差)的三重态激发能量的物质作为主体材料。

[0190] 另外,可以将实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物更适当地应用于以发射蓝色荧光的物质为发光中心物质的发光元件。这是因为如下缘故:该二苯并[c,g]咔唑化合物的带隙宽,从而能够有效地激发蓝色荧光物质,使得高发光效率的蓝色荧光发光元件的提供变得容易。另外,因为实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的载流子传输性优越,所以可以提供低驱动电压的发光元件。

[0191] 注意,发光层113也可以由两层以上的多个层形成。例如,在将从空穴传输层一侧依次层叠的第一发光层和第二发光层用作发光层113的情况下,可以将具有空穴传输性的物质用于第一发光层的主体材料,并且将具有电子传输性的物质用于第二发光层的主体材料。

[0192] 在具有如上所述的结构发光层由多个材料构成的情况下,可以使用利用真空蒸镀法的共蒸镀,或者使用应用所述材料的溶液的喷墨法、旋涂法、浸渍涂布法等。

[0193] 电子传输层114是包含电子传输性高的物质的层。例如,电子传输层114是由如下具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等构成的层:三(8-羟基喹啉根)合铝(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉根)合铝(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉根)合铍(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉根)(4-苯基苯酚根)合铝(简称:BA1q)等。除此之外,还可以使用如下具有噻唑类、噻唑类配位体的金属配合物等:双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑根]合锌(简称:Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑根]合锌(简称:Zn(BTZ)₂)等。再者,除了金属配合物之外,还可以使用2-(4-联苯基)-5-(4-叔-丁基苯基)-1,3,4-噻二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(p-叔-丁基苯基)-1,3,4-噻二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔-丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)等。另外,可以适当地使用实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物。这里所述的物质是主要具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。注意,只要是其电子传输性比空穴传输性高的物质,就可以使用上述以外的物质作为电子传输层。

[0194] 另外,电子传输层114也可以是由上述物质构成的层的两层以上的叠层,而不局限于单层。

[0195] 另外,也可以在电子传输层和发光层之间设置控制电子载流子传输的层。这是对上述那样的电子传输性高的材料添加少量的电子捕捉性高的物质而成的层,并且通过抑制

电子载流子的传输以调节载流子平衡。这种结构对由于电子穿过发光层而发生的问题(例如,元件使用寿命的降低)的抑制发挥很大的效果。

[0196] 因为实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的载流子传输性优越,所以通过将实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物用作电子传输层114的材料,可以提供低驱动电压的发光元件。另外,因为该二苯并[c,g]咔唑化合物的带隙宽,所以即使将该二苯并[c,g]咔唑化合物用作与发光层113相邻的电子传输层114的材料也少担忧发光中心物质的激发能量钝化,而容易得到高发光效率的发光元件。

[0197] 另外,还可以在电子传输层114和第二电极102之间以接触于第二电极102的方式设置电子注入层115。作为电子注入层115,可以使用碱金属、碱土金属、或它们的化合物如氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)等。例如,可以使用由具有电子传输性的物质构成并包含碱金属、碱土金属、镁(Mg)或它们的化合物的层,具体地,可以使用将镁(Mg)包含在Alq中的层等。通过使用由具有电子传输性的物质构成并包含碱金属或碱土金属的层作为电子注入层115,可以有效地进行从第二电极102的电子注入,因此是更优选的。

[0198] 作为形成第二电极102的物质,可以使用具有低功函数(具体为3.8 eV以下)的金属、合金、导电化合物以及这些的混合物等。作为这种阴极材料的具体实例,可以举出属于元素周期表中的第1族或第2族的元素即锂(Li)或铯(Cs)等碱金属,镁(Mg)、钙(Ca)或锶(Sr)等碱土金属,包含这些的合金(MgAg、AlLi),铕(Eu)或镱(Yb)等稀土金属,以及包含这些的合金等。然而,通过在第二电极102和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函数的高低而将各种导电材料诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用作第二电极102。这些导电材料可以通过溅射法、喷墨法、旋涂法等来进行成膜。

[0199] 另外,作为EL层103的形成方法,不论干式法或湿式法,都可以使用各种方法。例如,也可以使用真空蒸镀法、喷墨法或旋涂法等。另外,也可以根据各电极或各层使用不同的成膜方法来形成。

[0200] 电极既可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法形成,又可以通过利用金属材料的膏剂的湿式法形成。另外,也可以通过溅射法、真空蒸镀法等干式法形成。

[0201] 在具有上述那样的结构的发光元件中,电流因在第一电极101和第二电极102之间产生的电位差而流动,并且空穴和电子在包含发光性高的物质的发光层113中重新结合,以进行发光。换句话说,采用在发光层113中形成发光区域的结构。

[0202] 发光经过第一电极101和第二电极102中的任一方或双方被取出到外面。因此,第一电极101和第二电极102中的任一方或双方为透光性电极。当只有第一电极101具有透光性时,发光经过第一电极101被取出。另外,当只有第二电极102具有透光性时,发光经过第二电极102被取出。当第一电极101和第二电极102都是透光性电极时,发光经过第一电极101及第二电极102被取出。

[0203] 注意,设置在第一电极101和第二电极102之间的层的结构不局限于上述结构。但是,优选在远离第一电极101及第二电极102的部分设置空穴和电子重新结合的发光区域,以便抑制由于发光区域与用于电极或载流子注入层的金属接近而发生的猝灭。

[0204] 另外,为了抑制来自在发光层中产生的激子的能量移动,直接接触于发光层的空穴传输层或电子传输层、特别是接触于离发光层113中的发光区域近一侧的载流子传输层优选使用如下物质构成:该物质具有比构成发光层的发光物质或者包含在发光层中的发光

中心物质所具有的能隙大的能隙。

[0205] 在将实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物用于本实施方式的发光元件中的空穴传输层或电子传输层的情况下,即使发光物质或发光中心物质为带隙大的呈现蓝色荧光的物质或三重态激发能量(基底状态与三重态激发状态之间的能量差)大的呈现绿色磷光的物质,也可以高效地发光,因而可以得到高发光效率发光元件。由此,可以提供更高发光效率的低耗电量发光元件。另外,可以提供能够得到高颜色纯度的发光的发光元件。另外,因为实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的载流子传输性优越,所以可以提供低驱动电压的发光元件。

[0206] 另外,因为实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物对反复的氧化及还原具有稳定性,所以通过使用该二苯并[c,g]咔唑化合物可以容易得到长使用寿命的发光元件。

[0207] 在本实施方式中,可以在由玻璃、塑料等构成的衬底上制造发光元件。作为在衬底上制造发光元件的顺序,既可从第一电极101一侧依次层叠又可从第二电极一侧依次层叠。作为发光装置,在一个衬底上形成有一个发光元件的发光装置和在一个衬底上形成有多个发光元件的发光装置都可以采用。通过在一个衬底上制造多个这种发光元件,可以制造被进行了元件分割的照明装置或被动矩阵型发光装置。

[0208] 另外,也可以在由玻璃、塑料等构成的衬底上例如形成薄膜晶体管(TFT),并且在与TFT电连接的电极上制造发光元件。由此,可以制造由TFT控制发光元件的驱动的主动矩阵型发光装置。

[0209] 注意,对于TFT的结构没有特别的限制。TFT可以为交错型或反交错型。另外,对于用于TFT的半导体的结晶性没有特别的限制,而可以使用非晶半导体或结晶半导体。另外,形成在TFT衬底上的驱动用电路既可以由N型及P型TFT构成,又可以只由N型及P型TFT中的任一方构成。

[0210] 实施方式6

[0211] 在本实施方式中,参照图1B说明具有层叠有多个发光单元的结构发光元件(以下也称为叠层型元件)的方式。该发光元件是在第一电极和第二电极之间具有多个发光单元的发光元件。作为发光单元,可以使用与实施方式5所示的EL层103同样的结构。因此,可以说,实施方式5所示的发光元件是具有一个发光单元的发光元件,而且本实施方式的发光元件是具有多个发光单元的发光元件。

[0212] 在图1B中,在第一电极501和第二电极502之间层叠有第一发光单元511和第二发光单元512,并且在第一发光单元511和第二发光单元512之间设置有电荷产生层513。第一电极501和第二电极502分别相当于实施方式5中的第一电极101和第二电极102,并且可以应用与实施方式5所说明的同样的材料。另外,第一发光单元511和第二发光单元512可以具有相同结构或不同结构。

[0213] 电荷产生层513包含由有机化合物和金属氧化物构成的复合材料。该由有机化合物和金属氧化物构成的复合材料是实施方式5所示的复合材料,包含有机化合物和钒氧化物、钼氧化物、钨氧化物等的金属氧化物。作为有机化合物,可以使用芳香胺化合物、二苯并[c,g]咔唑化合物、咔唑化合物、芳烃、高分子化合物(低聚物、树状聚合物、聚合物等)等各种化合物。注意,作为空穴传输性有机化合物,优选应用其空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的有机化合物。但是,只要是其空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以使用这些以外的物

质。因为由有机化合物和金属氧化物构成的复合体具有优良的载流子注入性、载流子传输性,所以可以实现低电压驱动、低电流驱动。

[0214] 注意,也可以通过组合包含由有机化合物和金属氧化物构成的复合材料的层与由其他材料构成的层来形成电荷产生层513。例如,也可以通过组合包含由有机化合物和金属氧化物构成的复合材料的层与包含选自具有电子给予性的物质中的化合物和具有高电子传输性的化合物的层来形成电荷产生层513。另外,也可以通过组合包含由有机化合物和金属氧化物构成的复合材料的层与透明导电膜来形成电荷产生层513。

[0215] 总之,夹在第一发光单元511和第二发光单元512之间的电荷产生层513只要是如下层即可:在将电压施加到第一电极501和第二电极502之间时,将电子注入到一侧的发光单元并且将空穴注入到另一侧的发光单元。例如,电荷产生层513是如下层即可:在图1B中,在以使第一电极的电位高于第二电极的电位的方式施加电压的情况下,将电子注入到第一发光单元511并且将空穴注入到第二发光单元512。

[0216] 虽然在本实施方式中说明了具有两个发光单元的发光元件,但是可以同样地应用层叠三个以上的发光单元的发光元件。如根据本实施方式的发光元件,通过在—对电极之间将多个发光单元使用电荷产生层隔开并配置,该元件可以在保持低电流密度的同时在高亮度区域中发光。因为能够保持低电流密度,所以实现长使用寿命。另外,当应用于照明装置时,可以减少由于电极材料的电阻而产生的电压降低,从而可以实现在大面积上的均匀发光。另外,可以实现能够进行低电压驱动且耗电量低的发光装置。

[0217] 另外,通过使各发光单元的发光颜色不同,可以在整个发光元件中得到所希望的颜色发光。例如,通过在具有两个发光单元的发光元件中使第一发光单元的发光颜色和第二发光单元的发光颜色成为补色关系,可以得到在整个发光元件中进行白色发光的发光元件。注意,补色是指当混合时成为无彩色的颜色之间的关系。因此,当混合从发射处于补色关系的颜色的光的物质得到的光时,可以得到白色发光。另外,在具有三个发光单元的发光元件的情况下也是同样,例如,在第一发光单元的发光颜色是红色,第二发光单元的发光颜色是绿色,第三发光单元的发光颜色是蓝色的情况下,可以在整个发光元件中得到白色发光。

[0218] 因为本实施方式的发光元件包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物,所以可以得到发光效率良好的发光元件。另外,可以得到低驱动电压的发光元件。另外,可以得到长使用寿命的发光元件。另外,包含二苯并[c,g]咔唑化合物的发光单元可以高颜色纯度地得到由发光中心物质的发光,所以容易在整个发光元件中调整颜色。

[0219] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0220] 实施方式7

[0221] 在本实施方式中,将说明使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)而制造的发光装置。

[0222] 在本实施方式中,对于使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)而制造的发光装置,参照图3A和3B进行说明。注意,图3A是示出发光装置的俯视图,并且图3B是沿图3A中的A-B及C-D切断的截面图。该发光装置包括用来控制发光元件的发光并由虚线表示的驱动电路部(源极线驱动电路)601、像素部602、驱动电路部(栅极线驱动电路)603。另外,附图标记604是密封衬底,附图标记625

是干燥剂,附图标记605是密封材料,由密封材料605围绕的内侧是空间607。

[0223] 注意,附图标记608是用来传送待输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号并且从作为外部输入端子的FPC(柔性印刷电路)609接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等的布线。注意,虽然在此只图示出FPC,但是该FPC还可以安装有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体,而且还包括安装有FPC或PWB的发光装置。

[0224] 下面,参照图3B说明截面结构。虽然驱动电路部及像素部在元件衬底610上形成,但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0225] 作为源极线驱动电路601,形成组合n沟道型TFT 623和p沟道型TFT 624的CMOS电路。另外,驱动电路也可以由各种CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路形成。另外,虽然在本实施方式中示出在衬底上形成驱动电路的驱动器一体型,但是不一定需要采用该结构。驱动电路也可以形成在外面,而不形成在衬底上。

[0226] 另外,像素部602由多个像素形成,该多个像素分别包括开关TFT 611、电流控制TFT 612以及与电流控制TFT 612的漏极电连接的第一电极613。注意,以覆盖第一电极613的端部的方式形成有绝缘物614。在此,使用正型感光丙烯酸树脂膜形成绝缘物614。

[0227] 另外,绝缘物614被形成为在其上端部或下端部具有曲率的曲面以便得到良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部成为具有曲率半径($0.2\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$)的曲面。另外,作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0228] 在第一电极613上形成有EL层616及第二电极617。在此,优选使用具有高功函数的材料作为用于用作阳极的第一电极613的材料。例如,除了可以使用单层膜诸如ITO膜、包含硅的铟锡氧化物膜、包含2wt.%至20wt.%的氧化锌的氧化铟膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn膜、Pt膜等以外,还可以使用由氮化钛膜和以铝为主要成分的膜构成的叠层膜、以及由氮化钛膜、以铝为主要成分的膜、和氮化钛膜构成的三层结构膜等。注意,当采用叠层结构时,第一电极613作为布线具有低电阻,可以得到良好的欧姆接触,还可以用作阳极。

[0229] 另外,EL层616通过各种方法诸如使用蒸镀掩模的蒸镀法、喷墨法、旋转涂敷法等来形成。EL层616包含实施方式2所示的二苯并[c,g]咔唑化合物。另外,作为构成EL层616的其他材料,也可以使用低分子化合物、或者高分子化合物(包含低聚物、树枝状聚合物)。

[0230] 另外,作为用于形成在EL层616上并用作阴极的第二电极617的材料,优选使用具有低功函数的材料(Al、Mg、Li、Ca、或这些的合金及化合物、MgAg、MgIn、AlLi等)。注意,当使EL层616中产生的光透过第二电极617时,优选使用薄金属膜和透明导电膜(ITO、包含2wt.%至20wt.%的氧化锌的氧化铟、包含硅的铟锡氧化物、氧化锌(ZnO)等)的叠层作为第二电极617。

[0231] 发光元件由第一电极613、EL层616、第二电极617形成。该发光元件是具有实施方式5的结构的发光元件。再者,在本实施方式的发光装置中,由多个发光元件形成像素部可以包括具有实施方式5或6所说明的结构的实施方式1所示的发光元件、以及具有其以外的结构的发光元件的这二者。

[0232] 另外,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,提供如下结构,即发光元件618安装在由元件衬底610、密封衬底604、以及密封材料605围绕的空间607中。

注意,空间607中填充有填料,作为该填料,除了使用惰性气体(氮或氩等)以外,还使用密封材料605。

[0233] 注意,优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。另外,这些材料优选是允许尽可能少的水或氧渗透的材料。另外,作为用于密封衬底604的材料,除了可以使用玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0234] 如上所述,可以得到使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)而制造的发光装置。

[0235] 因为本实施方式的发光装置使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件),所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体地,因为实施方式2所示的二苯并[c,g]咔唑化合物的能隙或三重态激发能大而且可以抑制从发光物质的能量的移动,所以可以提供发光效率良好的发光元件,并且所以可以实现耗电量降低了的发光装置。另外,因为可以得到低驱动电压的发光元件,所以可以得到低驱动电压的发光装置。另外,因为使用实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)为长使用寿命发光元件,所以可提供高可靠性发光装置。

[0236] 如上所述,在本实施方式中说明主动矩阵型发光装置。然而,发光装置还可以为被动矩阵型。图4A和4B示出通过应用本发明而制造的被动矩阵型发光装置。注意,图4A是表示发光装置的立体图,并且图4B是沿图4A中的X-Y切断的截面图。在图4A和4B中,在衬底951上的电极952和电极956之间设置有EL层955。电极952的端部被绝缘层953覆盖。在绝缘层953上设置有隔断层954。隔断层954的侧壁具有倾斜,使得一个侧壁与另一个侧壁之间的间隔越接近衬底表面越窄。换句话说,沿隔断层954的短边方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向同样的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向同样的方向并与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置隔断层954,可以防止起因于静电等的发光元件的不良。另外,在被动矩阵型发光装置中,通过包括以低驱动电压工作的实施方式1所记载的包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,可以以低耗电量进行驱动。另外,通过包括实施方式1所记载的因包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物而使发光效率得到提高的发光元件,可以以低耗电量进行驱动。另外,通过包括实施方式1所记载的包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,可以得到高可靠性发光装置。

[0237] 实施方式8

[0238] 在本实施方式中,参照图5A和图5B对将使用实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)用于照明装置的实例进行说明。图5B是照明装置的俯视图,图5A是图5B中的沿着线E-F切割的截面图。

[0239] 在本实施方式的照明装置中,在用作支撑体的具有透光性的衬底400上形成有第一电极401。第一电极401相当于实施方式5中的第一电极101。

[0240] 在第一电极401上设置有辅助电极402。本实施方式示出从第一电极401一侧取出光的实例,所以第一电极401使用具有透光性的材料形成。辅助电极402是为了补偿具有透光性的材料的导电率的不足而设置的,所以抑制第一电极401的高电阻引起电压下降而使

发光表面的亮度变得不均匀。辅助电极402使用导电率至少比第一电极401高的材料形成,优选使用铝等导电率高的材料形成。另外,优选辅助电极402中的不与第一电极401接触的表面被绝缘层覆盖。通过使用上述结构,可以抑制不能取出的来自辅助电极402的上部的发光,结果可以抑制由无效电流导致的电力效率的下降。另外,也可以在形成辅助电极402的同时形成用来对第二电极404供应电压的衬垫412。

[0241] 在第一电极401及辅助电极402上形成有EL层403。EL层403的结构相当于实施方式5中的EL层103的结构、组合发光单元511、512和电荷产生层513的结构等。注意,关于各结构,参照各个记载。另外,优选当从平面看时,将EL层403形成为比第一电极401稍微大,因为这样可以使EL层403具有抑制第一电极401与第二电极404之间的短路的作为绝缘层的功能。

[0242] 以覆盖EL层403的方式形成第二电极404。第二电极404相当于实施方式5中的第二电极102,具有与此同样的功能。在本实施方式中,从第一电极401一侧取出发光,所以第二电极404优选使用反射率高的材料形成。在本实施方式中,通过使第二电极404与衬垫412连接,将电压供应到第二电极404。

[0243] 如上所述,本实施方式所示的照明装置具有包含第一电极401、EL层403以及第二电极404(以及辅助电极402)的发光元件。由于该发光元件是发光效率高的发光元件,所以本实施方式的照明装置可以为耗电量小的照明装置。另外,由于该发光元件是低驱动电压的发光元件,所以可以提供耗电量小的照明装置。另外,由于该发光元件是高可靠性发光元件,所以本实施方式中的照明装置可以为高可靠性照明装置。

[0244] 通过使用密封材料405、406固定密封衬底407进行发光元件的密封来制造照明装置。也可以仅使用密封材料405和406中的一方。另外,也可以在内侧的密封材料406中混合干燥剂,由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0245] 另外,通过将衬垫412、第一电极401以及辅助电极402的一部分以延伸到密封材料405、406的外部的的方式设置,可以将该延伸出的部分用作外部输入端子。另外,也可以在此外部输入端子上设置安装有转换器等 IC 芯片 420。

[0246] 由于本实施方式所记载的照明装置包括包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件),所以可以提供耗电量小的照明装置。另外,可以提供低驱动电压的照明装置。另外,可以提供高可靠性照明装置。

[0247] 实施方式9

[0248] 在本实施方式中,对包括包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)的电子设备进行说明。包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)的发光效率良好,并且其耗电量被降低。结果,本实施方式所记载的电子设备可以提供具有耗电量被降低的发光部的电子设备。另外,因为包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)是低驱动电压的发光元件,所以可以提供低驱动电压的电子设备。另外,因为包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)是长使用寿命的发光元件,所以可以提供高可靠性电子设备。

[0249] 作为采用上述发光元件的电子设备,可以例如举出电视装置(也称为电视机或电视接收机)、用于计算机等的显示器、数码相机、数码摄像机等影像拍摄装置、数码相框、移

动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置、弹子机等大型游戏机等。以下,示出这些电子设备的具体实例。

[0250] 图6A示出电视装置的一个实例。在电视装置中,框体7101中组装有显示部分7103。另外,在此示出利用支架7105支撑框体7101的结构。可以利用显示部分7103显示图像,并且将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)排列为矩阵状而构成显示部分7103。该发光元件可以为高发光效率的发光元件。另外,该发光元件可以为低驱动电压的发光元件。另外,该发光元件可以为长使用寿命的发光元件。因此,具有由该发光元件构成的显示部分7103的电视装置可以为耗电量被降低的电视装置。另外,该电视装置可以为低驱动电压的电视装置。另外,该电视装置可以为高可靠性电视装置。

[0251] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另外提供的遥控器7110进行电视装置的操作。通过利用遥控器7110所具备的操作键7109,可以控制频道及音量,由此可以控制在显示部分7103中显示的图像。另外,也可以在遥控器7110中设置用来显示从该遥控器7110输出的信息的显示部分7107。

[0252] 另外,电视装置采用具备接收机和调制解调器等的结构。可以通过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,能够进行单向(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。

[0253] 图6B示出计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部分7203、键盘7204、外部连接端口7205、定位装置7206等。另外,该计算机通过使用将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)排列为矩阵状而制造。该发光元件可以为高发光效率的发光元件。另外,该发光元件可以为低驱动电压的发光元件。另外,该发光元件可以为长使用寿命的发光元件。因此,具有由该发光元件构成的显示部分7203的计算机可以为耗电量被降低的计算机。另外,该计算机可以为低驱动电压的计算机。另外,该计算机可以为高可靠性计算机。

[0254] 图6C示出便携式游戏机,该便携式游戏机由框体7301和框体7302的两个框体构成,并且通过连接部分7303可以开闭地连接。框体7301中组装有将实施方式1所说明的发光元件排列为矩阵状而制造的显示部分7304,并且框体7302中组装有显示部分7305。框体7301中组装有显示部分7304,并且框体7302中组装有显示部分7305。另外,图6C所示的便携式游戏机还具备扬声器部分7306、记录介质插入部分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、倾斜率、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,只要在显示部分7304和显示部分7305中的至少一方或双方中使用将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)排列为矩阵状的显示部分即可,而可以采用适当地设置有其他附属设备的结构。图6C所示的便携式游戏机具有如下功能:读出储存在记录介质中的程序或数据并将其显示在显示部分上;以及通过与其他便携式游戏机之间进行无线通信而实现信息共享。另外,图6C所示的便携式游戏机的功能不局限于此,可以具有各种各样的功能。由于在上述具有显示部分7304的便携式游戏机中,用于显示部分7304的发光元件具有良好的发光效率,从而

该便携式游戏机可以为耗电量被降低的便携式游戏机。另外,因为可以以低驱动电压驱动用于显示部分7304的发光元件,所以该便携式游戏机可以为低驱动电压的便携式游戏机。另外,因为用于显示部分7304的发光元件为长使用寿命的发光元件,所以该便携式游戏机可以为高可靠性便携式游戏机。

[0255] 图6D示出移动电话机的一个实例。移动电话机7400除了组装在框体7401中的显示部分7402以外,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,移动电话机7400使用用于显示部分7402来制造。另外,移动电话机7400包括将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)排列为成矩阵状而制造的显示部分7402。该发光元件可以为高发光效率的发光元件。另外,该发光元件可以为低驱动电压的发光元件。另外,该发光元件可以为长使用寿命的发光元件。因此,具有由该发光元件构成的显示部分7402的移动电话机可以为耗电量被降低的移动电话机。另外,该移动电话机可以为低驱动电压的移动电话机。另外,该移动电话机可以为长使用寿命的移动电话机。

[0256] 图6D所示的移动电话机7400也可以具有用手指等触摸显示部分7402来输入信息的结构。在此情况下,能够用手指等触摸显示部分7402来进行打电话或制作电子邮件等的操作。

[0257] 显示部分7402主要有三种屏幕模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0258] 例如,在打电话或编写电子邮件的情况下,可以采用将显示部分7402主要用于输入文字的文字输入模式而输入在屏幕上显示的文字。在此情况下,优选在显示部分7402的屏幕的大多部分中显示键盘或号码按钮。

[0259] 另外,通过在移动电话机内部设置具有陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜的传感器的检测装置,可以判断移动电话机的方向(该移动电话机是否水平或垂直放置以用于景观模式或肖像模式)而自动进行显示部分7402的屏幕显示的切换。

[0260] 另外,通过触摸显示部分7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏幕模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部分7402上的图像的种类切换屏幕模式。例如,当显示在显示部分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,而当显示在显示部分上的图像信号为文字数据时,将屏幕模式切换成输入模式。

[0261] 另外,当在输入模式下通过检测出显示部分7402的光传感器所检测的信号而得知在一定期间内没有显示部分7402的触摸操作输入时,也可以进行控制以将屏幕模式从输入模式切换成显示模式。

[0262] 也可以将显示部分7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或手指触摸显示部分7402,来拍摄掌纹、指纹等,能够进行个人识别。另外,通过在显示部分中使用发射近红外光的背光灯或发射近红外光的感测用光源,也能够拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0263] 另外,本实施方式所示的结构可以适当地与实施方式1至8所示的结构组合而使用。

[0264] 如上所述,具备包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)的发光装置的应用范围极为广泛,而能够将该发光装置应用

到各种领域的电子设备。通过使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件,可以得到耗电量被降低的电子设备。另外,可以得到低驱动电压的电子设备。

[0265] 图7示出将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)用于背光灯的液晶显示装置的一个实例。图7所示的液晶显示装置包括框体901、液晶层902、背光灯903以及框体904,液晶层902与驱动器IC905连接。另外,在背光灯903中使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件),并且通过端子906将电流供应到背光灯903。

[0266] 通过将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)用于液晶显示装置的背光灯,可以得到耗电量被降低的背光灯。另外,通过使用实施方式1所记载的发光元件,能够制造面发射的照明装置,还能够实现大面积化。由此能够实现背光灯的大面积化及液晶显示装置的大面积化。再者,使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件的背光灯可以形成为比现有的背光灯薄,所以还能够实现显示装置的薄型化。

[0267] 图8示出将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)用于照明装置的台灯的实例。图8所示的台灯包括框体2001和光源2002,并且作为光源2002使用实施方式8所记载的发光装置。

[0268] 图9示出将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)用于室内的照明装置3001的实例。因为包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件是耗电量被降低的发光元件,所以能够提供耗电量被降低的照明装置。另外,因为包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件能够实现大面积化,所以能够用于大面积的照明装置。另外,因为包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件的厚度薄,所以能够制造实现薄型化的照明装置。

[0269] 还可以将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图10示出将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件用于汽车的挡风玻璃或仪表盘的一个方式。显示区域5000至显示区域5005都是使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件形成的。

[0270] 显示区域5000和显示区域5001是安装有设置在汽车的挡风玻璃上的包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)的显示装置。通过使用透光性电极形成第一电极和第二电极,可以将包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)形成为能看到对面的景色的所谓的透视式显示装置。若采用透视式显示,即使设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视界。另外,在设置用来驱动的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0271] 显示区域5002是设置在立柱部分的安装有包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)的显示装置。通过在显示区域5002上显示来自设置在车厢上的成像元件的图像,可以补充被立柱遮挡的视界。另外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5003通过显示来自设置在汽车外侧的成像元件的图像,能够补充被车厢遮挡的视界的死角,而提高安全性。通过显示图像以补充不看到的部

分,更自然且简单地确认安全。

[0272] 显示区域5004和显示区域5005可以提供导航信息、速度表、转速计、行车距离、加油量、排档状态、空调的设定以及其他各种信息。使用者可以适当地改变显示项目及布置。另外,这些信息也可以显示在显示区域5000至显示区域5003上。另外,也可以将显示区域5000至显示区域5005用作照明装置。

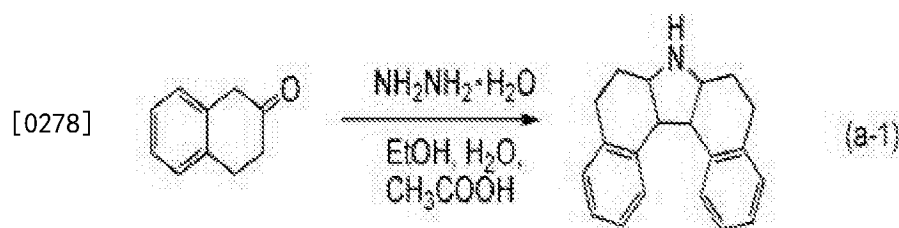
[0273] 包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件(即,实施方式1所记载的发光元件)是驱动电压小的发光元件或者是耗电量小的发光元件。由此,即使设置多个显示区域5000至显示区域5005那样的大面积屏幕,也可以减少电池的负荷而舒适地使用。从而,可以将使用包含实施方式2所记载的二苯并[c,g]咔唑化合物的发光元件的发光装置或照明装置适用作车载用发光装置或照明装置。

[0274] 实施例1

[0275] 在本实施例中,详细说明实施方式2所说明的以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物之一的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)的合成方法。

[0276] 〈步骤1:5,6,8,9-四氢-7H-二苯并[c,g]咔唑的合成〉

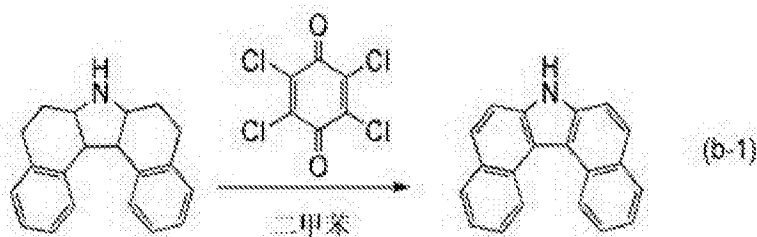
[0277] 将1.0g(20mmol)一水合肼及14mL乙醇加入100mL三口烧瓶中。在冰浴下,使用滴液漏斗将2.2mL的1.7M醋酸水溶液滴加到该溶液中。使用滴液漏斗将溶解在10mL乙醇中的10g(68mmol) β -四氢萘酮滴加到该溶液中,并在80℃的温度下搅拌该混合物7小时,而析出固体。在搅拌后,将该混合物放在大约50mL水中,在室温下搅拌该混合物30分钟。在搅拌后,对该混合物进行抽滤而回收固体。对所回收的固体添加甲醇/水=1:1,照射超声波,并进行清洗处理。在进行清洗处理后,对该混合物进行抽滤而回收固体,而以63%的收率得到3.5g黄色粉末。以下示出步骤1的反应图解(a-1)。



[0279] 〈步骤2:7H-二苯并[c,g]咔唑的合成〉

[0280] 将6.2g氯醌(25mmol)、40mL二甲苯以及悬浮在20mL二甲苯中的3.5g(12mmol)5,6,8,9-四氢-7H-苯并[c,g]咔唑加入200mL三口烧瓶中。在氮气气流下,在150℃的温度下回流该混合物4小时。在反应之后,在将该混合物冷却到室温时,析出固体。通过进行抽滤去除所析出的固体,得到滤液。通过使用硅胶柱层析法(展开溶剂为甲苯:己烷=2:1)对所得到的滤液进行纯化,以得到红色固体。通过利用甲苯/己烷使得到的固体重结晶,得到淡红色针状结晶。再者,利用甲苯/己烷使得到的结晶重结晶,从而以78%的收率得到2.5g的白色针状结晶。以下示出步骤2的反应图解(b-1)。

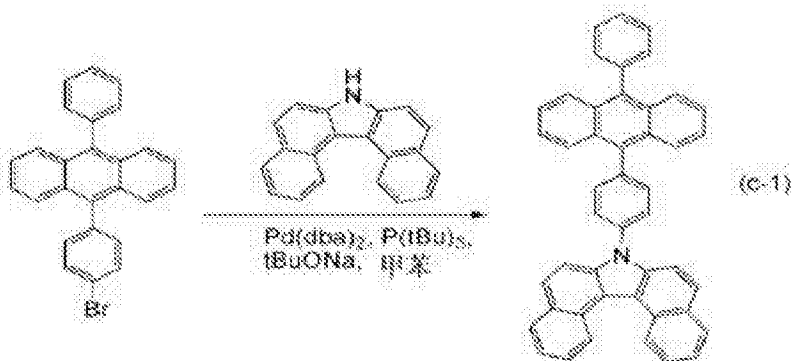
[0281]



[0282] 〈步骤3:7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)的合成〉

[0283] 将2.3g(5.6mmol)9-(4-溴苯基)-10-苯基蒽、1.5g(5.6mmol)7H-二苯并[c,g]咔唑以及1.2g(12mmol)叔丁醇钠加入100mL三口烧瓶中。利用氮气取代烧瓶内部的空气,然后在该混合物中加入30mL甲苯、2.8mL三(叔丁基)膦(10wt%己烷溶液)。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。在脱气后,将0.16g(0.28mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0)加入该混合物中。在氮气流下且在110℃的温度下搅拌该混合物17小时,而析出固体。通过进行抽滤,回收所析出的固体。将回收的固体溶解于大约30mL加热的甲苯中,并将该溶液通过硅藻土(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)抽滤。浓缩所得到的滤液而得到固体,并利用甲苯/己烷使该固体重结晶,以70%的收率获得2.3g目的物的淡黄色粉末。以下示出步骤3的反应图解(c-1)。

[0284]



[0285] 通过利用梯度升华方法对所获得的2.3g淡黄色粉末状固体进行升华纯化。升华纯化条件如下:压力为3.6Pa;氙气流量为6.0mL/min;以及在310℃的温度下加热cgDBCzPA。在进行升华纯化之后,以91%的收率得到2.1g cgDBCzPA的淡黄色固体。

[0286] 测定得到的物质的¹H NMR。以下示出测定数据。

[0287] ¹HNMR(CDCl₃, 300MHz): δ=7.38-7.67(m, 11H), 7.72-7.89(m, 12H), 7.96(d, J=8.7Hz, 2H), 8.10(d, J=7.2Hz, 2H), 9.31(d, J₁=8.1Hz, 2H)。

[0288] 另外,图11A和11B示出¹H NMR图。根据测定结果可知,得到了以上述结构式表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)。

[0289] 图12A示出甲苯溶液中的cgDBCzPA的吸收光谱及发射光谱,而图12B示出薄膜状态下的cgDBCzPA的吸收光谱及发射光谱。当测定吸收光谱时,使用紫外可见分光光度计(日本分光株式会社制造,V550型)。作为甲苯溶液中的cgDBCzPA的吸收光谱,示出如下吸收光谱,即:将cgDBCzPA的甲苯溶液加入在石英皿中测定吸收光谱,并且从该吸收光谱减去在使用石英皿时测定的甲苯的吸收光谱而得到的吸收光谱。另外,至于薄膜的吸收光谱,图示通过

如下工序而得到的吸收光谱:将cgDBCzPA蒸镀在石英衬底上来制造样品,并且从该样品的吸收光谱减去石英的吸收光谱而得到的吸收光谱。当测定发射光谱时,与测定吸收光谱时同样,使用紫外可见分光光度计(日本分光株式会社制造,V550型)。至于甲苯溶液中的cgDBCzPA的发射光谱,将cgDBCzPA的甲苯溶液放入在石英皿中进行测定。至于薄膜的发射光谱,将cgDBCzPA蒸镀在石英衬底上来制造样品进行测定。根据上述测定可知,甲苯溶液中的cgDBCzPA的最大吸收波长在396nm附近、368nm附近、351nm附近、306nm附近以及252nm附近,而甲苯溶液中的cgDBCzPA的最大发射波长在417nm附近及432nm附近(激发波长为369nm),薄膜状态下的cgDBCzPA的最大吸收波长在402nm附近、375nm附近、357nm附近、343nm附近、306nm附近、268nm附近、252nm附近以及221nm附近,而薄膜状态下的cgDBCzPA的最大发射波长在442nm附近(激发波长为402nm)。

[0290] 另外,在大气中利用光电子分光光度计(由日本理研计器株式会社制造,AC-2)测量薄膜状态下的cgDBCzPA的电离电位值。将所测得的电离电位值换算为负值,其结果是,cgDBCzPA的HOMO能级为-5.72eV。根据图12A和12B的薄膜的吸收光谱的数据可知,从假定为直接跃迁的Tauc曲线算出的cgDBCzPA的吸收端为2.95eV。由此,将cgDBCzPA处于固体状态下的光学能隙估计为2.95eV,从而根据之前得到的HOMO能级及该能隙值,可以将cgDBCzPA的LUMO能级估计为-2.77eV。如此,可以知道如下事实:cgDBCzPA在固体状态下具有宽能隙即2.95eV。

[0291] 另外,测量cgDBCzPA的氧化反应特性和还原反应特性。通过循环伏安法(CV)测定这些特性。在进行测定时,使用电气化学分析仪器(BAS株式会社制造、型号:ALS模型600A或600C)。

[0292] 关于用于CV测定的溶液,使用脱氢N,N-二甲基甲酰胺(简称:DMF)(美国西格玛奥德里奇公司制造、99.8%、目录号码:22705-6)作为溶剂,并使为支持电解质的过氯酸四-n-丁基铵(简称:n-Bu₄NC10₄)(日本东京化成工业株式会社制造、目录号码:T0836)溶解得达到100mmol/L的浓度,并且使测定对象溶解得达到2mmol/L的浓度来进行调制。而且,使用铂电极(BAS株式会社制造的PTE铂电极)作为工作电极;使用铂电极(BAS株式会社制造的VC-3 Pt对电极(5 cm))作为辅助电极;并且使用Ag/Ag⁺电极(BAS株式会社制造的RE5非水性溶剂参考电极)作为参考电极。另外,在室温下(20至25℃)进行CV测定。另外,将CV测定的扫描速度设定为0.1V/s。

[0293] 对氧化反应特性进行测定的方法为:以使工作电极相对于参考电极的电位从0.05V变化至0.83V之后从0.83V变化至0.05V的扫描为一个周期,对100个周期进行测定。在图13A中示出测定结果。

[0294] 由此可知,即使在100个周期的测定之后,也在氧化峰值没有很大的变化,从而cgDBCzPA对氧化状态与中性状态之间反复的氧化还原反应具有高耐性。

[0295] 对还原反应特性进行测定的方法为:以使工作电极相对于参考电极的电位从-1.50V变化至-2.30V之后从-2.30V变化至-1.50V的扫描为一个周期,对100个周期进行测定。在图13B中示出测定结果。

[0296] 由此可知,即使在100个周期的测定之后,也在还原峰值没有很大的变化,从而cgDBCzPA对还原状态与中性状态之间反复的氧化还原反应具有高耐性。

[0297] 另外,根据CV测量的结果,算出cgDBCzPA的HOMO能级及LUMO能级。

[0298] 已知所使用的参考电极的相对于真空能级的势能为 -4.94eV 。cgDBCzPA的氧化反应测定中的氧化峰电位 E_{pa} 为 0.81V 。另外,还原峰值电位 E_{pc} 为 0.69V 。从而,可求得 0.75V 的半波电位(E_{pa} 与 E_{pc} 的中间电位)。这表示cgDBCzPA被 $0.75[\text{V vs. Ag/Ag}^+]$ 的电能氧化,并且该能量相当于HOMO能级。这里,如上所述,因为在本实施例中使用的参考电极的相对于真空能级的势能为 $-4.94[\text{eV}]$,所以cgDBCzPA的HOMO能级为 $-4.94-0.75=-5.69[\text{eV}]$ 。cgDBCzPA的还原反应测定中的还原峰电位 E_{pc} 为 -2.25V 。另外,氧化峰值电位 E_{pa} 为 -2.16V 。从而,可求得 -2.21V 的半波电位(E_{pa} 与 E_{pc} 的中间电位)。这表示cgDBCzPA被 $-2.21[\text{V vs. Ag/Ag}^+]$ 的电能还原,并且该能量相当于LUMO能级。这里,如上所述,因为在本实施例中使用的参考电极的相对于真空能级的势能为 $-4.94[\text{eV}]$,所以cgDBCzPA的LUMO能级为 $-4.94-(-2.21)=-2.74[\text{eV}]$ 。

[0299] 另外,参考电极(Ag/Ag^+ 电极)的相对于真空能级的势能相当于 Ag/Ag^+ 电极的费密能级,该势能可以从使用该参考电极(Ag/Ag^+ 电极)测定已知相对于真空能级的势能的物质而获取的数值算出。

[0300] 以下,具体地说明在本实施例中使用的参考电极(Ag/Ag^+ 电极)的相对于真空能级的势能(eV)的算出方法。已知二茂铁在甲醇中的相对于标准氢电极的氧化还原电位为 $+0.610\text{V}[\text{V vs. SHE}]$ (参考文献:Christian R.Goldsmith al., J. Am. Chem. Soc., Vol. 124, No. 1,

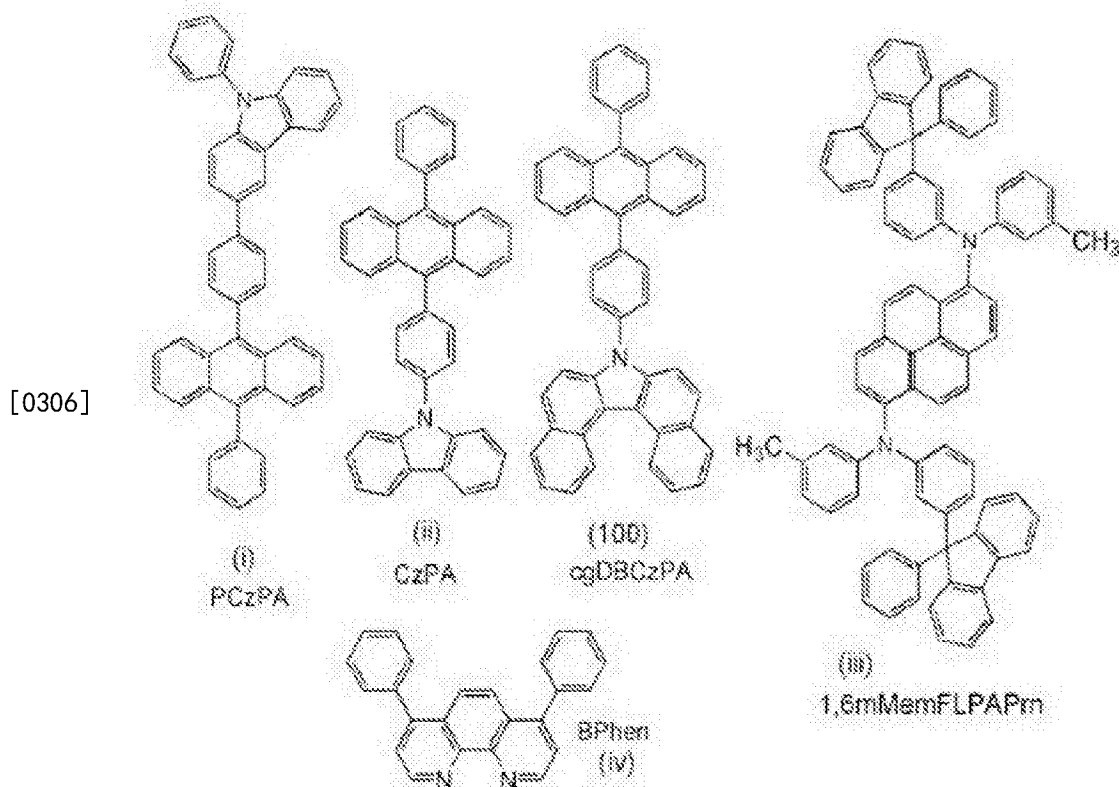
[0301] pp. 83-96, 2002)。另一方面,使用在本实施例中使用的参考电极求得二茂铁在甲醇中的氧化还原电位,其结果是 $+0.11\text{V}[\text{vs. Ag/Ag}^+]$ 。因此,得知该参考电极的势能比标准氢电极低 $0.50[\text{eV}]$ 。

[0302] 这里,已知标准氢电极相对于真空能级的势能是 -4.44eV (参考文献:大西敏博,小山珠美. 高分子EL材料. 共立出版. p 64-67)。由此可算出,所使用的参考电极相对于真空能级的势能为 $-4.44-0.50=-4.94\text{eV}$ 。

[0303] 实施例2

[0304] 在本实施例中,说明将二苯并[c,g]咪唑化合物7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(简称:cgDBCzPA, 结构式(100))用作使用发射蓝色荧光的发光中心物质的发光层的主体材料及电子传输层材料的发光元件,所述发光元件是实施方式1所记载的发光元件。

[0305] 另外,以下述结构式(i)至(iv)、结构式(100)表示在本实施例中使用的有机化合物的分子结构。元件结构与图1A类似。



[0307] 〈发光元件1的制造〉

[0308] 首先,准备作为第一电极101形成有110nm厚的包含硅的铟锡氧化物(ITSO)的玻璃衬底。利用聚酰亚胺膜覆盖ITSO表面,使得该ITSO表面以2mm平方的尺寸露出,电极面积为2mm×2mm。作为用来在该衬底上形成发光元件的预处理,利用水洗涤衬底表面,并在200℃的温度下焙烧1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。此后,将衬底引入到其内部被减压到 10^{-4} Pa左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0309] 接着,以使形成有ITSO膜的表面朝下方的方式将衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的支架上。

[0310] 在将真空装置内减压到 10^{-4} Pa后,将上述结构式(i)所表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)和氧化钼(VI)以满足PCzPA:氧化钼=2:1(重量比)的方式共蒸镀,以形成空穴注入层111。将空穴注入层111厚度设定为70nm。注意,共蒸镀是指使多个不同的物质分别从不同的蒸发源同时蒸发的蒸镀法。

[0311] 接着,通过蒸镀30nm厚的PCzPA,形成空穴传输层112。

[0312] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(100)所表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[*c,g*]咔唑(简称:cgDBCzPA)和上述结构式(iii)所表示的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)以满足cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0313] 接着,蒸镀10nm的cgDBCzPA,然后蒸镀15nm的上述结构式(iv)所示的红菲绕啉(简称:BPhen),形成电子传输层114。

[0314] 再者,通过在电子传输层114上蒸镀1nm的氟化锂,形成电子注入层。最后,作为用作阴极的第二电极102将铝形成成为200nm,以完成发光元件1。在上述蒸镀过程中,蒸镀都使用电阻加热法。

[0315] 〈对比发光元件1的制造〉

[0316] 关于除了发光层113及电子传输层114以外的结构,对比发光元件1与发光元件1同样地形成。在形成空穴传输层112之后,将上述结构式(ii)所表示的9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)和上述结构式(iii)所表示的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)以满足CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.05(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0317] 在形成发光层113之后,通过在蒸镀10nm的CzPA之后,还蒸镀15nm的由上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),形成电子传输层114。

[0318] 关于除了发光层113及电子传输层114以外的结构,对比发光元件1的结构与发光元件1类似,而省略重复记载,参照发光元件1的制造方法。

[0319] 经上述工序,完成对比发光元件1。

[0320] 〈发光元件1及对比发光元件1的工作特性〉

[0321] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光元件暴露于大气的方式对通过上述步骤得到的发光元件1及对比发光元件1进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对这些发光元件的工作特性进行测量。另外,在室温下(在保持于25℃的气氛中)执行测量。

[0322] 关于发光元件1及对比发光元件1,图14示出亮度-电流效率特性,图15示出电压-电流特性,图16示出亮度-功率效率特性,并且图17示出亮度-外部量子效率特性。在图14中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。在图15中,纵轴表示电流(mA),而横轴表示电压(V)。在图16中,纵轴表示功率效率(lm/W),而横轴表示亮度(cd/m²)。在图17中,纵轴表示外部量子效率(%),而横轴表示亮度(cd/m²)。

[0323] 由图14可知,将以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物的cgDBCzPA用作发射蓝色荧光的发光元件的发光层中的主体材料及电子传输层中的电子传输材料的发光元件1具有良好的或基本等同于使用类似于发光元件1的cgDBCzPA的CzPA的对比发光元件1的亮度-电流效率特性。这表明发光元件1是具有高发光效率的发光元件。

[0324] 由图15可知,发光元件1具有良好的或基本等同于对比发光元件1的电压-电流特性,这表明发光元件1是低驱动电压的发光元件。这意味着以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物具有优良的载流子传输性。

[0325] 由图16可知,发光元件1具有优越于对比发光元件1的亮度-功率效率特性,这表明发光元件1是低耗电量的发光元件。这意味着使用以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物的cgDBCzPA的发光元件1是具有低驱动电压、高发光效率等优良特性的发光元件。

[0326] 另外,由图17可知,发光元件1具有良好的且基本等同于对比发光元件1的亮度-外部量子效率特性,这表明发光元件1是高发光效率的发光元件。

[0327] 另外,图18示出使0.1mA的电流流过所制造的发光元件1及对比发光元件1时的发射光谱。在图18中,纵轴表示发光强度(任意单位),而横轴表示波长(nm)。作为发光强度,示出以1为最大发光强度时的相对值。由图18可知,发光元件1和对比发光元件1都发射起因于

作为发光中心物质的1,6mMemFLAPrN的蓝色光。

[0328] 接着,将初期亮度设定为5000cd/m²,在固定电流密度的条件下驱动发光元件1及对比发光元件1,以测量随驱动时间的亮度变化。图19示出归一化亮度-时间特性。由图19可知,虽然使用CzPA的对比发光元件1为长使用寿命的发光元件,但是使用cgDBCzPA的发光元件1为其使用寿命对比发光元件1更长的具有非常优良的可靠性的元件。

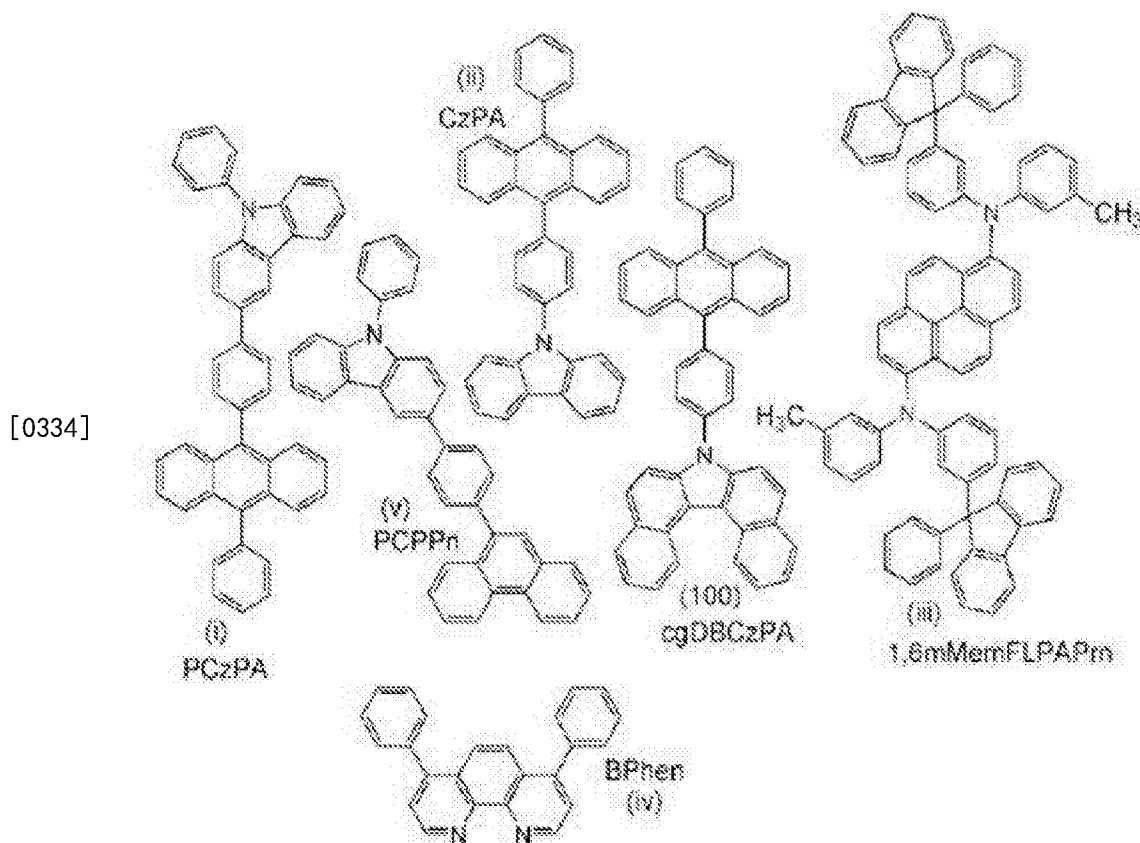
[0329] 另外,cgDBCzPA还具有如下优点:与CzPA相比,蒸镀的稳定性高,而容易提供品质稳定的发光元件。

[0330] 总之,通过使用cgDBCzPA,可以提供各种特性彼此配合得非常好的发光元件。

[0331] 实施例3

[0332] 在本实施例中,说明将二苯并[c,g]咔唑化合物7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA,结构式(100))用作使用发射蓝色荧光的发光中心物质的发光层的主体材料及电子传输层材料的发光元件,所述发光元件是实施方式1所记载的发光元件。

[0333] 另外,以下述结构式(i)至(v)、结构式(100)表示在本实施例中使用的有机化合物的分子结构。元件结构与图1A类似。



[0335] 〈发光元件2的制造〉

[0336] 首先,准备作为第一电极101形成有110nm厚的包含硅的铟锡氧化物(ITSO)的玻璃衬底。利用聚酰亚胺膜覆盖ITSO表面,使得该ITSO表面以2mm平方的尺寸露出,电极面积为2mm×2mm。作为用来在该衬底上形成发光元件的预处理,利用水洗涤衬底表面,并在200℃的温度下焙烧1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。此后,将衬底引入到其内部被减压到10⁻⁴Pa左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在170℃的温度下进行30

分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0337] 接着,以使形成有ITS0膜的表面朝下方的方式将衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的支架上。

[0338] 在将真空装置内减压到 10^{-4} Pa后,将上述结构式(i)所表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)和氧化钼(VI)以满足PCzPA:氧化钼=2:1(重量比)的方式共蒸镀,以形成空穴注入层111。将空穴注入层111厚度设定为70nm。注意,共蒸镀是指使多个不同的物质分别从不同的蒸发源同时蒸发的蒸镀法。

[0339] 接着,通过蒸镀30nm厚的上述结构式(v)所示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn),形成空穴传输层112。

[0340] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(100)所表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和上述结构式(iii)所表示的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)以满足cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0341] 接着,蒸镀10nm的cgDBCzPA,然后蒸镀15nm的上述结构式(iv)所示的红菲绕啉(简称:BPhen),形成电子传输层114。

[0342] 再者,通过在电子传输层114上蒸镀1nm的氟化锂,形成电子注入层。最后,作为用作阴极的第二电极102将铝形成成为200nm,以完成发光元件2。在上述蒸镀过程中,蒸镀都使用电阻加热法。

[0343] 〈对比发光元件2的制造〉

[0344] 关于除了发光层113及电子传输层114以外的结构,对比发光元件2与发光元件2同样地形成。在形成空穴传输层112之后,将上述结构式(ii)所表示的9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)和上述结构式(iii)所表示的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)以满足CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.05(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0345] 在形成发光层113之后,通过在蒸镀10nm的CzPA之后,还蒸镀15nm的由上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),形成电子传输层114。

[0346] 关于除了发光层113及电子传输层114以外的结构,对比发光元件2的结构与发光元件2类似,而省略重复记载,参照发光元件2的制造方法。

[0347] 经上述工序,完成对比发光元件2。

[0348] 〈发光元件2及对比发光元件2的工作特性〉

[0349] 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步骤得到的发光元件2及对比发光元件2进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对这些发光元件的工作特性进行测量。另外,在室温下(在保持于25℃的气氛中)执行测量。

[0350] 关于发光元件2及对比发光元件2,图20示出亮度-电流效率特性,图21示出电压-电流特性,图22示出亮度-功率效率特性,并且图23示出亮度-外部量子效率特性。在图20中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。在图21中,纵轴表示电流(mA),而横轴表示电压(V)。在图22中,纵轴表示功率效率(lm/W),而横轴表示亮度(cd/m²)。在图23中,

纵轴表示外部量子效率(%),而横轴表示亮度(cd/m^2)。

[0351] 由图20可知,将以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物的cgDBCzPA用作发射蓝色荧光的发光元件的发光层中的主体材料及电子传输层中的电子传输材料的发光元件2具有基本等同于使用类似发光元件1的cgDBCzPA的CzPA的对比发光元件2的亮度-电流效率特性,这表明发光元件2是具有高发光效率的发光元件。

[0352] 由图21可知,发光元件2具有优越于对比发光元件2的电压-电流特性,这表明发光元件2是低驱动电压的发光元件。这意味着以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物具有优良的载流子传输性。

[0353] 由图22可知,发光元件2具有非常优越于对比发光元件2的亮度-功率效率特性,这表明发光元件2是低耗电量的发光元件。这意味着使用以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物的cgDBCzPA的发光元件2是具有低驱动电压、高发光效率等优良特性的发光元件。

[0354] 另外,由图23可知,发光元件2具有良好的且基本等同于对比发光元件2的亮度-外部量子效率特性,从而发光元件2是发光效率非常高的发光元件。

[0355] 另外,图24示出使0.1mA的电流流过所制造的发光元件2及对比发光元件2时的发射光谱。在图24中,纵轴表示发光强度(任意单位),而横轴表示波长(nm)。作为发光强度,示出以1为最大发光强度时的相对值。由图24可知,发光元件2和对比发光元件2的光谱完全重叠,它们都发射起因于作为发光中心物质的1,6mMemFLPAPrn的蓝色光。

[0356] 接着,将初期亮度设定为 $5000\text{cd}/\text{m}^2$,在固定电流密度的条件下驱动发光元件2及对比发光元件2,以测量随驱动时间的亮度变化。图25示出归一化亮度-时间特性。由图25可知,虽然使用CzPA的对比发光元件2为长使用寿命的发光元件,但是使用cgDBCzPA的发光元件2为其使用寿命对比发光元件2更长的具有非常优良的可靠性的元件。

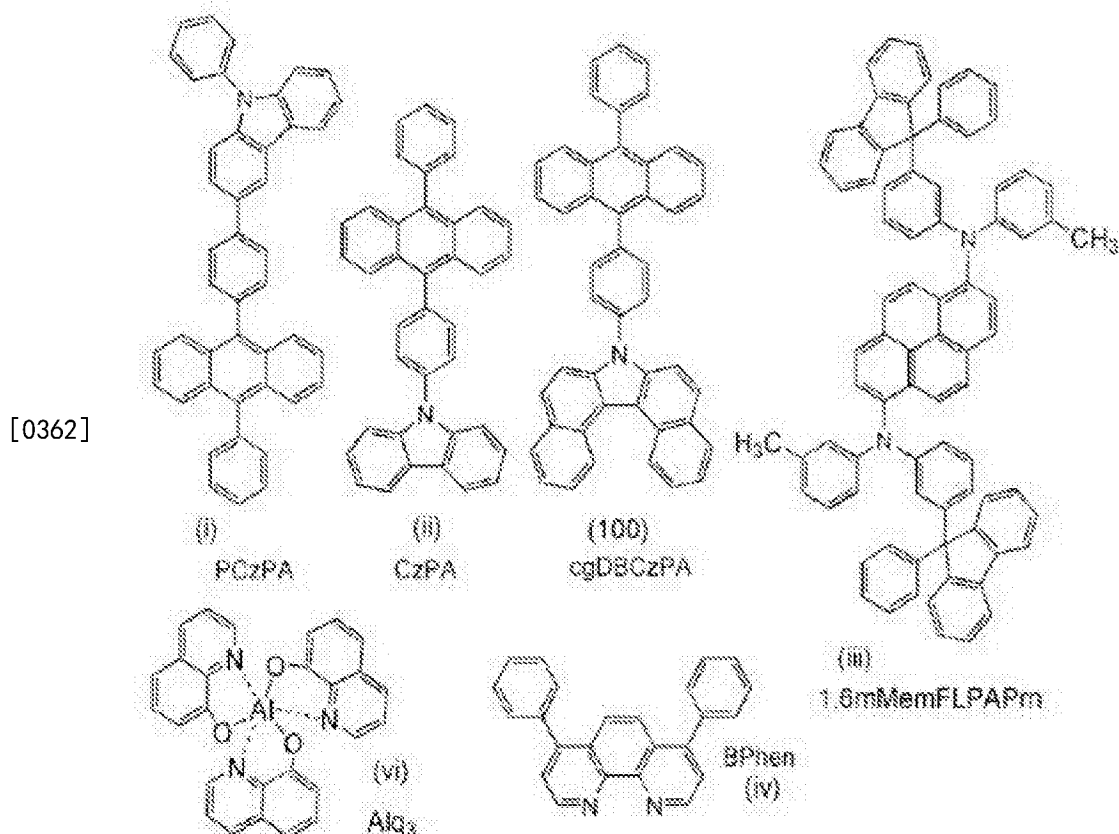
[0357] 另外,cgDBCzPA还具有如下优点:与CzPA相比,蒸镀的稳定性高,而容易提供品质稳定的发光元件。

[0358] 总之,根据本实施例也可知,通过使用cgDBCzPA,可以提供各种特性彼此配合得非常好的发光元件。

[0359] 实施例4

[0360] 在本实施例中,说明将二苯并[c,g]咔唑化合物7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA,结构式(100))用作使用发射蓝色荧光的发光中心物质的发光层的主体材料及电子传输层材料的发光元件,所述发光元件是实施方式1所记载的发光元件。

[0361] 另外,以下述结构式(i)至(vi)、结构式(100)表示在本实施例中使用的有机化合物的分子结构。元件结构与图1A类似。



[0363] 〈发光元件3的制造〉

[0364] 首先,准备作为第一电极101形成有110nm厚的包含硅的铟锡氧化物(ITSO)的玻璃衬底。利用聚酰亚胺膜覆盖ITSO表面,使得该ITSO表面以2mm平方的尺寸露出,电极面积为2mm×2mm。作为用来在该衬底上形成发光元件的预处理,利用水洗涤衬底表面,并在200℃的温度下焙烧1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。此后,将衬底引入到其内部被减压到 10^{-4} Pa左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0365] 接着,以使形成有ITSO膜的表面朝下方的方式将衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的支架上。

[0366] 在将真空装置内减压到 10^{-4} Pa后,将上述结构式(i)所表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)和氧化钼(VI)以满足PCzPA:氧化钼=2:1(重量比)的方式共蒸镀,以形成空穴注入层111。将空穴注入层111厚度设定为50nm。注意,共蒸镀是指使多个不同的物质分别从不同的蒸发源同时蒸发的蒸镀法。

[0367] 接着,通过蒸镀10nm厚的PCzPA,形成空穴传输层112。

[0368] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(100)所表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和上述结构式(iii)所表示的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPm)以满足cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPm=1:0.05(重量比)的方式共蒸镀,以形成30nm的发光层113。

[0369] 接着,蒸镀10nm的上述结构式(vi)所示的三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq),然后蒸镀15nm的上述结构式(iv)所示的红菲绕啉(简称:BPhen),形成电子传输层114。

[0370] 再者,通过在电子传输层114上蒸镀1nm的氟化锂,形成电子注入层。最后,作为用作阴极的第二电极102将铝形成成为200nm,以完成发光元件3。在上述蒸镀过程中,蒸镀都使用电阻加热法。

[0371] 〈对比发光元件3的制造〉

[0372] 关于除了发光层113以外的结构,对比发光元件3与发光元件3同样地形成。在对比发光元件3中,在形成空穴传输层112之后,将上述结构式(ii)所表示的9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)和上述结构式(iii)所表示的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)以满足CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.05(重量比)的方式共蒸镀,以形成30nm的发光层113。

[0373] 关于除了发光层113以外的结构,对比发光元件3的结构与发光元件3类似,而省略重复记载,参照发光元件3的制造方法。

[0374] 经上述工序,完成对比发光元件3。

[0375] 〈发光元件3及对比发光元件3的工作特性〉

[0376] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光元件暴露于大气的方式对通过上述步骤得到的发光元件3及对比发光元件3进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对这些发光元件的工作特性进行测量。另外,在室温下(在保持于25℃的气氛中)执行测量。

[0377] 关于发光元件3及对比发光元件3,图26示出亮度-电流效率特性,图27示出电压-电流特性。在图26中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。在图27中,纵轴表示电流(mA),而横轴表示电压(V)。

[0378] 由图26可知,将以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物的cgDBCzPA用作发射蓝色荧光的发光元件的发光层中的主体材料及电子传输层中的电子传输材料的发光元件3具有等同于使用CzPA的对比发光元件3的亮度-电流效率特性,这表明发光元件3是具有高发光效率的发光元件。

[0379] 由图27可知,发光元件3具有非常优越于对比发光元件3的电压-电流特性,这表明发光元件3是低驱动电压的发光元件。这意味着以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物具有优良的载流子传输性。

[0380] 另外,图28示出使0.1mA的电流流过所制造的发光元件3及对比发光元件3时的发射光谱。在图28中,纵轴表示发光强度(任意单位),而横轴表示波长(nm)。作为发光强度,示出以1为最大发光强度时的相对值。由图28可知,发光元件3和对比发光元件3的光谱没有大差异,它们都发射起因于作为发光中心物质的1,6mMemFLPAPrn的蓝色光。

[0381] 另外,cgDBCzPA还具有如下优点:与CzPA相比,蒸镀的稳定性高,而容易提供品质稳定的发光元件。

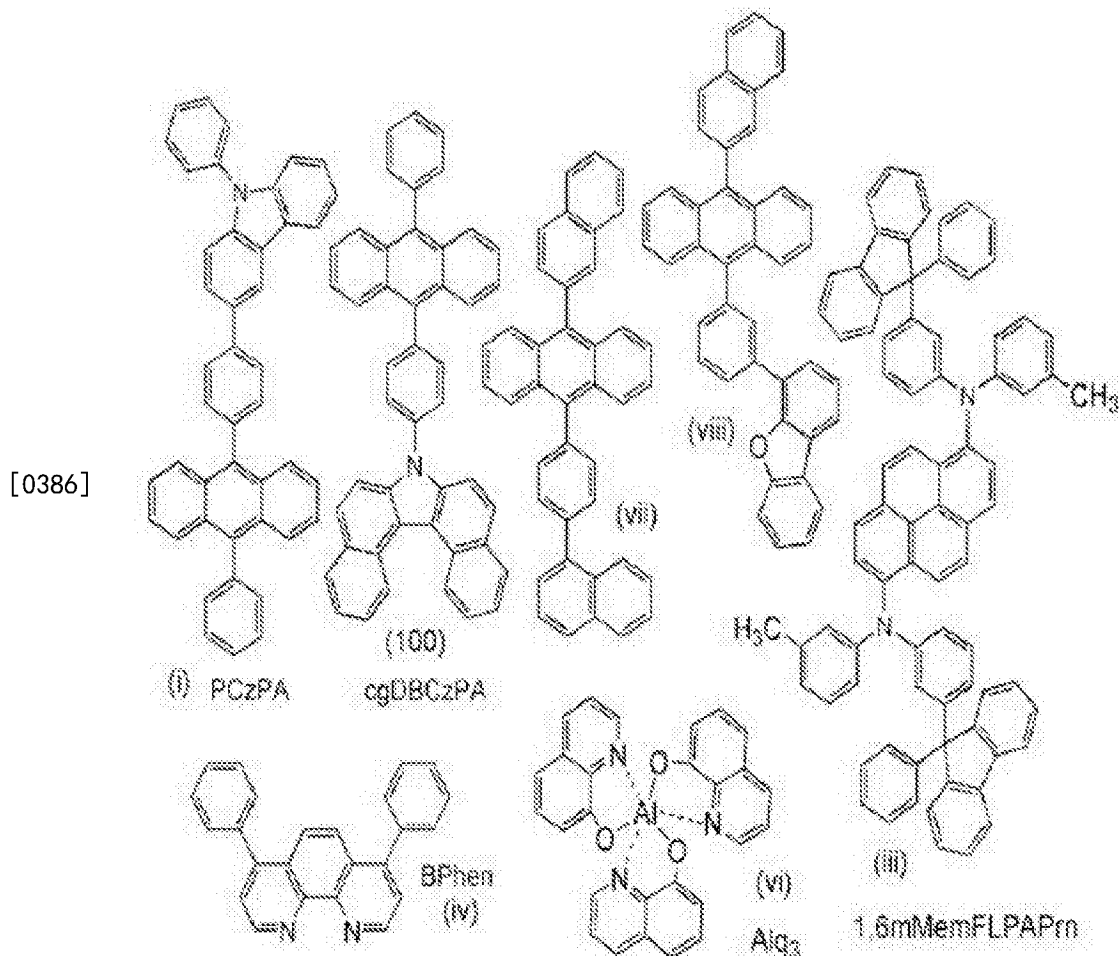
[0382] 总之,根据本实施例也可知,通过使用cgDBCzPA,可以提供各种特性彼此配合得非常好的发光元件。

[0383] 实施例5

[0384] 在本实施例中,说明将二苯并[c,g]咔唑化合物7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA,结构式(100))用作使用发射蓝色荧光的发光中心物质的发光层的主体材料及电子传输层材料的发光元件,所述发光元件是实施方式1所记载

的发光元件。

[0385] 另外,以下述结构式(i)、(iii)、(iv)、(vi)至(viii)、结构式(100)表示在本实施例中使用的有机化合物的分子结构。元件结构与图1A类似。



[0387] 〈发光元件4的制造〉

[0388] 首先,准备作为第一电极101形成有110nm厚的包含硅的铟锡氧化物(ITSO)的玻璃衬底。利用聚酰亚胺膜覆盖ITSO表面,使得该ITSO表面以2mm平方的尺寸露出,电极面积为2mm×2mm。作为用来在该衬底上形成发光元件的预处理,利用水洗涤衬底表面,并在200℃的温度下焙烧1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。此后,将衬底引入到其内部被减压到10⁻⁴Pa左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0389] 接着,以使形成有ITSO膜的表面朝下方的方式将衬底固定于设置在真空蒸镀装置内的支架上。

[0390] 在将真空装置内减压到10⁻⁴Pa后,将上述结构式(i)所表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)和氧化钼(VI)以满足PCzPA:氧化钼=2:1(重量比)的方式共蒸镀,以形成空穴注入层111。将空穴注入层111厚度设定为50nm。注意,共蒸镀是指使多个不同的物质分别从不同的蒸发源同时蒸发的蒸镀法。

[0391] 接着,通过蒸镀10nm厚的PCzPA,形成空穴传输层112。

[0392] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(100)所表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽

基)苯基]-7H-二苯并[c,g]呿唑(简称:cgDBCzPA)和上述结构式(iii)所表示的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-茱-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)以满足cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0393] 接着,蒸镀10nm的上述结构式(vi)所示的三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq),然后蒸镀15nm的上述结构式(iv)所示的红菲绕啉(简称:BPhen),形成电子传输层114。

[0394] 再者,通过在电子传输层114上蒸镀1nm的氟化锂,形成电子注入层。最后,作为用作阴极的第二电极102将铝形成200nm,以完成发光元件4。在上述蒸镀过程中,蒸镀都使用电阻加热法。

[0395] 〈对比发光元件4-1的制造〉

[0396] 关于除了发光层113以外的结构,对比发光元件4-1与发光元件4同样地形成。在对比发光元件4-1中,在形成空穴传输层112之后,将上述结构式(vii)所表示的已知的蒽衍生物和上述结构式(iii)所表示的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-茱-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)以满足蒽衍生物:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0397] 关于除了发光层113以外的结构,对比发光元件4-1的结构与发光元件4类似,而省略重复记载,参照发光元件4的制造方法。

[0398] 经上述工序,完成对比发光元件4-1。

[0399] 〈对比发光元件4-2的制造〉

[0400] 关于除了发光层113以外的结构,对比发光元件4-2与发光元件4同样地形成。在对比发光元件4-2中,在形成空穴传输层112之后,将上述结构式(viii)所表示的已知的蒽衍生物和上述结构式(iii)所表示的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-茱-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)以满足蒽衍生物:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式共蒸镀,以形成25nm的发光层113。

[0401] 关于除了发光层113以外的结构,对比发光元件4-2的结构与发光元件4类似,而省略重复记载,参照发光元件4的制造方法。

[0402] 经上述工序,完成对比发光元件4-2。

[0403] 〈发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的工作特性〉

[0404] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光元件暴露于大气的方式对通过上述步骤得到的发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对这些发光元件的工作特性进行测量。另外,在室温下(在保持于25℃的气氛中)执行测量。

[0405] 关于发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2,图29示出电流密度-亮度特性,图30示出亮度-电流效率特性,图31示出电压-电流特性,图32示出亮度-功率效率特性,并且图33示出电压-亮度特性。在图29中,纵轴表示亮度(cd/m²),横轴表示电流密度(mA/cm²)。在图30中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。在图31中,纵轴表示电流(mA),而横轴表示电压(V)。在图32中,纵轴表示功率效率(lm/W),而横轴表示亮度(cd/m²)。在图33中,纵轴表示亮度(cd/m²),而横轴表示电压(V)。

[0406] 由图29可知,发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2都具有基本同等

的电流密度-亮度特性。另外,由图30可知,发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2至少在作为应用亮度的 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 以上的亮度上具有基本同等的亮度-电流效率特性。

[0407] 由图31可知,与对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2相比,发光元件4具有非常优越的电压-电流特性。这意味着cgDBCzPA具有优越的载流子传输性。结果,由图32可知,发光元件4具有非常优良的亮度-功率效率特性。另外,由图33可知,对比发光元件4-1及对比发光元件4-2的驱动电压高,为了得到作为应用亮度的 $1000\text{cd}/\text{m}^2$,发光元件4只需要3.3V左右的电压,但是对比发光元件4-1及对比发光元件4-2需要4V以上的电压。尤其是,对比发光元件4-1的驱动电压高。

[0408] 另外,图34示出使0.1mA的电流流过所制造的发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2时的发射光谱。在图34中,纵轴表示发光强度(任意单位),而横轴表示波长(nm)。作为发光强度,示出以1为最大发光强度时的相对值。由图34可知,发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2的光谱之间没有大差异,它们都发射起因于作为发光中心物质的1,6mMemFLPAPrn的蓝色光。

[0409] 接着,将初期亮度设定为 $5000\text{cd}/\text{m}^2$,在固定电流密度的条件下驱动发光元件4、对比发光元件4-1以及对比发光元件4-2,以测量随驱动时间的亮度变化。图35示出归一化亮度-时间特性。由图35可知,使用上述结构式(viii)所表示的物质的对比发光元件4-2的使用寿命比其他元件短。另外,虽然表面上使用上述结构式(vii)所表示的物质代替cgDBCzPA的对比发光元件4-1具有与发光元件4相等的使用寿命,其实对比发光元件4-1不仅显示初期亮度上升还显示在特定时间点后的退化率升高,所以其半衰期被估计为发光元件4的二分之一左右。

[0410] 由此可知,对比发光元件4-1在驱动电压方面有缺点,对比发光元件4-2在驱动电压和使用寿命之双方的方面有缺点,而难以得到各种特性彼此配合得好的元件。另一方面,得知通过使用cgDBCzPA,可以制造效率、驱动电压以及使用寿命彼此配合得非常好的高性能发光元件。尤其是在驱动电压方面优越,而可以提供功率效率非常优良的发光元件。

[0411] 总之,通过使用cgDBCzPA,可以提供各种特性彼此配合得非常好的发光元件。

[0412] 实施例6

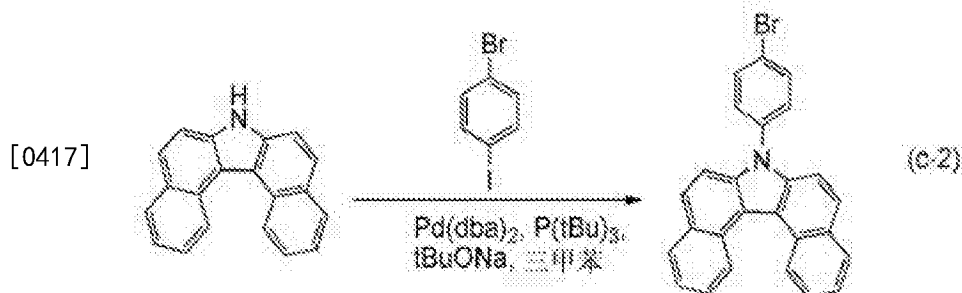
[0413] 在本实施例中,说明实施方式2所说明的以通式(G1)表示的二苯并[c,g]咔唑化合物之一的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)的合成方法,该合成方法与与实施例1的合成方法不同。

[0414] 直到7H-二苯并[c,g]咔唑的合成为止,与实施例1中的步骤1及步骤2同样地合成。

[0415] 〈步骤3:7-(4-溴苯基)-7H-二苯并[c,g]咔唑的合成〉

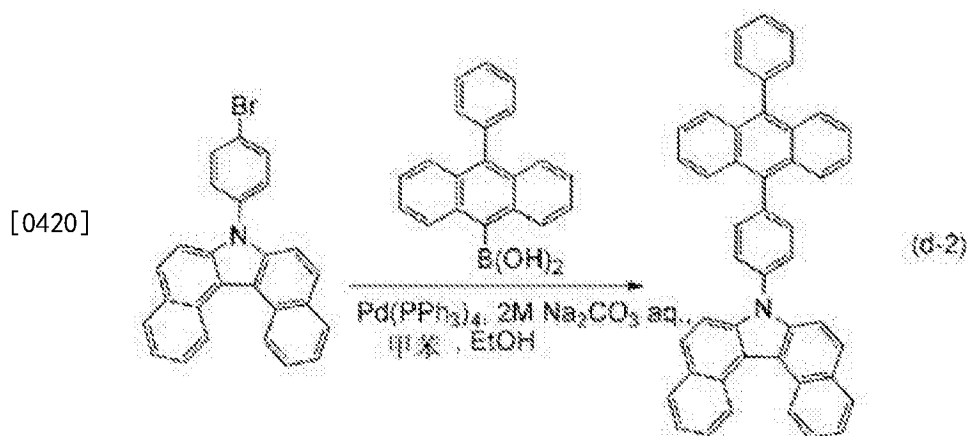
[0416] 将5.0g(18mmol)7H-二苯并[c,g]咔唑、13g(47mmol)4-溴碘代苯以及1.9g(20mmol)叔丁醇钠加入200mL三口烧瓶中。利用氮气取代烧瓶内部的空气,然后在该混合物中加入100mL三甲苯、0.90mL三叔丁基磷(10wt.%己烷溶液)。通过在进行减压的同时搅拌该混合物,从而将该混合物脱气。在脱气后,将0.51g(0.90mmol)的双(二亚苄基丙酮)钼(0)加入上述混合物中。在氮气流下且在 170°C 的温度下搅拌该混合物17小时。在搅拌后,对所得到的混合物添加20mL的水,用甲苯萃取该混合物的水层,将萃取溶液和有机层合并,用饱和盐水洗涤。用硫酸镁干燥有机层,干燥后将该混合物自然过滤。通过浓缩获得的滤液,得到固体。将该固体溶解于大约30mL的加热的甲苯中,并将该溶液通过硅藻土(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)抽滤。浓缩所得到的滤液而得到固体,并利用甲苯/己烷使该固体重结晶,以38%的收率获得2.9g目的物的淡黄色针状结晶。以下示出步骤3的合成图解(c-2)。



[0418] 〈步骤4:7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)的合成〉

[0419] 将1.7g(4.0mmol)7-(4-溴苯基)-7H-二苯并[c,g]咔唑和1.2g(4.0mmol)10-苯基蒽-9-硼酸加入200mL三口烧瓶中,利用氮气取代烧瓶内部的空气。在该混合物中加入15mL甲苯、5.0mL乙醇和4.0mL碳酸钠水溶液(2.0mol/L)。通过在该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物,从而将该混合物脱气。对该混合物添加0.23g(0.20mmol)四(三苯基膦)合钯(0),在氮气气流且在90℃的温度下搅拌10小时,而析出固体。通过进行抽滤,回收所析出的固体。将回收的固体溶解于大约50mL的加热的甲苯中,并将该溶液通过硅藻土(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)抽滤。通过浓缩所得到的滤液,得到固体。利用甲苯/己烷清洗该固体,以55%的收率获得1.3g目的物的淡黄色粉末。以下示出步骤4的合成图解(d-2)。



[0421] 通过利用梯度升华方法对所获得的1.3g淡黄色粉末状固体进行升华纯化。升华纯化条件如下:压力为3.6Pa;氙气流量为5.0mL/min;加热温度为300℃。在进行升华纯化之后,以86%的收率得到1.1g cgDBCzPA的淡黄色固体。

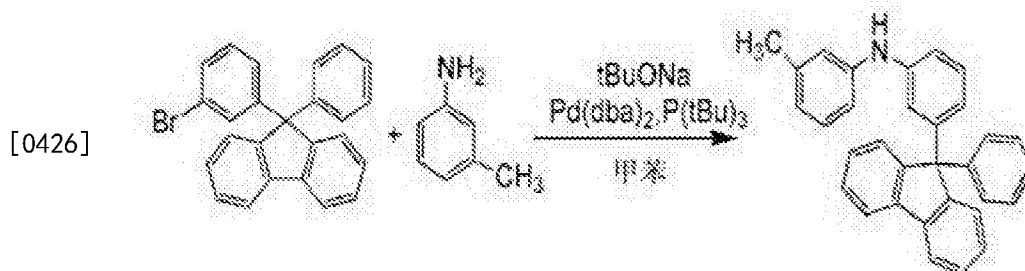
[0422] 参考例1

[0423] 在本参考例中,说明用于上述实施例的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)的合成方法。

[0424] 〈步骤1:3-甲基苯基-3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基胺(简称:mMemFLPA)的合成〉

[0425] 在200mL的三口烧瓶中放入3.2g(8.1mmol)的9-(3-溴苯基)-9-苯基芴、2.3g

(24.1mmol)的叔丁醇钠,并使用氮置换烧瓶内部的空气。对该混合物添加40.0mL的甲苯、0.9mL(8.3mmol)的间-甲苯胺及0.2mL的三(叔丁基)膦的10%己烷溶液。将该混合物设定为60℃,添加44.5mg(0.1mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),将该混合物设定为80℃,并搅拌2.0小时。在搅拌之后,经过硅酸镁(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:540-00135)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:531-16855)、矾土进行抽滤,获得滤液。将滤液浓缩得到固体,然后通过硅胶柱层析法对该固体进行纯化(展开溶剂的己烷与甲苯的比例为1:1),并使用甲苯和己烷的混合溶剂使该固体重结晶,从而以82%的收率获得2.8g的白色固体。以下示出该步骤1的合成图解。

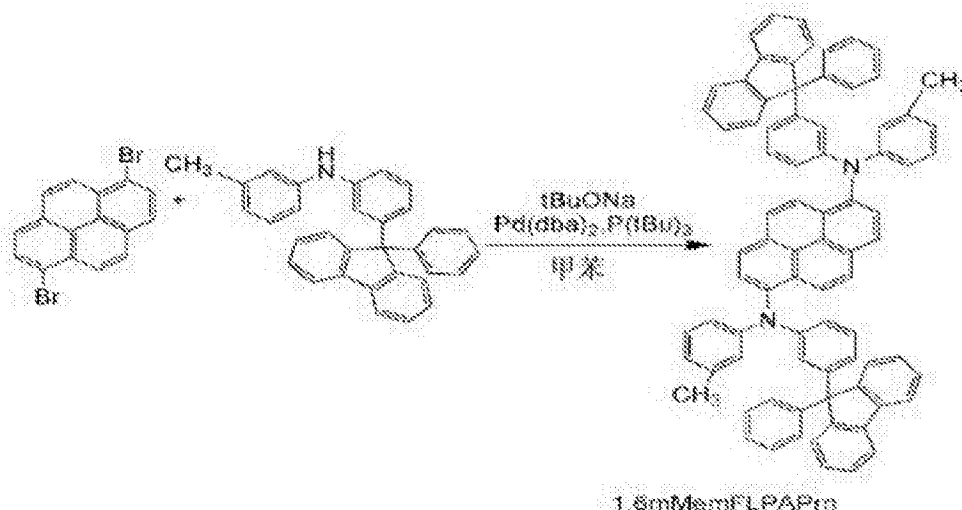


[0427] 〈步骤2:N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-苊-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)的合成〉

[0428] 在100mL的三口烧瓶中放入0.6g(1.7mmol)的1,6-二溴苊、1.4g(3.4mmol)的3-甲基苯基-3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基胺及0.5g(5.1mmol)的叔丁醇钠,使用氮置换烧瓶中的空气。对该混合物中添加21.0mL的甲苯及0.2mL的三(叔丁基)膦的10%己烷溶液。将该混合物温度设定为60℃,对该混合物中添加34.9mg(0.1mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),将该混合物温度升高到80℃,然后搅拌3.0小时。在搅拌之后,在该混合物中添加400mL的甲苯并进行加热。在将该混合物保持为热的状态时,使该混合物通过硅酸镁(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:540-00135)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:531-16855)和矾土进行抽滤,来获得滤液。将所得到的滤液浓缩获得固体,然后通过硅胶柱层析法对该固体进行纯化(展开溶剂的己烷与甲苯的比例为3:2)来获得黄色固体。使用甲苯和己烷的混合溶剂使所得到的黄色固体重结晶,从而以67%的收率获得1.2g的黄色固体。

[0429] 通过梯度升华法,对1.0g的所得到的黄色固体升华纯化。在升华纯化中,在压力为2.2Pa且氩流量为5.0mL/min的条件下在317℃下加热黄色固体。在进行升华纯化之后,以93%的收率获得1.0g的目的物的黄色固体。以下示出上述步骤2的合成图解。

[0430]



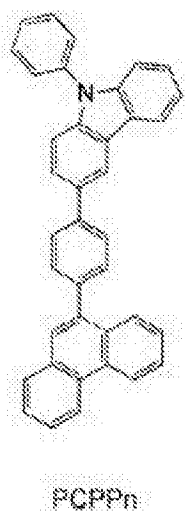
[0431] 通过核磁共振法(NMR),确认到上述化合物是目的物的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-芴-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)。

[0432] 以下示出所得到的化合物的¹H NMR数据。¹H NMR(CDC1₃,300MHz): δ =2.21(s,6H)、6.67(d,J=7.2Hz,2H)、6.74(d,J=7.2Hz,2H)、7.17-7.23(m,34H)、7.62(d,J=7.8Hz,4H)、7.74(d,J=7.8Hz,2H)、7.86(d,J=9.0Hz,2H)、8.04(d,J=8.7Hz,4H)。

[0433] 参考例2

[0434] 以下,示出在上述实施例中使用的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)的合成实例。

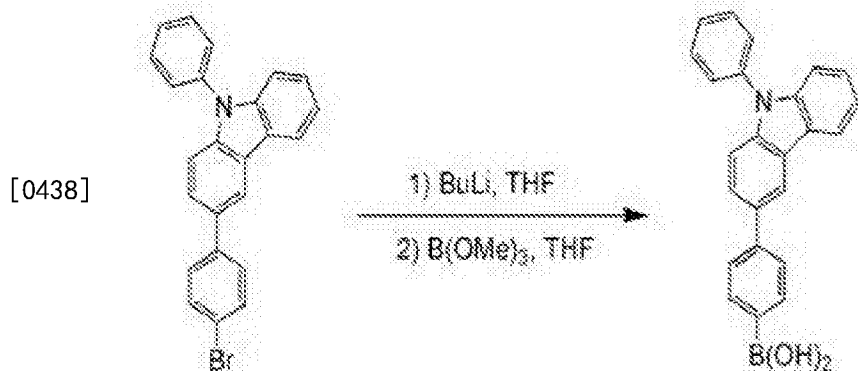
[0435]



[0436] 〈步骤1:4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基硼酸的合成〉

[0437] 将3-(4-溴苯基)-9-苯基-9H-咔唑8.0g(20mmol)放在300mL三口烧瓶中,并用氮气置换烧瓶中的气氛。然后,加入100mL脱水四氢呋喃(简称:THF),将温度设定为-78℃。在上述混合液中滴加1.65mol/L的正丁基锂己烷溶液15mL(24mmol),并搅拌2小时。对上述混合物加入硼酸三甲酯3.4mL(30mmol),在-78℃的温度下搅拌2小时,并在室温下搅拌18小时。反应后,在该反应溶液中直到使该溶液成为酸性为止加入1M稀盐酸,并搅拌7小时。用乙酸乙酯进行萃取,用饱和盐水洗涤所得到的有机层。在洗涤后,对有机层加入硫酸镁,以吸附水分。过滤该悬浮液,将所得到的滤液浓缩,添加己烷并施加超声波,然后进行重结晶,以

6.4g的收获量和88%的收获率得到目的物的白色粉末。以下示出上述步骤1的反应图解。

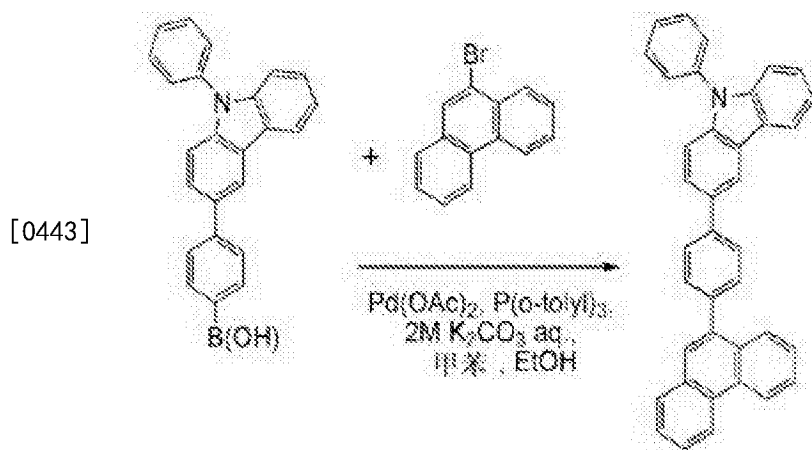


[0439] 目的物的Rf值为0(原点),而3-(4-溴苯基)-9-苯基-9H-咔唑的Rf值为0.53,这些测量值是通过硅胶薄层层析(TLC)测得的(展开溶剂为乙酸乙酯:己烷=1:10)。另外,在使用乙酸乙酯作为展开溶剂进行硅胶薄层层析(TLC)时,目的物的Rf值为0.72,而3-(4-溴苯基)-9-苯基-9H-咔唑的Rf值为0.93。

[0440] 〈步骤2:3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)的合成〉

[0441] 将9-苯基-9H-咔唑-3-基-苯基-4-硼酸1.5g(5.0mmol)、9-溴菲3.2g(11mmol)、醋酸钯(II)11mg(0.1mmol)、三(邻-甲苯基)膦30mg(0.1mmol)、甲苯30mL、乙醇3mL以及2mol/L的碳酸钾水溶液5mL放在200mL三口烧瓶中。边在减压下搅拌该混合物边进行脱气,然后,在氮气氛下以90℃进行6小时的加热搅拌,以引起反应。

[0442] 反应之后,将甲苯200mL加入到该反应混合液中,并将该混合液的有机层通过硅酸镁、矾土以及硅藻土过滤。用水洗涤所得到的滤液,并加入硫酸镁,以吸附水分。过滤该悬浮液,以得到滤液。将所得到的滤液浓缩,然后采用硅胶柱层析进行纯化。此时,作为硅胶柱层析的展开溶剂,使用甲苯和己烷的混合溶剂(甲苯:己烷=1:4)。在浓缩所得到的馏分,添加丙酮和甲醇并施加超声波后,进行重结晶,以2.2g的收获量和75%的收获率得到目的物的PCPPn的白色粉末。以下示出步骤2的反应图解。



[0444] 目的物的Rf值为0.33,而9-溴菲的Rf值为0.70,这些测量值是通过硅胶薄层层析(TLC)测得的(展开溶剂为乙酸乙酯:己烷=1:10)。

[0445] 另外,通过核磁共振测量(NMR),测定所得到的化合物。根据测定结果,确认得到了PCPPn。以下示出测定数据。

[0446] ^1H NMR(CDCl_3 , 300MHz): δ (ppm)=7.30-7.35(m, 11H), 7.43-7.78(m, 16H), 7.86-7.93(m, 3H), 8.01(dd, $J=0.9\text{Hz}$, 7.8Hz, 1H), 8.23(d, $J=7.8\text{Hz}$, 1H), 8.47(d, $J=1.5\text{Hz}$, 1H), 8.74(d, $J=8.1\text{Hz}$, 1H), 8.80(d, $J=7.8\text{Hz}$, 1H)。

[0447] 符号说明

[0448] 101 第一电极

[0449] 102 第二电极

[0450] 103 EL层

[0451] 111 空穴注入层

[0452] 112 空穴传输层

[0453] 113 发光层

[0454] 114 电子传输层

[0455] 115 电子注入层

[0456] 400 衬底

[0457] 401 第一电极

[0458] 402 辅助电极

[0459] 403 EL层

[0460] 404 第二电极

[0461] 405 密封材料

[0462] 406 密封材料

[0463] 407 密封衬底

[0464] 408 空间

[0465] 412 衬垫

[0466] 420 IC芯片

[0467] 501 第一电极

[0468] 502 第二电极

[0469] 511 第一发光单元

[0470] 512 第二发光单元

[0471] 513 电荷产生层

[0472] 601 驱动电路部(源极线驱动电路)

[0473] 602 像素部

[0474] 603 驱动电路部(栅极线驱动电路)

[0475] 604 密封衬底

[0476] 605 密封材料

[0477] 607 空间

[0478] 608 布线

[0479] 609 FPC(柔性印刷电路)

[0480] 610 元件衬底

[0481] 611 开关TFT

[0482] 612 电流控制TFT

[0483]	613	第一电极
[0484]	614	绝缘物
[0485]	616	EL层
[0486]	617	第二电极
[0487]	618	发光元件
[0488]	623	n沟道型TFT
[0489]	624	p沟道型TFT
[0490]	901	框体
[0491]	902	液晶层
[0492]	903	背光灯
[0493]	904	框体
[0494]	905	驱动器IC
[0495]	906	端子
[0496]	951	衬底
[0497]	952	电极
[0498]	953	绝缘层
[0499]	954	隔断层
[0500]	955	EL层
[0501]	956	电极
[0502]	1201	源电极
[0503]	1202	激活层
[0504]	1203	漏电极
[0505]	1204	栅电极
[0506]	2001	框体
[0507]	2002	光源
[0508]	3001	照明装置
[0509]	5000	显示区域
[0510]	5001	显示区域
[0511]	5002	显示区域
[0512]	5003	显示区域
[0513]	5004	显示区域
[0514]	5005	显示区域
[0515]	7101	框体
[0516]	7103	显示部
[0517]	7105	支架
[0518]	7107	显示部
[0519]	7109	操作键
[0520]	7110	遥控器
[0521]	7201	主体

- [0522] 7202 框体
- [0523] 7203 显示部
- [0524] 7204 键盘
- [0525] 7205 外部连接端口
- [0526] 7206 定位装置
- [0527] 7301 框体
- [0528] 7302 框体
- [0529] 7303 联结部
- [0530] 7304 显示部
- [0531] 7305 显示部
- [0532] 7306 扬声器部
- [0533] 7307 记录媒体插入部
- [0534] 7308 LED灯
- [0535] 7309 操作键
- [0536] 7310 连接端子
- [0537] 7311 传感器
- [0538] 7401 框体
- [0539] 7402 显示部
- [0540] 7403 操作按钮
- [0541] 7404 外部连接端口
- [0542] 7405 扬声器
- [0543] 7406 麦克风
- [0544] 7400 移动电话。

[0545] 本申请基于在2011年7月22日向日本专利局提交提交的日本专利申请No.2011-161161号,将其全部内容通过应用并入本文。

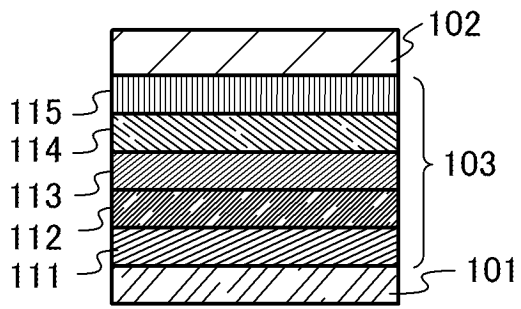


图 1A

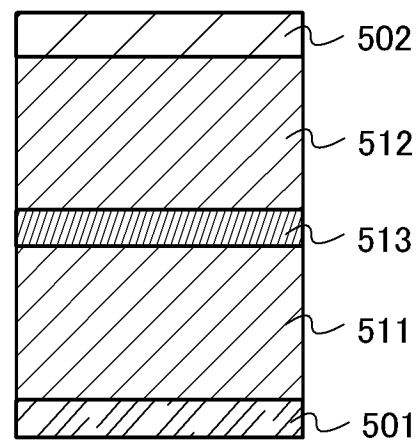


图 1B

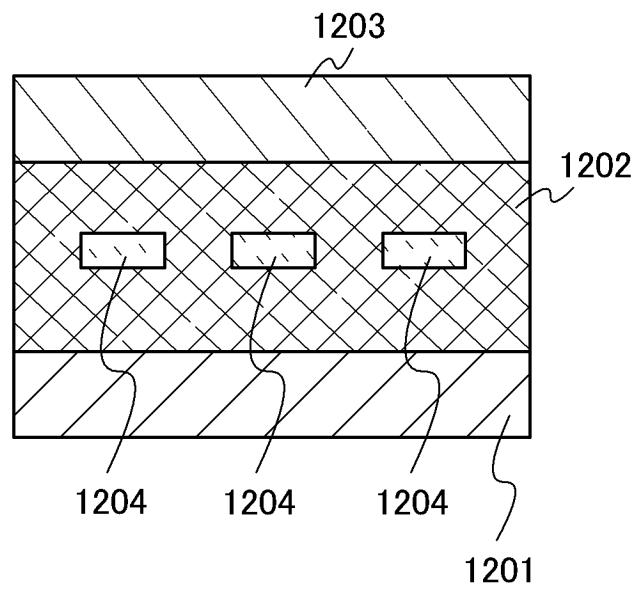


图 2

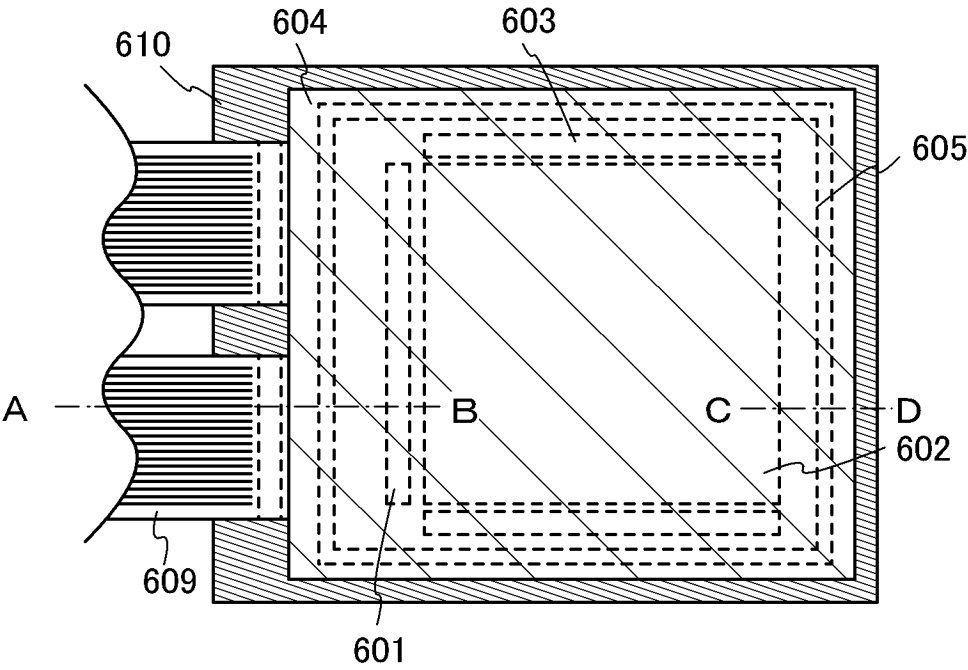


图 3A

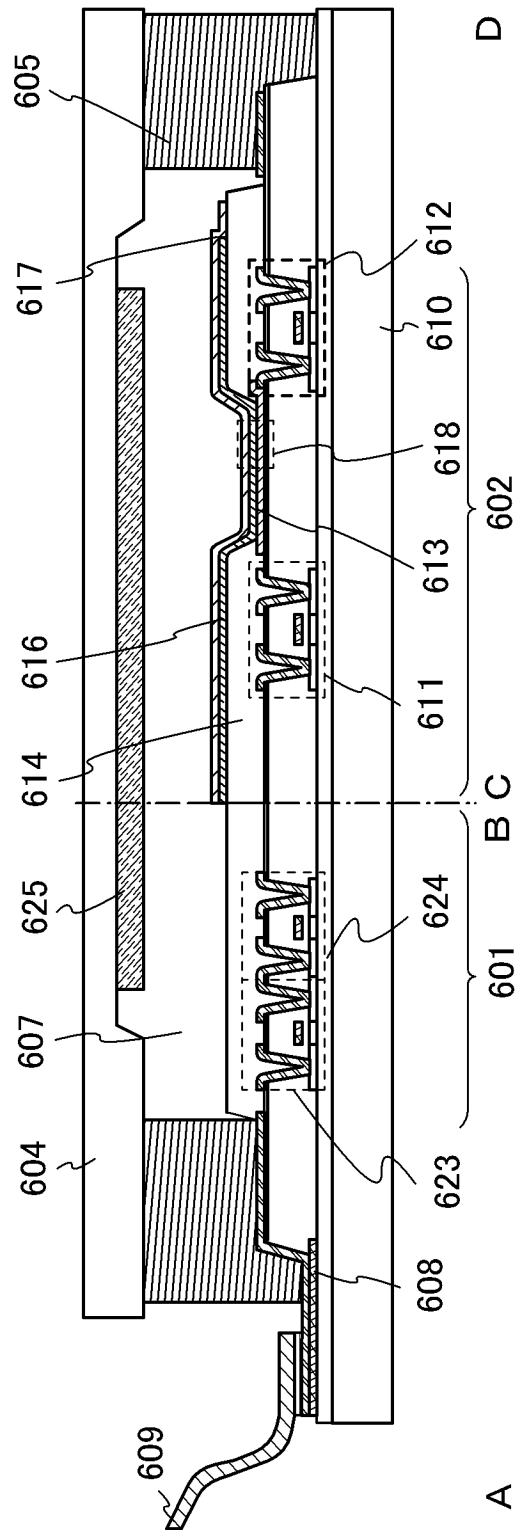


图 3B

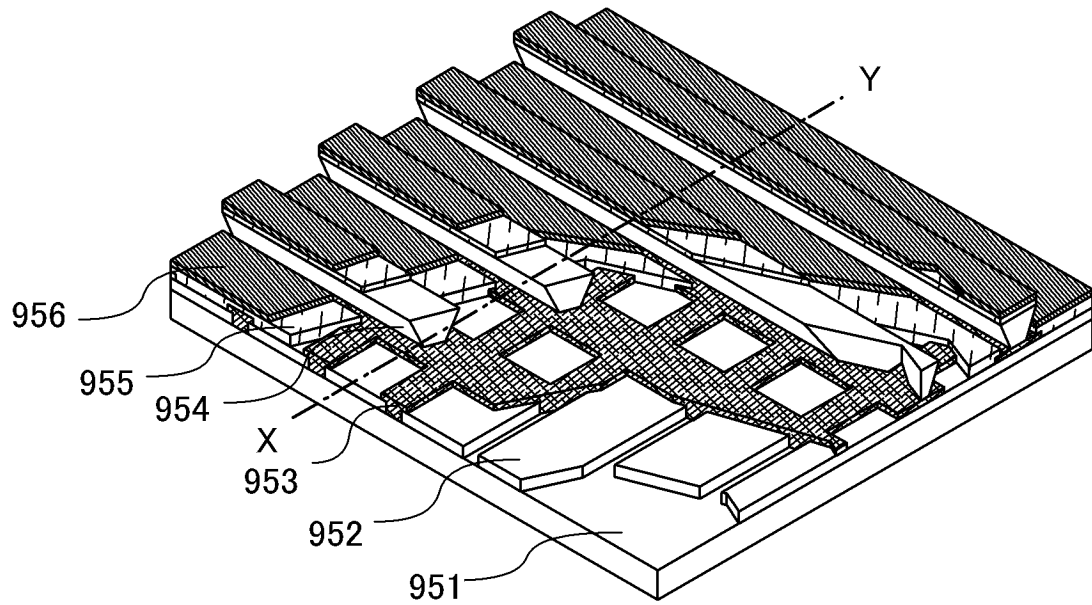


图 4A

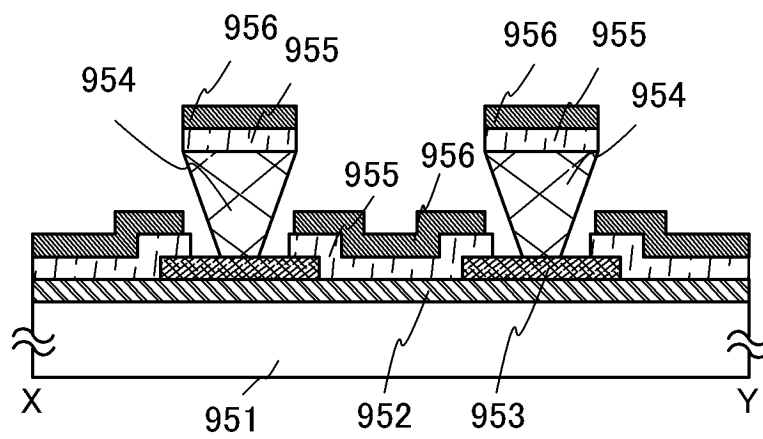


图 4B

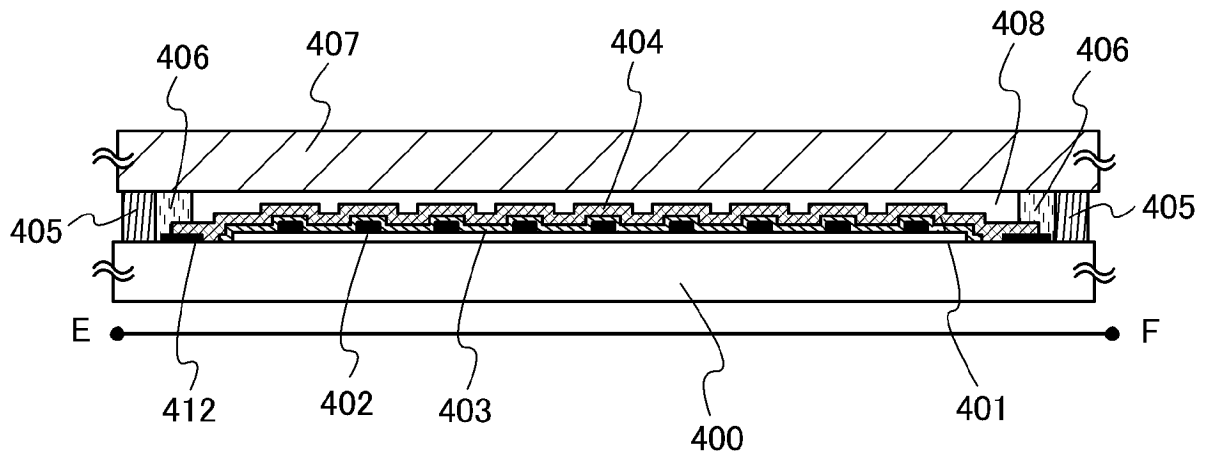


图 5A

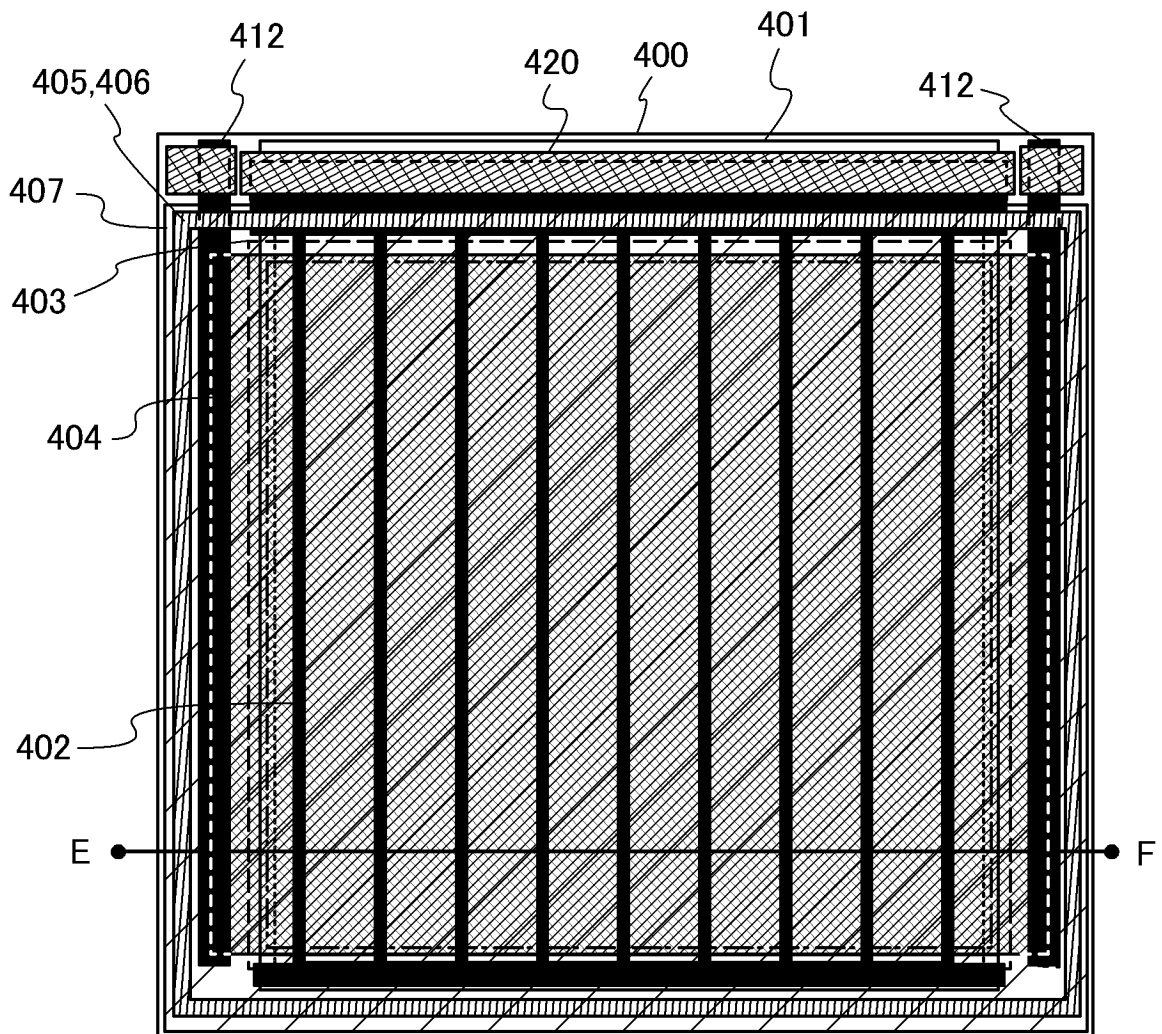


图 5B

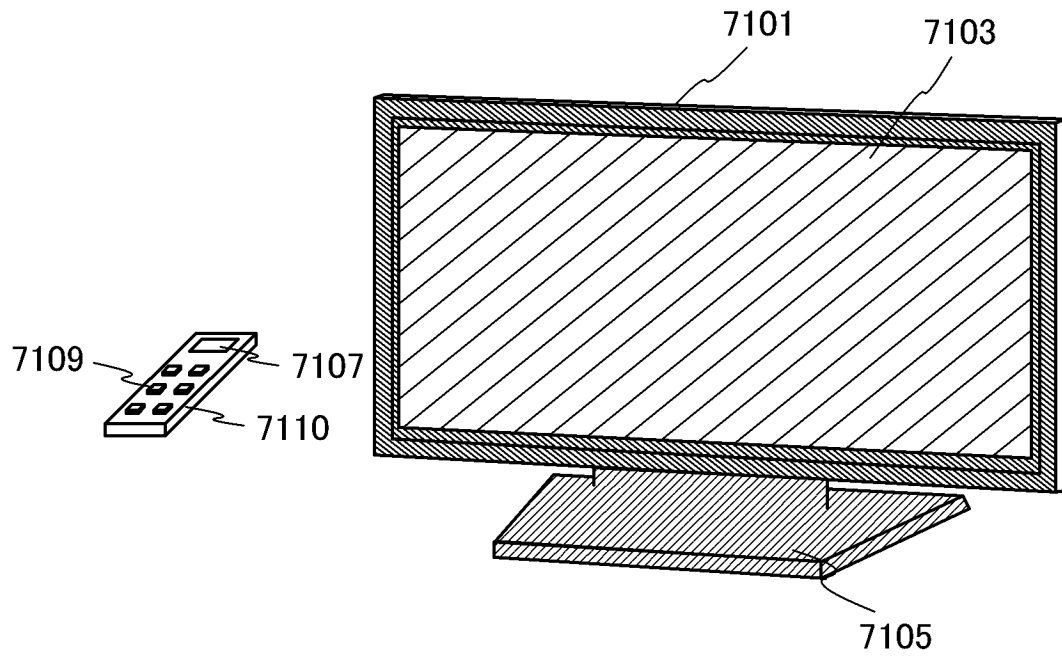


图 6A

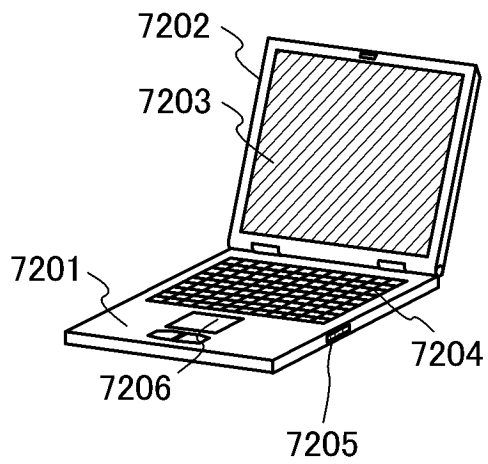


图 6B

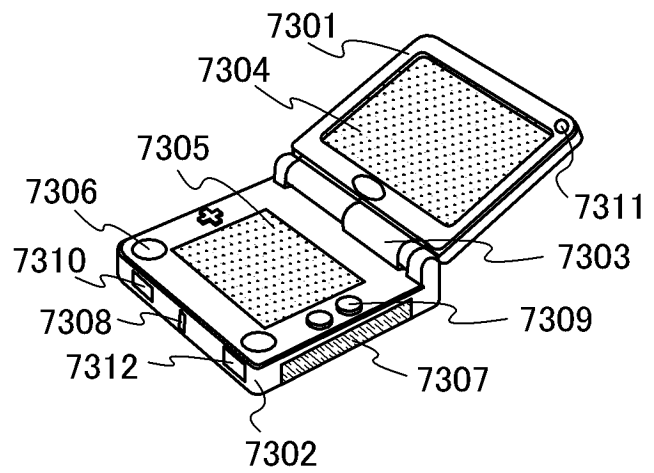


图 6C

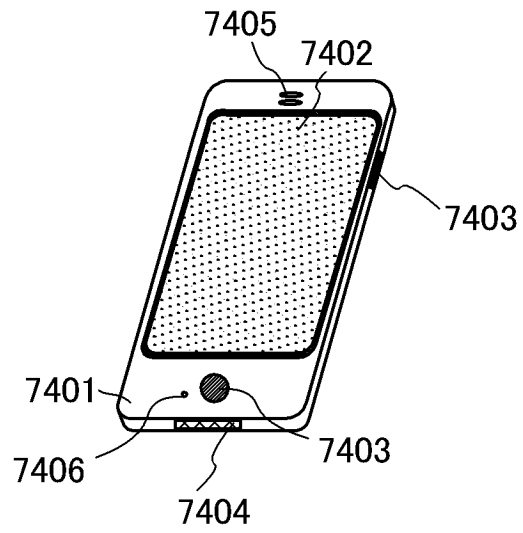


图 6D

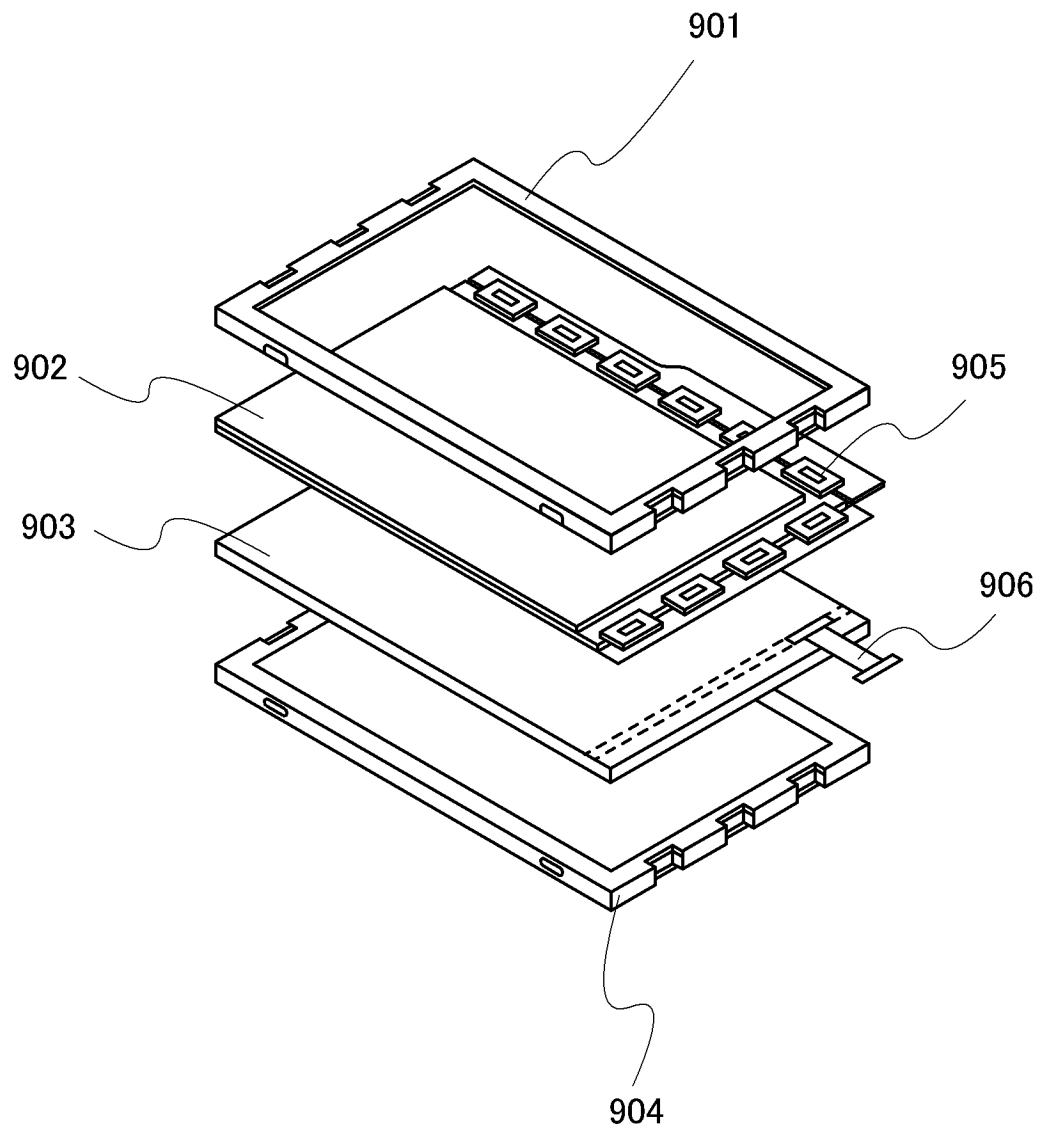


图 7

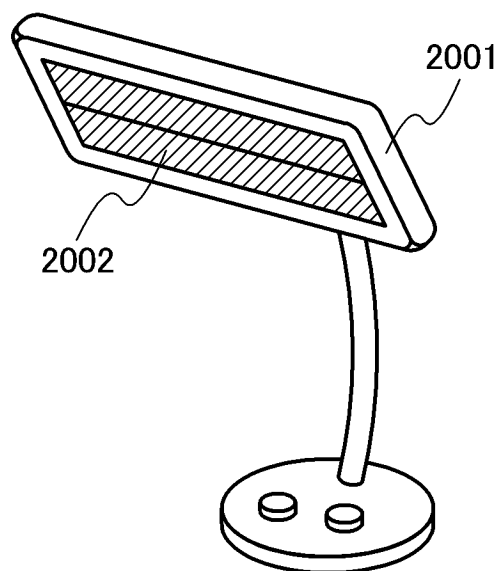


图 8

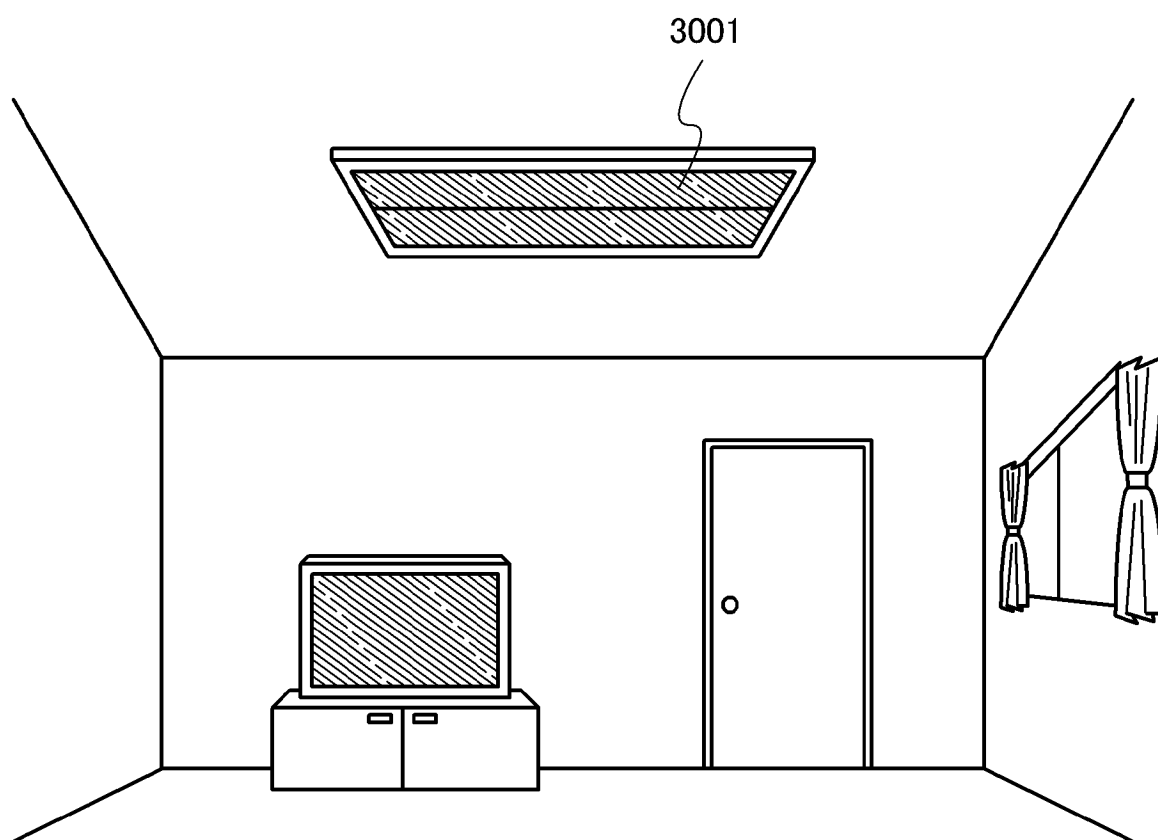


图 9

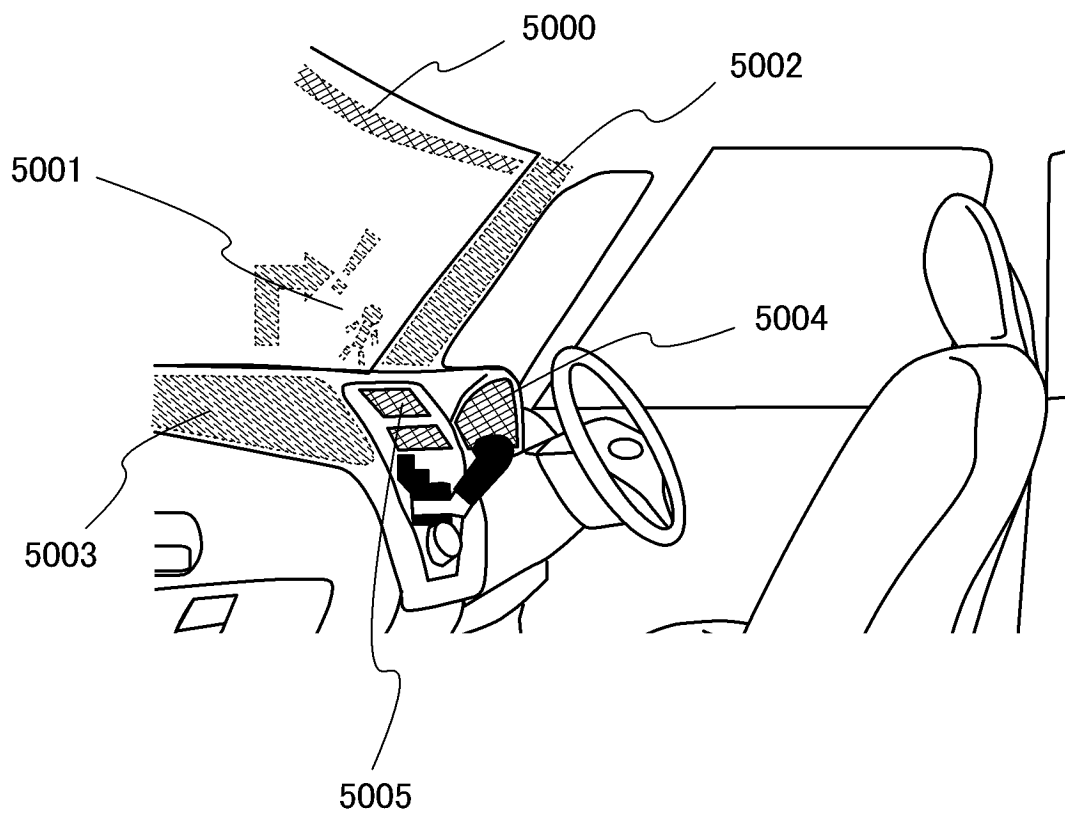


图 10

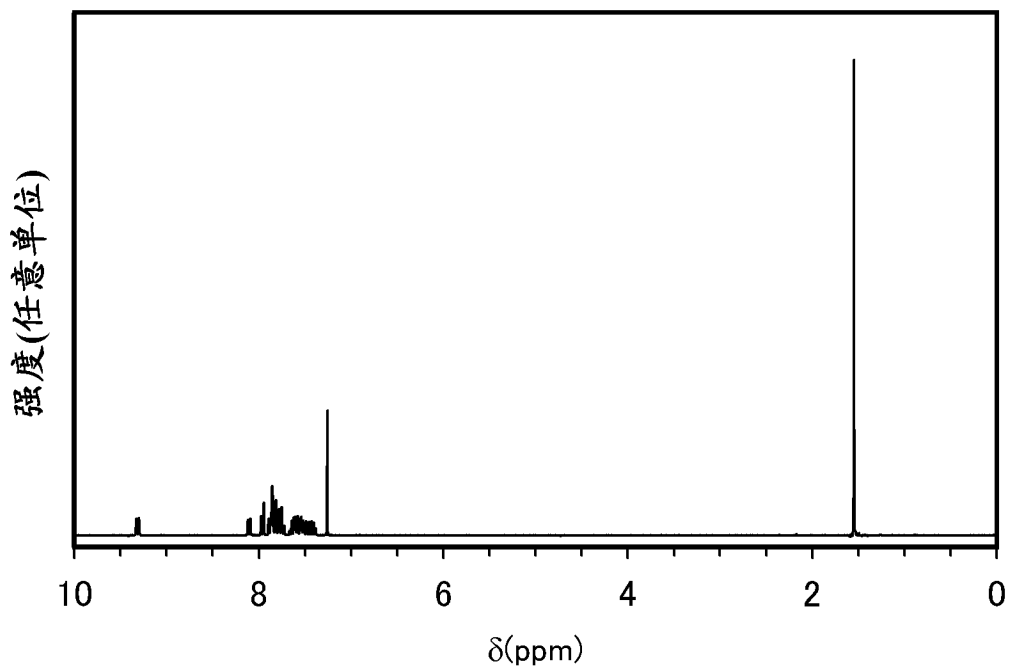


图 11A

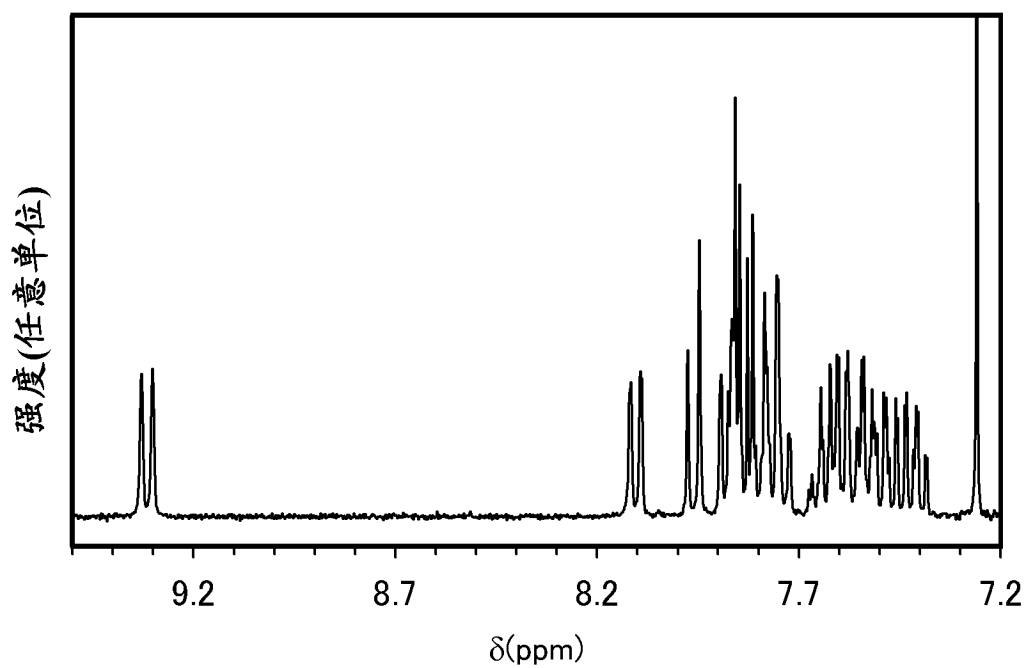


图 11B

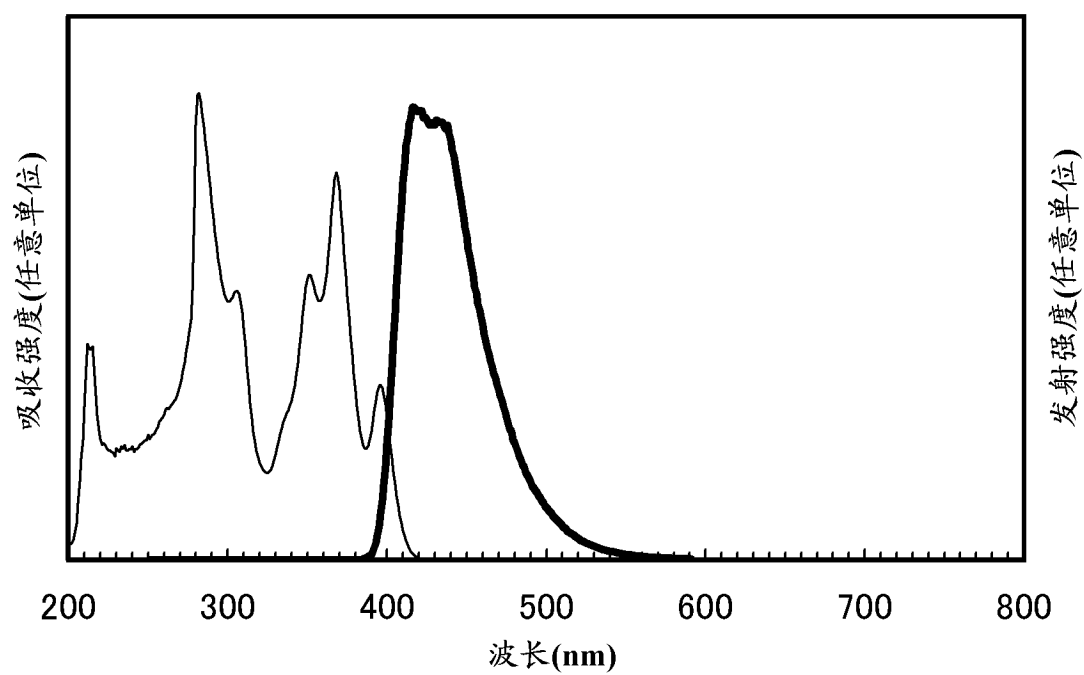


图 12A

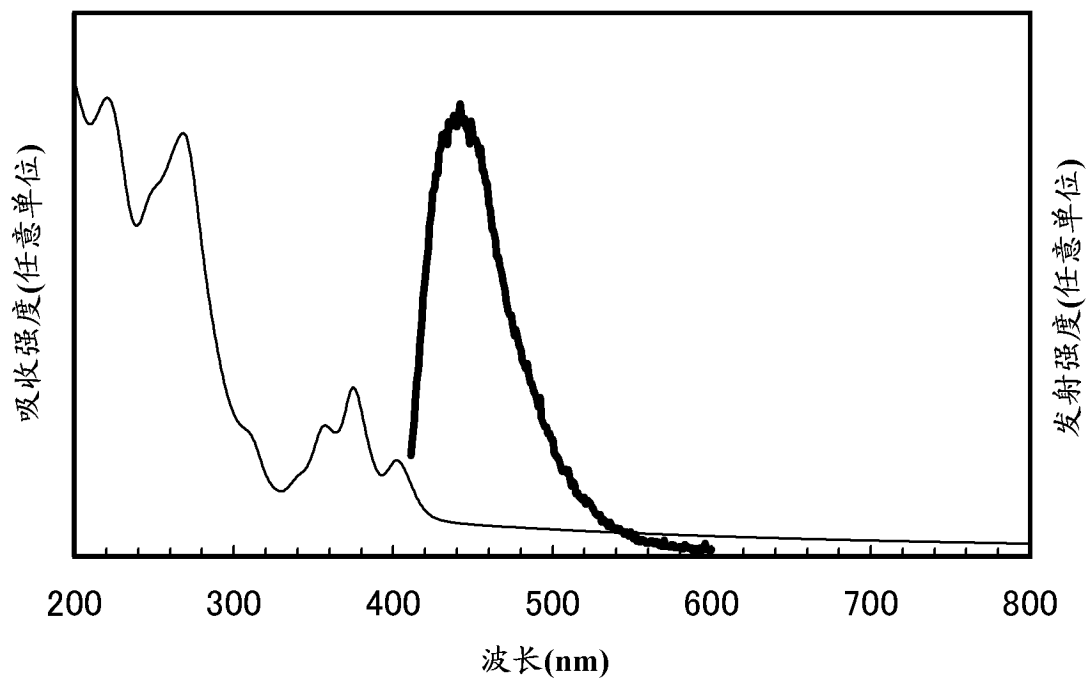


图 12B

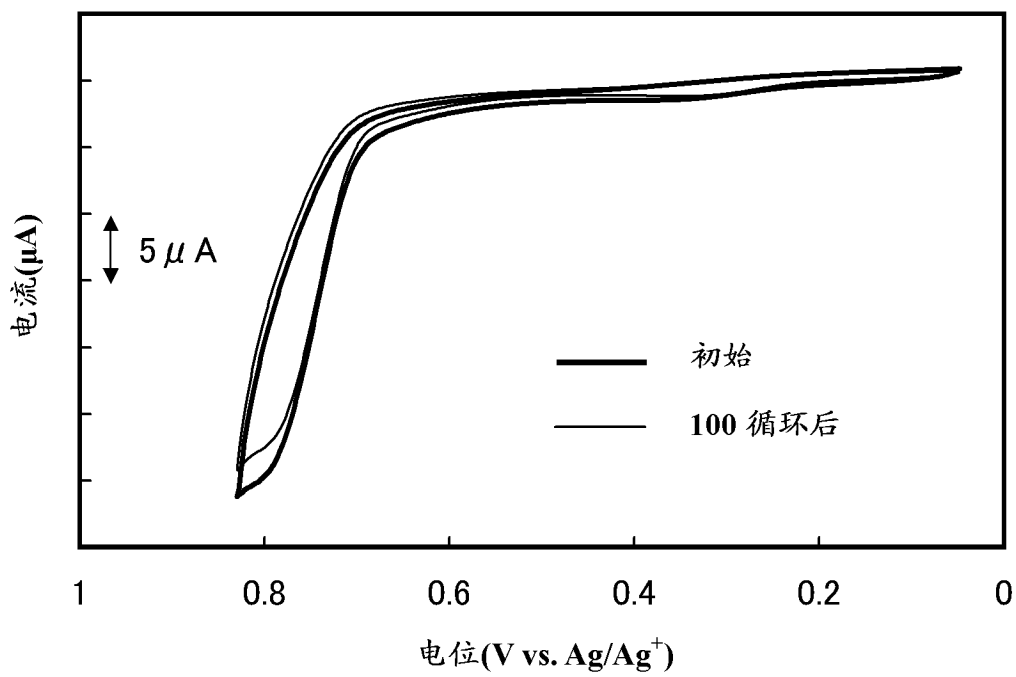


图 13A

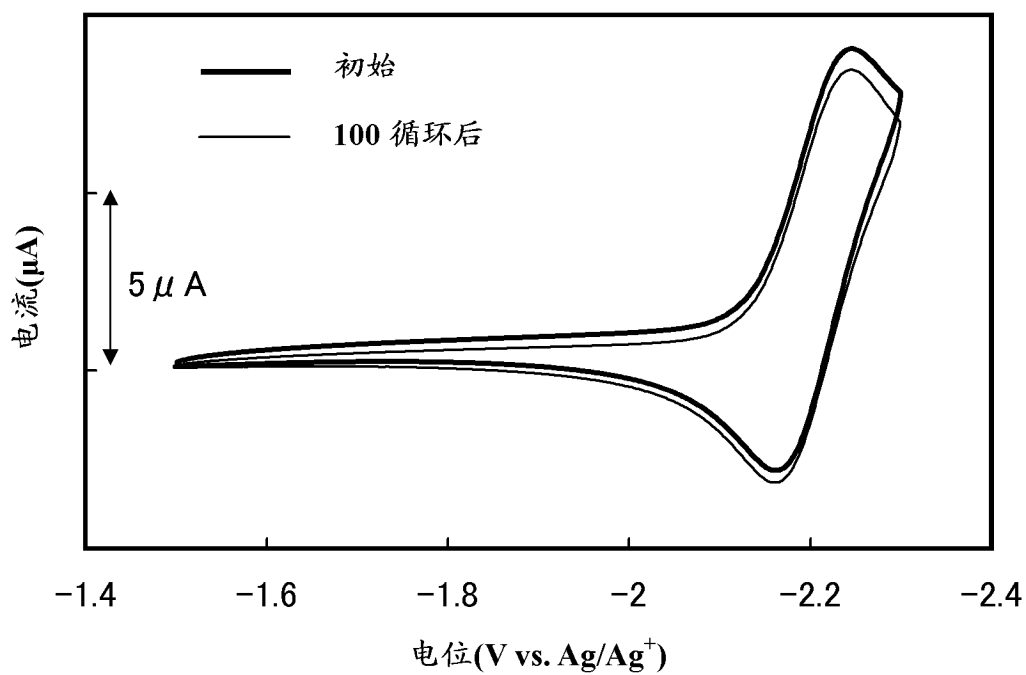


图 13B

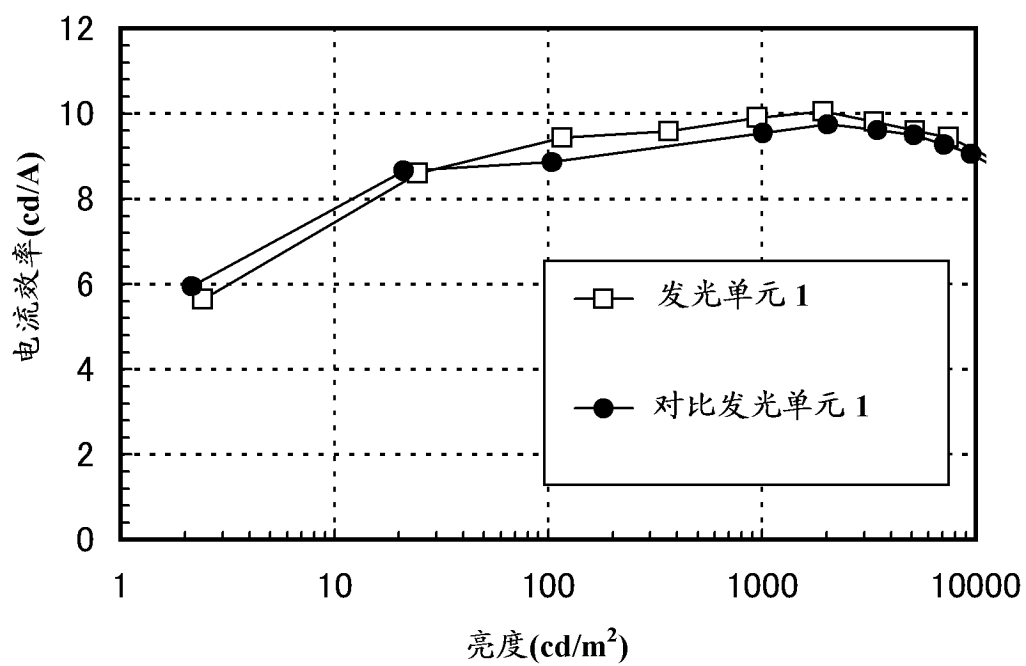


图 14

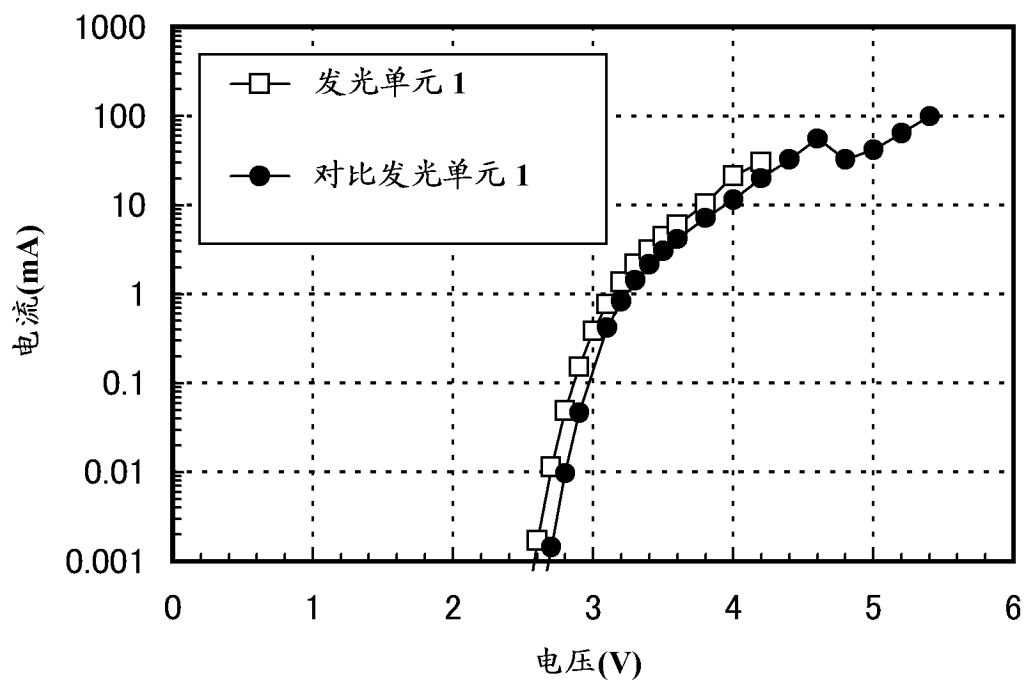


图 15

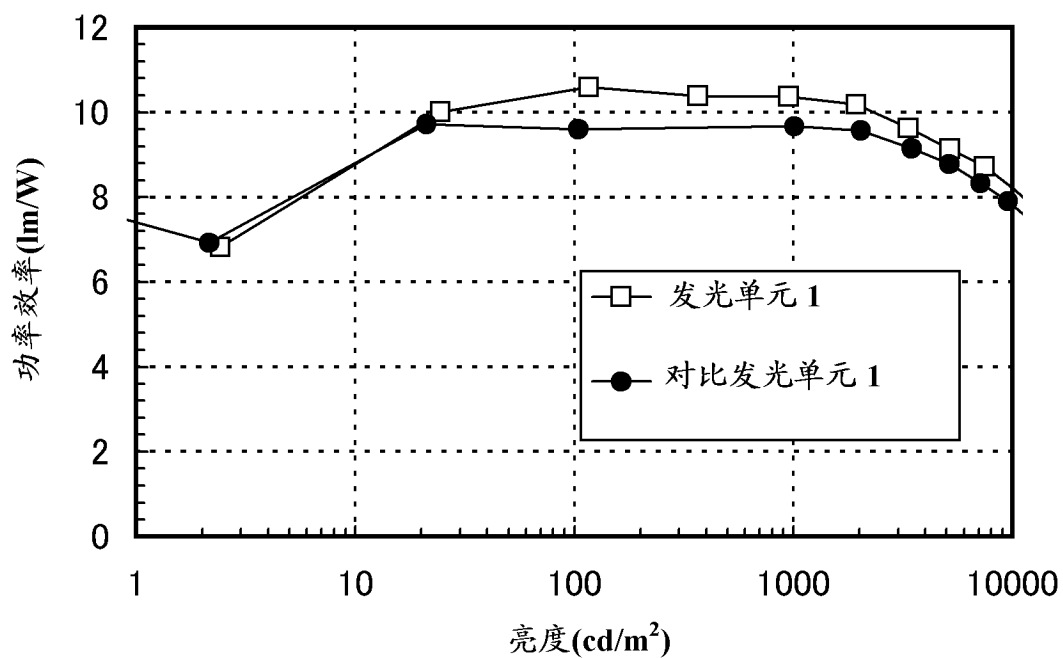


图 16

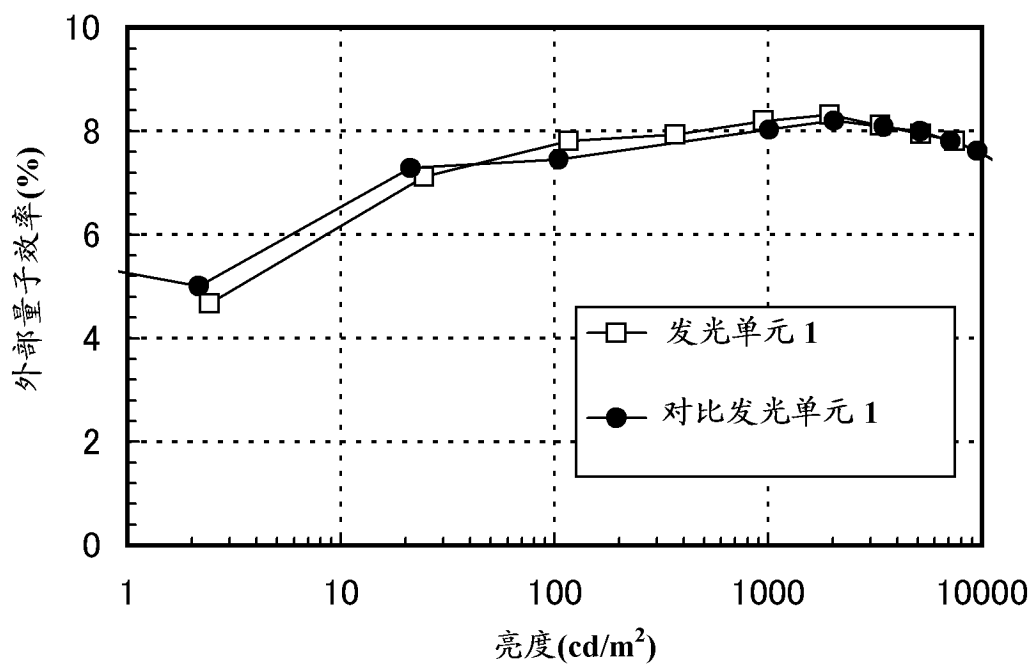


图 17

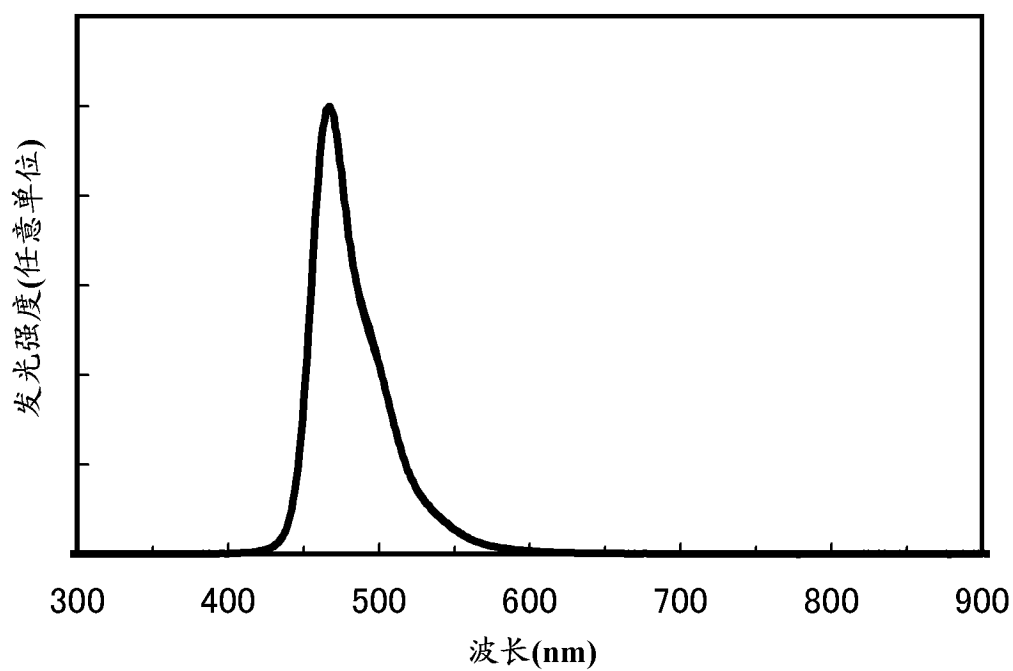


图 18

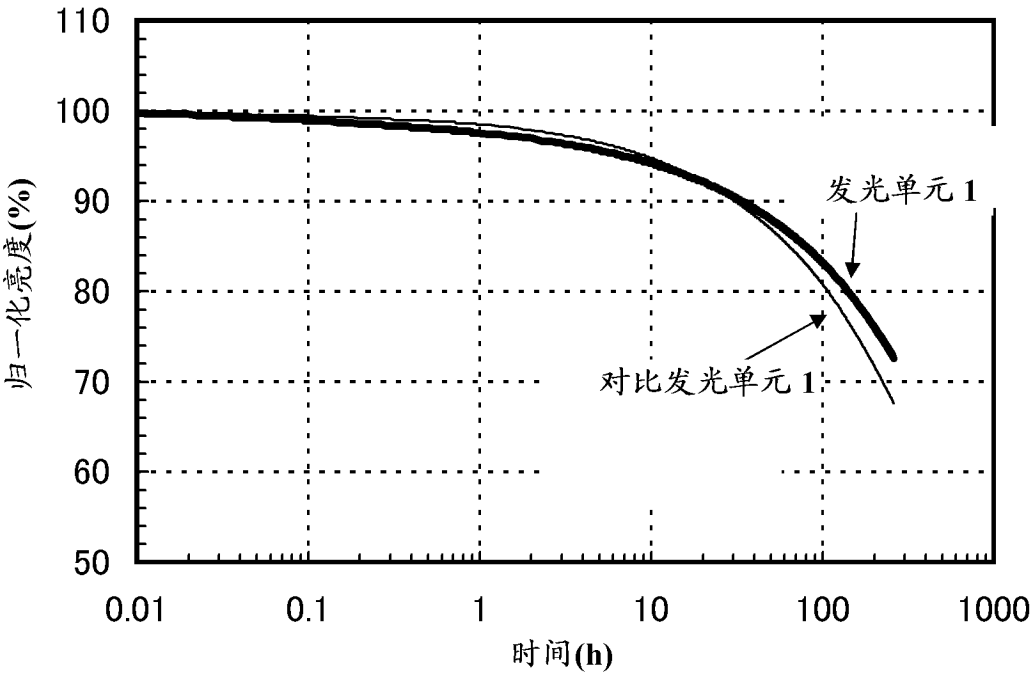


图 19

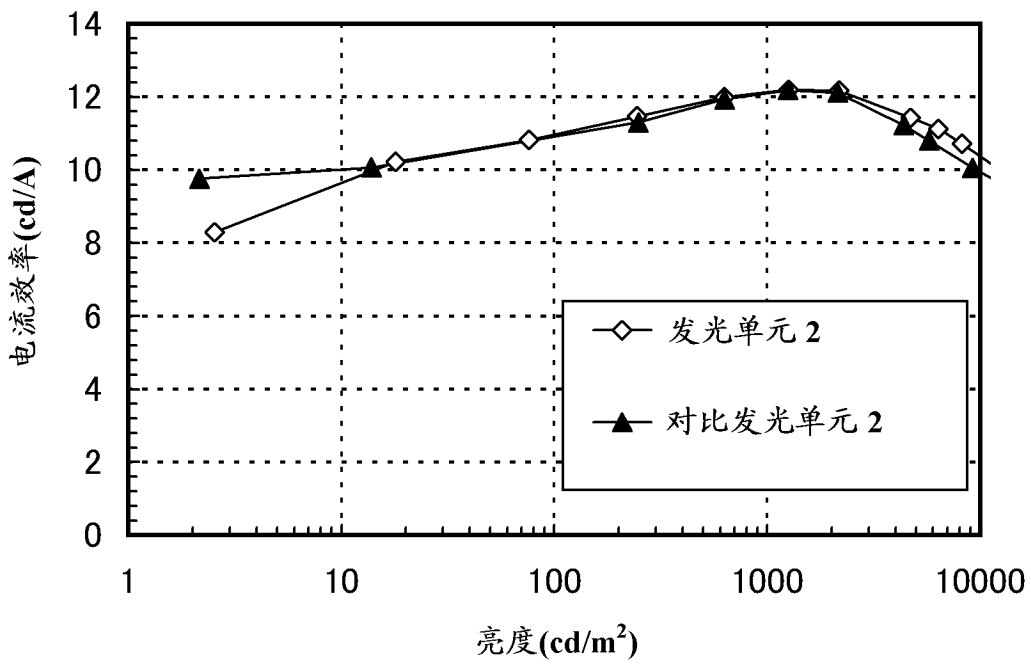


图 20

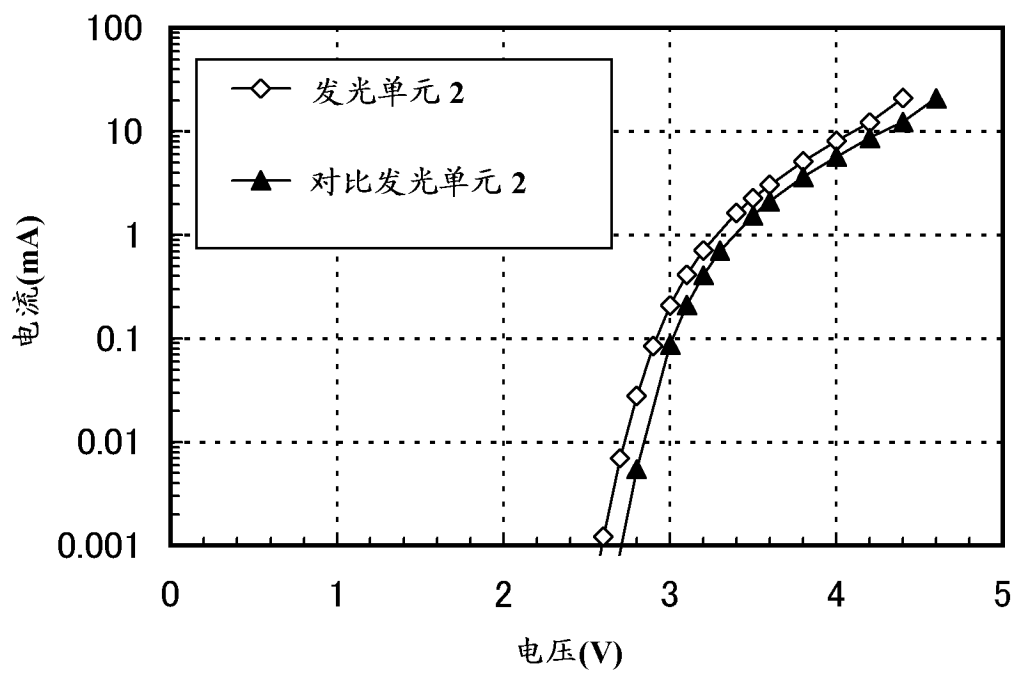


图 21

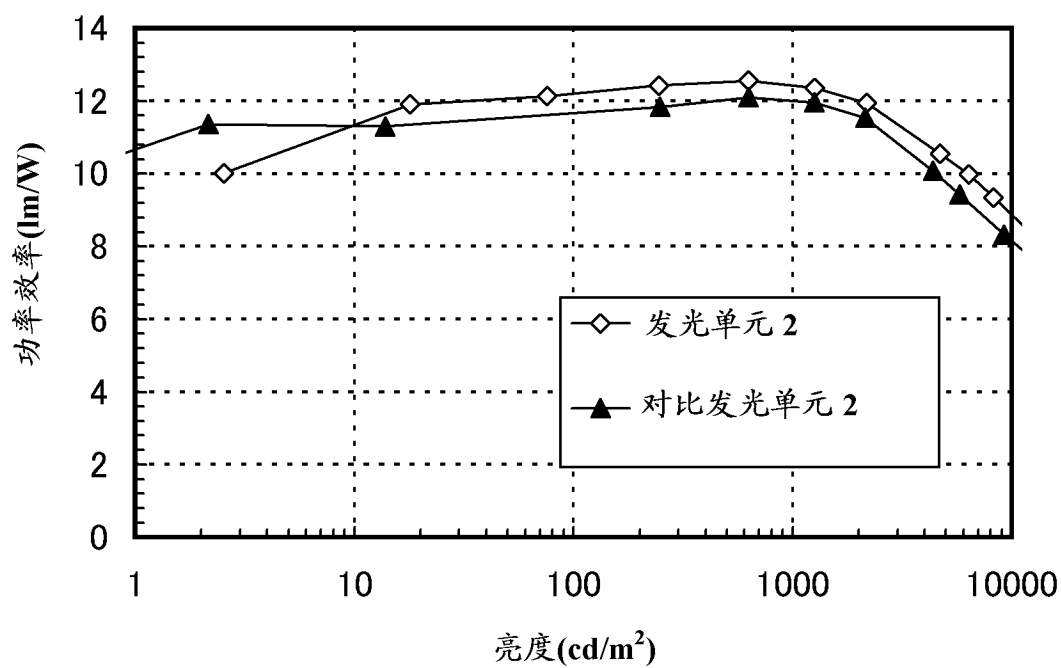


图 22

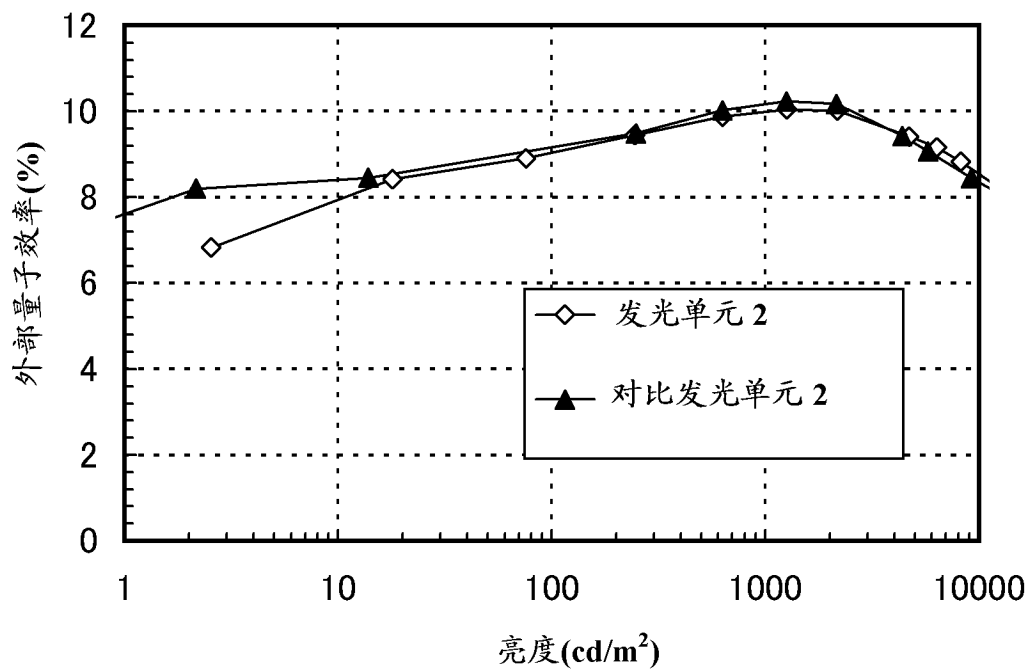


图 23

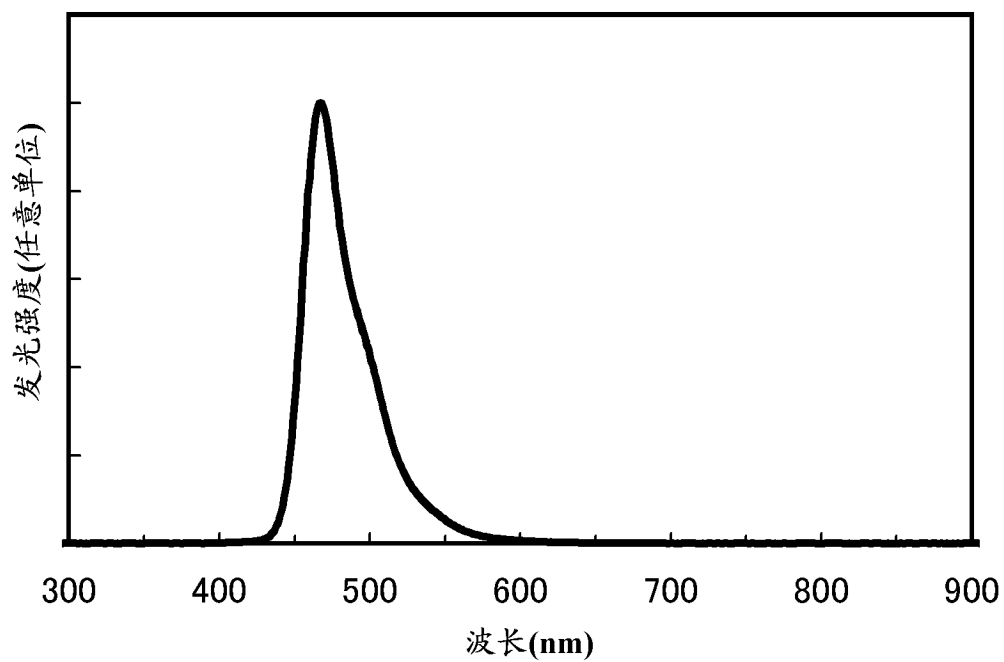


图 24

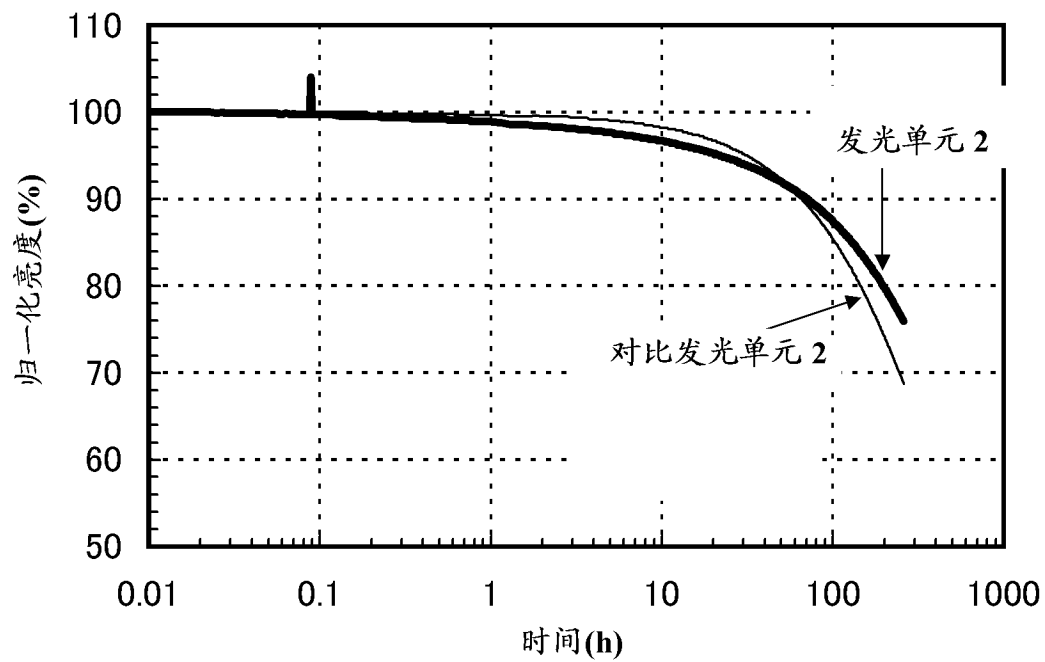


图 25

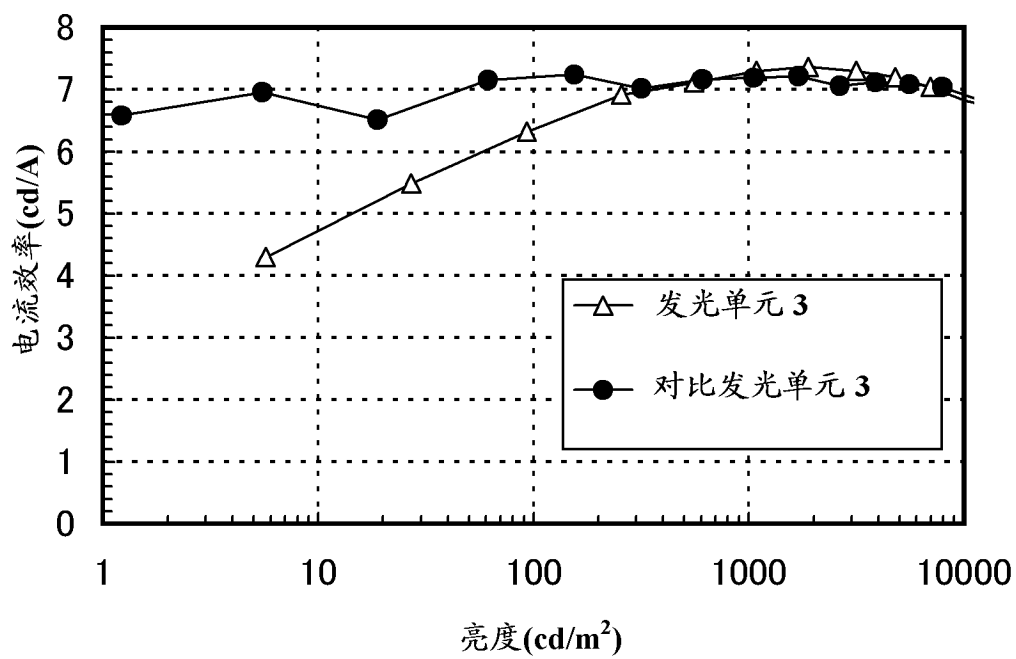


图 26

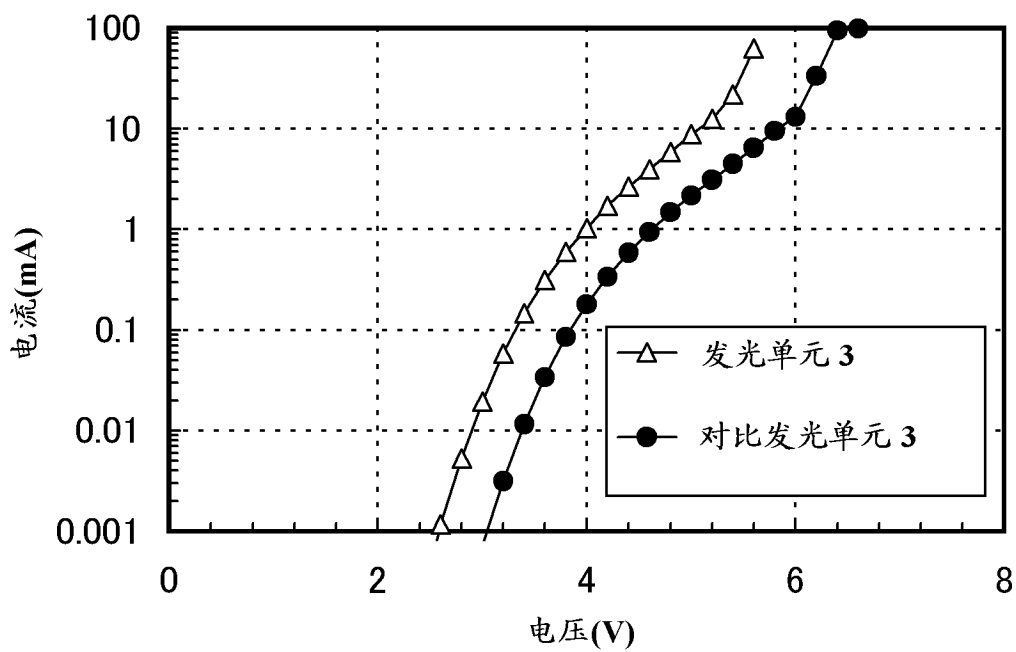


图 27

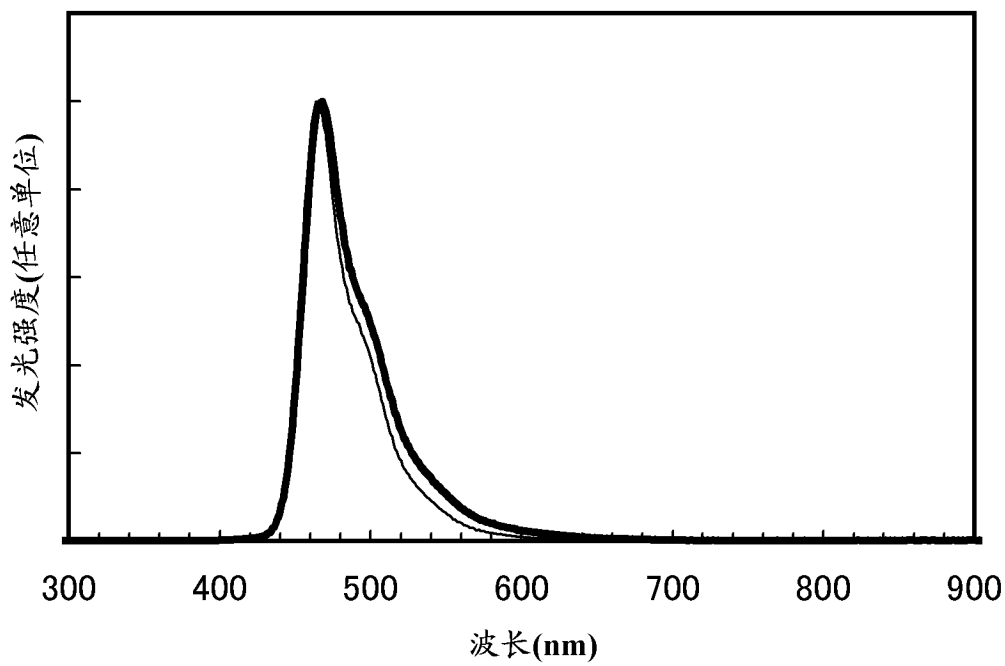


图 28

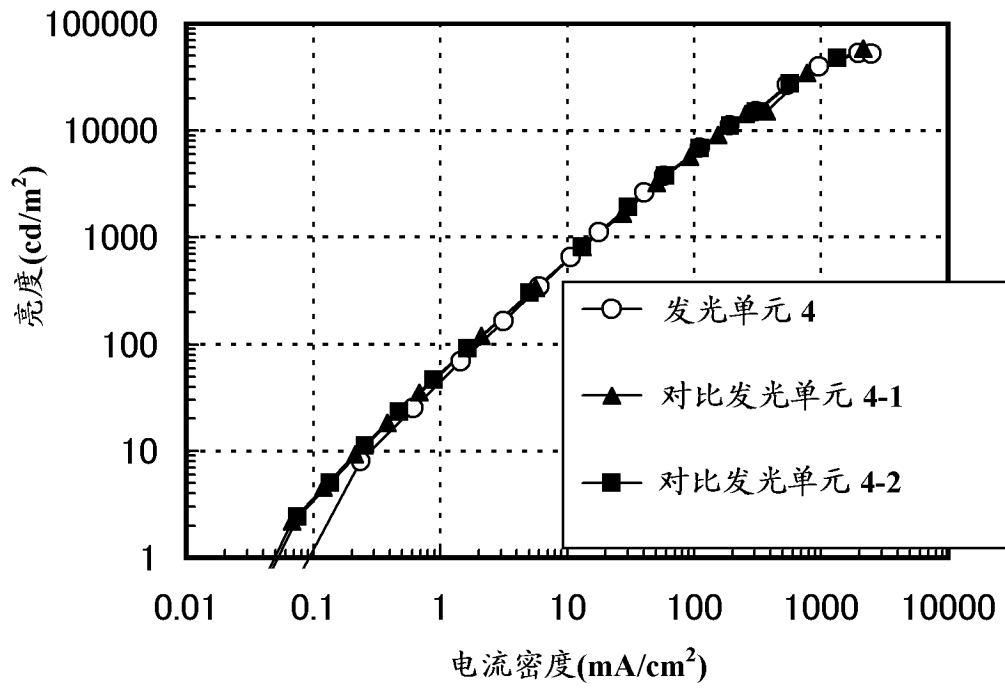


图 29

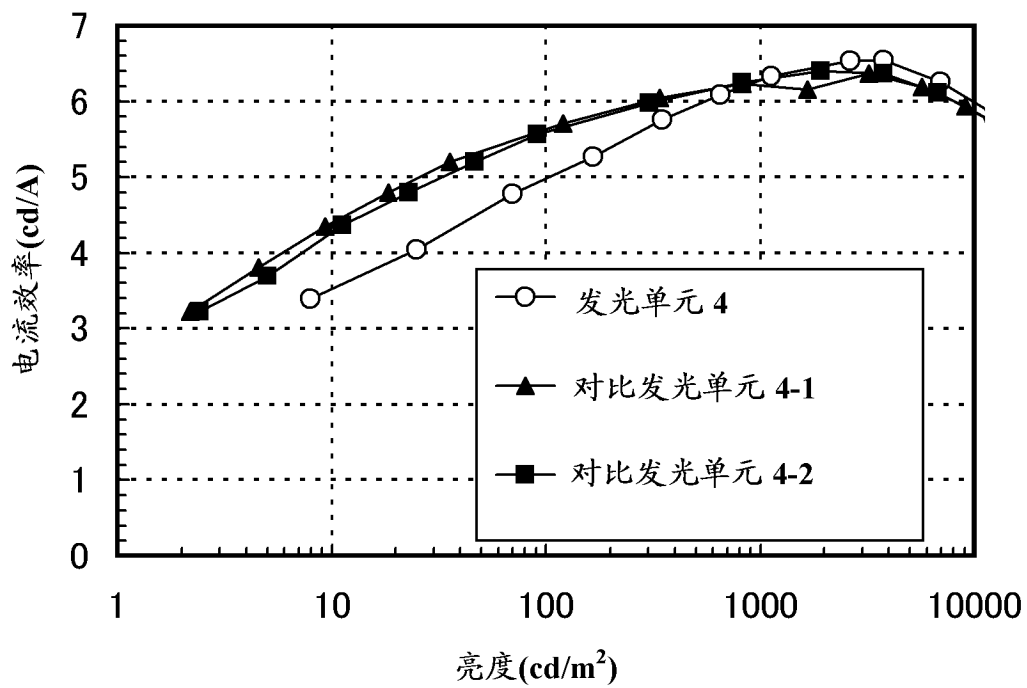


图 30

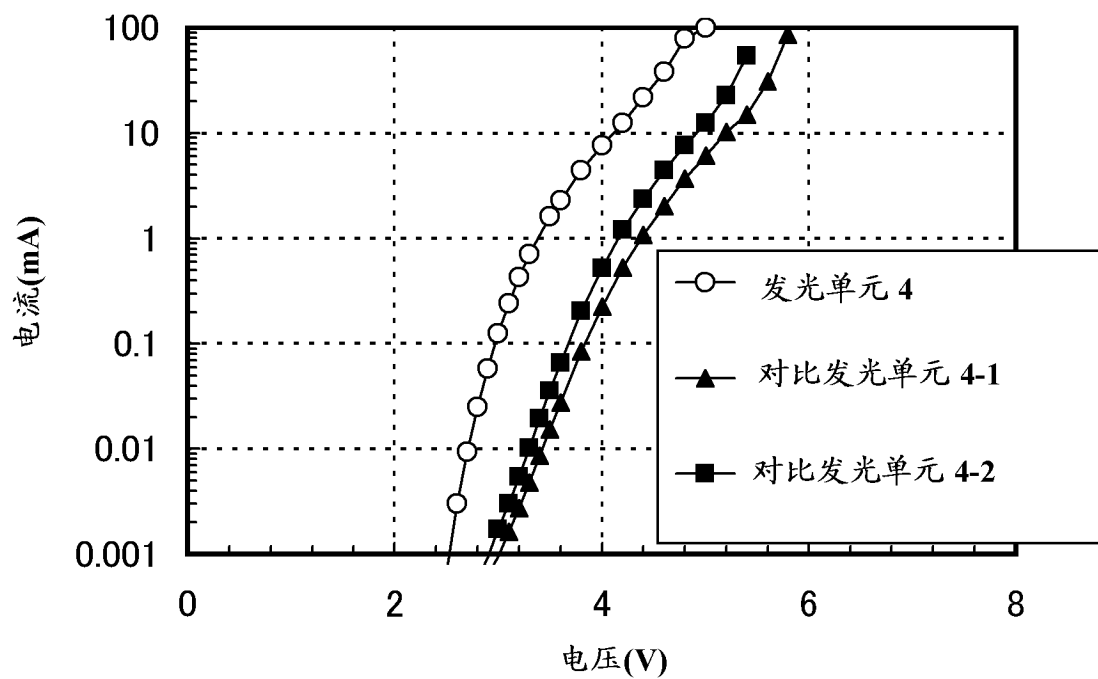


图 31

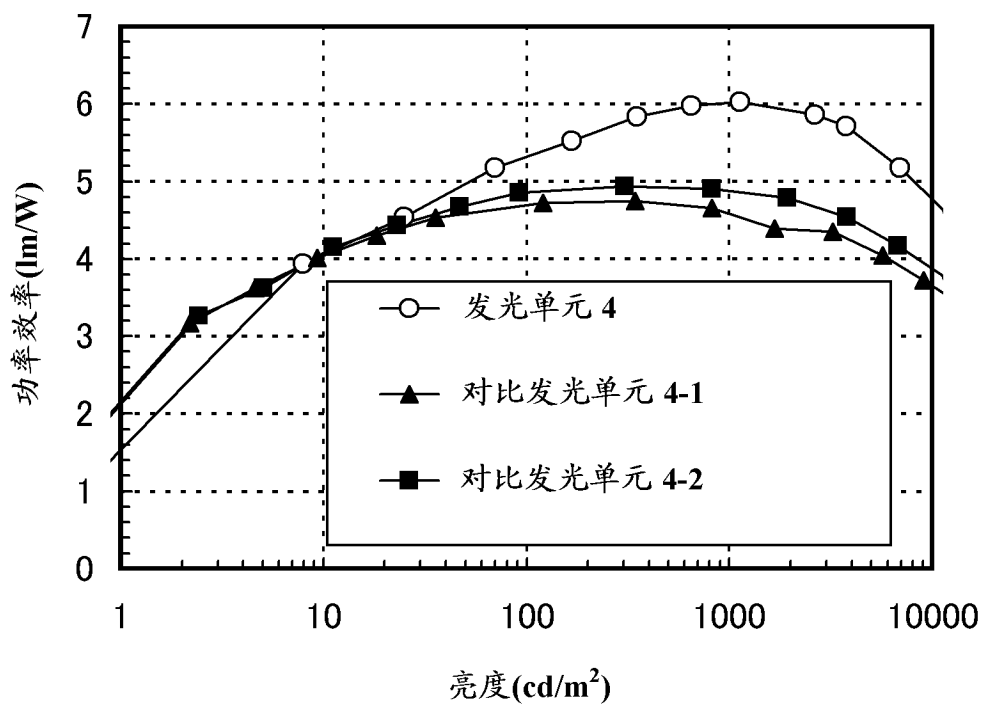


图 32

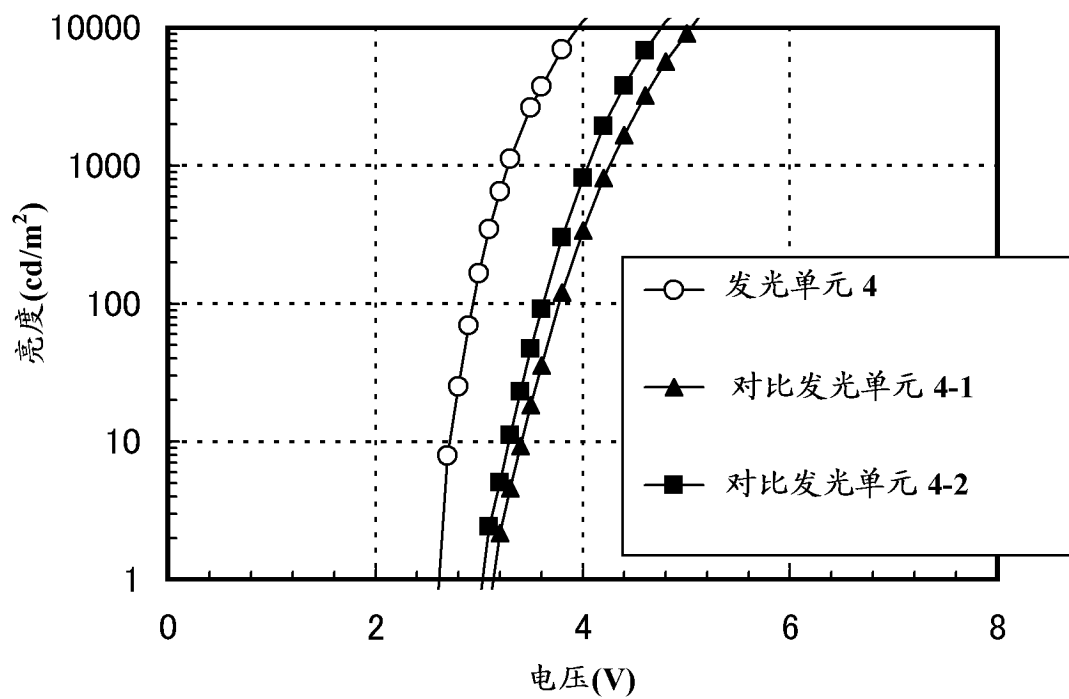


图 33

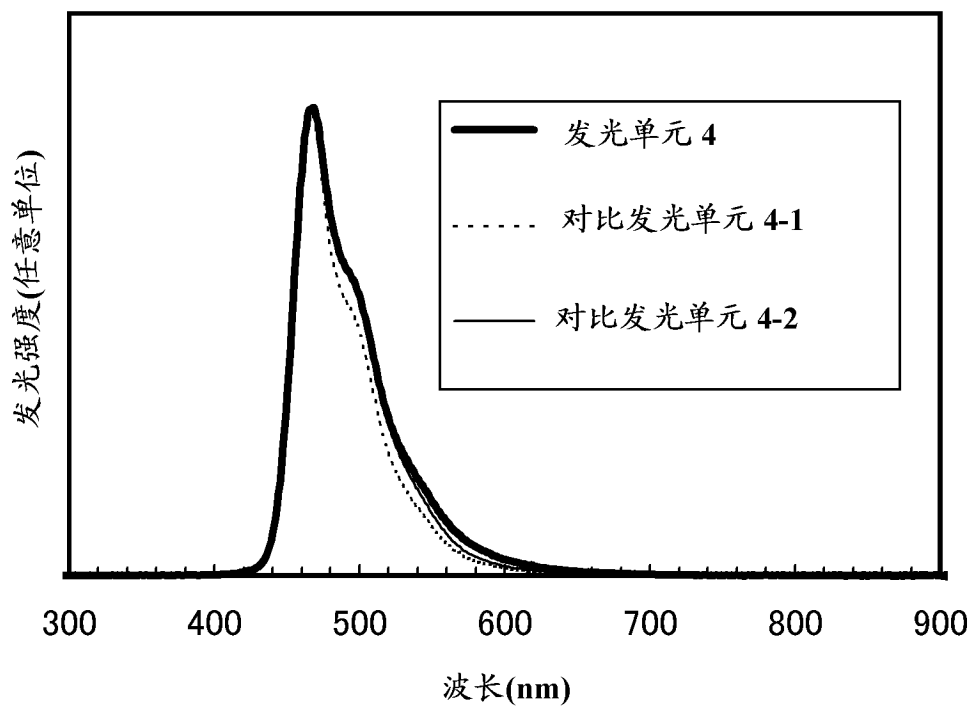


图 34

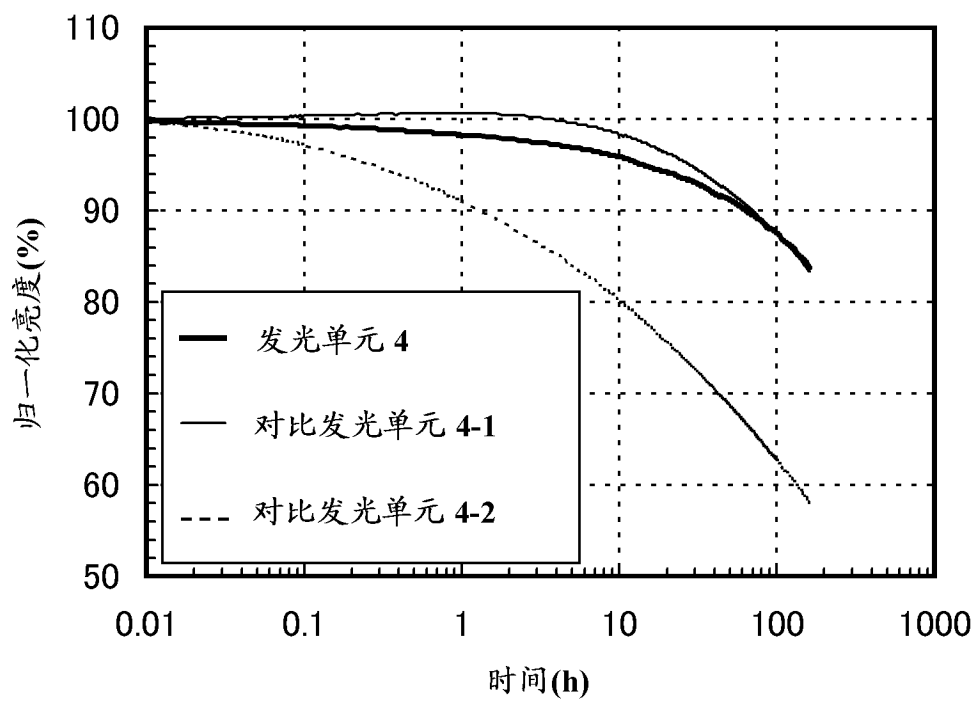


图 35