



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114716396 A

(43) 申请公布日 2022.07.08

(21) 申请号 202210381784.1

H01L 51/54 (2006.01)

(22) 申请日 2016.08.05

H01L 51/50 (2006.01)

(30) 优先权数据

2015-157575 2015.08.07 JP

(62) 分案原申请数据

201610637725.0 2016.08.05

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 萩田香 川上祥子 铃木恒德

桥本直明 滝田悠介 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

专利代理人 刘多益 樊云飞

(51) Int.Cl.

C07D 307/77 (2006.01)

权利要求书4页 说明书82页 附图32页

(54) 发明名称

用于空穴传输层的材料

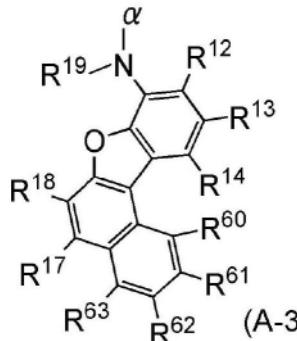
(57) 摘要

本发明的用于空穴传输层的材料为以芴骨架为中心骨架键合有两个具有苯并萘并呋喃基胺骨架的基的用于空穴传输层的材料。该材料能够实现良好蓝色发光。另外，该材料的空穴传输性高。

1. 一种用于空穴传输层的材料, 其由通式 (G1) 表示,

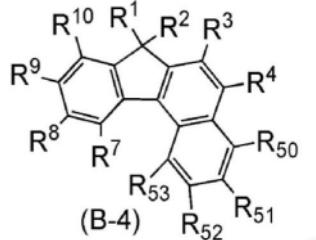
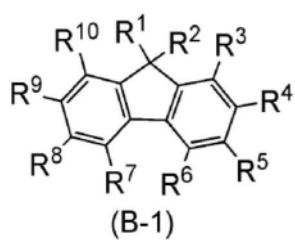


其中在所述通式 (G1) 中, A^1 和 A^2 分别独立地表示通式 (A-3), 该通式 (A-3) 的键合位置为 α , B 表示通式 (B-1) 或 (B-4),



式中, R^{12} 至 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{60} 至 R^{63} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或无取代的碳数为 3 至 6 的环烷基、取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为 1 至 6 的卤代烷基中的任何一个,

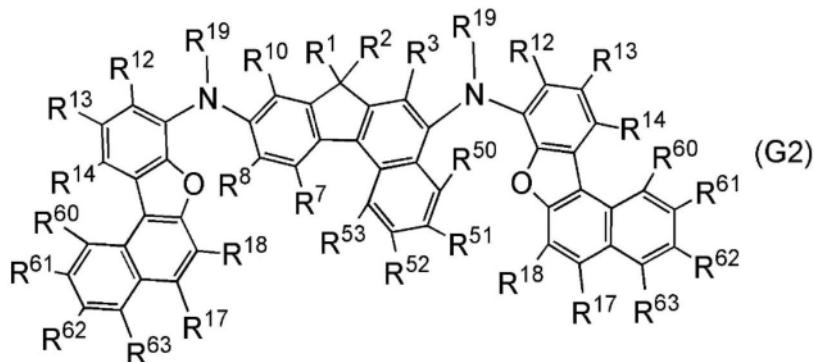
并且, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基,



式中, R^4 和 R^9 分别独立地为 A^1 和 A^2 ,

并且, R^1 至 R^3 、 R^5 至 R^8 、 R^{10} 以及 R^{50} 至 R^{53} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或无取代的碳数为 3 至 6 的环烷基、取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为 1 至 6 的卤代烷基中的任何一个。

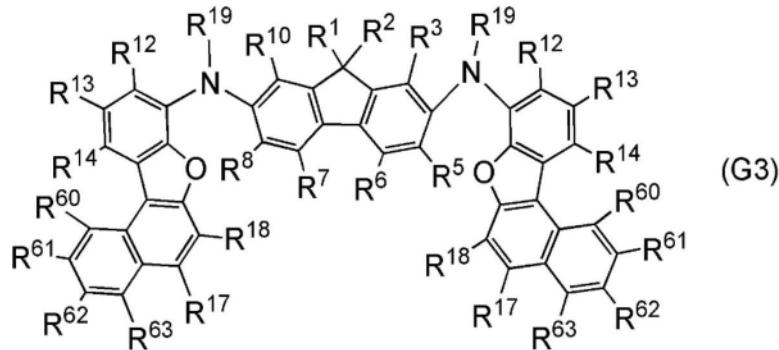
2. 根据权利要求 1 所述的用于空穴传输层的材料, 其中, 所述材料由通式 (G2) 表示,



式中, R^1 、 R^2 、 R^{18} 以及 R^{19} 分别独立地表示取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基,

并且, R^3 、 R^7 、 R^8 、 R^{10} 、 R^{12} 至 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{50} 至 R^{53} 以及 R^{60} 至 R^{63} 分别独立地表示氢。

3. 根据权利要求1所述的用于空穴传输层的材料,其中,所述材料由通式(G3)表示,

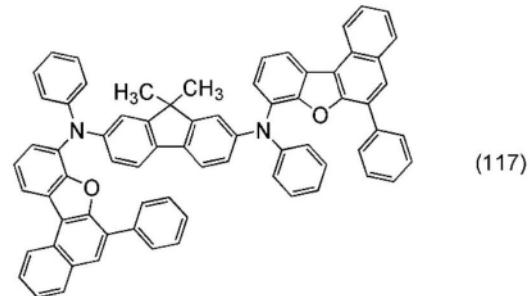
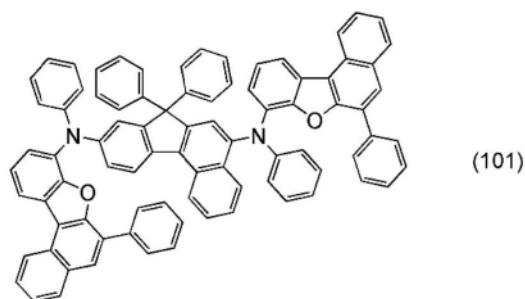


式中,R¹和R²分别独立地表示取代或无取代的碳数为1至6的烷基,

R¹⁸和R¹⁹分别独立地表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基,

并且,R³、R⁵至R⁸、R¹⁰、R¹²至R¹⁴、R¹⁷、R¹⁸以及R⁶⁰至R⁶³分别独立地表示氢。

4. 根据权利要求1所述的用于空穴传输层的材料,其中,所述材料由结构式(101)或结构式(117)表示,



5. 一种发光元件,包括:

第一电极;

第二电极;以及

所述第一电极与所述第二电极之间的有机化合物层,

其中所述有机化合物层包括空穴传输层,

并且,所述空穴传输层包含权利要求1所述的用于空穴传输层的材料。

6. 一种发光装置,包括:

权利要求5所述的发光元件;以及

晶体管和衬底中的至少一种。

7. 一种发光元件,包括:

第一电极;

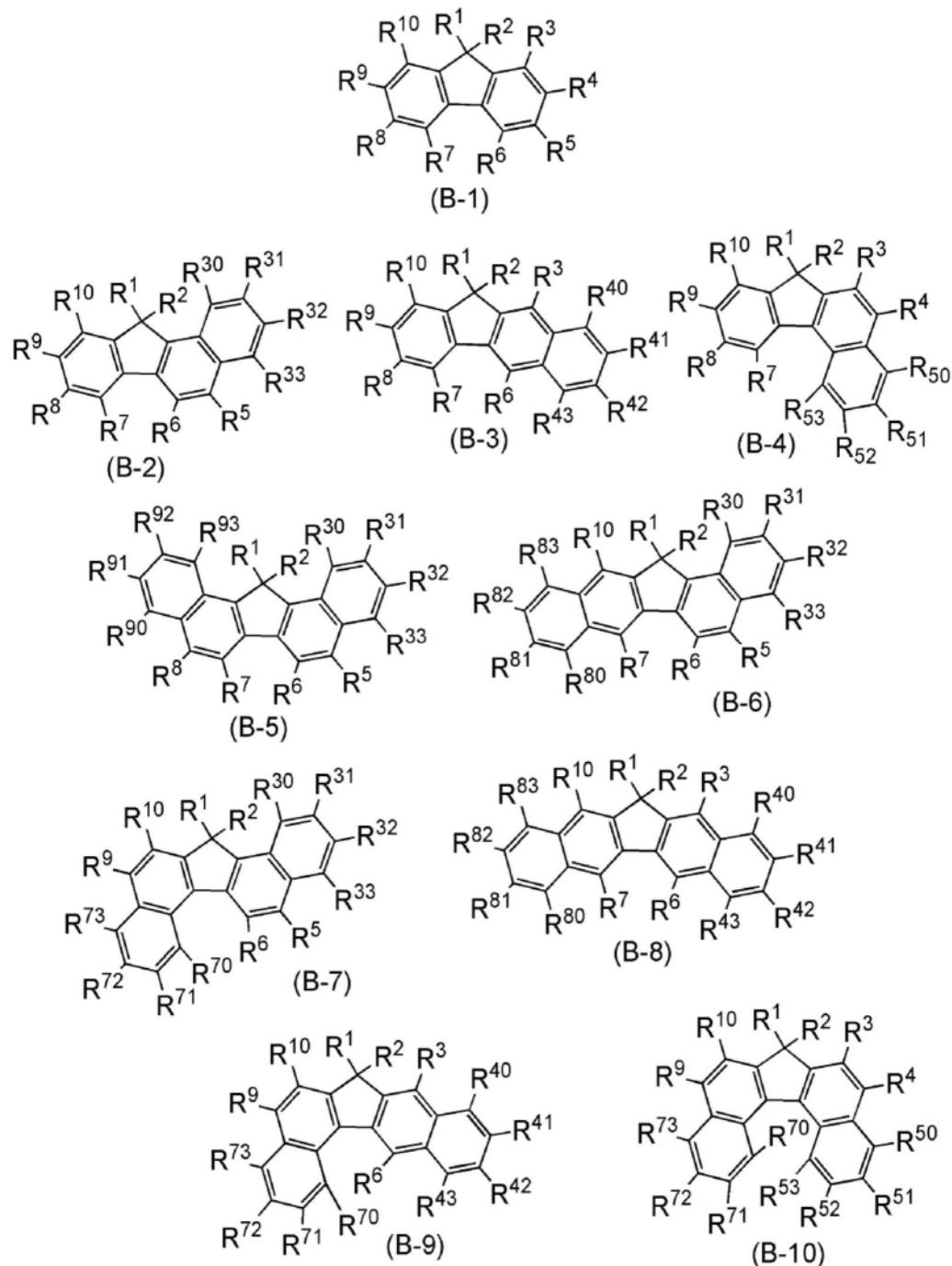
第二电极;

所述第一电极与所述第二电极之间的空穴传输层;以及

包含磷光物质的发光层,

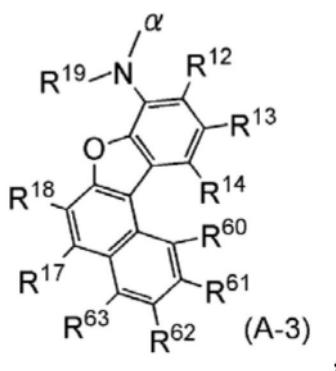
其中所述空穴传输层包含有机化合物,

所述有机化合物由通式(B-1)至(B-10)中任一个表示,



在所述通式 (B-1) 至 (B-10) 中, R^1 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或无取代的碳数为 3 至 6 的环烷基、取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷氧基、氨基、卤素以及取代或无取代的碳数为 1 至 6 的卤代烷基中的任何一个，

在所述通式 (B-1) 至 (B-10) 的每一个中, R^3 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 中的至少一个是由通式 (A-3) 表示的基, 该基的键合位置为 α ，



在所述通式(A-3)中, R¹²至R¹⁴、R¹⁷、R¹⁸以及R⁶⁰至R⁶³分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个,

并且, R¹⁹表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

8. 一种发光装置, 包括:

权利要求7所述的发光元件; 以及
晶体管和衬底中的至少一种。

9. 一种电子设备, 包括:

权利要求8所述的发光装置; 以及
传感器、操作按钮、扬声器以及麦克风中的至少一种。

10. 一种照明装置, 包括:

权利要求8所述的发光装置; 以及
框体。

11. 根据权利要求7所述的发光元件, 其中, 所述有机化合物由通式(B-1)或(B-4)表示。

12. 根据权利要求7所述的发光元件, 其中, 所述磷光物质在440nm至520nm具有发光的峰值。

13. 根据权利要求7所述的发光元件, 其中, 所述磷光物质在500nm至600nm具有发光的峰值。

14. 根据权利要求7所述的发光元件, 其中, 所述磷光物质在600nm至700nm具有发光的峰值。

用于空穴传输层的材料

本申请是国家申请号为201610637725.0的标题为“有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备以及照明装置”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种有机化合物及使用该有机化合物的发光元件、显示模块、照明模块、显示装置、发光装置、电子设备及照明装置。注意，本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。或者，本发明的一个方式涉及一种程序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或者组合物(composition of matter)。因此，更具体地，作为本说明书所公开的本发明的一个方式的技术领域的例子，可以举出半导体装置、显示装置、液晶显示装置、发光装置、照明装置、蓄电装置、存储装置、它们的驱动方法以及它们的制造方法。

背景技术

[0002] 由于具有薄型轻量、对输入信号的高速响应性以及低耗电量等潜能，已开发并发表了包括使用有机化合物或有机金属配合物作为发光物质的发光元件(有机EL元件)的下一代的照明装置或显示装置。

[0003] 在有机EL元件中，通过将发光层夹在电极之间而施加电压，从电极注入的电子及空穴重新结合而使发光物质成为激发态，并且当该激发态回到基底态时发光。发光物质的发射光谱是该发光物质特有的，并且通过使用不同种类的发光物质，可以得到呈现各种颜色的发光的发光元件。

[0004] 使用上述有机EL元件的显示器或照明装置适合用于各种电子设备，但是根据用途或要求特性分别选择发光机理或元件结构。例如，当想要得到高效发光时使用磷光元件，当重视可靠性时采用荧光发光。发光机理不同，元件结构或使用材料也不同，发光元件的性能有时会受轨道能级或激发能级的位置关系的左右。由此，有机化合物的种类越多越好。

[0005] 尤其是，对可被用作磷光发光元件的主体材料或传输材料的三重激发态能级高的载流子传输材料或蓝色荧光材料的需求多。

[0006] 在专利文献1中，公开发射良好的蓝色荧光的有机化合物。

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开2005-42636号公报

发明内容

[0008] 本发明的一个方式的目的是：提供一种新颖有机化合物；提供一种能够发射荧光的有机化合物；提供一种能够发射蓝色荧光的有机化合物；提供一种能够发射色度良好的蓝色荧光的有机化合物；提供一种空穴传输性高的有机化合物；提供一种三重激发态能级高的有机化合物；提供一种三重激发态能级高且空穴传输性高的有机化合物。

[0009] 另外，本发明的另一个方式的目的是：提供一种能够发射蓝色荧光的廉价有机化合物；提供一种廉价空穴传输材料；提供一种三重激发态能级高的廉价空穴传输材料。

[0010] 另外,本发明的另一个方式的目的是:提供一种新颖发光元件;提供一种发光效率高的发光元件;分别提供一种耗电量小的显示模块、照明模块、发光装置、显示装置、电子设备以及照明装置。

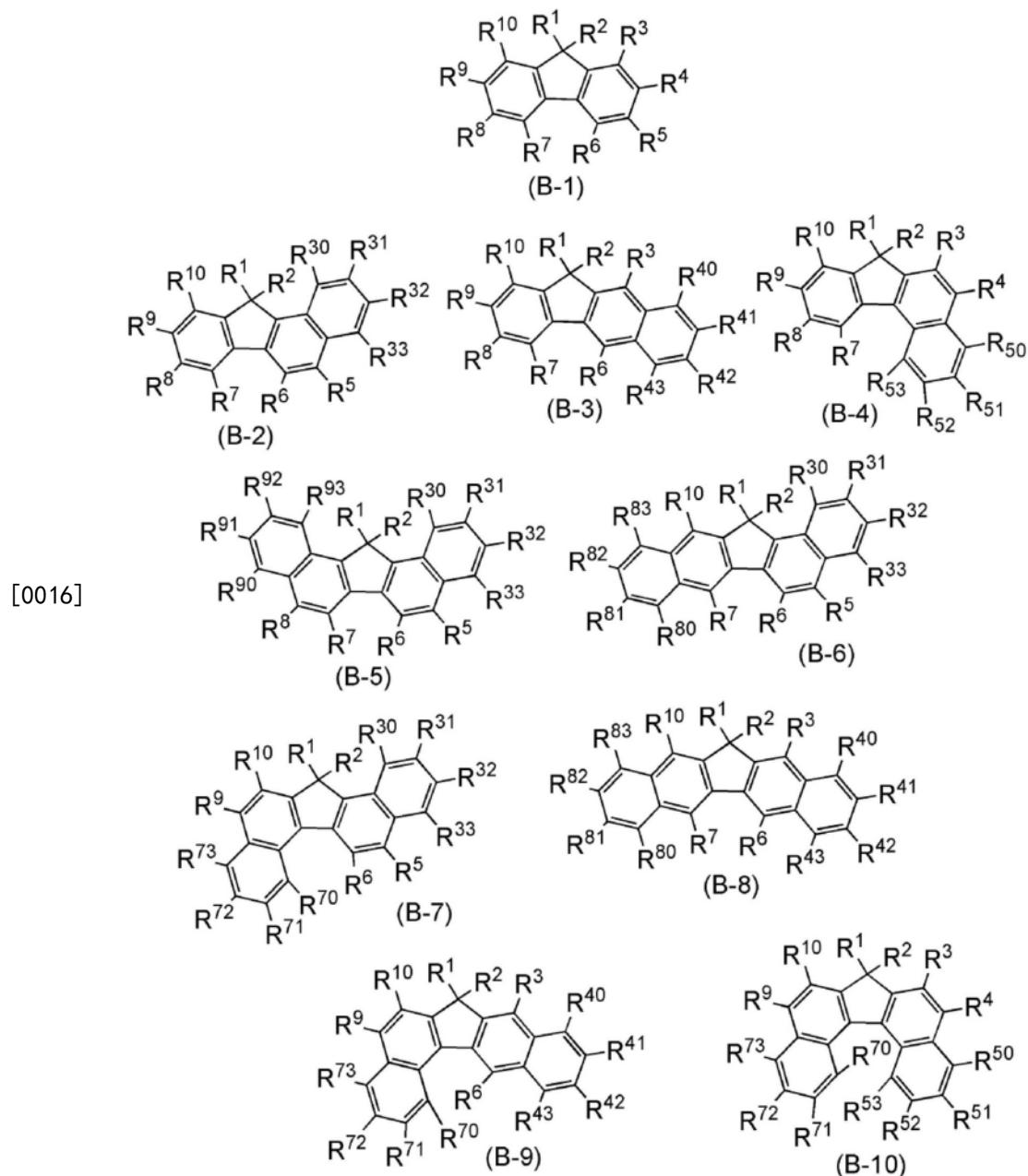
[0011] 本发明的一个方式只要达到上述目的中的任一个即可。注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。另外,本发明的一个方式并不一定需要达到所有上述目的。另外,上述以外的目的是可以从说明书、附图、权利要求书等的记载自然得知且衍生出的。

[0012] 本发明的一个方式是一种由下面通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0013] A^1-B-A^2 (G1)

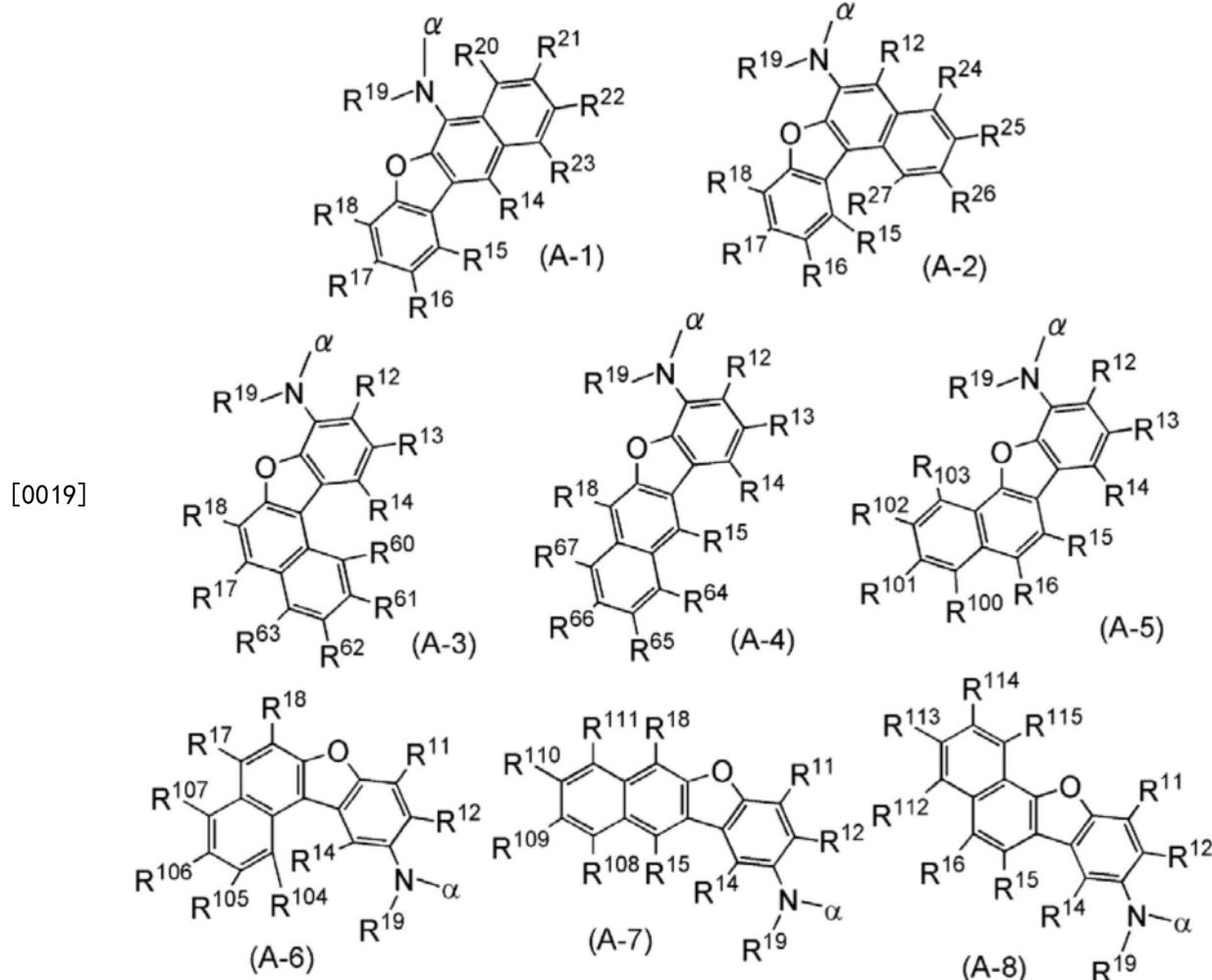
[0014] 在通式 (G1) 中, A^1 和 A^2 分别独立地表示具有苯并萘并呋喃基胺骨架的基,而 B 表示具有芴骨架的基。

[0015] 本发明的另一个方式是一种由下面通式 (B-1) 至 (B-10) 中任一个表示的有机化合物。



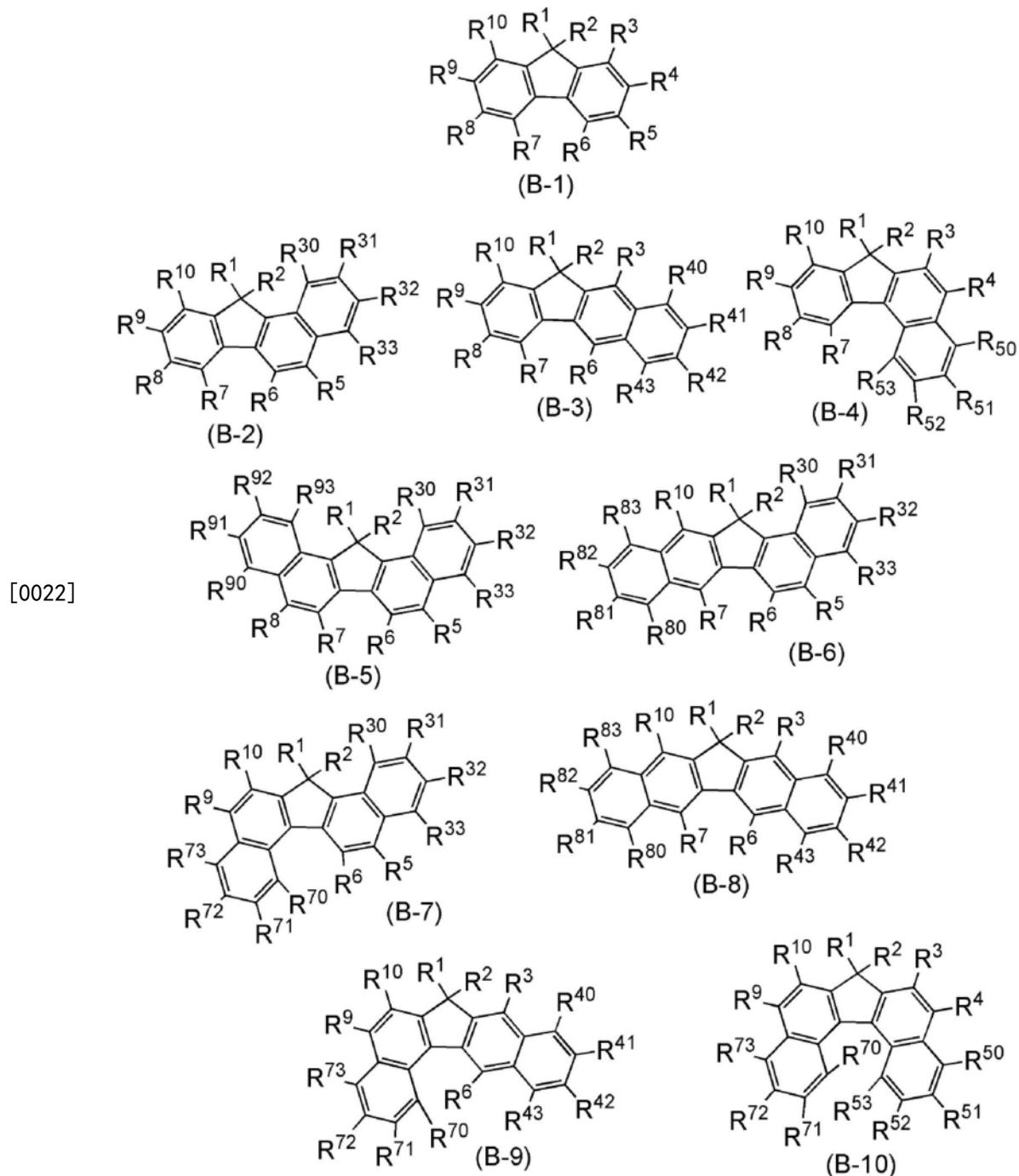
[0017] 在通式(B-1)至(B-10)中, R¹至R¹⁰、R³⁰至R³³、R⁴⁰至R⁴³、R⁵⁰至R⁵³、R⁷⁰至R⁷³、R⁸⁰至R⁸³以及R⁹⁰至R⁹³分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。

[0018] 在通式(B-1)至(B-10)的每一个中, R³至R¹⁰、R³⁰至R³³、R⁴⁰至R⁴³、R⁵⁰至R⁵³、R⁷⁰至R⁷³、R⁸⁰至R⁸³以及R⁹⁰至R⁹³中的至少两个为选自下面通式(A-1)至(A-8)中的基。由通式(A-1)至(A-8)表示的基键合于由通式(B-1)至(B-10)表示的有机化合物的位置为由 α 表示的位置。



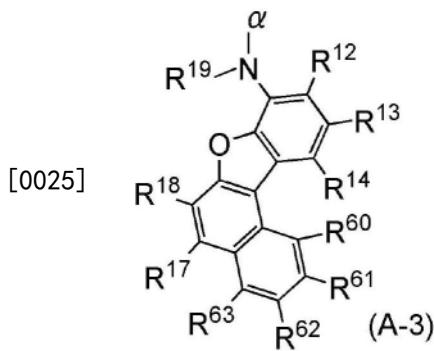
[0020] 在通式(A-1)至(A-8)中, R¹¹至R¹⁸、R²⁰至R²⁷、R⁶⁰至R⁶⁷以及R¹⁰⁰至R¹¹⁵分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R¹⁹表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

[0021] 另外,本发明的另一个方式是一种由下面通式(B-1)至(B-10)中任一个表示的有机化合物。



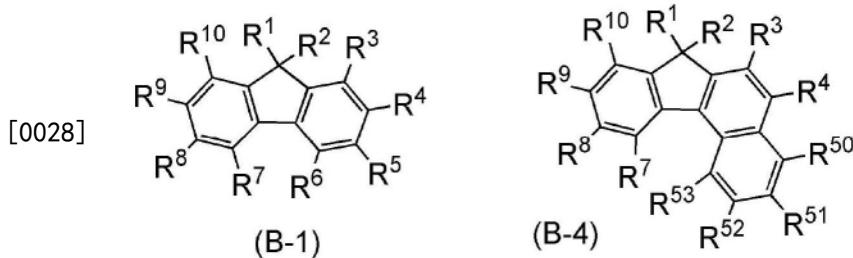
[0023] 在通式 (B-1) 至 (B-10) 中, R^1 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或无取代的碳数为 3 至 6 的环烷基、取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷氧基、氨基、卤素以及取代或无取代的碳数为 1 至 6 的卤代烷基中的任何一个。

[0024] 在通式 (B-1) 至 (B-10) 的每一个中, R^3 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 中的至少两个为由下面通式 (A-3) 表示的基。通式 (A-3) 在由 α 表示的位置键合于通式 (B-1) 至 (B-10)。



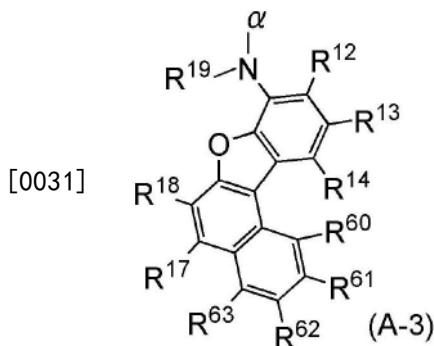
[0026] 在通式 (A-3) 中, R^{12} 至 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{18} 以及 R^{60} 至 R^{63} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

[0027] 另外, 本发明的另一个方式是一种由下面通式 (B-1) 或 (B-4) 表示的有机化合物。



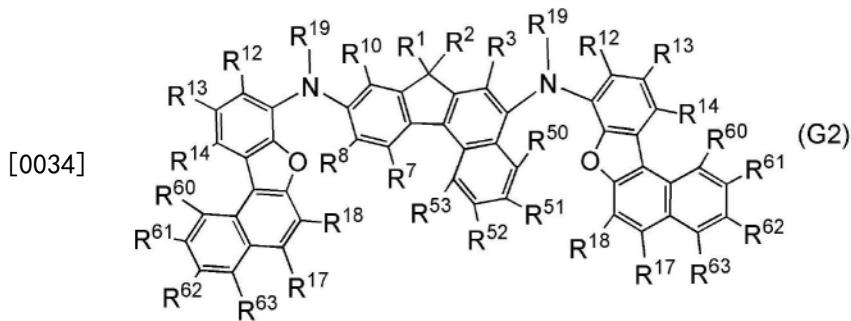
[0029] 在通式 (B-1) 或 (B-4) 中, R^1 至 R^{10} 及 R^{50} 至 R^{53} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。

[0030] 在通式 (B-1) 或 (B-4) 中, R^1 至 R^{10} 及 R^{50} 至 R^{53} 中的至少两个为由下面通式 (A-3) 表示的基。通式 (A-3) 在由 α 表示的位置键合于通式 (B-1) 或 (B-4)。



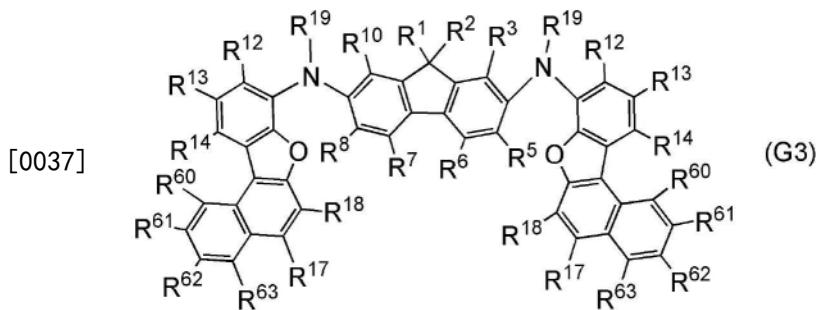
[0032] 在通式 (A-3) 中, R^{12} 至 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{18} 以及 R^{60} 至 R^{63} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

[0033] 另外, 本发明的另一个方式是一种由下面通式 (G2) 表示的有机化合物。



[0035] 在通式 (G2) 中, R^1 至 R^3 、 R^7 、 R^8 、 R^{10} 、 R^{12} 至 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{50} 至 R^{53} 及 R^{60} 至 R^{63} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

[0036] 另外, 本发明的另一个方式是一种由下面通式 (G3) 表示的有机化合物。



[0038] 在通式 (G3) 中, R^1 至 R^3 、 R^5 至 R^8 、 R^{10} 、 R^{12} 至 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{60} 至 R^{63} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

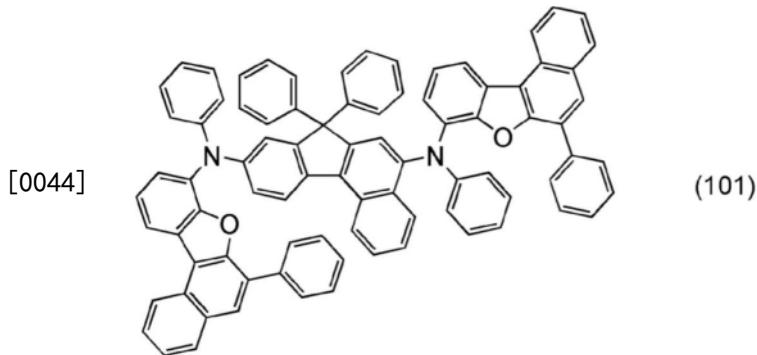
[0039] 另外, 本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中 R^{19} 为苯基的有机化合物。

[0040] 另外, 本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中 R^1 及 R^2 为苯基的有机化合物。

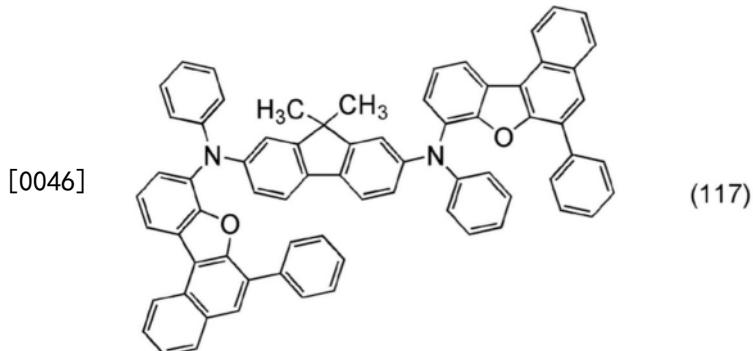
[0041] 另外, 本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中 R^1 及 R^2 为甲基的有机化合物。

[0042] 另外, 本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中 R^{18} 为苯基的有机化合物。

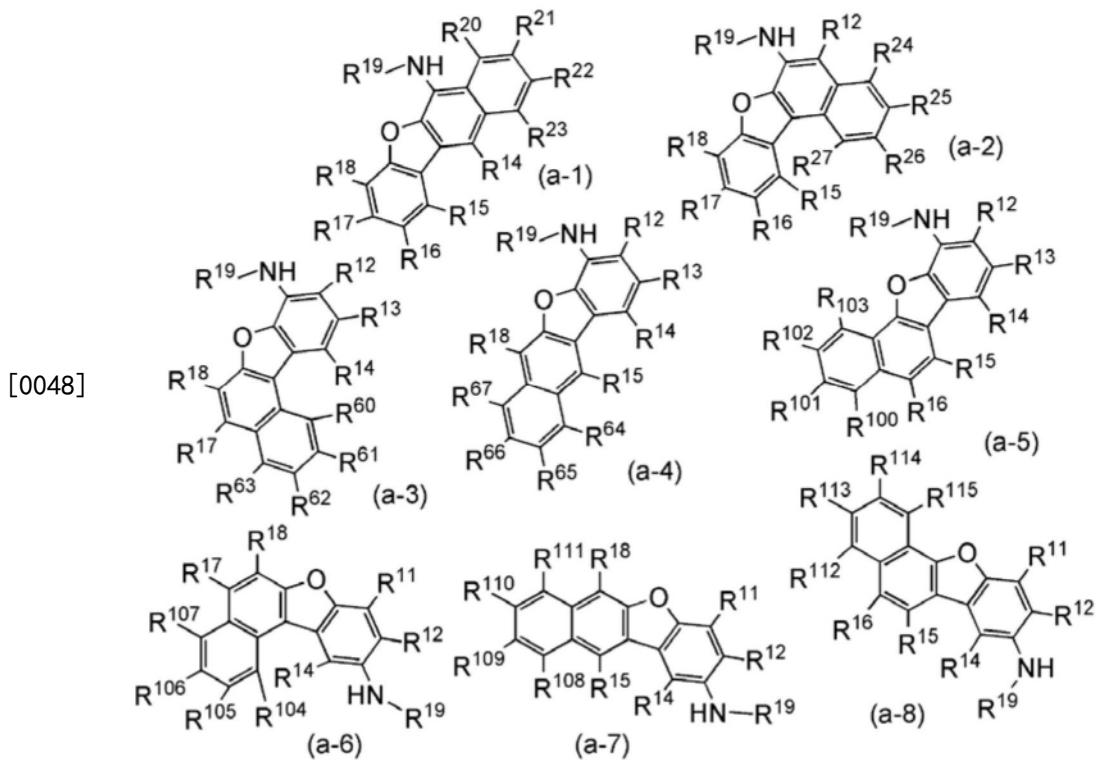
[0043] 另外, 本发明的另一个方式是一种由下面结构式 (101) 表示的有机化合物。



[0045] 另外,本发明的另一个方式是一种由下面结构式(117)表示的有机化合物。

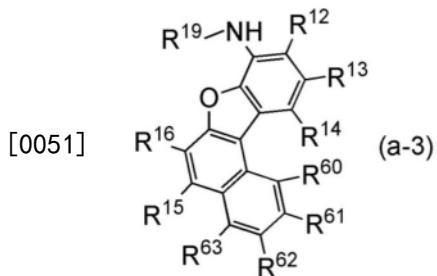


[0047] 另外,本发明的一个方式是一种由下面通式(a-1)至(a-8)表示的有机化合物。



[0049] 在通式(a-1)至(a-8)中, R^{11} 至 R^{18} 、 R^{20} 至 R^{27} 、 R^{60} 至 R^{67} 以及 R^{100} 至 R^{115} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

[0050] 另外,本发明的另一个方式是一种由下面通式(a-3)表示的有机化合物。



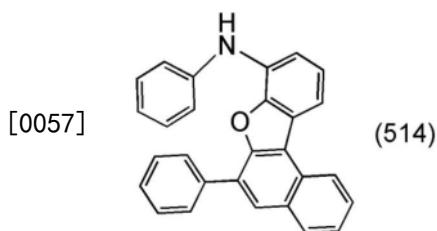
[0052] 在通式(a-3)中,R¹²至R¹⁴、R¹⁶、R¹⁷、R⁶⁰至R⁶⁷分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外,R¹⁹表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。

[0053] 另外,本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中R¹⁹为苯基的有机化合物。

[0054] 另外,本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中R¹⁸为苯基的有机化合物。

[0055] 另外,本发明的另一个方式是一种在具有上述结构的有机化合物中R¹²至R¹⁷、R²⁰至R²⁷、R⁶⁰至R⁶⁷以及R¹⁰⁰至R¹¹⁵为氢的有机化合物。

[0056] 另外,本发明的另一个方式是一种由下面结构式(514)表示的有机化合物。



[0058] 另外,本发明的另一个方式是一种发光元件,该发光元件包括第一电极、第二电极以及位于该第一电极与该第二电极之间的有机化合物层,该有机化合物层包含上述有机化合物。

[0059] 另外,本发明的另一个方式是一种发光元件,该发光元件包括第一电极、第二电极以及位于该第一电极与该第二电极之间的有机化合物层,该有机化合物层包括发光层,该发光层包含上述有机化合物。

[0060] 另外,本发明的另一个方式是一种发光元件,该发光元件包括第一电极、第二电极以及位于该第一电极与该第二电极之间的有机化合物层,该有机化合物层包括空穴传输层,该空穴传输层包含上述有机化合物。

[0061] 另外,本发明的另一个方式是一种发光装置,包括具有上述结构的发光元件以及晶体管或衬底。

[0062] 另外,本发明的另一个方式是一种电子设备,包括具有上述结构的发光装置、传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

[0063] 另外,本发明的另一个方式是一种照明装置,包括具有上述结构的发光装置以及框体。

[0064] 注意,本说明书中的发光装置包括使用发光元件的图像显示器件。另外,如下模块

有时包括发光装置:发光元件安装有连接器诸如各向异性导电膜或TCP (Tape Carrier Package: 带载封装) 的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;通过COG (Chip On Glass: 玻璃覆晶封装) 方式在发光元件上直接安装有IC (集成电路) 的模块。再者,照明器具有时包括发光装置。

[0065] 本发明的一个方式的效果是:可以提供一种新颖有机化合物;可以提供一种能够发射蓝色荧光的有机化合物;可以提供一种能够发射良好的蓝色荧光的有机化合物;可以提供一种空穴传输性高的有机化合物;可以提供一种三重激发态能级高的有机化合物;可以提供一种三重激发态能级高且空穴传输性高的有机化合物。

[0066] 另外,本发明的另一个方式的效果是:可以提供一种能够发射蓝色荧光的廉价有机化合物;可以提供一种廉价空穴传输材料;可以提供一种三重激发态能级高的廉价空穴传输材料。

[0067] 另外,本发明的另一个方式的效果是:可以提供一种新颖发光元件;可以分别提供一种耗电量小的显示模块、照明模块、发光装置、显示装置、电子设备以及照明装置。

[0068] 本发明的一个方式只要有上述效果中的任一个即可。注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。另外,本发明的一个方式并不一定需要有所有上述效果。另外,上述以外的效果是可以从说明书、附图、权利要求书等的记载自然得知且衍生出的。

附图说明

[0069] 图1A至图1C是发光元件的示意图;
图2A和图2B是有源矩阵型发光装置的示意图;
图3A和图3B是有源矩阵型发光装置的示意图;
图4是有源矩阵型发光装置的示意图;
图5A和图5B是无源矩阵型发光装置的示意图;
图6A和图6B是示出照明装置的图;
图7A、图7B1、图7B2、图7C以及图7D是示出电子设备的图;
图8是示出光源装置的图;
图9是示出照明装置的图;
图10是示出照明装置的图;
图11是示出车载显示装置及照明装置的图;
图12A至图12C是示出电子设备的图;
图13A至图13C是示出电子设备的图;
图14A和图14B是(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基) 苯基胺的¹H-NMR谱图;
图15A和图15B是(9,9-二甲基-9H-芴-2,7-二基) 双(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺) (简称:BnfA2F) 的¹H-NMR谱图;
图16A和图16B是N,N'-(7,7-二苯基-7H-苯并[c]芴-5,9-二基) 双[N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺] (简称:5,9BnfA2BzFL) 的¹H-NMR谱图;
图17A和图17B示出5,9BnfA2BzFL的甲苯溶液及固体薄膜的吸收光谱及发射光谱;
图18示出发光元件1的亮度-电流密度特性;
图19示出发光元件1的电流效率-亮度特性;

图20示出发光元件1的亮度-电压特性；
图21示出发光元件1的电流-电压特性；
图22示出发光元件1的色品坐标；
图23示出发光元件1的外量子效率-亮度特性；
图24示出发光元件1的发射光谱；
图25示出发光元件2的亮度-电流密度特性；
图26示出发光元件2的电流效率-亮度特性；
图27示出发光元件2的亮度-电压特性；
图28示出发光元件2的电流-电压特性；
图29示出发光元件2的色品坐标；
图30示出发光元件2的外量子效率-亮度特性；
图31示出发光元件2的发射光谱；
图32示出发光元件3及4的亮度-电流密度特性；
图33示出发光元件3及4的电流效率-亮度特性；
图34示出发光元件3及4的亮度-电压特性；
图35示出发光元件3及4的电流-电压特性；
图36示出发光元件3及4的外量子效率-亮度特性；
图37示出发光元件3及4的色品坐标；
图38示出发光元件3及4的发射光谱；
图39示出发光元件3及4的归一化亮度随时间变化特性；
图40A和图40B是4-萘基-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA β NB)的¹H-NMR谱图；
图41A和图41B是3,6-双[4-(2-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称: β NP2PC)的¹H-NMR谱图。

具体实施方式

[0070] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。但是,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

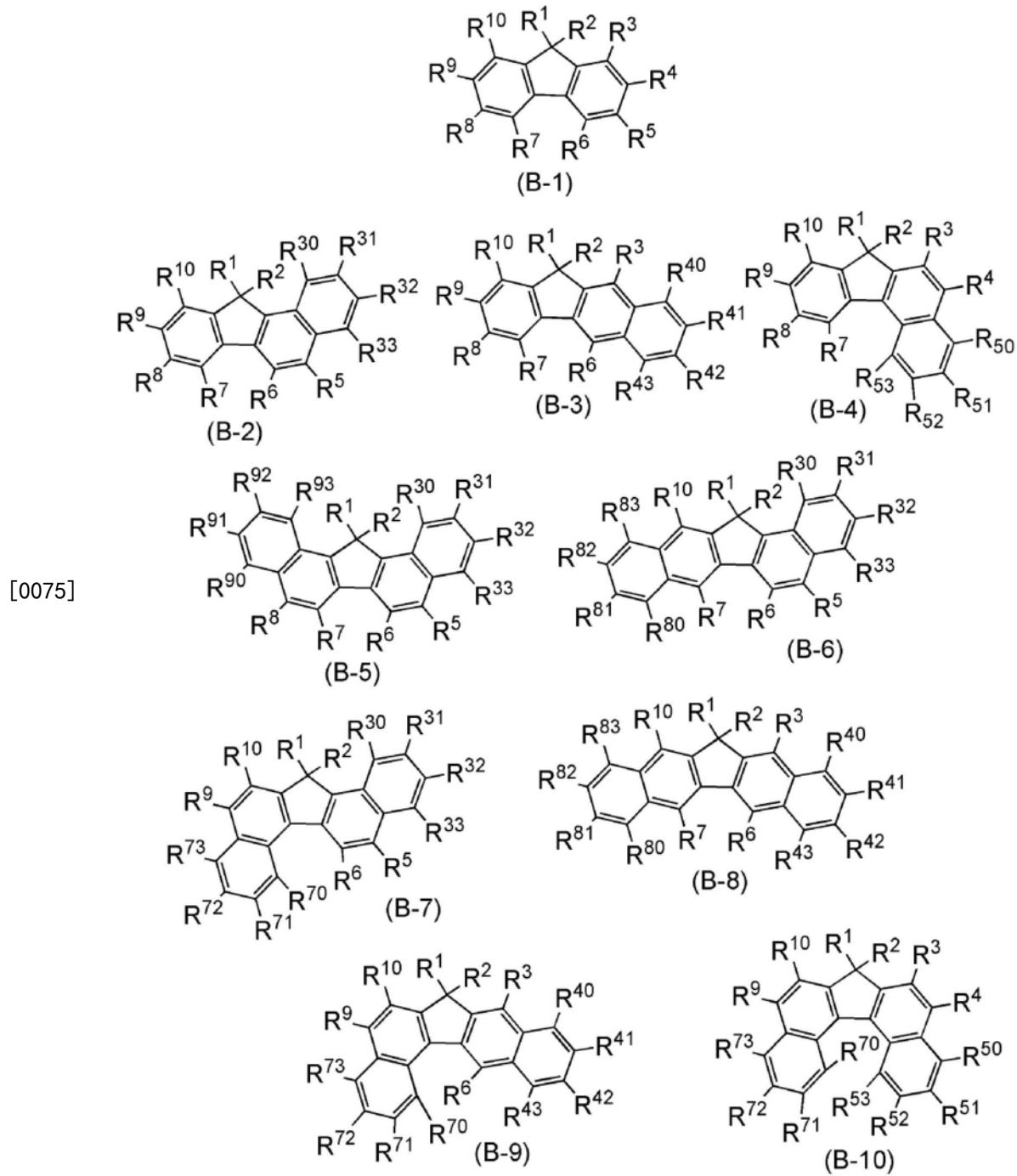
[0071] 本发明的一个方式的有机化合物为以芴骨架为中心骨架键合有两个具有苯并萘并咔唑基胺骨架的基的有机化合物。该有机化合物能够实现发射光谱的峰值位置为450nm附近的良好蓝色发光。另外,该有机化合物的发射光谱的半峰全宽较窄,能够实现高颜色纯度的蓝色发光。另外,该有机化合物的空穴传输性高,适合用于空穴传输材料。该有机化合物的三重激发态能级高,特别适合用于磷光发光元件中的空穴传输层。具有上述特征的本发明的一个方式的有机化合物可以由下面通式(G1)表示。

[0072] A¹-B-A² (G1)

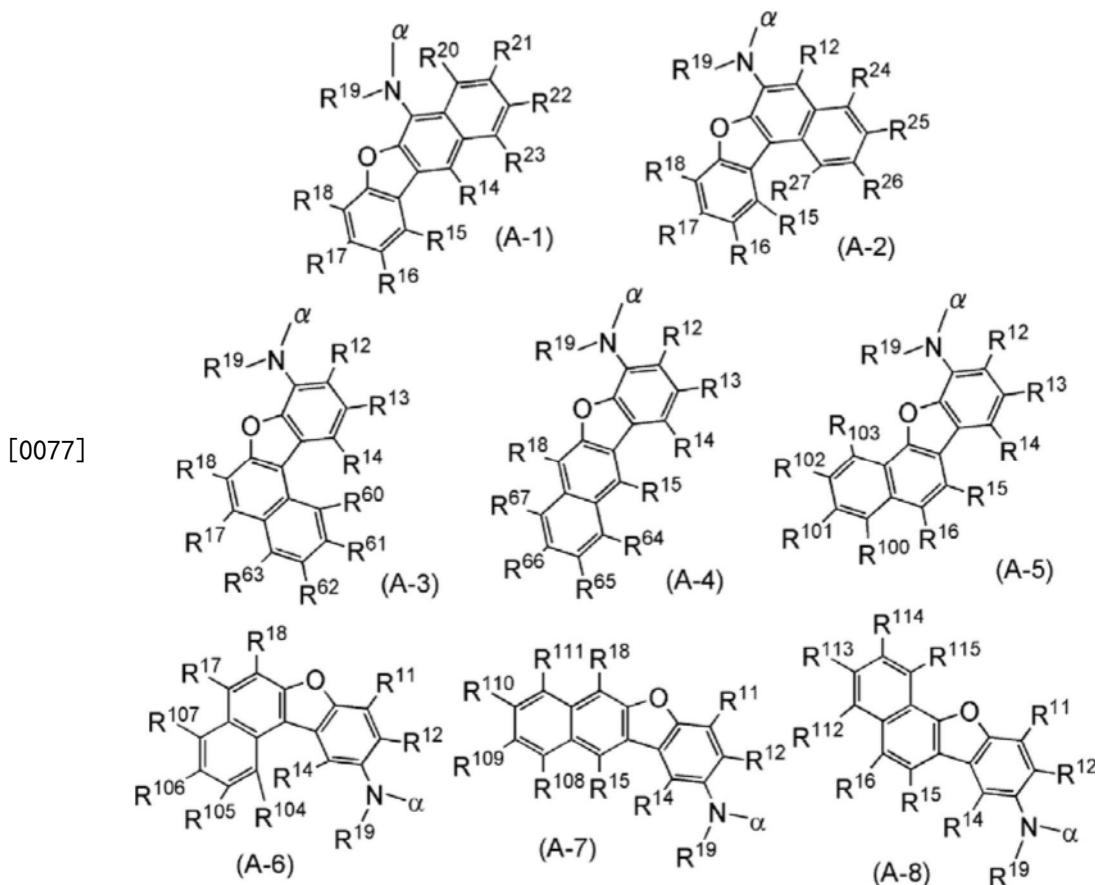
[0073] 在通式(G1)中,A¹和A²分别独立地表示具有苯并萘并咔唑基胺骨架的基,而B表示具有芴骨架的基。

[0074] 另外,具有上述特征的本发明的一个方式的有机化合物可以由下面B群的通式(B-

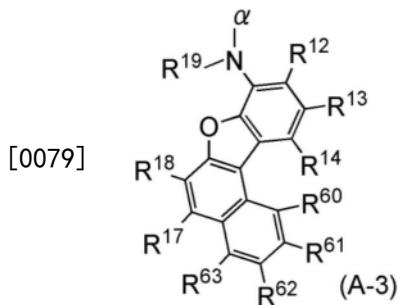
1) 至 (B-10) 表示。



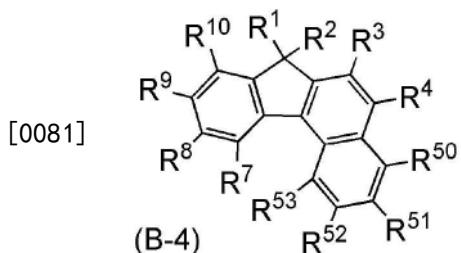
[0076] 在B群的通式(B-1)至(B-10)的每一个中, R^3 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 中的至少两个为选自下面A群的通式(A-1)至(A-8)中的基。由通式(A-1)至(A-8)表示的基键合于由通式(B-1)至(B-10)表示的有机化合物的位置为由 α 表示的位置。



[0078] 由A群的通式(A-1)至(A-8)表示的基优选为由下面通式(A-3)表示的具有苯并萘并呋喃基胺骨架的基,这是因为可以实现高磷光能级的缘故。



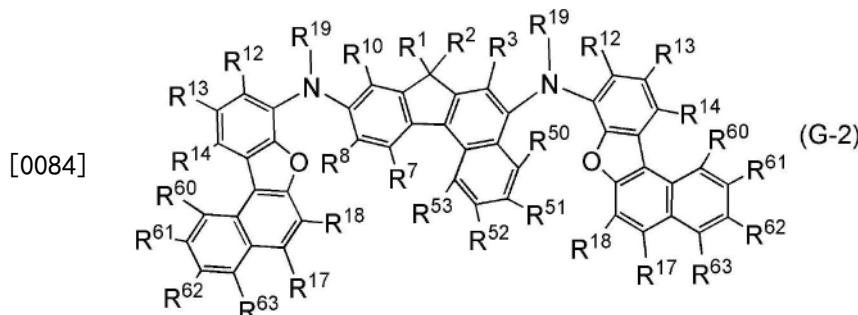
[0080] 另外,由B群的通式(B-1)至(B-10)表示的基优选为具有由下面通式(B-4)表示的骨架的基,这是因为可以实现高颜色纯度的蓝色发光而适合被用作荧光发光材料的缘故。



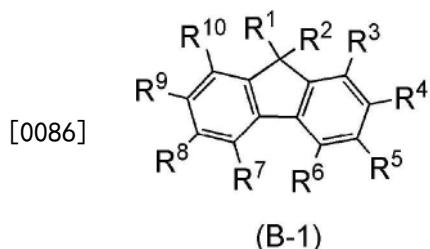
[0082] 在具有上述结构的有机化合物中,键合于由上述B群的通式表示的具有芴骨架的基的由上述A群的通式表示的具有苯并萘并呋喃基胺骨架的基的个数优选为两个。

[0083] 另外,在具有上述结构的有机化合物中,从易于合成的观点来看,由上述A群的通

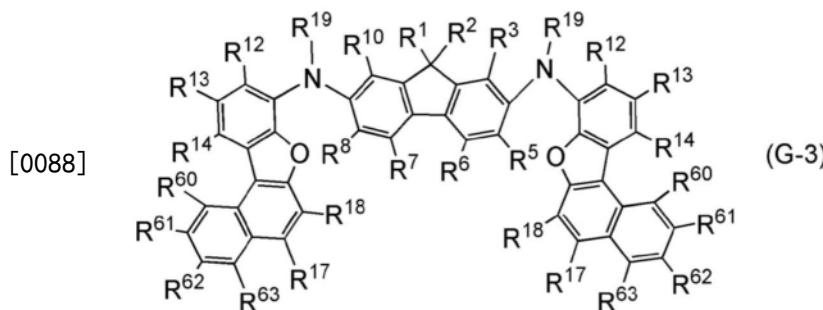
式表示的具有苯并萘并呋喃基胺骨架的基优选键合于由上述B群的通式表示的具有芴骨架的基的5位及9位。由此,可以以低成本得到本发明的一个方式的化合物。就是说,优选为由下面通式(G-2)表示的有机化合物。



[0085] 另外,在由上述通式(G1)表示的有机化合物中,B优选为由下面通式(B-1)表示的具有芴骨架的基,这是因为T₁能级高且猝灭其他三重态激子的可能性低而可以被用作构成磷光发光元件的材料的缘故。本发明的一个方式的有机化合物的空穴传输性良好,由此适合用于构成空穴传输层的材料或发光层的主体材料。另外,如上所述,在通式(G1)中B为由下面通式(B-1)表示的具有芴骨架的基的有机化合物的T₁能级高,由此特别适合用于构成磷光发光元件中的空穴传输层的材料或主体材料。



[0087] 在具有上述结构的有机化合物中,从易于合成的观点来看,由上述A群的通式表示的具有苯并萘并呋喃基胺骨架的基优选键合于由上述B群的通式表示的具有芴骨架的基的2位及7位。由此,可以以低成本得到本发明的一个方式的化合物。就是说,优选为由下面通式(G-3)表示的有机化合物。



[0089] 另外,在本发明的一个方式的有机化合物中,上述通式中的R¹⁹优选为苯基。

[0090] 另外,在本发明的一个方式的有机化合物中,上述通式中的R¹及R²优选为苯基。

[0091] 另外,在本发明的一个方式的有机化合物中,上述通式中的R¹及R²优选为甲基。

[0092] 另外,在本发明的一个方式的有机化合物中,上述通式中的R¹⁸优选为苯基。

[0093] 在上述通式(A-1)至(A-8)中,R¹¹至R¹⁸、R²⁰至R²⁷、R⁶⁰至R⁶⁷以及R¹⁰⁰至R¹¹⁵分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或

无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基。另外, 在通式(B-1)至(B-10)中, 除了由上述A群的通式表示的基以外的 R^1 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为1至6的烷基、取代或无取代的碳数为3至6的环烷基、取代或无取代的碳数为6至13的芳烃基、取代或无取代的碳数为1至6的烷氧基、氰基、卤素以及取代或无取代的碳数为1至6的卤代烷基中的任何一个。

[0094] 具体而言, 作为碳数为1至6的烷基, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、1-甲基丁基、2-甲基丁基、3-甲基丁基、1-乙基丙基、1,1-二甲基丙基、1,2-二甲基丙基、2,2-二甲基丙基、具有支链或没有支链的己基等。另外, 作为卤素, 可以举出氟、氯、溴、碘等。

[0095] 另外, 作为碳数为3至6的环烷基, 可以举出环丙基、环丁基、环戊基、环己基等。

[0096] 另外, 作为碳数为6至13的芳烃基, 可以举出苯基、联苯基以及芴基等。

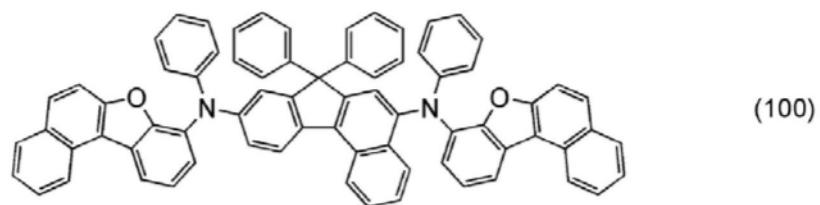
[0097] 另外, 作为碳数为1至6的烷氧基, 可以举出如甲氧基、乙氧基、丙氧基、异丙氧基、丁氧基、异丁氧基、叔丁氧基、戊氧基以及己氧基等直链状或支链状的烷氧基、如乙烯氧基、丙烯氧基、丁烯氧基、戊烯氧基、己烯氧基等烯氧基。

[0098] 另外, 作为碳数为1至6的卤代烷基, 可以举出至少一个氢被第17族元素(氟、氯、溴、碘、砹)取代的烷基, 例如, 氟化烷基、氯化烷基、溴化烷基、碘化烷基, 具体而言, 可以举出氟化甲基、氯化甲基、氟化乙基、氯化乙基等, 但是所包含的卤素的个数或种类分别可以为一个或多个。

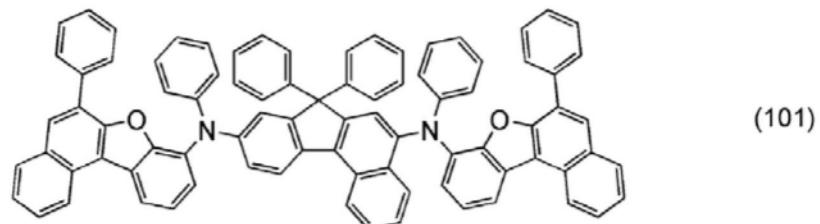
[0099] 在本说明书中, 当对某个基或骨架的取代或无取代进行说明时, 烷基和其他基或骨架的情况不相同。就是说, 记载有烷基可以被取代的情况下, 该取代基相当于卤素及碳数为1至6的烷氧基, 而记载有烷基以外的基或骨架可以被取代的情况下, 该取代基相当于碳数为1至6的烷基、碳数为6至10的芳烃基、卤素以及碳数为1至6的烷氧基等。

[0100] 具有上述结构的本发明的一个方式的有机化合物能够实现良好蓝色发光并能够实现高颜色纯度的蓝色发光。另外, 该有机化合物的空穴传输性高, 适合用于空穴传输材料及发光层的主体材料。另外, 本发明的一个方式的有机化合物的三重激发态能级高, 特别适合用于磷光发光元件中的空穴传输层及主体材料。

[0101] 以下示出具有上述结构的本发明的一个方式的有机化合物的具体例子。

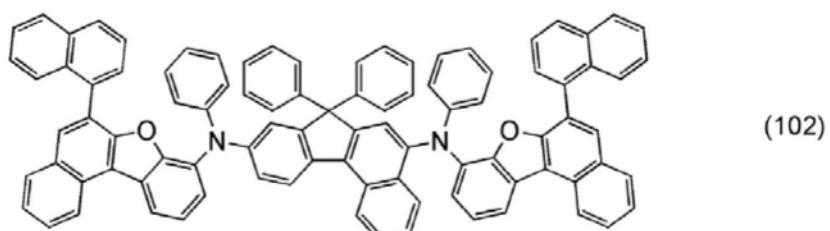


(100)

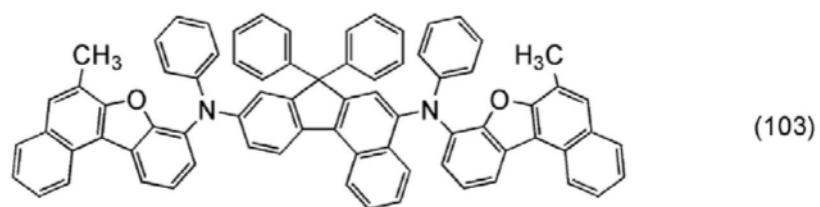


(101)

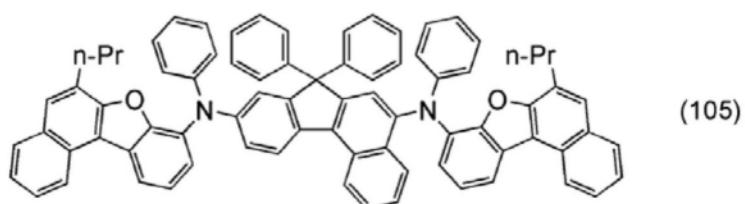
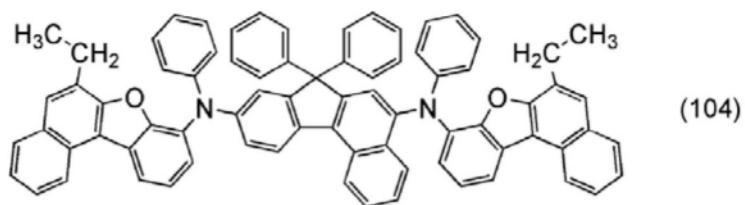
[0102]



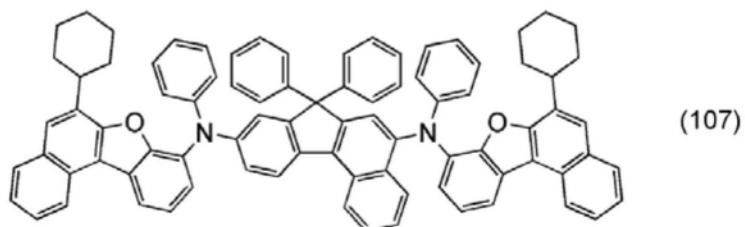
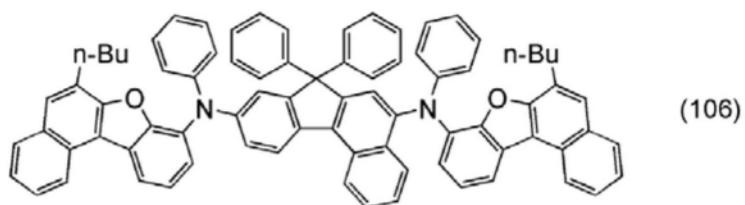
(102)

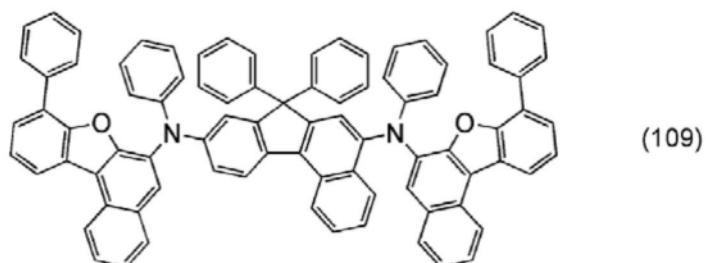
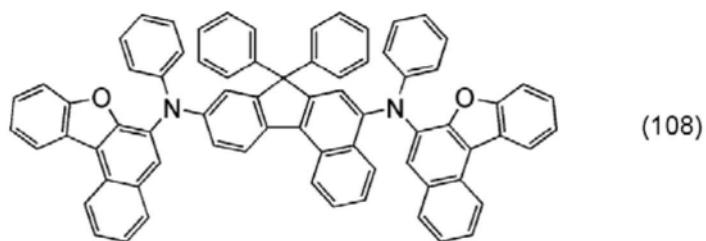


(103)

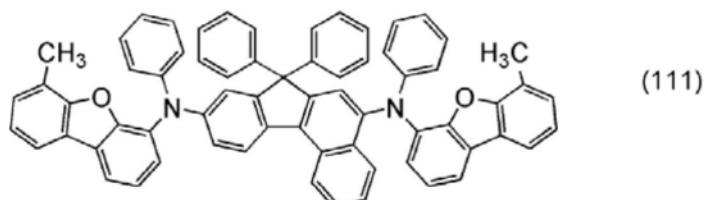
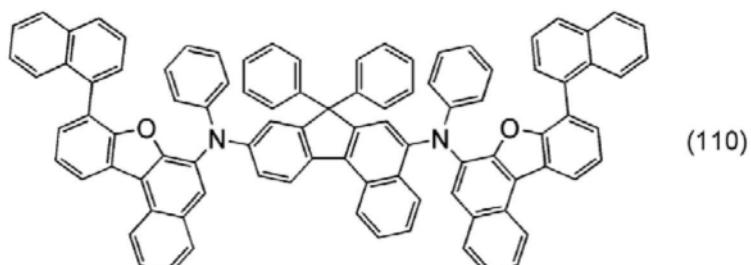


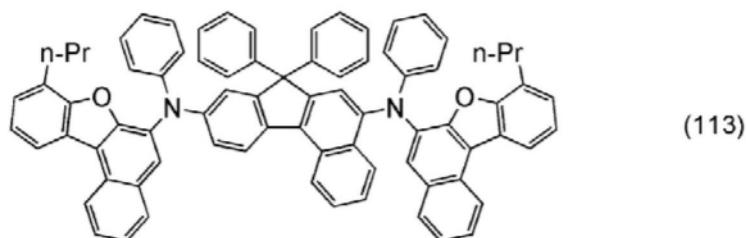
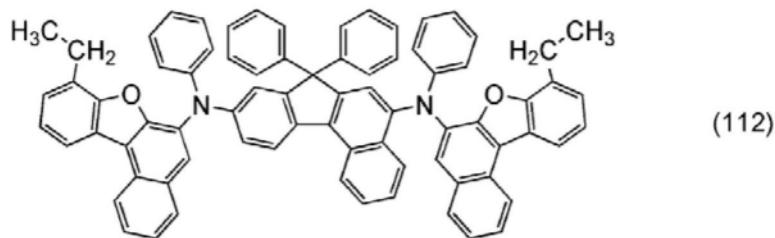
[0103]



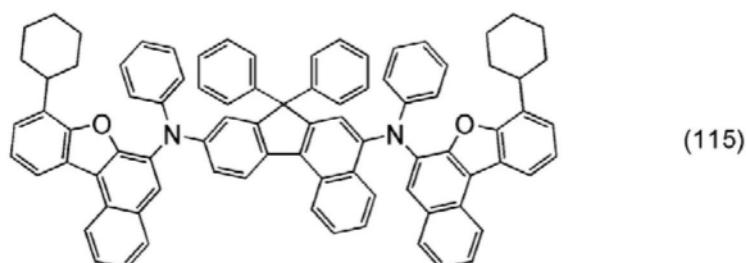
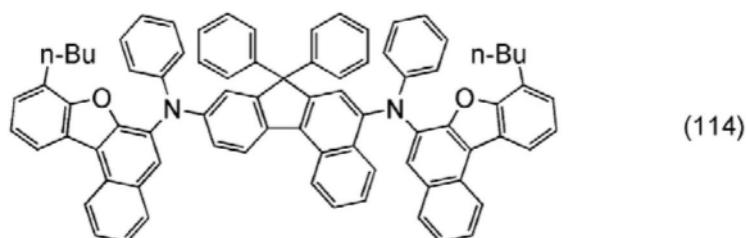


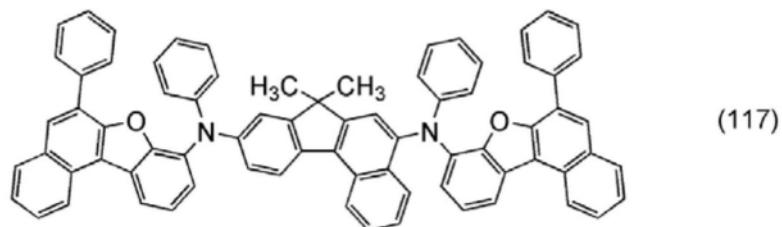
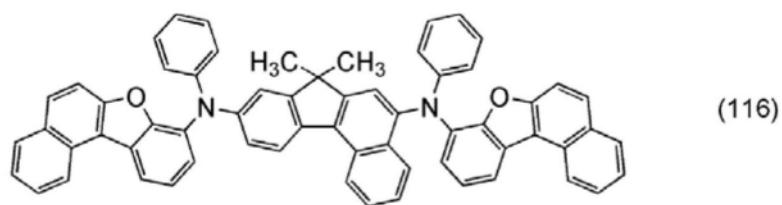
[0104]



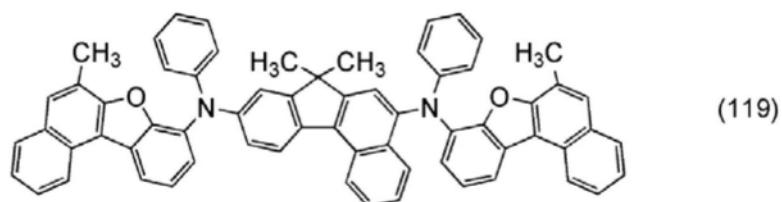
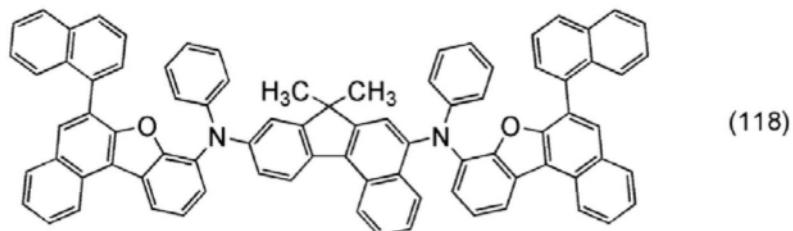


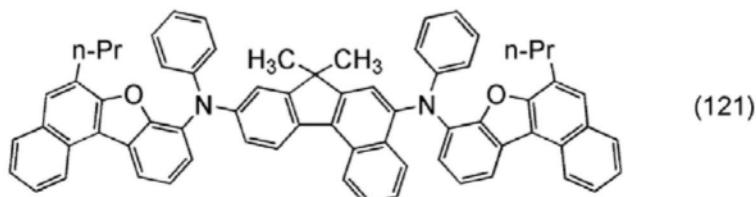
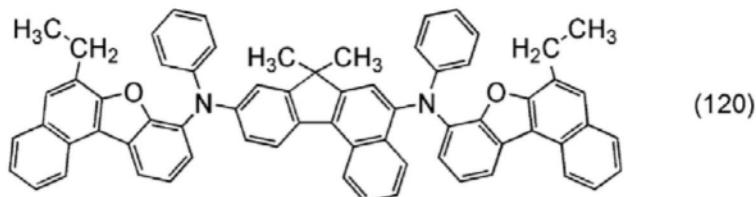
[0105]



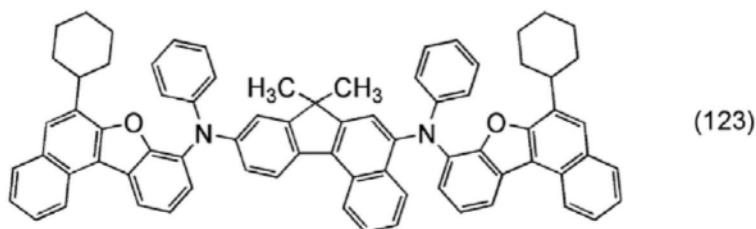
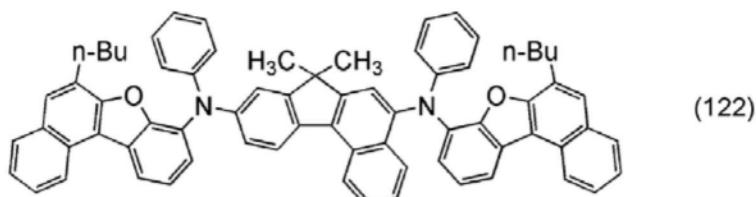


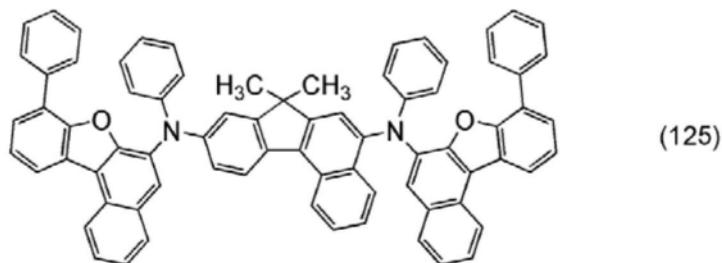
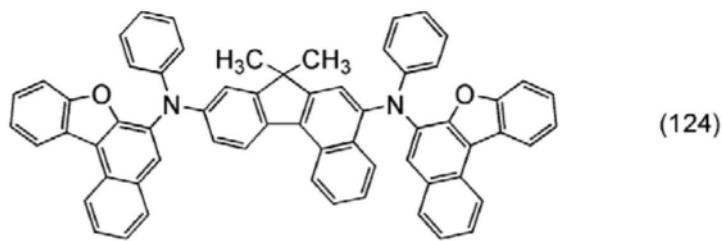
[0106]



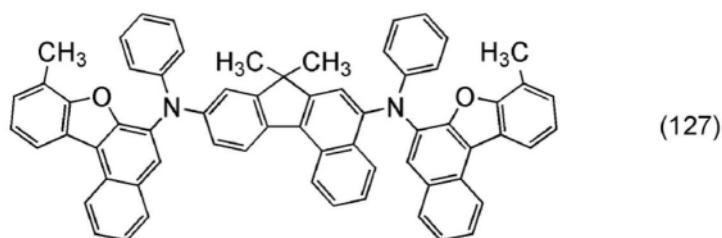
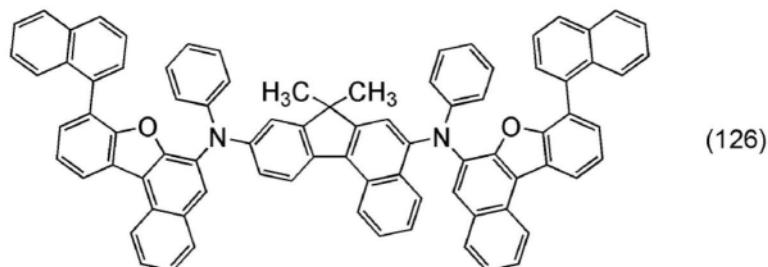


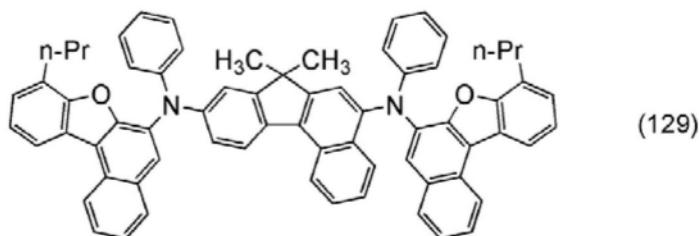
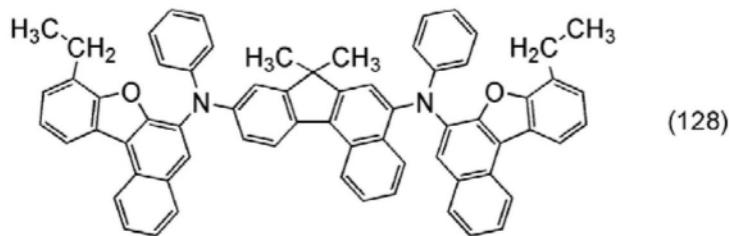
[0107]



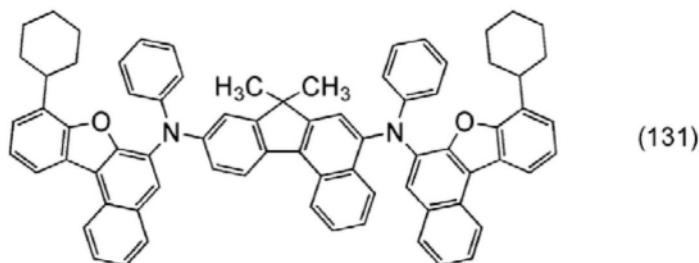
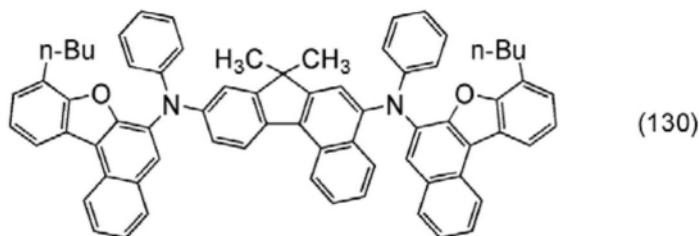


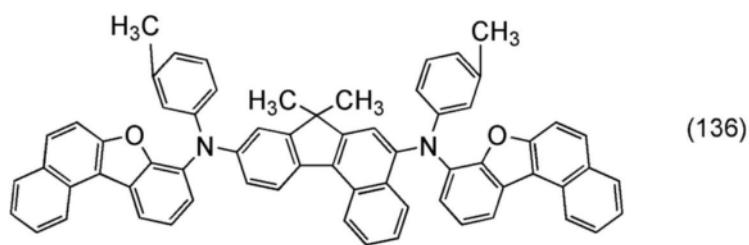
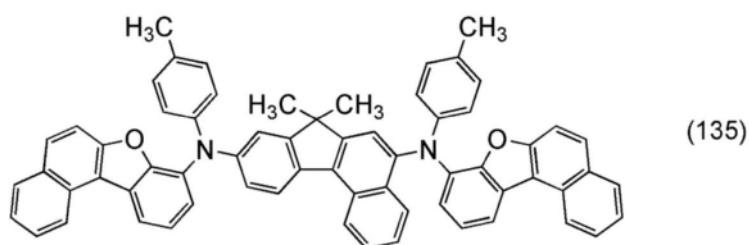
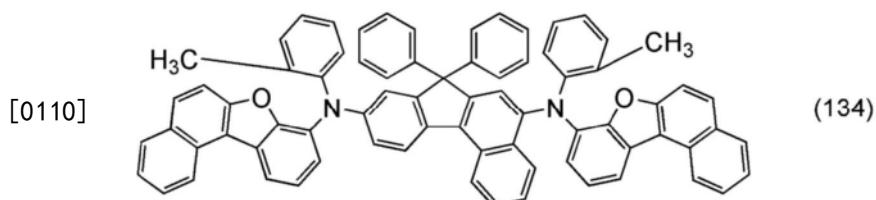
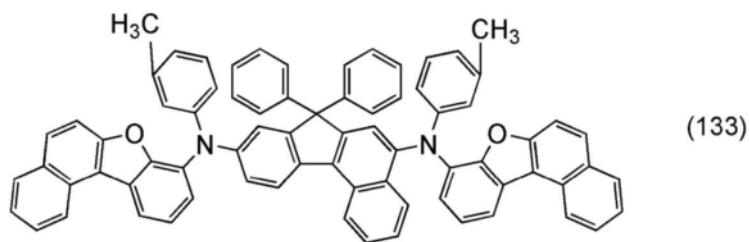
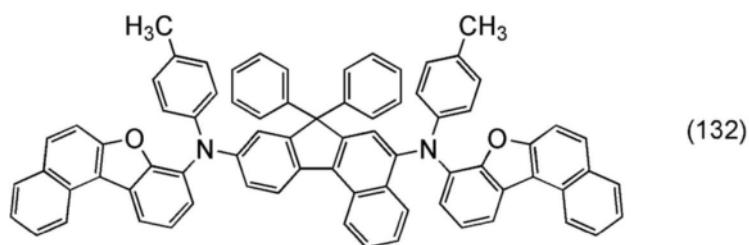
[0108]

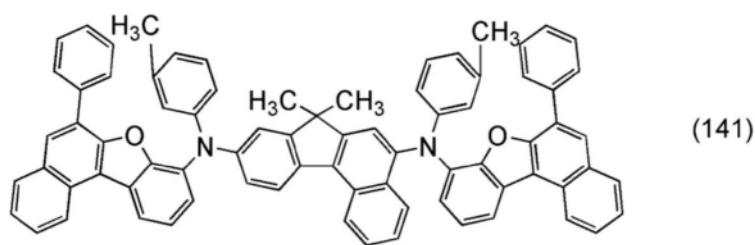
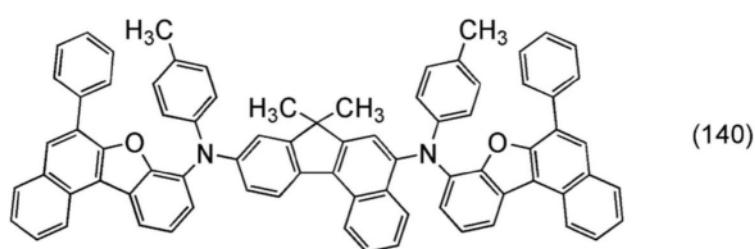
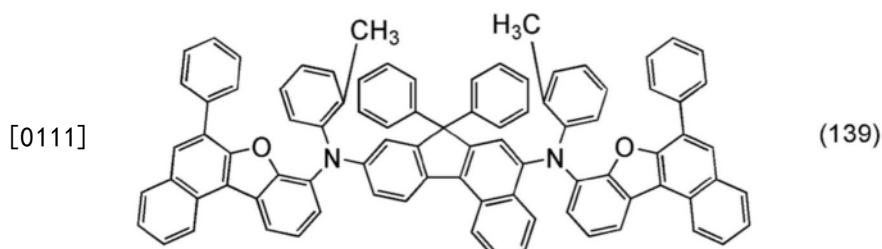
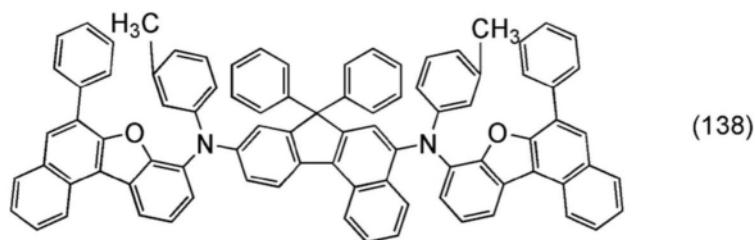
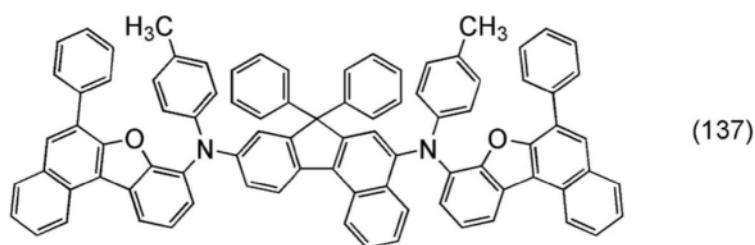


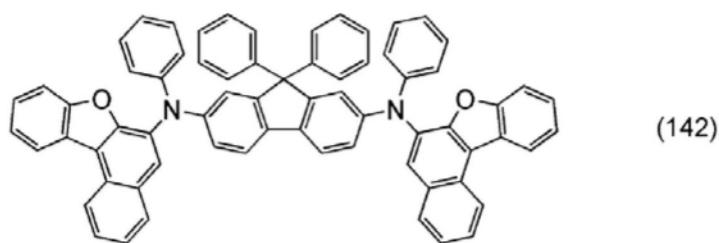


[0109]

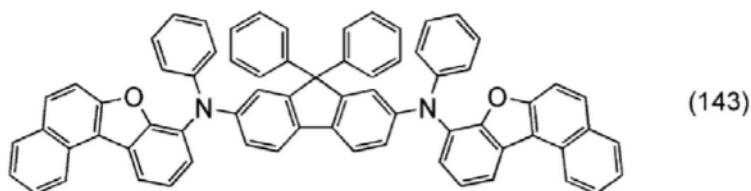






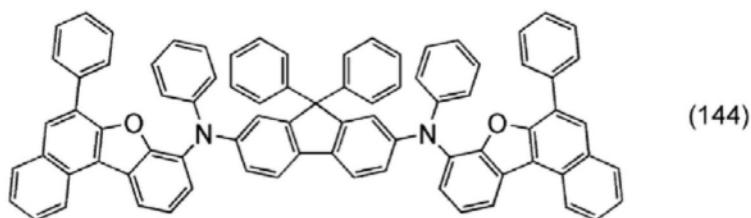


(142)

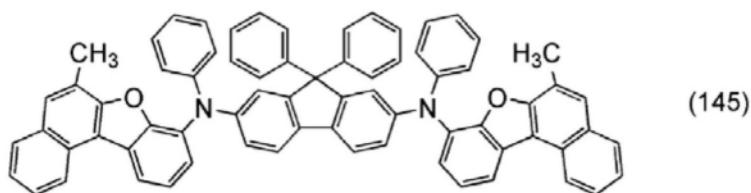


(143)

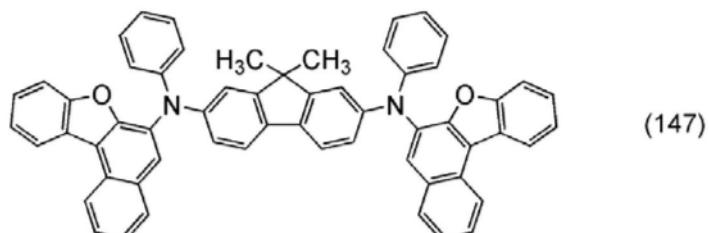
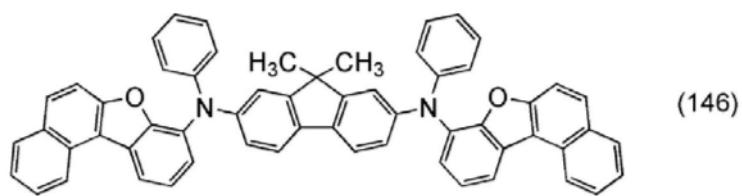
[0112]



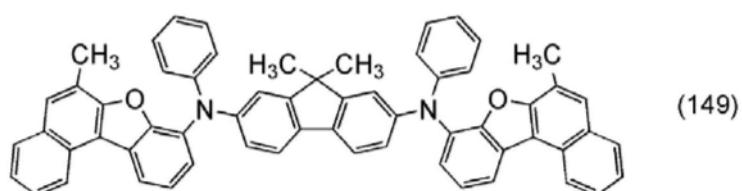
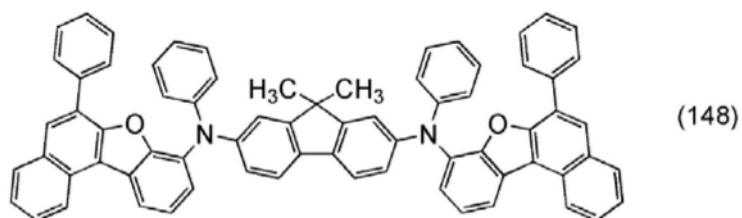
(144)

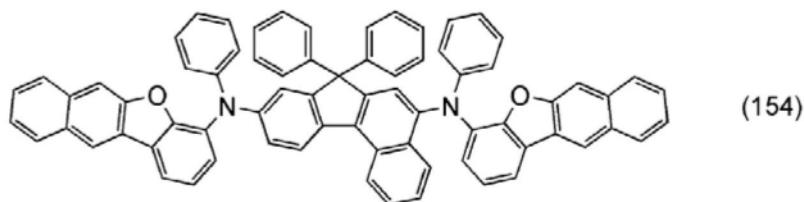
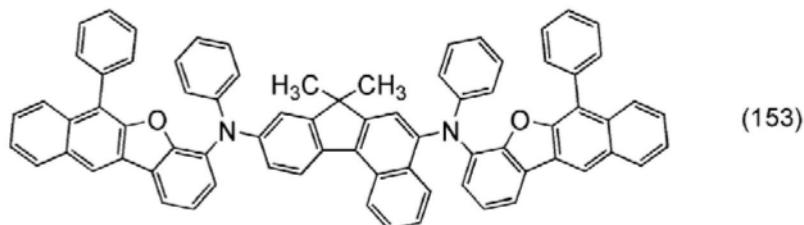
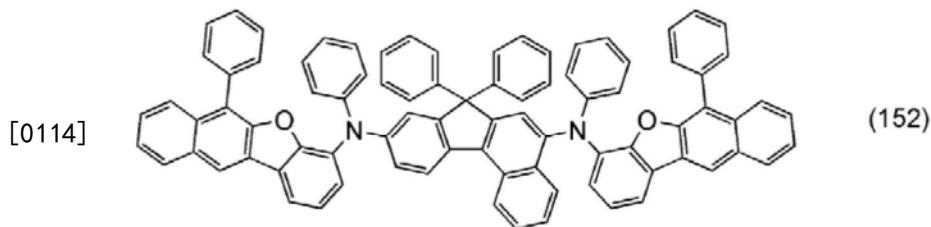
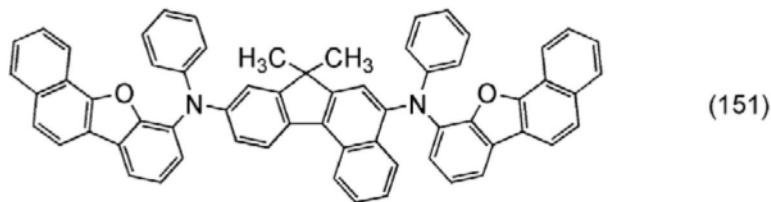
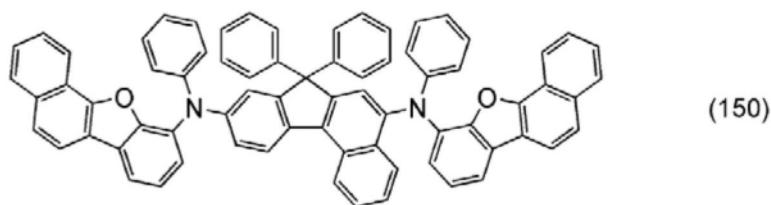


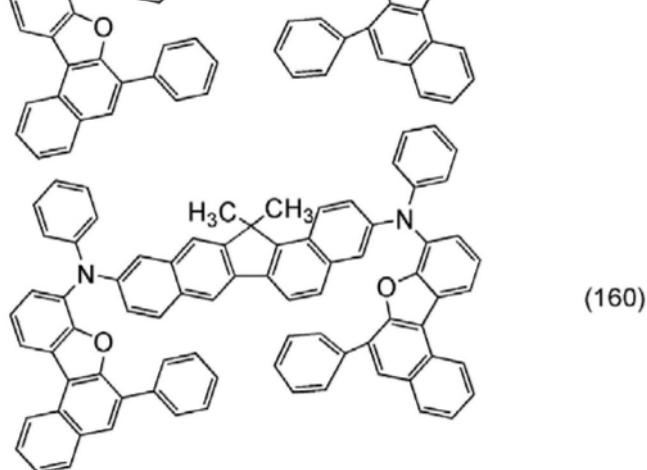
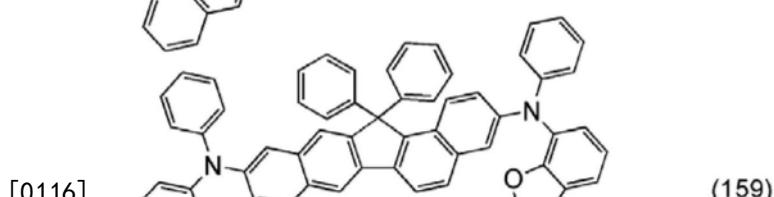
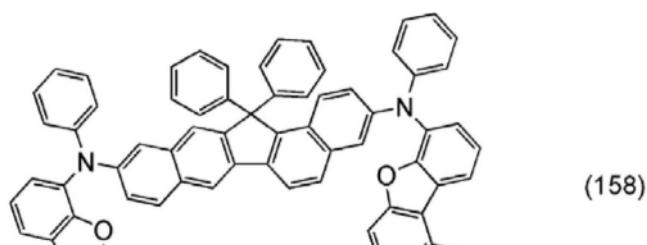
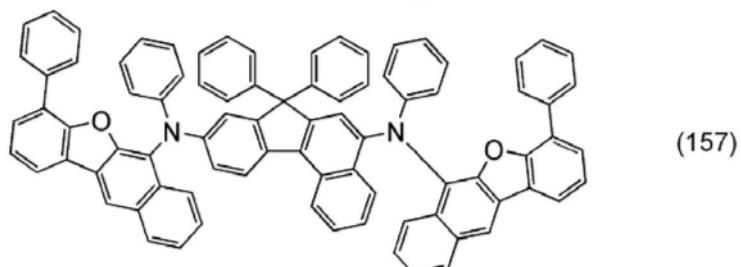
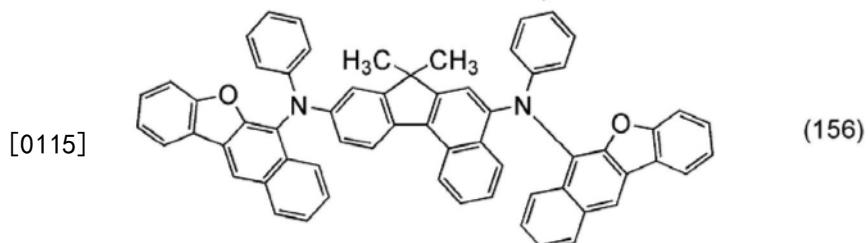
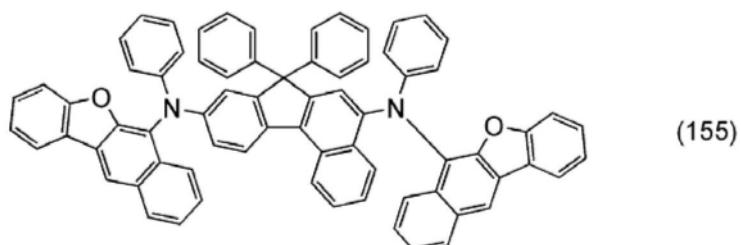
(145)

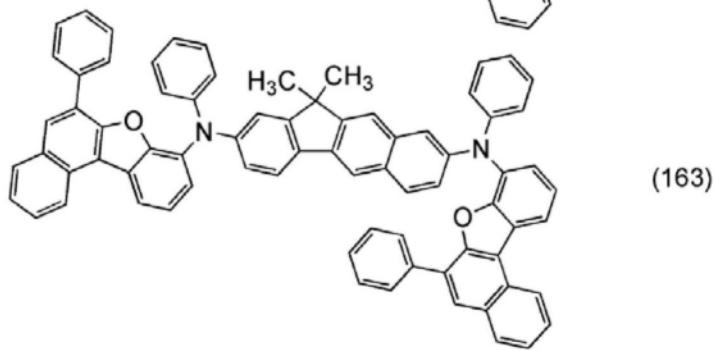
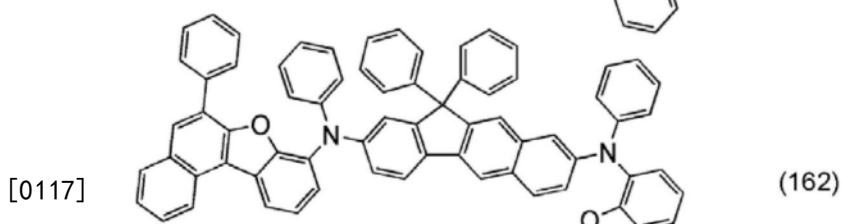
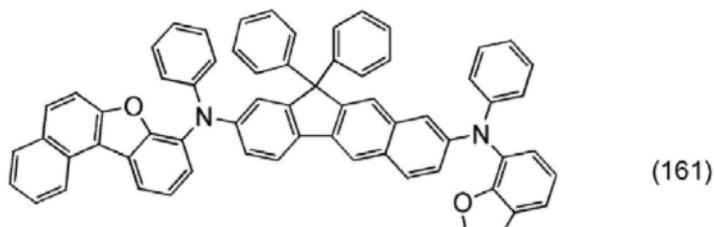


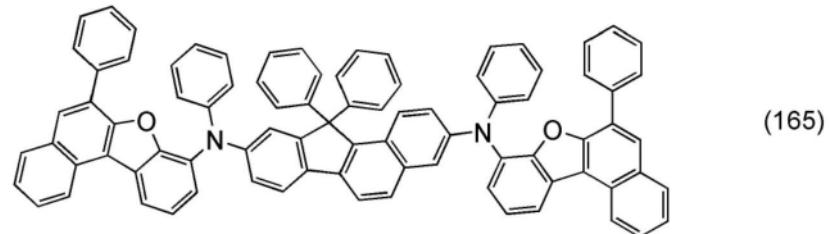
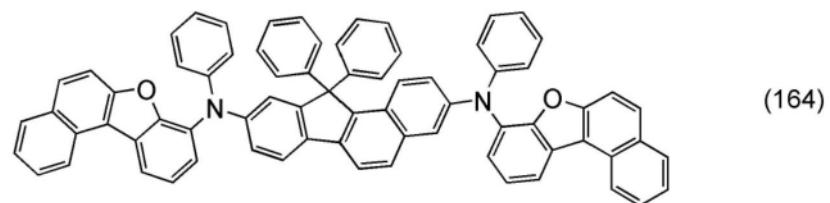
[0113]



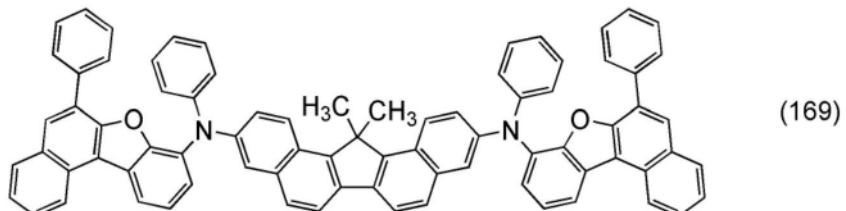
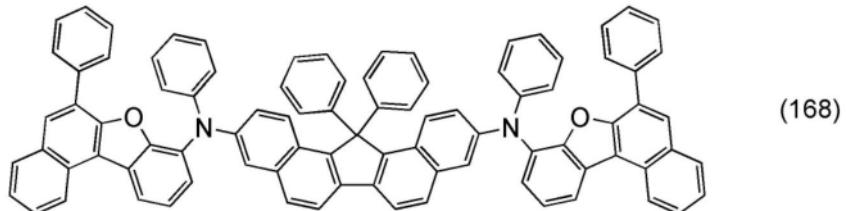
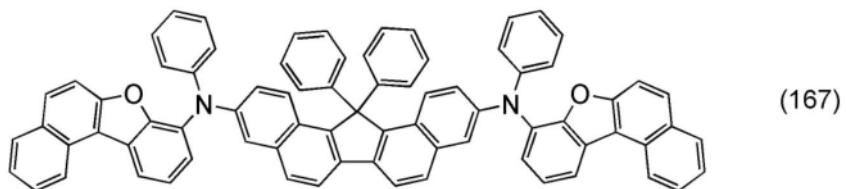
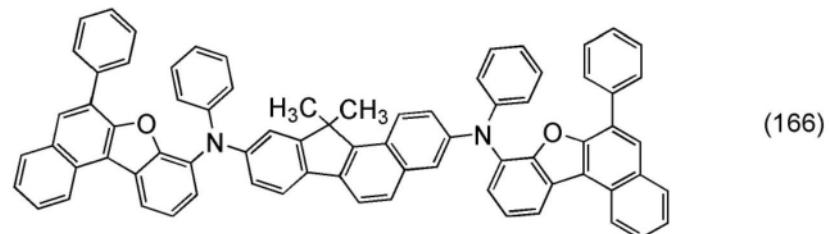


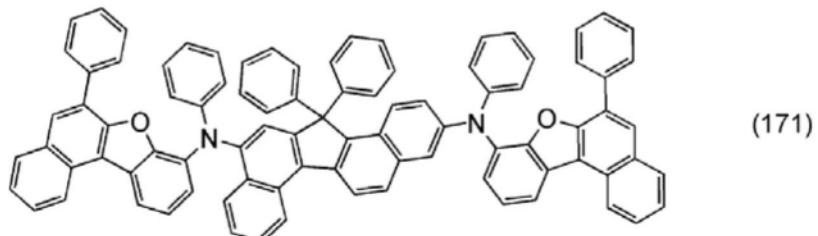
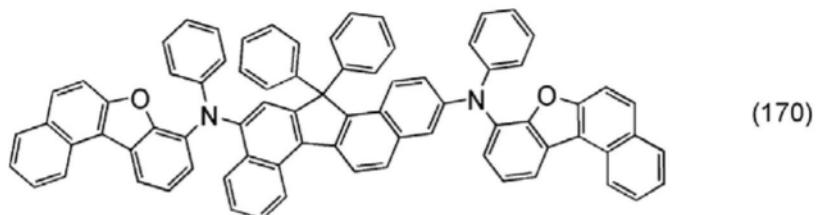




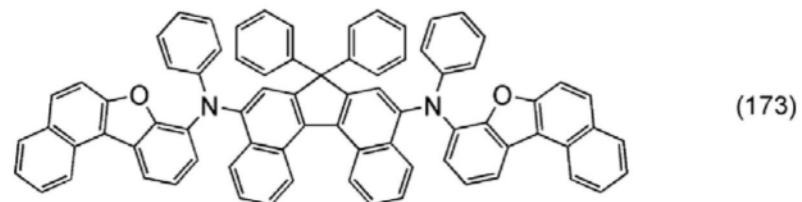
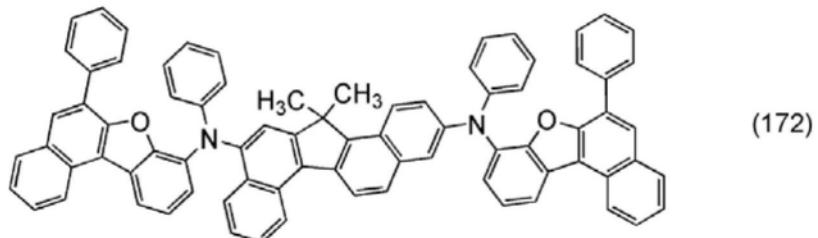


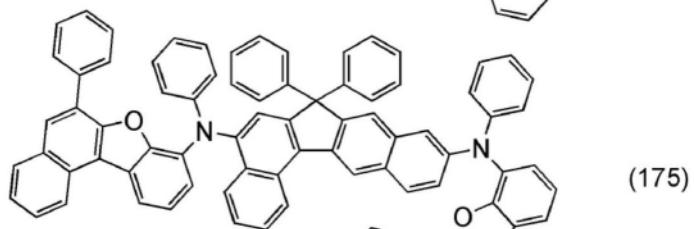
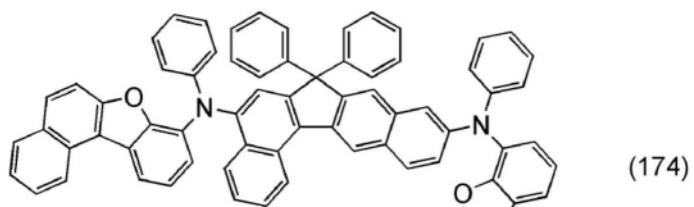
[0118]



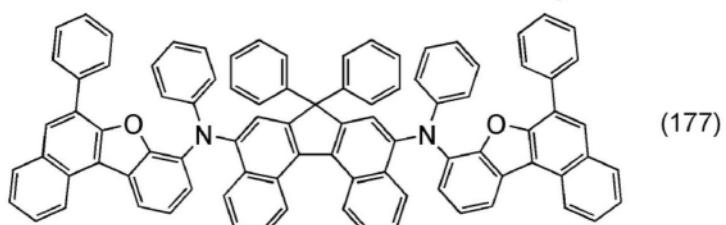
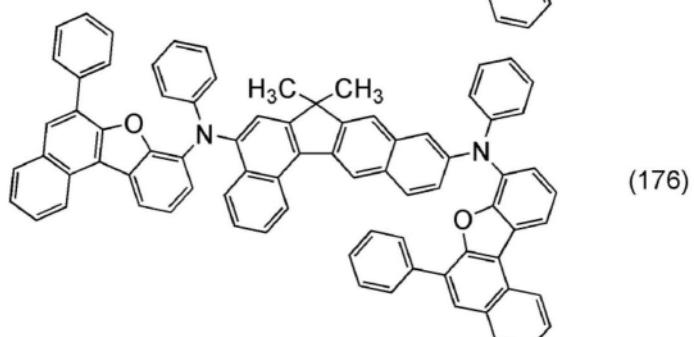


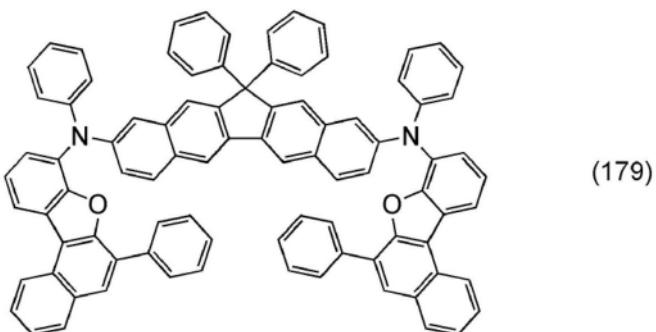
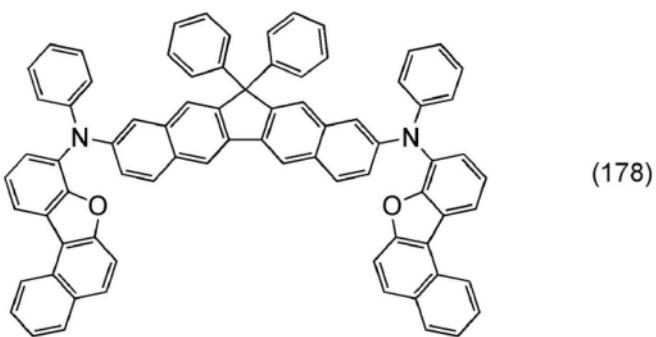
[0119]



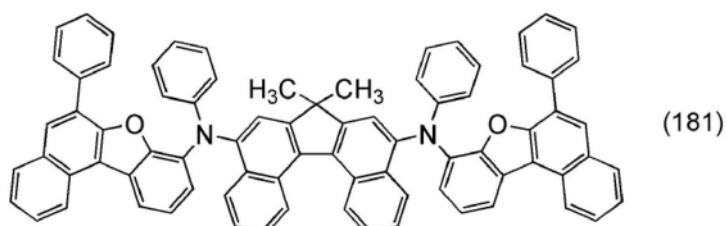
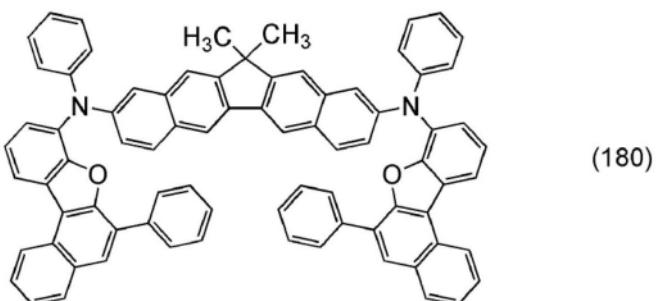


[0120]

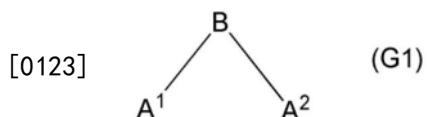




[0121]



[0122] 以下说明上述本发明的一个方式的由下面通式 (G1) 表示的有机化合物的合成方法。

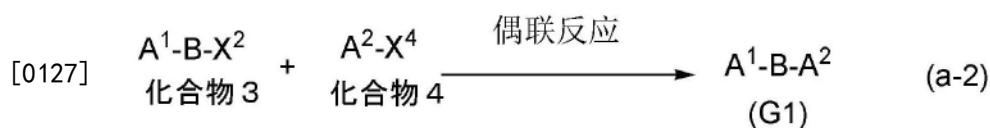
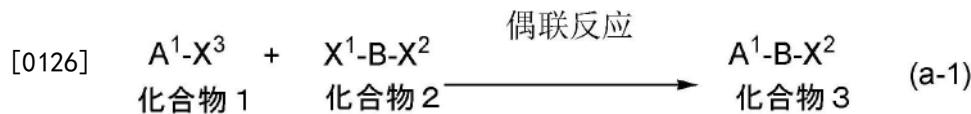


[0124] 作为由通式 (G1) 表示的有机化合物的合成方法可以采用各种反应。例如,可以利用以下的合成反应合成由通式 (G1) 表示的有机化合物。注意,本发明的一个方式的由通式 (G1) 表示的有机化合物的合成方法不局限于以下的合成方法。

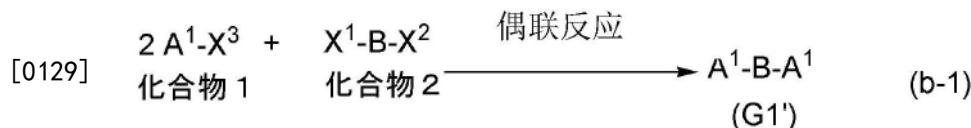
[0125] <由通式 (G1) 表示的有机化合物的合成方法>

经下面合成路线 (a-1) 或 (a-2) 可以合成本发明的由通式 (G1) 表示的有机化合物。就是说,通过使苯并萘并呋喃基胺化合物 (化合物1) 和具有芴骨架的化合物 (化合物2) 偶联,得到苯并萘并呋喃基胺化合物 (化合物3)。再者,通过使化合物3与苯并萘并呋喃基胺化

合物(化合物4)偶联,可以得到目的物(G1)。以下示出合成路线(a-1)及(a-2)。



[0128] 另外,在本发明的有机化合物(G1)的合成中,在A¹和A²相同的情况下,如下面合成路线(b-1)那样,通过使具有芴骨架的化合物和2当量的苯并萘并呋喃基胺化合物(化合物1)偶联,可以以一个步骤得到目的物(G1')。以下示出合成路线(b-1)。



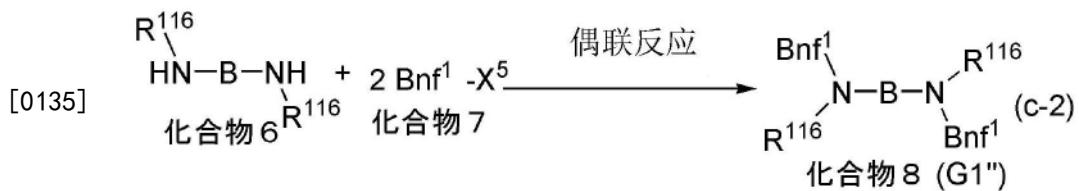
[0130] 在合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)中,A¹及A²分别独立地表示苯并萘并呋喃基胺基,B表示具有芴骨架的2价的基,X¹及X²分别独立地表示氯、溴、碘、三氟甲磺酸酯基,并且X³及X⁴表示氢、有机锡基等。

[0131] 当在合成路线(a-1)及(a-2)中进行使用钯催化剂的布赫瓦尔德-哈特维希(Buchwald-Hartwig)反应时,可以使用双(二亚苄基丙酮)钯(0)、醋酸钯(II)、[1,1-双(二苯基膦基)二茂铁]二氯化钯(II)、四(三苯基膦)钯(0)、氯化烯丙基钯(II)二聚物等钯化合物、三(叔丁基)膦、三(正己基)膦、三环己基膦、二(1-金刚烷基)-正丁基膦、2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯、三(邻甲苯基)膦、(S)-(6,6'-二甲氧基联苯基-2,2'-二基)双(二异丙基膦)等配体。在反应中,可以使用叔丁醇钠等有机碱、碳酸钾、碳酸铯、碳酸钠等无机碱等。在该反应中,作为溶剂,可以使用甲苯、二甲苯、苯、四氢呋喃、二氧六环等。注意,能够用于该反应的试剂类不局限于上述试剂类。另外,该反应优选在氮或氩等惰性气氛下进行。

[0132] 另外,当在合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)中进行使用铜或铜化合物的乌尔曼(Ullmann)反应时,X¹及X²分别独立地表示氯、溴、碘,并且X³表示氢。在该反应中,可以使用铜或铜化合物。作为可以用于该反应的碱,可以举出碳酸钾等无机碱。另外,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。在乌尔曼反应中,当反应温度为100℃以上时,可以以更短时间且以高收获率得到目的物,所以优选使用沸点高的DMPU、二甲苯。另外,反应温度更优选为150℃以上的高温度,所以更优选使用DMPU。注意,可以应用于该反应的试剂类不局限于上述试剂类。另外,该反应优选在氮或氩等惰性气氛下进行。

[0133] 本发明的由通式(G1)表示的有机化合物也可以经合成路线(c-1)或(c-2)合成。就是说,通过使具有芴骨架的化合物(化合物2)和芳基胺(化合物5)偶联,接着,使其和苯并萘并呋喃化合物(化合物7)偶联,可以得到目的物(G1'')。以下示出合成路线(c-1)或(c-2)。





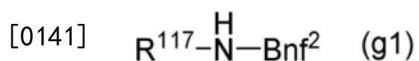
[0136] 在合成路线(c-1)或(c-2)中, R¹¹⁶表示碳数6至13的芳基,Bnf¹表示苯并萘并呋喃基,B表示具有芴骨架的2价的基,并且X¹、X²以及X⁵分别独立地表示氯、溴、碘、三氟甲磺酸酯基。

[0137] 在合成路线(c-1)或(c-2)中,可以进行使用钯催化剂的布赫瓦尔德-铪特维希反应。当进行该反应时,可以使用与合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)同样的试剂。

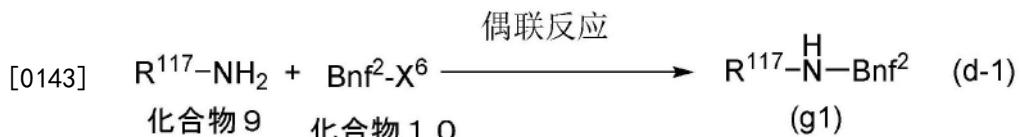
[0138] 另外,当在合成路线(c-1)或(c-2)中进行使用铜或铜化合物的乌尔曼反应时,R¹¹⁶表示碳数6至13的芳基,Bnf¹表示苯并萘并呋喃基,B表示具有芴骨架的2价的基,并且X¹及X²分别独立地表示氯、溴、碘。当在合成路线(c-1)或(c-2)中进行使用铜或铜化合物的乌尔曼反应时,可以使用与合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)同样的试剂。

[0139] 在合成路线(c-1)或(c-2)所示的方法中,合成路线(c-1)的生成物(化合物6)为芴二胺,该胺为仲胺。在一个分子内的两处存在着仲胺结构的情况下,由于化合物容易被氧化,极性非常高等原因,可能会发生很难精炼或者回收率变低等问题。另一方面,在合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)所示的方法中,不经由在两处具有仲胺的物质(化合物6)的中间体,由此可以减轻上述问题。因此,合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)所示的方法优选于合成路线(c-1)或(c-2)所示的方法。

[0140] 以下说明作为本发明的由通式(G1)表示的有机化合物的前体的苯并萘并呋喃基胺化合物的合成。由下面通式(g1)表示苯并萘并呋喃基胺化合物的结构。



[0142] 在本发明的由通式(G1)表示的有机化合物中,A¹和A²的结构既可相同又可不同,可以由通式(g1)表示。本发明的由通式(g1)表示的有机化合物可以经合成路线(d-1)合成。就是说,通过使苯并萘并呋喃基化合物(化合物10)和芳基胺(化合物9)偶联,可以得到苯并萘并呋喃基胺化合物(g1)。以下示出合成路线(d-1)。

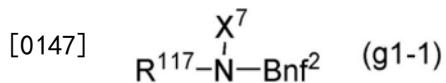


[0144] 当在合成路线(d-1)中进行使用钯催化剂的布赫瓦尔德-铪特维希反应时,R¹¹⁷表示碳数6至13的芳基,Bnf²表示苯并萘并呋喃基,并且X⁶表示氯、溴、碘以及三氟甲磺酸酯基。当在合成路线(d-1)中进行使用钯催化剂的布赫瓦尔德-铪特维希反应时,可以使用与合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)同样的试剂。

[0145] 另外,当在合成路线(d-1)中进行使用铜或铜化合物的乌尔曼反应时,R¹¹⁷表示碳数6至13的芳基,Bnf²表示苯并萘并呋喃基,并且X⁶表示氯、溴、碘。当在合成路线(d-1)中进行使用铜或铜化合物的乌尔曼反应时,可以使用与合成路线(a-1)、(a-2)或(b-1)同样的试剂。

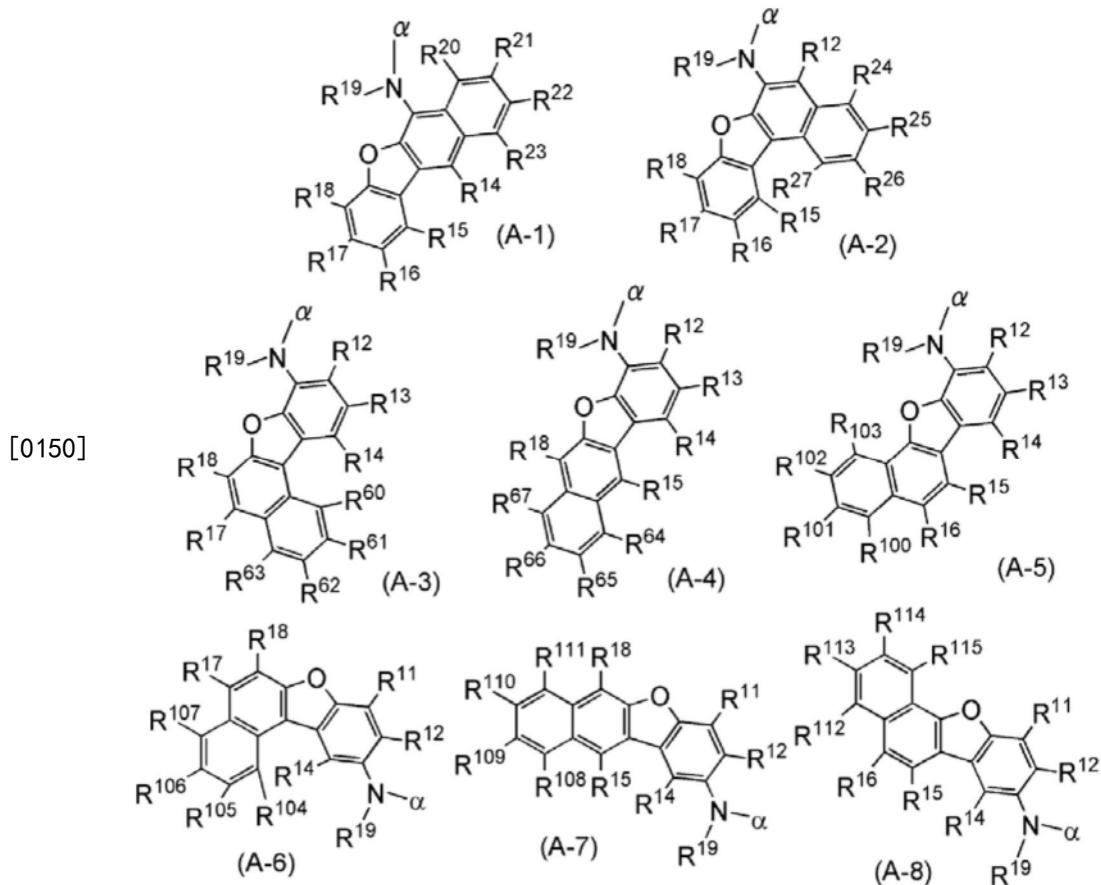
[0146] 化合物(g1)可以先用作由下面通式(g1-1)表示的有机锡试剂,再应用于合成路线

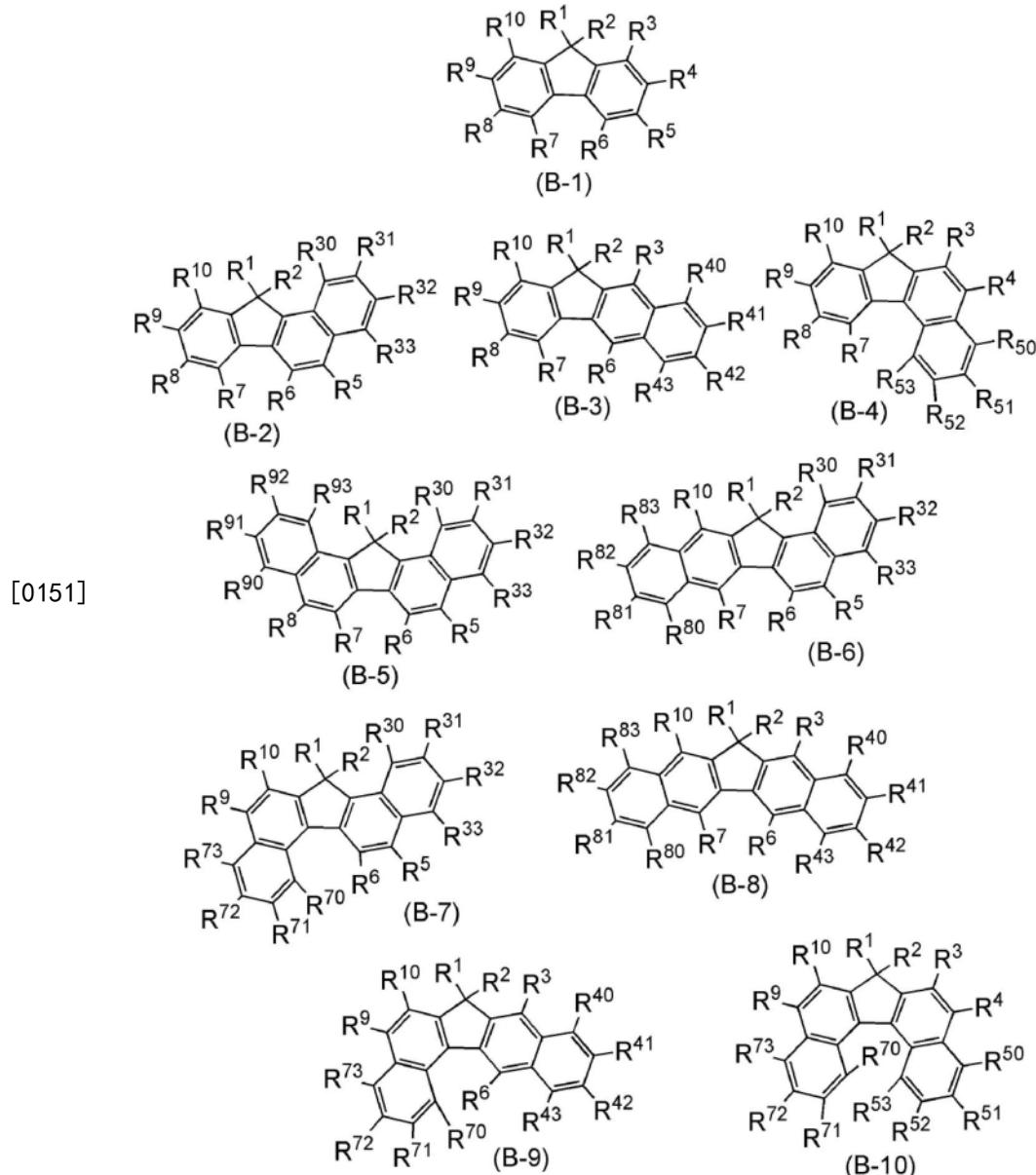
(a-1)、(a-2) 或 (b-1) 所示的反应。



[0148] 在通式 (g1-1) 中, R^{117} 表示碳数6至13的芳基, Bnf^2 表示苯并萘并呋喃基, 并且 X^7 表示有机锡基。

[0149] 在通式 (G1)、合成路线 (a-1)、(a-2)、(b-1)、(c-1) 以及 (c-2) 中, B 表示下面通式 (B-1) 至 (B-10) 中的任何一个。在通式 (G1)、合成路线 (a-1)、(a-2) 以及 (b-1) 中, A^1 和 A^2 分别独立地表示下面通式 (A-1) 至 (A-8) 中的任何一个, 该通式 (A-1) 至 (A-8) 在由 α 表示的位置键合于 B 的母骨架及 X^3 、 X^4 。





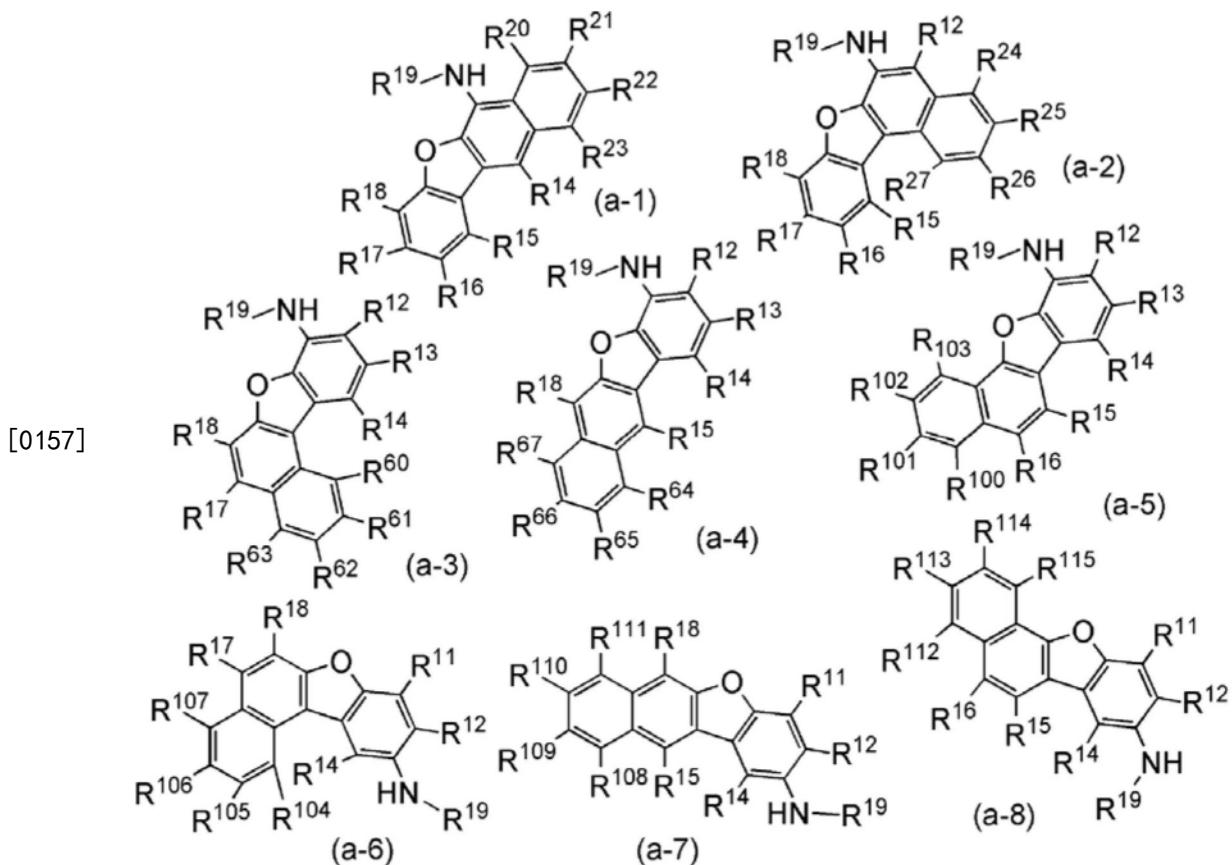
[0152] 在通式 (B-1) 或 (B-10) 中, R^1 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或无取代的碳数为 3 至 6 的环烷基、取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷氧基、氟基、卤素以及取代或无取代的碳数为 1 至 6 的卤代烷基中的任何一个。

[0153] 在通式 (B-1) 至 (B-10) 的每一个中, R^3 至 R^{10} 、 R^{30} 至 R^{33} 、 R^{40} 至 R^{43} 、 R^{50} 至 R^{53} 、 R^{70} 至 R^{73} 、 R^{80} 至 R^{83} 以及 R^{90} 至 R^{93} 中的至少两个为选自下面通式 (A-1) 至 (A-8) 中的基。

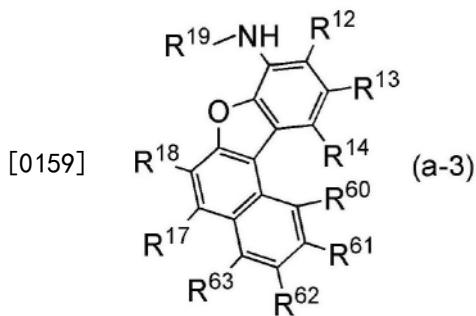
[0154] 另外, 在通式 (A-1) 至 (A-8) 中, R^{11} 至 R^{18} 、 R^{20} 至 R^{27} 、 R^{60} 至 R^{67} 以及 R^{100} 至 R^{115} 分别独立地表示氢、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基、取代或无取代的碳数为 1 至 6 的烷氧基、氟基、卤素以及取代或无取代的碳数为 1 至 6 的卤代烷基中的任何一个。另外, R^{19} 表示取代或无取代的碳数为 6 至 13 的芳烃基。

[0155] 经上述步骤, 可以合成本实施方式的有机化合物。

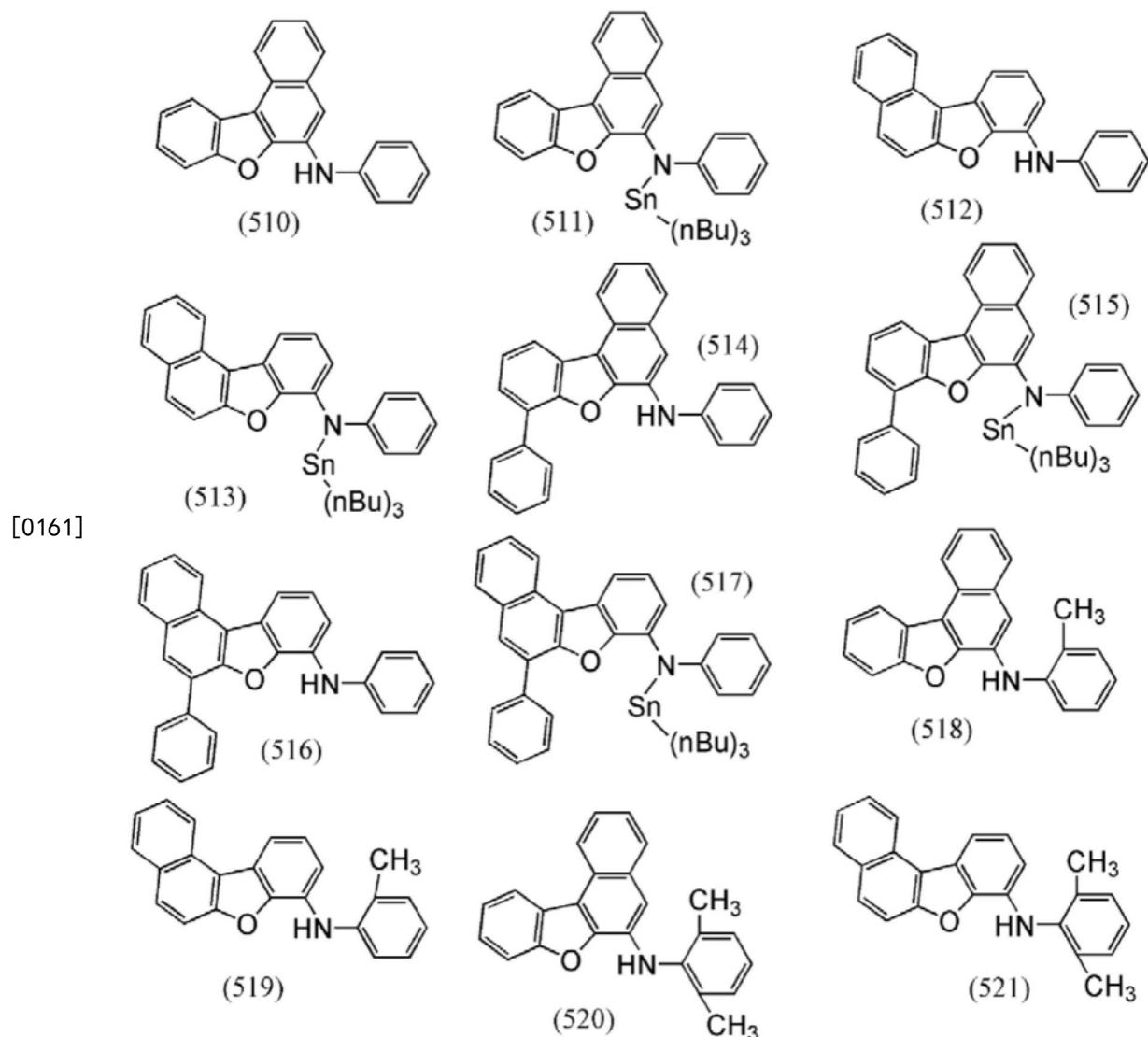
[0156] 作为在上述合成路线 (a-1)、(a-2) 以及 (b-1) 的反应中使用的化合物 1 及化合物 4, 例如, 可以使用由下面通式 (a-1) 至 (a-8) 表示的有机化合物。

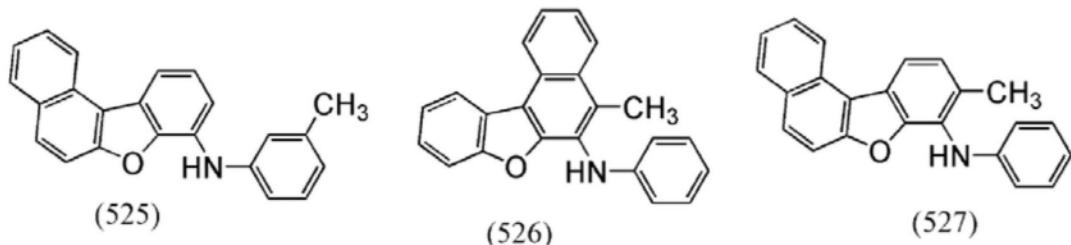
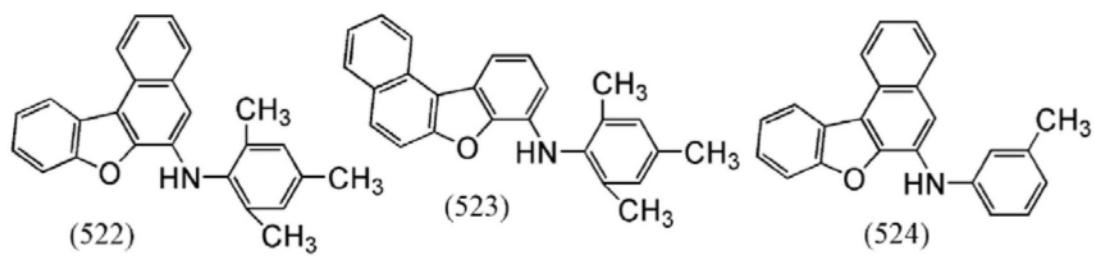


[0158] 在上述由通式 (a-1) 至 (a-8) 表示的化合物中, 优选使用下面由通式 (a-3) 表示的有机化合物合成有机化合物, 这是因为能够得到颜色纯度高的蓝色发光而适合用作荧光发光材料的缘故。

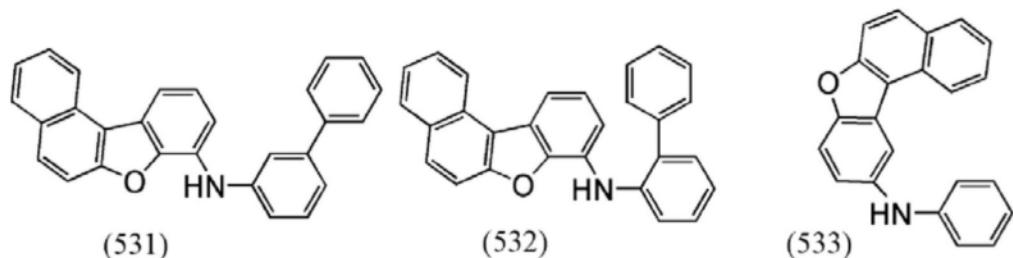
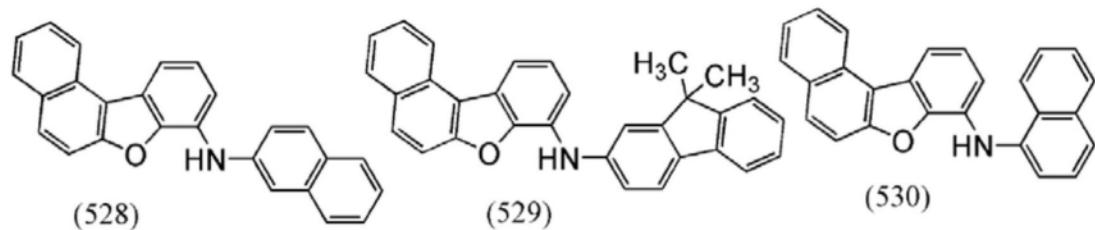


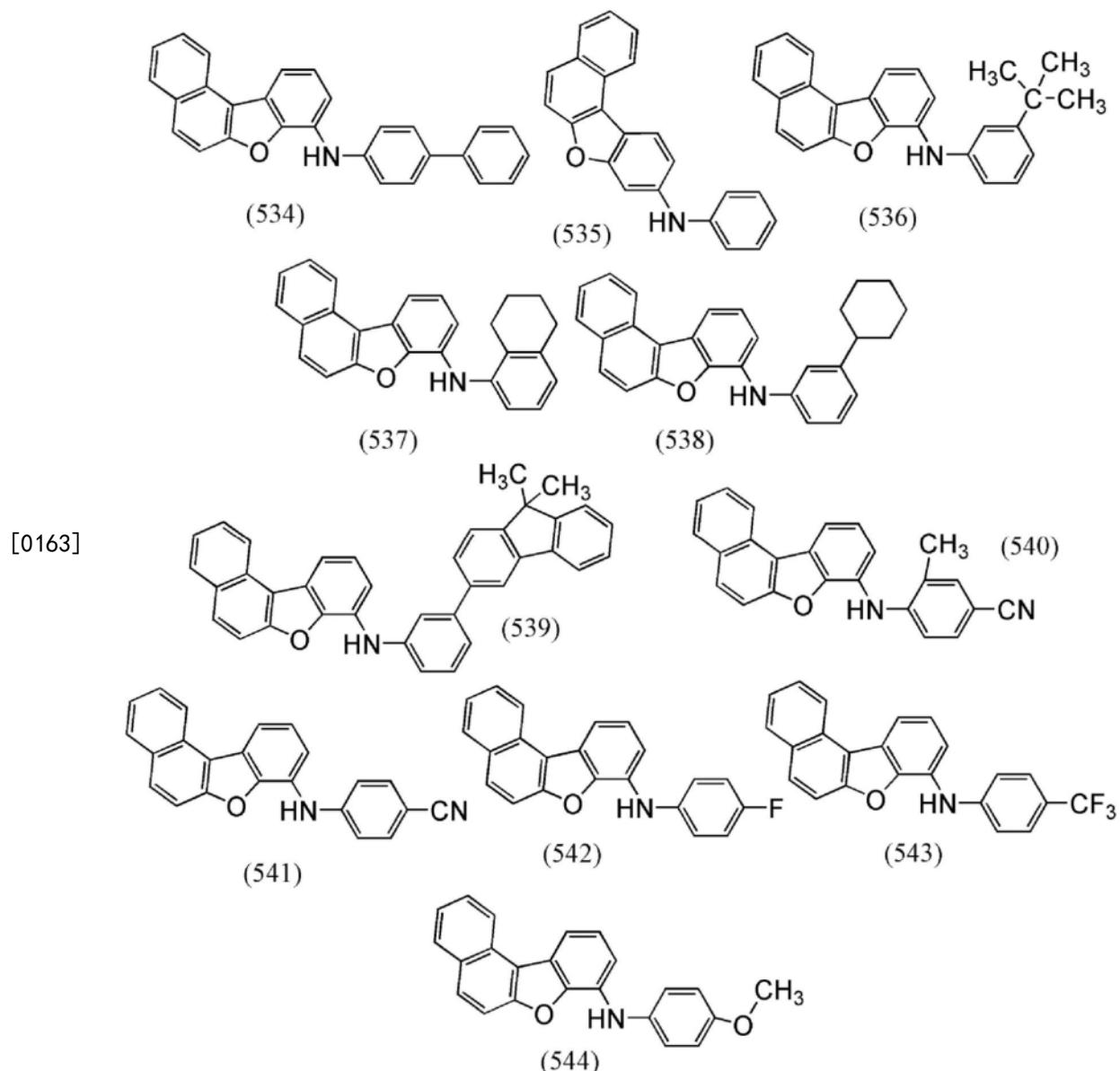
[0160] 另外, 作为在上述合成中使用的化合物1及化合物4的具体例子, 可以举出如下化合物。

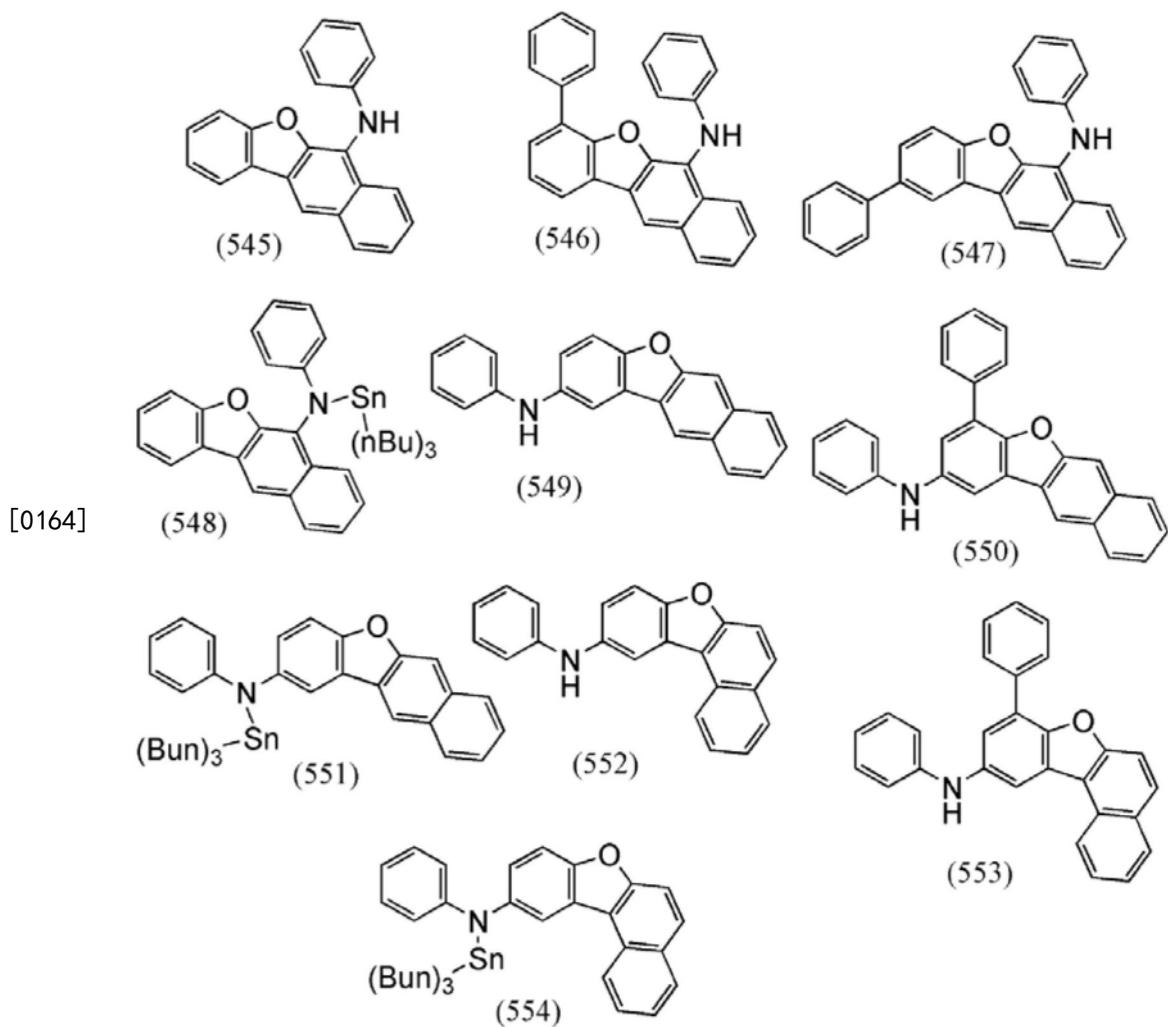


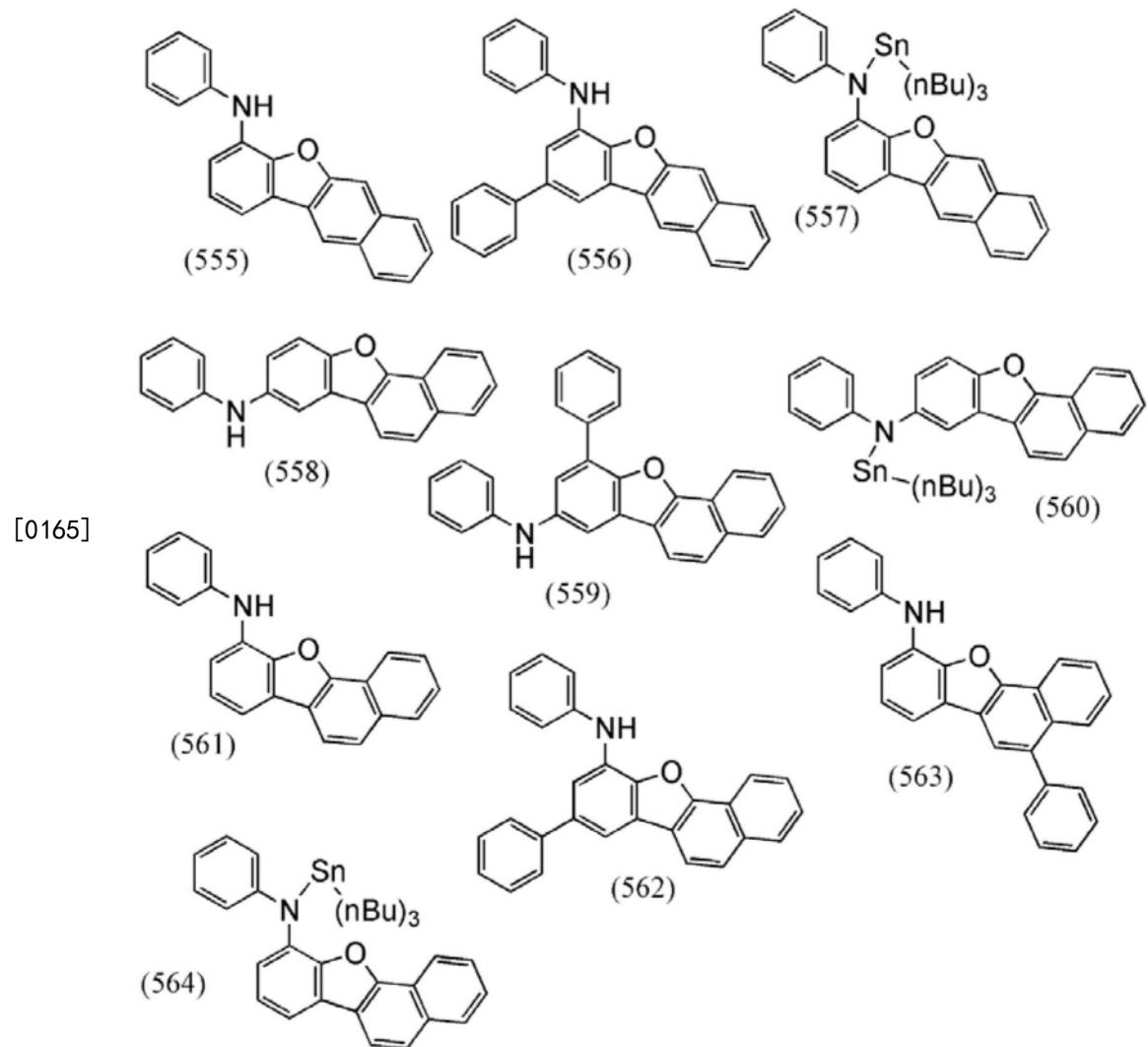


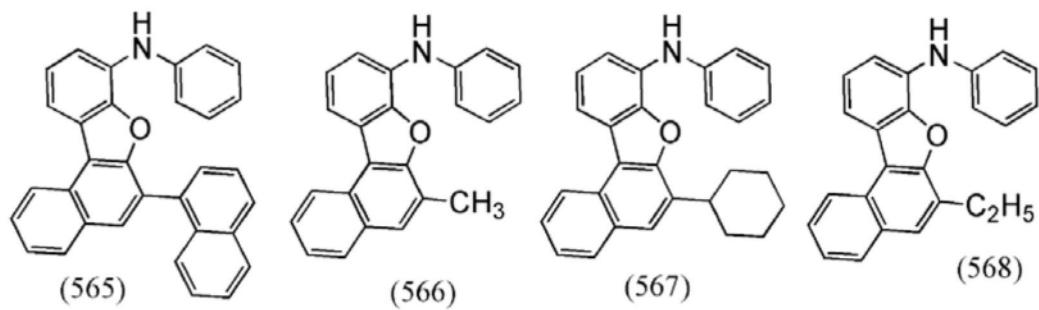
[0162]



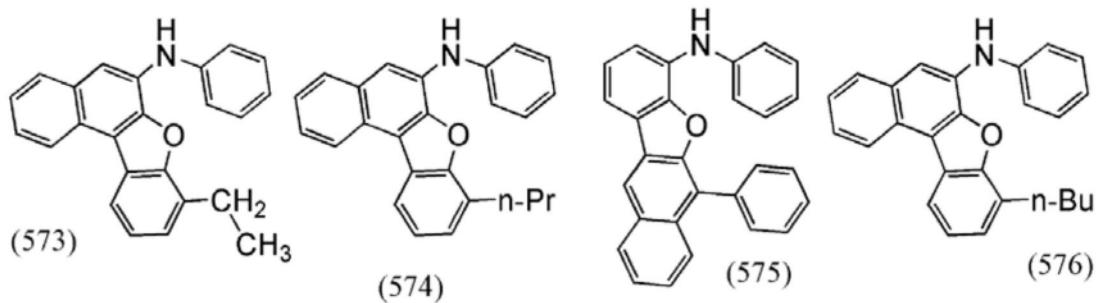
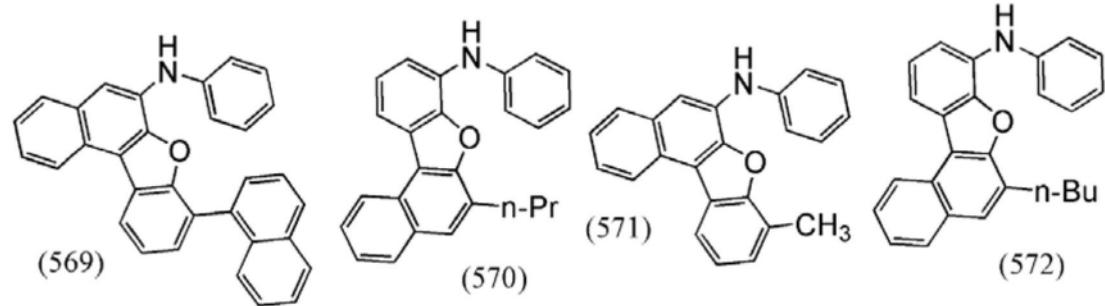


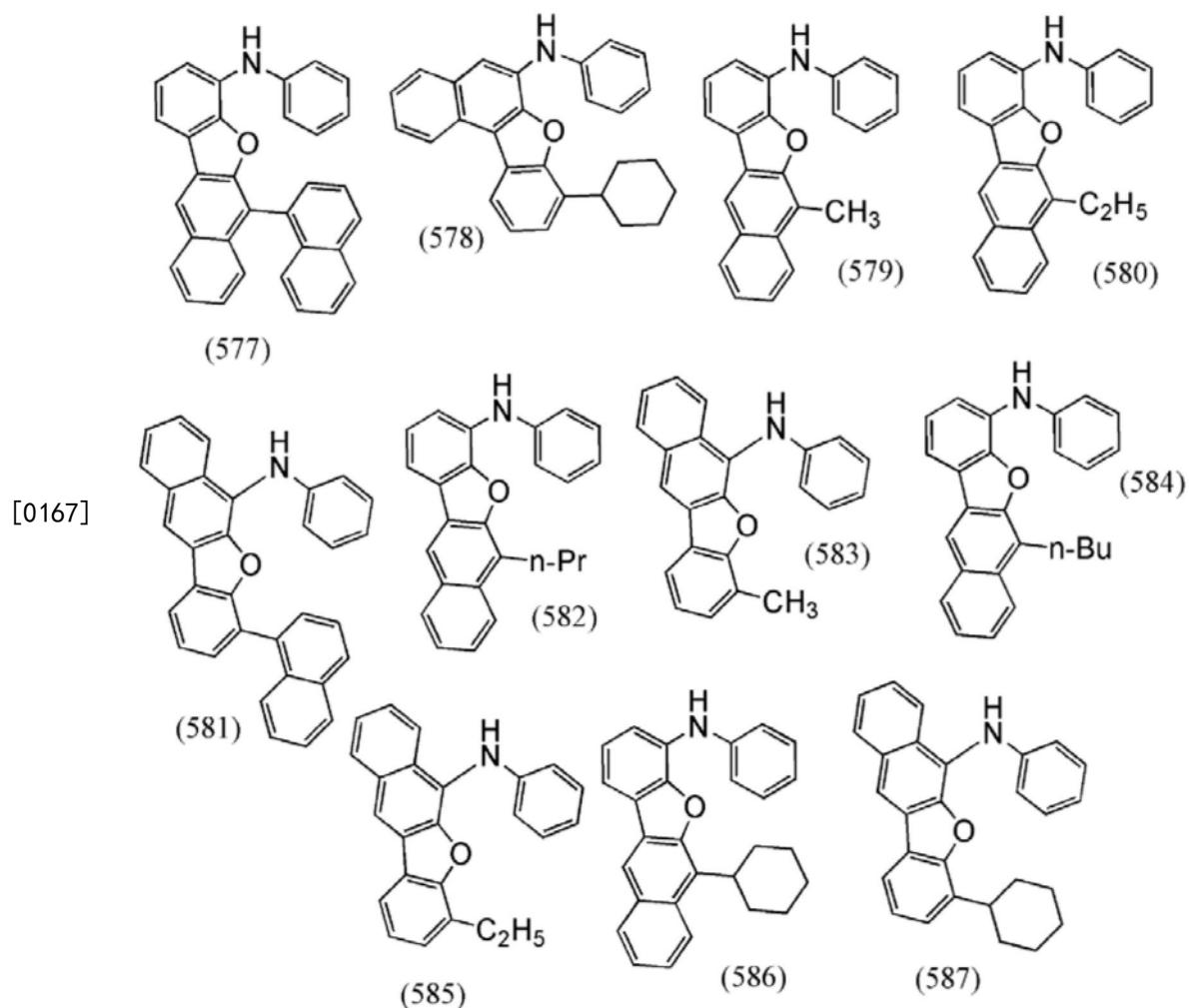


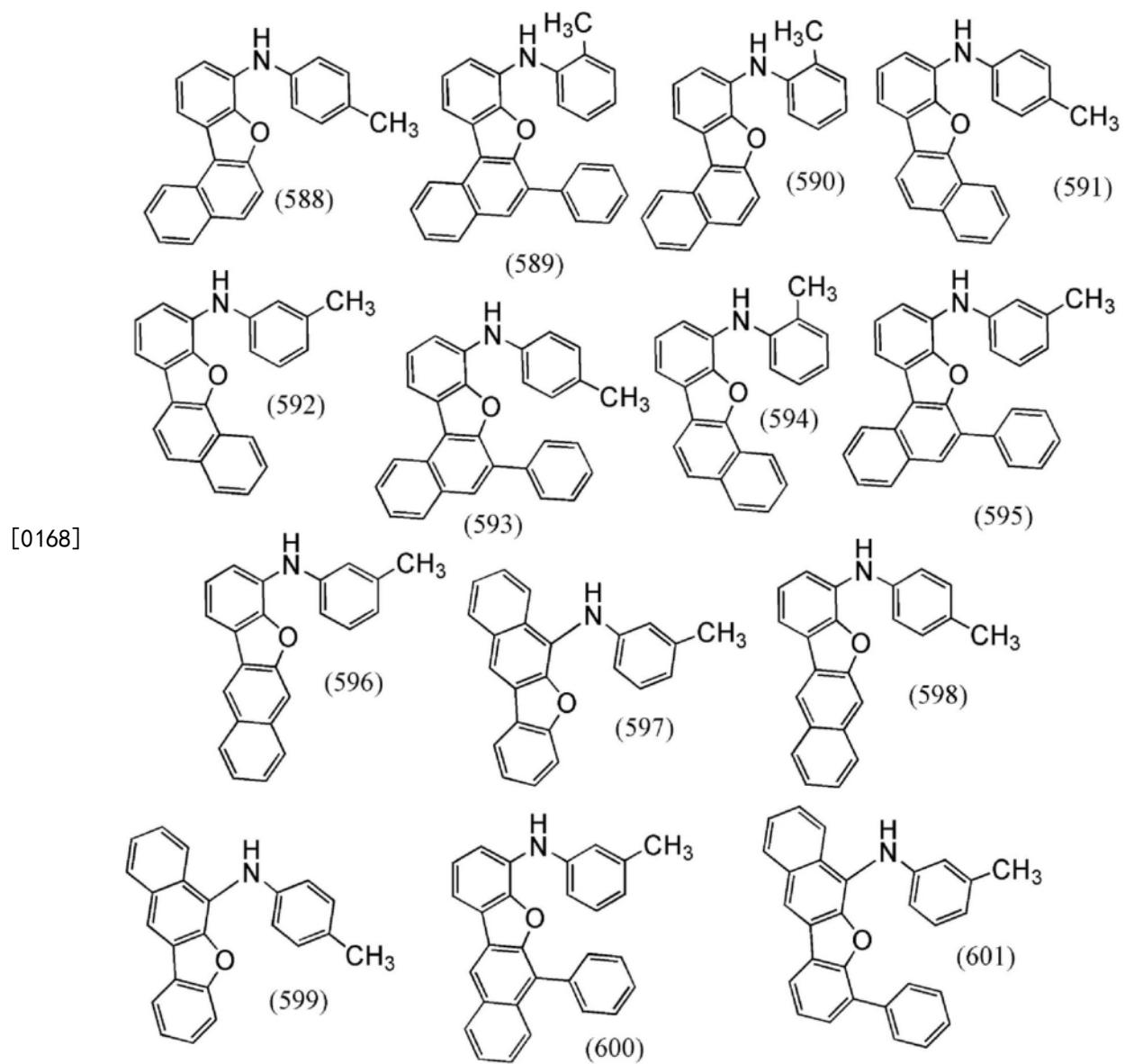


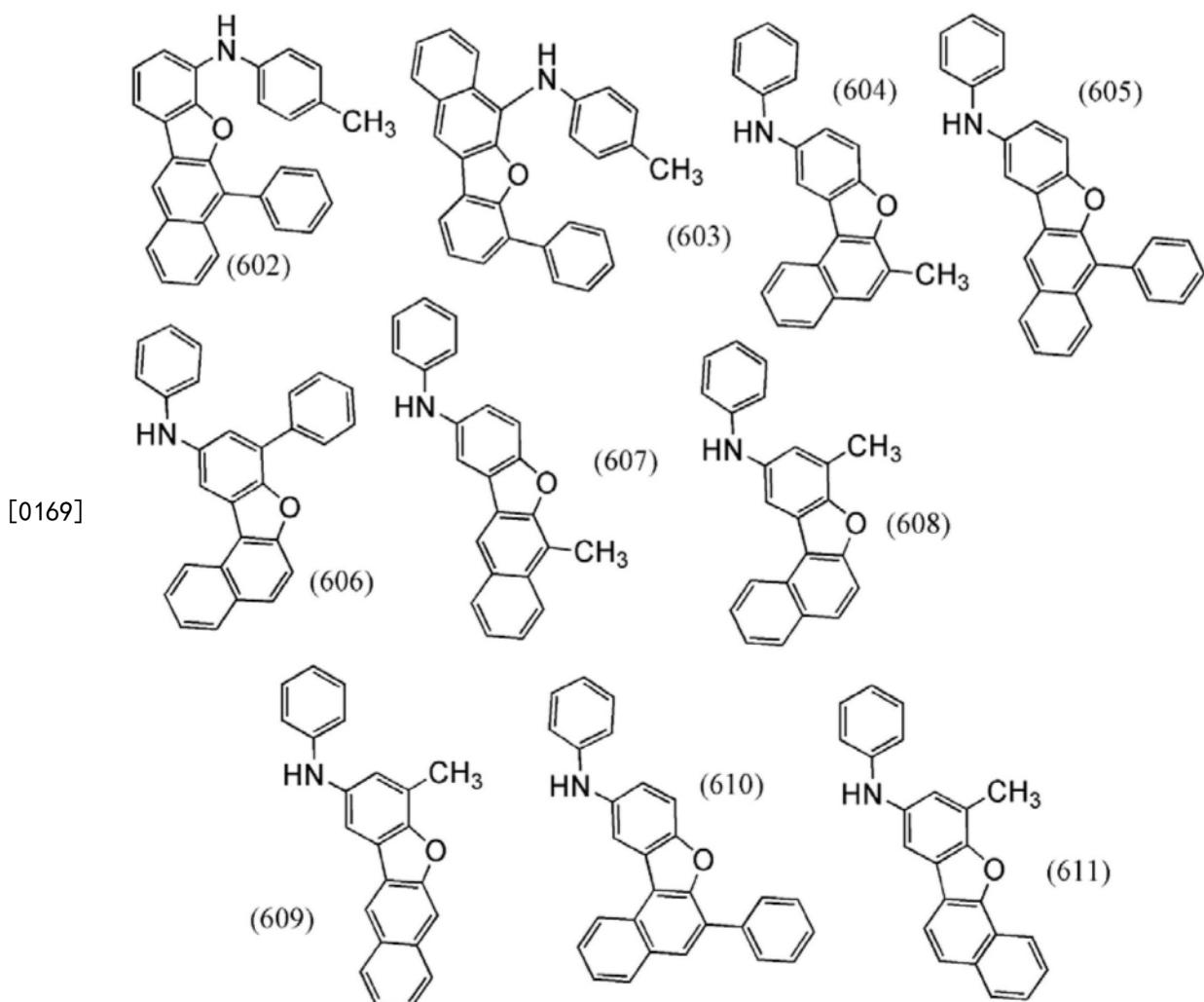


[0166]









[0170] 《发光元件》

以下参照图1A对本发明的一个方式的发光元件的详细结构例子进行说明。

[0171] 在本实施方式中,发光元件包括由第一电极101和第二电极102构成的一对电极、设置在第一电极101与第二电极102之间的EL层103。注意,在下面假设第一电极101被用作阳极且第二电极102被用作阴极来进行说明。

[0172] 为了将第一电极101用作阳极,优选使用功函数大(具体为4.0eV以上)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等形成。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO: Indium Tin Oxide, 钨锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。虽然通常通过溅射法形成这些导电金属氧化物膜,但是也可以应用溶胶-凝胶法等来形成。作为形成方法的例子,可以举出如下方法: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-氧化锌的方法。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)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。也可以使用石墨烯。另外,通过将后面说明的复合材料用于EL层103中的接触于第一电极101的层,可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0173] EL层103具有叠层结构,该叠层结构中的任一个层优选包括由上述通式(G1)至

(G6) 中任一个表示的有机化合物。

[0174] 作为EL层103的叠层结构,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、载流子阻挡层、中间层等来构成。这里,对EL层103所具有的如下结构进行说明,即在第一电极101上按顺序层叠空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114以及电子注入层115的结构。下面示出构成各层的材料的具体例子。

[0175] 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、钌氧化物、钨氧化物、锰氧化物等。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)等;或者高分子如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。

[0176] 另外,作为空穴注入层111,可以使用在具有空穴传输性的物质中含有受主物质的复合材料。注意,通过使用在具有空穴传输性的物质中含有受主物质的复合材料,可以在选择形成电极的材料时无需顾及电极的功函数。就是说,作为第一电极101,除了功函数大的材料以外,还可以使用功函数小的材料。作为受主物质,可以使用具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物,例如,7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、3,6-二氟-2,5,7,7,8,8-六氟基对醌二甲烷、氯醌以及2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(简称:HAT-CN)等。作为具有受主性的有机化合物,吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物诸如HAT-CN等在热方面稳定,所以是优选的。还可以举出过渡金属氧化物。另外,可以举出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、氧化铼,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。具有受主性的有机化合物借助于施加电场而能够从邻接的空穴传输层(或空穴传输材料)抽出电子。

[0177] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的物质,可以使用各种有机化合物如芳香胺化合物、咔唑衍生物、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具有空穴传输性的物质,优选使用空穴迁移率为10⁻⁶cm²/Vs以上的物质。以下,具体地列举可以被用作复合材料中的空穴传输物质的有机化合物。

[0178] 作为可以用于复合材料的芳香胺化合物,可以举出N,N'-二(对甲苯基)-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。作为咔唑衍生物,可以具体地举出3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作为芳烃,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。另外,也可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基骨架的芳烃,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。另外,也可以使用本发明的一个方式的有机化合物。

[0179] 另外,也可以使用聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等高分子化合物。

[0180] 通过形成空穴注入层,可以提高空穴注入性,从而可以获得驱动电压小的发光元件。

[0181] 另外,可以将上面所述的受主材料单独地或者与其他材料混合地使用来形成空穴注入层。此时,受主材料可以从空穴传输层抽出电子,并将空穴注入到空穴传输层。受主材料将抽出了的电子传输到阳极。

[0182] 空穴传输层112是包含具有空穴传输性的物质的层。作为具有空穴传输性的物质,例如可以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-(螺-9,9'-联芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'--(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)等。在此所述的物质具有高空穴传输性,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空穴传输性物质举出的有机化合物用于空穴传输层112。另外,也可以使用诸如聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)或聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)等的高分子化合物。另外,也可以适当地使用本发明的一个方式的有机化合物。尤其是,当在上述通式(G1)中由B表示的基为如芴二基、二甲基芴二基、二苯基芴二基等未与苯环稠合的芴二基时,单重激发态能级及三重激发态能级高,适合用于使用磷光发光物质的发光元件。另外,包含具有空穴传输性的物质的层不限于单层,也可以为由上述物质构成的两个以上的层的叠层。

[0183] 发光层113可以为呈现荧光发光的层、呈现磷光发光的层或呈现热活化延迟荧光(TADF)的层。另外,发光层113既可以为单层,又可以为包含不同发光物质的多个层。在形成由多个层构成的发光层的情况下,可以层叠包含磷光发光物质的层和包含荧光发光物质的层。此时,在包含磷光发光物质的层中,优选使用如下所述的激基复合物。

[0184] 作为荧光发光物质,可以使用如下物质。另外,除此之外,还可以使用其他荧光发光物质。例如,可以举出5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯基-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-茈-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-茈-1,6-二胺(简称:1,

6mMemFLPAPrn)、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-9,10-二基二-4,1-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'''-八苯基二苯并[g,p]䓛(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:2DPAPPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯基-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-[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]喹嗪-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)苊并[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]喹嗪-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]喹嗪-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]喹嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙烷二腈(简称:BisDCJTM)等。尤其是,以1,6FLPAPrn(简称)、1,6mMemFLPAPrn(简称)等芘二胺衍化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有高空穴俘获性且良好的发光效率及可靠性,所以是优选的。另外,优选将本发明的一个方式的有机化合物用作荧光发光物质。使用本发明的一个方式的有机化合物的发光元件可以为色度良好的蓝色发光元件。另外,可以为外量子效率高的发光元件。

[0185] 在发光层113中,作为可以用作磷光发光物质的材料,可以举出如下物质。例如,可以举出:三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等具有咪唑骨架的有机金属铱

配合物；以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡唑基)硼酸盐(简称：FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸酯(简称：FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸酯(简称：[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称：FIr(acac))等以具有拉电子基的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物。上述物质是发射蓝色磷光的化合物，并且在440nm至520nm具有发光的峰值。

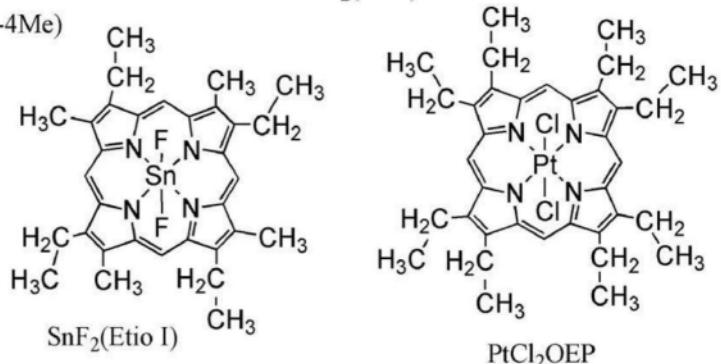
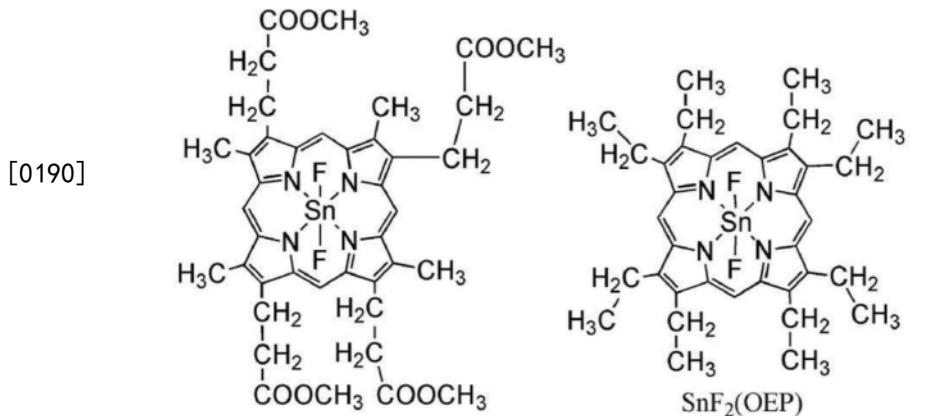
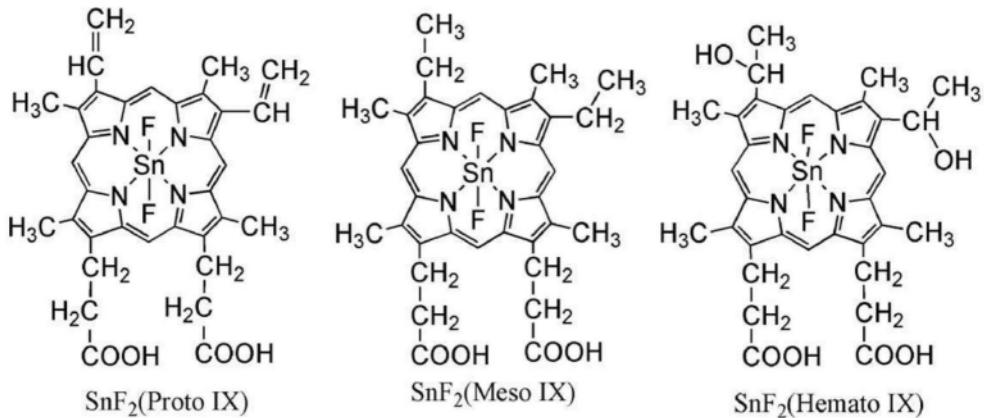
[0186] 另外，可以举出：三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称：[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称：[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称：[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称：[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称：[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称：Ir(mpmpm)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称：[Ir(dppm)₂(acac)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物；(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称：[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称：[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物；三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称：[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称：[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称：[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称：[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称：[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称：[Ir(pq)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物；以及三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称：[Tb(acac)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质主要是发射绿色磷光的化合物，并且在500nm至600nm具有发光的峰值。另外，由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性及发光效率，所以是特别优选的。

[0187] 另外，可以举出：(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III)(简称：[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称：[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称：[Ir(d1npm)₂(dpm)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物；(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称：[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称：[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合]铱(III)(简称：[Ir(Fdpq)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物；三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称：[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称：[Ir(piq)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物；2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称：PtOEP)等的铂配合物；以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲咯啉)铕(III)(简称：[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铕(III)(简称：[Eu(TTA)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质是发射红色磷光的化合物，并且在600nm至700nm具有发光的峰值。另外，具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得色度良好的红色发光。

[0188] 另外，除了上述磷光化合物以外，还可以选择各种磷光发光材料而使用。

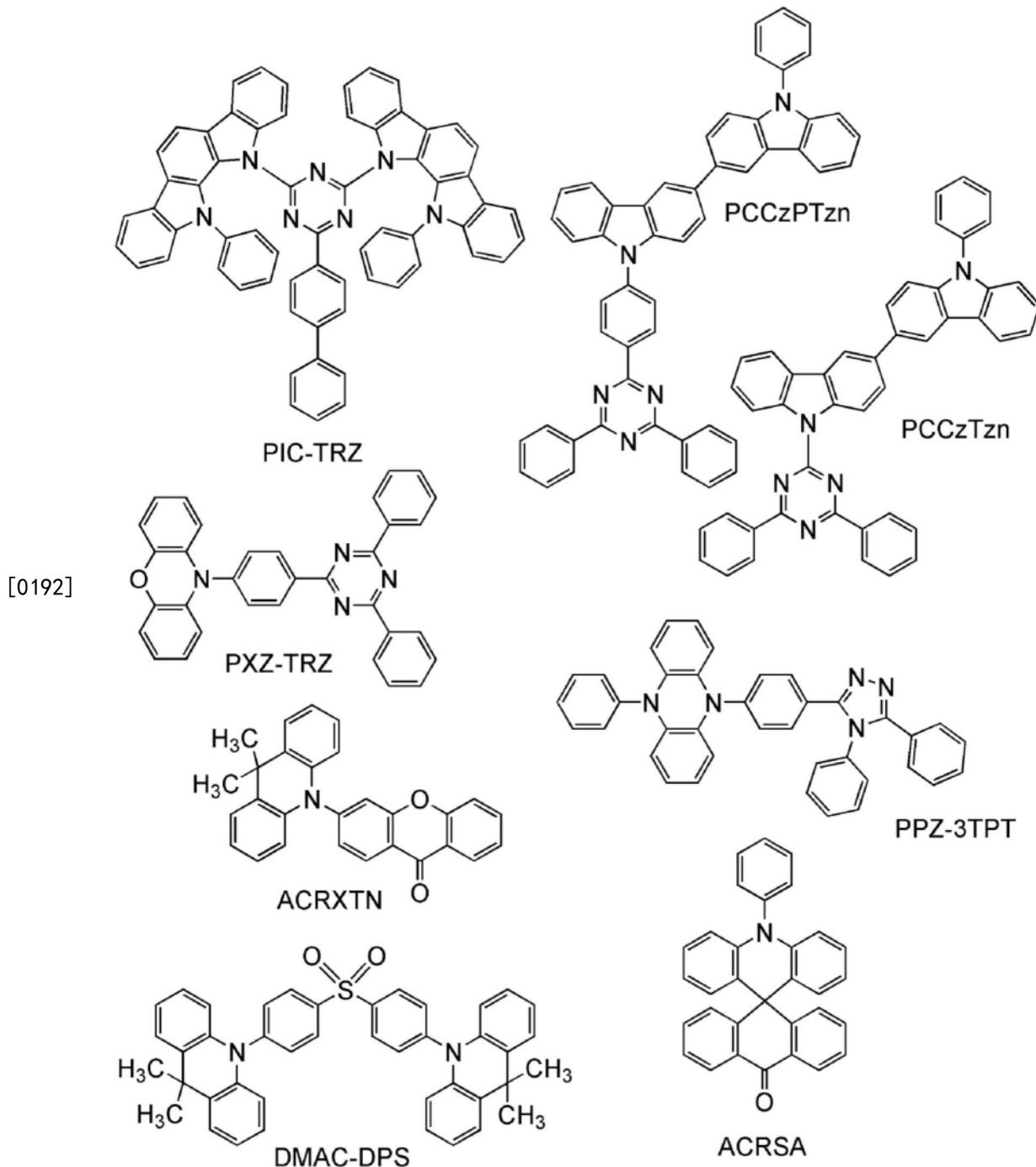
[0189] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、普鲁黄等的吖啶衍生物以及伊红等。

另外,还可以使用包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等含金属卟啉等。作为该含金属卟啉,例如,也可以举出由下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF_2 (Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl_2OEP)等。



[0191] 另外,还可以使用由下面结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吲哚并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'-H-3,3'-联咔唑(简称:PCCzTzn)、2-[4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吖啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吖啶)苯基]硫砜(简称:DMAC-DPS)、

10-苯基-10H,10' H-螺[吖啶-9,9' -蒽]-10' -酮(简称:ACRSA)等具有富π电子型芳杂环和缺π电子型芳杂环双方的杂环化合物。另外,该杂环化合物具有富π电子型芳杂环和缺π电子型芳杂环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。在富π电子型芳杂环和缺π电子型芳杂环直接键合的物质中,富π电子芳杂环的施主性和缺π电子型芳杂环的受主性都强而S₁能级与T₁能级之间的能量差变小,高效地得到热活化延迟荧光,所以是特别优选的。另外,也可以使用键合有如氰基等吸电子基团的芳香环代替缺π电子型芳杂环。



[0193] 作为发光层的主体材料,可以使用如具有电子传输性的材料或具有空穴传输性的材料等各种载流子传输材料。

[0194] 例如,作为具有电子传输性的材料,例如可以举出:双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍

(II) (简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III) (简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II) (简称:Znq)、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II) (简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II) (简称:ZnBTZ)等金属配合物;2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:0XD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、2,2',2"- (1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑) (简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIm-II)等具有三唑骨架的杂环化合物;2-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁二唑(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噁吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噁二唑(简称:2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噁二唑(简称:2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]噁二唑(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噁吩基)苯基]噁二唑(简称:4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噁骨架的杂环化合物;以及3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)等的具有吡啶骨架的杂环化合物。其中,具有二噁骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。尤其是,具有二噁(噁二唑或噁二唑)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,也有助于降低驱动电压。

[0195] 另外,作为具有空穴传输性的材料,可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-联芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'- (9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'- (9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4"- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBB11BP)、4-(1-萘基)-4'- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4"- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9-联芴-2-胺(简称:PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑) (简称:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4"- (苯-1,3,5-三基)三(二苯并噁吩) (简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噁吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噁吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噁吩骨架的化合物;以及4,4',4"- (苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃) (简称:DBF3P-II)、4-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。另外,除了上述空穴传输材料以外,也可以从各种物质中选择空穴传输材料来使用。另外,优选将本发明的一个方式的有机化合物用作具有空穴传输性的材料。尤其是,当在上述通式(G1)中由B表示的基为如芴二基、二甲基芴二基、二苯基芴二基等未与苯环稠合的芴二基时,单重激发态能级及三重激发态能级高,适合用于使用磷光发光物质的发光元件的主体材料或辅助材料。

[0196] 在使用荧光发光物质作为发光物质的情况下,作为主体材料,9-苯基-3-[4-(10-

苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3-(4-(1-萘基)-苯基)-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)等具有蒽骨架的材料是特别优选的。在将具有蒽骨架的物质用作荧光发光物质的主体材料时,可以实现发光效率及耐久性良好的发光层。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0197] 另外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料。通过混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料,可以使发光层113的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的含量比例为具有空穴传输性的材料:具有电子传输性的材料=1:9至9:1即可。

[0198] 另外,也可以使用混合了的主体材料形成激基复合物。通过选择混合材料的组合以形成发射与荧光发光物质、磷光发光物质以及TADF材料的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。另外,上述结构可以使驱动电压也得到降低,所以是优选的。

[0199] 具有如上所述的结构的发光层113可以通过利用真空蒸镀法的共蒸镀、使用混合溶液的凹版印刷法、照相凹版印刷法、喷墨法、旋涂法、浸渍涂布法等来形成。

[0200] 电子传输层114是包含具有电子传输性的物质的层。作为具有电子传输性的物质,可以使用以上所述的能够用于主体材料的具有电子传输性的材料或具有蒽骨架的材料。

[0201] 另外,也可以在电子传输层114与发光层113之间设置控制电子载流子的移动的层。这是对如上所述的具有高电子传输性的材料添加了少量的具有高电子俘获性的物质的层,通过控制电子载流子的移动,可以调节载流子平衡。这样的结构对抑制因电子穿过发光层而引起的问题(例如元件使用寿命的下降)有很大的效果。

[0202] 另外,也可以在电子传输层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,可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)等的碱金属、碱土金属或它们的化合物。例如,可以使用将碱金属、碱土金属或它们的化合物包含在由具有电子传输性的物质构成的层中的层。另外,也可以将电子化合物(electride)用于电子注入层115。作为该电子化合物,可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等。另外,通过作为电子注入层115使用在由具有电子传输性的物质构成的层中包含碱金属或碱土金属的层,可以从第二电极102高效率地注入电子,因此是更优选的。

[0203] 另外,可以设置电荷产生层116,而代替电子注入层115(参照图1B)。电荷产生层116是通过施加电位,可以对与该层的阴极一侧接触的层注入空穴,并且对与该层的阳极一侧接触的层注入电子的层。电荷产生层116至少包括P型层117。P型层117优选使用上述构成空穴注入层111的复合材料来形成。另外,P型层117也可以将作为构成复合材料的材料分别包含上述受主材料和空穴传输材料的膜层叠来形成。通过对P型层117施加电位,电子和空穴分别注入到电子传输层114和用作阴极的第二电极102,使得发光元件工作。在此情况下,在电子传输层114中的与电荷产生层116接触的位置存在有包含本发明的一个方式的有机

化合物的层,从而可以抑制由于发光元件的驱动时间的积累而发生的亮度下降,因此可以得到使用寿命长的发光元件。

[0204] 另外,电荷产生层116除了包括P型层117之外,优选还包括电子中继层118及电子注入缓冲层119中的任一方或双方。

[0205] 电子中继层118至少包含具有电子传输性的物质,并且能够防止电子注入缓冲层119和P型层117的相互作用,并顺利地传递电子。优选将电子中继层118所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级设定在P型层117中的受主物质的LUMO能级与电子传输层114中的电荷产生层116接触的层所包含的物质的LUMO能级之间。作为具体的能级的数值,电子中继层118中的具有电子传输性的物质的LUMO能级为-5.0eV以上,优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。另外,作为电子中继层118中的具有电子传输性的物质,优选使用酞菁类材料或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。

[0206] 电子注入缓冲层119可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))等电子注入性高的物质。

[0207] 另外,在电子注入缓冲层119包含具有电子传输性的物质及施主物质的情况下,作为施主物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。另外,作为具有电子传输性的物质,可以使用与上面所说明的用于电子传输层114的材料同样的材料。另外,可以使用本发明的一个方式的有机化合物。

[0208] 作为形成第二电极102的物质,可以使用功函数小(具体为3.8eV以下)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。作为这种阴极材料的具体例子,可以举出锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)或者锶(Sr)等的属于元素周期表中的第1族或第2族的元素、包含它们的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及包含它们的合金等。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大小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真空蒸镀法、溅射法等干式法、喷墨法、旋涂法等形成。另外,电极可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法或利用金属材料的膏剂的湿式法形成。

[0209] 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、凹版印刷法、照相凹版印刷法、丝网印刷法、喷墨法或旋涂法等。

[0210] 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电极。

[0211] 上述发光元件所发射的光经过第一电极101和第二电极102中的任一方或双方被取出到外部。因此,第一电极101和第二电极102中的任一方或双方由具有透光性的导电材料形成。

[0212] 注意,设置在第一电极101与第二电极102之间的层的结构不局限于上述结构。但

是,优选采用在离第一电极101及第二电极102远的部分设置空穴与电子复合的发光区域的结构,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。

[0213] 另外,为了抑制从在发光层中产生的激子的能量转移,接触于发光层113的空穴传输层或电子传输层,尤其是接触于离发光层113中的再结合区域近的一侧的载流子传输层优选使用如下物质构成,即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带隙大的带隙的物质。

[0214] 接着,参照图1C说明具有层叠有多个发光单元的结构的发光元件(以下也称为叠层型元件)的方式。该发光元件是在阳极和阴极之间具有多个发光单元的发光元件。作为一个发光单元,具有与图1A所示的EL层103同样的结构。就是说,可以说,图1C所示的发光元件是具有多个发光单元的发光元件,而图1A或图1B所示的发光元件是具有一个发光单元的发光元件。

[0215] 在图1C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分别相当于图1A中的第一电极101和第二电极102,并且可以应用与图1A所说明的同样的。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。

[0216] 电荷产生层513具有在对第一电极501及第二电极502施加电压时,对一个发光单元注入电子并对另一个发光单元注入空穴的功能。就是说,在图1C中,在以第一电极的电位比第二电极的电位高的方式施加电压的情况下,电荷产生层513只要是对第一发光单元511注入电子并对第二发光单元512注入空穴即可。

[0217] 电荷产生层513优选具有与图1B所示的电荷产生层116同样的结构。因为有机化合物与金属氧化物的复合材料具有良好的载流子注入性及载流子传输性,从而能够实现低电压驱动及低电流驱动。注意,在发光单元的阳极一侧的面接触于电荷产生层513的情况下,电荷产生层513可以具有发光单元的空穴注入层的功能,所以发光单元也可以不设置空穴注入层。

[0218] 另外,在设置电子注入缓冲层119的情况下,因为该层具有阳极一侧的发光单元中的电子注入层的功能,所以在该发光单元中不必需另外设置电子注入层。

[0219] 另外,在发光单元所包括的层中,接触于电荷产生层513的阳极一侧表面的层(典型为阳极一侧的发光单元中的电子传输层)包含本发明的一个方式的有机化合物,因此可以抑制随着驱动时间的积累发生的亮度下降,可以得到可靠性良好的发光元件。

[0220] 虽然在图1C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,通过在一对电极之间将多个发光单元使用电荷产生层513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,并且能够实现使用寿命长的元件。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。

[0221] 另外,通过使各发光单元的发光颜色不同,可以以整个发光元件得到所希望的颜色的发光。例如,通过在具有两个发光单元的发光元件中获得来自第一发光单元的红色和绿色的发光颜色以及来自第二发光单元的蓝色的发光颜色,易于得到在整个发光元件中进行白色发光的发光元件。

[0222] 《光学微腔谐振器(微腔)的结构》

使用反射电极和半透射·半反射电极来构成上述一对电极,由此可以得到具有微腔结构的发光元件。反射电极和半透射·半反射电极相当于上述第一电极和第二电极。在反射电极与半透射·半反射电极之间至少包括EL层,EL层至少包括成为发光区域的发光层。

[0223] 从EL层所包含的发光层射出的光被反射电极和半透射·半反射电极反射,并且谐振。注意,反射电极的可见光的反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。另外,半透射·半反射电极的可见光的反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0224] 另外,在该发光元件中,通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度而可以改变反射电极与半透射·半反射电极之间的光学距离。由此,可以在反射电极与半透射·半反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0225] 在发光层所发射的光中,被反射电极反射回来的光(第一反射光)会给从发光层直接入射到半透射·半反射电极的光(第一入射光)带来很大的干涉,因此优选将反射电极与发光层的光学距离调节为 $(2n-1) \lambda/4$ (注意,n为1以上的自然数,λ为要放大的颜色的波长)。由此,可以使第一反射光与第一入射光的相位一致,由此可以进一步放大从发光层发射的光。

[0226] 另外,在上述结构中,EL层既可以含有多个发光层,又可以只含有一个发光层,例如,也可以采用如下结构:组合上述串联型发光元件的结构,在一个发光元件中夹着电荷产生层设置多个EL层,在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0227] 《发光装置》

参照图2A及图2B对本发明的一个方式的发光装置进行说明。图2A是发光装置的俯视图,图2B是沿图2A中的线A-B及线C-D切断的截面图。该发光装置作为用来控制发光元件的发光的单元包括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605是密封材料,由密封材料605围绕的内侧是空间607。

[0228] 注意,引导布线608是用来传送输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号的布线,并且从用作外部输入端子的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。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。

[0229] 下面,参照图2B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,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。

[0230] 作为源极线驱动电路601,形成组合n沟道型FET 623和p沟道型FET624的CMOS电路。另外,驱动电路也可以利用各种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有驱动电路的驱动器一体型,但是不一定必须要采用该结构,驱动电路也可以形成在外部,而不形成在衬底上。

[0231] 另外,像素部602由多个像素形成,该多个像素各包括开关用FET611、电流控制用FET612以及与该电流控制用FET612的漏极电连接的第一电极613,但是并不局限于此,也可

以采用组合三个以上的FET和电容元件的像素部。

[0232] 对用于FET的半导体的种类及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。作为用于FET的半导体的例子,可以使用第13族半导体、第14族半导体、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体材料,尤其优选使用氧化物半导体。作为该氧化物半导体,例如可以举出In-Ga氧化物、In-M-Zn氧化物(M为Al、Ga、Y、Zr、La、Ce或Nd)等。另外,通过使用能隙为2eV以上,优选为2.5eV以上,更优选为3eV以上的氧化物半导体材料,可以降低晶体管的关态电流(off-state current),所以是优选的。

[0233] 另外,以覆盖第一电极613的端部的方式形成有绝缘物614。在此,可以使用正型感光丙烯酸树脂膜形成绝缘物614。

[0234] 另外,将绝缘物614的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面,以获得良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸树脂作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部包括具有曲率半径(0.2μm至3μm)的曲面。作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0235] 在第一电极613上形成有EL层616及第二电极617。它们分别相当于图1A或图1B所说明的第一电极101、EL层103及第二电极102或者图1C所说明的第一电极501、EL层503及第二电极502。

[0236] EL层616优选包含本发明的一个方式的有机化合物。该有机化合物优选被用作发光层中的发光物质、空穴传输材料、主体材料或辅助材料。

[0237] 再者,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,形成如下结构,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,在空间607中填充有填料,作为该填料,除了惰性气体(氮或氩等)以外,还可以使用密封材料605。通过在密封衬底604中形成凹部且在其中设置干燥剂,可以抑制水分所导致的劣化,所以是优选的。

[0238] 优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。另外,这些材料优选是尽可能地不使水或氧透过的材料。另外,作为用于元件衬底610及密封衬底604的材料,除了玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics;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。

[0239] 例如,在本说明书等中,可以使用各种衬底来形成晶体管或发光元件。对衬底的种类没有特别的限制。作为该衬底的一个例子,例如可以使用半导体衬底(例如,单晶衬底或硅衬底)、SOI衬底、玻璃衬底、石英衬底、塑料衬底、金属衬底、不锈钢衬底、具有不锈钢箔的衬底、钨衬底、具有钨箔的衬底、柔性衬底、贴合薄膜、包含纤维状的材料的纸或者基材薄膜等。作为玻璃衬底的一个例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等的例子,可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)为代表的塑料衬底。另外,可以举出丙烯酸树脂等合成树脂。另外,可以举出聚四氟乙烯(PTFE)、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。另外,可以举出聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧树脂、无机蒸镀薄膜、纸类等。尤其是,通过使用半导体衬底、单晶衬底或SOI衬底等制造晶体管,能够制造特性、尺寸或形状等的偏差小、电流能力高且尺寸小的晶体管。当利用上述晶体管构成电路时,可以实现电路的低功耗化或电路的高集成化。

[0240] 另外,也可以作为衬底使用柔性衬底,并在柔性衬底上直接形成晶体管或发光元件。或者,也可以在衬底与晶体管之间或在衬底与发光元件之间设置剥离层。当剥离层上制造半导体装置的一部分或全部,然后将其从衬底分离并转置到其他衬底上时可以使用剥离层。此时,也可以将晶体管转置到耐热性低的衬底或柔性衬底上。另外,作为上述剥离层,例如可以使用钨膜与氧化硅膜的无机膜的叠层结构或衬底上形成有聚酰亚胺等有机树脂薄膜的结构等。

[0241] 也就是说,也可以使用一个衬底来形成晶体管或发光元件,然后将晶体管或发光元件转置到另一个衬底上。作为晶体管或发光元件被转置的衬底,不仅可以使用上述可以形成晶体管或发光元件的衬底,还可以使用纸衬底、玻璃纸衬底、芳族聚酰胺薄膜衬底、聚酰亚胺薄膜衬底、石材衬底、木材衬底、布衬底(包括天然纤维(丝、棉、麻)、合成纤维(尼龙、聚氨酯、聚酯)或再生纤维(醋酯纤维、铜氨纤维、人造纤维、再生聚酯)等)、皮革衬底、橡皮衬底等。通过使用上述衬底,可以实现特性良好的晶体管、功耗小的晶体管、不易损坏的装置、耐热性的提高、轻量化或薄型化。

[0242] 图3A及图3B示出通过形成呈现白色发光的发光元件,并设置着色层(滤色片)等来实现了全彩色化的发光装置的例子。图3A示出衬底1001、基底绝缘膜1002、栅极绝缘膜1003、栅电极1006、栅电极1007、栅电极1008、第一层间绝缘膜1020、第二层间绝缘膜1021、周边部1042、像素部1040、驱动电路部1041、发光元件的第一电极1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL层1028、发光元件的第二电极1029、密封衬底1031、密封材料1032等。

[0243] 另外,在图3A中,着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)设置在透明基材1033上。还可以另外设置黑色层(黑矩阵)1035。对准设置有着色层及黑色层的透明基材1033的位置,并将其固定在衬底1001上。另外,着色层及黑色层也可以被保护层1036覆盖。另外,图3A示出光不透过着色层而透射到外部的发光层及光透过各颜色的着色层而透射到外部的发光层,不透过着色层的光成为白色光且透过着色层的光成为红色光、蓝色光、绿色光,因此能够以四个颜色的像素显示图像。

[0244] 使用本发明的一个方式的有机化合物作为发光物质之一的发光元件也可以为发光效率高的发光元件以及功耗低的发光元件。

[0245] 图3B示出将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)形成在栅极绝缘膜1003与第一层间绝缘膜1020之间的例子。如上所述,也可以将着色层设置在衬底1001与密封衬底1031之间。

[0246] 另外,虽然以上说明了具有在形成有FET的衬底1001一侧提取光的结构(底部发射型)的发光装置,但是也可以采用具有在密封衬底1031一侧提取光的结构(顶部发射型)的发光装置。图4示出顶部发射型发光装置的截面图。在此情况下,衬底1001可以使用不使光透过的衬底。直到制造连接FET与发光元件的阳极的连接电极为止的工序与底部发射型发光装置同样地进行。然后,以覆盖电极1022的方式形成第三层间绝缘膜1037。该第三层间绝缘膜也可以具有平坦化的功能。第三层间绝缘膜1037可以使用与第二层间绝缘膜相同的材料或其他各种材料形成。

[0247] 虽然在此将发光元件的第一电极1024W、1024R、1024G、1024B都用作阳极,但也可以将其用作阴极。另外,在采用如图4所示的顶部发射型发光装置的情况下,第一电极优选为反射电极。EL层1028采用如图1A或图1B所示的EL层103或图1C所示的EL层503的结构,并

且采用能够实现白色发光的元件结构。

[0248] 在采用如图4所示的顶部发射结构的情况下,可以使用设置有着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)的密封衬底1031进行密封。也可以在密封衬底1031上设置有位于像素与像素之间的黑色层(黑矩阵)1035。着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)或黑色层也可以由保护层覆盖。另外,作为密封衬底1031使用具有透光性的衬底。

[0249] 另外,虽然在此示出了以红色、绿色、蓝色、白色这四个颜色进行全彩色显示的例子,但是并不局限于此。也可以以红色、绿色、蓝色这三个颜色或红色、绿色、蓝色、黄色这四个颜色进行全彩色显示。

[0250] 图5A和图5B示出本发明的一个方式的无源矩阵型发光装置。注意,图5A示出发光装置的透视图,图5B是沿图5A的线X-Y切断的截面图。在图5A和图5B中,在衬底951上的电极952与电极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上设置有分隔壁层954。分隔壁层954的侧壁具有如下倾斜,即越接近衬底表面,两个侧壁之间的间隔越窄。换句话说,分隔壁层954的短边方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置分隔壁层954,可以防止因静电等引起的发光元件的不良。

[0251] 以上说明的发光装置能够利用形成在像素部中的FET控制配置为矩阵状的微小的多个发光元件中的每一个,所以上述发光装置适合用作进行图像显示的显示装置。

[0252] 《照明装置》

参照图6A及图6B对本发明的一个方式的照明装置进行说明。图6B是照明装置的俯视图,图6A是沿图6B中的e-f切割的截面图。

[0253] 在该照明装置中,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相当于图1A及图1B中的第一电极101。当从第一电极401一侧提取光时,第一电极401使用具有透光性的材料形成。

[0254] 在衬底400上形成用来对第二电极404供应电压的焊盘412。

[0255] 在第一电极401上形成有EL层403。EL层403相当于图1A及图1B中的EL层103或图1C中的EL层503等。另外,关于各结构,可以参照上述说明。

[0256] 以覆盖EL层403的方式形成第二电极404。第二电极404相当于图1A中的第二电极102。当从第一电极401一侧提取光时,第二电极404包含反射率高的材料形成。通过使第二电极404与焊盘412连接,对第二电极404供应电压。

[0257] 由第一电极401、EL层403以及第二电极404形成发光元件。通过使用密封剂405、406将该发光元件固定在密封衬底407,并进行密封来制造照明装置。也可以只使用密封剂405、406中的一个。另外,也可以在内侧的密封剂406(在图6B中未图示)中混合干燥剂,由此能够吸收水分而提高可靠性。

[0258] 另外,通过以延伸到密封剂405、406的外部的方式设置焊盘412以及第一电极401的一部分,可以将其用作外部输入端子。另外,也可以在其上设置安装有转换器等的IC芯片420等。

[0259] 《电子设备》

以下说明作为本发明的一个方式的电子设备的例子。作为电子设备,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、弹珠机等大型游戏机等。以下,示出这些电子设备的具体例子。

[0260] 图7A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,框体7101中组装有显示部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7103显示图像,显示部7103可以通过将发光元件排列为矩阵状而构成。

[0261] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机7110进行电视装置的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以控制频道及音量,由此可以控制显示在显示部7103中的图像。另外,也可以在遥控操作机7110中设置用来显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107。

[0262] 另外,电视装置采用具备接收机、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(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0263] 图7B1示出计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。另外,该计算机通过将发光元件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图7B1中的计算机也可以为如图7B2所示的方式。图7B2所示的计算机设置有第二显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。第二显示部7210是触摸面板,通过利用手指或专用笔操作显示在第二显示部7210上的输入用显示,能够进行输入。另外,第二显示部7210不仅能够显示输入用显示,而且可以显示其他图像。另外,显示部7203也可以是触摸面板。因为两个屏面通过铰链部连接,所以可以防止当收纳或搬运时发生如屏面受伤、损坏等问题。

[0264] 图7C和图7D示出便携式信息终端的一个例子。便携式信息终端具备组装在框体7401中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。另外,便携式信息终端包括其中发光元件被排列为矩阵状的显示部7402。

[0265] 图7C和图7D所示的便携式信息终端也可以具有通过用手指等触摸显示部7402来输入信息的结构。在此情况下,能够通过用手指等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0266] 显示部7402主要有三种屏面模式。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。

[0267] 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7402主要用于输入文字的文字输入模式而进行在屏面上显示的文字的输入操作。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大部分中显示键盘或号码按钮。

[0268] 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度的传感器的检测装置,可以判断移动电话机的方向(纵或横)而自动进行显示部7402的屏面显示的切换。

[0269] 另外,通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面

模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏面模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏面模式切换成输入模式。

[0270] 另外,当在输入模式中通过检测显示部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7402的触摸操作输入时,也可以将屏面模式控制为从输入模式切换成显示模式。

[0271] 也可以将显示部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,能够进行个人识别。另外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光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。

[0272] 注意,上述电子设备可以适当地组合本说明书中所示的结构而使用。

[0273] 另外,优选将包含本发明的一个方式的有机化合物的发光元件用于显示部。该发光元件可以成为发光效率高的发光元件。还可以成为驱动电压低的发光元件。因此,包括本发明的一个方式的有机化合物的电子设备可以成为功耗小的电子设备。

[0274] 图8示出将发光元件用于背光源的液晶显示装置的一个例子。图8所示的液晶显示装置包括框体901、液晶层902、背光单元903以及框体904,液晶层902与驱动器IC905连接。在背光单元903中使用发光元件,并且通过端子906将电流供应到背光单元903。

[0275] 作为发光元件优选使用包含本发明的一个方式的有机化合物的发光元件,通过将该发光元件用于液晶显示装置的背光源,能够得到低功耗的背光源。

[0276] 图9示出本发明的一个方式的台灯的例子。图9所示的台灯包括框体2001和光源2002,并且作为光源2002采用使用发光元件的照明装置。

[0277] 图10示出室内的照明装置3001的例子。优选将包含本发明的一个方式的有机化合物的用于该照明装置3001。

[0278] 图11示出本发明的一个方式的汽车。在该汽车的挡风玻璃或仪表盘中安装有发光元件。显示区域5000至显示区域5005是使用发光元件设置的显示区域。优选使用本发明的一个方式的有机化合物,通过使用其有机化合物可以实现功耗小的发光元件。另外,由此可以降低显示区域5000至显示区域5005的功耗,所以适于车载。

[0279] 显示区域5000和显示区域5001是设置在汽车的挡风玻璃上的使用发光元件的显示装置。通过使用具有透光性的电极形成第一电极和第二电极,可以将该发光元件形成为能看到对面一侧的所谓的透视式显示装置。当采用透视式显示时,即使将该透视式显示装置设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视野。另外,在设置用于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。

[0280] 显示区域5002是设置在立柱部分的使用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体上的成像单元的图像,可以补充被立柱遮挡的视野。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单元的图像,能够弥补被车体遮挡的视野的死角,从而提高安全性。通过显示图像以弥补看不见的部分,能够更自然且简单地确认安全。

[0281] 显示区域5004和显示区域5005可以提供导航信息、速度表、转速表、行驶距离、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内容及布置。

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。

[0282] 图12A和图12B是能够折叠的平板终端的一个例子。图12A是打开状态的平板终端,并且包括框体9630、显示部9631a、显示部9631b、显示模式切换开关9034、电源开关9035、省电模式切换开关9036以及夹子9033。另外,通过将包括包含本发明的一个方式的有机化合物的发光元件的发光装置用于显示部9631a和显示部9631b中的一个或两个来制造该平板终端。

[0283] 在显示部9631a中,可以将其一部分用作触摸面板区域9632a,并且可以通过触摸所显示的操作键9637来输入数据。另外,例示出显示部9631a的一半只具有显示的功能,并且另一半具有触摸面板的功能的结构,但是不局限于该结构。也可以采用使显示部9631a的所有的区域具有触摸面板的功能的结构。例如,可以使显示部9631a的整个面显示键盘按钮来将其用作触摸面板,并且将显示部9631b用作显示屏面。

[0284] 另外,显示部9631b与显示部9631a同样,也可以将其一部分用作触摸面板区域9632b。另外,通过使用手指或触屏笔等触摸触摸面板上的键盘显示切换按钮9639,可以在显示部9631b上显示键盘按钮。

[0285] 另外,也可以对触摸面板区域9632a和触摸面板区域9632b同时进行触摸输入。

[0286] 另外,显示模式切换开关9034能够切换竖屏显示和横屏显示等显示的方向以及黑白显示和彩色显示等。省电模式切换开关9036可以根据平板终端所内置的光传感器所检测的使用时的外光的光量,将显示的亮度设定为最合适的亮度。平板终端除了光传感器以外还可以内置陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器等的其他检测装置。

[0287] 另外,图12A示出显示部9631b的显示面积与显示部9631a的显示面积相同的例子,但是不局限于此,可以使其中一个的尺寸和另一个的尺寸不同,也可以使它们的显示品质有差异。例如可以采用显示部9631a和9631b中的一个与另一个相比可以进行高精细的显示的结构。

[0288] 图12B是合上状态的平板终端,图12B示出本实施方式的平板终端具备框体9630、太阳能电池9633、充放电控制电路9634、电池9635以及DCDC转换器9636的例子。另外,在图12B中,作为充放电控制电路9634的一个例子示出具有电池9635和DCDC转换器9636的结构。

[0289] 另外,平板终端能够折叠,因此不使用时可以合上框体9630。因此,可以保护显示部9631a和显示部9631b,而可以提供一种耐久性高且从长期使用的观点来看可靠性高的平板终端。

[0290] 另外,图12A和图12B所示的平板终端还可以具有如下功能:显示各种各样的信息(静态图像、动态图像、文字图像等)的功能;将日历、日期或时刻等显示在显示部上的功能;对显示在显示部上的信息进行触摸输入操作或编辑的触摸输入的功能;通过各种各样的软件(程序)控制处理的功能等。

[0291] 通过利用安装在平板终端的表面上的太阳能电池9633,可以将电力供应到触摸面板、显示部或图像信号处理部等。另外,通过将太阳能电池9633设置在框体9630的一个面或两个面,可以高效地对电池9635进行充电,所以是优选的。

[0292] 另外,参照图12C所示的方框图对图12B所示的充放电控制电路9634的结构和工作进行说明。图12C示出太阳能电池9633、电池9635、DCDC转换器9636、转换器9638、开关SW1至

SW3以及显示部9631,电池9635、DCDC转换器9636、转换器9638、开关SW1至SW3对应于图12B所示的充放电控制电路9634。

[0293] 首先,说明在利用外光使太阳能电池9633发电时的工作的例子。使用DCDC转换器9636将太阳能电池9633所产生的电力的电压升压或降压到用来对电池9635进行充电的电压。并且,当利用来自太阳能电池9633的电力使显示部9631工作时使开关SW1导通,并且,利用转换器9638将该电力的电压升压或降压到显示部9631所需要的电压。另外,当不进行显示部9631中的显示时,使开关SW1关闭且使开关SW2导通来对电池9635进行充电。

[0294] 注意,作为发电单元的一个例子示出太阳能电池9633,但发电单元不局限于此,也可以使用压电元件(piezoelectric element)或热电转换元件(珀耳帖元件(Peltier element))等其他发电单元进行电池9635的充电。也可以使用以无线(不接触)的方式能够收发电力来进行充电的无线电力传输模块或组合其他充电单元进行充电,并且也可以不包括发电单元。

[0295] 另外,本发明的一个方式的有机化合物可以用于有机薄膜太阳能电池。具体而言,它具有载流子传输性,因此可以将其用于载流子传输层。另外,它能够光激发,所以可以将其用于发电层。

[0296] 另外,只要具备上述显示部9631,就不局限于图12A至图12C所示的平板终端。

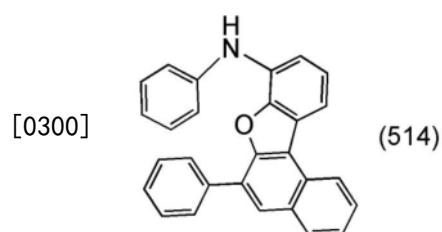
[0297] 另外,图13A至图13C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图13A示出展开状态的便携式信息终端9310。图13B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态时的中途状态的便携式信息终端9310。图13C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携帯性好,在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0298] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个框体9315来支撑。另外,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入/输出装置)。另外,显示面板9311通过铰链部9313使两个框体9315之间弯折,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。显示面板9311中的显示区域9312是位于折叠状态的便携式信息终端9310的侧面的显示区域9312。在显示区域9312中可以显示信息图标以及使用次数多的软件或程序的快捷方式等,能够顺畅地进行确认信息或开启软件。

实施例1

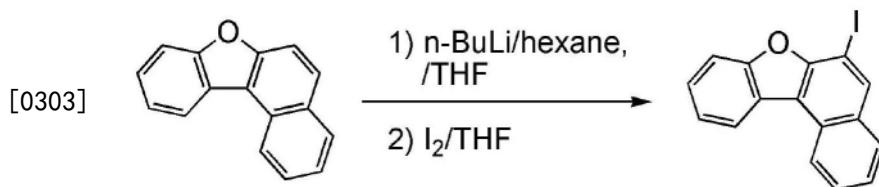
[0299] 《合成例1》

在本合成例中,对作为用来合成本发明的一个方式的有机化合物的中间体的(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基胺的合成进行详细的说明。以下示出(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基胺的结构式。



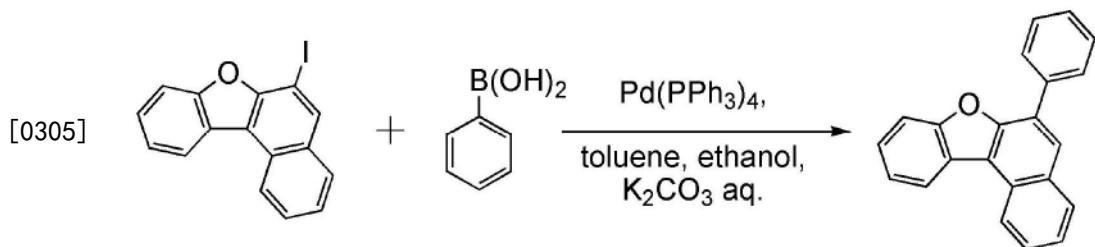
[0301] <步骤1:6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

[0302] 将8.5g (39mmol) 的苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在500mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换,然后加入195mL的四氢呋喃(THF)。将该溶液冷却到-75℃,然后滴加25mL (40mmol) 的正丁基锂(1.59mol/L正己烷溶液)。在滴加之后,在室温下搅拌该溶液1小时。然后,将该溶液冷却到-75℃,滴加将10g (40mmol) 的碘溶解于40mL的THF中的溶液。在滴加之后,在将所得到的溶液回升至室温的同时搅拌17小时。在搅拌之后,对该混合物加入硫代硫酸钠水溶液搅拌1小时,然后使用水洗涤该混合物的有机层,使用硫酸镁使该有机层干燥。在干燥之后,对该混合物进行重力过滤,将所得到的溶液通过硅酸镁(日本和光纯药工业公司、目录号码:066-05265)、硅藻土(日本和光纯药工业公司、目录号码:537-02305)抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后使用甲苯使该固体再结晶,以45%的回收率得到6.0g (18mmol) 的目的物的白色粉末。以下示出步骤1的合成路线。



[0304] <步骤2:6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

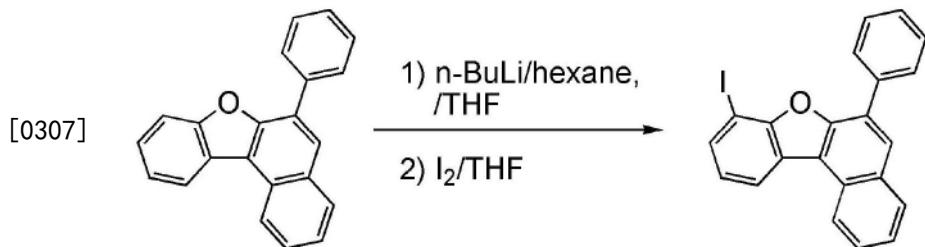
将6.0g (18mmol) 的6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、2.4g (19mmol) 的苯硼酸、70mL的甲苯、20mL的乙醇及22mL的碳酸钾水溶液(2.0mol/L)放在200mL三口烧瓶中。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。在脱气之后,对烧瓶内进行氮气置换,然后加入480mg (0.42mmol) 的四(三苯基膦)钯(0)。在氮气流下以90℃搅拌该混合物12小时。在经过规定时间之后,将水加入到该混合物中,分离有机层和水层,并用甲苯萃取水层。混合所得到的萃取溶液和有机层,使用水进行洗涤,然后使用硫酸镁干燥。对该混合物进行重力过滤,浓缩所得到的滤液以得到固体,然后将该固体溶解于甲苯。将所得到的溶液通过硅藻土(日本和光纯药工业公司、目录号码:531-16855)、硅酸镁(日本和光纯药工业公司、目录号码:540-00135)、矾土抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后使用甲苯使该固体再结晶,以93%的回收率得到4.9g (17mmol) 的目的物的白色固体。以下示出步骤2的合成路线。



[0306] <步骤3:8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

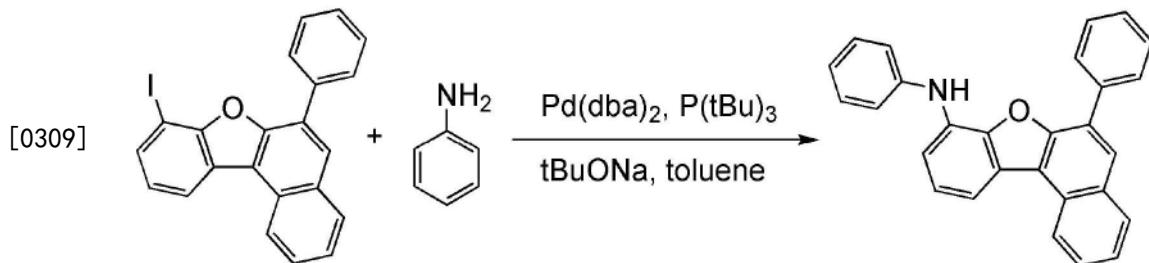
将4.9g (17mmol) 的6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在300mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换,然后加入87mL的四氢呋喃(THF)。将该溶液冷却到-75℃,然后将11mL (18mmol) 的正丁基锂(1.59mol/L正己烷溶液)滴加到该溶液中。在滴加之后,在室温下搅拌该溶液1小时。然后,将该溶液冷却到-75℃,滴加将4.6g (18mmol) 的碘溶解于18mL的THF中的溶液。在将所得到的溶液回升至室温的同时搅拌17小时。在搅拌之后,对该混合物加入硫代硫酸钠水溶液搅拌1小时,然后使用水洗涤该混合物的有机层,使用硫酸镁使该有机层干燥。对该混合物进行重力过滤以得到滤液,将该滤液通过硅藻土(日本和光纯药工业公司、

目录号码:531-16855)、硅酸镁(日本和光纯药工业公司、目录号码:540-00135)及矾土抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后使用甲苯使该固体再结晶,以53%的回收率得到3.7g (8.8mmol) 的目的物的白色固体。以下示出步骤3的合成路线。



[0308] <步骤4: (6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基胺的合成>

将5.0g (12mmol) 的8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、2.9g (30mmol) 的叔丁醇钠放在200mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换。然后,加入60mL的甲苯、1.4g (13mmol) 的苯胺以及0.4mL的三(叔丁基)膦(10wt%己烷溶液)。在对该混合物进行减压脱气之后,在氮气流下将其保持为60℃,然后加入60mg (0.1mmol) 的双(二亚苄基丙酮)钯(0),以60℃搅拌该混合物40分钟。在搅拌之后,使用水和饱和食盐水洗涤所得到的混合物,且使用硫酸镁使有机层干燥。通过重力过滤去除硫酸镁,浓缩所获得的滤液,从而获得白色固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂为甲苯:己烷=1:2)对该固体进行精炼,以77%的回收率得到3.5g 的目的物的白色固体。以下示出步骤4的合成路线。

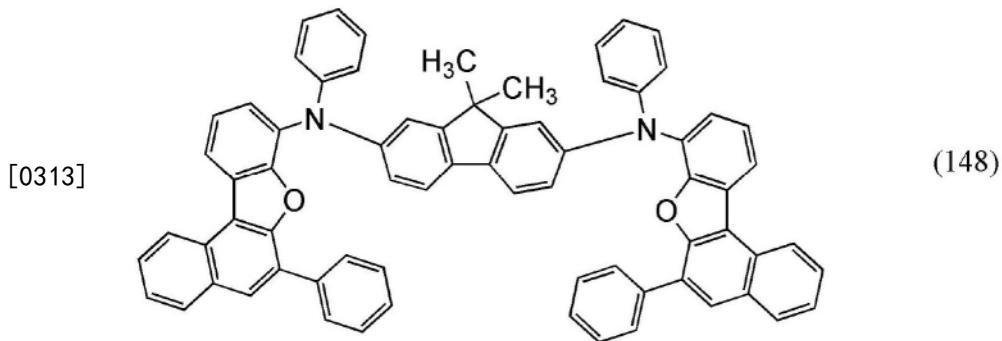


[0310] 以下示出所得到的白色固体的¹H-NMR数据。另外,图14A和图14B示出¹H-NMR谱。由此可知,得到了本发明的一个方式的有机化合物的(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基胺。

[0311] ¹H-NMR (氯仿-d, 500MHz) : δ=6.23 (s, 1H), 7.04 (t, J=7.5Hz, 1H), 7.24-7.26 (m, 2H), 7.34-7.41 (m, 4H), 7.47 (t, J=8.0Hz, 1H), 7.54-7.60 (m, 3H), 7.74 (t, J=7.5Hz, 1H), 7.95 (d, J=6.5Hz, 2H), 7.99 (dd, J1=1.5Hz, J2=7.0Hz, 1H), 8.03 (s, 1H), 8.08 (d, J=8.0Hz, 1H), 8.66 (d, J=9.0Hz, 1H)

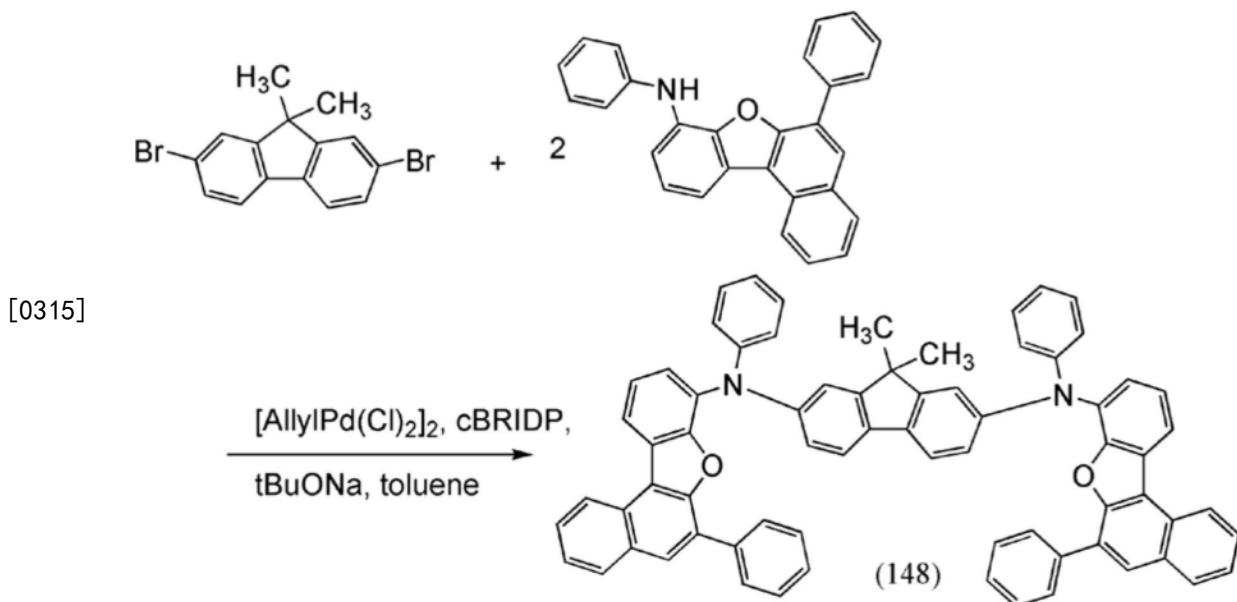
实施例2

[0312] 在本实施例中,对在实施方式中由结构式(148)表示的(9,9-二甲基-9H-芴-2,7-二基)双(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺) (简称:BnfA2F),即本发明的一个方式的有机化合物的合成方法进行说明。以下示出BnfA2F的结构式。



[0314] <步骤1: (9,9-二甲基-9H-芴-2,7-二基) 双(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺) (简称:BnfA2F) 的合成>

将0.89g (2.5mmol) 的2,7-二溴-9,9-二甲基-9H-芴、1.9g (5.0mmol) 的(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基) 苯基胺、0.34g (0.80mmol) 的(S)-(6,6'-二甲氧基联苯基-2,2'-二基) 双(二异丙基膦) (cBRIDP (注册商标)) 以及1.7g (18mmol) 的叔丁醇钠放在200mL三口烧瓶中, 对烧瓶内进行氮气置换, 然后加入15mL的甲苯。在对该混合物进行减压脱气之后, 在氮气流下将其保持为80℃, 然后, 加入72mg (0.20mmol) 的氯化烯丙基钯(II) 二聚物, 以80℃搅拌该混合物2小时40分钟。在搅拌之后, 使用水和饱和食盐水洗涤所得到的混合物, 且使用硫酸镁使有机层干燥。通过重力过滤去除硫酸镁, 浓缩所获得的滤液, 从而获得褐色固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂为甲苯:己烷=1:1)对该固体进行精炼, 以60%的回收率得到1.4g的目的物的黄色固体。以下示出步骤1的合成路线。



[0316] 以下示出所得到的黄色固体的¹H-NMR数据。另外, 图15A和图15B示出¹H-NMR谱。由此可知, 得到了本发明的一个方式的有机化合物的BnfA2F。

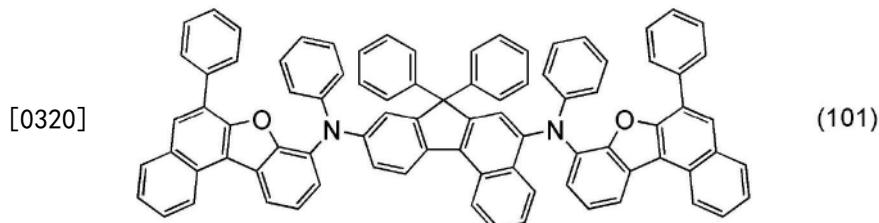
[0317] ¹H-NMR (二氯甲烷-d2, 500MHz) : δ = 1.14 (s, 6H), 7.08-7.14 (m, 10H), 7.18-7.25 (m, 8H), 7.28-7.31 (m, 4H), 7.39 (dd, J 1 = 2.5Hz, J 2 = 7.8Hz, 4H), 7.42 (t, J = 8.0Hz, 2H), 8.0 (t, J = 8.0Hz, 2H), 7.60 (d, J = 8.0Hz, 2H), 7.72 (dt, J 1 = 1.0Hz, J 2 = 8.0Hz, 2H), 8.00 (s, 2H), 8.05 (d, J = 8.0Hz, 2H), 8.20 (dd, J 1 = 1.0Hz, J 2 = 8.0Hz, 2H), 8.65 (d, J = 8.0Hz, 2H)

[0318] 利用梯度升华方法对所得到的1.4g的BnfA2F的固体进行升华精炼。升华精炼的条件为如下:压力为3.6Pa,氩流量为15mL/min,加热温度为380℃至390℃,加热时间为16小时。在升华精炼之后,以90%的回收率得到1.3g的BnfA2F的黄色固体。

实施例3

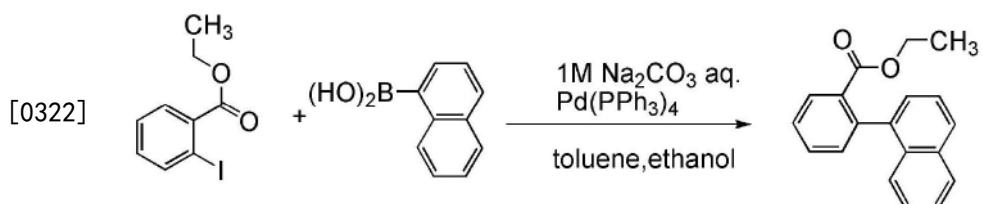
[0319] 《合成例3》

在本合成例中,对在实施方式中由结构式(101)表示的N,N'- (7,7-二苯基-7H-苯并[c]芳-5,9-二基)双[(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:5,9BnfA2BzFL),即本发明的一个方式的有机化合物的合成方法进行具体的说明。以下示出5,9BnfA2BzFL的结构式。



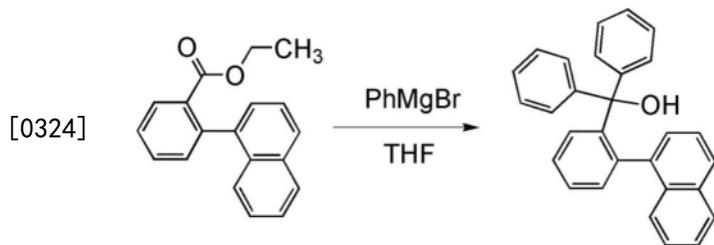
[0321] <步骤1:2-(1-萘)苯基-苯甲酸乙酯的合成>

将15.9g(57.6mmol)的2-溴苯甲酸乙酯放在1000mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换。对该烧瓶加入200.0mL的甲苯、70.0mL的乙醇、11.2g(65.1mmol)的1-萘硼酸、6.8g(64.4mmol)的碳酸钠以及63.0mL的水。对该混合物加入0.3mg(0.3mmol)的四(三苯基膦)钯(0),在80℃的温度下搅拌9.4小时。在搅拌之后,对该混合物加入水,分离有机层和水层,用甲苯萃取水层一次,用乙酸乙酯萃取水层两次。将该萃取溶液和有机层合并,用硫酸镁干燥。对所得到的混合物进行重力过滤,以除去硫酸镁,将所得到的滤液浓缩,获得固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂为甲苯)对所得到的固体进行精炼,浓缩所得到的组分,以88%的回收率得到14.1g的目的物。以下示出步骤1的合成路线。



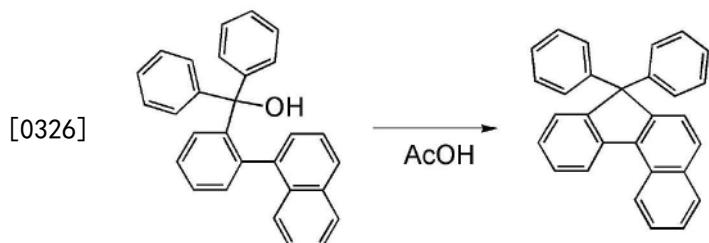
[0323] <步骤2:{2-(1-萘)苯基}-二苯基-甲醇的合成>

将5.0g(18.1mmol)的2-(1-萘)苯基-苯甲酸乙酯放在500mL三口烧瓶中,进行氮气置换。对该烧瓶加入130.0mL的四氢呋喃,用冰水冷却烧瓶,然后加入48.0mL(48.0mmol)的苯基溴化镁的四氢呋喃溶液,在使其逐步回到室温之后,在70℃的温度下搅拌2小时。在搅拌后,加入1.0M盐酸搅拌30分钟。在搅拌之后,加入水和乙酸乙酯,分离有机层和水层,用乙酸乙酯萃取水层两次。将该萃取溶液和有机层合并,用饱和食盐水洗涤,分离有机层和水层,然后用硫酸镁使有机层干燥。对所得到的混合物进行重力过滤,以除去硫酸镁,将所得到的滤液浓缩,获得油状物。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂为己烷:甲苯=1:1)对所得到的油状物进行精炼,浓缩所得到的组分,以56%的回收率得到3.9g的目的物。以下示出步骤2的合成路线。



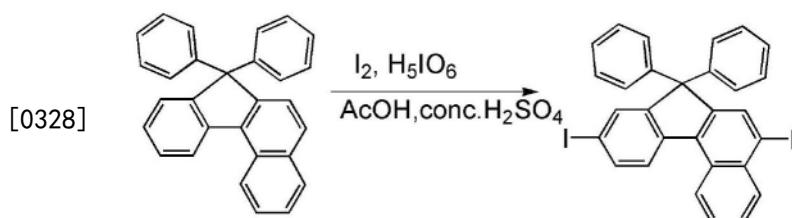
[0325] <步骤3: 7,7-二苯基-7H-苯并[C]芴的合成>

将3.9g (10.0mmol) 的{2- (1-萘) 苯基} -二苯基- 甲醇放在500mL三口烧瓶中, 然后, 加入23.0mL的醋酸, 在110℃的温度下搅拌7.0小时。在搅拌后, 对该混合物加入水和甲苯, 用甲苯萃取水层。将萃取溶液和有机层合并放在500mL三角烧瓶中, 对该混合物加入碳酸氢钠水溶液, 搅拌30分钟。在搅拌后, 分离水层和有机层, 对有机层加入硫酸镁以实现干燥。对该混合物进行重力过滤, 将所得到的滤液浓缩, 获得固体。利用硅胶柱色谱法 (展开溶剂为己烷: 甲苯=3:1) 对该所得到的固体进行精炼, 浓缩所得到的组分, 以得到固体。用己烷洗涤所得到的固体, 以72%的回收率得到2.7g的目的化合物。以下示出步骤3的合成路线。



[0327] <步骤4: 5,9-二碘-7,7-二苯基-7H-苯并[C]芴的合成>

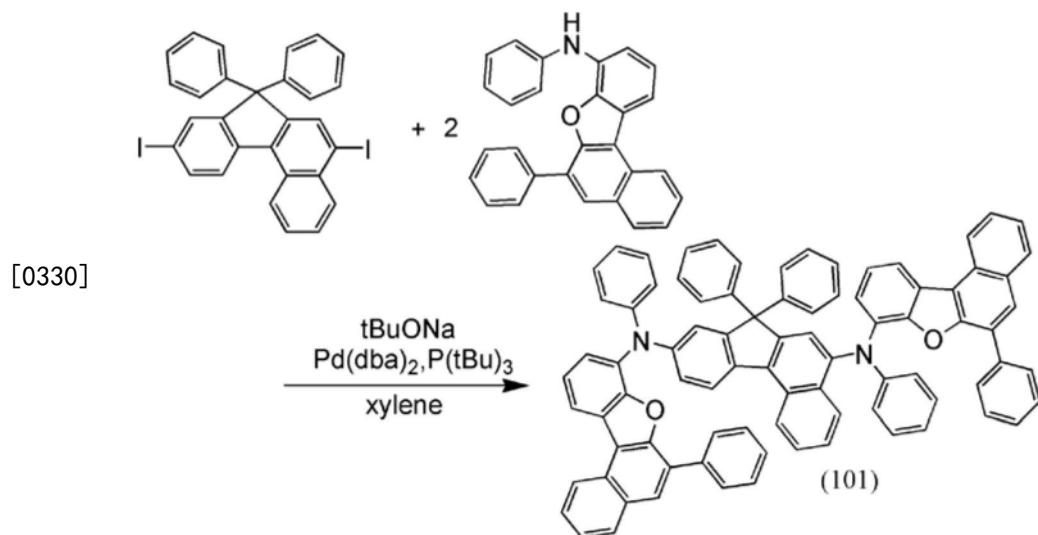
将1.7g (4.7mmol) 的7,7-二苯基-7H-苯并[C]芴、2.4g (9.4mmol) 的碘、2.2g (9.6mmol) 的原高碘酸、7.0mL的醋酸、1.4mL的水以及1滴的浓硫酸放在100mL三口烧瓶中, 在60℃的温度下搅拌4.5小时。在搅拌后, 将温度设定为0℃, 并加入硫代硫酸钠水溶液, 然后, 对该混合物加入水和甲苯, 分离水层和有机层, 用甲苯萃取水层两次。将该萃取溶液和有机层合并用硫酸镁干燥。对所得到的混合物进行重力过滤去除硫酸镁, 将滤液浓缩, 获得油状物。利用硅胶柱色谱法 (展开溶剂为己烷: 甲苯=5:1) 对所得到的固体进行精炼, 浓缩所得到的组分, 以得到固体。用甲苯使所得到的固体再结晶, 以30%的回收率得到0.9g的目的化合物。以下示出步骤4的合成路线。



[0329] <步骤5:N,N'-(7,7-二苯基-7H-苯并[C]芴-5,9-二基)双[(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺] (简称:5,9BnfA2BzFL) 的合成>

将1.1g (2.8mmol) 的(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基) 苯基胺、0.8g (1.3mmol) 的5,9-二碘-7,7-二苯基-7H-苯并[C]芴及0.4g (3.9mmol) 叔丁醇钠放入100mL的三口烧瓶中, 对烧瓶内进行氮气置换。对该混合物加入13.0mL的二甲苯、0.5mL的三(叔丁基) 脲 (10%己烷溶液)。将该混合物设定为80℃, 加入39.2mg (0.1mmol) 的双(二亚苄基丙

酮)钯(0),并搅拌3.0小时。搅拌后,加入21.0mg(0.1mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),将温度设定为110℃,搅拌1.0小时。搅拌后,加入甲苯并进行加热,然后,通过硅酸镁(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:066-05265)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:537-02305)和矾土进行抽滤得到滤液。对得到的滤液进行浓缩,以得到油状物。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂为己烷:甲苯=3:2)对所得到的油状物进行精炼,浓缩所得到的组分,以得到固体。用甲苯使所得到的固体再结晶,以76%的回收率得到1.1g的目的物的黄色固体。利用梯度升华方法对所得到的1.1g的黄色固体进行升华精炼。升华精炼的条件为如下:压力为 4.4×10^{-2} Pa,温度为330℃。在升华精炼之后,以53%的回收率得到0.6g的目的物的黄色固体。以下示出步骤5的合成路线。



[0331] 以下示出所得到的黄色固体的核磁共振氢谱(1 H-NMR)的分析结果。另外,图16A和图16B示出 1 H-NMR谱。由此可知,根据本合成例得到了本发明的一个方式的有机化合物的5,9BnFA2BzFL。

[0332] 1 H-NMR (CDCl₃, 300MHz) : δ = 6.29 (dd, J = 7.2Hz, 2H), 6.49 (dd, J = 7.2Hz, 4H), 6.76 (d, J = 7.2Hz, 4H), 6.89-7.35 (m, 28H), 7.53-7.74 (m, 5H), 7.91 (d, J = 4.5Hz, 2H), 8.01-8.06 (m, 4H), 8.12 (d, J = 7.5Hz, 1H), 8.32 (d, J = 8.4Hz, 1H), 8.60 (dd, J = 3.6Hz, 8.3Hz, 2H), 8.90 (d, J = 11.7Hz, 1H)

[0333] 另外,对所得到的5,9BnFA2BzFL进行热重-差热分析(TG-DTA: Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)。在测定中,使用高真空差式型差热天平(由Bruker AXS公司制造,TG-DTA 2410SA)。在氮气流(流量为200mL/min)和常压下,以10℃/min的升温速率进行测定。从重量和温度之间的关系(热重)可知5%失重温度为458℃,示出良好的耐热性。

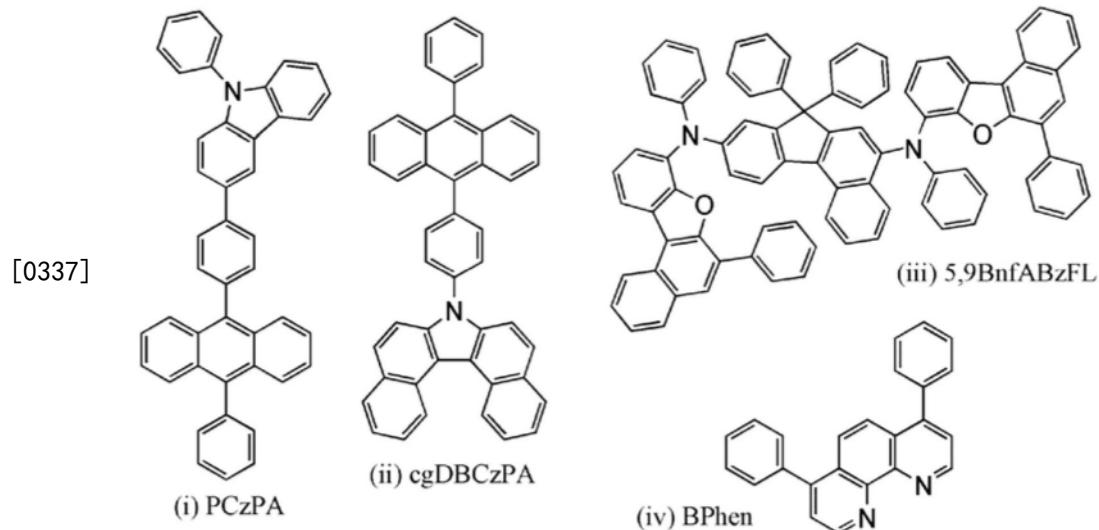
[0334] 接着,测量5,9BnFA2BzFL的甲苯溶液及固体薄膜的紫外·可见吸收光谱(以下简称为“吸收光谱”)及发射光谱。使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型)测量吸收光谱。使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造,FS920)测量发射光谱。图17A和图17B示出所得到的甲苯溶液及固体薄膜的吸收光谱及发射光谱。图17A示出甲苯溶液的测量结果,而图17B示出固体薄膜的测量结果。

[0335] 如图17A和图17B所示,本发明的一个方式的有机化合物的5,9BnFA2BzFL在甲苯溶

液和固体薄膜中分别呈现发光峰值为450nm和467nm的蓝色发光。

实施例4

[0336] 在本实施例中,对作为在实施方式中说明的本发明的一个方式的发光元件的发光元件1进行详细的说明,以下示出用于发光元件1的有机化合物的结构式。



[0338] (发光元件1的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO)膜,由此形成第一电极101。注意,将其膜厚度设定为70nm,而其电极面积为2mm×2mm。

[0339] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理步骤,用水洗涤衬底表面,以200℃烘焙1小时,并进行370秒的UV臭氧处理。

[0340] 然后,将衬底引入到其内部压力被降低到 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以170℃进行30分钟的真空烘焙后,将衬底冷却30分钟左右。

[0341] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,然后在第一电极101上通过利用电阻加热的蒸镀法将上述结构式(i)所表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)与氧化钼(VI)共蒸镀,从而形成空穴注入层111。将空穴注入层111的厚度设定为10nm,将PCzPA与氧化钼的重量比调节为4:2(=PCzPA:氧化钼)。

[0342] 然后,在空穴注入层111上形成厚度为20nm的PCzPA膜,由此形成空穴传输层112。

[0343] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(ii)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'-(7,7-二苯基-7H-苯并[c]芴-5,9-二基)双[(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:5,9BnfA2BzFL)共蒸镀,以形成发光层113。将发光层113的厚度设定为25nm,将cgDBCzPA与5,9BnfA2BzFL的重量比调节为1:0.03(=cgDBCzPA:5,9BnfA2BzFL)。

[0344] 然后,在发光层113上形成厚度为10nm的cgDBCzPA膜和厚度为15nm的上述结构式(iv)所示的红菲绕啉(简称:BPhen)膜,由此形成电子传输层114。

[0345] 在形成电子传输层114之后,通过蒸镀形成厚度为1nm的氟化锂(LiF)膜以形成电子注入层115,并通过蒸镀形成厚度为200nm的铝膜以形成第二电极102,由此制造本实施例的发光元件1。以下表1示出发光元件1的元件结构。

[0346] [表1]

空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层	电子注入层
PCzPA : MoO _x 2:01 10nm	PCzPA 20nm	cgDBCzPA: 5, 9BnfA2BzFL 01:00.0 25nm	2mDBTBPDBq-II 10nm	BPhen 15nm LiF 1nm

[0347] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光元件1暴露于大气的方式使用玻璃衬底对发光元件1进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对发光元件1的初期特性及可靠性进行测量。另外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0348] 图18至图24分别示出发光元件1的亮度-电流密度特性、亮度-电流效率特性、亮度-电压特性、电流-电压特性、色品坐标、外量子效率-亮度特性以及发射光谱。另外,表2示出发光元件1的1000cd/m²附近的主要特性值。

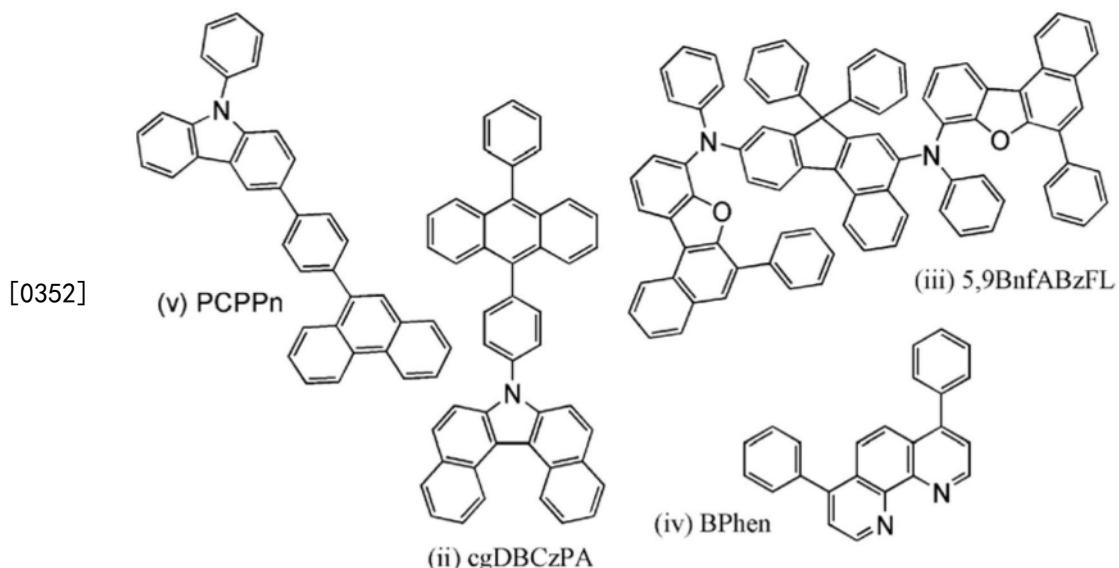
[0349] [表2]

电压 (V)	电流密度 (mA/cm ²)	色品坐标 x	色品坐标 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
3.0	12	0.14	0.13	8.2	8.1

[0350] 根据图18至图24及表2可知,本发明的一个方式的发光元件是具有良好特性的蓝色发光元件,该发光元件能够高效地发射色度良好的蓝色发光。

实施例5

[0351] 在本实施例中,对作为在实施方式中说明的本发明的一个方式的发光元件的发光元件2进行详细的说明,以下示出用于发光元件2的有机化合物的结构式。



[0353] (发光元件2的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO)膜,由此形成第一电极101。注意,将其膜厚度设定为70nm,而其电极面积为2mm×2mm。

[0354] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理步骤,用水洗涤衬底表面,以200℃烘焙1小时,并进行370秒的UV臭氧处理。

[0355] 然后,将衬底引入到其内部压力被降低到 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以170℃进行30分钟的真空烘焙后,将衬底冷却30分钟左右。

[0356] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,然后在第一电极101上通过利用电阻加热的蒸镀法将上述结构式(v)所表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)与氧化钼(VI)共蒸镀,从而形成空穴注入层111。将空穴注入层111的厚度设定为10nm,将PCPPn与氧化钼的重量比调节为4:2(=PCPPn:氧化钼)。

[0357] 然后,在空穴注入层111上形成厚度为20nm的PCzPA膜,由此形成空穴传输层112。

[0358] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(iii)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(iv)所表示的N,N'-(7,7-二苯基-7H-苯并[c]芴-5,9-二基)双[(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:5,9BnfA2BzFL)共蒸镀,以形成发光层113。将发光层113的厚度设定为25nm,将cgDBCzPA与5,9BnfA2BzFL的重量比调节为1:0.03(=cgDBCzPA:5,9BnfA2BzFL)。

[0359] 然后,在发光层113上形成厚度为10nm的cgDBCzPA膜和厚度为15nm的上述结构式(iv)所示的红菲绕啉(简称:BPhen)膜,由此形成电子传输层114。

[0360] 在形成电子传输层114之后,通过蒸镀形成厚度为1nm的氟化锂(LiF)膜以形成电子注入层115,并通过蒸镀形成厚度为200nm的铝膜以形成第二电极102,由此制造本实施例的发光元件2。以下表3示出发光元件2的元件结构。

[0361] [表3]

空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层	电子注入层
PCPPn : MoO _x 2:01	PCPPn	cgDBCzPA: 5,9BnfA2BzFL 01:00.0	2mDBTBPDBq-II	BPhen
10nm	20nm	25nm	10nm	15nm

[0362] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光元件2暴露于大气的方式使用玻璃衬底对发光元件2进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对发光元件2的初期特性及可靠性进行测量。另外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0363] 图25至图31分别示出发光元件2的亮度-电流密度特性、电流效率-亮度特性、亮度-电压特性、电流-电压特性、色品坐标、外量子效率-亮度特性以及发射光谱。另外,表4示出发光元件2的1000cd/m²附近的主要特性值。

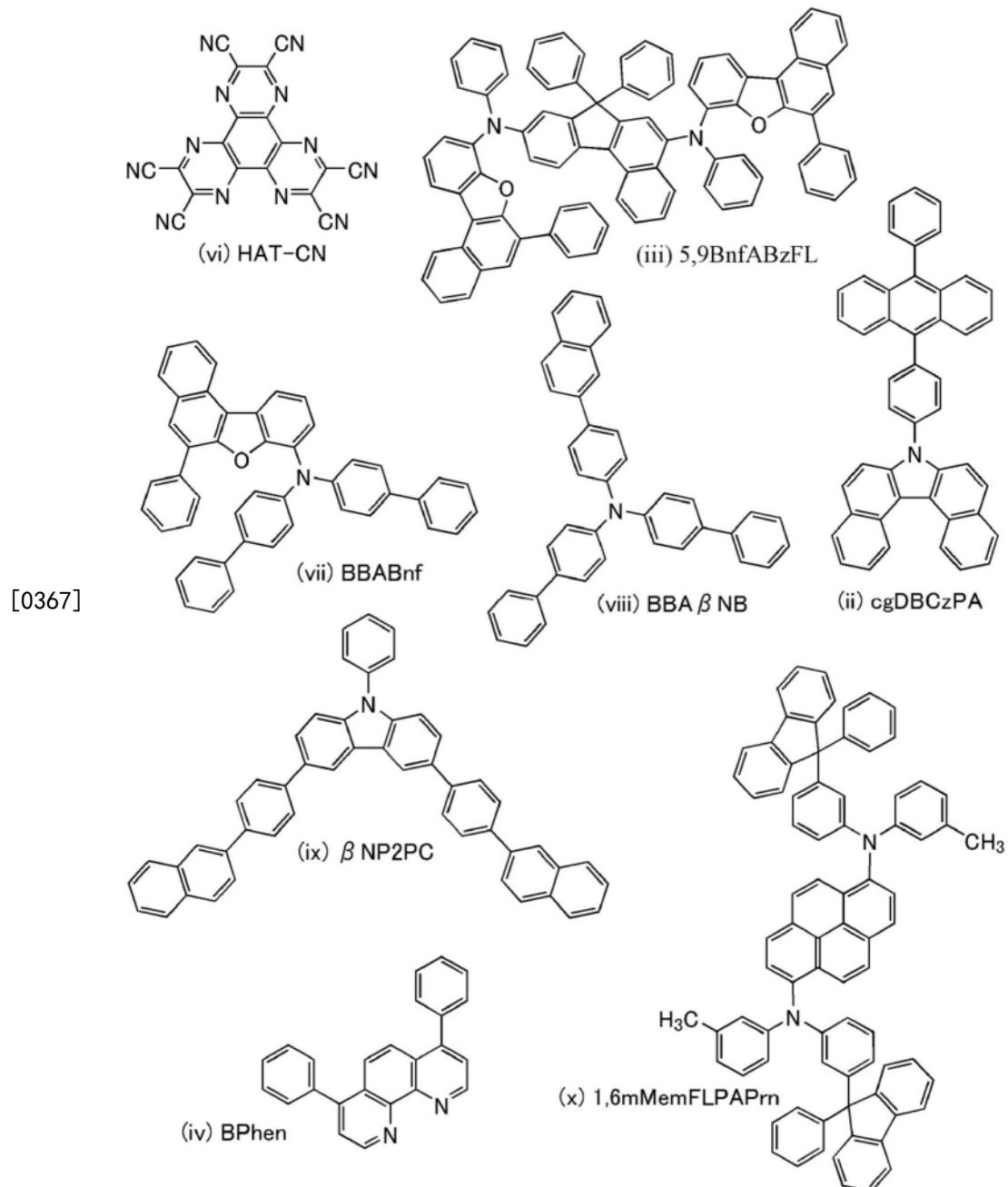
[0364] [表4]

电压 (V)	电流密度 (mA/cm ²)	色品坐标 x	色品坐标 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
3.0	5.7	0.14	0.12	10	11

[0365] 根据图25至图31及表4可知，本发明的一个方式的发光元件是具有良好特性的蓝色发光元件，该发光元件能够高效地发射色度良好的蓝色发光。

实施例6

[0366] 在本实施例中,对作为在实施方式中说明的本发明的一个方式的发光元件的发光元件3及4进行详细的说明,以下示出用于发光元件3及4的有机化合物的结构式。注意,发光元件3及4是将N,N'-(7,7-二苯基-7H-苯并[c]芴-5,9-二基)双[(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:5,9BnfA2BzFL),即本发明的一个方式的有机化合物用作空穴传输层的一部分的发光元件。



[0368] (发光元件3及4的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO)膜,由此形成第一电极101。注意,将其膜厚度设定为70nm,而其电极面积为2mm×2mm。

[0369] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理步骤,用水洗涤衬底表面,以200℃烘焙1小时,并进行370秒的UV臭氧处理。

[0370] 然后,将衬底引入到其内部压力被降低到 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以170℃进行30分钟的真空烘焙后,将衬底冷却30分钟左右。

[0371] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,然后在第一电极101上通过利用电阻加热的蒸镀法形成厚度为5nm的上述结构式(vi)所表示的2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(简称:HAT-CN)膜,从而形成空穴注入层111。

[0372] 然后,在空穴注入层111上依次形成厚度为10nm的上述结构式(iii)所表示的N,N'-(7,7-二苯基-7H-苯并[c]芴-5,9-二基)双[(N,6-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:5,9BnfA2BzFL)膜、厚度为10nm的上述结构式(vii)所表示的N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)膜以及厚度为10nm的上述结构式(ix)所表示的3,6-双[4-(2-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称: β NP2PC)膜,由此形成空穴传输层112。

[0373] 再者,通过在空穴传输层112上将上述结构式(ii)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(x)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]茈-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)共蒸镀,以形成发光层113。将发光层113的厚度设定为25nm,将cgDBCzPA与1,6mMemFLPAPrn的重量比调节为1:0.03(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)。

[0374] 然后,在发光层113上形成厚度为10nm的cgDBCzPA膜和厚度为15nm的上述结构式(v)所示的红菲绕啉(简称:BPhen),由此形成电子传输层114。

[0375] 在形成电子传输层114之后,通过蒸镀形成厚度为1nm的氟化锂(LiF)膜以形成电子注入层115,并通过蒸镀形成厚度为200nm的铝膜以形成第二电极102,由此制造本实施例的发光元件3。

[0376] 发光元件4的制造方法如下:将发光元件3的空穴传输层中的BBABnf改变成上述结构式(viii)所示的4-萘基-4',4"-二苯基三苯基胺(简称:BBA β NB)来制造。

[0377] 以下表5示出发光元件3及4的元件结构。

[0378] [表5]

	空穴注入层		空穴传输层		发光层		电子传输层	
	5nm	10nm	10nm	10nm	25nm	10nm	15nm	
发光元件3			BBABnf		cgDBCzPA: 1:0.03			
发光元件4	HAT-CN 5,9BnfA2BzFL		β NP2PC BBA β NB		1,6mMemFLPAPrn	cgDBCzPA BPhen		

[0379] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光元件3及4暴露于大气的方式使用玻璃衬底对发光元件3及4进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对发光元件3及4的初期特性及可靠性进行测量。另外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0380] 图32至图38分别示出发光元件3及4的亮度-电流密度特性、电流效率-亮度特性、亮度-电压特性、电流-电压特性、外量子效率-亮度特性、色品坐标以及发射光谱。另外,表6示出发光元件3及4的1000cd/m²附近的主要特性值。

[0381] [表6]

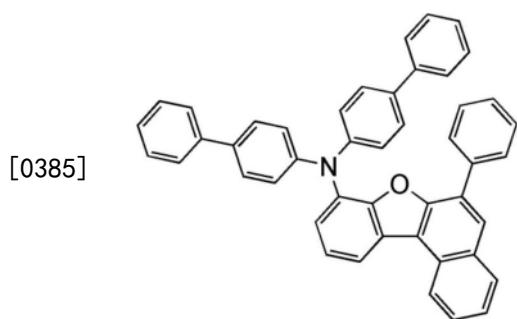
	电压 (V)	电流密度 (mA/cm ²)	色品坐标 x	色品坐标 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
发光元件3	3.8	10	0.14	0.15	12	10
发光元件4	3.4	6.6	0.14	0.15	12	11

[0382] 另外,图39示出在电流值为2mA且电流密度为恒定的条件下,相对于驱动时间的亮度变化的图表。由图39可知,作为本发明的一个方式的发光元件的发光元件3及4伴随驱动时间累积的亮度下降少,使用寿命长。

[0383] 根据图32至图39及表6可知,本发明的一个方式的发光元件具有良好的特性。

[0384] (参考例1)

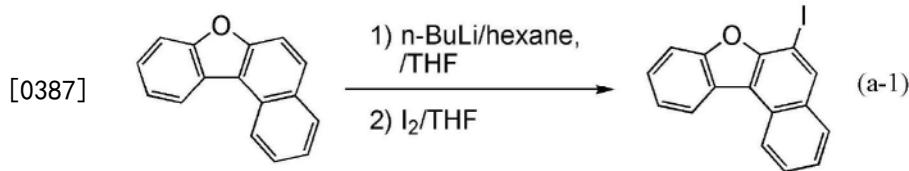
在本参考例中,对用于上述发光元件3的N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)的合成方法进行说明。以下示出BBABnf的结构式。



[0386] <步骤1:6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

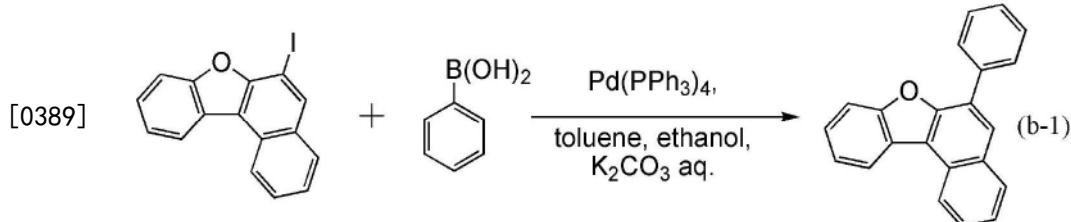
将8.5g (39mmol) 的苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在500mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换,然后加入195mL的四氢呋喃(THF)。将该溶液冷却到-75℃,然后滴加25mL (40mmol) 的正丁基锂(1.59mol/L正己烷溶液)。在滴加之后,在室温下搅拌该溶液1小时。经规定时间后,将该溶液冷却到-75℃,滴加将10g (40mmol) 的碘溶解于40mL的THF中的溶液。在滴加之后,在将所得到的溶液回升至室温的同时搅拌17小时。然后,对该混合物加入硫代

硫酸钠水溶液搅拌1小时,然后使用水洗涤该混合物的有机层,使用硫酸镁使该有机层干燥。在干燥之后,对该混合物进行重力过滤,将所得到的溶液通过硅酸镁(日本和光纯药工业公司、目录号码:066-05265)、硅藻土(日本和光纯药工业公司、目录号码:537-02305)抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后使用甲苯使该固体再结晶,以45%的回收率得到6.0g(18mmol)的目的物的白色粉末。以下示出步骤1的合成路线(a-1)。



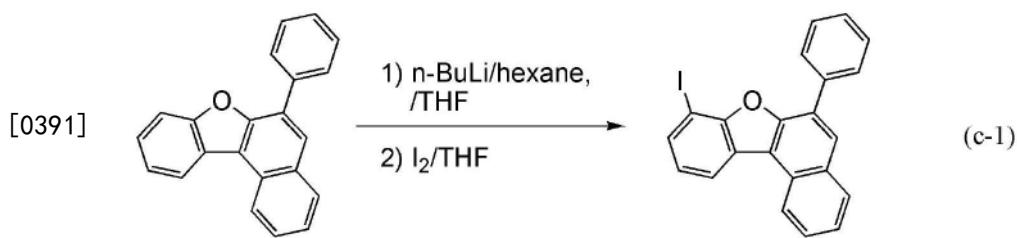
[0388] <步骤2:6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

将6.0g(18mmol)的经步骤1合成的6-碘苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃、2.4g(19mmol)的苯硼酸、70mL的甲苯、20mL的乙醇及22mL的碳酸钾水溶液(2.0mol/L)放在200mL三口烧瓶中。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。在脱气之后,用氮气取代烧瓶内部的空气,加入480mg(0.42mmol)的四(三苯基膦)钯(0)。在氮气流下以90℃搅拌该混合物12小时。在经过规定时间之后,将水加入到该混合物中,并用甲苯萃取水层。混合所得到的萃取溶液和有机层,使用水进行洗涤,然后使用硫酸镁干燥。对该混合物进行重力过滤,浓缩所得到的滤液以得到固体,然后将该固体溶解于甲苯。将所得到的溶液通过硅藻土(日本和光纯药工业公司、目录号码:531-16855)、硅酸镁(日本和光纯药工业公司、目录号码:540-00135)、矾土抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后用甲苯使该固体再结晶,以93%的回收率得到4.9g(17mmol)的目的物的白色固体。以下示出步骤2的合成路线(b-1)。



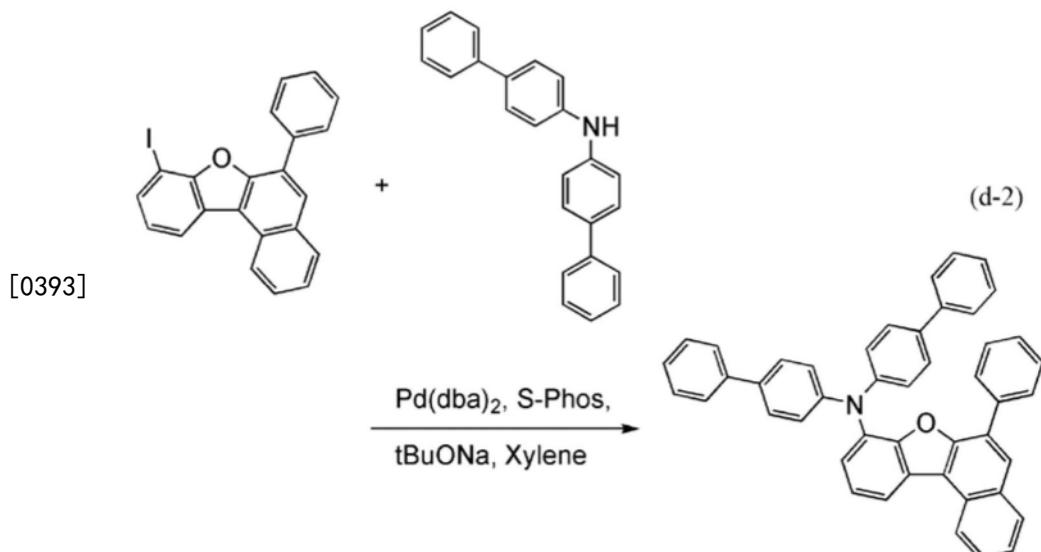
[0390] <步骤3:8-碘-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃的合成>

将4.9g(17mmol)的经步骤2合成的6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃放在300mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换,然后加入87mL的四氢呋喃(THF)。将该溶液冷却到-75℃,然后将11mL(18mmol)的正丁基锂(1.59mol/L正己烷溶液)滴加到该溶液中。在滴加之后,在室温下搅拌该溶液1小时。经规定时间后,将该溶液冷却到-75℃,滴加将4.6g(18mmol)的碘溶解于18mL的THF中的溶液。在将所得到的溶液回升至室温的同时搅拌17小时。然后,对该混合物加入硫代硫酸钠水溶液搅拌1小时,然后使用水洗涤该混合物的有机层,使用硫酸镁使有机层干燥。对该混合物进行重力过滤,将所得到的滤液通过硅藻土(日本和光纯药工业公司、目录号码:531-16855)、硅酸镁(日本和光纯药工业公司、目录号码:540-00135)及矾土抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后用甲苯使该固体再结晶,以53%的回收率得到3.7g(8.8mmol)的目的物的白色固体。以下示出步骤3的合成路线(c-1)。



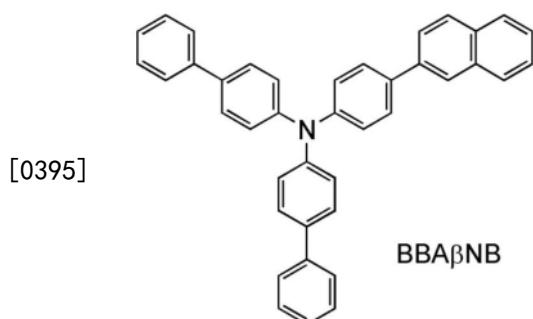
[0392] <步骤4:BBABnf的合成>

将2.1g (5.0mmol) 的经步骤3合成的8-碘-6-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃、1.6g (5.0mmol) 的双(1,1'-联苯基-4-基)胺、0.17g (0.40mmol) 的2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧联苯(简称:S-Phos)、0.97g (10mmol) 的叔丁醇钠放在200mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换,然后,加入25mL的二甲苯。在对该混合物进行减压脱气之后,在氮气流下将其保持为80℃,然后,加入0.12g (0.20mmol) 的双(二亚苄基丙酮)钯(0),以80℃搅拌该混合物5.5小时,然后进一步,以100℃搅拌该混合物5小时。在搅拌之后,使用水和饱和食盐水洗涤所得到的混合物,且使用硫酸镁使有机层干燥。通过重力过滤去除硫酸镁,浓缩所获得的滤液,从而获得褐色固体。将获得的固体溶解于甲苯中,并将其通过硅藻土(日本和光纯药工业株式会社、目录号码:537-02305)和矾土过滤。浓缩所得到的滤液,以67%的回收率得到2.0g的BBABnf的黄色固体。以下示出步骤4的合成路线(d-2)。



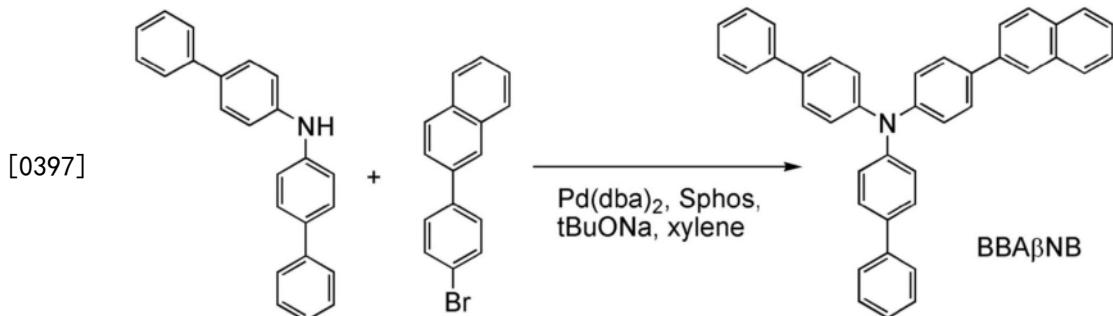
[0394] (参考例2)

在本参考例中,对用于上述发光元件4的4-蔡基-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAB β NB)的合成方法进行说明。以下示出BBAB β NB的结构式。



[0396] <步骤1:4'-萘基-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA β NB)的合成>

将2.3g (7.1mmol)的双(1,1'-联苯基-4-基)胺、2.0g (7.1mmol)的2-(4-溴苯基)萘、1.5g (15mmol)的叔丁醇钠(简称:tert-BuONa)以及0.16g (0.40mmol)2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧-1,1'-联苯(简称:SPhos)放在200mL三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换,然后加入35mL的二甲苯。在对该混合物进行减压脱气之后,在氮气流下以60℃进行搅拌,然后,加入0.12g (0.20mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),以120℃搅拌该混合物7小时。在搅拌之后,使用水和饱和食盐水洗涤所得到的混合物,且使用硫酸镁使有机层干燥。通过重力过滤去除硫酸镁,浓缩所获得的滤液,从而获得褐色固体。通过利用高速液体层析法(移动相(mobile phase):氯仿)精炼该褐色固体,以93%的回收率得到3.5g的目的物的淡黄色固体。以下示出该反应的合成路线。



[0398] 以下示出所得到的淡黄色固体的¹H-NMR数据。

¹H-NMR (二氯甲烷-d2, 500MHz) : δ = 7.24 (d, J =9.0Hz, 4H), 7.26 (d, J =8.5Hz, 2H), 7.31 (d, J =7.5Hz, 2H), 7.42 (d, J =7.5Hz, 4H), 7.45-7.50 (m, 2H), 7.55 (d, J =8.5Hz, 4H), 7.60 (d, J =7.5Hz, 4H), 7.68 (d, J =8.5Hz, 2H), 7.76 (dd, J 1=2.0Hz, J 2=8.5Hz, 1H), 7.85 (d, J =8.0Hz, 1H), 7.90 (t, J =8.05Hz, 2H), 8.05 (s, 1H)

[0399] 另外,图40A和图40B示出¹H-NMR谱。图40B是图40A中的7.00ppm至8.20ppm的范围的放大图。

[0400] 利用梯度升华方法对所得到的3.5g的淡黄色固体进行升华精炼。升华精炼的条件为如下:压力为3.4Pa,氩流量为15mL/min,加热温度为265℃,加热时间为16小时。在升华精炼之后,以81%的回收率得到2.8g的目的物的淡黄色玻璃状固体。

[0401] 利用循环伏安法(CV)测量计算出4-萘基-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA β NB)的HOMO能级和LUMO能级。以下示出计算方法。

[0402] 作为测量装置,使用电化学分析仪(BAS株式会社(BAS Inc.)制造的ALS型号600A或600C)。关于用于CV测定的溶液,作为溶剂使用脱水的二甲基甲酰胺(DMF,西格玛-奥尔德里奇公司(Sigma-Aldrich Inc.)制造,99.8%,目录号码:227056),将作为支持电解质(supporting electrolyte)的高氯酸四正丁基铵(n -Bu₄NC1O₄,由东京化成工业株式会社制造,目录号码:T0836)溶解于溶剂并使高氯酸四正丁基铵的浓度为100mmol/L。另外,将测定对象溶解于溶剂并使其浓度为2mmol/L。另外,作为工作电极使用铂电极(由BAS株式会社制造,PTE铂电极),作为辅助电极使用铂电极(BAS株式会社制造,VC-3用Pt对电极(5cm)),作为参考电极使用Ag/Ag⁺电极(由BAS株式会社制造,RE7非水溶剂型参考电极)。另外,测定在室温下(20℃至25℃)进行。将CV测定时的扫描速度统一为0.1V/sec,测量出相对于参考电极的氧化电位Ea[V]及还原电位Ec[V]。Ea为氧化-还原波之间的中间电位,Ec为还原-氧化

波之间的中间电位。在此,已知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[eV],因此利用HOMO能级[eV]=-4.94-Ea、LUMO能级[eV]=-4.94-Ec这两个算式分别求得HOMO能级及LUMO能级。反复进行CV测量100次,比较第100次测量中的氧化-还原波与第1次测量中的氧化-还原波,来调查化合物的电性稳定性。

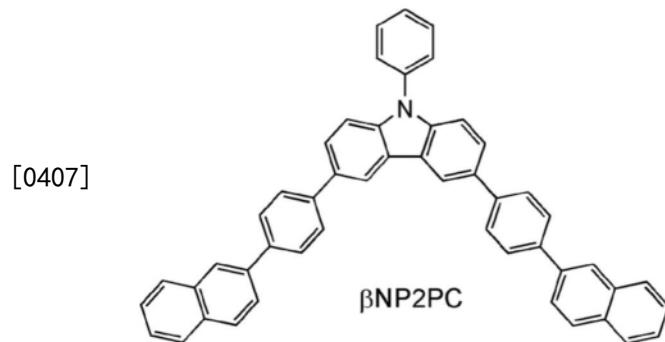
[0403] 其结果表明:BBA β NB的HOMO能级为-5.47eV,而LUMO能级为-2.28eV。另外,根据氧化-还原波的反复测量中的第1次测量与第100次测量的波形比较,可知在Ea测量中保持了83%的峰强度,在Ec测量中保持了92%的峰强度,BBA β NB的耐氧化及还原性非常高。

[0404] 另外,使用由PerkinElmer, Inc.制造的Pyris 1DSC进行BBA β NB的差示扫描量热计(DSC测量)。在差示扫描量热计中,连续地进行如下操作两次:以40°C/分钟的升温速度从-10°C升温到300°C,然后在相同温度下保持1分钟,接着,以40°C/分钟的降温速度从300°C降温到-10°C。根据第2次操作的DSC测量结果可知BBA β NB的玻璃化转变温度为81°C。另外,根据第1次操作的DSC测量结果可知BBA β NB的熔点为241°C。

[0405] 另外,对BBA β NB进行热重-差热分析。在测量中,使用高真空差式型差热天平(由Bruker AXS公司制造,TG-DTA 2410SA)。在氮气流(流量为200mL/min)和大气压下,以10°C/min的升温速率进行测量。根据热重-差热分析结果可知,从热重测量求得的BBA β NB的重量成为测量开始时的-5%的温度(分解温度)为412°C,这表示BBA β NB的耐热性高。

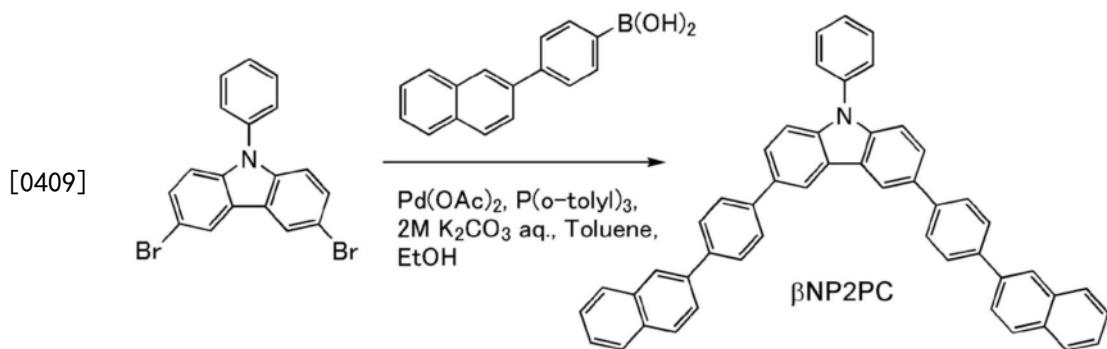
[0406] (参考例3)

在本参考例中,对用于上述发光元件3及4的3,6-双[4-(2-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称: β NP2PC)的合成方法进行说明。以下示出 β NP2PC的结构式。



[0408] <步骤1:3,6-双[4-(2-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称: β NP2PC)的合成>

将1.9g(4.8mmol)的3,6-二溴-9-苯基-9H-咔唑、2.4g(9.7mol)的4-(2-萘基)苯基硼酸、0.12g(0.40mmol)的三(邻-甲苯基)膦以及2.7g(19mmol)的碳酸钾放在200mL的三口烧瓶中。对烧瓶内进行氮气置换,然后在其混合物中加入40mL的甲苯、10mL的乙醇以及10mL的水。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。在脱气之后,对该混合物加入22mg(0.10mmol)的醋酸钯(II)。在氮气流下,将混合物在80°C下搅拌4小时,以析出固体。通过抽滤回收所析出的固体。将所回收的固体溶解在约750mL的热甲苯中,及将此溶液通过硅藻土、矾土及硅酸镁抽滤。浓缩所得到的滤液以得到固体,然后用甲苯洗涤该固体,以99%的回收率得到2.6g的目的物的白色粉末。以下示出该反应的合成路线。



[0410] 利用梯度升华方法对所得到的2.6g的白色粉末进行升华精炼。升华精炼的条件为如下:压力为3.0Pa,氩流量为5.0mL/min,加热温度为350℃。在升华精炼之后,以77%的回收率得到2.0g的白色固体。

[0411] 对所得到的物质的¹H-NMR进行测量。以下示出测量数据。

¹H-NMR (CDCl₃, 300MHz) : $\delta = 7.47\text{--}7.55$ (m, 7H), 7.65 (s, 2H), 7.67 (d, $J = 2.4\text{Hz}$, 2H), 7.76 (dd, $J_1 = 8.4\text{Hz}$, $J_2 = 1.8\text{Hz}$, 2H), 7.75-7.97 (m, 16H), 8.14 (d, $J = 1.8\text{Hz}$, 2H), 8.51 (d, $J = 1.5\text{Hz}$, 2H)

[0412] 另外,图41A和图41B示出¹H-NMR谱。图41B是图41A中的7.20ppm至8.60ppm的范围的放大图。

[0413] 另外,对所得到的 β NP2PC进行热重-差热分析。在测定中,使用高真空差式型差热天平(由Bruker AXS公司制造,TG-DTA 2410SA)。在氮气流(流量为200mL/min)和常压下,以10℃/min的升温速率进行测定。从重量和温度之间的关系(热重)可知 β NP2PC的5%失重温度为500℃以上。由此可知, β NP2PC具有良好的耐热性。

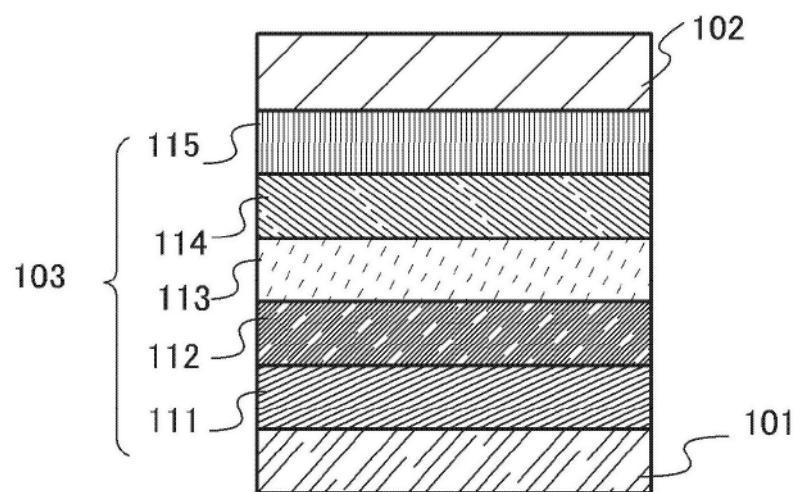


图1A

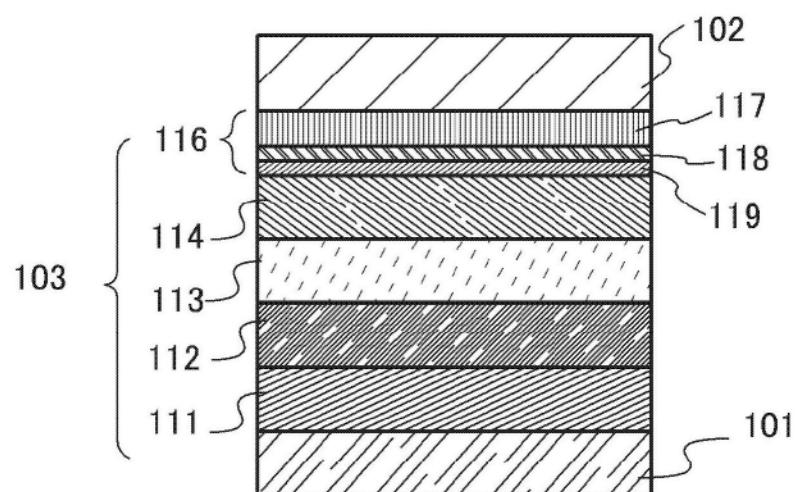


图1B

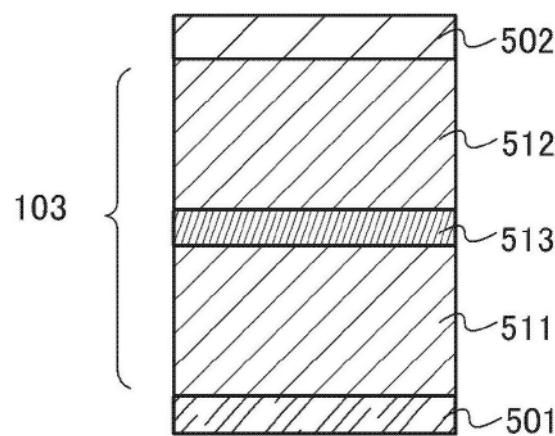


图1C

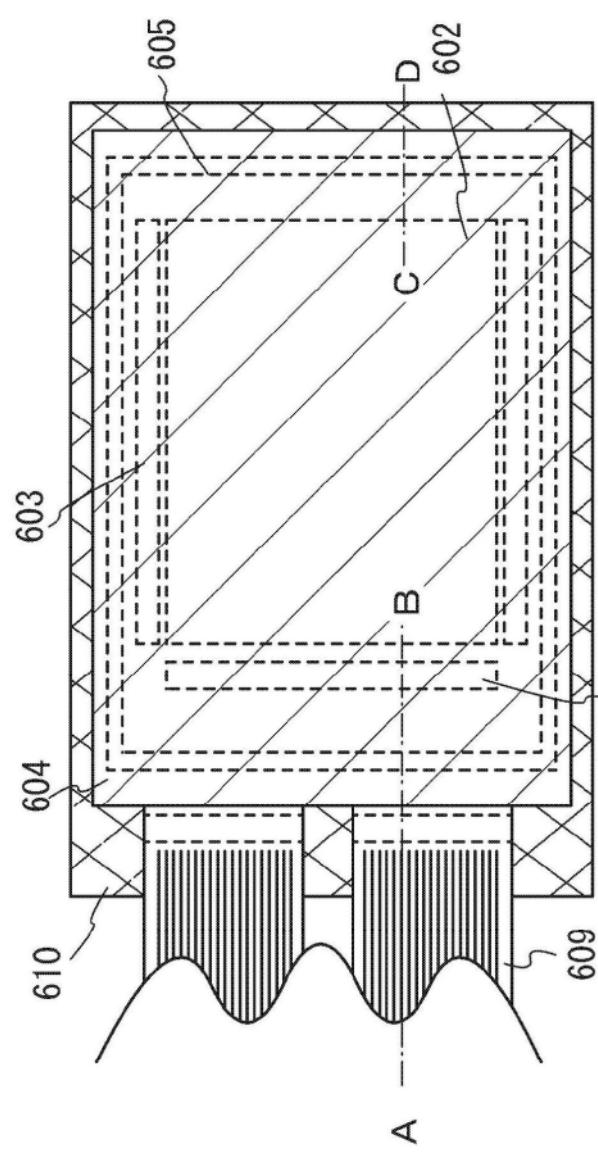


图2A

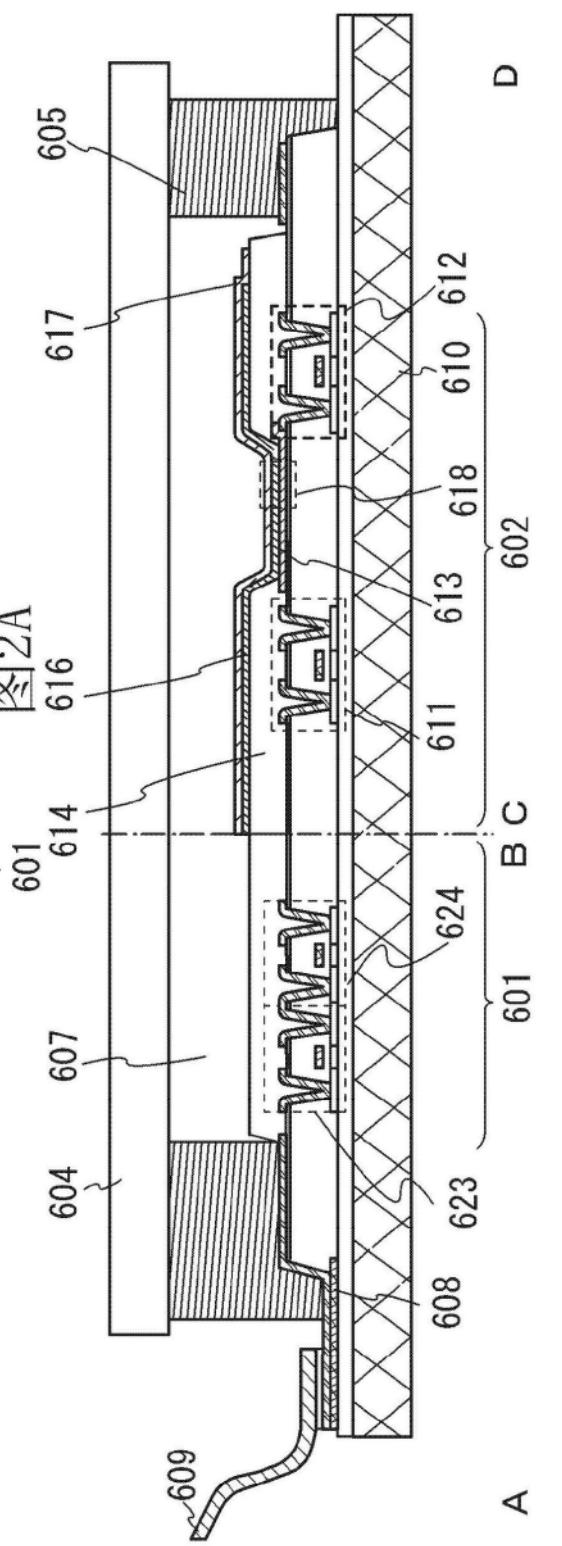


图2B

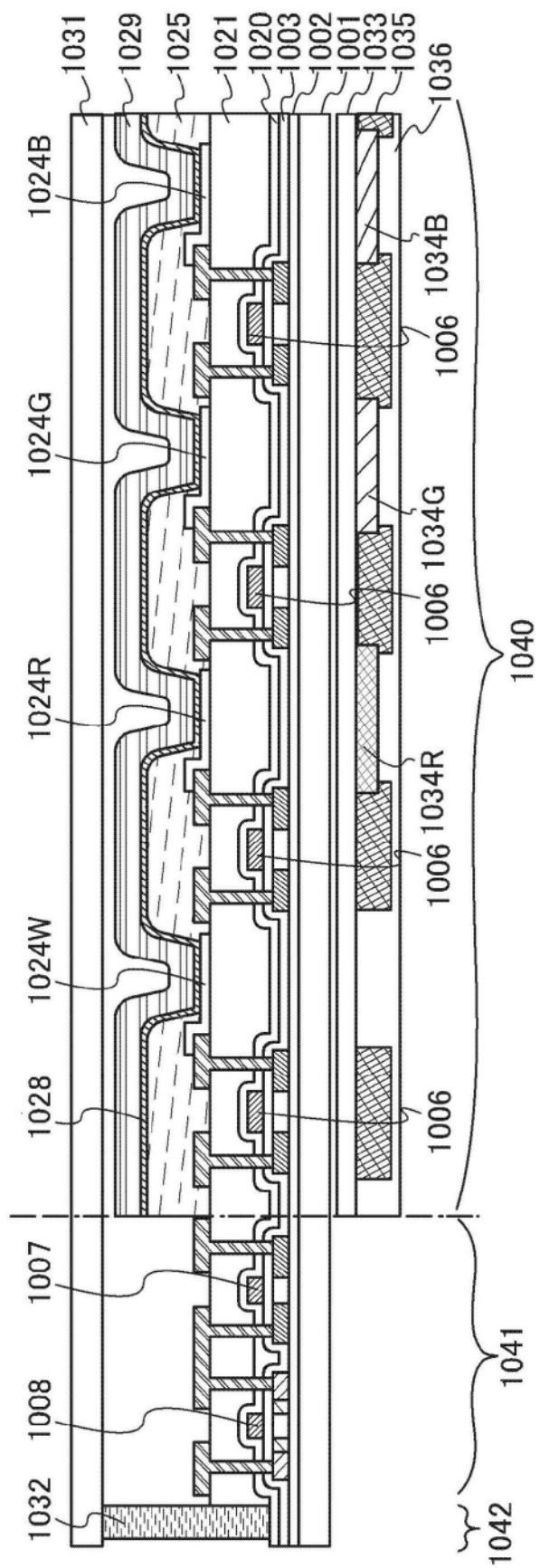


图3A

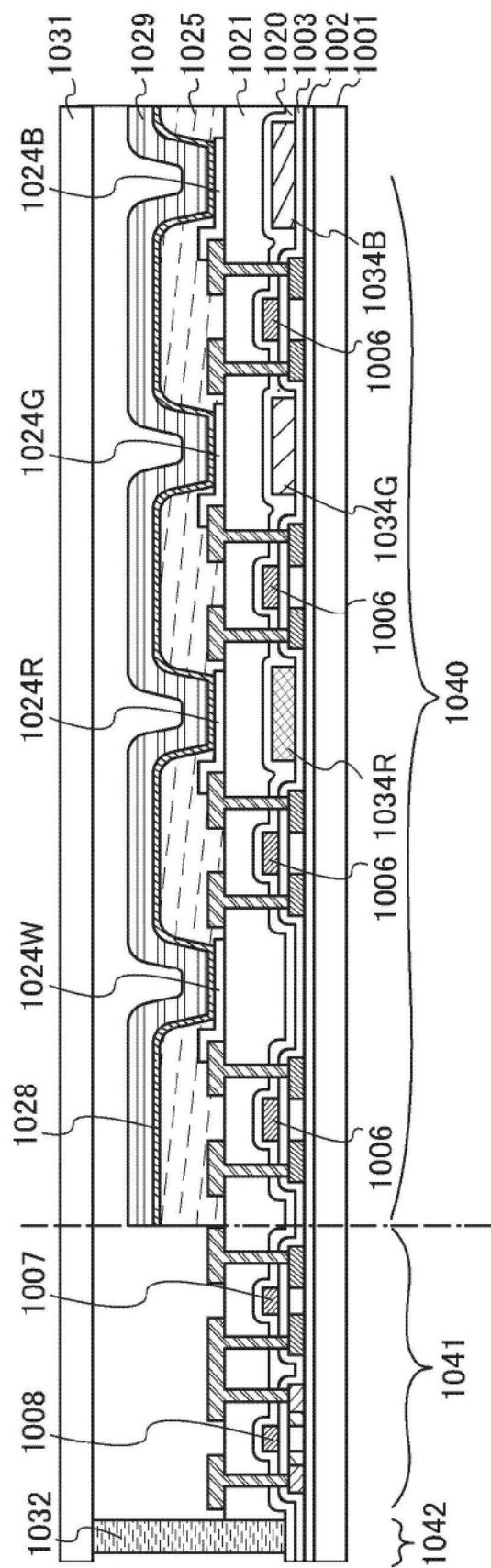


图3B

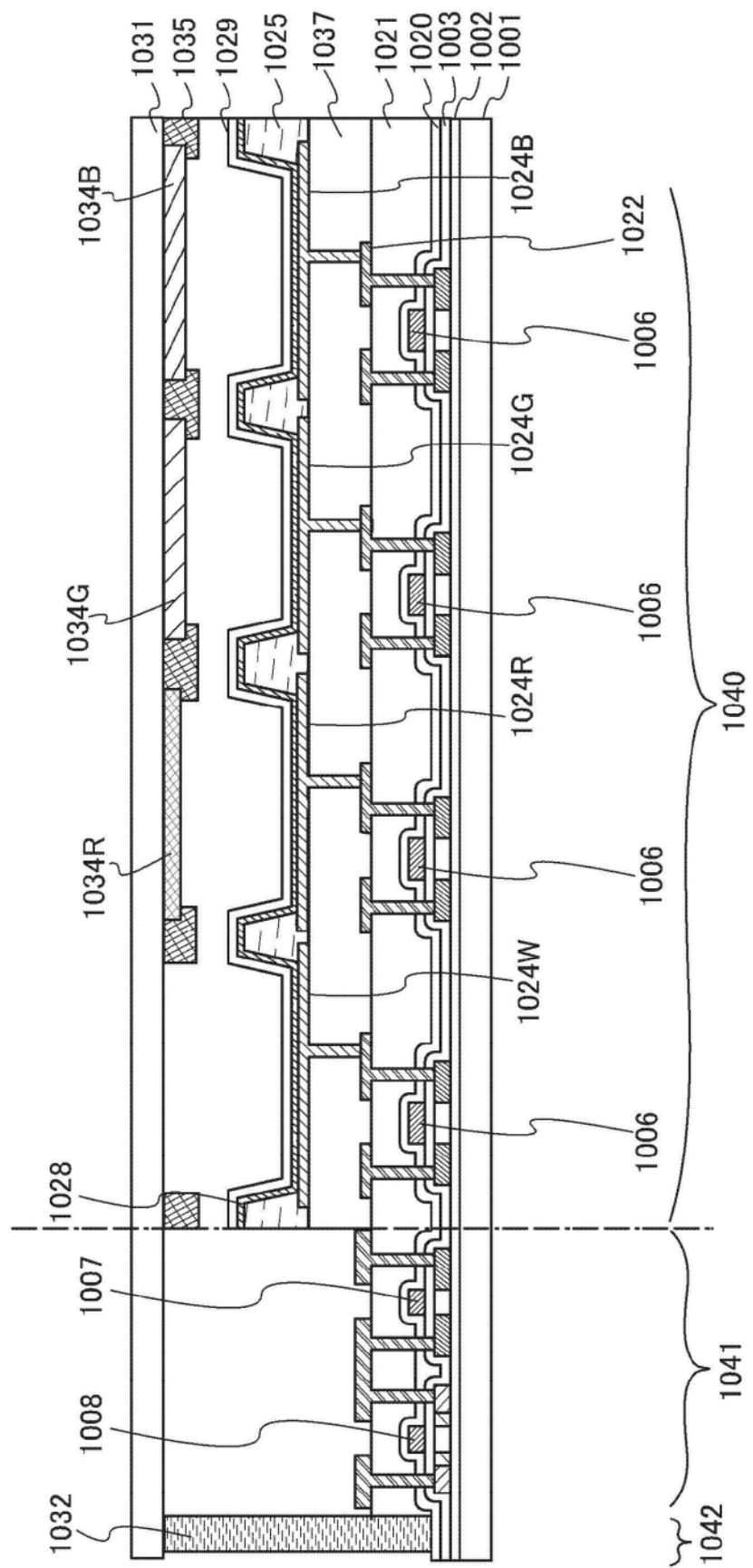


图4

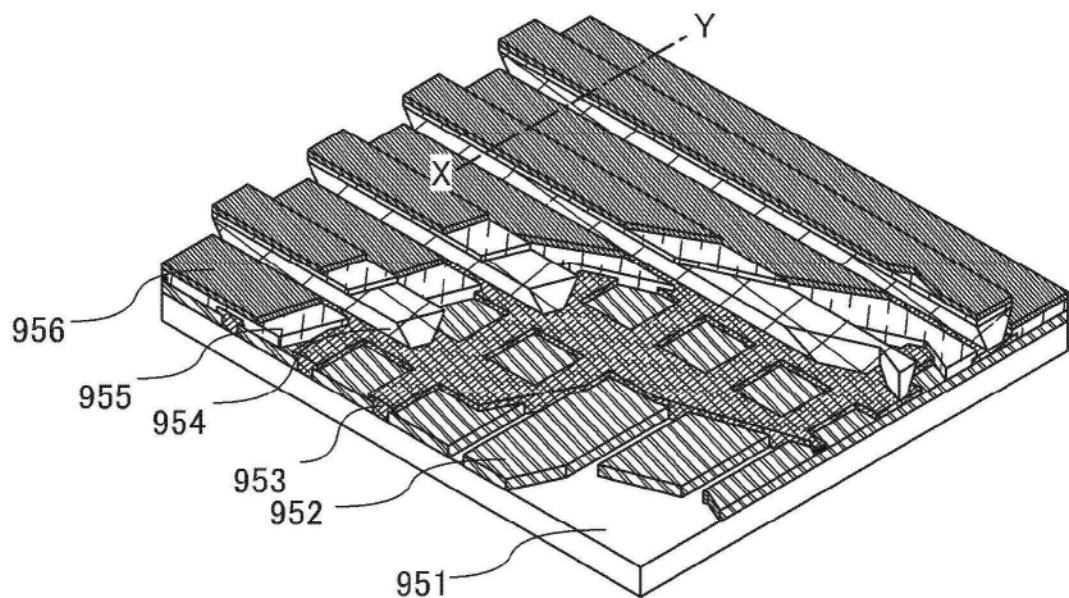


图5A

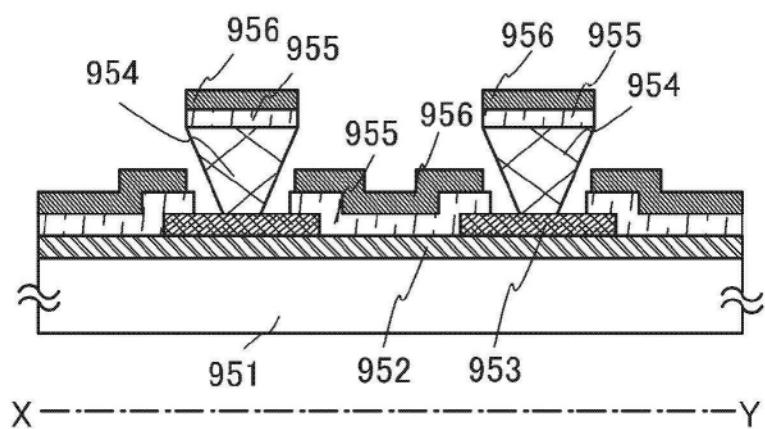


图5B

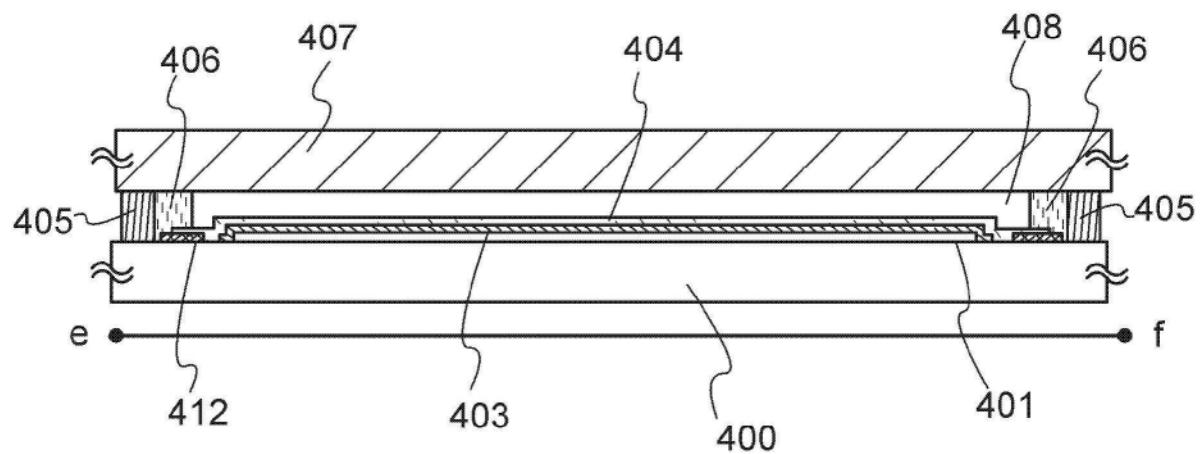


图6A

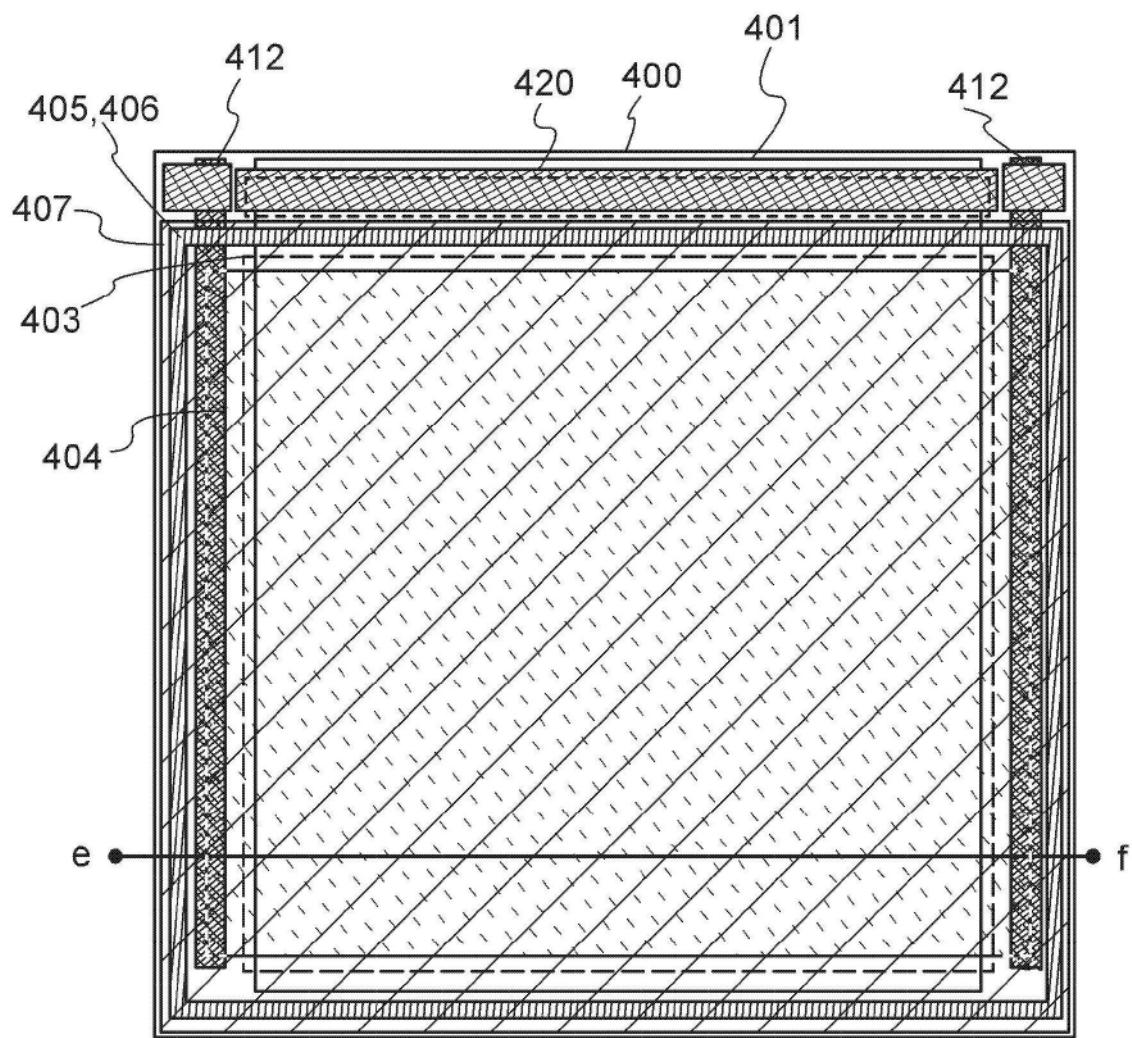


图6B

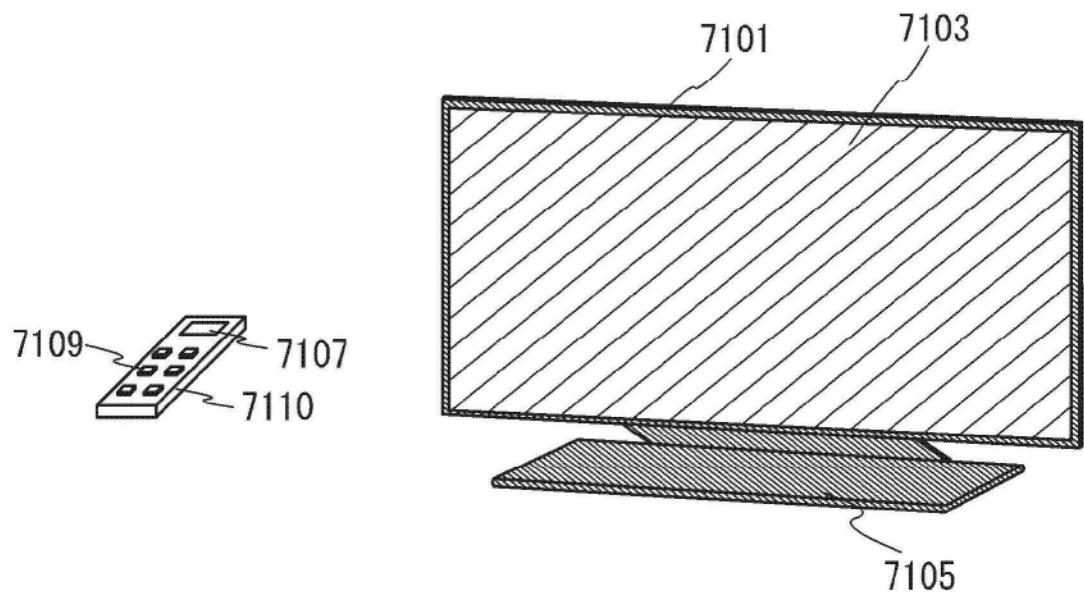


图7A

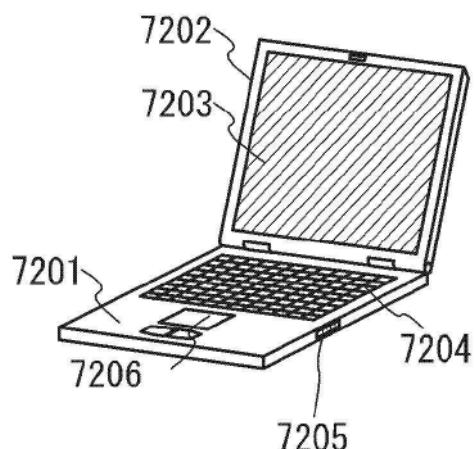


图7B1

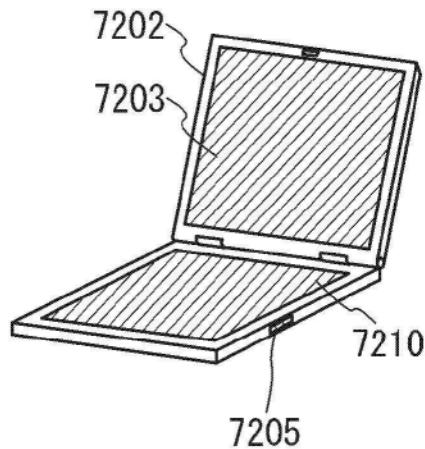


图7B2

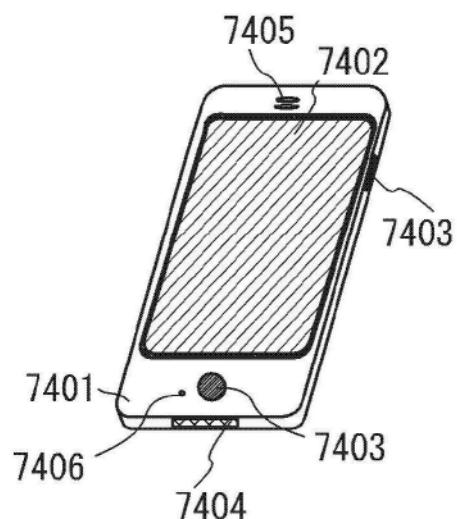


图7C

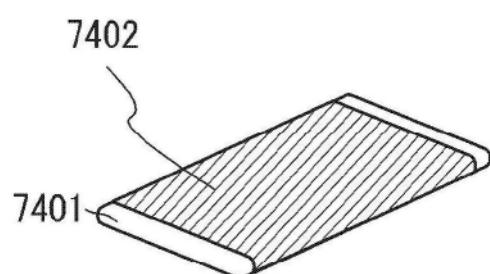


图7D

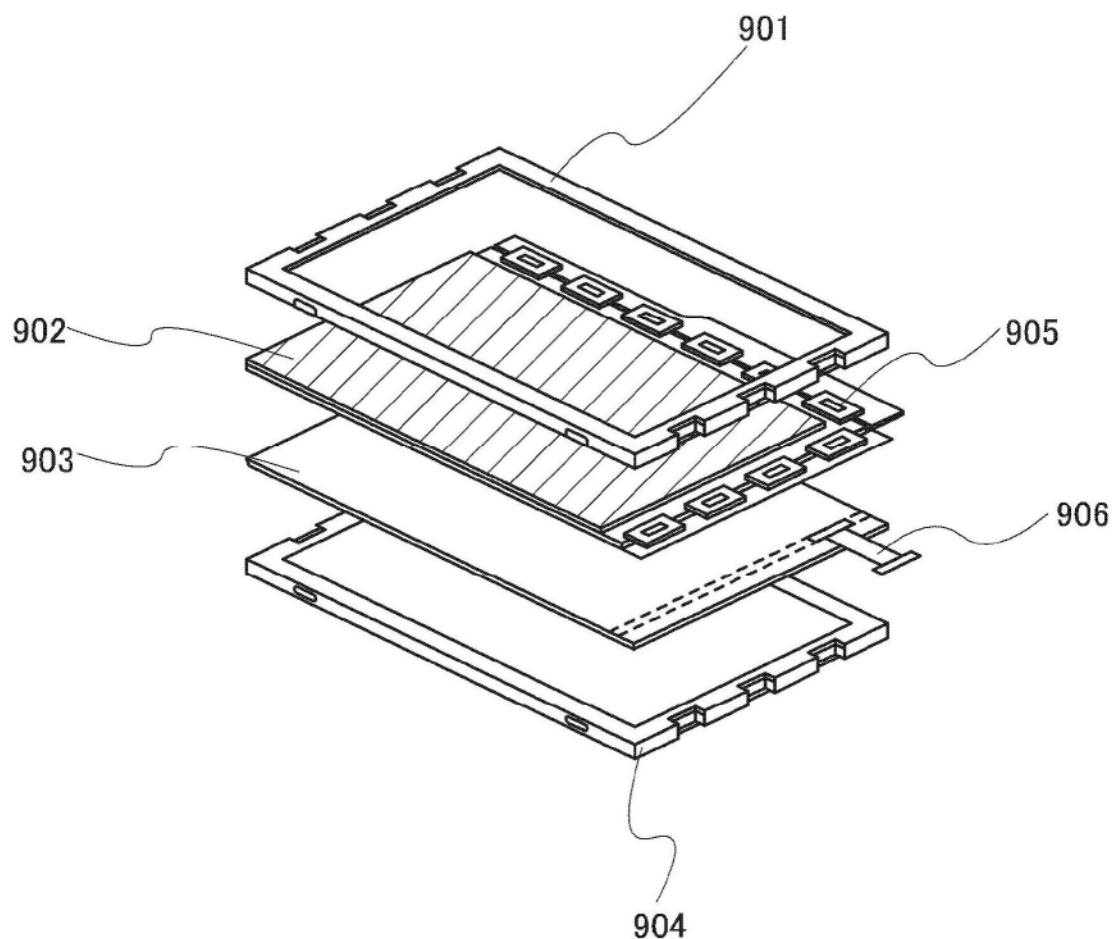


图8

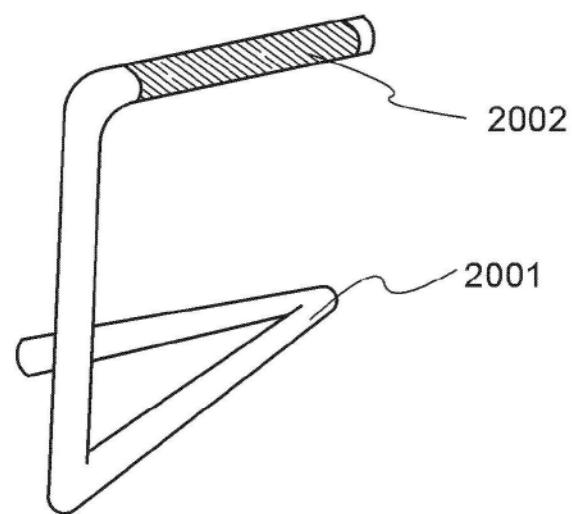


图9

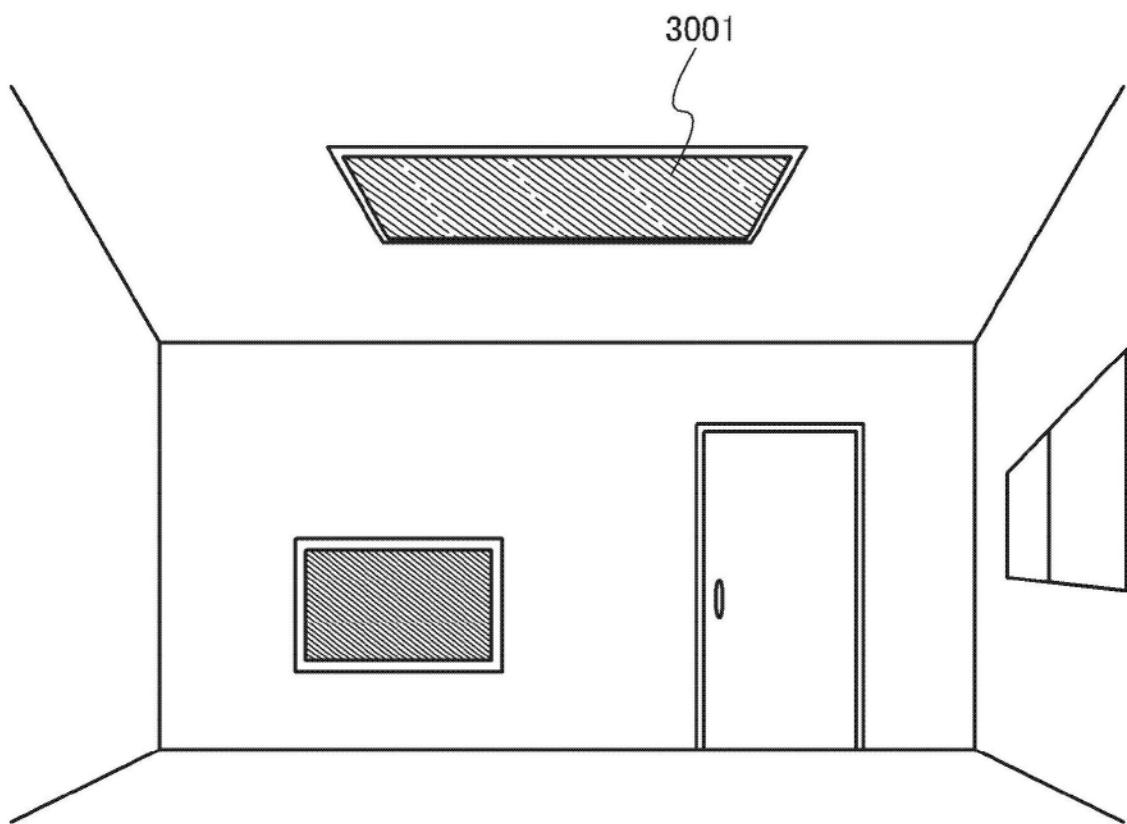


图10

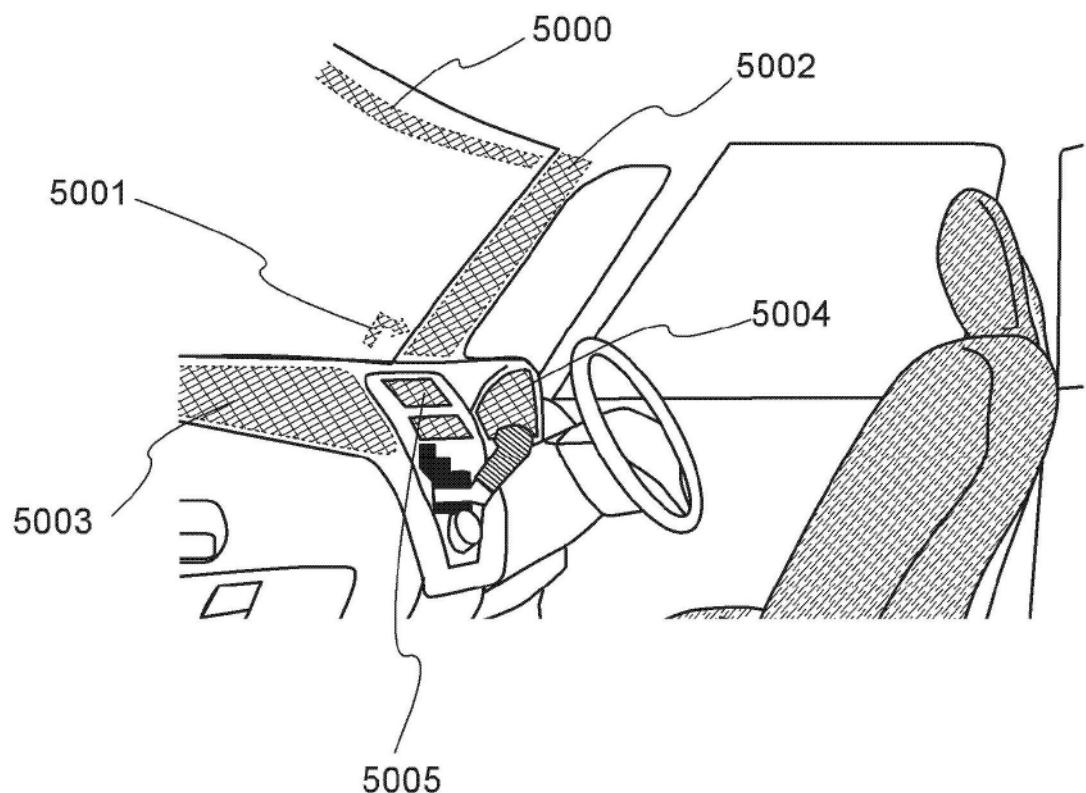


图11

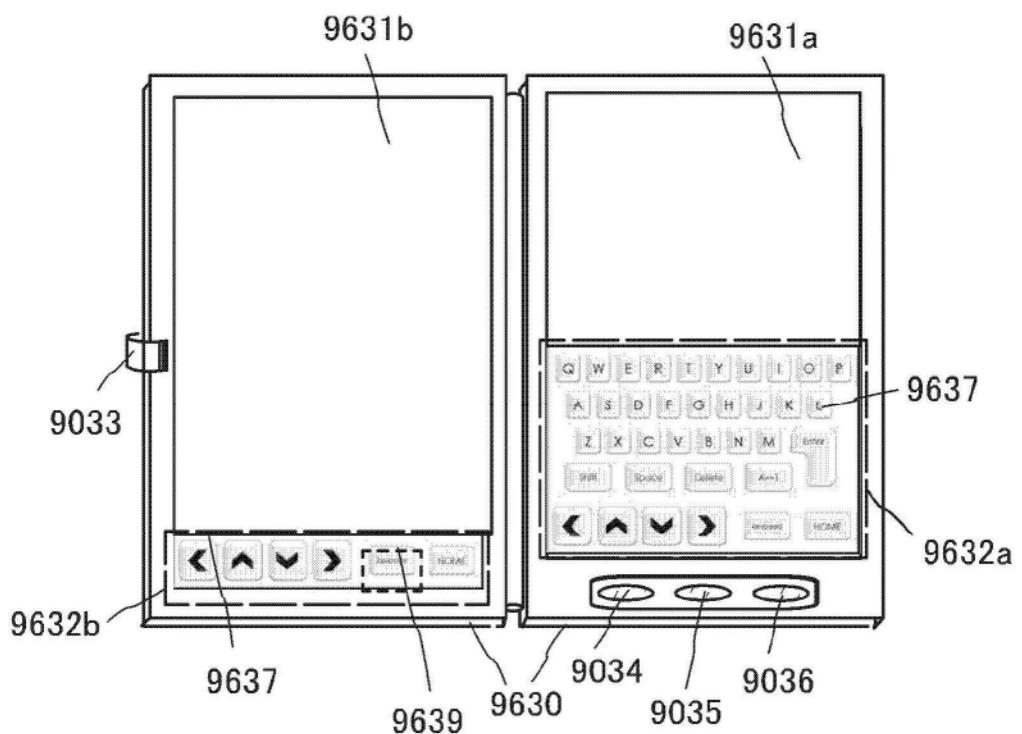


图12A

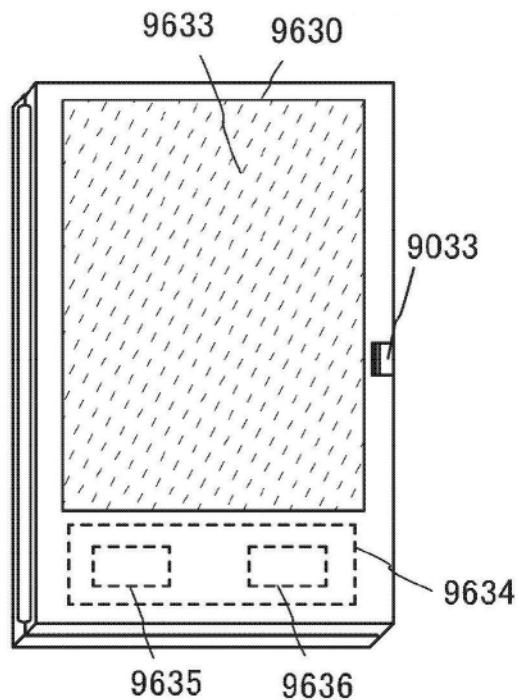


图12B

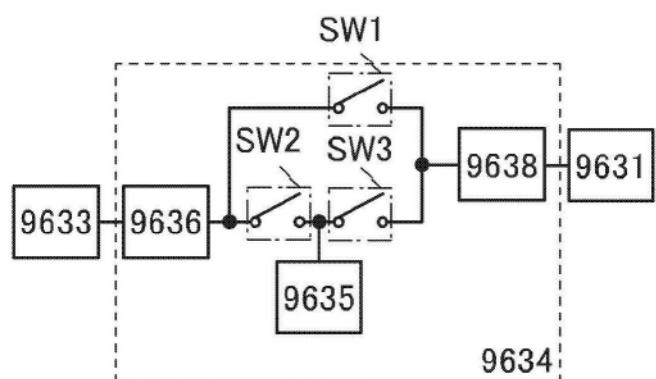


图12C

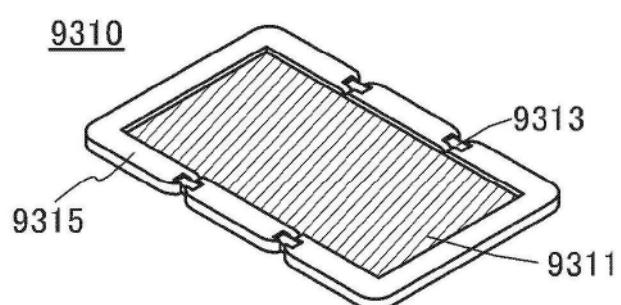


图13A

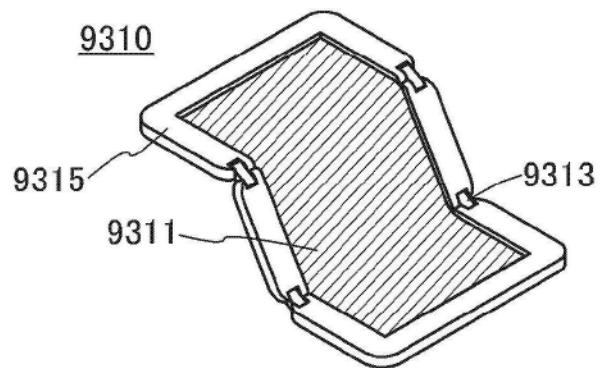


图13B

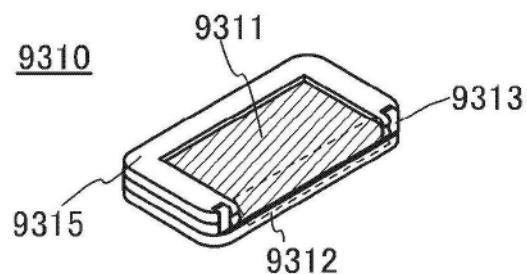


图13C

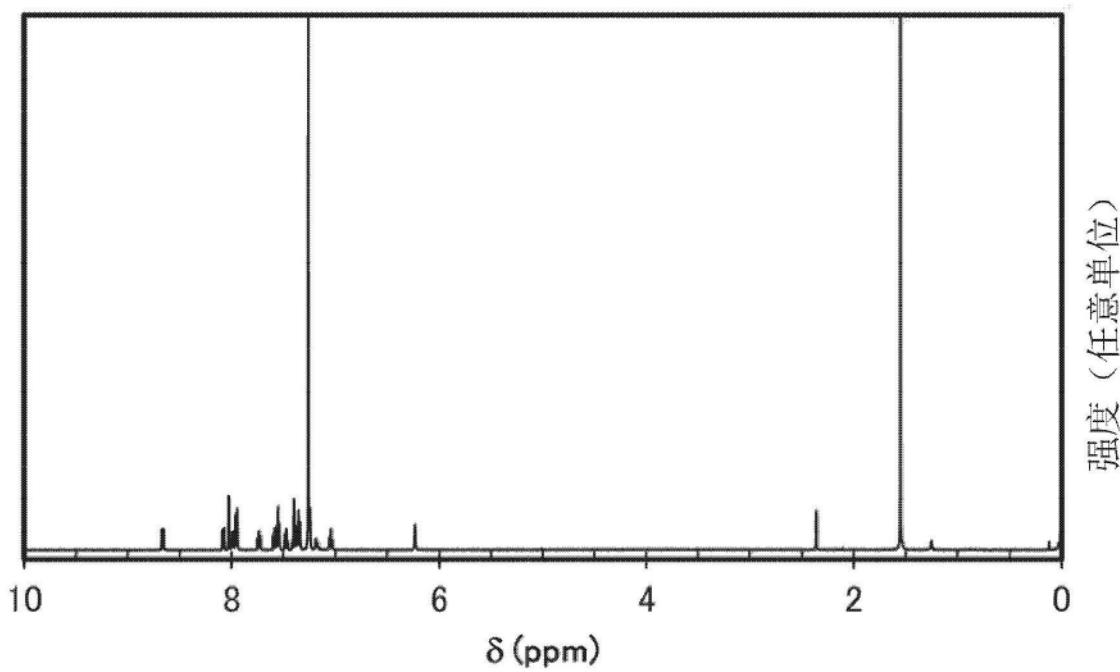


图14A

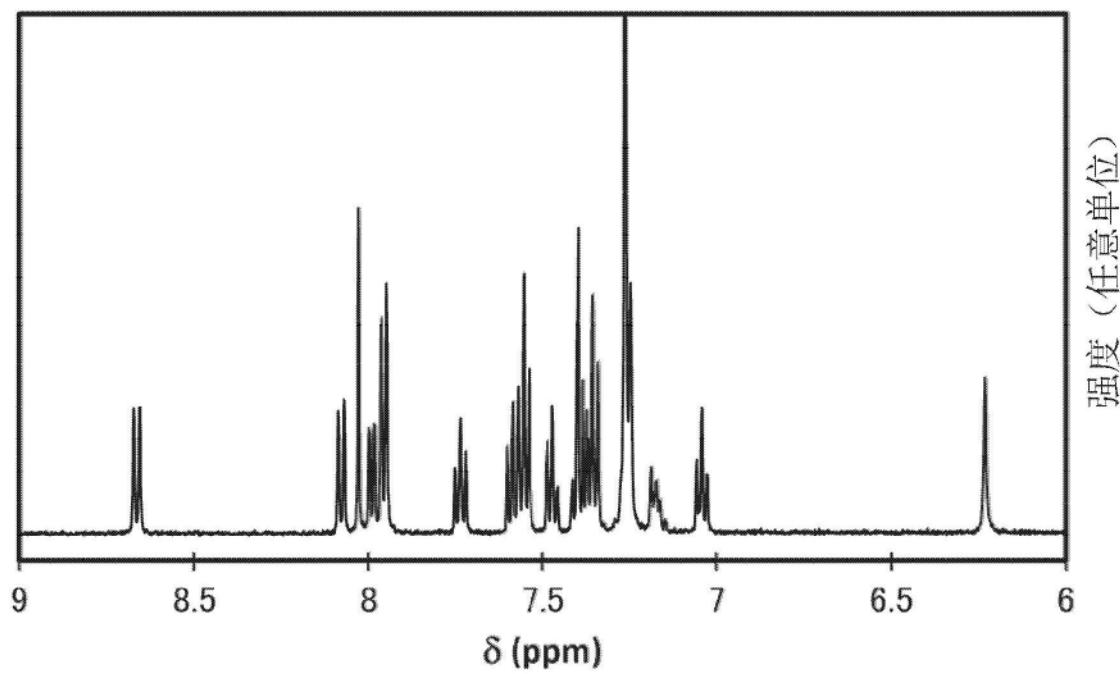


图14B

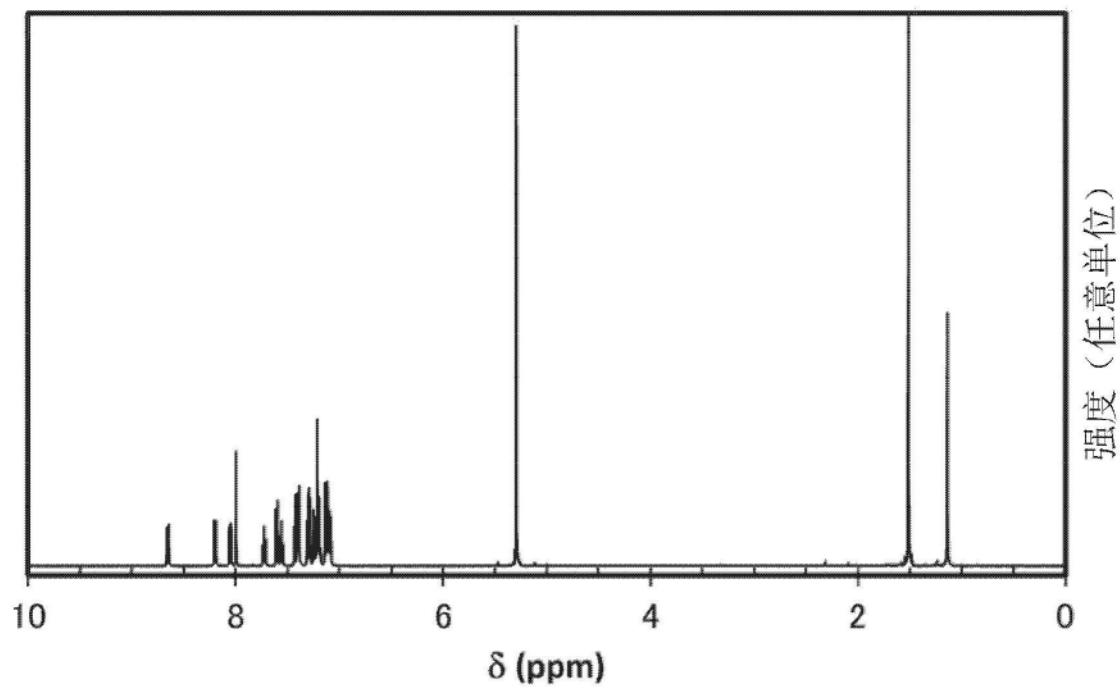


图15A

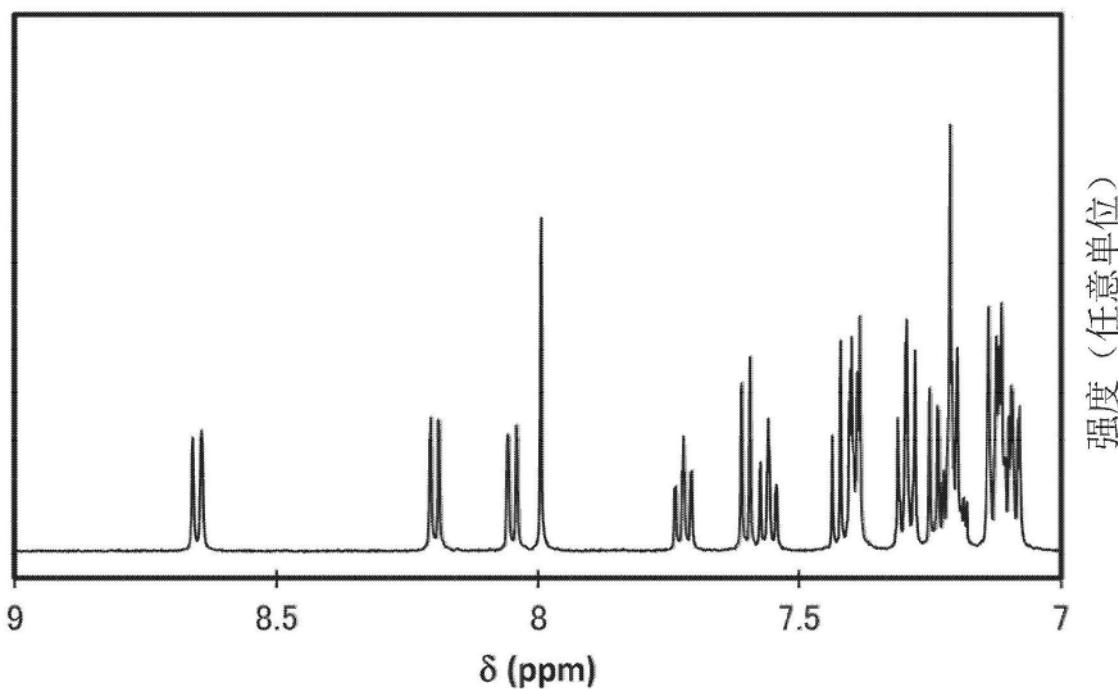


图15B

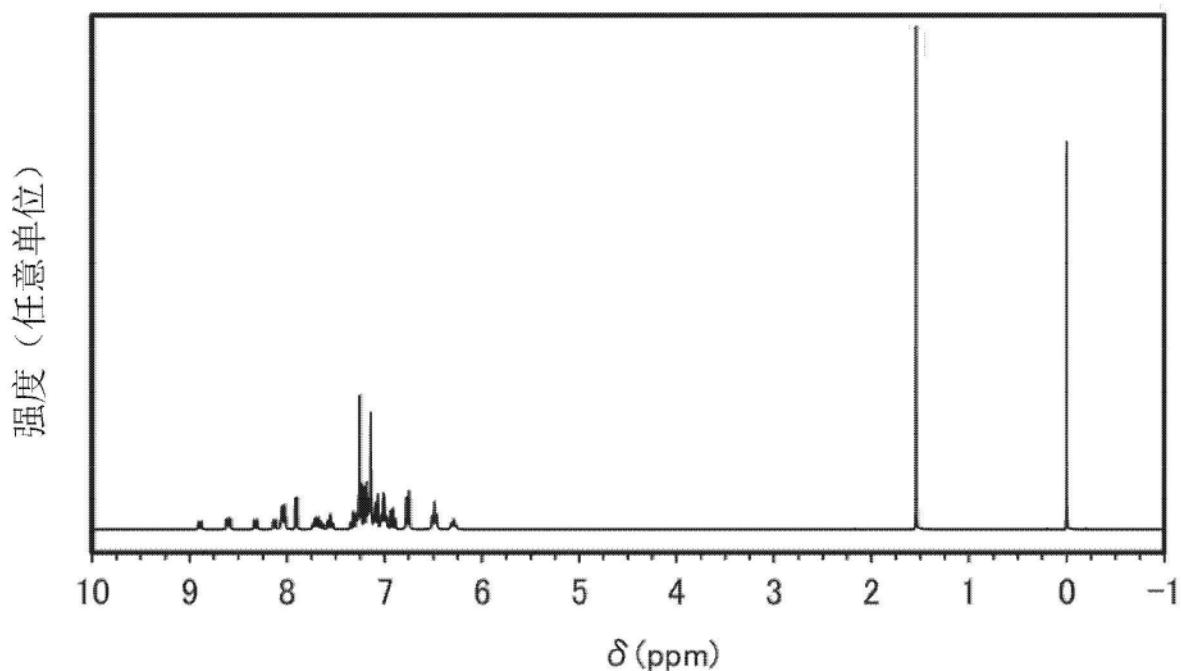


图16A

强度 (任意单位)

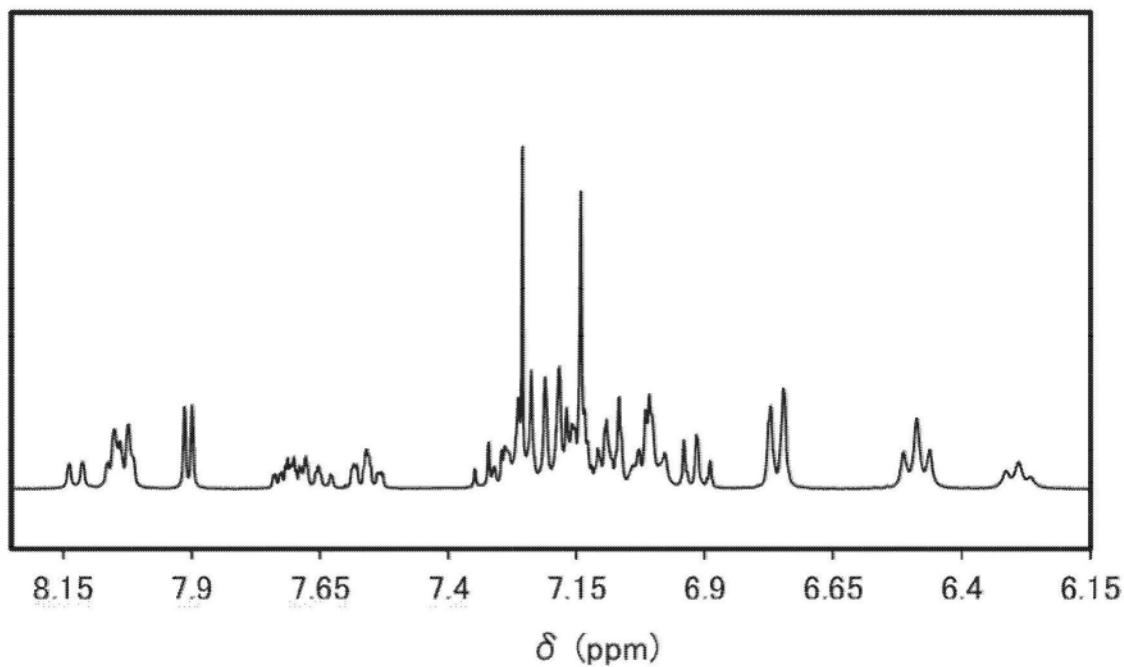


图16B

吸收强度 (任意单位)

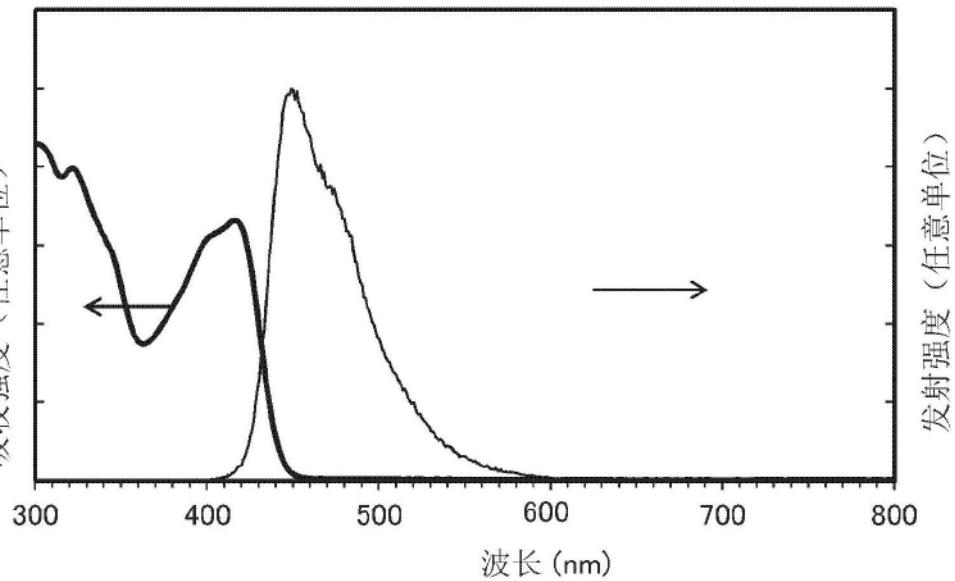


图17A

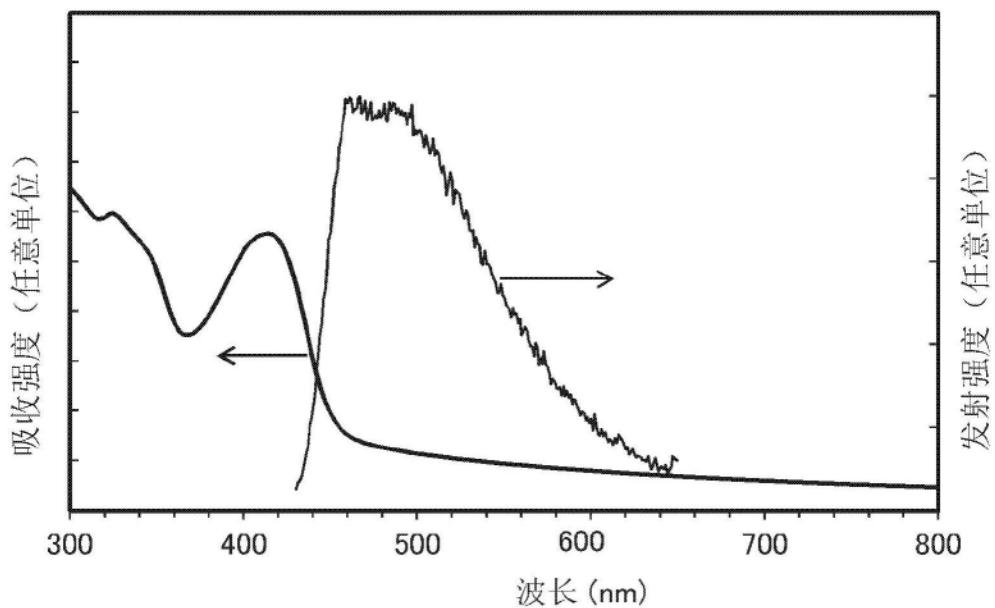


图17B

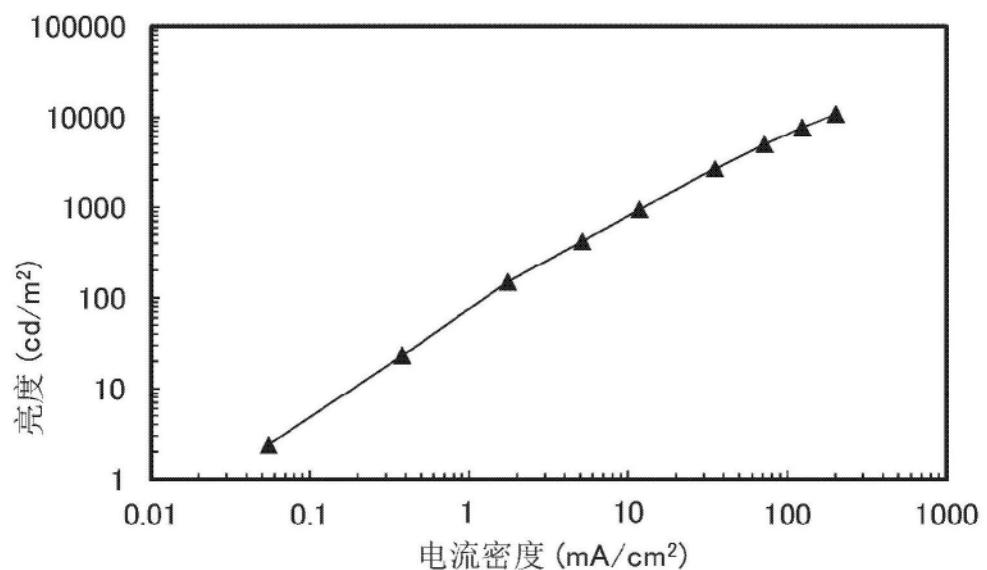


图18

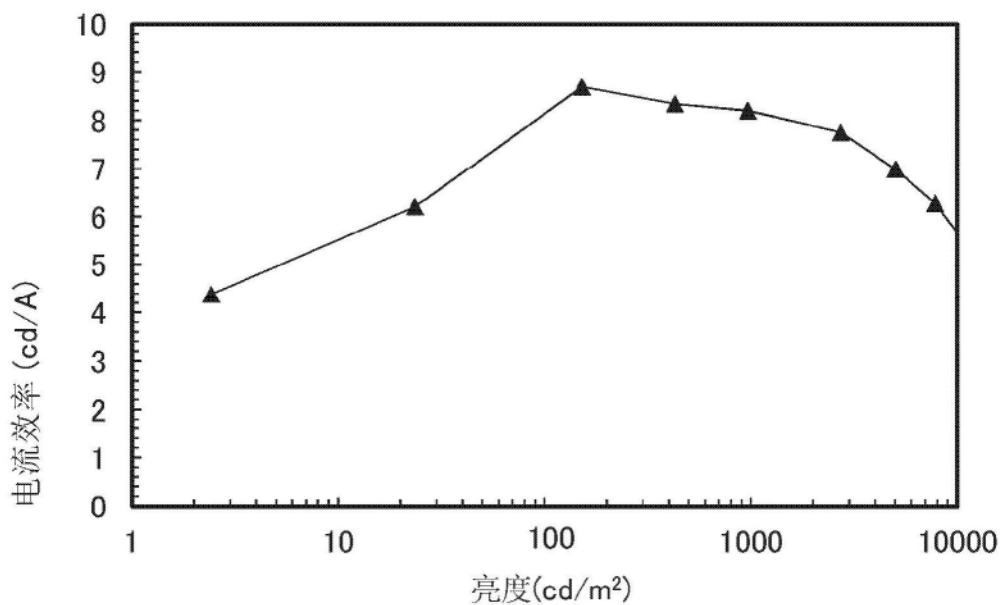


图19

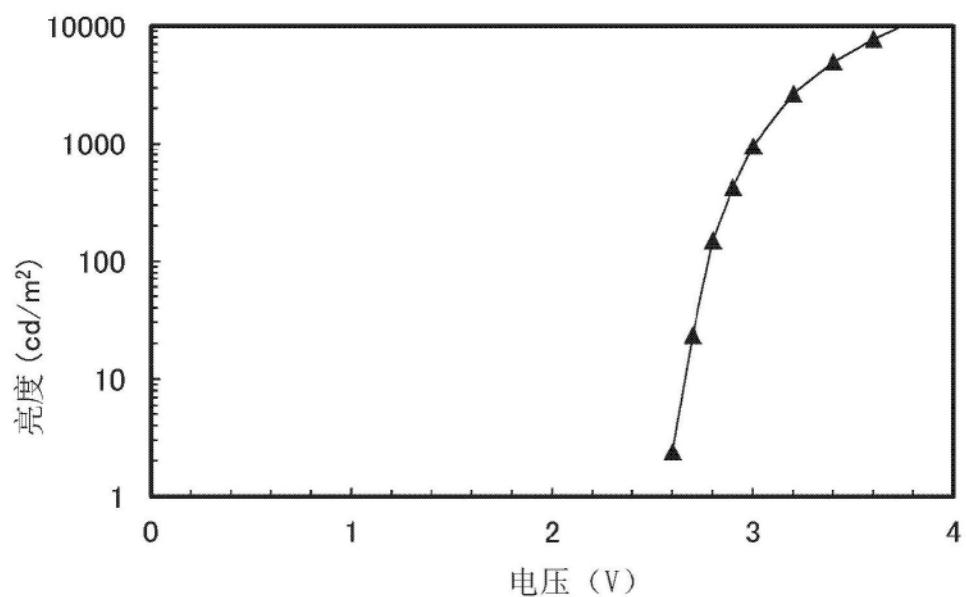


图20

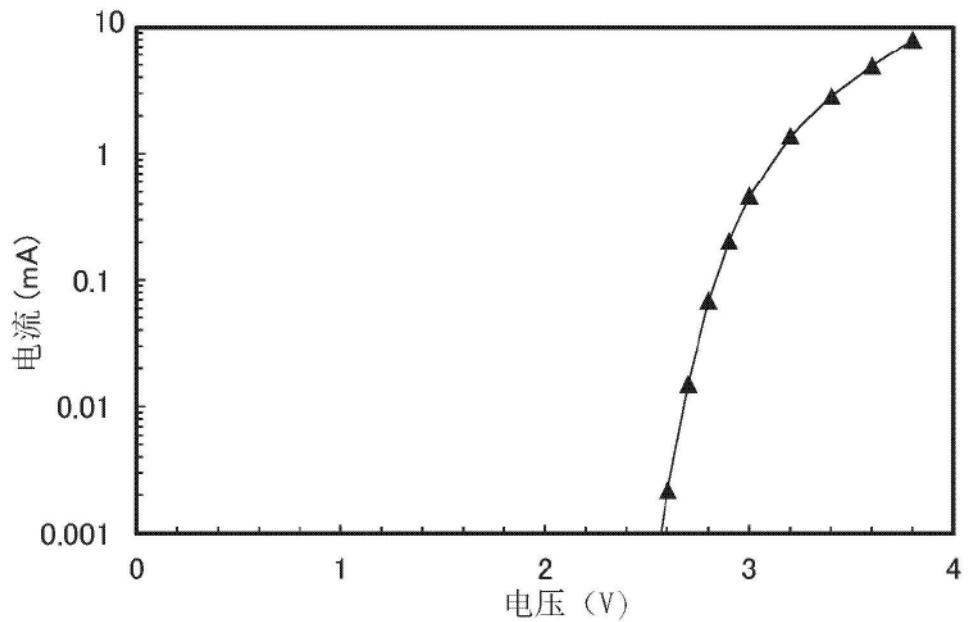


图21

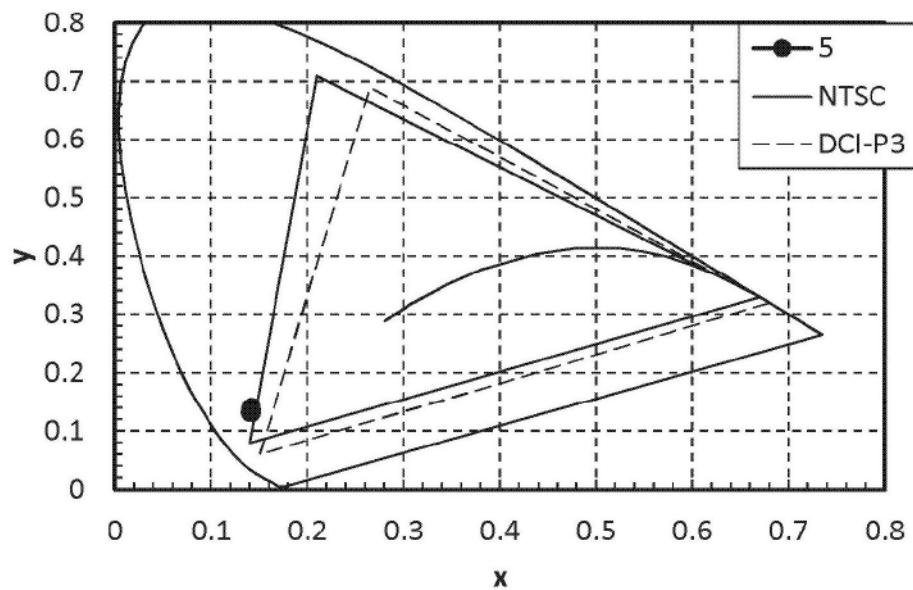


图22

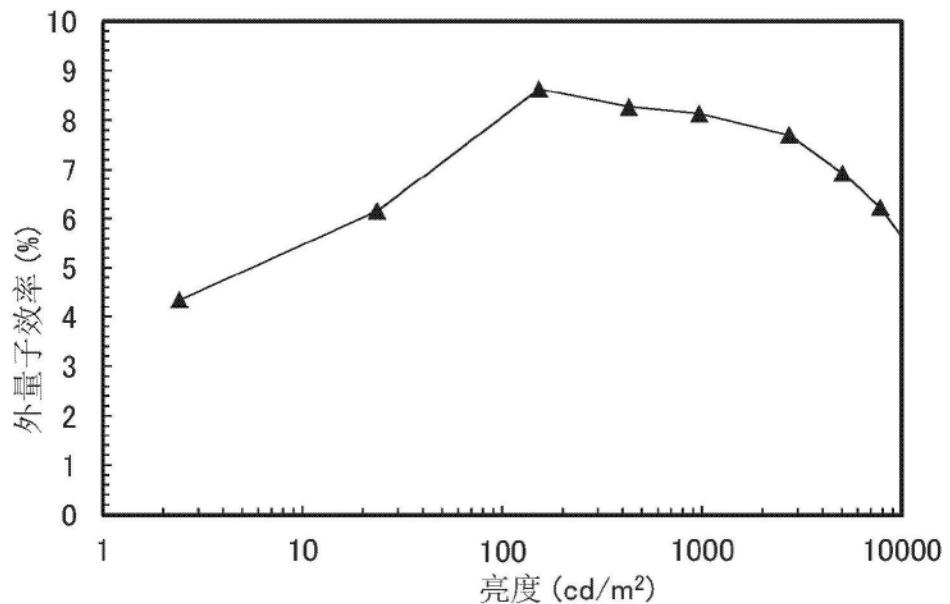


图23

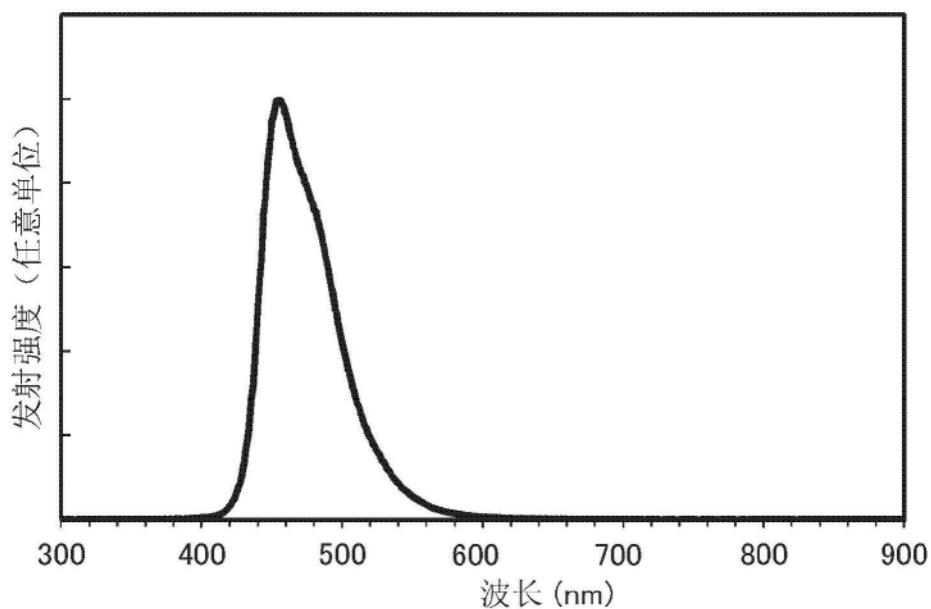


图24

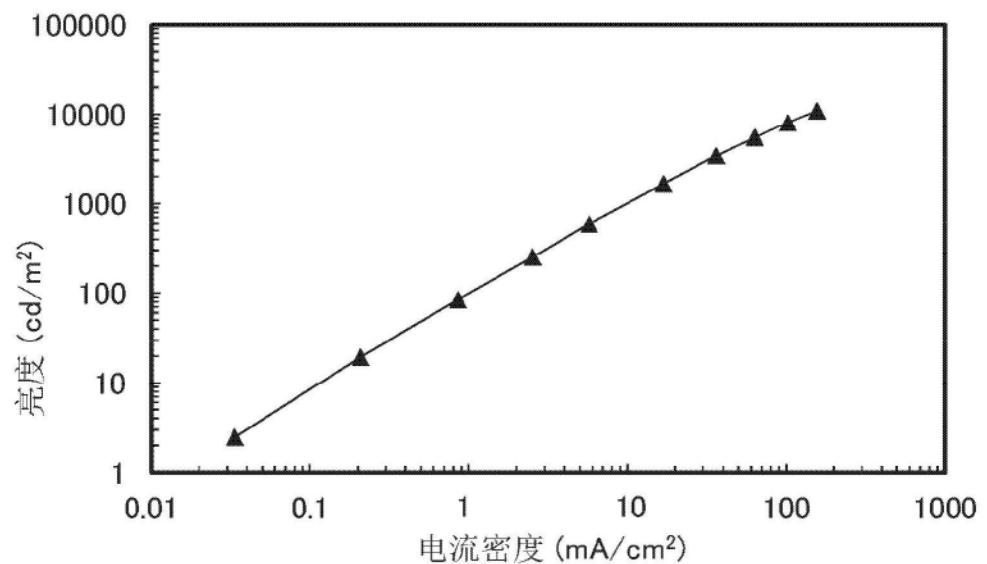


图25

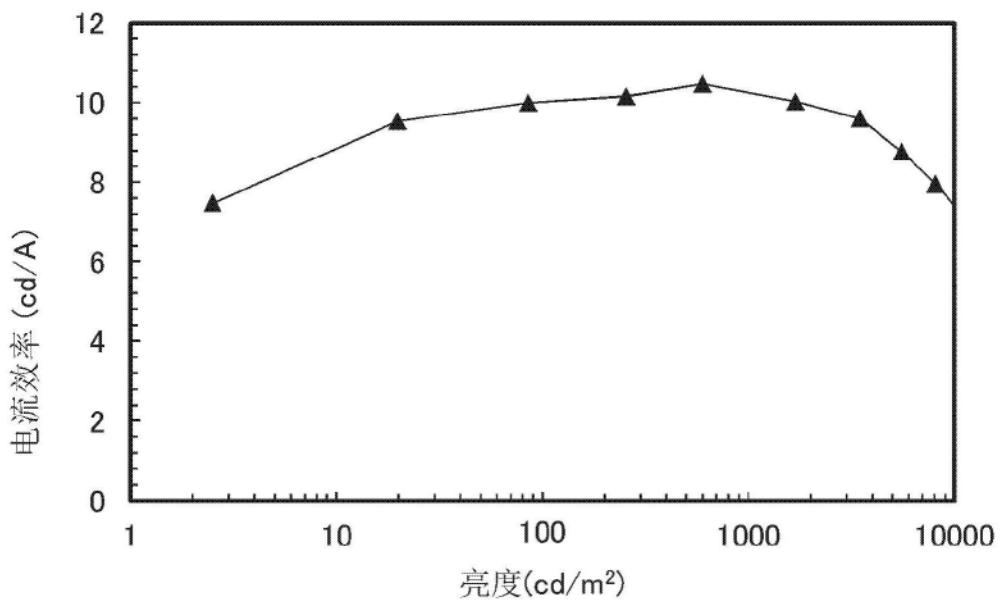


图26

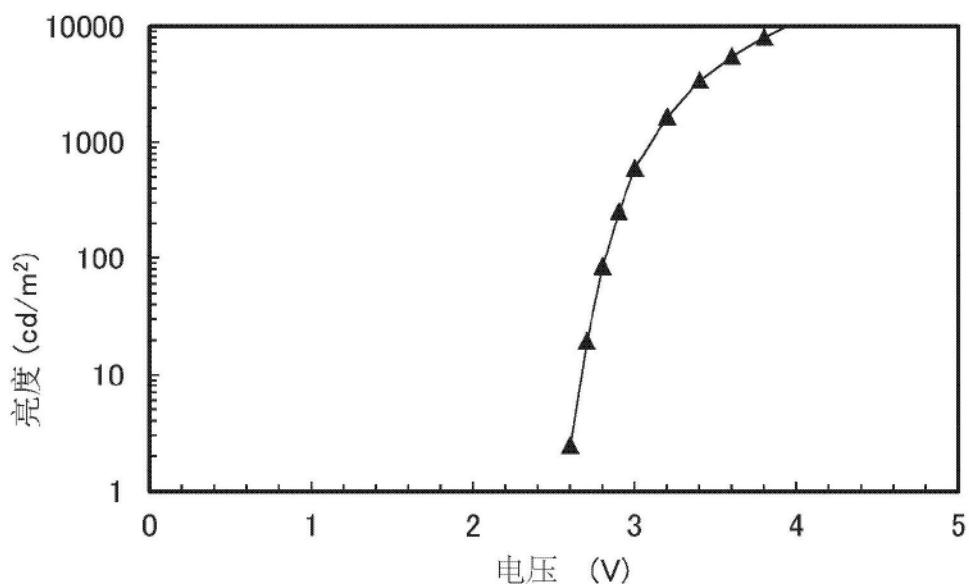


图27

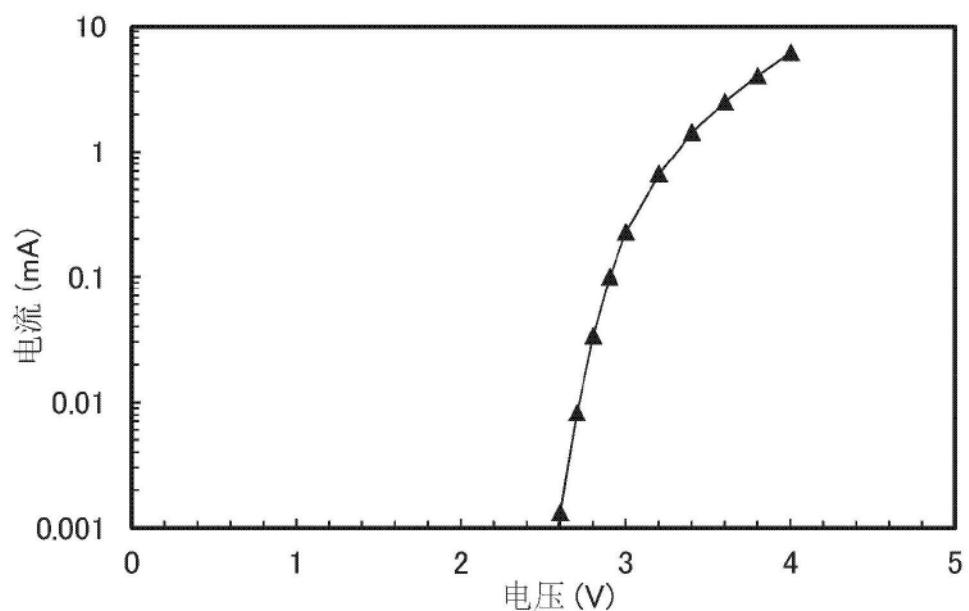


图28

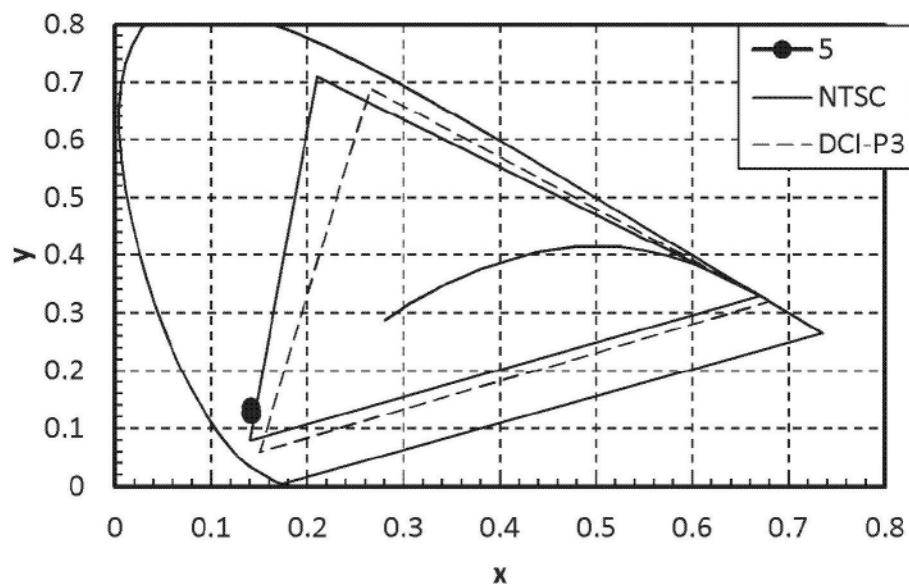


图29

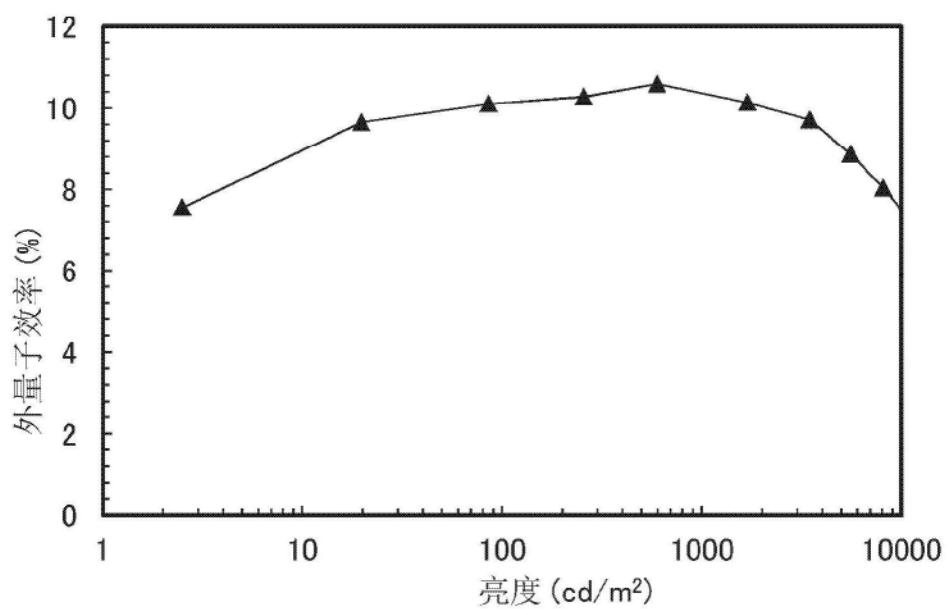


图30

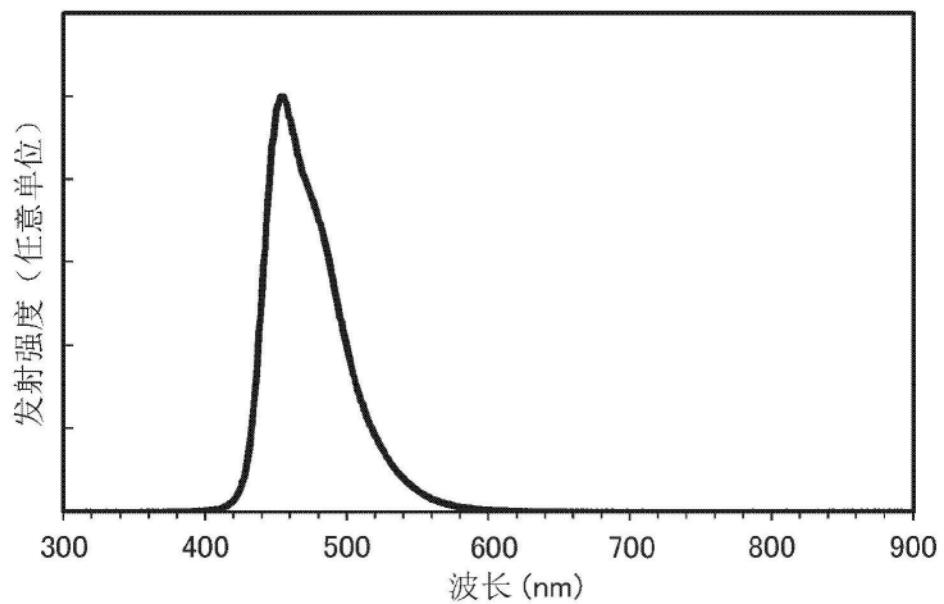


图31

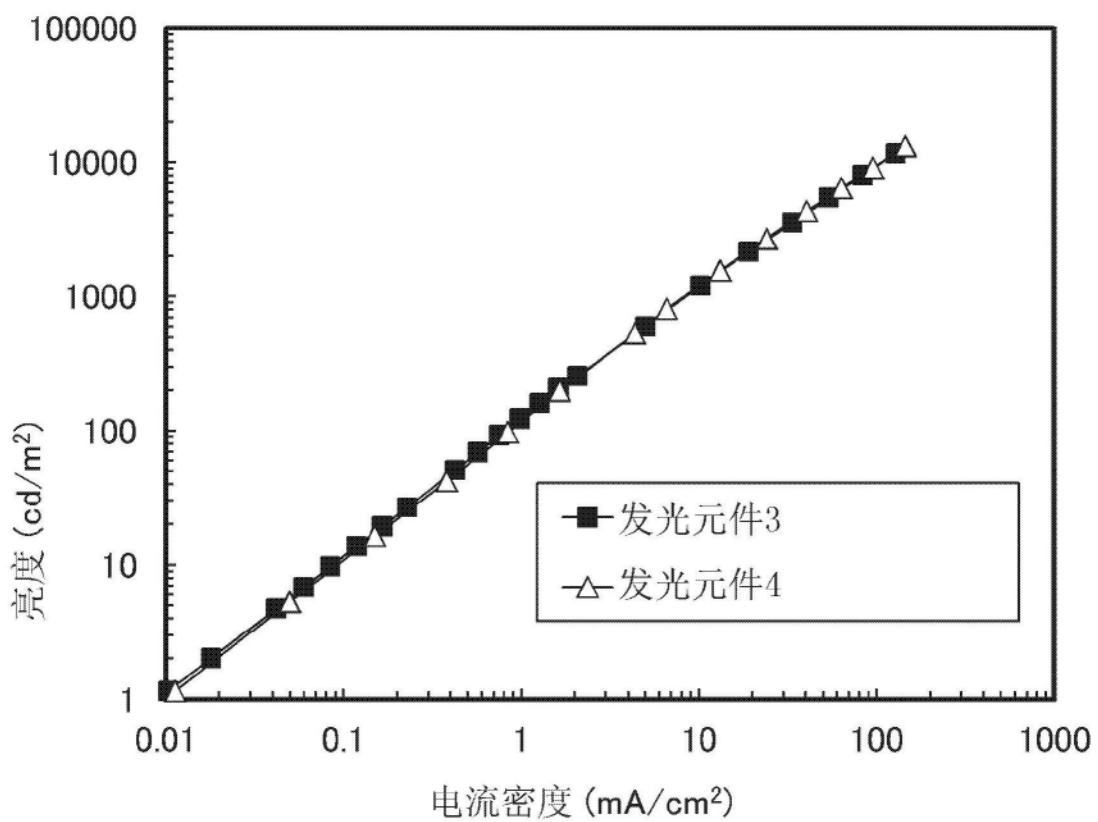


图32

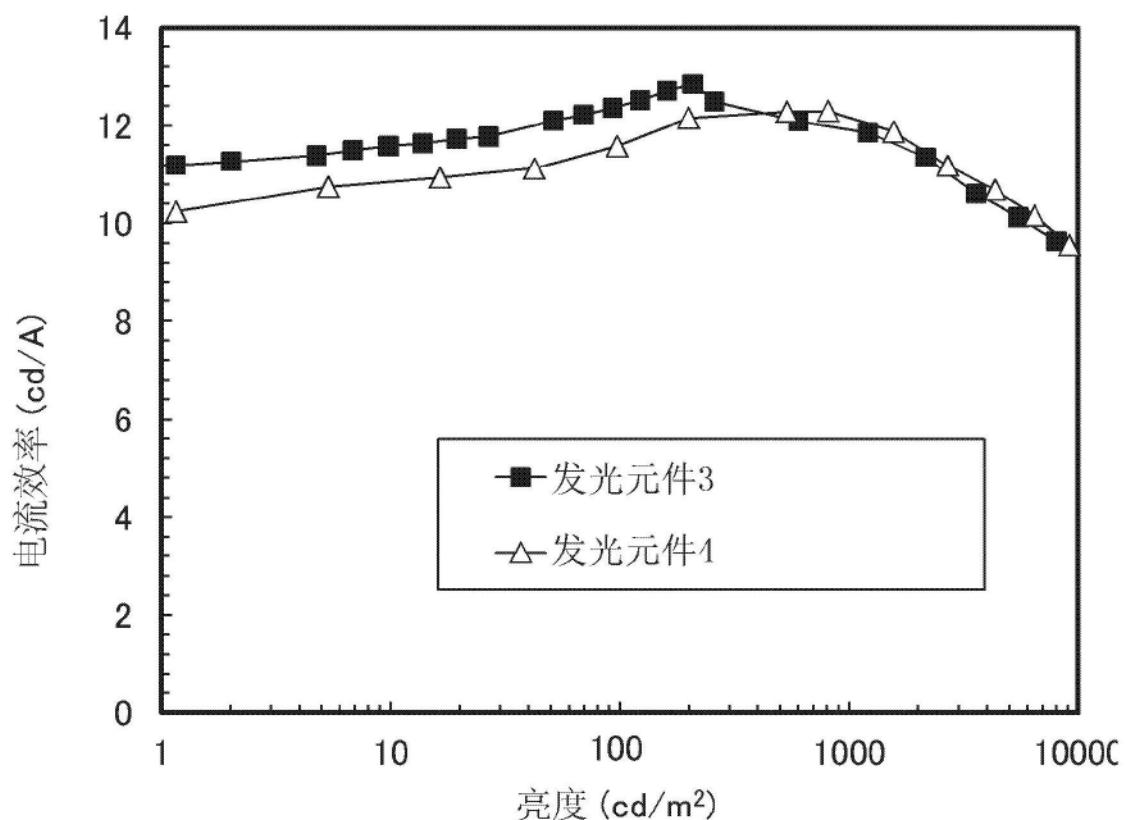
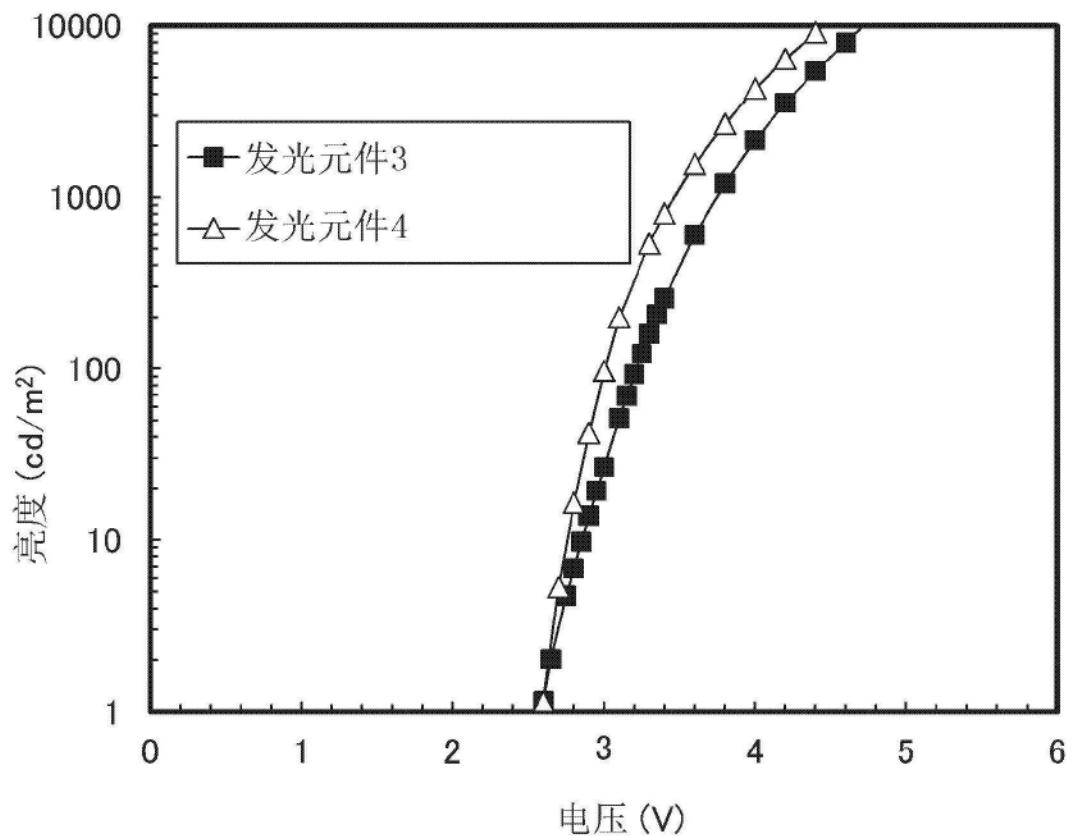


图33



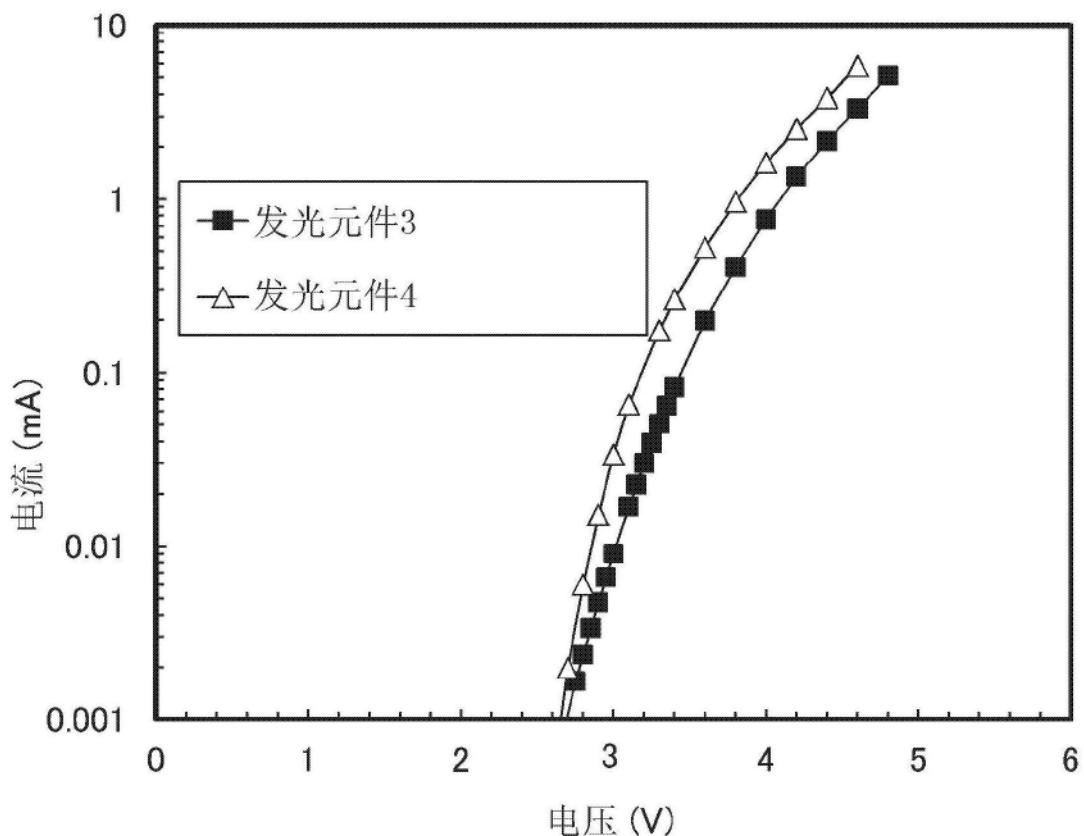


图35

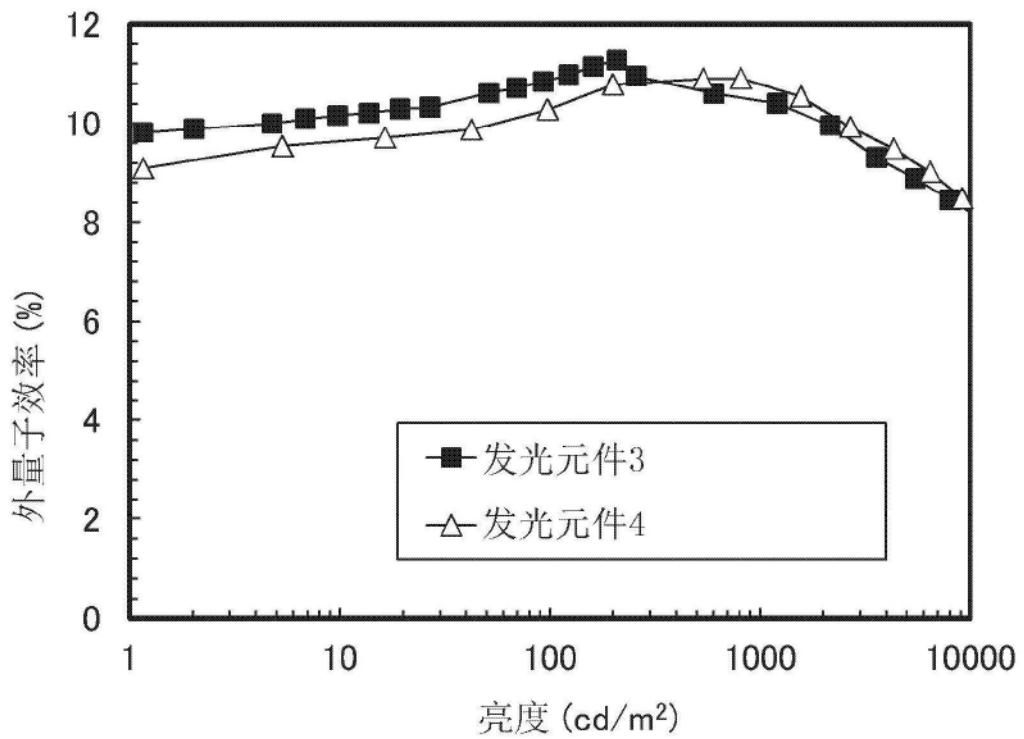


图36

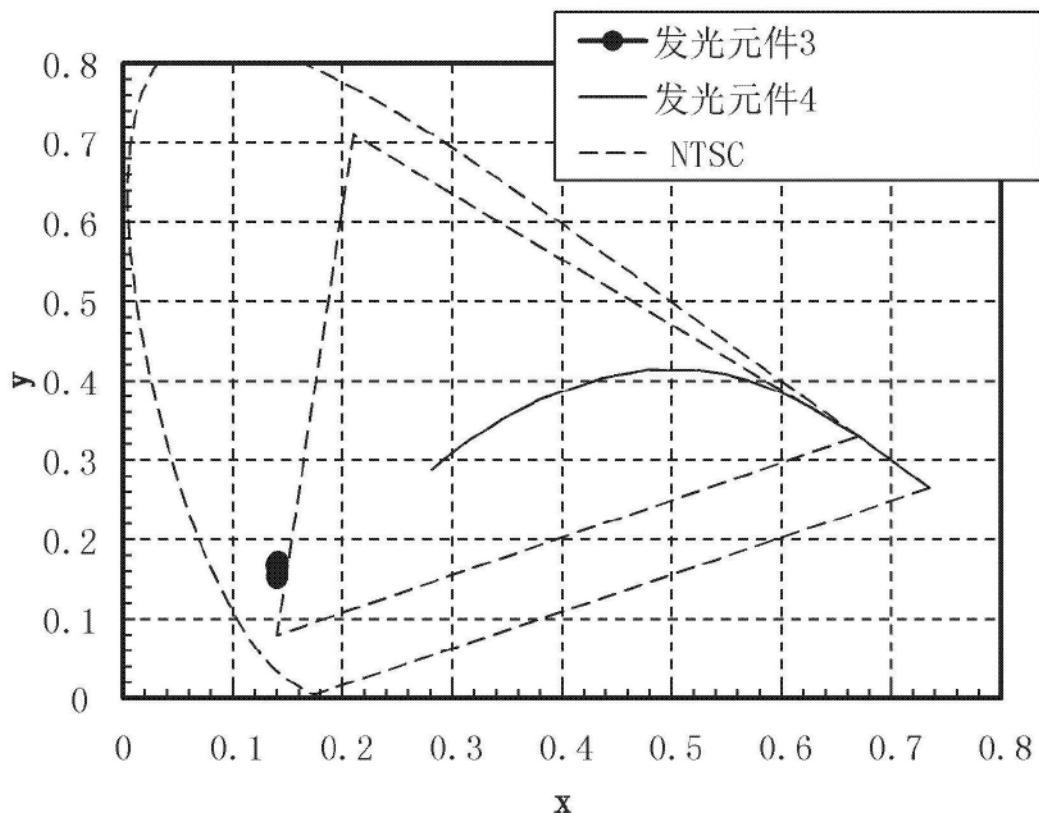


图37

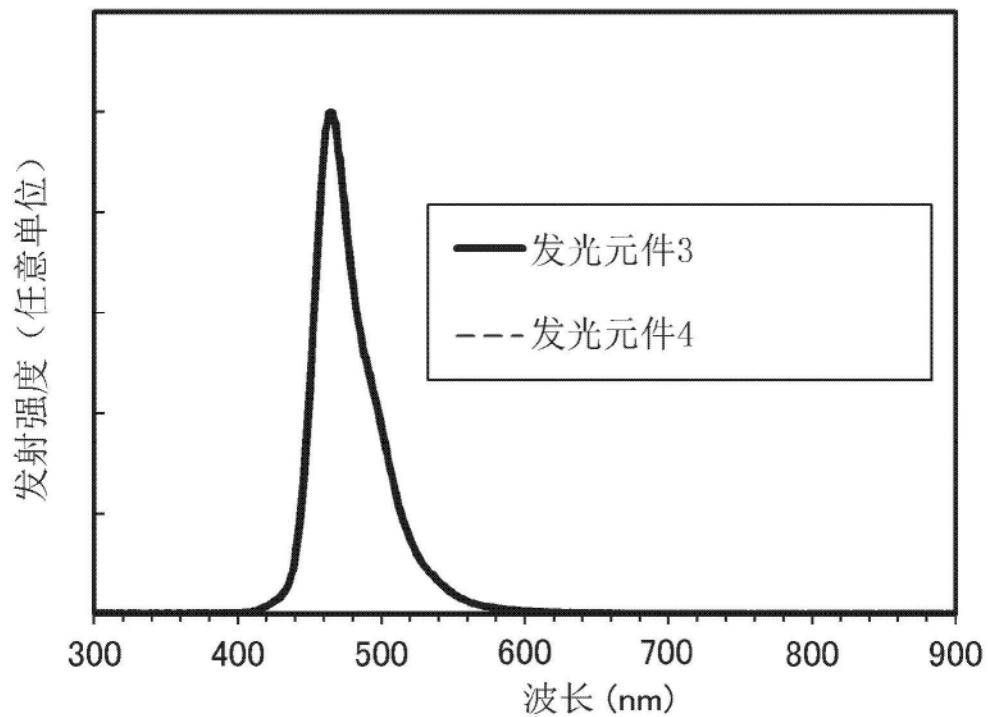


图38

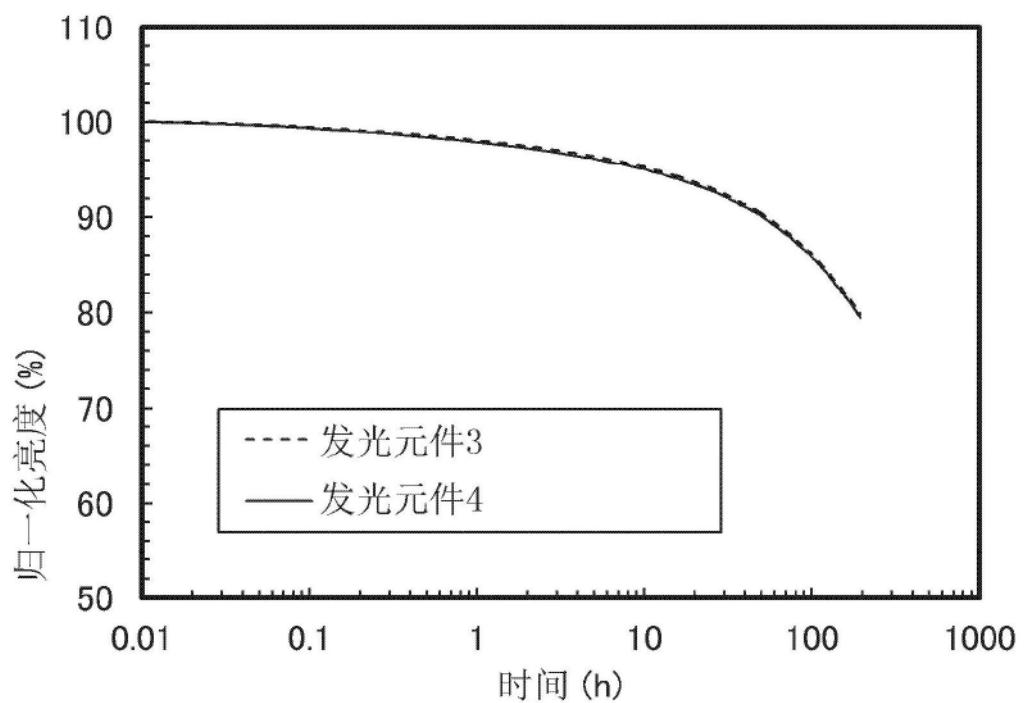


图39

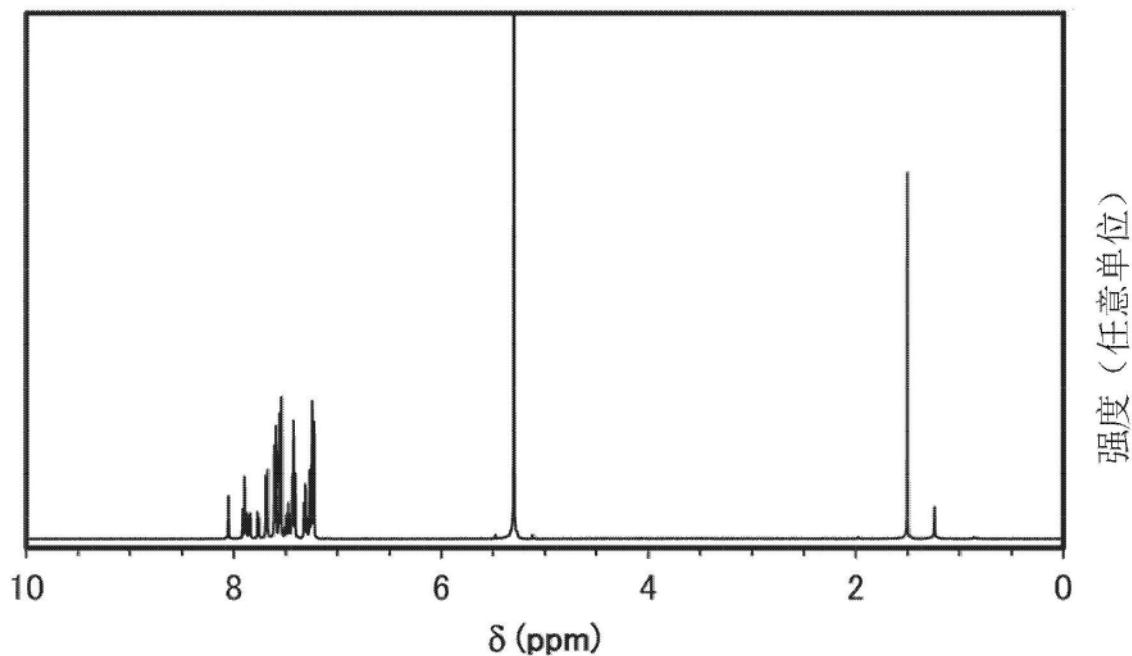


图40A

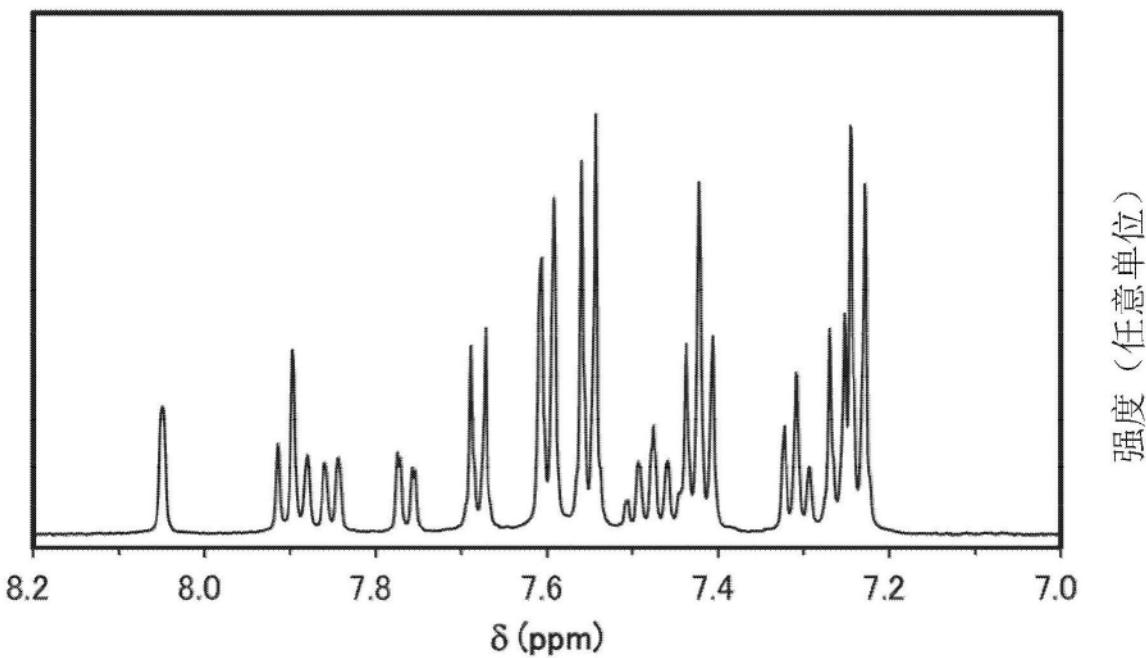


图40B

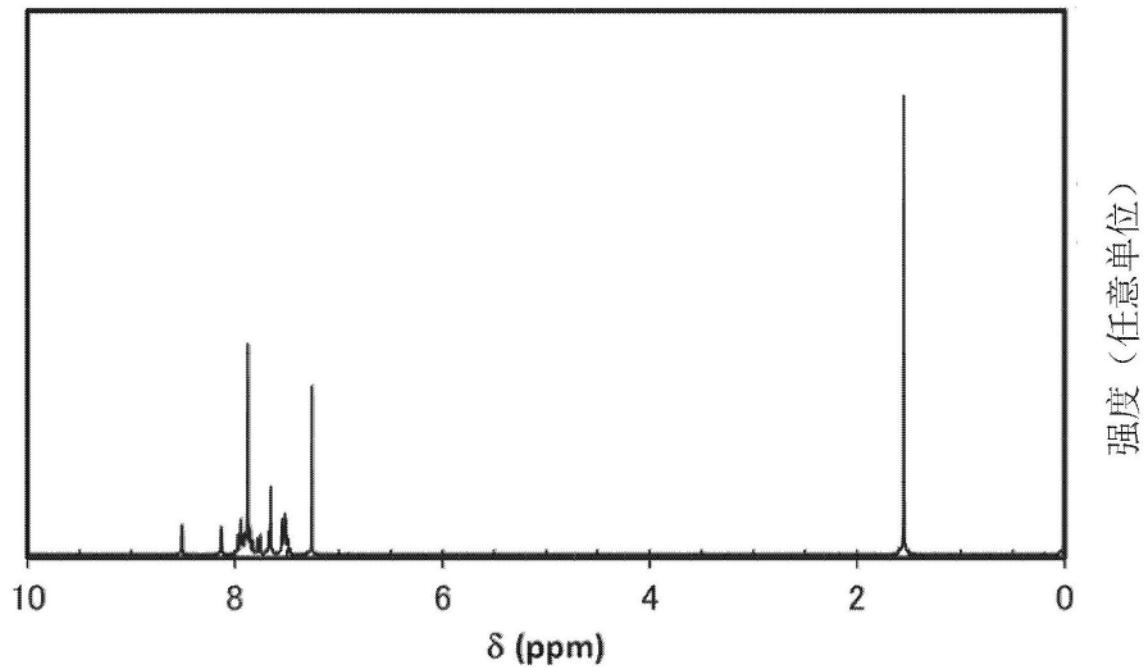


图41A

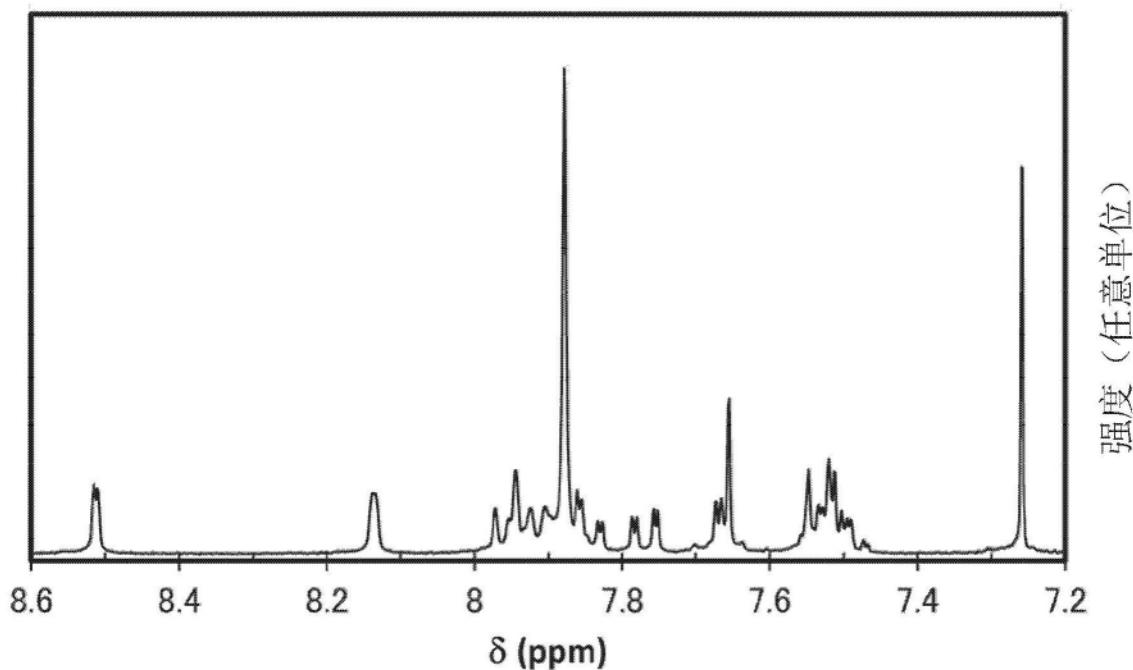


图41B