



(10) 授权公告号 CN 110446715 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 08

(21) 申请号 201880018078.2

(22) 申请日 2018.03.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110446715 A

(43) 申请公布日 2019.11.12

(30) 优先权数据
2017-053054 2017.03.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.09.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2018/051496 2018.03.08

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/167612 EN 2018.09.20

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 竹田恭子 尾坂晴惠 濑尾哲史
铃木恒德 桥本直明 泷田悠介

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

专利代理师 刘多益 葛臻翼

(51) Int.Cl.
C07D 493/04 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 特開2016-122729 A, 2016.07.07
JP 特開2012-169550 A, 2012.09.06
JP 特開2013-232521 A, 2013.11.14
CN 102924217 A, 2013.02.13
Kazuhiro Yamamoto, 等. Synthesis and
properties of naphthobisbenzo[b]
thiophenes: structural curvature of
higher acene frameworks for solubility
enhancement and high-order orientation in
crystalline states.《Tetrahedron Letters》
.2012, 第53卷 (第2期), 1786-1789.

审查员 房长进

权利要求书3页 说明书106页 附图62页

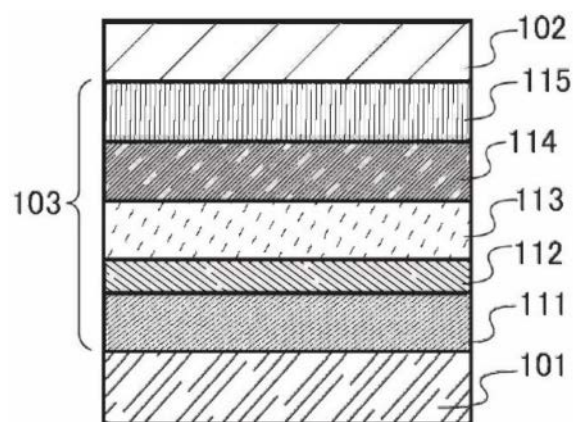
(54) 发明名称

有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备、显示装置及照明装置

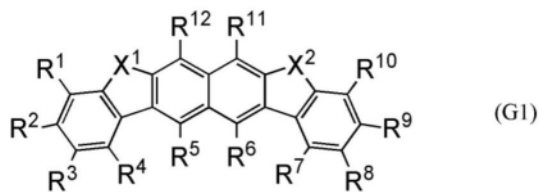
(57) 摘要

提供一种新颖的有机化合物。提供一种呈现色度良好的发光的有机化合物。提供一种呈现色度良好的蓝色发光的有机化合物。提供一种发光效率高的有机化合物。提供一种空穴传输性高的有机化合物。提供一种可靠性高的有机化合物。提供一种具有蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架且具有5000以下的分子量的有机化合物。本发明人等发现该有机化合物是非常有用于发光元件的发光体的骨架。由于该有机化合物具有高发光效率并呈现良好的蓝色发光,所以使用该有机化合物的发光元件可以为发光效率高的蓝色发光元

件。



1. 一种具有5000以下的分子量且以通式 (G1) 表示的有机化合物：

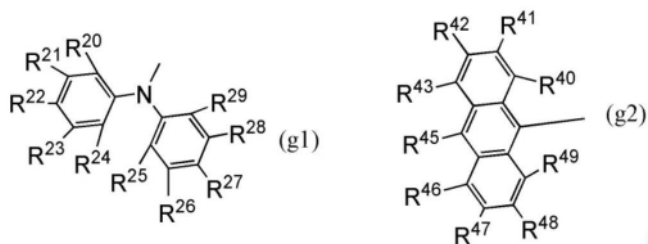


其中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子,

R^2 、 R^3 、 R^8 和 R^9 中的至少一个表示碳原子数为6至100的取代基,

R^1 至 R^{12} 中的其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基,

所述碳原子数为6至100的取代基是以通式 (g1) 或 (g2) 表示的取代基：



其中 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{40} 至 R^{49} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基、碳原子数为1至25的杂环基或者烷基硅基。

2. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 R^1 至 R^{12} 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为6至100的取代基, 并且其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

3. 根据权利要求1所述的有机化合物,

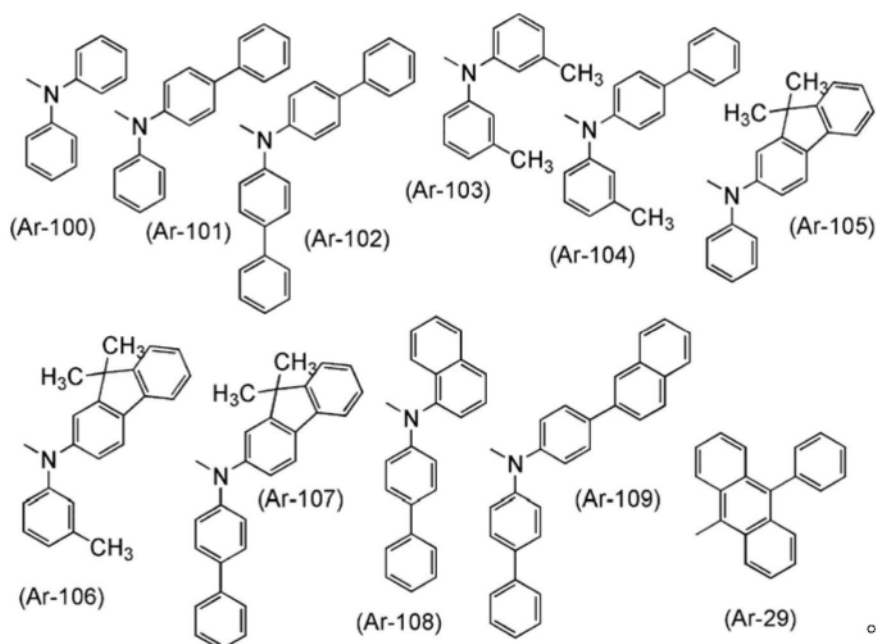
其中 R^2 和 R^9 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为6至100的取代基, 并且其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

4. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 R^3 和 R^8 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为6至100的取代基, 并且其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的有机化合物,

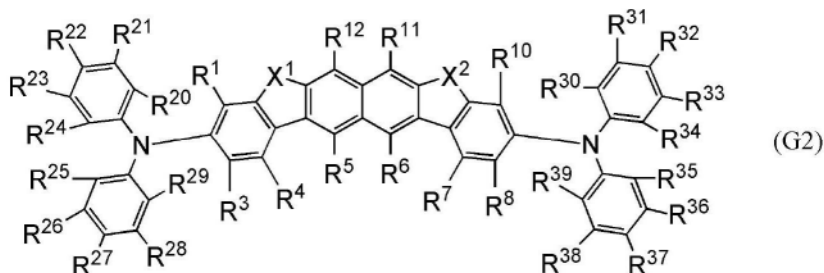
其中所述碳原子数为6至100的取代基是选自以下述结构式 (Ar-100) 至 (Ar-109) 及 (Ar-29) 表示的取代基群中的取代基：



6. 根据权利要求1至4中任一项所述的有机化合物，

其中所述碳原子数为1至25的取代基是取代或未取代的脂肪烃基、取代或未取代的脂环烃基、取代或未取代的芳烃基或者取代或未取代的杂环基。

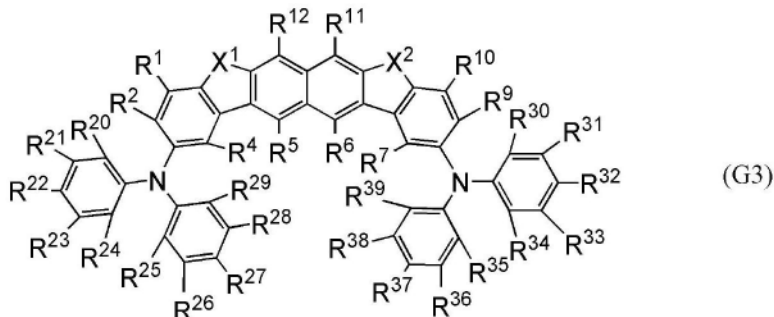
7. 根据权利要求1所述的有机化合物，其中所述有机化合物以通式 (G2) 表示：



其中 X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子，

并且 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至25的杂环基。

8. 根据权利要求1所述的有机化合物，其中所述有机化合物以通式 (G3) 表示：

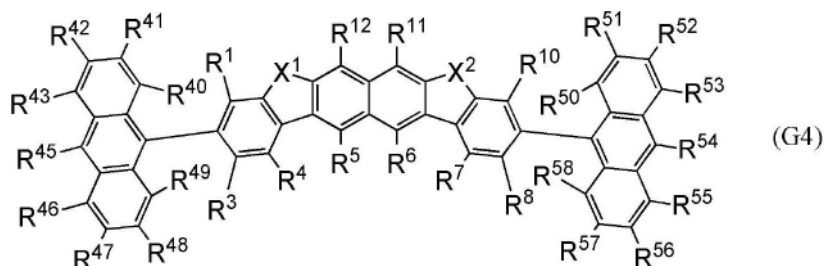


其中 X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子，

并且 R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至

25的杂环基。

9. 根据权利要求1所述的有机化合物,其中所述有机化合物以通式(G4)表示:



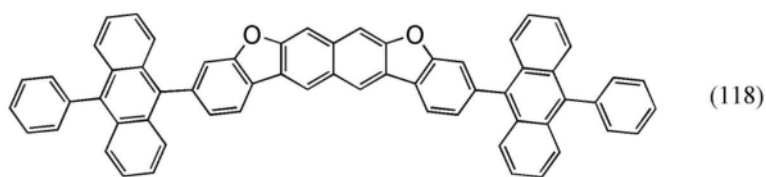
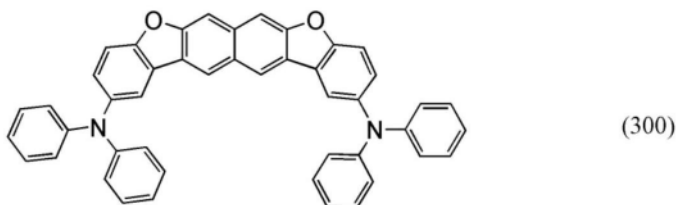
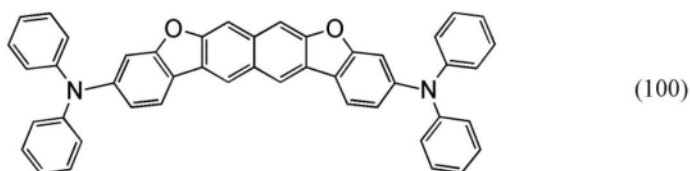
其中 X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子,

并且 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至25的杂环基。

10. 根据权利要求1所述的有机化合物,其中 X^1 及 X^2 是相同的原子。

11. 根据权利要求1所述的有机化合物,其中 X^1 及 X^2 是氧原子。

12. 根据权利要求1所述的有机化合物,其中所述有机化合物以式子(100)、(300)和(118)中的任一个表示:



13. 一种包括权利要求1所述的有机化合物的发光元件。

14. 一种电子设备,包括:

权利要求1所述的有机化合物;以及

传感器、操作按钮、扬声器和麦克风中的至少一个。

有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备、显示装置及照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一个实施方式涉及一种发光元件、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，本发明的一个实施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。本发明的一个实施方式涉及一种程序、机器、产品或者组合物。因此，具体而言，作为本说明书所公开的本发明的一个实施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、摄像装置、上述任意装置的驱动方法或者上述任意装置的制造方法。

背景技术

[0002] 有的使用有机EL元件的显示装置、发光装置已实现实用化，其应用范围正在扩大。近年来，液晶显示器的进步很大，所以作为下一代显示器的有机EL显示器当然被要求高品质。

[0003] 虽然作为有机EL显示器用材料已开发各种物质，但是具有能够承受实用的特性的物质不多。当考虑组合的多样性及亲和性等时，毫无疑问选择范围越大越优选。

[0004] 有机EL元件具有多个物质具有不同功能的功能分离型结构。对该物质中的发光材料的要求，尤其是对影响到功耗的发光效率和可以改善显示品质的发光颜色的要求很大。

[0005] 专利文献1公开了具有蔡并双苯并呋喃骨架的有机化合物。

[0006] [参考文献]

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开第2014-237682号公报

发明内容

[0008] 本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种新颖的有机化合物。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种呈现色度良好的发光的有机化合物。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种呈现色度良好的蓝色发光的有机化合物。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种发光效率高的有机化合物。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种载流子传输性高的有机化合物。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种可靠性高的有机化合物。

[0009] 本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种新颖的发光元件。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种发光效率高的发光元件。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种色度良好的发光元件。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种呈现色度良好的蓝色发光的发光元件。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种使用寿命长的发光元件。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种驱动电压小的发光元件。

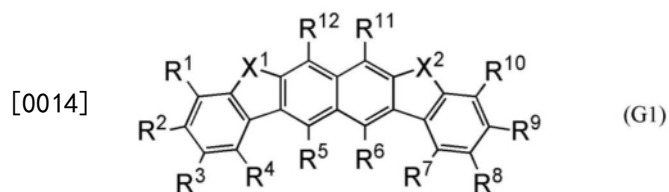
[0010] 本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种功耗小的发光装置、电子设备及显示装置。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种可靠性高的发光装置、电子设备及

显示装置。本发明的一个实施方式的另一目的是提供一种显示品质良好的发光装置、电子设备及显示装置。

[0011] 本发明只要达到上述目的中的至少一个即可。

[0012] 本发明的一个实施方式是一种包含以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物的发光元件。

[0013] [化学式1]

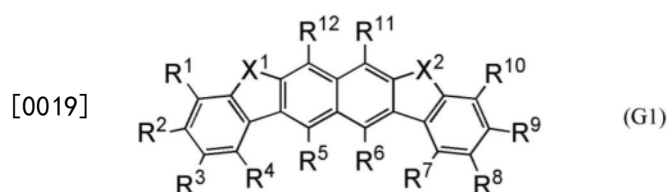


[0015] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。 R^1 至 R^{12} 分别独立地表示氢或取代基。

[0016] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中上述取代基是碳原子数为1至100的取代或未取代的脂肪烃基、碳原子数为3至100的取代或未取代的脂环烃基、碳原子数为6至100的取代或未取代的芳烃基、碳原子数为1至100的取代或未取代的杂环基或者碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基。

[0017] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物的发光元件。

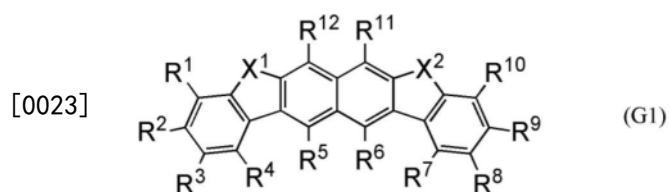
[0018] [化学式2]



[0020] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 至 R^{12} 中的至少一个表示碳原子数为6至100的取代基, 另一或其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

[0021] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物的发光元件。

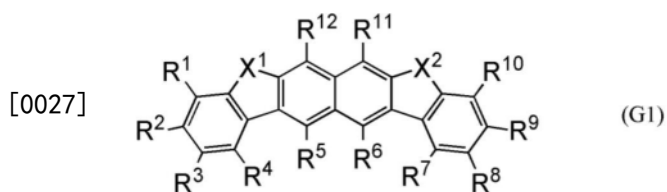
[0022] [化学式3]



[0024] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 至 R^{12} 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为6至100的取代基, 其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

[0025] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物的发光元件。

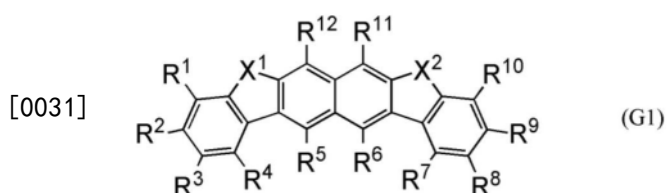
[0026] [化学式4]



[0028] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, 在 R^1 至 R^{12} 中, R^2 和 R^9 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为 6 至 100 以下的取代基, 其余的分别独立地表示氢或碳原子数为 1 至 25 的取代基。

[0029] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G1) 表示且具有 5000 以下的分子量的有机化合物的发光元件。

[0030] [化学式5]



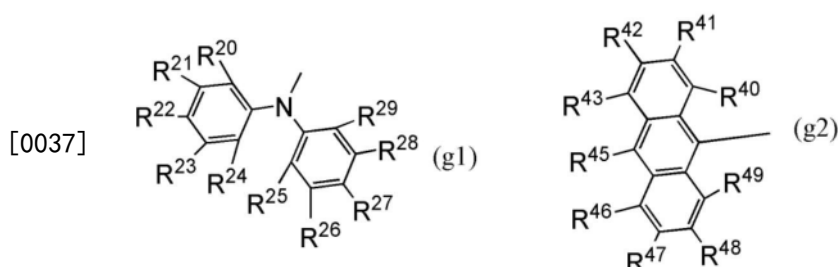
[0032] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, 在 R^1 至 R^{12} 中, R^3 和 R^8 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为 6 至 100 的取代基, 其余的分别独立地表示氢或碳原子数为 1 至 25 的取代基。

[0033] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中上述碳原子数为 6 至 100 的取代基是取代或未取代的脂肪烃基、取代或未取代的脂环烃基、取代或未取代的芳烃基、取代或未取代的杂环基或者取代或未取代的二芳基氨基。注意, 该二芳基氨基所包括的芳基包括杂芳基。

[0034] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中上述碳原子数为 6 至 100 的取代基是碳原子数为 12 至 100 的取代基。

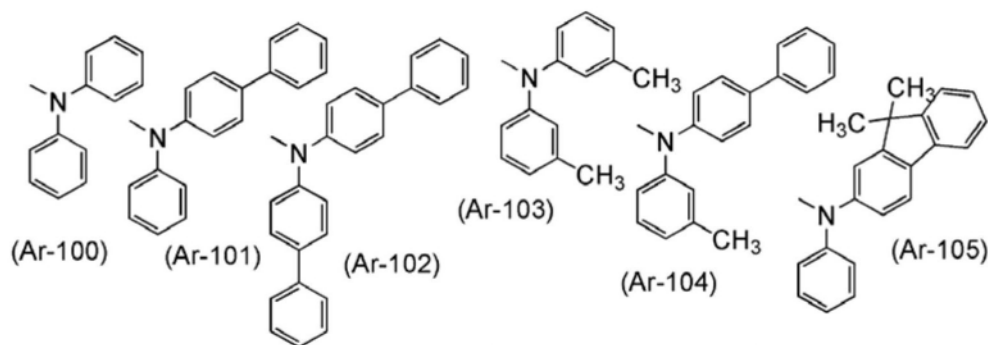
[0035] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中上述碳原子数为 6 至 100 的取代基是以下述通式 (g1) 或 (g2) 表示的取代基。

[0036] [化学式6]

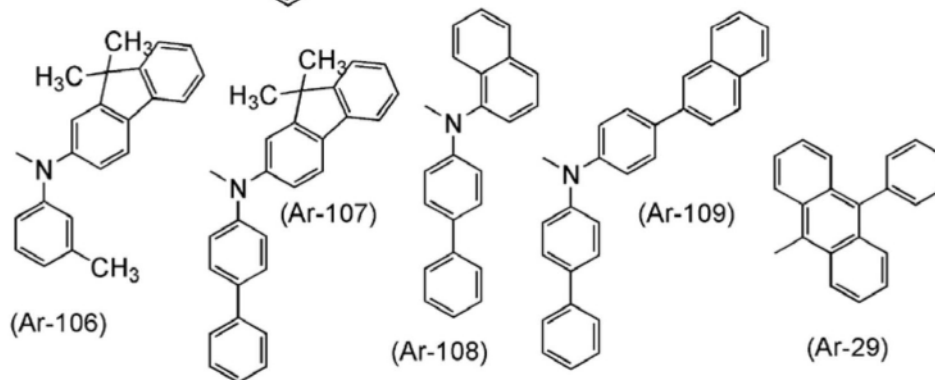


[0038] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中上述碳原子数为 6 至 100 的取代基是选自以下述结构式 (Ar-100) 至 (Ar-109) 及 (Ar-29) 表示的取代基群中的取代基。

[0039] [化学式7]



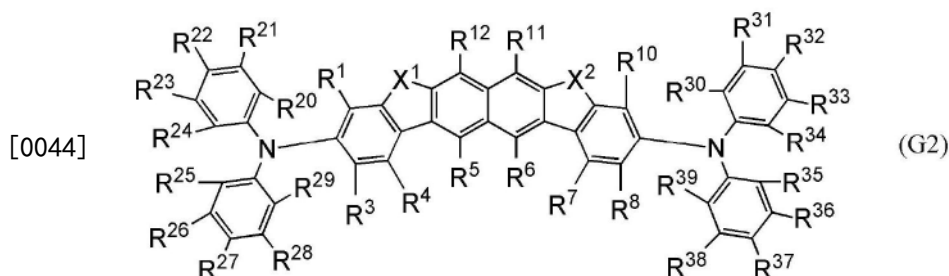
[0040]



[0041] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件,其中上述碳原子数为1至25的取代基是取代或未取代的脂肪烃基、取代或未取代的脂环烃基、取代或未取代的芳烃基或者取代或未取代的杂环基。

[0042] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G2) 表示的有机化合物的发光元件。

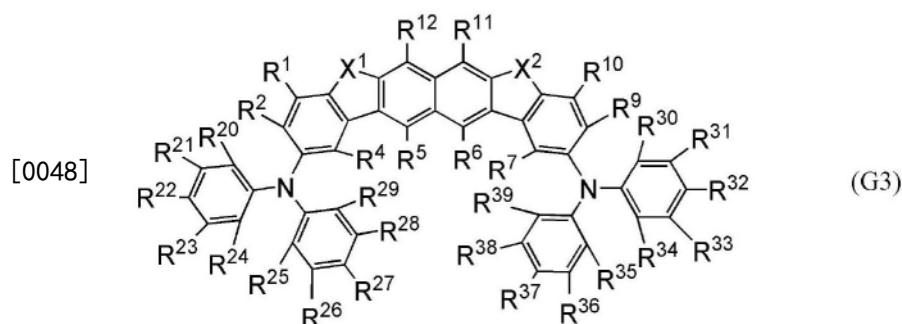
[0043] [化学式8]



[0045] 在上述通式 (G2) 中, X¹及X²分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R¹、R³至R⁸、R¹⁰至R¹²、R²⁰至R²⁹以及R³⁰至R³⁹分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至25的杂环基。

[0046] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G3) 表示的有机化合物的发光元件。

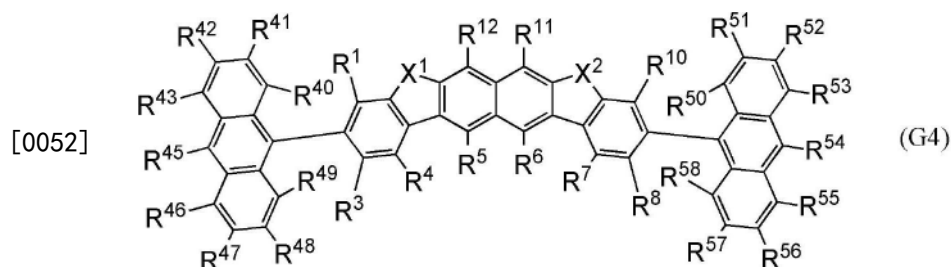
[0047] [化学式9]



[0049] 在上述通式 (G3) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基或者碳原子数为 1 至 25 的杂环基。

[0050] 本发明的另一个实施方式是一种包含以下述通式 (G4) 表示的有机化合物的发光元件。

[0051] [化学式10]



[0053] 在上述通式 (G4) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基或者碳原子数为 1 至 25 的杂环基。

[0054] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中 X^1 及 X^2 是相同的原子。

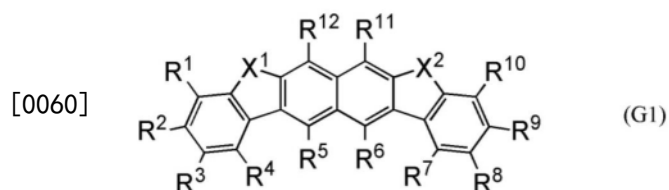
[0055] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的发光元件, 其中 X^1 及 X^2 是氧原子。

[0056] 本发明的另一个实施方式是一种发光元件, 其中上述有机化合物具有 3000 以下的分子量。

[0057] 本发明的另一个实施方式是一种发光元件, 其中上述有机化合物具有 1500 以下的分子量。

[0058] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G1) 表示且具有 5000 以下的分子量的有机化合物。

[0059] [化学式11]

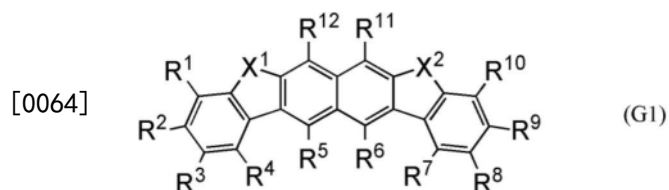


[0061] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 至 R^{12} 中的至少一个表示碳原子数为 6 至 100 的取代基, 另一或其余的分别独立地表示氢或碳原子数

为1至25的取代基。

[0062] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物。

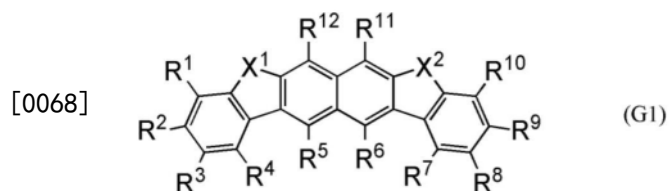
[0063] [化学式12]



[0065] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 至 R^{12} 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为6至100的取代基, 其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

[0066] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物。

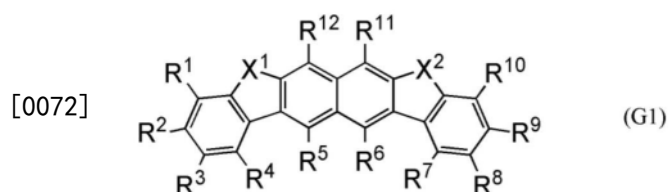
[0067] [化学式13]



[0069] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, 在 R^1 至 R^{12} 中, R^2 和 R^9 中的一个或两个分别独立地表示碳原子数为6至100的取代基, 其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

[0070] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G1) 表示且具有5000以下的分子量的有机化合物。

[0071] [化学式14]



[0073] 在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, 在 R^1 至 R^{12} 中, R^3 和 R^8 中的一个或两个表示碳原子数为6至100的取代基, 其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。

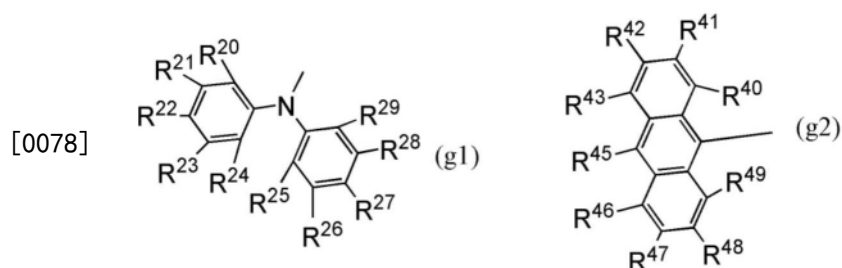
[0074] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中上述碳原子数为6至100的取代基是取代或未取代的脂肪烃基、取代或未取代的脂环烃基、取代或未取代的芳烃基、取代或未取代的杂环基或者取代或未取代的二芳基氨基。注意, 该二芳基氨基所包括的芳基包括杂芳基。

[0075] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中上述碳原子数为6至100的取代基是碳原子数为12至100的取代基。

[0076] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中上述碳原子数

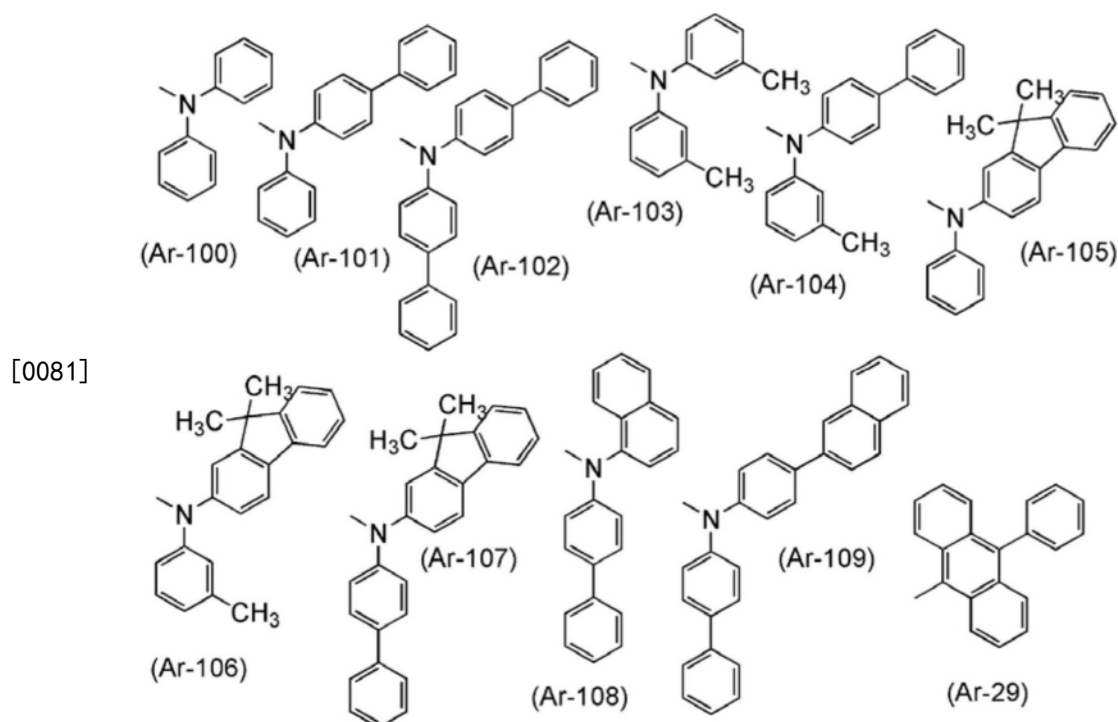
为6至100的取代基是以下述通式 (g1) 或 (g2) 表示的取代基。

[0077] [化学式15]



[0079] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物,其中上述碳原子数为6至100的取代基是选自以下述结构式 (Ar-100) 至 (Ar-109) 及 (Ar-29) 表示的取代基群中的取代基。

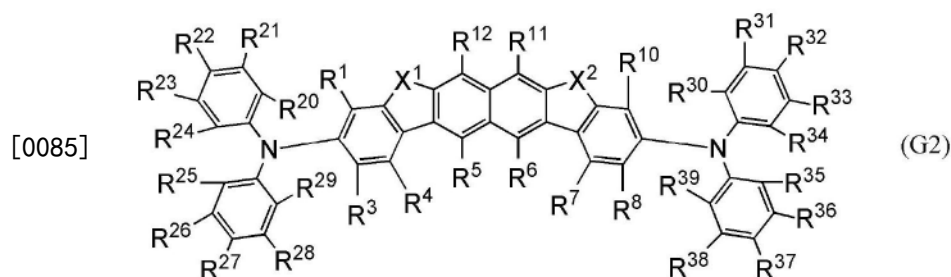
[0080] [化学式16]



[0082] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物,其中上述碳原子数为1至25的取代基是取代或未取代的脂肪烃基、取代或未取代的脂环烃基、取代或未取代的芳烃基或者取代或未取代的杂环基。

[0083] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G2) 表示的有机化合物。

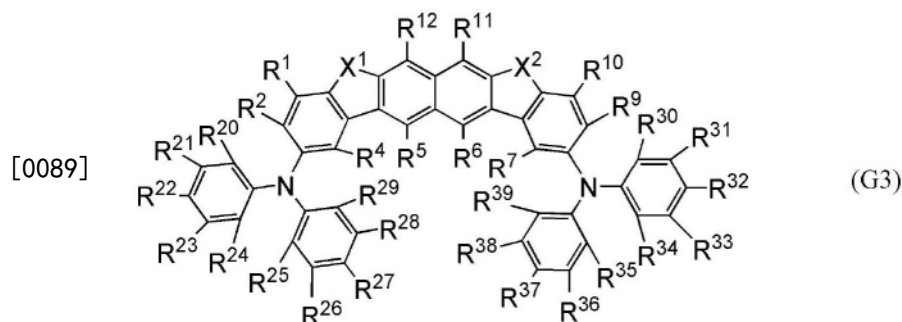
[0084] [化学式17]



[0086] 在上述通式 (G2) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基或者碳原子数为 1 至 25 的杂环基。

[0087] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G3) 表示的有机化合物。

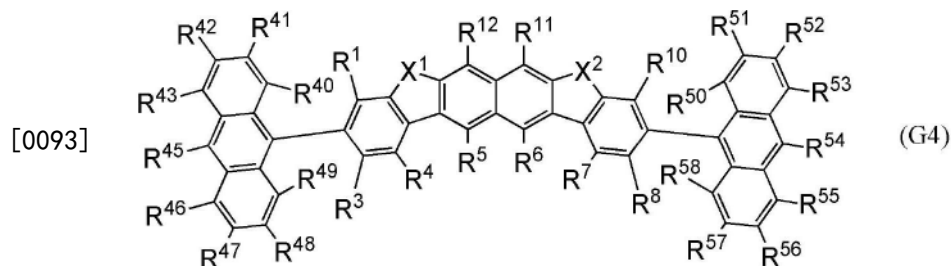
[0088] [化学式18]



[0090] 在上述通式 (G3) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基或者碳原子数为 1 至 25 的杂环基。

[0091] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G4) 表示的有机化合物。

[0092] [化学式19]



[0094] 在上述通式 (G4) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基或者碳原子数为 1 至 25 的杂环基。

[0095] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中 X^1 及 X^2 是相同的原子。

[0096] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中 X^1 及 X^2 是氧原子。

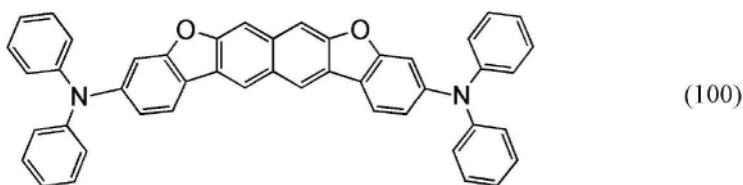
[0097] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中分子量为 3000 以下。

[0098] 本发明的另一个实施方式是一种具有上述结构的有机化合物, 其中分子量为 1500 以下。

[0099] 本发明的另一个实施方式是一种以下述结构式 (100) 表示的有机化合物。

[0100] [化学式20]

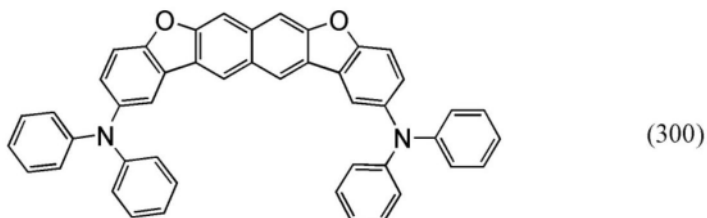
[0101]



[0102] 本发明的另一个实施方式是一种以下述结构式 (300) 表示的有机化合物。

[0103] [化学式21]

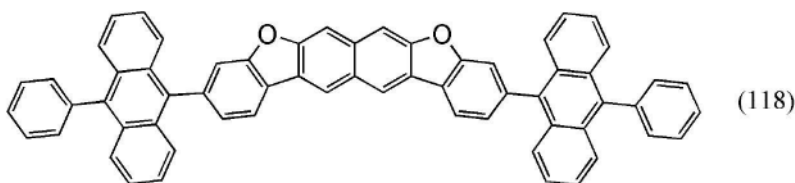
[0104]



[0105] 本发明的另一个实施方式是一种具有以下述结构式 (118) 表示的有机化合物。

[0106] [化学式22]

[0107]



[0108] 本发明的另一个实施方式是一种包含具有上述结构的有机化合物的发光元件。

[0109] 本发明的另一个实施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。

[0110] 本发明的另一个实施方式是一种显示装置,包括:具有上述结构的发光元件;以及晶体管或衬底。

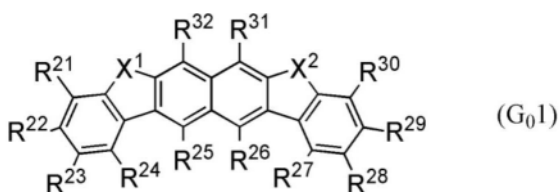
[0111] 本发明的另一个实施方式是一种电子设备,包括:具有上述结构的发光装置;以及传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

[0112] 本发明的另一个实施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。

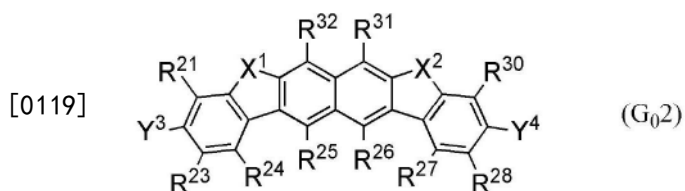
[0113] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G₀1) 表示的有机化合物。

[0114] [化学式23]

[0115]

[0116] 在上述通式 (G₀1) 中, X¹ 及 X² 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R²¹ 至 R³² 中的一个或两个表示卤素, 其余的分别独立地表示氢、碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基或者碳原子数为 1 至 25 的杂环基。[0117] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G₀2) 表示的有机化合物。

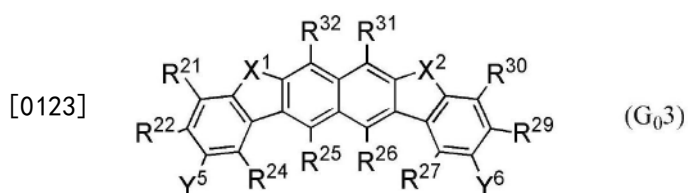
[0118] [化学式24]



[0120] 在上述通式 (G₀₂) 中, X¹及X²分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, Y³及Y⁴分别独立地表示卤素, R²¹、R²³至R²⁸以及R³⁰至R³²分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至25的杂环基。

[0121] 本发明的另一个实施方式是一种以下述通式 (G₀₃) 表示的有机化合物。

[0122] [化学式25]



[0124] 在上述通式 (G₀₃) 中, X¹及X²分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, Y⁵及Y⁶分别独立地表示卤素, R²¹、R²²、R²⁴至R²⁷以及R²⁹至R³²分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至25的杂环基。

[0125] 另外, 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, 发光装置有时还包括如下模块: 发光元件安装有连接器诸如各向异性导电膜或带载封装 (TCP) 的模块; 在TCP的端部设置有印刷线路板的模块; 通过玻璃覆晶封装 (COG) 方式在发光元件上直接安装有集成电路 (IC) 的模块。再者, 照明装置等有时包括发光装置。

[0126] 根据本发明的一个实施方式, 可以提供一种新颖的有机化合物。可以提供一种呈现色度良好的发光的有机化合物。可以提供一种呈现色度良好的蓝色发光的有机化合物。可以提供一种发光效率高的有机化合物。可以提供一种载流子传输性高的有机化合物。可以提供一种可靠性高的有机化合物。

[0127] 根据本发明的另一个实施方式, 可以提供一种新颖的发光元件。可以提供一种发光效率高的发光元件。可以提供一种色度良好的发光元件。可以提供一种呈现色度良好的蓝色发光的发光元件。可以提供一种使用寿命长的发光元件。可以提供一种驱动电压小的发光元件。

[0128] 根据本发明的另一个实施方式, 可以提供一种功耗小的发光装置、电子设备及显示装置。可以提供一种可靠性高的发光装置、电子设备及显示装置。可以提供一种显示品质良好的发光装置、电子设备及显示装置。

[0129] 注意, 这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。另外, 本发明的一个实施方式并不一定需要所有上述效果。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

- [0130] 图1A至图1C是发光元件的示意图。
- [0131] 图2A至图2D是示出发光元件的制造方法的一个例子的图。
- [0132] 图3是示出发光元件的制造方法的一个例子的图。
- [0133] 图4A和图4B是有源矩阵型发光装置的示意图。
- [0134] 图5A和图5B是有源矩阵型发光装置的示意图。
- [0135] 图6是有源矩阵型发光装置的示意图。
- [0136] 图7A和图7B是无源矩阵型发光装置的示意图。
- [0137] 图8A和图8B是示出照明装置的图。
- [0138] 图9A、图9B1、图9B2、图9C和图9D是示出电子设备的图。
- [0139] 图10是示出光源装置的图。
- [0140] 图11是示出照明装置的图。
- [0141] 图12是示出照明装置的图。
- [0142] 图13是示出车载显示装置及照明装置的图。
- [0143] 图14A至图14C是示出电子设备的图。
- [0144] 图15A至图15C是示出电子设备的图。
- [0145] 图16A和图16B示出3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的¹H-NMR谱。
- [0146] 图17A和图17B示出3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的¹H-NMR谱。
- [0147] 图18A和图18B示出2,11-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃的¹H NMR谱。
- [0148] 图19A和图19B示出2,11-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:2,11DPhA2Nbf (II))的¹H NMR谱。
- [0149] 图20示出2,11DPhA2Nbf (II)的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。
- [0150] 图21示出2,11DPhA2Nbf (II)的薄膜的吸收光谱及发射光谱。
- [0151] 图22示出2,11DPhA2Nbf (II)的MS质谱。
- [0152] 图23A和图23B示出3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的¹H NMR谱。
- [0153] 图24A和图24B示出3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的¹H NMR谱。
- [0154] 图25A和图25B示出3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃的¹H NMR谱。
- [0155] 图26A和图26B示出3,10-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10DPhA2Nbf (II))的¹H NMR谱。
- [0156] 图27示出3,10DPhA2Nbf (II)的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。
- [0157] 图28示出3,10DPhA2Nbf (II)的薄膜的吸收光谱及发射光谱。
- [0158] 图29示出3,10DPhA2Nbf (II)的MS质谱。
- [0159] 图30A和图30B示出3,10-双[N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10FBi2Nbf (II))的¹H NMR谱。
- [0160] 图31示出3,10FBi2Nbf (II)的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。
- [0161] 图32示出3,10FBi2Nbf (II)的薄膜的吸收光谱及发射光谱。
- [0162] 图33示出3,10FBi2Nbf (II)的MS质谱。
- [0163] 图34A和图34B示出3,10-双(3,3'-二甲基二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10mMeDPhA2Nbf (II))的¹H-NMR谱。

- [0164] 图35示出3,10MeDPhA2Nbf (II) 的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。
- [0165] 图36示出3,10MeDPhA2Nbf (II) 的薄膜的吸收光谱及发射光谱。
- [0166] 图37示出3,10MeDPhA2Nbf (II) 的MS质谱。
- [0167] 图38A和图38B示出3,10-双(10-苯基-9-蒎基) 萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:3,10PhA2Nbf (II)) 的¹H-NMR谱。
- [0168] 图39示出3,10PhA2Nbf (II) 的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。
- [0169] 图40示出3,10PhA2Nbf (II) 的薄膜的吸收光谱及发射光谱。
- [0170] 图41示出3,10PhA2Nbf (II) 的MS质谱。
- [0171] 图42示出3,10PhA2Nbf (II) 的MS质谱。
- [0172] 图43A和图43B示出3-溴-6-(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的¹H-NMR谱。
- [0173] 图44A和图44B示出3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘的¹H-NMR谱。
- [0174] 图45A和图45B示出3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘的¹H NMR谱。
- [0175] 图46A和图46B示出3-氯萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃的¹H-NMR谱。
- [0176] 图47A和图47B示出3-(10-苯基-9-蒎基) 萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:Nbf (II) PhA) 的¹H NMR谱。
- [0177] 图48示出Nbf (II) PhA的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱。
- [0178] 图49示出Nbf (II) PhA的薄膜的吸收光谱及发射光谱。
- [0179] 图50示出Nbf (II) PhA的MS质谱。
- [0180] 图51是示出发光元件1的亮度-电流密度特性的图。
- [0181] 图52是示出发光元件1的电流效率-亮度特性的图。
- [0182] 图53是示出发光元件1的亮度-电压特性的图。
- [0183] 图54是示出发光元件1的电流-电压特性的图。
- [0184] 图55是示出发光元件1的外量子效率-亮度特性的图。
- [0185] 图56是示出发光元件1的发射光谱的图。
- [0186] 图57是示出发光元件1的归一化亮度的时间依赖性的图。
- [0187] 图58是示出发光元件2的亮度-电流密度特性的图。
- [0188] 图59是示出发光元件2的电流效率-亮度特性的图。
- [0189] 图60是示出发光元件2的亮度-电压特性的图。
- [0190] 图61是示出发光元件2的电流-电压特性的图。
- [0191] 图62是示出发光元件2的外量子效率-亮度特性的图。
- [0192] 图63是示出发光元件2的发射光谱的图。
- [0193] 图64是示出发光元件2的归一化亮度的时间依赖性的图。
- [0194] 图65是示出发光元件3的亮度-电流密度特性的图。
- [0195] 图66是示出发光元件3的电流效率-亮度特性的图。
- [0196] 图67是示出发光元件3的亮度-电压特性的图。
- [0197] 图68是示出发光元件3的电流-电压特性的图。
- [0198] 图69是示出发光元件3的外量子效率-亮度特性的图。

- [0199] 图70示出发光元件3的发射光谱。
- [0200] 图71是示出发光元件4的亮度-电流密度特性的图。
- [0201] 图72是示出发光元件4的电流效率-亮度特性的图。
- [0202] 图73是示出发光元件4的亮度-电压特性的图。
- [0203] 图74是示出发光元件4的电流-电压特性的图。
- [0204] 图75是示出发光元件4的外量子效率-亮度特性的图。
- [0205] 图76示出发光元件4的发射光谱。
- [0206] 图77是示出发光元件4的归一化亮度的时间依赖性的图。
- [0207] 图78是示出发光元件5的亮度-电流密度特性的图。
- [0208] 图79是示出发光元件5的电流效率-亮度特性的图。
- [0209] 图80是示出发光元件5的亮度-电压特性的图。
- [0210] 图81是示出发光元件5的电流-电压特性的图。
- [0211] 图82是示出发光元件5的外量子效率-亮度特性的图。
- [0212] 图83示出发光元件5的发射光谱。

具体实施方式

[0213] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式及实施例。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及实施例所记载的内容中。

[0214] (实施方式1)

[0215] 本发明的一个实施方式是具有萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架且具有5000以下的分子量的有机化合物以及包含该有机化合物的发光元件。本发明人等发现该有机化合物是非常有利于发光元件的发光体的骨架。由于该有机化合物具有高发光效率并呈现良好的蓝色发光,所以使用该有机化合物的发光元件可以为发光效率高的蓝色发光元件。作为蓝色荧光材料已开发各种物质,其中本有机化合物呈现色度非常良好的蓝色发光,因此作为用来表现BT2020标准的色域的蓝色发光材料非常有希望。

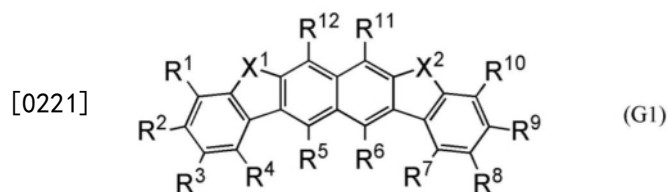
[0216] 具有萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架且具有5000以下的分子量的有机化合物优选包括取代基。该取代基优选为碳原子数为1至100的取代基,具体而言,可以举出碳原子数为1至100的取代或未取代的脂肪烃基、碳原子数为3至100的取代或未取代的脂环烃基、碳原子数为6至100的取代或未取代的芳烃基、碳原子数为1至100的取代或未取代的杂环基或者碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基等。

[0217] 上述有机化合物优选包括碳原子数为6至100的一个或两个取代基,更优选包括碳原子数为12至100的较大的一个或两个第一取代基。该有机化合物除此之外还可以包括较小的第二取代基,此时第二取代基的碳原子数优选为1至25,更优选为1至6。只包括第一取代基而不包括第二取代基的本发明的一个实施方式的有机化合物容易进行合成并容易准备原料,由此能够以低成本形成该有机化合物,所以是优选的。

[0218] 另外,为了容易进行合成,该有机化合物优选具有3000以下的分子量,为了容易进行蒸镀,该有机化合物更优选具有1500以下的分子量。

[0219] 具有5000以下的分子量的本发明的一个实施方式的有机化合物能够以下述通式(G1)表示。

[0220] [化学式26]



[0222] 在上述通式(G1)中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。为了容易进行合成, X^1 及 X^2 优选都是相同的原子。在 X^1 及 X^2 都是氧原子的结构时容易进行合成并提高单重态激发能级,由此能够得到更短波长的发光并能够得到高发光量子产率等,所以是优选的。 X^1 及 X^2 的氧原子数越多,发光波长越短, X^1 及 X^2 的硫原子数越多,发光波长越长,因此可以根据所需要的单重态激发能级或发光波长任意选择 X^1 及 X^2 。在式子中, R^1 至 R^{12} 分别独立地表示氢或取代基。

[0223] 优选的是,上述取代基分别独立地是碳原子数为1至100的取代基。作为该取代基,可以举出碳原子数为1至100的取代或未取代的脂肪烃基、碳原子数为3至100的取代或未取代的脂环烃基、碳原子数为6至100的取代或未取代的芳烃基、碳原子数为1至100的取代或未取代的杂环基或者碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基等。

[0224] 此外, R^1 至 R^{12} 中的至少一个优选表示碳原子数为6至100的取代基,此时,另一或其余的分别独立地表示氢或碳原子数为1至25的取代基。为了容易进行合成和蒸镀, R^1 至 R^{12} 中的碳原子数为6至100的取代基的数量优选为1或2。为了容易进行蒸镀,该取代基的数量更优选为1,因为分子量较小。为了提高耐热性,分子量越大越好。在此情况下,当取代基的数量较多时能够以不使共轭扩大的方式增大分子量,所以是优选的。

[0225] 在以通式(G1)表示的有机化合物包括碳原子数为6至100的取代基的情况下,为了容易进行合成, R^2 和 R^9 中的一个或两个或者 R^3 和 R^8 中的一个或两个优选为取代基。尤其是, R^2 和 R^9 中的一个或两个优选为碳原子数为6至100的取代基,因为发光量子产率得到提高。

[0226] 在以通式(G1)表示的有机化合物包括碳原子数为6至100的取代基的情况下,为了容易进行合成,间位的取代基(例如, R^1 和 R^2 、 R^5 和 R^6 等)中的一个优选为氢,因为取代基的空间位阻小。也就是说,优选的是,在该碳原子数为6至100的取代基键合于碳时,氢键合于与该碳相邻的碳。

[0227] 在以通式(G1)表示的有机化合物包括碳原子数为6至100的取代基的情况下,为了容易进行合成, R^1 至 R^3 和 R^8 至 R^{12} 中的一个或多个优选为取代基,因为取代基的空间位阻小。

[0228] 作为上述碳原子数为6至100的取代基,可以举出取代或未取代的脂肪烃基、取代或未取代的脂环烃基、取代或未取代的芳烃基、取代或未取代的杂环基或者取代或未取代的二芳基氨基等。注意,该二芳基氨基所包括的芳基包括杂芳基。在选择该二芳基氨基时,可以提高发光量子产率,所以是优选的。

[0229] 在以通式(G1)表示的有机化合物包括碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基作为上述碳原子数为6至100的取代基的情况下, R^2 和 R^9 中的一个或两个优选为该二

芳基氨基,因为作为发光材料的有机化合物的可靠性得到提高。此外, R^2 和 R^9 都是碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基的有机化合物具有高量子产率,所以是更优选的。此外, R^2 和 R^9 都是碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基的有机化合物具有短的发光波长及尖锐的光谱,因此该有机化合物在用于需要单色光的显示器等时是更优选的。

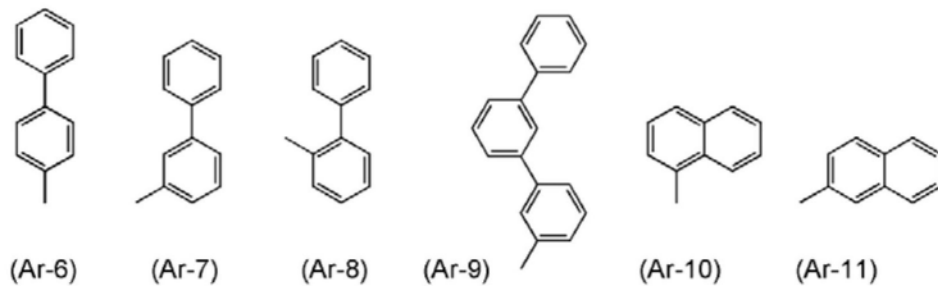
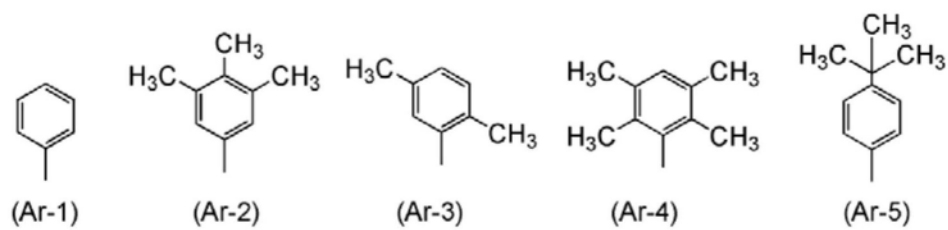
[0230] 在上述碳原子数为6至100的取代基是碳原子数为12至100的取代或未取代的二芳基氨基的情况下, R^3 和 R^8 中的一个或两个优选为该二芳基氨基,因为空穴传输性得到提高。更优选的是 R^3 和 R^8 都为该二芳基氨基,因为空穴传输性进一步得到提高。此外,与 R^2 和 R^9 中的一个或两个是取代基的有机化合物相比, R^3 和 R^8 中的一个或两个是该二芳基氨基的有机化合物具有较长的发光波长及稍微宽的光谱。

[0231] 作为上述碳原子数为6至100的取代基,具体而言,可以举出:苯基、联苯基、三联苯基、萘基、茚基、螺茚基、菲基、蒽基、二氢蒽基、三亚苯基及芘基等芳烃基;以及吡啶基、联吡啶基、嘧啶基、联嘧啶基、吡嗪基、联吡嗪基、三唑基、喹啉基、异喹啉基、菲基、喹喔啉基、偶氮茚基、二偶氮茚基、咔唑基、苯并咔唑基、二苯并咔唑基、二苯并呋喃基、苯并萘并呋喃基、二萘并呋喃基、二苯并噻吩基、苯并萘并噻吩基、二萘并噻吩基、苯并呋喃并嘧啶基、苯并噻吩并吡啶基、苯并噻吩并嘧啶基、萘并呋喃并吡啶基、萘并呋喃并嘧啶基、萘并噻吩并吡啶基、萘并噻吩并嘧啶基、二苯并喹喔啉基、吡啶基、氧杂蒽基、吩噻嗪基、吩噻嗪基及吩噻等杂环基;等。另外,还可以举出二芳基氨基。该二芳基氨基具有苯基、联苯基、三联苯基、萘基、茚基、螺茚基、菲基、蒽基、三亚苯基或芘基键合于胺的氮的结构作为芳基。上述碳原子数为6至100的取代基优选为该二芳基氨基。

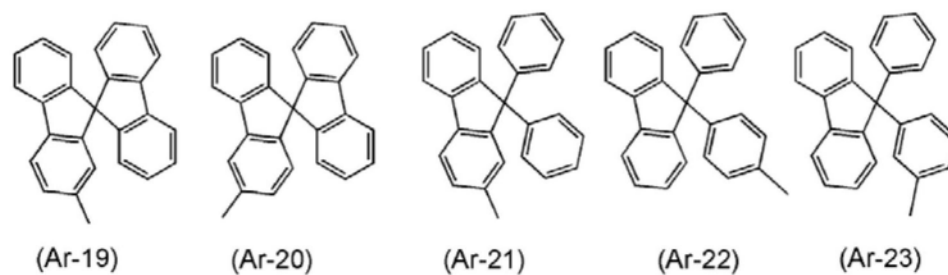
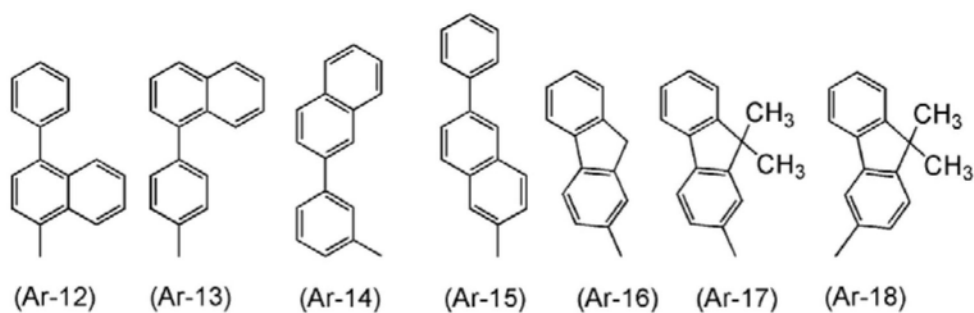
[0232] 另外,这些取代基还可以包括碳原子数为1至6的脂肪烃基或者碳原子数为3至6的脂环烃基等作为取代基。在此情况下,容易溶解于有机溶剂,所以是优选的。

[0233] 如下结构式示出上述碳原子数为6至100的取代基的例子。如上所述,这些取代基还可以包括碳原子数为1至6的脂肪烃基或者碳原子数为3至6的脂环烃基等作为取代基。

[0234] [化学式27]

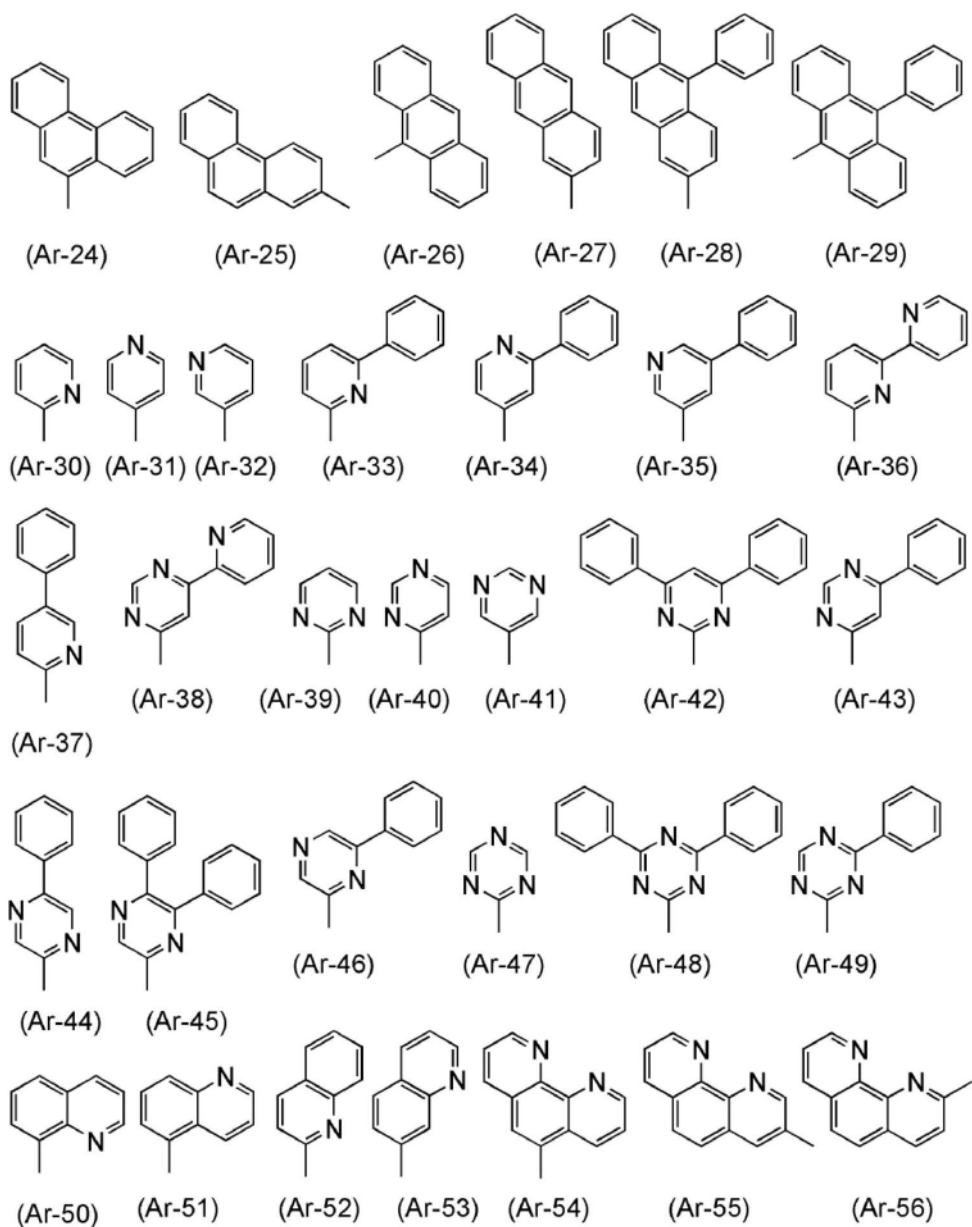


[0235]



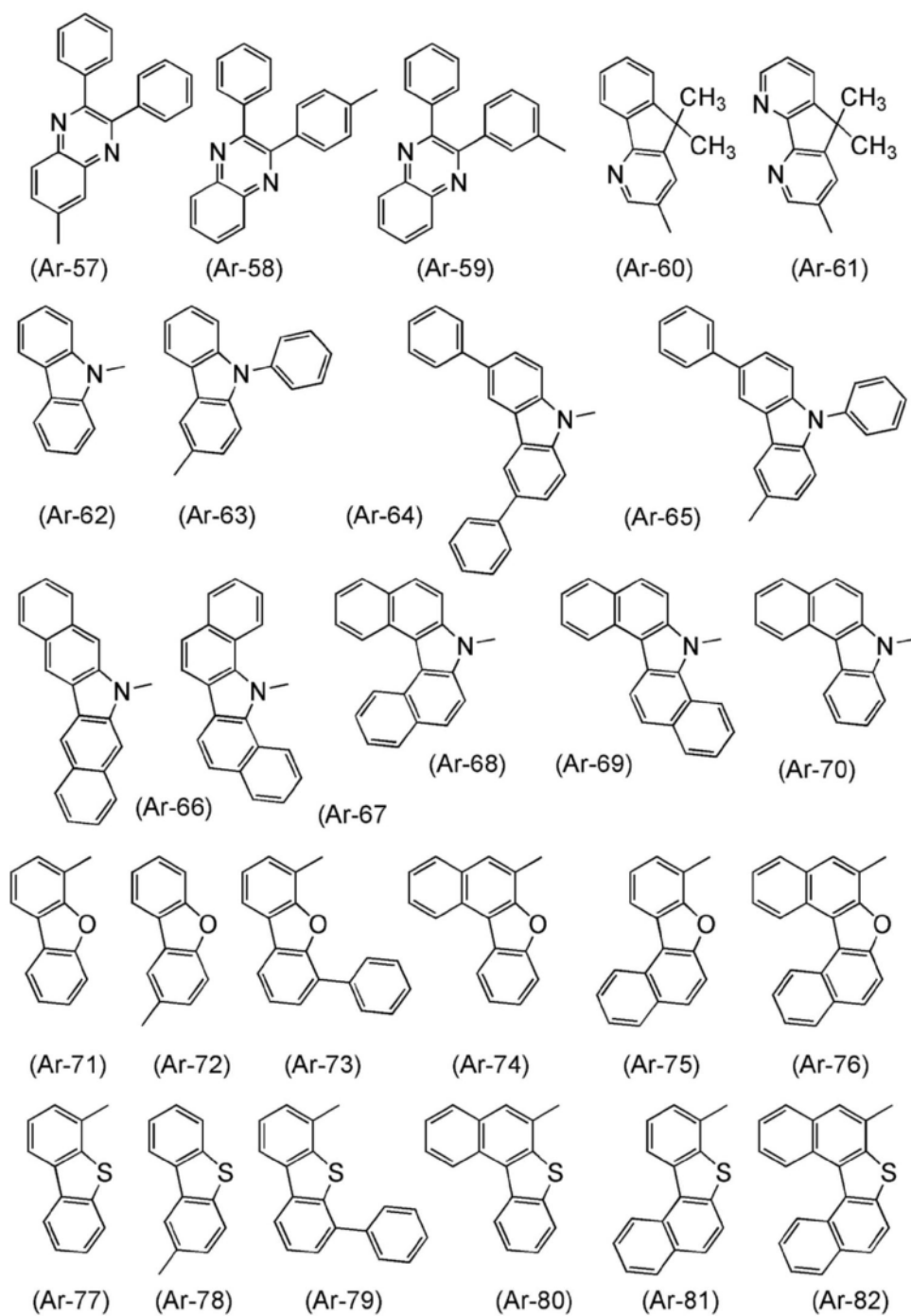
[0236] [化学式28]

[0237]

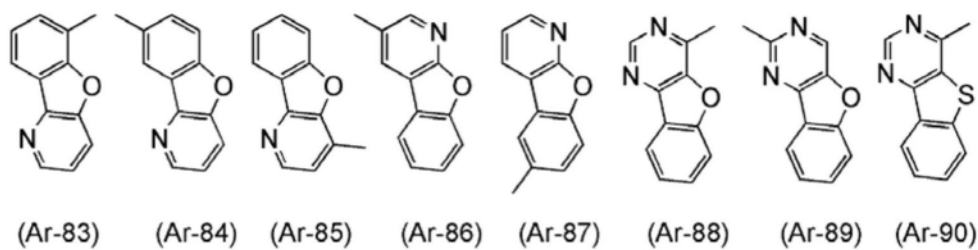


[0238] [化学式29]

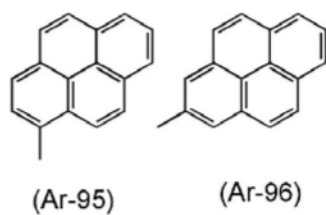
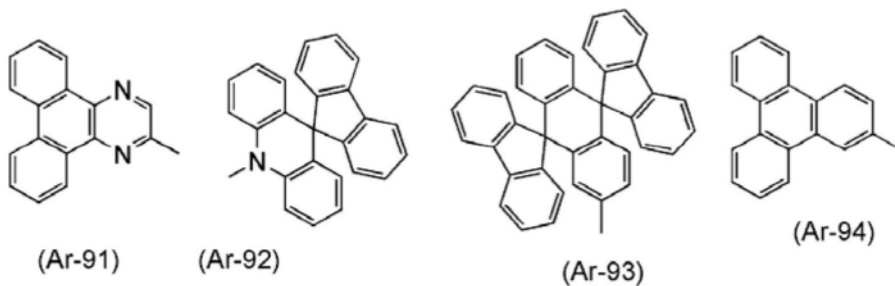
[0239]



[0240] [化学式30]

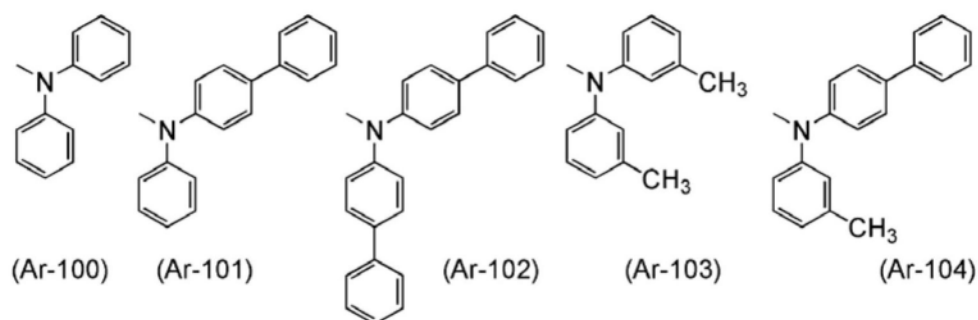


[0241]

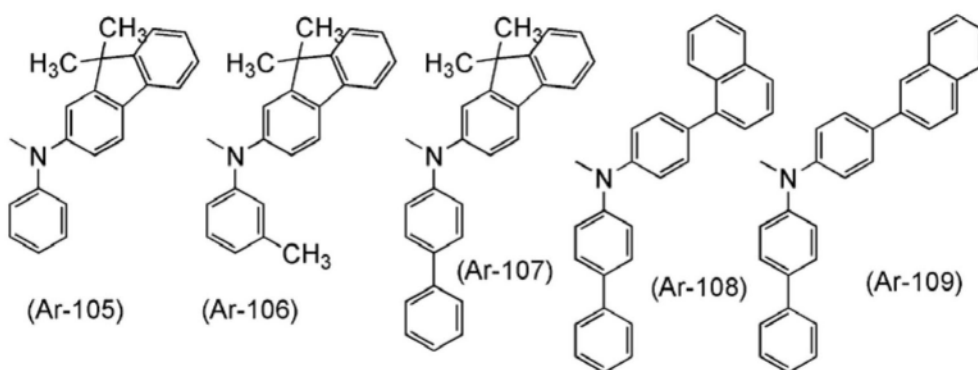


[0242]

[化学式31]

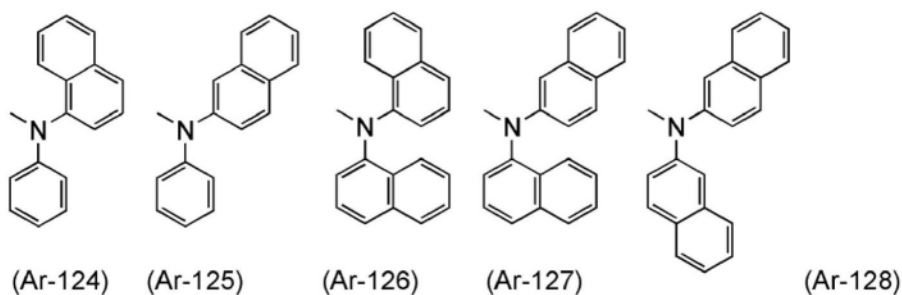
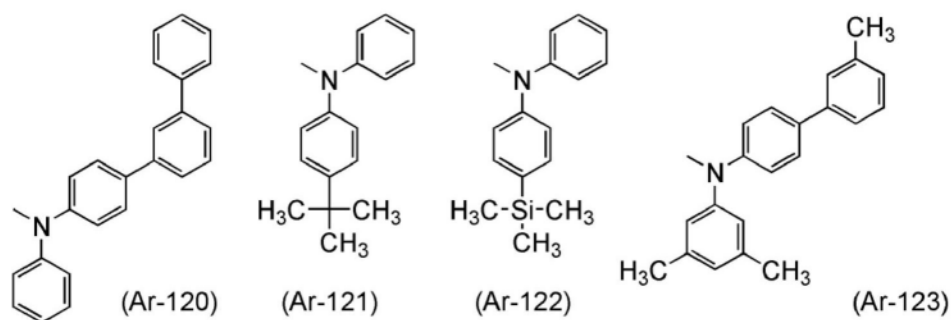


[0243]

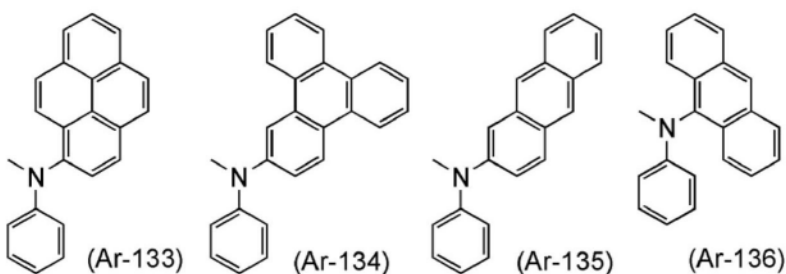
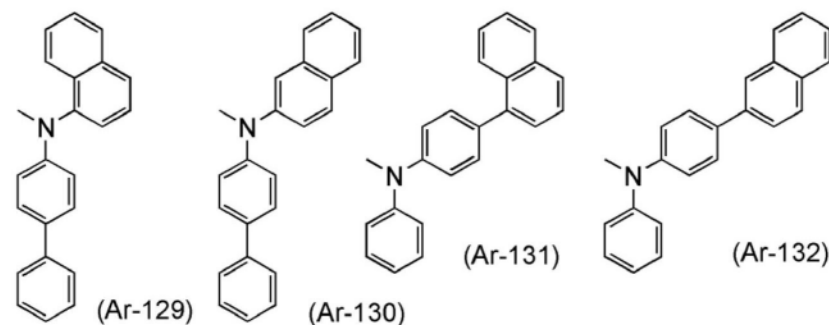


[0244]

[化学式32]



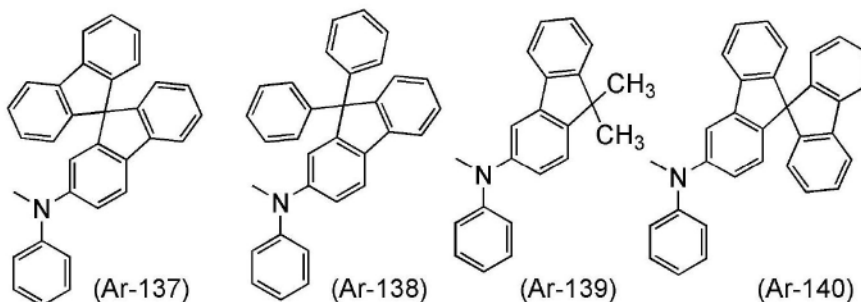
[0245]



[0246]

[化学式33]

[0247]



[0248] 如 (Ar-2) 至 (Ar-9)、(Ar-12) 至 (Ar-15)、(Ar-17) 至 (Ar-23)、(Ar-28)、(Ar-29)、(Ar-33) 至 (Ar-38)、(Ar-42) 至 (Ar-46)、(Ar-48)、(Ar-49)、(Ar-57) 至 (Ar-61)、(Ar-63) 至 (Ar-65)、(Ar-79)、(Ar-92) 以及 (Ar-93) 等两个以上的取代基彼此键合的取代基具有立体

结构,由此包括具有该取代基的有机化合物的膜不容易结晶且得到稳定的膜质。

[0249] 如(Ar-13)、(Ar-14)、(Ar-22)以及(Ar-23)那样,当一个取代基隔着亚苯基键合于另一个取代基时,可以抑制共轭扩大到该取代基,由此可以将单重态激发能级保持为高。尤其是,一个取代基隔着间亚苯基键合于另一个取代基的结构发挥显著的效果,所以是优选的。此外,一个取代基隔着对亚苯基键合于另一个取代基的结构具有高可靠性,所以是优选的。

[0250] 如(Ar-10)至(Ar-96)那样,具有两个以上的稠环的取代基及杂环化合物的载流子传输性高,所以是优选的。尤其是,(Ar-26)至(Ar-29)的蒽基具有高空穴和电子传输性,所以是优选的。

[0251] (Ar-100)至(Ar-140)的取代基是芳基氨基的例子。如(Ar-101)、(Ar-102)、(Ar-104)、(Ar-107)至(Ar-120)、(Ar-123)以及(Ar-129)至(Ar-132)那样,在芳基氨基具有彼此键合的两个以上的取代基键合于氮的结构的情况下,具有立体结构,由此包括具有该芳基氨基的有机化合物的膜不容易结晶且得到稳定的膜质,所以是优选的。在作为碳原子数为6至100的取代基选择这样的芳基氨基时,可以提高有机化合物的发光量子产率,所以是优选的。

[0252] 另外,如(Ar-108)、(Ar-109)、(Ar-129)以及(Ar-132)那样,当芳基隔着亚苯基键合于胺的氮时,可以抑制共轭扩大到芳基,由此可以将单重态激发能级保持为高。当其他取代基隔着亚苯基键合于胺时,可以抑制共轭扩大,由此可以将单重态激发能级保持为高。尤其是,当该亚苯基是间亚苯基时,发挥显著的效果,所以是优选的。

[0253] 此外,如(Ar-101)至(Ar-120)、(Ar-123)、(Ar-129)至(Ar-132)、(Ar-137)以及(Ar-138)那样,当具有对联苯结构与胺键合的取代基时,可以提高发光材料的可靠性,所以是优选的。

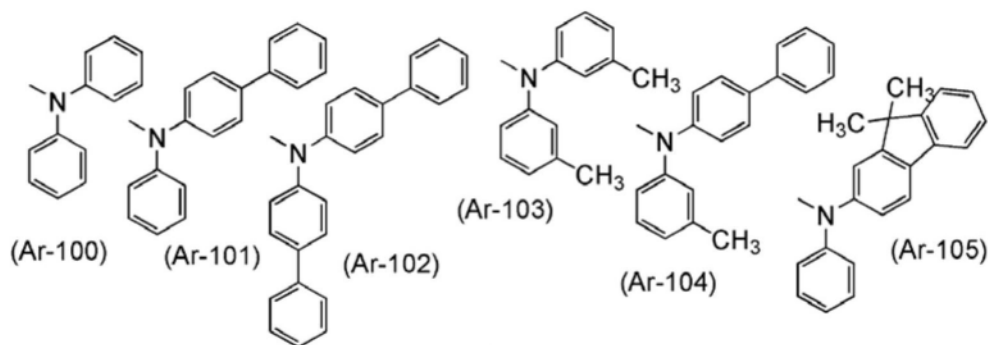
[0254] 此外,如(Ar-103)至(Ar-107)、(Ar-121)至(Ar-123)以及(Ar-139)那样,包括烷基或烷基硅基的结构对有机溶剂的溶解性良好,所以是优选的。通过减少分子间相互作用,可以减少升华温度,因此烷基或烷基硅基优选键合于(Ar-103)或(Ar-123)等多个取代基。

[0255] 此外,当有机化合物具有两个以上的二芳基氨基作为取代基时,可以使有机化合物中的发光中心骨架成为蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架,从而可以提高量子产率。

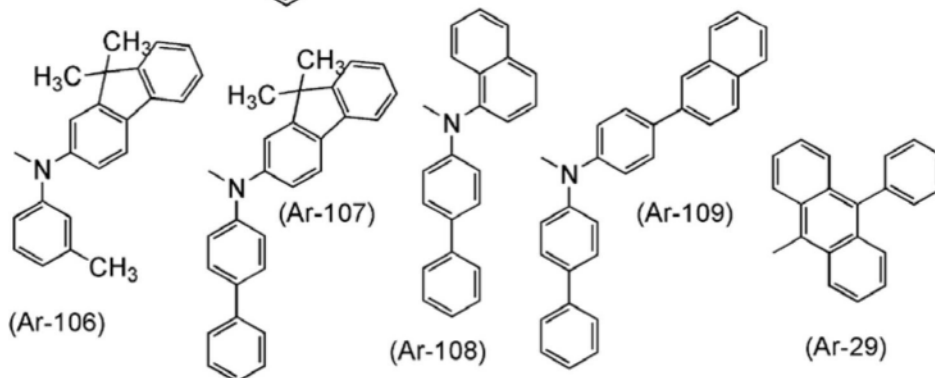
[0256] 另外,如(Ar-19)至(Ar-23)、(Ar-92)、(Ar-93)以及(Ar-137)至(Ar-140)那样,取代基优选隔着在芴的9位等具有 σ 键的碳键合,因为该结构可以抑制共轭扩大并提高S1能级,由此可以具有更短波长。

[0257] 在上述所例示的基团中,特别优选的是以下述结构式表示的基团。

[0258] [化学式34]



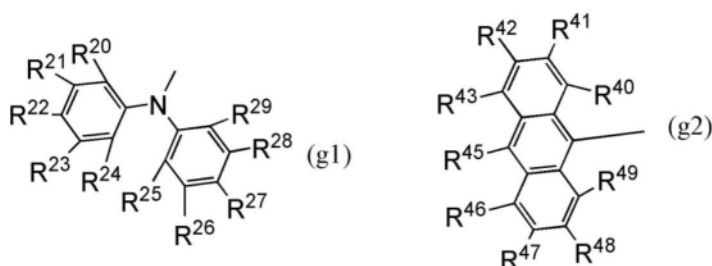
[0259]



[0260] 优选使用以下述通式 (g1) 及 (g2) 表示的基团作为上述碳原子数为6至100的取代基。

[0261] [化学式35]

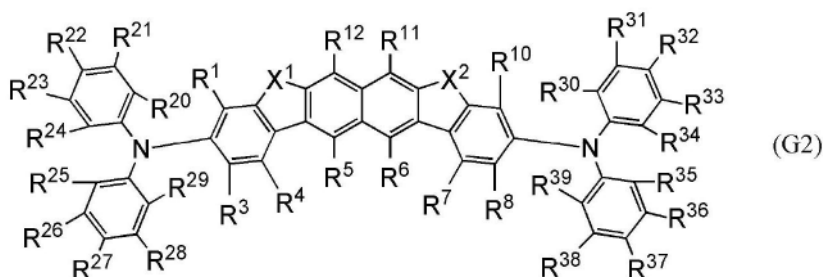
[0262]



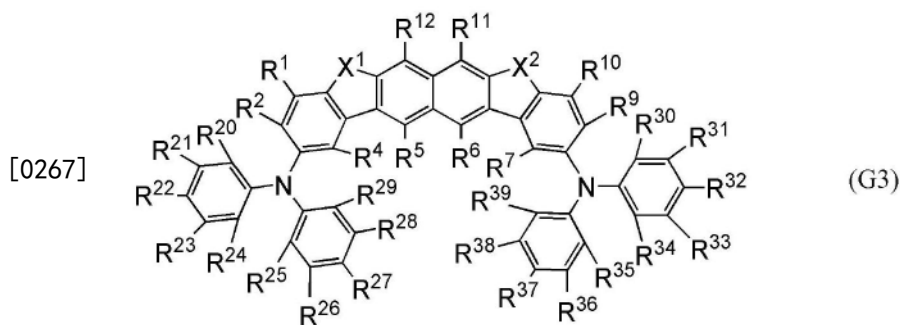
[0263] 优选使用在上述取代基中包括以通式 (g1) 表示的基团的以通式 (G1) 表示的有机化合物,因为具有高发光效率。另外,优选使用在上述取代基中包括以通式 (g2) 表示的基团的以通式 (G1) 表示的有机化合物,因为具有高载流子传输性。也就是说,优选使用以下述通式 (G2) 至通式 (G4) 表示的有机化合物。

[0264] [化学式36]

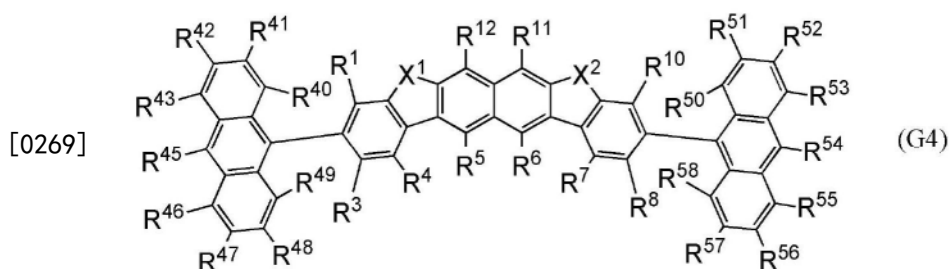
[0265]



[0266] [化学式37]



[0268] [化学式38]



[0270] 在上述通式 (G2) 至 (G4) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。此外, 通式 (G2) 中的 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} ; 通式 (G3) 中的 R^1 、 R^2 、 R^4 至 R^7 、 R^9 至 R^{12} 、 R^{20} 至 R^{29} 以及 R^{30} 至 R^{39} ; 以及通式 (G4) 中的 R^1 、 R^3 至 R^8 、 R^{10} 至 R^{12} 、 R^{40} 至 R^{49} 以及 R^{50} 至 R^{59} 分别独立地表示氢或者碳原子数为 1 至 25 的取代基。

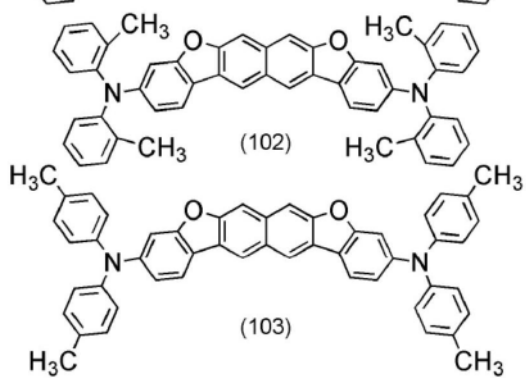
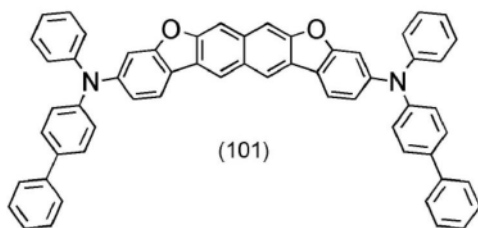
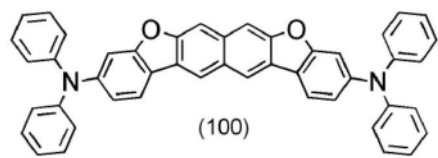
[0271] 作为上述碳原子数为 1 至 25 的取代基, 可以举出碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基、碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基、碳原子数为 6 至 25 的芳烃基、碳原子数为 1 至 25 的杂环基以及烷基硅基等。

[0272] 上述碳原子数为 1 至 10 的脂肪烃基, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、叔丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基及二十烷基等。作为碳原子数为 3 至 20 的脂环烃基, 可以举出环丙基、环己基、金刚烷基及降冰片基等。作为碳原子数为 6 至 25 的芳烃基, 可以举出苯基、联苯基、萘基、菲基、蒽基、茚基、茈基、其 9 位被两个烷基取代的茈基、螺茈基、茈基及三亚苯基等。作为碳原子数为 1 至 25 的杂环基, 可以举出呋唑基、二苯并呋喃基及二苯并噻吩基等。

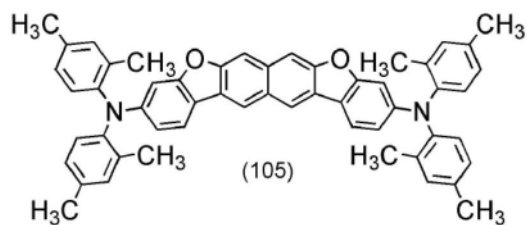
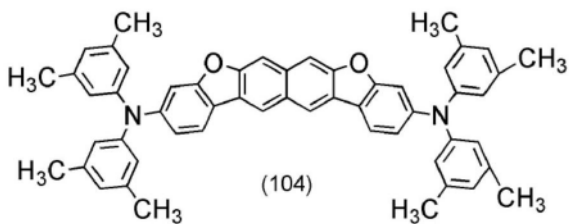
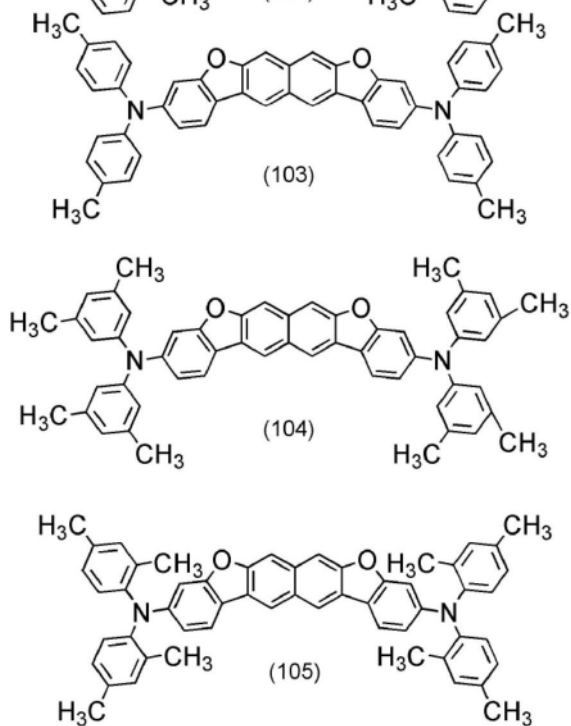
[0273] 另外, 这些取代基还可以包括碳原子数为 1 至 6 的脂肪烃基或者碳原子数为 3 至 6 的脂环烃基等作为取代基。

[0274] 以下, 示出具有上述结构的本发明的一个实施方式的有机化合物的例子。

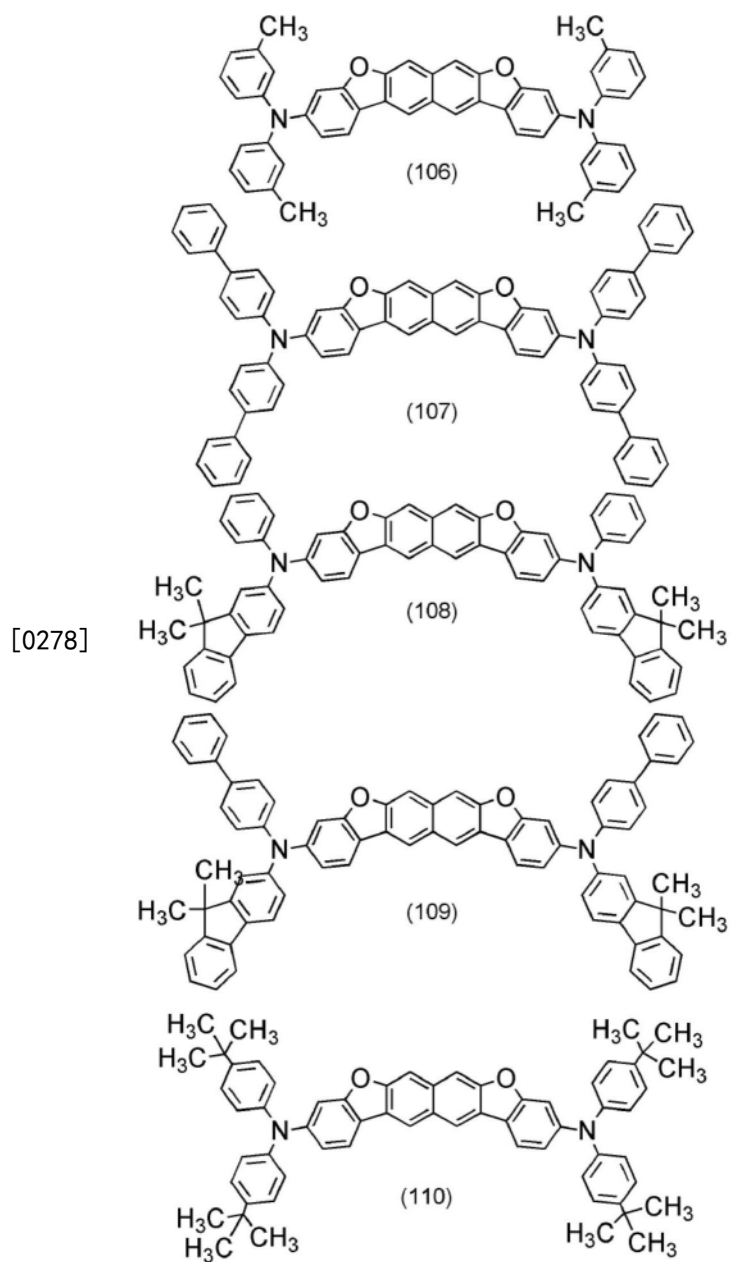
[0275] [化学式39]



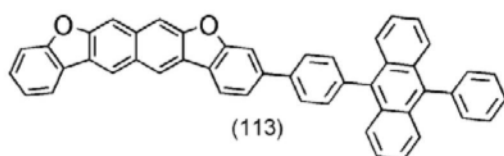
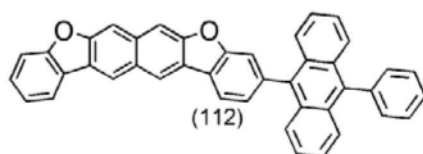
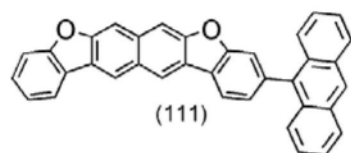
[0276]



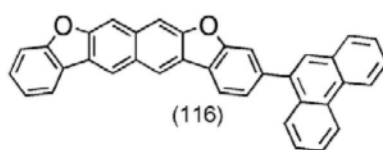
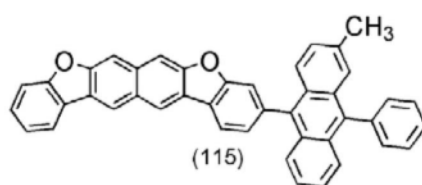
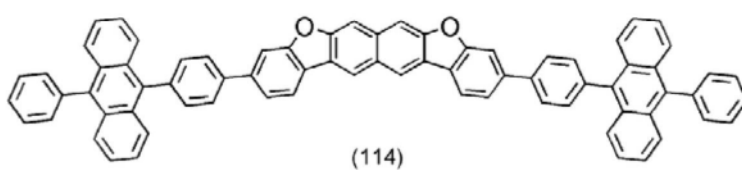
[0277] [化学式40]



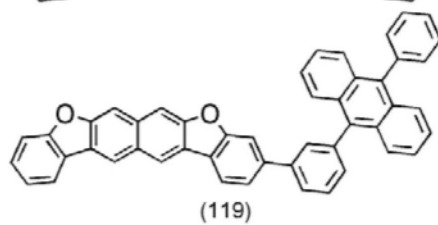
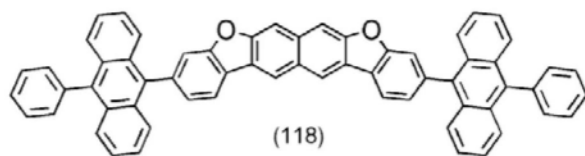
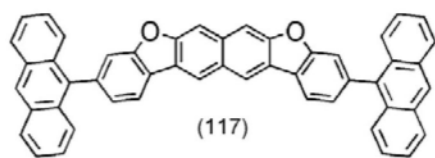
[0279] [化学式41]



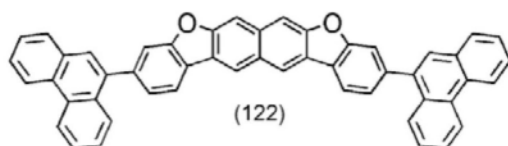
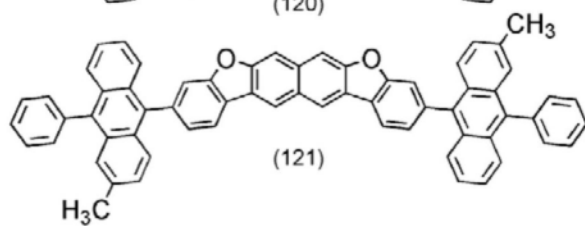
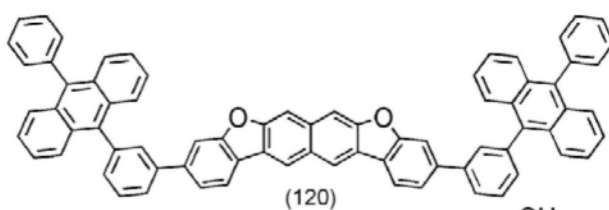
[0280]



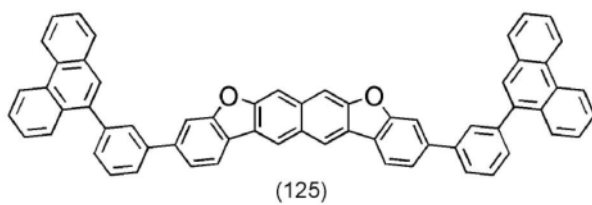
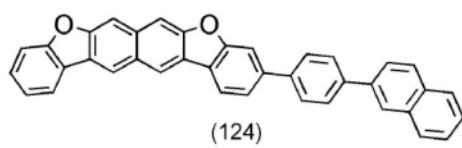
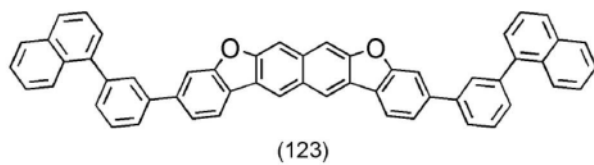
[0281] [化学式42]



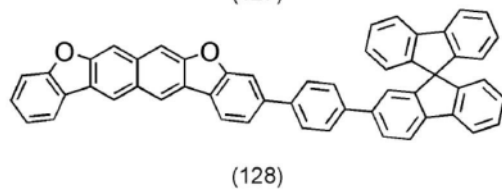
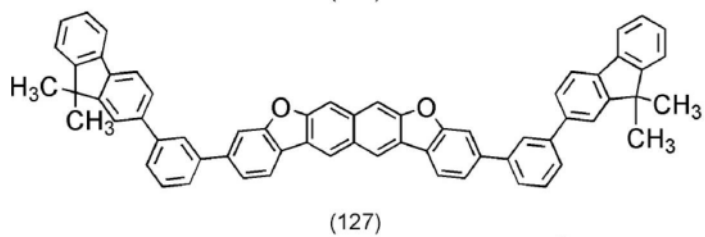
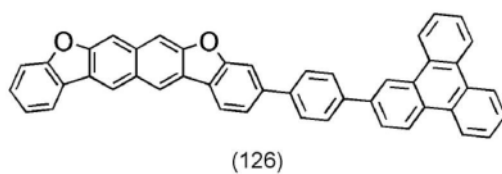
[0282]



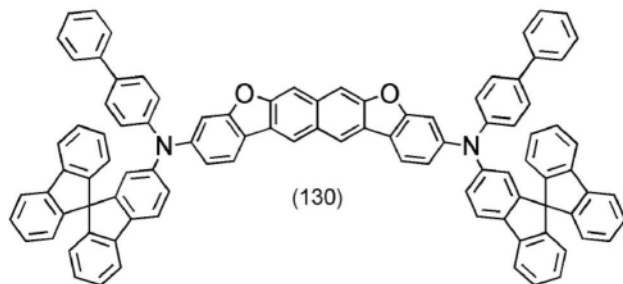
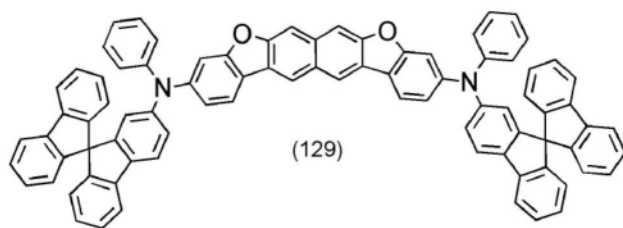
[0283] [化学式43]



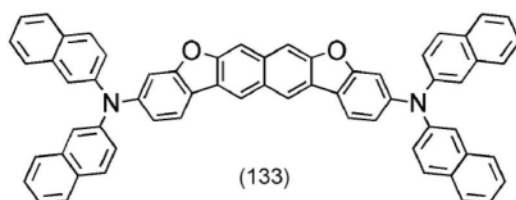
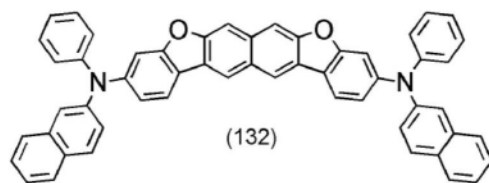
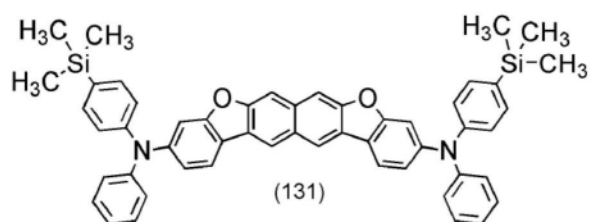
[0284]



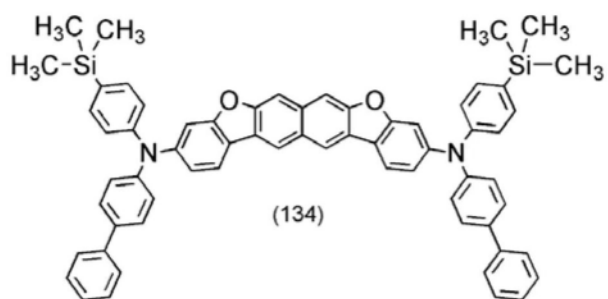
[0285] [化学式44]



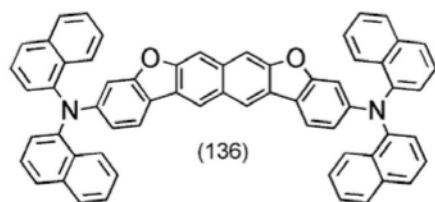
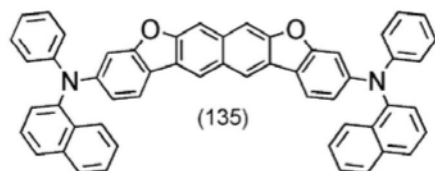
[0286]



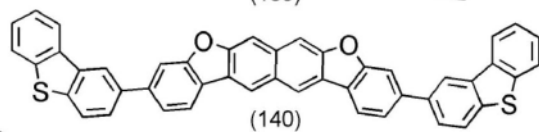
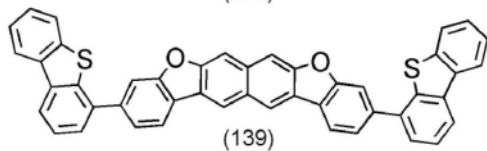
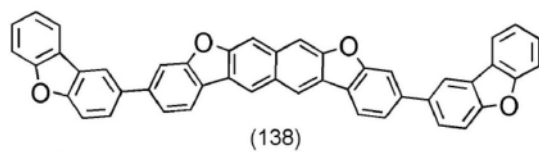
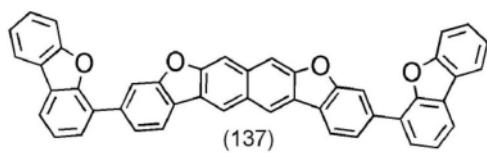
[0287] [化学式45]



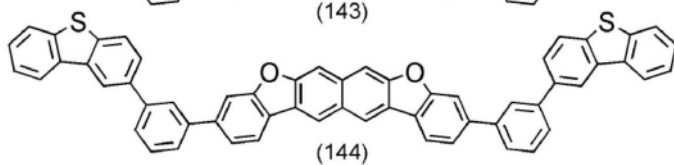
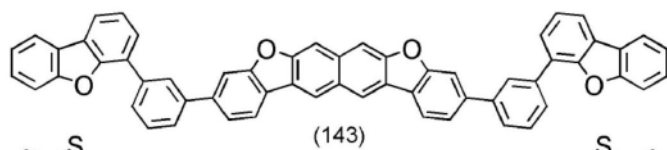
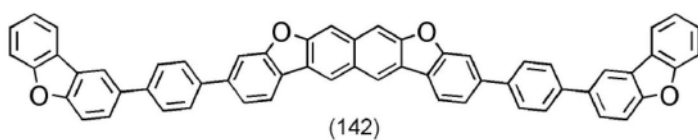
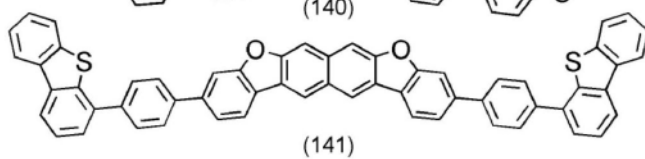
[0288]



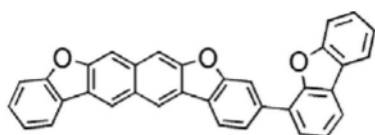
[0289] [化学式46]



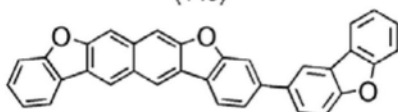
[0290]



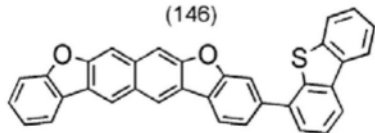
[0291] [化学式47]



(145)

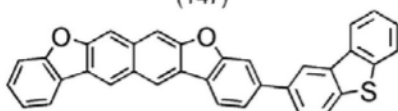


(146)

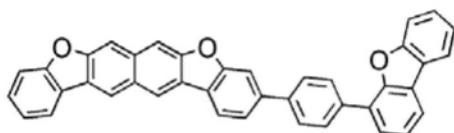


(147)

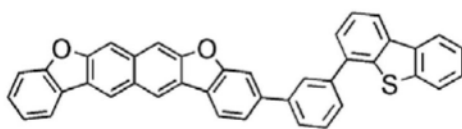
[0292]



(148)

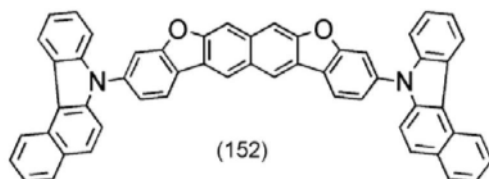
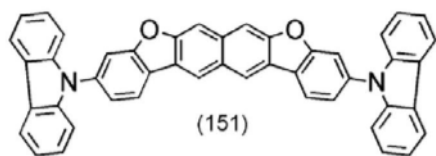


(149)

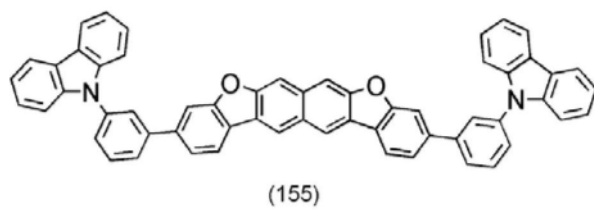
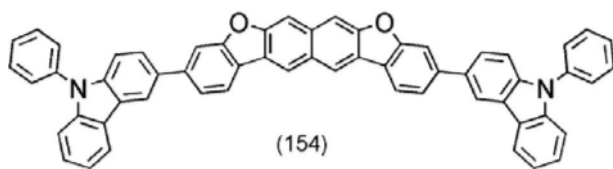
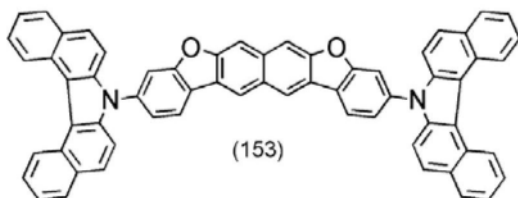


(150)

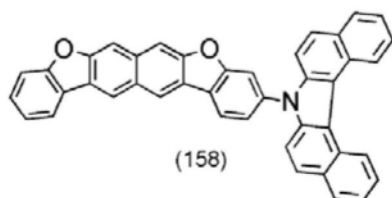
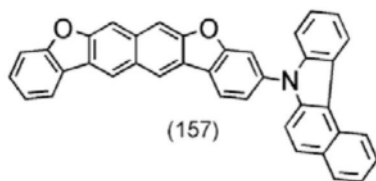
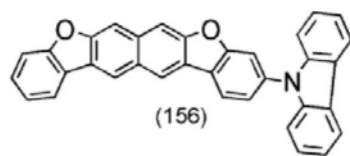
[0293] [化学式48]



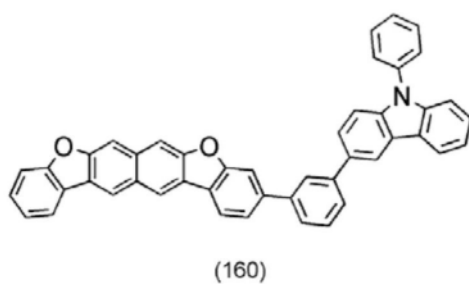
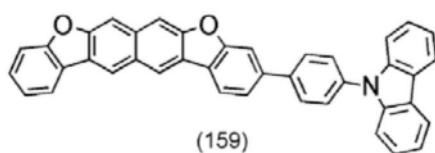
[0294]



[0295] [化学式49]

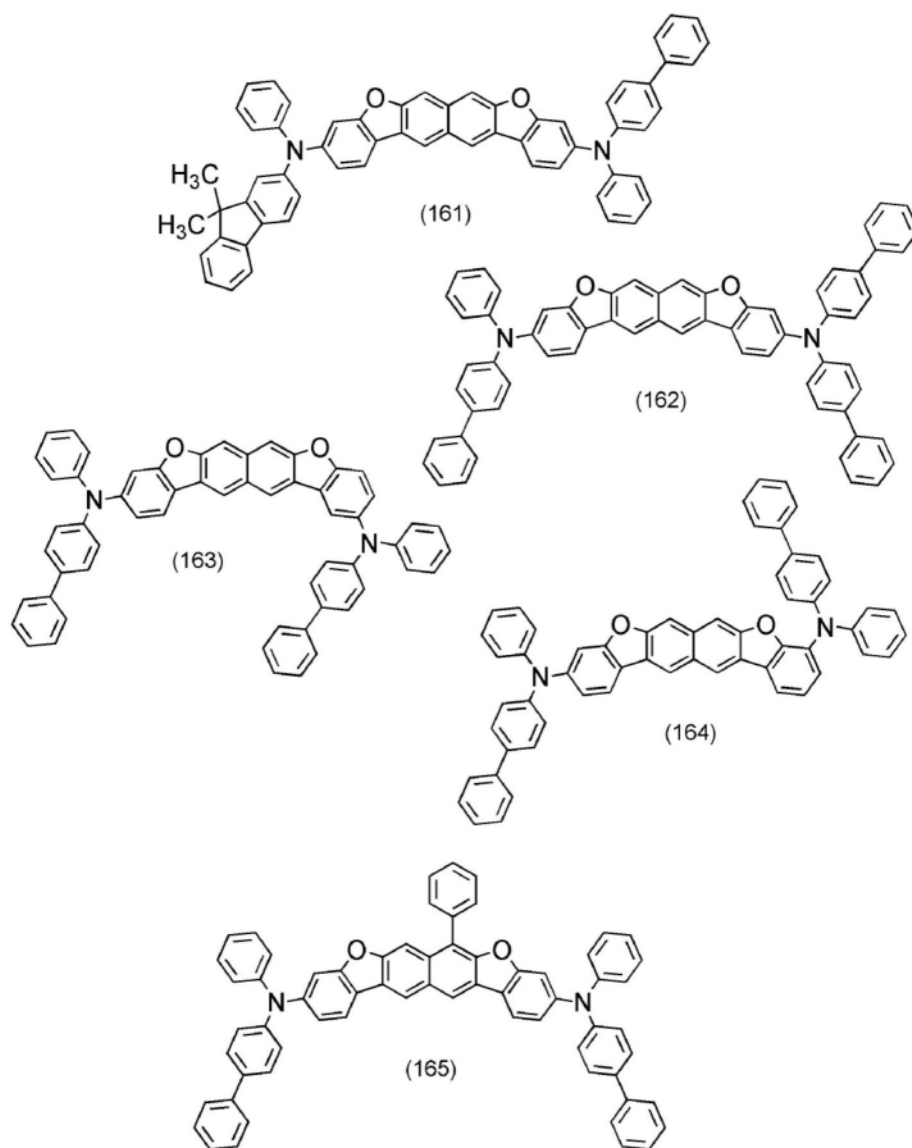


[0296]

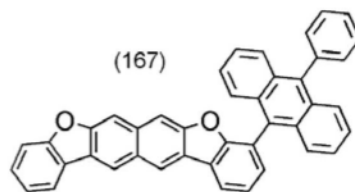
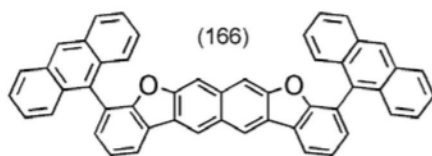


[0297] [化学式50]

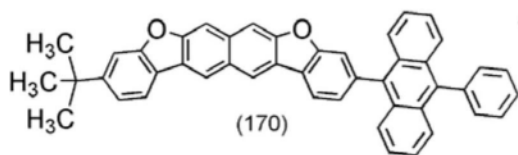
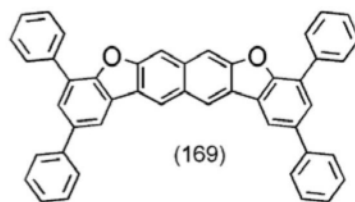
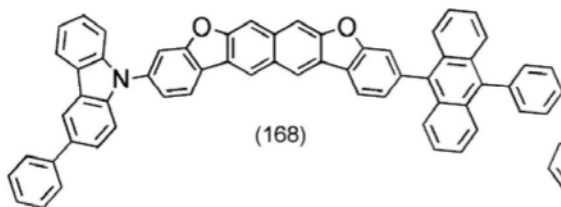
[0298]



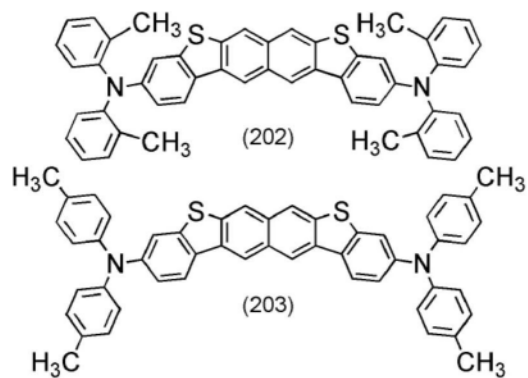
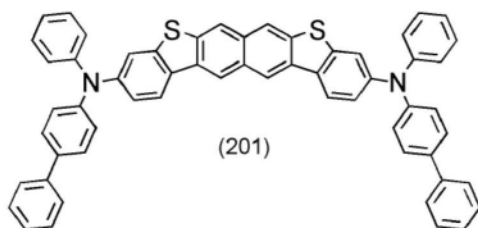
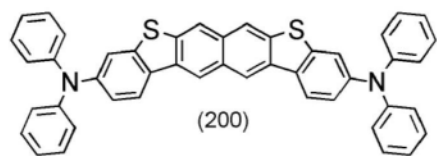
[0299] [化学式51]



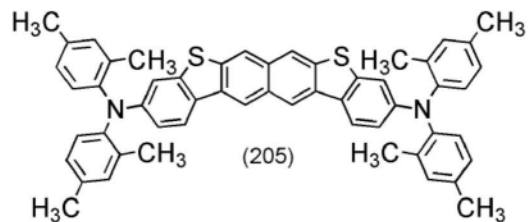
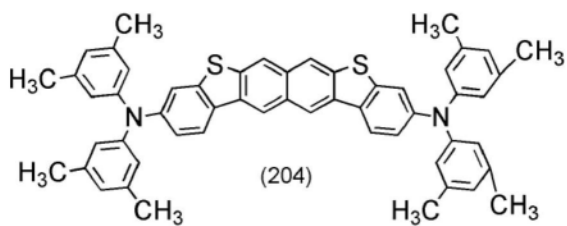
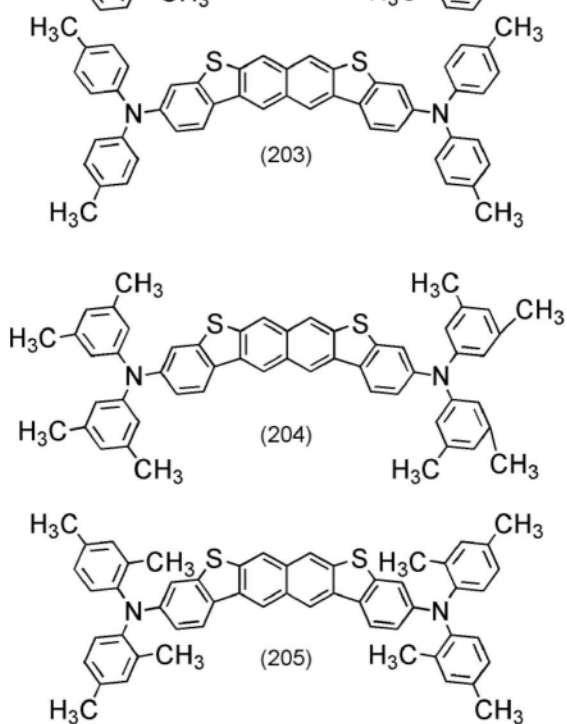
[0300]



[0301] [化学式52]

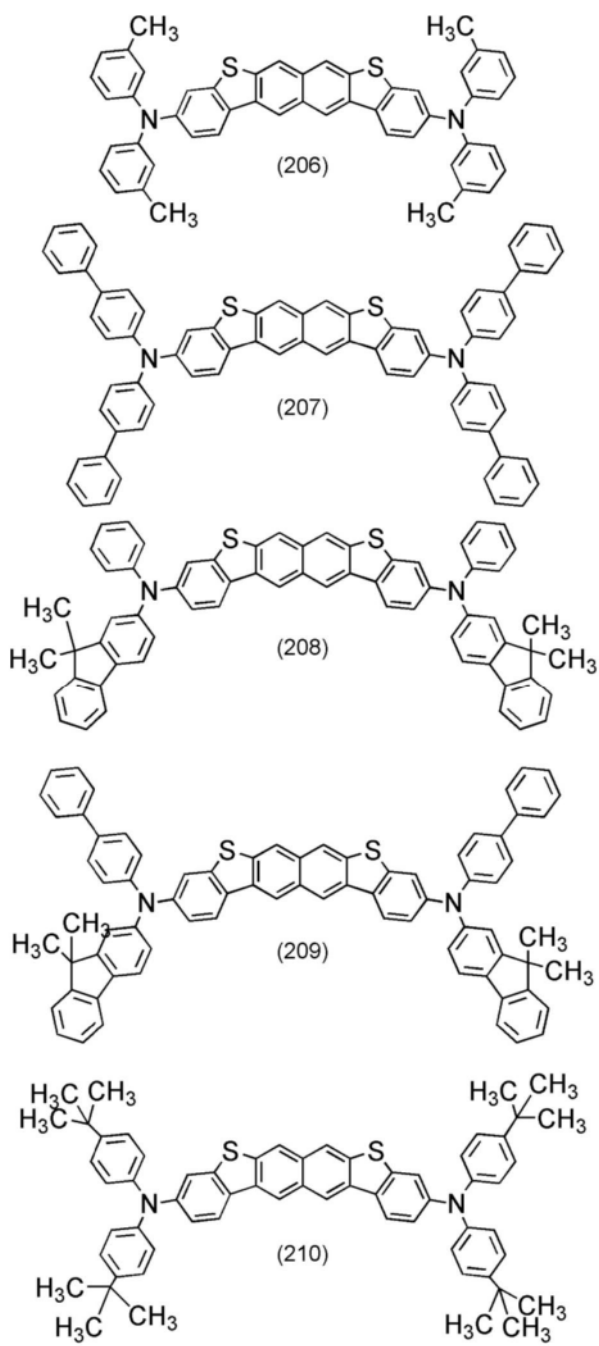


[0302]

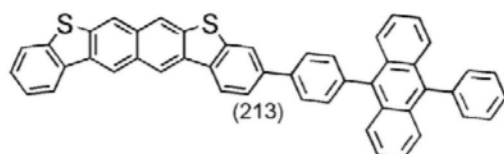
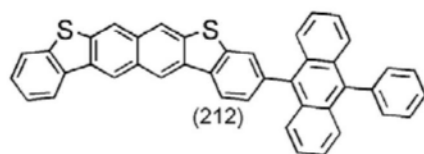
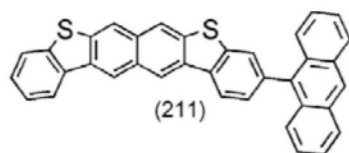


[0303] [化学式53]

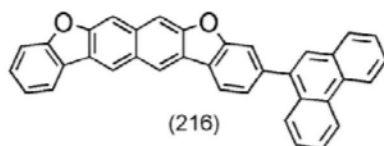
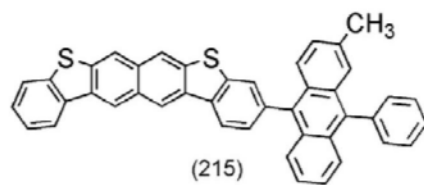
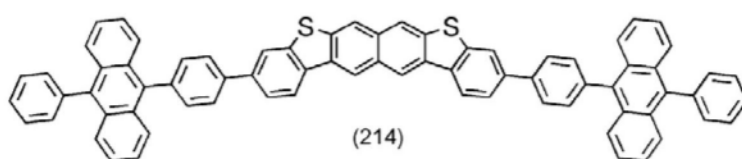
[0304]



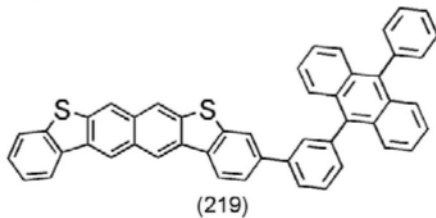
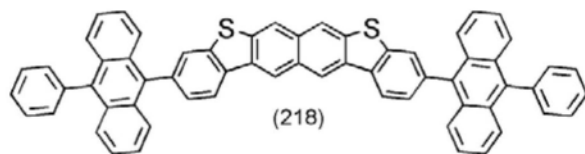
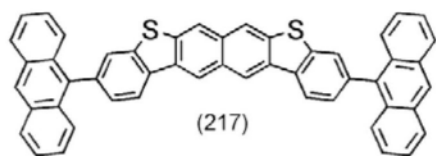
[0305] [化学式54]



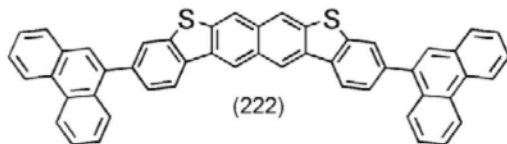
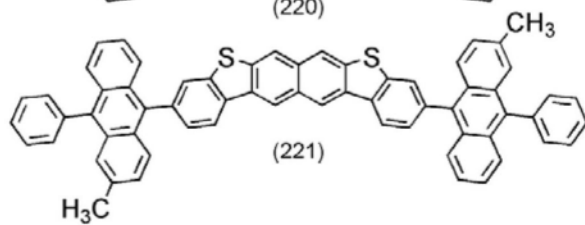
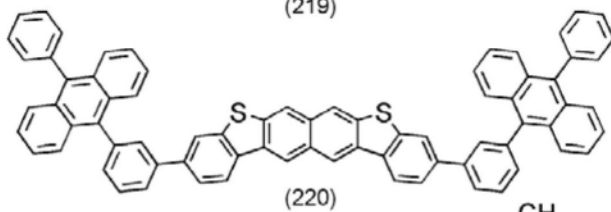
[0306]



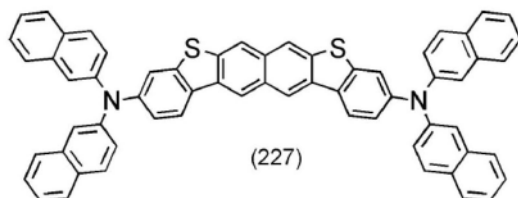
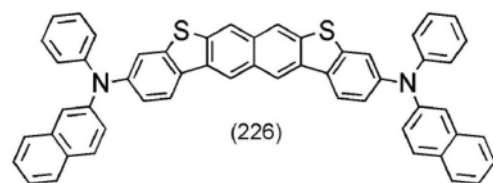
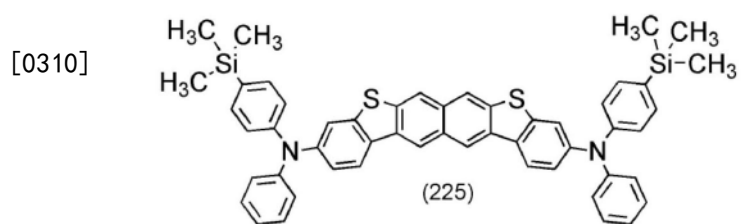
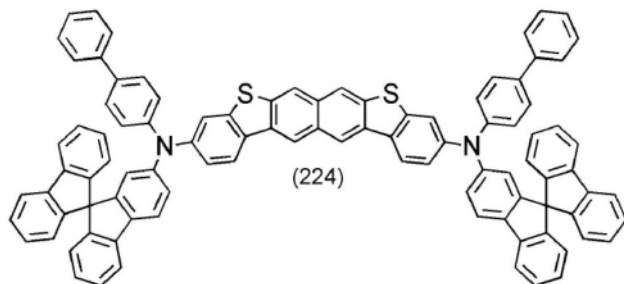
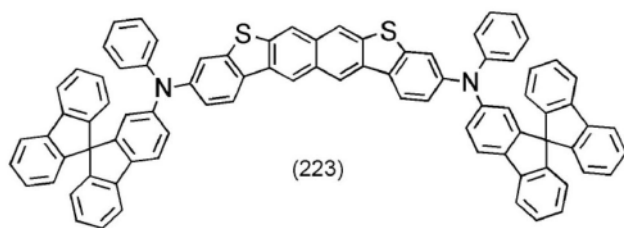
[0307] [化学式55]



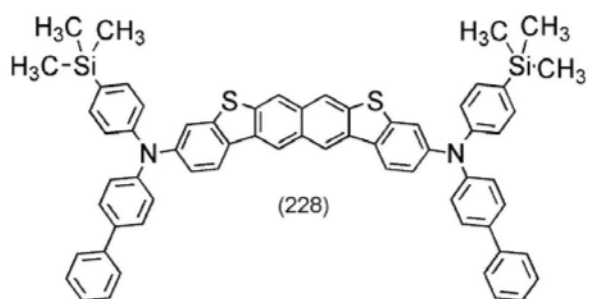
[0308]



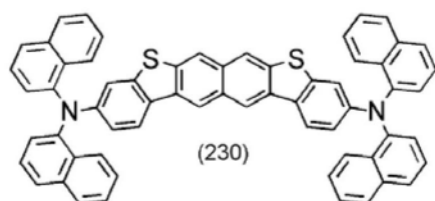
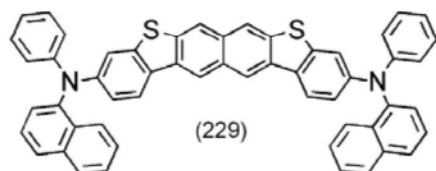
[0309] [化学式56]



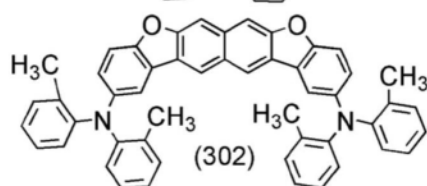
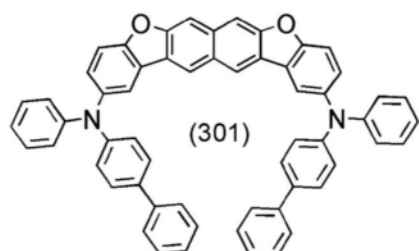
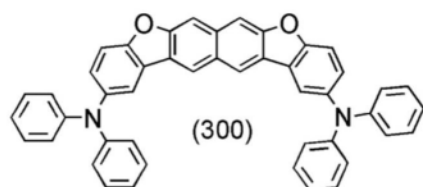
[0311] [化学式57]



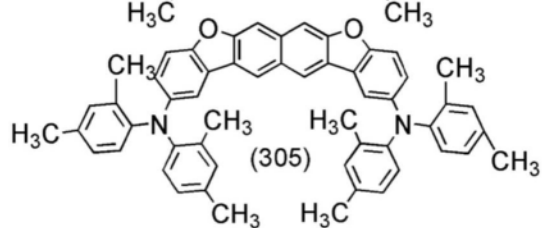
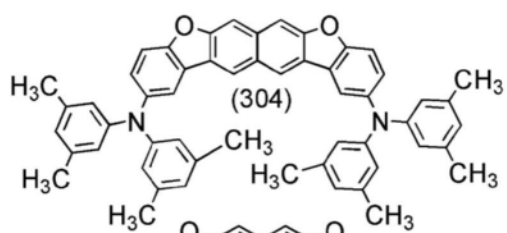
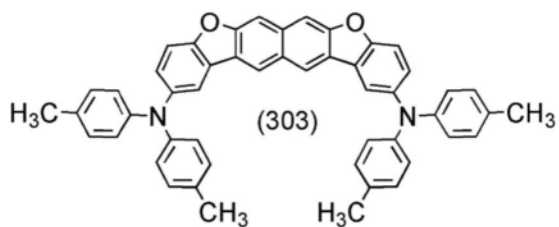
[0312]



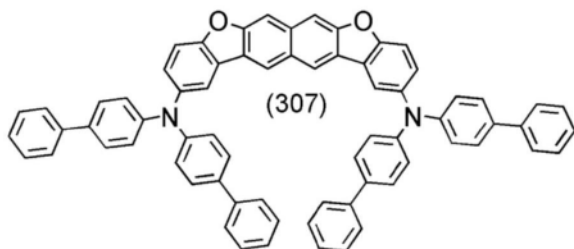
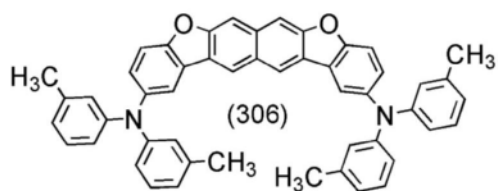
[0313] [化学式58]



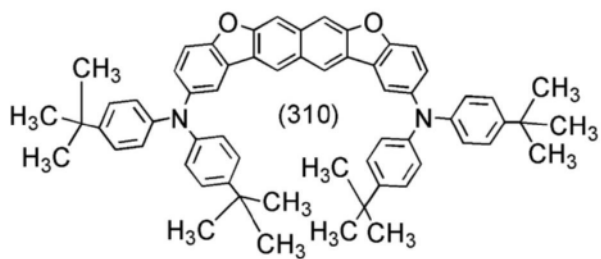
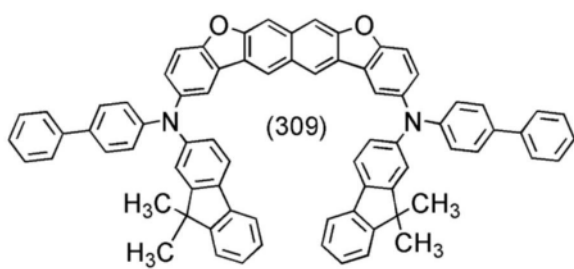
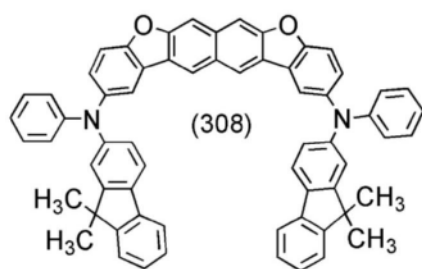
[0314]



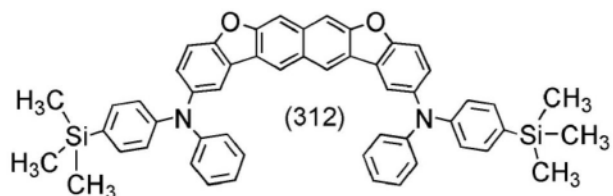
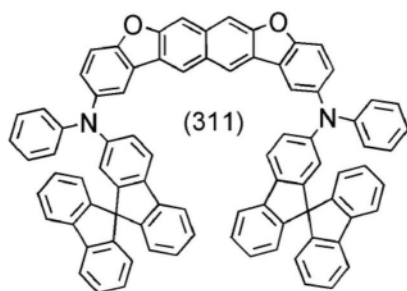
[0315] [化学式59]



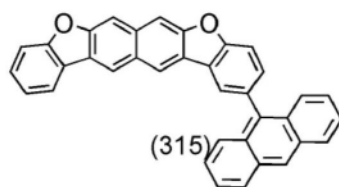
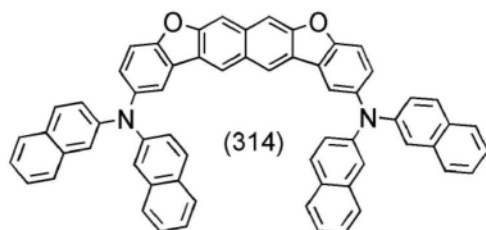
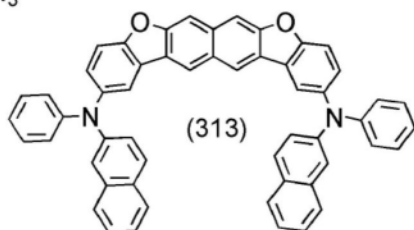
[0316]



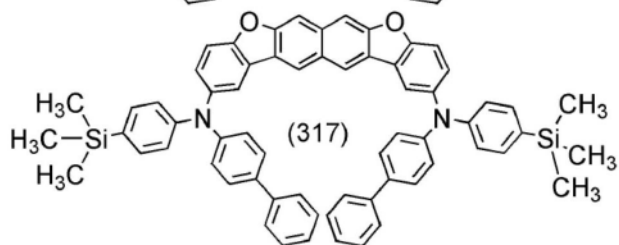
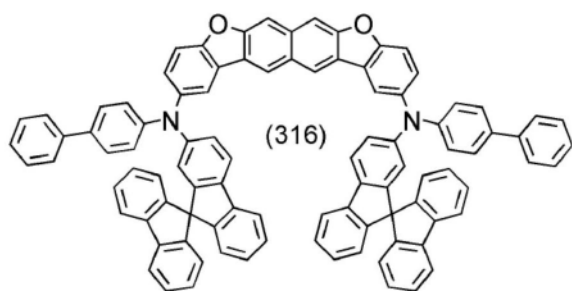
[0317] [化学式60]



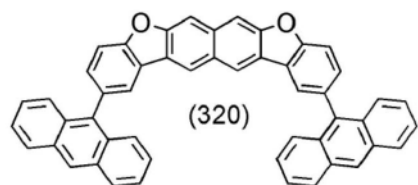
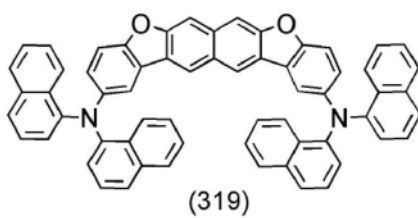
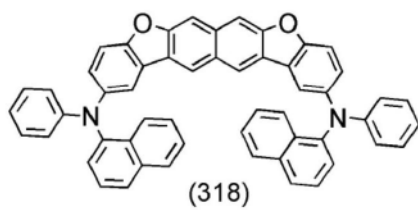
[0318]



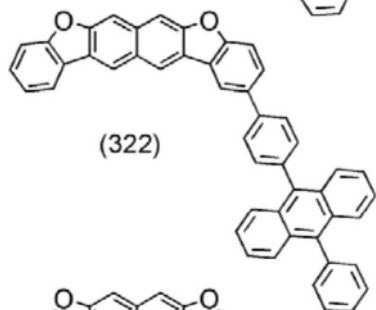
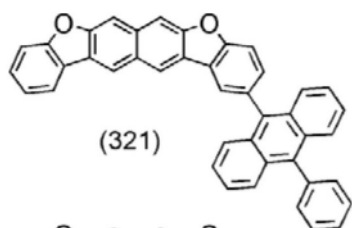
[0319] [化学式61]



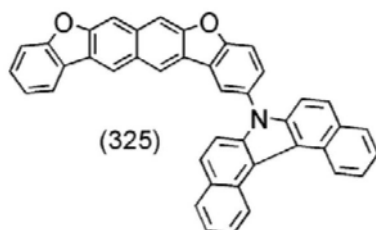
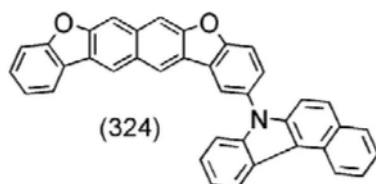
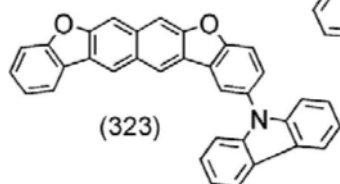
[0320]



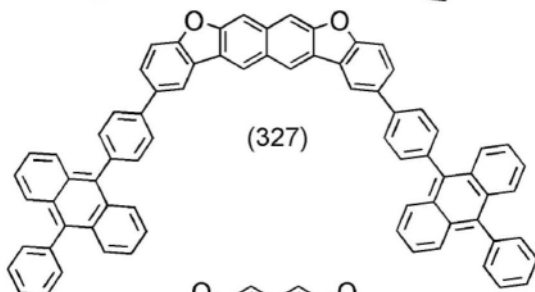
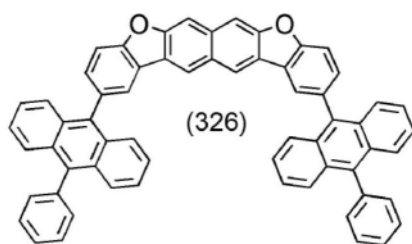
[0321] [化学式62]



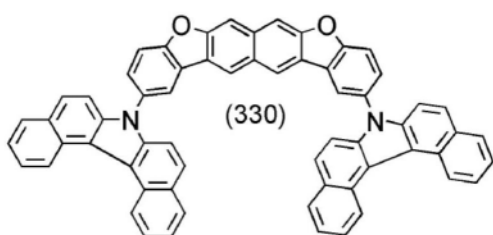
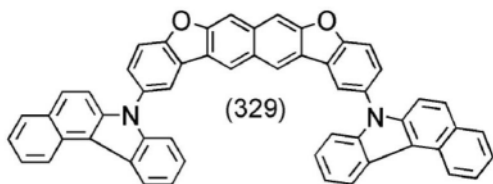
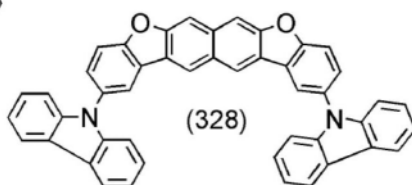
[0322]



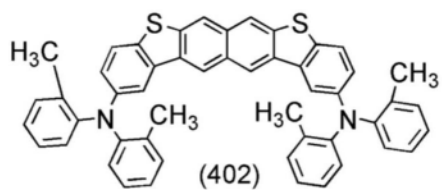
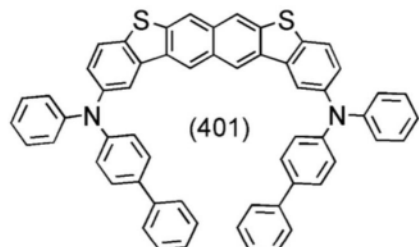
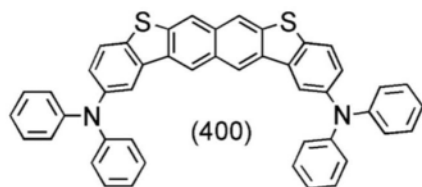
[0323] [化学式63]



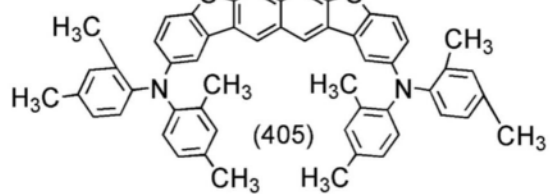
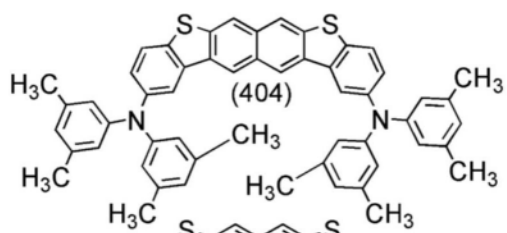
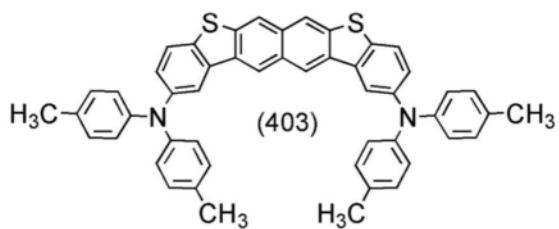
[0324]



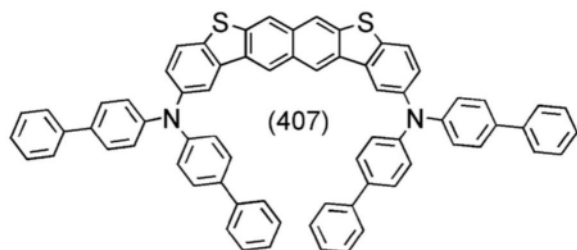
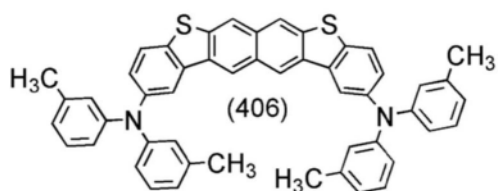
[0325] [化学式64]



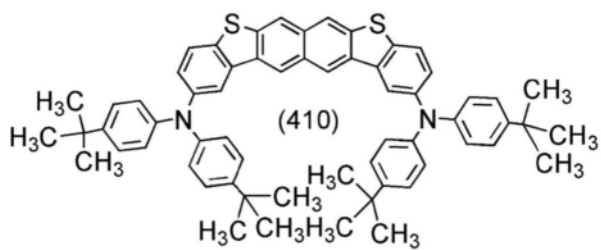
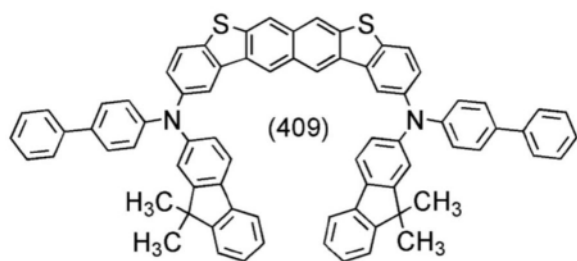
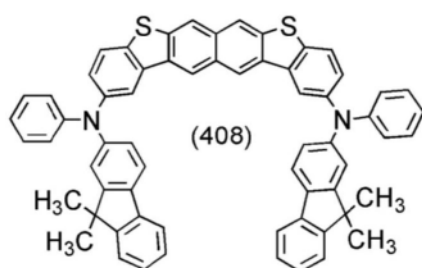
[0326]



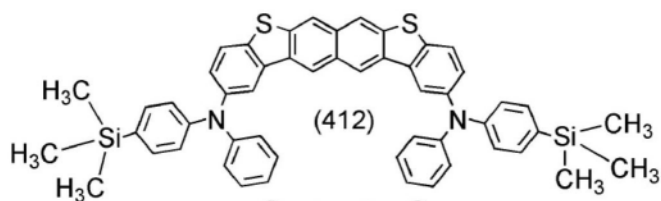
[0327] [化学式65]



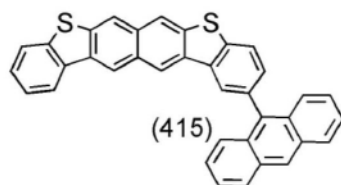
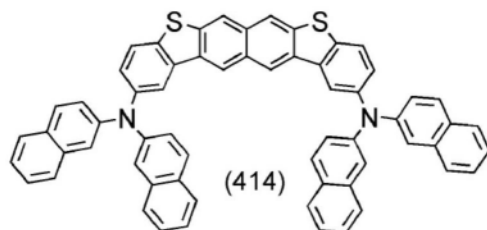
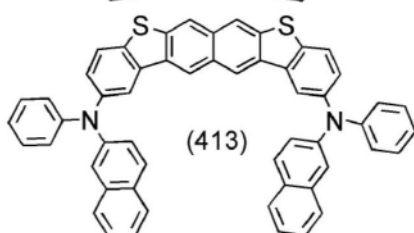
[0328]



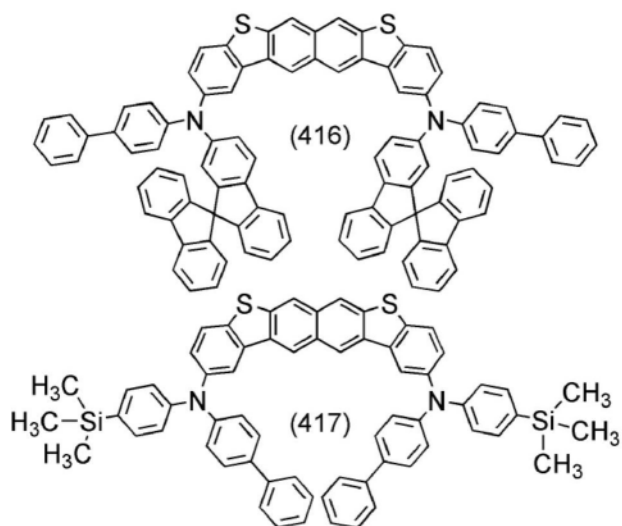
[0329] [化学式66]



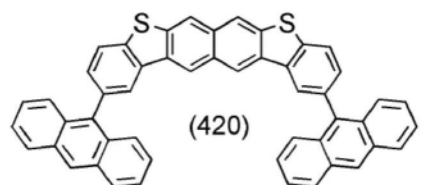
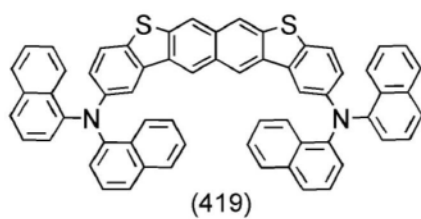
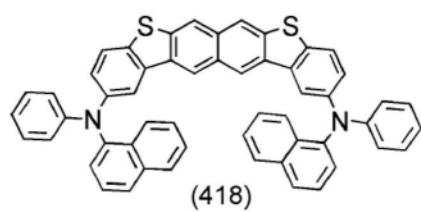
[0330]



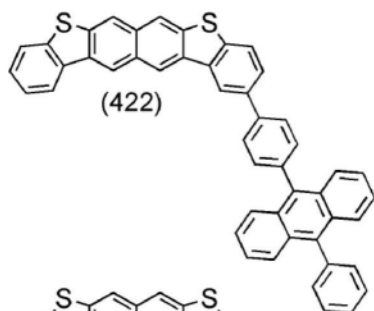
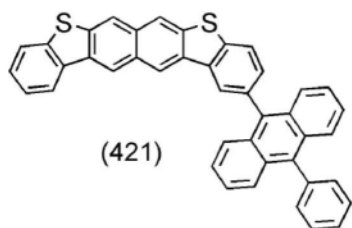
[0331] [化学式67]



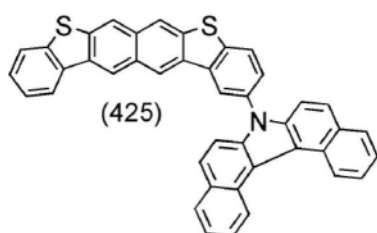
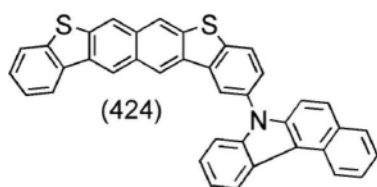
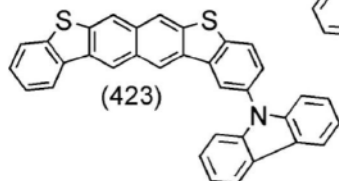
[0332]



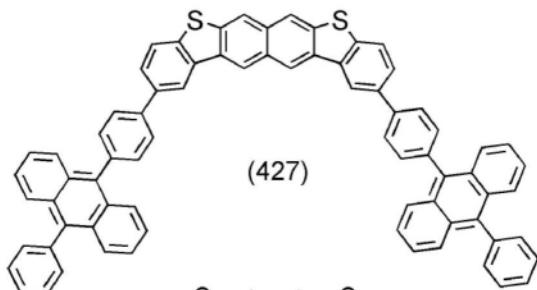
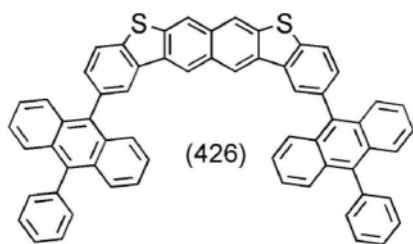
[0333] [化学式68]



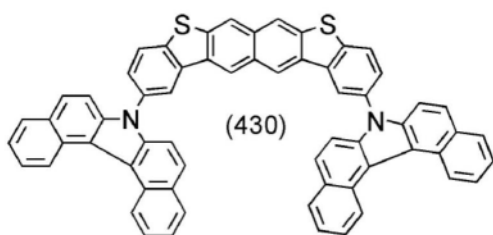
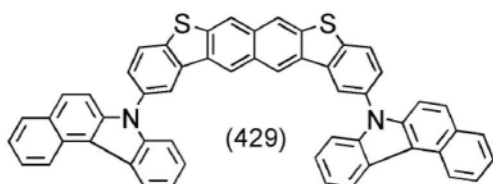
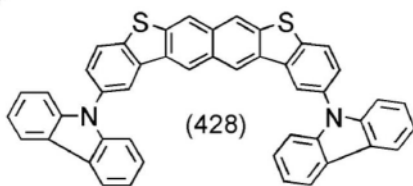
[0334]



[0335] [化学式69]

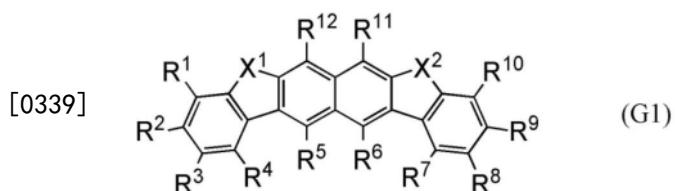


[0336]



[0337] 接着,作为上述本发明的一个实施方式的有机化合物的合成方法的例子,对以上述通式 (G1) 表示的有机化合物的合成方法的例子进行说明。下面示出以通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0338] [化学式70]

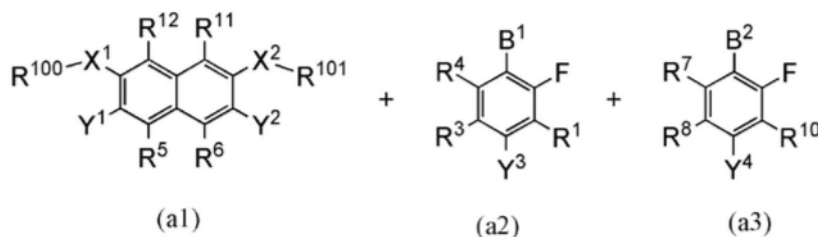


[0340] 以上述通式 (G1) 表示的有机化合物的分子量为5000以下。在式子中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。 R^1 至 R^{12} 分别独立地表示氢或取代基。注意, R^1 至 R^{12} 中的至少一个优选为取代基,因此,下面对包括取代基的有机化合物的合成方法进行说明。

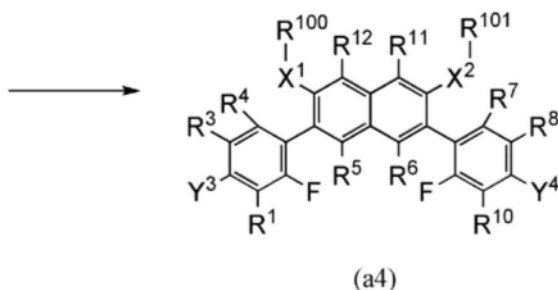
[0341] 首先,说明萘并双苯并呋喃骨架或萘并双苯并噻吩骨架的合成方法。如下述方案所示,通过对萘化合物 (a1)、芳基化合物 (a2) 及芳基化合物 (a3) 进行交叉耦合反应,可以得

到以 (a4) 表示的萘化合物。在方案中, R^{100} 和 R^{101} 都表示甲基等烷基。作为 B^1 和 B^2 , 都可以使用硼酸或二烷氧基硼酸等。 Y^3 和 Y^4 中的至少一个表示氯或溴等卤基或磺酰基等, 后面可以将取代基引入到该 Y^3 及/或 Y^4 的位置。注意, Y^3 和 Y^4 的位置只是一个例子, 通过改变该引入位置可以将取代基引入到各种位置。注意, 在 Y^3 和 Y^4 中的一个表示氯或溴等卤基或磺酰基等的情况下, 其中另一个也可以表示氢或其他取代基。 Y^1 及 Y^2 都表示溴或碘等卤基或磺酰基。 Y^1 及 Y^2 优选都表示其反应性比 Y^3 及 Y^4 高的脱离基。

[0342] [化学式71]



[0343]

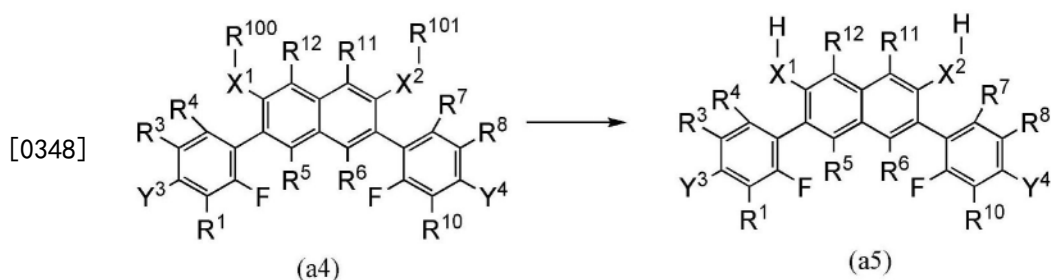


[0344] 以上述方案表示的反应能够在各种条件下进行, 例如可以举出在碱存在下使用金属催化剂的合成方法。作为该合成反应的具体例子, 可以举出铃木-宫浦反应。

[0345] 虽然在此使化合物 (a2) 和化合物 (a3) 同时与化合物 (a1) 起反应, 但是在化合物 (a2) 和化合物 (a3) 具有不同的取代基的情况下, 也可以在使化合物 (a2) 和化合物 (a1) 起反应之后使其生成物与化合物 (a3) 起反应。此时, 可以提高目的物的产率及纯度, 所以是优选的。

[0346] 接着, 如下述方案所示, 通过对萘化合物 (a4) 进行脱烷基反应, 可以得到以 (a5) 表示的萘化合物。

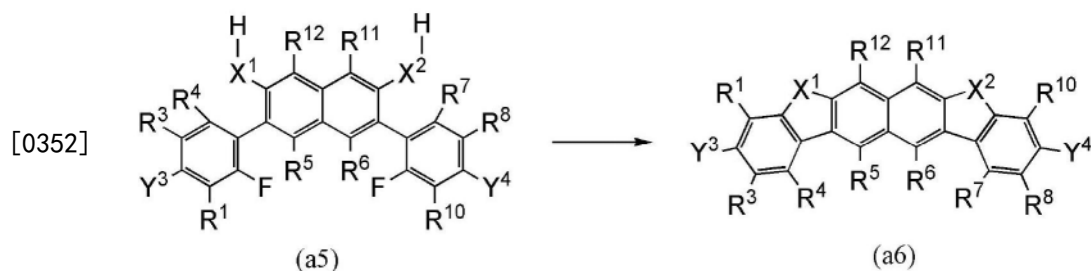
[0347] [化学式72]



[0349] 上述反应能够在各种条件下进行, 例如可以举出在二氯甲烷等的溶剂中使用三溴化硼等路易斯酸的反应。

[0350] 接着, 如下述方案所示, 可以从萘化合物 (a5) 得到以 (a6) 表示的卤化萘并[2,3-b; 7,6-b']双苯并呋喃化合物或卤化萘并[2,3-b; 7,6-b']双苯并噻吩化合物。

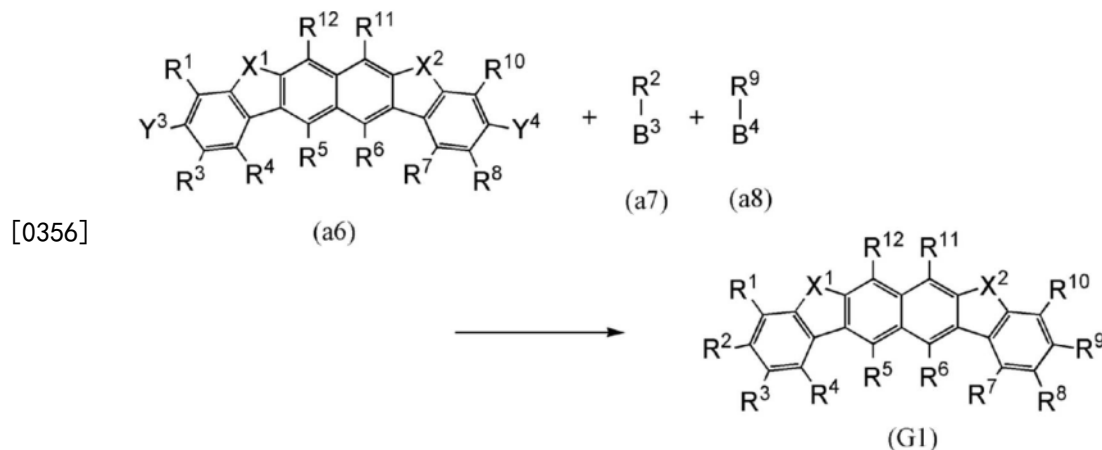
[0351] [化学式73]



[0353] 上述反应能够在各种条件下进行。例如,将化合物 (a5) 溶解于N-甲基吡咯烷酮(简称:NMP)或二甲亚砜(简称:DMSO)等中,对其溶液添加碳酸钾或碳酸铯并进行加热,由此能够进行反应。

[0354] 接着,如下述方案所示,通过对卤化萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃化合物或卤化萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩化合物(a6)、芳基化合物(a7)及芳基化合物(a8)进行交叉耦合反应,可以得到以通式(G1)表示的萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃化合物或萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩化合物。作为B³和B⁴,都可以使用硼酸或二烷氧基硼酸、铝、镓、锌或锡等。在芳基化合物(a7)和芳基化合物(a8)为仲胺的情况下,B³和B⁴为氢。

[0355] [化学式74]



[0357] 上述反应能够在各种条件下进行。例如,可以举出在碱存在下使用金属催化剂的合成方法,具体而言,可以利用铃木-宫浦反应。在芳基化合物(a7)和芳基化合物(a8)为仲胺的情况下,可以利用乌尔曼耦合或哈特维希-布赫瓦尔德反应。

[0358] 注意,虽然在此在使化合物(a7)和化合物(a8)同时与化合物(a6)起反应,但是在化合物(a7)和化合物(a8)具有不同的取代基,即R²和R⁹是不同的取代基的情况下,优选将反应分为两个步骤,即在使化合物(a7)与化合物(a6)起反应之后使其生成物与化合物(a8)起反应。如此,可以提高目的物的产率及纯度。

[0359] 注意,虽然在此示出用化合物(a7)的R²和化合物(a8)的R⁹取代化合物(a6)的Y³及Y⁴的反应,但是为了改变被引入的取代基的位置或数量,可以使用将卤基或磺酰基引入到化合物(a2)及/或化合物(a3)的取代位置的原料。

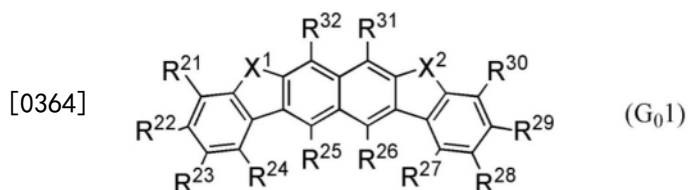
[0360] 如上所述,化合物(a6)是在以通式(G1)表示的有机化合物的合成方面上很有用的原料之一。与此同样,化合物(a5)及化合物(a4)也是很有用的原料之一。

[0361] 在化合物(a6)中,Y³和Y⁴中的至少一个表示氯或溴等卤基或磺酰基等,后面可以将取代基引入到该Y³及/或Y⁴的位置。注意,Y³和Y⁴的位置只是一个例子,通过将该引入位置改

变为 R^1 、 R^3 至 R^8 和 R^{10} 至 R^{12} 中的任意位置,可以将取代基引入到各种位置。注意,在 Y^3 和 Y^4 中的一个表示氯或溴等卤基或磺酰基等的情况下,其中另一个也可以表示氢或其他取代基。

[0362] 也就是说,上述化合物(a6)可以以下述通式(G_01)表示。

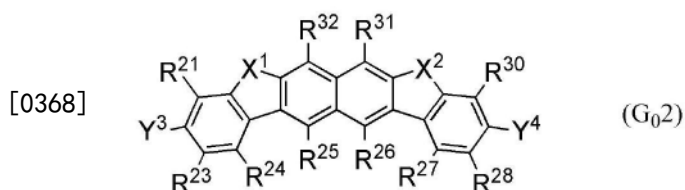
[0363] [化学式75]



[0365] 在上述通式(G_01)中, X^1 及 X^2 分别独立地表示氧原子或硫原子。在式子中, R^{21} 至 R^{32} 中的一个或两个表示卤基或磺酰基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至10的脂肪烃基、碳原子数为3至20的脂环烃基、碳原子数为6至25的芳烃基或者碳原子数为1至25的杂环基。

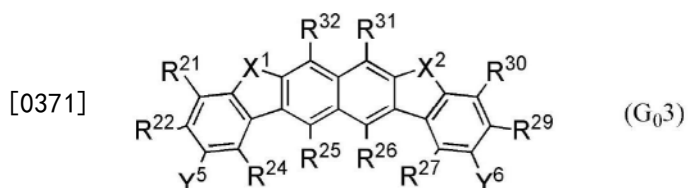
[0366] 以上述通式(G_1)表示的有机化合物优选在 R^2 和 R^9 的位置包括取代基。也就是说,以上述通式(G_01)表示的有机化合物优选在 R^{22} 和 R^{29} 的位置包括卤基及磺酰基,以下述通式(G_02)表示的有机化合物是进一步有用的。

[0367] [化学式76]



[0369] 另外,以上述通式(G_1)表示的有机化合物优选在 R^3 和 R^8 的位置包括取代基。也就是说,以上述通式(G_01)表示的有机化合物优选在 R^{23} 和 R^{28} 的位置包括卤基及磺酰基,以下述通式(G_03)表示的有机化合物是进一步有用的。

[0370] [化学式77]



[0372] (实施方式2)

[0373] 以下参照图1A对本发明的一个实施方式的发光元件的例子进行详细的说明。

[0374] 本实施方式的发光元件包括一对电极(阳极101和阴极102)、设置在阳极101与阴极102之间的EL层103。

[0375] 阳极101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:铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、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,可以举出使用对氧化铟添加有1wt%以上且20wt%以下的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌的方法等。另外,可以使用对氧化铟添加有0.5wt%以上且5wt%

以下的氧化钨和0.1wt%以上且1wt%以下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)、铝(Al)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,也可以使用石墨烯。另外,在作为空穴注入层111使用包含第一物质和第二物质的复合材料时,可以与功函数无关地选择上述之外的电极材料。

[0376] 可以使用受体性较高的第一物质形成空穴注入层111。此外,优选使用混合有具有受体性的第一物质和具有空穴传输性的第二物质的复合材料形成空穴注入层111。在将复合材料用作空穴注入层111的材料的情况下,作为第一物质使用对第二物质呈现受体性的物质。第一物质从第二物质抽出电子,而在第一物质中产生电子,并且在被抽出电子的第二物质中产生空穴。由于电场,被抽出的电子流到阳极101,而所产生的空穴通过空穴传输层112注入到发光层113,从而可以获得驱动电压低的发光元件。

[0377] 作为第一物质,优选使用过渡金属氧化物、元素周期表中第四族至第八族的金属的氧化物、具有吸电子基团(卤基或氰基)的有机化合物等。

[0378] 作为上述过渡金属氧化物或元素周期表中第四族至第八族的金属的氧化物,优选使用钒氧化物、铌氧化物、钽氧化物、铬氧化物、钼氧化物、钨氧化物、锰氧化物、铈氧化物、钛氧化物、钇氧化物、锆氧化物、铪氧化物及银氧化物,因为它们具有高电子受体性。尤其优选使用钼氧化物,因为其在大气中稳定,吸湿性低且容易处理。

[0379] 作为上述具有吸电子基团(卤基或氰基)的有机化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F4-TCNQ)、氯醌-2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰-萘醌二甲烷(简称:F6-TCNNQ)等。尤其是,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等热稳定,所以是优选的。

[0380] 第二物质是具有空穴传输性的物质,其空穴迁移率优选为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上。作为可用作第二物质的材料,可以举出:芳香胺诸如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;咔唑衍生物诸如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;芳烃诸如2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒽(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、2-叔丁基蒽(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(简称:DMNA)、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、并五苯、晕苯、红荧烯、二萘嵌苯、2,5,8,11-四

(叔丁基)二萘嵌苯等。芳烃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,可以使用: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'-联苐-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基苐-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苐-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:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-苐-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-螺-9,9'-联苐-2-胺(简称:PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-苐-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-苐-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-苐-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳族胺骨架的化合物以及具有咔唑骨架的化合物具有高可靠性和高空穴传输性,也有助于降低驱动电压,所以是优选的。

[0381] 另外,本发明的一个实施方式的有机化合物也是具有空穴传输性的物质而可以被用作第二物质。尤其优选的是,该有机化合物具有二芳基氨基、电子过多型杂环基或芳烃基作为取代基。

[0382] 此外,空穴注入层111可以使用湿式法形成。在此情况下,可以使用聚(乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)水溶液(PEDOT/PSS)、聚苯胺/樟脑磺酸水溶液(PANI/CSA)、PTPDES、Et-PTPDEK、PPBA、聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PANI/PSS)等添加有酸的导电高分子化合物等。

[0383] 空穴传输层112是包含具有空穴传输性的材料的层。该具有空穴传输性的材料可以使用与作为构成上述空穴注入层111的物质的第二物质相同的材料形成。空穴传输层112既可以由一个层形成,又可以由多个层形成。在空穴传输层112由多个层形成的情况下,为了容易注入空穴,空穴传输层112优选具有其HOMO能级从空穴注入层111一侧的层向发光层113一侧的层逐步变深的结构。上述结构非常优选用于发光层113中的主体材料的HOMO能级较深的蓝色荧光发光元件。

[0384] 上述由多个层形成的空穴传输层112所具有的其HOMO能级向发光层113一侧逐步变深的结构尤其优选用于由有机受体(上述具有吸电子基团(卤基或氰基)的有机化合物)形成空穴注入层111的元件,可以得到载流子注入性良好且驱动电压低的具有非常良好的特性的元件。

[0385] 另外,本发明的一个实施方式的有机化合物也是具有空穴传输性的物质而可以被用作具有空穴传输性的材料。尤其优选的是,该有机化合物具有二芳基氨基、电子过多型杂环基或芳烃基作为取代基。

[0386] 另外,空穴传输层112也可以使用湿式法形成。在使用湿式法形成空穴传输层112时,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。

[0387] 发光层113可以包含荧光发光物质、磷光发光物质、发射热活化延迟荧光(TADF)的物质、量子点材料以及金属卤化物钙钛矿材料等任何发光物质,但是发光层113优选包含实施方式1所说明的本发明的一个实施方式的有机化合物作为发光物质。通过将本发明的一个实施方式的有机化合物用作发光物质,可以容易获得效率高且色度非常良好的发光元件。

[0388] 另外,发光层113既可以为单层,又可以为多个层。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,优选使用后面说明的激基复合物。

[0389] 另外,本发明的一个实施方式的有机化合物也是具有高量子产率的物质而可以被用作发光物质。尤其是,具有蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架的物质容易设计为呈现蓝色等短波长的发光的材料。此外,该有机化合物的单重激发态能级很高而适于荧光用主体材料。

[0390] 作为荧光发光物质,例如可以使用如下物质。注意,除此之外,还可以使用其他荧光发光物质。可以举出5,6-双[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒎基)联苯基-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苝-1,6-二胺、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苝-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-蒎基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二蔡嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二蔡嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒎-9,10-二基二-4,1-亚苯)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-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N'',N'',N'',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒎-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒎基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒎-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒎-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]噻嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯

基-N,N',N'-四(4-甲基苯基)苾并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)等。尤其是,以1,6FLPAPr_n或1,6mMemFLPAPr_n等苾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、高发光效率及高可靠性,所以是优选的。

[0391] 在发光层113中,作为可以用作磷光发光物质的材料,例如可以举出如下物质。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]菲啉根]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)吡啉根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡啉基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]吡啉甲酰合铱(III)(简称:FIrpic)、双[2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啉根-N,C^{2'}]吡啉甲酰合铱(III)(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啉根-N,C^{2'}]乙酰丙酮合铱(III)(简称:FIracac)等以具有吸电子基团的苯基吡啉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。

[0392] 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(mppm)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-苯基吡啉根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡啉根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等具有吡啉骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啉根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啉根-N,C^{2'})乙酰丙酮合铱(III)(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)乙酰丙酮合铱(III)(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'})乙酰丙酮合铱(III)(简称:[Ir(pq)₂(acac)])等具有吡啉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

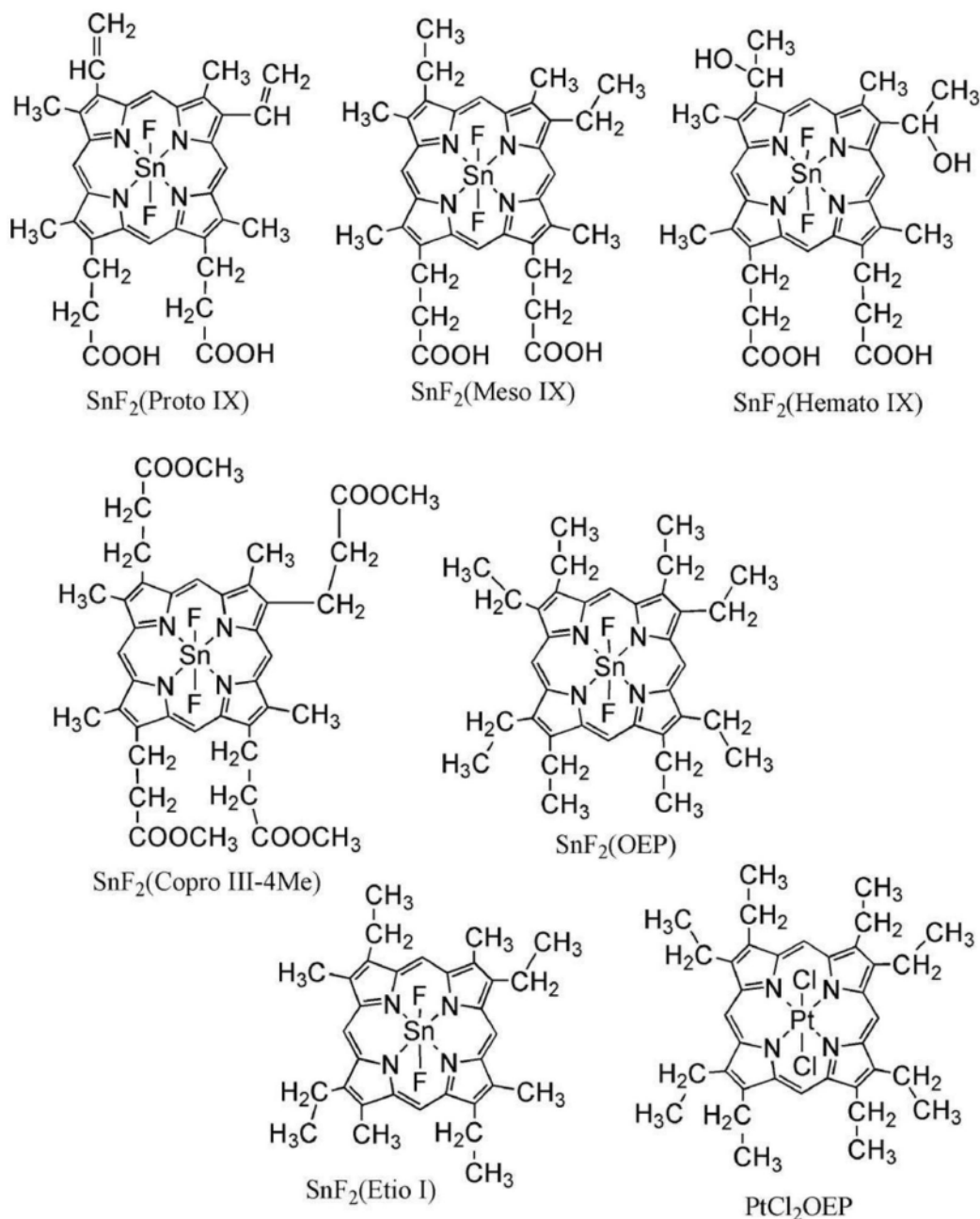
的化合物,并且在500nm至600nm具有发光的峰值。另外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性及发光效率,所以是特别优选的。

[0393] 另外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)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(dlnpm)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]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'})乙酰丙酮合铱(III)(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)(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。

[0394] 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。

[0395] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等。另外,可以使用包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉等。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(SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl₂OEP)等。

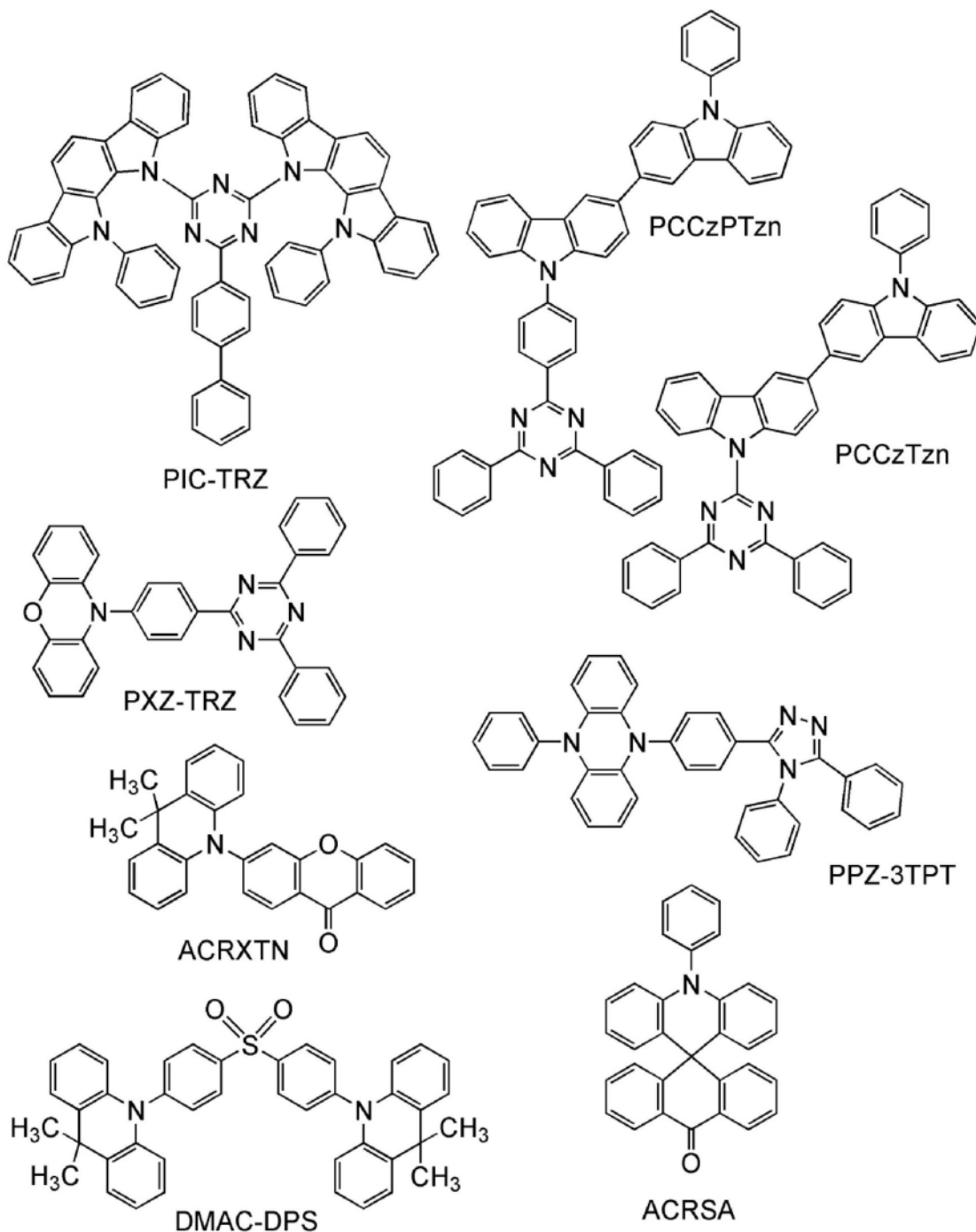
[0396] [化学式78]



[0398] 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-苯基吡唑并[2,3-a]咪唑-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'-联咪唑(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砷(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-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 T_1 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。

[0399] [化学式79]



[0401] 此外,作为量子点,可以举出第十四族元素、第十五族元素、第十六族元素、包含多个第十四族元素的化合物、第四族至第十四族的元素和第十六族元素的化合物、第二族元素和第十六族元素的化合物、第十三族元素和第十五族元素的化合物、第十三族元素和第十七族元素的化合物、第十四族元素和第十五族元素的化合物、第十一族元素和第十七族元素的化合物、氧化铁类、氧化钛类、硫系尖晶石类、各种半导体簇、金属卤化物钙钛矿材料等纳米尺寸粒子。

[0402] 具体而言,可以举出硒化镉(CdSe)、硫化镉(CdS)、碲化镉(CdTe)、硒化锌(ZnSe)、氧化锌(ZnO)、硫化锌(ZnS)、碲化锌(ZnTe)、硫化汞(HgS)、硒化汞(HgSe)、碲化汞(HgTe)、砷化铟(InAs)、磷化铟(InP)、砷化镓(GaAs)、磷化镓(GaP)、氮化铟(InN)、氮化镓(GaN)、锑化铟(InSb)、锑化镓(GaSb)、磷化铝(AlP)、砷化铝(AlAs)、锑化铝(AlSb)、硒化铅(II)(PbSe)、碲化铅(II)(PbTe)、硫化铅(II)(PbS)、硒化铟(In_2Se_3)、碲化铟(In_2Te_3)、硫化铟(In_2S_3)、硒化镓(Ga_2Se_3)、硫化砷(III)(As_2S_3)、硒化砷(III)(As_2Se_3)、碲化砷(III)(As_2Te_3)、硫化锑(III)(Sb_2S_3)、硒化锑(III)(Sb_2Se_3)、碲化锑(III)(Sb_2Te_3)、硫化铋(III)(Bi_2S_3)、硒化铋(III)(Bi_2Se_3)、碲化铋(III)(Bi_2Te_3)、硅(Si)、碳化硅(SiC)、锗(Ge)、锡(Sn)、硒(Se)、碲(Te)、硼(B)、碳(C)、磷(P)、氮化硼(BN)、磷化硼(BP)、砷化硼(BAs)、氮化铝(AlN)、硫化铝(Al_2S_3)、硫化钡(BaS)、硒化钡(BaSe)、碲化钡(BaTe)、硫化钙(CaS)、硒化钙(CaSe)、碲化钙(CaTe)、硫化铍(BeS)、硒化铍(BeSe)、碲化铍(BeTe)、硫化镁(MgS)、硒化镁(MgSe)、硫化锗(GeS)、硒化锗(GeSe)、碲化锗(GeTe)、硫化锡(IV)(SnS_2)、硫化锡(II)(SnS)、硒化锡(II)(SnSe)、碲化锡(II)(SnTe)、氧化铅(II)(PbO)、氟化铜(I)(CuF)、氯化铜(I)(CuCl)、溴化铜(I)(CuBr)、碘化铜(I)(CuI)、氧化铜(I)(Cu_2O)、硒化铜(I)(Cu_2Se)、氧化镍(II)(NiO)、氧化钴(II)(CoO)、硫化钴(II)(CoS)、四氧化三铁(Fe_3O_4)、硫化铁(II)(FeS)、氧化锰(II)(MnO)、硫化钼(IV)(MoS_2)、氧化钒(II)(VO)、氧化钒(IV)(VO_2)、氧化钨(IV)(WO_2)、氧化钽(V)(Ta_2O_5)、氧化钛(TiO_2 、 Ti_2O_5 、 Ti_2O_3 、 Ti_5O_9 等)、氧化锆(ZrO_2)、氮化硅(Si_3N_4)、氮化锗(Ge_3N_4)、氧化铝(Al_2O_3)、钛酸钡(BaTiO_3)、硒锌镉的化合物(CdZnSe)、铟砷磷的化合物(InAsP)、镉硒硫的化合物(CdSeS)、镉硒碲的化合物(CdSeTe)、铟镓砷的化合物(InGaAs)、铟镓硒的化合物(InGaSe)、铟硒硫化合物(InSeS)、铜铟硫的化合物(例如, CuInS_2)以及它们的组合等,但是不局限于此。此外,也可以使用以任意比率表示组成的所谓的合金型量子点。例如,因为由 $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ (x 为0至1的任意数)表示的合金型量子点可以通过改变 x 的比率来改变发光波长,所以合金型量子点是有效于得到蓝色发光的手段之一。

[0403] 作为量子点的结构,有核型、核壳(Core Shell)型、核多壳(Core Multishell)型等。可以使用上述任一个,但是通过使用覆盖核且具有更宽的带隙的其他无机材料来形成壳,可以减少存在于纳米晶表面上的缺陷或悬空键的影响,从而可以大幅度地提高发光的量子效率。由此,优选使用核壳型或核多壳型的量子点。作为壳的材料例子,可以举出硫化锌(ZnS)或氧化锌(ZnO)。

[0404] 此外,在量子点中,由于表面原子的比例高,因此反应性高而容易发生聚集。因此,量子点的表面优选附着有保护剂或设置有保护基。通过附着有保护剂或设置有保护基,可以防止聚集并提高对溶剂的溶解性。此外,还可以通过降低反应性来提高电稳定性。作为保护剂(或保护基),例如可以举出:月桂醇聚氧乙烯醚、聚氧乙烯硬脂基醚、聚氧乙烯硬脂基醚等聚氧乙烯烷基醚类;三丙基膦、三丁基膦、三己基膦、三辛基膦等三烷基膦类;聚氧乙烯 n -辛基苯基醚、聚氧乙烯 n -壬基苯基醚等聚氧乙烯烷基苯基醚类;三(n -己基)胺、三(n -辛基)胺、三(n -癸基)胺等叔胺类;三丙基氧化膦、三丁基氧化膦、三己基氧化膦、三辛基氧化膦、三癸基氧化膦等有机磷化合物;聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯等聚乙二醇二酯类;吡啶、卢惕啶、可力丁、喹啉类等含氮芳香化合物等有机氮化合物;己基胺、辛基胺、癸基胺、十二烷基胺、十四烷基胺、十六烷基胺、十八烷基胺等氨基链烷类;二丁基硫醚等二烷基硫醚类;二甲亚砷、二丁亚砷等二烷亚砷类;噻吩等含硫芳香化合物等有机硫化合物;

棕榈酸、硬脂酸、油酸等高级脂肪酸；乙醇类；失水山梨醇脂肪酸酯类；脂肪酸改性聚酯类；叔胺类改性聚氨酯类；聚乙烯亚胺类等。

[0405] 另外，量子点也可以是棒状的量子杆。因为量子杆呈现向c轴方向偏振的具有指向性的光，所以通过将量子杆用作发光材料，可以得到外量子效率优良的发光元件。

[0406] 另外，在形成将该量子点用作发光材料并将其分散在主体材料中的发光层时，可以将量子点分散在主体材料中或将主体材料和量子点溶解或分散在适当的液体介质中，并使用湿式法（旋涂法、浇铸法、染料涂布法、刮涂法、辊涂法、喷墨法、印刷法、喷涂法、帘式涂布法、朗缪尔-布罗基特法等）形成层，然后去除或烧成溶剂。

[0407] 作为用于湿式法的液体介质，例如可以使用：甲乙酮、环己酮等的酮类；乙酸乙酯等的甘油脂肪酸酯类；二氯苯等的卤化芳烃类；甲苯、二甲苯、均三甲苯、环己基苯等的芳烃类；环己烷、十氢化萘、十二烷等的脂肪烃类；二甲基甲酰胺（DMF）、二甲亚砜（DMSO）等的有机溶剂。

[0408] 在使用荧光发光物质作为发光层的主体材料的情况下，9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒎基)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-蒎基)苯基]-9H-咔唑（简称：CzPA）、7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑（简称：cgDBCzPA）、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒎基)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}蒎（简称：FLPPA）等具有蒎骨架的材料是优选的。在将具有蒎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。

[0409] 在作为主体材料使用上述材料之外的材料的情况下，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。

[0410] 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-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)（简称：ZnPB0）、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)（简称：ZnBTZ）等金属配合物；2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑（简称：PBD）、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑（简称：TAZ）、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯（简称：OXD-7）、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑（简称：C011）、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)（简称：TPBI）、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑（简称：mDBTBIIm-II）等具有多唑骨架的杂环化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉（简称：2mDBTPDBq-II）、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（简称：2mDBTBPDq-II）、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉（简称：2mCzBPDBq）、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶（简称：4,6mPnP2Pm）、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶（简称：4,6mDBTP2Pm-II）等具有二嗪骨架的杂环化合物；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）等具有吡啶骨架的杂环化合物。其中，具有二嗪骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有高可靠性，所以是优选的。尤其是，具有二嗪（嘧啶或吡嗪）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。

[0411] 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:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]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(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等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高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。

[0412] 在使用荧光发光物质作为发光物质的情况下,9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒎基)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-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒎基)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}-蒎(简称:FLPPA)等具有蒎骨架的材料是优选的。在将具有蒎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。

[0413] 另外,主体材料也可以是混合有多种物质的材料,当使用被混合的主体材料时,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可以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。

[0414] 另外,被混合的主体材料也可以形成激基复合物。通过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的方式选择材料的组合,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。另外,上述结构可以降低驱动电压,所以是优选的。

[0415] 具有如上所述的结构发光层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、胶版印刷法、喷墨法、旋涂法、浸渍涂布法等来形成。

[0416] 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。

[0417] 另外,本发明的一个实施方式的有机化合物也是具有电子传输性的物质而可以被用作具有电子传输性的材料。尤其优选的是,该有机化合物具有缺电子型杂环基或芳烃基作为取代基。

[0418] 另外,也可以在电子传输层与发光层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。

[0419] 另外,也可以在电子传输层114和阴极102之间以接触于阴极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(CaF_2)等碱金属、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,也可以将电子盐用于电子注入层115。作为该电子盐,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,可以从阴极102高效率地注入电子,因此是更优选的。

[0420] 另外,可以设置电荷产生层116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和阴极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实施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。

[0421] 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中的任一个或两个。

[0422] 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能级和电子传输层114中的与电荷产生层116接触的层所包含的物质的LUMO能级之间。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。

[0423] 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。

[0424] 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(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。

[0425] 作为形成阴极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,通过在阴极102和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函率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-氧化锡等用作阴极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、旋涂法等形式。另外,阴极102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。

[0426] 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、湿式法(旋涂法、浇铸法、染料涂布法、刮涂法、辊涂法、喷墨法、印刷法(凹版印刷法、胶版印刷法、丝网印刷法等)、喷涂法、帘式涂布法、朗缪尔-布罗基特法等)等。

[0427] 另外,也可以通过使用不同成膜方法形成上面所述的各电极或各层。

[0428] 这里,参照图2A至图2D对利用液滴喷射法形成包含发光物质的层786的方法进行说明。图2A至图2D是说明包含发光物质的层786的制造方法的截面图。

[0429] 首先,在平坦化绝缘膜770上形成导电膜772,以覆盖导电膜772的一部分的方式形成绝缘膜730(参照图2A)。

[0430] 接着,在作为绝缘膜730的开口的导电膜772的露出部利用液滴喷射装置783喷射液滴784,来形成包含组成物的层785。液滴784是包含溶剂的组成物,附着于导电膜772上(参照图2B)。

[0431] 此外,也可以在减压下进行喷射液滴784的工序。

[0432] 接着,通过去除包含组成物的层785中的溶剂而使其固化,形成包含发光物质的层786(参照图2C)。

[0433] 作为去除溶剂的方法,可以进行干燥工序或加热工序。

[0434] 接着,在包含发光物质的层786上形成导电膜788,形成发光元件782(参照图2D)。

[0435] 如上所述,通过利用液滴喷射法形成包含发光物质的层786,可以选择性地喷射组成物,因此可以减少材料的损失。另外,由于不需要经过用来进行形状的加工的光刻工序等,所以可以使工序简化,从而可以以低成本形成包含发光物质的层。

[0436] 另外,上述的液滴喷射法为包括如下单元的总称,该单元为具有组成物的喷射口的喷嘴或者具有一个或多个喷嘴的头部等液滴喷射单元。

[0437] 接着,参照图3说明在液滴喷射法中利用的液滴喷射装置。图3是说明液滴喷射装置1400的示意图。

[0438] 液滴喷射装置1400包括液滴喷射单元1403。液滴喷射单元1403包括头部1405、头部1412及头部1416。

[0439] 头部1405及头部1412与控制单元1407连接,通过由计算机1410进行控制,可以描

画预先编程了的图案。

[0440] 另外,作为描画的时机,例如可以以形成在衬底1402上的标记1411为基准而进行描画。或者,也可以以衬底1402的边缘为基准而确定基准点。在此,利用成像单元1404检测出标记1411,将通过图像处理单元1409转换为数字信号的标记1411利用计算机1410识别而产生控制信号,以将该控制信号传送至控制单元1407。

[0441] 作为成像单元1404,可以利用使用电荷耦合器(CCD)、互补型金属-氧化物-半导体(CMOS)的图像传感器等。另外,在衬底1402上需要形成的图案的信息储存于存储媒体1408,可以基于该信息将控制信号传送至控制单元1407,来分别控制液滴喷射单元1403的头部1405、头部1412及头部1416等各头部。喷射的材料分别从材料供应源1413、材料供应源1414及材料供应源1415通过管道供应到头部1405、头部1412及头部1416。

[0442] 头部1405、头部1412及头部1416的内部包括以虚线1406所示的填充液状材料的空间及喷射口的喷嘴。在此未图示,但是头部1412具有与头部1405相同的内部结构。通过将头部1405的喷嘴的尺寸与头部1412的喷嘴的尺寸不同,可以使用不同的材料同时描画具有不同的宽度的图案。使用一个头部可以喷射多种发光材料且描画图案,于是在对广区域描画图案的情况下,为了提高处理量,同时使用多个喷嘴喷射同一发光材料而可以描画图案。在使用大型衬底的情况下,头部1405、头部1412及头部1416在图3所示的箭头的X、Y或Z的方向上自由地对衬底进行扫描,可以自由地设定描画的区域,由此可以在一个衬底上描画多个相同的图案。

[0443] 另外,可以在减压下进行喷射组成物的工序。可以在加热衬底的状态下喷射组成物。在喷射组成物之后,进行干燥工序和烧成工序中的一个或两个。干燥工序及烧成工序都是一种热处理的工序,各工序的目的、温度及时间不同。干燥工序及烧成工序在常压或减压下通过激光的照射、快速热退火或加热炉的使用等进行。注意,对进行该热处理的时机、热处理的次数没有特别的限制。为了进行良好的干燥工序及烧成工序,其温度依赖于衬底的材料及组成物的性质。

[0444] 如上所述,可以利用液滴喷射装置形成包含发光物质的层786。

[0445] 在利用液滴喷射装置制造包含发光物质的层786的情况下,可以利用使用将各种有机材料或有机无机卤化物钙钛矿材料溶解或分散在溶剂中的组成物的湿式法形成层786。在该情况下,可以使用各种有机溶剂作为涂敷用组成物。作为能够用于所述组成物的有机溶剂,可以使用苯、甲苯、二甲苯、均三甲苯、四氢呋喃、二氧六环、乙醇、甲醇、n-丙醇、异丙醇、n-丁醇、t-丁醇、乙腈、二甲亚砜、二甲基甲酰胺、氯仿、二氯甲烷、四氯化碳、乙酸乙酯、己烷、环己烷等各种有机溶剂。尤其优选使用苯、甲苯、二甲苯、均三甲苯等低极性的苯衍生物,由此可以形成适中浓度的溶液并可以防止包含于墨中的材料因氧化而发生劣化。另外,考虑到形成后的膜的均匀性及膜厚度的均匀性等,优选使用沸点为100℃以上的物质,尤其优选使用甲苯、二甲苯、均三甲苯。

[0446] 另外,上述结构可以与其他实施方式或本实施方式中的其他结构适当地组合。

[0447] 接着,参照图1C说明具有层叠有多个发光单元的结构的光发元件(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,图1C所示的发光元件是具有多个发光单元的发光

元件。

[0448] 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中的阳极101和阴极102,并且可以应用与图1A所说明的同样的材料。另外,第一发光单元511和第二发光单元512可以具有相同结构或不同结构。

[0449] 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。

[0450] 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有空穴注入层。

[0451] 另外,当在电荷产生层513中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。

[0452] 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,可以实现在保持低电流密度的同时在高亮度区域中发光并具有长使用寿命的元件。另外,可以实现能够进行低电压驱动且功耗低的发光装置。

[0453] 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发光。

[0454] (实施方式3)

[0455] 在本实施方式中,说明使用实施方式1所记载的发光元件的发光装置。

[0456] 参照图4A及图4B对本发明的一个实施方式的发光装置进行说明。图4A是发光装置的俯视图,图4B是沿图4A中的A-B及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。

[0457] 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。

[0458] 下面,参照图4B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。

[0459] 作为源极线驱动电路601,形成组合n沟道型FET623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。

[0460] 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和电容器的像素部。

[0461] 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,所以是优选的。

[0462] 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。

[0463] 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(0.2 μ m至3 μ m)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。

[0464] 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和图1B所说明的阳极101、EL层103及阴极102或者图1C所说明的第一电极501、EL层503及第二电极502。

[0465] EL层616优选包含有机金属配合物。该有机金属配合物优选被用作发光层中的发光中心物质。

[0466] 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。

[0467] 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,还可以使用由玻璃纤维增强塑料(FRP)、聚氟乙烯(PVF)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0468] 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、包含纤维状的材料纸或者基材薄膜等。作为玻璃衬底的例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等的例子,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,例如可以举出聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧、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。

[0469] 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膜的结构等。

[0470] 也就是说,也可以使用一个衬底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,不仅可以使使用上述可以形成晶体管的衬底,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(醋酸纤维、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。

[0471] 图5A及图5B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)等来实现了全彩色显示的发光装置的例子。图5A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、发光元件的阴极1029、密封衬底1031、密封材料1032等。

[0472] 另外,在图5A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,着色层及黑色层被保护层1036覆盖。另外,图5A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。

[0473] 图5B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。

[0474] 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6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。

[0475] 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6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或者图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。

[0476] 在采用如图6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。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。

[0477] 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。

[0478] 图7A和图7B示出本发明的一个实施方式的无源矩阵型发光装置。图7A示出发光装置的透视图,图7B是沿图7A的X-Y切断的截面图。在图7A和图7B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。

[0479] 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。

[0480] 《照明装置》

[0481] 参照图8A及图8B对本发明的一个实施方式的照明装置进行说明。图8B是照明装置的俯视图,图8A是沿图8B中的e-f切割的截面图。

[0482] 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中的阳极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。

[0483] 在衬底400上形成用来对第二电极404供应电压的焊盘412。

[0484] 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等。另外,关于各结构,可以参照上述说明。

[0485] 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中的阴极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。

[0486] 由第一电极401、EL层403以及第二电极404形成发光元件。通过使用密封材料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。另外,也可以只使用密封材料405、406中的一个。另外,也可以在内侧的密封材料406中混合干燥剂,由此能够吸收水分而提高可靠性。

[0487] 另外,通过以延伸到密封材料405、406的外部的的方式设置焊盘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IC芯片420等。

[0488] 《电子设备》

[0489] 以下说明作为本发明的一个实施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、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。

[0490] 图9A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通过将发光元件排列为矩阵状而构成。

[0491] 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上的图像。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。

[0492] 另外,电视装置采用具备接收机、调制解调器等结构。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。

[0493] 图9B1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9B1中的计算机也可以为如图9B2所示的方式。图9B2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,所以可以防止在收纳或搬运时发生如屏面受伤、损坏等问题。

[0494] 图9C和图9D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而制造的显示部7402。

[0495] 图9C和图9D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。

[0496] 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,第三是组合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0497] 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的屏面的大部分上显示键盘或号码按钮。

[0498] 另外,通过在便携式信息终端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,可以判断便携式信息终端的方向(纵或横)而自动进行显示部7402的屏面显示的切换。

[0499] 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。

[0500] 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。

[0501] 另外,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源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。

[0502] 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。

[0503] 另外,优选将本发明的一个实施方式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,包括本发明的一个实施方式的发光元件的电子设备可以成为功耗小的电子设备。

[0504] 图10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10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。

[0505] 作为发光元件优选使用本发明的一个实施方式的发光元件,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。

[0506] 图11示出本发明的一个实施方式的台灯的例子。图11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。

[0507] 图12示出室内的照明装置3001的例子。优选将本发明的一个实施方式的发光元件用于该照明装置3001。

[0508] 图13示出本发明的一个实施方式的汽车。在该汽车的挡风玻璃或仪表盘上安装有发光元件。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实施方式的发光元件,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。

[0509] 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发光元件的第一电极和第二电极,可以得到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,可以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。

[0510] 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。

[0511] 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。使用者可以根据喜好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。

[0512] 图14A和图14B是能够折叠的平板终端的一个例子。图14A是打开状态的平板终端,该平板终端包括框体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,通过将包括本发明的一个实施方式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。

[0513] 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。另外,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。

[0514] 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。

[0515] 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。

[0516] 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。

[0517] 另外,图14A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度的显示的结构。

[0518] 图14B是合上状态的平板终端,并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14B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。

[0519] 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。

[0520] 另外,图14A和图14B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。

[0521] 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。

[0522] 另外,参照图14C所示的方框图对图14B所示的充放电控制电路9634的结构和工作进行说明。图14C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,其中,电池9635、DCDC转换器9636、转换器9638、开关SW1至SW3对应于图14B所示的充放电控制电路9634。

[0523] 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。

[0524] 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或热电转换元件(珀耳帖元件)等其他发电单元进行电池9635的充电。另外,也可以使用以无线(非接触)的方式能够收发电力来进行充电的非接触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。

[0525] 另外,只要具备上述显示部9631,就不局限于图14A至图14C所示的平板终端。

[0526] 另外,图15A至图15C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图15A示出展开状态的便携式信息终端9310。图15B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15C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好,在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0527] 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实施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应用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应用软件。

[0528] 可以将本发明的一个实施方式的有机化合物用于有机薄膜太阳能电池等电子设备。具体而言,因为该有机化合物具有载流子传输性,因此可以用于载流子传输层、载流子注入层。此外,通过使用该有机化合物与受主物质的混合膜,可以被用作电荷产生层。此外,该有机化合物由于产生光激发,所以可以被用作发电层。

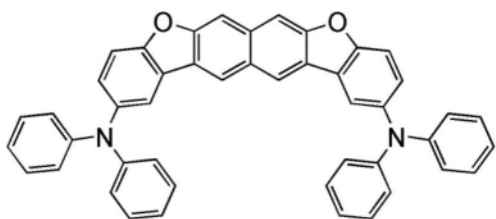
[0529] [实施例1]

[0530] (合成例1)

[0531] 在本实施例中,详细地说明在实施方式1中以结构式(300)表示的2,11-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:2,11DPhA2Nbf(II))的合成例。以下示出2,11DPhA2Nbf(II)的结构式。

[0532] [化学式80]

[0533]

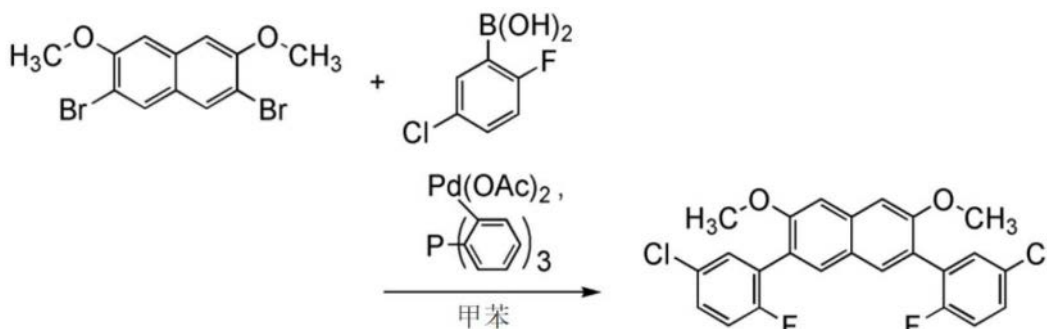


[0534] 〈步骤1:3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0535] 在200mL的三口烧瓶中,放入3.8g (11mmol)的3,6-二溴-2,7-二甲氧基萘、4.2g (24mmol)的5-氯-2-氟苯基硼酸、6.7g (48mmol)的碳酸钾及0.34g (1.1mmol)的三(2-甲基苯基)膦。对该混合物加入60mL的甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入49mg (0.22mmol)的醋酸钯(II),在氮气流下以80℃搅拌14小时。搅拌后,对该混合物加入1.9g (11mmol)的5-氯-2-氟苯基硼酸及3.0g (22mmol)的碳酸钾,在氮气流下以120℃搅拌8小时。搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅胶(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:540-00135)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:531-16855)、矾土进行抽滤,得到滤液。对滤液进行浓缩得到油状物。

[0536] 利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:2)对得到的油状物进行纯化。以79%的产率得到3.9g的目的物。步骤1的合成方案如下所示。

[0537] [化学式81]



[0538]

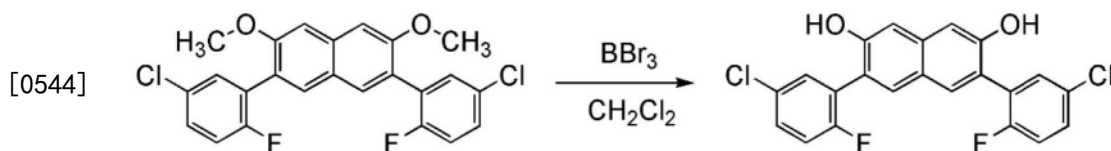
[0539] 图16A和图16B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

[0540] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ=3.93 (s, 6H), 7.06 (t, J1=9.0Hz, 2H), 7.19 (s, 2H), 7.28-7.34 (m, 2H), 7.40 (dd, J1=2.4Hz, J2=5.7Hz, 2H), 7.65 (s, 2H) .

[0541] 〈步骤2:3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成〉

[0542] 在200mL的三口烧瓶中,放入5.0g (11mmol)的3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。在氮气流下,对该烧瓶加入30mL的二氯甲烷。将25mL的三溴化硼(大约为1.0mol/L二氯甲烷溶液)和20mL的二氯甲烷滴加到该溶液。在滴加结束之后,在室温下搅拌该溶液。在搅拌之后,在用冰冷却的同时对该溶液添加20mL左右的水,进行搅拌。在搅拌之后,利用二氯甲烷对该混合物的水层进行萃取,将萃取溶液与有机层合在一起,利用水及饱和碳酸氢钠水溶液进行洗涤。对有机层加入硫酸镁,吸附水分,然后对该混合物进行重力过滤。浓缩所得到的滤液,来得到4.8g的白色固体。步骤2的合成方案如下所示。

[0543] [化学式82]



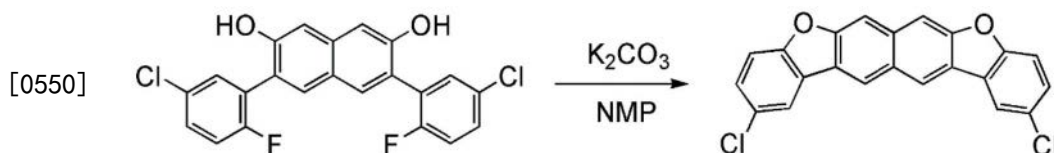
[0545] 图17A和图17B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

[0546] ¹H NMR(CDCl₃, 300MHz): δ=5.11 (s, 2H), 7.16 (t, J1=9.0Hz, 2H), 7.18 (s, 2H), 7.35-7.40 (m, 2H), 7.45 (dd, J1=2.4Hz, J2=6.3Hz, 2H), 7.68 (s, 2H)。

[0547] 〈步骤3:2,11-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃的合成〉

[0548] 在200mL的三口烧瓶中,放入4.8g (12mmol)的3,6-双(5-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘及6.3g (46mmol)的碳酸钾。对该混合物加入115mL的N-甲基-2-吡咯烷酮,在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,在氮气流下以120℃搅拌该混合物6.5小时。在搅拌之后,在该混合物中加入水,而过滤收集所析出的固体。使用水、乙醇洗涤该固体。对得到的固体添加乙醇,在加热并搅拌之后进行过滤,来得到固体。对得到的固体添加甲苯,在加热并搅拌之后进行过滤,以79%的产率得到3.4g的白色至浅褐色固体。步骤3的合成方案如下所示。

[0549] [化学式83]



[0551] 图18A和图18B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到2,11-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃。

[0552] ¹H NMR(1,1,2,2-四氯乙烷-D₂, 300MHz): δ=7.53-7.54 (m, 4H), 8.06 (s, 2H), 8.10 (dd, J1=0.9Hz, J1=2.1Hz, 2H), 8.58 (s, 2H)。

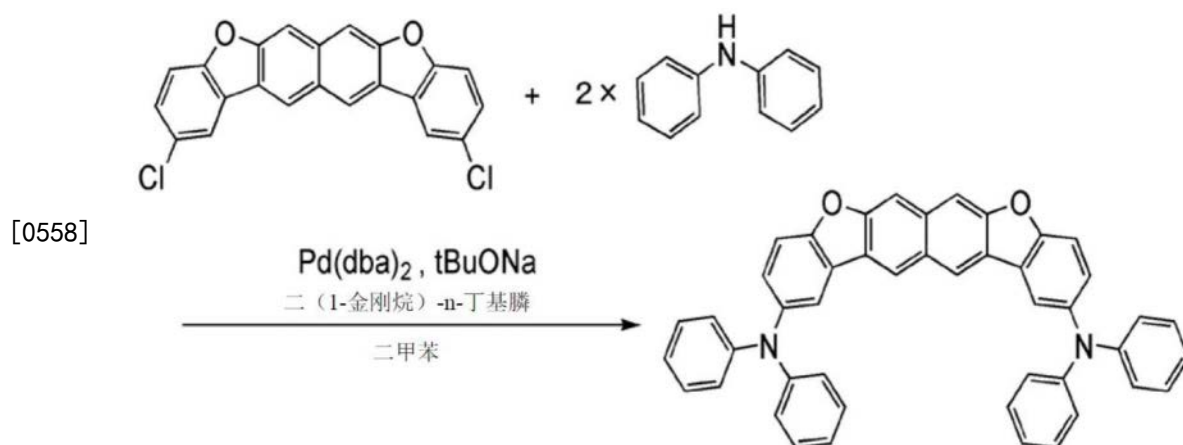
[0553] 〈步骤4:2,11-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:2,11DPhA2Nbf (II))的合成〉

[0554] 在200mL的三口烧瓶中,放入1.5g (3.9mmol)的2,11-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃、2.0g (12mmol)的二苯基胺、0.14g (0.39mmol)的二(1-金刚烷)-n-丁基膦及2.2g (23mmol)的叔丁醇钠。对该混合物加入40mL的二甲苯。在该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入45mg (77μmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150℃搅拌14小时。搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩得到的滤液而得到固体。

[0555] 利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:3,接着甲苯:己烷=1:2)对该固体进行纯化得到固体。

[0556] 使用甲苯和乙醇的混合溶剂使所得到的固体再结晶,以68%的产率得到1.7g的淡黄色固体。步骤4的合成方案如下所示。

[0557] [化学式84]



[0559] 图19A和图19B示出所得到的固体的 ^1H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到作为本发明的一个实施方式的有机化合物的2,11DPhA2NbF (II)。

[0560] ^1H NMR ($\text{DMSO}-d_6, 300\text{MHz}$): $\delta = 6.99\text{--}7.06$ (m, 12H), $7.27\text{--}7.33$ (m, 10H), 7.70 (d, $J_1 = 8.4\text{Hz}$, 2H), 8.05 (d, $J_1 = 2.4\text{Hz}$, 2H), 8.27 (s, 2H), 8.77 (s, 2H)。

[0561] 接着,利用升华纯化对所得到的1.6g的固体进行纯化。作为升华纯化采用梯度升华方法,在压力为3.9Pa,氙流量为15mL/min且温度为295℃的条件下进行纯化。升华纯化后以78%的回收率得到1.3g的淡黄色固体。

[0562] 接着,图20示出甲苯溶液中的2,11DPhA2NbF (II)的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图21示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。利用真空蒸镀法在石英衬底上形成固体薄膜。甲苯溶液的吸收光谱的测量使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),图20示出从甲苯溶液中的2,11DPhA2NbF (II)的光谱减去甲苯的光谱而测得的光谱。在薄膜的吸收光谱的测量中,使用分光光度计(日立高新技术(Hitachi High-Technologies Corporation)制造的分光光度计U4100)。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。使用绝对PL量子产率测量装置(由日本滨松光子学株式会社制造,Quantaaurus-QY)测量量子产率。

[0563] 由图20可知,甲苯溶液中的2,11DPhA2NbF (II)在389nm、367nm、326nm、313nm及282nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在445nm(激发波长368nm)。另外,由图21可知,2,11DPhA2NbF (II)的薄膜在390nm、373nm、333nm、313nm、272nm及237nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在468nm附近(激发波长400nm)。由上述结果确认到2,11DPhA2NbF (II)发射蓝色光,并且可知2,11DPhA2NbF (II)可以被用作发光物质的主体材料或者可见区域的荧光发光物质的主体材料。

[0564] 另外,通过测量甲苯溶液中的2,11DPhA2NbF (II)的量子产率,可知2,11DPhA2NbF (II)的量子产率较高,即29%,适合用作发光材料。

[0565] 由此可知,将二芳基胺键合于萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架的2位和9位的本发明的一个实施方式的化合物具有较宽的发射光谱。因此,适合用作照明用发光材料。

[0566] 下面,对本实施例中所得到的2,11DPhA2NbF (II)通过液相色谱-质谱联用分析(LC/MS分析)进行分析。

[0567] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱)

谱)分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的Q Exactive进行MS分析(质谱分析)。

[0568] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的2,11DPhA2Nbf (II) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0569] 采用靶向MS² (Targeted-MS²) 法对来源于2,11DPhA2Nbf (II) 的离子的m/z=642.23的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=642.23±2.0(分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE)设定为60而进行测定。图22示出所得到的MS质谱。

[0570] 由图22的结果可知,2,11DPhA2Nbf (II) 主要在m/z=566、473及397附近检测出子离子。因为图22示出来源于2,11DPhA2Nbf (II) 的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的2,11DPhA2Nbf (II) 的重要的数据。

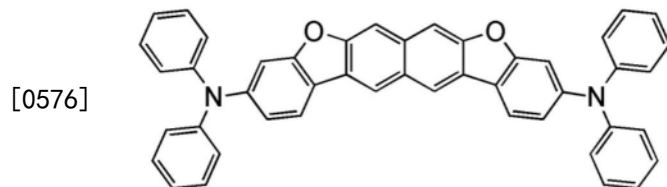
[0571] 此外,m/z=566附近的子离子估计为在2,11DPhA2Nbf (II) 中苯基脱离的状态的阳离子,这意味着2,11DPhA2Nbf (II) 包含苯基。此外,m/z=473附近的子离子估计为在2,11DPhA2Nbf (II) 中二苯基氨基脱离的状态的阳离子,这意味着2,11DPhA2Nbf (II) 包含二苯基氨基。

[0572] [实施例2]

[0573] (合成例2)

[0574] 在本实施例中,详细地说明在实施方式1中以结构式(100)表示的3,10-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10DPhA2Nbf (II))的合成例。以下示出3,10DPhA2Nbf (II) 的结构式。

[0575] [化学式85]

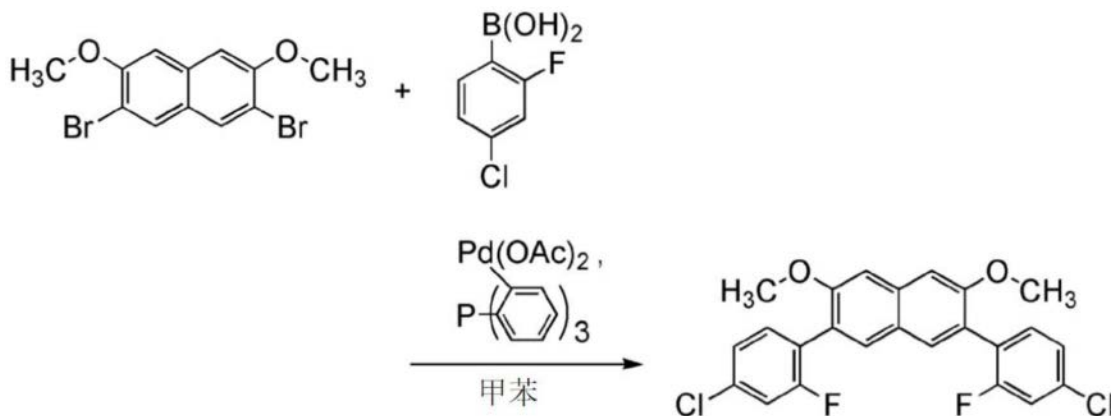


[0577] 〈步骤1:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0578] 在200mL的三口烧瓶中,放入3.0g (8.7mmol)的3,6-二溴-2,7-二甲氧基萘、3.3g (19mmol)的4-氯-2-氟苯基硼酸、5.8g (42mmol)的碳酸钾及0.13g (0.43mmol)的三(2-甲基苯基)膦。对该混合物加入85mL的甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入19mg (87μmol)的醋酸钯(II),在氮气流下以60℃搅拌14小时,以120℃搅拌11.5小时。在该搅拌的中途,对上述混合物加入3.0g (17mmol)的4-氯-2-氟苯基硼酸及4.8g (35mmol)的碳酸钾。

[0579] 搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:540-00135)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:531-16855)、矾土进行抽滤,得到滤液,并且对该滤液进行浓缩得到油状物。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:2)对得到的油状物进行纯化。通过利用高效液相色谱法使所得到的固体纯化。通过将氯仿用作展开溶剂来进行高效液相色谱法。浓缩所得到的馏分,而以76%的产率得到5.8g的目的物的白色固体。步骤1的合成方案如下所示。

[0580] [化学式86]



[0582] 图23A和图23B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

[0583] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ=3.92 (s, 6H), 7.16-7.22 (m, 6H), 7.35 (t, J1=7.8Hz, 2H), 7.63 (s, 2H)。

[0584] 〈步骤2:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成〉

[0585] 在200mL的三口烧瓶中,放入5.8g (13mmol)的3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘,对烧瓶内进行氮气置换。对该烧瓶加入33mL的二氯甲烷。将29mL的三溴化硼(大约为1.0mol/L二氯甲烷溶液)和40mL的二氯甲烷滴加到该溶液。在滴加结束之后,在室温下搅拌该溶液。在搅拌之后,在用冰冷却的同时对该溶液添加20mL左右的水,进行搅拌。在搅拌之后,利用二氯甲烷对该混合物的水层进行萃取,将萃取溶液与有机层合在一起,利用水及饱和碳酸氢钠水溶液进行洗涤。对有机层加入硫酸镁,吸附水分,然后对该混合物进行重力过滤。浓缩所得到的滤液,来得到5.7g的白色固体。步骤2的合成方案如下所示。

[0586] [化学式87]

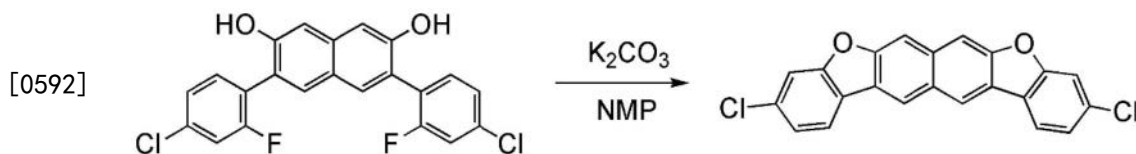
[0587] 图24A和图24B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

[0588] ¹H NMR (DMSO-d₆, 300MHz): δ=7.04 (s, 2H), 7.34 (dd, J1=8.4Hz, J2=2.1Hz, 2H), 7.42-7.49 (m, 4H), 7.65 (s, 2H), 9.95 (s, 2H)。

[0589] 〈步骤3:3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃的合成〉

[0590] 在200mL的三口烧瓶中,放入2.5g (5.7mmol)的3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘及7.6g (55mmol)的碳酸钾。对该混合物加入137mL的N-甲基-2-吡咯烷酮,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,在氮气流下以120℃搅拌该混合物6小时。在搅拌之后,在该混合物中加入水,而过滤收集所析出的固体。使用水、乙醇洗涤该固体。对得到的固体添加乙醇,在加热并搅拌之后进行过滤,来得到固体。使用甲苯使得到的固体再结晶,来以86%的产率得到4.4g的白色固体。步骤3的合成方案如下所示。

[0591] [化学式88]



[0593] 图25A和图25B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在

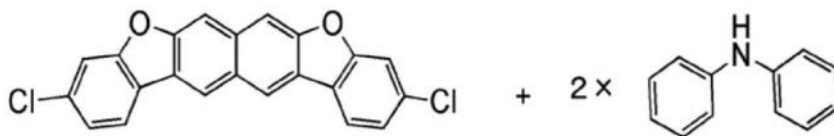
本合成例中得到3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃。

[0594] ^1H NMR (1,1,2,2-四氯乙烷- D_2 , 300MHz): $\delta=7.44$ (d, $J_1=7.8\text{Hz}$, 2H), 7.65 (s, 2H), 8.04 (d, $J_1=8.4\text{Hz}$, 2H), 8.07 (s, 2H), 8.59 (s, 2H)。

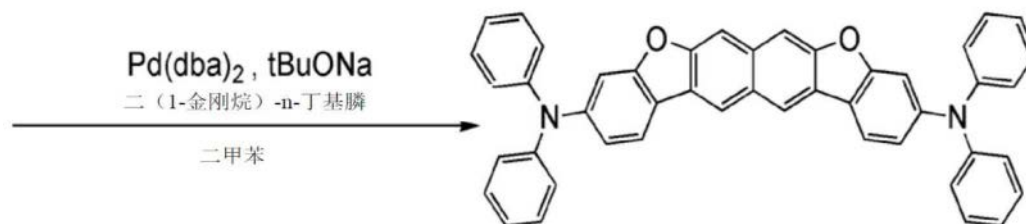
[0595] 〈步骤4: 3,10-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称: 3,10DPhA2Nbf (II))的合成〉

[0596] 在200mL的三口烧瓶中,放入1.5g (3.9mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃、2.00g (12mmol)的二苯基胺、0.14g (0.39mmol)的二(1-金刚烷)-n-丁基膦及2.2g (23mmol)的叔丁醇钠。对该混合物加入40mL的二甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入45mg (78 μmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150 $^{\circ}\text{C}$ 搅拌14小时。搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:540-00135)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:531-16855)、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩得到的滤液而得到固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂为甲苯:己烷=1:3的混合溶剂)对该固体进行纯化得到固体。使用甲苯和乙醇的混合溶剂使所得到的固体再结晶,以81%的产率得到2.0g的淡黄色固体。步骤4的合成方案如下所示。

[0597] [化学式89]



[0598]



[0599] 图26A和图26B示出所得到的固体的 ^1H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3,10DPhA2Nbf (II)。

[0600] ^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz): $\delta=7.05-7.11$ (m, 6H), 7.17-7.20 (m, 8H), 7.22 (d, $J_1=2.1\text{Hz}$, 2H), 7.27-7.33 (m, 8H), 7.87 (d, $J_1=8.4\text{Hz}$, 2H), 7.90 (s, 2H), 8.40 (s, 2H)。

[0601] 利用升华纯化对所得到的2.0g的固体进行纯化。作为升华纯化采用梯度升华方法,在压力为4.1Pa,氩流量为15mL/min且温度为300 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行纯化。升华纯化后以86%的回收率得到1.7g的黄色固体。

[0602] 接着,图27示出甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf (II)的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图28示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。利用真空蒸镀法在石英衬底上形成固体薄膜。甲苯溶液的吸收光谱的测量使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),图27示出从甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf (II)的光谱减去甲苯的光谱而测得的光谱。在薄膜的吸收光谱的测量中,使用分光光度计(日立高新技术(Hitachi High-Technologies Corporation)制造的分光光度计U4100)。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。使用绝对PL量子产率测量装置(由日本滨松光子学株式会社

制造,Quantaurs-QY) 测量量子产率。

[0603] 由图27可知,甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf (II) 在403nm、383nm、357nm、322nm及296nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在419nm及442nm(激发波长383nm)。另外,由图28可知,3,10DPhA2Nbf (II) 的薄膜在411nm、389nm、359nm、325nm、298nm、261nm及225nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在430nm及447nm附近(激发波长400nm)。由上述结果确认到3,10DPhA2Nbf (II) 发射蓝色光,并且可知3,10DPhA2Nbf (II) 可以被用作发光物质的主体材料或者可见区域的荧光发光物质的主体材料。

[0604] 另外,通过测量甲苯溶液中的3,10DPhA2Nbf (II) 的量子产率,可知3,10DPhA2Nbf (II) 的量子产率非常高,即87%,适合用作发光材料。

[0605] 由此可知,将二芳基胺键合于蔡并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃骨架的3位和10位的本发明的一个实施方式的化合物具有非常高的量子产率。此外,具有发射光谱尖锐且色纯度高。因此,适合用作显示用发光材料。

[0606] 下面,对本实施例中所得到的3,10DPhA2Nbf (II) 通过液相色谱-质谱联用分析(LC/MS分析) 进行分析。

[0607] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱) 分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的Q Exactive进行MS分析(质谱分析)。

[0608] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的3,10DPhA2Nbf (II) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0609] 采用靶向MS² (Targeted-MS²) 法对来源于3,10DPhA2Nbf (II) 的离子的m/z=642.23的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=642.23±2.0(分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE) 设定为60而进行测定。图29示出所得到的MS质谱。

[0610] 由图29的结果可知,3,10DPhA2Nbf (II) 主要在m/z=566、473及397附近检测出子离子。因为图29示出来源于3,10DPhA2Nbf (II) 的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的3,10DPhA2Nbf (II) 的重要的数据。

[0611] 此外,m/z=566附近的子离子估计为在3,10DPhA2Nbf (II) 中苯基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10DPhA2Nbf (II) 包含苯基。此外,m/z=473附近的子离子估计为在3,10DPhA2Nbf (II) 中二苯基氨基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10DPhA2Nbf (II) 包含二苯基氨基。

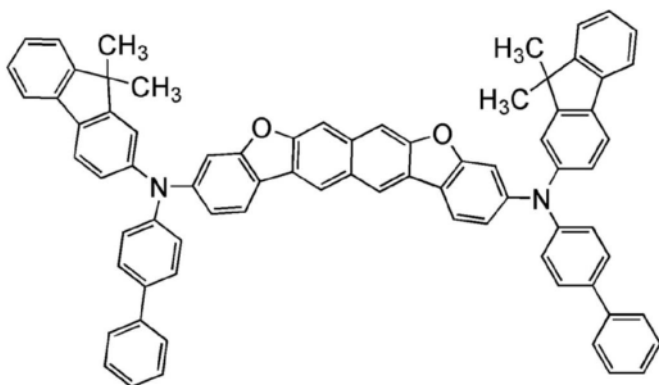
[0612] [实施例3]

[0613] (合成例3)

[0614] 在本实施例中,说明在实施方式1中以结构式(109) 表示的作为本发明的一个实施方式的3,10-双[N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基) 氨基] 蔡并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:3,10Fbi2Nbf (II)) 的合成例。以下示出3,10Fbi2Nbf (II) 的结构式。

[0615] [化学式90]

[0616]



[0617] 〈步骤1:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0618] 与合成例2的步骤1同样地合成3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

[0619] 〈步骤2:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成〉

[0620] 与合成例2的步骤2同样地合成3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

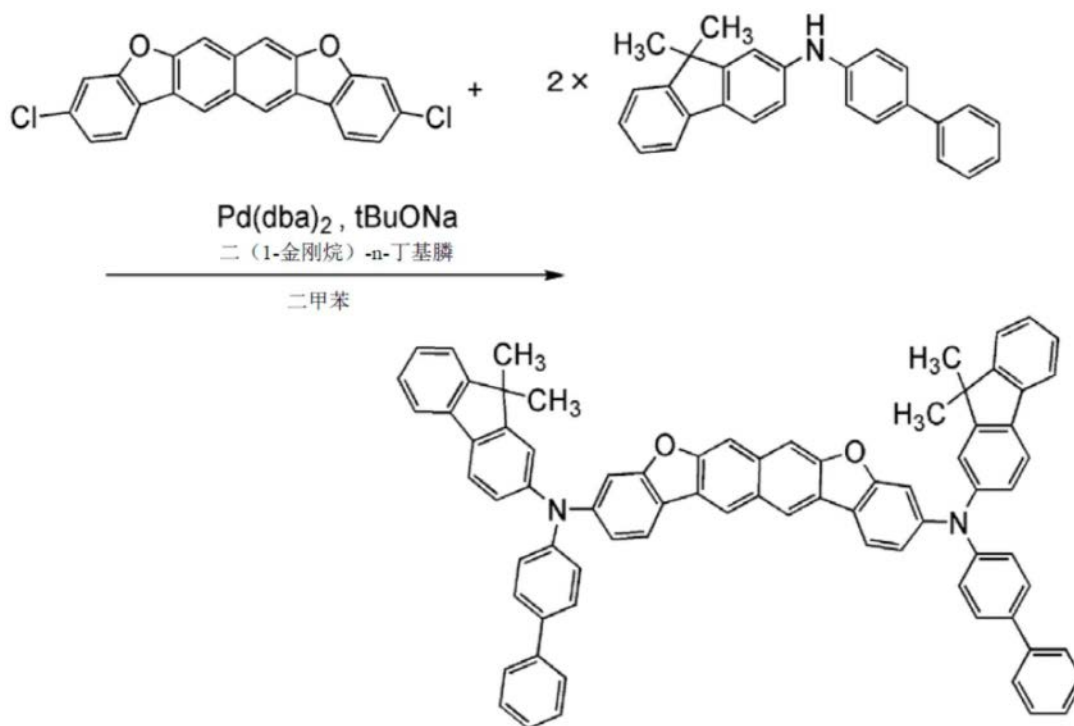
[0621] 〈步骤3:3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃的合成〉

[0622] 与合成例2的步骤3同样地合成3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃。

[0623] 〈步骤4:3,10-双[N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10FBi2Nbf (II))的合成〉

[0624] 在200mL的三口烧瓶中,放入0.73g (2.0mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃、2.1g (5.9mmol)的N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基芴-2-基)胺、70mg (0.20mmol)的二(1-金刚烷)-n-丁基膦及1.1g (12mmol)的叔丁醇钠。对该混合物加入20mL的二甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入22mg (39 μ mol)的双(二亚苄基丙酮)钼(0),在氮气流下以150℃搅拌15小时。搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩得到的滤液而得到固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:3,接着甲苯:己烷=1:1)对该固体进行纯化得到固体。使用甲苯和乙醇的混合溶剂使所得到的固体再结晶,以86%的产率得到1.7g的淡黄色固体。步骤4的合成方案如下所示。

[0625] [化学式91]



[0627] 图30A和图30B示出所得到的固体的 ^1H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3,10FBi2Nbf (II)。

[0628] ^1H NMR ($\text{DMSO}-d_6, 300\text{MHz}$): $\delta=1.41$ (s, 12H), 7.11-7.16 (m, 4H), 7.23-7.37 (m, 12H), 7.43-7.49 (m, 6H), 7.54 (d, $J_1=7.8\text{Hz}$, 2H), 7.68-7.70 (m, 8H), 7.79 (d, $J_1=6.9\text{Hz}$, 2H), 7.83 (d, $J_1=7.8\text{Hz}$, 2H), 8.16-8.19 (m, 4H), 8.71 (s, 2H)。

[0629] 接着,图31示出甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf (II)的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图32示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。利用真空蒸镀法在石英衬底上形成固体薄膜。甲苯溶液的吸收光谱的测量使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),图31示出从甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf (II)的光谱减去甲苯的光谱而测得的光谱。在薄膜的吸收光谱的测量中,使用分光光度计(日立高新技术(Hitachi High-Technologies Corporation)制造的分光光度计U4100)。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。使用绝对PL量子产率测量装置(由日本滨松光子学株式会社制造,Quantaaurus-QY)测量量子产率。

[0630] 由图31可知,甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf (II)在417nm、395nm、360nm、307nm及282nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在436nm(激发波长400nm)。另外,由图32可知,3,10FBi2Nbf (II)的薄膜在420nm、398nm、358nm、348nm、308nm、263nm、248nm及207nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在458nm及505nm附近(激发波长390nm)。由上述结果确认到3,10FBi2Nbf (II)发射蓝色光,并且可知3,10FBi2Nbf (II)可以被用作发光物质的主体材料或者可见区域的荧光发光物质的主体材料。

[0631] 另外,通过测量甲苯溶液中的3,10FBi2Nbf (II)的量子产率,可知3,10FBi2Nbf (II)的量子产率非常高,即76%,适合用作发光材料。

[0632] 下面,对本实施例中所得到的3,10FBi2Nbf (II)通过液相色谱-质谱联用分析(LC/MS分析)进行分析。

[0633] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱)分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的Q Exactive进行MS分析(质谱分析)。

[0634] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的3,10Fbi2Nbf (II) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0635] 采用靶向MS² (Targeted-MS²) 法对来源于3,10Fbi2Nbf (II) 的离子的m/z=1026.42的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=1026.42±2.0 (分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE) 设定为50而进行测定。图33示出所得到的MS质谱。

[0636] 由图33的结果可知,3,10Fbi2Nbf (II) 主要在m/z=1011、995、817、667、652、636、360、344及330附近检测出子离子。因为图33示出来源于3,10Fbi2Nbf (II) 的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的3,10Fbi2Nbf (II) 的重要的数据。

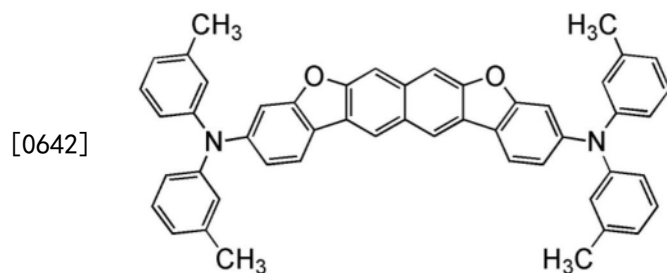
[0637] 此外,m/z=1011附近的子离子估计为在3,10Fbi2Nbf (II) 中甲基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10Fbi2Nbf (II) 包含甲基。此外,m/z=817附近的子离子估计为在3,10Fbi2Nbf (II) 中甲基和9,9-二甲基芴基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10Fbi2Nbf (II) 包含甲基和9,9-二甲基芴基。此外,m/z=667附近的子离子估计为在3,10Fbi2Nbf (II) 中N-(4-联苯)-(9,9-二甲基芴-2-基) 氨基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10Fbi2Nbf (II) 包含N-(4-联苯)-(9,9-二甲基芴-2-基) 氨基。

[0638] [实施例4]

[0639] (合成例4)

[0640] 在本实施例中,说明在实施方式1中以结构式(102)表示的作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3,10-双(3,3'-二甲基二苯基氨基) 萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:3,10mMeDPhA2Nbf (II)) 的合成例。以下示出3,10mMeDPhA2Nbf (II) 的结构式。

[0641] [化学式92]



[0643] 〈步骤1:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0644] 与合成例2的步骤1同样地合成3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

[0645] 〈步骤2:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成〉

[0646] 与合成例2的步骤2同样地合成3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

[0647] 〈步骤3:3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃的合成〉

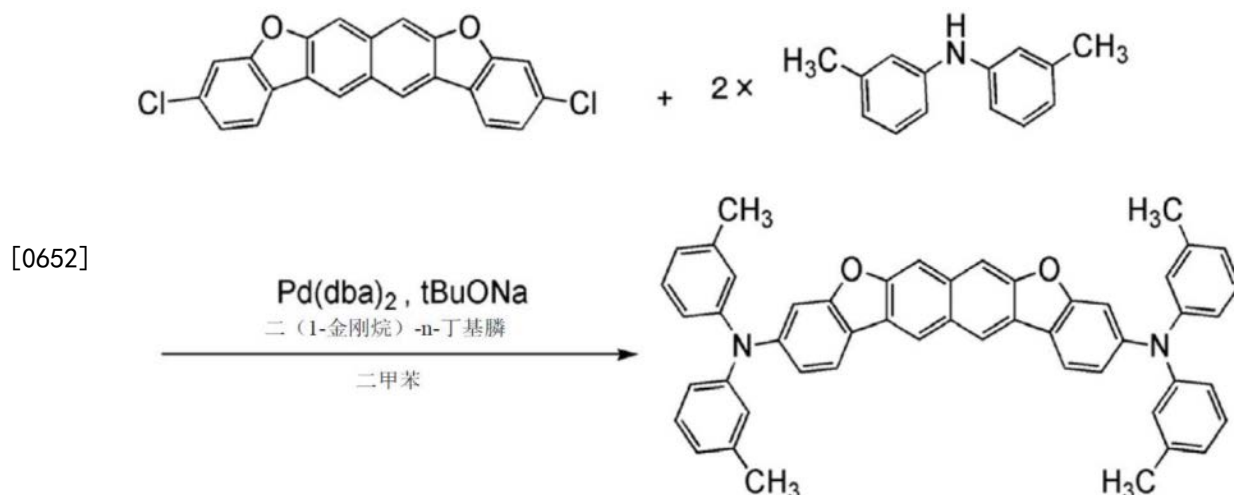
[0648] 与合成例2的步骤3同样地合成3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃。

[0649] 〈步骤4:3,10-双(3,3'-二甲基二苯基氨基) 萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:3,10mMeDPhA2Nbf (II)) 的合成〉

[0650] 在200mL的三口烧瓶中,放入1.0g (2.7mmol) 的3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃、1.7g (8.6mmol) 的m,m'-二甲苯基胺、0.10g (0.29mmol) 的二(1-金刚烷)-n-丁基

膦及1.7g (17mmol) 的叔丁醇钠。对该混合物加入30mL的二甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入33mg (57 μ mol) 的双(二亚苄基丙酮) 钯(0), 在氮气流下以150℃搅拌6.5小时。搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩得到的滤液而得到固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:3)对该固体进行纯化得到固体。使用甲苯和乙醇的混合溶剂使所得到的固体再结晶,以63%的产率得到1.3g的淡黄色固体。步骤4的合成方案如下所示。

[0651] [化学式93]



[0653] 利用升华纯化对所得到的1.3g的固体进行纯化。作为升华纯化采用梯度升华方法,在压力为 7.0×10^{-3} Pa,氙流量为0mL/min且温度为300℃的条件下进行纯化。升华纯化后以82%的回收率得到1.0g的淡黄色固体。

[0654] 图34A和图34B示出所得到的固体的 ^1H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3,10mMeDPhA2Nbf (II)。

[0655] ^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz): δ = 2.23 (s, 12H), 6.90 (d, J_1 = 7.5Hz, 4H), 6.96-6.99 (m, 8H), 7.06 (dd, J_1 = 2.1Hz, J_2 = 8.7Hz, 2H), 7.17-7.22 (m, 6H), 7.85 (d, J_1 = 8.4Hz, 2H), 7.89 (s, 2H), 8.39 (s, 2H)。

[0656] 接着,图35示出甲苯溶液中的3,10mMeDPhA2Nbf (II) 的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图36示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。利用真空蒸镀法在石英衬底上形成固体薄膜。甲苯溶液的吸收光谱的测量使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造, V550型),图35示出从甲苯溶液中的3,10mMeDPhA2Nbf (II) 的光谱减去甲苯的光谱而测得的光谱。在薄膜的吸收光谱的测量中,使用分光光度计(日立高新技术(Hitachi High-Technologies Corporation)制造的分光光度计U4100)。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。使用绝对PL量子产率测量装置(由日本滨松光子学株式会社制造,Quantaaurus-QY)测量量子产率。

[0657] 由图35可知,甲苯溶液中的3,10mMeDPhA2Nbf (II) 在407nm、386nm、358nm、319nm及296nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在420nm及445nm(激发波长400nm)。另外,由图36可知,3,10mMeDPhA2Nbf (II) 的薄膜在412nm、392nm、359nm、323nm、298nm、262nm及215nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在445nm附近(激发波长400nm)。由上述结果确认到3,10mMeDPhA2Nbf (II) 发射蓝色光,并且可知3,10mMeDPhA2Nbf (II) 可以被用作发光物质的

主体材料或者可见区域的荧光发光物质的主体材料。

[0658] 另外,通过测量甲苯溶液中的3,10MeDPhA2Nbf (II) 的量子产率,可知3,10MeDPhA2Nbf (II) 的量子产率非常高,即87%,适合用作发光材料。

[0659] 下面,对本实施例中得到3,10MeDPhA2Nbf (II) 通过液相色谱-质谱联用分析(LC/MS分析) 进行分析。

[0660] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱) 分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的Q Exactive进行MS分析(质谱分析)。

[0661] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的3,10MeDPhA2Nbf (II) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0662] 采用靶向MS² (Targeted-MS²) 法对来源于3,10MeDPhA2Nbf (II) 的离子的m/z=698.29的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=698.29±2.0(分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE) 设定为60而进行测定。图37示出所得到的MS质谱。

[0663] 由图37的结果可知,3,10MeDPhA2Nbf (II) 主要在m/z=682、501、487、411、196及181附近检测出子离子。因为图37示出来源于3,10MeDPhA2Nbf (II) 的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的3,10MeDPhA2Nbf (II) 的重要的数据。

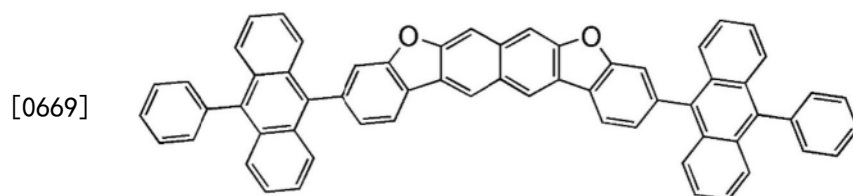
[0664] 此外,m/z=682附近的子离子估计为在3,10MeDPhA2Nbf (II) 中甲基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10MeDPhA2Nbf (II) 包含甲基。此外,m/z=501附近的子离子估计为在3,10MeDPhA2Nbf (II) 中双(3-二甲基苯基) 氨基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10MeDPhA2Nbf (II) 包含双(3-二甲基苯基) 氨基。

[0665] [实施例5]

[0666] (合成例5)

[0667] 在本实施例中,说明在实施方式1中以结构式(118) 表示的作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3,10-双(10-苯基-9-蒽基) 萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:3,10PhA2Nbf (II)) 的合成例。以下示出3,10PhA2Nbf (II) 的结构式。

[0668] [化学式94]



[0670] 〈步骤1:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0671] 与合成例2的步骤1同样地合成3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

[0672] 〈步骤2:3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘的合成〉

[0673] 与合成例2的步骤2同样地合成3,6-双(4-氯-2-氟苯基)-2,7-二羟基萘。

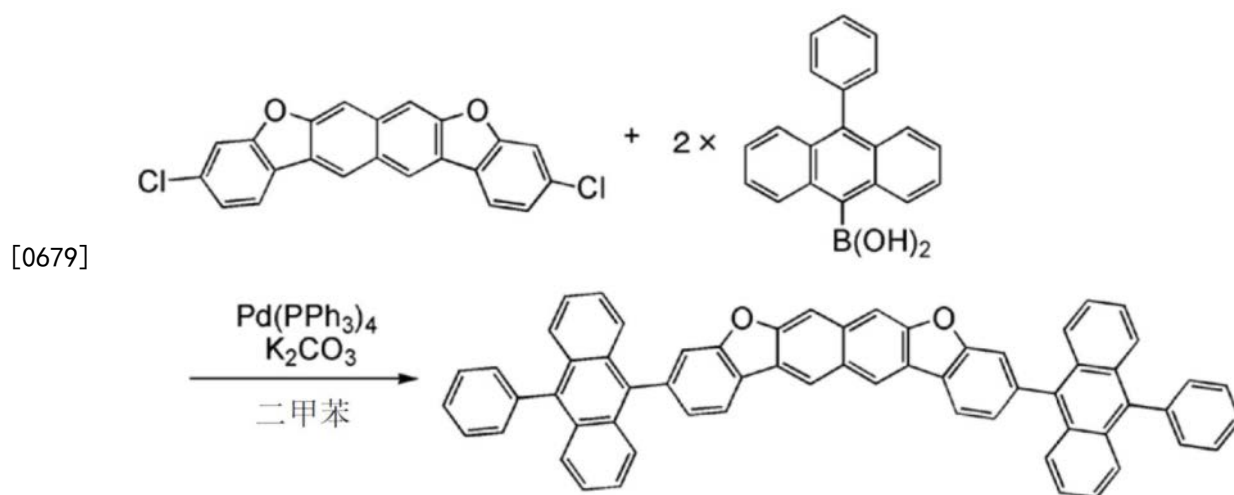
[0674] 〈步骤3:3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃的合成〉

[0675] 与合成例2的步骤3同样地合成3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃。

[0676] 〈步骤4:3,10-双(10-苯基-9-蒽基) 萘并[2,3-b;7,6-b'] 双苯并呋喃(简称:3,10PhA2Nbf (II)) 的合成〉

[0677] 在200mL的三口烧瓶中,放入1.2g (3.1mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃、2.4g (8.1mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸及2.2g (16mmol)的碳酸钾。对该混合物加入30mL的二甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入71mg (61 μ mol)的四(三苯基膦)钯(0),在氮气流下以150℃搅拌19小时。搅拌后,对该混合物加入1.8g (6.2mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸、1.7g (12mmol)的碳酸钾、64mg (0.18mmol)的二(1-金刚烷)-n-丁基膦、8mg (36 μ mol)的醋酸钯(II)及30mL的二乙二醇二甲醚,在氮气流下以150℃搅拌28小时。搅拌后,对该混合物添加乙醇,照射超声波,然后通过抽滤来收集,而得到固体。使用水及乙醇洗涤所得到的固体。对该固体添加乙酸乙酯,照射超声波,然后通过抽滤来收集,而得到固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯)对该固体进行纯化得到固体。对得到的固体添加甲苯,在加热并搅拌之后收集固体。进行上述操作两次,以21%的产率得到0.52g的淡黄色固体。步骤4的合成方案如下所示。

[0678] [化学式95]



[0680] 图38A和图38B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3,10PhA2Nbf (II)。

[0681] ¹H NMR (1,1,2,2-四氯乙烷-D₂,300MHz): δ =7.39-7.43 (m,8H), 7.58-7.71 (m,12H), 7.79-7.87 (m,10H), 8.21 (s,2H), 8.40 (d, J₁=7.8Hz,2H), 8.84 (s,2H)。

[0682] 利用升华纯化对所得到的0.52g的固体进行纯化。作为升华纯化采用梯度升华方法,在压力为 $1.2\text{k} \times 10^{-2}$ Pa,氩流量为0mL/min且温度为380℃的条件下进行纯化。升华纯化后以80%的回收率得到0.42g的黄色固体。

[0683] 接着,图39示出甲苯溶液中的3,10PhA2Nbf (II)的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图40示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。利用真空蒸镀法在石英衬底上形成固体薄膜。甲苯溶液的吸收光谱的测量使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),图39示出从甲苯溶液中的3,10PhA2Nbf (II)的光谱减去甲苯的光谱而测得的光谱。在薄膜的吸收光谱的测量中,使用分光光度计(日立高新技术(Hitachi High-Technologies Corporation)制造的分光光度计U4100)。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。

[0684] 由图39可知,甲苯溶液中的3,10PhA2Nbf (II)在397nm、377nm、358nm、338nm、312nm及289nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在427nm及450nm(激发波长397nm)。另外,由

图40可知,3,10PhA2Nbf (II) 的薄膜在401nm、382nm、363nm、340nm、314nm、290nm、266nm及224nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在455nm、545nm及590nm附近(激发波长390nm)。由上述结果确认到3,10PhA2Nbf (II) 发射蓝色光,并且可知3,10PhA2Nbf (II) 可以被用作发光物质的主体材料或者可见区域的荧光发光物质的主体材料。

[0685] 下面,对本实施例中所得到的3,10PhA2Nbf (II) 通过液相色谱-质谱联用分析(LC/MS分析)进行分析。

[0686] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱)分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的Q Exactive进行MS分析(质谱分析)。

[0687] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的3,10PhA2Nbf (II) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0688] 采用靶向MS² (Targeted-MS²) 法对来源于3,10PhA2Nbf (II) 的离子的m/z=812.27的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=812.27±2.0(分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE)设定为50而进行测定。图41示出所得到的MS质谱。

[0689] 采用靶向MS² (Targeted-MS²) 法对来源于3,10PhA2Nbf (II) 的离子的m/z=812.27的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=812.27±2.0(分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE)设定为70而进行测定。图42示出所得到的MS质谱。

[0690] 由图41和图42的结果可知,3,10PhA2Nbf (II) 主要在m/z=734、656、482及252附近检测出子离子。因为图41和图42示出来源于3,10PhA2Nbf (II) 的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的3,10PhA2Nbf (II) 的重要的数据。

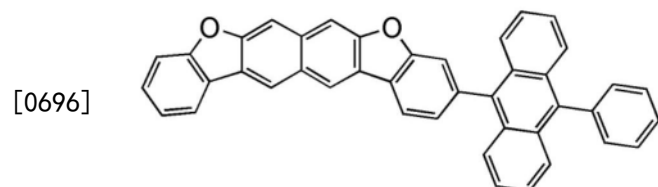
[0691] 此外,m/z=734附近的子离子估计为在3,10PhA2Nbf (II) 中苯基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10PhA2Nbf (II) 包含苯基。此外,m/z=482附近的子离子估计为在3,10PhA2Nbf (II) 中苯基和9-苯基蒽基脱离的状态的阳离子,这意味着3,10PhA2Nbf (II) 包含苯基和9-苯基蒽基。

[0692] [实施例6]

[0693] (合成例6)

[0694] 在本实施例中,说明在实施方式1中以结构式(112)表示的作为本发明的一个实施方式的有机化合物的3-(10-苯基-9-蒽基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:Nbf (II) PhA)的合成例。以下示出Nbf (II) PhA的结构式。

[0695] [化学式96]

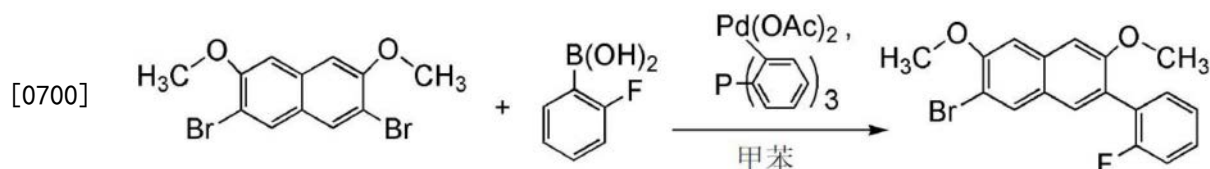


[0697] 〈步骤1:3-溴-6-双(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0698] 在200mL的三口烧瓶中,放入3.0g (8.7mmol) 的3,6-二溴-2,7-二甲氧基萘、1.2g (8.7mmol) 的2-氟苯基硼酸、2.4g (17mmol) 的碳酸钾及0.13g (0.43mmol) 的三(2-甲基苯基)膦。对该混合物加入90mL的甲苯。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对

该混合物加入19mg (87 μ mol) 的醋酸钯 (II), 在氮气流下以110℃搅拌7小时。搅拌后, 对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁 (日本和光纯药工业株式会社, 目录号码: 540-00135)、硅藻土 (日本和光纯药工业株式会社, 目录号码: 531-16855)、矾土进行抽滤, 得到滤液。对滤液进行浓缩得到固体。利用硅胶柱色谱法 (展开溶剂: 甲苯: 己烷=1:2, 接着甲苯: 己烷=1:1) 对所得到的固体进行纯化, 以34%的产率得到1.1g的目的物的白色固体。步骤1的合成方案如下所示。

[0699] [化学式97]



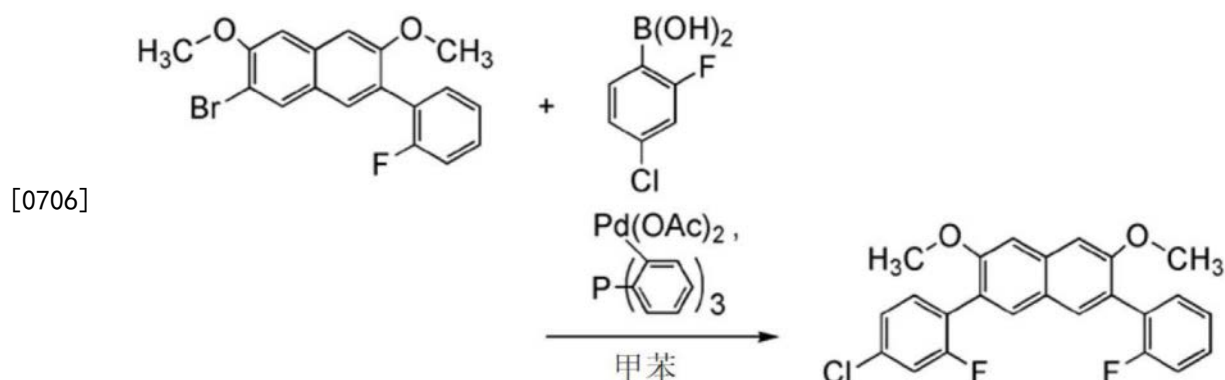
[0701] 图43A和图43B示出所得到的固体的¹H NMR数据, 下面示出数值数据。由此可知, 在本合成例中得到3-溴-6-双(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘。

[0702] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ =3.90 (s, 3H), 4.02 (s, 3H), 7.12-7.18 (m, 3H), 7.21 (td, J1=7.8Hz, J2=0.9Hz, 1H), 7.33-7.42 (m, 2H), 7.57 (s, 1H), 7.97 (s, 1H) .

[0703] 〈步骤2: 3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘的合成〉

[0704] 在200mL的三口烧瓶中, 放入2.2g (6.0mmol) 的3-溴-6-(2-氟苯基)-2,7-二甲氧基萘、1.3g (7.2mmol) 的4-氯2-氟苯基硼酸、2.0g (14mmol) 的碳酸钾及92mg (0.30mmol) 的三(2-甲基苯基)膦。对该混合物加入30mL的甲苯。在对该混合物进行减压的同时, 搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入14mg (60 μ mol) 的醋酸钯 (II), 在氮气流下以110℃搅拌7小时。搅拌后, 对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁 (日本和光纯药工业株式会社, 目录号码: 540-00135)、硅藻土 (日本和光纯药工业株式会社, 目录号码: 531-16855)、矾土进行抽滤, 得到滤液。对滤液进行浓缩得到固体。利用硅胶柱色谱法 (展开溶剂: 甲苯: 己烷=1:1) 对所得到的固体进行纯化, 以95%的产率得到2.4g的目的物。步骤2的合成方案如下所示。

[0705] [化学式98]



[0707] 图44A和图44B示出所得到的固体的¹H NMR数据, 下面示出数值数据。由此可知, 在本合成例中得到3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘。

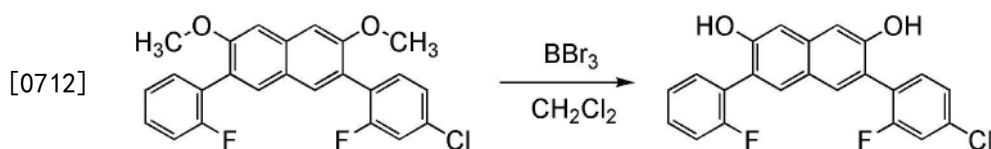
[0708] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ =3.92-3.93 (m, 6H), 7.12-7.24 (m, 6H), 7.33-7.44 (m, 3H), 7.63 (s, 1H), 7.66 (s, 1H) .

[0709] 〈步骤3: 3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘的合成〉

[0710] 在200mL的三口烧瓶中, 放入2.3g (5.6mmol) 的3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二甲氧基萘

基)-2,7-二甲氧基萘,对烧瓶内进行氮气置换。对该烧瓶加入15mL的二氯甲烷。将12mL (12mmol)的三溴化硼(大约为1.0mol/L二氯甲烷溶液)和15mL的二氯甲烷滴加到该溶液。在滴加结束之后,在室温下搅拌该溶液。在搅拌之后,在用冰冷却的同时对该溶液添加20mL左右的水,进行搅拌。在搅拌之后,使该混合物的水层和有机层分离,利用二氯甲烷对水层进行萃取。将萃取溶液与有机层合在一起,利用水及饱和碳酸氢钠水溶液进行洗涤。使用硫酸镁对有机层进行干燥,然后对该混合物进行重力过滤。浓缩所得到的滤液,来得到2.1g的白色固体。步骤3的合成方案如下所示。

[0711] [化学式99]



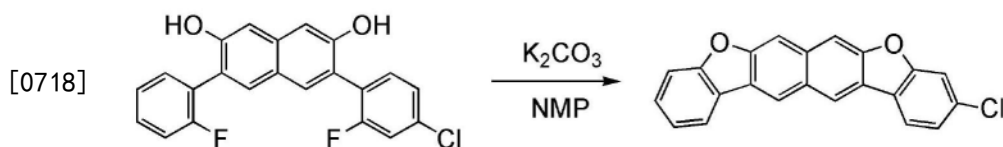
[0713] 图45A和图45B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘。

[0714] ¹H NMR (CDCl₃, 300MHz): δ=5.07 (s, 1H), 5.11 (s, 1H), 7.19-7.31 (m, 6H), 7.38-7.48 (m, 3H), 7.66 (s, 1H), 7.69 (s, 1H) .

[0715] 〈步骤4:3-氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃的合成〉

[0716] 在200mL的三口烧瓶中,放入2.1g (5.6mmol)的3-(2-氟苯基)-6-(2-氟-4-氯苯基)-2,7-二羟基萘及3.1g (22mmol)的碳酸钾。对该混合物加入60mL的N-甲基-2-吡咯烷酮,在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。脱气后,在氮气流下以120℃搅拌该混合物13.5小时。在搅拌之后,在该混合物中加入水,而过滤收集所析出的固体。使用水、乙醇洗涤该固体。对得到的固体添加乙醇,在加热并搅拌之后进行过滤,来得到固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯)对该固体进行纯化。使用甲苯使得到的固体再结晶,来以85%的产率得到1.6g的白色固体。步骤4的合成方案如下所示。

[0717] [化学式100]



[0719] 图46A和图46B示出所得到的固体的¹H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到3-氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃。

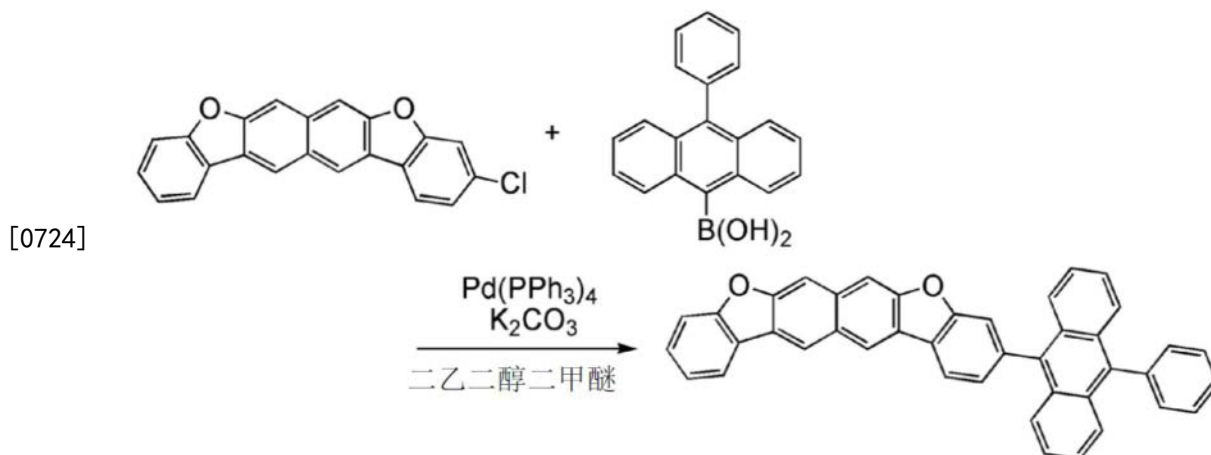
[0720] ¹H NMR (1,1,2,2-四氯乙烷-D₂, 300MHz): δ=7.42-7.47 (m, 2H), 7.57-7.65 (m, 3H), 8.02-8.07 (m, 3H), 8.14 (d, J=6.9Hz, 1H), 8.60 (s, 1H), 8.62 (s, 1H) .

[0721] 〈步骤5:3-(10-苯基-9-蒽基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:Nbf (II) PhA)的合成〉

[0722] 在200mL的三口烧瓶中,放入1.2g (3.6mmol)的3-氯萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃、1.3g (4.5mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸及1.3g (9.0mmol)的碳酸钾。对该混合物加入20mL的二乙二醇二甲醚。在对该混合物进行减压的同时,搅拌该混合物而脱气。对该混合物加入41mg (36μmol)的四(三苯基膦)钯(0),在氮气流下以150℃搅拌18小时。搅拌后,对该混合物加入20mL的二甲苯、1.3g (4.5mmol)的10-苯基-9-蒽硼酸、1.3g (9.0mmol)的碳酸钾、64mg

(0.18mmol)的二(1-金刚烷)-n-丁基膦及8mg (36 μ mol)的醋酸钯(II),在氮气流下以150℃搅拌42小时。搅拌后,对该混合物加入甲苯并利用硅酸镁(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:540-00135)、硅藻土(日本和光纯药工业株式会社,目录号码:531-16855)、矾土进行抽滤,得到滤液。对滤液进行浓缩得到固体。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯)对该固体进行纯化。使用甲苯使得到的固体再结晶,来得到0.53g的淡黄色固体(crude)。步骤5的合成方案如下所示。

[0723] [化学式101]



[0725] 图47A和图47B示出所得到的固体的 ^1H NMR数据,下面示出数值数据。由此可知,在本合成例中得到作为本发明的一个实施方式的有机化合物的Nb f (II) PhA。

[0726] ^1H NMR (1,1,2,2-四氯乙烷- D_2 ,300MHz): δ =7.40(dd, J_1 =3.3Hz, J_2 =6.9Hz,4H),7.47(t, J_1 =7.8Hz,1H),7.57-7.68(m,9H),7.77-7.85(m,5H),8.13-8.20(m,3H),8.37(d, J_1 =7.2Hz,1H),8.71(s,1H),8.76(s,1H)。

[0727] 利用升华纯化对所得到的0.52g的固体进行纯化。作为升华纯化采用梯度升华方法,在压力为 $1.6\text{k}\times 10^{-2}\text{Pa}$,氩流量为0mL/min且温度为290℃的条件下进行纯化。升华纯化后以63%的回收率得到0.33g的淡黄色固体。

[0728] 接着,图48示出甲苯溶液中的Nb f (II) PhA的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图49示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。利用真空蒸镀法在石英衬底上形成固体薄膜。甲苯溶液的吸收光谱的测量使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),图48示出从甲苯溶液中的Nb f (II) PhA的光谱减去甲苯的光谱而测得的光谱。在薄膜的吸收光谱的测量中,使用分光光度计(日立高新技术(Hitachi High-Technologies Corporation)制造的分光光度计U4100)。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。

[0729] 由图48可知,甲苯溶液中的Nb f (II) PhA在397nm、374nm、356nm、336nm、311nm及290nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在424nm及430nm(激发波长374nm)。另外,由图49可知,Nb f (II) PhA的薄膜在401nm、381nm、358nm、335nm、311nm、289nm、264nm及222nm附近观察到吸收峰值,发光波长的峰值在451nm、552nm及585nm附近(激发波长390nm)。由上述结果确认到Nb f (II) PhA发射蓝色光,并且可知Nb f (II) PhA可以被用作发光物质的主体材料或者可见区域的荧光发光物质的主体材料。

[0730] 下面,对本实施例中得到到的Nb f (II) PhA通过液相色谱-质谱联用分析(LC/MS分

析)进行分析。

[0731] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱)分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的Q Exactive进行MS分析(质谱分析)。

[0732] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的3,10PhA2Nbf(II)溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0733] 采用靶向MS²(Targeted-MS²)法对来源于Nbf(II)PhA的离子的m/z=560.18的成分进行MS²测定。在靶向MS²的设定中将靶离子的质量范围设定为m/z=560.18±2.0(分离窗=4),且以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量(标准化碰撞能量:NCE)设定为50而进行测定。图50示出所得到的MS质谱。

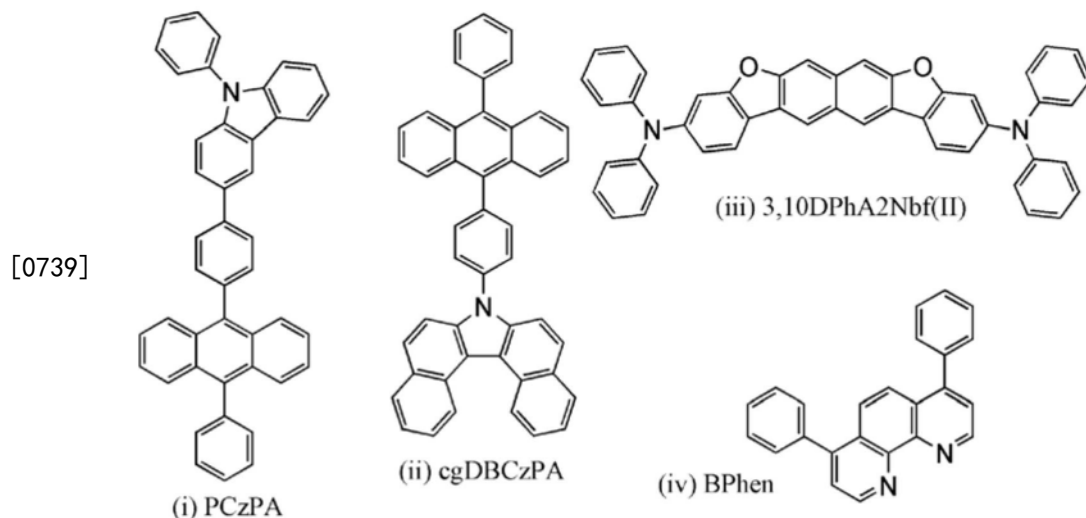
[0734] 由图50的结果可知,Nbf(II)PhA主要在m/z=482、308及252附近检测出子离子。因为图50示出来源于Nbf(II)PhA的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的Nbf(II)PhA的重要的数据。

[0735] 此外,m/z=482附近的子离子估计为在Nbf(II)PhA中苯基脱离的状态的阳离子,这意味着Nbf(II)PhA包含苯基。此外,m/z=308附近的子离子估计为在Nbf(II)PhA中9-苯基蒽基脱离的状态的阳离子,这意味着Nbf(II)PhA包含9-苯基蒽基。此外,m/z=252附近的子离子估计为在Nbf(II)PhA中萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃脱离的状态的阳离子,这意味着Nbf(II)PhA包含萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃。

[0736] [实施例7]

[0737] 在本实施例中,对上述实施方式所说明的本发明的一个实施方式的发光元件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。

[0738] [化学式102]



[0740] (发光元件1的制造方法)

[0741] 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),来形成阳极101。其厚度为70nm,电极面积为4mm²(2mm×2mm)。

[0742] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃进行1小时的烘焙,然后,进行370秒的UV臭氧处理。

[0743] 然后,将衬底引入到其内部压力被降低到10⁻⁴Pa左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中以170℃进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却45分钟左右。

[0744] 接着,以使形成有阳极101的面朝下的方式将形成有阳极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且,通过利用电阻加热的蒸镀法在阳极101上共蒸镀以上述结构式(i)表示的9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)和氧化钼(VI),来形成重量比为4:2(=PCzPA:氧化钼)且厚度为10nm的空穴注入层111。

[0745] 接着,在空穴注入层111上蒸镀PCzPA,来形成厚度为30nm的空穴传输层112。

[0746] 接着,共蒸镀以上述结构式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和以上述结构式(iii)表示的3,10-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10DPhA2Nbf(II)),来形成重量比为1:0.03(=cgDBCzPA:3,10DPhA2Nbf(II))且厚度为25nm的发光层113。

[0747] 然后,在发光层113上,以10nm的厚度蒸镀cgDBCzPA,以15nm的厚度蒸镀以上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),来形成电子传输层114。

[0748] 在形成电子传输层114之后,以1nm的厚度蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,接着,以200nm的厚度蒸镀铝来形成阴极102,由此制造本实施例的发光元件1。

[0749] 发光元件1的元件结构如下表所示。

[0750] [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
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
[0751] 发光元件1	PCzPA:MoOx (4:2)	PCzPA	cgDBCzPA:3,10DPhA2Nbf(II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0752] 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的初期特性进行测量。测量在室温下进行。

[0753] 图51至图56分别示出发光元件1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-亮度特性以及发射光谱。

[0754] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
[0755] 发光元件1	3.1	1.30	32.5	0.14	0.07	3.2	4.5

[0756] 根据图51至图55及表2可知,发光元件1的1000cd/m²的外量子效率高,即为4.5%。

[0757] 另外,图57是示出电流值为2mA且电流密度为恒定的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由图57可知,发光元件1在驱动100小时后保持初始亮度的75%以上的亮度,其使用寿命长。

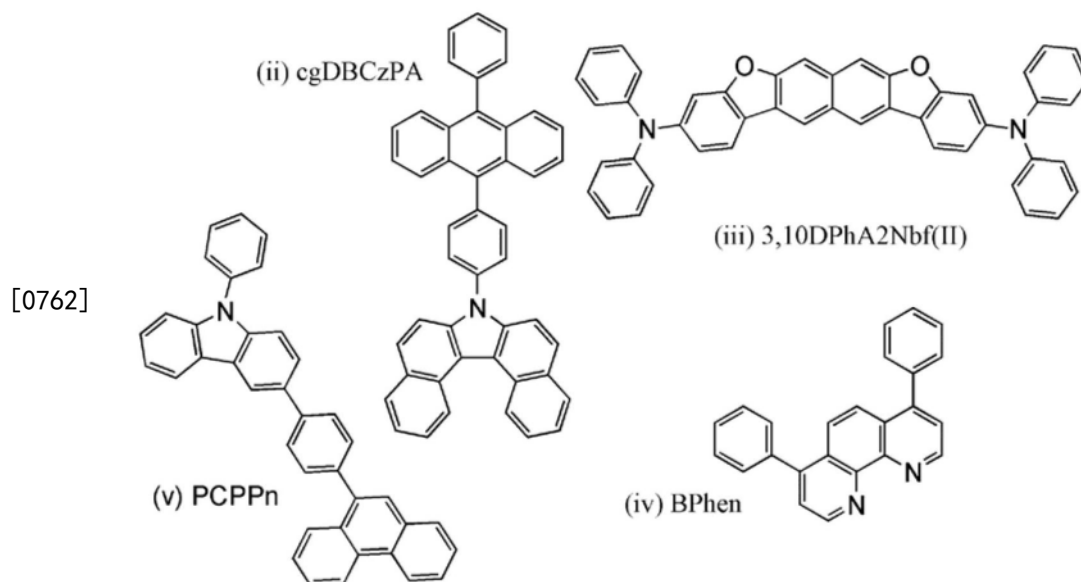
[0758] 由此可知,作为萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或萘并[2,3-b;7,6-b']双苯

并噻吩骨架的取代基使用二芳基氨基的有机化合物在被用作发光元件的发光材料时呈现外量子效率高的优良的特性。尤其可知,将二芳基氨基键合于这些骨架的3位和10位的有机化合物具有高可靠性。

[0759] [实施例8]

[0760] 在本实施例中,对上述实施方式所说明的本发明的一个实施方式的发光元件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。

[0761] [化学式103]



[0763] (发光元件2的制造方法)

[0764] 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),来形成阳极101。其厚度为70nm,电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0765] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 进行1小时的烘焙,然后,进行370秒的UV臭氧处理。

[0766] 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°C 进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0767] 接着,以使形成有阳极101的面朝下的方式将形成有阳极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且,通过利用电阻加热的蒸镀法在阳极101上共蒸镀上述结构式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)和氧化钼(VI),来形成重量比为4:2(=PCPPn:氧化钼)且厚度为10nm的空穴注入层111。

[0768] 接着,在空穴注入层111上蒸镀PCPPn,来形成厚度为30nm的空穴传输层112。

[0769] 接着,共蒸镀上述结构式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和以上述结构式(iii)表示的3,10-双(二苯基氨基)蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10DPhA2Nbf(II)),来形成重量比为1:0.03(=cgDBCzPA:3,10DPhA2Nbf(II))且厚度为25nm的发光层113。

[0770] 然后,在发光层113上,以10nm的厚度蒸镀cgDBCzPA,以15nm的厚度蒸镀以上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),来形成电子传输层114。

[0771] 在形成电子传输层114之后,以1nm的厚度蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层

115,接着,以200nm的厚度蒸镀铝来形成阴极102,由此制造本实施例的发光元件2。

[0772] 发光元件2的元件结构如下表所示。

[0773] [表3]

[0774]		空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层
		10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
	发光元件 2	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:3,10DPhA2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0775] 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的初期特性进行测量。测量在室温下进行。

[0776] 图58至图63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、外量子效率-亮度特性以及发射光谱。

[0777] [表4]

[0778]		电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
	发光元件 2	3.2	0.70	17.4	0.14	0.07	4.3	6.4

[0779] 根据图58至图62及表4可知,发光元件2的1000cd/m²的外量子效率高,即为6.4%。

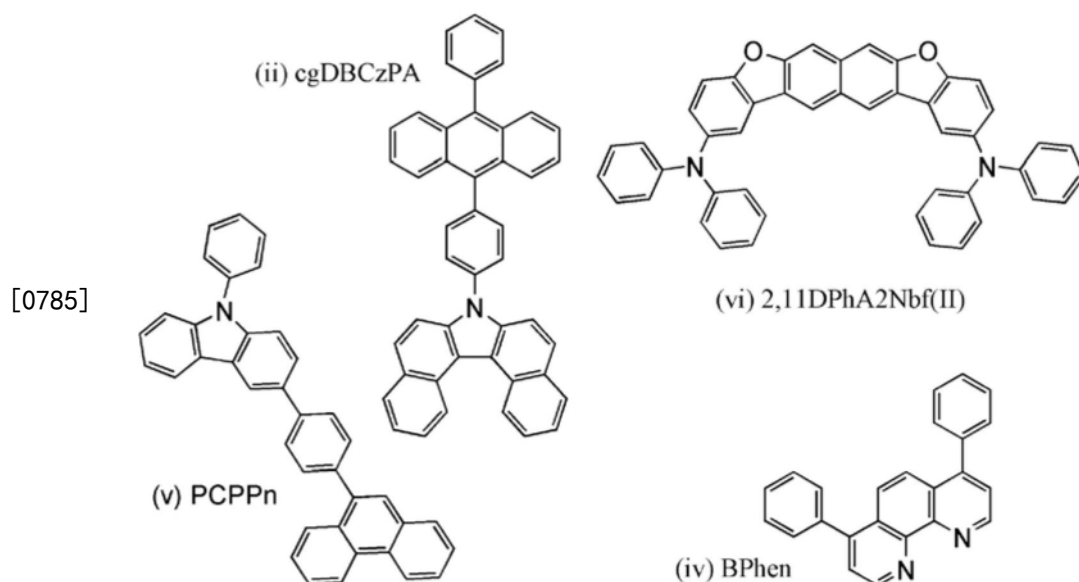
[0780] 另外,图64是示出电流值为2mA且电流密度为恒定的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由图64可知,发光元件2在驱动100小时后保持初始亮度的65%以上的亮度,其使用寿命长。

[0781] 由此可知,作为蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架的取代基使用二芳基氨基的有机化合物在被用作发光元件的发光材料时呈现外量子效率高的优良的特性。尤其可知,当作为空穴传输层使用LUMO能级高的材料时,效率得到提高,所以是优选的。

[0782] [实施例9]

[0783] 在本实施例中,对上述实施方式所说明的本发明的一个实施方式的发光元件3进行详细的说明。以下示出用于发光元件3的有机化合物的结构式。

[0784] [化学式104]



[0786] (发光元件3的制造方法)

[0787] 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),来形成阳极101。其厚度为70nm,电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0788] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 进行1小时的烘焙,然后,进行370秒的UV臭氧处理。

[0789] 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°C 进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却45分钟左右。

[0790] 接着,以使形成有阳极101的面朝下的方式将形成有阳极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且,通过利用电阻加热的蒸镀法在阳极101上共蒸镀上述结构式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)和氧化钼(VI),来形成重量比为4:2(=PCPPn:氧化钼)且厚度为10nm的空穴注入层111。

[0791] 接着,在空穴注入层111上蒸镀PCPPn,来形成厚度为30nm的空穴传输层112。

[0792] 接着,共蒸镀以上述结构式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和以上述结构式(vi)表示的2,11-双(二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:2,11DPhA2Nbf(II)),来形成重量比为1:0.03(=cgDBCzPA:2,11DPhA2Nbf(II))且厚度为25nm的发光层113。

[0793] 然后,在发光层113上,以10nm的厚度蒸镀cgDBCzPA,以15nm的厚度蒸镀以上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),来形成电子传输层114。

[0794] 在形成电子传输层114之后,以1nm的厚度蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,接着,以200nm的厚度蒸镀铝来形成阴极102,由此制造本实施例的发光元件3。

[0795] 发光元件3的元件结构如下表所示。

[0796] [表5]

[0797]

	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
发光元件 3	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:2,11DPhA2Nbf (II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0798] 在氮气氛围的手套箱中,以不使发光元件3暴露于大气的方式使用玻璃衬底对发光元件3进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行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的初期特性进行测量。测量在室温下进行。

[0799] 图65至图70分别示出发光元件3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-亮度特性以及发射光谱。

[0800] [表6]

[0801]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
发光元件 3	3.2	0.84	21.0	0.15	0.10	5.2	5.7

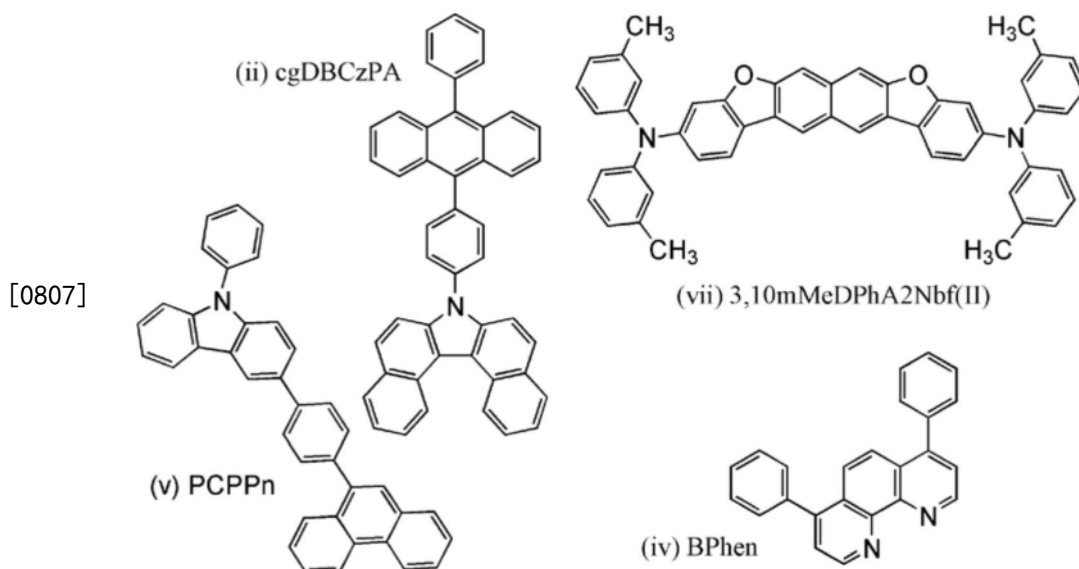
[0802] 根据图65至图69及表6可知,发光元件3的1000cd/m²的外量子效率高,即为5.7%。

[0803] 由此可知,作为蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃骨架或蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并噻吩骨架的取代基使用二芳基氨基的有机化合物在被用作发光元件的发光材料时呈现外量子效率高的优良的特性。尤其可知,将二芳基氨基键合于这些骨架的2位和11位的有机化合物具有高电流效率,所以是优选的。

[0804] [实施例10]

[0805] 在本实施例中,对上述实施方式所说明的本发明的一个实施方式的发光元件4进行详细的说明。以下示出用于发光元件4的有机化合物的结构式。

[0806] [化学式105]



[0808] (发光元件4的制造方法)

[0809] 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),来形成阳极101。其厚度为70nm,电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0810] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 进行1小时的烘焙,然后,进行370秒的UV臭氧处理。

[0811] 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°C 进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却45分钟左右。

[0812] 接着,以使形成有阳极101的面朝下的方式将形成有阳极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且,通过利用电阻加热的蒸镀法在阳极101上共蒸镀上述结构式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)和氧化钼(VI),来形成重量比为4:2(=PCPPn:氧化钼)且厚度为10nm的空穴注入层111。

[0813] 接着,在空穴注入层111上蒸镀PCPPn,来形成厚度为30nm的空穴传输层112。

[0814] 接着,共蒸镀以上述结构式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和以上述结构式(vii)表示的3,10-双(3,3'-二甲基二苯基氨基)萘并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10mMeDPhA2Nbf(II)),来形成重量比为1:0.03(=cgDBCzPA:3,10mMeDPhA2Nbf(II))且厚度为25nm的发光层113。

[0815] 然后,在发光层113上,以10nm的厚度蒸镀cgDBCzPA,以15nm的厚度蒸镀以上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),来形成电子传输层114。

[0816] 在形成电子传输层114之后,以1nm的厚度蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,接着,以200nm的厚度蒸镀铝来形成阴极102,由此制造本实施例的发光元件4。

[0817] 发光元件4的元素结构如下表所示。

[0818] [表7]

[0819]

	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
发光元件 4	PCPPn:MoO _x (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:3,10mMeDPhA2Nbf (II)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0820] 在氮气氛围的手套箱中,以不使发光元件4暴露于大气的方式使用玻璃衬底对发光元件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4的初期特性进行测量。测量在室温下进行。

[0821] 图71至图76分别示出发光元件3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-亮度特性以及发射光谱。

[0822] [表8]

[0823]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
发光元件 4	3.2	0.95	23.6	0.14	0.06	3.9	6.4

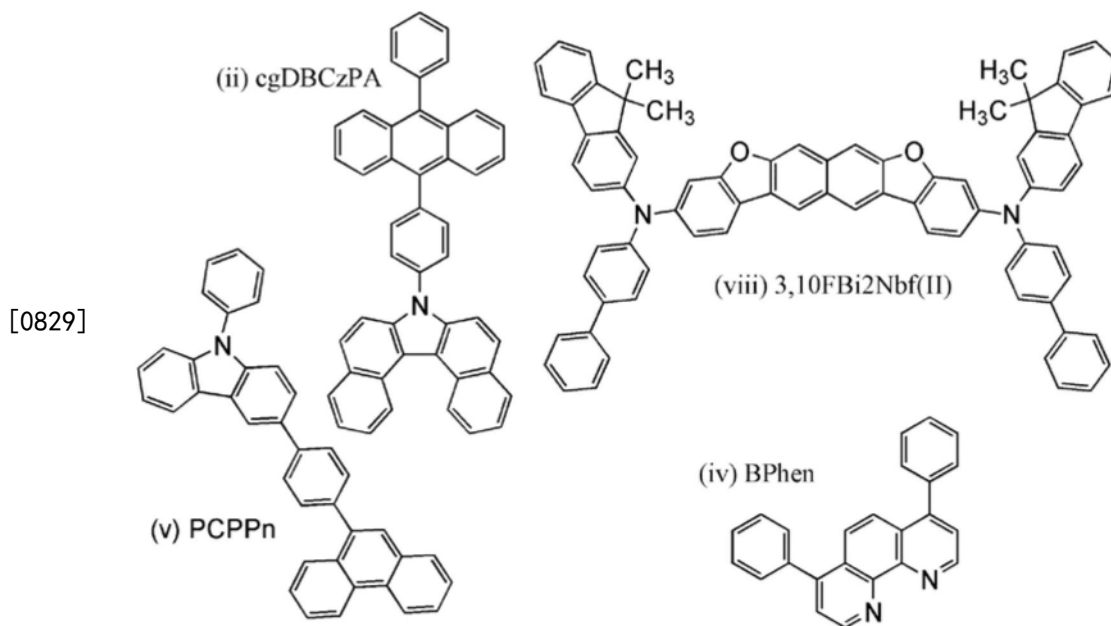
[0824] 根据图71至图75及表8可知,发光元件4的1000cd/m²的外量子效率高,即为6.4%。

[0825] 另外,图77是示出电流值为2mA且电流密度为恒定的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由图77可知,发光元件4在驱动100小时后保持初始亮度的70%以上的亮度,其使用寿命长。

[0826] [实施例11]

[0827] 在本实施例中,对上述实施方式所说明的本发明的一个实施方式的发光元件5进行详细的说明。以下示出用于发光元件5的有机化合物的结构式。

[0828] [化学式106]



[0830] (发光元件5的制造方法)

[0831] 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),来形成阳极101。其厚度为70nm,电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0832] 接着,作为为了在衬底上形成发光元件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 进行1小时的烘焙,然后,进行370秒的UV臭氧处理。

[0833] 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°C 进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却45分钟左右。

[0834] 接着,以使形成有阳极101的面朝下的方式将形成有阳极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且,通过利用电阻加热的蒸镀法在阳极101上共蒸镀以上述结构式(v)表示的3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)和氧化钼(VI),来形成重量比为4:2(=PCPPn:氧化钼)且厚度为10nm的空穴注入层111。

[0835] 接着,在空穴注入层111上蒸镀PCPPn,来形成厚度为30nm的空穴传输层112。

[0836] 接着,共蒸镀以上述结构式(ii)表示的7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)和以上述结构式(viii)表示的3,10-双[N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]蔡并[2,3-b;7,6-b']双苯并呋喃(简称:3,10FBi2Nbf(II)),来形成重量比为1:0.03(=cgDBCzPA:3,10FBi2Nbf(II))且厚度为25nm的发光层113。

[0837] 然后,在发光层113上,以10nm的厚度蒸镀cgDBCzPA,以15nm的厚度蒸镀以上述结构式(iv)表示的红菲绕啉(简称:BPhen),来形成电子传输层114。

[0838] 在形成电子传输层114之后,以1nm的厚度蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,接着,以200nm的厚度蒸镀铝来形成阴极102,由此制造本实施例的发光元件5。

[0839] 发光元件5的元件结构如下表所示。

[0840] [表9]

[0841]

	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm	1nm
发光元件 5	PCPPn:MoOx (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA:3,10FBi2NbF(II) (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0842] 在氮气氛围的手套箱中,以不使发光元件5暴露于大气的方式使用玻璃衬底对发光元件5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5的初期特性进行测量。测量在室温下进行。

[0843] 图78至图83分别示出发光元件5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-亮度特性以及发射光谱。

[0844] [表10]

[0845]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外量子效率 (%)
发光元件 5	3.2	0.68	16.9	0.15	0.09	6.2	7.6

[0846] 根据图78至图82及表10可知,发光元件5的1000cd/m²的外量子效率高,即为7.6%。

[0847] 由此可知,作为取代基使用苄基氨基或联苯氨基的本发明的一个实施方式的有机化合物在被用作发光元件的发光材料时呈现发射光谱尖锐、电流效率高且外量子效率高的尤其优良的特性。

[0848] 符号说明

[0849] 101:阳极,102:阴极,103:EL层,111:空穴注入层,112:空穴传输层,113:发光层,114:电子传输层,115:电子注入层,116:电荷产生层,117:P型层,118:电子中继层,119:电子注入缓冲层,400:衬底,401:第一电极,403:EL层,404:第二电极,405:密封材料,406:密封材料,407:密封衬底,412:焊盘,420:IC芯片,501:第一电极,502:第二电极,503:EL层,511:第一发光单元,512:第二发光单元,513:电荷产生层,601:驱动电路部(源极线驱动电路),602:像素部,603:驱动电路部(栅极线驱动电路),604:密封衬底,605:密封材料,607:空间,608:布线,609:FPC(柔性印刷电路),610:元件衬底,611:开关用FET,612:电流控制用FET,613:第一电极,614:绝缘物,616:EL层,617:第二电极,618:发光元件,623:n沟道型FET,624:p沟道型FET,730:绝缘膜,770:平坦化绝缘膜,772:导电膜,782:发光元件,783:液滴喷射装置,784:液滴,785:层,786:包含发光物质的层,788:导电膜,901:框体,902:液晶层,903:背光单元,904:框体,905:驱动器IC,906:端子,951:衬底,952:电极,953:绝缘层,954:隔离层,955:EL层,956:电极,1001:衬底,1002:基底绝缘膜,1003:栅极绝缘膜,1006:栅电极,1007:栅电极,1008:栅电极,1020:第一层间绝缘膜,1021:第二层间绝缘膜,1022:电极,1024W:发光元件的第一电极,1024R:发光元件的第一电极,1024G:发光元件的第一电极,1024B:发光元件的第一电极,1025:分隔壁,1028:EL层,1029:阴极,1031:密封衬底,

1032:密封材料,1033:透明基材,1034R:红色着色层,1034G:绿色着色层,1034B:蓝色着色层,1035:黑色层(黑矩阵),1036:保护层,1037:第三层间绝缘膜,1040:像素部,1041:驱动电路部,1042:周边部,1400:液滴喷射装置,1402:衬底,1403:液滴喷射单元,1404:成像单元,1405:头部,1406:虚线,1407:控制单元,1408:存储媒体,1409:图像处理单元,1410:计算机,1411:标记,1412:头部,1413:材料供应源,1414:材料供应源,1415:材料供应源,1416:头部,2001:框体,2002:光源,3001:照明装置,5000:显示区域,5001:显示区域,5002:显示区域,5003:显示区域,5004:显示区域,5005:显示区域,7101:框体,7103:显示部,7105:支架,7107:显示部,7109:操作键,7110:遥控操作机,7201:主体,7202:框体,7203:显示部,7204:键盘,7205:外部连接端口,7206:指向装置,7210:第二显示部,7401:框体,7402:显示部,7403:操作按钮,7404:外部连接端口,7405:扬声器,7406:麦克风,9033:夹子,9034:开关,9035:电源开关,9036:开关,9038:操作开关,9310:便携式信息终端,9311:显示面板,9312:显示区域,9313:铰链部,9315:框体,9630:框体,9631:显示部,9631a:显示部,9631b:显示部,9632a:触摸面板区域,9632b:触摸面板区域,9633:太阳能电池,9634:充放电控制电路,9635:电池,9636:DCDC转换器,9637:操作键,9638:转换器,9639:按钮

[0850] 本申请基于2017年3月17日提交到日本专利局的日本专利申请No.2017-053054,通过引用将其完整内容并入在此。

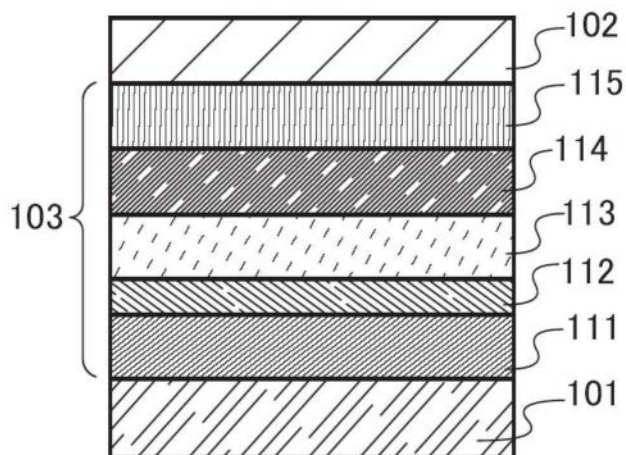


图1A

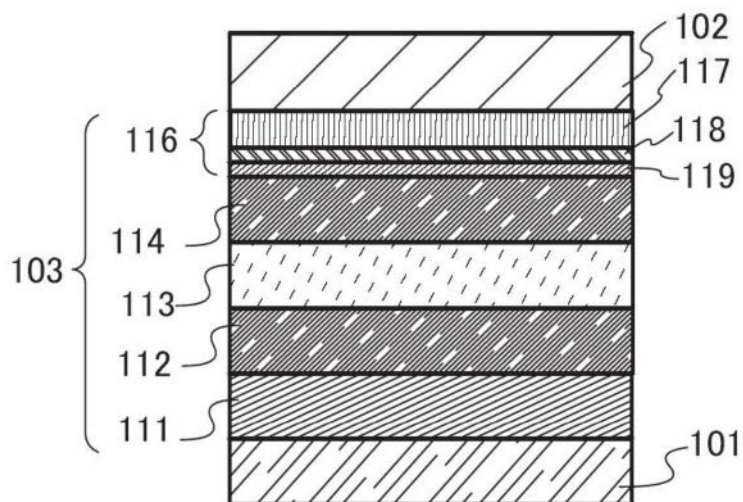


图1B

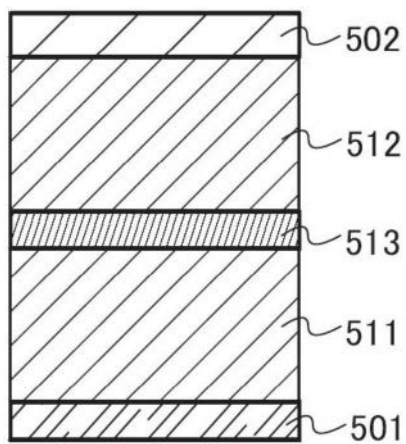


图1C

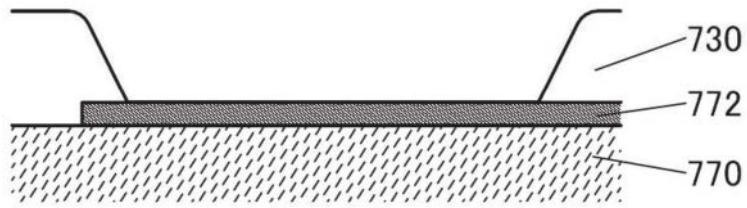


图2A

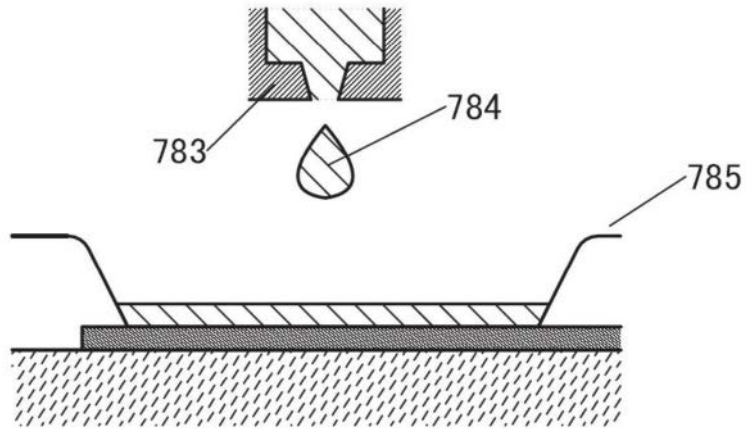


图2B

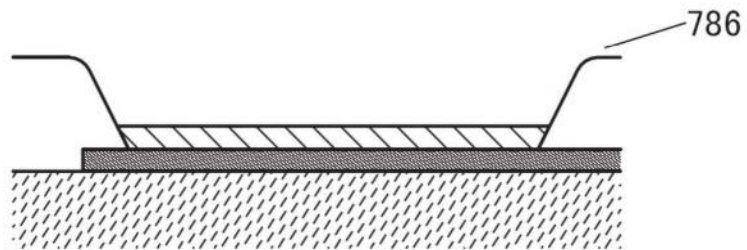


图2C

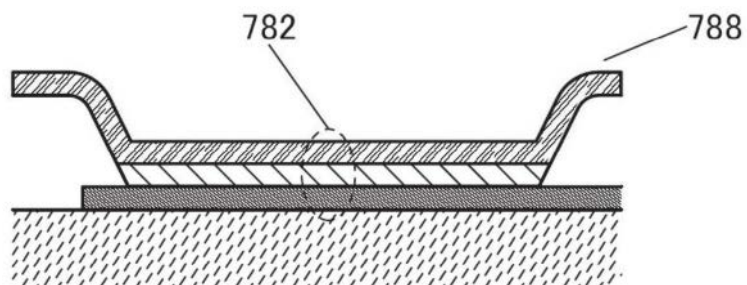


图2D

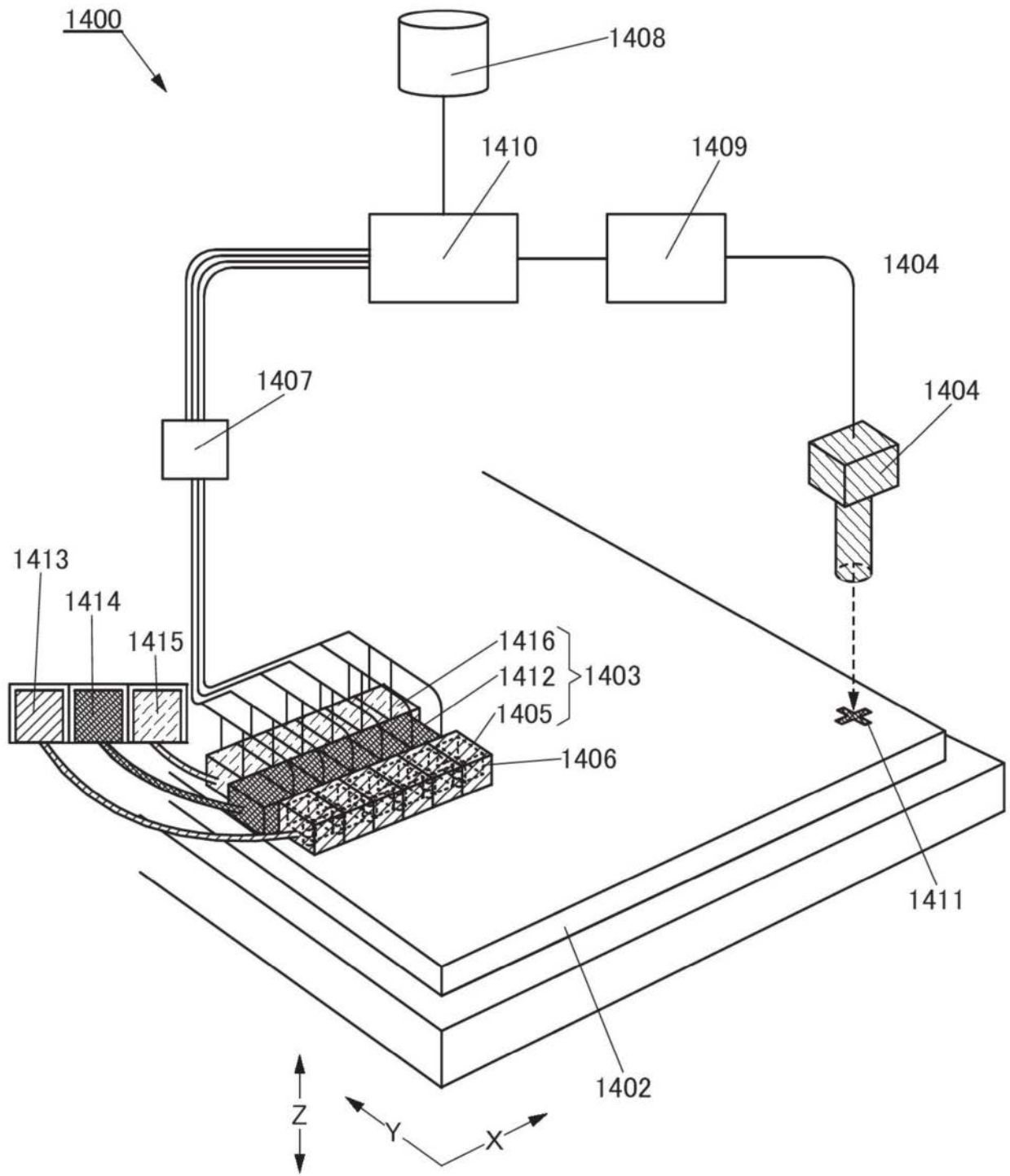


图3

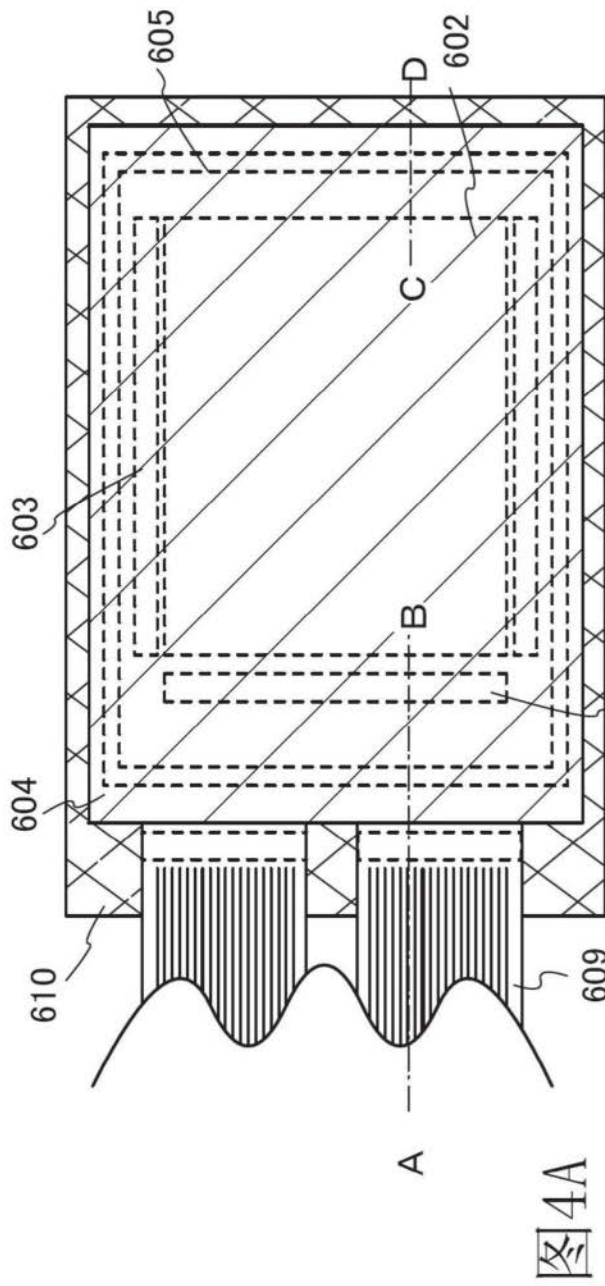


图4A

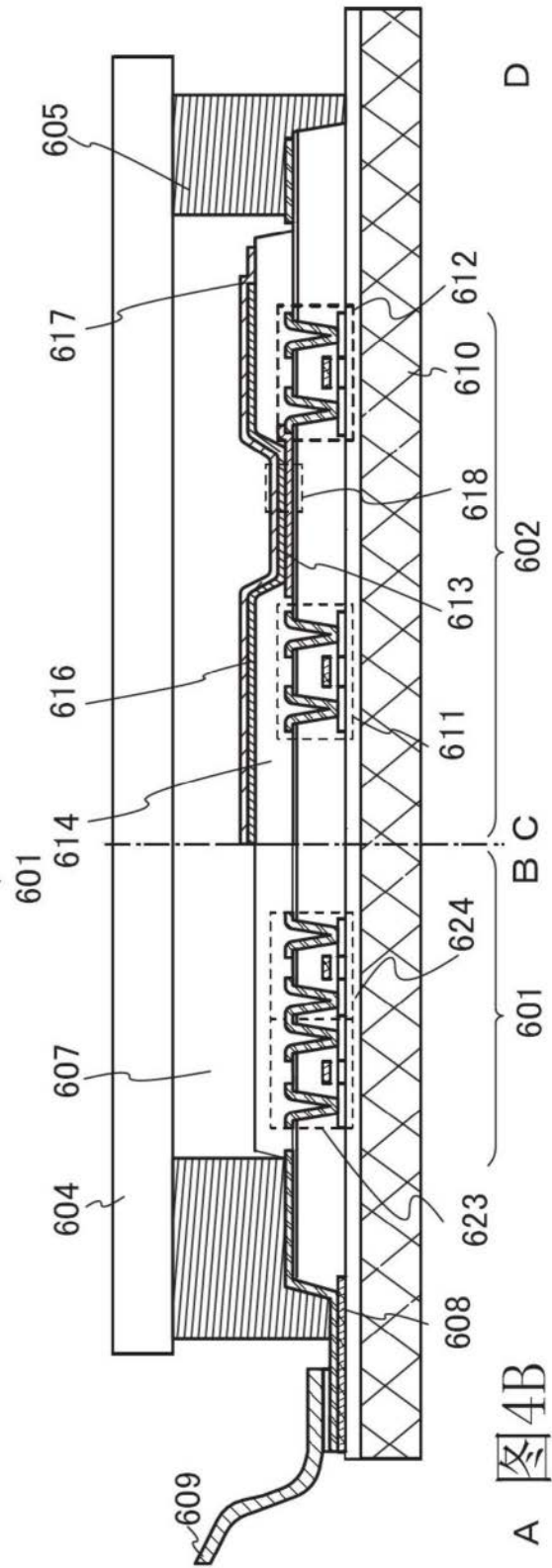


图4B

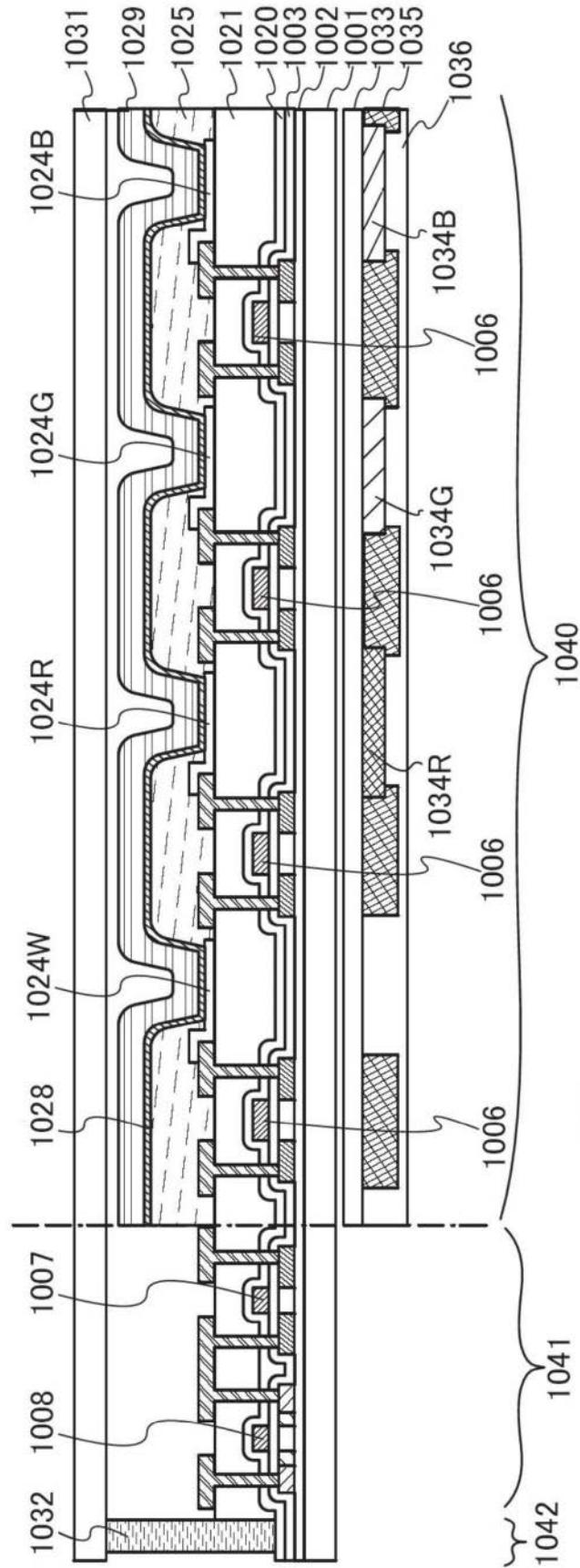


图5A

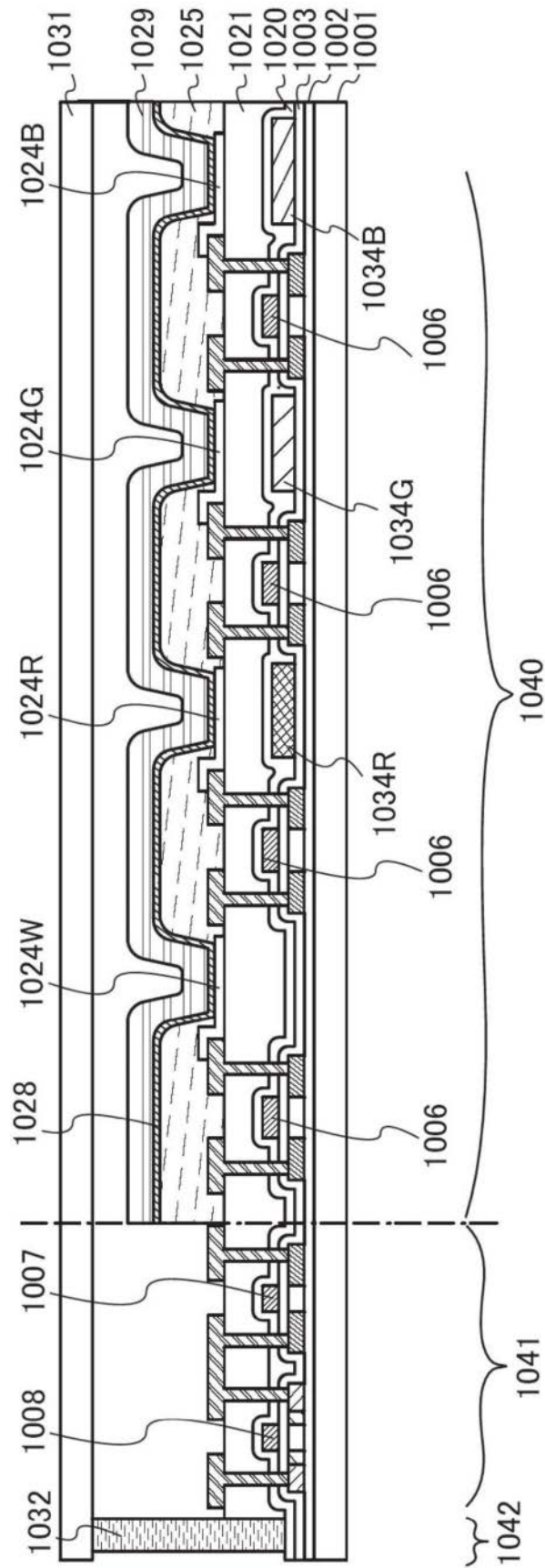


图5B

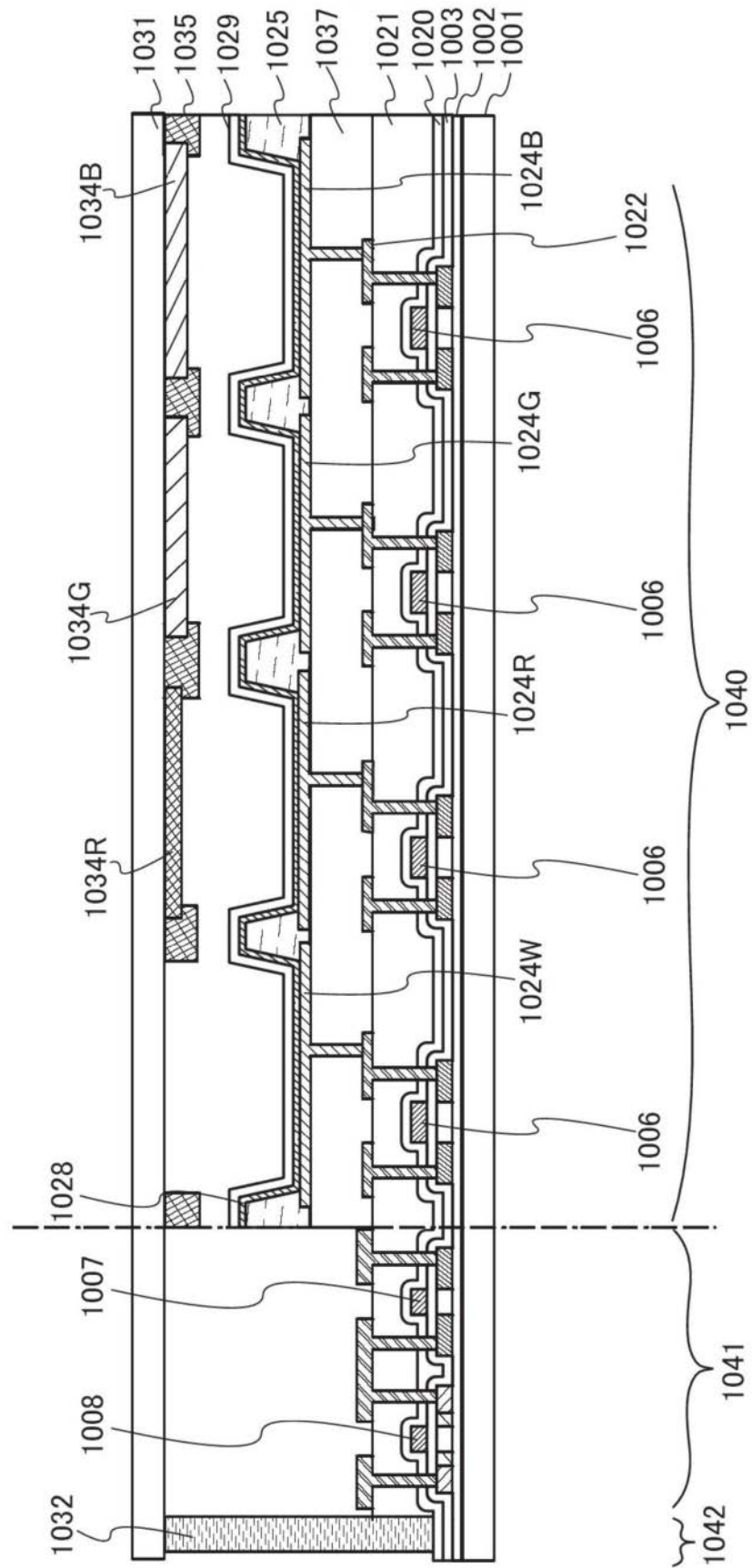


图6

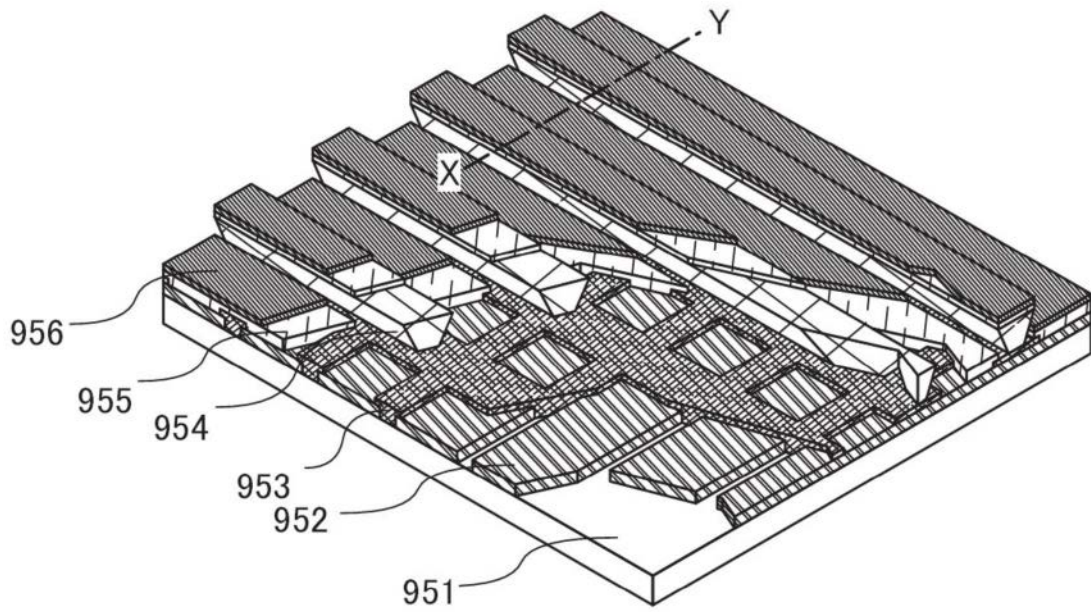


图7A

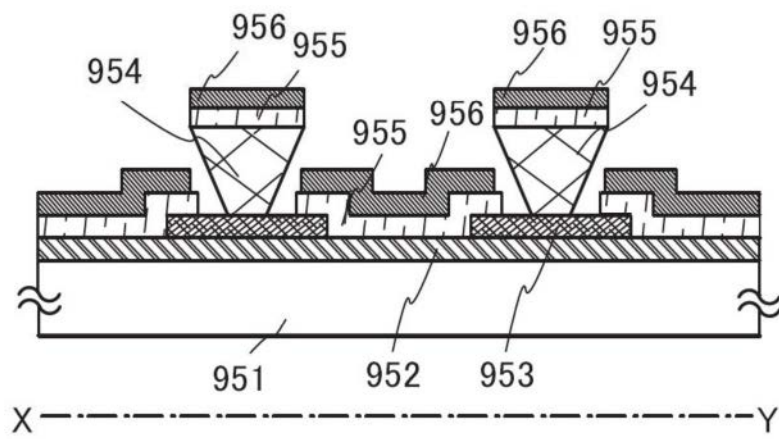


图7B

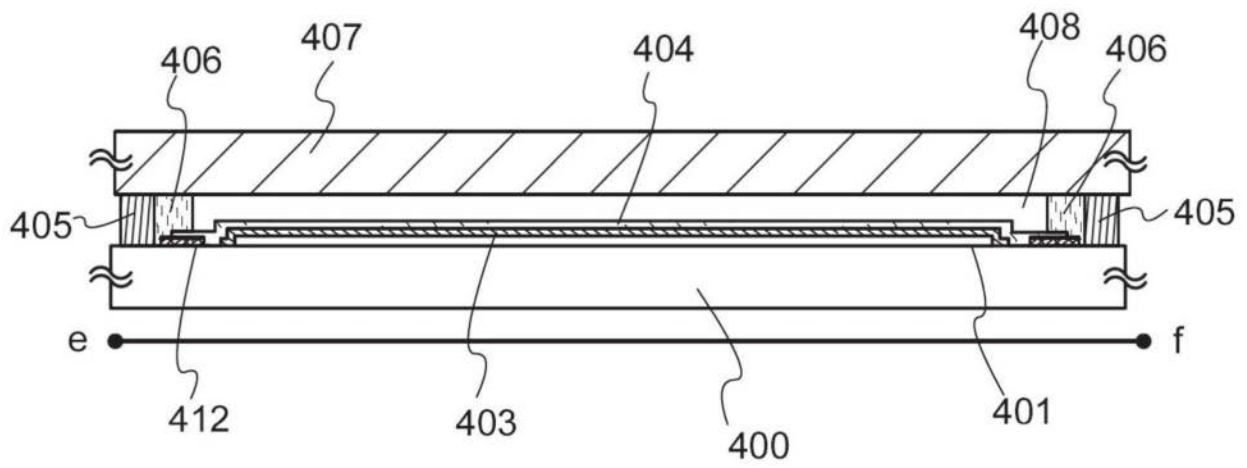


图8A

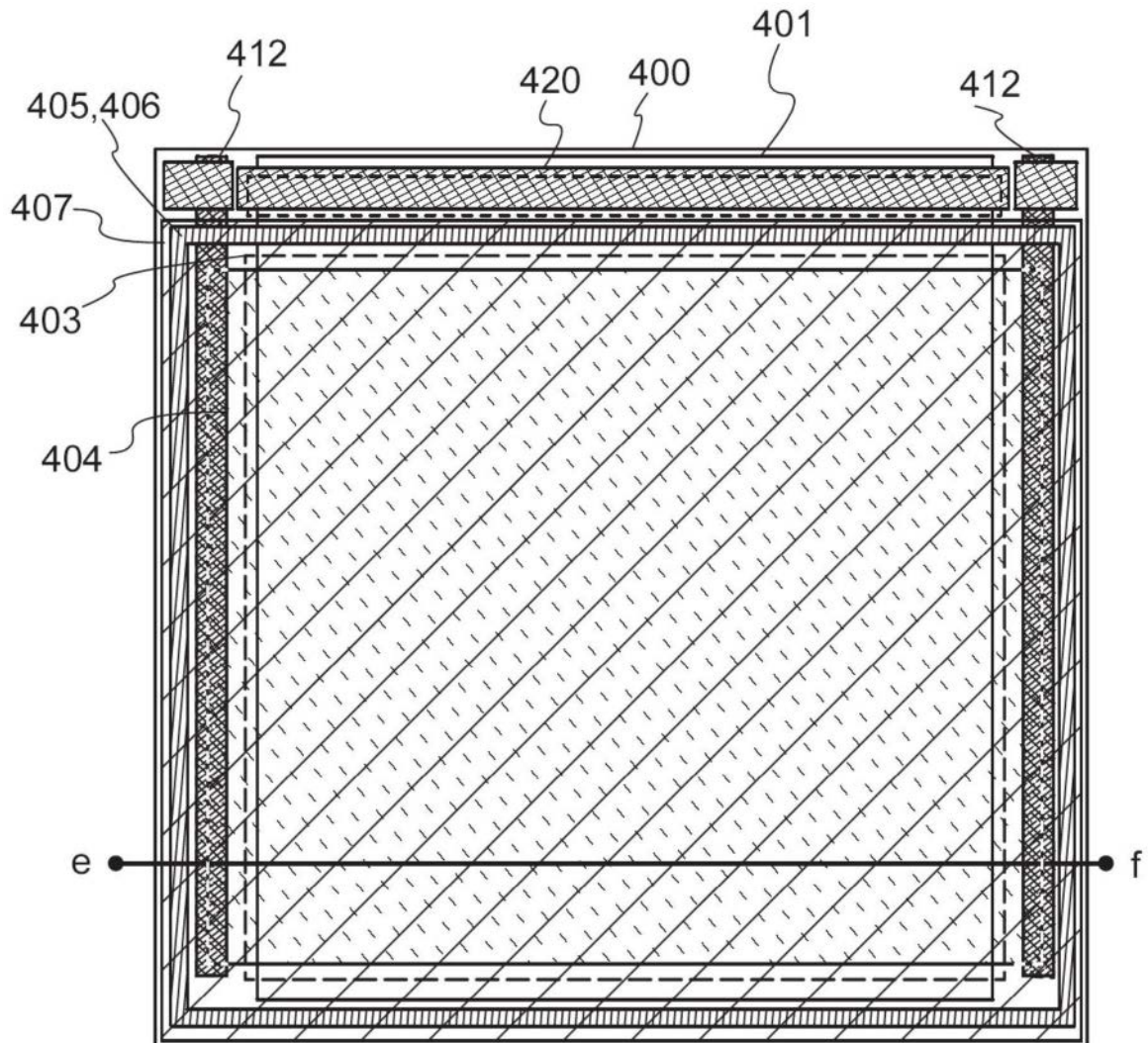


图8B

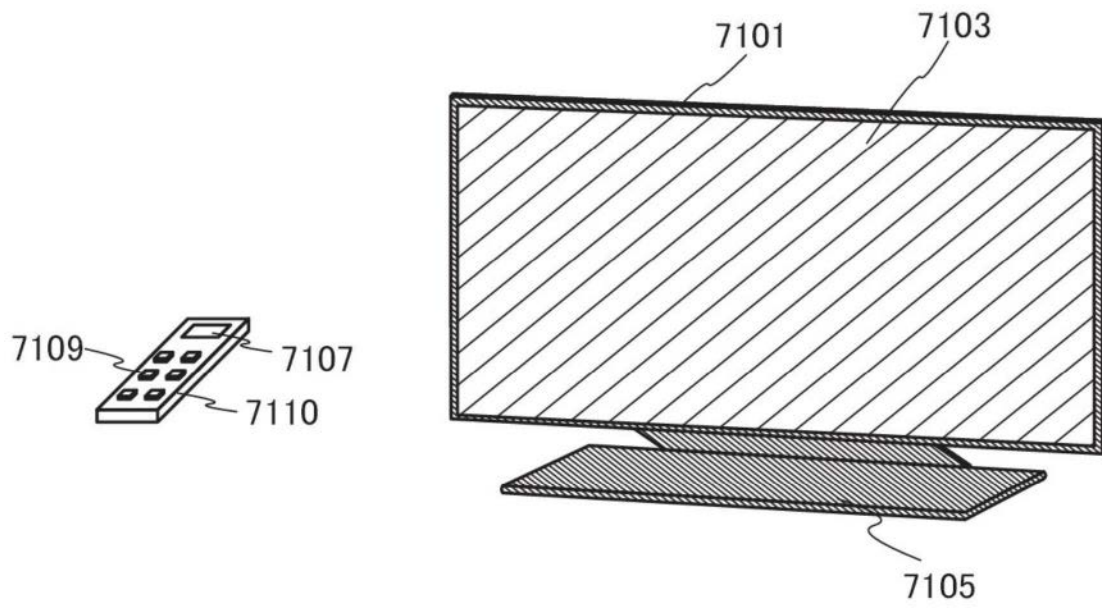


图9A

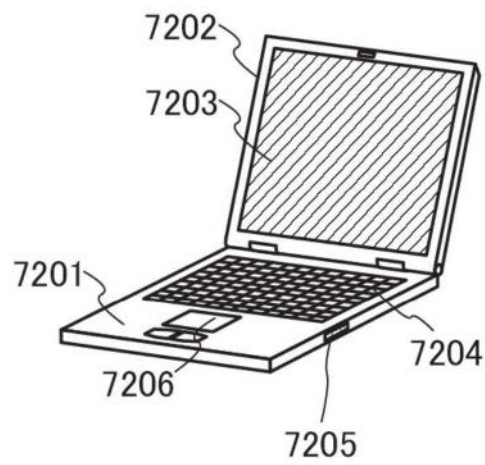


图9B1

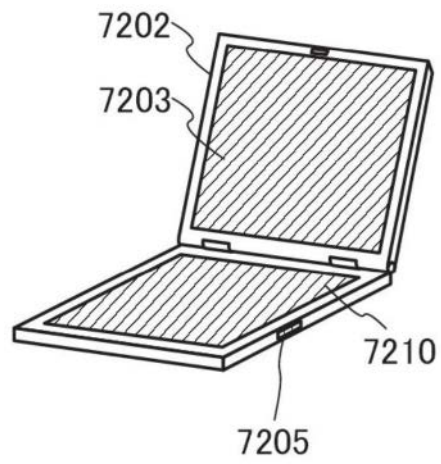


图9B2

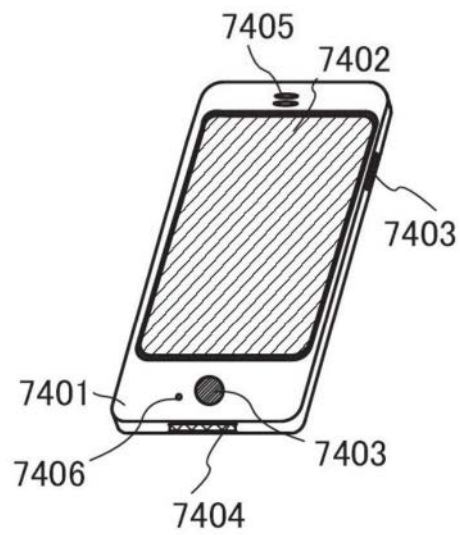


图9C

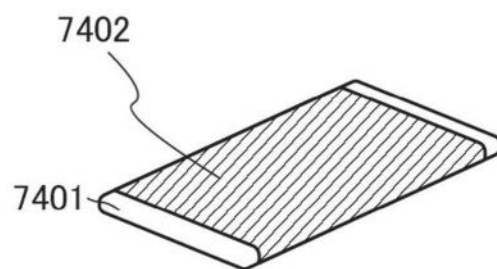


图9D

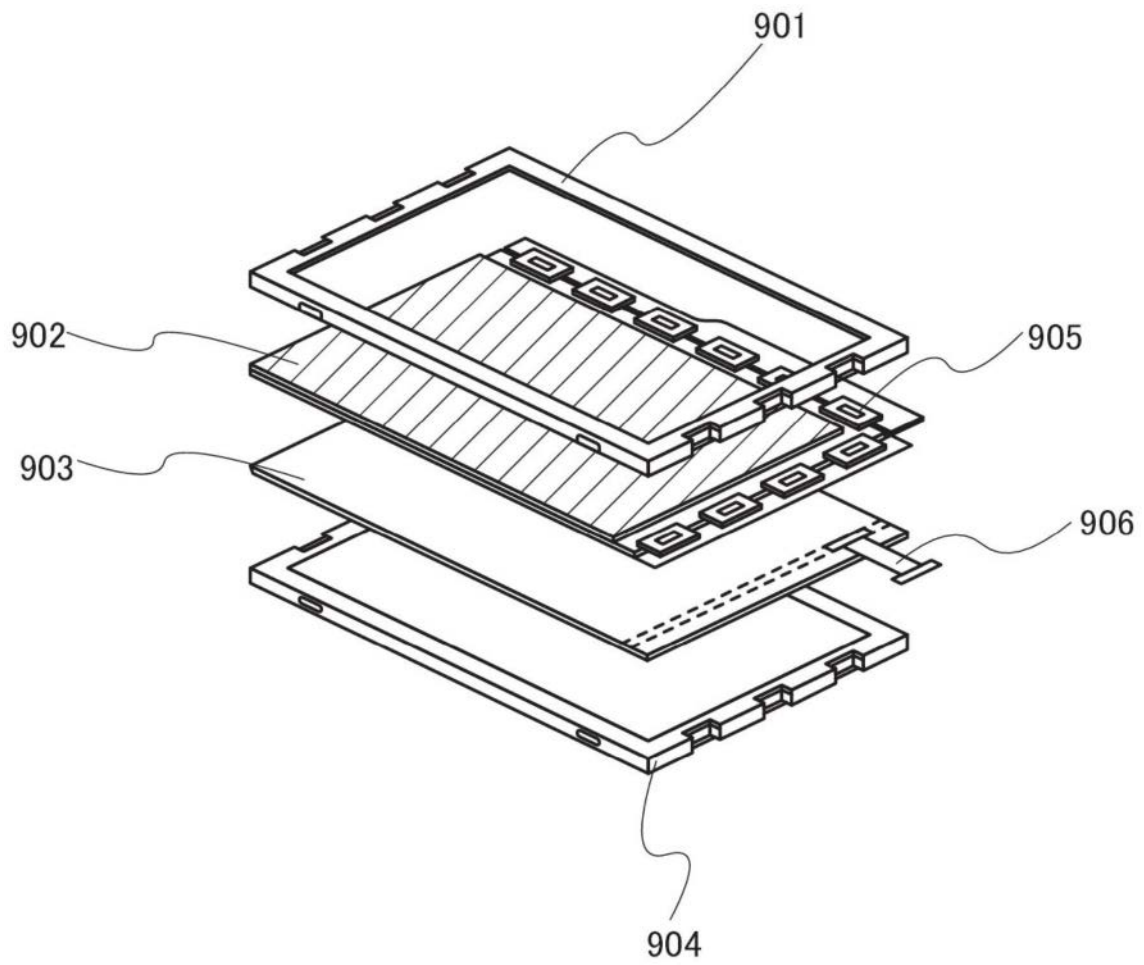


图10

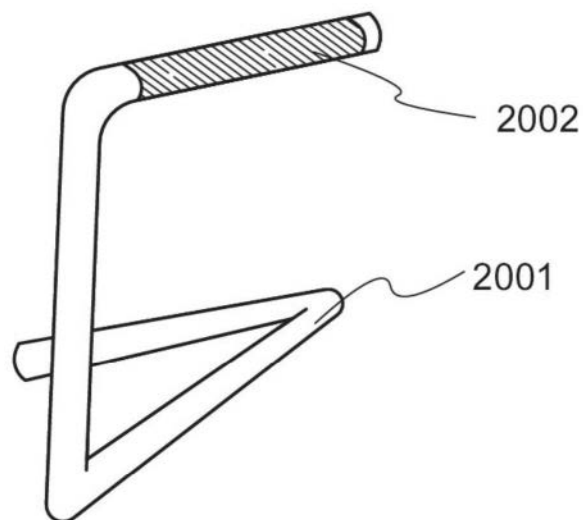


图11

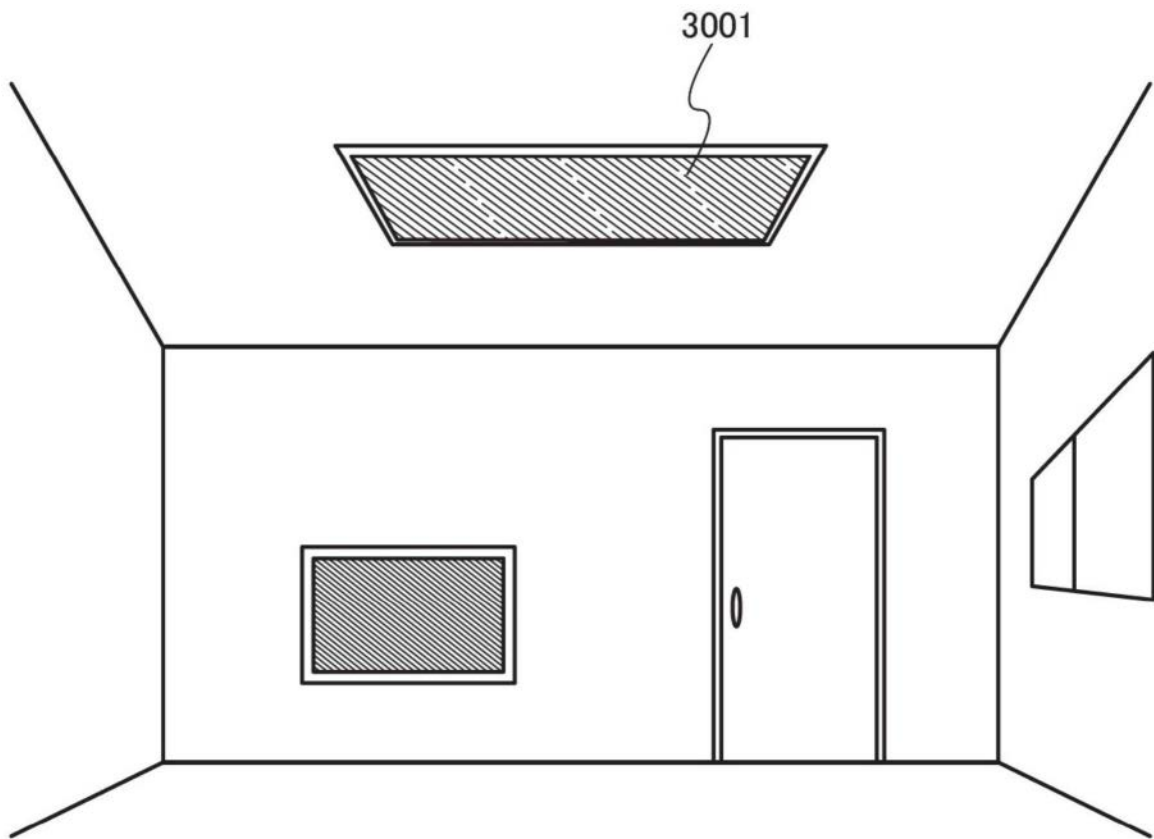


图12

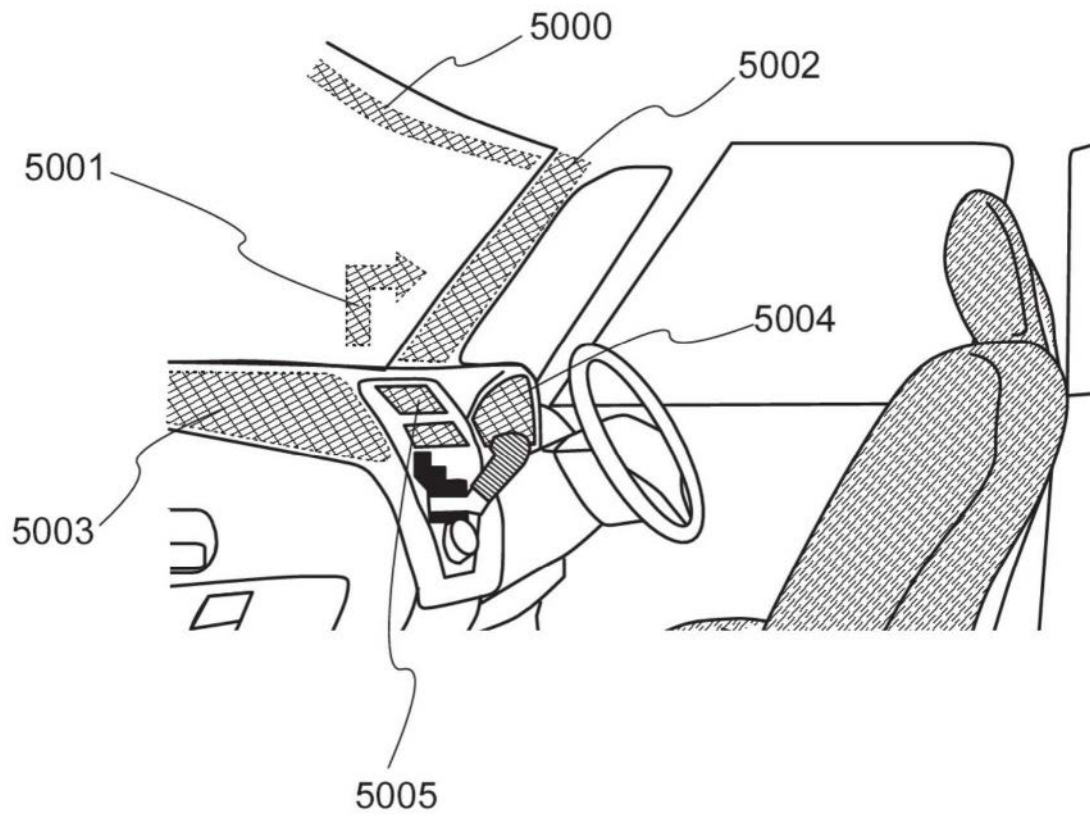


图13

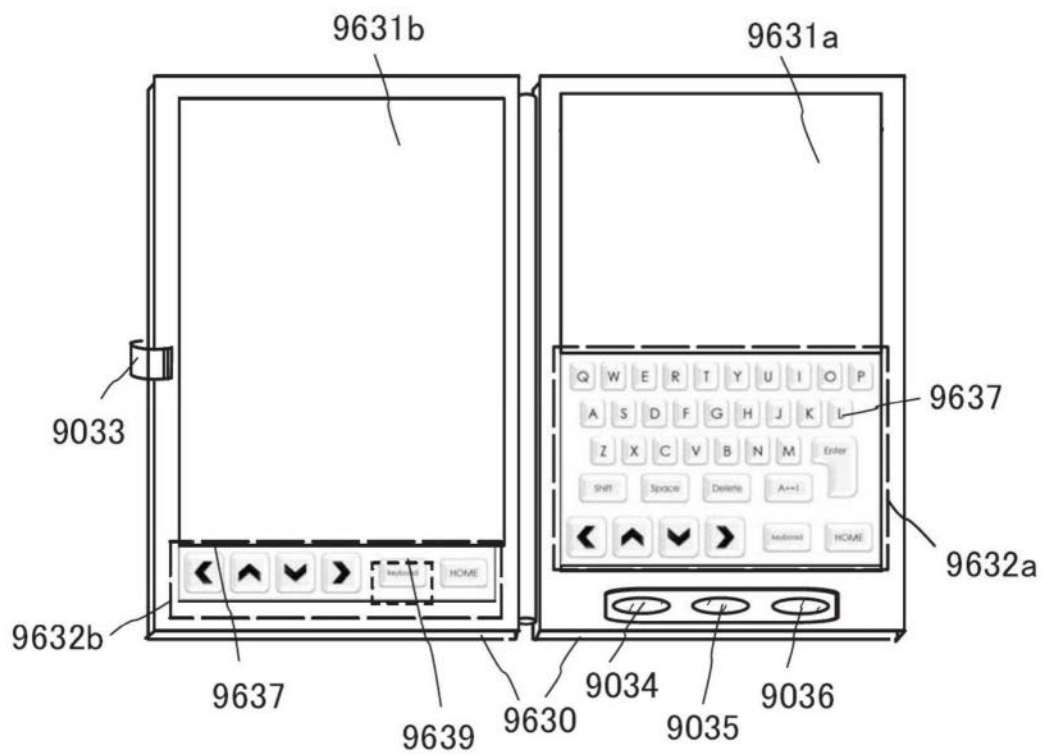


图14A

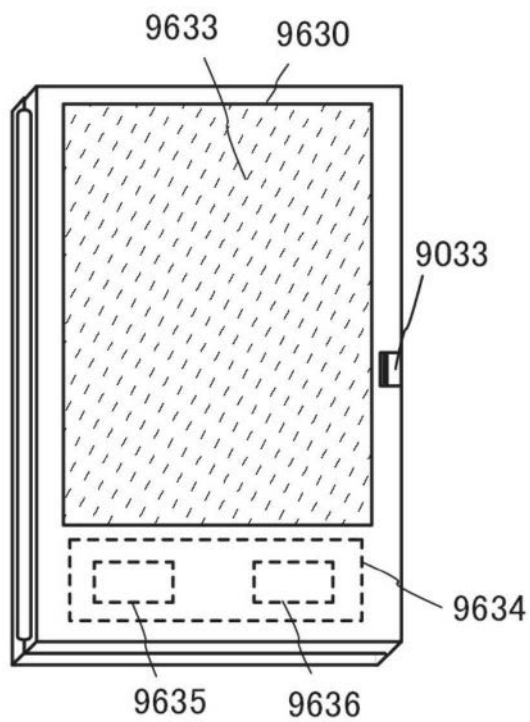


图14B

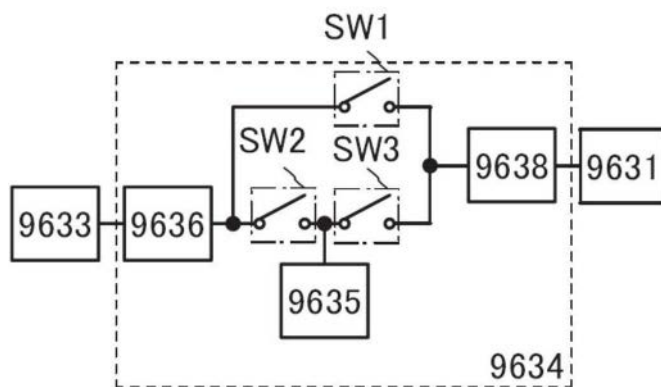


图14C

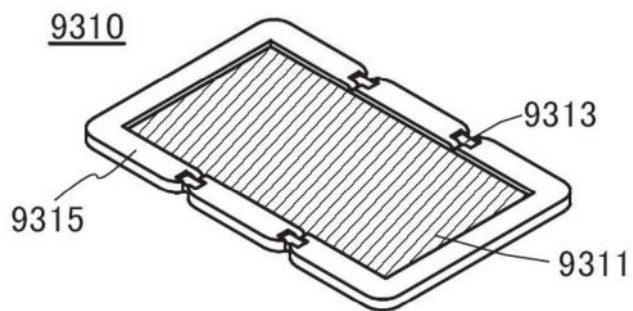


图15A

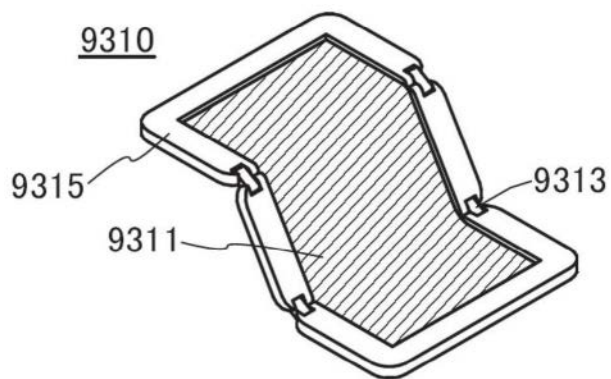


图15B

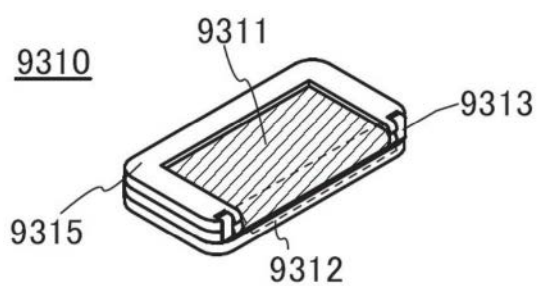


图15C

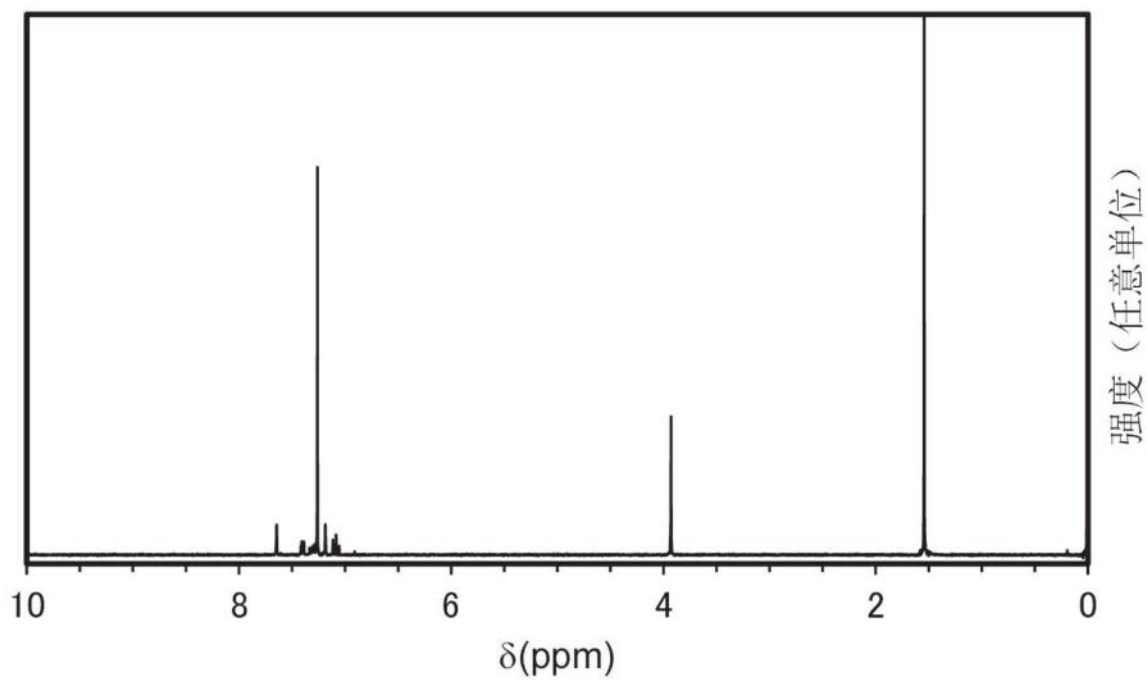


图16A

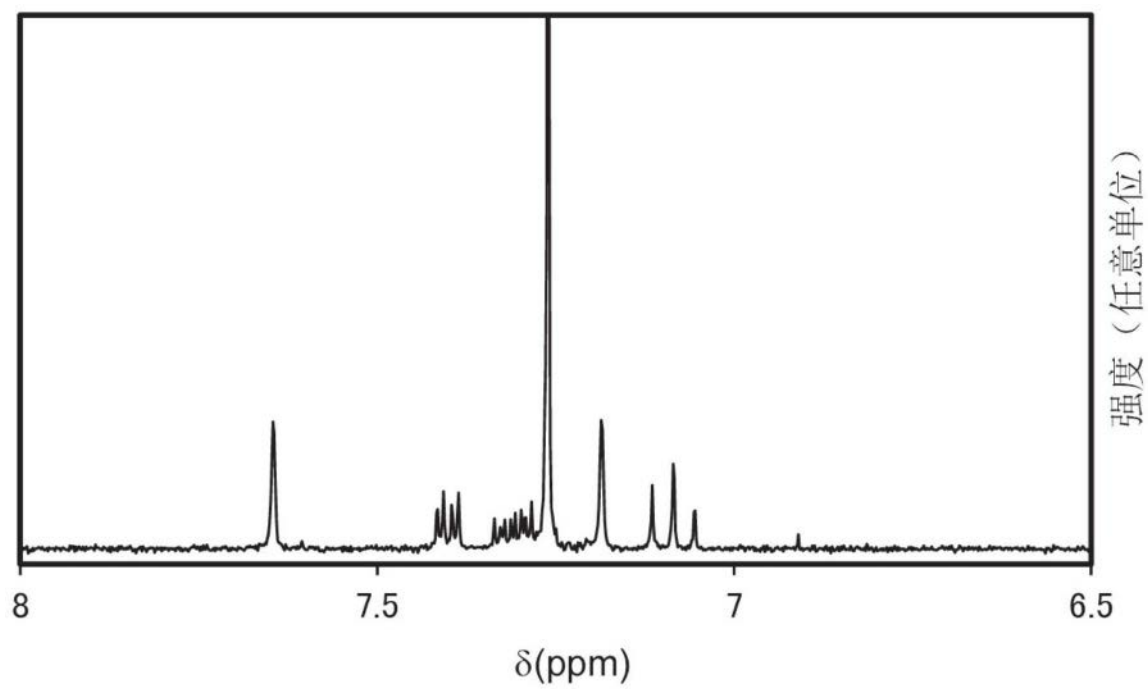


图16B

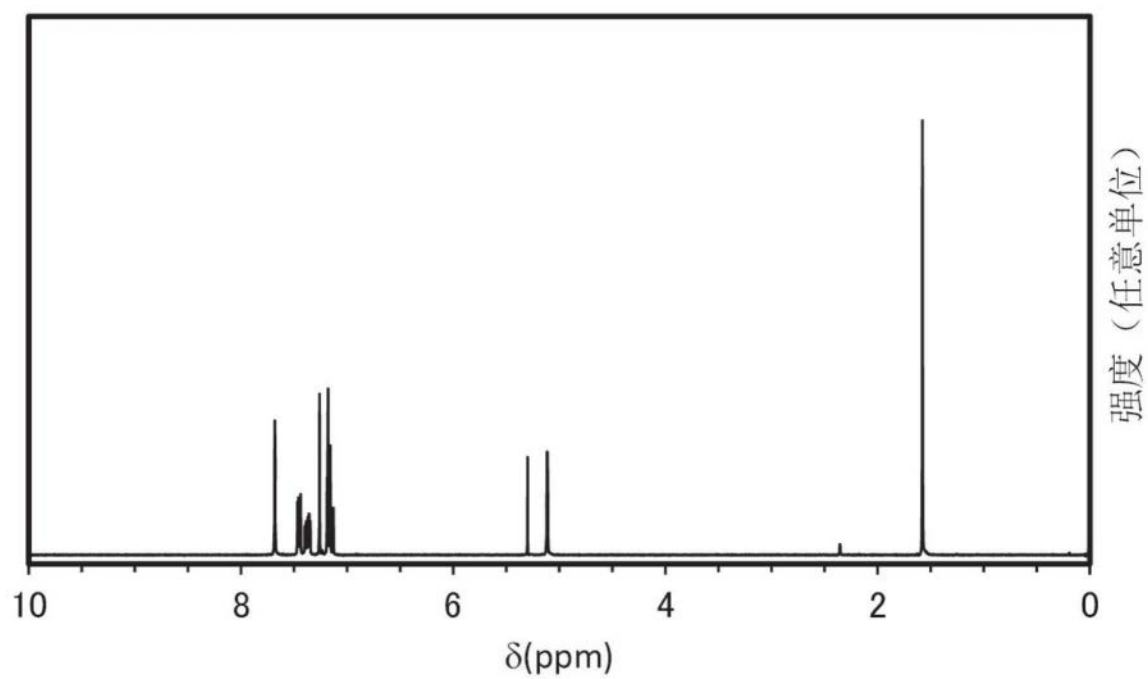


图17A

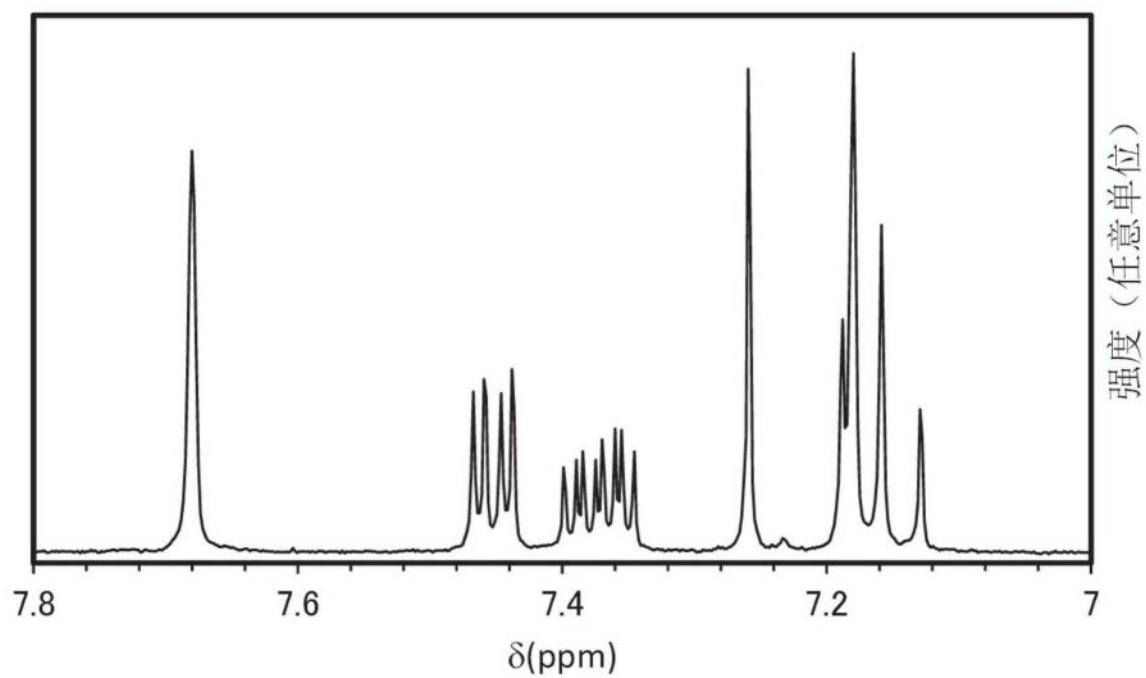


图17B

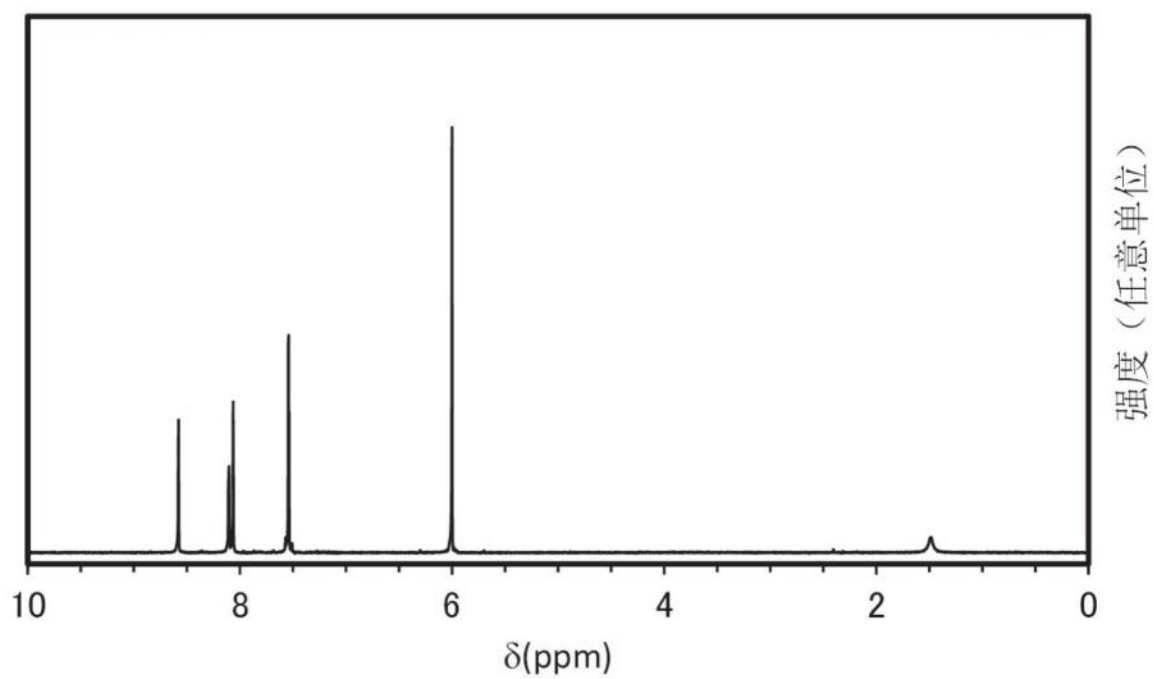


图18A

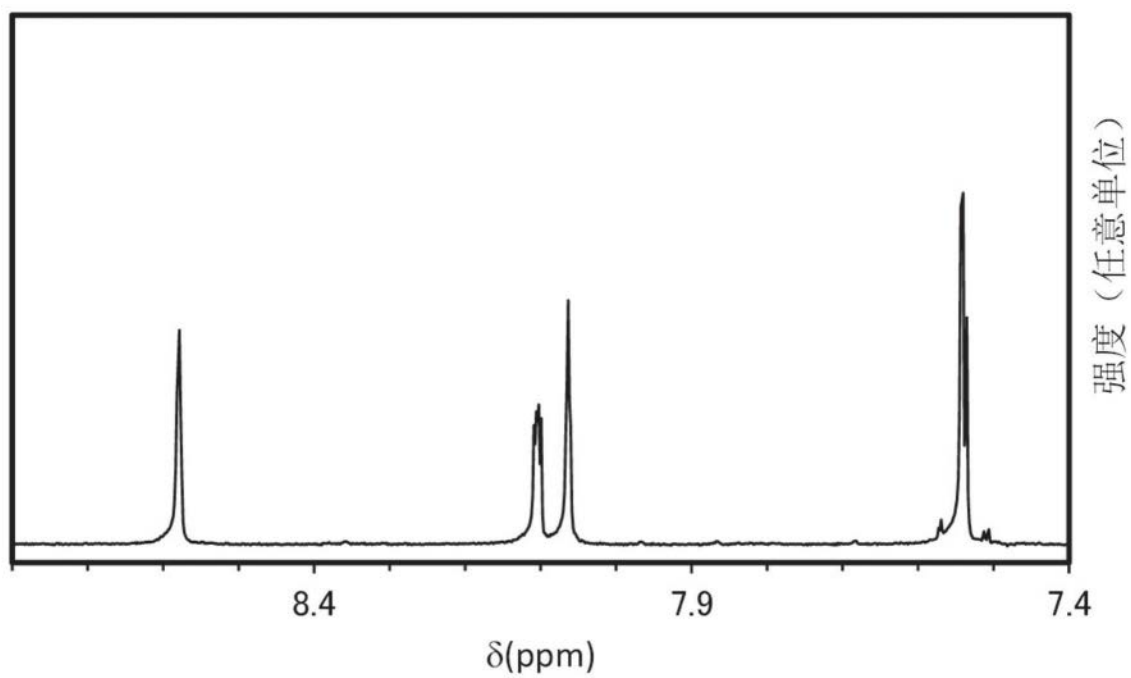


图18B

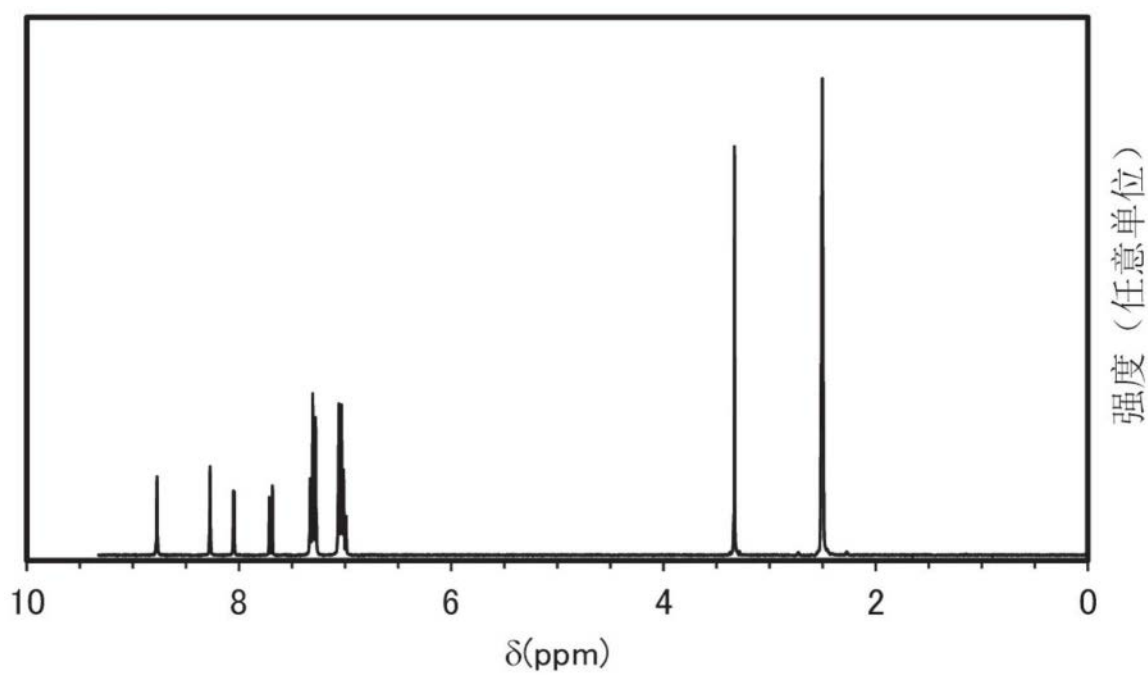


图19A

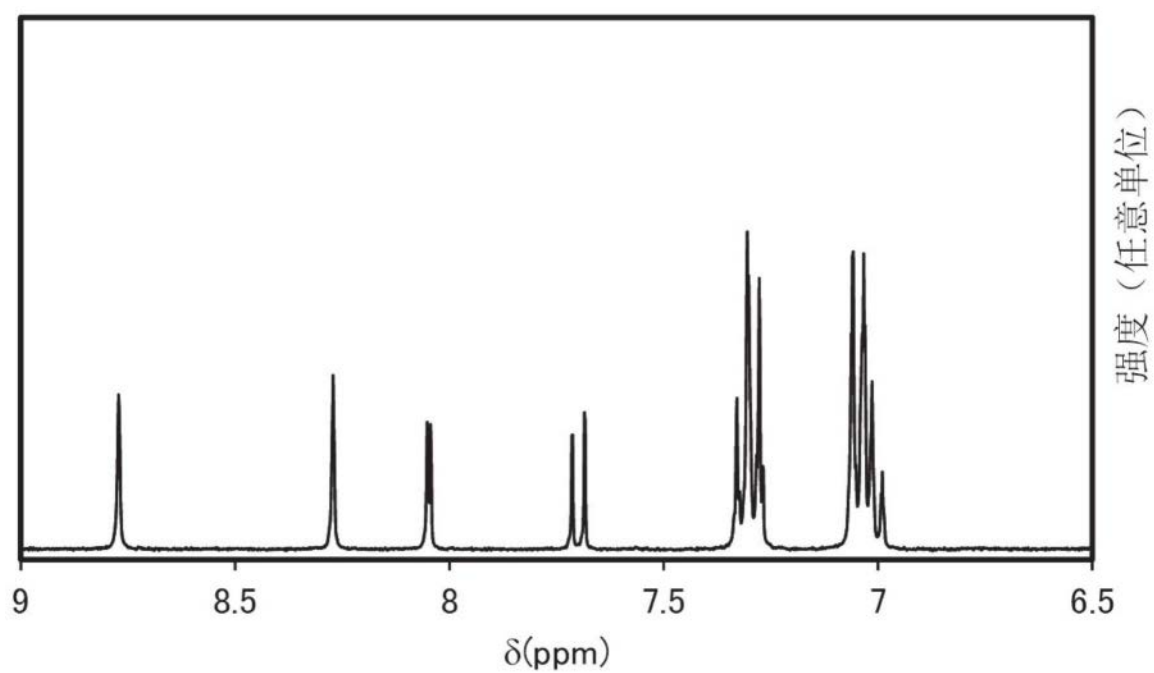


图19B

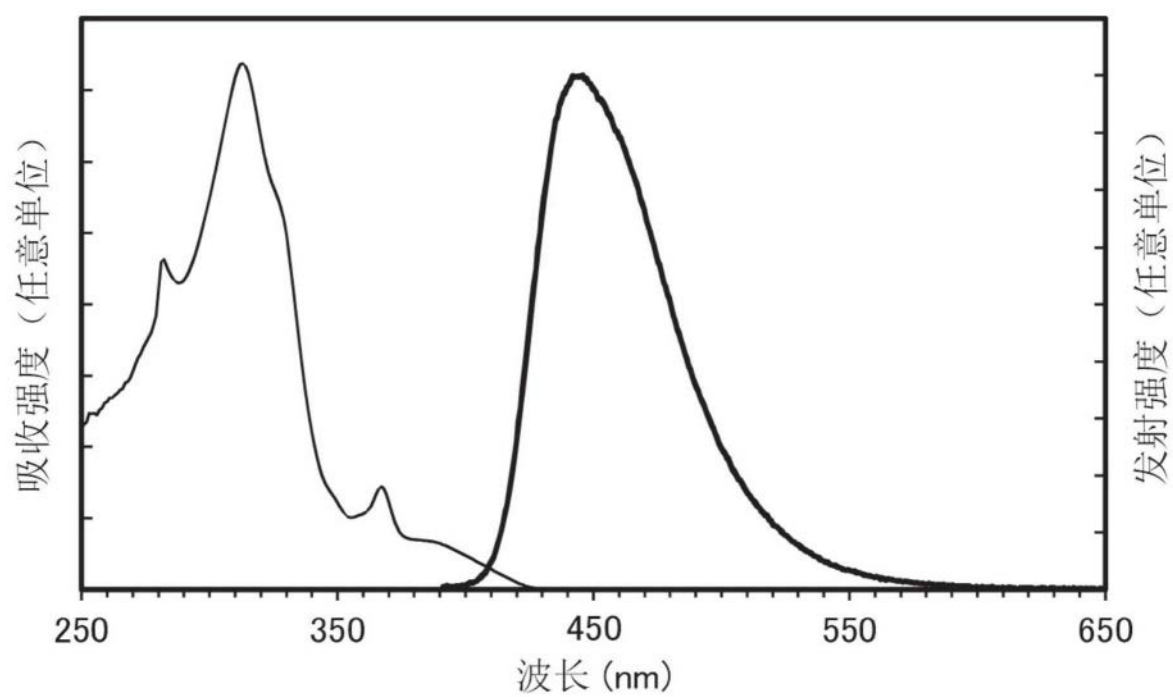


图20

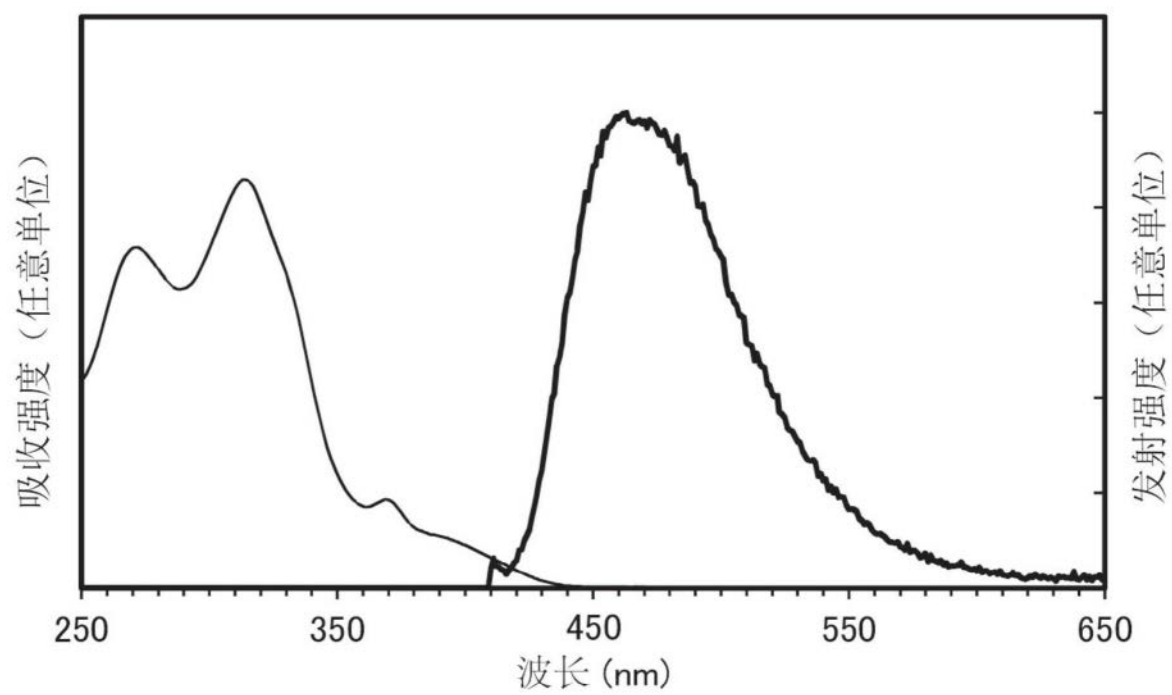


图21

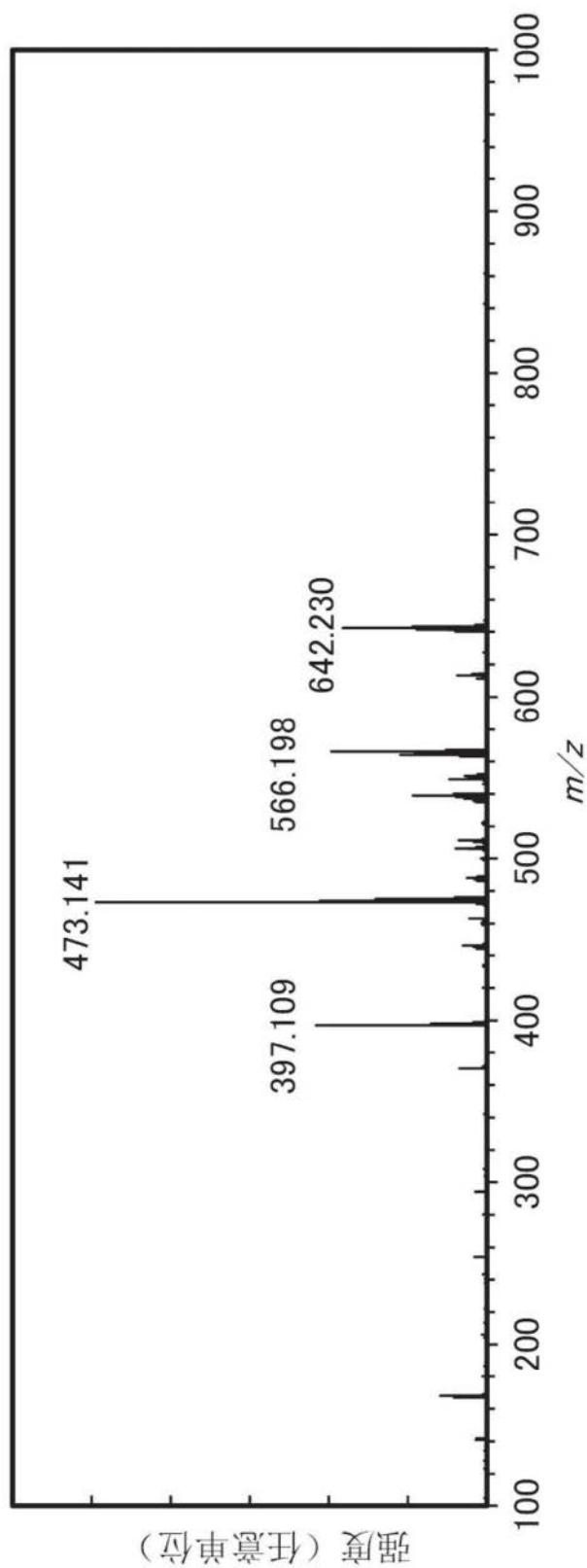


图22

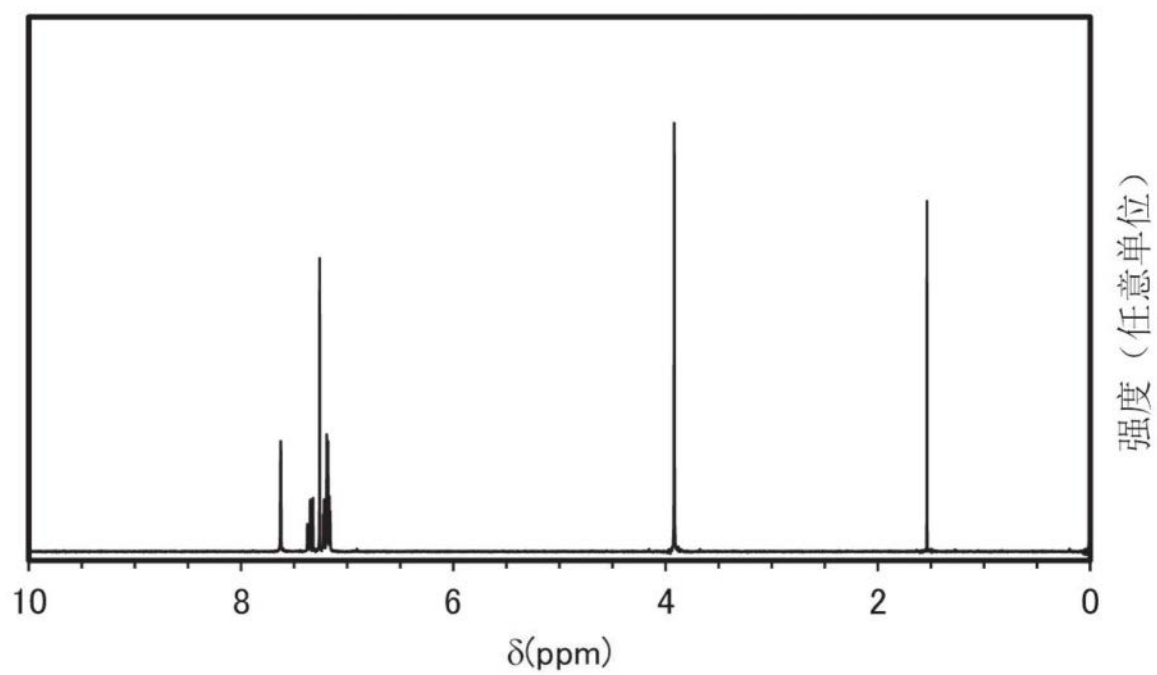


图23A

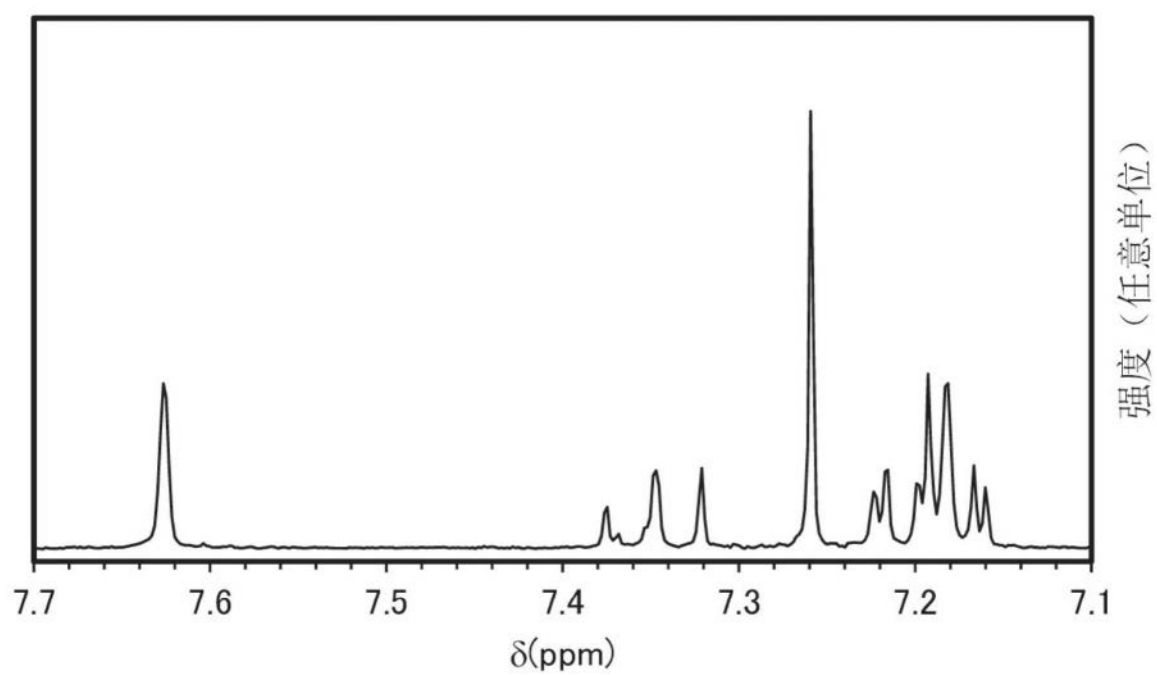


图23B

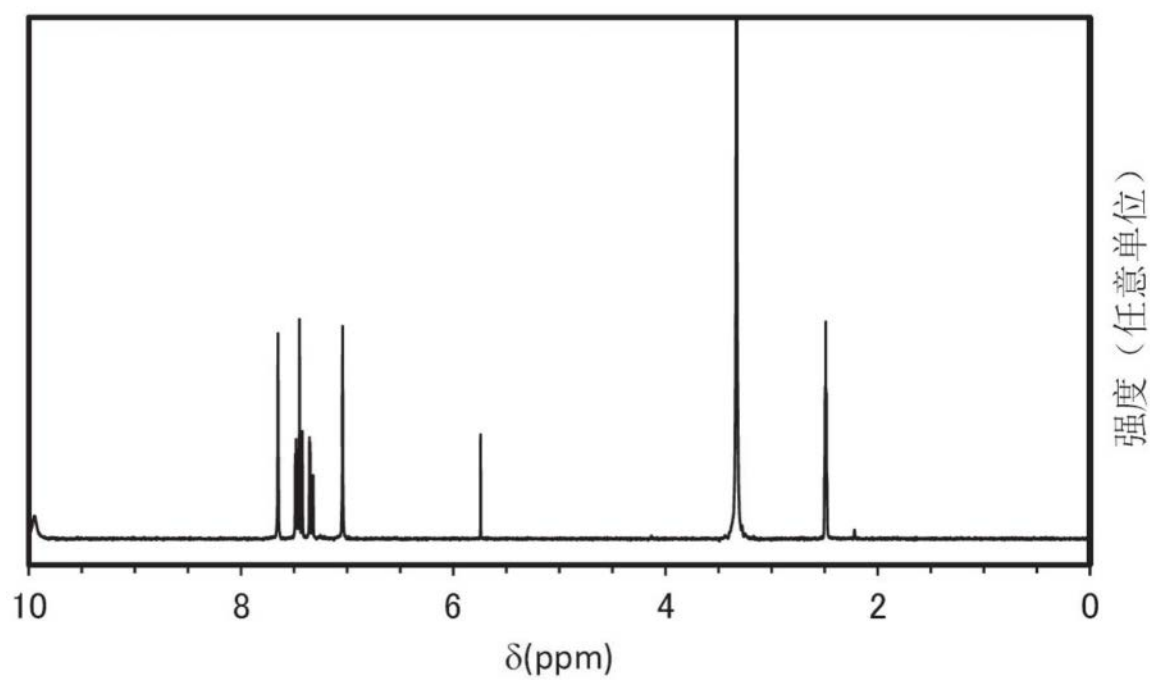


图24A

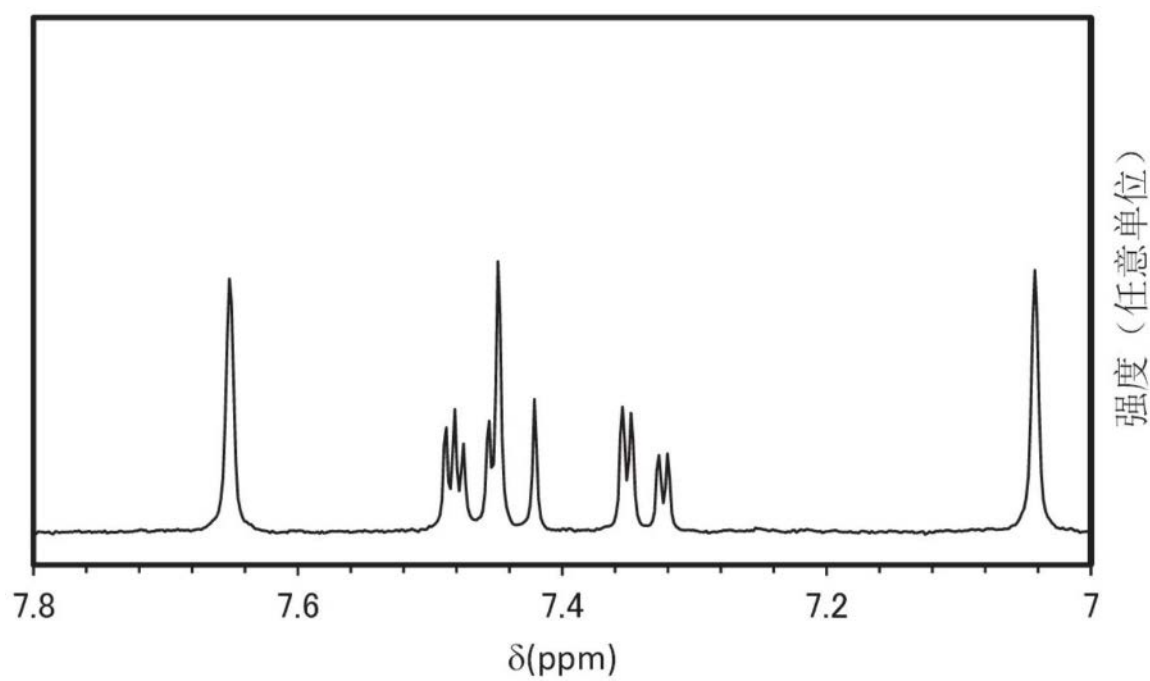


图24B

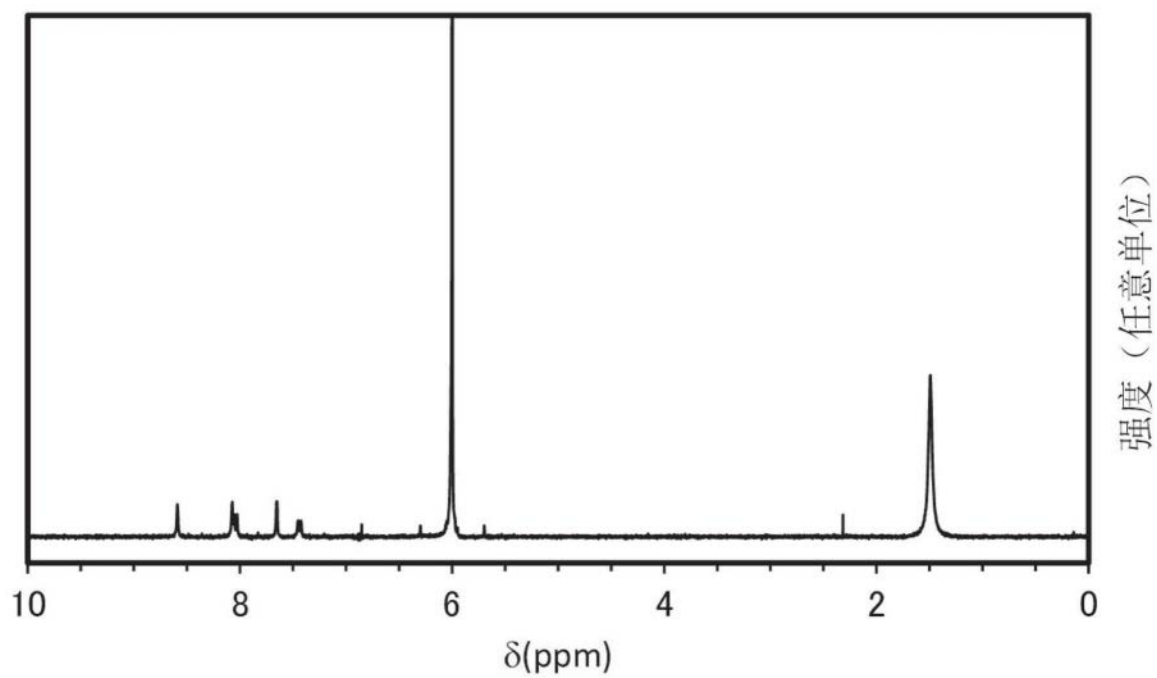


图25A

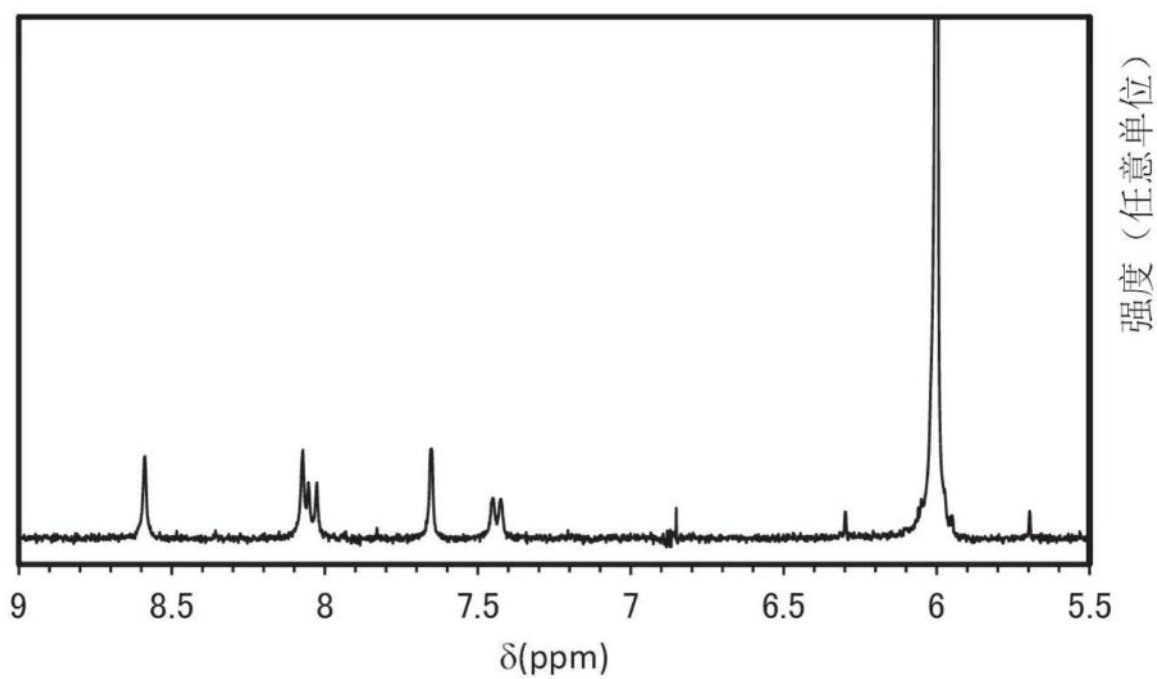


图25B

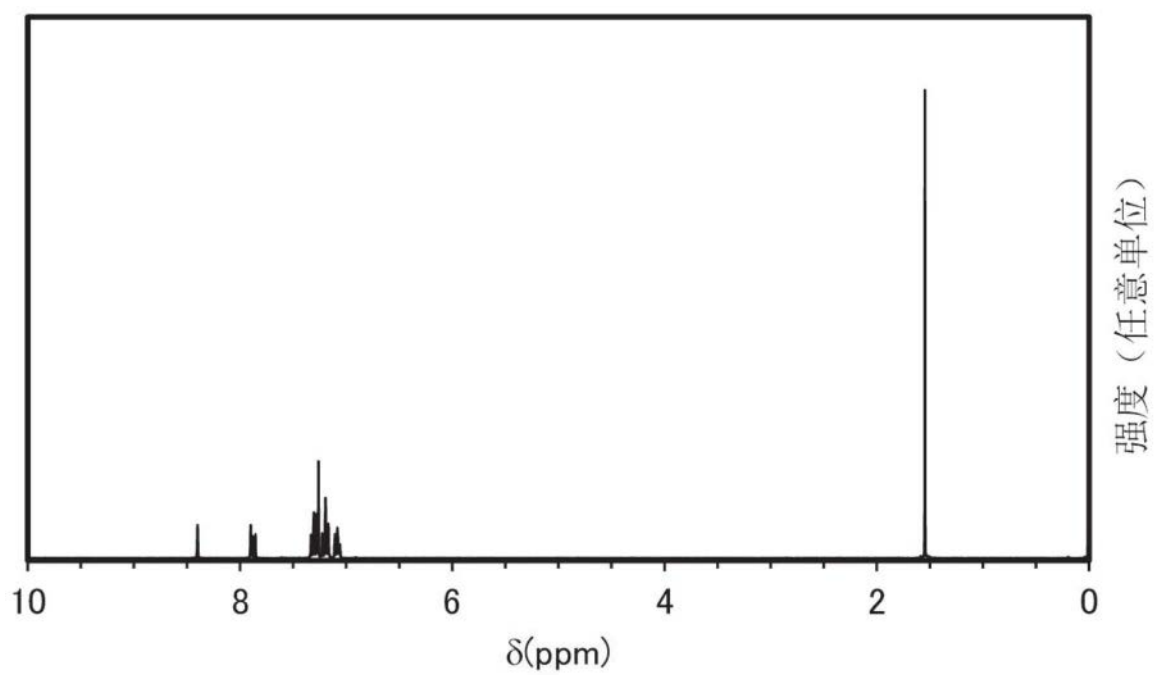


图26A

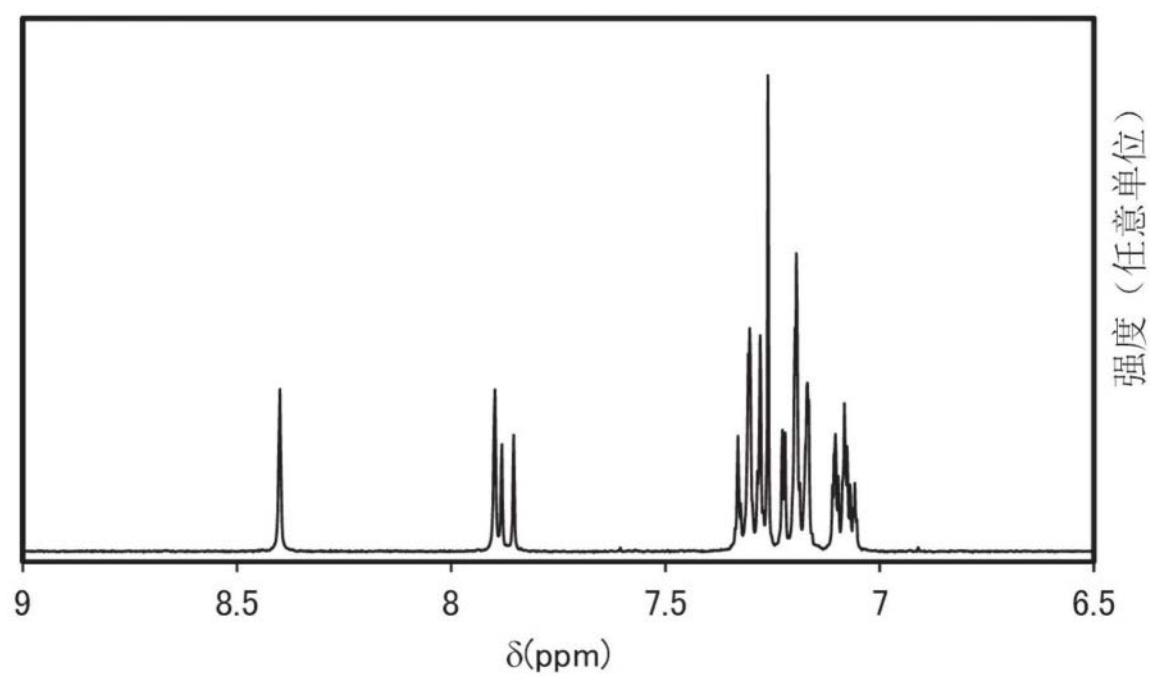


图26B

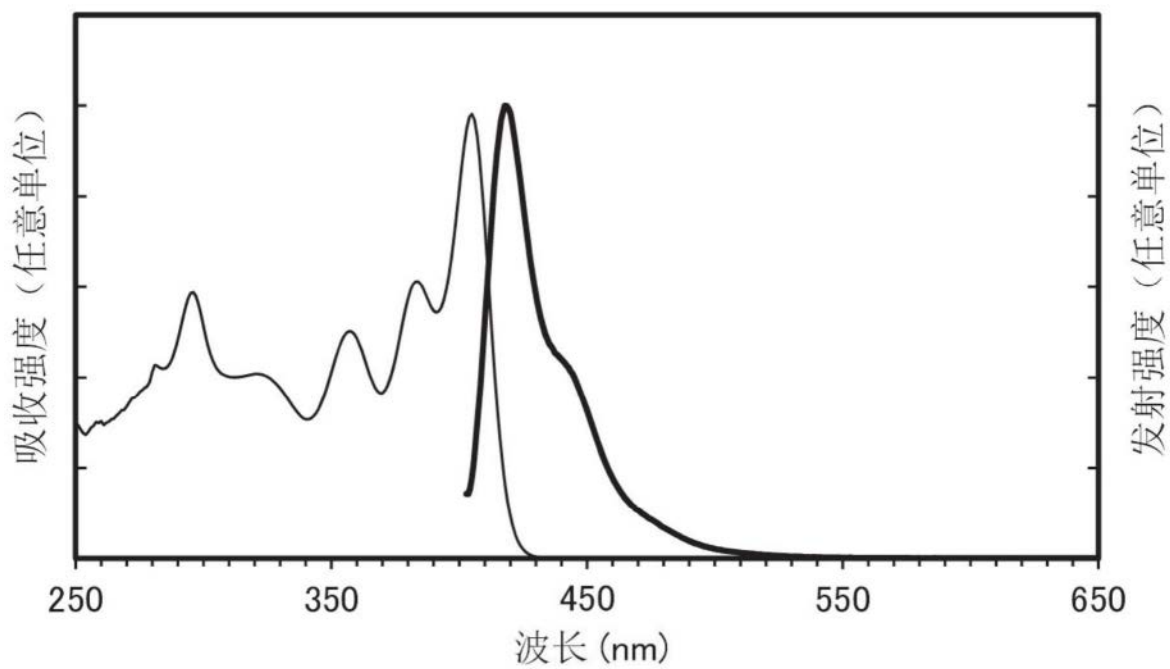


图27

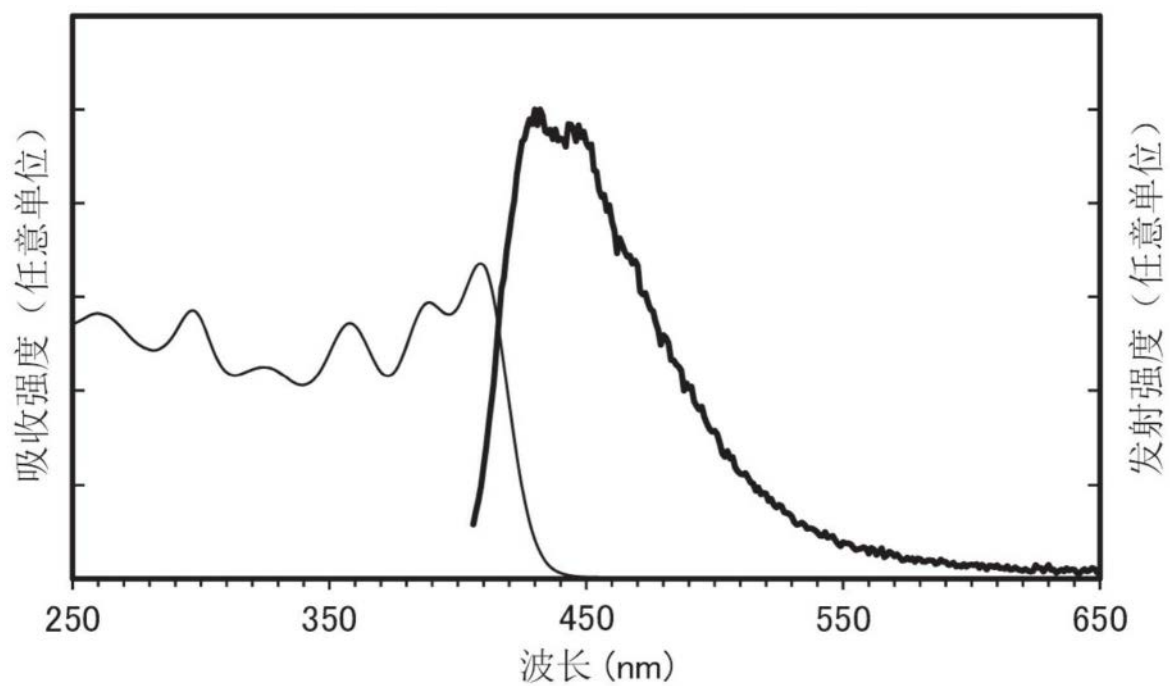


图28

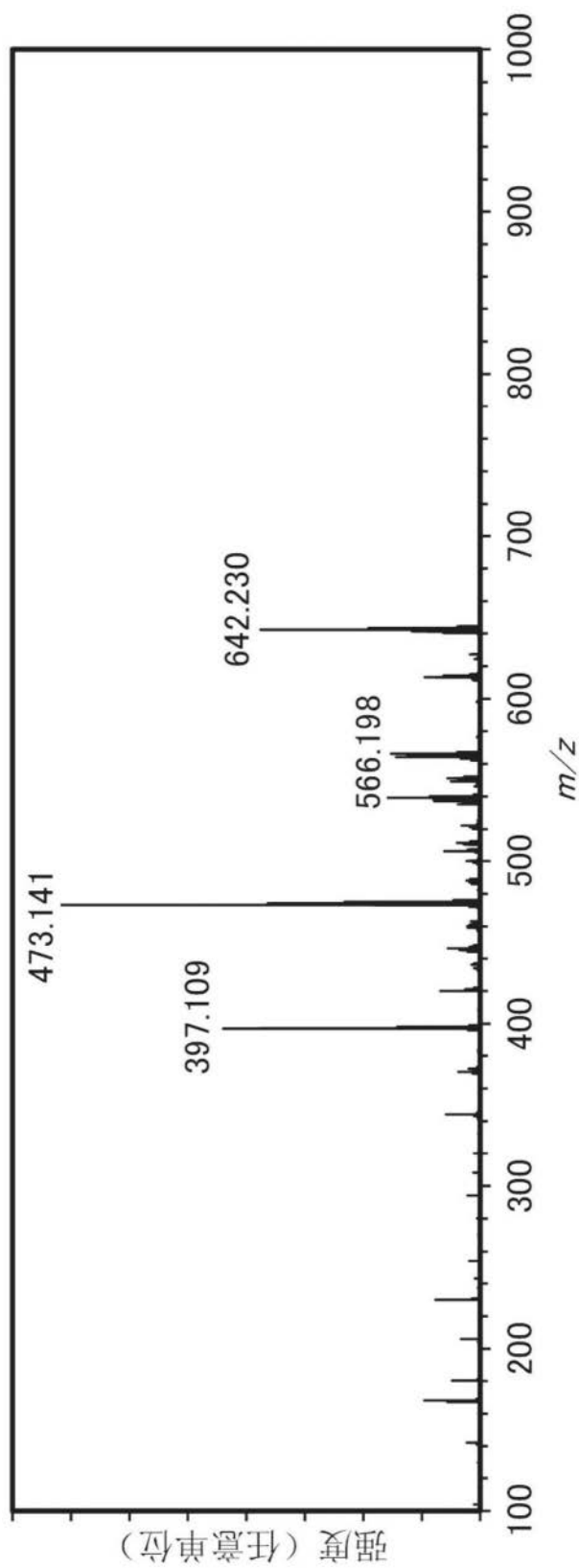


图29

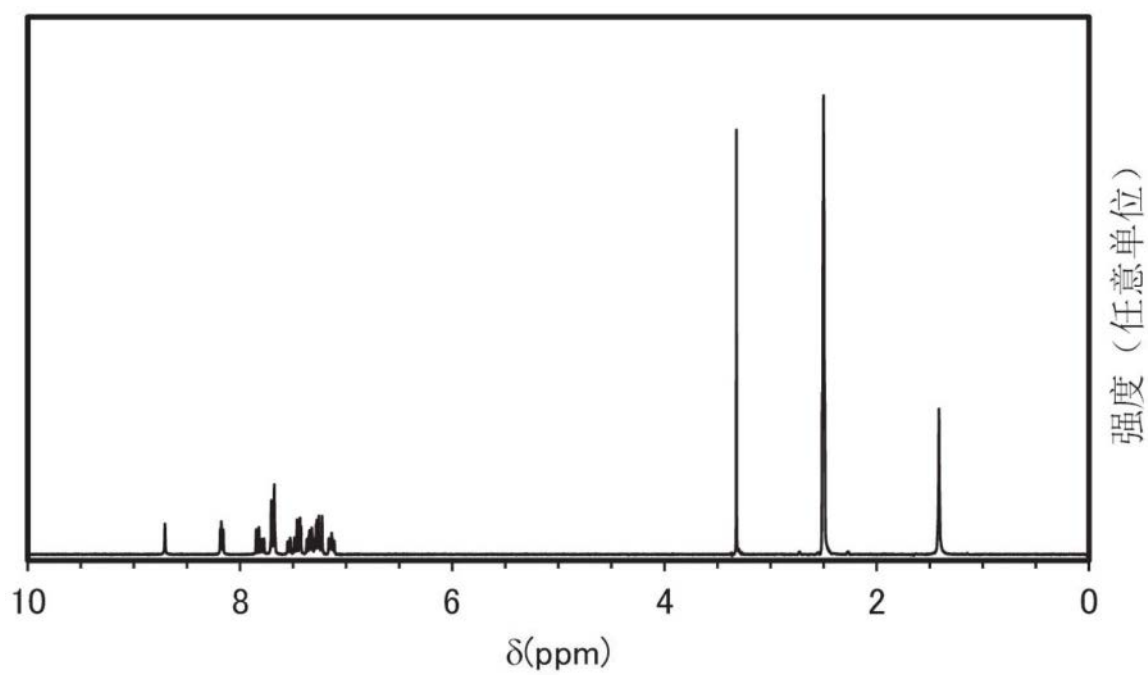


图30A

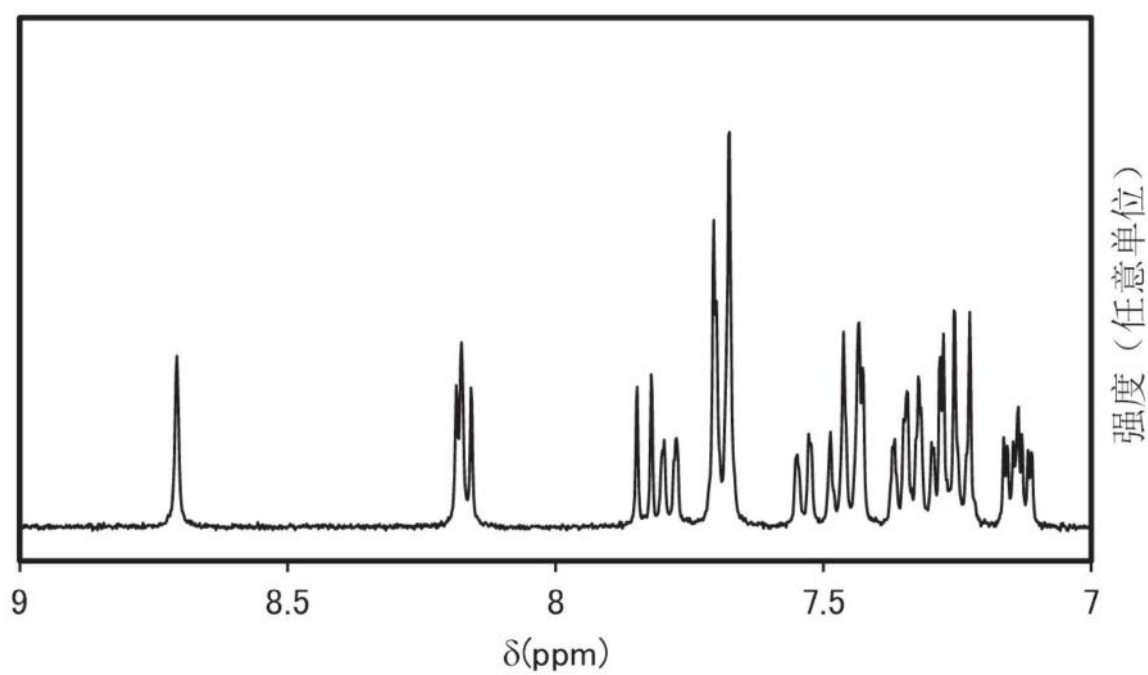


图30B

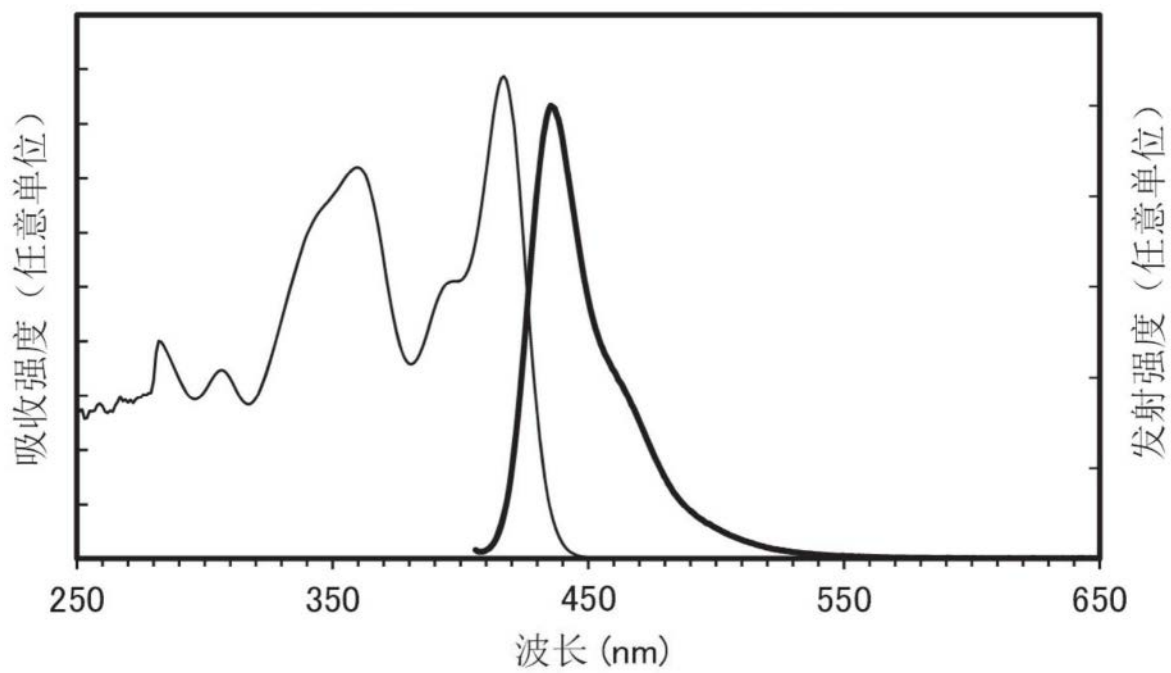


图31

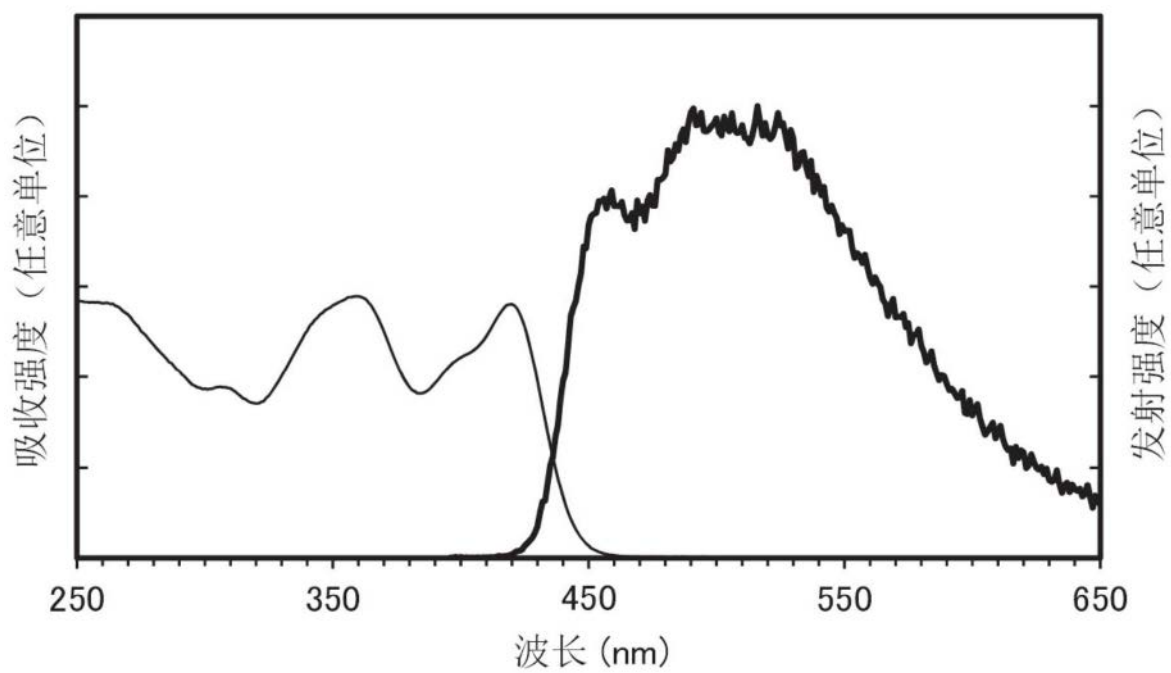


图32

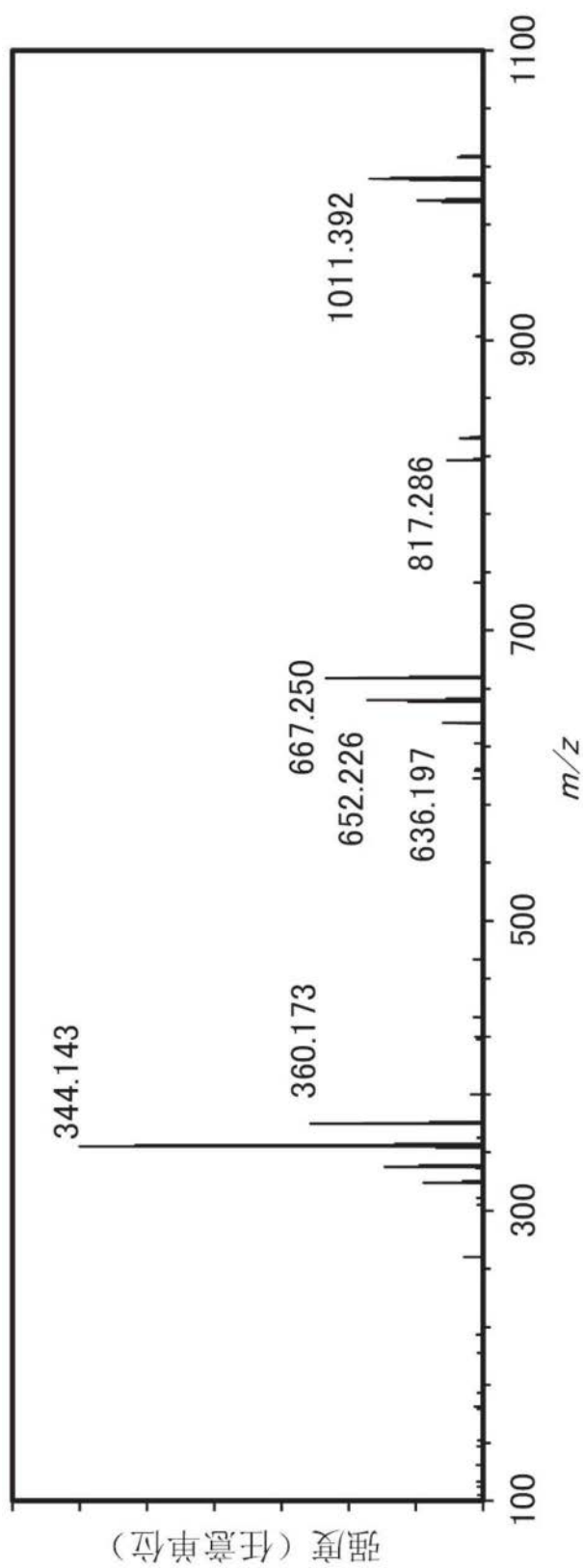


图33

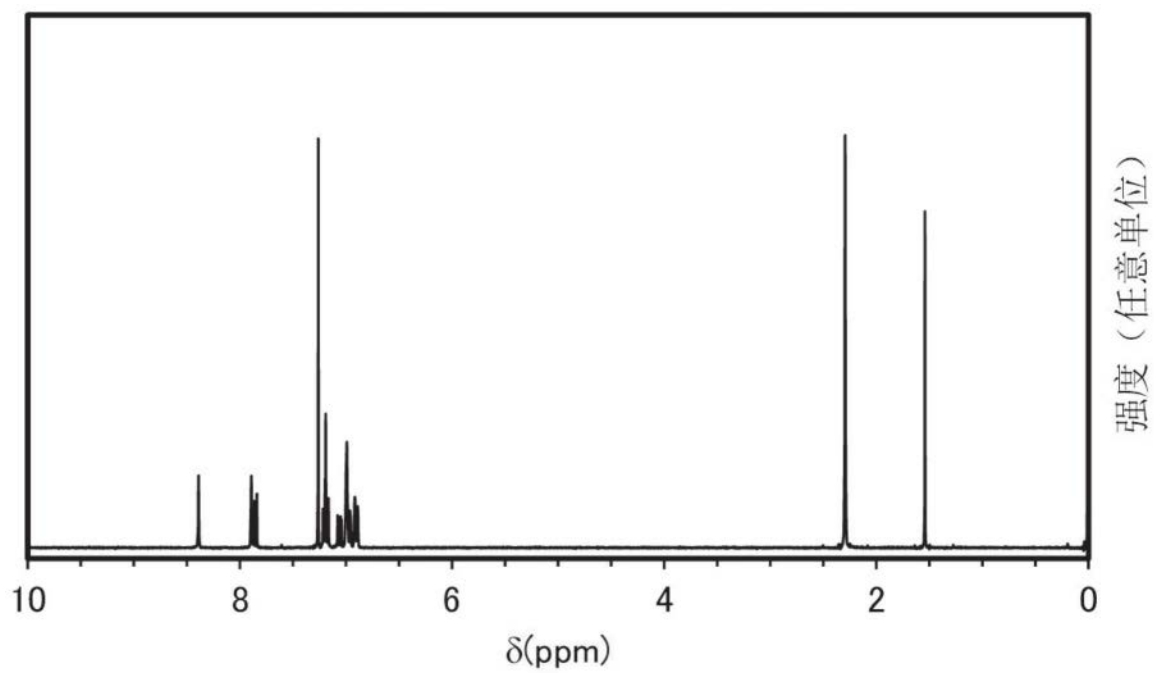


图34A

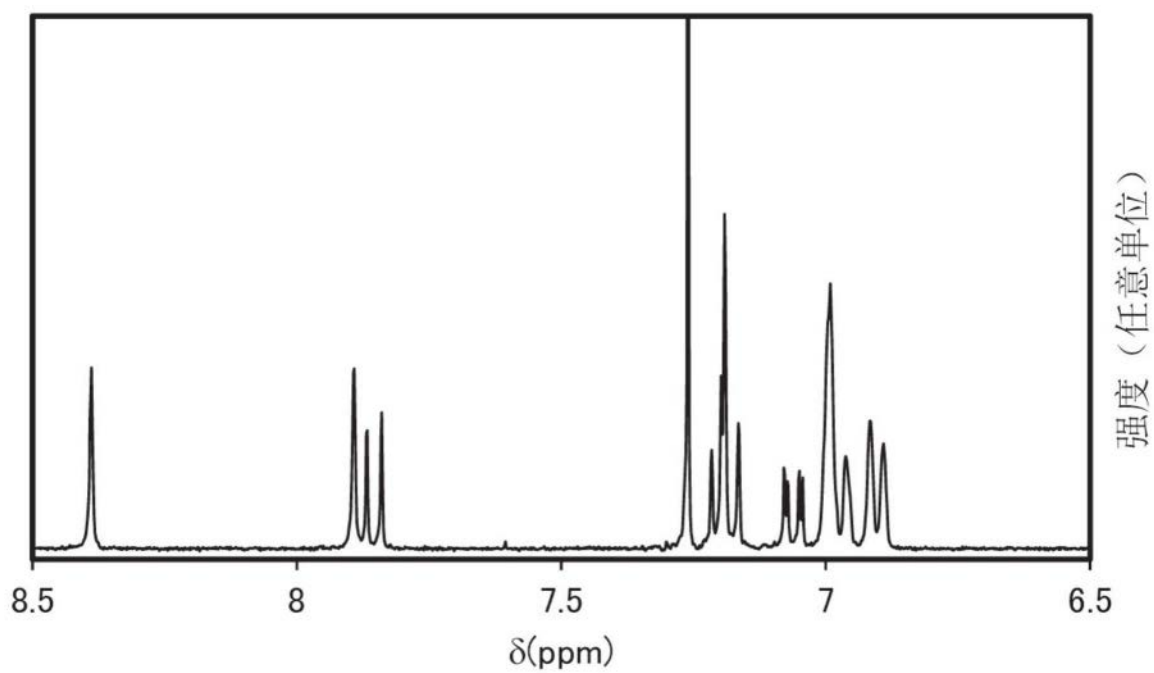


图34B

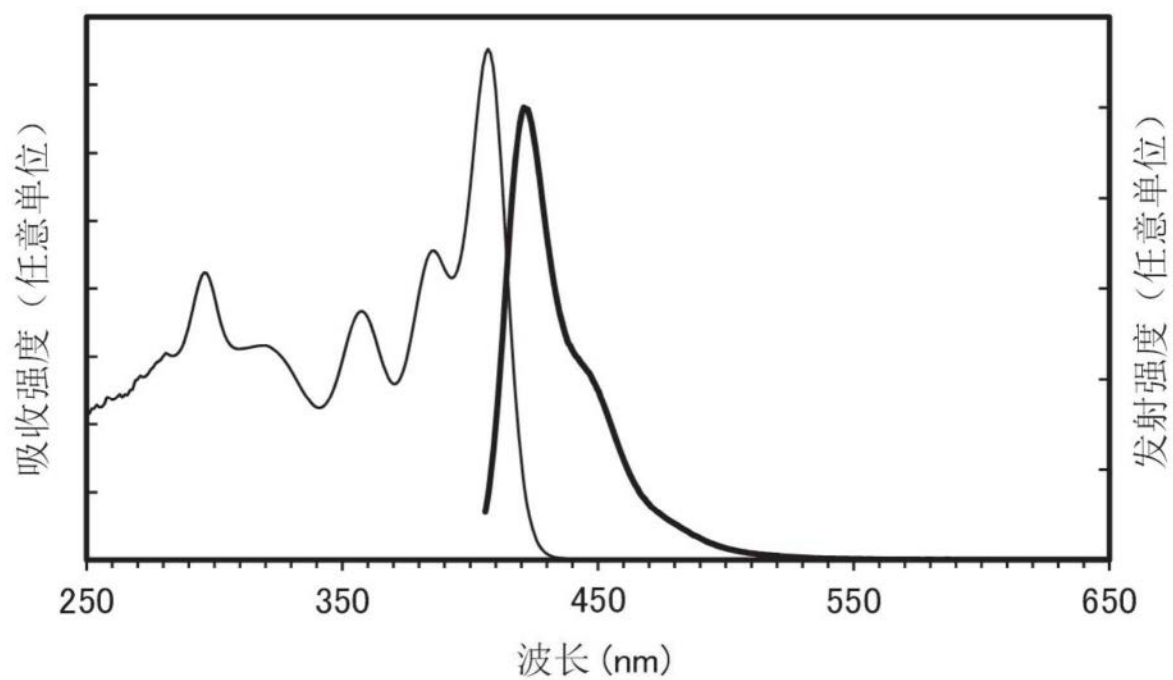


图35

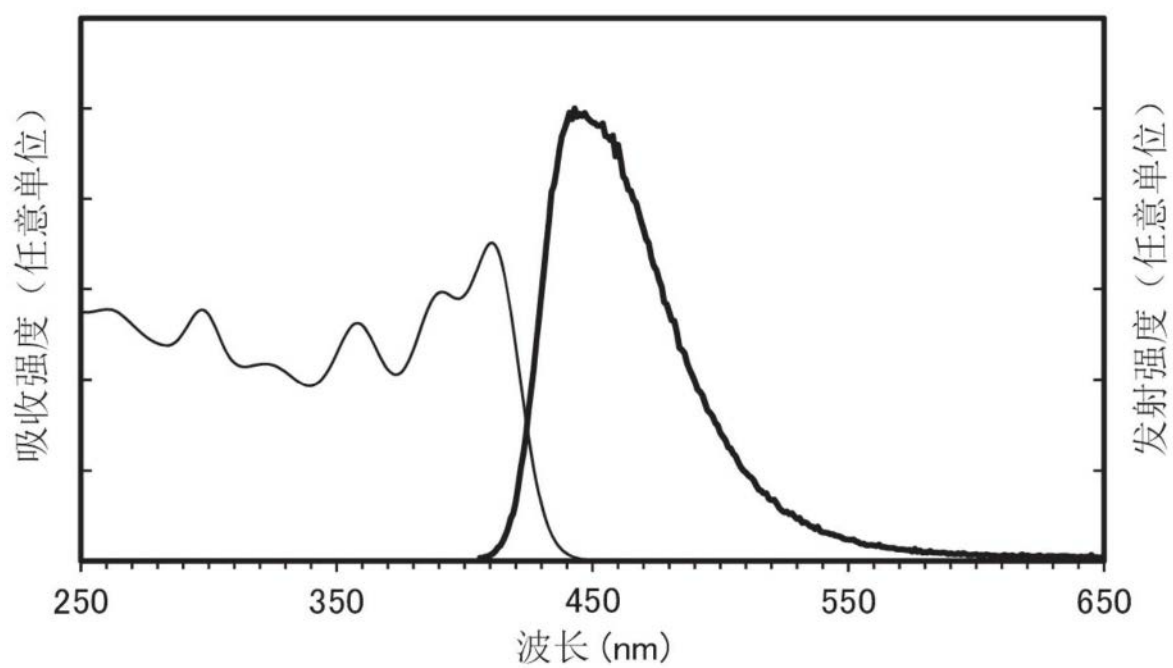


图36

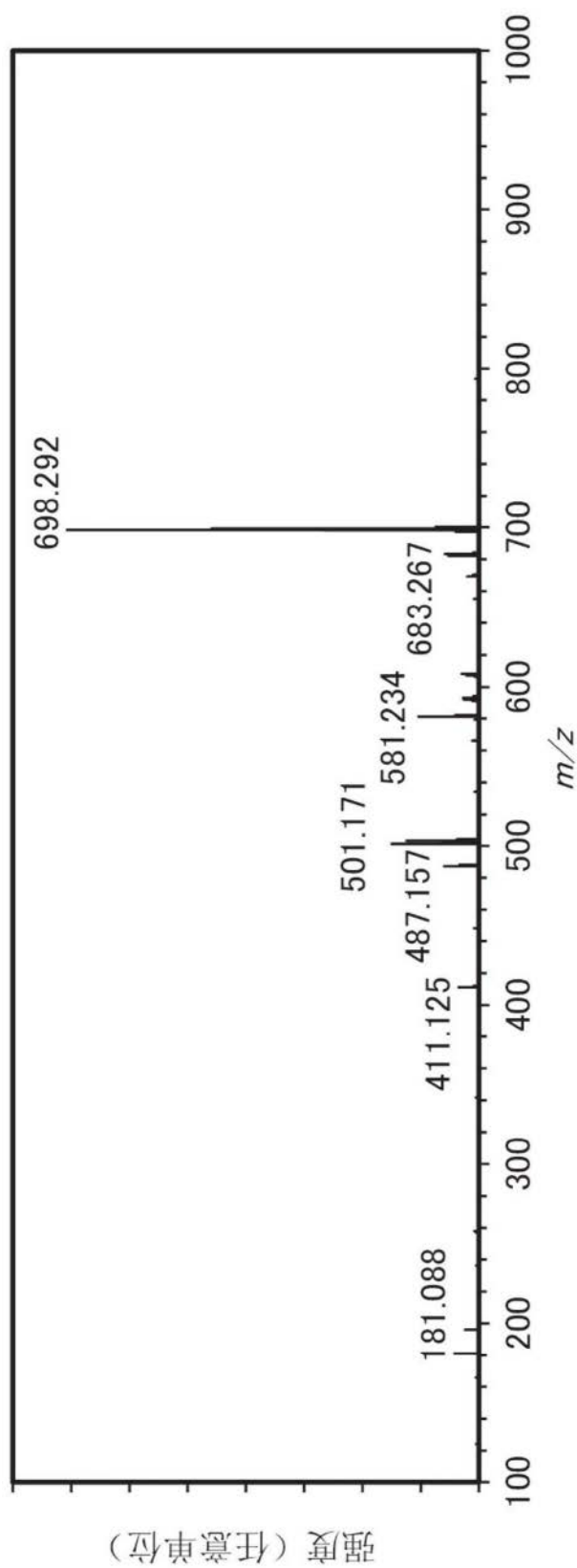


图37

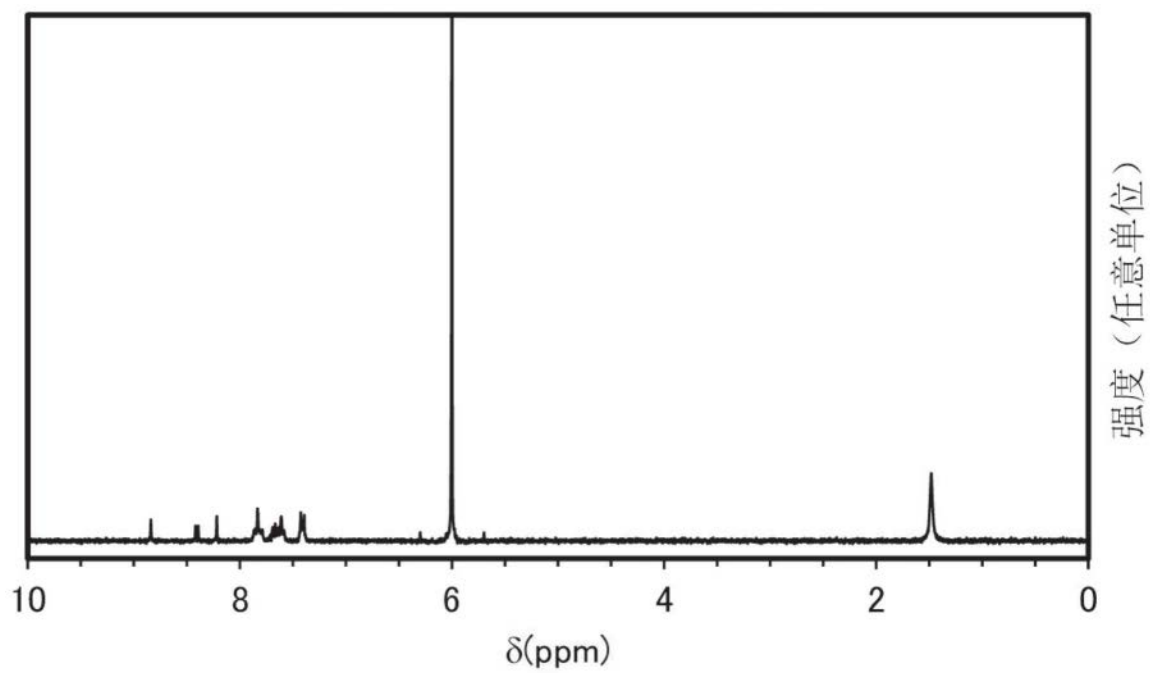


图38A

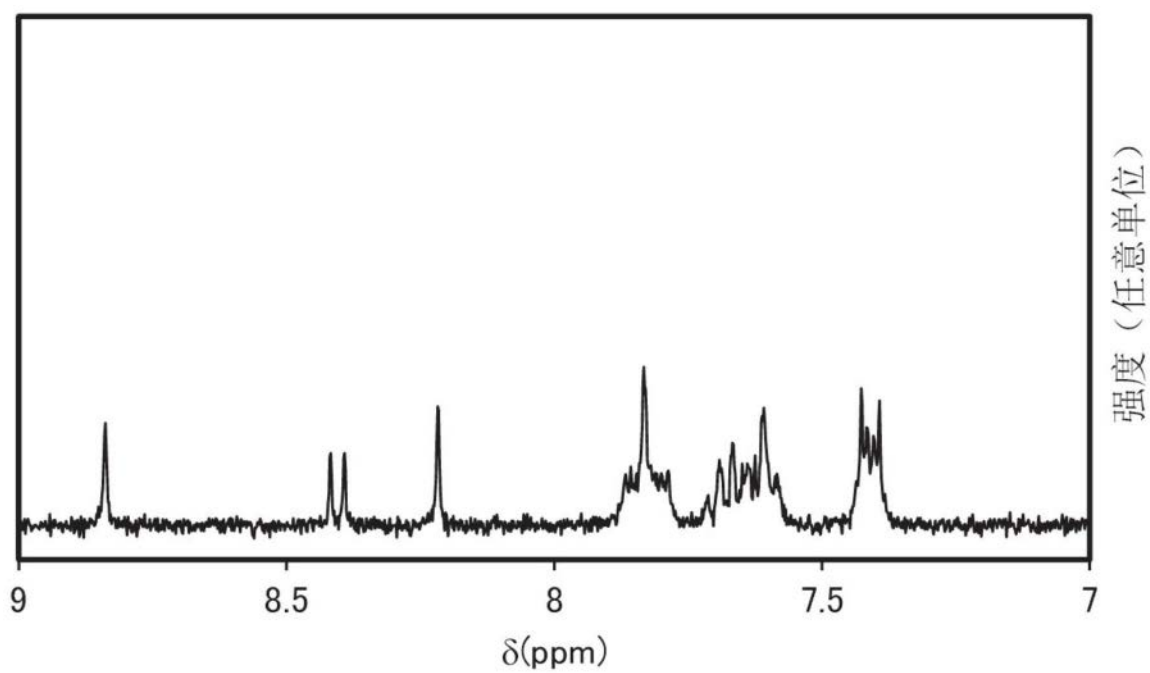


图38B

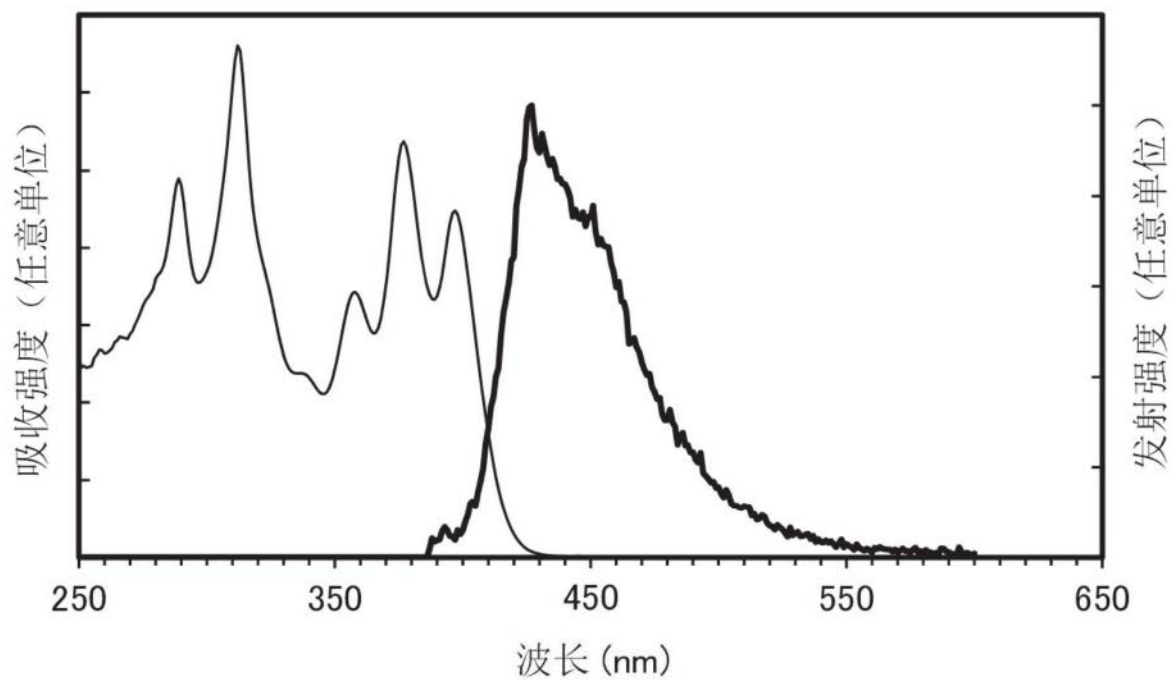


图39

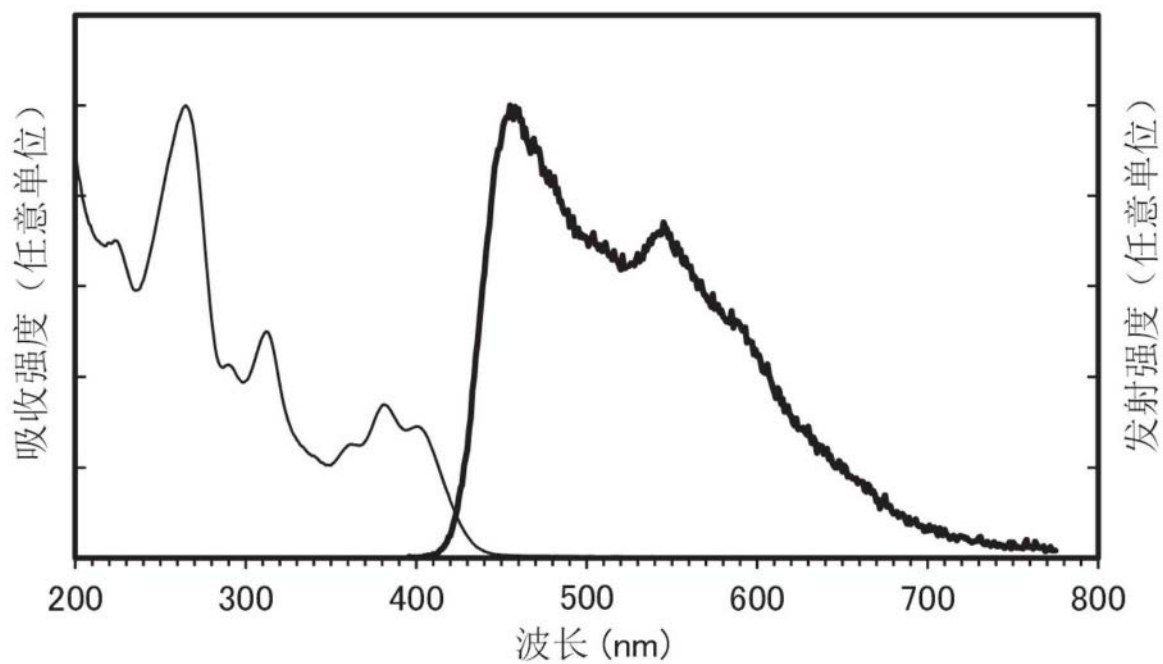


图40

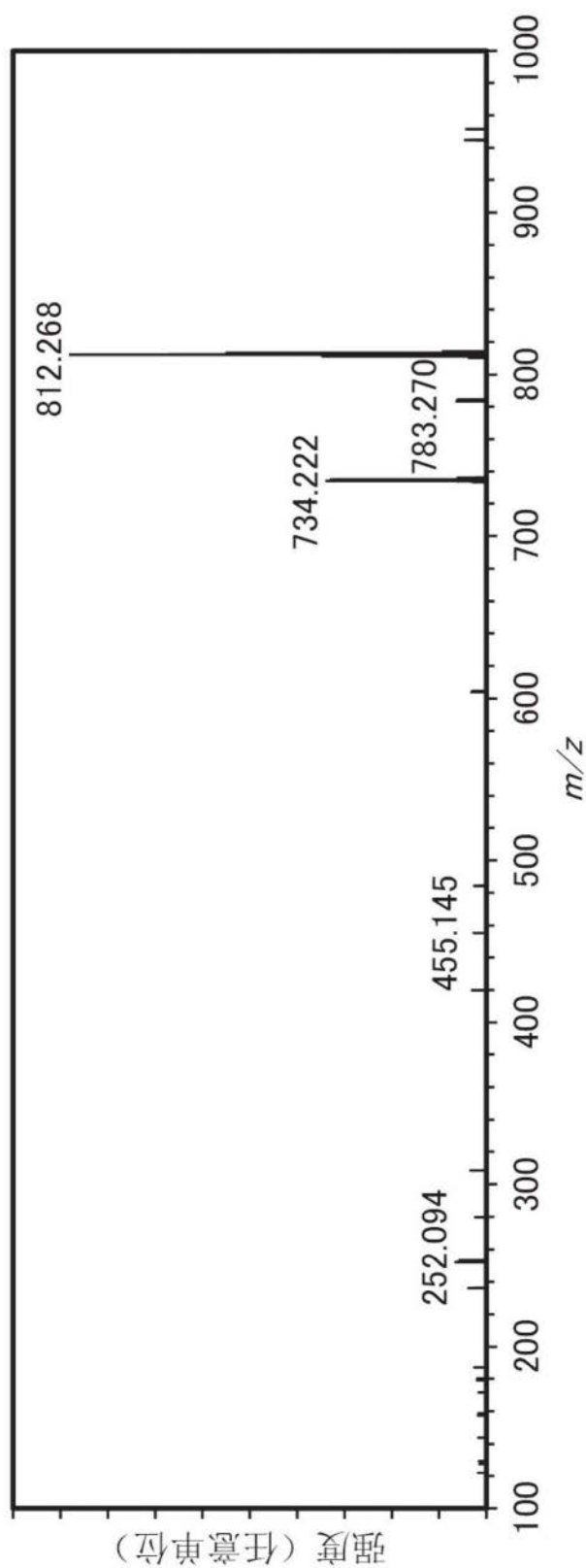


图41

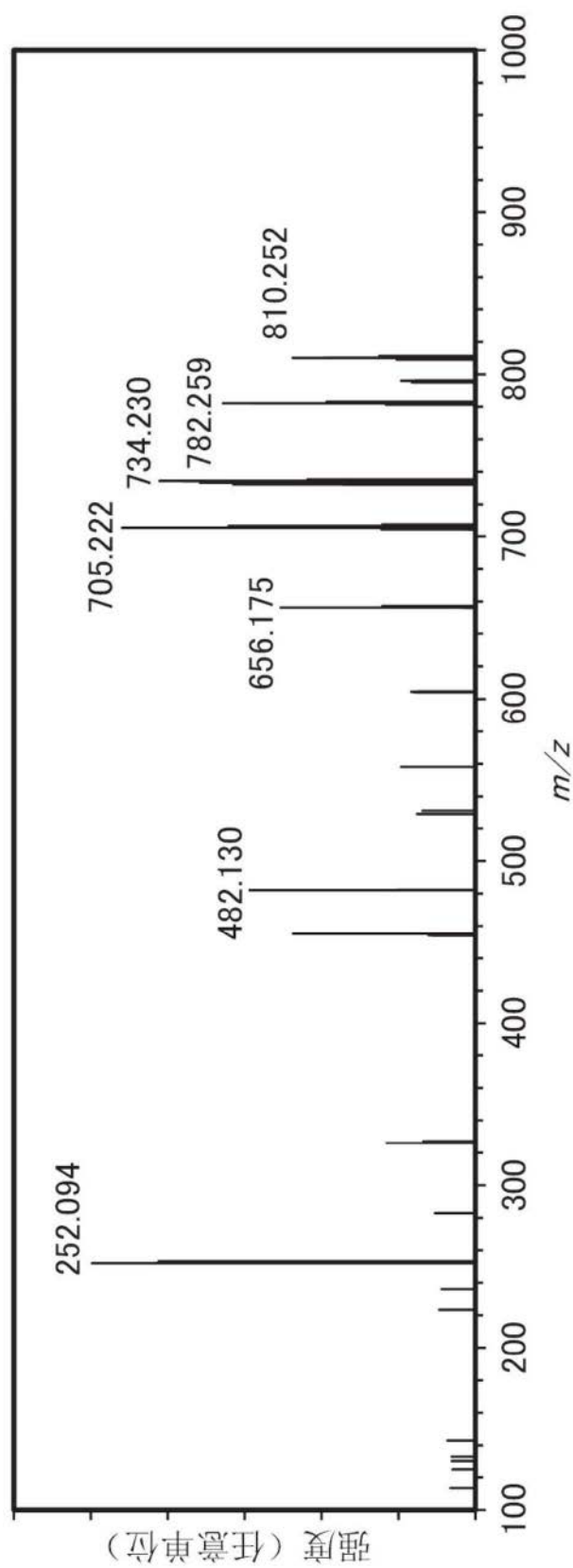


图42

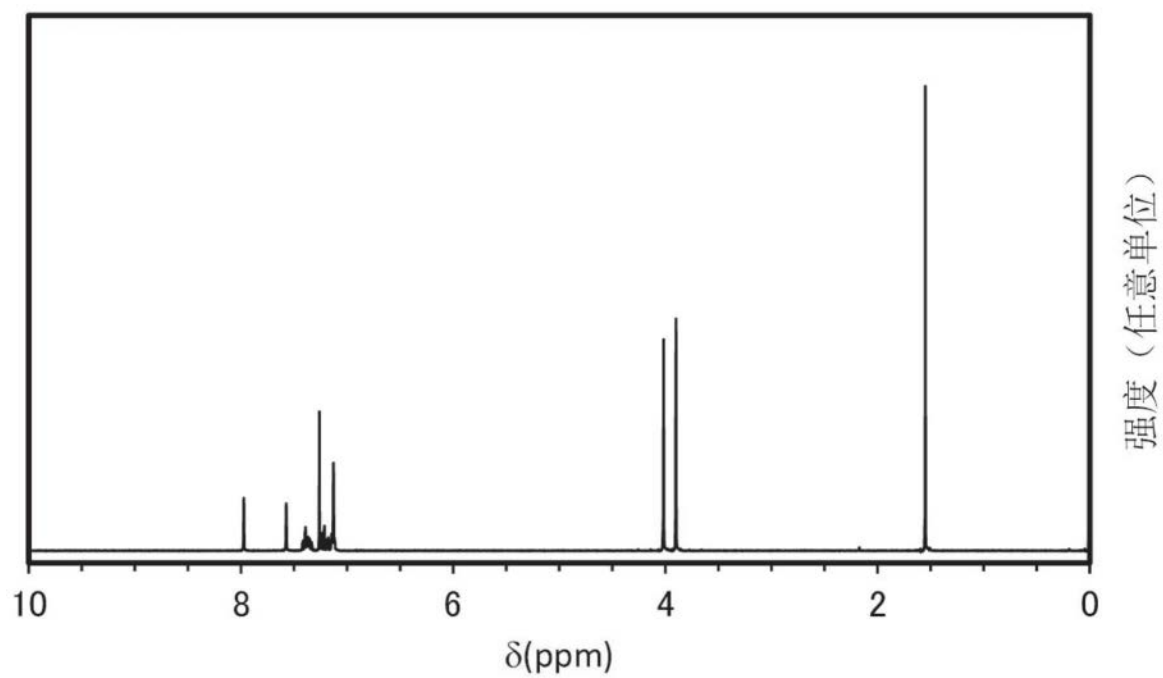


图43A

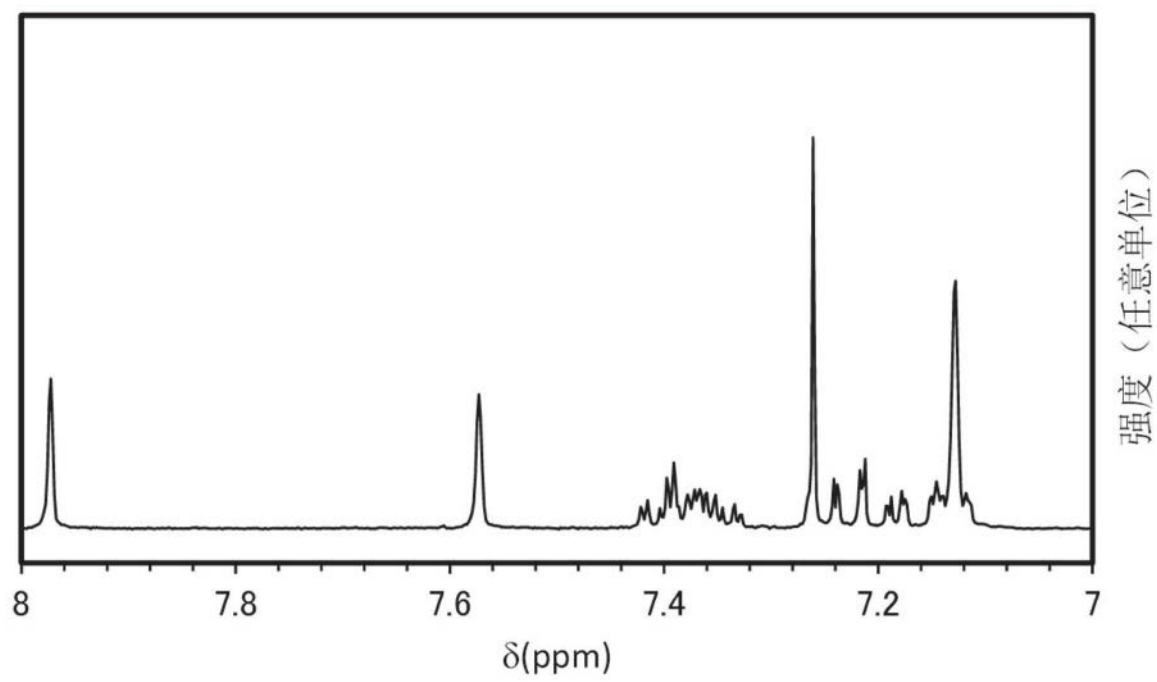


图43B

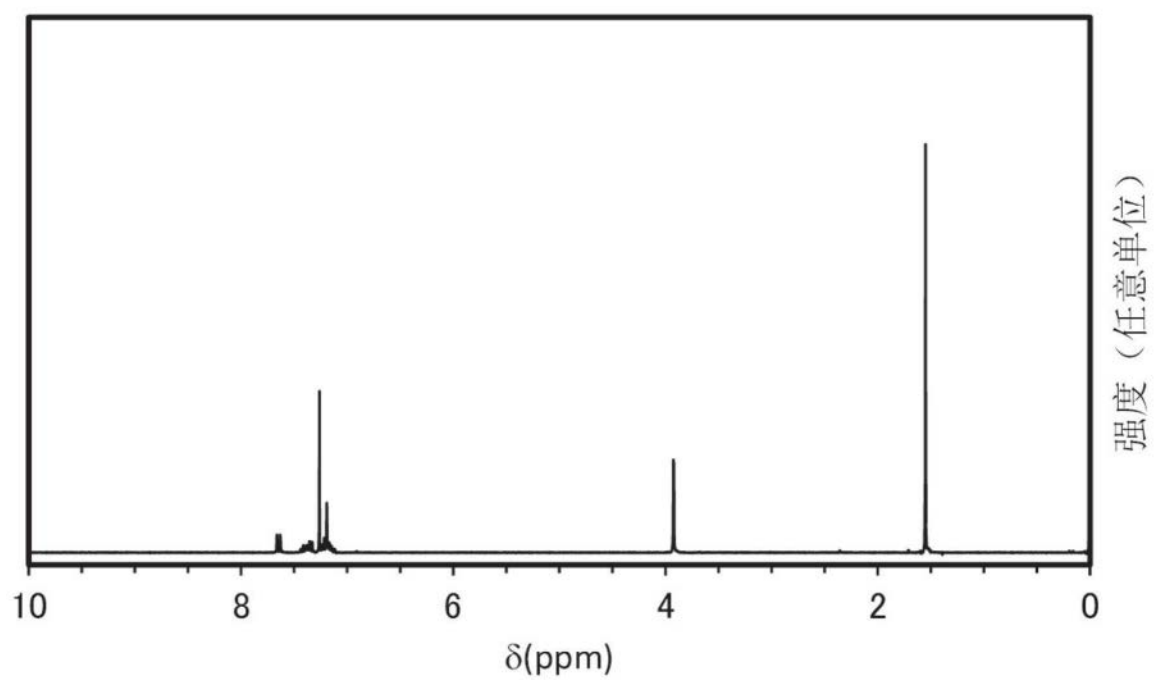


图44A

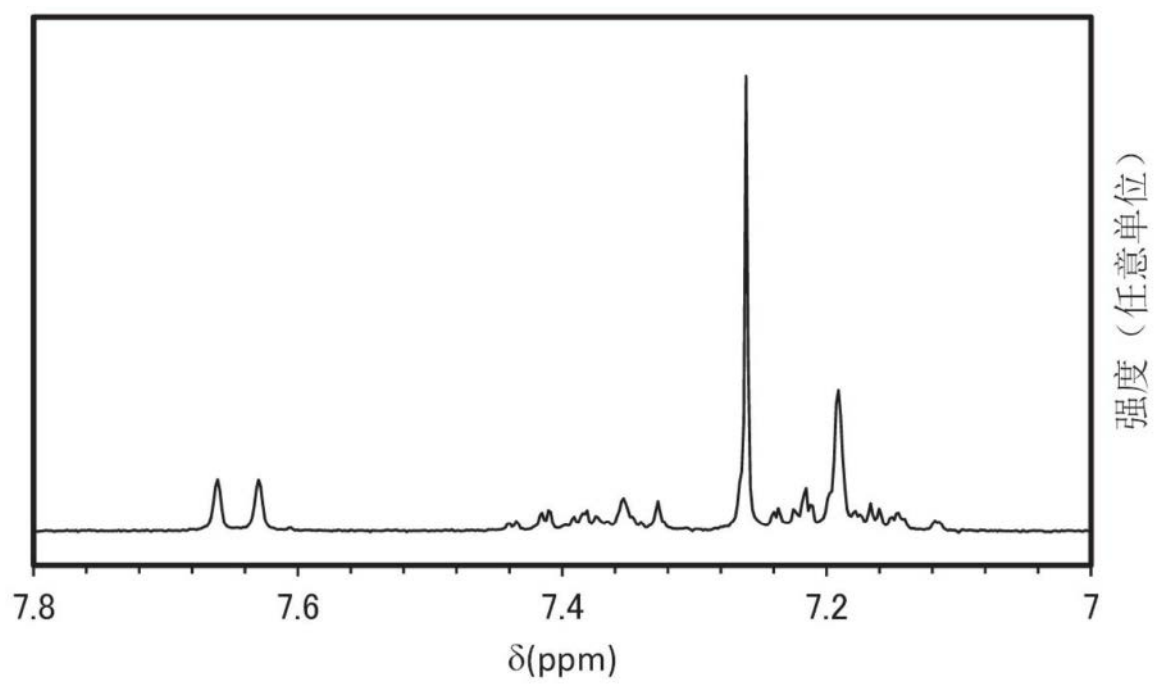


图44B

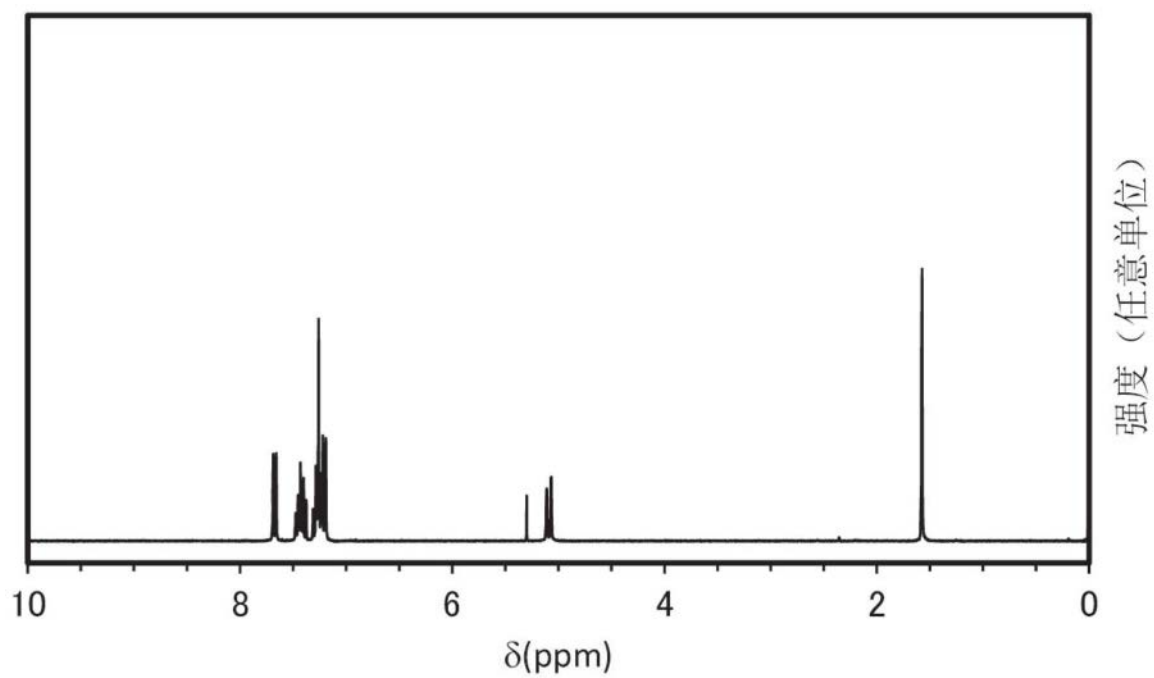


图45A

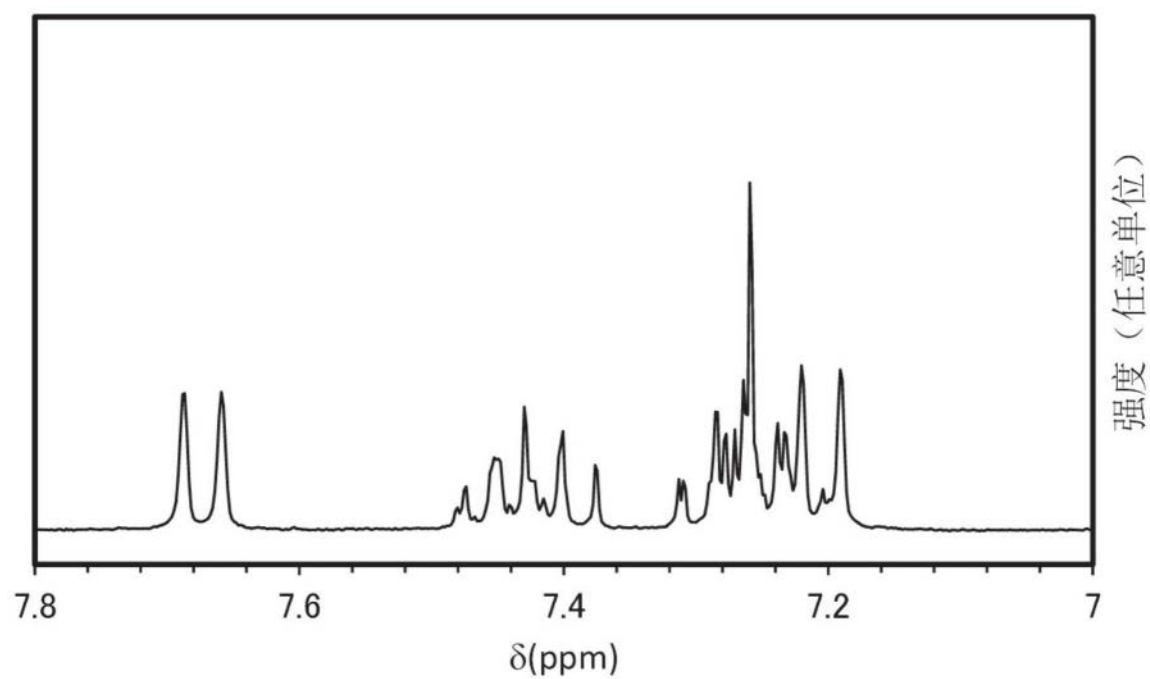


图45B

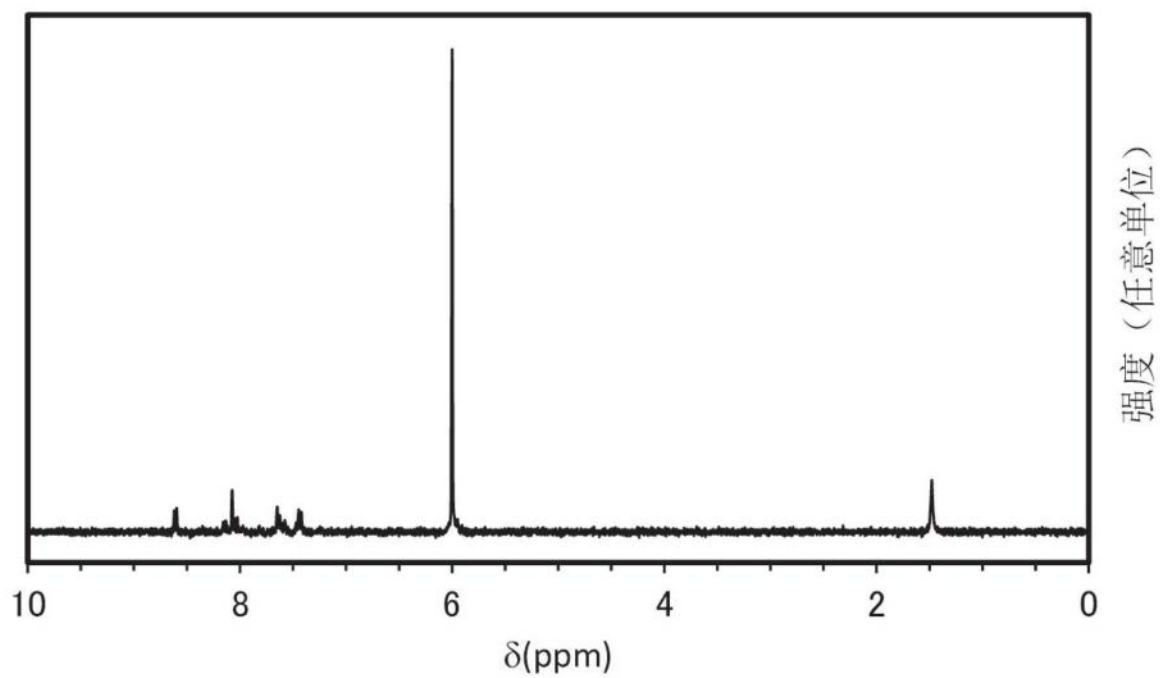


图46A

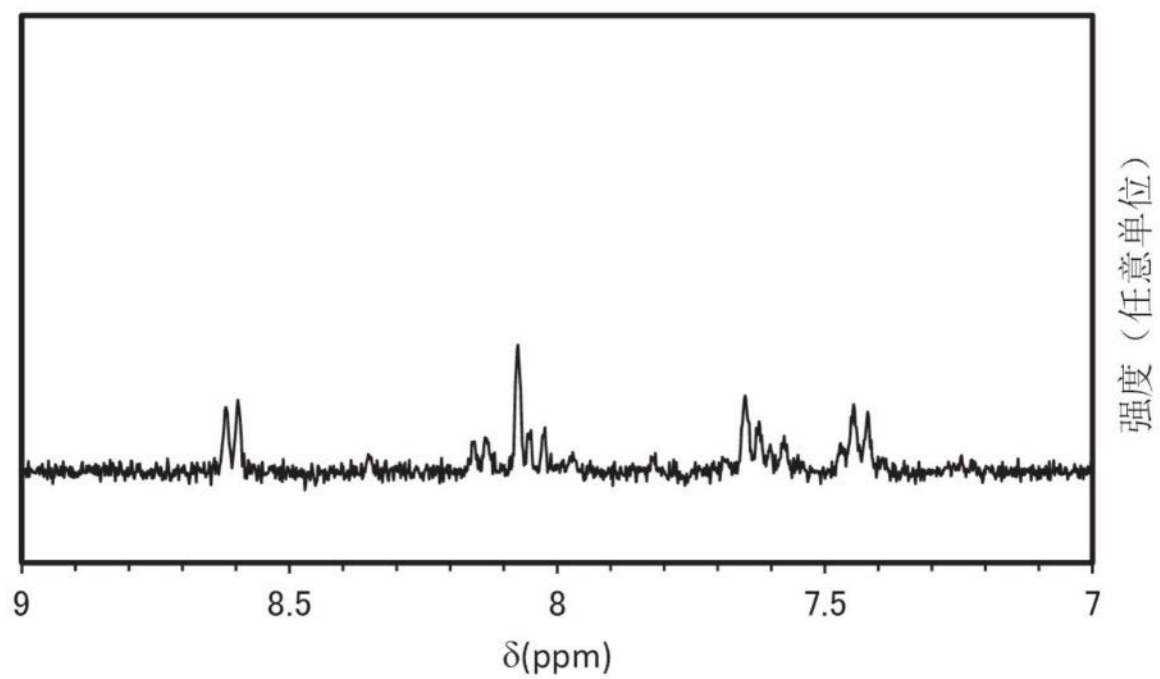


图46B

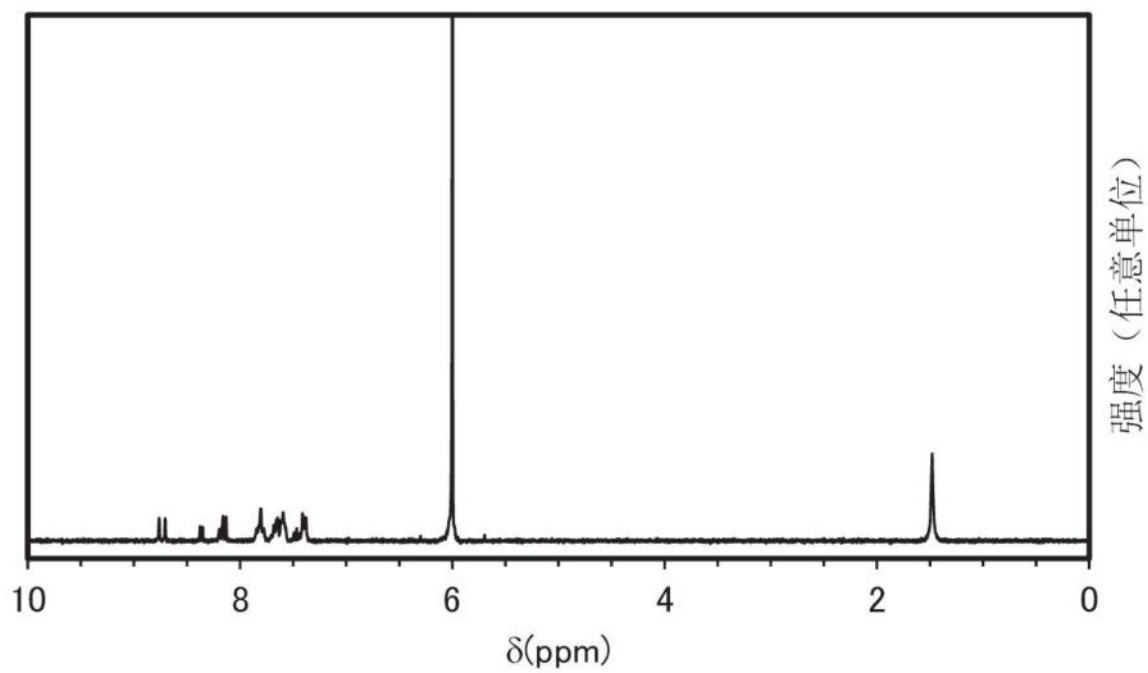


图47A

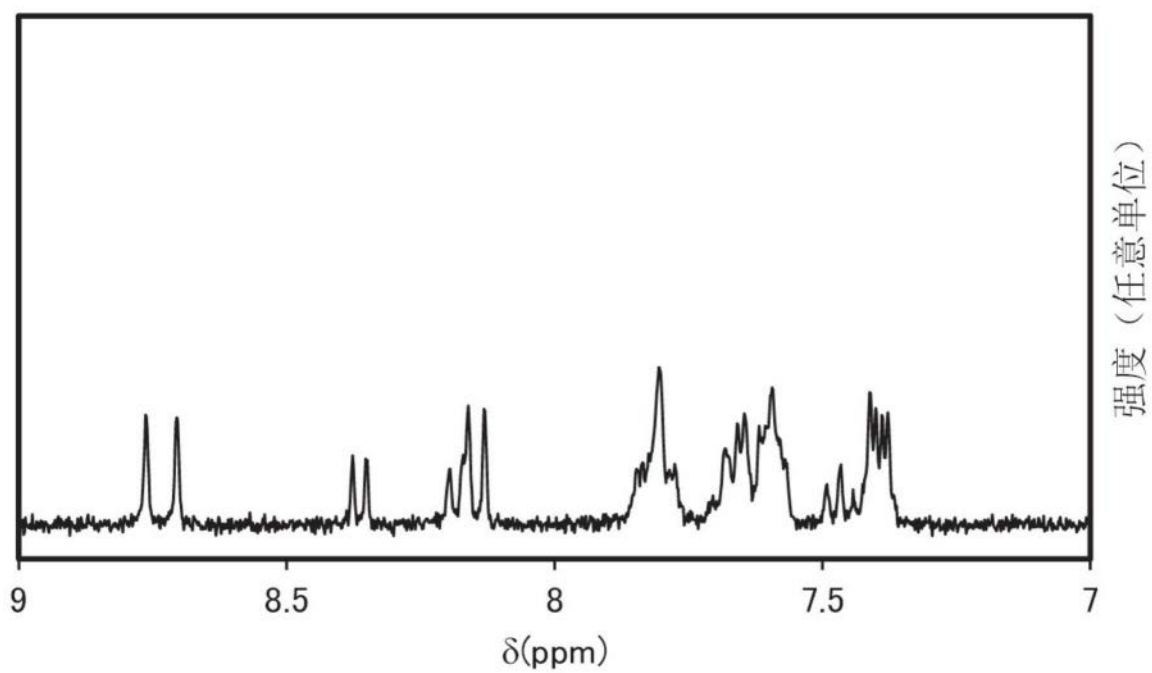


图47B

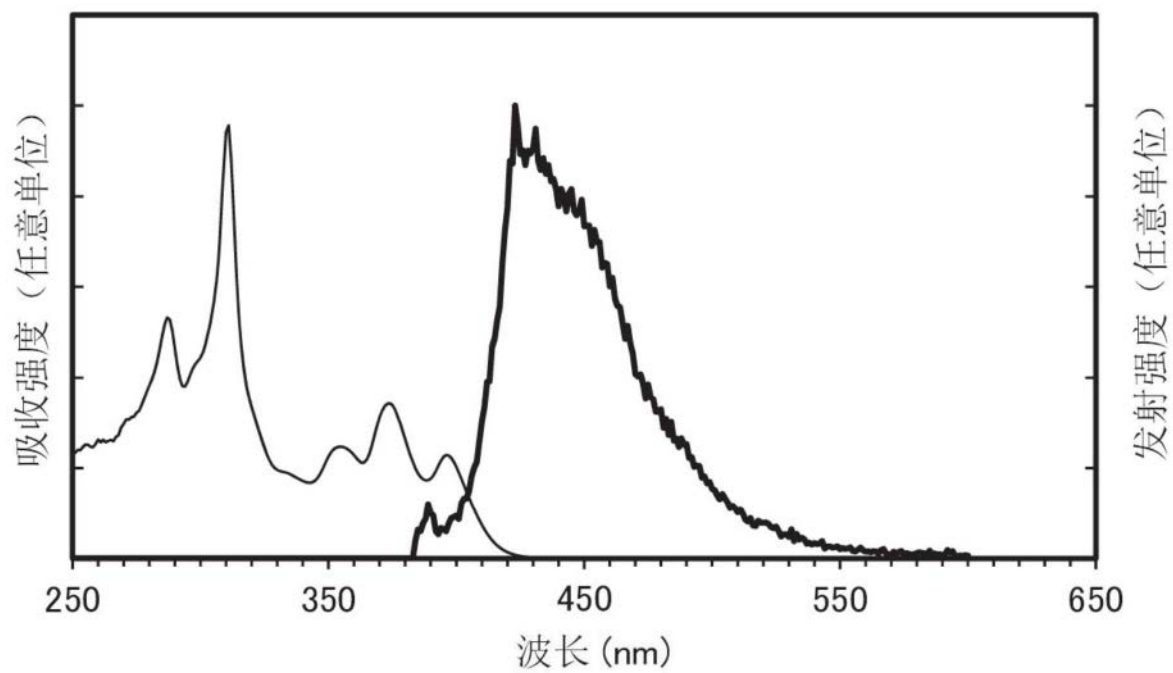


图48

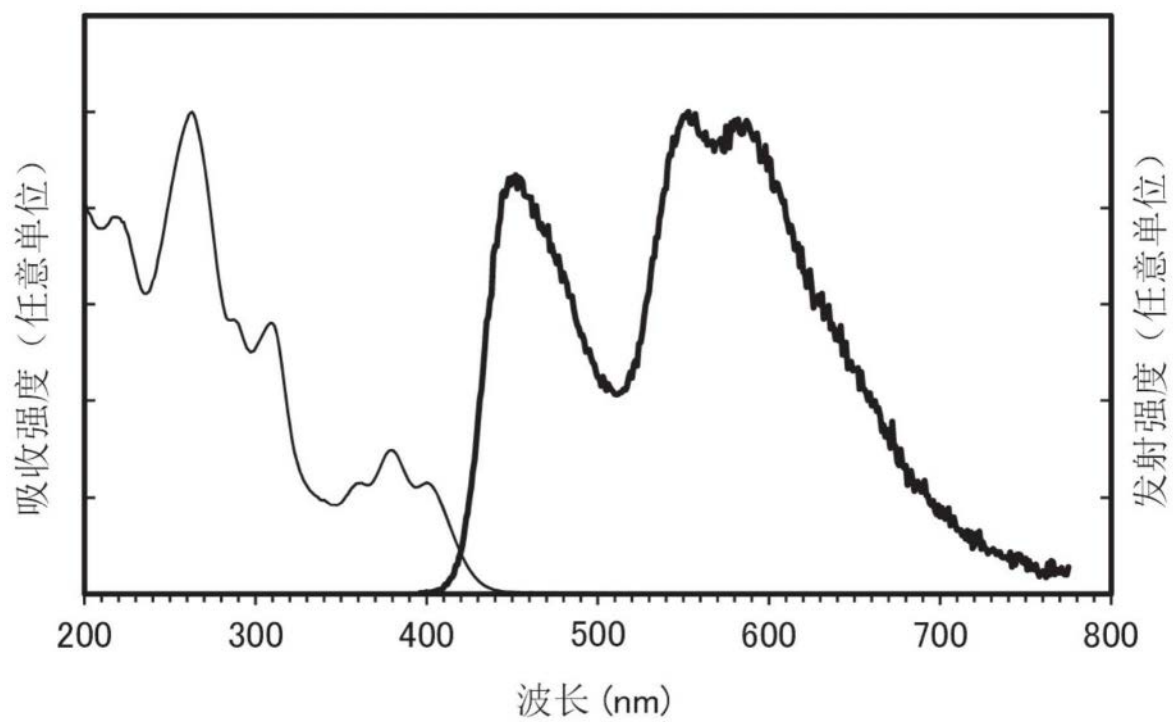


图49

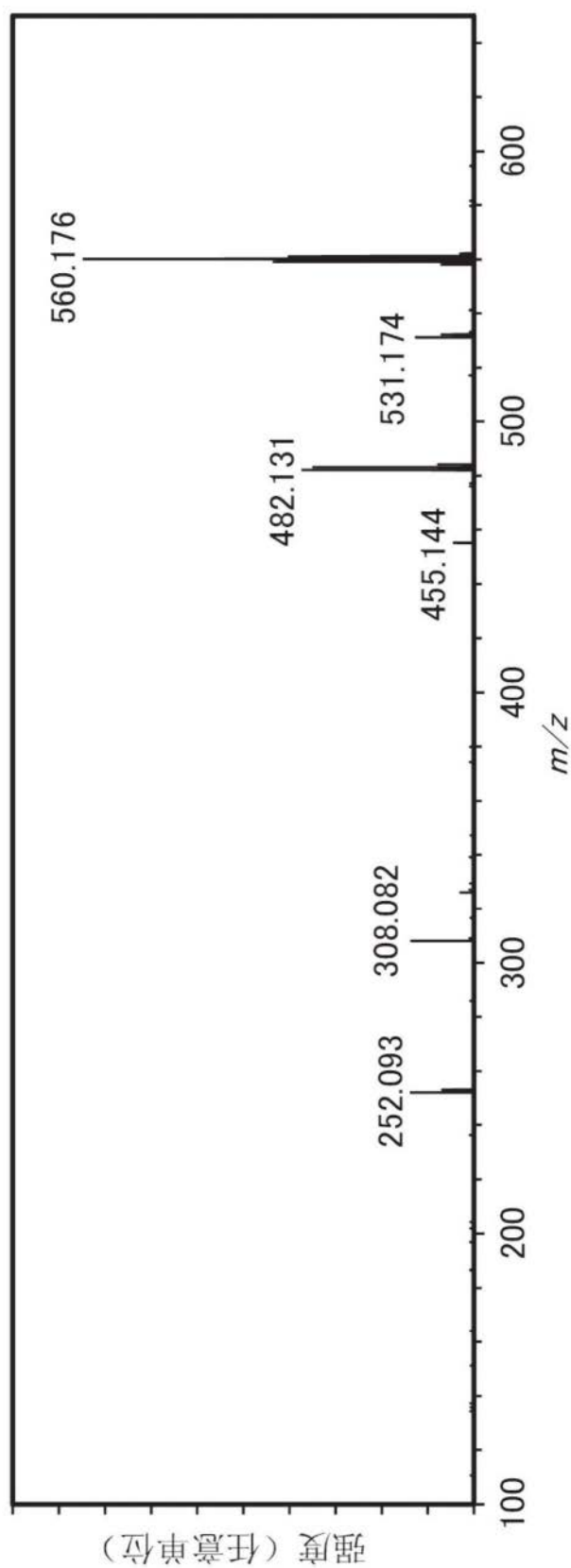


图50

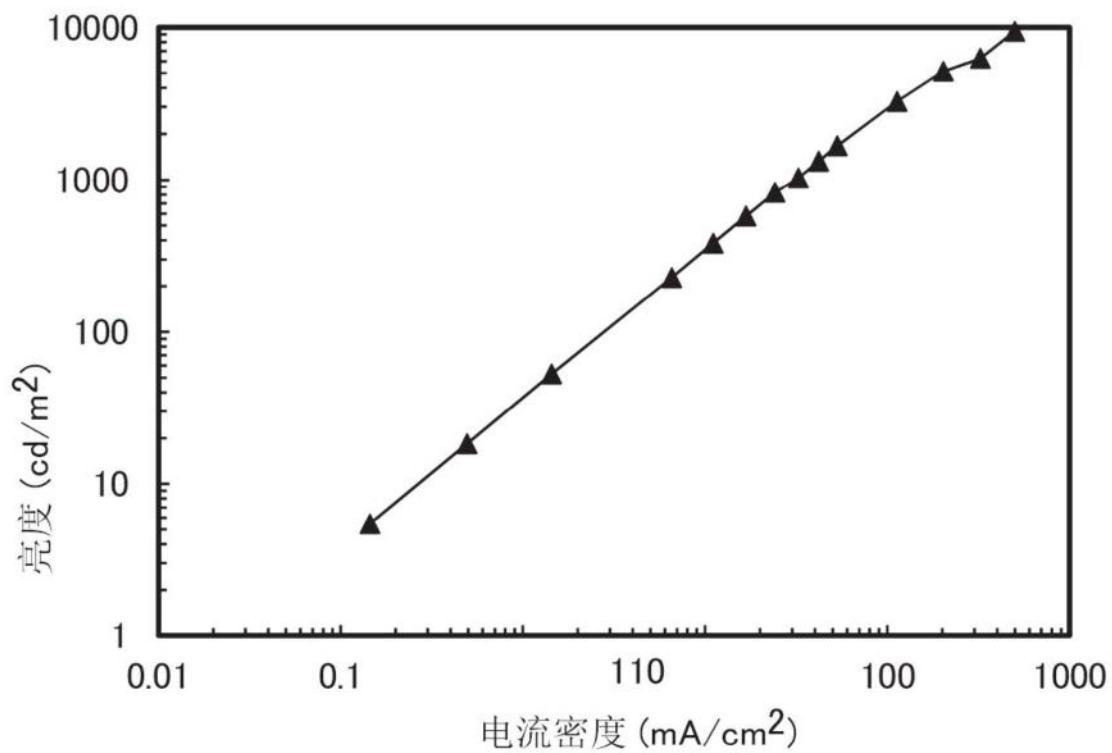


图51

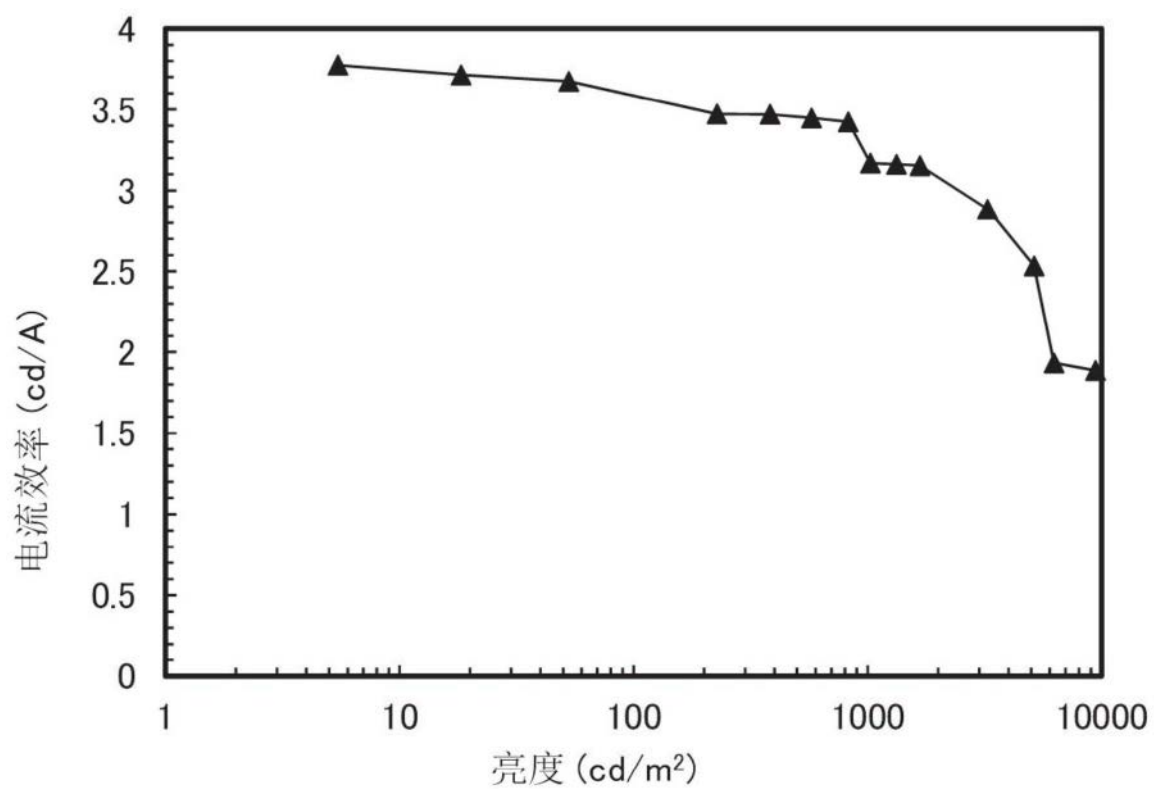


图52

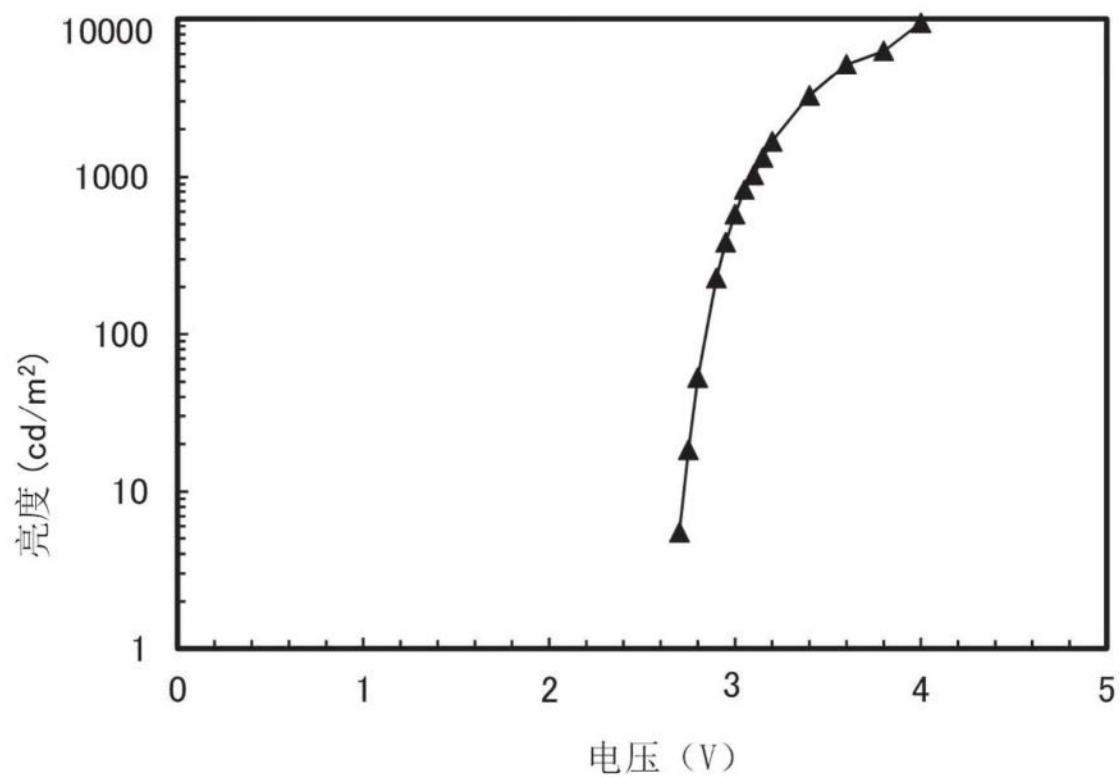


图53

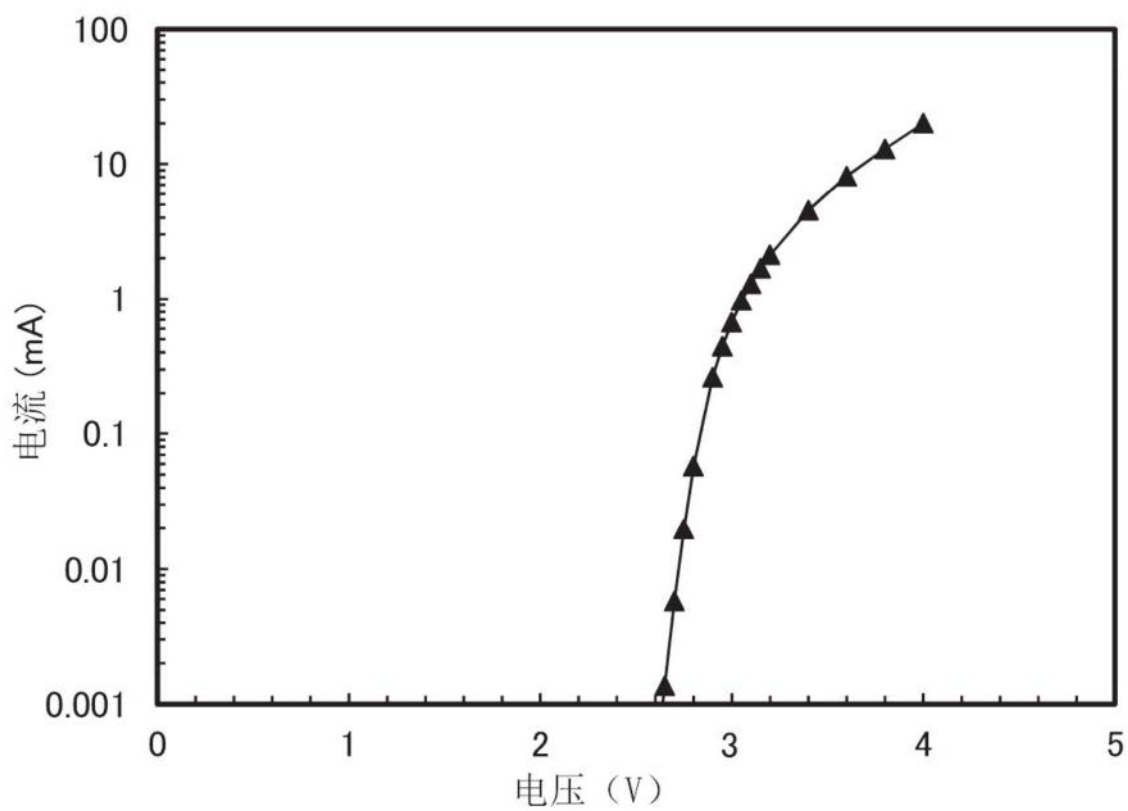


图54

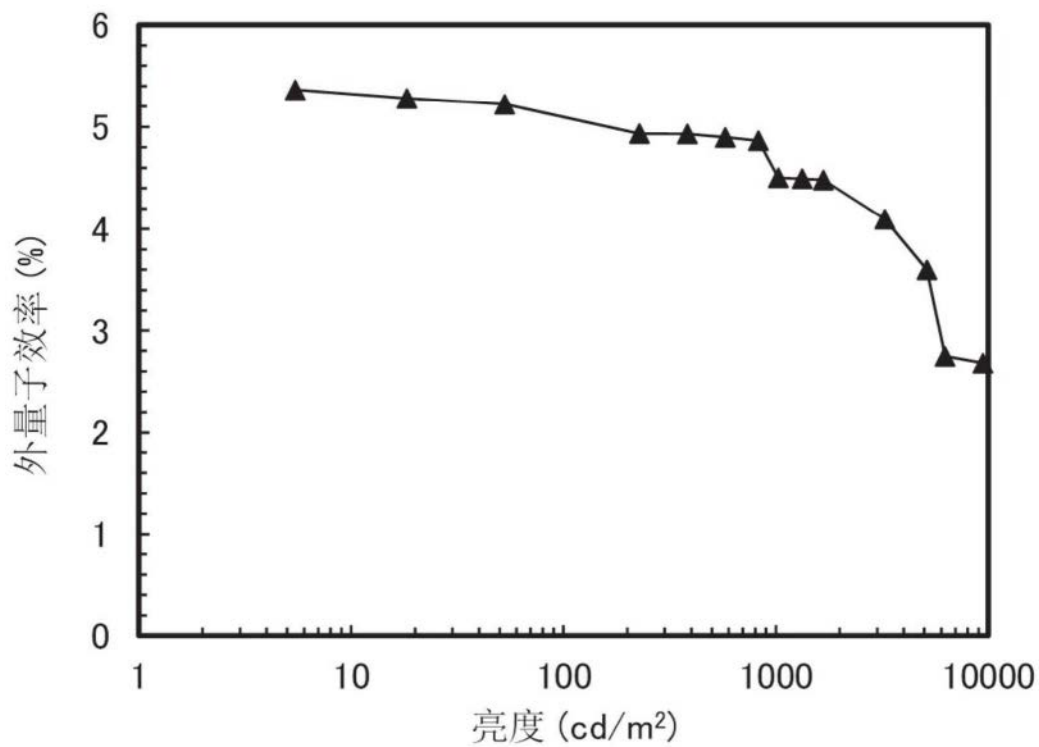


图55

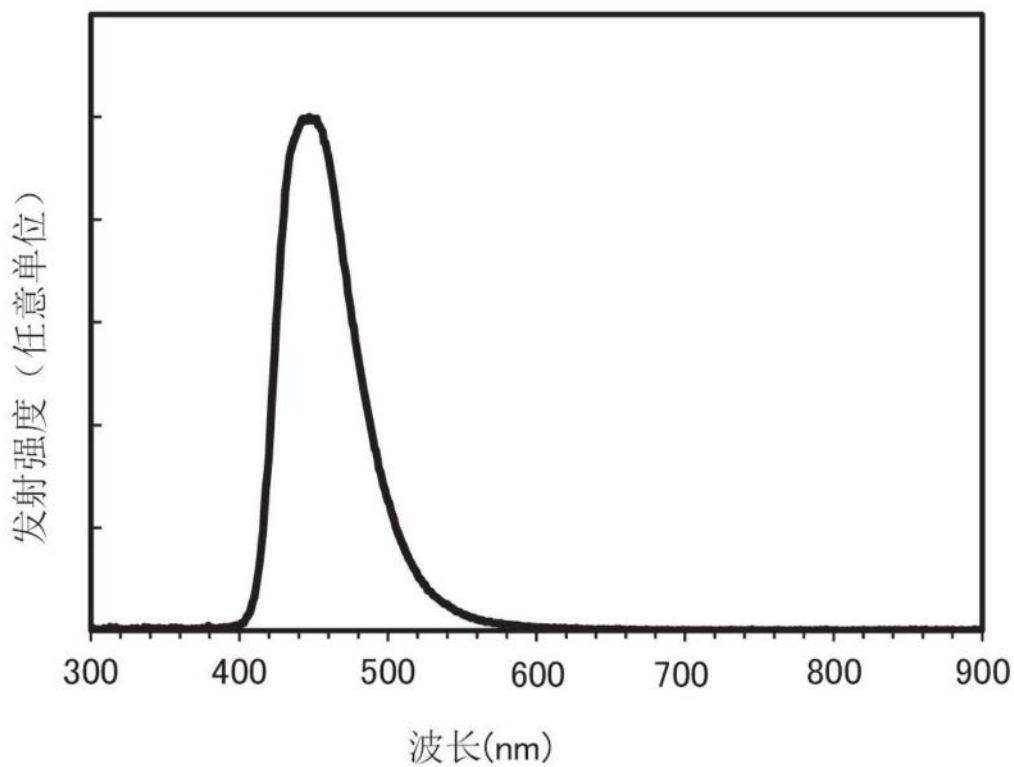


图56

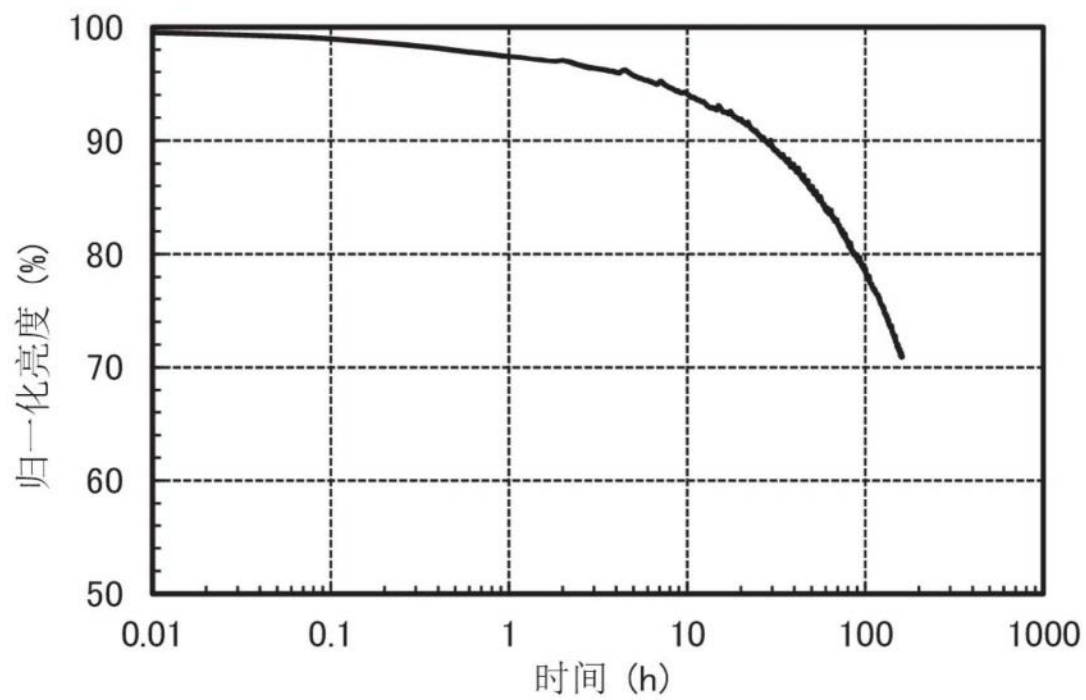


图57

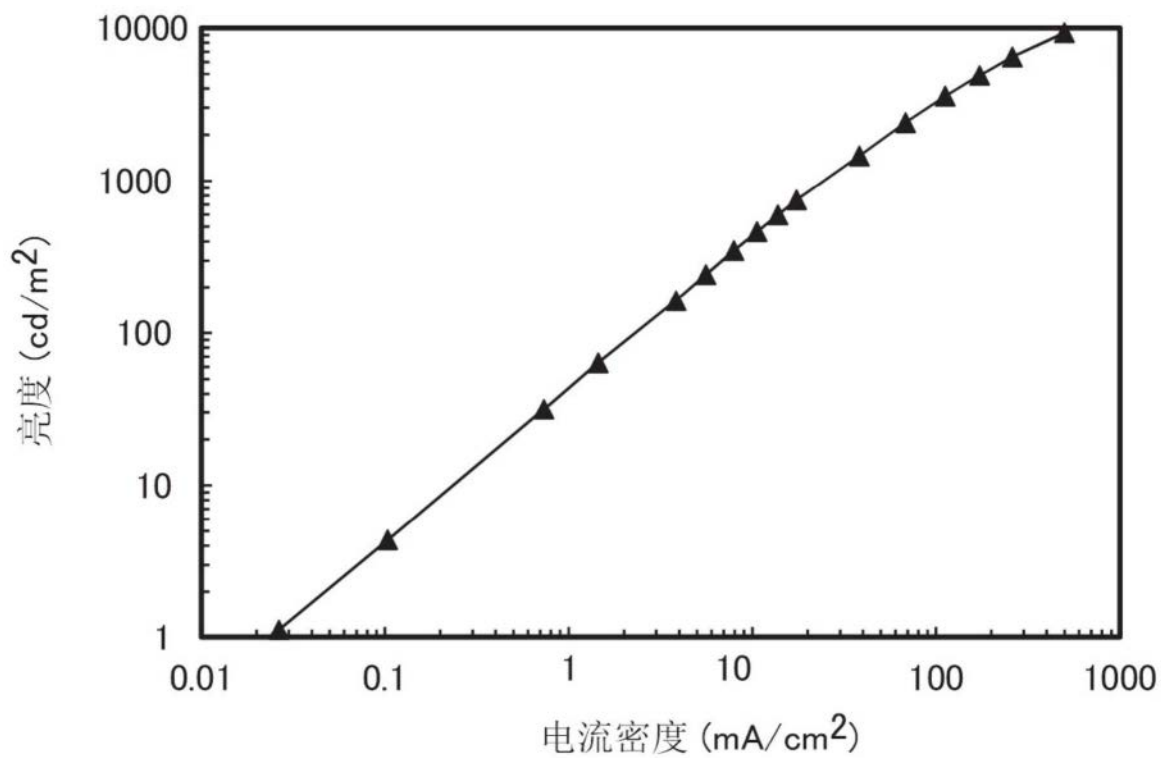


图58

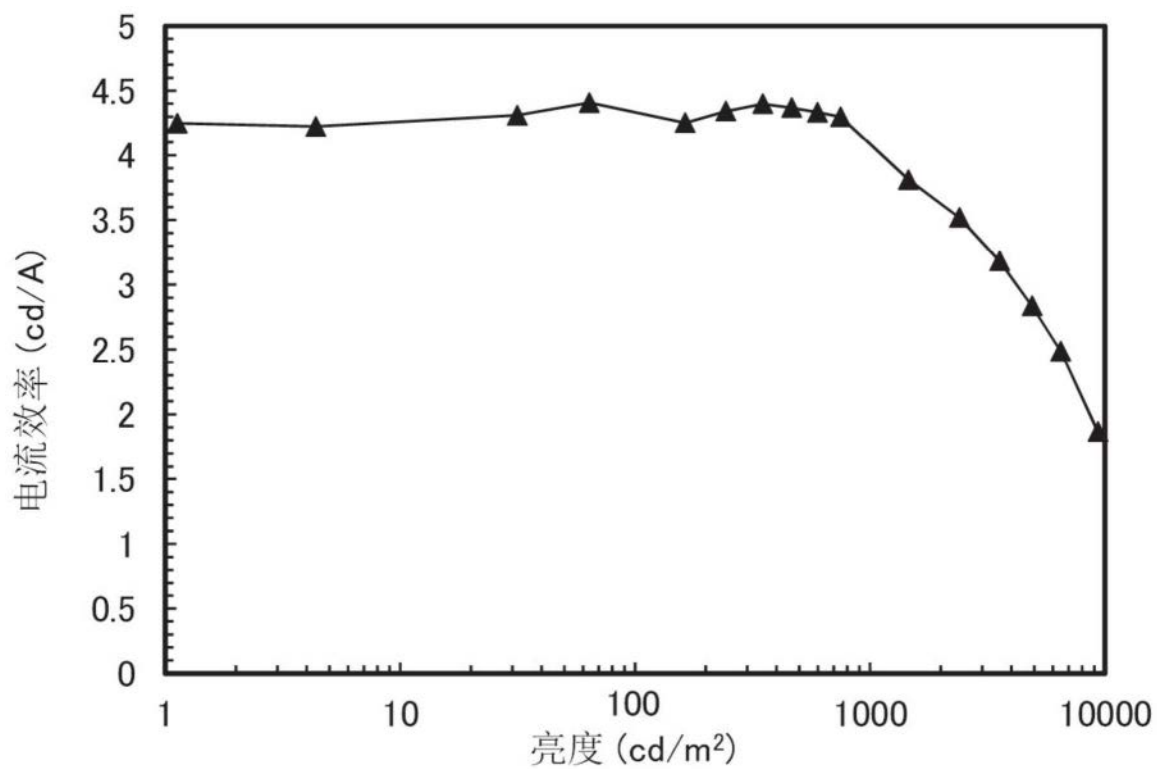


图59

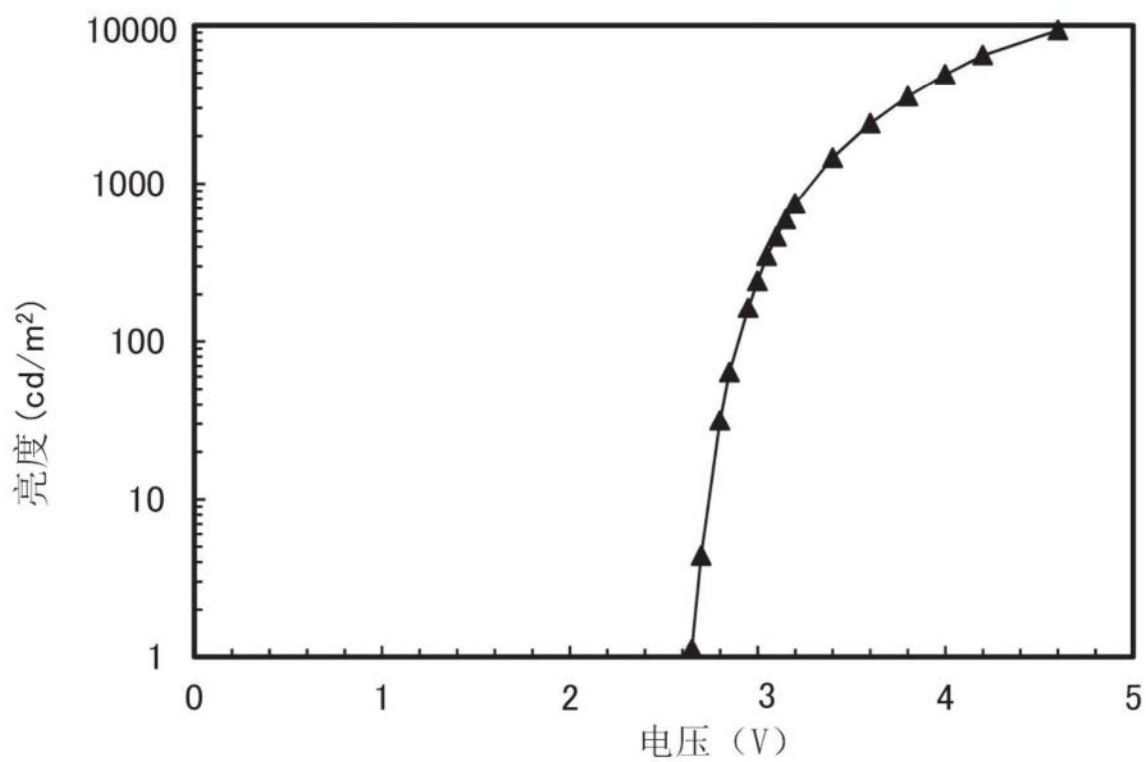


图60

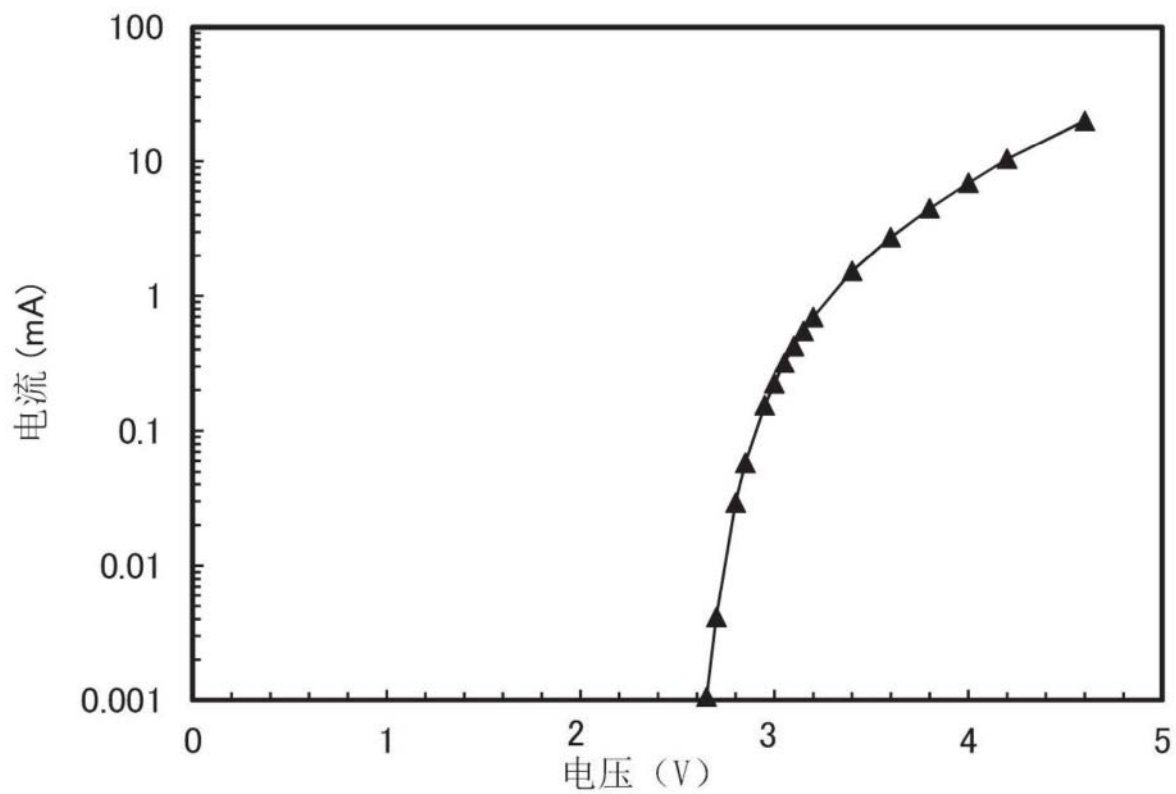


图61

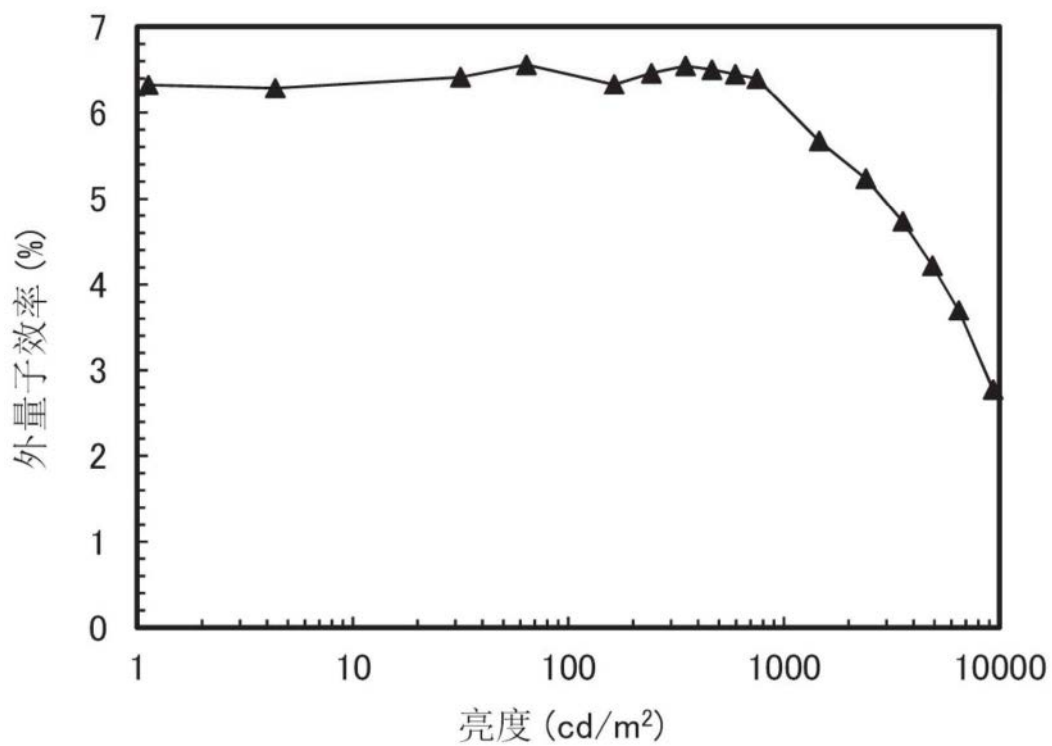


图62

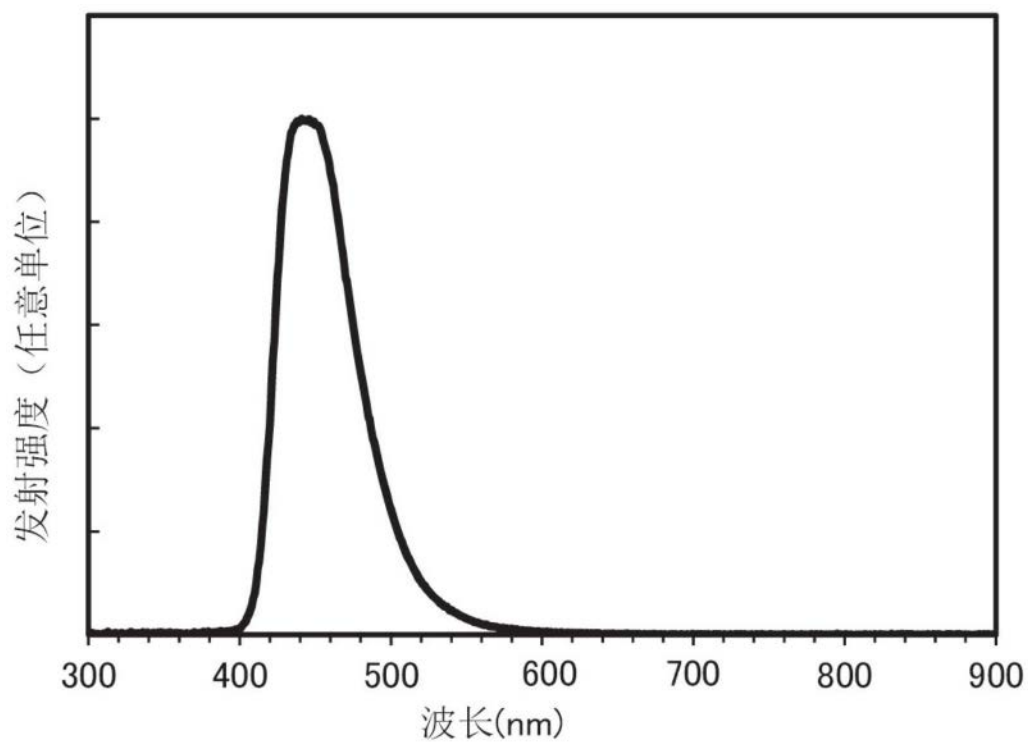


图63

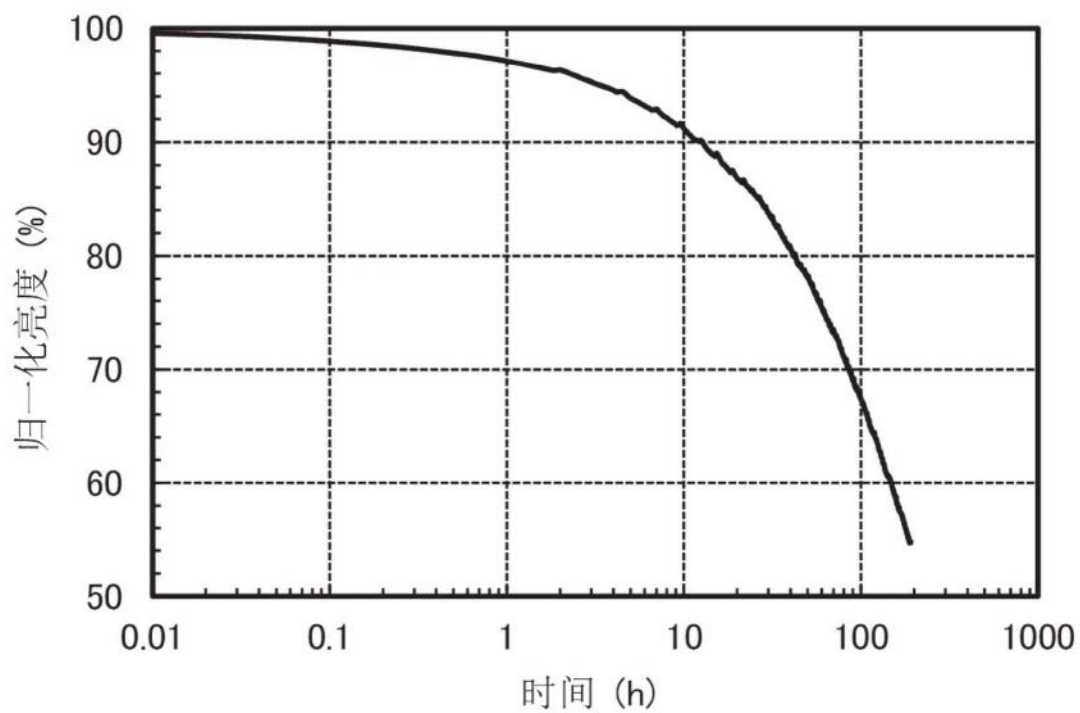


图64

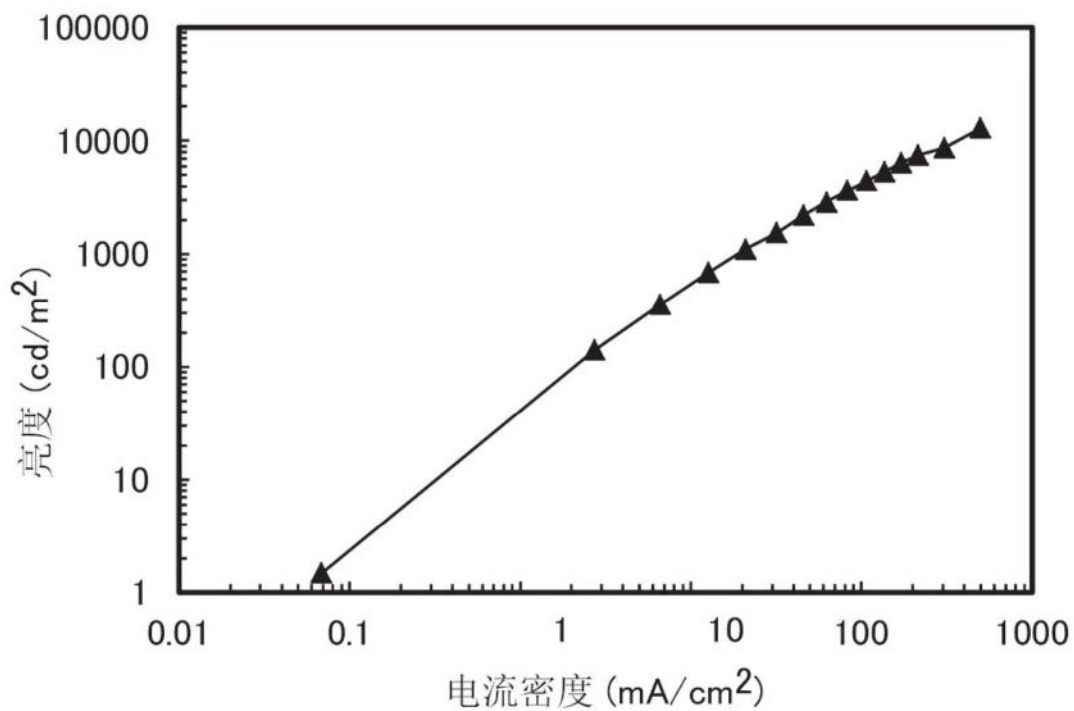


图65

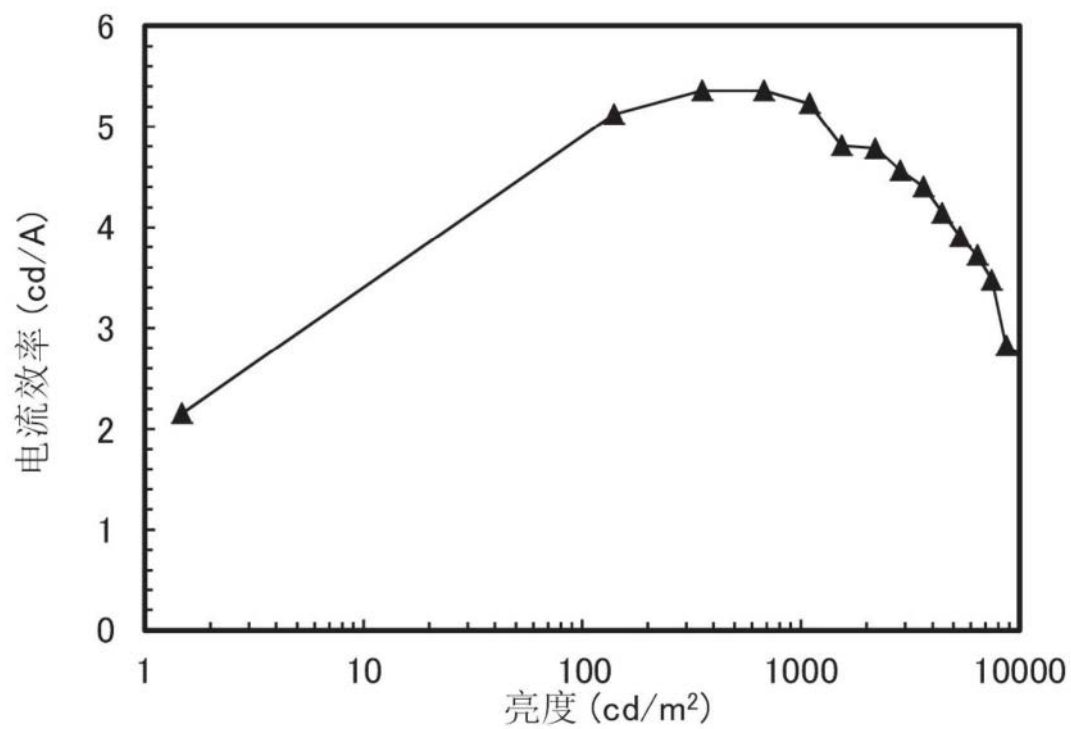


图66

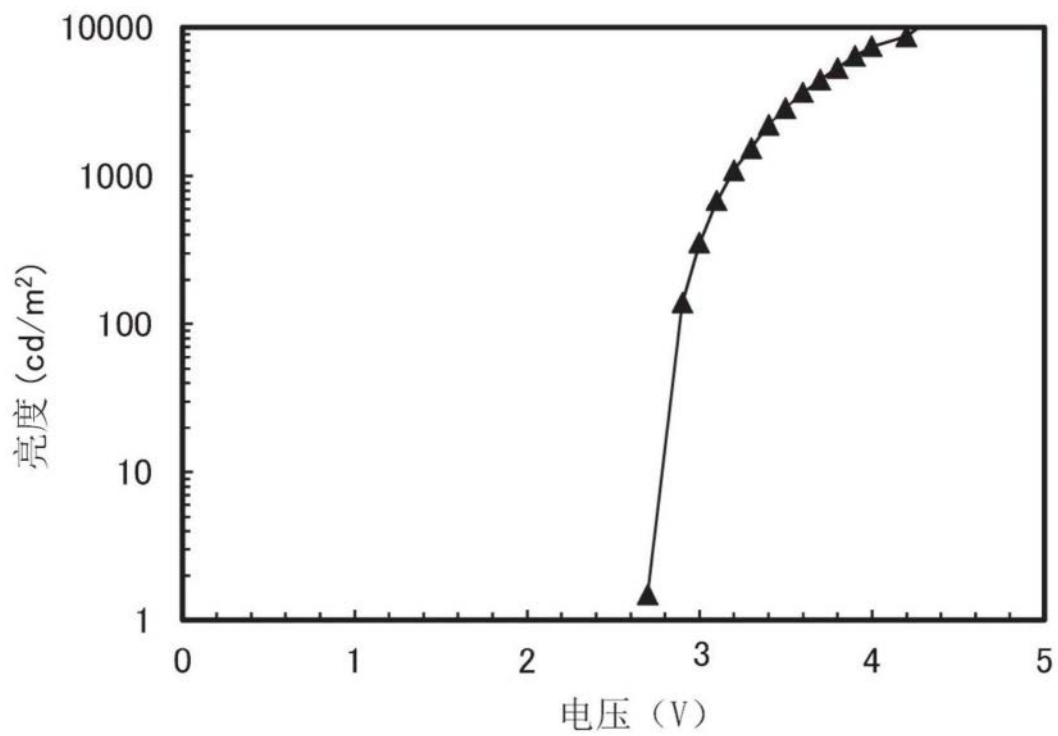


图67

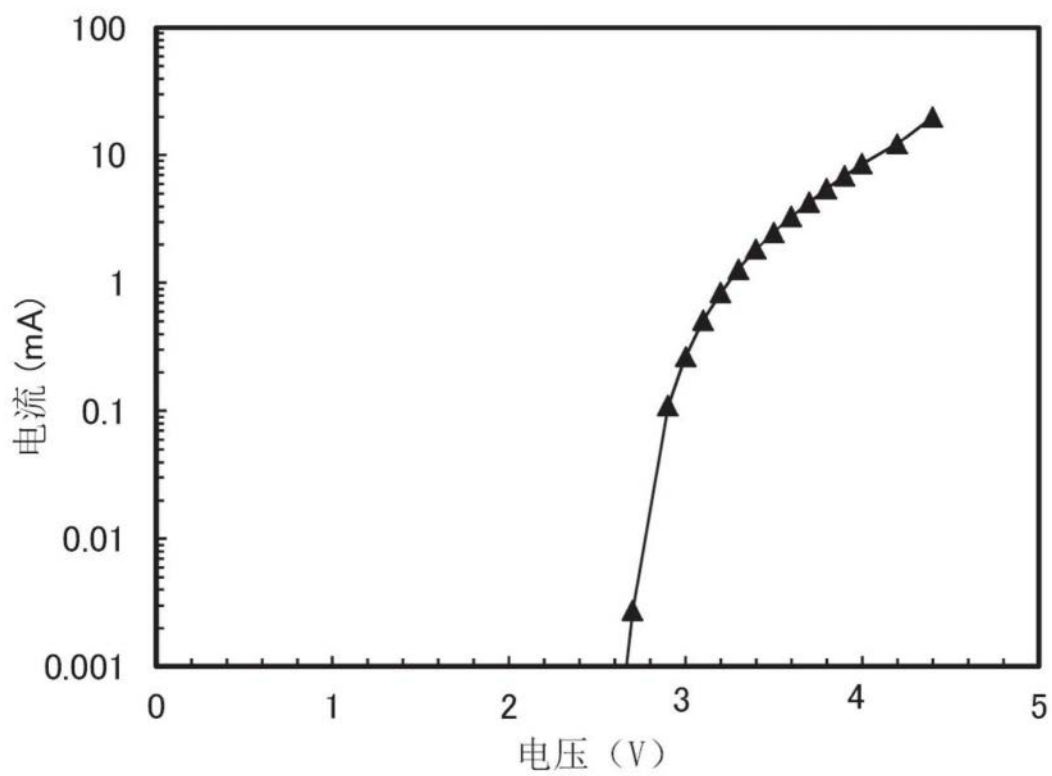


图68

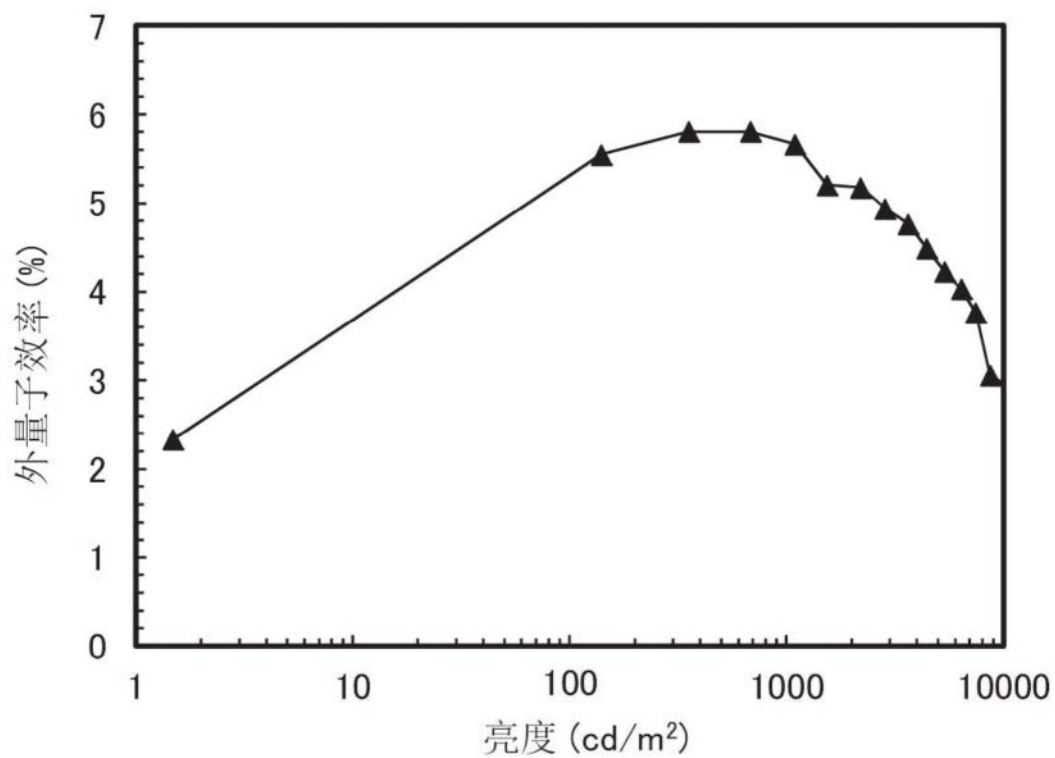


图69

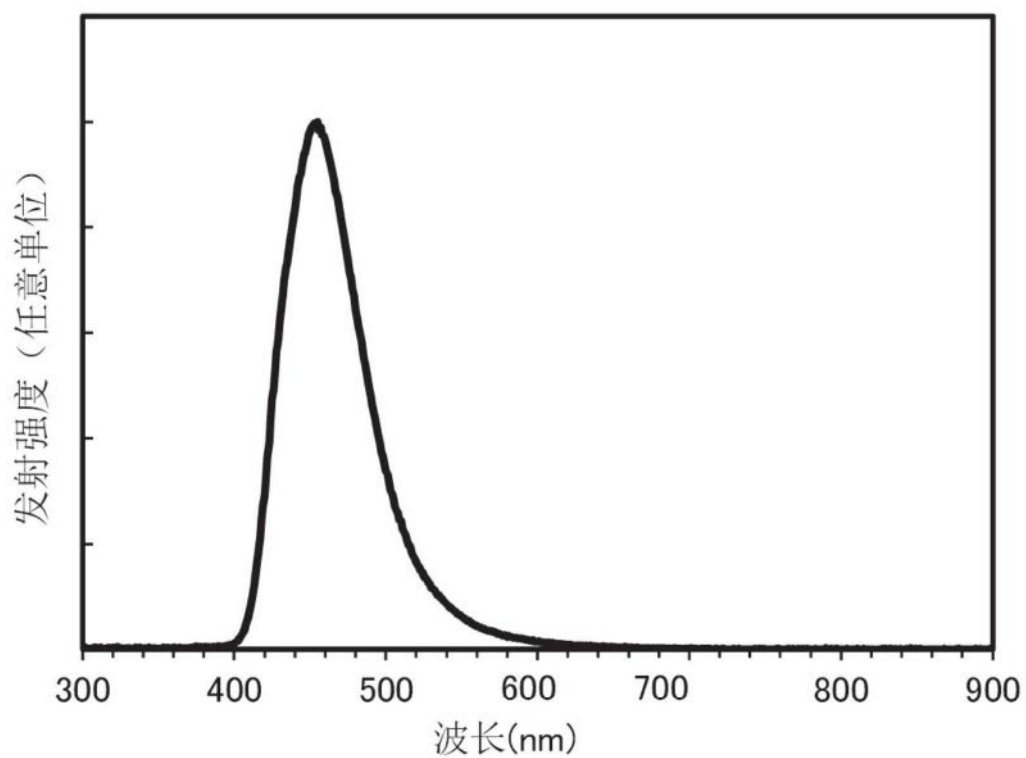


图70

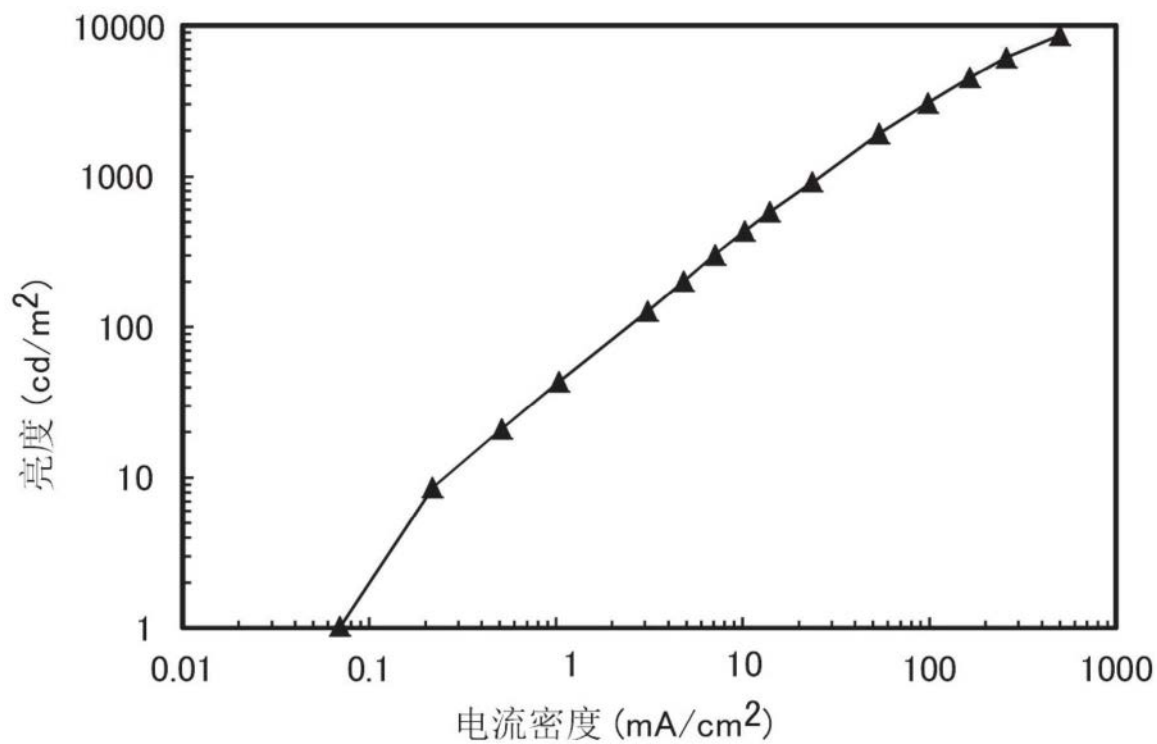


图71

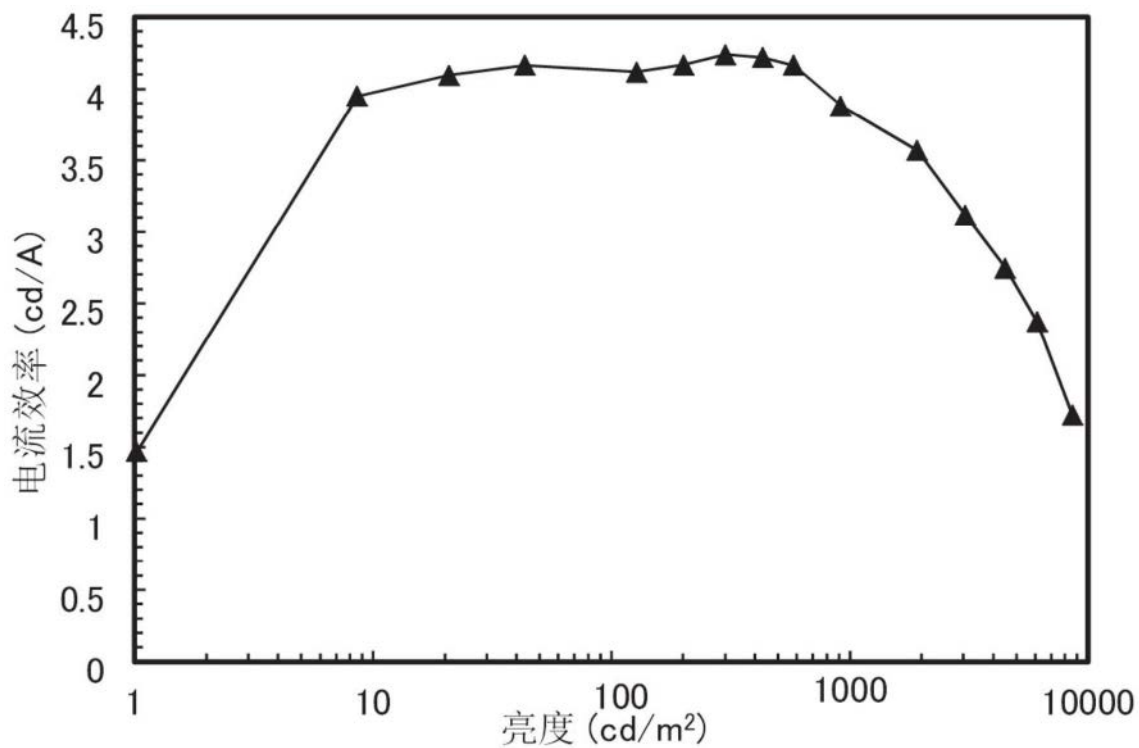


图72

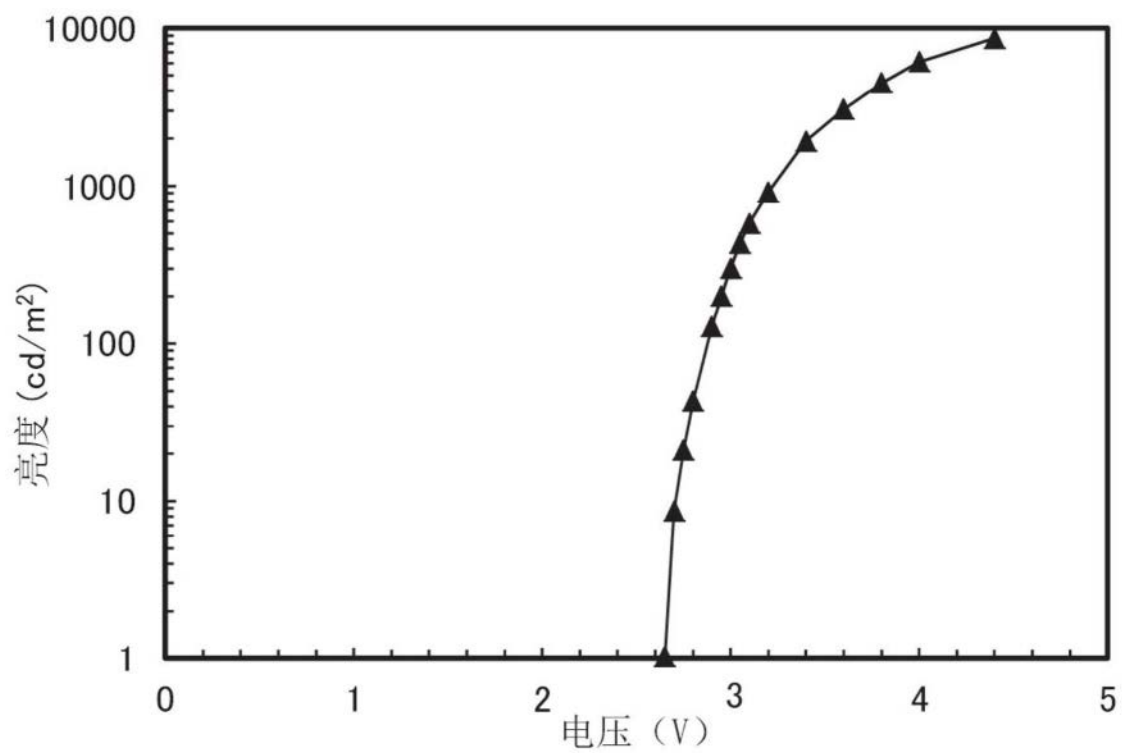


图73

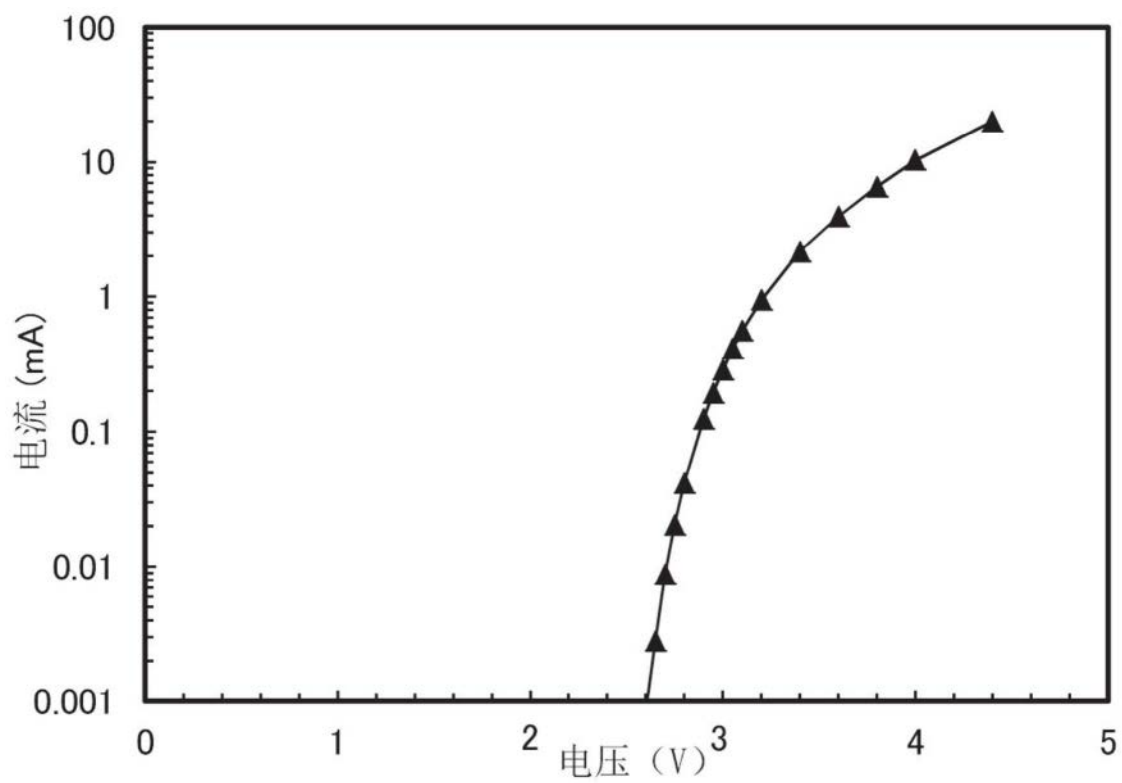


图74

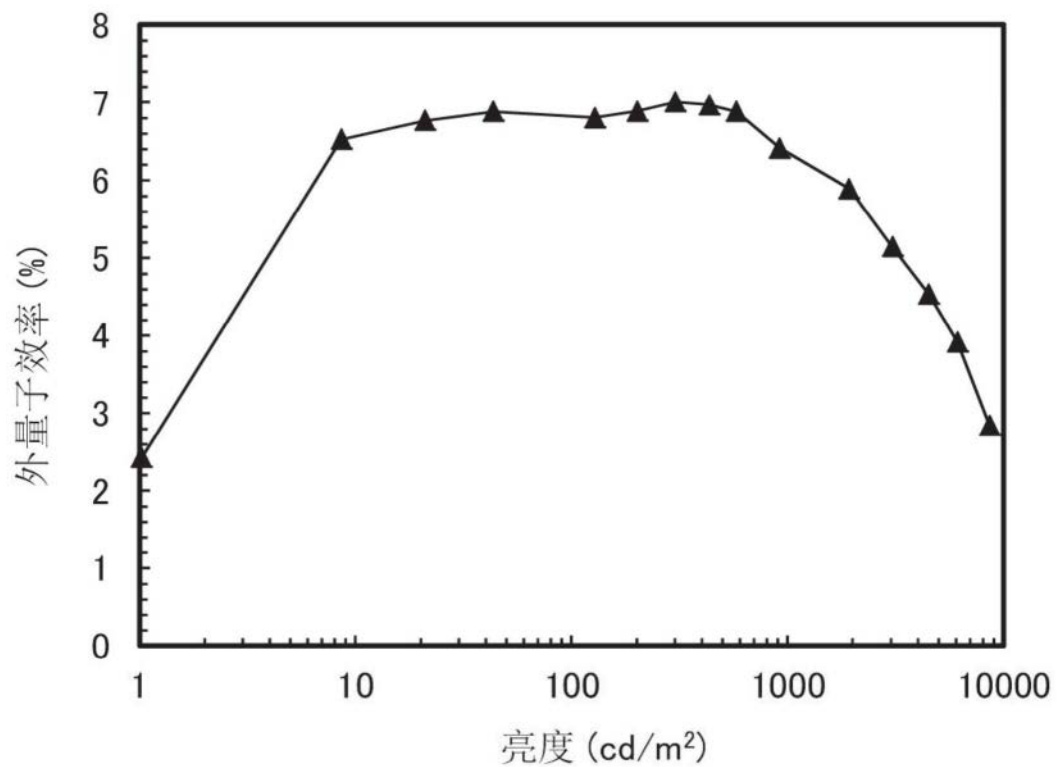


图75

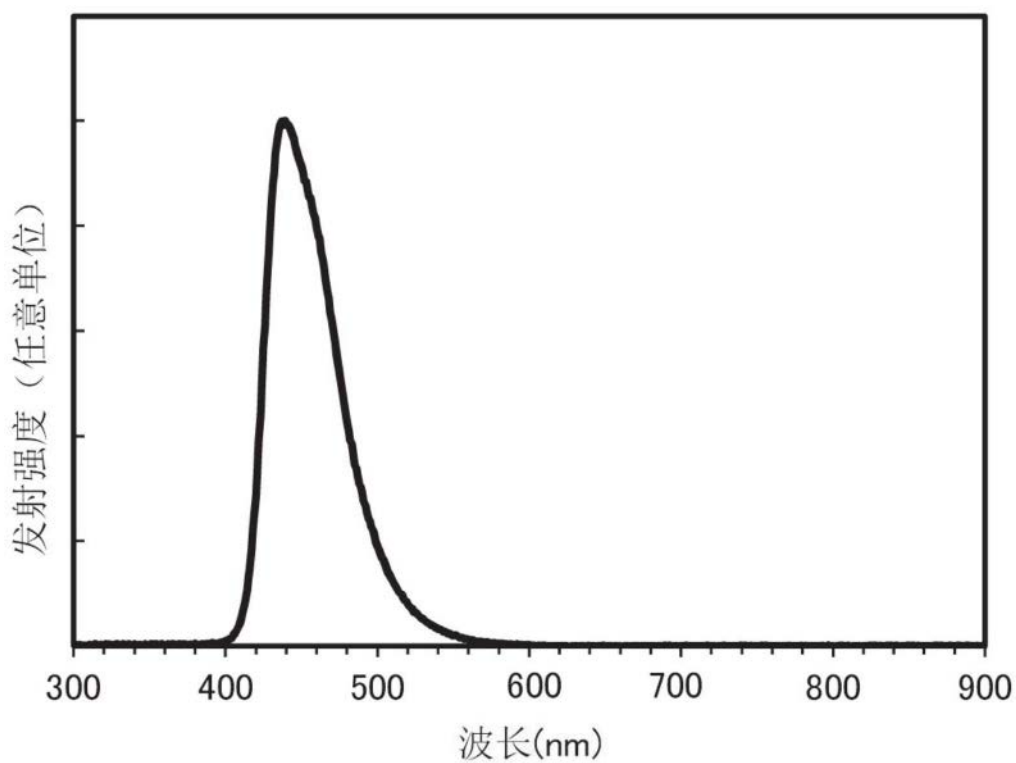


图76

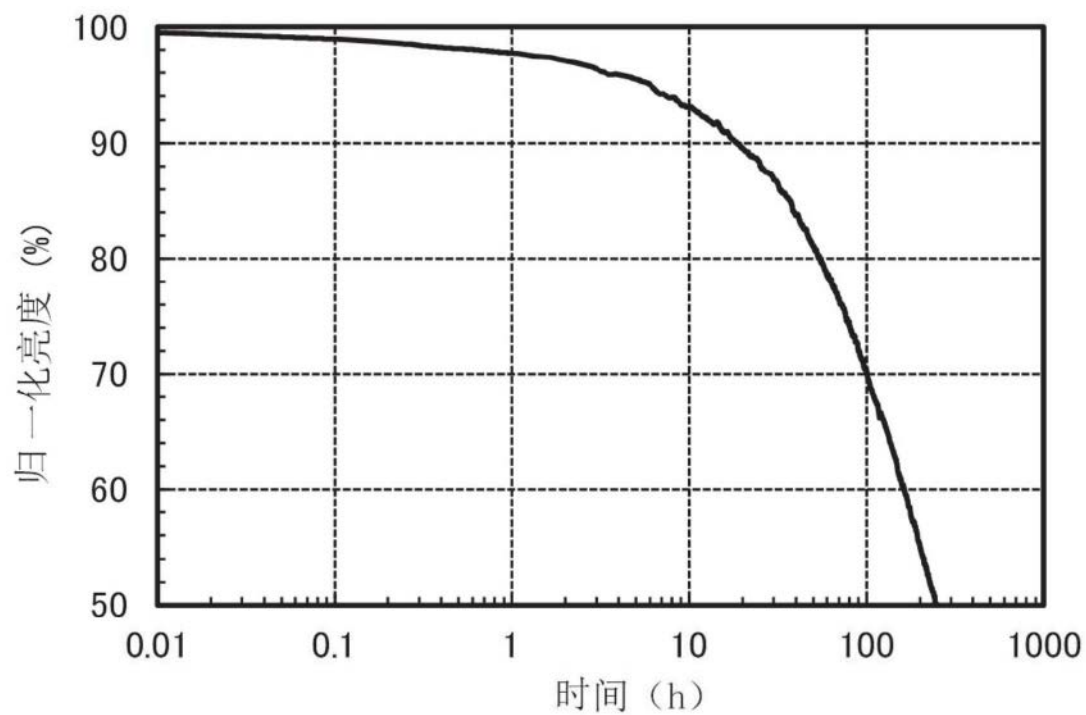


图77

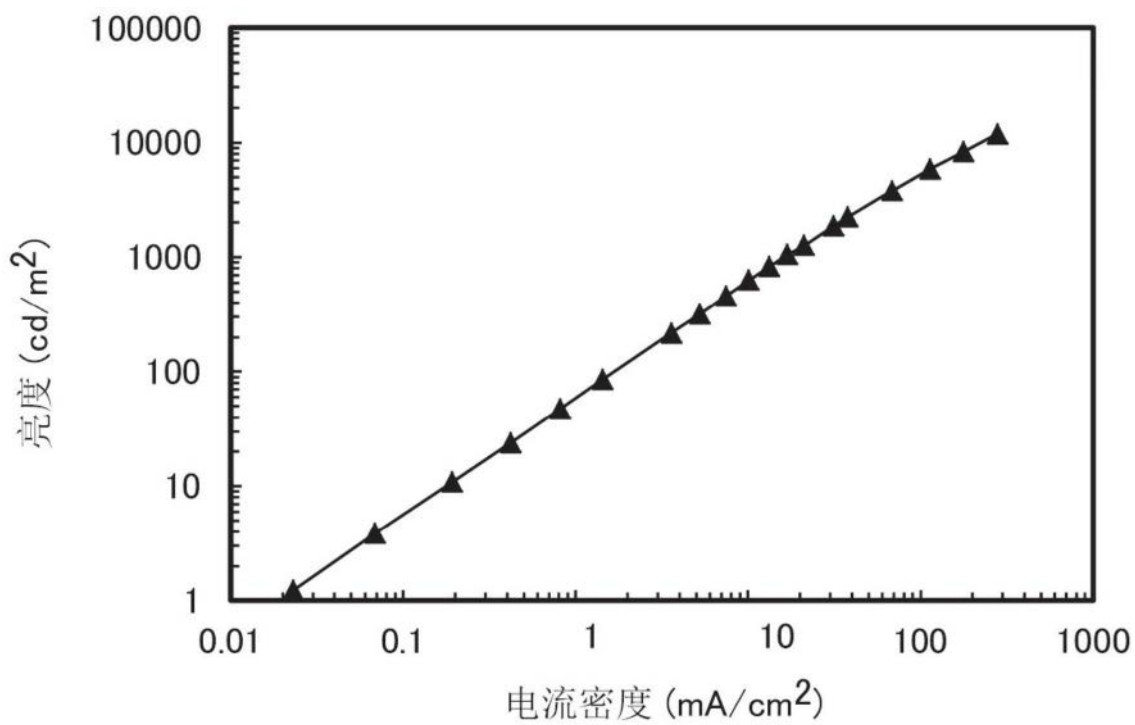


图78

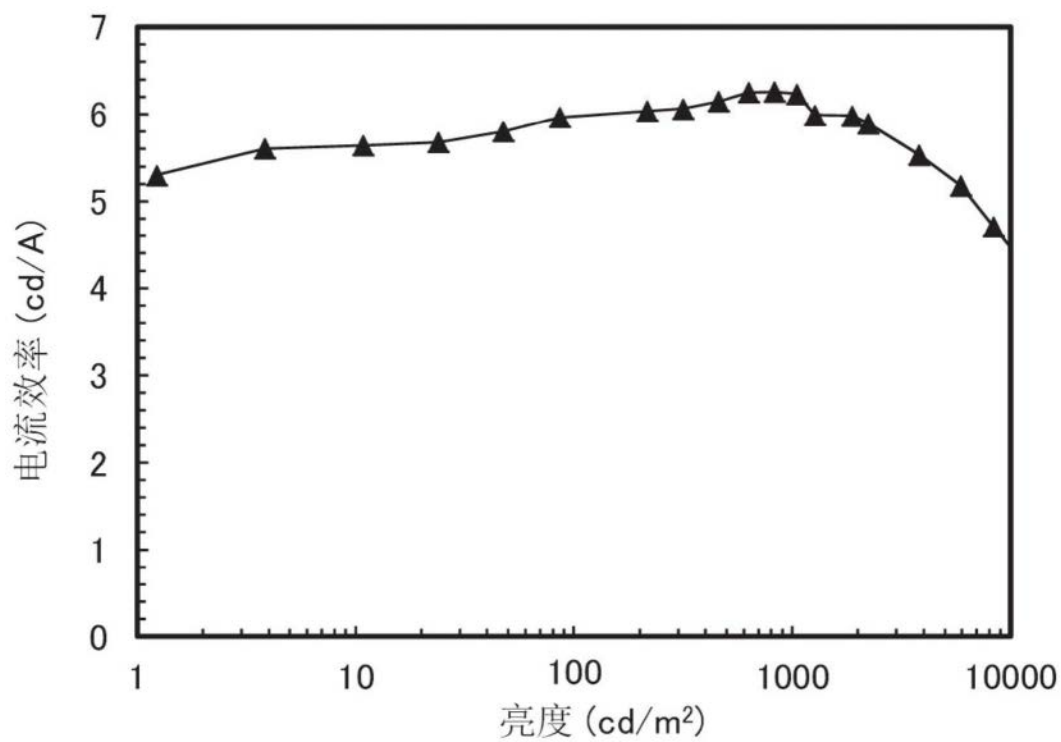


图79

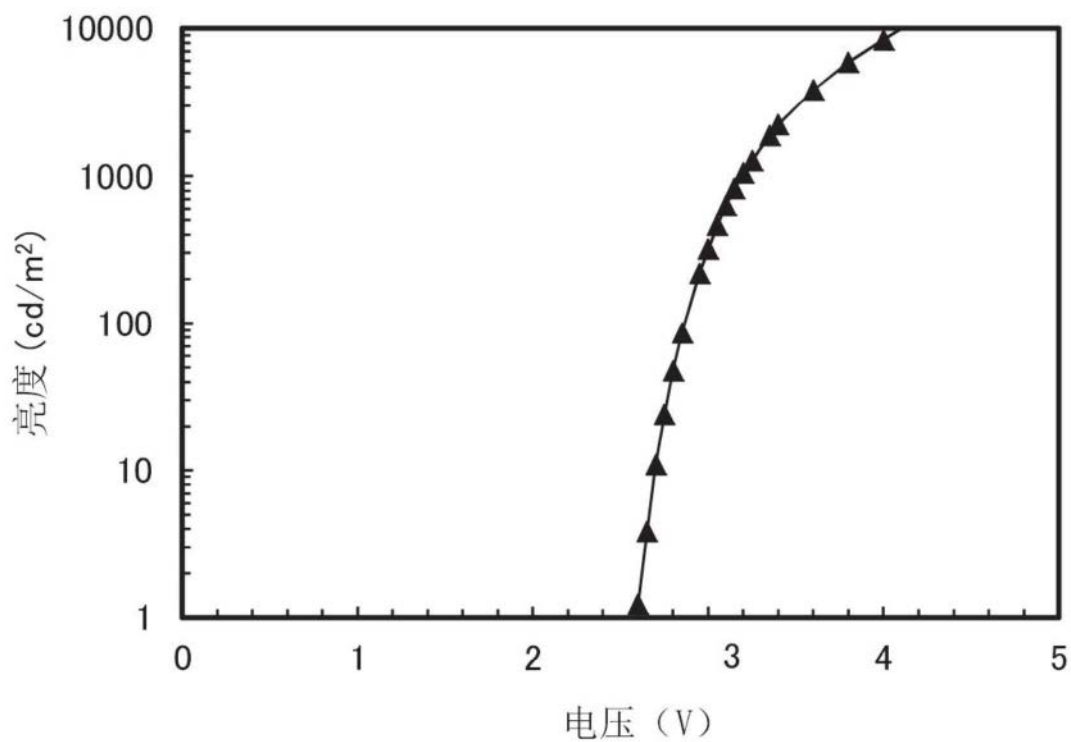


图80

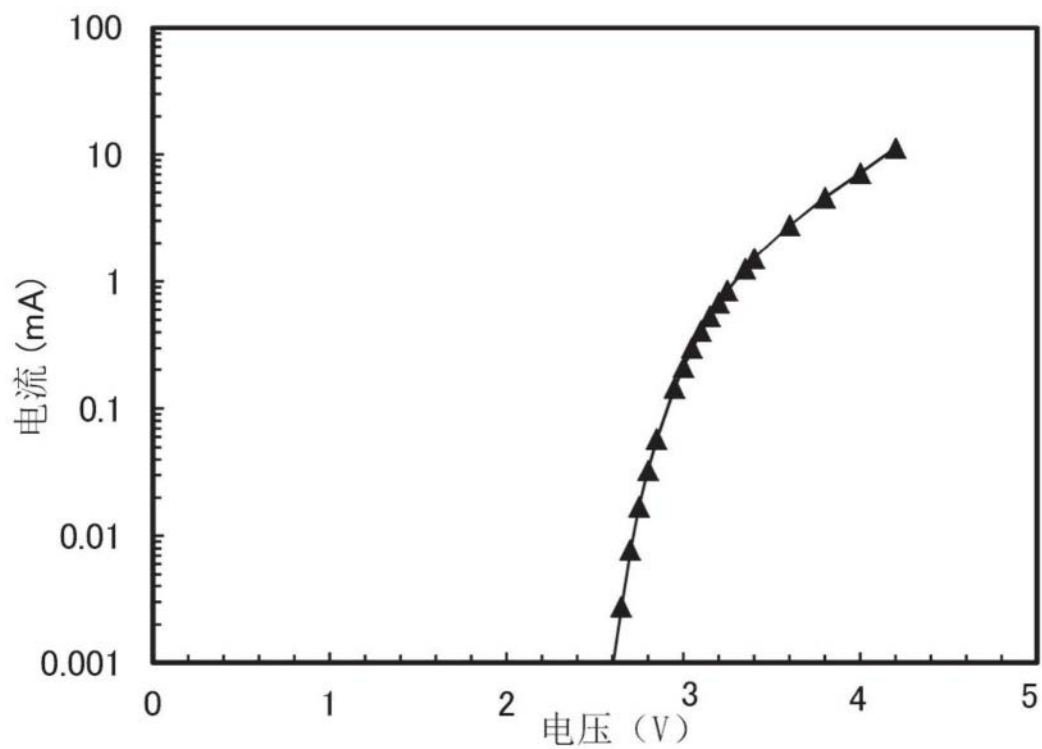


图81

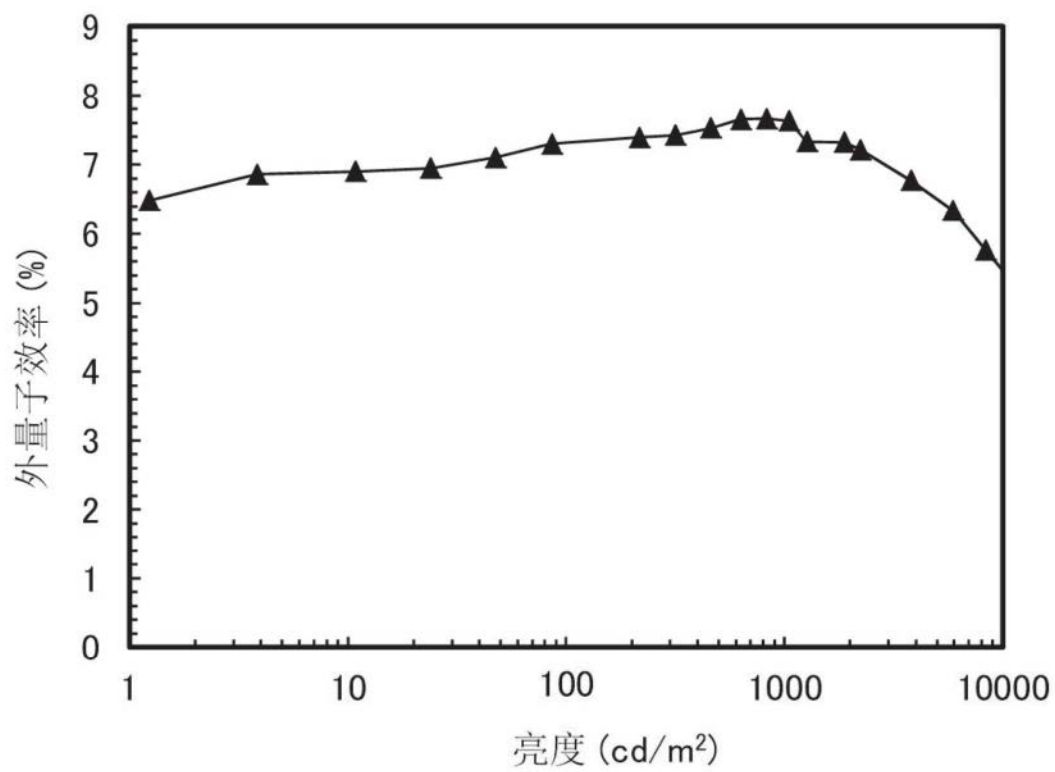


图82

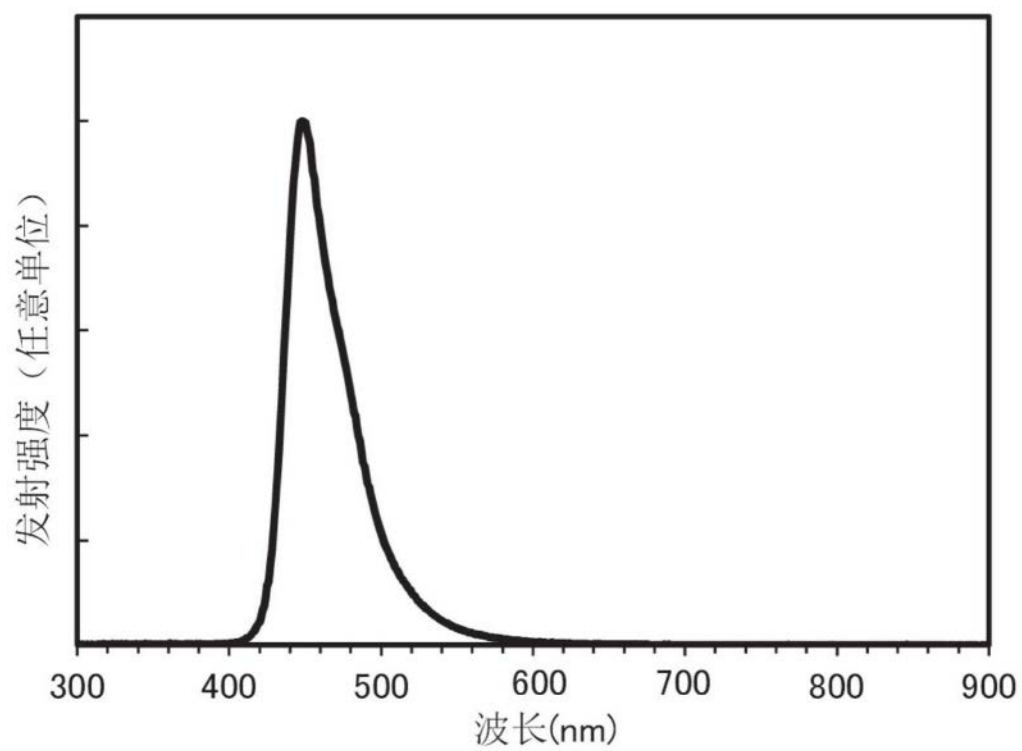


图83