



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115768767 A

(43) 申请公布日 2023.03.07

(21) 申请号 202180047704.2

(22) 申请日 2021.06.23

(30) 优先权数据

2020-115943 2020.07.03 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.01.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2021/055520 2021.06.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/003491 JA 2022.01.06

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 渡部刚吉 植田蓝莉 竹田恭子

大泽信晴 濑尾哲史 久保田朋广

平原誉士

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 张桂霞 杨思捷

(51) Int.Cl.

G07D 405/12 (2006.01)

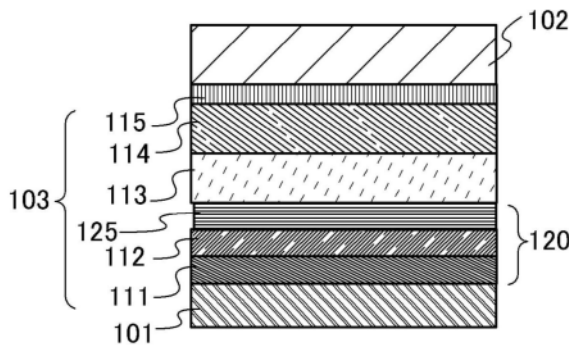
权利要求书10页 说明书82页 附图50页

(54) 发明名称

有机化合物、发光器件、发光装置、电子设备以及照明装置

(57) 摘要

提供一种发光效率高的发光器件。提供一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于它们之间的EL层,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,第一层位于阳极与发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第二层包含具有芳基胺结构的单胺化合物,在所述单胺化合物中构成所述案的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,所述第一基是具有咪唑结构的基,所述第二基是具有二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基,所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,所述第一层的折射率低于所述发光层的折射率。



1. 一种发光器件,包括:

阳极;

阴极;以及

位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,

所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,

所述第一基是具有咪唑结构的基,

所述第二基是具有二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基,

所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,

并且,所述第一层的折射率低于所述发光层的折射率。

2. 一种发光器件,包括:

阳极;

阴极;以及

位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,

所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,

所述第一基是具有咪唑结构的基,

所述第二基是具有二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基,

所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,

并且,所述第一层对波长455nm以上且465nm以下的光的寻常光折射率为1.5以上且1.75以下。

3. 一种发光器件,包括:

阳极;

阴极;以及

位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,

所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,

所述第一基是具有咪唑结构的基,

所述第二基是具有二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基,

所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,

并且,所述第一层对波长633nm的光的折射率为1.45以上且1.70以下。

4.一种发光器件,包括:

阳极;

阴极;以及

位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,

所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,

所述第一基是具有咪唑结构的基,

所述第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,

所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,

所述第一层包含具有空穴传输性的有机化合物,

并且,所述具有空穴传输性的有机化合物对波长455nm以上且465nm以下的光的寻常光折射率为1.5以上且1.75以下。

5.一种发光器件,包括:

阳极;

阴极;以及

位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,

所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,

所述第一基是具有咪唑结构的基,

所述第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,

所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,

所述第一层包含具有空穴传输性的有机化合物,

并且,所述具有空穴传输性的有机化合物对波长633nm的光的折射率为1.45以上且1.70以下。

6.根据权利要求4或5所述的发光器件,

其中所述具有空穴传输性的有机化合物包括多个烷基。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的发光器件,

其中所述第一基中的咪唑结构在2位、3位和9位中的任意个具有键,

并且所述咪唑结构通过该键或者该键和二价芳烃基键合于所述氮原子。

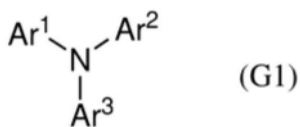
8.根据权利要求1至6中任一项所述的发光器件,

其中所述第一基中的咪唑结构在2位或3位具有键,

并且所述咪唑结构通过该键或者该键和二价芳烃基键合于所述氮原子。

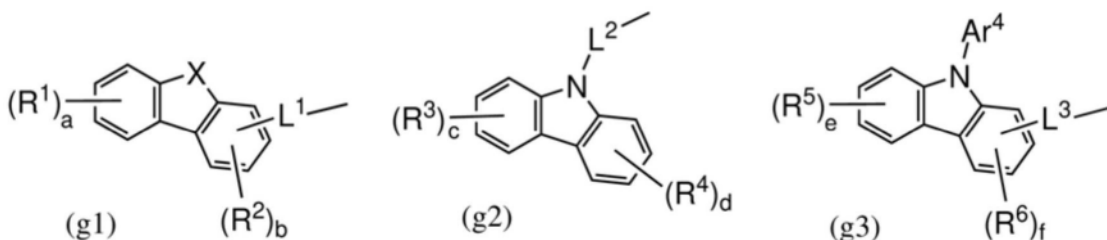
9. 根据权利要求1至6中任一项所述的发光器件，
其中所述第一基中的咪唑结构在2位具有键，
并且所述咪唑结构通过该键或者该键和二价芳烃基键合于所述氮原子。
10. 根据权利要求7至9中任一项所述的发光器件，
其中所述二价芳烃基为亚苯基。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的发光器件，
其中所述第二基中的二苯并呋喃结构及二苯并噻吩结构通过二价芳烃基键合于所述氮原子。
12. 根据权利要求11所述的发光器件，
其中所述第二基中的二价芳烃基为亚苯基或联苯二基。
13. 根据权利要求11或12所述的发光器件，
其中所述亚苯基的键或者所述联苯二基中的至少一个苯结构的键的位置关系为间位。
14. 根据权利要求1至13中任一项所述的发光器件，
其中所述第三基为联苯基或三联苯基。
15. 根据权利要求1至13中任一项所述的发光器件，
其中所述第三基是具有二苯并呋喃结构或二苯并噻吩结构的基。
16. 根据权利要求1至15中任一项所述的发光器件，
其中所述第二层位于所述第一层与所述发光层之间。
17. 一种发光器件，包括：
阳极；
阴极；以及
位于所述阳极与所述阴极之间的EL层，
其中，所述EL层包括发光层、第一层以及第二层，
所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间，
所述第一层与所述第二层接触，
所述第一层的折射率低于所述发光层的折射率，
并且，所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[化学式1]



(在上述通式 (G1) 中， Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基， Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基， Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。)

[化学式2]



(在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烃基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。a、c、d 和 e 分别独立地表示 0 至 4 的整数, b 和 f 分别独立地表示 0 至 3 的整数。L¹ 至 L³ 分别独立地表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。)

18. 一种发光器件, 包括:

阳极;

阴极; 以及

位于所述阳极与所述阴极之间的 EL 层,

其中, 所述 EL 层包括发光层、第一层以及第二层,

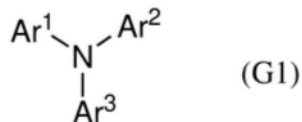
所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第一层对波长 455nm 以上且 465nm 以下的光的寻常光折射率为 1.5 以上且 1.75 以下,

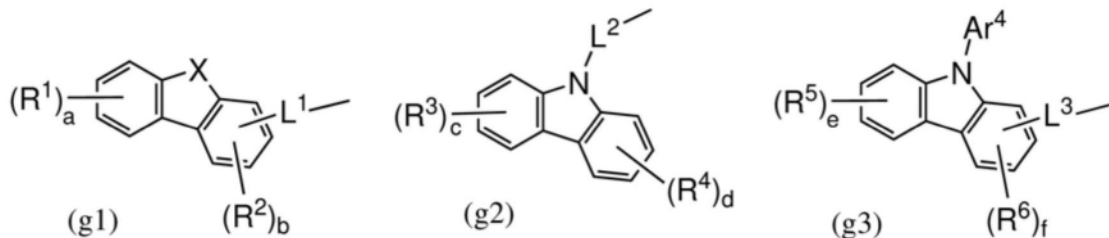
并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[化学式 3]



(在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为 6 至 18 的芳烃基中的任意个。)

[化学式 4]



(在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烃基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。a、c、d 和 e 分别独立地表示 0 至 4 的整数, b 和 f 分别独立地表示 0 至 3 的整数。L¹ 至 L³ 分别独立地表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。)

19. 一种发光器件, 包括:

阳极;

阴极; 以及

位于所述阳极与所述阴极之间的 EL 层,

其中, 所述 EL 层包括发光层、第一层以及第二层,

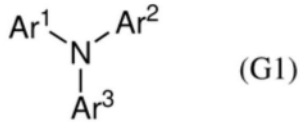
所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

所述第一层与所述第二层接触,

所述第一层对波长 633nm 的光的折射率为 1.45 以上且 1.70 以下,

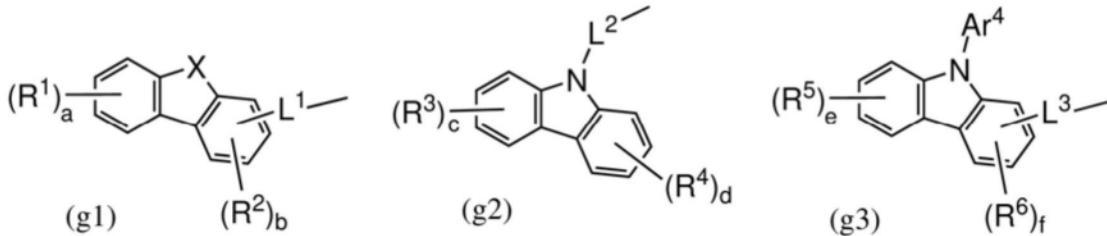
并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[化学式5]



(在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。)

[化学式6]



(在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。 a 、 c 、 d 和 e 分别独立地表示0至4的整数, b 和 f 分别独立地表示0至3的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为6至12的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。)

20. 一种发光器件, 包括:

阳极;

阴极; 以及

位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

其中, 所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

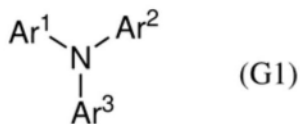
所述第一层与所述第二层接触,

所述第一层包含具有空穴传输性的第二有机化合物,

所述具有空穴传输性的有机化合物对波长455nm以上且465nm以下的光的寻常光折射率为1.5以上且1.75以下,

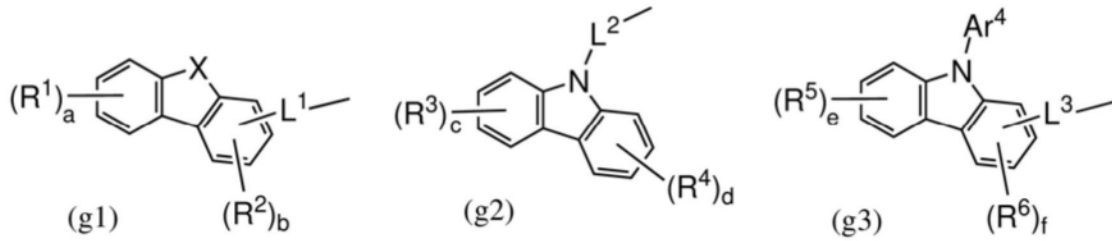
并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[化学式7]



(在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。)

[化学式8]



(在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烷基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。 a 、 c 、 d 和 e 分别独立地表示 0 至 4 的整数, b 和 f 分别独立地表示 0 至 3 的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。)

21. 一种发光器件, 包括:

阳极;

阴极; 以及

位于所述阳极与所述阴极之间的 EL 层,

其中, 所述 EL 层包括发光层、第一层以及第二层,

所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,

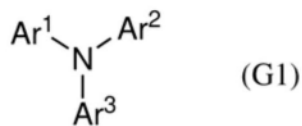
所述第一层与所述第二层接触,

所述第一层包含具有空穴传输性的第二有机化合物,

所述具有空穴传输性的有机化合物对波长 633nm 的光的折射率为 1.45 以上且 1.70 以下,

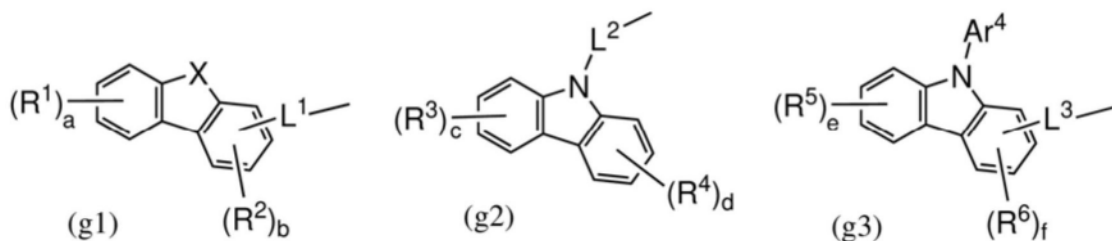
并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[化学式 9]



(在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为 6 至 18 的芳烃基中的任意个。)

[化学式 10]



(在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烷基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。 a 、 c 、 d 和 e 分别独立地表示 0 至 4 的整数, b 和 f 分别独立地表示 0 至 3 的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。)

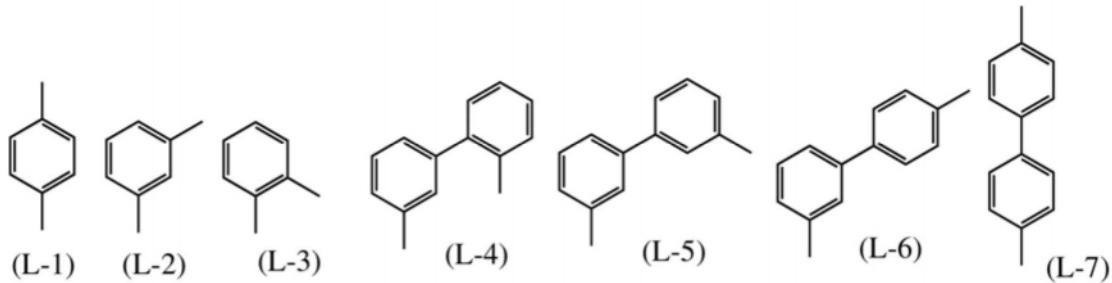
22. 根据权利要求 20 或 21 所述的发光器件,

其中所述具有空穴传输性的第二有机化合物包括多个烷基。

23. 根据权利要求17至22中任一项所述的发光器件，其中X为硫原子。

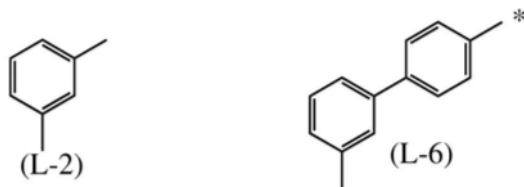
24. 根据权利要求17至23中任一项所述的发光器件，其中L¹为由下述结构式(L-1)至(L-7)表示的基中的任意个。

[化学式11]



25. 根据权利要求17至23中任一项所述的发光器件，其中L¹为由下述结构式(L-2)或(L-6)表示的基。

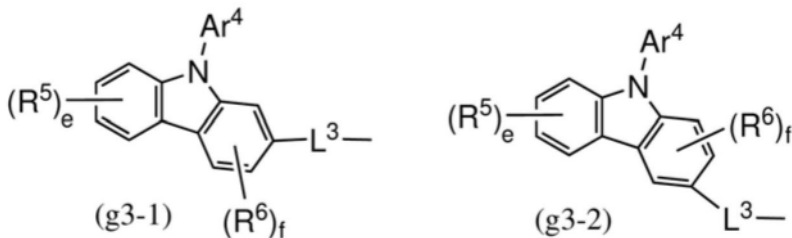
[化学式12]



(L-6) 在星号位置键合于氮原子。

26. 根据权利要求17至25中任一项所述的发光器件，其中所述Ar²为由下述通式(g3-1)或(g3-2)表示的基。

[化学式13]

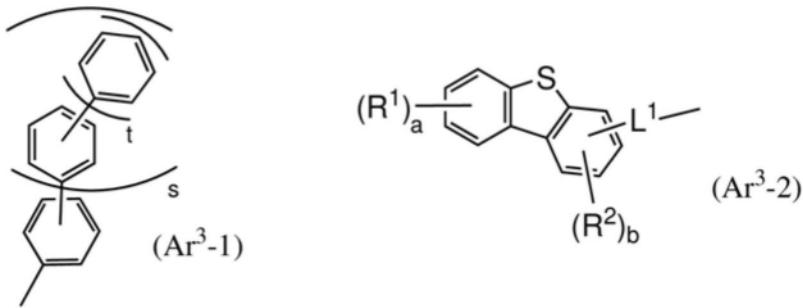


(在上述通式(g3-1)或(g3-2)中，R⁵和R⁶分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个，Ar⁴为取代或未取代的苯基。e表示0至4的整数，f表示0至3的整数。L³表示碳原子数为6至18的二价芳烃基。)

27. 根据权利要求26所述的发光器件，其中所述Ar²为由(g3-1)表示的基。

28. 根据权利要求17至27中任一项所述的发光器件，其中所述Ar³为由下述通式(Ar³-1)或(Ar³-2)表示的基。

[化学式14]



(在 (Ar^3-1) 中, s 和 t 分别独立地为 0 或 1。另外, 在 (Ar^3-2) 中, R^1 和 R^2 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烃基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, a 表示 0 至 4 的整数, b 表示 0 至 3 的整数。 L^1 表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基。)

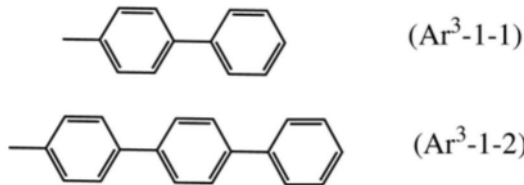
29. 根据权利要求 28 所述的发光器件,

其中 Ar^3 为由上述通式 (Ar^3-2) 表示的基。

30. 根据权利要求 17 至 27 中任一项所述的发光器件,

其中所述 Ar^3 为由下述结构式 (Ar^3-1-1) 或 (Ar^3-1-2) 表示的基。

[化学式 15]



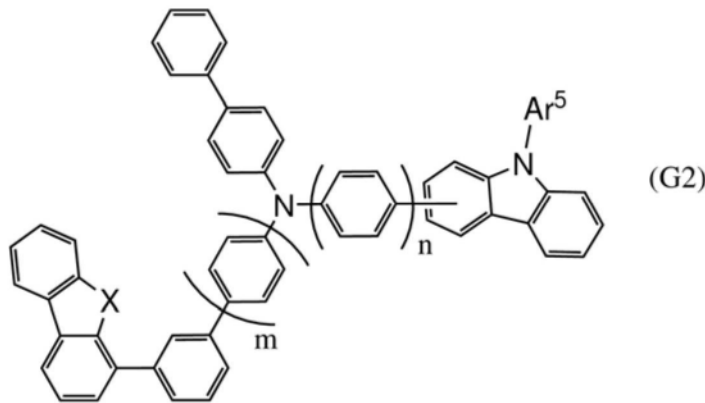
31. 根据权利要求 30 所述的发光器件,

其中所述 Ar^3 为由下述结构式 (Ar^3-1-1) 表示的基。

32. 根据权利要求 17 至 23 中任一项所述的发光器件,

其中由所述通式 (G1) 表示的有机化合物为由下述通式 (G2) 表示的有机化合物。

[化学式 16]



(在上述通式 (G2) 中, X 为氧原子或硫原子, Ar^5 为取代或未取代的苯基。 m 为 0 或 1, n 表示 0 至 2 的整数。)

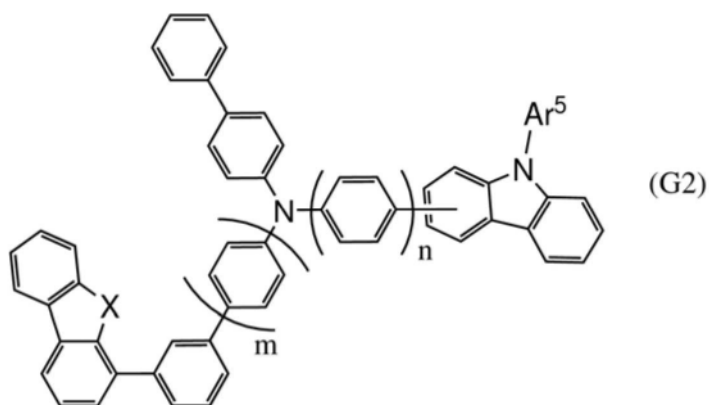
33. 根据权利要求 17 至 32 中任一项所述的发光器件,

其中所述第二层位于所述第一层与所述发光层之间。

34. 一种发光器件用材料, 所述发光器件用材料用于权利要求 11 至 33 中任一项所述的发光器件中的所述第二层并由所述通式 (G1) 或所述通式 (G2) 表示。

35. 一种由下述通式 (G2) 表示的有机化合物。

[化学式17]



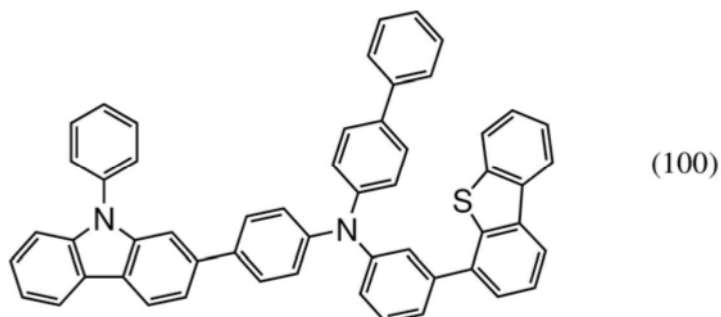
(在上述通式 (G2) 中, X 为氧原子或硫原子, Ar⁵ 为取代或未取代的苯基。m 为 0 或 1, n 表示 0 至 2 的整数。)

36. 根据权利要求 35 所述的有机化合物,
其中所述 X 为硫原子。

37. 根据权利要求 35 或 36 所述的有机化合物,
其中 n 为 1。

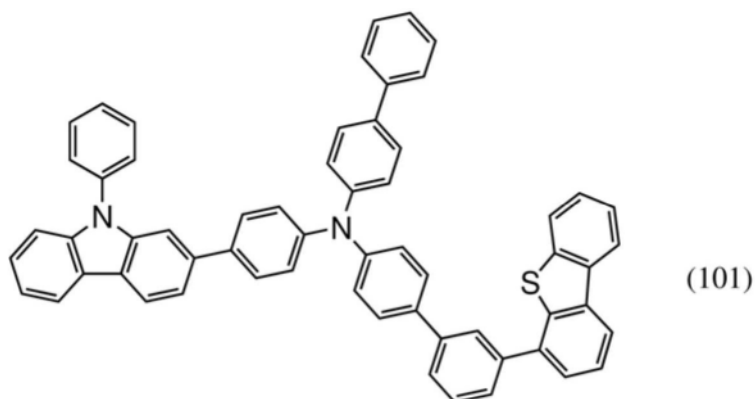
38. 一种由下述结构式 (100) 表示的有机化合物。

[化学式18]



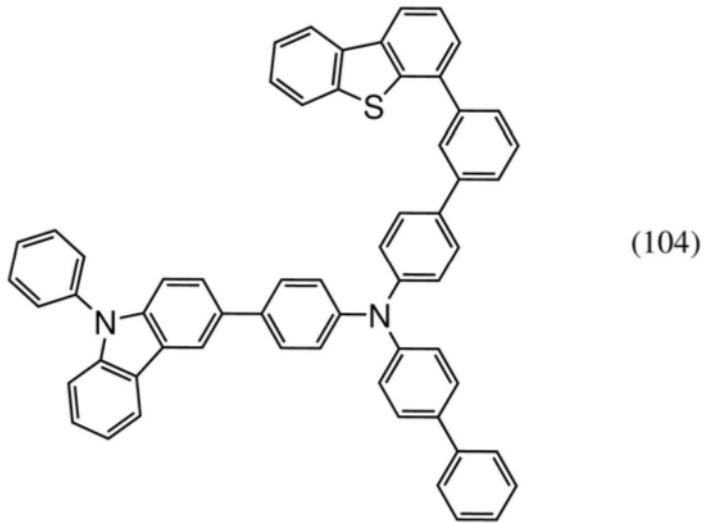
39. 一种由下述结构式 (101) 表示的有机化合物。

[化学式19]

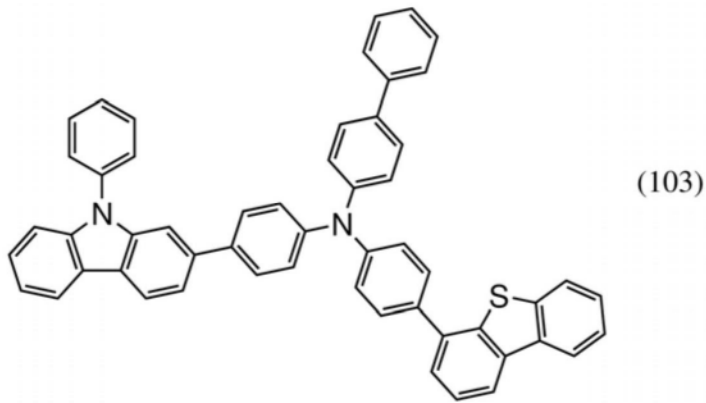


40. 一种由下述结构式 (104) 表示的有机化合物。

[化学式20]



41. 一种由下述结构式 (103) 表示的有机化合物。
[化学式21]



有机化合物、发光器件、发光装置、电子设备以及照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种有机化合物、发光元件、发光器件、显示模块、照明模块、显示装置、发光装置、电子设备、照明装置及电子器件。注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。另外,本发明的一个方式涉及一种工序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或者组合物(composition of matter)。由此,更具体而言,作为本说明书所公开的本发明的一个方式的技术领域的一个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、摄像装置以及这些装置的驱动方法或者这些装置的制造方法。

背景技术

[0002] 使用有机化合物且利用电致发光(EL:Electroluminescence)的发光器件(有机EL器件)的实用化非常活跃。在这些发光器件的基本结构中,在一对电极之间夹有包含发光材料的有机化合物层(EL层)。通过对该器件施加电压,注入载流子,利用该载流子的复合能量,可以获得来自发光材料的发光。

[0003] 因为这种发光器件是自发光型发光器件,所以当用于显示器的像素时比起液晶有可见度更高、不需要背光源等优势,特别适合于平板显示器。另外,使用这种发光器件的显示器可以被制造成薄且轻,这也是极大的优点。再者,非常高速的响应也是该发光器件的特征之一。

[0004] 此外,因为这种发光器件的发光层可以在二维上连续地形成,所以可以获得面发光。因为这是在以白炽灯或LED为代表的点光源或者以荧光灯为代表的线光源中难以得到的特征,所以作为可应用于照明等的面光源,上述发光器件的利用价值也高。

[0005] 如上所述,虽然使用发光器件的显示器或照明装置适用于各种各样的电子设备,但是为了追求具有更良好的特性的发光器件的研究开发日益活跃。

[0006] 光提取效率低是有机EL器件的常见问题之一。为了提高该光提取效率,提出了在EL层内部形成由低折射率材料构成的层的结构(例如,参照非专利文献1)。

[先行技术文献]

[非专利文献]

[0007] [非专利文献1]Jaeho Lee、其他12名,“Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes”,nature COMMUNICATIONS,2016年6月2日,DOI:10.1038/ncomms11791

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 本发明的一个方式的目的是提供一种发光效率高的发光器件。本发明的另一个方式的目的是提供一种驱动电压低的发光器件。本发明的另一个方式的目的是提供一种寿命

良好的发光器件。本发明的另一个方式的目的是提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置和电子器件中的任意个。本发明的另一个方式的目的是提供一种可靠性良好的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置和电子器件中的任意个。

[0009] 本发明只要实现上述目的中的任一个即可。

解决技术问题的手段

[0010] 本发明的一个方式是一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,所述第一基是具有咪唑结构的基,所述第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,并且,所述第一层的折射率低于所述发光层的折射率。

[0011] 本发明的另一个方式是一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,所述第一基是具有咪唑结构的基,所述第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,并且,所述第一层对波长455nm以上且465nm以下的光的寻常光折射率为1.5以上且1.75以下。

[0012] 本发明的另一个方式是一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第二层包含具有芳基胺结构的第一有机化合物,所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,所述第一基是具有咪唑结构的基,所述第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,并且,所述第一层对波长633nm的光的折射率为1.45以上且1.70以下。

[0013] 本发明的另一个方式是一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第二层包含具有三芳基胺结构的第一有机化合物,所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基及第三基,所述第一基是具有咪唑结构的基,所述第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,所述第一层包含具有空穴传输性的有机化合物,并且,所述具有空穴传输性的有机化合物对波长455nm以上且465nm以下的光的寻常光折射率为1.5以上且1.75以下。

[0014] 本发明的另一个方式是一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第二层包含具有三芳基胺结构的第一有机化合物,所述第一有机化合物中构成所述胺的氮原子上键合有第一基、第二基

及第三基,所述第一基是具有咪唑结构的基,所述第二基是具有二苯并呋喃结构或二苯并噻吩结构的基,所述第三基具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构,所述第一层包含具有空穴传输性的有机化合物,并且,所述具有空穴传输性的有机化合物对波长633nm的光的折射率为1.45以上且1.70以下。

[0015] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述具有空穴传输性的有机化合物包括多个烷基。

[0016] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第一基中的咪唑结构在2位、3位和9位中的任意个具有键,并且所述咪唑结构通过该键或者该键和二价芳烃基键合于所述氮原子。

[0017] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第一基中的咪唑结构在2位或3位具有键,并且所述咪唑结构通过该键或者该键和二价芳烃基键合于所述氮原子。

[0018] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第一基中的咪唑结构在2位具有键,并且所述咪唑结构通过该键或者该键和二价芳烃基键合于所述氮原子。

[0019] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述二价芳烃基为亚苯基。

[0020] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第二基中的二苯并呋喃结构及二苯并噻吩结构通过二价芳烃基键合于所述氮原子。

[0021] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第二基中的二价芳烃基为亚苯基或联苯二基。

[0022] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述亚苯基的键或者所述联苯二基中的至少一个苯结构的键的位置关系为间位。

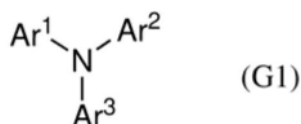
[0023] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第三基为联苯基或三联苯基。

[0024] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第三基是具有二苯并呋喃结构或二苯并噻吩结构的基。

[0025] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述第二层位于所述第一层与所述发光层之间。

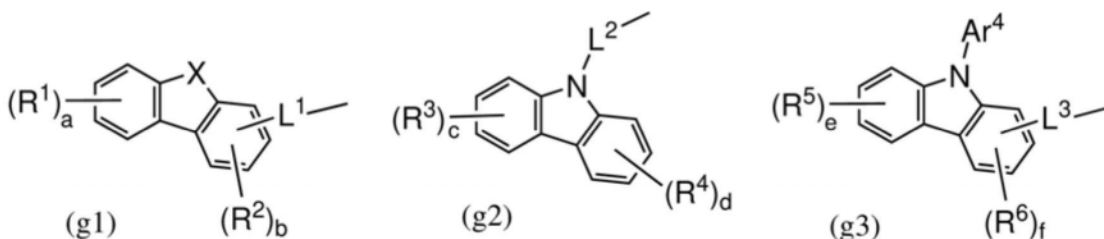
[0026] 本发明的另一个方式是一种发光器件,包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,其中,所述EL层包括发光层、第一层以及第二层,所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间,所述第一层与所述第二层接触,所述第一层的折射率低于所述发光层的折射率,并且,所述第二层包含由下述通式(G1)表示的有机化合物。

[0027] [化学式1]



[0028] 在上述通式(G1)中,Ar¹为由下述通式(g1)表示的基,Ar²为由下述通式(g2)或(g3)表示的基,Ar³为由下述通式(g1)表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。

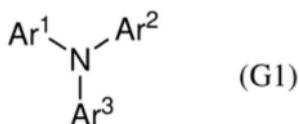
[0029] [化学式2]



[0030] 在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烷基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。a、c、d 和 e 分别独立地表示 0 至 4 的整数, b 和 f 分别独立地表示 0 至 3 的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。

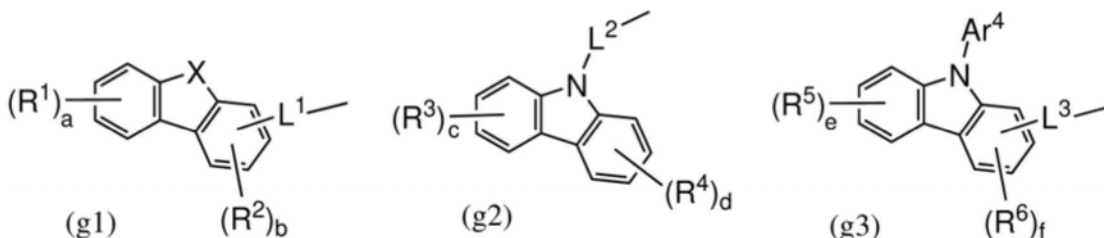
[0031] 本发明的另一个方式是一种发光器件, 包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的 EL 层, 其中, 所述 EL 层包括发光层、第一层以及第二层, 所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间, 所述第一层与所述第二层接触, 所述第一层对波长 455nm 以上且 465nm 以下的光的寻常光折射率为 1.5 以上且 1.75 以下, 并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0032] [化学式 3]



[0033] 在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为 6 至 18 的芳烃基中的任意个。

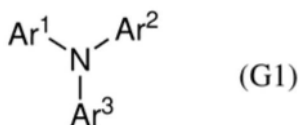
[0034] [化学式 4]



[0035] 在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为 1 至 6 的烷基和碳原子数为 6 至 13 的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。a、c、d 和 e 分别独立地表示 0 至 4 的整数, b 和 f 分别独立地表示 0 至 3 的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为 6 至 12 的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。

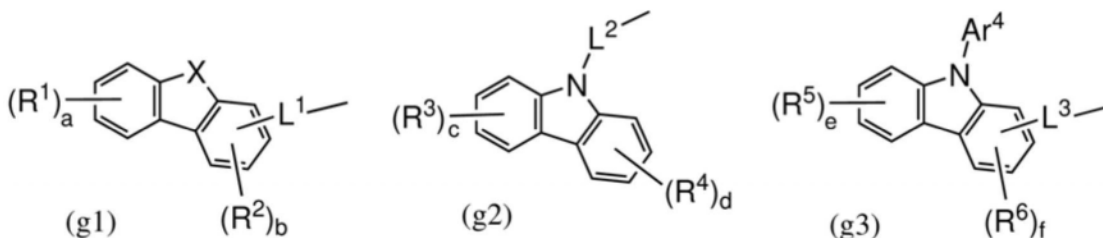
[0036] 本发明的另一个方式是一种发光器件, 包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的 EL 层, 其中, 所述 EL 层包括发光层、第一层以及第二层, 所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间, 所述第一层与所述第二层接触, 所述第一层对波长 633nm 的光的折射率为 1.45 以上且 1.70 以下, 并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0037] [化学式 5]



[0038] 在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。

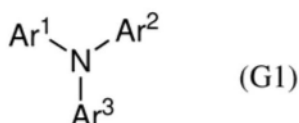
[0039] [化学式6]



[0040] 在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。 a 、 c 、 d 和 e 分别独立地表示0至4的整数, b 和 f 分别独立地表示0至3的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为6至12的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。

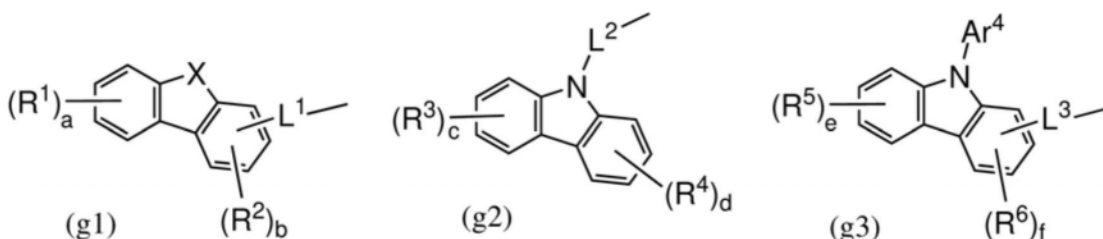
[0041] 本发明的另一个方式是一种发光器件, 包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层, 其中, 所述EL层包括发光层、第一层以及第二层, 所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间, 所述第一层与所述第二层接触, 所述第一层包含具有空穴传输性的有机化合物, 所述具有空穴传输性的有机化合物对波长455nm以上且465nm以下的光的寻常光折射率为1.5以上且1.75以下, 并且, 所述第二层包含由下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0042] [化学式7]



[0043] 在上述通式 (G1) 中, Ar^1 为由下述通式 (g1) 表示的基, Ar^2 为由下述通式 (g2) 或 (g3) 表示的基, Ar^3 为由下述通式 (g1) 表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。

[0044] [化学式8]

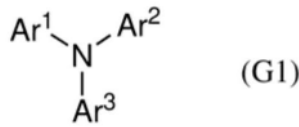


[0045] 在上述通式 (g1) 至 (g3) 中, R^1 至 R^6 分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。 a 、 c 、 d 和 e 分别独立地表示0至4的整数, b 和 f 分别独立地表示0至3的整数。 L^1 至 L^3 分别独立地表示碳原子数为6至12的二价芳烃基, X 为氧原子或硫原子。

[0046] 本发明的另一个方式是一种发光器件, 包括阳极、阴极以及位于所述阳极与所述阴极之间的EL层, 其中, 所述EL层包括发光层、第一层以及第二层, 所述第一层位于所述阳极与所述发光层之间, 所述第一层与所述第二层接触, 所述第一层包含具有空穴传输性的有机化合物, 所述具有空穴传输性的有机化合物对波长633nm的光的折射率为1.45以上且

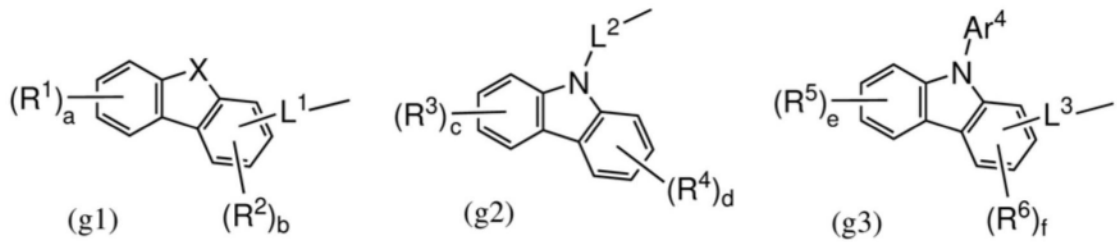
1.70以下,并且,所述第二层包含由下述通式(G1)表示的有机化合物。

[0047] [化学式9]



[0048] 在上述通式(G1)中,Ar¹为由下述通式(g1)表示的基,Ar²为由下述通式(g2)或(g3)表示的基,Ar³为由下述通式(g1)表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。

[0049] [化学式10]



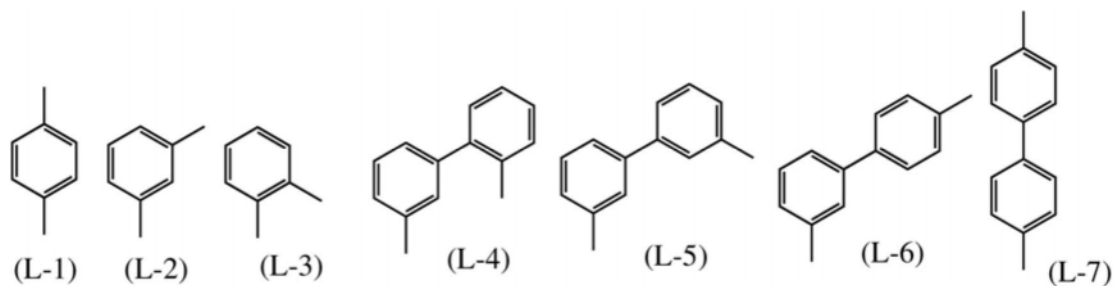
[0050] 在上述通式(g1)至(g3)中,R¹至R⁶分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个,Ar⁴为取代或未取代的苯基。a、c、d和e分别独立地表示0至4的整数,b和f分别独立地表示0至3的整数。L¹至L³分别独立地表示碳原子数为6至12的二价芳烃基,X为氧原子或硫原子。

[0051] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述具有空穴传输性的有机化合物包括多个烷基。

[0052] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中X为硫原子。

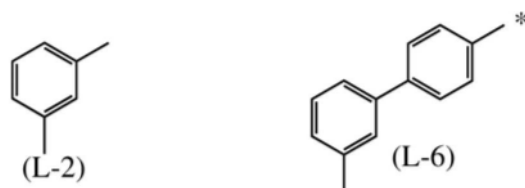
[0053] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中L¹为由下述结构式(L-1)至(L-7)表示的基中的任意个。

[0054] [化学式11]



[0055] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中L¹为由下述结构式(L-2)或(L-6)表示的基。

[0056] [化学式12]

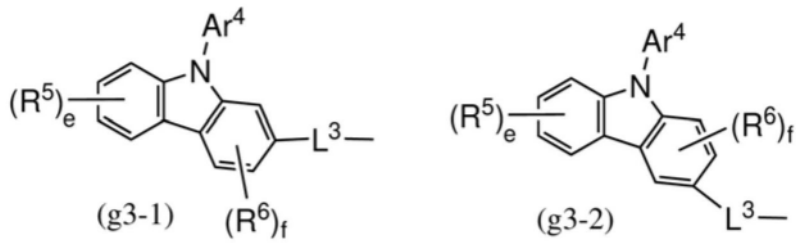


[0057] 注意,(L-6)在星号位置键合于氮原子。

[0058] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件,其中所述Ar²为由下述通式

(g3-1) 或 (g3-2) 表示的基。

[0059] [化学式13]

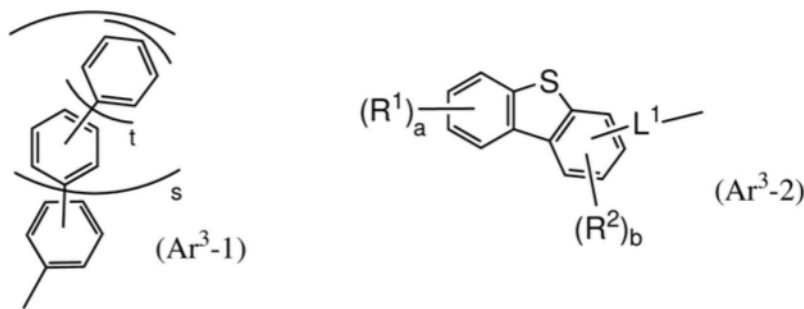


[0060] 在上述通式 (g3-1) 或 (g3-2) 中, R^5 和 R^6 分别独立地为碳原子数为1至6的烃基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个, Ar^4 为取代或未取代的苯基。 e 表示0至4的整数, f 表示0至3的整数。 L^3 表示碳原子数为6至18的二价芳烃基。

[0061] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中所述 Ar^2 为由 (g3-1) 表示的基。

[0062] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中所述 Ar^3 为由下述通式 (Ar^3-1) 或 (Ar^3-2) 表示的基。

[0063] [化学式14]

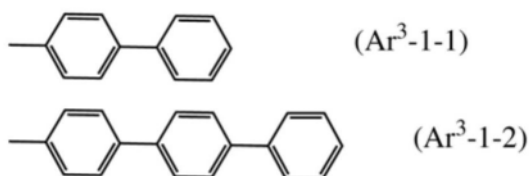


[0064] 在 (Ar^3-1) 中, s 和 t 分别独立地为0或1。另外, 在 (Ar^3-2) 中, R^1 和 R^2 分别独立地为碳原子数为1至6的烃基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个, a 表示0至4的整数, b 表示0至3的整数。 L^1 表示碳原子数为6至12的二价芳烃基。

[0065] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中 Ar^3 为由上述通式 (Ar^3-2) 表示的基。

[0066] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中所述 Ar^3 为由下述结构式 (Ar^3-1-1) 或 (Ar^3-1-2) 表示的基。

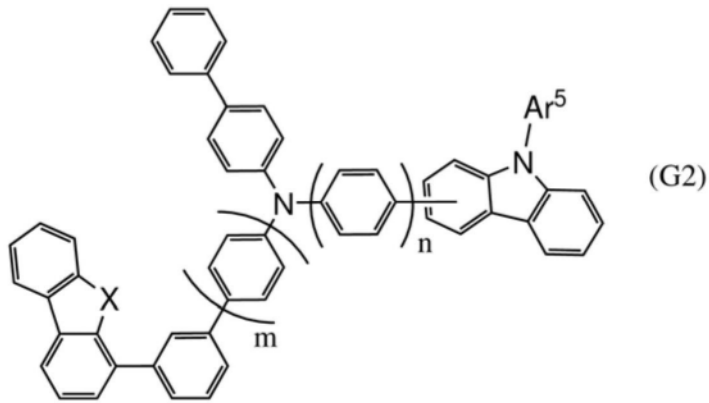
[0067] [化学式15]



[0068] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中所述 Ar^3 为由下述结构式 (Ar^3-1-1) 表示的基。

[0069] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中由所述通式 (G1) 表示的有机化合物为由下述通式 (G2) 表示的有机化合物。

[0070] [化学式16]



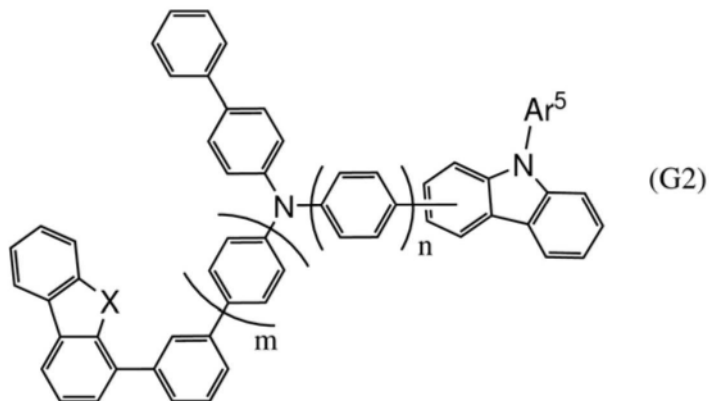
[0071] 在上述通式 (G2) 中, X 为氧原子或硫原子, Ar^5 为取代或未取代的苯基。m 为 0 或 1, n 表示 0 至 2 的整数。

[0072] 本发明的另一个方式是具有上述结构的发光器件, 其中所述第二层位于所述第一层与所述发光层之间。

[0073] 本发明的另一个方式是一种发光器件用材料, 该发光器件用材料用于上述结构中的所述第二层并由所述通式 (G1) 或所述通式 (G2) 表示。

[0074] 本发明的另一个方式是一种由下述通式 (G2) 表示的有机化合物。

[0075] [化学式 17]



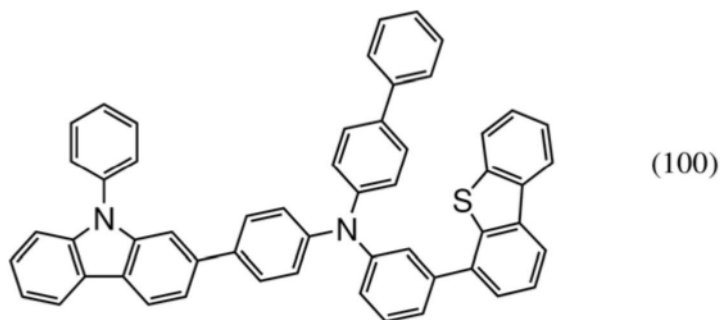
[0076] 在上述通式 (G2) 中, X 为氧原子或硫原子, Ar^5 为取代或未取代的苯基。m 为 0 或 1, n 表示 0 至 2 的整数。

[0077] 本发明的另一个方式是具有上述结构的有机化合物, 其中所述 X 为硫原子。

[0078] 本发明的另一个方式是具有上述结构的有机化合物, 其中 n 为 1。

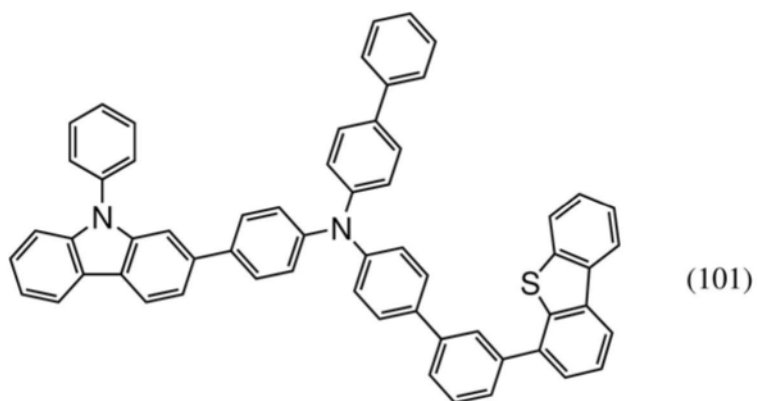
[0079] 本发明的另一个方式是一种由下述结构式 (100) 表示的有机化合物。

[0080] [化学式 18]



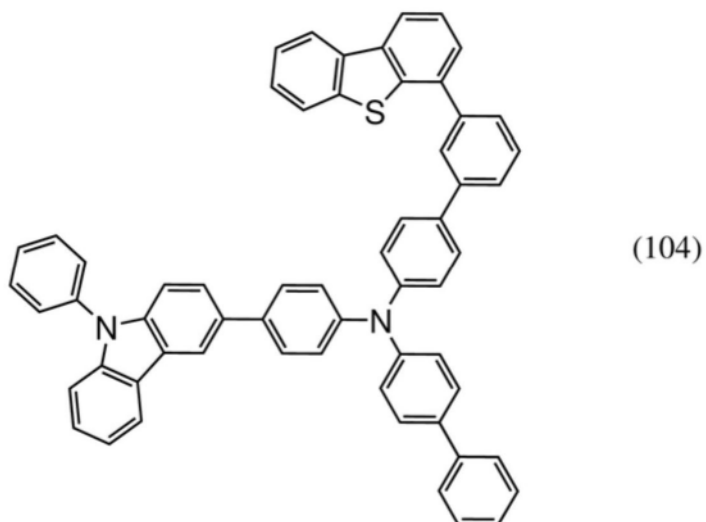
[0081] 本发明的另一个方式是一种由下述结构式(101)表示的有机化合物。

[0082] [化学式19]



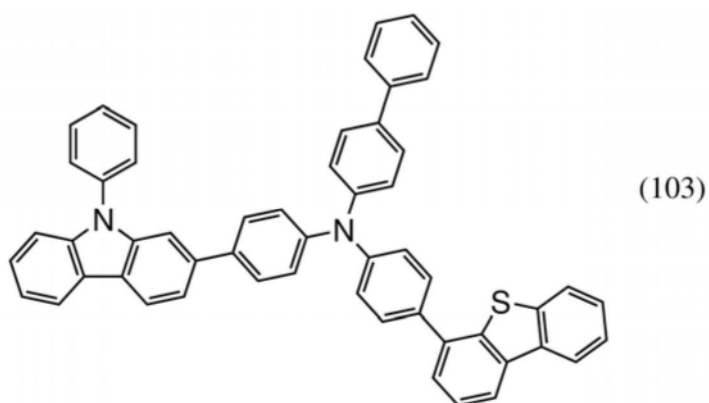
[0083] 本发明的另一个方式是一种由下述结构式(104)表示的有机化合物。

[0084] [化学式20]



[0085] 本发明的另一个方式是一种由下述结构式(103)表示的有机化合物。

[0086] [化学式21]



[0087] 本发明的另一个方式是一种电子设备,包括:上述电子器件或发光器件;以及传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

[0088] 本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:上述发光器件;以及晶体管或衬底。

[0089] 另外,本发明的另一个方式是一种照明装置,包括上述发光器件、以及外壳。

[0090] 在本说明书中,发光装置包括使用发光器件的图像显示器件。另外,发光装置有时还包括如下模块:发光器件安装有连接器诸如各向异性导电膜或TCP (Tape Carrier Package:带载封装) 的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;或者通过COG (Chip On Glass:玻璃覆晶封装) 方式在发光器件上直接安装有IC (集成电路) 的模块。再者,照明装置等有时包括发光装置。

发明效果

[0091] 本发明的一个方式可以提供一种发光效率高的发光器件。本发明的一个方式可以提供一种驱动电压低的发光器件。本发明的一个方式可以提供一种寿命良好的发光器件。本发明的一个方式可以提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置和电子器件中的任意个。本发明的一个方式可以提供一种可靠性良好的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置和电子器件中的任意个。

[0092] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要实现所有上述效果。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的效果。

附图简要说明

[0093] 图1A、图1B、图1C及图1D是发光器件的示意图。

图2A及图2B是示出有源矩阵型发光装置的图。

图3A及图3B是示出有源矩阵型发光装置的图。

图4是示出有源矩阵型发光装置的图。

图5A及图5B是示出无源矩阵型发光装置的图。

图6A及图6B是示出照明装置的图。

图7A、图7B1、图7B2及图7C是示出电子设备的图。

图8A、图8B及图8C是示出电子设备的图。

图9是示出照明装置的图。

图10是示出照明装置的图。

图11是示出车载显示装置及照明装置的图。

图12A及图12B是示出电子设备的图。

图13A、图13B及图13C是示出电子设备的图。

图14是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的亮度-电流密度特性。

图15是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的亮度-电压特性。

图16是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的电流效率-亮度特性。

图17是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的电流-电压特性。

图18是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的外部量子效率-亮度特性。

图19是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的功率效率-亮

度特性。

图20是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的发射光谱。

图21是发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的归一化亮度-时间变化特性。

图22是器件3、器件4及比较器件4至比较器件7的电流密度-电压特性。

图23是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的亮度-电流密度特性。

图24是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的亮度-电压特性。

图25是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的电流效率-亮度特性。

图26是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的电流-电压特性。

图27是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的外部量子效率-亮度特性。

图28是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的功率效率-亮度特性。

图29是发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的发射光谱。

图30是发光器件7的亮度-电流密度特性。

图31是发光器件7的亮度-电压特性。

图32是发光器件7的电流效率-亮度特性。

图33是发光器件7的电流-电压特性。

图34是发光器件7的外部量子效率-亮度特性。

图35是发光器件7的功率效率-亮度特性。

图36是发光器件7的发射光谱。

图37是发光器件8及比较发光器件12的亮度-电流密度特性。

图38是发光器件8及比较发光器件12的亮度-电压特性。

图39是发光器件8及比较发光器件12的电流效率-亮度特性。

图40是发光器件8及比较发光器件12的电流-电压特性。

图41是发光器件8及比较发光器件12的BI-亮度特性。

图42是发光器件8及比较发光器件12的发射光谱。

图43是发光器件8及比较发光器件12的归一化亮度-时间变化特性。

图44A及图44B是PCBBiPDBt-02的¹H-NMR谱。

图45是PCBBiPDBt-02的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

图46是PCBBiPDBt-02的薄膜状态的吸收光谱及发射光谱。

图47是PCBBiPDBt-02的MS谱。

图48A及图48B是mPCBBiPDBt-02的¹H-NMR谱。

图49是mPCBBiPDBt-02的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

图50是mPCBBiPDBt-02的薄膜状态的吸收光谱及发射光谱。

图51是mPCBBiPDBt-02的MS谱。

图52A及图52B是pmPCBBiBPDBt-02的¹H-NMR谱。

图53是pmPCBBiBPDBt-02的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

图54是pmPCBBiBPDBt-02的薄膜状态的吸收光谱及发射光谱。

图55是pmPCBBiBPDBt-02的MS谱。

图56A及图56B是pmPCBBiPDBt的¹H-NMR谱。

图57是pmPCBBiPDBt的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

图58是pmPCBBiPDBt的薄膜状态的吸收光谱及发射光谱。

图59A及图59B是pmPCBBiBPDBf-02的¹H-NMR谱。

图60是pmPCBBiBPDBf-02的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

图61是pmPCBBiBPDBf-02的薄膜状态的吸收光谱及发射光谱。

图62A及图62B是pmPCBiBPDBt-02的¹H-NMR谱。

图63是pmPCBiBPDBt-02的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

图64是pmPCBiBPDBt-02的薄膜状态的吸收光谱及发射光谱。

图65A及图65B是mmtBuBidFBi的¹H-NMR谱。

图66是mmtBuBidFBi的溶液状态的吸收光谱及发射光谱。

实施发明的方式

[0094] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。注意,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0095] (实施方式1)

图1A是示出本发明的一个方式的发光器件的图。图1示出发光器件包括阳极101、阴极102及EL层103且该EL层包括空穴传输区域120、发光层113、电子传输层114及电子注入层115的结构。发光层113是至少包含发光材料的层,空穴传输区域120包括空穴传输层112、空穴注入层111、电子阻挡层125等。注意,EL层103的结构不局限于此,也可以没有形成上述层的一部分或者形成空穴阻挡层、激子阻挡层、中间层等其他功能层。

[0096] 在本发明的一个方式中,采用在EL层103中的发光层113与阳极101之间的区域(空穴传输区域120)中设置低折射率层的结构。

[0097] 低折射率层是与阳极101或阴极102大致平行的层状区域,并且是示出至少低于发光层113的折射率的区域。构成发光器件的有机化合物的折射率通常为1.8至1.9左右,因此低折射率层的折射率为1.75以下,具体而言,对于蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率优选为1.50以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率优选为1.45以上且1.70以下。为了形成这样的低折射率层,使用所沉积的膜具有上述折射率值的材料及制造方法形成该低折射率层,即可。

[0098] 在光入射到具有光学各向异性的材料的情况下,将具有平行于光轴的振动面的光称为非寻常光(线),并将具有垂直于光轴的振动面的光称为寻常光(线),但是有时该材料对于寻常光和非寻常光分别具有不同的折射率。在此情况下,通过进行各向异性分析,可以分别算出寻常光折射率与非寻常光折射率。在本说明书中,在所测量的材料具有寻常光折

射率和非寻常光折射率的双方时,使用寻常光折射率作为指标。注意,在仅记载为“折射率”的情况下,通常指的是寻常光折射率和非寻常光折射率的平均值。

[0099] 此外,空穴传输区域120不需要都为低折射率层,将空穴传输区域120的厚度方向上的至少一部分设置为低折射率层即可。例如,空穴注入层111、空穴传输层112及电子阻挡层等设于空穴传输区域120的功能层中的至少一个为低折射率层即可。另外,低折射率层也可以为上述功能层的一部分。换言之,也可以采用空穴传输层112由多个层构成且其中之一的折射率低的结构。

[0100] 如上所述,低折射率层可以通过使用折射率低的物质形成各功能层而形成。但是,一般来说,高载流子传输性与低折射率之间有此消彼长的关系。这是因为有机化合物中的载流子传输性大多来源于不饱和键的存在而具有很多不饱和键的有机化合物倾向于具有高折射率的缘故。即使使用折射率低的材料,也在载流子传输性低的情况下发生由于驱动电压的上升或载流子失衡导致的发光效率或可靠性降低等问题,由此不能得到具有良好特性的发光器件。此外,即使使用具有充分的载流子传输性且折射率低的材料,也在结构不稳定时会发生玻璃化转变温度(Tg)或耐久性方面的问题,由此不能得到高可靠性发光器件。

[0101] 另外,低折射率层与其他层的界面或者低折射率层之间的界面的载流子注入性也很重要。低折射率的具有空穴传输性的有机化合物即便具有足够的空穴迁移率其空穴注入势垒也较高,所以有时使用该有机化合物会导致驱动电压上升。通过采用低折射率层可以提高提取效率而得到外部量子效率高的发光器件,但是驱动电压高在能量效率及功率效率的方面也是不利的,因此有时不能得到期望的功耗降低效果。

[0102] 鉴于此,本发明的一个方式公开一种结构,其中通过以与该低折射率层接触的方式设置包含具有特定结构的有机化合物的层,可以降低低折射率的具有空穴传输性的有机化合物的载流子注入势垒来抑制因使用低折射率层导致的驱动电压上升。该包含有机化合物的层优选设置在低折射率层与发光层之间。

[0103] 能够抑制驱动电压上升的上述具有特定结构的有机化合物是具有第一基、第二基、第三基键合于氮原子的芳基胺结构的第一有机化合物。在此,上述第一基是具有咪唑结构的基,第二基是具有二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基,第三基是具有碳原子数为6至18的芳烃结构或碳原子数为4至26的杂芳烃结构的基。

[0104] 通过以与包含低折射率的具有空穴传输性的有机化合物的层接触的方式设置包含具有上述结构的第一有机化合物的层,可以显著地改善驱动电压。通过在空穴传输区域120中设置这样的叠层结构,可以抑制驱动电压上升,而可以得到外部量子效率、功率效率及能量效率都非常良好的发光器件。

[0105] 另外,优选的是,上述第一有机化合物的第一基中的咪唑结构在2位、3位和9位中的任意个具有键,并由该键直接键合于或通过二价芳烃基键合于上述胺的氮。更优选的是,在2位或3位具有键而在2位或3位键合,进一步优选的是,在2位具有键而在2位键合。上述二价芳烃基优选为取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的联苯二基,更优选为未取代的亚苯基、未取代的联苯二基,进一步优选为未取代的对亚苯基。

[0106] 另外,优选的是,上述第一有机化合物的第二基中的二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构通过二价芳烃基键合于上述胺的氮。该二价芳烃基优选为取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的联苯二基,更优选为未取代的亚苯基、未取代的联苯二基。更优选的是,第

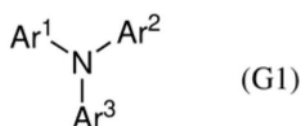
二基中的上述亚苯基和联苯二基所包含的苯环中的任一方的键合位置为间位。

[0107] 另外,当上述第一有机化合物的第三基是碳原子数为6至18的芳烃结构时,该芳烃基优选为取代或未取代的苯基、取代或未取代的联苯基、取代或未取代的三联苯基,更优选为未取代的苯基、未取代的联苯基、未取代的三联苯基。另外,当第三基为联苯基或三联苯基时,优选的是,它们所包含的所有苯环都在对位键合。

[0108] 当上述第一有机化合物的第三基是具有碳原子数为4至26的杂芳烃结构的基时,该杂芳烃结构优选为取代或未取代的二苯并呋喃结构或者取代或未取代的二苯并噻吩结构,尤其优选为二苯并噻吩结构。

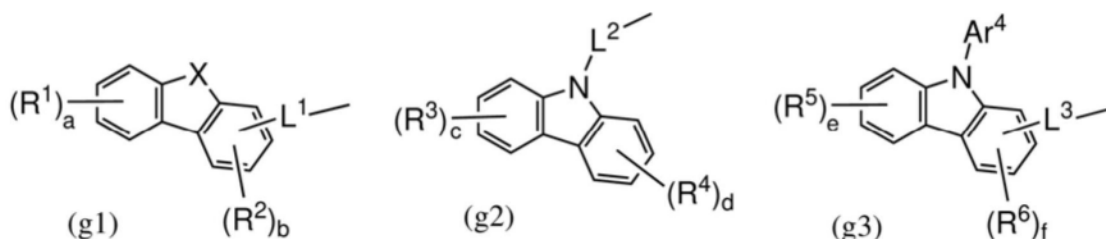
[0109] 上述第一有机化合物的优选例子可以由下述通式(G1)表示。

[0110] [化学式22]



[0111] 在上述通式(G1)中,Ar¹为由下述通式(g1)表示的基,Ar²为由下述通式(g2)或(g3)表示的基,Ar³为由下述通式(g1)表示的基和碳原子数为6至18的芳烃基中的任意个。

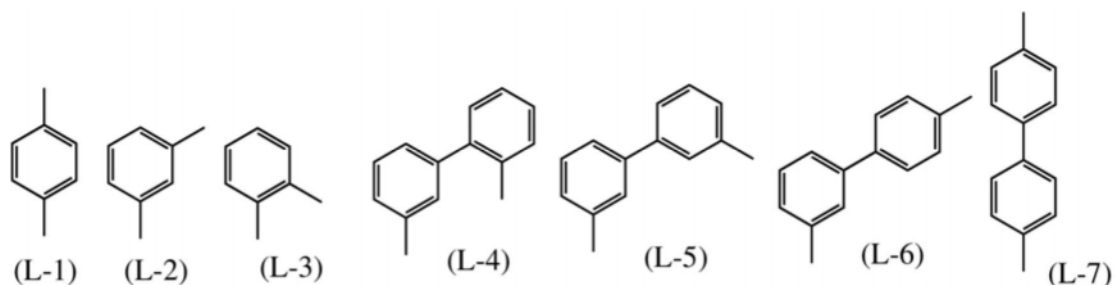
[0112] [化学式23]



[0113] 在上述通式(g1)至(g3)中,R¹至R⁶分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个,Ar⁴为取代或未取代的苯基。a、c、d和e分别独立地表示0至4的整数,b和f分别独立地表示0至3的整数。L¹至L³分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至12的二价芳烃基,X为氧原子或硫原子。

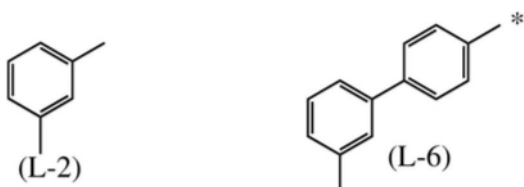
[0114] 另外,在由上述通式(g1)表示的基中,L¹尤其优选为由下述结构式(L-1)至结构式(L-7)表示的基。

[0115] [化学式24]



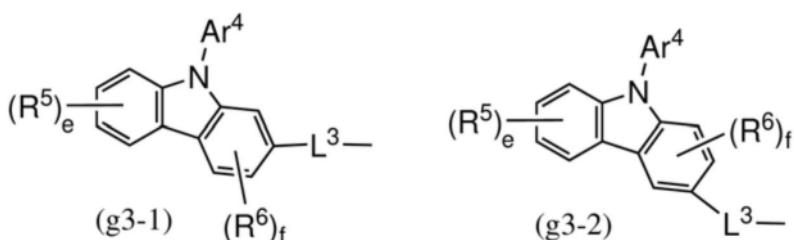
[0116] 另外,L¹更优选为由下述结构式(L-1)或(L-6)表示的基。进一步优选的是,由下述结构式(L-6)表示的基在星号位置键合于氮原子。

[0117] [化学式25]



[0118] 另外,在上述通式 (G1) 中,Ar²优选为由上述通式 (g3) 表示的基,更优选为由下述通式 (g3-1) 或通式 (g3-2) 表示的基,进一步优选为由下述通式 (g3-1) 表示的基。

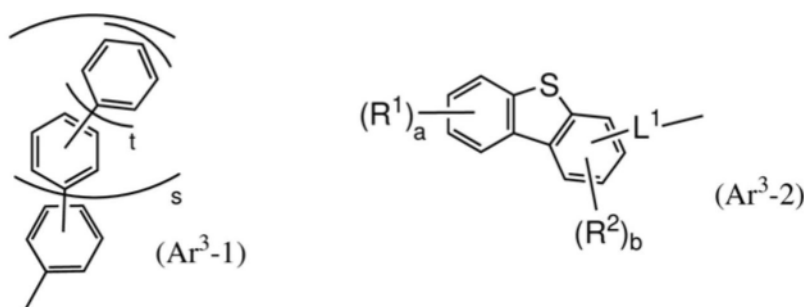
[0119] [化学式26]



[0120] 在上述通式 (g3-1) 或 (g3-2) 中,R⁵和R⁶分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个,Ar⁴为取代或未取代的苯基。e表示0至4的整数,f表示0至3的整数。L³表示碳原子数为6至18的二价芳烃基。

[0121] 另外,在由上述通式 (G1) 表示的有机化合物中,Ar³优选为由下述通式 (Ar³-1) 或 (Ar³-2) 表示的基。

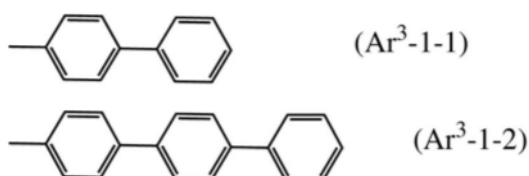
[0122] [化学式27]



[0123] 在 (Ar³-1) 中,s和t分别独立地为0或1。另外,在 (Ar³-2) 中,R¹和R²分别独立地为碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为6至13的芳烃基中的任意个,a表示0至4的整数,b表示0至3的整数。L¹表示碳原子数为6至12的二价芳烃基。

[0124] 另外, (Ar³-1) 优选为由下述结构式 (Ar³-1-1) 或结构式 (Ar³-1-2) 表示的基,尤其优选为 (Ar³-1-1)。

[0125] [化学式28]



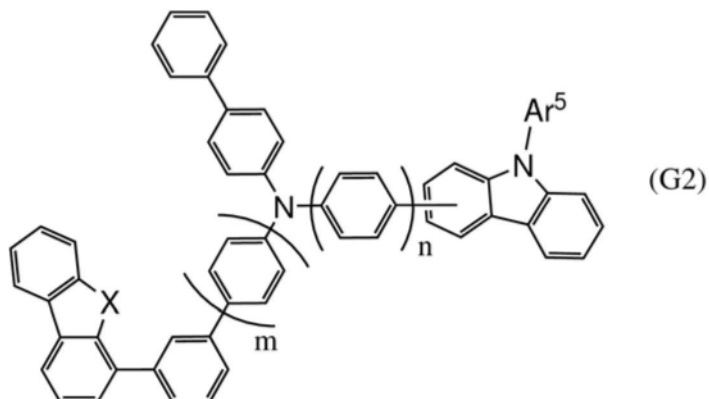
[0126] 另外,在由上述通式 (G1) 表示的有机化合物中,X优选为硫原子。

[0127] 另外,在由上述通式 (G1) 表示的有机化合物中,作为R¹至R⁶具体地可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、叔丁基、戊基、己基、苯基、联苯基、萘基、苄基等。注意,在作为R¹

至R⁶具有多个基时,该多个基可以相同或不同。另外,在两个烷基都键合于相邻的碳时,上述烷基也可以彼此键合而形成环。

[0128] 另外,由上述通式 (G1) 表示的有机化合物尤其优选为由下述通式 (G2) 表示的有机化合物,由此可以提供驱动电压更良好的发光器件。

[0129] [化学式29]

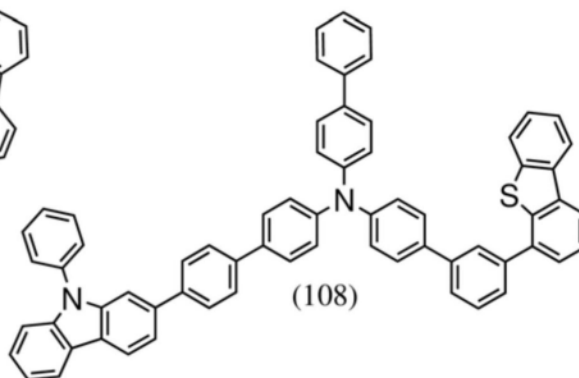
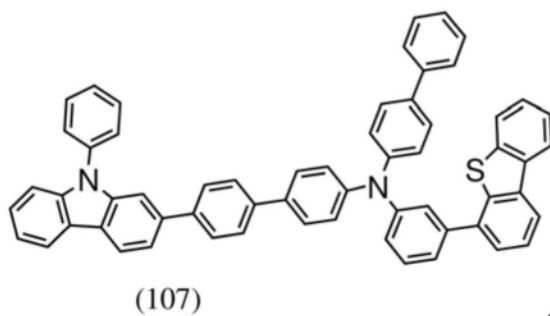
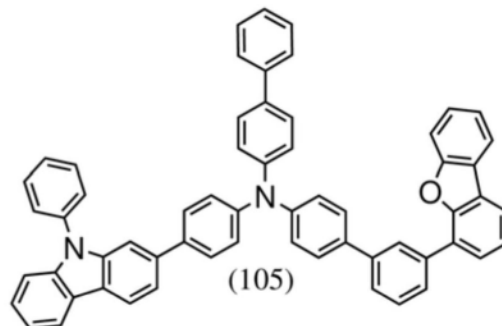
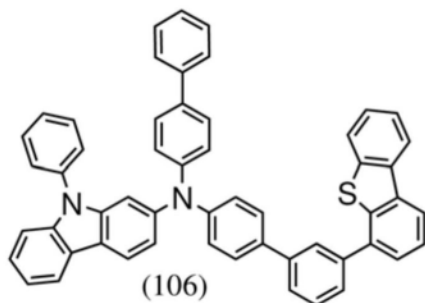
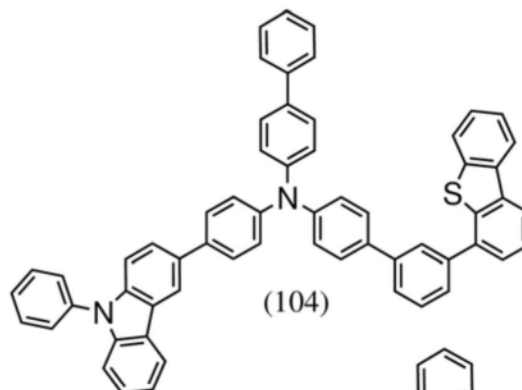
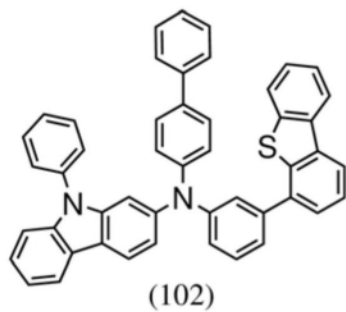
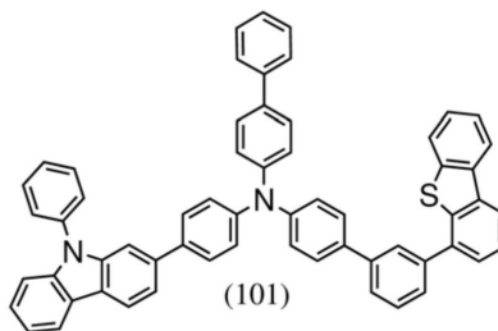
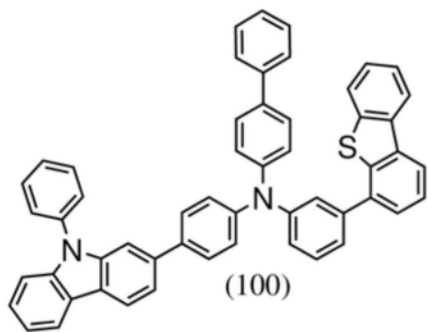


[0130] 在上述通式 (G2) 中,X为氧原子或硫原子,Ar⁵为取代或未取代的苯基。m为0或1,n表示0至2的整数。另外,在由上述通式 (G2) 表示的有机化合物中,X优选为硫原子,n优选为1。

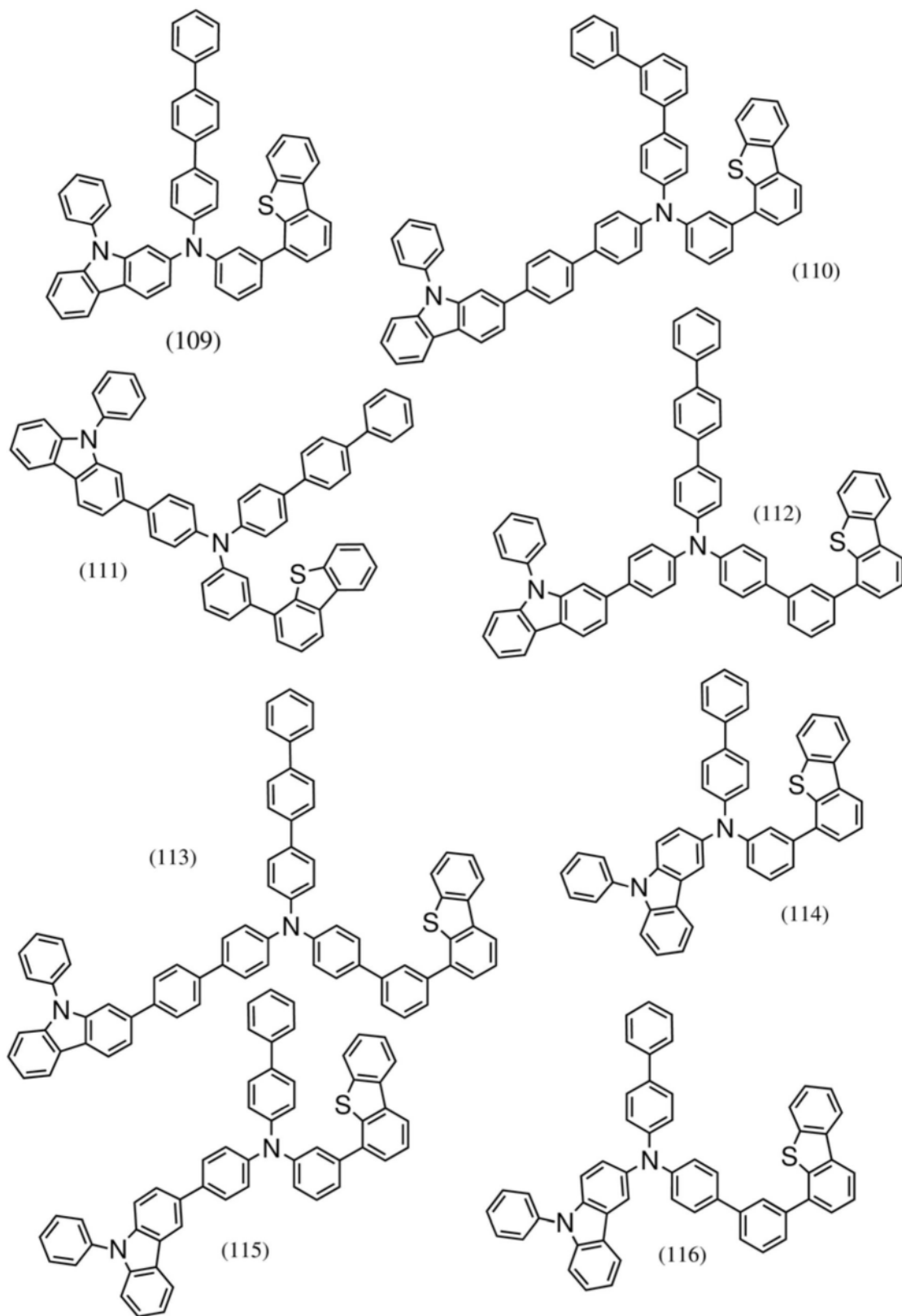
[0131] 关于上述记载中的“取代或未取代的”,取代基指的是碳原子数为1至4的烷基,具体地是甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、叔丁基等。

[0132] 以下示出由上述通式 (G2) 表示的有机化合物的具体例子。注意,它们只是例子而已。

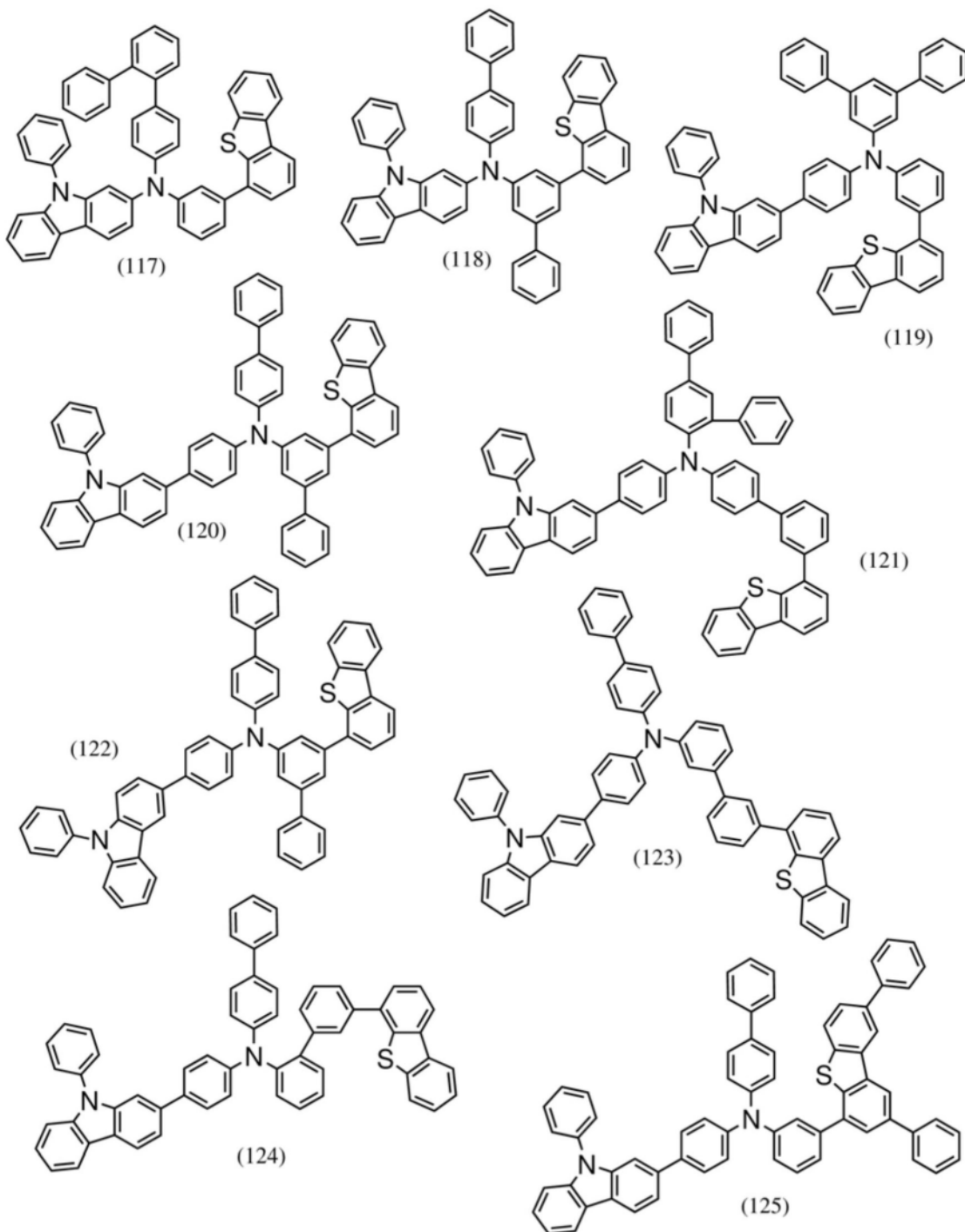
[0133] [化学式30]



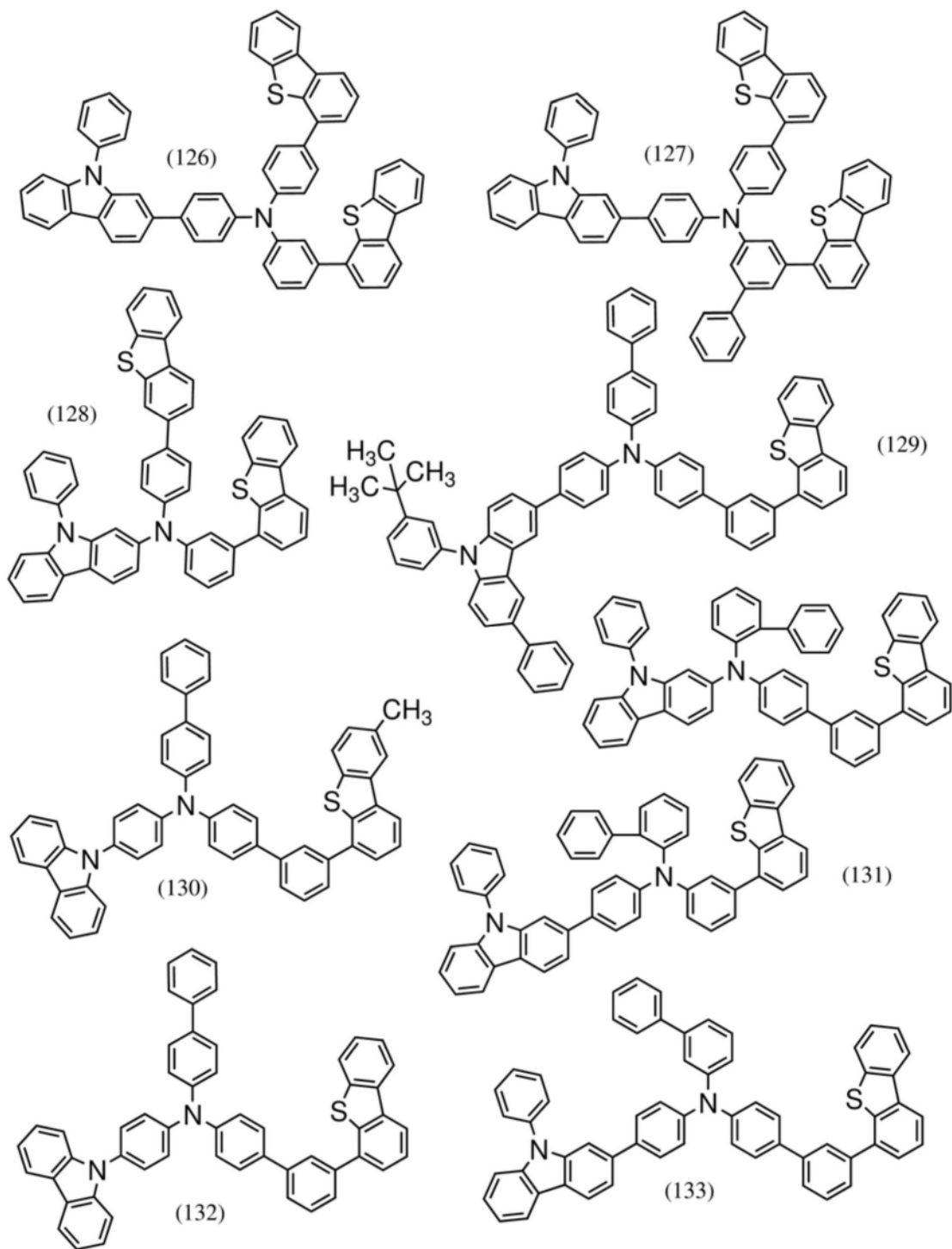
[0134] [化学式31]



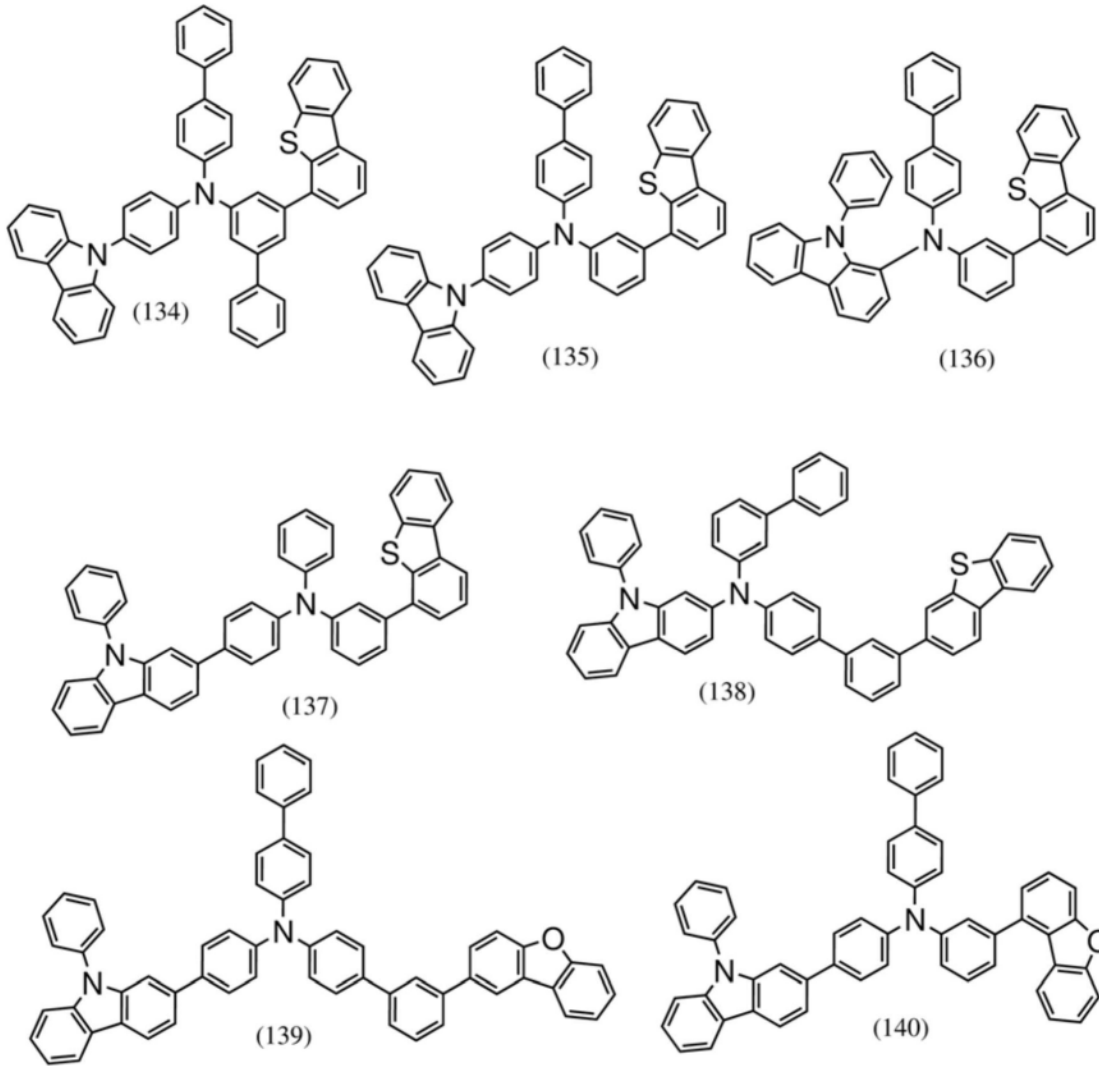
[0135] [化学式32]



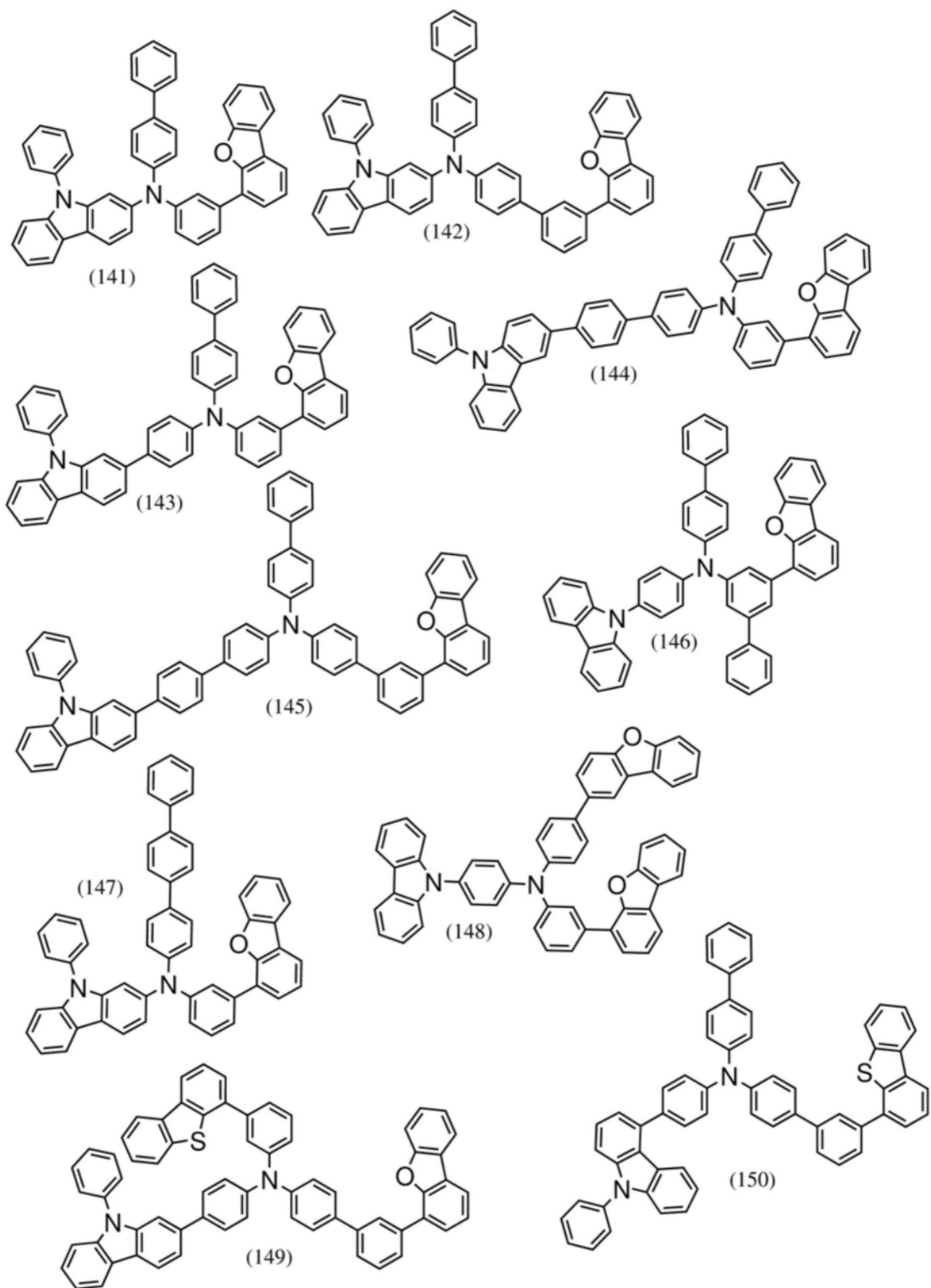
[0136] [化学式33]



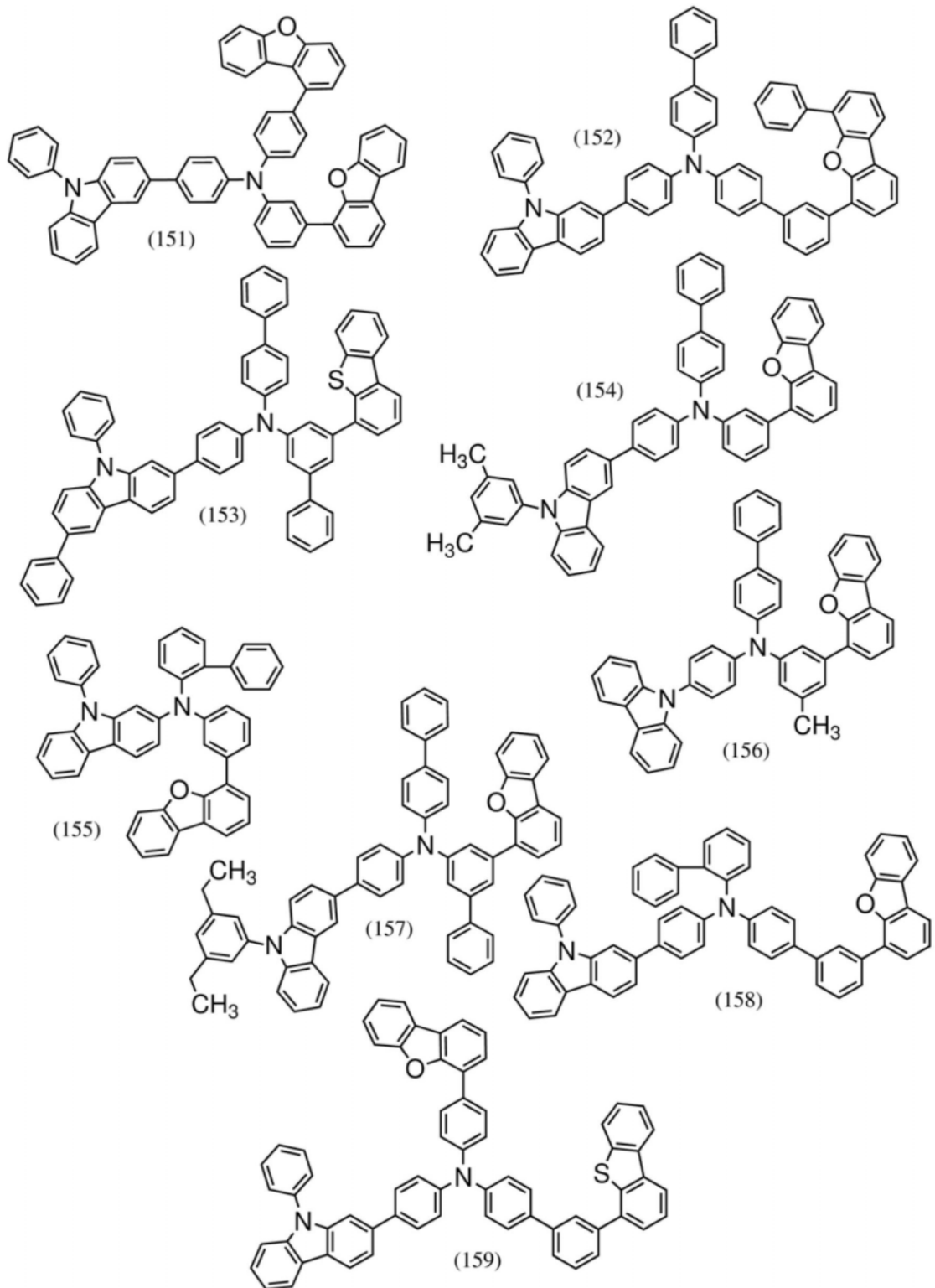
[0137] [化学式34]



[0138] [化学式35]



[0139] [化学式36]



[0140] 包含第一有机化合物的层只要作为空穴传输区域120中的任意个功能层设置即可。该第一有机化合物在用于电子阻挡层时具有有效的LUMO能级,因此优选作为电子阻挡层设置在空穴传输层112与发光层113之间。另外,也可以由多层构成各功能层并作为其中之一层设置包含第一有机化合物的层。例如,可以由多层构成空穴传输层并由包含第一有机化合物的层构成其中之一层。

[0141] 在此,如上所述,构成低折射率层的上述低折射率的具有空穴传输性的有机化合

物非常难以兼具高载流子传输性、低折射率和良好的耐久性。鉴于此,在本发明的一个方式的发光器件中,作为构成上述低折射率层的材料优选使用具有下述结构的第二有机化合物。

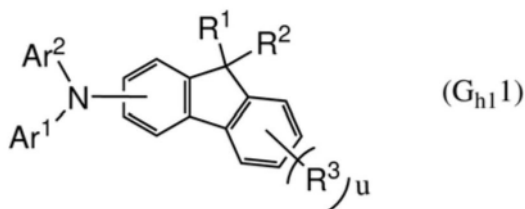
[0142] 作为该具有空穴传输性的第二有机化合物,优选使用包含第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基且这些第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基与同一氮原子键合的有机化合物。

[0143] 该第二有机化合物优选为如下化合物:分子内的由sp³杂化轨道形成键合的碳原子占总碳原子数的比例优选为23%以上且55%以下,并且在单胺化合物的¹H-NMR测量结果中,小于4ppm的信号的积分值超过4ppm以上的信号的积分值。

[0144] 此外,优选的是,该第二有机化合物具有至少一个茛骨架,上述第一芳香基、上述第二芳香基和上述第三芳香基中的任一个或多个为茛骨架。

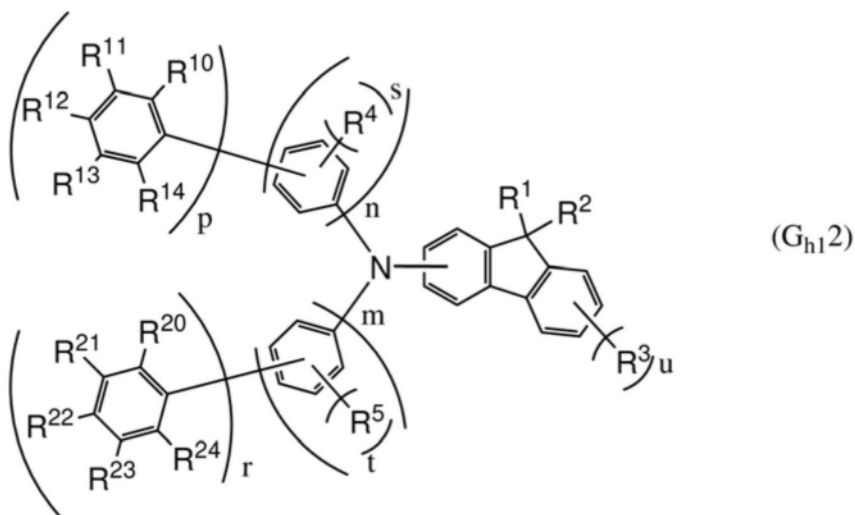
[0145] 作为上述具有空穴传输性的第二有机化合物,例如可以举出具有以下通式(G_{h1}1)至(G_{h1}4)所示的结构有机化合物。

[0146] [化学式37]



[0147] 注意,在上述通式(G_{h1}1)中,Ar¹及Ar²分别独立地表示具有两个或三个苯环彼此键合的取代基。注意,Ar¹和Ar²中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只由sp³杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基,包含在键合到Ar¹及Ar²的上述烃基中的碳原子的总数为8以上,且包含在Ar¹或Ar²中的上述烃基中的碳原子的总数为6以上。注意,在作为烃基与Ar¹或Ar²键合多个碳原子数为1至2的直链烷基的情况下,该直链烷基也可以彼此键合形成环。

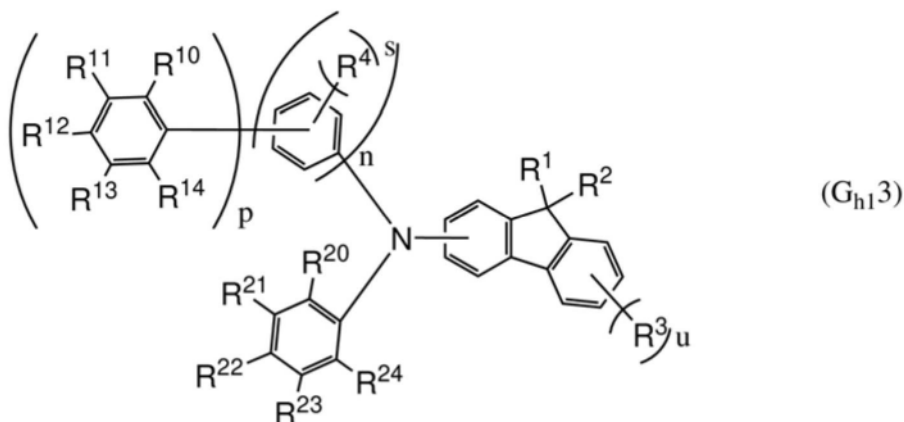
[0148] [化学式38]



[0149] 在上述通式(G_{h1}2)中,m及r分别独立地表示1或2,m+r为2或3。此外,t表示0至4的整数,优选表示0。此外,R⁵表示氢或碳原子数为1至3的烃基。注意,在m为2时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同,在r为2时两个苯基

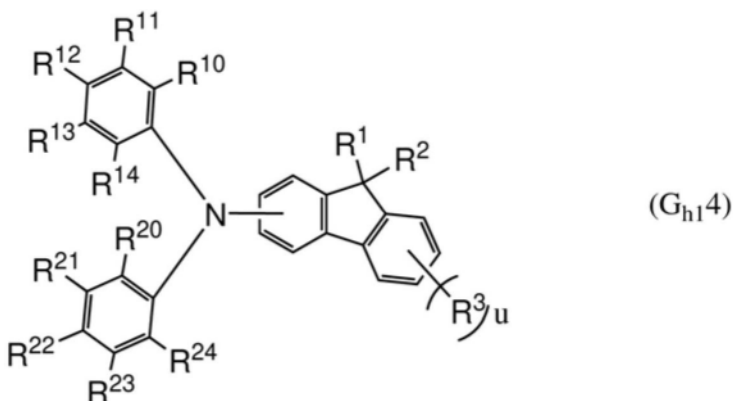
所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外,在 t 为2至4的整数时,多个 R^5 既可以彼此相同又可以互不相同, R^5 的相邻的基也可以彼此键合而形成环。

[0150] [化学式39]



[0151] 在上述通式 (G_{h1}2) 及 (G_{h1}3) 中, n 及 p 分别独立地表示1或2, $n+p$ 为2或3。此外, s 表示0至4的整数,优选表示0。此外, R^4 表示氢或碳原子数为1至3的烷基,在 n 为2时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同,在 p 为2时两个苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外,在 s 为2至4的整数时,多个 R^4 既可以彼此相同又可以互不相同。

[0152] [化学式40]



[0153] 在上述通式 (G_{h1}2) 至 (G_{h1}4) 中, R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 分别独立地表示氢或者碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烷基。 R^{10} 至 R^{14} 中的至少三个及 R^{20} 至 R^{24} 中的至少三个优选为氢。作为碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烷基,优选使用叔丁基及环己基。注意,假设包含在 R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为8以上且包含在 R^{10} 至 R^{14} 或者 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为6以上。此外, R^4 、 R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 的相邻的基也可以彼此键合而形成环。

[0154] 此外,在上述通式 (G_{h1}1) 至 (G_{h1}4) 中, u 表示0至4的整数,优选表示0。在 u 为2至4的整数时,多个 R^3 既可以彼此相同又可以互不相同。此外, R^1 、 R^2 及 R^3 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基, R^1 及 R^2 也可以彼此键合而形成环。

[0155] 此外,作为可以用于空穴传输区域120的具有空穴传输性的第二有机化合物,还优选为具有芳基胺结构的有机化合物,该有机化合物至少具有一个芳香基,该芳香基包括第

一至第三苯环及至少三个烷基。此外,假设第一至第三苯环依次键合且第一苯环直接键合到胺中的氮。

[0156] 注意,第一苯环也可以还具有取代或未取代的苯基,优选具有未取代的苯基。此外,第二苯环或第三苯环也可以具有键合有烷基的苯基。

[0157] 此外,假设氢原子不直接与该第一至第三苯环中的两个以上的苯环,优选为所有苯环的1位及3位的碳原子键合而与上述第一至第三苯环、上述键合有烷基的苯基、上述至少三个烷基和上述胺中的氮原子中的任意个键合。

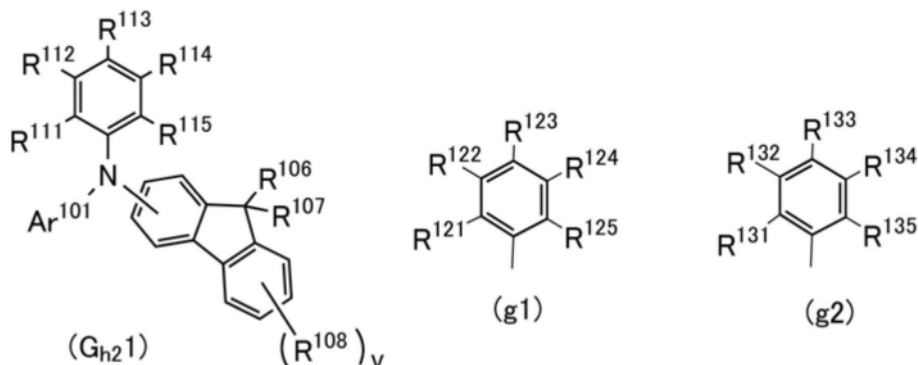
[0158] 此外,上述有机化合物优选还具有第二芳香基。作为第二芳香基,优选使用未取代的单环或者具有取代或未取代的三环以下的稠合环的基,其中更优选使用具有取代或未取代的三环以下的稠合环且该稠合环具有成环碳原子数为6至13的稠合环,进一步优选使用具有茱萸环的基。此外,作为第二芳香基优选使用二甲基茱萸基。

[0159] 此外,上述有机化合物优选还具有第三芳香基。第三芳香基为具有一个至三个取代或未取代的苯环的基。

[0160] 上述至少三个烷基、键合于苯基的烷基优选为碳原子数为2至5的链烷基。尤其是,作为该烷基优选使用碳原子数为3至5的具有支链的链烷基,更优选使用叔丁基。

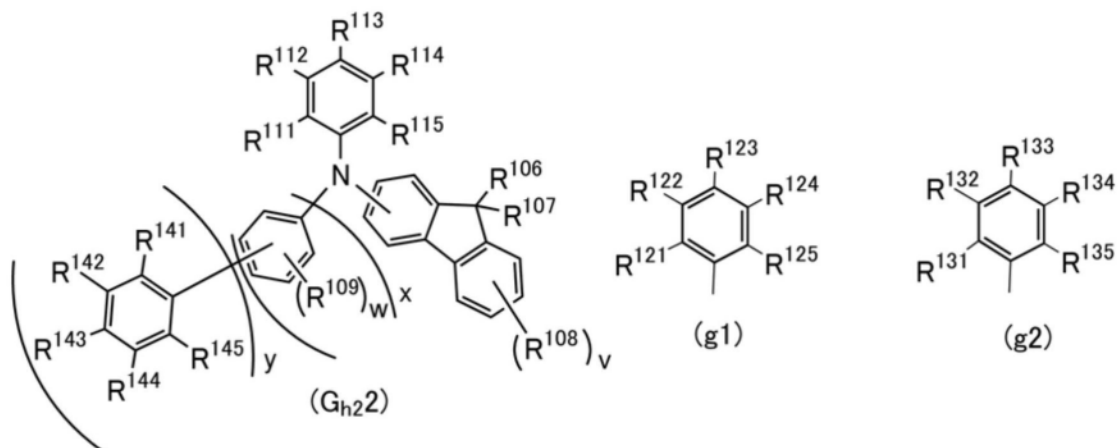
[0161] 作为上述具有空穴传输性的第二有机化合物,例如可以举出具有如下述 (G_{h2} 1) 至 (G_{h2} 3) 那样的结构的有机化合物。

[0162] [化学式41]



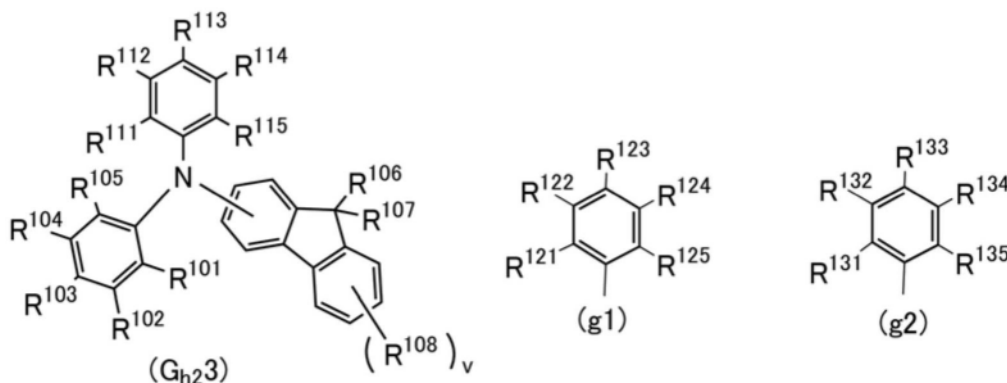
[0163] 在上述通式 (G_{h2} 1) 中, Ar¹⁰¹ 表示取代或未取代的苯环或者两个或三个取代或未取代的苯环彼此键合的取代基。

[0164] [化学式42]



[0165] 此外,在上述通式($G_{h2}2$)中, x 及 y 分别独立地表示1或2, $x+y$ 为2或3。此外, R^{109} 表示碳原子数为1至4的烷基, w 表示0至4的整数。此外, R^{141} 至 R^{145} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为5至12的环烷基中的任一个。在 w 为2以上时,多个 R^{109} 既可以彼此相同又可以互不相同。此外,在 x 为2时,两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以彼此相同又可以互不相同。此外,在 y 为2时,两个具有 R^{141} 至 R^{145} 的苯基所具有的取代基的种类及取代基的数量既可以彼此相同又可以互不相同。

[0166] [化学式43]



[0167] 注意,在上述通式($G_{h2}3$)中, R^{101} 至 R^{105} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为6至12的环烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。

[0168] 此外,在上述通式($G_{h2}1$)至($G_{h2}3$)中, R^{106} 、 R^{107} 及 R^{108} 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基, v 表示0至4的整数。在 v 为2以上时,多个 R^{108} 既可以彼此相同又可以互不相同。此外, R^{111} 至 R^{115} 中的一个是以上述通式(g1)表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。此外,在上述通式(g1)中, R^{121} 至 R^{125} 中的一个是以上述通式(g2)表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和键合有碳原子数为1至6的烷基的苯基中的任一个。此外,在上述通式(g2)中, R^{131} 至 R^{135} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和键合有碳原子数为1至6的烷基的苯基中的任一个。此外, R^{111} 至 R^{115} 中的取代或未取代的苯基为1以下, R^{121} 至 R^{125} 及 R^{131} 至 R^{135} 中的键合有碳原子数为1至6的烷基的苯基为1以下。此外,在 R^{112} 及 R^{114} 、 R^{122} 及 R^{124} 以及 R^{132} 及 R^{134} 的三个组合中的至少两个组合中,至少一方R为氢以外的基。

[0169] 上述具有空穴传输性的第二有机化合物在蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)中的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率优选为1.45以上且1.70以下,并且该有机化合物的空穴传输性良好。同时, T_g 也很高,由此可以得到高可靠性有机化合物。这种具有空穴传输性的有机化合物具有充分的空穴传输性,由此可以适用于空穴传输层112的材料。

[0170] 注意,在将上述具有空穴传输性的第二有机化合物用于空穴注入层111时,优选将该具有空穴传输性的有机化合物与具有受体性的物质混合而使用。作为该具有受体性的物质可以使用具有吸电子基团(卤基或氰基等)的化合物,可以举出7,7,8,8-四氟基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: F_4 -TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八

氟-7H-芘-2-亚基)丙二腈等。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。此外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的,具体而言,可以举出: α , α' , α'' -1,2,3-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 α , α' , α'' -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 α , α' , α'' -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0171] 作为具有受主性的物质,除了上述有机化合物以外可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等。此外,可以使用酞菁类络合物如酞菁(简称: H_2Pc)、铜酞菁($CuPc$)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、4,4'-双(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)联苯(简称:DNTPD)等;或者高分子如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。具有受主性的物质借助于施加电场而能够从邻接的空穴传输层(或空穴传输材料)抽出电子。

[0172] 注意,在将具有空穴传输性的材料与上述具有受体性的材料混合而形成空穴注入层111时,可以无需顾及功函数而选择形成电极的材料。换言之,作为阳极101,不仅可以使使用功函数高的材料,还可以使用功函数低的材料。

[0173] 接着,说明本发明的一个方式的发光器件的其他结构或材料的例子。如上所述,本发明的一个方式的发光器件在阳极101和阴极102这一对电极之间包括由多个层构成的EL层103,该EL层103包括包含发光材料的发光层113以及空穴传输区域120。空穴传输区域120具有低折射率层和包含具有上述结构的单胺化合物的层的叠层结构。

[0174] 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:Indium Tin Oxide,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%至20wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌的方法等。另外,可以使用对氧化铟添加有0.5wt%至5wt%的氧化钨和0.1wt%至1wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)。另外,作为用于阳极101的材料例如可以举出金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,作为用于阳极101的材料也可以使用石墨烯。另外,通过将后面说明的复合材料用于EL层103中的接触于阳极101的层,可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0175] 在阳极101由对可见光具有透过性的材料构成的情况下,可以形成图1C所示的从阴极一侧发光的发光器件。在将阳极101形成在衬底一侧的情况下,该发光器件可以为所谓的底部发射型发光器件。

[0176] EL层103优选具有叠层结构,该叠层结构没有特别的限制,可以采用空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层(空穴阻挡层及电子阻挡层)、激子阻挡层、电荷产生层等各种层。可以不设置任何层。在本实施方式中,说明如下两种结构:如图1A所示,除了发光层113以外,还包括空穴注入层111、空穴传输层112、电子传输层114及电子注入层115的结构;以及如图1B所示,除了电子传输层114、发光层113、空穴注入

层111、空穴传输层112以外,还包括电荷产生层116的结构。注意,下面具体示出在作为各功能层不使用低折射率层的情况下可构成该功能层的材料。

[0177] 空穴注入层111是含有具有受体性的物质的层。作为具有受体性的物质,可以使用有机化合物和无机化合物。

[0178] 作为具有受体性的物质可以使用具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: F_4 -TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-苝-2-亚基)丙二腈等。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。此外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的,具体而言,可以举出: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。作为具有受体性的物质,除了上述有机化合物以外可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等。另外,也可以使用酞菁类络合物如酞菁(简称: H_2Pc)、铜酞菁($CuPc$)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、 N, N' -双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}- N, N' -二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等;或者高分子如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。具有受体性的物质借助于施加电场而能够从邻接的空穴传输层(或空穴传输材料)抽出电子。

[0179] 另外,作为空穴注入层111,可以使用在具有空穴传输性的材料中含有上述受体物质的复合材料。注意,通过使用在具有空穴传输性的材料中含有受体物质的复合材料,在选择形成电极的材料时可以无需顾及电极的功函数。换言之,作为阳极101,不仅可以使使用功函数高的材料,还可以使用功函数低的材料。

[0180] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,可以使用各种有机化合物如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烃、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等。作为用于复合材料的具有空穴传输性的物质,优选使用空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。以下,具体地列举可以用作复合材料中的具有空穴传输性的材料的有机化合物。

[0181] 作为可以用于复合材料的芳香胺化合物,可以举出 N, N' -二(对甲苯基)- N, N' -二苯基-p-亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、 N, N' -双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}- N, N' -二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。作为咪唑衍生物,可以具体地举出3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCN1)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(N-咪唑基)]苯基-10-苯基蒽(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作为可以用于复合材料的芳烃,例如可以举出2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、2-叔丁基-9,10-

双(4-苯基苯基)蒽(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、2-叔丁基蒽(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(简称:DMNA)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]-2-叔丁基蒽、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-联二蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联二蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联二蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联二蒽、蒽、并四苯、红荧烯、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯等。除了上述以外,还可以使用并五苯、晕苯等。另外,也可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基骨架的芳烃,例如可以举出4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。

[0182] 此外,也可以使用聚(N-乙烯基吡啶)(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。

[0183] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,更优选具有吡啶骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意个。尤其是,可以为具有包括二苯并咪唑环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺。注意,当这些有机化合物是包括N,N-双(4-联苯)氨基的物质时,可以制造寿命良好的发光器件,所以是优选的。作为上述有机化合物,具体而言,可以举出N-(4-联苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-基-4''-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]咪唑-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并咪唑-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBABNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBABNBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA α N β NB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA α N β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBABNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(β N2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(β N2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBABN α NB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBABN α NB-02)、4-(4-联苯基)-4'- (2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiABNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiABNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiABNBi)、4-苯基-4'- (1-萘基)三苯基胺(简称: α NBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称: α NBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(吡啶-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-吡啶-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(吡啶-9-基)联苯-4-基]-4'- (2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBi β NB)、N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二(9H-苄)-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-苄]-

2-胺(简称:BBASF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二(9H-芴)-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBASf)、N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-1-胺等。

[0184] 注意,用于复合材料的具有空穴传输性的材料更优选为HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的具有较深的HOMO能级的物质。当用于复合材料的具有空穴传输性的材料具有较深的HOMO能级时,空穴容易注入到空穴传输层112,且可以容易得到寿命长的发光器件。另外,在用于复合材料的具有空穴传输性的材料为具有较深的HOMO能级的物质时,空穴的感应适当地得到抑制,因此可以实现寿命更长的发光器件。

[0185] 注意,通过对上述复合材料还混合碱金属或碱土金属的氟化物(优选的是该层中的氟原子的原子比率为20%以上),可以降低该层的折射率。由此,也可以在EL层103内部形成折射率低的层,且可以提高发光器件的外部量子效率。

[0186] 通过形成空穴注入层111,可以提高空穴注入性,从而可以得到驱动电压低的发光器件。

[0187] 另外,在具有受体性的物质中具有受体性的有机化合物可以利用蒸镀容易地形成,所以是易于使用的材料。

[0188] 空穴传输层112以包含具有空穴传输性的材料的方式形成。具有空穴传输性的材料优选具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率。

[0189] 作为上述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'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(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]-9,9'-螺二[9H-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;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。注意,作为构成空穴传输层112的材料也可以适当地使用作为用于空穴注入层111的复合材料的具有空穴传输性的材料举出的物质。

[0190] 发光层113包含发光物质及主体材料。注意,发光层113也可以包含其他材料。此外,也可以为组成不同的两层叠层。

[0191] 发光物质可以是荧光发光物质、磷光发光物质、呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质或其他发光物质。本发明的一个方式可以在发光层113为呈现荧光发光的层,尤其是,为呈现蓝色荧光发光的层的情况下更适合地使用。

[0192] 在发光层113中,作为可以用作荧光发光物质的材料,例如可以举出如下物质。注意,除此之外,还可以使用其他荧光发光物质。

[0193] 可以举出5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯基-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苊-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苊-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙炔-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四-叔丁基二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基-2,4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N'',N''',N''''-八苯基二苯并[g,p]蒽(chrysene)-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茕并[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)、N,N'-二苯基-N,N'-(1,6-茈-二基)双[(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等茈二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有高空穴俘获性并且具有高发光效率及高可靠性,所以是优选的。

[0194] 当在发光层113中作为发光物质使用磷光发光物质时,作为可使用的材料,例如可以举出如下物质。

[0195] 例如可以使用如下材料,三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等具有咪唑骨架的有机金属铱配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡啶基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸酯(简称:FIRpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸酯(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIRacac)等以具有拉电子基的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物。上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在440nm至520nm的波长区域中具有发光峰的化合物。

[0196] 此外,可以举出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:Ir(mpmpm)₂(acac))、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(dpmm)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-苯基吡啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡

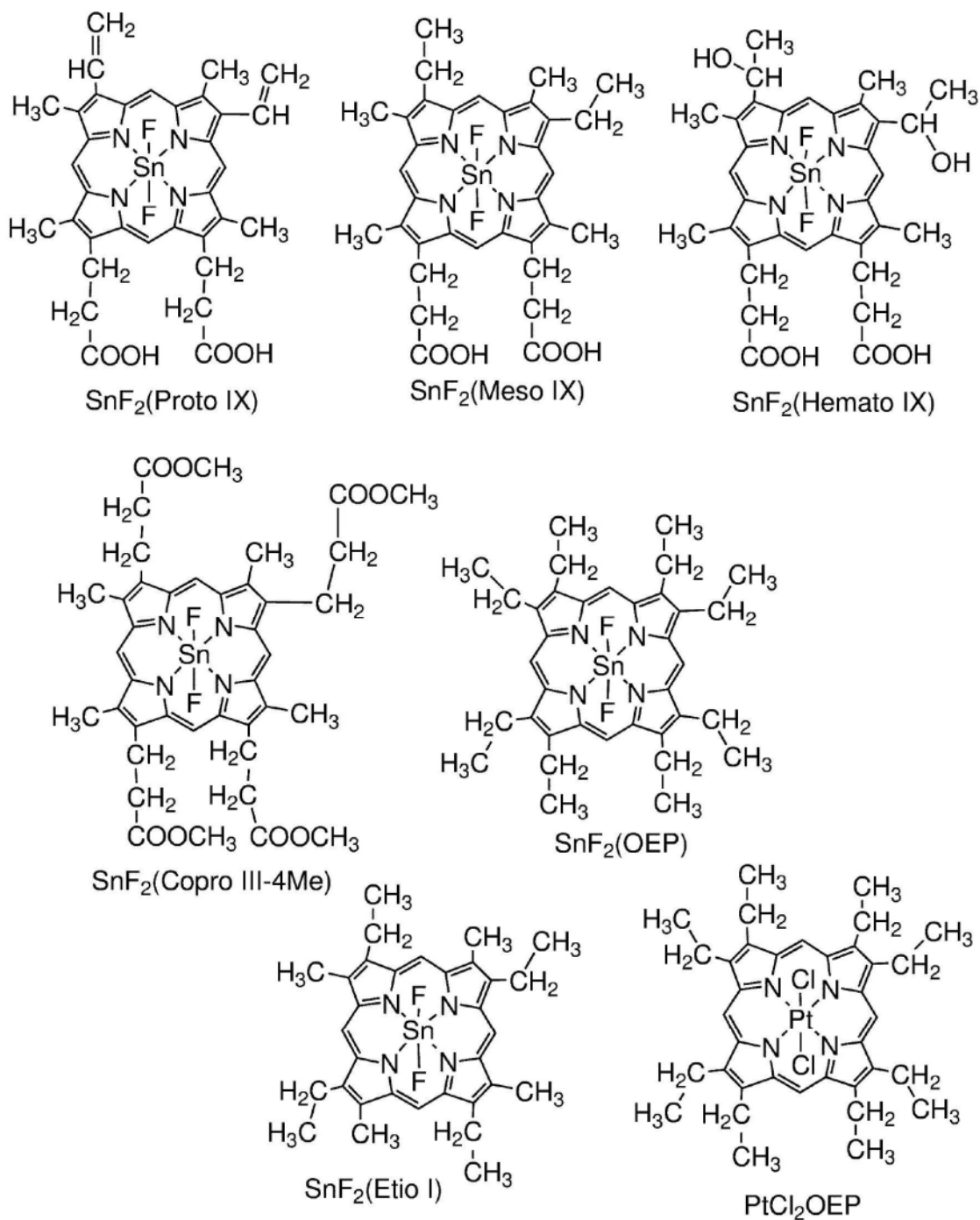
啉根-N,C^{2'}) 铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III) (简称:[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III) (简称:[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;以及三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III) (简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质主要是呈现绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm的波长区域中具有发光峰。此外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性或发光效率,所以是特别优选的。

[0197] 此外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(d1npm)₂(dpm)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III) (简称:[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合]铱(III) (简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III) (简称:[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:PtOEP)等铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(TTA)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质是呈现红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm的波长区域中具有发光峰。此外,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。

[0198] 此外,除了上述磷光化合物以外,还可以选择已知的磷光化合物而使用。

[0199] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等。此外,还可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为该含金属卟啉,例如,也可以举出由下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl₂OEP)等。

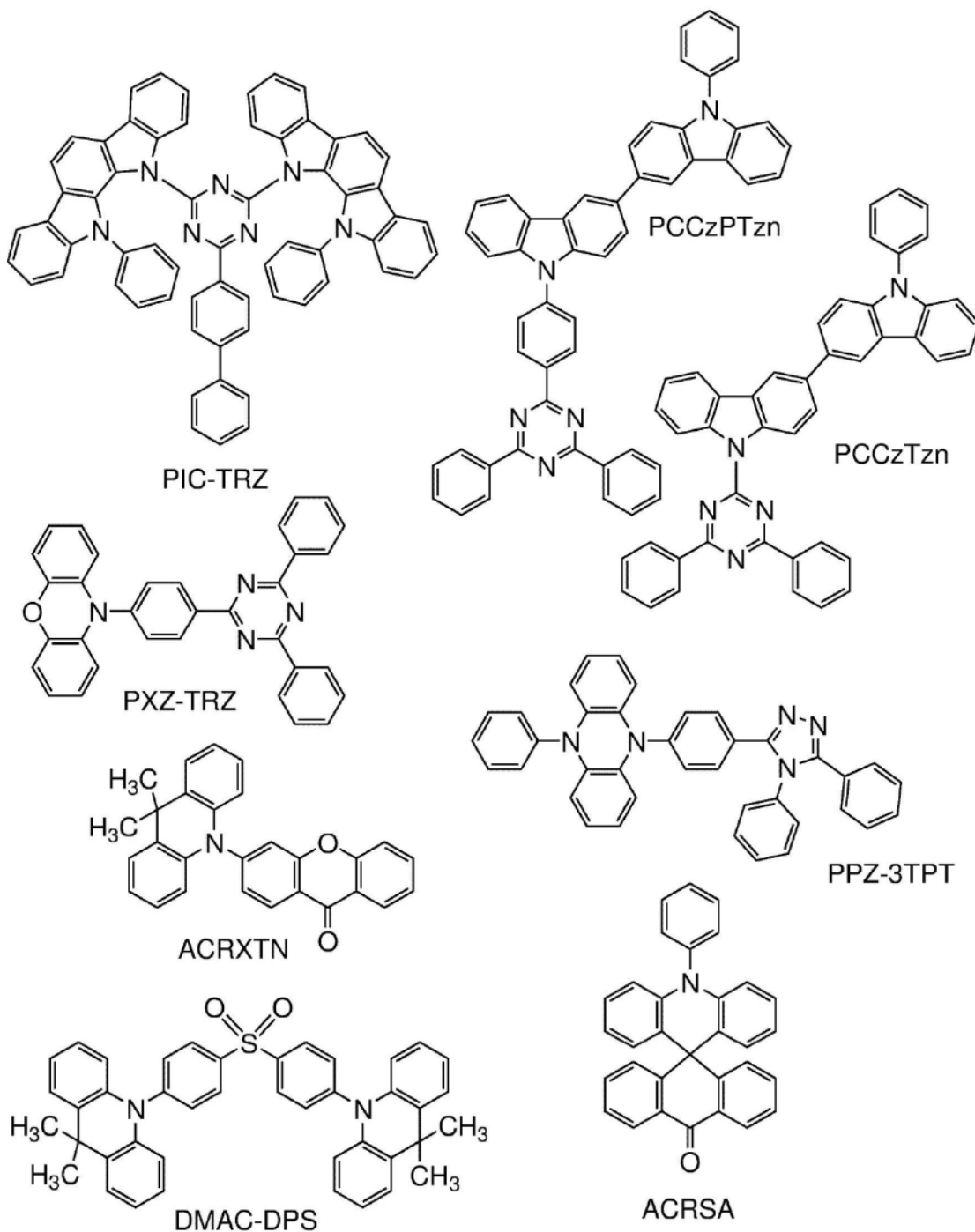
[0200] [化学式44]



[0201] 另外,还可以使用由下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶[2,3-a]吡唑-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'-联吡唑(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡唑-3-基)-9H-吡唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砷(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 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环的一方或双方的杂环化合物。另外,该杂环化合物具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电

子型杂芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。尤其是,在具有缺 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(咪啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并咪啶骨架、苯并噻吩并咪啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的电子接受性高且可靠性良好,所以是优选的。另外,在具有富 π 电子型杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。另外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吡咯骨架、咪唑骨架、咪唑咪唑骨架、联咪唑骨架、3-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑骨架。在富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环直接键合的物质中,富 π 电子杂芳环的电子供给性和缺 π 电子型杂芳环的电子接受性都高而S1能级与T1能级之间的能量差变小,可以高效地获得热活化延迟荧光,所以是特别优选的。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 电子型杂芳环。此外,作为富 π 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外,作为缺 π 电子骨架,可以使用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、噁二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化磷骨架、砷骨架等。如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架代替缺 π 电子杂芳环以及富 π 电子杂芳环中的至少一个。

[0202] [化学式45]



[0203] TADF材料是指S1能级和T1能级之差较小且具有通过反系间窜越将三重激发能转换为单重激发能的功能的材料。因此,能够通过微小的热能量将三重激发能上转换(up-convert)为单重激发能(反系间窜越)并能够高效地产生单重激发态。此外,可以将三重激发能转换为发光。

[0204] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0205] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长

能量为T1能级时,S1与T1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0206] 此外,当使用TADF材料作为发光物质时,主体材料的S1能级优选比TADF材料的S1能级高。此外,主体材料的T1能级优选比TADF材料的T1能级高。

[0207] 作为发光层的主体材料,可以使用具有电子传输性的材料或具有空穴传输性的材料、上述TADF材料等各种载流子传输材料。

[0208] 作为具有空穴传输性的材料,优选使用具有胺骨架或富 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物。例如,可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-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]-9,9'-螺二[9H-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良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。此外,也可以使用作为空穴传输层112的具有空穴传输性的材料的例子举出的有机化合物。

[0209] 作为具有电子传输性的材料,例如优选为:双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等金属配合物或具有缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物。作为包括缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物,例如可以举出: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:2mDBTBPDBq-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)等具有二噻吩骨架的杂环化合物;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;以及2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)、2-[(1,1'-联苯)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn-02)等具有三嗪骨格的杂环化合物。其中,具有二嗪骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物或具有三嗪骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。尤其是,具有二嗪(嘧啶或吡嗪)骨架的杂环化合物、具有三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。

[0210] 作为能够用作主体材料的TADF材料,可以使用与上面作为TADF材料举出的材料同样的材料。当使用TADF材料作为主体材料时,由TADF材料生成的三重激发能经反系间窜跃转换为单重激发能并进一步能量转移到发光物质,由此可以提高发光器件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量施主,发光物质被用作能量受体。

[0211] 当上述发光物质为荧光发光物质时这是非常有效的。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的S1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0212] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光TADF材料。由此,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0213] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜跃生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。此外,优选的是在TADF材料中生成的三重激发能不转移到荧光发光物质。为此,荧光发光物质优选在荧光发光物质所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有 π 键的取代基,优选为饱和烃,具体而言,可以举出碳原子数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子数为3以上且10以下的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基,更优选具有多个保护基。不具有 π 键的取代基由于几乎没有传输载流子的功能,所以对载流子传输或载流子复合几乎没有影响,可以使TADF材料与荧光发光物质的发光体彼此远离。在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架等。尤其是,具有萘骨架、蒽骨架、芴骨架、蒽骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并呋喃骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0214] 在将荧光发光物质用作发光物质的情况下,作为主体材料,优选使用具有蒽骨架的材料。通过将具有蒽骨架的物质用作荧光发光物质的主体材料,可以实现发光效率及耐久性都高的发光层。在用作主体材料的具有蒽骨架的物质中,具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物质在化学上稳定,所以是优选的。此外,在主体材料具有咪唑骨架的情况下,空穴的注入/传输性得到提高,所以是优选的,在包含苯环稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,空穴容易注入,所以是更优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易

注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。因此,进一步优选用作主体材料的物质是具有9,10-二苯基蒽骨架及咔唑骨架(或者苯并咔唑骨架或二苯并咔唑骨架)的物质。注意,从上述空穴注入/传输性的观点来看,也可以使用苯并芴骨架或二苯并芴骨架代替咔唑骨架。作为这种物质的例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9-[4-(N-咔唑基)]苯基-10-苯基蒽(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)-联苯-4'-基}-蒽(简称:FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAAnth)等。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0215] 另外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料。通过混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料,可以使发光层113的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的含量的重量比例为1:19至19:1即可。

[0216] 注意,作为上述混合的材料的一部分,可以使用磷光发光物质。磷光发光物质在作为发光物质使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量供体。

[0217] 另外,也可以使用这些混合了的材料形成激基复合物。通过以形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择混合材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。另外,通过采用该结构可以降低驱动电压,因此是优选的。

[0218] 注意,形成激基复合物的材料的至少一个可以为磷光发光物质。由此,可以高效地将三重激发能经反系间窜跃转换为单重激发能。

[0219] 关于高效地形成激基复合物的材料的组合,具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上。此外,具有空穴传输性的材料的LUMO能级优选为具有电子传输性的材料的LUMO能级以上。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测定测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0220] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰值)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,与对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0221] 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物质。

[0222] 此外,电子传输层114优选在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下。通过降低电子传输层114中的电子的传输性可以控制向发光层的电子的注入量,由此可以防止发光层变成电子过多的状态。当在使用复合材料形成空穴注入层且该复合材料中的具有空穴传输性的材料的HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深的HOMO能级的情况下使用该结构时,可以获得长寿命,所以是特别优选的。注意,此时,具有电子传输性的材料的HOMO能级优选为-6.0eV以上。

[0223] 另外,优选在电子传输层114中碱金属或碱土金属的金属配合物中在其厚度方向上存在浓度差(也包括0的情况)。

[0224] 可以在电子传输层114和阴极102之间设置由氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等的碱金属、碱土金属或它们的化合物或配合物的层作为电子注入层115。电子注入层115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或电子化合物(electride)。作为电子化合物,例如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。

[0225] 注意,作为电子注入层115,也可以使用对具有电子传输性的物质(优选为具有联吡啶骨架的有机化合物)包含上述碱金属或碱土金属的氟化物为微晶状态的浓度以上(50wt%以上)的层。该由于该层为折射率低的层,所以可以提供外部量子效率更良好的发光器件。

[0226] 此外,可以设置电荷产生层116,而代替图1A的电子注入层115(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。此外,P型层117也可以将作为构成复合材料的材料包含上述包含受体材料的膜和包含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,使得发光器件工作。

[0227] 另外,电荷产生层116除了包括P型层117之外,优选还包括电子中继层118及电子注入缓冲层119中的任一方或双方。

[0228] 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中的接受性物质的LUMO能级与电子传输层114中的接触于电荷产生层116的层所包含的物质的LUMO能级之间。具体而言,电子中继层118中的具有电子传输性的物质的LUMO能级优选为-5.0eV以上,更优选为-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。

[0229] 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。

[0230] 此外,在电子注入缓冲层119包含具有电子传输性的物质及施主性物质的情况下,作为施主性物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤

化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。

[0231] 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的材料同样的材料形成。由于该材料为折射率较低的有机化合物,所以通过将其用于电子注入缓冲层119,可以得到外部量子效率良好的发光器件。

[0232] 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,可以不顾及功函数的大小而将各种导电材料诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用作阴极102。

[0233] 在阴极102由对可见光具有透过性的材料构成的情况下,可以形成图1D所示的从阴极一侧发光的发光器件。在将阳极101形成在衬底一侧的情况下,该发光器件可以为所谓的顶部发射型发光器件。

[0234] 这些导电材料可以通过真空蒸镀法、溅射法等干式法、喷墨法、旋涂法等形成。另外,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。

[0235] 另外,作为EL层103的形成方法,不论干式法或湿式法,都可以使用各种方法。例如,也可以使用真空蒸镀法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、丝网印刷法、喷墨法或旋涂法等。

[0236] 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。

[0237] 注意,设置在阳极101与阴极102之间的层的结构不局限于上述结构。但是,优选采用在离阳极101及阴极102远的部分设置空穴与电子复合的发光区域的结构,以便抑制由于发光区域与用于电极或载流子注入层的金属接近而发生的猝灭。

[0238] 另外,为了抑制从在发光层中产生的激子的能量转移,接触于发光层113的如空穴传输层和电子传输层,尤其是靠近发光层113中的复合区域的载流子传输层优选使用如下物质构成,即具有比构成发光层的发光材料或者包含在发光层中的发光材料所具有的带隙大的带隙的物质。

[0239] 接着,说明具有层叠有多个发光单元的结构发光器件(以下也称为叠层型元件或串联元件)的方式。该发光器件是在阳极和阴极之间具有多个发光单元的发光器件。一个发光单元具有与图1A所示的EL层103大致相同的结构。就是说,可以说,串联型发光器件是具有多个发光单元的发光器件,而图1A或图1B所示的发光器件是具有一个发光单元的发光器件。

[0240] 在串联型发光器件中,在阳极和阴极之间层叠有第一发光单元和第二发光单元,并且在第一发光单元和第二发光单元之间设置有电荷产生层。阳极和阴极分别相当于图1A中的阳极101和阴极102,并且可以应用与图1A的说明同样的材料。此外,第一发光单元和第二发光单元可以具有相同结构,也可以具有不同结构。

[0241] 串联型发光器件的电荷产生层具有在对阳极及阴极施加电压时,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,在以阳极的电位比阴极的电位高的方式施加电压的情况下,电荷产生层只要是对第一发光单元1注入电子并对第二发光单

元注入空穴的层即可。

[0242] 电荷产生层优选具有与图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的情况下,电荷产生层可以具有发光单元的空穴注入层的功能,所以在发光单元中也可以不设置空穴注入层。

[0243] 此外,当在串联型发光器件的电荷产生层中设置电子注入缓冲层119时,因为该电子注入缓冲层119具有阳极一侧的发光单元中的电子注入层的功能,所以在阳极一侧的发光单元中不一定必须设置电子注入层。

[0244] 虽然以上说明了具有两个发光单元的发光器件,但是可以同样地应用层叠三个以上的发光单元的发光器件。如根据本实施方式的发光器件,通过在一对电极之间将多个发光单元使用电荷产生层隔开并配置,该元件可以在保持低电流密度的同时实现高亮度发光,并且能够实现长寿命。另外,可以实现能够进行低电压驱动且低功耗的发光装置。

[0245] 另外,通过使各发光单元的发光颜色不同,可以以整个发光器件得到所希望的颜色发光。例如,通过在具有两个发光单元的发光器件中获得来自第一发光单元的红色和绿色的发光颜色以及来自第二发光单元的蓝色的发光颜色,可以得到在整个发光器件中进行白色发光的发光器件。

[0246] 此外,上述EL层103、第一发光单元、第二发光单元及电荷产生层等各层及电极例如可以利用蒸镀法(包括真空蒸镀法)、液滴喷射法(也称为喷墨法)、涂敷法、凹版印刷法等方法形成。此外,其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、树枝状聚合物)或者高分子材料。

[0247] 另外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0248] (实施方式2)

在本实施方式中,对使用实施方式1所示的发光器件的发光装置进行说明。

[0249] 在本实施方式中,参照图2A及图2B对使用实施方式1所示的发光器件而制造的发光装置进行说明。注意,图2A是示出发光装置的俯视图,并且图2B是沿图2A中的点划线A-B及点划线C-D切断的截面图。该发光装置作为用来控制发光器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。

[0250] 注意,引导布线608是用来传送输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号的布线,并且从用作外部输入端子的FPC(柔性印刷电路)609接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。注意,虽然在此只图示出FPC,但是该FPC还可以安装有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体,而且还包括安装有FPC或PWB的发光装置。

[0251] 下面,参照图2B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0252] 元件衬底610除了可以使用由玻璃、石英、有机树脂、金属、合金、半导体等构成的衬底以外还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙

烯)、聚酯或丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0253] 对用于像素或驱动电路的晶体管的结构没有特别的限制。例如,可以采用反交错型晶体管或交错型晶体管。另外,顶栅型晶体管或底栅型晶体管都可以被使用。对用于晶体管的半导体材料没有特别的限制,例如可以使用硅、锗、碳化硅、氮化镓等。或者可以使用In-Ga-Zn类金属氧化物等的包含铟、镓、锌中的至少一个的氧化物半导体。

[0254] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或结晶半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用结晶半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0255] 在此,氧化物半导体优选用于设置在上述像素或驱动电路中的晶体管和用于在后面说明的触摸传感器等的晶体管等半导体装置。尤其优选使用其带隙比硅宽的氧化物半导体。通过使用带隙比硅宽的氧化物半导体,可以降低晶体管的关态电流(off-state current)。

[0256] 上述氧化物半导体优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。另外,上述氧化物半导体更优选为包含以In-M-Zn类氧化物(M为Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce或Hf等金属)表示的氧化物的氧化物半导体。

[0257] 尤其是,作为半导体层,优选使用如下氧化物半导体膜:具有多个结晶部,该多个结晶部的c轴都朝向垂直于半导体层的被形成面或半导体层的顶面的方向,并且在相邻的结晶部间不具有晶界。

[0258] 通过作为半导体层使用上述材料,可以实现电特性的变动被抑制的可靠性高的晶体管。

[0259] 另外,由于具有上述半导体层的晶体管的关态电流较低,因此能够长期间保持经过晶体管而储存于电容器中的电荷。通过将这种晶体管用于像素,能够在保持各显示区域所显示的图像的灰度的状态下,停止驱动电路。其结果是,可以实现功耗极低的电子设备。

[0260] 为了实现晶体管的特性稳定化等,优选设置基底膜。作为基底膜,可以使用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜等无机绝缘膜并以单层或叠层制造。基底膜可以通过溅射法、CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)法(等离子体CVD法、热CVD法、MOCVD(Metal Organic CVD:有机金属化学气相沉积)法等)或ALD(Atomic Layer Deposition:原子层沉积)法、涂敷法、印刷法等形成。注意,基底膜若不需要则也可以不设置。

[0261] 注意,FET623示出形成在驱动电路部601中的晶体管的一个。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。

[0262] 另外,像素部602由多个像素形成,该多个像素都包括开关FET611、电流控制FET612以及与该电流控制FET612的漏极电连接的阳极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。

[0263] 注意,形成绝缘物614来覆盖阳极613的端部。在此,可以使用正型感光丙烯酸树脂膜形成绝缘物614。

[0264] 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,以获得后面形成的

EL层等的良好的覆盖性。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 μm 至3 μm)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。

[0265] 在阳极613上形成有EL层616及阴极617。在此,作为用于阳极613的材料,优选使用具有大功函数的材料。例如,除了可以使用诸如ITO膜、包含硅的铟锡氧化物膜、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn膜、Pt膜等的单层膜以外,还可以使用由氮化钛膜和以铝为主要成分的膜构成的叠层膜以及由氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜构成的三层结构等。注意,通过采用叠层结构,布线的电阻值可以较低,可以得到好的欧姆接触,并且,可以将其用作阳极。

[0266] 另外,EL层616通过使用蒸镀掩模的蒸镀法、喷墨法、旋涂法等各种方法形成。EL层616包括实施方式1所示的结构。另外,作为构成EL层616的其他材料,也可以使用低分子化合物或高分子化合物(包含低聚物、树枝状聚合物)。

[0267] 另外,作为用于形成于EL层616上的阴极617的材料,优选使用具有小功函数的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它们的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意,当使产生在EL层616中的光透过阴极617时,优选使用由厚度减薄了的金属薄膜和透明导电膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟、包含硅的铟锡氧化物、氧化锌(ZnO)等)构成的叠层作为阴极617。

[0268] 另外,发光器件由阳极613、EL层616、阴极617形成。该发光器件是实施方式1所示的发光器件。另外,像素部包括多个发光器件,本实施方式的发光装置也可以包括实施方式1所示的发光器件和具有其他结构的发光器件的双方。

[0269] 另外,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,将发光器件618设置在由元件衬底610、密封衬底604以及密封材料605围绕的空间607中。注意,空间607中填充有填料,作为该填料,可以使用惰性气体(氮或氩等),还可以使用密封材料。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。

[0270] 另外,优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。另外,这些材料优选为尽可能地不使水分或氧透过的材料。另外,作为用于密封衬底604的材料,除了可以使用玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics;玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0271] 虽然在图2A及图2B中没有示出,但是也可以在阴极上设置保护膜。保护膜可以由有机树脂膜或无机绝缘膜形成。另外,也可以以覆盖密封材料605的露出部分的方式形成保护膜。另外,保护膜可以覆盖一对衬底的表面及侧面、密封层、绝缘层等的露出侧面而设置。

[0272] 作为保护膜可以使用不容易透过水等杂质的材料。因此,可以能够高效地抑制水等杂质从外部扩散到内部。

[0273] 作为构成保护膜的材料,可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金属或聚合物等。例如,可以使用含有氧化铝、氧化钪、硅酸钪、氧化镧、氧化硅、钛酸锶、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化铌、氧化锆、氧化锡、氧化钇、氧化铈、氧化铟、氧化铊、氧化钒、氧化铟等的材料、含有氮化铝、氮化钪、氮化硅、氮化钽、氮化钛、氮化铌、氮化钼、氮化锆、氮化镓的材料、包含含有钛及铝的氮化物、含有钛及铝的氧化物、含有铝及锌的氧化物、含有锰及锌的硫化物、含有铈及锶的硫化物、含有铟及铝的氧化物、含有钇及锆的氧化物等的材

料。

[0274] 保护膜优选通过台阶覆盖性(step coverage)良好的成膜方法来形成。这种方法中之一个是原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法。优选将可以通过ALD法形成的材料用于保护膜。通过ALD法可以形成致密且裂缝或针孔等缺陷被减少或具有均匀的厚度的保护膜。另外,可以减少在形成保护膜时加工构件受到的损伤。

[0275] 例如,通过ALD法可以将均匀且缺陷少的保护膜形成在具有复杂的凹凸形状的表面或触摸面板的顶面、侧面以及背面上。

[0276] 如上所述,可以得到使用实施方式1所示的发光器件制造的发光装置。

[0277] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,使用实施方式1所示的发光器件的发光效率高,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0278] 图3A及图3B示出通过形成呈现白色发光的发光器件且设置着色层(滤色片)等来实现全彩色化的发光装置的例子。图3A示出衬底1001、基底绝缘膜1002、栅极绝缘膜1003、栅电极1006、1007、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、发光器件的阳极1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL层1028、发光器件的阴极1029、密封衬底1031、密封材料1032等。

[0279] 另外,在图3A中,将着色层(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。另外,还可以设置黑矩阵1035。对设置有着色层及黑矩阵的透明基材1033进行对准而将其固定到衬底1001上。另外,着色层及黑矩阵1035被保护层1036覆盖。另外,图3A示出具有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、绿色光、蓝色光,因此能够以四个颜色的像素显示图像。

[0280] 图3B示出将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)形成在栅极绝缘膜1003和第一层间绝缘膜1020之间的例子。如上述那样,也可以将着色层设置在衬底1001和密封衬底1031之间。

[0281] 另外,虽然以上说明了具有从形成有FET的衬底1001一侧取出光的结构(底部发射型)的发光装置,但是也可以采用具有从密封衬底1031一侧取出发光的结构(顶部发射型)的发光装置。图4示出顶部发射型发光装置的截面图。在此情况下,衬底1001可以使用不使光透过的衬底。到制造用来使FET与发光器件的阳极连接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公知材料形成。

[0282] 发光器件的阳极1024W、1024R、1024G、1024B都是阳极,但是也可以是阴极。另外,在采用如图4所示那样的顶部发射型发光装置的情况下,阳极优选为反射电极。EL层1028的结构采用实施方式1所示的EL层103的结构,并且采用能够获得白色发光的元件结构。

[0283] 在采用图4所示的顶部发射结构的情况下,可以使用设置有着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)的密封衬底1031进行密封。密封衬底1031也可以设置有位于像素和像素之间的黑矩阵1035。着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)、黑矩阵也可以被保护层1036覆盖。另外,作为密封衬底1031,使

用具有透光性的衬底。另外,虽然在此示出了以红色、绿色、蓝色、白色的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、黄色、绿色、蓝色的四个颜色或红色、绿色、蓝色的三个颜色进行全彩色显示。

[0284] 在顶部发射型发光装置中,可以优选地适用微腔结构。将反射电极用作阳极且将透反射电极用作阴极,由此可以得到具有微腔结构的发光器件。在反射电极与透反射电极之间至少含有EL层,并且至少含有成为发光区域的发光层。

[0285] 注意,反射电极的可见光反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。另外,透反射电极的可见光反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0286] 从EL层所包含的发光层射出的光被反射电极和透反射电极反射,并且谐振。

[0287] 在该发光器件中,通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度而可以改变反射电极与透反射电极之间的光程。由此,可以在反射电极与透反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0288] 被反射电极反射回来的光(第一反射光)会给从发光层直接入射到透反射电极的光(第一入射光)带来很大的干涉,因此优选将反射电极与发光层的光程调节为 $(2n-1)\lambda/4$ (注意, n 为1以上的自然数, λ 为要增强的光的波长)。通过调节该光程,可以使第一反射光与第一入射光的相位一致,由此可以进一步增强从发光层发射的光。

[0289] 另外,在上述结构中,EL层可以含有多个发光层,也可以只含有一个发光层。例如,可以组合上述结构与上述串联型发光器件的结构,其中在一个发光器件中以其间夹着电荷产生层的方式设置多个EL层,并且,在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0290] 通过采用微腔结构,可以加强指定波长的正面方向上的发光强度,由此可以实现低功耗化。注意,在为使用红色、黄色、绿色以及蓝色的四个颜色的子像素显示图像的发光装置的情况下,因为可以获得由于黄色发光的亮度提高效果,而且可以在所有的子像素中采用适合各颜色的波长的微腔结构,所以能够实现具有良好的特性的发光装置。

[0291] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,实施方式1所示的发光器件的发光效率高,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0292] 虽然到这里说明了有源矩阵型发光装置,但是下面说明无源矩阵型发光装置。图5A及图5B示出通过使用本发明制造的无源矩阵型发光装置。注意,图5A是示出发光装置的立体图,并且图5B是沿图5A的点划线X-Y切断而获得的截面图。在图5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上设置有隔离层954。隔离层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,隔离层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,通过设置隔离层954,可以防止起因于静电等的发光器件的不良。另外,在无源矩阵型发光装置中,通过使用实施方式1所示的发光器件,也可以得到可靠性良好的发光装置或者低功耗的发光装置。

[0293] 以上说明的发光装置能够控制配置为矩阵状的微小的多个发光器件中的每一个,所以作为进行图像的显示的显示装置可以适当地利用。

[0294] 另外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0295] (实施方式3)

在本实施方式中,参照图6对将实施方式1所示的发光器件用于照明装置的例子进行说明。图6B是照明装置的俯视图,图6A是沿着图6B所示的线e-f的截面图。

[0296] 在本实施方式的照明装置中,在用作支撑体的具有透光性的衬底400上形成有阳极401。阳极401相当于实施方式1中的阳极101。当从阳极401一侧取出光时,阳极401使用具有透光性的材料形成。

[0297] 另外,在衬底400上形成用来对阴极404供应电压的焊盘412。

[0298] 在阳极401上形成有EL层403。EL层403相当于实施方式1中的EL层103的结构或组合发光单元511、发光单元512以及电荷产生层513的结构等。注意,作为它们的结构,参照各记载。

[0299] 以覆盖EL层403的方式形成阴极404。阴极404相当于实施方式1中的阴极102。当从阳极401一侧取出光时,阴极404使用反射率高的材料形成。通过使阴极404与焊盘412连接,将电压供应到阴极404。

[0300] 如上所述,本实施方式所示的照明装置具备包括阳极401、EL层403以及阴极404的发光器件。由于该发光器件是发光效率高的发光器件,所以本实施方式的照明装置可以是低功耗的照明装置。

[0301] 使用密封材料405、406将形成有具有上述结构的发光器件的衬底400和密封衬底407固定来进行密封,由此制造照明装置。另外,也可以仅使用密封材料405和406中的一个。另外,也可以使内侧的密封材料406(在图6B中未图示)与干燥剂混合,由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0302] 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和阳极401的一部分,可以将其用作外部输入端子。另外,也可以在外部输入端子上设置安装有转换器等IC芯片420等。

[0303] 以上,本实施方式所记载的照明装置在EL元件中使用实施方式1所示的发光器件,可以实现低功耗的照明装置。

[0304] 另外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0305] (实施方式4)

在本实施方式中,对在其一部分包括实施方式1所示的发光器件的电子设备的例子进行说明。实施方式1所示的发光器件是发光效率高且功耗低的发光器件。其结果是,本实施方式所记载的电子设备可以实现包括功耗低的发光部的电子设备。

[0306] 作为采用上述发光器件的电子设备,例如可以举出电视装置(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。

[0307] 图7A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,外壳7101中组装有显示部7103。另外,在此示出利用支架7105支撑外壳7101的结构。可以利用显示部7103显示图像,并且将实施方式1所示的发光器件排列为矩阵状而构成显示部7103。

[0308] 可以通过利用外壳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。此外,还可以将实施方式1中记载的发光器件排列为矩阵状并用于显示部7107。

[0309] 另外,电视装置采用具备接收机、调制解调器等的结构。可以通过接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,能够进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0310] 图7B1示出计算机,该计算机包括主体7201、外壳7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。另外,该计算机通过将实施方式1所示的发光器件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图7B1中的计算机也可以为如图7B2所示的方式。图7B2所示的计算机设置有显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。显示部7210是触摸面板,通过利用指头或专用笔操作显示在显示部7210上的输入用显示,能够进行输入。另外,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连接,所以可以防止在收纳或搬运时发生问题如屏面受伤、破坏等。

[0311] 图7C示出便携式终端的一个例子。移动电话机具备组装在外壳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,移动电话机包括将实施方式1所示的发光器件排列为矩阵状而制造的显示部7402。

[0312] 图7C所示的便携式终端也可以具有用指头等触摸显示部7402来输入信息的结构。在此情况下,能够用指头等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0313] 显示部7402主要有三种屏面模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0314] 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输入在屏面上显示的文字。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大多部分中显示键盘或号码按钮。

[0315] 另外,通过在便携式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。

[0316] 另外,通过触摸显示部7402或对外壳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。

[0317] 另外,当在输入模式下通过检测出显示部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,也可以进行控制以将屏面模式从输入模式切换成显示模式。

[0318] 也可以将显示部7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或指头触摸显示部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,也能够拍摄指静脉、手掌静脉等。

[0319] 另外,本实施方式所示的结构可以与实施方式1至实施方式3所示的结构适当地组合来使用。

[0320] 如上所述,具备实施方式1所示的发光器件的发光装置的应用范围极为广泛,而能够将该发光装置用于各种领域的电子设备。通过使用实施方式1所示的发光器件,可以得到功耗低的电子设备。

[0321] 图8A是示出扫地机器人的一个例子的示意图。

[0322] 扫地机器人5100包括顶面上的显示器5101及侧面上的多个照相机5102、刷子5103及操作按钮5104。虽然未图示,但是扫地机器人5100的底面设置有轮胎和吸入口等。此外,扫地机器人5100还包括红外线传感器、超声波传感器、加速度传感器、压电传感器、光传感器、陀螺仪传感器等各种传感器。另外,扫地机器人5100包括无线通信单元。

[0323] 扫地机器人5100可以自动行走,检测垃圾5120,可以从底面的吸入口吸引垃圾。

[0324] 另外,扫地机器人5100对照相机5102所拍摄的图像进行分析,可以判断墙壁、家具或台阶等障碍物的有无。另外,在通过图像分析检测布线等可能会绕在刷子5103上的物体的情况下,可以停止刷子5103的旋转。

[0325] 可以在显示器5101上显示电池的剩余电量和所吸引的垃圾的量等。可以在显示器5101上显示扫地机器人5100的行走路径。另外,显示器5101可以是触摸面板,可以将操作按钮5104显示在显示器5101上。

[0326] 扫地机器人5100可以与智能手机等便携式电子设备5140互相通信。照相机5102所拍摄的图像可以显示在便携式电子设备5140上。因此,扫地机器人5100的拥有者在出门时也可以知道房间的情况。另外,可以使用智能手机等便携式电子设备确认显示器5101的显示内容。

[0327] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器5101。

[0328] 图8B所示的机器人2100包括运算装置2110、照度传感器2101、麦克风2102、上部照相机2103、扬声器2104、显示器2105、下部照相机2106、障碍物传感器2107及移动机构2108。

[0329] 麦克风2102具有检测使用者的声音及周围的声音等的功能。另外,扬声器2104具有发出声音的功能。机器人2100可以使用麦克风2102及扬声器2104与使用者交流。

[0330] 显示器2105具有显示各种信息的功能。机器人2100可以将使用者所希望的信息显示在显示器2105上。显示器2105可以安装有触摸面板。显示器2105可以是可拆卸的信息终端,通过将该信息终端设置在机器人2100的所定位置,可以进行充电及数据的收发。

[0331] 上部照相机2103及下部照相机2106具有对机器人2100的周围环境进行摄像的功能。另外,障碍物传感器2107可以检测机器人2100使用移动机构2108移动时的前方的障碍物的有无。机器人2100可以使用上部照相机2103、下部照相机2106及障碍物传感器2107认知周围环境而安全地移动。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器2105。

[0332] 图8C是示出护目镜型显示器的一个例子的图。护目镜型显示器例如包括外壳5000、显示部5001、扬声器5003、LED灯5004、连接端子5006、传感器5007(它具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风5008、显示部5002、支撑部5012、耳机5013等。

[0333] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部5001及显示部5002。

[0334] 图9示出将实施方式1所示的发光器件用于作为照明装置的台灯的例子。图9所示的台灯包括外壳2001和光源2002,并且作为光源2002也可以使用实施方式3所记载的照明装置。

[0335] 图10示出将实施方式1所示的发光器件用于室内的照明装置3001的例子。由于实施方式1所示的发光器件是发光效率高的发光器件,所以可以提供低功耗的照明装置。另外,因为实施方式1所示的发光器件能够实现大面积化,所以能够用于大面积的照明装置。另外,因为实施方式1所示的发光器件的厚度薄,所以能够制造实现薄型化的照明装置。

[0336] 还可以将实施方式1所示的发光器件安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图11示出将实施方式1所示的发光器件用于汽车的挡风玻璃或仪表盘的一个方式。显示区域5200至显示区域5203是使用实施方式1所示的发光器件设置的显示。

[0337] 显示区域5200和显示区域5201是设置在汽车的挡风玻璃上的安装有实施方式1所示的发光器件的显示装置。通过使用具有透光性的电极制造实施方式1所示的发光器件的阳极和阴极,可以得到能看到对外的景色的所谓的透视式显示装置。若采用透视式显示,即使设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视界。另外,在设置用来驱动的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0338] 显示区域5202是设置在立柱部分的安装有实施方式1所示的发光器件的显示装置。通过在显示区域5202上显示来自设置在车厢上的成像单元的图像,可以弥补被立柱遮挡的视界。另外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5203通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的图像,能够弥补被车厢遮挡的视界的死角,而提高安全性。通过显示图像以弥补不看到的部分,更自然且简单地确认安全。

[0339] 显示区域5203还可以提供导航信息、速度表、转速表、空调的设定等其他各种信息。使用者可以适当地改变显示内容及布置。另外,这些信息也可以显示在显示区域5200至显示区域5202上。另外,也可以将显示区域5200至显示区域5203用作照明装置。

[0340] 图12A和图12B示出可折叠的便携式信息终端5150。可折叠的便携式信息终端5150包括外壳5151、显示区域5152及弯曲部5153。图12A示出展开状态的便携式信息终端5150。图12B示出折叠状态的便携式信息终端。虽然便携式信息终端5150具有较大的显示区域5152,但是通过将便携式信息终端5150折叠,便携式信息终端5150变小而可携带性好。

[0341] 可以由弯曲部5153将显示区域5152折叠成一半。弯曲部5153由可伸缩的构件和多个支撑构件构成,在折叠时,可伸缩的构件被拉伸,以弯曲部5153具有2mm以上,优选为3mm以上的曲率半径的方式进行折叠。

[0342] 另外,显示区域5152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)。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示区域5152。

[0343] 此外,图13A至图13C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图13A示出展开状态的便携式信息终端9310。图13B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态的中途的状态的便携式信息终端9310。图13C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好,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。

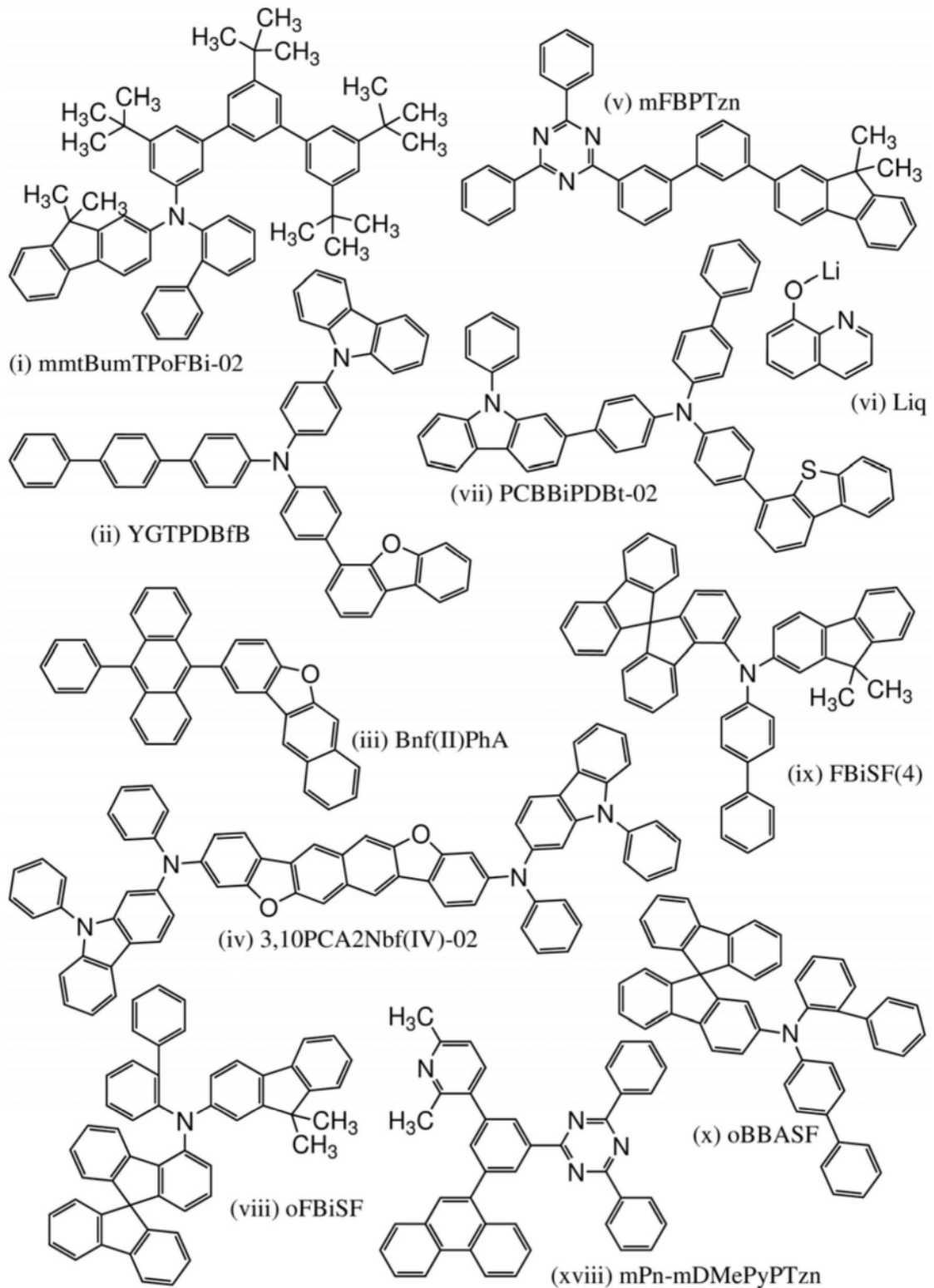
[0344] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个外壳9315支撑。注意,显示面板9311也

可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触控面板(输入输出装置)。另外,通过在两个外壳9315之间的铰链部9313处弯折显示面板9311,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。

[实施例1]

[0345] 在本实施例中,对实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件1、发光器件2以及比较发光器件1至比较发光器件3进行说明。下面示出本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0346] [化学式46]



[0347] (发光器件1的制造方法)

首先,在玻璃衬底上作为透明电极通过溅射法以55nm的厚度形成包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),来形成阳极101。注意,其电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0348] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0349] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装

置内的加热室中,在170℃的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0350] 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,并且在阳极101上通过蒸镀法以由上述结构式(i)所示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-02)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=mmtBumTPoFbi-02:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0351] 在空穴注入层111上以140nm的厚度蒸镀mmtBumTPoFbi-02,由此形成空穴传输层112。

[0352] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(ii)表示的N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-[4-(4-二苯并咪唑基)苯基]-[1,1':4',1''-三联苯]-4-胺(简称:YGTPDBfB),由此形成电子阻挡层。

[0353] 然后,以由上述结构式(iii)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]咪唑(简称:Bnf(II)PhA)和由上述结构式(iv)表示的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪唑(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0354] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(v)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)来形成空穴阻挡层,以由上述结构式(xviii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0355] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积Liq来形成电子注入层115,最后以厚度为200nm的方式共蒸镀铝来形成阴极102,由此制造发光器件1。

[0356] (发光器件2的制造方法)

除了如下点以外,发光器件2的制造条件与发光器件1同样:在电子阻挡层中使用由上述结构式(vii)表示的4-(二苯并噻吩-4-基)-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)三苯基胺(简称:PCBbiPDBt-02)代替YGTPDBfB。

[0357] (比较发光器件1的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件1的制造条件与发光器件1同样:在电子阻挡层中使用由上述结构式(viii)表示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二(9H-芴)-4-胺(简称:oFbiSF)代替YGTPDBfB。

[0358] (比较发光器件2的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件2的制造条件与发光器件1同样:在电子阻挡层中使用由上述结构式(ix)表示的N-[1,1'-联苯]-4-基-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:FbiSF(4))代替YGTPDBfB。

[0359] (比较发光器件3的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件3的制造条件与发光器件1同样:在电子阻挡层中

使用由上述结构式(x)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9'-螺二(9H-芴)-2-胺(简称:oBBASF)代替YGTPDBfB。

[0360] 下表示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3的元件结构。

[0361] [表1]

		发光器件1	发光器件2	比较发光器件1	比较发光器件2	比较发光器件3
电子注入层	1nm	Liq				
电子传输层	20nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)				
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn				
发光层	25nm	Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1: 0.015)				
电子阻挡层	10nm	YGTPDBfB	PCBBiPDBt-02	oFBiSF	FBiSF(4)	oBBASF
空穴传输层	140nm	mmtBumTPoFBi-02				
空穴注入层	10nm	mmtBumTPoFBi-02: OCHD-001 (1:0.1)				

[0362] mmtBumTPoFBi-02是一种折射率低的空穴传输材料:在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.69以上且1.70以下,在1.50以上且1.75以下的范围内,并且在633nm处的寻常光折射率为1.64,在1.45以上且1.70以下的范围内。另外,Bnf(II)PhA在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.89以上且1.91以下,在633nm处的寻常光折射率为1.79。在发光层113中,3,10PCA2Nbf(IV)-02的浓度较低,所以发光层113的折射率与Bnf(II)PhA相等。因此,本发明的一个方式的发光器件是空穴传输层112的折射率比发光层113低的发光器件。

[0363] 另外,用于发光器件1及发光器件2的电子阻挡层的YGTPDBfB和PCBBiPDBt-02是具有包括咪唑结构的基、包括二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基以及碳原子数为6至18的包括芳烃结构的基的三芳基胺结构的单胺化合物。注意,用于比较发光器件1至3的电子阻挡层的三个材料是不具有上述结构的有机化合物。

[0364] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及对比发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0365] 图14、图15、图16、图17、图18、图19及图20分别示出发光器件1、发光器件2以及比较发光器件1至比较发光器件3的亮度-电流密度特性、亮度-电压特性、电流效率-亮度特性、电流-电压特性、外部量子效率-亮度特性、功率效率-亮度特性及发射光谱。此外,表2示出发光器件1、发光器件2及比较发光器件1至比较发光器件3在1000cd/m²附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0366] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
发光器件1	4.1	0.40	10.1	(0.140, 0.083)	10.2	13.0
发光器件2	3.9	0.41	10.2	(0.140, 0.083)	10.1	13.0
比较发光器件1	4.1	0.38	9.4	(0.141, 0.081)	10.2	13.3
比较发光器件2	4.3	0.44	10.9	(0.141, 0.085)	7.9	9.9
比较发光器件3	4.1	0.37	9.2	(0.141, 0.082)	9.7	12.5

[0367] 由图14至图20以及表2可知,本发明的一个方式的发光器件1、发光器件2及比较发光器件1是外部量子效率良好的发光器件。尤其是,发光器件2的驱动电压低,结果是功率效率非常好的发光器件。

[0368] 图21是示出在电流密度50mA/cm²下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。如图21所示,可知发光器件1及发光器件2都是寿命良好的发光器件。另一方面,可知比较发光器件1至3是与发光器件1及2相比劣化速度快的发光器件。

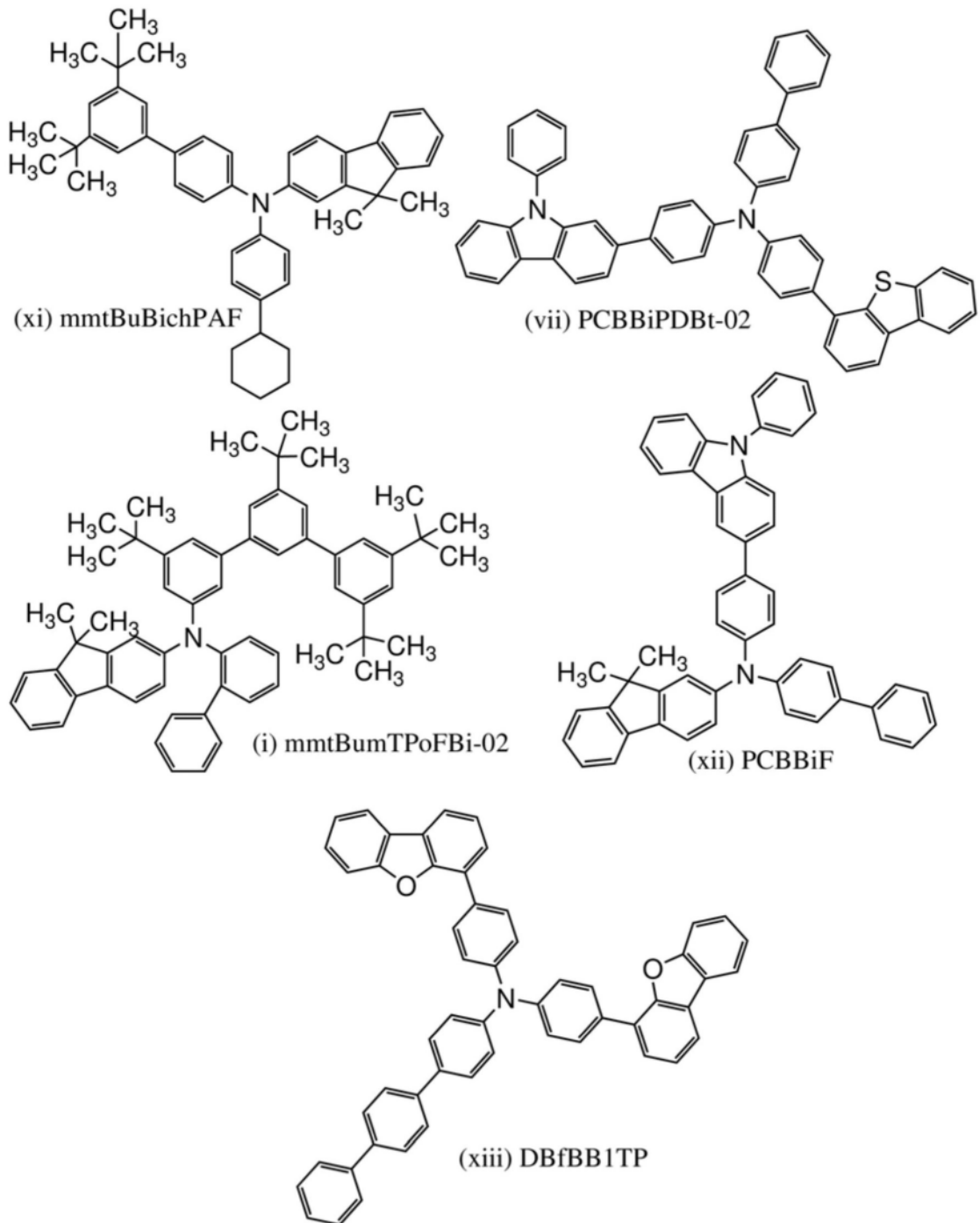
[0369] 如此,以与低折射率层接触的方式形成有包含具有特定结构的单胺化合物的层的发光器件可以为特性良好的发光器件。具体而言,可以为寿命良好的发光器件。此外,可以为发光效率良好的发光器件。此外,可以为驱动电压低的发光器件。

[实施例2]

[0370] 在本实施例中,示出对实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件的形成在阳极与发光层之间的叠层结构中的载流子(此时,空穴)流过的容易性进行调查的结果。制造只有空穴流过的测量用器件(单空穴元件(hole-only element))来进行测量。器件3及器件4是具有本发明的一个方式的叠层结构的一部分的测量用器件,比较器件4至7是不具备本发明的一个方式的叠层结构的一部分的测量用器件。

[0371] 以下示出用于器件3、器件4及比较器件4至7的有机化合物的结构式。

[0372] [化学式47]



[0373] (器件3的制造方法)

首先,在玻璃衬底上以100nm的厚度形成银-钯-铜合金(也记作APC)膜,通过溅射法以45nm的厚度沉积包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),由此形成阳极。注意,其电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0374] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0375] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在 170°C 的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0376] 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,并且在阳极101上通过蒸镀法以由上述结构式(xi)表示的N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAF)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=mmtBuBichPAF:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀。

[0377] 接着,以厚度为50nm的方式蒸镀mmtBuBichPAF,并且以厚度为50nm的方式蒸镀由(vii)表示的4-(二苯并噻吩-4-基)-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)三苯基胺(简称:PCBBiPDBt-02)。

[0378] 然后,以PCBBiPDBt-02与OCHD-001的重量比为1:0.1(=PCBBiPDBt-02:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀。

[0379] 最后,以厚度为100nm的方式蒸镀铝,由此制造出测量用器件的器件3。

[0380] (器件4的制造方法)

除了如下点以外,器件4的制造条件与器件3同样:使用由上述结构式(i)表示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-02)代替mmtBuBichPAF。

[0381] (比较器件4的制造方法)

除了如下点以外,比较器件4的制造条件与器件3同样:使用由上述结构式(xii)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)代替mmtBuBichPAF。

[0382] (比较器件5的制造方法)

除了如下点以外,比较器件5的制造条件与比较器件4同样:使用由上述结构式(xiii)表示的N,N-双[4-(二苯并咪唑-4-基)苯基]-4-胺基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)代替PCBBiPDBt-02。

[0383] (比较器件6的制造方法)

除了如下点以外,比较器件6的制造条件与器件3同样:使用DBfBB1TP代替PCBBiPDBt-02。

[0384] (比较器件7的制造方法)

除了如下点以外,比较器件7的制造方法与器件4同样:使用DBfBB1TP代替PCBBiPDBt-02。

[0385] 下表示出器件3、器件4及比较器件4至比较器件7的元素结构。

[0386] [表3]

厚度	器件		比较器件			
	3	4	4	5	6	7
10nm	PCBBiPDBt-02: OCHD-001 (1:0.1)		DBfBB1TP: OCHD-001 (1:0.1)			
50nm	PCBBiPDBt-02		DBfBB1TP			
50nm	*1					
10nm	*1: OCHD-001 (1:0.1)					

*1器件3、比较器件6:mmtBuBichPAF

器件4、比较器件7:mmtBumTPoFbi-02

比较器件4、5:PCBBiF

[0387] 在用于上述器件的有机化合物中:mmtBuBichPAF是一种低折射率的具有空穴传输性的有机化合物,其在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.72以上且1.73以下,在1.50以上且1.75以下的范围内,并且在633nm处的寻常光折射率为1.65,在1.45以上且1.70以下的范围内;mmtBumTPoFbi-02是一种低折射率的具有空穴传输性的有机化合物,其在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.69以上且1.70以下,在1.50以上且1.75以下的范围内,并且在633nm处的寻常光折射率为1.64,在1.45以上且1.70以下的范围内。

[0388] 另外,用于上述器件的有机化合物中的PCBBiPDBt-02是具有包括咪唑结构的基、包括二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基以及碳原子数为6至18的包括芳烃结构的基的三芳基胺结构的单胺化合物。注意,DBfBB1TP不包括咪唑结构,所以是不具有上述结构的有机化合物。

[0389] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及对比发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0390] 上述器件是模仿发光器件中的阳极与发光层之间的叠层结构的器件,其中只有空穴流过。通过测量这种器件,可以在不受电子的注入传输及发光层中的复合等影响的状态下观察空穴的注入传输性。

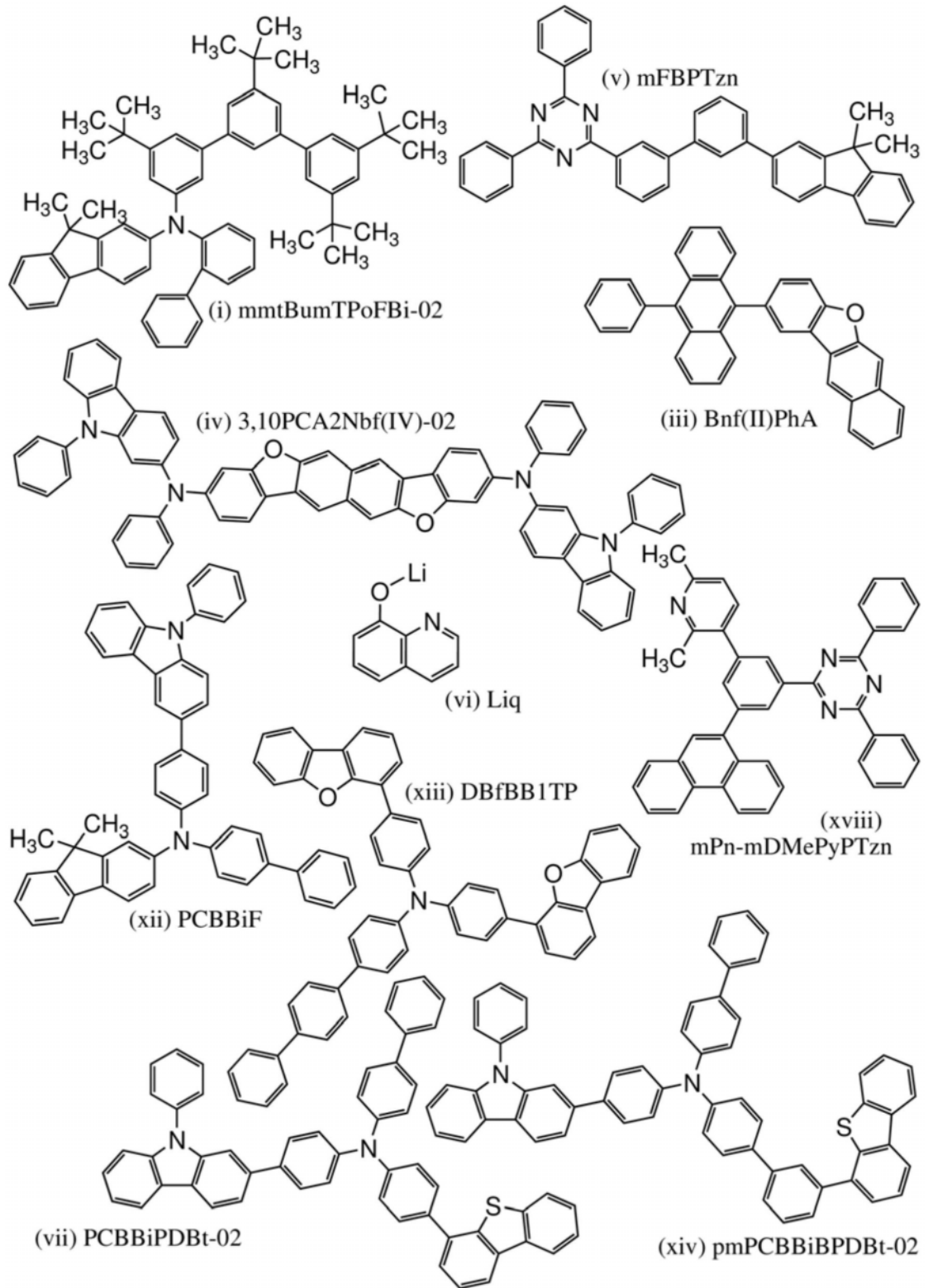
[0391] 图22示出器件3、器件4及比较器件4至比较器件4的电流密度-电压特性。

[0392] 由图22可知:使用低折射率材料mmtBuBichPAF及mmtBumTPoFbi-02的比较器件6及比较器件7与不使用上述低折射率材料的比较器件5相比,比较器件6及7的特性低。这表明,mmtBuBichPAF及mmtBumTPoFbi-02的空穴注入性、空穴传输性比PCBBiF低。另一方面,以与mmtBuBichPAF及mmtBumTPoFbi-02接触的方式形成PCBBiPDBt-02的器件3及器件4使用低折射率材料却呈现与不使用上述低折射率材料的比较器件4相同的特性。如此,可知:通过以与低折射率材料接触的方式形成具有包括咪唑结构的基、包括二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基以及碳原子数为6至18的包括芳烃结构的基的三芳基胺结构的单胺化合物如PCBBiPDBt-02,电流密度-电压特性得到显著改善。

[实施例3]

[0393] 在本实施例中,对实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件5、发光器件6以及比较发光器件8至比较发光器件11进行说明。下面示出本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0394] [化学式48]



[0395] (发光器件5的制造方法)

首先,在玻璃衬底上作为透明电极通过溅射法以55nm的厚度形成包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),来形成阳极101。注意,其电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0396] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0397] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装

置内的加热室中,在170℃的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0398] 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,并且在阳极101上通过蒸镀法以由上述结构式(i)所示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-02)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=mmtBumTPoFBi-02:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0399] 在空穴注入层111上以100nm的厚度蒸镀mmtBumTPoFBi-02,由此形成空穴传输层112。

[0400] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(vii)表示的4-(二苯并噻吩-4-基)-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)三苯基胺(简称:PCBBiPDBt-02),由此形成电子阻挡层。

[0401] 然后,以由上述结构式(iii)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]咪喃(简称:Bnf(II)PhA)和由上述结构式(iv)表示的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0402] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(v)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)来形成空穴阻挡层,以由上述结构式(xviii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-苯并咪喃基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0403] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积Liq来形成电子注入层115,最后以厚度为200nm的方式共蒸镀铝来形成阴极102,由此制造发光器件5。

[0404] (发光器件6的制造方法)

除了如下点以外,发光器件6的制造条件与发光器件5同样:在电子阻挡层中使用由上述结构式(vii)表示的4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)三苯基胺(简称:pmPCBBiBPDBt-02)代替PCBBiPDBt-02。

[0405] (比较发光器件8的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件8的制造条件与发光器件5同样:在电子阻挡层中使用由上述结构式(xiii)表示的N,N-双[4-(二苯并咪喃-4-基)苯基]-4-胺基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)代替PCBBiPDBt-02。

[0406] (比较发光器件9的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件9的制造条件与发光器件5同样:在空穴注入层及空穴传输层中使用由上述结构式(xii)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)代替mmtBumTPoFBi-02。

[0407] (比较发光器件10的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件10的制造条件与发光器件6同样:在空穴注入层及

空穴传输层中使用PCBBiF代替mmtBumTPoFbi-02。

[0408] (比较发光器件11的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件11的制造条件与发光器件6同样:在比较发光器件8的空穴注入层及空穴传输层中使用PCBBiF代替mmtBumTPoFbi-02。

[0409] 下表示出发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11的元件结构。

[0410] [表4]

		发光器件5	发光器件6	比较发光器件8
电子注入层	1nm	Liq		
电子传输层	15nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)		
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn		
发光层	25nm	Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1: 0.015)		
电子阻挡层	10nm	PCBBiPDBt-02	pmPCBBiBPDBt-02	DBfBB1TP
空穴传输层	100nm	mmtBumTPoFbi-02		
空穴注入层	10nm	mmtBumTPoFbi-02: OCHD-001 (1:0.1)		

[0411] [表5]

		比较发光器件9	比较发光器件10	比较发光器件11
电子注入层	1nm	Liq		
电子传输层	15nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)		
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn		
发光层	25nm	Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1: 0.015)		
电子阻挡层	10nm	PCBBiPDBt-02	pmPCBBiBPDBt-02	DBfBB1TP
空穴传输层	100nm	PCBBiF		
空穴注入层	10nm	PCBBiF: OCHD-001 (1:0.1)		

[0412] mmtBumTPoFbi-02是一种折射率低的空穴传输材料,其中在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)下的寻常光折射率为1.69以上且1.70以下,在1.50以上且1.75以下的范围内,并且在633nm下的寻常光折射率为1.64,在1.45以上且1.70以下的范围内。另外,Bnf(II)PhA在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)下的寻常光折射率为1.89以上且1.91以下,在633nm下的寻常光折射率为1.79。在发光层113中,3,10PCA2Nbf(IV)-02的浓度较低,所以发光层113的折射率与Bnf(II)PhA相等。因此,本发明的一个方式的发光器件是空穴传输层112的折射率比发光层113低的发光器件。

[0413] 另外,用于发光器件5和发光器件6的电子阻挡层的PCBBiPDBt-02和pmPCBBiBPDBt-02是具有包括咪唑结构的基、包括二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基以及碳原子数为6至18的包括芳烃结构的基的三芳基胺结构的单胺化合物。

[0414] 在氮气气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及对比发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0415] 图23、图24、图25、图26、图27、图28及图29分别示出发光器件5、发光器件6以及比较发光器件8至比较发光器件11的亮度-电流密度特性、亮度-电压特性、电流效率-亮度特性、电流-电压特性、外部量子效率-亮度特性、功率效率-亮度特性及发射光谱。此外，表6示出发光器件5、发光器件6及比较发光器件8至比较发光器件11在1000cd/m²附近的主要特性。注意，使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0416] [表6]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
发光器件5	3.4	0.37	9.1	(0.141, 0.166)	9.8	7.5
发光器件6	3.4	0.39	9.7	(0.140, 0.166)	10.1	7.7
比较发光器件8	3.6	0.42	10.4	(0.139, 0.168)	9.5	7.2
比较发光器件9	3.3	0.53	13.2	(0.143, 0.126)	7.8	7.2
比较发光器件10	3.3	0.57	14.2	(0.143, 0.129)	7.7	7.0
比较发光器件11	3.3	0.40	10.1	(0.142, 0.133)	7.3	6.4

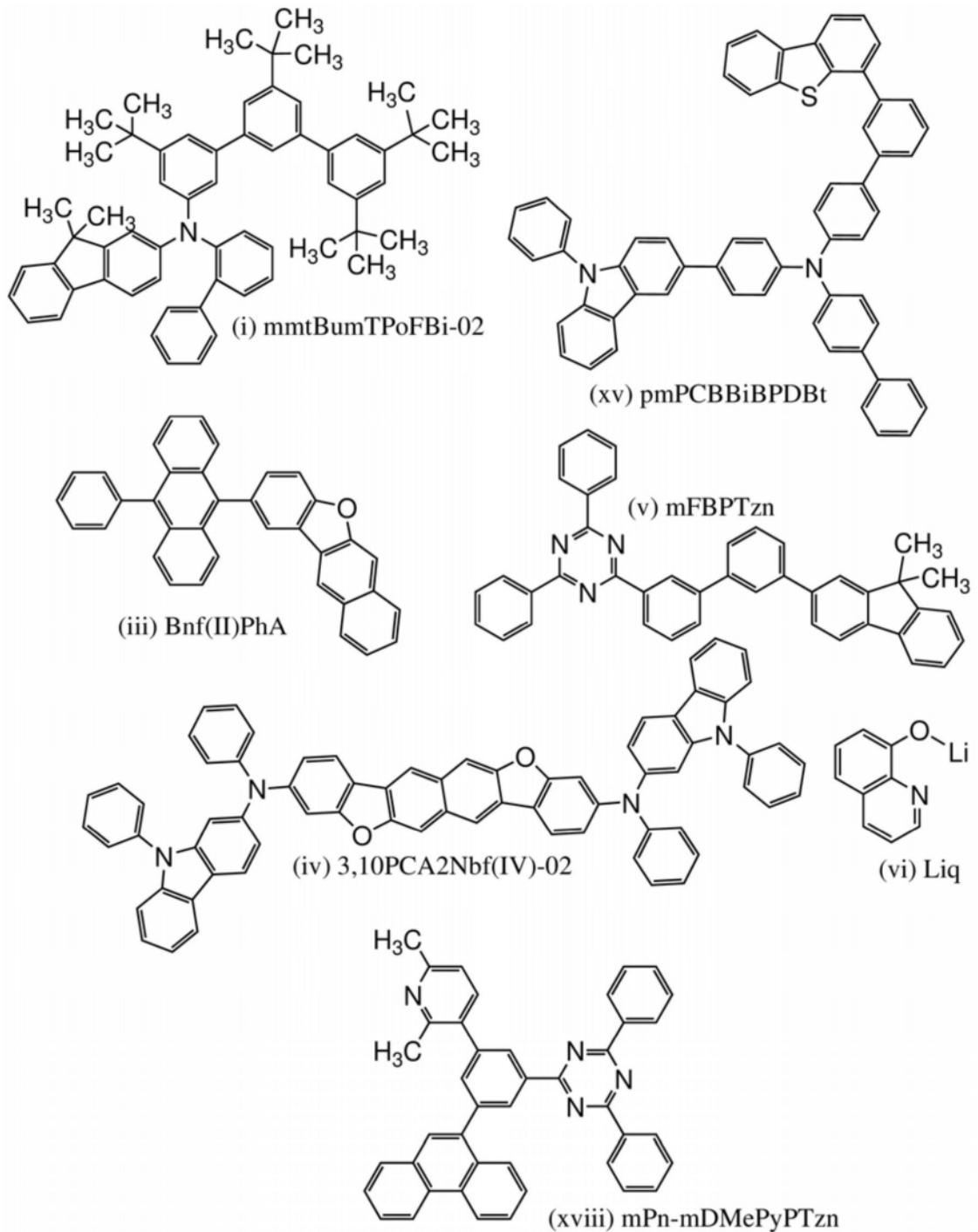
[0417] 由图23至图29以及表6可知：由于以与低折射率材料mmtBumTPoFBi-02接触的方式形成有PCBBiPDBt-02及pmPCBBiBPDBt-02，本发明的一个方式的发光器件5及发光器件6的外部量子效率良好且驱动电压的降低得到抑制，因此它们是功率效率良好的发光元件。注意，更优选使用pmPCBBiBPDBt-02，因为在pmPCBBiBPDBt-02中二苯并噻吩基通过间位取代的亚苯基键合于胺的氮，提高效率的效果更显著。

[0418] 如此，以与低折射率层接触的方式形成有包含具有特定结构的单胺化合物的层的发光器件可以为特性良好的发光器件。具体而言，可以为寿命良好的发光器件。此外，可以为发光效率良好的发光器件。此外，可以为驱动电压低的发光器件。

[实施例4]

[0419] 在本实施例中，对实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件7进行说明。下面示出本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0420] [化学式49]



[0421] (发光器件7的制造方法)

首先,在玻璃衬底上作为透明电极通过溅射法以55nm的厚度形成包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),来形成阳极101。注意,其电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0422] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0423] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在 170°C 的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0424] 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,并且在阳极101上通过蒸镀法以由上述结构式(i)所示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-02)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=mmtBumTPoFbi-02:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0425] 在空穴注入层111上以100nm的厚度蒸镀mmtBumTPoFbi-02,由此形成空穴传输层112。

[0426] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(xv)表示的4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:pmPCBBiBPDBt),由此形成电子阻挡层。

[0427] 然后,以由上述结构式(iii)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]蔡并[2,3-d]咪喃(简称:Bnf(II)PhA)和由上述结构式(iv)表示的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)-N-苯基氨基]蔡并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0428] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(v)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)来形成空穴阻挡层,以由上述结构式(xviii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-苯并咪喃基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0429] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积Liq来形成电子注入层115,最后以厚度为200nm的方式共蒸镀铝来形成阴极102,由此制造发光器件7。

[0430] 下表示出发光器件7的元件结构。

[0431] [表7]

		发光器件7
电子注入层	1nm	Liq
电子传输层	15nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn
发光层	25nm	Bnf(II)PhA: 3, 10PCA2Nbf(IV)-02 (1: 0.015)
电子阻挡层	10nm	pmPCBBiBPDBt
空穴传输层	100nm	mmtBumTPoFbi-02
空穴注入层	10nm	mmtBumTPoFbi-02: OCHD-001 (1:0.1)

[0432] mmtBumTPoFbi-02是一种折射率低的空穴传输材料,其中在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)下的寻常光折射率为1.69以上且1.70以下,在1.50以上且1.75以下的范围内,并且在633nm下的寻常光折射率为1.64,在1.45以上且1.70以下的范围内。另

外,Bnf (II) PhA在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)下的寻常光折射率为1.89以上且1.91以下,在633nm下的寻常光折射率为1.79。在发光层113中,3,10PCA2Nbf (IV) -02的浓度较低,所以发光层113的折射率与Bnf (II) PhA相等。因此,本发明的一个方式的发光器件是空穴传输层112的折射率比发光层113低的发光器件。

[0433] 另外,用于发光器件7的电子阻挡层的pmPCBBiBPDBt是具有包括咪唑结构的基、包括二苯并咪唑结构或二苯并噻吩结构的基以及碳原子数为6至18的包括芳烃结构的基的三芳基胺结构的单胺化合物。

[0434] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0435] 图30、图31、图32、图33、图34、图35及图36分别示出发光器件7的亮度-电流密度特性、亮度-电压特性、电流效率-亮度特性、电流-电压特性、外部量子效率-亮度特性、功率效率-亮度特性及发射光谱。此外,表3示出发光器件7在1000cd/m²附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0436] [表8]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率(%)
发光器件7	3.6	0.45	11.2	(0.140, 0.166)	9.7	7.4

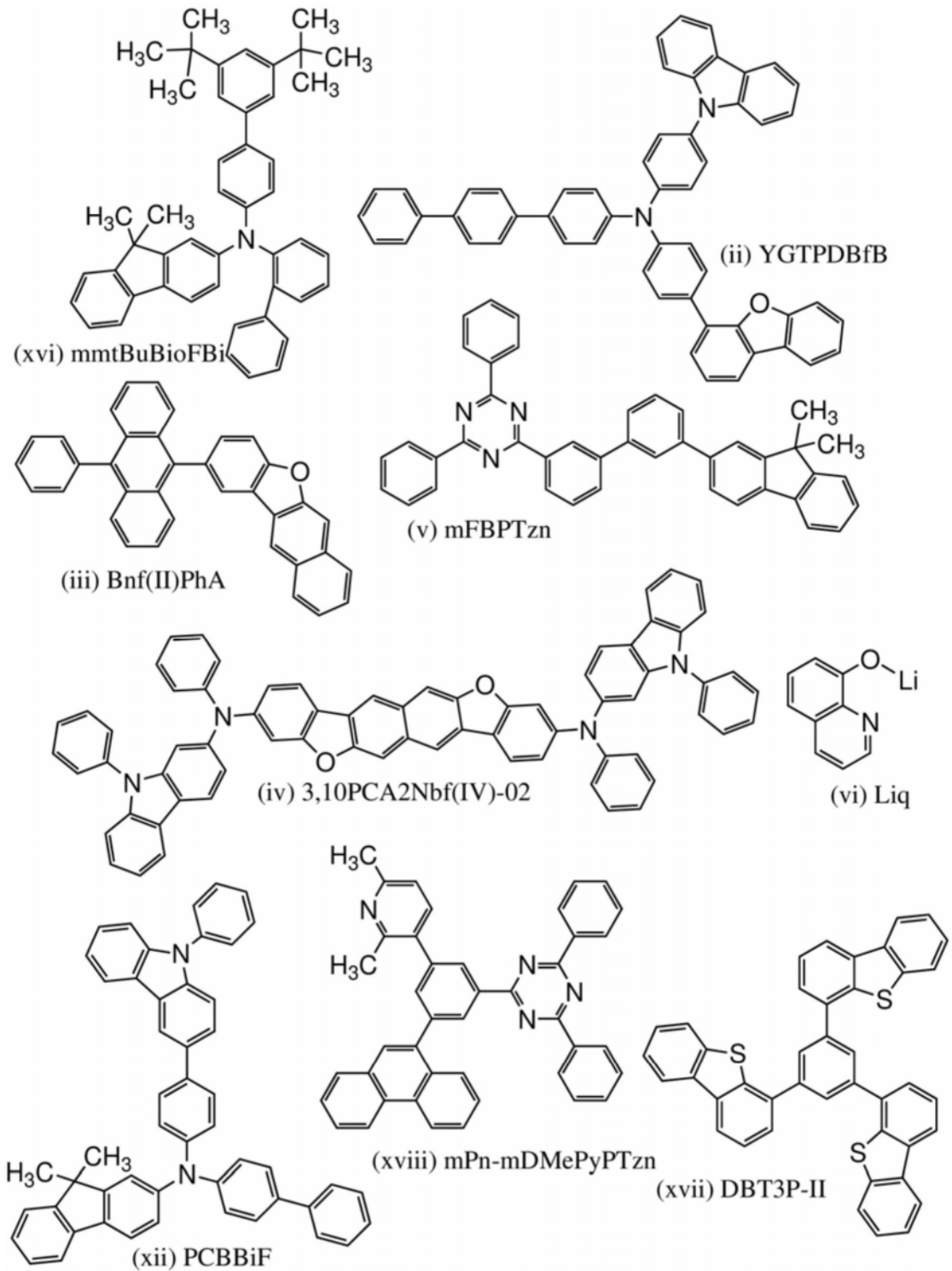
[0437] 由图30至图36以及表8可知:由于以与低折射率材料mmtBumTPoFbi-02接触的方式形成有pmPCBBiBPDBt,本发明的一个方式的发光器件7的外部量子效率良好且驱动电压的降低得到抑制,因此它们是功率效率良好的发光元件。

[0438] 如此,以与低折射率层接触的方式形成有包含具有特定结构的单胺化合物的层的发光器件可以为特性良好的发光器件。具体而言,可以为寿命良好的发光器件。此外,可以为发光效率良好的发光器件。此外,可以为驱动电压低的发光器件。

[实施例5]

[0439] 在本实施例中,对实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件8及比较发光器件12进行说明。下面示出本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0440] [化学式50]



[0441] (发光器件8的制造方法)

首先,在玻璃衬底上作为反射电极通过溅射法以100nm的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以10nm的厚度沉积包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),来形成阳极101。注意,其电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0442] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0443] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装

置内的加热室中,在170℃的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0444] 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,并且在阳极101上通过蒸镀法以由上述结构式(xvi)表示的N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=mmtBumTPoFBi-02:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0445] 在空穴注入层111上以120nm的厚度蒸镀mmtBuBioFBi,由此形成空穴传输层112。

[0446] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(ii)表示的N-[4-(9H咪唑-9-基)苯基]-N-[4-(4-二苯并咪唑基)苯基]-[1,1':4',1''-三联苯]-4-胺(简称:YGTPDBfB),由此形成电子阻挡层。

[0447] 然后,以由上述结构式(iii)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]咪唑(简称:Bnf(II)PhA)和由上述结构式(iv)表示的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪唑(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0448] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(v)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)来形成空穴阻挡层,以由上述结构式(xviii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-苯并咪唑基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:LiQ)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:LiQ)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0449] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成阴极102,由此制造发光器件8。注意,阴极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从阴极102取出光的顶部发射型器件。此外,在阴极102上以厚度为70nm的方式蒸镀由上述结构式(xvii)表示的4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)来提高光提取效率。

[0450] (比较发光器件12的制造方法)

除了如下点以外,比较发光器件12的制造条件与发光器件8同样:在空穴注入层及空穴传输层中使用由上述结构式(xii)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)代替mmtBuBioFBi;以及将空穴传输层的厚度改变为100nm。

[0451] 下表示出发光器件8及比较发光器件12的元件结构。

[0452] [表9]

		发光器件8	比较发光器件12
电子注入层	1nm	LiF	
电子传输层	20nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)	
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn	
发光层	25nm	Bnf (II) PhA: 3, 10PCA2Nbf (IV)-02 (1: 0.015)	
电子阻挡层	10nm	YGTPDBfB	
空穴传输层	*2	mmtBuBioFBi	PCBBiF
空穴注入层	10nm	mmtBuBioFBi: OCHD-001 (1:0.1)	PCBBiF: OCHD-001 (1:0.1)

*2发光器件8:120nm,比较发光器件12:100nm

[0453] mmtBuBioFBi是一种折射率低的空穴传输材料,其中在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)下的寻常光折射率为1.73以上且1.74以下,在1.50以上且1.75以下的范围内,并且在633nm下的寻常光折射率为1.66,在1.45以上且1.70以下的范围内。另外,Bnf (II) PhA在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)下的寻常光折射率为1.89以上且1.91以下,在633nm下的寻常光折射率为1.79。在发光层113中,3,10PCA2Nbf (IV) -02的浓度较低,所以发光层113的折射率与Bnf (II) PhA相等。因此,本发明的一个方式的发光器件是空穴传输层112的折射率比发光层113低的发光器件。

[0454] 另外,用于发光器件8的电子阻挡层的YGTPDBfB是具有包括咪唑结构的基、包括二苯并咪喃结构或二苯并噻吩结构的基以及碳原子数为6至18的包括芳烃结构的基的三芳基胺结构的单胺化合物。

[0455] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0456] 图37、图38、图39、图40、图41及图42分别示出发光器件8以及比较发光器件12的亮度-电流密度特性、亮度-电压特性、电流效率-亮度特性、电流-电压特性、蓝色指标-亮度特性及发射光谱。此外,表10示出发光器件8及比较发光器件12在1000cd/m²附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0457] [表10]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
发光器件8	3.6	0.56	14.1	(0.141, 0.049)	7.8	162
比较发光器件12	3.6	0.54	13.6	(0.140, 0.049)	7.0	145

[0458] 由图37至图42以及表10可知:由于以与低折射率材料mmtBuBioFBi接触的方式形成有YGTPDBfB,本发明的一个方式的发光器件7成为发光效率良好的发光元件。

[0459] 图43是示出在电流密度50mA/cm²下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。如图43所示,可知发光器件8是寿命良好的发光器件。

[0460] 如此,以与低折射率层接触的方式形成有包含具有特定结构的单胺化合物的层的

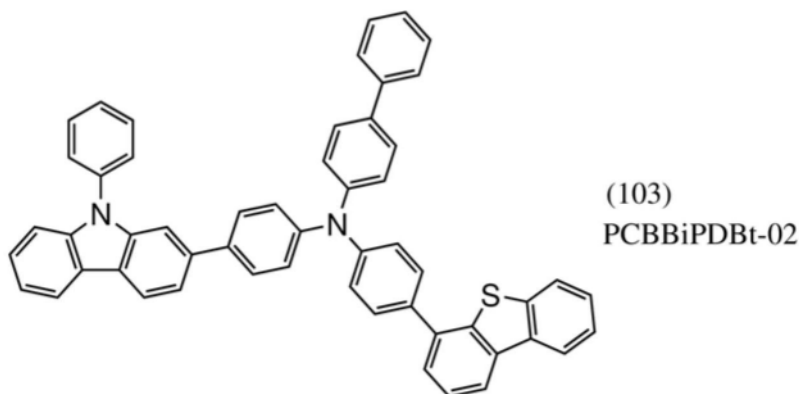
发光器件可以为特性良好的发光器件。此外,可以为发光效率良好的发光器件。此外,可以为驱动电压低的发光器件。此外,可以为寿命良好的发光器件。

[实施例6]

[0461] <<合成例1>>

在本实施例中,对实施方式1所示的由通式(G1)表示的本发明的一个方式的单胺化合物4-(二苯并噻吩-4-基)-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)三苯基胺(简称:PCBBiPDBt-02)的合成方法进行说明。以下示出PCBBiPDBt-02的结构。

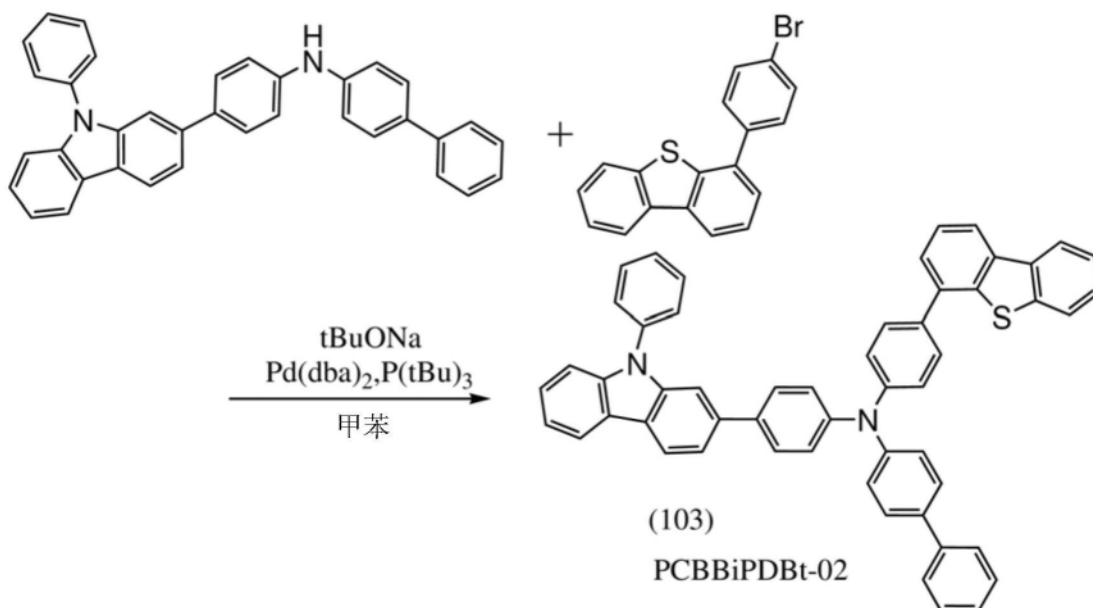
[0462] [化学式51]



[0463] 将N-(4-联苯)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)苯基]胺1.8g(3.7mmol)、4-(4-溴苯基)二苯并噻吩1.1g(3.4mmol)以及叔丁醇钠0.97g(10mmol)放入200mL的三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0)19mg(34 μ mol),在氮气流下以110 $^{\circ}$ C进行加热搅拌9小时。

[0464] 搅拌后,对该混合物加入甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤。浓缩所得到的滤液而得到固体。以下示出本合成例的合成方案。

[0465] [化学式52]



[0466] 通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=2:1)对该固体进行纯化,得到固体。利

用乙酸乙酯使所得到的固体重结晶,以94%的产率得到白色固体2.6g。

[0467] 通过梯度升华法在压力3.1Pa、氩流量为15mL/min、345℃的条件下对所得到的固体2.1g进行升华纯化。升华纯化后,以86%的回收率得到白色固体1.8g。

[0468] 图44A及图44B示出利用核磁共振分光法(¹H-NMR)分析通过合成例得到的白色固体的结果。注意,图44B是放大图44A中的7ppm至8.5ppm的范围而表示的图表。此外,以下示出数值数据。由此可知,在本合成例中可以合成PCBBiPDBt-02。

[0469] ¹H NMR (DMSO-d₆, 300MHz): δ=7.22-7.39 (m, 9H), 7.42-7.49 (m, 3H), 7.51-7.75 (m, 19H), 8.03 (dd, J₁=6.0Hz, J₂=3.3Hz, 1H), 8.28 (d, J₁=7.5Hz, 1H), 8.33 (d, J₁=8.1Hz, 1H), 8.37 (dd, J₁=7.5Hz, J₂=1.2Hz, 1H), 8.41 (dd, J₁=6.0Hz, J₂=3.0Hz, 1H)。

[0470] 接着,图45示出PCBBiPDBt-02的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果,图46示出PCBBiPDBt-02的薄膜的吸收光谱和发射光谱。附图中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图45所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0471] 固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量。

[0472] 从图45可知:PCBBiPDBt-02的甲苯溶液在355nm及282nm处具有吸收峰,在406nm、426nm(激发波长357nm)处具有发光波长峰。另外,从图46可知:PCBBiPDBt-02的薄膜在359nm及290nm处具有吸收峰,在427nm(激发波长360nm)处具有发光波长峰。

[0473] 接着,利用液相色谱-质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry,简称:LC/MS分析)对通过本实施例得到的PCBBiPDBt-02进行分析。

[0474] 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)。

[0475] 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PCBBiPDBt-02溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0476] 利用靶向MS²(Targeted-MS²)法进行来源于PCBBiPDBt-02的离子m/z=744.26的MS²测量。靶向MS²的设定为:靶离子的质量范围是m/z=744.26±2.0(isolation window=4);以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量NCE(标准化碰撞能量(Normalized Collision Energy))设定为50而进行测量。图47示出所得的MS谱。

[0477] 由图47的结果可知:在碰撞能量为50eV时,PCBBiPDBt-02由于氢离子的有无、同位素的存在,主要在744附近检测到前体离子,在m/z=592附近、486附近、427附近、333附近、274附近、242附近、168附近检测到子离子。图47所示的结果可以说是识别PCBBiPDBt-02时的重要数据。

[0478] m/z=592附近的子离子估计为PCBBiPDBt-02中的一个联苯基为脱离状态的阳离子,这表明PCBBiPDBt-02包含联苯基。

[0479] m/z=486附近的子离子估计为PCBBiPDBt-02中的一个4-(二苯并噻吩-4-基)苯基为脱离状态的阳离子,这表明PCBBiPDBt-02包含4-(二苯并噻吩-4-基)苯基。

[0480] m/z=427附近的子离子估计为PCBBiPDBt-02中的一个4-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)

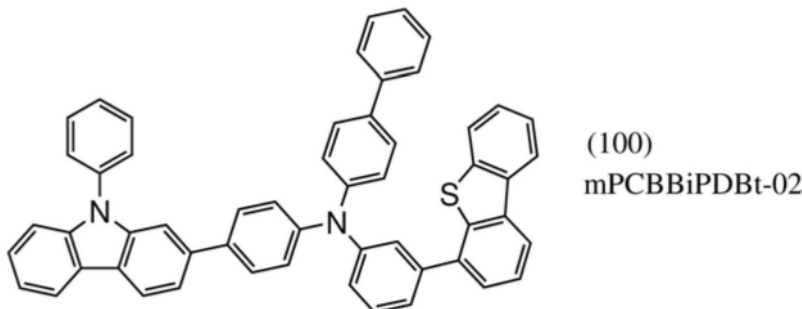
苯基为脱离状态的阳离子,这表明PCBBiPDBt-02包含4-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)苯基。

[实施例7]

[0481] <<合成例2>>

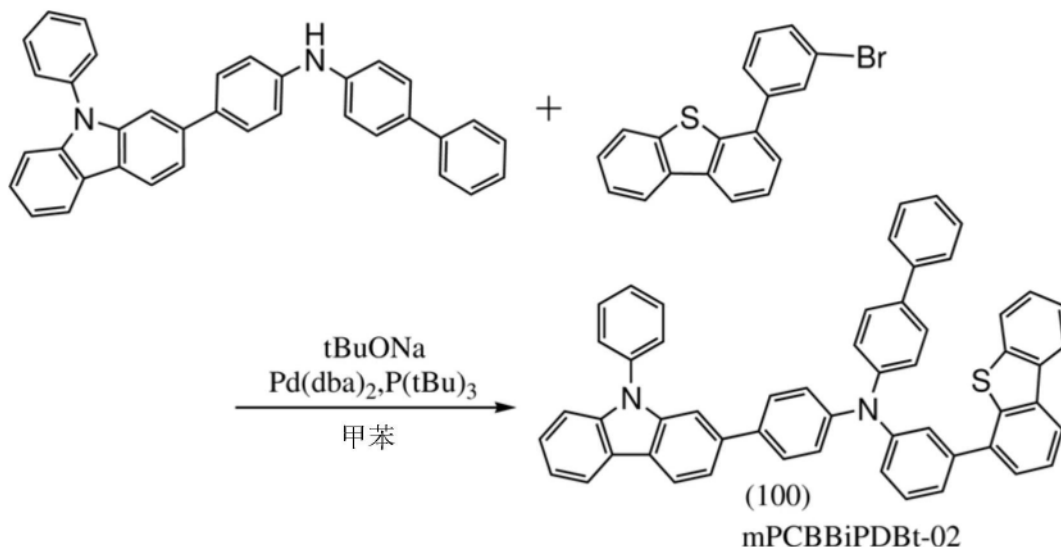
在本实施例中,对实施方式1所示的本发明的一个方式的单胺化合物3-(二苯并噻吩-4-基)-4'-苯基-4"- (9-苯基-9H-咔唑-2-基)三苯基胺(简称:mPCBBiPDBt-02)的合成方法进行说明。以下示出mPCBBiPDBt-02的结构。

[0482] [化学式53]



[0483] 将N-(4-联苯)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)苯基]胺1.8g (3.7mmol)、4-(3-溴苯基)二苯并噻吩1.1g (3.4mmol)以及叔丁醇钠0.97g (10mmol)放入200mL的三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0)19mg (34 μ mol),在氮气流下以110 $^{\circ}$ C进行加热搅拌8小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。

[0484] [化学式54]



[0485] 通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=2:1)对该固体进行纯化,得到固体。

[0486] 利用乙酸乙酯使所得到的固体重结晶,以91%的产率得到白色固体2.3g。通过梯度升华方法对所得到的固体2.3g进行升华纯化。升华纯化在压力为3.0Pa、氩流量为15mL/min的条件下以335 $^{\circ}$ C加热来进行。升华纯化后,以69%的回收率得到白色固体1.6g。

[0487] 图48A及图48B示出利用核磁共振分光法(1 H-NMR)分析通过合成例得到的白色固体的结果。注意,图48B是放大图48A中的7ppm至8.5ppm的范围而表示的图表。此外,以下示

出数值数据。由此可知,在本合成例中可以合成mPCBBiPDBt-02。

[0488] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz): $\delta=7.17-7.72$ (m, 31H), $7.91-7.97$ (m, 1H), 8.27 (d, $J_1=7.5\text{Hz}$, 1H), 8.31 (d, $J_1=8.1\text{Hz}$, 1H), $8.35-8.41$ (m, 2H)。

[0489] 接着,图49示出mPCBBiPDBt-02的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果,图50示出mPCBBiPDBt-02的薄膜的吸收光谱和发射光谱。附图中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图49所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0490] 固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量。

[0491] 从图49可知:mPCBBiPDBt-02的甲苯溶液在339nm及282nm处具有吸收峰,在401nm、420nm(激发波长348nm)处具有发光波长峰。另外,从图50可知:mPCBBiPDBt-02的薄膜在344nm及288nm处具有吸收峰,在420nm(激发波长360nm)处具有发光波长峰。

[0492] 接着,利用液相色谱-质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry,简称:LC/MS分析)对通过本实施例得到的mPCBBiPDBt-02进行分析。

[0493] 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)。

[0494] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为 40°C ,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的mPCBBiPDBt-02溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为 $5.0\mu\text{L}$ 。

[0495] 利用靶向 MS^2 法进行来源于mPCBBiPDBt-02的离子的 $m/z=744.26$ 的 MS^2 测量。靶向 MS^2 的设定为:靶离子的质量范围是 $m/z=744.26\pm 2.0$ (isolation window=4);以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量NCE(标准化碰撞能量(Normalized Collision Energy))设定为50而进行测量。图51是所得的MS谱。

[0496] 由图51的结果可知:在碰撞能量为50eV时,mPCBBiPDBt-02由于氢离子的有无、同位素的存在而主要在744附近检测到前体离子,在 $m/z=592$ 附近、486附近、427附近、333附近、319附近、242附近、168附近检测到子离子。图51所示的结果可以说是识别mPCBBiPDBt-02时的重要数据。

[0497] $m/z=592$ 附近的子离子估计为从mPCBBiPDBt-02中一个联苯基脱离的状态的阳离子,这表明mPCBBiPDBt-02包含联苯基。

[0498] $m/z=486$ 附近的子离子估计为从mPCBBiPDBt-02中一个3-(二苯并噻吩-4-基)苯基脱离的状态的阳离子,这表明mPCBBiPDBt-02包含3-(二苯并噻吩-4-基)苯基。

[0499] $m/z=427$ 附近的子离子估计为从mPCBBiPDBt-02中一个4-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)苯基脱离的状态的阳离子,这表明mPCBBiPDBt-02包含4-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)苯基。

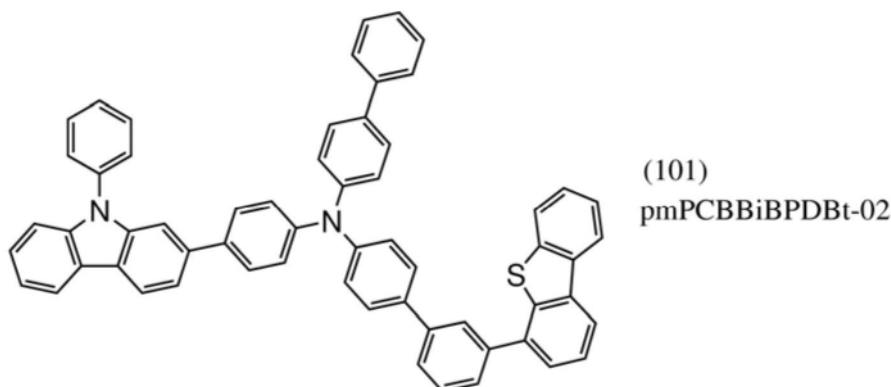
[实施例8]

[0500] <<合成例3>>

在本实施例中,对实施方式1所示的本发明的一个方式的单胺化合物4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)三苯基胺(简称:pmPCBBiBPDBt-

02)的合成方法进行说明。以下示出pmPCBBiBPDBt-02的结构。

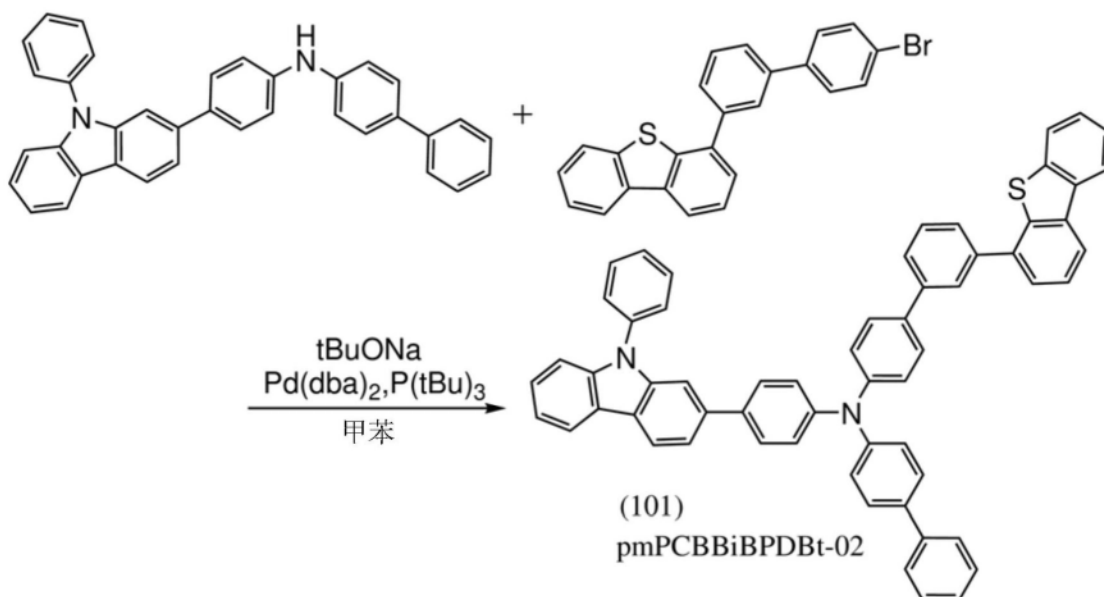
[0501] [化学式55]



[0502] 将N-(4-联苯)-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-2-基)苯基]胺1.6g (3.4mmol)、4-(4'-溴[1,1'-联苯]-3-基)二苯并噻吩1.3g (3.0mmol)以及叔丁醇钠0.88g (9.1mmol)放入200mL的三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0)17mg (30 μ mol),在氮气流下以110 $^{\circ}$ C进行加热搅拌12小时。

[0503] 搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。以下示出本合成例的合成方案。

[0504] [化学式56]



[0505] 通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=2:1)对该固体进行纯化,得到固体。利用甲苯/乙醇使所得到的固体再沉淀,以91%的产率得到黄色固体2.3g。

[0506] 通过梯度升华方法对所得到的固体2.3g进行升华纯化。升华纯化在压力为3.0Pa、氩流量为15mL/min的条件下以385 $^{\circ}$ C加热来进行。升华纯化后,以85%的回收率得到白色固体2.0g。

[0507] 图52A及图52B示出利用核磁共振分光法(1 H-NMR)分析通过本合成例得到的白色固体的结果。注意,图52B是放大图52A中的7ppm至8.5ppm的范围而表示的图表。此外,以下

示出数值数据。由此可知,在本合成例中可以合成pmPCBBiBPDBt-02。

[0508] ^1H NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 300MHz): $\delta=7.17-7.20$ (m, 6H), $7.28-7.47$ (m, 6H), $7.51-7.80$ (m, 2H), $7.99-8.05$ (m, 2H), 8.27 (d, $J_1=7.5\text{Hz}$, 1H), 8.32 (d, $J_1=8.4\text{Hz}$, 1H), $8.39-8.46$ (m, 2H)。

[0509] 接着,图53示出pmPCBBiBPDBt-02的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果,图54示出pmPCBBiBPDBt-02的薄膜的吸收光谱和发射光谱。附图中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图53所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0510] 固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量。

[0511] 如图53所示:pmPCBBiBPDBt-02的甲苯溶液在355nm、298nm及282nm处具有吸收峰,在407nm(激发波长356nm)处具有发光波长峰。另外,从图54可知:pmPCBBiBPDBt-02的薄膜在358nm及289nm处具有吸收峰,在425nm(激发波长360nm)处具有发光波长峰。

[0512] 接着,利用液相色谱-质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry,简称:LC/MS分析)对通过本实施例得到的pmPCBBiBPDBt-02进行分析。

[0513] 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)。

[0514] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为 40°C ,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的pmPCBBiBPDBt-02溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为 $5.0\mu\text{L}$ 。

[0515] 利用靶向 MS^2 法进行来源于pmPCBBiBPDBt-02的离子的 $m/z=820.29$ 的 MS^2 测量。靶向 MS^2 的设定为:靶离子的质量范围是 $m/z=820.29\pm 2.0$ (isolation window=4);以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量NCE(标准化碰撞能量(Normalized Collision Energy))设定为50而进行测量。图55是所得的MS谱。

[0516] 由图55的结果可知:在碰撞能量为 50eV 时,pmPCBBiBPDBt-02由于氢离子的有无、同位素的存在,主要在820附近检测出前体离子,在 $m/z=668$ 附近、503附近、486附近、408附近、333附近、243附近、168附近检测出子离子。图55所示的结果可以说是识别pmPCBBiBPDBt-02时的重要数据。

[0517] $m/z=668$ 附近的子离子估计为pmPCBBiBPDBt-02中的一个联苯基为脱离状态的阳离子,这表明pmPCBBiBPDBt-02包含联苯基。

[0518] $m/z=503$ 附近的子离子估计为pmPCBBiBPDBt-02中的一个4-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)苯基为脱离状态的阳离子,这表明pmPCBBiBPDBt-02包含4-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)苯基。

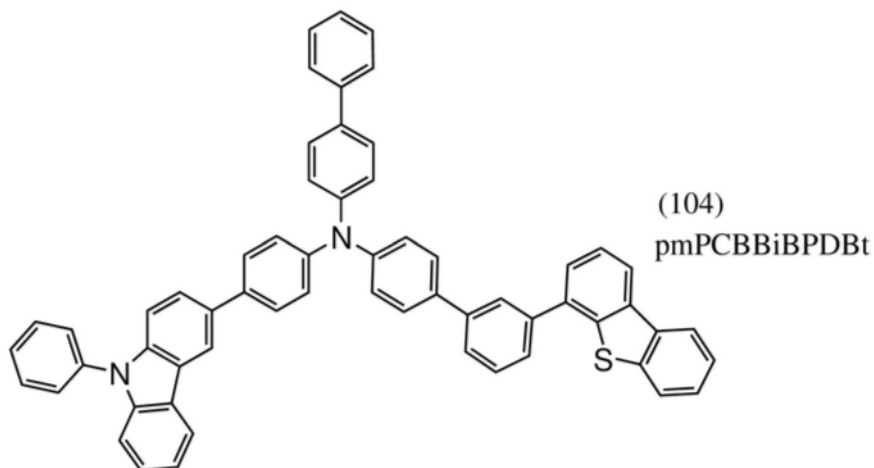
[0519] $m/z=486$ 附近的子离子估计为pmPCBBiBPDBt-02中的一个4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基为脱离状态的阳离子,这表明pmPCBBiBPDBt-02包含4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基。

[实施例9]

[0520] <<合成例4>>

在本实施例中,对实施方式1所示的本发明的一个方式的单胺化合物4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:pmPCBBiBPDBt)的合成方法进行说明。以下示出pmPCBBiBPDBt的结构。

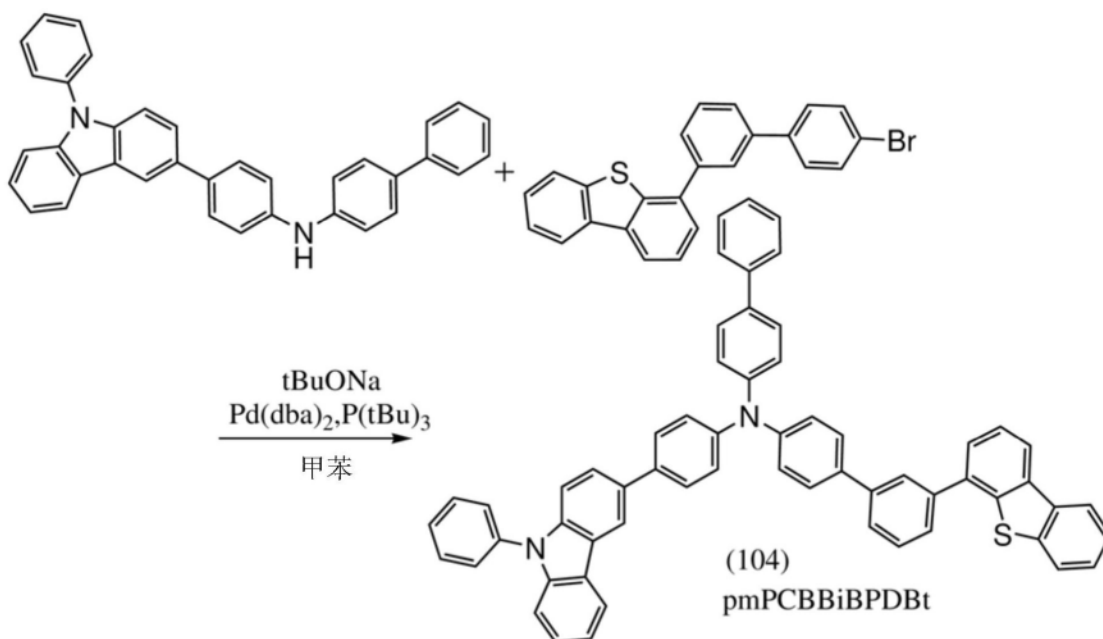
[0521] [化学式57]



[0522] 将N-联苯-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]胺1.6g(3.4mmol)、4-[3-(4-溴苯基)苯基]二苯并噻吩1.3g(3.0mmol)以及叔丁醇钠0.88g(9.1mmol)放入200mL的三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0)17mg(30 μ mol),在氮气流下以120 $^{\circ}$ C进行加热搅拌7.5小时。

[0523] 搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。以下示出本合成例的合成方案。

[0524] [化学式58]



[0525] 通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:先为己烷:甲苯=2:1,后为己烷:甲苯=3:2)对该固体进行纯化,得到固体。利用甲苯/乙酸乙酯使所得到的固体重结晶,以86%的产率得到

白色固体2.2g。

[0526] 通过梯度升华方法对所得到的固体2.0g进行升华纯化。升华纯化在压力为3.2Pa、氩流量为15mL/min的条件下以380℃加热来进行。升华纯化后,以85%的回收率得到淡黄色固体1.7g。

[0527] 图56A及图56B示出利用核磁共振分光法(¹H-NMR)分析通过本合成例得到的白色固体的结果。注意,图56B是放大图56A中的7ppm至9ppm的范围而表示的图表。此外,以下示出数值数据。由此可知,在本合成例中可以合成pmPCBBiBPDBt。

[0528] ¹H NMR (DMSO-d₆, 300MHz): δ = 7.20-7.48 (m, 13H), 7.51-7.59 (m, 3H), 7.63-7.81 (m, 18H), 8.00-8.05 (m, 2H), 8.35 (d, J1 = 7.5Hz, 1H), 8.40-8.46 (m, 2H), 8.59 (d, J1 = 1.5Hz, 1H) .

[0529] 接着,图57示出pmPCBBiBPDBt的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果。图58示出pmPCBBiBPDBt的薄膜的吸收光谱和发射光谱。附图中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图57所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0530] 固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量。

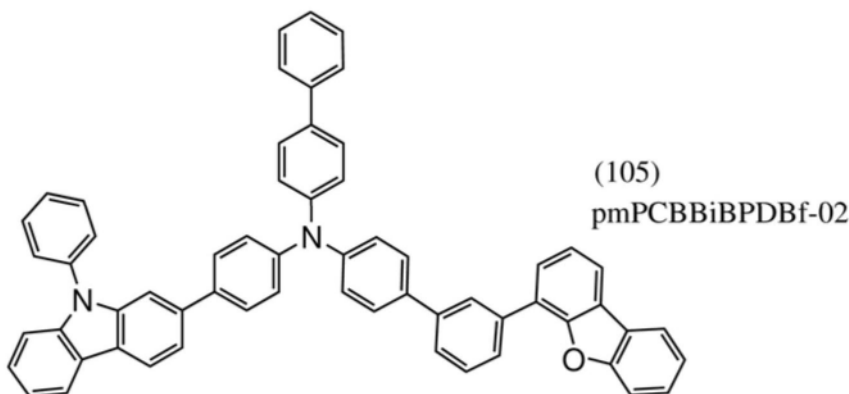
[0531] 如图57所示:pmPCBBiBPDBt的甲苯溶液在349nm及282nm处具有吸收峰,在404nm(激发波长354nm)处具有发光波长峰。另外,从图58可知:pmPCBBiBPDBt的薄膜在351nm及285nm处具有吸收峰,在425nm(激发波长370nm)处具有发光波长峰。

[实施例10]

[0532] <<合成例5>>

在本实施例中,对实施方式1所示的本发明的一个方式的单胺化合物4-[3-(二苯并咪唑-4-基)苯基]-4'-苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)三苯基胺(简称:pmPCBBiBPDBf-02)的合成方法进行说明。以下示出pmPCBBiBPDBf-02的结构。

[0533] [化学式59]

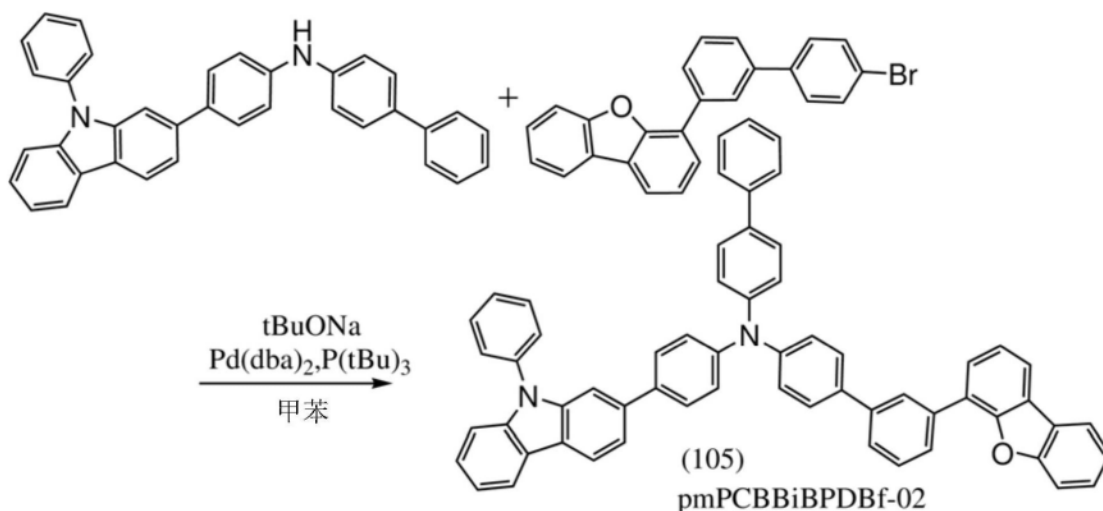


[0534] 将N-联苯-[4-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)苯基]胺1.7g(3.4mmol)、4-[3-(4-溴苯基)苯基]二苯并咪唑1.2g(3.1mmol)以及叔丁醇钠0.90g(9.3mmol)放入200mL的三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)磷的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱

气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 18mg (31 μ mol), 在氮气流下以120 $^{\circ}$ C进行加热搅拌7小时。

[0535] 搅拌后, 对该混合物添加甲苯, 通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤, 得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。以下示出本合成例的合成方案。

[0536] [化学式60]



[0537] 通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=2:1)对该固体进行纯化, 得到固体。利用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固体再沉淀, 以87%的产率得到白色固体2.2g。

[0538] 通过梯度升华方法对所得到的固体2.1g进行升华纯化。升华纯化在压力为3.3Pa、氩流量为15mL/min的条件下以370 $^{\circ}$ C加热来进行。升华纯化后, 以87%的回收率得到白色固体1.9g。

[0539] 图59A及图59B示出利用核磁共振分光法(1 H-NMR)分析通过本合成例得到的白色固体的结果。注意, 图59B是放大图59A中的7ppm至8.5ppm的范围而表示的图表。此外, 以下示出数值数据。由此可知, 在本合成例中可以合成pmPCBBiBPDBf-02。

[0540] 1 H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz): δ =7.18-7.22 (m, 6H), 7.28-7.82 (m, 28H), 7.88 (d, J_1 =7.5Hz, 1H), 8.14-8.28 (m, 4H), 8.32 (d, J_1 =8.4Hz, 1H) .

[0541] 接着, 图60示出pmPCBBiBPDBf-02的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果。图61示出pmPCBBiBPDBf-02的薄膜的吸收光谱和发射光谱。附图中, 横轴表示波长, 纵轴表示吸光度及发光强度, 细实线表示吸收光谱, 粗实线表示发射光谱。图60所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0542] 固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量, 示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外, 薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量。

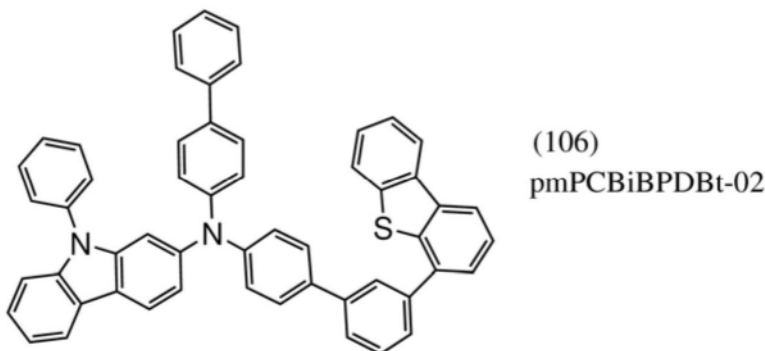
[0543] 如图60所示: pmPCBBiBPDBf-02的甲苯溶液在354nm及282nm处具有吸收峰, 在407nm及423nm(激发波长360nm)处具有发光波长峰。另外, 从图61可知: pmPCBBiBPDBf-02的薄膜在358nm、293nm及255nm处具有吸收峰, 在424nm及440nm(激发波长370nm)处具有发光波长峰。

[实施例11]

[0544] <<合成例6>>

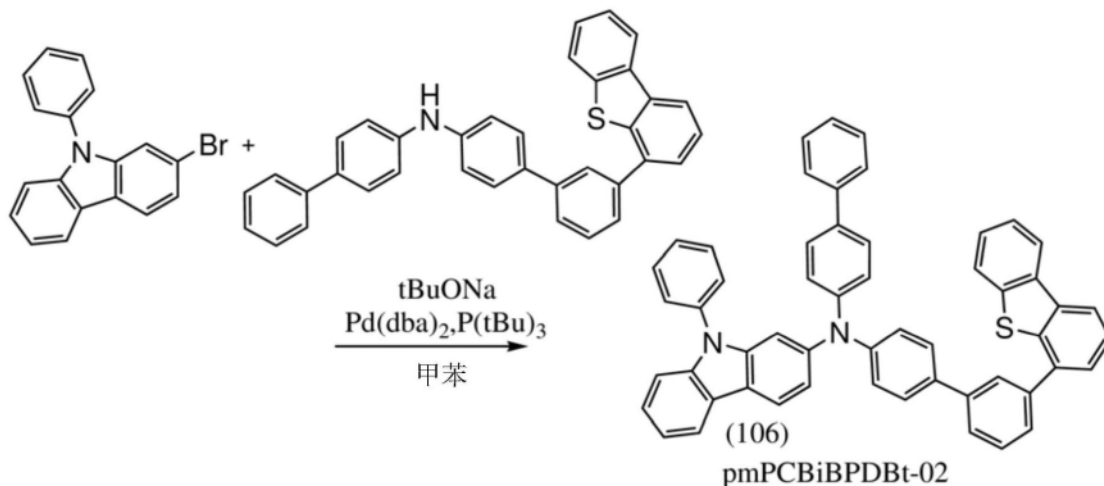
在本实施例中,对实施方式1所示的本发明的一个方式的单胺化合物N-联苯-4-基-N-[3-(二苯并噻吩-4-基)联苯-4-基]-9-苯基-9H-咪唑-2-胺(简称:pmPCBiBPDBt-02)的合成方法进行说明。以下示出pmPCBiBPDBt-02的结构。

[0545] [化学式61]



[0546] 将4-苯基-4'-[3-(二苯并噻吩-2-基)苯基]二苯基胺1.9g (3.7mmol)、2-溴-9-苯基-9H-咪唑1.1g (3.4mmol)以及叔丁醇钠1.1g (11mmol)放入200mL的三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0)19mg (34 μ mol),在氮气流下以120 $^{\circ}$ C进行加热搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩滤液而得到固体。以下示出本合成例的合成方案。

[0547] [化学式62]



[0548] 通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=2:1)对该固体进行纯化,得到固体。利用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固体再沉淀,以85%的产率得到白色固体2.1g。

[0549] 通过梯度升华方法对所得到的固体2.1g进行升华纯化。升华纯化在压力为3.4Pa、氩流量为15mL/min的条件下以345 $^{\circ}$ C加热来进行。升华纯化后,以88%的回收率得到淡黄色固体1.9g。

[0550] 图62A及图62B示出利用核磁共振分光法(1 H-NMR)分析通过本合成例得到的白色固体的结果。注意,图62B是放大图62A中的7ppm至8.5ppm的范围而表示的图表。此外,以下

示出数值数据。由此可知,在本合成例中可以合成pmPCBiBPDBt-02。

[0551] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz) : δ = 7.05-7.10 (m, 2H) , 7.17 (d, J_1 = 8.1Hz, 4H) , 7.26-7.46 (m, 7H) , 7.51-7.78 (m, 17H) , 7.99-8.04 (m, 2H) , 8.18-8.24 (m, 2H) , 8.39-8.45 (m, 2H) .

[0552] 接着,图63示出pmPCBiBPDBt-02的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果。图64示出pmPCBiBPDBt-02的薄膜的吸收光谱和发射光谱。附图中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图63所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0553] 固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920)测量。

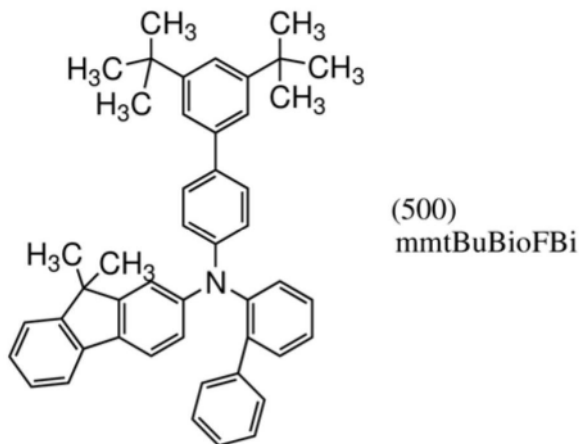
[0554] 如图63所示:pmPCBiBPDBt-02的甲苯溶液在357nm及283nm处具有吸收峰,在405nm(激发波长363nm)处具有发光波长峰。另外,从图64可知:pmPCBiBPDBt-02的薄膜在362nm、292nm及270nm处具有吸收峰,在423nm(激发波长363nm)处具有发光波长峰。

[实施例12]

[0555] <<合成例7>>

在本合成例中,对实施方式1所示的本发明的一个方式的有机化合物N-(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)的合成方法进行说明。以下示出mmtBuBioFBi的结构。

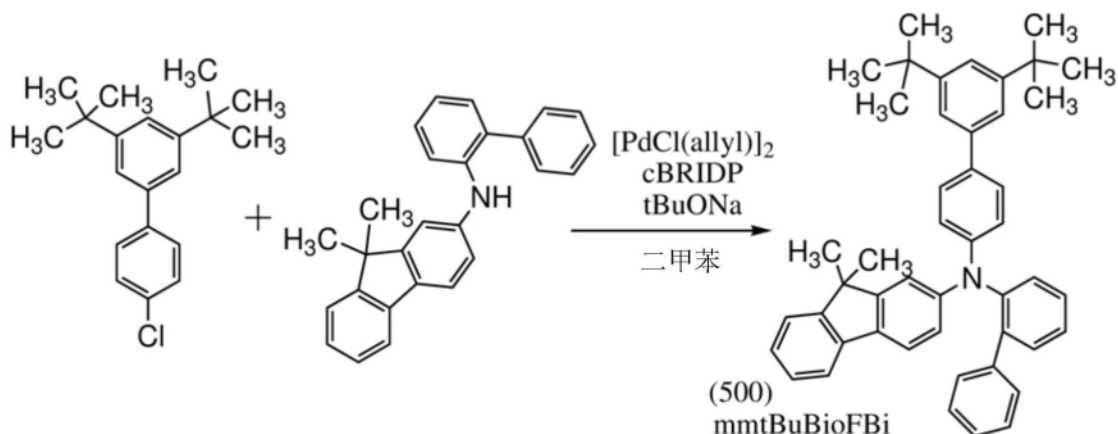
[0556] [化学式63]



[0557] 将4-氯-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯2.22g (7.4mmol)、2-(2-联苯基)氨-9,9-二甲基芴2.94g (8.1mmol)、叔丁醇钠2.34g (24.4mmol)、二甲苯37mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对该烧瓶内进行氮气置换。对该混合物加入二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙)膦(简称:cBRIDP(注册商标))107.6mg (0.31mmol)、氯化烯丙基钡二聚物28.1mg (0.077mmol)。以100℃加热该混合物约4小时。然后,使烧瓶的温度回到70℃左右,添加4mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的溶液进行纯化。浓缩所得到的溶液,加入乙醇再次浓缩,反复该步骤三次,对乙醇悬浮液进行再结晶。冷却到-10℃左右之后过滤析出物,在130℃左右下对所得到的固体进行减压干

干燥,以45%的产率得到目的物的白色固体2.07g。以下示出本合成例的合成方案。

[0558] [化学式64]



[0559] 另外,图65A及图65B示出利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)分析通过本合成例得到的白色固体的结果。注意,图65B是放大图65A中的6.5ppm至8ppm的范围而表示的图表。此外,以下示出数值数据。由此可知,在本合成例中可以合成mmtBuBioFBI。

[0560] $^1\text{H NMR}$ (CDCl_3 , 500MHz): $\delta=1.29$ (s, 6H), 1.38 (s, 18H), 6.76 (dd, $J_1=8.0\text{Hz}$, $J_2=2.0\text{Hz}$, 1H), 6.87 (d, $J=2.5\text{Hz}$, 1H), 7.00-7.08 (m, 5H), 7.18-7.23 (m, 3H), 7.27-7.43 (m, 12H), 7.55 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 1H)。

[0561] 接着,利用梯度升华方法对所得到的固体2.0g进行升华纯化。在压力为3.77Pa且氩流量为15.0mL/min的条件下,以225 $^\circ\text{C}$ 进行加热来进行升华纯化。在升华纯化之后,以95%的回收率得到白色固体1.9g。

[0562] 接着,图66示出mmtBuBioFBI的甲苯溶液的吸收光谱和发射光谱的测量结果。附图中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图66所示的吸光度表示从将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0563] 甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造,FP-8600)测量。

[0564] 如图66所示:mmtBuBioFBI的甲苯溶液在344nm处具有吸收峰,在397nm(激发波长344nm)处具有发光波长峰。

[0565] 利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量mmtBuBioFBI的折射率。在测量中,使用通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度将各层的材料形成在石英衬底上而得的膜。

[0566] 从该结果可知,mmtBuBioFBI是一种折射率低的材料,其在整个蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率在1.50以上且1.75以下的范围内,633nm处的寻常光折射率在1.45以上且1.70以下的范围内。

[0567] 接着,测量mmtBuBioFBI的 T_g 。利用示差扫描量热测量装置(PerkinElmer Japan Co.,Ltd.制造的PYRIS1DSC)将粉末放在铝单元上测量 T_g 。其结果,mmtBuBioFBI的 T_g 为100 $^\circ\text{C}$ 。

[符号说明]

[0568] 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、120:空穴传输区域、400:衬底、401:阳极、403:EL层、404:阴极、405:密封材料、406:密封材料、407:密封衬底、412:焊盘、420:IC芯片、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FET、612:电流控制FET、613:阳极、614:绝缘物、616:EL层、617:阴极、618:发光器件、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:阳极、1024R:阳极、1024G:阳极、1024B:阳极、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、2001:外壳、2002:光源、2100:机器人、2110:运算装置、2101:照度传感器、2102:麦克风、2103:上部照相机、2104:扬声器、2105:显示器、2106:下部照相机、2107:障碍物传感器、2108:移动机构、3001:照明装置、5000:外壳、5001:显示部、5002:显示部、5003:扬声器、5004:LED灯、5006:连接端子、5007:传感器、5008:麦克风、5012:支撑部、5013:耳机、5100:扫地机器人、5101:显示器、5102:照相机、5103:刷子、5104:操作按钮、5150:便携式信息终端、5151:外壳、5152:显示区域、5153:弯曲部、5120:垃圾、5200:显示区域、5201:显示区域、5202:显示区域、5203:显示区域、7101:外壳、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:外壳、7203:显示部、7204:键盘、7205:外部连接端口、7206:指向装置、7210:显示部、7401:外壳、7402:显示部、7403:操作按钮、7404:外部连接端口、7405:扬声器、7406:麦克风、9310:便携式信息终端、9311:显示面板、9313:铰链、9315:外壳

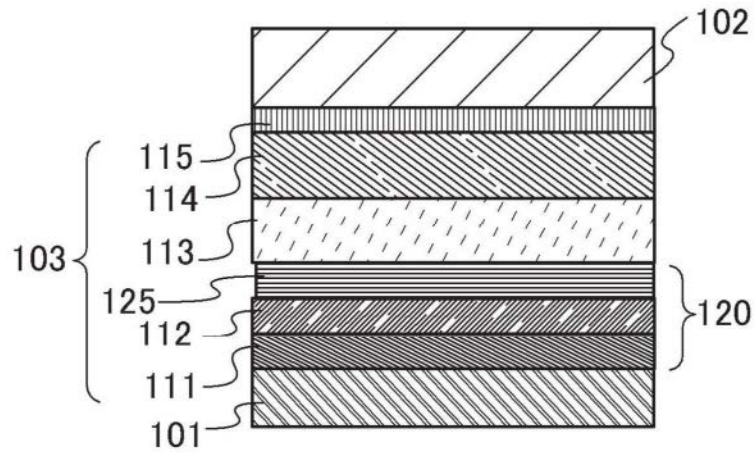


图1A

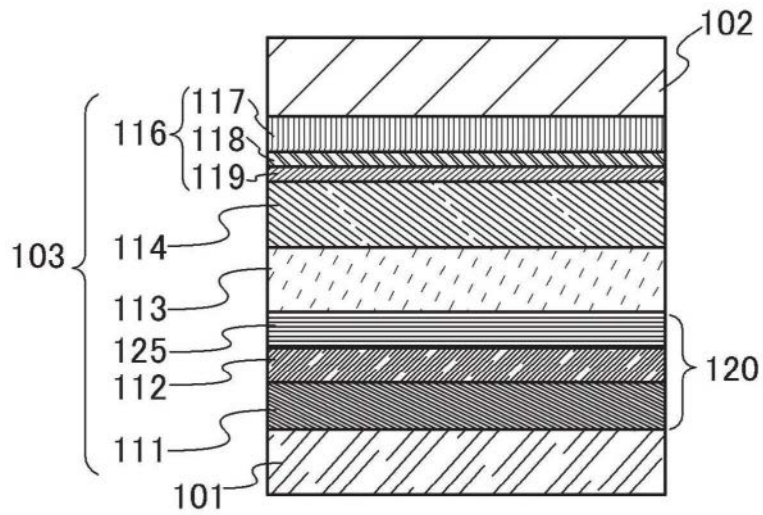


图1B

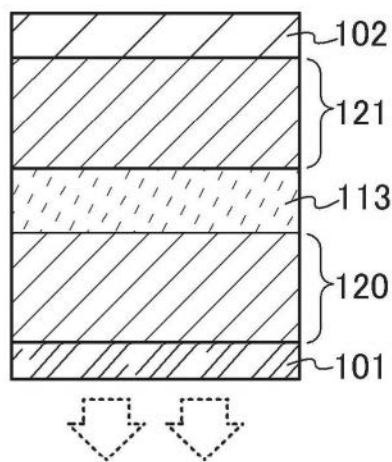


图1C

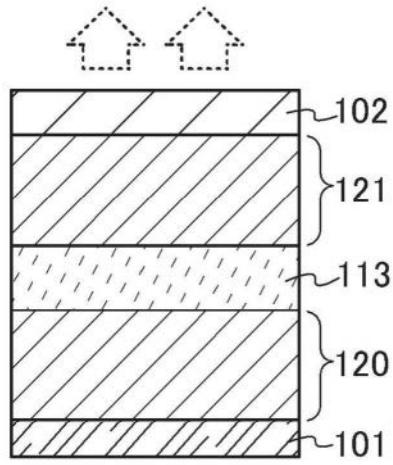
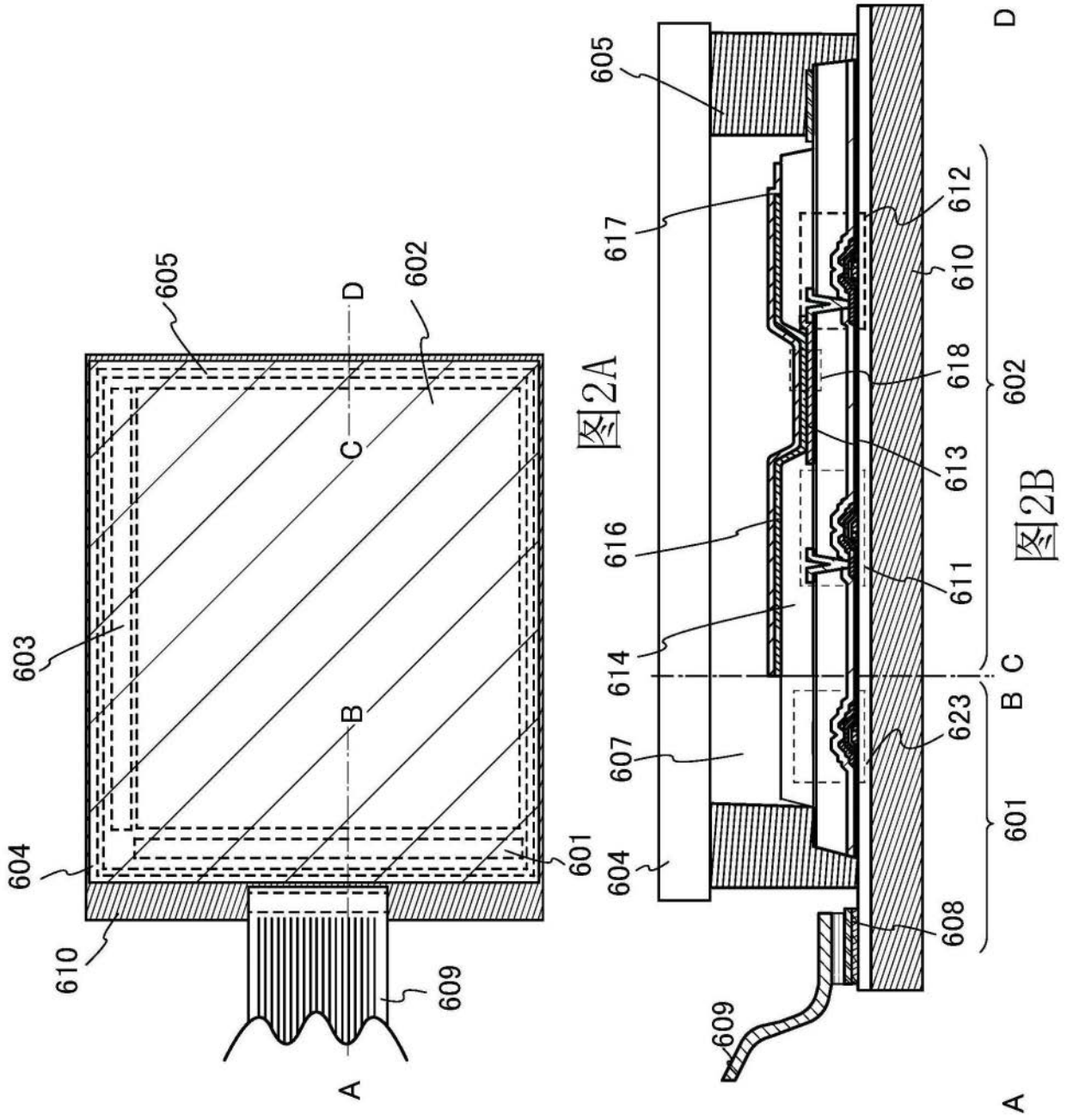


图1D



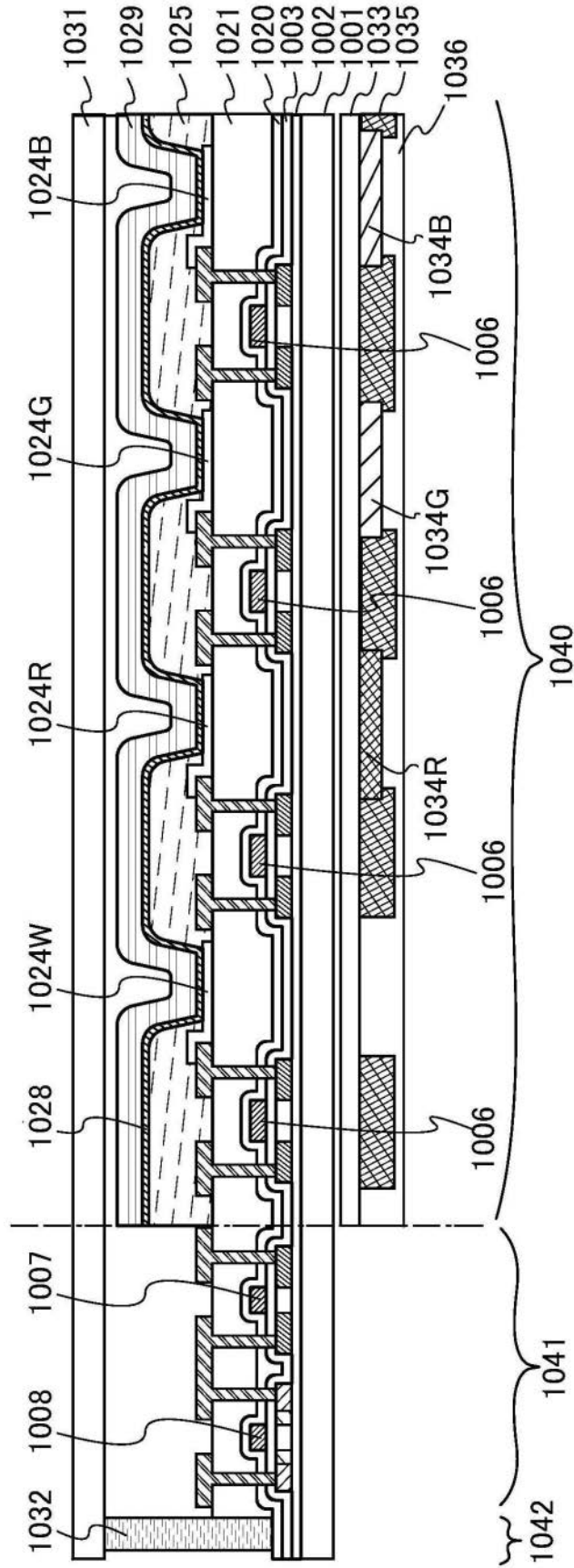


图3A

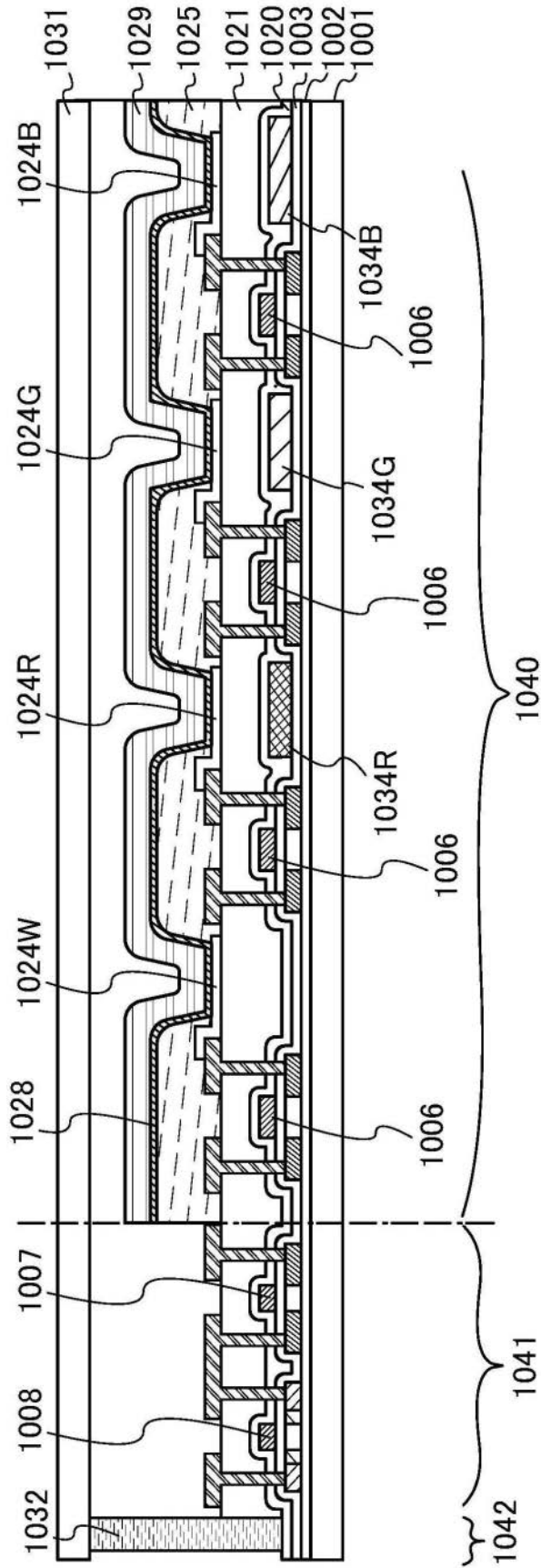


图3B

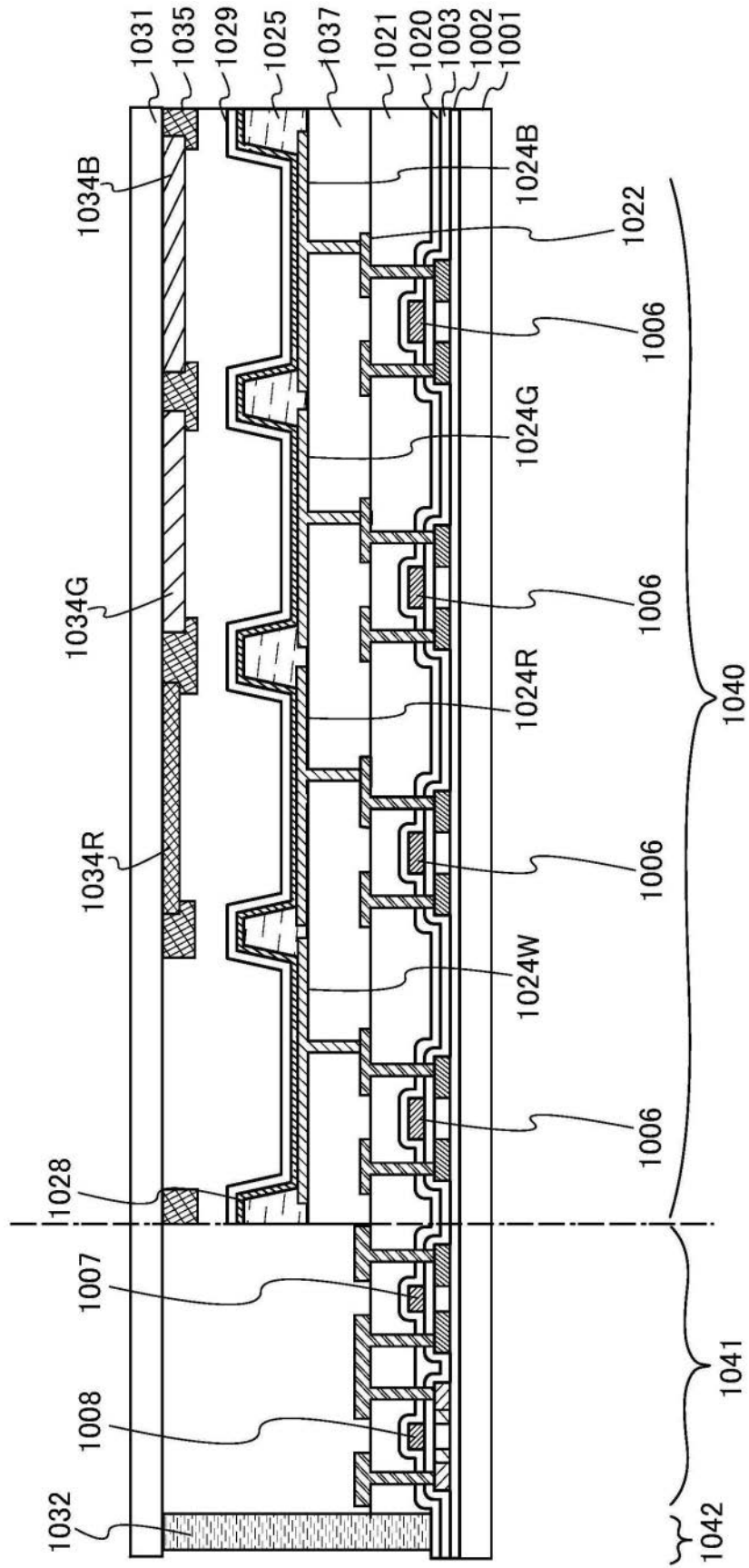


图4

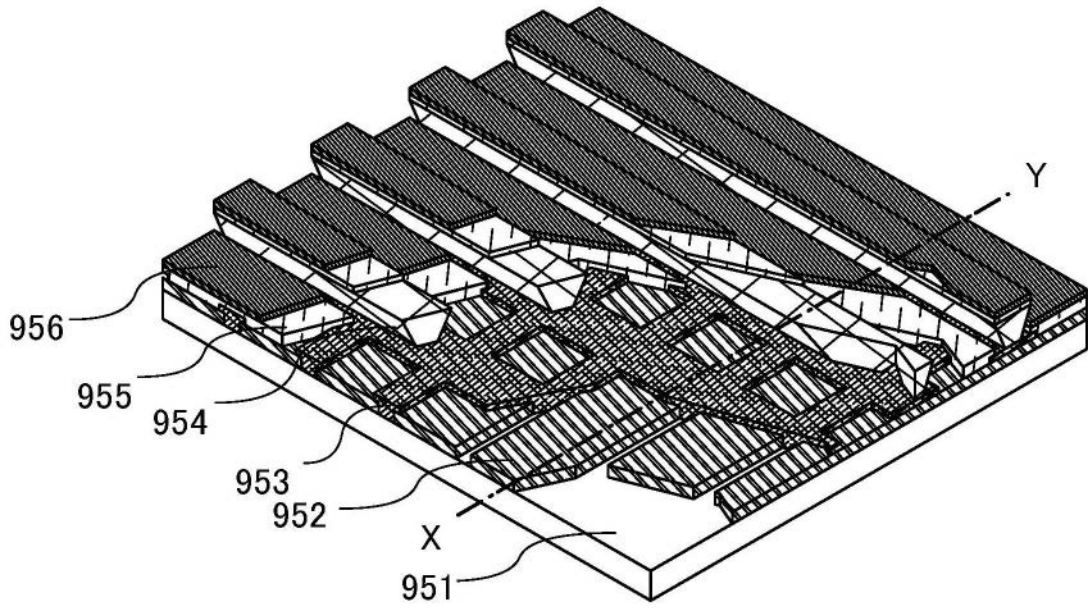


图5A

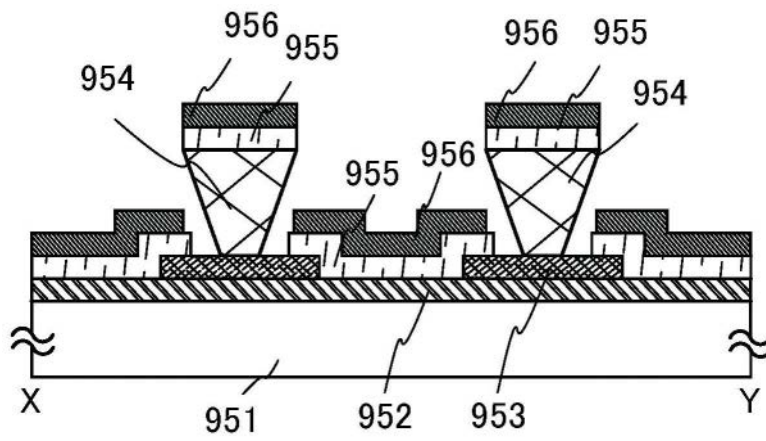


图5B

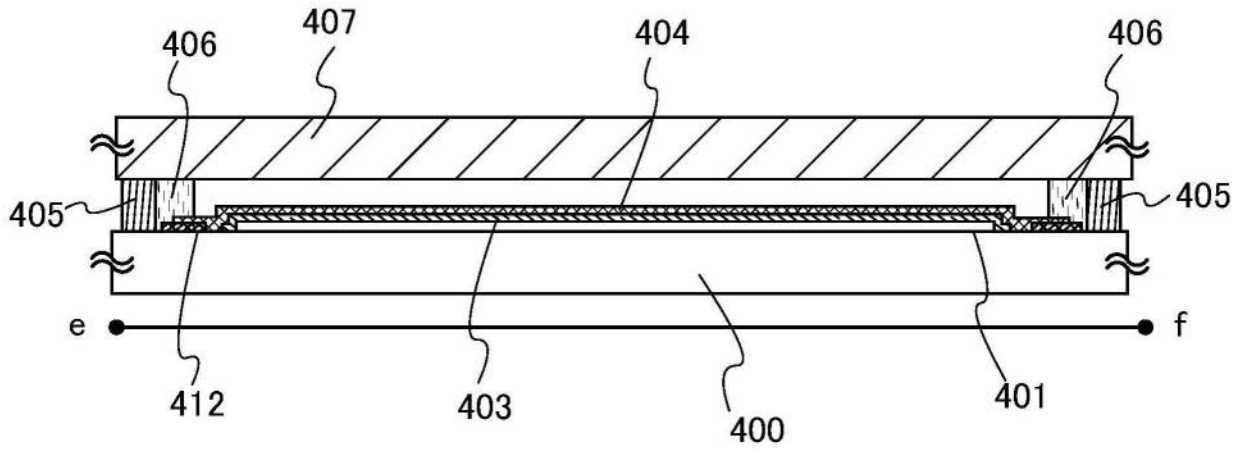


图6A

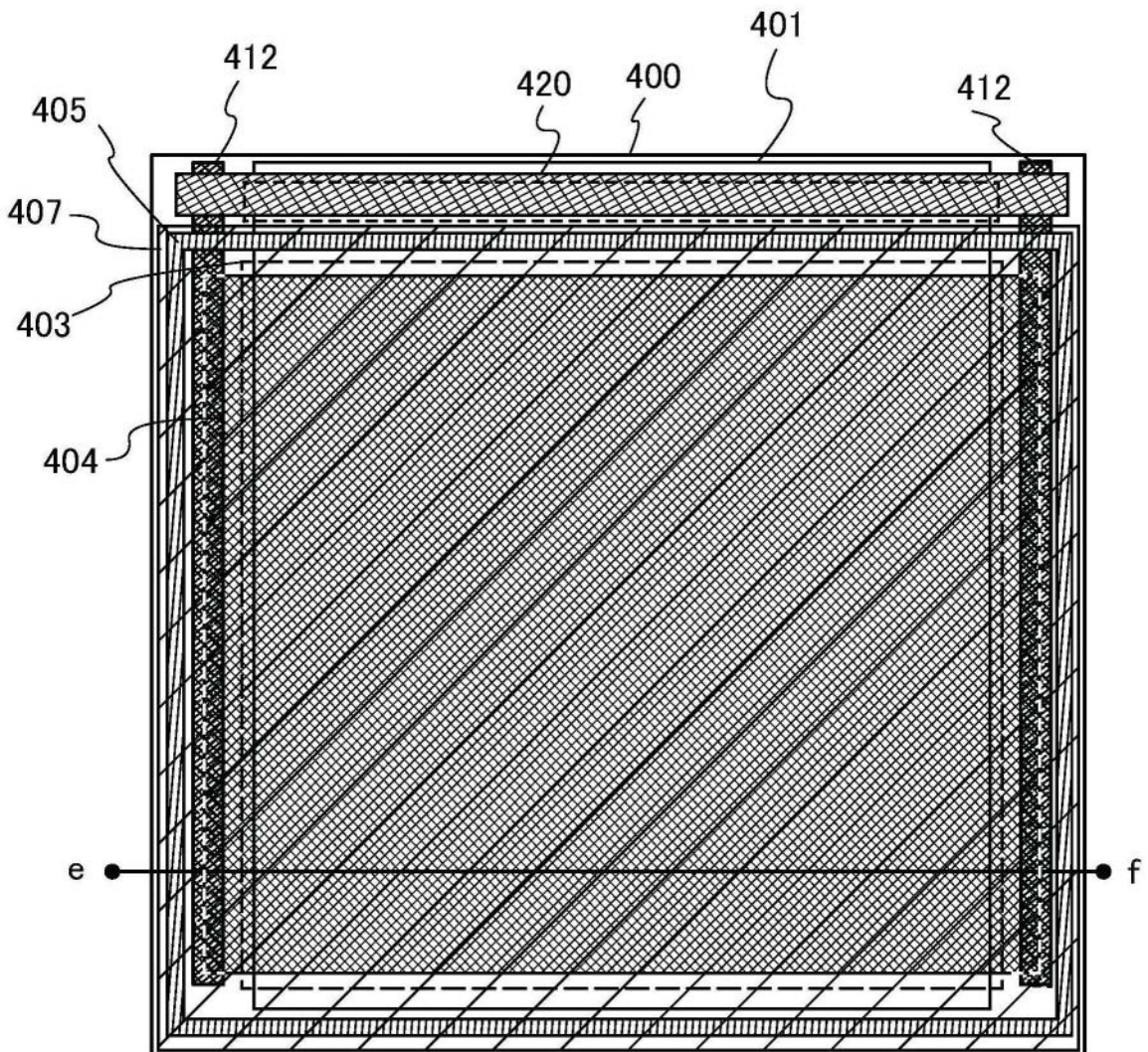


图6B

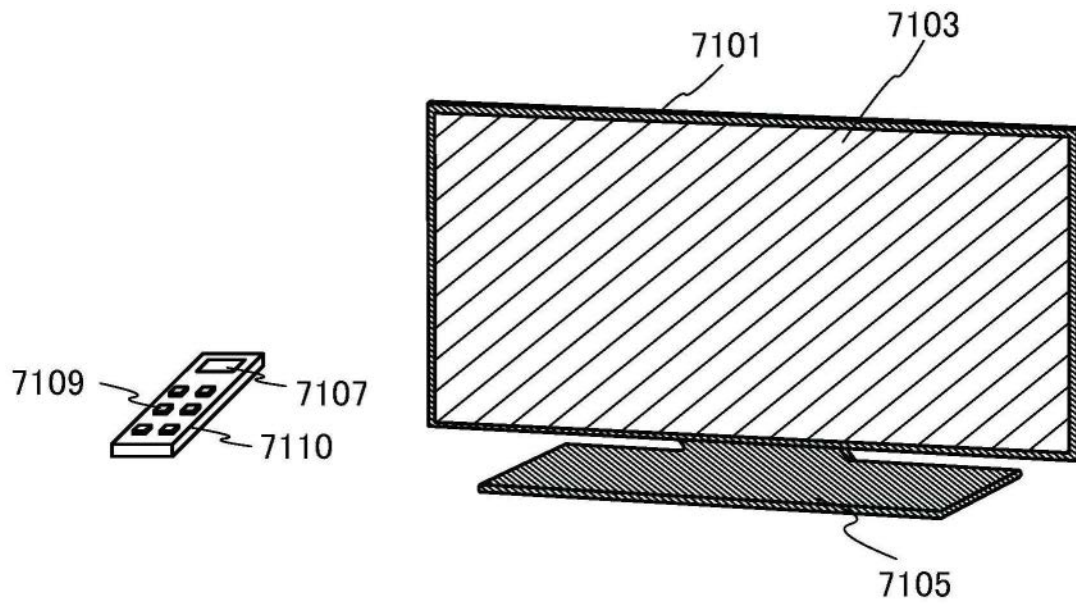


图7A

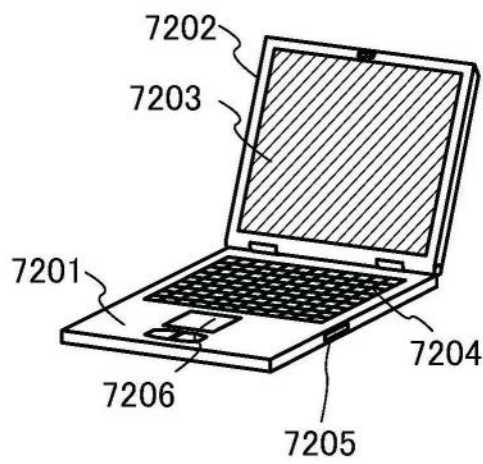


图7B1

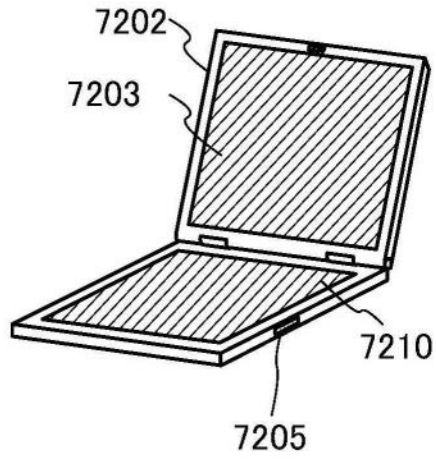


图7B2

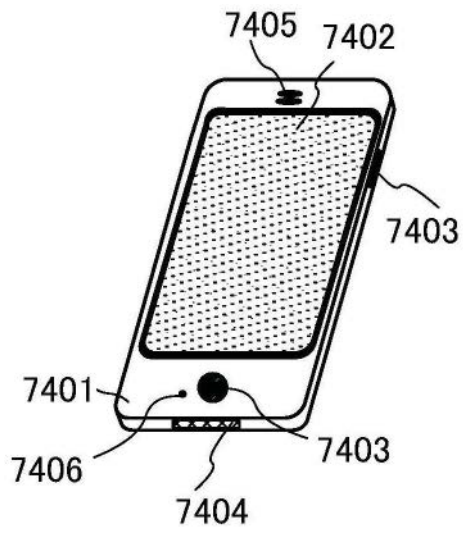


图7C

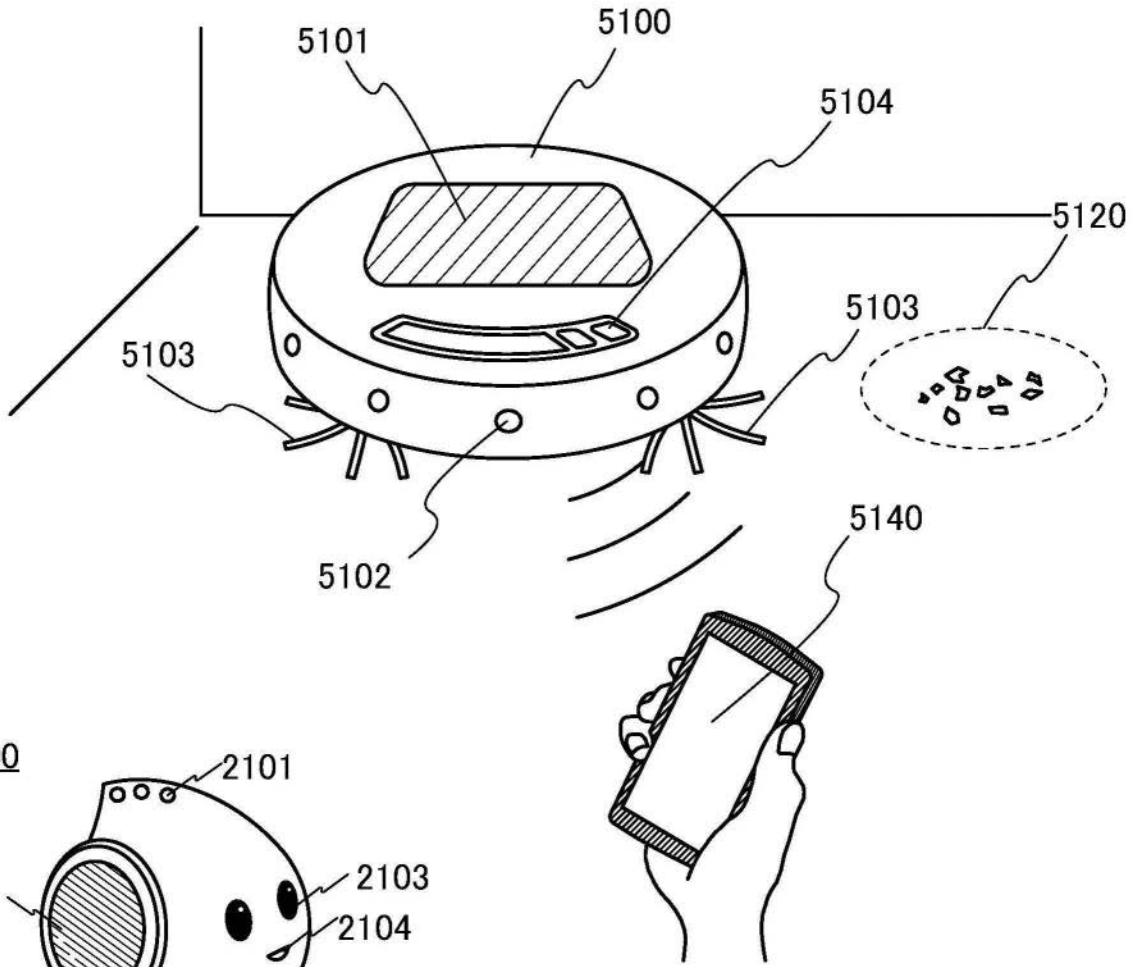


图8A

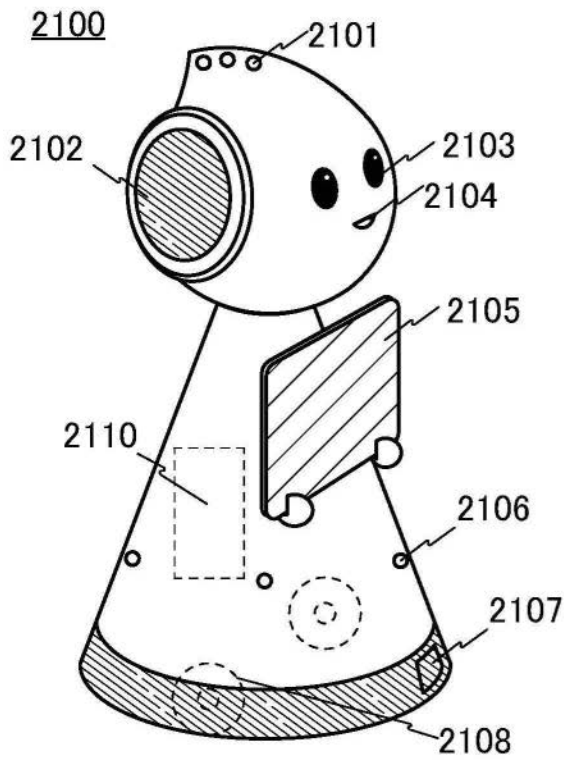


图8B

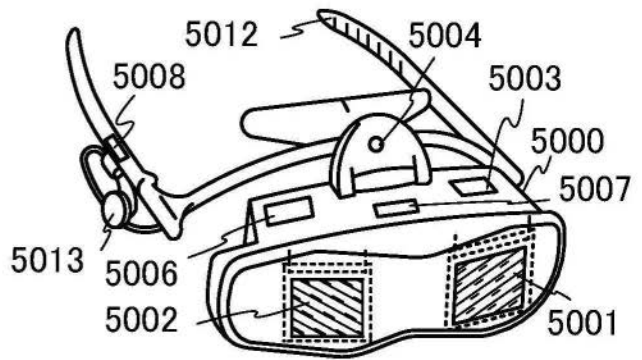


图8C

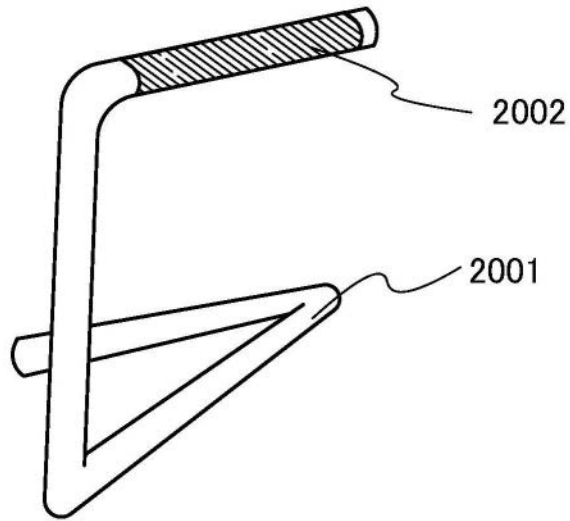


图9

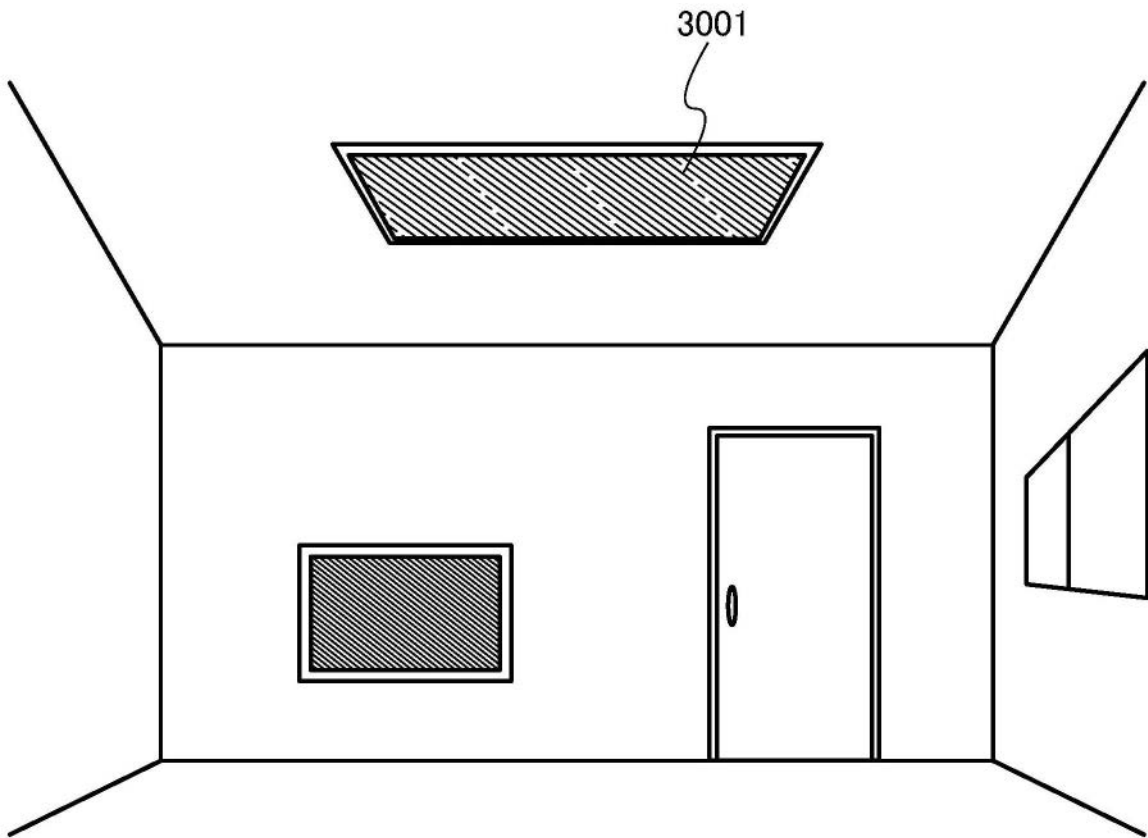


图10

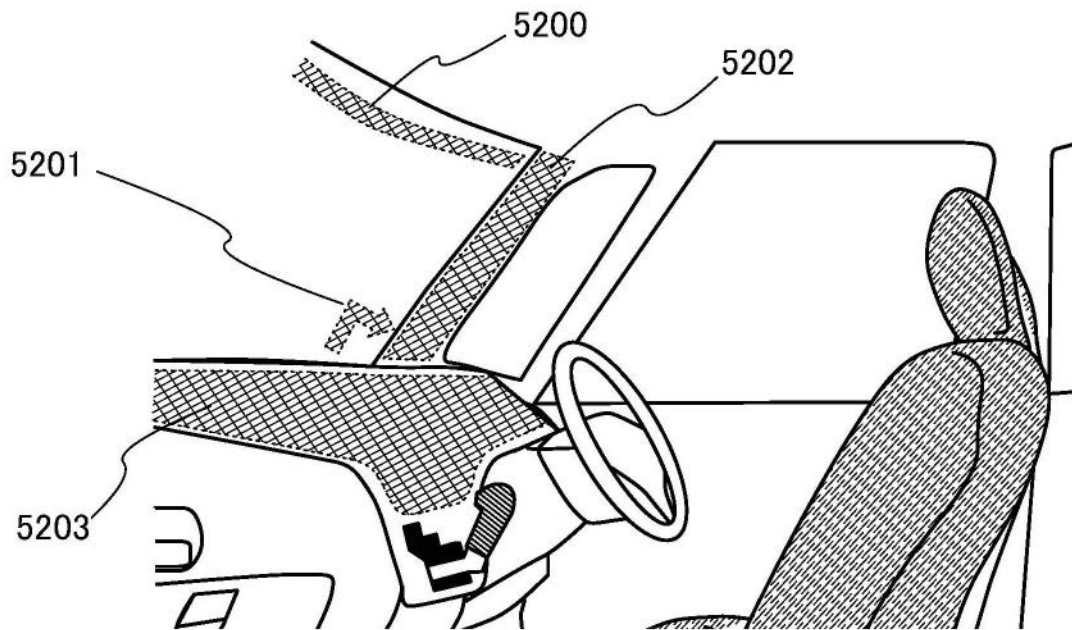


图11

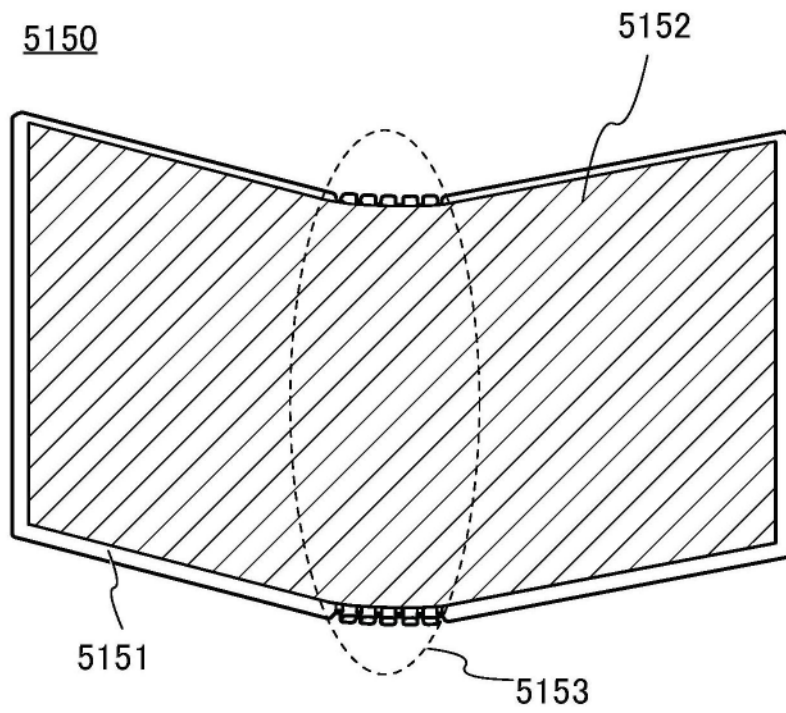


图12A

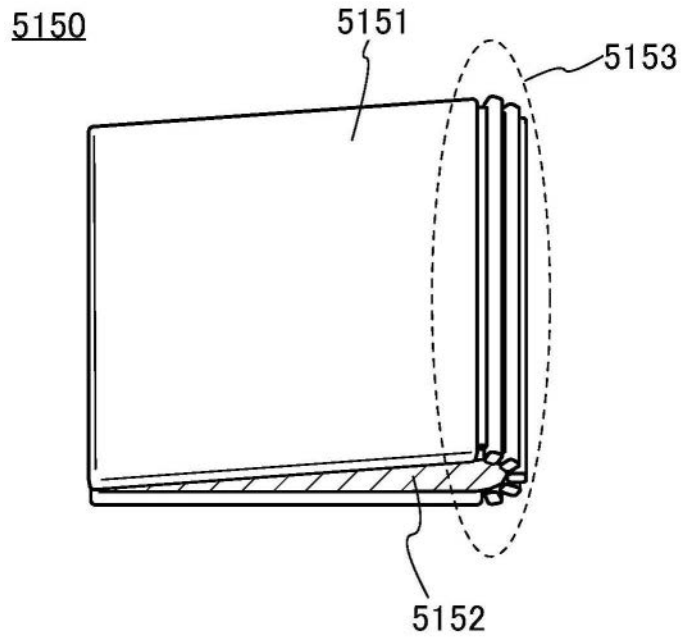


图12B

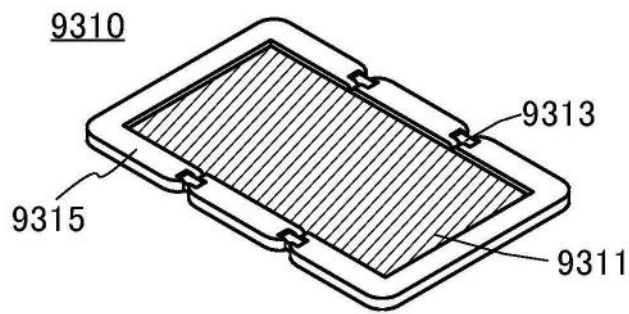


图13A

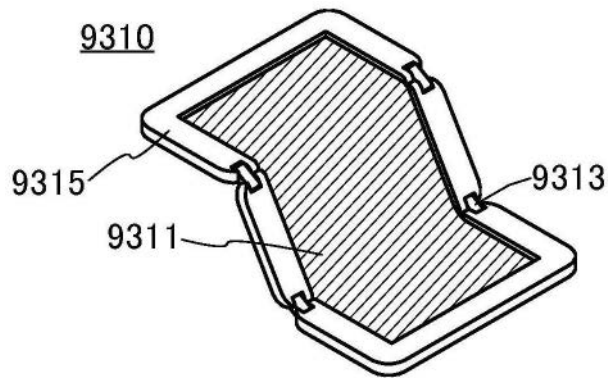


图13B

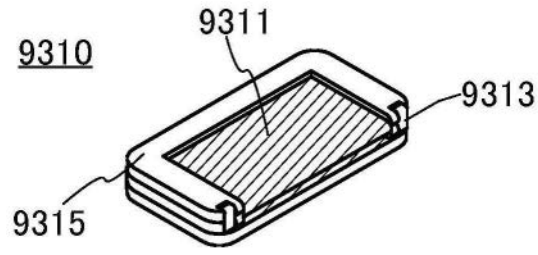


图13C

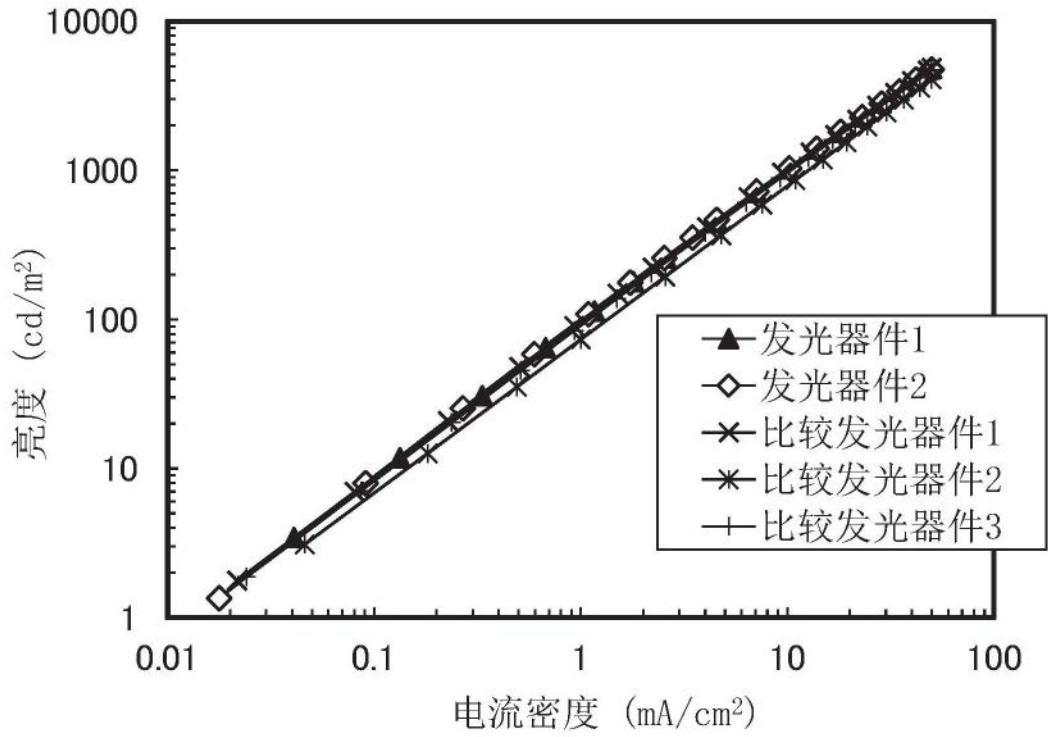


图14

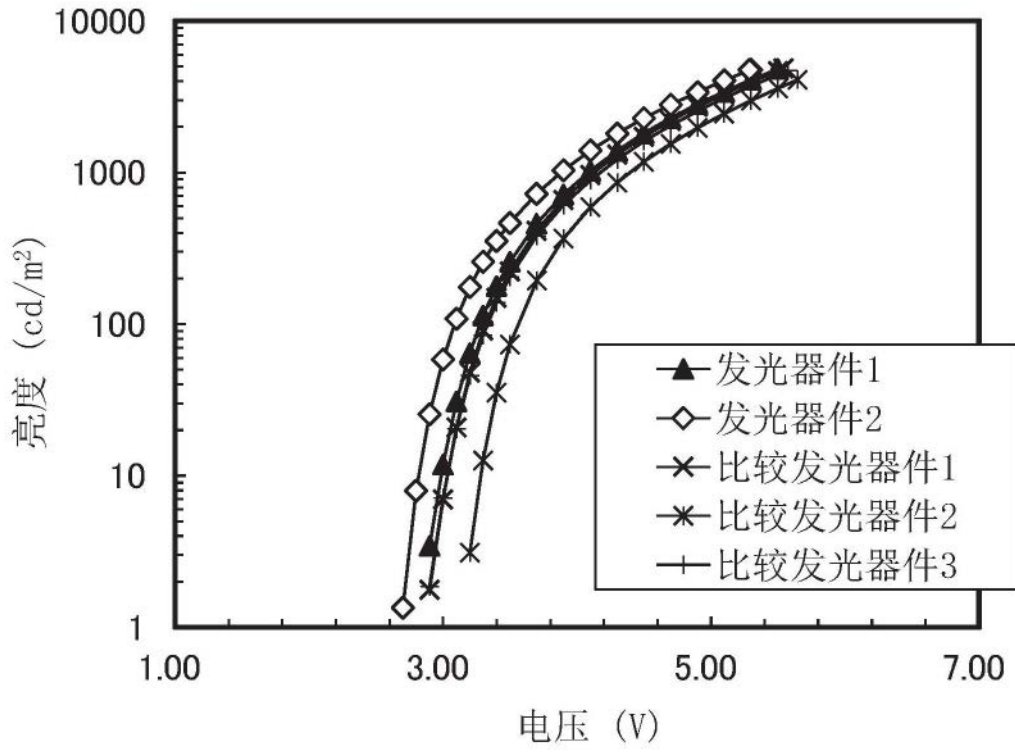


图15

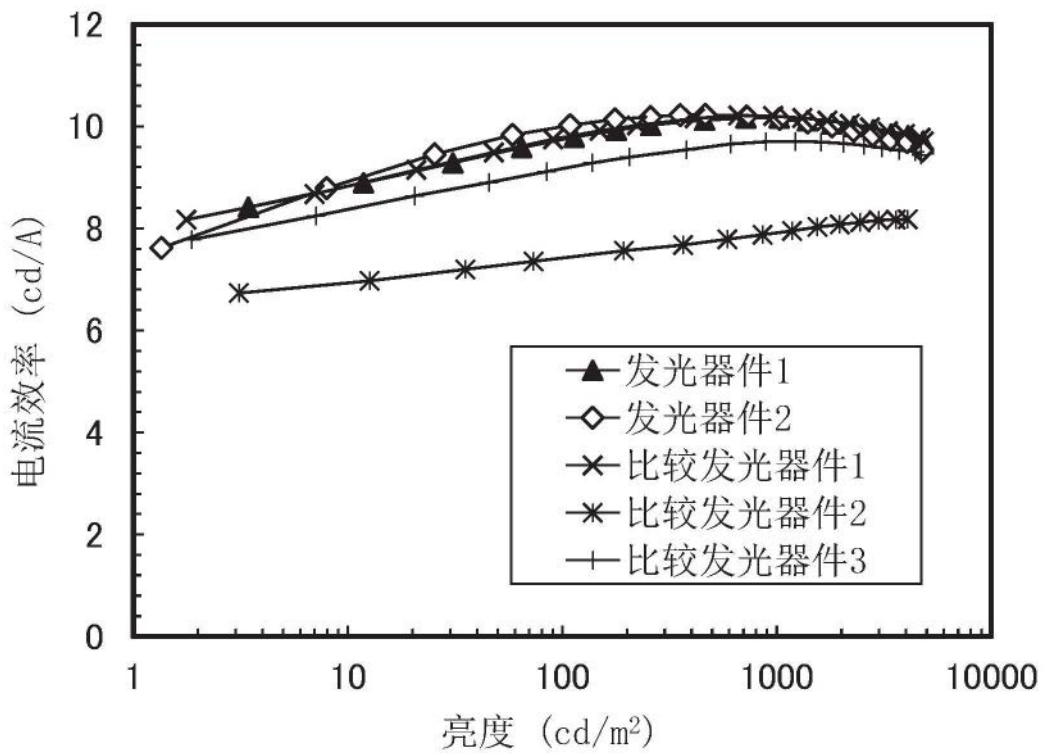


图16

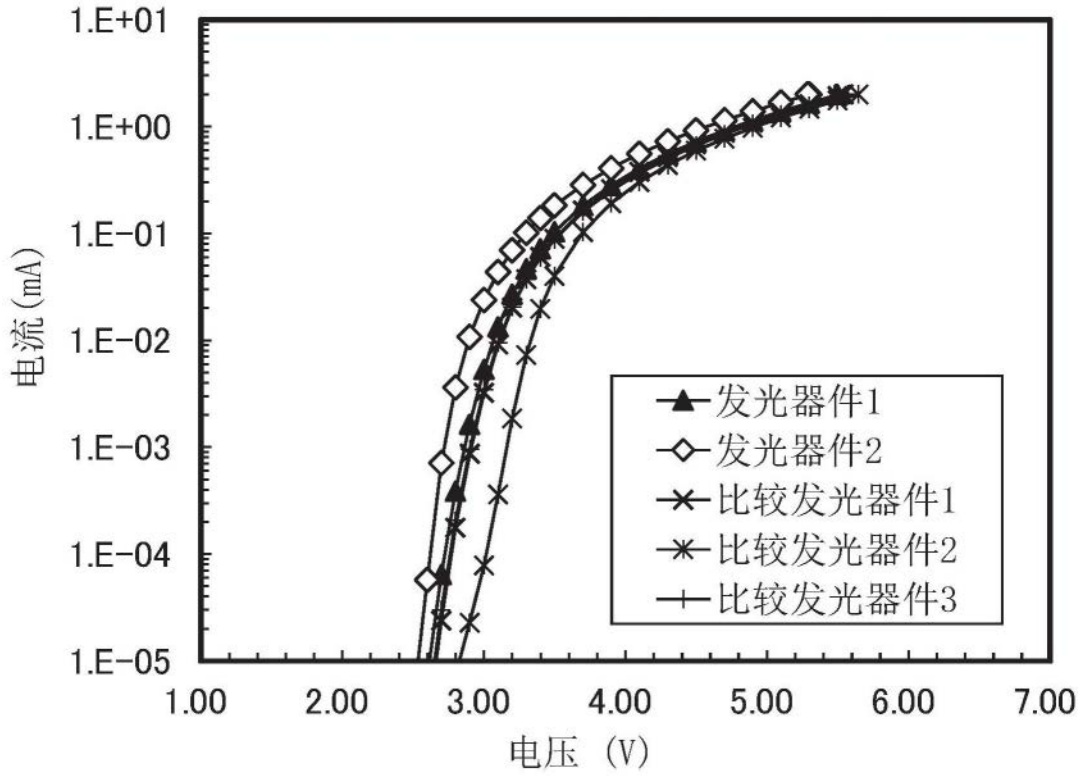


图17

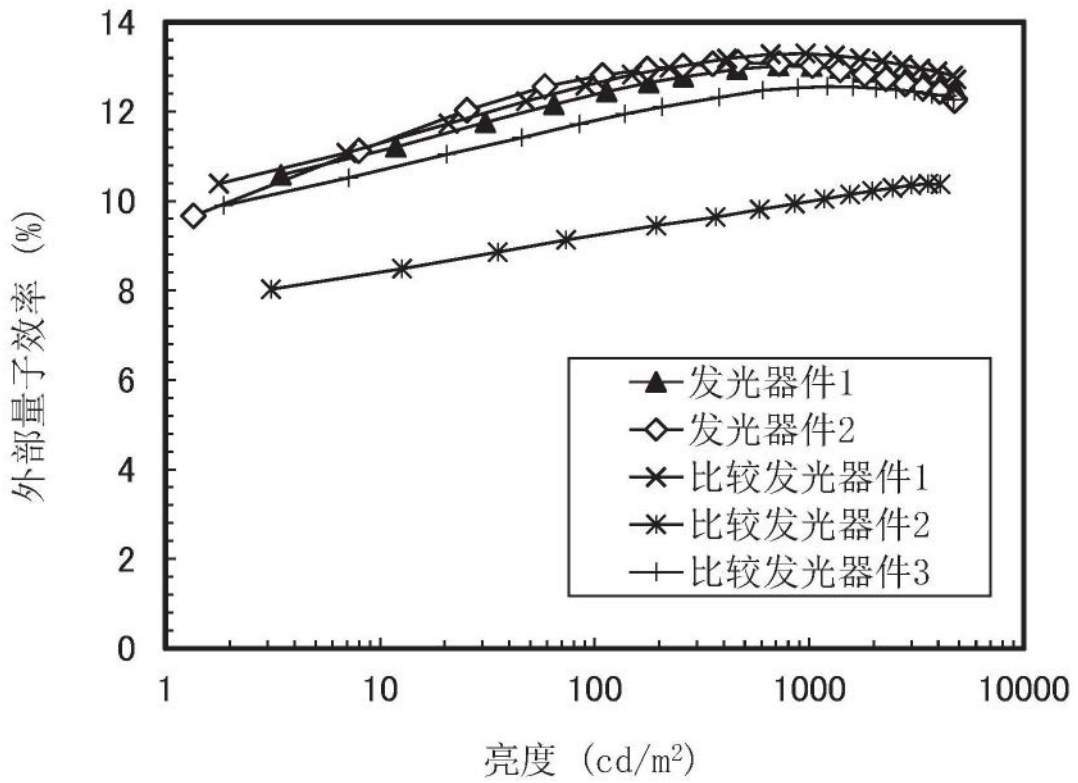


图18

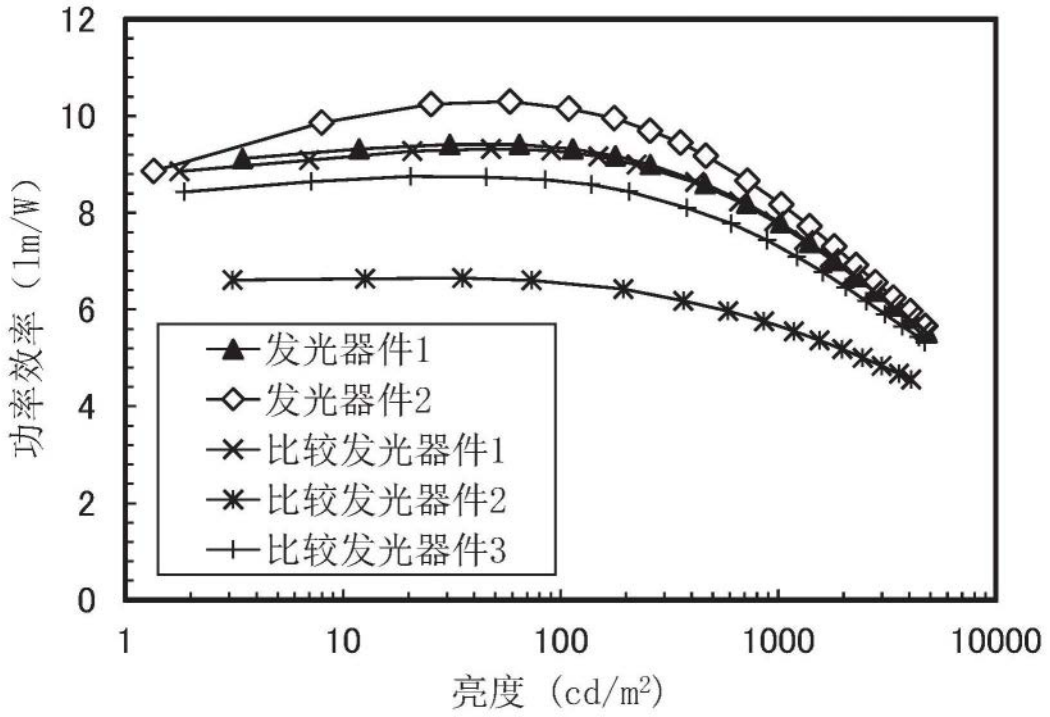


图19

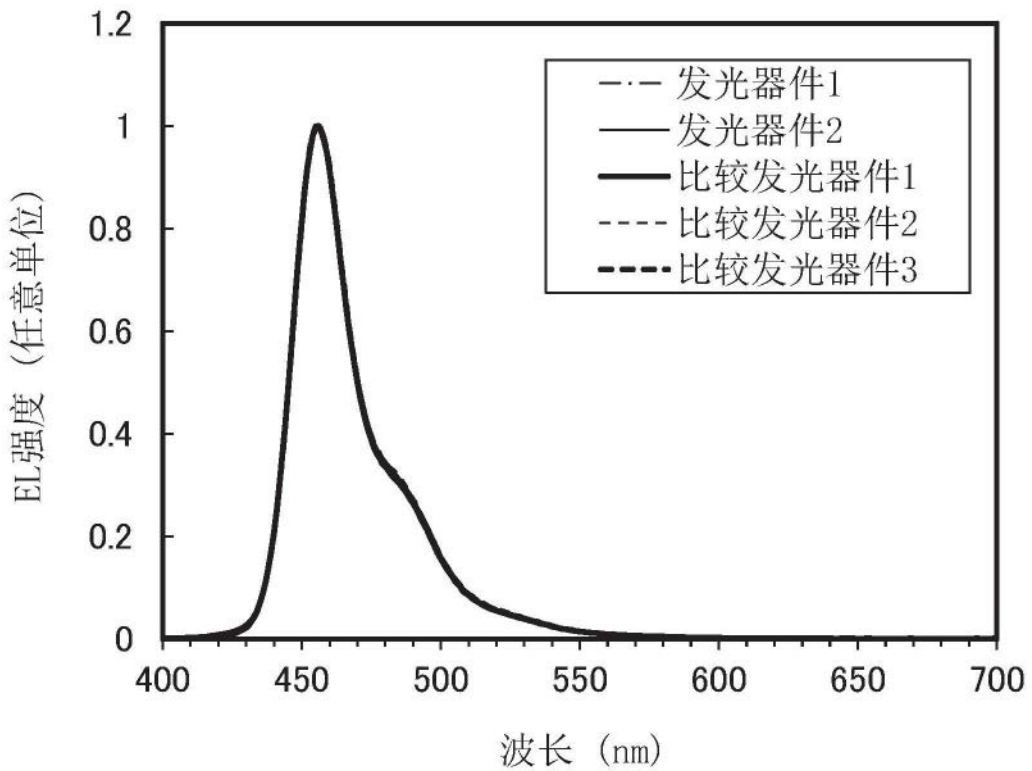


图20

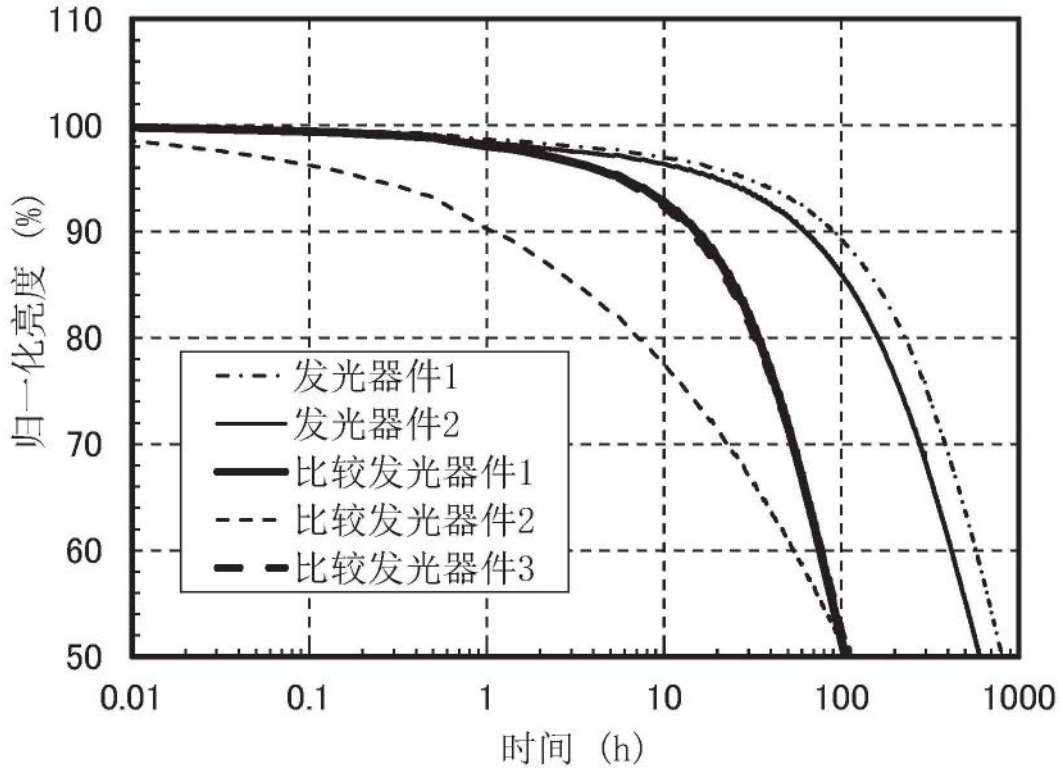


图21

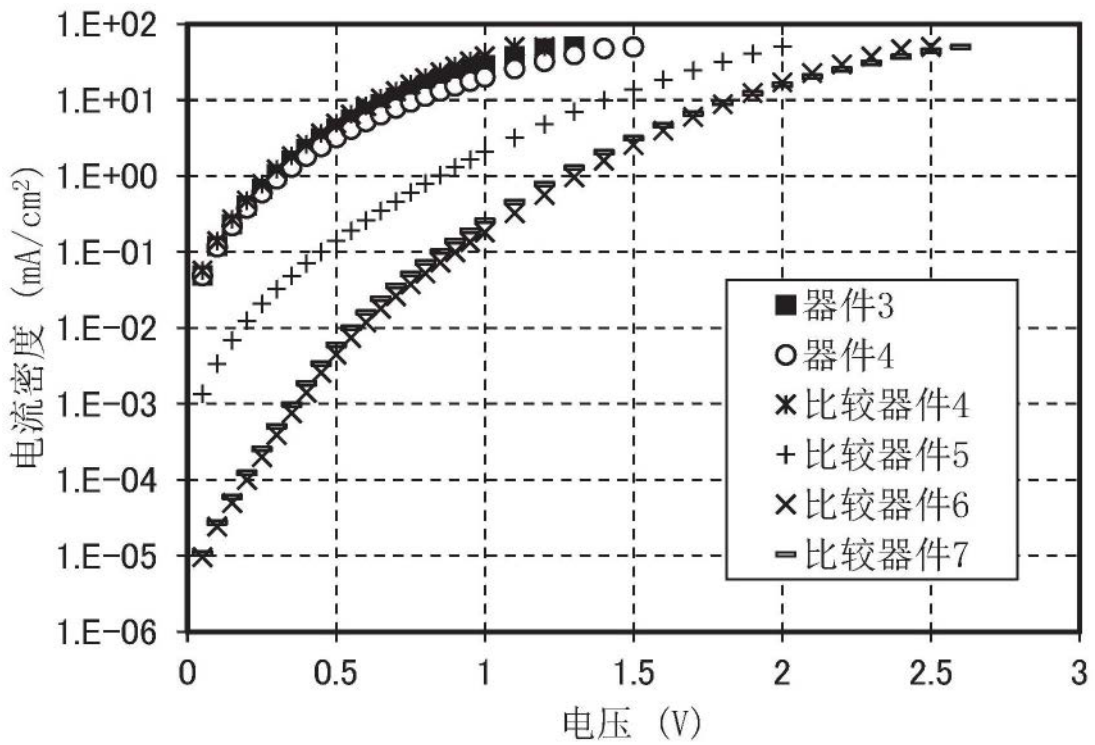


图22

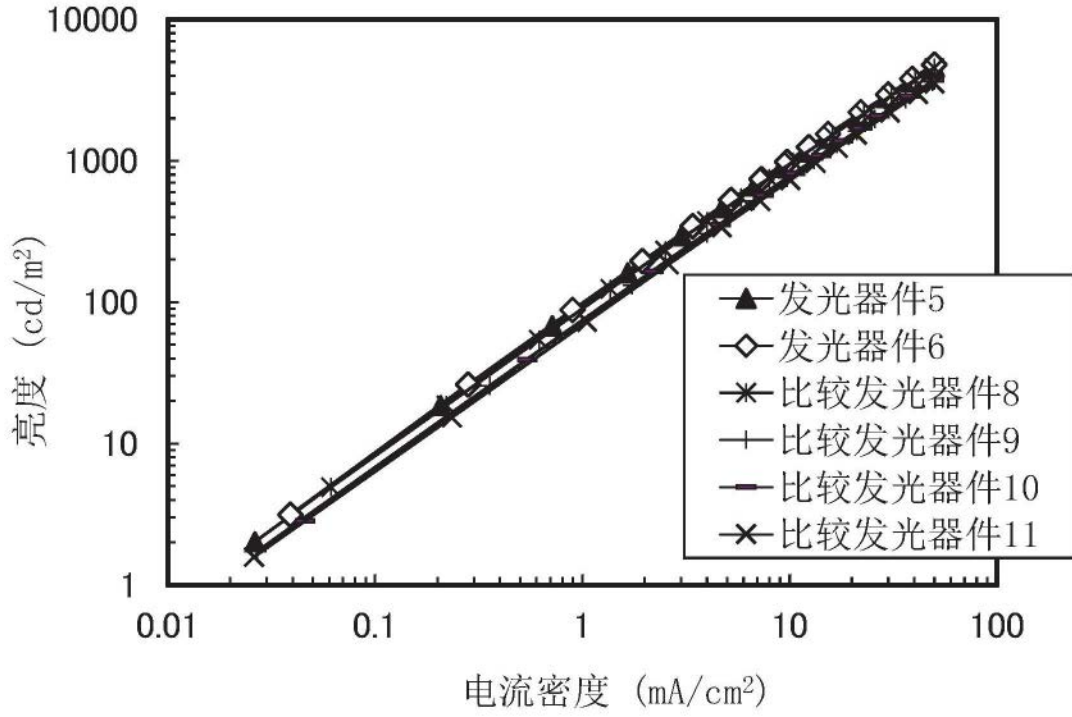


图23

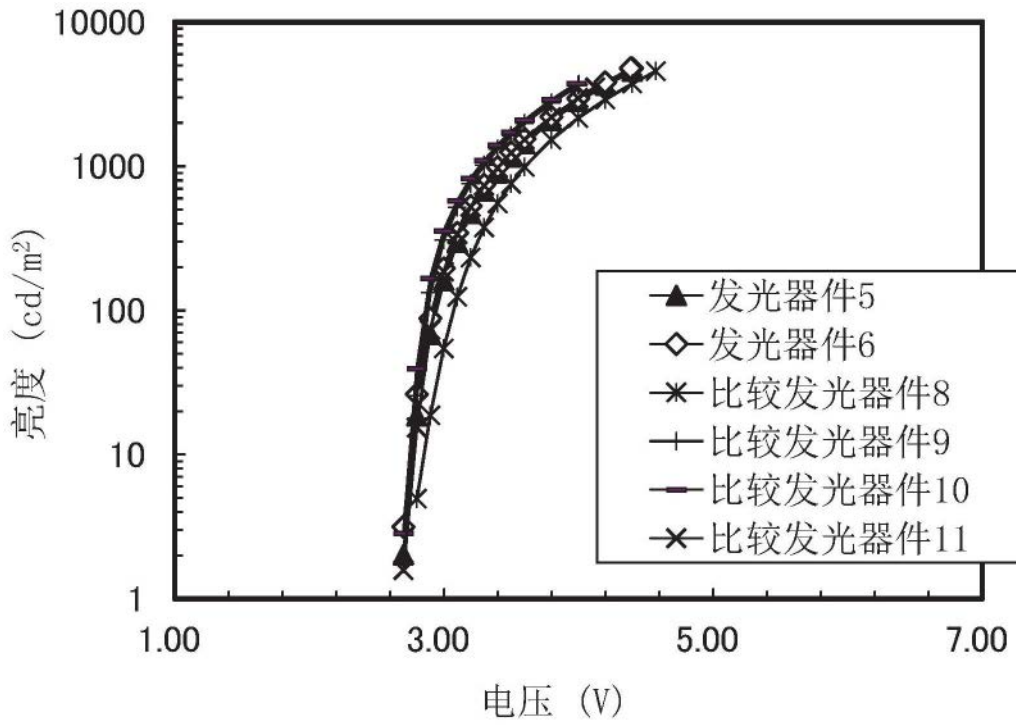


图24

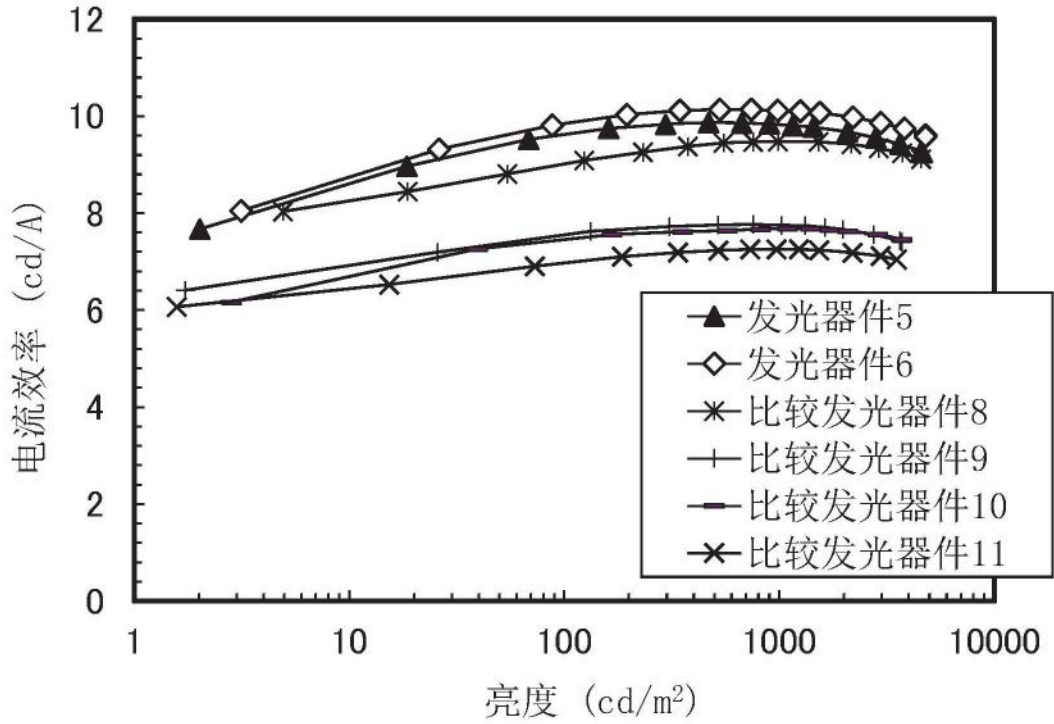


图25

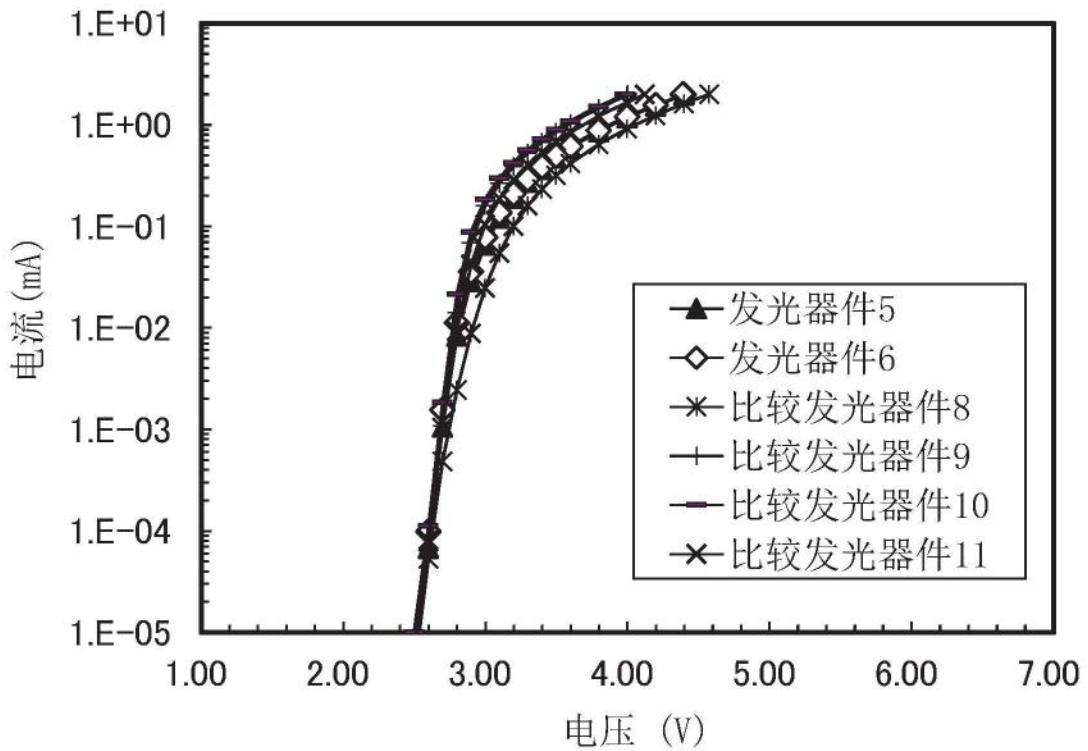


图26

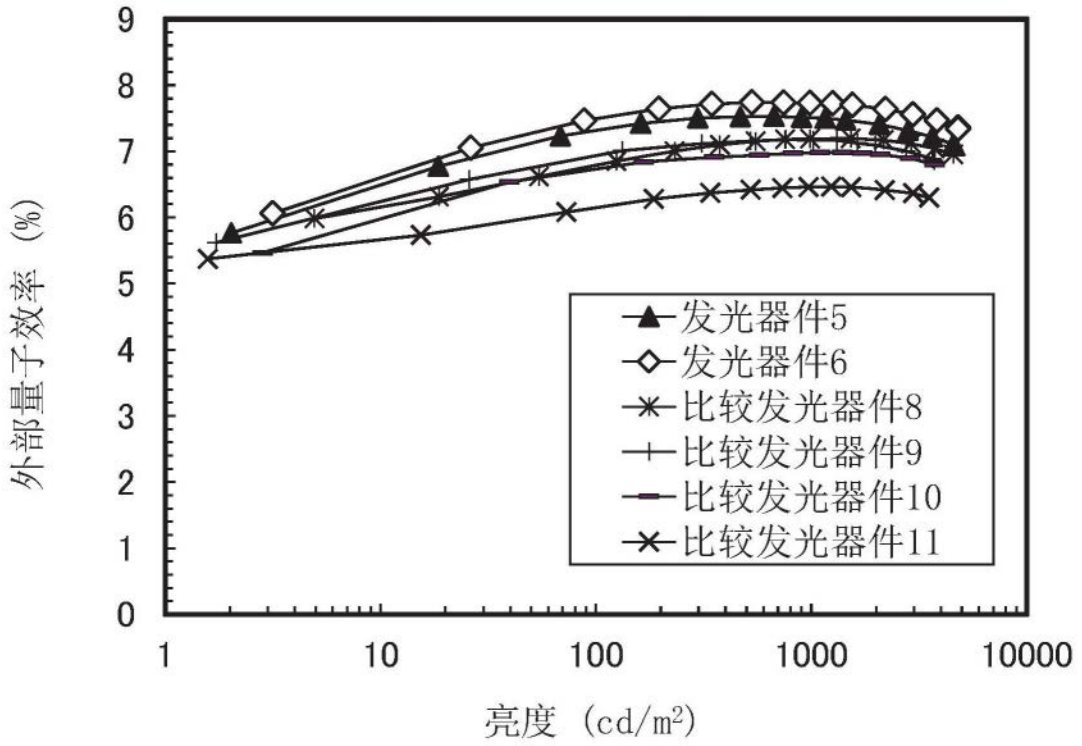


图27

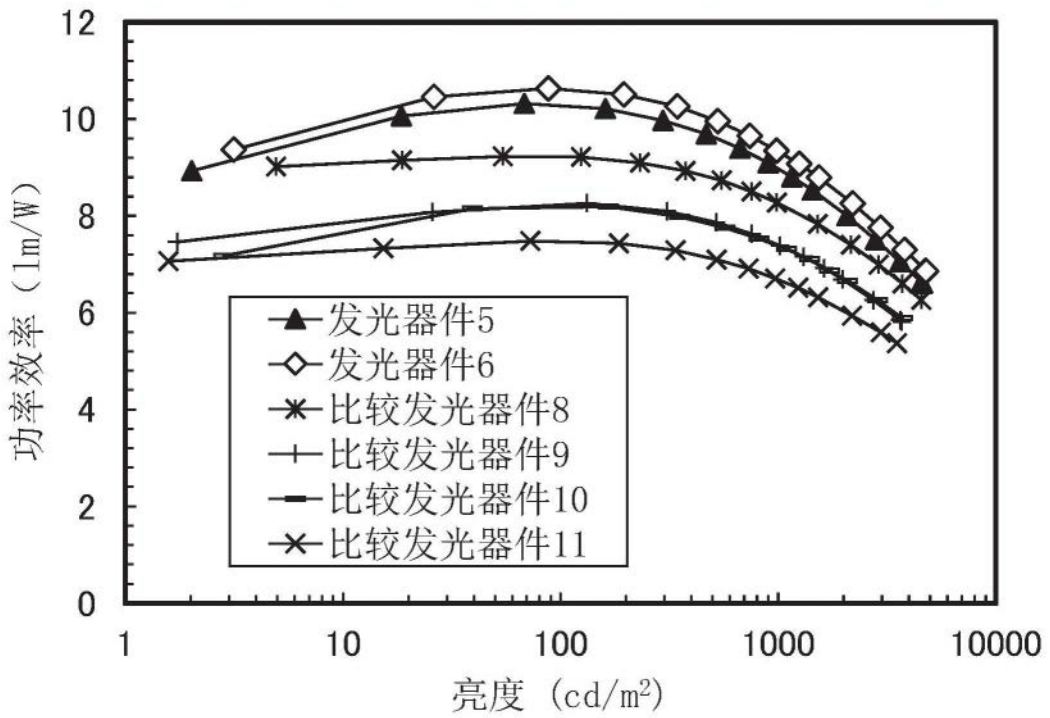


图28

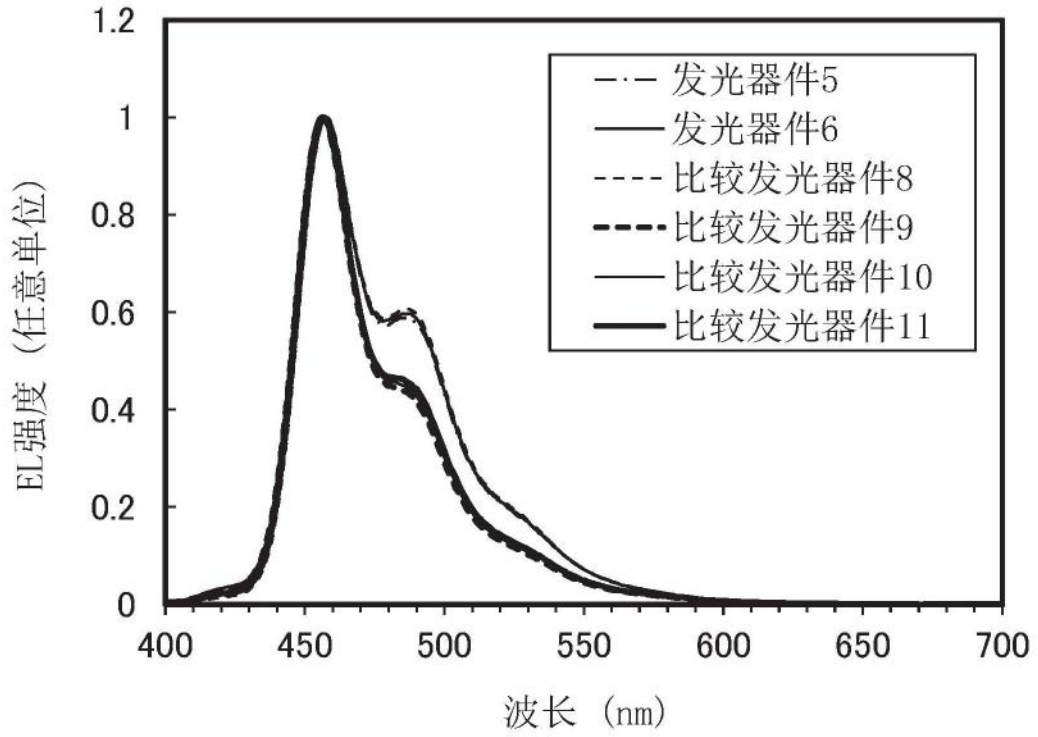


图29

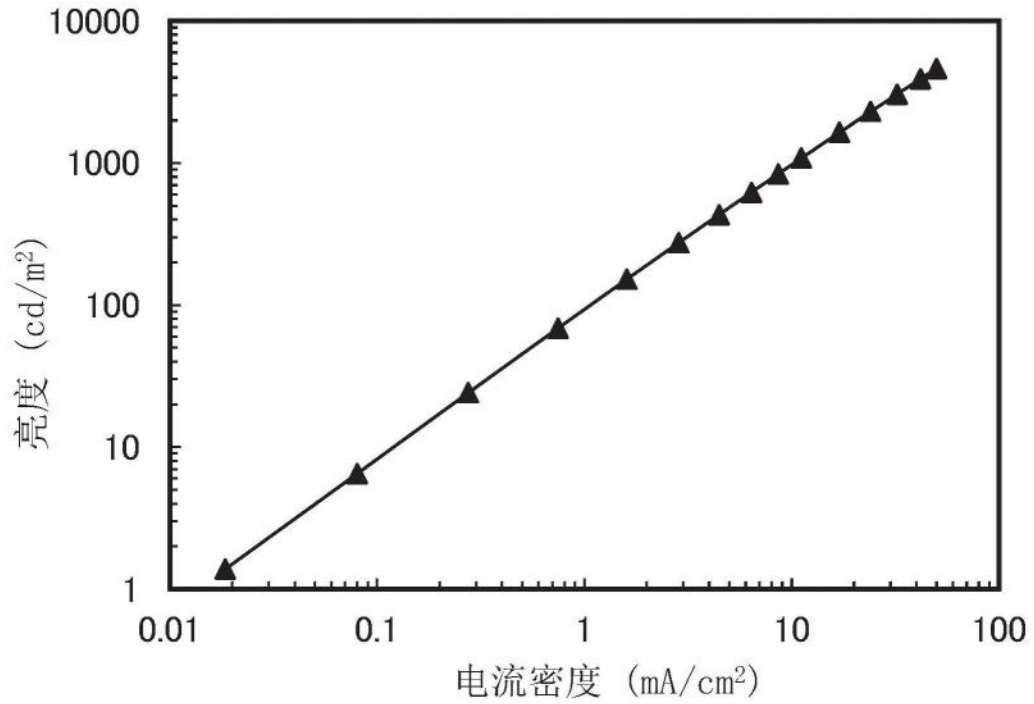


图30

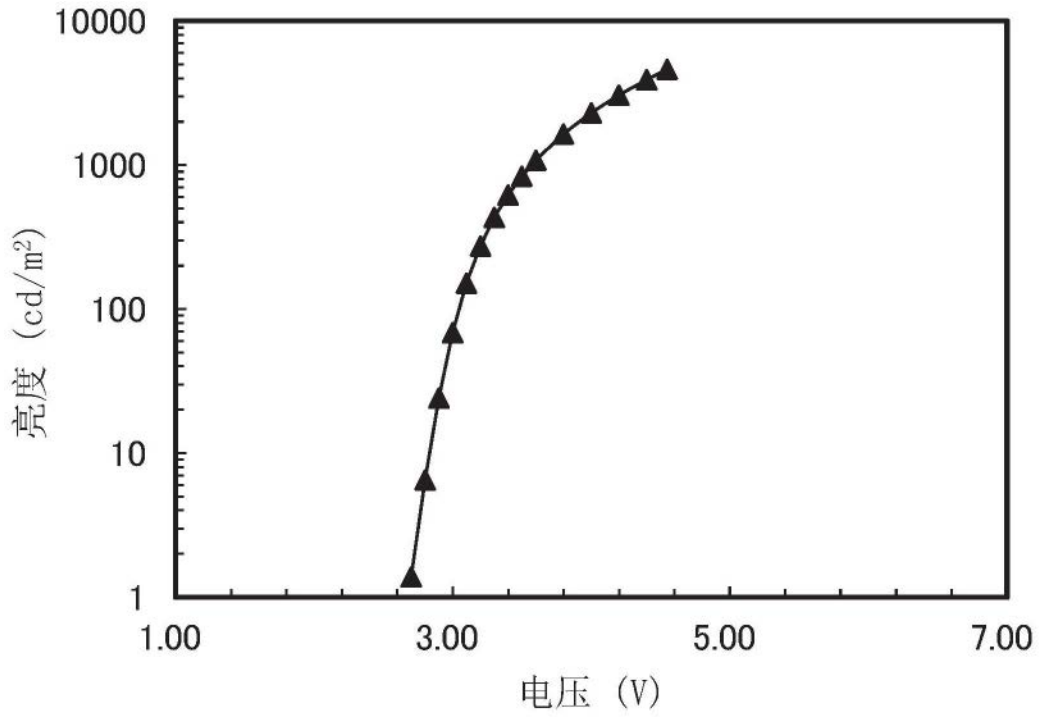


图31

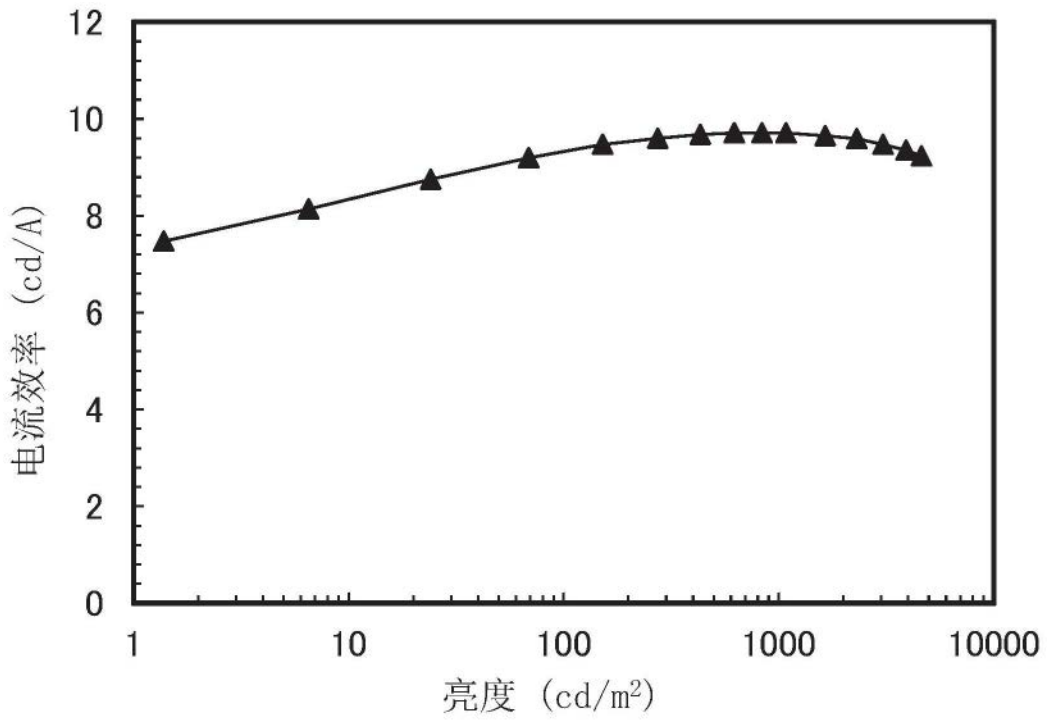


图32

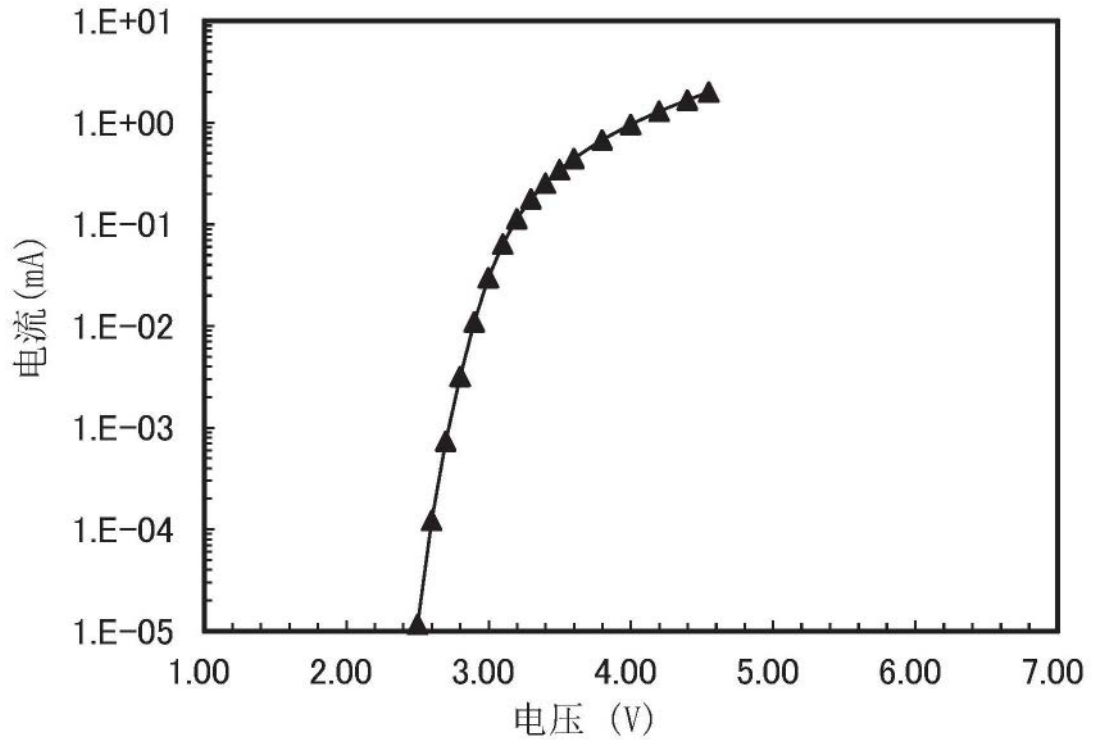


图33

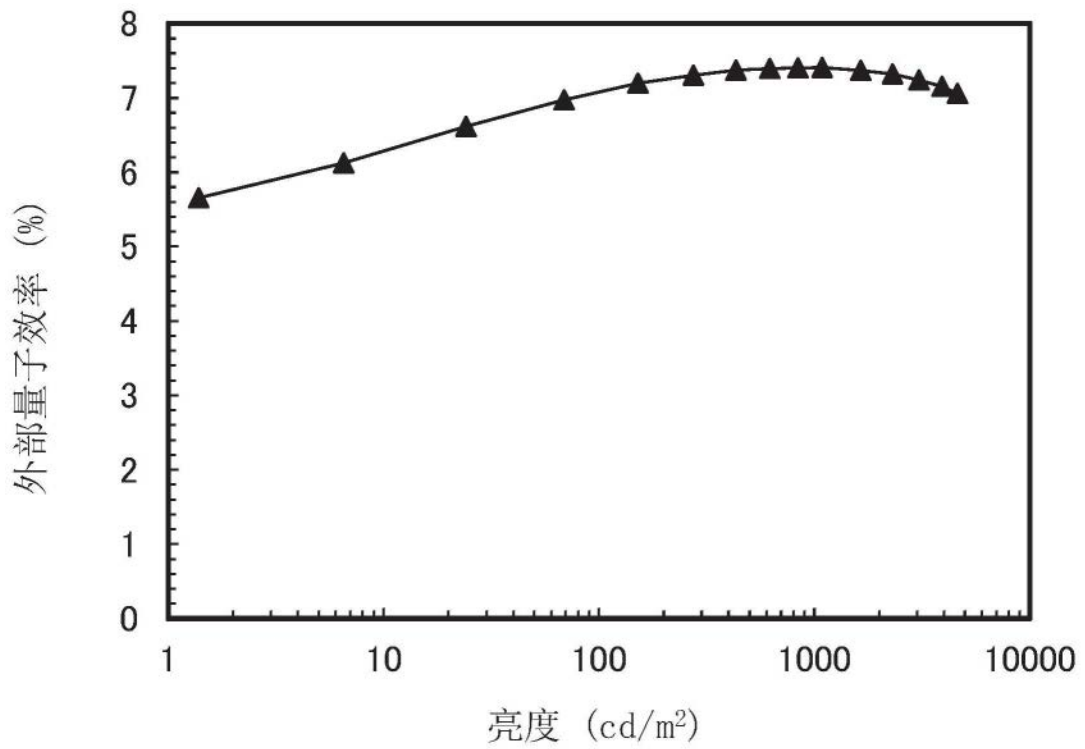


图34

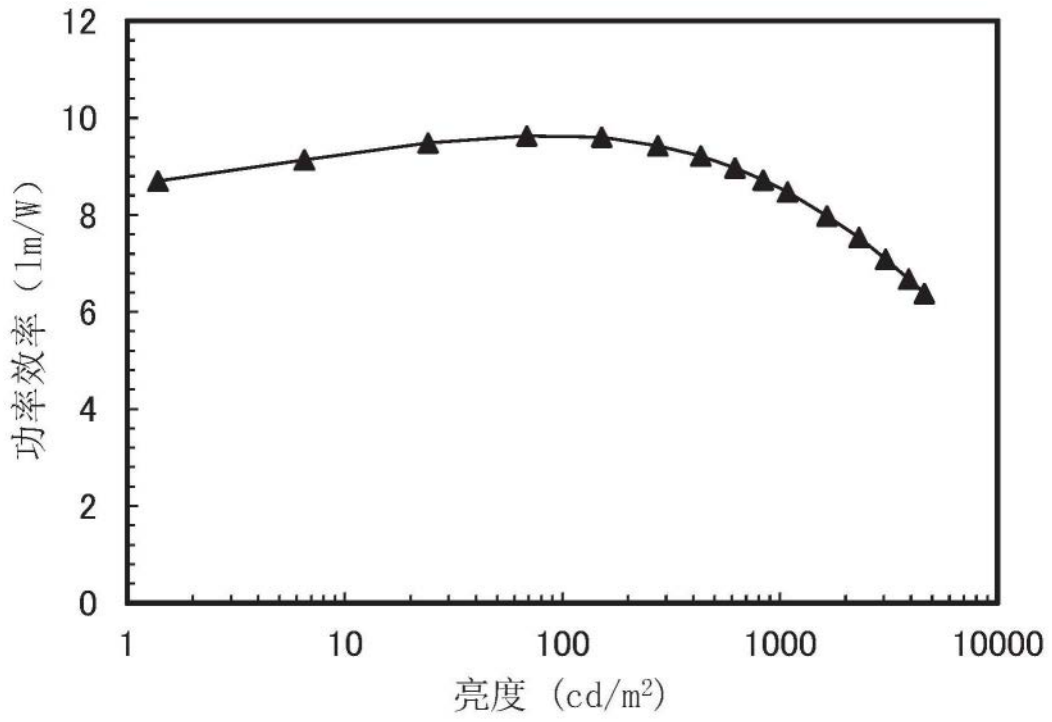


图35

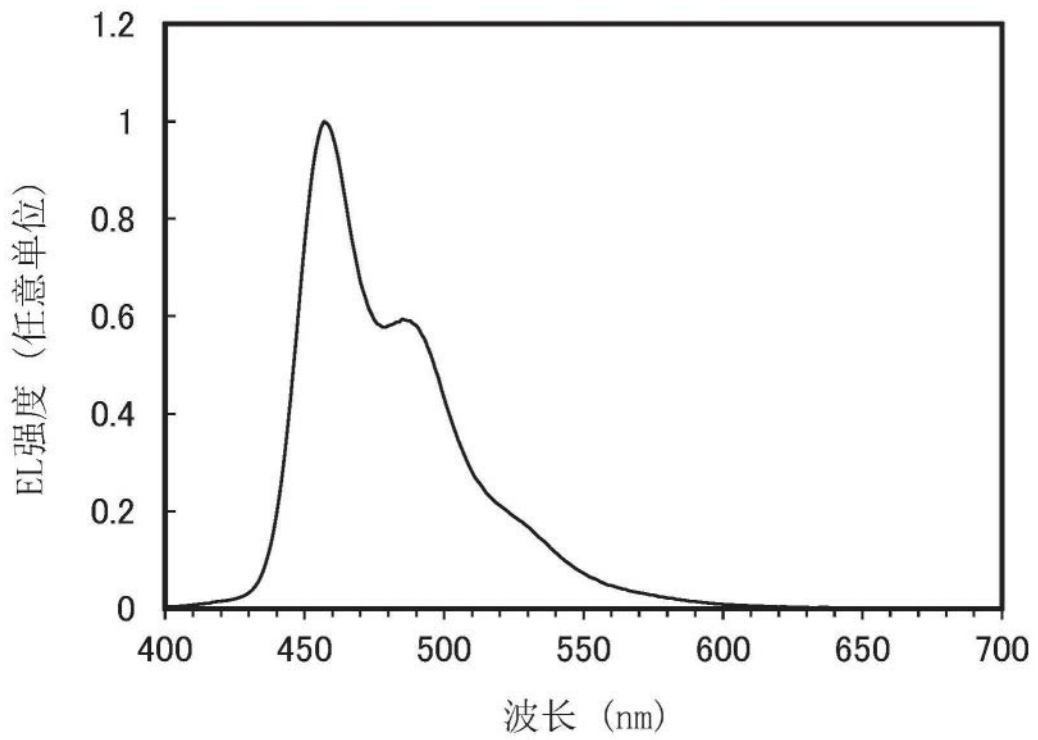


图36

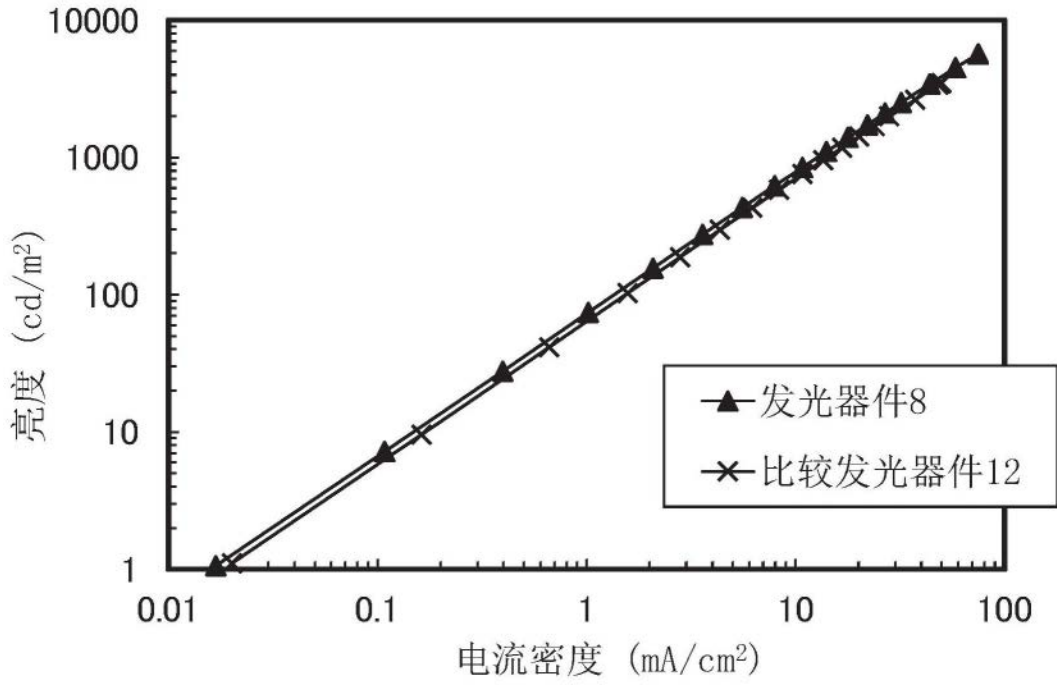


图37

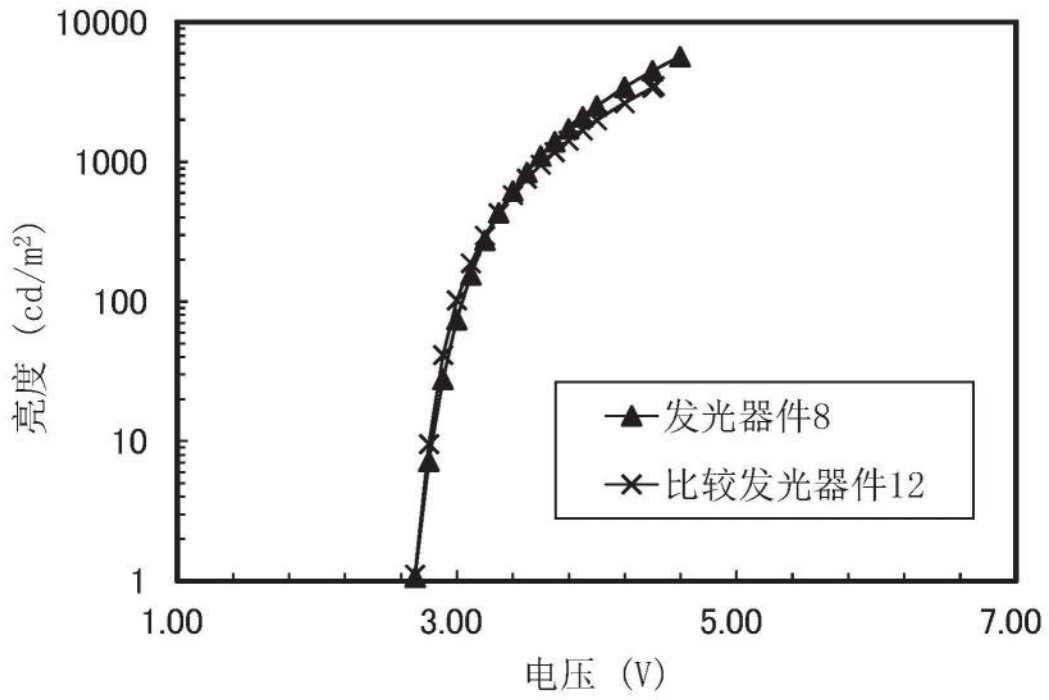


图38

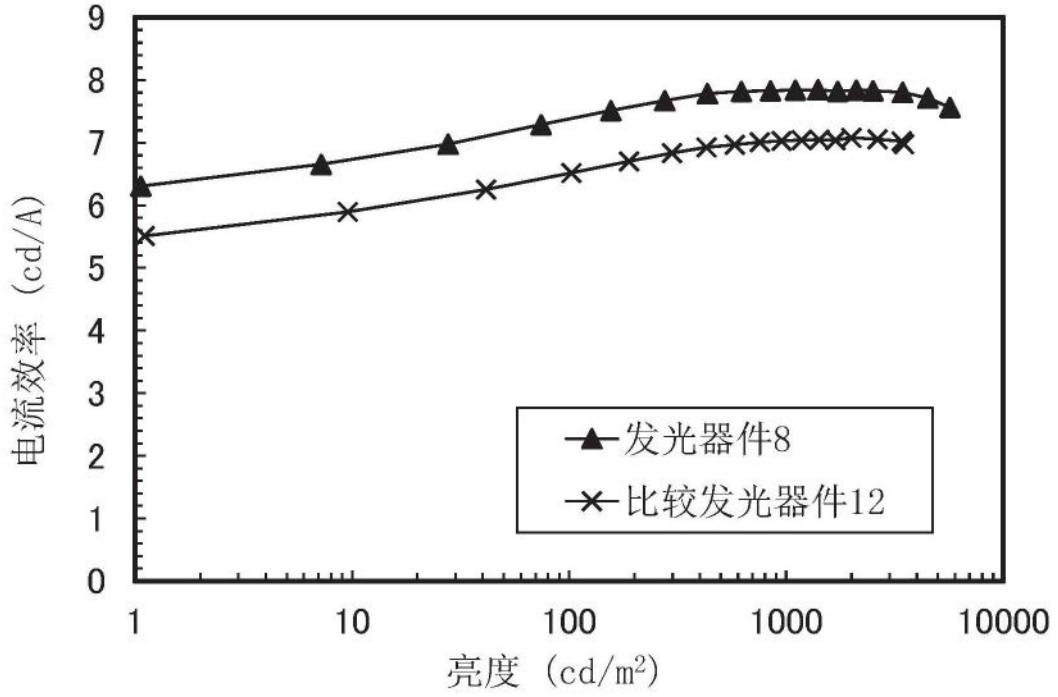


图39

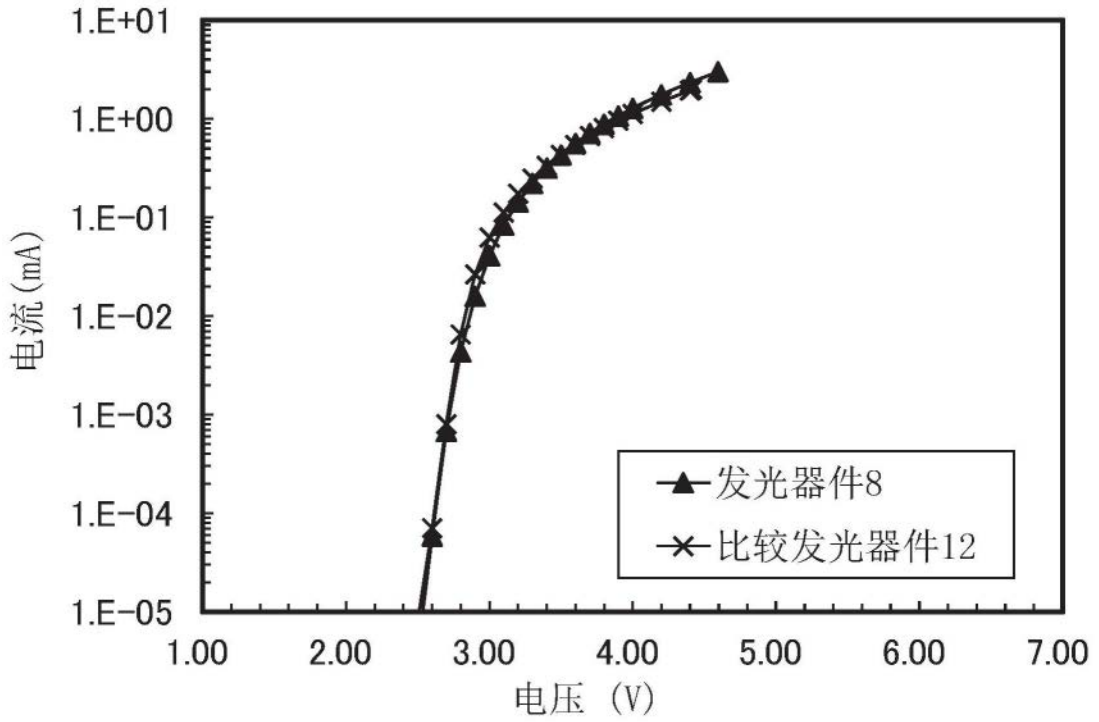


图40

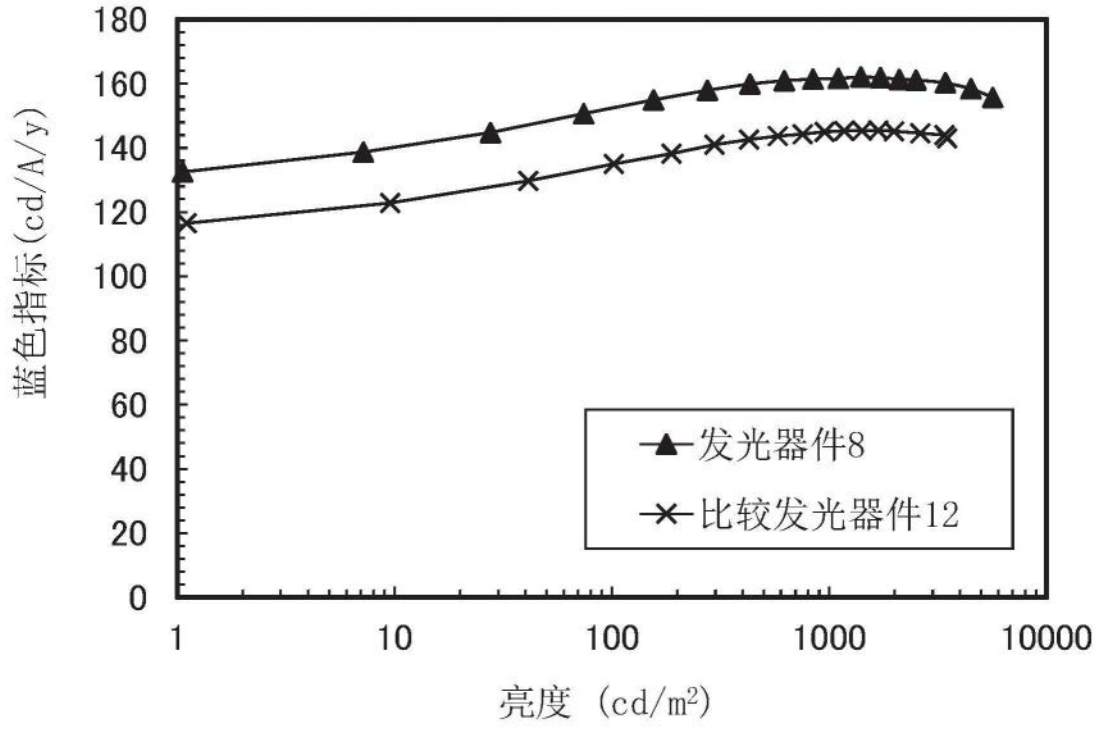


图41

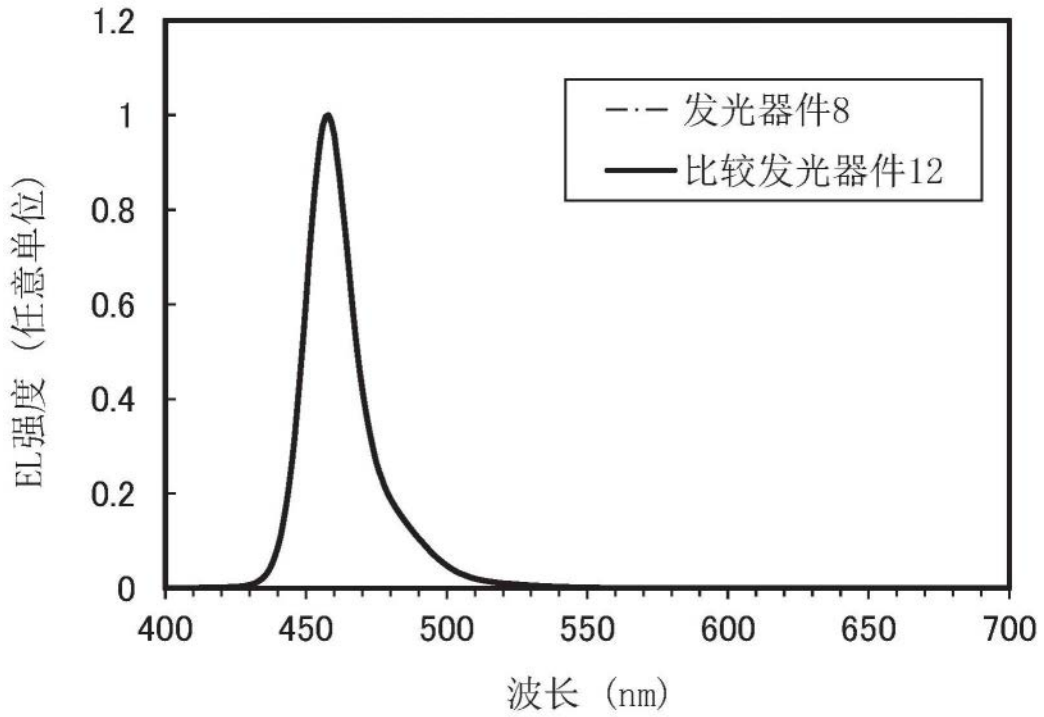


图42

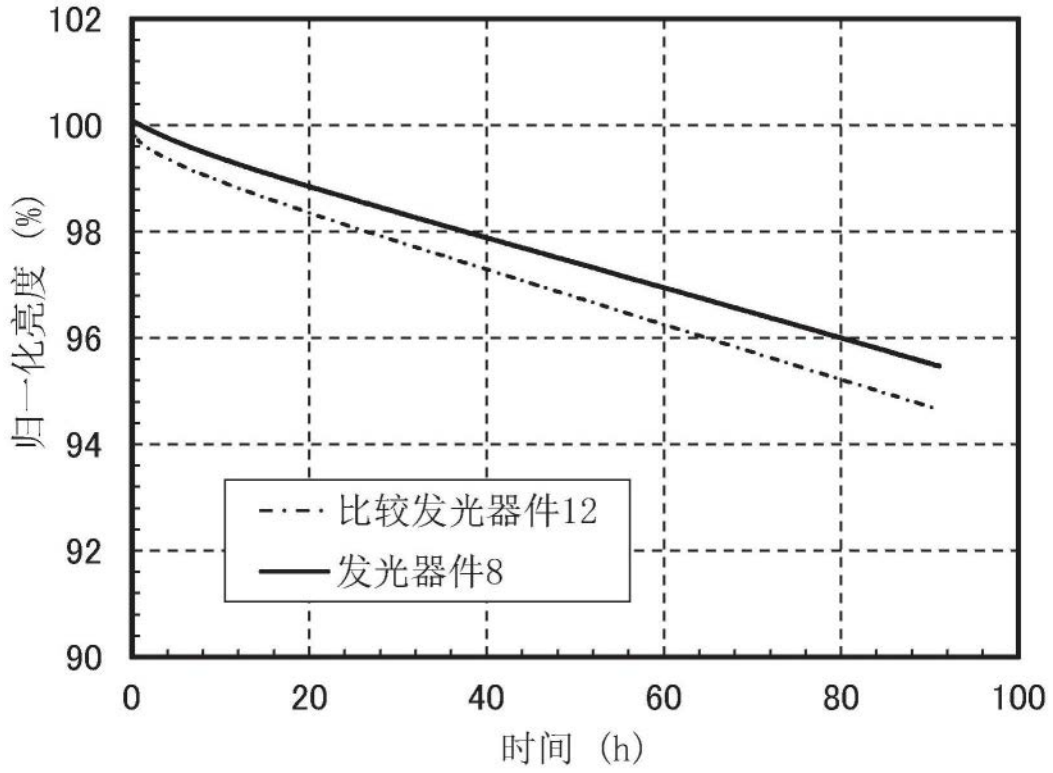


图43

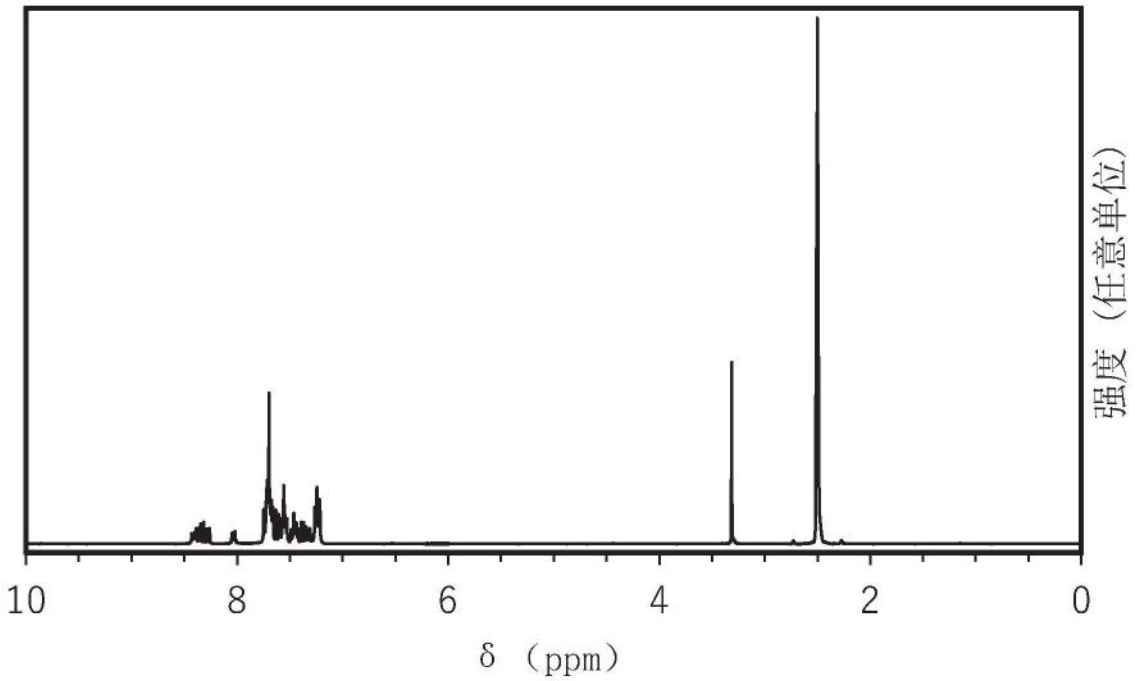


图44A

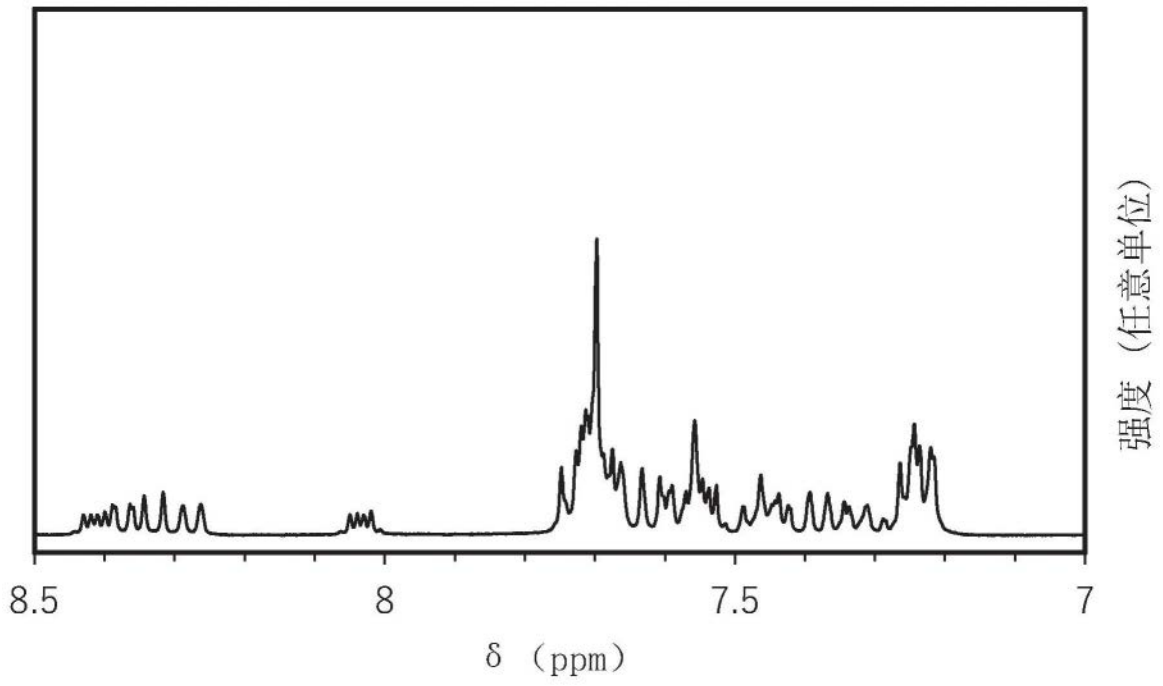


图44B

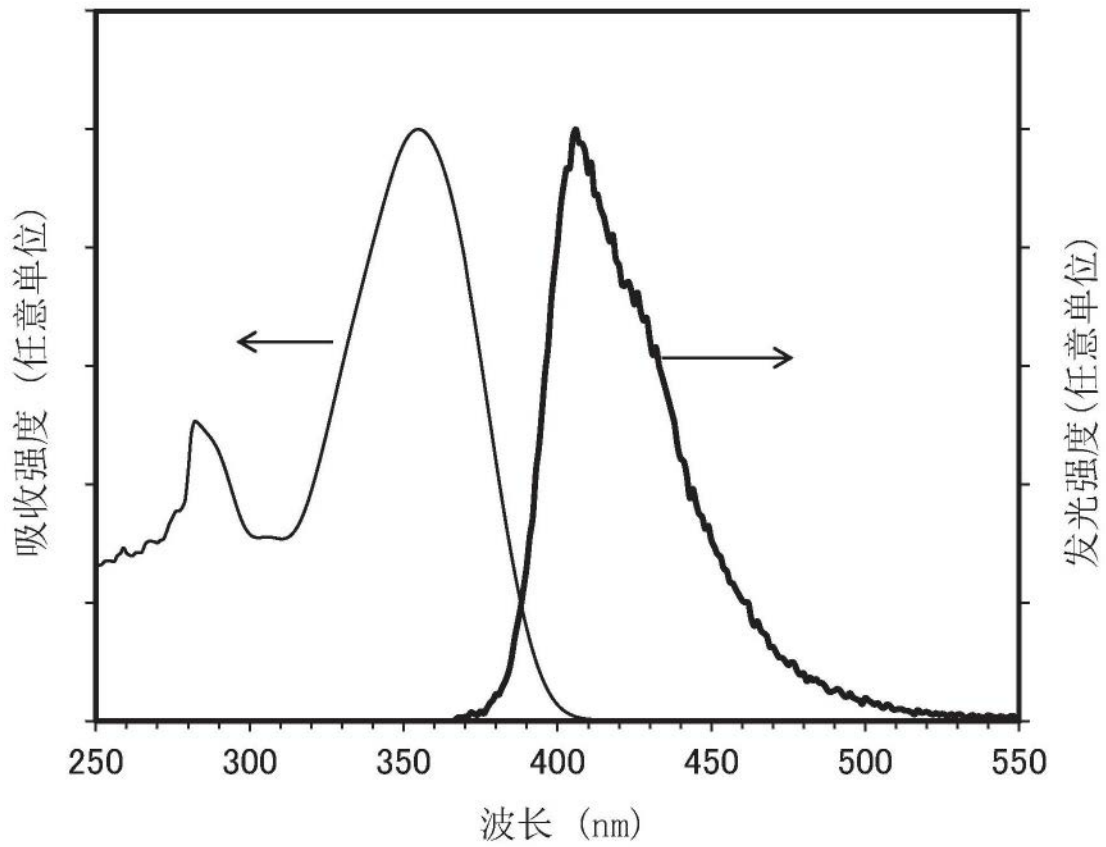


图45

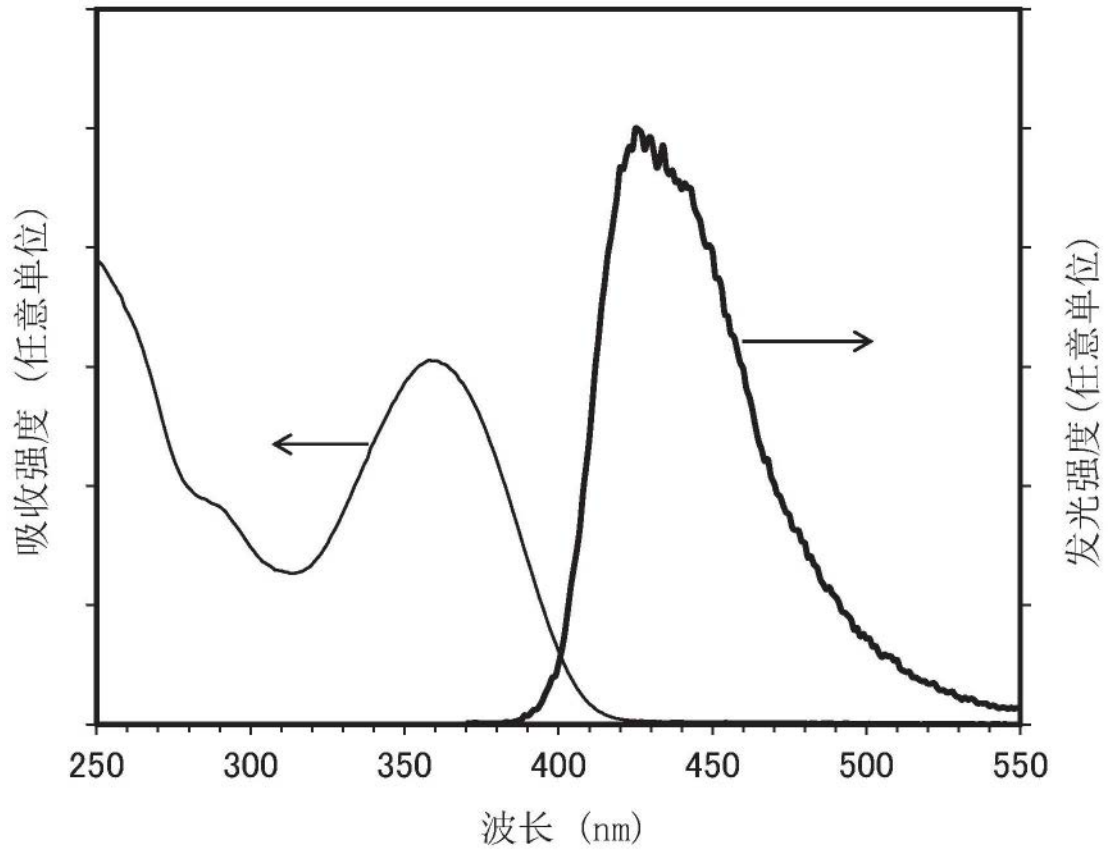


图46

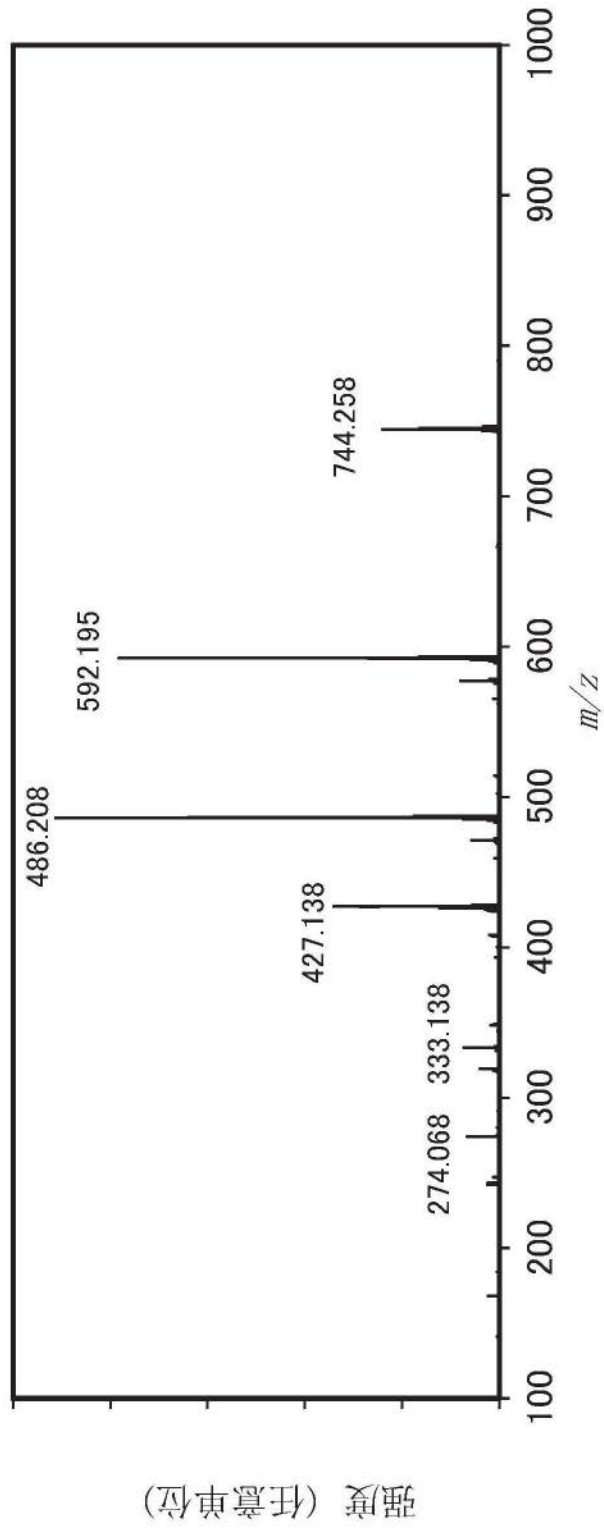


图47

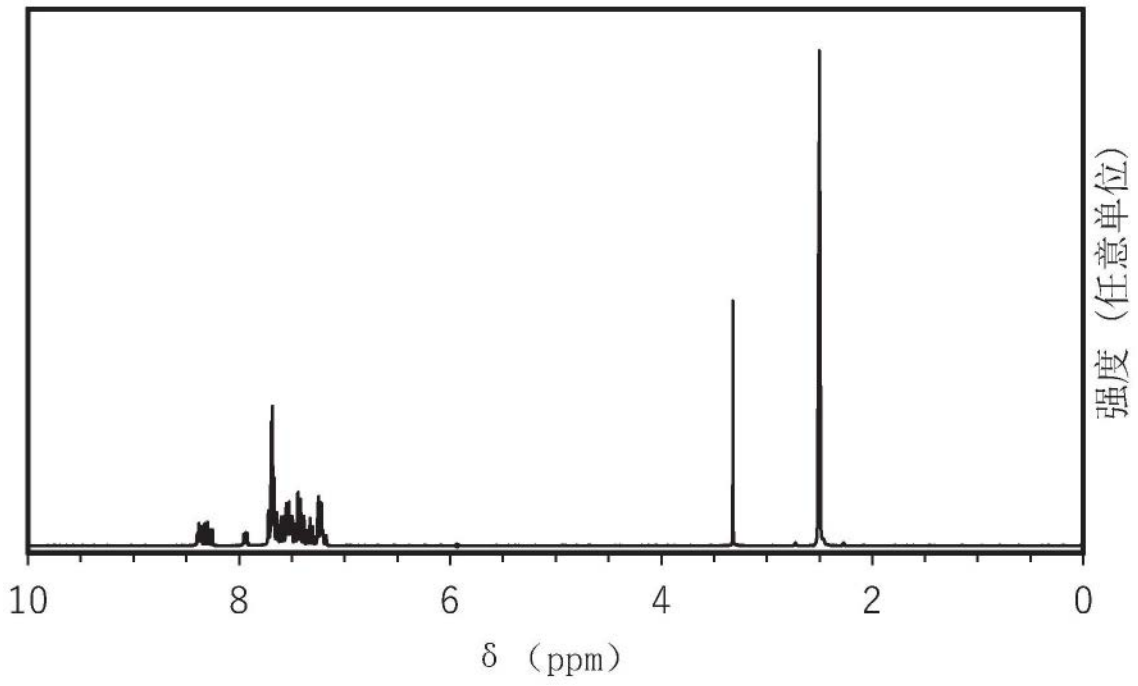


图48A

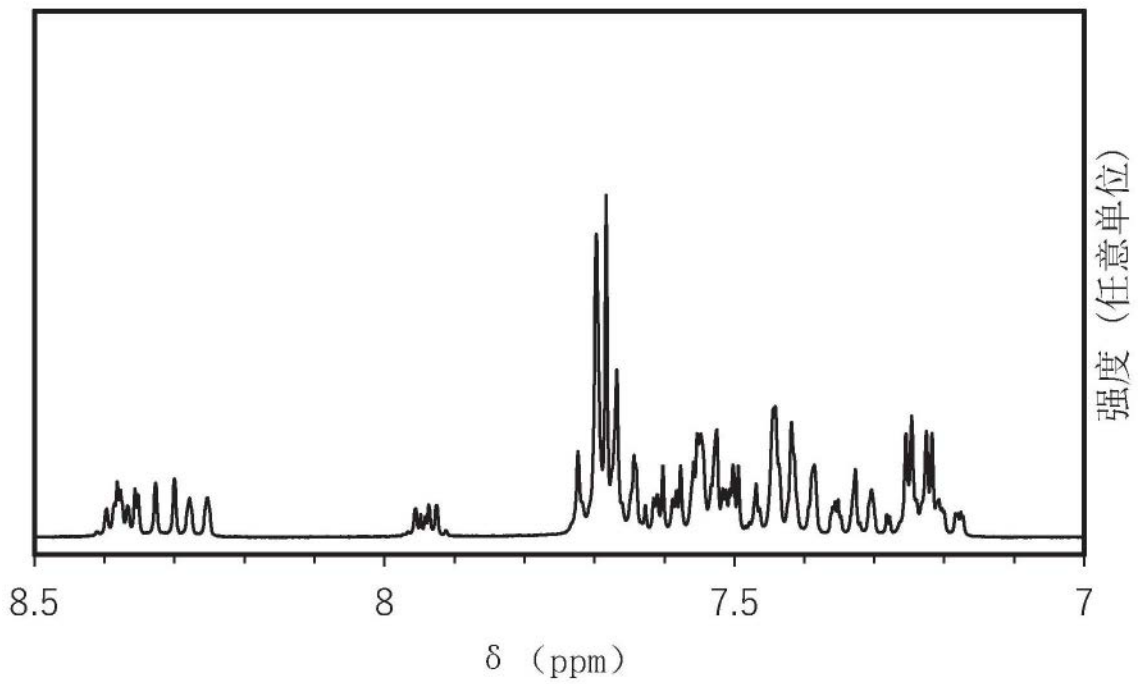


图48B

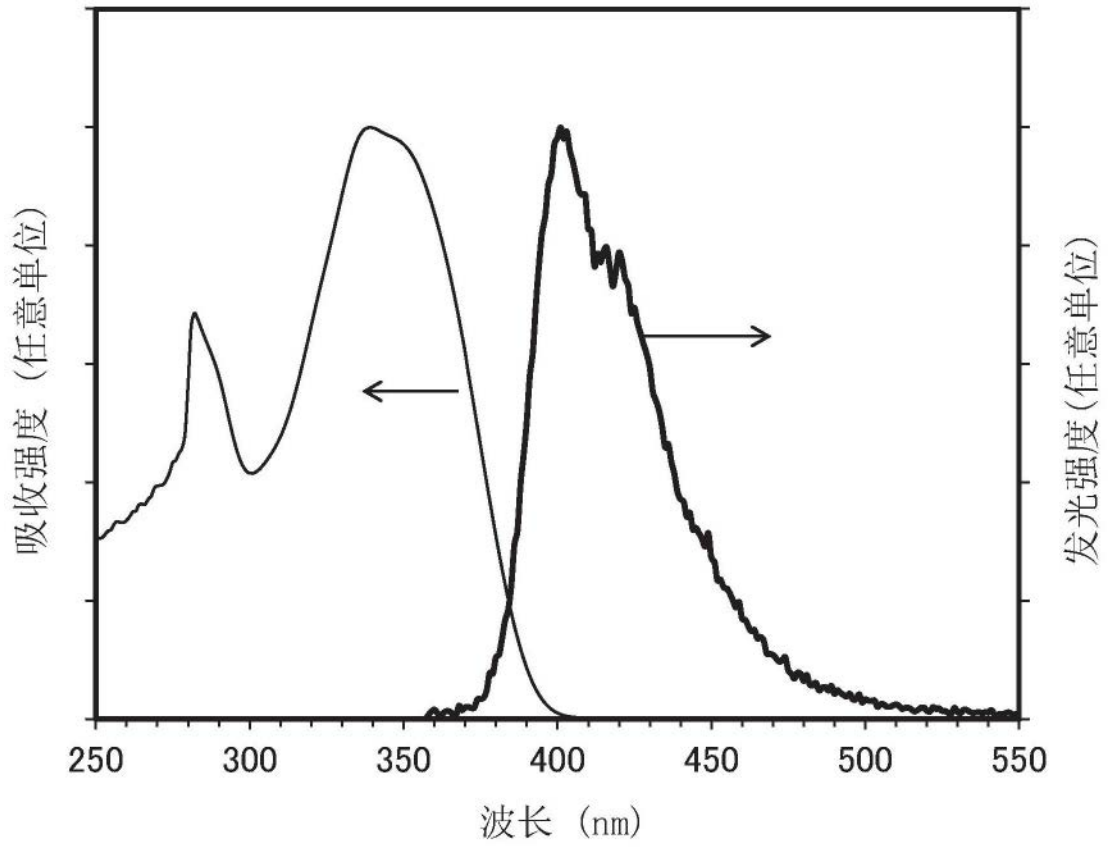


图49

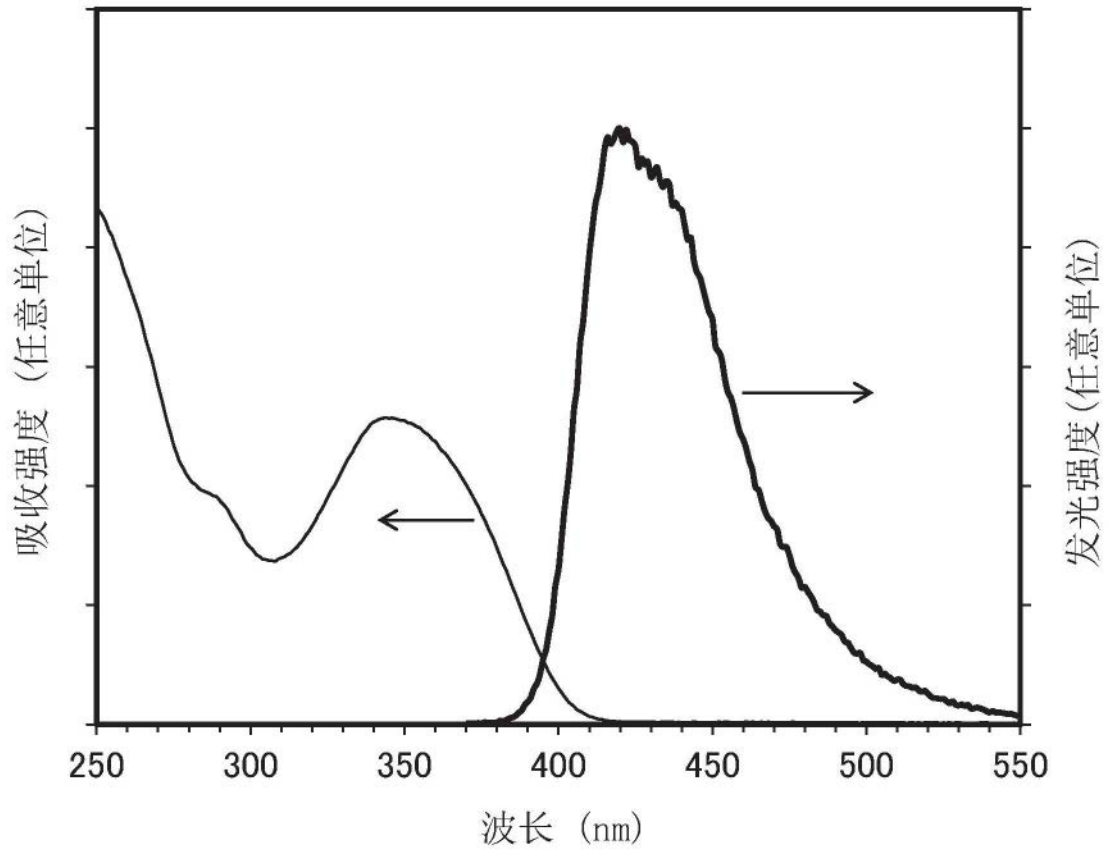


图50

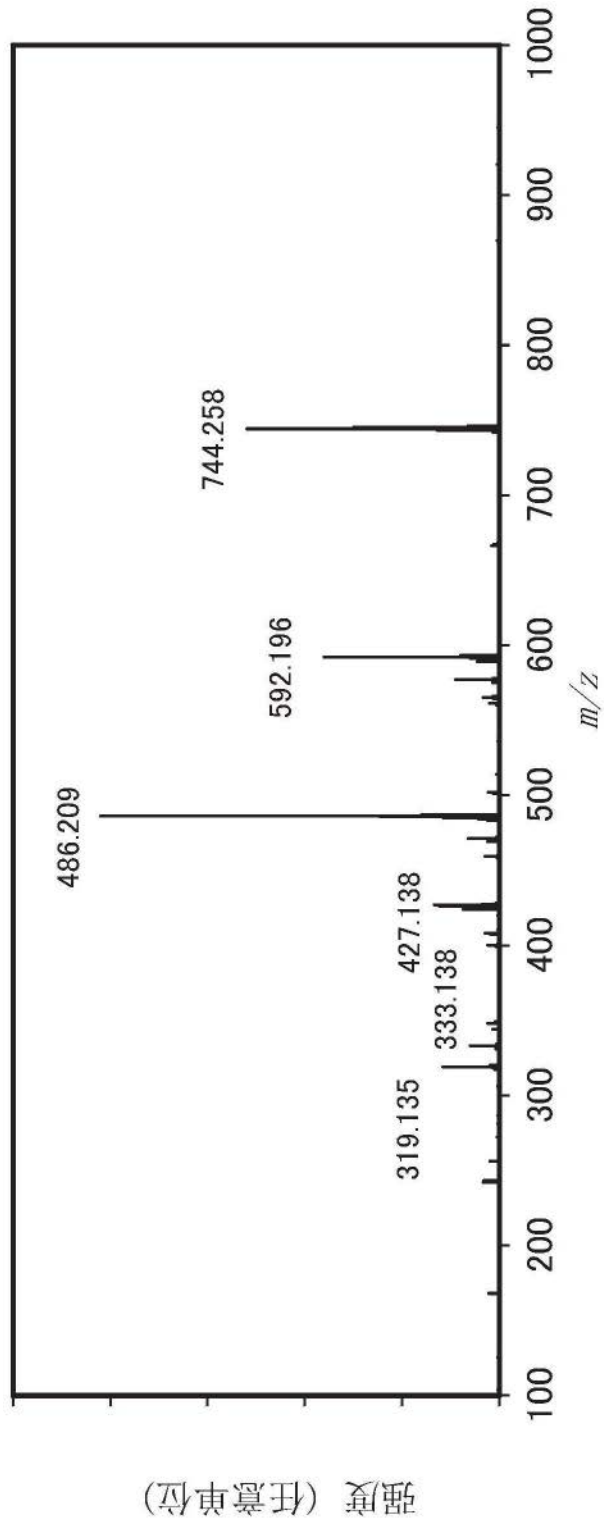


图51

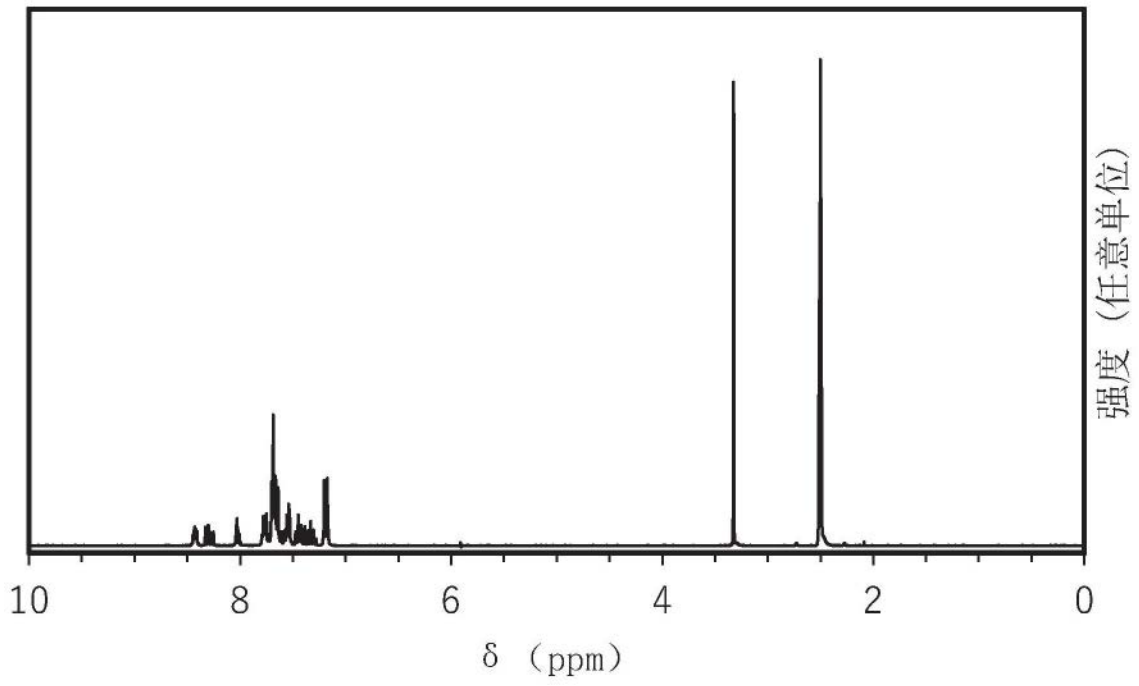


图52A

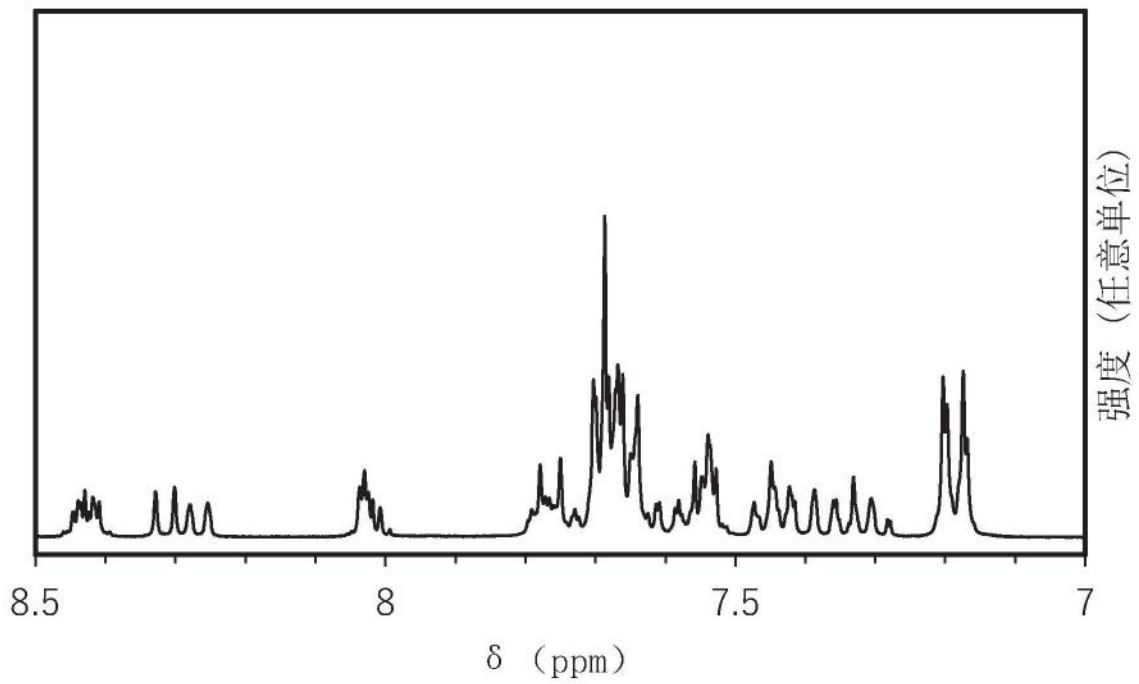


图52B

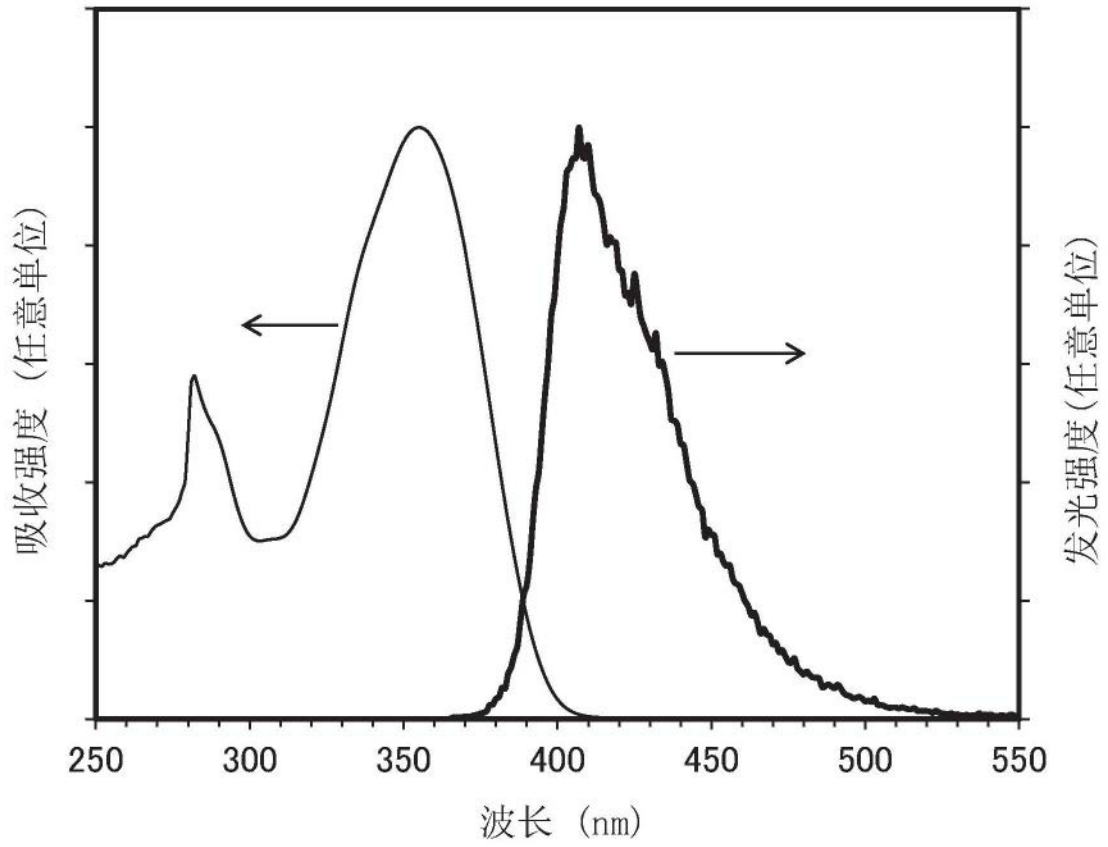


图53

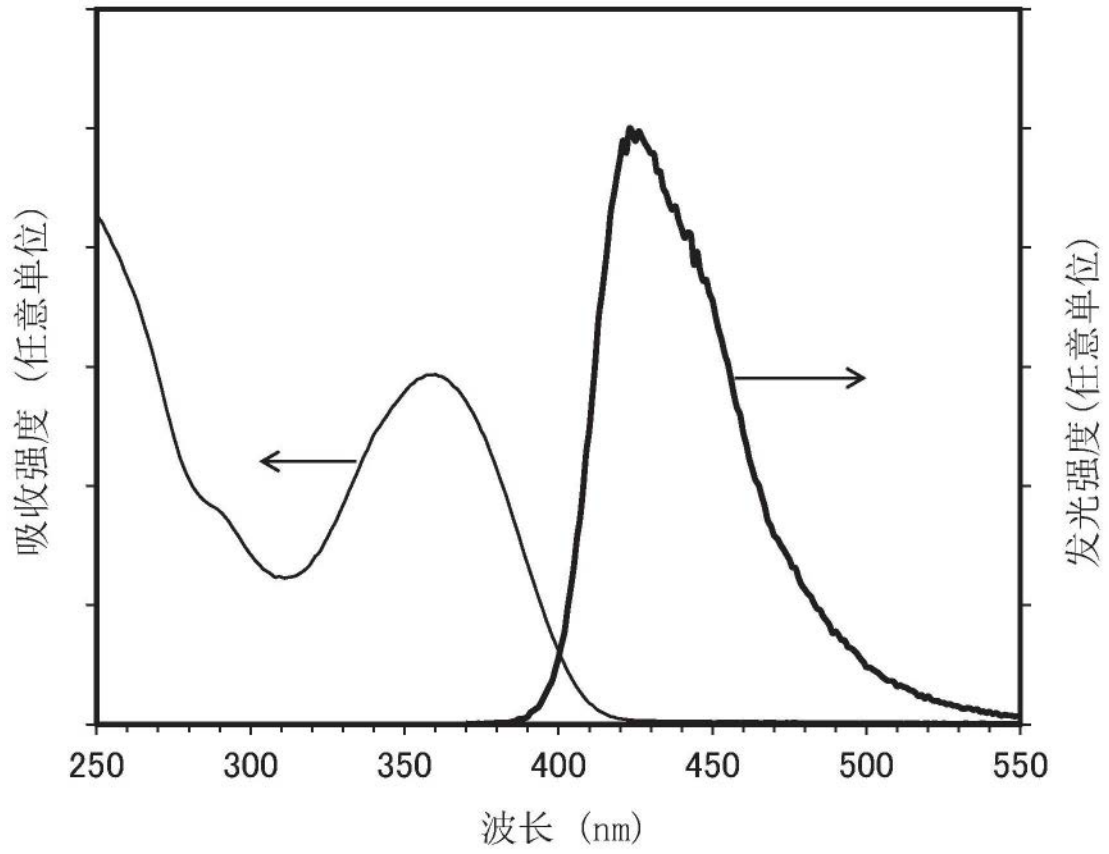


图54

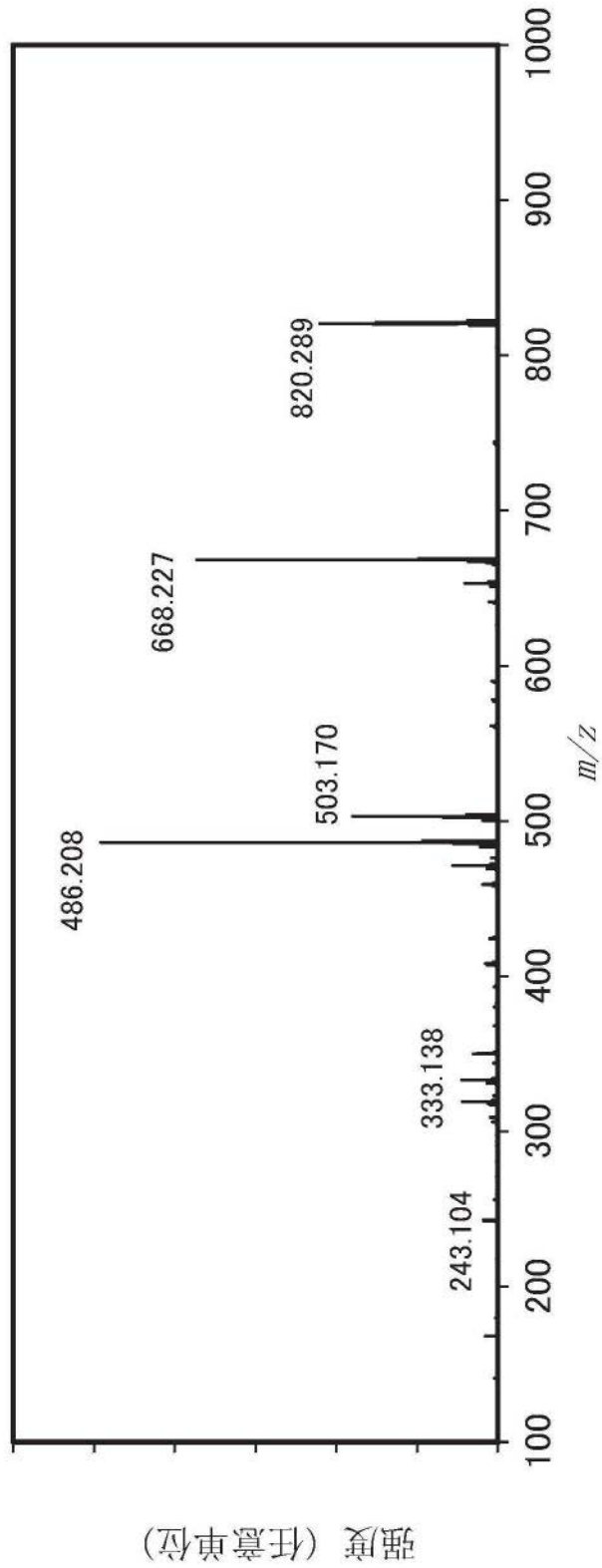


图55

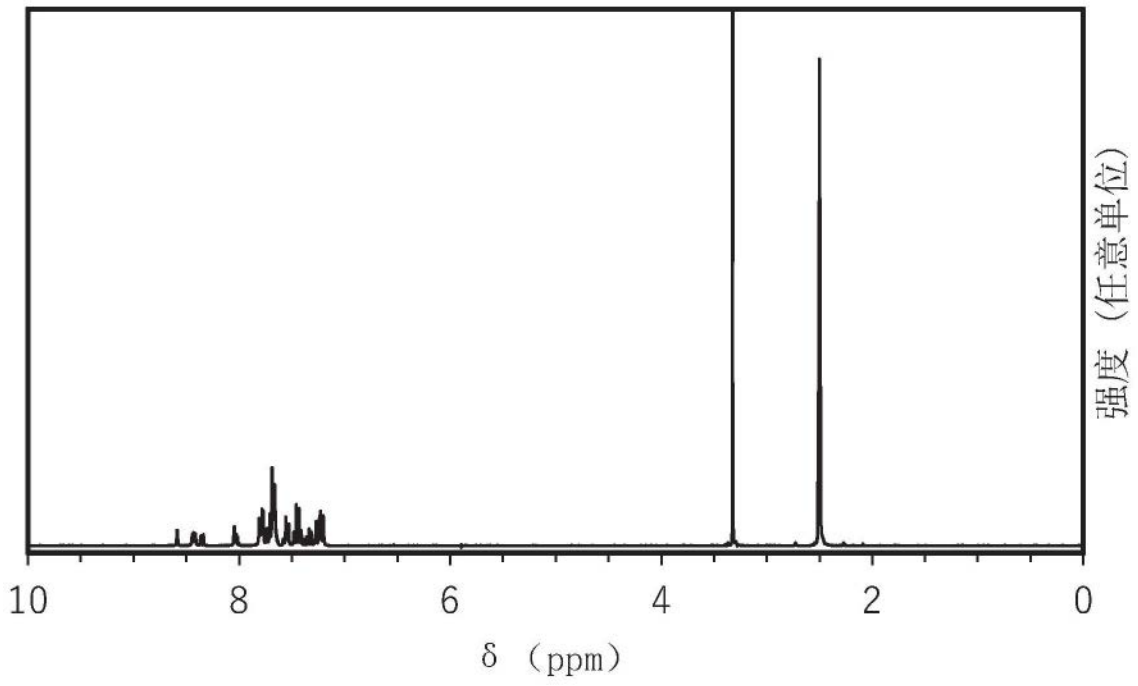


图56A

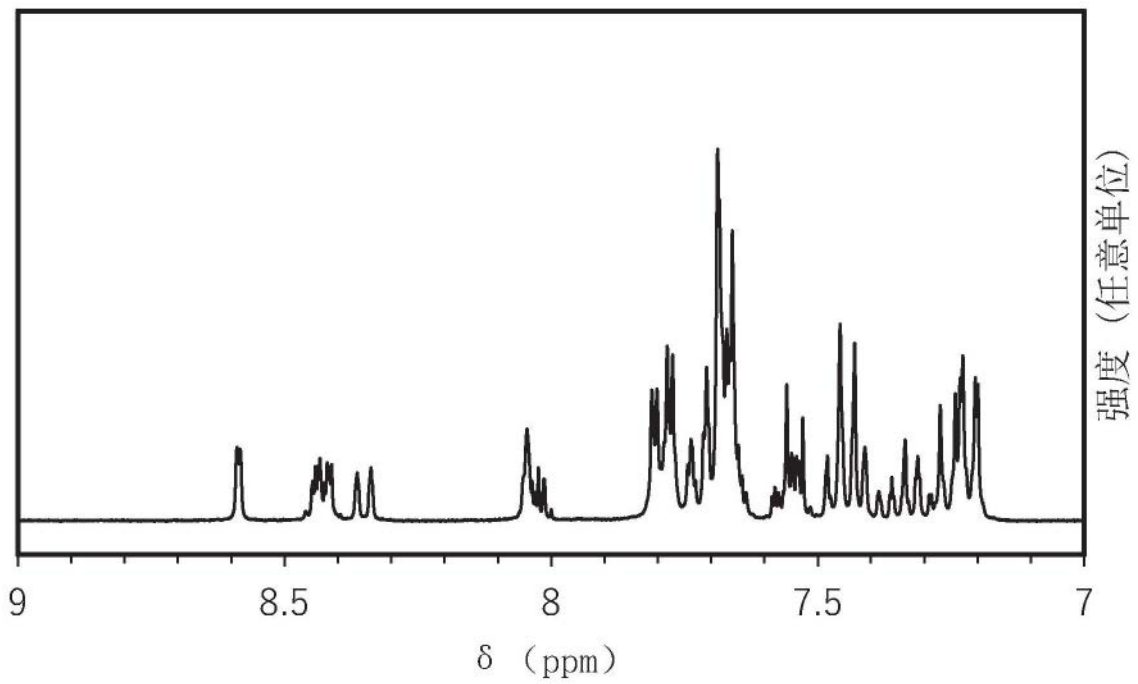


图56B

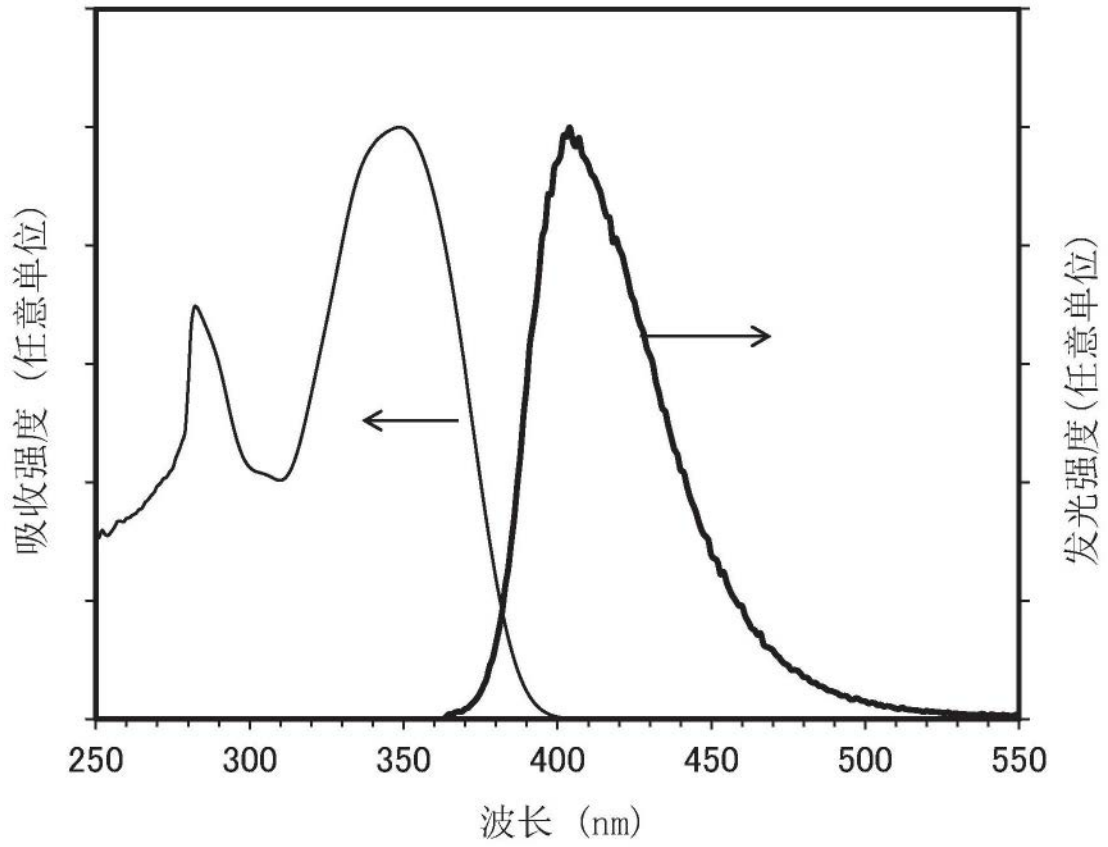


图57

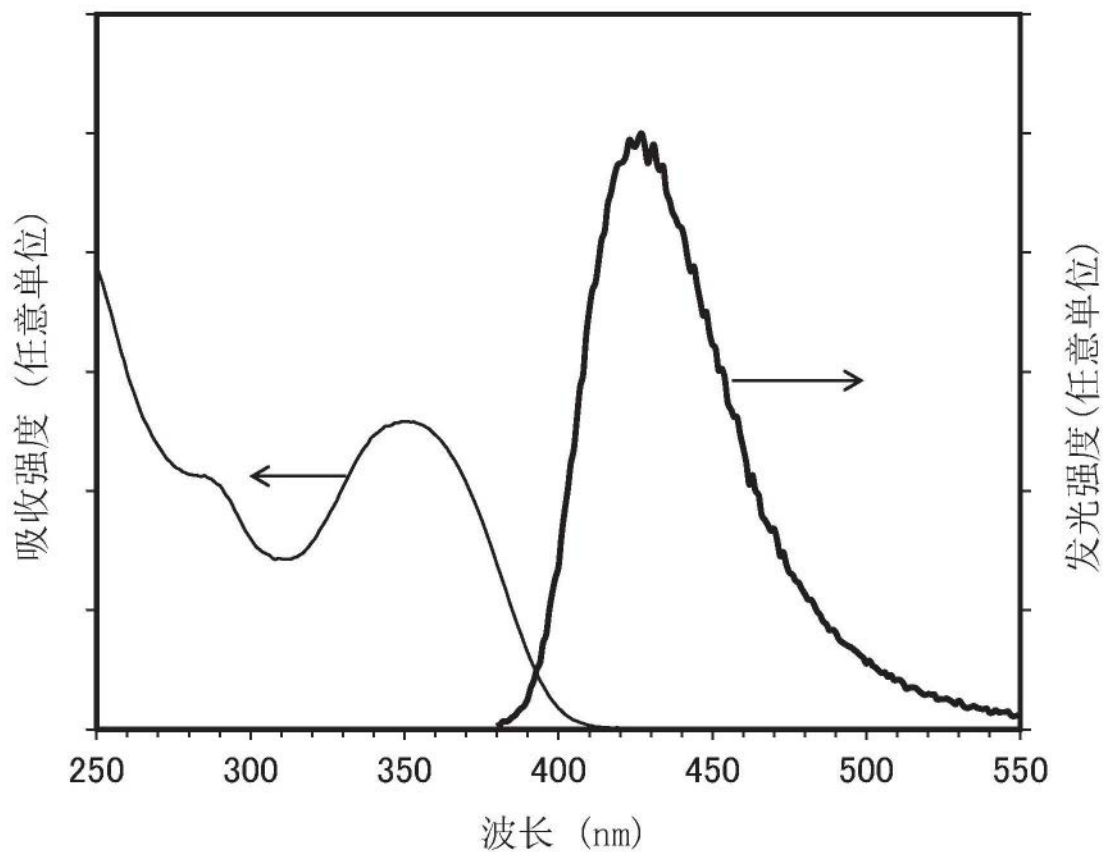


图58

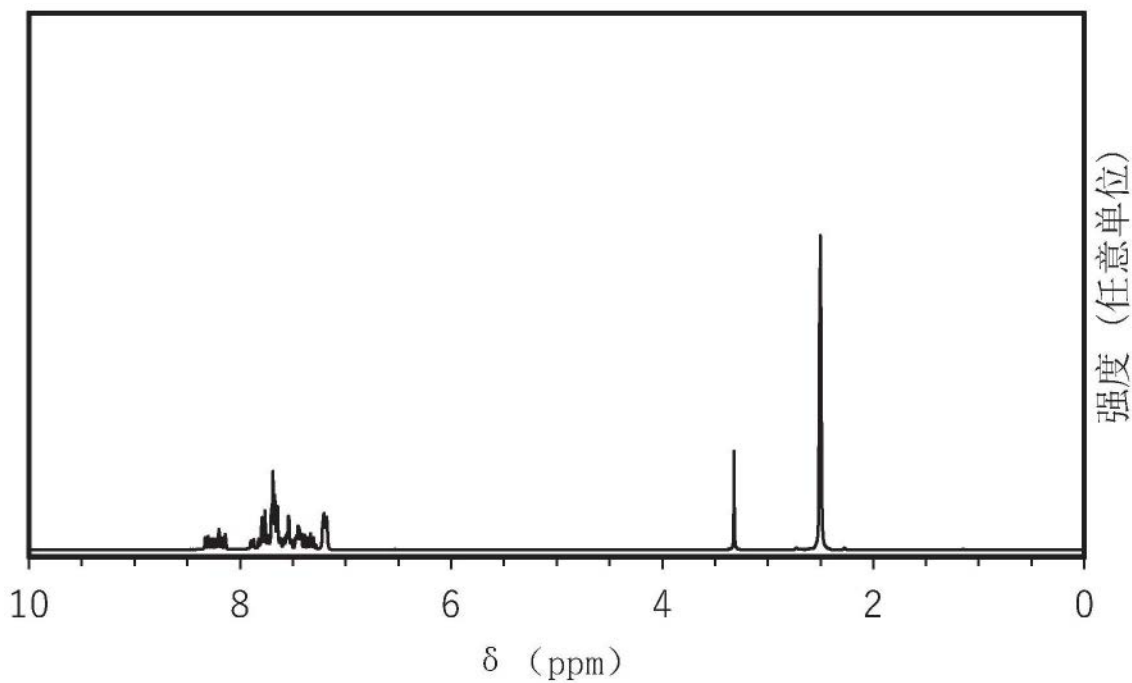


图59A

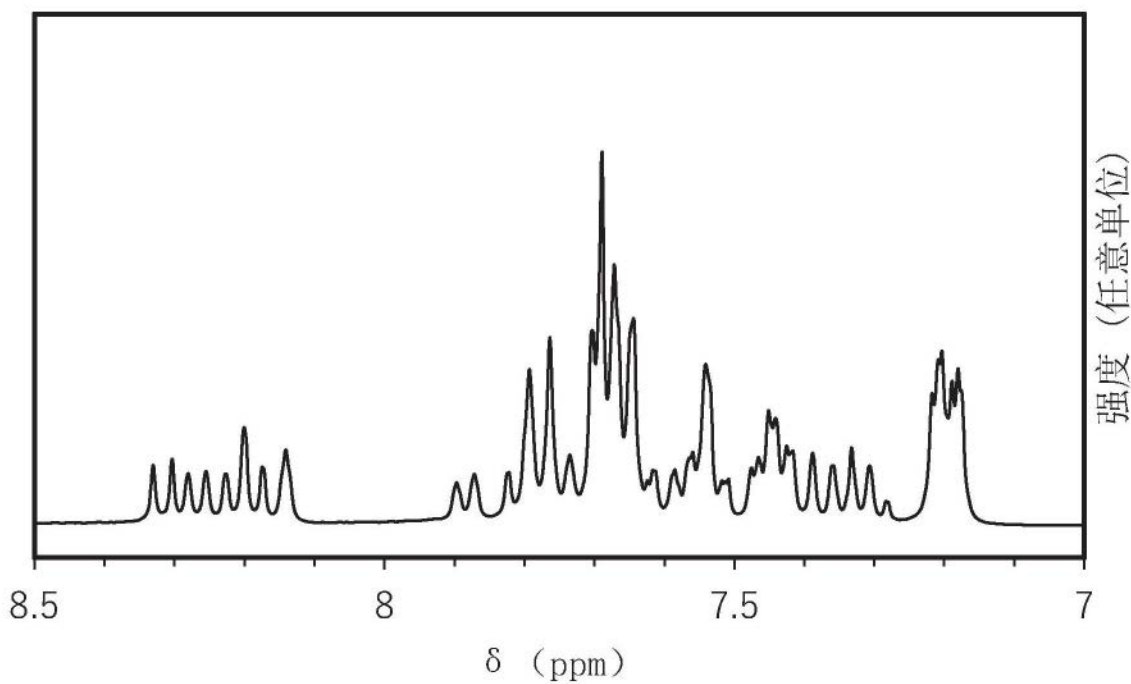


图59B

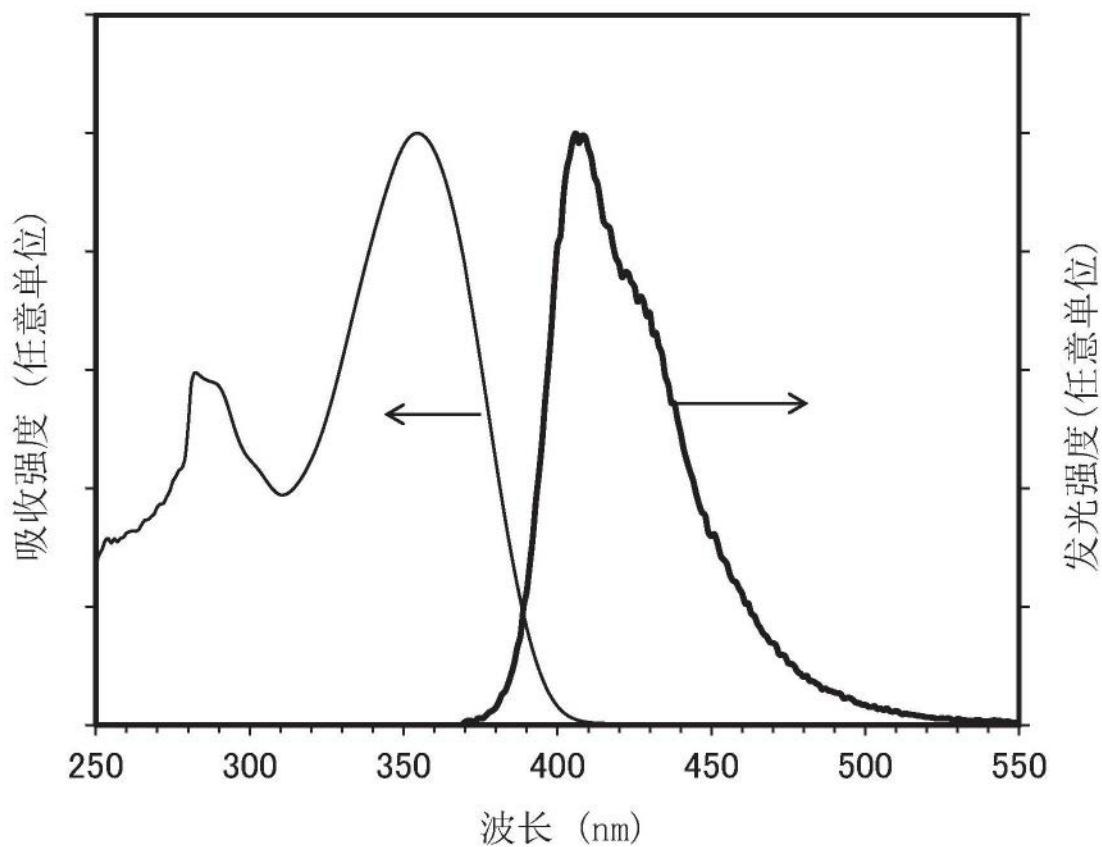


图60

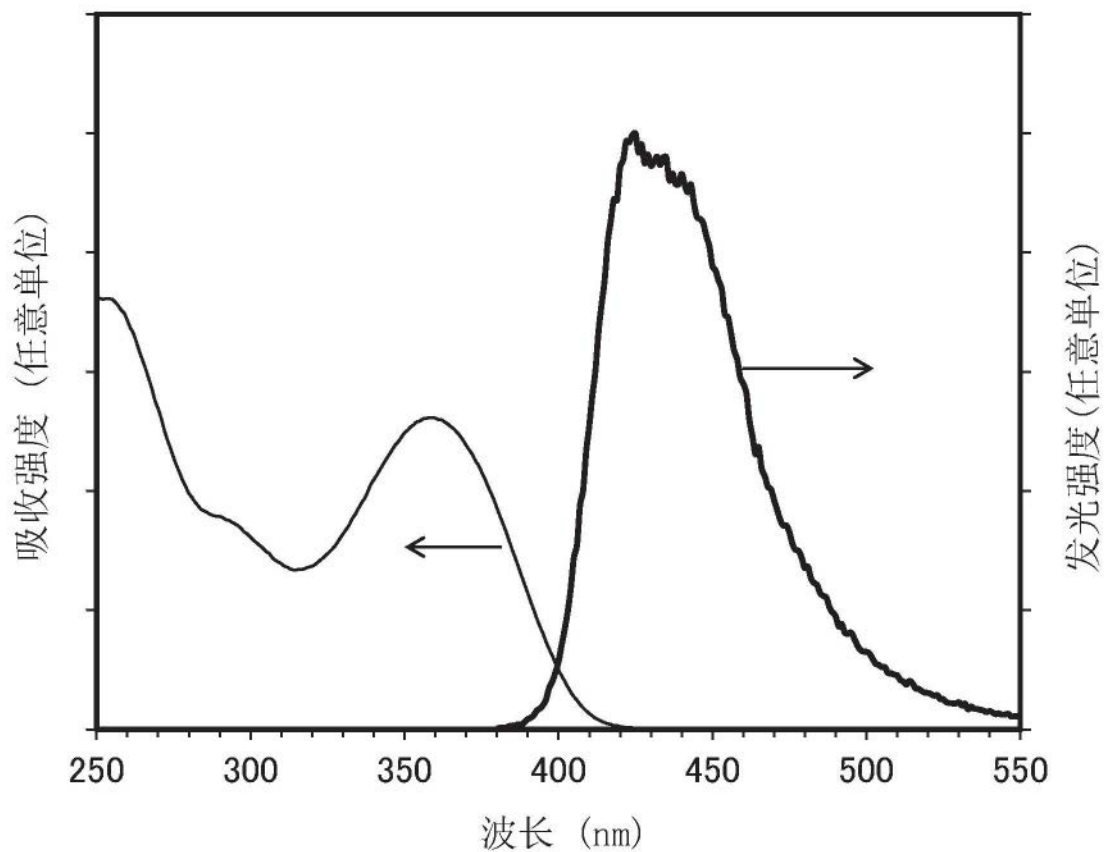


图61

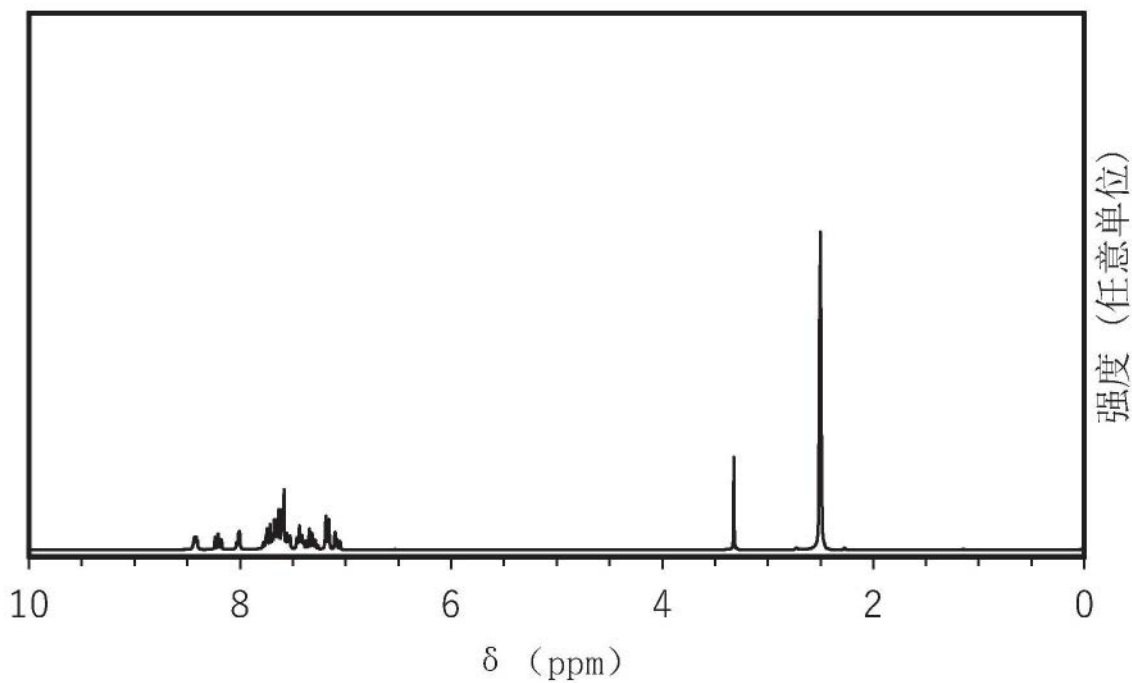


图62A

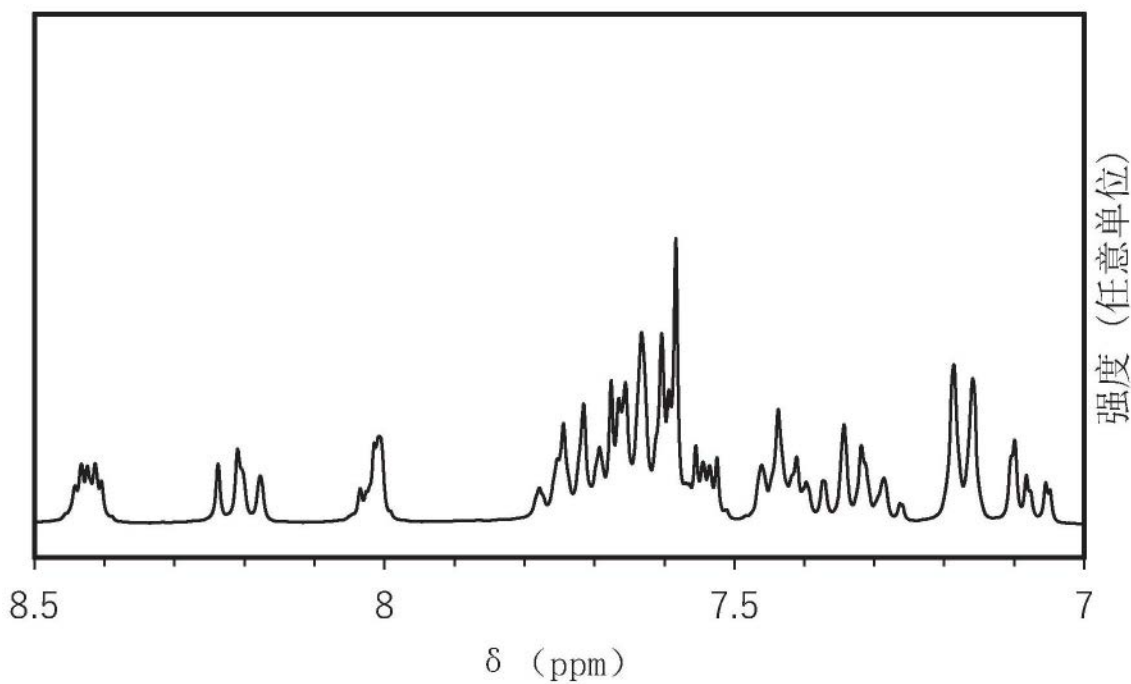


图62B

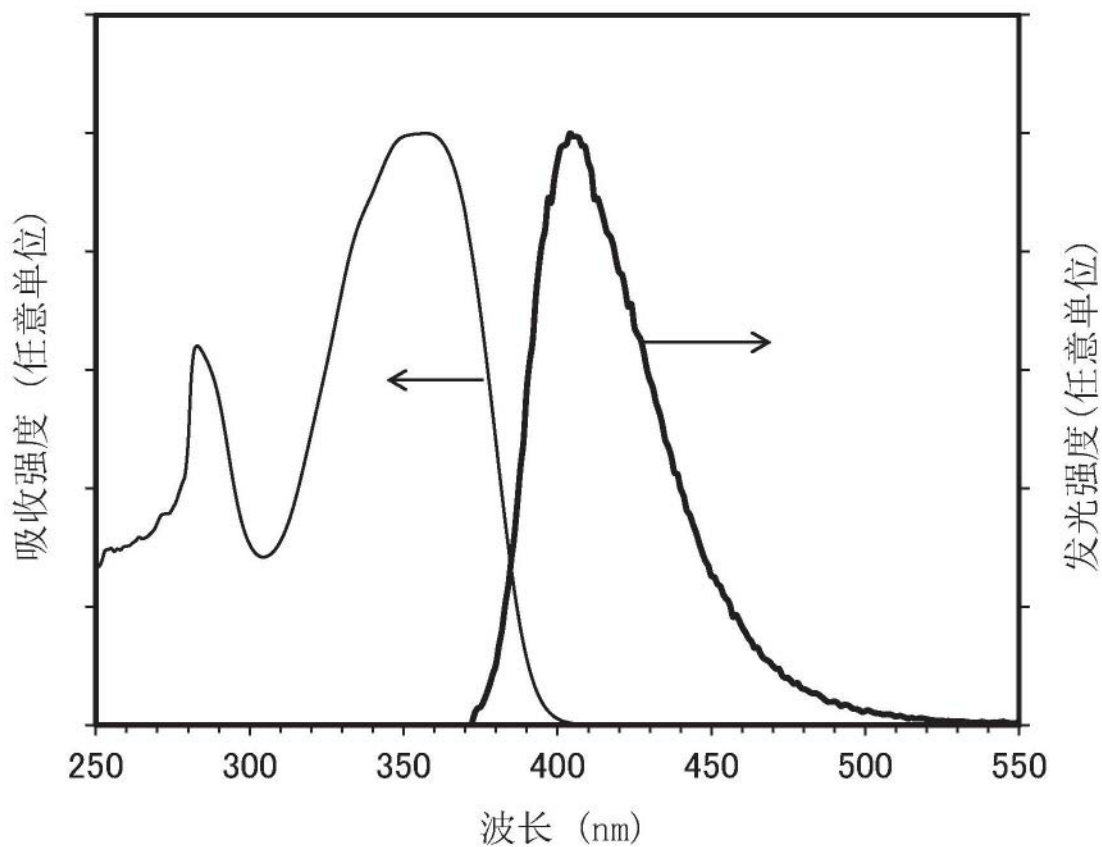


图63

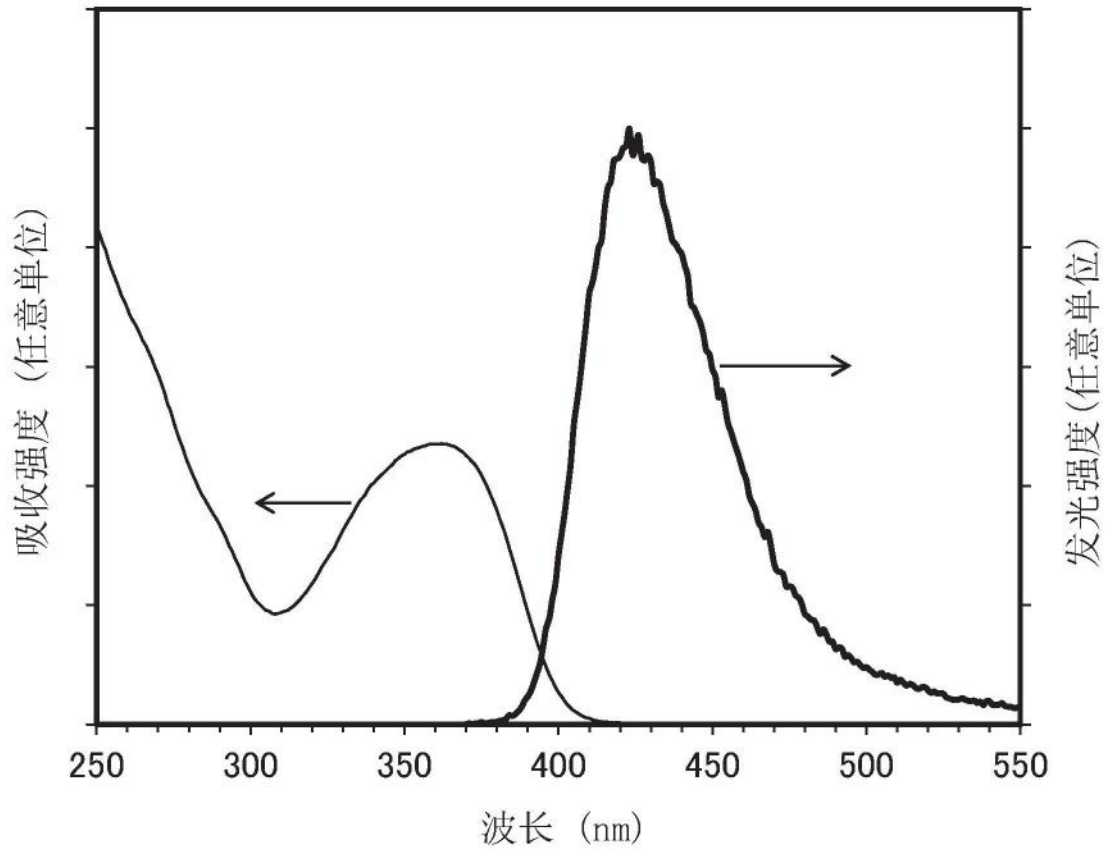


图64

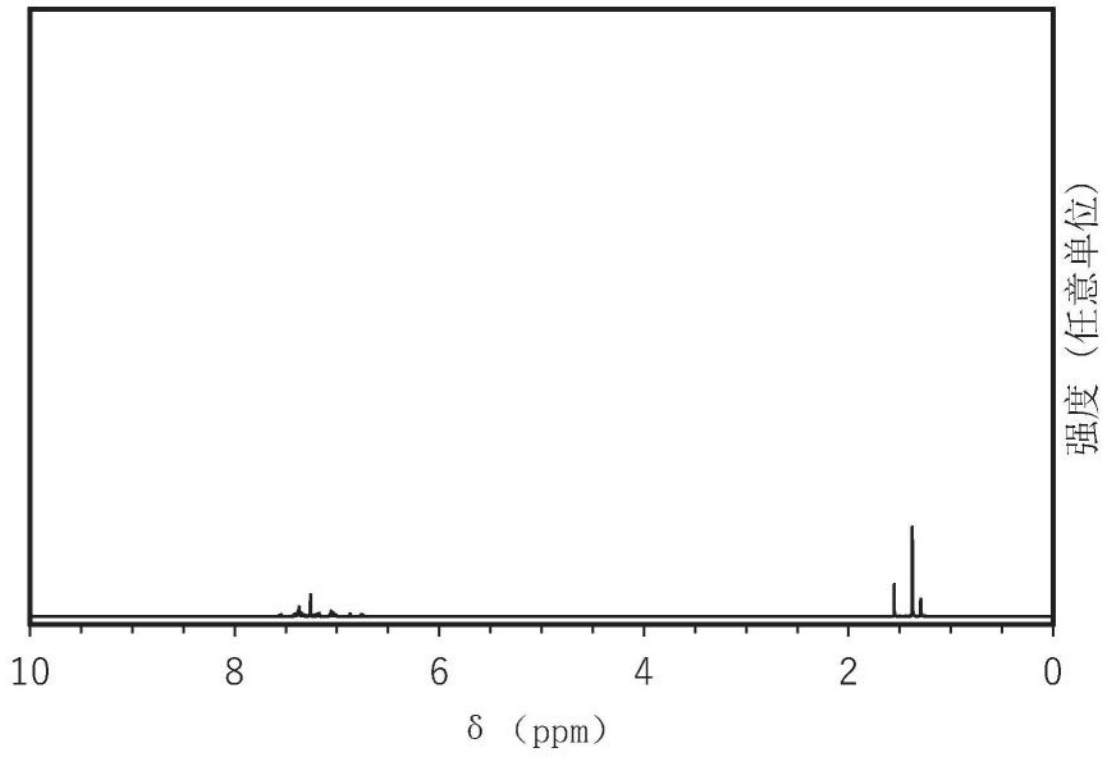


图65A

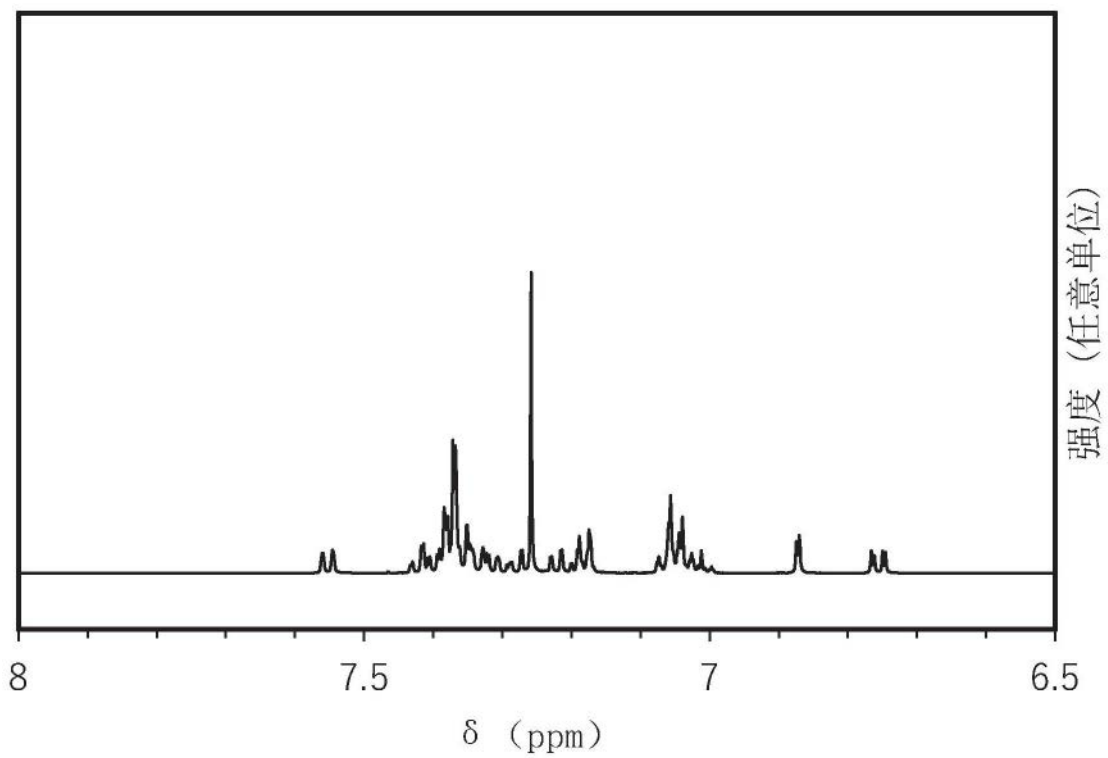


图65B

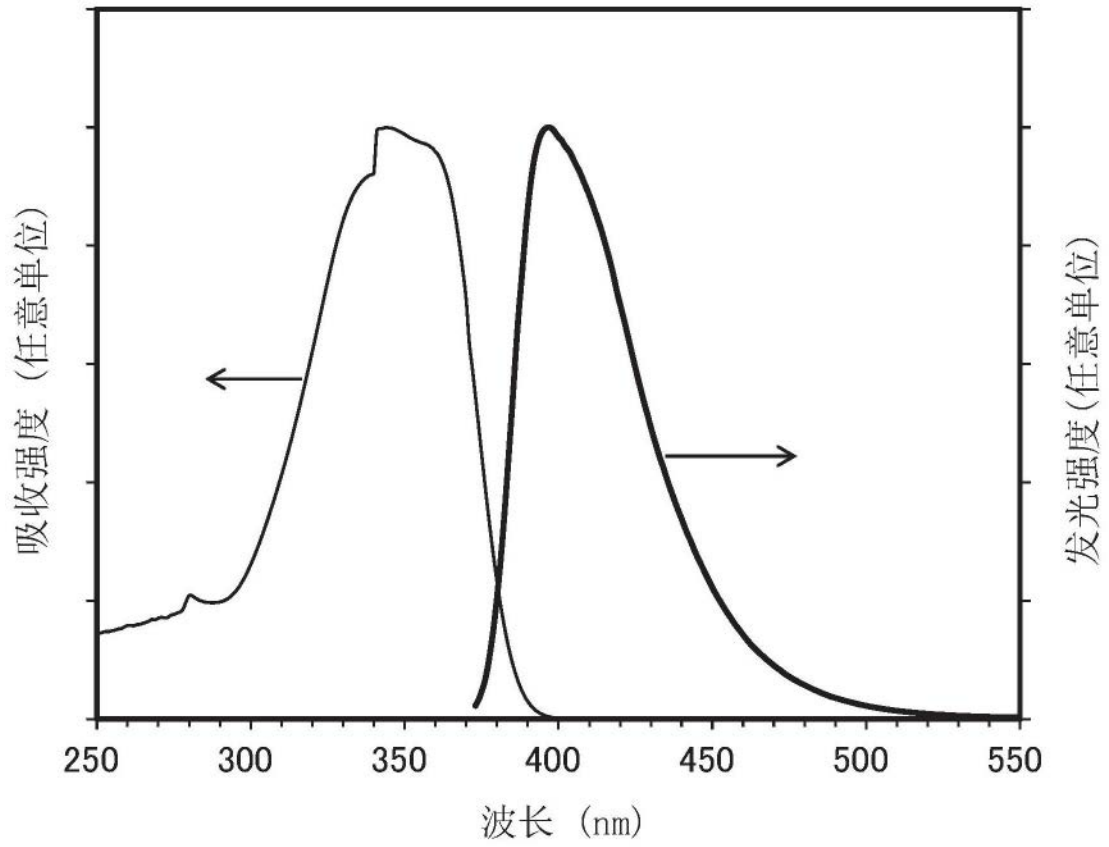


图66