



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107129459 A

(43)申请公布日 2017. 09. 05

(21)申请号 201710102812.0

C07D 401/04(2006.01)

(22)申请日 2017.02.24

C07D 401/10(2006.01)

(30)优先权数据

C09K 11/06(2006.01)

2016-035629 2016.02.26 JP

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

(71)申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72)发明人 濑尾哲史 铃木恒德 久保田朋广

桥本直明 滝田悠介

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

司 31100

代理人 刘多益 董庆

(51)Int.Cl.

C07D 209/86(2006.01)

C07D 209/80(2006.01)

C07D 209/88(2006.01)

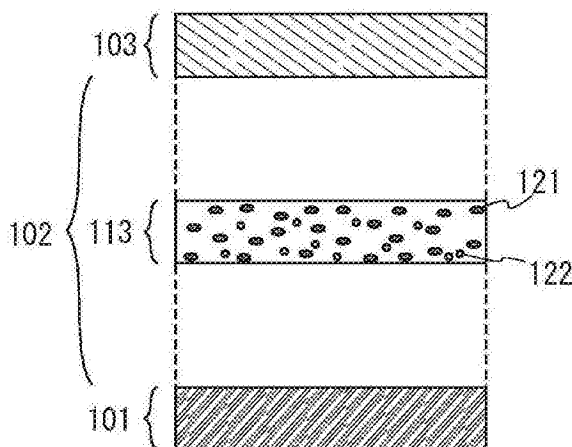
权利要求书5页 说明书95页 附图44页

(54)发明名称

有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备和照明装置

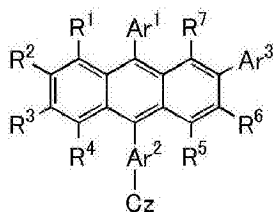
(57)摘要

本发明提供一种发光成分中的基于TTA的延迟荧光成分的比例高的新颖化合物。本发明是一种有机化合物，其具有蒽骨架、亚芳基及包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基，其中，蒽骨架和包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基通过亚芳基键合，并且，蒽骨架的2位或3位具有芳基。



1. 一种有机化合物, 所述有机化合物以通式 (G1) 表示:

[化学式1]



(G1)

其中, Ar^1 及 Ar^3 分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基,

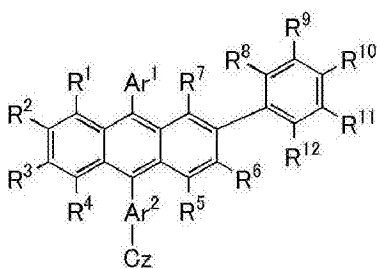
Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基,

Cz 表示包含直接键合到所述 Ar^2 的咪唑骨架的取代或未取代的杂环基,

并且, R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

2. 一种有机化合物, 所述有机化合物以通式 (G2) 表示:

[化学式2]



(G2)

其中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基,

Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基,

Cz 表示包含直接键合到所述 Ar^2 的咪唑骨架的取代或未取代的杂环基,

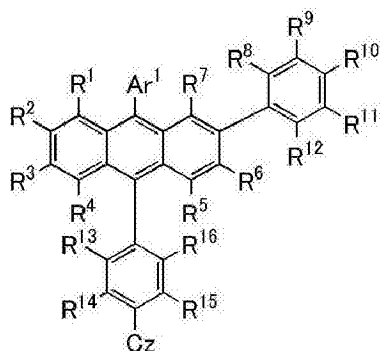
R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种,

并且, R^8 至 R^{12} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

3. 如权利要求2所述的有机化合物, 其特征在于, 所述 R^8 至所述 R^{12} 中的任何相邻的取代基彼此键合而形成环。

4. 一种有机化合物, 所述有机化合物以通式 (G3) 表示:

[化学式3]



(G3)

其中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基,

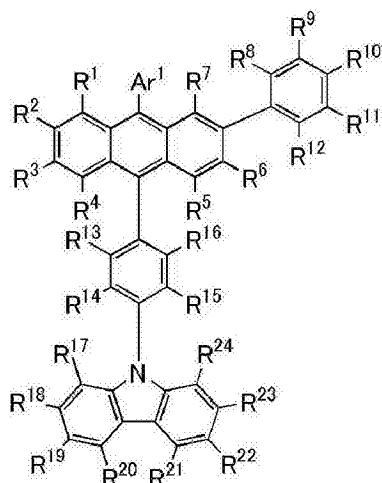
Cz表示包含卟啉骨架的取代或未取代的杂环基,

R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种,

并且, R^8 至 R^{16} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

5. 一种有机化合物, 所述有机化合物以通式 (G4) 表示:

[化学式4]



(G4)

其中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基,

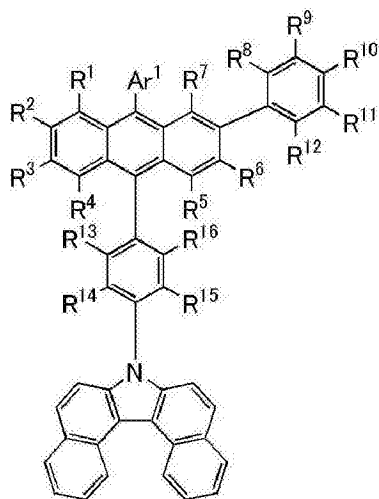
R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种,

并且, R^8 至 R^{24} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为1至6的烷氧基、羟基、巯基、取代或未取代的碳原子数为6至12的芳氨基、乙烯基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

6. 如权利要求5所述的有机化合物, 其特征在于, 所述 R^8 至所述 R^{24} 中的任何相邻的取代基彼此键合而形成环。

7. 一种有机化合物, 所述有机化合物以通式 (G5) 表示:

[化学式5]



(G5)

其中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基,

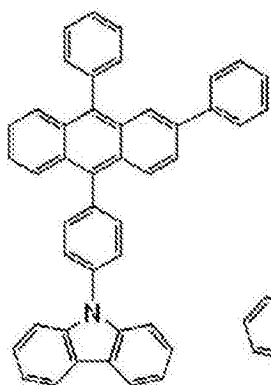
R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种,

并且, R^8 至 R^{16} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为1至6的烷氧基、羟基、巯基、取代或未取代的碳原子数为6至12的芳氨基、乙烯基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

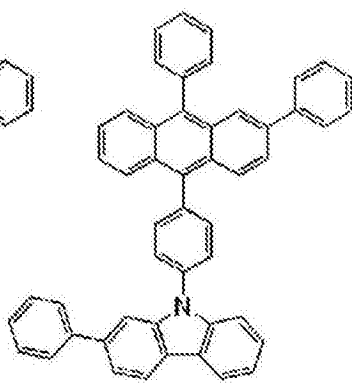
8. 如权利要求4或7所述的有机化合物, 其特征在于, 所述 R^8 至所述 R^{16} 中的任何相邻的取代基彼此键合而形成环。

9. 一种有机化合物, 所述有机化合物以结构式(100)、结构式(102)、结构式(103)、结构式(104)及结构式(200)中的任一个表示。

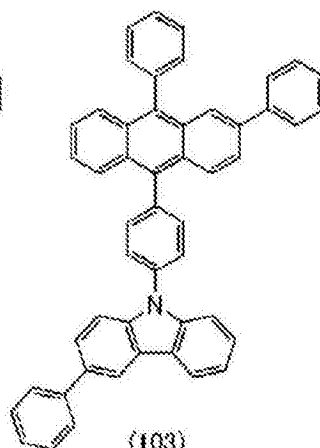
[化学式6]



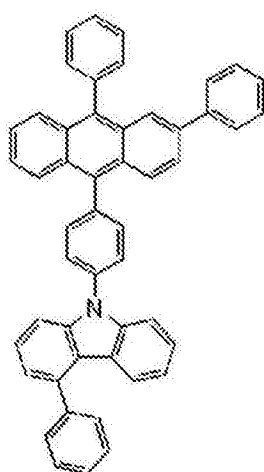
(100)



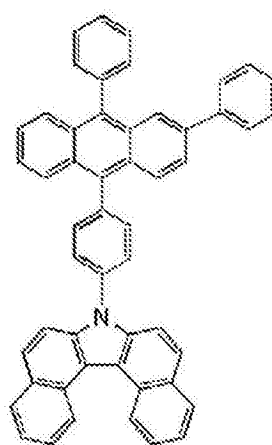
(102)



(103)



(104)



(200)

10. 如权利要求1或2所述的有机化合物,其特征在于,所述 Ar^2 表示取代或未取代的亚苯基。

11. 一种发光元件,所述发光元件包含权利要求1、2、4、5、7和9中任一项所述的有机化合物。

12. 一种发光元件,所述发光元件在一对电极之间包括EL层,
其中,所述EL层包含权利要求1、2、4、5、7和9中任一项所述的有机化合物。

13. 一种发光元件,所述发光元件在一对电极之间包括EL层,
其中,所述EL层包括发光层,
并且所述发光层包含权利要求1、2、4、5、7和9中任一项所述的有机化合物。

14. 一种发光装置,所述发光装置包括:

权利要求11所述的发光元件;以及
晶体管和基板中的至少一个。

15. 一种电子设备,所述电子设备包括:

权利要求14所述的发光装置;以及
麦克风、照相机、操作按钮、外部连接部及扬声器中的至少一种。

16. 一种照明装置,所述照明装置包括:

权利要求11所述的发光元件;以及
壳体、具有凹凸的密封基板和扩散板中的至少一个。

有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备和照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一种形态涉及一种有机化合物。此外,本发明涉及一种通过对夹着发光层而成的一对电极之间施加电场来得到发光的发光元件或一种具有该发光元件的发光装置、电子设备及照明装置。另外,本发明的一种形态不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一种形态的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。或者,本发明的一种形态涉及一种工艺(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或组合物(composition of matter)。因此,更具体地,作为本说明书所公开的本发明的一种形态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、蓄电装置、存储装置、它们的驱动方法或它们的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,对利用电致发光(EL:Electroluminescence)的发光元件的研究开发日益增强。这些发光元件的基本结构是在一对电极之间夹有包含发光物质的层(EL层)的结构。通过将电压施加到该元件的电极间,可以获得来自发光物质的发光。

[0003] 由于上述发光元件是自发光型发光元件,所以使用该发光元件的显示装置具有良好的可见度、不需要背光源及功耗低等优点。另外,还具有如下优点:能够被制造得薄且轻;以及响应速度快等。

[0004] 发光元件的发光机理被认为如下:通过在一对电极之间夹着包含发光物质的EL层并在该一对电极之间施加电压,从阴极注入的电子和从阳极注入的空穴在EL层的发光中心再结合而形成分子激子,当该分子激子返回到基态时释放出能量而发光。

[0005] 作为形成分子激子的有机化合物的激发态,有单重激发态(S^*)及三重激发态(T^*),来自单重激发态的发光被称为荧光,来自三重激发态的发光被称为磷光。另外,在该发光元件中,单重激发态与三重激发态的统计学上的产生比例被认为是 $S^*:T^*=1:3$ 。因此,与使用发射荧光的化合物的发光元件相比,使用发射磷光的化合物的发光元件能够得到更高的发光效率。因此,近年来,对使用能够将三重激发态转换为发光的磷光化合物的发光元件积极进行了开发。

[0006] 在使用磷光化合物的发光元件中,尤其在呈现蓝色发光的发光元件中,难以开发出三重激发能级较高的稳定的化合物,所以还没有实现实用化。因此,已在研发呈现蓝色发光的发光元件中的使用较稳定的荧光化合物的发光元件,要求使用荧光化合物的发光元件(荧光发光元件)具有高效率化。

[0007] 在使用荧光化合物的发光元件中,作为能够将三重态激发态的一部分转换成发光的发光机理,已知三重态-三重态湮灭(TTA:triplet-triplet annihilation)。TTA是指由于两个三重激子邻接而进行激发能和自旋角动量的交换及接送的过程,其结果产生单重激子。

[0008] 另外,作为产生TTA的化合物,已知有具有蒽骨架的化合物。在非专利文献1中,报告称通过将具有蒽骨架的化合物用于发光元件的主体材料可以在呈现蓝色发光的发光元

件中实现高外部量子效率。此外,还有报告相对于使用具有蒽骨架的化合物的发光元件的整个发光,由TTA引起的延迟荧光成分的比例为10%左右。

[0009] [非专利文献1]Tsunenori Suzuki and six others,Japanese Journal of Applied Physics,Vol.53,052102(2014)

发明内容

[0010] 由此,为了提高使用荧光化合物的发光元件的发光效率,重要的是,通过TTA将无助于发光的三重激子的能量转换为有助于发光的单重激子的能量。此外,高效地进行这种能量转换的发光元件的发光成分中的基于TTA的延迟荧光成分比例变高。于是,本发明的一种形态的目的之一是提供一种发光成分中的基于TTA的延迟荧光成分的比例高的新颖化合物。此外,本发明的一种形态的目的之一是提供一种发光成分中的基于TTA的延迟荧光成分的比例高的发光元件。

[0011] 另外,与使用磷光化合物的发光元件相比,使用荧光化合物的发光元件为了得到相同的亮度需要较多的电流。因此,从缩减功耗的观点来看,减少驱动电压是重要的。于是,本发明的一种形态的目的之一是提供一种驱动电压低的发光元件。此外,因为如果流过多量电流,则发光元件容易劣化,所以本发明的一种形态的目的之一是长寿命化。

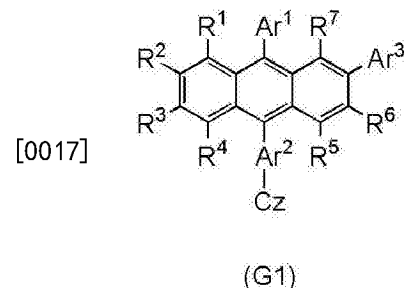
[0012] 另外,本发明的一种形态的目的之一是提供一种新颖化合物。另外,本发明的一种形态的目的之一是提供一种包括新颖化合物的发光元件。另外,本发明的一种形态的目的之一是提供一种发光效率高且功耗得到降低的长寿命的发光装置。

[0013] 注意,这些目的的记载并不妨碍其他目的的存在。且本发明的一种形态并不需要实现所有上述目的。另外,上述以外的目的可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知,且可从说明书、附图、权利要求书等的记载中抽取上述以外的目的。

[0014] 本发明的一种形态是一种有机化合物,其具有蒽骨架、亚芳基、和包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基,其中,蒽骨架和包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基通过亚芳基键合,并且,蒽骨架的2位或3位具有芳基。

[0015] 此外,本发明的另一种形态是一种以下述通式(G1)表示的有机化合物。

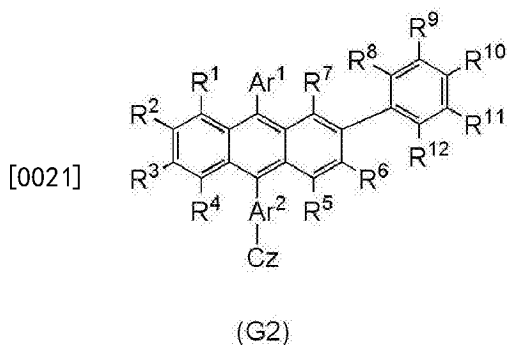
[0016] [化学式1]



[0018] 注意,在通式(G1)中,Ar¹及Ar³分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外,Ar²表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基。另外,Cz表示包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基,所述咔唑骨架与所述Ar²直接键合。R¹至R⁷分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

[0019] 另外,本发明的另一种形态是一种以下述通式(G2)表示的有机化合物。

[0020] [化学式2]

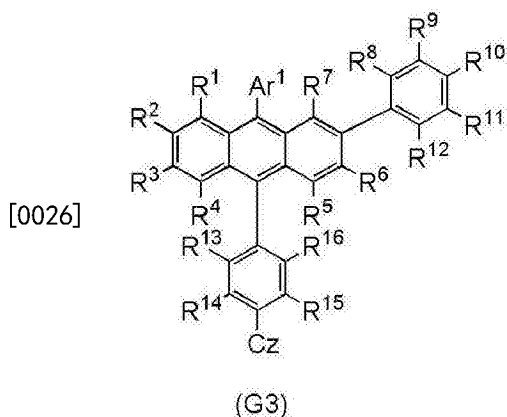


[0022] 注意,在通式(G2)中,Ar¹表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外,Ar²表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基。另外,Cz表示包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基,所述咔唑骨架与所述Ar²直接键合。R¹至R⁷分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。另外,R⁸至R¹²分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。此外,R⁸至R¹²中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0023] 在上述各结构中,其特征不在于,Ar²是取代或未取代的亚苯基。

[0024] 另外,本发明的另一种形态是以下述通式(G3)表示的有机化合物。

[0025] [化学式3]

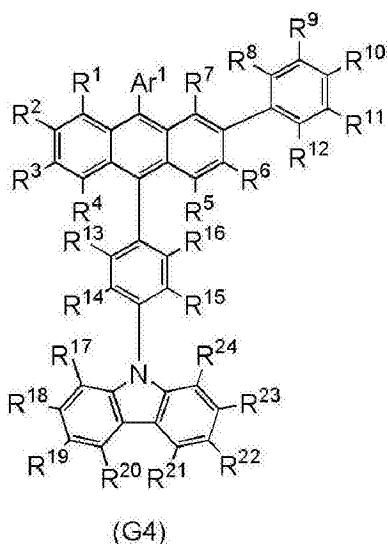


[0027] 注意,在通式(G3)中,Ar¹表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外,Cz表示包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基。R¹至R⁷分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。R⁸至R¹⁶分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。R⁸至R¹⁶中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0028] 另外,本发明的另一种形态是一种以下述通式(G4)表示的有机化合物。

[0029] [化学式4]

[0030]

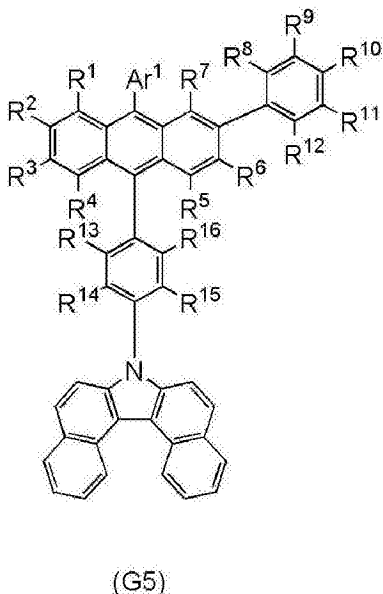


[0031] 注意,在通式(G4)中,Ar¹表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。R¹至R⁷分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。R⁸至R²⁴分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为1至6的烷氧基、羟基、巯基、取代或未取代的碳原子数为6至12的芳氨基、乙烯基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。R⁸至R²⁴中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0032] 本发明的另一种形态是一种以下述通式(G5)表示的有机化合物。

[0033] [化学式5]

[0034]

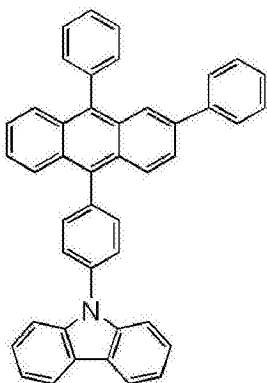


[0035] 注意,在通式(G5)中,Ar¹表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。R¹至R⁷分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。另外,R⁸至R¹⁶分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为1至6的烷氧基、羟基、巯基、取代或未取代的碳原子数为6至12的芳氨基、乙烯基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或

未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。 R^8 至 R^{16} 中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0036] 另外,本发明的另一种形态是一种以下述结构式(100)表示的有机化合物。

[0037] [化学式6]

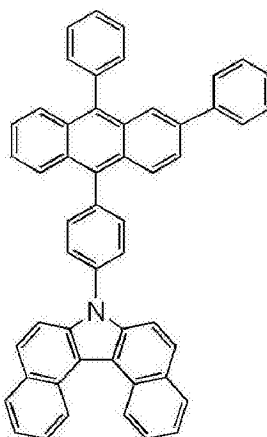


[0038]

(100)

[0039] 另外,本发明的另一种形态是一种以下述结构式(200)表示的有机化合物。

[0040] [化学式7]



[0041]

(200)

[0042] 上述本发明的一种形态的有机化合物具有蒽骨架、亚芳基、和包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基,其中,蒽骨架和包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基通过亚芳基键合,并且,蒽骨架的2位或3位具有芳基。像这样,包含咔唑骨架的杂环基通过亚芳基键合至蒽骨架的9位或10位的结构以及蒽骨架的2位或3位具有芳基的结构共存的化合物可以减少发光元件的驱动电压,并提高可靠性。在该杂环基和该芳基成为一体时,才可以得到这种效果。此外,通过采用这种化合物,可以得到基于TTA的延迟荧光成分的比例高且发光效率高的发光元件。

[0043] 此外,该杂环基通过亚芳基键合的蒽骨架中的部位根据化合物所具有的取代基的种类而是9位或10位。此外,在该杂环基通过亚芳基键合的蒽骨架中的部位是9位时,该芳基键合的蒽骨架中的部位是3位,而在该杂环基通过亚芳基键合的蒽骨架中的部位是10位时,该芳基键合的蒽骨架中的部位是2位。

[0044] 另外,本发明的另一种形态是一种发光元件,其中,在一对电极之间具有EL层,EL层具有发光层,并且,发光层至少具有上述有机化合物中的任一种。

[0045] 此外,本发明的一种形态不仅包括具有发光元件的发光装置,而且还包括具有发光装置的照明装置。因此,本说明书中的发光装置是指图像显示装置或光源(包括照明装置)。另外,发光装置有时还包括如下模块:安装有诸如FPC(Flexible printed circuit:柔性印刷电路)或TCP(Tape Carrier Package:载带封装)这样的连接器的模块;在TCP端部中设置有印刷线路板的模块;或者IC(集成电路)通过COG(Chip On Glass:玻璃上芯片)方式直接安装在发光元件上的模块。

[0046] 本发明的一种形态可以提供一种发光成分中的基于TTA的延迟荧光成分的比例高的新颖化合物。另外,本发明的一种形态可以提供一种发光成分中的基于TTA的延迟荧光成分的比例高的发光元件。此外,本发明的一种形态可以提供一种新颖化合物。此外,本发明的一种形态可以提供一种具有新颖化合物的发光元件。另外,本发明的一种形态可以提供一种发光效率高且功耗得到降低的新颖发光装置。

附图说明

- [0047] 图1A和图1B是说明发光元件的结构的图;
- [0048] 图2A和图2B是说明发光元件的结构的图;
- [0049] 图3A至图3C是说明发光装置的图;
- [0050] 图4A和图4B是说明发光装置的图;
- [0051] 图5A、图5B、图5C、图5D、图5D'1及图5D'2是说明电子设备的图;
- [0052] 图6A至图6C是说明电子设备的图;
- [0053] 图7A和图7B是说明汽车的图;
- [0054] 图8A至图8D是说明照明装置的图;
- [0055] 图9是说明照明装置的图;
- [0056] 图10A和图10B是示出触摸面板的一个例子的图;
- [0057] 图11A和图11B是示出触摸面板的一个例子的图;
- [0058] 图12A和图12B是示出触摸面板的一个例子的图;
- [0059] 图13A和图13B是触摸传感器的框图及时序图;
- [0060] 图14是触摸传感器的电路图;
- [0061] 图15A、图15B1及图15B2是显示装置的框图;
- [0062] 图16是显示装置的电路结构;
- [0063] 图17是显示装置的剖面结构;
- [0064] 图18A和图18B是说明发光元件的图;
- [0065] 图19是以结构式(100)表示的有机化合物的¹H-NMR谱;
- [0066] 图20是以结构式(100)表示的有机化合物的紫外·可见吸收光谱及发射光谱;
- [0067] 图21是示出以结构式(100)表示的有机化合物的LC-MS测定结果的图;
- [0068] 图22是以结构式(200)表示的有机化合物的¹H-NMR谱;
- [0069] 图23是以结构式(200)表示的有机化合物的紫外·可见吸收光谱及发射光谱;
- [0070] 图24是示出以结构式(200)表示的有机化合物的LC-MS测定结果的图;
- [0071] 图25是说明发光元件的结构的图;
- [0072] 图26是示出发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的电流密度-亮度

特性的图；

[0073] 图27是示出发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的电压-亮度特性的图；

[0074] 图28是示出发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的亮度-电流效率特性的图；

[0075] 图29是示出发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的电压-电流特性的图；

[0076] 图30是示出发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的发射光谱的图；

[0077] 图31是示出发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的可靠性的图；

[0078] 图32是示出发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的电流密度-亮度特性的图；

[0079] 图33是示出发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的电压-亮度特性的图；

[0080] 图34是示出发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的亮度-电流效率特性的图；

[0081] 图35是示出发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的电压-电流特性的图；

[0082] 图36是示出发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的发射光谱的图；

[0083] 图37是示出发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的可靠性的图；

[0084] 图38是示出发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的电流密度-亮度特性的图；

[0085] 图39是示出发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的电压-亮度特性的图；

[0086] 图40是示出发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的亮度-电流效率特性的图；

[0087] 图41是示出发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的电压-电流特性的图；

[0088] 图42是示出发光元件5及发光元件6的发射光谱的图；

[0089] 图43是示出发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的可靠性的图；

[0090] 图44是示出发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的电流密度-亮度特性的图；

[0091] 图45是示出发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的电压-亮度特性的图；

[0092] 图46是示出发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的亮度-电流效率特性的图；

[0093] 图47是示出发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的电压-电流特性的图；

[0094] 图48是示出发光元件9及发光元件10的发射光谱的图；

- [0095] 图49是示出发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的可靠性的图；
- [0096] 图50是示出发光元件13及发光元件14的电流密度-亮度特性的图；
- [0097] 图51是示出发光元件13及发光元件14的电压-亮度特性的图；
- [0098] 图52是示出发光元件13及发光元件14的亮度-电流效率特性的图；
- [0099] 图53是示出发光元件13及发光元件14的电压-电流特性的图；
- [0100] 图54是示出发光元件13及发光元件14的发射光谱的图；
- [0101] 图55是示出发光元件13及发光元件14的衰减曲线的图；
- [0102] 图56是以结构式(103)表示的有机化合物的¹H-NMR谱；
- [0103] 图57是以结构式(103)表示的有机化合物的紫外·可见吸收光谱及发射光谱；
- [0104] 图58是以结构式(102)表示的有机化合物的¹H-NMR谱；
- [0105] 图59是以结构式(102)表示的有机化合物的紫外·可见吸收光谱及发射光谱；
- [0106] 图60是以结构式(104)表示的有机化合物的¹H-NMR谱；
- [0107] 图61是以结构式(104)表示的有机化合物的紫外·可见吸收光谱及发射光谱；
- [0108] 图62是示出发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的电流密度-亮度特性的图；
- [0109] 图63是示出发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的电压-亮度特性的图；
- [0110] 图64是示出发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的亮度-电流效率特性的图；
- [0111] 图65是示出发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的电压-电流特性的图；
- [0112] 图66是示出发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的发射光谱的图；
- [0113] 图67是示出发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的可靠性的图。

具体实施方式

[0114] 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,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。

[0115] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如,有时可以将“导电层”调换为“导电膜”。此外,有时可以将“绝缘膜”调换为“绝缘层”。

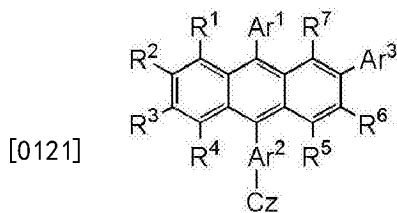
[0116] 实施方式1

[0117] 在本实施方式中对本发明的一种形态的有机化合物进行说明。

[0118] 本实施方式所示的有机化合物是一种有机化合物,其具有蒽骨架、亚芳基、和包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基,其中,蒽骨架和包含咔唑骨架的取代或未取代的杂环基通过亚芳基键合,并且,蒽骨架的2位或3位具有芳基。

[0119] 本实施方式所示的有机化合物是一种以下述通式(G1)表示的有机化合物。

[0120] [化学式8]

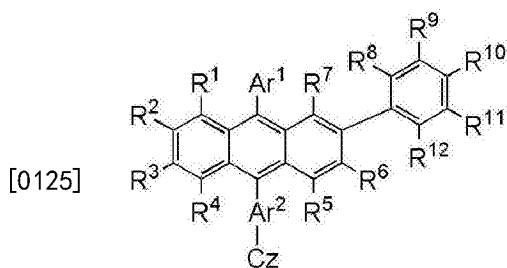


(G1)

[0122] 在通式 (G1) 中, Ar^1 及 Ar^3 分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外, Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基。此外, Cz表示包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基, 所述咪唑骨架与所述 Ar^2 直接键合。 R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

[0123] 本实施方式所示的有机化合物是以下述通式 (G2) 表示的有机化合物。

[0124] [化学式9]

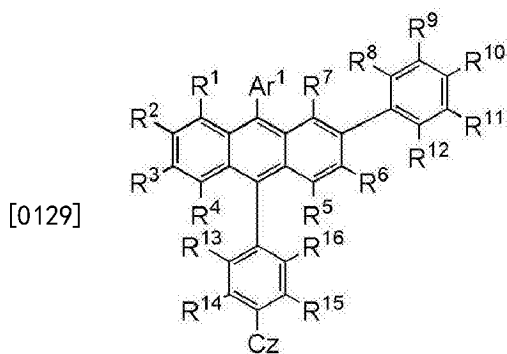


(G2)

[0126] 在通式 (G2) 中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外, Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基。此外, Cz表示包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基, 所述咪唑骨架与所述 Ar^2 直接键合。 R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。另外, R^8 至 R^{12} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。此外, R^8 至 R^{12} 中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0127] 另外, 本实施方式所示的有机化合物是以下述通式 (G3) 表示的有机化合物。

[0128] [化学式10]



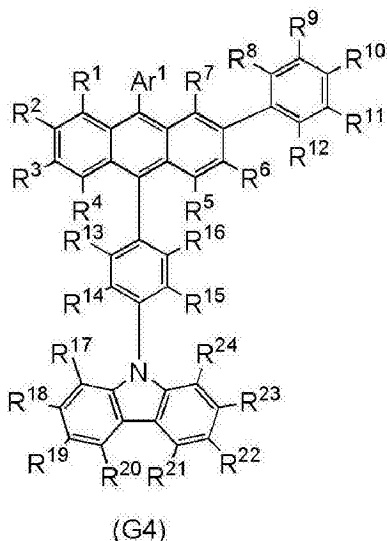
(G3)

[0130] 在通式 (G3) 中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外, Cz表示包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基。 R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。 R^8 至 R^{16} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。此外, R^8 至 R^{16} 中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0131] 另外, 本实施方式所示的有机化合物是以下述通式 (G4) 表示的有机化合物。

[0132] [化学式11]

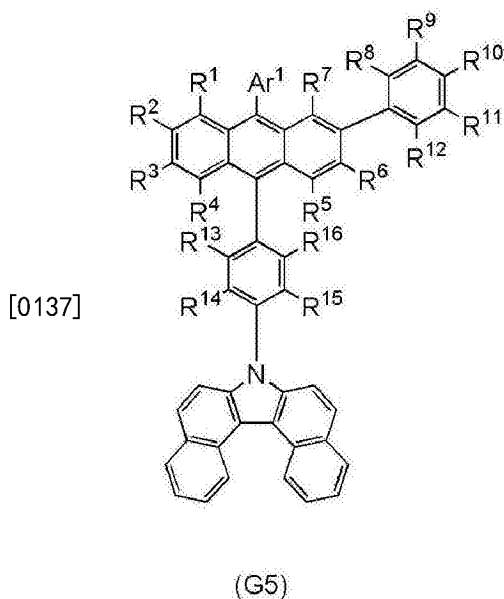
[0133]



[0134] 在通式 (G4) 中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外, R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。另外, R^8 至 R^{24} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为1至6的烷氧基、羟基、巯基、取代或未取代的碳原子数为6至12的芳氨基、乙烯基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。此外, R^8 至 R^{24} 中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0135] 另外, 本实施方式所示的有机化合物是以下述通式 (G5) 表示的有机化合物。

[0136] [化学式12]



[0138] 在通式 (G5) 中, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外, R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。此外, R^8 至 R^{16} 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为1至6的烷氧基、羟基、巯基、取代或未取代的碳原子数为6至12的芳氨基、乙烯基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或者取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。此外, R^8 至 R^{16} 中的任何相邻的取代基可以彼此键合而形成环。

[0139] 另外, 在上述通式 (G1) 至上述通式 (G5) 中的任一个中, 在取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基、取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基、取代或未取代的杂环基、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13或为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种具有取代基的场合下, 作为该取代基, 可以举出: 甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基这样的碳原子数为1至6的烷基; 环戊基、环己基、环庚基、1-降冰片基、2-降冰片基这样的碳原子数为5至7的环烷基; 苯基、联苯基这样的碳原子数为6至12的芳基。

[0140] 另外, 作为在上述通式 (G1) 至上述通式 (G5) 中的任一个中具有取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基时的具体例子, 可以举出苯基、萘基 (1-萘基、2-萘基)、甲苯基 (邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基)、联苯基 (联苯基-2-基、联苯基-3-基、联苯基-4-基)、二甲苯基、戊搭烯基、茚基、茆基、邻氨基苯甲基 (anthranil group)、三联苯基、菲基、四联苯基、螺茆基、苯基邻氨基苯甲基 (phenylanthranil group)、二苯基邻氨基苯甲基 (diphenylanthranil group) 等。

[0141] 另外, 作为上述通式 (G1) 至上述通式 (G5) 中的任一个中具有取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基时的具体例子, 可以举出亚苯基、甲苯二基、亚萘基、联苯基二基、二甲苯二基、戊搭烯二基、茚二基、茆二基、蒽二基等。

[0142] 另外, 作为上述通式 (G1) 至上述通式 (G5) 中的任一个中具有取代或未取代的杂环基时的具体例子, 可以举出咪唑基、苯基咪唑基 (1-苯基咪唑基、2-苯基咪唑基、3-苯基咪唑基、4-苯基咪唑基)、二苯基咪唑基 (1,8-二苯基咪唑基、2,7-二苯基咪唑基、3,6-二苯基咪

唑基、4,5-二苯基咪唑基)、苯并咪唑基([a] 苯并咪唑基、[b] 苯并咪唑基、[c] 苯并咪唑基、[d] 苯并咪唑基)、二苯并咪唑基([a,c] 二苯并咪唑基、[a,g] 二苯并咪唑基、[a,h] 二苯并咪唑基、[a,i] 二苯并咪唑基、[b,g] 二苯并咪唑基、[b,h] 二苯并咪唑基、[b,i] 苯并咪唑基)、三苯并咪唑基等。

[0143] 另外,作为上述通式(G1)至上述通式(G5)中的任一个中具有取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基时的具体例子,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基、三氟甲基等。

[0144] 另外,作为上述通式(G1)至上述通式(G5)中的任一个中具有取代或未取代的碳原子数为6至13或为6至14的芳基时的具体例子,可以举出苯基、甲苯基(邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基)、萘基(1-萘基、2-萘基)、联苯基(联苯基-2-基、联苯基-3-基、联苯基-4-基)、二甲苯基、戊搭烯基、茛基、茛基、菲基等。另外,上述取代基也可以彼此键合而形成环。作为这种例子,可以举出如下情况等:茛基的9位的碳具有两个苯基作为取代基,且该苯基彼此键合而形成螺茛骨架的情况。

[0145] 另外,作为上述通式(G1)至上述通式(G5)中的任一个中具有取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基时的具体例子,可以举出咪唑基、吡唑基、吡啶基、哒嗪基、嘧啶基、吡嗪基、三嗪基、苯并咪唑基、喹啉基等。

[0146] 上述通式(G1)至上述通式(G5)中的任一个所示的本发明的一种形态的有机化合物具有蒽骨架、亚芳基、和包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基,其中,蒽骨架和包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基通过亚芳基键合,并且,蒽骨架的2位或3位具有芳基。像这样,包含咪唑骨架的杂环基通过亚芳基键合至蒽骨架的9位或10位的结构及蒽骨架的2位或3位具有芳基的结构共存的化合物可以减少发光元件的驱动电压,并提高可靠性。在该杂环基和该芳基成为一体时,才可以得到这种效果。此外,通过采用这种化合物,可以得到基于TTA的延迟荧光成分的比例高且发光效率高的发光元件。

[0147] 以往,作为具有包含咪唑骨架的杂环基通过亚芳基键合到蒽骨架的9位或10位的结构、且蒽骨架的2位和3位无芳基的化合物,例如已知的是9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)。在CzPA中,通过对9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)引入咪唑,可以使膜品质稳定且使载流子的进入容易。事实上,DPAnth的HOMO为-5.84eV,LUMO为-2.70eV,相比之下,CzPA的HOMO为-5.79eV,LUMO为-2.73eV,因此空穴和电子较容易进入CzPA中。由此,将CzPA用作主体的发光元件可以实现以较低的电压驱动,但是还有寿命不足的问题。

[0148] 另一方面,作为蒽骨架的2位或3位具有芳基、但不具有包含咪唑骨架的杂环基的化合物,例如已知的是2,9,10-三苯基蒽(简称:2PPA)。2PPA的HOMO为-5.81eV,LUMO为-2.77eV,因此与CzPA中相比,空穴较难以进入2PPA,但是电子较容易进入2PPA。由于HOMO-LUMO之间的能隙同等,因此可以预测将2PPA用作主体的发光元件以与CzPA同等的电压工作,但是实际上的工作电压比CzPA高得多。由电流-电压特性的结果可知,形态等的影响(特别是空穴)使载流子的进入困难,而与HOMO-LUMO能级无关。此外,使用2PPA的发光元件的寿命非常短。也就是说,由于形态等问题所导致的载流子注入性的劣化或短寿命,因此如同没有将芳基引入蒽骨架的2位或3位中的优点。

[0149] 但是,非常意外地,本发明人发现:在包含咪唑骨架的杂环基通过亚芳基键合到蒽

骨架的9位或10位的结构和蒽骨架的2位或3位具有芳基的结构共存时,不仅减少驱动电压,而且还可以大幅度地延长寿命。例如,对CzPA的蒽骨架的3位引入苯基的9-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPA)可以以比CzPA低的电压工作。2Ph-CzPA的HOMO为-5.77eV,LUMO为-2.80eV。HOMO-LUMO之间的能隙变小是低电压化的原因之一。这是在同时具备包含咔唑骨架的杂环基通过亚芳基键合到蒽骨架的9位或10位的结构以及蒽骨架的2位或3位具有芳基的结构时才可以得到的物性。当然,不存在形态的问题。再者,要注目的是,2Ph-CzPA的寿命可以比CzPA及2PPA长得多。也就是说,从长寿命化的观点来看,包含咔唑骨架的杂环基通过亚芳基键合到蒽骨架的9位或10位的结构和蒽骨架的2位或3位具有芳基的结构是一体不可分的结构。

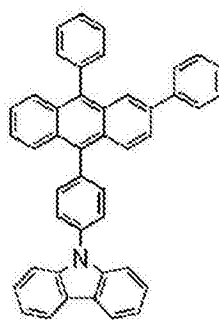
[0150] 而且,2Ph-CzPA可以得到与CzPA同等高的发光效率。发光效率高是因为基于TTA的延迟荧光成分的比例高的缘故。也就是说,引入蒽骨架的2位或3位的芳基在本发明的一种形态的化合物中至少不阻碍TTA,倒不如说该芳基有助于从T1到Tn的跃迁概率的上升,由此可能有利于TTA(将在后面的实施例中说明)。

[0151] 此外,上述效果在咔唑骨架具有稠环时等同样可见。因此,为了得到上述效果,重要的是咔唑骨架的存在,而咔唑骨架不必一定需要具有单环结构。

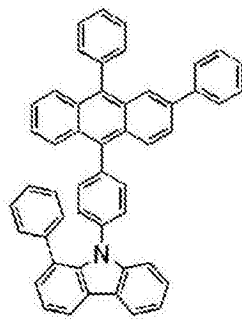
[0152] 此外,上述HOMO及LUMO的测定值是通过循环伏安法测定来估计的。

[0153] 接着,下面示出上述本发明的一种形态的有机化合物的具体结构式。但是,本发明不局限于此。

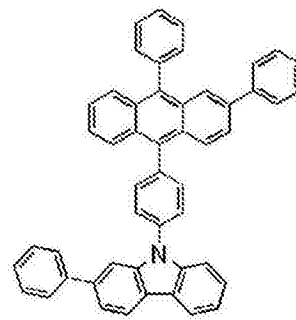
[0154] [化学式13]



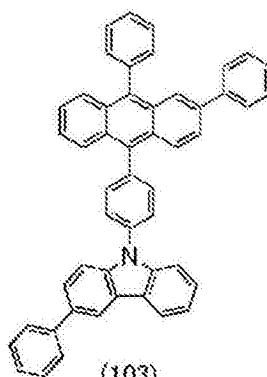
(100)



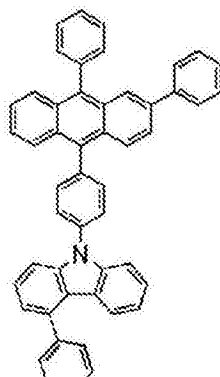
(101)



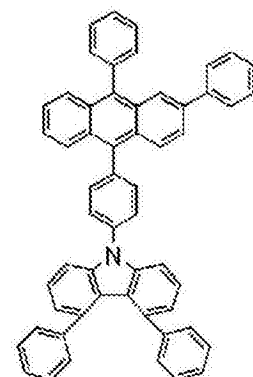
(102)



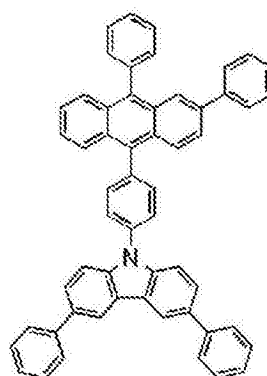
(103)



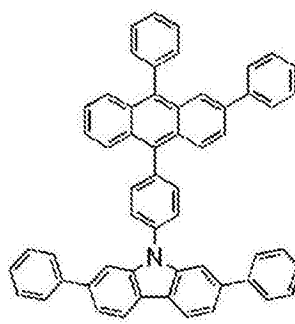
(104)



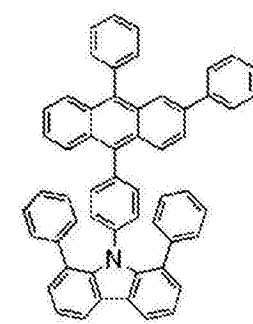
(105)



(106)



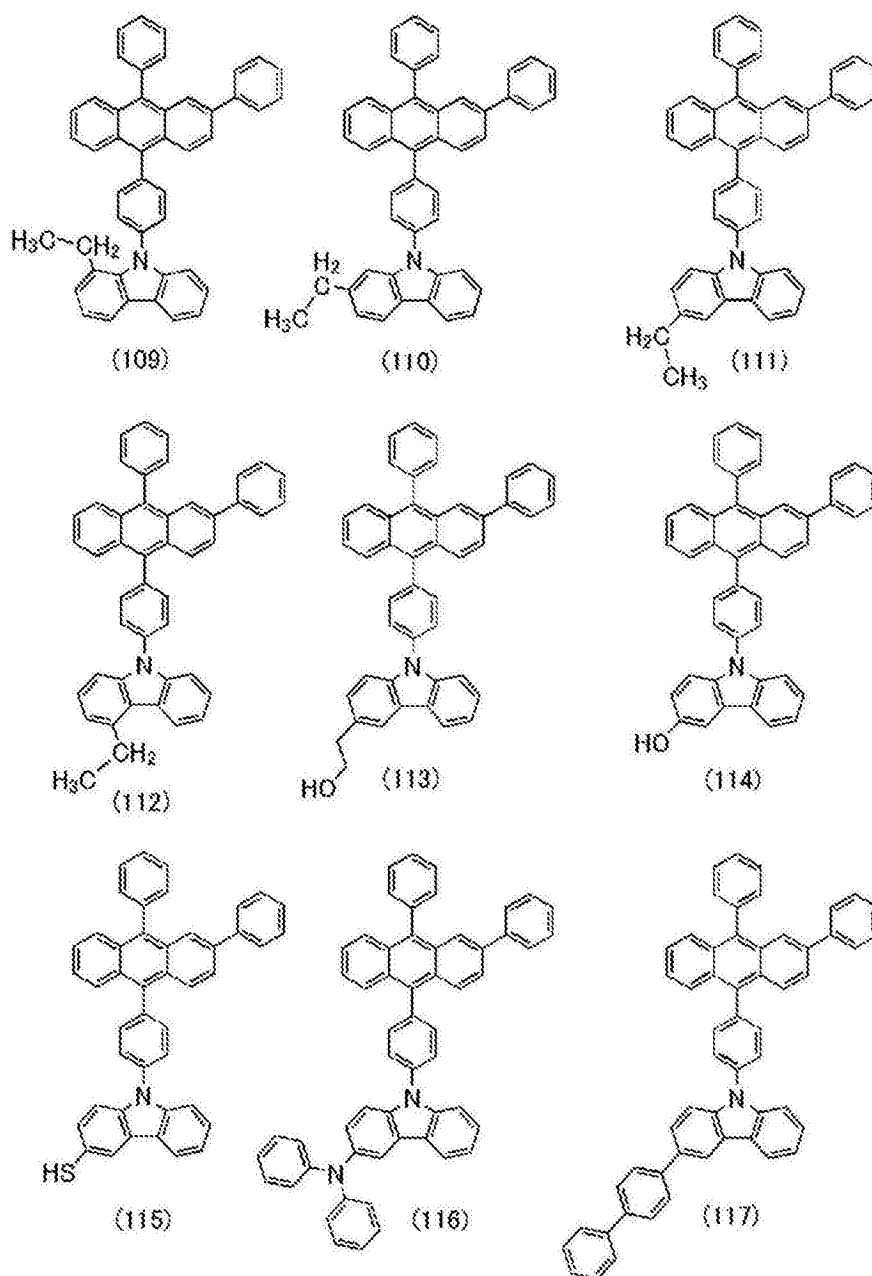
(107)



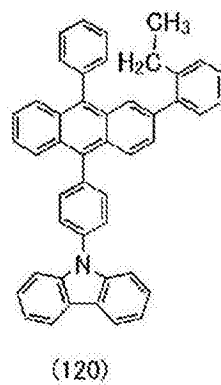
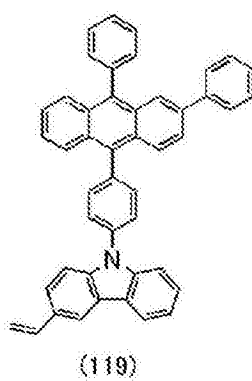
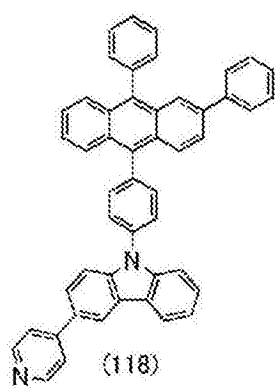
(108)

[0155]

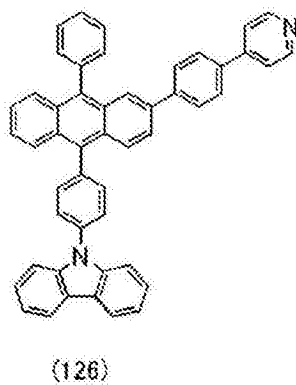
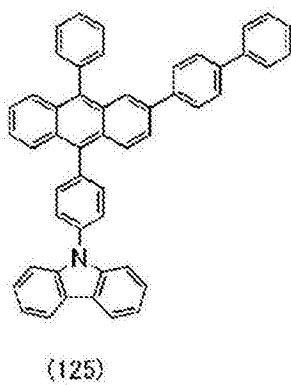
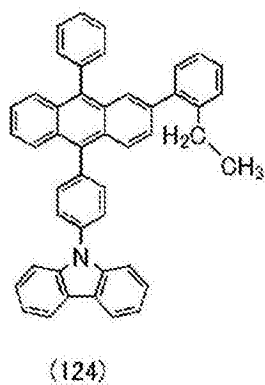
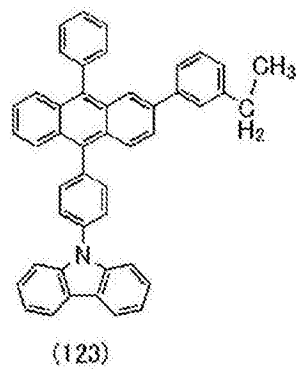
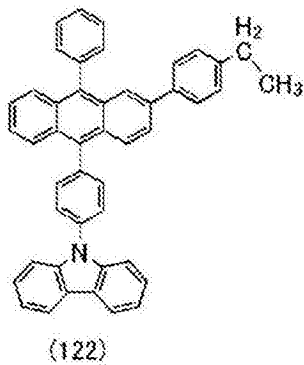
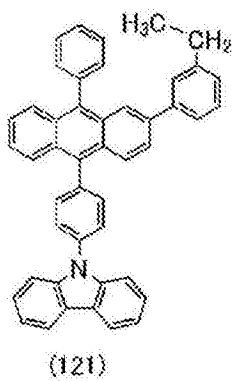
[0156] [化学式14]



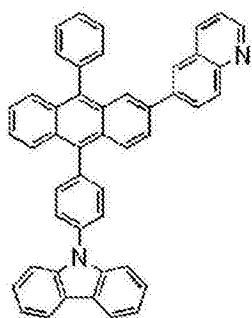
[0158] [化学式15]



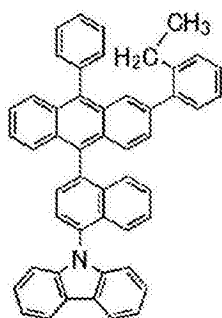
[0159]



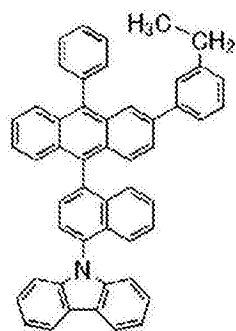
[0160] [化学式16]



(127)

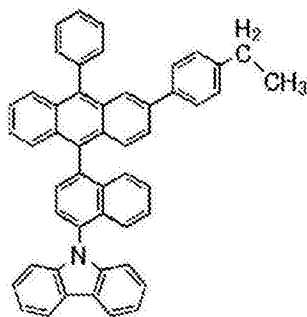


(128)

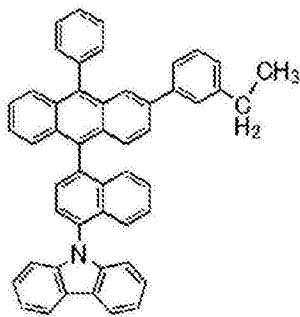


(129)

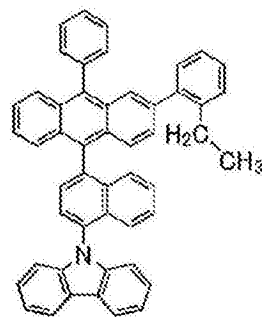
[0161]



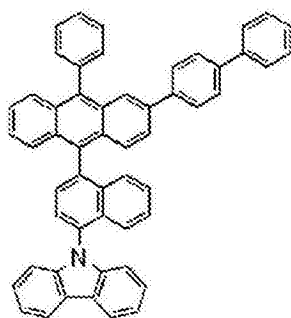
(130)



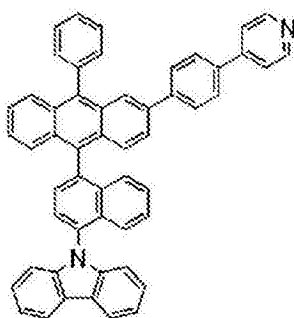
(131)



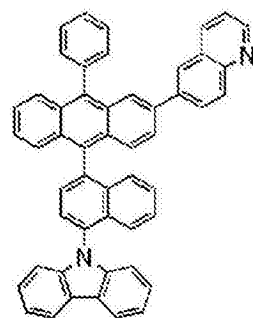
(132)



(133)



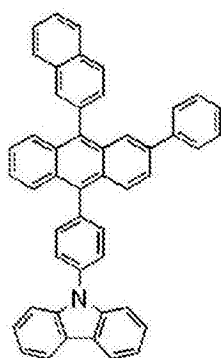
(134)



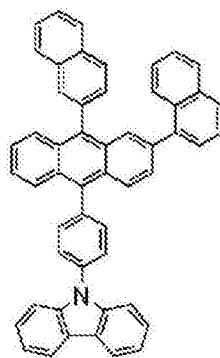
(135)

[0162]

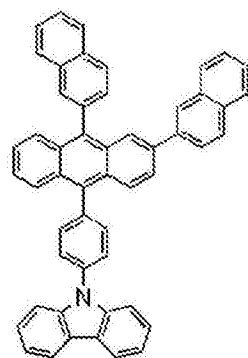
[化学式17]



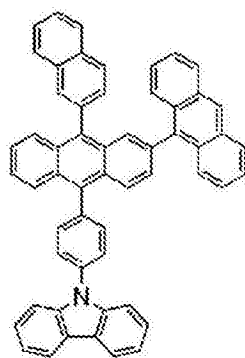
(136)



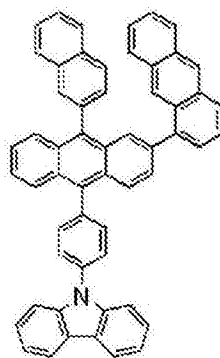
(137)



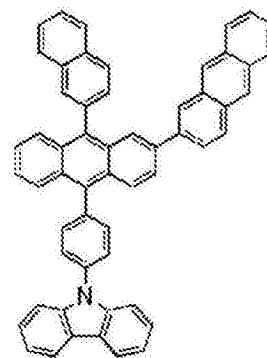
(138)



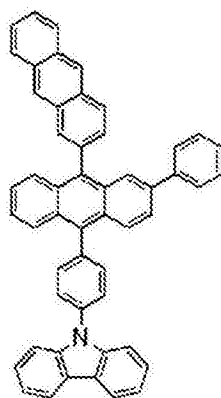
(139)



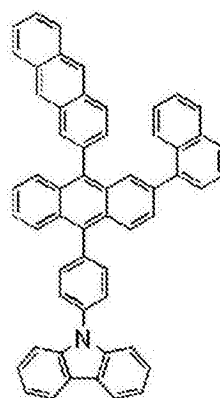
(140)



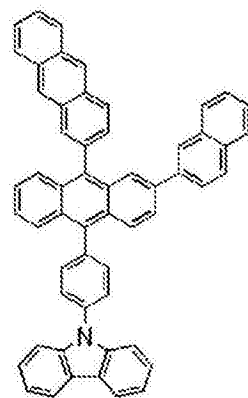
(141)



(142)



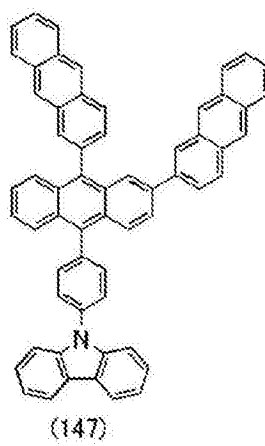
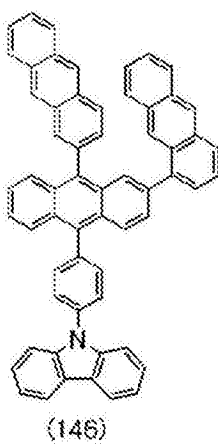
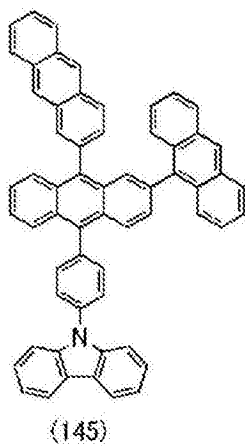
(143)



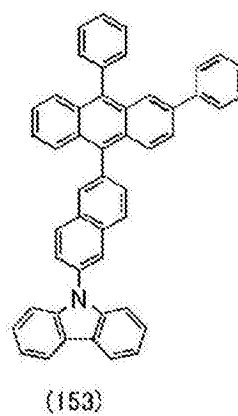
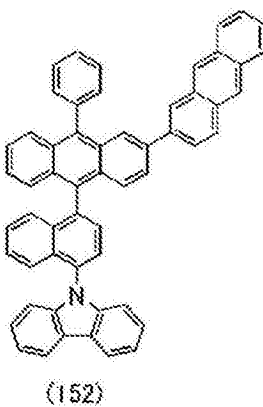
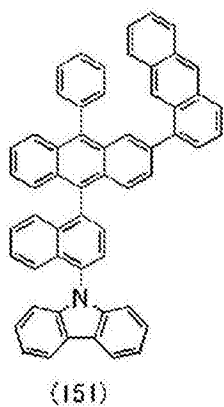
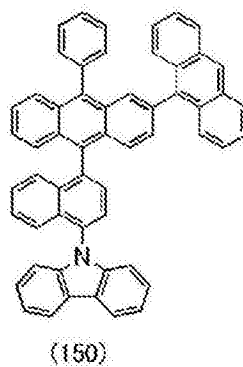
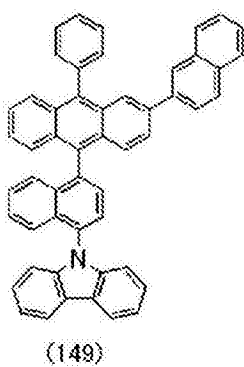
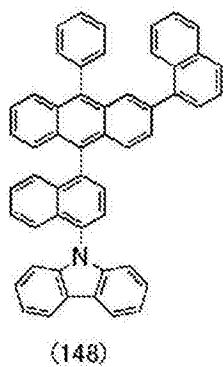
(144)

[0163]

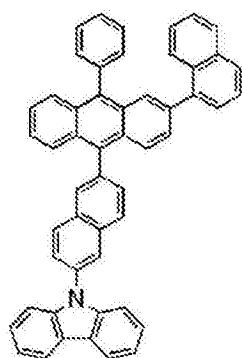
[0164] [化学式18]



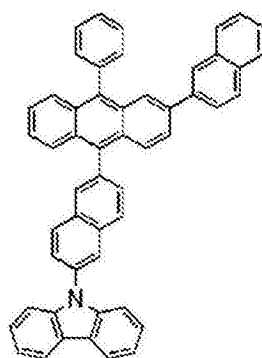
[0165]



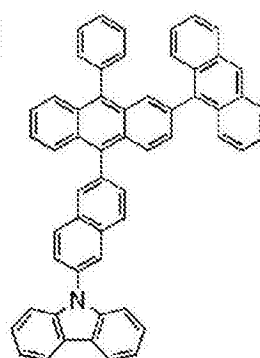
[0166] [化学式19]



(154)

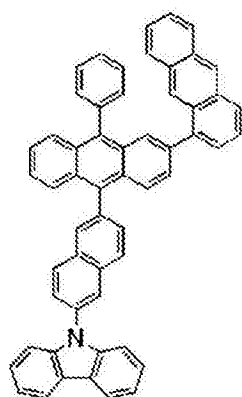


(155)

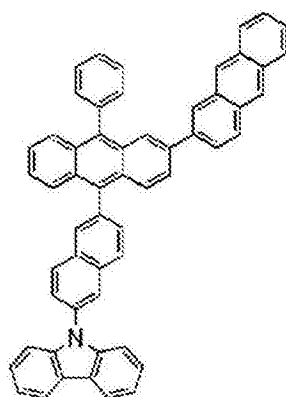


(156)

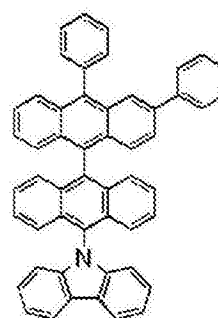
[0167]



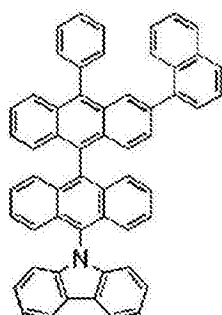
(157)



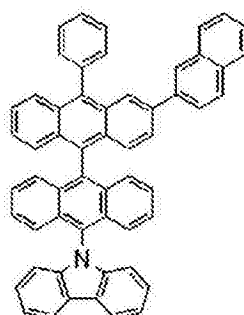
(158)



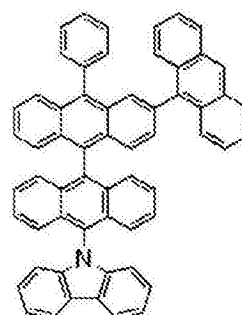
(159)



(160)



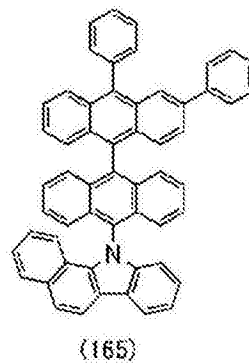
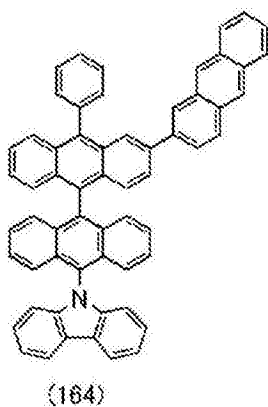
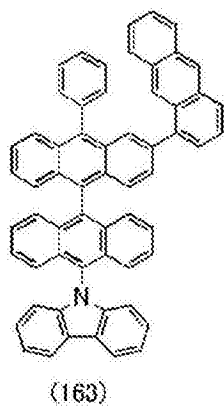
(161)



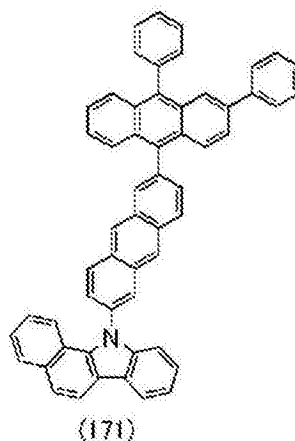
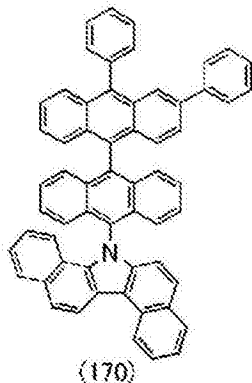
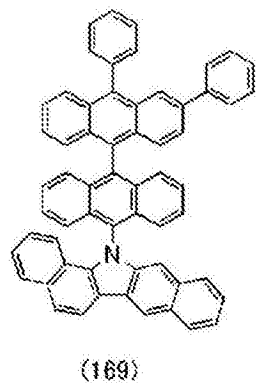
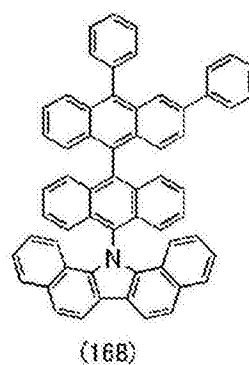
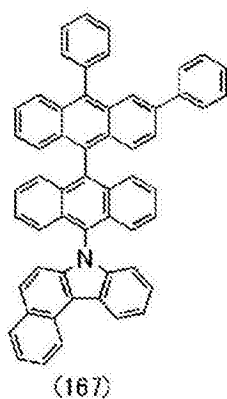
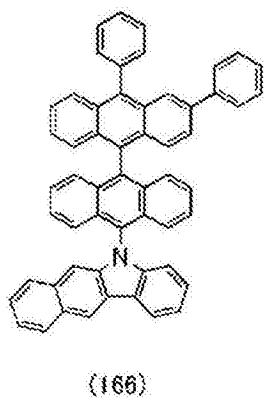
(162)

[0168]

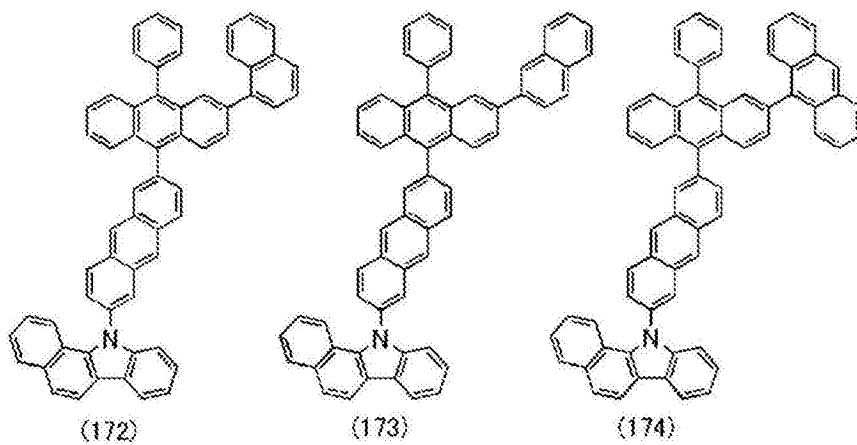
[化学式20]



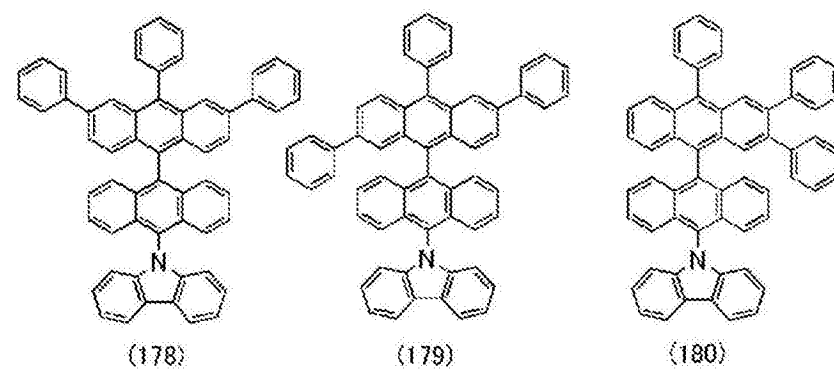
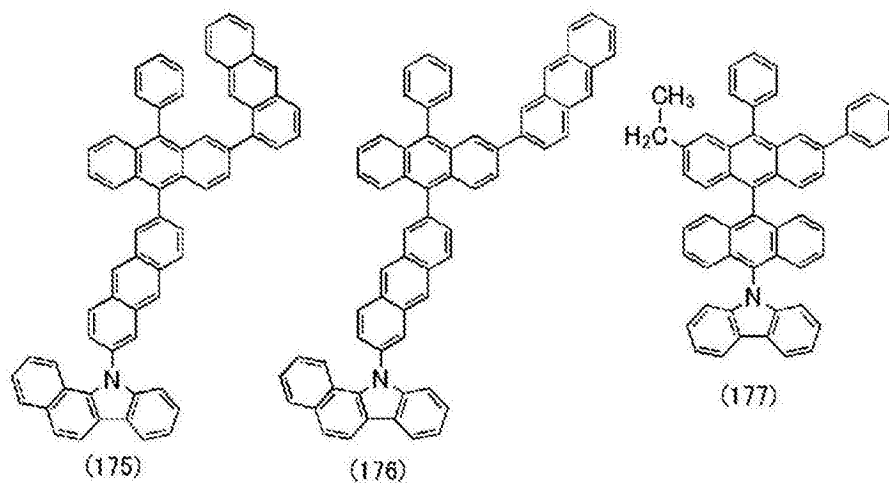
[0169]



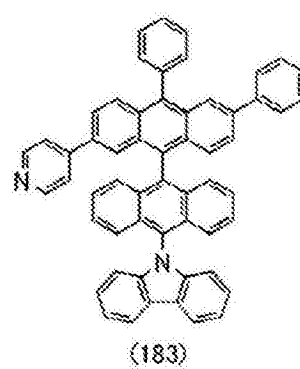
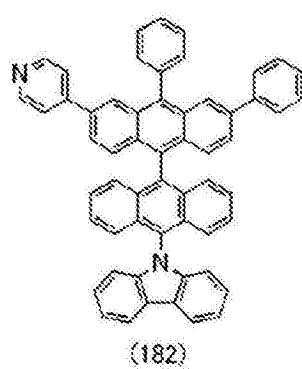
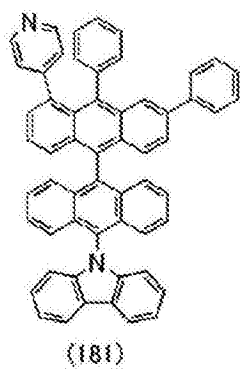
[0170] [化学式21]



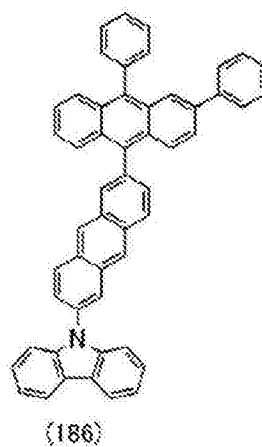
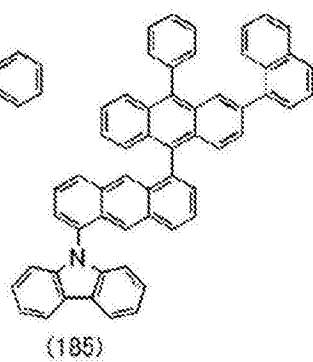
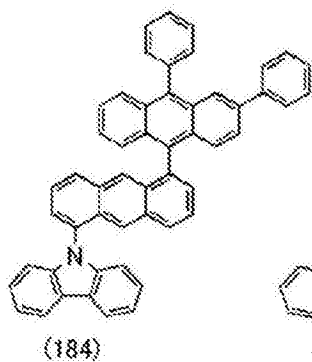
[0171]



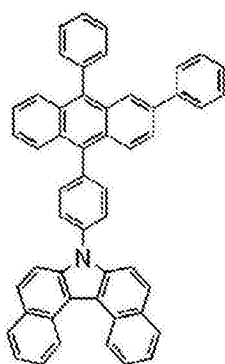
[0172] [化学式22]



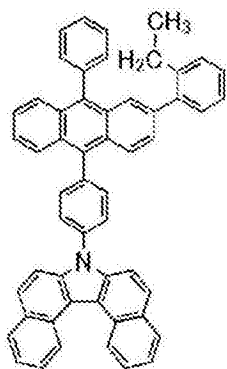
[0173]



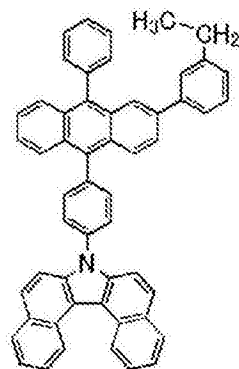
[0174] [化学式23]



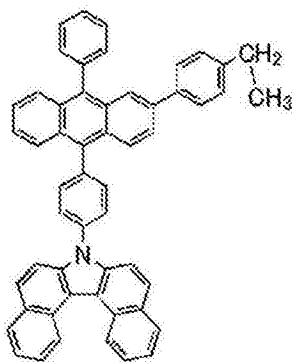
(200)



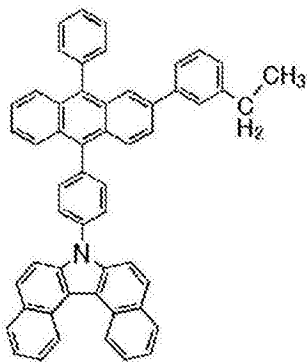
(201)



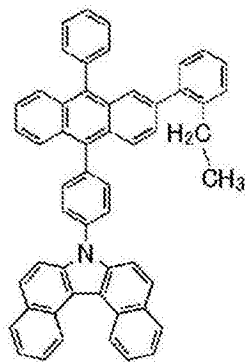
(202)



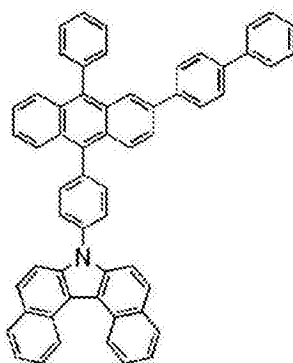
(203)



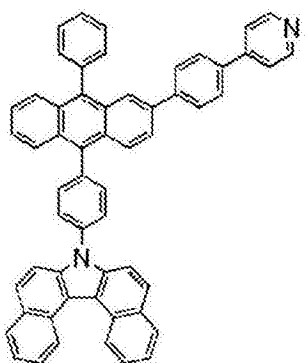
(204)



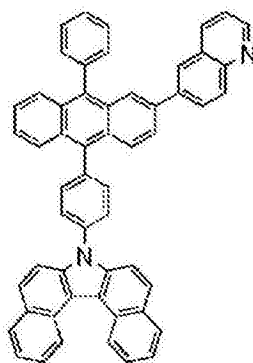
(205)



(206)



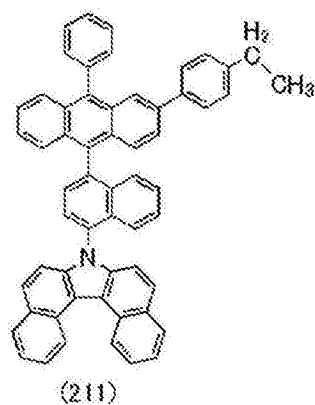
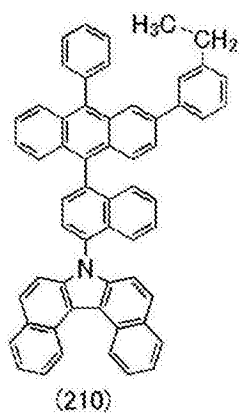
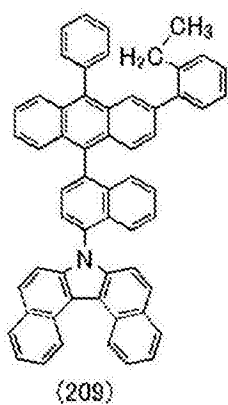
(207)



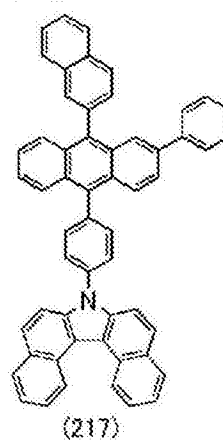
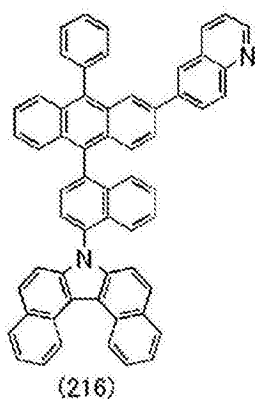
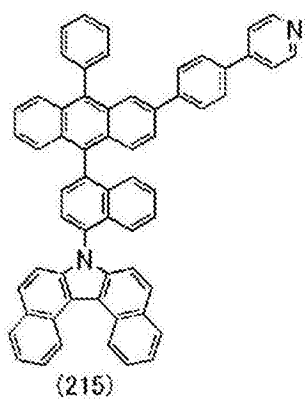
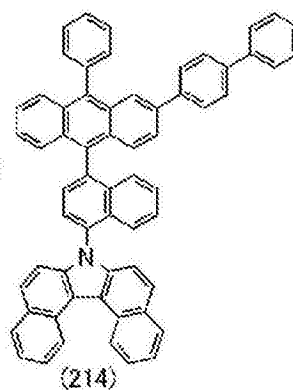
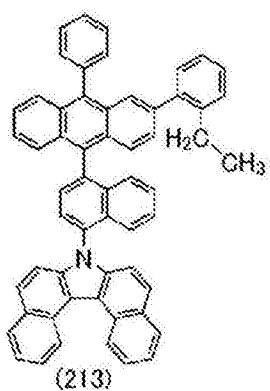
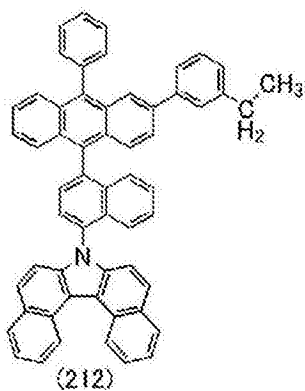
(208)

[0175]

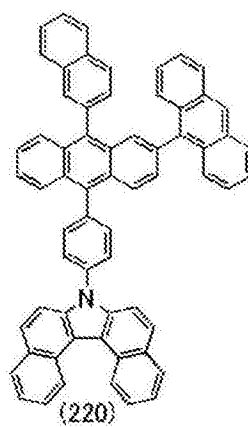
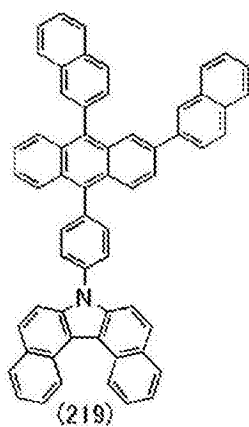
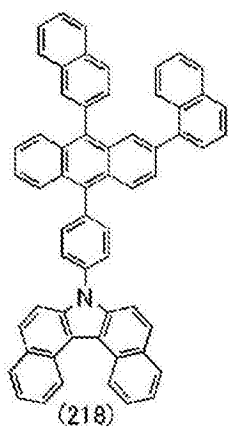
[0176] [化学式24]



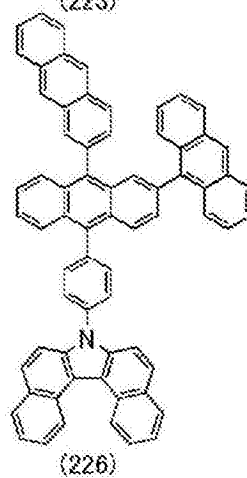
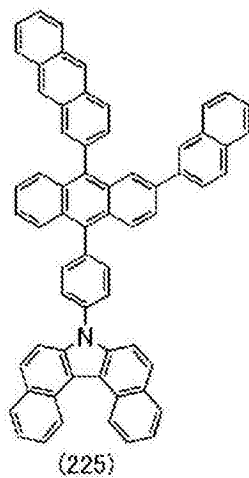
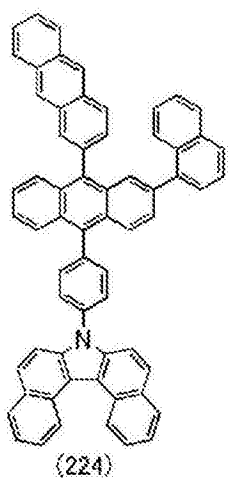
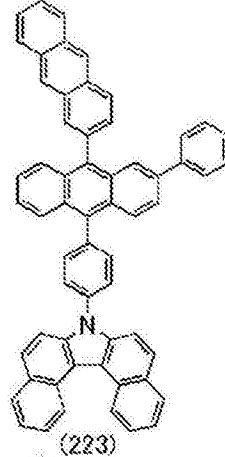
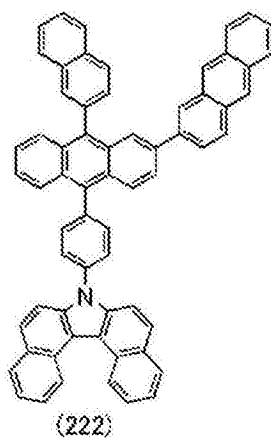
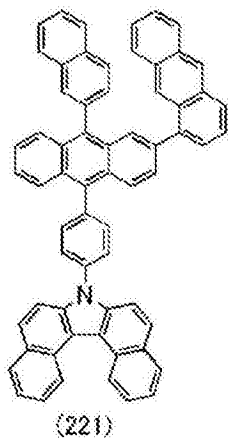
[0177]



[0178] [化学式25]

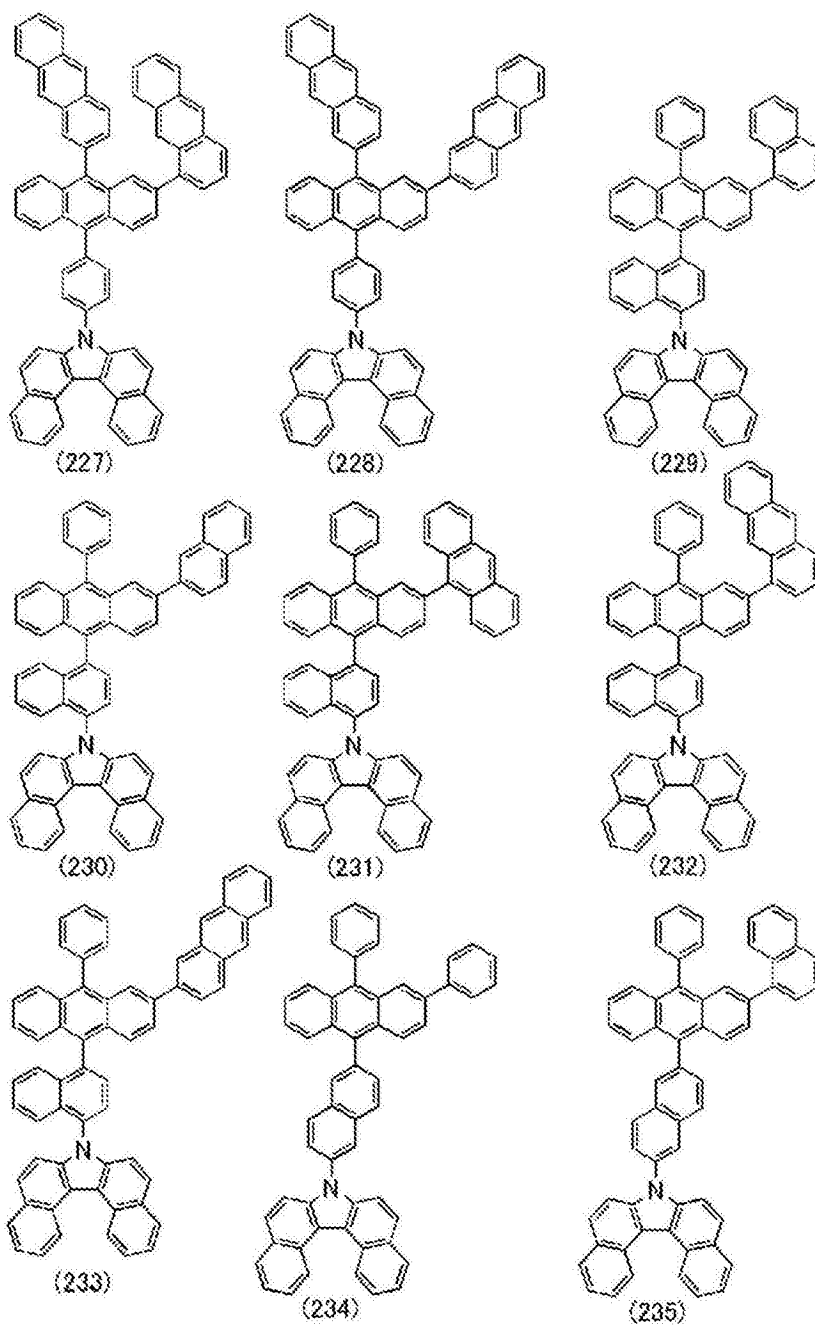


[0179]



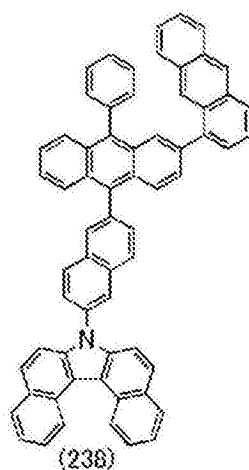
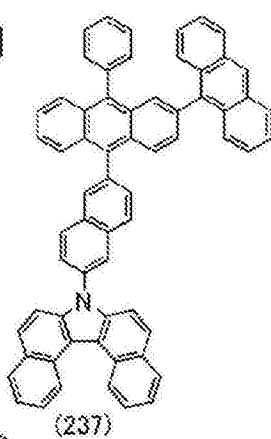
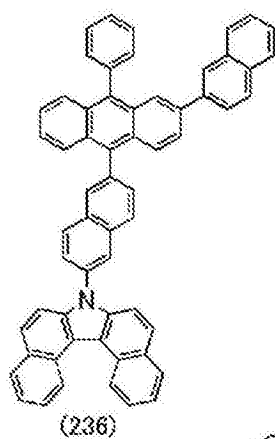
[0180]

[化学式26]

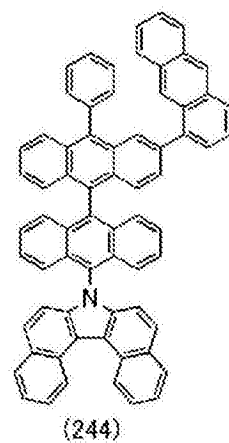
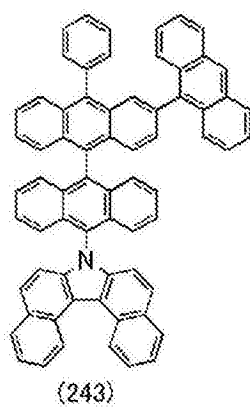
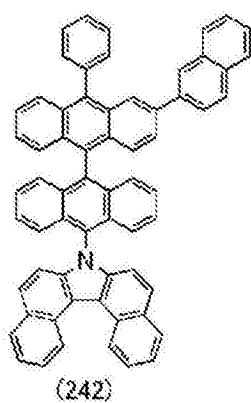
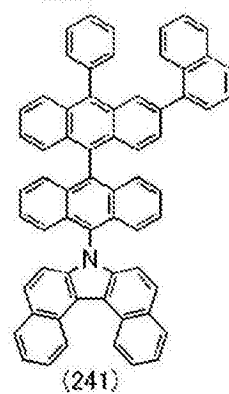
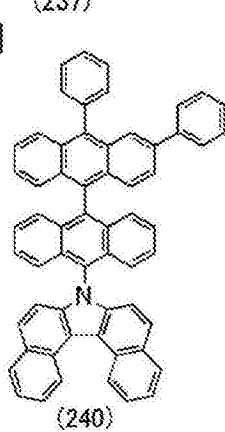
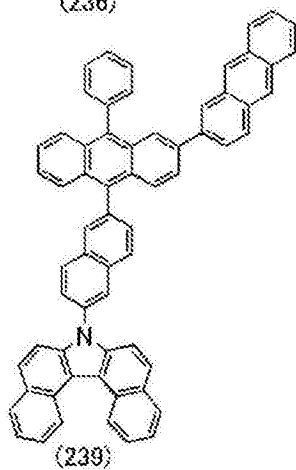


[0181]

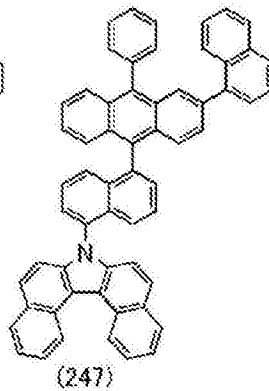
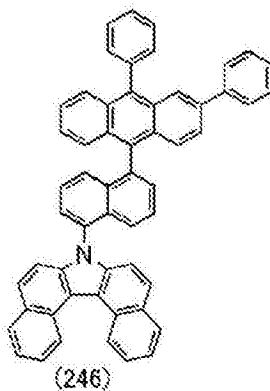
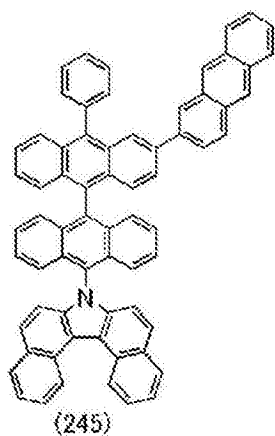
[0182] [化学式27]



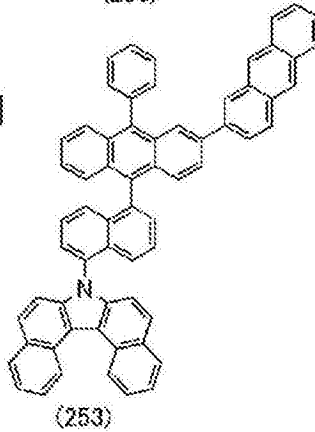
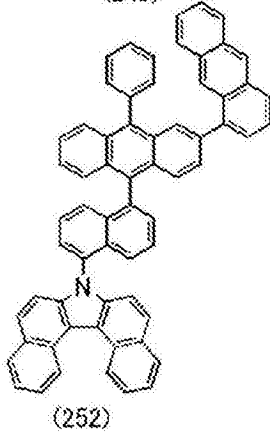
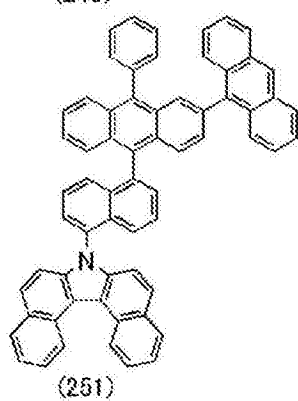
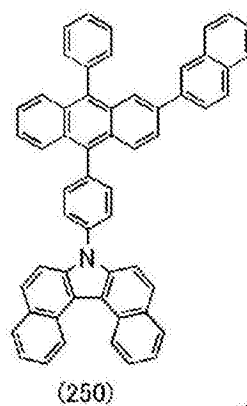
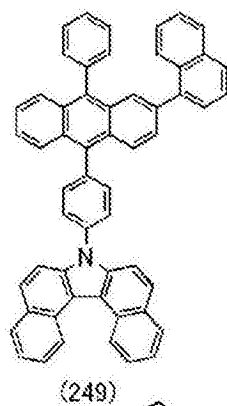
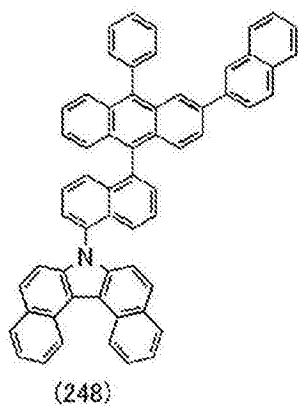
[0183]



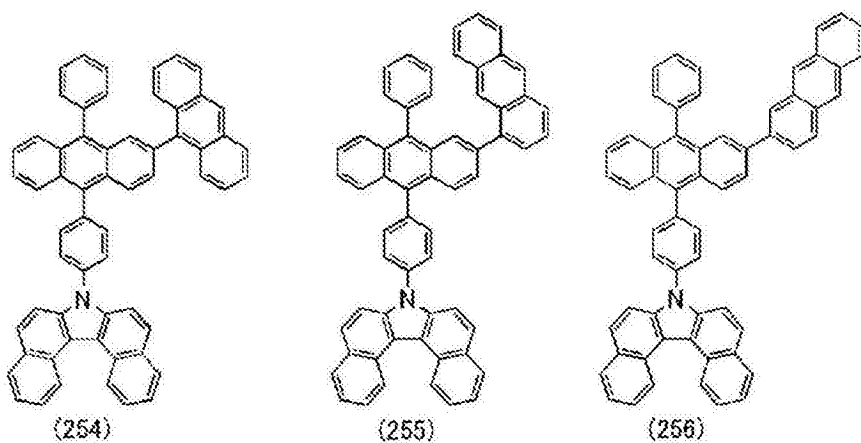
[0184] [化学式28]



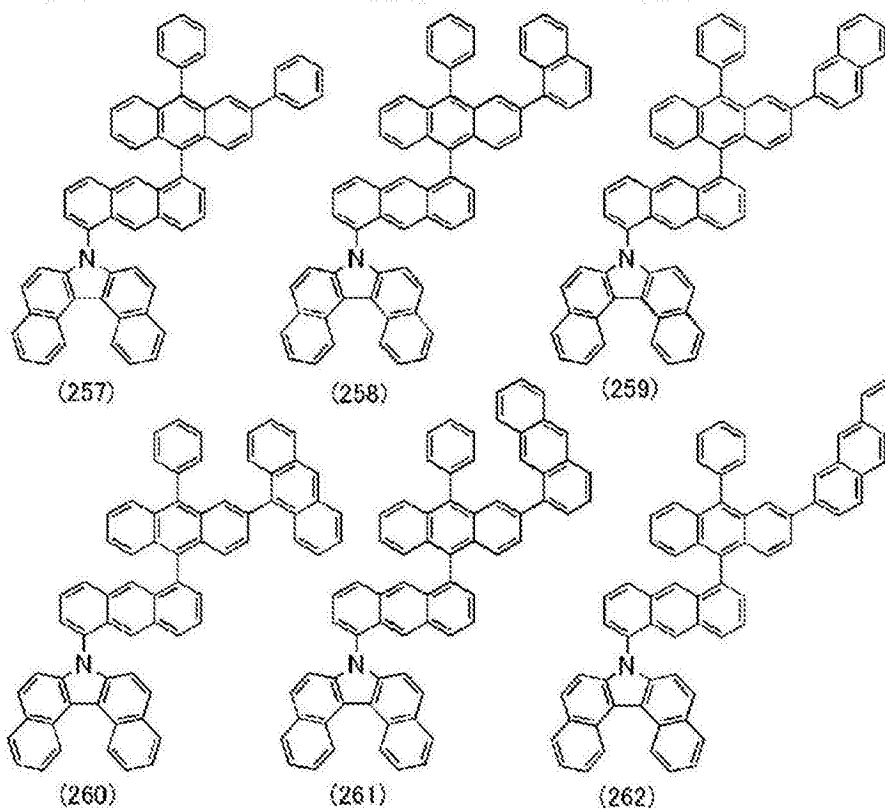
[0185]



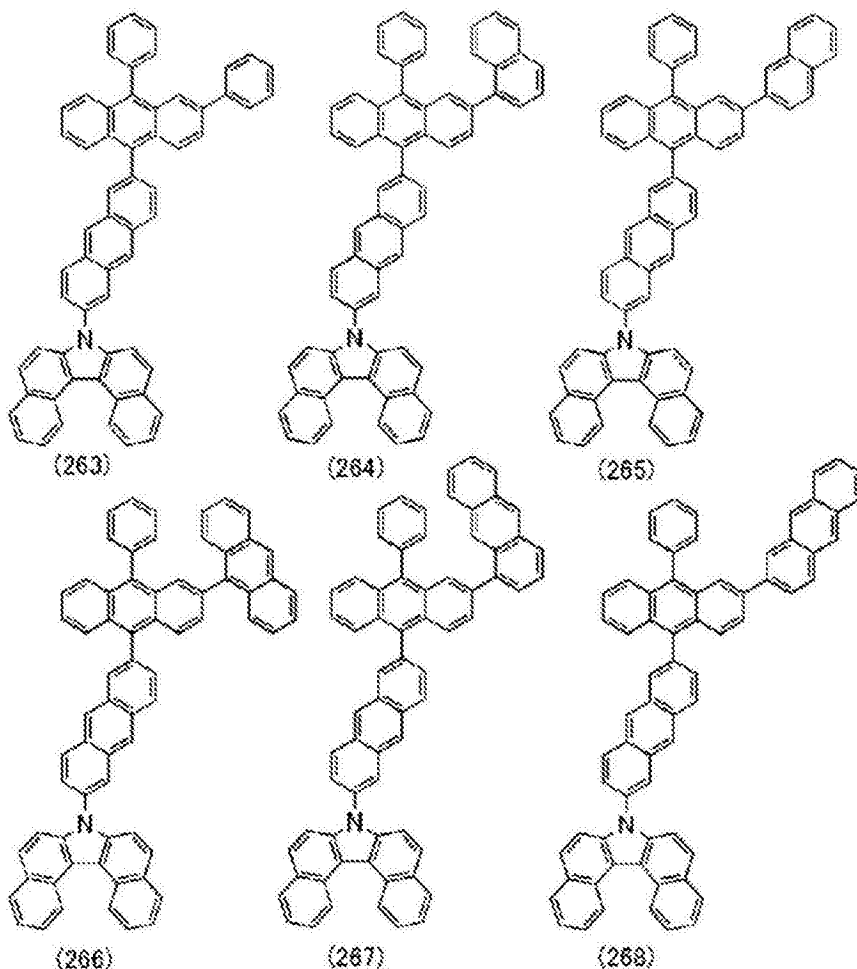
[0186] [化学式29]



[0187]



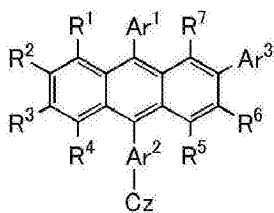
[0188] [化学式30]



[0190] 接着,对本发明的一种形态的有机化合物的合成方法的一个例子进行说明。

[0191] 这里,对本发明的一种形态的以下述通式 (G1) 表示的二苯并有机化合物的合成方法的一个例子进行说明。

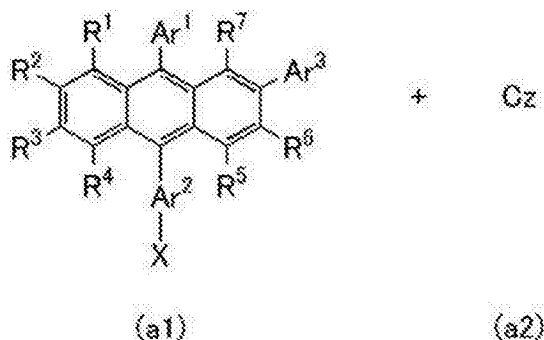
[0192] [化学式31]



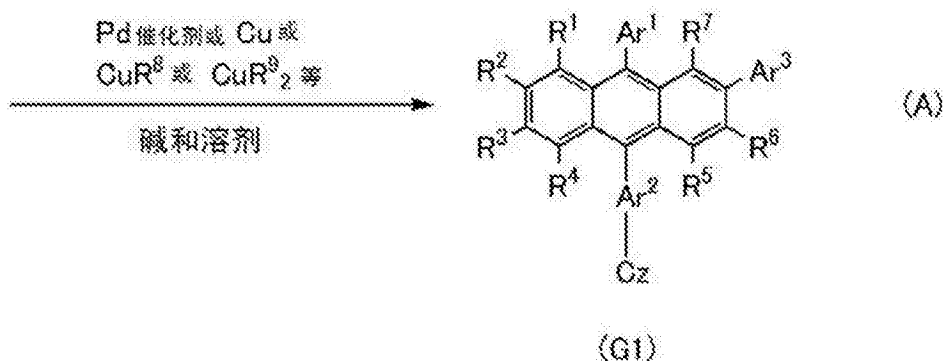
(G1)

[0194] 如下述合成方案 (A) 所示,通过在碱存在的状态下利用金属催化剂、金属或金属化合物使蒽衍生物的卤化物 (a1) 和包含咔唑骨架的杂环化合物 (a2) 耦合,可以得到本发明的一种形态的以通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0195] [化学式32]



[0196]



[0197] 在上述合成方案(A)中,Ar¹及Ar³分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基。另外,Ar²表示取代或未取代的碳原子数为6至14的亚芳基。此外,Cz表示包含咪唑骨架的取代或未取代的杂环基,所述咪唑骨架与所述Ar²直接键合。R¹至R⁷分别独立地表示、氢、取代或未取代的碳原子数为1至6的烷基、取代或未取代的碳原子数为6至14的芳基及取代或未取代的碳原子数为3至12的杂芳基中的任一种。

[0198] 在合成方案(A)中,在进行布赫瓦尔德-铃木-米耶反应时,X表示卤素或三氟甲磺酸酯基。作为卤素,优选碘、溴或氯。在该反应中,利用一种钯催化剂,其中包括双(二亚苄基丙酮)钯(0)或氯化烯丙基钯(II)等钯配合物或者钯化合物、以及使用与其配位的三(叔丁基)膦、二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦、三环己基膦等配体。作为碱,可以举出叔丁醇钠等有机碱、碳酸钾等无机碱等。此外,在使用溶剂时,可以使用甲苯、二甲苯、1,3,5-三甲基苯(均三甲苯)、苯、四氢呋喃(THF)等。

[0199] 此外,在合成方案(A)中,在进行乌尔曼反应时,X表示卤素。作为卤素,优选碘、溴或氯。作为催化剂,使用铜或铜化合物。在将铜化合物用作催化剂时,合成方案(A)中的R⁸及R⁹分别表示卤素或乙酰基等,并且作为卤素可以举出氯、溴、碘。另外,优选使用R⁸为碘的碘化铜(I)或R⁹为乙酰基的醋酸铜(II)。作为所使用的碱,可以举出碳酸钾等无机碱。此外,作为溶剂,使用1,3-二甲基-3,4,5,6-四氢-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、甲苯、二甲苯、1,3,5-三甲基苯(均三甲苯)、苯等。但是,上述溶剂不局限于此。因为在乌尔曼反应中,在反应温度是100℃以上时可以以较短时间及较高收率得到目的物,所以优选使用沸点高的DMPU、1,3,5-三甲基苯。此外,因为反应温度更优选是150℃以上,所以更优选使用DMPU。

[0200] 如上所述,可以合成通式(G1)的有机化合物。

[0201] 另外,本实施方式所示的有机化合物可以与其他实施方式所示的结构适当地组合

而使用。

[0202] 实施方式2

[0203] 在本实施方式中,利用图1A和图1B对本发明的一种形态的发光元件进行说明。

[0204] 如图1A所示,在本实施方式所示的发光元件中,在一对电极(第一电极(阳极)101和第二电极(阴极)103)之间夹着包括发光层113的EL层102。另外,发光层113包含主体材料121及客体材料122。此外,如图1B所示,EL层102除了发光层113之外还包括空穴传输层112、空穴(或孔穴)注入层111、电子传输层114以及电子注入层115等。

[0205] 通过对这种发光元件施加电压,从第一电极101一侧注入的空穴和从第二电极103一侧注入的电子在发光层113中重新结合而形成激子。随后,经过起因于TTA的从三重激子到单重激子的转换以及由激子的能量转移,发光层113所包含的客体材料122发光。

[0206] 另外,EL层102中的空穴注入层111是包含空穴传输性高的物质和受主物质的层,由于受主物质从空穴传输性高的物质抽出电子,由此产生空穴。因此,将空穴从空穴注入层111经过空穴传输层112注入到发光层113中。

[0207] 另外,在包含空穴传输性高的物质和受主物质的层中,电子由于受主物质从空穴传输性高的物质被抽出。因此,该层可以说是抽出电子产生的层。即,通过将该层设置于阴极一侧,可以将电子经过电子传输层114注入到发光层113中。如此,具有能够产生空穴或电子等电荷的功能的所谓电荷产生层作为发光元件的功能层可以适当地设置于本发明的一种形态的发光元件内。

[0208] 接下来,对制造本实施方式所示的发光元件时的具体例子进行说明。

[0209] 第一电极(阳极)101及第二电极(阴极)103可以使用金属、合金、导电化合物及这些物质的混合物等。具体而言,除了氧化铟-氧化锡(Indium Tin Oxide)、含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(Indium Zinc Oxide)、含有氧化钨及氧化锌的氧化铟、金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)、钛(Ti)之外,还可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素,即锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、钙(Ca)或锶(Sr)等碱土金属、镁(Mg)、以及包含这些金属的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)或镱(Yb)等稀土金属以及包含这些金属的合金,此外还可以使用石墨烯等。另外,第一电极(阳极)101及第二电极(阴极)103例如可以通过溅射法或蒸镀法(包括真空蒸镀法)等形成。

[0210] 作为用于空穴注入层111及空穴传输层112(还包括上述电荷产生层)的空穴传输性高的物质,例如可以举出3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)胺(简称:PCA1BP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)、N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(简称:YGA1BP)、1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(简称:DBT3P-II)、4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-[3-(三苯基-2-基)苯基]二苯并噻吩(简称:mDBTPTp-II)、4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、4,4',4''-三(N,N-二苯氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯氨基]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(螺环-9,9'-

二苄-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)等。除此之外,还可以使用4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)等咔唑化合物、胺化合物、二苯并噻吩化合物、二苯并呋喃化合物、茈化合物、三亚苯化合物或菲化合物等。这里所述的物质主要是空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是空穴传输性比电子传输性高的物质,就可以使用上述物质之外的物质。注意,在本发明的一种形态的发光元件的空穴传输层中,优选以在空穴传输层112、发光层113的主体材料和客体材料之间满足上述T1能级的能量关系的方式从这些材料中选择材料。

[0211] 再者,还可以使用聚(N-乙烯咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯三苯胺)(简称:PVTTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酸酰胺](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。

[0212] 另外,作为用于空穴注入层111(还包括上述电荷产生层)的受主物质,可以举出过渡金属氧化物或属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,氧化钼是特别优选的。

[0213] 发光层113包含主体材料121及客体材料122。主体材料121的T1能级优选低于客体材料122的T1能级。

[0214] 作为主体材料121,特别优选使用实施方式1所示的本发明的一种形态的有机化合物。但是,作为可以用作主体材料121的优选例子,可以举出3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)以及蒽化合物诸如9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-[4-(9-苯基-9H-苊-9-基)联苯-4'-基]蒽(简称:FLPPA)等。蒽化合物的S1能级高且T1能级低,所以是优选的。

[0215] 另外,作为客体材料的优选例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-苊-9-基)苯基]-芘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-苊-9-基)苯基]-芘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(二苯并呋喃-2-基)-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N'-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)等芘化合物、蒽化合物、三亚苯化合物、茈化合物、咔唑化合物、二苯并噻吩化合物、二苯并呋喃化合物、二苯并噻啉化合物、噻啉化合物、吡啶化合物、嘧啶化合物、菲化合物、萘化合物等。尤其是芘化合物的发光量子产率高,所以是优选的。

[0216] 电子传输层114是包含电子传输性高的物质的层。作为电子传输层114,可以使用金属配合物诸如三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、BAIq、Zn(BOX)₂、双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑]锌(II)(简称:Zn(BTZ)₂)等。此外,也可以使用杂芳族化合物诸如2-(4-联苯)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、3-(4'-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4''-联苯)-1,2,4-三唑(简

称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等。另外,还可以使用高分子化合物诸如聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)。这里所述的物质主要是电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,只要是电子传输性比空穴传输性高的物质,就可以将上述物质之外的物质用于电子传输层114。

[0217] 另外,作为电子传输层114,不仅可以采用单层,也可以采用两层以上的由上述物质构成的层的叠层。

[0218] 电子注入层115是包含电子注入性高的物质的层。作为电子注入层115,可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、锂氧化物(LiO_x)等碱金属、碱土金属、镁(Mg)或这些金属的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF_3)等稀土金属化合物。另外,也可以使用如上所述的构成电子传输层114的物质。

[0219] 另外,也可以将混合有机化合物与电子给体(供体)而成的复合材料用于电子注入层115。这种复合材料因为电子通过电子给体而产生于有机化合物中,所以电子注入性及电子传输性高。在此情况下,作为有机化合物,优选是在传输所产生的电子方面性能优异的材料。具体而言,可以使用如上所述的构成电子传输层114的物质(金属配合物或杂芳族化合物等)等。作为电子给体,只要使用对有机化合物呈现电子给体性的物质,即可。例如,优选使用碱金属、碱土金属或稀土金属等。具体而言,可以举出锂、铯、钙、钇、镱、镁等。另外,优选使用碱金属氧化物或碱土金属氧化物,例如可以举出锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,也可以使用氧化镁这样的路易斯碱。另外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。

[0220] 另外,上述的空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115(还包括上述电荷产生层)都可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、喷墨法、涂敷法等形式形成。

[0221] 此外,在上述的发光元件中,在发光层113中得到的光穿过第一电极101和第二电极103中的任一方或双方而被提取至外部。因此,第一电极101和第二电极103中的任一方或双方为具有透光性的电极。

[0222] 如上所说明的发光元件是利用来自发光层113的荧光发光的荧光发光元件。另外,在这种荧光发光元件中,在可以将由于三重态-三重态湮灭(TTA)由通常无助于发光的三重激子而产生的单重激子利用于发光时,与常规的荧光发光元件相比,该发光元件能够具有更高的效率。

[0223] 另外,作为具备上述发光元件的发光装置的结构,除了无源矩阵型发光装置和有源矩阵型发光装置以外,还可以制造具备具有与上述所不同的其他结构的发光元件的微腔结构的发光装置等。上述发光装置都包括在本发明的范畴中。

[0224] 另外,在采用有源矩阵型发光装置的情况下,对TFT的结构没有特别的限制。例如,可以适当地使用交错型TFT或反交错型TFT。此外,形成在TFT基板上的驱动电路可以由N型TFT和P型TFT中的一方或双方形成。另外,对用于TFT的半导体膜的结晶性也没有特别的限制。例如可以使用非晶半导体膜、结晶半导体膜。作为半导体材料,除了第14族(硅、锗等)半

导体、化合物半导体(包括氧化物半导体)之外,还可以使用有机半导体等。

[0225] 另外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0226] 实施方式3

[0227] 在本实施方式中,对本发明的一种形态的具有多个EL层的结构的发光元件(以下,称为叠层型发光元件)进行说明。

[0228] 本实施方式所示的发光元件是如图2A所示的在一对电极(第一电极201与第二电极204)之间夹着电荷产生层205的具有多个EL层(第一EL层202(1)和第二EL层202(2))的叠层型发光元件。

[0229] 在本实施方式中,第一电极201是用作阳极的电极,第二电极204是用作阴极的电极。另外,作为第一电极201及第二电极204,可以采用与实施方式2相同的结构。此外,多个EL层(第一EL层202(1)和第二EL层202(2))既可以都具有与实施方式2所示的EL层的结构相同的结构,也可以上述EL层中的任一方具有与实施方式2所示的EL层的结构相同的结构。换言之,第一EL层202(1)和第二EL层202(2)既可以具有相同结构,又可以具有互不相同的结构,在具有相同结构的情况下,可以适用实施方式2的结构。

[0230] 另外,在多个EL层(第一EL层202(1)和第二EL层202(2))之间设置的电荷产生层205具有如下功能:在对第一电极201和第二电极204施加电压时,将电子注入到一方的EL层中,而将空穴注入到另一方的EL层中。在本实施方式的情况下,当以第一电极201的电位高于第二电极204的方式施加电压时,电子从电荷产生层205被注入到第一EL层202(1)中,且空穴被注入到第二EL层202(2)中。

[0231] 另外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层205优选具有相对于可见光的透过性(具体而言,电荷产生层205的可见光的透过率为40%以上)。另外,电荷产生层205即使其导电率小于第一电极201或第二电极204也可以发挥作用。

[0232] 电荷产生层205既可以具有对空穴传输性高的有机化合物添加电子受体(接受体)的结构,也可以具有对电子传输性高的有机化合物添加电子给体(供体)的结构。或者,也可以层叠有这两种结构。

[0233] 在采用对空穴传输性高的有机化合物添加电子受体的结构的情况下,作为空穴传输性高的有机化合物,可以使用在实施方式2中作为用于空穴注入层111和空穴传输层112的空穴传输性高的物质示出的物质。例如可以使用NPB或TPD、TDATA、MTDATA、BSPB等芳族胺化合物等。这里所述的物质主要是空穴迁移率在 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是空穴传输性比电子传输性高的有机化合物,就可以使用上述物质之外的物质。

[0234] 另外,作为电子受体,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌等。另外,可以举出属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰和氧化铪的电子接受性高,因而优选。其中,氧化钼即使在大气中也稳定、吸湿性低且操作容易,因而特别优选。

[0235] 另一方面,在采用对电子传输性高的有机化合物添加电子给体的结构的情况下,作为电子传输性高的有机化合物,可以使用在实施方式2中作为用于电子传输层114的电子传输性高的物质示出的物质。例如可以使用Alq₃、Almq₃、BeBq₂、BA1q等具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等。除此之外,还可以使用Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂等具有噁唑基类配体、

噻唑基类配体的金属配合物等。再者,除了金属配合物之外,还可以使用PBD或OXD-7、TAZ、BPhen、BCP等。这里所述的物质主要是电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,只要是电子传输性比空穴传输性高的有机化合物,也可以使用上述物质之外的物质。

[0236] 另外,作为电子给体,可以使用碱金属或碱土金属或稀土金属或属于元素周期表中第2、第13族的金属及它们的氧化物或碳酸盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)这样的有机化合物用作电子给体。

[0237] 另外,通过使用上述材料形成电荷产生层205,可以抑制层叠EL层时驱动电压的增大。另外,作为电荷产生层205的形成方法,可以单独或组合使用蒸镀法(包括真空蒸镀法)、印刷法(例如,凸版印刷法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、平板印刷法、孔版印刷法等)、喷墨法和涂敷等方法来形成。

[0238] 虽然在本实施方式中,对具有两层EL层的发光元件进行了说明,但是,如图2B所示,对于层叠n个(其中,n是3以上)EL层(202(1)至202(n))的发光元件也同样适用。当如根据本实施方式的发光元件那样在一对电极之间具有多个EL层时,通过在EL层与EL层之间分别设置电荷产生层(205(1)至205(n-1)),可以在保持低电流密度的同时实现高亮度区域中的发光。因为可以保持低电流密度,所以可以实现寿命长的元件。

[0239] 此外,通过使各EL层的发光颜色互不相同,可以使发光元件整体发射所需颜色的光。例如,在具有两个EL层的发光元件中,使第一EL层的发光颜色和第二EL层的发光颜色处于补色关系,还可以得到发光元件整体发射白色光的发光元件。注意,“补色”表示在颜色混合时得到非彩色的颜色之间的关系。也就是说,通过混合处于补色关系的颜色的光,可以得到白色发光。具体而言,可以举出从第一EL层得到蓝色发光,从第二EL层得到黄色发光或橙色发光的组合。这种情况下,并不一定需要蓝色发光和黄色发光(或橙色发光)都为荧光发光或磷光发光,也可以采用蓝色发光为荧光发光而黄色发光(或橙色发光)为磷光发光的组合、或者与此相反的组合。

[0240] 另外,具有三个EL层的发光元件的情况也与此相同,例如,当第一EL层的发光颜色是红色,第二EL层的发光颜色是绿色,第三EL层的发光颜色是蓝色时,发光元件作为整体可以得到白色发光。

[0241] 另外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0242] 实施方式4

[0243] 在本实施方式中,对具有本发明的一种形态的发光装置进行说明。

[0244] 另外,上述发光装置既可以是无源矩阵型发光装置,也可以是有源矩阵型发光装置。此外,可以将其他实施方式所示的发光元件应用于本实施方式所示的发光装置。

[0245] 在本实施方式中,首先参照图3A及图3B对有源矩阵型发光装置进行说明。

[0246] 另外,图3A是发光装置的俯视图,图3B是沿图3A中的点划线A-A'进行切割的剖面图。根据本实施方式的发光装置具有设置在元件基板301上的像素部302、驱动电路部(源极线驱动电路)303以及驱动电路部(栅极线驱动电路)(304a、304b)。将像素部302、驱动电路部303以及驱动电路部(304a、304b)通过密封材料305密封在元件基板301与密封基板306之间。

[0247] 元件基板301上设置有引绕布线307,该引绕布线307用来连接对驱动电路部303及驱动电路部(304a、304b)传递来自外部的信号(例如,视频信号、时钟信号、起始信号或复位信号等)或电位的外部输入端子。这里,示出作为外部输入端子设置FPC(柔性印刷电路)308的例子。此外,虽然这里只图示FPC,但是该FPC也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的状态。

[0248] 接着,参照图3B说明剖面结构。在元件基板301上形成有驱动电路部及像素部,这里示出作为源极线驱动电路的驱动电路部303及像素部302。

[0249] 这里示出组合FET309和FET310构成驱动电路部303的例子。另外,驱动电路部303既可以由包含单极性(只包含n沟道型或p沟道型中的任一种)晶体管的电路形成,也可以由包含n沟道型晶体管及p沟道型晶体管的CMOS电路形成。另外,在本实施方式中,虽然示出将驱动电路形成在基板上的驱动器一体型,但是不一定必须如此,也可以将驱动电路形成在基板的外部而不形成在基板上。

[0250] 此外,像素部302包括开关用FET(未图示)及电流控制用FET312,电流控制用FET312的布线(源电极或漏电极)与发光元件317a及发光元件317b的第一电极(阳极)(313a、313b)电连接。此外,虽然在本实施方式中示出使用两个FET(开关用FET、电流控制用FET312)构成像素部302的例子,但不局限于此。例如,也是组合三个以上的FET及电容元件而成的结构。

[0251] 作为FET309、310、312,例如可以适当地使用交错型晶体管或反交错型晶体管。作为可以用于FET309、310、312的半导体材料,例如可以使用第13族半导体、第14族(硅等)半导体、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体。此外,对该半导体材料的结晶性也没有特别的限制,例如可以使用非晶半导体或结晶半导体。尤其是,FET309、310、312优选使用氧化物半导体。另外,作为氧化物半导体,例如可以举出In-Ga氧化物、In-M-Zn氧化物(M为Al、Ga、Y、Zr、La、Ce、Hf或Nd)等。作为FET309、310、312,例如使用能隙为2eV以上,优选为2.5eV以上,更优选为3eV以上的氧化物半导体,由此可以降低晶体管的关态电流(off-state current)。

[0252] 此外,第一电极(313a、313b)具有层叠用来光学调整的导电膜(320a、320b)而成的结构。例如,如图3B所示,在从发光元件317a提取的光与从发光元件317b提取的光的波长互不相同的情况下,导电膜320a及导电膜320b的厚度互不相同。另外,以覆盖第一电极(313a、313b)的端部的方式形成有绝缘物314。这里,使用正型感光性丙烯酸树脂形成绝缘物314。此外,在本实施方式中,将第一电极(313a、313b)用作阳极。

[0253] 另外,优选将绝缘物314的上端部或下端部形成为具有曲率的面。通过将绝缘物314形成为上述形状,可以使形成在绝缘物314的上层上的膜具有良好的覆盖性。例如,作为绝缘物314的材料,可以使用负型感光性树脂或正型感光性树脂中的任一种,不局限于有机化合物,还可以使用无机化合物诸如氧化硅、氮氧化硅、氮化硅等。

[0254] 在第一电极(313a、313b)上层叠形成有EL层315和第二电极316。EL层315至少设置有发光层,且由第一电极(313a、313b)、EL层315和第二电极316构成的发光元件(317a、317b)具有EL层315的端部被第二电极316覆盖的结构。另外,EL层315的结构既可以与实施方式2或实施方式3所示的单层结构或叠层结构相同也可以不同。而且,也可随发光元件而各异。

[0255] 另外,作为用于第一电极(313a、313b)、EL层315及第二电极316的材料,可以使用实施方式2所示的材料。此外,发光元件(317a、317b)的第一电极(313a、313b)在区域321中与引绕布线307电连接并通过FPC308被输入外部信号。再者,发光元件(317a、317b)的第二电极316在区域322中与引线323电连接,虽然未图示,但是通过FPC308被输入外部信号。

[0256] 另外,虽然在图3B所示的剖面图中仅示出两个发光元件(317a、317b),但是,在像素部302中多个发光元件被配置为矩阵状。就是说,在像素部302中,除了可以获得两种(例如(B、Y))发光的发光元件以外,还分别形成有三种(例如(R、G、B))发光的发光元件、四种(例如,(R、G、B、Y)或(R、G、B、W)等)发光的发光元件等,可以制造能够进行全彩色显示的发光装置。此时,可以形成根据发光元件的发光颜色等使用不同材料的发光层(所谓的分别涂布形成),也可以多个发光元件包括使用相同材料形成的共同发光层,而与滤色片组合实现全彩色化。如此,通过组合上述可以获得多种发光的发光元件,可以获得色纯度的提高、功耗的降低等效果。再者,也可以实现通过与量子点组合,来提高发光效率且降低功耗的发光装置。

[0257] 再者,通过使用密封材料305将密封基板306与元件基板301贴合在一起,形成在由元件基板301、密封基板306和密封材料305围成的空间318中具备发光元件(317a、317b)的结构。

[0258] 此外,在密封基板306上设置有有色层(滤色片)324,在相邻的有色层之间设置有黑色层(黑矩阵)325。此外,可以以与黑色层(黑矩阵)325部分重叠的方式设置相邻的有色层(滤色片)324的一者或两者。注意,由发光元件317a、317b得到的发光通过有色层(滤色片)324被提取到外部。

[0259] 此外,空间318中,除了可以填充有惰性气体(如氮气或氩气等)以外,也可以填充有密封材料305。且当涂敷密封材料进行贴合时,优选进行UV处理或热处理或者组合进行这些处理。

[0260] 另外,优选将环氧类树脂或玻璃粉用作密封材料305。此外,这些材料优选是尽量未使水分和氧透过的材料。此外,作为用作密封基板306的材料,除了玻璃基板和石英基板之外,还可以使用由FRP(Fiber-Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF(polyvinyl fluoride:聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料基板。从粘合性的观点来看,在使用玻璃粉作为密封材料的情况下,优选元件基板301及密封基板306为玻璃基板。

[0261] 此外,与发光元件电连接的FET可以具有栅电极的位置与图3B不同的结构,即图3C所示的FET326、FET327和FET328的结构。另外,如图3C所示,设置在密封基板306上的有色层(滤色片)324也可以在与黑色层(黑矩阵)325重叠的位置进一步与相邻的有色层(滤色片)324重叠。

[0262] 通过上述步骤,可以得到有源矩阵型发光装置。

[0263] 另外,作为本发明的一种形态的发光装置,不局限于上述有源矩阵型发光装置,也可以是无源矩阵型发光装置。

[0264] 图4A和图4B示出无源矩阵型发光装置。图4A示出无源矩阵型发光装置的俯视图,图4B示出像素部400的剖面图。

[0265] 如图4A和图4B所示,在基板401上形成有具有第一电极402、EL层(403a、403b、403c)、第二电极404的发光元件405。此外,第一电极402的形状为岛状,多个第一电极402在

一个方向(图4A中的横方向)上设置为条纹状。此外,在第一电极402的一部分上形成有绝缘膜406。在绝缘膜406上设置有使用绝缘材料形成的分隔壁407。分隔壁407的侧壁如图4B所示地具有使一方侧壁与另一方侧壁之间的距离随着接近基板面而逐渐变窄的倾斜。

[0266] 此外,绝缘膜406在第一电极402上的一部分中具有开口部,因此在第一电极402上可以分离形成具有所希望的形状的EL层(403a、403b、403c)及第二电极404。图4A及图4B示出组合金属掩模等掩模与绝缘膜406上的分隔壁407形成EL层(403a、403b、403c)及第二电极404的例子。另外,还示出EL层403a、EL层403b、EL层403c分别呈现不同的发光颜色(例如,红色、绿色、蓝色、黄色、橙色、白色等)的例子。

[0267] 另外,在形成EL层(403a、403b、403c)之后,形成第二电极404。因此,第二电极404在EL层(403a、403b、403c)上以不与第一电极402接触的方式形成。

[0268] 此外,关于密封方法,可以与有源矩阵型发光装置的情况采用同样方式进行,在此省略其说明。

[0269] 通过上述步骤,可以得到无源矩阵型发光装置。

[0270] 例如在本说明书等中,可以使用各种基板形成晶体管或发光元件。对基板的种类没有特别的限制。作为该基板的一个例子,有半导体基板(例如,单晶基板或硅基板)、SOI基板、玻璃基板、石英基板、塑料基板、金属基板、不锈钢基板、具有不锈钢箔的基板、钨基板、具有钨箔的基板、柔性基板、贴合膜、包含纤维状材料的纸或者基材膜等。作为玻璃基板的一个例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、或钠钙玻璃等。作为柔性基板、贴合膜、基材膜等的一个例子,可以举出如下例子:例如以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)、聚四氟乙烯(PTFE)为代表的塑料。或者,作为一个例子,可以举出丙烯酸等合成树脂等。或者,可以举出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、或聚氯乙烯等。或者,作为一个例子,可以举出聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧树脂、无机蒸镀膜、纸类等。尤其是,通过使用半导体基板、单晶基板或SOI基板等制造晶体管,可以制造特性、尺寸或形状等的不均匀性小、电流供应能力高且尺寸小的晶体管。如果利用上述晶体管构成电路,则可以实现电路的低功耗化或电路的高集成化。

[0271] 另外,也可以使用柔性基板作为基板,并在柔性基板上直接形成晶体管或发光元件。或者,也可以在基板与晶体管或发光元件之间设置剥离层。剥离层可用于在其上制造半导体装置的一部分或全部、然后将其从基板分离并转置到其他基板上。此时,也可以将晶体管或发光元件转置到耐热性差的基板或柔性基板上。另外,作为上述剥离层,例如可以使用钨膜与氧化硅膜的无机膜的叠层结构或在基板上形成有聚酰亚胺等有机树脂膜的结构等。

[0272] 也就是说,也可以使用一个基板来形成晶体管或发光元件,然后将晶体管或发光元件转置到其它基板上,从而在其它基板上配置晶体管或发光元件。作为被转置了晶体管或发光元件的基板的一个例子,不仅可以使使用上述可以形成晶体管或发光元件的基板,还可以使用纸基板、玻璃纸基板、芳族聚酰胺膜基板、聚酰亚胺膜基板、石材基板、木材基板、布基板(包括天然纤维(丝、棉、麻)、合成纤维(尼龙、聚氨酯、聚酯)或再生纤维(醋酯纤维、铜氨纤维、人造纤维、再生聚酯)等)、皮革基板、橡胶基板等。通过使用上述基板,有望实现特性良好的晶体管、功耗小的晶体管、不易损坏的装置、耐热性的提高、轻量化或薄型化。

[0273] 此外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0274] 实施方式5

[0275] 在本实施方式中,对适用本发明的一种形态的发光装置而完成的各种各样的电子设备、汽车的例子进行说明。

[0276] 作为适用发光装置的电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、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、音频再现装置、弹珠机等大型游戏机等。图5A、图5B、图5C、图5D、图5D'1、图5D'2以及图6A至图6C示出这些电子设备的具体例子。

[0277] 图5A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,壳体7101中组装有显示部7103。通过显示部7103能够显示图像,也可以采用安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。此外,可以将本发明的一种形态的发光装置用于显示部7103。另外,这里示出利用支架7105支撑壳体7101的结构。

[0278] 通过利用壳体7101所具备的操作开关、或另外提供的遥控操作机7110可以进行电视装置7100的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以进行频道、音量的操作,并可以对在显示部7103上显示的图像进行操作。此外,也可以采用在遥控操作机7110中设置显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107的结构。

[0279] 此外,电视装置7100采用具备接收机、调制解调器等的结构。通过接收机可以接收一般的电视广播,且通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,可以进一步进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者彼此之间等)的信息通信。

[0280] 图5B为计算机,该计算机包括主体7201、壳体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。此外,该计算机可以通过将本发明的一种形态的发光装置用于其显示部7203来制造。此外,显示部7203也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。

[0281] 图5C为智能手表,该智能手表包括壳体7302、显示部7304、操作按钮7311、操作按钮7312、连接端子7313、腕带7321、表带扣7322等。

[0282] 安装在兼作框架(bezel)部分的壳体7302中的显示部7304具有非矩形的显示区域。显示部7304可以显示表示时间的图标7305以及其他图标7306等。此外,显示部7304也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。

[0283] 此外,图5C所示的智能手表可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:在显示部上显示多种信息(静态图像、运动图像、文字图像等)的功能;触摸屏功能:显示日历、日期或时间等的功能;通过各种软件(程序)控制处理的功能;无线通信功能:使用无线通信功能与多种计算机网络连接的功能;使用无线通信功能发送并接收多种数据的功能;以及读取储存于存储介质内的程序或数据并且将该程序或数据显示于显示部上的功能等。

[0284] 另外,壳体7302的内部可具有扬声器、传感器(包括测定如下因素的功能:力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、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)、麦克风等。另外,智能手表可以通过将发光装置用于其显示部7304来制造。

[0285] 图5D、图5D'1及图5D'2示出移动电话机(包括智能手机)的一个例子。移动电话机7400的壳体7401中具备显示部7402、麦克风7406、扬声器7405、照相机7407、外部连接部7404、操作按钮7403等。另外,当将本发明的一种形态的发光元件形成在具有柔性的基板上

来制造发光装置时,可以应用于如图5D所示那样的具有曲面的显示部7402。

[0286] 图5D所示的移动电话机7400可以通过用手指等触摸显示部7402来输入信息。此外,可以通过用手指等触摸显示部7402来进行打电话或写电子邮件等操作。

[0287] 显示部7402的屏幕主要有三种模式。第一种是以图像显示为主的显示模式;第二种是以文字等信息输入为主的输入模式;第三种是混合显示模式与输入模式的两种模式的显示+输入模式。

[0288] 例如,在打电话或写电子邮件的场合下,将显示部7402设定为以文字输入为主的文字输入模式,并进行显示在屏幕的文字的输入操作即可。在此情况下,优选的是,在显示部7402的屏幕的大部分上显示键盘或号码按钮。

[0289] 另外,通过在移动电话机7400内部设置陀螺仪和加速度传感器等检测装置,判断移动电话机7400的朝向(纵向或横向),由此可以对显示部7402的屏幕显示进行自动切换。

[0290] 另外,通过触摸显示部7402或对壳体7401的操作按钮7403进行操作来切换屏幕模式。或者,可以根据显示在显示部7402上的图像的类型来切换屏幕模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏幕模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏幕模式切换成输入模式。

[0291] 另外,当在输入模式下通过检测由显示部7402的光传感器所检测的信号并在一定时间内未进行显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制将画面模式从输入模式切换成显示模式。

[0292] 还可以使显示部7402发挥作为图像传感器的功能。例如,可以通过用手掌或手指触摸显示部7402来拍摄掌纹、指纹等,进行个人识别。另外,还可以通过将发出近红外光的背光或发出近红外光的传感用光源用于显示部,拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0293] 再者,作为移动电话机(包括智能手机)的其他结构,也可以采用具有图5D'1及图5D'2所示的结构移动电话机。

[0294] 此外,在具有图5D'1和图5D'2所示的结构的情况下,文字信息或图像信息等不仅可以显示在壳体7500(1)、壳体7500(2)的第一面7501(1)、第一面7501(2)上,而且还可以显示在第二面7502(1)、第二面7502(2)上。通过具有这种结构,使用者能够在将移动电话机收纳在上衣口袋中的状态下容易确认在第二面7502(1)、第二面7502(2)等上显示的文字信息或图像信息等。

[0295] 另外,作为适用发光装置的电子设备,可以举出图6A至图6C所示的能够折叠的便携式信息终端。图6A示出展开状态的便携式信息终端9310。另外,图6B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状态的便携式信息终端9310。另外,图6C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下携带性好,而在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域而显示一览性强。

[0296] 显示部9311由通过铰链9313连接的三个壳体9315来支撑。此外,显示部9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。此外,显示部9311通过铰链9313使两个壳体9315之间弯折,由此可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变形成为折叠状态。可以将本发明的一种形态的发光装置用于显示部9311。显示部9311中的显示区域9312是位于处于折叠状态的便携式信息终端9310的侧面上的显示区域。在显示区域9312中可以显示信息图标或者使用频率高的应用程序或程序的快捷方式等,能够顺利地进

行信息的确认或软件的开启。

[0297] 另外,图7A和图7B示出适用发光装置的汽车。就是说,可以与汽车形成一体的方式设置发光装置。具体而言,可以将发光装置适用于图7A所示的汽车的外侧的灯5101(包括车身后部)、轮胎的轮毂5102、车门5103的一部分或整体等。另外,可以将发光装置适用于图7B所示的汽车内侧的显示部5104、方向盘5105、变速杆5106、座位5107、内后视镜5108等。除此之外,也可以将发光装置适用于玻璃窗的一部分。

[0298] 如上所述,可以适用本发明的一种形态的发光装置来得到电子设备或汽车。此外,能够适用的电子设备或汽车不局限于在本实施方式中示出的电子设备或汽车,可应用于各个领域。

[0299] 此外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0300] 实施方式6

[0301] 在本实施方式中,参照图8A至图8D对适用本发明的一种形态的发光元件制得的照明装置的结构进行说明。

[0302] 图8A至图8D示出照明装置的剖面图的例子。图8A及图8B是在基板一侧提取光的底部发射型照明装置,而图8C及图8D是在密封基板一侧提取光的顶部发射型照明装置。

[0303] 图8A所示的照明装置4000在基板4001上具有发光元件4002。另外,在基板4001的外侧包括具有凹凸的基板4003。发光元件4002具有第一电极4004、EL层4005以及第二电极4006。

[0304] 第一电极4004与电极4007电连接,第二电极4006与电极4008电连接。另外,也可以设置与第一电极4004电连接的辅助布线4009。此外,在辅助布线4009上形成有绝缘层4010。

[0305] 另外,基板4001与密封基板4011通过密封材料4012粘合。另外,优选在密封基板4011与发光元件4002之间设置有干燥剂4013。此外,由于基板4003具有如图8A所示那样的凹凸,因此可以提高在发光元件4002中产生的光的提取效率。

[0306] 另外,如图8B所示的照明装置4100那样,也可以在基板4001的外侧设置扩散板4015以代替基板4003。

[0307] 图8C所示的照明装置4200在基板4201上具有发光元件4202。发光元件4202具有第一电极4204、EL层4205以及第二电极4206。

[0308] 第一电极4204与电极4207电连接,第二电极4206与电极4208电连接。另外,也可以设置与第二电极4206电连接的辅助布线4209。另外,也可以在辅助布线4209的下部设置绝缘层4210。

[0309] 基板4201与具有凹凸的密封基板4211由密封材料4212粘合。另外,也可以在密封基板4211与发光元件4202之间设置阻挡膜4213及平坦化膜4214。此外,由于密封基板4211具有如图8C所示那样的凹凸,因此可以提高在发光元件4202中产生的光的提取效率。

[0310] 另外,如图8D所示的照明装置4300那样,也可以在发光元件4202上设置扩散板4215以代替密封基板4211。

[0311] 此外,对本实施方式所示的EL层4005、4205可以使用本发明的一种形态的有机金属配合物。这种情况下,可以提供功耗低的照明装置。

[0312] 此外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合来使

用。

[0313] 实施方式7

[0314] 在本实施方式中,参照图9对适用本发明的一种形态的发光装置的应用例子的照明装置进行说明。

[0315] 图9是将发光装置作为室内照明装置8001使用的例子。另外,因为发光装置可以实现大面积化,所以也可以形成大面积的照明装置。此外,也可以通过使用具有曲面的壳体来形成发光区域具有曲面的照明装置8002。本实施方式所示的发光装置中所包括的发光元件为薄膜状,壳体设计的自由度高。因此,可以形成能够对应各种设计的照明装置。而且,室内的墙面也可以设置有照明装置8003。

[0316] 此外,通过将发光装置用于上述以外的室内家具的一部分,可以提供具有作为家具的功能的照明装置。

[0317] 如上所述,可以得到适用发光装置的各种各样的照明装置。另外,这种照明装置包括在本发明的一种形态中。

[0318] 另外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0319] 实施方式8

[0320] 在本实施方式中,参照图10A至图14对具有本发明的一种形态的发光元件或本发明的一种形态的发光装置的触摸屏进行说明。

[0321] 图10A和图10B是触摸屏2000的透视图。注意,在图10A和图10B中,为了清楚起见,示出触摸屏2000的典型的构成要素。

[0322] 触摸屏2000具备显示面板2501及触摸传感器2595(参照图10B)。另外,触摸屏2000还具有基板2510、基板2570以及基板2590。

[0323] 显示面板2501在基板2510上具有多个像素以及能够向该像素供应信号的多个布线2511。多个布线2511被引导到基板2510的外周部,其一部分构成端子2519。端子2519与FPC2509(1)电连接。

[0324] 基板2590具备触摸传感器2595以及多个与触摸传感器2595电连接的布线2598。多个布线2598被引导到基板2590的外周部,其一部分构成端子2599。端子2599与FPC2509(2)电连接。另外,为了清楚起见,在图10B中由实线示出设置在基板2590的背面一侧(与基板2510相对的面一侧)的触摸传感器2595的电极以及布线等。

[0325] 作为触摸传感器2595,例如可以使用电容式触摸传感器。作为电容式,可以举出表面型电容式、投影型电容式等。

[0326] 作为投影型电容式,主要根据驱动方式的不同,有自电容式、互电容式等。如果使用互电容式触摸传感器,则可以同时进行多点检测,所以是优选的。

[0327] 首先,参照图10B对采用投影型电容式的触摸传感器的情况进行说明。另外,在投影型电容式的场合下,可以应用能够检测出手指等检测对象靠近或接触的各种传感器。

[0328] 投影型电容式触摸传感器2595具有电极2591及电极2592。电极2591及电极2592分别与多个布线2598中的不同的布线电连接。另外,如图10A和图10B所示,电极2592通过在一个方向上连续配置的多个四边形的每个角部以布线2594相互连接的方式而在一个方向上具有连续形状。电极2591也同样地具有多个四边形的角部连接的形状,但是电极2591的连

接方向与电极2592的连接方向交叉。注意,电极2591的连接方向与电极2592的连接方向不一定呈垂直关系,也可以以它们之间的角度大于0度且小于90度的方式配置。

[0329] 另外,优选尽量减小布线2594与电极2592的交叉部的面积。由此,可以减小没有设置电极的区域的面积,从而可以降低透过率的不均匀。其结果,可以降低透过触摸传感器2595的光的亮度不均匀。

[0330] 另外,电极2591及电极2592的形状不局限于此,可以具有各种形状。例如,也可以以尽量不产生间隙的方式配置多个电极2591,并且隔着绝缘层设置多个电极2592。此时,通过在相邻的两个电极2592之间设置与它们电绝缘的虚拟电极,可以减小透过率不同的区域的面积,所以是优选的。

[0331] 接着,参照图11A和图11B对触摸屏2000进行详细说明。图11A和图11B相当于图10A所示的点划线X1-X2之间的剖面图。

[0332] 触摸屏2000具有触摸传感器2595及显示面板2501。

[0333] 触摸传感器2595具有与基板2590接触地配置为交错形状的电极2591及电极2592、覆盖电极2591及电极2592的绝缘层2593以及使相邻的电极2591电连接的布线2594。此外,在相邻的电极2591之间设置有电极2592。

[0334] 电极2591及电极2592可以使用具有透光性的导电材料形成。作为具有透光性的导电材料,可以使用氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、添加有镓的氧化锌等导电氧化物。另外,也可以使用石墨烯化合物。此外,当使用石墨烯化合物时,例如可以通过使膜状的氧化石墨烯还原来形成。作为还原方法,可以采用进行加热的方法或照射激光的方法等。

[0335] 作为电极2591及电极2592的形成方法,例如可在通过溅射法在基板2590上形成具有透光性的导电材料的膜之后,通过光刻法等各种图案化技术去除不需要的部分来形成。

[0336] 作为用于绝缘层2593的材料,例如,除了丙烯酸树脂、环氧树脂等树脂、具有硅氧烷键的树脂之外,可以使用氧化硅、氮化硅、氧化铝等无机绝缘材料。

[0337] 另外,相邻的电极2591通过形成在绝缘层2593的一部分上的布线2594而电连接。另外,作为用于布线2594的材料,通过使用相比于用于电极2591及电极2592的材料具有更高导电性的材料,可以降低电阻,因而优选。

[0338] 另外,布线2598与电极2591或电极2592电连接。另外,布线2598的一部分发挥作为端子的功能。布线2598例如可以使用铝、金、铂、银、镍、钛、钨、铬、钼、铁、钴、铜或钯等金属材料、或者包含该金属材料的合金材料。

[0339] 另外,通过端子2599使布线2598与FPC2509(2)电连接。此外,端子2599可以使用各种各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)、各向异性导电糊料(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0340] 另外,以与布线2594接触的方式设置有粘合层2597。换言之,触摸传感器2595隔着粘合层2597以与显示面板2501重叠的方式贴合。此外,与粘合层2597接触的显示面板2501的表面如图11A所示那样也可以具有基板2570,但并非必须包括基板2570。

[0341] 粘合层2597具有透光性。例如,可以使用热固化树脂、紫外线固化树脂,具体而言,可以使用丙烯酸类树脂、聚氨酯类树脂、环氧类树脂或硅氧烷类树脂等。

[0342] 图11A所示的显示面板2501具有以矩阵状配置在基板2510与基板2570之间的多个像素及驱动电路。此外,各像素具有发光元件及驱动该发光元件的像素电路。

[0343] 在图11A中作为显示面板2501的像素的一个例子示出像素2502R,作为驱动电路的一个例子示出扫描线驱动电路2503g。

[0344] 像素2502R具备发光元件2550R以及能够向发光元件2550R供应电力的晶体管2502t。

[0345] 绝缘层2521覆盖晶体管2502t。此外,绝缘层2521具有使起因于之前形成的晶体管等的凹凸平坦化的功能。此外,也可以使绝缘层2521具有抑制杂质扩散的功能。这种情况下,能够抑制因杂质的扩散而导致的晶体管等的可靠性下降,所以是优选的。

[0346] 发光元件2550R通过布线与晶体管2502t电连接。此外,发光元件2550R的一方的电极是与布线直接连接的。此外,发光元件2550R的一方的电极的端部被绝缘体2528覆盖。

[0347] 发光元件2550R在一对电极之间具有EL层。此外,在与发光元件2550R重叠的位置上设置有着色层2567R,发光元件2550R所发射的光的一部分透过着色层2567R而向附图中所示的箭头方向射出。此外,在着色层的端部设置有遮光层2567BM,在发光元件2550R与着色层2567R之间具有密封层2560。

[0348] 此外,当在来自发光元件2550R的光的提取方向上设置有密封层2560时,优选密封层2560具有透光性。此外,密封层2560的折射率优选高于空气。

[0349] 扫描线驱动电路2503g具有晶体管2503t以及电容器2503c。此外,可以通过与像素电路相同的制造工序在相同的基板上形成驱动电路。因此,与像素电路的晶体管2502t同样地,驱动电路(扫描线驱动电路2503g)的晶体管2503t也被绝缘层2521覆盖。

[0350] 此外,设置有能够向晶体管2503t供应信号的布线2511。此外,以与布线2511接触的方式设置有端子2519。另外,端子2519与FPC2509(1)电连接,FPC2509(1)具有供应图像信号及同步信号等信号的功能。此外,FPC2509(1)也可以安装有印刷线路板(PWB)。

[0351] 虽然示出图11A所示的显示面板2501示出了适用底栅型晶体管的情况,但是晶体管的结构不局限于此,也可以使用各种结构的晶体管。此外,在图11A所示的晶体管2502t及晶体管2503t中可以使用包含氧化物半导体的半导体层作为沟道区域。除此以外,也可以使用包含非晶硅的半导体层、包含通过激光退火法等处理结晶化了的多晶硅的半导体层作为沟道区域。

[0352] 此外,图11B示出将与图11A所示的底栅型晶体管不同的顶栅型晶体管应用于显示面板2501的情况的结构。此外,即使改变晶体管的结构,能够用于沟道区域的半导体层的种类也是同样的。

[0353] 图11A所示的触摸屏2000如图11A所示优选在来自像素的光向外部射出的一侧的表面上以至少与像素重叠的方式具有抗反射层2567p。作为抗反射层2567p,例如可以使用圆偏振片等。

[0354] 作为图11A所示的基板2510、基板2570及基板2590,例如可以使用水蒸气透过率为 1×10^{-5} 克/(米²·天)以下,优选为 1×10^{-6} 克/(米²·天)以下的具有柔性的材料。另外,这些基板优选使用热膨胀率大致相同的材料形成。例如,可以举出线性膨胀系数为 1×10^{-3} /K以下,优选为 5×10^{-5} /K以下,更优选为 1×10^{-5} /K以下的材料。

[0355] 接着,参照图12A和图12B对与图11A和图11B所示的触摸屏2000的具有不同结构的触摸屏2000'进行说明。注意,可以将触摸屏2000'与触摸屏2000同样地用作触摸屏。

[0356] 图12A和图12B是触摸屏2000'的剖面图。图12A和图12B所示的触摸屏2000'与图

11A和图11B所示的触摸屏2000的不同之处为相对于显示面板2501的触摸传感器2595的位置。这里,只对不同之处进行说明,关于可以使用同样的结构的部分,援用触摸屏2000的说明。

[0357] 着色层2567R位于与发光元件2550R重叠的位置。另外,图12A所示的来自发光元件2550R的光向设置有晶体管2502t的方向发射。就是说,来自发光元件2550R的光(的一部分)透过着色层2567R,而向图12A中的箭头的方向发射。此外,在着色层2567R的端部设置有遮光层2567BM。

[0358] 此外,触摸传感器2595设置在显示面板2501的从发光元件2550R观察时设置有晶体管2502t一侧(参照图12A)。

[0359] 另外,粘合层2597与显示面板2501所具有的基板2510接触,在采用图12A所示的结构的情况下,使显示面板2501与触摸传感器2595贴合。但是,也可以采用在使用粘合层2597贴合的显示面板2501与触摸传感器2595之间不设置基板2510的结构。

[0360] 另外,与触摸屏2000的情况同样地,在采用触摸屏2000'的情况下可以对显示面板2501应用各种结构的晶体管。此外,在图12A中示出应用底栅型晶体管的情况,但如图12B所示,也可以应用顶栅型晶体管。

[0361] 接着,参照图13A和图13B对触摸屏的驱动方法的一个例子进行说明。

[0362] 图13A是示出互电容式触摸传感器的结构的方框图。在图13A中,示出脉冲电压输出电路2601、电流检测电路2602。另外,在图13A中,以6个布线X1至X6表示被施加脉冲电压的电极2621,并以6个布线Y1至Y6表示检测电流的变化的电极2622。此外,在图13A中,示出使电极2621与电极2622重叠而形成的电容器2603。此外,电极2621与电极2622的功能可以互相调换。

[0363] 脉冲电压输出电路2601是用来依次将脉冲电压施加到布线X1至X6的电路。通过对布线X1至X6施加脉冲电压,在形成电容器2603的电极2621与电极2622之间产生电场。通过遮蔽该电极之间产生的电场,使电容器2603的互电容发生变化,从而可以检测检测对象的靠近或接触。

[0364] 电流检测电路2602是用来检测电容器2603的互电容变化所引起的布线Y1至Y6的电流变化的电路。在布线Y1至Y6中,如果没有检测对象的靠近或接触,则所检测的电流值没有变化,另一方面,在由于所检测的检测对象的靠近或接触而导致互电容减少的情况下,检测到电流值减少的变化。另外,通过积分电路等检测电流即可。

[0365] 接着,图13B示出图13A所示的互电容式触摸传感器中的输入/输出波形的时序图。在图13B中,在一个帧期间中进行各行列中的检测对象的检测。另外,在图13B中,示出没有检测出检测对象(未触摸)时和检测出检测对象(触摸)时的两种情况。此外,布线Y1至Y6的波形表示对应于所检测出的电流值的电压值。

[0366] 依次对布线X1至X6施加脉冲电压,布线Y1至Y6的波形根据该脉冲电压而变化。当没有检测对象的靠近或接触时,布线Y1至Y6的波形根据布线X1至X6的电压是变化而相同地变化。另一方面,在检测对象靠近或接触的位置电流值减少,因而与其相应的电压值的波形也产生变化。如此,通过检测互电容的变化,可以检测检测对象的靠近或接触。

[0367] 另外,作为触摸传感器,图13A虽然示出在布线的交叉部只设置电容器2603的无源型触摸传感器的结构,但是也可以采用具备晶体管和电容器的有源型触摸传感器。图14示

出有源型触摸传感器所包括的一个传感器电路的例子。

[0368] 图14所示的传感器电路包括电容器2603、晶体管2611、晶体管2612及晶体管2613。

[0369] 对晶体管2613的栅极供应信号G2,对晶体管2613的源极和漏极中的一方施加电压VRES,并且晶体管2613的源极和漏极中的另一方与电容器2603的一方的电极及晶体管2611的栅极电连接。晶体管2611的源极和漏极中的一方与晶体管2612的源极和漏极中的一方电连接,对晶体管2611的源极和漏极中的另一方施加电压VSS。对晶体管2612的栅极供应信号G1,晶体管2612的源极和漏极中的另一方与布线ML电连接。对电容器2603的另一方电极施加电压VSS。

[0370] 接着,对图14所示的传感器电路的工作进行说明。首先,通过供应作为信号G2的使晶体管2613成为开启状态的电位,对应于电压VRES的电位被供应到与晶体管2611的栅极连接的节点n。接着,通过供应作为信号G2的使晶体管2613成为关闭状态的电位,节点n的电位得到保持。接着,由于手指等检测对象的靠近或接触,电容器2603的互电容产生变化,节点n的电位随之从VRES变化。

[0371] 在读取工作中,向信号G1施加使晶体管2612成为开启状态的电位。流向晶体管2611的电流,即流向布线ML的电流根据节点n的电位而产生变化。通过检测该电流,可以检测出检测对象的靠近或接触。

[0372] 作为晶体管2611、晶体管2612及晶体管2613,优选将氧化物半导体层用于形成有沟道区域的半导体层。尤其是通过将这种晶体管用于晶体管2613,能够长期间保持节点n的电位,由此可以减少对节点n再次供应VRES的工作(刷新工作)的频度。

[0373] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0374] 实施方式9

[0375] 在本实施方式中,作为具有本发明的一种形态的发光元件的显示装置,参照图15A至图17对具有反射型液晶元件和发光元件且能够进行透过模式和反射模式这两种显示的显示装置进行说明。另外,也可以将上述显示装置称为ER混合型显示器(ER-hybrid display,发光OLED和反射型LC混合型显示器(Emissive OLED and Reflective LC Hybrid display))。

[0376] 另外,本实施方式所示的显示装置具有以下特征:通过在室外等外光明亮的环境下利用使用反射模式的显示,可以进行功耗极低的驱动。另一方面,通过在夜间或室内等外光黑暗的环境下利用使用透过模式的显示,可以以最合适的亮度显示图像。因此,通过组合这两个模式而进行显示,可以进行功耗比现有的显示面板低且对比度比现有的显示面板高的显示。

[0377] 作为本实施方式所示的显示装置的一个例子,示出具有如下结构的显示装置:具备反射电极的液晶元件与发光元件层叠,在与发光元件重叠的位置上设置反射电极的开口部,在反射模式的场合下,通过反射电极反射可见光,在透过模式的场合下,从反射电极的开口部发射来自发光元件的光。此外,用来驱动这些元件(液晶元件及发光元件)的晶体管优选配置在同一平面上。另外,所层叠的液晶元件与发光元件优选隔着绝缘层形成。

[0378] 图15A示出本实施方式所说明的显示装置的方框图。显示装置500具有电路(G)501、电路(S)502及显示部503。在显示部503中,多个像素504在方向R及方向C上配置为矩阵状。另外,电路(G)501与多个布线G1、布线G2、布线AN0及布线CSCOM分别电连接,并且,这些

布线与在方向R上配置的多个像素504电连接。电路(S) 502与多个布线S1及布线S2分别电连接,并且,这些布线与在方向C上排列的多个像素504电连接。

[0379] 另外,像素504具有液晶元件和发光元件,它们具有彼此重叠的部分。

[0380] 图15B1示出能够发挥像素504所具有的液晶元件的反射电极的功能的导电膜505的形状。另外,在导电膜505的一部分中与发光元件重叠的位置506上设置有开口部507。就是说,来自发光元件的光经过该开口部507发射出。

[0381] 在图15B1中所示的像素504中,以在方向R上相邻的像素504呈现不同的颜色的方式排列。并且,开口部507以不在方向R上排列为一系列的方式设置。通过采用这种排列,具有能够抑制相邻像素504所具有的发光元件之间的串扰的效果。而且,还有元件的形成变容易等优点。

[0382] 作为开口部507的形状,例如可以采用多角形、四角形、椭圆形、圆形或十字等形状。另外,也可以采用细条状、狭缝状等形状。

[0383] 此外,作为导电膜505的排列的变体,也可以采用图15B2所示的排列。

[0384] 开口部507相对于导电膜505 (除了开口部507之外) 的总面积的比例给显示装置的显示带来影响。就是说,发生如下问题:如果开口部507的面积大,则利用液晶元件的显示变暗,而如果开口部507的面积小,则利用发光元件的显示变暗。另外,不局限于上述比例,即使在开口部507的面积本身小的场合下,也会发生从发光元件发射的光的提取效率下降的问题。此外,从保持组合液晶元件及发光元件时的显示质量的观点来看,将上述开口部507的面积相对于导电膜505 (除了开口部507之外) 的总面积的比例优选设定为5%以上且60%以下。

[0385] 下面,参照图16对像素504的电路结构的一个例子进行说明。图16示出相邻的两个像素504。

[0386] 像素504具有晶体管SW1、电容器C1、液晶元件510、晶体管SW2、晶体管M、电容器C2及发光元件511等。此外,它们在像素504中与布线G1、布线G2、布线ANO、布线CSCOM、布线S1和布线S2中的任何一个电连接。此外,液晶元件510与布线VCOM1电连接,发光元件511与布线VCOM2电连接。

[0387] 另外,晶体管SW1的栅极与布线G1连接,晶体管SW1的源极或漏极中的一方与布线S1连接,源极或漏极中的另一方与电容器C1的一方的电极及液晶元件510的一方的电极连接。此外,电容器C1的另一方的电极与布线CSCOM连接。另外,液晶元件510的另一方的电极与布线VCOM1连接。

[0388] 此外,晶体管SW2的栅极与布线G2连接,晶体管SW2的源极或漏极中的一方与布线S2连接,源极和漏极中的另一方与电容器C2的一方的电极及晶体管M的栅极连接。此外,电容器C2的另一方的电极与晶体管M的源极或漏极中的一方及布线ANO连接。另外,晶体管M的源极或漏极中的另一方与发光元件511的一方的电极连接。此外,发光元件511的另一方的电极与布线VCOM2连接。

[0389] 晶体管M具有两个夹持半导体的栅极,这两个栅极彼此电连接。通过采用这种结构,可以增大流过晶体管M的电流流量。

[0390] 通过从布线G1被施加的信号,控制晶体管SW1的导通状态或非导通状态。另外,从布线VCOM1供应规定的电位。此外,可以通过从布线S1被施加的信号,控制液晶元件510的液

晶的取向状态。布线CSCOM供应规定的电位。

[0391] 通过从布线G2被施加的信号,控制晶体管SW2的导通状态或非导通状态。另外,可以通过分别从布线VCOM2及布线AN0被施加的电位之间的电位差,使发光元件511发光。此外,可以通过从布线S2被施加的信号,来控制晶体管M的导通状态。

[0392] 因此,在本实施方式所示的结构中,例如在反射模式的情况下,通过从布线G1及布线S1被施加的信号控制液晶元件510,且可以利用光学调制来进行显示。另外,在透过模式的情况下,通过从布线G2及布线S2被施加的信号,可以使发光元件511发光。再者,在同时采用两个模式的情况下,可以根据分别从布线G1、布线G2、布线S1及布线S2被施加的信号进行所希望的驱动。

[0393] 下面,在图17中示出本实施方式所说明的显示装置500的剖面示意图,进行详细说明。

[0394] 显示装置500在基板521与基板522之间具有发光元件523及液晶元件524。另外,发光元件523及液晶元件524各自隔着绝缘层525形成。就是说,在基板521与绝缘层525之间具有发光元件523,在基板522与绝缘层525之间具有液晶元件524。

[0395] 在绝缘层525与发光元件523之间具有晶体管515、晶体管516、晶体管517及着色层528等。

[0396] 在基板521与发光元件523之间具有粘合层529。另外,发光元件523具有从绝缘层525一侧依次层叠有被用作一方的电极的导电层530、EL层531、被用作另一方的电极的导电层532的叠层结构。此外,发光元件523是底部发射型发光元件,所以导电层532包含反射可见光的材料,而导电层530包含使可见光透过的材料。发光元件523所发射的光透过着色层528、绝缘层525,并且经过开口部533而透过液晶元件524,然后从基板522发射到外部。

[0397] 在绝缘层525与基板522之间,除了液晶元件524之外,还具有着色层534、遮光层535、绝缘层546及结构体536等。另外,液晶元件524具有被用作一方的电极的导电层537、液晶538、被用作另一方的电极的导电层539及取向膜540、541等。液晶元件524是反射型液晶元件,导电层539发挥作为反射电极的功能,所以使用反射率高的材料。另外,导电层537发挥作为透明电极的功能,所以包含使可见光透过的材料。再者,在导电层537及导电层539的液晶538一侧分别具有取向膜540、541。另外,绝缘层546以覆盖着色层534及遮光层535的方式设置,发挥作为保护层的功能。此外,如果不需要则也可以不设置取向膜540、541。

[0398] 在导电层539的一部分中设置有开口部533。此外,以与导电层539接触的方式设置有导电层543,该导电层543具有透光性,因此将使可见光透过的材料用于导电层543。

[0399] 结构体536具有作为间隔物的功能,即能够抑制绝缘层525与基板522过度接近。此外,如果不需要则也可以不设置结构体536。

[0400] 晶体管515的源极或漏极中的任何一方与发光元件523的导电层530电连接。例如,晶体管515对应于图16所示的晶体管M。

[0401] 晶体管516的源极或漏极中的任何一方通过端子部518与液晶元件524的导电层539及导电层543电连接。换言之,端子部518具有将设置在绝缘层525的两个面上的导电层彼此电连接的功能。此外,晶体管516对应于图16所示的晶体管SW1。

[0402] 在基板521不与基板522重叠的区域中,设置有端子部519。与端子部518同样,端子部519将设置在绝缘层525的两个面上的导电层彼此电连接。端子部519电连接于对与导电

层543相同的导电膜进行加工而得到的导电层。由此,可以将端子部519与FPC544通过连接层545电连接。

[0403] 另外,在设置有粘合层542的一部分区域中,设置有连接部547。在连接部547中,对与导电层543相同的导电膜进行加工而得到的导电层与导电层537的一部分通过连接体548电连接。因此,可以将从FPC544输入的信号或电位通过连接体548供应到导电层537。

[0404] 在导电层537与导电层543之间设置有结构体536。结构体536具有保持液晶元件524的单元间隙的功能。

[0405] 作为导电层543,优选使用金属氧化物、金属氮化物或被低电阻化的氧化物半导体等氧化物。在使用氧化物半导体的情况下,只要在导电层543中使用氢、硼、磷、氮和其他杂质的浓度及氧缺陷量中的至少一项比用于晶体管的半导体层高的材料即可。

[0406] 此外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合使用。

[0407] 实施方式10

[0408] 在本实施方式中,对本发明的一种形态的发光元件进行说明。此外,在本实施方式中说明的发光元件具有与在实施方式2中说明的发光元件不同的结构。因此,使用图18A和图18B对发光元件的元件结构及其制造方法进行说明。但是,关于与在实施方式2中说明的发光元件相同的部分,参照实施方式2中的说明而省略其说明。

[0409] 在本实施方式中说明的发光元件具有在形成于基板3200上的一对电极(阴极3201和阳极3203)之间夹住包括发光层3213的EL层3202的结构。此外,EL层3202可以与实施方式2的EL层相同地通过层叠发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子注入层、电子传输层等来形成。

[0410] 在本实施方式中,如图18A所示,对具有如下结构的发光元件进行说明:具有在形成于基板3200上的阴极3201上依次层叠电子注入层3214、发光层3213、空穴传输层3215及空穴注入层3216而成的EL层3202,在空穴注入层3216上形成有阳极3203。此外,这里,没有设置电子传输层,但是也可以以通过使电子注入层3214包含电子传输性高的材料而将其兼作电子传输层的方式来形成。

[0411] 在上述发光元件中,因供应到阴极3201和阳极3203之间的电位差而电流流过,并且因在EL层3202中空穴和电子重新结合而发光。然后,该光穿过阴极3201和阳极3203中的任一者或两者而被提取到外部。因此,阴极3201和阳极3203中的任一者或两者为具有透光性的电极,可以从具有透光性的电极一侧提取光。

[0412] 如图18A所示,在本实施方式所示的发光元件中,阴极3201的端部被绝缘物3217覆盖。此外,如图18B所示,以填埋彼此相邻的阴极3201(例如,3201a和3201b)之间的空间的方式形成绝缘物3217。

[0413] 另外,作为绝缘物3217,可以使用绝缘性有机化合物或无机化合物。作为有机化合物,可以使用感光树脂(光阻材料等),例如可以使用丙烯酸类树脂、聚酰亚胺类树脂、氟类树脂等。另外,作为无机化合物,例如可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮化硅等。注意,绝缘物3217的表面优选具有拒水性,作为其处理方法,除了等离子体处理以外,还可以举出试剂处理(使用碱性溶液、有机溶剂)等。

[0414] 在本实施方式中,形成在阴极3201上的电子注入层3214使用高分子化合物形成。但是,优选使用不易溶解于非水溶剂中且电子传输性高的高分子化合物。具体而言,适当地

组合在实施方式2中作为可用于电子注入层115及电子传输层114的材料举出的材料(除了高分子化合物以外,还包含碱金属、碱土金属或它们的化合物)而使用,将其溶解于极性溶剂,利用涂敷法来形成上述层。

[0415] 此外,作为这里使用的极性溶剂,可以举出甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、丁醇、乙二醇、甘油等。

[0416] 在电子注入层3214上形成有发光层3213。发光层3213通过以下方式形成:对在实施方式2中作为可用于发光层3213的材料(发光物质)举出的材料进行适当组合,并利用湿法(喷墨法或印刷法)对溶解于(或分散于)非极性溶剂中的油墨进行成膜(或涂敷)。此外,电子注入层3214对于发光颜色不同的发光元件是共通的,但为发光层3213选择对应于发光颜色的材料。另外,作为非极性溶剂,可以使用甲苯或二甲苯等芳族溶剂或者吡啶等杂芳族溶剂。此外,也可以使用己烷、2-甲基己烷、环己烷、氯仿等溶剂。

[0417] 如图18B所示,从用来涂敷溶液的装置(以下,称为溶液涂敷装置)的头部3300涂敷用来形成发光层3213的墨水。此外,头部3300包括多个具有喷射墨水功能的喷射部3301a至喷射部3301c,喷射部3301a至喷射部3301c分别设置有压电元件(piezoelectric element)3302a至压电元件3302c。喷射部3301a至喷射部3301c分别填充有包含呈现不同发光颜色的发光物质的墨水3303a至墨水3303c。

[0418] 墨水3303a至墨水3303c分别从喷射部3301a至喷射部3301c喷射出,由此形成发光颜色互不相同的发光层(3213a、3213b、3213c)。

[0419] 在发光层3213上形成有空穴传输层3215。作为空穴传输层3215,可以适当地组合使用在实施方式2中作为可用于空穴传输层3215的材料举出的材料。此外,作为空穴传输层3215的形成方法,可以使用真空蒸镀法或涂敷法。此外,在采用涂敷法的情况下,将溶解于溶剂中的材料涂敷在发光层3213及绝缘物3217上。此外,作为涂敷法,可以使用喷墨法、旋涂法、印刷法等。

[0420] 另外,在空穴传输层3215上形成有空穴注入层3216,而在空穴注入层3216上形成有阳极3203。此外,可以适当地组合使用实施方式2所示的材料,利用真空蒸镀法来形成。

[0421] 通过上述步骤,可以形成发光元件。此外,当在发光层中使用本发明的一种形态的有机金属配合物时,可以得到基于有机金属配合物的磷光发光,因此,相比于只使用荧光化合物的发光元件,可以实现高效率的发光元件。

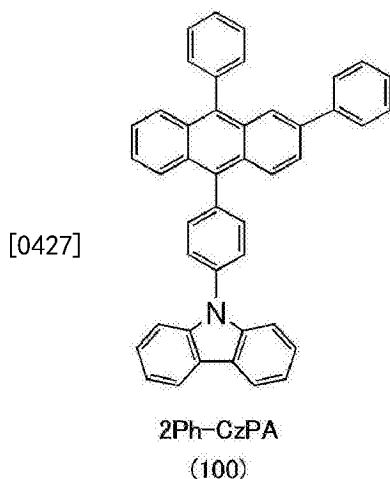
[0422] 此外,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0423] 实施例1

[0424] 《合成例1》

[0425] 在本实施例中以对实施方式1的结构式(100)表示的本发明的一种形态的有机化合物的9-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPA)的合成方法进行说明。此外,下面示出2Ph-CzPA的结构。

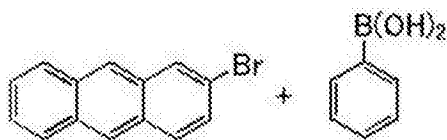
[0426] [化学式33]



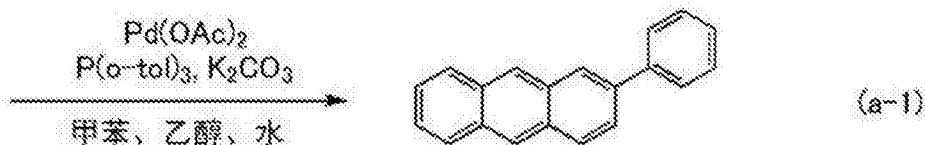
[0428] <步骤1:2-苯基蒽的合成>

[0429] 将10.67g (41.5mmol)的2-溴蒽、6.07g (49.8mmol)的苯基硼酸、20.6g (149mmol)的碳酸钾、210mL的甲苯、50mL的乙醇及75mL的水加入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加93mg (0.42mmol)的醋酸钯(II) (简称: $\text{Pd}(\text{OAc})_2$)、253mg (0.83mmol)的三(2-甲基苯基)膦($\text{P}(\text{o-tol})_3$),对该混合物进行3小时的加热回流。然后,使烧瓶的温度回到室温,并将所析出的固体过滤分离出来。将滤液分离为有机层和水层,得到有机层。对该有机层添加过滤分离出来的固体,加热使其溶解,并利用硅藻土(Celite)、氧化铝、硅酸镁(Florisil)来进行过滤。浓缩该滤液,使用乙醇使所析出的固体重结晶。冷却后,在室温下过滤析出物,在75℃下对所得到的固体进行减压干燥,从而以95%的收率得到10.1g的目的物的白色固体。此外,下述式(a-1)示出步骤1的合成方案。

[0430] [化学式34]



[0431]



[0432] 此外,下面示出通过上述步骤1得到的白色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤1中可以合成2-苯基蒽。

[0433] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.37 (td, $J=7.0\text{Hz}, 1.5\text{Hz}, 1\text{H}$), 7.41–7.51 (m, 4H), 7.70–7.78 (m, 3H), 7.95–8.01 (brm, 2H), 8.03 (d, $J=8.5\text{Hz}, 1\text{H}$), 8.18 (s, 1H), 8.41 (s, 1H), 8.44 (s, 1H).

[0434] <步骤2:2-苯基-9-溴蒽的合成>

[0435] 接着,将10.0g (39mmol)的2-苯基蒽加入500mL三口烧瓶中,添加400mL的四氢呋喃,加热使其溶解。向该混合溶液添加7.35g的N-溴代丁二酰亚胺(NBS)。对该溶液进行20小时左右的加热回流。回流后,冷却到室温并浓缩。在使所析出的固体悬浮于甲醇中进行浆料

清洗之后过滤浆料。在减压下对所得到的固体进行干燥,从而以93%的收率得到12.2g的目的物的黄色固体。此外,以下述式(a-2)示出步骤2的合成方案。

[0436] [化学式35]



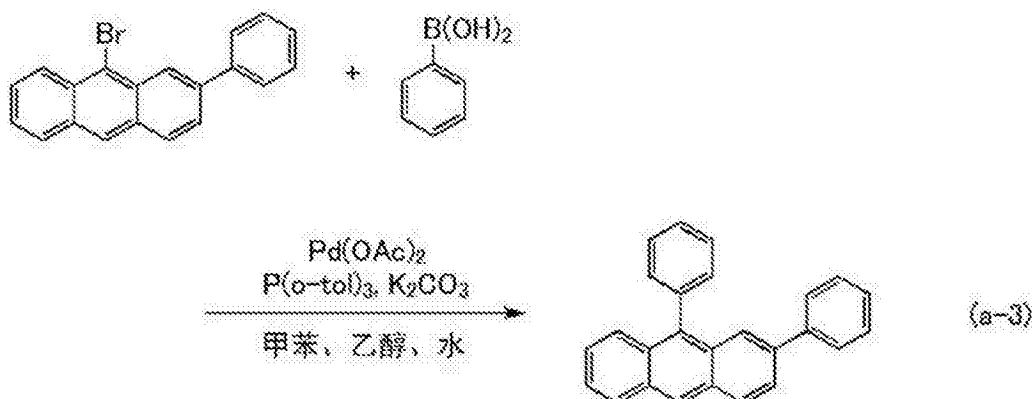
[0438] 此外,下面示出通过上述步骤2得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤2中可以合成2-苯基-9-溴蒽。

[0439] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.42 (t, $J=7.5\text{Hz}$, 1H), 7.46–7.54 (m, 3H), 7.59 (m, 1H), 7.77 (dd, $J=9\text{Hz}$, 1.5Hz, 1H), 7.81 (dd, $J=8\text{Hz}$, 1.5Hz, 2H), 7.98 (d, $J=9\text{Hz}$, 1H), 8.05 (d, $J=9\text{Hz}$, 1H), 8.42 (s, 1H), 8.51 (d, $J=9.5\text{Hz}$, 1H), 8.70 (s, 1H).

[0440] <步骤3:2,9-二苯基蒽的合成>

[0441] 接着,将12.1g (36mmol)的2-苯基-9-溴蒽、5.3g (44mmol)的苯基硼酸、18.1g (131mmol)的碳酸钾、180mL的甲苯、45mL的乙醇及65mL的水加入500mL三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加82mg (0.36mmol)的醋酸钯(II)(简称: $\text{Pd}(\text{OAc})_2$)及221mg (0.73mmol)的三(2-甲基苯基)膦,并进行5小时的加热回流。向所得到的混合物添加水及甲苯,从而将该混合物分离为有机层和水层。利用甲苯对该水层进行萃取。混合所得到的有机层和萃取液并用水进行清洗,然后添加硫酸镁来使水分干燥。过滤该溶液并蒸馏去除溶剂。通过使所得到的残渣从甲苯及乙醇中重结晶出来,以80%的收率得到9.6g的目的物的黄色固体的2,9-二苯基蒽。此外,下述式(a-3)示出步骤3的合成方案。

[0442] [化学式36]



[0444] 此外,下面示出通过上述步骤3得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤3中可以合成有机化合物的2,9-二苯基蒽。

[0445] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.30–7.37 (m, 2H), 7.39–7.48 (m, 5H), 7.50–7.55 (m, 1H), 7.56–7.61 (m, 4H), 7.66 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H), 7.75 (dd, $J=8.5\text{Hz}$, 1.5Hz, 1H), 7.86 (s, 1H), 8.05 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H), 8.13 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H), 8.51 (s, 1H).

[0446] <步骤4:2,9-二苯基-10-溴蒽的合成>

[0447] 接着,将9.6g (29mmol)的2,9-二苯基蒽加入500mL三口烧瓶中,添加145mL的乙酸乙酯,加热使其溶解。向该混合溶液添加5.42g (30mmol)的N-溴代丁二酰亚胺。对该溶液进行20小时左右的加热回流。回流后,冷却到室温并浓缩。在使所析出的固体悬浮于甲醇中并

对浆料进行清洗之后过滤浆料。在减压下对所得到的固体进行干燥,从而以87%的收率得到10.4g的目的物的黄色固体。此外,以下述式(a-4)示出步骤4的合成方案。

[0448] [化学式37]



[0450] 此外,下面示出通过上述步骤4得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤4中可以合成有机化合物的2,9-二苯基-10-溴蒽。

[0451] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.31-7.45 (m, 6H), 7.53-7.61 (m, 6H), 7.64 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H), 7.84 (s, 1H), 7.86 (dd, $J=9\text{Hz}$, 1.5Hz, 1H), 8.60 (d, $J=9\text{Hz}$, 1H), 8.68 (d, $J=9\text{Hz}$, 1H).

[0452] <步骤5: 3,10-二苯基蒽-9-基硼酸的合成>

[0453] 将在上述步骤4中合成的10.2g (25mmol)的2,9-二苯基-10-溴蒽加入500mL烧瓶中,对烧瓶内进行减压,然后对烧瓶内进行氮置换。向其中添加120mL的四氢呋喃,进行搅拌和溶解,并使其冷却到 -80°C 。冷却后,向该溶液滴加19mL (1.55M, 30mmol)的正丁基锂己烷溶液而进行2小时的反应。向该反应液滴加3.5mL (31mmol)的三甲基硼酸($\text{B}(\text{OMe})_3$)而进行30分钟的反应。将该反应溶液的温度上升到室温,且使其反应过夜。对所得到的反应溶液添加50mL的1mol/L的盐酸。将该混合液分离为有机层和水层,使用乙酸乙酯对水层进行萃取。混合所得到的萃取液和有机层,使用饱和碳酸氢钠水溶液使中和该溶液,然后使用饱和食盐水进行清洗。向所得到的溶液添加硫酸镁来使水分干燥并进行过滤。浓缩所得到的溶液,使用己烷对所析出的固体进行浆料清洗并过滤浆料。通过在减压下对所得到的固体进行干燥,以87%的收率得到8.1g的目的物的黄色固体。下述式(a-5)示出步骤5的合成方案。

[0454] [化学式38]



[0456] 此外,下面示出通过上述步骤5得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤5中可以合成有机化合物的3,10-二苯基蒽-9-基硼酸。

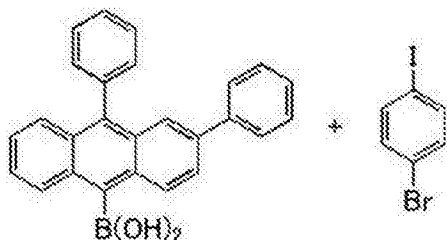
[0457] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 5.25 (s, 2H), 7.30-7.38 (m, 2H), 7.39-7.44 (m, 4H), 7.47-7.51 (m, 1H), 7.52-7.61 (m, 5H), 6.67 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H), 7.78 (dd, $J=9\text{Hz}$, 1.5Hz, 1H), 7.87 (d, $J=1\text{Hz}$, 1H), 8.15 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H), 8.22 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 1H).

[0458] <步骤6: 9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基蒽的合成>

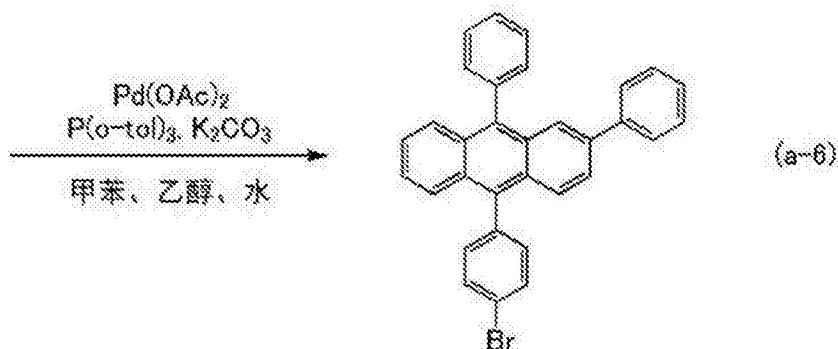
[0459] 将在上述步骤5中合成的8.1g (22mmol)的3,10-二苯基蒽-9-基硼酸、7.3g (26mmol)的1-溴-4-碘苯、8.9g (65mmol)的碳酸钾、110mL的甲苯、28mL的乙醇及33mL的水加入圆底烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加97mg

(0.43mmol)的醋酸钯(II)(简称: $\text{Pd}(\text{OAc})_2$)及226mg(0.86mmol)的三苯基膦,进行5小时的加热回流。然后,使烧瓶的温度回到室温,将所得到的混合溶液分离为有机层和水层。使用饱和食盐水对所得到的有机层进行清洗并过滤。浓缩该有机层,通过硅胶柱层析法对所得到的残渣进行纯化。浓缩所得到的溶液,使用乙醇使所析出的固体重结晶。在室温下过滤所析出的固体,在减压下对所得到的滤渣进行干燥,从而以85%的收率得到8.9g的目的物的黄色固体。另外,下述式(a-6)示出步骤6的合成方案。

[0460] [化学式39]



[0461]



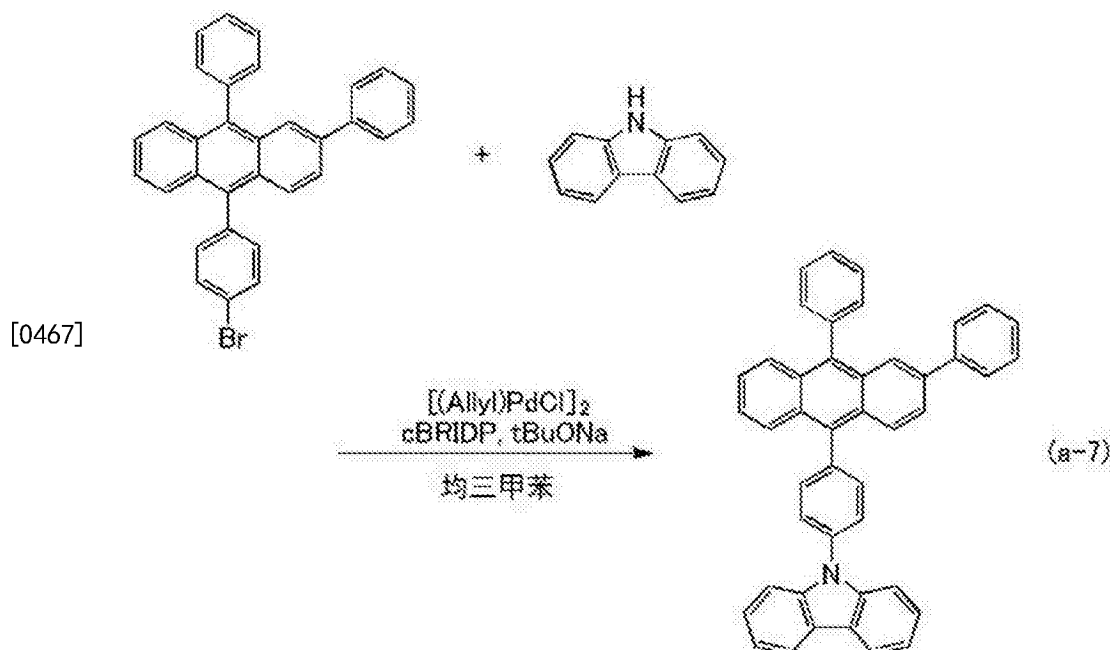
[0462] 此外,下面示出通过上述步骤6得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤6中可以合成有机化合物的9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基萸。

[0463] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.30–7.43 (m, 7H), 7.50 (d, $J=7\text{Hz}$, 2H), 7.53–7.57 (m, 3H), 7.59–7.72 (m, 5H), 7.73–7.78 (m, 3H), 7.90 (s, 1H).

[0464] <步骤7:9-[4-(3,10-二苯基萸-9-基)苯基]-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPA)的合成>

[0465] 将4.3g(8.9mmol)的9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基萸、1.6g(9.3mmol)的9H-咔唑、2.6g(27mmol)的叔丁醇钠(tBuONa)及45mL的均三甲苯加入200mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加32mg(0.089mmol)的氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称: $[(\text{Allyl})\text{PdCl}]_2$)及125mg(0.35mmol)的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称:cBRIDP),进行3小时的加热回流。使用硅藻土、氧化铝及硅酸镁对该反应溶液进行过滤。向该溶液添加水并将所得到的混合溶液分离为有机层和水层。在使用饱和食盐水对所得到的有机层进行清洗,并使用硫酸镁使水分干燥之后,进行过滤。浓缩该有机层,通过硅胶柱层析法对所得到的残渣进行纯化。浓缩所得到的溶液,使用乙醇使所析出的固体重结晶。在室温下过滤所析出的固体,在减压下对所得到的滤渣进行干燥,从而以96%的收率得到4.9g的目的物的黄色固体。另外,下述式(a-7)示出步骤7的合成方案。

[0466] [化学式40]



[0468] 下面示出通过上述步骤7得到的黄色固体的利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 得到的分析结果。此外,图19示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由此可知,在本实施例中可以合成有机化合物的2Ph-CzPA。

[0469] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3) : 7.31–7.47 (m, 7H) , 7.49–7.60 (m, 7H) , 7.61–7.66 (m, 2H) , 7.67–7.77 (m, 64H) , 7.82–7.87 (m, 3H) , 7.91–7.97 (m, 2H) , 8.22 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 2H) .

[0470] 接着,通过梯度升华方法对4.8g的所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为3.0Pa,氩流量为15mL/min,在285℃下进行加热。在升华纯化之后,以86%的回收率得到4.1g的黄色固体。

[0471] 接着,测定2Ph-CzPA的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。在吸收光谱的测定中,使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),将甲苯溶液(0.03mmol/L)加入石英皿中,在室温下进行测定。此外,在发射光谱的测定中,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造,FS920),将甲苯溶液(0.01mmol/L)加入石英皿中,在室温下进行测定。图20示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测定结果。横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度。此外,在图20中示出两条实线,细实线表示吸收光谱,粗实线表示吸收光谱。图20所示的吸光度表示从将甲苯溶液(0.03mmol/L)加入石英皿中来测定出的吸光度中减去只将甲苯倒加石英皿中来测定出的吸光度而得到的结果。

[0472] 如图20所示,有机化合物的2Ph-CzPA在427nm及447nm处具有发光峰值,并且从甲苯溶液观察到蓝紫色的发光。

[0473] 接着,通过液相色谱质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry (简称:LC/MS分析))对有机化合物的2Ph-CzPA进行质谱(MS)分析。

[0474] 在LC/MS分析中,利用沃特世(Waters)公司制造的Acquity UPLC进行LC(液相色谱)分离,并利用沃特世公司制造的Xevo G2Tof MS进行MS分析(质量分析)。在LC分离中使用的柱为Acquity UPLC BEH C8 (2.1×100mm, 1.7 μm),柱温为40℃。在流动相中,作为流动相A使用乙腈,作为流动相B使用0.1%甲酸水溶液。另外,以任意浓度将2Ph-CzPA溶解于甲

苯中并利用乙腈稀释来进行调整,将注入量设定为5.0 μ L。

[0475] 在LC分离中,使检测开始后0分钟至10分钟的流动相A和流动相B之比为流动相A:流动相B=95:5。

[0476] 在MS分析中,通过电喷射离子化法(简称:ESI)进行离子化。此时,将毛细管电压设定为3.0kV,将样品锥孔电压设定为30V,并且以正离子模式进行检测。在碰撞室内将以上述条件离子化了的 $m/z=572$ 的成分与氩气体碰撞来使其解离为产物离子。将与氩碰撞时的能量(碰撞能量)设定为70eV。另外,所测定的质量范围是 m/z (质量电荷之比)=100至1200。图21示出利用飞行时间(TOF)型MS检测解离的产物离子的结果。

[0477] 由图21的结果可知,2Ph-CzPA主要在 $m/z=572$ 附近检测出产物离子。另外,因为图21所示的结果示出来源于2Ph-CzPA的特征性结果,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的2Ph-CzPA的重要的数据。

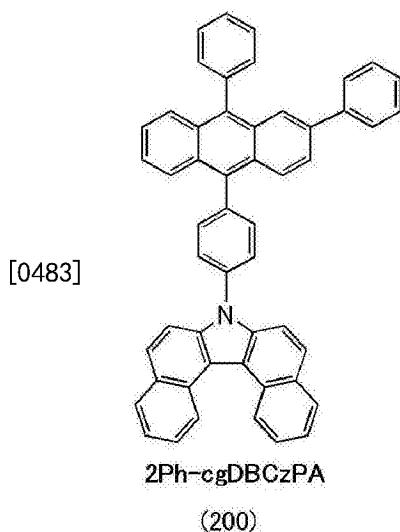
[0478] 另外,在以70eV的碰撞能量进行测定时观察出的 $m/z=406$ 的碎片离子被推测为来源于2Ph-CzPA的C-N键被切断而生成的2,9,10-三苯基蒽,这是2Ph-CzPA的特征之一。

[0479] 实施例2

[0480] 《合成例2》

[0481] 在本实施例中说明以实施方式1的结构式(200)表示的本发明的一种形态的有机化合物的7-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]二苯并[c,g]-7H-咔唑(简称:2Ph-cgDBCzPA)的合成方法。另外,下面示出2Ph-cgDBCzPA的结构。

[0482] [化学式41]

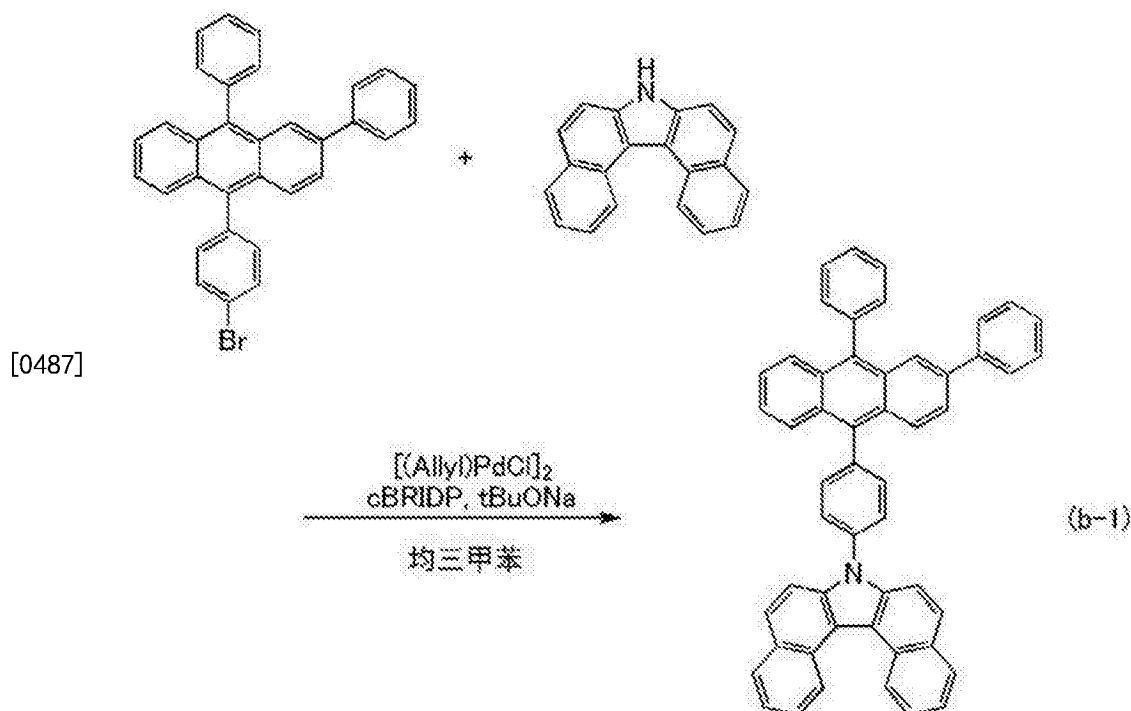


[0484] <步骤1:2Ph-cgDBCzPA的合成>

[0485] 将4.3g (8.9mmol)的9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基蒽(参照实施例1的步骤6)、2.5g (9.3mmol)的二苯并[c,g]-7H-咔唑、2.6g (27mmol)的叔丁醇钠及45mL的均三甲苯加入200mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加32mg (0.089mmol)的氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:[(Allyl)₂PdCl]₂)及125mg (0.35mmol)的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称:cBRIDP),进行6小时的加热回流。使用硅藻土、氧化铝及硅酸镁对该反应溶液进行过滤。向该溶液添加水并将所得到的混合溶液分离为有机层和水层。在使用饱和食盐水对所得到的有机层进行清洗,并使用硫酸镁使水分干燥之后,进行过滤。浓缩该有机层,通过硅胶柱层析法对所得到的残渣进行纯化。浓缩所得

到的溶液,使用乙醇使所析出的固体重结晶。在室温下过滤所析出的固体,在减压下对所得到的滤渣进行干燥,从而以81%的收率得到4.8g的目的物的黄色固体。另外,下述式(b-1)示出步骤1的合成方案。

[0486] [化学式42]



[0488] 另外,下面示出通过上述步骤1得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。此外,图22示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由此可知,在步骤1中可以合成有机化合物的2Ph-cgDBCzPA。

[0489] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.34 (t, $J=7\text{Hz}$, 1H), 7.39–7.51 (m, 4H), 7.53–7.61 (m, 7H), 7.62–7.67 (m, 2H), 7.72–7.79 (m, 4H), 7.80–7.90 (m, 7H), 7.93–7.98 (m, 4H), 8.10 (d, $J=8\text{Hz}$, 2H), 9.32 (d, $J=8.5\text{Hz}$, 2H)。

[0490] 接着,通过梯度升华方法对4.7g的所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为3.0Pa,氙流量为15mL/min,在355℃下进行加热。在升华纯化之后,以87%的回收率得到4.1g的黄色固体。

[0491] 接着,测定2Ph-cgDBCzPA的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。在吸收光谱的测定中,使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),将甲苯溶液(0.02mmol/L)加入石英皿中,在室温下进行测定。此外,在发射光谱的测定中,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造,FS920),将甲苯溶液(0.01mmol/L)加入石英皿中,在室温下进行测定。图23示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测定结果。横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度。此外,在图23中示出两条实线,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图23所示的吸光度表示从将甲苯溶液(0.02mmol/L)加入石英皿中来测定出的吸光度中减去只将甲苯加入石英皿中来测定出的吸光度而得到的结果。

[0492] 如图23所示,有机化合物的2Ph-cgDBCzPA在425nm及447nm处具有发光峰值,并且从甲苯溶液观察到蓝紫色的发光。

[0493] 接着,通过液相色谱质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry (简称:LC/MS分析))对有机化合物的2Ph-cgDBCzPA进行质谱(MS)分析。

[0494] 在LC/MS分析中,利用沃特世(Waters)公司制造的Acquity UPLC进行LC(液相色谱)分离,并利用沃特世公司制造的Xevo G2ToF MS进行MS分析(质量分析)。在LC分离中使用的柱为Acquity UPLC BEH C8 (2.1×100mm,1.7μm),柱温为40℃。在流动相中,作为流动相A使用乙腈,作为流动相B使用0.1%甲酸水溶液。另外,以任意浓度将2Ph-cgDBCzPA溶解于甲苯中,并且利用乙腈稀释来进行调整,将注入量设定为5.0μL。

[0495] 在LC分离中,使检测开始后0分钟至10分钟的流动相A和流动相B之比为流动相A:流动相B=95:5。

[0496] 在MS分析中,通过电喷射离子化法(简称:ESI)进行离子化。此时,将毛细管电压设定为3.0kV,将样品锥孔电压设定为30V,并且以正离子模式进行检测。在碰撞室内将以上述条件离子化了的 $m/z=672$ 的成分与氩气体碰撞来使其解离为产物离子。将与氩碰撞时的能量(碰撞能量)设定为70eV。另外,所测定的质量范围是 m/z (质量电荷之比)=100至1200。图24示出利用飞行时间(TOF)型MS检测解离的产物离子的结果。

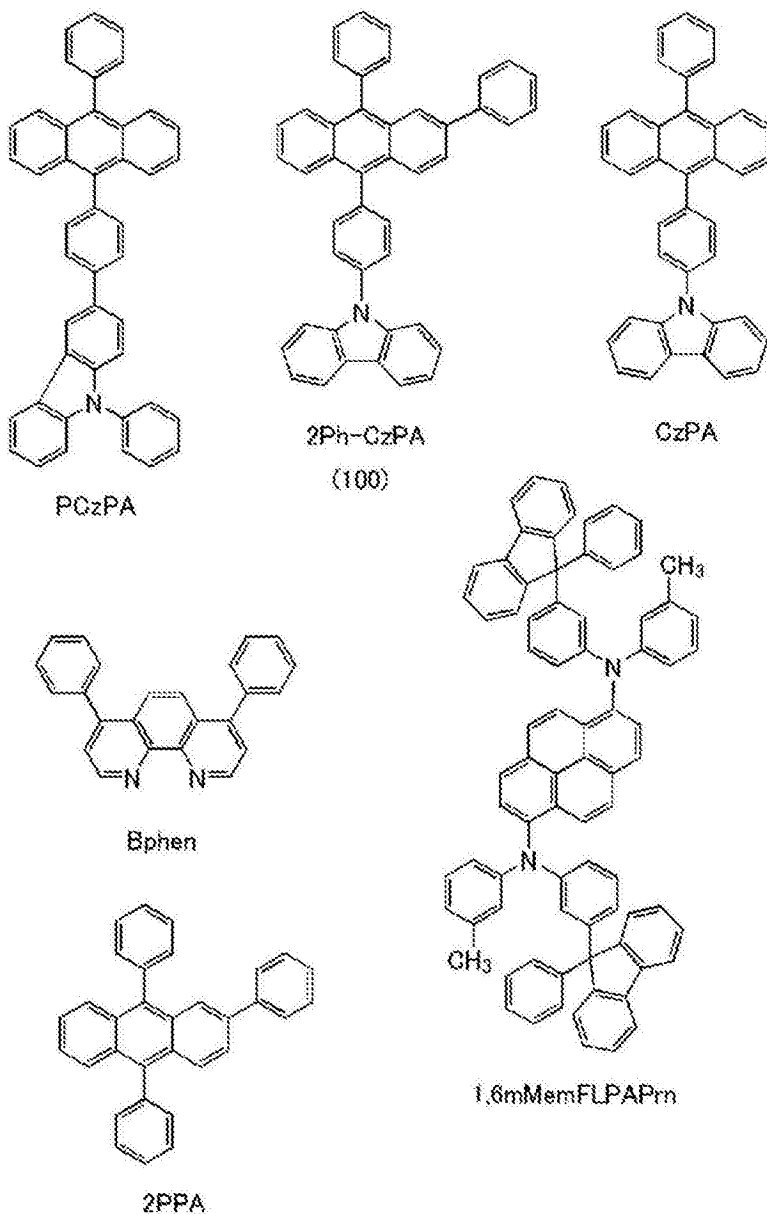
[0497] 由图24的结果可知,2Ph-cgDBCzPA主要在 $m/z=672$ 附近检测出产物离子。此外,因为图24所示的结果示出来源于2Ph-cgDBCzPA的特征性结果,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的2Ph-cgDBCzPA的重要的数据。

[0498] 另外,在以70eV的碰撞能量进行测定时观察出的 $m/z=406$ 的碎片离子被推测为来源于2Ph-CzPA的C-N键被切断而生成的2,9,10-三苯基蒽,另外, $m/z=266$ 的碎片离子被推测为来源于7H-二苯并[c,g]咔唑。这可以说是表示包括在2Ph-cgDBCzPA中的各骨架的数据。

[0499] 实施例3

[0500] 在本实施例中,作为本发明的一种形态的发光元件,制造将在实施例1中示出合成方法的一个例子的2Ph-CzPA用于发光层的主体材料的发光元件1-1,另外,作为比较发光元件,制造将CzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件1-2及将2PPA用于发光层的主体材料的比较发光元件1-3,并且示出对各发光元件的特性进行测定的结果。此外,参照图25对本实施例中的发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3进行说明。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0501] [化学式43]



[0503] 《发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的制造》

[0504] 首先,在由玻璃制造的基板900上通过溅射法使包含氧化硅的铟锡氧化物(ITO)成膜,形成发挥阳极作用的第一电极901。此外,其厚度为70nm,电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0505] 接着,作为用来在基板900上形成发光元件的预处理,用水对基板表面进行清洗,在 200°C 下进行1小时的烧成,然后进行370秒钟的UV臭氧处理。

[0506] 然后,将基板引入内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,且在真空蒸镀装置的加热室中在 170°C 下进行30分钟的真空烧成,之后将基板900放置30分钟左右以进行冷却。

[0507] 然后,将基板900固定在设置在真空蒸镀装置中的基板支架上,以使形成有第一电极901的面向下。在本实施例中通过对通过真空蒸镀法依次形成构成EL层902的空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914、电子注入层915的情况进行说明。

[0508] 在将真空装置内减压到 10^{-4}Pa 之后,通过以使9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)和氧化钼之比为PCzPA:氧化钼=4:2(质量比)的方式进行共蒸

镀,在第一电极901上形成空穴注入层911。膜厚为10nm。注意,共蒸镀是指使多种不同的物质同时分别从不同的蒸发源蒸发的蒸镀法。

[0509] 接着,在发光元件1-1及比较发光元件1-2的场合下,使PCzPA为30nm,而在比较发光元件1-3的场合下,使PCzPA为20nm,从而形成空穴传输层912。

[0510] 接着,在空穴传输层912上形成发光层913。在发光元件1-1的场合下,以使9-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPA)和N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)之比为2Ph-CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式进行共蒸镀。此外,膜厚为25nm。此外,在比较发光元件1-2的场合下,以使9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)和1,6mMemFLPAPrn之比为CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式进行共蒸镀。此外,膜厚为25nm。另外,在比较发光元件1-3的场合下,以使2,9,10-三苯基蒽(简称:2PPA)和1,6mMemFLPAPrn之比为2PPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.03(重量比)的方式进行共蒸镀。此外,膜厚为25nm。通过上述步骤形成发光层913。

[0511] 接着,在发光层913上形成电子传输层914。在发光元件1-1的场合下,在蒸镀了10nm的2Ph-CzPA之后,蒸镀15nm的红菲咯啉(简称:Bphen)。在比较发光元件1-2的场合下,在蒸镀了10nm的CzPA之后,蒸镀15nm的Bphen。在比较发光元件1-3的场合下,在蒸镀了10nm的2PPA之后,蒸镀15nm的Bphen。

[0512] 接着,通过在电子传输层914上蒸镀1nm的氟化锂,形成电子注入层915。

[0513] 最后,在电子注入层915上以使铝的膜厚为200nm的条件进行蒸镀,来形成成为阴极的第二电极903,从而得到发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3。另外,在上述蒸镀过程中,蒸镀都采用电阻加热法。

[0514] 表1示出通过上述步骤得到的各发光元件的元件结构。

[0515] [表1]

[0516]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
发光元件1-1	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	*	2Ph-CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光元件1-2	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	**	CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光元件1-3	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (20nm)	***	2PPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

[0517] *2Ph-CzPA:1,6mMemFLPAPrn(1:0.03 25nm)

[0518] **CzPA:1,6mMemFLPAPrn(1:0.03 25nm)

[0519] ***2PPA:1,6mMemFLPAPrn(1:0.03 25nm)

[0520] 此外,在氮气氛的手套箱内对所制造的各发光元件进行密封,以不使其暴露于大

气(将密封材料涂敷在元件的周围,并且在密封时进行UV处理并在80℃下进行1小时的加热处理)。

[0521] 《发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的工作特性》

[0522] 接着,对所制造的各发光元件的工作特性进行测定。另外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0523] 分别将发光元件1-1、比较发光元件1-2及比较发光元件1-3的电流密度-亮度特性示于图26,电压-亮度特性示于图27,亮度-电流效率特性示于图28,电压-电流特性示于图29。

[0524] 此外,下面的表2示出1000cd/m²附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0525] [表2]

[0526]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流 密度 (mA/cm ²)	色度 (x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部量子 效率 (%)
发光元 件 1-1	3.0	0.55	14	(0.14,0.17)	1500	11	12	9.9
比较发 光元件 1-2	3.1	0.52	13	(0.14,0.16)	1500	11	11	10
比较发 光元件 1-3	3.4	2.3	58	(0.14,0.11)	1100	1.8	1.7	2.1

[0527] 此外,图30示出以12.5mA/cm²的电流密度使电流流过各发光元件时的发射光谱。图30中,发光元件1-1的发射光谱在467nm附近处具有峰值,表明其来源于用于发光元件1-1的EL层的有机化合物的1,6mMemFLPAPrn的蓝色发光。比较发光元件1-2具有同样的光谱,而比较发光元件1-3的光谱在短波长一侧具有尾(tail)。短波长一侧的尾可以认为来源于空穴传输层的PCzPA。这表面空穴不容易从PCzPA注入到2PPA中。其产生的影响是,比较发光元件1-3的驱动电压(电流-电压特性)、发光效率非常差。

[0528] 本发明的一种形态的发光元件1-1(2Ph-CzPA)得到与比较发光元件1-2(CzPA)同样高的效率。如下所述,这是因为在2Ph-CzPA中发生高效的TTA。

[0529] 另一方面,如果对发光元件1-1(2Ph-CzPA)和比较发光元件1-2(CzPA)的驱动电压进行比较,则结果是发光元件1-1的驱动电压较低。如果只看骨架,则2Ph-CzPA的骨架像是CzPA和2PPA的组合那样的分子骨架,但是其驱动电压不是CzPA和2PPA的平均值,而是比驱动电压较低的CzPA更低。这可以说是预测不到的惊人的效果。根据CV测定的结果,CzPA的HOMO为-5.79eV,LUMO为-2.73eV,与之相比,2Ph-CzPA的HOMO为-5.77eV,LUMO为-2.80eV。也就是说,可以认为当同时具有咔唑骨架和键合到蒽的3位的苯基时,HOMO-LUMO能隙才会稍微变小,驱动电压降低。

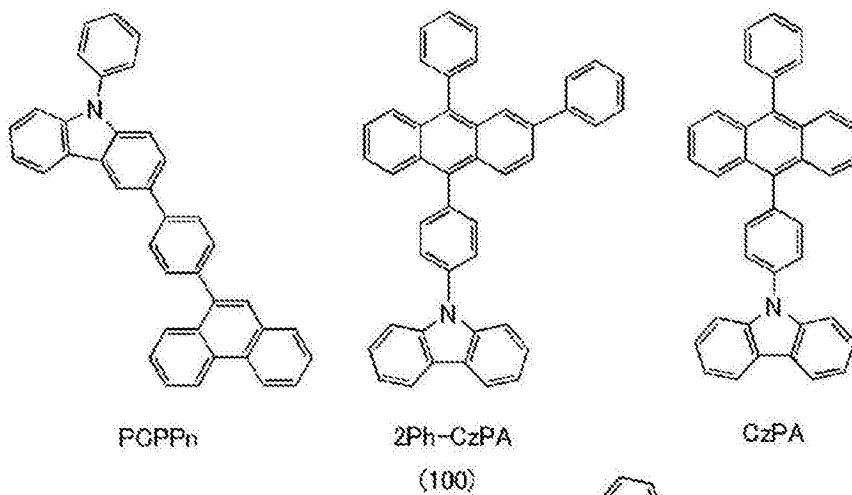
[0530] 接着,对各发光元件进行可靠性测试。图31示出可靠性测试的结果。在图31中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。另外,在可靠性测试中,在初始亮度设定为5000cd/m²且电流密度为恒定的条件下驱动发光元件。

[0531] 由图31所示的结果可知,比较发光元件1-3显著地劣化。另一方面,还可知比较发光元件1-2呈现较良好的可靠性,而发光元件1-1呈现比其更高的可靠性。如果只看骨架,则2Ph-CzPA的骨架像是CzPA和2PPA的组合那样的分子骨架,但是其驱动寿命不是CzPA和2PPA的平均值,而比驱动寿命较长的CzPA更长。这可以说是预测不到的惊人的效果。可以认为因苯基的引入而导致LUMO能级降低,且咔唑骨架在接受空穴的同时使膜的形态稳定化,从而带来长寿命化。换言之,在涉及寿命上,咔唑骨架和键合到蒽的3位的苯基也具有一体不可分的效果。

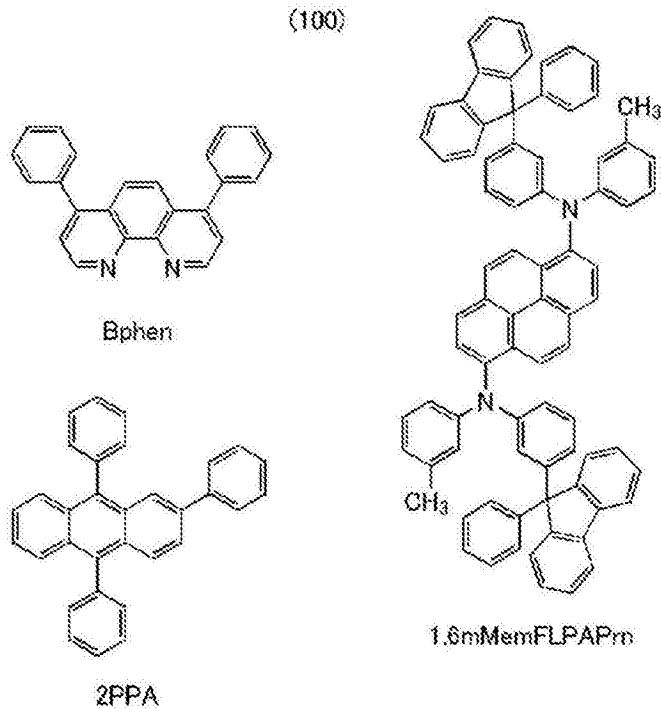
[0532] 实施例4

[0533] 在本实施例中,作为本发明的一种形态的发光元件,制造将在实施例1中示出合成方法的一个例子的2Ph-CzPA用于发光层的主体材料的发光元件2-1,而作为比较发光元件,制造将CzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件2-2及将2PPA用于发光层的主体材料的比较发光元件2-3,并且示出对各发光元件的特性进行测定的结果。除了作为空穴注入层911及空穴传输层912使用3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)代替PCzPA之外,本实施例中的发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的制造方法与实施例3相同,所以省略其说明。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0534] [化学式44]



[0535]



[0536] 《发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的制造》

[0537] 表3示出在本实施例中制造的发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的元件结构。

[0538] [表3]

[0539]

	第一 电极	空穴注入层	空穴 传输层	发光层	电子传输层		电子 注入层	第二 电极
发光 元件 2-1	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	*	2Ph-CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较 发光元件 2-2	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	**	CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较 发光元件 2-3	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (20nm)	***	2PPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

[0540] *2Ph-CzPA:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 25nm)

[0541] **CzPA:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 25nm)

[0542] ***2PPA:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 25nm)

[0543] 《发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的工作特性》

[0544] 接着,对所制造的各发光元件的工作特性进行测定。此外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0545] 分别将发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3的电流密度-亮度特性示于图32,电压-亮度特性示于图33,亮度-电流效率特性示于图34,电压-电流特性示于图35。

[0546] 此外,下面的表4示出1000cd/m²附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0547] [表4]

[0548]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流 密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
发光元件 2-1	3.0	0.25	6.2	(0.14,0.17)	870	14	15	12
比较 发光元件 2-2	3.1	0.23	5.7	(0.14,0.17)	780	14	14	12
比较 发光元件 2-3	3.4	0.91	23	(0.14,0.14)	1200	5.2	4.8	5.0

[0549] 此外,图36示出以12.5mA/cm²的电流密度使电流流过各发光元件时的发射光谱。

图36中,发光元件2-1的发射光谱在466nm附近处具有峰值,表明其来源于用于发光元件2-1的EL层的有机化合物的1,6mMemFLPAPrn的蓝色发光。

[0550] 接着,对各发光元件进行可靠性测试。图37示出可靠性测试的结果。在图37中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。此外,在可靠性测试中,在初始亮度设定为5000cd/m²且电流密度为恒定的条件下驱动发光元件。

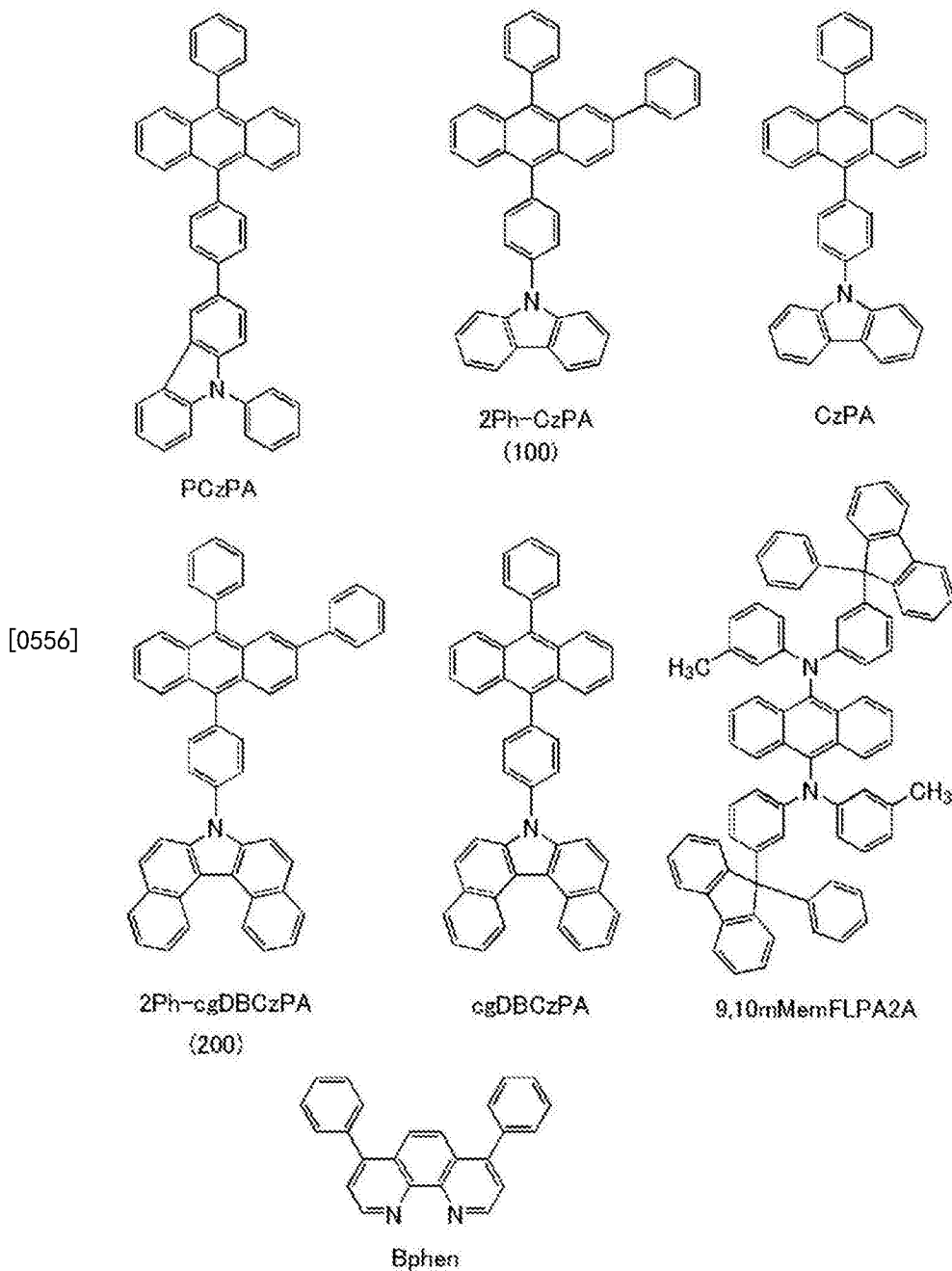
[0551] 如果对发光元件2-1和各比较发光元件进行比较,则发光效率、驱动电压和可靠性中任一项的倾向都与实施例3完全相同。也就是说,发现即使将空穴传输层换成其他化合物,通过将2Ph-CzPA用作主体也可以得到与实施例3所述的效果相同的效果。作为结果,发光元件2-1在实现与比较发光元件2-2同样高的效率的同时,能够实现预测不到的驱动电压的降低及长寿命化。

[0552] 另外,在发光元件2-1、比较发光元件2-2及比较发光元件2-3中,将作为LUMO能级高的材料的PCPPn用于HTL来形成元件。这种被称为PCPPn的材料因其LUMO能级高而具有电子阻挡性,因此可以认为与在发光元件1-1中使用的PCzPA相比,能够抑制移动到HTL的电子载流子,提高发光层内的再结合率,进而有助于发光元件2-1的效率的提高。

[0553] 实施例5

[0554] 在本实施例中,作为本发明的一种形态的发光元件,分别制造将在实施例1中示出合成方法的一个例子的2Ph-CzPA用于发光层的主体材料的发光元件5及将在实施例2中示出合成方法的一个例子的2Ph-cgDBCzPA用于发光层的主体材料的发光元件6,而作为比较发光元件,分别制造将CzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件7及将cgDBCzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件8,并且示出对这些发光元件的特性进行测定的结果。除了作为发光层的客体材料使用N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-蒽-9,10-二胺(简称:9,10mMemFLPA2A)之外,本实施例中的发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的制造方法与实施例3相同,所以省略其说明。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0555] [化学式45]



[0557] 《发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的制造》

[0558] 表5示出在本实施例中制造的发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的元件结构。

[0559] [表5]

[0560]

	第一 电极	空穴 注入层	空穴 传输层	发光层	电子传输层		电子 注入层	第二 电极
发 光 元 件 5	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	*	2Ph-CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
发 光 元 件 6	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	**	2Ph-cgDBCzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比 较 发 光 元 件 7	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	***	CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比 较 发 光 元 件 8	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	****	cgDBCzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

[0561] *2Ph-CzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0562] **2Ph-cgDBCzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0563] ***CzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0564] ****cgDBCzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0565] 《发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的工作特性》

[0566] 接着,对所制造的发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的工作特性进行测定。此外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0567] 分别将发光元件5、发光元件6、比较发光元件7及比较发光元件8的电流密度-亮度特性示于图38,电压-亮度特性示于图39,亮度-电流效率特性示于图40,电压-电流特性示于图41。

[0568] 此外,下面的表6示出1000cd/m²附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0569] [表6]

[0570]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流 密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
发光元件 5	2.9	0.140	3.6	(0.27,0.67)	1200	33	36	9.1
发光元件 6	2.8	0.110	2.8	(0.27,0.67)	870	31	34	8.3
比较 发光元件 7	3.0	0.19	4.8	(0.26,0.66)	1400	29	31	8.2
比较 发光元件 8	2.9	0.20	5.0	(0.27,0.67)	1600	32	34	8.5

[0571] 此外,图42示出以12.5mA/cm²的电流密度使电流流过发光元件5及发光元件6时的发射光谱。图42中,发光元件5及发光元件6的发射光谱在522nm附近处具有峰值,表面其来源于用于各发光元件的EL层的有机化合物的9,10mMemFLPA2A的绿色发光。另外,虽然图42未图示,但是比较发光元件7及8也同样地得到来源于9,10mMemFLPA2A的发射光谱。

[0572] 重要的是,发光元件5 (2Ph-CzPA) 的驱动电压比较发光元件7 (CzPA) 的低。可以知道即使改变发光掺杂剂,也可以发挥在实施例3中示出的2Ph-CzPA的关于驱动电压的预测不到的效果。另外,发光元件5 (2Ph-CzPA) 的发光效率比较发光元件7 (CzPA) 的高。这可以认为是因为对绿色发光掺杂剂的能量转移效率得到改善所致。

[0573] 此外,还要关注的是,发光元件6 (2Ph-cgDBCzPA) 的驱动电压比较发光元件8 (cgDBCzPA) 的低。如果只看骨架,则2Ph-cgDBCzPA的骨架像是cgDBCzPA和2PPA的组合那样的分子骨架,但是其驱动电压不是驱动电压高的2PPA和cgDBCzPA的平均值,而是比驱动电压较低的cgDBCzPA更低。这可以说是预测不到的惊人的效果。根据CV测定的结果,cgDBCzPA的HOMO为-5.69eV,LUMO为-2.74eV,与之相比,2Ph-cgDBCzPA的HOMO为-5.70eV,LUMO为-2.81eV。也就是说,可以认为当同时具有咪唑骨架和键合到葱的3位的苯基时,才可以使HOMO-LUMO能隙为稍微变小,驱动电压降低。特别在这种情况下,可以说给LUMO带来的影响大。根据该结果,可以实证如下事实:即使咪唑骨架具有稠环,而不具有咪唑单环,也可以得到本发明的一种形态的效果。换言之,对本发明而言,具有咪唑骨架是重要的。

[0574] 接着,对各发光元件进行可靠性测试。图43示出可靠性测试的结果。在图43中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。此外,在可靠性测试中,在初始亮度设定为5000cd/m²且电流密度为恒定的条件下驱动发光元件。

[0575] 由图43所示的结果可知,发光元件5的可靠性比较发光元件7高。可以知道即使改变发光掺杂剂,也能够发挥在实施例3中示出的关于2Ph-CzPA的驱动寿命的预测不到的效果。

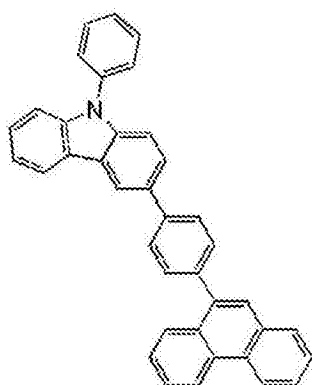
[0576] 此外,可以知道发光元件6的可靠性比较发光元件8高。如果只看骨架,则2Ph-

cgDBCzPA的骨架像是cgDBCzPA和2PPA的组合那样的分子骨架,但是其驱动寿命不是寿命显著短的2PPA和cgDBCzPA的平均值,而是比驱动寿命较长的cgDBCzPA更长。这可以说是预测不到的惊人的效果。可以认为因苯基的引入而LUMO能级降低,且咔唑骨架在接受空穴的同时使膜的形态稳定化,从而带来长寿命化。换言之,在涉及寿命上,咔唑骨架和键合到蒽的3位的苯基具有一体不可分的效果。根据该结果,可以实证如下事实:即使咔唑骨架具有稠环,而不具有咔唑单环,也可以得到本发明的一种形态的效果。换言之,对本发明而言,具有咔唑骨架是重要的。

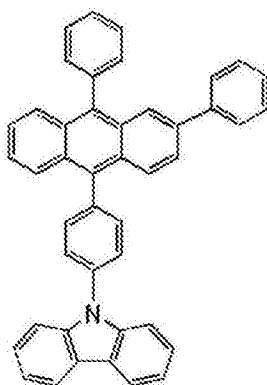
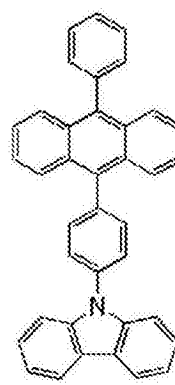
[0577] 实施例6

[0578] 在本实施例中,作为本发明的一种形态的发光元件,分别制造将在实施例1中示出合成方法的一个例子的2Ph-CzPA用于发光层的主体材料的发光元件9及将在实施例2中示出合成方法的一个例子的2Ph-cgDBCzPA用于发光层的主体材料的发光元件10,而作为比较发光元件,分别制造将CzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件11及将cgDBCzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件12,并且示出对这些发光元件的特性进行测定的结果。另外,除了将作为用于空穴注入层及空穴传输层的材料从PCzPA变更为PCPPn之外,本实施例中的发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的制造方法与实施例5相同,所以省略其说明。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0579] [化学式46]

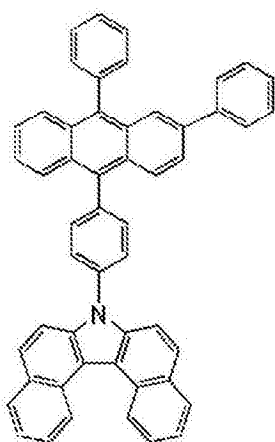
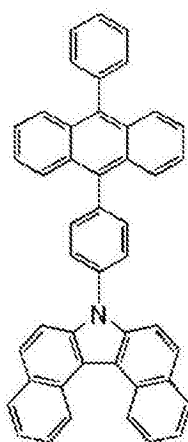


PCPPn

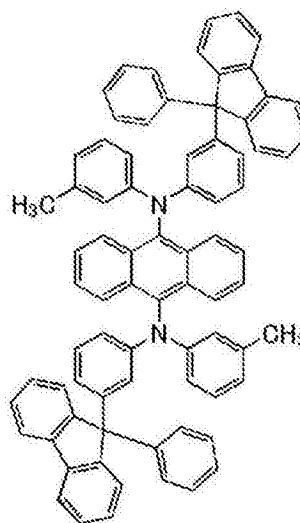
2Ph-CzPA
(100)

CzPA

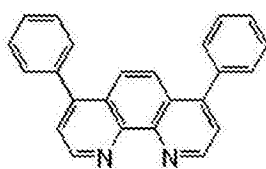
[0580]

2Ph-cgDBCzPA
(200)

cgDBCzPA



9,10mMemFLPA2A



Bphen

[0581] 《发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的制造》

[0582] 表7示出在本实施例中制造的发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的元件结构。

[0583] [表7]

[0584]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
发光元件 9	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	*	2Ph-CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
发光元件 10	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	**	2Ph-cgDBCzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光元件 11	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	***	CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光元件 12	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	****	cgDBCzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

[0585] *2Ph-CzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0586] **2Ph-cgDBCzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0587] ***CzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0588] ****cgDBCzPA:9,10mMemFLPA2A (1:0.1 25nm)

[0589] 《发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的工作特性》

[0590] 接着,对所制造的发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的工作特性进行测定。此外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0591] 将发光元件9、发光元件10、比较发光元件11及比较发光元件12的电流密度-亮度特性示于图44,电压-亮度特性示于图45,亮度-电流效率示于特性示于图46,电压-电流特性示于图47。

[0592] 此外,下面的表8示出1000cd/m²附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0593] [表8]

[0594]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流 密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部 量子效率 (%)
发光 元件 9	2.9	0.056	1.4	(0.27,0.66)	560	40	43	11
发光 元件 10	2.9	0.160	3.9	(0.27,0.67)	1400	35	38	9.6
比较 发光 元件 11	3.0	0.079	2.0	(0.26,0.66)	680	35	36	9.7
比较 发光 元件 12	2.9	0.083	2.1	(0.27,0.66)	740	35	38	9.5

[0595] 此外,图48示出以12.5mA/cm²的电流密度使电流流过发光元件9及发光元件10时的发射光谱。图48中,发光元件9及发光元件10的发射光谱在519nm附近处具有峰值,表明其来源于用于各发光元件的EL层的有机化合物的9,10mMemFLPA2A的绿色发光。

[0596] 接着,对各发光元件进行可靠性测试。图49示出可靠性测试的结果。在图49中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。此外,在可靠性测试中,在初始亮度设定为5000cd/m²且电流密度为恒定的条件下驱动发光元件。

[0597] 如果对发光元件9和比较发光元件11进行比较,则效率、驱动电压和可靠性中任一项目的倾向都与实施例5完全相同。也就是说,可以知道即使将空穴传输层换成其它化合物,通过将2Ph-CzPA用作主体也可以得到与实施例5所述的效果相同的效果。作为结果,发光元件9在实现比比较发光元件11更高的效率的同时,还能够实现预测不到的驱动电压的降低及长寿命化。

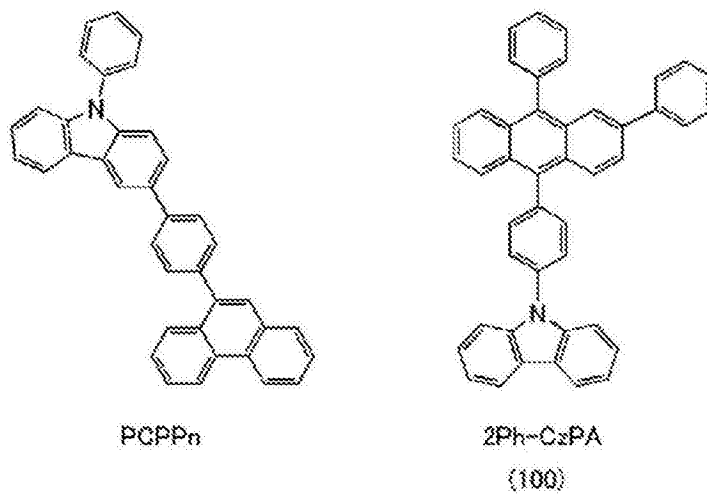
[0598] 此外,如果对发光元件10和比较发光元件12进行比较,则驱动电压、可靠性中任一项目的倾向都与实施例5完全相同。也就是说,可以知道即使将空穴传输层换成其他化合物,通过将2Ph-cgDBCzPA用作主体也可以得到与实施例5所述的效果相同的效果。作为结果,发光元件10在实现与比较发光元件12同样高的效率的同时、还能够实现预测不到的驱动电压的降低及长寿命化。

[0599] 实施例7

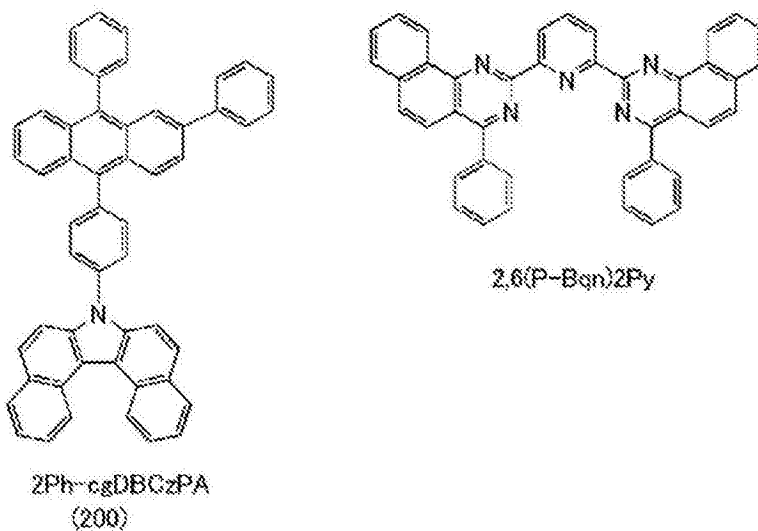
[0600] 在本实施例中,作为本发明的一种形态的发光元件,制造将在实施例1中示出合成方法的一个例子的2Ph-CzPA用于发光层的发光元件13,并制造将在实施例2中示出合成方法的一个例子的2Ph-cgDBCzPA用于发光层的发光元件14。此外,示出对各发光元件的特性进行测定而得到的结果。除了从发光层中省去客体材料,并将2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹啉) (简称:2,6 (P-Bqn) 2Py))用作电子传输层之外,本实施例中的发光元件13及发光元件14的制造方法与实施例4相同,所以省略其说明。另外,下面示出在本实施

例中使用的材料的化学式。

[0601] [化学式47]



[0602]



[0603] 《发光元件13及发光元件14的制造》

[0604] 表9示出在本实施例中制造的发光元件13及发光元件14的元件结构。

[0605] [表9]

[0606]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层	电子注入层	第二电极
发光元件13	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	2Ph-CzPA (25nm)	2,6(P-Bqn)2Py (25nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
发光元件14	ITO (70nm)	PCPPn:MoOx (4:2 10nm)	PCPPn (30nm)	2Ph-cgDBCzPA (25nm)	2,6(P-Bqn)2Py (25nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

[0607] 《发光元件13及发光元件14的工作特性》

[0608] 接着,对所制造的发光元件13及发光元件14的工作特性进行测定。此外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0609] 分别将发光元件13及发光元件14的电流密度-亮度特性示于图50,电压-亮度特性示于图51,亮度-电流效率特性示于图52,电压-电流特性示于图53。

[0610] 此外,下面的表10示出1000cd/m²附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0611] [表10]

[0612]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部量子 效率(%)
发光 元件 13	3.4	0.75	19	(0.14,0.09)	780	4.2	3.9	5.8
发光 元件 14	3.2	0.680	17	(0.15,0.11)	960	5.6	5.5	6.3

[0613] 此外,图54示出以12.5mA/cm²的电流密度使电流流过发光元件13及发光元件14时的发射光谱。图54中,发光元件13及发光元件14的发射光谱在458nm附近处具有峰值,表面其来源于用于各发光元件的EL层的有机化合物的2Ph-CzPA或2Ph-cgDBCzPA的发光。

[0614] <发光元件的延迟荧光测定>

[0615] 接着,对发光元件13及发光元件14进行延迟荧光测定。在测定中,使用皮秒荧光寿命测定系统(日本滨松光子学公司制造)。在本测定中,为了测定发光元件中的荧光发光的寿命,对发光元件施加矩形脉冲电压,并且使用条纹相机对在电压下降后衰减的发光进行时间分辨测定。脉冲电压以10Hz的频率施加,并且通过将反复测定的数据累计起来获得S/N比例高的数据。此外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0616] 图55示出由测定而得的衰减曲线。此外,在图55中,横轴表示脉冲电压下降后的经过时间(μs),纵轴表示相对发光强度(任意单位)。再者,利用下述算式(1)拟合出了图55所示的衰减曲线。

[0617] [数1]

$$[0618] \quad L = \sum_{n=1} A_n \exp\left(-\frac{t}{a_n}\right) \cdots (1)$$

[0619] 在算式(1)中,L表示归一化的发光强度,t表示经过时间。

[0620] 对图55所示的衰减曲线进行拟合的结果是,可以以n为1和2的条件进行拟合。另外,通过求得衰减曲线的拟合,并将其拟合曲线外推至t=0,算出在从发光元件得到的所有发光中的延迟荧光成分所占的比例。其结果是,从发光元件13得到的延迟荧光成分为27.5%,而从发光元件14得到的延迟荧光成分为17.4%。也就是说,从发光元件13和发光元件14都观察到15%以上的延迟荧光成分。

[0621] 由上述结果可知,2Ph-CzPA和2Ph-cgDBCzPA中的任一种化合物都可以高效地生成TTA。作为其原因之一,认为由于蒽的2位具有苯基,而从该分子的T1迁移到Tn的振子强度增

加。在荧光发光元件中,至于其效率的提高,利用主体材料提高TTA的产生比例,并将由TTA生成的大量单重态能量移动到掺杂剂是被认为有用的方法之一。主体分子的从T1到Tn的迁移概率的上升对主体材料的TTA的发生比例的增加有很大贡献。认为从分子内的T1迁移到Tn的振子强度的增加对该迁移概率的上升有很大贡献,并且通过计算得到通过蒽的2位被苯基取代,增加从T1到Tn的迁移的振子强度的结果。

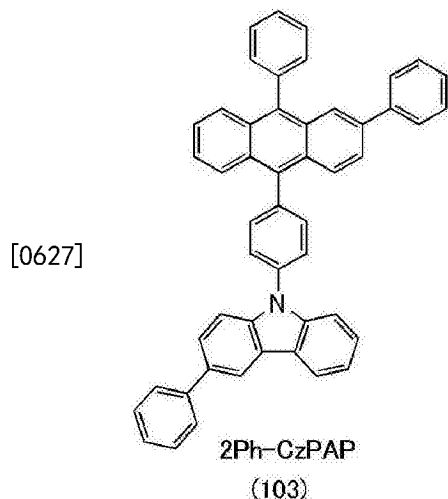
[0622] 像这样,因为本发明的一种形态的化合物能够高效地引起TTA,所以如实施例3至6所示,通过用作荧光掺杂剂的主体,可以实现高效率的荧光元件。

[0623] 实施例8

[0624] 《合成例3》

[0625] 在本实施例中以对实施方式1的结构式(103)表示的本发明的一种形态的有机化合物的9-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]-3-苯基-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPAP)的合成方法进行说明。另外,下面示出2Ph-CzPAP的结构。

[0626] [化学式48]

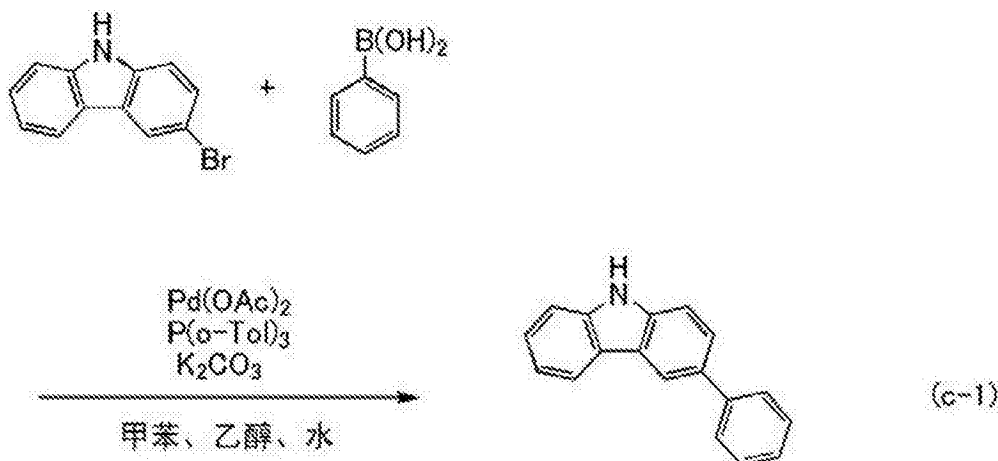


[0628] <步骤1:3-苯基-9H-咔唑的合成>

[0629] 将12.3g (50mmol)的3-溴-9H-咔唑、6.71g (55mmol)的苯基硼酸、22.8g (165mmol)的碳酸钾、100mL的甲苯、25mL的乙醇及82mL的自来水加入300mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。向该混合物添加112mg (0.50mmol)的醋酸钯及304mg (1.0mmol)的三(邻甲苯基)膦进行大约4小时的加热回流,并进行反应。

[0630] 在冷却到室温之后,将该反应液分离为有机层和水层。使用饱和食盐水对所得到的有机层进行清洗。在向该溶液添加硫酸镁使水分干燥之后,进行过滤。浓缩该溶液,并通过硅胶柱层析法对所得到的混合物进行纯化。浓缩所得到的溶液,并使用乙醇使所得到的混合物重结晶。在室温下对所析出的固体进行过滤,在减压下使所得到的滤渣干燥,从而以91%的收率得到11.1g的目的物的白色固体。此外,下述式(c-1)示出步骤1的合成方案。

[0631] [化学式49]



[0633] 此外,下面示出通过上述步骤1得到的白色固体的利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 得到的分析结果。由此可知,在本实施例中可以合成有机化合物的3-苯基-9H-咔唑。

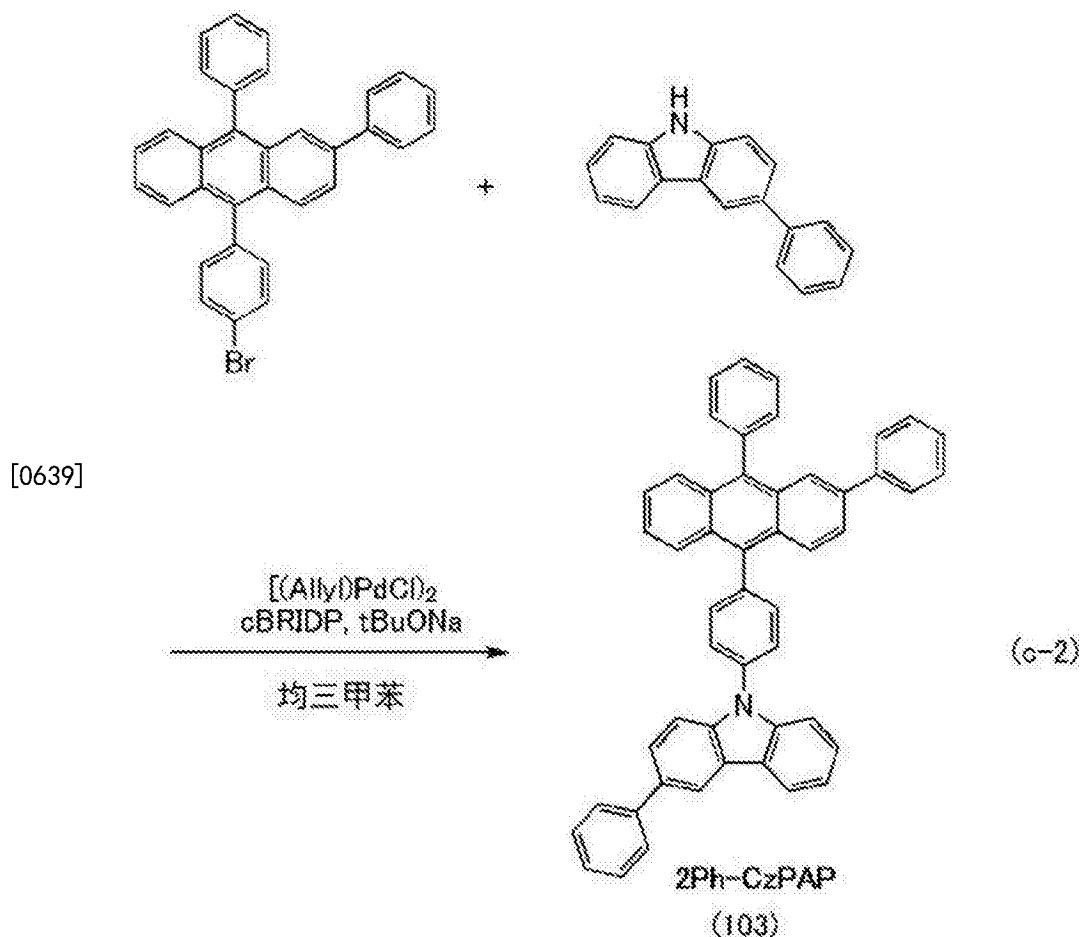
[0634] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 8.29 (d, $J=1.5\text{Hz}$, 1H), 8.13 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 1H), 8.07-8.10 (brs, 1H), 7.71 (dd, $J=1.0\text{Hz}$, 8.5Hz, 2H), 7.67 (dd, $J=1.5\text{Hz}$, 8.0Hz, 1H), 7.41-7.51 (m, 5H), 7.34 (td, $J=8.0\text{Hz}$, 1.0Hz, 1H), 7.26 (td, $J=7.0\text{Hz}$, 1.5Hz, 1H).

[0635] <步骤2: 2Ph-CzPAP的合成>

[0636] 将4.85g (10.0mmol) 的9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基蒽(参照实施例1的步骤6)、2.55g (10.5mmol) 的3-苯基-9H-咔唑、2.88g (30.0mmol) 的叔丁醇钠及50mL的均三甲苯加入200mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加37mg (0.10mmol) 的氯化烯丙基钯(II) 二聚物(简称: $[(\text{Allyl})\text{PdCl}]_2$) 及141mg (0.40mmol) 的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基) 膦(简称: cBRIDP),进行11小时的加热回流。

[0637] 使用硅藻土、氧化铝及硅酸镁对该反应溶液进行过滤,并对其使用加热了的甲苯进行清洗。浓缩该溶液,通过硅胶柱层析法对所得到的残渣进行纯化。浓缩所得到的溶液,使用甲苯及乙醇使该混合物重结晶。在室温下过滤所析出的固体,在减压下对所得到的滤渣进行干燥,从而以91%的收率得到5.9g的目的物的黄色固体。下述式(c-2) 示出步骤2的合成方案。

[0638] [化学式50]



[0640] 此外,下面示出通过上述步骤2得到的黄色固体的利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 得到的分析结果。此外,图56示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由此可知,在本实施例中可以合成由上述结构式表示的本发明的一种形态的有机化合物的2Ph-CzPAP。

[0641] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 8.42 (s, 1H), 8.26 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 1H), 7.95 (s, 1H), 7.94 (d, $J=9.0\text{Hz}$, 1H), 7.85–7.89 (m, 3H), 7.70–7.79 (m, 9H), 7.62–7.66 (m, 2H), 7.49–7.60 (m, 8H), 7.31–7.47 (m, 7H)。

[0642] 接着,通过梯度升华方法对3.0g的所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为3.2Pa,氩流量为12mL/min,在315℃下进行加热。在升华纯化之后,以78%的回收率得到2.4g的黄色固体。

[0643] 接着,测定2Ph-CzPAP的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。另外,测定方法与实施例1相同,所以省略说明。图57示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测定结果。横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度。此外,在图57中示出两条实线,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图57所示的吸光度示出从将甲苯溶液(0.02mmol/L)加入石英皿中来测定出的吸光度中减去只将甲苯加入石英皿中来测定出的吸光度而得到的结果。

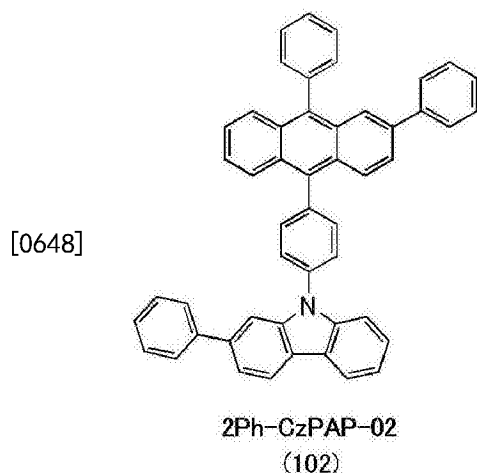
[0644] 实施例9

[0645] 《合成例4》

[0646] 在本实施例中对以实施方式1的结构式(102)表示的本发明的一种形态的有机化合物的9-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]-2-苯基-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPAP-02)的合成

方法进行说明。另外,下面示出2Ph-CzPAP-02的结构。

[0647] [化学式51]

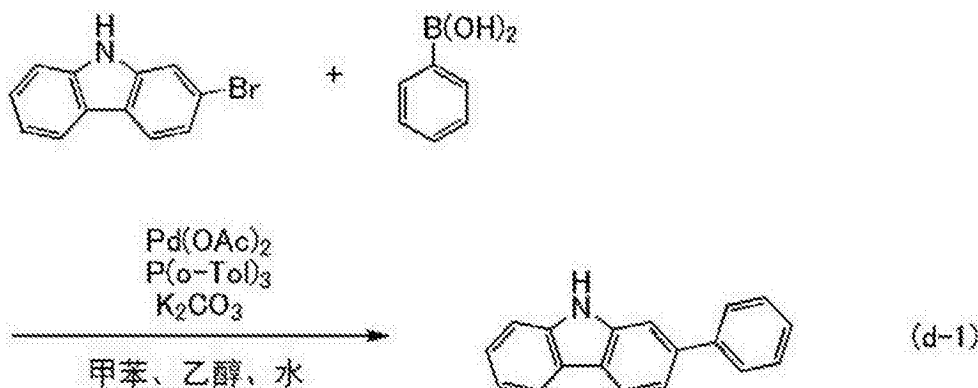


[0649] <步骤1:2-苯基-9H-咔唑的合成>

[0650] 将12.1g (50mmol)的2-溴-9H-咔唑、6.71g (55mmol)的苯基硼酸、22.8g (165mmol)的碳酸钾、100mL的甲苯、25mL的乙醇及82mL的自来水加入300mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。向该混合物添加112mg (0.50mmol)的醋酸钯及304mg (1.0mmol)的三(邻甲苯基)膦进行大约6小时的加热回流,并进行反应。

[0651] 在冷却到室温之后,将该反应液分离为有机层和水层。使用饱和食盐水对所得到的有机层进行清洗。在对该溶液添加硫酸镁使水分干燥之后,进行过滤。浓缩该溶液,并通过硅胶柱层析法对所得到的混合物进行纯化。浓缩所得到的溶液,并使用乙醇使所得到的混合物重结晶。在室温下对所析出的固体进行过滤,在减压下使所得到的滤渣干燥,从而以71%的收率得到8.6g的目的物的白色固体。此外,下述式(d-1)示出步骤1的合成方案。

[0652] [化学式52]



[0653]

[0654] 另外,下面示出通过上述步骤1得到的白色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。由此可知,在步骤1中可以合成有机化合物的2-苯基-9H-咔唑。

[0655] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 8.11 (d, $J=8\text{Hz}$, 1H), 8.08 (d, $J=8\text{Hz}$, 1H), 8.03 (brs, 1H), 7.66–7.70 (m, 2H), 7.61–7.63 (m, 1H), 7.39–7.50 (m, 5H), 7.32–7.37 (m, 1H), 7.24 (td, $J=5.5\text{Hz}$, 2.5H), 7.14 (z, 1H).

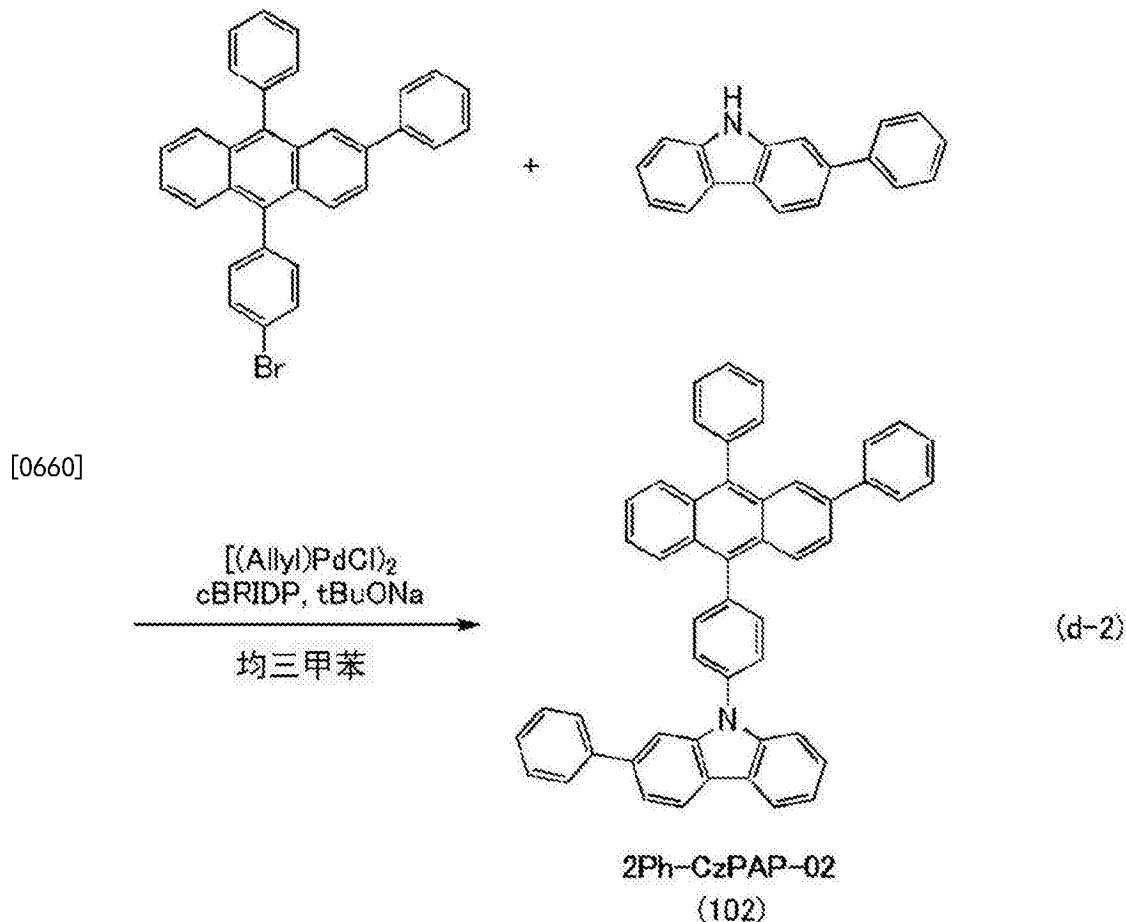
[0656] <步骤2:2Ph-CzPAP-02的合成>

[0657] 将4.4g (9.0mmol)的9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基蒽(参照实施例1的步骤6)、2.3g

(9.45mmol)的2-苯基-9H-咔唑、2.6g (27mmol)的叔丁醇钠及45mL的均三甲苯加入200mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加33mg (0.09mmol)的氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:[(Allyl)₂PdCl]₂)及127mg (0.36mmol)的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称:cBRIDP),进行大约9小时的加热回流。

[0658] 使用硅藻土、氧化铝及硅酸镁对该反应溶液进行过滤。浓缩该滤液,对其添加甲苯溶液并使其溶解,通过硅胶柱层析法对该溶液进行纯化。浓缩所得到的溶液,使用甲苯及乙醇使所析出的固体重结晶。在室温下过滤所析出的固体,在减压下对所得到的滤渣进行干燥,从而以91%的收率得到5.3g的目的物的黄色固体。下述式(d-2)示出步骤2的合成方案。

[0659] [化学式53]



[0661] 此外,下面示出通过上述步骤2得到的黄色固体的利用核磁共振分光法(¹H-NMR)得到的分析结果。此外,图58示出¹H-NMR谱。由此可知,在本实施例中可以合成由上述结构式表示的本发明的一种形态的有机化合物的2Ph-CzPAP-02。

[0662] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 8.26 (d, J=8Hz, 1H), 8.22 (d, J=7.5Hz, 1H), 7.95 (s, 1H), 7.94 (d, J=7.5Hz, 1H), 7.84-7.89 (m, 4H), 7.71-7.78 (m, 6H), 7.68 (d, J=9Hz, 1H), 7.31-7.66 (m, 18H)。

[0663] 接着,通过梯度升华方法对2.8g的所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为3.0Pa,氙流量为13mL/min,在315℃下进行加热。在升华纯化之后,以84%的回收率得到2.4g的黄色固体。

[0664] 接着,测定2Ph-CzPAP-02的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简单地称为“吸收

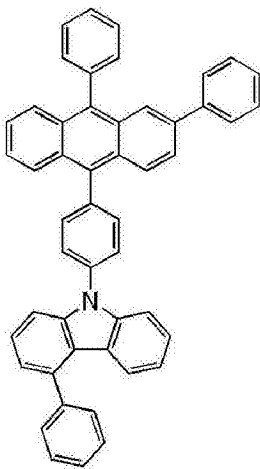
光谱”)及发射光谱。另外,测定方法与实施例1相同,所以省略说明。图59示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测定结果。横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度。此外,在图59中示出两条实线,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图59所示的吸光度表示从将甲苯溶液(0.02mmol/L)加入石英皿中来测定出的吸光度中减去只将甲苯加入石英皿中来测定出的吸光度而得到的结果。

[0665] 实施例10

[0666] 《合成例5》

[0667] 在本实施例中以对实施方式1的结构式(104)表示的本发明的一种形态的有机化合物的9-[4-(3,10-二苯基蒽-9-基)苯基]-4-苯基-9H-咔唑(简称:2Ph-CzPAP-03)的合成方法进行说明。另外,下面示出2Ph-CzPAP-03的结构。

[0668] [化学式54]



[0669]

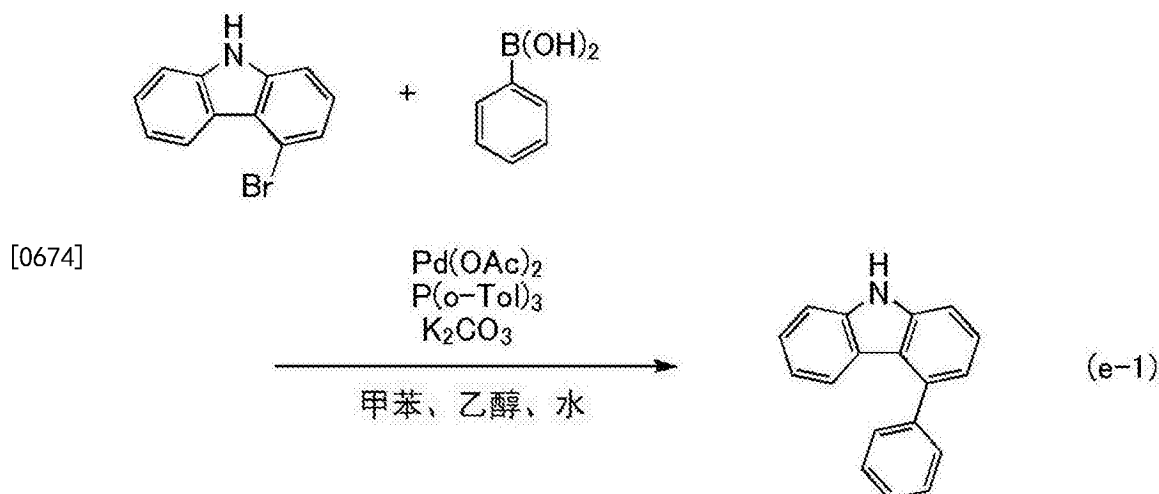
2Ph-CzPAP-03
(104)

[0670] <步骤1:4-苯基-9H-咔唑的合成>

[0671] 将12.3g (50mmol)的4-溴-9H-咔唑、6.71g (55mmol)的苯基硼酸、22.8g (165mmol)的碳酸钾、100mL的甲苯、25mL的乙醇及82mL的自来水加入300mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。对该混合物添加112mg (0.50mmol)的醋酸钯及304mg (1.0mmol)的三(邻甲苯基)膦进行大约8小时的加热回流,并进行反应。

[0672] 在冷却到室温之后,将该反应液分离为有机层和水层。使用饱和食盐水对所得到的有机层进行清洗。在该溶液添加硫酸镁使水分干燥之后,进行过滤。浓缩该溶液,并通过硅胶柱层析法对所得到的混合物进行纯化。浓缩所得到的溶液,并使用乙醇使所得到的混合物重结晶。在室温下对所析出的固体进行过滤,在减压下使所得到的滤渣干燥,从而以63%的收率得到7.7g的目的物的白色固体。此外,下述式(e-1)示出步骤1的合成方案。

[0673] [化学式55]



[0675] 此外,下面示出通过上述步骤1得到的白色固体的利用核磁共振分光法 ($^1\text{H-NMR}$) 得到的分析结果。由此可知,在步骤1中可以合成有机化合物的4-苯基-9H-咔唑。

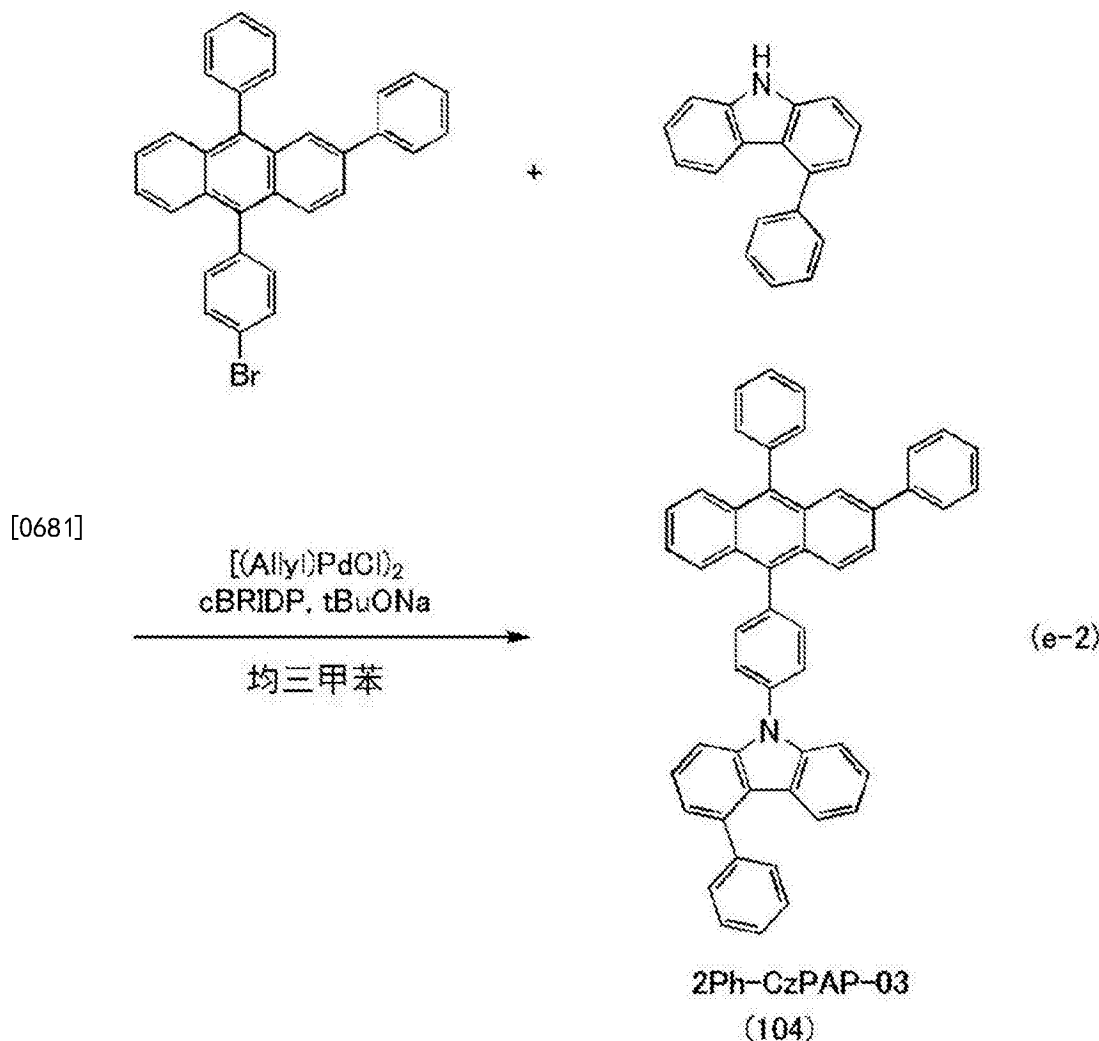
[0676] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 8.14 (brs, 1H), 7.61–7.65 (m, 2H), 7.50–7.55 (m, 2H), 7.38–7.49 (m, 5H), 7.32–7.38 (m, 1H), 7.11 (dd, $J=1\text{Hz}, 6.5\text{Hz}$, 1H), 6.95–7.00 (m, 1H) .

[0677] <步骤2: 2Ph-CzPAP-03的合成>

[0678] 将4.4g (9.0mmol) 的9-(4-溴苯基)-3,10-二苯基蒽(参照实施例1的步骤6)、2.3g (9.45mmol) 的4-苯基-9H-咔唑、2.6g (27mmol) 的叔丁醇钠及45mL的均三甲苯加入200mL烧瓶中,在减压下进行脱气处理,然后对烧瓶内进行氮置换。这里,添加33mg (0.09mmol) 的氯化烯丙基钯(II) 二聚物(简称: $[\text{Allyl}]\text{PdCl}]_2$) 及127mg (0.36mmol) 的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基) 膦(简称: cBRIDP),进行大约11小时的加热回流。

[0679] 使用硅藻土、氧化铝及硅酸镁对该反应溶液进行过滤。浓缩该有机层,通过硅胶柱层析法对所得到的残渣进行纯化。浓缩所得到的溶液,使用甲苯及乙醇使该混合物重结晶。在室温下过滤所析出的固体,在减压下对所得到的滤渣进行干燥,从而以51%的收率得到3.0g的目的物的黄色固体。另外,下述式(e-2) 示出步骤2的合成方案。

[0680] [化学式56]



[0682] 另外,下面示出通过上述步骤2得到的黄色固体的利用核磁共振分光法($^1\text{H-NMR}$)得到的分析结果。此外,图60示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由此可知,在本实施例中可以合成由上述结构式表示的本发明的一种形态的有机化合物的2Ph-CzPAP-03。

[0683] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.95 (s, 1H), 7.95 (d, $J=11.5\text{Hz}$, 1H), 7.83–7.88 (m, 3H), 7.70–7.79 (m, 6H), 7.61–7.68 (m, 4H), 7.50–7.60 (m, 10H), 7.37–7.47 (m, 5H), 7.31–7.36 (m, 1H), 7.22 (d, $J=6\text{Hz}$, 1H), 7.09 (t, $J=7\text{Hz}$, 1H)。

[0684] 接着,通过梯度升华方法对5.0g的所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为3.0Pa,氩流量为13mL/min,在320℃下进行加热。在升华纯化之后,以91%的回收率得到4.5g的黄色固体。

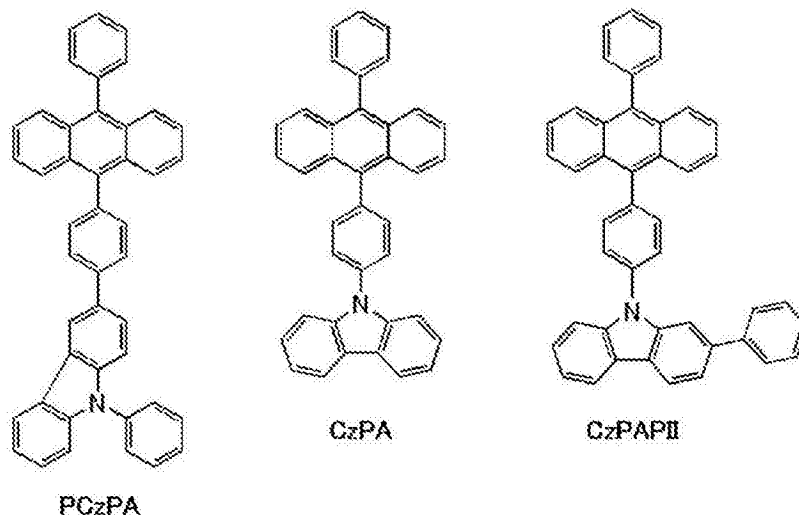
[0685] 接着,测定2Ph-CzPAP-03的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。另外,测定方法与实施例1相同,所以省略说明。图61示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测定结果。横轴表示波长,纵轴表示吸光度及发光强度。此外,在图61中示出两条实线,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。图61所示的吸光度表示从将甲苯溶液(0.02mmol/L)加入石英皿中来测定出的吸光度中减去只将甲苯加入石英皿中来测定出的吸光度而得到的结果。

[0686] 实施例11

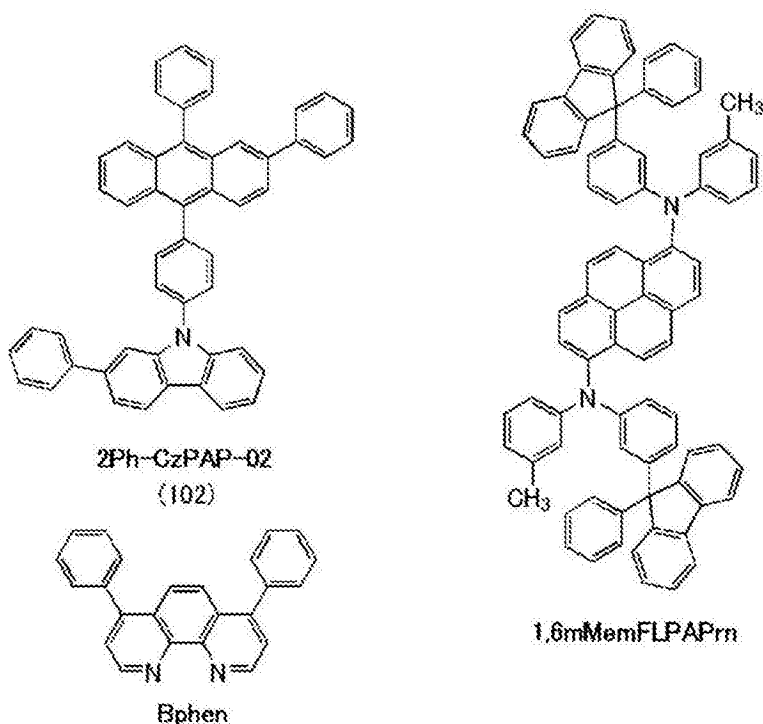
[0687] 在本实施例中,作为本发明的一种形态的发光元件,制造将在实施例9中示出合成

方法的一个例子的2Ph-CzPAP-02用于发光层的主体材料的发光元件15,而作为比较发光元件,分别制造将CzPA用于发光层的主体材料的比较发光元件16及将2-苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPAPII)用于发光层的主体材料的比较发光元件17,并且示出对上述发光元件的特性进行测定的结果。此外,本实施例中的发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的制造方法参照其他实施例,而省略其说明。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0688] [化学式57]



[0689]



[0690] 《发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的制造》

[0691] 表11示出在本实施例中制造的发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的元件结构。

[0692] [表11]

[0693]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
发光元件 15	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	*	2Ph-CzPAP-02 (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光元件 16	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	**	CzPA (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
比较发光元件 17	ITO (70nm)	PCzPA:MoOx (4:2 10nm)	PCzPA (30nm)	***	CzPAPII (10nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

[0694] *2Ph-CzPAP-02:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 25nm)

[0695] **CzPA:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 25nm)

[0696] ***CzPAPII:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 25nm)

[0697] 《发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的工作特性》

[0698] 接着,对所制造的发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的工作特性进行测定。注意,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测定。

[0699] 分别将发光元件15、比较发光元件16及比较发光元件17的电流密度-亮度特性示于图62,电压-亮度特性示于图63,亮度-电流效率示于特性图64,电压-电流特性示于图65。

[0700] 此外,下面的表12示出1000cd/m²附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0701] [表12]

[0702]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	亮度 (cd/m ²)	电流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
发光元件 15	2.9	0.17	4.3	(0.14,0.20)	530	12	13	9.2
比较发光元件 16	3.1	0.51	13	(0.14,0.15)	1300	10	10	9.2
比较发光元件 17	3.1	0.40	10	(0.14,0.15)	1000	10	10	9

[0703] 此外,图66示出以12.5mA/cm²的电流密度使电流流过发光元件15、比较发光元件

16及比较发光元件17时的发射光谱。图66中,发光元件15、比较发光元件16和比较发光元件17的发射光谱都在466nm附近处具有峰值,表明其来源于用于各发光元件的EL层的有机化合物的1,6mMemFLPAPrn的蓝色发光。

[0704] 接着,对各发光元件进行可靠性测试。图67示出可靠性测试的结果。在图67中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。此外,在可靠性测试中,在各发光元件的电流密度的初始值设定为50mA/cm²且电流密度为恒定的条件下驱动发光元件。

[0705] 如果对发光元件15和比较发光元件16进行比较,则发光元件15的效率、驱动电压和可靠性中的任一项都比比较发光元件16的好。在发光元件15中使用的2Ph-CzPAP-02与在比较发光元件16中使用的CzPA的不同之处是向蒽基引入了苯基这一点。此外,因为蒽基具有决定这些分子的HOMO能级及LUMO能级的骨架,所以可以通过对此引入苯基来提高2Ph-CzPAP-02的HOMO能级。通过使用将苯基引入蒽基的2Ph-CzPAP-02,相比于CzPA或CzPAPII,其HOMO能级升高。所以,如果使用2Ph-CzPAP-02,则对发光层的载流子注入势垒变小,由此发光元件15的驱动电压降低。

[0706] 此外,如果对发光元件15和比较发光元件17进行比较,则发光元件15的效率、驱动电压和可靠性都比比较发光元件17好。在发光元件15中使用的2Ph-CzPAP-02的结构和在比较发光元件17中使用的CzPAPII的结构都具有将苯基引入咪唑基的结构,但是咪唑基在决定这些分子的HOMO能级及LUMO能级时不具有决定性作用,因此即使引入苯基也不影响到HOMO能级及LUMO能级,从而未发现发光元件的驱动电压发生变化。

[0707] 所以,通过在发光层中使用将诸如苯基那样的提高HOMO能级且降低LUMO能级的取代基引入决定分子的HOMO能级及LUMO能级的基团中而得到的有机化合物,可以降低发光元件驱动电压。

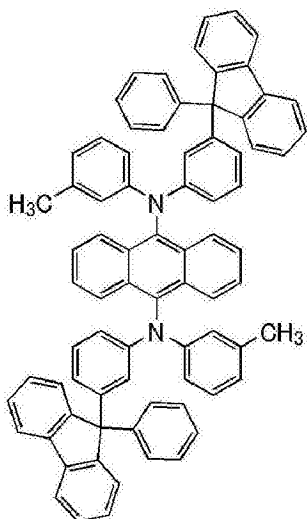
[0708] 此外,如果对比较发光元件16和比较发光元件17进行比较,则即使向CzPA的咪唑基引入苯基,也不能实现效率提高或驱动电压降低,这些特性在CzPA和CzPAPII中产生相同的结果。而且,比较发光元件17的可靠性比比较发光元件16的低,可以认为这是由于将苯基引入CzPA的咪唑基而得到的CzPAPII的结构所致。然而,虽然2Ph-CzPAP-02具有将苯基引入咪唑基的结构,发光元件15的可靠性提高。可以说这是由于2Ph-CzPAP-02具有将苯基引入蒽基的结构缘故。像这样,即使具有共同结构也因分子的修饰而特性得到提高的结果可以说是难以想象的。

[0709] (参考合成例)

[0710] 下面对在本说明书的实施例中使用的N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双(3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基)-蒽-9,10-二胺(简称:9,10mMemFLPA2A)的合成方法进行说明。此外,下面示出9,10mMemFLPA2A的结构。

[0711] [化学式58]

[0712]

**9,10mMemFLPA2A**

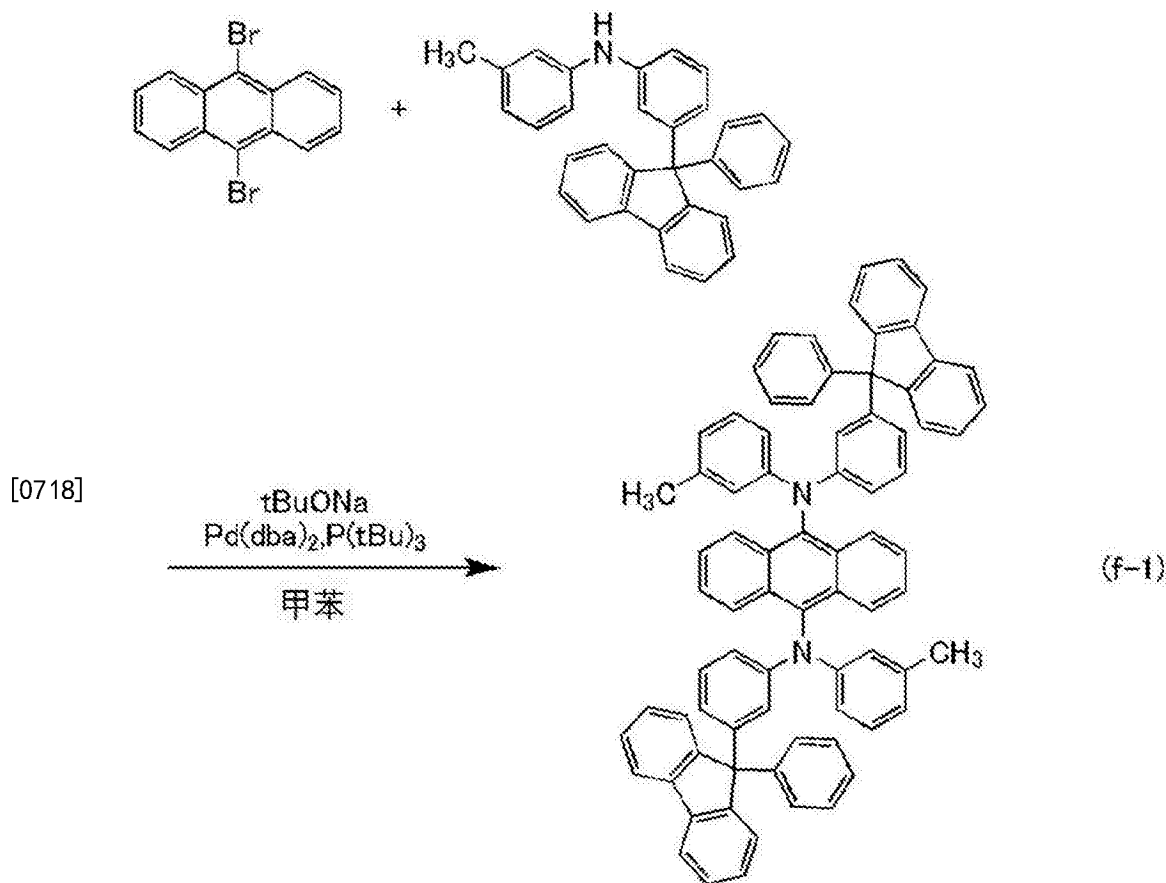
[0713] 将0.5g (1.4mmol)的9,10-二溴蒽、1.3g (3.0mmol)的3-甲基苯基-3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯胺及0.4g (4.4mmol)的叔丁醇钠加入100mL三口烧瓶中,并对烧瓶内进行氮置换。

[0714] 向该混合物添加14.7mL的甲苯及0.2mL的三(叔丁基)膦的10%己烷溶液。在使该混合物的温度为80℃之后,添加62.9mg (0.1mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0) $(\text{Pd}(\text{dba})_2)$ 及0.2mL的三(叔丁基)膦 $(\text{P}(\text{tBu})_3)$ 的10%己烷溶液,并进行11.8小时的搅拌。搅拌后,添加甲苯并进行加热,趁热通过硅酸镁、硅藻土和氧化铝对该混合物进行抽滤,来获得滤液。

[0715] 浓缩所得到的滤液来得到固体。通过硅胶柱层析法(展开溶剂为己烷:甲苯=3:2)对所得到的固体进行纯化来得到黄色固体。使用甲苯使所得到的黄色固体重结晶,从而以66%的收率得到1.0g的目的物的黄色固体。

[0716] 通过梯度升华方法对1.0g的所得到的黄色固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为 $2.5 \times 10^{-2} \text{Pa}$,不使氩流过,在315℃下对固体进行加热。在升华纯化之后,以82%的回收率得到0.8g的目的物的黄色固体。此外,下述(f-1)表示上述合成方法的合成方案。

[0717] [化学式59]

**9,10mMemFLPA2A**

[0719] 此外,下面示出通过上述合成方法得到的黄色固体的利用核磁共振分光法 (^1H -NMR) 得到的分析结果。由此可知,可以合成有机化合物的9,10mMemFLPA2A。

[0720] ^1H -NMR. (CDCl_3 , 300MHz) : δ = 2.22 (s, 3H) , 2.24 (s, 3H) , 6.41–6.67 (m, 7H) , 6.80–7.35 (m, 33H) , 7.49 (t, J = 1.8Hz, 1H) , 7.53 (t, J = 1.8Hz, 1H) , 7.73 (d, J = 7.2Hz, 4H) , 8.08–8.12 (m, 4H) .

[0721] 符号说明

[0722] 101 第一电极

[0723] 102 EL层

[0724] 103 第二电极

[0725] 111 空穴注入层

[0726] 112 空穴传输层

[0727] 113 发光层

[0728] 114 电子传输层

[0729] 115 电子注入层

[0730] 121 主体材料

[0731] 122 客体材料

[0732] 201 第一电极

[0733] 202 (1) 第一EL层

- [0734] 202 (2) 第二EL层
- [0735] 202 (n-1) 第 (n-1) EL层
- [0736] 202 (n) 第 (n) EL层
- [0737] 204 第二电极
- [0738] 205 (1) 至205 (n-1) 电荷产生层
- [0739] 301 元件基板
- [0740] 302 像素部
- [0741] 303 驱动电路部 (源极线驱动电路)
- [0742] 304a、304b 驱动电路部 (栅极线驱动电路)
- [0743] 305 密封材料
- [0744] 306 密封基板
- [0745] 307 布线
- [0746] 308 FPC (柔性印刷电路)
- [0747] 309 FET
- [0748] 310 FET
- [0749] 312 电流控制用FET
- [0750] 313a、313b 第一电极 (阳极)
- [0751] 314 绝缘物
- [0752] 315 EL层
- [0753] 316 第二电极 (阴极)
- [0754] 317a、317b 发光元件
- [0755] 318 空间
- [0756] 320a、320b 导电膜
- [0757] 321、322 区域
- [0758] 323 引线
- [0759] 324 有色层 (滤色片)
- [0760] 325 黑色层 (黑矩阵)
- [0761] 326、327、328 FET
- [0762] 400 像素部
- [0763] 401 基板
- [0764] 402 第一电极
- [0765] 404 第二电极
- [0766] 403a、403b、403c EL层
- [0767] 405 发光元件
- [0768] 406 绝缘膜
- [0769] 407 分隔壁
- [0770] 500 显示装置
- [0771] 503 显示部
- [0772] 504 像素

- [0773] 505 导电膜
- [0774] 506 位置
- [0775] 507 开口部
- [0776] 510 液晶元件
- [0777] 511 发光元件
- [0778] 515 晶体管
- [0779] 516 晶体管
- [0780] 517 晶体管
- [0781] 518 端子部
- [0782] 519 端子部
- [0783] 521 基板
- [0784] 522 基板
- [0785] 523 发光元件
- [0786] 524 液晶元件
- [0787] 525 绝缘层
- [0788] 528 着色层
- [0789] 529 粘合层
- [0790] 530 导电层
- [0791] 531 EL层
- [0792] 532 导电层
- [0793] 533 开口部
- [0794] 534 着色层
- [0795] 535 遮光层
- [0796] 536 结构体
- [0797] 537 导电层
- [0798] 538 液晶
- [0799] 539 导电层
- [0800] 540 取向膜
- [0801] 541 取向膜
- [0802] 542 粘合层
- [0803] 543 导电层
- [0804] 544 FPC
- [0805] 545 连接层
- [0806] 546 绝缘层
- [0807] 547 连接部
- [0808] 548 连接体
- [0809] 900 基板
- [0810] 901 第一电极
- [0811] 902 EL层

- [0812] 903 第二电极
- [0813] 911 空穴注入层
- [0814] 912 空穴传输层
- [0815] 913 发光层
- [0816] 914 电子传输层
- [0817] 915 电子注入层
- [0818] 2000 触摸面板
- [0819] 2000' 触摸面板
- [0820] 2501 显示面板
- [0821] 2502R 像素
- [0822] 2502t 晶体管
- [0823] 2503c 电容元件
- [0824] 2503g 扫描线驱动电路
- [0825] 2503t 晶体管
- [0826] 2509 FPC
- [0827] 2510 基板
- [0828] 2511 布线
- [0829] 2519 端子
- [0830] 2521 绝缘层
- [0831] 2528 绝缘体
- [0832] 2550R 发光元件
- [0833] 2560 密封层
- [0834] 2567BM 遮光层
- [0835] 2567p 抗反射层
- [0836] 2567R 着色层
- [0837] 2570 基板
- [0838] 2590 基板
- [0839] 2591 电极
- [0840] 2592 电极
- [0841] 2593 绝缘层
- [0842] 2594 布线
- [0843] 2595 触摸传感器
- [0844] 2597 粘合层
- [0845] 2598 布线
- [0846] 2599 端子
- [0847] 2601 脉冲电压输出电路
- [0848] 2602 电流检测电路
- [0849] 2603 电容器
- [0850] 2611 晶体管

- [0851] 2612 晶体管
- [0852] 2613 晶体管
- [0853] 2621 电极
- [0854] 2622 电极
- [0855] 3200 基板
- [0856] 3201 阴极
- [0857] 3202 EL层
- [0858] 3203 阳极
- [0859] 3213 发光层
- [0860] 3214 电子注入层
- [0861] 3215 空穴传输层
- [0862] 3216 空穴注入层
- [0863] 3217 绝缘物
- [0864] 3300 头部
- [0865] 3301a 喷射部
- [0866] 3301c 喷射部
- [0867] 3302a 压电元件
- [0868] 3302c 压电元件
- [0869] 3303a 墨水
- [0870] 3303c 墨水
- [0871] 4000 照明装置
- [0872] 4001 基板
- [0873] 4002 发光元件
- [0874] 4003 基板
- [0875] 4004 电极
- [0876] 4005 EL层
- [0877] 4006 电极
- [0878] 4007 电极
- [0879] 4008 电极
- [0880] 4009 辅助布线
- [0881] 4010 绝缘层
- [0882] 4011 密封基板
- [0883] 4012 密封材料
- [0884] 4013 干燥剂
- [0885] 4015 扩散板
- [0886] 4100 照明装置
- [0887] 4200 照明装置
- [0888] 4201 基板
- [0889] 4202 发光元件

[0890]	4204 电极
[0891]	4205 EL层
[0892]	4206 电极
[0893]	4207 电极
[0894]	4208 电极
[0895]	4209 辅助布线
[0896]	4210 绝缘层
[0897]	4211 密封基板
[0898]	4212 密封材料
[0899]	4213 阻挡膜
[0900]	4214 平坦化膜
[0901]	4215 扩散板
[0902]	4300 照明装置
[0903]	5101 灯
[0904]	5102 轮毂
[0905]	5103 车门
[0906]	5104 显示部
[0907]	5105 方向盘
[0908]	5106 变速杆
[0909]	5107 座位
[0910]	5108 内后视镜
[0911]	7100 电视装置
[0912]	7101 壳体
[0913]	7103 显示部
[0914]	7105 支架
[0915]	7107 显示部
[0916]	7109 操作键
[0917]	7110 遥控操作机
[0918]	7201 主体
[0919]	7202 壳体
[0920]	7203 显示部
[0921]	7204 键盘
[0922]	7205 外部连接端口
[0923]	7206 指向装置
[0924]	7302 壳体
[0925]	7304 显示部
[0926]	7305 表示时刻的图标
[0927]	7306 其他图标
[0928]	7311 操作按钮

- [0929] 7312 操作按钮
- [0930] 7313 连接端子
- [0931] 7321 腕带
- [0932] 7322 表带扣
- [0933] 7400 移动电话机
- [0934] 7401 壳体
- [0935] 7402 显示部
- [0936] 7403 操作用按钮
- [0937] 7404 外部连接部
- [0938] 7405 扬声器
- [0939] 7406 麦克风
- [0940] 7407 照相机
- [0941] 7500 (1)、7500 (2) 壳体
- [0942] 7501 (1)、7501 (2) 第一面
- [0943] 7502 (1)、7502 (2) 第二面
- [0944] 8001 照明装置
- [0945] 8002 照明装置
- [0946] 8003 照明装置
- [0947] 9310 便携式信息终端
- [0948] 9311 显示部
- [0949] 9312 显示区域
- [0950] 9313 铰链
- [0951] 9315 壳体

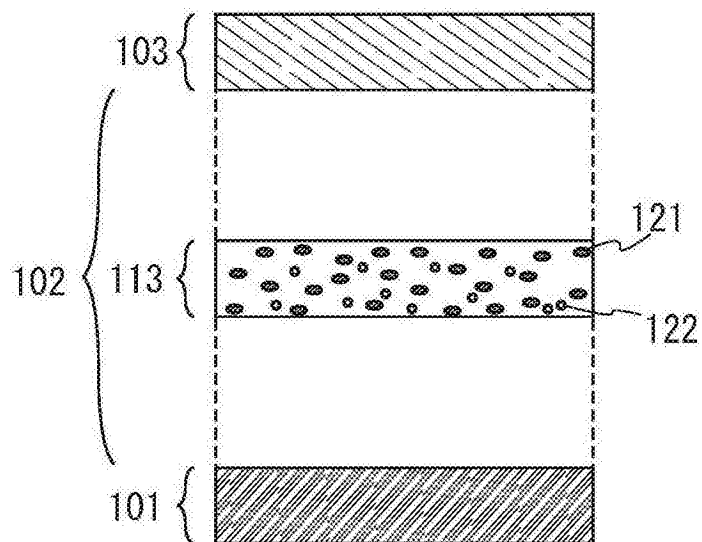


图1A

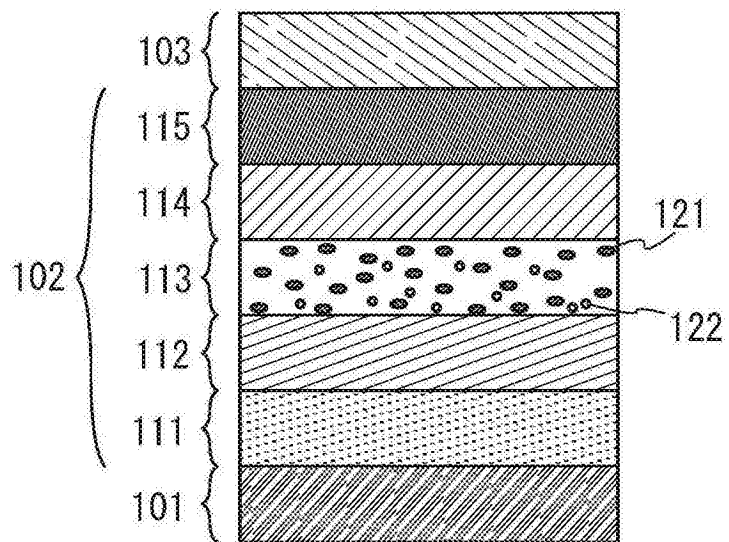


图1B

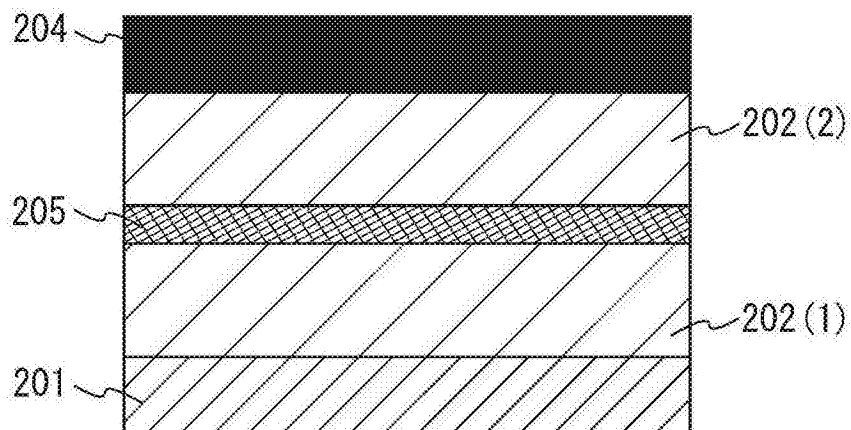


图2A

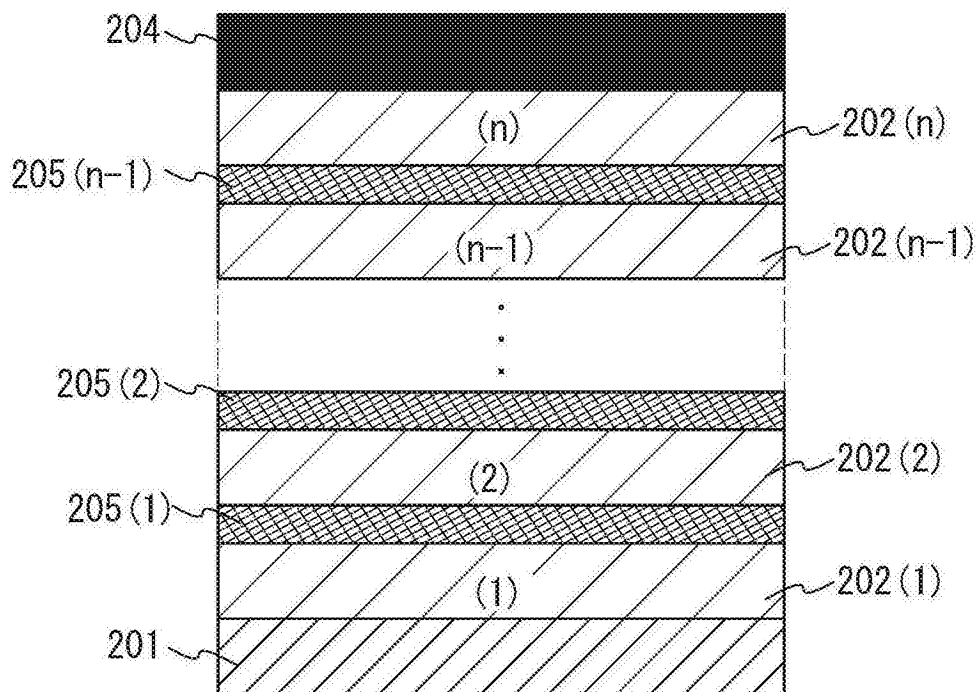


图2B

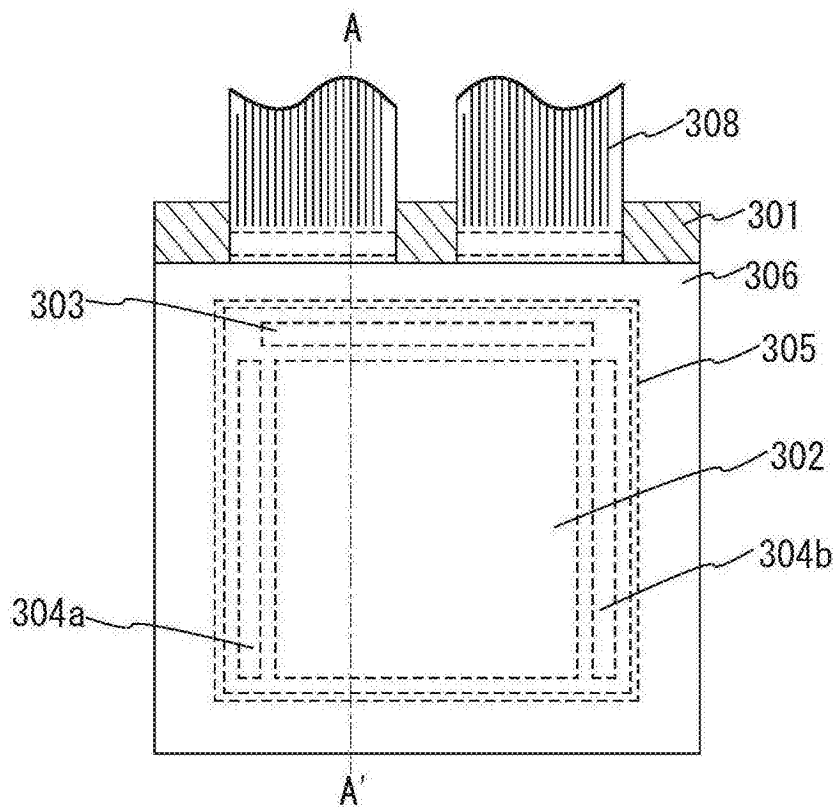


图3A

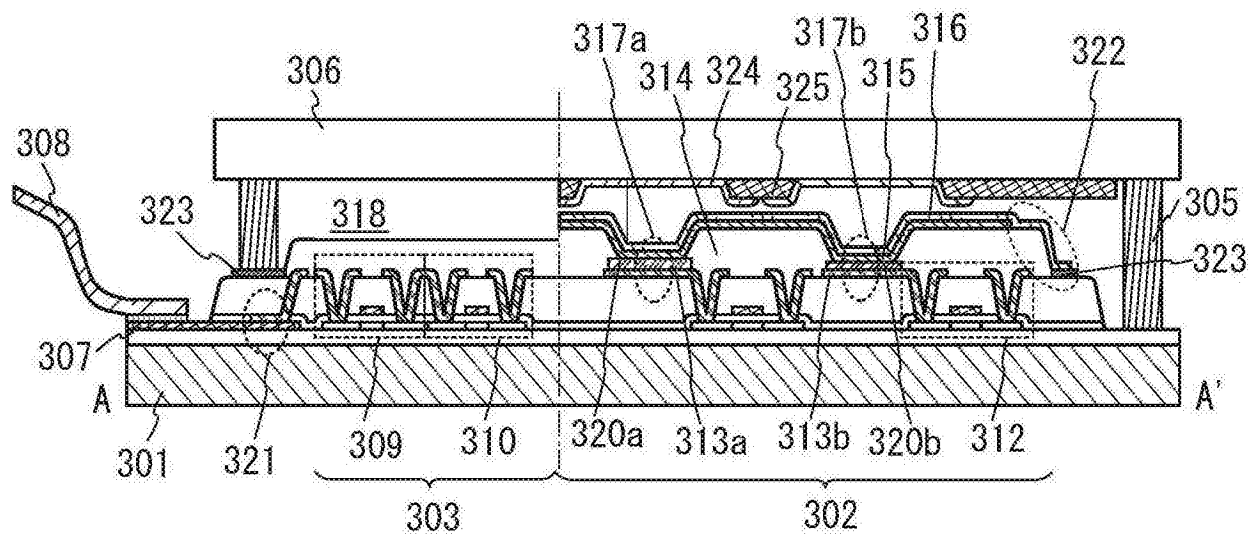


图3B

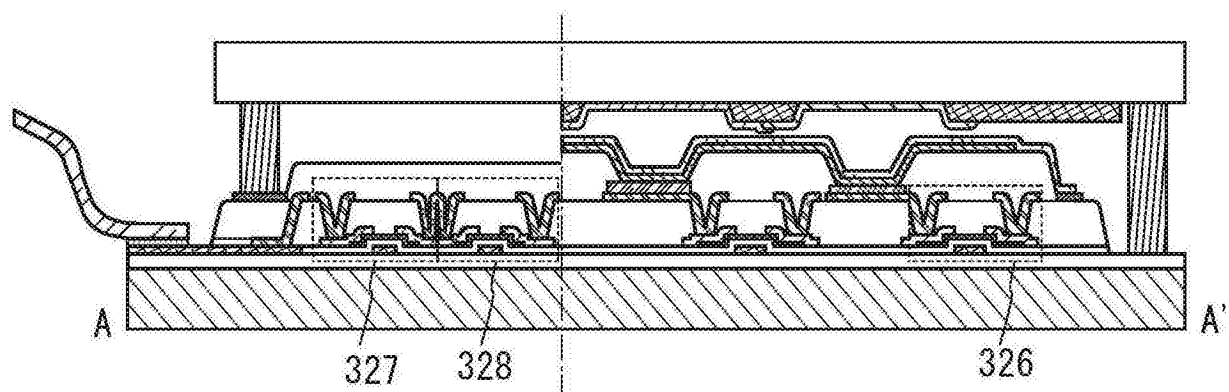


图3C

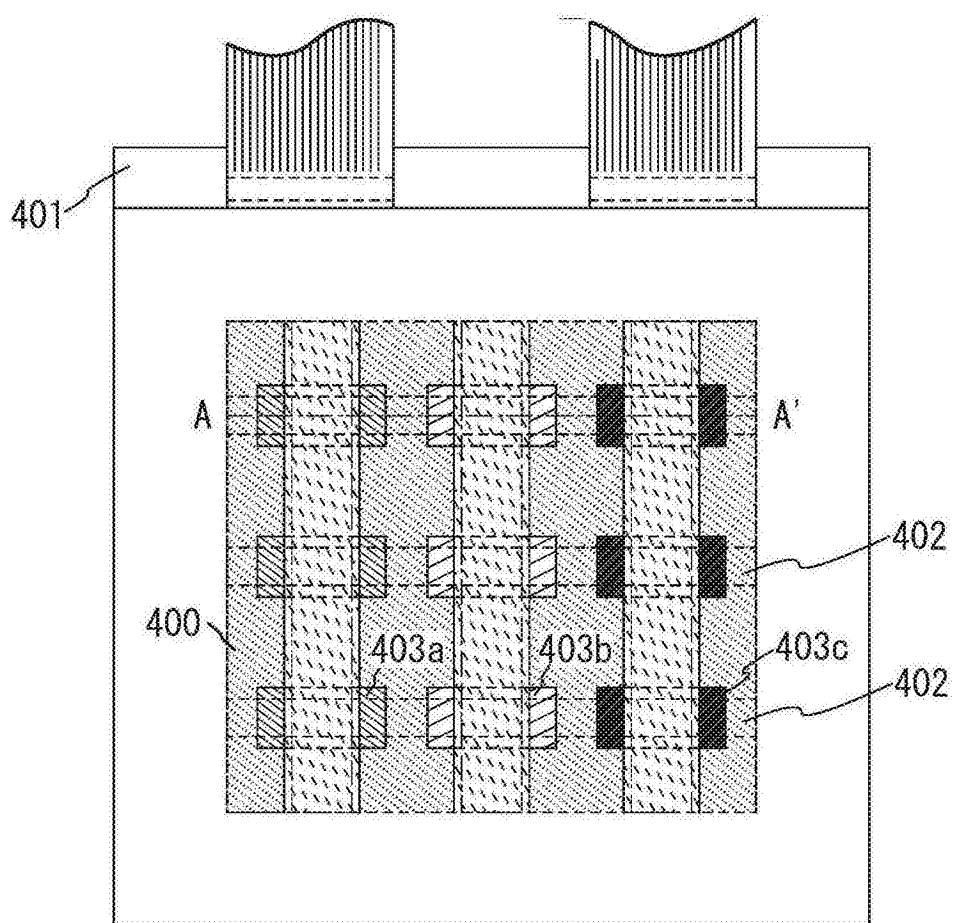


图4A

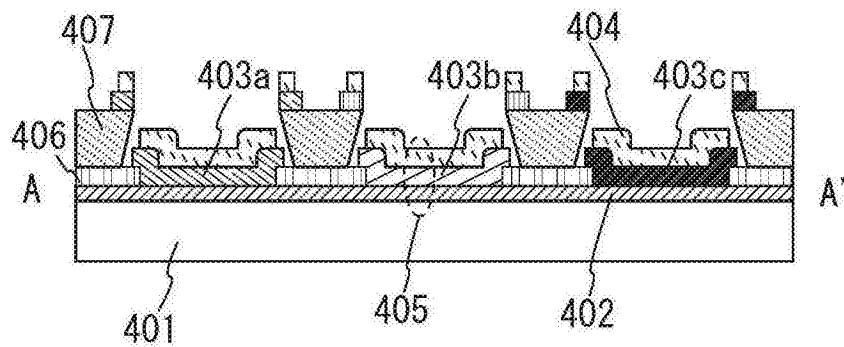


图4B

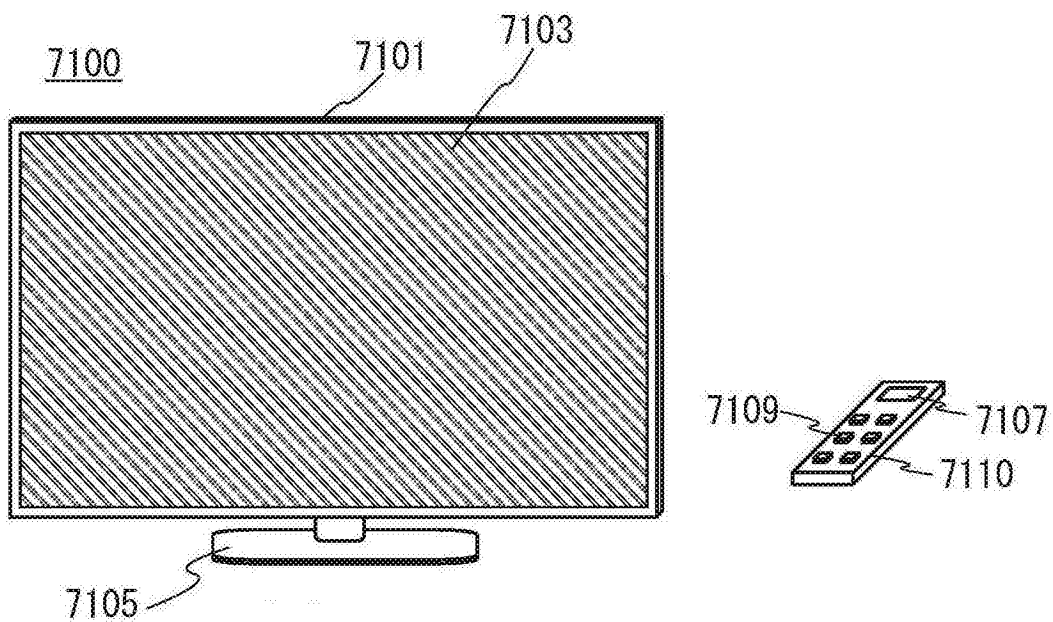


图5A

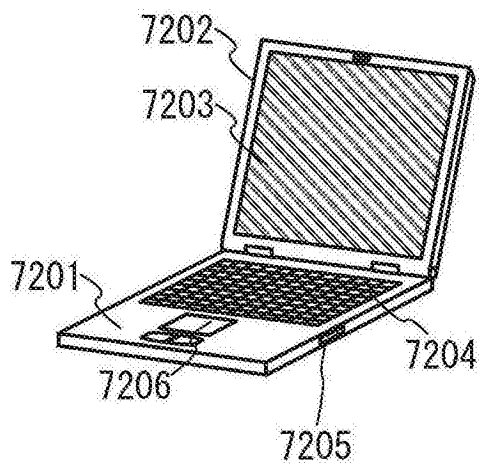


图5B

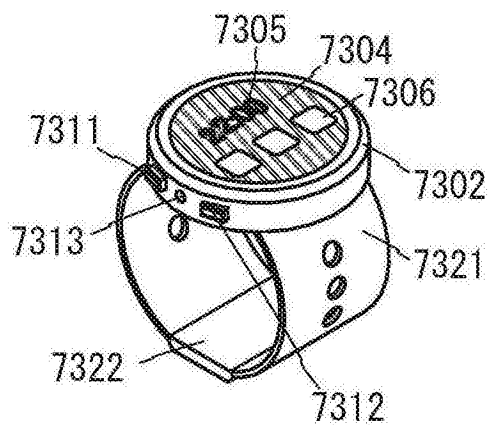


图5C

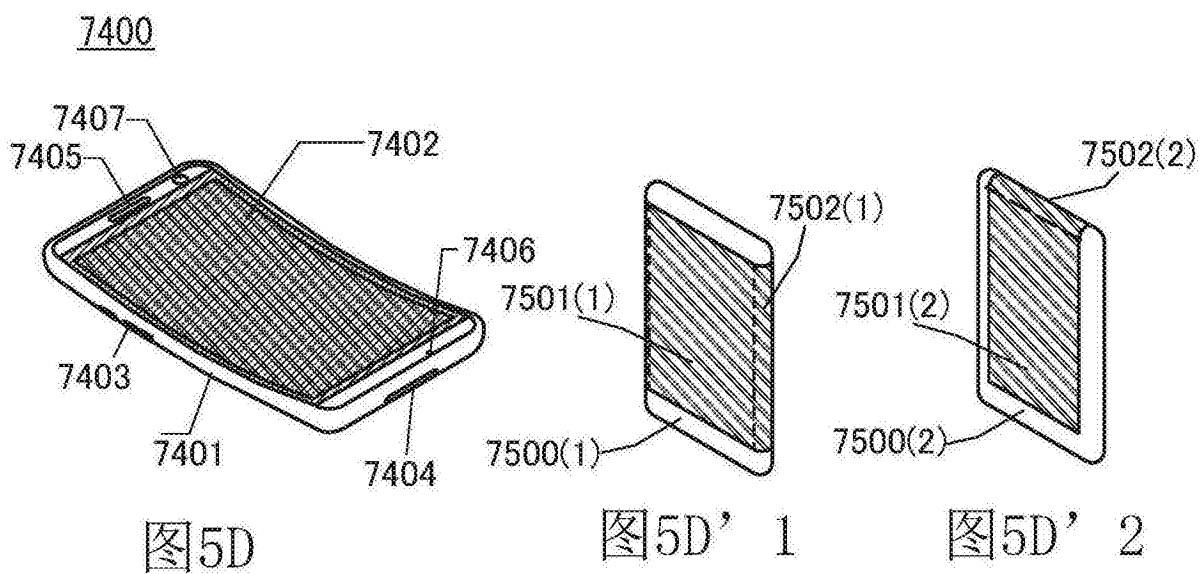


图5D

图5D' 1

图5D' 2

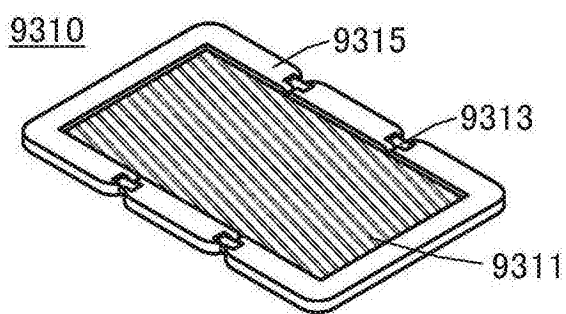


图6A

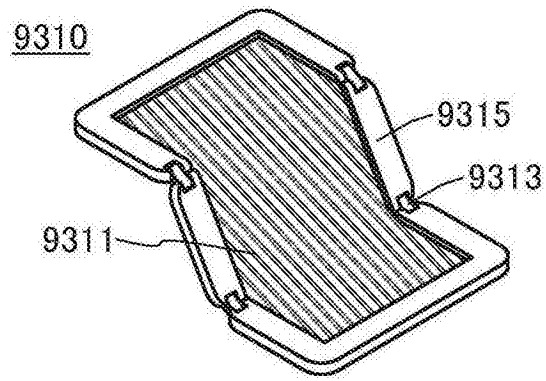


图6B

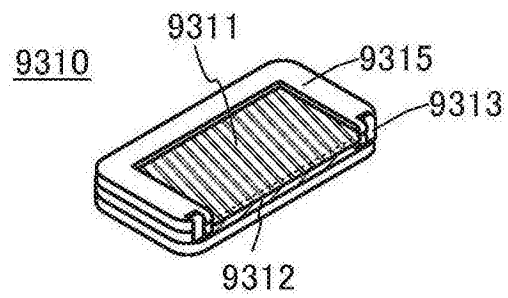


图6C

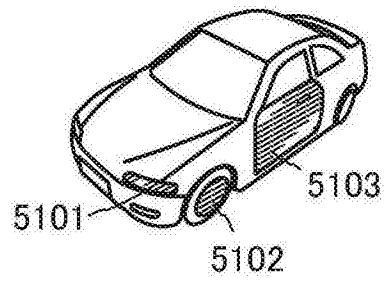


图7A

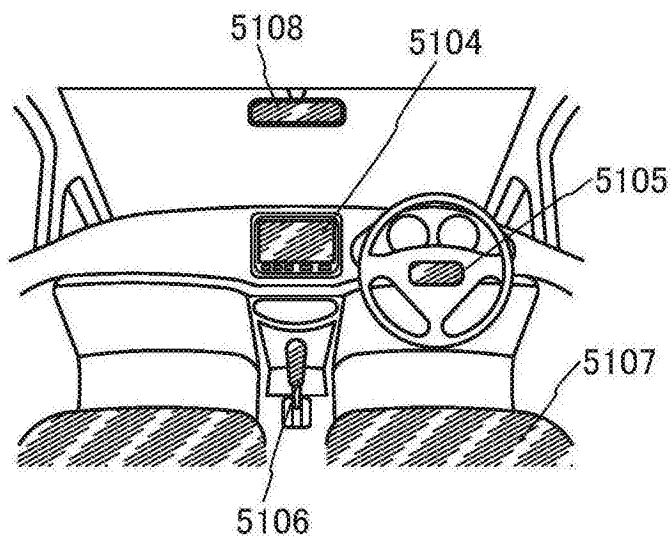


图7B

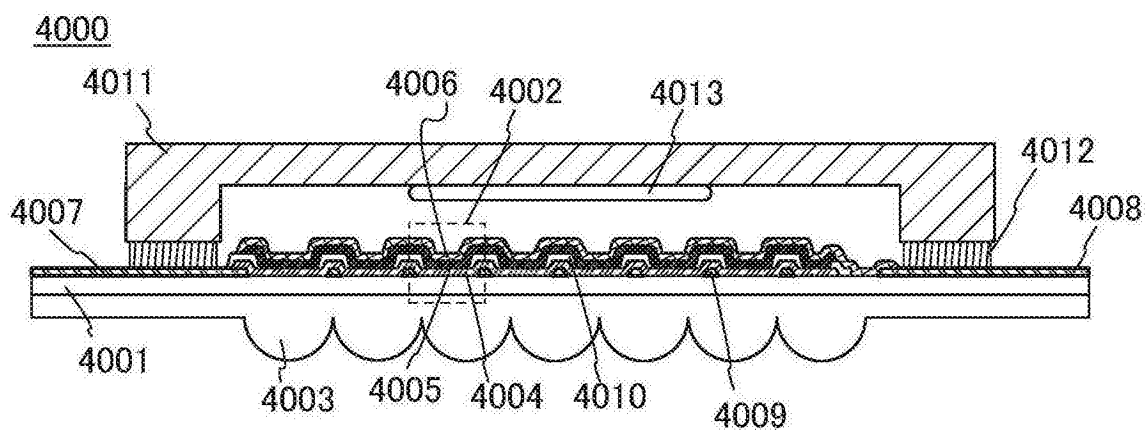


图8A

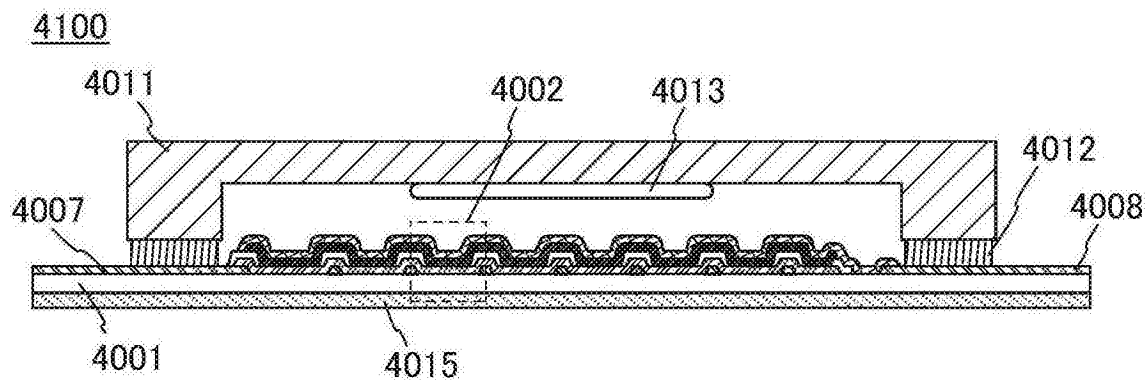


图8B

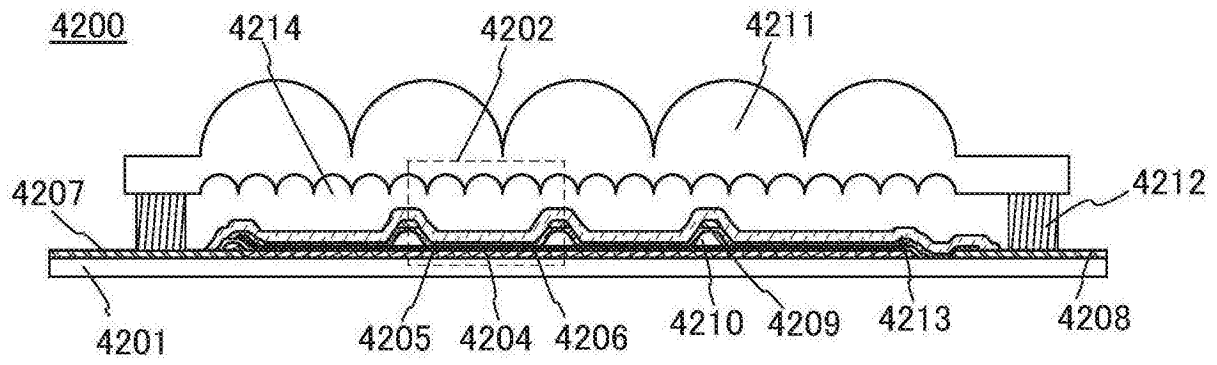


图8C

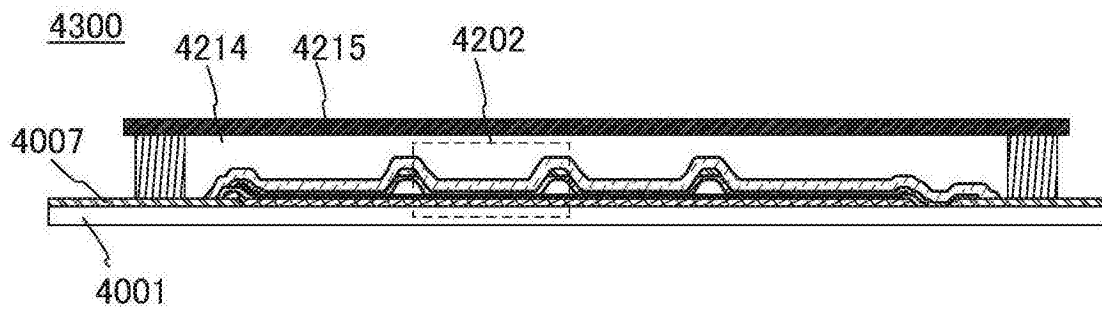


图8D

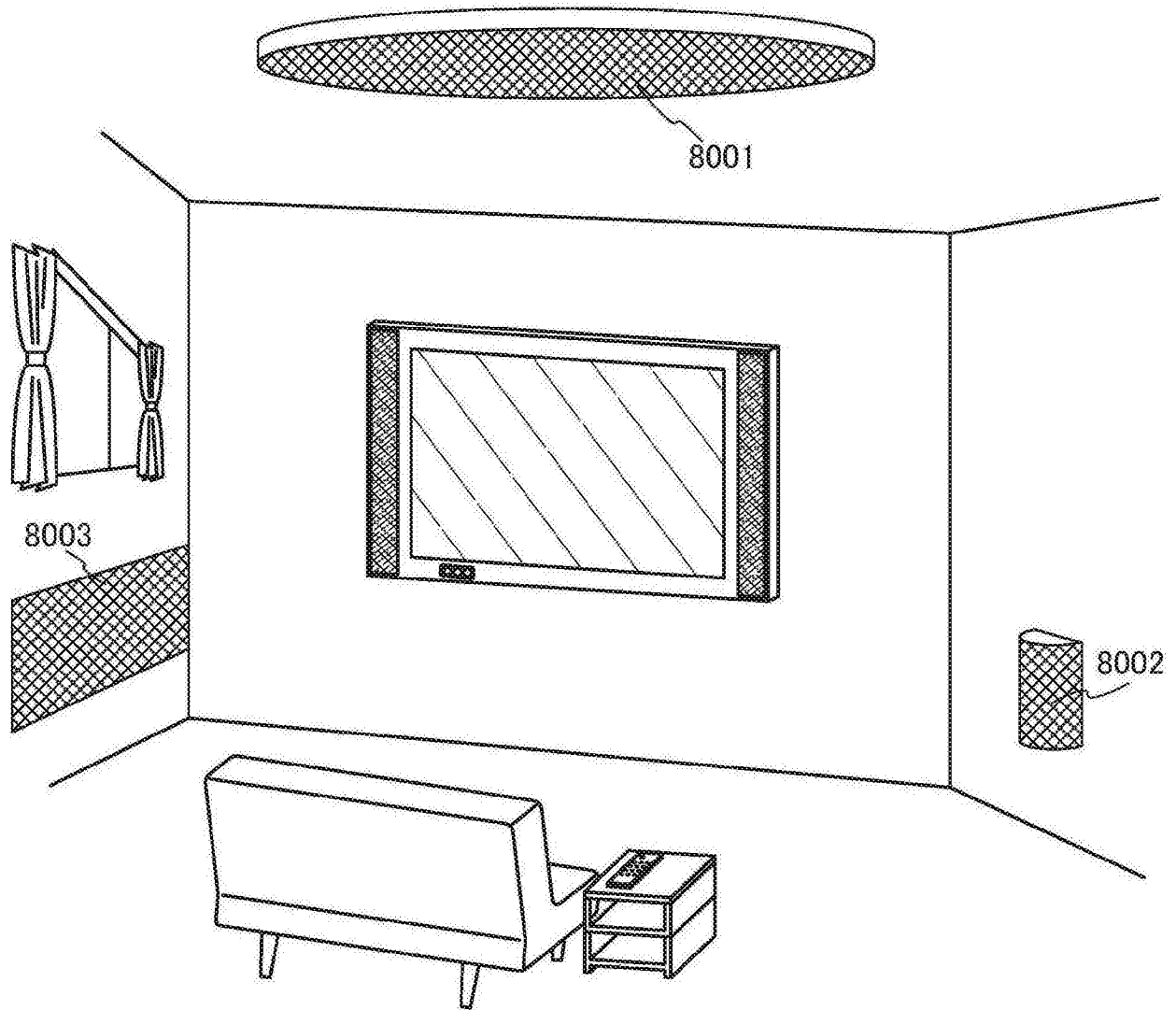


图9

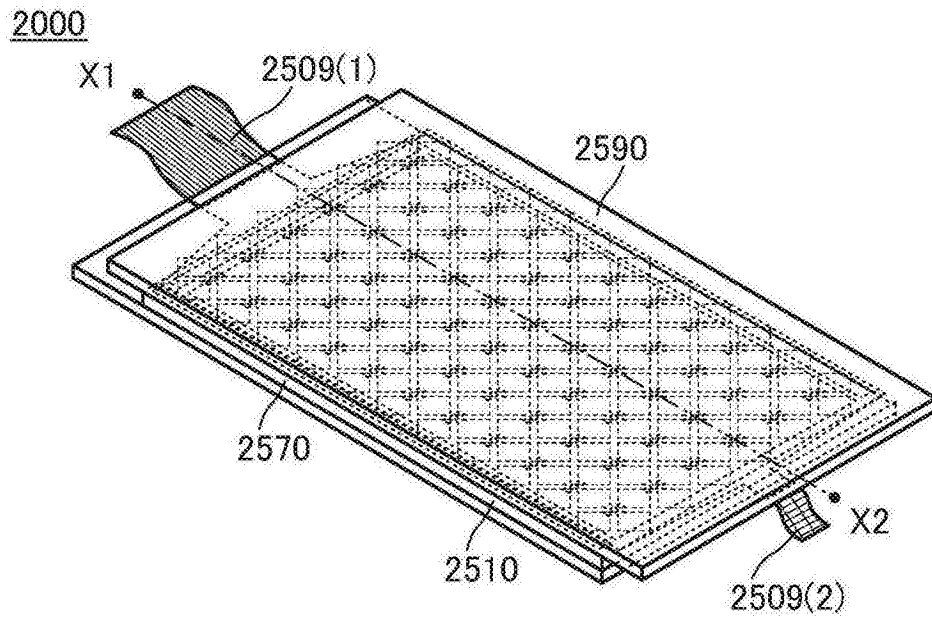


图10A

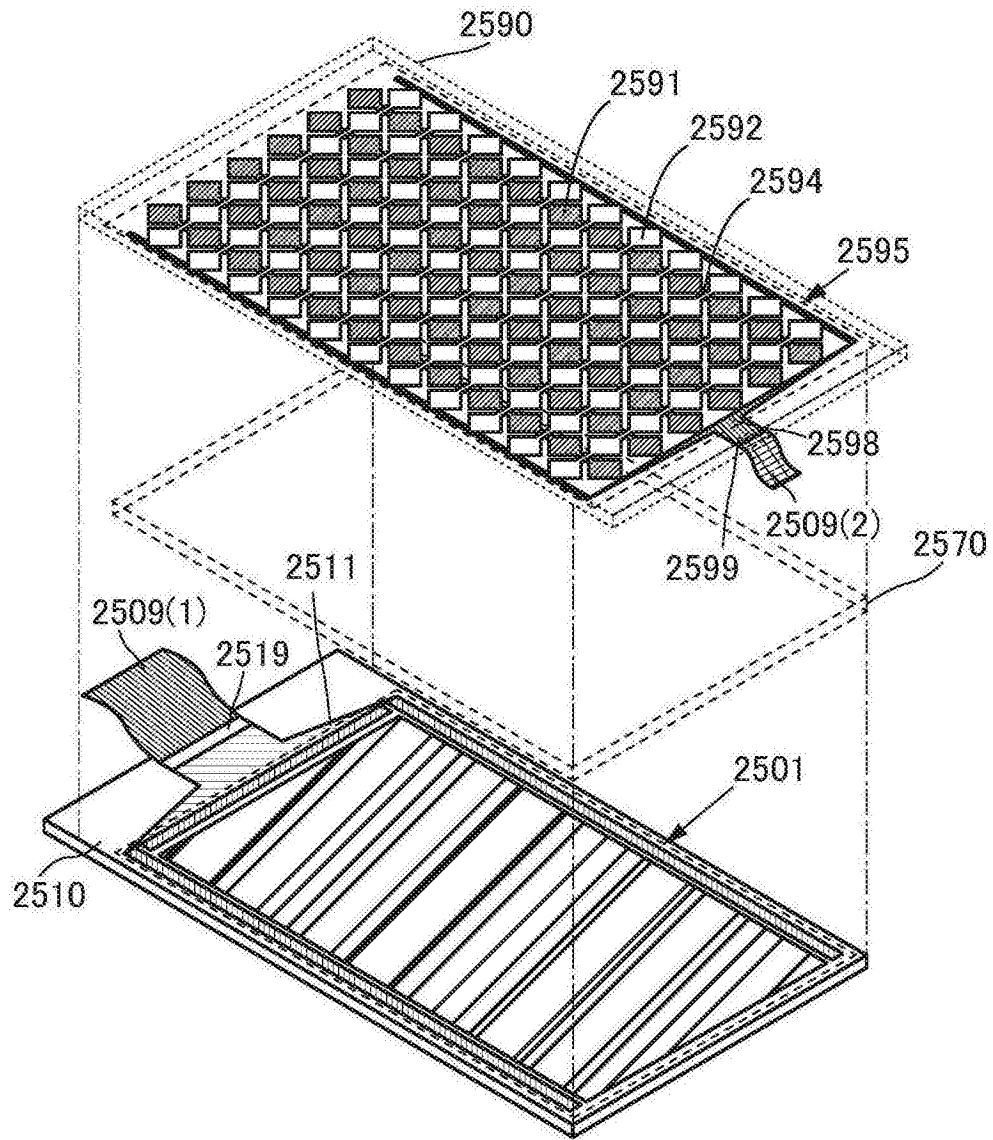


图10B

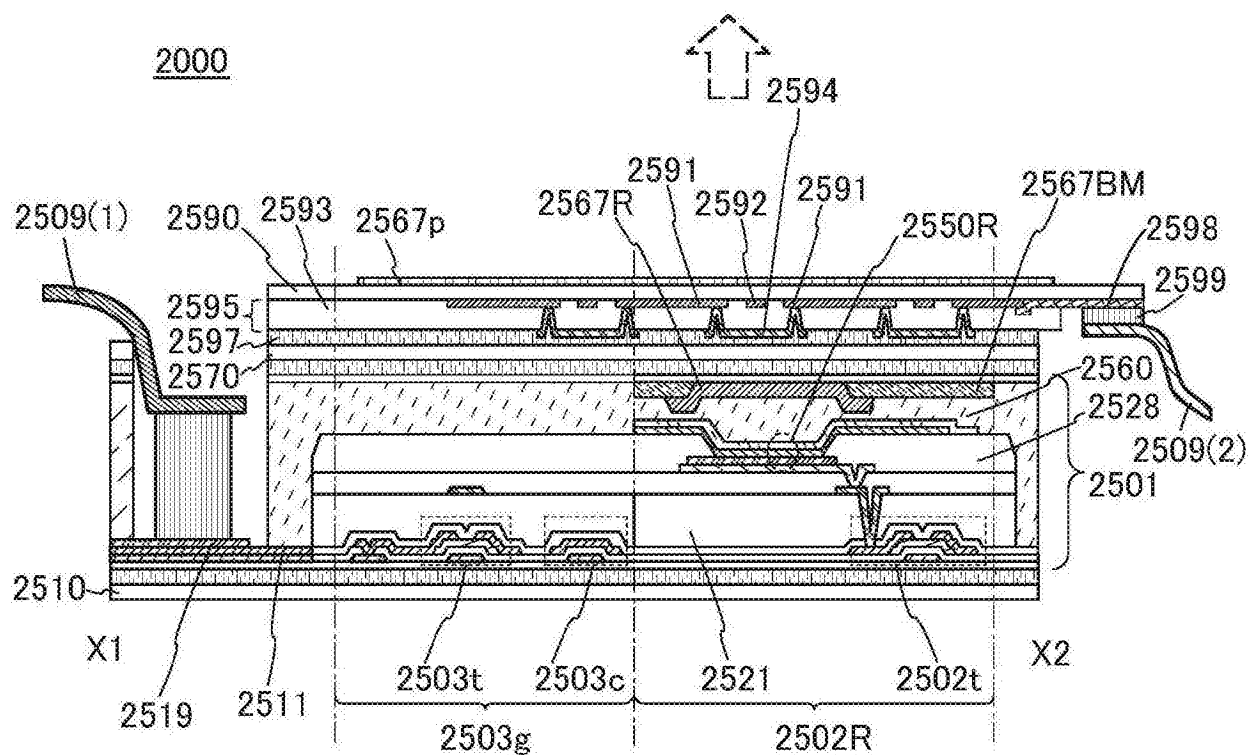


图11A

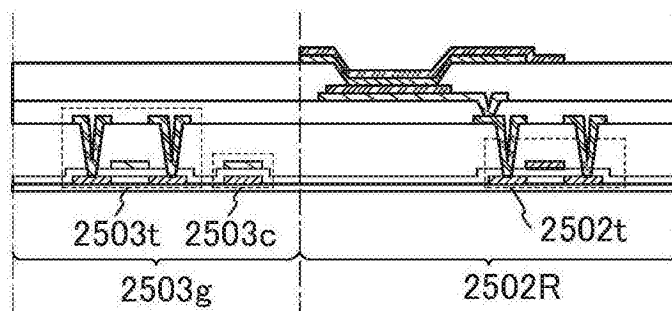


图11B

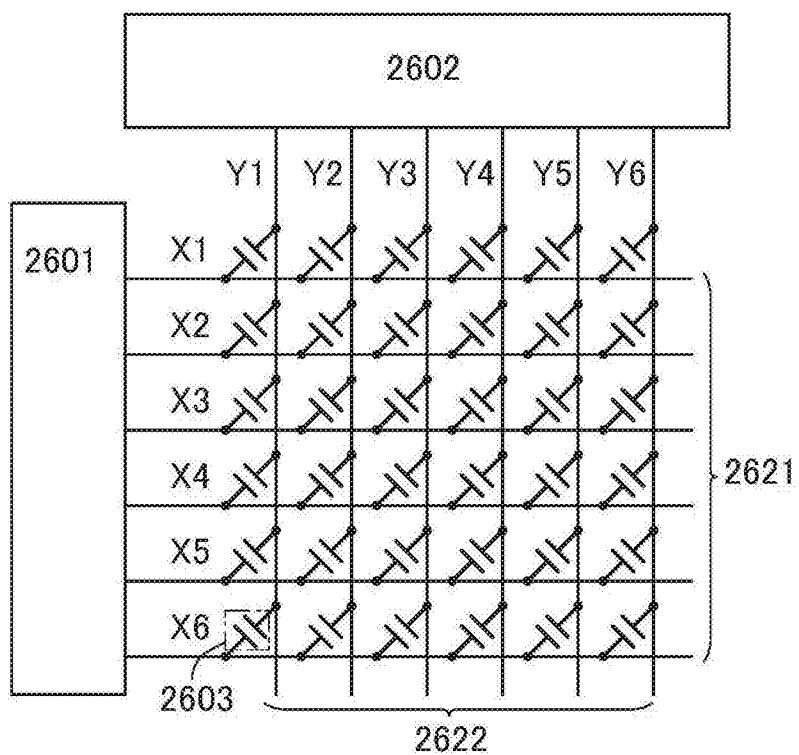


图13A

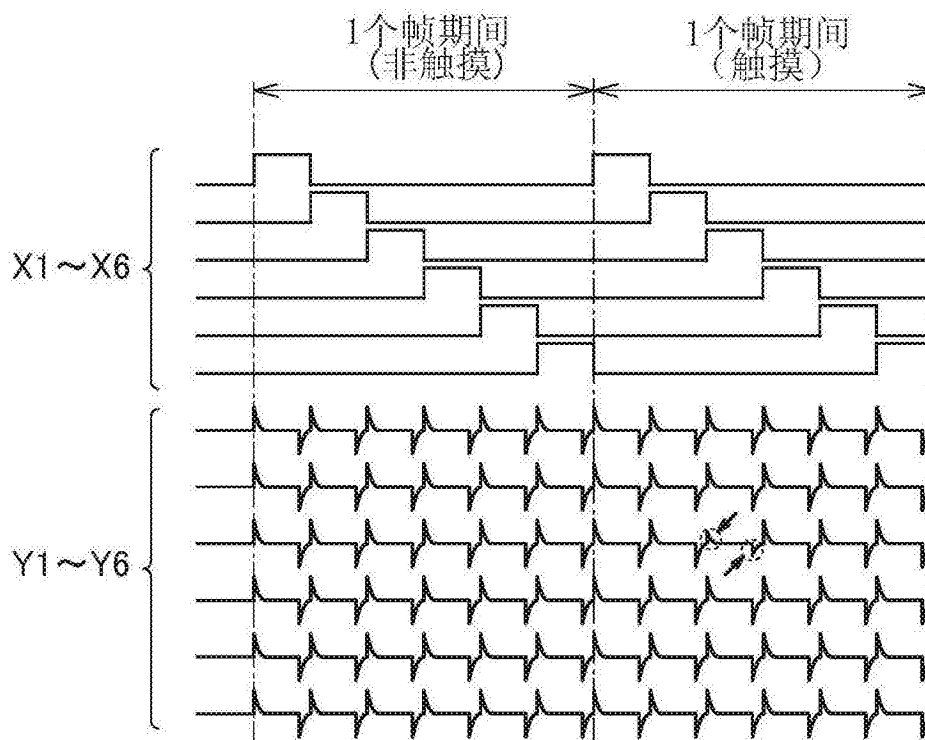


图13B

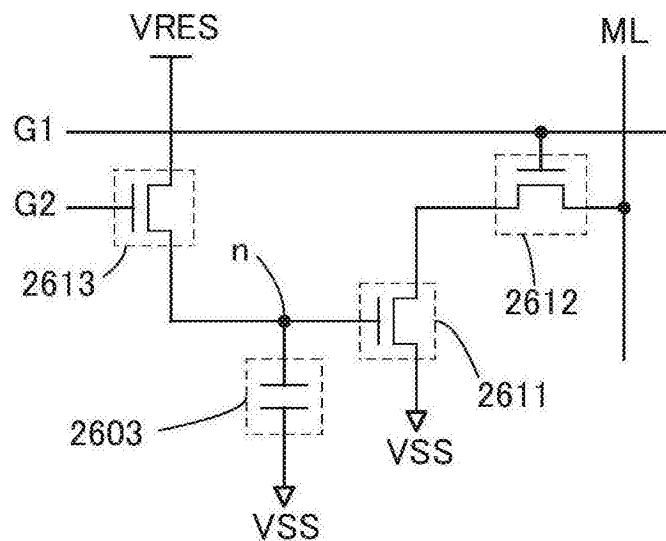


图14

500

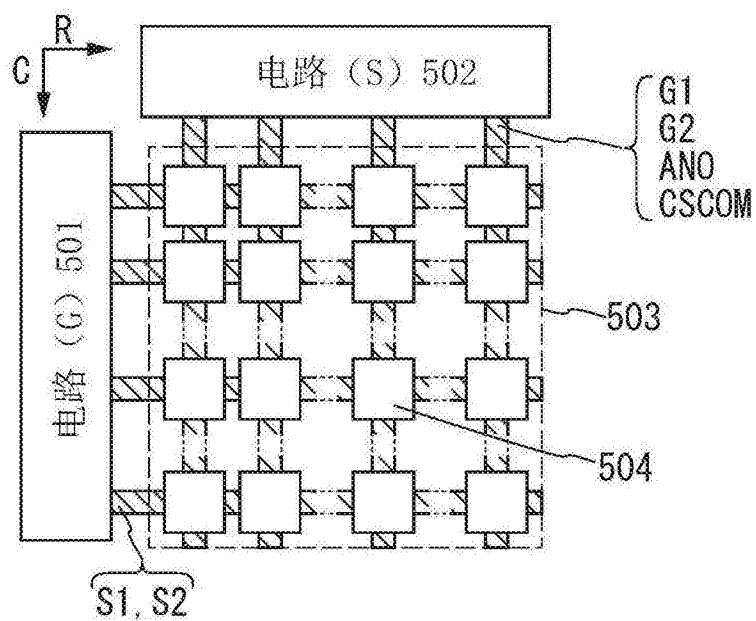


图15A

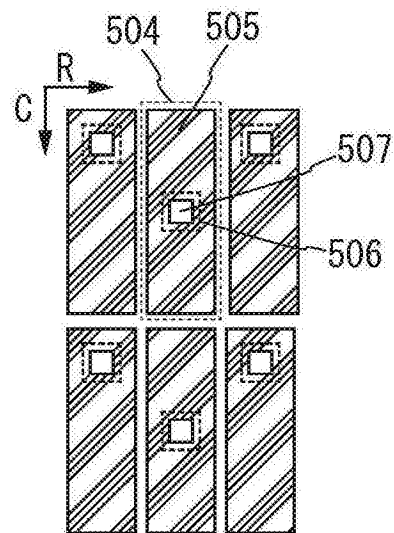


图15B1

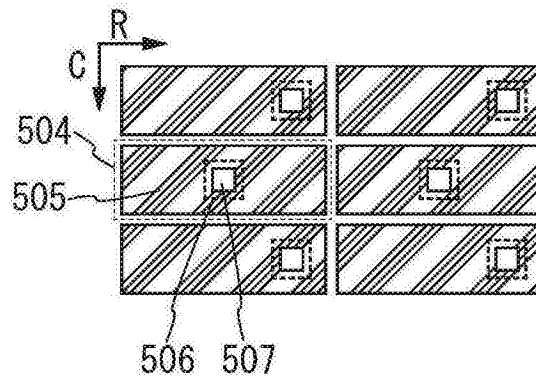


图15B2

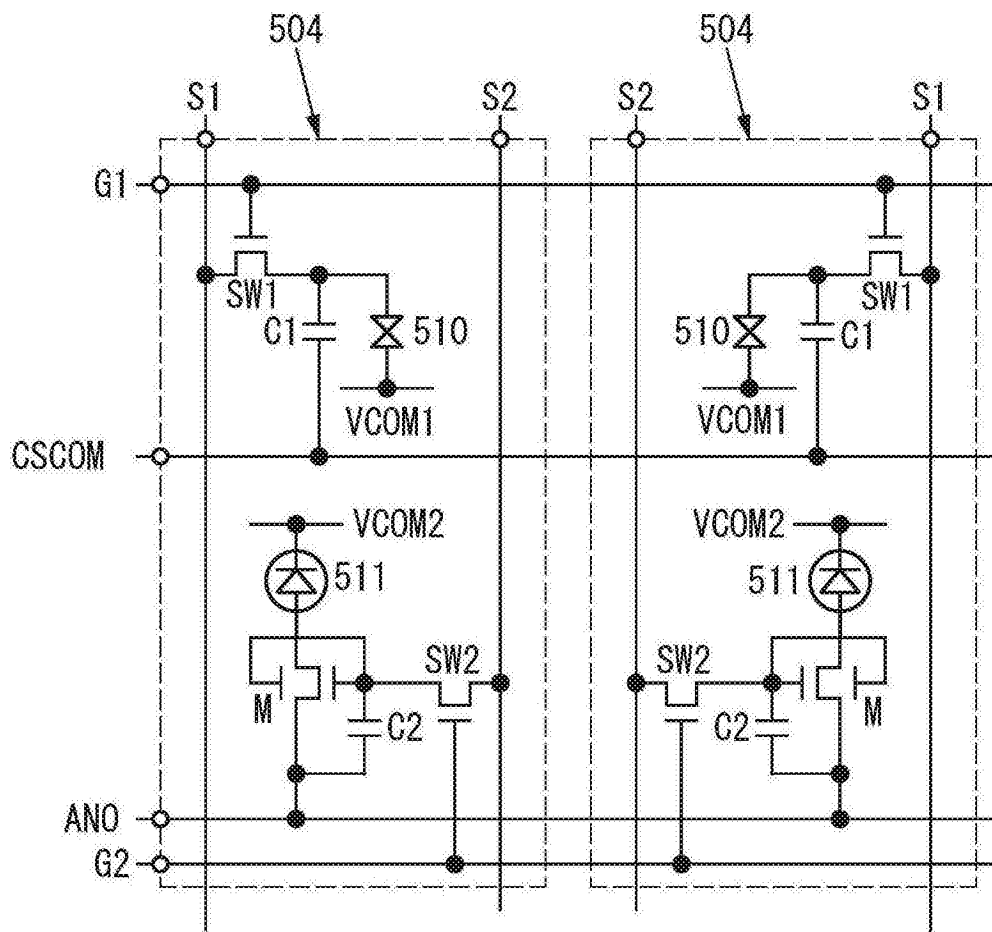


图16

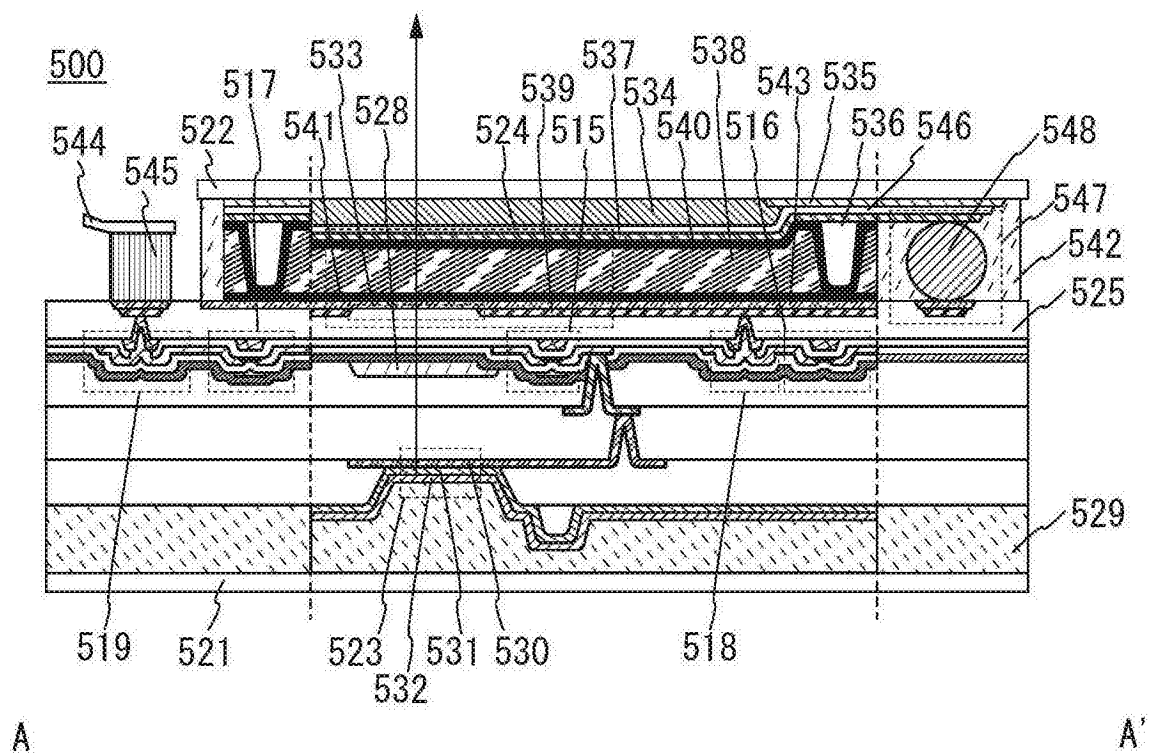


图17

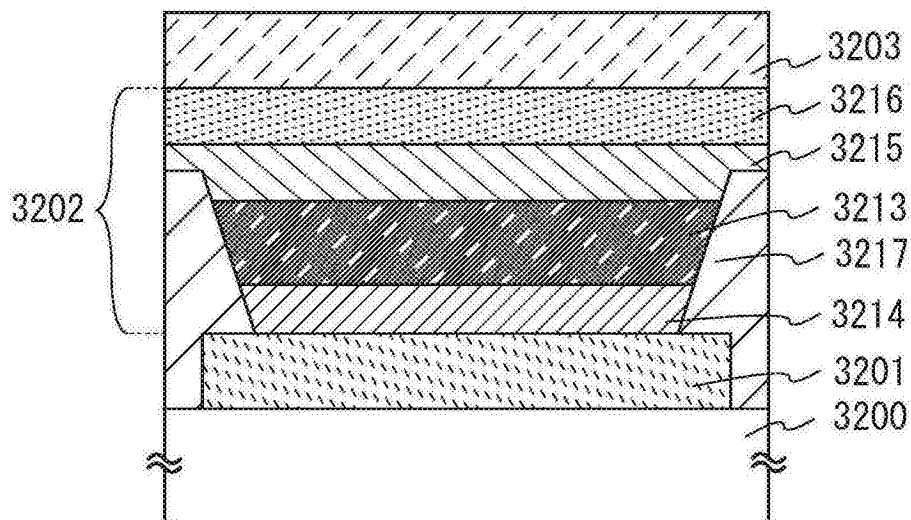


图18A

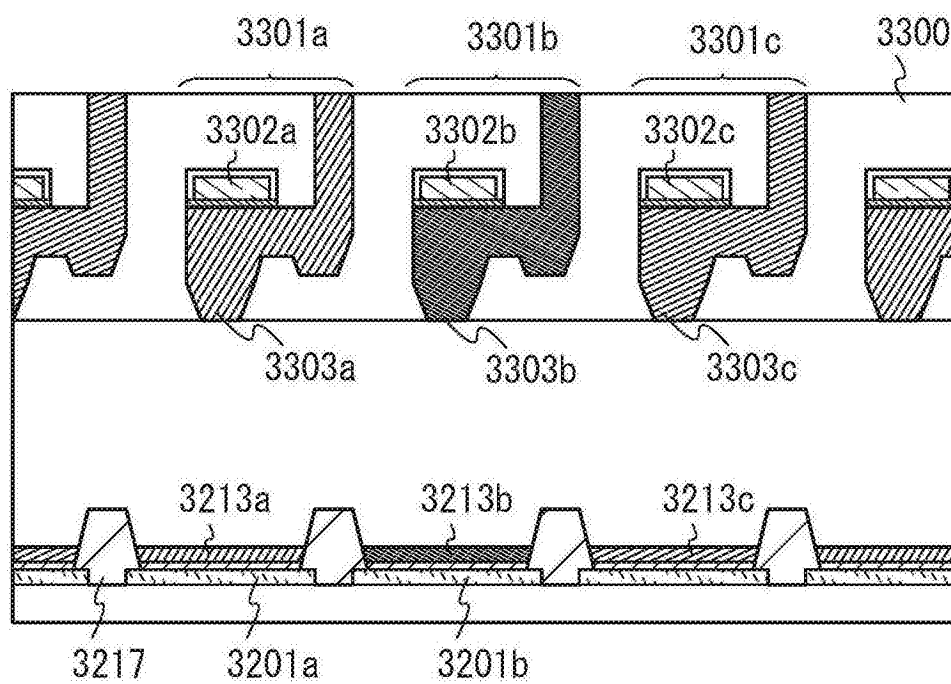


图18B

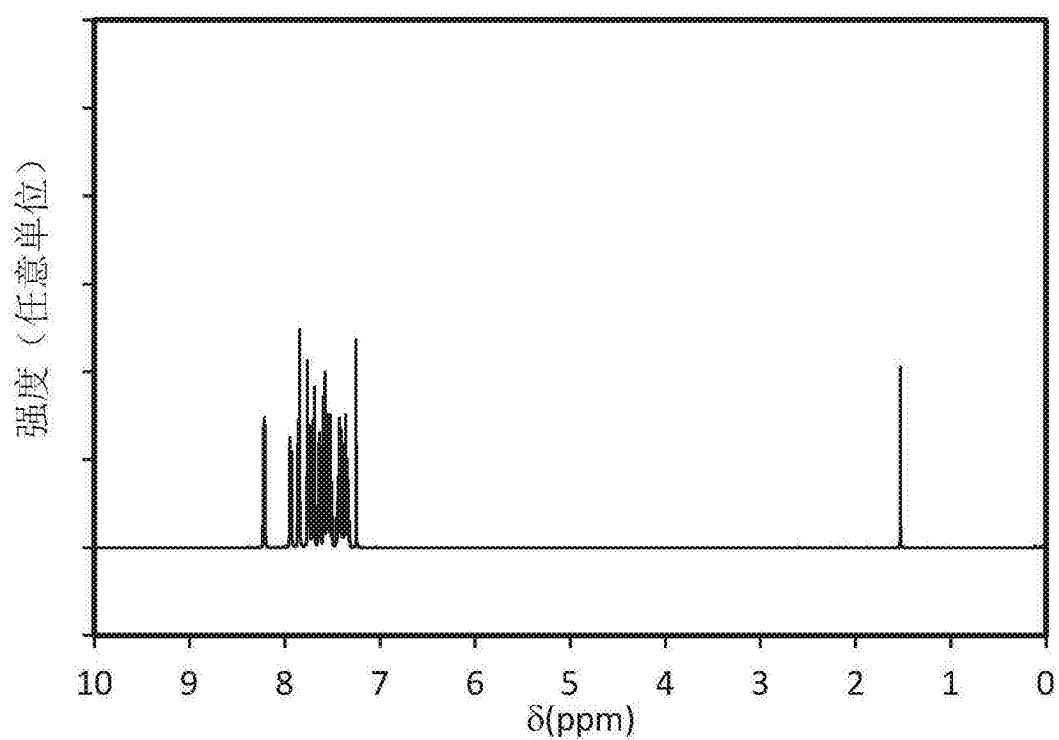


图19

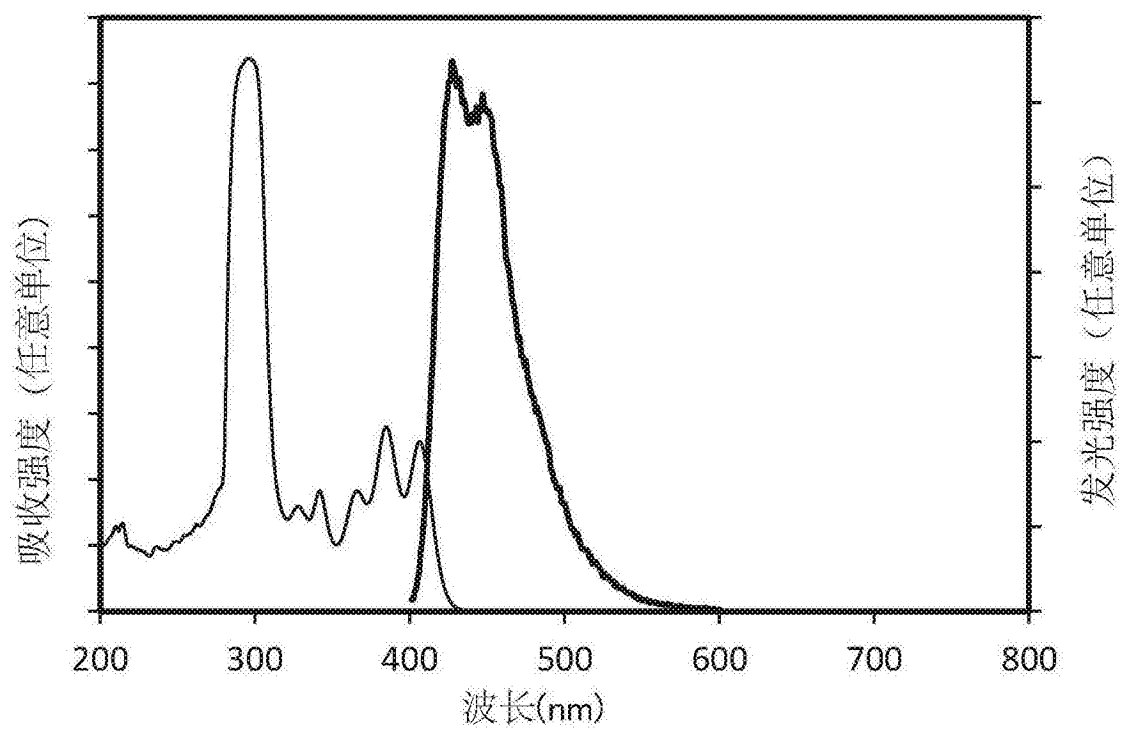


图20

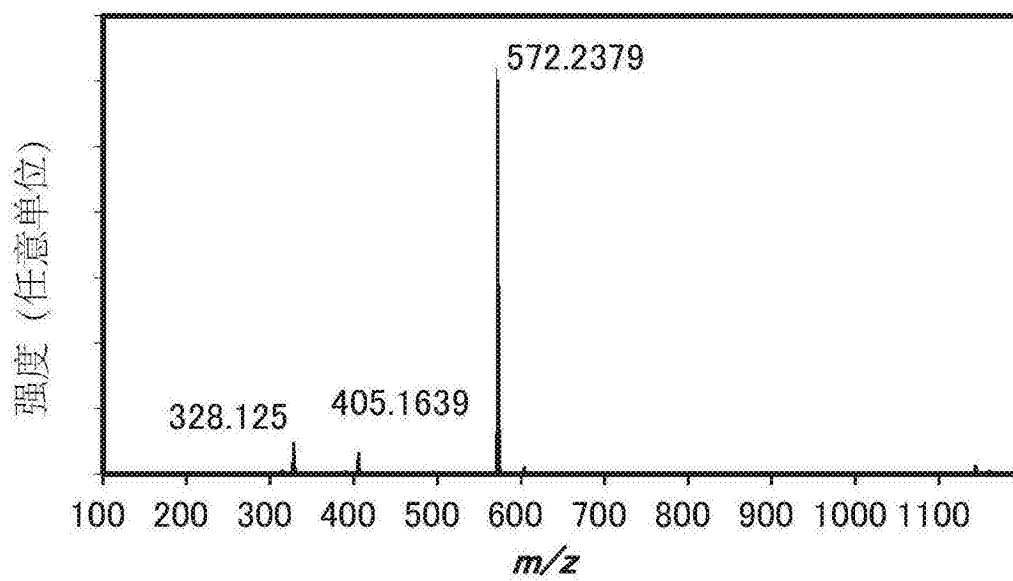


图21

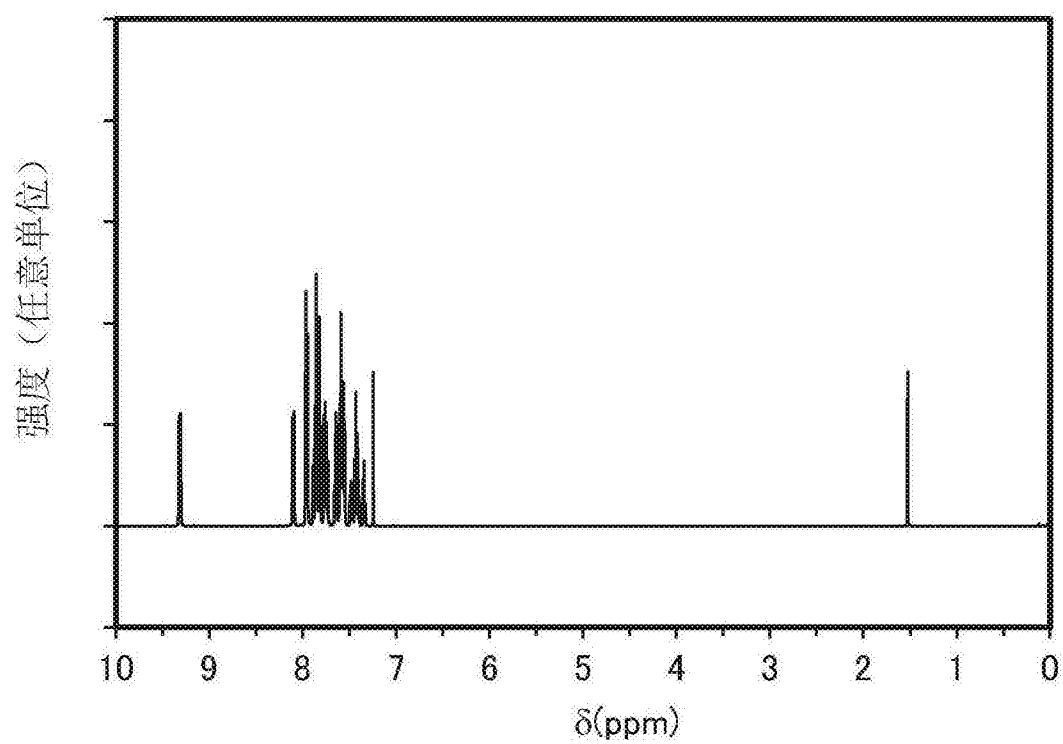


图22

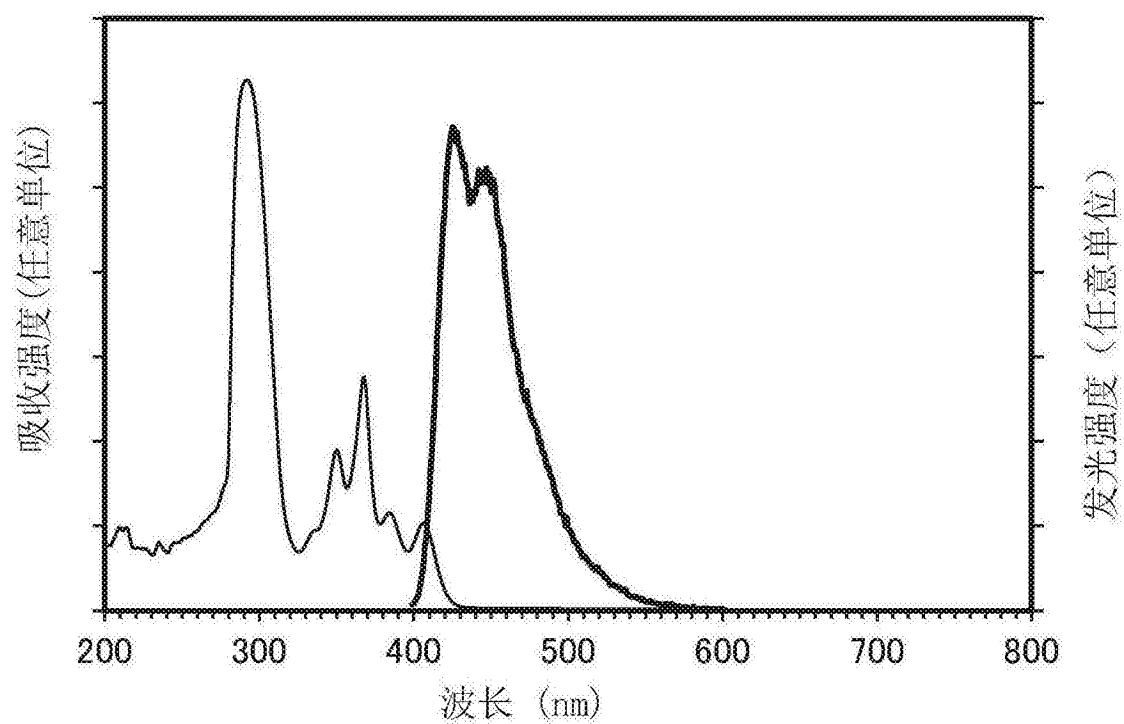


图23

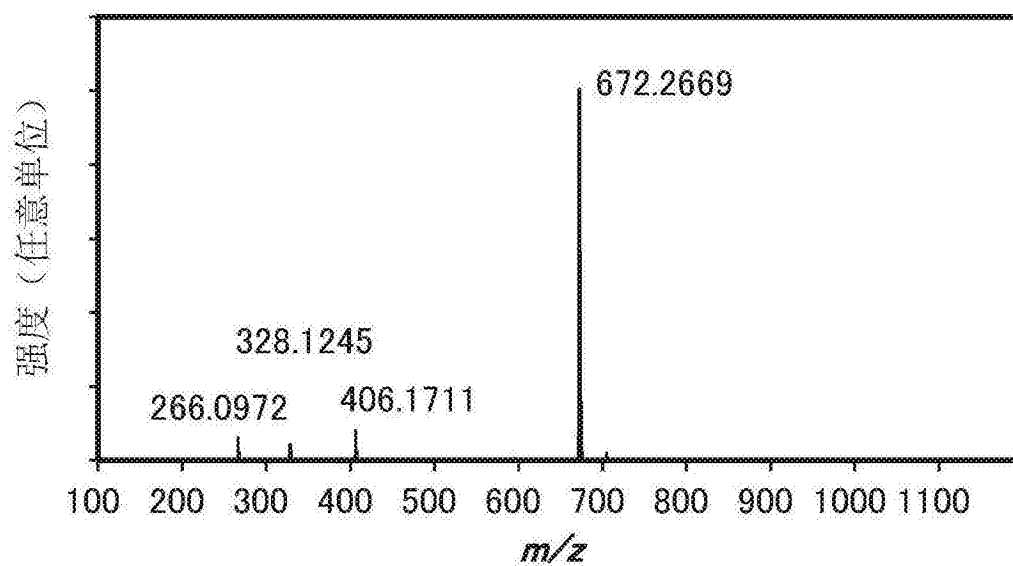


图24

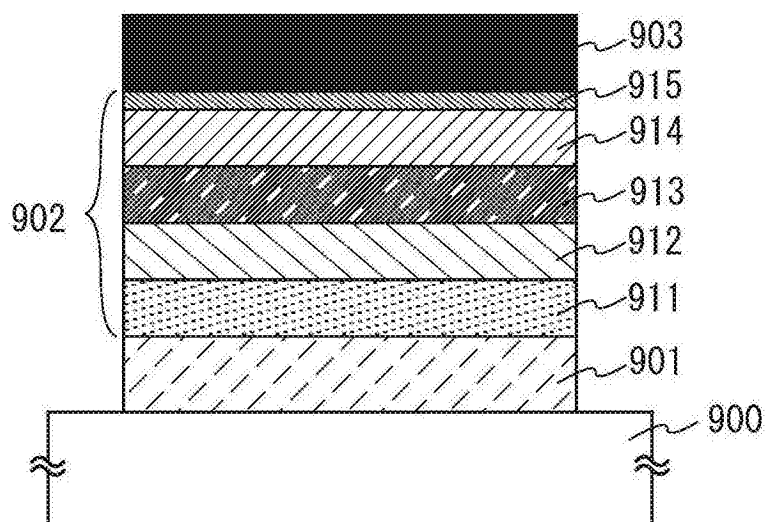


图25

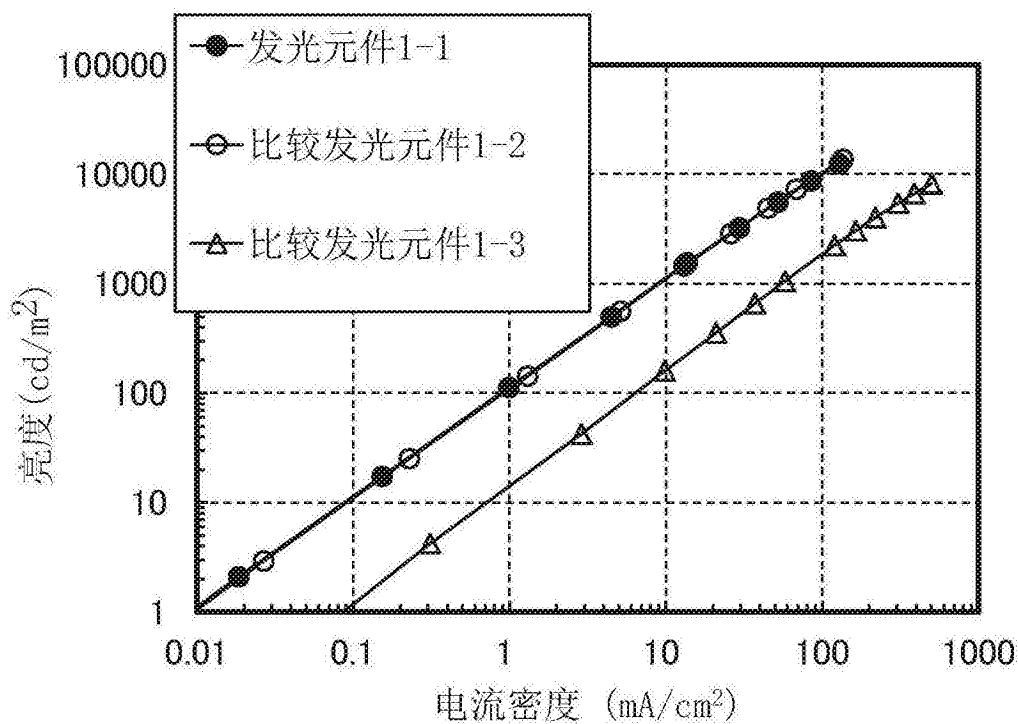


图26

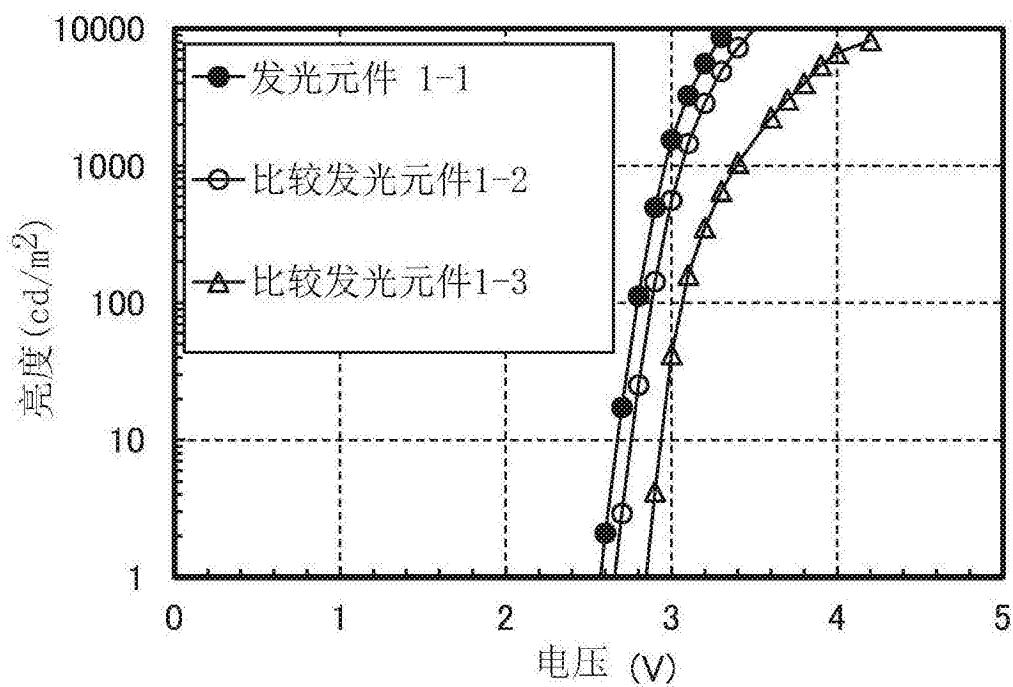


图27

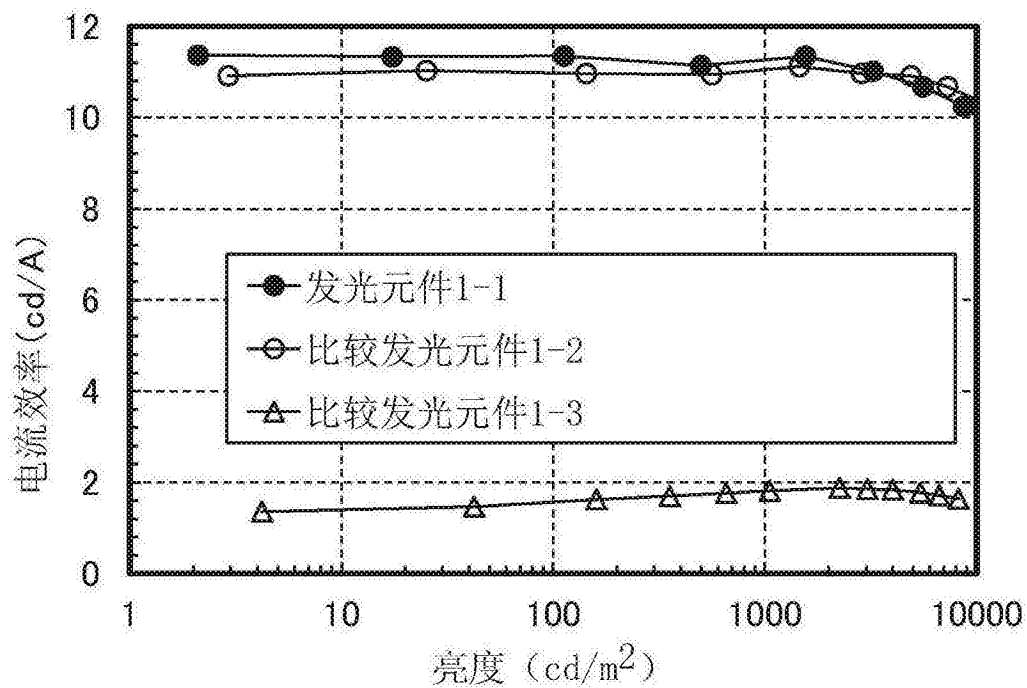


图28

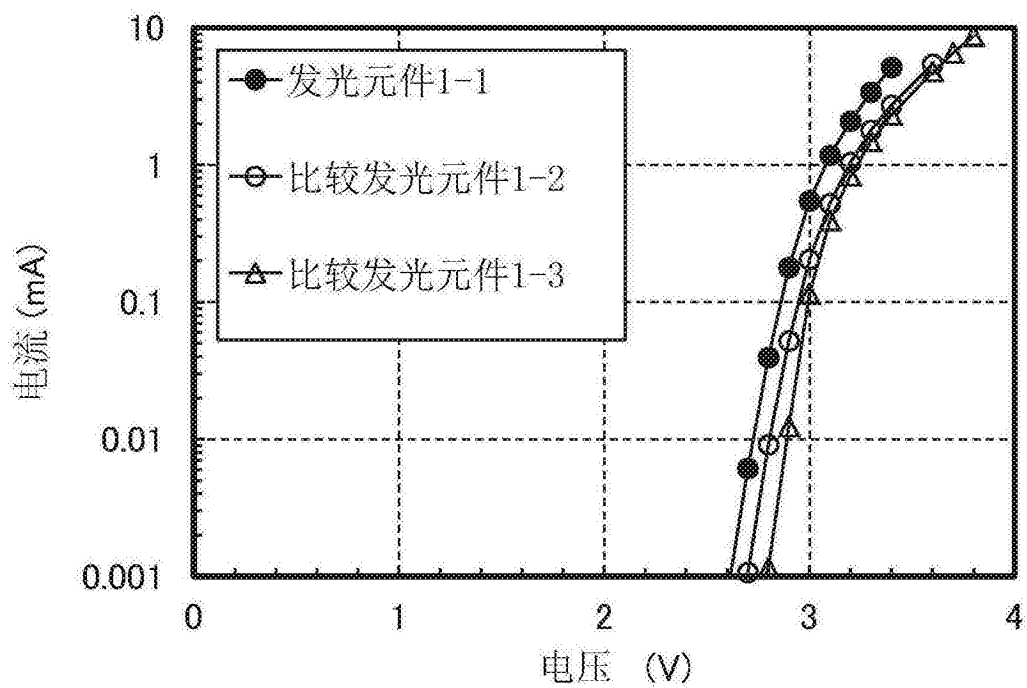


图29

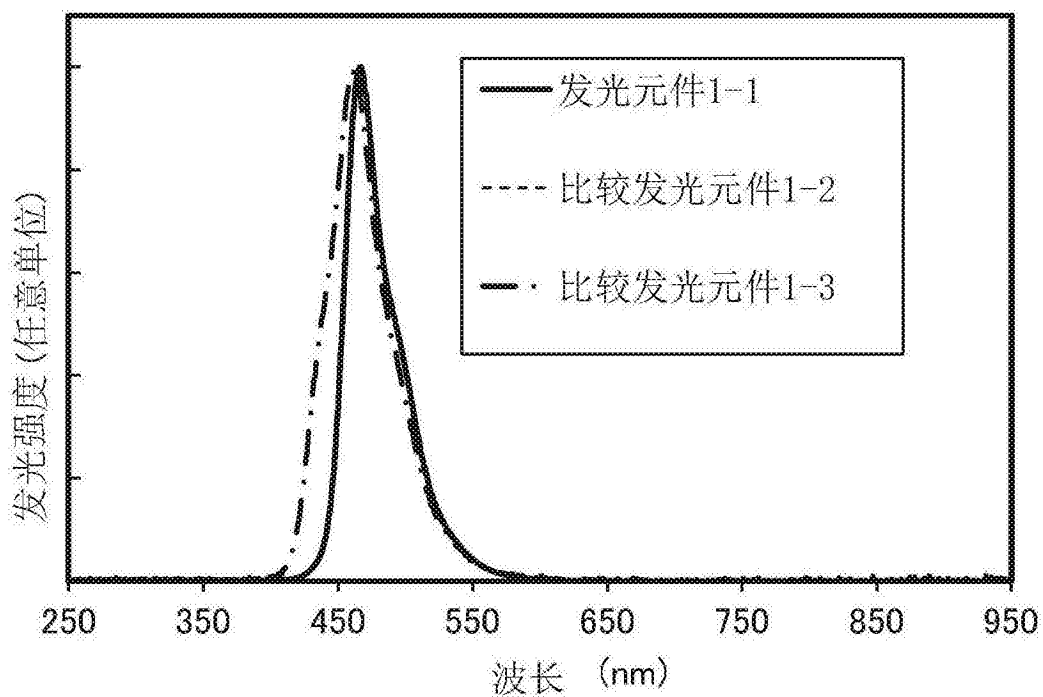


图30

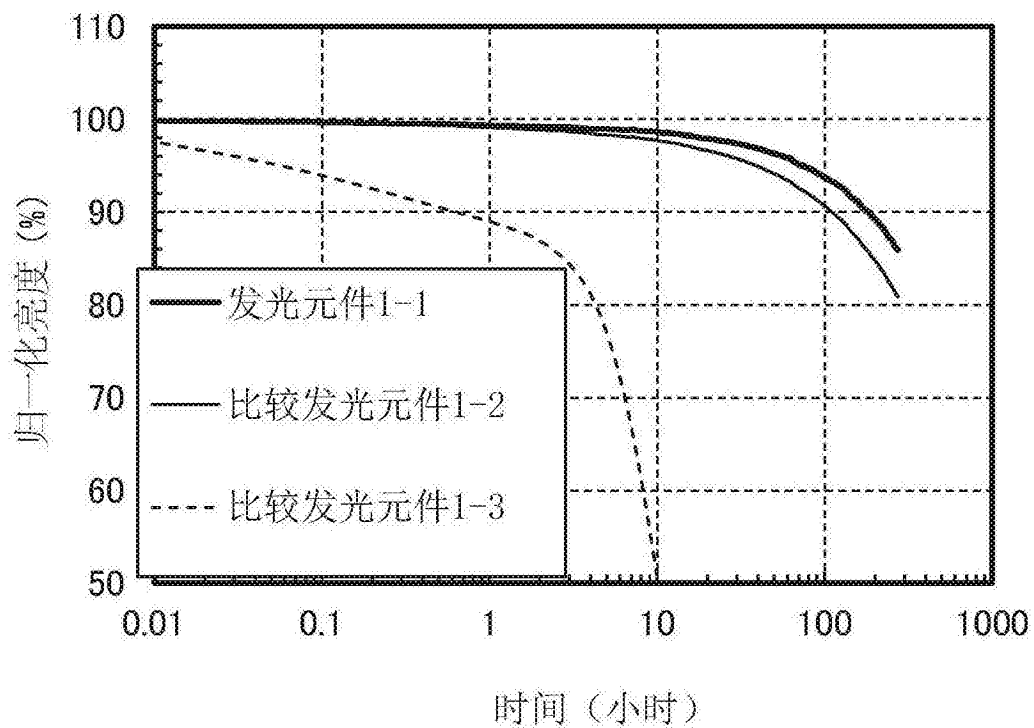


图31

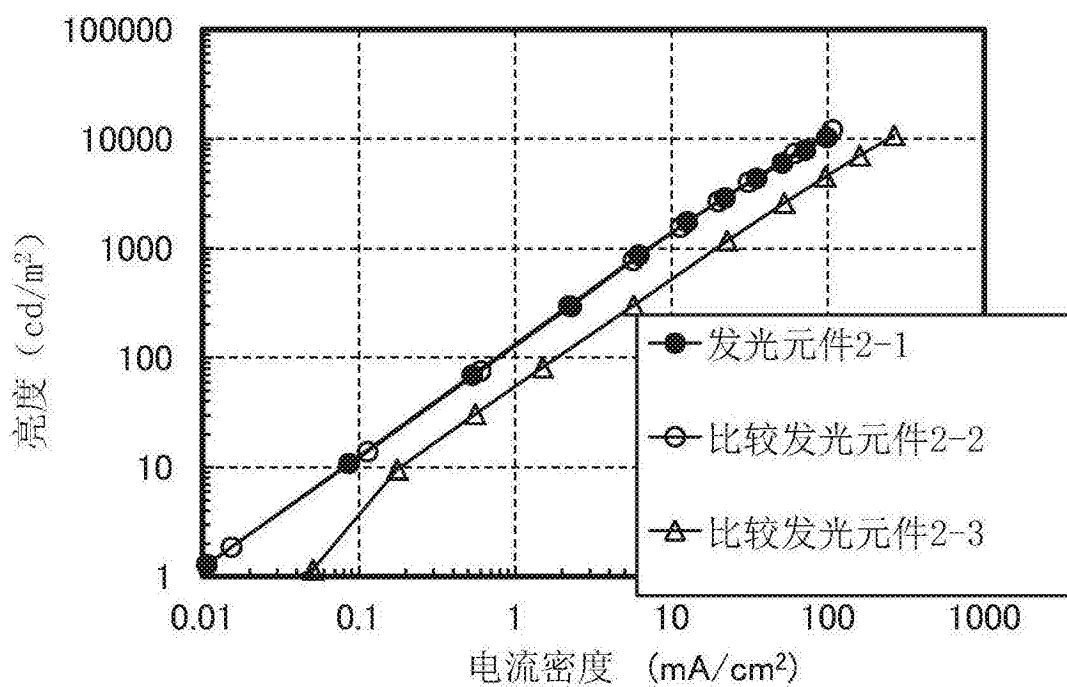


图32

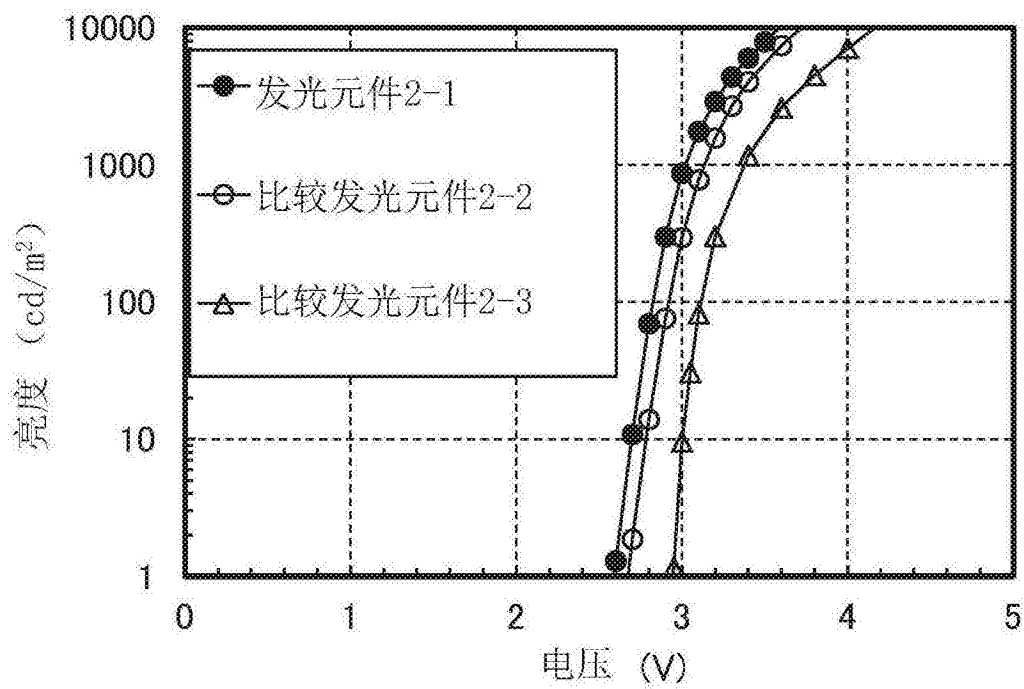


图33

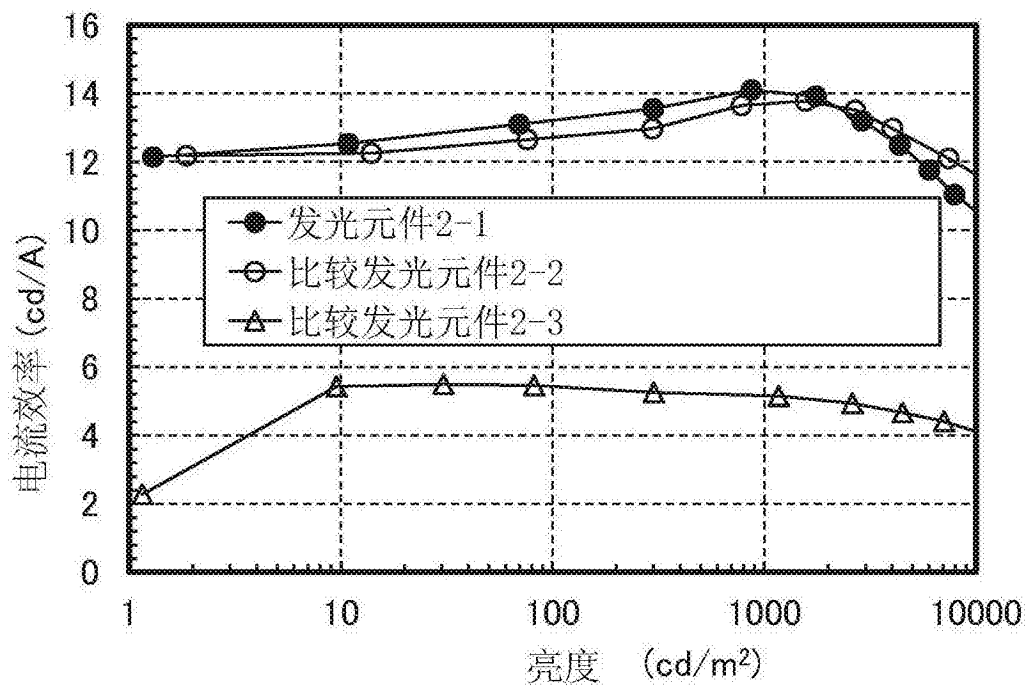


图34

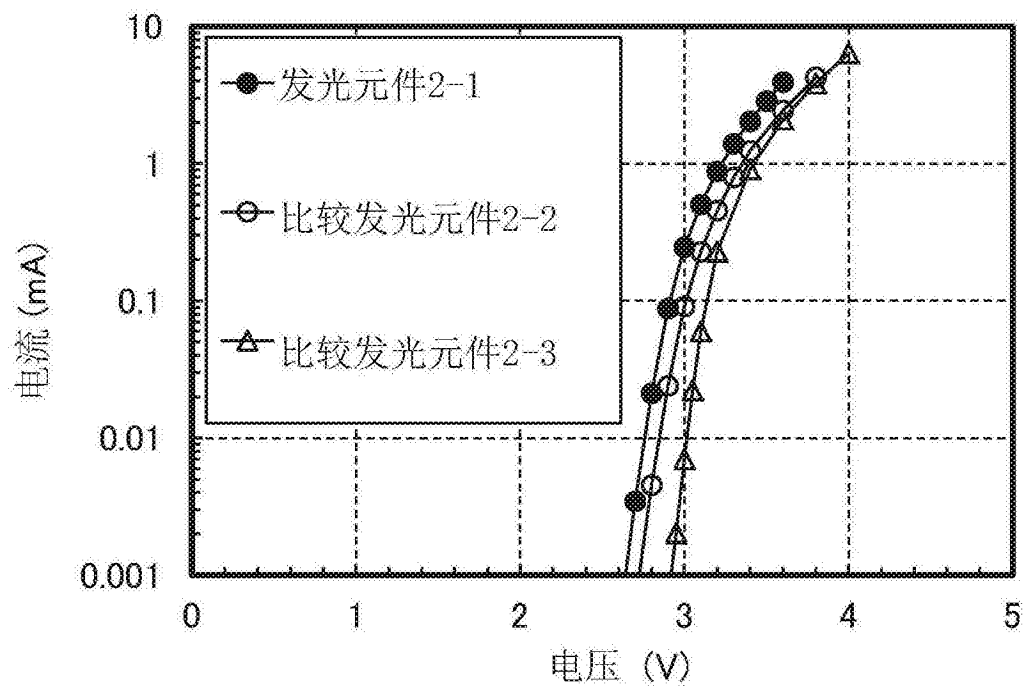


图35

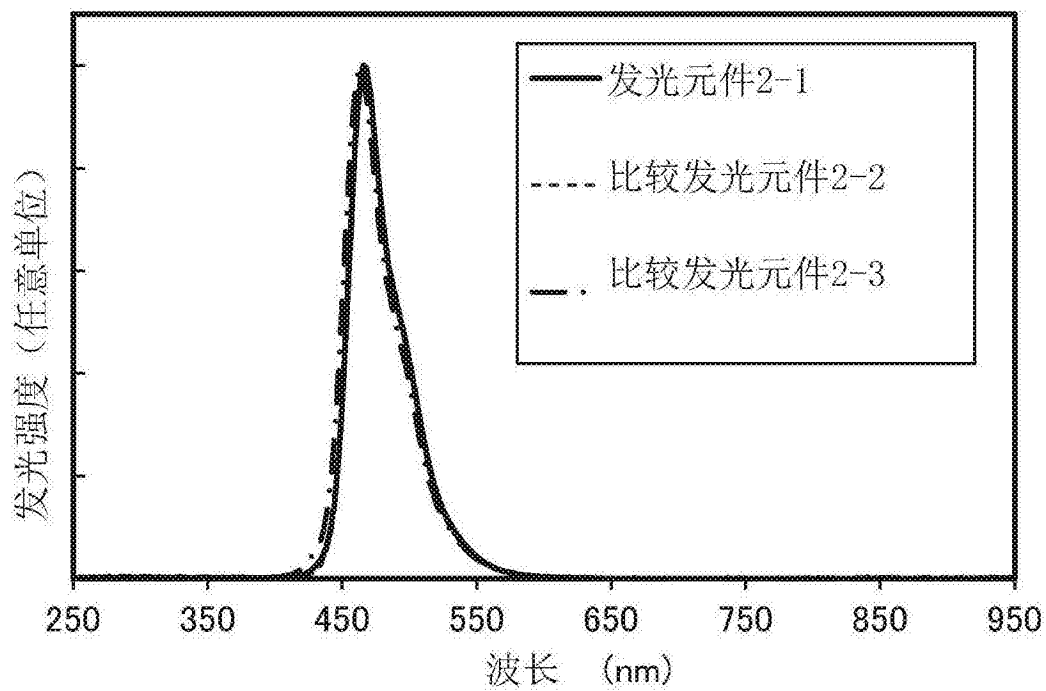


图36

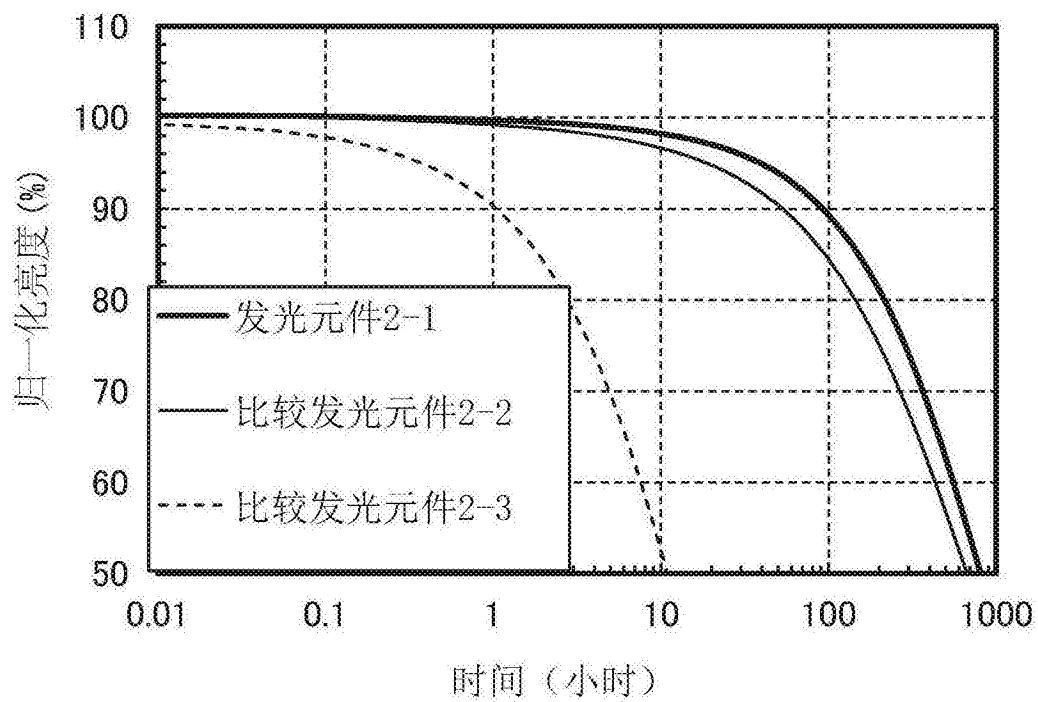


图37

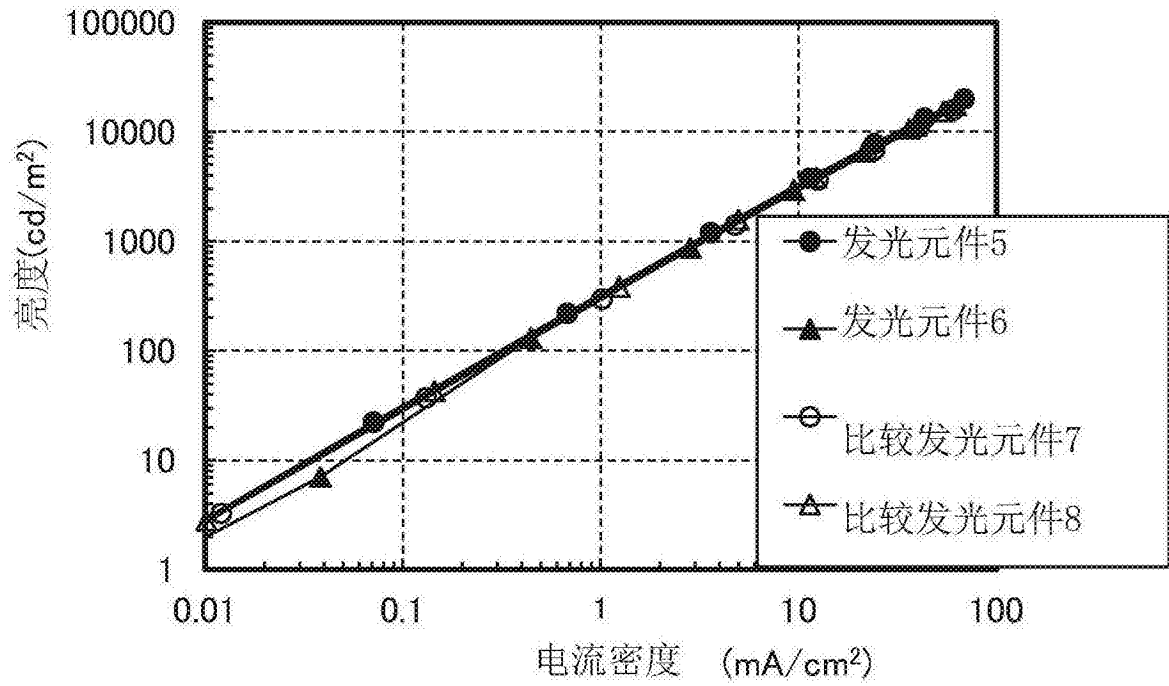


图38

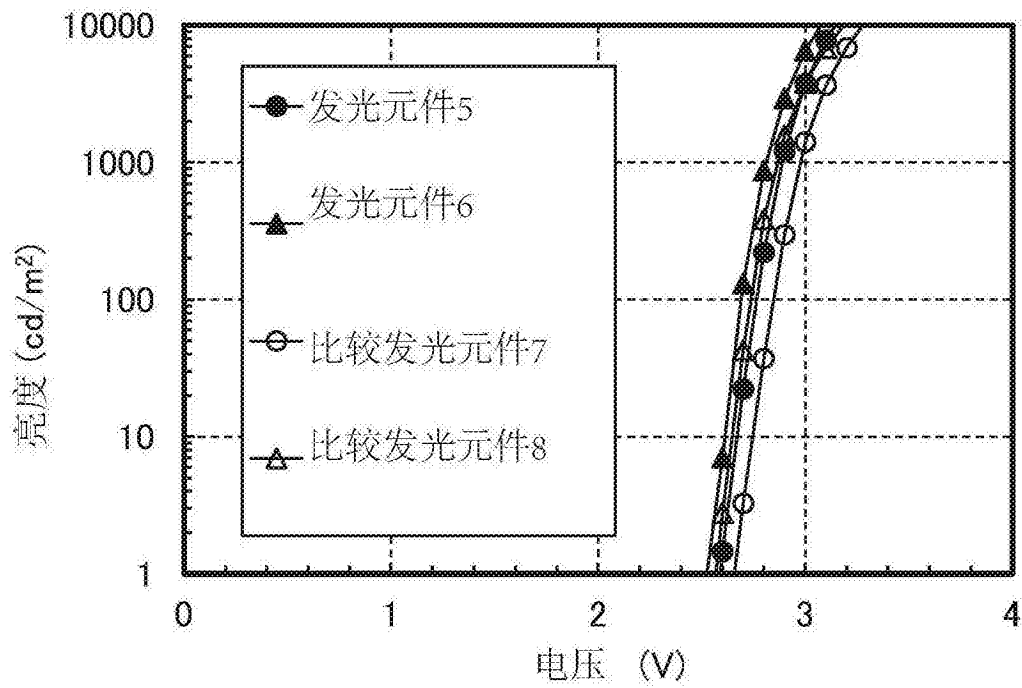


图39

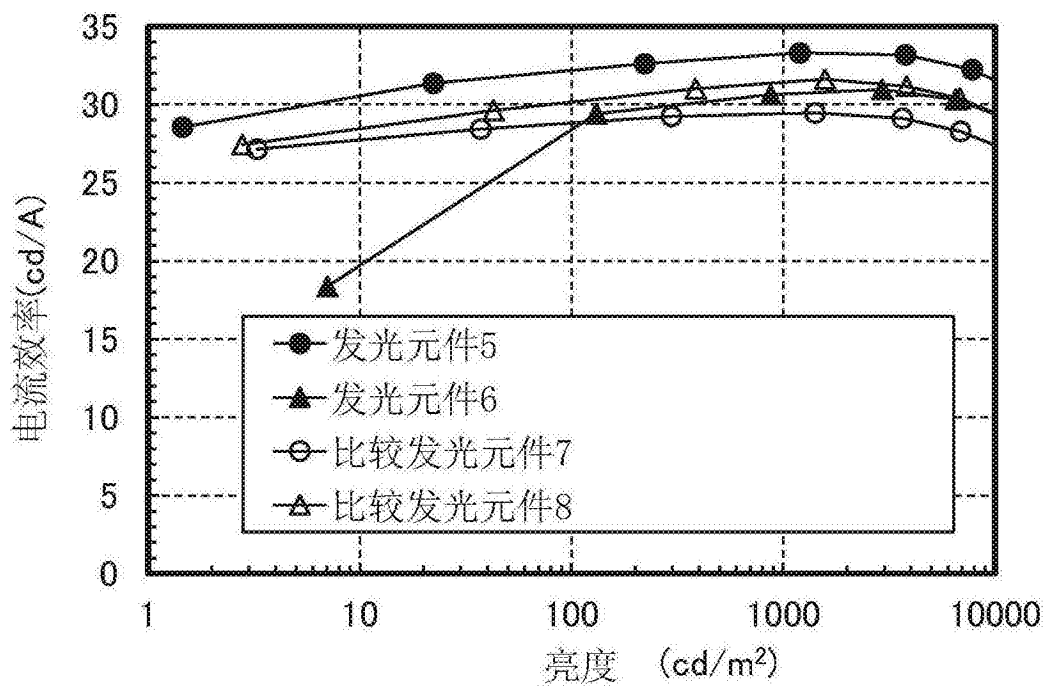


图40

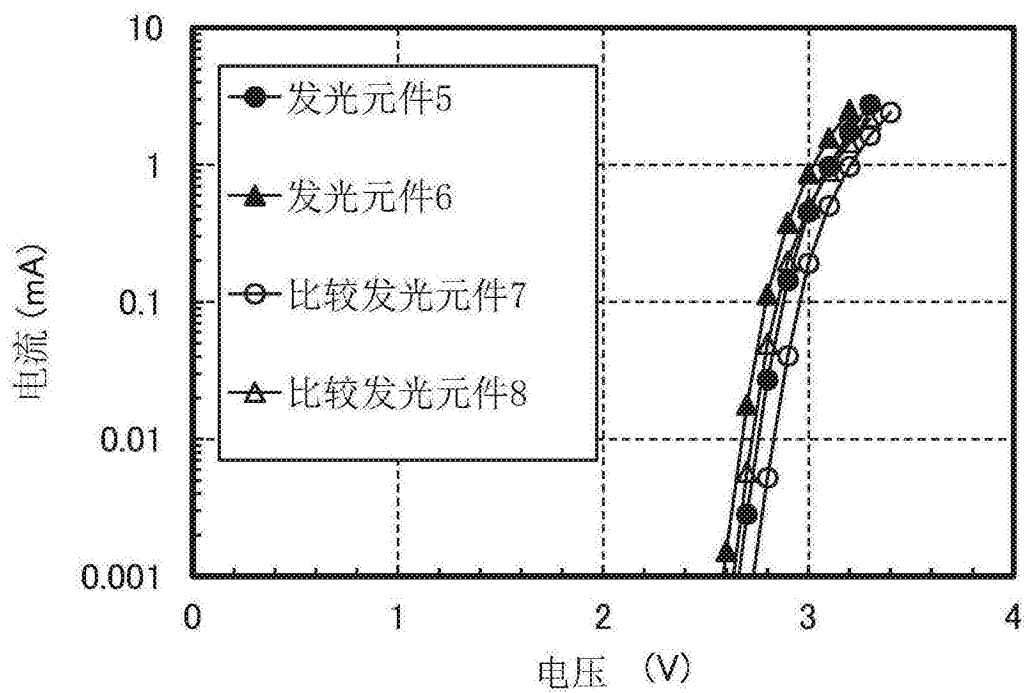


图41

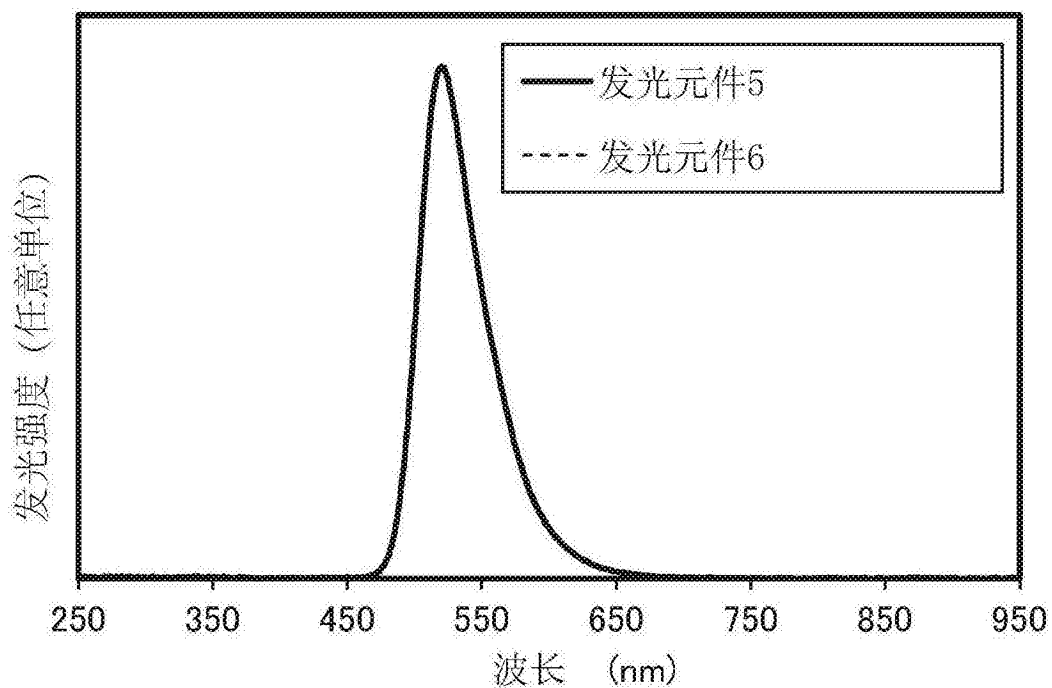


图42

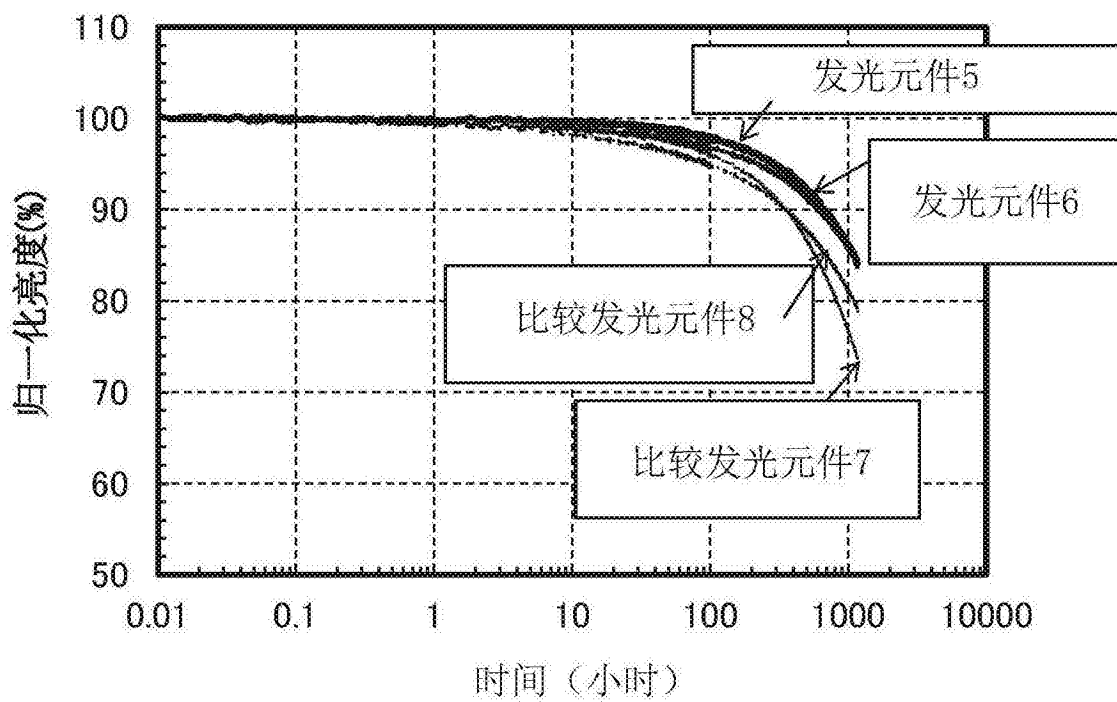


图43

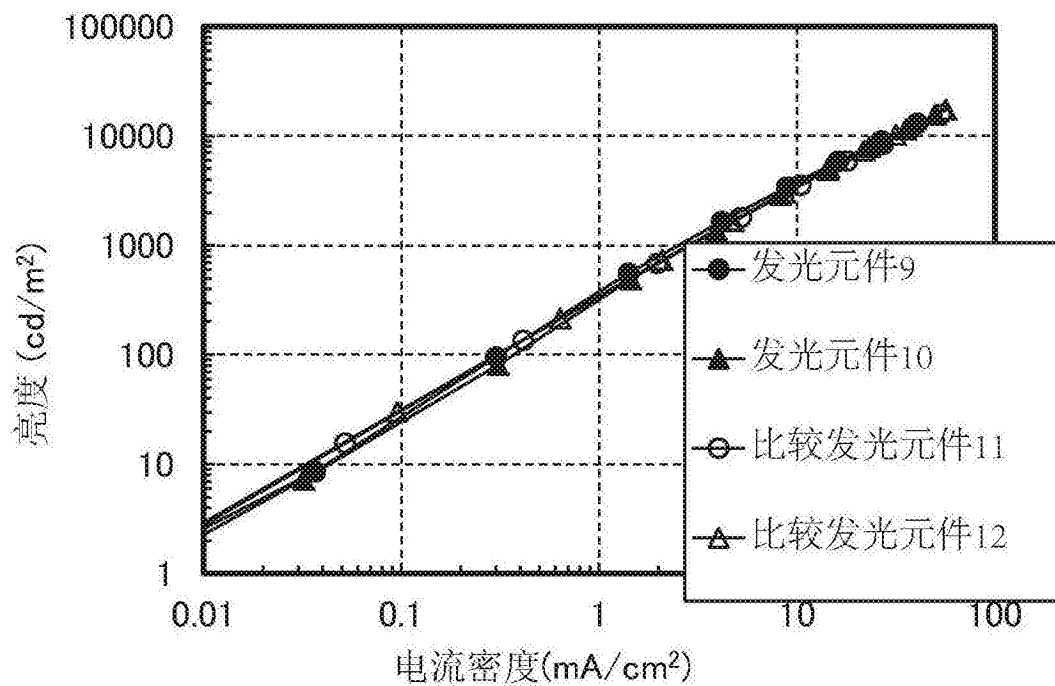


图44

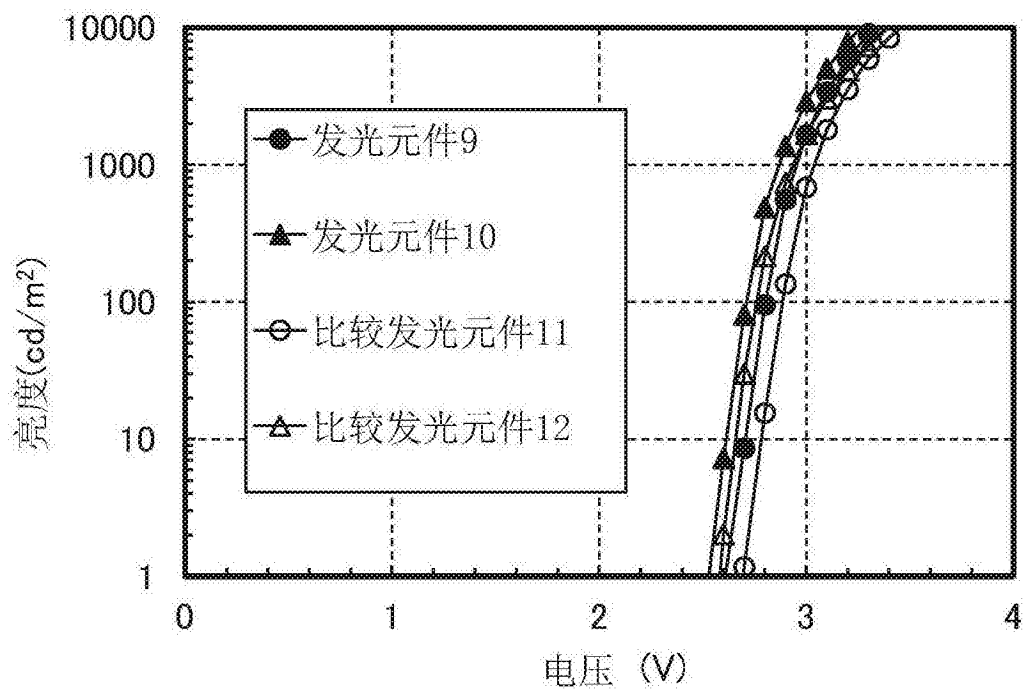


图45

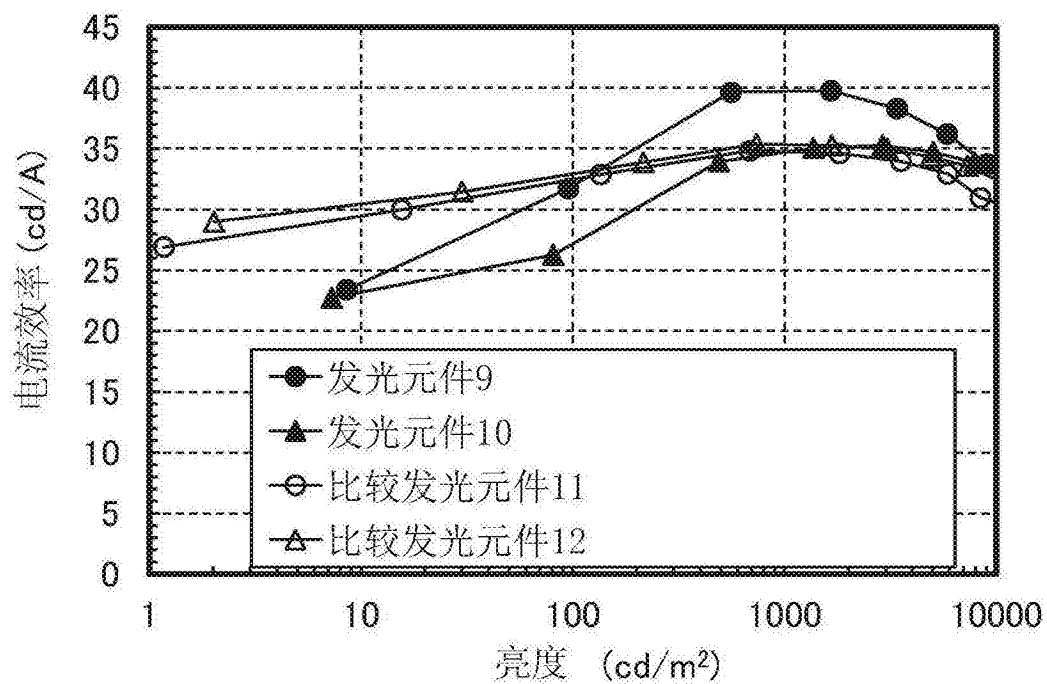


图46

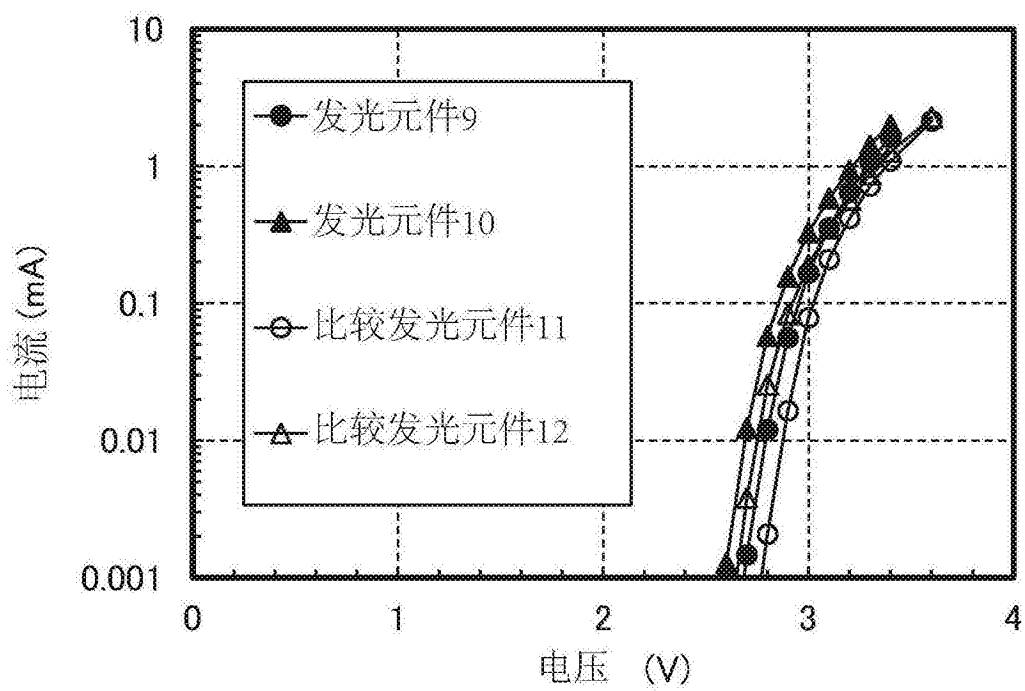


图47

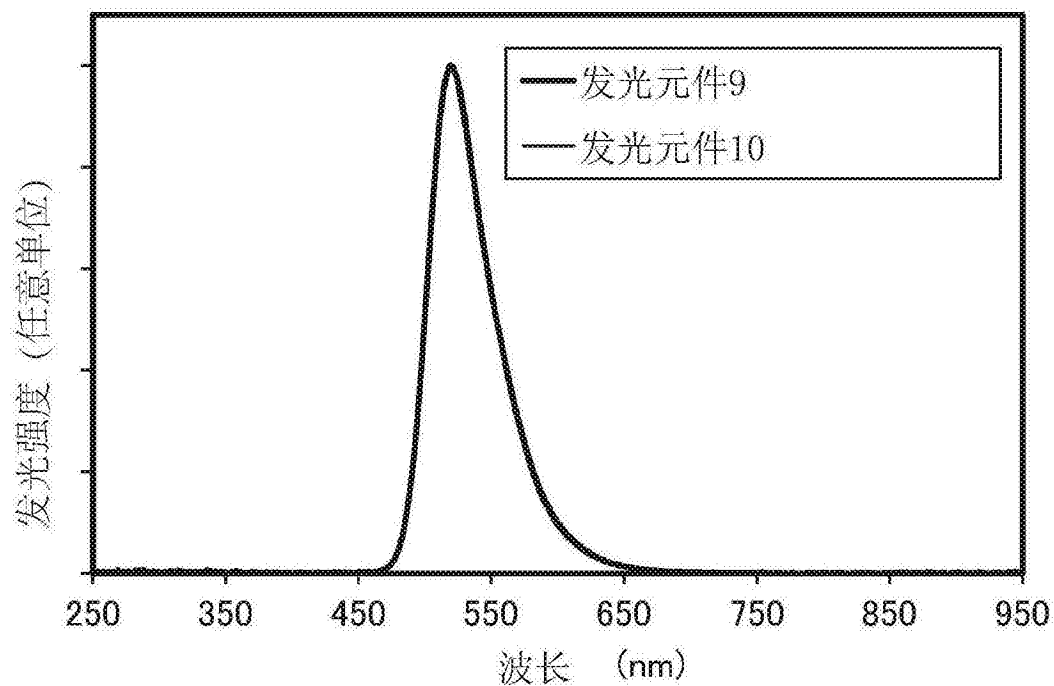


图48

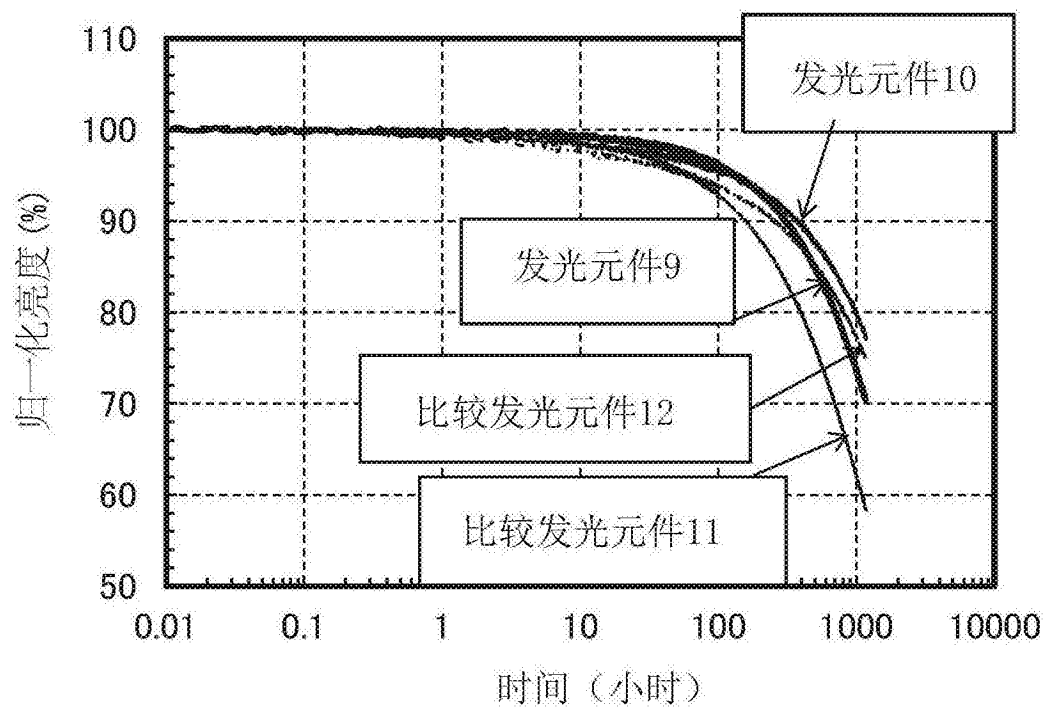


图49

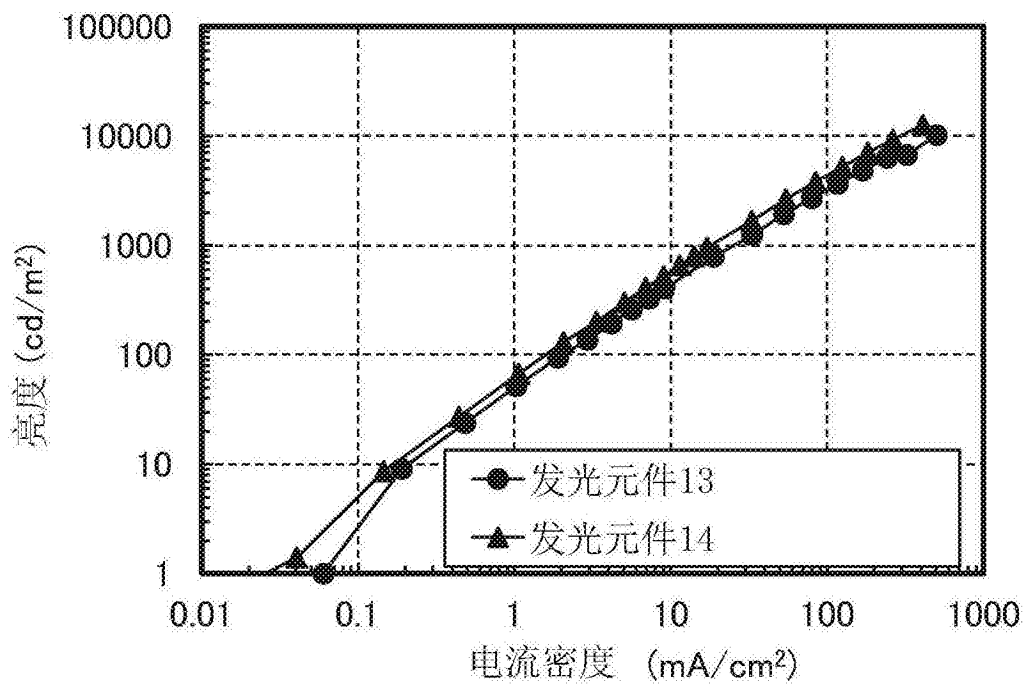


图50

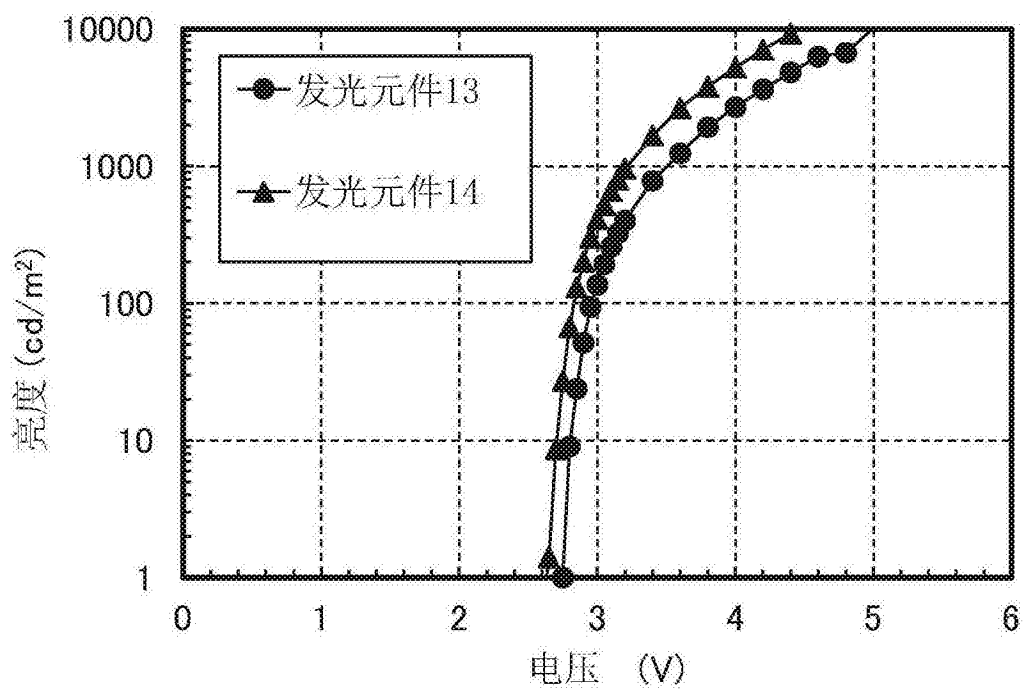


图51

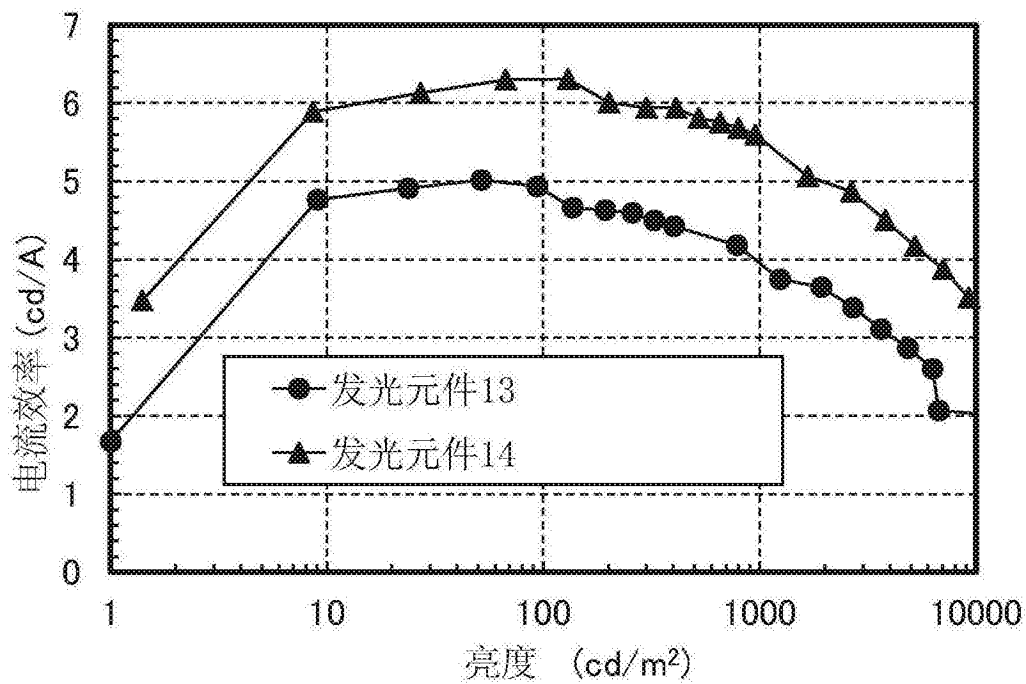


图52

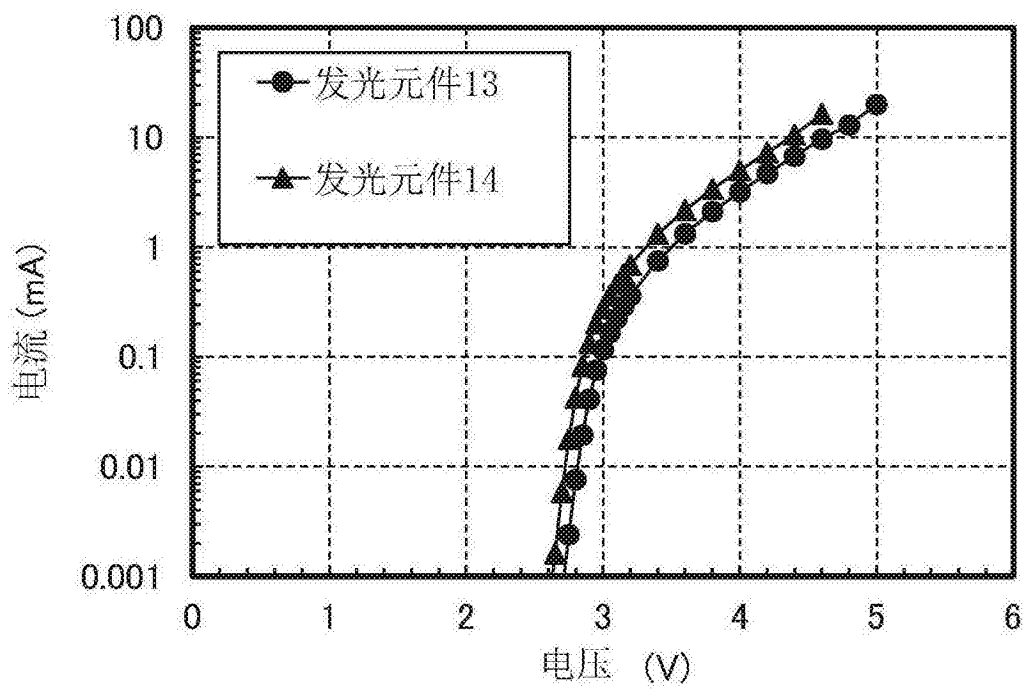


图53

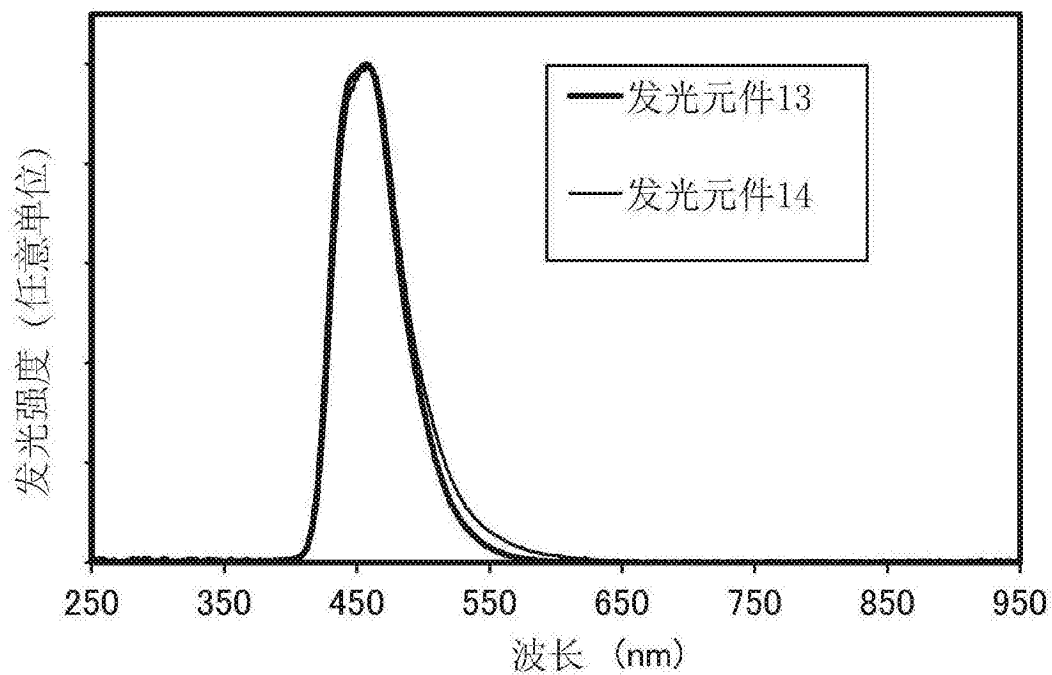


图54

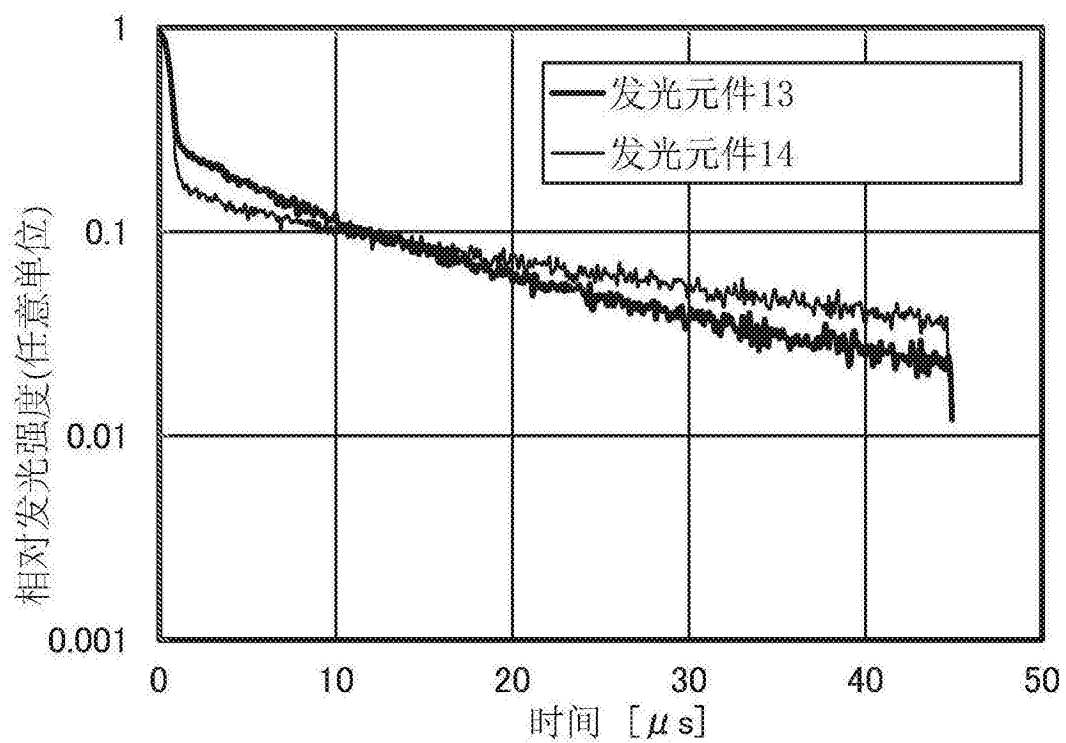


图55

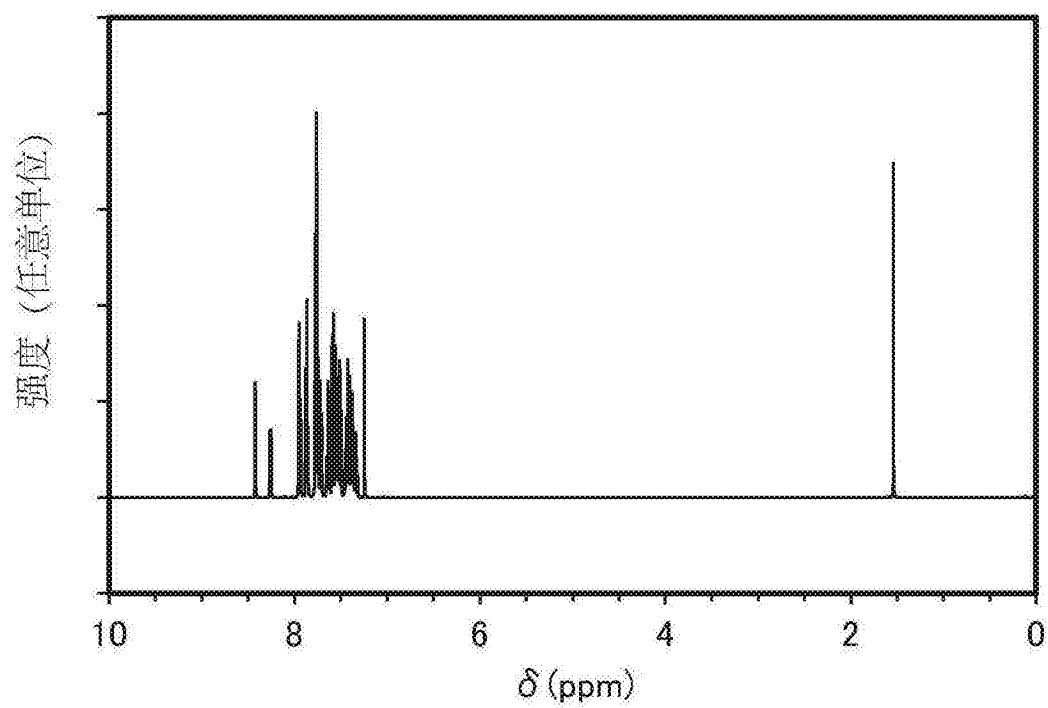


图56

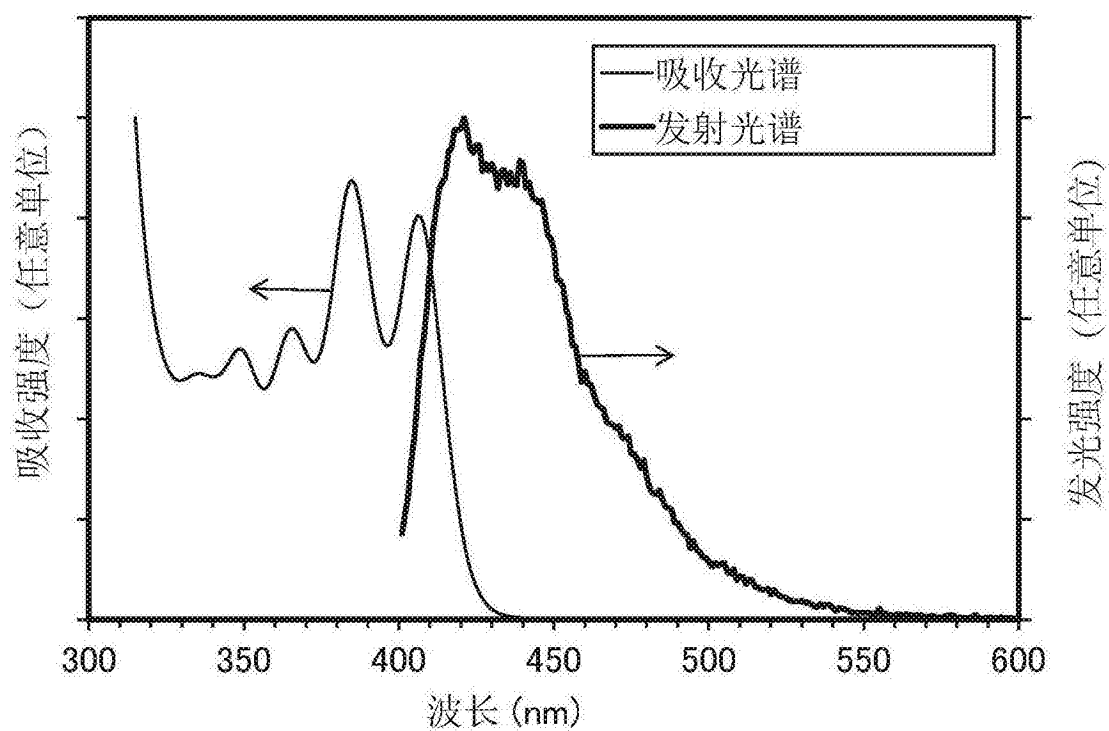


图57

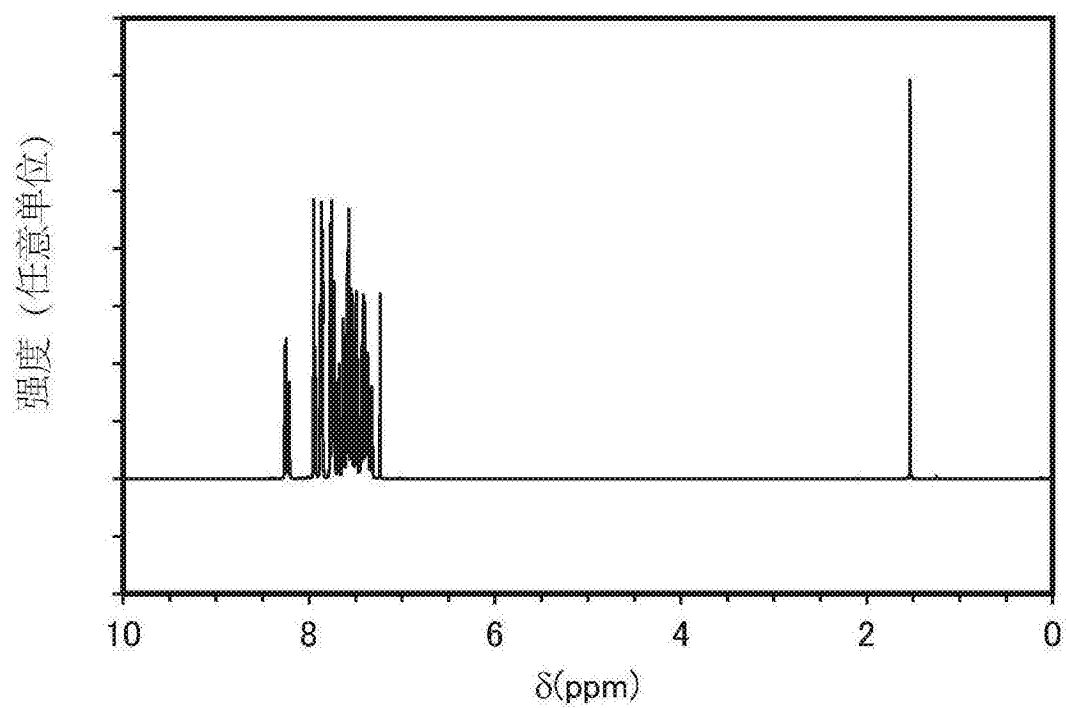


图58

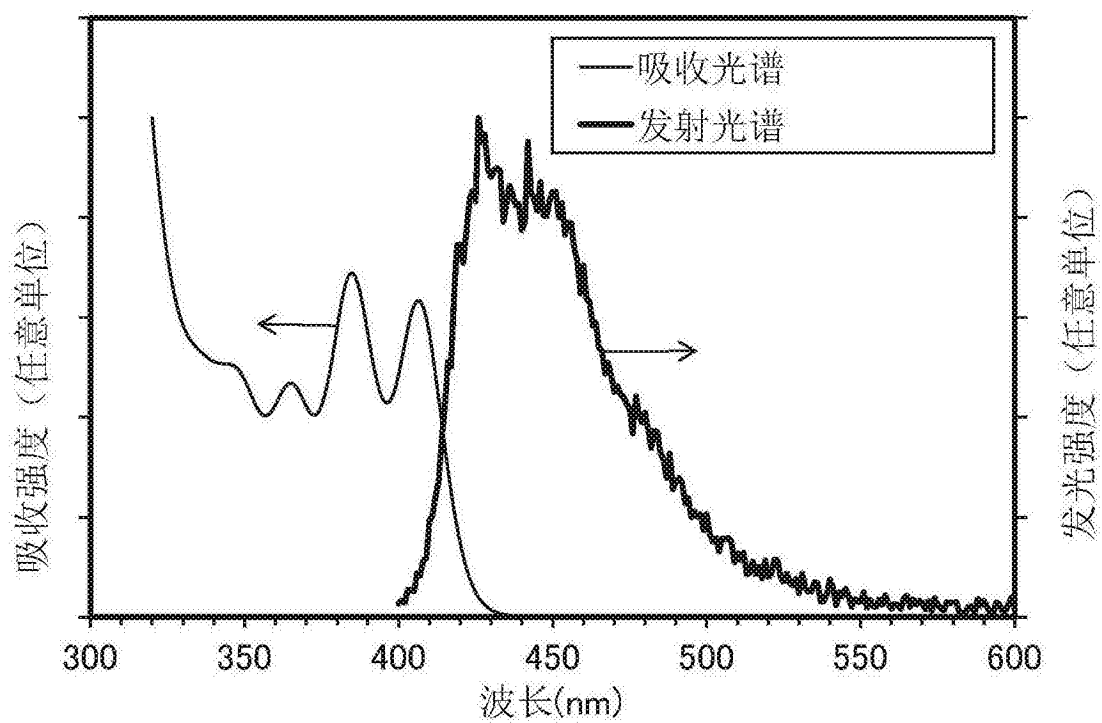


图59

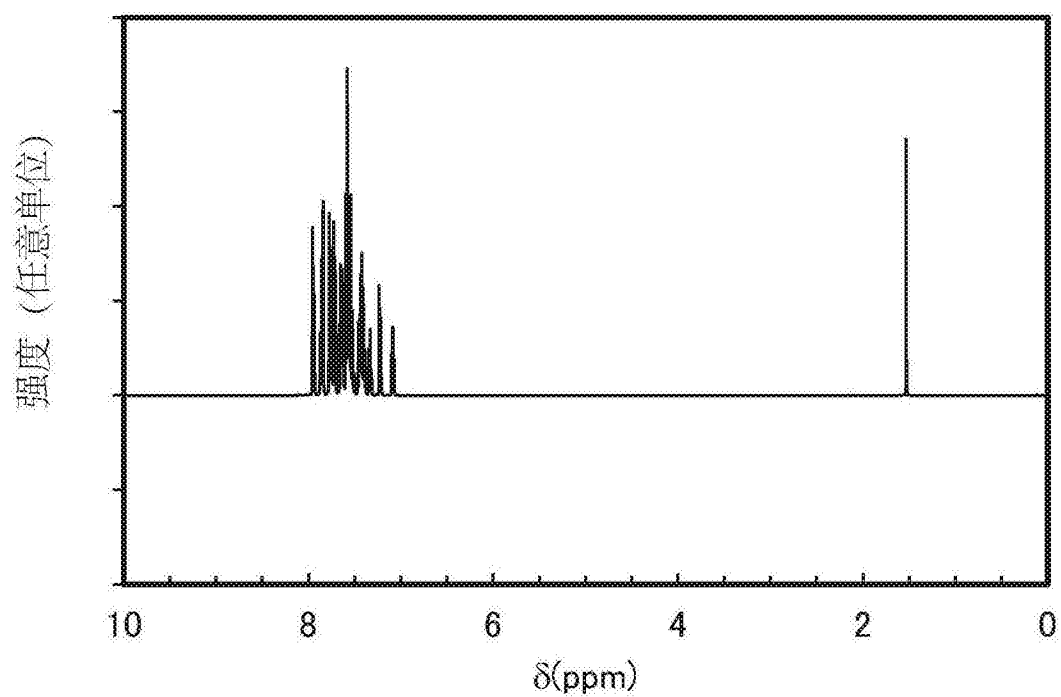


图60

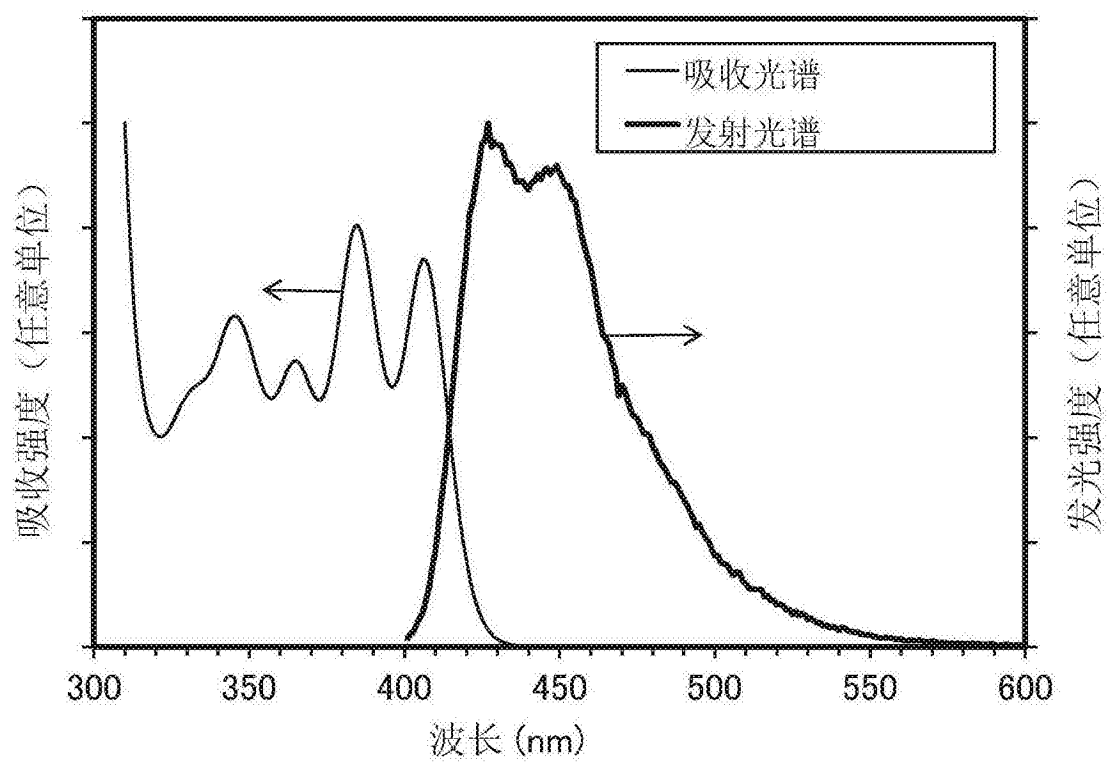


图61

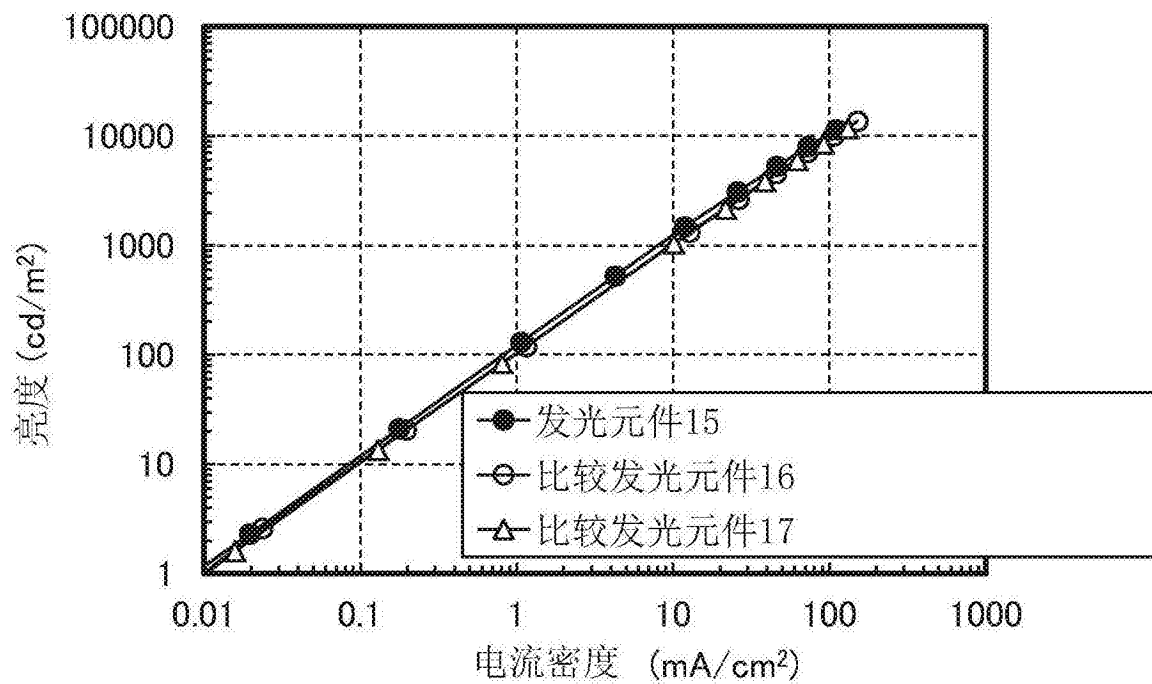


图62

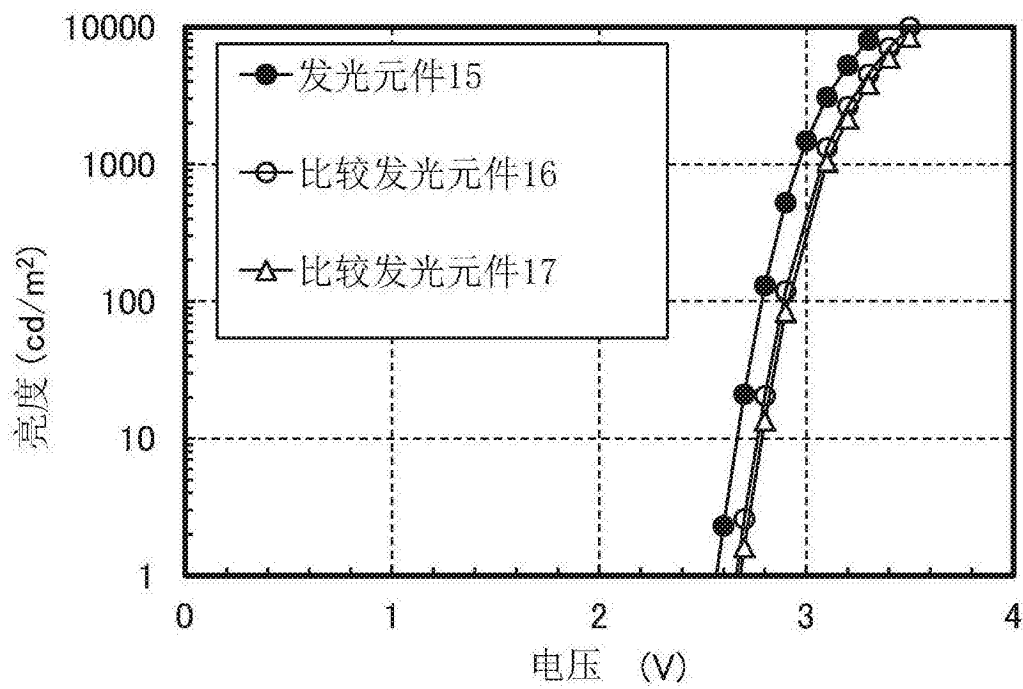


图63

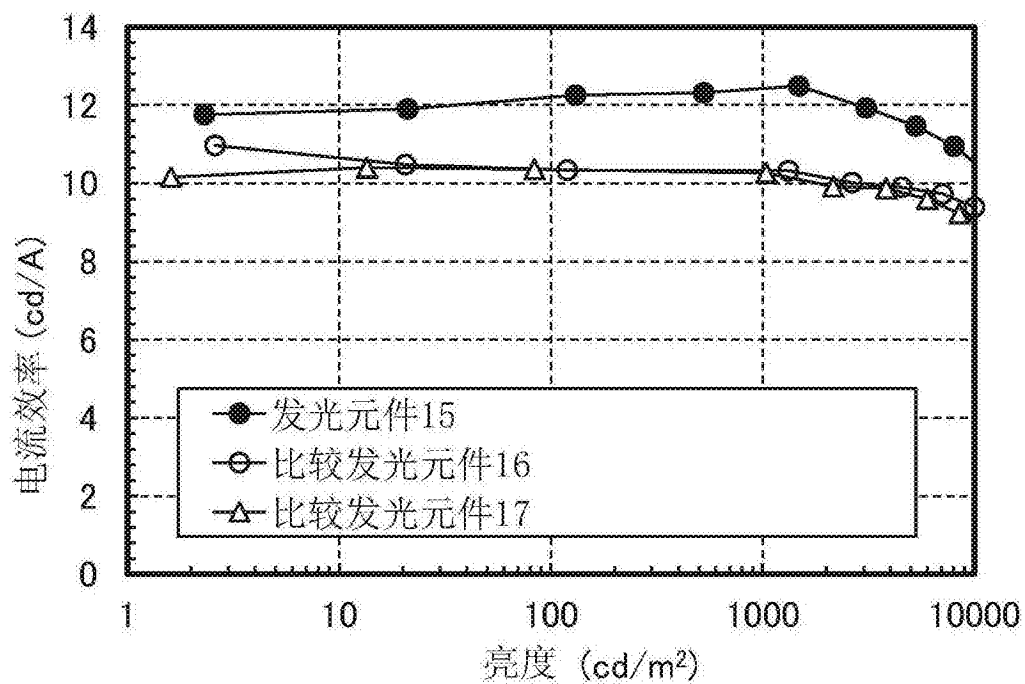


图64

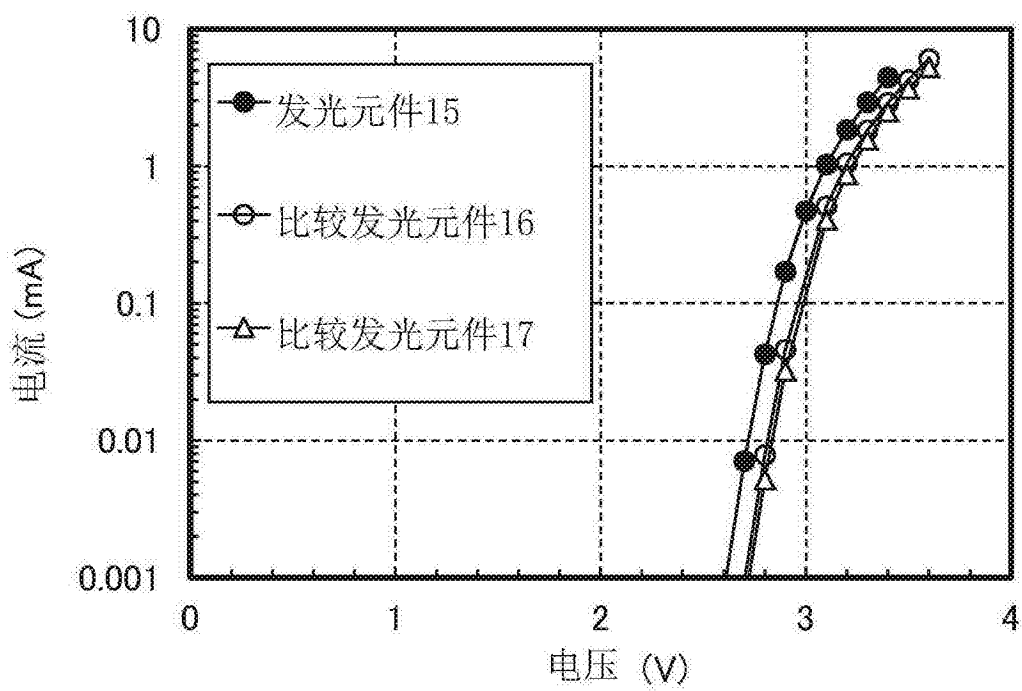


图65

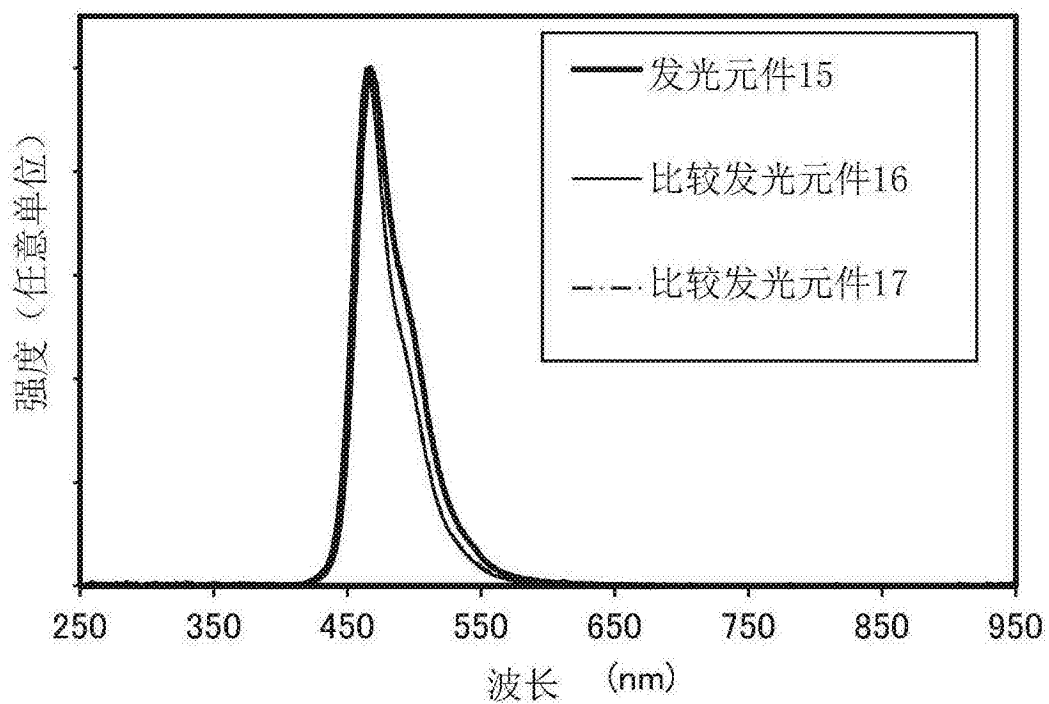


图66

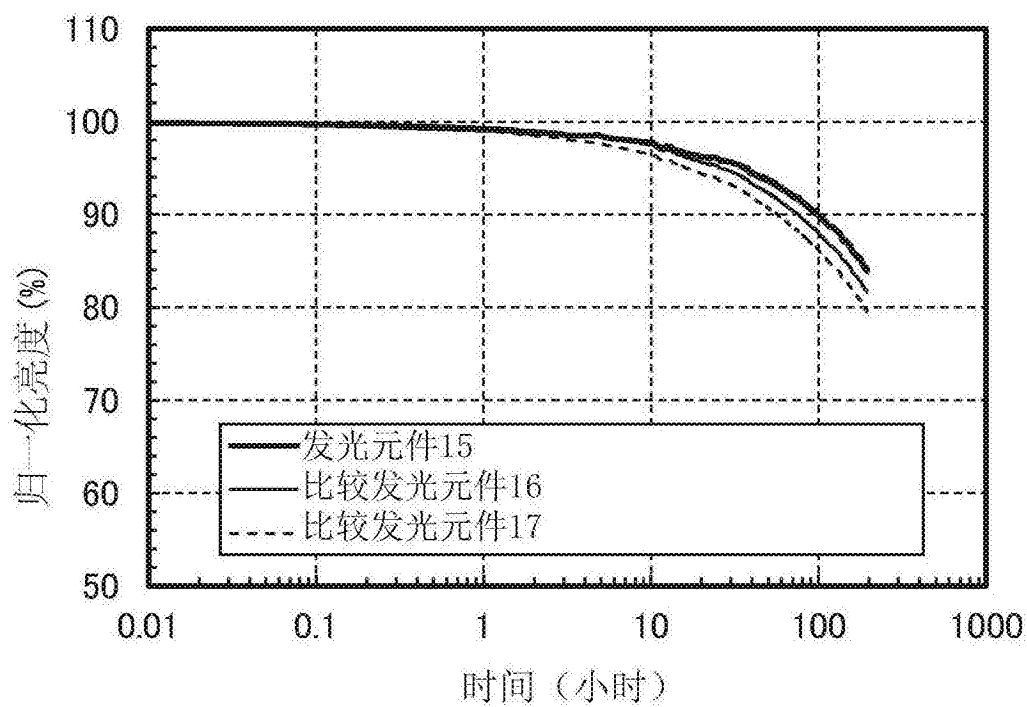


图67