



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112979669 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 202011460788.6

(22) 申请日 2020.12.11

(30) 优先权数据

2019-224651 2019.12.12 JP

(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 竹田恭子 尾坂晴惠 门间裕史

濑尾哲史 铃木恒德 桥本直明

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 刘多益 葛臻翼

(51) Int. Cl.

C07D 493/04 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

权利要求书2页 说明书95页 附图57页

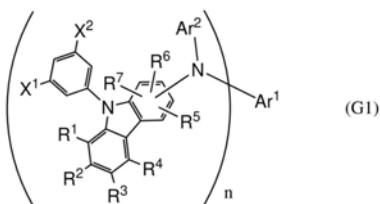
(54) 发明名称

有机化合物、光学器件、发光器件、发光装置、电子设备及照明装置

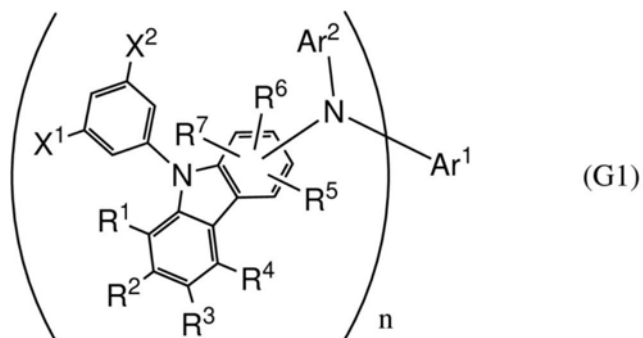
(57) 摘要

提供一种新颖的有机化合物、光学器件、发光器件、发光装置、电子设备及照明装置。提供一种以下述通式 (G1) 表示的有机化合物。在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示碳原子数为3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。另外, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为10至60且由两个以上的环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由两个以上的环构成的稠合芳杂环骨架, Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基。另外, n 是1至3中的任意个, 在 n 为2以上时, 键合于 Ar^1 的上述两个以上的基既可以为相同又可以为不同。

CN 112979669 A



1. 一种以下述通式 (G1) 表示的有机化合物,



其中, X^1 及 X^2 分别独立地表示碳原子数为3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基,

Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为10至60且由两个以上的环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由两个以上的环构成的稠合芳杂环骨架,

Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基,

R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基中的任意个,

并且, n 是1至3中的任意个, 在 n 为2以上时, 键合于 Ar^1 的两个以上的基彼此相同或不同。

2. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 Ar^1 为取代或未取代的碳原子数为10至60且由三至九个环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由三至九个环构成的稠合芳杂环骨架。

3. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 Ar^1 为取代或未取代的碳原子数为8至60且由三至七个环构成的稠合芳杂环骨架。

4. 根据权利要求1所述的有机化合物,

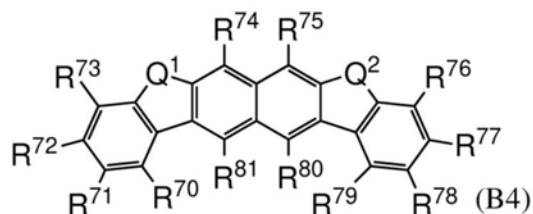
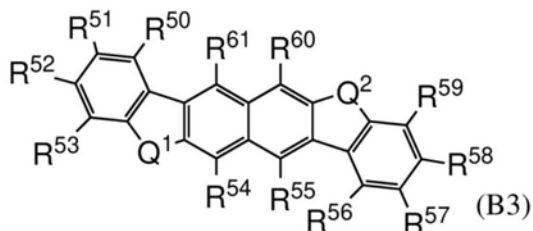
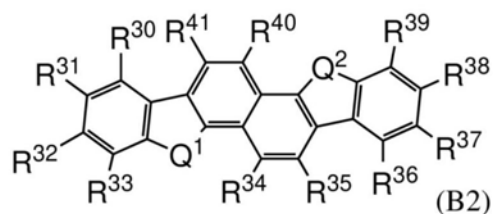
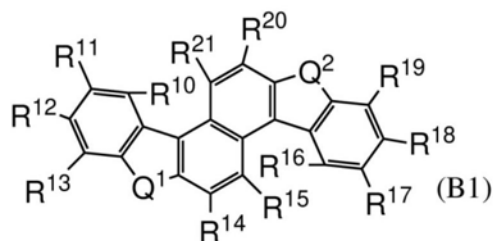
其中 X^1 或 X^2 分别独立地表示碳原子数为3或4且键合于所述苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。

5. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 n 为2。

6. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 Ar^1 表示以下述通式 (B1) 至 (B4) 表示的芳杂环骨架中的任意个,



Q^1 及 Q^2 分别独立地表示氧原子或硫原子，

在通式 (B1) 中， R^{10} 至 R^{21} 中的任一个或两个表示单键，其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个，

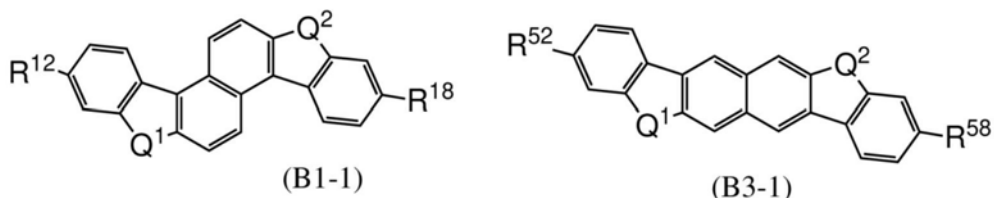
在通式 (B2) 中， R^{30} 至 R^{41} 中的任一个或两个表示单键，其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个，

在通式 (B3) 中， R^{50} 至 R^{61} 中的任一个或两个表示单键，其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个，

并且在通式 (B4) 中， R^{70} 至 R^{81} 中的任一个或两个表示单键，其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个。

7. 根据权利要求1所述的有机化合物，

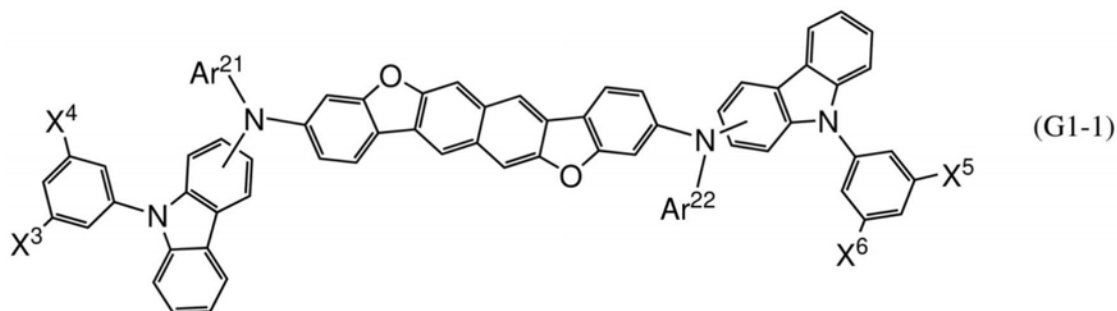
其中 Ar^1 表示以下述通式 (B1-1) 或 (B3-1) 表示的芳杂环骨架，



Q^1 及 Q^2 分别独立地表示氧原子或硫原子，

并且 R^{12} 、 R^{18} 、 R^{52} 及 R^{58} 表示单键。

8. 一种以下述通式 (G1-1) 表示的有机化合物，



其中， X^3 至 X^6 分别独立地表示碳原子数为3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基，

并且， Ar^{21} 及 Ar^{22} 分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基。

9. 一种包括权利要求1所述的有机化合物的发光器件。

10. 一种包括权利要求1所述的有机化合物的光学器件。

11. 一种包括权利要求9所述的发光器件、传感器、操作按钮、扬声器或麦克风的电子设备。

12. 一种包括权利要求9所述的发光器件、晶体管或衬底的发光装置。

13. 一种包括权利要求9所述的发光器件及框体的照明装置。

有机化合物、光学器件、发光器件、发光装置、电子设备及照明装置

技术领域

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

背景技术

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

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

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

[0005] 如上所述,虽然使用发光器件的显示器或照明装置适用于各种各样的电子设备,但是为了追求具有更良好的特性的发光器件的研究开发日益活跃(参照专利文献1)。

[0006] [专利文献1]日本专利申请公开第2019-085387号公报

发明内容

[0007] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的有机化合物。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种热物性良好的有机化合物。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种溶解度高的有机化合物。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种色纯度良好且蒸镀温度低的有机化合物。

[0008] 另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种热物性良好的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种色纯度良好且蒸镀温度低的蓝色发光材料。

[0009] 另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可以提供特性良好的发光器件且蒸镀温度低的有机化合物。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可以提供寿命

良好的发光器件且蒸镀温度低的有机化合物。

[0010] 另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可以提供特性良好的发光器件且蒸镀温度低的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可以提供寿命良好的发光器件且蒸镀温度低的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种初始特性及寿命良好且蒸镀温度低的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式的目的之一是可以提供一种高温下的驱动寿命良好的发光器件。

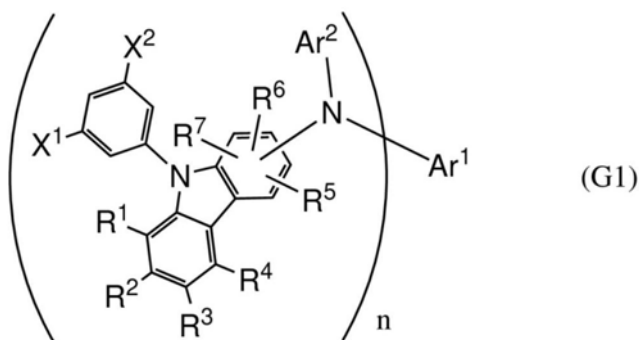
[0011] 另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种寿命良好且容易制造的发光器件、发光装置、电子设备及显示装置。

[0012] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。此外,本发明的一个方式并不需要具有所有上述目的。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的目的。

[0013] 本发明只要实现上述目的中的任一个即可。

[0014] 本发明的一个方式是以下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0015] [化学式1]



[0016] 注意,在上述通式 (G1) 中, X^1 及 X^2 分别独立地表示碳原子数为3 至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。另外, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为10至60且由两个以上的环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由两个以上的环构成的稠合芳杂环骨架, Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基。另外, R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至 12 的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基中的任意个。另外, n 是1至3中的任意个,在 n 为2以上时,键合于 Ar^1 的上述两个以上的基可以为相同或不同。

[0017] 本发明的其他方式是一种有机化合物,在上述结构中上述 Ar^1 为取代或未取代的碳原子数为10至60且由三至九个环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由三至九个环构成的稠合芳杂环骨架。

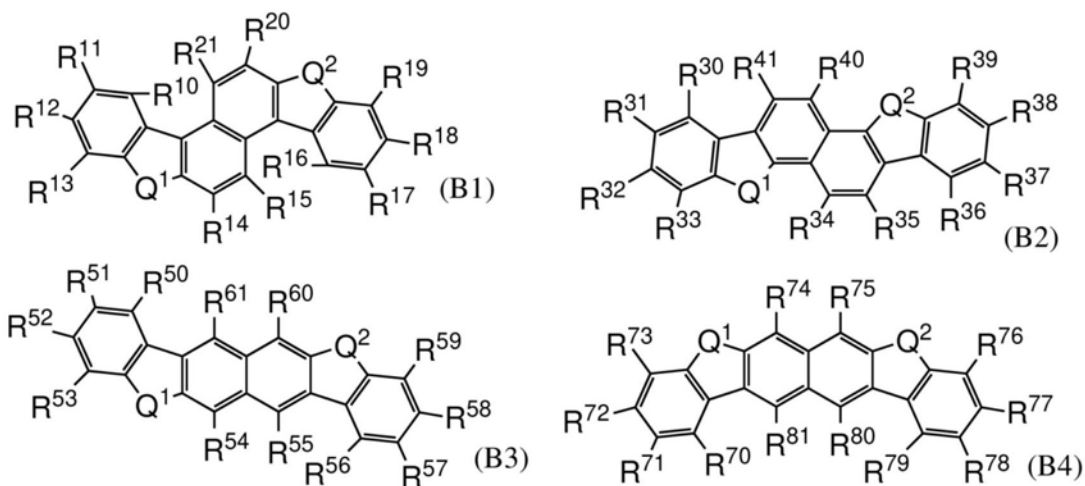
[0018] 另外,本发明的其他方式是一种有机化合物,在上述结构中上述 Ar^1 为取代或未取代的碳原子数为8至60且由三至七个环构成的稠合芳杂环骨架。

[0019] 另外,本发明的其他方式是一种有机化合物,在上述结构中上述 X^1 或 X^2 分别独立地为碳原子数为3或4且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。

[0020] 另外,本发明的其他方式是一种有机化合物,在上述结构中上述 n 为2。

[0021] 另外,本发明的其他方式是一种有机化合物,在上述结构中上述 Ar^1 为以下述通式 (B1) 至 (B4) 表示的芳杂环骨架中的任意个。

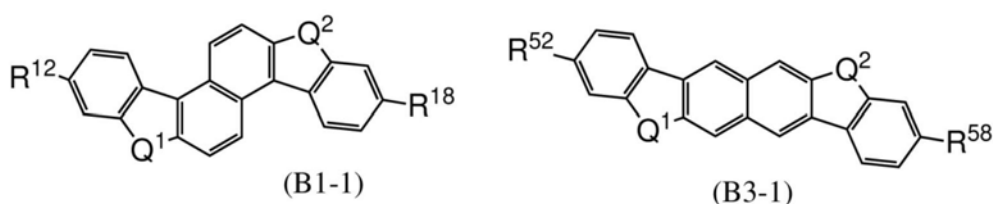
[0022] [化学式2]



[0023] 注意,在通式中Q¹及Q²分别独立地表示氧原子或硫原子。另外,在上述通式(B1)中,R¹⁰至R²¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个。另外,在上述通式(B2)中,R³⁰至R⁴¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个。另外,在上述通式(B3)中,R⁵⁰至R⁶¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个。另外,在上述通式(B4)中,R⁷⁰至R⁸¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个。

[0024] 另外,本发明的其他方式是一种有机化合物,在上述结构中上述Ar¹表示以下述通式(B1-1)或(B3-1)表示的芳杂环骨架。

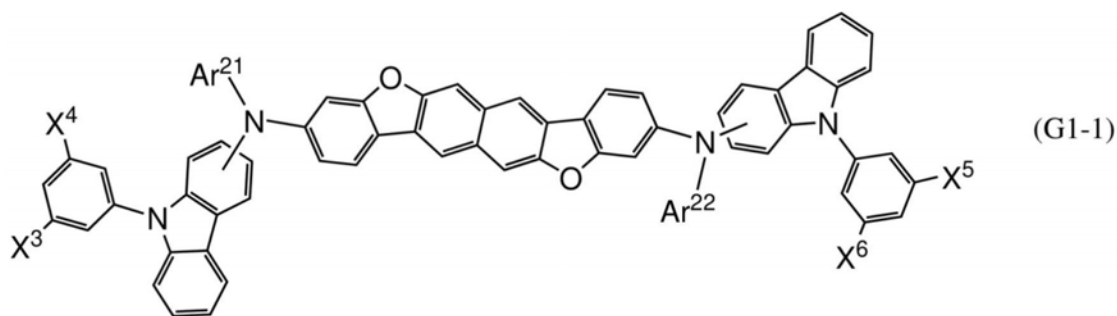
[0025] [化学式3]



[0026] 注意,在通式中Q¹及Q²分别独立地表示氧原子或硫原子。另外,R¹²、R¹⁸、R⁵²及R⁵⁸表示单键。

[0027] 另外,本发明的其他方式是一种以下述通式(G1-1)表示的有机化合物。

[0028] [化学式4]



[0029] 注意,在上述通式 (G1-1) 中, X^3 至 X^6 分别独立地表示碳原子数为 3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。另外, Ar^{21} 及 Ar^{22} 分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基。

[0030] 另外,本发明的其他方式是一种包括上述有机化合物的发光器件。

[0031] 另外,本发明的其他方式是一种包括上述发光器件、传感器、操作按钮、扬声器或麦克风的电子设备。

[0032] 另外,本发明的其他方式是一种包括上述发光器件、晶体管或衬底的发光装置。

[0033] 另外,本发明的其他方式是一种包括上述发光器件及框体的照明装置。

[0034] 在本说明书中,发光装置包括使用发光器件的图像显示器件。另外,发光装置有时还包括如下模块:发光器件安装有连接器诸如各向异性导电膜或TCP (Tape Carrier Package:带载封装) 的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;或者通过COG (Chip On Glass:玻璃覆晶封装) 方式在发光器件上直接安装有IC (集成电路) 的模块。而且,照明装置等有时包括发光装置。

[0035] 本发明的一个方式可以提供一种新颖的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种热物性良好的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种色纯度良好且蒸镀温度低的有机化合物。

[0036] 另外,本发明的一个方式可以提供一种新颖的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式可以提供一种热物性良好的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式可以提供一种色纯度良好且蒸镀温度低的蓝色发光材料。

[0037] 另外,本发明的一个方式可以提供一种可以提供特性良好的发光器件且蒸镀温度低的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种可以提供寿命良好的发光器件且蒸镀温度低的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种初始特性及寿命良好且蒸镀温度低的有机化合物。

[0038] 另外,本发明的一个方式可以提供一种可以提供特性良好的发光器件且蒸镀温度低的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式可以提供一种可以提供寿命良好的发光器件且蒸镀温度低的蓝色发光材料。另外,本发明的一个方式可以提供一种初始特性及寿命良好且蒸镀温度低的蓝色发光材料。

[0039] 另外,本发明的一个方式可以提供一种寿命良好且容易制造的发光器件、发光装置、电子设备及显示装置。另外,本发明的一个方式可以提供一种高温下的驱动寿命良好的发光器件。

[0040] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要

具有所有上述效果。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的效果。

附图说明

[0041] 图1A、图1B及图1C是发光器件的示意图;
图2A及图2B是有源矩阵型发光装置的概念图;
图3A及图3B是有源矩阵型发光装置的概念图;
图4是有源矩阵型发光装置的概念图;
图5A及图5B是无源矩阵型发光装置的概念图;
图6A及图6B是示出照明装置的图;
图7A、图7B1、图7B2及图7C是示出电子设备的图;
图8A、图8B及图8C是示出电子设备的图;
图9是示出照明装置的图;
图10是示出照明装置的图;
图11是示出车载显示装置及照明装置的图;
图12A及图12B是示出电子设备的图;
图13A、图13B及图13C是示出电子设备的图;
图14A及图14B是N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-2-胺的¹H NMR谱;
图15A及图15B是3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的¹H NMR谱;
图16是甲苯溶液中的3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的吸收光谱及发射光谱;
图17是3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的薄膜状态下的吸收光谱及发射光谱;
图18是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的亮度-电流密度特性;
图19是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的电流效率-亮度特性;
图20是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的亮度-电压特性;
图21是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的电流-电压特性;
图22是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的外部量子效率-亮度特性;
图23是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的发射光谱;
图24是3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02、3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02、3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02及3,10PCA2Nbf (IV) -02的溶液状态下的发射光谱;
图25是通过热重-差热分析测得的3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02、3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02、3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02及3,10PCA2Nbf (IV) -02的重量与温度的关系;
图26是示出发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的相对于驱动时间的亮度变化的图表;
图27是发光器件2及比较发光器件2的亮度-电流密度特性;
图28是发光器件2及比较发光器件2的电流效率-亮度特性;
图29是发光器件2及比较发光器件2的亮度-电压特性;
图30是发光器件2及比较发光器件2的电流-电压特性;
图31是发光器件2及比较发光器件2的外部量子效率-亮度特性;

图32是发光器件2及比较发光器件2的发射光谱；
图33是示出发光器件2及比较发光器件2的相对于驱动时间的亮度变化的图表；
图34是发光器件3的亮度-电流密度特性；
图35是发光器件3的电流效率-亮度特性；
图36是发光器件3的亮度-电压特性；
图37是发光器件3的电流-电压特性；
图38是发光器件3的外部量子效率-亮度特性；
图39是发光器件3的发射光谱；
图40是发光器件3的相对于驱动时间的亮度变化的图表；
图41是甲苯溶液中的3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的吸收光谱及发射光谱；
图42是3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的薄膜状态下的吸收光谱及发射光谱；
图43A及图43B是mmtBuPCA-03的 ^1H NMR谱；
图44A及图44B是1,6mmtBuPCAPrn-03的 ^1H NMR谱；
图45是甲苯溶液中的1,6mmtBuPCAPrn-03的吸收光谱及发射光谱；
图46是1,6mmtBuPCAPrn-03的薄膜状态下的吸收光谱及发射光谱；
图47A及图47B是5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的 ^1H NMR谱；
图48是甲苯溶液中的5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的吸收光谱及发射光谱；
图49是5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的薄膜状态下的吸收光谱及发射光谱；
图50A及图50B是mmtBuPCFA的 ^1H NMR谱；
图51A及图51B是FrFAmmtBuPC的 ^1H NMR谱；
图52是甲苯溶液中的FrFAmmtBuPC的吸收光谱及发射光谱；
图53是FrFAmmtBuPC的薄膜状态下的吸收光谱及发射光谱；
图54A及图54B是mmtBuPCzPCFL的 ^1H NMR谱；
图55是甲苯溶液中的mmtBuPCzPCFL的吸收光谱及发射光谱；
图56是mmtBuPCzPCFL的薄膜状态下的吸收光谱及发射光谱；
图57是发光器件4的亮度-电流密度特性；
图58是发光器件4的电流效率-亮度特性；
图59是发光器件4的亮度-电压特性；
图60是发光器件4的电流-电压特性；
图61是发光器件4的外部量子效率-亮度特性；
图62是发光器件4的发射光谱；
图63是发光器件5的亮度-电流密度特性；
图64是发光器件5的电流效率-亮度特性；
图65是发光器件5的亮度-电压特性；
图66是发光器件5的电流-电压特性；
图67是发光器件5的外部量子效率-亮度特性；
图68是发光器件5的发射光谱；
图69是发光器件6及发光器件7的亮度-电流密度特性；
图70是发光器件6及发光器件7的电流效率-亮度特性；

图71是发光器件6及发光器件7的亮度-电压特性；
 图72是发光器件6及发光器件7的电流-电压特性；
 图73是发光器件6及发光器件7的外部量子效率-亮度特性；以及
 图74是发光器件6及发光器件7的发射光谱。

具体实施方式

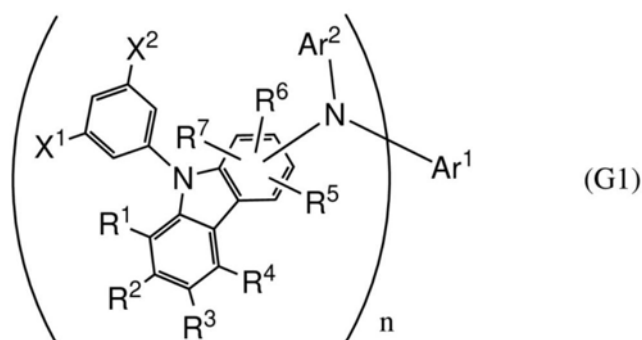
[0042] 下面,参照附图详细地说明本发明的实施方式。注意,本发明不局限于以下说明,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0043] 实施方式1

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的有机化合物。

[0044] 本发明的一个方式的有机化合物是以下述通式 (G1) 表示的有机化合物。

[0045] [化学式5]



[0046] 通过在 X^1 及 X^2 ,即与吡唑基的9位键合的苯基的两个间位分别独立地取代碳原子数为3至6的烷基,以上述通式 (G1) 表示的有机化合物的升华性提高且对溶剂的溶解度也提高。由此,容易进行成膜及纯化而生产率及可靠性得到提高。另外,在 X^1 及 X^2 分别独立地为碳原子数为3或 4的烷基时,可以廉价合成且升华性良好,所以是优选的。

[0047] 另外,以上述通式 (G1) 表示的有机化合物的特征之一是:上述烷基的键合位置为 X^1 及 X^2 ,由此在该烷基键合时也几乎没有给HOMO能级或LUMO能级带来的影响。因此,作为本发明的一个方式的有机化合物的以上述通式 (G1) 表示的有机化合物通过在 X^1 及 X^2 具有上述烷基,可以提高升华性及溶解性而几乎不给HOMO能级、LUMO能级、发射光谱及带隙带来影响。

[0048] 在键合于吡唑基的9位的苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基,即键合于苯基的烷基中的直接键合于苯基的碳为具有支链的烷基时,使用该有机化合物的发光器件的可靠性提高,所以是优选的。

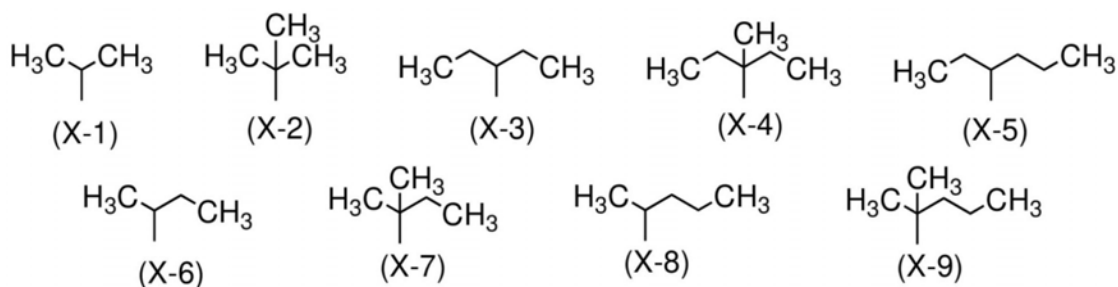
[0049] 因此,在以上述通式 (G1) 表示的有机化合物的 X^1 及 X^2 为碳原子数为3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基时,可以廉价合成且升华性良好,所以是优选的。换言之,在键合于吡唑基的9位的苯基的碳具有支链时,可以抑制分子间相互作用。再者,通过将其在分子几乎不具有畸变的地方(两个间位,即 X^1 和 X^2)取代,与在两个间位中的一个取代的情况相比,可以进一步抑制分子间的相互作用。另外,共轭不容易从吡唑基扩散到吡唑基的

9位的苯基中,所以即使对该苯基引入烷基,发射光谱及吸收光谱也不容易变化。并且,通过对苯基引入烷基,该有机化合物的耐热性提高,所以是优选的。

[0050] 另外,更优选的是,以上述通式 (G1) 表示的有机化合物的 X^1 及 X^2 为碳原子数为3或4且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。

[0051] 作为碳原子数为3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基,具体地可以使用以下述结构式 (X-1) 至 (X-9) 表示的基。

[0052] [化学式6]



[0053] 另外, R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基中的任意个。

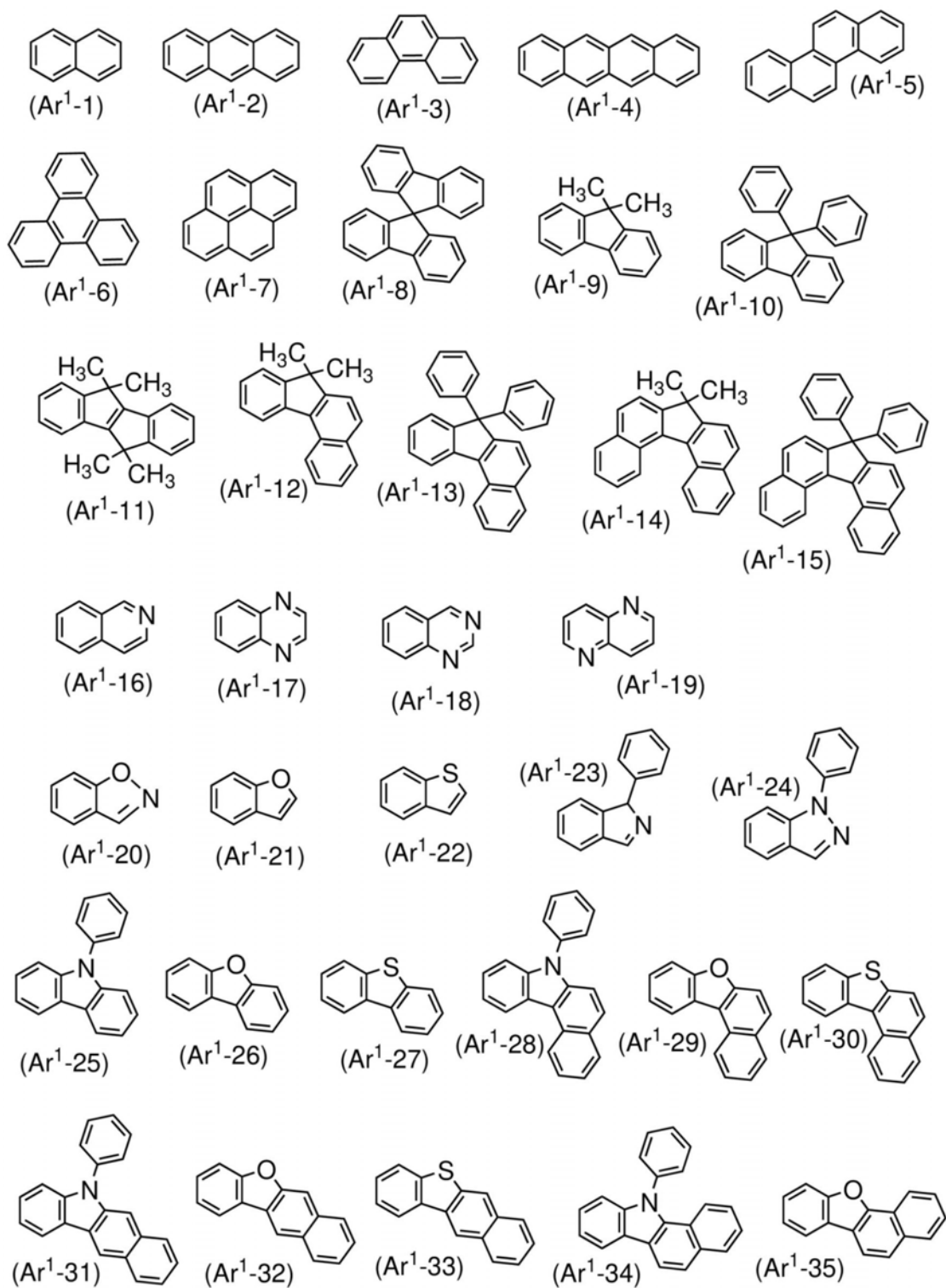
[0054] 另外,具体而言,作为上述碳原子数为1至6的烷基可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、叔丁基、戊基及己基等。具体而言,作为碳原子数为3至12的环烷基可以举出环丙基、环己基、降冰片基及金刚烷基等,作为未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基,可以举出苯基、联苯基、萘基及二甲基苄基等。

[0055] 另外, n 是1至3中的任意个,在 n 为2以上时,键合于 Ar^1 的上述2以上的基既可以为相同又可以为不同。就是说,在 n 是2或3的情况下, Ar^1 既可以键合有多个相同的取代基又可以键合有结构互不相同的多个取代基。

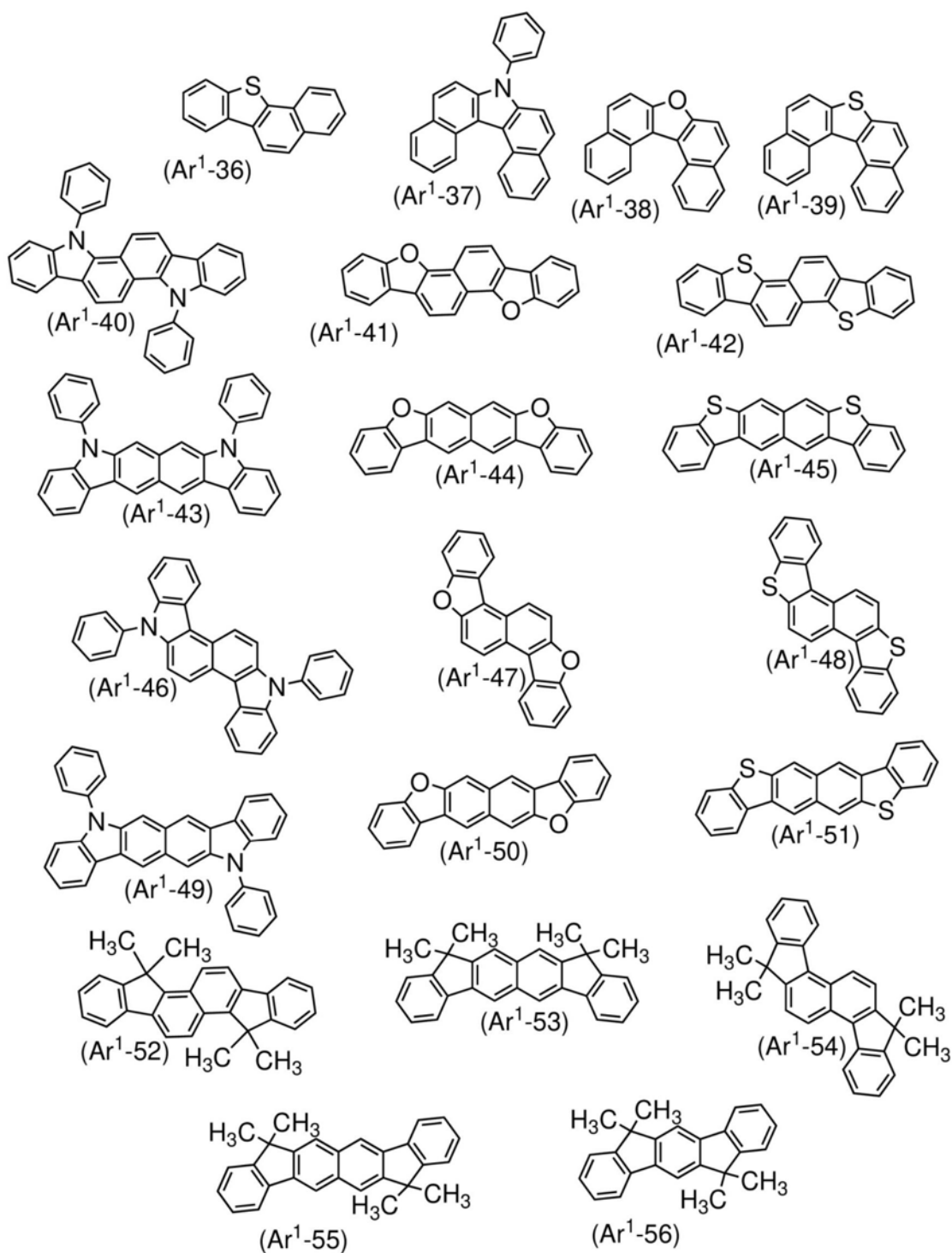
[0056] 另外, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为10至60且由两个以上的环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由两个以上的环构成的稠合芳杂环骨架。

[0057] 作为上述 Ar^1 表示的基举出的取代或未取代的碳原子数为10至60且由两个以上的环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由两个以上的环构成的稠合芳杂环骨架,具体地可以举出下述结构式 (Ar^1 -1) 至 (Ar^1 -56) 等。

[0058] [化学式7]



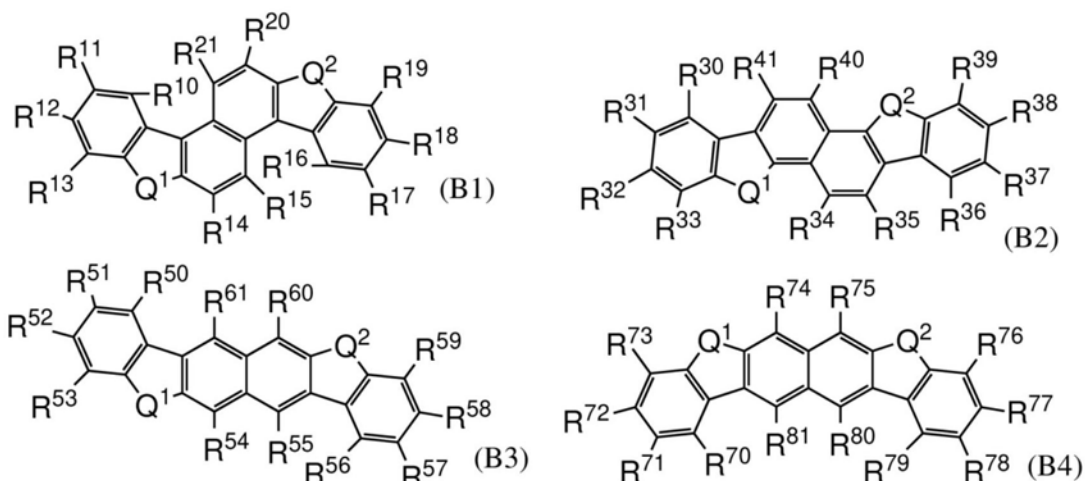
[0059] [化学式8]



[0060] 因为升华性提高,所以优选的是,Ar¹为取代或未取代的碳原子数为 10至60且由三至九个环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由三至九个环构成的稠合芳杂环骨架。更优选的是,Ar¹为取代或未取代的碳原子数为8至60且由三至七个环构成的稠合芳杂环骨架,此时耐热性也提高。

[0061] 其中进一步优选的是,上述Ar¹为以下述通式 (B1) 至 (B4) 表示的芳杂环骨架中的任意个的有机化合物,该有机化合物呈现良好的蓝色发光。

[0062] [化学式9]

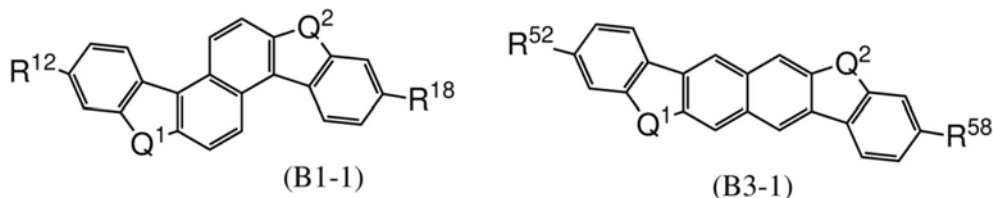


[0063] 注意,在通式(B1)至(B4)中,Q¹及Q²分别独立地表示氧原子或硫原子。另外,在上述通式(B1)中,R¹⁰至R²¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基中的任意个。另外,在上述通式(B2)中,R³⁰至R⁴¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基中的任意个。另外,在上述通式(B3)中,R⁵⁰至R⁶¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13芳基中的任意个。另外,在上述通式(B4)中,R⁷⁰至R⁸¹中的任一个或两个表示单键,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基及未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基中的任意个。

[0064] 具体而言,作为碳原子数为1至6的烷基可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、叔丁基、戊基、己基等。另外,作为碳原子数为3至10的环烷基可以举出环丙基、环己基、降冰片基、十氢化萘基、金刚烷基等。另外,作为碳原子数为6至13的芳基可以举出苯基、联苯基、萘基、茚基等。

[0065] 在上述通式(B1)至(B4)中,因为呈现蓝色发光,所以更优选使用以上述通式(B1)或(B3)表示的芳杂环骨架。另外,因为发光量子产率提高,所以进一步优选使用以下述通式(B1-1)或(B3-1)表示的芳杂环骨架。注意,在通式中Q¹及Q²分别独立地表示氧原子或硫原子。另外,R¹²、R¹⁸、R⁵²及R⁵⁸表示单键。

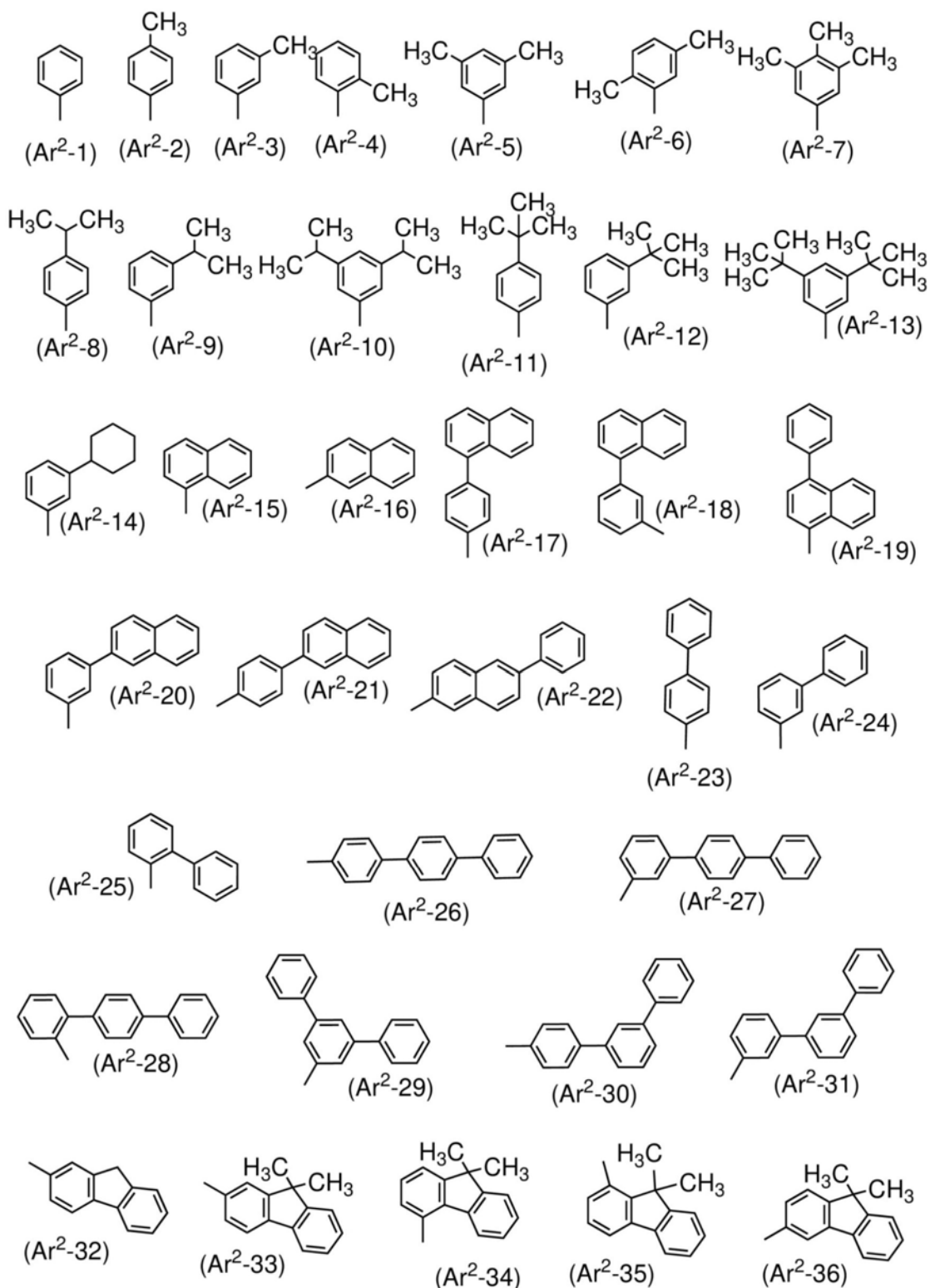
[0066] [化学式10]



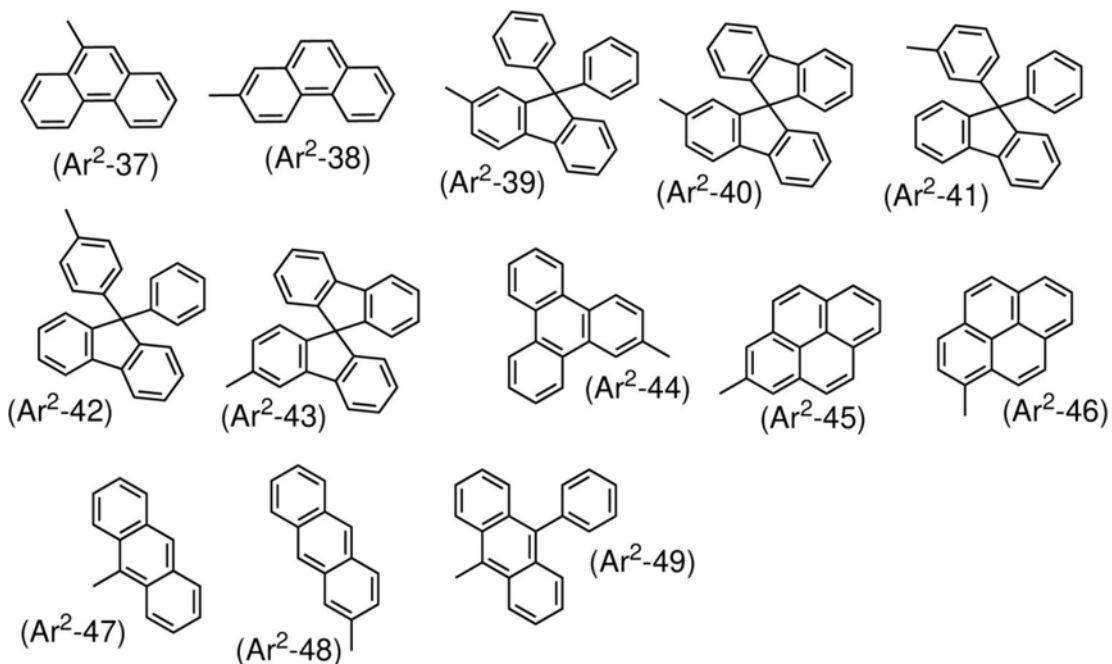
[0067] 另外,Ar²表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基。作为取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基,可以举出苯基、甲基苯基、二甲基苯基、三甲基苯基、丙基苯基、二丙基苯基、丁基苯基、二丁基苯基、环己基苯基、萘基、萘基苯基、苯基萘基、联苯基、三联苯基、茚基、9,9-二甲基茚基、菲基、9,9-二苯基茚基、螺茚基、三亚苯基、芘基、蒽基及9-苯基蒽基。

等。具体而言,可以举出以下述结构式(Ar²-1)至(Ar²-49)表示的基等。

[0068] [化学式11]

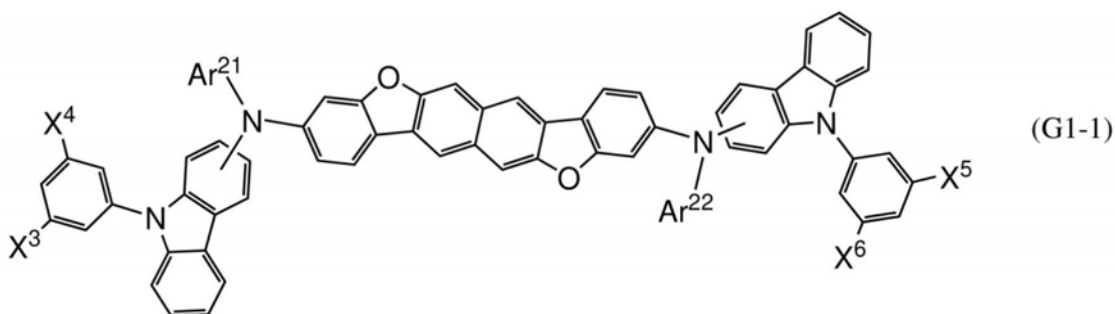


[0069] [化学式12]



[0070] 另外,在以上述通式 (G1) 表示的有机化合物中,因为成为色纯度高且呈现良好蓝色发光的有机化合物,所以Ar¹优选为以上述通式 (B3-1) 表示的芳杂环骨架。另外,因为合成更简单,所以R¹至R⁷优选为氢。就是说,本发明的一个方式的有机化合物优选为以下述通式 (G1-1) 表示的有机化合物。

[0071] [化学式13]



[0072] 注意,在上述通式 (G1-1) 中,X³至X⁶分别独立地表示碳原子数为 3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基,并且可以选择与上述通式 (G1) 中的X¹及X²同样的基。另外,Ar²¹及Ar²²分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基,并且可以选择与上述通式 (G1) 中的Ar²同样的基。

[0073] 以上述通式 (G1-1) 表示的有机化合物是呈现良好的蓝色发光的有机化合物。另外,通过具有X³至X⁶,升华性提高。

[0074] 因为其分子量大且在分子中具有多个胺骨架及多个呋喃环,所以从以上述通式 (G1-1) 表示的有机化合物去除X³至X⁶的有机化合物的升华纯化的温度到达400℃附近。在加热温度到达400℃左右时,有机化合物有时在升华之前被烧焦。另一方面,本发明的一个方式的有机化合物通过具有X³至X⁶,可以减少分子间的相互作用而升华温度下降。由此,可以抑制进行升华纯化时发生的烧焦。另外,蒸镀温度也降低所以生产率提高。

[0075] 另外,从以上述通式 (G1-1) 表示的有机化合物去除X³至X⁶的有机化合物不容易溶解于溶剂而生成较难,但是具有X³至X⁶的本发明的一个方式的有机化合物的对溶剂的溶解

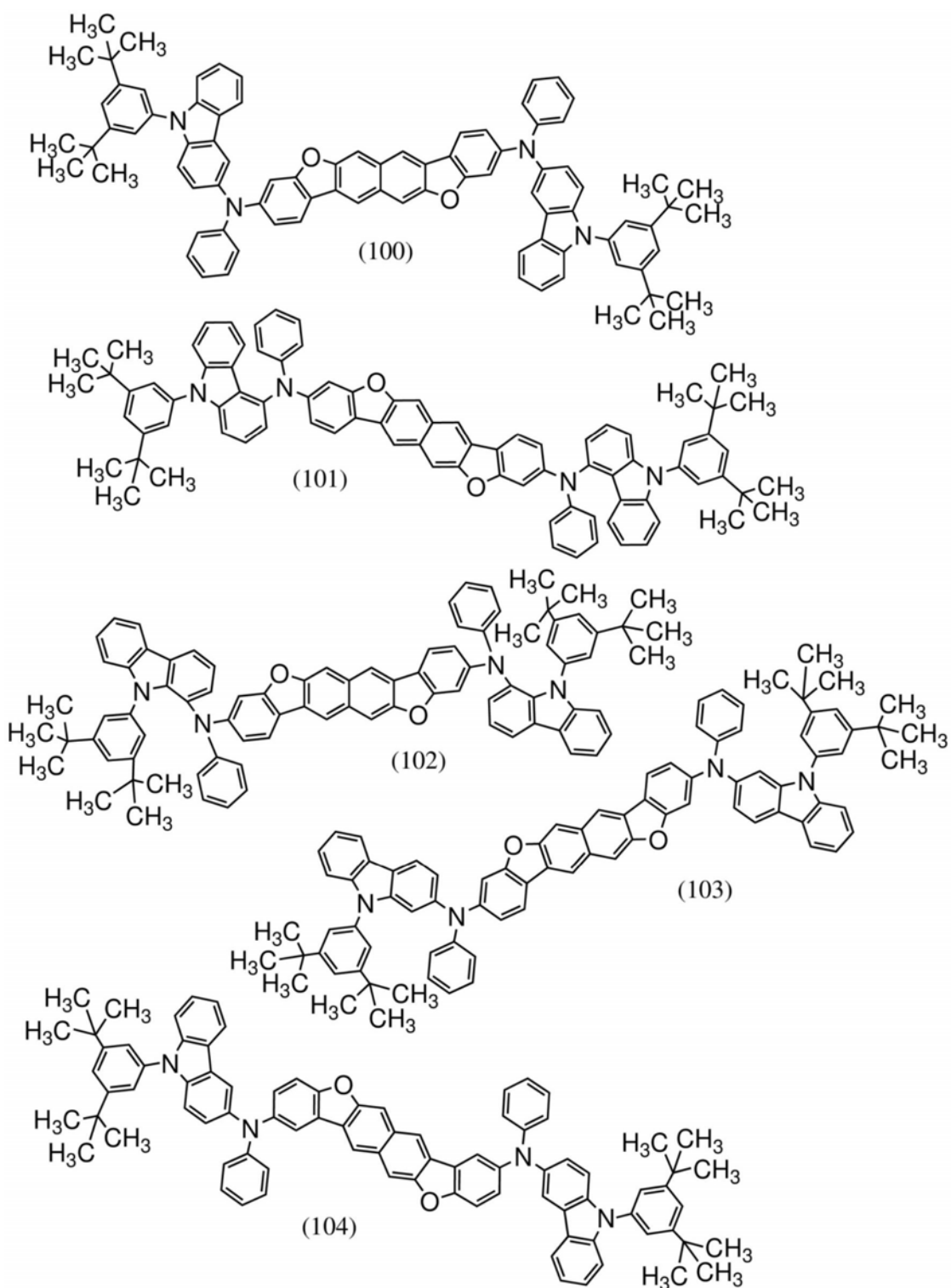
性提高,所以容易进行用溶剂的纯化。

[0076] 注意,在上面的说明中“取代或未取代的”基或环具有取代基时,作为该取代基可以选择碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和未取代或作为取代基键合有烷基的碳原子数为6至13的芳基。更优选选择碳原子数为1至6的烷基及碳原子数为3至12的环烷基,进一步优选选择碳原子数为1至6的烷基。另外,从合成的简单以及容易拿到原料的观点来看,“取代或未取代的”基或环优选未取代。

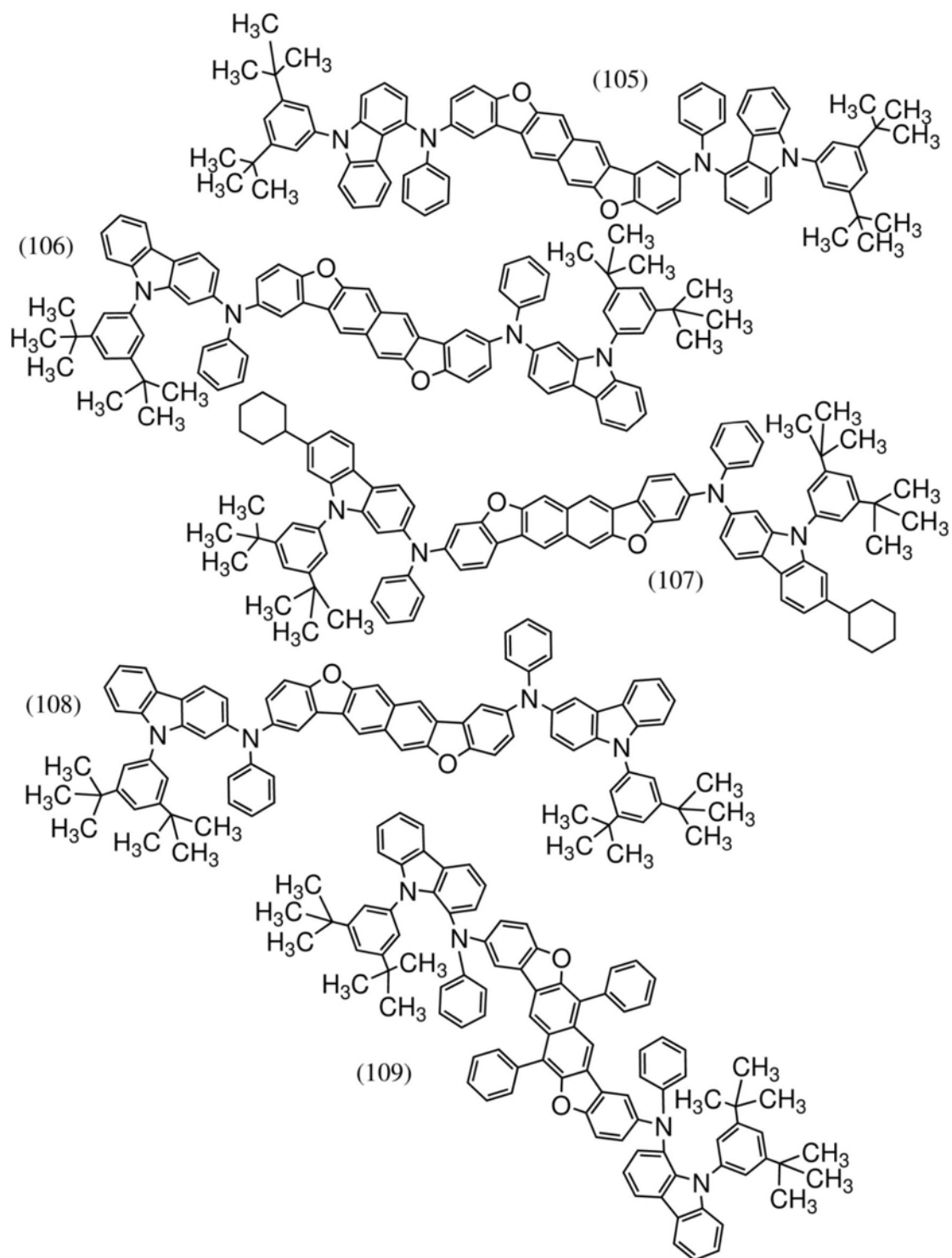
[0077] 另外,作为在上面说明中说明的碳原子数为1至6的烷基优选使用甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、叔丁基、戊基、己基等。另外,作为碳原子数为3至12的环烷基优选使用环丙基、环己基、降冰片基、十氢化萘基、金刚烷基等。另外,作为碳原子数为6至13的芳基优选使用苯基、联苯基、萘基、茚基等。

[0078] 下面示出具有上述结构的有机化合物的具体例子。

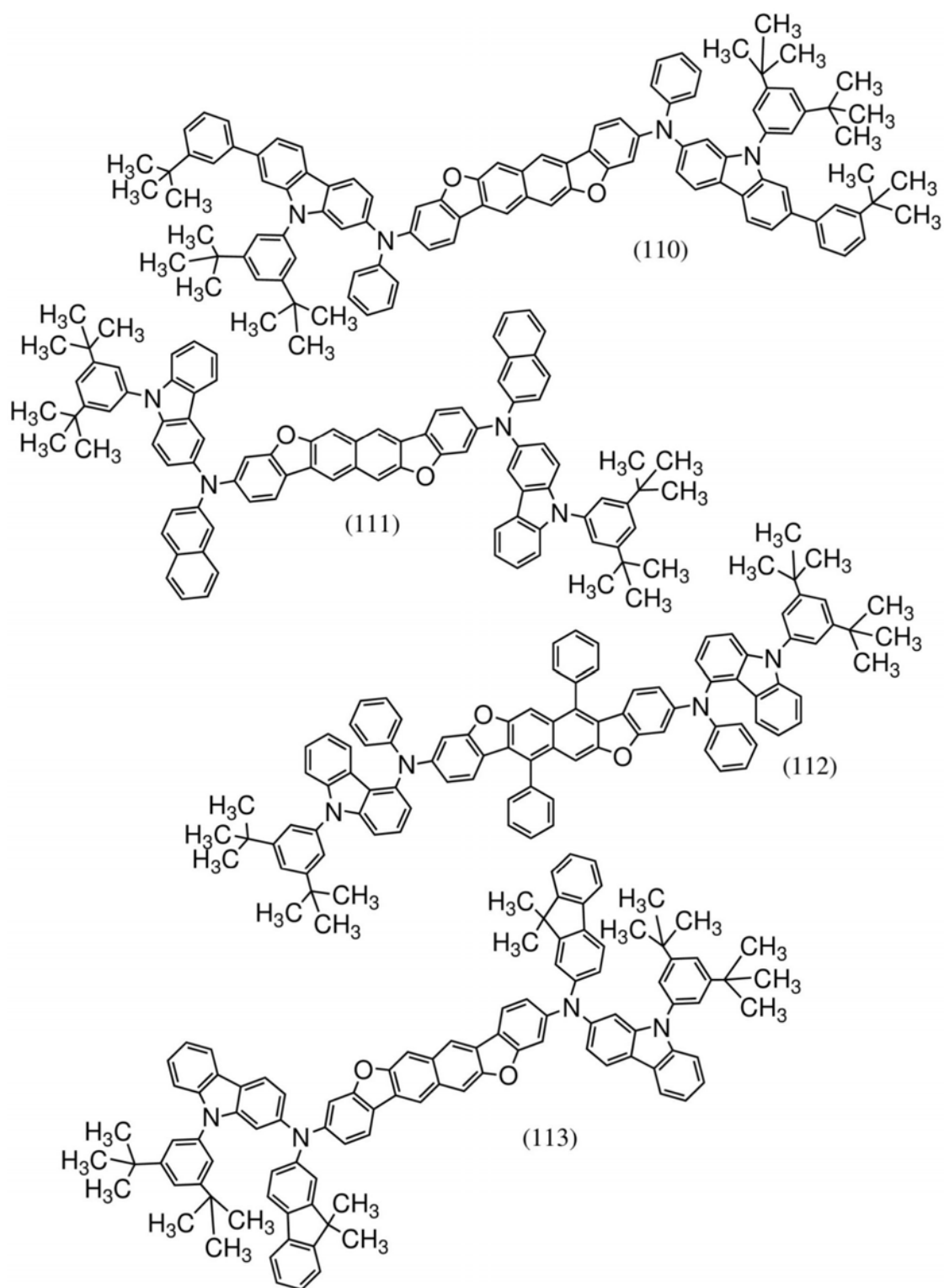
[0079] [化学式14]



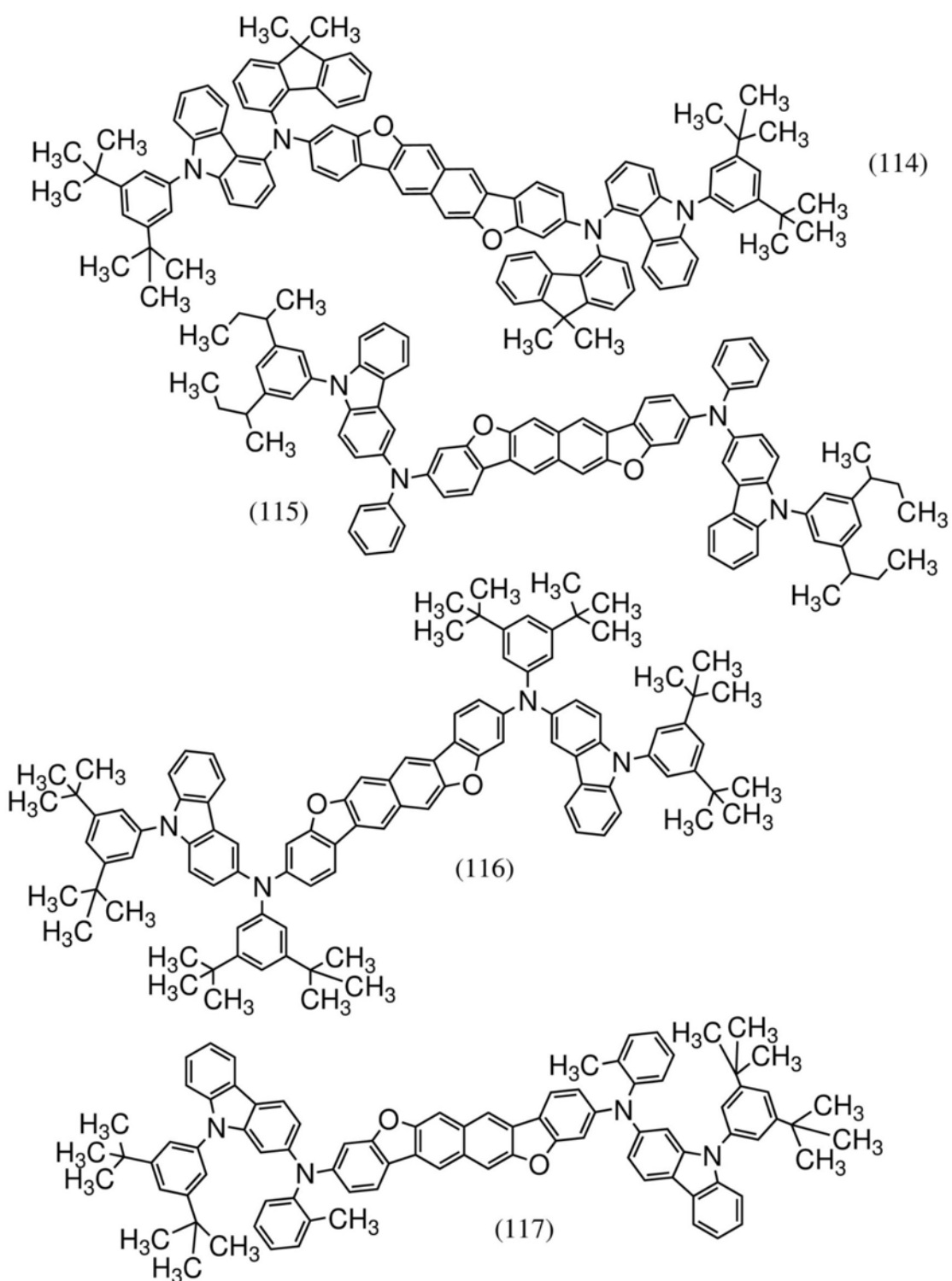
[0080] [化学式15]



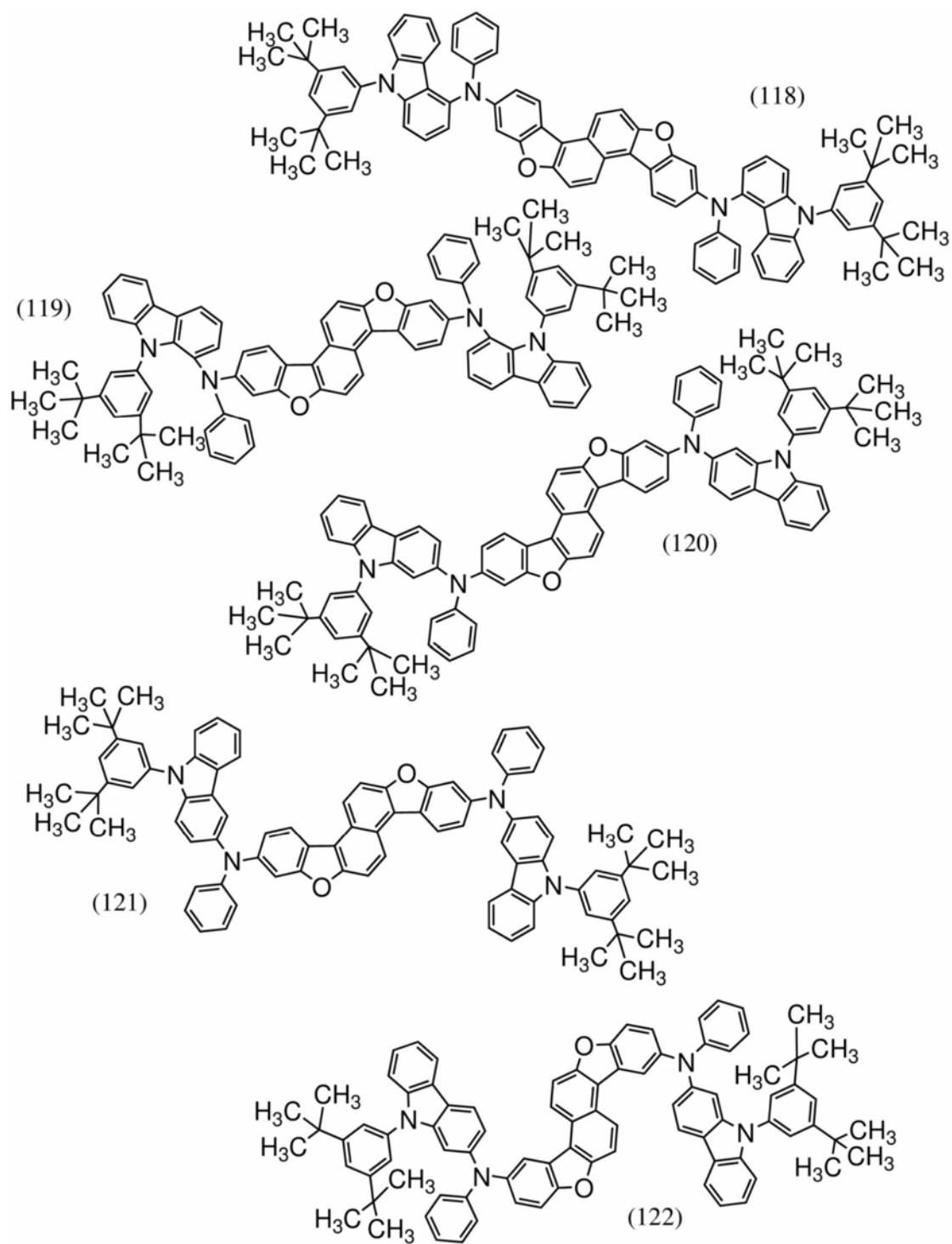
[0081] [化学式16]



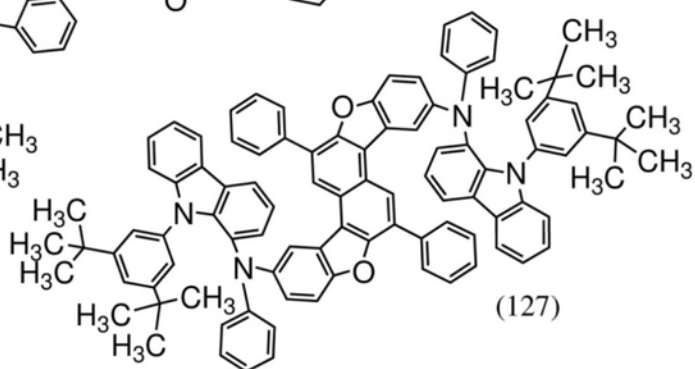
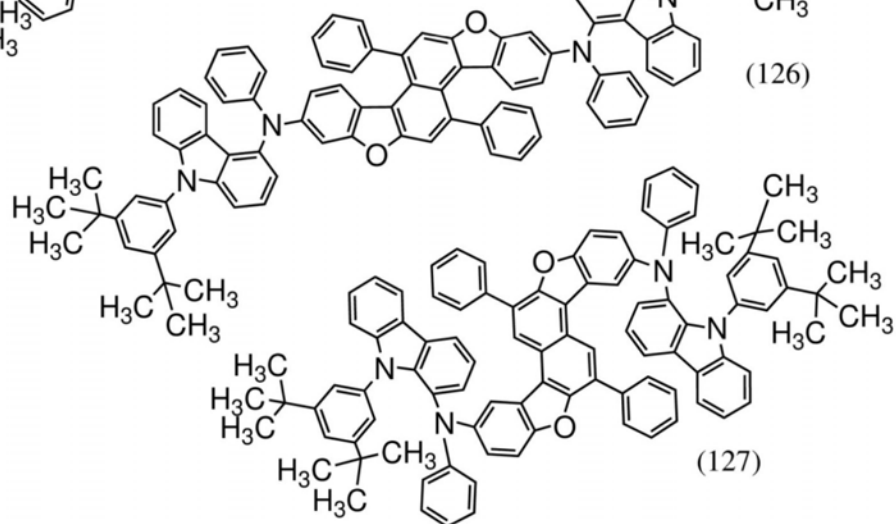
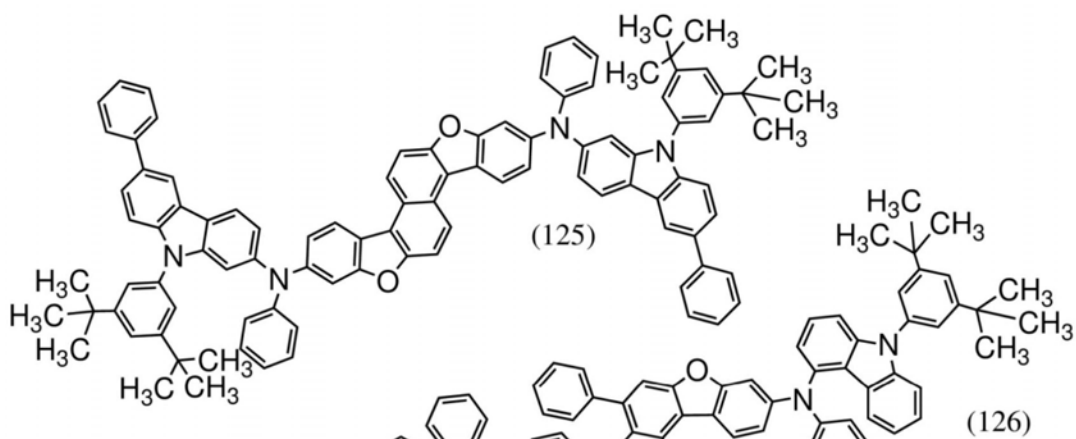
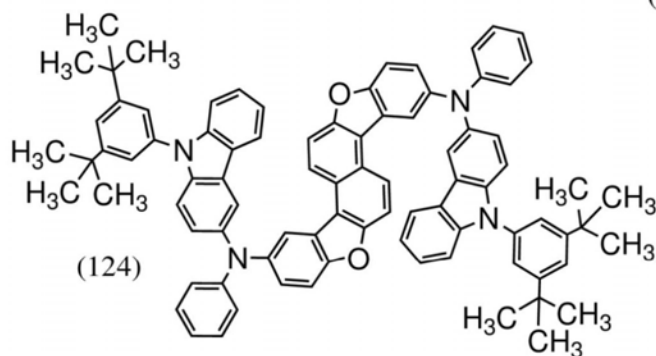
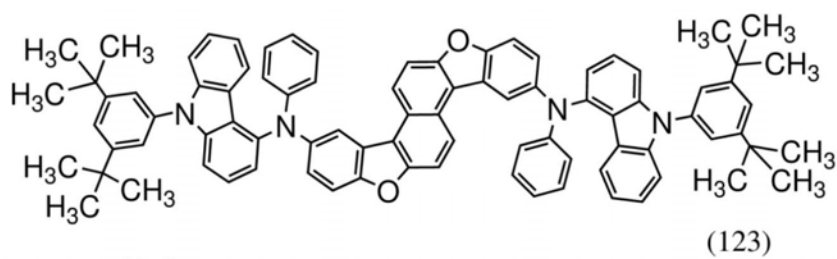
[0082] [化学式17]



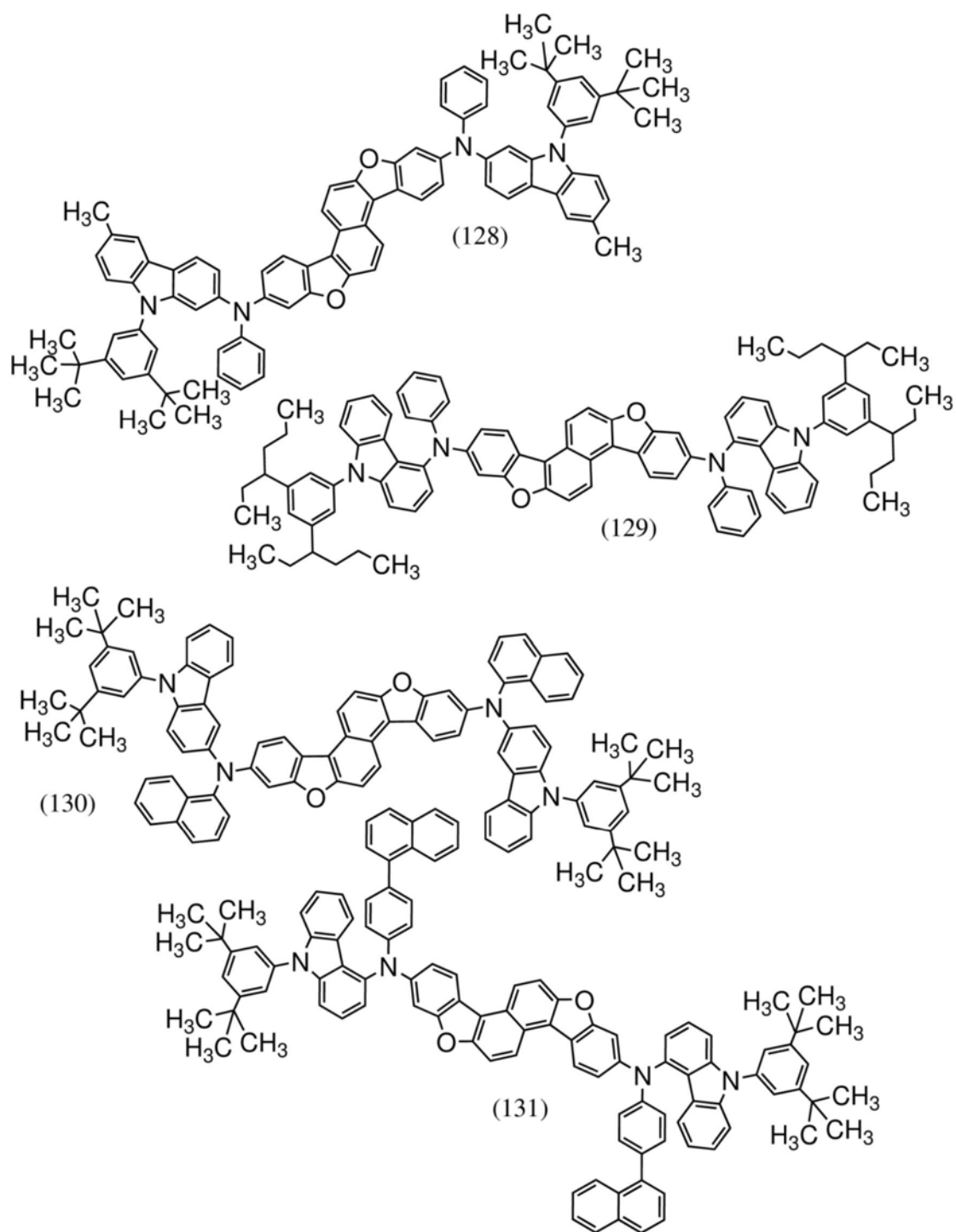
[0083] [化学式18]



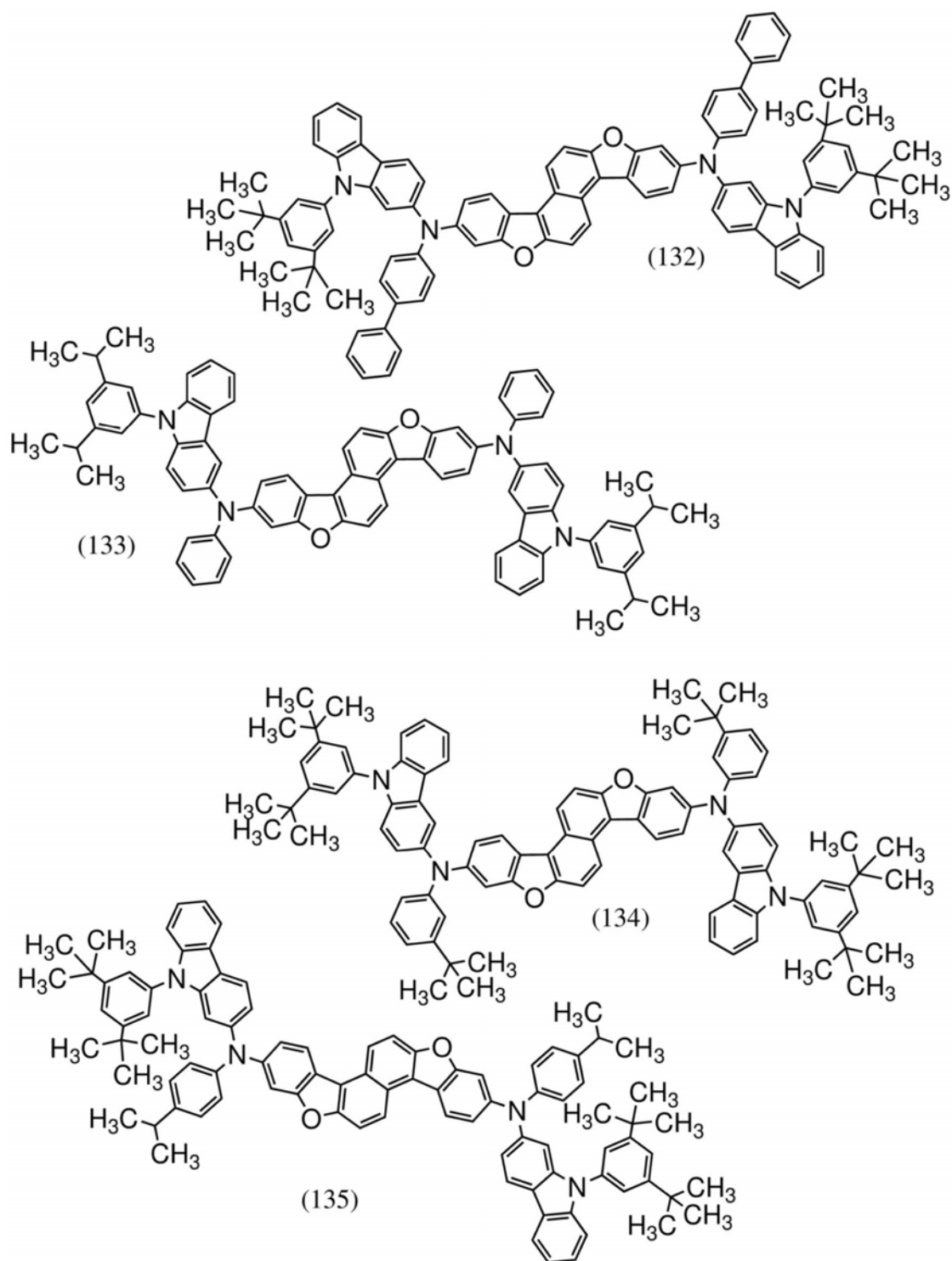
[0084] [化学式19]



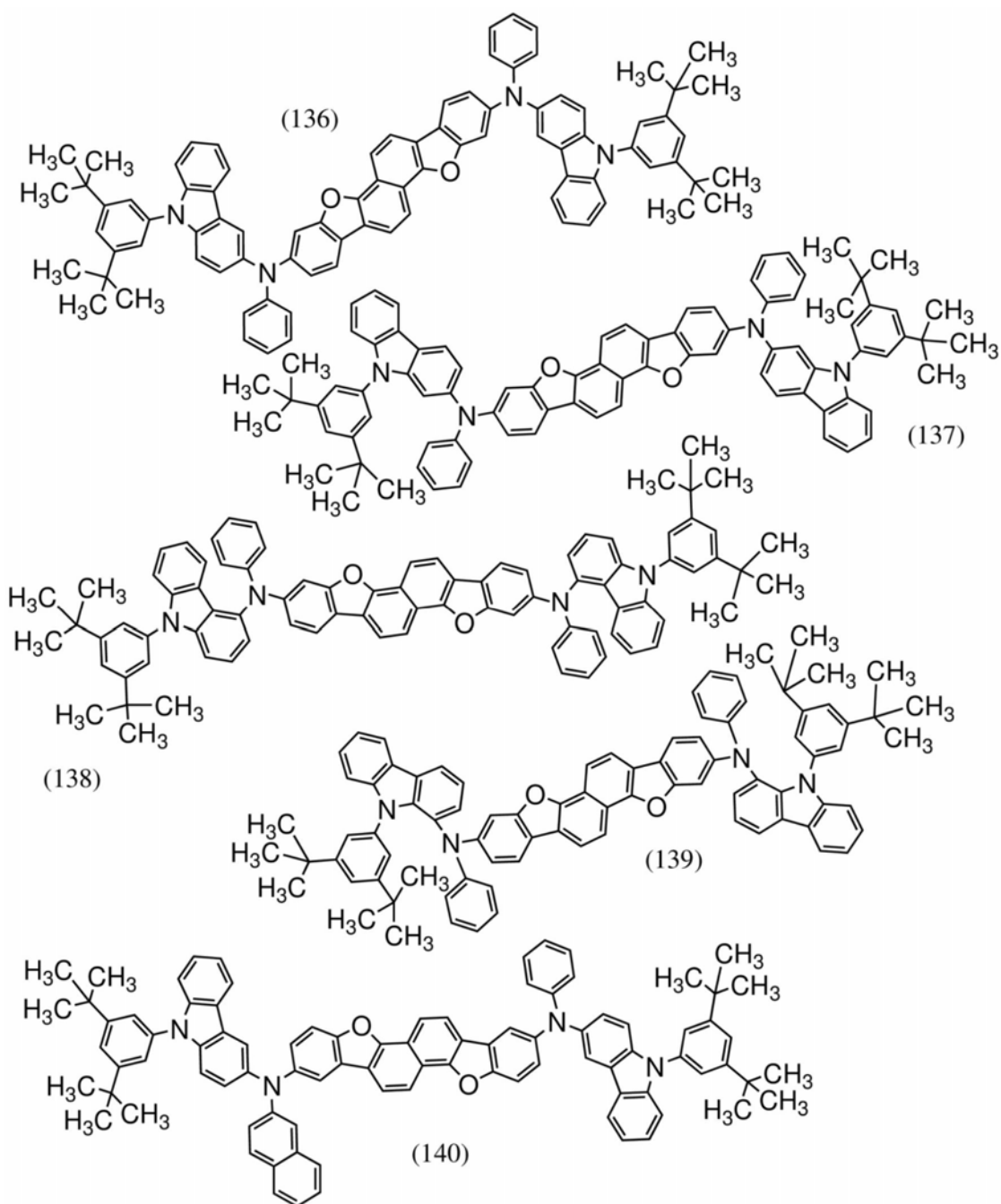
[0085] [化学式20]



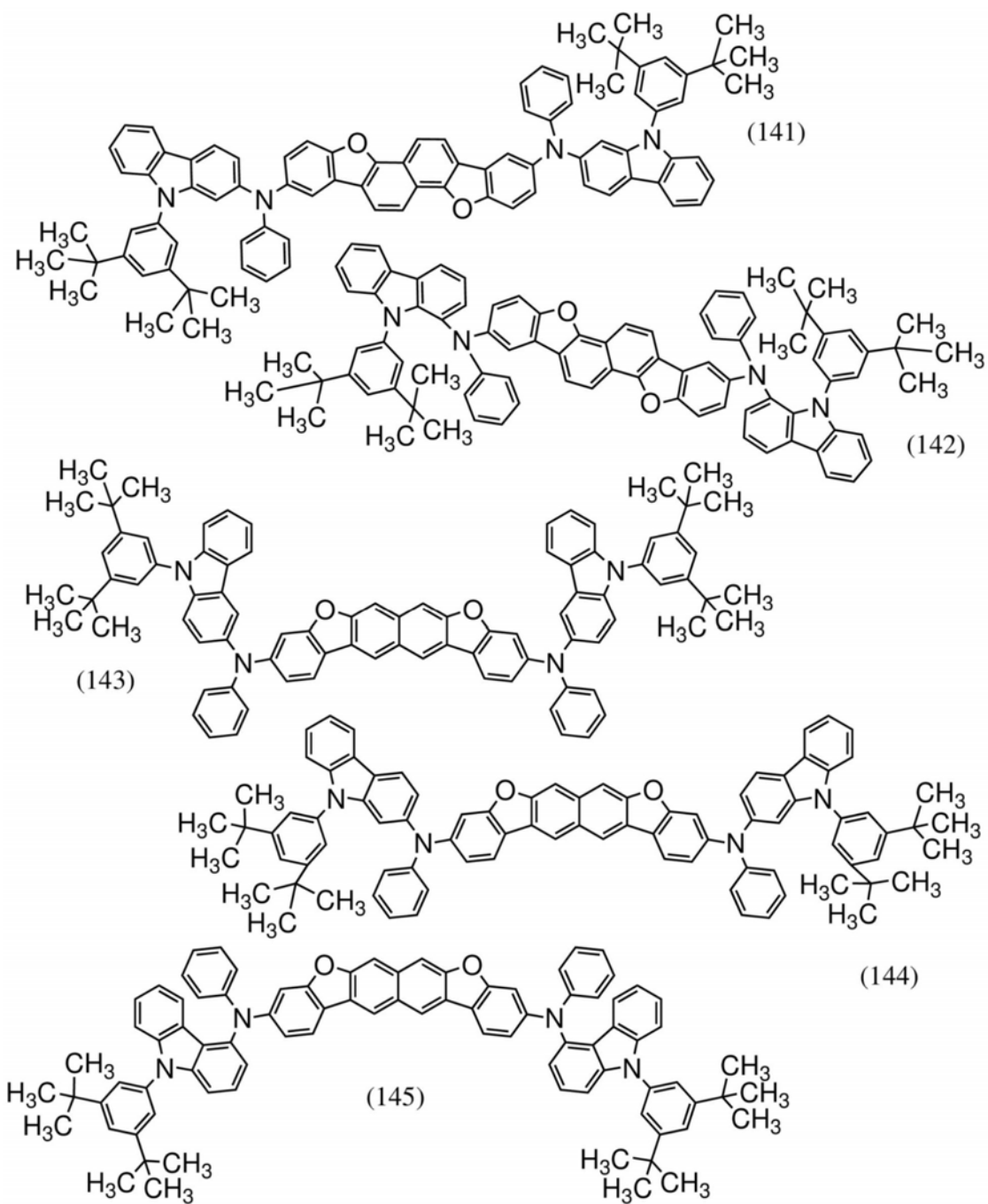
[0086] [化学式21]



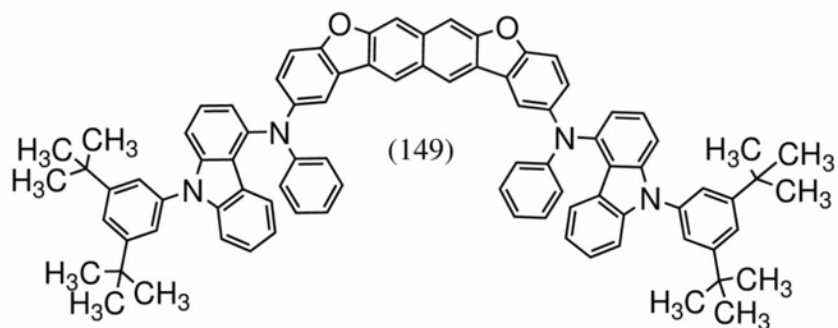
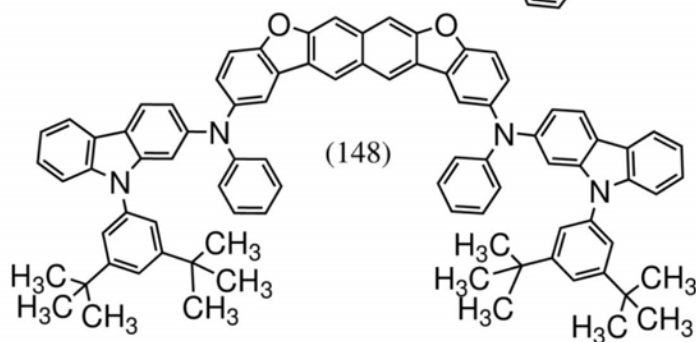
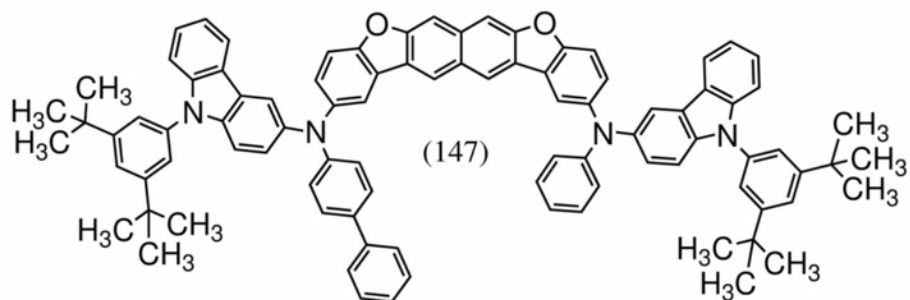
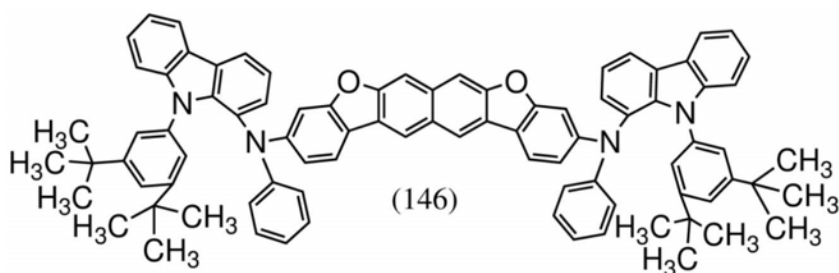
[0087] [化学式22]



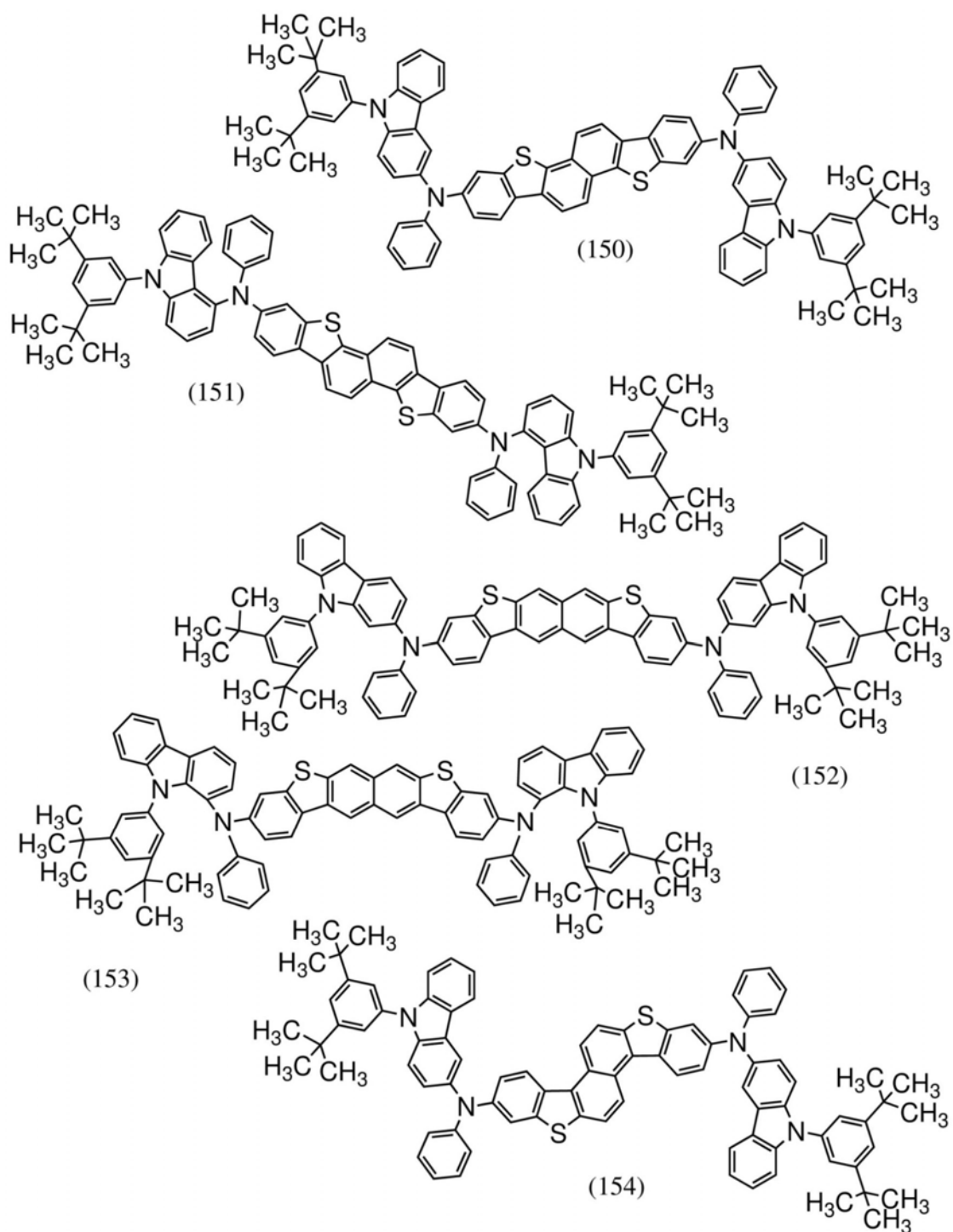
[0088] [化学式23]



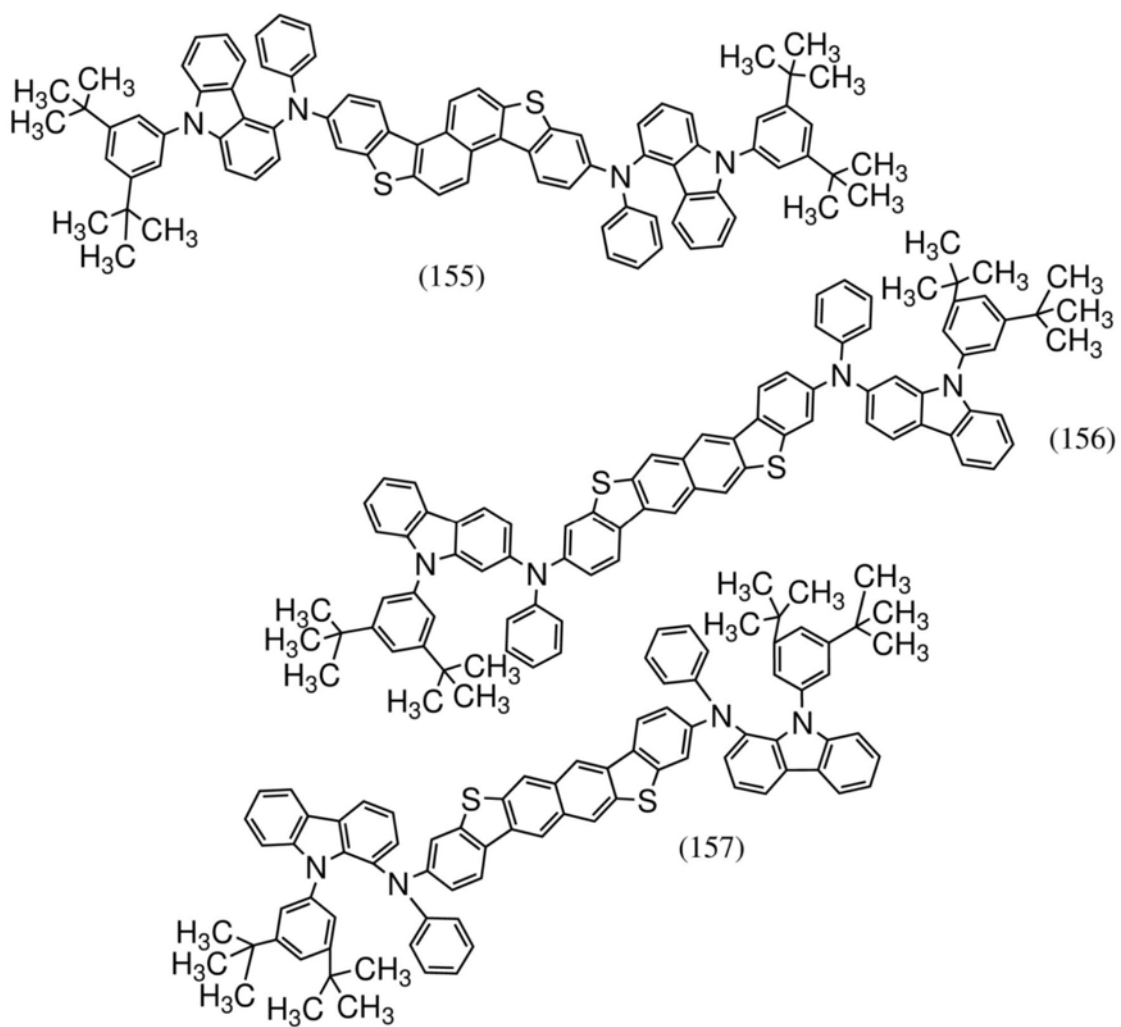
[0089] [化学式24]



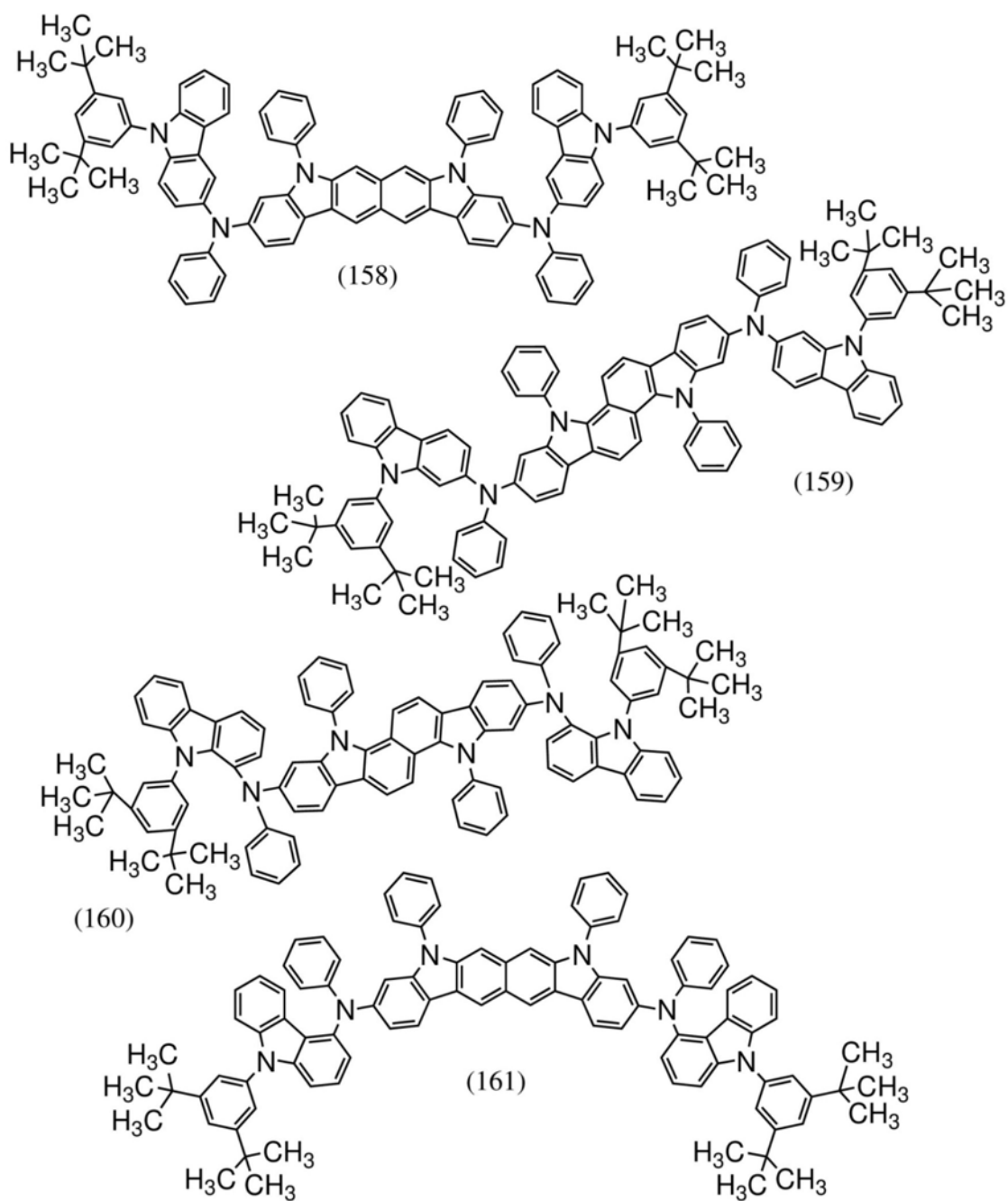
[0090] [化学式25]



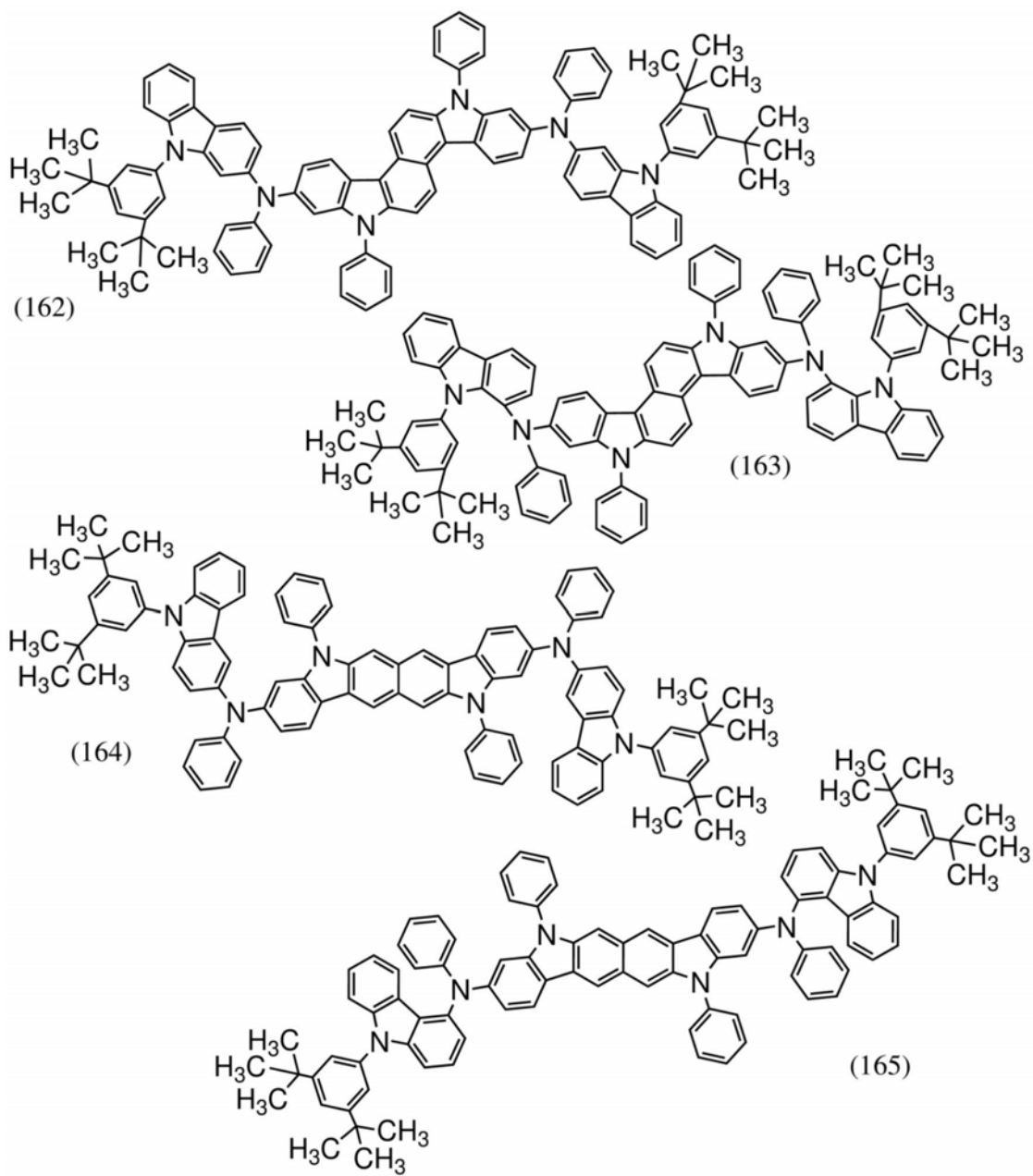
[0091] [化学式26]



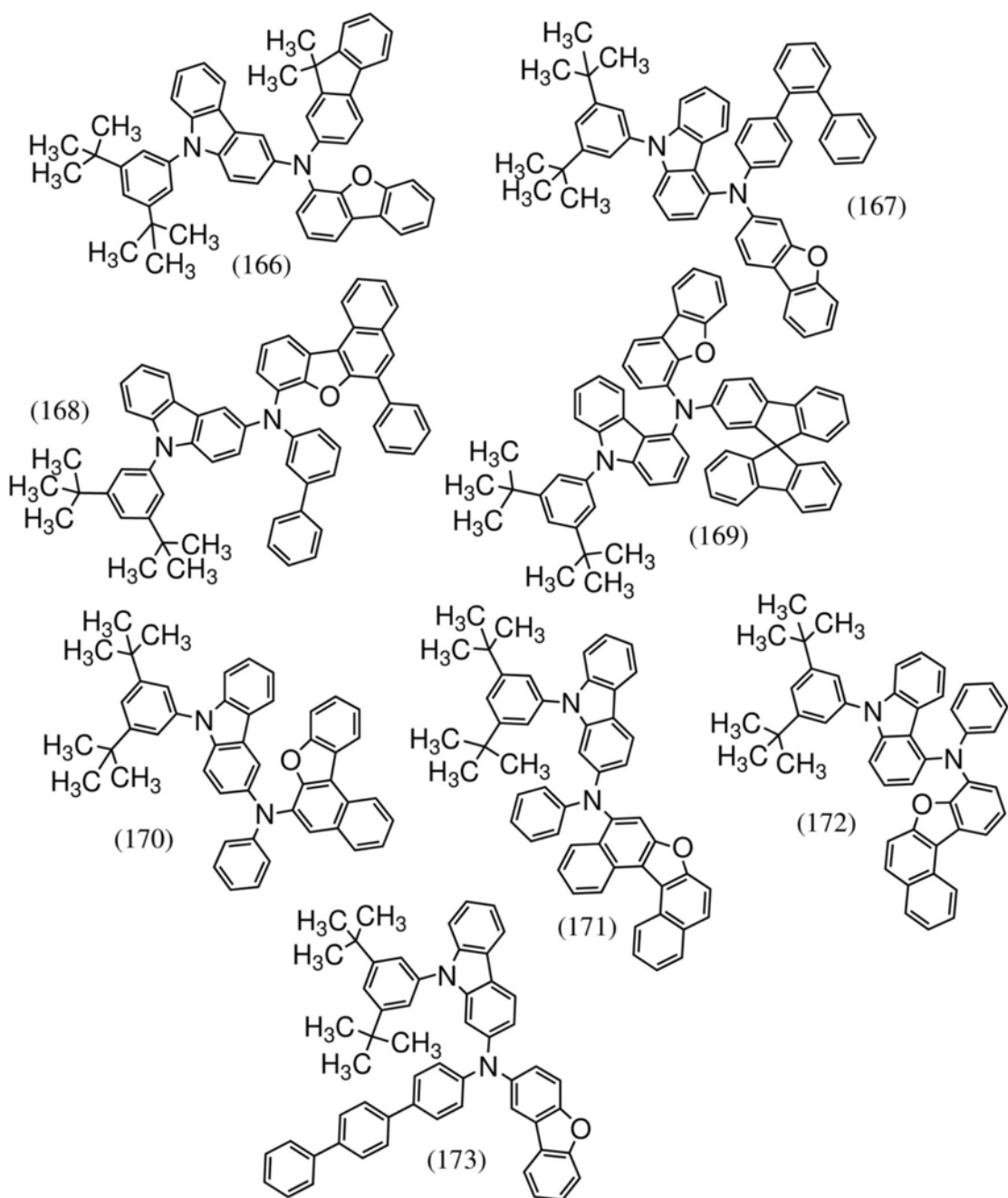
[0092] [化学式27]



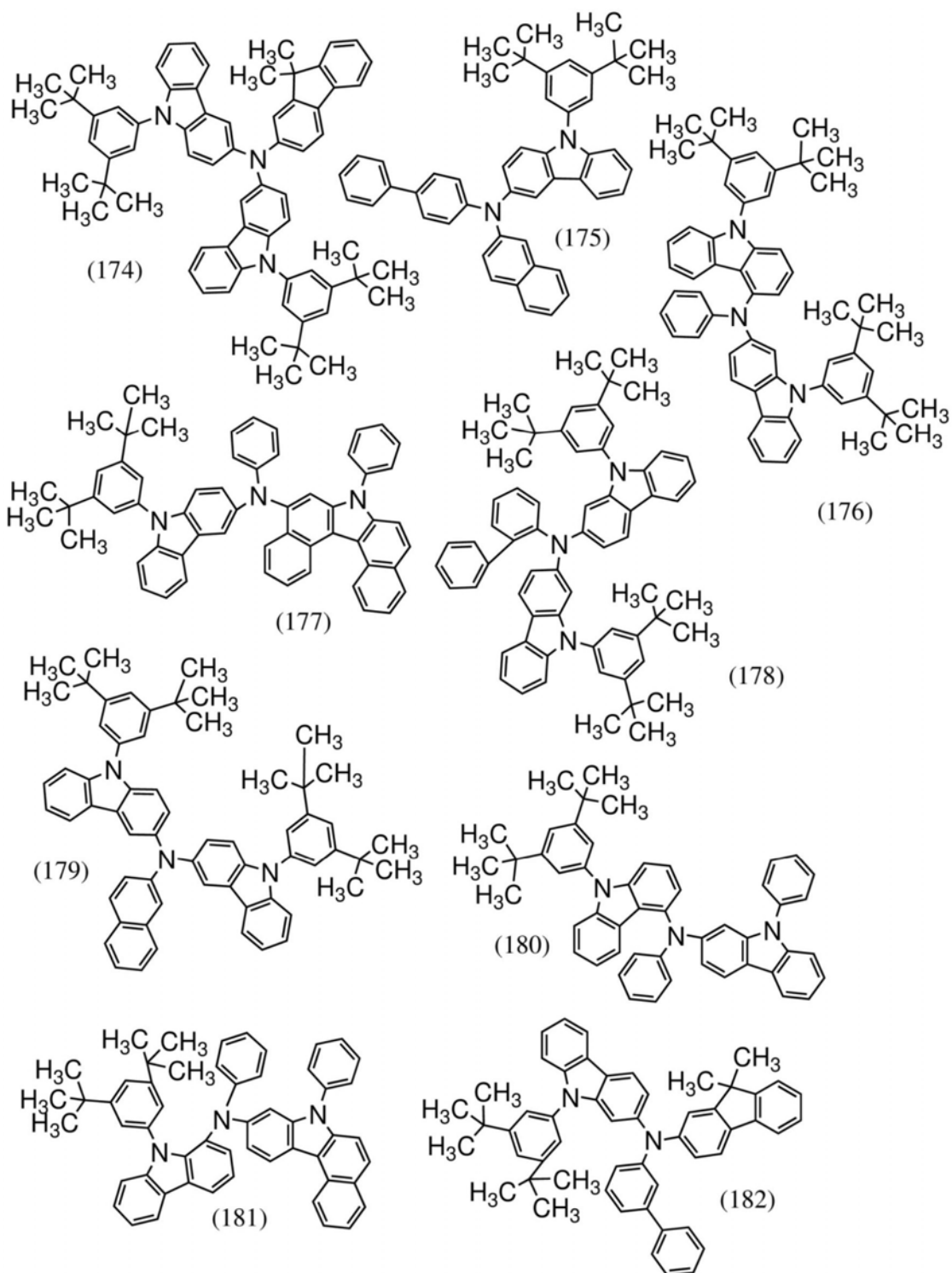
[0093] [化学式28]



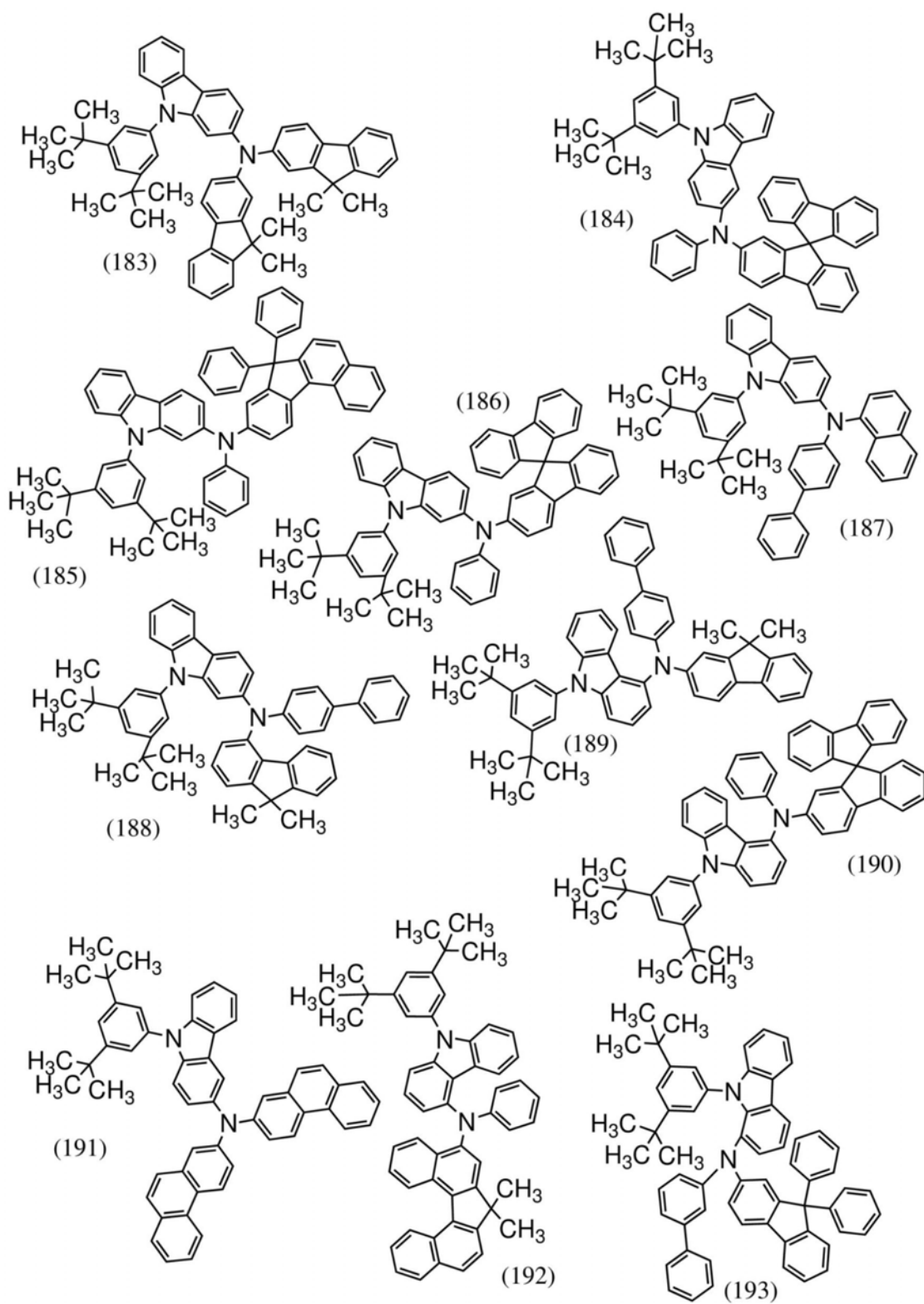
[0094] [化学式29]



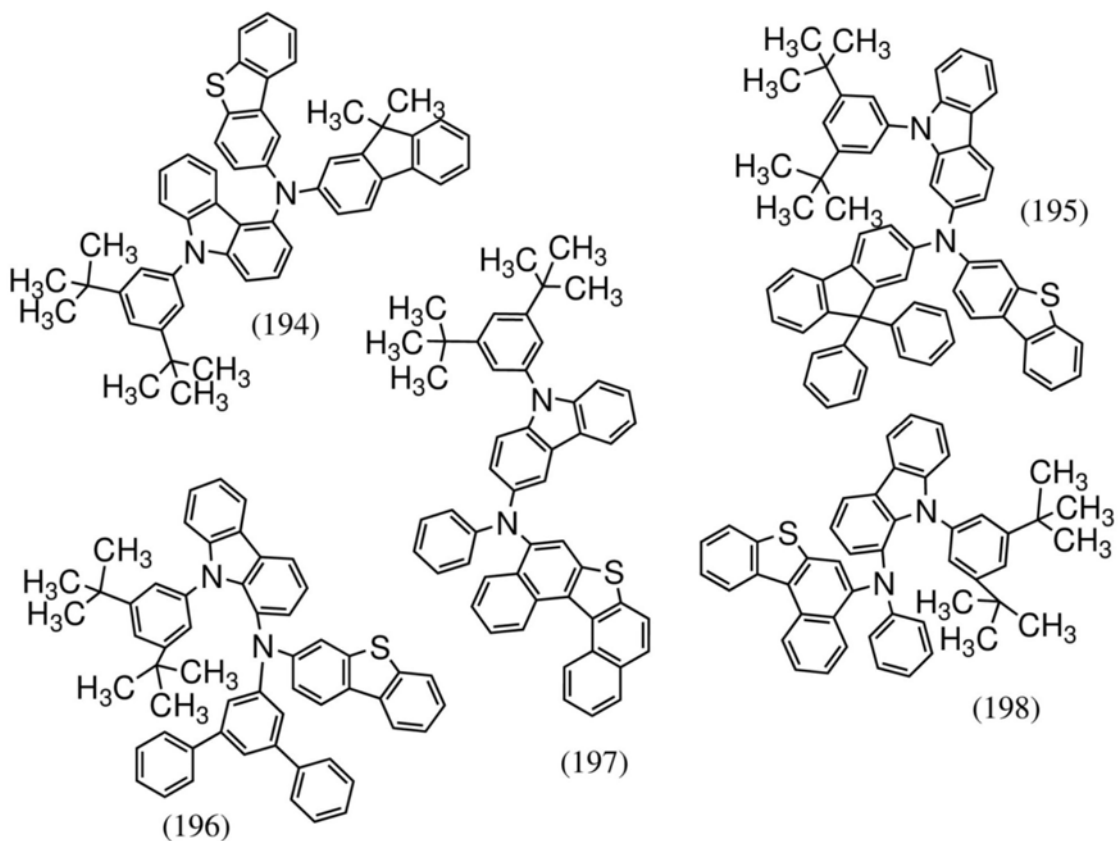
[0095] [化学式30]



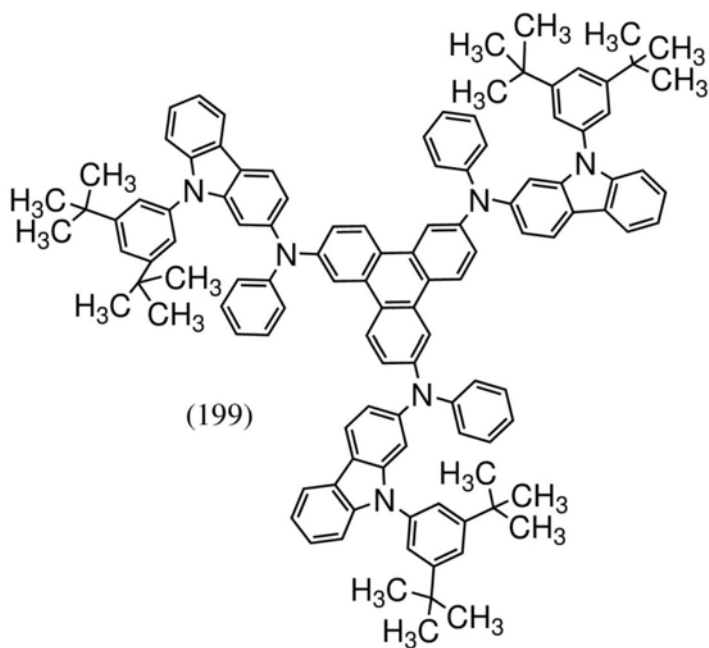
[0096] [化学式31]



[0097] [化学式32]

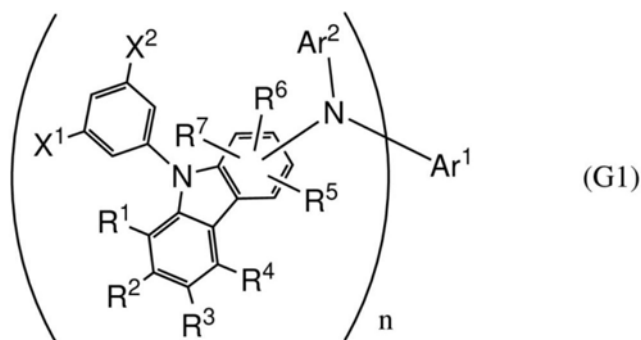


[0098] [化学式33]



[0099] 接着,说明如上所述的发明的有机化合物的合成方法的一个例子。以下示出以通式(G1)表示的有机化合物。

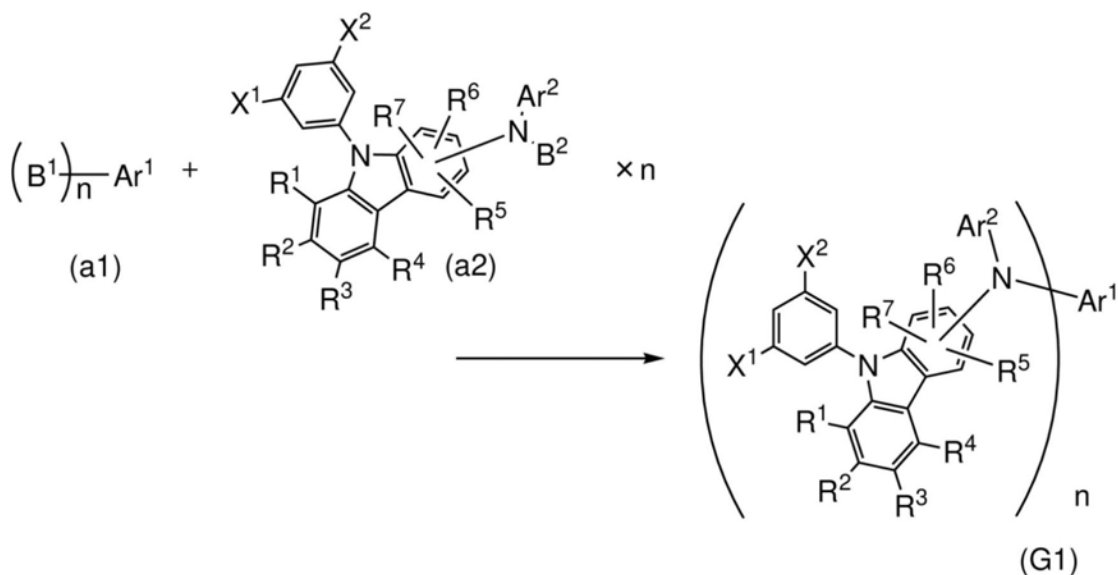
[0100] [化学式34]



[0101] 注意,在上述通式(G1)中, X^1 及 X^2 分别独立地表示碳原子数为3至6且键合于苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。另外, Ar^1 表示取代或未取代的碳原子数为10至60且由两个以上的环构成的稠合芳香环骨架或者取代或未取代的碳原子数为8至60且由两个以上的环构成的稠合芳杂环骨架, Ar^2 表示取代或未取代的碳原子数为6至25的芳基。另外, R^1 至 R^7 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至12的环烷基和碳原子数为6至13的未取代或作为取代基键合有烷基的芳基中的任意个。另外, n 是1至3中的任意个,在 n 为2以上时,键合于 Ar^1 的上述两个以上的基既可以为相同又可以为不同。

[0102] 如下述合成方案表示,通过化合物(a1)与芳基胺化合物(a2)的交叉偶联反应可以得到以通式(G1)表示的有机化合物。作为 B^1 的例子,可以举出氯、溴、碘等卤基、三氟甲磺酸酯基等。作为 B^2 的例子,可以举出氢、有机锡基等。

[0103] [化学式35]



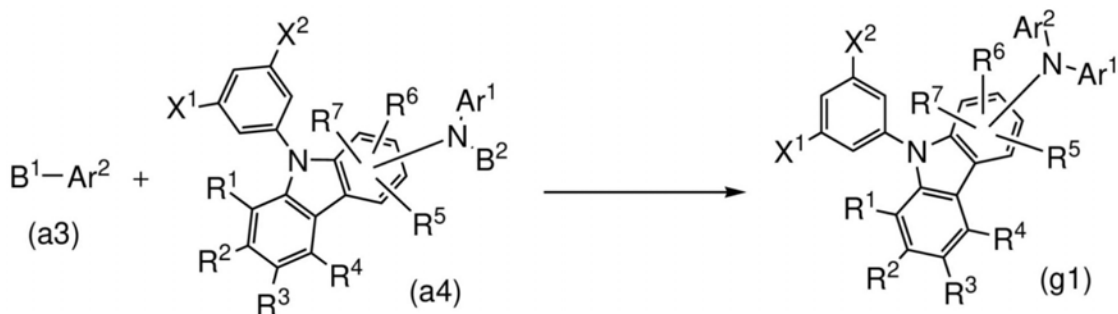
[0104] 可以在各种条件下进行该反应,例如,可以采用在碱的存在下使用金属催化剂的合成方法。例如,可以利用乌尔曼偶联或布赫瓦尔德-哈特维希(Buchwald-Hartwig)反应。

[0105] 在此,使 n 当量的化合物(a2)与化合物(a1)起反应,但是,在 n 是2以上,即在化合物(G1)中的括号内表示的两个以上的取代基彼此键合且该取代基互不相同,可以使每一种化合物(a2)与化合物(a1)起反应。

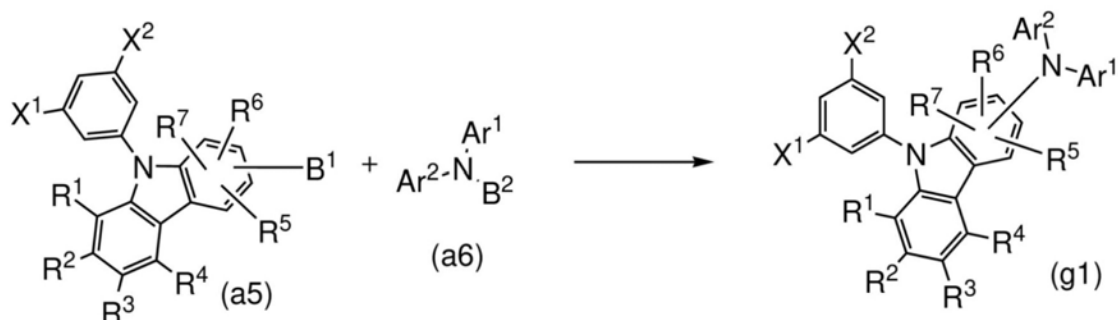
[0106] 另外,在 n 是1时,如下述合成方案所示,通过化合物(a3)与芳基胺化合物(a4)或者化合物(a5)与芳基胺化合物(a6)的偶联反应可以得到以通式(g1)表示的有机化合物。作为 B^1 的例子,可以举出氯、溴、碘等卤基、三氟甲磺酸酯基等。作为 B^2 的例子,可以举出氢、有机

锡基等。

[0107] [化学式36]



[0108] [化学式37]



[0109] 通过上述步骤,可以合成本发明的一个方式的有机化合物。

[0110] 实施方式2

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的发光器件。

[0111] 图1A是示出本发明的一个方式的发光器件的图。本发明的一个方式的发光器件包括第一电极101、第二电极102及EL层103。EL层103包括实施方式1所示的有机化合物。

[0112] EL层103包括发光层113,发光层113包含发光材料。在发光层113与第一电极101间设置空穴注入层111、空穴传输层112。由于高效地发射蓝色光,所以实施方式1所记载的有机化合物优选被用作发光材料。

[0113] 发光层113也可以包括发光材料及主体材料。主体材料是具有载流子传输性的有机化合物。另外,也可以包括一种或多种主体材料。此时,在多个有机化合物为具有电子传输性的有机化合物及具有空穴传输性的有机化合物时,可以调整发光层113中的载流子平衡,所以是优选的。另外,多个有机化合物也可以都是具有电子传输性的有机化合物,但是在电子传输性彼此不同时也可以调整发光层113中的电子传输性。通过适当地调整载流子平衡,可以提供一种寿命良好的发光器件。另外,也可以在作为主体材料的多个有机化合物间或者在主体材料与发光材料间形成激基复合物。通过形成具有适当的发光波长的激基复合物,可以实现对发光材料的高效的能量转移,由此可以提供高效率且具有良好的寿命的发光器件。

[0114] 在图1A中,EL层103除了发光层113、空穴注入层111及空穴传输层112之外,还包括电子传输层114及电子注入层115,但是发光器件的结构不局限于此。既可以不形成上述任何层,又可以包括具有其他功能的层。

[0115] 接着,对上述发光器件的详细结构和材料的例子进行说明。本发明的一个方式的发光器件如上所述在第一电极101与第二电极102的一对电极间包括具有多个层的EL层

103,该EL层103的任意层中包含实施方式1 所公开的有机化合物。

[0116] 第一电极101优选使用功函数大(具体为4.0eV以上)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等形成。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:Indium Tin Oxide,铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。虽然通常通过溅射法形成这些导电金属氧化物膜,但是也可以应用溶胶-凝胶法等来形成。作为形成方法的例子,可以举出使用对氧化铟添加有 1wt%至20wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌的方法等。另外,可以使用对氧化铟添加有 0.5wt%至5wt%的氧化钨和0.1wt%至 1wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)。另外,可以举出金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,也可以使用石墨烯。另外,通过将后面说明的复合材料用于EL层103中的接触于第一电极101的层,可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0117] EL层103优选具有叠层结构,对该叠层结构没有特别的限制,可以采用空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层、激子阻挡层、电荷产生层等各种层结构。在本实施方式中,说明如下两种结构:如图1A所示,包括空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114及电子注入层115的结构;以及如图1B所示,包括空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114 及电荷产生层116的结构。下面具体地示出构成各层的材料。

[0118] 空穴注入层111是含有具有受体性的物质的层。作为具有受体性的物质,可以使用有机化合物和无机化合物。

[0119] 作为具有受体性的物质可以使用具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: F_4 -TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-茈-2-亚基)丙二腈等。尤其是,吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物诸如 HAT-CN等热稳定,所以是优选的。另外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基、氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的,具体而言,可以举出: α,α',α'' -1,2,3-环烷三亚基(ylidene)三[4- 氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-环丙三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-环烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。作为具有受体性的物质,除了上述有机化合物以外可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等。另外,也可以使用酞菁类配合物化合物如酞菁(简称: H_2Pc)、铜酞菁($CuPc$)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等;或者高分子如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。具有受体性的物质借助于施加电场而能够从邻接的空穴传输层(或空穴传输材料)抽出电子。

[0120] 另外,作为空穴注入层111,可以使用在具有空穴传输性的材料中含有上述受体物质的复合材料。注意,通过使用在具有空穴传输性的材料中含有受体物质的复合材料,在选

择形成电极的材料时可以无需顾及电极的功函数。换言之,作为第一电极101,不仅可以使使用功函数高的材料,还可以使用功函数低的材料。

[0121] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,可以使用各种有机化合物如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳烃、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等。作为用于复合材料的具有空穴传输性的物质,优选使用空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。以下,具体地列举可以用作复合材料中的具有空穴传输性的材料的有机化合物。

[0122] 作为可以用于复合材料的芳香胺化合物,可以举出N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。作为咪唑衍生物,可以具体地举出3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCN1)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(N-咪唑基)]苯基-10-苯基蒽(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作为芳烃,例如可以举出二-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、二-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、二-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒽(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、二-叔丁基蒽(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(简称:DMNA)、二-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-联蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒽、蒽、并四苯、红荧烯、花、2,5,8,11-四(叔丁基)花等。另外,除此之外,还可以使用并五苯、晕苯等。另外,也可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基的芳烃,例如可以举出4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。

[0123] 此外,也可以使用聚(N-乙烯基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙酰胺](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。

[0124] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,更优选具有咪唑骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意个。尤其是,可以为具有包括二苯并咪唑环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺。注意,当这些第二有机化合物是包括N,N-双(4-联苯)氨基的物质时,可以制造寿命良好的发光器件,所以是优选的。作为上述第二有机化合物,具体而言,可以举出N-(4-联苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-基)-4''-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:

BBABnf (8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b] 萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf (II) (4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAPβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)-三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiAβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]-4'-2-萘基-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苐]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-苐]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-苐]-4-胺(简称:BBASF (4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-苐-2-基)-9,9'-螺-二[9H-苐]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-苐-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基苐-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苐-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基苐-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苐]-2-胺(简称:PCBASf)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-苐-2-胺(简称:PCBBiF)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苐-2-基)-9,9'-螺二[9H-苐]-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苐-2-基)-9,9'-螺二[9H-苐]-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苐-2-基)-9,9'-螺二[9H-苐]-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苐-2-基)-9,9'-螺二[9H-苐]-1-胺等。

[0125] 注意,用于复合材料的具有空穴传输性的材料更优选为HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的具有较深的HOMO能级的物质。当用于复合材料的具有空穴传输性的材料具有较深的HOMO能级时,空穴容易注入到空穴传输层112,且可以容易得到寿命长的发光器件。

[0126] 注意,通过还对上述复合材料混合碱金属或碱土金属的氟化物(优选的是该层中的氟原子的原子比率为20%以上),可以降低该层的折射率。由此,也可以在EL层103内部形成折射率低的层,且可以提高发光器件的外部量子效率。

[0127] 通过形成空穴注入层111,可以提高空穴注入性,从而可以得到驱动电压低的发光器件。另外,具有受体性的有机化合物可以利用蒸镀容易地形成,所以是易于使用的材料。

[0128] 空穴传输层112以包含具有空穴传输性的材料的方式形成。具有空穴传输性的材料优选具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率。作为上述具有空穴传输性的材料,可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBASf)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。注意,作为构成空穴传输层112的材料也可以适当地使用作为用于空穴注入层111的复合材料的具有空穴传输性的材料举出的物质。由于其空穴传输性高,所以实施方式1所记载的有机化合物很适合地用于构成空穴传输层112的材料。另外,由于实施方式1所记载的有机化合物的空穴传输性高,所以即使以100nm以上的厚度形成空穴传输层112也可以提供驱动电压的上升小且具有良好的元件特性的发光器件。通过使空穴传输层112的厚度厚,可以容易调整电极间的光程长,所以可以易于适当地构成微腔结构。

[0129] 因为实施方式1所记载的有机化合物折射率低且键合有庞大的烷基,所以可以得到折射率低的膜。因此,在用于发光元件时光提取效率提高,由此可以得到发光效率高的元件。

[0130] 发光层113包含发光物质及主体材料。注意,发光层113也可以包含其他材料。此外,也可以为组成不同的两层叠层。

[0131] 发光物质可以是荧光发光物质、磷光发光物质、呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质或其他发光物质。

[0132] 在发光层113中,作为可以用作荧光发光物质的材料,例如可以举出5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯

基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(二-叔丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N'',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茚并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{二-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、N,N'-(蒽-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等蒽二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有合适的空穴俘获性且良好的发光效率及可靠性,所以是优选的。此外,还可以使用其他荧光发光物质。

[0133] 实施方式1所说明的有机化合物也可以作为荧光发光物质使用。本发明的一个方式的发光器件优选使用实施方式1所说明的有机化合物。实施方式1所说明的有机化合物是容易进行纯化且容易蒸镀的有机化合物,所以可以提供可靠性高的发光器件。另外,由于可以保持高色纯度提高热物性,所以可以提供色纯度良好且可靠性良好的发光器件。另外,可以提供高温下的驱动寿命良好的发光器件。

[0134] 在发光层113中,当作为发光物质使用磷光发光物质时,作为可使用的材料,例如可以举出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)

(简称: $[\text{Ir}(\text{Mptz})_3]$)、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{iPrptz-3b})_3]$)等具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$)、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$)等具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$)、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dmpimt-Me})_3]$)等具有咪唑骨架的有机金属铱配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根- N,C^2']铱(III)四(1-吡唑基)硼酸盐(简称: FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根- N,C^2']铱(III)吡啶甲酸酯(简称: FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根- N,C^2' }铱(III)吡啶甲酸酯(简称: $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根- N,C^2']铱(III)乙酰丙酮(简称: $\text{FIr}(\text{acac})$)等以具有拉电子基的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物等。上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在440nm至520nm具有发射光谱的峰的化合物。

[0135] 另外,可以举出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$)、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根- N,C^2')铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、双(2-苯基吡啶根- N,C^2')铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$)、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$)、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$)、三(2-苯基喹啉- N,C^2')铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、双(2-苯基喹啉- N,C^2')铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)、[2-d3-甲基-8-(2-吡啶基- κN)苯并呋喃并[2,3-b]嘧啶- κC]双[2-(5-d3-甲基-2-嘧啶基- $\kappa\text{N}2$)苯基- κ]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mppy-d3})_2(\text{mbfpypy-d3})]$)、[2-d3-甲基-(2-吡啶基- κN)苯并呋喃并[2,3-b]嘧啶- κC]双[2-(2-吡啶基- κN)苯基- κC]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mbfpypy-d3})]$)等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;以及三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)等稀土金属配合物等。上述物质主要是发射绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm具有发射光谱的峰。另外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性及发光效率,所以是特别优选的。

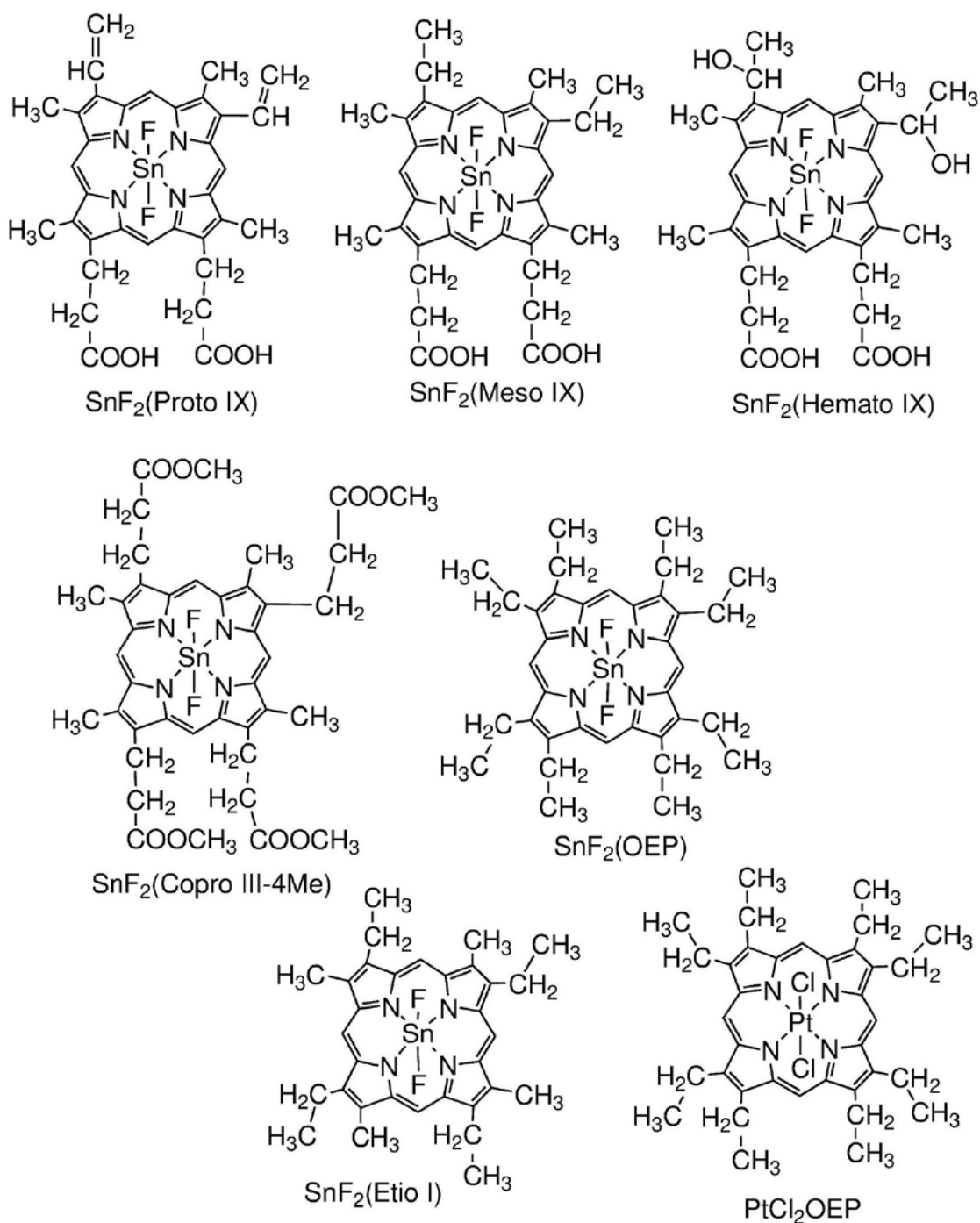
[0136] 另外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟

苯基) 喹喔啉合(quinoxalinato)] 铱(III) (简称:[Ir (Fdpq)₂(acac)]) 等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'}) 铱(III) (简称:[Ir (piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'}) 铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (piq)₂(acac)]) 等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;2,3, 7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:PtOEP) 等的铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato)) (单菲咯啉) 铕(III) (简称:[Eu (DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮] (单菲咯啉) 铕(III) (简称:[Eu (TTA)₃(Phen)]) 等稀土金属配合物等。上述物质是发射红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm具有发光峰。另外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得色度良好的红色发光。

[0137] 另外,除了上述磷光化合物以外,还可以选择已知的磷光发光物质而使用。

[0138] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等。另外,还可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等含金属卟啉。作为该含金属卟啉,例如,也可以举出由下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF₂ (Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF₂ (Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF₂ (Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF₂ (Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF₂ (OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF₂ (Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl₂OEP) 等。

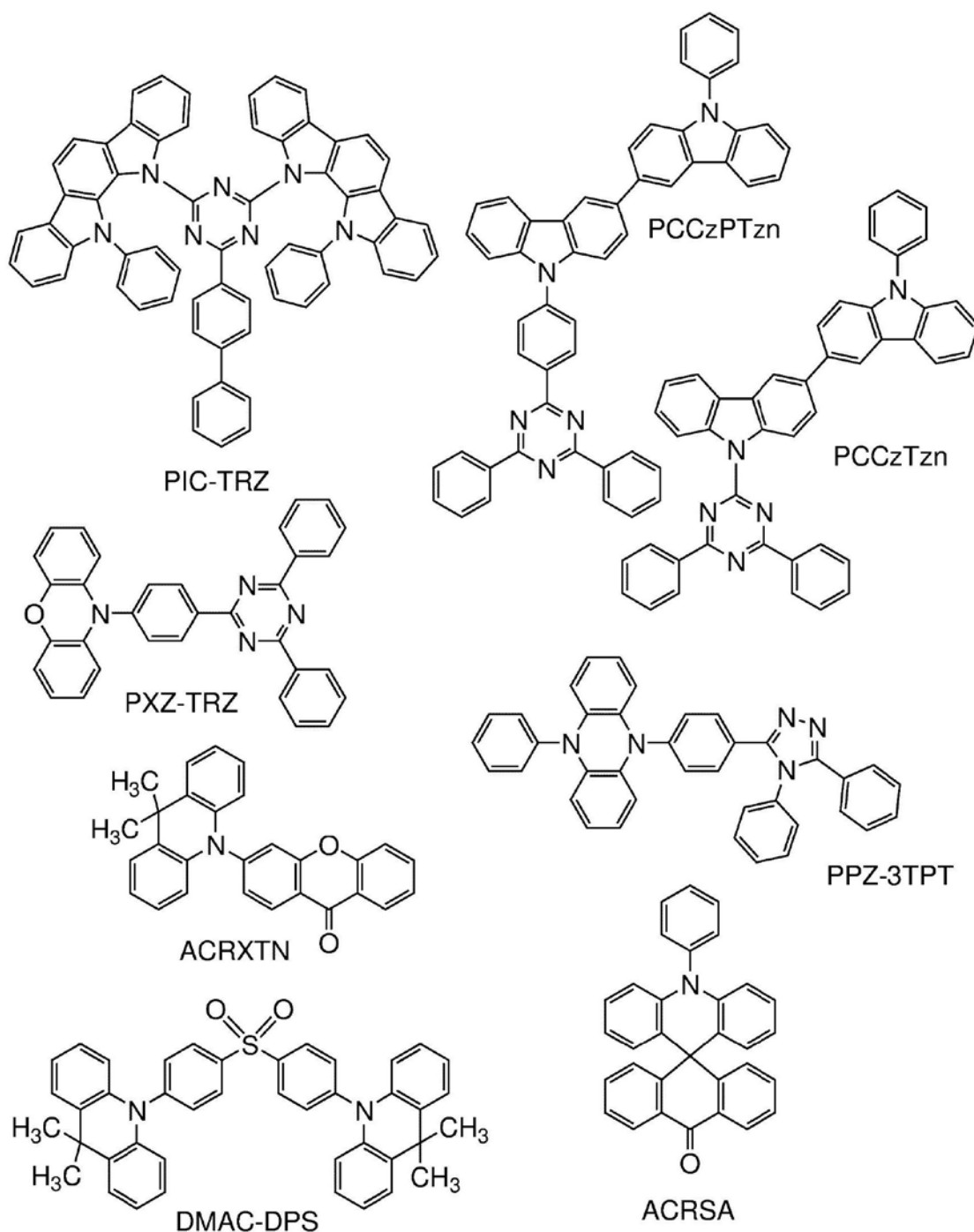
[0139] [化学式38]



[0140] 另外,还可以使用由下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'-H-3,3'-联吡啶(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砷(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'-H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等具有富 π 电子型芳杂环和缺 π 电子型芳杂环的一方或双方的杂环化合物。该杂环化合物具有富 π 电子型芳杂环和

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

[0141] [化学式39]



[0142] TADF材料是指S1能级和T1能级之差较小且具有通过反系间窜跃将三重激发能转换为单重激发能的功能的材料。因此,能够通过微小的热能量将三重激发能上转换(up-convert)为单重激发能(反系间窜跃)并能够高效地产生单重激发态。此外,可以将三重激发能转换为发光。

[0143] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0144] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长

能量为T1能级时，S1与T1之差为0.3eV以下，更优选为0.2eV以下。

[0145] 此外，当使用TADF材料作为发光物质时，主体材料的S1能级优选比TADF材料的S1能级高。此外，主体材料的T1能级优选比TADF材料的T1能级高。

[0146] 作为发光层的主体材料，可以使用具有电子传输性的材料或具有空穴传输性的材料、上述TADF材料等各种载流子传输材料。

[0147] 作为具有空穴传输性的材料，优选使用具有胺骨架或 π 电子过剩型芳杂环骨架的有机化合物。例如，可以举出：4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称：NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称：TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称：BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称：BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称：mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称：PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称：PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称：PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称：PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称：PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称：PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物；1,3-双(N-咔唑基)苯(简称：mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称：CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称：CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称：PCCP)等具有咔唑骨架的化合物；4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称：DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称：DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称：DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物；以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称：mmDBFFLi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中，具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压，所以是优选的。

[0148] 作为具有电子传输性的材料，例如可以举出：双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称：BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称：BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称：Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称：ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称：ZnBTZ)等金属配合物或包括缺 π 电子型芳杂环骨架的有机化合物。作为包括缺 π 电子型芳杂环骨架的有机化合物，例如可以举出：2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称：PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称：TAZ)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称：OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称：C011)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称：TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称：mDBTBIIm-II)等具有聚唑骨架的杂环化合物；2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称：2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称：2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称：2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称：4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称：4,6mDBTP2Pm-II)、4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]喹啉(简称：4,8mDBtP2Bqn)等具有二噻吩骨架的杂环化合物；以及3,5-双[3-(9H-

咪唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)等的具有吡啶骨架的杂环化合物。其中,具有二噻骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。尤其是,具有二噻(噻啶或吡噻)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,也有助于降低驱动电压。

[0149] 作为能够用作主体材料的TADF材料,可以使用与上面作为TADF材料举出的材料同样的材料。当使用TADF材料作为主体材料时,由TADF材料生成的三重激发能经反系间窜跃转换为单重激发能并进一步能量转移到发光物质,由此可以提高发光器件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量供体,发光物质被用作能量受体。

[0150] 当上述发光物质为荧光发光物质时这是非常有效的。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的S1能级优选比荧光发光物的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0151] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光的TADF材料。由此,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0152] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜跃生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。此外,优选的是在TADF材料中生成的三重激发能不转移到荧光发光物质的三重激发能。为此,荧光发光物质优选在荧光发光物质所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有 π 键的取代基,优选为饱和烃,具体而言,可以举出碳原子数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子数为3以上且10以下的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基,更优选具有多个保护基。不具有 π 键的取代基由于几乎没有传输载流子的功能,所以对载流子传输或载流子复合几乎没有影响,可以使TADF材料与荧光发光物质的发光体彼此远离。在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合芳杂环。作为稠合芳香环或稠合芳杂环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、吩恶噻骨架、吩噻噻骨架等。尤其是,具有蔡骨架、蒽骨架、芴骨架、蒽骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、蔡并双苯并咪唑骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0153] 在将荧光发光物质用作发光物质的情况下,作为主体材料,优选使用具有蒽骨架的材料。通过将具有蒽骨架的物质用作荧光发光物质的主体材料,可以实现发光效率及耐久性都良好的发光层。在用作主体材料的具有蒽骨架的物质中,具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物质在化学上稳定,所以是优选的。另外,在主体材料具有咪唑骨架的情况下,空穴的注入/传输性得到提高,所以是优选的,尤其是,在包含苯环稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,空穴容易注入,所以是更优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。因此,进一步优选用作主体材料的物质是具有9,10-二苯基蒽骨架及咪唑骨架(或者苯并咪唑骨架或二苯并咪唑骨架)的物质。注意,从上述空穴注入/传输性的观点来看,也可以使用苯并芴骨架或二苯并芴骨架代替咪唑骨架。作为这种物质的例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-蔡基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(简称:PCPN)、9-

[4-(10-苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)-联苯-4'-基}-蒽(简称:FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)等。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0154] 另外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料。通过混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料,可以使发光层113的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的含量的重量比例为1:19至19:1即可。作为混合的主体材料中的具有电子传输性的材料,可以适合使用实施方式1所记载的有机化合物。

[0155] 注意,作为上述混合的材料的一部分,可以使用磷光发光物质。磷光发光物质在作为发光物质使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量供体。

[0156] 另外,也可以使用这些混合了的材料形成激基复合物。通过以形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择混合材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。另外,通过采用该结构可以降低驱动电压,因此是优选的。

[0157] 注意,形成激基复合物的材料的至少一个可以为磷光发光物质。由此,可以高效地将三重激发能经反系间窜跃转换为单重激发能。

[0158] 关于高效地形成激基复合物的材料的组合,具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上。此外,具有空穴传输性的材料的LUMO能级优选为具有电子传输性的材料的LUMO能级以上。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测定测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0159] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰值)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,与对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0160] 电子传输层114是包含具有电子传输性的物质的层。作为具有电子传输性的物质,可以使用以上所述的能够用于主体材料的具有电子传输性的物质。

[0161] 另外,电子传输层114优选在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下。通过降低电子传输层114中的电子的传输性可以控制向发光层的电子的注入量,由此可以防止发光层变成电子过多的状态。另外,电子传输层114优选包含具有电子传输性的材料和碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的配合

物。在使用复合材料形成空穴注入层时,尤其优选该复合材料中的具有空穴传输性的材料的HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深的HOMO能级,由此可以获得长寿命。注意,此时,具有电子传输性的材料的HOMO能级优选为-6.0eV以上。此外,该具有电子传输性的材料优选为具有蒽骨架的有机化合物,更优选为包含蒽骨架及杂环骨架的双方的有机化合物。作为该杂环骨架,优选为含氮五元环骨架或含氮六元环骨架,该杂环骨架尤其优选具有如吡唑环、咪唑环、恶唑环、噻唑环、吡嗪环、嘧啶环、哒嗪环等那样的环中含有两个杂原子的含氮五元环骨架或含氮六元环骨架。此外,作为碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的配合物,优选具有8-羟基喹啉结构。具体而言,例如可以举出8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、8-羟基喹啉-钠(简称:Naq)等。尤其优选的是,一价的金属离子的配合物,其中优选为锂的配合物,更优选为Liq。注意,在具有8-羟基喹啉结构时,可以使用它们的甲基取代物(例如2-甲基取代物或5-甲基取代物)等。另外,优选在电子传输层中碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的配合物中在其厚度方向上存在浓度差(也包括0的情况)。

[0162] 可以在电子传输层114和第二电极102之间设置包含氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等的碱金属、碱土金属或它们的化合物的层作为电子注入层115。电子注入层115 可以使用将碱金属、碱土金属或它们的化合物包含在由具有电子传输性的物质构成的层中的层或电子化合物(electride)。作为电子化合物,例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等。

[0163] 注意,作为电子注入层115,也可以使用对具有电子传输性的物质(优选为具有联吡啶骨架的有机化合物)包含上述碱金属或碱土金属的氟化物为微晶状态的浓度以上(50wt%以上)的层。由于该层为折射率低的层,所以可以提供外部量子效率更良好的发光器件。

[0164] 另外,可以设置电荷产生层116,而代替电子注入层115(图1B)。电荷产生层116是通过施加电位,可以对与该层的阴极一侧接触的层注入空穴,并且对与该层的阳极一侧接触的层注入电子的层。电荷产生层116 至少包括P型层117。P型层117优选使用上述构成空穴注入层111的复合材料来形成。另外,P型层117也可以将作为构成复合材料材料包含上述包含接受性材料的膜和包含空穴传输材料的膜层叠来形成。通过对P 型层117施加电位,电子和空穴分别注入到电子传输层114和用作阴极的第二电极102,使得发光器件工作。此外,由于本发明的一个方式的有机化合物为折射率较低的有机化合物,所以通过用于P型层117,可以得到外部量子效率良好的发光器件。

[0165] 另外,电荷产生层116除了包括P型层117之外,优选还包括电子中继层118及电子注入缓冲层119中的任一方或双方。

[0166] 电子中继层118至少包含具有电子传输性的物质,并且能够防止电子注入缓冲层119和P型层117的相互作用,并顺利地传递电子。优选将电子中继层118所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级设定在P型层117中的接受性物质的LUMO能级与电子传输层114中的接触于电荷产生层116的层所包含的物质的LUMO能级之间。具体而言,电子中继层118中的具有电子传输性的物质的LUMO能级优选为-5.0eV以上,更优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。另外,作为电子中继层118中的具有电子传输性的物质,优选使用酞菁类材料或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。

[0167] 电子注入缓冲层119可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及这些物质的化合物

(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))等电子注入性高的物质。

[0168] 另外,在电子注入缓冲层119包含具有电子传输性的物质及供体性物质的情况下,作为供体性物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。另外,作为具有电子传输性的物质,可以使用与上面所说明的用于电子传输层114的材料同样的材料形成。

[0169] 作为形成第二电极102的物质,可以使用功函数小(具体为3.8eV以下)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。作为这种阴极材料的具体例子,可以举出锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)或者锶(Sr)等的属于元素周期表中的第1族或第2族的元素、包含它们的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及包含它们的合金等。然而,通过在第二电极102和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函数的大小而将各种导电材料诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用作第二电极102。这些导电材料可以通过真空蒸镀法、溅射法等干式法、喷墨法、旋涂法等形成。另外,第二电极102可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法或利用金属材料的膏剂的湿式法形成。

[0170] 另外,作为EL层103的形成方法,不论干式法或湿式法,都可以使用各种方法。例如,也可以使用真空蒸镀法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、丝网印刷法、喷墨法或旋涂法等。

[0171] 另外,也可以通过使用不同成膜方法形成上面所述的各电极或各层。

[0172] 注意,设置在第一电极101与第二电极102之间的层的结构不局限于上述结构。但是,优选采用在离第一电极101及第二电极102远的部分设置空穴与电子复合的发光区域的结构,以便抑制由于发光区域与用于电极或载流子注入层的金属接近而发生的猝灭。

[0173] 另外,为了抑制从在发光层中产生的激子的能量转移,接触于发光层113的如空穴传输层和电子传输层,尤其是靠近发光层113中的复合区域的载流子传输层优选使用如下物质构成,即具有比构成发光层的发光材料或者包含在发光层中的发光材料所具有的带隙大的带隙的物质。

[0174] 接着,参照图1C说明具有层叠有多个发光单元的结构 of 发光器件(以下也称为叠层型元件或串联元件)的方式。该发光器件是在阳极和阴极之间具有多个发光单元的发光器件。一个发光单元具有与图1A所示的EL层103大致相同的结构。就是说,可以说,图1C所示的发光器件是具有多个发光单元的发光器件,而图1A或图1B所示的发光器件是具有一个发光单元的发光器件。

[0175] 在图1C中,在阳极501和阴极502之间层叠有第一发光单元511和第二发光单元512,并且在第一发光单元511和第二发光单元512之间设置有电荷产生层513。阳极501和阴极502分别相当于图1A中的第一电极101和第二电极102,并且可以应用与图1A的说明同样的材料。另外,第一发光单元511和第二发光单元512可以具有相同结构,也可以具有不同结构。

[0176] 电荷产生层513具有在对阳极501及阴极502施加电压时,对一个发光单元注入电子并对另一个发光单元注入空穴的功能。就是说,在图1C中,在以阳极的电位比阴极的电位高的方式施加电压的情况下,电荷产生层513只要是对第一发光单元511注入电子并对第二发光单元512注入空穴的层即可。

[0177] 电荷产生层513优选具有与图1B所示的电荷产生层116同样的结构。因为有机化合物与金属氧化物的复合材料具有良好的载流子注入性及载流子传输性,从而能够实现低电压驱动及低电流驱动。注意,在发光单元的阳极一侧的面接触于电荷产生层513的情况下,电荷产生层513可以具有发光单元的空穴注入层的功能,所以在发光单元中也可以不设置空穴注入层。

[0178] 另外,当在电荷产生层513中设置电子注入缓冲层119时,因为该电子注入缓冲层119具有阳极一侧的发光单元中的电子注入层的功能,所以在阳极一侧的发光单元中不一定必须设置电子注入层。

[0179] 虽然在图1C中说明了具有两个发光单元的发光器件,但是可以同样地应用层叠三个以上的发光单元的发光器件。如根据本实施方式的发光器件,通过在一对电极之间将多个发光单元使用电荷产生层513隔开并配置,该器件可以在保持低电流密度的同时实现高亮度发光,并且能够实现寿命长的器件。另外,可以实现能够进行低电压驱动且低功耗的发光装置。

[0180] 另外,通过使各发光单元的发光颜色不同,可以以整个发光器件得到所希望的颜色发光。例如,通过在具有两个发光单元的发光器件中获得来自第一发光单元的红色和绿色的发光颜色以及来自第二发光单元的蓝色的发光颜色,可以得到在整个发光器件中进行白色发光的发光器件。

[0181] 另外,上述EL层103、第一发光单元511、第二发光单元512及电荷产生层513等各层及电极例如可以利用蒸镀法(包括真空蒸镀法)、液滴喷射法(也称为喷墨法)、涂敷法、凹版印刷法等方法形成。此外,其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、树枝状聚合物)或者高分子材料。

[0182] 实施方式3

在本实施方式中,对使用实施方式2所示的发光器件的发光装置进行说明。

[0183] 在本实施方式中,参照图2A及图2B对使用实施方式2所示的发光器件而制造的发光装置进行说明。注意,图2A是示出发光装置的俯视图,并且图2B是沿图2A中的线A-B及线C-D切断的截面图。该发光装置作为用来控制发光器件的发光的单元包括由虚线表示的驱动电路部(源极线驱动电路)601、像素部602、驱动电路部(栅极线驱动电路)603。另外,附图标记604是密封衬底,附图标记605是密封材料,由密封材料605围绕的内侧是空间607。

[0184] 注意,引导布线608是用来传送输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号的布线,并且从用作外部输入端子的FPC(柔性印刷电路)609接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。注意,虽然在此只图示出FPC,但是该FPC还可以安装有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体,而且还包括安装有FPC或PWB的发光装置。

[0185] 下面,参照图2B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0186] 元件衬底610除了可以使用由玻璃、石英、有机树脂、金属、合金、半导体等构成的衬底以外还可以使用由FRP (Fiber Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF (聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0187] 对用于像素或驱动电路的晶体管的结构没有特别的限制。例如,可以采用反交错型晶体管或交错型晶体管。另外,顶栅型晶体管或底栅型晶体管都可以被使用。对用于晶体管的半导体材料没有特别的限制,例如可以使用硅、锗、碳化硅、氮化镓等。或者可以使用In-Ga-Zn类金属氧化物等的包含铟、镓、锌中的至少一个的氧化物半导体。

[0188] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0189] 在此,氧化物半导体优选用于设置在上述像素或驱动电路中的晶体管和用于在后面说明的触摸传感器等的晶体管等半导体装置。尤其优选使用其带隙比硅宽的氧化物半导体。通过使用带隙比硅宽的氧化物半导体,可以降低晶体管的关态电流(off-state current)。

[0190] 上述氧化物半导体优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。另外,上述氧化物半导体更优选为包含以In-M-Zn类氧化物(M为Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce或Hf等金属)表示的氧化物的氧化物半导体。

[0191] 尤其是,作为半导体层,优选使用如下氧化物半导体膜:具有多个结晶部,该多个结晶部的c轴都朝向垂直于半导体层的被形成面或半导体层的顶面的方向,并且在相邻的结晶部间不具有晶界。

[0192] 通过作为半导体层使用上述材料,可以实现电特性的变动被抑制的可靠性高的晶体管。

[0193] 另外,由于具有上述半导体层的晶体管的关态电流较低,因此能够长期间保持经过晶体管而储存于电容器中的电荷。通过将这种晶体管用于像素,能够在保持各显示区域所显示的图像的灰度的状态下,停止驱动电路。其结果是,可以实现功耗极低的电子设备。

[0194] 为了实现晶体管的特性稳定化等,优选设置基底膜。作为基底膜,可以使用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜等无机绝缘膜并以单层或叠层制造。基底膜可以通过溅射法、CVD (Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)法(等离子体CVD法、热CVD法、MOCVD (Metal Organic CVD:有机金属化学气相沉积)法等)或ALD (Atomic Layer Deposition:原子层沉积)法、涂敷法、印刷法等形成。注意,基底膜若不需要则也可以不设置。

[0195] 注意,FET623示出形成在驱动电路部601中的晶体管的一个。另外,驱动电路也可以利用各种CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路形成。另外,虽然在本实施方式中示出在衬底上形成有驱动电路的驱动器一体型,但是不一定必须采用该结构,驱动电路也可以形成在外部,而不形成在衬底上。

[0196] 另外,像素部602由多个像素形成,该多个像素都包括开关FET611、电流控制FET612以及与该电流控制FET612的漏极电连接的第一电极613,但是并不局限于此,也可以采用组合三个以上的FET和电容器的像素部。

[0197] 注意,形成绝缘物614来覆盖第一电极613的端部。在此,可以使用正型感光丙烯酸

树脂膜形成绝缘物614。

[0198] 另外,将绝缘物614的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面,以获得后面形成的EL层等的良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸树脂作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部包括具有曲率半径(0.2 μ m至3 μ m)的曲面。作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0199] 在第一电极613上形成有EL层616及第二电极617。在此,作为用于被用作阳极的第一电极613的材料,优选使用具有大功函数的材料。例如,除了可以使用诸如ITO膜、包含硅的铟锡氧化物膜、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn膜、Pt膜等的单层膜以外,还可以使用由氮化钛膜和以铝为主要成分的膜构成的叠层膜以及由氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜构成的三层结构等。注意,通过采用叠层结构,布线的电阻值可以较低,可以得到好的欧姆接触,并且,可以将其用作阳极。

[0200] 另外,EL层616通过使用蒸镀掩模的蒸镀法、喷墨法、旋涂法等各种方法形成。EL层616包括实施方式2所示的结构。另外,作为构成EL层616的其他材料,也可以使用低分子化合物或高分子化合物(包含低聚物、树枝状聚合物)。

[0201] 另外,作为用于形成于EL层616上并被用作阴极的第二电极617的材料,优选使用具有功函数小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它们的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意,当使产生在EL层616中的光透过第二电极617时,优选使用由厚度减薄了的金属薄膜和透明导电膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟、包含硅的铟锡氧化物、氧化锌(ZnO)等)构成的叠层作为第二电极617。

[0202] 另外,发光器件由第一电极613、EL层616、第二电极617形成。该发光器件是实施方式2所示的发光器件。另外,像素部由多个发光器件构成,本实施方式的发光装置也可以包括实施方式2所示的发光器件和具有其他结构的发光器件的双方。

[0203] 另外,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,将发光器件618设置在由元件衬底610、密封衬底604以及密封材料605围绕的空间607中。注意,空间607中填充有填料,作为该填料,可以使用惰性气体(氮或氩等),还可以使用密封材料。通过在密封衬底中形成凹部且在其中设置干燥剂,可以抑制水分所导致的劣化,所以是优选的。

[0204] 另外,优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。另外,这些材料优选为尽可能地不使水分或氧透过的材料。另外,作为用于密封衬底604的材料,除了可以使用玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics;纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0205] 虽然在图2A及图2B中没有示出,但是也可以在第二电极上设置保护膜。保护膜可以由有机树脂膜或无机绝缘膜形成。另外,也可以以覆盖密封材料605的露出部分的方式形成保护膜。另外,保护膜可以覆盖一对衬底的表面及侧面、密封层、绝缘层等的露出侧面而设置。

[0206] 作为保护膜可以使用不容易透过水等杂质的材料。因此,可以能够高效地抑制水等杂质从外部扩散到内部。

[0207] 作为构成保护膜的材料,可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金属或聚合物等。例如,可以使用含有氧化铝、氧化钪、硅酸钪、氧化镧、氧化硅、钛酸锶、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化铌、氧化锆、氧化锡、氧化钇、氧化铈、氧化铟、氧化钪、氧化钇、氧化钒、氧

化铟等的材料、含有氮化铝、氮化镓、氮化硅、氮化铟、氮化钛、氮化铌、氮化钼、氮化锆、氮化镓的材料、包含含有钛及铝的氮化物、含有钛及铝的氧化物、含有铝及锌的氧化物、含有锰及锌的硫化物、含有铈及锆的硫化物、含有铟及铝的氧化物、含有铋及锆的氧化物等的材料。

[0208] 保护膜优选通过台阶覆盖性(step coverage)良好的成膜方法来形成。这种方法中之一个是原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法。优选将可以通过ALD法形成的材料用于保护膜。通过ALD法可以形成致密且裂缝或针孔等缺陷被减少或具备均匀的厚度的保护膜。另外,可以减少在形成保护膜时加工构件受到的损伤。

[0209] 例如,通过ALD法可以将均匀且缺陷少的保护膜形成在具有复杂的凹凸形状的表面或触摸面板的顶面、侧面以及背面上。

[0210] 如上所述,可以得到使用实施方式2所示的发光器件制造的发光装置。

[0211] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式2所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,使用实施方式2所示的发光器件的发光效率良好,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0212] 图3A及图3B示出通过形成呈现白色发光的发光器件设置着色层(滤色片)等来实现全彩色化的发光装置的例子。图3A示出衬底1001、基底绝缘膜1002、栅极绝缘膜1003、栅电极1006、1007、1008、第一层间绝缘膜1020、第二层间绝缘膜1021、周边部1042、像素部1040、驱动电路部1041、发光器件的第一电极1024W、1024R、1024G、1024B、分隔壁 1025、EL层1028、发光器件的第二电极1029、密封衬底1031、密封材料1032等。

[0213] 另外,在图3A中,将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)设置在透明基材1033上。另外,还可以设置黑矩阵 1035。对设置有着色层及黑矩阵的透明基材1033进行对准而将其固定到衬底1001上。另外,着色层及黑矩阵1035被保护层1036覆盖。另外,图3A示出具有光不透过着色层而透射到外部的发光层及光透过各颜色的着色层而透射到外部的发光层,不透过着色层的光成为白色光且透过着色层的光成为红色光、绿色光、蓝色光,因此能够以四个颜色的像素显示图像。

[0214] 图3B示出将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)形成在栅极绝缘膜1003和第一层间绝缘膜1020之间的例子。如上述那样,也可以将着色层设置在衬底1001和密封衬底1031之间。

[0215] 另外,虽然以上说明了具有从形成有FET的衬底1001一侧取出光的结构(底部发射型)的发光装置,但是也可以采用具有从密封衬底1031 一侧取出发光的结构(顶部发射型)的发光装置。图4示出顶部发射型发光装置的截面图。在此情况下,衬底1001可以使用不使光透过的衬底。到制造用来使FET与发光器件的阳极连接的连接电极为止的工序与底部发射型发光装置同样地进行。然后,以覆盖电极1022的方式形成第三层间绝缘膜1037。该第三层间绝缘膜1037也可以具有平坦化的功能。第三层间绝缘膜1037可以使用与第二层间绝缘膜相同的材料或其他公知材料形成。

[0216] 虽然在此发光器件的第一电极1024W、1024R、1024G、1024B都是阳极,但是也可以是阴极。另外,在采用如图4所示那样的顶部发射型发光装置的情况下,第一电极优选为反射电极。EL层1028的结构采用实施方式2所示的EL层103的结构,并且采用能够获得白色发光的元件结构。

[0217] 在采用图4所示的顶部发射结构的情况下,可以使用设置有着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)的密封衬底1031进行密封。密封衬底1031也可以设置有位于像素和像素之间的黑矩阵1035。着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)、黑矩阵1035也可以被保护层1036覆盖。另外,作为密封衬底1031,使用具有透光性的衬底。另外,虽然在此示出了以红色、绿色、蓝色、白色的四个颜色进行全彩色显示的例子,但是并不局限于此。此外,也可以以红色、黄色、绿色、蓝色的四个颜色或红色、绿色、蓝色的三个颜色进行全彩色显示。

[0218] 在顶部发射型发光装置中,可以优选地适用微腔结构。将反射电极用作第一电极且将半透射半反射电极用作第二电极,由此可以得到具有微腔结构的发光器件。在反射电极与半透射半反射电极之间至少含有EL层,并且至少含有成为发光区域的发光层。

[0219] 注意,反射电极的可见光反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。另外,半透射半反射电极的可见光反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0220] 从EL层所包含的发光层射出的光被反射电极和半透射·半反射电极反射,并且谐振。

[0221] 在该发光器件中,通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度而可以改变反射电极与半透射半反射电极之间的光程。由此,可以在反射电极与半透射半反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0222] 被反射电极反射回来的光(第一反射光)会给从发光层直接入射到半透射·半反射电极的光(第一入射光)带来很大的干涉,因此优选将反射电极与发光层的光程调节为 $(2n-1)\lambda/4$ (注意, n 为1以上的自然数, λ 为要增强的光的波长)。通过调节该光程,可以使第一反射光与第一入射光的相位一致,由此可以进一步增强从发光层发射的光。

[0223] 另外,在上述结构中,EL层可以含有多个发光层,也可以只含有一个发光层。例如,可以组合上述结构与上述串联型发光器件的结构,其中在一个发光器件中以其间夹着电荷产生层的方式设置多个EL层,并且,在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0224] 通过采用微腔结构,可以加强指定波长的正面方向上的发光强度,由此可以实现低功耗化。注意,在为使用红色、黄色、绿色以及蓝色的四个颜色的子像素显示图像的发光装置的情况下,因为可以获得由于黄色发光的亮度提高效果,而且可以在所有的子像素中采用适合各颜色的波长的微腔结构,所以能够实现具有良好的特性的发光装置。

[0225] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式2所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,使用实施方式2所示的发光器件的发光效率良好,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0226] 虽然到这里说明了有源矩阵型发光装置,但是下面说明无源矩阵型发光装置。图5A及图5B示出通过使用本发明制造的无源矩阵型发光装置。注意,图5A是示出发光装置的透视图,并且图5B是沿图5A的线X-Y切断而获得的截面图。在图5A及图5B中,在衬底951上的电极952与电极956之间设置有EL层955。电极952的端部被绝缘层953覆盖。在绝缘层953上设置有隔离层954。隔离层954的侧壁具有如下倾斜,即越接近衬底表面,两个侧壁之间的间隔越窄。换句话说,隔离层954的短边方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并

与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置隔离层954,可以防止起因于静电等的发光器件的不良。另外,在无源矩阵型发光装置中,通过使用实施方式2所示的发光器件,也可以得到可靠性良好的发光装置或者低功耗的发光装置。

[0227] 以上说明的发光装置能够控制配置为矩阵状的微小的多个发光器件中的每一个,所以作为进行图像的显示的显示装置可以适当地利用。

[0228] 另外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0229] 实施方式4

在本实施方式中,参照图6A及图6B对将实施方式2所示的发光器件用于照明装置的例子进行说明。图6B是照明装置的俯视图,图6A是沿着图6B的线e-f的截面图。

[0230] 在本实施方式的照明装置中,在用作支撑体的具有透光性的衬底400 上形成有第一电极401。第一电极401相当于实施方式2中的第一电极101。当从第一电极401一侧取出光时,第一电极401使用具有透光性的材料形成。

[0231] 另外,在衬底400上形成用来对第二电极404供应电压的焊盘412。

[0232] 在第一电极401上形成有EL层403。EL层403相当于实施方式2中的EL层103的结构或组合发光单元511、发光单元512以及电荷产生层 513的结构等。注意,作为它们的结构,参照各记载。

[0233] 以覆盖EL层403的方式形成第二电极404。第二电极404相当于实施方式2中的第二电极102。当从第一电极401一侧取出光时,第二电极 404使用反射率高的材料形成。通过使第二电极404与焊盘412连接,将电压供应到第二电极404。

[0234] 如上所述,本实施方式所示的照明装置具备包括第一电极401、EL 层403以及第二电极404的发光器件。由于该发光器件是发光效率高的发光器件,所以本实施方式的照明装置可以是低功耗的照明装置。

[0235] 使用密封材料405、406将形成有具有上述结构的发光器件的衬底400 和密封衬底407固定来进行密封,由此制造照明装置。另外,也可以仅使用密封材料405和406中的一个。另外,也可以使内侧的密封材料406(在图6B中未图示)与干燥剂混合,由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0236] 另外,通过以延伸到密封材料405、406的外部的方式设置焊盘412 和第一电极401的一部分,可以将其用作外部输入端子。另外,也可以在外部输入端子上设置安装有转换器等的IC芯片420等。

[0237] 本实施方式所记载的照明装置在EL元件中使用实施方式2所示的发光器件,可以实现低功耗的照明装置。

[0238] 实施方式5

在本实施方式中,对在其一部分包括实施方式2所示的发光器件的电子设备的例子进行说明。实施方式2所示的发光器件是发光效率良好且功耗低的发光器件。其结果是,本实施方式所记载的电子设备可以实现包括功耗低的发光部的电子设备。

[0239] 作为采用上述发光器件的电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视机或电视接收机)、用于计算机等的显示器、数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置、弹珠机等大型游戏机等。以下,示出这些电子设备的具体例子。

[0240] 图7A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,框体7101中组装有显示部7103。另外,在此示出利用支架7105支撑框体7101的结构。可以利用显示部7103显示图像,并且将实施方式2所示的发光器件排列为矩阵状而构成显示部7103。

[0241] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机 7110进行电视装置的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键 7109,可以控制频道及音量,由此可以控制显示在显示部7103上的图像。另外,也可以在遥控操作机7110中设置用来显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107。

[0242] 另外,电视装置采用具备接收机、调制解调器等结构。可以通过接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,能够进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0243] 图7B1示出计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。另外,该计算机通过将实施方式2所示的发光器件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图7B1中的计算机也可以为如图7B2所示的方式。图7B2所示的计算机设置有第二显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。第二显示部7210 是触摸面板,通过利用指头或专用笔操作显示在第二显示部7210上的输入用显示,能够进行输入。另外,第二显示部7210不仅能够显示输入用显示,而且可以显示其他图像。另外,显示部7203也可以是触摸面板。因为两个屏面通过铰链部连接,所以可以防止在收纳或搬运时发生问题如屏面受伤、破坏等。

[0244] 图7C示出便携式终端的一个例子。移动电话机具备组装在框体7401 中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。另外,移动电话机包括将实施方式2所示的发光器件排列为矩阵状而制造的显示部7402。

[0245] 图7C所示的便携式终端也可以具有用指头等触摸显示部7402来输入信息的结构。在此情况下,能够用指头等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0246] 显示部7402主要有三种屏面模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0247] 例如,在打电话或编写电子邮件的情况下,可以采用将显示部7402 主要用于输入文字的文字输入模式而输入在屏面上显示的文字。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大多部分中显示键盘或号码按钮。

[0248] 另外,通过在便携式终端内部设置具有陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,可以判断便携式终端的方向(纵或横)而自动进行显示部7402的屏面显示的切换。

[0249] 另外,通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏面模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏面模式切换成输入模式。

[0250] 另外,当在输入模式下通过检测出显示部7402的光传感器所检测的信号而得知在一定期间内没有显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制以将屏面模式从输入模式切换成显示模式。

[0251] 也可以将显示部7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或指头触摸显示部7402,来拍摄掌纹、指纹等,能够进行个人识别。另外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光源或发射近红外光的感测用光源,也能够拍摄指静脉、手掌静脉等。

[0252] 图8A是示出扫地机器人的一个例子的示意图。

[0253] 扫地机器人5100包括顶面上的显示器5101及侧面上的多个照相机 5102、刷子5103及操作按钮5104。虽然未图示,但是扫地机器人5100 的底面设置有轮胎和吸入口等。此外,扫地机器人5100还包括红外线传感器、超声波传感器、加速度传感器、压电传感器、光传感器、陀螺仪传感器等各种传感器。另外,扫地机器人5100包括无线通信单元。

[0254] 扫地机器人5100可以自动行走,检测垃圾5120,可以从底面的吸入口吸引垃圾。

[0255] 另外,扫地机器人5100对照相机5102所拍摄的图像进行分析,可以判断墙壁、家具或台阶等障碍物的有无。另外,在通过图像分析检测布线等可能会绕在刷子5103上的物体的情况下,可以停止刷子5103的旋转。

[0256] 可以在显示器5101上显示电池的剩余电量和所吸引的垃圾的量等。可以在显示器5101上显示扫地机器人5100的行走路径。另外,显示器 5101可以是触摸面板,可以将操作按钮5104显示在显示器5101上。

[0257] 扫地机器人5100可以与智能手机等便携式电子设备5140互相通信。照相机5102所拍摄的图像可以显示在便携式电子设备5140上。因此,扫地机器人5100的拥有者在出门时也可以知道房间的情况。另外,可以使用智能手机等便携式电子设备5140确认显示器5101的显示内容。

[0258] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器5101。

[0259] 图8B所示的机器人2100包括运算装置2110、照度传感器2101、麦克风2102、上部照相机2103、扬声器2104、显示器2105、下部照相机 2106、障碍物传感器2107及移动机构2108。

[0260] 麦克风2102具有检测使用者的声音及周围的声音等的功能。另外,扬声器2104具有发出声音的功能。机器人2100可以使用麦克风2102及扬声器2104与使用者交流。

[0261] 显示器2105具有显示各种信息的功能。机器人2100可以将使用者所希望的信息显示在显示器2105上。显示器2105可以安装有触摸面板。显示器2105可以是可拆卸的信息终端,通过将该信息终端设置在机器人 2100的所定位置,可以进行充电及数据的收发。

[0262] 上部照相机2103及下部照相机2106具有对机器人2100的周围环境进行摄像的功能。另外,障碍物传感器2107可以检测机器人2100使用移动机构2108移动时的前方的障碍物的有无。机器人2100可以使用上部照相机2103、下部照相机2106及障碍物传感器2107认知周围环境而安全地移动。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器2105。

[0263] 图8C是示出护目镜型显示器的一个例子的图。护目镜型显示器例如包括框体5000、显示部5001、扬声器5003、LED灯5004、连接端子5006、传感器5007(它具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风5008、显示部5002、支撑部5012、耳机5013 等。

[0264] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部5001及显示部5002。

[0265] 图9示出将实施方式2所示的发光器件用于作为照明装置的台灯的例子。图9所示

的台灯包括框体2001和光源2002,并且作为光源2002使用实施方式3所记载的照明装置。

[0266] 图10示出将实施方式2所示的发光器件用于室内的照明装置3001的例子。由于实施方式2所示的发光器件是发光效率高的发光器件,所以可以提供低功耗的照明装置。另外,因为实施方式2所示的发光器件能够实现大面积化,所以能够用于大面积的照明装置。另外,因为实施方式2所示的发光器件的厚度薄,所以能够制造实现薄型化的照明装置。

[0267] 还可以将实施方式2所示的发光器件安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图11示出将实施方式2所示的发光器件用于汽车的挡风玻璃或仪表盘的一个方式。显示区域5200至显示区域5203是使用实施方式2所示的发光器件设置的显示区域。

[0268] 显示区域5200和显示区域5201是设置在汽车的挡风玻璃上的安装有实施方式2所示的发光器件的显示装置。通过使用具有透光性的电极制造实施方式2所示的发光器件的第一电极和第二电极,可以得到能看到对面的景色的所谓的透视式显示装置。若采用透视式显示,即使设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视界。另外,在设置用来驱动的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0269] 显示区域5202是设置在立柱部分的安装有实施方式2所示的发光器件的显示装置。通过在显示区域5202上显示来自设置在车厢上的成像单元的图像,可以补充被立柱遮挡的视界。另外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5203通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的图像,能够补充被车厢遮挡的视界的死角,而提高安全性。通过显示图像以补充不看到的部分,更自然且简单地确认安全。

[0270] 显示区域5203还可以提供导航信息、速度、转速等各种信息。使用者可以适当地改变显示内容及布置。另外,这些信息也可以显示在显示区域5200至显示区域5202上。另外,也可以将显示区域5200至显示区域5203用作照明装置。

[0271] 图12A和图12B示出可折叠的便携式信息终端5150。可折叠的便携式信息终端5150包括框体5151、显示区域5152及弯曲部5153。图12A示出展开状态的便携式信息终端5150。图12B示出折叠状态的便携式信息终端。虽然便携式信息终端5150具有较大的显示区域5152,但是通过将便携式信息终端5150折叠,便携式信息终端5150变小而可携带性好。

[0272] 可以由弯曲部5153将显示区域5152折叠成一半。弯曲部5153由可伸缩的构件和多个支撑构件构成,在折叠时,可伸缩的构件被拉伸。以弯曲部5153具有2mm以上,优选为3mm以上的曲率半径的方式进行折叠。

[0273] 另外,显示区域5152也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入/输出装置)。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示区域5152。

[0274] 此外,图13A至图13C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图13A示出展开状态的便携式信息终端9310。图13B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态的中途的状态的便携式信息终端9310。图13C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好,在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0275] 显示面板9311由铰链9313所连接的三个框体9315支撑。注意,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触控面板(输入输出装置)。另外,通过在两个框体9315之间的铰链9313处弯折显示面板9311,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性

地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。

[0276] 另外,本实施方式所示的结构可以与实施方式1至实施方式4所示的结构适当地组合来使用。

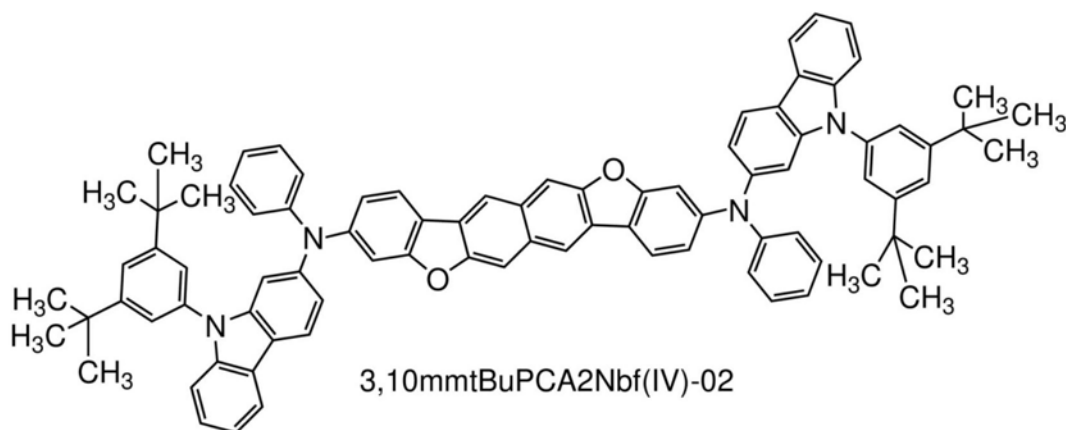
[0277] 如上所述,具备实施方式2所示的发光器件的发光装置的应用范围极为广泛,而能够将该发光装置用于各种领域的电子设备。通过使用实施方式2所示的发光器件,可以得到功耗低的电子设备。

实施例1

[0278] 《合成例子1》

在本合成例子中,说明在实施方式1中以结构式100表示的N,N'-双[9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-蔡并[2,3-b; 6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的合成方法。以下示出3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02的结构式。

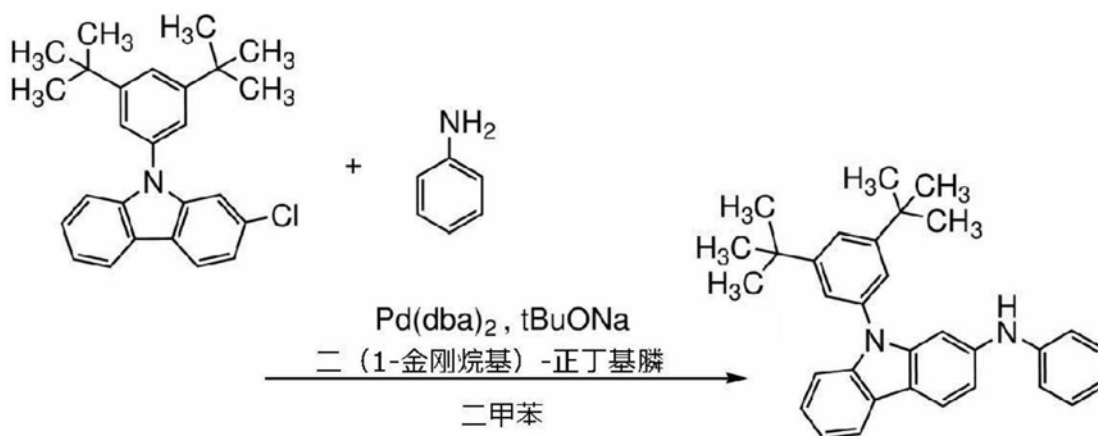
[0279] [化学式40]



[0280] <步骤1:N-苯基-9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑-2-胺的合成>

将5.5g (14mmol)的2-氯-9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑、1.9g (21mmol)的苯胺、4.0g (41mmol)的叔丁醇钠、0.25g (0.69mmol)的二(1-金刚烷基)正丁基膦放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加二甲苯90mL,对混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加79mg (0.14mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150℃进行加热搅拌6小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液而得到固体。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=3:7)对该固体进行纯化。对所得到的固体添加乙醇,照射超声波后进行过滤,以83%的收率得到白色固体5.2g。以下示出步骤1的合成方案。

[0281] [化学式41]



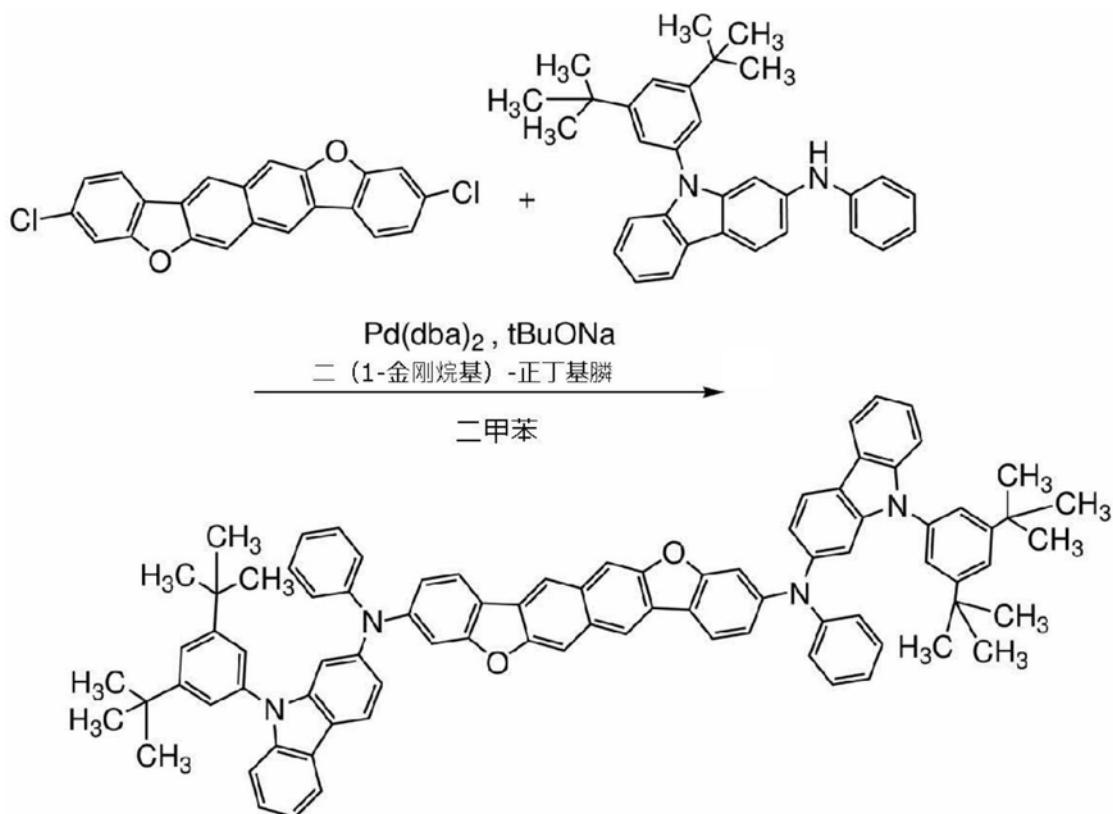
[0282] 图14A及图14B示出通过上述步骤1得到的白色固体的核磁共振光谱法(^1H -NMR)的测量结果。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过步骤1得到N-苯-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-吡唑-2-胺。

^1H NMR ($\text{DMSO}-d_6, 300\text{MHz}$): $\delta = 1.36 (\text{s}, 18\text{H}), 6.83 (\text{tt}, J_1 = 6.9\text{Hz}, J_2 = 1.5\text{Hz}, 1\text{H}), 6.97 (\text{dd}, J_1 = 8.4\text{Hz}, J_2 = 1.8\text{Hz}, 1\text{H}), 7.07 (\text{d}, J_1 = 1.8\text{Hz}, 1\text{H}), 7.13-7.33 (\text{m}, 7\text{H}), 7.39 (\text{d}, J_1 = 1.8\text{Hz}, 2\text{H}), 7.50 (\text{t}, J_1 = 1.8\text{Hz}, 1\text{H}), 8.03-8.07 (\text{m}, 2\text{H}), 8.37 (\text{s}, 1\text{H})$.

[0283] <步骤2: 3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(IV)-02的合成>

将0.79g (2.1mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃、2.2g (6.4mmol)的N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-吡唑-2-胺、75mg (0.21mmol)的二(1-金刚烷基)-正丁基膦、1.2g (13mmol)的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加20mL的二甲苯。对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加24mg (42 μmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150 $^{\circ}\text{C}$ 进行搅拌14小时。搅拌后,对混合物进行过滤,回收固体。用乙醇及水对所得到的固体进行洗涤。利用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:4,然后甲苯:己烷=3:7)对所洗涤的固体进行纯化,得到固体。用甲苯使所得到的固体重结晶,以66%的收率得到1.6g的黄色固体。通过梯度升华法对所得到的固体1.0g进行升华纯化。升华纯化在压力为在 $2.2 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 、氩流量为0mL/min的条件下以375 $^{\circ}\text{C}$ 加热来进行,以91%的回收率得到0.94g的黄色固体。以下示出步骤2的合成方案。

[0284] [化学式42]



[0285] 以下示出所得到的固体的¹H-NMR的数值数据。另外,图15A、图 15B示出¹H-NMR谱。由此,可知通过本合成例子得到3, 10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02。

¹H NMR (CD₂Cl₂, 300MHz): δ = 1.21 (s, 36H), 7.05-7.16 (m, 6H), 7.19-7.33 (m, 18H), 7.35-7.45 (m, 6H), 7.89 (d, J₁ = 8.4Hz, 2H), 7.98 (s, 2H), 8.05-8.11 (m, 4H), 8.37 (s, 2H)。

[0286] 接着,图16示出甲苯溶液中的3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图17示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测量的光谱而得到的光谱。另外,薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100) 测量。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920) 测量。量子产率使用绝对PL量子产率测定装置(由日本滨松光子学株式会社制造的Quantaaurus-QY) 测量。

[0287] 从图16可知,甲苯溶液中的3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02在433nm、411nm、384nm、348nm具有吸收峰且在450nm、479nm(激发波长410nm) 具有发射光谱的峰。另外,从图17可知,3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 的薄膜在434nm、414nm、350nm及266nm具有吸收峰且在468nm、494nm (激发波长410nm) 具有发射光谱的峰。从上述结果确认3, 10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02发射蓝色光且可知可以被用作发光物质或可见区域的荧光发光物质的主体。

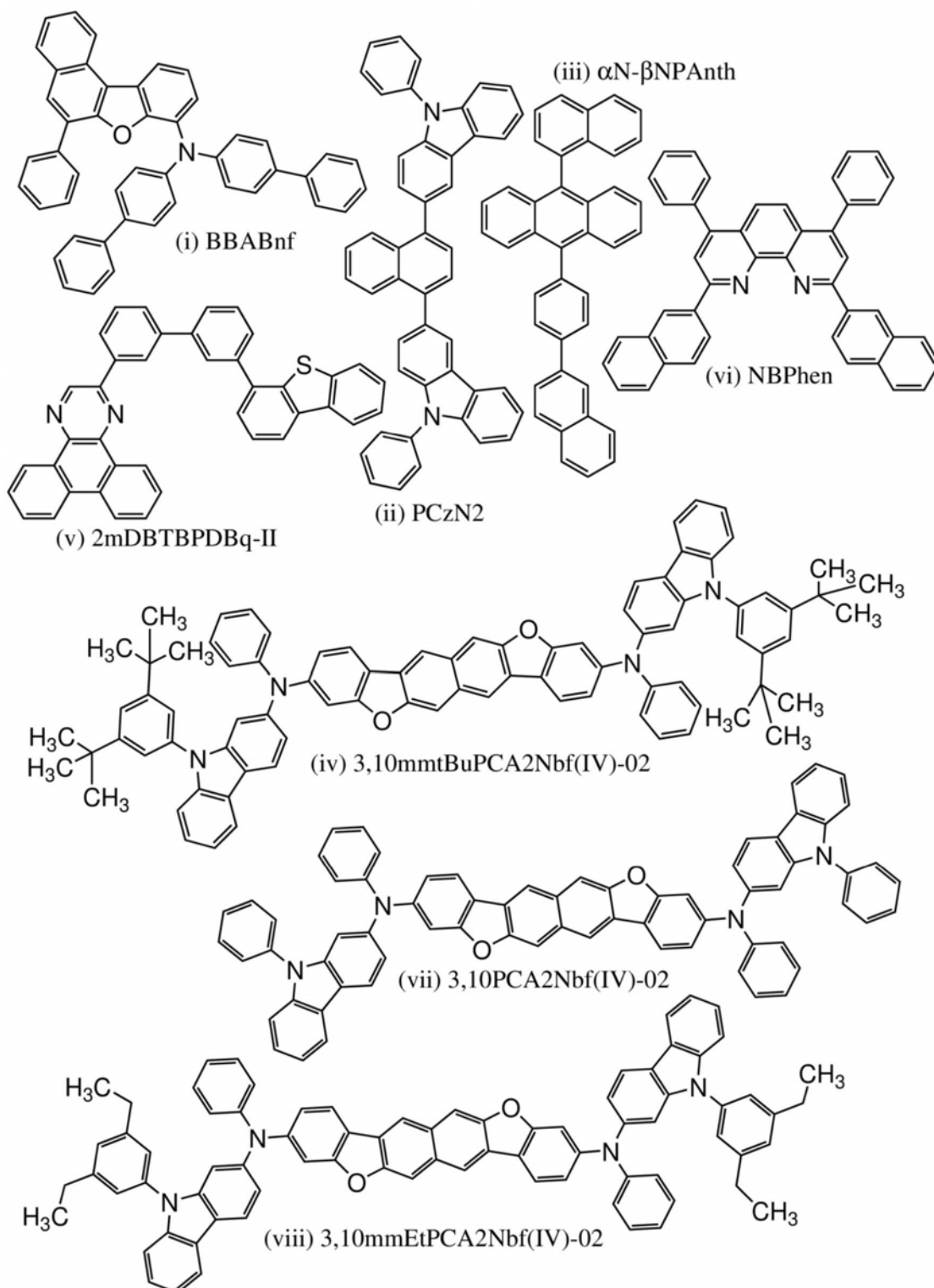
[0288] 另外,在测量甲苯溶液中的3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的量子产率时,其量子产率非常高,即90%,可知适合于发光材料。

实施例2

[0289] 在本实施例中,说明使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件以及不使用

该有机化合物的比较发光器件。以下示出发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2所使用的有机化合物的结构式。

[0290] [化学式43]



[0291] (发光器件1的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物 (ITSO),来形成第一电极101。注意,将其厚度设定为70nm,其电极面积为2mm $\times$ 2mm。

[0292] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0293] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4} Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在170℃的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0294] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极 101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极 101上通过利用电阻加热的蒸镀法以以上述结构式(i)表示的N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=BBABnf:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0295] 接着,在空穴注入层111上以厚度为20nm的方式蒸镀BBABnf,然后以厚度为10nm的方式蒸镀以上述结构式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCzN2),由此形成空穴传输层112。

[0296] 接着,以以上述结构式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)、以上述结构式(iv)表示的N,N'-双[9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(= α N- β NPAnth:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0297] 然后,在发光层113上以厚度为15nm的方式形成以上述结构式(v)表示的2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II),并且以厚度为10nm的方式蒸镀以上述结构式(vi)表示的2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen),来形成电子传输层114。

[0298] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,接着,以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极102,由此制造本实施例的发光器件1。

[0299] (比较发光器件1-1的制造方法)

除了将发光器件1中的3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02替换为以上述结构式(vii)表示的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)以外,比较发光器件1-1与发光器件1同样地制造。

[0300] (比较发光器件1-2的制造方法)

除了将发光器件1中的3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02替换为以上述结构式(viii)表示的N,N'-双[9-(3,5-二乙基苯)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmEtPCA2Nbf(IV)-02)以外,比较发光器件1-2与发光器件1同样地制造。

[0301] 以下表示出上述发光器件的元件结构。

[0302] [表1]

	空穴注入 层	空穴传输层		发光 层	电子传输层	
		1	2		1	2
		10nm	20nm		15nm	10nm
发光器件 1	BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	*1	2mDBTBPDq-II	NBPhen
比较发光器件 1-1				*2		
比较发光器件 1-2				*3		

*1aN-βNPAnth:3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

*2aN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

*3aN-βNPAnth:3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

[0303] 在氮气气氛的手套箱中,以不使上述发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV 处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对上述发光器件的初始特性进行测量。

[0304] 图18示出发光器件1、发光器件1-1及比较发光器件1-2的亮度-电流密度特性,图19示出电流效率-亮度特性,图20示出亮度-电压特性,图21示出电流-电压特性,图22示出外部量子效率-亮度特性,图23示出发射光谱。另外,以下示出各发光器件的1000cd/m²附近的主要特性。

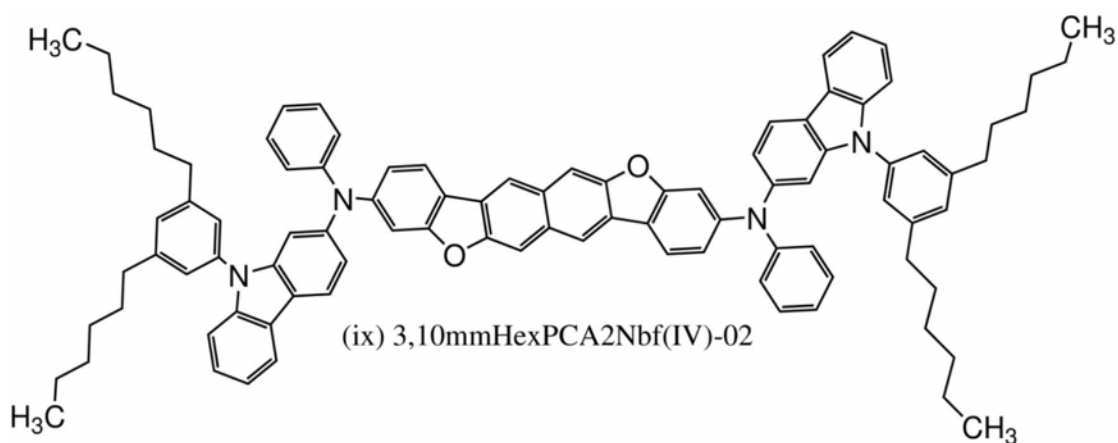
[0305] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率 (%)
发光器件 1	3.8	0.34	8.6	0.14	0.10	10.2	11.2
比较发光器件 1-1	4.0	0.40	10.1	0.14	0.10	10.5	11.7
比较发光器件 1-2	3.9	0.32	8.0	0.13	0.12	10.9	10.6

[0306] 从图18至图23可知,本发明的一个方式的发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2都是发光效率良好的EL器件。

[0307] 在此,检讨作为发光器件1的发光材料使用的本发明的一个方式的有机化合物3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02、作为比较发光器件1-1的发光材料使用的3,10PCA2Nbf (IV) -02、作为比较发光器件1-2的发光材料使用的3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02以及以下述结构式(ix)表示的N, N' -双[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N' -二苯基-蔡并[2,3-b; 6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02) 的发射光谱及热物性。

[0308] [化学式44]



[0309] 以上述结构式 (iv) 表示的有机化合物 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 是两个叔丁基都取代于在以上述结构式 (vii) 表示的有机化合物 3,10PCA2Nbf (IV) -02 所具有的咔唑基的 9 位取代的苯基的间位的物质, 以上述结构式 (viii) 表示的有机化合物 3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02 是在相同位置取代乙基的物质, 以上述结构式 (ix) 表示的有机化合物 3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02 是取代正己基的物质。

[0310] 首先, 图 24 示出甲苯溶液中的上述四个物质的发射光谱。从图 24 可知上述四个物质的发射光谱中的峰都位于同样的位置, 光谱的形状也大致一致。这意味着: 即使对上述四个物质中的在咔唑基的 9 位取代的苯基引入上述取代基, 物质本身的共轭也不受到影响且发光颜色也不受到影响。

[0311] 就是说, 可知: 3,10PCA2Nbf (IV) -02 呈现良好色纯度的蓝色光, 即使对 3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02、3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02、3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02 引入取代基, 也几乎没有给发射光谱或吸收光谱带来的影响, 都是呈现良好色纯度的蓝色光的有机化合物。另一方面, 3,10PCA2Nbf (IV) -02 存在有键合于作为发光体的主要骨架的芳基胺, 在对该芳基胺所具有的苯基引入同样的取代基时, 发射光谱漂移到长波长一侧, 色纯度降低。

[0312] 接着, 对上述四个物质进行热重-差热分析 (TG-DTA: Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)。在测量时使用高真空差动型热重分析仪 (Bruker AXS 公司制造的 TG-DTA2410SA)。图 25 示出在 10Pa、升温速度为 10°C/min 的条件下测量的各重量的减少与温度的关系 (热重量检测)。另外, 表 3 示出上述有机化合物的重量成为初始量的 -5%、-10%、-50% 时的各温度 (失重温度)。

[0313] [表 3]

		TG[%]		
		-5	-10	-50
温度[°C]	(vii) 3, 10PCA2Nbf (IV) -02	398	411	442
	(iv) 3, 10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02	378	394	423
	(viii) 3, 10mmEtPCA2Nbf (IV) -02	380	402	436
	(ix) 3, 10mmHexPCA2Nbf (IV) -02	384	407	442

[0314] 从表3可知,两个烷基都取代于在3,10PCA2Nbf (IV) -02所具有的咪唑基的9位取代的苯基的间位的物质都呈现失重温度下降的倾向,而升华性提高。尤其是,两个tBu基在间位取代的3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的升华性最提高。

[0315] 另外,图26是示出相对于电流密度50mA/cm²时的驱动时间的亮度变化的图表。如图26所示,与比较发光器件1-2相比,比较发光器件1-1 及本发明的一个方式的发光器件的发光器件1都呈现良好的特性。

[0316] 注意,3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02在升华纯化时被分解,所以不能制造使用3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02的发光器件,没有元件数据。

[0317] 如上所述,在本发明的一个方式的有机化合物中,通过在键合于咪唑基的9位的苯基的间位的每一个键合有键合于该苯基的碳具有支链的仲烷基或叔烷基。由此,升华性提高而可以制造可靠性良好的发光器件。

[0318] 另外,以下示出测量3,10PCA2Nbf (IV) -02及3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02的对溶剂的溶解度的结果。表示出25°C下的对甲苯的溶解度的结果。如此,可知:因为通过在键合于咪唑基的9位的苯基的间位键合有两个键合于该苯基的碳具有支链的碳原子数为3至6的仲烷基或叔烷基,所以本发明的一个方式的有机化合物的对溶剂的溶解性提高,由此容易进行纯化而易于生产本发明的一个方式的有机化合物。

[0319] [表4]

材料名称	溶解度		
	1M	0.1M	0.01M
(vii) 3, 10PCA2Nbf (IV) -02	×	×	×
(iv) 3, 10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02	×	○	○

对甲苯的溶解度
温度:25°C

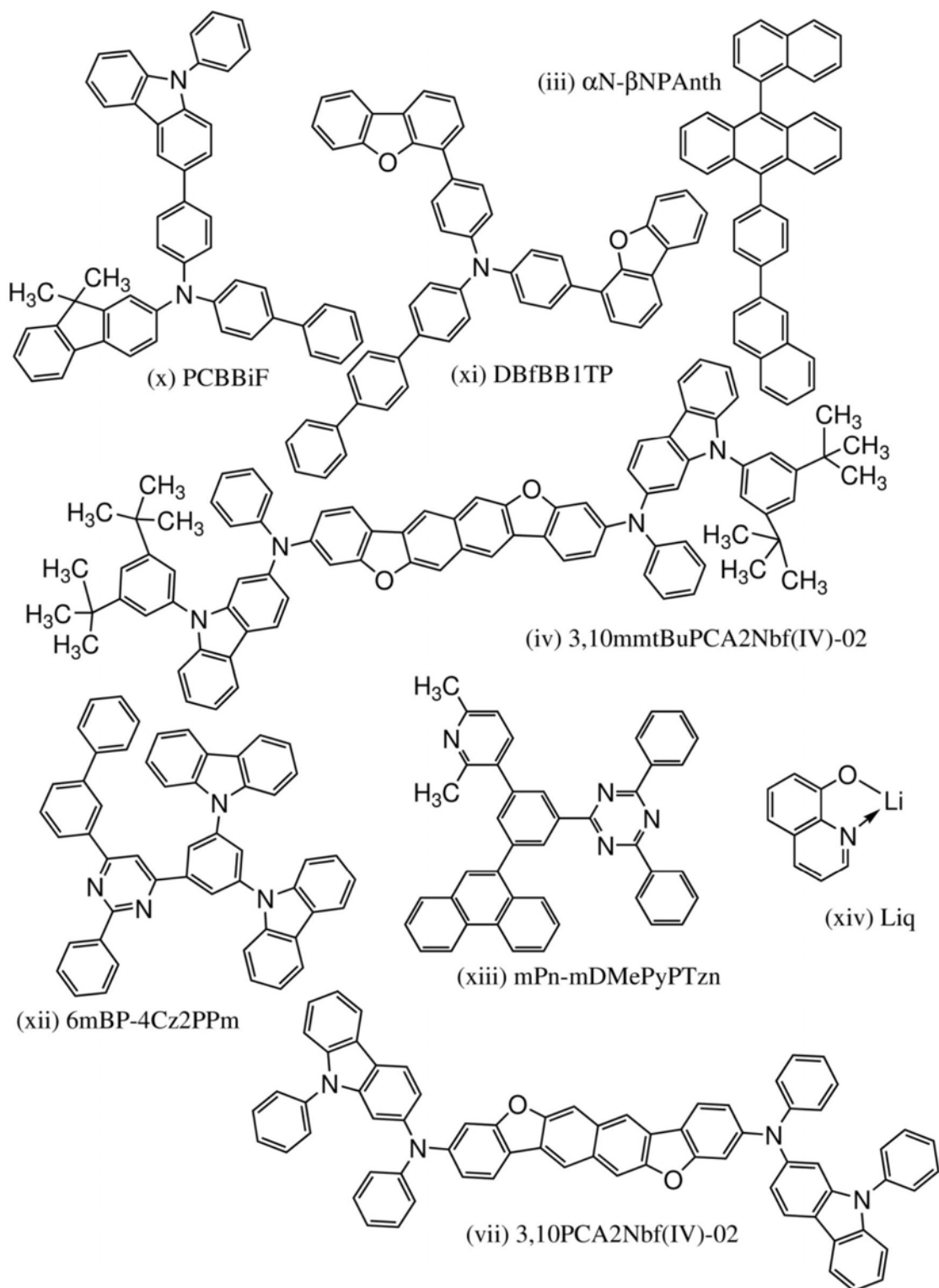
[0320] 另外,通过差示扫描量热仪(DSC,珀金埃尔默股份有限公司制造的 Pyris1) 测量3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02及3,10PCA2Nbf (IV) -02的熔点及玻璃转化温度。从测量结果可知,3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 的熔点为391°C,玻璃转化温度为201°C。3,10PCA2Nbf (IV) -02的熔点为366°C,玻璃转化温度为184°C。由此,可知:当在键合于咪唑基的9 位的苯基的间位键合有两个键合于该苯基的碳具有支链的碳原子数为3 至6的仲烷基或叔烷基时,本

发明的一个方式的有机化合物示出高熔点及高玻璃转换温度且呈现良好的耐热性。

实施例3

[0321] 在本实施例中,说明使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件 2以及不使用该有机化合物的比较发光器件2。以下示出发光器件2及比较发光器件2所使用的有机化合物的结构式。

[0322] [化学式45]



[0323] (发光器件2的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物 (ITSO),来形成第一电极101。注意,将其厚度设定为70nm,其电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0324] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0325] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在 170°C 的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0326] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极 101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极 101上通过利用电阻加热的蒸镀法以以上述结构式(x)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.03(=PCBBiF:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0327] 接着,在空穴注入层111上以厚度为20nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为10nm的方式蒸镀以上述结构式(xi)表示的N,N'-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺-对三联苯(简称:DBfBB1TP),由此形成空穴传输层112。

[0328] 接着,以以上述结构式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$)、以上述结构式(iv)表示的N,N'-双[9-(3,5-二-叔丁基苯基-9H-咔唑-2-基)-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(= $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0329] 然后,在发光层113上以厚度为10nm的方式形成以上述结构式(xii)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),并且以以上述结构式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)及以上述结构式(xiv)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0330] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq来形成电子注入层115,接着,以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极 102,由此制造本实施例的发光器件2。

[0331] (比较发光器件2的制造方法)

除了将发光器件2中的3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02替换为以上述结构式(vii)表示的3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)以外,比较发光器件2与发光器件2同样地制造。

[0332] 以下表示出上述发光器件的元件结构。

[0333] [表5]

	空穴 注入层	空穴 传输层		发光层	电子 传输层		电子 注入层
		1	2		1	2	
		10nm	20nm		10nm	15nm	
发光 器件 2	PCBBiF: OCHD-001 (1: 0.03)	PCBBiF	DBfBB1TP	*4	6mBP-4Cz 2PPm	mPn-mDMePy PTzn: Liq (1: 1)	Liq
比较发光 器件 2				*5			

*4aN-βNPAnth:3,10mmtBuPCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

*5aN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)

[0334] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV 处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对上述发光器件的初始特性进行测量。

[0335] 图27示出发光器件2及比较发光器件2的亮度-电流密度特性,图28 示出电流效率-亮度特性,图29示出亮度-电压特性,图30示出电流-电压特性,图31示出外部量子效率-亮度特性,图32示出发射光谱。另外,以下示出各发光器件的1000cd/m²附近的主要特性。

[0336] [表6]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率 (%)
发光器件 2	3.5	0.35	8.7	0.14	0.11	11.4	12.0
比较发光器 件 2	3.6	0.31	7.7	0.13	0.12	11.9	12.0

[0337] 从图27至图32可知,本发明的一个方式的发光器件2及比较发光器件2都是特性良好的EL器件。

[0338] 另外,测量具有与发光器件2及比较发光器件2相同结构的发光器件的相对于电流密度50mA/cm²时的驱动时间的亮度变化。图33示出其结果。测量在25℃及85℃的两个条件下进行,图33示出两个条件下的结果。如图33所示,在25℃下的测量中,发光器件2与比较发光器件2的结果大致相同,都呈现良好可靠性的结果。另一方面,在85℃下的测量中,在发光器件2与比较发光器件2的结果间有明显的差异,本发明的一个方式的发光器件的发光器件2示出更良好可靠性的结果。

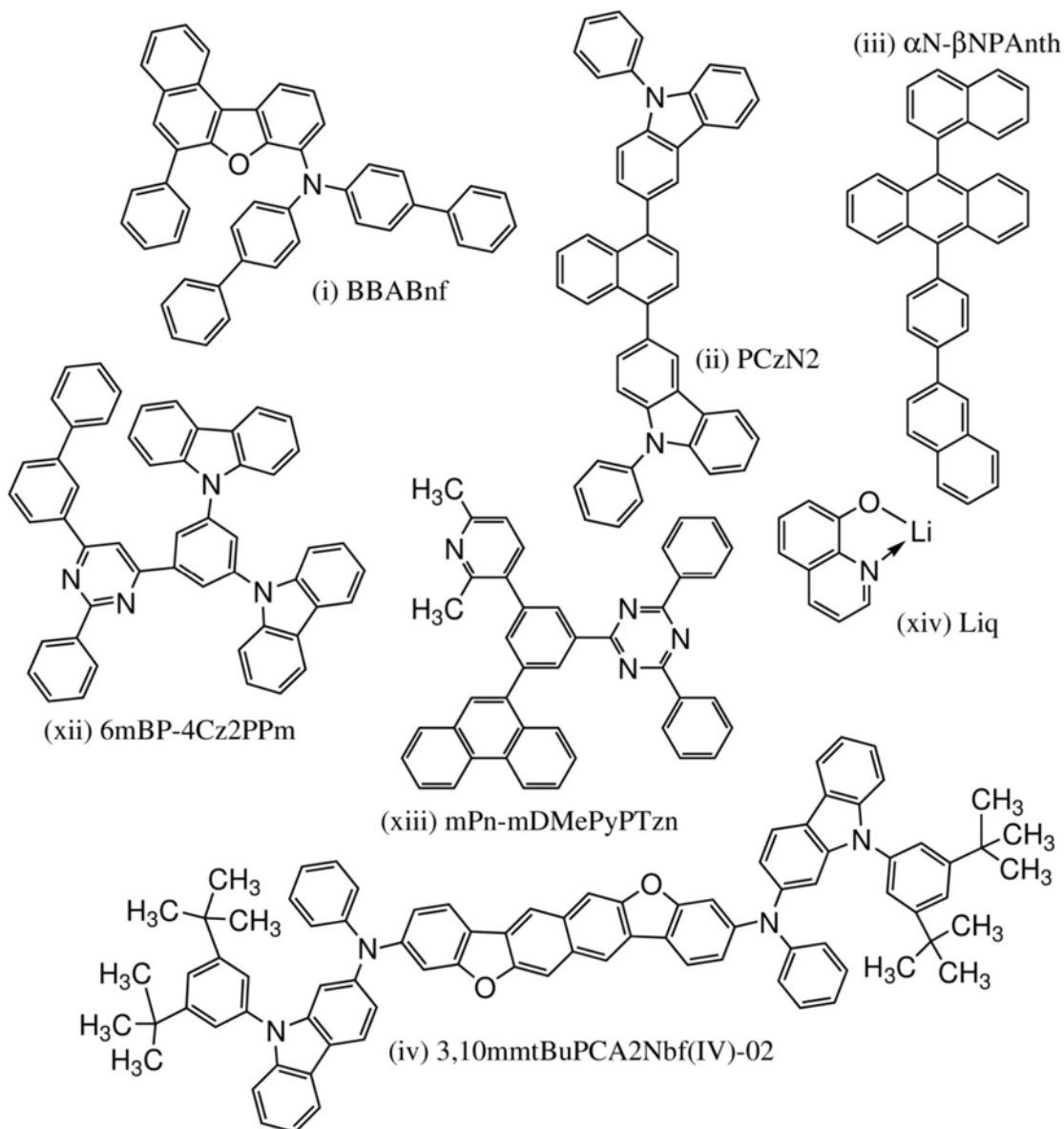
[0339] 从其结果可知,使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件是高温下的可靠

性良好的发光器件。因此,可知本发明的一个方式的有机化合物的耐热性高。

实施例4

[0340] 在本实施例中,说明使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件 3。以下示出在发光器件3中使用的有机化合物的结构式。

[0341] [化学式46]



[0342] (发光器件3的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物 (ITSO),来形成第一电极101。注意,将其厚度设定为70nm,其电极面积为2mm $\times$ 2mm。

[0343] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200 $^{\circ}$ C烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0344] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4} Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在170 $^{\circ}$ C的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0345] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极 101的衬底固

定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极 101上通过利用电阻加热的蒸镀法以以上述结构式(i)表示的N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=BBABnf:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0346] 接着,在空穴注入层111上以厚度为20nm的方式蒸镀BBABnf,然后以厚度为10nm的方式蒸镀以上述结构式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCzN2),由此形成空穴传输层112。

[0347] 接着,以以上述结构式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)、以上述结构式(iv)表示的N,N'-双[9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)的重量比为1:0.015(= α N- β NPAnth:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0348] 然后,在发光层113上以厚度为10nm的方式形成以上述结构式(xii)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),并且以以上述结构式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与以上述结构式(xiv)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0349] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq来形成电子注入层115,接着,以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极 102,由此制造本实施例的发光器件3。

[0350] 以下表示出上述发光器件的元件结构。

[0351] [表7]

	空穴 注入层	空穴 传输层		发光 层	电子 传输层		电子 注入层
		1	2		1	2	
	10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
发光 器件 3	BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	*6	6mBP-4Cz2PPm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)	Liq

*6 α N- β NPAnth:3,10mmtBuPCA2Nbf(IV)-02(1:0.015)

[0352] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV 处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对上述发光器件的初始特性进行测量。

[0353] 图34示出发光器件3的亮度-电流密度特性,图35示出电流效率-亮度特性,图36示出亮度-电压特性,图37示出电流-电压特性,图38示出外部量子效率-亮度特性,图39示出发射光谱。另外,以下示出各发光器件的1000cd/m²附近的主要特性。

[0354] [表8]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率 (%)
发光器件 3	3.6	0.37	9.4	0.14	0.11	11.3	12.1

[0355] 从图34至图39可知,本发明的一个方式的发光器件3是特性良好的 EL器件。

[0356] 另外,测量具有与发光器件3相同结构的发光器件的相对于电流密度 50mA/cm²时的驱动时间的亮度变化。图40示出其结果。测量在25℃及85℃的两个条件下进行,图40示出两个条件下的可靠性的结果。如图40 所示,发光器件3在各温度下都示出非常良好的可靠性结果。

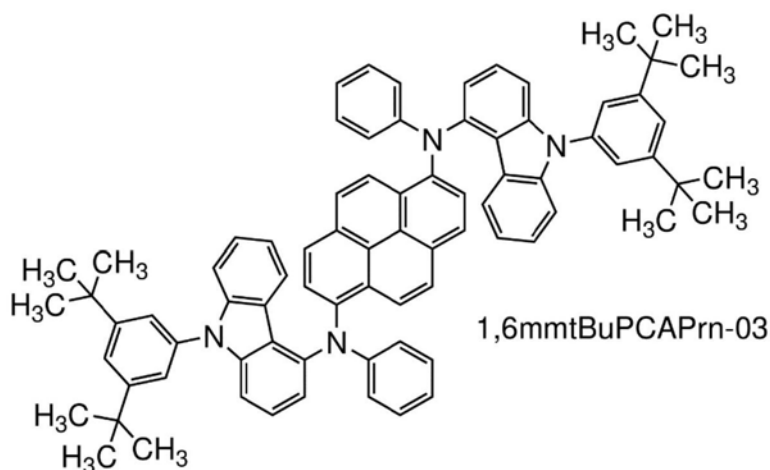
[0357] 从其结果可知,使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件是可靠性良好的发光器件。

实施例5

[0358] 《合成例子2>>

在本合成例子中,说明本发明的一个方式的有机化合物N,N'-双[9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-芘-1,6-二胺(简称:1,6mmtBuPCAPrn-03)的合成方法。以下示出1,6mmtBuPCAPrn-03 的结构式。

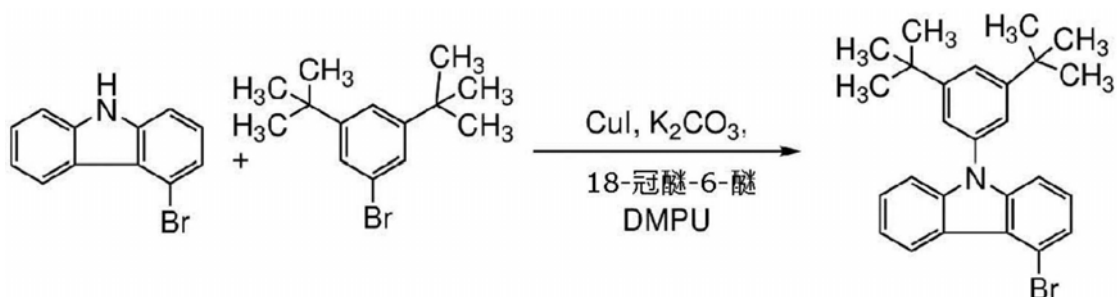
[0359] [化学式47]



[0360] 《步骤1:4-溴-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑的合成》

将10g (41mmol) 的4-溴-9H-咔唑、20g (73mmol) 的1-溴-3,5-二-叔丁基苯、0.77g (4.1mmol) 的碘化铜(I)、11g (81mmol) 的碳酸钾、0.32g (1.2mmol) 的18-冠醚-6-醚、10mL 的1,3-二甲基-3,4,5,6-四氢-2(1H)-嘧啶酮(简称:DMPU)放入200mL三口烧瓶中。在氮气流下以180℃对该混合物进行搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加100mL 的甲苯,通过抽滤去除沉淀物,依次使用稀盐酸、水、饱和碳酸氢钠水溶液洗涤滤液。分离为有机层与水层,使用硫酸镁使有机层干燥。过滤上述混合物,浓缩所得到的滤液而得到油状物。通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷)纯化该油状物。对所得到的固体添加甲醇,照射超声波,然后回收固体而得到19g的白色固体。以下示出步骤1的合成方案。

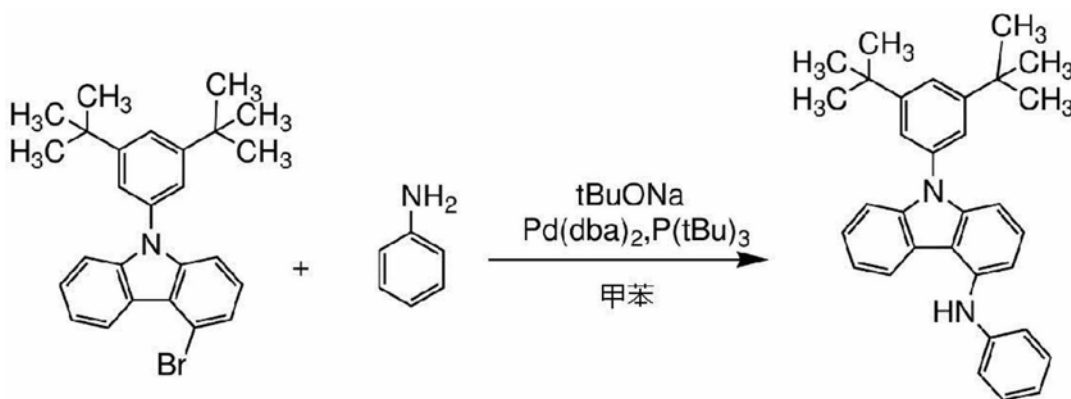
[0361] [化学式48]



[0362] <步骤2:N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺(简称: mmtBuPCA-03)的合成>

将6.0g (14mmol)的4-溴-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑、1.9g (21mmol)的苯胺、4.0g (15mmol)的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯70mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,对混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加79mg (0.14mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以120℃进行加热搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液而得到固体。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:5,接着甲苯:己烷=1:3)对该固体进行纯化,以82%的收率得到5.1g的白色固体。以下示出步骤2的合成方案。

[0363] [化学式49]



[0364] 图43A、图43B示出通过上述步骤2得到的白色固体的核磁共振光谱法(^1H -NMR)的测量结果。图43B是放大图43A中的6.5ppm至8.5ppm的范围而示出的图表。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过步骤2可以得到N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺。

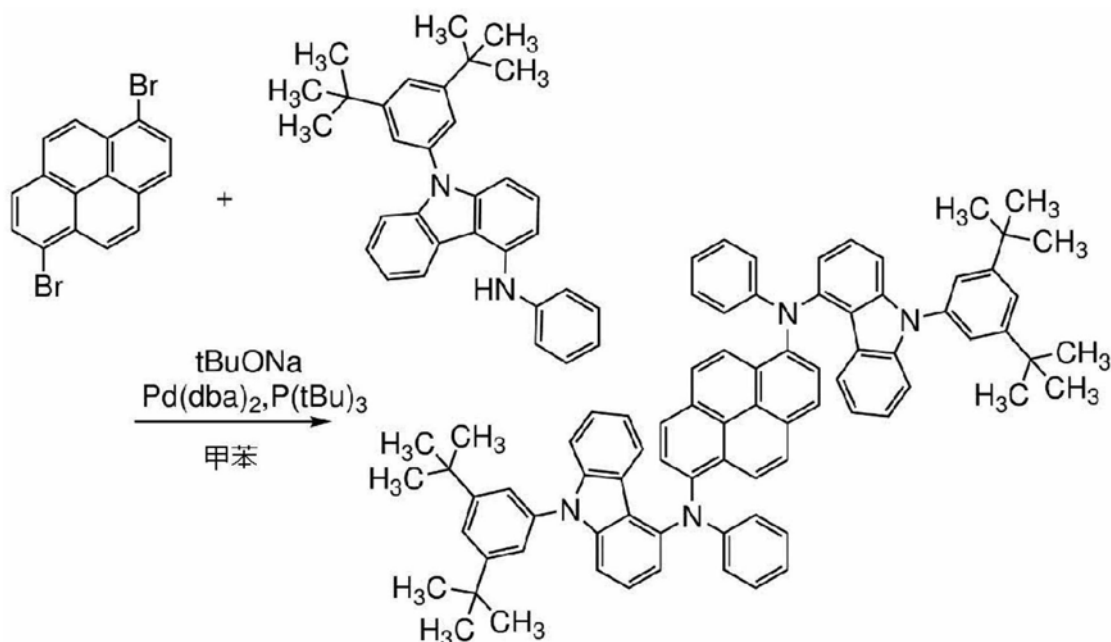
^1H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz): δ =1.38 (s, 18H), 6.79 (tt, J_1 =7.2Hz, 1H), 6.98 (d, J_1 =7.8Hz, 2H), 7.06 (dd, J_1 =5.1Hz, J_2 =7.8Hz, 2H), 7.11-7.22 (m, 3H), 7.31-7.42 (m, 5H), 7.56 (t, J_1 =1.8Hz, 1H), 7.96 (d, J_1 =7.8Hz, 1H), 8.26 (s, 1H)。

[0365] 《步骤3:1,6-mmtBuPCA-03的合成》

将0.99g (2.8mmol)的1,6-二溴苈、3.1g (6.9mmol)的N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺、1.9g (19mmol)的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯30mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 32mg (55 μ mol),在氮气流下以120℃进行加热搅拌20.5小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=7:3)纯化该固体,得到固体。

用甲苯使所得到的固体重结晶,以38%的收率得到1.1g的黄色固体。通过梯度升华法对所得到的固体1.1g进行升华纯化(条件:压力为 4.0×10^{-2} Pa,氩流量为 0mL/min,355℃)。升华纯化后,以88%的回收率得到1.0g的黄色固体。以下示出步骤3的合成方案。

[0366] [化学式50]



[0367] 图44A、图44B示出通过上述步骤3得到的黄色固体的核磁共振光谱法(^1H -NMR)的测量结果。图44B是放大图44A中的6.5ppm至8.5ppm 的范围而示出的图表。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过本合成例子可以得到1,6mmtBuPCAPrn-03。

^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz): $\delta = 1.41$ (s, 36H), 6.77-6.89 (m, 6H), 6.96-7.05 (m, 4H), 7.10 (t, $J_1 = 7.8\text{Hz}$, 2H), 7.17-7.23 (m, 6H), 7.32-7.42 (m, 4H), 7.45 (d, $J_1 = 1.8\text{Hz}$, 4H), 7.52 (t, $J_1 = 1.8\text{Hz}$, 2H), 7.80-7.85 (m, 4H), 7.95 (d, $J_1 = 7.8\text{Hz}$, 2H), 8.02 (d, $J_1 = 8.1\text{Hz}$, 2H), 8.26 (d, $J_1 = 9.3\text{Hz}$, 2H) .

[0368] 接着,图45示出甲苯溶液中的1,6mmtBuPCAPrn-03的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图46示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测得的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造, FP-8600)测量。量子产率使用绝对PL量子产率测定装置(由日本滨松光子学株式会社制造的Quantaaurus-QY)测量。

[0369] 从图45可知,甲苯溶液中的1,6mmtBuPCAPrn-03在425nm、355nm、282nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于456nm(激发波长400nm)。另外,从图46可知,1,6mmtBuPCAPrn-03的薄膜在430nm、398nm、335nm、315nm、295nm及265nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于470nm、491nm、535nm(激发波长400nm)。从上述结果可知,1,6mmtBuPCAPrn-03发射蓝色光且可以被用作发光物质或可见区域的荧光发光物质的主体。

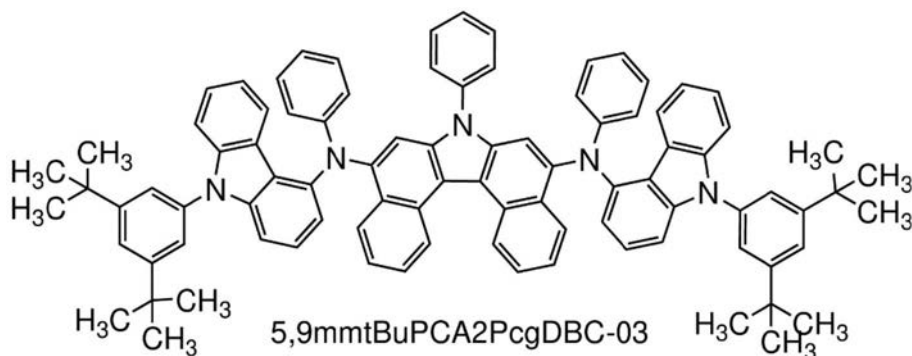
[0370] 另外,在测量甲苯溶液的量子产率时,其产率为非常高,即86%,作为发光材料很合适。

实施例6

[0371] 《合成例子3》

在本合成例子中,说明本发明的一个方式的有机化合物N,N'-双[9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-7-苯基-7H-二苯并[c,g]咔唑-5,9-二胺(简称:5,9mntBuPCA2PcgDBC-03)的合成方法。以下示出5,9mntBuPCA2PcgDBC-03的结构式。

[0372] [化学式51]



[0373] <步骤1:4-溴-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑的合成>

与实施例5的合成例子2中的步骤1同样地进行合成。

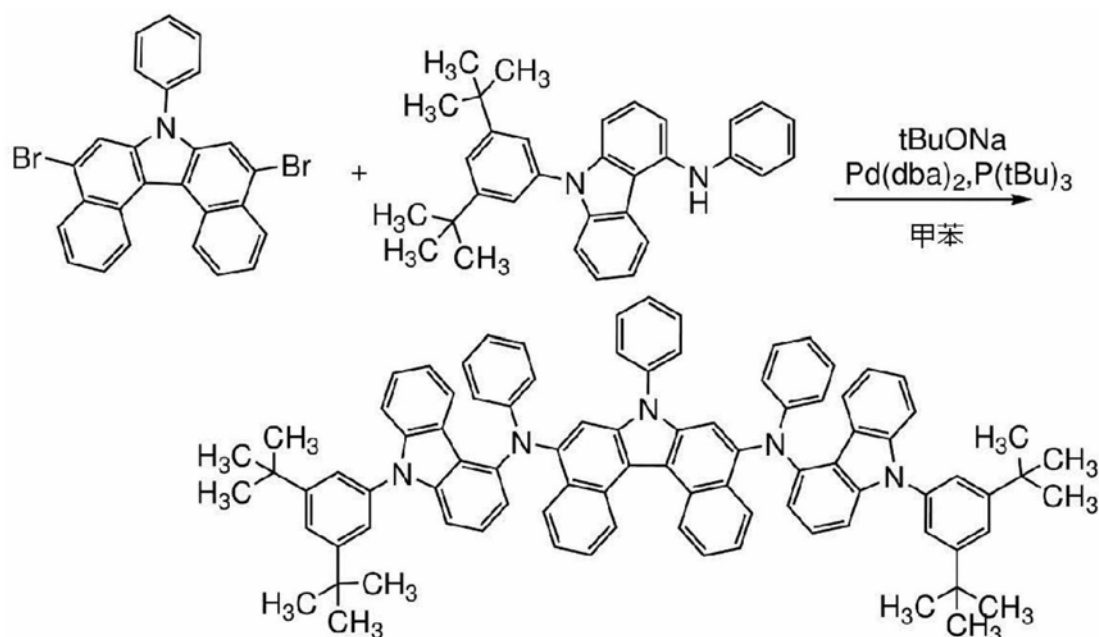
[0374] 《步骤2:N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺的合成》

与实施例5的合成例子2中的步骤2同样地进行合成。

[0375] <步骤3:5,9mntBuPCA2PcgDBC-03的合成>

将0.81g (1.6mmol)的5,9-二溴-7-苯基二苯并[c,g]咔唑、1.7g (3.9mmol) 的N-苯基-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-胺、0.93g (9.7mmol) 的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 19mg (32μmol),在氮气流下以110℃进行加热搅拌14.5小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=3:1,接着己烷:甲苯=3:2)纯化该固体。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固体重结晶,以83%的收率得到 1.7g的黄色固体。通过梯度升华法对所得到的固体1.4g进行升华纯化。升华纯化在压力为 4.2×10^{-2} Pa,氩流量为0mL/min的条件下,以350℃加热来进行。升华纯化后,以86%的回收率得到1.2g的黄色固体。以下示出步骤3的合成方案。

[0376] [化学式52]



[0377] 图47A、图47B示出通过上述步骤3得到的黄色固体的核磁共振光谱法 (¹H-NMR) 的测量结果。图47B是放大图47A中的6.5ppm至9.5ppm 的范围而示出的图表。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过本合成例子可以得到5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03。

¹H NMR (DMSO-d₆, 300MHz): δ=1.38 (s, 36H), 6.60 (d, J1=6.9Hz, 2H), 6.83-6.88 (m, 4H), 6.95-7.09 (m, 6H), 7.19-7.45 (m, 23H), 7.57 (t, J1=1.5Hz, 2H), 7.67-7.75 (m, 4H), 8.26 (d, J1=8.4Hz, 2H), 9.18 (d, J1=8.4Hz, 2H)。

[0378] 接着,图48示出甲苯溶液中的5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图49示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。另外,薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测得的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计 U4100)测量。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造,FP-8600)测量。量子产率使用绝对PL量子产率测定装置(由日本滨松光子学株式会社制造的Quantaaurus-QY)测量。

[0379] 从图48可知,甲苯溶液中的5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03在422nm、352nm、282nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于455nm、480nm(激发波长422nm)。另外,从图49可知,5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03的薄膜在 422nm、356nm及275nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于471nm、495nm(激发波长400nm)。从上述结果可知,5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03发射蓝色光且可以被用作发光物质或可见区域的荧光发光物质的主体。

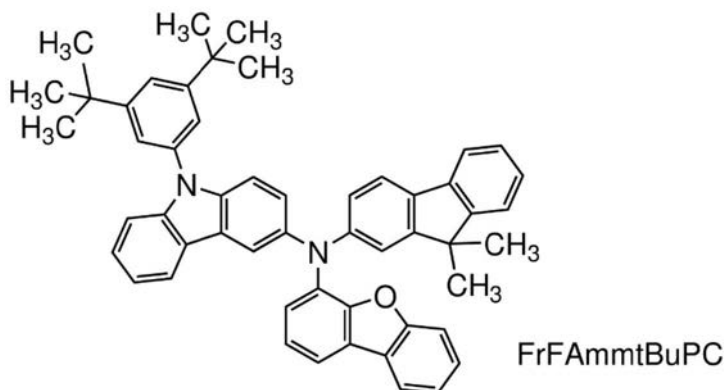
[0380] 另外,在测量甲苯溶液的量子产率时,其产率为非常高,即82%,作为发光材料很合适。

实施例7

[0381] 《合成例子4》

在本合成例子中,说明在实施方式1中作为结构式(166)示出的本发明的一个方式的有机化合物N-(二苯并呋喃-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-吡啶-3-胺(简称:FrFAmmtBuPC)的合成方法。以下示出FrFAmmtBuPC的结构式。

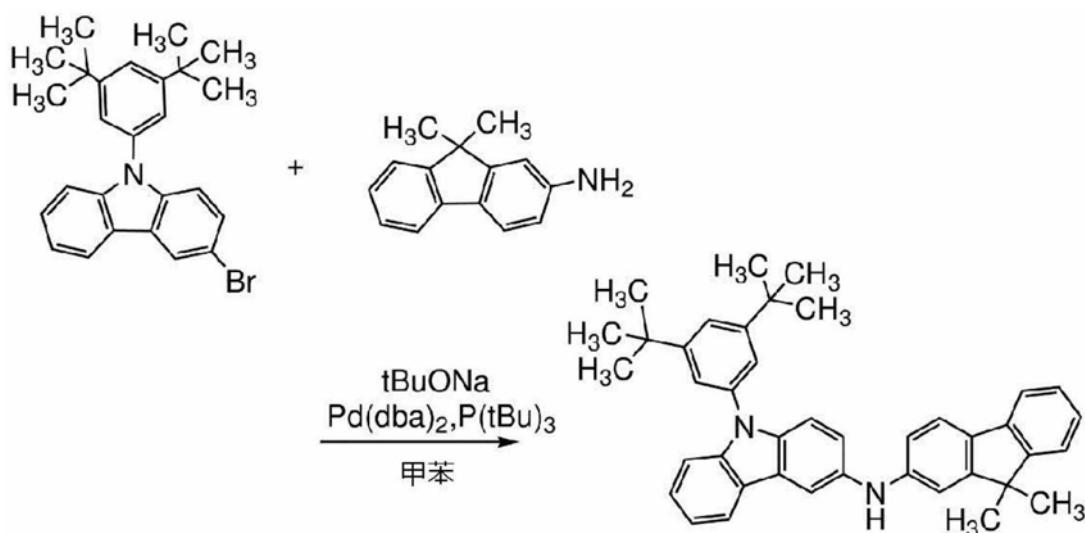
[0382] [化学式53]



[0383] <步骤1:N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺的合成>

将15g (35mmol)的3-溴-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑、11g (52mmol)的2-氨基-9,9-二甲基芴、10g (0.10mol)的叔丁醇钠放入 1000mL三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯175mL及三(叔丁基)膦的 10%己烷溶液0.4mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 0.20g (0.35mmol),在氮气流下以110℃将进行加热搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到油状物。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=2:1,接着甲苯:己烷=3:2)对该油状物进行纯化,以21%的收率得到4.0g的淡茶色固体。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:乙酸乙酯=100:1)对纯化不完的固体进行纯化,以18%的收率得到3.6g的淡茶色固体。以下示出步骤1的合成方案。

[0384] [化学式54]



[0385] 图50A、图50B示出通过上述步骤2得到的淡茶色固体的核磁共振光谱法(¹H-NMR)的测量结果。图50B是放大图50A中的6.5ppm至8.5ppm 的范围而示出的图表。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过步骤1 可以得到N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑 -3-胺。

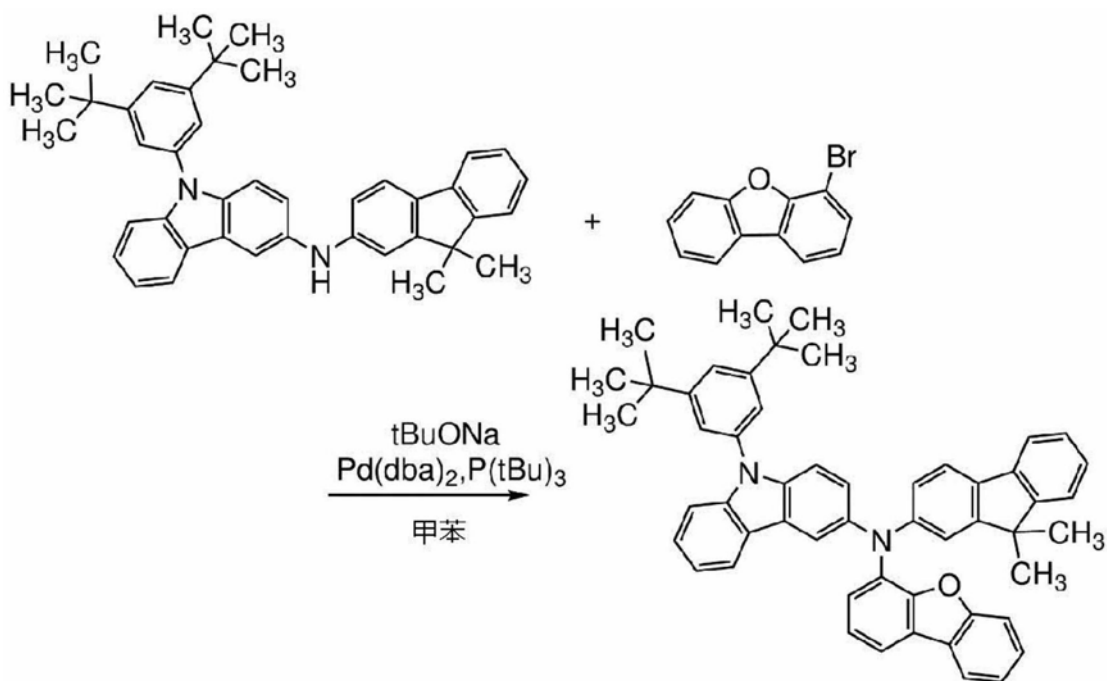
¹H NMR (DMSO-d₆, 300MHz): δ=1.38 (s, 18H), 1.41 (s, 6H), 7.03 (dd, J₁=8.4Hz, J₂=2.1Hz, 1H), 7.16-7.30 (m, 5H), 7.37-7.47 (m, 6H), 7.54 (t, J₁=1.5Hz, 1H), 7.63 (d, J₁=

8.1Hz, 2H), 8.01 (d, $J_1=1.8\text{Hz}$, 1H), 8.17 (d, $J_1=7.8\text{Hz}$, 1H), 8.23 (s, 1H).

[0386] <步骤2:FrFammtBuPC的合成>

将3.7g (6.2mmol) 的N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-叔丁基苯)-9H-吡啶-3-胺、1.1g (4.1mmol) 的4-溴二苯并呋喃、1.2g (12mmol) 的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)磷的10%己烷溶液0.2mL,进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 35mg (67 μmol),在氮气流下以110℃进行加热搅拌6.5小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅胶镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=3:1)纯化该固体。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固体重结晶,以72%的收率得到2.2g的白色固体。浓缩通过重结晶所得的滤液而得到固体,用乙酸乙酯/乙醇使该固体重结晶,以17%的收率得到0.51g的白色固体。通过梯度升华法对所得到的固体 2.6g进行升华纯化。升华纯化在压力为3.7Pa,氩流量为15mL/min的条件下,以265℃加热来进行。升华纯化后,以89%的回收率得到2.3g的白色固体。以下示出步骤2的合成方案。

[0387] [化学式55]



[0388] 图51A、图51B示出通过上述步骤2得到的白色固体的核磁共振光谱法(^1H -NMR)的测量结果。图51B是放大图51A中的6.5ppm至8.5ppm 的范围而示出的图表。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过本合成例子可以得到FrFammtBuPC。

^1H NMR (DMSO- d_6 , 300MHz): $\delta=1.26$ (s, 6H), 1.37 (s, 18H), 6.81 (dd, $J_1=8.4\text{Hz}$, $J_2=2.4\text{Hz}$, 1H), 7.01 (d, $J_1=1.8\text{Hz}$, 1H), 7.18-7.49 (m, 15H), 7.54 (t, $J_1=1.8\text{Hz}$, 1H), 7.63-7.68 (m, 2H), 7.95 (dd, $J_1=7.8\text{Hz}$, $J_2=1.2\text{Hz}$, 1H), 8.15-8.19 (m, 3H).

[0389] 接着,图52示出甲苯溶液中的FrFammtBuPC的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图53示出薄膜的吸收光谱及发射光谱。固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测得的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用

分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造,FP-8600)测量。

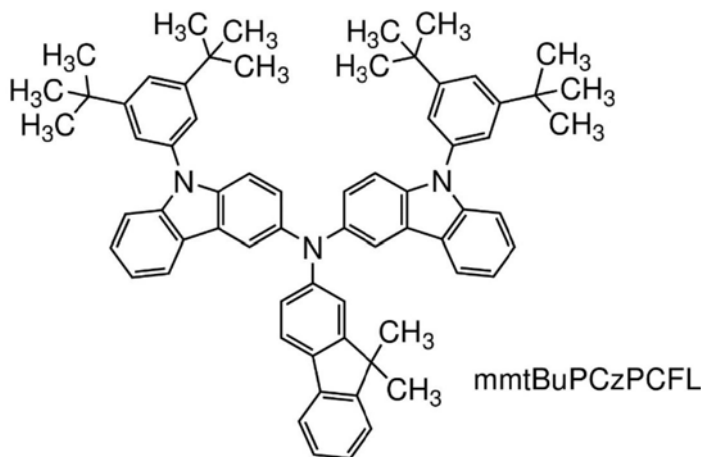
[0390] 从图52可知,甲苯溶液中的FrFAmmtBuPC在342nm、325nm、310nm、282nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于418nm(激发波长325nm)。另外,从图53可知,FrFAmmtBuPC的薄膜在384nm、340nm及280nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于425nm(激发波长340nm)。

实施例8

[0391] 《合成例子5》

在本合成例子中,说明在实施方式1中作为结构式(174)示出的本发明的一个方式的有机化合物N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-双[9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑]-3,3'-胺(简称:mmtBuPCzPCFL)的合成方法。以下示出mmtBuPCzPCFL的结构式。

[0392] [化学式56]



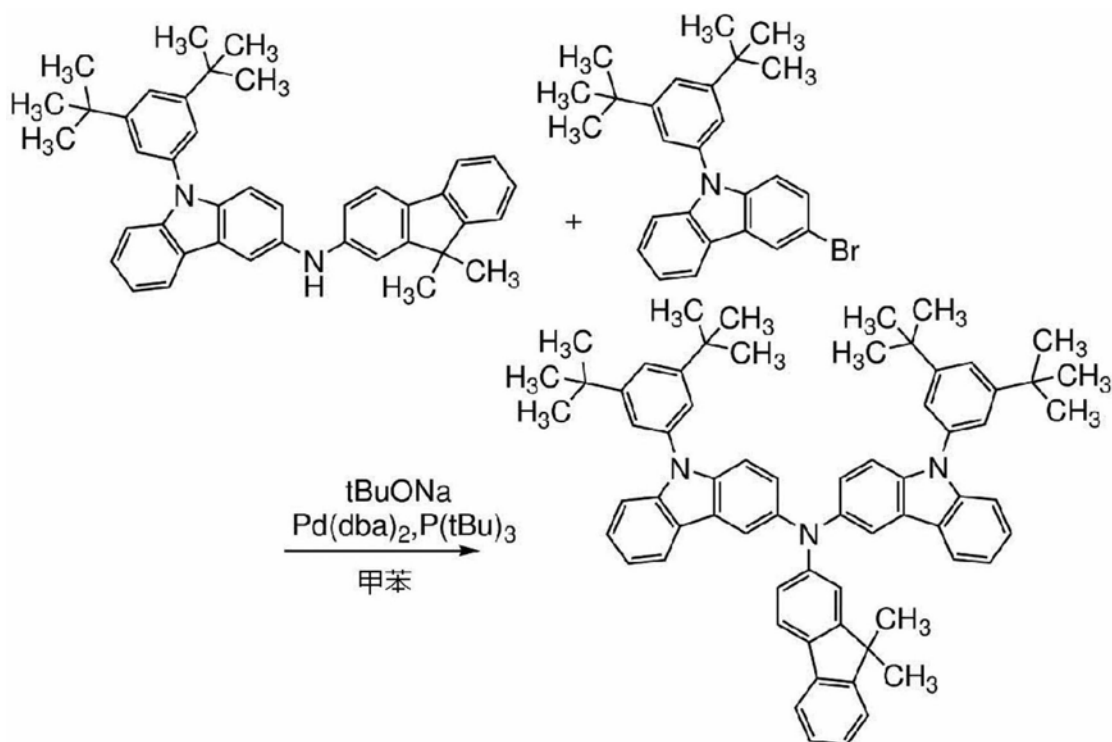
[0393] <步骤1:N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺的合成>

与实施例7的合成例子4中的步骤1同样地进行合成。

[0394] <步骤2:mmtBuPCzPCFL的合成>

将2.8g (4.9mmol)的N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺、1.4g (3.3mmol)的3-溴-9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑、0.94g (9.8mmol)的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加甲苯20mL、三(叔丁基)膦的10%己烷溶液0.2mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮) 钯(0) 19mg (33 μmol),在氮气流下以110℃进行加热搅拌6.5小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅胶镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到固体。通过硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷:甲苯=3:1)纯化该固体。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固体重结晶,以91%的收率得到2.7g的白色固体。通过梯度升华法对所得到的固体2.7g 进行升华纯化。升华纯化在压力为3.3Pa,氩流量为15mL/min的条件下,以305℃加热来进行。升华纯化后,以95%的回收率得到2.6g的淡黄色固体。以下示出步骤2的合成方案。

[0395] [化学式57]



[0396] 图54A、图54B示出通过上述步骤2得到的白色固体的核磁共振光谱法 (^1H -NMR) 的测量结果。图54B示出放大图54A中的6.5ppm至8.5ppm 的范围而示出的图表。另外,以下示出数值数据。由此,可知通过本合成例子可以得到mmtBuPCzPCFL。

^1H NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 300MHz): $\delta=1.30$ (s, 6H), 1.36 (s, 36H), 6.86 (dd, $J_1=8.4\text{Hz}$, $J_2=2.1\text{Hz}$, 1H), 7.14 (d, $J_1=2.1\text{Hz}$, 1H), 7.16-7.23 (m, 3H), 7.24-7.34 (m, 3H), 7.36-7.45 (m, 11H), 7.54 (t, $J_1=1.8\text{Hz}$, 2H), 7.60-7.66 (m, 2H), 8.01-8.14 (m, 4H)。

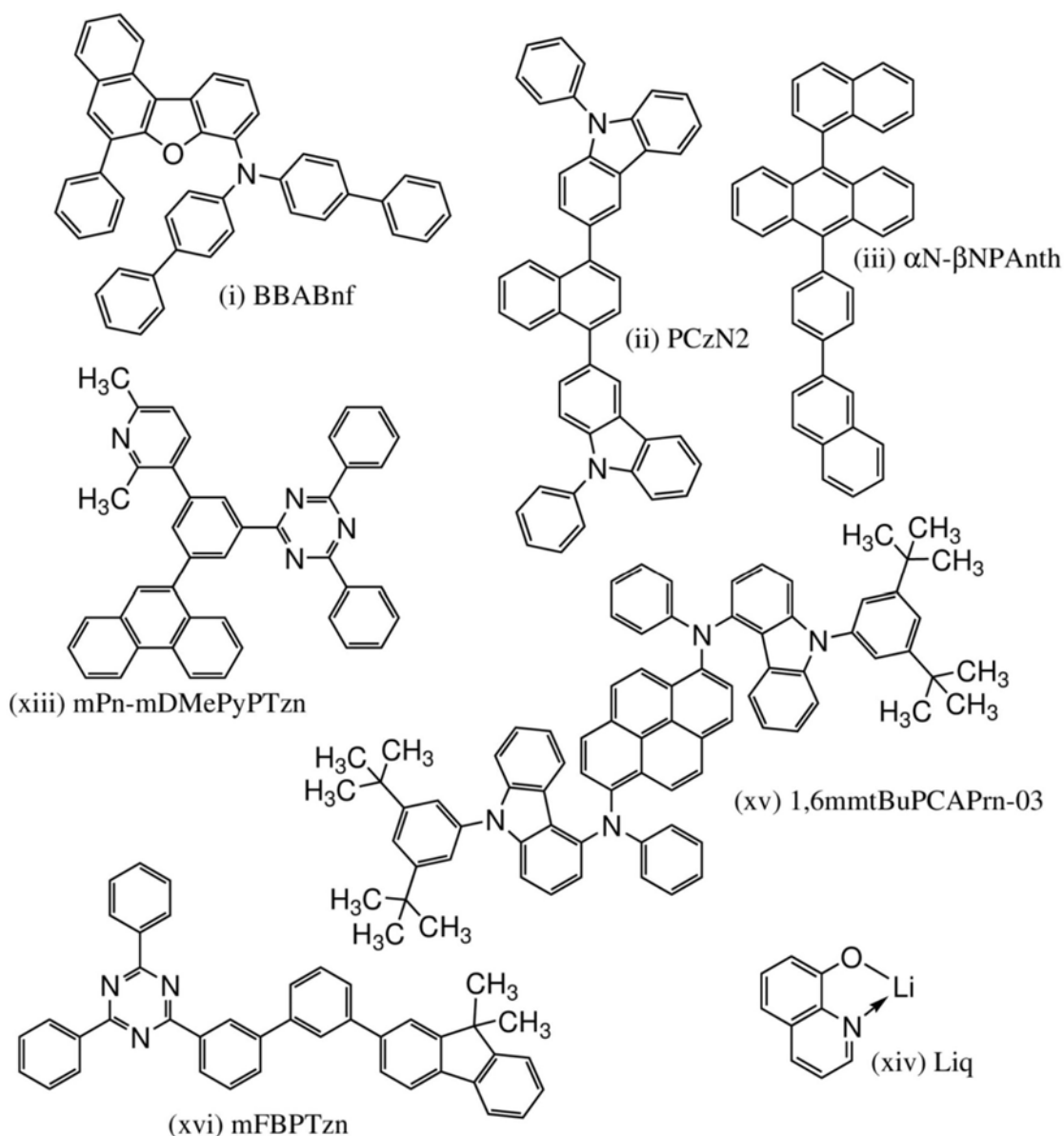
[0397] 接着,图55示出甲苯溶液中的mmtBuPCzPCFL的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图56是薄膜的吸收光谱及发射光谱。薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测得的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造,FP-8600)测量。

[0398] 从图55可知,甲苯溶液中的mmtBuPCzPCFL在361nm、323nm、287nm 具有吸收峰,发射光谱的峰位于441nm(激发波长323nm)。另外,从图 56可知,mmtBuPCzPCFL的薄膜在420nm、365nm、324nm及294nm具有吸收峰,发射光谱的峰位于444nm(激发波长360nm)。

实施例9

[0399] 在本实施例中,说明使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件 4。以下示出在发光器件4中使用的有机化合物的结构式。

[0400] [化学式58]



[0401] (发光器件4的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物 (ITSO),来形成第一电极101。注意,将其厚度设定为70nm,其电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0402] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0403] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在 170°C 的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0404] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极 101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极 101上通过利用电阻加热的蒸镀法以以上述结构式 (i) 表示的N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=BBABnf:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0405] 接着,在空穴注入层111上以厚度为20nm的方式蒸镀BBABnf,然后以厚度为10nm的

方式蒸镀以上述结构式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑(简称:PCzN2)),由此形成空穴传输层112。

[0406] 接着,以以上述结构式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)、以上述结构式(xv)表示的N,N'-双[9-(3,5-二-叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-芘-1,6-二胺(简称:1,6mmtBuPCAPrn-03)的重量比为1:0.03(= α N- β NPAnth:1,6mmtBuPCAPrn-03)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0407] 然后,在发光层113上以厚度为10nm的方式形成以上述结构式(xvi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn),并且以上述结构式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与以上述结构式(xiv)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0408] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq来形成电子注入层115,接着,以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极102,由此制造本实施例的发光器件4。

[0409] 以下表示出上述发光器件的元件结构。

[0410] [表9]

空穴 注入层	空穴 传输层		发光层	电子 传输层		电子 注入层
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	α N- β NPAnth: 1,6mmtBuPCAPrn-03 (1: 0.03)	mFBPTzn	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)	Liq

[0411] 在氮气气氛的手套箱中,以不使发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对上述发光器件的初始特性进行测量。

[0412] 图57示出发光器件4的亮度-电流密度特性,图58示出电流效率-亮度特性,图59示出亮度-电压特性,图60示出电流-电压特性,图61示出外部量子效率-亮度特性,图62示出发射光谱。另外,以下示出各发光器件的1000cd/m²附近的主要特性。

[0413] [表10]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率 (%)
发光器件 4	3.8	0.33	8.3	0.13	0.15	13.9	12.1

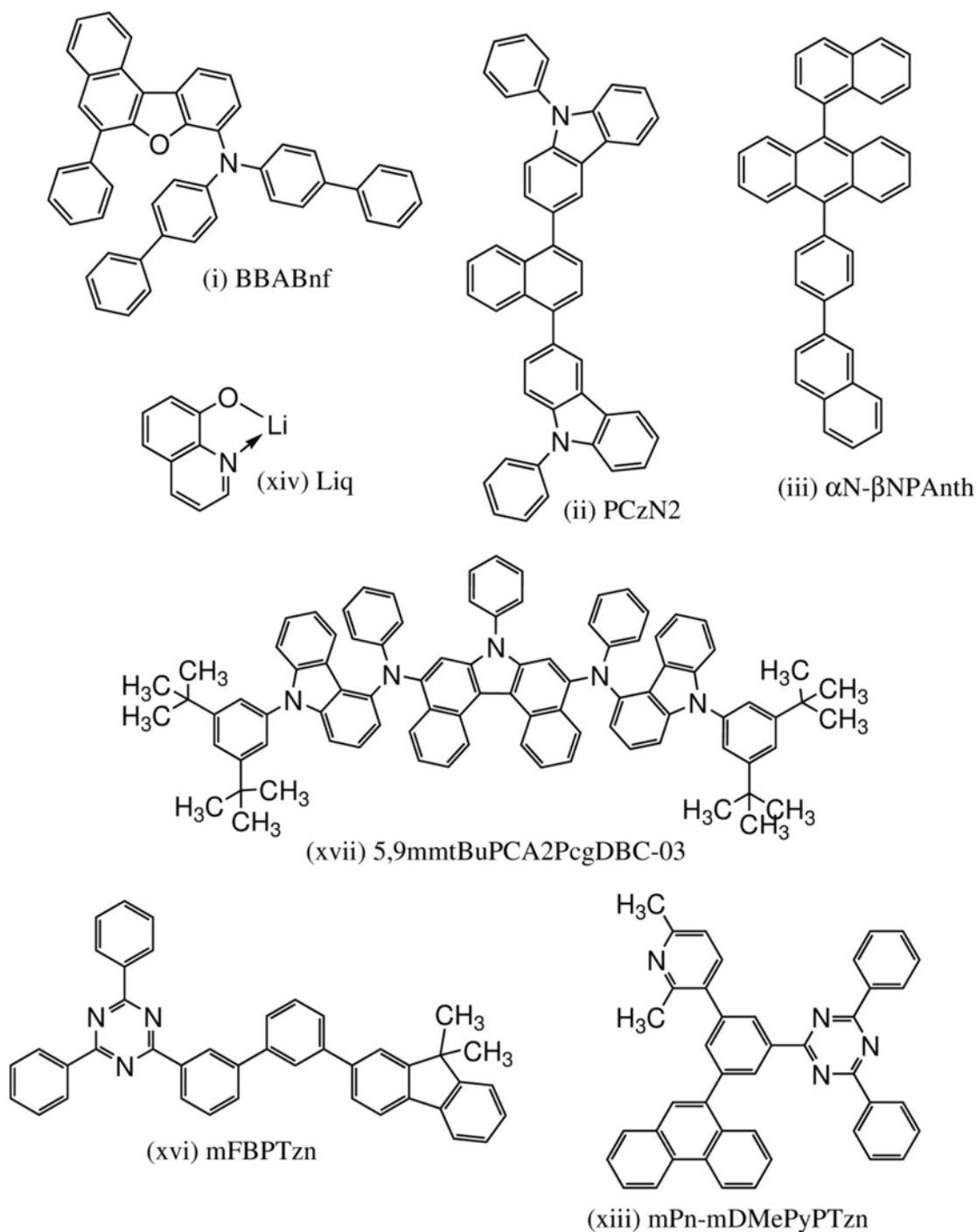
[0414] 从图57至图62可知,本发明的一个方式的发光器件4是特性良好的EL器件。

实施例10

[0415] 在本实施例中,说明使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件5。以下示出

在发光器件5中使用的有机化合物的结构式。

[0416] [化学式59]



[0417] (发光器件5的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物 (ITSO),来形成第一电极101。注意,将其厚度设定为70nm,其电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0418] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0419] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在 170°C 的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左

右。

[0420] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极 101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极 101上通过利用电阻加热的蒸镀法以以上述结构式(i)表示的N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.1(=BBABnf:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0421] 接着,在空穴注入层111上以厚度为20nm的方式蒸镀BBABnf,然后以厚度为10nm的方式蒸镀以上述结构式(ii)表示的3,3'-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCzN2),由此形成空穴传输层112。

[0422] 接着,以以上述结构式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)、以上述结构式(xvii)表示的N,N'-双[9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑-4-基]-N,N'-二苯基-7-苯基-7H-二苯并[c,g]咔唑-5,9-二胺(简称:5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03)的重量比为1:0.03(= α N- β NPAnth:5,9mmtBuPCA2PcgDBC-03)且厚度为25nm 的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0423] 然后,在发光层113上以厚度为10nm的方式形成以上述结构式(xvi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn),并且以上述结构式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与以上述结构式(xiv)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0424] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq来形成电子注入层115,接着,以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极 102,由此制造本实施例的发光器件5。

[0425] 以下表示出上述发光器件5的元件结构。

[0426] [表11]

空穴 注入层	空穴 传输层		发光层	电子 传输层		电子 注入层
	1	2		1	2	
10nm	20nm	10nm	25nm	10nm	15nm	1nm
BBABnf: OCHD-001 (1: 0.1)	BBABnf	PCzN2	α N- β NPAnth: 5, 9mmtBuPCA2Pc gDBC-03 (1: 0.03)	mFBPTzn	mPn-mDMePyPTzn : Liq (1: 1)	Liq

[0427] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光器件5暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对发光器件5的初始特性进行测量。

[0428] 图63示出发光器件5的亮度-电流密度特性,图64示出电流效率-亮度特性,图65示出亮度-电压特性,图66示出电流-电压特性,图67示出外部量子效率-亮度特性,图68示出发射光谱。另外,以下示出各发光器件的1000cd/m²附近的主要特性。

[0429] [表12]

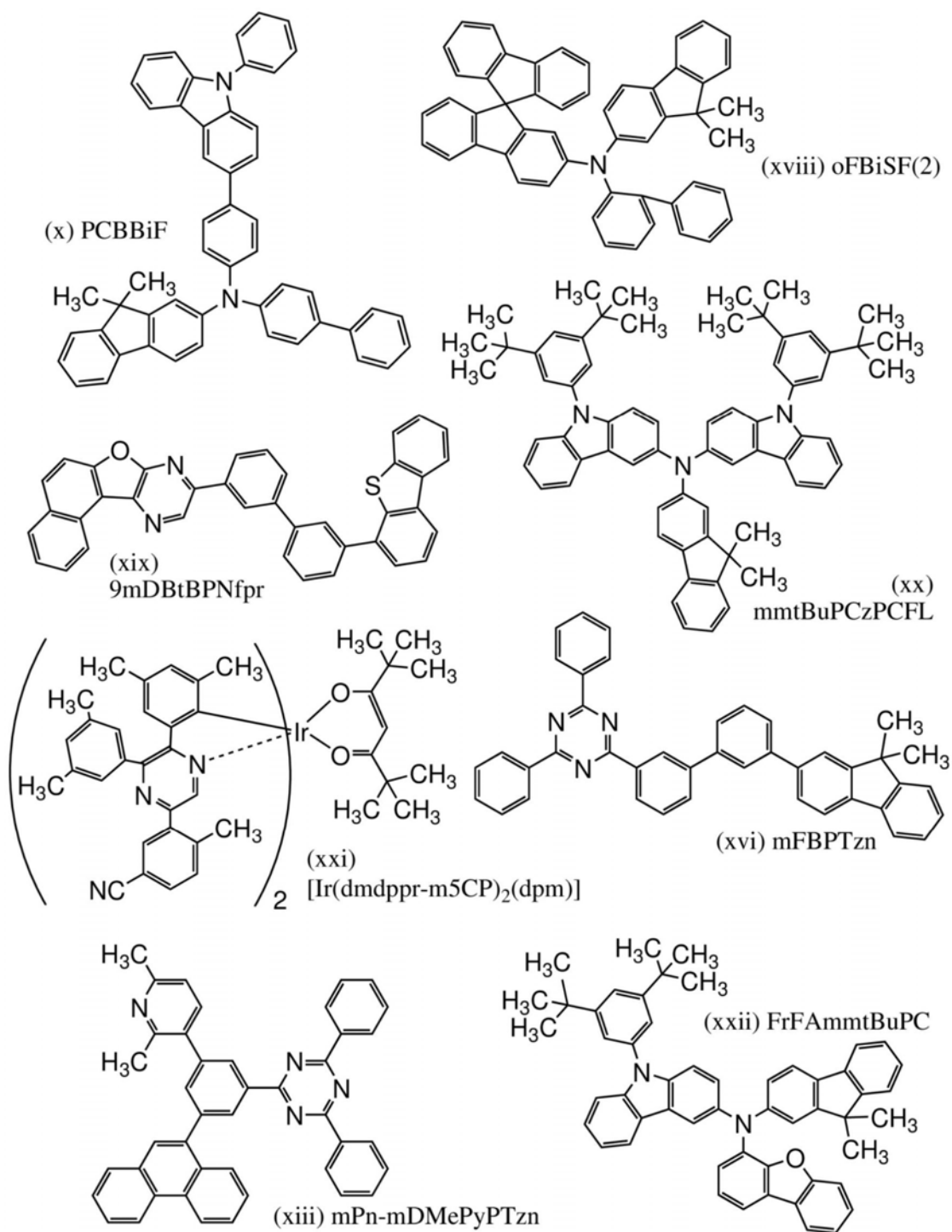
	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率 (%)
发光器件 5	3.7	0.28	6.9	0.13	0.17	14.6	11.2

[0430] 从图63至图68可知,本发明的一个方式的发光器件5是特性良好的 EL器件。

实施例11

[0431] 在本实施例中,说明使用本发明的一个方式的有机化合物的发光器件 6以及发光器件7。以下示出发光器件6及发光器件7所使用的有机化合物的结构式。

[0432] [化学式60]



[0433] (发光器件6的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法形成包含氧化硅的铟锡氧化物 (ITSO),来形成第一电极101。注意,将其厚度设定为110nm,其电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0434] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以 200°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0435] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在 170°C 的温度下进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0436] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极 101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极 101上通过利用电阻加热的蒸镀法以以上述结构式(x)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.03(=PCBBiF:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0437] 接着,在空穴注入层111上以厚度为100nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为90nm的方式蒸镀以上述结构式(xviii)表示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:oFBiSF (2)),由此形成空穴传输层112。

[0438] 接着,以使以上述结构式(xix)表示的9-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]蔡并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9mDBtBPNfpr)、以上述结构式(xx)表示的本发明的一个方式的有机化合物N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-双[9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑]-3,3'-胺(简称:mmtBuPCzPCFL)与以上述结构式(xxi)表示的双{4,6-二甲基-2-[5-(5-氰基-2-甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡啶基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ²O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]) 的重量比为0.6:0.4:0.1(=9mDBtBPNfpr:mmtBuPCzPCFL:Ir (dmdppr-m5CP)₂(dpm)]) 且厚度为50nm的方式进行共蒸镀,来形成发光层113。

[0439] 然后,在发光层113上以厚度为10nm的方式形成以上述结构式(xvi)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn),并且以上述结构式(xiii)表示的2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与以上述结构式(xiv)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0440] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq来形成电子注入层115,接着,以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极 102,由此制造本实施例的发光器件6。

[0441] (发光器件7的制造方法)

除了发光器件6中的mmtBuPCzPCFL替换为以上述结构式(xxii)表示的本发明的一个方式的有机化合物N-(二苯基呋喃-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-(3,5-二叔丁基苯基)-9H-咔唑-3-胺(简称:FrFAmmtBuPC)以外,发光器件7与发光器件6同样地制造。

[0442] 以下表示出发光器件6及发光器件7的元件结构。

[0443] [表13]

	空穴 注入层	空穴传输层		发光层	电子传输层		电子 注入层
		1	2		1	2	
	10nm	100nm	90nm	50nm	10nm	25nm	1nm
发光 器件 6	PCBBiF: OCHD-001 (1: 0.03)	PCBBiF	oFBiSF (2)	*7	mFBPTzn	mPn-mDMcPyPTzn : Liq (1: 1)	Liq
发光 器件 7				*8			

*7 9mDBtBPNfpr:mmtBuPCzPCFL:Ir (dmdppr-m5CP)₂ (dpm) (0.6: 0.4:0.1)

*8 9mDBtBPNfpr:FrFAmmtBuPC:Ir (dmdppr-m5CP)₂ (dpm) (0.6: 0.4:0.1)

[0444] 在氮气氛的手套箱中,以不使发光器件6及发光器件7暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对发光器件6及发光器件7的初始特性进行测量。

[0445] 图69示出发光器件6及发光器件7的亮度-电流密度特性,图70示出电流效率-亮度特性,图71示出亮度-电压特性,图72示出电流-电压特性,图73示出外部量子效率-亮度特性,图74示出发射光谱。另外,以下示出各发光器件的1000cd/m²附近的主要特性。

[0446] [表14]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	外部量子 效率 (%)
发光器件 6	4.2	0.30	7.4	0.69	0.31	14.4	20.3
发光器件 7	3.8	0.26	6.6	0.69	0.31	15.0	21.6

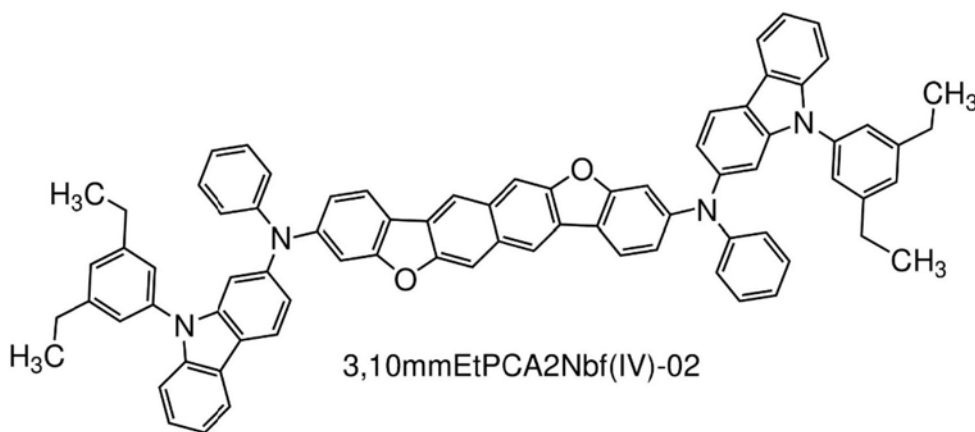
[0447] 从图69至图74可知,本发明的一个方式的发光器件6及发光器件7 是特性良好的EL器件。

[0448] (参考例子1)

《参考合成例子1》

在本参考合成例子中,说明在实施例2中使用的N,N'-双[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02)的合成方法。以下示出3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的结构式。

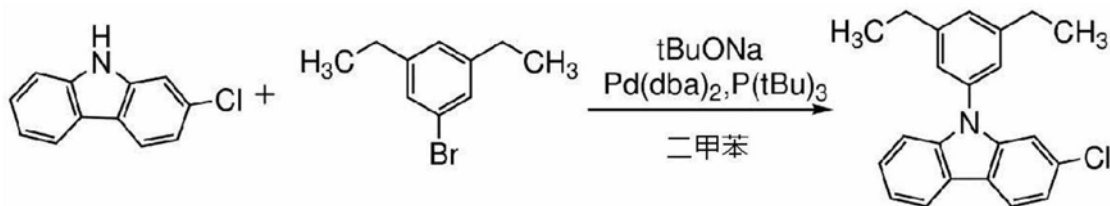
[0449] [化学式61]



[0450] <步骤1:2-氯-9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑的合成>

将3.2g (16mmol) 的2-氯-9H-咔唑、5.0g (23mmol) 的1-溴-3,5-二乙基苯、4.5g (47mmol) 的叔丁醇钠放入300mL三口烧瓶中。对该混合物添加二甲苯80mL、三(叔丁基)磷的10%己烷溶液0.2mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加90mg (0.16mmol) 的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150℃进行加热搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到油状物。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:己烷)对该油状物进行纯化,以93%的收率得到4.8g的无色透明油状物。以下示出步骤1的合成方案。

[0451] [化学式62]



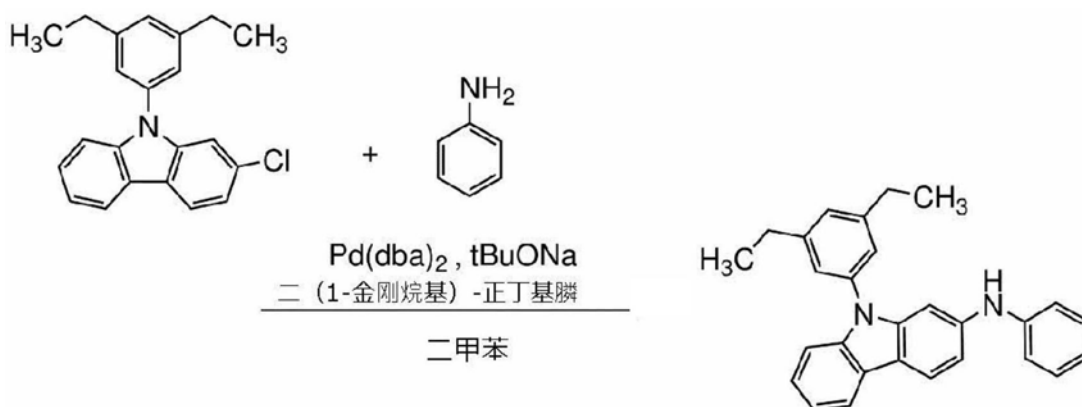
[0452] 以下示出通过上述步骤1得到的无色透明油状物的核磁共振光谱法 ($^1\text{H-NMR}$) 的测量结果。由此可知,通过步骤1得到2-氯-9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑。

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3 , 300MHz): δ = 1.31 (t, J 1 = 7.5Hz, 6H), 2.75 (q, J 1 = 7.5Hz, 4H), 7.12 (s, 3H), 7.22-7.31 (m, 2H), 7.36-7.44 (m, 3H), 8.03 (dd, J 1 = 8.1Hz, J 2 = 0.3Hz, 1H), 8.25 (ddd, J 1 = 7.8Hz, J 2 = 1.2Hz, J 3 = 0.9Hz, 1H).

[0453] <步骤2:N-[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N-苯基胺的合成>

将4.8g (14mmol) 的2-氯-9-(3,5-二乙基苯基)-9H-咔唑、2.0g (22mmol) 的苯胺、4.2g (43mmol) 的叔丁醇钠、0.26g (0.72mmol) 的二(1-金刚烷基)-正丁基膦放入300mL三口烧瓶中。对该混合物添加二甲苯75mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加83mg (0.14mmol) 的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150℃进行加热搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液而得到固体。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=3:7,接着甲苯:己烷=2:3)对该固体进行纯化。对所得到的油状物添加乙醇及己烷,照射超声波后进行过滤,回收所析出的固体,以69%的收率得到3.9g的白色固体。以下示出步骤2的合成方案。

[0454] [化学式63]



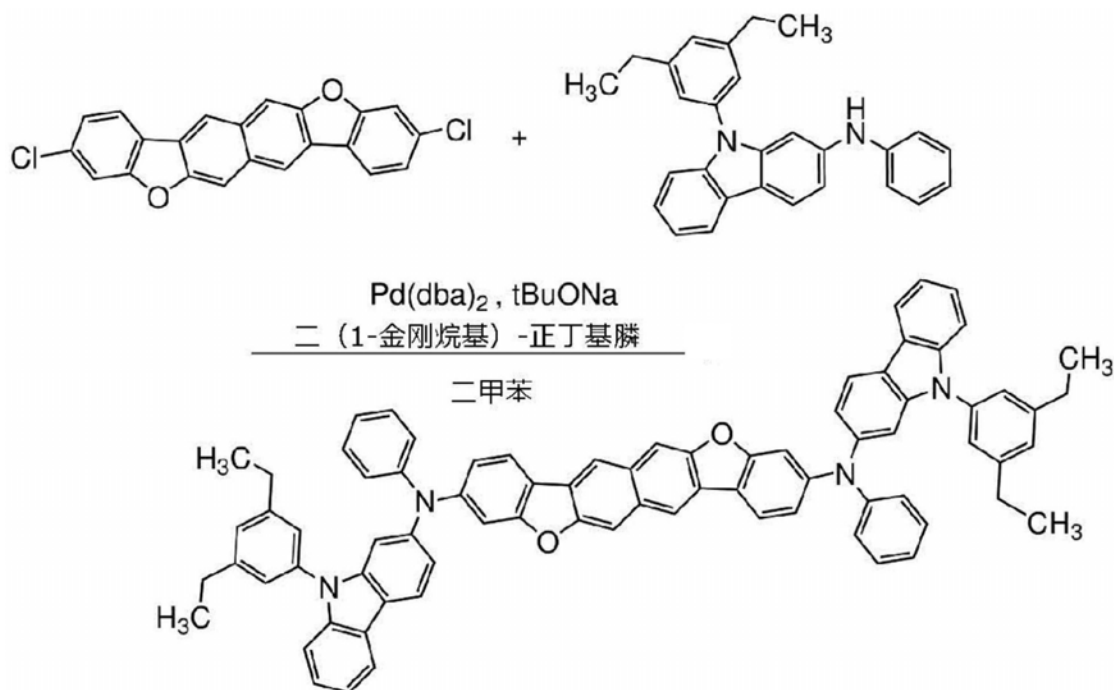
[0455] 以下示出通过上述步骤2得到的白色固体的核磁共振光谱法 ($^1\text{H-NMR}$) 的测量结果。由此可知,通过步骤2得到N-[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-吡啶-2-基]-N-苯基胺。

$^1\text{H NMR}$ ($\text{DMSO-d}_6, 300\text{MHz}$): $\delta = 1.25$ (t, $J_1 = 7.8\text{Hz}$, 6H), 2.70 (q, $J_1 = 7.8\text{Hz}$, 4H), 6.82 (t, $J_1 = 7.2\text{Hz}$, 1H), 7.00 (dd, $J_1 = 8.4\text{Hz}$, $J_2 = 1.8\text{Hz}$, 1H), 7.07 (d, $J_1 = 1.8\text{Hz}$, 1H), 7.12 - 7.31 (m, 10H), 8.02 - 8.07 (m, 2H), 8.37 (s, 1H) .

[0456] <步骤3:3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的合成>

将0.87g (2.3mmol) 的3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃、2.2g (5.5mmol) 的N-[9-(3,5-二乙基苯基)-9H-吡啶-2-基]-N-苯基胺、82mg (0.23mmol) 的二(1-金刚烷基)-正丁基膦、1.3g (14mmol) 的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加25mL的二甲苯。对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加26mg (46 μmol) 的双(二亚苄基丙酮) 钯(0),在氮气流下以150℃进行搅拌14小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液而得到固体。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:2)对所得到的固体进行纯化,得到固体。用甲苯/乙酸乙酯使所得到的固体重结晶,以75%的收率得到黄色固体1.88g。通过梯度升华法对所得到的固体1.2g进行升华纯化。升华纯化在压力为 $2.2 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 、氩流量为0mL/min 的条件下以385℃加热来进行。升华纯化后,以78%的回收率得到黄色固体0.93g。以下示出步骤3的合成方案。

[0457] [化学式64]



[0458] 以下示出通过上述步骤3得到的黄色固体的核磁共振光谱法 ($^1\text{H-NMR}$) 的测量结果。由此,可知通过步骤3得到3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02。

$^1\text{H NMR}$ (CD_2Cl_2 , 300MHz): $\delta = 1.12$ (t, $J_1 = 7.8\text{Hz}$, 12H), 2.60 (q, $J_1 = 7.8\text{Hz}$, 8H), 7.01 (s, 2H), $7.06\text{--}7.13$ (m, 10H), $7.20\text{--}7.44$ (m, 18H), 7.89 (d, $J_1 = 8.4\text{Hz}$, 2H), 7.97 (s, 2H), $8.04\text{--}8.10$ (m, 4H), 8.36 (s, 2H)。

[0459] 接着,图41示出甲苯溶液中的3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的吸收光谱及发射光谱的测量结果。另外,图42是薄膜的吸收光谱及发射光谱。固体薄膜通过真空蒸镀法在石英衬底上制造。甲苯溶液的吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量,示出减去仅将甲苯放入石英皿中测得的光谱而得到的光谱。另外,薄膜的吸收光谱使用分光光度计(由日立高新技术公司制造的分光光度计U4100)测量。另外,发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造, FP-8600)测量。量子产率使用绝对PL量子产率测定装置(由日本滨松光子学株式会社制造的Quantaaurus-QY)测量。

[0460] 从图41可知,甲苯溶液中的3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02在433nm、411nm、348nm、322nm、280nm具有吸收峰且在451nm、478nm(激发波长408nm)具有发射光谱的峰。另外,从图42可知,3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的薄膜在436nm、418nm、348nm、322nm及280nm具有吸收峰且在480nm(激发波长400nm)具有发射光谱的峰。从上述结果确认3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02发射蓝色光且可知可以被用作发光物质或可见区域的荧光发光物质的主体。

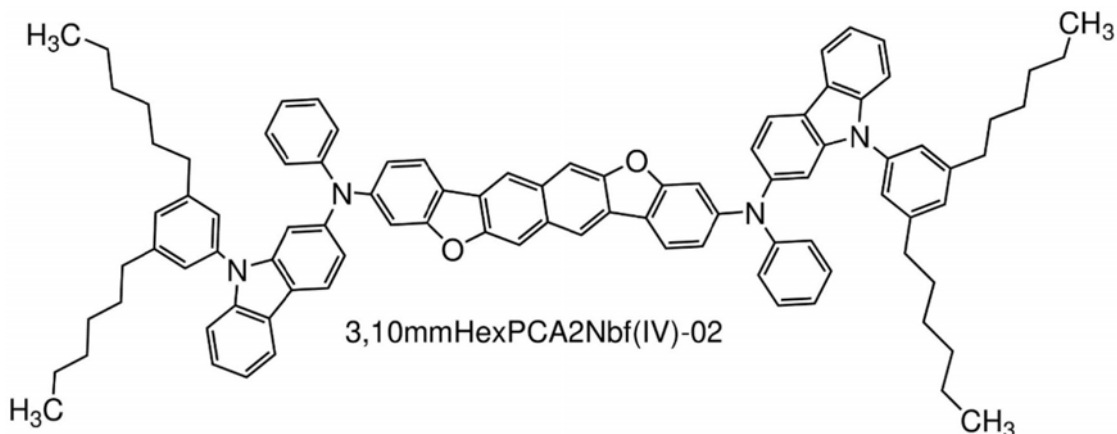
[0461] 另外,在测量甲苯溶液中的3,10mmEtPCA2Nbf (IV) -02的量子产率时,其量子产率非常高,即88%,可知适合于发光材料。

[0462] (参考例子2)

《参考合成例子2》

在本参考合成例子中,说明在实施例2中使用的N,N'-双[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N,N'-二苯基-萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃-3,10-二胺(简称:3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02)的合成方法。以下示出3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02的结构式。

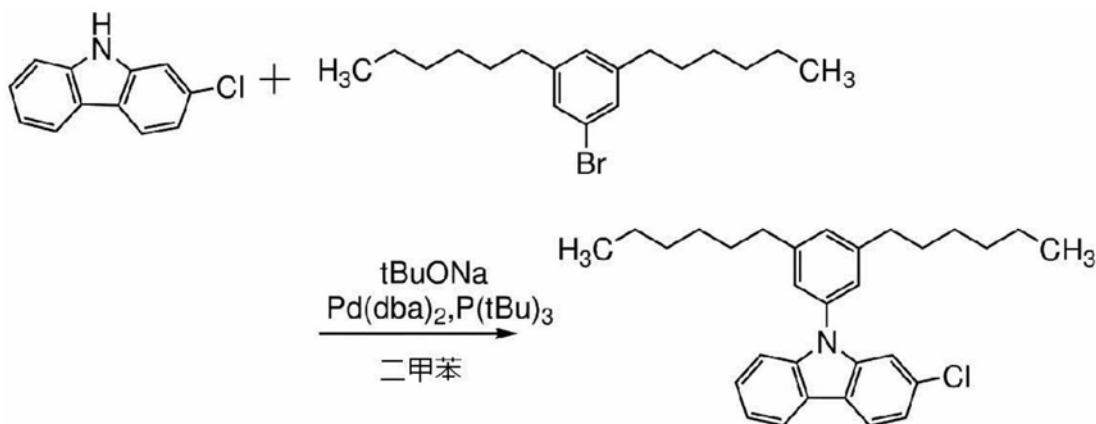
[0463] [化学式65]



[0464] <步骤1:2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-咪唑的合成>

将2.9g (14mmol) 的2-氯-9H-咪唑、8.4g (26mmol) 的1-溴-3,5-二己基苯、4.2g (43mmol) 的叔丁醇钠放入300mL三口烧瓶中。对该混合物添加二甲苯75mL及三(叔丁基)磷的10%己烷溶液0.2mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 82mg (10.14mmol),在氮气流下以150℃进行加热搅拌1.5小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,得到滤液。浓缩所得到的滤液而得到油状物。使用硅胶柱色谱法(硅胶,展开溶剂:己烷)对该油状物进行纯化,以22%的收率得到无色透明油状物 1.4g。以下示出步骤1的合成方案。

[0465] [化学式66]



[0466] 以下示出通过上述步骤1得到的油状物的核磁共振光谱法($^1\text{H-NMR}$)的测量结果。由此可知,通过步骤1得到2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-咪唑。

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3 , 300MHz): $\delta=0.89$ (t, $J_1=6.9\text{Hz}$, 6H), 1.29-1.43 (m, 12H), 1.68 (quin, $J_1=7.8\text{Hz}$, 4H), 2.69 (t, $J_1=7.8\text{Hz}$, 4H), 7.11-7.31 (m, 5H), 7.36-7.44 (m, 3H), 8.03 (d, $J_1=8.4\text{Hz}$, 1H), 8.09 (dt, $J_1=7.8\text{Hz}$, $J_2=0.9\text{Hz}$, 1H).

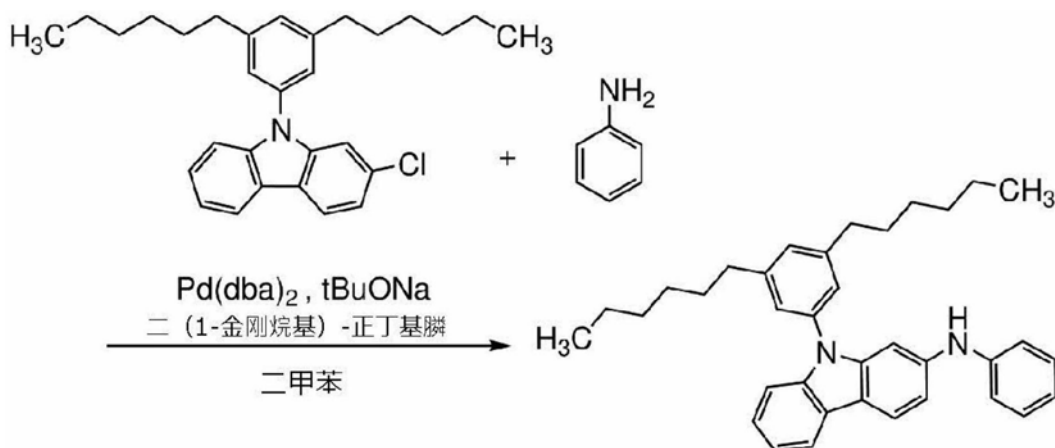
[0467] <步骤2:N-[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咪唑-2-基]-N-苯基胺的合成>

将1.4g (3.1mmol) 的2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-咪唑、0.55g (5.9mmol) 的苯胺、0.90g (9.4mmol) 的叔丁醇钠、56mg (0.16mmol) 的二(1-金刚烷基)-正丁基膦放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加二甲苯20mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 18mg (31 μmol),在氮气流下以150℃进行加热搅拌7小时。

搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液得到茶色油状物。

[0468] 将2.7g (6.1mmol)的2-氯-9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑、0.85g (9.1mmol)的苯胺、1.8g (18mmol)的叔丁醇钠、0.11g (0.30mmol)的二(1-金刚烷基)-正丁基膦放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加二甲苯30mL,对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加双(二亚苄基丙酮)钯(0) 35mg (61 μ mol),在氮气流下以150℃进行加热搅拌7小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液而得到茶色油状物。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:4)对两批(batch)油状物进行纯化,以31%的收率得到黄色固体1.7g。以下示出步骤2的合成方案。

[0469] [化学式67]



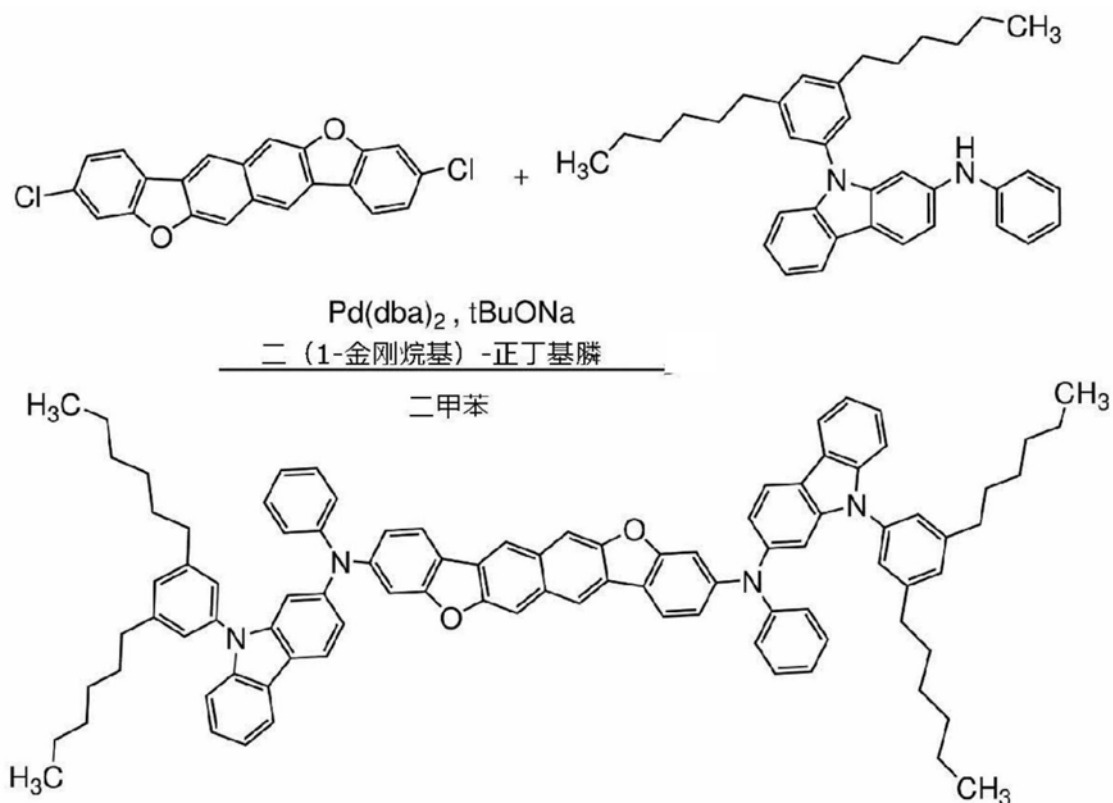
[0470] 以下示出通过上述步骤2得到的黄色固体的核磁共振光谱法 (¹H-NMR) 的测量结果。由此可知,通过步骤2得到N-[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N-苯基胺。

¹H NMR (DMSO-d₆, 300MHz): δ =0.84 (t, J1=7.2Hz, 6H), 1.23-1.35 (m, 12H), 1.62 (quin, J1=7.8Hz, 4H), 2.66 (t, J1=7.8Hz, 4H), 6.81 (tt, J1=6.9Hz, J2=1.2Hz, 1H), 6.99 (dd, J1=8.7Hz, J2=1.8Hz, 1H), 7.07 (d, J1=1.8Hz, 1H), 7.11-7.15 (m, 3H), 7.18-7.32 (m, 7H), 8.02-8.07 (m, 2H), 8.35 (s, 1H).

[0471] <步骤3:3,10mmHexPCA2Nbf (IV) -02的合成>

将0.54g (1.4mmol)的3,10-二氯萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃、1.7g (3.4mmol)的N-[9-(3,5-二己基苯基)-9H-咔唑-2-基]-N-苯基胺、51mg (0.14mmol)的二(1-金刚烷基)-正丁基膦、0.83g (8.6mmol)的叔丁醇钠放入200mL三口烧瓶中。对该混合物添加15mL的二甲苯。对该混合物进行减压搅拌,来进行脱气。对该混合物添加16mg (29 μ mol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0),在氮气流下以150℃进行搅拌14.5小时。搅拌后,对该混合物添加甲苯,通过硅酸镁、硅藻土、矾土进行抽滤,浓缩滤液而得到固体。使用硅胶柱色谱法(展开溶剂:甲苯:己烷=1:2)对所得到的固体进行纯化。用乙酸乙酯/乙醇使所得到的固体再沉淀,以93%的收率得到黄色固体1.7g。以下示出步骤3的合成方案。

[0472] [化学式68]



[0473] 以下示出通过上述步骤3得到的黄色固体的核磁共振光谱法 ($^1\text{H-NMR}$) 的测量结果。由此,可知通过步骤3得到3,10mmHexPCA2Nbf (IV)-02。

¹H NMR (CD₂Cl₂, 300MHz): δ=0.83 (t, J1=6.6Hz, 12H), 1.17-1.31 (m, 24H), 1.47-1.57 (m, 8H), 2.55 (t, J1=7.8Hz, 8H), 6.98 (s, 2H), 7.06-7.13 (m, 10H), 7.20-7.43 (m, 18H), 7.88 (d, J1=8.4Hz, 2H), 7.96 (s, 2H), 8.04-8.09 (m, 4H), 8.35 (s, 2H)。

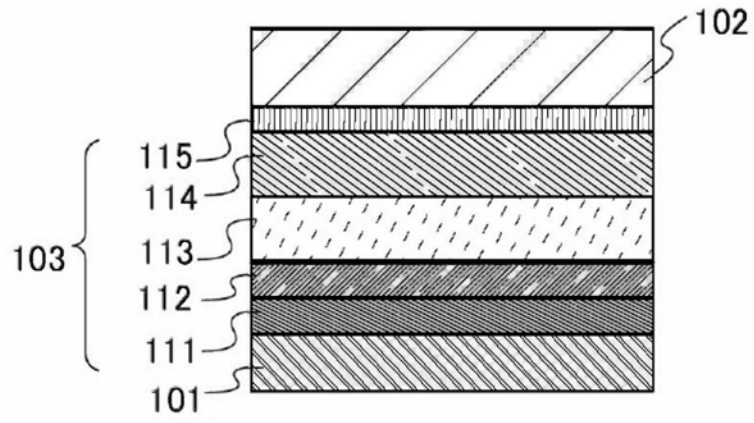


图1A

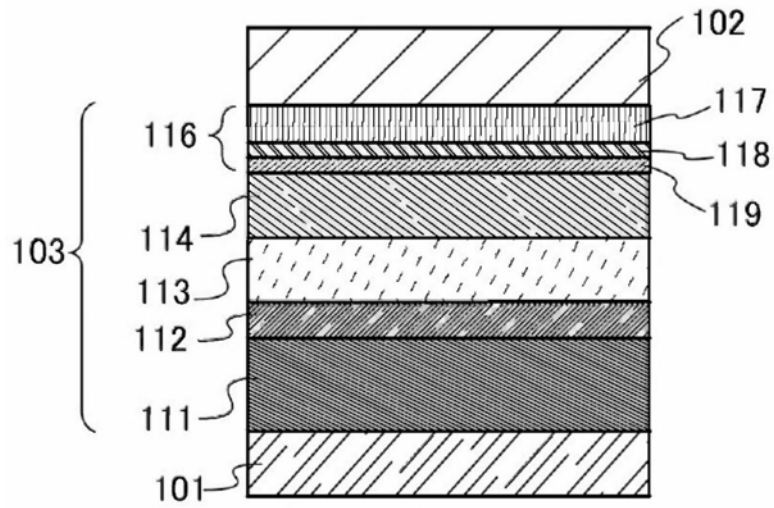


图1B

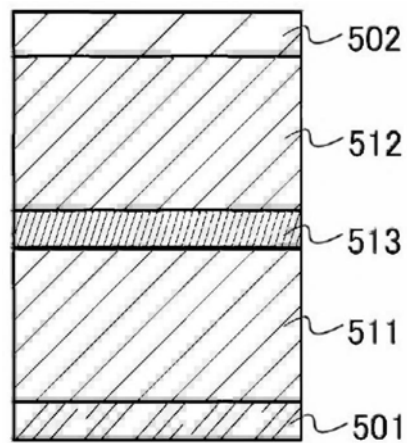


图1C

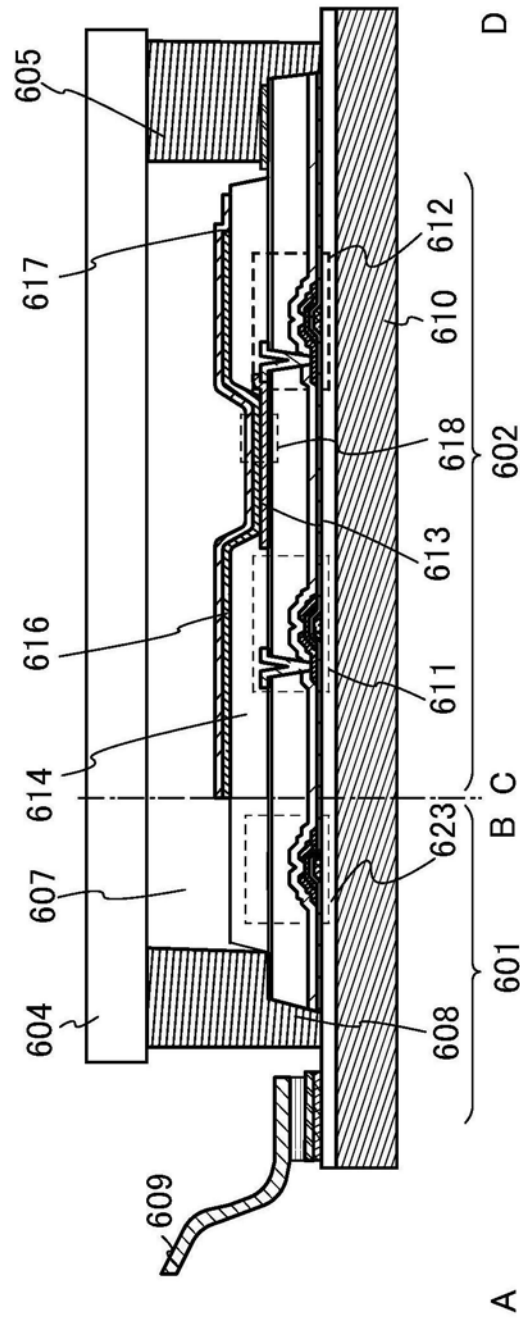


图2B

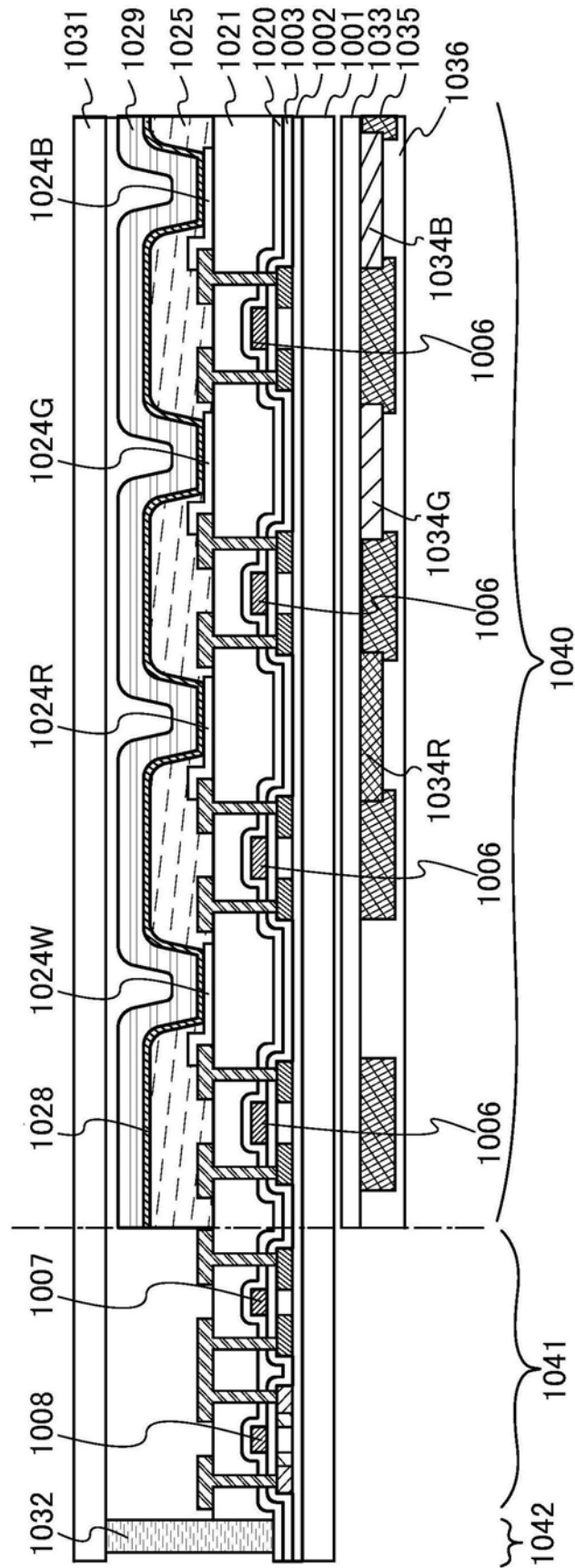


图3A

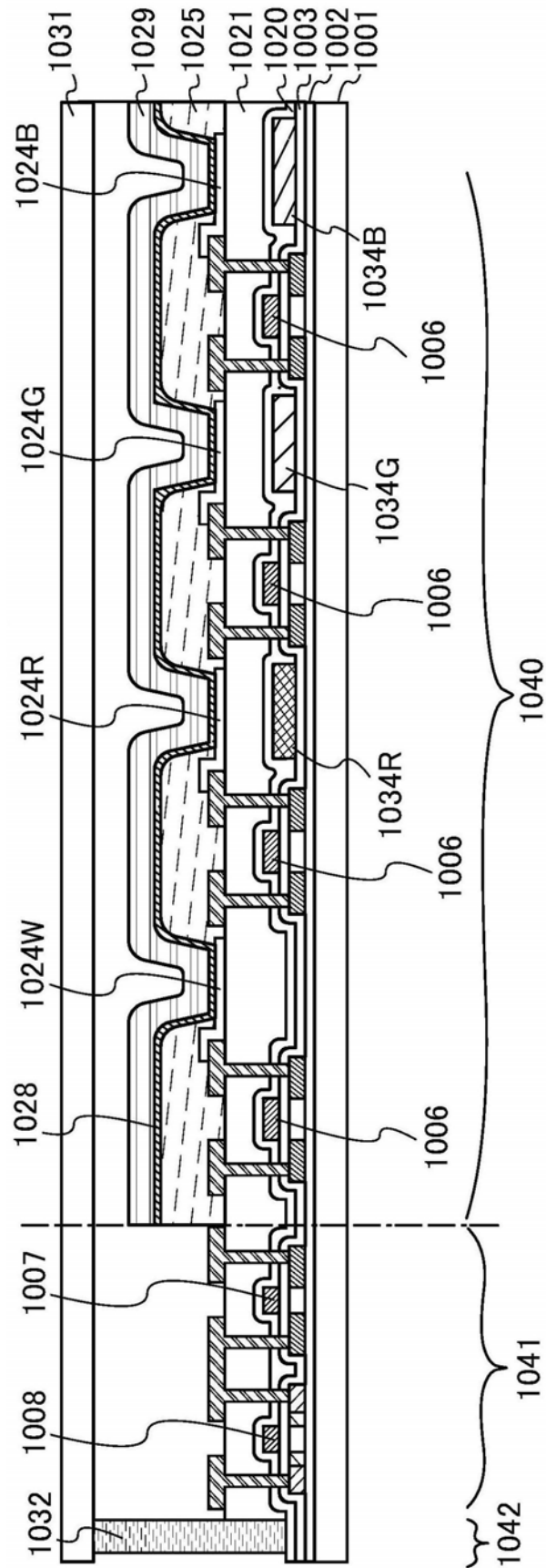


图3B

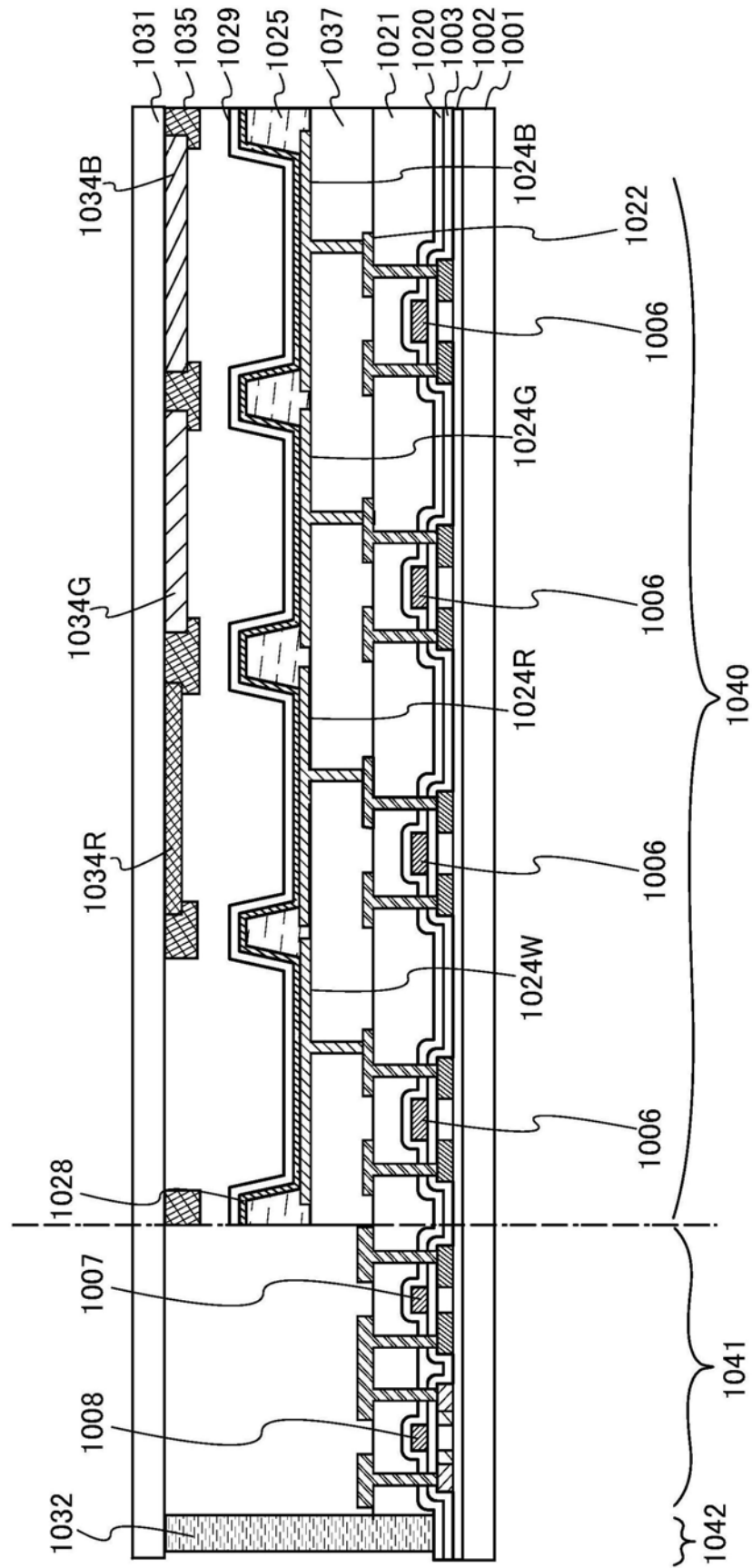


图4

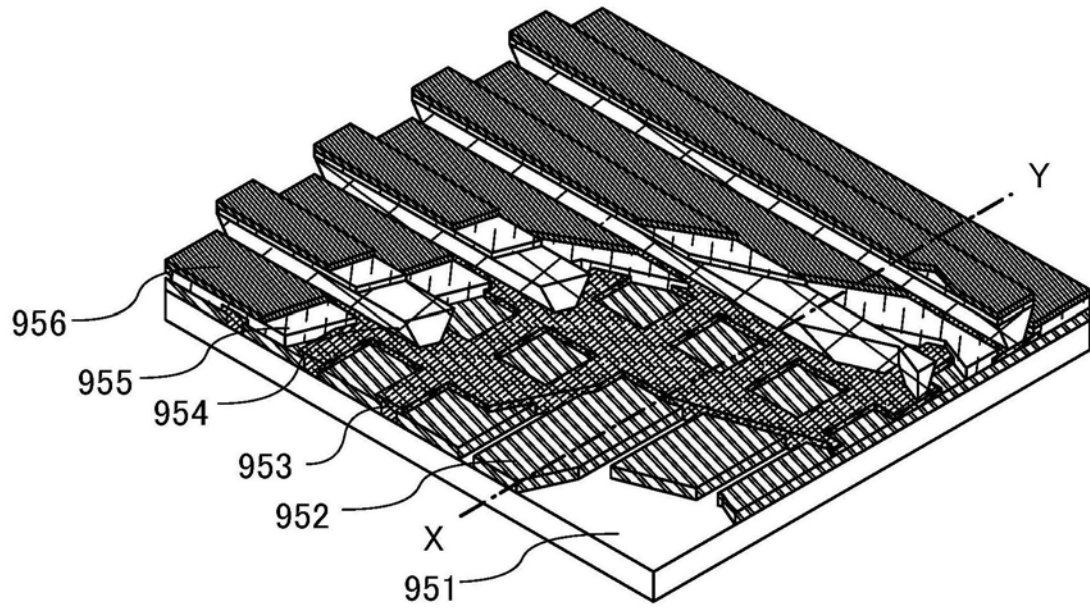


图5A

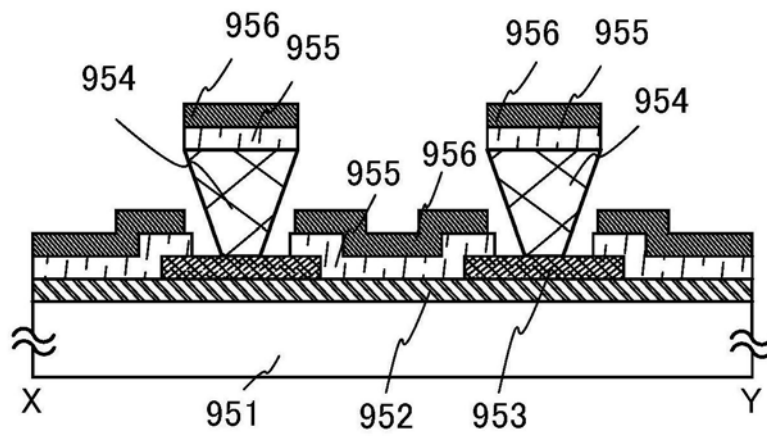


图5B

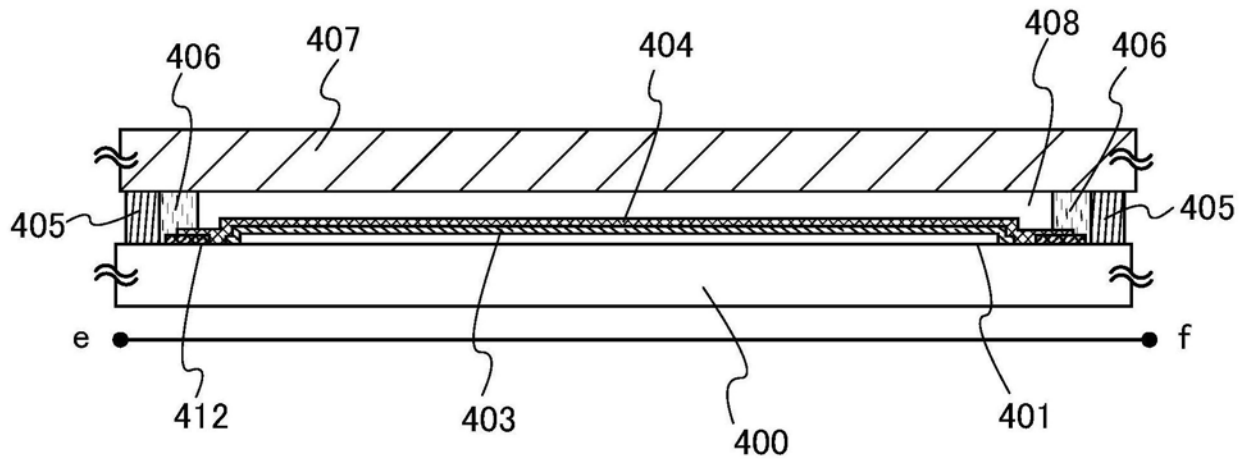


图6A

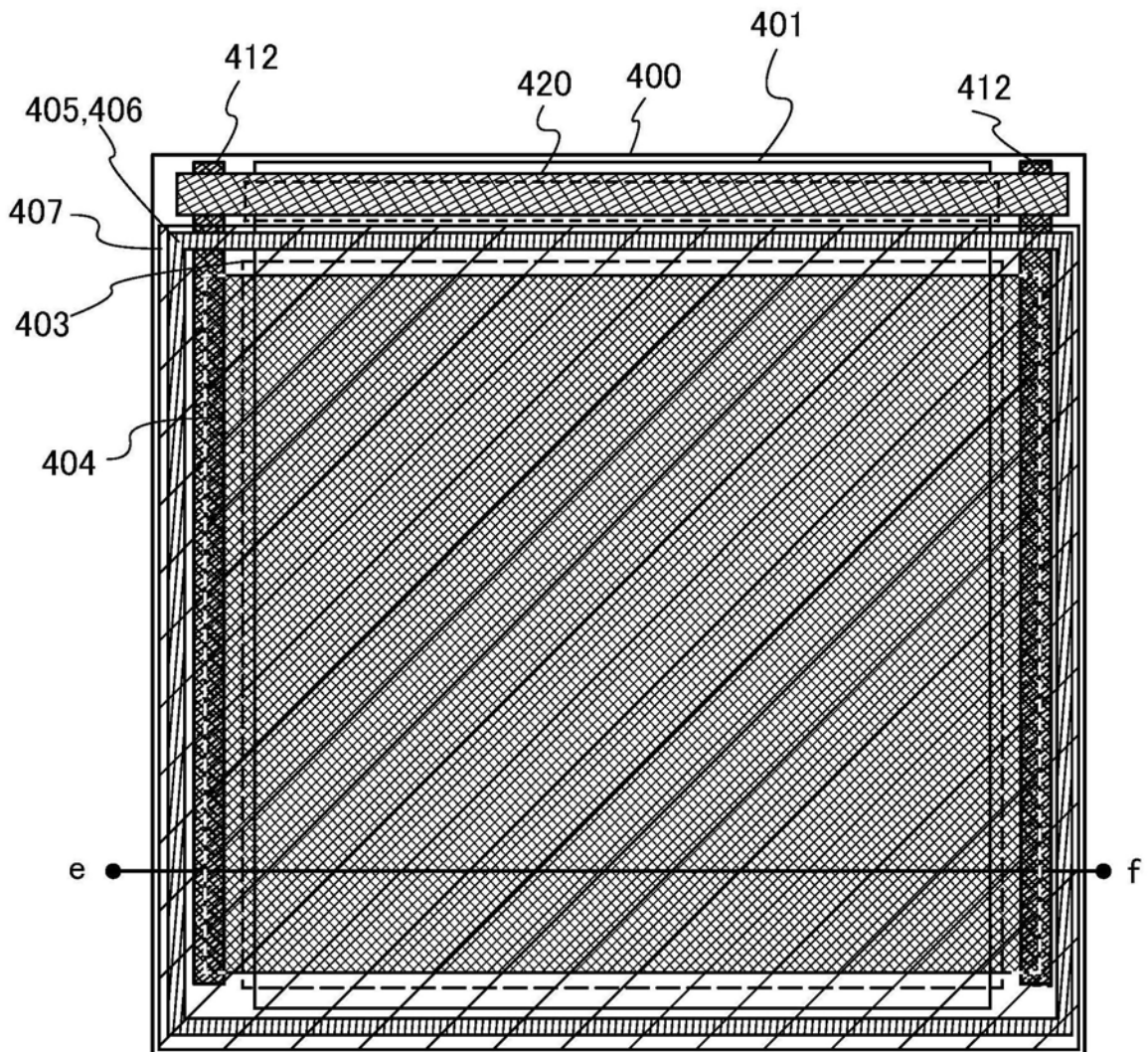


图6B

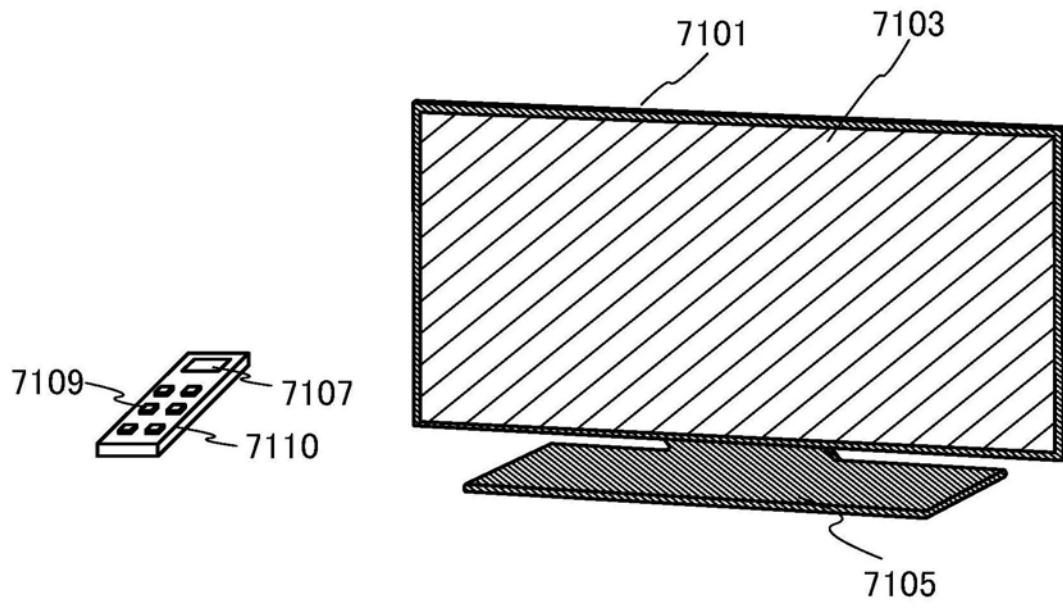


图7A

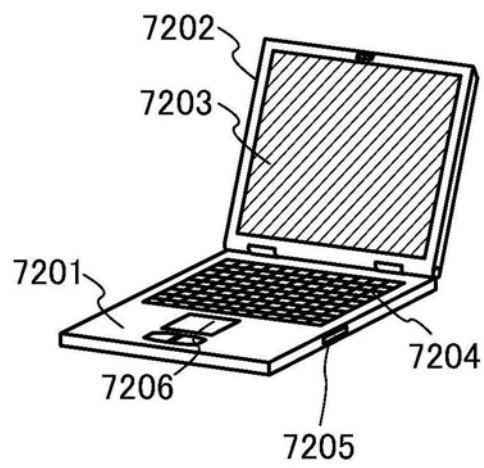


图7B1

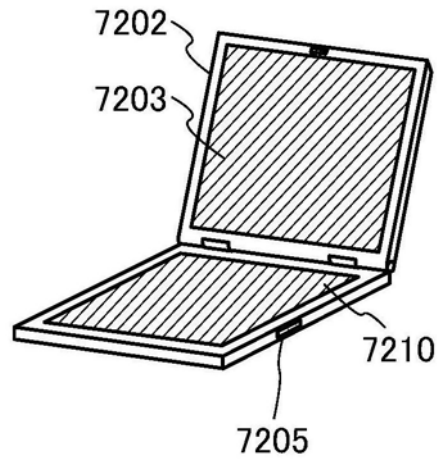


图7B2

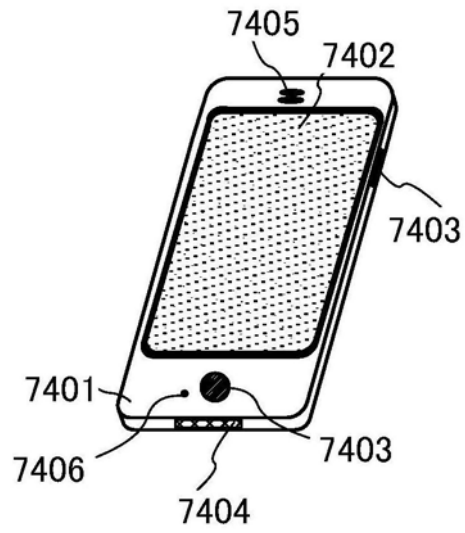


图7C

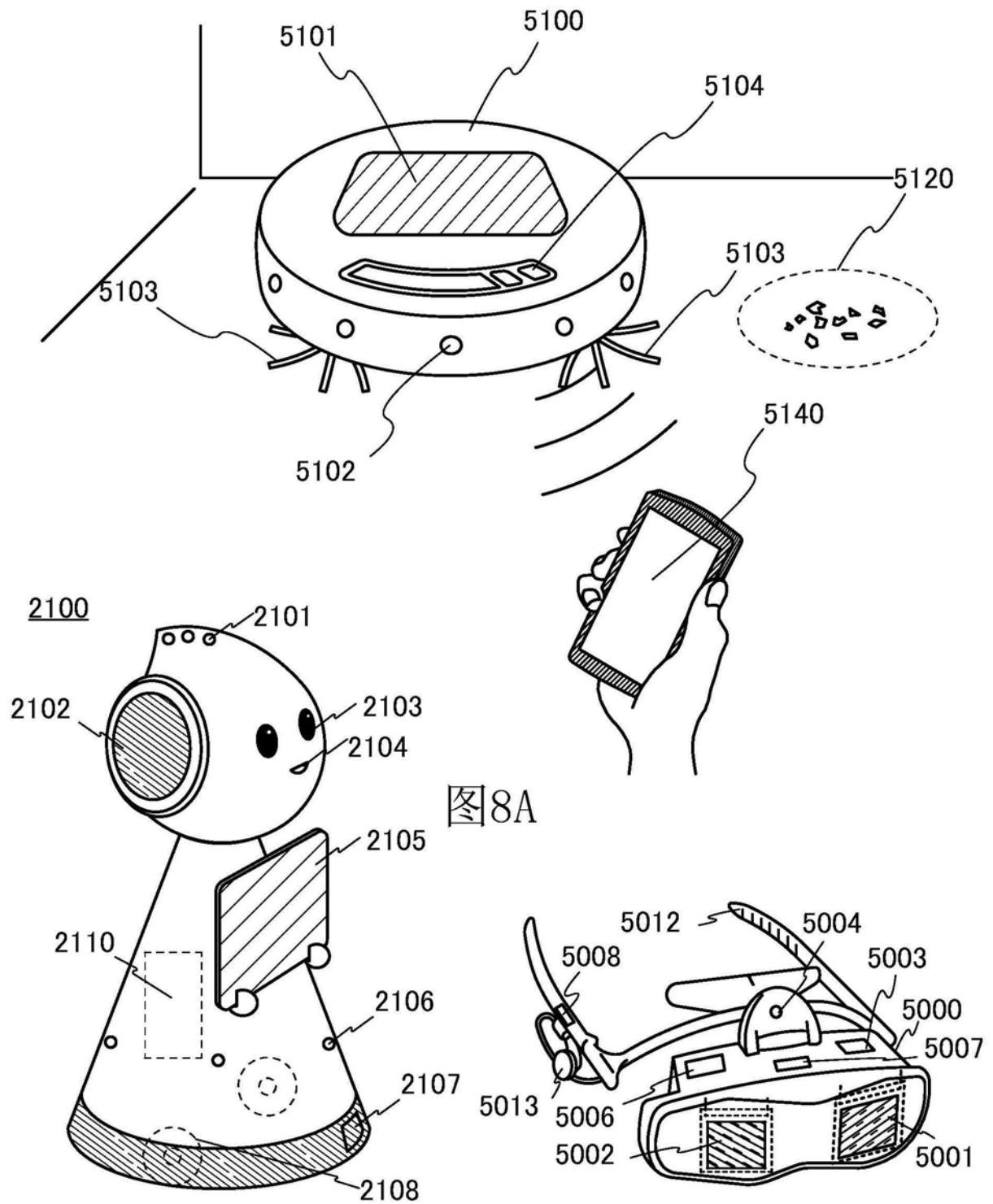


图8A

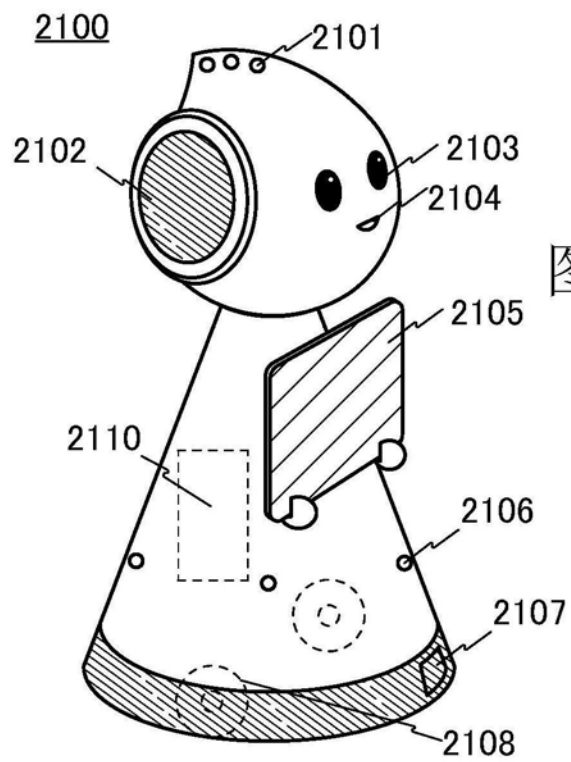


图8B

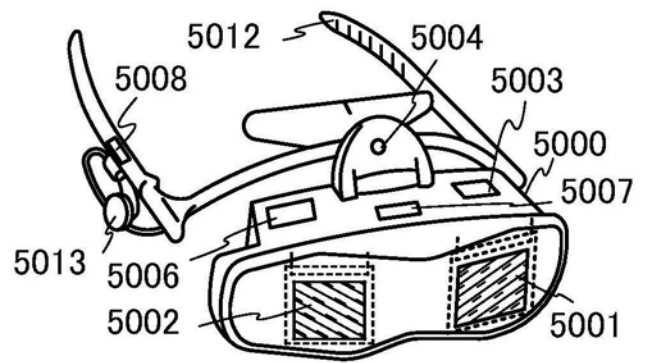


图8C

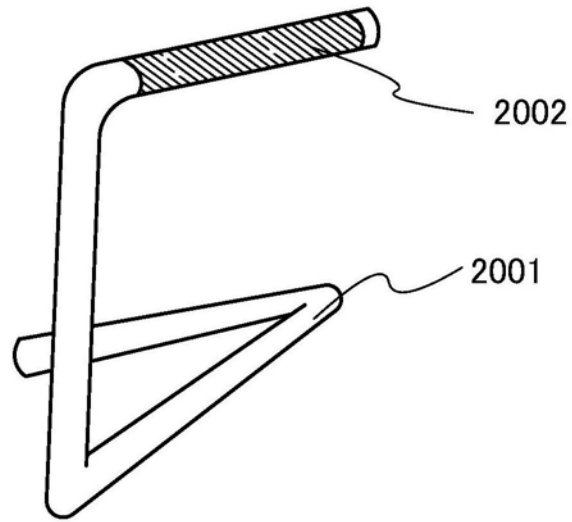


图9

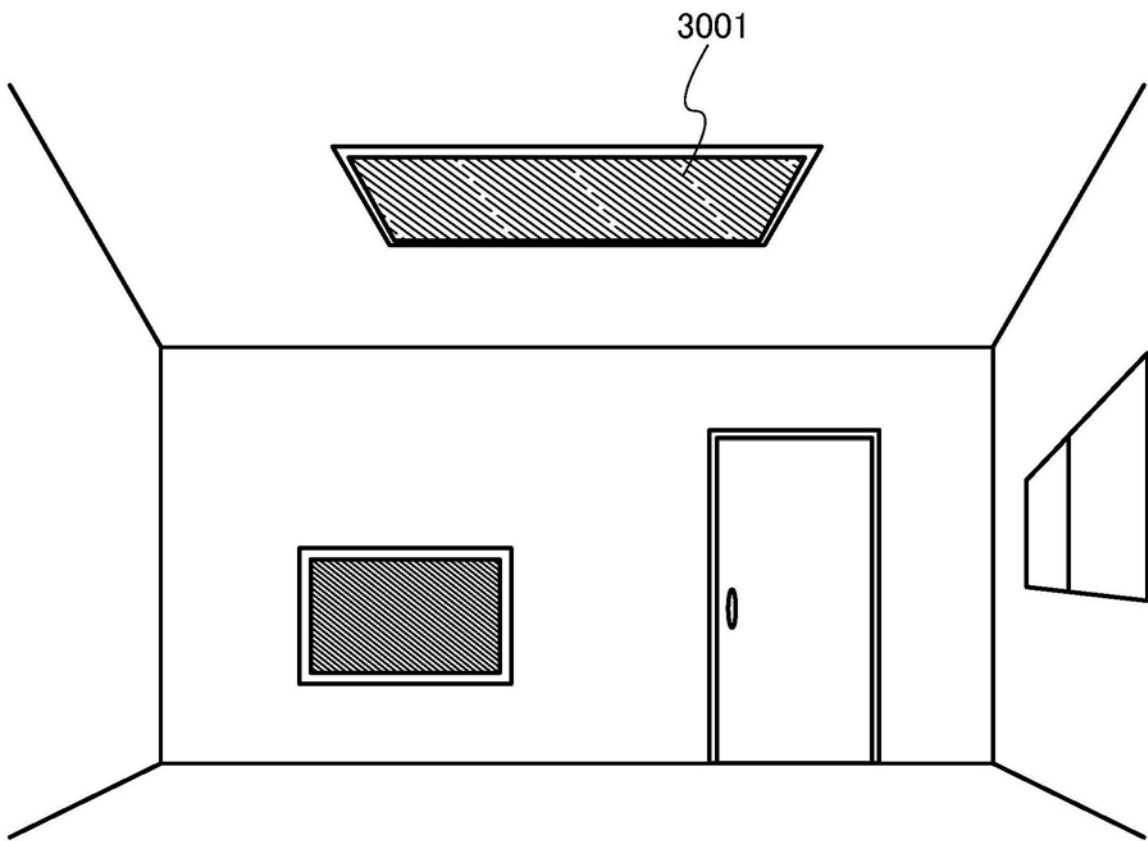


图10

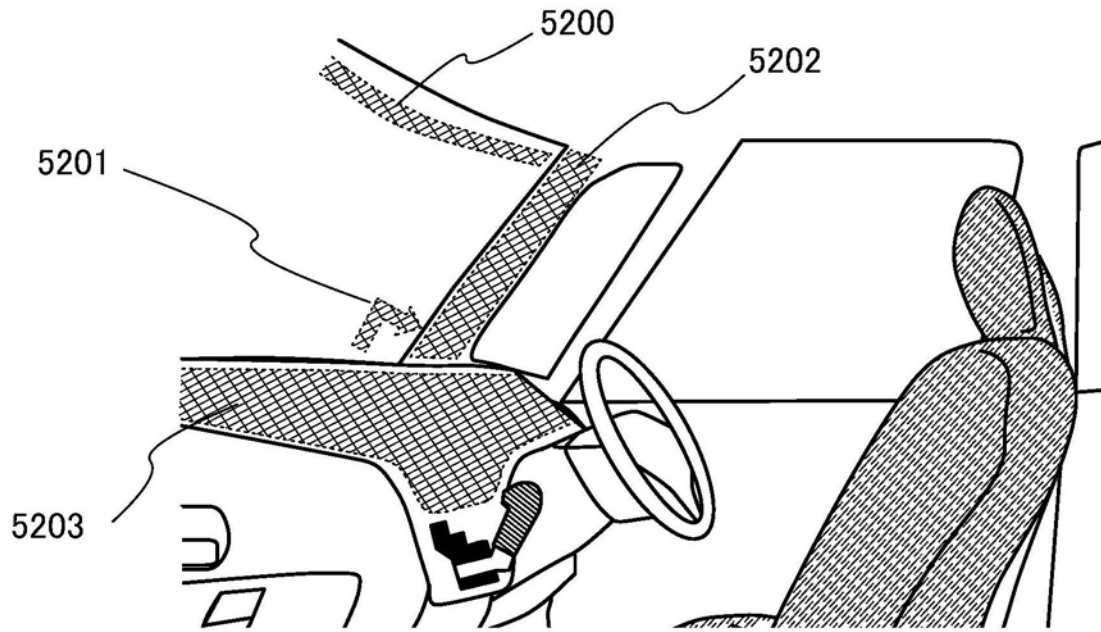


图11

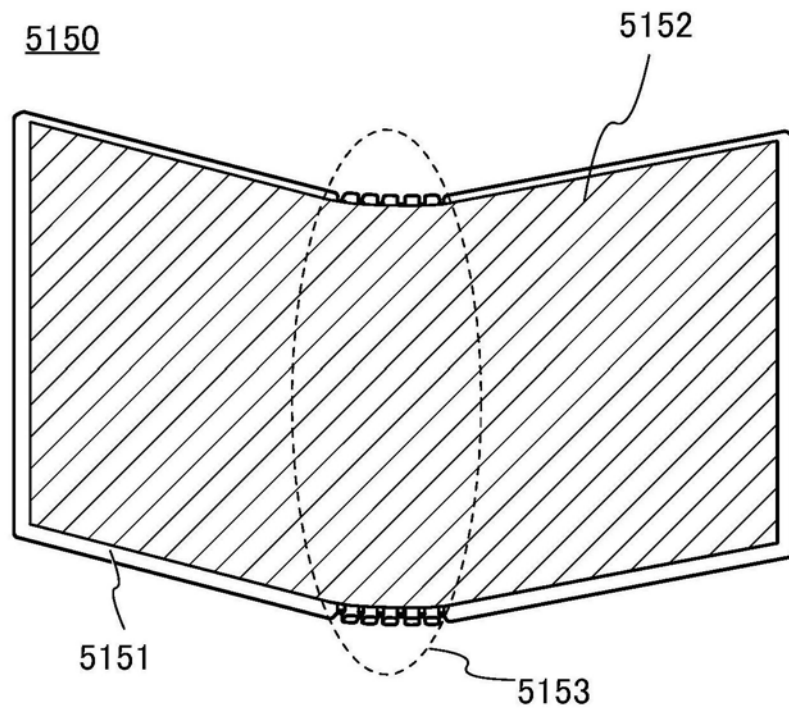


图12A

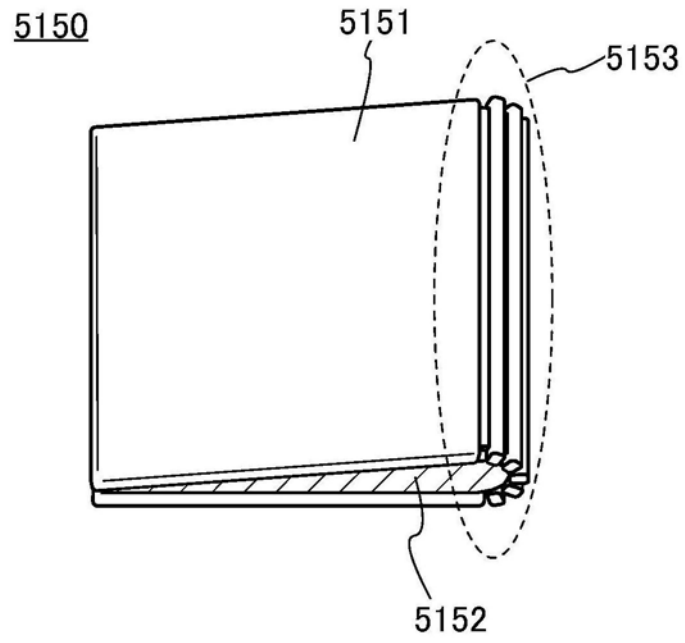


图12B

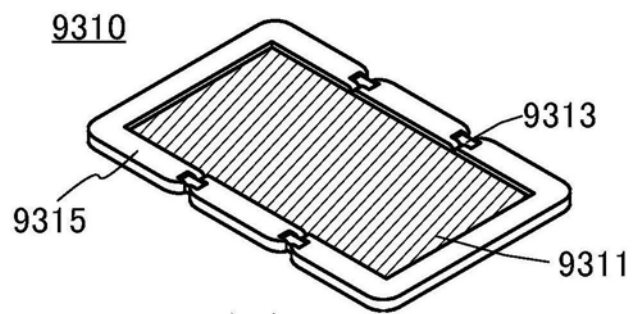


图13A

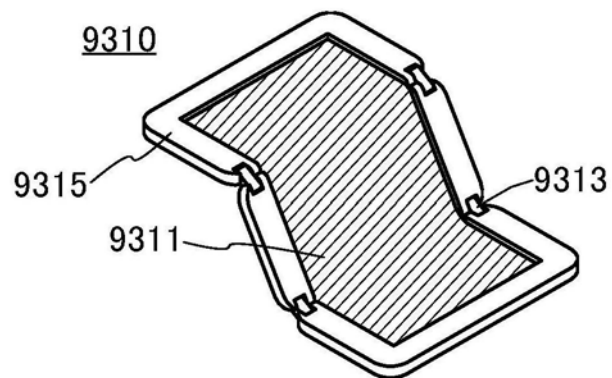


图13B

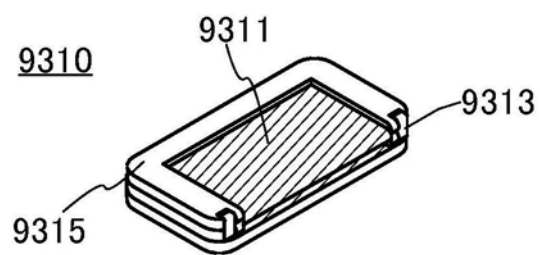


图13C

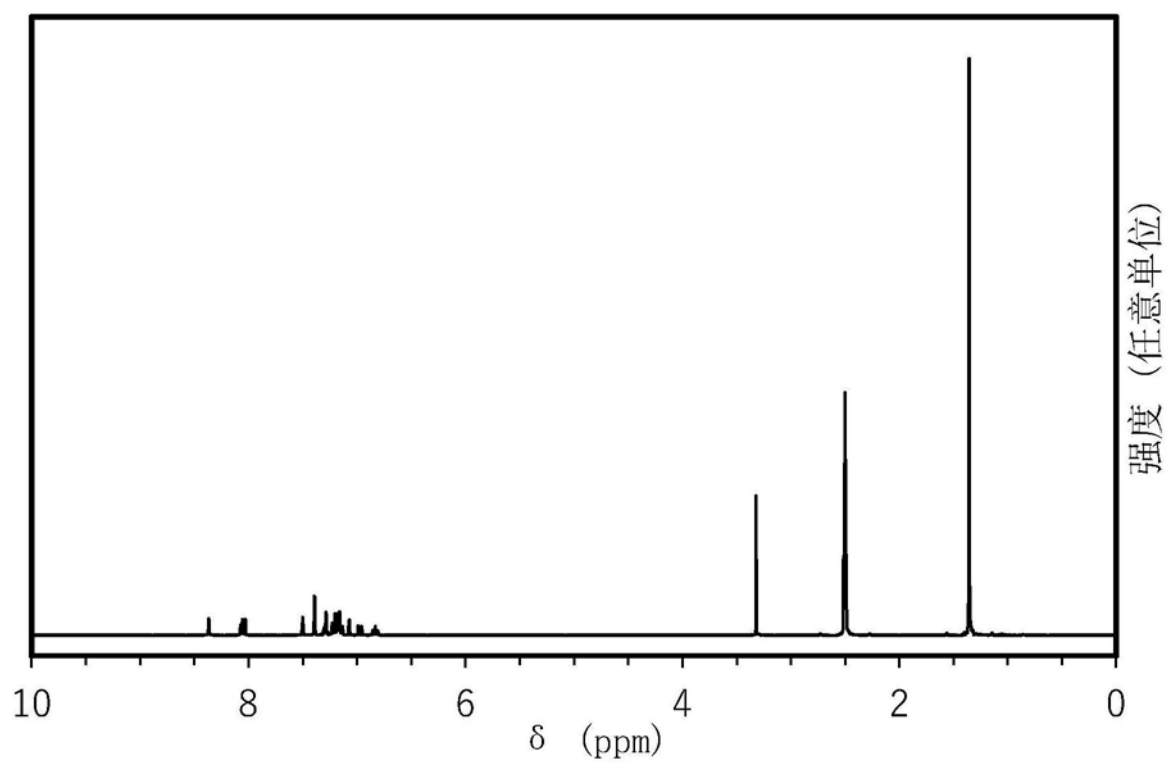


图14A

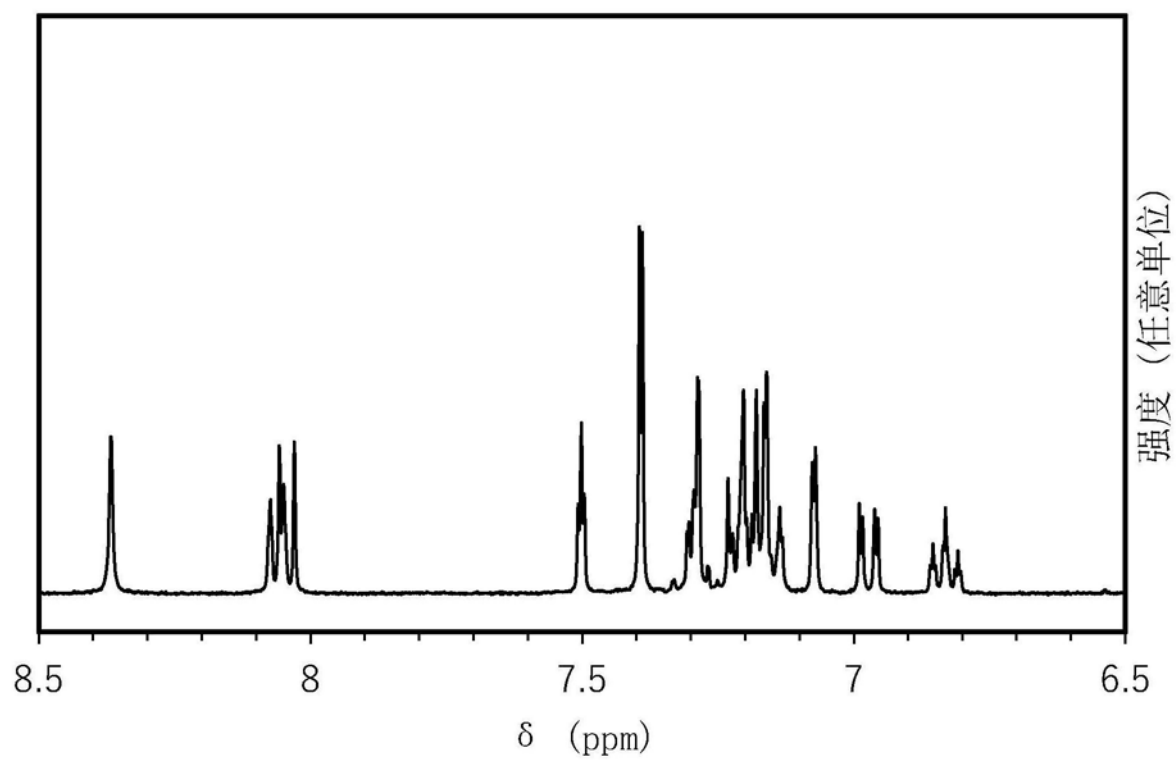


图14B

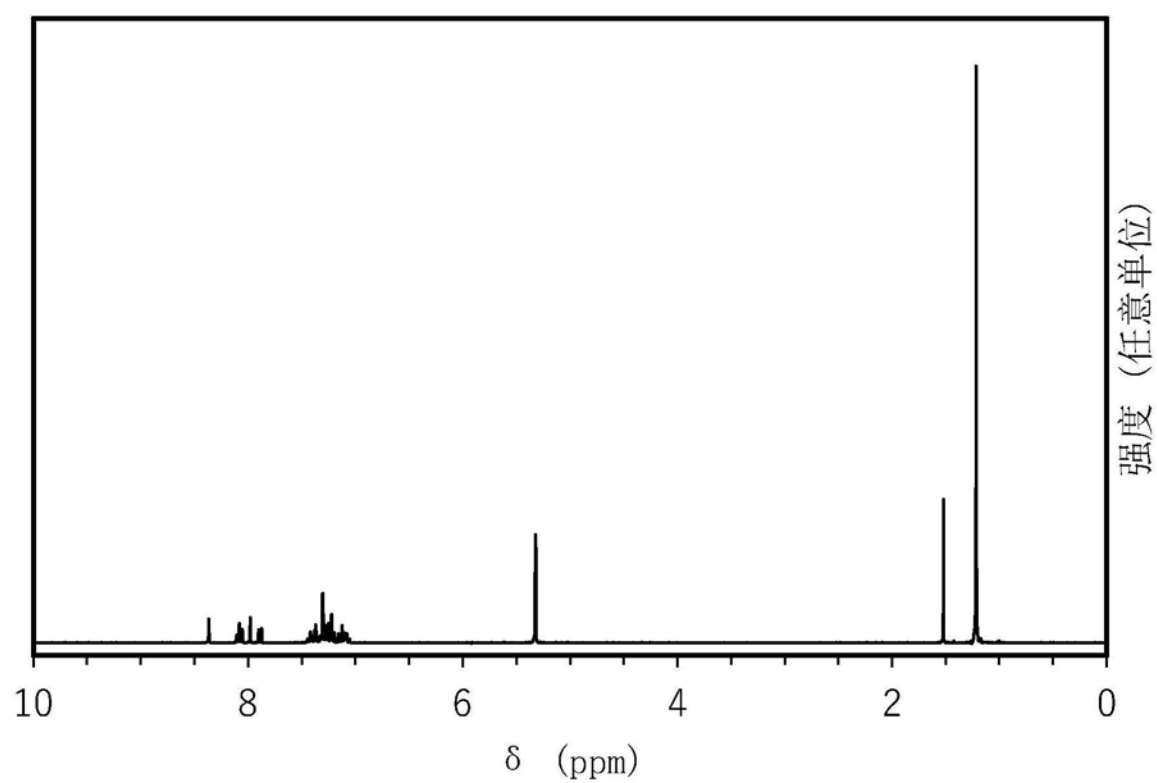


图15A

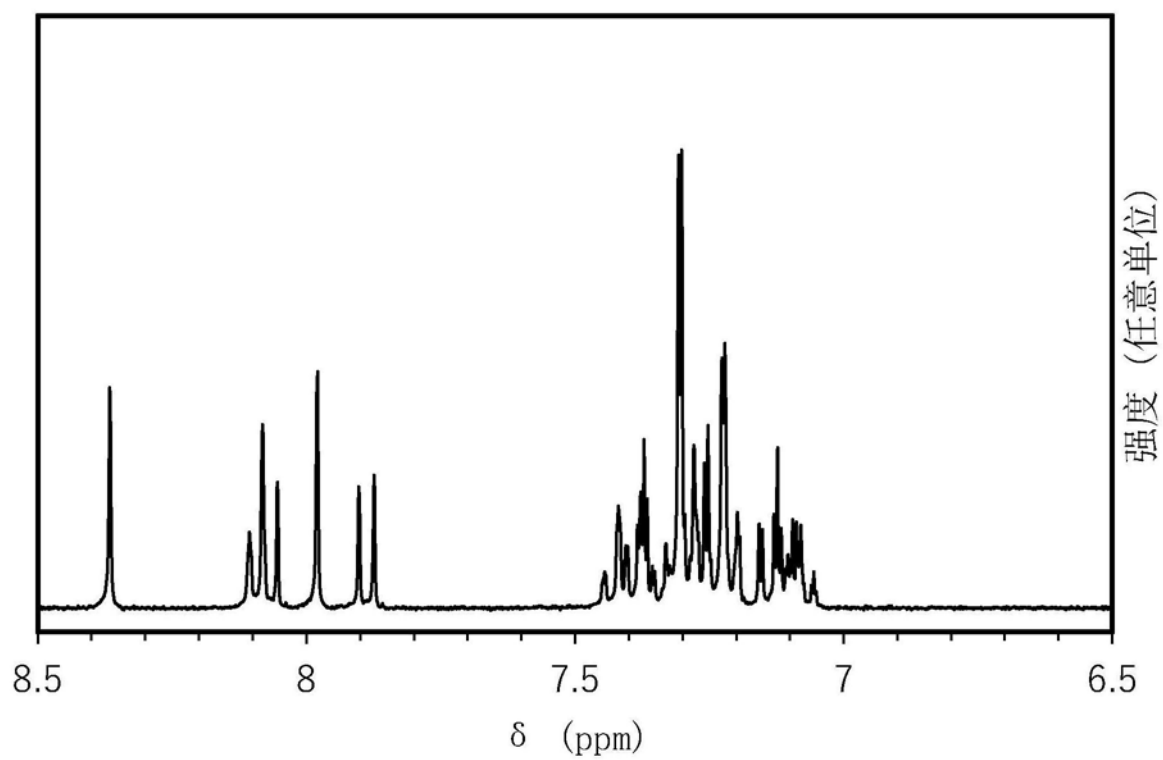


图15B

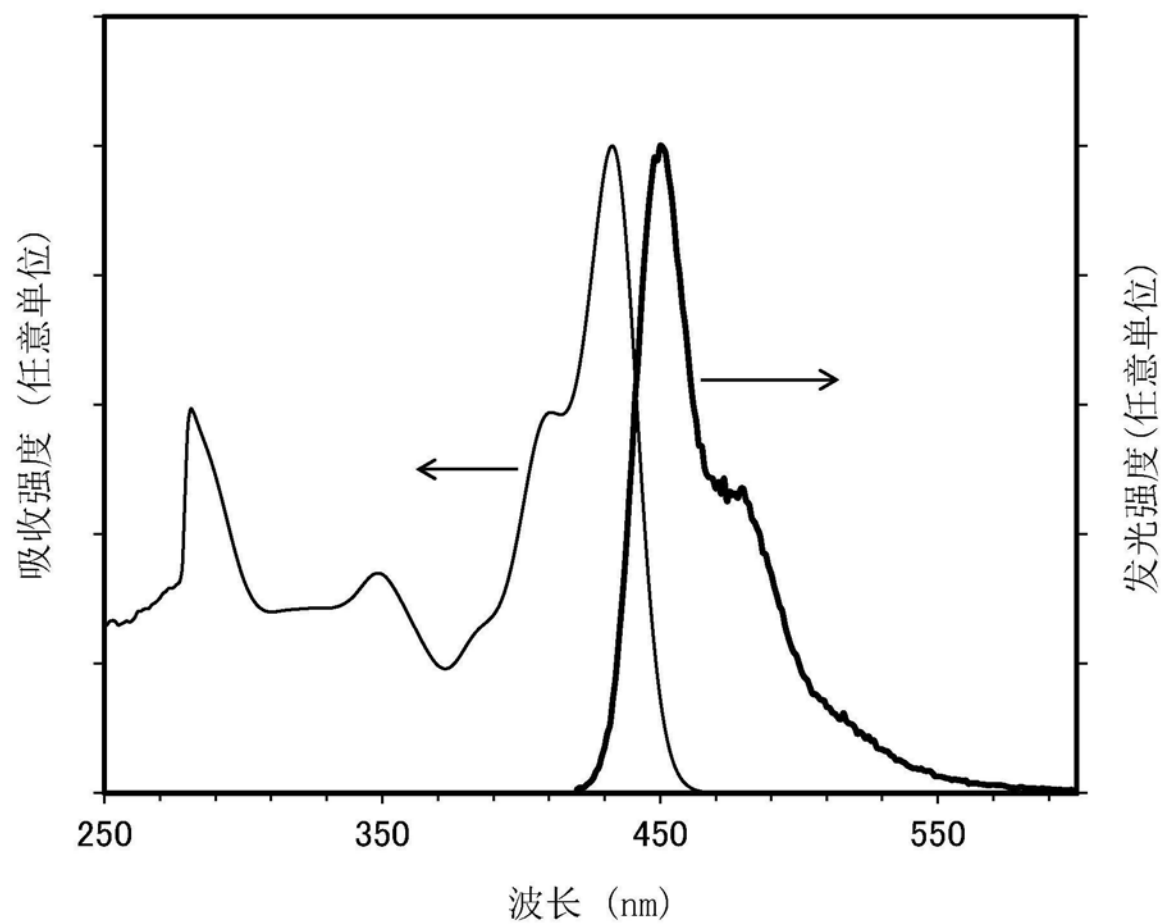


图16

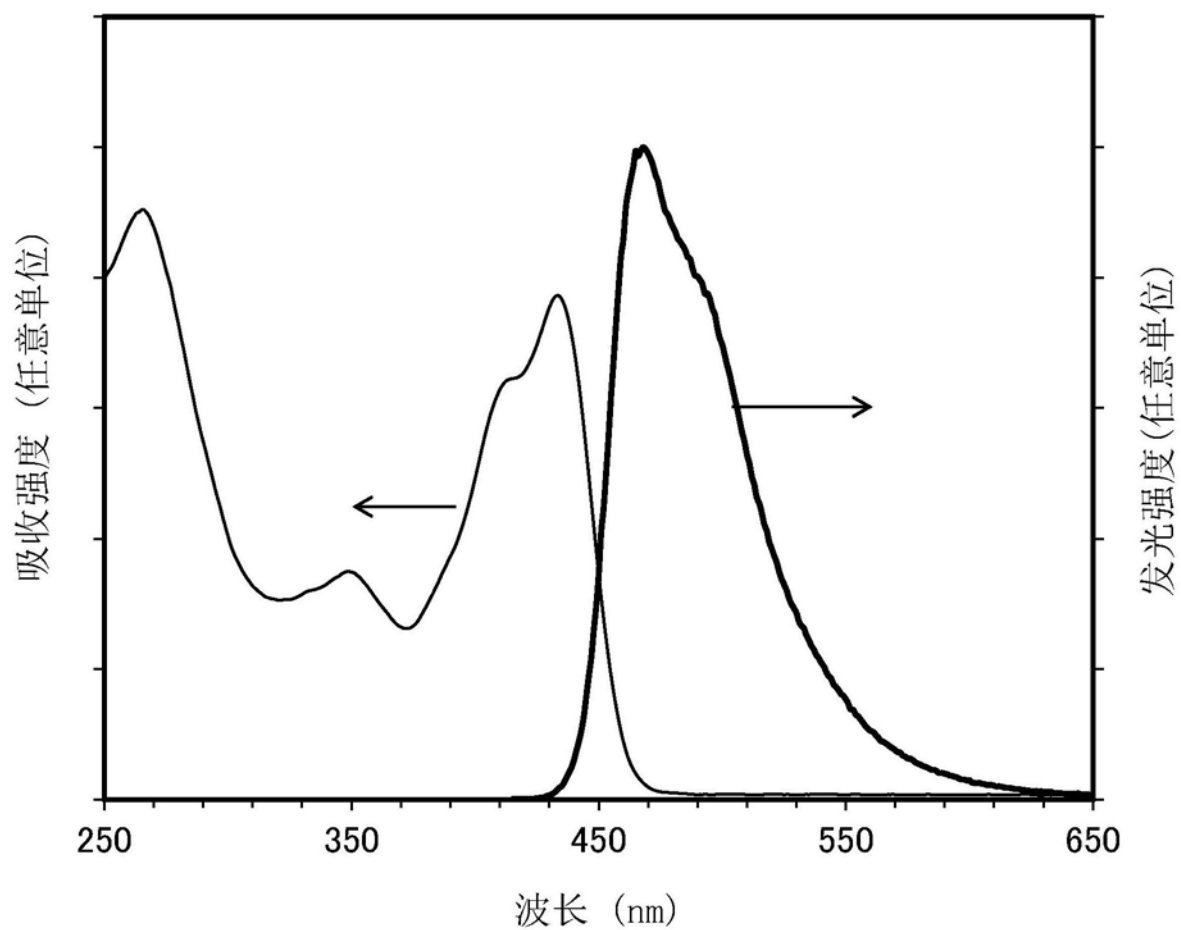


图17

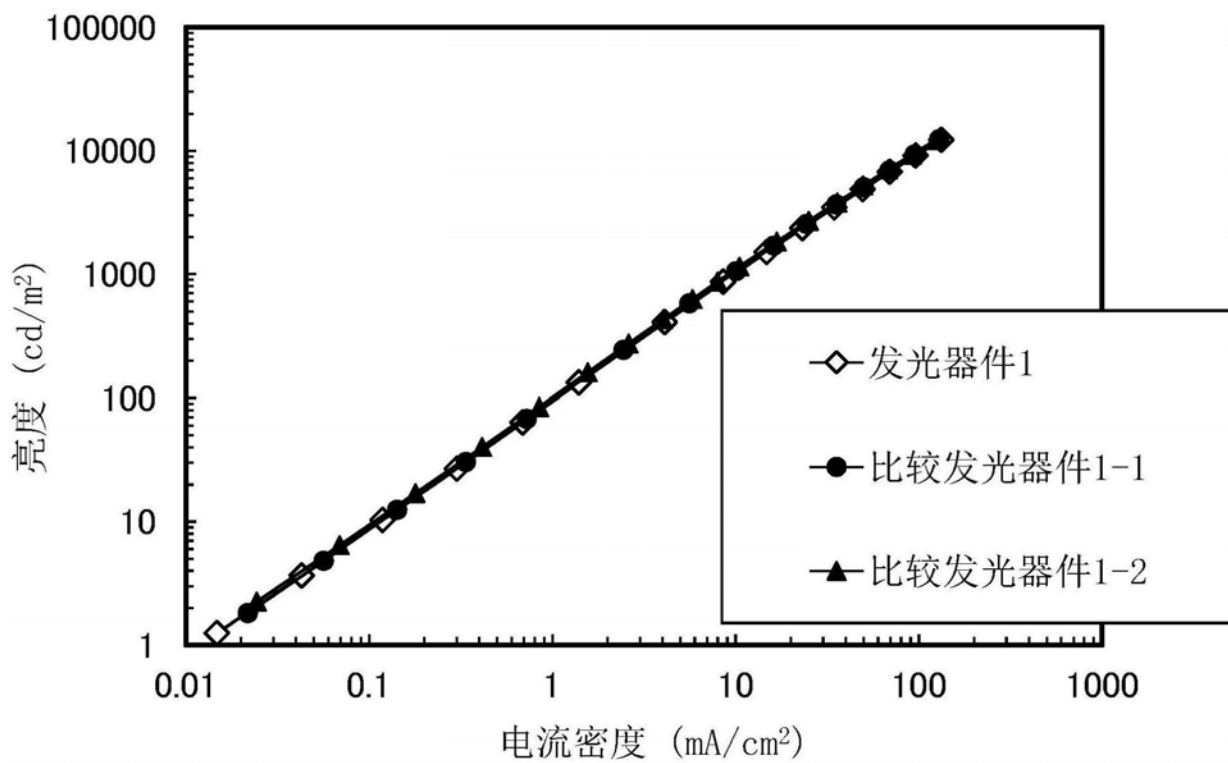


图18

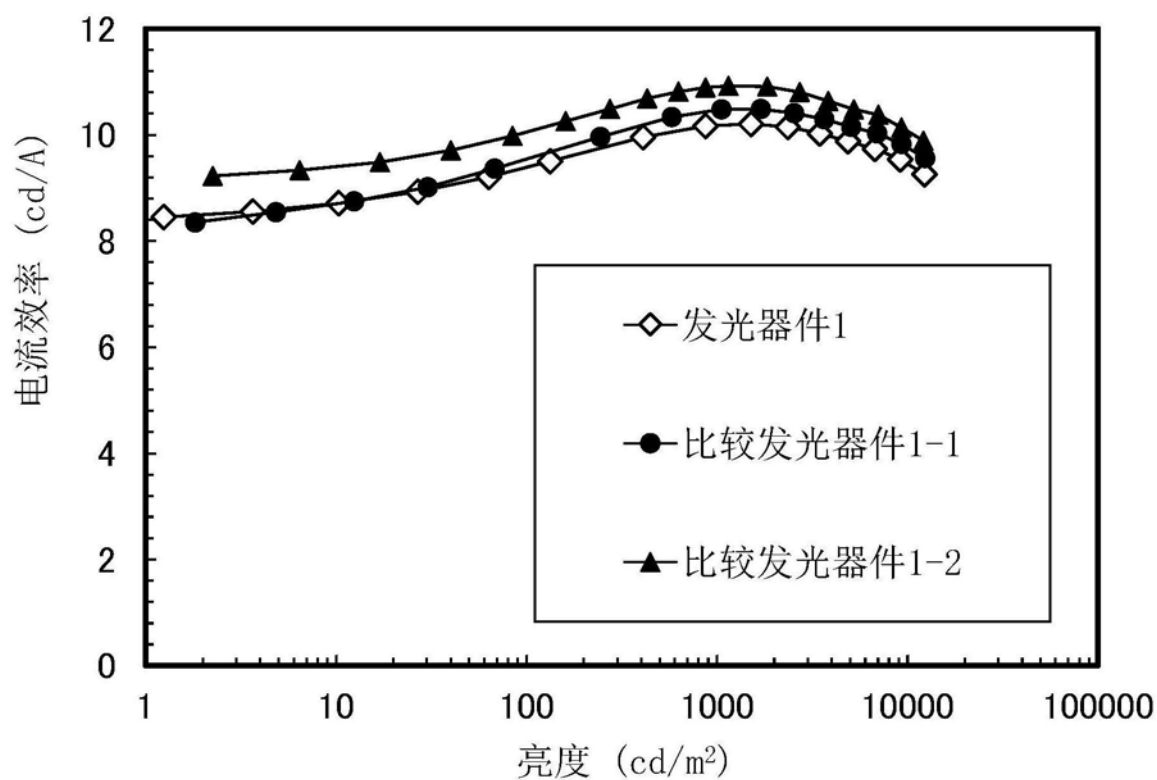


图19

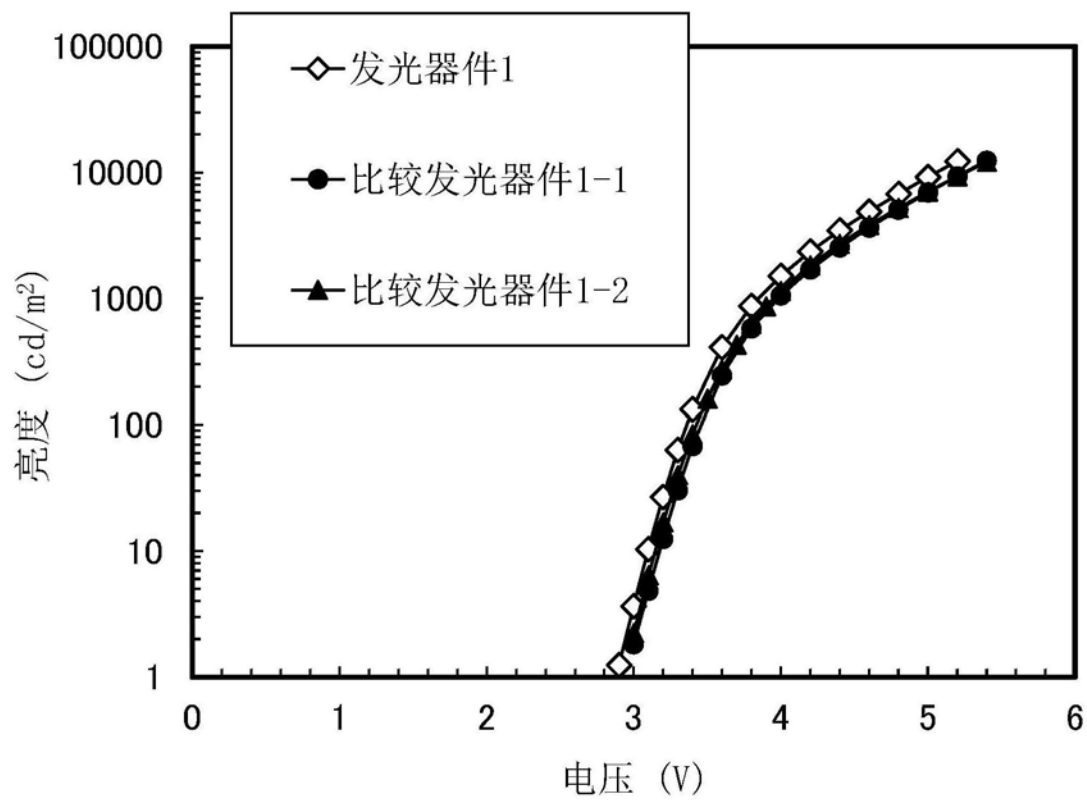


图20

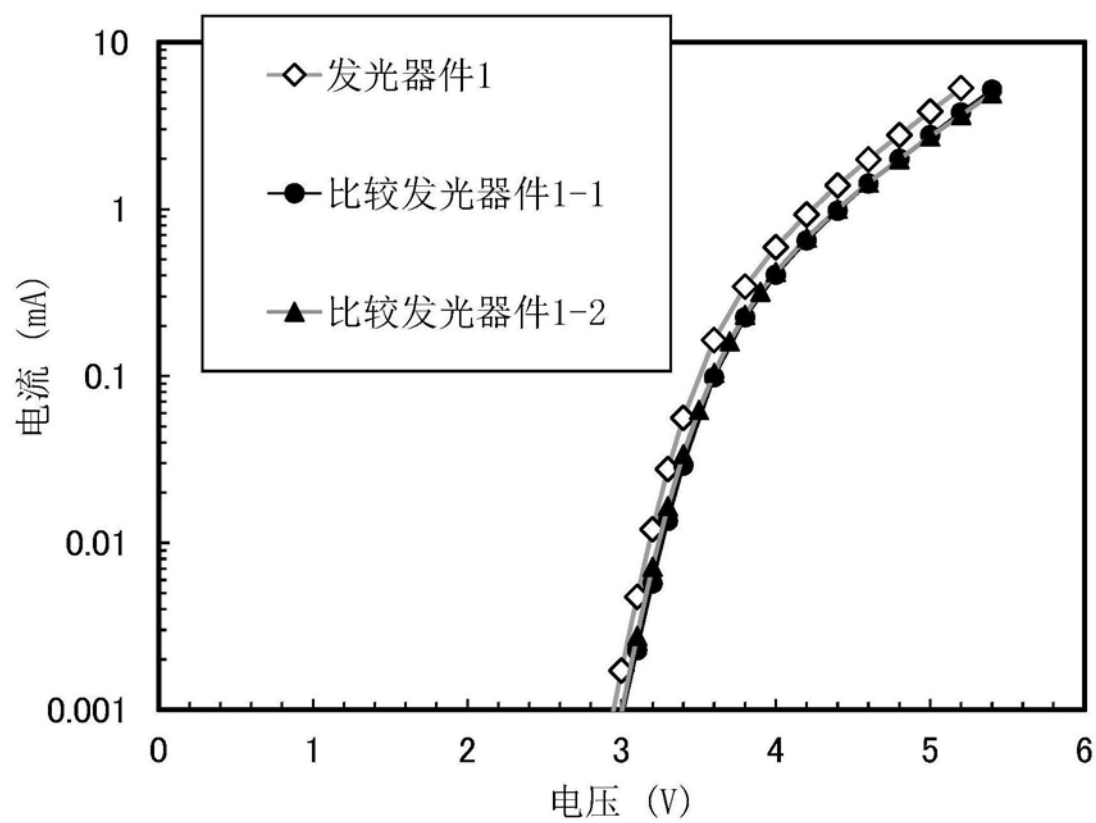


图21

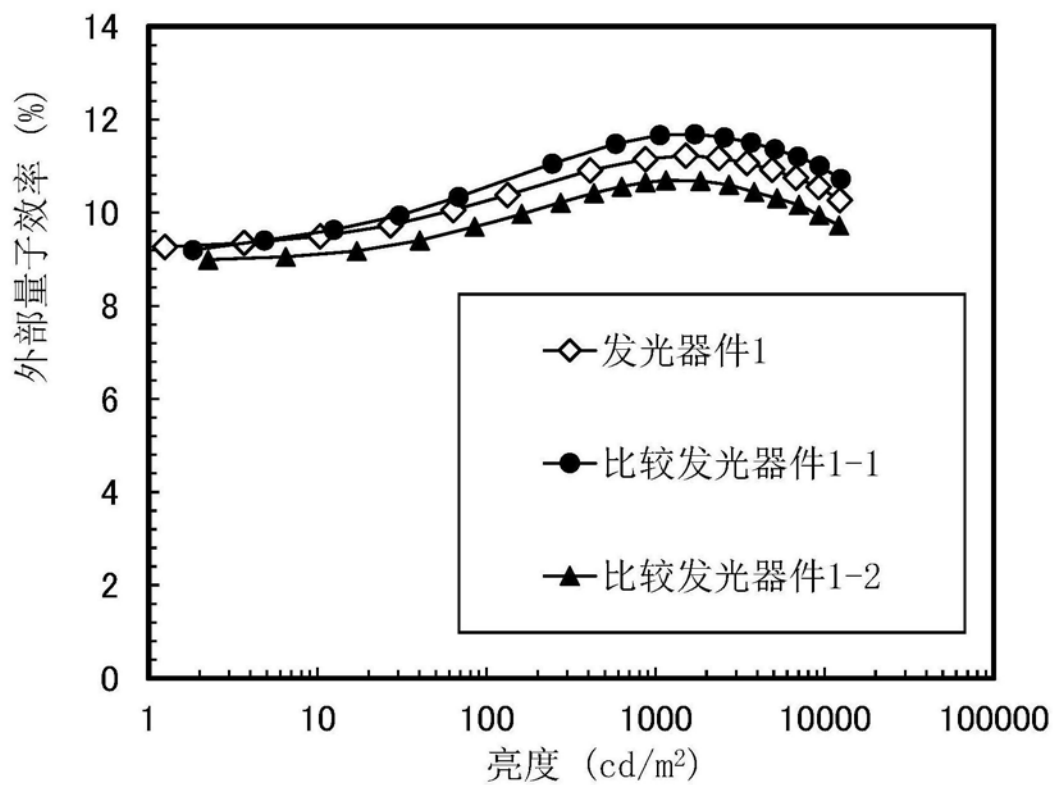


图22

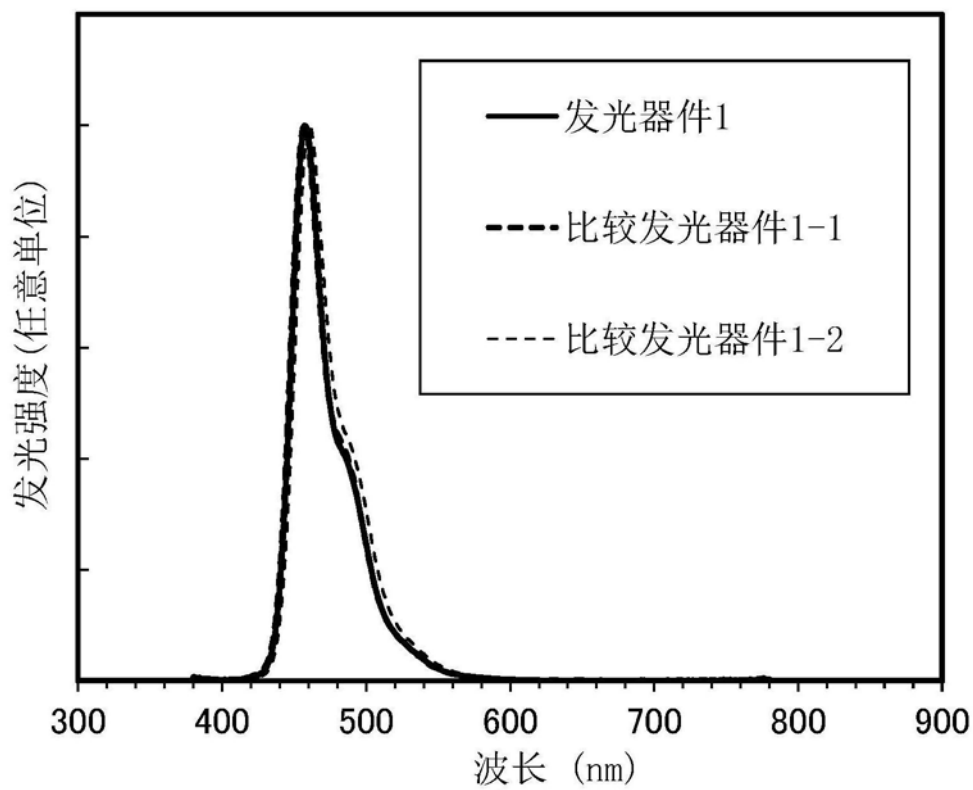


图23

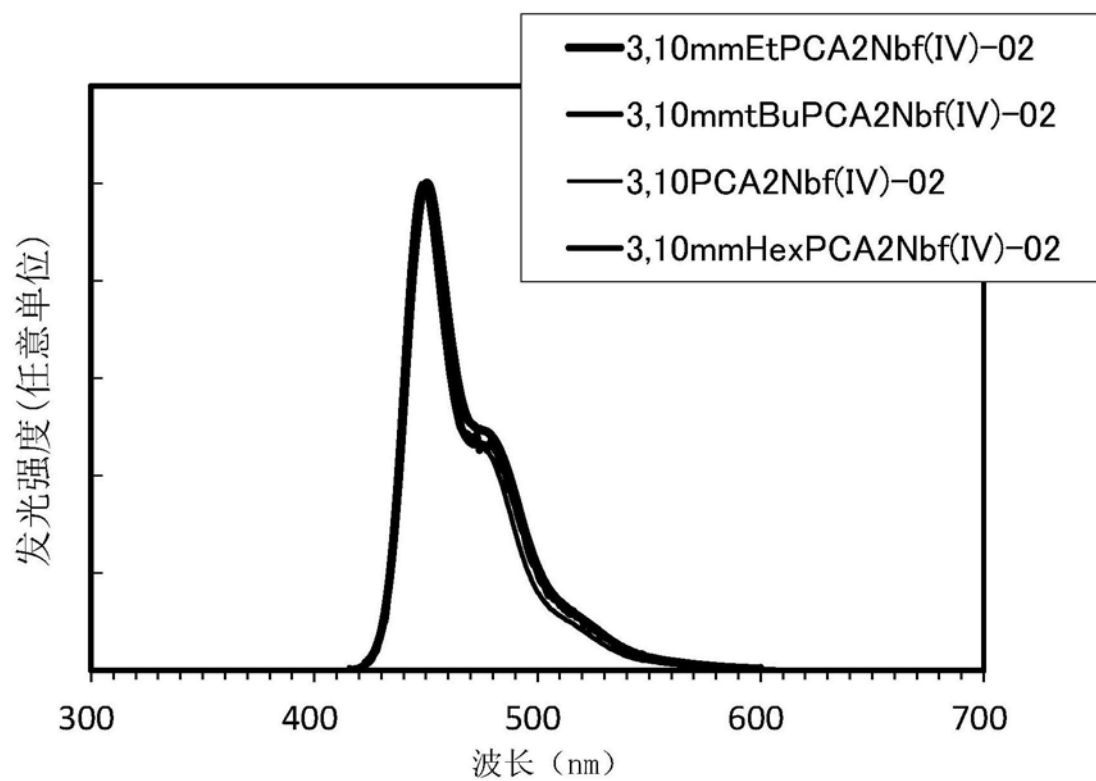


图24

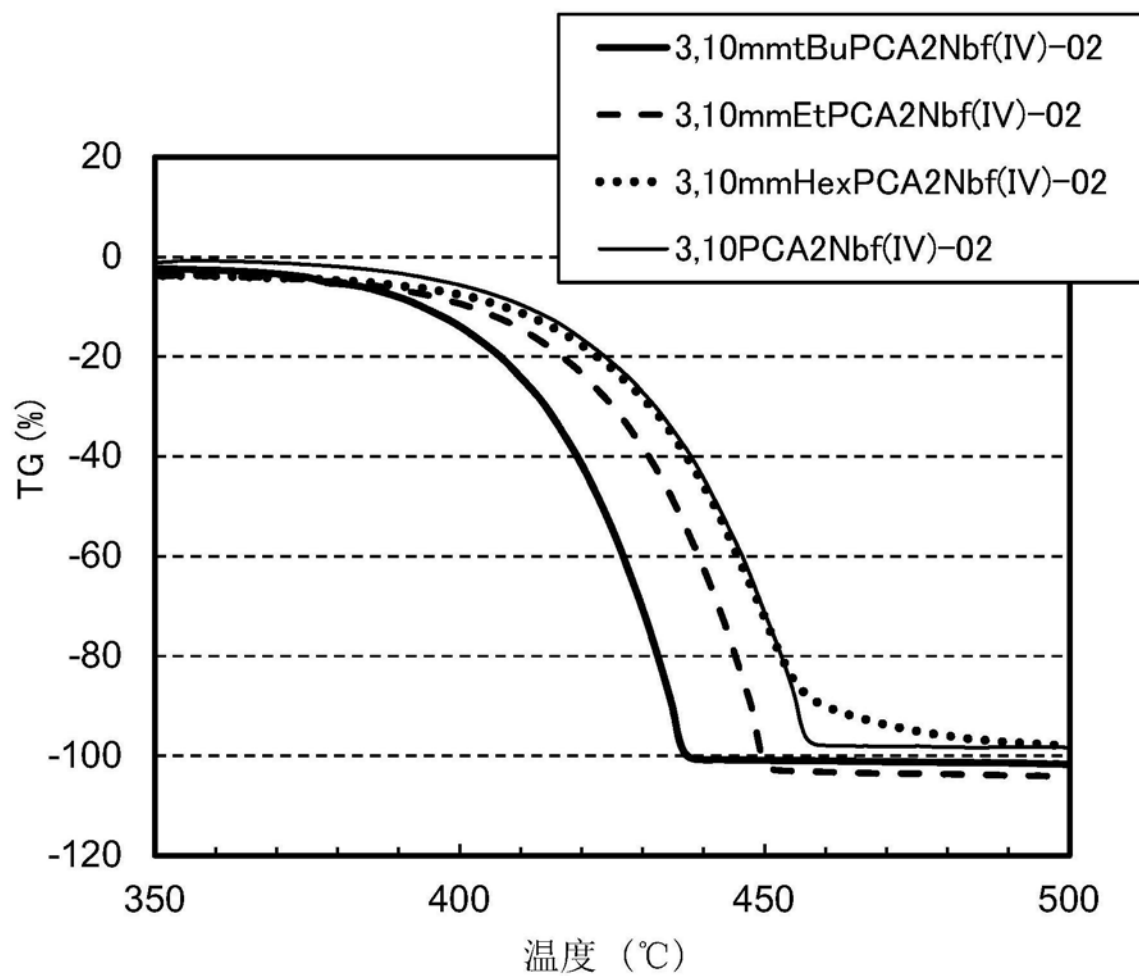


图25

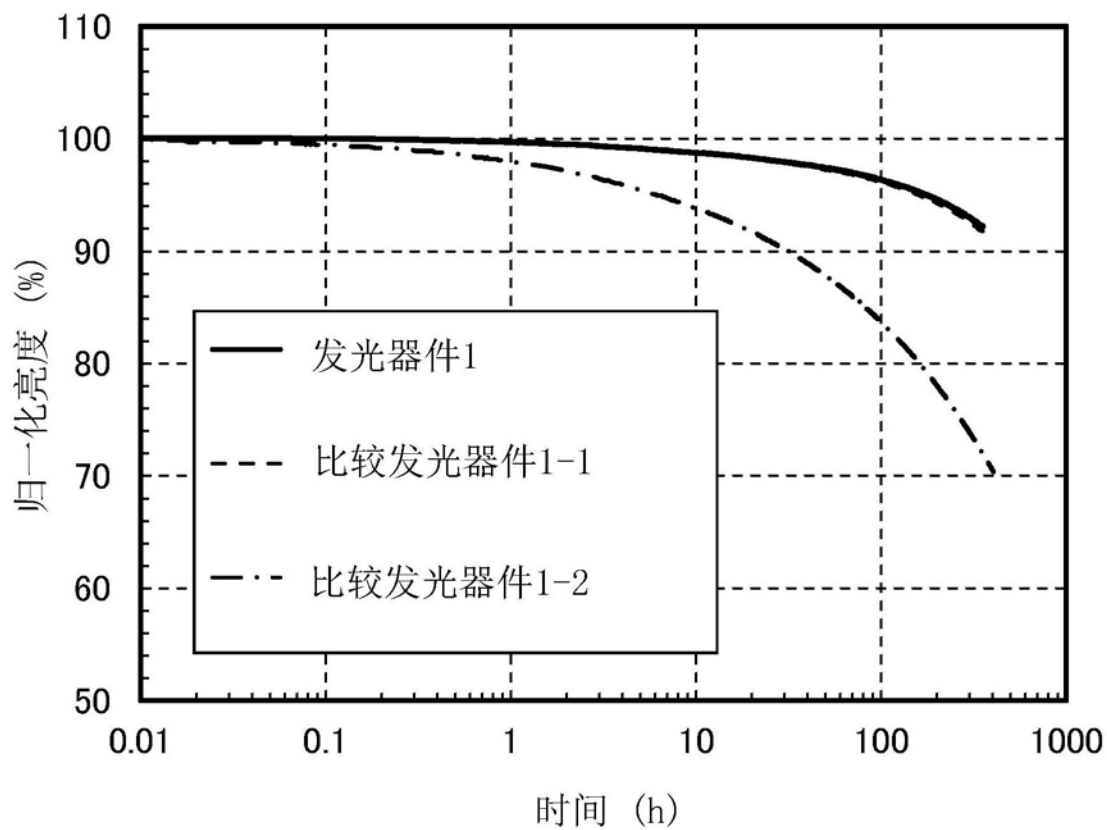


图26

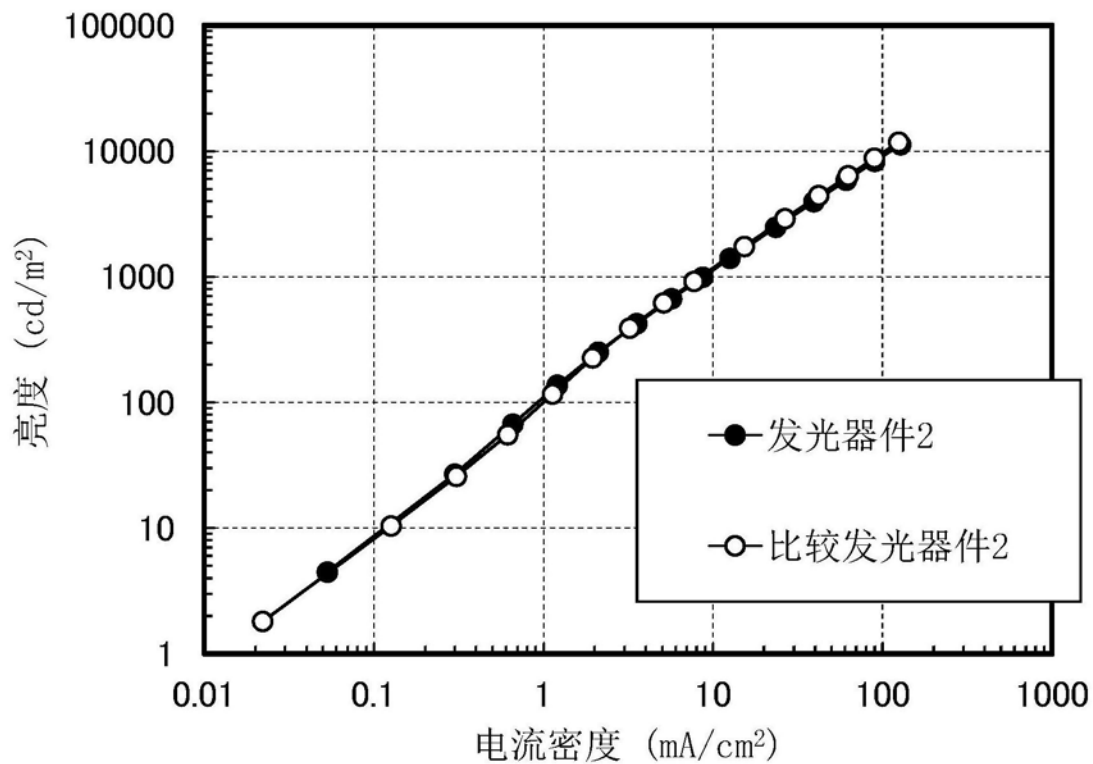


图27

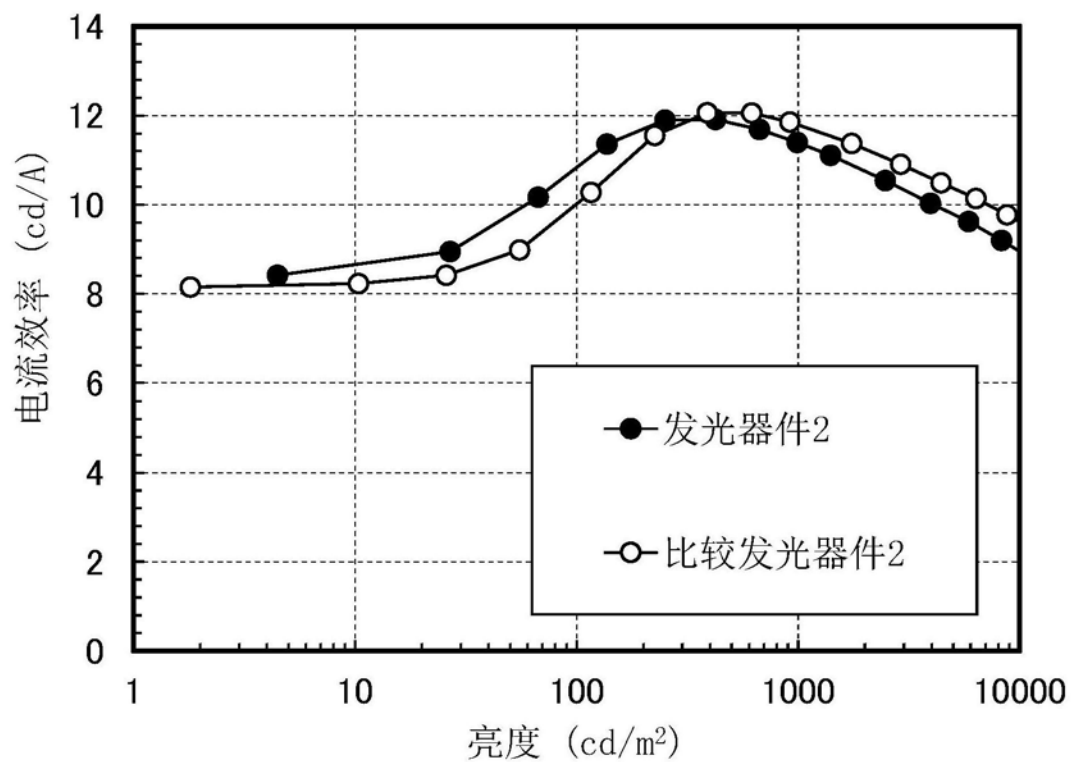


图28

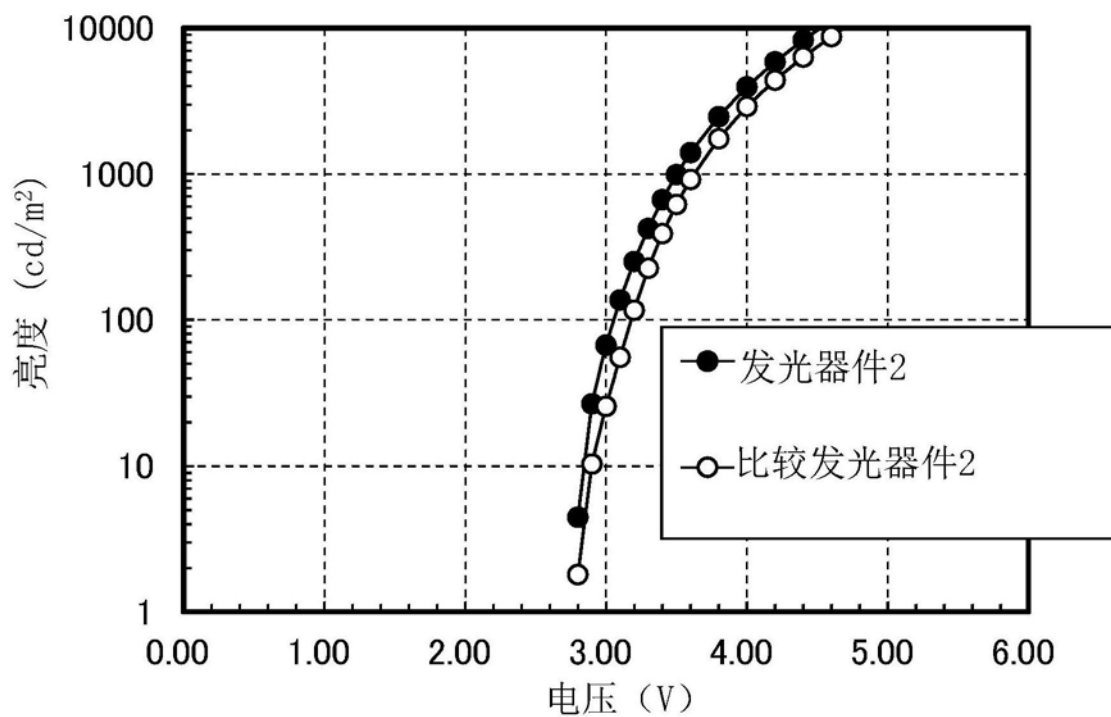


图29

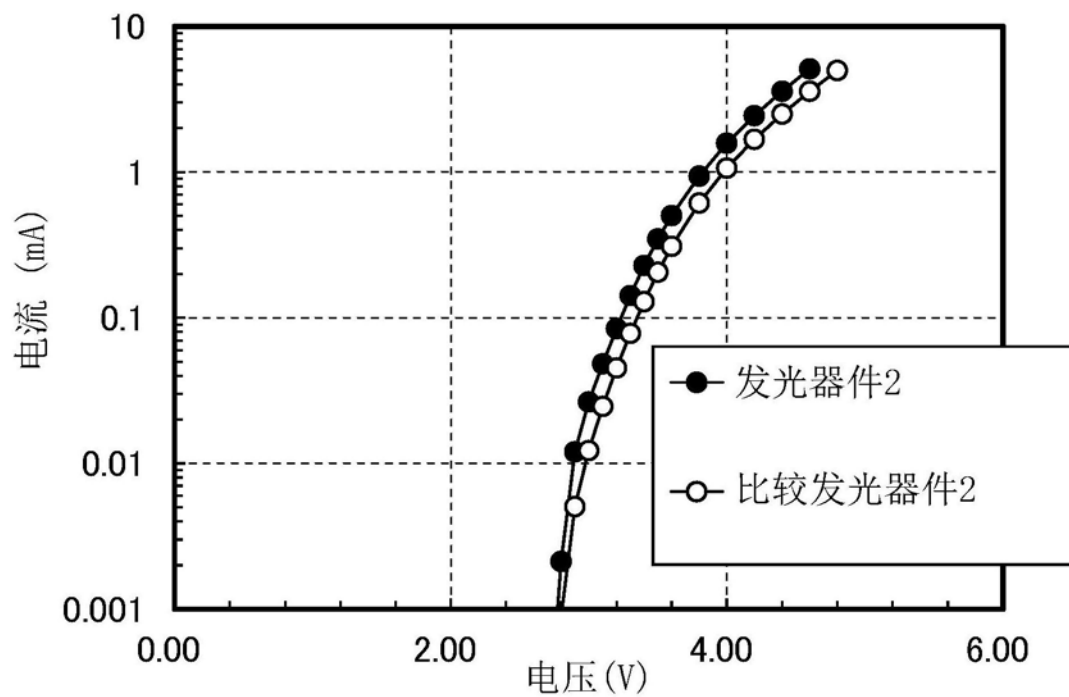


图30

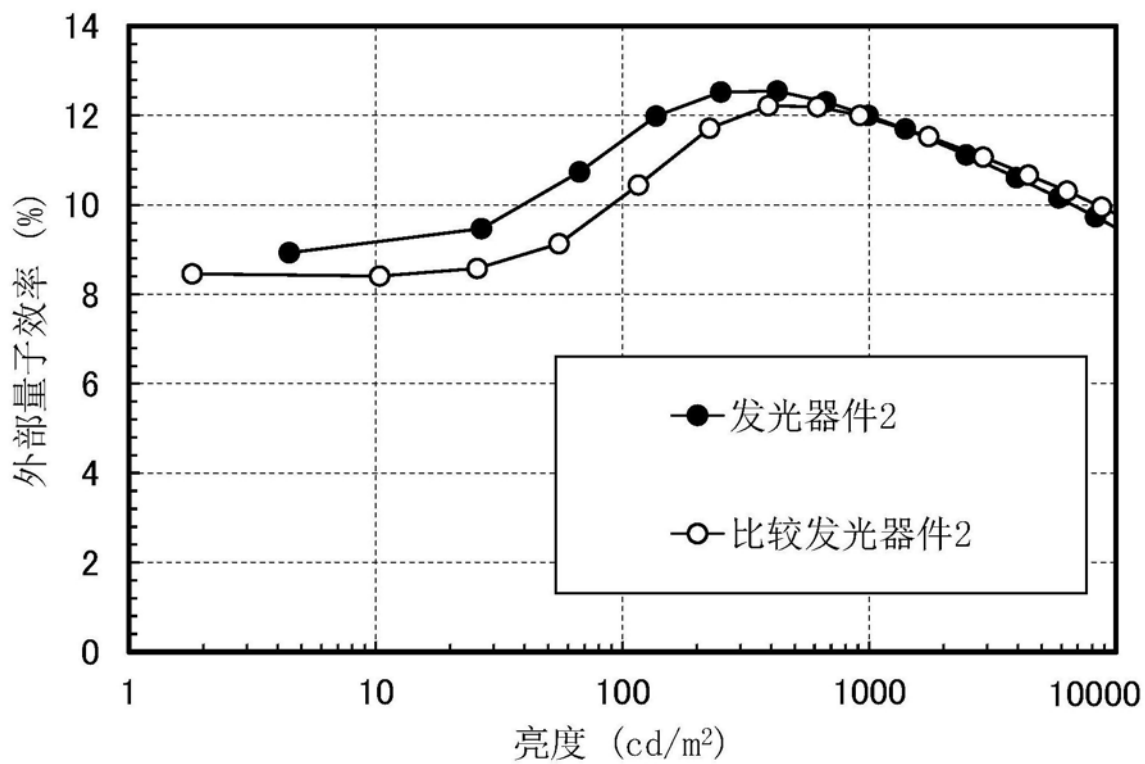


图31

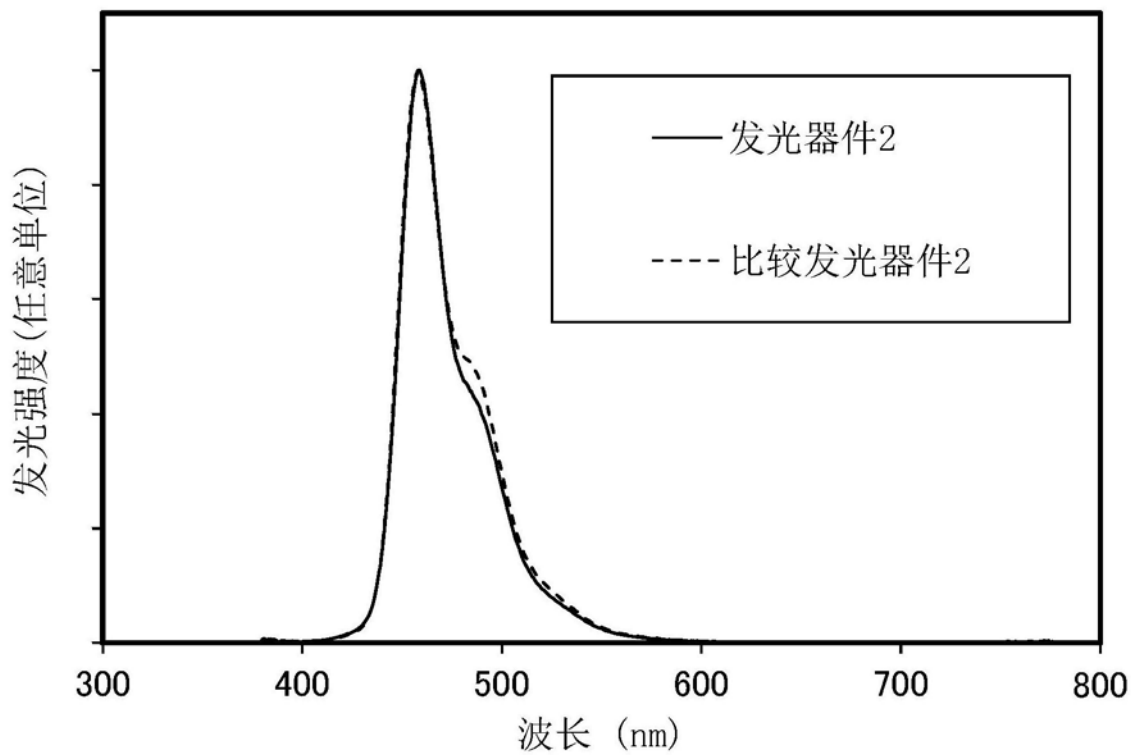


图32

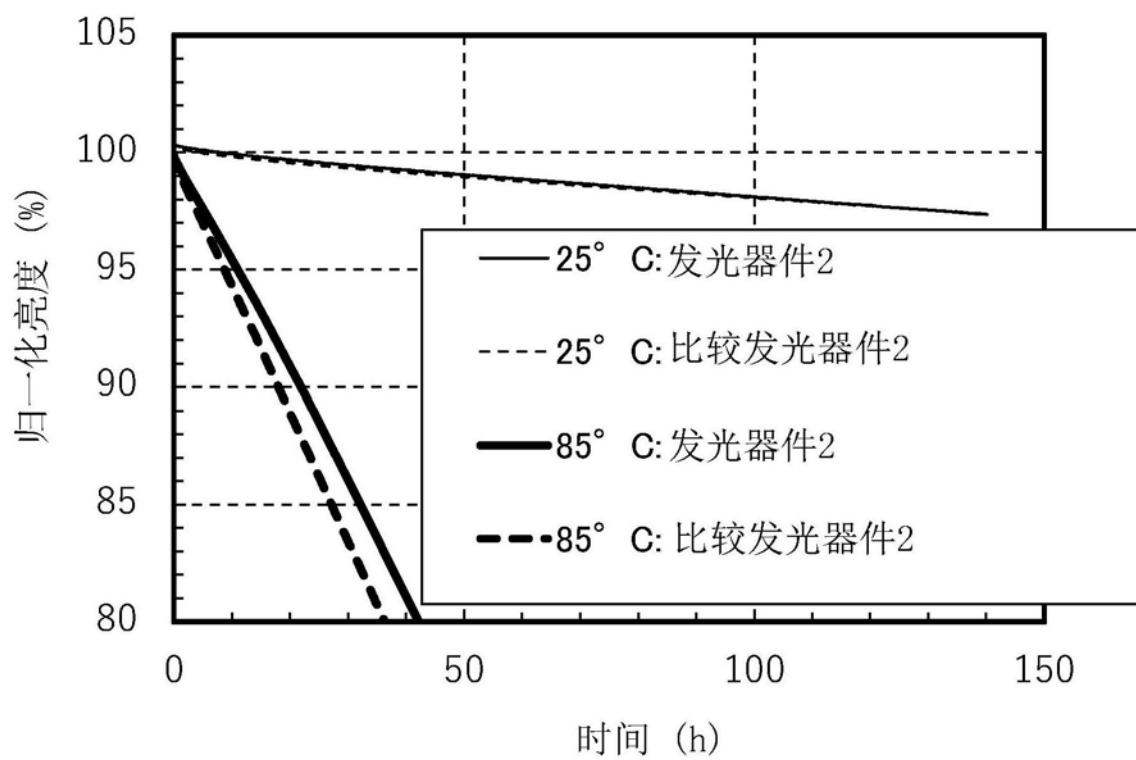


图33

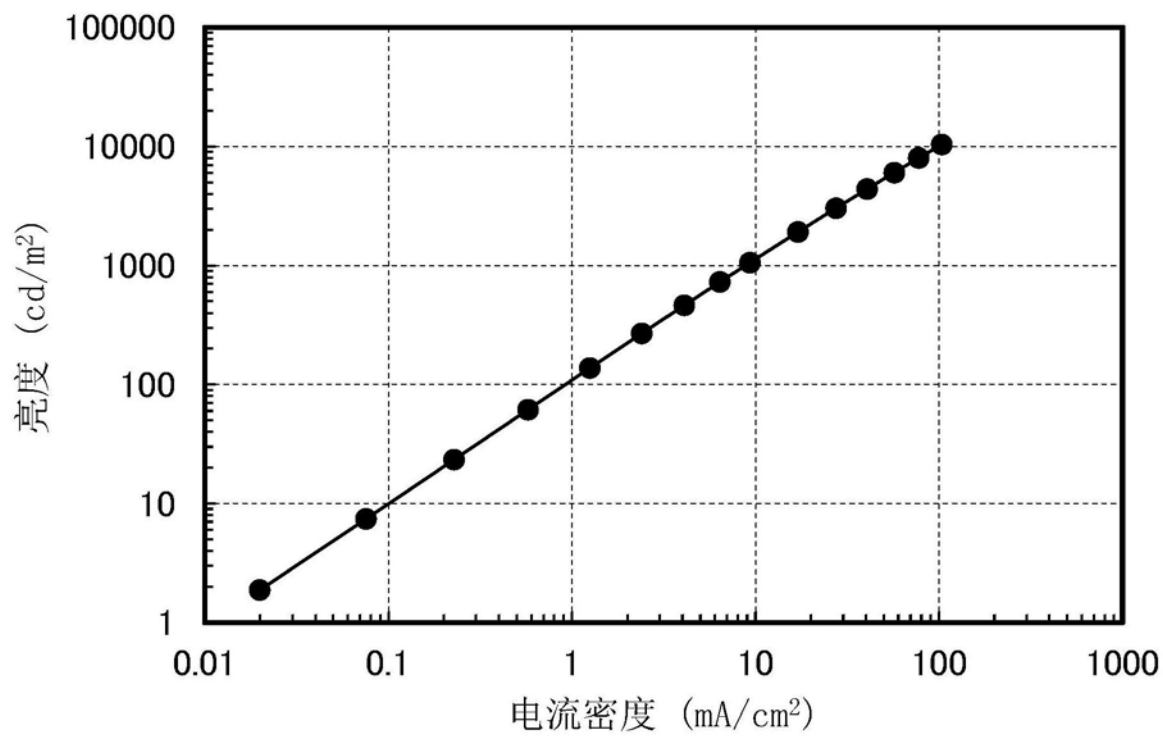


图34

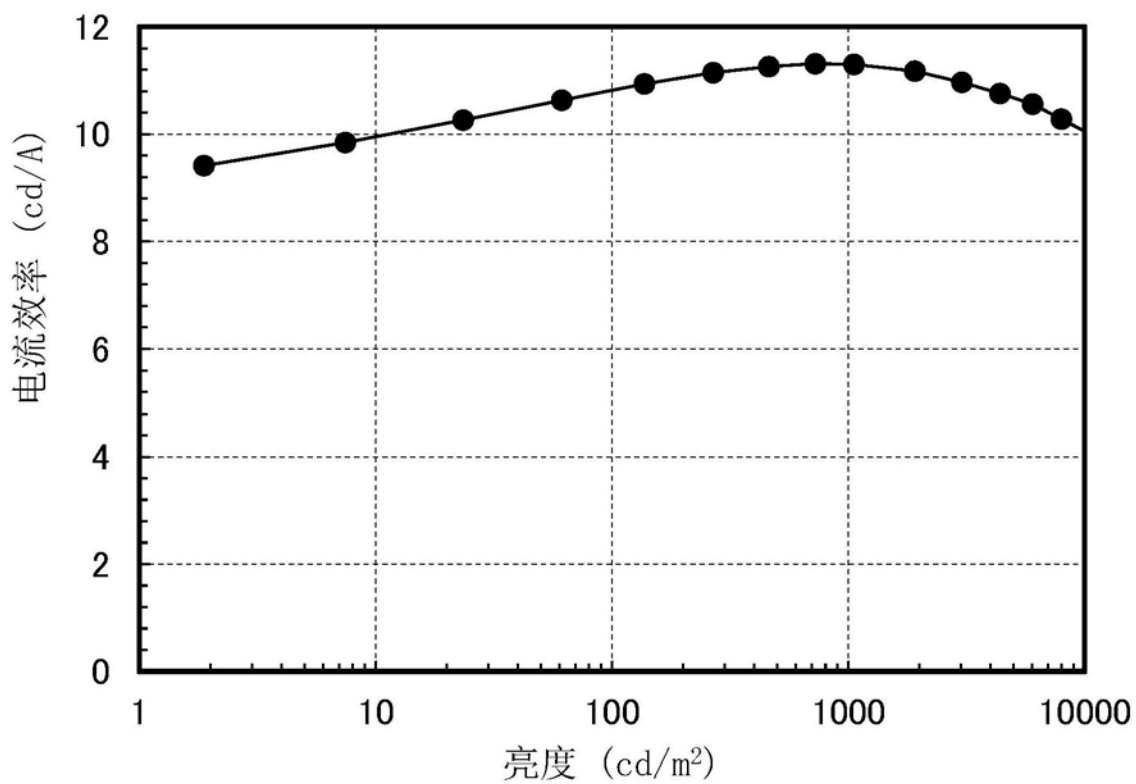


图35

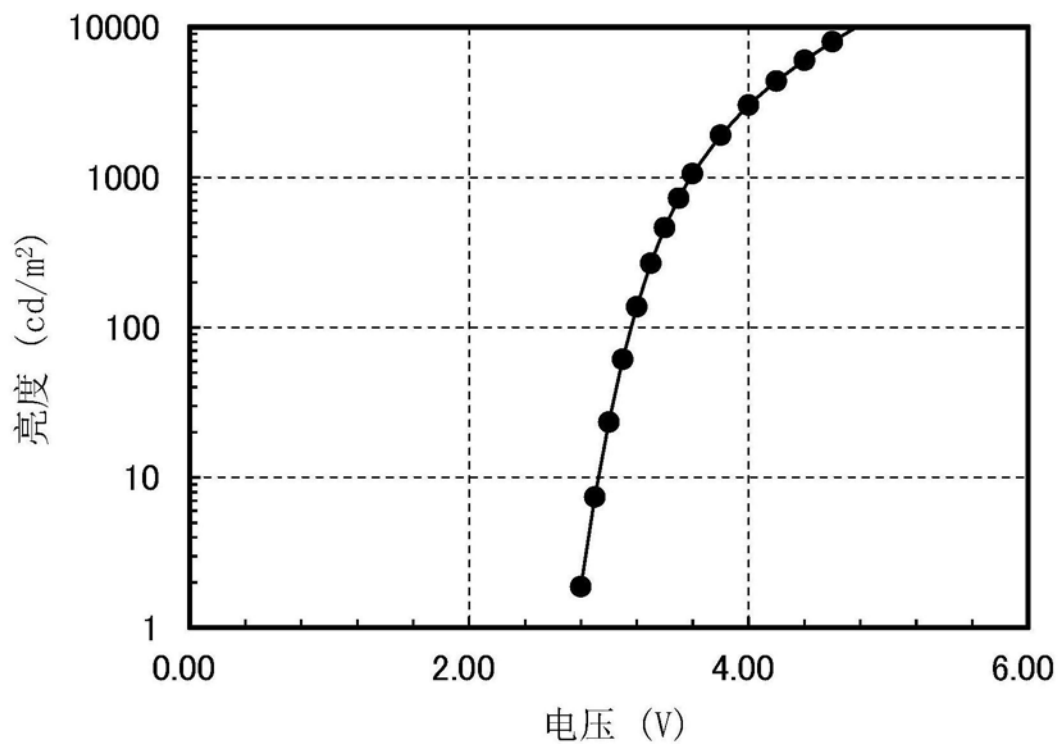


图36

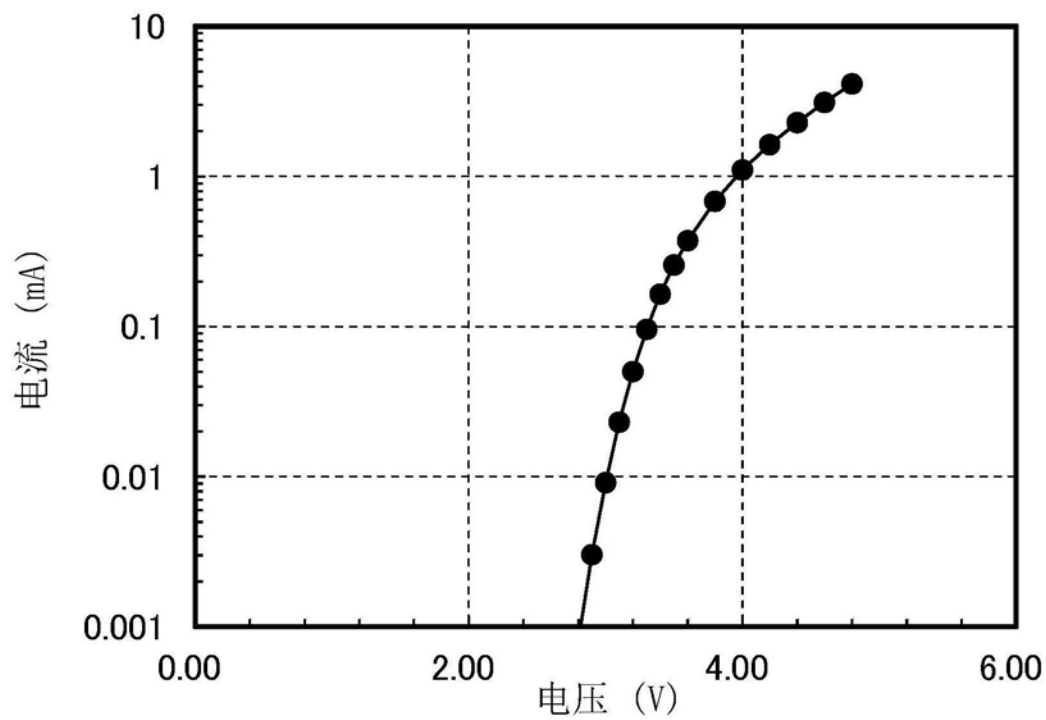


图37

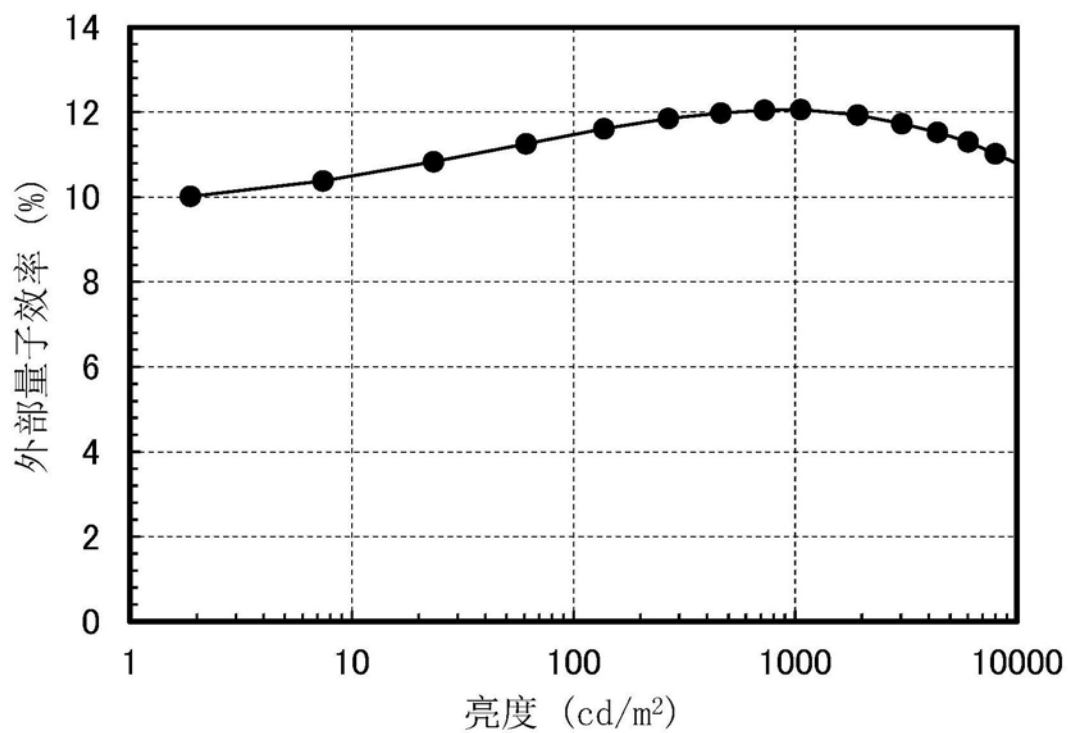


图38

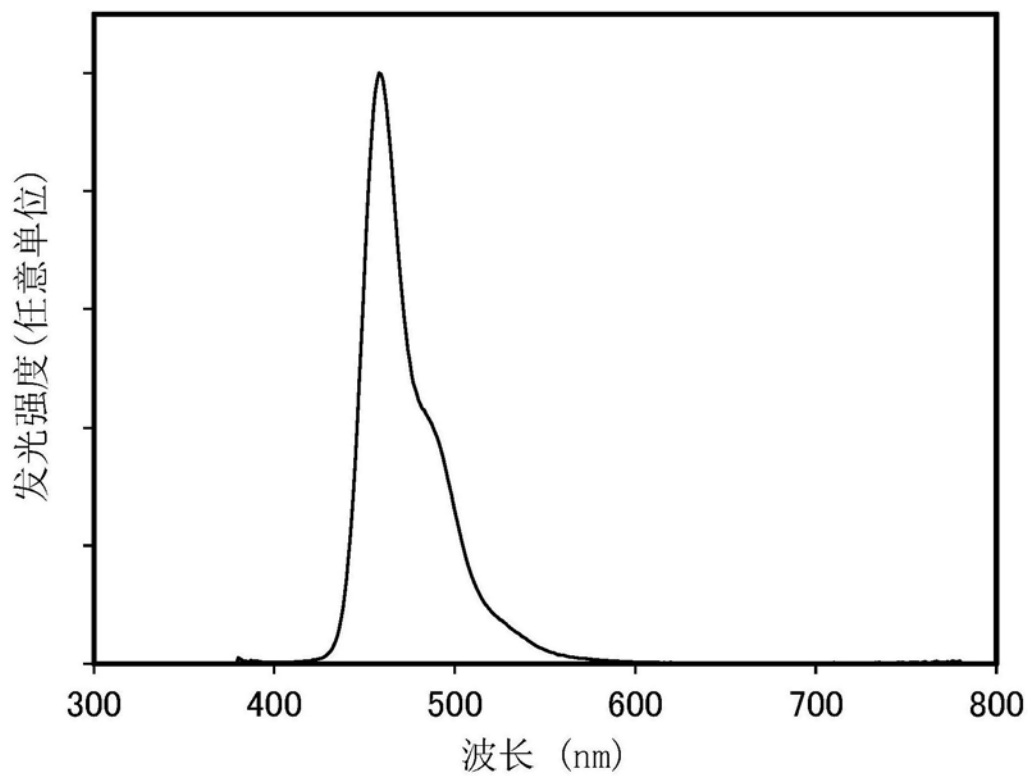


图39

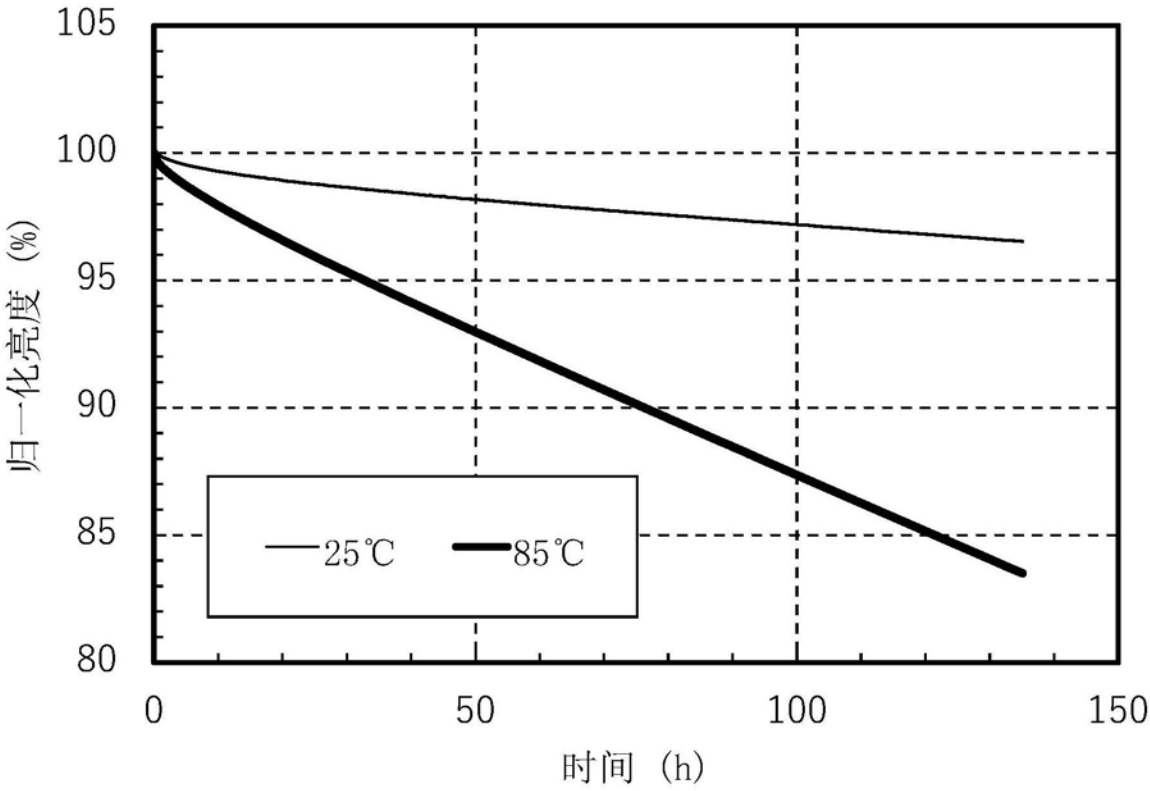


图40

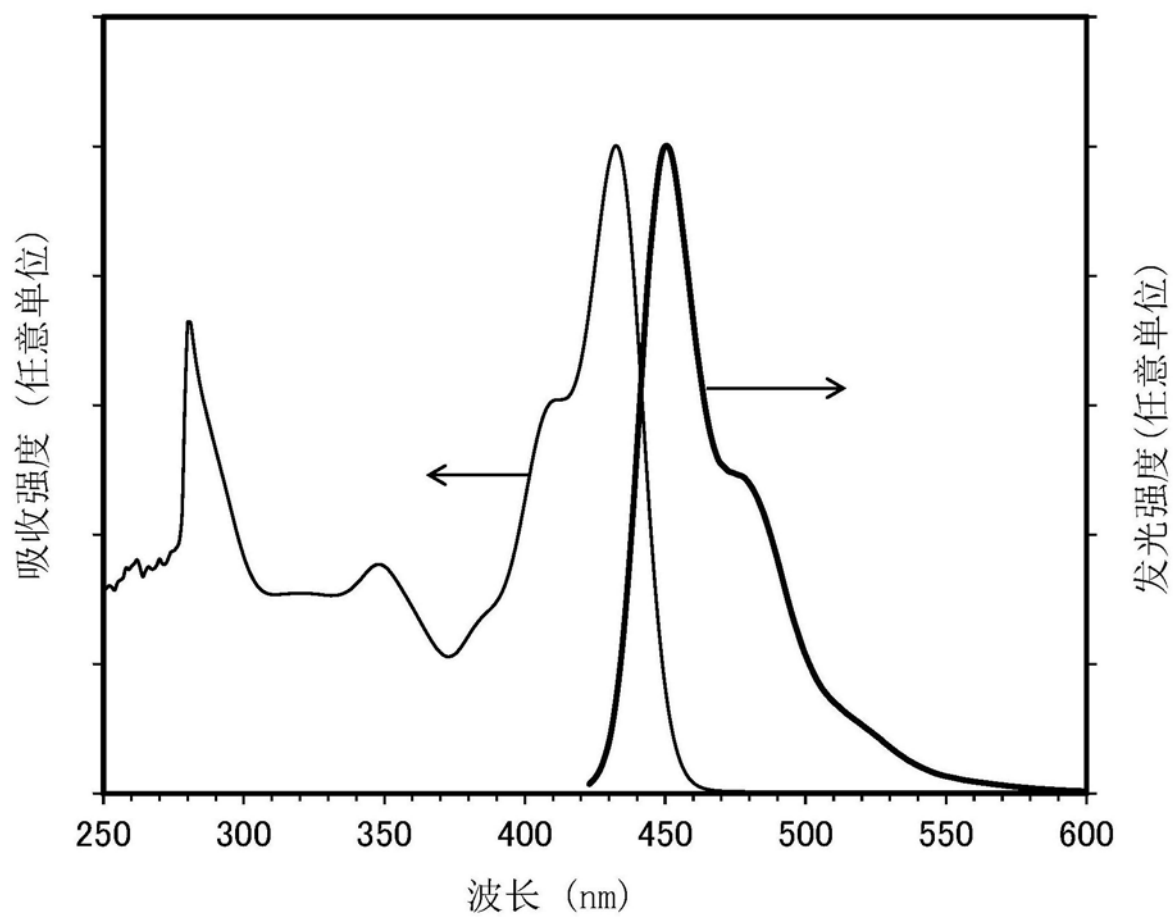


图41

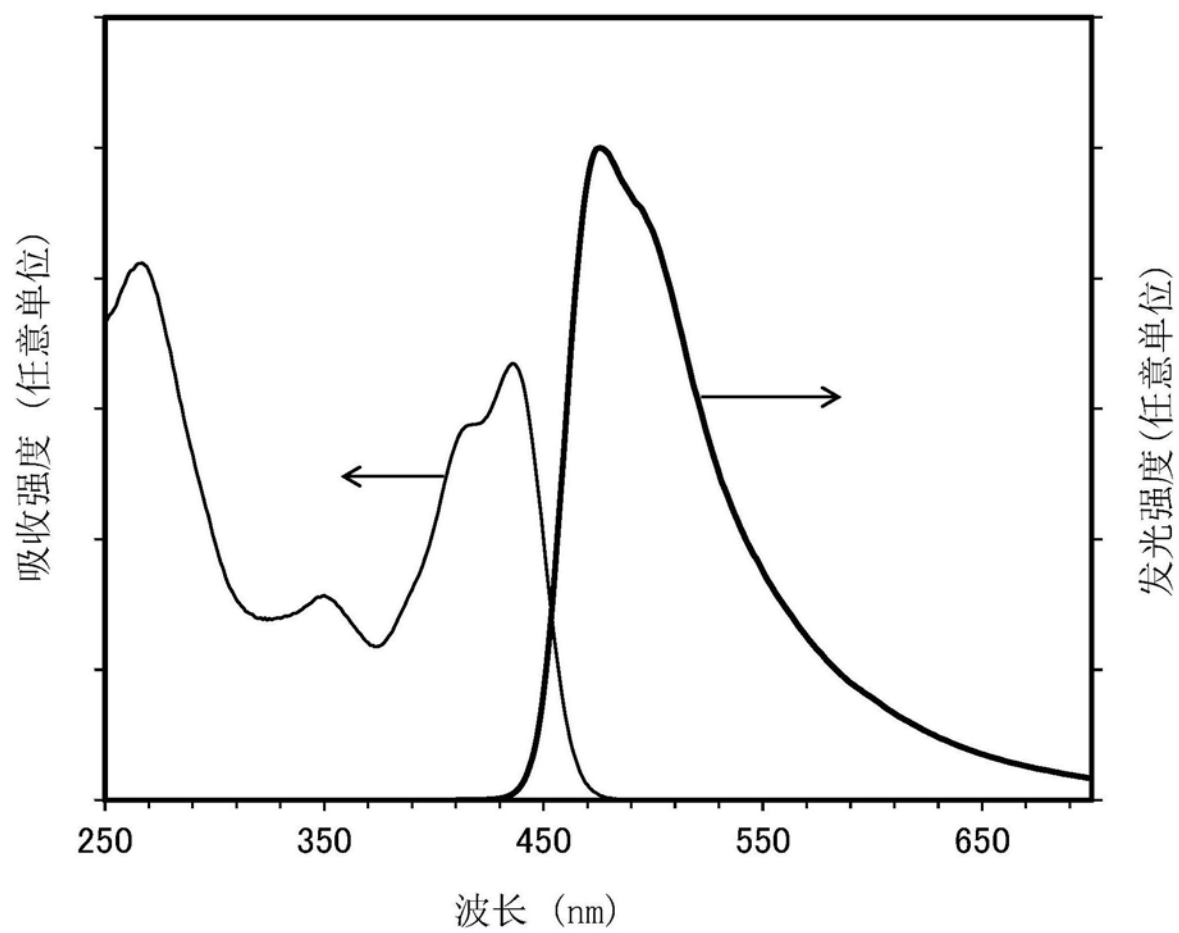


图42

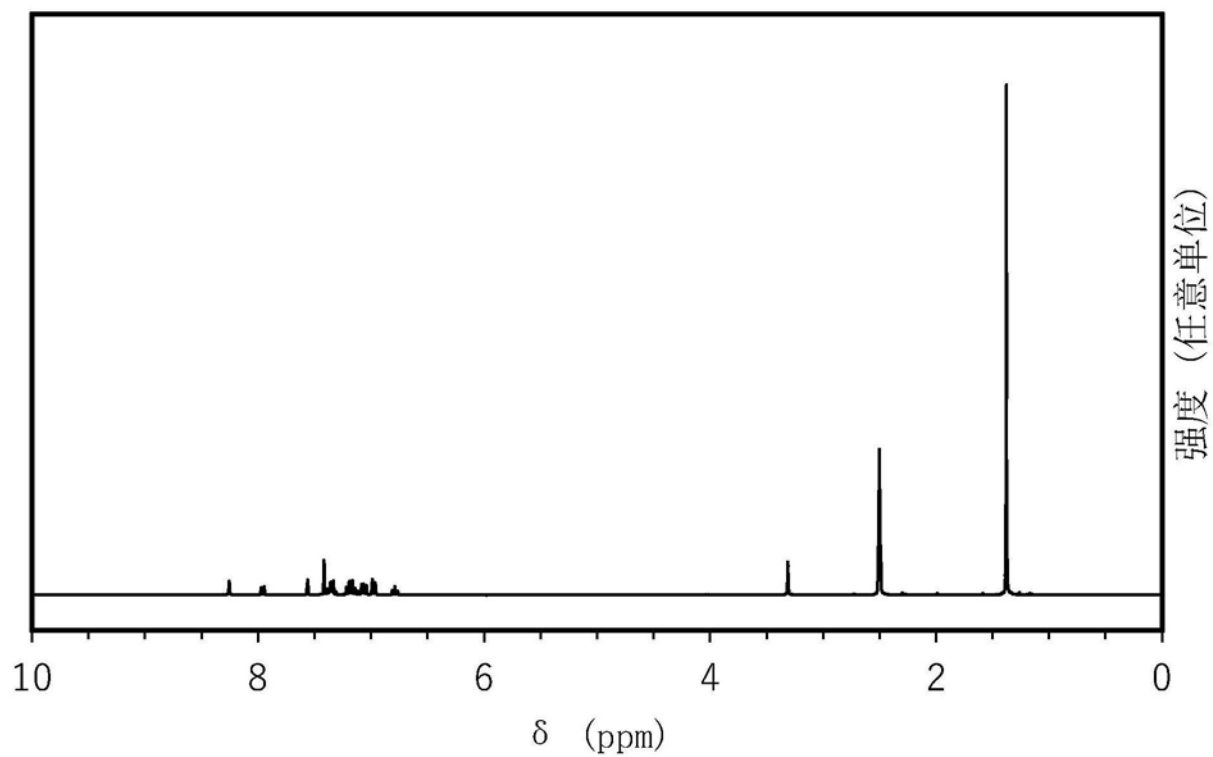


图43A

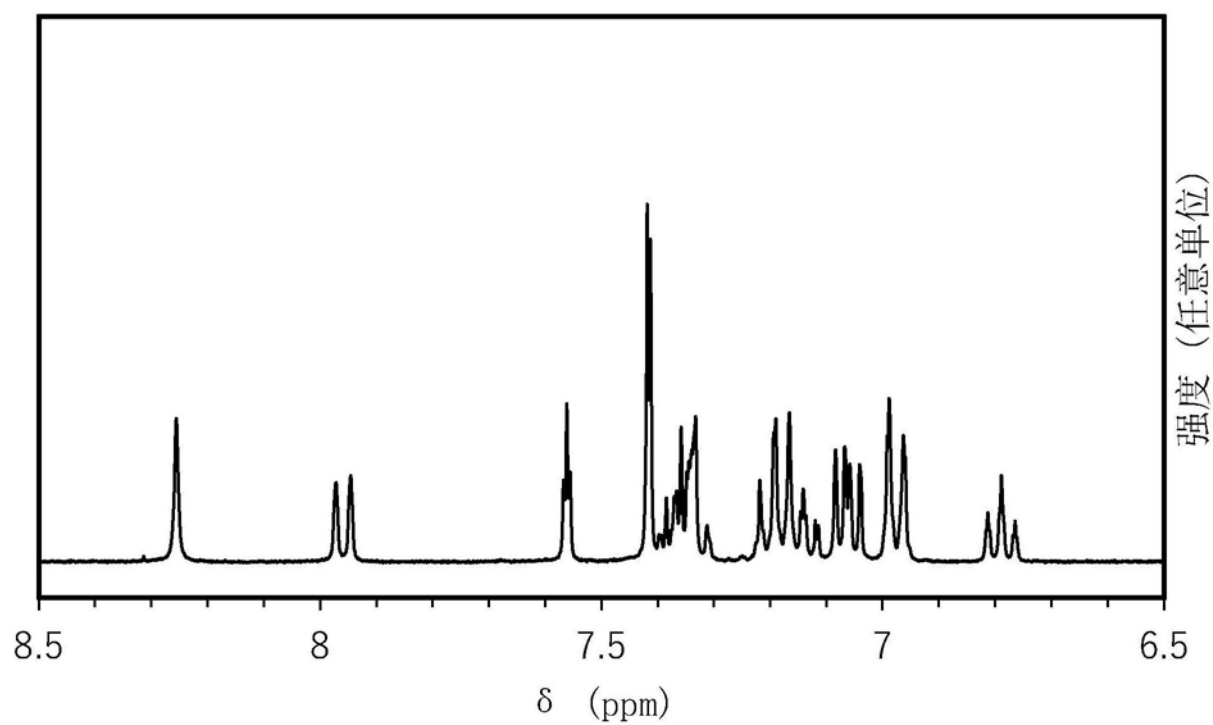


图43B

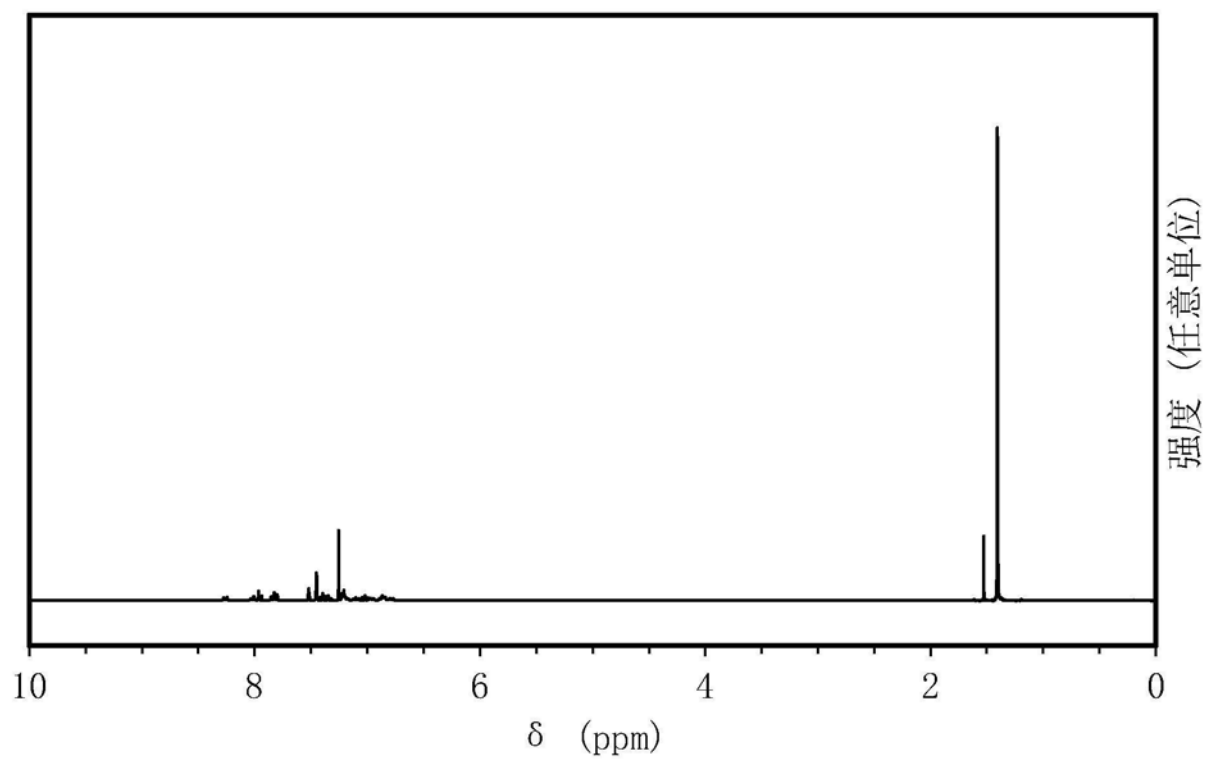


图44A

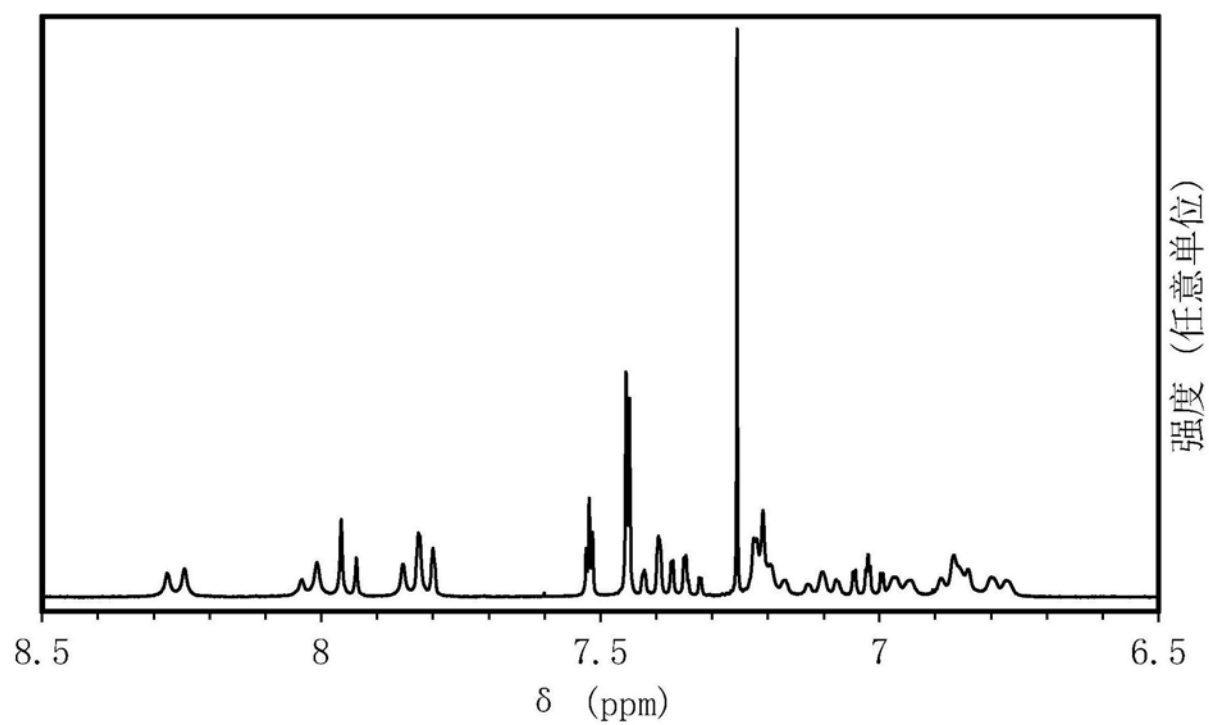


图44B

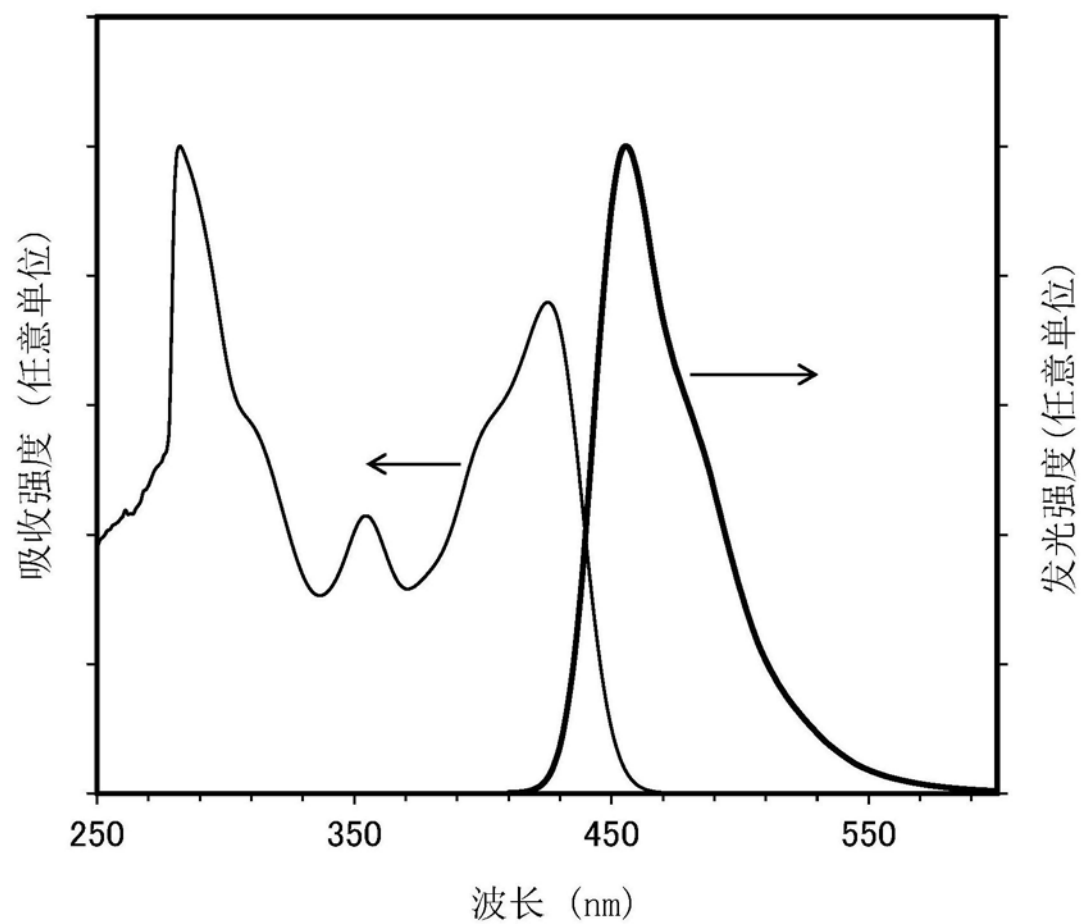


图45

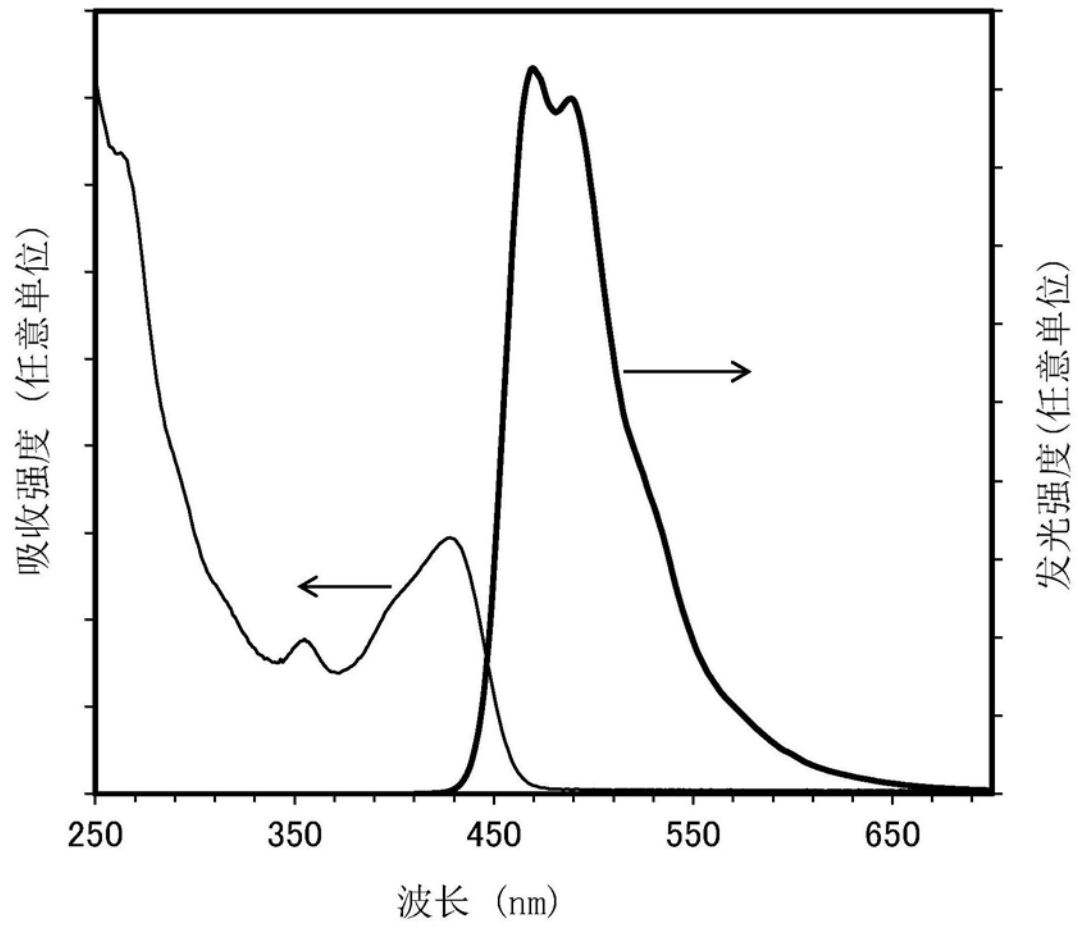


图46

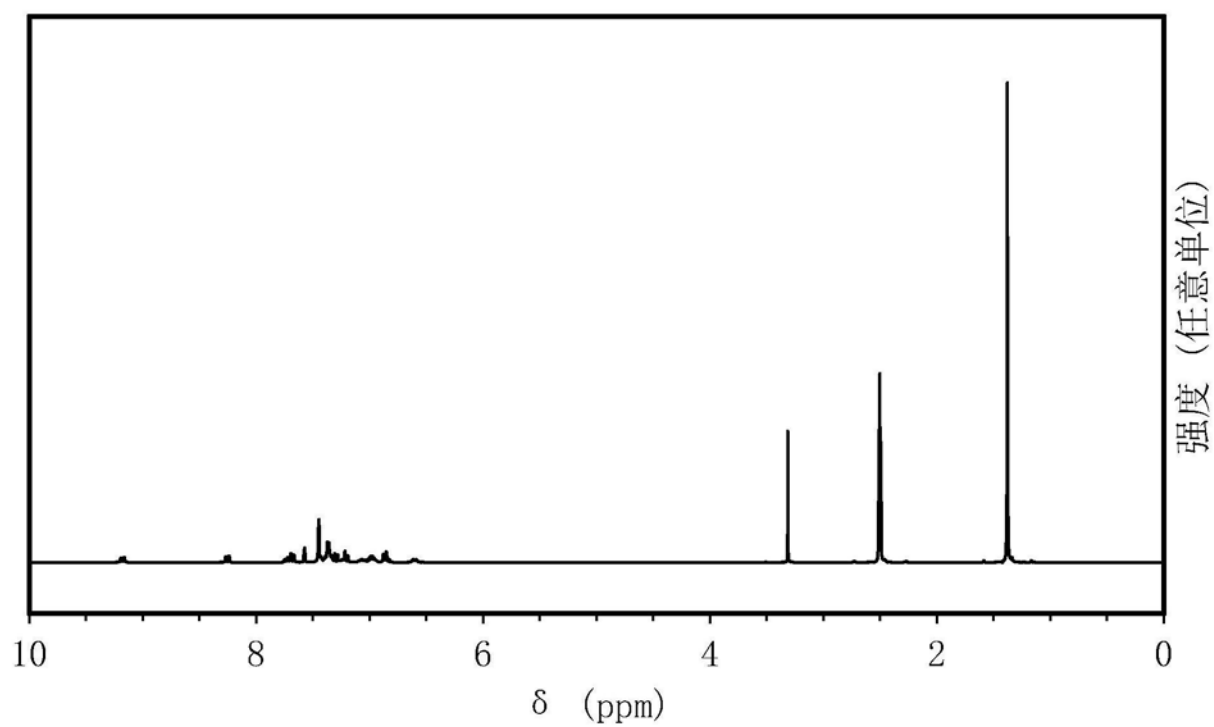


图47A

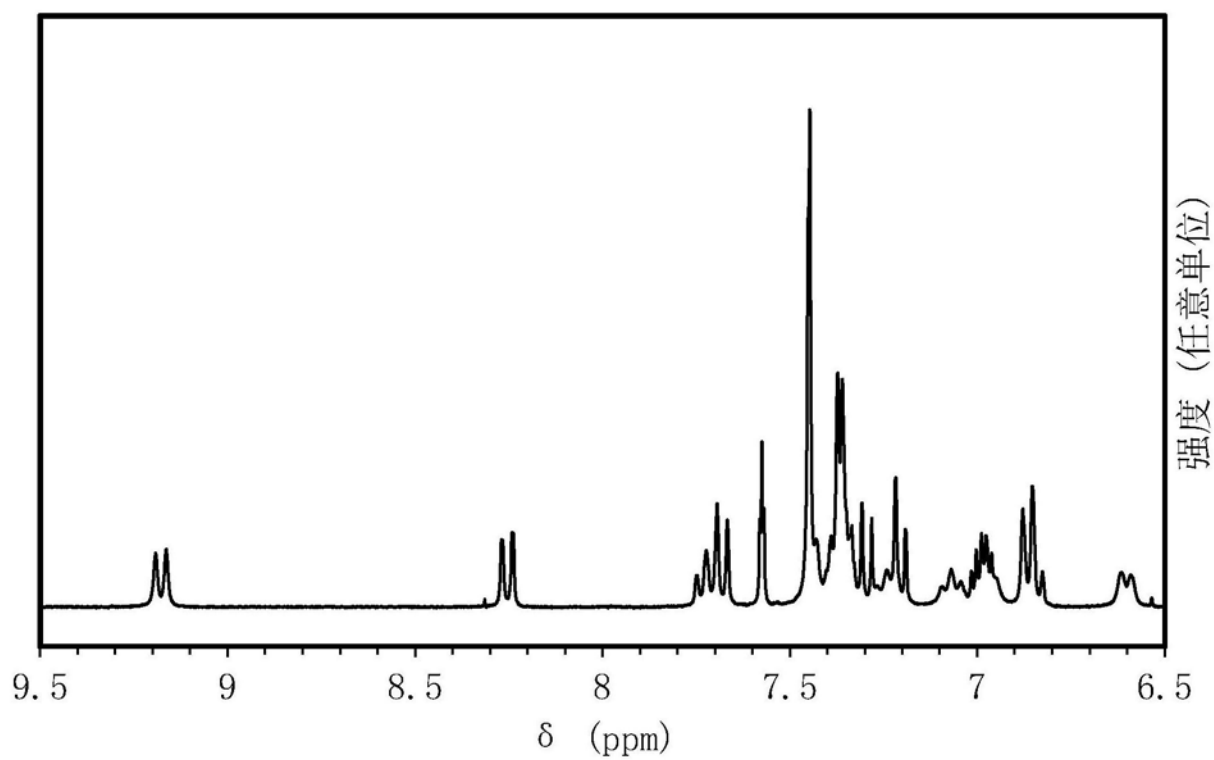


图47B

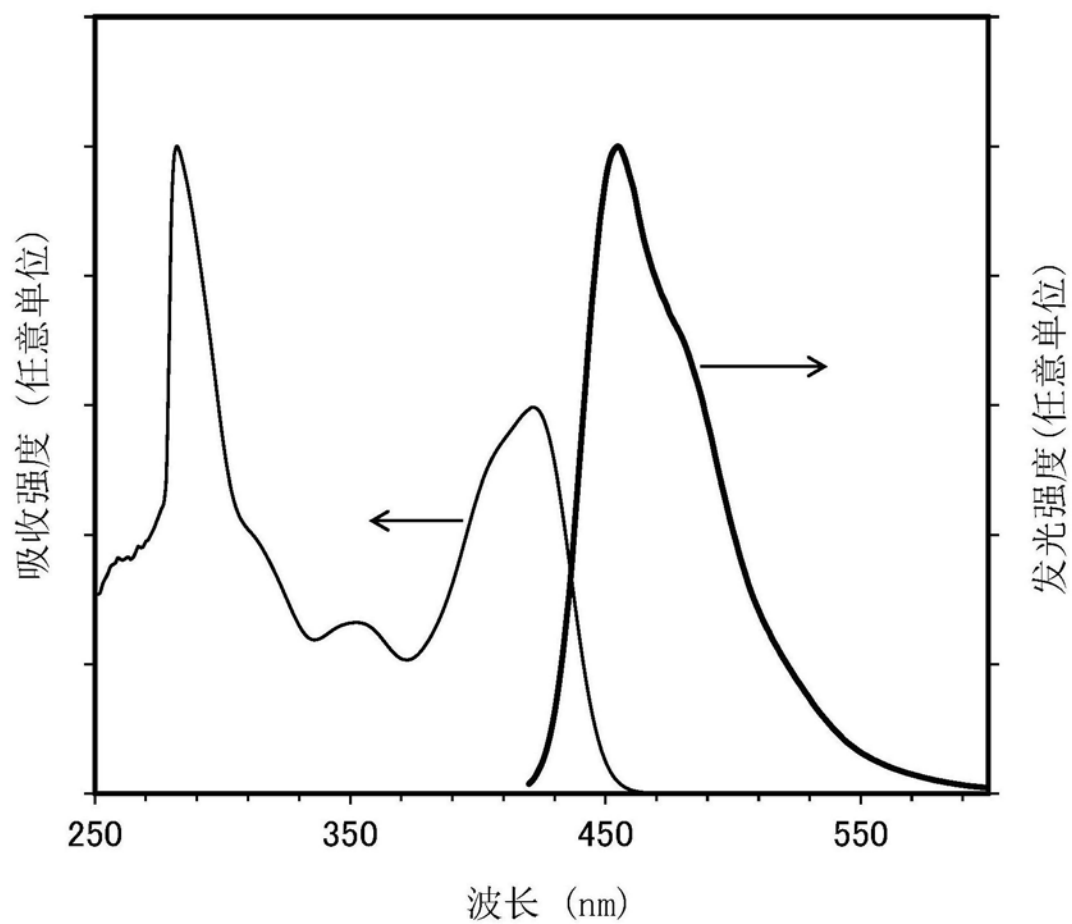


图48

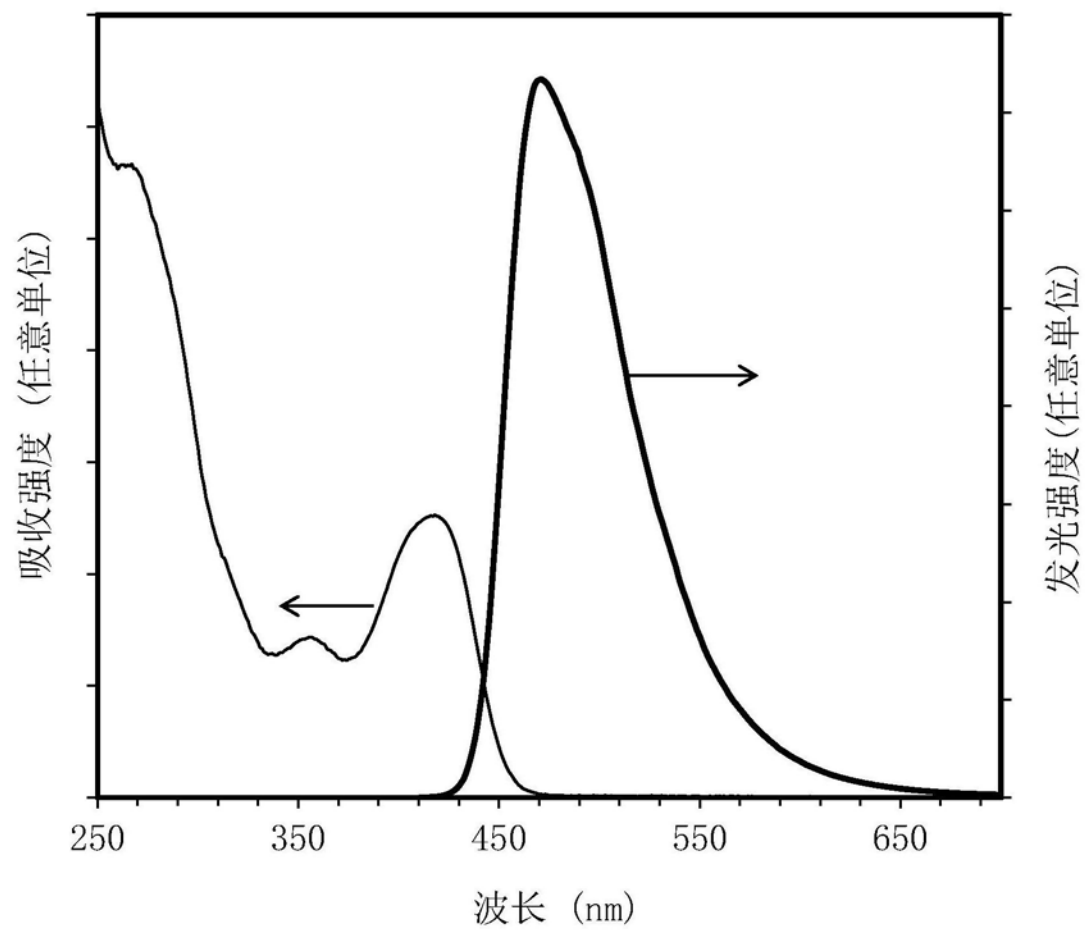


图49

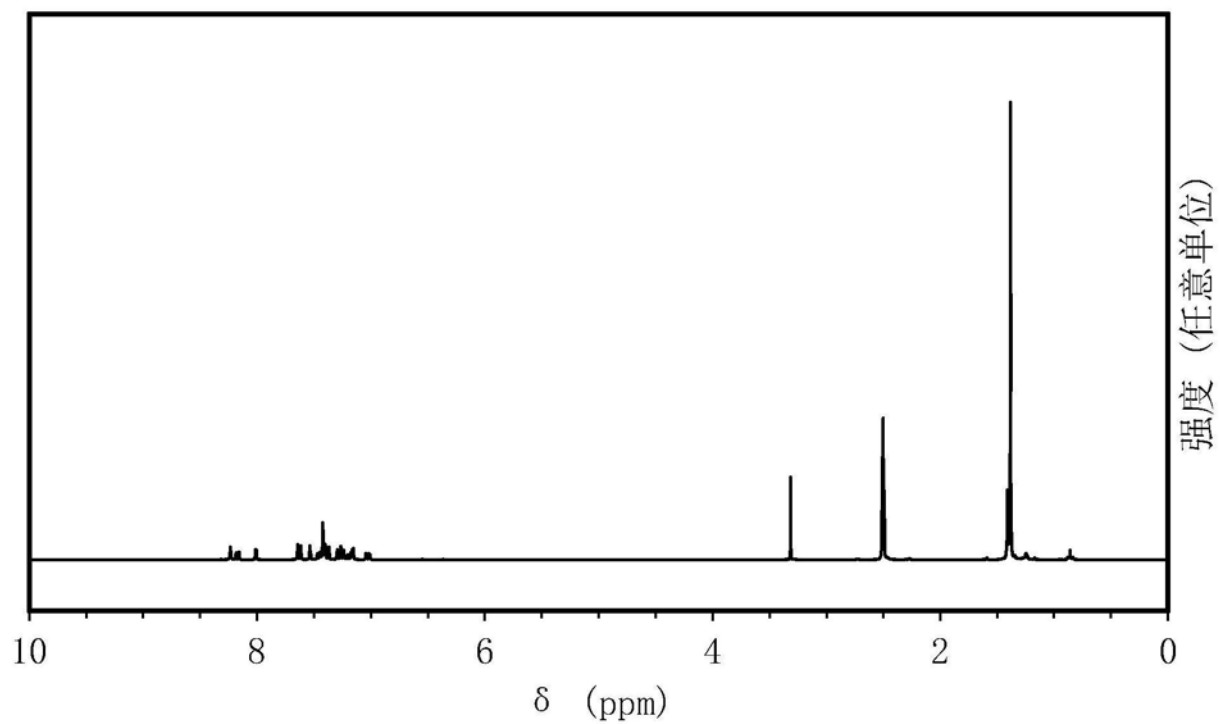


图50A

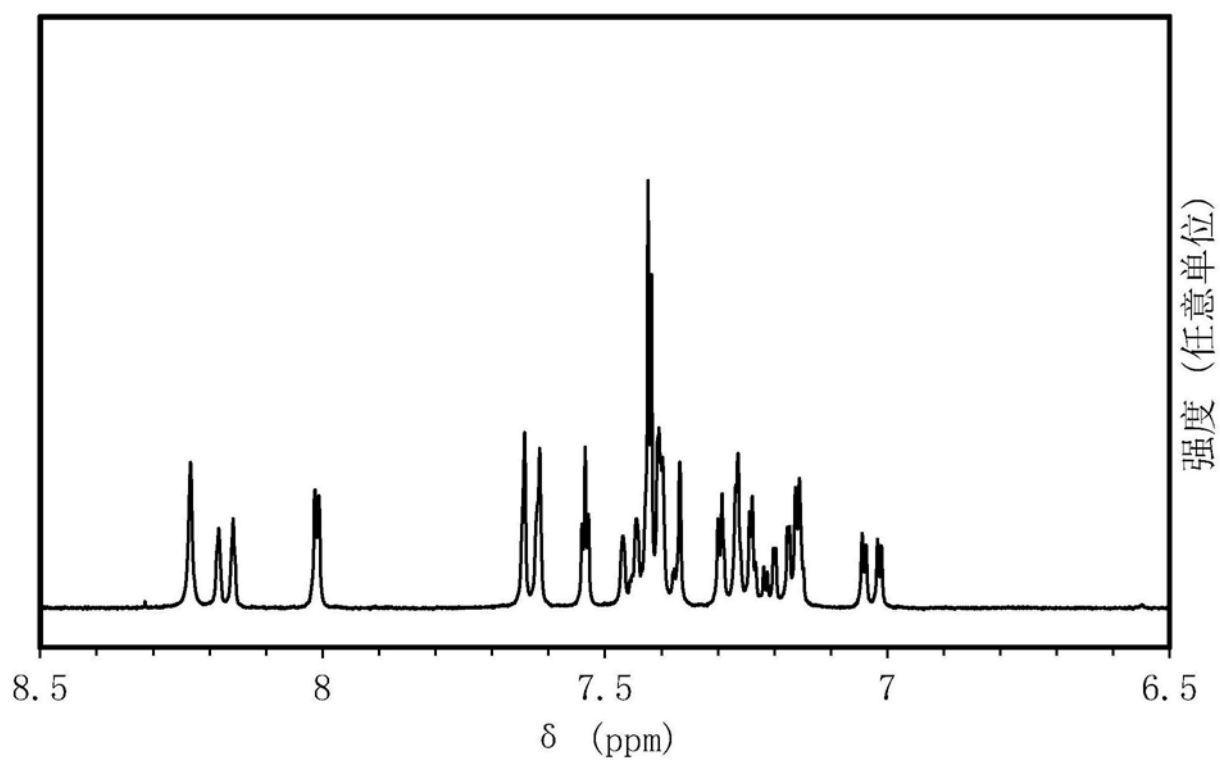


图50B

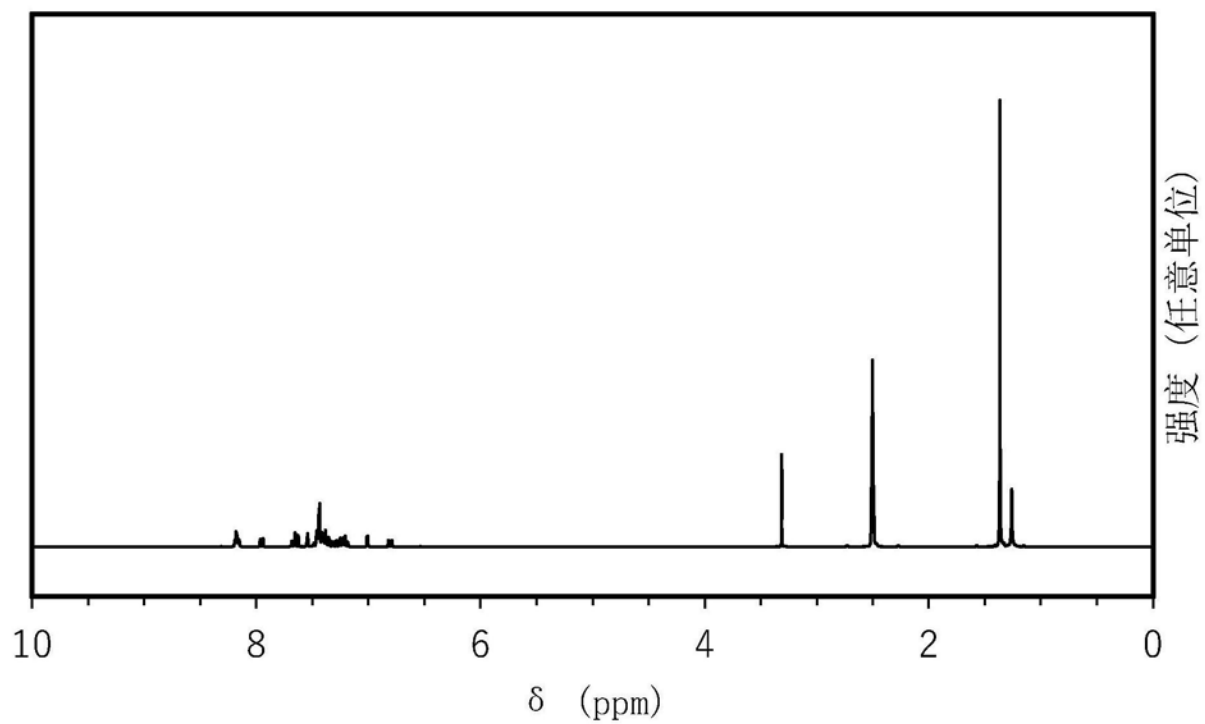


图51A

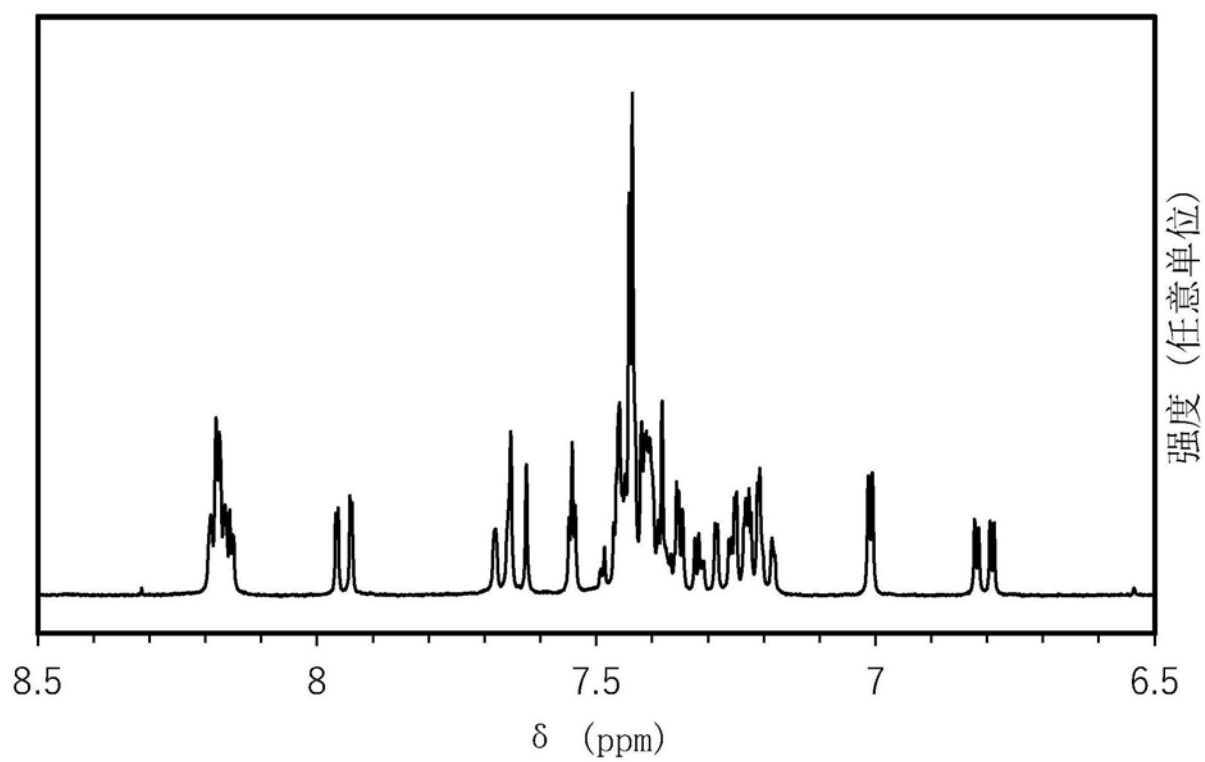


图51B

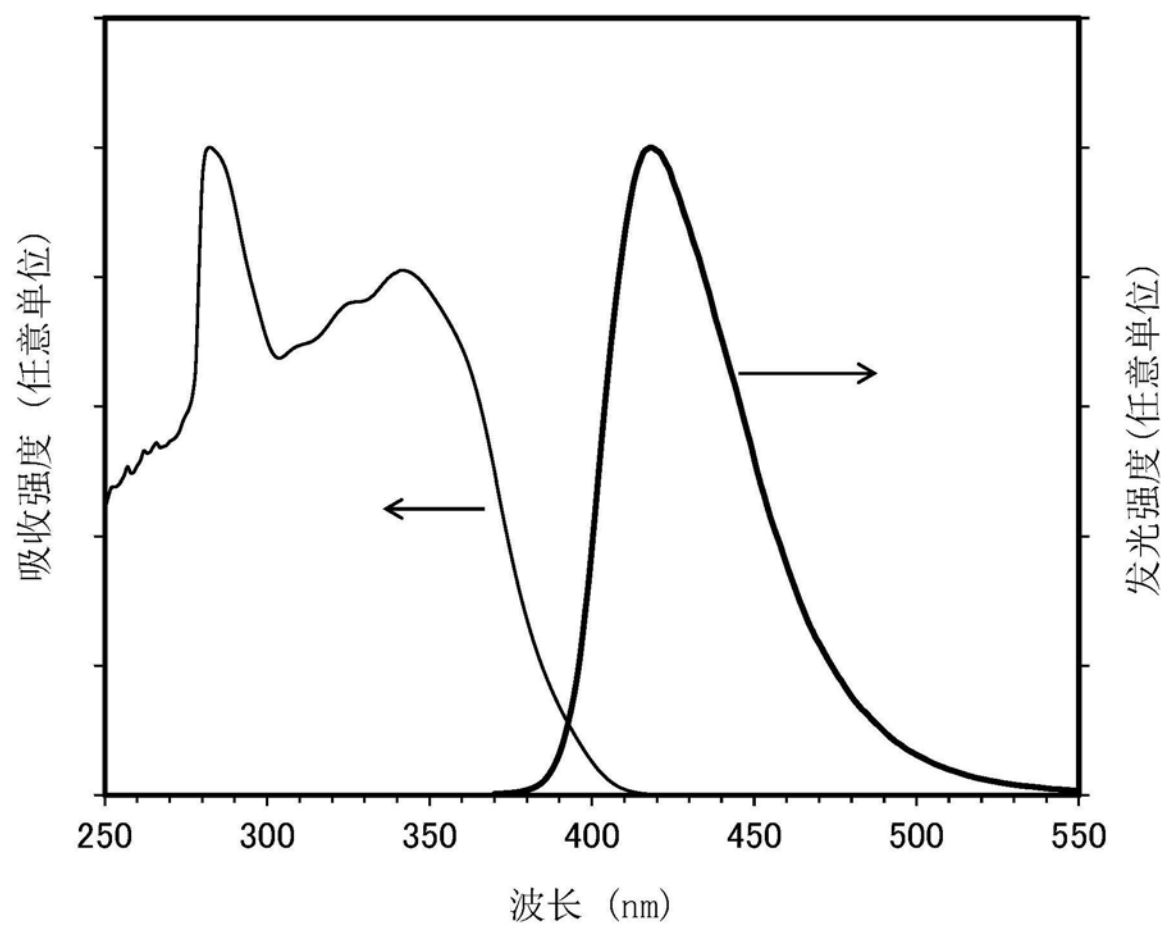


图52

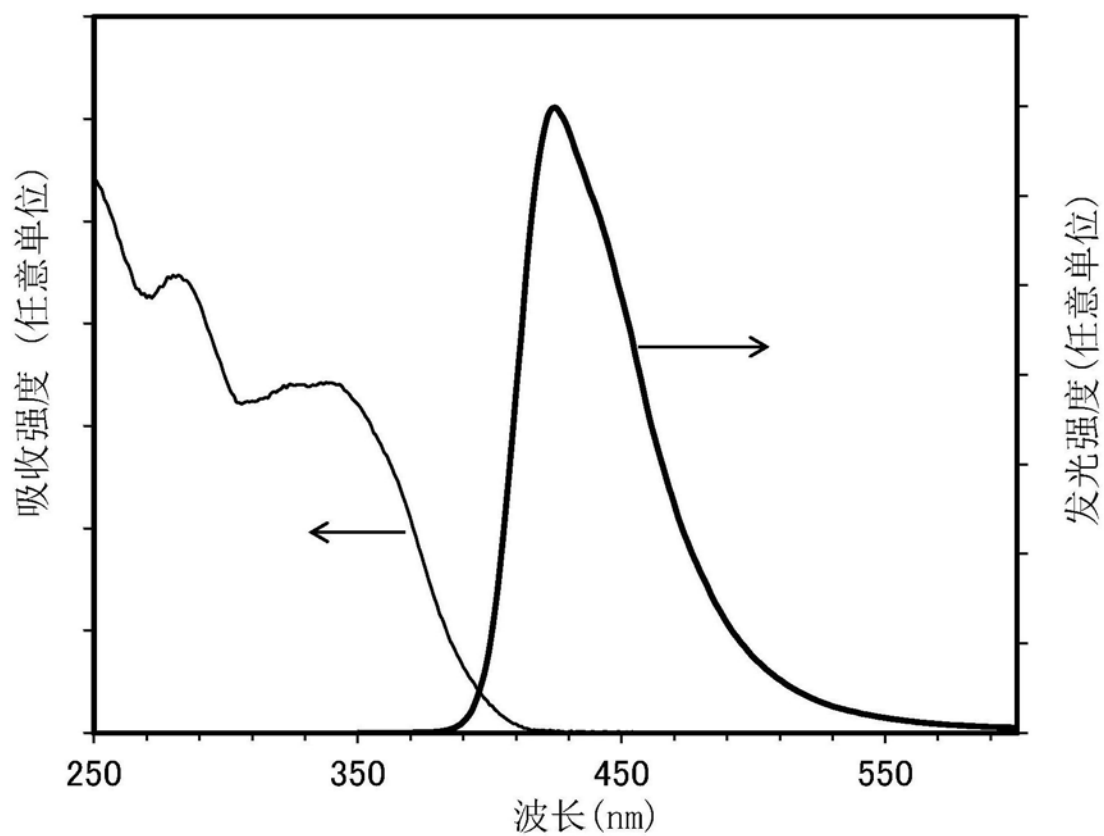


图53

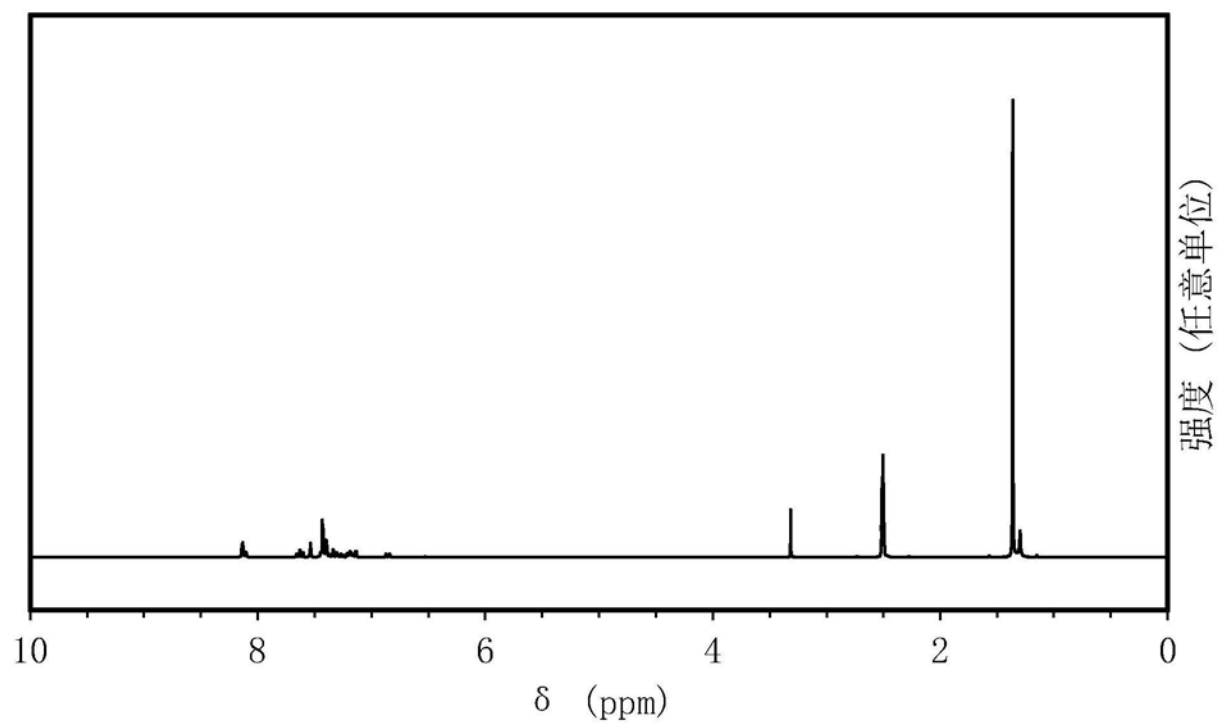


图54A

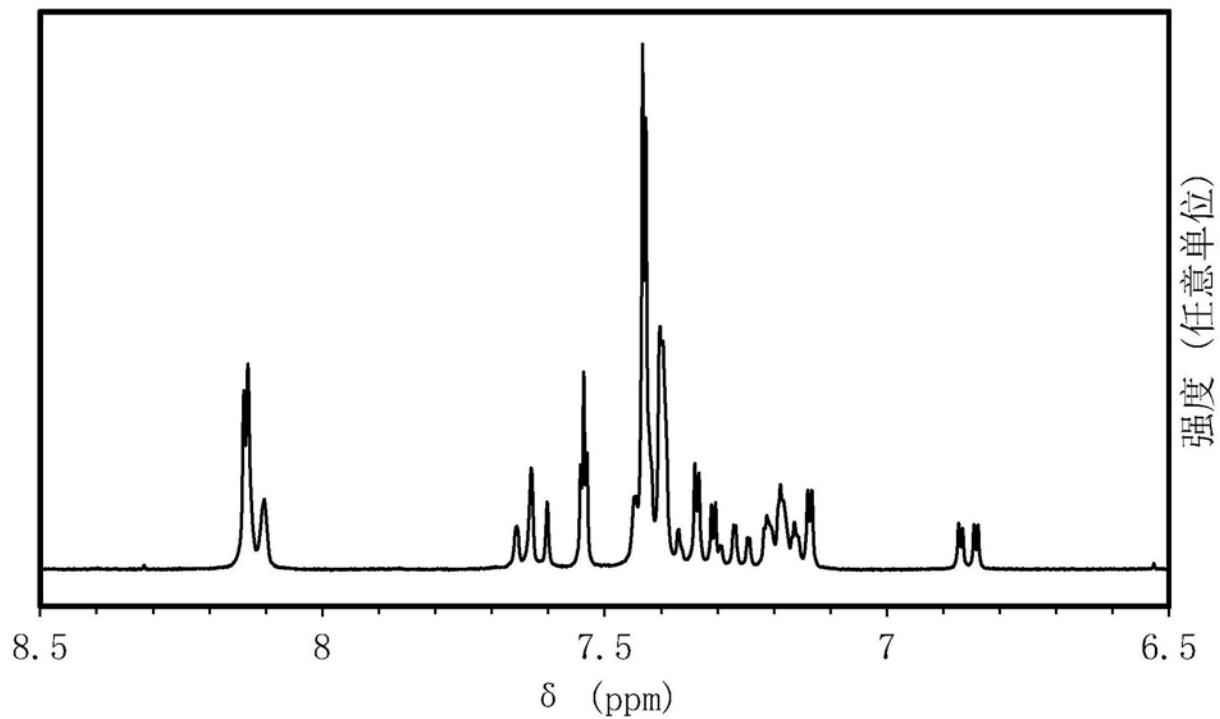


图54B

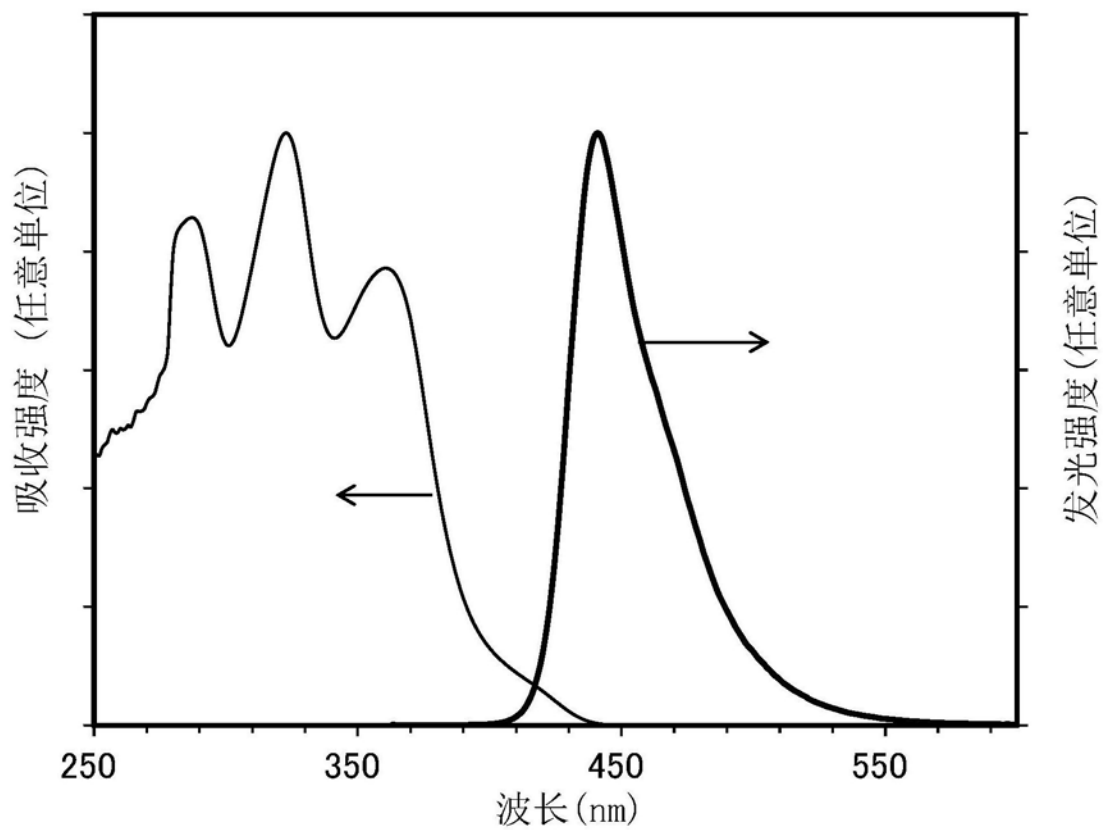


图55

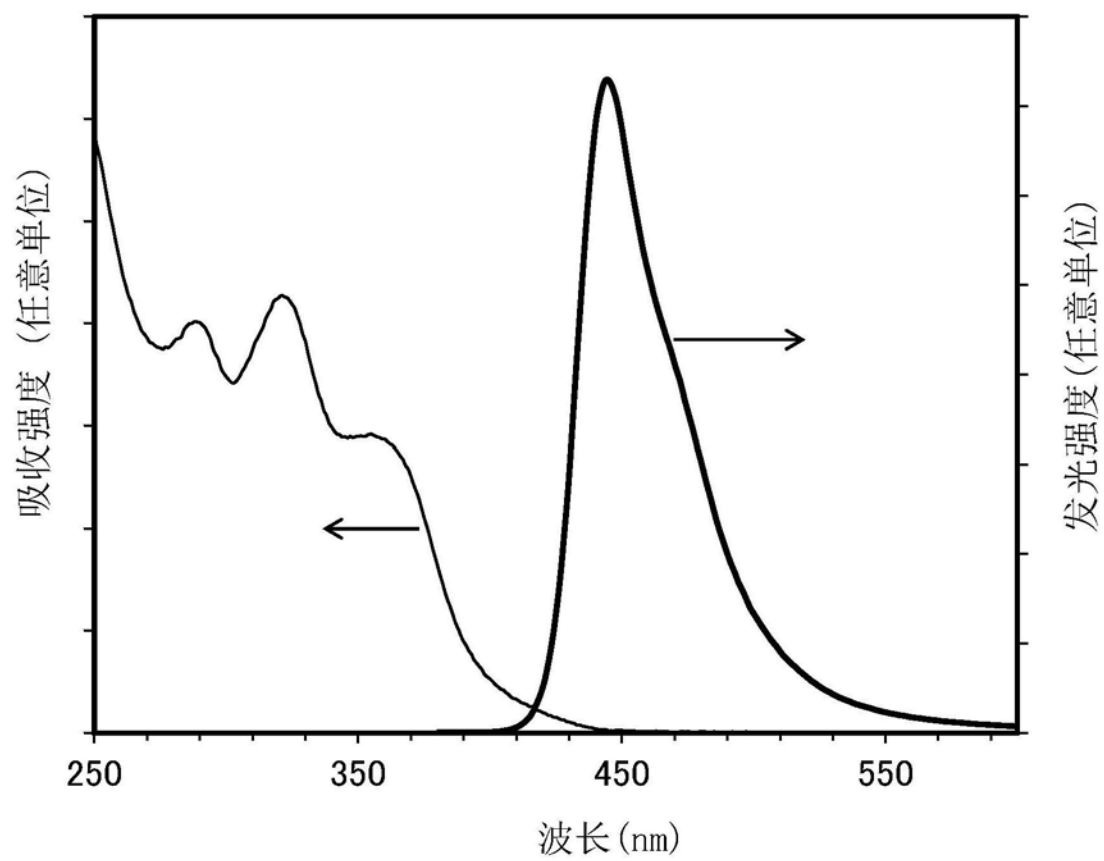


图56

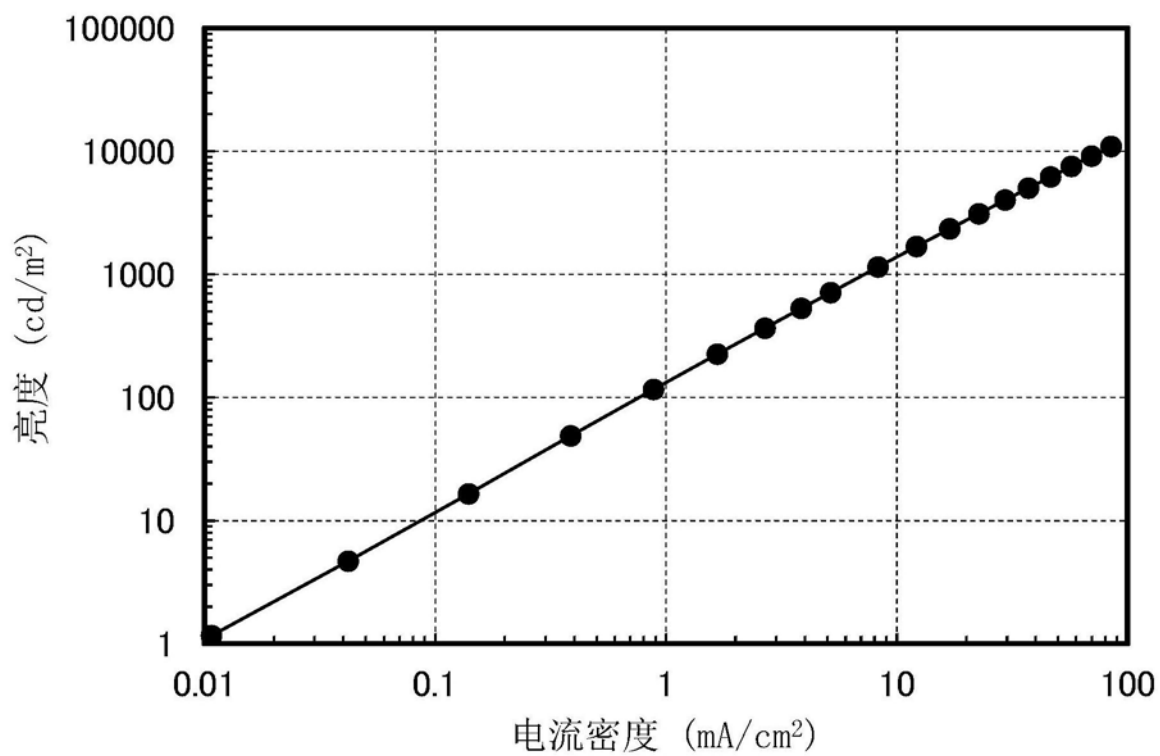


图57

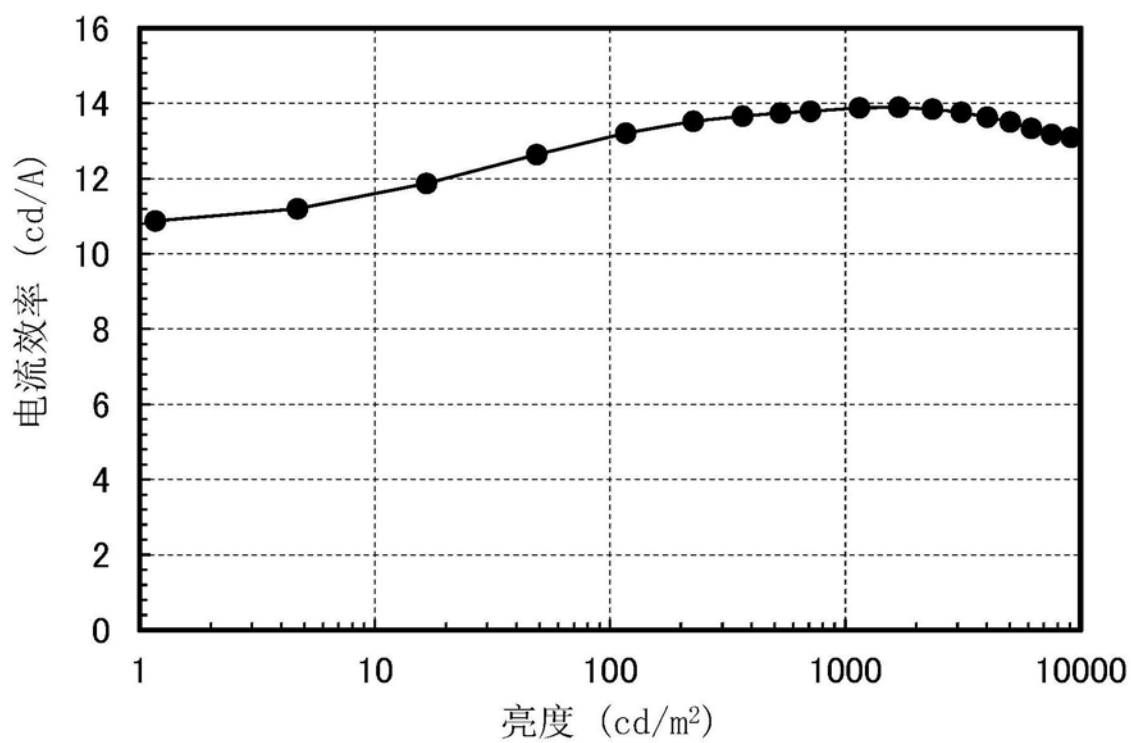


图58

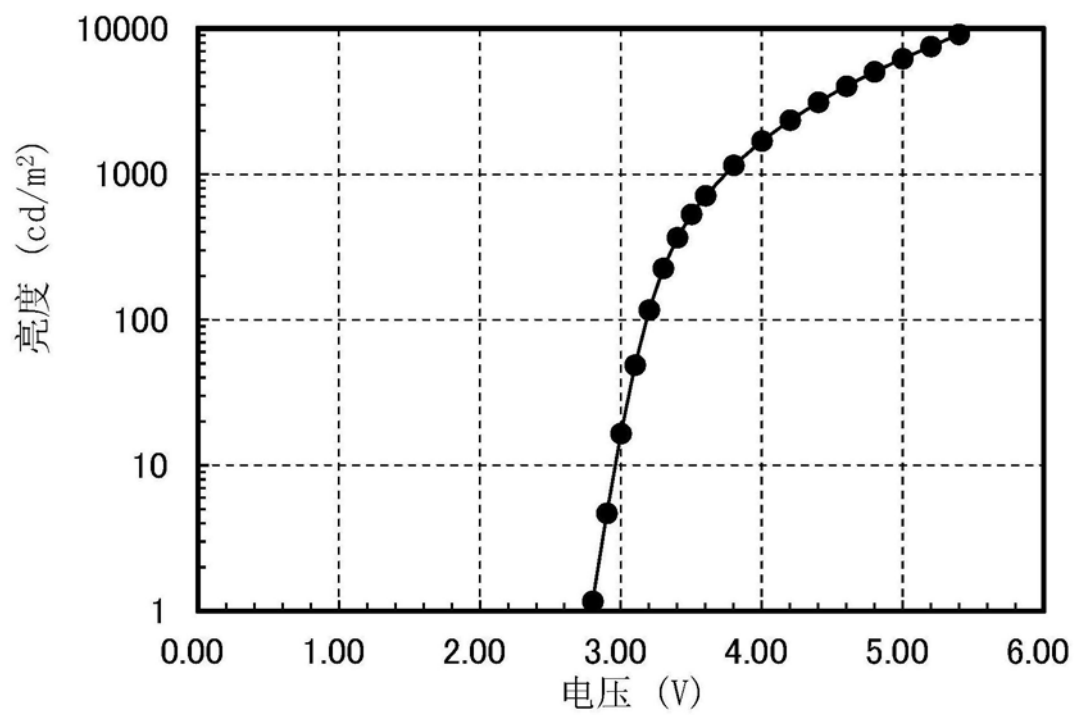


图59

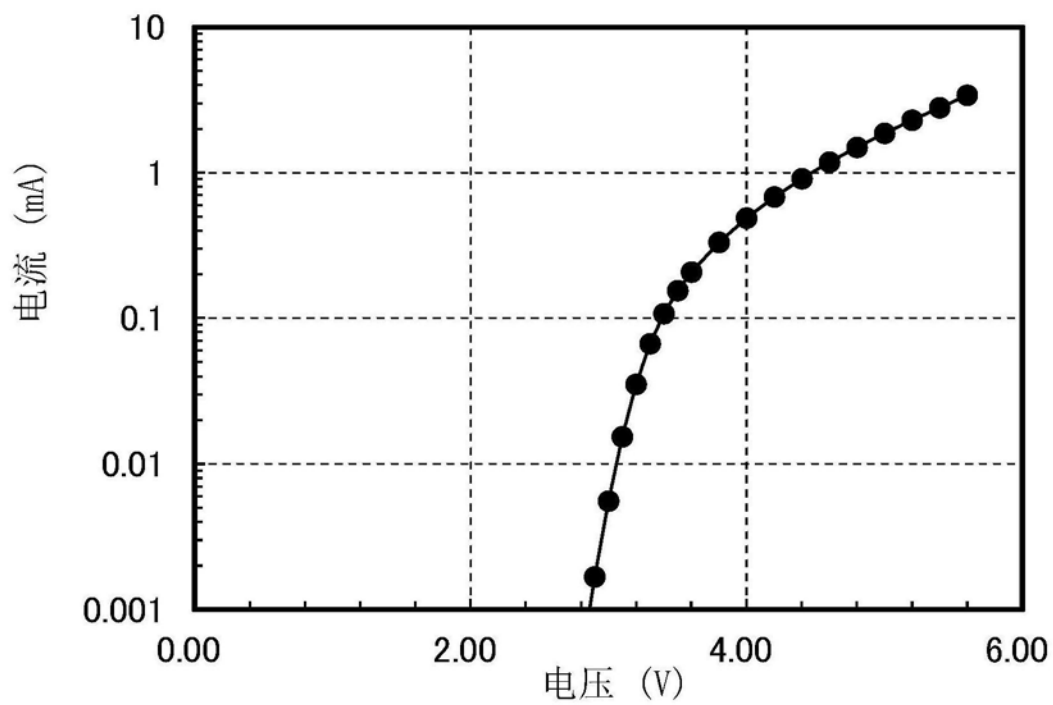


图60

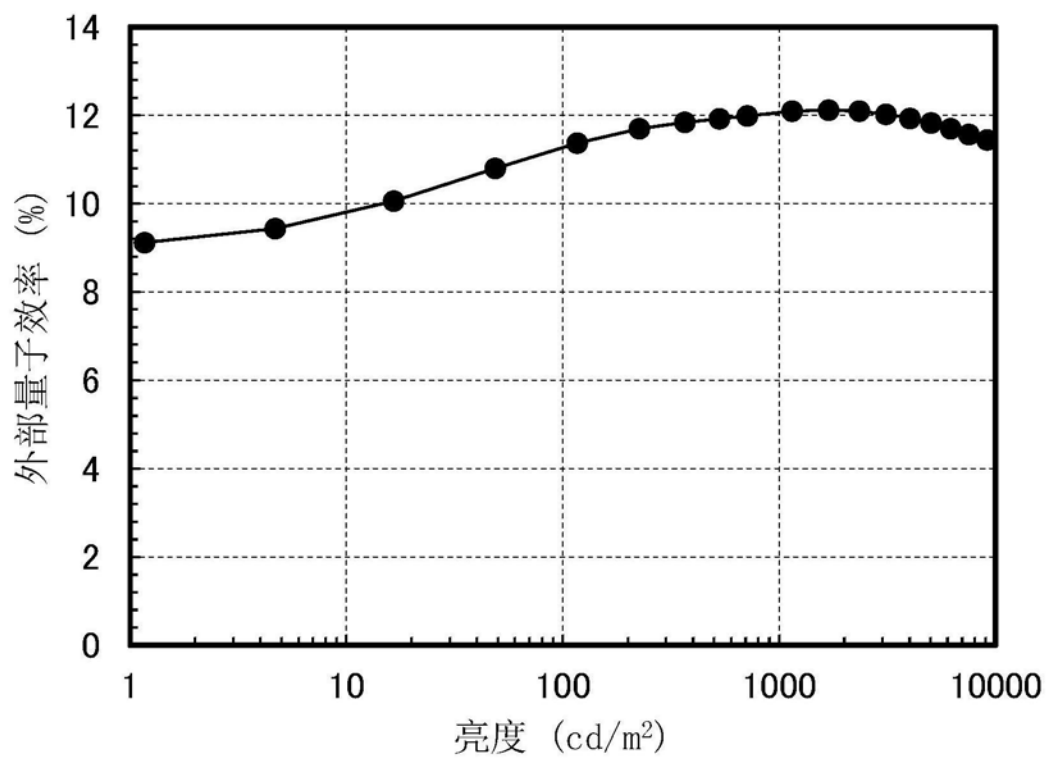


图61

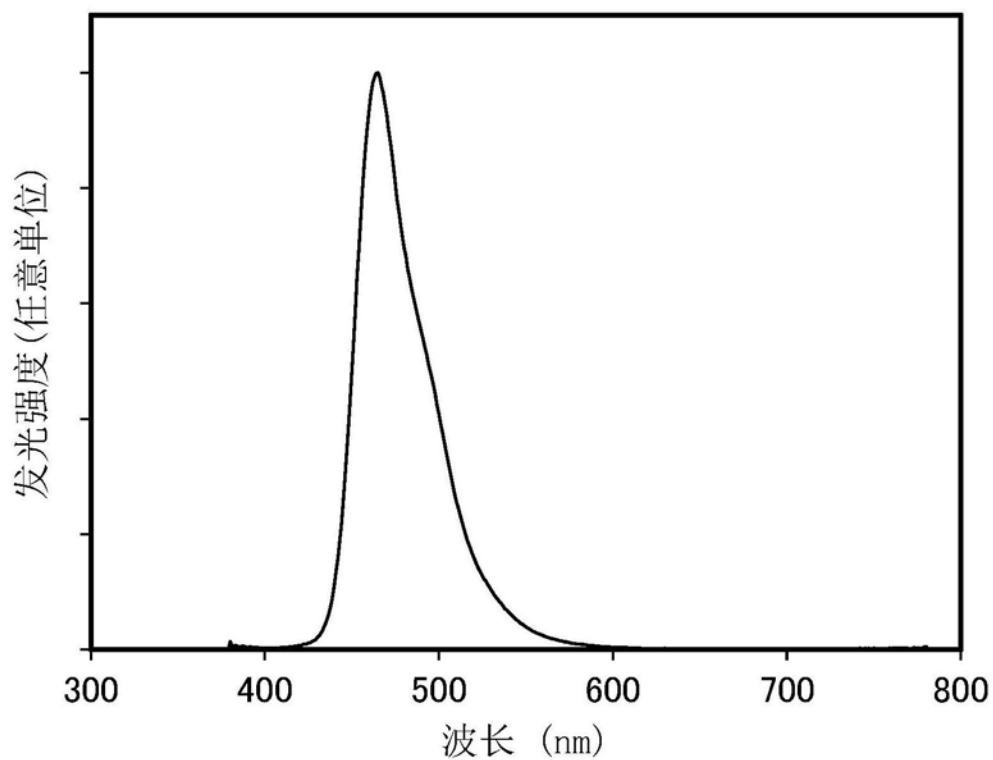


图62

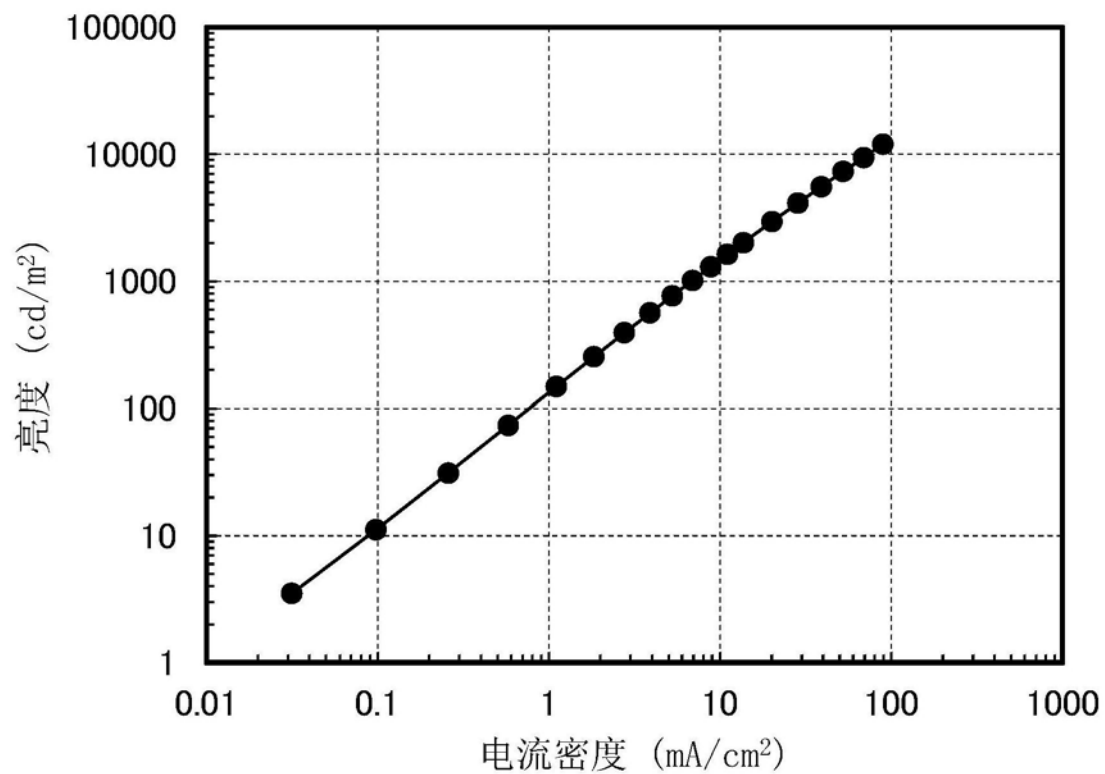


图63

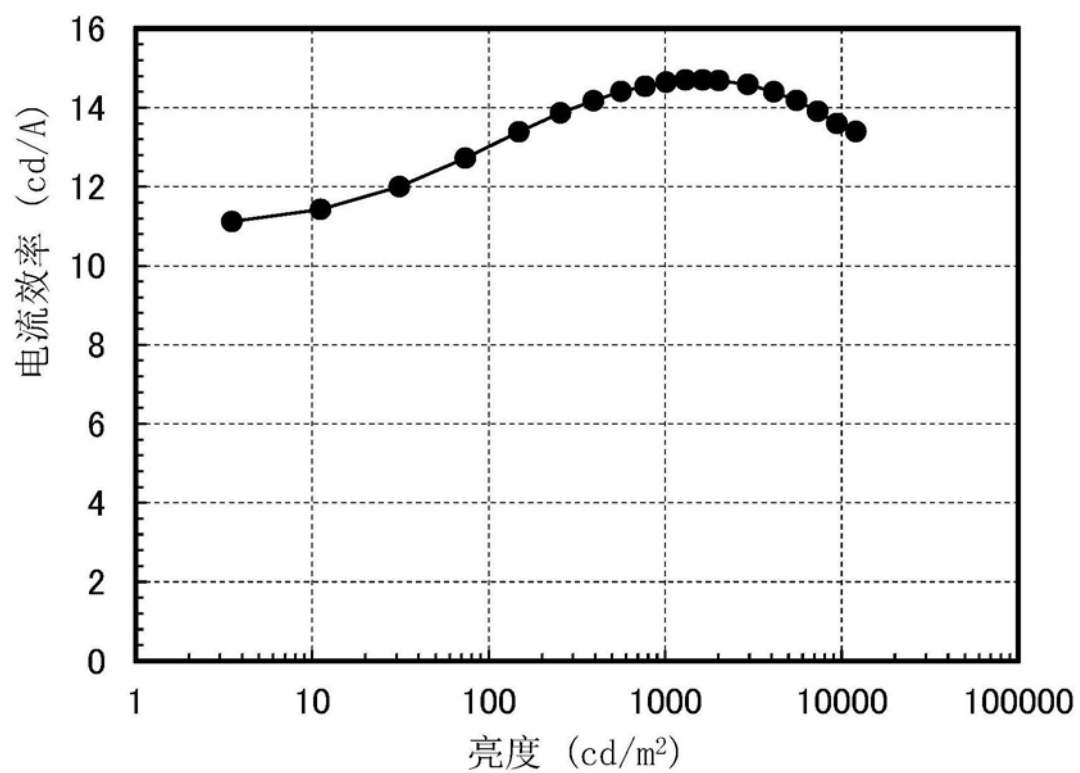


图64

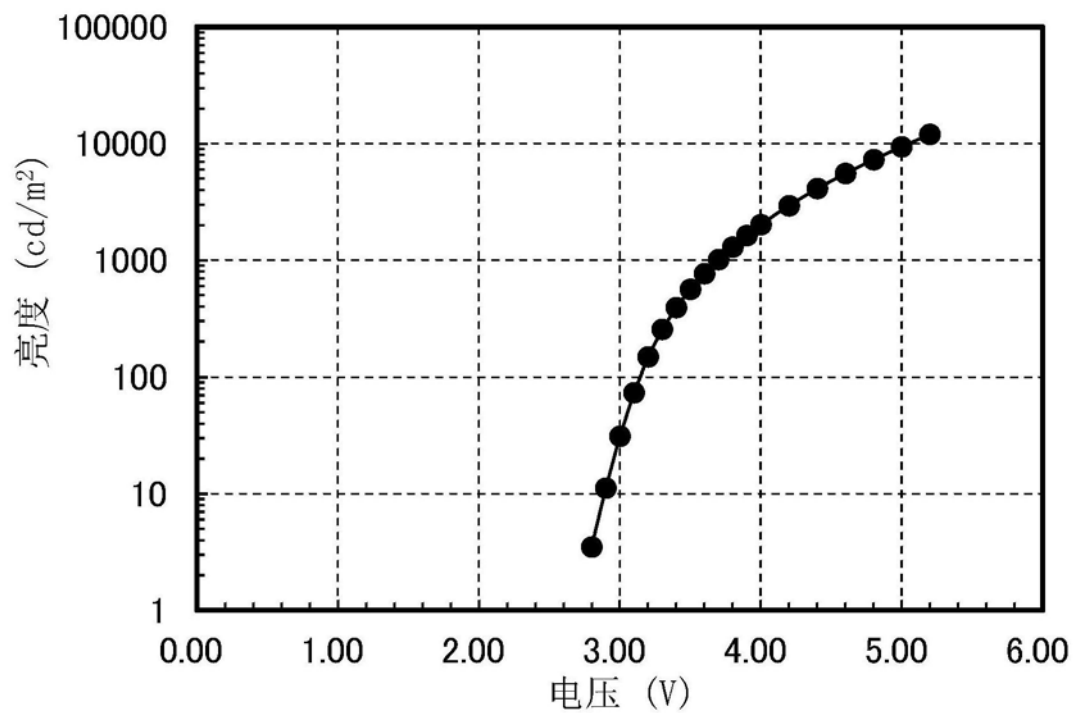


图65

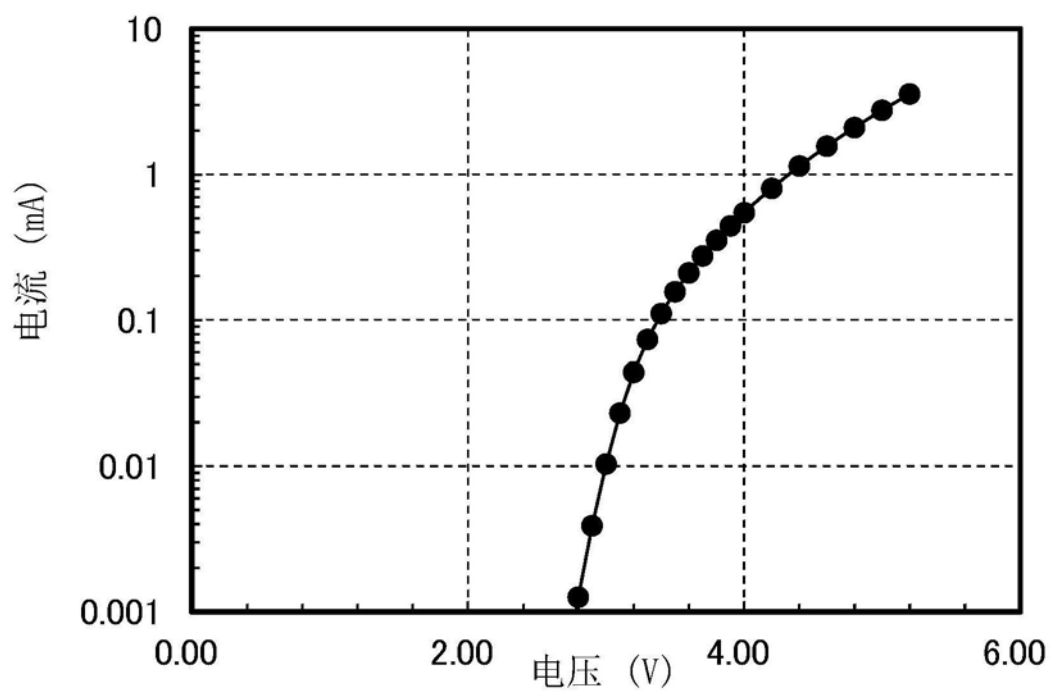


图66

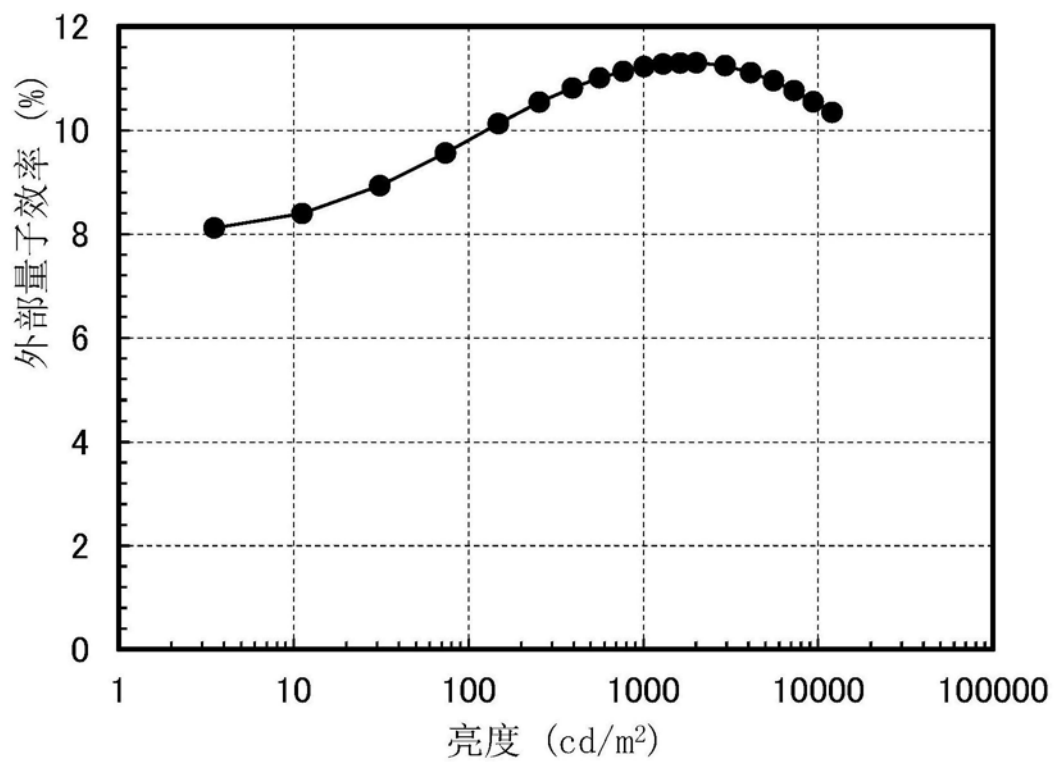


图67

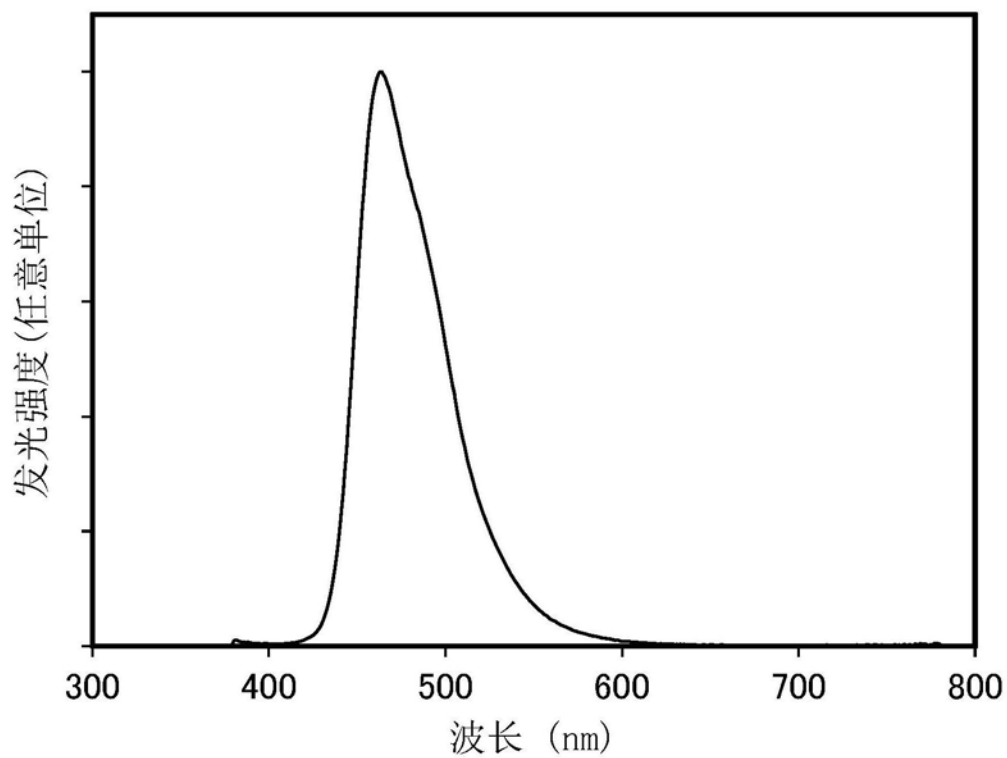


图68

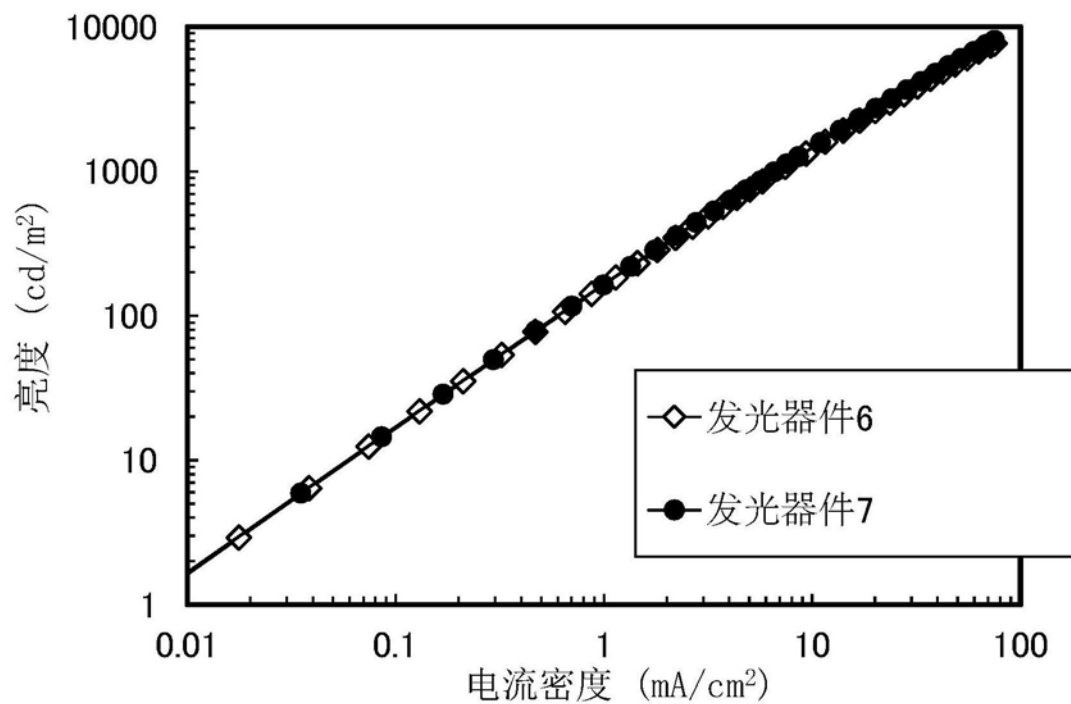


图69

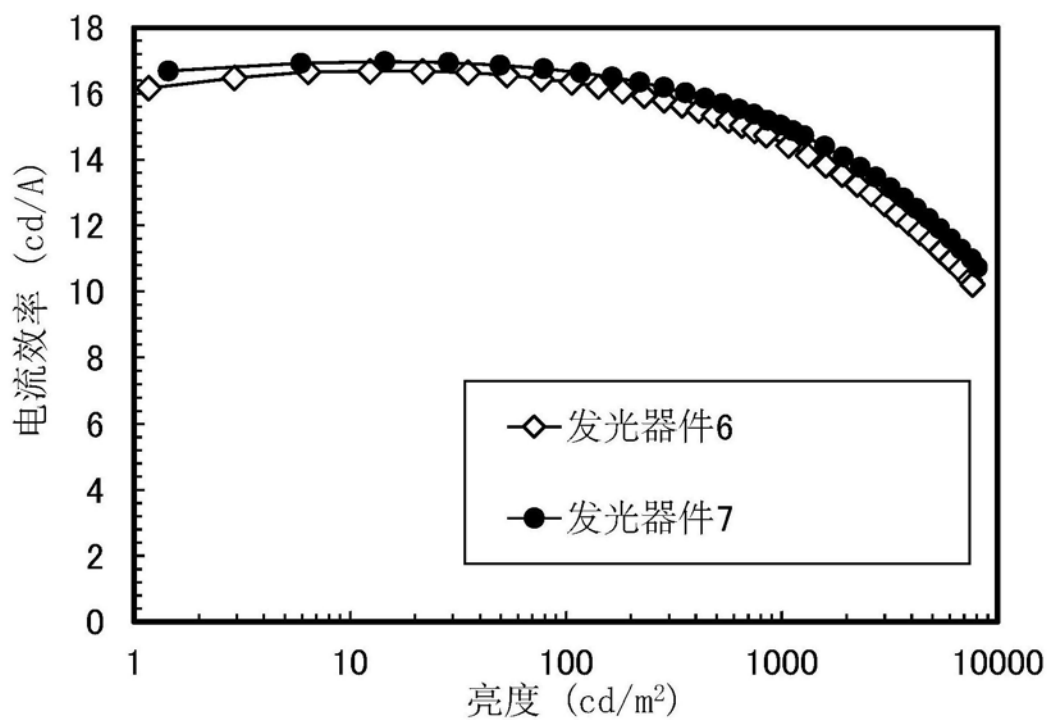


图70

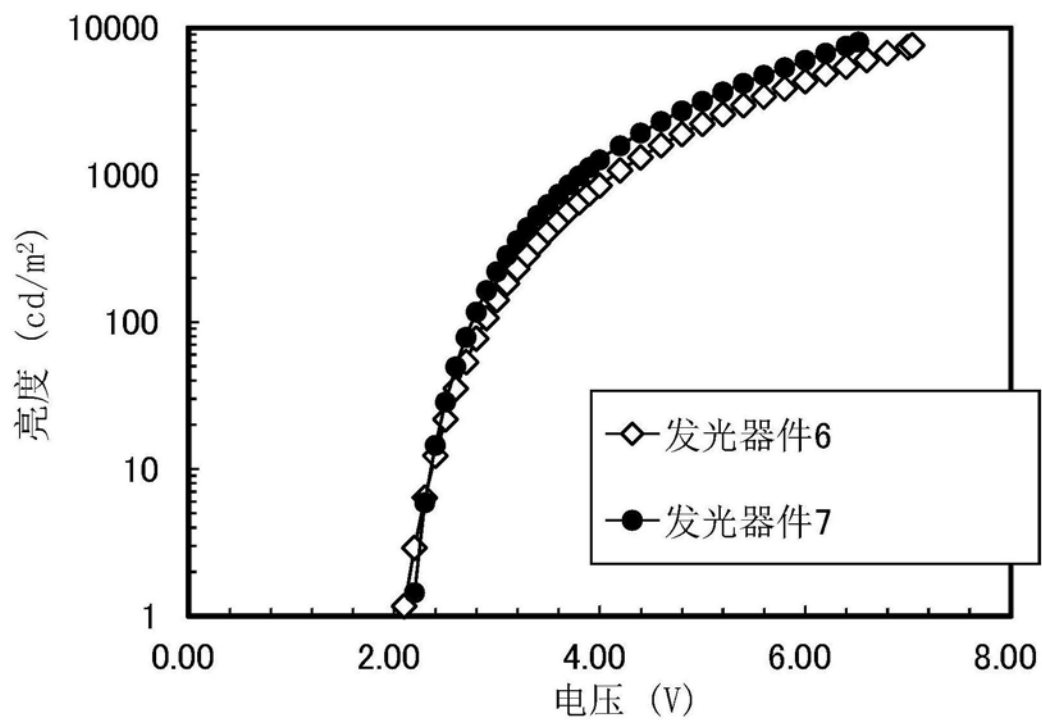


图71

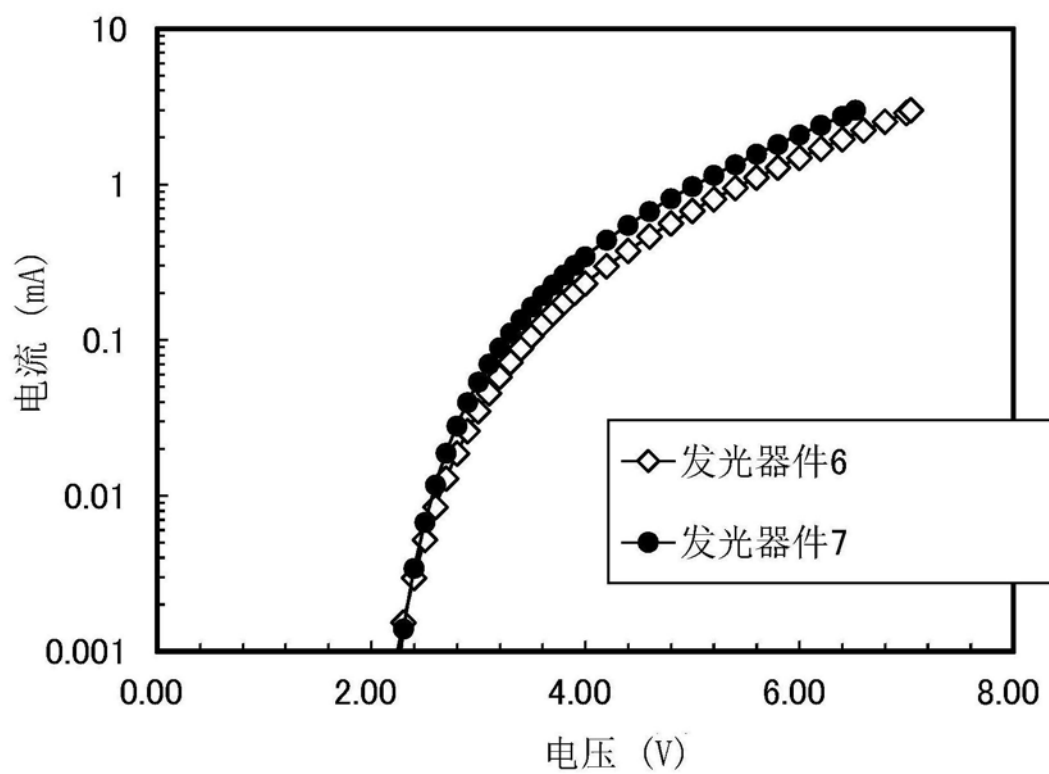


图72

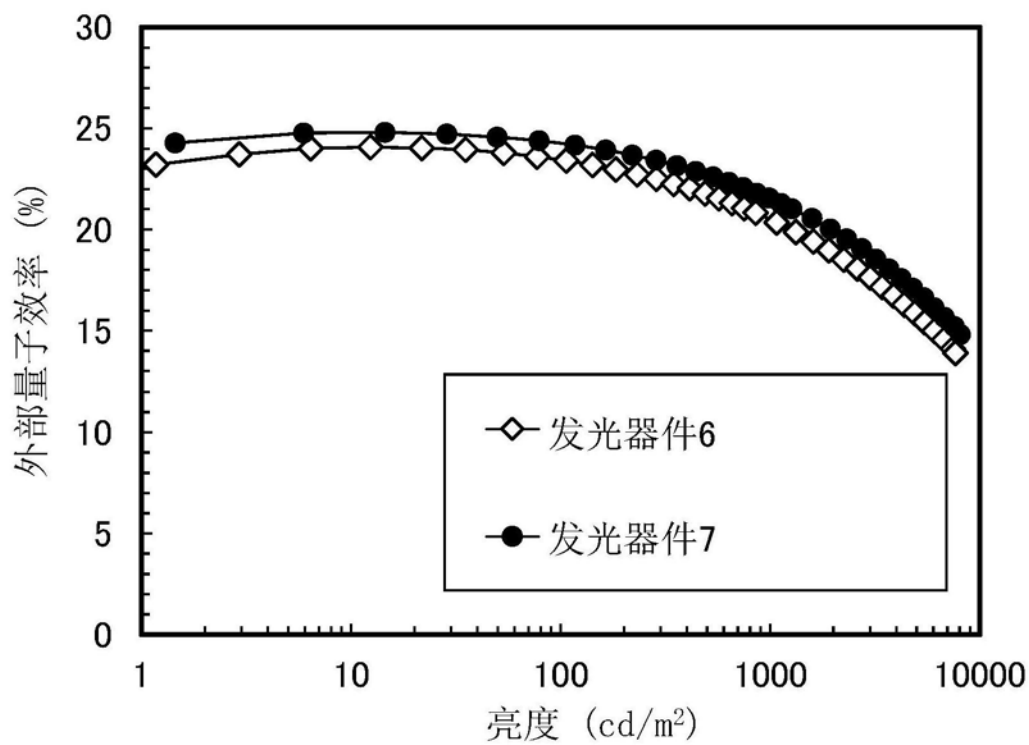


图73

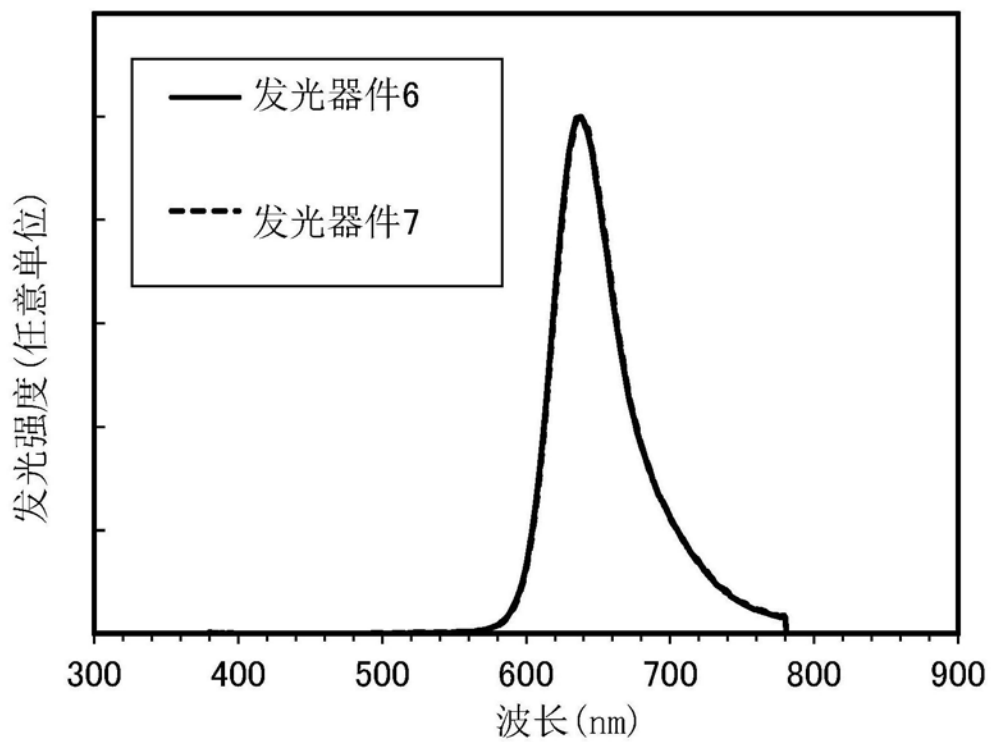


图74