



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107540668 A

(43)申请公布日 2018.01.05

(21)申请号 201710487178.7

C07D 403/14(2006.01)

(22)申请日 2017.06.23

C09K 11/06(2006.01)

(30)优先权数据

H01L 51/50(2006.01)

2016-125113 2016.06.24 JP

H01L 51/54(2006.01)

(71)申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72)发明人 原朋香 井上英子 高桥辰义

濑尾哲史

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡焯 胡嘉倩

(51)Int.Cl.

C07D 409/10(2006.01)

C07D 409/14(2006.01)

C07D 405/10(2006.01)

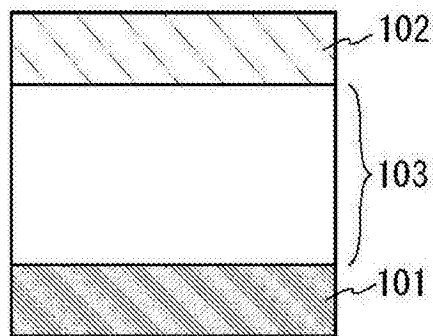
权利要求书3页 说明书44页 附图22页

(54)发明名称

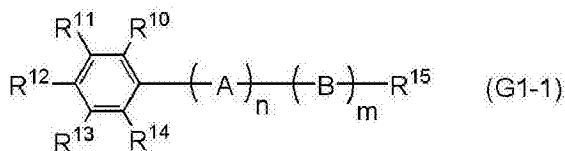
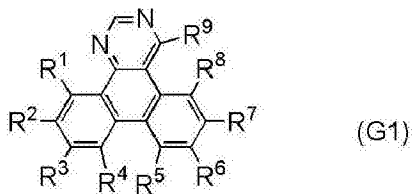
有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备以及照明装置

(57)摘要

提供一种新颖有机化合物,即在提高元件特性和可靠性上有效的新颖有机化合物。一种具有二苯并噻啉环通过一个或多个亚芳基键合于具有空穴传输性的骨架的结构由通式(G1)表示的有机化合物: R^1 至 R^9 中的任一个键合于通式(G1-1)中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。 n 表示0至3中的任一个, m 表示1或2。 A 表示单键或者亚芳基, B 表示具有二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架或咪唑骨架的环, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、烷基、环烷基以及芳基中的任一个。



1. 一种由式 (G1) 表示的有机化合物:



其中, R¹至R⁹中的任一个键合于式 (G1-1) 中的R¹⁰至R¹⁴中的任一个,
n表示0至3中的任一个,
m表示1或2,

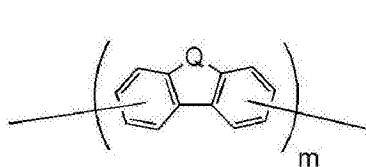
A表示单键或者取代或未取代的碳数为6至13的亚芳基,

B具有取代或未取代的二苯并呋喃骨架、取代或未取代的二苯并噻吩骨架以及取代或未取代的咪唑骨架中的任一种,

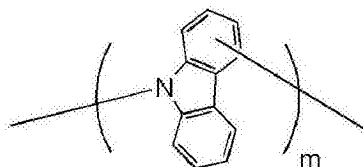
并且, R¹至R¹⁵分别独立地表示氢、碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

2. 根据权利要求1所述的有机化合物,

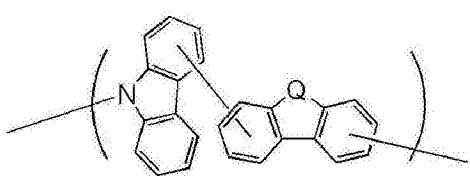
其中式 (G1-1) 中的B由式 (B1) 至式 (B4) 中的任一个表示,



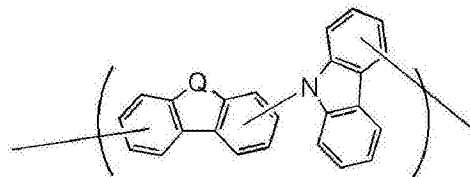
(B1)



(B2)



(B3)



(B4)

m表示1或2,

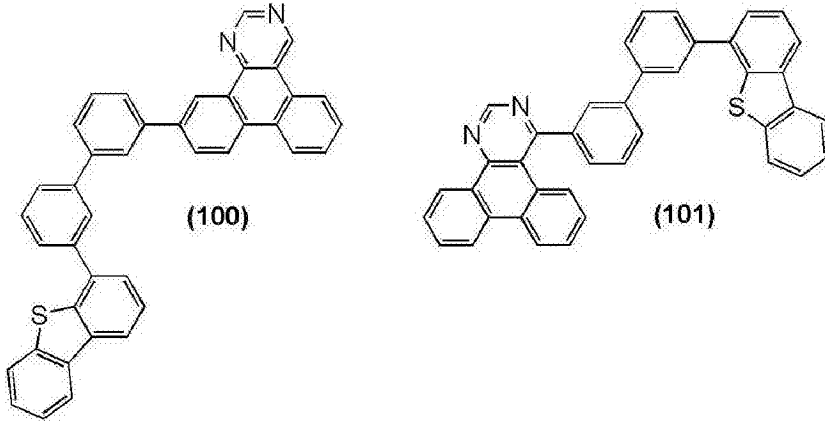
Q表示S、N-R¹⁶以及0中的任一个,

R¹⁶表示氢和取代或未取代的苯基中的任一个,

式 (B1) 至式 (B4) 中的苯环具有取代基或氢,

并且所述取代基为碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

3. 一种由式 (100) 或式 (101) 表示的有机化合物,



4. 一种包括权利要求1所述的有机化合物的发光元件。

5. 一种包括发光层的发光元件,其中所述发光层包括权利要求1所述的有机化合物。

6. 根据权利要求5所述的发光元件,其中所述发光层还包括磷光材料。

7. 根据权利要求5所述的发光元件,其中所述发光层还包括第一物质。

8. 一种发光装置,包括:

权利要求4所述的发光元件;以及
晶体管或衬底。

9. 一种电子设备,包括:

权利要求8所述的发光装置;以及
连接端子和操作键中的一个。

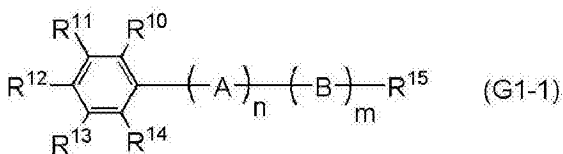
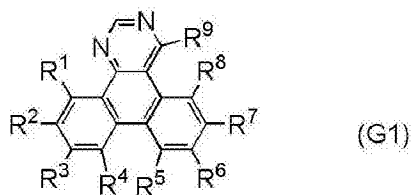
10. 一种电子设备,包括:

权利要求8所述的发光装置;以及
麦克风、相机、操作按钮、外部连接部以及扬声器中的任一个。

11. 一种照明装置,包括:

权利要求8所述的发光装置;以及
框体、盖和支撑台中的一个。

12. 一种由式 (G1) 表示的有机化合物:



其中, R^1 至 R^9 中的任一个键合于式 (G1-1) 中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个,
 n 表示 0 至 3 中的任一个,

m表示1或2，

A表示取代或未取代的碳数为6至13的亚芳基，

A包括1,3-亚苯基，

B具有取代或未取代的二苯并呋喃骨架、取代或未取代的二苯并噻吩骨架以及取代或未取代的咪唑骨架中的任一种，

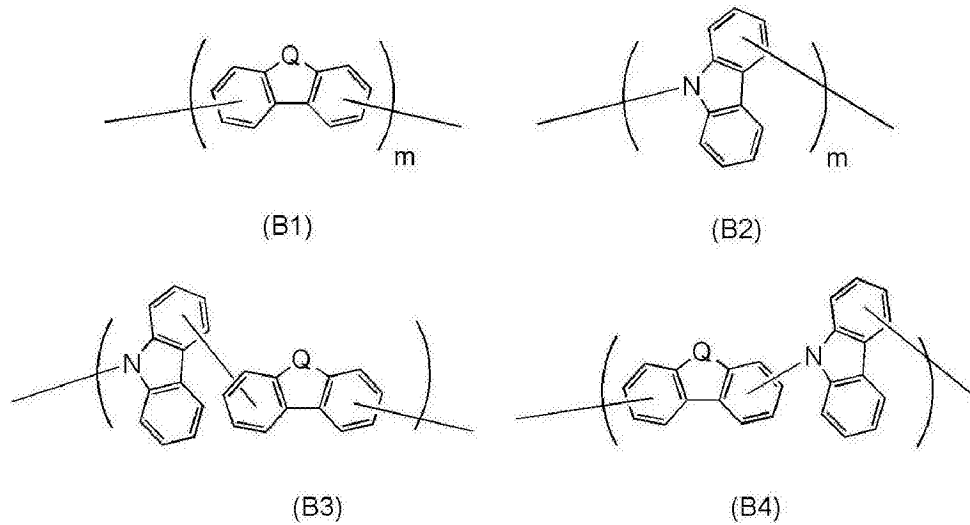
并且， R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

13. 根据权利要求12所述的有机化合物，其中A表示1,3-亚苯基。

14. 根据权利要求12所述的有机化合物，其中A表示3,3'-亚联苯基。

15. 根据权利要求12所述的有机化合物，

其中式(G1-1)中的B由式(B1)至式(B4)中的任一个表示，



m表示1或2，

Q表示S、N- R^{16} 以及O中的任一个，

R^{16} 表示氢和取代或未取代的苯基中的任一个，

式(B1)至式(B4)中的苯环具有取代基或氢，

并且所述取代基为碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

16. 一种包括权利要求12所述的有机化合物的发光元件。

17. 一种发光装置，包括：

权利要求16所述的发光元件；以及
与所述发光元件电连接的晶体管。

18. 一种包括权利要求17所述的发光装置的电子设备，

其中所述电子设备是电视装置、显示器、相机、摄像机、数码相框、移动电话机、游戏机、信息终端以及音频再现装置中的任一个。

19. 一种照明装置，包括：

权利要求17所述的发光装置；以及
框体、盖和支撑台中的任一个。

有机化合物、发光元件、发光装置、电子设备以及照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种物体、物质、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) 或组合物 (composition of matter)。尤其是，本发明的一个方式涉及一种发光元件、有机化合物、发光装置、电子设备以及照明装置。注意，本发明的一个方式不局限于上述技术领域。因此，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例子，可以举出半导体装置、显示装置、液晶显示装置、蓄电装置、存储装置、摄像装置、这些装置的驱动方法或这些装置的制造方法等。

背景技术

[0002] 具有薄型轻量、高速响应性及低驱动电压等特征的使用有机化合物作为发光体的发光元件被期待应用于下一代平板显示器。尤其是，通过配置多个发光元件而成的发光装置与现有的液晶显示装置相比具有视角广且可见度优异的优点。

[0003] 发光元件的发光机理被认为如下：通过在一对电极之间夹着包含发光体的EL层并对该一对电极施加电压，从阴极注入的电子和从阳极注入的空穴在EL层的发光中心再结合而形成分子激子，当该分子激子返回到基态时释放出能量而发光。已知激发态有单重激发态和三重激发态，并且经过上述任一种激发态都可以实现发光。

[0004] 关于这种发光元件，为了提高其元件特性，正积极地进行元件结构的改进、材料的开发等(例如，参照专利文献1)。

[0005] [专利文献1]日本专利申请公开第2010-182699号公报

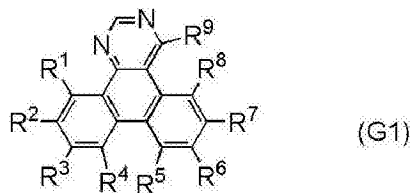
发明内容

[0006] 在发光元件的开发中，从提高该发光元件的特性和可靠性的方面来看，用于发光元件的有机化合物是非常重要的。于是，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。也就是说，提供一种在提高元件特性和可靠性上有效的新颖的有机化合物。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种可以用于发光元件的新颖的有机化合物。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种可以用于发光元件的EL层的新颖的有机化合物。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种使用本发明的一个方式的新颖的有机化合物的效率高且可靠性高的新颖的发光元件。另外，本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的发光装置、新颖的电子设备或新颖的照明装置。注意，上述目的的描述并不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式不一定需要实现所有上述目的。上述目的以外的目的从说明书、附图、权利要求书等的描述中看来是显而易见的，并且可以从该描述中抽取上述目的以外的目的。

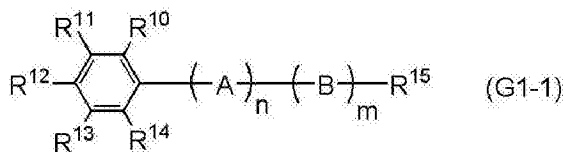
[0007] 本发明的一个方式是一种包括二苯并喹啉环和具有空穴传输性的骨架的有机化合物，更优选为一种具有二苯并喹啉环通过一个或多个亚芳基键合于具有空穴传输性的骨架的结构有机化合物。另外，二苯并喹啉环的2位是氢，使得其LUMO能级深于二苯

并唑啉环的2位通过一个或多个亚芳基键合于具有空穴传输性的骨架的结构的LUMO能级。由此,本发明的一个方式的有机化合物的电子注入性及传输性优异。

[0008] 本发明的一个方式是一种由通式(G1)表示的有机化合物。

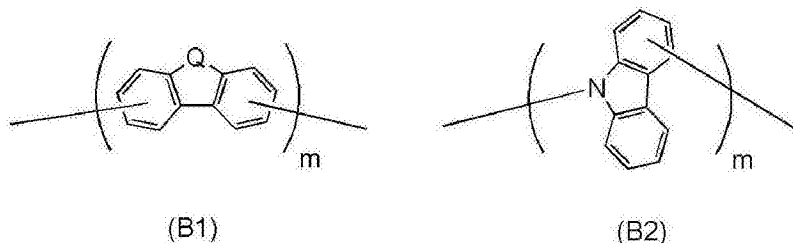


[0009]

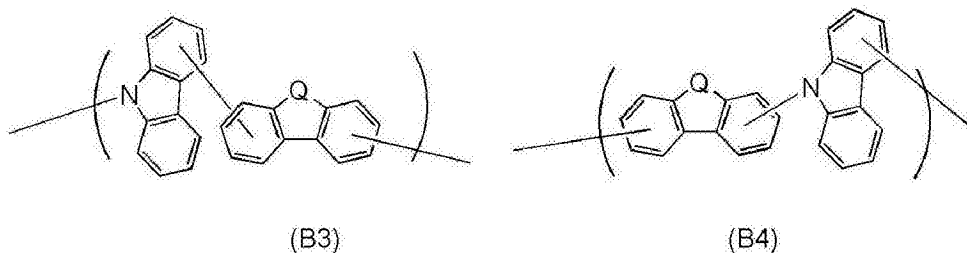


[0010] 在通式(G1)中, R^1 至 R^9 中的任一个键合于通式(G1-1)中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。 n 表示0至3中的任一个,而 m 表示1或2。 A 表示单键或者取代或未取代的碳数为6至13的亚芳基,而 B 表示取代或未取代的具有二苯并咪唑骨架的环、取代或未取代的具有二苯并噻吩骨架的环或者取代或未取代的具有唑啉骨架的环, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

[0011] 另外,在本发明的一个方式中,上述通式(G1-1)中的 B 为通式(B1)至通式(B4)中的任一个。

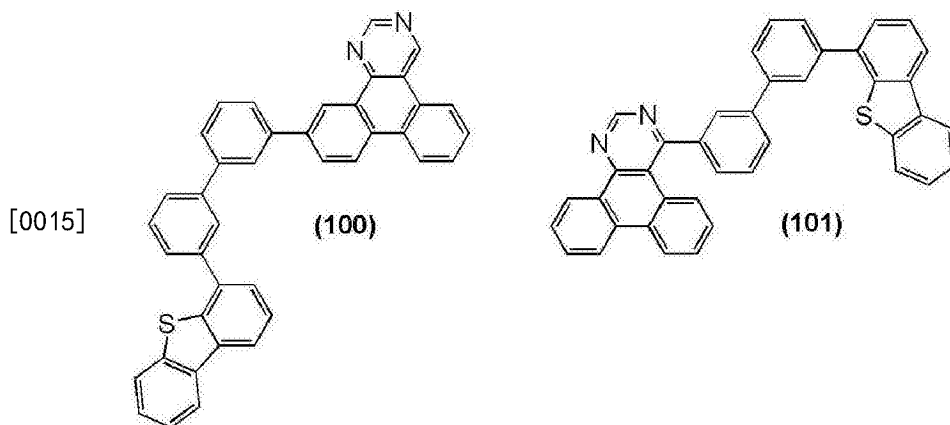


[0012]



[0013] 在通式(B1)至通式(B4)中, m 表示1或2。另外, Q 表示S、N- R^{16} 以及O中的任一个, R^{16} 表示氢和取代或未取代的苯基中的任一个。另外,通式(B1)至通式(B4)中的苯环也可以包括取代基,该取代基为取代或未取代的碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

[0014] 另外,本发明的一个方式是一种由结构式(100)或结构式(101)表示的有机化合物。



[0016] 上述通式(G1)所示的有机化合物具有二苯并噻唑啉环通过一个或多个亚芳基键合于具有空穴传输性的骨架的结构,由此单重态能级(S1)及三重态能级(T1)得到提高,且能隙变宽,这是优选的。

[0017] 另外,本发明的一个方式的有机化合物可以以该化合物的单独使用或者其与发射磷光的发光物质(磷光性化合物)的组合的方式应用于发光元件的发光层。另外,通过将本发明的一个方式的有机化合物用于发光层,可以调整载流子平衡并防止载流子的脱离,由此可以得到发光效率高的发光元件。另外,与磷光性化合物的组合是非常有效的,这是因为可以从发光层得到来自三重激发态的发光,由此实现发光元件的高效率化。由此,本发明的一个方式包括将本发明的一个方式的有机化合物和磷光性化合物用于发光层的发光元件。另外,上述发光层还可以包含第三物质。

[0018] 另外,本发明的一个方式不仅包括具有发光元件的发光装置,而且还包括具有发光装置的照明装置。因此,本说明书中的发光装置是指图像显示装置或光源(包括照明装置)。另外,发光装置有时还包括如下模块:在发光装置中安装有连接器诸如FPC(Flexible printed circuit:柔性印刷电路)或TCP(Tape Carrier Package:载带封装)的模块;在TCP端部中设置有印刷线路板的模块;或者IC(集成电路)通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式直接安装在发光元件上的模块。

[0019] 本发明的一个方式可以提供一种新颖的有机化合物。也就是说,可以提供一种在提高元件特性和可靠性上有效的新型的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种可以用于发光元件的新的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种可以用于发光元件的EL层的新颖的有机化合物。另外,本发明的一个方式可以提供一种使用作为本发明的一个方式的新的有机化合物的效率高且可靠性高的新的发光元件。另外,本发明的一个方式可以提供一种新颖的发光装置、新颖的电子设备或新颖的照明装置。注意,上述效果的描述并不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式不一定需要实现所有上述效果。上述效果以外的效果从说明书、附图、权利要求书等的描述中看来是显而易见的,并且可以从该描述中抽取上述目的以外的效果。

附图说明

[0020] 图1A至图1D是说明发光元件的结构图;

图2A至图2C是说明发光装置的图;

图3A和图3B是说明发光装置的图;

图4A至图4D、图4D'-1和图4D'-2是说明电子设备的图；
图5A至图5C是说明电子设备的图；
图6A和图6B是说明汽车的图；
图7A至图7D是说明照明装置的图；
图8是说明照明装置的图；
图9A和图9B是示出触摸屏的一个例子的图；
图10A和图10B是示出触摸屏的一个例子的图；
图11A和图11B是示出触摸屏的一个例子的图；
图12A和图12B是触摸传感器的方框图及时序图；
图13是触摸传感器的电路图；
图14A、图14B1和图14B2是显示装置的方框图；
图15示出显示装置的电路结构；
图16示出显示装置的截面结构；
图17是以结构式(100)表示的有机化合物的¹H-NMR谱；
图18是以结构式(100)表示的有机化合物的甲苯溶液中的紫外·可见吸收光谱及发射光谱；
图19是以结构式(100)表示的有机化合物的固体薄膜的紫外·可见吸收光谱及发射光谱；
图20是以结构式(101)表示的有机化合物的¹H-NMR谱；
图21是以结构式(101)表示的有机化合物的甲苯溶液中的紫外·可见吸收光谱及发射光谱；
图22是说明发光元件的图；
图23是示出发光元件1及发光元件2的电流密度-亮度特性的图；
图24是示出发光元件1及发光元件2的电压-亮度特性的图；
图25是示出发光元件1及发光元件2的亮度-电流效率特性的图；
图26是示出发光元件1及发光元件2的电压-电流特性的图；
图27是示出发光元件1及发光元件2的发射光谱的图。

具体实施方式

[0021] 下面,参照附图详细地说明本发明的实施方式。但是,本发明不局限于以下说明的内容,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限定在下面所示的实施方式所记载的内容中。

[0022] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如有时可以将“导电层”换称为“导电膜”。或者,例如有时可以将“绝缘膜”换称为“绝缘层”。

[0023] 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。

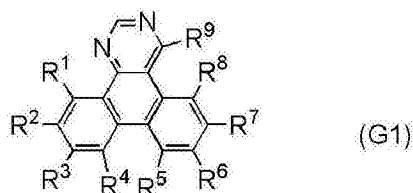
[0024] 本发明的一个方式的有机化合物包括二苯并噻唑啉环和具有空穴传输性的骨架。具体而言,该有机化合物具有二苯并噻唑啉环通过一个或多个亚芳基键合于具有空穴传输性的骨架的结构。因为二苯并噻唑啉环具有电子传输性,所以本发明的一个方式的有机化

合物是具有空穴传输性和电子传输性的化合物。

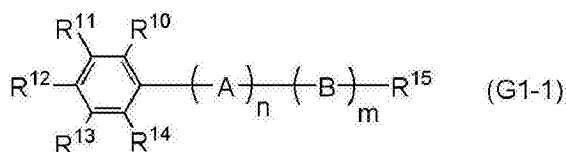
[0025] 作为具有空穴传输性的骨架,优选为二芳基胺基或富 π 电子型芳杂环。富 π 电子型芳杂环是指由杂原子的非共有电子对提高 π 电子密度的环,优选包括如咪唑、噻吩、吡咯等包含一个杂原子的五元芳杂环。

[0026] 作为具有空穴传输性的骨架,更具体而言,优选为具有二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架或咪唑骨架的环,因为它们的耐热性和化学稳定性优异。尤其是,通过采用从具有二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架或咪唑骨架的环中选出的多个环键合的结构,不仅可以提高耐热性而且还可以提高空穴传输性。另外,本发明的一个方式中的具有二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架或咪唑骨架的环分别包括还缩合有苯环或萘环等的二苯并咪唑环、二苯并噻吩环和咪唑环。也就是说,作为具有空穴传输性的骨架,除了二苯并咪唑环、二苯并噻吩环和咪唑环以外,还包括苯并萘并咪唑环、二萘并咪唑环、苯并萘并噻吩环、二萘并噻吩环、苯并咪唑环、二苯并咪唑环等。

[0027] 另外,本实施方式所示的有机化合物的一个方式是具有由通式 (G1) 表示的结构的有机化合物。



[0028]



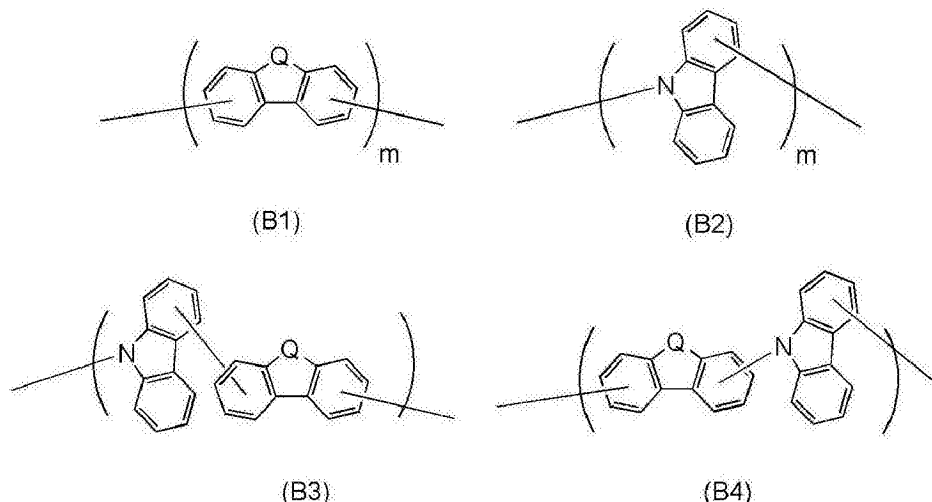
[0029] 在通式 (G1) 中, R^1 至 R^9 中的任一个键合于通式 (G1-1) 中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。 n 表示0至3中的任一个,而 m 表示1或2。 A 表示单键或者取代或未取代的碳数为6至13的亚芳基,而 B 表示取代或未取代的具有二苯并咪唑骨架的环、取代或未取代的具有二苯并噻吩骨架的环或者取代或未取代的具有咪唑骨架的环, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

[0030] 上述通式 (G1) 或通式 (G1-1) 中的取代优选是指由如下取代基的取代,例如,甲基、乙基、正丙基、异丙基、仲丁基、叔丁基、正戊基和正己基等碳数为1至6的烷基、苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、1-萘基、2-萘基、2-联苯基、3-联苯基和4-联苯基等碳数为6至12的芳基。这些取代基也可以互相键合而形成环。例如,当亚芳基是在9位上具有作为取代基的两个苯基的2,7-亚芳基时,该两个苯基也可以互相键合而成为螺-9,9'-联苎-2,7-二基。

[0031] 作为上述通式 (G1-1) 中的取代或未取代的碳数为6至13的亚芳基,可以举出取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的亚联苯基、取代或未取代的亚萘基、取代或未取代的亚苎基、取代或未取代的亚菲基。这些基还具有取代基的情况下的取代基的具体例子是如上所述的。更具体而言,可以举出1,2-、1,3-或1,4-亚苯基、2,6-、3,5-或2,4-亚甲苯基、4,6-

二甲基苯-1,3-二基、2,4,6-三甲基苯-1,3-二基、2,3,5,6-四甲基苯-1,4-二基、3,3'-、3,4'-或4,4'-亚联苯基、1,4-、1,5-、2,6-或2,7-亚萘基、2,7-亚芴基、9,9-二甲基-2,7-亚芴基、9,9-二苯基-2,7-亚芴基、9,9-二甲基-1,4-亚芴基、螺-9,9'-联芴-2,7-二基、9,10-二氢-2,7-亚菲基等。

[0032] 另外,通式(G1-1)中的B优选为通式(B1)至通式(B4)中的任一个。



[0033] 在通式(B1)至通式(B4)中,m表示1或2。另外,Q表示S、N-R¹⁶以及O中的任一个,R¹⁶表示氢和取代或未取代的苯基中的任一个。另外,通式(B1)至通式(B4)中的苯环也可以包括取代基,该取代基为取代或未取代的碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

[0034] 上述通式(B1)至通式(B4)中的取代优选是指由如下取代基的取代,例如,甲基、乙基、正丙基、异丙基、仲丁基、叔丁基、正戊基和正己基等碳数为1至6的烷基、苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、1-萘基、2-萘基、2-联苯基、3-联苯基和4-联苯基等碳数为6至12的芳基。这些取代基也可以互相键合而形成环。例如,当芳基是在9位上具有作为取代基的两个苯基的2,7-芴基时,该两个苯基也可以互相键合而成为螺-9,9'-联芴-2-基。

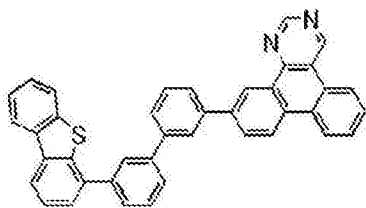
[0035] 作为上述通式(G1)或通式(G1-1)中的R¹至R¹⁵的碳数为1至6的烷基的具体例子,可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基以及2,3-二甲基丁基等。

[0036] 作为上述通式(G1)或通式(G1-1)中的R¹至R¹⁵的碳数为5至7的环烷基的具体例子,可以举出环戊基、环己基、环庚基等。

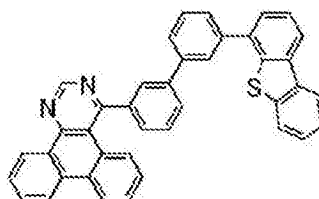
[0037] 作为上述通式(G1)或通式(G1-1)中的R¹至R¹⁵的取代或未取代的碳数为6至13的芳基的具体例子,可以举出取代或未取代的苯基、取代或未取代的联苯基、取代或未取代的萘基、取代或未取代的芴基、取代或未取代的菲基、取代或未取代的蒽基。另外,上述结构中的取代优选是指由如下取代基的取代,例如,甲基、乙基、正丙基、异丙基、仲丁基、叔丁基、正戊基和正己基等碳数为1至6的烷基、苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、1-萘基、2-萘基、2-联苯基、3-联苯基和4-联苯基等碳数为6至12的芳基。这些取代基也可以互相键合而形成环。例如,当该芳基是在9位上具有作为取代基的两个苯基的2,7-芴基时,该两个苯基也可以互相键合而成为螺-9,9'-联芴-2-基。更具体而言,例如可以举出苯基、甲苯基、二甲苯

基、联苯基、茛基、萘基、苈基等。

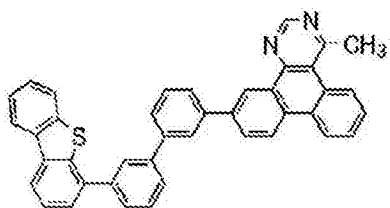
[0038] 以下示出上述本发明的一个方式的有机化合物的具体结构式。注意,本发明不局限于此。



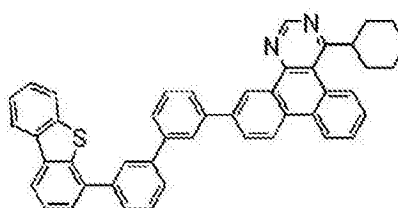
(100)



(101)

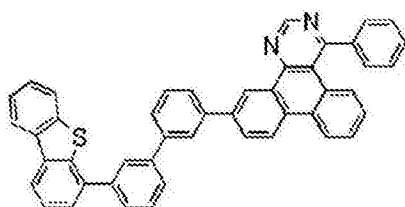


(102)

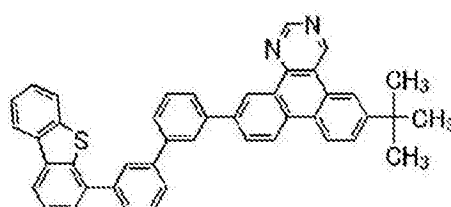


(103)

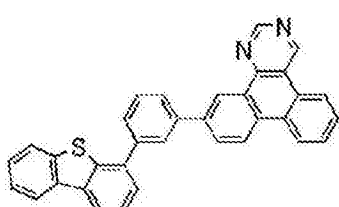
[0039]



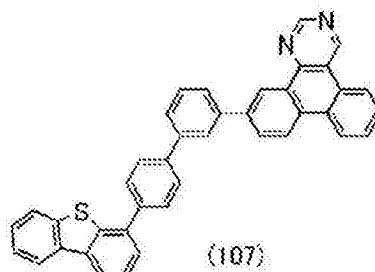
(104)



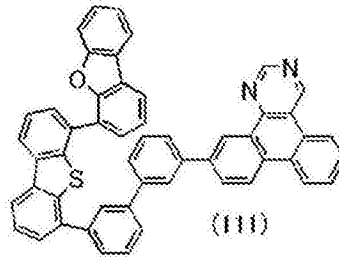
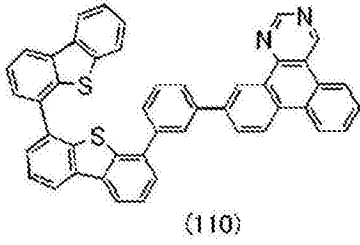
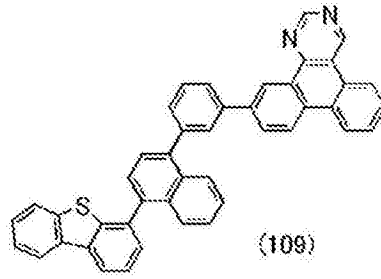
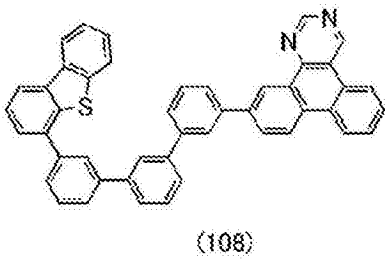
(105)



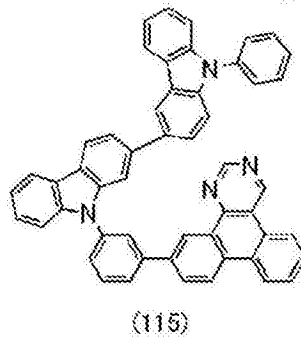
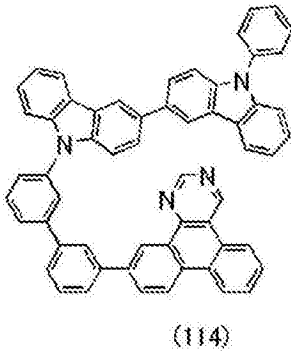
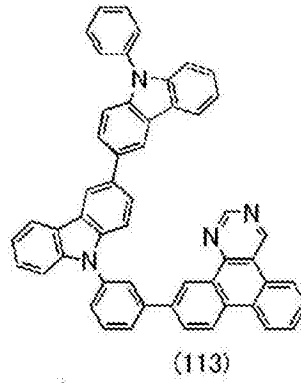
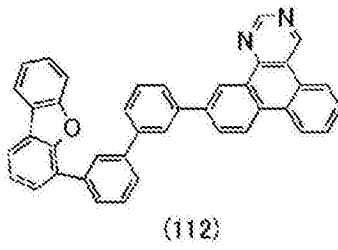
(106)

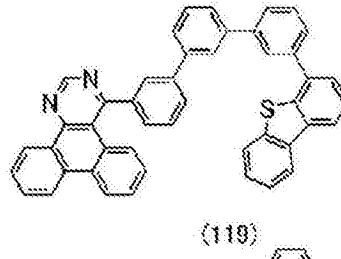
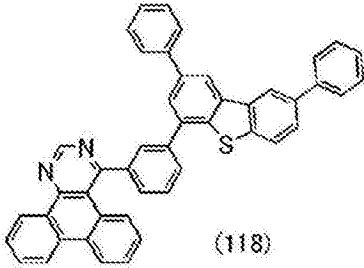
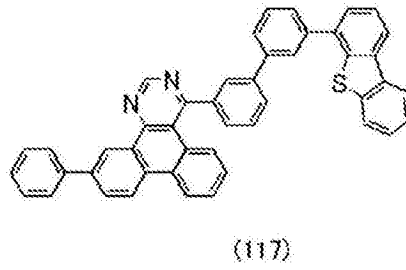
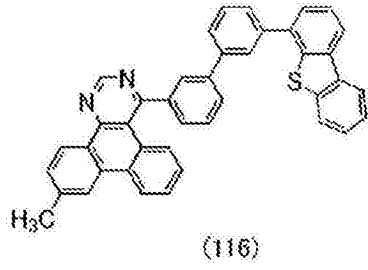


(107)

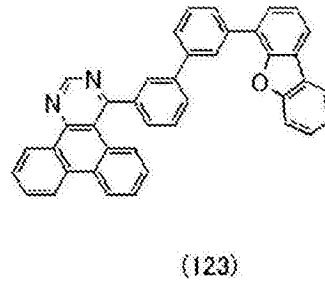
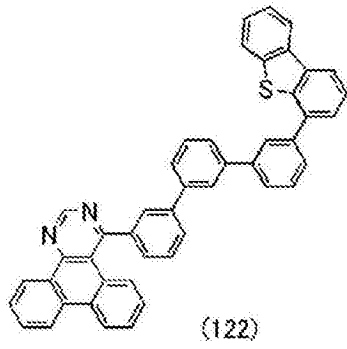
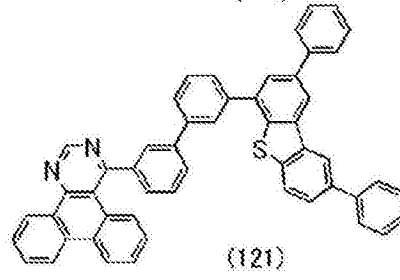
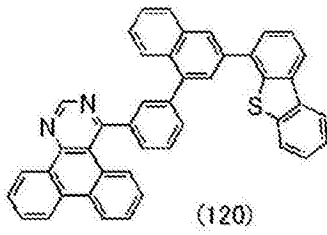


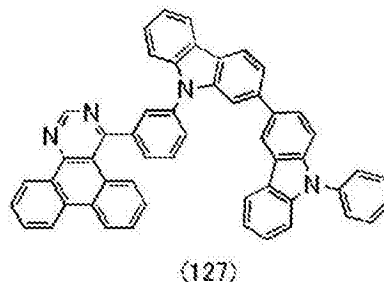
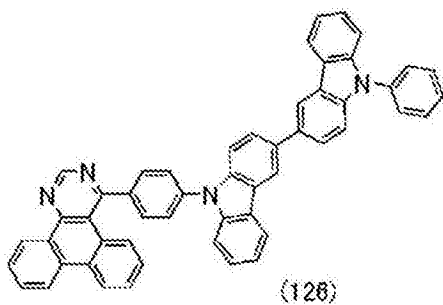
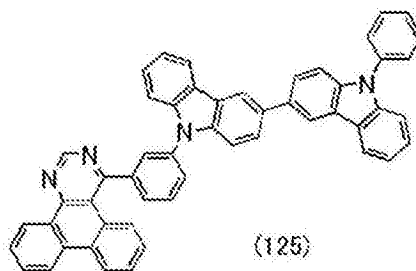
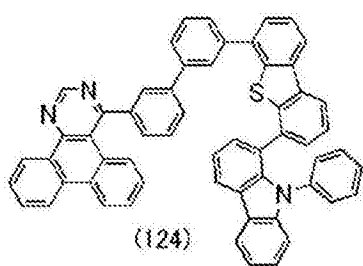
[0040]



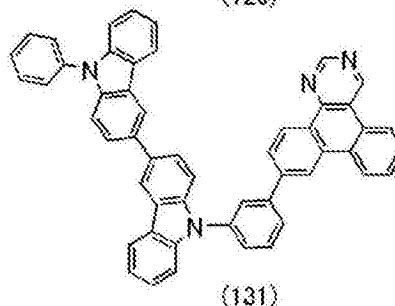
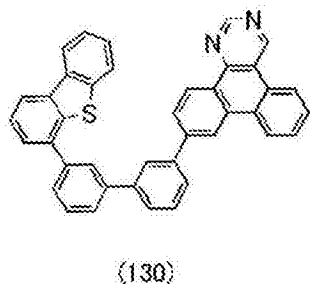
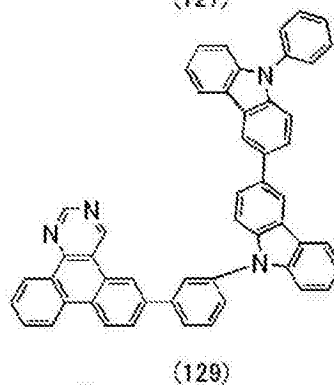
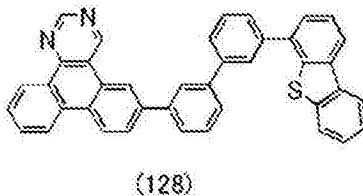


[0041]

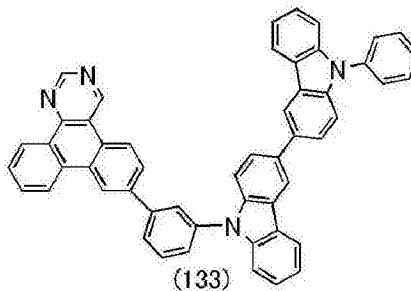
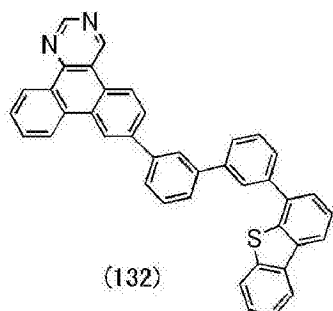




[0042]



[0043]

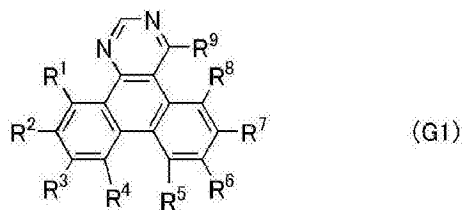


[0044] 注意,以上述结构式(100)至(133)表示的有机化合物是包括在以上述通式(G1)表示的有机化合物中的一个例子,本发明的一个方式的有机化合物不局限于此。

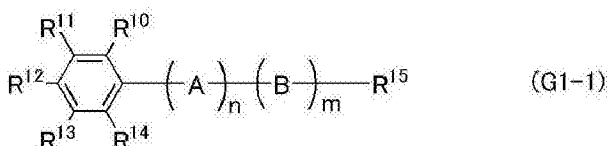
[0045] 以下说明本发明的一个方式的有机化合物的合成方法的一个例子。

[0046] 《以通式(G1)表示的杂环化合物的合成方法》

首先,说明以通式 (G1) 表示的杂环化合物的合成方法的一个例子。

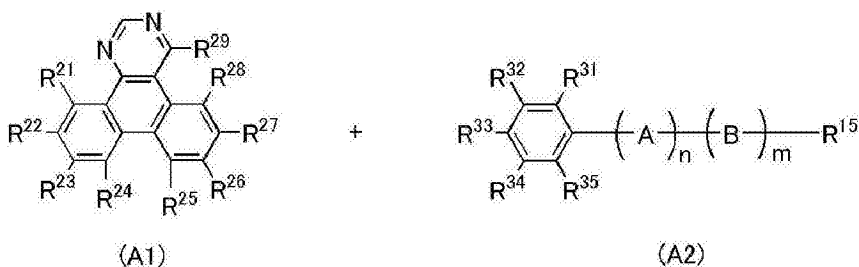


[0047]

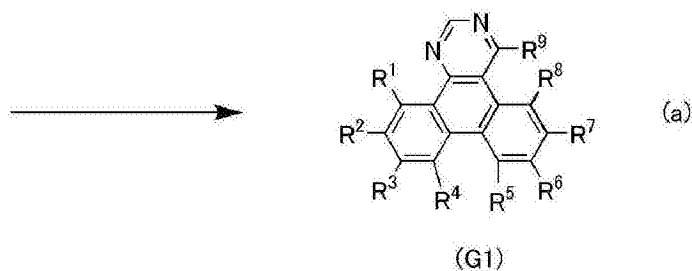


[0048] 在通式 (G1) 中, R^1 至 R^9 中的任一个键合于通式 (G1-1) 中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。n 表示 0 至 3 中的任一个, 而 m 表示 1 或 2。A 表示单键或者取代或未取代的碳数为 6 至 13 的亚芳基, 而 B 表示取代或未取代的具有二苯并呋喃骨架的环、取代或未取代的具有二苯并噻吩骨架的环或者取代或未取代的具有咪唑骨架的环, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的碳数为 5 至 7 的环烷基以及取代或未取代的碳数为 6 至 13 的芳基中的任一种。

[0049] 以下示出以通式 (G1) 表示的杂环化合物的合成方案 (a)。如合成方案 (a) 所示, 通过使卤化二苯并咪唑啉衍生物 (A1) 和被二苯并噻吩、二苯并呋喃、咪唑或其衍生物取代的芳基硼酸化合物 (A2) 起反应, 可以得到通式 (G1)。



[0050]



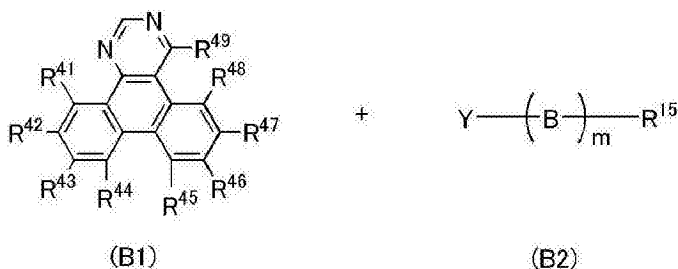
[0051] 在合成方案 (a) 中, R^1 至 R^9 中的任一个键合于通式 (G1-1) 中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。n 表示 0 至 3 中的任一个, 而 m 表示 1 或 2。A 表示单键或者取代或未取代的碳数为 6 至 13 的亚芳基, 而 B 表示取代或未取代的具有二苯并呋喃骨架的环、取代或未取代的具有二苯并噻吩骨架的环或者取代或未取代的具有咪唑骨架的环, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的碳数为 5 至 7 的环烷基以及取代或未取代的碳数为 6 至 13 的芳基中的任一种。

[0052] 在合成方案 (a) 中, R^{21} 至 R^{29} 中的任一个表示氯、溴或碘, 而其他分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的碳数为 5 至 7 的环烷基以及取代或未取代的碳数为 6 至 13 的芳基中的任一种。

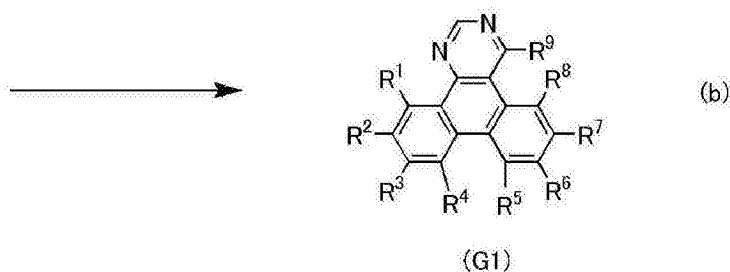
[0053] 另外, 在合成方案 (a) 中, R^{31} 至 R^{35} 中的任一个表示硼酸、硼酸酯或环状三醇硼酸盐等。作为环状三醇硼酸盐, 除了锂盐之外还可以使用钾盐或钠盐。 R^{31} 至 R^{35} 中的其他分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的碳数为 5 至 7 的环烷基以及取代或未取代的碳数为 6 至 13 的芳基中的任一种。 n 表示 0 至 3 中的任一个, 而 m 表示 1 或 2。 A 表示单键或者取代或未取代的碳数为 6 至 13 的亚芳基, 而 B 表示取代或未取代的具有二苯并咪唑骨架的环、取代或未取代的具有二苯并噻吩骨架的环或者取代或未取代的具有咪唑骨架的环。

[0054] 另外, 虽然这里没示出合成方案, 但是也可以使二苯并咪唑衍生物的硼酸化合物和被二苯并噻吩、二苯并咪唑、咪唑或其衍生物取代的卤化芳基起反应。

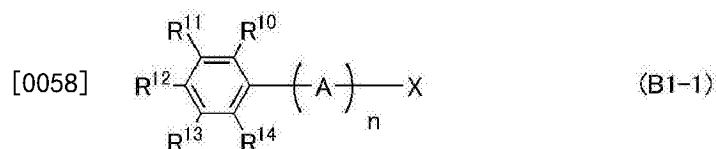
[0055] 另外, 如以下合成方案 (b) 表示, 也可以使被二苯并咪唑衍生物取代的卤化芳基 (B1) 和二苯并噻吩、二苯并咪唑、咪唑或其衍生物的硼酸化合物 (B2) 起反应。



[0056]



[0057] 在合成方案 (b) 中, R^{41} 至 R^{49} 中的任一个键合于以下通式 (B1-1) 中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。在通式 (B1-1) 中, X 表示氯、溴或碘, n 表示 0 至 3 中的任一个, A 表示单键或者取代或未取代的碳数为 6 至 13 的亚芳基, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为 1 至 6 的烷基、取代或未取代的碳数为 5 至 7 的环烷基以及取代或未取代的碳数为 6 至 13 的芳基中的任一种。



[0059] 在合成方案 (b) 中, R^1 至 R^9 中的任一个键合于通式 (G1-1) 中的 R^{10} 至 R^{14} 中的任一个。 n 表示 0 至 3 中的任一个, 而 m 表示 1 或 2。 A 表示单键或者取代或未取代的碳数为 6 至 13 的亚芳基, 而 B 表示取代或未取代的具有二苯并咪唑骨架的环、取代或未取代的具有二苯并噻吩骨

架的环或者取代或未取代的具有咪唑骨架的环, R^1 至 R^{15} 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳数为1至6的烷基、取代或未取代的碳数为5至7的环烷基以及取代或未取代的碳数为6至13的芳基中的任一种。

[0060] 另外,在合成方案(b)中,Y表示硼酸、硼酸酯或环状三醇硼酸盐等。作为环状三醇硼酸盐,除了锂盐之外还可以使用钾盐或钠盐。

[0061] 另外,虽然这里没示出合成方案,但是也可以使被芳基取代的二苯并咪唑啉衍生物的硼酸化合物和被二苯并咪唑啉、二苯并咪唑、咪唑或其衍生物取代的卤化合物起反应。

[0062] 以上,虽然说明了本发明的一个方式的杂环化合物的合成方法的一个例子,但是本发明不局限于此,也可以通过任何其他合成方法合成。

[0063] 因为上述本发明的一个方式的有机化合物具有电子传输性及空穴传输性,所以可以将其用作发光层的主体材料或者用于电子传输层、空穴传输层。另外,因为本发明的一个方式的有机化合物是T1能级高的材料,所以优选与发射磷光的物质(磷光材料)组合而用作主体材料。另外,因为本发明的一个方式的有机化合物呈现荧光发光,所以可以将其本身用作发光元件的发光物质。因此,包含这些有机化合物的发光元件也包括在本发明的一个方式的范畴内。

[0064] 另外,通过使用本发明的一个方式的有机化合物,可以实现一种发光效率高的发光元件、发光装置、电子设备或照明装置。此外,本发明的一个方式可以实现一种低功耗的发光元件、发光装置、电子设备或照明装置。

[0065] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0066] 实施方式2

在本实施方式中,参照图1A至图1D说明使用实施方式1所示的有机化合物的发光元件。

[0067] 《发光元件的基本结构》

首先,说明发光元件的基本结构。图1A示出在一对电极之间具有包含发光层的EL层而成的发光元件。具体地说,该发光元件具有EL层103夹在第一电极101与第二电极102之间的结构(单层结构)。

[0068] 图1B示出在一对电极之间具有多个(在图1B中两层)EL层(103a及103b)且在EL层之间具有电荷产生层104的叠层结构(串联结构)的发光元件。具有串联结构的发光元件可以实现能够进行低电压驱动且功耗低的发光装置。

[0069] 电荷产生层104具有如下功能:在对第一电极101及第二电极102施加电压时,对一个EL层(103a或103b)注入电子并对另一个EL层(103b或103a)注入空穴的功能。由此,在图1B中,当以使第一电极101的电压比第二电极102高的方式施加电压时,电子从电荷产生层104注入到EL层103a中,空穴注入到EL层103b中。

[0070] 另外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层104优选对可见光具有透光性(具体地说,对电荷产生层104的可见光的透过率为40%以上)。另外,电荷产生层104即使其电导率比第一电极101或第二电极102低也发挥功能。

[0071] 图1C示出本发明的一个方式的发光元件的EL层103的叠层结构。然而,在此情况下,第一电极101被用作阳极。EL层103具有在第一电极101上依次层叠有空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114以及电子注入层115的结构。另外,在如图1B所示的串联结构所示地具有多个EL层的情况下,各EL层也具有从阳极一侧如上所述地层叠的结

构。另外,在第一电极101为阴极且第二电极102为阳极的情况下,叠层顺序相反。

[0072] EL层(103、103a及103b)中的发光层113适当地组合发光物质及多个物质而具有能够获得呈现所希望的发光颜色的荧光发光及磷光发光的结构。另外,发光层113也可以为发光颜色不同的叠层结构。在此情况下,用于层叠的各发光层的发光物质或其他物质可以分别使用不同材料。另外,也可以采用从图1B所示的多个EL层(103a及103b)中的发光层获得分别不同的发光颜色的结构。在此情况下,用于各发光层的发光物质或其他物质可以分别使用不同材料。

[0073] 另外,在本发明的一个方式的发光元件中,例如,通过使图1C所示的第一电极101为反射电极、使第二电极102为半透射·半反射电极并采用光学微腔谐振器(微腔)结构,可以使从EL层103中的发光层113获得的光在上述电极之间发生谐振,从而可以增强从第二电极102获得的光。

[0074] 在发光元件的第一电极101为由具有反射性的导电材料和具有透光性的导电材料(透明导电膜)的叠层结构构成的反射电极的情况下,可以通过调整透明导电膜的厚度来进行光学调整。具体地说,优选以如下方式进行调整:相对于从发光层113获得的光的波长 λ ,第一电极101与第二电极102的电极间距离为 $m\lambda/2$ (注意, m 为自然数)左右。

[0075] 另外,为了使从发光层113获得的所希望的光(波长: λ)放大,优选调整为如下:从第一电极101到能够获得发光层113的所希望的光的区域(发光区域)的光学距离及从第二电极102到能够获得发光层113的所希望的光的区域(发光区域)的光学距离都成为 $(2m'+1)\lambda/4$ (注意, m' 为自然数)左右。注意,在此说明的“发光区域”是指发光层113中的空穴与电子的再结合区域。

[0076] 通过进行上述光学调整,可以使能够从发光层113获得的特定的单色光的光谱变窄,由此获得色纯度良好的发光。

[0077] 另外,在上述情况下,严格地说,第一电极101和第二电极102之间的光学距离可以说是从第一电极101中的反射区域到第二电极102中的反射区域的总厚度。但是,因为难以准确地决定第一电极101或第二电极102中的反射区域的位置,所以通过假定第一电极101及第二电极102中的任意的位置为反射区域可以充分得到上述效果。另外,严密地说,第一电极101和可以获得所希望的光的发光层之间的光学距离可以说是第一电极101中的反射区域和可以获得所希望的光的发光层中的发光区域之间的光学距离。但是,因为难以准确地决定第一电极101中的反射区域或可以获得所希望的光的发光层中的发光区域的位置,所以通过假定第一电极101中的任意的位置为反射区域且可以获得所希望的光的发光层的任意的位置为发光区域,可以充分得到上述效果。

[0078] 图1C所示的发光元件具有微腔结构,因此即使具有相同的EL层也可以提取不同波长的光(单色光)。由此,为了获得不同的发光颜色不需要分别涂布(例如涂布为R、G、B)。由此,容易实现高分辨率。另外,可以与着色层(滤色片)组合。并且,可以增强具有特定波长的正面方向上的发光强度,从而可以实现低功耗化。

[0079] 另外,在上述本发明的一个方式的发光元件中,第一电极101和第二电极102中的至少一个为具有透光性的电极(透明电极、透射·半反射电极等)。在具有透光性的电极为透明电极的情况下,透明电极的可见光的透过率为40%以上。另外,在该电极为半透射·半反射电极的情况下,半透射·半反射电极的可见光的反射率为20%以上且80%以下,优选

为40%以上且70%以下。另外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0080] 另外,在上述本发明的一个方式的发光元件中,在第一电极101和第二电极102中的一个为具有反射性的电极(反射电极)的情况下,具有反射性的电极的可见光的反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,该电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0081] 《发光元件的具体结构及制造方法》

接着,参照图1A至图1D对本发明的一个方式的发光元件的具体结构及制造方法进行说明。在此,参照图1D说明具有图1B所示的串联结构及微腔结构的发光元件。在图1D所示的发光元件具有微腔结构的情况下,作为第一电极101形成反射电极,作为第二电极102形成半透射·半反射电极。由此,可以单独使用所希望的电极材料或者使用多个电极材料以单层或叠层形成上述电极。另外,第二电极102在形成EL层103b之后,与上述同样地选择材料而形成。另外,上述电极可以利用溅射法或真空蒸镀法形成。

[0082] <第一电极及第二电极>

作为形成第一电极101及第二电极102的材料,如果可以满足上述两个电极的功能则可以适当地组合下述材料。例如,可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。具体而言,可以举出In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。除了上述以外,可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0083] 在图1D所示的发光元件中第一电极101为阳极的情况下,通过真空蒸镀法在第一电极101上依次层叠EL层103a的空穴注入层111a及空穴传输层112a。在形成EL层103a及电荷产生层104之后,与上述同样,在电荷产生层104上依次层叠EL层103b的空穴注入层111b及空穴传输层112b。

[0084] <空穴注入层及空穴传输层>

空穴注入层(111、111a、111b)是将空穴从阳极的第一电极101或电荷产生层104注入到EL层(103、103a、103b)中的层,包含空穴注入性高的材料。

[0085] 作为空穴注入性高的材料,可以举出钼氧化物、钒氧化物、钆氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物。除了上述以外,可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称:H₂Pc)、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。

[0086] 作为空穴注入性高的材料,也可以使用包含空穴传输性材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料。在此情况下,由受体材料从空穴传输性材料抽出电子而在空穴注入层(111、111a、111b)中产生空穴,空穴通过空穴传输层(112、112a、112b)注入到发光层(113、113a、113b)中。另外,空穴注入层(111、111a、111b)可以采用由包含空穴传输性材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料构成的单层,也可以采用分别使用空穴传输性材料及受体

材料(电子受体材料)形成的层的叠层。

[0087] 空穴传输层(112、112a、112b)是将从第一电极101经过空穴注入层(111、111a、111b)注入的空穴传输到发光层(113、113a、113b)中的层。另外,空穴传输层(112、112a、112b)是包含空穴传输性材料的层。作为用于空穴传输层(112、112a、112b)的空穴传输性材料,特别优选使用具有与空穴注入层(111、111a、111b)的HOMO能级相同或相近的HOMO能级的材料。

[0088] 作为用于空穴注入层(111、111a、111b)的受体材料,可以使用属于元素周期表中的第4族至第8族的金属的氧化物。具体地说,可以举出氧化钼、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钨、氧化锰、氧化镱。特别优选使用氧化钼,因为其在大气中也稳定,吸湿性低,并且容易处理。除了上述以外,可以举出醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮杂苯并菲衍生物等有机受体。具体地说,可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(简称:HAT-CN)等。

[0089] 作为用于空穴注入层(111、111a、111b)及空穴传输层(112、112a、112b)的空穴传输性材料,优选为具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质。另外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,可以使用上述以外的物质。

[0090] 作为空穴传输性材料,优选使用富 π 电子型杂芳族化合物(例如,咔唑衍生物或吡啶衍生物)或芳香胺化合物,具体的例子为如下:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 α -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-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)、3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:PCBiF)、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)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-联芴-2-胺(简称:PCBASF)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)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)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并咪唑)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-

苯基-9H-芴-9-基) 苯基] 苯基] 二苯并咪唑 (简称:mmDBFFLi-II) 等具有咪唑骨架的化合物。

[0091] 再者,还可以使用聚(N-乙基哌啶) (简称:PVK)、聚(4-乙基三苯胺) (简称:PVTPA)、聚[N-(4-[N'-(4-(4-二苯基氨基) 苯基] 苯基-N'-苯基氨基) 苯基) 甲基丙烯酰胺] (简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基) 联苯胺] (简称:Poly-TPD) 等高分子化合物。

[0092] 注意,空穴传输性材料不局限于上述材料,可以组合一种或多种的已知的各种各样材料而用于空穴注入层(111、111a、111b)及空穴传输层(112、112a、112b)作为空穴传输性材料。另外,空穴传输层(112、112a、112b)也可以分别由多个层构成。也就是说,例如,也可以层叠有第一空穴传输层和第二空穴传输层。

[0093] 接着,在图1D所示的发光元件中,通过真空蒸镀法在EL层103a中的空穴传输层112a上形成发光层113a。另外,在形成EL层103a及电荷产生层104之后,通过真空蒸镀法在EL层103b中的空穴传输层112b上形成发光层113b。

[0094] <发光层>

发光层(113、113a、113b)是包含发光物质的层。另外,作为发光物质,适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等的发光颜色的物质。另外,通过在多个发光层(113a、113b)中分别使用不同的发光物质,可以成为呈现不同的发光颜色的结构(例如,可以组合处于补色关系的发光颜色获得白色发光)。再者,也可以为一个发光层具有不同的发光物质的叠层结构。

[0095] 另外,发光层(113、113a、113b)除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料、辅助材料)。另外,作为一种或多种有机化合物,可以使用在本实施方式中进行说明的空穴传输性材料和电子传输性材料中的一方或双方。

[0096] 对可用于发光层(113、113a、113b)的发光物质没有特别的限制,可以使用将单重激发能量转换为可见光区域的光的发光物质或将三重激发能量转换为可见光区域的光的发光物质。另外,作为上述发光物质,例如可以举出如下物质。

[0097] 作为将单重激发能量转换成发光的发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光材料),例如可以举出芘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、哌啶衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并咪唑衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、噻啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。尤其是芘衍生物的发光量子产率高,所以是优选的。作为芘衍生物的具体例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基] 芘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基) 苯基] 芘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(二苯并咪唑-2-基)-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N'-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)、N,N'-(芘-1,6-二基) 双[(N-苯基苯并[b] 萘并[1,2-d] 咪唑)-6-胺](简称:1,6BnfAPrn)、N,N'-(芘-1,6-二基) 双[(N-苯基苯并[b] 萘并[1,2-d] 咪唑)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-02)、N,N'-(芘-1,6-二基) 双[(6,N-二苯基苯并[b] 萘并[1,2-d] 咪唑)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)等。

[0098] 除了上述以外,可以使用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'-双[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咪唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咪唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基-2,4,1-亚苯基)双[N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咪唑-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)等。

[0099] 作为将三重激发能量转换成发光的发光物质,例如可以举出发射磷光的物质(磷光材料)或呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(TADF)材料。

[0100] 作为磷光材料,可以举出有机金属配合物、金属配合物(铂配合物)、稀土金属配合物等。这种物质根据每个物质呈现不同的发光颜色(发光峰值),因此根据需要适当地选择而使用。

[0101] 作为呈现蓝色或绿色且其发射光谱的峰值波长为450nm以上且570nm以下的磷光材料,可以举出如下物质。

[0102] 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(triazolato))铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])、三[3-(5-联苯)-5-异丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(iPr5btz)₃])等具有4H-三唑骨架的有机金属配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑(triazolato))铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等具有1H-三唑骨架的有机金属配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等具有咪唑骨架的有机金属配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡啶基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIracac)等以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物等。

[0103] 作为呈现绿色或黄色且其发射光谱的峰值波长为495nm以上且590nm以下的磷光材料,可以举出如下物质。

[0104] 例如可以举出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降苄基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]铱(III)

(简称: $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基- $\kappa\text{N}3$]苯基- κC }铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dmppm-dmp})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶)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)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)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- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、双(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^{2'}$)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- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、双(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物、双(2,4-二苯基-1,3-噁唑- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{dpo})_2(\text{acac})]$)、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶- $\text{N},\text{C}^{2'}$ }铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{p-PF-ph})_2(\text{acac})]$)、双(2-苯基苯并噁唑- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{bt})_2(\text{acac})]$)等有机金属配合物、三(乙酰丙酮根)(单菲罗啉)铽(III)(简称: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)等稀土金属配合物。

[0105] 作为呈现黄色或红色且其发射光谱的峰值波长为570nm以上且750nm以下的磷光材料,可以举出如下物质。

[0106] 例如可以举出(二异丁酰甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$)、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$)、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)等具有嘧啶骨架的有机金属配合物;(乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡嗪)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、双(2,3,5-三苯基吡嗪)(二新戊酰甲烷)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基- κN]苯基- κC } (2,6-二甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})]$)、双{4,6-二甲基-2-[5-(4-氟基-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基- κN]苯基- κC } (2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmCP})_2(\text{dpm})]$)、(乙酰丙酮)双[2-甲基-3-苯基喹喔啉合(quinoxalinato)]- $\text{N},\text{C}^{2'}$]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mpq})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮)双(2,3-二苯基喹喔啉合(quinoxalinato)- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dpq})_2(\text{acac})]$)、(乙酰丙酮)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)等具有吡嗪骨架的有机金属配合物;三(1-苯基异喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$)、双(1-苯基异喹啉- $\text{N},\text{C}^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)等具有吡啶骨架的有机金属配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称: $[\text{PtOEP}]$)等铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲罗啉)铕(III)(简称: $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$)、三[1-(2-噁吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲罗啉)铕(III)(简称: $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)等稀土金属配合物。

[0107] 作为用于发光层(113、113a、113b)的有机化合物(主体材料、辅助材料),可以使用选择一种或多种其能隙比发光物质(客体材料)大的物质。作为该有机化合物(主体材料、辅助材料),也可以使用上述空穴传输性材料及下述电子传输性材料。

[0108] 当发光物质是荧光材料时,优选使用单重激发态的能级大且三重激发态的能级小的有机化合物作为主体材料。例如,优选使用蒽衍生物或并四苯衍生物。具体而言,可以举

出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)、5,12-二苯基并四苯、5,12-双(联苯-2-基)并四苯等。

[0109] 在发光物质是磷光材料的情况下,选择其三重态激发能量比发光物质的三重态激发能量(基态和三重激发态之间的能量差)大的有机化合物作为主体材料,即可。在此情况下,可以使用锌或铝类金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、菲罗啉衍生物等杂芳族化合物或者芳香胺、咔唑衍生物等。

[0110] 具体地说,三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Al₃q)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alm₃q)、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;2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)-三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBPhen)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:CO11)等杂环化合物、NPB、TPD、BSPB等芳香胺化合物。

[0111] 另外,可以举出蒽衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒝(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]蒝(chrysene)衍生物等稠合多环芳香化合物(condensed polycyclic aromatic compound)。具体地,可以举出9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、YGAPA、PCAPA、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、2PCAPA、6,12-二甲氧基-5,11-二苯蒝、DBC1、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙稀-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)以及1,3,5-三(1-芘基)苯(简称:TPB3)等。

[0112] 另外,在将多个有机化合物用于发光层(113、113a、113b)的情况下,优选组合形成激基复合物的化合物和发光物质而使用。在此情况下,可以适当地组合各种有机化合物而使用,但是为了高效地形成激基复合物,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)和容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。另外,作为空穴传输性材料及电子传输性材料的具体例子,可以使用本实施方式所示的材料。

[0113] TADF材料是指能够利用微小的热能量将三重激发态上转换(up-convert)为单重激发态(逆系间窜越)并高效率地呈现来自单重激发态的发光(荧光)的材料。可以高效率地获得热活化延迟荧光的条件为如下:三重激发能级和单重激发能级之间的能量差为0eV以

上且0.2eV以下,优选为0eV以上且0.1eV以下。TADF材料所呈现的延迟荧光是指其光谱与一般的荧光同样但其寿命非常长的发光。该寿命为 10^{-6} 秒以上,优选为 10^{-3} 秒以上。

[0114] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯或其衍生物、普鲁黄素等吡啶衍生物、伊红等。另外,可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为含金属卟啉,例如,也可以举出原卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(简称:PtCl₂OEP)等。

[0115] 除了上述以外,可以使用2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、2-[4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-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]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 电子型芳杂环及缺 π 电子型芳杂环的杂环化合物。另外,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 电子型芳杂环的供体性和缺 π 电子型芳杂环的受体性都强,单重激发态与三重激发态之间的能量差变小,所以是尤其优选的。

[0116] 另外,在使用TADF材料的情况下,可以组合其他有机化合物使用。

[0117] 接着,在图1D所示的发光元件中,通过真空蒸镀法在EL层103a中的发光层113a上形成电子传输层114a。另外,在形成EL层103a及电荷产生层104之后,通过真空蒸镀法在EL层103b中的发光层113b上形成电子传输层114b。

[0118] <电子传输层>

电子传输层(114、114a、114b)是将从第二电极102经过电子注入层(115、115a、115b)注入的电子传输到发光层(113、113a、113b)中的层。另外,电子传输层(114、114a、114b)是包含电子传输性材料的层。作为用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料,优选为具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。另外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,可以使用上述以外的物质。

[0119] 作为用于电子传输性材料可以举出具有喹啉配体、苯并喹啉配体、噻唑配体、噻唑配体的金属配合物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、菲罗啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物等。除了上述以外,也可以使用含氮杂芳族化合物等缺 π 电子型杂芳族化合物。

[0120] 具体地说,Alq₃、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(简称:BeBq₂)、BA1q、双[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑]锌(II)(简称:Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑]锌(简称:Zn(BTZ)₂)等金属配合物、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噻二唑(简称:PBD)、OXD-7、3-(4'-联苯基)-4-苯基-5-(4''-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、红菲咯啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)、4,4'-双(5-甲基苯并噻唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等杂芳族化合物、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噻

啻啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]啻啉(简称:2mDBTPDBq-III)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咪唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]啻啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]啻啉(简称:7mDBTPDBq-II)和6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]啻啉(简称:6mDBTPDBq-II)等啻啉衍生物或二苯并啻啉衍生物。

[0121] 另外,还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0122] 另外,电子传输层(114、114a、114b)既可由单层构成又可由层叠有两层以上的由上述物质构成的层的构成。

[0123] 接着,在图1D所示的发光元件中,通过真空蒸镀法在EL层103a中的电子传输层114a上形成电子注入层115a。然后,形成EL层103a上的电荷产生层104、EL层103b中的空穴注入层111b、空穴传输层112b、发光层113b及电子传输层114b,然后通过真空蒸镀法形成电子注入层115b。

[0124] <电子注入层>

电子注入层(115、115a、115b)是包含电子注入性高的物质的层。作为电子注入层(115、115a、115b),可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)及锂氧化物(LiO_x)等碱金属、碱土金属或这些金属的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF₃)等稀土金属化合物。此外,也可以将电子盐用于电子注入层(115、115a、115b)。作为该电子盐,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。另外,也可以使用如上所述的构成电子传输层(114、114a、114b)的物质。

[0125] 此外,也可以将混合有机化合物与电子给体(供体)而成的复合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。这种复合材料因为通过电子给体在有机化合物中产生电子而具有优异的电子注入性和电子传输性。在此情况下,有机化合物优选是在传输所产生的电子方面性能优异的材料,具体而言,例如,可以使用用于如上所述的电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料(金属配合物、杂芳族化合物等)。作为电子给体,只要是对有机化合物呈现电子供给性的物质即可。具体而言,优选使用碱金属、碱土金属和稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、铟、镱等。另外,优选使用碱金属氧化物或碱土金属氧化物,可以举出锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,还可以使用氧化镁等路易斯碱。另外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。

[0126] 在图1D所示的发光元件中,例如,在使从发光层113b获得的光放大的情况下,优选以第二电极102与发光层113b之间的光学距离小于发光层113b所呈现的光的波长的 $\lambda/4$ 的方式形成。在此情况下,通过改变电子传输层114b或电子注入层115b的厚度,可以调整光学距离。

[0127] <电荷产生层>

在图1D所示的发光元件中,电荷产生层104具有如下功能:在对第一电极101(阳极)及第二电极102(阴极)施加电压时,对EL层103a注入电子且对EL层103b注入空穴的功能。电荷产生层104既可以具有对空穴传输性材料添加有电子受体(受体)的结构,也可以具有对电子传输性材料添加有电子给体(供体)的结构。或者,也可以层叠有这两种结构。另外,通过

使用上述材料形成电荷产生层104,可以抑制在层叠EL层时的驱动电压的增大。

[0128] 在电荷产生层104具有对空穴传输性材料添加有电子受体的结构的情况下,作为空穴传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。另外,作为电子受体,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌等。另外,可以举出属于元素周期表中第4族至第8族的元素的金属的氧化物。具体地说,可以举出氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰、氧化铯等。

[0129] 在电荷产生层104具有对电子传输性材料添加有电子供体的结构的情况下,作为电子传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。另外,作为电子给体,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属或属于元素周期表中第2族、第13族的金属及它们的氧化物或碳酸盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)等有机化合物用作电子给体。

[0130] <衬底>

本实施方式所示的发光元件可以形成在各种衬底上。作为该衬底的一个例子,可以举出半导体衬底(例如,单晶衬底或硅衬底)、SOI衬底、玻璃衬底、石英衬底、塑料衬底、金属衬底、不锈钢衬底、包含不锈钢箔的衬底、钨衬底、包含钨箔的衬底、柔性衬底、贴合薄膜、包含纤维状材料的纸或基材薄膜等。

[0131] 作为玻璃衬底的例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等,可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)为代表的塑料、聚丙烯等合成树脂、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、聚氯乙烯、聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧、无机蒸镀薄膜、纸类等。

[0132] 另外,当制造本实施方式所示的发光元件时,可以利用蒸镀法等真空工序或旋涂法、喷墨法等溶液工序。作为蒸镀法,可以利用溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)或化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平板印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接触印刷法等)等方法形成包括在发光元件的EL层中的功能层(空穴注入层(111a、111b)、空穴传输层(112a、112b)、发光层(113a、113b)、电子传输层(114a、114b)、电子注入层(115a、115b)以及电荷产生层104)。

[0133] 另外,本实施方式所示的构成发光元件的EL层(103a、103b)的各功能层(空穴注入层(111a、111b)、空穴传输层(112a、112b)、发光层(113a、113b)、电子传输层(114a、114b)、电子注入层(115a、115b))以及电荷产生层104的材料不局限于此,只要为可以满足各层的功能的材料就可以组合地使用。作为一个例子,可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介于低分子与高分子之间的化合物:分子量为400至4000)、无机化合物(量子点材料等)等。作为量子点材料,可以使用胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0134] 本实施方式所示的结构可以适当地与其他实施方式所示的结构组合而使用。

[0135] 实施方式3

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的发光装置。图2A所示的发光装置是形成在第一衬底201上的晶体管(FET)202和发光元件(203R、203G、203B、203W)电连接而成的有源

矩阵型发光装置,多个发光元件(203R、203G、203B、203W)共享EL层204,并且采用根据各发光元件的发光颜色分别调整了各发光元件的电极之间的光学距离的微腔结构。另外,采用从EL层204得到的发光穿过形成在第二衬底205上的滤色片(206R、206G、206B)射出的顶部发射型发光装置。

[0136] 在图2A所示的发光装置中,将第一电极207用作反射电极,并将第二电极208用作半透射·半反射电极。作为用来形成第一电极207及第二电极208的电极材料,可以参照其他实施方式而适当地使用。

[0137] 另外,在图2A中,例如,在以发光元件203R、203G、203B、203W分别作为红色发光元件、绿色发光元件、蓝色发光元件、白色发光元件的情况下,如图2B所示,将发光元件203R中的第一电极207与第二电极208之间的距离调整为光学距离200R,将发光元件203G中的第一电极207与第二电极208之间的距离调整为光学距离200G,并且将发光元件203B中的第一电极207与第二电极208之间的距离调整为光学距离200B。另外,如图2B所示,通过将导电层207R层叠在发光元件203R的第一电极207上,并将导电层207G层叠在发光元件203G的第一电极207上,可以进行光学调整。

[0138] 在第二衬底205上形成有滤色片(206R、206G、206B)。滤色片透射可见光中的特定区域的波长并遮阻特定区域的波长。因此,如图2A所示,通过在与发光元件203R重叠的位置上设置只透射红色的波长区域的滤色片206R,可以从发光元件203R得到红色光。另外,通过在与发光元件203G重叠的位置上设置只透射绿色的波长区域的滤色片206G,可以从发光元件203G得到绿色光。另外,通过在与发光元件203B重叠的位置上设置只透射蓝色的波长区域的滤色片206B,可以从发光元件203B得到蓝色光。但是,可以从发光元件203W得到白色发光,而不设置滤光片。另外,也可以在一种滤色片的端部设置有黑色层(黑矩阵)209。再者,滤色片(206R、206G、206B)或黑色层209也可以被由透明材料构成的保护层覆盖。

[0139] 虽然在图2A中示出在第二衬底205一侧取出光的结构(顶部发射型)的发光装置,但是也可以采用如图2C所示那样在形成有FET202的第一衬底201一侧取出光的结构(底部发射型)的发光装置。在底部发射型发光装置中,将第一电极207用作半透射·半反射电极,并将第二电极208用作反射电极。另外,作为第一衬底201,至少使用具有透光性的衬底。另外,如图2C所示,将滤色片(206R'、206G'、206B')设置在比发光元件(203R、203G、203B)更靠近第一衬底201的一侧即可。

[0140] 另外,虽然在图2A中示出发光元件为红色发光元件、绿色发光元件、蓝色发光元件以及白色发光元件的情况,但是本发明的一个方式的发光元件不局限于该结构,而也可以包括黄色发光元件或橙色发光元件。作为用来制造这些发光元件的EL层(发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、电荷产生层)用材料,可以参照其他实施方式而适当地使用。在此情况下,需要根据发光元件的发光颜色而适当地选择滤色片。

[0141] 通过采用上述结构,可以得到具备发射多个颜色的光的发光元件的发光装置。

[0142] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0143] 实施方式4

在本实施方式中,对本发明的一个方式的发光装置进行说明。

[0144] 通过采用本发明的一个方式的发光元件的元件结构,可以制造有源矩阵型发光装置或无源矩阵型发光装置。另外,有源矩阵型发光装置具有组合了发光元件和晶体管(FET)

的结构。由此,无源矩阵型发光装置和有源矩阵型发光装置都包括在本发明的一个方式中。另外,可以将其他实施方式所示的发光元件应用于本实施方式所示的发光装置。

[0145] 在本实施方式中,首先参照图3A和图3B说明有源矩阵型发光装置。

[0146] 图3A是发光装置的俯视图,图3B是沿图3A中的点划线A-A'进行切割的截面图。有源矩阵型发光装置具有设置在第一衬底301上的像素部302、驱动电路部(源极线驱动电路)303以及驱动电路部(栅极线驱动电路)(304a、304b)。将像素部302及驱动电路部(303、304a、304b)用密封剂305密封在第一衬底301与第二衬底306之间。

[0147] 在第一衬底301上设置有引绕布线307。引绕布线307与作为外部输入端子的FPC308连接。FPC308用来对驱动电路部(303、304a、304b)传递来自外部的信号(例如,视频信号、时钟信号、起始信号或复位信号等)或电位。另外,FPC308也可以安装有印刷电路板(PWB)。安装有这些FPC和PWB的状态也可以包括在发光装置中。

[0148] 图3B示出截面结构。

[0149] 像素部302由具有FET(开关用FET)311、FET(电流控制用FET)312以及电连接于FET312的第一电极313的多个像素构成。对各像素所具有的FET个数没有特别的限制,而根据需要适当地设置即可。

[0150] 另外,对FET309、310、311、312没有特别的限制,例如可以适用交错型晶体管或反交错型晶体管。另外,也可以采用顶栅型或底栅型等的晶体管结构。

[0151] 另外,对可用于上述FET309、310、311、312的半导体的结晶性没有特别的限制,也可以使用非晶半导体和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)中的任一个。通过使用具有结晶性的半导体,可以抑制晶体管特性的劣化,所以是优选的。

[0152] 作为上述半导体,例如可以使用第14族元素、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体等。典型地是,可以使用包含硅的半导体、包含砷化镓的半导体或包含铟的氧化物半导体等。

[0153] 驱动电路部303包括FET309及FET310。FET309及FET310既可以由包含单极性(N型和P型中的任一个)晶体管的电路形成,也可以由包含N型晶体管及P型晶体管的CMOS电路形成。另外,也可以采用外部具有驱动电路的结构。

[0154] 第一电极313的端部由绝缘物314覆盖。绝缘物314可以使用负型感光树脂或正型感光树脂(丙烯酸树脂)等有机化合物或者氧化硅、氮化硅、氮化硅等无机化合物。绝缘物314的上端部或下端部优选有具有曲率的曲面。由此,可以使形成在绝缘物314上的膜具有良好的覆盖性。

[0155] 在第一电极313上层叠形成有EL层315及第二电极316。EL层315具有发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、电荷产生层等。

[0156] 作为本实施方式所示的发光元件317的结构,可以应用其他实施方式所示的结构或材料。虽然在此未图示,但是第二电极316与作为外部输入端子的FPC308电连接。

[0157] 虽然在图3B所示的截面图中仅示出一个发光元件317,但是,在像素部302中多个发光元件被配置为矩阵状。通过在像素部302中分别选择性地形成能够得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光元件,可以形成能够进行全彩色显示的发光装置。另外,除了可以得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光元件以外,例如也可以形成能够得到白色(W)、黄色(Y)、品红色

(M)、青色(C)等颜色的发光的发光元件。例如,通过对能够得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光元件追加能够得到上述多种发光的发光元件,可以获得色纯度的提高、电力消耗的降低等效果。另外,也可以通过与滤色片组合来实现能够进行全彩色显示的发光装置。

[0158] 通过使用密封剂305将第二衬底306与第一衬底301贴合在一起,使第一衬底301上的FET(309、310、311、312)和发光元件317位于由第一衬底301、第二衬底306和密封剂305围绕的空间318。另外,空间318可以填充有惰性气体(如氮气或氩气等),也可以填充有有机物(包括密封剂305)。

[0159] 可以将环氧类树脂或玻璃料用作密封剂305。另外,这些材料优选是尽量未使水分和氧透过的材料。另外,第二衬底306可以使用与第一衬底301同样的材料。由此,可以使用其他实施方式所示的各种衬底。作为衬底,除了玻璃衬底和石英衬底之外,还可以使用由FRP(Fiber-Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF(polyvinyl fluoride:聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。从粘合性的观点来看,在作为密封剂使用玻璃料的情况下,作为第一衬底301及第二衬底306优选使用玻璃衬底。

[0160] 如上所述,可以得到有源矩阵型发光装置。

[0161] 另外,当在柔性衬底上形成有源矩阵型发光装置时,可以在柔性衬底上直接形成FET及发光元件,也可以在具有剥离层的其他衬底上形成FET及发光元件之后通过施加热、力量、激光照射等使FET与发光元件在剥离层分离再将其转置于衬底。另外,作为剥离层,例如可以使用钨膜及氧化硅膜的无机膜的叠层或聚酰亚胺等有机树脂膜等。另外,作为柔性衬底,除了可以形成晶体管的衬底之外,还可以举出纸衬底、玻璃纸衬底、芳族聚酰胺薄膜衬底、聚酰亚胺薄膜衬底、布衬底(包括天然纤维(丝、棉、麻)、合成纤维(尼龙、聚氨酯、聚酯)或再生纤维(醋酯纤维、铜氨纤维、人造纤维、再生聚酯)等)、皮革衬底、橡皮衬底等。通过使用这种衬底,可以实现良好的耐性及耐热性且轻量化及薄型化。

[0162] 本实施方式所示的结构可以适当地与其他实施方式所示的结构组合而使用。

[0163] 实施方式5

在本实施方式中,对适用本发明的一个方式的发光装置而完成的各种各样的电子设备、汽车的例子进行说明。

[0164] 作为适用发光装置的电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、音频再现装置、弹珠机等大型游戏机等。图4A至图4D、图4D'-1及图4D'-2以及图5A至图5C示出这些电子设备的具体例子。

[0165] 图4A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,框体7101中组装有显示部7103。由显示部7103能够显示图像,显示部7103也可以采用安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。此外,可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7103。在此示出利用支架7105支撑框体7101的结构。

[0166] 通过利用框体7101所具备的操作开关、或另外提供的遥控操作机7110可以进行电视装置7100的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以进行频道、音量的操作,并可以对在显示部7103上显示的图像进行操作。此外,也可以采用在遥控操作机7110中设置显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107的结构。

[0167] 电视装置7100采用具备接收机、调制解调器等结构。通过接收机可以接收一般

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,可以进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者彼此之间等)的信息通信。

[0168] 图4B为计算机,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。该计算机可以通过将本发明的一个方式的发光装置用于其显示部7203来制造。此外,显示部7203也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。

[0169] 图4C为智能手表,该智能手表包括框体7302、显示部7304、操作按钮7311、操作按钮7312、连接端子7313、表带7321、表带扣7322等。

[0170] 安装在兼作框架(bezel)部分的框体7302中的显示部7304具有非矩形状的显示区域。显示部7304可以显示表示时间的图标7305以及其他图标7306等。此外,显示部7304也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。

[0171] 图4C所示的智能手表可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:在显示部上显示多种信息(静态图像、运动图像、文字图像等)的功能;触摸面板功能:显示日历、日期或时间等的功能;以多种软件(程序)控制处理的功能;无线通信功能:使用无线通信功能与多种计算机网络连接的功能;使用无线通信功能发送并接收多种数据的功能;以及读取储存于存储介质内的程序或数据并且将该程序或数据显示于显示部上的功能等。

[0172] 框体7302的内部可具有扬声器、传感器(包括测定如下因素的功能:力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、斜率、振动、气味或红外线)、麦克风等。另外,智能手表可以通过将发光装置用于其显示部7304来制造。

[0173] 图4D示出移动电话机(包括智能手机)的一个例子。移动电话机7400在框体7401中具备显示部7402、麦克风7406、扬声器7405、相机7407、外部连接部7404、操作按钮7403等。当将本发明的一个方式的发光元件形成在具有柔性的衬底来制造发光装置时,可以应用于如图4D所示那样的具有曲面的显示部7402。

[0174] 图4D所示的移动电话机7400可以用手指等触摸显示部7402来输入信息。此外,可以用手指等触摸显示部7402来进行打电话或写电子邮件等的操作。

[0175] 显示部7402的屏幕主要有如下三种模式:第一是以图像显示为主的显示模式;第二是以文字等信息输入为主的输入模式;第三是混合显示模式与输入模式的两种模式的显示及输入模式。

[0176] 例如,在打电话或写电子邮件的情况下,将显示部7402设定为以文字输入为主的文字输入模式,并进行显示在屏幕的文字的输入操作即可。在此情况下,优选的是,在显示部7402的屏幕的大部分上显示键盘或号码按钮。

[0177] 另外,通过在移动电话机7400内部设置陀螺仪和加速度传感器等检测装置,判断移动电话机7400的方向(纵向或横向),由此可以对显示部7402的屏幕显示进行自动切换。

[0178] 通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,切换屏幕模式。或者,可以根据显示在显示部7402上的图像的类型而切换屏幕模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏幕模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏幕模式切换成输入模式。

[0179] 另外,当在输入模式下通过获得显示部7402的光传感器所检测的信号并在一定时

间内未进行显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制将画面模式从输入模式切换到显示模式。

[0180] 还可以将显示部7402用作图像传感器。例如,可以通过用手掌或手指触摸显示部7402来拍摄掌纹、指纹等,进行个人识别。另外,还可以通过将发出近红外光的背光或发出近红外光的传感用光源用于显示部,拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0181] 再者,作为移动电话机(包括智能手机)的其他结构,也可以采用具有图4D'-1及图4D'-2所示的结构移动电话机。

[0182] 在具有图4D'-1及图4D'-2所示的结构移动电话机中,不仅在框体7500(1)、框体7500(2)的第一面7501(1)、第一面7501(2)上,而且还在第二面7502(1)、第二面7502(2)上显示文字信息或图像信息等。借助于这种结构,使用者能够在将移动电话机收纳在上衣口袋中的状态下容易确认在第二面7502(1)、第二面7502(2)等上显示的文字信息或图像信息等。

[0183] 作为适用发光装置的电子设备,可以举出图5A至图5C所示的能够折叠的便携式信息终端。图5A示出展开状态的便携式信息终端9310。图5B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5C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。

[0184] 显示部9311由铰链部9313所连接的三个框体9315来支撑。此外,显示部9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。此外,显示部9311通过铰链部9313使两个框体9315之间弯折,由此可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置应用于显示部9311。显示部9311中的显示区域9312是位于折叠状态的便携式信息终端9310的侧面的显示区域。在显示区域9312中可以显示信息图标或者使用频率高的应用软件或程序的快捷方式等,能够顺利地进行信息的确认或软件的开启。

[0185] 图6A和图6B示出适用发光装置的汽车。就是说,可以与汽车一体地形成发光装置。具体而言,可以适用于图6A所示的汽车的外侧的灯5101(包括车身后部)、轮胎的轮毂5102、车门5103的一部分或整体等。另外,可以适用于图6B所示的汽车内侧的显示部5104、方向盘5105、变速杆5106、座位5107、倒后镜5108等。除此之外,也可以适用于玻璃窗的一部分。

[0186] 如上所述,可以适用本发明的一个方式的发光装置来得到电子设备或汽车。能够适用的电子设备或汽车不局限于在本实施方式中示出的电子设备或汽车,在各种领域可以应用。

[0187] 注意,本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[0188] 实施方式6

在本实施方式中,参照图7A至图7D说明应用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光元件而制造的照明装置的结构。

[0189] 图7A至图7D示出照明装置的截面图的例子。图7A及图7B是在衬底一侧提取光的底部发射型照明装置,而图7C及图7D是在密封衬底一侧提取光的顶部发射型照明装置。

[0190] 图7A所示的照明装置4000在衬底4001上包括发光元件4002。另外,照明装置4000

在衬底4001的外侧包括具有凹凸的衬底4003。发光元件4002包括第一电极4004、EL层4005以及第二电极4006。

[0191] 第一电极4004与电极4007电连接,第二电极4006与电极4008电连接。另外,也可以设置与第一电极4004电连接的辅助布线4009。此外,在辅助布线4009上形成有绝缘层4010。

[0192] 衬底4001与密封衬底4011由密封剂4012粘合。另外,优选在密封衬底4011与发光元件4002之间设置有干燥剂4013。由于衬底4003具有如图7A所示那样的凹凸,因此可以提高提取在发光元件4002中产生的光的效率。

[0193] 另外,如图7B所示的照明装置4100那样,也可以在衬底4001的外侧设置扩散板4015代替衬底4003。

[0194] 图7C所示的照明装置4200在衬底4201上包括发光元件4202。发光元件4202包括第一电极4204、EL层4205以及第二电极4206。

[0195] 第一电极4204与电极4207电连接,第二电极4206与电极4208电连接。另外,也可以设置与第二电极4206电连接的辅助布线4209。另外,也可以在辅助布线4209下设置绝缘层4210。

[0196] 衬底4201与具有凹凸的密封衬底4211由密封剂4212粘合。另外,也可以在密封衬底4211与发光元件4202之间设置阻挡膜4213及平坦化膜4214。由于密封衬底4211具有如图7C所示那样的凹凸,因此可以提高提取在发光元件4202中产生的光的效率。

[0197] 另外,如图7D所示的照明装置4300那样,也可以在发光元件4202上设置扩散板4215代替密封衬底4211。

[0198] 此外,如本实施方式所示,通过使用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光元件,可以提供具有所希望的色度的照明装置。

[0199] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合。

[0200] 实施方式7

在本实施方式中,参照图8对适用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光元件而制造的照明装置的应用例子进行说明。

[0201] 作为室内的照明装置,可以应用于天花射灯8001。作为天花射灯8001,有天花安装型或天花嵌入型。这种照明装置可以由发光装置与框体或盖的组合构成。除此以外,也可以应用于吊灯型(从天花板吊电缆)的照明装置。

[0202] 另外,脚灯8002能够照射地面上,以提高安全性。例如,能够有效地利用于卧室、楼梯或通路等。在此情况下,可以根据房间的尺寸或结构而适当地改变其尺寸或形状。另外,也可以组合发光装置和支撑台构成安装型照明装置。

[0203] 另外,片状照明8003为薄膜状的照明装置。因为将其贴在墙上而使用,所以不需要空间而可以应用于各种用途。另外,容易实现大面积化。另外,也可以将其贴在具有曲面的墙或框体上。

[0204] 另外,也可以使用来自光源的光只被控制为所希望的方向上的照明装置8004。

[0205] 通过将本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光元件用于上述以外的室内家具的一部分,可以提供具有家具的功能的照明装置。

[0206] 如上所述,可以得到适用发光装置的各种各样的照明装置。另外,这种照明装置包括在本发明的一个方式中。

[0207] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0208] 实施方式8

在本实施方式中,参照图9A至图13对包括本发明的一个方式的发光装置的结构触摸屏进行说明。

[0209] 图9A和图9B是触摸屏2000的透视图。注意,在图9A和图9B中,为了容易理解,示出触摸屏2000的典型的构成要素。

[0210] 触摸屏2000具备显示面板2501及触摸传感器2595(参照图9B)。触摸屏2000还具有衬底2510、衬底2570以及衬底2590。

[0211] 显示面板2501包括衬底2510上的多个像素以及能够向该像素供应信号的多个布线2511。多个布线2511被引导到衬底2510的外周部,其一部分构成端子2519。端子2519与FPC2509(1)电连接。

[0212] 衬底2590具备触摸传感器2595以及多个与触摸传感器2595电连接的布线2598。多个布线2598被引导在衬底2590的外周部,其一部分构成端子2599。端子2599与FPC2509(2)电连接。另外,为了容易理解,在图9B中由实线示出设置在衬底2590的背面一侧(与衬底2570相对的面一侧)的触摸传感器2595的电极以及布线等。

[0213] 作为触摸传感器2595,例如可以使用电容式触摸传感器。作为电容式触摸传感器,可以举出表面电容式触摸传感器、投影电容式触摸传感器等。

[0214] 作为投影电容式触摸传感器,可以举出自电容式触摸传感器、互电容式触摸传感器等,这些主要根据驱动方式的差异而区分。当使用互电容式触摸传感器时,可以同时进行了多点检测,所以是优选的。

[0215] 首先,参照图9B对采用投影电容式触摸传感器的情况进行说明。投影电容式触摸传感器可以应用能够检测出指头等检测对象靠近或接触的各种传感器。

[0216] 投影电容式触摸传感器2595具有电极2591及电极2592。电极2591及电极2592分别与多个布线2598中的不同的布线电连接。如图9A和图9B所示,电极2592具有在一个方向上重复地配置的多个四边形的每个角部通过布线2594相互连接的形状。电极2591也同样地具有多个四边形的角部连接的形状,但是电极2591的连接方向与电极2592的连接方向交叉。注意,电极2591的连接方向与电极2592的连接方向不一定需要垂直,它们之间的角度也可以大于0度且小于90度。

[0217] 优选尽量减小布线2594与电极2592的交叉部的面积。由此,可以减小没有设置电极的区域的面积,从而可以降低透射率的不均匀。其结果,可以降低透过触摸传感器2595的光的亮度不均匀。

[0218] 另外,电极2591及电极2592的形状不局限于此,可以具有各种形状。例如,也可以以尽量没有间隙的方式配置多个电极2591,并且隔着绝缘层设置多个电极2592。此时,通过在相邻的两个电极2592之间设置与它们电绝缘的虚拟电极,可以减小透射率不同的区域的面积,所以是优选的。

[0219] 接着,参照图10A和图10B对触摸屏2000进行详细说明。图10A和图10B相当于图9A所示的点划线X1-X2之间的截面图。

[0220] 触摸屏2000包括触摸传感器2595及显示面板2501。

[0221] 触摸传感器2595包括与衬底2590接触地配置为交错形状的电极2591及电极2592、

覆盖电极2591及电极2592的绝缘层2593以及使相邻的电极2591电连接的布线2594。此外，在相邻的电极2591之间设置有电极2592。

[0222] 电极2591及电极2592可以使用透光导电材料形成。作为透光导电材料，可以举出In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外，还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。另外，也可以使用石墨烯化合物。此外，当使用石墨烯化合物时，例如可以通过使膜状的氧化石墨烯还原来形成。作为还原方法，可以采用进行加热的方法或照射激光的方法等。

[0223] 例如在通过溅射法在衬底2590上形成透光导电材料的膜之后，可以通过光刻法等各种图案化技术去除不需要的部分来形成电极2591及电极2592。

[0224] 作为用于绝缘层2593的材料，例如，除了丙烯酸树脂、环氧树脂、具有硅氧烷键的树脂之外，可以使用氧化硅、氮化硅、氧化铝等无机绝缘材料。

[0225] 由于形成在绝缘层2593的一部分的布线2594而使相邻的电极2591电连接。另外，作为布线2594优选使用其导电性比用于电极2591及电极2592的材料高的材料，因为可以降低电阻。

[0226] 布线2598与电极2591或电极2592电连接。布线2598的一部分被用作端子。布线2598例如可以使用金属材料诸如铝、金、铂、银、镍、钛、钨、铬、钼、铁、钴、铜或钯等或者包含该金属材料的合金材料。

[0227] 通过端子2599使布线2598与FPC2509(2)电连接。端子2599可以使用各种各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)、各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0228] 以与布线2594接触的方式设置有粘合层2597。换言之，触摸传感器2595隔着粘合层2597以与显示面板2501重叠的方式贴合。此外，与粘合层2597接触的显示面板2501的表面如图10A所示那样也可以包括衬底2570，但不一定需要包括衬底2570。

[0229] 粘合层2597具有透光性。例如，可以使用热固化树脂、紫外线固化树脂，具体而言，可以使用丙烯酸类树脂、聚氨酯类树脂、环氧类树脂或硅氧烷类树脂等。

[0230] 图10A所示的显示面板2501在衬底2510与衬底2570之间包括配置为矩阵状的多个像素及驱动电路。此外，各像素包括发光元件及驱动该发光元件的像素电路。

[0231] 在图10A中作为显示面板2501的像素的一个例子示出像素2502R，作为驱动电路的一个例子示出扫描线驱动电路2503g。

[0232] 像素2502R具备发光元件2550R以及能够向发光元件2550R供应电力的晶体管2502t。

[0233] 绝缘层2521覆盖晶体管2502t。绝缘层2521具有使起因于已形成的晶体管等的凹凸平坦化的功能。此外，也可以使绝缘层2521具有抑制杂质扩散的功能。此时，能够抑制因杂质的扩散而导致的晶体管等的可靠性下降，所以是优选的。

[0234] 发光元件2550R通过布线与晶体管2502t电连接。此外，发光元件2550R的一个电极是与布线直接连接的。此外，发光元件2550R的一个电极的端部由绝缘体2528覆盖。

[0235] 发光元件2550R在一对电极之间包括EL层。此外，在与发光元件2550R重叠的位置

上设置有着色层2567R,发光元件2550R所发射的光的一部分透过着色层2567R而在附图中所示的箭头的方向上射出。此外,在着色层的端部设置有遮光层2567BM,在发光元件2550R与着色层2567R之间包括密封层2560。

[0236] 当在提取来自发光元件2550R的光的方向上设置有密封层2560时,密封层2560优选具有透光性。此外,密封层2560的折射率优选高于空气。

[0237] 扫描线驱动电路2503g包括晶体管2503t以及电容器2503c。此外,可以通过与像素电路相同的制造工序在相同的衬底上形成驱动电路。因此,与像素电路的晶体管2502t同样地,驱动电路(扫描线驱动电路2503g)的晶体管2503t也由绝缘层2521覆盖。

[0238] 此外,设置有能够向晶体管2503t供应信号的布线2511。此外,以与布线2511接触的方式设置有端子2519。端子2519与FPC2509(1)电连接,FPC2509(1)具有供应图像信号及同步信号等信号的功能。FPC2509(1)也可以安装有印刷线路板(PWB)。

[0239] 虽然示出图10A所示的显示面板2501包括底栅型晶体管的情况,但是晶体管的结构不局限于此,也可以使用各种结构的晶体管。此外,在图10A所示的晶体管2502t及晶体管2503t中可以使用包含氧化物半导体的半导体层作为沟道区域。除此以外,也可以使用包含非晶硅的半导体层、包含通过激光退火法等处理结晶化了的多晶硅的半导体层作为沟道区域。

[0240] 此外,图10B示出采用与图10A所示的底栅型晶体管不同的顶栅型晶体管时的结构。此外,即使改变晶体管的结构,能够用于沟道区域的半导体层的种类也是同样的。

[0241] 图10A所示的触摸屏2000如图10A所示优选在来自像素的光发射到外部的一侧的表面上以至少与像素重叠的方式包括防反射层2567p。作为防反射层2567p,例如可以使用圆偏振片等。

[0242] 作为图10A所示的衬底2510、衬底2570及衬底2590例如可以使用水蒸气透过率为 $1 \times 10^{-5} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{天})$ 以下,优选为 $1 \times 10^{-6} \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{天})$ 以下的柔性材料。另外,这些衬底优选使用热膨胀率大致相同的材料形成。例如,可以举出线性膨胀系数为 $1 \times 10^{-3}/\text{K}$ 以下,优选为 $5 \times 10^{-5}/\text{K}$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{-5}/\text{K}$ 以下的材料。

[0243] 接着,参照图11A和图11B对具有与图10A和图10B所示的触摸屏2000不同的结构的触摸屏2000'进行说明。注意,可以将触摸屏2000'与触摸屏2000同样地用作触摸屏。

[0244] 图11A和图11B是触摸屏2000'的截面图。图11A和图11B所示的触摸屏2000'与图10A和图10B所示的触摸屏2000的不同之处为相对于显示面板2501的触摸传感器2595的位置。在此,只对不同之处进行详细说明,关于可以使用同样的结构的部分,援用触摸屏2000的说明。

[0245] 着色层2567R位于与发光元件2550R重叠的位置。图11A所示的来自发光元件2550R的光向设置有晶体管2502t的方向发射。就是说,来自发光元件2550R的光(的一部分)透过着色层2567R,而向图11A中的箭头的方向发射。此外,在着色层2567R的端部设置有遮光层2567BM。

[0246] 此外,触摸传感器2595设置在显示面板2501的比发光元件2550R更靠近晶体管2502t一侧(参照图11A)。

[0247] 粘合层2597与显示面板2501所包括的衬底2510接触,在采用图11A所示的结构的情况下,使显示面板2501与触摸传感器2595贴合。注意,也可以采用在使用粘合层2597贴合

的显示面板2501与触摸传感器2595之间不设置衬底2510的结构。

[0248] 与触摸屏2000的情况同样地,在采用触摸屏2000'的情况下可以对显示面板2501应用各种结构的晶体管。此外,在图11A中示出应用底栅型晶体管的情况,但如图11B所示,也可以应用顶栅型晶体管。

[0249] 接着,参照图12A和图12B对触摸屏的驱动方法的一个例子进行说明。

[0250] 图12A是示出互电容式触摸传感器的结构的方框图。在图12A中,示出脉冲电压输出电路2601、电流检测电路2602。另外,在图12A中,以6个布线X1至X6表示被施加脉冲电压的电极2621,并以6个布线Y1至Y6表示检测电流的变化的电极2622。此外,在图12A中,示出使电极2621与电极2622重叠而形成的电容器2603。注意,电极2621与电极2622的功能可以互相调换。

[0251] 脉冲电压输出电路2601是用来依次将脉冲电压施加到布线X1至X6的电路。当对布线X1至X6施加脉冲电压时,在形成电容器2603的电极2621与电极2622之间产生电场。当在该电极之间产生的电场被遮蔽等时,产生电容器2603的互电容变化,通过利用该变化,可以检测出检测对象的靠近或接触。

[0252] 电流检测电路2602是用来检测电容器2603的互电容变化所引起的布线Y1至Y6的电流变化的电路。在布线Y1至Y6中,如果没有检测对象的靠近或接触,则所检测的电流值没有变化,另一方面,在由于所检测的检测对象的靠近或接触而互电容减少的情况下,检测到电流值减少的变化。另外,通过积分电路等检测电流即可。

[0253] 接着,图12B示出图12A所示的互电容式触摸传感器中的输入输出波形的时序图。在图12B中,在一个帧期间中进行各行列中的检测对象的检测。另外,在图12B中,示出没有检测出检测对象(未触摸)时和检测出检测对象(触摸)时的两种情况。此外,布线Y1至Y6的波形表示对应于所检测出的电流值的电压值。

[0254] 依次对布线X1至X6施加脉冲电压,布线Y1至Y6的波形根据该脉冲电压而变化。当没有检测对象的靠近或接触时,布线Y1至Y6的波形根据布线X1至X6的电压变化而变化。另一方面,在有检测对象靠近或接触的部分电流值减少,因而与其相应的电压值的波形也产生变化。如此,通过检测互电容的变化,可以检测出检测对象的靠近或接触。

[0255] 作为触摸传感器,图12A虽然示出仅在布线的交叉部设置电容器2603的无源型触摸传感器的结构,但是也可以采用具备晶体管和电容器的有源型触摸传感器。图13示出有源型触摸传感器所包括的一个传感器电路的例子。

[0256] 图13所示的传感器电路包括电容器2603、晶体管2611、晶体管2612及晶体管2613。

[0257] 对晶体管2613的栅极供应信号G2,对晶体管2613的源极和漏极中的一个施加电压VRES,并且晶体管2613的源极和漏极中的另一个与电容器2603的一个电极及晶体管2611的栅极电连接。晶体管2611的源极和漏极中的一个与晶体管2612的源极和漏极中的一个电连接,对晶体管2611的源极和漏极中的另一个施加电压VSS。对晶体管2612的栅极供应信号G1,晶体管2612的源极和漏极中的另一个与布线ML电连接。对电容器2603的另一个电极施加电压VSS。

[0258] 接着,对图13所示的传感器电路的工作进行说明。首先,通过作为信号G2供应使晶体管2613成为开启状态的电位,对应于电压VRES的电位被供应到与晶体管2611的栅极连接的节点n。接着,通过作为信号G2供应使晶体管2613成为关闭状态的电位,节点n的电位得到

保持。接着,由于手指等检测对象的靠近或接触,电容器2603的互电容产生变化,节点n的电位随之从VRES变化。

[0259] 在读出工作中,作为信号G1施加使晶体管2612成为开启状态的电位。流过晶体管2611的电流,即流过布线ML的电流根据节点n的电位而产生变化。通过检测该电流,可以检测出检测对象的靠近或接触。

[0260] 在晶体管2611、晶体管2612及晶体管2613中,优选将氧化物半导体层用于形成有沟道区域的半导体层。尤其是通过将这种晶体管用于晶体管2613,能够长期间保持节点n的电位,由此可以减少对节点n再次供应VRES的工作(刷新工作)的频度。

[0261] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

[0262] 实施方式9

在本实施方式中,作为具有本发明的一个方式的发光装置的结构显示装置,参照图14A至图16对具有反射型液晶元件和发光元件且能够进行透过模式和反射模式这两种显示的显示装置进行说明。

[0263] 另外,在本实施方式所示的显示装置中,通过在室外等外光明亮的环境下利用使用反射模式的显示,可以进行功耗极低的驱动。另一方面,在本实施方式所示的显示装置中,通过在夜间或室内等外光黑暗的环境下利用透过模式的显示,可以显示色域宽且色彩再现性高的图像。因此,通过组合这两个模式而进行显示,可以进行其功耗比现有的显示面板低且其色彩再现性比现有的显示面板高的显示。

[0264] 作为本实施方式所示的显示装置的一个例子,示出具有如下结构的显示装置:层叠有包括反射电极的液晶元件和发光元件,在与发光元件重叠的位置上形成有反射电极的开口部,在利用反射模式时使反射电极反射可见光,在利用透过模式时从反射电极的开口部发射来自发光元件的光。此外,用来驱动这些元件(液晶元件及发光元件)的晶体管优选配置在同一平面上。另外,所层叠的液晶元件与发光元件优选隔着绝缘层形成。

[0265] 图14A示出本实施方式所说明的显示装置的方框图。显示装置3000包括电路(G)3001、电路(S)3002及显示部3003。在显示部3003中,多个像素3004在方向R及方向C上配置为矩阵状。电路(G)3001与多个布线G1、布线G2、布线AN0及布线CSCOM分别电连接,并且,这些布线与在方向R上配置的多个像素3004电连接。电路(S)3002与多个布线S1及布线S2分别电连接,并且,这些布线与在方向C上配置的多个像素3004电连接。

[0266] 另外,像素3004包括液晶元件和发光元件,它们具有彼此重叠的部分。

[0267] 图14B1示出被用作像素3004所包括的液晶元件的反射电极的导电膜3005的形状。另外,在导电膜3005的一部分中与发光元件重叠的位置3006上形成有开口部3007。就是说,来自发光元件的光经过该开口部3007发射出。

[0268] 在图14B1中,以在方向R上相邻的像素3004呈现不同的颜色的方式设置有像素3004。并且,以不在方向R上形成为一系列的方式形成有开口部3007。通过采用这种排列,可以发挥抑制相邻的像素3004所包括的发光元件之间的串扰的效果。此外,还有元件的形成变容易等优点。

[0269] 作为开口部3007的形状,例如可以采用多角形、四角形、椭圆形、圆形或十字等形状。另外,也可以采用细条状、狭缝状等形状。

[0270] 此外,作为导电膜3005的排列的其他方式,可以采用图14B2所示的排列。

[0271] 开口部3007对导电膜3005的总面积(除了开口部3007之外)的比例给显示装置的显示带来影响。就是说,发生如下问题:在开口部3007的面积大时,液晶元件的显示变暗,而在开口部3007的面积小时,发光元件的显示变暗。另外,不局限于上述比例,在开口部3007的面积本身小时,从发光元件发射的光提取效率也下降。此外,从保持组合液晶元件及发光元件时的显示质量的观点来看,将上述开口部3007对导电膜3005的总面积(除了开口部3007之外)的比例优选设定为5%以上且60%以下。

[0272] 下面,参照图15对像素3004的电路结构的一个例子进行说明。图15示出相邻的两个像素3004。

[0273] 像素3004包括晶体管SW1、电容器C1、液晶元件3010、晶体管SW2、晶体管M、电容器C2及发光元件3011等。此外,它们在像素3004中与布线G1、布线G2、布线ANO、布线CSCOM、布线S1和布线S2中的任何一个电连接。此外,液晶元件3010与布线VCOM1电连接,发光元件3011与布线VCOM2电连接。

[0274] 另外,晶体管SW1的栅极与布线G1连接,晶体管SW1的源极和漏极中的一个与布线S1连接,源极和漏极中的另一个与电容器C1的一个电极及液晶元件3010的一个电极连接。电容器C1的另一个电极与布线CSCOM连接。液晶元件3010的另一个电极与布线VCOM1连接。

[0275] 此外,晶体管SW2的栅极与布线G2连接,晶体管SW2的源极和漏极中的一个与布线S2连接,源极和漏极中的另一个与电容器C2的一个电极及晶体管M的栅极连接。电容器C2的另一个电极与晶体管M的源极和漏极中的一个及布线ANO连接。晶体管M的源极和漏极中的另一个与发光元件3011的一个电极连接。发光元件3011的另一个电极与布线VCOM2连接。

[0276] 晶体管M包括夹持半导体的两个栅极,这两个栅极彼此电连接。通过采用这种结构,可以增大流过晶体管M的电流。

[0277] 通过从布线G1被施加的信号,控制晶体管SW1的导通状态或非导通状态。另外,布线VCOM1供应规定的电位。此外,可以通过从布线S1被施加的信号,控制液晶元件3010的液晶的取向状态。布线CSCOM供应规定的电位。

[0278] 通过从布线G2被施加的信号,控制晶体管SW2的导通状态或非导通状态。另外,可以通过从布线VCOM2及布线ANO分别被施加的电位之间的电位差,使发光元件3011发光。此外,可以通过从布线S2被施加的信号,来控制晶体管M的导通状态。

[0279] 因此,在本实施方式所示的结构中,例如在采用反射模式的情况下,通过从布线G1及布线S1被施加的信号控制液晶元件3010,且利用光学调制,由此可以进行显示。另外,在采用透过模式的情况下,通过从布线G2及布线S2被施加的信号,可以使发光元件3011发光。再者,在同时采用两个模式的情况下,可以根据从布线G1、布线G2、布线S1及布线S2的每一个被施加的信号进行所希望的驱动。

[0280] 下面,参照图16对本实施方式所说明的显示装置3000的截面示意图进行详细说明。

[0281] 显示装置3000在衬底3021与衬底3022之间包括发光元件3023及液晶元件3024。另外,发光元件3023及液晶元件3024都隔着绝缘层3025形成。就是说,在衬底3021与绝缘层3025之间包括发光元件3023,在衬底3022与绝缘层3025之间包括液晶元件3024。

[0282] 在绝缘层3025与发光元件3023之间包括晶体管3015、晶体管3016、晶体管3017及着色层3028等。

[0283] 在衬底3021与发光元件3023之间包括粘合层3029。另外,发光元件3023具有从绝缘层3025一侧依次层叠有被用作一个电极的导电层3030、EL层3031、被用作另一个电极的导电层3032的叠层结构。此外,发光元件3023是底部发射型发光元件,所以导电层3032包含反射可见光材料,导电层3030包含使可见光透射的材料。发光元件3023所发射的光透过着色层3028、绝缘层3025,并且经过开口部3033而透过液晶元件3024,然后从衬底3022发射到外部。

[0284] 在绝缘层3025与衬底3022之间,除了液晶元件3024之外,还包括着色层3034、遮光层3035、绝缘层3046及结构体3036等。另外,液晶元件3024包括被用作一个电极的导电层3037、液晶3038、被用作另一个电极的导电层3039及取向膜3040、3041等。液晶元件3024是反射型液晶元件,导电层3039被用作反射电极,所以使用反射率高的材料形成。另外,导电层3037被用作透明电极,所以包含使可见光透射的材料。再者,在导电层3037及导电层3039的液晶3038一侧分别包括取向膜3040、3041。绝缘层3046以覆盖着色层3034及遮光层3035的方式设置,被用作保护层。此外,如果不需要则可以不设置取向膜3040、3041。

[0285] 在导电层3039的一部分中形成有开口部3033。此外,以与导电层3039接触的方式设置有导电层3043。因为导电层3043具有透光性,所以使用使可见光透射的材料。

[0286] 结构体3036具有间隔物的功能,即抑制绝缘层3025与衬底3022过度接近。此外,如果不需要则可以不设置结构体3036。

[0287] 晶体管3015的源极和漏极中的任何一个与发光元件3023的导电层3030电连接。例如,晶体管3015对应于图15所示的晶体管M。

[0288] 晶体管3016的源极和漏极中的任何一个通过端子部3018与液晶元件3024的导电层3039及导电层3043电连接。换言之,端子部3018具有将设置在绝缘层3025的两个面的导电层彼此电连接的功能。此外,晶体管3016对应于图15所示的晶体管SW1。

[0289] 在衬底3021不与衬底3022重叠的区域中,设置有端子部3019。与端子部3018同样,端子部3019将设置在绝缘层3025的两个面的导电层彼此电连接。端子部3019电连接于对与导电层3043相同的导电膜进行加工而得到的导电层。由此,可以将端子部3019与FPC3044通过连接层3045电连接。

[0290] 另外,在设置粘合层3042的一部分的区域中,设置有连接部3047。在连接部3047中,对与导电层3043相同的导电膜进行加工而得到的导电层通过连接体3048电连接于导电层3037的一部分。因此,可以将从FPC3044输入的信号或电位通过连接体3048供应到导电层3037。

[0291] 在导电层3037与导电层3043之间设置有结构体3036。结构体3036具有保持液晶元件3024的单元间隙的功能。

[0292] 作为导电层3043,优选使用金属氧化物、金属氮化物或被低电阻化的氧化物半导体等氧化物。在使用氧化物半导体的情况下,作为导电层3043,可以使用氢、硼、磷、氮和其他杂质的浓度及氧缺陷量中的至少一个比用于晶体管的半导体层高的材料。

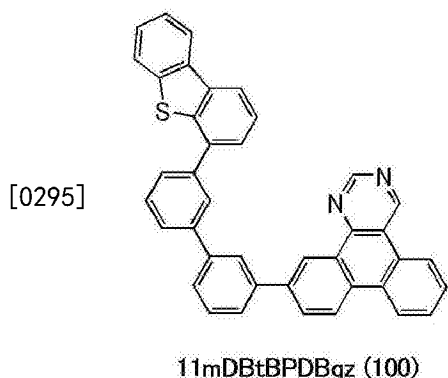
[0293] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

实施例1

[0294] 《合成例1》

在本实施例中,对实施方式1的以结构式(100)表示的本发明的一个方式的有机化合

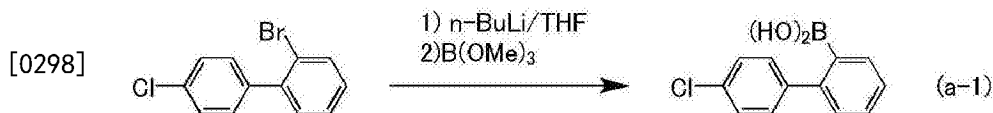
物,即,11-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯基-3-基)]二苯并[f,h]喹啉(简称:11mDBtBPDBqz)的合成方法进行说明。以下示出11mDBtBPDBqz的结构。



[0296] <步骤1:4'-氯联苯基-2-硼酸的合成>

首先,将15g (56mmol)的2-溴-4'-氯联苯基放入三口烧瓶中,用氮气置换烧瓶内的空气。对其添加280mL的四氢呋喃(THF),以-78℃进行30分钟的搅拌。将32mL (50mmol)的1.63M正丁基锂(n-BuLi)的己烷溶液滴加到该混合溶液中,以-78℃进行2小时的搅拌。在经过规定的时间之后,在该混合溶液中添加6.3mL (56mmol)的硼酸三甲酯,在将该混合溶液的温度上升到室温的同时搅拌20小时。在经过规定的时间之后,在该混合溶液中添加200mL的1M盐酸进行30分钟的搅拌。

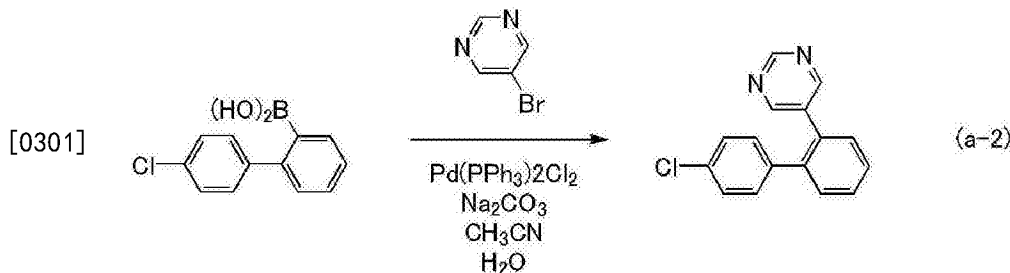
[0297] 通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到8.5g的白色固体(收率为73%)。利用核磁共振法(NMR)确认到该白色固体为4'-氯联苯基-2-硼酸。以下示出步骤1的合成方案(a-1)。



[0299] <步骤2:5-(4'-氯联苯基-2-基)咪啶的合成>

接着,将7.5g (32mmol)的通过上述步骤1得到的4'-氯联苯基-2-硼酸、10g (65mmol)的5-溴咪啶、3.4g (32mmol)的碳酸钠、150mL的乙腈以及150mL的水放入500mL的三口烧瓶中,用氮气置换烧瓶内的空气。对该混合物加入450mg (0.64mmol)的双(三苯基膦)二氯化钯(II),并在65℃、400W的条件下进行1小时的微波照射。

[0300] 通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到8.2g的白色固体(收率为95%)。利用核磁共振法(NMR)确认到该白色固体为5-(4'-氯联苯基-2-基)咪啶。以下示出步骤2的合成方案(a-2)。

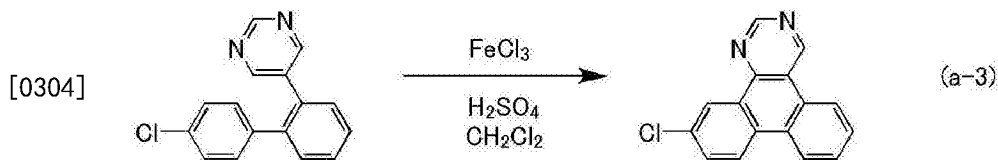


[0302] <步骤3:11-氯二苯并[f,h]喹啉的合成>

接着,将6.9g (26mmol)的通过上述步骤2得到的5-(4'-氯联苯基-2-基)咪啶、200mL的

二氯甲烷以及1.89g (19mmol) 的硫酸放入500mL的三口烧瓶中,并在冰浴中加入10g (64mmol) 的氯化铁(III)在室温下搅拌40小时。

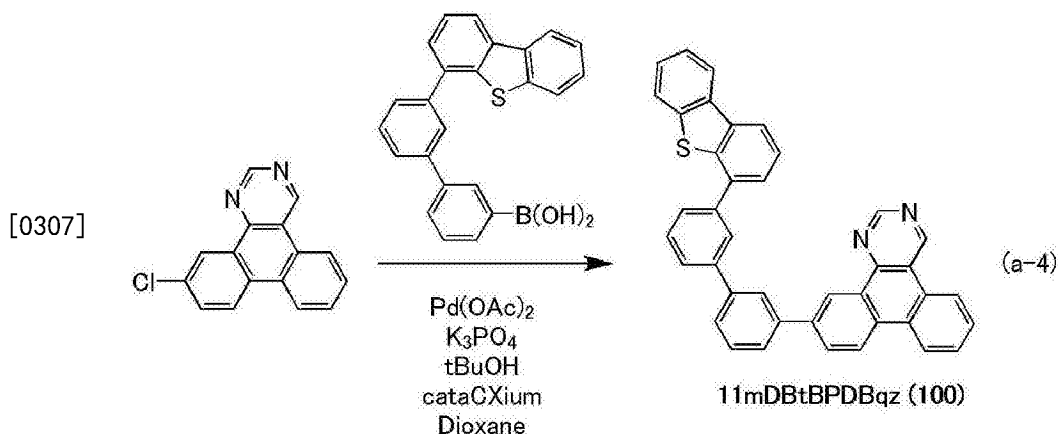
[0303] 通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到1.5g(收率为21%)的淡褐色固体。利用核磁共振法(NMR)确认到该淡褐色固体为11-氯二苯并[f,h]喹啉。以下示出步骤3的合成方案(a-3)。



[0305] <步骤4:11-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯基-3-基)]二苯并[f,h]喹啉(简称:11mDBtBPDBqz)的合成>

接着,将1.1g (4.3mmol) 的通过上述步骤3获得的11-氯二苯并[f,h]喹啉、1.8g (4.7mmol) 的3'-(二苯并噻吩-4-基)-3-联苯基硼酸、2.7g (13mmol) 的磷酸三钾、0.95g (13mmol) 的叔丁醇以及30mL的二氧六环放入100mL的三口烧瓶,用氮气置换烧瓶内的空气。对该混合物以60℃进行加热搅拌,添加31mg (0.086mmol) 的二(1-金刚烷基)-正丁基膦(cataCXium)和10mg (0.043mmol) 的醋酸钯(II)并在100℃下进行12小时的加热搅拌。

[0306] 通过对所得到的反应物进行纯化处理(再结晶),得到0.88g(收率为37%)的白色固体。利用核磁共振法(NMR)确认到该白色固体为11mDBtBPDBqz。以下示出步骤4的合成方案(a-4)。



[0308] 利用梯度升华方法对所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为 8.1×10^{-3} Pa,加热温度为280℃。在升华纯化之后,以19%的回收率得到目的物的白色固体。

[0309] 下面示出利用核磁共振法($^1\text{H-NMR}$)来分析通过上述步骤4得到的白色粉末的结果。另外,图17示出 $^1\text{H-NMR}$ 谱。由此可知通过本合成例得到以上述结构式(100)表示的作为本发明的一个方式的有机化合物的11mDBtBPDBqz。

[0310] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.45-7.50 (m, 2H), 7.60-7.61 (m, 2H), 7.64-7.68 (m, 2H), 7.75-7.81 (m, 5H), 7.83 (dd, 1H), 7.89 (d, 1H), 8.12 (s, 1H), 8.16 (s, 1H), 8.17-8.22 (m, 3H), 8.69-8.75 (m, 3H), 9.47 (s, 1H), 9.64 (d, 1H), 10.0 (s, 1H) .

[0311] 接着,测量11mDBtBPDBqz的甲苯溶液及固体薄膜的紫外·可见吸收光谱(以下简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。通过真空蒸镀法在石英衬底上制造固体薄膜。使用紫外

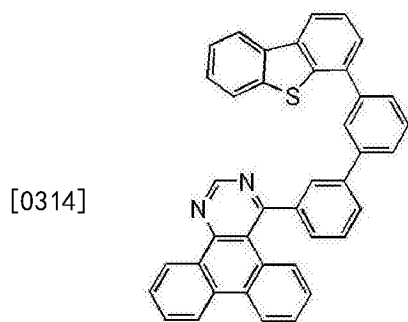
可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型)测量吸收光谱。使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造,FS920)测量发射光谱。图18示出所得到的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,而纵轴表示吸光度及发光强度。另外,图19示出固体薄膜的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,而纵轴表示吸光度及发光强度。

[0312] 根据图18的结果可知,在11mDBtBPDBqz的甲苯溶液中,观察到335nm及355nm附近的吸收峰值,并观察到370nm及384nm附近的发光波长的峰值。另外,根据图19的结果可知,在11mDBtBPDBqz的固体薄膜中,观察到338nm及365nm附近的吸收峰值,并观察到408nm附近的发光波长的峰值。

实施例2

[0313] 《合成例2》

在本实施例中,对实施方式1的以结构式(101)表示的本发明的一个方式的有机化合物,即,4-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯基-3-基)]二苯并[f,h]喹唑啉(简称:4mDBtBPDBqz)的合成方法进行说明。以下示出4mDBtBPDBqz的结构。

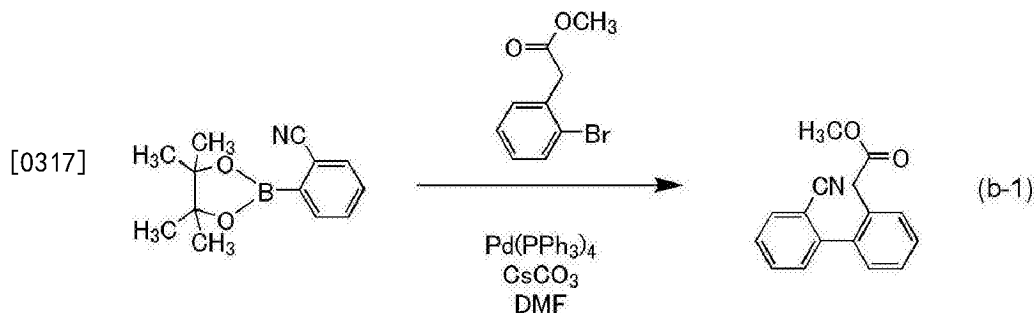


4mDBtBPDBqz (101)

[0315] <步骤1:甲基2'-氰基-1,1'-联苯基-2-醋酸酯的合成>

首先,将9.2g(40mmol)的甲基2-(2-溴苯基)醋酸酯、10g(44mmol)的2-氰基苯基硼酸片呐醇酯、39g(120mmol)的碳酸铯以及235mL的二甲基甲酰胺(DMF)放入三口烧瓶中,用氩气置换烧瓶内的空气。对该混合物加入2.2g(2.0mmol)的四(三苯基膦)钯(0),并对该烧瓶照射30分钟的微波(400W,100℃)来引起反应。

[0316] 通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到6.4g的黄色油状物(收率为64%)。利用核磁共振法(NMR)确认到该黄色油状物为甲基2'-氰基-1,1'-联苯基-2-醋酸酯。以下示出步骤1的合成方案(b-1)。

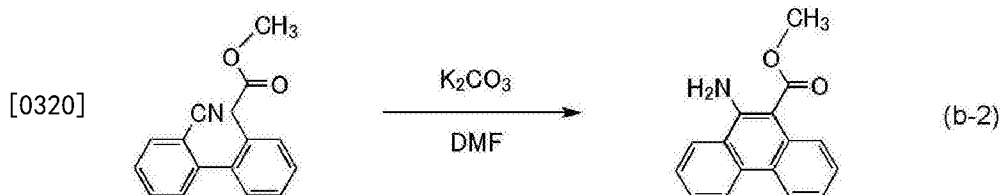


[0318] <步骤2:10-氨基-9-羧酸甲基的合成>

接着,将6.4g(25mmol)的通过上述步骤1得到的甲基2'-氰基-1,1'-联苯基-2-醋酸酯、

130mL的二甲基甲酰胺以及4.2g (31mmol)的碳酸钾放入300mL的三口烧瓶中,用氩气置换烧瓶内的空气。对该烧瓶照射30分钟的微波(400W,120℃)。经规定时间后,再对该烧瓶照射30分钟的微波(400W,130℃)。

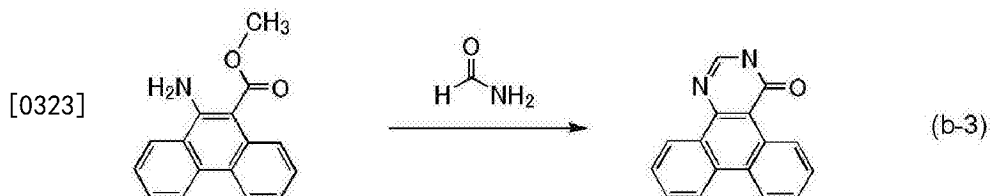
[0319] 通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到6.2g的褐色固体(收率为97%)。利用核磁共振法(NMR)确认到该褐色固体为10-氨基菲-9-羧酸甲基。以下示出步骤2的合成方案(b-2)。



[0321] <步骤3:二苯并[f,h]喹唑啉-4-酮的合成>

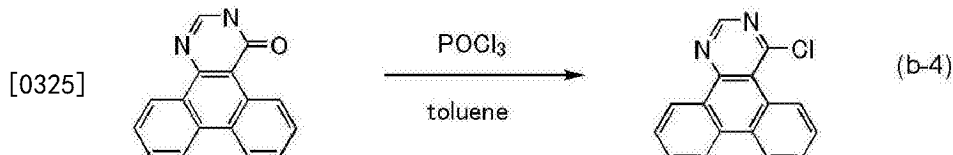
接着,将6.2g (25mmol)的通过上述步骤2得到的10-氨基菲-9-羧酸甲基、3.78g (39mmol)的碳酸铵以及200mL的甲酰胺放入三口烧瓶中,并在氩气流下照射20分钟的微波(400W,200℃)。

[0322] 通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到4.3g(收率为72%)的淡黑色固体。利用核磁共振法(NMR)确认到该淡黑色固体为二苯并[f,h]喹唑啉-4-酮。以下示出步骤3的合成方案(b-3)。



[0324] <步骤4:4-氯二苯并[f,h]喹唑啉的合成>

接着,将4.1g (17mmol)的通过上述步骤3得到的二苯并[f,h]喹唑啉-4-酮及200mL的甲苯放入三口烧瓶中,加入3.1mL (33mmol)的磷酰氯,并在120℃下进行12小时的加热回流。然后,加入3mL (32mmol)的磷酰氯,并在120℃下进行16小时的加热回流。对其加入3mL (32mmol)的磷酰氯在120℃下进行35小时的加热回流,然后,加入3mL (32mmol)的磷酰氯进行15小时的加热回流。通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理,得到2.4g(收率为55%)的淡黄色固体。利用核磁共振法(NMR)确认到该淡黄色固体为4-氯二苯并[f,h]喹唑啉。以下示出步骤4的合成方案(b-4)。



[0326] <步骤5-1:4-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯基-3-基)]二苯并[f,h]喹唑啉(简称:4mDBtBPDBqz)的合成>

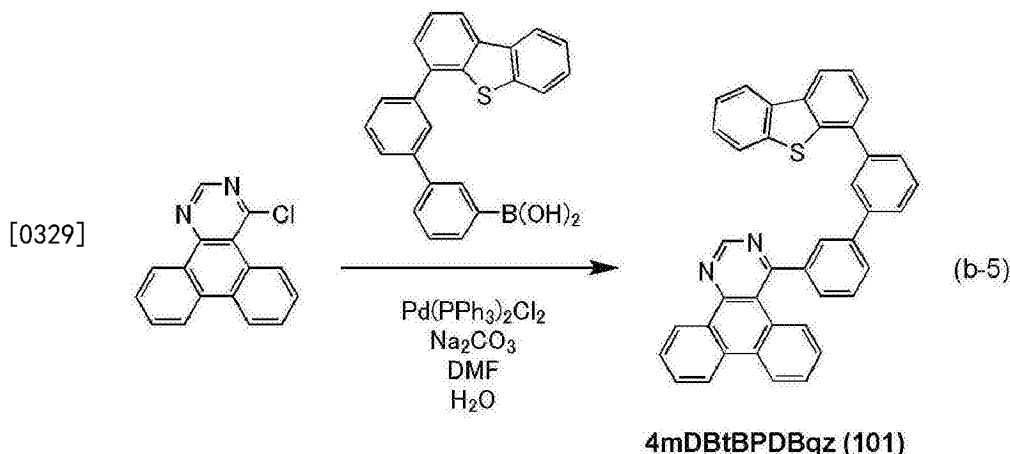
接着,将1.2g (4.5mmol)的通过上述步骤4获得的4-氯二苯并[f,h]喹唑啉、2.1g (5.4mmol)的3'-(二苯并噻吩-4-基)-3-联苯基硼酸、1.2g (11mmol)的碳酸钠、20mL的水以及20mL的乙腈放入100mL的圆底烧瓶,用氩气置换烧瓶内的空气。对该混合物加入40mg

(0.045mmol) 的双(三苯基膦) 氯化钯(II), 并照射1小时的微波(100W, 100°C)。通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理, 得到淡黄色固体。

[0327] <步骤5-2: 4-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯基-3-基)]二苯并[f,h]喹啉(简称: 4mDBtBPDBqz)的合成>

再者, 与步骤5-1同样, 将1.2g(4.5mmol)的通过上述步骤4获得的4-氯二苯并[f,h]喹啉、2.1g(5.4mmol)的3'-(二苯并噻吩-4-基)-3-联苯基硼酸、1.2g(11mmol)的碳酸钠、25mL的水以及25mL的乙腈放入100mL的圆底烧瓶, 用氩气置换烧瓶内的空气。对该混合物加入44mg(0.062mmol)的双(三苯基膦) 氯化钯(II), 并照射1小时的微波(100W, 100°C)。经规定时间后, 再加入44mg(0.062mmol)的双(三苯基膦) 氯化钯(II), 并照射1小时的微波(100W, 100°C)。通过对所得到的反应物进行萃取及纯化处理, 得到淡黄色固体。

[0328] 通过混合经上述步骤5-1及5-2得到的淡黄色固体, 并使用甲苯和乙醇的混合溶剂进行再结晶, 得到1.2g(收率为23%)的白色固体。利用核磁共振法(NMR) 确认到该白色固体为4-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯基-3-基)]二苯并[f,h]喹啉(简称: 4mDBtBPDBqz)。以下示出步骤5-1及5-2的合成方案(b-5)。



[0330] 利用梯度升华方法对所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下: 压力为 2.9×10^{-2} Pa, 加热温度为290°C。在升华纯化之后, 以66%的回收率得到目的物的白色固体。

[0331] 下面示出利用核磁共振法(¹H-NMR) 来分析通过上述步骤得到的白色粉末的结果。另外, 图20示出¹H-NMR谱。由此可知通过本合成例得到以上述结构式(101)表示的作为本发明的一个方式的有机化合物的4mDBtBPDBqz。

[0332] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.20 (t, 1H), 7.45-7.52 (m, 4H), 7.57 (ddd, 2H), 7.61-7.66 (m, 2H), 7.71-7.72 (m, 2H), 7.77-7.80 (m, 2H), 7.84-7.89 (m, 2H), 7.92-7.94 (m, 2H), 7.99 (s, 1H), 8.18 (dd, 1H), 8.20 (dd, 1H), 8.52 (d, 1H), 8.58 (d, 1H), 9.34 (dd, 1H), 9.41 (s, 1H)。

[0333] 接着, 测量4mDBtBPDBqz的甲苯溶液的紫外·可见吸收光谱(以下简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造, V550型)测量吸收光谱。使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造, FS920)测量发射光谱。图21示出所得到的甲苯溶液的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长, 而纵轴表示吸光度及发光强度。

[0334] 根据图21的结果可知, 在4mDBtBPDBqz的甲苯溶液中, 观察到335nm及355nm附近的

吸收峰值,并观察到434nm附近的发光波长的峰值。

实施例3

[0335] 在本实施例中,说明将作为本发明的一个方式的有机化合物的11mDBtBPDBqz (结构式(100))用于发光层的发光元件(发光元件1及发光元件2)的元件结构、制造方法以及其特性。图22示出在本实施例中说明的发光元件的元件结构,表1示出其具体结构。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

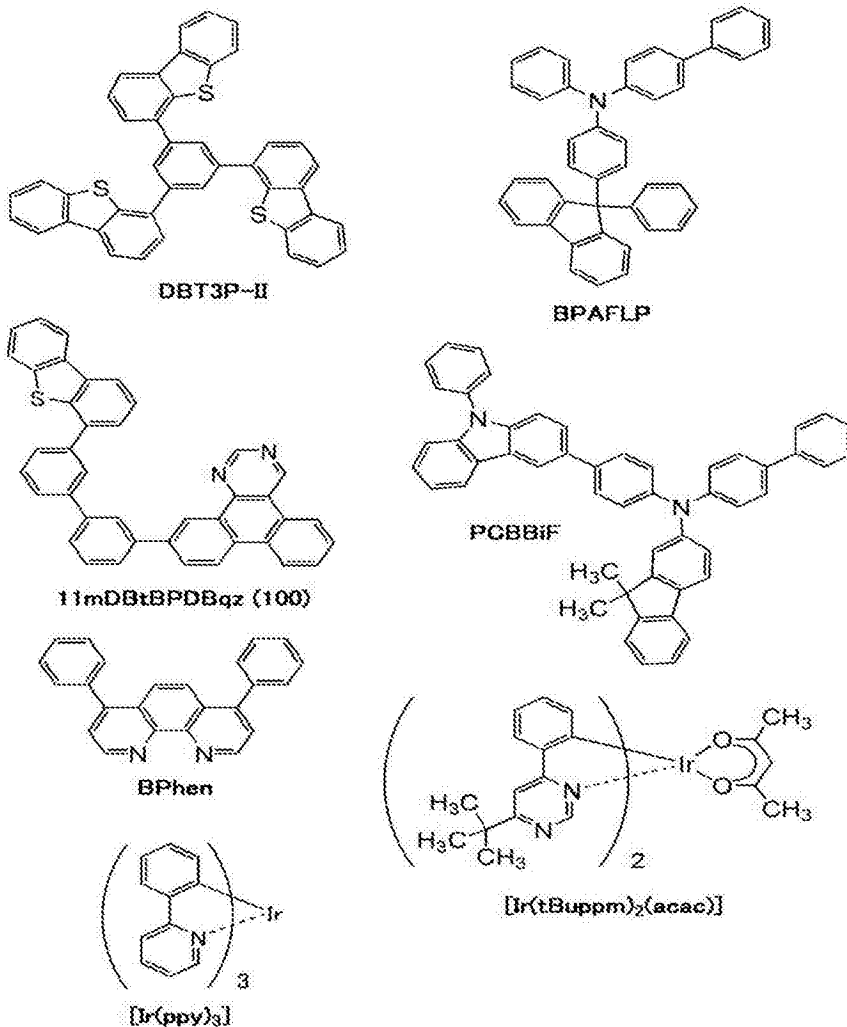
[0336] [表1]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
发光元件1	ITO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (4:2 60nm)	BPAFLP (20nm)	*	11mDBtBPDBqz (20nm)	BPhen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
发光元件2	ITO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (4:2 60nm)	BPAFLP (20nm)	**	11mDBtBPDBqz (20nm)	BPhen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

*11mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(ppy)₃] (0.5:0.5:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

**11mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₂(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

[0337]



[0338] 《发光元件的制造》

如图22所示,作为本实施例所示的发光元件的结构,在形成在衬底900上的第一电极901上依次层叠有空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914以及电子注入层915,且在电子注入层915上层叠有第二电极903。

[0339] 首先,在衬底900上形成第一电极901。将电极面积设定为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。衬底900使用玻璃衬底。第一电极901通过利用溅射法形成200nm厚的包含氧化硅的铟锡氧化物(ITO)的膜而形成。

[0340] 这里,作为预处理,使用水对衬底表面进行洗涤,并以 200°C 进行1小时的焙烧,然后进行370秒的UV臭氧处理。然后,将衬底放入到其内部被减压到 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,以 170°C 进行60分钟的真空焙烧,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0341] 接着,在第一电极901上形成空穴注入层911。在真空蒸镀装置内被减压到 10^{-4}Pa 之后,将1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(简称:DBT3P-II)和氧化钼以质量比为DBT3P-II:氧化钼=4:2且厚度为60nm的方式共蒸镀,以形成空穴注入层911。

[0342] 接着,在空穴注入层911上形成空穴传输层912。以厚度为15nm的方式蒸镀4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP),以形成空穴传输层912。

[0343] 接着,在空穴传输层912上形成发光层913。

[0344] 为了形成发光元件1的发光层913,将11mDBtBPDBqz、N-(1,1'-联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)以及三(2-苯基吡啶根-N, C^2)铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])分别作为主体材料、辅助材料以及客体材料(磷光材料)以重量比为11mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(ppy)₃]=0.5:0.5:0.05且厚度为20nm的方式共蒸镀。再者,将它们以质量比为11mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(ppy)₃]=0.8:0.2:0.05且厚度为20nm的方式共蒸镀。由此,发光层913具有厚度为40nm的叠层结构。

[0345] 为了形成发光元件2的发光层913,将11mDBtBPDBqz、PCBBiF以及三(4-叔丁基-6-苯基吡啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])分别作为主体材料、辅助材料以及客体材料(磷光材料)以重量比为11mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₃]=0.7:0.3:0.05且厚度为20nm的方式共蒸镀。再者,将它们以质量比为11mDBtBPDBqz:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₃]=0.8:0.2:0.05且厚度为20nm的方式共蒸镀。由此,发光层913具有厚度为40nm的叠层结构。

[0346] 接着,在发光层913上形成电子传输层914。电子传输层914通过将11mDBtBPDBqz和红菲绕啉(简称:BPhen)分别以厚度为20nm和10nm的方式依次蒸镀而形成。

[0347] 接着,在电子传输层914上形成电子注入层915。电子注入层915通过以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)而形成。

[0348] 接着,在电子注入层915上形成第二电极903。第二电极903通过以厚度为70nm的方式蒸镀铝而形成。在本实施例中,第二电极903被用作阴极。

[0349] 通过上述工序,在衬底900上形成在一对电极之间夹有EL层的发光元件。另外,上述工序中说明的空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914以及电子注入层915是构成本发明的一个方式中的EL层的功能层。另外,在上述制造方法的蒸镀过程中,都利用电阻加热法进行蒸镀。

[0350] 另外,使用另一衬底(未图示)密封如上所述那样制成的发光元件。当使用另一衬

底(未图示)密封时,在氮气氛的手套箱内使用密封剂将另一衬底(未图示)固定于衬底900上,将密封剂涂敷于形成在衬底900上的发光元件的周围,在密封时以 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 照射365nm的紫外光,并且以 80°C 进行1小时的加热处理。

[0351] 《发光元件的工作特性》

接着,对所制造的各发光元件(发光元件1及发光元件2)的工作特性进行测定。另外,在室温(保持为 25°C 的气氛)下进行测定。图23至图26示出其结果。

[0352] 由上述结果可知,本发明的一个方式的发光元件(发光元件1及发光元件2)具有优异的电流效率和高外部量子效率。另外,以下表2示出 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 附近的各发光元件的主要初始特性值。

[0353] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm^2)	色度(x, y)	亮度 (cd/m^2)	电流效率 (cd/A)	电力效率 (lm/W)	外部量子效率 (%)
发光元件 1	3.6	0.048	1.2	(0.32, 0.63)	990	82	72	23
发光元件 2	3.1	0.042	1.10	(0.42, 0.57)	1100	110	110	29

[0354] 另外,图27示出以 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度使电流流过发光元件1及发光元件2时的发射光谱。由图27可知:发光元件1的发射光谱在519nm附近具有峰值,该峰值来源于包含在发光层913中的有机金属配合物 $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$ 的发光;发光元件2的发射光谱在547nm附近具有峰值,该峰值来源于包含在发光层913中的有机金属配合物 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$ 的发光。在本实施例中,用于发光层及电子传输层的11mDBtBPDBqz是本发明的一个方式的有机化合物,11mDBtBPDBqz具有二苯并喹啉环通过1,3-亚苯基键合于其他骨架的结构,使得单重态能级(S1)及三重态能级(T1)得到提高,能隙也变宽,由此可以使具有更高三重态能级的掺杂剂高效地发光。另外,与通过1,4-亚苯基键合于其他骨架的情况相比,具有通过1,3-亚苯基键合于其他骨架的结构可以抑制载流子的传输性,由此容易调整载流子平衡,并防止载流子脱离。因此,本实施例中的发光元件1及发光元件2的发光效率的提高可以说是使用11mDBtBPDBqz的效果。

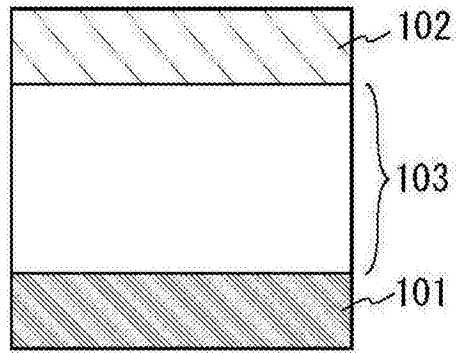


图1A

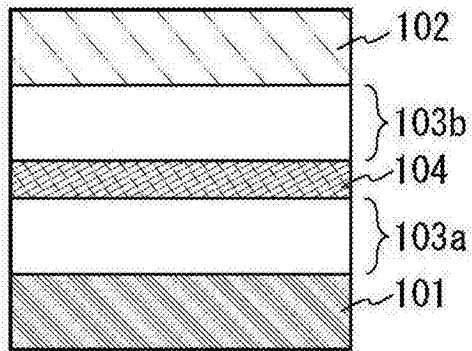


图1B

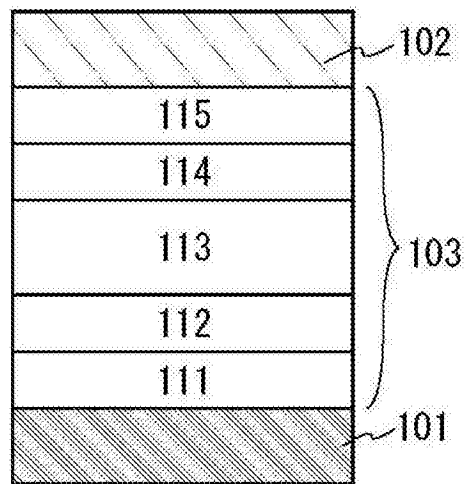


图1C

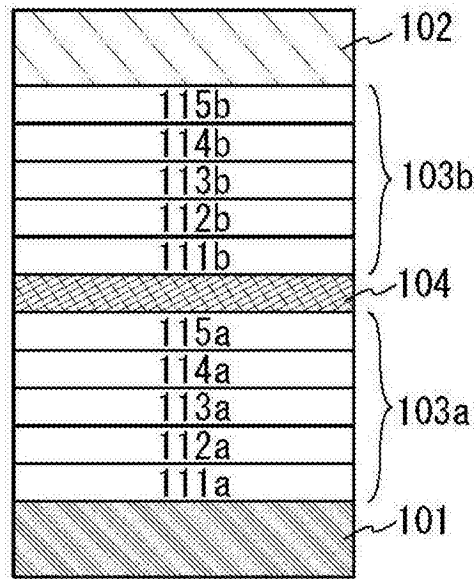


图1D

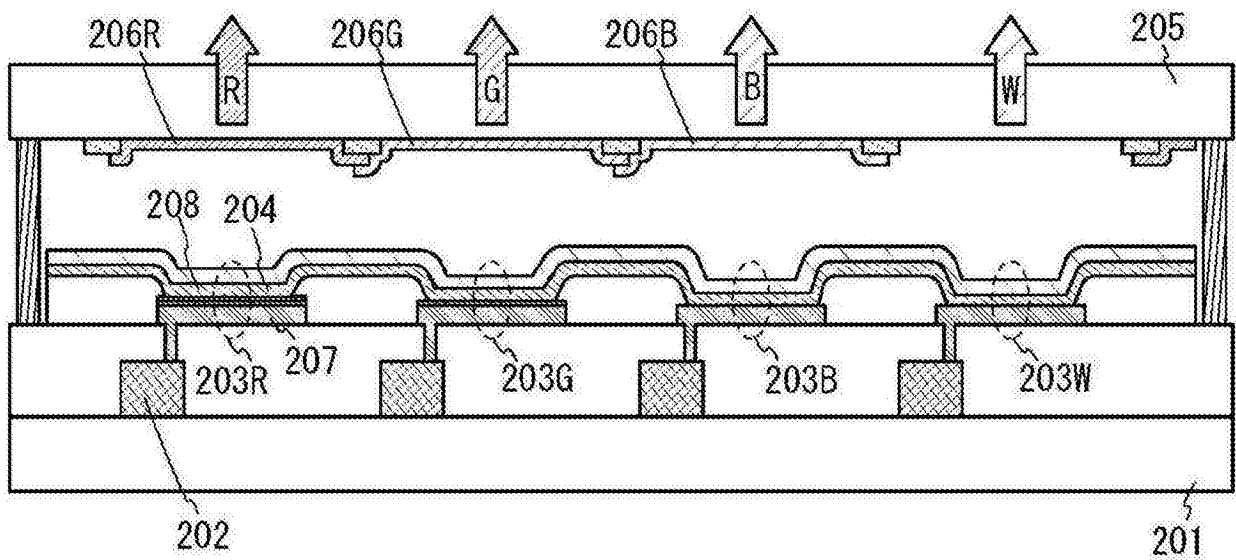


图2A

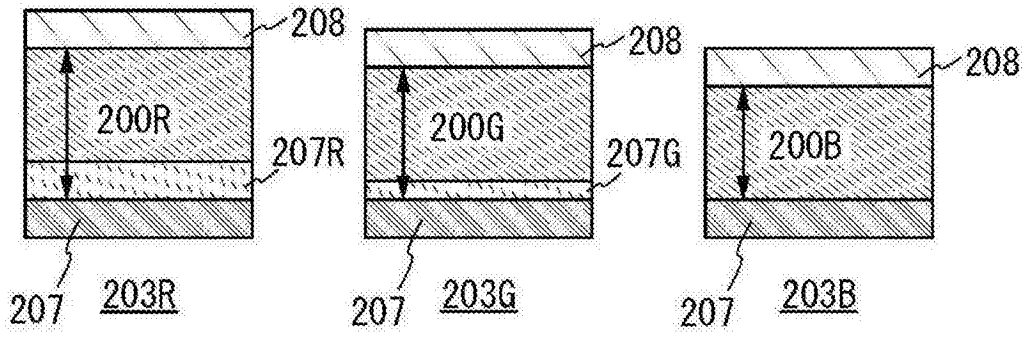


图2B

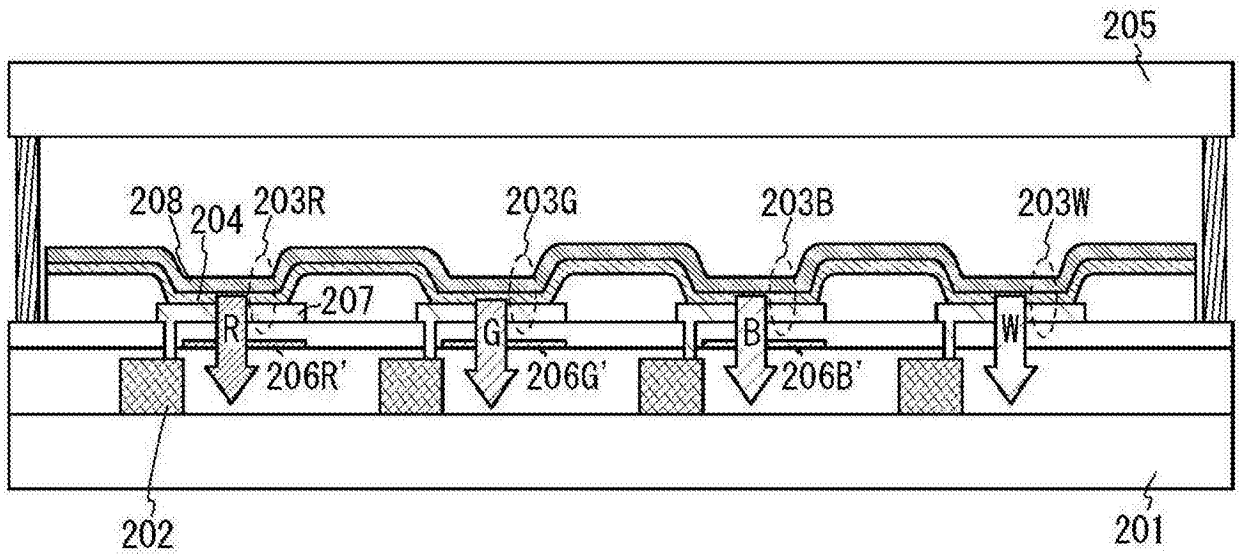


图2C

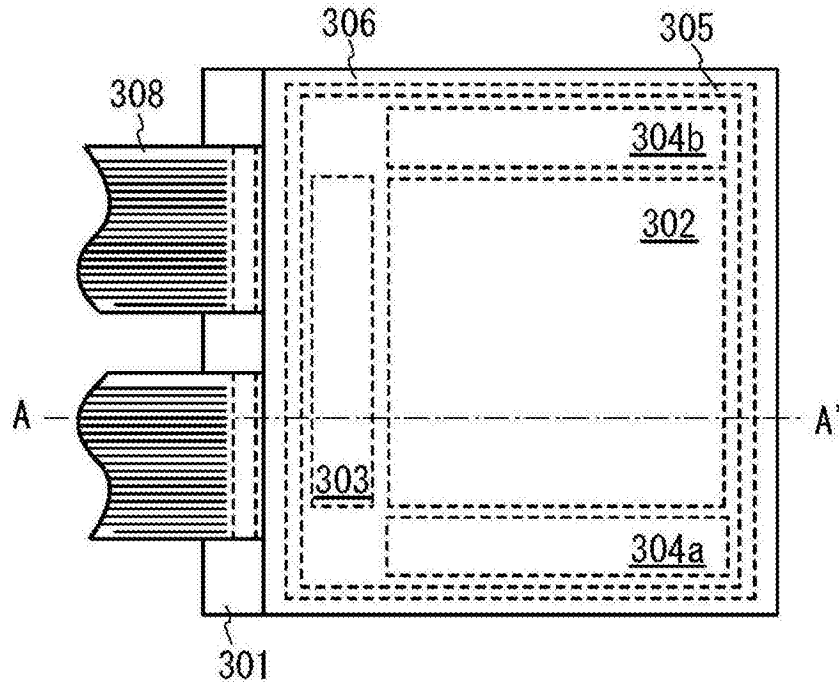


图3A

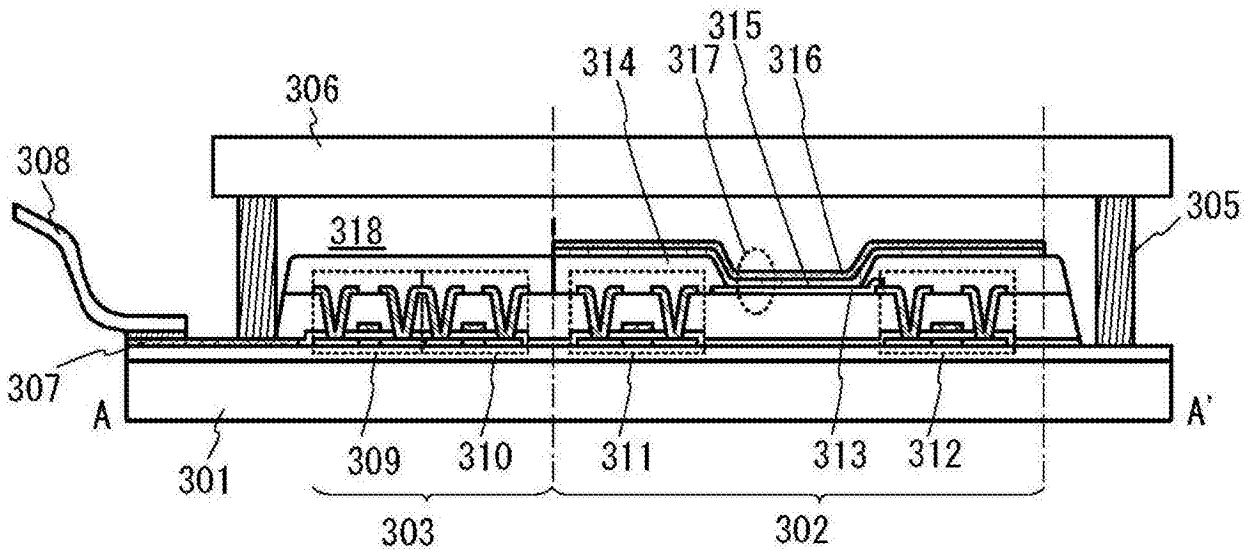
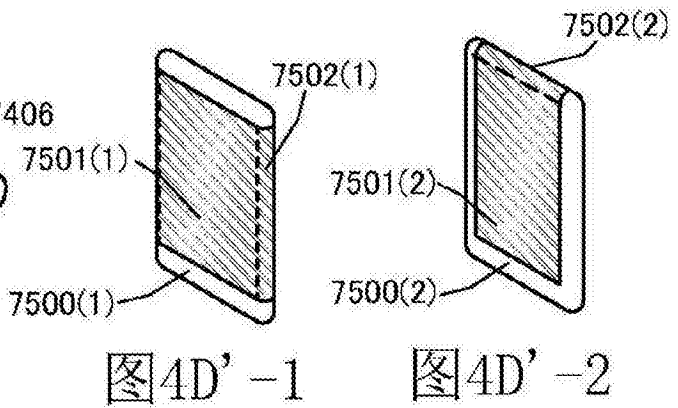
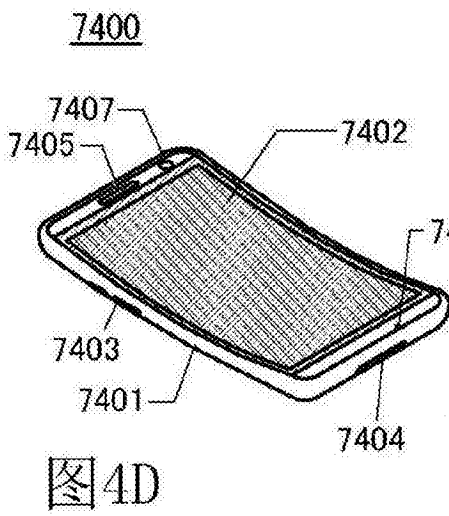
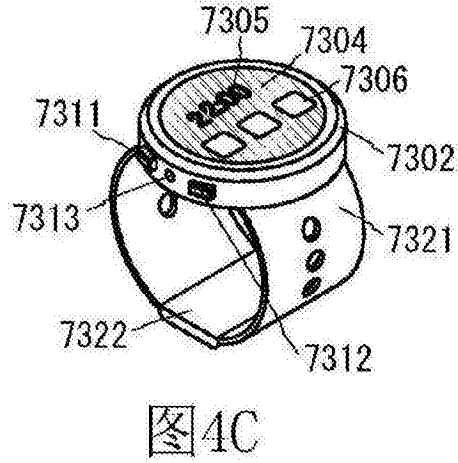
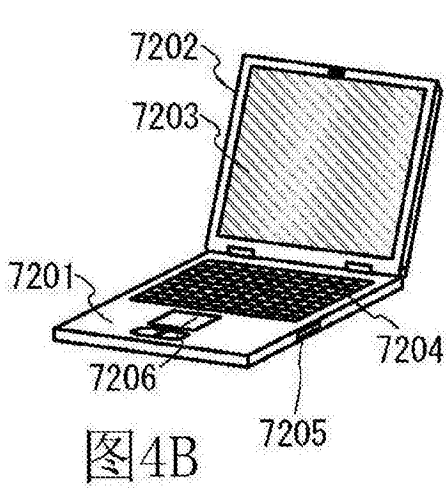
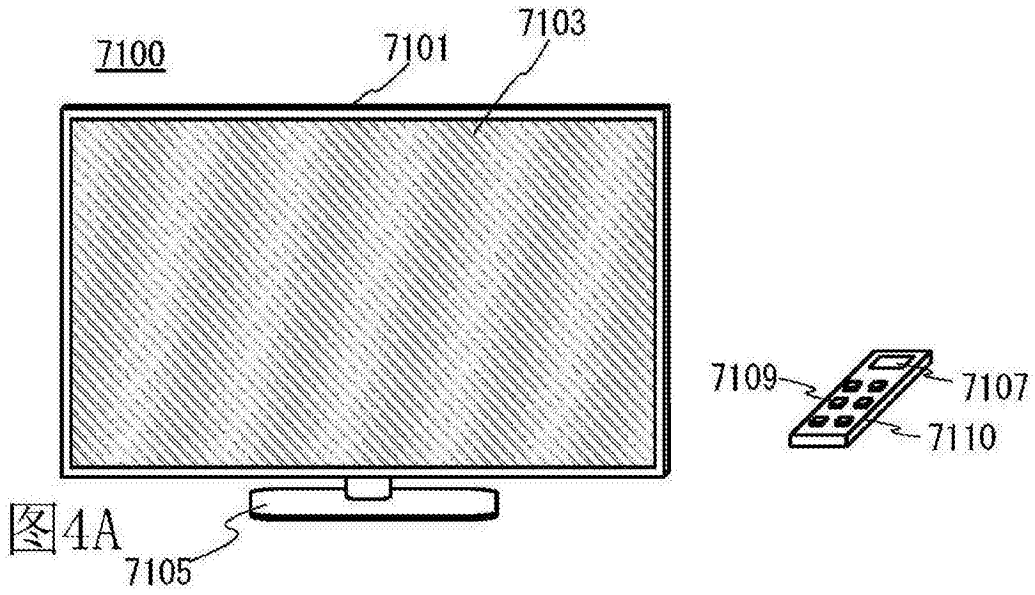


图3B



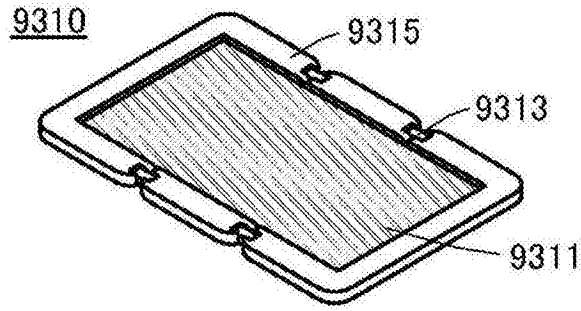


图5A

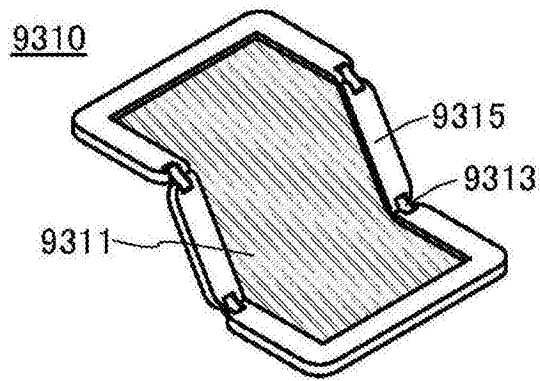


图5B

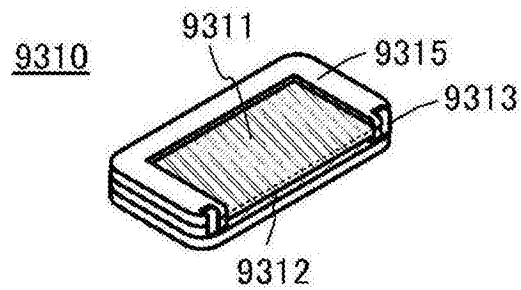


图5C

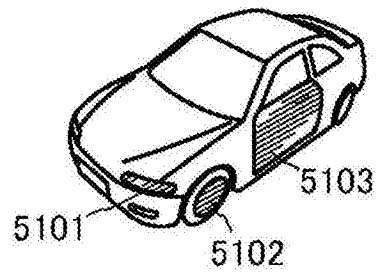


图6A

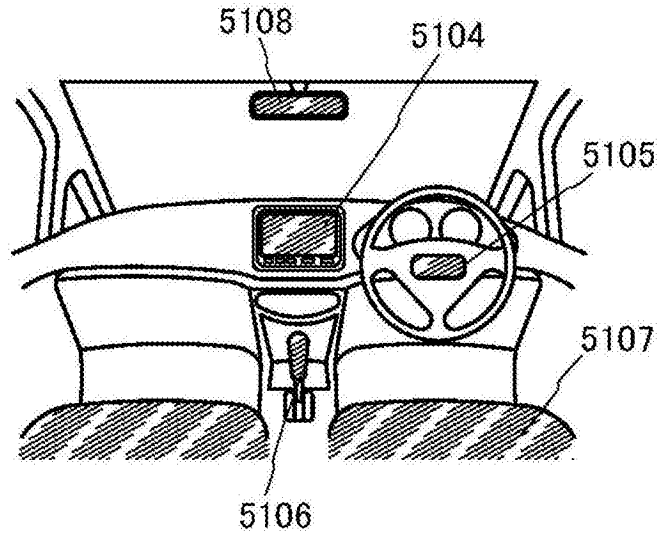


图6B

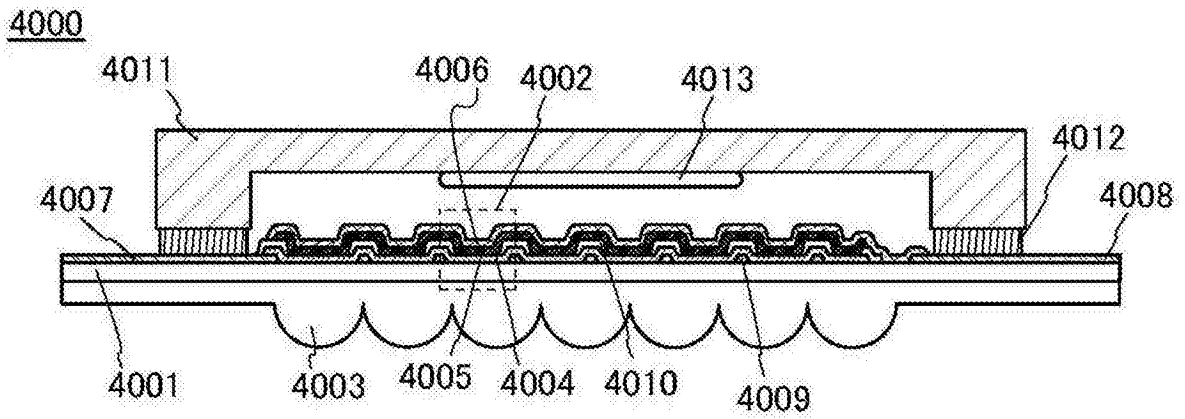


图7A

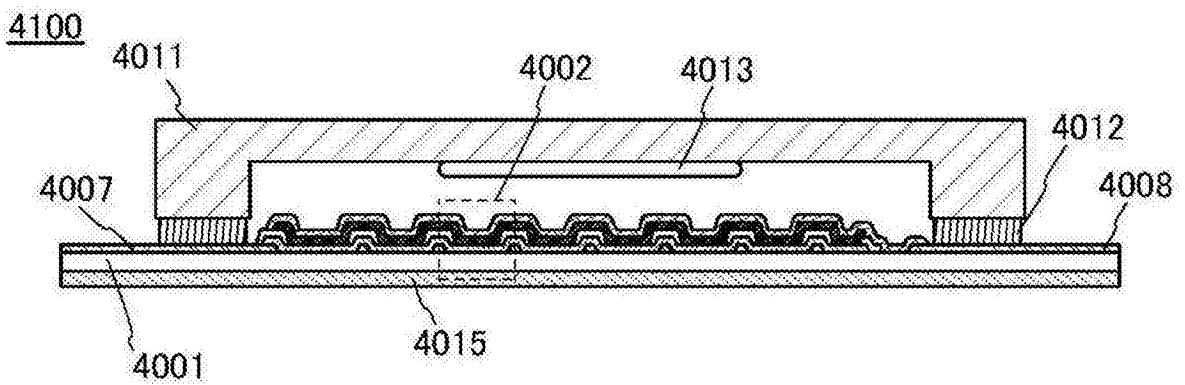


图7B

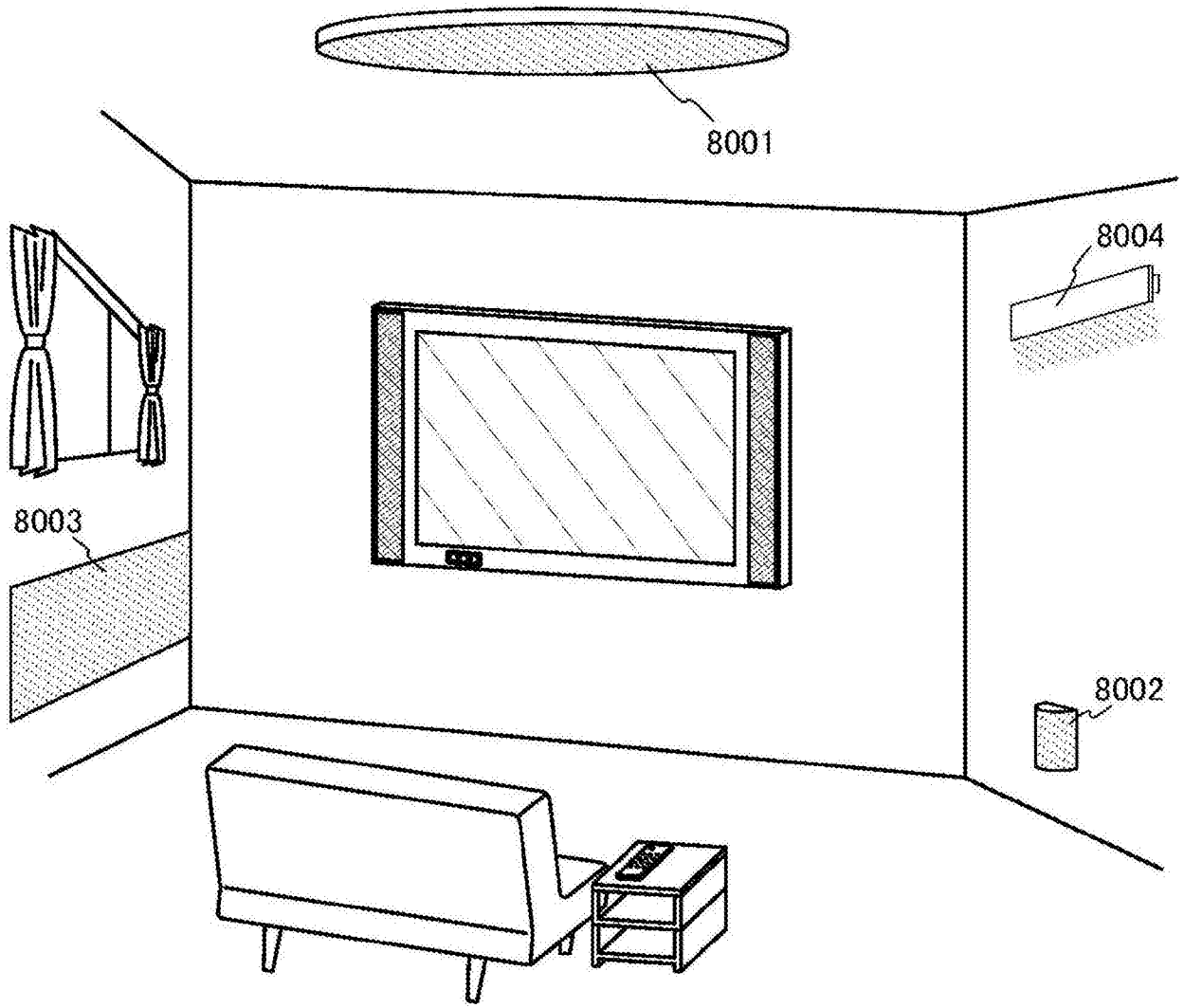
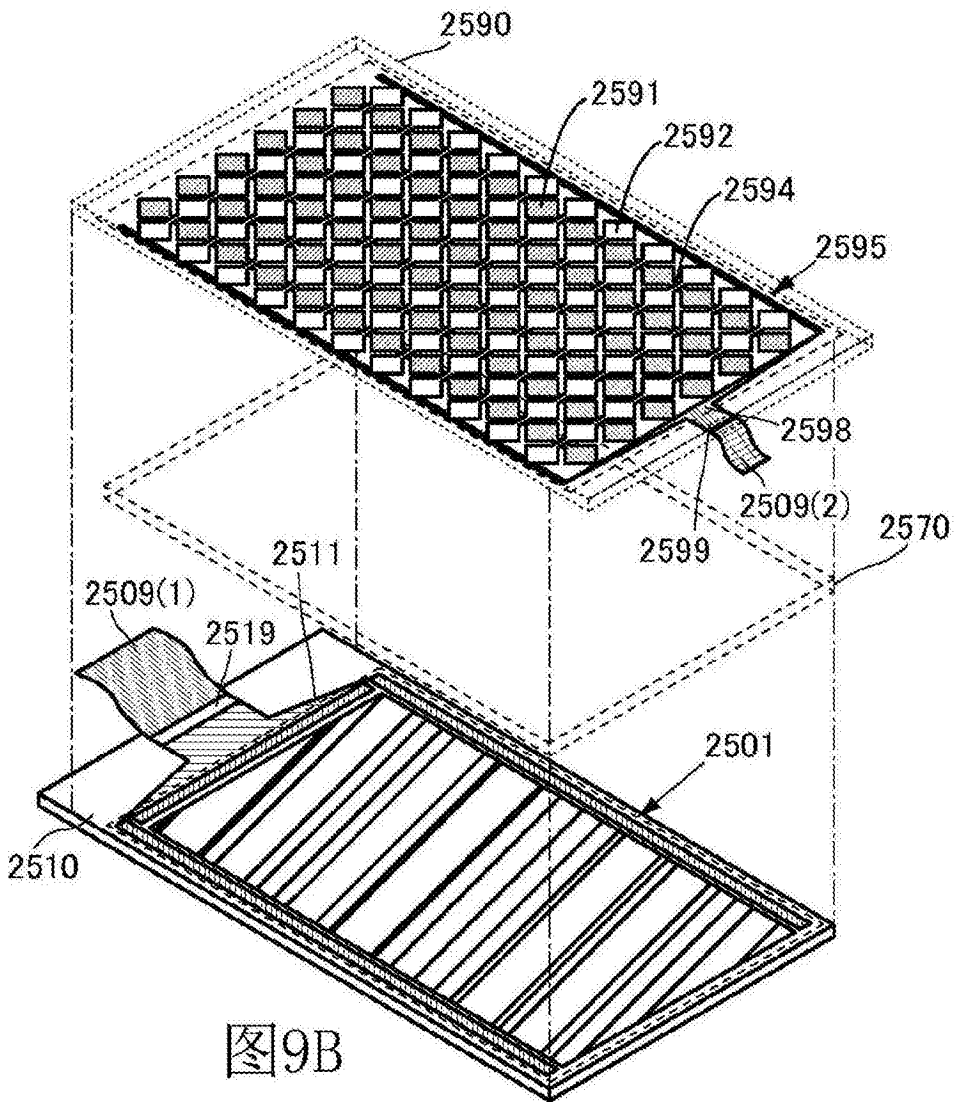
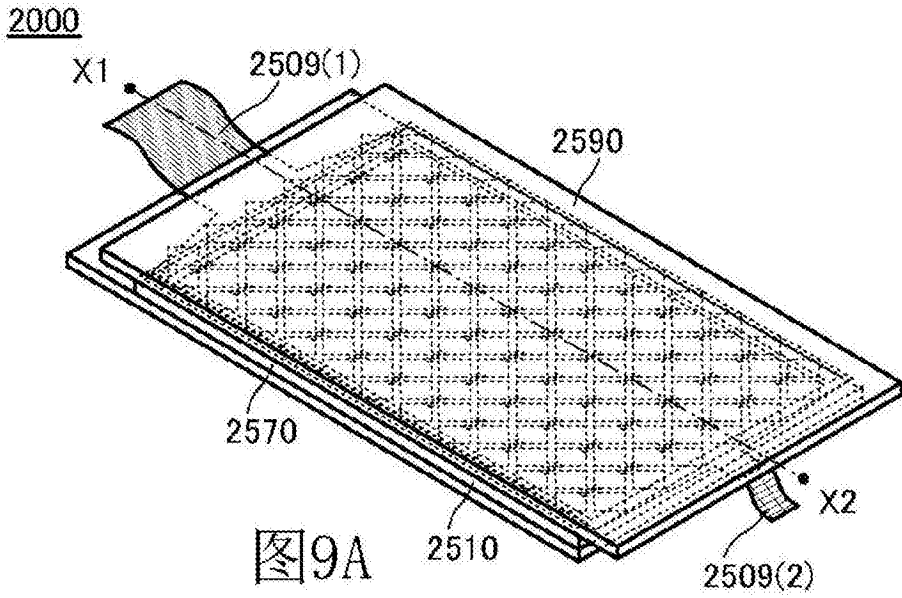


图8



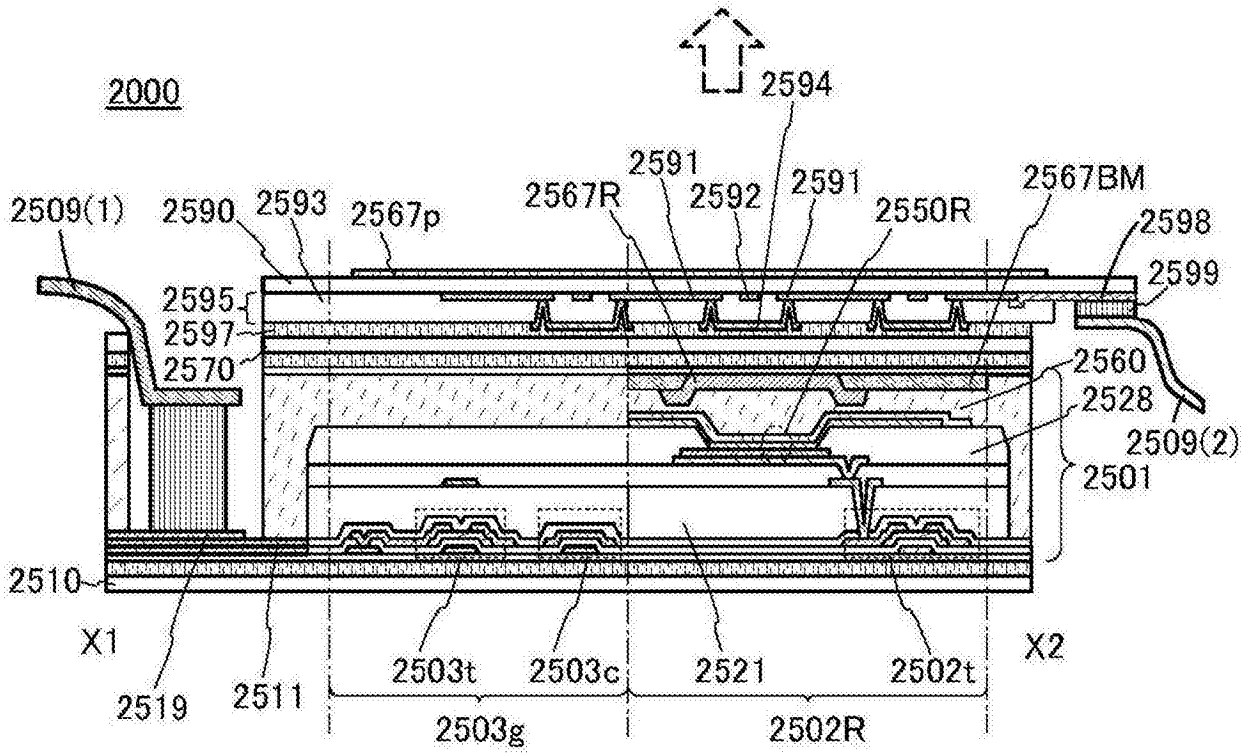


图10A

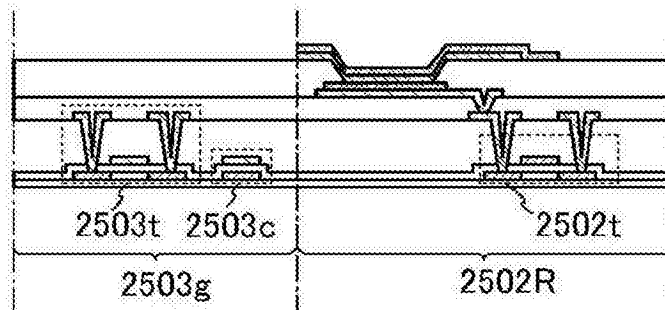


图10B

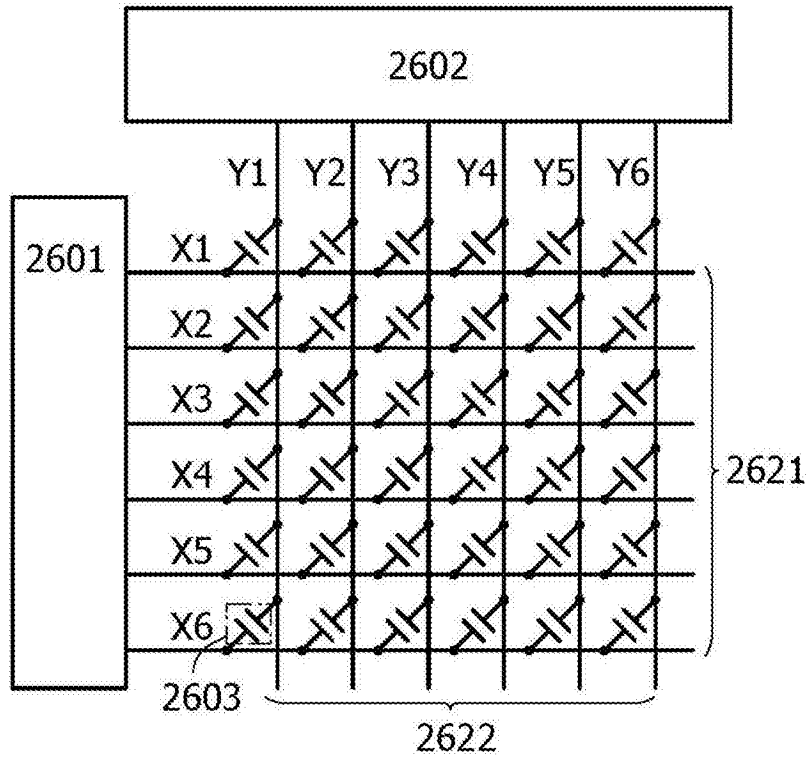


图12A

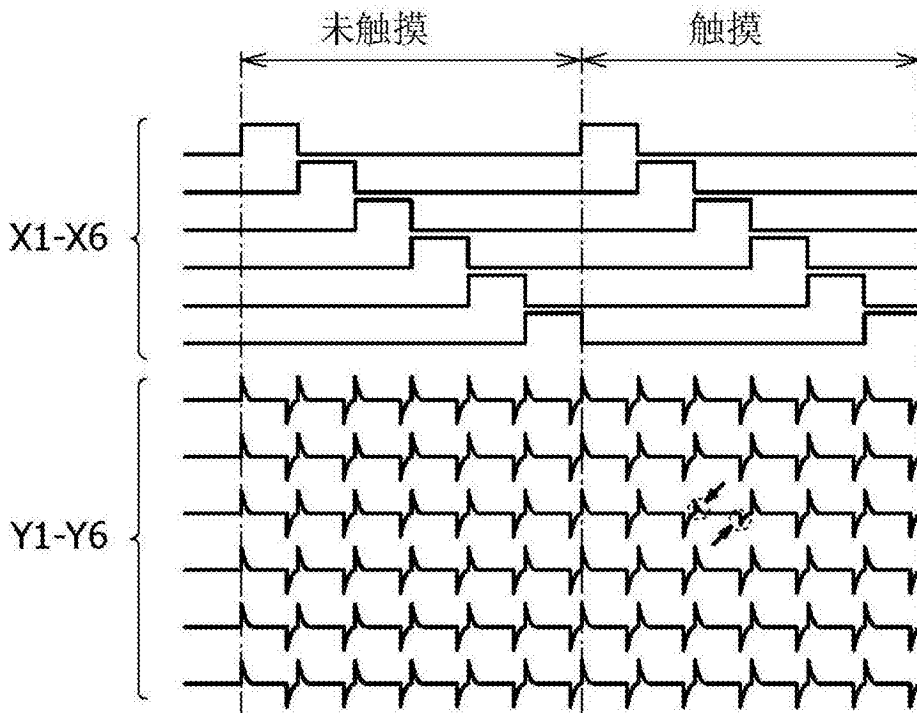


图12B

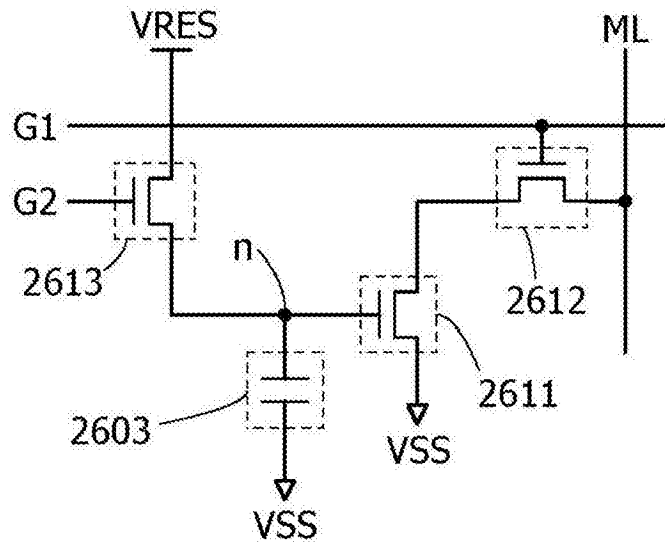


图13

3000

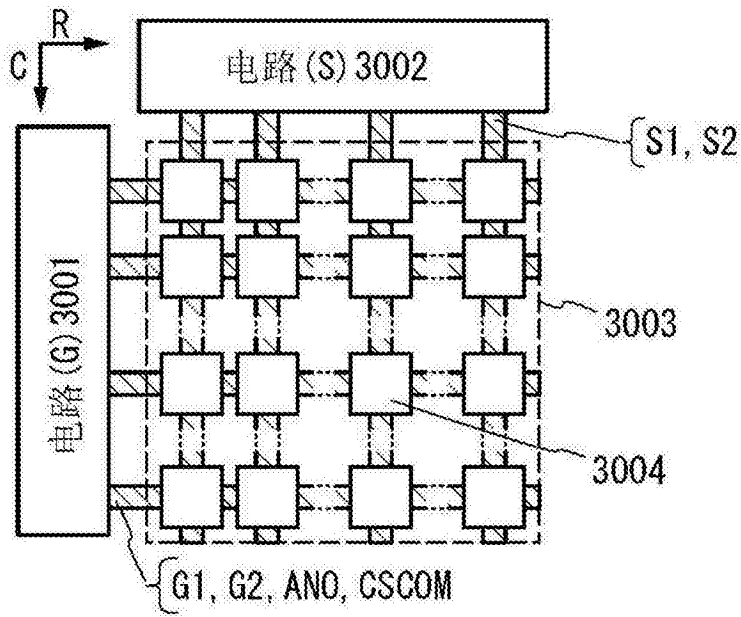


图14A

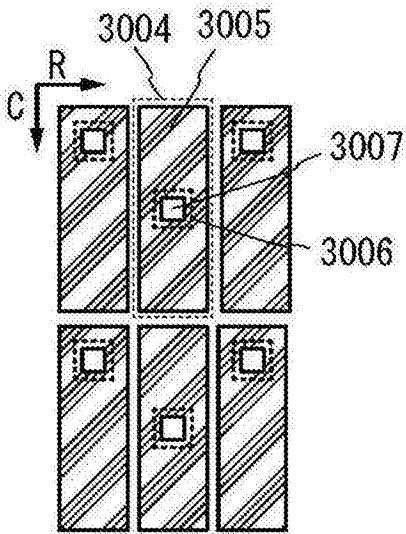


图14B1

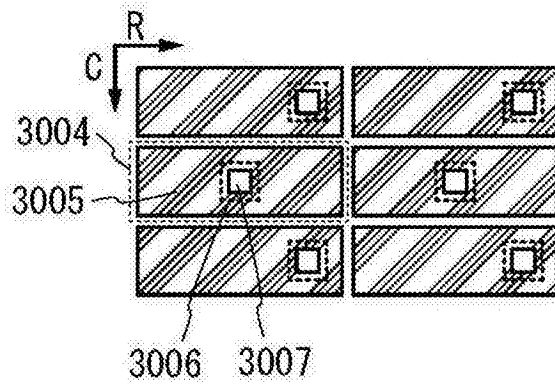


图14B2

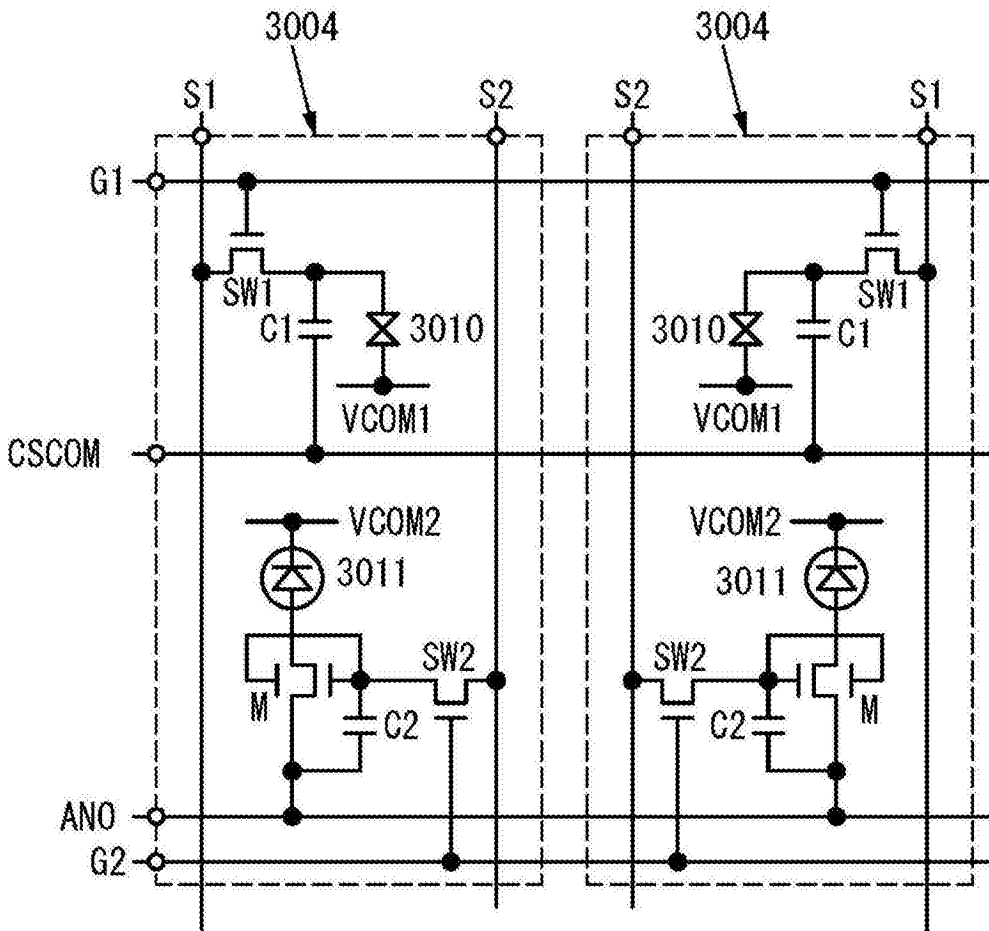


图15

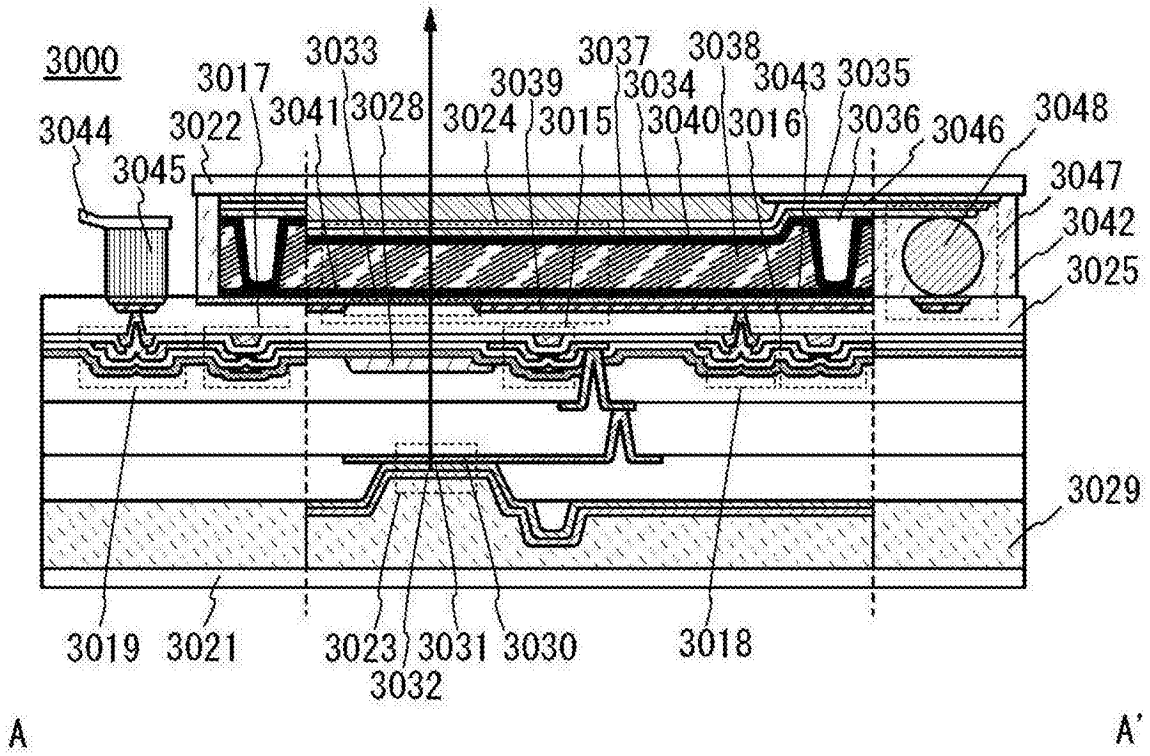


图16

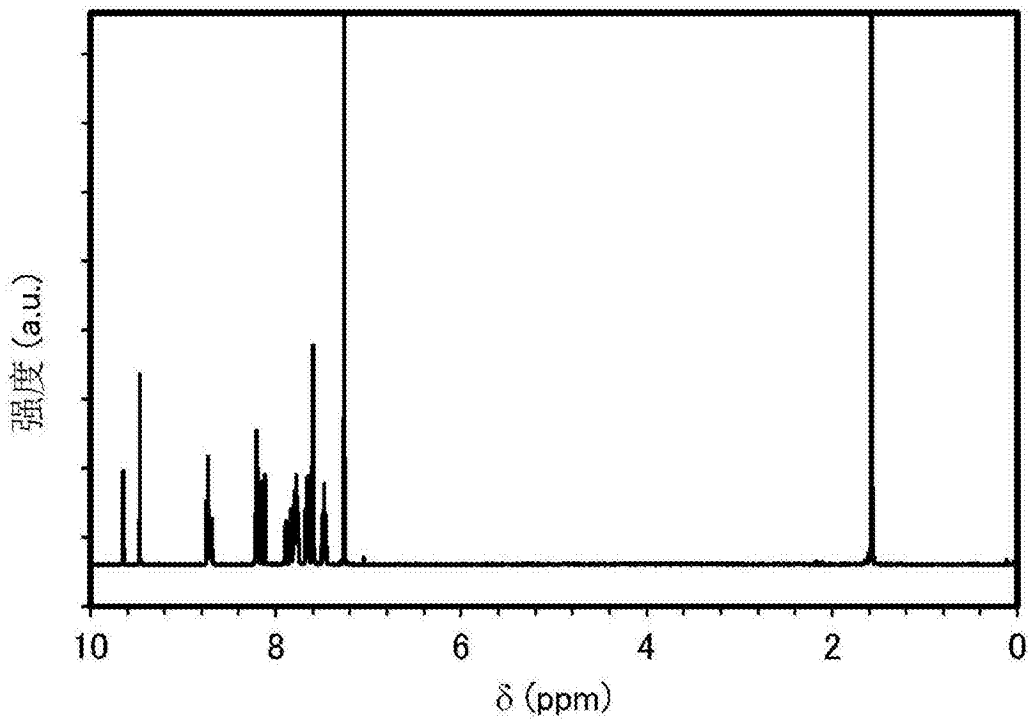


图17

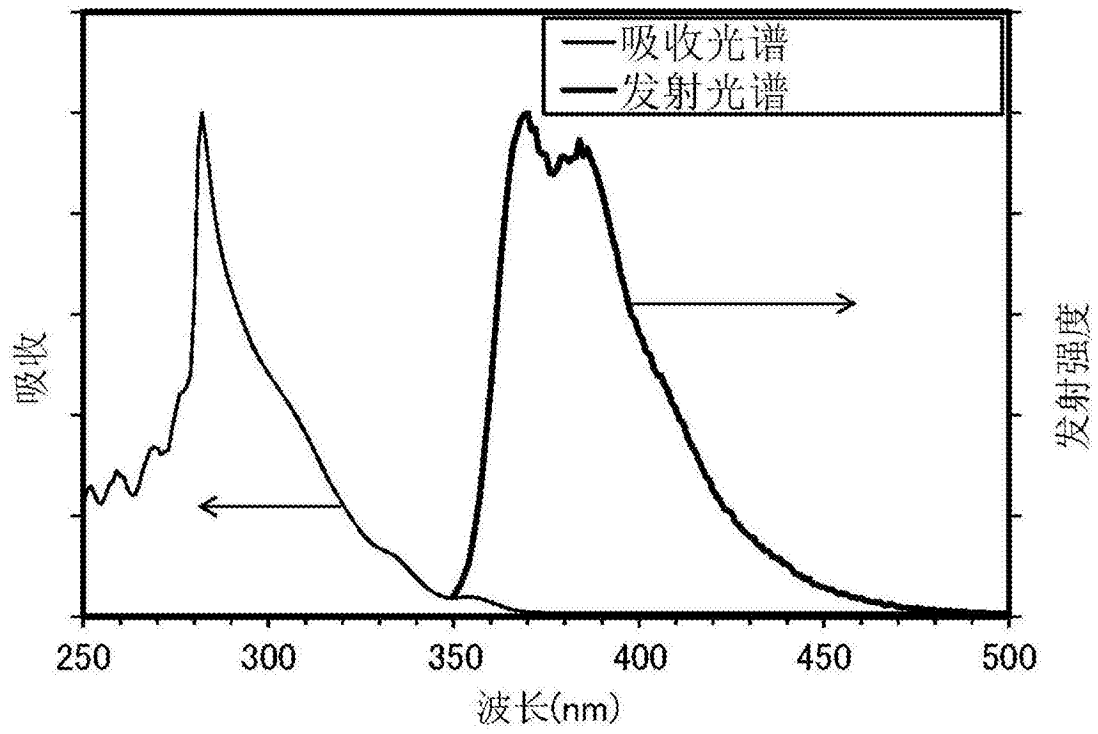


图18

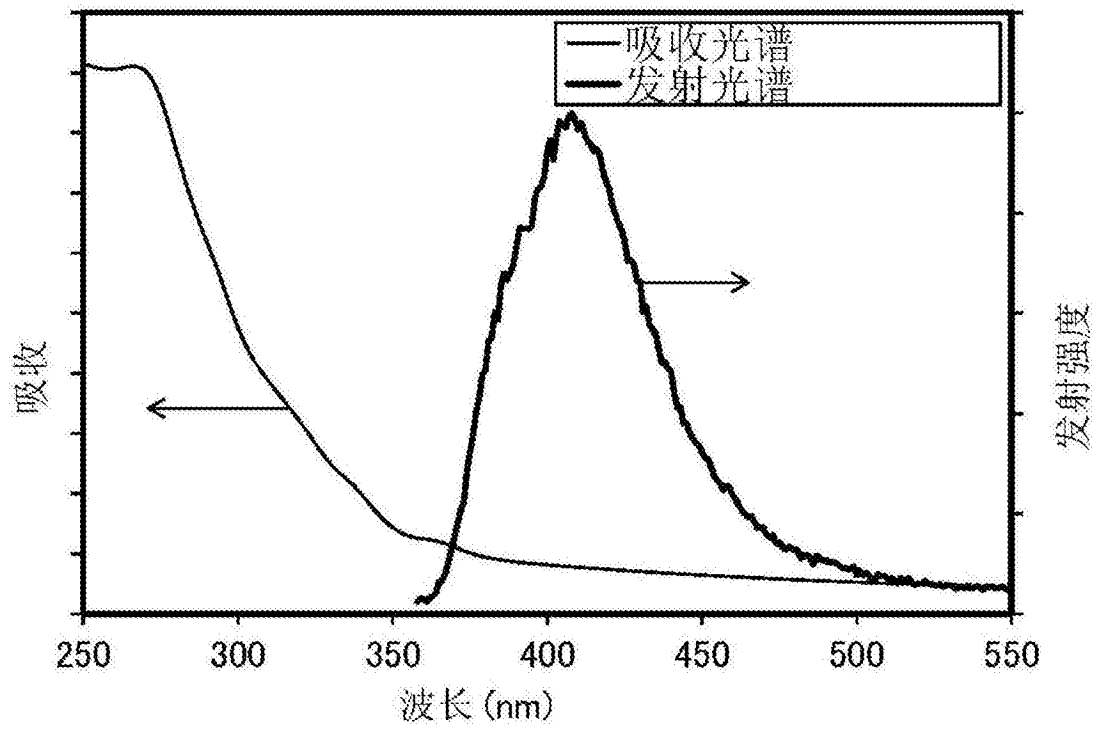


图19

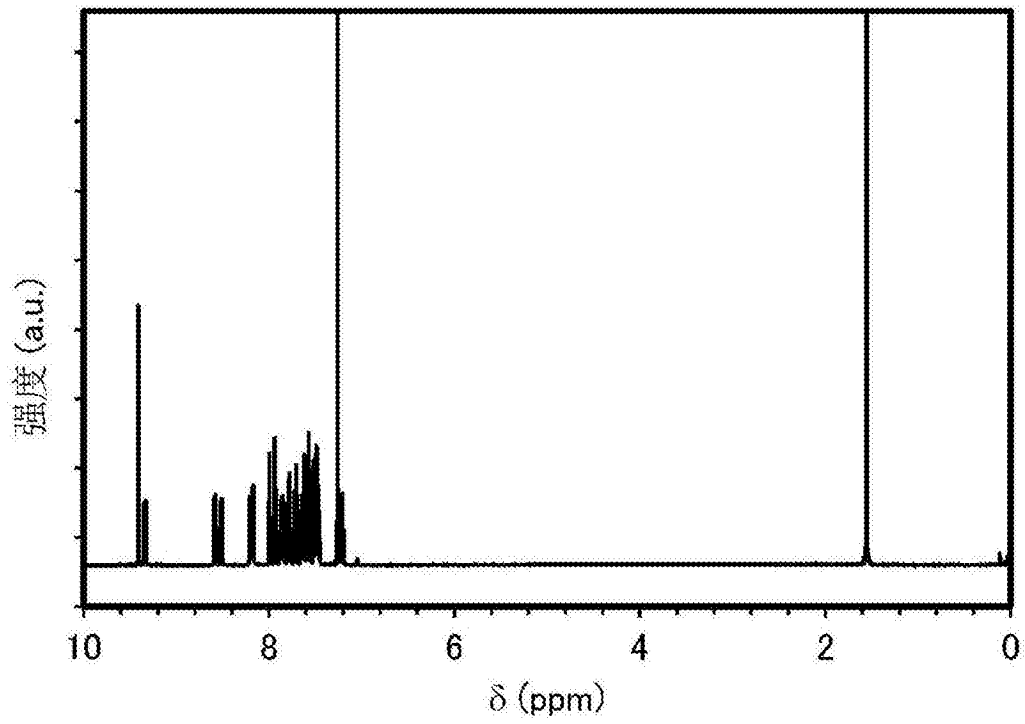


图20

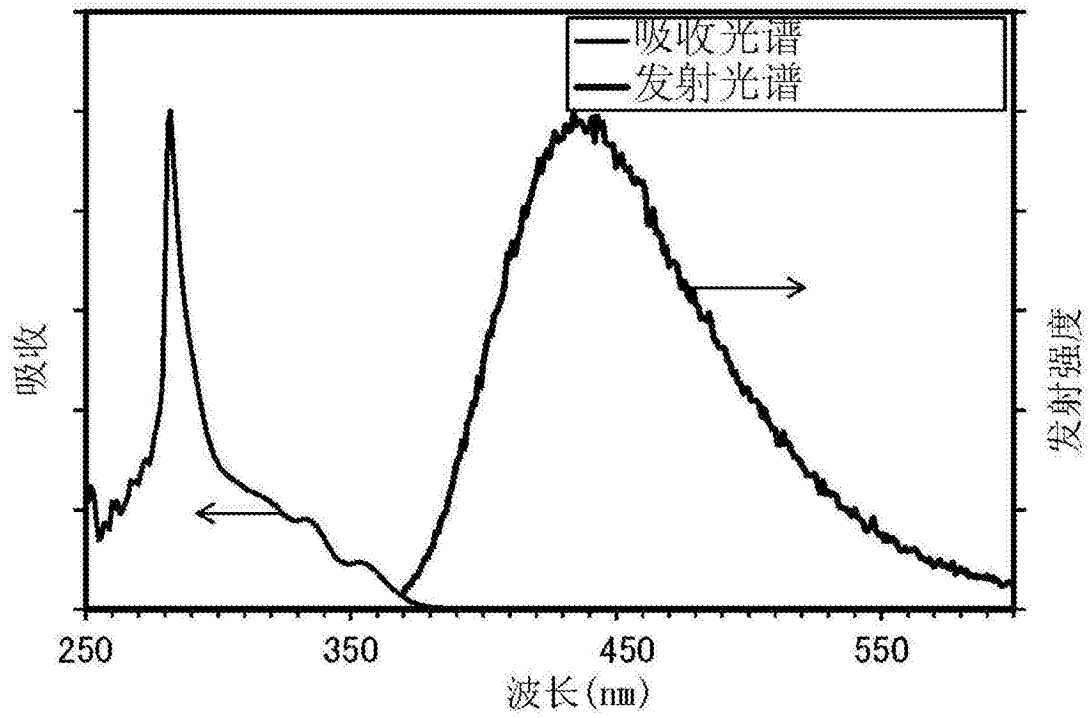


图21

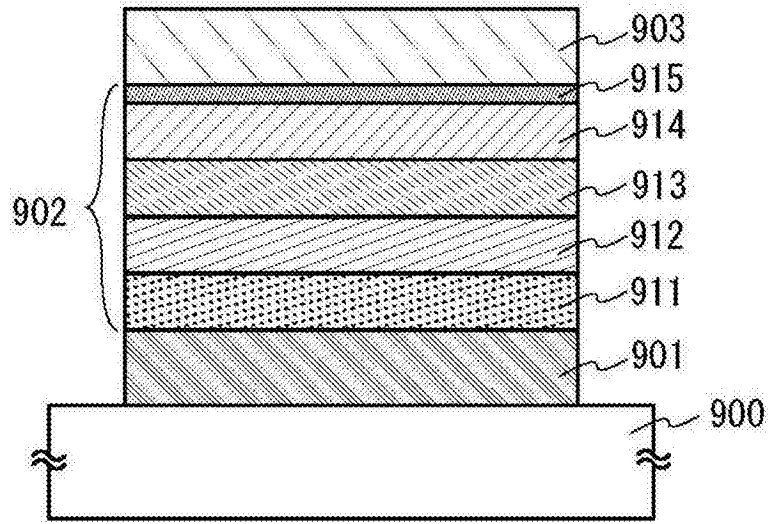


图22

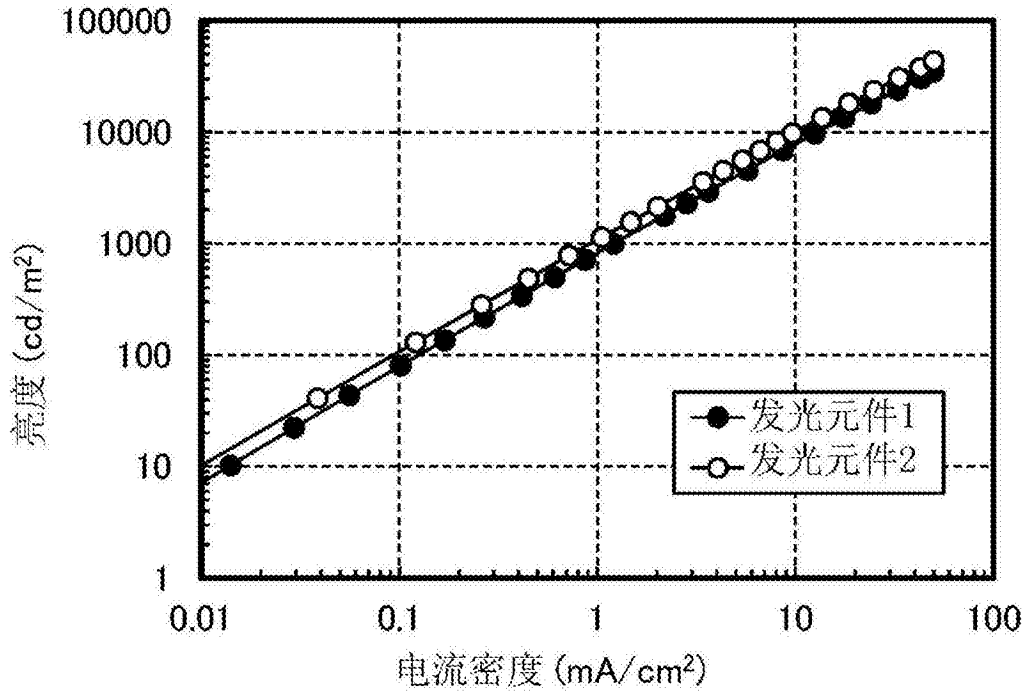


图23

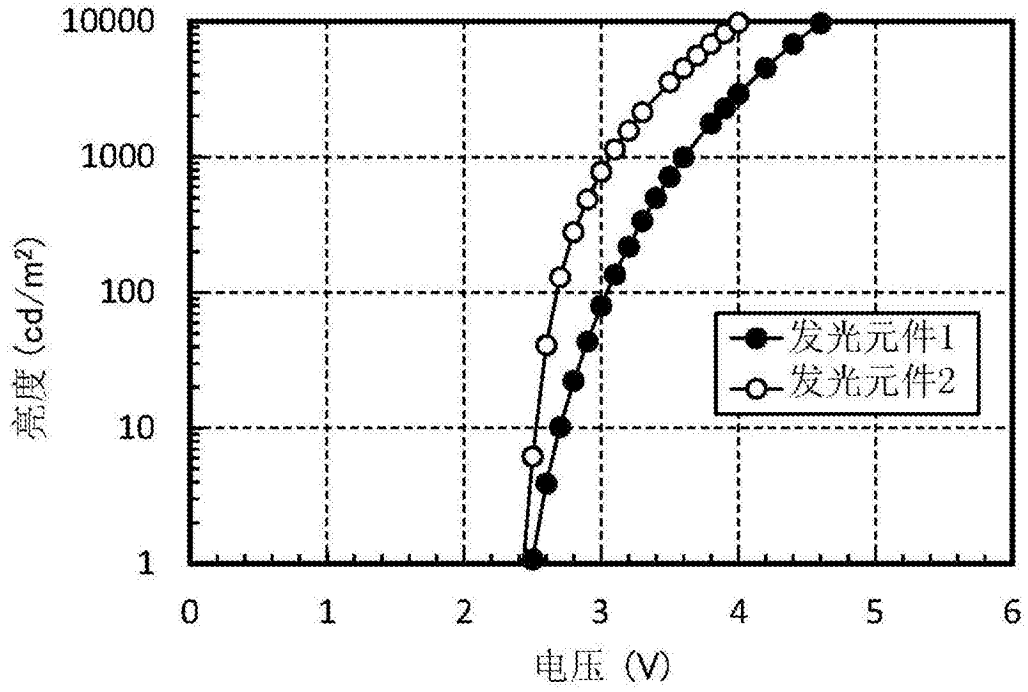


图24

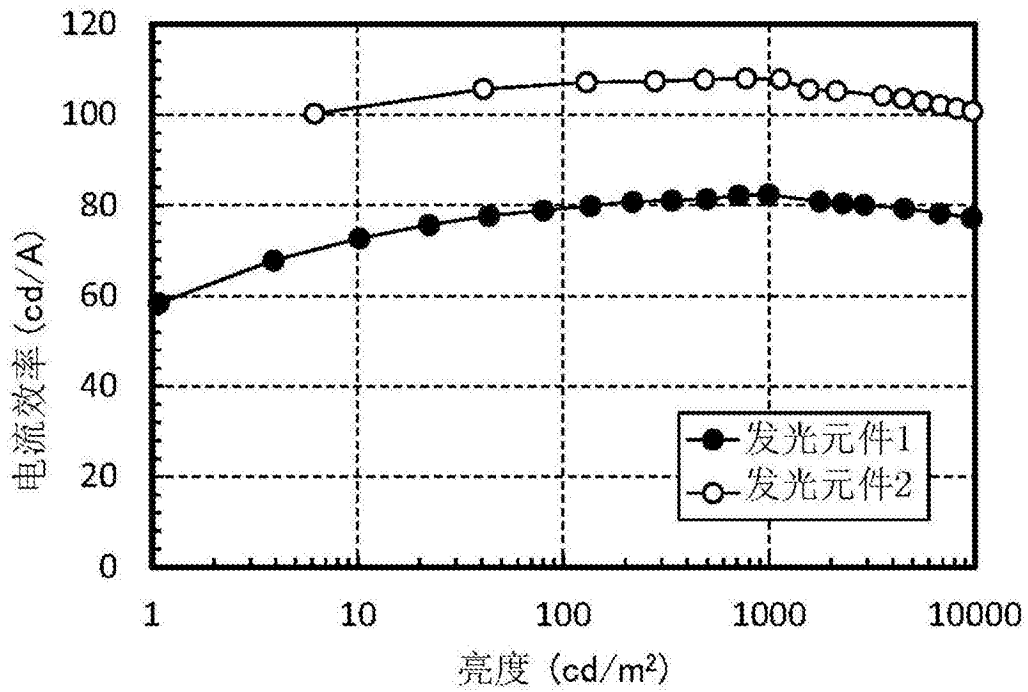


图25

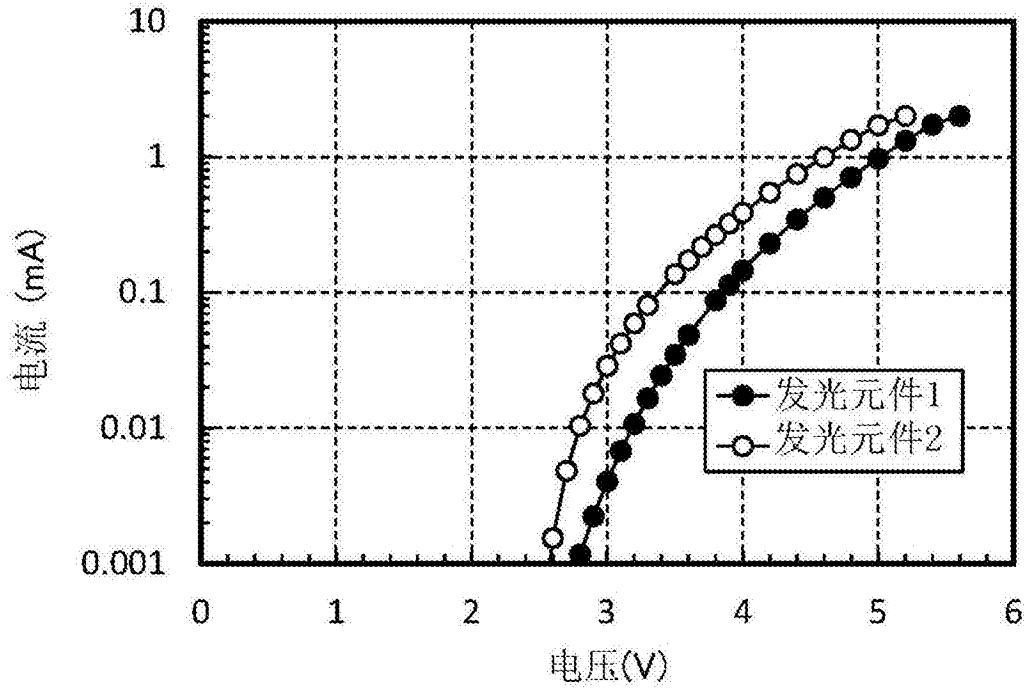


图26

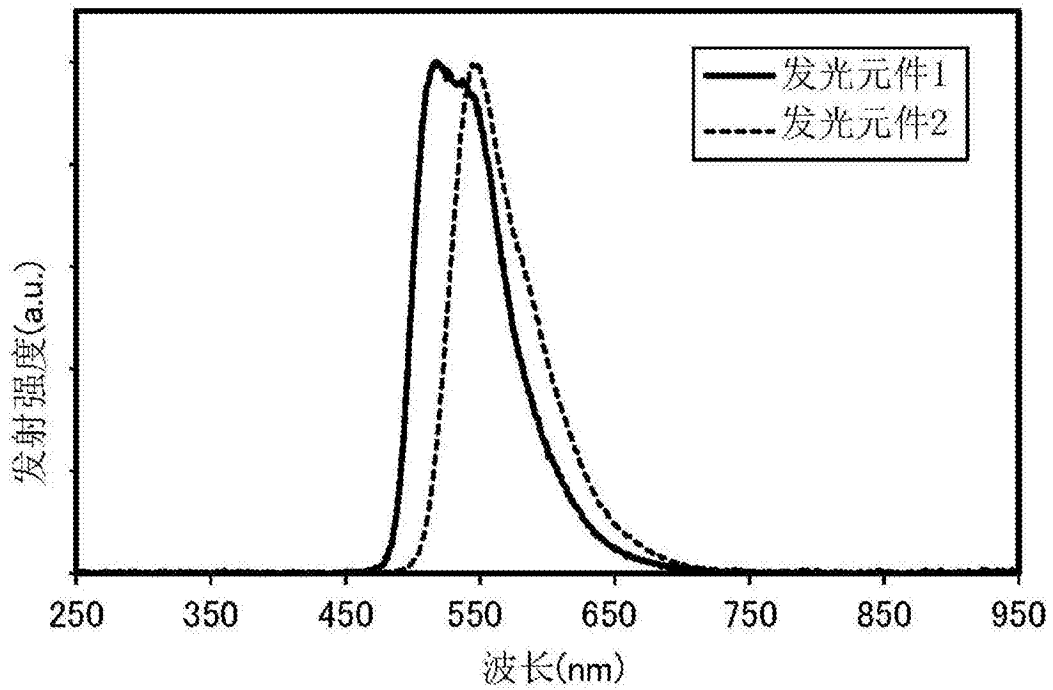


图27