



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118632853 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 10

(21) 申请号 202380019579.3

(22) 申请日 2023.02.09

(30) 优先权数据

2022-023701 2022.02.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2023/051143 2023.02.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/156886 JA 2023.08.24

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本

(72) 发明人 角井俊昭 山口知也 吉住英子

濑尾哲史

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 刘强

(51) Int. Cl.

C07F 5/02 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

H10K 50/00 (2006.01)

C07D 231/12 (2006.01)

C07F 5/00 (2006.01)

C07F 19/00 (2006.01)

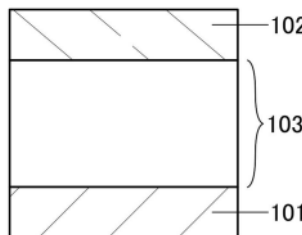
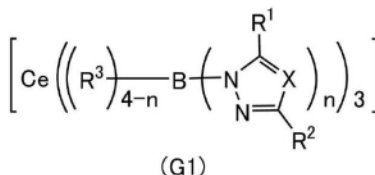
权利要求书4页 说明书65页 附图28页

(54) 发明名称

有机金属配合物、发光器件、发光装置、电子
设备及照明装置

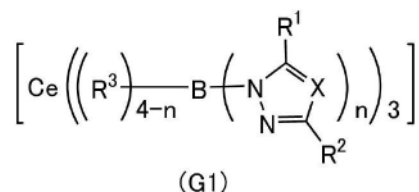
(57) 摘要

提供一种提高发光器件的发光效率的新颖有机金属配合物。提供一种由通式 (G1) 表示的有机金属配合物。在通式中, X 表示碳或氮, 该碳与氢 (包括氘)、取代或未取代的烷基、取代或未取代的环烷基以及取代或未取代的芳基中的任一个键合。R¹ 至 R³ 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的烷基、取代或未取代的环烷基以及取代或未取代的芳基中的任一个。此外, n 表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外, 每个 n 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以上时, 每个 X、每个 R¹ 及每个 R² 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以下时, R³ 可以彼此相同或不同。



1. 一种由通式 (G1) 表示的有机金属配合物。

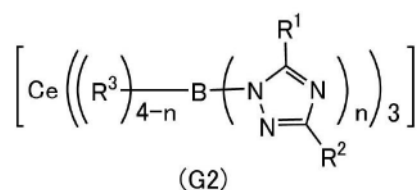
[化学式1]



(在通式 (G1) 中, X 表示碳或氮, 所述碳与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。R¹ 至 R³ 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。此外, n 表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外, 每个硼酸盐配体的 n 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以上时, 每个硼酸盐配体的 X 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R¹ 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R² 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以下时, 每个硼酸盐配体的 R³ 可以彼此相同或不同)。

2. 一种由通式 (G2) 表示的有机金属配合物。

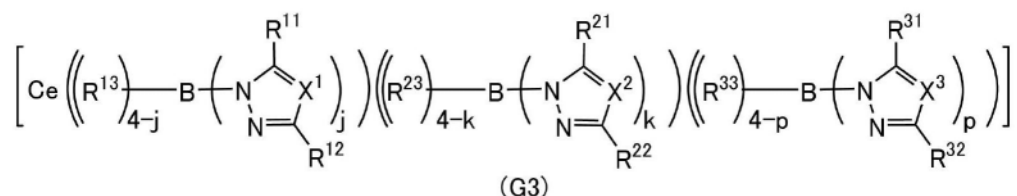
[化学式2]



(在通式 (G2) 中, R¹ 至 R³ 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。此外, n 表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外, 每个硼酸盐配体的 n 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以上时, 每个硼酸盐配体的 X 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R¹ 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R² 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以下时, 每个硼酸盐配体的 R³ 可以彼此相同或不同)。

3. 一种由通式 (G3) 表示的有机金属配合物。

[化学式3]



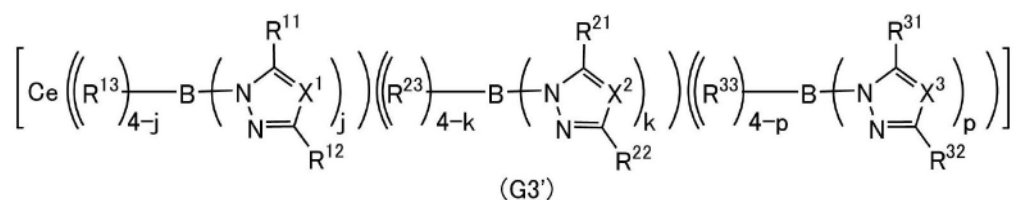
(在通式 (G3) 中, X¹ 至 X³ 分别独立地表示碳或氮, 所述碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。R¹¹ 至 R¹³、R²¹ 至 R²³ 及 R³¹ 至 R³³ 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为

3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外, j、k及p分别独立地表示1以上且4以下的整数。注意, 在j为2以上时, 每个 X^1 可以彼此相同或不同, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在k为2以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在p为2以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在j为2以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在k为2以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在p为2以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同)。

4. 一种由通式 (G3') 表示的有机金属配合物。

[0022]

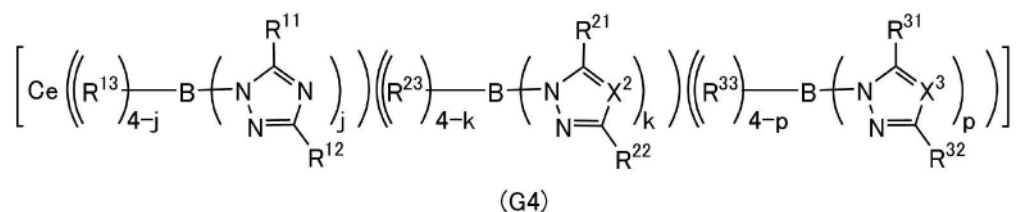
[化学式4]



(在通式 (G3') 中, X^1 至 X^3 分别独立地表示碳或氮, 所述碳分别独立地与氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。另外, j表示1以上且3以下的整数。此外, k及p分别独立地表示1以上且4以下的整数。注意, 在j为2以上时, 每个 X^1 可以彼此相同或不同, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在k为2以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在p为2以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在j为2以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在k为2以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在p为2以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同)。

5. 一种由通式 (G4) 表示的有机金属配合物。

[化学式5]

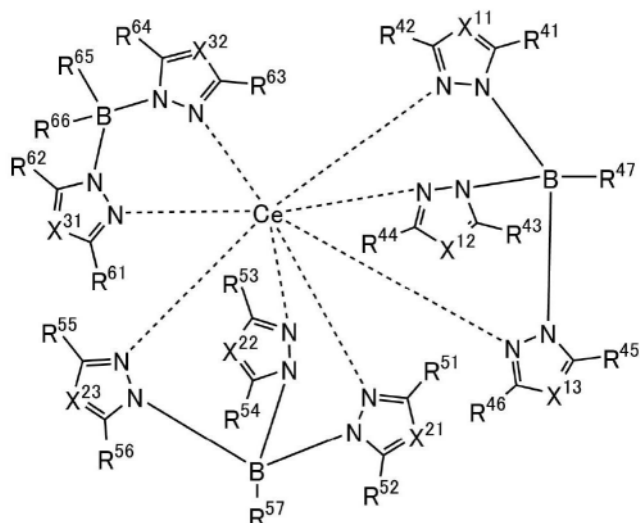


(在通式 (G4) 中, X^2 及 X^3 分别独立地表示碳或氮, 所述碳分别独立地与氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外, j、k及p分别独立地表示1以上且4以下的整数。注意, 在j为2以上时, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每

个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外,在 k 为2以上时,每个 X^2 可以彼此相同或不同,每个 R^{21} 可以彼此相同或不同,每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为2以上时,每个 X^3 可以彼此相同或不同,每个 R^{31} 可以彼此相同或不同,每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外,在 j 为2以下时,每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外,在 k 为2以下时,每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外,在 p 为2以下时,每个 R^{33} 可以彼此相同或不同)。

6. 一种由通式 (G5) 表示的有机金属配合物。

[化学式6]

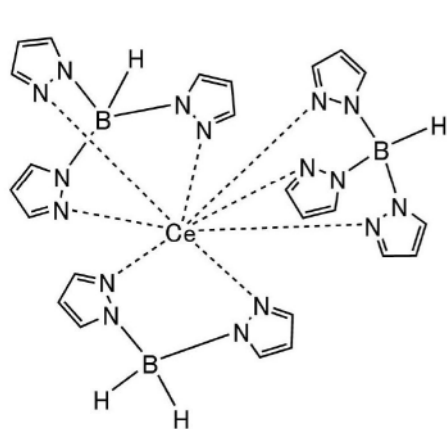


(G5)

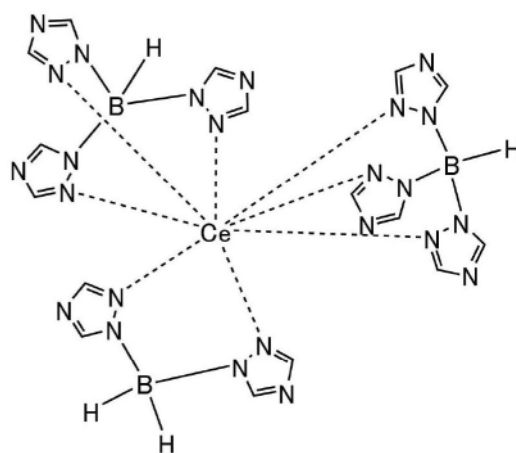
(在通式 (G5) 中, X^{11} 至 X^{13} 、 X^{21} 至 X^{23} 、 X^{31} 及 X^{32} 分别独立地表示碳或氮,该碳分别独立地与氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个键合。 R^{41} 至 R^{47} 、 R^{51} 至 R^{57} 及 R^{61} 至 R^{66} 分别独立地表示氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个)。

7. 一种由结构式 (125) 及 (150) 表示的有机金属配合物。

[化学式7]



(125)



(150)

8.一种使用权利要求1至7中任一项所述的有机金属配合物的发光器件。

9.一种发光装置,包括:

权利要求8所述发光器件;以及
晶体管或衬底。

10.一种电子设备,包括:

权利要求9所述的发光装置;以及
检测部、输入部或通信部。

11.一种照明装置,包括:

权利要求9所述的发光装置;以及
框体。

有机金属配合物、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金属配合物、有机化合物、有机半导体元件、发光器件、发光元件、有机EL元件、有机EL元件、光电二极管传感器、受光器件、受光元件、显示模块、照明模块、显示装置、发光装置、电子设备、照明装置及电子器件。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] 利用使用有机化合物的电致发光(EL:Electroluminescence)的发光器件(也称为发光EL元件或有机EL元件)的实用化非常活跃。在这些发光器件的基本结构中,在一对电极之间夹有包含发光材料的有机化合物层(EL层)。通过对该器件施加电压,注入载流子,利用该载流子的复合能量,可以获得来自发光材料的发光。

[0003] 由于有机EL元件是自发光型,所以将该元件用作像素的显示装置的可见度比液晶显示装置高,并且不需要背光源。另外,使用这种有机EL元件的显示装置可以被制造成薄且轻,这也是极大的优点。而且,非常快的响应速度也是其特征之一。

[0004] 此外,因为这些有机EL元件的发光层可以以平面状连续地形成,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,可以将使用有机EL元件的显示装置或照明装置适合于各种各样的电子设备,为了追求具有更良好的特性的有机EL元件的研究开发日益活跃。

[0006] 例如,非专利文献1公开了作为新的发光掺杂剂使用镧系元素配合物的有机EL元件的报告。

[先行技术文献]

[非专利文献]

[0007] [非专利文献1]Liding Wang及其他6名,“Review on the Electroluminescence Study of Lanthanide Complexes”,Advanced Optical Materials,2019年,7,1801256

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 如非专利文献1中说明,将这些有机配合物用于有机EL元件的发光物质(也称为掺杂剂)的研究的先例非常少,所以还没有进行充分的研究。因此,这些有机配合物的色度或色纯度等与显示质量有关的性能有很大的改进余地,因此被期待进一步的开发。

[0009] 于是,本发明的一个方式提供一种新颖有机金属配合物。另外,本发明的一个方式提供一种可用于发光器件的新颖有机金属配合物。另外,本发明的一个方式提供一种可用

于发光器件的EL层的新颖有机金属配合物。另外,本发明的一个方式的目的是提高发光器件的发光效率。另外,本发明的一个方式的目的是提高发光器件的可靠性。另外,本发明的一个方式提供一种新颖发光器件。

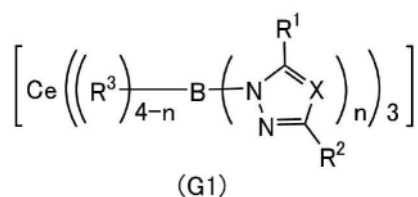
[0010] 另外,本发明的一个方式的目的是提供一种发光效率高的发光器件。本发明的一个方式的目的是提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置以及电子器件。

[0011] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。上述目的以外的目的可以显而易见地从说明书、附图、权利要求书等的描述中看出,并且可以从这些描述中抽取上述目的以外的目的。

解决技术问题的手段

[0012] 本发明的一个方式是一种由通式 (G1) 表示的有机金属配合物。

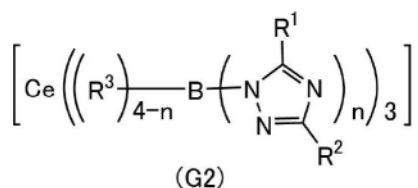
[0013] [化学式1]



[0014] 在通式 (G1) 中,X表示碳或氮,该碳与氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个键合。 R^1 至 R^3 分别独立地表示氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外,n表示1以上且4以下的整数。注意,硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外,每个硼酸盐配体的n可以彼此相同或不同。此外,在n为2以上时,每个硼酸盐配体的X可以彼此相同或不同,每个硼酸盐配体的 R^1 可以彼此相同或不同,每个硼酸盐配体的 R^2 可以彼此相同或不同。此外,在n为2以下时,每个硼酸盐配体的 R^3 可以彼此相同或不同。

[0015] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G2) 表示的有机金属配合物。

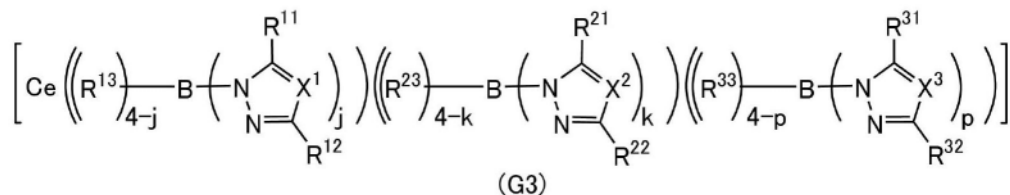
[0016] [化学式2]



[0017] 在通式 (G2) 中, R^1 至 R^3 分别独立地表示氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外,n表示1以上且4以下的整数。注意,硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外,每个硼酸盐配体的n可以彼此相同或不同。此外,在n为2以上时,每个硼酸盐配体的X可以彼此相同或不同,每个硼酸盐配体的 R^1 可以彼此相同或不同,每个硼酸盐配体的 R^2 可以彼此相同或不同。此外,在n为2以下时,每个硼酸盐配体的 R^3 可以彼此相同或不同。

[0018] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G3) 表示的有机金属配合物。

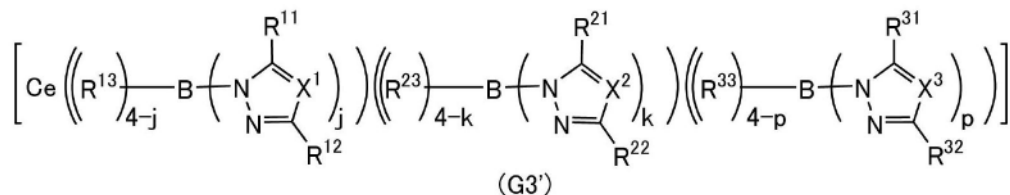
[0019] [化学式3]



[0020] 在通式 (G3) 中, X^1 至 X^3 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。此外, j 、 k 及 p 分别独立地表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 在 j 为 2 以上时, 每个 X^1 可以彼此相同或不同, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在 k 为 2 以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为 2 以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在 j 为 2 以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在 k 为 2 以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在 p 为 2 以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同。

[0021] 另外, 本发明的一个方式是一种由通式 (G3') 表示的有机金属配合物。

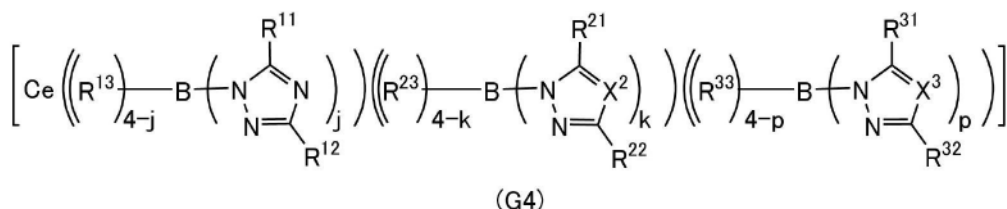
[0022] [化学式4]



[0023] 在通式 (G3') 中, X^1 至 X^3 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。另外, j 表示 1 以上且 3 以下的整数。此外, k 及 p 分别独立地表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 在 j 为 2 以上时, 每个 X^1 可以彼此相同或不同, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在 k 为 2 以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为 2 以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在 j 为 2 以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在 k 为 2 以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在 p 为 2 以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同。

[0024] 另外, 本发明的一个方式是一种由通式 (G4) 表示的有机金属配合物。

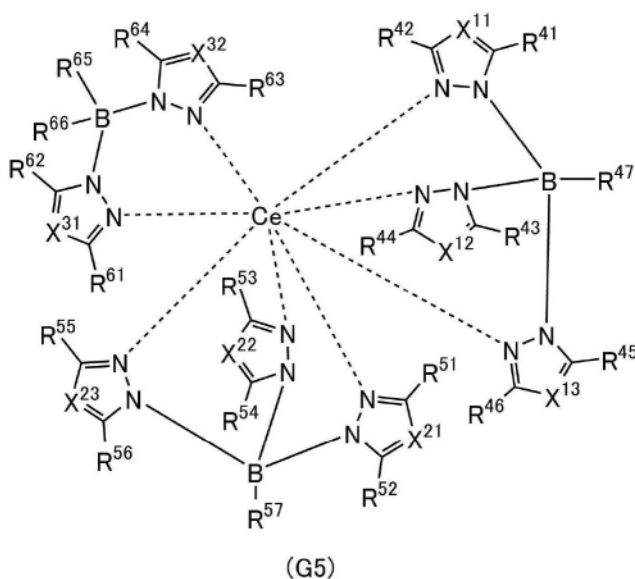
[0025] [化学式5]



[0026] 在通式 (G4) 中, X^2 及 X^3 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。此外, j 、 k 及 p 分别独立地表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 在 j 为 2 以上时, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在 k 为 2 以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为 2 以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在 j 为 2 以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在 k 为 2 以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在 p 为 2 以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同。

[0027] 另外, 本发明的一个方式是一种由通式 (G5) 表示的有机金属配合物。

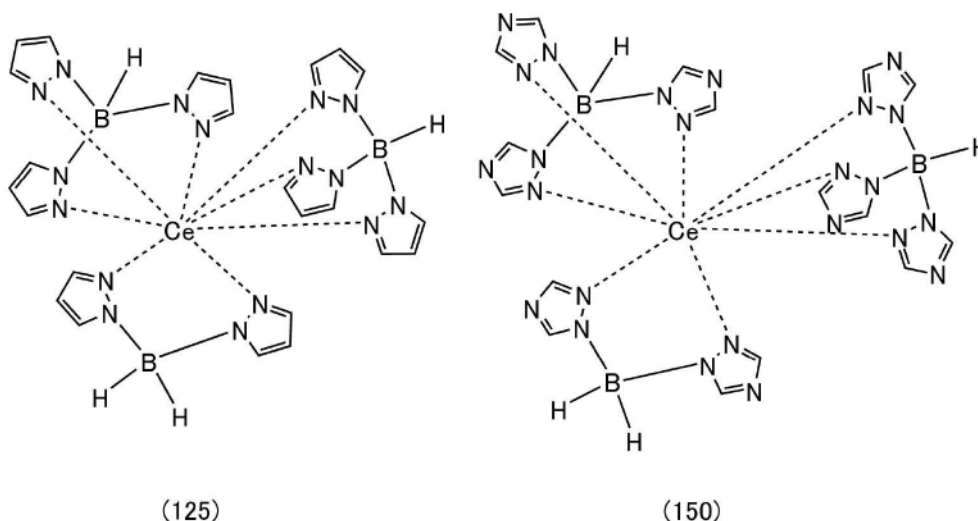
[0028] [化学式 6]



[0029] 在通式 (G5) 中, X^{11} 至 X^{13} 、 X^{21} 至 X^{23} 、 X^{31} 及 X^{32} 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{41} 至 R^{47} 、 R^{51} 至 R^{57} 及 R^{61} 至 R^{66} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。

[0030] 另外, 本发明的一个方式是一种由结构式 (125) 及 (150) 表示的有机金属配合物。

[0031] [化学式 7]



[0032] 另外,本发明的一个方式是一种使用具有上述各结构的有机化合物的发光器件。

[0033] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,该发光装置包括上述各结构的发光器件、以及晶体管或衬底。

[0034] 另外,本发明的一个方式是一种电子设备,该电子设备包括上述各结构的发光装置、检测部、输入部或通信部。

[0035] 另外,本发明的一个方式是一种包括上述各结构的发光装置及框体的照明装置。

[0036] 注意,本说明书中的发光装置包括使用发光器件的图像显示器件。此外,发光装置有时还包括如下模块:衬底上的发光器件安装有连接器诸如各向异性导电膜或TCP (Tape Carrier Package:带载封装) 的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;或者通过COG (Chip On Glass:玻璃覆晶封装) 方式在发光器件上直接安装有IC (集成电路) 的模块。再者,照明装置等有时包括发光装置。

发明效果

[0037] 根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖有机金属配合物。此外,根据本发明的一个方式,可以提供一种可用于发光器件的新颖有机金属配合物。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种可用于发光器件的EL层的新颖有机金属配合物。另外,在本发明的一个方式中,可以提高发光器件的发光效率。另外,在本发明的一个方式中,可以提高发光器件的可靠性。另外,根据本发明的一个方式可以提供一种新颖发光器件。

[0038] 另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种发光效率高的发光器件。另外,根据本发明的一个方式可以提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置及电子器件。

[0039] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要实现所有上述效果。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的效果。

附图简要说明

[0040] 图1A至图1E是说明根据实施方式的发光器件的结构图。

图2A至图2D是说明根据实施方式的发光装置的图。

图3A至图3C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图。

图4A至图4C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图。

图5A至图5C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图。

图6A至图6D是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图。

图7A至图7D是说明根据实施方式的发光装置的图。

图8A至图8C是说明根据实施方式的发光装置的图。

图9A至图9F是说明根据实施方式的装置及像素配置的图。

图10A至图10C是说明根据实施方式的像素电路的图。

图11是说明根据实施方式的发光装置的图。

图12A至图12E是说明根据实施方式的电子设备的图。

图13A至图13E是说明根据实施方式的电子设备的图。

图14A及图14B是说明根据实施方式的电子设备的图。

图15A及图15B是说明根据实施方式的照明装置的图。

图16是说明根据实施方式的照明装置的图。

图17A至图17C是说明根据实施方式的发光器件及受光器件的图。

图18A及图18B是说明根据实施方式的发光器件及受光器件的图。

图19是 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 的二氯甲烷溶液的吸收光谱及发射光谱。

图20是 $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$ 的二氯甲烷溶液的发射光谱。

图21是 $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$ 的粉末的发射光谱。

图22是说明发光器件1的结构图。

图23是示出发光器件1的亮度-电流密度特性的图。

图24是示出发光器件1的电流效率-亮度特性的图。

图25是示出发光器件1的亮度-电压特性的图。

图26是示出发光器件1的电流-电压特性的图。

图27是示出发光器件1的外部量子效率-亮度特性的图。

图28是示出发光器件1的发射光谱的图。

实施发明的方式

[0041] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。注意,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0042] (实施方式1)

将有机EL元件用作显示元件的显示器(有机EL显示器)实用化已很久了。在该显示器中,为了实现全彩色显示,通常包括发射红色、绿色和蓝色的至少三个颜色的光的像素。

[0043] 该像素中按每个发光颜色设置有发光器件,在采用Side by Side方式(所谓分别涂布方式)的显示器中,各发光器件根据所对应像素的各发光颜色包含不同的发光物质。

[0044] 作为用于这种发光器件的发光物质,主要使用从单重激发态发射光的荧光物质、发射热活化延迟荧光(TADF:Thermally Activated Delayed Fluorescence)的物质、从三重激发态发射光的磷光物质等,其研究日益火热。

[0045] 这里,已知:电流激发的有机EL元件中,由于单重激发态与三重激发态的生成概率的比例为1:3,所以只能将单重激发态用于发光的荧光物质的内部量子效率的理论极限为

25%。另一方面,由于磷光物质能够通过系间窜越将单重激发态转换为三重激发态,理论上可以实现100%的内部量子效率,可以得到发光效率高的发光器件。因此,目前实用化的有机EL显示器中,在很多情况下红色发光器件和绿色发光器件中使用磷光物质。

[0046] 但是,即使在将磷光物质用于红色发光器件及绿色发光器件的显示器中,在很多情况下蓝色发光器件不使用磷光物质而使用效率较低的荧光物质。将荧光物质用于蓝色发光器件的理由主要在于可靠性而不是效率。将磷光物质用作掺杂剂的发光器件一般都具有短寿命,难以得到良好的可靠性。因此,用于现在市售的有机EL显示器的蓝色发光器件的大部分都是荧光器件。若能解决寿命问题,则通过将发光效率优良的蓝色磷光物质用于蓝色发光器件,可以大大提高有机EL显示器的性能,但蓝色磷光器件的短寿命有两个本质原因。

[0047] 第一个原因是在通常物质中三重态能量比单重态能量低。因为蓝色发光的能量高,所以当想要得到来自三重激发态的发光时,与其他的两种颜色相比需要其三重激发能级更高的物质。当然,这种物质的单重激发能级存在于更高的位置上,具有这种能级的物质趋于不稳定。此外,在使用主体材料时,该主体材料需要为具有位于更高能级的三重激发能级、单重激发能级的物质。

[0048] 第二个原因是磷光物质的发光寿命(也称为磷光寿命)长。由于从三重激发态向单重基态的跃迁是自旋禁戒的且从单重激发态向单重基态的跃迁是自旋允许的,所以磷光的发光寿命比荧光长得多(磷光寿命:~ μs 、荧光寿命:~ ns)。磷光寿命长意味着三重激子的寿命长。因此,在磷光发光器件中,发光物质长时间持续处于能量高的激发态,因此发光物质本身的劣化或者其周边物质的劣化会促进。

[0049] 蓝色磷光发光器件的激发态能量比其他两种颜色高,所以与红色磷光发光器件及绿色磷光发光器件相比激子寿命的影响更明显,得到可耐实用的可靠性仍然困难。

[0050] 注意,以上提到的TADF材料从单重激发态发光所以是荧光物质的一种,可以利用反系间窜跃。由此,可以将三重激发能转换为单重激发能,与磷光材料同样地,理论上实现100%的内部量子效率。因此,提出了使用TADF材料作为掺杂剂的发光器件及使用TADF材料作为主体并使用荧光材料作为掺杂剂的发光器件,且得到外部量子效率都超过25%的结果。但是,在TADF材料中,与磷光材料同样地存在三重激发能级的问题,并且由于反系间窜跃是禁戒的,所以激子寿命长,因此与蓝色磷光器件同样地现状难以确保可靠性。

[0051] 在此,已知通过作为f轨道和d轨道之间的跃迁的f-d跃迁发光的 $\text{Ce}^{3+}(4f^1)$ 及 $\text{Eu}^{2+}(4f^7)$ 的有机配合物。这些有机配合物的基态和激发态都是二重态,并且从二重激发态发光。如上所述,在电流激发的情况下,从单重基态以1:3的比例生成单重激发能级和三重激发能级,但是由于该有机配合物的基态和激发态都是二重态,所以不受自旋选择律的限制而理论上100%生成二重激发态,可以实现100%的内部量子效率。

[0052] 另外,虽然有时不同轨道间的跃迁为宇称禁阻,但是f-d跃迁为宇称允许跃迁,所以跃迁速度快,上述有机配合物的激子寿命短。尤其是,由于 $\text{Ce}^{3+}(4f^1)$ 的f-d跃迁为完全自旋允许的,所以其迁移速度与荧光材料相等,即非常快。

[0053] 如此,从伴随f-d跃迁的二重激发态发光的 $\text{Ce}^{3+}(4f^1)$ 及 $\text{Eu}^{2+}(4f^7)$ 的有机配合物可以实现100%的内部量子效率,并且激子寿命短,由此可知该有机配合物是可期待确保发光器件的高效率及高可靠性的发光物质。

[0054] 通过将 Ce^{3+} 及 Eu^{2+} 的有机配合物用作发光物质,可以提高蓝色发光器件的发光效

率而提高可靠性。

[0055] 于是,本发明的一个方式提供一种具有三个硼酸盐配体的 Ce^{3+} 的有机配合物。该硼酸盐配体具有 B^- 以及与 B^- 形成共价键的基。另外,该与 B^- 形成共价键的基的一部分或全部具有能够配位于 Ce^{3+} 的非共用电子对。通过使用这种硼酸盐配体,可以生成在激发态下稳定且不容易因热而分解的 Ce^{3+} 的有机配合物。

[0056] 在硼酸盐配体中,作为与 B^- 形成共价键的基,可以使用具有两个以上的氮原子的杂芳基,具体而言,可以举出吡唑基和三唑基中的任一个或两个。通过提供吡唑基或三唑基的氮原子所具有的非共用电子对,硼酸盐配体可以配位于 Ce^{3+} 。

[0057] 注意,在与 B^- 形成共价键的吡唑基及三唑基的总数过多时,有可能有机配合物整体的分子量增加而有机配合物的升华性降低。因此,优选的是,合成将吡唑基及三唑基的个数控制为目标数量的硼酸盐配体,并使该硼酸盐配体配位于 Ce^{3+} ,由此调节有机配合物整体的吡唑基及三唑基的总数。

[0058] 注意,在本说明书的说明中,即使记载为吡唑基及三唑基,也可以将该说明用于具有吡唑基及三唑基的双方的有机配合物以及具有吡唑基和三唑基中只有一个的有机配合物。

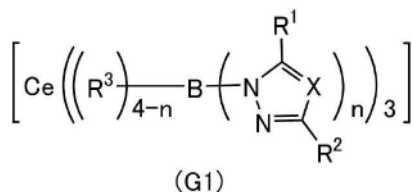
[0059] Ce^{3+} 的配位数优选为7以上且9以下,更优选为8。因此,有机配合物中的吡唑基及三唑基的总数优选为7以上且9以下,更优选为8。通过如此设定吡唑基及三唑基的总数,可以提供稳定且升华性高的有机配合物。因此,适合用作发光器件的发光材料。

[0060] 注意,烷基、环烷基或芳基也可以键合到硼酸盐配体所具有的吡唑基和三唑基中的任一个或多个。通过改变这些取代基的种类,可以控制空间位阻,并且硼酸盐配体与 Ce^{3+} 的键合距离发生变化,因此可以调整发光颜色。此外,通过改变这些取代基的种类,可以期待可靠性的提高。

[0061] 另外,在硼酸盐配体中,烷基、环烷基或芳基也可以键合到 B^- 。通过改变这些取代基的种类,可以控制空间位阻,并且硼酸盐配体与 Ce^{3+} 的键合距离发生变化,因此可以调整发光颜色。另外,通过改变这些取代基的种类,可以期待有机金属配合物的可靠性的提高。

[0062] 就是说,本发明的一个方式是一种由通式(G1)表示的有机金属配合物。

[0063] [化学式8]

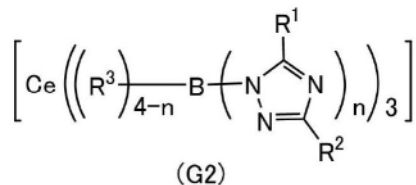


[0064] 在通式(G1)中,X表示碳或氮,该碳与氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个键合。 R^1 至 R^3 分别独立地表示氢(包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外,n表示1以上且4以下的整数。注意,硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外,每个硼酸盐配体的n可以彼此相同或不同。此外,在n为2以上时,每个硼酸盐配体的X可以彼此相同或不同,每个硼酸盐配体的 R^1 可以彼此相同或不同,每个硼酸盐配体的 R^2 可以彼此相同或不同。此外,在n为2以下时,每个硼酸盐配体的 R^3 可以彼此相同或不

同。

[0065] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G2) 表示的有机金属配合物。

[0066] [化学式9]



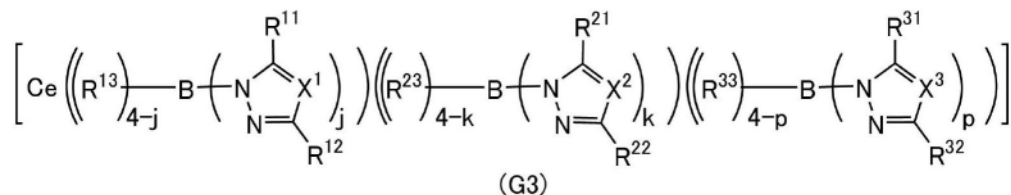
[0067] 在通式 (G2) 中, R^1 至 R^3 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外, n 表示1以上且4以下的整数。注意, 硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外, 每个硼酸盐配体的 n 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为2以上时, 每个硼酸盐配体的 X 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R^1 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R^2 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为2以下时, 每个硼酸盐配体的 R^3 可以彼此相同或不同。

[0068] 如由通式 (G2) 表示的有机金属配合物那样, 通过采用包括具有三唑基的硼酸盐配体的 Ce^{3+} 的有机配合物, 有可能可以减少配位场分裂, 因此可以增大摩尔吸光系数。

[0069] 如上所述, Ce^{3+} 的有机配合物中的吡唑基及三唑基的总数优选为7以上且9以下, 更优选为8。因此, 在通式 (G1) 及 (G2) 中, 三个 n 的总和优选为7以上且9以下, 更优选为8。

[0070] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G3) 表示的有机金属配合物。

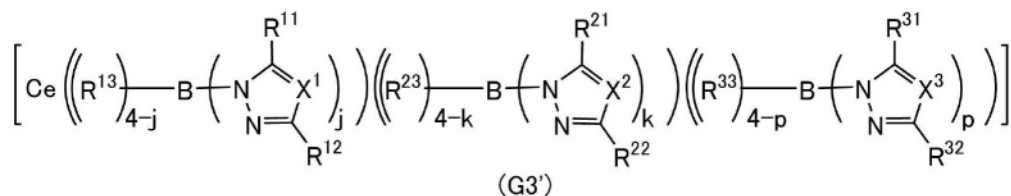
[0071] [化学式10]



[0072] 在通式 (G3) 中, X^1 至 X^3 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为1至10的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至10的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基中的任一个。此外, j 、 k 及 p 分别独立地表示1以上且4以下的整数。注意, 在 j 为2以上时, 每个 X^1 可以彼此相同或不同, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在 k 为2以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为2以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在 j 为2以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在 k 为2以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在 p 为2以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同。

[0073] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G3') 表示的有机金属配合物。

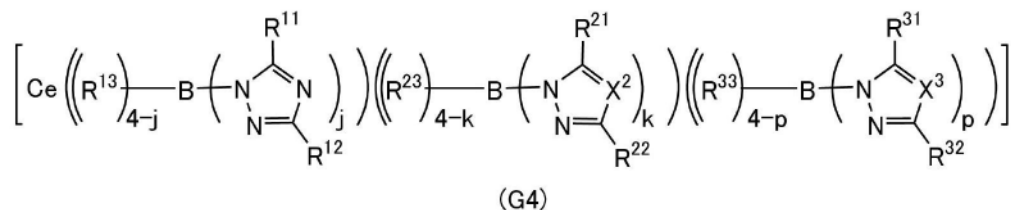
[0074] [化学式11]



[0075] 在通式 (G3') 中, X^1 至 X^3 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。另外, j 表示 1 以上且 3 以下的整数。此外, k 及 p 分别独立地表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 在 j 为 2 以上时, 每个 X^1 可以彼此相同或不同, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在 k 为 2 以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为 2 以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在 j 为 2 以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在 k 为 2 以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在 p 为 2 以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同。

[0076] 另外, 本发明的一个方式是一种由通式 (G4) 表示的有机金属配合物。

[0077] [化学式 12]



[0078] 在通式 (G4) 中, X^2 及 X^3 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{11} 至 R^{13} 、 R^{21} 至 R^{23} 及 R^{31} 至 R^{33} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。此外, j 、 k 及 p 分别独立地表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 在 j 为 2 以上时, 每个 R^{11} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{12} 可以彼此相同或不同。此外, 在 k 为 2 以上时, 每个 X^2 可以彼此相同或不同, 每个 R^{21} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{22} 可以彼此相同或不同。在 p 为 2 以上时, 每个 X^3 可以彼此相同或不同, 每个 R^{31} 可以彼此相同或不同, 每个 R^{32} 可以彼此相同或不同。此外, 在 j 为 2 以下时, 每个 R^{13} 可以彼此相同或不同。另外, 在 k 为 2 以下时, 每个 R^{23} 可以彼此相同或不同。另外, 在 p 为 2 以下时, 每个 R^{33} 可以彼此相同或不同。

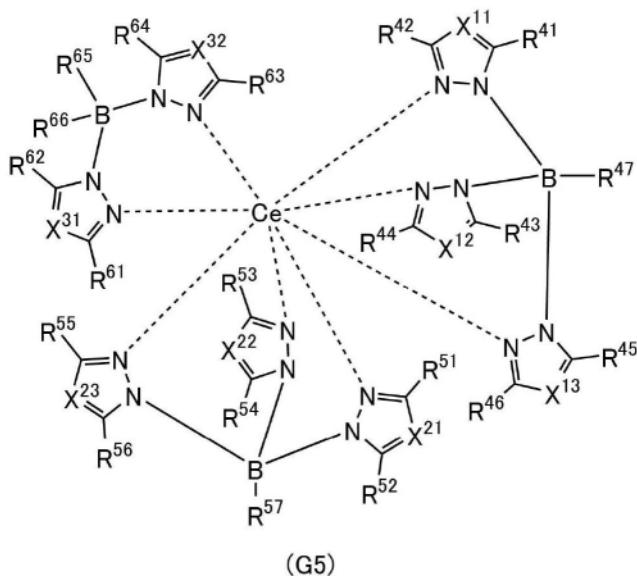
[0079] 如由通式 (G4) 表示的有机金属配合物那样, 通过采用具有包括至少一个三唑基的硼酸盐配体的 Ce^{3+} 的有机配合物, 有可能可以减少配位场分裂, 因此可以增大摩尔吸光系数。

[0080] 如上所述, Ce^{3+} 的有机配合物中的吡唑基及三唑基的总数优选为 7 以上且 9 以下, 更优选为 8。因此, 在通式 (G3)、(G3') 及 (G4) 中, j 、 k 及 p 的总和优选为 7 以上且 9 以下, 更优选为

8。

[0081] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G5) 表示的有机金属配合物。

[0082] [化学式13]



[0083] 在通式 (G5) 中, X^{11} 至 X^{13} 、 X^{21} 至 X^{23} 、 X^{31} 及 X^{32} 分别独立地表示碳或氮, 该碳分别独立地与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。 R^{41} 至 R^{47} 、 R^{51} 至 R^{57} 及 R^{61} 至 R^{66} 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。

[0084] 在采用如由通式 (G5) 表示的有机金属配合物那样的有机配合物的情况下, 可以将 Ce^{3+} 的配位数设定为 8, 所以是优选的, 该有机配合物包括: 具有总共三个的吡唑基和三唑基中的任一个或两个的两个硼酸盐配体; 以及具有总共两个的吡唑基和三唑基中的任一个或两个的一个硼酸盐配体。通过采用这种结构, 可以形成稳定且升华性高的有机金属配合物。因此, 可以得到适合于发光器件的发光材料的有机金属配合物。

[0085] 在上述通式 (G1) 至 (G5) 中, 作为碳原子数为 1 至 10 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。此外, 在碳原子数为 1 至 10 的烷基具有取代基时, 该取代基是碳原子数为 1 至 4 的烷基、碳原子数为 3 至 6 的环烷基或碳原子数为 6 至 13 的芳基。

[0086] 在上述通式 (G1) 至 (G5) 中, 作为碳原子数为 3 至 10 的环烷基的具体例子, 可以举出环丙基、环丁基、甲基环丁基、环戊基、甲基环戊基、异丙基环戊基、叔丁基环丙基、环己基、甲基环己基、异丙基环己基、叔丁基环己基、环庚基、甲基环庚基、异丙基环庚基、环辛基、甲基环辛基、环壬基、甲基环壬基、环癸基等。此外, 在碳原子数为 3 至 10 的环烷基具有取代基时, 该取代基是碳原子数为 1 至 4 的烷基、碳原子数为 3 至 6 的环烷基或碳原子数为 6 至 13 的芳基。

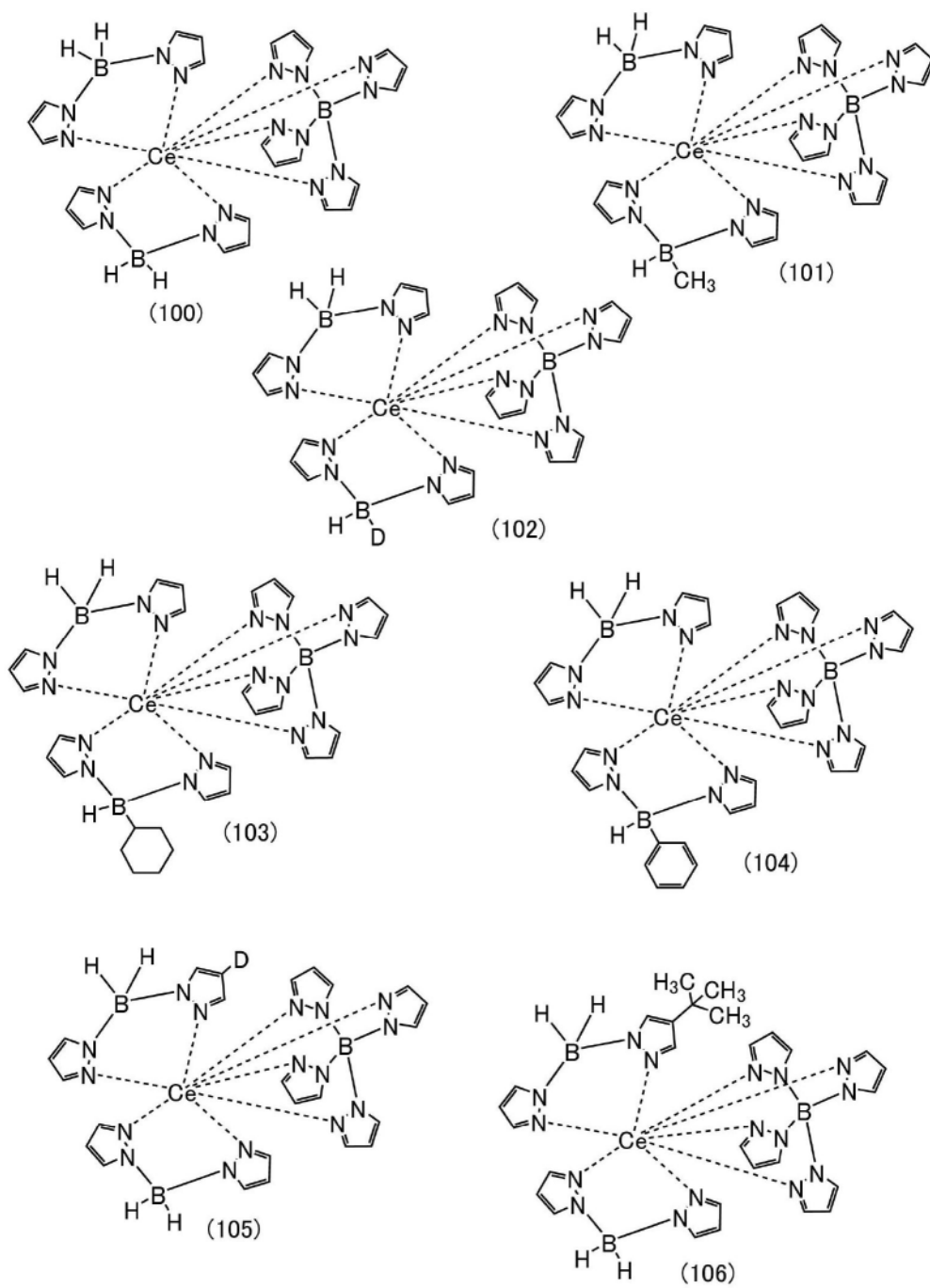
[0087] 在上述通式 (G1) 至 (G5) 中, 作为碳原子数为 6 至 30 的芳基, 可以举出苯基、邻甲苯

基、间甲苯基、对甲苯基、均三甲苯基、邻联苯基、间联苯基、对联苯基、1-萘基、2-萘基、芴基、9,9-二甲基芴基、9,9-二苯基芴基、螺芴基、菲基、三联苯基、蒽基、荧蒽基 (Fluoranthenyl group) 等。此外,在碳原子数为6至30的芳基具有取代基时,该取代基是碳原子数为1至4的烷基、碳原子数为3至6的环烷基或碳原子数为6至13的芳基。

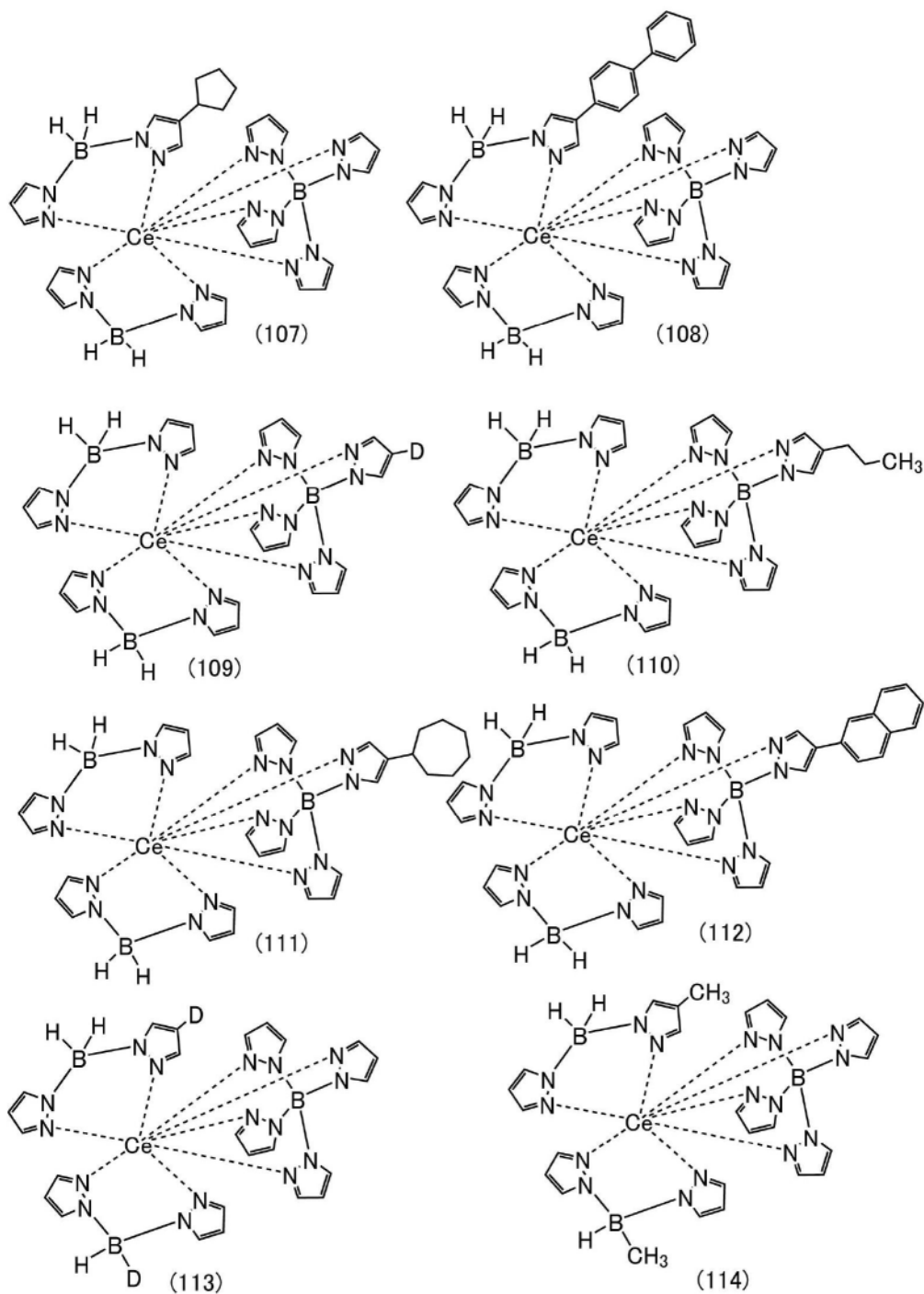
[0088] 如上所述,通过引入这些取代基,可以控制有机金属配合物中的空间位阻,改变硼酸盐配体与 Ce^{3+} 的键合距离,因此可以调整发光颜色。另外,通过引入这些取代基,可以期待有机金属配合物的可靠性的提高。例如,通过引入甲基可以得到适当的空间位阻,因此可以提高有机金属配合物的可靠性。

[0089] 接着,以下示出具有由上述通式 (G1) 至 (G5) 表示的结构的本发明的一个方式的有机金属配合物及可用于发光器件的有机金属配合物的具体例子。

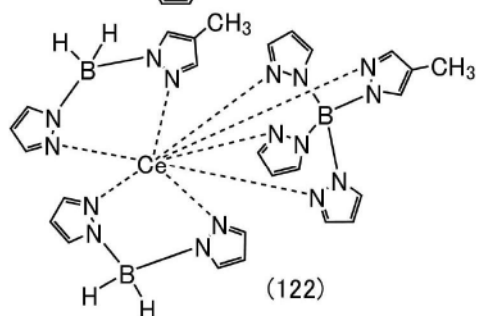
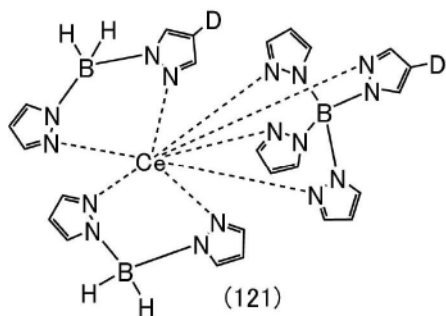
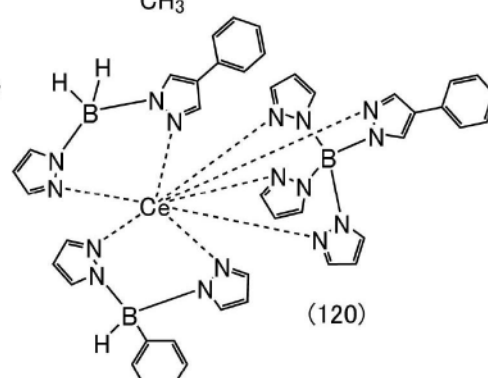
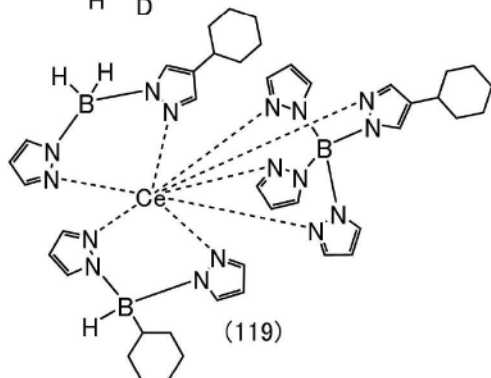
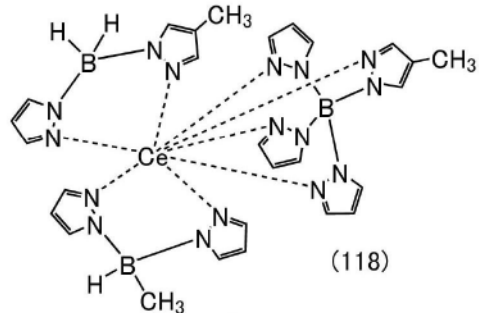
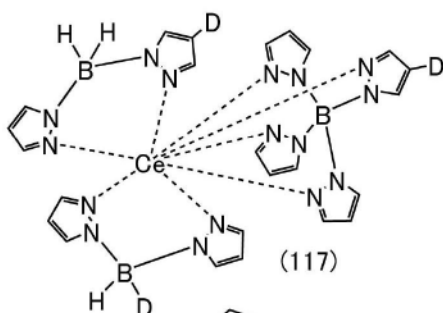
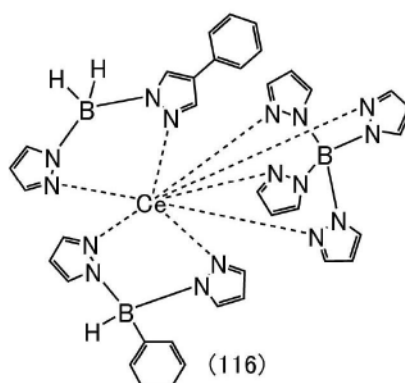
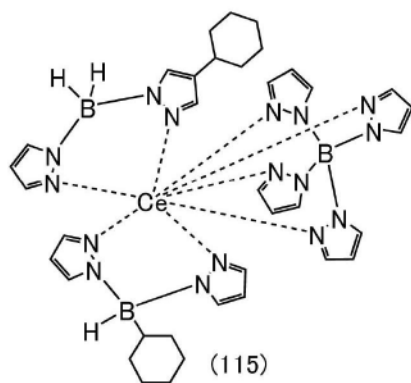
[0090] [化学式14]



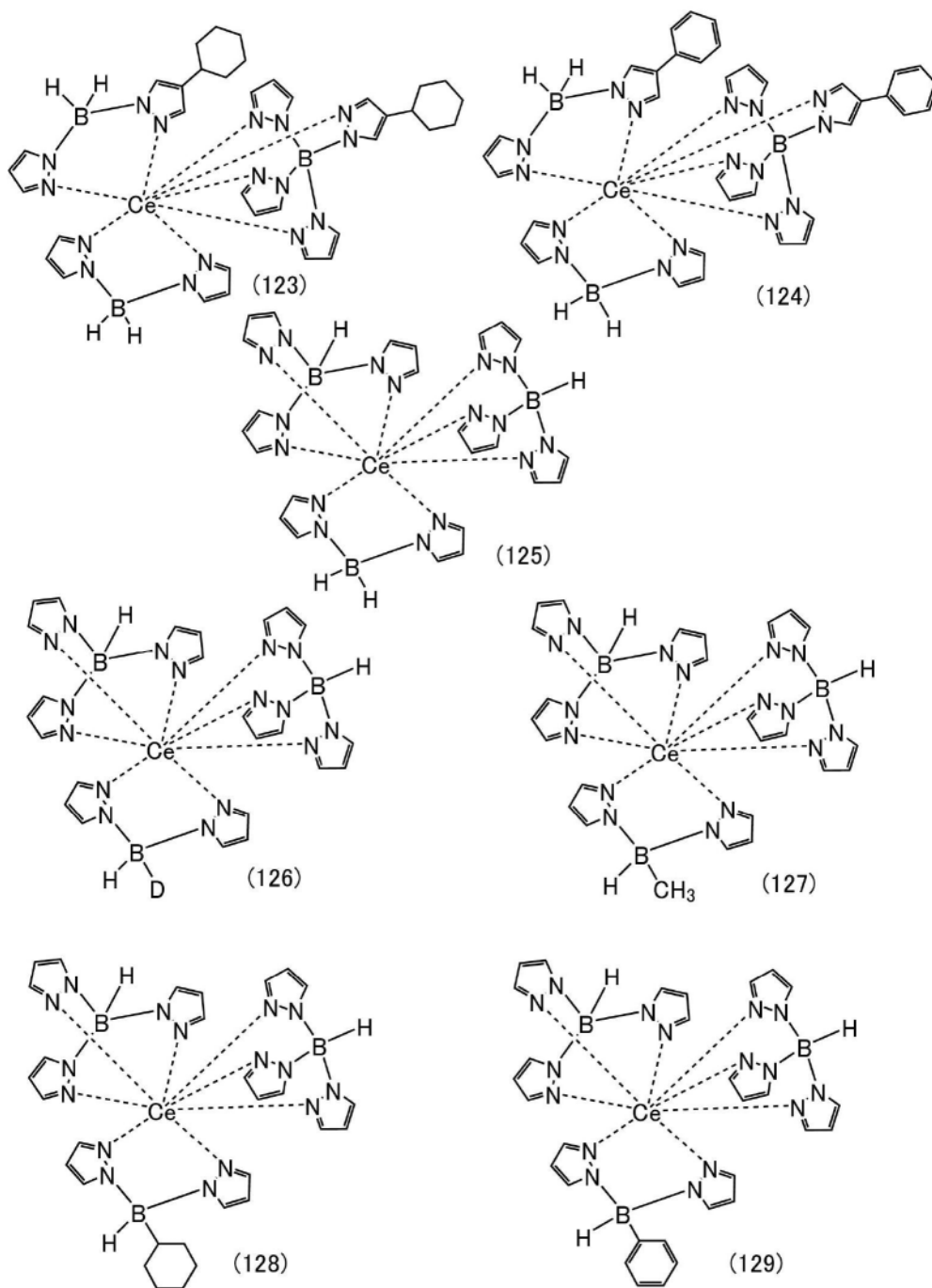
[0091] [化学式15]



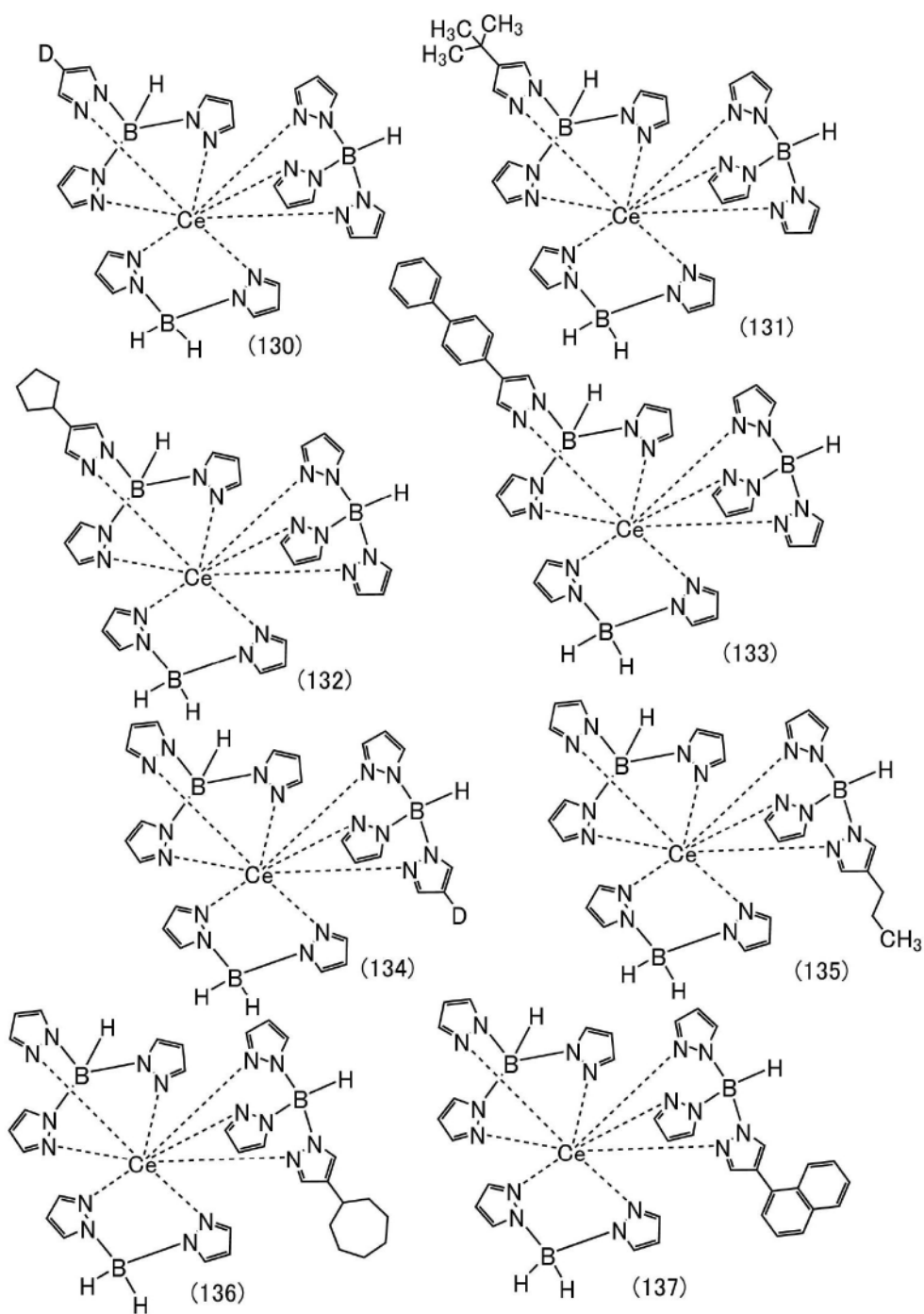
[0092] [化学式16]



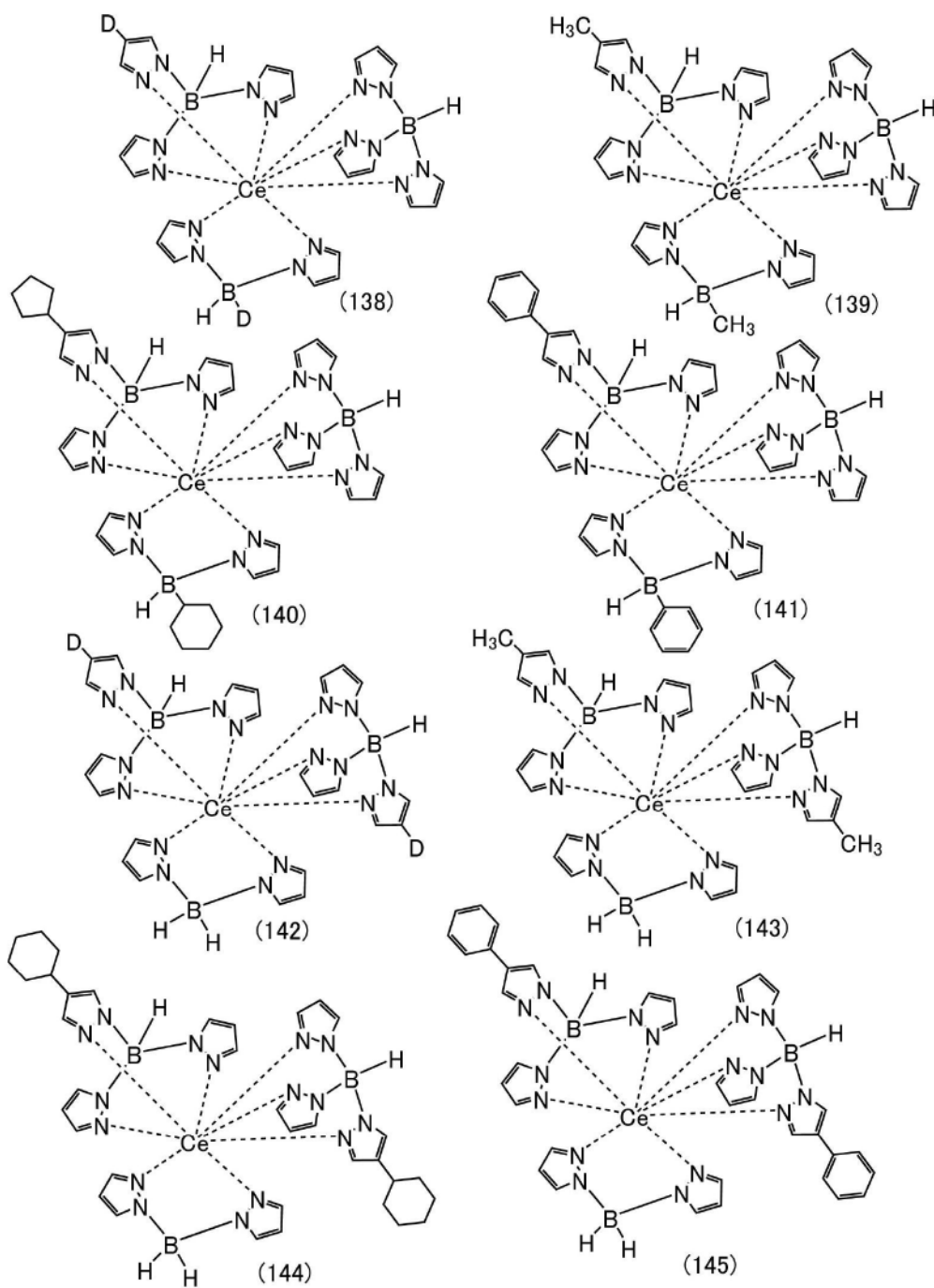
[0093] [化学式17]



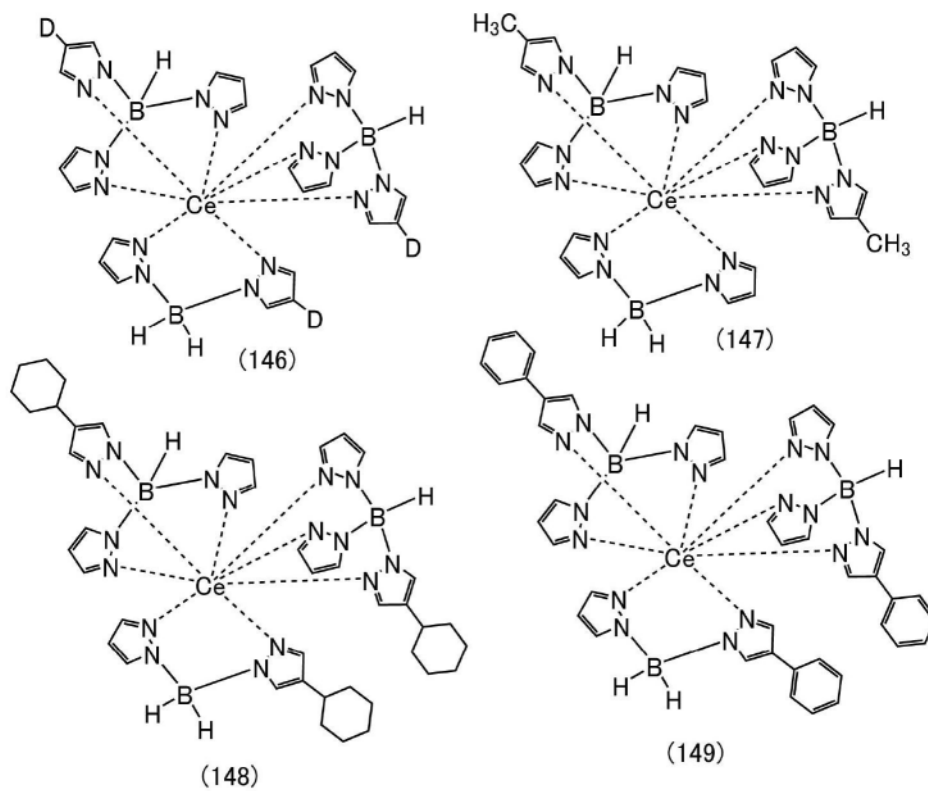
[0094] [化学式18]



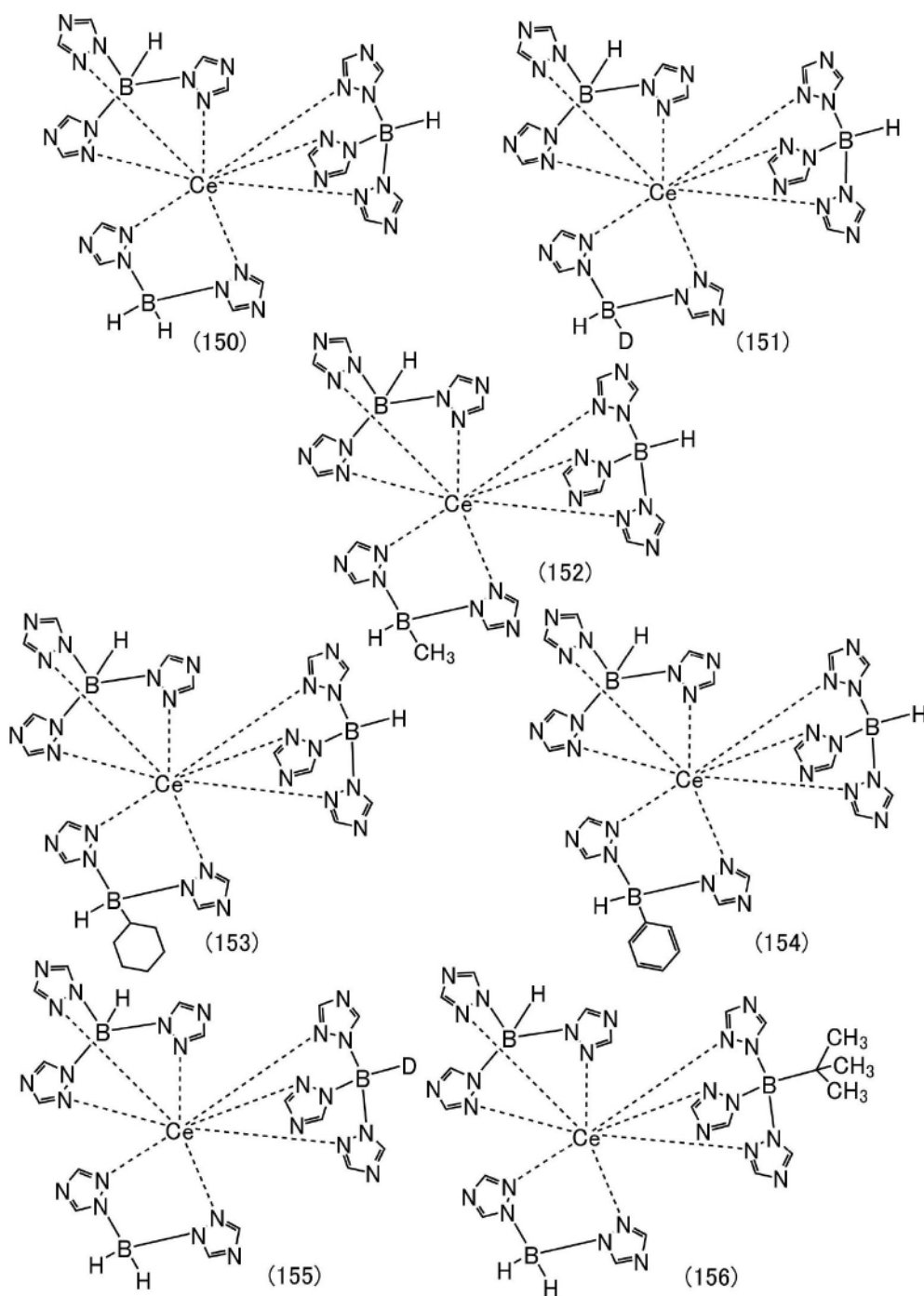
[0095] [化学式19]



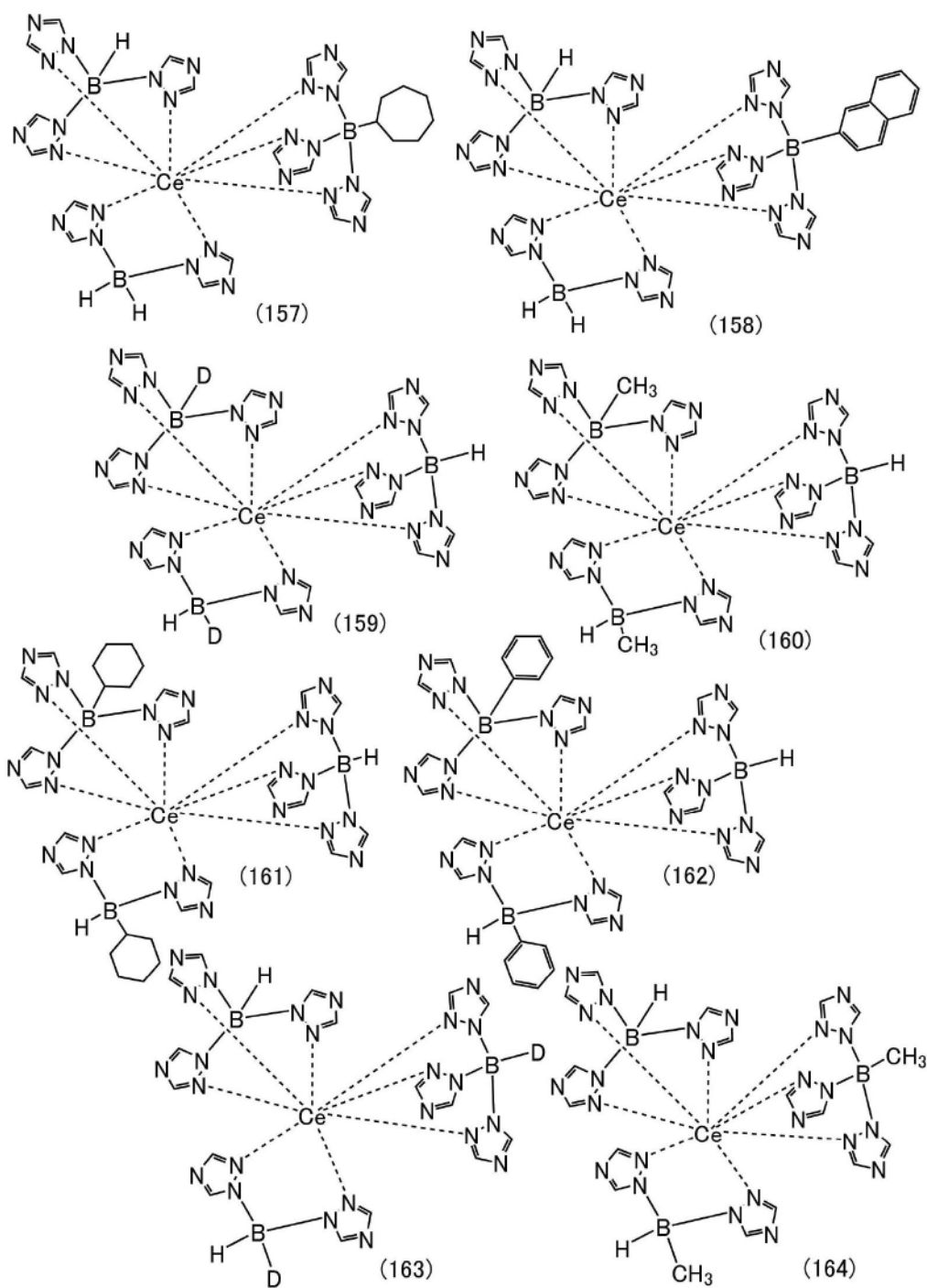
[0096] [化学式20]



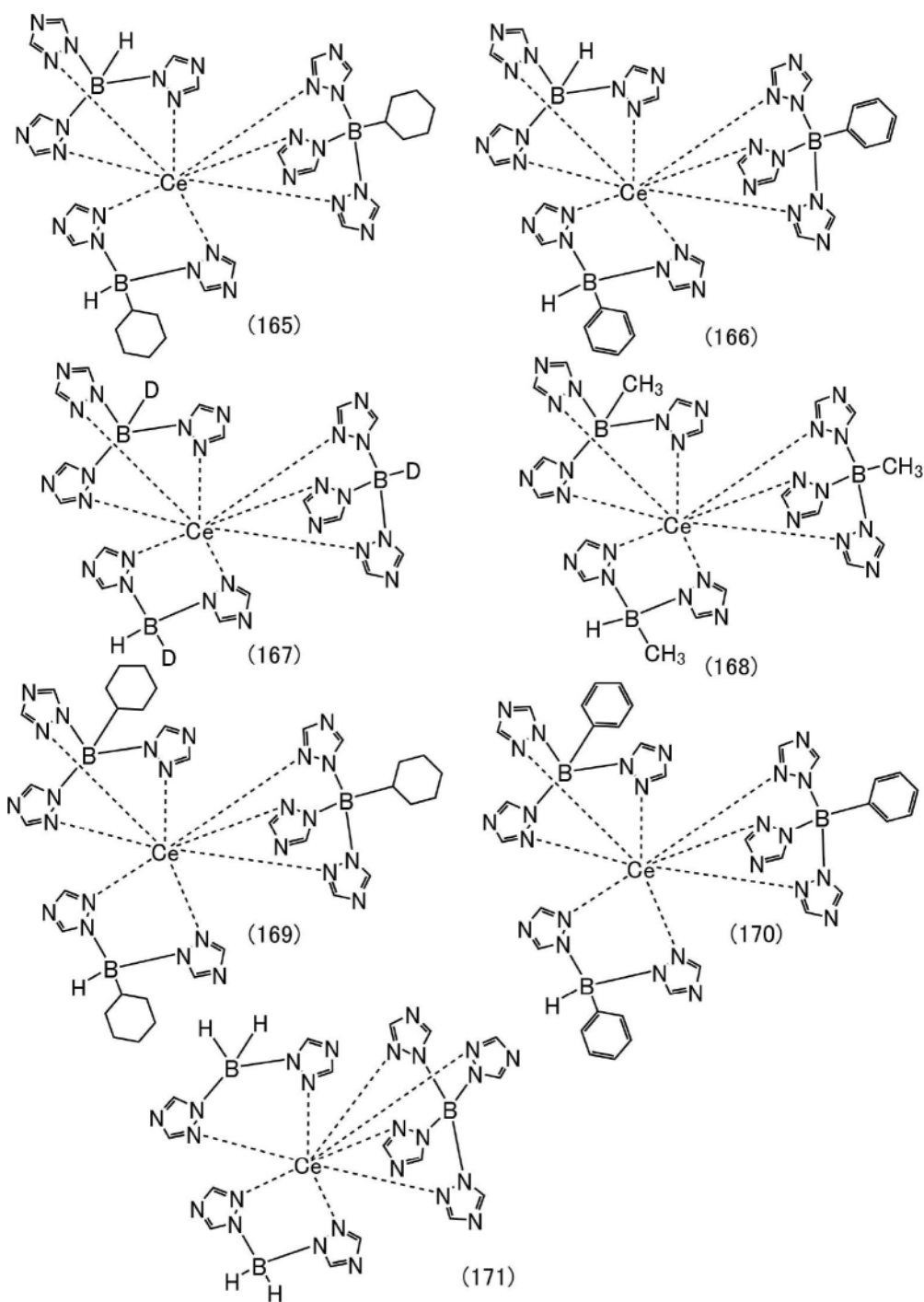
[0097] [化学式21]



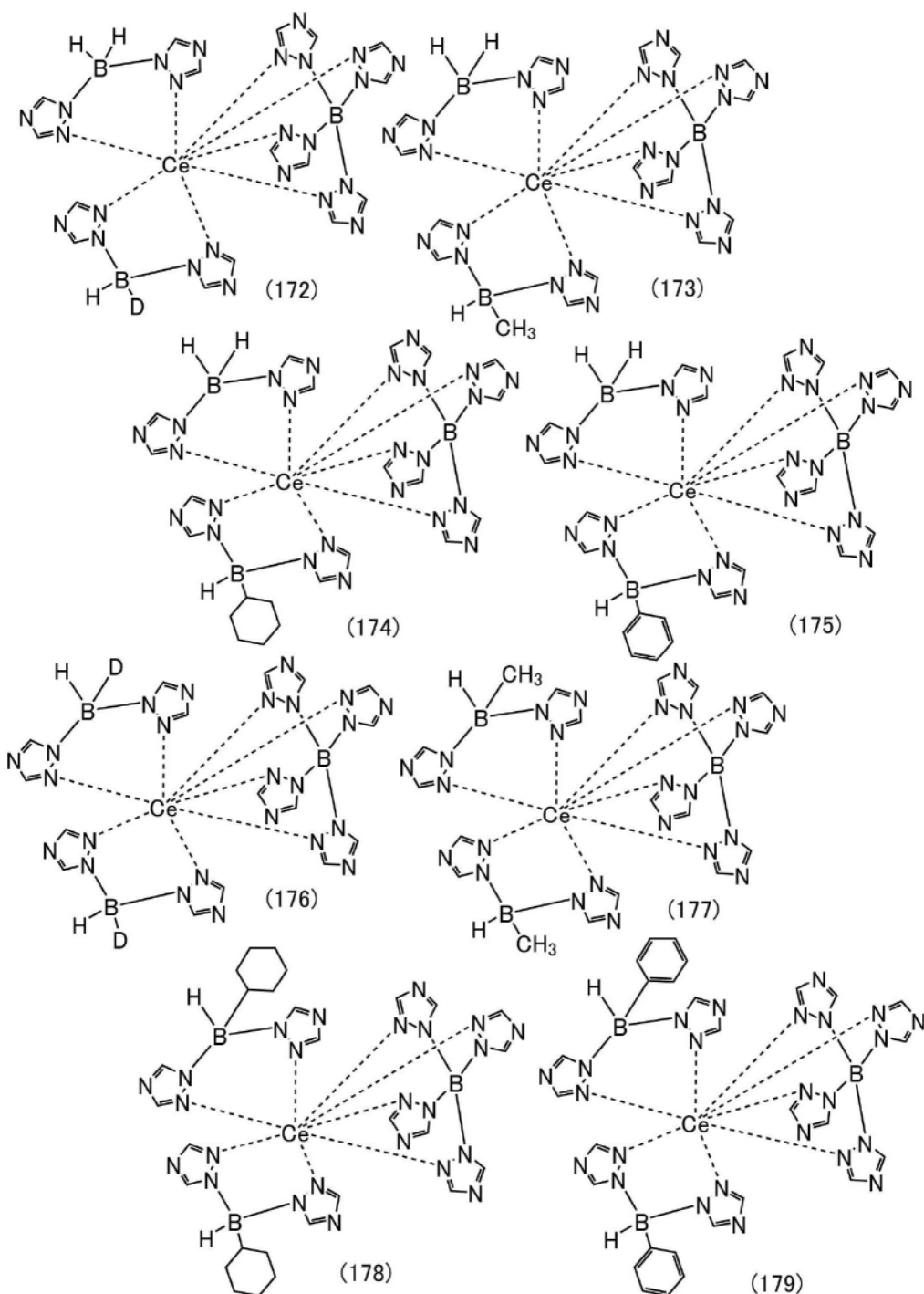
[0098] [化学式22]



[0099] [化学式23]



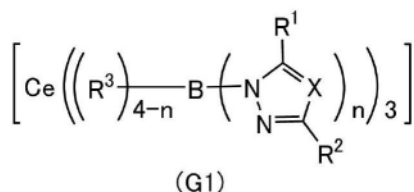
[0100] [化学式24]



[0101] 由上述结构式(100)至(179)表示的有机金属配合物是由通式(G1)至(G5)表示的结构的具体例子,但是本发明的一个方式的有机金属配合物不局限于此。

[0102] 接着,说明本发明的一个方式的由下述通式(G1)表示的有机金属配合物的合成方法。

[0103] [化学式25]

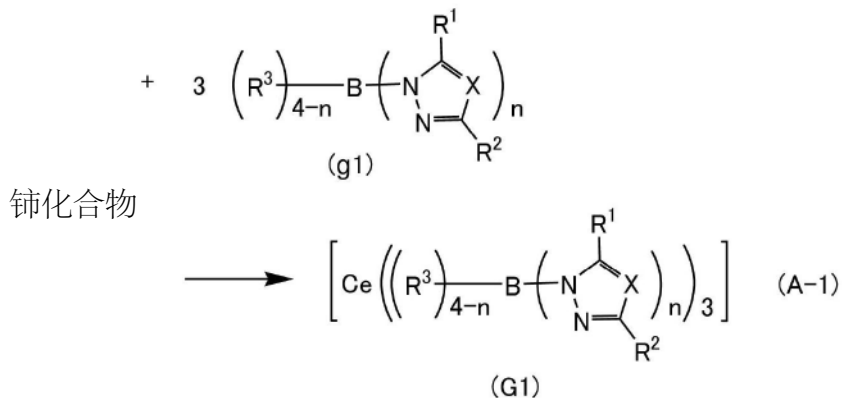


[0104] 在通式 (G1) 中, X 表示碳或氮, 该碳与氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个键合。R¹ 至 R³ 分别独立地表示氢 (包括氘)、取代或未取代的碳原子数为 1 至 10 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 10 的环烷基以及取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基中的任一个。此外, n 表示 1 以上且 4 以下的整数。注意, 硼酸盐配体可以彼此相同或不同。此外, 每个硼酸盐配体的 n 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以上时, 每个硼酸盐配体的 X 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R¹ 可以彼此相同或不同, 每个硼酸盐配体的 R² 可以彼此相同或不同。此外, 在 n 为 2 以下时, 每个硼酸盐配体的 R³ 可以彼此相同或不同。

[0105] <<本发明的一个方式的有机金属配合物的合成方法>>

作为由上述通式 (G1) 表示的本发明的一个方式的有机金属配合物, 如下述合成方案 (A-1) 所示, 使用由通式 (g1) 表示的具有杂芳环的硼化合物、铈化合物 (氯化铈 (III)、硝酸铈 (III)、三氟甲烷磺酸铈 (III) 等 3 价铈盐) 以及醇类溶剂、四氢呋喃、氯仿等有机溶剂中的一种以上, 在惰性气体气氛下进行搅拌, 由此得到由通式 (G1) 表示的本发明的一个方式的有机金属配合物。

[0106] [化学式 26]



[0107] 另外, 由其他通式表示的有机金属配合物也可以与上述同样地合成。

[0108] 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。

[0109] (实施方式 2)

在本实施方式中, 使用图 1A 至图 1E 说明将从二重激发态发光的材料作为发光物质用于发光层的发光器件的结构。只要是从二重激发态发光的材料就对发光物质没有特别的限制, 但是优选使用实施方式 1 所示的有机金属配合物。

[0110] <<发光器件的基本结构>>

对发光器件的基本结构进行说明。图 1A 示出一对电极间包括具有发光层的 EL 层的发光器件。具体而言, 在第一电极 101 与第二电极 102 之间包括 EL 层 103。

[0111] 图 1B 示出在一对电极间包括多个 (在图 1B 中为两层) EL 层 (103a、103b) 且在 EL 层之

间包括电荷产生层106的叠层结构(串联结构)的发光器件。具有串联结构的发光器件可以不改变电流而实现高效率的发光装置。

[0112] 电荷产生层106具有如下功能:在第一电极101与第二电极102之间产生电位差时,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。由此,在图1B中,当以使第一电极101的电位比第二电极102高的方式施加电压时,电荷产生层106将电子注入到EL层103a中并将空穴注入到EL层103b中。

[0113] 另外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层106优选对可见光具有透光性(具体而言,电荷产生层106的可见光透过率为40%以上)。另外,即使电荷产生层106的电导率比第一电极101及第二电极102低也能够发挥功能。

[0114] 图1C示出本发明的一个方式的发光器件的EL层103的叠层结构。注意,在此情况下,第一电极101被用作阳极,第二电极102被用作阴极。EL层103具有第一电极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。注意,发光层113也可以层叠发光颜色不同的多个发光层。例如,也可以隔着或不隔着包含载流子传输性材料的层层叠包含发射红色光的发光物质的发光层、包含发射绿色光的发光物质的发光层、包含发射蓝色光的发光物质的发光层。或者,也可以组合包含发射黄色光的发光物质的发光层和包含发射蓝色光的发光物质的发光层。注意,发光层113的叠层结构不局限于上述结构。例如,发光层113也可以层叠发光颜色相同的多个发光层。例如,也可以隔着或不隔着包含载流子传输性材料的层层叠包含发射蓝色光的发光物质的第一发光层和包含发射蓝色光的发光物质的第二发光层。在层叠发光颜色相同的多个发光层时,有时与单层相比可以提高可靠性。此外,在如图1B所示的串联结构包括多个EL层时,各EL层从阳极一侧如上那样依次层叠。此外,在第一电极101为阴极且第二电极102为阳极时,EL层103的叠层顺序相反。具体而言,阴极的第一电极101上的111为电子注入层,112为电子传输层,113为发光层,114为空穴传输层,115为空穴注入层。

[0115] EL层(103、103a、103b)中的发光层113适当地组合包含从二重激发态发光的材料的多个物质。另外,也可以采用从图1B所示的多个EL层(103a及103b)获得彼此不同的发光颜色的结构。在此情况下,作为用于各发光层的发光物质及其他物质使用不同材料即可。

[0116] 另外,在本发明的一个方式的发光器件中,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得到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射出的光。

[0117] 在发光器件的第一电极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,可以通过控制透明导电膜的厚度来进行光学调整。具体而言,优选以如下方式进行调整:在从发光层113获得的光的波长为 λ 时,第一电极101与第二电极102的电极间的光学距离(厚度与折射率之积)为 $m\lambda/2$ (注意, m 为1以上的整数)或其附近值。

[0118] 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到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离及从第二电极102到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离都成为 $(2m'+1)\lambda/4$ (注意, m' 为1以上的整数)或其附近值。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。

[0119] 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。

[0120] 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及第二电极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中的反射区域及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中的任意位置为反射区域且可以获得所希望的光的发光层的任意位置为发光区域,可以充分得到上述效果。

[0121] 图1D所示的发光器件为具有串联结构的发光器件,并具有微腔结构,所以可以从各EL层(103a、103b)提取波长不同的光(单色光)。因此,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,可以容易实现高分辨率。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。

[0122] 图1E所示的发光器件是图1B所示的串联结构的发光器件的一个例子,如附图所示,具有三个EL层(103a、103b、103c)夹着电荷产生层(106a、106b)而层叠的结构。三个EL层(103a、103b、103c)分别包括发光层(113a、113b、113c),并且可以自由地组合各发光层的发光颜色。例如,发光层113a及发光层113c可以呈现蓝色,发光层113b可以呈现红色、绿色、黄色中的任一种。另外,发光层113a及发光层113c可以呈现红色,发光层113b可以呈现蓝色、绿色、黄色中的任一种。

[0123] 另外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,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、半透射-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。

[0124] 另外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,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。

[0125] <<发光器件的具体结构>>

接着,说明本发明的一个方式的发光器件的具体结构。此外,这里参照具有串联结构的图1D进行说明。注意,图1A及图1C所示的具有单结构的发光器件也具有同样的EL层的结构。此外,在图1D所示的发光器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,适当地选择材料而形成。

[0126] <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))、镱(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0127] 在图1D所示的发光器件中第一电极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106之后,与上述同样,在电荷产生层106上依次层叠EL层103b的空穴注入层111b及空穴传输层112b。

[0128] <空穴注入层>

空穴注入层(111、111a、111b)为将空穴从阳极的第一电极101及电荷产生层(106、106a、106b)注入到EL层(103、103a、103b)的层,并包含有机受体材料及空穴注入性高的材料。

[0129] 有机受体材料可以通过与其HOMO(最高占据分子轨道: Highest Occupied Molecular Orbital)能级的值接近于LUMO(最低未占有分子轨道: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级的值的其他有机化合物之间发生电荷分离,来在该有机化合物中产生空穴。因此,作为有机受体材料可以使用醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物及六氮杂三亚苯衍生物等具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物。例如,可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: F_4 -TCNQ)、3,6-二氟-2,5,7,7,8,8-六氰基对醌二甲烷、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。在有机受体材料中,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等的受体性较高,膜质量具有热稳定性,所以是尤其优选的。除此以外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子受体非常高所以是优选的,具体而言,可以使用: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0130] 作为空穴注入性高的材料,可以使用属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物(钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物等)。具体而言,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、氧化铈。其中尤其是氧化钼在大气中稳定,吸湿性低,并且容易处理,因此是优选的。除了上述以外,可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称: H_2Pc)或铜酞菁($CuPc$)等。

[0131] 此外,除了上述材料以外还可以使用如下低分子化合物的芳香胺化合物等,诸如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)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯基(简称:

DPAB)、N,N'-双[4-双(3-甲基苯基)氨基苯基]-N,N'-二苯基-4,4'-二氨基联苯(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)、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)等。

[0132] 另外,可以使用高分子化合物(低聚物、枝状聚合物、聚合物等),诸如聚(N-乙基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙基三苯胺)(简称:PVTBA)、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。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚苯乙烯磺酸(简称:PEDOT/PSS)、聚苯胺/聚苯乙烯磺酸(简称:PAni/PSS)等。

[0133] 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上述有机受体材料(电子受体材料)的混合材料。在此情况下,由有机受体材料从空穴传输性材料抽出电子而在空穴注入层111中产生空穴,空穴通过空穴传输层112注入到发光层113中。另外,空穴注入层111可以采用由包含空穴传输性材料及有机受体材料(电子受体材料)的混合材料构成的单层,也可以采用分别使用空穴传输性材料及有机受体材料(电子受体材料)形成的层的叠层。

[0134] 作为空穴传输性材料,优选使用电场强度[V/cm]的平方根为600时的空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。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。

[0135] 作为空穴传输性材料,优选使用具有富 π 电子型杂芳环的化合物(例如,咪唑衍生物、呋喃衍生物或噻吩衍生物)及芳香胺(包含芳香胺骨架的有机化合物)等空穴传输性高的材料。

[0136] 作为上述咪唑衍生物(具有咪唑环的有机化合物),可以举出联咪唑衍生物(例如,3,3'-联咪唑衍生物)、具有咪唑基的芳香胺等。

[0137] 作为上述联咪唑衍生物(例如,3,3'-联咪唑衍生物),具体而言,可以举出3,3'-双(9-苯基-9H-咪唑)(简称:PCCP)、9,9'-双(联苯基-4-基)-3,3'-联-9H-咪唑(简称:BisBPCz)、9,9'-双(1,1'-联苯基-3-基)-3,3'-联-9H-咪唑(简称:BisBPCz)、9-(1,1'-联苯基-3-基)-9'-(1,1'-联苯基-4-基)-9H,9'H-3,3'-联咪唑(简称:mBPCCBP)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咪唑(简称: β NCCP)等。

[0138] 此外,作为具有上述咪唑基的芳香胺,具体而言,可以举出4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咪唑-3-胺(简称:PCBiF)、N-(联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)、N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-双(9,9-二甲苯-9H-芴-2-基)胺(简称:PCBFF)、N-(1,1'-联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9-二甲苯-9H-芴-4-胺、N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-(9,9-二甲苯-9H-芴-2-基)-9,9-二甲苯-9H-芴-4-胺、N-(1,1'-联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9-二苯基-9H-芴-2-胺、N-(1,1'-联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9-二苯基-9H-芴-4-胺、N-(1,1'-联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-

基)苯基]-9,9'-螺二(9H-芴)-2-胺、N-(1,1'-联苯基-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二(9H-芴)-4-胺、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-(1,1':3',1''-三联苯-4-基)-9,9-二甲苯-9H-芴-2-胺、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-(1,1':4',1''-三联苯-4-基)-9,9-二甲苯-9H-芴-4-胺、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-(1,1':4',1''-三联苯-4-基)-9,9-二甲苯-9H-芴-4-胺、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)胺(简称:PCA1BP)、N,N'-双(9-苯基呋唑-3-基)-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺(简称:PCA2B)、N,N',N''-三苯基-N,N',N''-三(9-苯基呋唑-3-基)苯-1,3,5-三胺(简称:PCA3B)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBASF)、3-[N-(9-苯基呋唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基呋唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基呋唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基呋唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基呋唑-3-基)氨基]-9-苯基呋唑(简称:PCzPCN1)、3-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基呋唑(简称:PCzDPA1)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基呋唑(简称:PCzDPA2)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-(1-萘基)氨基]-9-苯基呋唑(简称:PCzTPN2)、2-[N-(9-苯基呋唑-3-基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:PCASF)、N-[4-(9H-呋唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(简称:YGA1BP)、N,N'-双[4-(呋唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺(简称:YGA2F)、4,4',4''-三(呋唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)等。

[0139] 注意,作为呋唑衍生物,除了上述以外,还可以举出-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)-苯基]菲(简称:PCPPn)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-呋唑(简称:PCPN)、1,3-双(N-呋唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-呋唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基呋唑(简称:CzTP)、1,3,5-三[4-(N-呋唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-呋唑(简称:CzPA)等。

[0140] 作为上述呋喃衍生物(具有呋喃环的有机化合物),具体而言,可以举出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]二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等。

[0141] 作为上述噻吩衍生物(具有噻吩环的有机化合物),具体而言,可以举出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。

[0142] 作为上述芳香胺,具体而言,可以举出4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 α -NPD)、N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-4,4'-二氨基联苯(简称:TPD)、N,N'-双(9,9'-螺二[9H-芴]-2-基)-N,N'-二苯基-4,4'-二氨基联苯(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)、N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]-9H-芴-7-基}苯基胺(简称:DFLADFL)、N-(9,9-二甲基-2-二苯基氨基-

9H-芴-7-基)二苯基胺(简称:DPNF)、2-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:DPASF)、2,7-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-螺-9,9'-二芴(简称:DPA2SF)、4,4',4''-三[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:1'-TNATA)、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:m-MTDATA)、N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯基(简称:DPAB)、DNTPD、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)、N-(4-联苯基)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯基)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯基)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯基)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯基)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:BBA β NB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA β NBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA α N β NB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA α N β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAP β NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(β N2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(β N2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBA β N α NB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBA β N α NB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiA β NB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiA β NBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiA β NBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称: α NBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称: α NBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(呋唑-9-基)联苯基-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-呋唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯基-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(呋唑-9-基)联苯基-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBi β NB)、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双(联苯基-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双(联苯基-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯基-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(联苯基-4-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-1-胺等。

[0143] 除此以外,作为空穴传输性材料,可以使用高分子化合物(低聚物、枝状聚合物、聚合物等),诸如聚(N-乙烯基呋唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](简称:

PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚苯乙烯磺酸(简称:PEDOT/PSS)、聚苯胺/聚苯乙烯磺酸(简称:PAni/PSS)等。

[0144] 注意,空穴传输性材料不局限于上述材料,可以将已知的各种材料中的一种或多种的组合用作空穴传输性材料。

[0145] 注意,空穴注入层(111、111a、111b)可以利用已知的各种沉积方法形成,例如可以利用真空蒸镀法形成。

[0146] <空穴传输层>

空穴传输层(112、112a、112b)是将从第一电极101由空穴注入层(111、111a、111b)注入的空穴传输到发光层(113、113a、113b、113c)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。因此,作为空穴传输层(112、112a、112b),可以使用能够用于空穴注入层(111、111a、111b)的空穴传输性材料。

[0147] 注意,在本发明的一个方式的发光器件中,可以将与空穴传输层(112、112a、112b)相同的有机化合物用于发光层(113、113a、113b、113c)。在空穴传输层(112、112a、112b)和发光层(113、113a、113b、113c)使用相同的有机化合物时,可以高效地将空穴从空穴传输层(112、112a、112b)传输到发光层(113、113a、113b、113c),因此是优选的。

[0148] <发光层>

发光层(113、113a、113b、113c)是包含发光物质的层。作为发光物质,可以使用从二重激发态发光的材料。只要是从二重激发态发光的材料就对发光物质没有特别的限制,但是优选使用实施方式1所示的有机金属配合物。另外,发光层(113、113a、113b、113c)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(主体材料等)。

[0149] 作为用作上述主体材料有机化合物,只要满足用于发光层的主体材料的条件,就可以使用可以用于上述空穴传输层(112、112a、112b)的空穴传输性材料或可以用于后述电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料等有机化合物。

[0150] 在此,本发明人等发现:当在发光层中将从二重激发态发光的材料用作发光物质时,主体材料优选包含电子传输性杂芳族化合物。这是因为:当考虑到二重态发光材料的载流子传输性时,优选使主体材料传输电子,并且作为电子传输骨架,杂芳环稳定。作为用作主体材料的电子传输性杂芳族化合物,优选使用缺 π 电子型杂芳族化合物。注意,作为此时的发光物质,只要是从二重激发态发光的材料就没有特别的限制,但是优选使用实施方式1所示的有机金属配合物。

[0151] 作为上述缺 π 电子型杂芳族化合物的具体例子,例如可以举出菲咯啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、二嗪(嘧啶、吡嗪、哒嗪)衍生物、三嗪衍生物等具有包含氮的六元环杂芳环的化合物。苯环等芳环也可以与这些衍生物的杂芳环稠合。注意,缺 π 电子型杂芳族化合物的具体例子不局限于此,可以从上述空穴传输性材料或后述电子传输性材料等有机化合物中选择缺 π 电子型杂芳族化合物。

[0152] <电子传输层>

电子传输层(114、114a、114b)是将从第二电极102及电荷产生层(106、106a、106b)由后述的电子注入层(115、115a、115b)注入的电子传输到发光层(113、113a、113b、113c)中

的层。另外,本发明的一个方式的发光器件因为电子传输层具有叠层结构,所以耐热性可以得到提高。用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料优选使用在电场强度[V/cm]的平方根为600时具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。此外,电子传输层(114、114a、114b)即使是单层也起作用,但是也可以采用两层以上的叠层结构。注意,由于上述混合材料具有耐热性,所以通过在使用该混合材料的电子传输层上进行光刻工序,可以抑制热工序给器件特性带来影响。

[0153] <<电子传输性材料>>

作为能够用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料,可以使用电子传输性高的有机化合物,例如可以使用杂芳族化合物。注意,杂芳族化合物是指环中包含至少两种不同的元素的环式化合物。注意,作为环结构,包括三元环、四元环、五元环、六元环等,尤其优选为五元环或六元环,作为杂芳族化合物所包含的元素除了碳以外优选为氮、氧和硫等中的任一个或多个。尤其优选为包含氮的杂芳族化合物(含氮杂芳族化合物),优选使用含氮杂芳族化合物或包含该含氮杂芳族化合物的缺 π 电子型杂芳族化合物等的电子传输性高的材料(电子传输性材料)。

[0154] 注意,该电子传输性材料可以使用与用于发光层的材料不同的材料。在发光层中通过载流子的复合而产生的所有激子不一定都可以有助于发光,有时扩散到接触于发光层或存在于其附近的层。为了避免该现象,优选电子传输性材料使用与用于发光层的材料不同的材料。由此,可以获得效率高的器件。

[0155] 杂芳族化合物为至少具有一个杂芳环的有机化合物。

[0156] 注意,杂芳环具有吡啶环、二噻环、三噻环、多唑环、噁唑环和噻唑环等中的任一个。此外,具有二噻环的杂芳环包含具有噻啶环、吡噻环或吡噻环等的杂芳环。此外,具有多唑环的杂芳环包含具有咪唑环、三唑环或噁二唑环的杂芳环。

[0157] 杂芳环包含具有稠环结构的稠合杂芳环。注意,作为稠合杂芳环,可以举出喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、喹唑啉环、苯并喹唑啉环、二苯并喹唑啉环、菲咯啉环、呋喃二噻环、苯并咪唑环等。

[0158] 注意,例如在除了碳以外还包含氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物中,作为具有五元环结构的杂芳族化合物,可以举出具有咪唑环的杂芳族化合物、具有三唑环的杂芳族化合物、具有噁唑环的杂芳族化合物、具有噁二唑环的杂芳族化合物、具有噻唑环的杂芳族化合物、具有苯并咪唑环的杂芳族化合物等。

[0159] 例如,在除了碳以外还包含氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物中,作为具有六元环结构的杂芳族化合物,可以举出吡啶环、二噻环(包含噻啶环、吡噻环、吡噻环等)、三噻环、多唑环等具有杂芳环的杂芳族化合物等。注意,可以举出具有联吡啶结构的杂芳族化合物、具有三联吡啶结构的杂芳族化合物等,它们包括在吡啶环连接的杂芳族化合物中。

[0160] 再者,作为具有其一部分包含上述六元环结构的稠环结构的杂芳族化合物,可以举出具有喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、菲咯啉环、呋喃二噻环(包括呋喃二噻环的呋喃环与芳香环稠合的结构)、苯并咪唑环等稠合杂芳环的杂芳族化合物等。

[0161] 作为具有上述五元环结构(多唑环(包括咪唑环、三唑环、噁二唑环)、噁唑环、噻唑

环、苯并咪唑环等)的杂芳族化合物的具体例子,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)、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)、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)、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:mDBTBI-m-II)、4,4'-双(5-甲基苯噻唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等。

[0162] 作为具有上述六元环结构(包含具有吡啶环、二噻环、三噻环等的杂芳环)的杂芳族化合物的具体例子,可以举出3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)等包含具有吡啶环的杂芳环的杂芳族化合物;2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三噻-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三噻-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茚并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)联苯基-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(简称:mTpBPTzn)、2-(联苯基-4-基)-4-苯基-6-(9,9'-螺二[9H-茱]-2-基)-1,3,5-三噻(简称:BP-SFTzn)、2,6-双(4-萘-1-基苯基)-4-[4-(3-吡啶基)苯基]嘧啶(简称:2,4NP-6PyPPm)、3-[9-(4,6-二苯基-1,3,5-三噻-2-基)-2-二苯并呋喃基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-(联苯基-3-基)-4-苯基-6-{8-[(1,1':4',1''-三联苯)-4-基]-1-二苯并呋喃基}-1,3,5-三噻(简称:mBP-TPDBfTzn)、2-{3-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(简称:mDBtBPTzn)、2-[3'-(9,9-二甲基-9H-茱-2-基)联苯基-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(简称:mFBPTzn)等包含具有三噻环的杂芳环的杂芳族化合物;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)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、9,9'-[嘧啶-4,6-二基双(联苯基-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、6-(联苯基-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)、4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基-6-(联苯基-4-基)嘧啶(简称:6BP-4Cz2PPm)、4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-8-(萘-2-基)-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8βN-4mDBtPBfpm)、8-(1,1'-联苯基-4-基)-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8BP-4mDBtPBfpm)、9-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯基-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9mDBtBPNfpr)、9-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯基-4-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9pmDBtBPNfpr)、3,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯并呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:3,8mDBtP2Bfpr)、4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4,8mDBtP2Bfpm)、8-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯基-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8mDBtBPNfpm)、8-[(2,2'-联萘)-6-基]-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8(βN2)-4mDBtPBfpm)等包含具有二噻(嘧啶)环的杂芳环的杂芳族化合物等。注意,包含上述杂芳环的芳香化合物包含具有稠合杂芳环的杂芳族化合物。

[0163] 除此以外,可以举出2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹唑啉)(简称:2,6(P-Bqn)2Py)、2,2'-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)双(4-苯基苯并[h]喹唑啉)(简称:6,6'(P-

Bqn) 2BPpy)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双{4-[4-(2-萘基)苯基]-6-苯基嘧啶}(简称:2,6(NP-PPm) 2Py)、6-(1,1'-联苯基-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)等包含具有二噻(嘧啶)环的杂芳环的杂芳族化合物;2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基)-1,3,5-三噻(简称:TmPPPyTz)、2,4,6-三(2-吡啶基)-1,3,5-三噻(简称:2Py3Tz)、2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(简称:mPn-mDMePyPTzn)等包含具有三噻环的杂芳环的杂芳族化合物等。

[0164] 作为上述具有其一部分包含六元环结构的稠环结构的杂芳族化合物(具有稠环结构的杂芳族化合物)的具体例子,可以举出红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2'-(1,3-亚苯基)双(9-苯基-1,10-菲咯啉)(简称:mPPhen2P)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹啉)(简称:2,6(P-Bqn) 2Py)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯基-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯基-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:7mDBTPDBq-II)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:6mDBTPDBq-II)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯基-1-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mpPCBPDBq)等具有喹啉环的杂芳族化合物等。

[0165] 电子传输层(114、114a、114b)除了上述杂芳族化合物以外还可以使用下述的金属配合物。作为该金属配合物可以举出三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq₃)、8-羟基喹啉锂(简称:Liq)、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)等具有喹啉环或苯并喹啉环的金属配合物、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噻唑环或噻唑环的金属配合物等。

[0166] 此外,作为电子传输性材料,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。

[0167] 另外,电子传输层(114、114a、114b)不局限于单层,也可以为包含上述物质的两层以上的叠层。

[0168] <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。电子注入层(115、115a、115b)是用来提高从第二电极102注入电子的效率的层,优选使用用于第二电极102的材料功函数的值与用于电子注入层(115、115a、115b)的材料LUMO能级的值之差小(0.5eV以下)的材料。因此,作为电子注入层115,可以使用锂、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO_x)、碳酸铯等碱金属、碱土金属或者它们的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF₃)、镱(Yb)等稀土金属或者稀土金属化合物。注意,电子注入层(115、115a、115b)既可以混合上述材料中的多种形成,也可以层叠上述材料中的多种形成。另外,也可以将电子化合物用于电子注入层(115、115a、115b)。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。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。

[0169] 此外,也可以将混合有机化合物与电子给体(供体)而成的混合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。这种混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(金属配合物及杂芳族化合物等)。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、碱土金属及稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、钇、镱等。另外,优选使用碱金属氧化物及碱土金属氧化物,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。或者,也可以层叠使用多个这些材料。

[0170] 除此以外,也可以将混合有机化合物和金属而成的混合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。注意,这里使用的有机化合物优选具有-3.6eV以上且-2.3eV以下的LUMO能级。此外,优选使用具有非共用电子对的材料。

[0171] 因此,作为用于上述混合材料的有机化合物,也可以使用混合能够用于电子传输层的上述杂芳族化合物与金属而成的混合材料。杂芳族化合物优选为具有五元环结构(咪唑环、三唑环、噁唑环、噻二唑环、噻唑环、苯并咪唑环等)的杂芳族化合物、具有六元环结构(吡啶环、二嗪环(包括嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环等)、三嗪环、联吡啶环、三联吡啶环等)的杂芳族化合物、其一部分具有六元环结构的稠环结构(喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、菲咯啉环等)的杂芳族化合物等具有非共用电子对的材料。上面已说明了具体材料,所以在此省略其说明。

[0172] 作为用于上述混合材料的金属,优选使用属于元素周期表中第5族、第7族、第9族或第11族的过渡金属以及属于第13族的材料,例如,可以举出Ag、Cu、Al或In等。此外,此时,有机化合物与过渡金属之间形成单占轨道(SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital)。

[0173] 另外,例如,在使从发光层113b得到的光放大的情况下,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 λ 的1/4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。

[0174] 此外,如图1D所示的发光器件那样,通过在两个EL层(103a、103b)之间设置电荷产生层106,可以具有多个EL层层叠在一对电极之间的结构(也称为串联结构)。

[0175] <电荷产生层>

电荷产生层106具有如下功能:当第一电极101(阳极)和第二电极102(阴极)之间被施加电压时,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106既可以具有对空穴传输性材料添加电子受体(受体)的结构(也称为P型层),又可以具有对电子传输性材料添加电子给体(供体)的结构(也称为电子注入缓冲层)。或者,也可以层叠有这两种结构。再者,也可以在P型层与电子注入缓冲层之间设置电子中继层。注意,通过使用上述材料形成电荷产生层106,可以抑制层叠EL层时导致的驱动电压的上升。

[0176] 在电荷产生层106具有对有机化合物的空穴传输性材料添加电子受体的结构(P型层)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: F_4 -TCNQ)、氯醌等。此外,可以举

出属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,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、氧化铈等。此外,也可以使用上述受体材料。此外,可以使用将构成P型层的材料混合而成的混合膜,也可以层叠包含各材料的单膜。

[0177] 在电荷产生层106具有对电子传输性材料添加电子给体的结构(电子注入缓冲层)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(Li_2O)、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。

[0178] 在电荷产生层106中,在P型层与电子注入缓冲层之间设置电子中继层时,电子中继层至少包含具有电子传输性的物质,并具有防止电子注入缓冲层与P型层的互相作用而顺利地传递电子的功能。电子中继层所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级优选位于P型层中的受主物质的LUMO能级和与电荷产生层106接触的电子传输层所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级之间。电子中继层中的具有电子传输性的物质的LUMO能级的具体值优选为-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-氧键和芳香配体的金属配合物。

[0179] 虽然图1D示出层叠有两个EL层103的结构,但是通过在不同的EL层之间设置电荷产生层可以使其成为三个以上的EL层的叠层结构。

[0180] <盖层>

注意,虽然在图1A至图1E中未图示,但是也可以在发光器件的第二电极102上设置盖层。例如,可以将折射率高的材料用于盖层。通过在第二电极102上设置盖层,可以提高从第二电极102发射的光的提取效率。

[0181] 作为可用于盖层的材料的具体例子,可以举出5,5'-二苯基-2,2'-二-5H-[1]苯并噻吩并[3,2-c]吡啶(简称:BisBTc)、4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)等。

[0182] <衬底>

本实施方式所示的发光器件可以形成在各种衬底上。注意,对衬底的种类没有特定的限制。作为该衬底的例子,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。

[0183] 作为玻璃衬底的例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃或钠钙玻璃等。作为柔性衬底、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、丙烯酸树脂等合成树脂、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、环氧树脂、无机蒸镀薄膜、纸类等。

[0184] 另外,当制造本实施方式所示的发光器件时,可以利用蒸镀法等气相法、旋涂法及喷墨法等液相法。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、喷涂法等)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)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器件的EL层中的具有各种功能的层(空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115)。

[0185] 注意,在使用上述涂布法、印刷法等沉积方法时,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以上且4000以下)、无机化合物(量子点材料等)等。注意,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。

[0186] 本实施方式所示的构成发光器件的EL层103的各层(空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115)的材料不局限于本实施方式所示的材料,只要为可以满足各层的功能的材料就可以组合地使用。

[0187] 在本说明书等中,“层”和“膜”可以相互调换。

[0188] 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。

[0189] (实施方式3)

在本实施方式中,为了说明作为本发明的一个方式的受发光装置的具体结构例子及制造方法的一个例子进行说明,对受发光装置700进行说明。注意,受发光装置700因为包括发光器件所以可以被称为发光装置,因为包括受光器件所以可以被称为受光装置,并且因为可以适用于电子设备等的显示部,所以可以被称为显示面板或显示装置。

[0190] <受发光装置700的结构例子>

图2A所示的受发光装置700包括形成于设置在第一衬底510上的功能层520上的发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS。功能层520不仅包括由多个晶体管构成的栅极驱动器、源极驱动器等驱动电路,而且还包括使它们电连接的布线等。作为一个例子,这些驱动电路与发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS分别电连接,并可以驱动这些器件。此外,受发光装置700在功能层520及各器件(发光器件及受光器件)上包括绝缘层705,该绝缘层705具有使第二衬底770和功能层520贴合的功能。

[0191] 发光器件550B、发光器件550G及发光器件550R具有实施方式2所示的器件结构,受光器件550PS具有将在实施方式8中后述的器件结构。另外,EL层103(参照图1A)的结构在各发光器件之间不同,例如,EL层103B所包括的发光层105B可以发射蓝色光,EL层103G所包括的发光层105G可以发射绿色光,EL层103R所包括的发光层105R可以发射红色光。

[0192] 注意,本实施方式示出分离形成各器件(多个发光器件及受光器件)的情况,但是在制造工艺中也可以使用同一材料同时形成发光器件的EL层的一部分(空穴注入层、空穴传输层及电子传输层)和受光器件的活性层的一部分(空穴注入层、空穴传输层及电子传输层)。将在实施方式8中进行详细的说明。

[0193] 在本说明书等中,有时将分别形成或涂布各颜色的发光器件(例如蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))的发光层及受光器件的受光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。此外,虽然在图2A所示的受发光装置700中发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS依次排列,但本发明的一个方式不局限于该结构。例如,在受发光装置700中,上述器件也可以按发光器件550R、发光器件550G、发光器件550B以及受光器件550PS的顺序排列。

[0194] 在图2A中,发光器件550B包括电极551B、电极552以及夹在电极551B与电极552之间的EL层103B。另外,发光器件550G包括电极551G、电极552以及夹在电极551G与电极552间的EL层103G。另外,发光器件550R包括电极551R、电极552以及夹在电极551R与电极552间的EL层103R。此外,EL层(103B、103G、103R)具有由包括发光层(105B、105G、105R)的功能不同的多个层构成的叠层结构。发光器件的各层的具体结构如实施方式2所示。

[0195] 此外,在图2A中,受光器件550PS包括电极551PS、电极552以及夹在电极551PS与电极552之间的受光层103PS。受光层103PS具有由包括活性层105PS的功能不同的多个层构成的叠层结构。受光器件的具体结构如实施方式8所示。

[0196] 图2A示出如下情况:EL层103B包括空穴注入/传输层104B、发光层105B、电子传输层108B以及电子注入层109;EL层103G包括空穴注入/传输层104G、发光层105G、电子传输层108G以及电子注入层109;EL层103R包括空穴注入/传输层104R、发光层105R、电子传输层108R以及电子注入层109;以及受光层103PS包括空穴注入/传输层104PS、活性层105PS、电子传输层108PS以及电子注入层109。但是,本发明不局限于此。

[0197] 此外,电子传输层(108B、108G、108R、108PS)也可以具有用来抑制空穴从阳极一侧通过发光层(105B、105G、105R)及受光器件的活性层105PS转移到阴极一侧的功能。此外,电子注入层109也可以具有其一部分或全部使用不同材料构成的叠层结构。

[0198] 此外,如图2A所示,EL层(103B、103G、103R)所具有的层中的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)以及电子传输层(108B、108G、108R)的侧面(或端部)及受光层103PS所具有的层中的空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS的侧面(或端部)形成有绝缘层107。绝缘层107与EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS的侧面(或端部)接触。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS的侧面侵入到内部。此外,绝缘层107例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化钪、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。此外,绝缘层107也可以使用上述材料进行层叠而形成。此外,绝缘层107可以利用溅射法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法等形成,优选利用覆盖性良好的ALD法。此外,绝缘层107连续地覆盖相邻的发光器件的EL层(103B、103G、103R)的一部分或受光器件的受光层103PS的一部分的侧面(或端部)。例如,在图2A中,发光器件550B的EL层103B的一部分及发光器件550G的EL层103G的一部分的侧面被绝缘层107覆盖。此外,优选在被绝缘层107覆盖的区域中形成图2A所示的使用绝缘材料构成的分隔壁528。

[0199] 在图2A中,电子注入层109及电极552是在各器件(550B、550G、550R、550PS)间共同的层(公共层)。此外,电子注入层109也可以具有两层以上的叠层结构(例如,层叠电阻不同的层等)。

[0200] 在电极(551B、551G、551R、551PS)及EL层(103B、103G、103R)的一部分与受光层103PS的一部分之间分别包括分隔壁528。如图2A所示,各器件的电极(551B、551G、551R、551PS)、EL层(103B、103G、103R)的一部分以及受光层103PS的一部分各自的侧面(或端部)与分隔壁528隔着绝缘层107接触。

[0201] 在各EL层及受光层中,尤其是位于阳极与发光层之间及阳极与活性层之间的空穴传输区域所包括的空穴注入层在很多情况下具有高导电率,由此如果形成为相邻的发光器件之间共同使用的层,这有时会导致串扰。因此,像本结构例子那样,通过在各EL层和受光

层之间设置使用绝缘材料形成的分隔壁528,可以抑制在相邻的器件间发生串扰。

[0202] 在本实施方式所示的制造方法中,EL层及受光层的侧面(或端部)因经图案工序而在工序途中露出。因此,氧、水等从EL层及受光层的侧面(或端部)进入,使得EL层及受光层的劣化容易发展。因此,通过设置分隔壁528,可以抑制制造工艺中的EL层及受光层的劣化。

[0203] 通过设置分隔壁528,也可以使形成在相邻的器件间的凹部平坦化。此外,通过使凹部平坦化,可以抑制形成在各EL层及受光层上的电极552的断开。此外,作为用来形成分隔壁528的绝缘材料,例如,可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等有机材料。此外,也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素或可溶解于醇的聚酰胺树脂等有机材料。此外,可以使用光致抗蚀剂等感光性树脂。注意,感光性树脂可以使用正型材料或负型材料。

[0204] 通过使用感光性树脂,可以只通过曝光及显影的工序制造分隔壁528。此外,也可以使用负型感光性树脂(如抗蚀剂材料等)形成分隔壁528。此外,在使用包含有机材料的绝缘层作为分隔壁528的情况下,优选使用吸收可见光的材料。通过将吸收可见光的材料用于分隔壁528,可以由分隔壁528吸收从EL层发射的光,由此可以抑制可能泄漏到相邻的EL层及受光层的光(杂散光)。因此,可以提供显示质量高的显示面板。

[0205] 此外,分隔壁528的顶面的高度与EL层(103B、103G、103R)以及受光层103PS中的任意层的顶面的高度之差例如优选为分隔壁528的厚度的0.5倍以下,更优选为0.3倍以下。此外,例如,也可以以EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS中的任意层的顶面比分隔壁528的顶面高的方式设置分隔壁528。此外,例如,也可以以分隔壁528的顶面比EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS的顶面高的方式设置分隔壁528。

[0206] 在超过1000ppi的高清晰受发光装置(显示面板)中,在EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS之间产生电导通时,发生串扰,因此受发光装置能够显示的色域变窄。通过在超过1000ppi的高清晰显示面板、优选超过2000ppi的高清晰显示面板、更优选超过5000ppi的超高清晰显示面板中设置分隔壁528,可以提供能够显示鲜艳的色彩的显示面板。

[0207] 图2B及图2C是对应于图2A的截面图中的点划线Ya-Yb的受发光装置700的俯视示意图。就是说,各发光器件(550B、550G及550R)都排列为矩阵状。注意,图2B示出在X方向上排列相同颜色的发光器件的所谓条形排列。此外,图2C示出在X方向上排列相同颜色的发光器件且按每个像素形成图案的结构。注意,发光器件的排列方法不局限于此,既可以使用Delta排列、锯齿形(zigzag)排列等排列方法,又可以使用Pentile排列、Diamond排列等。

[0208] 注意,由于在各EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS的分离加工中利用光刻法进行图案形成,所以可以制造高清晰受发光装置(显示面板)。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的EL层的各层的端部(侧面)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的受光层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此时,设置于各EL层及受光层之间的间隙580的宽度(SE)优选为5 μ m以下,更优选为1 μ m以下。

[0209] 在EL层中,尤其是位于阳极与发光层之间的空穴传输区域所包括的空穴注入层在

很多情况下具有高导电率,由此如果形成为相邻的发光器件之间共同使用的层,这有时会导致串扰。因此,像本结构例子那样,通过进行利用光刻法的图案形成将EL层分离加工,可以抑制在相邻的发光器件间发生串扰。

[0210] 图2D是对应于图2B及图2C中的点划线C1-C2的截面示意图。图2D示出连接电极551C与电极552电连接的连接部130。在连接部130中,在连接电极551C上以与其接触的方式设置电极552。此外,以覆盖连接电极551C的端部的方式设置有分隔壁528。

[0211] <受发光装置的制造方法例子>

如图3A所示,形成电极551B、电极551G、电极551R以及电极551PS。例如,在形成在第一衬底510上的功能层520上形成导电膜,利用光刻法将该导电膜加工为规定形状。

[0212] 注意,导电膜可以利用溅射法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法、分子束外延(MBE:Molecular Beam Epitaxy)法、真空蒸镀法、脉冲激光沉积(PLD:Pulsed Laser Deposition)法、原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法等形成。作为CVD法,可以举出等离子体增强化学气相沉积(PECVD:Plasma Enhanced CVD)法或热CVD法等。此外,作为热CVD法之一,可以举出有机金属化学气相沉积(MOCVD:Metal Organic CVD)法。

[0213] 此外,当加工导电膜时,除了上述光刻法以外,还可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,也可以通过利用金属掩模等遮蔽掩模的沉积方法直接形成岛状的薄膜。

[0214] 作为光刻法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是在沉积感光性薄膜之后,进行曝光及显影来将该薄膜加工为所希望的形状的方法。注意,在利用前者的方法时,有抗蚀剂涂敷后的加热(PAB:Pre Applied Bake)及曝光后的加热(PEB:Post Exposure Bake)等热处理工序。在本发明的一个方式中,除了导电膜的加工以外还在用来形成EL层的薄膜(由有机化合物形成的膜或其一部分包含有机化合物的膜)的加工中采用微影技术。

[0215] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长365nm)、g线(波长436nm)、h线(波长405nm)或混合了这些射线的光。此外,还可以使用紫外光、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外(EUV:Extreme Ultra-violet)光或X射线。此外,也可以使用电子束代替用于曝光的光。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其精细的加工,所以是优选的。注意,在通过利用电子束等光束进行扫描而进行曝光时,不需要光掩模。

[0216] 作为使用抗蚀剂掩模的薄膜蚀刻,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法、喷砂法等。

[0217] 接着,如图3B所示,在电极551B、电极551G、电极551R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B。例如,可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B。再者,在电子传输层108B上形成牺牲层110B。当形成空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B时,可以使用实施方式1及实施方式2所示的材料。

[0218] 牺牲层110B优选使用对于空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B的蚀刻处理的耐性高的膜,即蚀刻选择比较大的膜。此外,牺牲层110B优选采用蚀刻选择比彼此不同的第一牺牲层与第二牺牲层的叠层结构。此外,牺牲层110B可以使用能够通

过对EL层103B带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。作为用于湿蚀刻的蚀刻材料可以使用草酸等。注意,在本说明书等中,也可以将牺牲层称作掩模层。

[0219] 作为牺牲层110B,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、无机绝缘膜等的无机膜。此外,牺牲层110B可以通过溅射法、蒸镀法、CVD法、ALD法等等各种沉积方法形成。

[0220] 作为牺牲层110B,例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其是,优选使用铝或银等低熔点材料。

[0221] 此外,作为牺牲层110B可以使用铟镓锌氧化物(In-Ga-Zn氧化物,也称为IGZO)等金属氧化物。此外,可以使用氧化铟、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、铟锡氧化物(In-Sn氧化物)、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)等。或者,也可以使用包含硅的铟锡氧化物等。

[0222] 注意,也可以使用元素M(M为选自铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、钼、镧、铈、钕、钐、钆、铽、钨和镁中的一种或多种)代替上述铟。尤其是,M优选为选自铟、铝和钇中的一种或多种。

[0223] 此外,作为牺牲层110B可以使用氧化铝、氧化钪、氧化硅等无机绝缘材料。

[0224] 作为牺牲层110B,优选使用可溶解于如下溶剂中的材料,即对位于最上部的电子传输层108B呈现化学稳定性的溶剂。尤其是,作为牺牲层110B可以适当使用溶解于水或醇的材料。当沉积牺牲层110B时,优选的是,在溶解于水或醇等溶剂的状态下通过湿式沉积方法涂布该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,通过在减压气氛下进行热处理,可以以低温且在短时间内去除溶剂,所以可以减少对空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B带来的热损伤,因此是优选的。

[0225] 注意,在作为牺牲层110B采用叠层结构时,可以将由上述材料形成的层作为第一牺牲层,在其上形成第二牺牲层而形成叠层结构。

[0226] 此时,第二牺牲层为对第一牺牲层进行蚀刻时被用作硬掩模的膜。此外,在对第二牺牲层进行加工时露出第一牺牲层。因此,作为第一牺牲层和第二牺牲层,选择蚀刻选择比较大的膜的组合。因此,可以根据第一牺牲层的蚀刻条件及第二牺牲层的蚀刻条件选择可以用于第二牺牲层的膜。

[0227] 例如,在作为第二牺牲层的蚀刻利用使用含有氟的气体(也称为氟类气体)的干蚀刻时,可以将硅、氮化硅、氧化硅、钨、钛、钼、钽、氮化钽、含有钼及铌的合金或者含有钼及钨的合金等用于第二牺牲层。在此,作为对于上述使用氟类气体的干蚀刻的蚀刻选择比较大(即,蚀刻速率较慢)的膜,有IGZO、ITO等金属氧化物膜等,可以将上述膜用于第一牺牲层。

[0228] 此外,不局限于此,第二牺牲层可以根据第一牺牲层的蚀刻条件及第二牺牲层的蚀刻条件从各种材料中选择。例如,也可以从可用于上述第一牺牲层的膜中选择。

[0229] 此外,作为第二牺牲层例如可以使用氮化物膜。具体而言,可以使用氮化硅、氮化铝、氮化钪、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓、氮化锗等氮化物。

[0230] 此外,作为第二牺牲层可以使用氧化物膜。典型的是,可以使用氧化硅、氧氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氧化钪、氧氮化钪等氧化物膜或者氧氮化物膜。

[0231] 接着,如图3C所示,在牺牲层110B上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:RES)。此外,在采用这种方法时,有抗蚀剂涂敷后的加热(PAB:Pre Applied Bake)及曝光后的加热(PEB:Post Exposure Bake)等热处理工序。例如,PAB温度为100℃左右,PEB温度为120℃左右。因此,发光器件需要能够耐受这些处理温度。

[0232] 接着,通过使用所得到的抗蚀剂掩模RES通过蚀刻去除没有被抗蚀剂掩模RES覆盖的牺牲层110B的一部分,去除抗蚀剂掩模RES,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110B覆盖的空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B的一部分,将空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B加工为在电极551B上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。在牺牲层110B具有上述第一牺牲层和上述第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模RES对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模RES,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图4A的形状。

[0233] 接着,如图4B所示,在牺牲层110B、电极551G、电极551R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G。当形成空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G时,可以使用实施方式1及实施方式2所示的材料。此外,例如可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G。

[0234] 接着,如图4C所示,在电子传输层108G上形成牺牲层110G,然后在牺牲层110G上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:RES),通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模覆盖的牺牲层110G的一部分,去除抗蚀剂掩模,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110G覆盖的空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G的一部分,将空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G加工为在电极551G上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。作为牺牲层110G,可以使用与牺牲层110B同样的材料,在牺牲层110G具有上述第一牺牲层和第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模RES对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模RES,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图5A的形状。

[0235] 接着,如图5B所示,在牺牲层110B、牺牲层110G、电极551R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R。当形成空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R时,可以使用实施方式1及实施方式2所示的材料。此外,例如可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R。

[0236] 接着,如图5C所示,在电子传输层108R上形成牺牲层110R,然后在牺牲层110R上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:RES),通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模RES覆盖的牺牲层110R,去除抗蚀剂掩模RES,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110R覆盖的空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R的一部分,将空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R加工为在电极551R上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。作为牺牲层110R,可以使用与牺牲层110B同样的材料,在牺牲层110R具有上述第

一牺牲层和第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模RES对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模RES,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图6A的形状。

[0237] 接着,如图6B所示,在牺牲层110B、牺牲层110G、牺牲层110R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS。当形成空穴注入/传输层104PS时,作为材料,例如可以使用在实施方式2中作为发光器件的空穴注入层及空穴传输层示出的材料。另外,在活性层105PS中,作为材料,可以使用将在实施方式8中示出的材料。在形成电子传输层108PS时,作为材料,例如可以使用在实施方式2中作为电子传输层及电子注入层示出的材料。例如,可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS。

[0238] 接着,如图6C所示,在电子传输层108PS上形成牺牲层110PS,然后在牺牲层110PS上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望形状(抗蚀剂掩模:RES),通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模RES覆盖的牺牲层110PS的一部分,去除抗蚀剂掩模RES,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层覆盖的空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS,将空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS加工为在电极551PS上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。作为牺牲层110PS,可以使用与牺牲层110B同样的材料,在牺牲层110PS具有上述第一牺牲层和第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模RES对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模RES,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图6D的形状。

[0239] 接着,如图7A所示,在牺牲层110B、牺牲层110G、牺牲层110R以及牺牲层110PS上形成绝缘层107。

[0240] 此外,绝缘层107例如可以利用ALD法形成。在此情况下,如图7A所示,绝缘层107与各发光器件的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件的空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS的各侧面(各端部)接触。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从各侧面进入到内部。作为用于绝缘层107的材料,例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化铅、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。

[0241] 接着,如图7B所示,在绝缘层107上形成树脂膜528a。作为树脂膜528a例如可以使用负型感光树脂或正型感光树脂。

[0242] 接着,如图7C所示,通过去除树脂膜528a的一部分、绝缘层107的一部分及牺牲层(110B、110G、110R、110PS),使电子传输层(108B、108G、108R、108PS)的顶面露出。

[0243] 接着,如图7D所示,通过进行加热处理,使树脂膜528a的上端部呈曲面形状,来形成分隔壁528。通过使分隔壁528的上端部呈曲面形状,可以使将在后面形成的电子注入层109的覆盖性良好。例如,在作为树脂膜528a使用正型感光丙烯酸树脂时,优选使分隔壁528的上端部呈具有曲率半径(0.2 μm 至3 μm)的曲面。

[0244] 接着,在绝缘层107、电子传输层(108B、108G、108R、108PS)及分隔壁528上形成电

子注入层109。当形成电子注入层109时,可以使用实施方式2所示的材料。例如,使用真空蒸镀法形成电子注入层109。

[0245] 接着,如图8A所示,在电子注入层109上形成电极552。例如,使用真空蒸镀法形成电极552。

[0246] 通过上述工序,可以对发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS中的EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS进行分离加工。

[0247] 注意,由于在这些EL层(EL层103B、EL层103G、EL层103R)及受光层103PS的分离加工中利用光刻法进行图案形成,所以可以制造高清晰受发光装置(显示面板)。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的EL层的各层的端部(侧面)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的受光层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。

[0248] 此外,这些EL层中的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)及受光层中的空穴注入/传输层104PS在很多情况下具有高导电率,由此如果形成为相邻的发光器件间共同使用的层,这有时会导致串扰。因此,像本结构例子那样,通过进行利用光刻法的图案形成将各EL层分离加工,可以抑制在相邻的发光器件和受光器件间发生串扰。

[0249] 此外,因为在本结构的各发光器件中的各EL层(103B、103G、103R)所包括的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件中的受光层103PS所包括的空穴注入/传输层104PS、活性层105PS以及电子传输层108PS进行分离加工时使用光刻法形成图案,所以被加工的EL层的端部(侧面)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的受光层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。

[0250] 此外,因为在对各发光器件中的各EL层(EL层103B、EL层103G、EL层103R)所包括的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件中的受光层103PS所包括的空穴注入/传输层104PS、活性层105PS、电子传输层108PS进行分离加工时使用光刻法形成图案,因此被加工的各端部(侧面)各自在相邻的发光器件之间有间隙580。在图8A中,在将相邻的器件的EL层或发光层间的距离记为SE时,距离SE越小越可以提高开口率及清晰度。另一方面,由于距离SE越大,越可以允许相邻的器件间的制造工序不均匀的影响,所以可以提高制造成品率。由于通过本说明书制造的发光器件及受光器件适合于微型化工艺,所以相邻的器件的EL层或受光层之间的距离SE可以为0.5 μm 以上且5 μm 以下,优选为1 μm 以上且3 μm 以下,更优选为1 μm 以上且2.5 μm 以下,进一步优选为1 μm 以上且2 μm 以下。注意,距离SE典型地优选为1 μm 以上且2 μm 以下(例如1.5 μm 或其附近)。

[0251] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精度金属掩模)制造的器件称为MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为MML(Metal Mask Less)结构的器件。MML结构的受发光装置由于不使用金属掩模制造,因此其像素配置及像素形状等的设计自由度比FMM结构或MM结构的受发光装置高。

[0252] MML结构的受发光装置所具有的岛状EL层不是使用金属掩模的图案形成的,而是

在沉积EL层之后进行加工形成的。因此,可以实现清晰或开口率比现有的受发光装置高的受发光装置。再者,因为可以分别形成各颜色的EL层,所以可以实现极为鲜明、对比度极高且显示质量极高的受发光装置。此外,通过在EL层上设置牺牲层,可以降低在制造工序中EL层受到的损坏,而可以提高发光器件的可靠性。

[0253] 此外,在图2A及图8A所示的发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R中EL层(103B、103G、103R)的宽度与电极(551B、551G、551R)的宽度大致相等,在受光器件550PS中受光层103PS的宽度与电极551PS的宽度大致相等,但是本发明的一个方式不局限于此。

[0254] 在发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R中,EL层(103B、103G、103R)的宽度也可以小于电极(551B、551G、551R)的宽度。此外,在受光器件550PS中,受光层103PS的宽度也可以小于电极551PS的宽度。图8B示出发光器件550B的EL层103B的宽度小于电极551B的宽度的例子。

[0255] 在发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R中,EL层(103B、103G、103R)的宽度也可以大于电极(551B、551G、551R)的宽度。此外,在受光器件550PS中,受光层103PS的宽度也可以大于电极551PS的宽度。图8C示出发光器件550R中的EL层103R的宽度大于电极551R的宽度的例子。

[0256] 注意,本实施方式所说明的受发光装置是包括发光器件和受光器件的双方的装置,也可以被称为包括受光器件的发光装置或包括发光器件的受光装置。此外,在本实施方式所说明的受发光装置的结构中,也可以将不包括受光器件的装置称为发光装置。另外,在本实施方式中说明的受发光装置的结构中,也可以将不包括发光装置的装置称为受光器件。

[0257] 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。

[0258] (实施方式4)

在本实施方式中,参照图9至图11说明装置720。注意,图9至图11所示的装置720因包括实施方式2所示的发光器件而可以说是发光装置,但是在本实施方式中说明的装置720可以应用于电子设备等的显示部,由此也可以说是显示面板或显示装置。此外,在将上述发光器件用作光源且包括能够接收来自发光器件的光的受光器件的情况下,也可以说是受发光装置。此外,这些发光装置、显示面板、显示装置以及受发光装置至少包括发光器件。

[0259] 此外,本实施方式的发光装置、显示面板、显示装置以及受发光装置可以为高分辨率或大型的发光装置、显示面板、显示装置以及受发光装置。因此,例如可以将本实施方式的发光装置、显示面板、显示装置以及受发光装置例如不仅用于具有较大的屏幕的电子设备诸如电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、如弹珠机等大型游戏机等显示部,而且用于数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机、便携式游戏机、智能手机、手表型终端、平板终端、便携式信息终端以及声音再现装置等的显示部。

[0260] 图9A是这些装置(包括发光装置、显示面板、显示装置以及受发光装置)720的俯视图。

[0261] 在图9A中,装置720具有贴合衬底710与衬底711的结构。此外,装置720包括显示区域701、电路704以及布线706等。此外,显示区域701包括多个像素,图9A所示的像素703(i, j)包括图9B所示的与像素703(i, j)相邻的像素703(i+1, j)。

[0262] 此外,如图9A所示,装置720将IC(集成电路)712通过COG(Chip On Glass)方式或COF(Chip on Film)方式等设置在衬底710上。作为IC712,例如可以应用包括扫描线驱动电路或信号线驱动电路等的IC。图9A示出将包括信号线驱动电路的IC用作IC712且包括扫描线驱动电路作为电路704的结构。

[0263] 布线706具有对显示区域701及电路704供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部通过FPC(Flexible Printed Circuit)713输入到布线706或者从IC712输入到布线706。此外,也可以在装置720中不设置IC。此外,IC也可以通过COF方式等安装在FPC上。

[0264] 图9B示出显示区域701的像素703(i,j)及像素703(i+1,j)。也就是说,像素703(i,j)可以包括多种子像素,其中分别包括发射不同颜色的发光器件。此外,除此之外,像素703(i,j)也可以包括多个子像素,其中都包括发射相同颜色的发光器件。在像素包括分别包括发射不同颜色的发光器件的多种子像素的情况下,像素例如可以包括三种子像素。作为该三种子像素,可以举出红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)这三种颜色的子像素、黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)这三种颜色的子像素等。或者,像素可以包括四种子像素。作为该四种子像素,可以举出R、G、B、白色(W)这四种颜色的子像素、R、G、B、Y这四种颜色的子像素等。具体而言,可以使用显示蓝色的像素702B(i,j)、显示绿色的像素702G(i,j)及显示红色的像素702R(i,j)构成像素703(i,j)。

[0265] 此外,除了包括发光器件的子像素之外,装置720还具有包括受光器件的子像素。

[0266] 图9C至图9E示出像素703(i,j)具有包括受光器件的子像素702PS(i,j)时的各种布局的一个例子。图9C所示的像素的排列为条纹排列,图9D所示的像素的排列为矩阵排列。此外,图9E所示的像素具有以与一个子像素(子像素B)相邻的方式纵向排列三个子像素(子像素R、子像素G、子像素PS)的结构。

[0267] 此外,如图9F所示,也可以对上述一组追加发射红外线的子像素702IR(i,j)来构成像素703(i,j)。作为图9F所示的像素排列,纵向较长的三个子像素G、子像素B以及子像素R横向排列,且在其下侧子像素PS及横向较长的子像素IR横向排列。具体而言,也可以将发射包括波长为650nm以上且1000nm以下的光的子像素702IR(i,j)用于像素703(i,j)。此外,对于子像素702PS(i,j)所检测的光的波长没有特别的限制,但是子像素702PS(i,j)所包括的受光器件优选对于子像素702R(i,j)、子像素702G(i,j)、子像素702B(i,j)或子像素702IR(i,j)所包括的发光器件所发射的光具有灵敏度。例如,优选检测蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等波长区域的光及红外波长区域中的光中的一个或多个。

[0268] 子像素的排列不局限于图9B至图9F所示的结构,而可以采用各种排列方法。作为子像素的排列,例如可以举出条纹排列、S条纹排列、矩阵排列、Delta排列、拜耳排列、Pentile排列等。

[0269] 此外,作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括矩形、正方形)、五角形等多角形、角部圆的上述多角形形状、椭圆形或圆形等。在此,子像素的顶面形状相当于发光器件的发光区域的顶面形状。

[0270] 在像素包括发光器件及受光器件时,像素具有受光功能,所以可以在显示图像的同时检测出对象物的接触或接近。例如,不仅使发光装置所包括的所有子像素显示图像,而且可以使部分子像素呈现用作光源的光并使其他子像素显示图像。

[0271] 此外,子像素702PS(i,j)的受光面积优选比其他子像素的发光面积小。受光面积

越小摄像范围越窄,可以实现摄像结果变模糊的抑制以及分辨率的提高。因此,通过使用子像素702PS(i,j),可以以高清晰度或高分辨率进行摄像。例如,可以使用子像素702PS(i,j)进行用来利用指纹、掌纹、虹膜、脉形状(包括静脉形状、动脉形状)或脸等的个人识别的摄像。

[0272] 此外,子像素702PS(i,j)可以用于触摸传感器(也称为直接触摸传感器)或者空中触摸传感器(也称为悬浮传感器、悬浮触摸传感器、非接触式传感器、无接触式传感器)等。例如,子像素702PS(i,j)优选检测出红外光。由此,在黑暗处也可以检测出触摸。

[0273] 在此,触摸传感器或空中触摸传感器可以检测出对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。触摸传感器在受发光装置与对象物直接接触时可以检测出对象物。此外,空中触摸传感器即使对象物没有接触受发光装置也可以检测出该对象物。例如,优选的是,在受发光装置与对象物之间的距离为0.1mm以上且300mm以下、优选为3mm以上且50mm以下的范围内受发光装置可以检测出该对象物。通过采用该结构,可以在对象物没有直接接触受发光装置的状态下进行操作,换言之可以以非接触(无接触)方式操作受发光装置。通过采用上述结构,可以减少受发光装置被弄脏或受损伤的风险或者对象物不直接接触附着于显示装置的污渍(例如,垃圾、细菌或病毒等)而操作受发光装置。

[0274] 因为进行高清晰摄像,所以子像素702PS(i,j)优选设置在受发光装置所包括的所有像素中。另一方面,用于触摸传感器或空中触摸传感器等的子像素702PS(i,j)与用于拍摄指纹等的情况相比不需高检测精度,因此子像素702PS(i,j)设置在受发光装置所包括的部分像素中,即可。通过使受发光装置所包括的子像素702PS(i,j)的个数少于子像素702R(i,j)等的个数,可以提高检测速度。

[0275] 接着,参照图10A说明包括发光器件的子像素的像素电路的一个例子。图10A所示的像素电路530包括发光器件(EL)550、晶体管M15、晶体管M16、晶体管M17以及电容器C3。作为发光器件550,可以使用发光二极管。尤其是,作为发光器件550,优选使用在实施方式2中说明的发光器件。

[0276] 在图10A中,晶体管M15的栅极与布线VG电连接,源极和漏极中的一个与布线VS电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C3的一个电极及晶体管M16的栅极电连接。晶体管M16的源极和漏极中的一个与布线V4电连接,源极和漏极中的另一个与发光器件550的阳极及晶体管M17的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M17的栅极与布线MS电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT2电连接。发光器件550的阴极与布线V5电连接。

[0277] 布线V4及布线V5各自被供应恒定电位。可以将发光器件550的阳极一侧和阴极一侧分别设定为高电位和低于阳极一侧的电位。晶体管M15被供应到布线VG的信号控制,被用来控制像素电路530的选择状态的选择晶体管。此外,晶体管M16被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光器件550的电流的驱动晶体管。当晶体管M15处于导通状态时,供应到布线VS的电位被供应到晶体管M16的栅极,可以根据该电位控制发光器件550的发光亮度。晶体管M17被供应到布线MS的信号控制,将晶体管M16与发光器件550之间的电位通过布线OUT2输出到外部。

[0278] 图10A的像素电路530所包括的晶体管M15、晶体管M16及晶体管M17以及图10B的像素电路531所包括的晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13及晶体管M14优选使用形成其沟道的半导体层包含金属氧化物(氧化物半导体)的晶体管。

[0279] 使用其带隙比硅宽且载流子密度低的金属氧化物的晶体管可以实现极低的关态电流。由此,因为其关态电流低,所以能够长期间保持储存于与晶体管串联连接的电容器中的电荷。因此,尤其是,与电容器C2或电容器C3串联连接的晶体管M11、晶体管M12、晶体管M15优选使用包含氧化物半导体的晶体管。此外,通过将同样地应用氧化物半导体的晶体管用于其他晶体管,可以减少制造成本。

[0280] 此外,晶体管M11至晶体管M17也可以使用形成其沟道的半导体包含硅的晶体管。特别是,在使用单晶硅或多晶硅等结晶性高的硅时可以实现高场效应迁移率及更高速的工作,所以是优选的。

[0281] 此外,晶体管M11至晶体管M17中的一个以上可以使用包含氧化物半导体的晶体管,除此以外的晶体管可以使用包含硅的晶体管。

[0282] 接着,参照图10B说明包括受光器件的子像素的像素电路的一个例子。图10B所示的像素电路531包括受光器件(PD)560、晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13、晶体管M14及电容器C2。这里,示出使用光电二极管作为受光器件(PD)560的例子。

[0283] 在图10B中,受光器件(PD)560的阳极与布线V1电连接,阴极与晶体管M11的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M11的栅极与布线TX电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C2的一个电极、晶体管M12的源极和漏极中的一个及晶体管M13的栅极电连接。晶体管M12的栅极与布线RE1电连接,源极和漏极中的另一个与布线V2电连接。晶体管M13的源极和漏极中的一个与布线V3电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M14的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M14的栅极与布线SE1电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT1电连接。

[0284] 布线V1、布线V2及布线V3各自被供应恒定电位。当以反向偏压驱动受光器件(PD)560时,将高于布线V1的电位供应到布线V2。晶体管M12被供应到布线RE1的信号控制,使得连接于晶体管M13的栅极的节点的电位复位至供应到布线V2的电位。晶体管M11被供应到布线TX的信号控制,并具有根据流过受光器件(PD)560的电流控制上述节点的电位变化的时序的功能。将晶体管M13用作根据上述节点的电位进行输出的放大晶体管。晶体管M14被供应到布线SE1的信号控制,被用作选择晶体管,该选择晶体管用来使用连接于布线OUT1的外部电路读出根据上述节点的电位的输出。

[0285] 在图10A和图10B中,作为晶体管使用n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。

[0286] 像素电路530所包括的晶体管与像素电路531所包括的晶体管优选排列在同一衬底上。尤其优选像素电路530所包括的晶体管和像素电路531所包括的晶体管混合形成在一个区域内并周期性地排列。

[0287] 此外,优选在与受光器件(PD)560或发光器件(EL)550重叠的位置设置一个或多个包括晶体管和电容器中的一个或两个的层。由此,可以减少各像素电路的有效占有面积,从而可以实现高清晰的受光部或显示部。

[0288] 接着,图10C示出可以应用于图10A及图10B中说明的像素电路的晶体管的具体结构的一个例子。注意,作为晶体管,可以适当地使用底栅型晶体管或顶栅型晶体管等。

[0289] 图10C所示的晶体管包括半导体膜508、导电膜504、绝缘膜506、导电膜512A以及导电膜512B。晶体管例如形成在绝缘膜501C上。此外,该晶体管包括绝缘膜516(绝缘膜516A及绝缘膜516B)以及绝缘膜518。

[0290] 半导体膜508包括与导电膜512A电连接的区域508A及与导电膜512B电连接的区域508B。半导体膜508包括区域508A和区域508B之间的区域508C。

[0291] 导电膜504包括与区域508C重叠的区域,导电膜504具有栅电极的功能。

[0292] 绝缘膜506包括夹在半导体膜508与导电膜504之间的区域。绝缘膜506具有第一栅极绝缘膜的功能。

[0293] 导电膜512A具有源电极的功能和漏电极的功能中的一个,导电膜512B具有源电极的功能和漏电极的功能中的另一个。

[0294] 此外,可以将导电膜524用于晶体管。导电膜524包括在其与导电膜504之间夹着半导体膜508的区域。导电膜524具有第二栅电极的功能。绝缘膜501D夹在半导体膜508与导电膜524之间,并具有第二栅极绝缘膜的功能。

[0295] 绝缘膜516例如被用作覆盖半导体膜508的保护膜。具体而言,例如可以将含有氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜或氧化钕膜的膜用作绝缘膜516。

[0296] 例如,优选将具有抑制氧、氢、水、碱金属、碱土金属等的扩散的功能的材料用于绝缘膜518。具体而言,作为绝缘膜518,例如可以使用氮化硅、氧氮化硅、氮化铝、氧氮化铝等。此外,作为氧氮化硅及氧氮化铝各自包含的氧的原子数和氮的原子数,优选的是氮的原子数较多。

[0297] 在形成用于像素电路的晶体管的半导体膜的工序中,可以形成用于驱动电路的晶体管的半导体膜。例如,可以将半导体膜用于驱动电路,该半导体膜具有与像素电路的晶体管中使用的半导体膜相同的组成。

[0298] 作为半导体膜508,例如优选包含铟、M(M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钽、钨和镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钇和锡中的一种或多种。

[0299] 尤其是,作为半导体膜508,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(IGZO)。或者,优选使用包含铟、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟、镓、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟(In)、铝(Al)及锌(Zn)的氧化物(也称为IAZO)。或者,优选使用包含铟(In)、铝(Al)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也称为IAGZO)。

[0300] 当半导体膜为In-M-Zn氧化物时,优选该In-M-Zn氧化物的In的原子数比为M的原子数比以上。作为这种In-M-Zn氧化物的金属元素的原子数比,可以举出In:M:Zn=1:1:1或其附近的组成、In:M:Zn=1:1:1.2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:4或其附近的组成、In:M:Zn=2:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=3:1:2或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:3或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:4.1或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:7或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:8或其附近的组成、In:M:Zn=6:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:2:5或其附近的组成等。注意,附近的组成包括所希望的原子个数比的 $\pm 30\%$ 的范围。

[0301] 例如,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为4时,Ga的原子数比为1以上且3以下,Zn的原子数比为2以上且4以下。此外,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为5时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比为5以上且7以下。此外,当记载为原子

数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为1时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比大于0.1且为2以下。

[0302] 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。

[0303] 晶体管的半导体层优选包含金属氧化物(也称为氧化物半导体)。注意,作为具有结晶性的氧化物半导体,可以举出CAAC(c-axis-aligned crystalline)-OS及nc(nanocrystalline)-OS等。

[0304] 或者,也可以使用将硅用于沟道形成区域的晶体管(Si晶体管)。作为硅可以举出单晶硅(单晶Si)、多晶硅、非晶硅等。尤其是,可以使用半导体层中含有低温多晶硅(LTPS(Low Temperature Poly Silicon))的晶体管(以下,也称为LTPS晶体管)。LTPS晶体管具有高场效应迁移率以及良好的频率特性。

[0305] 通过使用LTPS晶体管等Si晶体管,可以在同一衬底上形成需要以高频率驱动的电电路(例如,源极驱动器电路)和显示部。因此,可以使安装到发光装置的外部电路简化,可以缩减构件成本及安装成本。

[0306] 与使用非晶硅的晶体管相比,OS晶体管的场效应迁移率非常高。另外,OS晶体管的关闭状态下的源极和漏极间的泄漏电流(以下,也称为关态电流)极低,可以长期间保持与该晶体管串联连接的电容器中储存的电荷。另外,通过使用OS晶体管,可以降低发光装置的功耗。

[0307] 另外,室温下的每沟道宽度 $1\mu\text{m}$ 的OS晶体管的关态电流值可以为 1aA ($1\times 10^{-18}\text{A}$)以下、 1zA ($1\times 10^{-21}\text{A}$)以下或 1yA ($1\times 10^{-24}\text{A}$)以下。注意,室温下的每沟道宽度 $1\mu\text{m}$ 的Si晶体管的关态电流值为 1fA ($1\times 10^{-15}\text{A}$)以上且 1pA ($1\times 10^{-12}\text{A}$)以下。因此,也可以说,OS晶体管的关态电流比Si晶体管的关态电流低10位左右。

[0308] 另外,在提高像素电路所包括的发光器件的发光亮度时,需要增大流过发光器件的电流。为此,需要提高像素电路所包括的驱动晶体管的源极-漏极间电压。因为OS晶体管的源极-漏极间的耐压比Si晶体管高,所以可以对OS晶体管的源极-漏极间施加高电压。由此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以增大流过发光器件的电流而提高发光器件的发光亮度。

[0309] 另外,当晶体管在饱和区域中工作时,与Si晶体管相比,OS晶体管可以使相对于栅极-源极间电压的变化的源极-漏极间电流的变化细小。因此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以根据栅极-源极间电压的变化详细决定流过源极-漏极间的电流,所以可以控制流过发光器件的电流。由此,可以增大像素电路的灰度。

[0310] 另外,关于晶体管在饱和区域中工作时流过的电流的饱和特性,与Si晶体管相比,OS晶体管即使逐渐地增高源极-漏极间电压也可以使稳定的电流(饱和电流)流过。因此,通过将OS晶体管用作驱动晶体管,即使例如发光器件的电流-电压特性发生不均匀,也可以使稳定的电流流过发光器件。也就是说,OS晶体管当在饱和区域中工作时即使提高源极-漏极间电压,源极-漏极间电流也几乎不变,因此可以使发光器件的发光亮度稳定。

[0311] 如上所述,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以实现“黑色模糊的抑制”、“发光亮度的上升”、“多灰度化”、“发光器件不均匀的抑制”等。

[0312] 或者,可以通过同一工序形成用于驱动电路的晶体管的半导体膜及用于像素电路的晶体管的半导体膜。或者,可以在与形成有像素电路的衬底同一衬底上形成驱动电路。或者,可以减少构成电子设备的构件数量。

[0313] 另外,作为半导体膜508,也可以使用硅。作为硅可以举出单晶硅、多晶硅、非晶硅等。尤其是,优选使用半导体层中含有低温多晶硅(LTPS(Low Temperature Poly Silicon))的晶体管(以下,也称为LTPS晶体管)。LTPS晶体管具有高场效应迁移率以及良好的频率特性。

[0314] 通过使用LTPS晶体管等使用硅的晶体管,可以在同一衬底上形成需要以高频率驱动电路(例如,源极驱动器电路)和显示部。因此,可以使安装到发光装置的外部电路简化,可以缩减构件成本及安装成本。

[0315] 另外,优选将被形成沟道的半导体中含有金属氧化物(以下,也称为氧化物半导体)的晶体管(以下,也称为OS晶体管)用于像素电路所包括的晶体管中的至少一个。与使用非晶硅的晶体管相比,OS晶体管的场效应迁移率非常高。另外,OS晶体管的关闭状态下的源极和漏极间的泄漏电流(以下,也称为关态电流)极低,可以长期间保持与该晶体管串联连接的电容器中储存的电荷。另外,通过使用OS晶体管,可以降低发光装置的功耗。

[0316] 通过将LTPS晶体管用作像素电路所包括的一部分晶体管且将OS晶体管用作其他晶体管,可以实现一种功耗低且驱动能力高的发光装置。作为更优选的例子,优选的是,将OS晶体管用作控制布线间的导通/非导通的开关的晶体管等且将LTPS晶体管用作控制电流的晶体管等。此外,有时将组合LTPS晶体管和OS晶体管这两种晶体管的结构称为LTPO。通过采用LTPO,可以实现一种功耗低且驱动能力高的显示面板。

[0317] 例如,设置在像素电路中的晶体管之一被用作用来控制流过发光器件的电流的晶体管,也可以被称为驱动晶体管。驱动晶体管的源极和漏极中的一个与发光器件的像素电极电连接。作为该驱动晶体管优选使用LTPS晶体管。因此,可以增大在像素电路中流过发光器件的电流。

[0318] 另一方面,设置在像素电路中的晶体管中的另一个被用作控制像素的选择/非选择的开关,也可以被称为选择晶体管。选择晶体管的栅极与栅极线电连接,源极和漏极中的一个与源极线(信号线)电连接。选择晶体管优选使用OS晶体管。因此,即便使帧频显著小(例如,1fps以下)也可以保持像素的灰度,由此通过在显示静态图像时停止驱动器,可以降低功耗。

[0319] 在将氧化物半导体用于半导体膜的情况下,装置720具有将氧化物半导体用于半导体膜且包括具有MML(不用精细金属掩模版)结构的发光器件的结构。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光器件间流过的泄漏电流(也称为横向泄漏电流、侧泄漏电流等)极低。另外,通过采用上述结构,在图像显示在显示装置上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。另外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光器件间的横向泄漏电流极低的结构,可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的泛黑)等极少的显示(也称为纯黑色显示)。

[0320] 尤其是,在从MML结构的发光器件中采用上述SBS结构时,设置在发光器件间的层(例如是在发光器件间共同使用的有机层,也称为公共层)被分割,由此可以进行没有侧泄漏或侧泄漏极少的显示。

[0321] 此外,根据显示面板的屏幕尺寸适当地选择用于显示面板的晶体管的结构即可。例如,在作为显示面板的晶体管使用单晶Si晶体管时,可以将其适用于对角线尺寸为0.1英寸以上且3英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。另外,在作为显示面板的晶体管使用LTPS晶体管时,可以将其适用于对角线尺寸为0.1英寸以上且30英寸的屏幕尺寸的显示面板,优选将其适用于1英寸以上且30英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。另外,在显示面板采用LTP0(组合LTPS晶体管和OS晶体管的结构)时,可以将其适用于对角线尺寸为0.1英寸以上且50英寸以下的屏幕尺寸的显示面板,优选将其适用于1英寸以上且50英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。另外,在作为显示面板的晶体管使用OS晶体管时,可以将其适用于对角线尺寸为0.1英寸以上且200英寸以下的屏幕尺寸的显示面板,优选将其适用于50英寸以上且100英寸以下的屏幕尺寸的显示面板。

[0322] 注意,由于单晶Si衬底的尺寸,使用单晶Si晶体管很难使显示面板大型化。另外,LTPS晶体管在制造工序中使用激光晶化装置,很难将其应用于大型化(典型的是对角线尺寸超过30英寸的屏幕尺寸)。另一方面,OS晶体管在制造工序中没有使用激光晶化装置等限制,另外可以以较低的工艺温度(典型的是450℃以下)进行制造,因此可以将其应用到较大面积(典型的是对角线尺寸为50英寸以上且100英寸以下)的显示面板。另外,在采用LTP0时,可以将其适用于使用LTPS晶体管的情况下的尺寸与使用OS晶体管的情况下的尺寸之间的显示面板尺寸(典型的是对角线尺寸为1英寸以上且50英寸以下)。

[0323] 接着,示出受发光装置的截面图。图11是图9A所示的受发光装置的截面图。

[0324] 图11是分别截断了包括FPC713及布线706的区域的一部分、包括像素703(i,j)的显示区域701的一部分时的截面图。

[0325] 在图11中,受发光装置700在第一衬底510与第二衬底770之间包括功能层520。功能层520除了在图10中说明的晶体管(M11、M12、M13、M14、M15、M16、M17)及电容器(C2、C3)等以外还包括使它们电连接的布线(VS、VG、V1、V2、V3、V4、V5)等。图11示出功能层520包括像素电路530X(i,j)、像素电路530S(i,j)以及驱动电路GD的结构,但是不局限于该结构。

[0326] 形成在功能层520中的像素电路(例如,图11所示的像素电路530X(i,j)及像素电路530S(i,j))与形成在功能层520上的发光器件及受光器件(例如,图11所示的发光器件550X(i,j)及受光器件550S(i,j))电连接。具体而言,发光器件550X(i,j)通过布线591X与像素电路530X(i,j)电连接,受光器件550S(i,j)通过布线591S与像素电路530S(i,j)电连接。此外,功能层520、发光器件以及受光器件上包括绝缘层705,绝缘层705具有使第二衬底770与功能层520贴合的功能。

[0327] 注意,作为第二衬底770可以使用以矩阵状具备触摸传感器的衬底。例如,可以将包括静电电容式触摸传感器或者光学式触摸传感器的衬底用于第二衬底770。由此,可以将本发明的一个方式的受发光装置用作触摸面板。

[0328] 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。

[0329] (实施方式5)

在本实施方式中,参照图12A至图14B对本发明的一个方式的电子设备的结构进行说明。

[0330] 图12A至图14B是说明本发明的一个方式的电子设备的结构的图。图12A是电子设备的方框图,图12B至图12E是说明电子设备的结构的立体图。图13A至图13E是说明电子设

备的结构的立体图。图14A及图14B是说明电子设备的结构的立体图。

[0331] 在本实施方式中说明的电子设备5200B包括运算装置5210及输入/输出装置5220(参照图12A)。

[0332] 运算装置5210具有被供应操作数据的功能,并具有根据操作数据供应图像数据的功能。

[0333] 输入/输出装置5220包括显示部5230、输入部5240、检测部5250及通信部5290,并具有供应操作数据的功能及被供应图像数据的功能。此外,输入/输出装置5220具有供应检测数据的功能、供应通信数据的功能及被供应通信数据的功能。

[0334] 输入部5240具有供应操作数据的功能。例如,输入部5240根据电子设备5200B的使用者的操作供应操作数据。

[0335] 具体而言,可以将键盘、硬件按钮、指向装置、触摸传感器、照度传感器、摄像装置、音频输入装置、视线输入装置、姿态检测装置等用于输入部5240。

[0336] 显示部5230包括显示面板并具有显示图像数据的功能。例如,可以将实施方式3所说明的显示面板用于显示部5230。

[0337] 检测部5250具有供应检测数据的功能。例如,具有检测使用电子设备的周围的环境而供应检测数据的功能。

[0338] 具体地,可以将照度传感器、摄像装置、姿态检测装置、压力传感器、人体感应传感器等用于检测部5250。

[0339] 通信部5290具有被供应通信数据的功能及供应通信数据的功能。例如,具有以无线通信或有线通信与其他电子设备或通信网连接的功能。具体而言,具有无线局域网通信、电话通信、近距离无线通信等的功能。

[0340] 图12B示出具有沿着圆筒状的柱子等的外形的电子设备。作为一个例子,可以举出数字标牌等。本发明的一个方式的显示面板可以用于显示部5230。注意,也可以具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。此外,具有感应人体存在改变显示内容的功能。因此,例如可以设置于建筑物的柱子上。或者,能够显示广告或指南等。

[0341] 图12C示出具有根据使用者所使用的指示器的轨迹生成图像数据的功能的电子设备。作为一个例子可以举出电子黑板、电子留言板、数字标牌等。具体而言,可以使用对角线的长度为20英寸以上、优选为40英寸以上,更优选为55英寸以上的显示面板。或者,可以将多个显示面板排列而用作一个显示区域。或者,可以将多个显示面板排列而用作多屏幕显示面板。

[0342] 图12D示出可以从其他装置接收数据并将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子,可以举出可穿戴电子设备等。具体而言,可以显示几个选择项或使用者可以从选择项中选择几个项且将其回复至该数据的发信者。另外,例如,具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此,例如可以降低可穿戴电子设备的功耗。另外,例如即使在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用可穿戴电子设备的方式将图像显示在可穿戴电子设备上。

[0343] 图12E示出包括具有沿着框体的侧面平缓弯曲的曲面的显示部5230的电子设备。作为一个例子,可以举出手机等。此外,显示部5230包括显示面板,显示面板例如具有在其前面、侧面、顶面以及背面显示的功能。由此,例如可以将数据不仅显示于手机的前面,而且

显示于手机的侧面、顶面及背面。

[0344] 图13A示出可以从因特网接收数据并将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子可以举出智能手机等。例如,可以在显示部5230上确认所制作的通知。另外,可以将所制作的通知发送到其他装置。此外,例如,具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此,可以降低智能手机的功耗。此外,例如以即使在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用智能手机的方式将图像显示在智能手机上。

[0345] 图13B示出能够将遥控器用作输入部5240的电子设备。作为一个例子,可以举出电视系统等。另外,例如,可以从广播电台或因特网接收数据且将其显示在显示部5230上。另外,可以使用检测部5250拍摄使用者。另外,可以发送使用者的影像。另外,可以取得使用者的收看履历且将其提供给云服务。此外,可以从云服务取得推荐数据且将其显示在显示部5230上。此外,可以根据推荐数据显示节目或动态图像。另外,例如,具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此,以即使在晴天射入户内的外光强的环境下也能够适宜地使用电视系统的方式将影像显示在电视系统上。

[0346] 图13C示出可以从因特网接收教材且将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子可以举出平板电脑等。另外,可以使用输入部5240输入报告且将其发送到因特网。另外,可以从云服务取得报告的批改结果或评价且将其显示在显示部5230上。另外,可以根据评价选择适当的教材且将其显示在显示部5230上。

[0347] 例如,可以从其他电子设备接收图像信号且将其显示在显示部5230上。另外,可以将显示部5230靠在支架等上且将显示部5230用作副显示器。例如以在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用电子设备的方式将图像显示在平板电脑上。

[0348] 图13D示出包括多个显示部5230的电子设备。作为一个例子,可以举出数码相机等。例如,可以在显示部5230上显示使用检测部5250进行拍摄的图像。此外,可以在检测部上显示所拍摄的图像。另外,可以使用输入部5240进行所拍摄的图像的修饰。此外,可以对所拍摄的图像添加文字。另外,可以将其发送到因特网。另外,具有根据使用环境的照度改变拍摄条件的功能。由此,例如可以以在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地看到图像的方式将被摄体显示在数码相机上。

[0349] 图13E示出可以通过使用其他电子设备作为从(slave)且使用本实施方式的电子设备作为主(master)控制其他电子设备的电子设备。作为一个例子,可以举出能够携带的个人计算机等。例如,可以将图像数据的一部分显示在显示部5230上且将图像数据的其他一部分显示在其他电子设备的显示部上。另外,可以供应图像信号。此外,可以使用通信部5290取得从其他电子设备的输入部写入的数据。由此,例如,可以使用可携带的个人计算机利用较大的显示区域。

[0350] 图14A示出包括检测加速度或方位的检测部5250的电子设备。作为一个例子可以举出护目镜型电子设备等。此外,检测部5250可以供应使用者的位置或使用者朝向的方向的数据。此外,电子设备可以根据使用者的位置或使用者朝向的方向生成右眼用图像数据及左眼用图像数据。此外,显示部5230包括右眼用显示区域及左眼用显示区域。由此,例如,可以将能够得到逼真感的虚拟现实空间图像显示在护目镜型电子设备。

[0351] 图14B示出包括摄像装置、检测加速度或方位的检测部5250的电子设备。作为一个例子可以举出眼镜型电子设备等。此外,检测部5250可以供应使用者的位置或使用者朝向

的方向的数据。此外,电子设备可以根据使用者的位置或使用者朝向的方向生成图像数据。由此,例如,可以对现实风景添加数据而显示。另外,可以将增强现实空间的图像显示在眼镜型电子设备。

[0352] 注意,本实施方式可以与本说明书所示的其他实施方式适当地组合。

[0353] (实施方式6)

在本实施方式中,参照图15对将实施方式2所示的发光器件用于照明装置的结构进行说明。注意,图15A是沿着图15B所示的照明装置的俯视图中的线段e-f的截面图。

[0354] 在本实施方式的照明装置中,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。

[0355] 在衬底400上形成用来对第二电极404供应电压的焊盘412。

[0356] 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。注意,作为它们的结构,参照各记载。

[0357] 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401一侧提取光时,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。

[0358] 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。

[0359] 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。此外,也可以仅使用密封材料405和406中的一个。此外,也可以使内侧的密封材料406(在图15B中未图示)与干燥剂混合,由此可以吸附水分而提高可靠性。

[0360] 此外,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。此外,也可以在外部输入端子上设置安装有转换器等IC芯片420等。

[0361] (实施方式7)

在本实施方式中,参照图16对适用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件而制造的照明装置的应用例子进行说明。

[0362] 作为室内的照明装置,可以使用天花射灯8001。作为天花射灯8001,有直接安装型及嵌入型。这种照明装置由发光装置与框体或盖的组合而制造。除此以外,也可以应用于吊灯(用电线吊装在天花板上)的照明装置。

[0363] 此外,地脚灯8002照射地面,可以提高脚下的安全性。例如,将其用在卧室、楼梯及通道等很有效。在此情况下,可以根据房间的大小或结构而适当地改变地脚灯的尺寸及形状。此外,地脚灯8002也可以为组合发光装置和支架而形成的安装型照明装置。

[0364] 此外,片状照明8003为薄膜状的照明装置。因为是将其贴在墙上而使用,所以不占空间而可以应用于各种用途。此外,容易实现大面积化。此外,也可以将其贴在具有曲面的墙、框体等上。

[0365] 此外,也可以使用来自光源的光被控制为只沿着所希望的方向的照明装置8004。

[0366] 台灯8005包括光源8006,作为光源8006可以使用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件。

[0367] 通过将本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器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。

[0368] 如上所述,可以得到适用发光装置的各种各样的照明装置。此外,这种照明装置包括在本发明的一个方式中。

[0369] 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。

[0370] (实施方式8)

在本实施方式中,为了说明可以适用于本发明的一个方式的显示装置的发光器件及受光器件,参照图17对受发光装置810进行说明。注意,受发光装置810因为包括发光器件所以可以被称为发光装置,因为包括受光器件所以可以被称为受光装置,并且因为可以适用于电子设备等的显示部,所以可以被称为显示面板或显示装置。

[0371] 图17A示出本发明的一个方式的受发光装置810所包括的发光器件805a及受光器件805b的截面示意图。

[0372] 发光器件805a具有发射光的功能(以下,也记为发光功能)。发光器件805a包括电极801a、EL层803a及电极802。发光器件805a优选为在实施方式2中示出的利用有机EL的发光器件(有机EL器件)。因此,夹在电极801a与电极802之间的EL层803a至少包括发光层。发光层包含发光物质。通过在电极801a与电极802之间施加电压,从EL层803a发射光。EL层803a除了发光层以外还可以包括空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子(空穴或电子)阻挡层、电荷产生层等各种层。

[0373] 受光器件805b具有检测光的功能(以下,也记为受光功能)。受光器件805b例如可以使用pn型或pin型光电二极管。受光器件805b包括电极801b、受光层803b及电极802。夹在电极801b与电极802之间的受光层803b至少包括活性层。此外,受光层803b也可以使用应用于上述EL层803a所包括的各种层(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(空穴或电子)阻挡层、电荷产生层等)的材料。受光器件805b被用作光电转换器件,可以通过入射到受光层803b的光产生电荷,由此将其提取为电流。此时,也可以在电极801b与电极802之间施加电压。所产生的电荷量取决于入射到受光层803b的光量。

[0374] 受光器件805b具有检测可见光的功能。受光器件805b对可见光具有灵敏度。受光器件805b更优选具有检测可见光及红外光的功能。受光器件805b优选对可见光及红外光具有灵敏度。

[0375] 注意,本说明书等中的蓝色(B)的波长区域是指400nm以上且小于490nm,蓝色(B)的光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。此外,绿色(G)的波长区域是指490nm以上且小于580nm,绿色(G)的光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。此外,红色(R)的波长区域是指580nm以上且小于700nm,红色(R)的光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。此外,在本说明书等中,可见光的波长区域是指400nm以上且小于700nm,可见光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。此外,红外(IR)的波长区域是指700nm以上且小于900nm,红外(IR)光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。

[0376] 受光器件805b的活性层包含半导体。作为该半导体,可以举出硅等无机半导体及包含有机化合物的有机半导体等。作为受光器件805b优选使用在活性层中包含有机半导体

的有机半导体器件(或有机光电二极管)。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化且其形状及设计的自由度高,所以可以应用于各种各样的显示装置。此外,通过使用有机半导体,可以利用相同方法(例如,真空蒸镀法)形成发光器件805a所包括的EL层803a及受光器件805b所包括的受光层803b,可以使用共同的制造装置,因此是优选的。注意,受光器件805b的受光层803b可以使用本发明的一个方式的有机化合物。

[0377] 本发明的一个方式的显示装置可以作为发光器件805a及受光器件805b分别适当地使用有机EL器件及有机光电二极管。有机EL器件及有机光电二极管能够形成在同一衬底上。因此,在使用有机EL器件的显示装置中可以内置有机光电二极管。本发明的一个方式的显示装置除了显示图像的功能以外还具有摄像功能和感测功能中的一个或两个。

[0378] 电极801a及电极801b设置于同一面上。图17A示出电极801a及电极801b设置于衬底800上的结构。注意,电极801a及电极801b例如可以通过将形成于衬底800上的导电膜加工为岛状来形成。也就是说,电极801a及电极801b可以通过同一工序形成。

[0379] 衬底800可以使用具有能够承受发光器件805a及受光器件805b的形成的耐热性的衬底。在使用绝缘衬底作为衬底800的情况下,可以使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底、有机树脂衬底等。此外,还可以使用以硅或碳化硅等为材料的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、以硅锗等为材料的化合物半导体衬底、SOI衬底等半导体衬底。

[0380] 尤其是,衬底800优选使用在上述绝缘衬底或半导体衬底上形成包括晶体管等半导体元件的半导体电路的衬底。该半导体电路例如优选构成像素电路、栅极线驱动电路(栅极驱动器)、源极线驱动电路(源极驱动器)等。此外,除了上述以外也可以构成运算电路、存储电路等。

[0381] 此外,电极802为由在发光器件805a及受光器件805b中共同的层构成的电极。这些电极中的发射光或入射光一侧的电极使用透过可见光及红外光的导电膜。不发射光或不入射光一侧的电极优选使用反射可见光及红外光的导电膜。

[0382] 本发明的一个方式的显示装置的电极802被用作发光器件805a及受光器件805b各自的一个电极。

[0383] 图17B示出发光器件805a的电极801a的电位比电极802高的情况。此时,电极801a被用作发光器件805a的阳极,电极802被用作阴极。此外,受光器件805b的电极801b的电位比电极802低。注意,在图17B中,为了容易理解电流流过的方向,发光器件805a的左侧示出发光二极管的电路标记,受光器件805b的右侧示出光电二极管的电路标记。此外,在各器件中以箭头示意性地示出载流子(电子及空穴)流过的方向。

[0384] 在图17B所示的结构中,在电极801a通过第一布线被供应第一电位,电极802通过第二布线被供应第二电位,电极801b通过第三布线被供应第三电位时,各电位的大小关系满足第一电位>第二电位>第三电位。

[0385] 图17C示出发光器件805a的电极801a的电位比电极802低的情况。此时,电极801a被用作发光器件805a的阴极,电极802被用作阳极。此外,受光器件805b的电极801b的电位比电极802低且比电极801a高。注意,在图17B中,为了容易理解电流流过的方向,发光器件805a的左侧示出发光二极管的电路标记,受光器件805b的右侧示出光电二极管的电路标记。此外,在各器件中以箭头示意性地示出载流子(电子及空穴)流过的方向。

[0386] 在图17C所示的结构中,在发光器件805a中电极801a通过第一布线被供应第一电

位,电极802通过第二布线被供应第二电位,电极801b通过第三布线被供应第三电位时,各电位的大小关系满足第二电位>第三电位>第一电位。

[0387] 图18A示出作为受发光装置810的变形例子的受发光装置810A。受发光装置810A与受发光装置810A的不同之处在于:受发光装置810A包括共用层806及共用层807。在发光器件805a中,共用层806及共用层807被用作EL层803a的一部分。此外,在受光器件805b中,共用层806及共用层807被用作受光层803b的一部分。此外,共用层806例如包括空穴注入层及空穴传输层。此外,共用层807例如包括电子传输层及电子注入层。

[0388] 通过采用具有共用层806及共用层807的结构,可以内置受光器件而不大幅度增加分别涂层的次数,由此可以以高生产率制造受发光装置810A。

[0389] 图18B示出作为受发光装置810的变形例子的受发光装置810B。受发光装置810B与受发光装置810的不同之处在于:在受发光装置810B中,EL层803a包括层806a及层807a,并且受光层803b包括层806b及层807b。层806a及层806b分别使用不同材料构成,例如包括空穴注入层及空穴传输层。此外,层806a及层806b也可以使用共用材料构成。此外,层807a及层807b分别使用不同材料构成,例如包括电子传输层及电子注入层。层807a及层807b也可以使用共用材料构成。

[0390] 通过选出用来构成发光器件805a的最合适的材料并将其用于层806a及层807a,并且选出用来构成受光器件805b的最合适的材料并将其用于层806b及层807b,可以在受发光装置810B中提高发光器件805a及受光器件805b各自的性能。

[0391] 注意,在本实施方式中示出的受光器件805b的清晰度可以为100ppi以上,优选为200ppi以上,更优选为300ppi以上,进一步优选为400ppi以上,更进一步优选为500ppi以上,为2000ppi以下、1000ppi以下或600ppi以下等。尤其是,通过以200ppi以上且600ppi以下、优选为300ppi以上且600ppi以下的清晰度配置受光器件805b,可以适当地用于指纹的拍摄。在使用本发明的一个方式的显示装置进行指纹识别时,通过提高受光器件805b的清晰度,例如可以以高精度提取指纹的特征点(Minutia),由此可以提高指纹识别的精度。此外,在清晰度为500ppi以上时,可以符合美国国家标准与技术研究院(NIST:National Institute of Standards and Technology)等的规格,因此是优选的。注意,在假设受光器件的清晰度为500ppi时,每个像素的尺寸为50.8 μm ,可确认到为了拍摄指纹隆线的间距(典型的是300 μm 以上且500 μm 以下),有充分的清晰度。

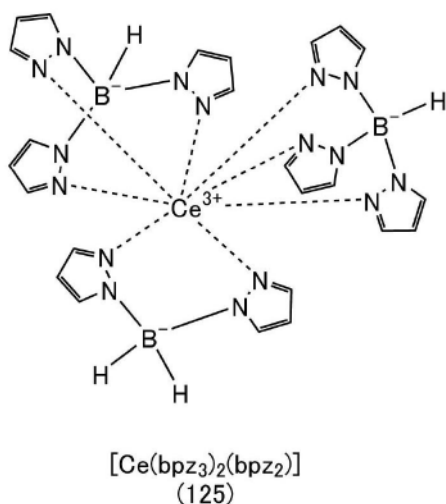
[0392] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

[实施例1]

[0393] <<合成例子1>>

在本实施例中,说明实施方式1中由结构式(125)表示的本发明的有机金属配合物的一个方式的双[氢三(吡唑-N1)硼酸盐(1-)-N2,N2',N2''] [二氢双(吡唑-N1)硼酸盐(1-)-N2,N2'] 铈(III) (简称:[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)])的合成方法。以下示出[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]的结构。

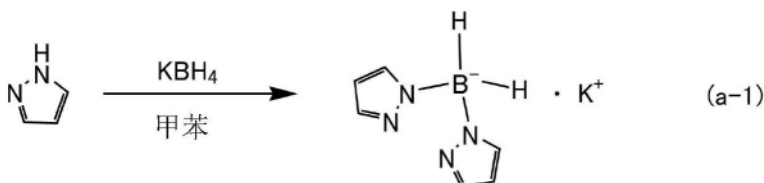
[0394] [化学式27]



[0395] <步骤1:双(1-吡唑基)硼酸钾的合成>

将20g (294mmol)的吡唑和4.0g (73.5mmol)的硼氢化钾放入到带有回流塔的200mL三口烧瓶中,用氮气置换系统内的空气。对其加入脱水甲苯70mL,进行脱气,然后在110℃下对混合物进行加热回流并进行搅拌16小时。搅拌后,对反应溶液中的白色固体进行抽滤,使用加热甲苯溶解滤纸上的白色固体,将其作为滤液回收。通过将所得到的滤液冷却到室温,白色固体析出。对该白色固体进行抽滤,使用二氯甲烷、二乙基醚进行洗涤,然后进行干燥,由此得到白色固体(7.0g,收率为51%)。下述式(a-1)示出步骤1的合成方案。

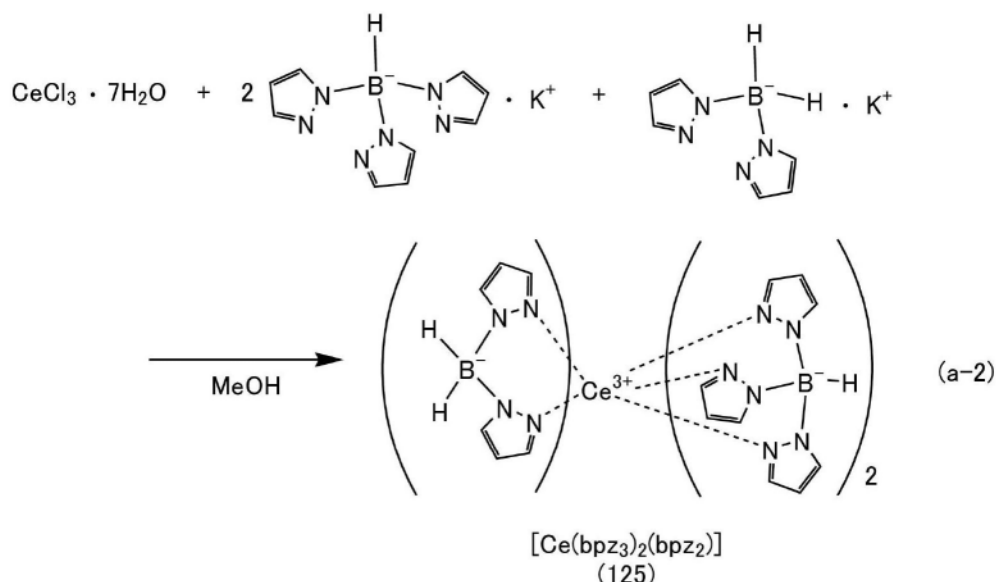
[0396] [化学式28]



[0397] <步骤2:[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]的合成>

将5.0g (20mmol)的三(1-吡唑基)硼酸钾、1.9g (9.9mmol)的双(1-吡唑基)硼酸钾、3.7g (9.9mmol)的氯化铈(III)七水合物放入到500mL三口烧瓶中,用氮气置换系统内的空气。对此加入230mL的脱水甲醇,在室温下进行搅拌2.5小时。搅拌后,利用膜过滤器对反应溶液中的白色固体进行抽滤,得到滤液。使用蒸发器蒸馏而去除该滤液中的溶剂,得到白色固体。接着,对该白色固体添加二氯甲烷,进行离心分离,然后过滤上清液,使用蒸发器蒸馏而去除所得到的滤液的溶剂,由此得到作为目的的有机金属配合物的白色固体(1.3g,收率为18%)。下述式(a-2)示出步骤2的合成方案。

[0398] [化学式29]



[0399] 使用微量升华纯化装置以200℃对所得到的400mg的白色固体进行升华纯化1.5小时,由此得到白色固体(143mg,回收率为36%)。

[0400] 为了调查样品的分子量,进行基质辅助激光解吸离子化质谱(matrix-assisted laser desorption-ionization mass spectrometry;MALDI-MS)测量。以正模式进行测量。由MALDI-MS在质谱中检测出 $m/z=713.2, 566.1$ 及 500.1 的离子。根据该结果,可以将上述离子分别推测为目的物的组成式 $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{B}_3\text{CeN}_{16}$ 、除去一个作为配体的双(1-吡唑基)硼酸的组成式 $\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{B}_2\text{CeN}_{12}$ 以及除去一个作为配体的三(1-吡唑基)硼酸的组成式 $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{B}_2\text{CeN}_{10}$ 。由此可知,得到了目的的有机金属配合物 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 。

[0401] 接着,测量 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 的二氯甲烷溶液的紫外可见吸收光谱(下面,简单地称为“吸收光谱”)及发射光谱。在吸收光谱的测量中,使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),并在室温下进行测量。注意,吸收光谱表示从将二氯甲烷溶液(0.10mmol/L)放在石英皿而测量的吸收光谱减去只将二氯甲烷放在石英皿而测量的吸收光谱来得到的结果。在发射光谱的测量中,使用绝对PL量子产率测量装置(由日本滨松光子学株式会社制造的C11347-01),在手套箱(由日本Bright株式会社制造的LABstarM13(1250/780))中,在氮气氛下将二氯甲烷脱氧溶液(0.10mmol/L)放在石英皿中,密封,并在室温下进行测量。

[0402] 图19示出吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度及发光强度。另外,在两个实线中,细实线表示吸收光谱,粗实线表示发射光谱。

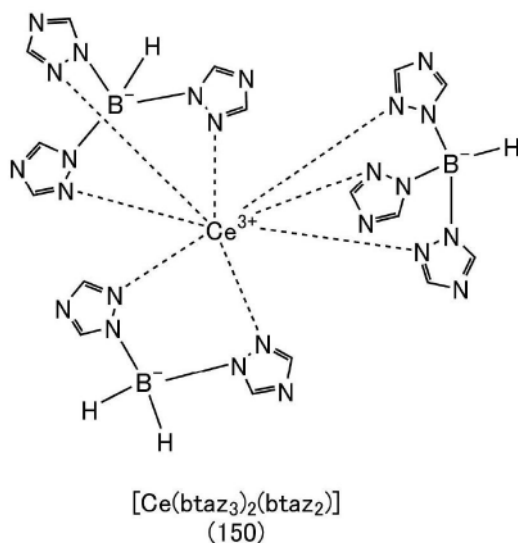
[0403] 如图19所示, $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 在440nm具有发光峰,并且在二氯甲烷溶液中观察到蓝色发光。

[实施例2]

[0404] <<合成例2>>

在本实施例中,说明实施方式1中由结构式(150)表示的本发明的有机金属配合物的一个方式的双[氢三(1,2,4-三唑-N1)硼酸盐(1-)-N2,N2',N2''] [二氢双(1,2,4-三唑-N1)硼酸盐(1-)-N2,N2'] 铈(III) (简称: $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$)的合成方法。以下示出 $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$ 的结构。

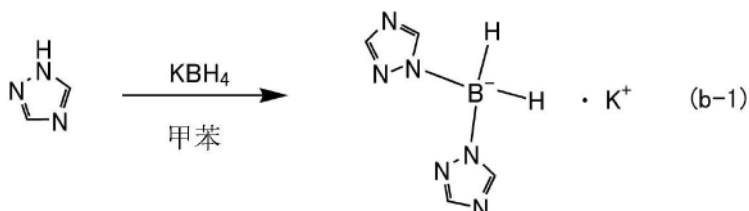
[0405] [化学式30]



[0406] <步骤1:双(1-三唑基)硼酸钾的合成>

将10.0g (144.8mmol)的1,2,4-三唑和2.0g (36.2mmol)的氢化硼钠放入到带有回流塔的100mL三口烧瓶中,用氮气置换系统内的空气。对其加入35mL的脱水甲苯,进行脱气,然后在110℃下对混合物进行13小时的加热回流并进行搅拌。搅拌后,对析出在反应溶液中的固体进行抽滤并使用二氯甲烷进行洗涤。将所得到的白色固体溶解于乙醇,以二氯甲烷为不良溶剂进行重结晶,然后进行抽滤,使用二氯甲烷进行洗涤,然后进行干燥,由此得到白色固体(4.9g,收率为73%)。下述式(b-1)示出步骤1的合成方案。

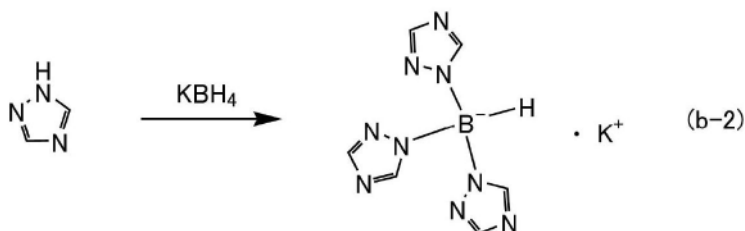
[0407] [化学式31]



[0408] <步骤2:三(1-三唑基)硼酸钾的合成>

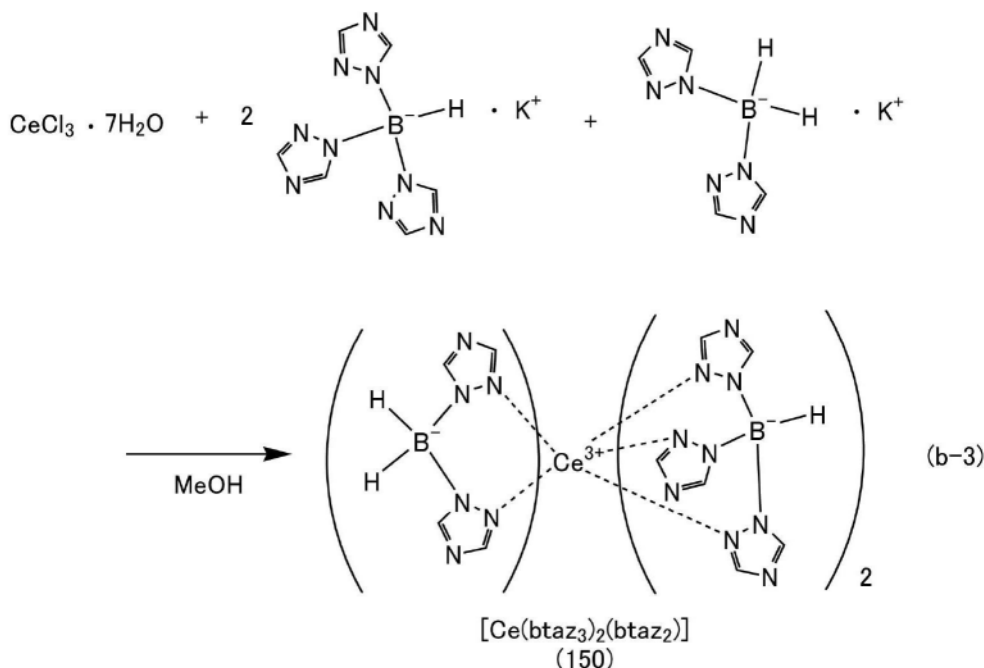
将15.0g (217.2mmol)的1,2,4-三唑和2.9g (54.3mmol)的氢化硼钠放入到带有回流塔的100mL三口烧瓶中,用氮气置换系统内的空气。通过逐渐增高加热温度,将该温度设定为190℃,对该混合物进行加热搅拌5小时。反应后,将烧瓶内的固体用乙醇溶解,将甲苯用作不良溶剂进行重结晶。对析出物进行抽滤,使用二氯甲烷洗涤,然后进行干燥,由此得到白色固体(8.8g,收率为64%)。下述式(b-2)示出步骤2的合成方案。

[0409] [化学式32]

[0410] <步骤3:[Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]的合成>

将2.2g (8.6mmol) 的三(1-三唑基) 硼酸钾、0.81g (4.3mmol) 的双(1-三唑基) 硼酸钾、1.6g (4.3mmol) 的氯化铈(III) 七水合物放入到300mL三口烧瓶中,用氮气置换系统内的空气。对此加入100mL的脱水甲醇,在室温下进行搅拌64小时。搅拌后,蒸馏而去除溶剂。利用己烷对所得到的固体进行抽滤,由此得到作为目的的有机金属配合物的白色固体(1.8g, 收率为57%)。下述式(b-3) 示出步骤3的合成方案。

[0411] [化学式33]



[0412] 接着,测量[Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]在二氯甲烷溶液中的发射光谱。在发射光谱的测量中,使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造的FP8600),在氮气氛下将二氯甲烷脱氧溶液(0.10mmol/L)放在石英皿中,进行密封,并且在室温下进行测量。图20示出发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示发光强度。

[0413] 由图20的结果可知,[Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]的二氯甲烷溶液在440nm附近具有发光波长的峰。

[0414] 接着,测量[Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]的粉末的发射光谱。在发射光谱的测量中,使用绝对PL量子产率测量装置(由日本滨松光子学株式会社制造的C11347-01),在粉末测量用培养皿上放置粉末,并在室温下进行测量。图21示出所得到的粉末的发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示发光强度。

[0415] 由图21的结果可知,[Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]的粉末在413nm附近具有发光波长的峰。

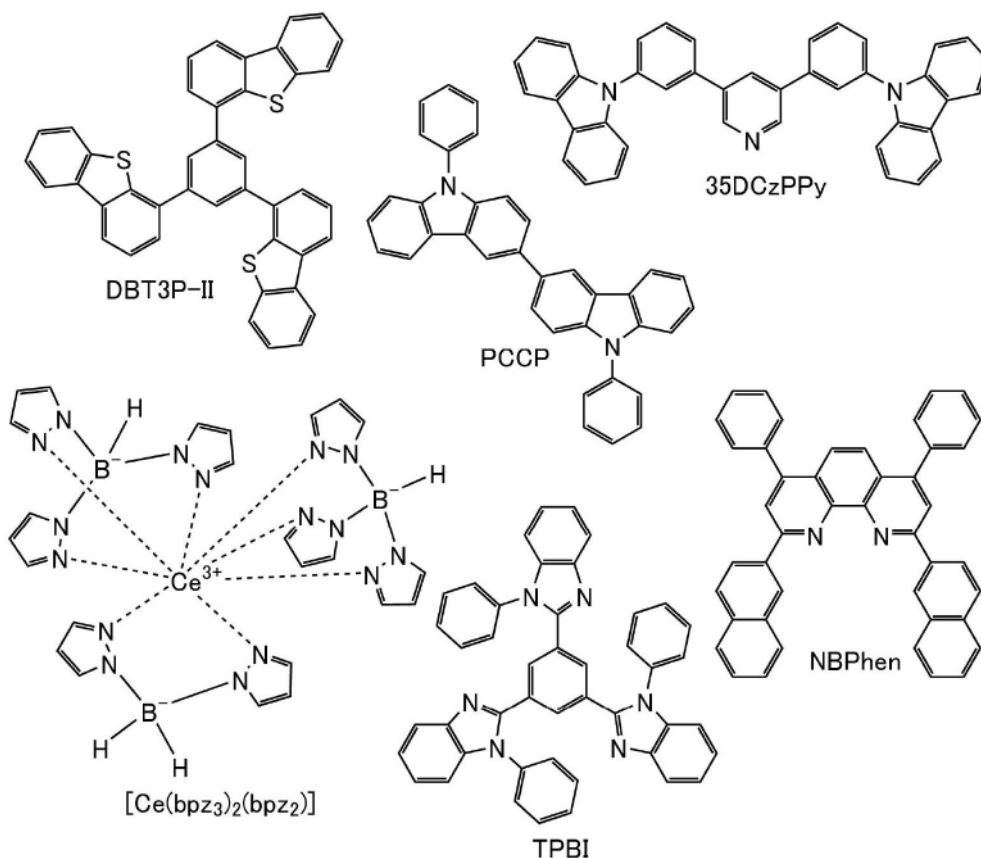
[实施例3]

[0416] 在本实施例中,说明作为本发明的一个方式的发光器件的将实施例1中说明的[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]用于发光层的发光器件1的器件结构及其特性。表1示出本实施例中使用的发光器件1的具体结构。以下示出本实施例中使用的材料的化学式。

[0417] [表1]

	厚度 (nm)	发光器件1
第二电极	200	Al
电子注入层	1	LiF
电子传输层	15	NBPhen
	10	TPBI
发光层	25	PCCP: 35DCzPPy: [Ce(bpz) ₃ (bpz ₂)] (0.7: 0.3: 1)
空穴传输层	30	PCCP
空穴注入层	10	DBT3P-II: MoO _x (4: 2)
第一电极	70	ITO

[0418] [化学式34]



[0419] <<发光器件1的制造>>

如图22所示,本实施例所示的发光器件1具有如下结构: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,且电子注入层915上层叠有第二电极902。

[0420] 首先,在衬底900上形成第一电极901。电极面积为4mm² (2mm×2mm)。此外,作为衬底900使用玻璃衬底。此外,第一电极901通过利用溅射法沉积厚度为70nm的包含氧化硅的铟锡氧化物(ITO)而形成。在本实施例中,第一电极901被用作阳极。

[0421] 在此,作为预处理,用水对衬底的表面进行洗涤,以200℃焙烧1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。然后,将衬底放入其内部被减压到10⁻⁴Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,以170℃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。

[0422] 接着,在第一电极901上形成空穴注入层911。在真空蒸镀设备内被减压到 10^{-4} Pa之后,以质量比为DBT3P-II:MoO_x=4:2且厚度为10nm的方式共蒸镀4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)和氧化钼(简称:MoO_x),由此形成空穴注入层911。

[0423] 接着,在空穴注入层911上形成空穴传输层912。以厚度为30nm的方式蒸镀3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)来形成空穴传输层912。

[0424] 接着,在空穴传输层912上形成发光层913。

[0425] 以PCCP:35DCzPPy:[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]=0.7:0.3:1且厚度为25nm的方式共蒸镀PCCP、3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)(简称:35DCzPPy)和[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)],由此形成发光层913。

[0426] 接着,在发光层913上形成电子传输层914。以厚度为10nm的方式蒸镀2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)之后以厚度为15nm的方式蒸镀2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen),由此形成电子传输层914。

[0427] 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。

[0428] 接着,在电子注入层915上形成第二电极902。第二电极902通过蒸镀法以厚度为200nm的方式使用铝形成。此外,在本实施例中,第二电极902被用作阴极。

[0429] 通过上述工序在衬底900上形成在一对电极之间夹有EL层的发光器件1。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。

[0430] 以不暴露于大气的方式在氮气氛的手套箱中密封所制造的发光器件1(将密封材料涂敷在器件的周围,并且在密封时进行UV处理并以80℃进行1小时的热处理)。

[0431] <<发光器件1的工作特性>>

接着,测量发光器件1的工作特性。测量在室温(保持为25℃的气氛)下进行。图23示出发光器件1的亮度-电流密度特性,图24示出电流效率-亮度特性,图25示出亮度-电压特性,图26示出电流-电压特性,图27示出外部量子效率-亮度特性。此外,下面的表2示出发光器件1的630cd/m²附近的主要初始特性值。

[0432] [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	7.2	18.7	468	0.174	0.190	0.134	0.154

[0433] 另外,图28示出以2.5mA/cm²的电流密度使电流流过发光器件1时的发射光谱。如图28所示,发光器件1的发射光谱在440nm具有峰,可知发光器件1呈现来源于用于其EL层的有机金属配合物[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]的发光。

[符号说明]

[0434] GD:电路、IR:子像素、M11:晶体管、M12:晶体管、M13:晶体管、M14:晶体管、M15:晶体管、M16:晶体管、M17:晶体管、MS:布线、PS:子像素、RES:抗蚀剂掩模、RE1:布线、SE1:布线、SE:距离、TX:布线、VG:布线、VS:布线、101:第一电极、102:第二电极、103:EL层、103a:EL

层、103b:EL层、103B:EL层、103G:EL层、103R:EL层、103PS:受光层、104B:空穴注入/传输层、104G:空穴注入/传输层、104R:空穴注入/传输层、104PS:空穴注入/传输层、105B:发光层、105G:发光层、105R:发光层、105PS:活性层、106:电荷产生层、106a:电荷产生层、106b:电荷产生层、107:绝缘层、108B:电子传输层、108G:电子传输层、108R:电子传输层、108PS:电子传输层、109:电子注入层、110B:牺牲层、110G:牺牲层、110R:牺牲层、110PS:牺牲层、111:空穴注入层、111a:空穴注入层、111b:空穴注入层、112:空穴传输层、112a:空穴传输层、112b:空穴传输层、113:发光层、113a:发光层、113b:发光层、113c:发光层、114:电子传输层、114a:电子传输层、114b:电子传输层、115:电子注入层、115a:电子注入层、115b:电子注入层、130:连接部、400:衬底、401:第一电极、403:EL层、404:第二电极、405:密封材料、406:密封材料、407:密封衬底、412:焊盘、420:IC芯片、501C:绝缘膜、501D:绝缘膜、504:导电膜、506:绝缘膜、508:半导体膜、508A:区域、508B:区域、508C:区域、510:第一衬底、512A:导电膜、512B:导电膜、516:绝缘膜、516A:绝缘膜、516B:绝缘膜、518:绝缘膜、520:功能层、524:导电膜、528:分隔壁、528a:树脂膜、530:像素电路、530S:像素电路、530X:像素电路、531:像素电路、550:发光器件、550X:发光器件、550S:受光器件、550B:发光器件、550G:发光器件、550R:发光器件、550PS:受光器件、551B:电极、551C:连接电极、551G:电极、551R:电极、551PS:电极、552:电极、580:间隙、591S:布线、591X:布线、700:受发光装置、701:显示区域、702B:子像素、702G:子像素、702PS:子像素、702R:子像素、702IR:子像素、703:像素、704:电路、705:绝缘层、706:布线、710:衬底、711:衬底、712:IC、713:FPC、720:装置、770:衬底、800:衬底、801a:电极、801b:电极、802:电极、803a:EL层、803b:受光层、805a:发光器件、805b:受光器件、810:受发光装置、810A:受发光装置、810B:受发光装置、900:衬底、901:第一电极、902:第二电极、911:空穴注入层、912:空穴传输层、913:发光层、914:电子传输层、915:电子注入层、5200B:电子设备、5210:运算装置、5220:输入输出装置、5230:显示部、5240:输入部、5250:检测部、5290:通信部、8001:天花射灯、8002:地脚灯、8003:片状照明、8004:照明装置、8005:台灯、8006:光源

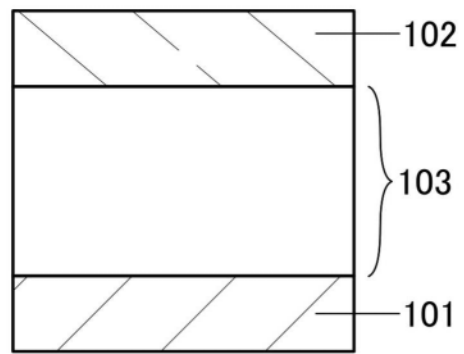


图1A

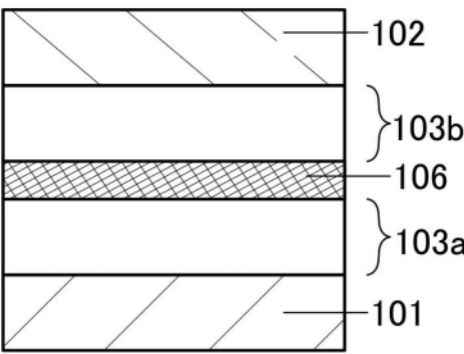


图1B

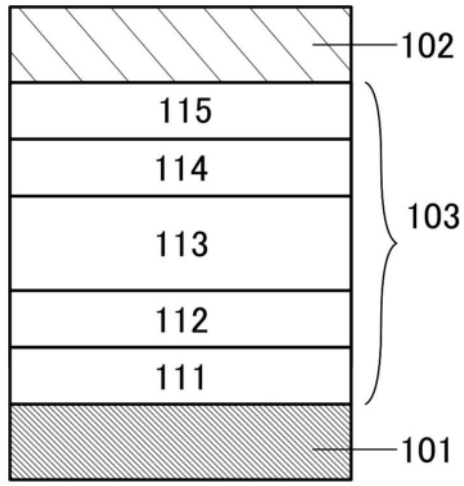


图1C

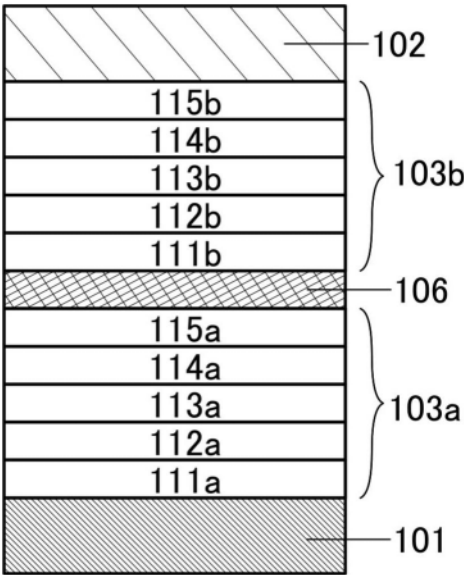


图1D

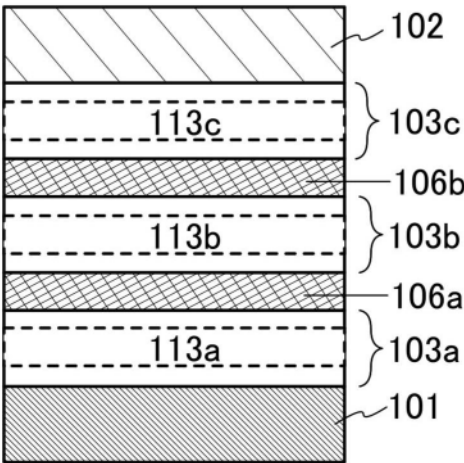


图1E

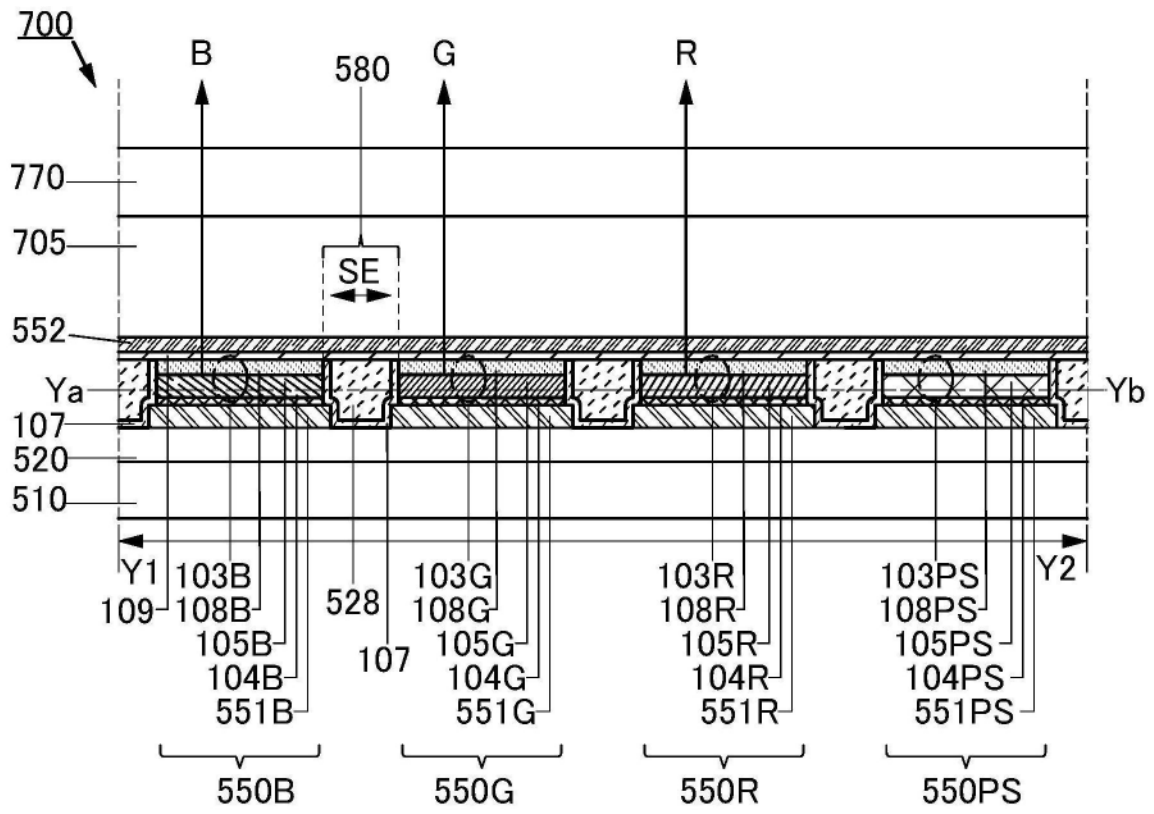


图2A

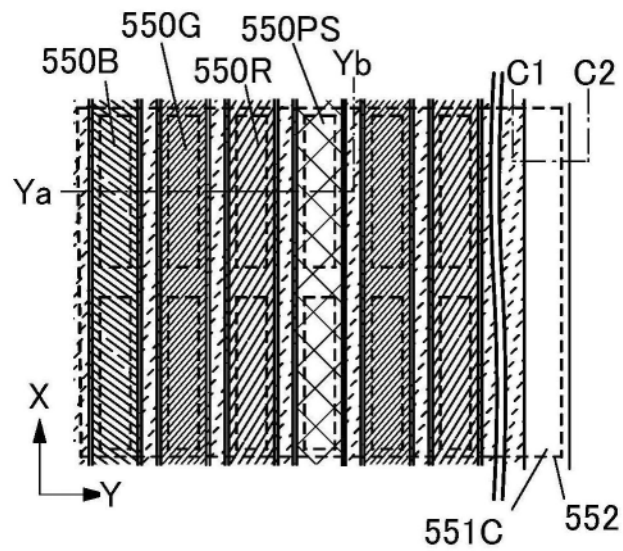


图2B

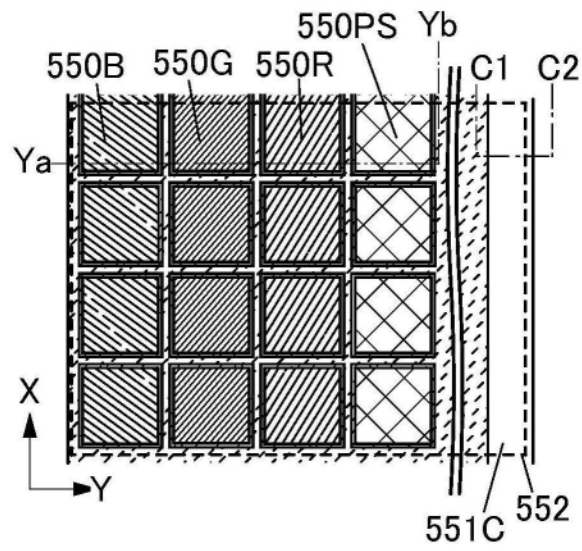


图2C

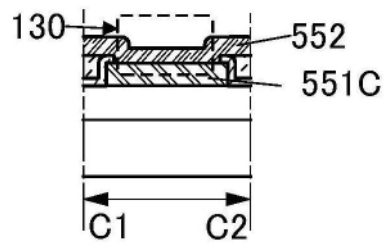


图2D

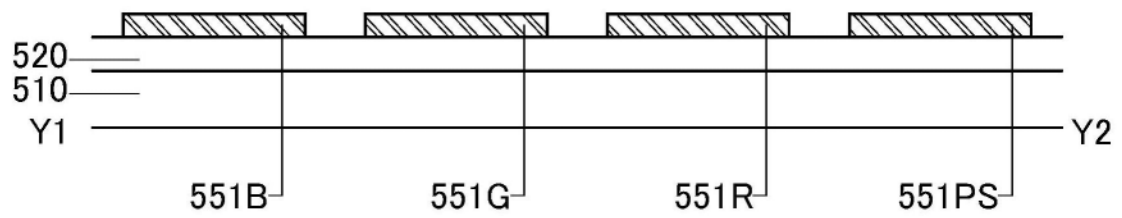


图3A

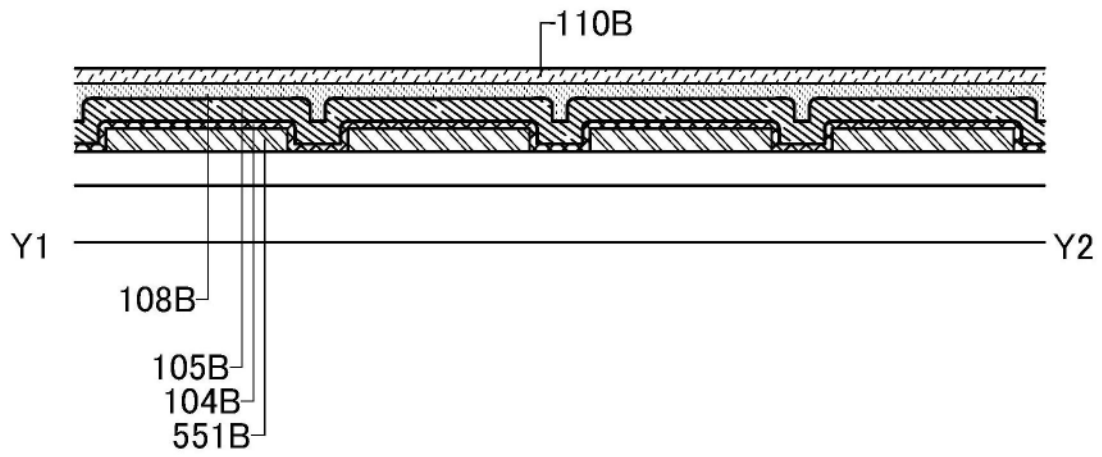


图3B

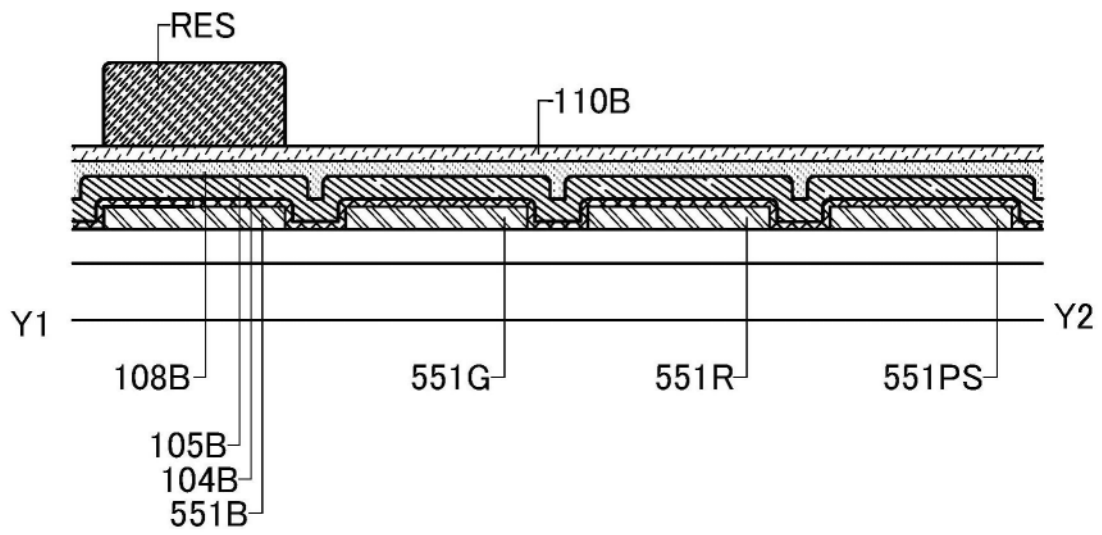


图3C

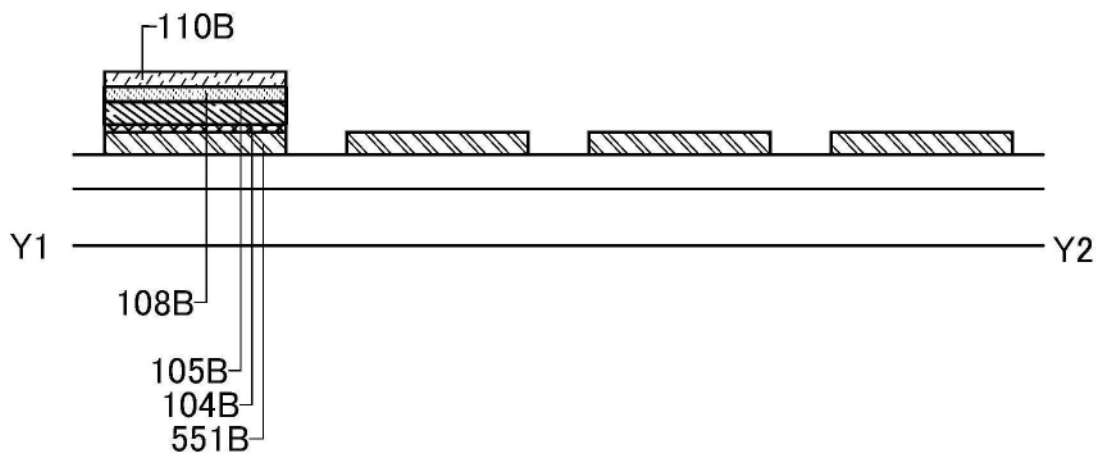


图4A

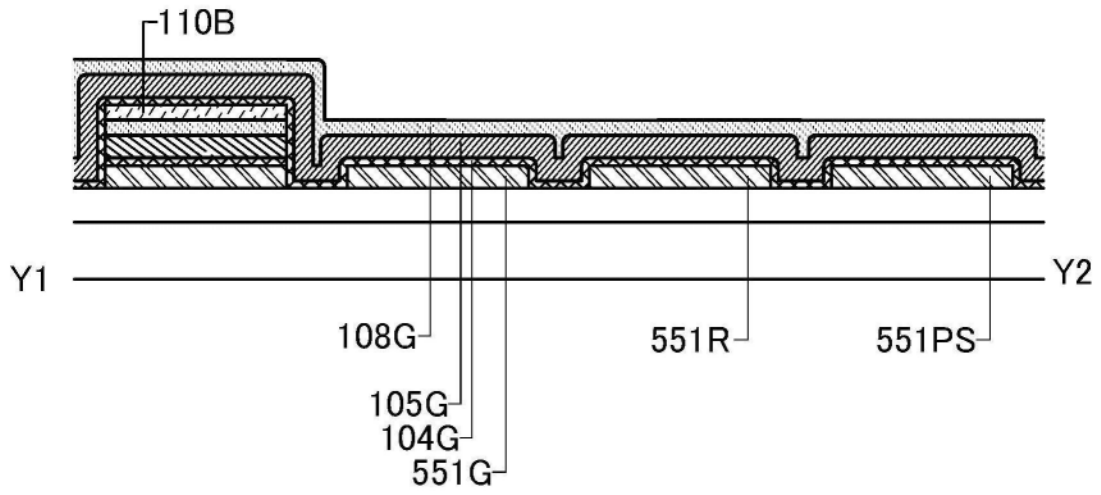


图4B

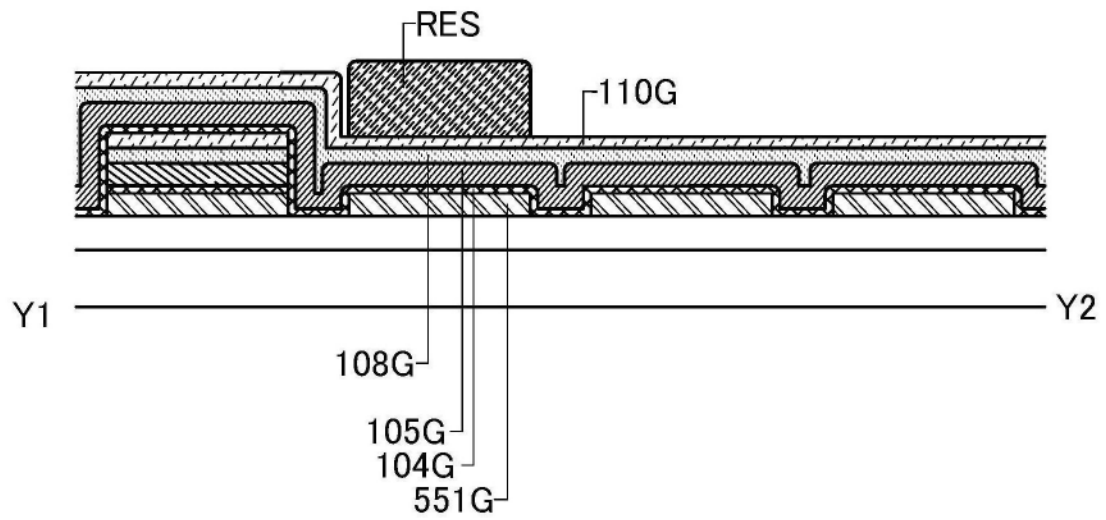


图4C

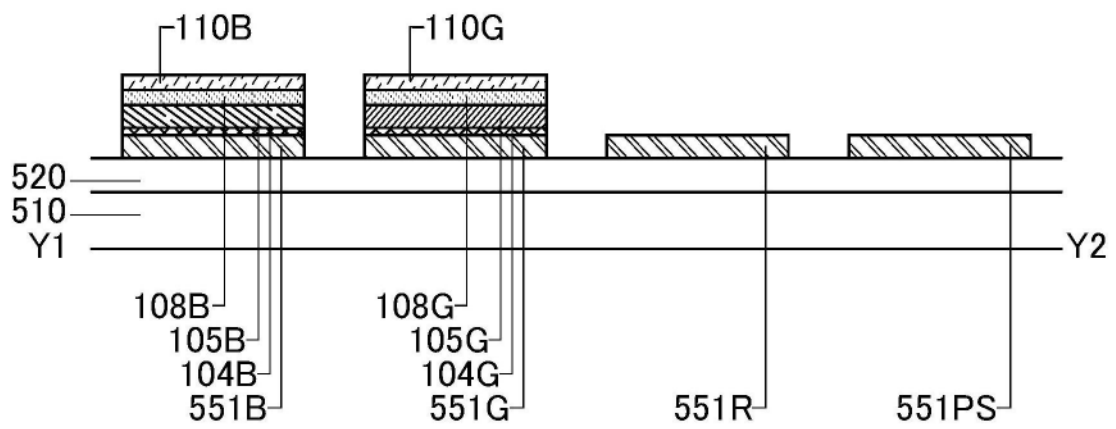


图5A

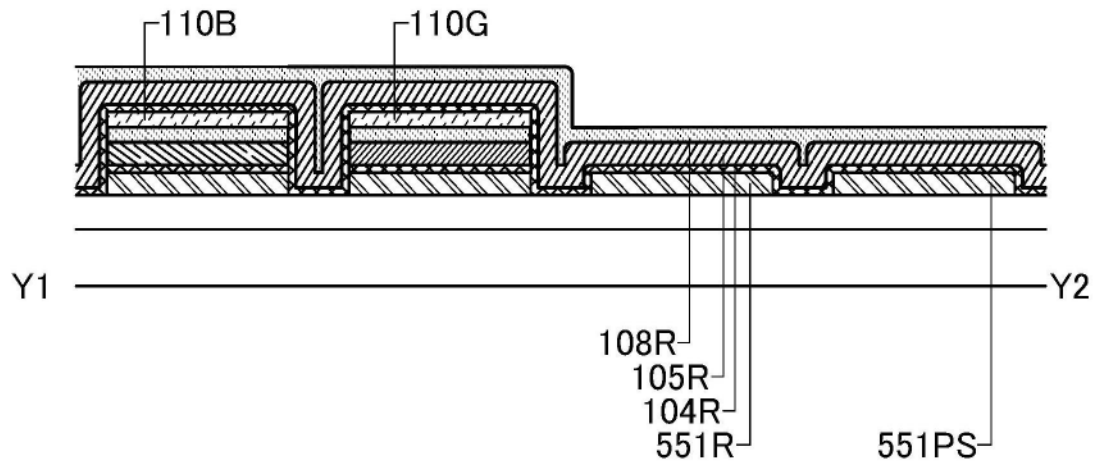


图5B

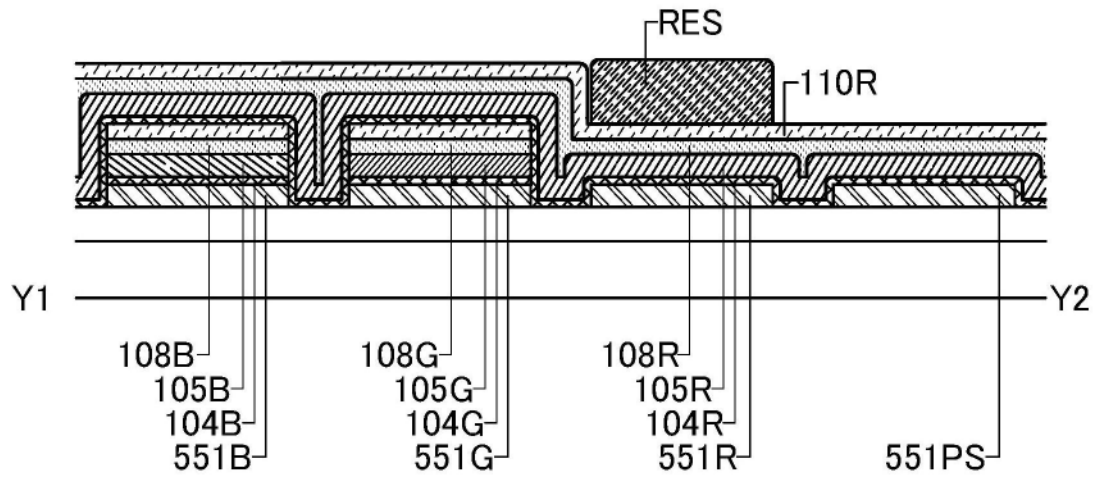


图5C

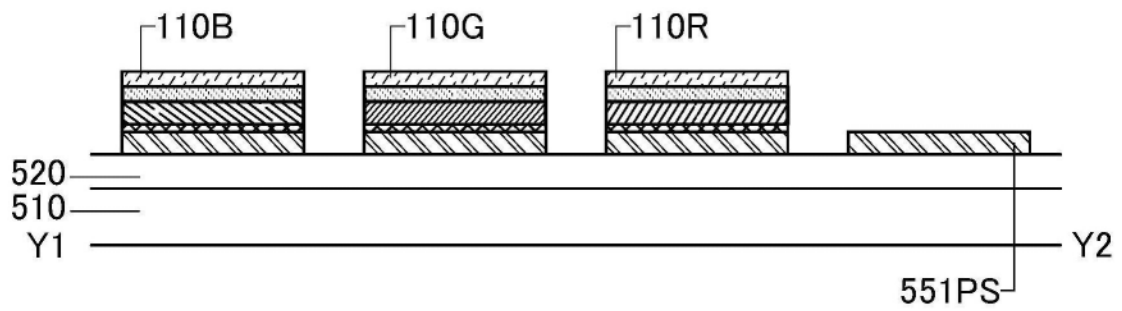


图6A

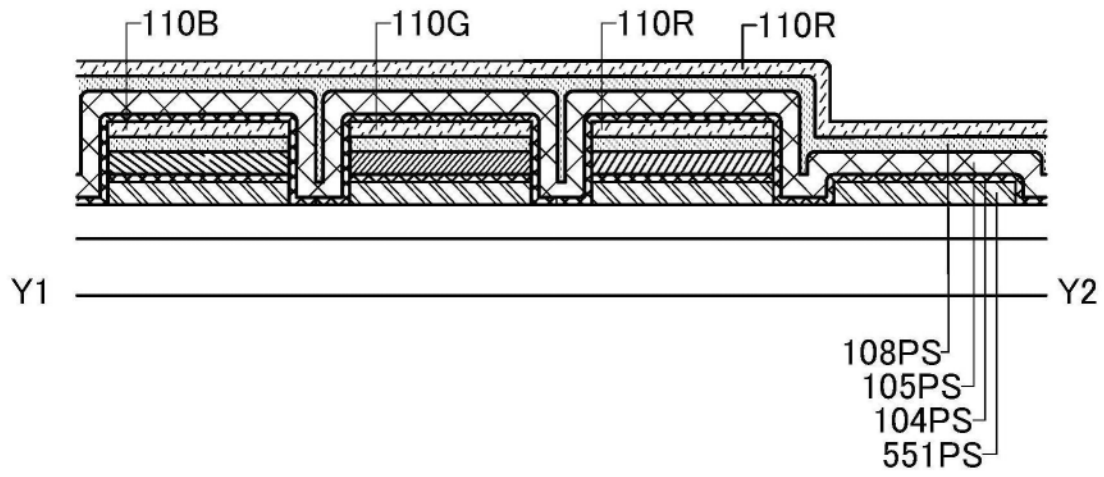


图6B

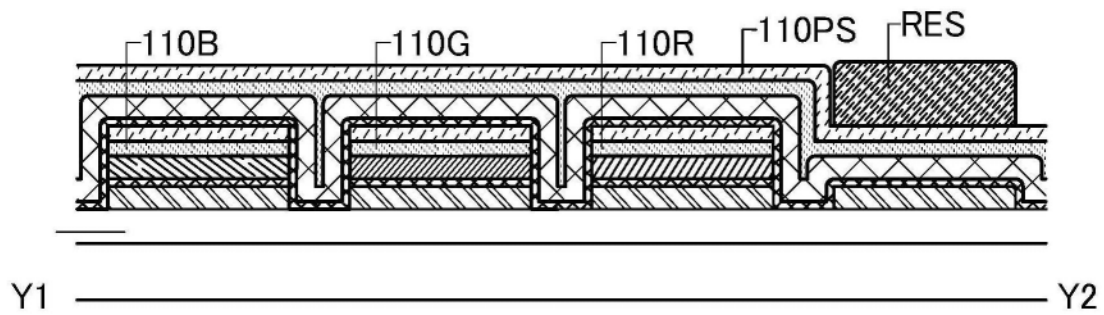


图6C

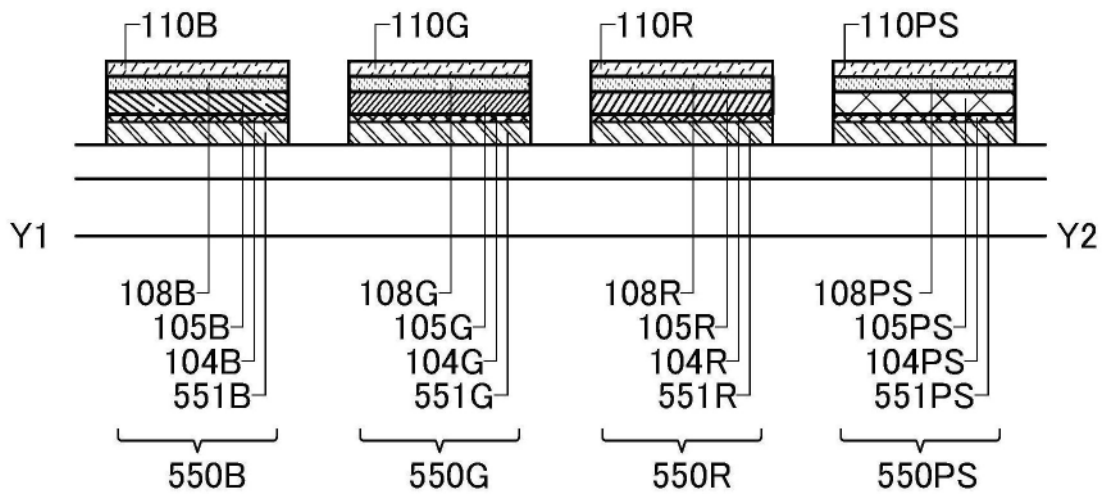


图6D

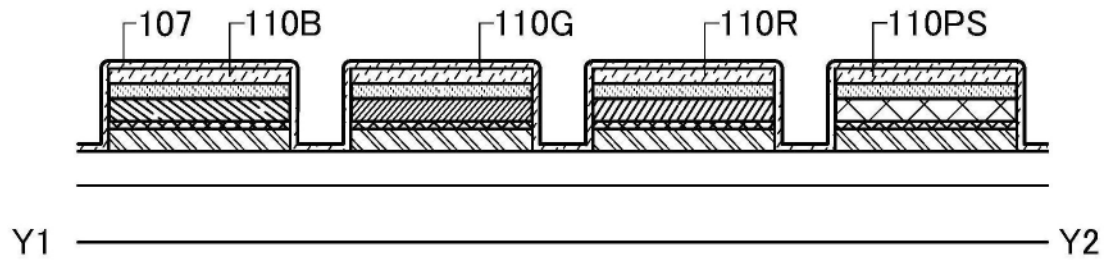


图7A

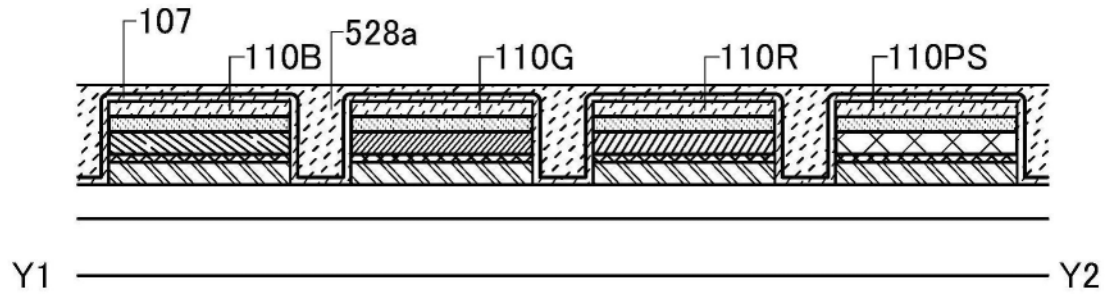


图7B

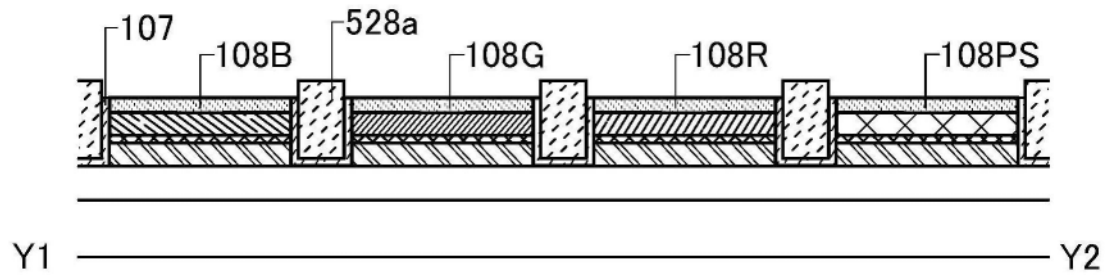


图7C

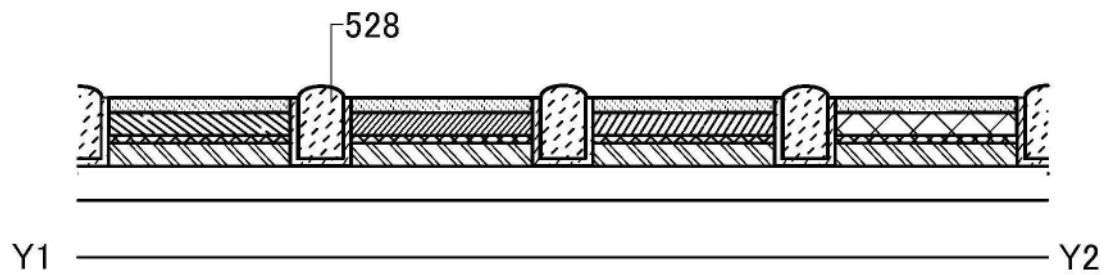


图7D

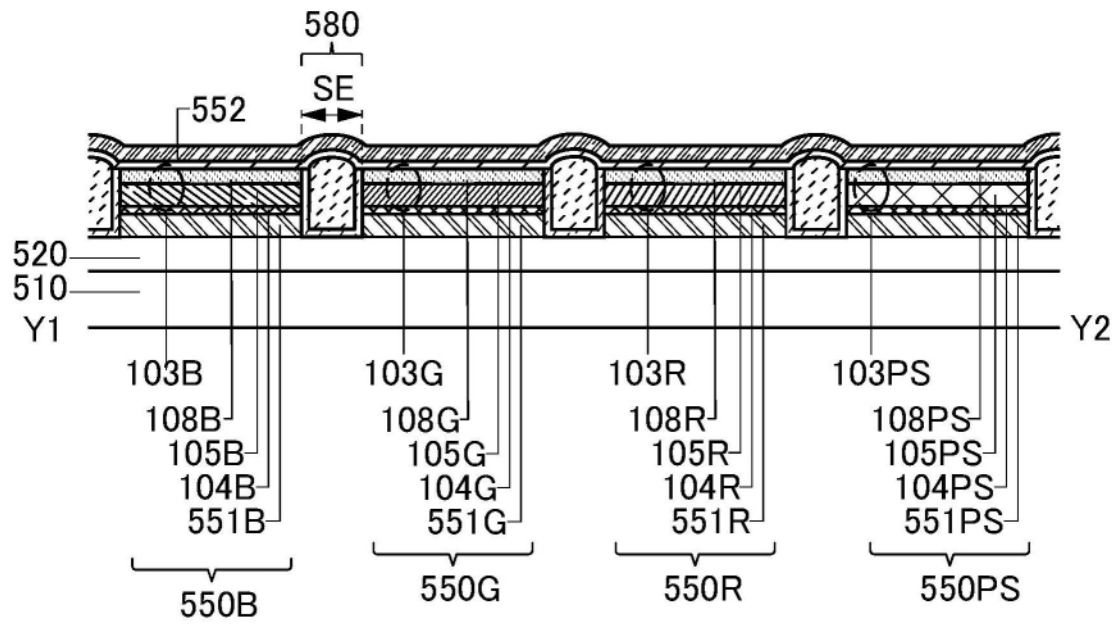


图8A

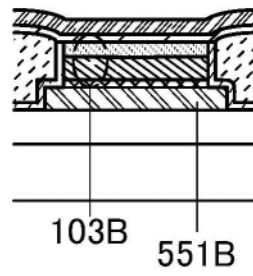


图8B

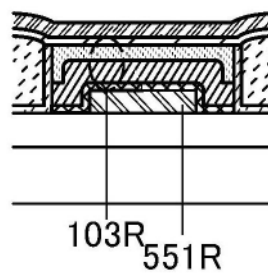


图8C

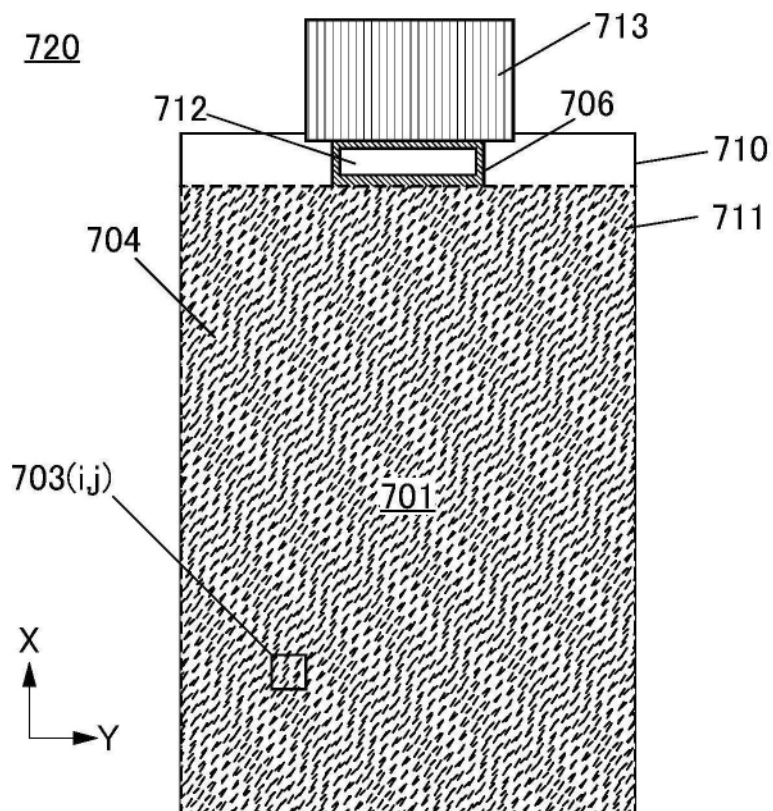


图9A

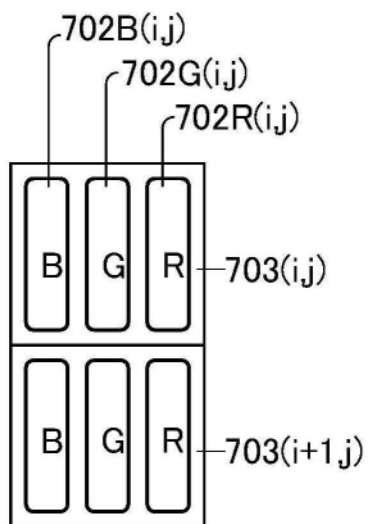


图9B

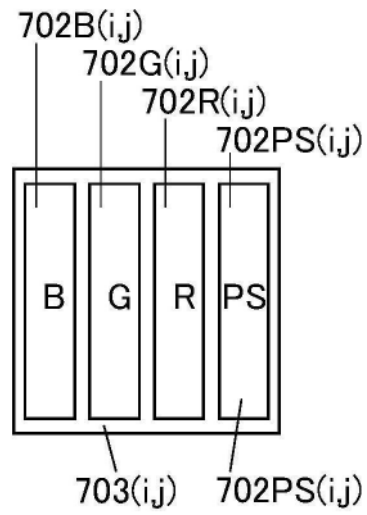


图9C

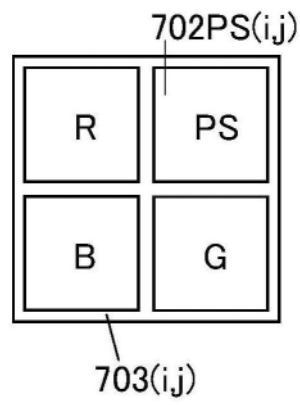


图9D

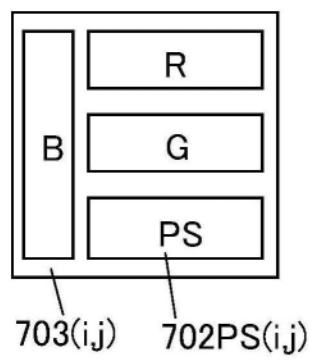


图9E

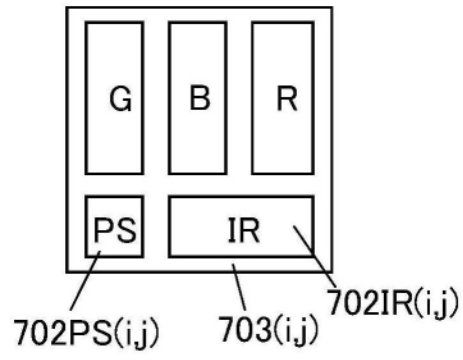


图9F

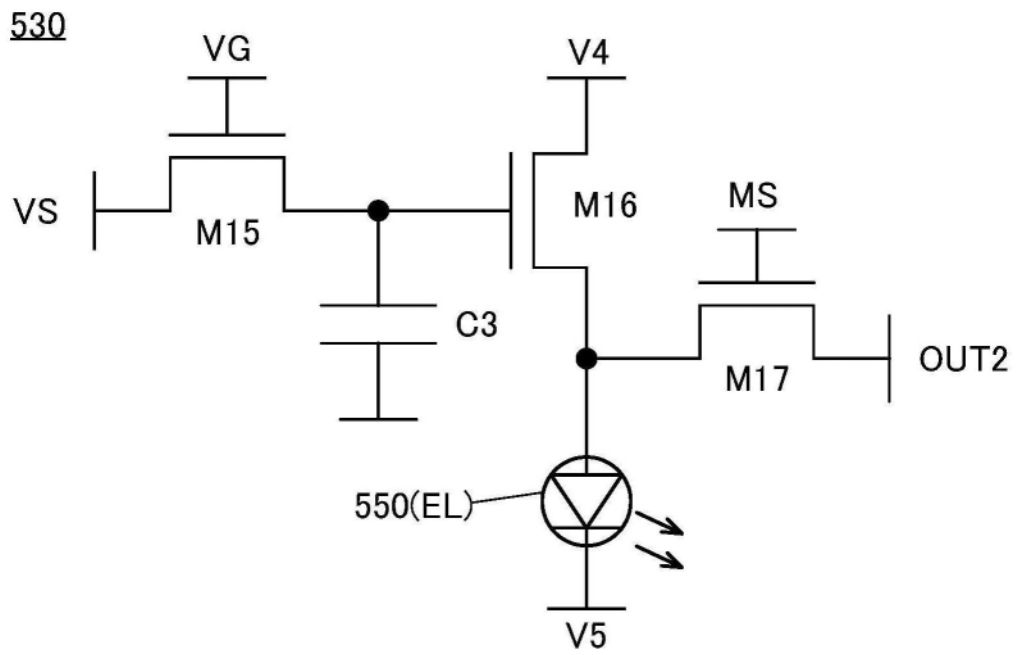


图10A

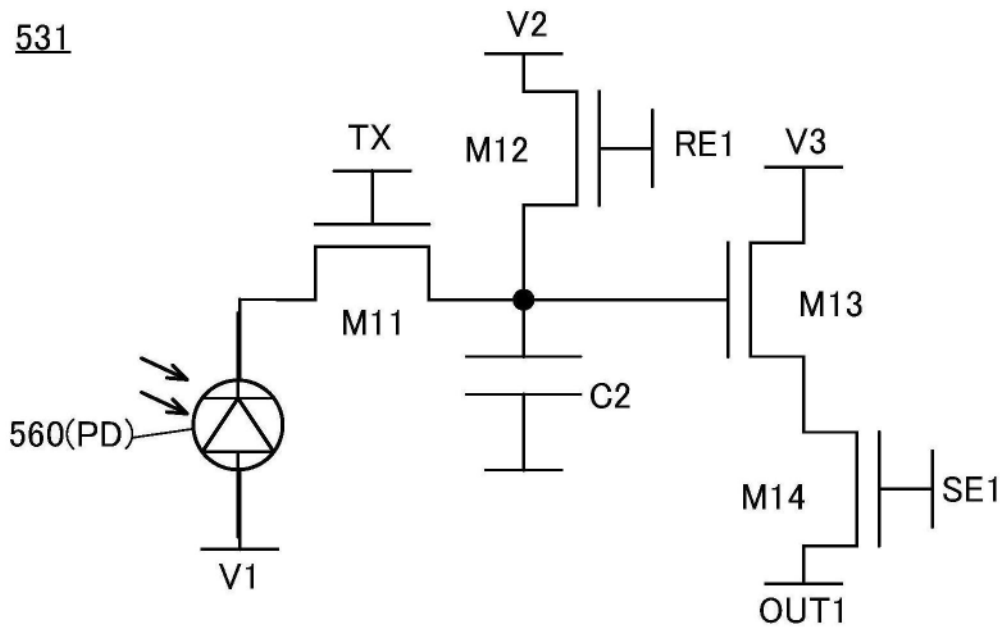
531

图10B

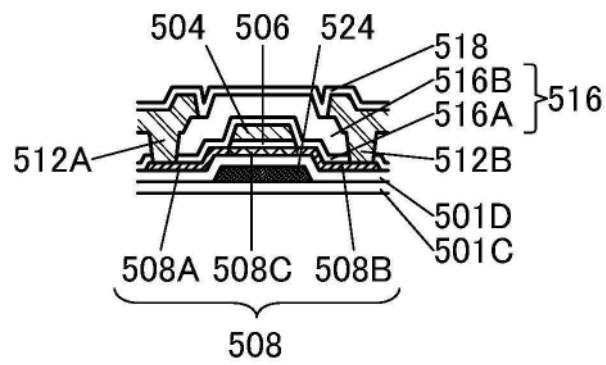


图10C

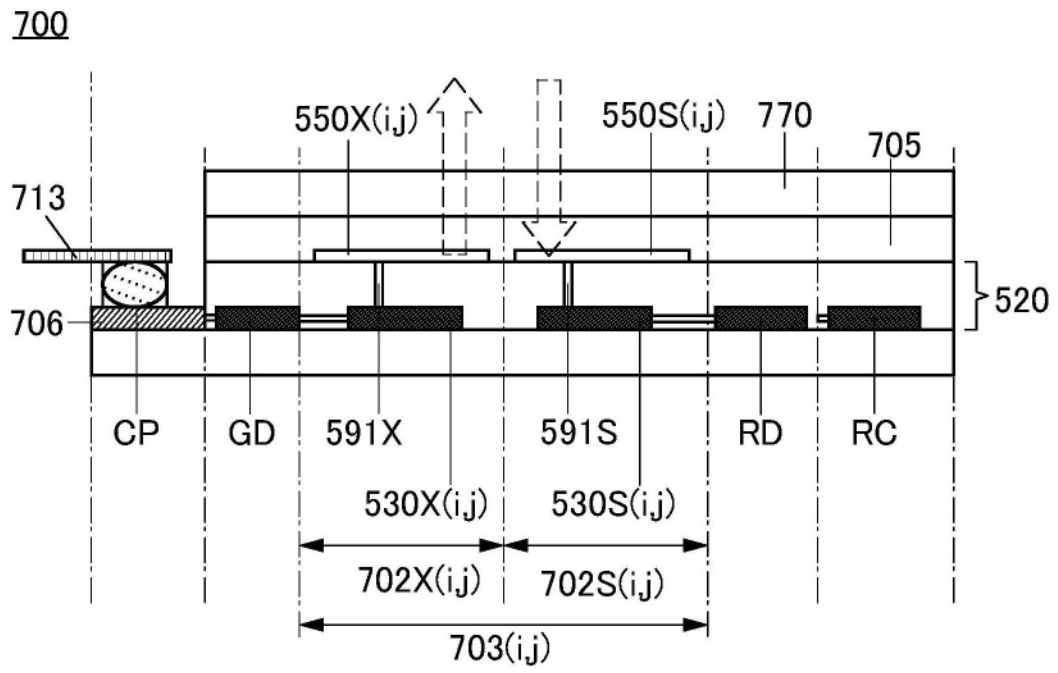


图11

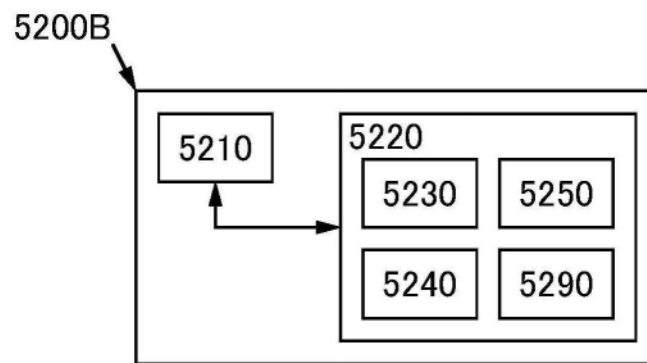


图12A

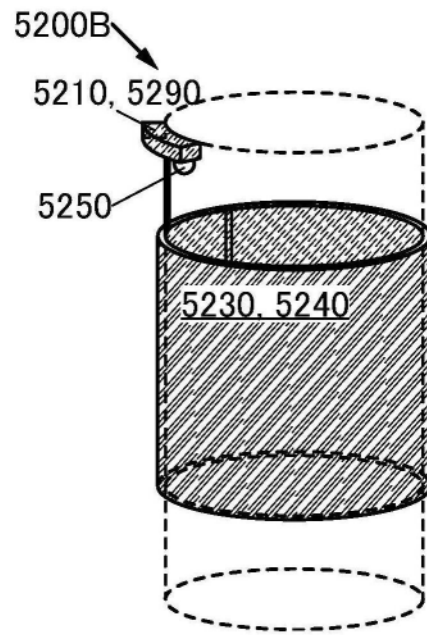


图12B

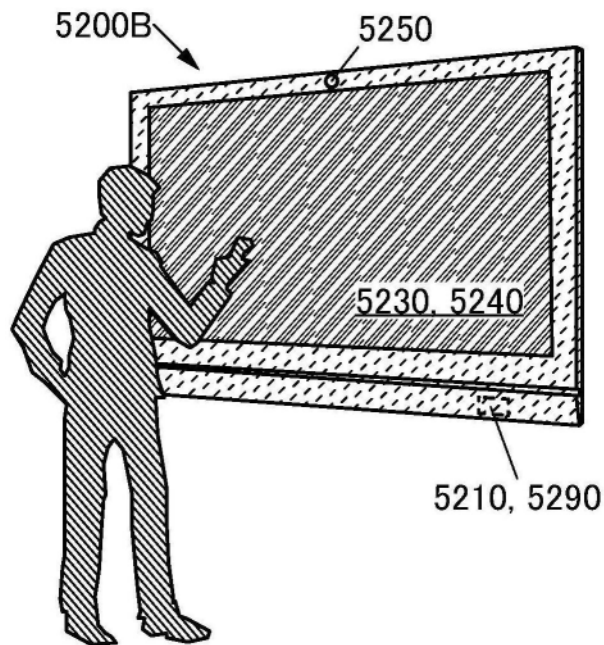


图12C

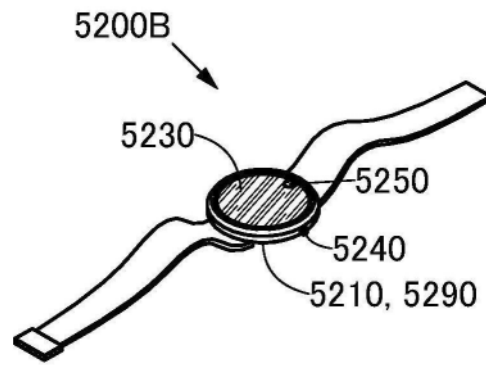


图12D

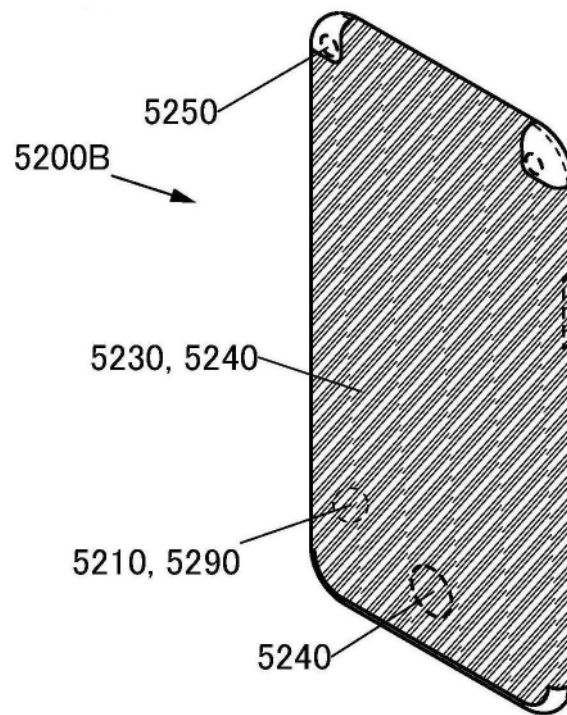


图12E

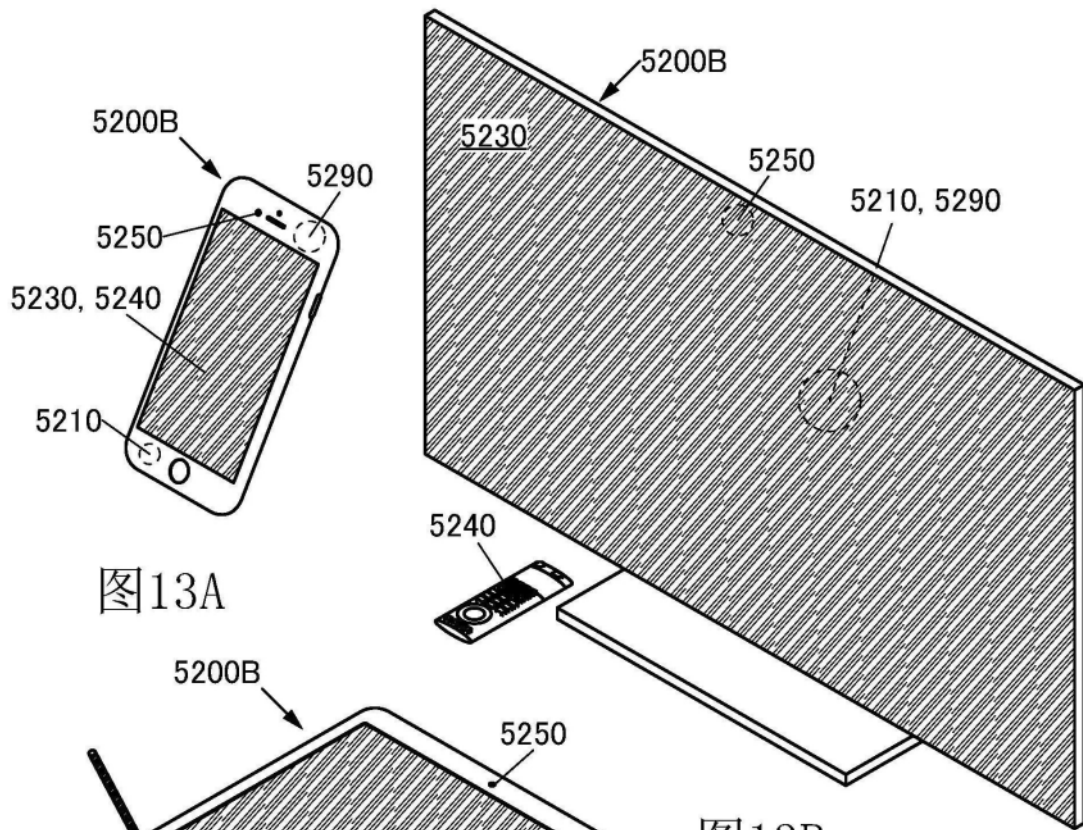


图13A

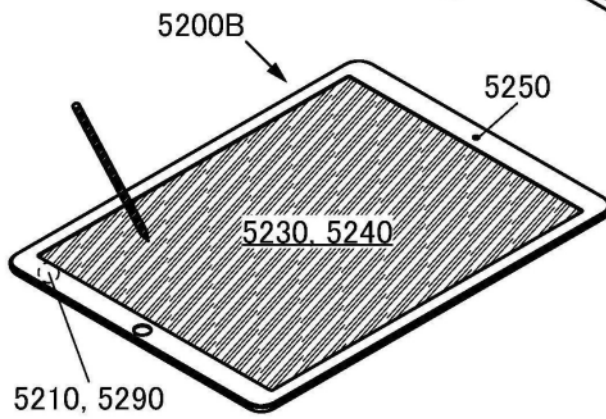


图13B

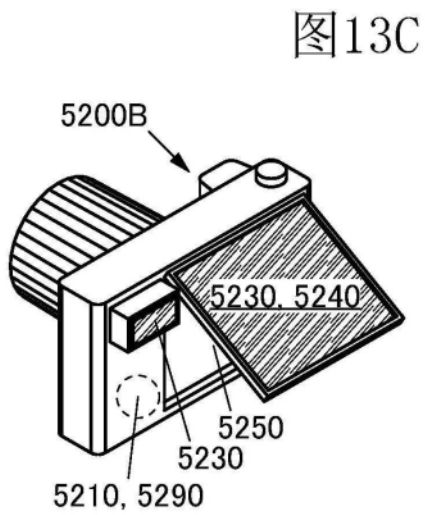


图13C

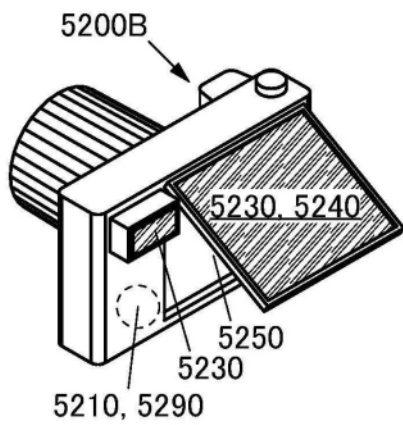


图13D

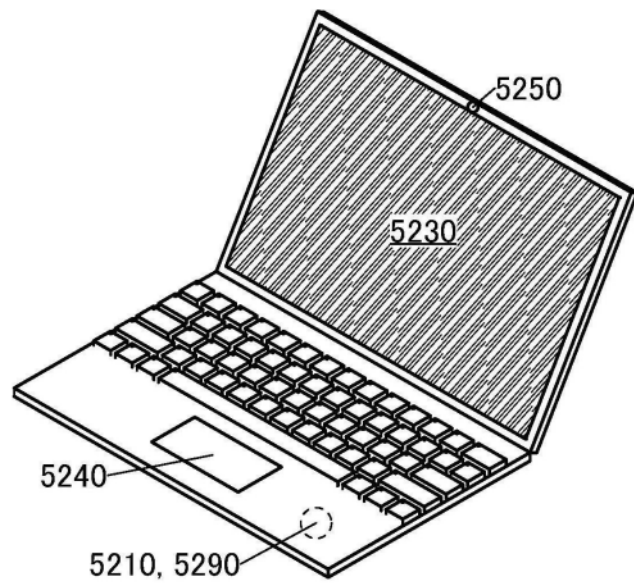


图13E

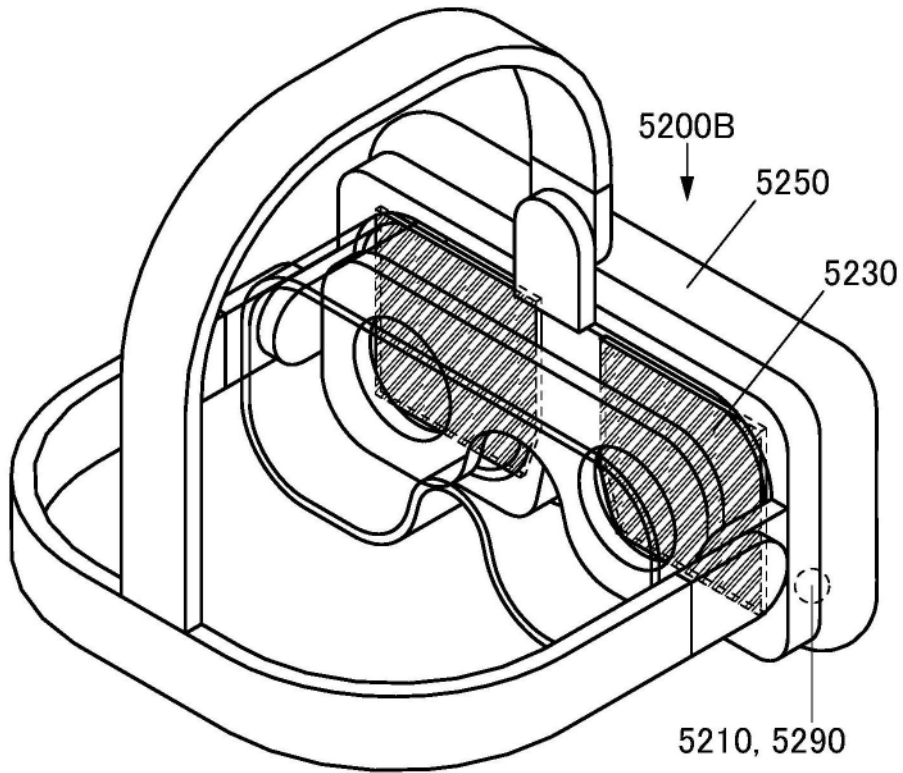


图14A

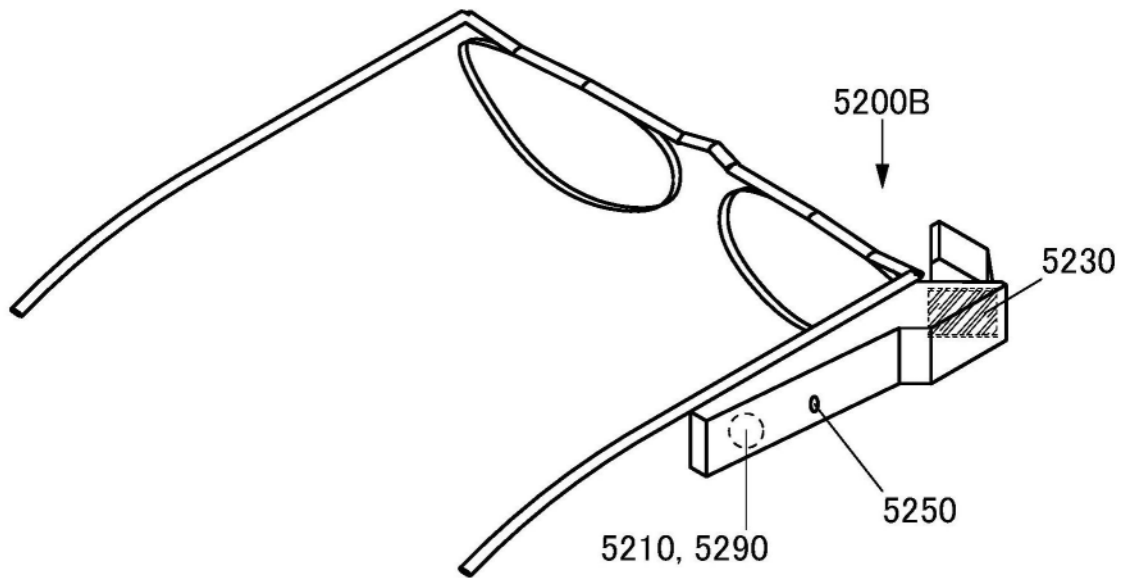


图14B

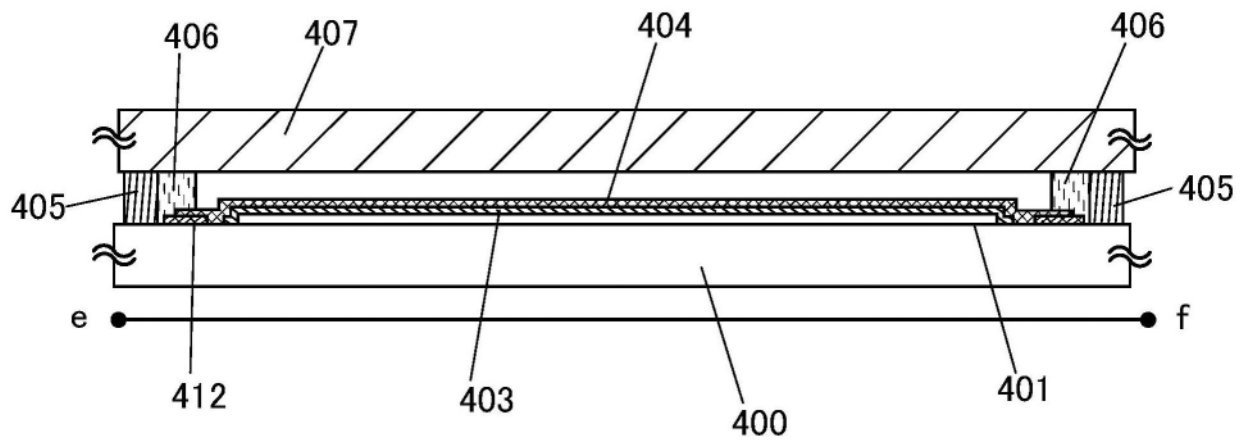


图15A

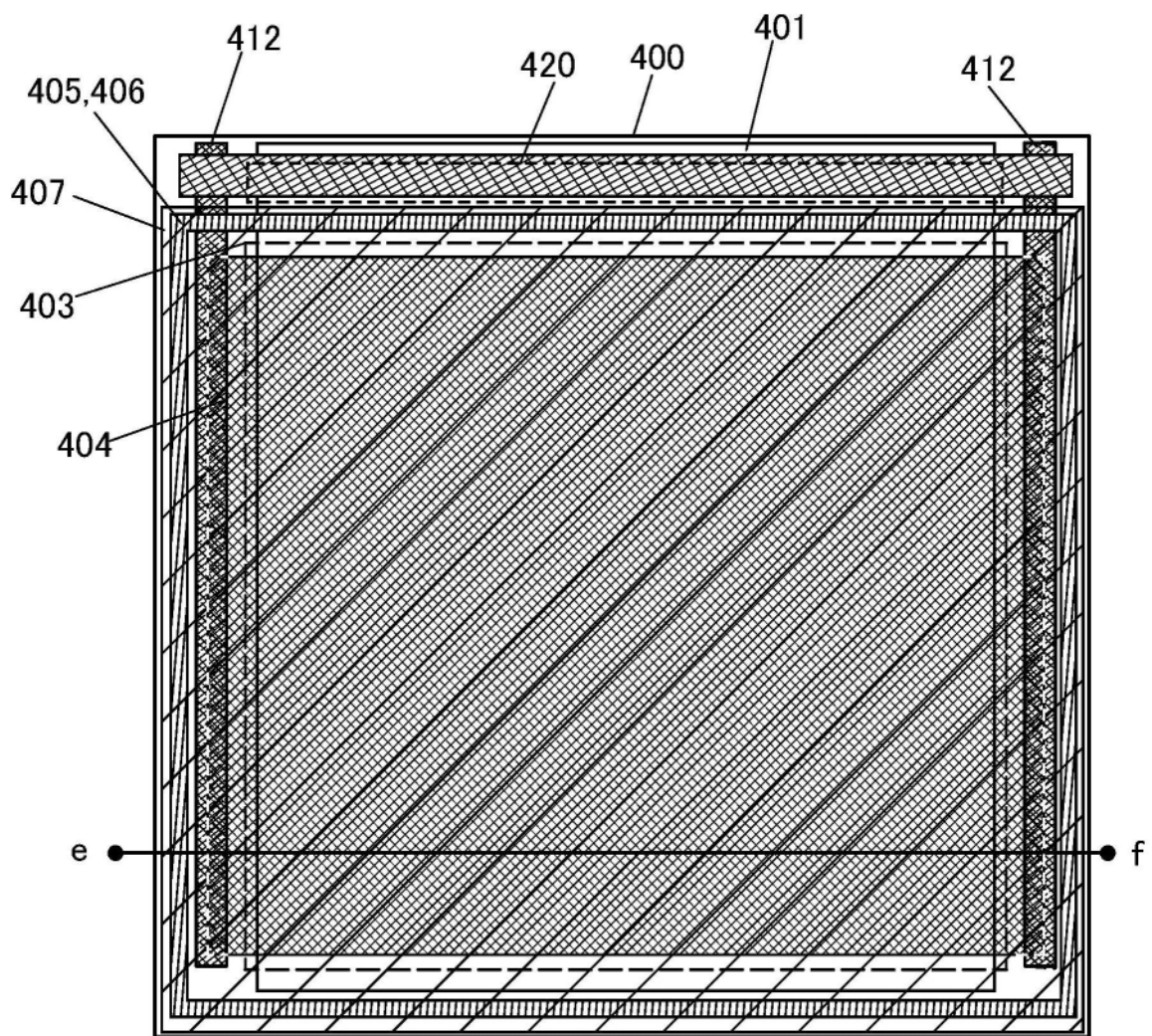


图15B

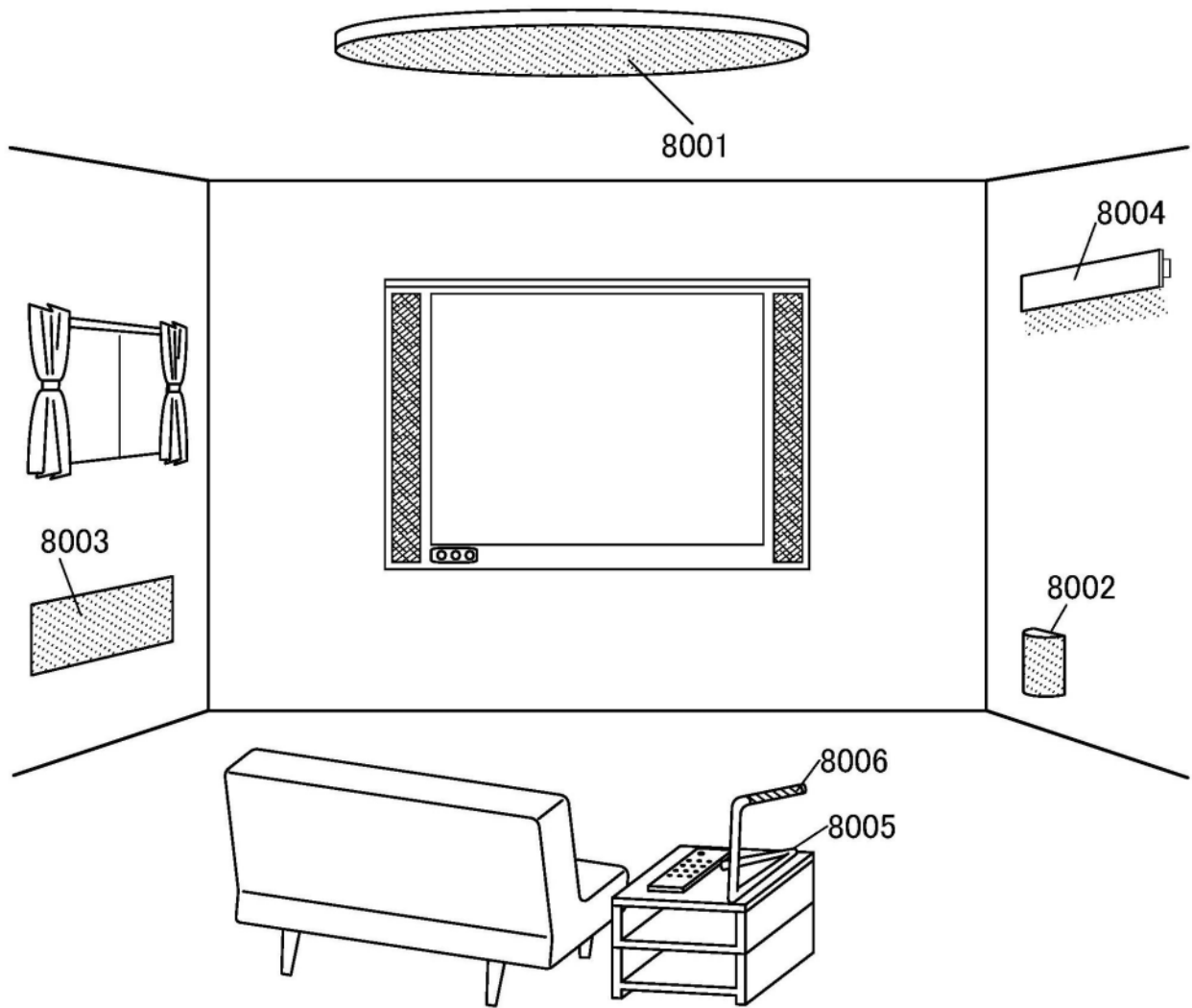


图16

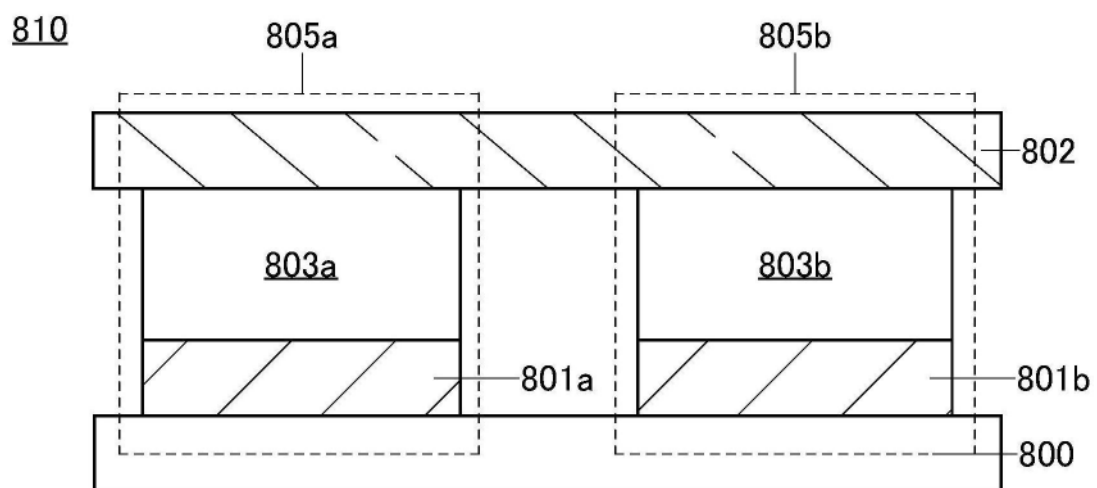


图17A

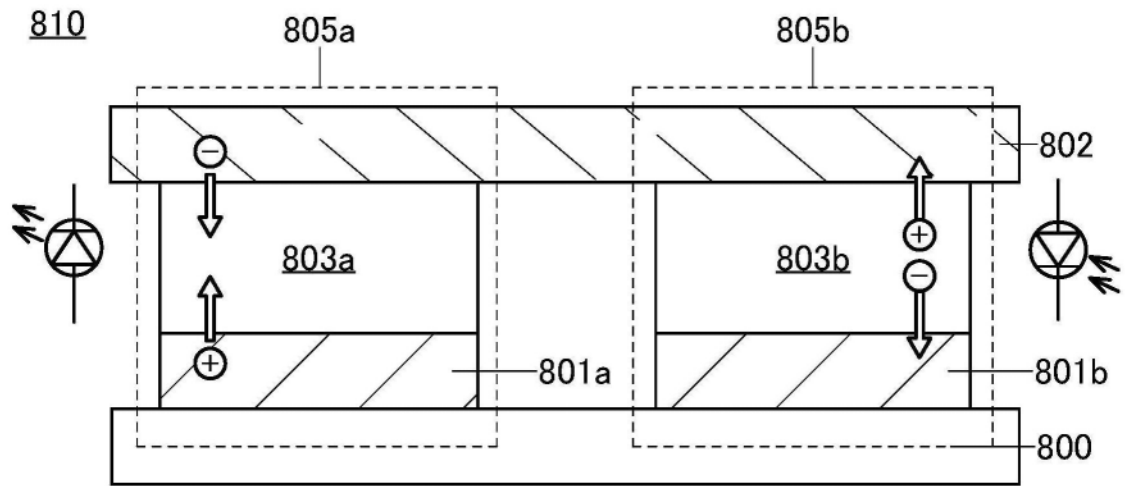


图17B

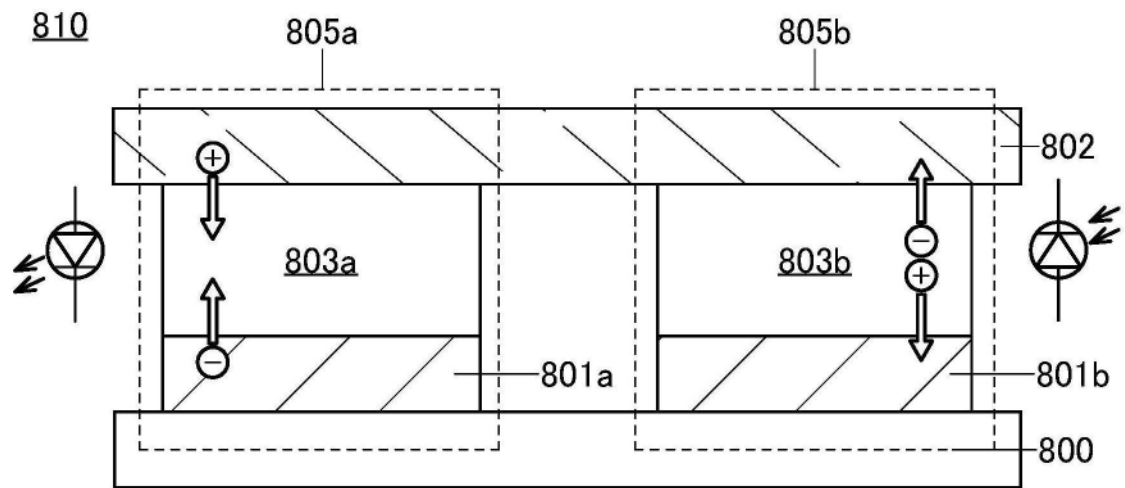


图17C

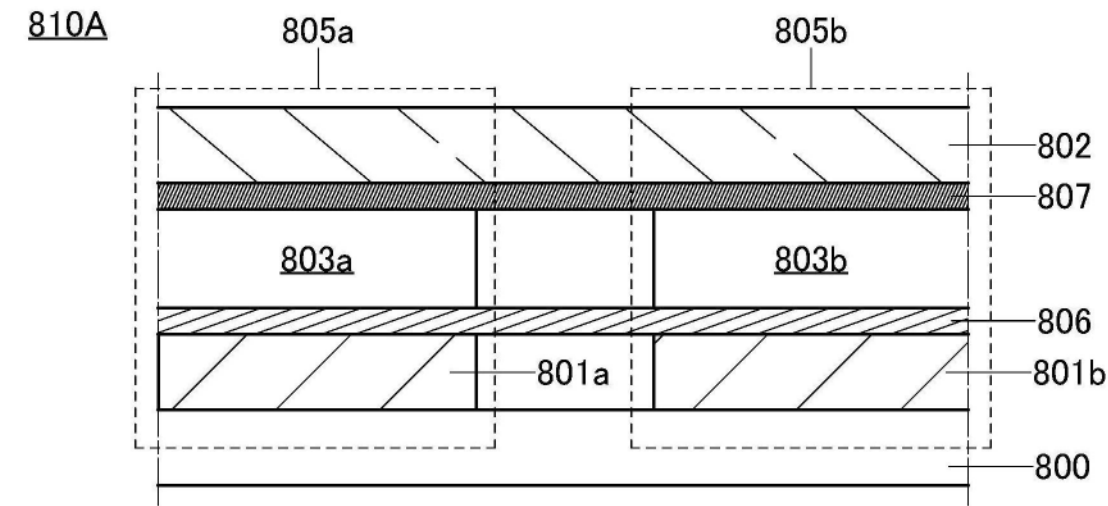


图18A

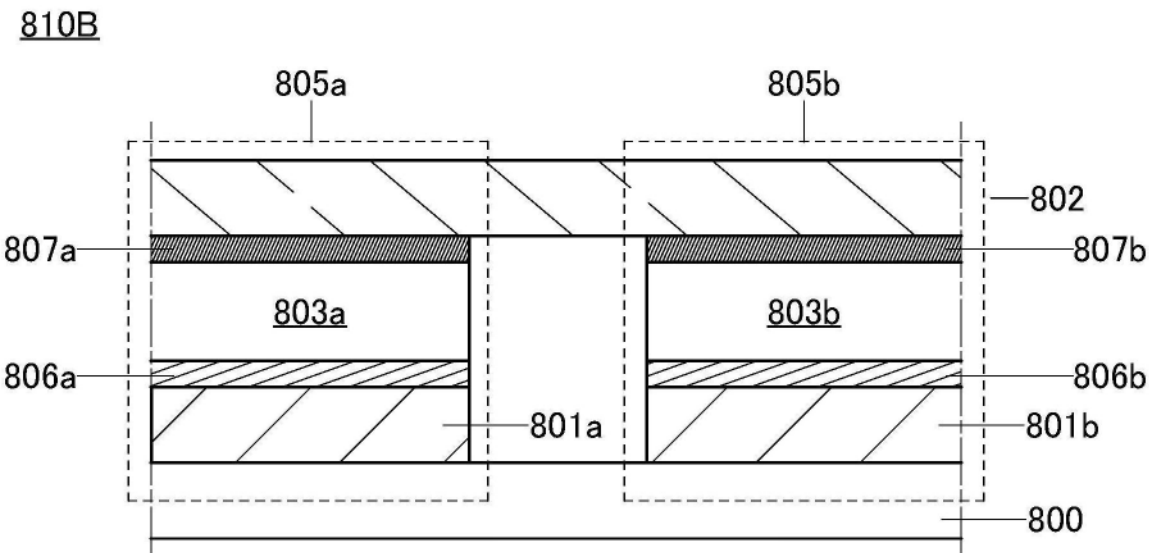


图18B

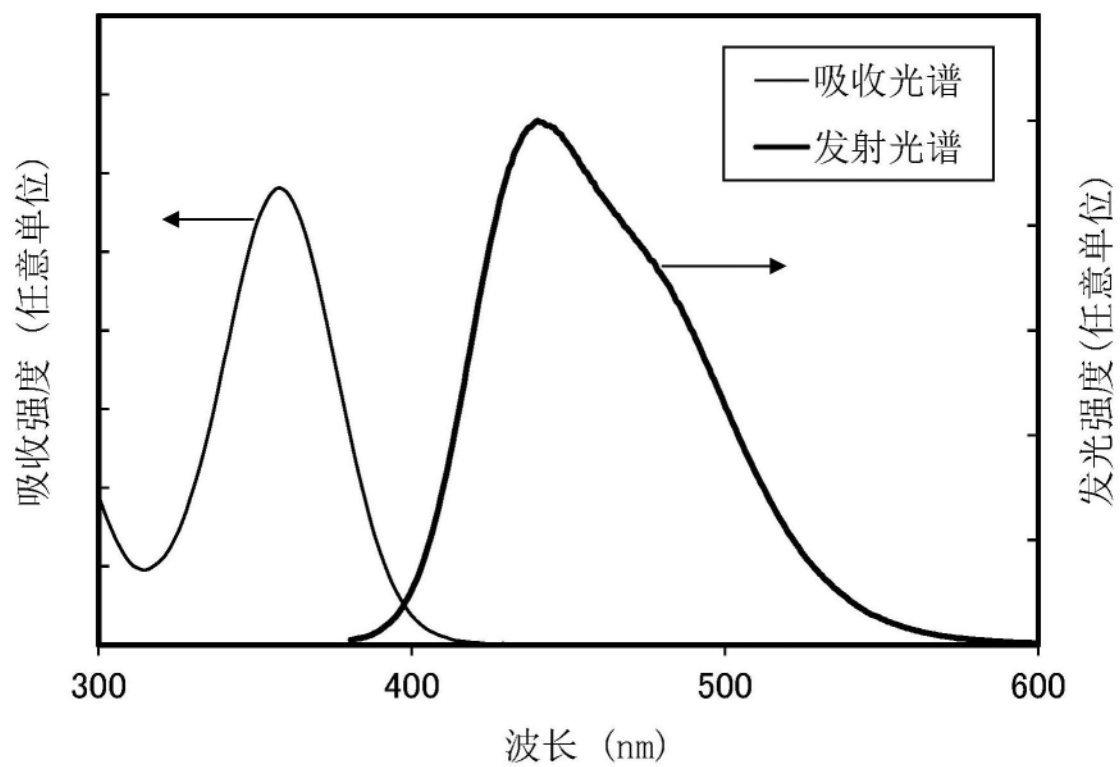


图19

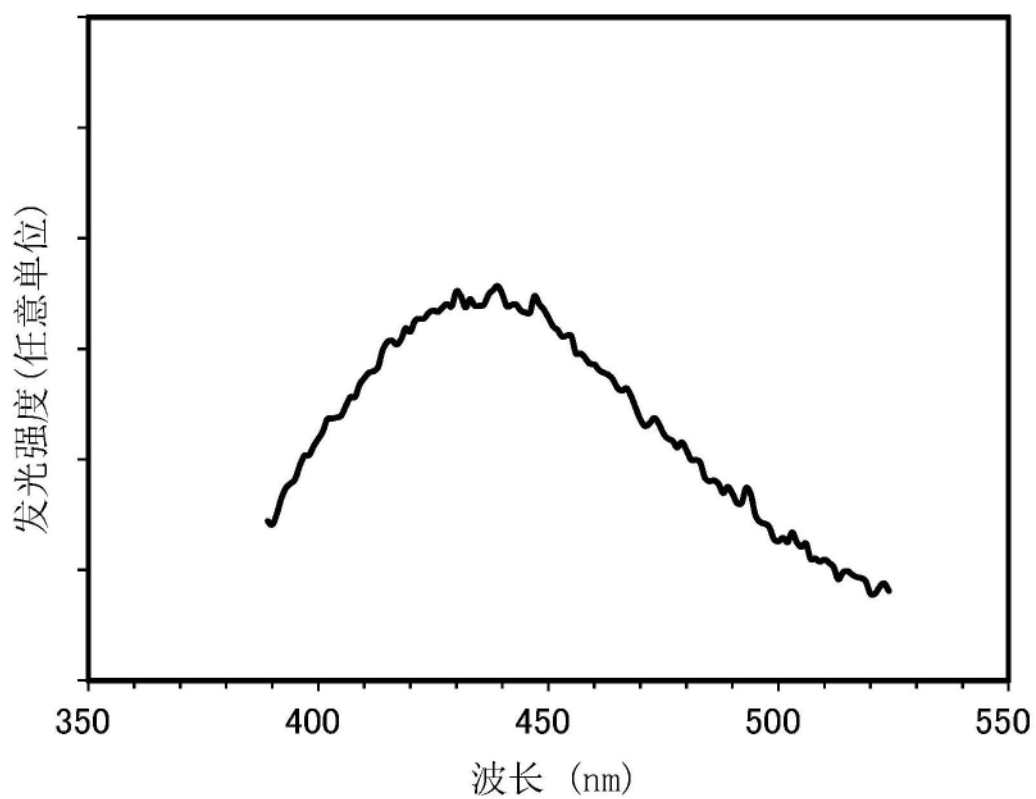


图20

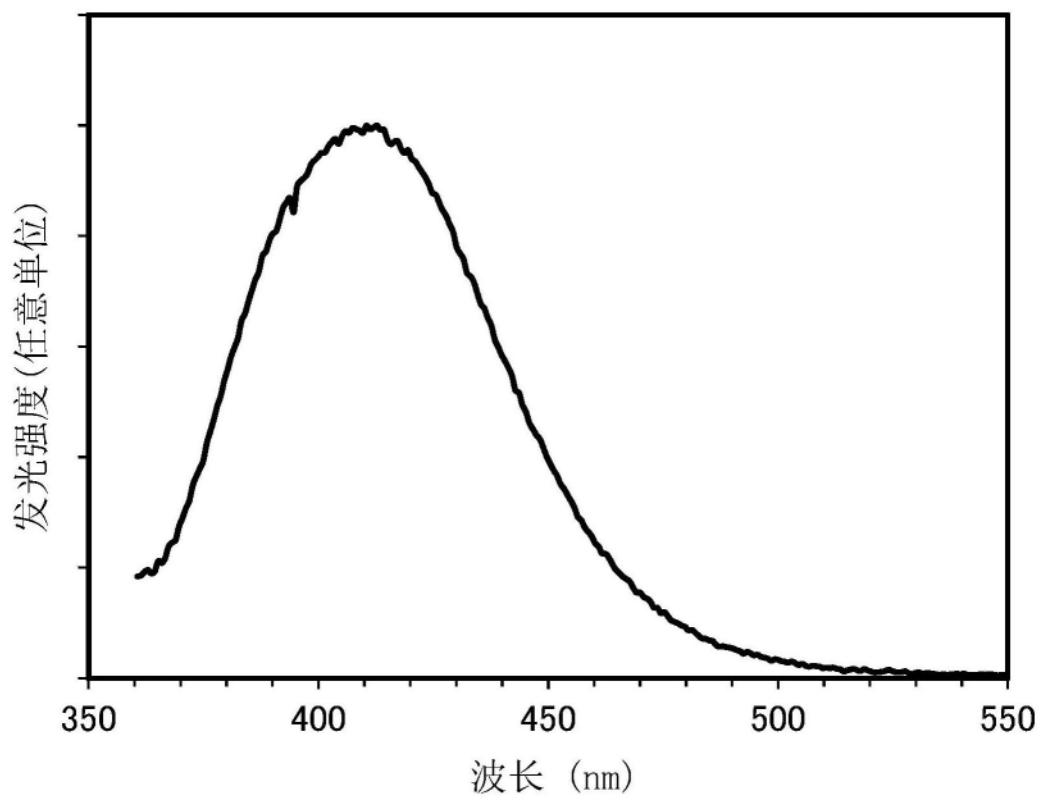


图21

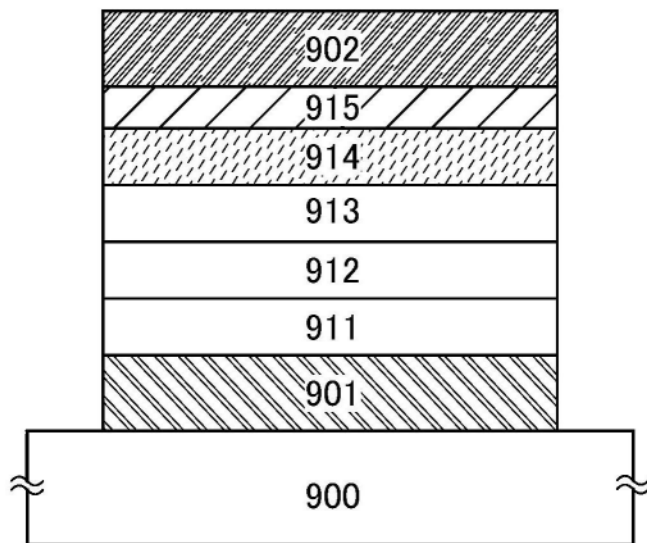


图22

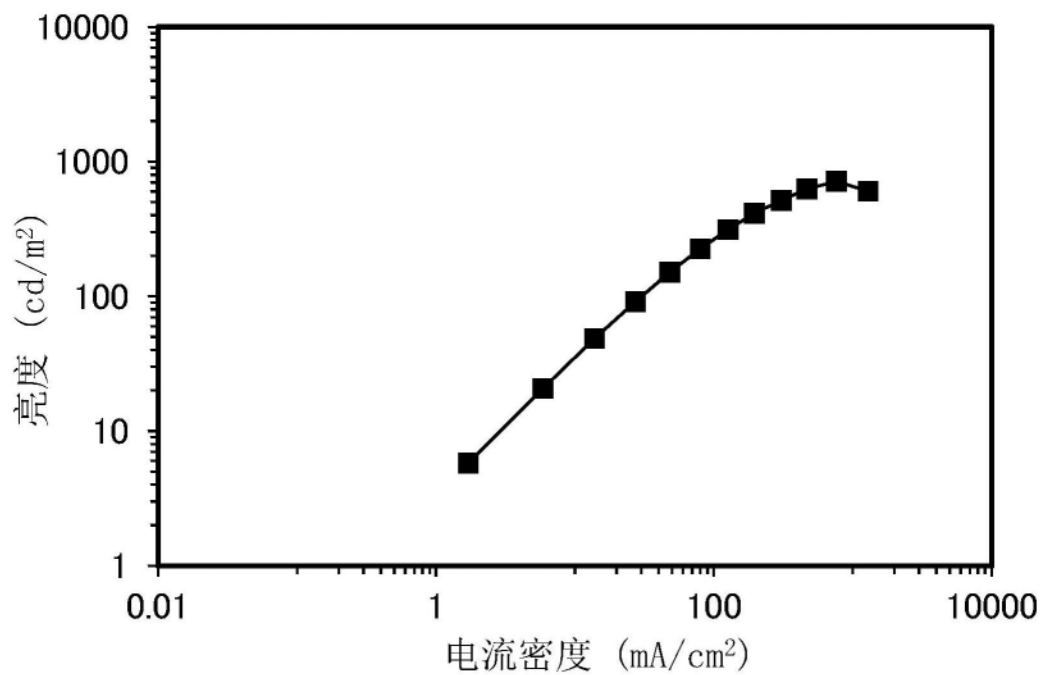


图23

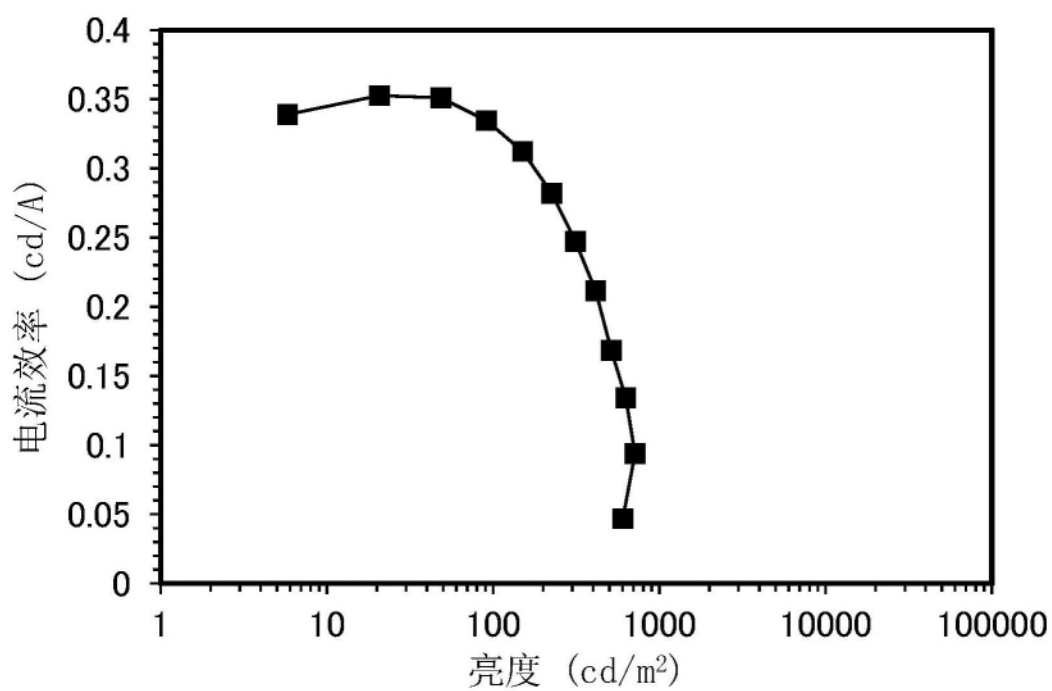


图24

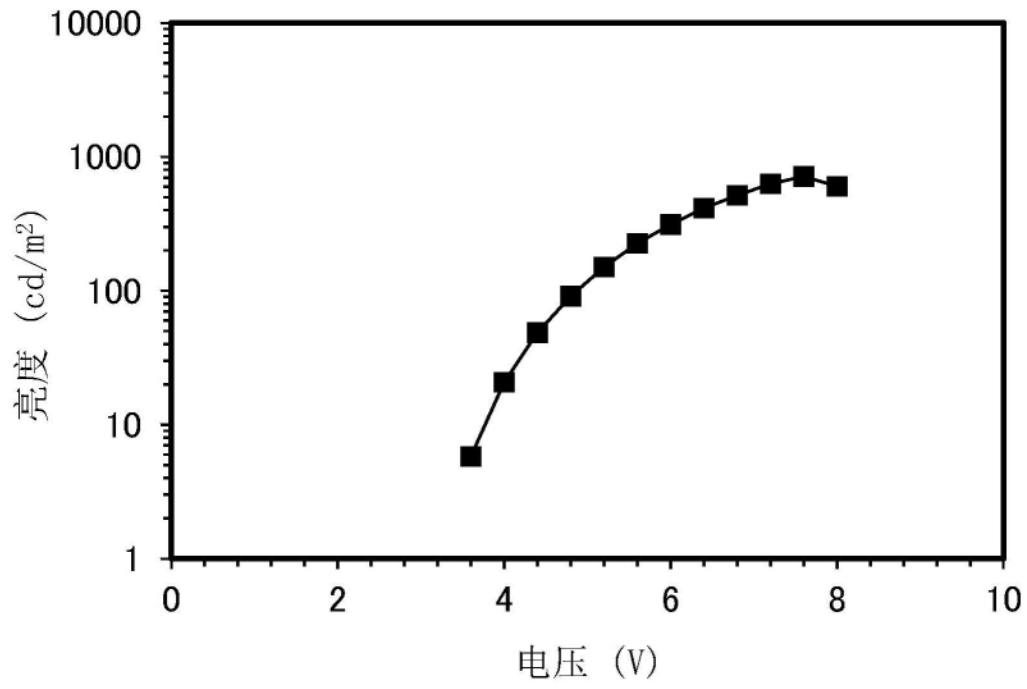


图25

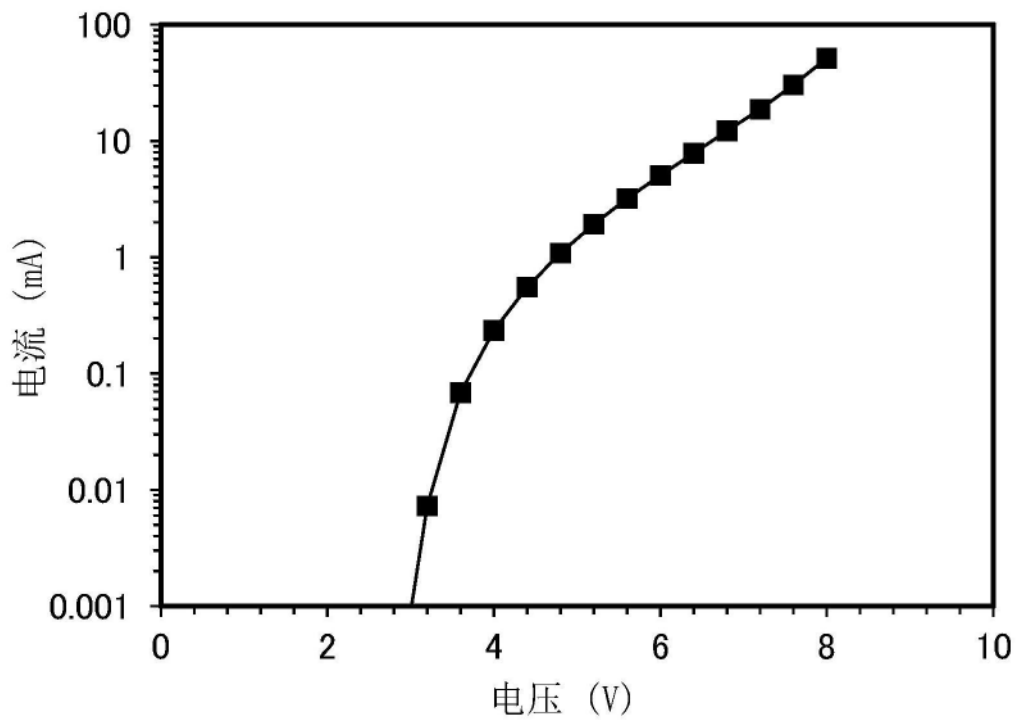


图26

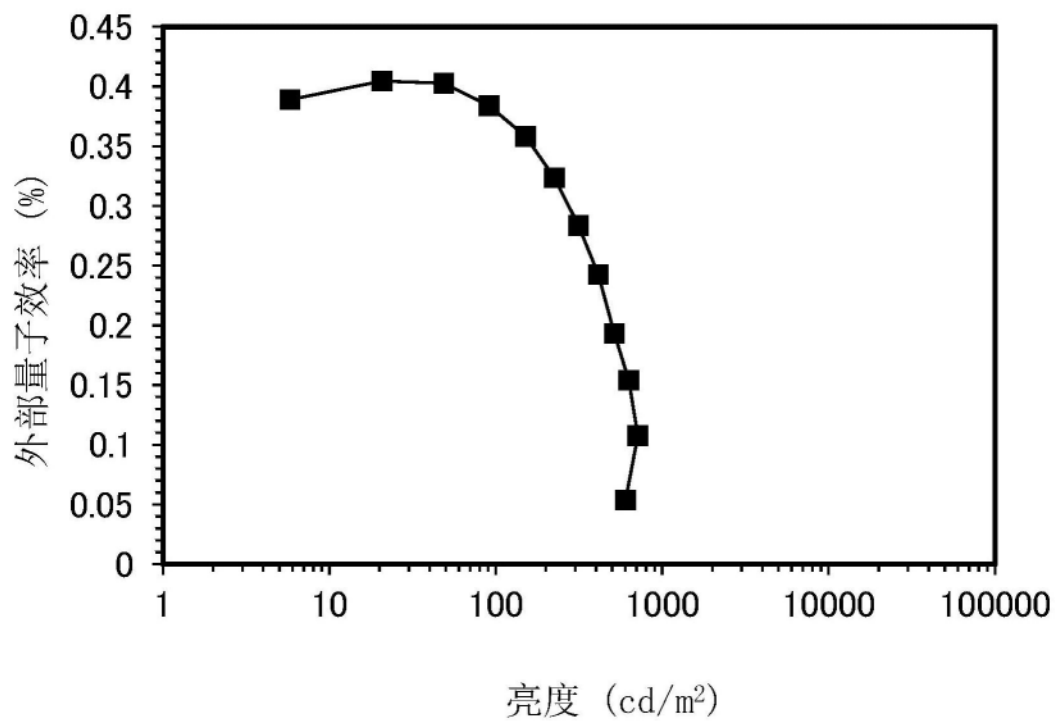


图27

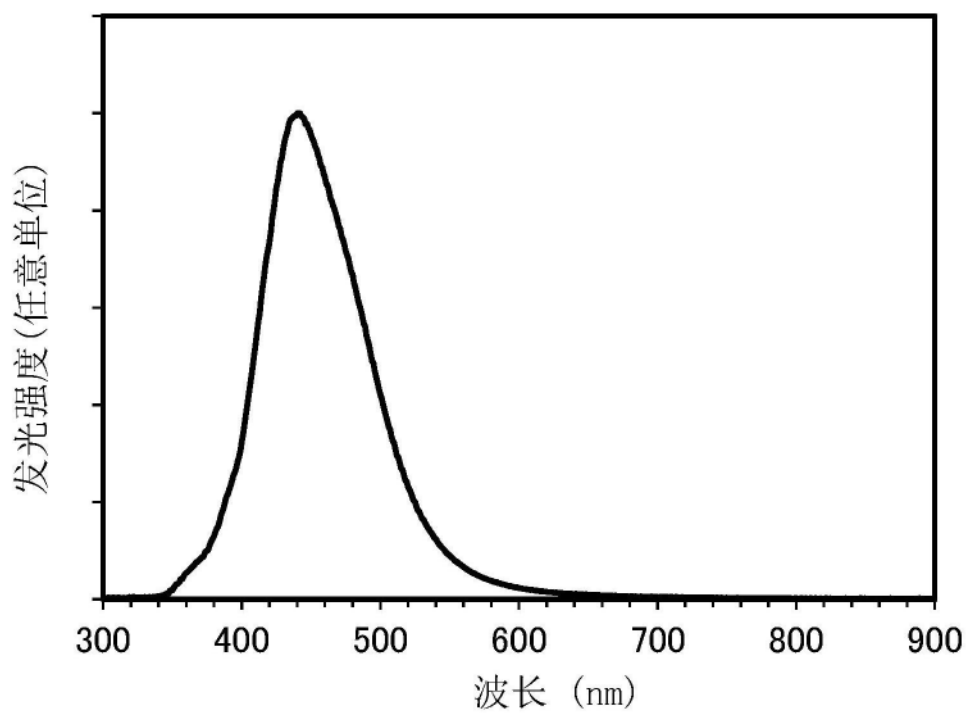


图28