



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117016045 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 07

(21) 申请号 202280020650.5

(22) 申请日 2022.02.28

(30) 优先权数据

2021-039823 2021.03.12 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/051720 2022.02.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/189884 JA 2022.09.15

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 大泽信晴 佐佐木俊毅

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

专利代理师 张桂霞 张华

(51) Int.Cl.

H05B 33/12 (2006.01)

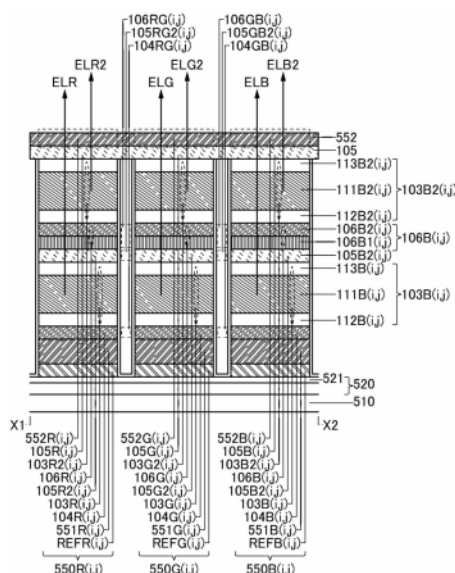
权利要求书3页 说明书87页 附图41页

(54) 发明名称

显示装置及电子设备

(57) 摘要

提供方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。该显示装置包括相邻第一及第二发光器件。第一发光器件包括发光的第一及第二单元、第一中间层、第一层，第一中间层被夹在第二与第一单元之间，第一层被夹在第一中间层与第一单元之间，在第一层中可以检出自旋密度为 1×10^{16} spins/cm³以上且 1×10^{18} spins/cm³以下的未成对电子。第二发光器件包括发光的第三及第四单元、第二中间层、第二层，第二中间层被夹在第四与第三单元之间，第二层被夹在第二中间层与第三单元之间，第二与第一中间层之间及第二与第一层之间各自有间隙。



1. 一种显示装置,包括:

第一发光器件;以及

第二发光器件,

其中,所述第二发光器件与所述第一发光器件相邻,

所述第一发光器件包括第一电极、第二电极、第一单元、第二单元、第一中间层以及第一层,

所述第一单元被夹在所述第二电极与所述第一电极之间,

所述第二单元被夹在所述第二电极与所述第一单元之间,

所述第一中间层被夹在所述第二单元与所述第一单元之间,

所述第一层被夹在所述第一中间层与所述第一单元之间,

所述第一单元具有发射第一光的功能,

所述第二单元具有发射第二光的功能,

所述第一中间层具有将空穴供应到所述第二单元的功能,

所述第一中间层具有将电子供应到所述第一层的功能,

所述第一层包含未成对电子,

所述未成对电子被电子自旋共振波谱仪检测出的自旋密度为 1×10^{16} spins/cm³以上且 1×10^{18} spins/cm³以下,

所述第一层包含第一无机化合物及第一有机化合物,

所述第一有机化合物包含非共用电子对,

所述第一有机化合物与所述第一无机化合物起到相互作用,形成单占据分子轨道,

所述第二发光器件包括第三电极、第四电极、第三单元、第四单元、第二中间层以及第二层,

所述第三单元被夹在所述第四电极与所述第三电极之间,

所述第四单元被夹在所述第四电极与所述第三单元之间,

所述第二中间层被夹在所述第四单元与所述第三单元之间,

所述第二层被夹在所述第二中间层与所述第三单元之间,

所述第三单元具有发射第三光的功能,

所述第四单元具有发射第四光的功能,

所述第二中间层具有将空穴供应到所述第四单元的功能,

所述第二中间层具有将电子供应到所述第二层的功能,

所述第二中间层与所述第一中间层之间有第一间隙,

所述第二层与所述第一层之间有第二间隙,

并且,所述第二层包含所述第一无机化合物及所述第一有机化合物。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,

其中所述第一发光器件包括第三层,

所述第三层被夹在所述第一单元与所述第一电极之间,

所述第二发光器件包括第四层,

所述第四层被夹在所述第三单元与所述第三电极之间,

并且所述第四层与所述第三层之间有第三间隙。

3. 根据权利要求2所述的显示装置，
其中所述第三层的电阻率为 $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置，
其中所述未成对电子的g值在2.003以上且2.004以下的范围。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的显示装置，
其中在大气中放置24小时之后所述未成对电子被电子自旋共振波谱仪检测出的自旋密度为初始的50%以上。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的显示装置，
其中所述第一有机化合物包含缺电子杂芳环。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的显示装置，
其中所述第一有机化合物的LUMO能级在-3.6eV以上且-2.3eV以下的范围。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的显示装置，
其中所述第一无机化合物包含金属元素及氧。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的显示装置，
其中所述第一无机化合物包含锂及氧。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的显示装置，
其中所述第一中间层包含未成对电子。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的显示装置，
其中所述第一中间层包含第二有机化合物及第三有机化合物，
所述第二有机化合物包含富电子杂芳环及芳香胺中的至少一个，
所述第二有机化合物的HOMO能级在-5.7eV以上且-5.3eV以下的范围，
所述第三有机化合物包含氟，
所述第三有机化合物的LUMO能级为-5.0eV以下，
并且所述第三有机化合物对所述第二有机化合物具有电子受主性。
12. 根据权利要求11所述的显示装置，
其中所述第三有机化合物包含氰基。
13. 根据权利要求1至12中任一项所述的显示装置，
其中所述第一中间层不包含金属元素。
14. 根据权利要求1至13中任一项所述的显示装置，
其中所述第一中间层包括第五层及第六层，
所述第五层被夹在所述第一层与所述第六层之间，
所述第五层包含第四有机化合物，
并且所述第四有机化合物的LUMO能级在-4.0eV以上且-3.3eV以下的范围。
15. 根据权利要求1至14中任一项所述的显示装置，还包括：
第一功能层；
第二功能层；以及
显示区域，
其中所述第一功能层包括驱动电路，
所述驱动电路生成第一图像信号及第二图像信号，

所述第二功能层与所述第一功能层重叠，

所述第二功能层包括第一像素电路及第二像素电路，所述第一像素电路被供应所述第一图像信号，

所述第二像素电路被供应所述第二图像信号，

所述显示区域包括一组像素，

所述一组像素包括第一像素及第二像素，

所述第一像素包括所述第一发光器件及所述第一像素电路，所述第一发光器件与所述第一像素电路电连接，所述第二像素包括所述第二发光器件及所述第二像素电路，并且所述第二发光器件与所述第二像素电路电连接。

16. 一种电子设备，包括：

运算部；以及

权利要求1至15中任一项所述的显示装置，

其中，所述运算部生成图像信息，

并且，所述显示装置显示所述图像信息。

17. 一种电子设备，包括：

运算部；以及

权利要求15所述的显示装置，

其中，所述第一功能层包括所述运算部，

所述运算部生成图像信息，

并且，所述显示装置显示所述图像信息。

显示装置及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种显示装置、电子设备或半导体装置。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。此外,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例子可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、这些装置的驱动方法或者这些装置的制造方法。

背景技术

[0003] 已知有不用精细金属掩模也可以形成发光层的有机EL显示器的制造方法。作为其一个例子,有一种有机EL显示器的制造方法,包括:在形成在绝缘衬底上方的包括第一及第二像素电极的电极阵列的上方沉积包含主体材料和掺杂剂材料的混合物的第一发光性有机材料,来形成第一发光层作为设置在包括电极阵列的显示区域整体上的连续膜的工序;不向第一发光层中位于第一像素电极的上方的部分而向第一发光层中位于第二像素电极的上方的部分照射紫外光的工序;在第一发光层上沉积包含主体材料和掺杂剂材料的混合物并与第一发光性有机材料不同的第二发光性有机材料,来形成第二发光层作为设置在显示区域整体上的连续膜的工序;以及在第二发光层的上方形成对置电极的工序(专利文献1)。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0004] [专利文献1]日本专利申请公开第2012-160473号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖的显示装置。此外,提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖的电子设备。此外,提供一种新颖的显示装置、新颖的电子设备或新颖的半导体装置。

[0006] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。注意,本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。此外,从说明书、附图、权利要求书等的记载中可明显看出上述目的以外的目的,并可以从说明书、附图、权利要求书等的记载中抽出上述目的以外的目的。

解决技术问题的手段

[0007] (1) 本发明的一个方式是一种包括第一发光器件及第二发光器件的显示装置。此外,第二发光器件与第一发光器件相邻。

[0008] 第一发光器件包括第一电极、第二电极、第一单元、第二单元、第一中间层以及第一层。第一单元被夹在第二电极与第一电极之间,第二单元被夹在第二电极与第一单元之

间,第一中间层被夹在第二单元与第一单元之间,并且第一层被夹在第一中间层与第一单元之间。

[0009] 此外,第一单元具有发射第一光的功能,第二单元具有发射第二光的功能。

[0010] 第一中间层具有将空穴供应到第二单元的功能,第一中间层具有将电子供应到第一层的功能。

[0011] 第一层包含未成对电子,该未成对电子被电子自旋共振波谱仪(ESR)检测出的自旋密度为 1×10^{16} spins/cm³以上且 1×10^{18} spins/cm³以下。此外,第一层包含第一无机化合物及第一有机化合物,第一有机化合物包含非共用电子对,第一有机化合物与第一无机化合物起到相互作用,形成单占据分子轨道。

[0012] 第二发光器件包括第三电极、第四电极、第三单元、第四单元、第二中间层以及第二层。第三单元被夹在第四电极与第三电极之间,第四单元被夹在第四电极与第三单元之间,第二中间层被夹在第四单元与第三单元之间,并且第二层被夹在第二中间层与第三单元之间。

[0013] 此外,第三单元具有发射第三光的功能,第四单元具有发射第四光的功能。

[0014] 第二中间层具有将空穴供应到第四单元的功能,第二中间层具有将电子供应到第二层的功能。

[0015] 第二中间层与第一中间层之间有第一间隙,第二层与第一层之间有第二间隙。此外,第二层包含第一无机化合物及第一有机化合物。

[0016] (2) 此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一发光器件包括第三层,该第三层被夹在第一单元与第一电极之间。

[0017] 此外,第二发光器件包括第四层,该第四层被夹在第三单元与第三电极之间。此外,第四层与第三层之间有第三间隙。

[0018] (3) 此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第三层的电阻率为 1×10^2 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以上且 1×10^8 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以下。

[0019] 由此,可以抑制流过第一中间层至第二中间层的电流。此外,可以抑制流过第三层至第四层的电流。此外,可以抑制发生第一发光器件与第二发光器件之间的串扰现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0020] (4) 此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述未成对电子的g值在2.003以上且2.004以下的范围。

[0021] (5) 此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中在大气中放置24小时之后上述未成对电子被电子自旋共振波谱仪(ESR)检测出的自旋密度为初始的50%以上。

[0022] 由此,可以增加在形成第一层之后可以使用的加工方法的选项。此外,在将第一中间层形成在第一层上之后,例如可以使用光刻法将第一中间层及第一层加工为规定形状。此外,在形成第二单元之后,例如可以使用光刻法将第二单元及第一层加工为规定形状。此外,不用精细金属掩模也可以形成相邻且相隔的第一发光器件和第二发光器件。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0023] (6) 此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一有机化合物包含缺电子杂芳环。

[0024] (7) 此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一有机化合物的最低未

占据分子轨道(LUMO)能级在-3.6eV以上且-2.3eV以下的范围。

[0025] (8)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一无机化合物包含金属元素及氧。

[0026] (9)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一无机化合物包含锂及氧。

[0027] 由此,可以抑制发光器件的驱动电压。此外,可以降低功耗。其结果是,提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0028] (10)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一中间层包含未成对电子。

[0029] (11)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一中间层包含第二有机化合物及第三有机化合物。

[0030] 第二有机化合物包含富电子杂芳环及芳香胺中的至少一个,第二有机化合物的最高占据分子轨道(HOMO)能级在-5.7eV以上且-5.3eV以下的范围。

[0031] 第三有机化合物包含氟,第三有机化合物的最低未占据分子轨道(LUMO)能级为-5.0eV以下。此外,第三有机化合物对第二有机化合物具有电子受主性。

[0032] (12)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第三有机化合物包含氰基。

[0033] (13)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一中间层不包含金属元素。

[0034] 由此,例如不用金属氧化物等沉积温度较高的材料也可以形成第一中间层。此外,可以控制沉积第一中间层所需的温度。此外,因为容易形成第一中间层,所以可以提高生产率。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0035] (14)此外,本发明的一个方式是一种显示装置,其中上述第一中间层包括第五层及第六层。

[0036] 第五层被夹在第一层与第六层之间,第五层包含第四有机化合物。此外,第四有机化合物的最低未占据分子轨道(LUMO)能级在-4.0eV以上且-3.3eV以下的范围。

[0037] 由此,可以抑制驱动电压。此外,可以降低功耗。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0038] (15)此外,本发明的一个方式是一种包括第一功能层、第二功能层以及显示区域的上述显示装置。

[0039] 第一功能层包括驱动电路,驱动电路生成第一图像信号及第二图像信号。

[0040] 第二功能层与第一功能层重叠,第二功能层包括第一像素电路及第二像素电路。此外,第一像素电路被供应第一图像信号,第二像素电路被供应第二图像信号。

[0041] 显示区域包括一组像素,一组像素包括第一像素及第二像素。第一像素包括第一发光器件及第一像素电路,第一发光器件与第一像素电路电连接。此外,第二像素包括第二发光器件及第二像素电路,第二发光器件与第二像素电路电连接。

[0042] (16)此外,本发明的一个方式是一种包括运算部及上述显示装置的电子设备。

[0043] 运算部生成图像信息,显示装置显示该图像信息。

[0044] (17)此外,本发明的一个方式是一种包括运算部及上述显示装置的电子设备。

[0045] 第一功能层包括运算部,运算部生成图像信息,显示装置显示该图像信息。

[0046] 在本说明书的附图中,根据其功能对构成要素进行分类而示出为彼此独立的方框的方框图,但是,实际上的构成要素难以根据其功能完全划分,而一个构成要素会涉及多个功能。

[0047] 在本说明书中,晶体管所具有的源极和漏极的名称根据晶体管的极性及其施加到各端子的电位的高低互相调换。一般而言,在n沟道型晶体管中,将被施加低电位的端子称为源极,而将被施加高电位的端子称为漏极。此外,在p沟道型晶体管中,将被施加低电位的端子称为漏极,而将被施加高电位的端子称为源极。在本说明书中,尽管为方便起见在一些情况下假定源极和漏极是固定的来描述晶体管的连接关系,但是实际上,源极和漏极的名称根据上述电位关系而相互调换。

[0048] 在本说明书中,晶体管的源极是指用作活性层的半导体膜的一部分的源区域或与上述半导体膜连接的源电极。与此同样,晶体管的漏极是指上述半导体膜的一部分的漏区域或与上述半导体膜连接的漏电极。此外,栅极是指栅电极。

[0049] 在本说明书中,晶体管串联连接的状态是指例如第一晶体管的源极和漏极中只有一个只与第二晶体管的源极和漏极中的一个连接的状态。此外,晶体管并联连接的状态是指第一晶体管的源极和漏极中的一个与第二晶体管的源极和漏极中的一个连接且第一晶体管的源极和漏极中的另一个与第二晶体管的源极和漏极中的另一个连接的状态。

[0050] 在本说明书中,连接是指电连接,相当于能够供应或传送电流、电压或电位的状态。因此,连接状态不一定必须是指直接连接的状态,而在其范畴内还包括能够供应或传送电流、电压或电位的通过布线、电阻、二极管、晶体管等的电路元件间接地连接的状态。

[0051] 即使在本说明书中电路图上独立的构成要素彼此连接时,实际上也有一个导电膜兼具有多个构成要素的功能的情况,例如布线的一部分用作电极的情况等。本说明书中的连接的范畴内包括这种一个导电膜兼具有多个构成要素的功能的情况。

[0052] 此外,在本说明书中,晶体管的第一电极和第二电极中的其中一个为源电极,而另一个为漏电极。

发明效果

[0053] 根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖的显示装置。此外,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖的电子设备。此外,可以提供一种新颖的显示装置、新颖的电子设备或新颖的半导体装置。

[0054] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。注意,本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。此外,从说明书、附图、权利要求书等的记载中可明显看出上述效果以外的效果,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载中抽出上述效果以外的效果。

附图简要说明

[0055] 图1是说明根据实施方式的显示装置的结构图。

图2A及图2B是说明根据实施方式的显示面板的结构图。

图3是说明根据实施方式的显示面板的像素的电路图。

图4A及图4B是说明根据实施方式的显示面板的结构图。

图5A至图5C是说明根据实施方式的显示面板的结构图。

图6是说明根据实施方式的显示面板的结构图。

图7是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图8是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图9是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图10A及图10B是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图11是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图12A及图12B是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图13是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图14是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图15是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图16是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图17是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
图18A至图18C是说明根据实施方式的晶体管的结构的图。
图19A至图19C是说明根据实施方式的金属氧化物的图。
图20A至图20D是说明根据实施方式的电子设备的图。
图21A及图21B是说明根据实施方式的电子设备的图。
图22是说明根据实施例的发光器件的结构图。
图23是说明根据实施例的发光器件的结构图。
图24是说明根据实施例的发光器件的结构图。
图25是说明根据实施例的发光器件的电流密度-亮度特性的图。
图26是说明根据实施例的发光器件的亮度-电流效率特性的图。
图27是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。
图28是说明根据实施例的发光器件的电压-电流特性的图。
图29是说明根据实施例的发光器件的发射光谱的图。
图30是说明根据实施例的发光器件的结构图。
图31是说明根据实施例的发光器件的结构图。
图32是说明根据实施例的发光器件的电流密度-亮度特性的图。
图33是说明根据实施例的发光器件的亮度-电流效率特性的图。
图34是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。
图35是说明根据实施例的发光器件的电压-电流特性的图。
图36是说明根据实施例的发光器件的发射光谱的图。
图37是说明根据实施例的测量用样品的结构的图。
图38是根据实施例的测量用样品的电子自旋共振波谱。
图39是根据实施例的对比样品的电子自旋共振波谱。
图40是说明根据实施例的测量用样品的电子自旋共振波谱变化的图。
图41是根据实施例的测量用样品的电子自旋共振波谱。
图42是根据实施例的测量用样品的电子自旋共振波谱。
图43是根据实施例的测量用样品的电子自旋共振波谱。
图44是说明根据实施例的测量用样品的自旋密度的图。
实施发明的方式

[0056] 本发明的一个方式的显示装置包括第一发光器件及第二发光器件,第二发光器件与第一发光器件相邻。第一发光器件包括第一电极、第二电极、第一单元、第二单元、第一中间层以及第一层,第二电极与第一电极重叠,第一单元被夹在第二电极与第一电极之间,第二单元被夹在第二电极与第一单元之间,第一中间层被夹在第二单元与第一单元之间,并且第一层被夹在第一中间层与第一单元之间。第一单元具有发射第一光的功能,第二单元具有发射第二光的功能,第一中间层具有将空穴供应到第二单元的功能,并且第一中间层具有将电子供应到第一层的功能。第一层包含未成对电子,未成对电子被电子自旋共振波谱仪(ESR)检测出的自旋密度为 1×10^{16} spins/cm³以上且 1×10^{18} spins/cm³以下,第一层包含第一无机化合物及第一有机化合物,第一有机化合物包含非共用电子对,并且、第一有机化合物与第一无机化合物起到相互作用,形成单占据分子轨道。

[0057] 第二发光器件包括第三电极、第四电极、第三单元、第四单元、第二中间层以及第二层,第四电极与第三电极重叠,第三单元被夹在第四电极与第三电极之间,第四单元被夹在第四电极与第三单元之间,第二中间层被夹在第四单元与第三单元之间,第二层被夹在第二中间层与第三单元之间,第三单元具有发射第三光的功能,第四单元具有发射第四光的功能,第二中间层具有将空穴供应到第四单元的功能,并且第二中间层具有将电子供应到第二层的功能。第二中间层与第一中间层之间有第一间隙,第二层与第一层之间有第二间隙,并且第二层包含第一无机化合物及第一有机化合物。

[0058] 由此,可以抑制流过第一中间层至第二中间层的电流。此外,可以抑制发生第一发光器件与第二发光器件之间的串扰现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0059] 参照附图对实施方式进行详细说明。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。注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的符号来显示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。

[0060] (实施方式1)

在本实施方式中,参照图1说明本发明的一个方式的发光器件550X(i, j)的结构。

[0061] 图1是说明本发明的一个方式的发光器件的结构的截面图。

[0062] <发光器件550X(i, j)的结构例子1>

发光器件550X(i, j)包括电极551X(i, j)、电极552X(i, j)、单元103X(i, j)、单元103X2(i, j)以及中间层106X(i, j)。

[0063] 电极552X(i, j)与电极551X(i, j)重叠,单元103X(i, j)被夹在电极552X(i, j)与电极551X(i, j)之间,单元103X2(i, j)被夹在电极552X(i, j)与单元103X(i, j)之间,并且中间层106X(i, j)具有被夹在单元103X2(i, j)与单元103X(i, j)之间的区域。

[0064] 此外,单元103X(i, j)具有发射光ELX的功能,单元103X2(i, j)具有发射光ELX2的功能。

[0065] 换言之,发光器件550X(i, j)包括在电极551X(i, j)与电极552X(i, j)之间被层叠的多个单元。此外,被层叠的多个单元的个数不局限于2,也可以为3以上。有时将包括被夹在电极551X(i, j)与电极552X(i, j)之间且被层叠的多个单元及被夹在多个单元之间的中

间层106X(i, j)的结构称为叠层型发光器件或串联型发光器件。由此,可以在保持低电流密度的状态下得到高亮度发光。此外,可以提高可靠性。此外,在以一个亮度相比之下,可以降低驱动电压。此外,可以降低功耗。

[0066] <<单元103X(i, j)的结构例子>>

单元103X(i, j)具有单层结构或叠层结构。例如,单元103X(i, j)包括层111X(i, j)、层112X(i, j)以及层113X(i, j)(参照图1)。单元103X(i, j)具有发射光ELX的功能。

[0067] 层111X(i, j)具有被夹在层112X(i, j)与层113X(i, j)之间的区域,层112X(i, j)具有被夹在电极551X(i, j)与层111X(i, j)之间的区域,并且层113X(i, j)具有被夹在电极552X(i, j)与层111X(i, j)之间的区域。

[0068] 例如,可以将选自发光层、空穴传输层、电子传输层以及载流子阻挡层等功能层中的层用于单元103X(i, j)。此外,可以将选自空穴注入层、电子注入层、激子阻挡层以及电荷产生层等功能层中的层用于单元103X(i, j)。

[0069] <<层112X(i, j)的结构例子>>

例如,可以将具有空穴传输性的材料用于层112X(i, j)。此外,可以将层112X(i, j)称为空穴传输层。注意,优选将其带隙大于层111X(i, j)中的发光性材料的材料用于层112X(i, j)。因此,可以抑制从层111X(i, j)所产生的激子向层112X(i, j)的能量转移。

[0070] [具有空穴传输性的材料]

可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料适合用于具有空穴传输性的材料。

[0071] 例如,可以将胺化合物或具有富 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有空穴传输性的材料。具体而言,可以使用具有芳香胺骨架的化合物、具有咪唑骨架的化合物、具有噻吩骨架的化合物、具有呋喃骨架的化合物等。尤其是,具有芳香胺骨架的化合物或具有咪唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。

[0072] 作为具有芳香胺骨架的化合物,例如可以使用4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(简称:PCBASF)等。

[0073] 作为具有咪唑骨架的化合物,例如可以使用1,3-双(N-咪唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咪唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咪唑)(简称:PCCP)等。

[0074] 作为具有噻吩骨架的化合物,例如可以使用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。

[0075] 作为具有呋喃骨架的化合物,例如可以使用4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并

呋喃) (简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等。

[0076] <<层113X(i,j)的结构例子>>

例如,可以将具有电子传输性的材料、具有蒽骨架的材料及混合材料等用于层113X(i,j)。此外,可以将层113X(i,j)称为电子传输层。注意,优选将其带隙大于层111X(i,j)中的发光性材料的材料用于层113X(i,j)。因此,可以抑制从层111X(i,j)所产生的激子向层113X(i,j)的能量转移。

[0077] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0078] 可以将如下材料适合用于具有电子传输性的材料:在电场强度[V/cm]的平方根为600的条件下,电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下的材料。由此,可以控制电子传输层中的电子的传输性。此外,可以控制向发光层的电子注入量。此外,可以防止发光层成为电子过多的状态。

[0079] 作为金属配合物,例如可以使用双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等。

[0080] 作为包括缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物,例如可以使用具有聚唑(polyazole)骨架的杂环化合物、具有二噻骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物、具有三噻骨架的杂环化合物等。尤其是,具有二噻骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。此外,具有二噻(噻啶或吡噻)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,从而可以降低驱动电压。

[0081] 作为具有多唑骨架的杂环化合物,例如可以使用2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)等。

[0082] 作为具有二噻骨架的杂环化合物,例如可以使用2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]噻啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]噻啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]喹啉(简称:4,8mDBtP2Bqn)等。

[0083] 作为具有吡啶骨架的杂环化合物,例如可以使用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。

[0084] 作为具有三噻骨架的杂环化合物,例如可以使用2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(简称:mFBPTzn)、2-[(1,1'-联苯)-4-基]-

4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn-02)等。

[0085] [具有蒽骨架的材料]

可以将具有蒽骨架的有机化合物用于层113X(i,j)。尤其是,可以适合使用具有蒽骨架和杂环骨架的双方的有机化合物。

[0086] 例如,可以使用具有蒽骨架及含氮五元环骨架的双方的有机化合物。此外,可以使用环中包含两个杂原子的含氮五元环骨架和蒽骨架的双方的有机化合物。具体而言,可以将吡唑环、咪唑环、恶唑环、噻唑环等适合用于该杂环骨架。

[0087] 例如,可以使用具有蒽骨架及含氮六元环骨架的双方的有机化合物。此外,可以使用环中包含两个杂原子的含氮六元环骨架和蒽骨架的双方的有机化合物。具体而言,可以将吡嗪环、吡啶环、哒嗪环等适合用于该杂环骨架。

[0088] [混合材料的结构例子]

此外,可以将混合多种物质的材料用于层113X(i,j)。具体而言,可以将包含碱金属、碱金属化合物或碱金属配合物及具有电子传输性的物质的混合材料用于层113X(i,j)。在本说明书等中,有时将上述发光器件称为Recombination-Site Tailoring Injection结构(ReSTI结构)。

[0089] 注意,具有电子传输性的材料的HOMO能级更优选为-6.0eV以上。此外,碱金属、碱金属化合物或碱金属配合物优选以在层113X(i,j)的厚度方向上有浓度差的方式存在。

[0090] 例如,可以使用具有8-羟基喹啉结构的金属配合物。此外,也可以使用具有8-羟基喹啉结构的金属配合物的甲基取代物(例如,2-甲基取代物或5-甲基取代物)等。

[0091] 作为具有8-羟基喹啉结构的金属配合物,可以使用8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、8-羟基喹啉-钠(简称:Naq)等。尤其是,一价的金属离子的配合物中,优选使用锂配合物,更优选使用Liq。

[0092] <<层111X(i,j)的结构例子1>>

例如,可以将发光性材料或者发光性材料及主体材料用于层111X(i,j)。此外,可以将层111X(i,j)称为发光层。优选在空穴与电子再结合的区域中配置层111X(i,j)。由此,可以高效地将载流子复合所产生的能量作为光发射。

[0093] 此外,优选从用于电极等的金属远离的方式配置层111X(i,j)。因此,可以抑制用于电极等的金属发生猝灭现象。

[0094] 此外,优选调节从具有反射性的电极等到层111X(i,j)的距离,以在对应于发光波长的合适位置配置层111X(i,j)。由此,通过利用电极等所反射的光与层111X(i,j)所发射的光的干涉现象,可以相互加强振幅。此外,可以加强规定波长的光来使光谱谱线变窄。此外,可以以较高光强度得到鲜明的发光颜色。换言之,通过在电极等之间的合适位置配置层111X(i,j),可以获得微腔结构。

[0095] 例如,可以将荧光发光物质、磷光发光物质或呈现热活化延迟荧光(TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence)的物质(也被称为TADF材料)用于发光性材料。由此,可以将因载流子的复合而产生的能量从发光性材料作为光ELX射出(参照图1)。

[0096] [荧光发光物质]

可以将荧光发光物质用于层111X(i,j)。例如,可以将下述荧光发光物质用于层111X(i,j)。注意,荧光发光物质不局限于此,可以将各种已知的荧光发光物质用于层111X(i,j)。

[0097] 具体而言,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒎基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒎基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒎-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N,N'-(芘-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。

[0098] 尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等芘二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有高空穴俘获性和良好的发光效率或可靠性,所以是优选的。

[0099] 此外,可以使用N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒎-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒎-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)等。

[0100] 此外,可以使用2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)萘并[1,2-a]荧蒎-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)等。

[0101] [磷光发光物质]

可以将磷光发光物质用于层111X(i, j)。例如,可以将下述磷光发光物质用于层111X(i, j)。注意,磷光发光物质不局限于此,可以将各种已知的磷光发光物质用于层111X(i, j)。

[0102] 例如,可以将如下材料用于层111X(i, j):具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物、具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物、具有咪唑骨架的有机金属铱配合物、具有吸电子基团且以苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物、具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物、具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物、具有吡啶骨架的有机金属铱配合物、稀土金属配合物、铂配合物等。

[0103] [磷光发光物质(蓝色)]

作为具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κN^2]苯基- κC]铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等。

[0104] 作为具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等。

[0105] 作为具有咪唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等。

[0106] 作为以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物等,可以使用双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡唑)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIracac)等。

[0107] 上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在440nm至520nm具有发光波长的峰的化合物。

[0108] [磷光发光物质(绿色)]

作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(mpmpm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(dppm)₂(acac)])等。

[0109] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等。

[0110] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(2-苯基吡啶根- $N, C^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根- $N, C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉- $N, C^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉- $N, C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)₂(acac)])、[2-d3-甲基-8-(2-吡啶基- κ -N)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- κ C]双[2-(5-d3-甲基-2-吡啶基- κN^2)苯基- κ C]铱(III)(简称:[Ir(5mppy-d3)₂(mbfpypy-d3)])、[2-d3-甲基-(2-吡啶基- κ N)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- κ C]双[2-(2-吡啶基- κ N)苯基- κ C]铱(III)(简称:

[Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)])等。

[0111] 作为稀土金属配合物,可以举出三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等。

[0112] 上述物质主要是发射绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm具有发光波长的峰。此外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性或发光效率,所以是特别优选的。

[0113] [磷光发光物质(红色)]

作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(dlnpm)₂(dpm)])等。

[0114] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III)(简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)])等。

[0115] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(1-苯基异喹啉- $N, C^{2'}$)铱(III)(简称:[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉- $N, C^{2'}$)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)₂(acac)])等。

[0116] 作为稀土金属配合物等,可以举出三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮基)(单菲咯啉)铈(III)(简称:[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铈(III)(简称:[Eu(TTA)₃(Phen)])等。

[0117] 作为铂配合物等,可以使用2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:PtOEP)等。

[0118] 上述物质是发射红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm具有发光峰。此外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得红色发光,其具有能够适合用于显示装置的色度。

[0119] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

可以将TADF材料用于层111X(i,j)。例如,可以将以下所示的TADF材料用于发光性材料。注意,不局限于此,可以将各种已知的TADF材料用于发光性材料。

[0120] 由于TADF材料中S1能级与T1能级之差小而可以利用少量热能量将三重激发态反系间窜跃(上转换)为单重激发态。由此,可以高效地从三重激发态生成单重激发态。此外,可以将三重激发态转换成发光。

[0121] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

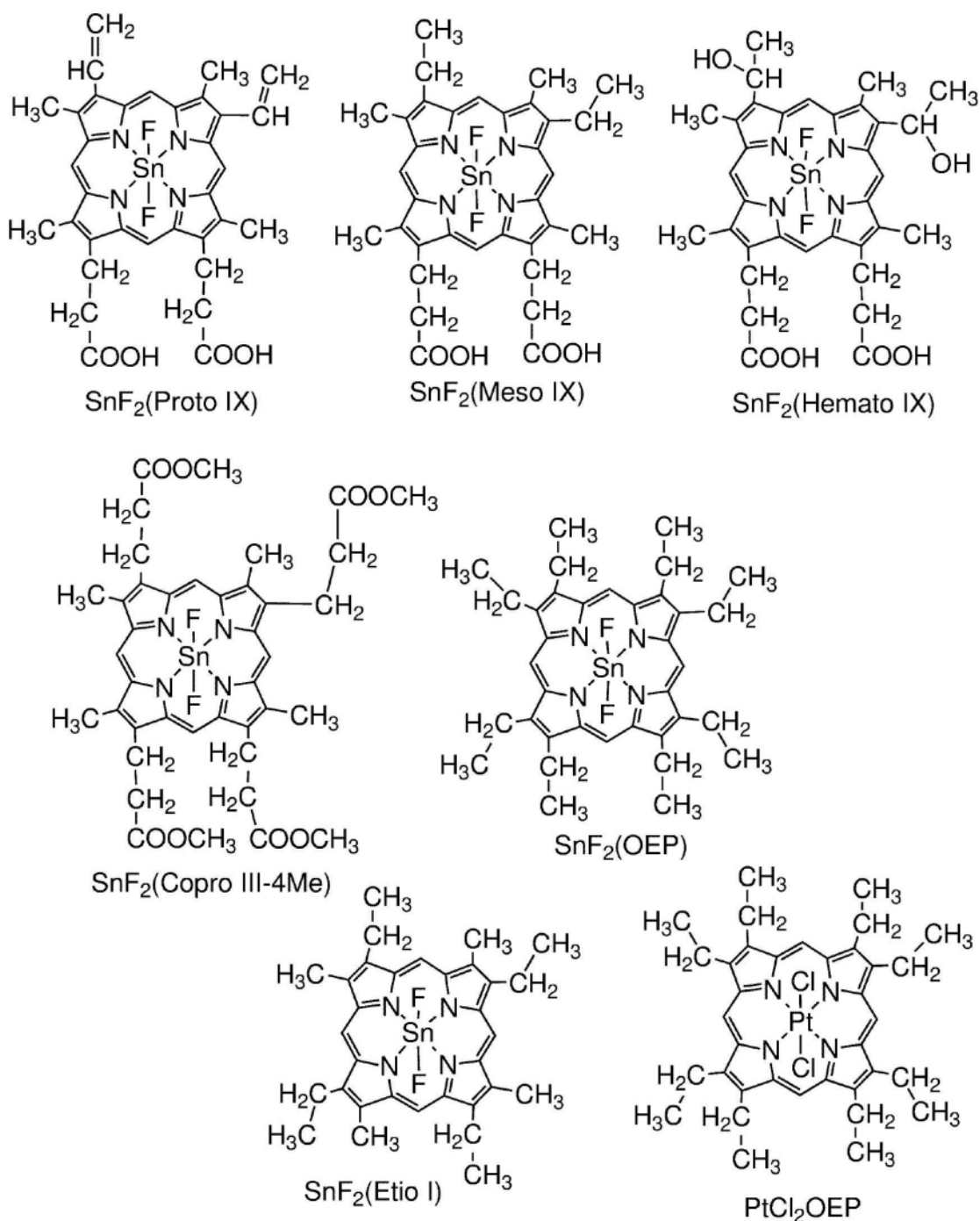
[0122] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为T1能级时,S1与T1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0123] 此外,当使用TADF材料作为发光物质时,主体材料的S1能级优选比TADF材料的S1能级高。此外,主体材料的T1能级优选比TADF材料的T1能级高。

[0124] 例如,可以将富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等用于TADF材料。此外,可以将包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉用于TADF材料。

[0125] 具体而言,可以使用以下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF_2 (Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl_2OEP)等。

[0126] [化学式1]

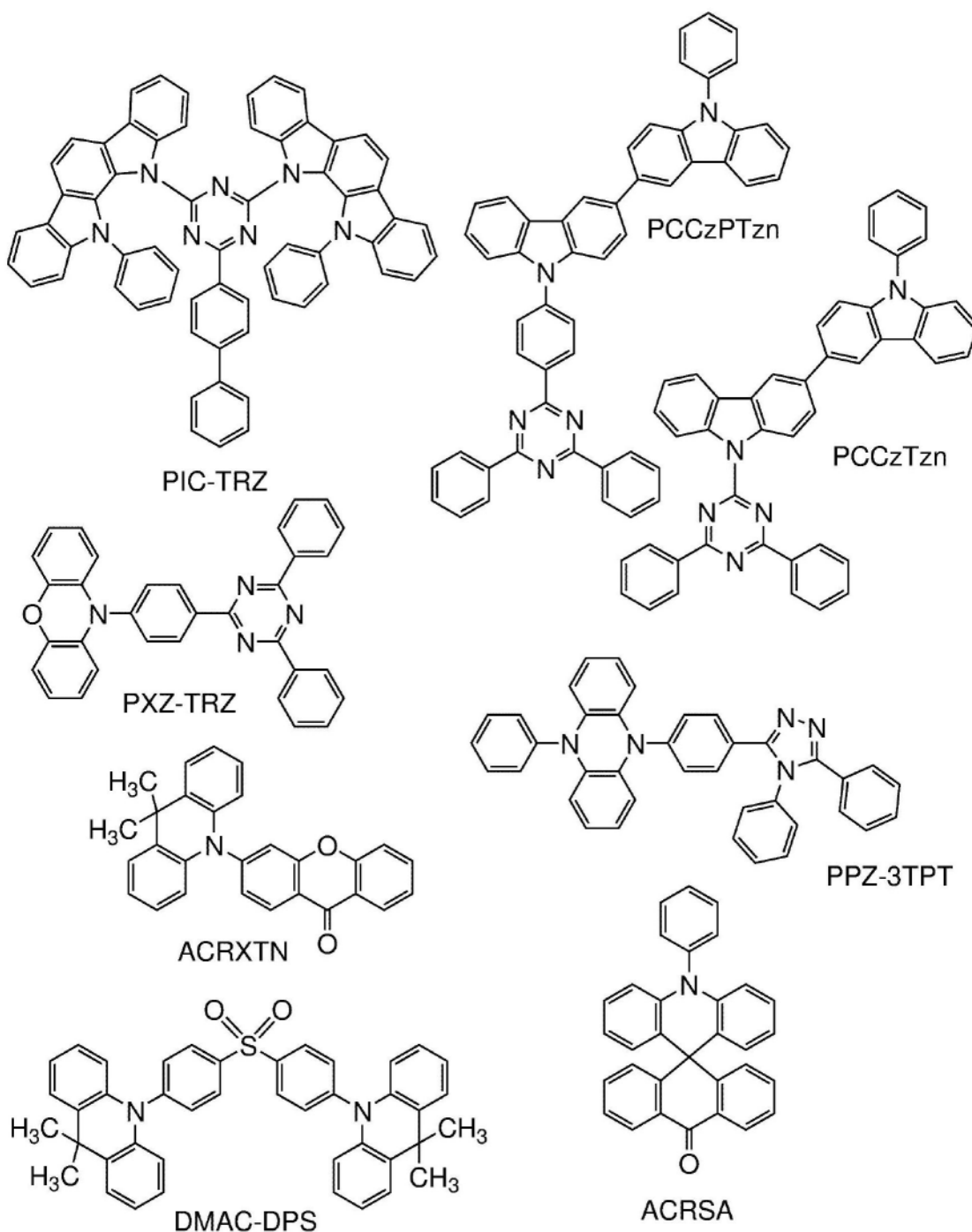


[0127] 此外,例如可以将具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环的一方或双方的杂环化合物用于TADF材料。

[0128] 具体而言,可以使用以下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砜(简称:DMAC-DPS)、

10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等。

[0129] [化学式2]



[0130] 此外,该杂环化合物具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。尤其是,在具有缺 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二噻骨架(噻啶骨架、吡噻骨架、哒噻骨架)及三噻骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并噻啶骨架、苯并噻吩并噻啶骨架、苯并呋喃并吡噻骨架、苯并噻吩并吡噻骨架的受主性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0131] 此外,在具有富 π 电子型杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶噻骨架、吩噻噻骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。此

外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吡咯骨架、咪唑骨架、吡唑骨架、联咪唑骨架、3-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑骨架。

[0132] 在富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环直接键合的物质中,富 π 电子杂芳环的电子供给性和缺 π 电子型杂芳环的电子接受性都高而S1能级与T1能级之间的能量差变小,可以高效地获得热活化延迟荧光,所以是特别优选的。此外,也可以使用键合有如氰基等吸电子基团的芳香环代替缺 π 电子型杂芳环。此外,作为富 π 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩噻骨架等。

[0133] 此外,作为缺 π 电子骨架,可以使用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、噻二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砷骨架等。

[0134] 如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架代替缺 π 电子杂芳环和富 π 电子杂芳环中的至少一个。

[0135] <<层111X(i, j)的结构例子2>>

可以将具有载流子传输性的材料用于主体材料。例如,可以将具有空穴传输性的材料、具有电子传输性的材料、呈现TADF的材料、具有蒽骨架的材料及混合材料等用于主体材料。注意,优选将其带隙大于层111X(i, j)中的发光性材料的材料用于主体材料。因此,可以抑制层111X(i, j)所产生的从激子到主体材料的能量转移。

[0136] [具有空穴传输性的材料]

可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料用于具有空穴传输性的材料。

[0137] 例如,可以将可用于层112X(i, j)的具有空穴传输性的材料用于层111X(i, j)。具体而言,可以将可用于空穴传输层的具有空穴传输性的材料用于层111X(i, j)。

[0138] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0139] 例如,可以将可用于层113X(i, j)的具有电子传输性的材料用于层111X(i, j)。具体而言,可以将可用于电子传输层的具有电子传输性的材料用于层111X(i, j)。

[0140] [具有蒽骨架的材料]

可以将具有蒽骨架的有机化合物用于主体材料。尤其是,在作为发光物质使用荧光发光物质时,具有蒽骨架的有机化合物很合适。由此,可以实现发光效率及耐久性良好的发光器件。

[0141] 作为具有蒽骨架的有机化合物,具有二苯基蒽骨架,尤其是具有9,10-二苯基蒽骨架的有机化合物在化学上稳定,所以是优选的。此外,在主体材料具有咪唑骨架时,空穴的注入及传输性提高,所以是优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。注意,从上述空穴注入及传输性的观点来看,也可以使用苯并芴骨架或二苯并芴骨架代替咪唑骨架。

[0142] 因此,作为主体材料优选使用具有9,10-二苯基蒽骨架和咪唑骨架的物质、具有9,

10-二苯基蒽骨架和苯并咪唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和二苯并咪唑骨架的物质。

[0143] 例如,可以使用6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基]蒽(简称:FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:PCzPA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基(anthracenyl))苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(简称:cgDBCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(简称:PCPN)等。

[0144] 尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性。

[0145] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

可以将TADF材料用于主体材料。TADF材料可以通过反系间窜跃将三重态激发能转换为单重态激发能。此外,载流子优选在TADF材料中再结合。由此,可以高效地通过反系间窜跃将因载流子再结合而产生的三重态激发能转换为单重态激发能。此外,可以将激发能转移到发光物质。换言之,TADF材料被用作能量施主,发光物质被用作能量受主。由此,可以提高发光器件的发光效率。

[0146] 作为能量受主,可以适当地用荧光发光物质。尤其是在TADF材料的S1能级比荧光发光物质的S1能级高的情况下,可以得到高发光效率。此外,TADF材料的T1能级更优选比荧光发光物质的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级更优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0147] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光的TADF材料。由此,激发能容易从TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光。

[0148] 此外,被用作能量受主的荧光发光物质优选包含发光体(发光因素骨架)及位于该发光体周围的保护基。此外,更优选包含多个保护基。由此,可以抑制在TADF材料中生成的三重激发能转移到荧光发光物质的三重激发能。

[0149] 在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。

[0150] 作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架等。尤其是,具有萘骨架、蒽骨架、芴骨架、蒽骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并呋喃骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0151] 此外,作为配置在发光体周围的保护基,优选为不具有 π 键的取代基。例如,优选为饱和烃,具体而言,可以使用甲基、碳原子数为3以上且10以下的具有分支的烷基、形成环的碳原子数为3以上且10以下的取代或未取代的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基作为保护基。不具有 π 键的取代基缺少传输载流子的功能。由此,可以在几乎不影响到载流子传输或载流子复合的状态下使荧光发光物质的发光体远离TADF材料,以适当地设定TADF材料与荧光发光物质的发光体之间的距离。此外,可以抑制基于德克斯特机理的能量转移,并可以促进基于福斯特机理的能量转移。

[0152] 例如,可以将可用于发光性材料的TADF材料用于主体材料。

[0153] [混合材料的结构例子1]

此外,可以将混合多种物质的材料用于主体材料。例如,可以将具有电子传输性的

材料和具有空穴传输性的材料用于混合材料。混合的材料中的具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的重量比例为(具有空穴传输性的材料/具有电子传输性的材料) = (1/19) 以上且 (19/1) 以下即可。由此, 可以容易调整层 111X(i, j) 的载流子传输性。此外, 可以更简便地进行复合区域的控制。

[0154] [混合材料的结构例子2]

可以将混合磷光发光物质的材料用于主体材料。磷光发光物质在作为发光物质使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量施主。

[0155] 在将混合磷光发光物质的材料用于主体材料的情况下, 磷光发光物质优选包含保护基。此外, 更优选包含多个保护基。

[0156] 此外, 作为保护基, 优选为不具有 π 键的取代基。例如, 优选为饱和烃, 具体而言, 可以使用碳原子数为3以上且10以下的具有分支的烷基、形成环的碳原子数为3以上且10以下的取代或未取代的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基作为保护基。不具有 π 键的取代基缺少传输载流子的功能。由此, 可以在几乎不影响到载流子传输或载流子复合的状态下使荧光发光物质的发光体远离磷光发光物质, 以适当地设定磷光发光物质与荧光发光物质的发光体之间的距离。此外, 可以抑制基于德克斯特机理的能量转移, 并可以促进基于福斯特机理的能量转移。

[0157] 基于同样的理由, 在将混合磷光发光物质的材料用于主体材料的情况下, 荧光发光物质优选包含发光体(发光因素骨架) 及位于该发光体周围的保护基。此外, 更优选包含多个保护基。

[0158] [混合材料的结构例子3]

此外, 可以将包含形成激基复合物的材料的混合材料用于主体材料。例如, 可以将所形成的激基复合物的发射光谱与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的材料用于主体材料。因此, 可以使能量转移变得顺利, 从而提高发光效率。此外, 可以抑制驱动电压。通过采用这样的结构, 可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质(磷光材料) 的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer: 激基复合物-三重态能量转移) 的发光。

[0159] 可以将磷光发光物质用于形成激基复合物的材料的至少一个。由此, 可以利用反系间窜跃。或者, 可以高效地将三重激发能转换为单重激发能。

[0160] 作为形成激基复合物的材料的组合, 具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上。或者, 具有空穴传输性的材料的LUMO能级优选为具有电子传输性的材料的LUMO能级以上。由此, 可以高效地形成激基复合物。此外, 材料的LUMO能级及HOMO能级可以从电化学特性(还原电位及氧化电位) 求出。具体而言, 可以利用循环伏安法(CV) 测定法测量还原电位及氧化电位。

[0161] 注意, 激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认: 对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较, 当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰值) 的现象时说明形成有激基复合物。或者, 对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较, 当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分

或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,与对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0162] <<中间层106X(i,j)的结构例子>>

中间层106X(i,j)具有将电子和空穴分别供应到单元103X(i,j)和单元103X2(i,j)中的一个和另一个的功能。此外,中间层106X(i,j)包含未成对电子。

[0163] 中间层106X(i,j)可以使用单层或由多个层构成的叠层。例如,中间层106X(i,j)包括层106X1(i,j)及层106X2(i,j)。层106X2(i,j)被夹在层106X1(i,j)与单元103X2(i,j)之间。

[0164] <<层106X2(i,j)的结构例子>>

例如,可以将如下材料用于层106X2(i,j),即通过施加电压可以对阳极一侧供应电子且对阴极一侧供应空穴的材料。具体而言,可以将电子供应到配置在阳极一侧的单元103X(i,j),并可以将空穴供应到配置在阴极一侧的单元103X2(i,j)。此外,可以将层106X2(i,j)称为电荷产生层。

[0165] 可以将具有受主性的物质用于层106X2(i,j)。此外,也可以将包含多种物质的复合材料用于层106X2(i,j)。

[0166] [具有受主性的物质]

可以将有机化合物及无机化合物用于具有受主性的物质。具有受主性的物质借助于施加电场而能够从相邻的空穴传输层或具有空穴传输性的材料抽出电子。

[0167] 例如,可以将具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物用于具有受主性的物质。此外,具有受主性的有机化合物可以利用蒸镀容易地形成。因此,可以提高发光器件的生产率。

[0168] 具体而言,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)、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。

[0169] 尤其是,HAT-CN这样的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热稳定,所以是优选的。

[0170] 此外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高,所以是优选的。

[0171] 具体而言,可以使用 α,α',α'' -1,2,3-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 α,α',α'' -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0172] 此外,可以将钼氧化物或钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等用于具有受主性的物质。

[0173] 此外,可以使用酞菁类配合物化合物如酞菁(简称: H_2Pc)或铜酞菁($CuPc$)等;具有芳香胺骨架的化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:

DNTPD)等。

[0174] 此外,可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子等。

[0175] [复合材料的结构例子1]

此外,可以将包含具有受主性的物质及具有空穴传输性的材料的复合材料用于层106X2(i,j)。

[0176] 例如,可以将具有芳香胺骨架的化合物、咪唑衍生物、芳烃、具有乙烯基的芳烃、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等用于复合材料中的具有空穴传输性的材料。此外,可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料适合用于复合材料中的具有空穴传输性的材料。

[0177] 此外,可以将具有较深HOMO能级的物质适合用于复合材料中的具有空穴传输性的材料。具体而言,HOMO能级优选为-5.7eV以上且-5.3eV以下。由此,可以容易将空穴注入到单元103X2(i,j)。此外,可以容易将空穴注入到层112X2(i,j)。此外,可以提高发光器件的可靠性。

[0178] 作为具有芳香胺骨架的化合物,例如可以使用N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。

[0179] 作为咪唑衍生物,例如可以使用3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCN1)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0180] 作为芳烃,例如可以使用2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒎(简称:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒎、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒎(简称:DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒎(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒎(简称:DNA)、9,10-二苯基蒎(简称:DPAnth)、2-叔丁基蒎(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒎(简称:DMNA)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒎、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒎、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒎、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒎、9,9'-联蒎、10,10'-二苯基-9,9'-联蒎、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒎、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒎、蒎、并四苯、红荧烯、花、2,5,8,11-四(叔丁基)花、并五苯、晕苯等。

[0181] 作为具有乙烯基的芳烃,例如可以使用4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒎(简称:DPVPA)等。

[0182] 作为高分子化合物,例如可以使用聚(N-乙烯基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPE)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酸酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。

[0183] 此外,例如可以将具有咪唑骨架、二苯并咪唑骨架、二苯并噻吩骨架及蒎骨架中的

任意个的物质适合用于复合材料的具有空穴传输性的材料。此外,可以使用如下物质,即包含具有包括二苯并呋喃环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺的物质。注意,当使用包括N,N-双(4-联苯)氨基的物质时,可以提高发光器件的可靠性。

[0184] 作为这些材料,例如可以使用N-(4-联苯)-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)-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)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯基(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAPβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)-三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNB)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-二苯基-4'-(2-萘基)-4''-{9-(4-联苯基)咔唑}三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺双[9H-苄]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双(4-联苯基)-9,9'-螺双[9H-苄]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双(1,1'-联苯-4-基)-9,9'-螺双[9H-苄]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双[9H-苄]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(二苯并呋喃-4-基)-9,9-二甲基-9H-苄-2-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基苄-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苄-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基苄-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二苄-2-胺(简称:PCBASF)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-苄-2-胺(简称:PCBBiF)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-1-胺等。

[0185] <<层106X1(i,j)的结构例子>>

例如,可以将具有电子传输性的材料用于层106X1(i,j)。此外,可以将层106X1(i,j)称为电子中继层。通过使用层106X1(i,j),可以使接触于层106X1(i,j)的阳极侧的层远离接触于层106X1(i,j)的阴极侧的层。此外,可以减轻接触于层106X1(i,j)的阳极侧的层和接触于层106X1(i,j)的阴极侧的层间的相互作用。由此,可以向接触于层106X1(i,j)的阳极侧的层顺利地供应电子。

[0186] 可以将如下物质适合用于层106X1(i,j),即其LUMO能级位于接触于层106X1(i,j)的阳极侧的层中的具有受体性的物质的LUMO能级与接触于层106X1(i,j)的阴极侧的层中的物质的LUMO能级间的物质。

[0187] 例如,可以将如下材料用于层106X1(i,j),即在-5.0eV以上,优选在-5.0eV以上且-3.0eV以下,更优选在-4.0eV以上且-3.3eV以下的范围内具有LUMO能级的材料。

[0188] 此外,可以使用包含未成对电子的材料。具体而言,可以将酞菁类材料用于层106X1(i,j)。此外,可以将具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物用于层106X1(i,j)。

[0189] <<单元103X2(i,j)的结构例子1>>

单元103X2(i,j)具有单层结构或叠层结构。例如,单元103X2(i,j)包括层111X2(i,j)、层112X2(i,j)以及层113X2(i,j)(参照图1)。单元103X(i,j)具有发射光ELX的功能。

[0190] 层111X2(i,j)具有被夹在层112X2(i,j)与层113X2(i,j)之间的区域,层112X2(i,j)具有被夹在中间层106X(i,j)与层111X2(i,j)之间的区域,并且层113X2(i,j)具有被夹在电极552X(i,j)与层111X2(i,j)之间的区域。

[0191] 例如,可以将选自发光层、空穴传输层、电子传输层以及载流子阻挡层等功能层中的层用于单元103X2(i,j)。此外,可以将选自空穴注入层、电子注入层、激子阻挡层以及电荷产生层等功能层中的层用于单元103X2(i,j)。

[0192] 此外,可以将可用于单元103X(i,j)的结构应用于单元103X2(i,j)。

[0193] 例如,可以将与应用于单元103X(i,j)的结构相同的结构应用于单元103X2(i,j)。此外,可以将改变了单元103X(i,j)的部分厚度的结构应用于单元103X2(i,j)。由此,可以调整从具有反射性的电极等至层111X2(i,j)的距离。此外,通过利用电极等所反射的光与层111X2(i,j)所发射的光的干涉现象,可以相互加强振荡。此外,可以构成微小谐振器结构(微腔结构)。

[0194] <<单元103X2(i,j)的结构例子2>>

例如,可以将虽然与单元103X(i,j)不同但发射具有与单元103X(i,j)所发射的光ELX相同的色相的光的结构应用于单元103X2(i,j)。

[0195] 具体而言,可以将与层111X(i,j)不同的结构应用于层111X2(i,j)。例如,一方使用荧光发光物质,另一方使用磷光发光物质。

[0196] 此外,具体而言,可以将与层112X(i,j)不同的结构应用于层112X2(i,j)。

[0197] 此外,具体而言,可以将与层113X(i,j)不同的结构应用于层113X2(i,j)。

[0198] <<单元103X2(i,j)的结构例子3>>

例如,可以将发射具有与单元103X(i,j)所发射的光ELX不同的色相的光的结构应用于单元103X2(i,j)。

[0199] 具体而言,例如,可以使用发射黄色光的单元103X(i,j)及发射蓝色光的单元103X2(i,j)。此外,可以使用发射红色光及绿色光的单元103X(i,j)和发射蓝色光的单元

103X2(i, j)。因此,就可以提供一种发射所希望的颜色光的发光器件。例如可以提供一种发射白色光的发光器件。

[0200] <发光器件550X(i, j)的结构例子2>

此外,发光器件550X(i, j)包括电极551X(i, j)、电极552X(i, j)、单元103X(i, j)、单元103X2(i, j)、中间层106X(i, j)以及层105X2(i, j)。

[0201] 层105X2(i, j)具有被夹在单元103X(i, j)与中间层106X(i, j)之间的区域。

[0202] <<层105X2(i, j)的结构例子>>

例如,可以将具有电子注入性的材料用于层105X2(i, j)。此外,可以将层105X2(i, j)称为电子注入层。

[0203] 此外,层105X2(i, j)包含未成对电子,该未成对电子被电子自旋共振波谱仪(ESR)检测出的自旋密度为 1×10^{16} spins/cm³以上且 1×10^{18} spins/cm³以下。此外,该未成对电子的g值在2.003以上且2.004以下的范围。

[0204] 此外,在大气中放置24小时之后该未成对电子被电子自旋共振波谱仪(ESR)检测出的自旋密度为初始的50%以上。例如,放置时间是指在破坏所制造的发光器件的密封结构之后放置的时间。

[0205] 由此,可以降低在从中间层106X(i, j)向层105X2(i, j)注入电子时存在于两者之间的障壁。此外,可以增加在形成层105X2(i, j)之后可以采用的加工工序的选项。例如,可以改进耐热处理工序的特性。例如,还可以改进耐受药液处理工序的特性。例如,在将中间层106X(i, j)形成在层105X2(i, j)上之后,可以使用光刻法将中间层106X(i, j)及层105X2(i, j)加工为规定形状。例如,在形成单元103X2(i, j)之后,可以使用光刻法将单元103X2(i, j)、中间层106X(i, j)、层105X2(i, j)以及单元103X2(i, j)加工为规定形状。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0206] 例如,可以将包含具有电子传输性的有机化合物及具有施主性的无机化合物的混合材料用于层105X2(i, j)。

[0207] [具有电子传输性的有机化合物的结构例子1]

可以将包含非共用电子对的有机化合物用于具有电子传输性的有机化合物。该有机化合物与具有施主性的无机化合物到相互作用,形成单占据分子轨道。

[0208] 例如,作为包含非共用电子对的有机化合物,可以使用4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二噻喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变温度(Tg),从而具有高耐热性。

[0209] [具有电子传输性的有机化合物的结构例子2]

此外,可以将具有缺 π 电子杂芳环的有机化合物用于层105X2(i, j)。具体而言,可以使用具有吡啶环、二嗪环(噻啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。

[0210] 此外,可以将最低未占据分子轨道(LUMO)能级在-3.6eV以上且-2.3eV以下的范围的有机化合物用于层105X2(i, j)。一般来说,可以利用循环伏安法(CV)测定法、光电子能谱法、光吸收能谱法及逆光电子能谱法等估计有机化合物的HOMO能级及LUMO能级。

[0211] [无机化合物的结构例子1]

可以将包含金属元素及氧的无机化合物用作具有施主性的无机化合物。例如,可以使用包含碱金属及氧的无机化合物。此外,可以使用包含碱土金属及氧的无机化合物。尤其是,优选使用包含Li及氧的无机化合物。

[0212] 由此,可以控制发光器件的驱动电压。此外,可以控制显示装置的功耗。其结果是,提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0213] <发光器件550X(i, j)的结构例子3>

发光器件550X(i, j)包括电极551X(i, j)、电极552X(i, j)、单元103X(i, j)以及层104X(i, j)。

[0214] 层104X(i, j)具有被夹在电极551X(i, j)与单元103X(i, j)之间的区域。

[0215] <<电极551X(i, j)的结构例子>>

例如,可以将导电材料用于电极551X(i, j)。具体而言,可以将包含金属、合金或导电化合物的膜的单层或叠层用于电极551X(i, j)。

[0216] 例如,可以将高效地反射光的膜用于电极551X(i, j)。具体而言,可以将包含银及铜等的合金、包含银及钯等的合金或铝等金属膜用于电极551X(i, j)。

[0217] 此外,例如可以将使光的一部分透过并反射光的其他部分的金属膜用于电极551X(i, j)。由此,可以使发光器件550X(i, j)具有微腔结构。此外,与其他的光相比可以更高效地取出规定波长的光。此外,可以取出光谱的半宽窄的光。此外,可以取出鲜明的颜色的光。

[0218] 此外,例如可以将对可见光具有透光性的膜用于电极551X(i, j)。具体而言,可以将薄到透射光的程度的金属膜、合金膜或导电氧化物膜的单层或叠层用于电极551X(i, j)。

[0219] 尤其是,优选将具有4.0eV以上的功函数的材料用于电极551X(i, j)。

[0220] 例如,可以使用包含铟的导电氧化物。具体而言,可以使用氧化铟、氧化铟-氧化锡(简称:ITO)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO)、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(简称:IWZO)等。

[0221] 此外,例如可以使用包含锌的导电氧化物。具体而言,可以使用氧化锌、添加有镓的氧化锌、添加有铝的氧化锌等。

[0222] 此外,例如可以使用金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,可以使用石墨烯。

[0223] <<层104X(i, j)的结构例子>>

例如,例如,可以将具有空穴注入性的材料用于层104X(i, j)。此外,可以将层104X(i, j)称为空穴注入层。

[0224] 具体而言,可以将具有受主性的物质用于层104X(i, j)。此外,可以将包含多种物质的复合材料用于层104X(i, j)。由此,例如可以容易从电极551X(i, j)注入空穴。此外,可以降低发光器件的驱动电压。

[0225] [具有受主性的物质]

例如,可以将可用于层106X2(i, j)的具有受主性的物质用于层104X(i, j)。

[0226] [复合材料的结构例子1]

此外,例如,可以将包含具有受主性的物质及具有空穴传输性的材料的复合材料用于层104X(i, j)。具体而言,可以将可用于层106X2(i, j)的复合材料用于层104X(i, j)。此外,包含该复合材料的层106X2(i, j)的电阻率为 $1 \times 10^2 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上且 $1 \times 10^8 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以

下。

[0227] 由此,可以容易将空穴注入到单元103X(i,j)。此外,可以容易将空穴注入到层112X(i,j)。此外,可以提高发光器件的可靠性。

[0228] 此外,在将包含碱金属、碱金属化合物或碱金属配合物及具有电子传输性的物质的混合材料用于层113X(i,j)的情况下,优选将该复合材料用于层104X(i,j)。尤其是,可以将具有-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深HOMO能级HM1的具有空穴传输性的材料和具有受主性的物质的复合材料用于层104X(i,j)。由此,可以提高发光器件的可靠性。

[0229] 此外,可以将该混合材料用于层113X(i,j),将该复合材料用于层104X(i,j),并将具有相对于上述较深HOMO能级HM1在-0.2eV以上且0eV以下的范围的HOMO能级HM2的物质用于层112X(i,j)。由此,可以进一步提高发光器件的可靠性。

[0230] [复合材料的结构例子2]

例如,可以将包含具有受体性的物质、具有空穴传输性的材料及碱金属的氟化物或碱土金属的氟化物的复合材料用作具有空穴注入性的材料。尤其是,可以适合使用氟原子的原子比率为20%以上的复合材料。因此,可以降低层104X(i,j)的折射率。此外,可以在发光器件内部形成折射率低的层。此外,可以提高发光器件的外部量子效率。

[0231] <发光器件550X(i,j)的结构例子4>

此外,发光器件550X(i,j)包括电极551X(i,j)、电极552X(i,j)、单元103X2(i,j)以及层105X(i,j)。

[0232] 电极552X(i,j)具有与电极551X(i,j)重叠的区域,单元103X2(i,j)具有被夹在电极552X(i,j)与电极551X(i,j)之间的区域。此外,层105X(i,j)具有被夹在电极552X(i,j)与单元103X2(i,j)之间的区域。

[0233] <<电极552X(i,j)的结构例子>>

例如,可以将导电材料用于电极552X(i,j)。具体而言,可以将包含金属、合金或导电化合物的膜的单层或叠层用于电极552X(i,j)。

[0234] 例如,可以将可以用于电极551X(i,j)的材料用于电极552X(i,j)。尤其是,优选将与电极551X(i,j)相比低功函数的材料用于电极552X(i,j)。具体而言,可以使用具有3.8eV以下的功函数的材料。

[0235] 例如,可以将属于元素周期表中的第1族的元素、属于元素周期表中的第2族的元素、稀土金属及包含它们的合金用于电极552X(i,j)。

[0236] 具体而言,可以将锂(Li)、铯(Cs)等、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)等、铕(Eu)、镱(Yb)等及包含它们的合金(MgAg、AlLi)用于电极552X(i,j)。

[0237] <<层105X(i,j)的结构例子>>

例如,可以将具有电子注入性的材料用于层105X(i,j)。此外,可以将层105X(i,j)称为电子注入层。

[0238] 具体而言,可以将具有施主性的物质用于层105X(i,j)。或者,可以将具有施主性的物质及具有电子传输性的材料的复合材料用于层105X(i,j)。或者,可以将电子化合物用于层105X(i,j)。由此,例如可以从电极552X(i,j)容易注入电子。或者,除了功函数较小的材料以外,还可以将功函数较大的材料用于电极552X(i,j)。或者,不依赖于功函数,可以从宽范围的材料中选择用于电极552X(i,j)的材料。具体而言,可以将Al、Ag、ITO、包含硅或氧

化硅的氧化镧-氧化锡等用于电极552X(i, j)。此外,可以降低发光器件的驱动电压。

[0239] [具有施主性的物质]

例如,可以将碱金属、碱土金属、稀土金属或它们的化合物(氧化物、卤化物、碳酸盐等)用作具有施主性的物质。此外,可以将四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物用作具有施主性的物质。

[0240] 作为碱金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐),可以使用氧化锂、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、碳酸锂、碳酸铯、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等。

[0241] 作为碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐),可以使用氟化钙(CaF₂)等。

[0242] [复合材料的结构例子1]

此外,可以将复合多种物质的材料用于具有电子注入性材料。例如,可以将具有施主性的物质及具有电子传输性的材料用于复合材料。

[0243] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0244] 具体而言,可以将可用于单元103X(i, j)的具有电子传输性的材料用于复合材料。

[0245] [复合材料的结构例子2]

此外,可以将微晶状态的碱金属的氟化物和具有电子传输性的材料用于复合材料。此外,可以将微晶状态的碱土金属的氟化物及具有电子传输性的材料用于复合材料。尤其是,可以适合使用包含50wt%以上的碱金属的氟化物或碱土金属的氟化物的复合材料。此外,可以适合使用包含具有联吡啶骨架的有机化合物的复合材料。因此,可以降低层105的折射率。此外,可以提高发光器件的外部量子效率。

[0246] [复合材料的结构例子3]

例如,可以将包含具有非共用电子对的第一有机化合物及第一金属的复合材料用于层105X(i, j)。此外,第一有机化合物的电子数与第一金属的电子数的总和优选为奇数。此外,相对于第一有机化合物1摩尔的第一金属的摩尔比率优选为0.1以上且10以下,更优选为0.2以上且2以下,进一步优选为0.2以上且0.8以下。

[0247] 由此,包含非共用电子对的第一有机化合物可以与第一金属起到相互作用,形成单占据分子轨道(SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital)。此外,在将电子从电极552X(i, j)注入到层105X(i, j)的情况下,可以降低两者之间存在的势垒。此外,第一金属与水或氧之间的反应性较弱,由此可以提高发光器件的抗湿性。

[0248] 此外,可以在层105X(i, j)中使用一种复合材料,其中通过电子自旋共振(ESR: Electron Spin Resonance)测量的层105X(i, j)的自旋密度优选为 1×10^{16} spins/cm³以上,更优选为 5×10^{16} spins/cm³以上,进一步优选为 1×10^{17} spins/cm³以上。

[0249] [包含非共用电子对的有机化合物]

例如,可以将具有电子传输性的材料用于具有非共用电子对的有机化合物。例如,可以使用具有缺 π 电子杂芳环的化合物。具体而言,可以使用具有吡啶环、二噁环(噻啶环、吡噻环、哒噻环)以及三噻环中的至少一个的化合物。由此,可以降低发光器件的驱动电压。

[0250] 此外,具有非共用电子对的有机化合物的最低未占据分子轨道(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)优选为-3.6eV以上且-2.3eV以下。一般来说,可以使用循

环伏安法(CV)、光电子能谱法、光吸收能谱法、逆光电子能谱法等估计有机化合物的HOMO及LUMO能级。

[0251] 例如,作为具有非共用电子对的有机化合物,可以使用4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二噻喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变温度(Tg),从而具有高耐热性。

[0252] 此外,例如,作为具有非共用电子对的有机化合物,可以使用铜酞菁。铜酞菁的电子数为奇数。

[0253] [第一金属]

例如,在具有非共用电子对的第一有机化合物的电子数为偶数的情况下,可以将属于元素周期表中的奇数族的金属及第一有机化合物的复合材料用于层105X(i,j)。

[0254] 例如,第7族金属的锰(Mn)、第9族金属的钴(Co)、第11族金属的铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)、第13族金属的铝(Al)、铟(In)都属于元素周期表中的奇数族。此外,与第7族或第9族元素相比,第11族元素具有低熔点,适合用于真空蒸镀。尤其是,Ag的熔点低,因此这是优选的。

[0255] 通过将Ag用于电极552X(i,j)及层105X(i,j),可以提高层105X(i,j)与电极552X(i,j)的贴紧性。

[0256] 此外,在具有非共用电子对的第一有机化合物的电子数为奇数的情况下,可以将属于元素周期表中的偶数族的第一金属及第一有机化合物的复合材料用于层105X(i,j)。例如,第8族金属的铁(Fe)属于元素周期表中的偶数族。

[0257] [电子化合物]

例如,可以将对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等用于具有电子注入性的材料。

[0258] 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。

[0259] (实施方式2)

在本实施方式中,参照图2A至图5C说明本发明的一个方式的显示装置的结构。

[0260] 图2A及图2B是说明本发明的一个方式的显示装置的结构图。图2A是说明本发明的一个方式的显示装置的俯视图,图2B是说明显示装置的一部分的俯视图。

[0261] 图3是说明本发明的一个方式的显示装置的像素的电路图。

[0262] 图4A及图4B是说明本发明的一个方式的显示装置的结构截面图。图4A是说明图2A所示的截断线a1-a2处、截断线a3-a4处以及一组像素703(i,j)的截面的图。图4B是说明可用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管的截面图。

[0263] 图5A至图5C是说明本发明的一个方式的显示装置的结构图。图5A是说明本发明的一个方式的显示装置的一部分的立体图,图5B是沿图5A所示的像素的截断线Y1-Y2处、截断线Y3-Y4处的截面图,并且图5C是沿图5A所示的像素的截断线X1-X2处的截面图。

[0264] 图6是说明本发明的一个方式的显示装置的一组像素的结构截面图。

[0265] 注意,在本说明书中,有时将取1以上的整数的值的变数用于符号。例如,有时将包含取1以上的整数的值的变数p的(p)用于指定最大为p个构成要素中的任一个的符号的一

部分。此外,例如,有时将包含取1以上的整数的值的变数 m 及变数 n 的 (m,n) 用于指定最大为 $m \times n$ 个构成要素中的任一个的符号的一部分。

[0266] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精细金属掩模)而制造的器件称为具有MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,将不使用金属掩模或FMM而制造的器件称为具有MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0267] 在本说明书等中,有时将在各颜色的发光器件(这里为蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))中分别形成发光层或分别涂布发光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。此外,在本说明书等中,有时将可发射白色光的发光器件称为白色发光器件。白色发光器件通过与着色层(例如,滤色片)组合来实现全彩色显示的显示装置。

[0268] 此外,发光器件大致可以分为单结构和串联结构。单结构的器件优选具有如下结构:在一对电极间包括一个发光单元,而且该发光单元包括一个以上的发光层。为了得到白色发光,以两个以上的发光层的各发光处于补色关系的方式选择发光层即可。例如,通过使第一发光层的发光颜色与第二发光层的发光颜色处于补色关系,可以得到在发光器件整体上以白色发光的结构。此外,包括三个以上的发光层的发光器件也是同样的。

[0269] 串联结构的器件优选具有如下结构:在一对电极间包括两个以上的多个发光单元,而且各发光单元包括一个以上的发光层。为了得到白色发光,采用组合从多个发光单元的发光层发射的光来得到白色发光的结构即可。注意,得到白色发光的结构与单结构中的结构同样。此外,在串联结构的器件中,优选在多个发光单元间设置电荷产生层等中间层。

[0270] 此外,在对上述白色发光器件(单结构或串联结构)和SBS结构的发光器件进行比较的情况下,可以使SBS结构的发光器件的功耗比白色发光器件低。想要降低功耗的器件优选采用SBS结构的发光器件。另一方面,白色发光器件的制造工艺比SBS结构的发光器件简单,由此可以降低制造成本或者提高制造成品率,所以是优选的。

[0271] <显示装置700的结构例子1>

显示装置700具有显示区域231,显示区域231包括一组像素703(i,j)(参照图2A)。此外,显示区域231还包括相邻的一组像素703(i,j)与一组像素703($i+1,j$)(参照图2B)。

[0272] <<显示区域231的结构例子1>>

例如,显示区域231每英寸包括500个以上的一群一组像素。此外,每英寸包括1000个以上、优选为5000个以上、更优选为10000个以上的一群一组像素。由此,例如可以在将显示装置700用于护目镜型显示装置时减轻纱门效应。

[0273] <<显示区域231的结构例子2>>

例如,显示区域231包括多个像素。例如,显示区域231在行方向上包括7600个以上的像素,在列方向上包括4300个以上的像素。具体而言,在行方向上包括7680个像素,在列方向上包括4320个像素。由此,可以显示清晰图像。

[0274] <<像素703(i,j)的结构例子1>>

可以将多个像素用于像素703(i,j)(参照图2B)。例如,可以使用显示色相不同的颜色的多个像素。注意,可以将多个像素的每一个换称为子像素。此外,可以以多个子像素为一组而将其换称为像素。

[0275] 由此,可以对该多个像素所显示的颜色进行加法混色或减法混色。此外,可以显示用各个像素不能显示的色相的颜色。

[0276] 具体而言,可以将显示蓝色的像素702B(i,j)、显示绿色的像素702G(i,j)及显示红色的像素702R(i,j)用于像素703(i,j)。此外,可以将像素702B(i,j)、像素702G(i,j)及像素702R(i,j)的每一个换称为子像素。

[0277] 此外,例如,可以对上述一组追加显示白色等的像素等而将其用于像素703(i,j)。此外,可以将显示青色的像素、显示品红色的像素及显示黄色的像素用于像素703(i,j)。

[0278] 此外,例如,可以对上述一组追加发射红外线的像素而将其用于像素703(i,j)。具体而言,可以将发射一种光的像素用于像素703(i,j),该光包括波长为650nm以上且1000nm以下的光。

[0279] <显示装置700的结构例子2>

显示装置700包括发光器件550G(i,j)及发光器件550B(i,j)(参照图4A)。此外,显示装置700包括基材510、功能层520、绝缘膜705以及基材770。

[0280] 发光器件550G(i,j)及发光器件550B(i,j)被夹在基材770与功能层520之间。

[0281] 功能层520被夹在基材770与基材510之间。此外,绝缘膜705被夹在功能层520与基材770之间,并且绝缘膜705具有贴合功能层520与基材770的功能。

[0282] 功能层520包括像素电路530G(i,j)及像素电路530B(i,j)。像素电路530G(i,j)与发光器件550G(i,j)通过开口部591G电连接,像素电路530B(i,j)与发光器件550B(i,j)通过开口部591B电连接。

[0283] 此外,显示装置通过基材770显示信息(参照图图4A)。换言之,发光器件550G(i,j)向没有配置功能层520的方向发射光。此外,可以将发光器件550G(i,j)称为顶部发射型发光器件。

[0284] 基材510包括驱动电路GD及端子519B。虽然未图示,但是基材510还包括驱动电路SD。

[0285] <<驱动电路GD的结构例子>>

驱动电路GD具有供应第一选择信号及第二选择信号的功能。例如,驱动电路GD与导电膜G1(i)及导电膜G2(i)电连接并分别供应第一选择信号及第二选择信号。

[0286] <<驱动电路SD的结构例子>>

驱动电路SD具有供应图像信号及控制信号的功能,控制信号具有第一电平及第二电平。例如,驱动电路SD与导电膜S1g(j)及导电膜S2g(j)电连接并分别供应图像信号及控制信号。

[0287] <显示装置700的结构例子3>

显示装置700包括导电膜G1(i)、导电膜G2(i)、导电膜S1g(j)、导电膜S2g(j)、导电膜ANO及导电膜VCOM2(参照图3)。

[0288] 例如,导电膜G1(i)被供应第一选择信号,导电膜G2(i)被供应第二选择信号,导电膜S1g(j)被供应图像信号,导电膜S2g(j)被供应控制信号。

[0289] <<像素703(i,j)的结构例子2>>

一组像素703(i,j)包括像素702G(i,j)(参照图2B)。像素702G(i,j)包括像素电路530G(i,j)及发光器件550G(i,j)(参照图3)。

[0290] <<像素电路530G(i,j)的结构例子1>>

像素电路530G(i,j)被供应第一选择信号,像素电路530G(i,j)根据第一选择信号

取得图像信号。例如,可以使用导电膜G1(i)供应第一选择信号(参照图3)。或者,可以使用导电膜S1g(j)供应图像信号。注意,可以将供应第一选择信号且使像素电路530G(i,j)取得图像信号的工作称为“写入”。

[0291] <<像素电路530G(i,j)的结构例子2>>

像素电路530G(i,j)包括开关SW21、开关SW22、晶体管M21、电容器C21及节点N21(参照图3)。此外,像素电路530G(i,j)包括节点N22、电容器C22及开关SW23。

[0292] 晶体管M21包括与节点N21电连接的栅电极、与发光器件550G(i,j)电连接的第一电极、与导电膜AN0电连接的第二电极。

[0293] 开关SW21具有与节点N21电连接的第一端子、与导电膜S1g(j)电连接的第二端子以及具有根据导电膜G1(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。

[0294] 开关SW22具有与导电膜S2g(j)电连接的第一端子及具有根据导电膜G2(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。

[0295] 电容器C21包括与节点N21电连接的导电膜、与开关SW22的第二电极电连接的导电膜。

[0296] 由此,可以将图像信号储存在节点N21中。此外,可以使用开关SW22改变节点N21的电位。此外,可以使用节点N21的电位控制发光器件550G(i,j)所发射的光的强度。

[0297] <<晶体管M21的结构例子>>

可以将底栅型晶体管或顶栅型晶体管等用于功能层520。具体而言,可以将晶体管用于开关。

[0298] 晶体管包括半导体膜508、导电膜504、导电膜512A及导电膜512B(参照图4B)。晶体管例如形成在绝缘膜501C上。

[0299] 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。

[0300] 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。

[0301] 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具有栅极绝缘膜的功能。

[0302] 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。

[0303] 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。

[0304] 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的半导体膜相同的组成。

[0305] <<半导体膜508的结构例子1>>

例如,可以将包含第14族元素的半导体用于半导体膜508。具体而言,可以将包含硅的半导体用于半导体膜508。

[0306] [氢化非晶硅]

例如,可以将氢化非晶硅用于半导体膜508。或者,可以将微晶硅等用于半导体膜

508。由此,例如,可以提供与将多晶硅用于半导体膜508的功能面板相比显示不均匀较少的功能面板。或者,容易实现功能面板的大型化。

[0307] [多晶硅]

例如,可以将多晶硅用于半导体膜508。由此,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的场效应迁移率。或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的驱动能力。或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的像素开口率。

[0308] 或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的可靠性。

[0309] 或者,例如,可以使制造晶体管时需要的温度比使用单晶硅的晶体管低。

[0310] 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。

[0311] [单晶硅]

例如,可以将单晶硅用于半导体膜508。由此,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的功能面板高的清晰度。或者,例如,可以提供与将多晶硅用于半导体膜508的功能面板相比显示不均匀较少的功能面板。或者,例如,可以提供智能眼镜或头戴显示器。

[0312] <<半导体膜508的结构例子2>>

例如,可以将金属氧化物用于半导体膜508。由此,与利用例如将硅用于半导体膜的晶体管的像素电路相比,可以延长像素电路能够保持图像信号的时间。具体而言,可以抑制闪烁的发生,并以低于30Hz、优选为低于1Hz、更优选为低于1次/分的频率供应选择信号。其结果是,可以降低数据处理装置的使用者的眼睛疲劳。此外,可以降低用于驱动的功耗。

[0313] 例如,可以利用使用氧化物半导体的晶体管。具体而言,可以将包含铟的氧化物半导体、包含铟、镓及锌的氧化物半导体或包含铟、镓、锌及锡的氧化物半导体用于半导体膜。

[0314] 例如,可以使用关闭状态时的泄漏电流比将硅用于半导体膜的晶体管小的晶体管。具体而言,可以将半导体膜中使用氧化物半导体的晶体管用于开关等。由此,与将使用硅的晶体管用于开关的电路相比,可以以更长的时间保持浮动节点的电位。

[0315] <<半导体膜508的结构例子3>>

例如,可以将化合物半导体用于晶体管的半导体。具体而言,可以使用包含镓、砷的半导体。

[0316] 例如,可以将有机半导体用于晶体管的半导体。具体而言,可以将包含聚并苯类或石墨烯的有机半导体用于半导体膜。

[0317] <<发光器件550G(i, j)的结构例子1>>

发光器件550G(i, j)与像素电路530G(i, j)电连接(参照图3)。此外,发光器件550G(i, j)根据节点N21的电位进行工作。

[0318] 发光器件550G(i, j)包括电极551G(i, j)及电极552G(i, j)。电极551G(i, j)与像素电路530G(i, j)电连接,电极552G(i, j)与导电膜VCOM2电连接。

[0319] 例如,可以将有机电致发光元件、无机电致发光元件、发光二极管或QDLED(Quantum Dot LED:量子点发光二极管)等用于发光器件550G(i, j)。

[0320] <显示装置700的结构例子4>

本实施方式中说明的显示装置700包括一组像素703(i, j) (参照图5A)。

[0321] <<一组像素703(i, j)的结构例子>>

一组像素703(i, j)包括像素702G(i, j)、像素702B(i, j)以及像素702R(i, j)。

[0322] 像素702G(i, j)包括发光器件550G(i, j), 像素702B(i, j)包括发光器件550B(i, j), 并且像素702R(i, j)包括发光器件550R(i, j)。

[0323] 例如, 可以在截断线X1-X2方向上以间距为 $2.8\mu\text{m}$ 的方式配置发光器件。此外, 可以在截断线Y3-Y4方向上以间距为 $8.4\mu\text{m}$ 的方式配置发光器件。此外, 可以将发光器件之间的间隙设定为 $0.55\mu\text{m}$ 。由此, 可以提高显示装置的清晰度。此外, 可以提高开口率。

[0324] <<发光器件550G(i, j)的结构例子2>>

发光器件550G(i, j)包括电极551G(i, j)、电极552G(i, j)、单元103G(i, j)、单元103G2(i, j)、中间层106G(i, j)、层105G2(i, j)以及层104G(i, j) (参照图5B)。

[0325] 导电膜552包括电极552G(i, j), 导电膜552与导电膜VCOM2电连接。

[0326] <<发光器件550B(i, j)的结构例子1>>

在发光器件550B(i, j)与发光器件550G(i, j)之间有绝缘膜573 (参照图5C)。

[0327] <<绝缘膜573的结构例子1>>

例如, 可以将绝缘性无机材料、绝缘性有机材料或包含无机材料及有机材料的绝缘性复合材料用于绝缘膜573。

[0328] 具体而言, 可以将无机氧化物膜、无机氮化物膜、无机氧氮化物膜等或层叠有选自这些材料中的多个材料的叠层材料用于绝缘膜573。

[0329] 例如, 可以将包含氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化铝膜等或层叠有选自这些膜中的多个材料的叠层材料的膜用于绝缘膜573。氮化硅膜是致密的膜, 具有优良的抑制杂质扩散的功能。

[0330] 例如, 可以将聚酯、聚烯烃、聚酰胺、聚酰亚胺、聚碳酸酯、聚硅氧烷或丙烯酸树脂等或选自上述树脂中的多个树脂的叠层材料或复合材料等用于绝缘膜573。

[0331] <<绝缘膜573的结构例子2>>

绝缘膜573包括绝缘膜573(1)及绝缘膜573(2)。

[0332] 例如, 可以将绝缘性无机材料用于绝缘膜573(1)。具体而言, 可以将氧化铝用于绝缘膜573(1)。例如, 可以将通过利用化学气相沉积法或原子层沉积法(ALD: Atomic Layer Deposition)等形成的致密膜用作绝缘膜573(1)。

[0333] 此外, 例如, 可以将绝缘性有机材料用于绝缘膜573(2)。具体而言, 可以将聚酰亚胺树脂或丙烯酸树脂用于绝缘膜573(2)。此外, 可以将具有感光性的材料用于绝缘膜573(2)。

[0334] <<发光器件550R(i, j)的结构例子1>>

此外, 发光器件550R(i, j)与发光器件550G(i, j)之间有绝缘膜573。

[0335] <显示装置700的结构例子5>

显示装置700包括发光器件550G(i, j)及发光器件550B(i, j) (参照图5C及图6)。此外, 包括发光器件550R(i, j)。

[0336] <<发光器件550G(i, j)的结构例子3>>

发光器件550G(i, j)包括电极551G(i, j)、电极552G(i, j)、单元103G(i, j)、单元

103G2(i, j)、中间层106G(i, j)以及层105G2(i, j)。此外,单元103G(i, j)及单元103G2(i, j)具有发射绿色相的光的结构。

[0337] 例如,可以将在实施方式1中说明的发光器件550X(i, j)的结构应用于发光器件550G(i, j)。具体而言,可以将用来说明发光器件550X(i, j)的符号“X”换称为“G”来对发光器件550G(i, j)进行说明。

[0338] <<发光器件550B(i, j)的结构例子2>>

发光器件550B(i, j)包括电极551B(i, j)、电极552B(i, j)、单元103B(i, j)、单元103B2(i, j)、中间层106B(i, j)以及层105B2(i, j)。此外,单元103B(i, j)及单元103B2(i, j)具有发射蓝色相的光的结构。

[0339] 例如,可以将在实施方式1中说明的发光器件550X(i, j)的结构应用于发光器件550B(i, j)。具体而言,可以将用来说明发光器件550X(i, j)的符号“X”换称为“B”来对发光器件550B(i, j)进行说明。

[0340] <<发光器件550R(i, j)的结构例子2>>

发光器件550R(i, j)包括电极551R(i, j)、电极552R(i, j)、单元103R(i, j)、单元103R2(i, j)、中间层106R(i, j)以及层105R2(i, j)。此外,单元103R(i, j)及单元103R2(i, j)具有发射红色相的光的结构。

[0341] 例如,可以将在实施方式1中说明的发光器件550X(i, j)的结构应用于发光器件550R(i, j)。具体而言,可以将用来说明发光器件550X(i, j)的符号“X”换称为“R”来对发光器件550R(i, j)进行说明。

[0342] <<中间层106G(i, j)、中间层106B(i, j)、中间层106R(i, j)的结构例子>>

在中间层106B(i, j)与中间层106G(i, j)之间有间隙106GB(i, j)(参照图6)。由此,可以抑制流过中间层106G(i, j)与中间层106B(i, j)间的电流。此外,可以抑制发生在发光器件550G(i, j)与发光器件550B(i, j)间的串扰现象。

[0343] 此外,在中间层106R(i, j)与中间层106G(i, j)间有间隙106RG(i, j)。由此,可以抑制流过中间层106R(i, j)与中间层106G(i, j)间的电流。此外,可以抑制发生在发光器件550R(i, j)与发光器件550G(i, j)间的串扰现象。

[0344] <<层105G2(i, j)、层105B2(i, j)、层105R2(i, j)的结构例子>>

在层105B2(i, j)与层105G2(i, j)间有间隙105GB2(i, j)(参照图6)。

[0345] 此外,在层105R2(i, j)与层105G2(i, j)间有间隙105RG2(i, j)。

[0346] <<层104G(i, j)、层104B(i, j)、层104R(i, j)的结构例子>>

在中间层104B(i, j)与中间层104G(i, j)之间有间隙104GB(i, j)(参照图6)。由此,可以抑制流过中间层104G(i, j)与中间层104B(i, j)间的电流。此外,可以抑制发生在发光器件550G(i, j)与发光器件550B(i, j)间的串扰现象。

[0347] 此外,在中间层104R(i, j)与中间层104G(i, j)间有间隙104RG(i, j)。由此,可以抑制流过中间层104R(i, j)与中间层104G(i, j)间的电流。此外,可以抑制发生在发光器件550R(i, j)与发光器件550G(i, j)间的串扰现象。

[0348] 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。

[0349] (实施方式3)

在本实施方式,参照图7至图12B对本发明的一个方式的显示装置及显示系统进行

说明。

[0350] 图7是说明本发明的一个方式的显示装置的结构方框图。

[0351] 图8是说明图7所示的显示部的结构方框图。

[0352] 图9是说明本发明的一个方式的显示装置的结构方框图。

[0353] 图10A及图10B是说明图9所示的像素的结构方框图。

[0354] 图11是说明本发明的一个方式的显示装置的结构方框图。

[0355] 图12A是校正方法的流程图,图12B是说明校正方法的示意图。

[0356] <显示装置的结构例子1>

然后,图7示出用来说明显示装置10中的各结构的方框图。显示装置包括驱动电路40、功能电路50及显示部60。

[0357] <<驱动电路40的结构例子1>>

作为一个例子,驱动电路40包括栅极驱动器41及源极驱动器42。栅极驱动器41具有驱动用来向像素电路62R、62G、62B输出信号的多个栅极线GL的功能。源极驱动器42具有驱动用来向像素电路62R、62G、62B输出信号的多个源极线SL的功能。此外,驱动电路40将用来由像素电路62R、62G、62B进行显示的电压通过多个布线供应到像素电路62R、62G、62B。

[0358] <<功能电路50的结构例子1>>

功能电路50包括CPU51,可以将CPU51用于数据的运算处理。此外,CPU51包括CPU核心53。CPU核心53包括用来暂时保持运算处理所使用的数据的触发器80。触发器80包括多个扫描触发器81,各扫描触发器81与设置在显示部60中的备份电路82电连接。在触发器80与备份电路82之间进行扫描触发器的数据(备份数据)的输入及输出。

[0359] <<显示部60>>

参照图7及图8说明显示部60内的备份电路82及子像素的像素电路62R、62G、62B的配置的结构例子。

[0360] 图8示出在显示部60中多个像素61被配置为矩阵状的结构。像素61除了像素电路62R、62G、62B之外还包括备份电路82。如上所述,备份电路82及像素电路62R、62G、62B都可以由OS晶体管构成,因此可以配置在相同像素内。

[0361] 显示部60包括设置有像素电路62R、62G、62B、备份电路82的多个像素61。如图8所说明,备份电路82不一定需要配置在作为反复单位的像素61内。可以根据显示部60的形状、像素电路62R、62G、62B的形状等自由地配置。

[0362] <显示装置的结构例子2>

图9是示意性地示出作为本发明的一个方式的显示装置的显示装置10的结构例子的方框图。显示装置10包括层20及层30,层30例如可以层叠设置在层20的上方。在层20与层30之间可以设置层间绝缘体或用来电连接不同层间的导电体。

[0363] <<层20>>

在层20中设置的晶体管例如可以为在沟道形成区域中包含硅的晶体管(也称为Si晶体管),例如可以为在沟道形成区域中包含单晶硅的晶体管。尤其是,当作为在层20中设置的晶体管使用在沟道形成区域中包含单晶硅的晶体管时,可以增大该晶体管的通态电流。由此,可以高速地驱动层20所包括的电路,所以是优选的。此外,因为Si晶体管可以通过沟道长度为3nm至10nm的微型加工来形成,所以可以实现设置有CPU、GPU等加速器、应用处

理器等显示装置10。

[0364] 层20中设置有驱动电路40及功能电路50。层20的Si晶体管可以增大该晶体管的通态电流。因此可以使各电路高速驱动。

[0365] <<驱动电路40的结构例子2>>

驱动电路40包括用来驱动像素电路62R、62G、62B的栅极线驱动电路、源极线驱动电路等。作为一个例子，驱动电路40包括用来驱动显示部60的像素61的栅极线驱动电路及源极线驱动电路。通过将驱动电路40配置在与设置有显示部的层30不同的层20中，可以增大层30中的显示部的占有面积。此外，驱动电路40也可以包括被用作接口的LVDS (Low Voltage Differential Signaling: 低压差分信号) 电路或D/A (Digital to Analog: 模拟数字) 转换电路等，该接口用来从显示装置10的外部接收图像数据等数据。层20的Si晶体管可以增大该晶体管的通态电流。此外，也可以根据各电路的工作速度而使Si晶体管的沟道长度或沟道宽度等不同。

[0366] <<层30>>

作为设置在层30的晶体管，例如可以使用OS晶体管。尤其是，作为OS晶体管优选使用在沟道形成区域中包括包含铟、元素M (元素M是铝、镓、铊或锡)、锌中的至少一个的氧化物的晶体管。这种OS晶体管具有关态电流极低的特性。因此，尤其是，当作为设置在显示部所包括的像素电路中的晶体管使用OS晶体管时，可以长期保持写入到像素电路的模拟数据，所以是优选的。

[0367] 层30中设置有包括多个像素61的显示部60。像素61中设置有控制红色、绿色、蓝色的发光的像素电路62R、62G、62B。像素电路62R、62G、62B被用作像素61的子像素。因为像素电路62R、62G、62B包括OS晶体管，所以可以长期保持写入到像素电路的模拟数据。此外，层30所包括的像素61中各自设置有备份电路82。注意，有时将备份电路称为存储电路或存储器电路。此外，在触发器80与备份电路之间进行扫描触发器的数据 (备份数据BD) 的输入及输出。

[0368] <<像素电路的结构例子1>>

图10A及图10B示出可用作像素电路62R、62G、62B的像素电路62的结构例子及与像素电路62连接的发光元件70。图10A是示出各元件的连接图，图10B是示意性地示出驱动电路40、像素电路62及发光元件70的上下关系的图。

[0369] 在本说明书等中，有时可以将“元件”换称为“器件”。例如，可以将显示元件、发光元件及液晶元件例如换称为显示器件、发光器件及液晶器件。

[0370] 图10A及图10B所例示的像素电路62包括开关SW21、开关SW22、晶体管M21及电容器C21。开关SW21、开关SW22、晶体管M21可以由OS晶体管构成。开关SW21、开关SW22、晶体管M21的各OS晶体管优选包括背栅电极，此时可以具有向背栅电极供应与栅电极相同的信号的结构或向背栅电极供应与栅电极不同的信号的结构。

[0371] 晶体管M21包括与开关SW21电连接的栅电极、与发光元件70电连接的第一电极及与导电膜AN0电连接的第二电极。导电膜AN0是用来供应电位的布线，该电位用来向发光元件70供应电流。

[0372] 开关SW21包括与晶体管M21的栅电极电连接的第一端子、与源极线SL电连接的第二端子以及具有基于栅极线GL1的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。

[0373] 开关SW22包括与布线V0电连接的第一端子、与发光元件70电连接的第二端子以及具有基于栅极线GL2的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。布线V0是用来供应基准电位的布线及用来将流过像素电路62的电流输出到驱动电路40或功能电路50的布线。

[0374] 电容器C21包括与晶体管M21的栅电极电连接的导电膜及与开关SW22的第二电极电连接的导电膜。

[0375] 发光元件70包括与晶体管M21的第一电极电连接的第一电极及与导电膜VCOM电连接的第二电极。导电膜VCOM是一种布线,该布线用来供应用来向发光元件70供应电流的电位。

[0376] 由此,可以根据被供应晶体管M21的栅电极的图像信号控制发光元件70所发射的光的强度。此外,可以根据通过开关SW22被供应的布线V0的基准电位使流过发光元件70的电流增大。此外,通过由外部电路监视流过布线V0的电流,可以估计流过发光元件的电流。由此,可以检测像素的缺陷等。

[0377] <<像素电路的结构例子2>>

在图10B所例示的结构中,可以缩短电连接像素电路62与驱动电路40的布线,由此可以减小该布线的布线电阻。因此,由于可以高速进行数据的写入,所以可以高速驱动显示装置10。由此,即便显示装置10所包括的像素61很多也可以确保充分的帧期间,由此可以提高显示装置10的像素密度。此外,通过提高显示装置10的像素密度,可以提高显示装置10所显示的图像的分辨率。例如,可以将显示装置10的像素密度设定为1000ppi以上、5000ppi以上或7000ppi以上。因此,显示装置10例如可以为AR或VR用显示装置,可以适当地用于HMD等显示部与使用者的距离较近的电子设备。

[0378] 在图10B中,栅极线GL1、栅极线GL2、导电膜VCOM、布线V0、导电膜ANO及源极线SL从像素电路62下方的驱动电路40通过布线被供应信号,但是本发明的一个方式不局限于此。例如,也可以将供应驱动电路40的信号及电压的布线引绕到显示部60的外周部,而与在层30中配置为矩阵状的各像素电路62电连接。此时,将驱动电路40所包括的栅极驱动器41设置在层30中的结构是有效的。就是说,栅极驱动器41的晶体管为OS晶体管的结构是有效的。将驱动电路40所包括的源极驱动器42的功能的一部分设置在层30中的结构是有效的。例如,在层30中设置将源极驱动器42所输出的信号分配于各源极线的解复用器的结构是有效的。解复用器的晶体管为OS晶体管的结构是有效的。

[0379] <<备份电路82>>

例如,包括OS晶体管的存储器适于备份电路82。由于OS晶体管具有关态电流极小的特点,由OS晶体管构成的备份电路具有如下优点:可以根据要进行备份的数据来抑制电压下降;在数据的保持中几乎不消耗电力等。包括OS晶体管的备份电路82可以设置在配置有多个像素61的显示部60中。图9示出各像素61中设置有备份电路82的状态。

[0380] 由OS晶体管构成的备份电路82可以与包括Si晶体管的层20层叠地设置。既可以与像素61内的子像素同样地将备份电路82配置为矩阵状,又可以对多个像素设置一个备份电路82。就是说,备份电路82可以配置在层30内而不被像素61的配置限制。因此,备份电路82可以提高显示部/电路布局的自由度且不使电路面积增加的方式配置,从而可以增大运算处理所需要的备份电路82的存储容量。

[0381] <显示装置的结构例子3>

图11示出上面说明的显示装置10所包括的各构成要素的变形例子。

[0382] 图11所示的显示装置10A的方框图相当于对图7的显示装置10中的功能电路50追加加速器52的结构。

[0383] 加速器52被用作人工神经网络NN的积和运算处理的专用运算电路。在利用加速器52的运算中,可以进行校正上述显示不良的处理或通过对显示数据进行上转换等来校正图像的轮廓的处理等。此外,通过采用在利用加速器52进行运算处理时对CPU51进行电源门控的结构,可以实现低功耗化。

[0384] <显示系统的结构例子>

此外,本发明的一个方式的显示装置可以层叠有像素电路和功能电路,因此可以使用设在像素电路的下部的功能电路检测不良像素。通过使用该不良像素的信息,可以校正因不良像素引起的显示缺陷并进行正常的显示。

[0385] 以下示出的校正方法的一部分也可以由设在显示装置的外部的电路执行。此外,校正方法的一部分也可以由显示装置10的功能电路50执行。

[0386] 以下示出更具体的校正方法的例子。图12A为以下说明的校正方法的流程图。

[0387] 首先,在步骤S1开始校正工作。

[0388] 接着,在步骤S2,读出像素的电流。例如,可以以将电流输出到与像素电连接的监控线的方式驱动各像素。

[0389] 接着,在步骤S3,将读出的电流转换为电压。此时,在后面的处理使用数字信号的情况下,可以在步骤S3转换为数字数据。例如,通过使用模拟-数字转换电路(ADC),可以将模拟数据转换为数字数据。

[0390] 接着,在步骤S4,根据所获取的数据获取各像素的像素参数。作为像素参数,例如可以举出驱动晶体管的阈值电压或场效应迁移率、发光元件的阈值电压、规定电压中的电流值等。

[0391] 接着,在步骤S5,根据像素参数判断各像素是否为异常。例如,在像素参数值超过(或低于)规定阈值时,将该像素判断为异常像素。

[0392] 作为异常像素,可以举出相对于输入的数据电位而言亮度明显偏低的暗点缺陷或亮度明显偏高的亮点缺陷等。

[0393] 在步骤S5,可以识别并获取异常像素的地址及缺陷的种类。

[0394] 接着,在步骤S6,进行校正处理。

[0395] 使用图12B说明校正处理的一个例子。图12B示意性地示出 3×3 个像素。在此,将中央的像素设为暗点缺陷的像素61D。在图12B中,示意性地示出像素61D关灯而其附近的像素61N以规定亮度点亮的状态。

[0396] 暗点缺陷是指即使做出提高输入到像素的数据电位的校正,像素的亮度也不会达到正常亮度的缺陷。于是,如图12B所示,对暗点缺陷的像素61D附近的像素61N进行提高亮度的校正。由此,即使发生了暗点缺陷,也可以显示正常的图像。

[0397] 注意,在缺陷为亮点缺陷的情况下,通过降低附近像素的亮度,可以使亮点缺陷变得不明显。

[0398] 特别是,在具有高清晰度(例如1000ppi以上)的显示装置的情况下,由于很难将每

一个像素分开并查看,所以使用这种在附近的像素补充异常像素的校正方法是特别有效的。

[0399] 另一方面,优选对暗点缺陷、亮点缺陷等异常像素以不输入数据电位的方式进行校正。

[0400] 如此,可以对各像素设定校正参数。通过将校正参数用于输入的图像数据,可以生成用来在显示装置10上显示最佳图像的校正图像数据。

[0401] 此外,不仅是异常像素及其附近的像素,由于在没有被判断为异常像素的像素中也存在像素参数的偏差,所以在显示图像时,有时会观察到起因于该偏差的不均匀。在此,可以对没有被判断为异常像素的像素设定校正参数,以消除(均衡化)像素参数的偏差。例如,可以根据一部分像素或所有像素的像素参数的中央值或平均值等设定基准值,对于规定像素的像素参数,将用来消除与基准值的差分的校正值设定为该像素的校正参数。

[0402] 此外,作为异常像素附近的像素的校正数据,优选设定考虑了补充异常像素的校正量和消除像素参数的偏差的校正量两者的校正数据。

[0403] 接着,在步骤S7,结束校正工作。

[0404] 后面可以根据通过上述校正工作获取的校正数据和被输入的图像数据进行图像的显示。

[0405] 注意,作为校正工作之一,也可以使用神经网络。当在上述显示校正系统中基于人工神经网络进行运算时,反复进行积和运算。在使用加速器52的运算中,可以因上述显示不良而进行校正。此外,通过采用在利用加速器52进行运算处理时对CPU51进行电源门控的结构,可以实现低功耗化。作为该神经网络,例如可以根据通过机械学习得到的推测结果决定校正参数。例如,可以通过基于人工神经网络诸如深度神经网络(DNN)、卷积神经网络(CNN)、递归神经网络(RNN)、自动编码器、深度玻尔兹曼机(DBM)、深度置信网络(DBN)等执行运算来进行估计。在使用神经网络决定校正参数时,即使不使用用来进行校正的详细算法,也可以进行高精度的校正,从而使异常像素不明显。

[0406] 以上是校正方法的说明。

[0407] 此外,在上述CPU51中,由显示校正系统进行的用来校正流过像素的电流的运算可以将运算过程中的数据作为备份数据持续保持。由此,在基于人工神经网络的运算等运算量庞大的运算处理的方面上是特别有效的。此外,通过将CPU51用作应用处理器,通过组合使帧频为可变的驱动等,除了减少显示不良之外还可以实现低功耗化。

[0408] 本实施方式可以与其他实施方式的记载适当地组合。

[0409] (实施方式4)

在本实施方式中,对本发明的一个方式的显示装置10的截面结构例子进行说明。

[0410] <显示装置的结构例子1>

图13是示出显示装置10的结构例子的截面图。显示装置10包括绝缘体421及基材770,绝缘体421与基材770由密封剂712贴合。作为像素电路优选使用OS晶体管。此外,驱动电路的至少一部分也可以使用OS晶体管构成。此外,功能电路的至少一部分也可以使用OS晶体管构成。此外,也可以外装驱动电路的至少一部分。此外,也可以外装功能电路的至少一部分。

[0411] <<绝缘体421、绝缘体214、绝缘体216>>

作为绝缘体421,可以使用玻璃衬底、蓝宝石衬底等各种绝缘体衬底。绝缘体421上设有绝缘体214,绝缘体214上设有绝缘体216。

[0412] <<绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274、绝缘体281>>

绝缘体216上设有绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281。

[0413] 绝缘体421、绝缘体214、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281被用作层间膜,并且也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0414] <<绝缘体361>>

绝缘体281上设有绝缘体361。绝缘体361中嵌入导电体317及导电体337。这里,可以使导电体337的顶面的高度与绝缘体361的顶面的高度大致相同。

[0415] <<绝缘体363>>

导电体337及绝缘体361上设置有绝缘体363。绝缘体363中嵌入导电体347、导电体353、导电体355及导电体357。在此,可以使导电体353、导电体355及导电体357的顶面的高度与绝缘体363的顶面的高度大致相同。

[0416] 绝缘体363中嵌入导电体341、导电体343及导电体351。在此,可以使导电体351的顶面的高度与绝缘体363的顶面的高度大致相同。

[0417] 绝缘体361及绝缘体363也可以被用作层间膜,并且被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。例如,为了提高绝缘体363的顶面的平坦性,可以通过利用化学机械抛光(CMP:Chemical Mechanical Polishing)法等平坦化处理使其平面平坦化。

[0418] <<接続电极760>>

在导电体353、导电体355、导电体357及绝缘体363上设置有连接电极760。此外,以与连接电极760电连接的方式设置有各向异性导电体780,并以与各向异性导电体780电连接的方式设置有FPC(Flexible Printed Circuit:柔性电路板)716。通过使用FPC716,可以从显示装置10的外部向显示装置10供应各种信号等。

[0419] 在图13中,作为具有电连接连接电极760和导电体347的功能的导电体示出导电体353、导电体355及导电体357的三个导电体,本发明的一个方式不局限于此。具有电连接连接电极760和导电体347的功能的导电体的个数可以为一个、两个、四个以上。通过设置具有电连接连接电极760和导电体347的功能的多个导电体,可以降低接触电阻。

[0420] <<晶体管750>>

绝缘体214上设有晶体管750。晶体管750可以是设在实施方式3所示的层30的晶体管。例如,可以是设在像素电路62的晶体管。作为晶体管750,可以适当地使用0S晶体管。0S晶体管具有关态电流极小的特点。由此,可以长时间保持图像数据等,从而可以降低刷新工作的频率。由此,可以降低显示装置10的功耗。

[0421] 此外,晶体管750可以是设在备份电路82的晶体管。作为晶体管750,可以适当地使用0S晶体管。0S晶体管具有关态电流极小的特点。因此,即使在停止电源电压的共享的期间,也可以持续保持触发器中的数据。因此,可以实现CPU的常关闭工作(间歇地停止电源电压的工作)。由此,可以降低显示装置10的功耗。

[0422] 在绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281中嵌入导电体301a及导电体301b。导电体301a与晶体管750的源极和漏极中的一个电连接,导电体301b与晶体管750的

源极和漏极中的另一个电连接。在此,可以使导电体301a及导电体301b的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度大致相同。

[0423] 在绝缘体361中嵌入导电体311、导电体313、导电体331、电容器790、导电体333及导电体335。导电体311及导电体313与晶体管750电连接用作布线。导电体333及导电体335与电容器790电连接。在此,可以使导电体331、导电体333及导电体335的顶面的高度与绝缘体361的顶面的高度大致相同。

[0424] <<电容器790>>

如图13所示,电容器790包括下部电极321及上部电极325。此外,下部电极321与上部电极325之间设置有绝缘体323。也就是说,电容器790具有一对电极间夹有用作介电体的绝缘体323的叠层型结构。此外,虽然图13示出绝缘体281上设置有电容器790的例子,但是也可以在与绝缘体281不同的绝缘体上设置电容器790。

[0425] 图13示出导电体301a、导电体301b及导电体305形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体311、导电体313、导电体317及下部电极321形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体331、导电体333、导电体335及导电体337形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体341、导电体343及导电体347形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体351、导电体353、导电体355及导电体357形成在同一层中的例子。通过在同一层中形成多个导电体,可以简化显示装置10的制造工序,由此可以减少显示装置10的制造成本。此外,它们也可以分别形成在不同的层中并含有不同种类的材料。

[0426] <<发光元件70>>

图13所示的显示装置10包括发光元件70。发光元件70包括导电体772、EL层786及导电体788。EL层786包含有机化合物或量子点等无机化合物。

[0427] 作为可用于有机化合物的材料,可以举出荧光性材料或磷光性材料等。此外,作为可用作量子点的材料,可以举出胶状量子点材料、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。

[0428] 此外,显示装置10的亮度例如可以为 $500\text{cd}/\text{m}^2$ 以上,优选为 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 以上且 $10000\text{cd}/\text{m}^2$ 以下,更优选为 $2000\text{cd}/\text{m}^2$ 以上且 $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 以下。

[0429] 此外,导电体772通过导电体351、导电体341、导电体331、导电体313及导电体301b电连接于晶体管750的源极和漏极中的另一个。导电体772形成在绝缘体363上,并被用作像素电极。

[0430] 导电体772可以使用对可见光具有透光性的材料或具有反射性的材料。作为透光性材料,例如,可以使用含有铟、锌、锡等的氧化物材料。作为反射性材料,例如,可以使用含有铝、银等材料。

[0431] 此外,发光元件70包括透光性导电体788,可以为顶部发射结构的发光元件。此外,发光元件70也可以采用向导电体772一侧射出光的底部发射结构或者向导电体772及导电体788的两侧射出光的双面发射结构。

[0432] 发光元件70可以具有光学微腔谐振器(微腔)结构。由此,可以提取规定颜色的光(例如RGB),从而显示装置10能够显示高亮度图像。此外,可以降低显示装置10的功耗。

[0433] <<遮光层738、绝缘体734>>

在基材770一侧设置有遮光层738及与遮光层738接触的绝缘体734。遮光层738具

有遮蔽从相邻区域发射的光的功能。此外,遮光层738具有防止外光到达晶体管750等的功能。

[0434] <<绝缘体730>>

在图13所示的显示装置10中,在绝缘体363上设置有绝缘体730。在此,绝缘体730可以覆盖导电体772的一部分。虽然在本实施方式中设置绝缘体730,但是不局限于此。例如,也可以不设置绝缘体730。在不设置绝缘体730的情况下,可以提高显示装置的开口率,所以这是优选的。

[0435] 此外,遮光层738包括与绝缘体730重叠的区域。此外,遮光层738被绝缘体734覆盖。此外,密封层732填充发光元件70与绝缘体734之间的空间。

[0436] <<结构体778>>

再者,绝缘体730与EL层786之间设置有结构体778。此外,绝缘体730与绝缘体734之间设置有结构体778。

[0437] 注意,虽然图13中没有进行图示,显示装置10可以设置偏振构件、相位差构件、抗反射构件等的光学构件(光学衬底)等。

[0438] 此外,可以设置着色层。着色层具有与发光元件70重叠的区域。通过设置着色层,可以提高从发光元件70提取的光的色纯度。因此,显示装置10能够显示高质量图像。此外,因为显示装置10中的所有发光元件70例如可以为发射白色光的发光元件,所以不需要分别涂布形成EL层786,可以实现高清晰的显示装置10。

[0439] <显示装置的结构例子2>

图14是示出显示装置10的结构例子的截面图。显示装置10包括衬底701及基材770,衬底701和基材770由密封剂712贴合。图14所示的显示装置10与图13所示的显示装置10的不同之处在于:包括晶体管601。

[0440] <<衬底701>>

作为衬底701,可以使用单晶硅衬底等单晶半导体衬底。此外,也可以使用单晶半导体衬底以外的半导体衬底作为衬底701。

[0441] 衬底701上设有晶体管441及晶体管601。晶体管441及晶体管601可以是设在实施方式3所示的层20的晶体管。例如,可以用于层20中的驱动电路40的晶体管或者功能电路50的晶体管。

[0442] <<晶体管441>>

晶体管441由用作栅电极的导电体443、用作栅极绝缘体的绝缘体445及衬底701的一部分构成,并包括含有沟道形成区的半导体区域447、用作源区和漏区中的一个的低电阻区域449a及用作源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b。晶体管441可以为p沟道型或n沟道型。

[0443] 晶体管441与其他晶体管由元件分离层403电分离。图14示出晶体管441与晶体管601由元件分离层403电分离的情况。元件分离层403可以利用LOCOS(LOCal Oxidation of Silicon:硅局部氧化)法或STI(Shallow Trench Isolation:浅沟槽隔离)法等形成。

[0444] 在此,在图14所示的晶体管441中,半导体区域447具有凸形状。此外,半导体区域447的侧面及顶面隔着绝缘体445被导电体443覆盖。注意,图14未示出导电体443覆盖半导体区域447的侧面的样子。此外,导电体443可以使用调整功函数的材料。

[0445] 像晶体管441那样,半导体区域具有凸形状的晶体管因利用半导体衬底的凸部而可以被称为鳍型晶体管。此外,也可以以与凸部的顶面接触的方式具有被用作用来形成凸部的掩模的绝缘体。此外,虽然在图14中示出对衬底701的一部分进行加工来形成凸部的情况,但是也可以对SOI衬底进行加工来形成具有凸形状的半导体。

[0446] 此外,图14所示的晶体管441的结构只是一个例子而不局限于该结构,可以根据电路结构或电路工作方法等采用合适的结构。例如,晶体管441可以为平面型晶体管。

[0447] <<晶体管601>>

晶体管601可以采用与晶体管441相同的结构。

[0448] <<绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411>>

在衬底701上除了设置有元件分离层403、晶体管441及晶体管601以外还设置有绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411。绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411中嵌入导电体451。这里,可以使导电体451的顶面的高度与绝缘体411的顶面的高度大致相同。

[0449] 绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411被用作层间膜,也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0450] <<绝缘体421、绝缘体214、绝缘体216>>

导电体451上及绝缘体411上设置有绝缘体421及绝缘体214。绝缘体421及绝缘体214中嵌入导电体453。这里,可以使导电体453的顶面的高度与绝缘体214的顶面的高度大致相同。

[0451] 导电体453及绝缘体214上设置有绝缘体216。绝缘体216中埋设有导电体455。这里,可以使导电体455的顶面的高度与绝缘体216的顶面的高度大致相同。

[0452] <<绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274、绝缘体281>>

导电体455上及绝缘体216上设有绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281。

[0453] 在绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281中嵌入导电体305。这里,可以使导电体305的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度大致相同。

[0454] 绝缘体421、绝缘体214、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281被用作层间膜,并且也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0455] <<绝缘体361>>

导电体305及绝缘体281上设有绝缘体361。

[0456] <<晶体管441>>

如图14所示,晶体管441的被用作源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b通过导电体451、导电体453、导电体455、导电体305、导电体317、导电体337、导电体347、导电体353、导电体355、导电体357、连接电极760及各向异性导电体780电连接于FPC716。

[0457] <显示装置的结构例子3>

图15是示出显示装置10的结构例子的截面图。显示装置10包括衬底701及基材770,衬底701和基材770由密封剂712贴合。图15所示的显示装置10与图14所示的显示装置10的不同之处在于:晶体管750与晶体管441具有相同结构。

[0458] <<衬底701>>

作为衬底701,可以使用单晶硅衬底等单晶半导体衬底。此外,也可以使用单晶半导体衬底以外的半导体衬底作为衬底701。

[0459] 衬底701上设有晶体管441及晶体管601。晶体管441及晶体管601可以是设在实施方式3所示的层20的晶体管。例如,可以用于层20中的驱动电路40的晶体管或者功能电路50的晶体管。

[0460] <<晶体管441>>

晶体管441由用作栅电极的导电体443、用作栅极绝缘体的绝缘体445及衬底701的一部分构成,并包括含有沟道形成区的半导体区域447、用作源区和漏区中的一个的低电阻区域449a及用作源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b。晶体管441可以为p沟道型或n沟道型。

[0461] 晶体管441与其他晶体管由元件分离层403电分离。图15示出晶体管441与晶体管601由元件分离层403电分离的情况。元件分离层403可以利用LOCOS(Local Oxidation of Silicon:硅局部氧化)法或STI(Shallow Trench Isolation:浅沟槽隔离)法等形成。

[0462] 在此,在图15所示的晶体管441中,半导体区域447具有凸形状。此外,半导体区域447的侧面及顶面隔着绝缘体445被导电体443覆盖。注意,图15未示出导电体443覆盖半导体区域447的侧面的样子。此外,导电体443可以使用调整功函数的材料。

[0463] 像晶体管441那样,半导体区域具有凸形状的晶体管因利用半导体衬底的凸部而可以被称为鳍型晶体管。此外,也可以以与凸部的顶面接触的方式具有被作用来形成凸部的掩模的绝缘体。此外,虽然在图15中示出对衬底701的一部分进行加工来形成凸部的情况,但是也可以对SOI衬底进行加工来形成具有凸形状的半导体。

[0464] 此外,图15所示的晶体管441的结构只是一个例子而不局限于该结构,可以根据电路结构或电路工作方法等采用合适的结构。例如,晶体管441可以为平面型晶体管。

[0465] <<晶体管601>>

晶体管601可以采用与晶体管441相同的结构。

[0466] <<绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411>>

在衬底701上除了设置有元件分离层403、晶体管441及晶体管601以外还设置有绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411。绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411中嵌入导电体451。这里,可以使导电体451的顶面的高度与绝缘体411的顶面的高度大致相同。

[0467] 绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411被用作层间膜,也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0468] <<绝缘体421、绝缘体214、绝缘体216>>

导电体451上及绝缘体411上设置有绝缘体421及绝缘体214。绝缘体421及绝缘体214中嵌入导电体453。这里,可以使导电体453的顶面的高度与绝缘体214的顶面的高度大致相同。

[0469] 导电体453及绝缘体214上设置有绝缘体216。绝缘体216中埋设有导电体455。这里,可以使导电体455的顶面的高度与绝缘体216的顶面的高度大致相同。

[0470] <<粘合层459>>

在绝缘体216上设置有粘合层459。在粘合层459中嵌入凸块458。粘合层459粘合绝

缘体216及衬底701B。此外,凸块458的底面与导电体455接触,凸块458的顶面与导电体305接触,由此电连接导电体455及导电体305。

[0471] <<衬底701B>>

作为衬底701B,可以使用单晶硅衬底等单晶半导体衬底。此外,也可以使用单晶半导体衬底以外的半导体衬底作为衬底701B。

[0472] 衬底701B上设有晶体管750。晶体管750可以是设在实施方式3所示的层30的晶体管。例如,可以用于像素电路62中的晶体管。

[0473] <<晶体管750>>

晶体管750可以具有与晶体管441同样的结构。

[0474] <<绝缘体405B、绝缘体280、绝缘体274、绝缘体281>>

在衬底701B上除了设置有元件分离层403B、晶体管750以外还设置有绝缘体405B、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281。绝缘体405B、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281中嵌入导电体305。这里,可以使导电体305的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度大致相同。

[0475] 绝缘体405B、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281被用作层间膜,并且也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0476] <<绝缘体361>>

导电体305及绝缘体281上设有绝缘体361。

[0477] <<晶体管441>>

如图15所示,晶体管441的被用作源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b通过导电体451、导电体453、导电体455、凸块458、导电体305、导电体317、导电体337、导电体347、导电体353、导电体355、导电体357、连接电极760及各向异性导电体780电连接于FPC716。

[0478] <显示装置的结构例子4>

图16所示的显示装置10与图14所示的显示装置10的不同之处在于:包括0S晶体管的晶体管602及晶体管603代替晶体管441及晶体管601。另外,作为晶体管750,可以使用0S晶体管。也就是说,图14所示的显示装置10层叠地设有0S晶体管。注意,在图16中,示出晶体管602及晶体管603设置在衬底701上的例子。作为衬底701,如上所述,可以使用单晶硅衬底等单晶半导体衬底或其他半导体衬底。另外,作为衬底701,也可以使用玻璃衬底、蓝宝石衬底等各种绝缘体衬底。

[0479] <<绝缘体613、绝缘体614>>

在衬底701上设置有绝缘体613及绝缘体614,并在绝缘体614上设置有晶体管602及晶体管603。此外,晶体管等也可以设置在衬底701与绝缘体613之间。例如,也可以在衬底701与绝缘体613之间设置与图14所示的晶体管441及晶体管601具有相同结构的晶体管。

[0480] <<晶体管602、晶体管603>>

晶体管602及晶体管603可以是设在实施方式3所示的层20的晶体管。

[0481] 晶体管602及晶体管603可以为其结构与晶体管750相同的晶体管。此外,晶体管602及晶体管603也可以为其结构与晶体管750不同的0S晶体管。

[0482] <<绝缘体616、绝缘体622、绝缘体624、绝缘体654、绝缘体680、绝缘体674、绝缘体681>>

绝缘体614上除了使用晶体管602及晶体管603以外,还设有绝缘体616、绝缘体622、绝缘体624、绝缘体654、绝缘体680、绝缘体674及绝缘体681。在绝缘体654、绝缘体680、绝缘体674及绝缘体681中嵌入导电体461。在此,可以使导电体461的顶面的高度与绝缘体681的顶面的高度大致相同。

[0483] <<绝缘体501>>

导电体461及绝缘体681上设置有绝缘体501。绝缘体501中嵌入导电体463。在此,可以使导电体463的顶面的高度与绝缘体501的顶面的高度大致相同。

[0484] 导电体463上及绝缘体501上设有绝缘体421及绝缘体214。在绝缘体421及绝缘体214中嵌入导电体453。这里,可以使导电体453的顶面的高度与绝缘体214的顶面的高度大致相同。

[0485] 如图16所示,晶体管602的源极和漏极中的一个通过导电体461、导电体463、导电体453、导电体455、导电体305、导电体317、导电体337、导电体347、导电体353、导电体355、导电体357、连接电极760及各向异性导电体780电连接于FPC716。

[0486] 在绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281中嵌入导电体305。这里,可以使导电体305的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度大致相同。

[0487] 绝缘体613、绝缘体614、绝缘体680、绝缘体674、绝缘体681及绝缘体501也可以被用作层间膜,并且也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0488] 通过采用图16所示的显示装置10的结构,可以在实现显示装置10的窄边框化及小型化的同时作为显示装置10中的所有晶体管使用OS晶体管。由此,例如可以使用同一设备制造设在实施方式3所示的层20的晶体管和设在层30的晶体管。由此,可以降低显示装置10的制造成本,并可以提供廉价的显示装置10。

[0489] <显示装置的结构例子5>

图17是示出显示装置10的结构例子的截面图。其与图14所示的显示装置10的主要不同之处:在包括晶体管750的层和包括晶体管601及晶体管441的层之间具有包括晶体管800的层。

[0490] 在图17的结构中,实施方式3所示的层20可以由包括晶体管601及晶体管441的层、包括晶体管800的层构成。晶体管750可以是设在实施方式3所示的层30的晶体管。

[0491] <<绝缘体821、绝缘体814>>

导电体451及绝缘体411上设有绝缘体821及绝缘体814。在绝缘体821及绝缘体814中嵌入导电体853。在此,可以使导电体853的顶面的高度与绝缘体814的顶面的高度大致相同。

[0492] <<绝缘体816>>

导电体853及绝缘体814上设置有绝缘体816。在绝缘体816中嵌入导电体855。在此,可以使导电体855的顶面的高度与绝缘体816的顶面的高度大致相同。

[0493] <<绝缘体822、绝缘体824、绝缘体854、绝缘体880、绝缘体874、绝缘体881>>

导电体855及绝缘体816上设有绝缘体822、绝缘体824、绝缘体854、绝缘体880、绝缘体874及绝缘体881。在绝缘体822、绝缘体824、绝缘体854、绝缘体880、绝缘体874及绝缘体881中嵌入导电体805。在此,可以使导电体805的顶面的高度与绝缘体881的顶面的高度大致相同。

[0494] 导电体817及绝缘体881上设置有绝缘体421及绝缘体214。

[0495] 如图17所示,被用作晶体管441的源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b通过导电体451、导电体853、导电体855、导电体805、导电体817、导电体453、导电体455、导电体305、导电体317、导电体337、导电体347、导电体353、导电体355、导电体357、连接电极760及各向异性导电体780电连接于FPC716。

[0496] <<晶体管800>>

绝缘体814上设置有晶体管800。晶体管800可以是设在实施方式3所示的层20的晶体管。晶体管800优选为0S晶体管。例如,晶体管800可以是设在备份电路82的晶体管。

[0497] 在绝缘体854、绝缘体880、绝缘体874及绝缘体881中嵌入导电体801a及导电体801b。导电体801a与晶体管800的源极和漏极中的一个电连接,导电体801b与晶体管800的源极和漏极中的另一个电连接。在此,可以使导电体801a及导电体801b的顶面的高度与绝缘体881的顶面的高度大致相同。

[0498] <<晶体管750>>

晶体管750可以是设在实施方式3所示的层30的晶体管。例如,晶体管750可以是设在像素电路62的晶体管。晶体管750优选为0S晶体管。

[0499] 绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409、绝缘体411、绝缘体821、绝缘体814、绝缘体880、绝缘体874、绝缘体881、绝缘体421、绝缘体214、绝缘体280、绝缘体274、绝缘体281、绝缘体361及绝缘体363也可以被用作层间膜,并且也可以被用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0500] 在图17中,示出在同一层形成导电体801a、导电体801b及导电体805的例子。此外,示出在同一层形成导电体811、导电体813及导电体817的例子。

[0501] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0502] (实施方式5)

在本实施方式中,说明可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管。

[0503] <晶体管的结构例子>

图18A、图18B及图18C是可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管200A及晶体管200A周边的俯视图及截面图。可以将晶体管200A应用于本发明的一个方式的显示装置。

[0504] 图18A是晶体管200A的俯视图。此外,图18B及图18C是晶体管200A的截面图。在此,图18B是沿着图18A中的点划线A1-A2的截面图,该截面图相当于晶体管200A的沟道长度方向上的截面图。图18C是沿着图18A中的点划线A3-A4的截面图,该截面图相当于晶体管200A的沟道宽度方向上的截面图。注意,为了容易理解,在图18A的俯视图中省略部分构成要素。

[0505] 如图18A至图18C所示,晶体管200A包括:配置在衬底(未图示)上的金属氧化物230a;配置在金属氧化物230a上的金属氧化物230b;配置在金属氧化物230b上的相互分离的导电体242a及导电体242b;配置在导电体242a及导电体242b上的与导电体242a与导电体242b之间重叠的方式形成开口的绝缘体280;配置在开口中的导电体260;配置在金属氧化物230b、导电体242a、导电体242b以及绝缘体280与导电体260之间的绝缘体250;以及配置在金属氧化物230b、导电体242a、导电体242b以及绝缘体280与绝缘体250之间的金属氧

化物230c。在此,如图18B和图18C所示,导电体260的顶面优选与绝缘体250、绝缘体254、金属氧化物230c以及绝缘体280的顶面大致一致。以下,金属氧化物230a、金属氧化物230b以及金属氧化物230c有时被总称为氧化物230。此外,导电体242a及导电体242b有时被总称为导电体242。

[0506] 在图18A至图18C所示的晶体管200A中,导电体242a及导电体242b的位于导电体260一侧的侧面大致垂直于底面。此外,图18A至图18C所示的晶体管200A不局限于此,也可以采用导电体242a及导电体242b的侧面和底面所形成的角度为 10° 以上且 80° 以下,优选为 30° 以上且 60° 以下的结构。此外,也可以采用导电体242a和导电体242b的相对的侧面具有多个面的结构。

[0507] 此外,如图18A至图18C所示,优选在绝缘体224、金属氧化物230a、金属氧化物230b、导电体242a、导电体242b及金属氧化物230c与绝缘体280之间配置有绝缘体254。在此,如图18B、图18C所示,绝缘体254优选与金属氧化物230c的侧面、导电体242a的顶面及侧面、导电体242b的顶面及侧面、金属氧化物230a及金属氧化物230b的侧面以及绝缘体224的顶面接触。

[0508] 注意,在晶体管200A中,形成沟道的区域(以下也称为沟道形成区域)及其附近层叠有金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c的三层,但是本发明不局限于此。例如,可以是金属氧化物230b与金属氧化物230c的两层结构或者四层以上的叠层结构。此外,在晶体管200A中,导电体260具有两层结构,但是本发明不局限于此。例如,导电体260也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。此外,金属氧化物230a、金属氧化物230b以及金属氧化物230c也可以各自具有两层以上的叠层结构。

[0509] 例如,在金属氧化物230c具有由第一金属氧化物和第一金属氧化物上的第二金属氧化物构成的叠层结构的情况下,优选的是,第一金属氧化物具有与金属氧化物230b同样的组成,而第二金属氧化物具有与金属氧化物230a同样的组成。

[0510] 在此,导电体260被用作晶体管的栅电极,导电体242a及导电体242b各被用作源电极或漏电极。如上所述,导电体260以嵌入绝缘体280的开口及被夹在导电体242a与导电体242b之间的区域中的方式形成。在此,导电体260、导电体242a及导电体242b的配置相对于绝缘体280的开口自对准地被选择。也就是说,在晶体管200A中,栅电极可以自对准地配置在源电极与漏电极之间。由此,可以以不设置用于对准的余地的方式形成导电体260,所以可以实现晶体管200A的占有面积的缩小。由此,可以实现显示装置的高清晰化。此外,可以实现窄边框的显示装置。

[0511] 此外,如图18A至图18C所示,导电体260优选包括配置在绝缘体250的内侧的导电体260a及以嵌入导电体260a的内侧的方式配置的导电体260b。

[0512] 此外,晶体管200A优选包括配置在衬底(未图示)上的绝缘体214、配置在绝缘体214上的绝缘体216、以嵌入绝缘体216的方式配置的导电体205、配置在绝缘体216及导电体205上的绝缘体222以及配置在绝缘体222上的绝缘体224。优选在绝缘体224上配置有金属氧化物230a。

[0513] 优选在晶体管200A上配置有被用作层间膜的绝缘体274及绝缘体281。在此,绝缘体274优选与导电体260、绝缘体250、绝缘体254、金属氧化物230c以及绝缘体280的顶面接触。

[0514] 此外,绝缘体222、绝缘体254以及绝缘体274优选具有抑制氢(例如,氢原子、氢分子等)中的至少一个的扩散的功能。例如,绝缘体222、绝缘体254以及绝缘体274的氢透过性优选低于绝缘体224、绝缘体250以及绝缘体280。此外,绝缘体222及绝缘体254优选具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能。例如,绝缘体222及绝缘体254的氧透过性优选低于绝缘体224、绝缘体250以及绝缘体280。

[0515] 在此,绝缘体224、金属氧化物230以及绝缘体250与绝缘体280及绝缘体281由绝缘体254以及绝缘体274相隔。由此,可以抑制包含在绝缘体280及绝缘体281中的氢等杂质或过剩的氧混入绝缘体224、金属氧化物230a、金属氧化物230b及绝缘体250中。

[0516] 此外,半导体装置优选包括与晶体管200A电连接且被用作插头的导电体240(导电体240a及导电体240b)。此外,还包括与被用作插头的导电体240的侧面接触的绝缘体241(绝缘体241a及绝缘体241b)。也就是说,绝缘体241以与绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274以及绝缘体281的开口的内壁接触的方式形成。此外,可以以与绝缘体241的侧面接触的方式设置有导电体240的第一导电体且在其内侧设置有导电体240的第二导电体。在此,导电体240的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度可以大致相同。此外,示出在晶体管200A中,层叠有导电体240的第一导电体及导电体240的第二导电体的结构,但是本发明不局限于此。例如,导电体240也可以具有单层结构或者三层以上的叠层结构。在结构体具有叠层结构的情况下,有时按形成顺序赋予序数以进行区别。

[0517] 此外,优选在晶体管200A中将被用作氧化物半导体的金属氧化物(以下也称为氧化物半导体)用于包含沟道形成区域的金属氧化物230(金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c)。例如,作为成为金属氧化物230的沟道形成区域的金属氧化物,优选使用其带隙为2eV以上,优选为2.5eV以上的金属氧化物。

[0518] 作为上述金属氧化物,优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。尤其是,优选包含铟(In)及锌(Zn)。此外,除此之外,优选还包含元素M。元素M可以为铝(Al)、镓(Ga)、钇(Y)、锡(Sn)、硼(B)、钛(Ti)、铁(Fe)、镍(Ni)、锗(Ge)、锆(Zr)、钼(Mo)、镧(La)、铈(Ce)、钕(Nd)、铪(Hf)、钽(Ta)、钨(W)、镁(Mg)、钴(Co)中的一种以上。尤其是,元素M优选为铝(Al)、镓(Ga)、钇(Y)和锡(Sn)中的一种以上。此外,元素M更优选包含Ga和Sn中的任一方或双方。

[0519] 此外,如图18B所示,金属氧化物230b中的不与导电体242重叠的区域的厚度有时比其与导电体242重叠的区域的厚度薄。该厚度薄的区域在形成导电体242a及导电体242b时去除金属氧化物230b的顶面的一部分而形成。当在金属氧化物230b的顶面上沉积成为导电体242的导电膜时,有时在与该导电膜的界面附近形成低电阻区域。如此,通过去除金属氧化物230b的顶面上的位于导电体242a与导电体242b之间的低电阻区域,可以抑制沟道形成在该区域中。

[0520] 通过本发明的一个方式,可以提供一种包括尺寸小的晶体管并其清晰度高的显示装置。此外,可以提供一种包括通态电流大的晶体管并其亮度高的显示装置。此外,可以提供一种包括工作速度快的晶体管并其工作速度快的显示装置。此外,可以提供一种包括电特性稳定的晶体管并其可靠性高的显示装置。此外,可以提供一种包括关态电流小的晶体管并其功耗低的显示装置。

[0521] 说明可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管200A的详细结构。

[0522] 导电体205以包括与金属氧化物230及导电体260重叠的区域的方式配置。此外,导

电体205优选以嵌入绝缘体216中的方式设置。

[0523] 导电体205包括导电体205a、导电体205b及导电体205c。导电体205a与设置在绝缘体216中的开口的底面及侧壁接触。导电体205b以埋入于形成在导电体205a的凹部的方式设置。在此,导电体205b的顶面低于导电体205a的顶面及绝缘体216的顶面。导电体205c与导电体205b的顶面及导电体205a的侧面接触。在此,导电体205c的顶面的高度与导电体205a的顶面的高度及绝缘体216的顶面的高度大致一致。换言之,导电体205b由导电体205a及导电体205c包围。

[0524] 作为导电体205a及导电体205c优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子(N_2O 、 NO 、 NO_2 等)、铜原子等杂质的扩散的功能的导电材料。或者,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0525] 通过作为导电体205a及导电体205c使用具有抑制氢的扩散的功能的导电材料,可以抑制含在导电体205b中的氢等杂质通过绝缘体224等扩散到金属氧化物230。此外,通过作为导电体205a及导电体205c使用具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,可以抑制导电体205b被氧化而导电率下降。作为具有抑制氧扩散的功能的导电材料,例如可以使用钛、氮化钛、钽、氮化钽、钇、氧化钇等。由此,导电体205a可以采用上述导电材料的单层或叠层。例如,作为导电体205a使用氮化钛即可。

[0526] 此外,导电体205b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。例如,导电体205b可以使用钨。

[0527] 在此,导电体260有时被用作第一栅极(也称为顶栅极)电极。此外,导电体205有时被用作第二栅极(也称为底栅极)电极。在此情况下,通过独立地改变供应到导电体205的电位而不使其与供应到导电体260的电位联动,可以控制晶体管200A的 V_{th} 。尤其是,通过对导电体205供应负电位,可以使晶体管200A的 V_{th} 大于0V且可以减小关态电流。因此,与不对导电体205供应负电位时相比,在对导电体205供应负电位的情况下,可以减小对导电体260供应的电位为0V时的漏极电流。

[0528] 导电体205优选比金属氧化物230中的沟道形成区域大。尤其是,如图18C所示,导电体205优选延伸到与沟道宽度方向上的金属氧化物230交叉的端部的外侧的区域。就是说,优选在金属氧化物230的沟道宽度方向的侧面的外侧,导电体205和导电体260隔着绝缘体重叠。

[0529] 通过具有上述结构,可以由被用作第一栅电极的导电体260的电场和被用作第二栅电极的导电体205的电场电围绕金属氧化物230的沟道形成区域。

[0530] 此外,如图18C所示,将导电体205延伸来用作布线。但是,本发明不局限于此,也可以在导电体205下设置被用作布线的导电体。

[0531] 绝缘体214优选被用作抑制水或氢等杂质从衬底一侧进入晶体管200A的阻挡绝缘膜。因此,作为绝缘体214优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子(N_2O 、 NO 、 NO_2 等)、铜原子等杂质的扩散的功能(不容易使上述杂质透过)的绝缘材料。或者,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)的绝缘材料。

[0532] 例如,优选的是,作为绝缘体214使用氧化铝或氮化硅等。由此,可以抑制水或氢等杂质从与绝缘体214相比更靠近衬底一侧扩散到晶体管200A一侧。或者,可以抑制包含在绝

缘体224等中的氧扩散到与绝缘体214相比更靠近衬底一侧。

[0533] 被用作层间膜的绝缘体216、绝缘体280及绝缘体281的介电常数优选比绝缘体214低。通过将介电常数低的材料作为层间膜,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘体216、绝缘体280及绝缘体281,适当地使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅等。

[0534] 绝缘体222及绝缘体224被用作栅极绝缘体。

[0535] 在此,在与金属氧化物230接触的绝缘体224中,优选通过加热使氧脱离。在本说明书中,有时将通过加热脱离的氧称为过剩氧。例如,作为绝缘体224适当地使用氧化硅或氧氮化硅等,即可。通过以与金属氧化物230接触的方式设置包含氧的绝缘体,可以减少金属氧化物230中的氧空位,从而可以提高晶体管200A的可靠性。

[0536] 具体而言,作为绝缘体224,优选使用通过加热使一部分的氧脱离的氧化物材料。通过加热使氧脱离的氧化物是指在TDS(Thermal Desorption Spectroscopy:热脱附谱)分析中换算为氧原子的氧的脱离量为 1.0×10^{18} atoms/cm³以上,优选为 1.0×10^{19} atoms/cm³以上,进一步优选为 2.0×10^{19} atoms/cm³以上,或者 3.0×10^{20} atoms/cm³以上的氧化物膜。此外,进行上述TDS分析时的膜的表面温度优选在100℃以上且700℃以下,或者100℃以上且400℃以下的范围内。

[0537] 此外,如图18C所示,有时在绝缘体224中不与绝缘体254重叠并不与金属氧化物230b重叠的区域的厚度比其他区域的厚度薄。在绝缘体224中,不与绝缘体254重叠并不与金属氧化物230b重叠的区域优选具有足够使上述氧扩散的厚度。

[0538] 与绝缘体214等同样,绝缘体222优选被用作抑制水或氢等杂质从衬底一侧混入晶体管200A的阻挡绝缘膜。例如,绝缘体222的氢透过性优选比绝缘体224低。通过由绝缘体222、绝缘体254以及绝缘体274围绕绝缘体224、金属氧化物230以及绝缘体250等,可以抑制水或氢等杂质从外部进入晶体管200A。

[0539] 再者,绝缘体222优选具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。例如,绝缘体222的氧透过性优选比绝缘体224低。通过使绝缘体222具有抑制氧或杂质的扩散的功能,可以减少金属氧化物230所含的氧扩散到衬底一侧,所以是优选的。此外,可以抑制导电体205与绝缘体224或金属氧化物230所含的氧起反应。

[0540] 绝缘体222优选使用包含作为绝缘材料的铝和铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体。作为包含铝和铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体,优选使用氧化铝、氧化铅、包含铝及铅的氧化物(铝酸铅)等。当使用这种材料形成绝缘体222时,绝缘体222被用作抑制氧从金属氧化物230释放或者氢等杂质从晶体管200A的周围部进入金属氧化物230的层。

[0541] 或者,例如也可以对上述绝缘体添加氧化铝、氧化铋、氧化锗、氧化铌、氧化硅、氧化钛、氧化钨、氧化钼、氧化锆。此外,也可以对上述绝缘体进行氮化处理。还可以在上述绝缘体上层叠氧化硅、氧氮化硅或氮化硅。

[0542] 作为绝缘体222,例如也可以以单层或叠层使用包含氧化铝、氧化铅、氧化钽、氧化锆、锆钛酸铅(PZT)、钛酸锶(SrTiO₃)或(Ba,Sr)TiO₃(BST)等所谓的high-k材料的绝缘体。当进行晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘体的薄膜化,有时发生泄漏电流等问题。通过作为被用作栅极绝缘体的绝缘体使用high-k材料,可以在保持物理厚度的同时降低晶

极管工作时的栅极电位。

[0543] 此外,绝缘体222及绝缘体224也可以具有两层以上的叠层结构。此时,不局限于由相同材料构成的叠层结构,也可以是由不同材料构成的叠层结构。例如,也可以在绝缘体222下设置与绝缘体224同样的绝缘体。

[0544] 金属氧化物230包括金属氧化物230a、金属氧化物230a上的金属氧化物230b及金属氧化物230b上的金属氧化物230c。当在金属氧化物230b下设置有金属氧化物230a时,可以抑制杂质从形成在金属氧化物230a下方的结构物扩散到金属氧化物230b。当在金属氧化物230b上设置有金属氧化物230c时,可以抑制杂质从形成在金属氧化物230c的上方的结构物扩散到金属氧化物230b。

[0545] 此外,金属氧化物230优选具有各金属原子的原子个数比互不相同的氧化物层的叠层结构。例如,在金属氧化物230至少包含铟(In)及元素M的情况下,金属氧化物230a的构成元素中的元素M与其他元素的原子个数比优选大于金属氧化物230b的构成元素中的元素M与其他元素的原子个数比。此外,金属氧化物230a中的元素M与In的原子个数比优选大于金属氧化物230b中的元素M与In的原子个数比。在此,金属氧化物230c可以使用可用于金属氧化物230a或金属氧化物230b的金属氧化物。

[0546] 优选的是,使金属氧化物230a及金属氧化物230c的导带底的能量高于金属氧化物230b的导带底的能量。换言之,金属氧化物230a及金属氧化物230c的电子亲和势优选小于金属氧化物230b的电子亲和势。在此情况下,金属氧化物230c优选使用可以用于金属氧化物230a的金属氧化物。具体而言,金属氧化物230c的构成元素中的元素M与其他元素的原子个数比优选大于金属氧化物230b的构成元素中的元素M与其他元素的原子个数比。此外,金属氧化物230c中的元素M与In的原子个数比优选大于金属氧化物230b中的元素M与In的原子个数比。

[0547] 在此,在金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c的接合部中,导带底的能级平缓地变化。换言之,也可以将上述情况表达为金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c的接合部的导带底的能级连续地变化或者连续地接合。为此,优选降低形成在金属氧化物230a与金属氧化物230b的界面以及金属氧化物230b与金属氧化物230c的界面的混合层的缺陷态密度。

[0548] 具体而言,通过使金属氧化物230a与金属氧化物230b以及金属氧化物230b与金属氧化物230c除了氧之外还包含共同元素(为主要成分),可以形成缺陷态密度低的混合层。例如,在金属氧化物230b为In-Ga-Zn氧化物的情况下,作为金属氧化物230a及金属氧化物230c可以使用In-Ga-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物及氧化镓等。此外,金属氧化物230c可以具有叠层结构。例如,可以使用In-Ga-Zn氧化物和该In-Ga-Zn氧化物上的Ga-Zn氧化物的叠层结构,或者,可以使用In-Ga-Zn氧化物和该In-Ga-Zn氧化物上的氧化镓的叠层结构。换言之,作为金属氧化物230c,也可以使用In-Ga-Zn氧化物和不包含In的氧化物的叠层结构。

[0549] 具体而言,作为金属氧化物230a使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]或1:1:0.5[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物230b使用In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]或3:1:2[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物230c使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]、Ga:Zn=2:1[原子个数比]或Ga:Zn=2:5[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物230c具有叠层结构的情

况下的具体例子,可以举出In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]和Ga:Zn=2:1[原子个数比]的叠层结构、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]和Ga:Zn=2:5[原子个数比]的叠层结构、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]和氧化镓的叠层结构等。

[0550] 此时,载流子的主要路径为金属氧化物230b。通过使金属氧化物230a及金属氧化物230c具有上述结构,可以降低金属氧化物230a与金属氧化物230b的界面及金属氧化物230b与金属氧化物230c的界面的缺陷态密度。因此,界面散射对载流子传导的影响减少,从而晶体管200A可以得到大通态电流及高频率特性。此外,在金属氧化物230c具有叠层结构时,被期待降低上述金属氧化物230b和金属氧化物230c的界面的缺陷态密度的效果及抑制金属氧化物230c所含的构成元素扩散到绝缘体250一侧的效果。更具体而言,在金属氧化物230c具有叠层结构时,因为使不包含In的氧化物位于叠层结构的上方,所以可以抑制会扩散到绝缘体250一侧的In。由于绝缘体250被用作栅极绝缘体,因此在In扩散在其中的情况下导致晶体管的特性不良。由此,通过使金属氧化物230c具有叠层结构,可以提供可靠性高的显示装置。

[0551] 在金属氧化物230b上设置被用作源电极及漏电极的导电体242(导电体242a及导电体242b)。作为导电体242,优选使用选自铝、铬、铜、银、金、铂、钽、镍、钛、钼、钨、钼、钒、铌、锰、镁、锆、铍、铟、钇、锆和镧中的金属元素、以上述金属元素为成分的合金或者组合上述金属元素的合金等。例如,优选使用氮化钽、氮化钛、钨、包含钛和铝的氮化物、包含钽和铝的氮化物、氧化钇、氮化钇、包含锆和钇的氧化物、包含镧和镍的氧化物等。此外,氮化钽、氮化钛、包含钛和铝的氮化物、包含钽和铝的氮化物、氧化钇、氮化钇、包含锆和钇的氧化物、包含镧和镍的氧化物是不容易氧化的导电材料或者吸收氧也维持导电性的材料,所以是优选的。

[0552] 通过以与金属氧化物230接触的方式形成上述导电体242,金属氧化物230中的导电体242附近的氧浓度有时降低。此外,在金属氧化物230中的导电体242附近有时形成包括包含在导电体242中的金属及金属氧化物230的组成的金属化合物层。在此情况下,金属氧化物230的导电体242附近的区域中的载流子密度增加,该区域的电阻降低。

[0553] 在此,导电体242a与导电体242b之间的区域以与绝缘体280的开口重叠的方式形成。因此,可以在导电体242a与导电体242b之间自对准地配置导电体260。

[0554] 绝缘体250被用作栅极绝缘体。绝缘体250优选与金属氧化物230c的顶面接触地配置。绝缘体250可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅、具有空孔的氧化硅。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。

[0555] 与绝缘体224同样,优选降低绝缘体250中的水或氢等杂质的浓度。绝缘体250的厚度优选为1nm以上且20nm以下。

[0556] 此外,也可以在绝缘体250与导电体260之间设置金属氧化物。该金属氧化物优选抑制氧从绝缘体250扩散到导电体260。由此,可以抑制因绝缘体250中的氧所导致的导电体260的氧化。

[0557] 此外,该金属氧化物有时被用作栅极绝缘体的一部分。因此,在将氧化硅或氧氮化硅等用于绝缘体250的情况下,作为该金属氧化物优选使用作为相对介电常数高的high-k材料的金属氧化物。通过使栅极绝缘体具有绝缘体250与该金属氧化物的叠层结构,可以形

成具有热稳定性且相对介电常数高的叠层结构。因此,可以在保持栅极绝缘体的物理厚度的同时降低在晶体管工作时施加的栅极电位。此外,可以减少被用作栅极绝缘体的绝缘体的等效氧化物厚度(EOT:Equivalent oxide thickness)。

[0558] 具体而言,可以使用包含选自铅、铝、镓、铋、锗、钨、钛、钽、镍、锆和镁等中的一种或两种以上的金属氧化物。特别是,优选使用作为包含铝及铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体的氧化铝、氧化铅、包含铝及铅的氧化物(铝酸铅)等。

[0559] 虽然在图18A至图18C中,导电体260具有两层结构,但是也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0560] 作为导电体260a优选使用上述具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子(N_2O 、 NO 、 NO_2 等)、铜原子等杂质的扩散的功能的导电体。此外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0561] 此外,当导电体260a具有抑制氧的扩散的功能时,可以抑制绝缘体250所包含的氧使导电体260b氧化而导致导电率的下降。作为具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,例如,优选使用钽、氮化钽、钇或氧化钇等。

[0562] 作为导电体260b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,由于导电体260还被用作布线,所以优选使用导电性高的导电体。例如,可以使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导电体260b可以具有叠层结构,例如可以具有钛或氮化钛与上述导电材料的叠层结构。

[0563] 此外,如图18A和图18C所示,在金属氧化物230b的不与导电体242重叠的区域,即金属氧化物230的沟道形成区域中,金属氧化物230的侧面被导电体260覆盖。由此,可以容易将被用作第一栅电极的导电体260的电场影响到金属氧化物230的侧面。由此,可以提高晶体管200A的通态电流及频率特性。

[0564] 绝缘体254与绝缘体214等同样地优选被用作抑制水或氢等杂质从绝缘体280一侧混入晶体管200A的阻挡绝缘膜。例如,绝缘体254的氢透过性优选比绝缘体224低。再者,如图18B、图18C所示,绝缘体254优选与金属氧化物230c的侧面、导电体242a的顶面及侧面、导电体242b的顶面及侧面、金属氧化物230a及金属氧化物230b的侧面以及绝缘体224的顶面接触。通过采用这种结构,可以抑制绝缘体280所包含的氢从导电体242a、导电体242b、金属氧化物230a、金属氧化物230b及绝缘体224的顶面或侧面进入金属氧化物230。

[0565] 再者,绝缘体254还具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。例如,绝缘体254的氧透过性优选比绝缘体280或绝缘体224低。

[0566] 绝缘体254优选通过溅射法沉积。通过在包含氧的气氛下使用溅射法沉积绝缘体254,可以对绝缘体224的与绝缘体254接触的区域附近添加氧。由此,可以将氧从该区域通过绝缘体224供应到金属氧化物230中。在此,通过使绝缘体254具有抑制氧扩散到上方的功能,可以防止氧从金属氧化物230扩散到绝缘体280。此外,通过使绝缘体222具有抑制氧扩散到下方的功能,可以防止氧从金属氧化物230扩散到衬底一侧。如此,对金属氧化物230中的沟道形成区域供应氧。由此,可以减少金属氧化物230的氧空位并抑制晶体管的常开启化。

[0567] 作为绝缘体254,例如可以沉积包含铝及铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体。注

意,作为包含铝和铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体,优选使用氧化铝、氧化铅、包含铝及铅的氧化物(铝酸铅)等。

[0568] 通过由对氢具有阻挡性的绝缘体254覆盖绝缘体224、绝缘体250以及金属氧化物230,绝缘体280由绝缘体254与绝缘体224、金属氧化物230以及绝缘体250分开。由此,可以抑制从晶体管200A的外部进入氢等杂质,从而可以对晶体管200A赋予良好的电特性及可靠性。

[0569] 绝缘体280优选隔着绝缘体254设置在绝缘体224、金属氧化物230及导电体242上。例如,作为绝缘体280,优选包括氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅等。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。特别是,因为氧化硅、氧氮化硅、具有空孔的氧化硅等的材料容易形成包含通过加热脱离的氧的区域,所以是优选的。

[0570] 此外,优选绝缘体280中的水或氢等杂质的浓度得到降低。此外,绝缘体280的顶面也可以被平坦化。

[0571] 绝缘体274优选与绝缘体214等同样地被用作抑制水或氢等杂质从上方混入到绝缘体280的阻挡绝缘膜。作为绝缘体274,例如可以使用能够用于绝缘体214、绝缘体254等的绝缘体。

[0572] 优选在绝缘体274上设置被用作层间膜的绝缘体281。与绝缘体224等同样,优选绝缘体281中的水或氢等杂质的浓度得到降低。

[0573] 此外,在形成于绝缘体281、绝缘体274、绝缘体280及绝缘体254中的开口中配置导电体240a及导电体240b。导电体240a及导电体240b以中间夹着导电体260的方式设置。此外,导电体240a及导电体240b的顶面的高度与绝缘体281的顶面可以位于同一平面上。

[0574] 此外,以与绝缘体281、绝缘体274、绝缘体280以及绝缘体254的开口的内壁接触的方式设置有绝缘体241a,以与其侧面接触的方式形成有导电体240a的第一导电体。导电体242a位于该开口的底部的至少一部分,导电体240a与导电体242a接触。同样,以与绝缘体281、绝缘体274、绝缘体280以及绝缘体254的开口的内壁接触的方式设置有绝缘体241b,以与其侧面接触的方式形成有导电体240b的第一导电体。导电体242b位于该开口的底部的至少一部分,导电体240b与导电体242b接触。

[0575] 导电体240a及导电体240b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导电体240a及导电体240b也可以具有叠层结构。

[0576] 当作为导电体240采用叠层结构时,作为与金属氧化物230a、金属氧化物230b、导电体242、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281接触的导电体优选使用上述具有抑制水或氢等杂质的扩散的功能的导电体。例如,优选使用钽、氮化钽、钛、氮化钛、钨或氧化钨等。可以以单层或叠层使用具有抑制水或氢等杂质的扩散的功能的导电材料。通过使用该导电材料,可以防止添加到绝缘体280的氧被导电体240a及导电体240b吸收。此外,可以防止水或氢等杂质从绝缘体281的上方的层通过导电体240a及导电体240b进入金属氧化物230。

[0577] 作为绝缘体241a及绝缘体241b,例如使用能够用于绝缘体254等的绝缘体,即可。因为绝缘体241a及绝缘体241b与绝缘体254及接触地设置,所以可以抑制从绝缘体280等水或氢等杂质经过导电体240a及导电体240b混入金属氧化物230。此外,可以防止绝缘体280

所包含的氧被导电体240a及导电体240b吸收。

[0578] 虽然未图示,但是可以以与导电体240a的顶面及导电体240b的顶面接触的方式配置被用作布线的导电体。被用作布线的导电体优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,该导电体可以具有叠层结构,例如,可以具有钛、氮化钛与上述导电材料的叠层结构。此外,该导电体也可以以嵌入绝缘体的开口中的方式形成。

[0579] <晶体管的构成材料>

以下,说明可用于晶体管的构成材料。

[0580] [衬底]

作为形成晶体管200A的衬底例如可以使用绝缘体衬底、半导体衬底或导电体衬底。作为绝缘体衬底,例如可以举出玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、稳定氧化锆衬底(氧化钪稳定氧化锆衬底等)、树脂衬底等。此外,作为半导体衬底,例如可以举出由硅或锗等构成的半导体衬底、或者由碳化硅、硅锗、砷化镓、磷化铟、氧化锌或氧化镓等构成的化合物半导体衬底等。再者,还可以举出在上述半导体衬底内部具有绝缘体区域的半导体衬底,例如有SOI(Silicon On Insulator;绝缘体上硅)衬底等。作为导电体衬底,可以举出石墨衬底、金属衬底、合金衬底、导电树脂衬底等。或者,可以举出包含金属氮化物的衬底、包含金属氧化物的衬底等。再者,还可以举出设置有导电体或半导体的绝缘体衬底、设置有导电体或绝缘体的半导体衬底、设置有半导体或绝缘体的导电体衬底等。或者,也可以使用在这些衬底上设置有元件的衬底。作为设置在衬底上的元件,可以举出电容器、电阻器、开关元件、发光元件、存储元件等。

[0581] [绝缘体]

作为绝缘体,有具有绝缘性的氧化物、氮化物、氧氮化物、氮氧化物、金属氧化物、金属氧氮化物以及金属氮氧化物等。

[0582] 例如,当进行晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘体的薄膜化,有时发生泄漏电流等问题。通过作为被用作栅极绝缘体的绝缘体使用high-k材料,可以在保持物理厚度的同时实现晶体管工作时的低电压化。另一方面,通过将相对介电常数较低的材料用于被用作层间膜的绝缘体,可以减少产生在布线之间的寄生电容。因此,优选根据绝缘体的功能选择材料。

[0583] 作为相对介电常数较高的绝缘体,可以举出氧化镓、氧化铅、氧化锆、含有铝及铅的氧化物、含有铝及铅的氧氮化物、含有硅及铅的氧化物、含有硅及铅的氧氮化物或者含有硅及铅的氮化物等。

[0584] 作为相对介电常数较低的绝缘体,可以举出氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅、具有空孔的氧化硅或树脂等。

[0585] 通过由具有抑制氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘体(绝缘体214、绝缘体222、绝缘体254及绝缘体274等)围绕使用氧化物半导体的晶体管,可以使晶体管的电特性稳定。作为具有抑制氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘体,例如可以以单层或叠层使用包含硼、碳、氮、氧、氟、镁、铝、硅、磷、氯、氩、镓、锗、铋、铅、镧、钪或钽的绝缘体。具体而言,作为具有抑制氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘体,可以使用氧化铝、氧化镁、氧化镓、氧化锗、氧化钪、氧化锆、氧化镧、氧化钪、氧化铈或氧化钽等金属氧化物、氮化铝、氮化铝钛、氮化钛、氮

CAC(cloud-aligned composite)。此外,在“Crystalline”的分类中不包含single crystal(单晶)、poly crystal(多晶)及completely amorphous。此外,“Crystal”的分类中包含single crystal及poly crystal。

[0595] 此外,图19A所示的外框线被加粗的部分中的结构是介于“Amorphous(无定形)”与“Crystal(结晶)”之间的中间状态,是属于新颖的边界区域(New crystalline phase)的结构。就是说,该结构与“Crystal(结晶)”或在能量性上不稳定的“Amorphous(无定形)”可以说是完全不同的结构。

[0596] 此外,可以使用X射线衍射(XRD:X-Ray Diffraction)光谱对膜或衬底的结晶结构进行评价。在此,图19B示出被分类为“Crystalline”的CAAC-IGZO膜的通过GIXD(Grazing-Incidence XRD)测量而得到的XRD谱。此外,将GIXD法也称为薄膜法或Seemann-Bohlin法。下面,将图19B所示的通过GIXD测量而得到的XRD谱简单地记为XRD谱。此外,图19B所示的CAAC-IGZO膜的组成是In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。此外,图19B所示的CAAC-IGZO膜的厚度为500nm。

[0597] 如图19B所示,在CAAC-IGZO膜的XRD谱中检测出表示明确的结晶性的峰。具体而言,在CAAC-IGZO膜的XRD谱中, $2\theta=31^\circ$ 附近检测出表示c轴取向的峰。此外,如图19B所示那样, $2\theta=31^\circ$ 附近的峰在以检测出峰强度的角度为轴时左右非对称。

[0598] 此外,可以使用通过纳米束电子衍射法(NBED:Nano Beam Electron Diffraction)观察的衍射图案(也称为纳米束电子衍射图案)对膜或衬底的结晶结构进行评价。图19C示出CAAC-IGZO膜的衍射图案。图19C是通过将电子束向平行于衬底的方向入射的NBED观察的衍射图案。此外,图19C所示的CAAC-IGZO膜的组成是In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。此外,在纳米束电子衍射法中,进行束径为1nm的电子衍射法。

[0599] 如图19C所示那样,在CAAC-IGZO膜的衍射图案中观察到表示c轴取向的多个斑点。

[0600] [氧化物半导体的结构]

此外,在注目于氧化物半导体的结晶结构的情况下,有时氧化物半导体的分类与图19A不同。例如,氧化物半导体可以分为单晶氧化物半导体和除此之外的非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,例如可以举出上述CAAC-OS及nc-OS。此外,在非单晶氧化物半导体中包含多晶氧化物半导体、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0601] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0602] [CAAC-OS]

CAAC-OS是包括多个结晶区域的氧化物半导体,该多个结晶区域的c轴取向于特定的方向。此外,特定的方向是指CAAC-OS膜的厚度方向、CAAC-OS膜的被形成面的法线方向、或者CAAC-OS膜的表面的法线方向。此外,结晶区域是具有原子排列的周期性的区域。注意,在将原子排列看作晶格排列时结晶区域也是晶格排列一致的区域。再者,CAAC-OS具有在a-b面方向上多个结晶区域连接的区域,有时该区域具有畸变。此外,畸变是指在多个结晶区域连接的区域中,晶格排列一致的区域和其他晶格排列一致的区域之间的晶格排列的方向变化的部分。换言之,CAAC-OS是指c轴取向并在a-b面方向上没有明显的取向的氧化物半导体。

[0603] 此外,上述多个结晶区域的每一个由一个或多个微小结晶(最大径小于10nm的结

晶)构成。在结晶区域由一个微小结晶构成的情况下,该结晶区域的最大径小于10nm。此外,结晶区域由多个微小结晶构成的情况下,有时该结晶区域的尺寸为几十nm左右。

[0604] 此外,在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、锡及钛等中的一种或多种)中,CAAC-OS趋于具有一种层状结晶结构(也称为层状结构),其中层叠有包含铟(In)及氧的层(以下、In层)与包含元素M、锌(Zn)及氧的层(以下、(M,Zn)层)。此外,铟和元素M可以彼此置换。因此,有时(M,Zn)层包含铟。此外,有时In层包含元素M。注意,有时In层包含Zn。该层状结构例如在高分辨率TEM图像中被观察作为晶格像。

[0605] 例如,当对CAAC-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,在 $2\theta=31^\circ$ 或其附近检测出表示c轴取向的峰。注意,表示c轴取向的峰的位置(2θ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0606] 此外,例如,在CAAC-OS膜的电子衍射图案中观察到多个亮点(斑点)。此外,在以透过样品的入射电子束的斑点(也称为直接斑点)为对称中心时,某一个斑点和其他斑点被观察在点对称的位置。

[0607] 在从上述特定的方向观察结晶区域的情况下,虽然该结晶区域中的晶格排列基本上是六方晶格,但是单位晶格并不局限于正六边形,有是非正六角形的情况。此外,在上述畸变中,有时具有五角形、七角形等晶格排列。此外,在CAAC-OS的畸变附近观察不到明确的晶界(grain boundary)。也就是说,晶格排列的畸变抑制晶界的形成。这可能是由于CAAC-OS因为a-b面方向上的氧原子的排列的低密度或因金属原子被取代而使原子间的键合距离产生变化等而能够包容畸变。

[0608] 此外,确认到明确的晶界的结晶结构被称为所谓的多晶(polycrystal)。晶界成为复合中心而载流子被俘获,因而有可能导致晶体管的通态电流的降低、场效应迁移率的降低等。因此,确认不到明确的晶界的CAAC-OS是对晶体管的半导体层提供具有优异的结晶结构的结晶性氧化物之一。注意,为了构成CAAC-OS,优选为包含Zn的结构。例如,与In氧化物相比,In-Zn氧化物及In-Ga-Zn氧化物能够进一步地抑制晶界的发生,所以是优选的。

[0609] CAAC-OS是结晶性高且确认不到明确的晶界的氧化物半导体。因此,可以说在CAAC-OS中,不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。此外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混入或缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质或缺陷(氧空位等)少的氧化物半导体。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体具有高耐热性及高可靠性。此外,CAAC-OS对制造工序中的高温(所谓热积存;thermal budget)也很稳定。由此,通过在OS晶体管中使用CAAC-OS,可以扩大制造工序的自由度。

[0610] [nc-OS]

在nc-OS中,微小的区域(例如1nm以上且10nm以下的区域,特别是1nm以上且3nm以下的区域)中的原子排列具有周期性。换言之,nc-OS具有微小的结晶。此外,例如,该微小的结晶的尺寸为1nm以上且10nm以下,尤其为1nm以上且3nm以下,将该微小的结晶称为纳米晶。此外,nc-OS在不同的纳米晶之间观察不到结晶取向的规律性。因此,在膜整体中观察不到取向性。所以,有时nc-OS在某些分析方法中与a-like OS或非晶氧化物半导体没有差别。例如,在对nc-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,不检测出表示结晶性的峰。此外,在对nc-OS膜进行使用其束径比纳米晶大(例如,

50nm以上)的电子束的电子衍射(也称为选区电子衍射)时,观察到类似光晕图案的衍射图案。另一方面,在对nc-OS膜进行使用其束径近于或小于纳米晶的尺寸(例如1nm以上且30nm以下)的电子束的电子衍射(也称为纳米束电子衍射)的情况下,有时得到在以直接斑点为中心的环状区域内观察到多个斑点的电子衍射图案。

[0611] [a-like OS]

a-like OS是具有介于nc-OS与非晶氧化物半导体之间的结构的氧化物半导体。a-like OS包含空洞或低密度区域。也就是说,a-like OS的结晶性比nc-OS及CAAC-OS的结晶性低。此外,a-like OS的膜中的氢浓度比nc-OS及CAAC-OS的膜中的氢浓度高。

[0612] [氧化物半导体的结构]

接着,说明上述的CAC-OS的详细内容。此外,CAC-OS与材料构成有关。

[0613] [CAC-OS]

CAC-OS例如是指包含在金属氧化物中的元素不均匀地分布的构成,其中包含不均匀地分布的元素的材料的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。注意,在下面也将在金属氧化物中一个或多个金属元素不均匀地分布且包含该金属元素的区域混合的状态称为马赛克状或补丁(patch)状,该区域的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。

[0614] 再者,CAC-OS是指其材料分开为第一区域与第二区域而成为马赛克状且该第一区域分布于膜中的结构(下面也称为云状)。就是说,CAC-OS是指具有该第一区域和该第二区域混合的结构的复合金属氧化物。

[0615] 在此,将相对于构成In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS的金属元素的In、Ga及Zn的原子个数比的每一个记为[In]、[Ga]及[Zn]。例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,第一区域是其[In]大于CAC-OS膜的组成中的[In]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于CAC-OS膜的组成中的[Ga]的区域。此外,例如,第一区域是其[In]大于第二区域中的[In]且其[Ga]小于第二区域中的[Ga]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于第一区域中的[Ga]且其[In]小于第一区域中的[In]的区域。

[0616] 具体而言,上述第一区域是以铟氧化物或铟锌氧化物等为主要成分的区域。此外,上述第二区域是以镓氧化物或镓锌氧化物等为主要成分的区域。换言之,可以将上述第一区域称为以In为主要成分的区域。此外,可以将上述第二区域称为以Ga为主要成分的区域。

[0617] 注意,有时观察不到上述第一区域和上述第二区域的明确的边界。

[0618] 例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(mapping)图像,可确认到具有以In为主要成分的区域(第一区域)及以Ga为主要成分的区域(第二区域)不均匀地分布而混合的结构。

[0619] 在将CAC-OS用于晶体管的情况下,通过起因于第一区域的导电性和起因于第二区域的绝缘性的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(控制开启/关闭的功能)。换言之,在CAC-OS的材料的一部分中具有导电性的功能且在另一部分中具有绝缘性的功能,在材料的整体中具有半导体的功能。通过使导电性的功能和绝缘性的功能分离,可以最大限度地提高各功能。因此,通过将CAC-OS用于晶体管,可以实现高通态电流(I_{on})、高场效应迁移率(μ)及良好的开关工作。

[0620] 氧化物半导体具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-likeOS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0621] <具有氧化物半导体的晶体管>

在此,说明将上述氧化物半导体用于晶体管的情况。

[0622] 通过将上述氧化物半导体用于晶体管,可以实现场效应迁移率高的晶体管。此外,可以实现可靠性高的晶体管。

[0623] 优选将载流子浓度低的氧化物半导体用于晶体管。例如,氧化物半导体中的载流子浓度可以为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以下,优选为 $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ 以下,进一步优选为 $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 以下,更进一步优选低于 $1 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$,且 $1 \times 10^{-9} \text{cm}^{-3}$ 以上。在以降低氧化物半导体膜的载流子浓度为目的的情况下,可以降低氧化物半导体膜中的杂质浓度以降低缺陷态密度。在本说明书等中,将杂质浓度低且缺陷态密度低的状态称为“高纯度本征”或“实质上高纯度本征”。此外,有时将载流子浓度低的氧化物半导体称为“高纯度本征”或“实质上高纯度本征”的氧化物半导体。

[0624] 因为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体膜具有较低的缺陷态密度,所以有可能具有较低的陷阱态密度。

[0625] 此外,被氧化物半导体的陷阱能级俘获的电荷到消失需要较长的时间,有时像固定电荷那样动作。因此,有时在陷阱态密度高的氧化物半导体中形成沟道形成区域的晶体管的电特性不稳定。

[0626] 因此,为了使晶体管的电特性稳定,降低氧化物半导体中的杂质浓度是有效的。为了降低氧化物半导体中的杂质浓度,优选还降低附近膜中的杂质浓度。作为杂质有氢、氮、碱金属、碱土金属、铁、镍、硅等。

[0627] <杂质>

在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0628] 在氧化物半导体包含第14族元素之一的硅或碳时,在氧化物半导体中形成缺陷能级。因此,将氧化物半导体中或氧化物半导体的界面附近的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱分析法(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的浓度)设定为 $2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0629] 此外,当氧化物半导体包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷能级而形成载流子。因此,使用包含碱金属或碱土金属的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。因此,使通过SIMS测得的氧化物半导体中的碱金属或碱土金属的浓度为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0630] 当氧化物半导体包含氮时,容易产生作为载流子的电子,使载流子浓度增高,而n型化。其结果是,在将包含氮的氧化物半导体用于半导体的晶体管容易具有常开启特性。或者,在氧化物半导体包含氮时,有时形成陷阱能级。其结果,有时晶体管的电特性不稳定。因此,将利用SIMS测得的氧化物半导体中的氮浓度设定为低于 $5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$,优选为 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,进一步优选为 $5 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0631] 包含在氧化物半导体中的氢与键合于金属原子的氧起反应生成水,因此有时形成氧空位。当氢进入该氧空位时,有时产生作为载流子的电子。此外,有时由于氢的一部分与

键合于金属原子的氧键合,产生作为载流子的电子。因此,使用包含氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。由此,优选尽可能地减少氧化物半导体中的氢。具体而言,在氧化物半导体中,将利用SIMS测得的氢浓度设定为低于 1×10^{20} atoms/cm³,优选低于 1×10^{19} atoms/cm³,更优选低于 5×10^{18} atoms/cm³,进一步优选低于 1×10^{18} atoms/cm³。

[0632] 通过将杂质被充分降低的氧化物半导体用于晶体管的沟道形成区域,可以使晶体管具有稳定的电特性。

[0633] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0634] (实施方式7)

在本实施方式中,对具备本发明的一个方式的显示装置及显示系统的电子设备进行说明。

[0635] 图20A是头戴显示器8200的外观图。

[0636] 头戴显示器8200包括安装部8201、透镜8202、主体8203、显示部8204以及电缆8205等。此外,在安装部8201中内置有电池8206。

[0637] 通过电缆8205,将电力从电池8206供应到主体8203。主体8203具备无线接收器等,能够将对应于所接收的图像数据等的图像显示到显示部8204上。此外,通过利用设置在主体8203中的相机捕捉使用者的眼球或眼睑的动作,并根据该信息算出使用者的视线的坐标,可以利用使用者的视线作为输入方法。

[0638] 此外,也可以对安装部8201的被使用者接触的位置设置多个电极。主体8203也可以具有通过检测出根据使用者的眼球的动作而流过电极的电流,识别使用者的视线的功能。此外,主体8203可以具有通过检测出流过该电极的电流来监控使用者的脉搏的功能。安装部8201可以具有温度传感器、压力传感器、加速度传感器等各种传感器,也可以具有将使用者的生物信息显示在显示部8204上的功能。此外,主体8203也可以检测出使用者的头部的动作等,并与使用者的头部的动作等同步地使显示在显示部8204上的图像变化。

[0639] 可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部8204。由此,可以降低头戴显示器8200的功耗,所以可以长期间连续使用头戴显示器8200。此外,通过降低头戴显示器8200的功耗,可以实现电池8206的小型化及轻量化,因此可以实现头戴显示器8200的小型化及轻量化。由此,可以减小头戴显示器8200的使用者的负担,使该使用者不容易感到疲劳。

[0640] 图20B、图20C及图20D是头戴显示器8300的外观图。头戴显示器8300包括外壳8301、显示部8302、带状固定工具8304以及一对透镜8305。此外,电池8306内置于外壳8301,可以从电池8306向显示部8302等供应电力。

[0641] 使用者可以通过透镜8305看到显示部8302上的显示。优选的是,弯曲配置显示部8302。通过弯曲配置显示部8302,使用者可以感受高真实感。注意,在本实施方式中,例示出设置一个显示部8302的结构,但是不局限于此,例如也可以采用设置两个显示部8302的结构。此时,在将每个显示部配置在使用者的每个眼睛一侧时,可以进行利用视差的三维显示等。

[0642] 此外,可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部8302。由此,可以降低头戴显示器8300的功耗,所以可以长期间连续使用头戴显示器8300。此外,通过降低头戴显示器8300的功耗,可以实现电池8306的小型化及轻量化,因此可以实现头戴显示器8300的小型

化及轻量化。由此,可以减小头戴显示器8300的使用者的负担,使用该使用者不容易感到疲劳。

[0643] 接着,图21A及图21B示出与图20A至图20D所示的电子设备不同的电子设备的例子。

[0644] 图21A及图21B所示的电子设备包括外壳9000、显示部9001、扬声器9003、操作键9005(包括电源开关或操作开关)、连接端子9006、传感器9007(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、电池9009等。

[0645] 图21A及图21B所示的电子设备具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;进行无线通信的功能;通过利用无线通信功能来连接到各种计算机网络的功能;通过利用无线通信功能,进行各种数据的发送或接收的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据来将其显示在显示部上的功能;等。注意,图21A及图21B所示的电子设备可具有的功能不局限于上述功能,而可以具有各种功能。此外,虽然在图21A及图21B中未图示,但是电子设备可以包括多个显示部。此外,也可以在该电子设备中设置相机等而使其具有如下功能:拍摄静态图像的功能;拍摄动态图像的功能;将所拍摄的图像储存在存储介质(外部存储介质或内置于相机的存储介质)中的功能;将所拍摄的图像显示在显示部上的功能;等。

[0646] 下面,详细地说明图21A及图21B所示的电子设备。

[0647] 图21A是示出便携式信息终端9101的立体图。便携式信息终端9101例如具有电话机、电子笔记本和信息阅读装置等中的一种或多种的功能。具体而言,可以将其用作智能手机。此外,便携式信息终端9101可以将文字或图像信息显示在其多个面上。例如,可以将三个操作按钮9050(还称为操作图标或简称为图标)显示在显示部9001的一个面上。此外,可以将由虚线矩形表示的信息9051显示在显示部9001的另一个面上。此外,作为信息9051的一个例子,可以举出提示收到来自电子邮件、SNS(Social Networking Services:社交网络服务)或电话等的信息的显示;电子邮件或SNS等的标题;电子邮件或SNS等的发送者姓名;日期;时间;电池余量;以及天线接收信号强度的显示等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示操作按钮9050等代替信息9051。

[0648] 可以将本发明的一个方式的显示装置适用于便携式信息终端9101。由此,可以降低便携式信息终端9101的功耗,所以可以长期间连续使用便携式信息终端9101。此外,通过降低便携式信息终端9101的功耗,可以实现电池9009的小型化及轻量化,所以可以实现便携式信息终端9101的小型化及轻量化。因此可以提高便携式信息终端9101的便携性。

[0649] 图21B是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。便携式信息终端9200可以执行移动电话、电子邮件、文章的阅读及编辑、音乐播放、网络通信、电脑游戏等各种应用程序。此外,显示部9001的显示面弯曲,能够在弯曲的显示面上进行显示。在图21B中,示出在显示部9001显示时间9251、操作按钮9252(操作图标或简称为图标)及内容9253的例子。内容9253例如可以是动态图像。

[0650] 此外,便携式信息终端9200可以进行被通信标准化的近距离无线通信。例如,通过

与可进行无线通信的耳麦相互通信,可以进行免提通话。此外,便携式信息终端9200包括连接端子9006,可以通过连接器直接与其他信息终端进行数据的交换。此外,也可以通过连接端子9006进行充电。此外,充电工作也可以利用无线供电进行,而不通过连接端子9006。

[0651] 可以将本发明的一个方式的显示装置适用于便携式信息终端9200。由此,可以降低便携式信息终端9200的功耗,所以可以长期间连续使用便携式信息终端9200。此外,通过降低便携式信息终端9200的功耗,可以实现电池9009的小型化及轻量化,所以可以实现便携式信息终端9200的小型化及轻量化。因此可以提高便携式信息终端9200的便携性。

[0652] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0653] <关于本说明书等的记载的注释>

下面,对上述实施方式及实施方式中的各结构的说明附加注释。

[0654] 各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构成本发明的一个方式。此外,当在一个实施方式中示出多个结构实例时,可以适当地组合这些结构实例。

[0655] 此外,可以将某一实施方式中说明的内容(或其一部分)应用/组合/替换成该实施方式中说明的其他内容(或其一部分)及/或另一个或多个其他实施方式中说明的内容(或其一部分)。

[0656] 在实施方式中说明的内容是指在各实施方式中利用各种附图说明的内容或利用说明书所记载的文章说明的内容。

[0657] 此外,通过将某一实施方式中示出的附图(或其一部分)与该附图的其他部分、该实施方式中示出的其他附图(或其一部分)及/或另一个或多个其他实施方式中示出的附图(或其一部分)组合,可以构成更多图。

[0658] 在本说明书等中,根据功能对构成要素进行分类并在方框图中以彼此独立的方框表示。然而,在实际的电路等中难以根据功能对构成要素进行分类,有时一个电路涉及到多个功能或者多个电路涉及到一个功能。因此,方框图中的方框的分割不局限于说明书中说明的构成要素,而可以根据情况适当地不同。

[0659] 在附图中,为便于清楚地说明,有时夸大表示大小、层的厚度或区域。因此,本发明并不局限于附图中的尺寸。附图是为了明确起见而示出任意的的大小的,而不局限于附图所示的形状或数值等。例如,可以包括因杂波或定时偏差等所引起的信号、电压或电流的不均匀等。

[0660] 在本说明书等中,在说明晶体管的连接关系时,使用“源极和漏极中的一个”(第一电极或第一端子)、“源极和漏极中的另一个”(第二电极或第二端子)的表述。这是因为晶体管的源极和漏极根据晶体管的结构或工作条件等而互换的缘故。注意,根据情况可以将晶体管的源极和漏极适当地换称为源极(漏极)端子或源极(漏极)电极等。

[0661] 此外,在本说明书等中,“电极”及“布线”不限定构成要素的功能。例如,有时将“电极”用作“布线”的一部分,反之亦然。再者,“电极”、“布线”还包括多个“电极”或“布线”被形成为一体的情况等。

[0662] 此外,在本说明书等中,可以适当地调换电压和电位。电压是指与基准电位之间的电位差,例如在基准电位为地电压(接地电压)时,可以将电压换称为电位。接地电位不一定

意味着0V。注意,电位是相对的,对布线等供应的电位有时根据基准电位而变化。

[0663] 在本说明书等中,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”等词句。例如,有时可以将“导电层”调换为“导电膜”。此外,有时可以将“绝缘膜”调换为“绝缘层”。

[0664] 在本说明书等中,开关是指具有通过变为导通状态(开启状态)或非导通状态(关闭状态)来控制是否使电流流过的功能的元件。或者,开关是指具有选择并切换电流路径的功能的元件。

[0665] 在本说明书等中,例如,沟道长度是指在晶体管的俯视图中,半导体(或在晶体管处于开启状态时,在半导体中电流流过的部分)和栅极重叠的区域或者形成沟道的区域中的源极和漏极之间的距离。

[0666] 在本说明书等中,例如,沟道宽度是指半导体(或在晶体管处于开启状态时,在半导体中电流流过的部分)和栅电极重叠的区域、或者形成沟道的区域中的源极和漏极相对的部分的长度。

[0667] 在本说明书等中,“A与B连接”除了包括A与B直接连接的情况以外,还包括A与B电连接的情况。在此,“使A与B电连接”的描述是指当在A与B之间存在具有某种电作用的对象物时,能够进行A和B的电信号的授受的情况。

[实施例1]

[0668] 在本实施例中,参照图22至图29说明本发明的一个方式的发光器件1、发光器件2以及发光器件3。

[0669] 图22是说明发光器件550G的结构图。

[0670] 图23是说明发光器件550B的结构图。

[0671] 图24是说明发光器件550R的结构图。

[0672] 图25是说明发光器件1、发光器件2以及发光器件3的电流密度-亮度特性的图。

[0673] 图26是说明发光器件1、发光器件2以及发光器件3的亮度-电流效率特性的图。

[0674] 图27是说明发光器件1、发光器件2以及发光器件3的电压-亮度特性的图。

[0675] 图28是说明发光器件1、发光器件2以及发光器件3的电压-电流特性的图。

[0676] 图29是说明使发光器件1、发光器件2以及发光器件3在亮度1000cd/m²下发光时的发射光谱的图。

[0677] <发光器件1>

在本实施例中说明的所制造的发光器件1具有与发光器件550G同样的结构(参照图22)。

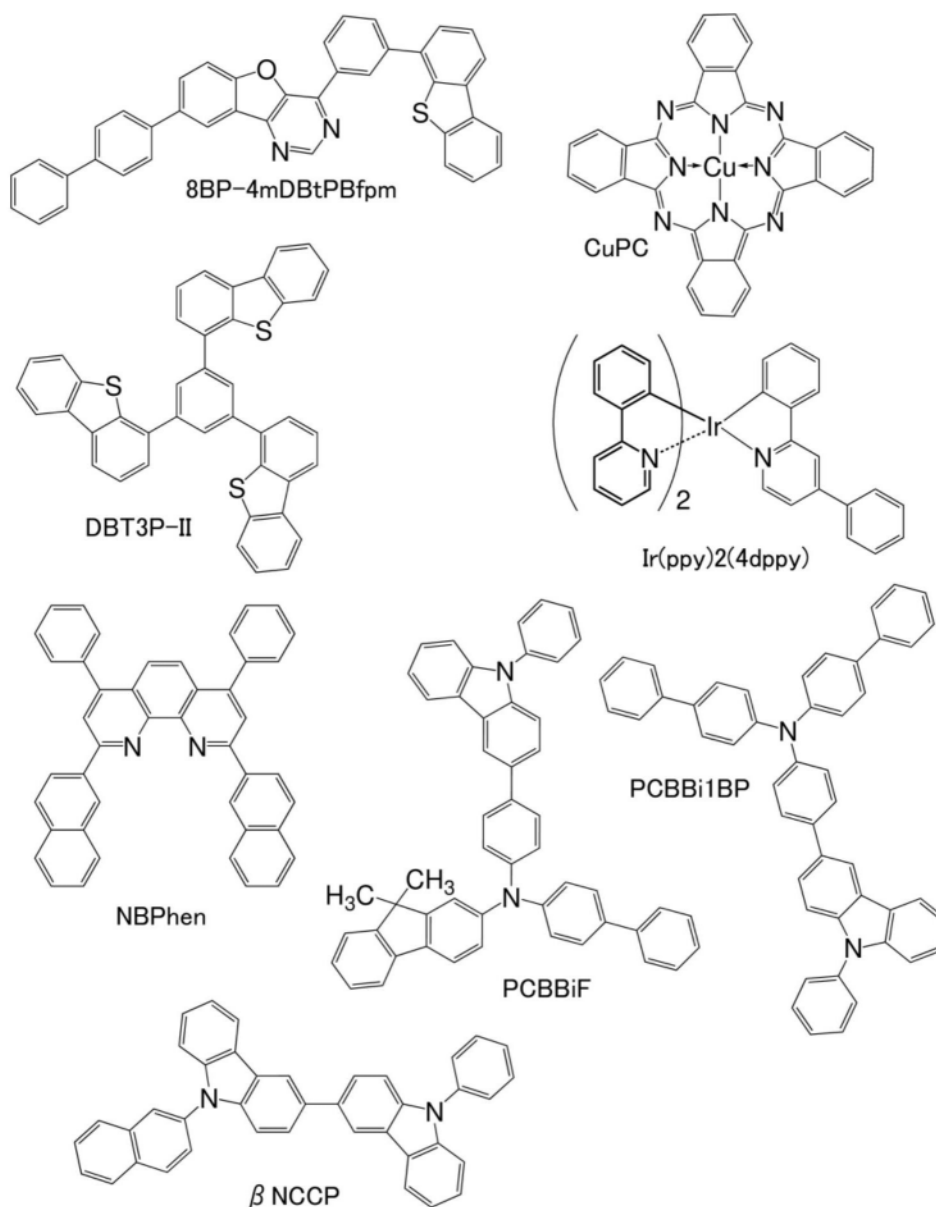
[0678] <<发光器件1的结构>>

表1示出发光器件1的结构。以下还示出用于在本实施例中说明的发光器件的材料的结构式。

[0679] [表1]

结构	符号	材料	组成比	厚度 /nm
层	CAPG	DBT3P-II		70
电极	552G	Ag:Mg	10:1	15
层	105G	LiF		1
层	113G2-2	NBPhen		20
层	113G2-1	8BP-4mDBtPBfpm		10
		8BP-4mDBtPBfpm:	0.6:	
层	111G2	β NCCP:	0.4:	40
		Ir (ppy) 2 (4dppy)	0.1	
层	112G2-2	PCBBi1BP		20
层	112G2-1	PCBBiF		20
层	106G2	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
层	106G1	CuPc		2
层	105G2	Li2O		0.1
层	113G-2	NBPhen		20
层	113G-1	8BP-4mDBtPBfpm		10
		8BP-4mDBtPBfpm:	0.6:	
层	111G	β NCCP:	0.4:	40
		Ir (ppy) 2 (4dppy)	0.1	
层	112G-2	PCBBi1BP		20
层	112G-1	PCBBiF		15
层	104G	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
电极	551G	ITSO		10
反射膜	REFG	Ag		100

[0680] [化学式3]



[0681] <<发光器件1的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的发光器件1。

[0682] [第1步骤]

在第1步骤中,形成反射膜REFG。具体而言,通过使用银(Ag)作为靶材,使用溅射法形成反射膜REFG。

[0683] 此外,反射膜REFG包含Ag且厚度为100nm。

[0684] [第2步骤]

在第2步骤中,在反射膜REFG上形成电极551G。具体而言,作为靶材使用含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITS0),利用溅射法形成电极551G。

[0685] 电极551G包含ITS0且厚度为10nm,面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0686] 接着,用水对形成有电极551G的基材进行洗涤,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^{-4}Pa 左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧。然后,将衬底冷却30

分钟左右。

[0687] [第3步骤]

在第3步骤中,在电极551G上形成层104G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0688] 层104G包含N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)及电子受主材料(简称:OCHD-003),其中PCBBiF:OCHD-003=1:0.15(重量比)且厚度为10nm。此外,OCHD-003具有受主性并包含氟,其分子量为672。

[0689] [第4步骤]

在第4步骤中,在层104G上形成层112G-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0690] 层112G-1包含PCBBiF且厚度为15nm。

[0691] [第5步骤]

在第5步骤中,在层112G-1上形成层112G-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0692] 层112G-2包含4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)且厚度为20nm。

[0693] [第6步骤]

在第6步骤中,在层112G-2上形成层111G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0694] 此外,层111G包含8-(1,1'-联苯-4-基)-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并咪唑[3,2-d]嘧啶(简称:8BP-4mDBtPBfpm)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咪唑(简称:BNCCP)以及[2-(4-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:Ir(ppy)₂(4dppy)),其中8BP-4mDBtPBfpm:BNCCP:Ir(ppy)₂(4dppy)=0.6:0.4:0.1(重量比)且厚度为40nm。

[0695] [第7步骤]

在第7步骤中,在层111G上形成层113G-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0696] 层113G-1包含8BP-4mDBtPBfpm且厚度为10nm。

[0697] [第8步骤]

在第8步骤中,在层113G-1上形成层113G-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0698] 层113G-2包含2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBPhen)且厚度为20nm。

[0699] [第9步骤]

在第9步骤中,在层113G-2上形成层105G2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0700] 层105G2包含氧化锂(简称:Li2O)且厚度为0.1nm。

[0701] [第10步骤]

在第10步骤中,在层105G2上形成层106G1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0702] 层106G1包含铜酞菁(简称:CuPc)且厚度为2nm。

[0703] [第11步骤]

在第11步骤中,在层106G1上形成层106G2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0704] 层106G2以PCBBiF:OCHD-003=1:0.15(重量比)包含PCBBiF及OCHD-003且厚度为10nm。

[0705] [第12步骤]

在第12步骤中,在层106G2上形成层112G2-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0706] 层112G2-1包含PCBBiF且厚度为20nm。

[0707] [第13步骤]

在第13步骤中,在层112G2-1上形成层112G2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0708] 层112G2-2包含PCBBi1BP且厚度为20nm。

[0709] [第14步骤]

在第14步骤中,在层112G2-2上形成层111G2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0710] 此外,层111G2以8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)₂(4dppy)=0.6:0.4:0.1(重量比)包含8BP-4mDBtPBfpm、βNCCP以及Ir(ppy)₂(4dppy)且厚度为40nm。

[0711] [第15步骤]

在第15步骤中,在层111G2上形成层113G2-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0712] 此外,层113G2-1包含8BP-4mDBtPBfpm且厚度为10nm。

[0713] [第16步骤]

在第16步骤中,在层113G2-1上形成层113G2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0714] 此外,层113G2-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0715] [第17步骤]

在第17步骤中,在层113G2-2上形成层105G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0716] 此外,层105G包含氟化锂(简称:LiF)且厚度为1nm。

[0717] [第18步骤]

在第18步骤中,在层105G上形成电极552G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0718] 电极552G包含银(Ag)及镁(Mg),其中Ag:Mg=10:1(体积比)且厚度为15nm。

[0719] [第19步骤]

在第19步骤中,在电极552G上形成层CAPG。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0720] 此外,层CAPG包含4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)且厚度为70nm。

[0721] <发光器件2>

在本实施例中说明的所制造的发光器件2具有与发光器件550B同样的结构(参照图23)。

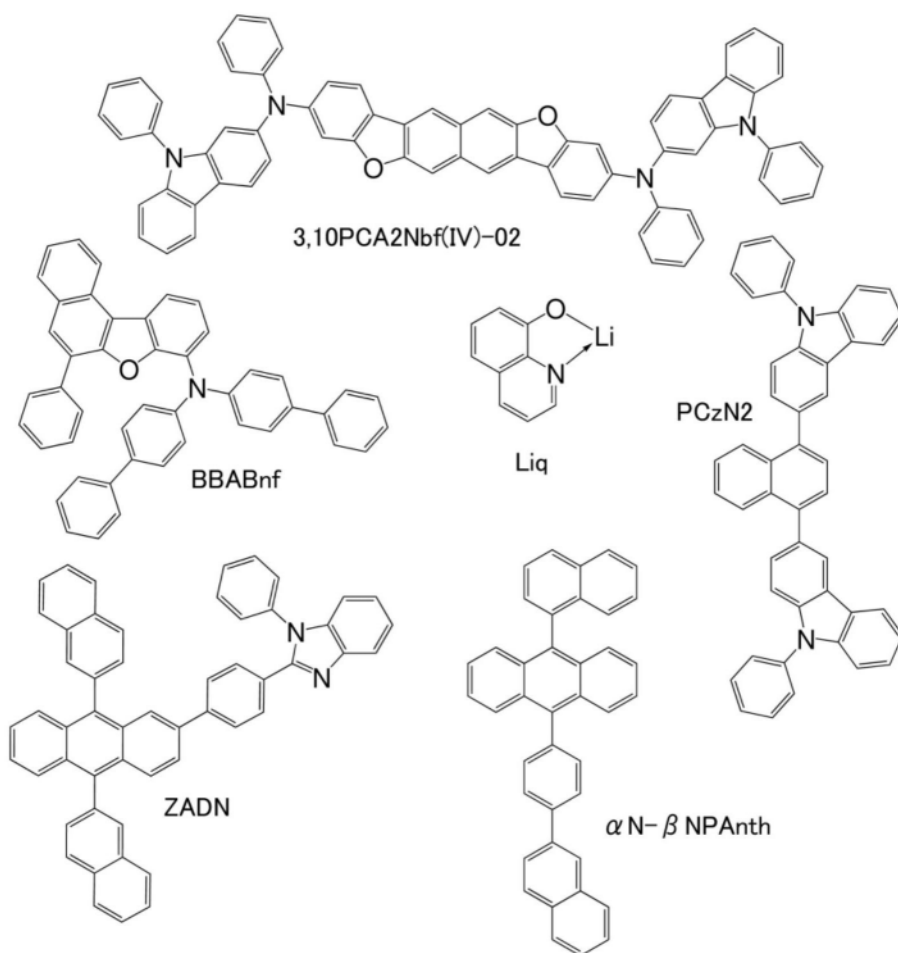
[0722] <<发光器件2的结构>>

表2示出发光器件2的结构。以下还示出用于在本实施例中说明的发光器件的材料的结构式。

[0723] [表2]

结构	符号	材料	组成比	厚度 /nm
层	CAPB	DBT3P-II		80
电极	552B	Ag:Mg	1:0.1	15
层	105B	LiF		1
层	113B2-2	NBPhen		30
层	113B2-1	ZADN:Liq	1:2	10
层	111B2	α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
层	112B2-2	PCzN2		10
层	112B2-1	BBABnf		25
层	106B2	BBABnf:OCHD-003	1:0.2	10
层	106B1	CuPc		2
层	105B2	Li2O		0.05
层	113B-2	NBPhen		20
层	113B-1	ZADN:Liq	1:2	10
层	111B	α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
层	112B-2	PCzN2		10
层	112B-1	BBABnf		25
层	104B	BBABnf:OCHD-003	1:0.10	10
电极	551B	ITSO		85
反射膜	REFB	Ag		100

[0724] [化学式4]



[0725] <<发光器件2的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的发光器件2。

[0726] [第1步骤]

在第1步骤中,形成反射膜REFB。具体而言,通过使用银(Ag)作为靶材,使用溅射法形成反射膜REFB。

[0727] 此外,反射膜REFB包含Ag且厚度为100nm。

[0728] [第2步骤]

在第2步骤中,在反射膜REFB上形成电极551B。具体而言,作为靶材使用含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO),利用溅射法形成电极551B。

[0729] 电极551B包含ITSO且厚度为85nm,面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0730] 接着,用水对形成有电极551B的基材进行洗涤,以 200°C 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^{-4}Pa 左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在 170°C 的温度下进行30分钟的真空焙烧。然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0731] [第3步骤]

在第3步骤中,在电极551B上形成层104B。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0732] 层104B包含N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)及OCHD-003,其中BBABnf:OCHD-003=1:0.10(重量比)且厚度为10nm。

[0733] [第4步骤]

在第4步骤中,在层104B上形成层112B-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0734] 层112B-1包含BBABnf且厚度为25nm。

[0735] [第5步骤]

在第5步骤中,在层112B-1上形成层112B-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0736] 层112B-2包含3,3'-(萘-1,4-二基)双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCzN2)且厚度为10nm。

[0737] [第6步骤]

在第6步骤中,在层112B-2上形成层111B。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0738] 此外,层111B包含9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N-BNPAnt)及3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02),其中 α N-BNPAnt:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015(重量比)且厚度为25nm。

[0739] [第7步骤]

在第7步骤中,在层111B上形成层113B-1。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0740] 层113B-1包含2-{4-[9,10-二(萘-2-基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)及8-羟基喹啉-锂(简称:Liq),其中ZADN:Liq=1:2(重量比)且厚度为10nm。

[0741] [第8步骤]

在第8步骤中,在层113B-1上形成层113B-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0742] 层113B-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0743] [第9步骤]

在第9步骤中,在层113B-2上形成层105B2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0744] 层105B2包含Li₂O且厚度为0.05nm。

[0745] [第10步骤]

在第10步骤中,在层105B2上形成层106B1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0746] 层106B1包含CuPc且厚度为2nm。

[0747] [第11步骤]

在第11步骤中,在层106B1上形成层106B2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0748] 层106B2包含BBABnf及OCHD-003,其中BBABnf:OCHD-003=1:0.2(重量比)且厚度为10nm。

[0749] [第12步骤]

在第12步骤中,在层106B2上形成层112B2-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0750] 层112B2-1包含BBABnf且厚度为25nm。

[0751] [第13步骤]

在第13步骤中,在层112B2-1上形成层112B2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0752] 层112B2-2包含PCzN2且厚度为10nm。

[0753] [第14步骤]

在第14步骤中,在层112B2-2上形成层111B2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0754] 层111B2包含 α N- β NPAnth及3,10PCA2Nbf (IV) -02,其中 α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf (IV) -02=1:0.015(重量比)且厚度为25nm。

[0755] [第15步骤]

在第15步骤中,在层111B2上形成层113B2-1。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0756] 层113B2-1包含ZADN及Liq,其中ZADN:Liq=1:2(重量比)且厚度为10nm。

[0757] [第16步骤]

在第16步骤中,在层113B2-1上形成层113B2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0758] 层113B2-2包含NBPhen且厚度为30nm。

[0759] [第17步骤]

在第17步骤中,在层113B2-2上形成层105B。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0760] 层105B包含LiF且厚度为1nm。

[0761] [第18步骤]

在第18步骤中,在层105B上形成电极552B。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0762] 电极552B包含Ag及Mg,其中Ag:Mg=1:0.1(体积比)且厚度为15nm。

[0763] [第19步骤]

在第19步骤中,在电极552B上形成层CAPB。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0764] 层CAPB包含DBT3P-II且厚度为80nm。

[0765] <发光器件3>

在本实施例中说明的所制造的发光器件3具有与发光器件550R同样的结构(参照图24)。

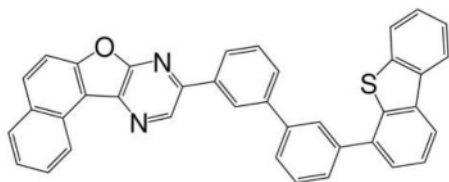
[0766] <<发光器件3的结构>>

表3示出发光器件3的结构。以下还示出用于在本实施例中说明的发光器件的材料的结构式。

[0767] [表3]

结构	符号	材料	组成比	厚度 /nm
层	CAPR	DBT3P-II		70
电极	552R	Ag:Mg		15
层	105R-2	Yb		0.8
层	105R-1	LiF		1
层	113R2-2	NBPhen		20
层	113R2-1	9mDBtBPNfpr		20
		9mDBtBPNfpr:	0.6:	
层	111R2	PCBBiF:	0.4:	50
		OCPG-006	0.05	
层	112R2	PCBBiF		40
层	106R2	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
层	106R1	CuPC		2
层	105R2	Li2O		0.1
层	113R-2	NBPhen		20
层	113R-1	9mDBtBPNfpr		10
		9mDBtBPNfpr:	0.6:	
层	111R	PCBBiF:	0.4:	50
		OCPG-006	0.05	
层	112R	PCBBiF		70
层	104R	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
电极	551R	ITSO		10
反射膜	REFR	Ag		100

[0768] [化学式5]



9mDBtBPNfpr

[0769] <<发光器件3的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的发光器件3。

[0770] [第1步骤]

在第1步骤中,形成反射膜REFR。具体而言,通过使用银(Ag)作为靶材,使用溅射法形成反射膜REFR。

[0771] 此外,反射膜REFR包含Ag且厚度为100nm。

[0772] [第2步骤]

在第2步骤中,在反射膜REFR上形成电极551R。具体而言,作为靶材使用含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITS0),利用溅射法形成电极551R。

[0773] 电极551R包含ITS0且厚度为10nm,面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0774] 接着,用水对形成有电极551R的基材进行洗涤,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^{-4}Pa 左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧。然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0775] [第3步骤]

在第3步骤中,在电极551R上形成层104R。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0776] 层104R包含PCBBiF及OCHD-003,其中PCBBiF:OCHD-003=1:0.15(重量比)且厚度为10nm。

[0777] [第4步骤]

在第4步骤中,在层104R上形成层112R。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0778] 层112R包含PCBBiF且厚度为70nm。

[0779] [第5步骤]

在第5步骤中,在层112R上形成层111R。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0780] 层111R包含9-[(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9mDBtBPNfpr)、PCBBiF以及磷光发光物质(简称:OCPG-006),其中9mDBtBPNfpr:PCBBiF:OCPG-006=0.6:0.4:0.05(重量比)且厚度为50nm。

[0781] [第6步骤]

在第6步骤中,在层111R上形成层113R-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0782] 层113R-1包含9mDBtBPNfpr且厚度为10nm。

[0783] [第7步骤]

在第7步骤中,在层113R-1上形成层113R-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0784] 层113R-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0785] [第8步骤]

在第8步骤中,在层113R-2上形成层105R2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0786] 层105R2包含 Li_2O 且厚度为0.1nm。

[0787] [第9步骤]

在第9步骤中,在层105R2上形成层106R1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0788] 层106R1包含CuPC且厚度为2nm。

[0789] [第10步骤]

在第10步骤中,在层106R1上形成层106R2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0790] 层106R2包含PCBBiF及OCHD-003,其中PCBBiF:OCHD-003=1:0.15(重量比)且厚度

为10nm。

[0791] [第11步骤]

在第11步骤中,在层106R2上形成层112R2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0792] 层112R2包含PCBBiF且厚度为40nm。

[0793] [第12步骤]

在第12步骤中,在层112R2上形成层111R2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0794] 层111R2包含9mDBtBPNfpr、PCBBiF以及OCPG-006,其中9mDBtBPNfpr:PCBBiF:OCPG-006=0.6:0.4:0.05(重量比)且厚度为50nm。

[0795] [第13步骤]

在第13步骤中,在层111R2上形成层113R2-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0796] 层113R2-1包含9mDBtBPNfpr且厚度为20nm。

[0797] [第14步骤]

在第14步骤中,在层113R2-1上形成层113R2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0798] 层113R2-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0799] [第15步骤]

在第15步骤中,在层113R2-2上形成层105R-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0800] 层105R-1包含LiF且厚度为1nm。

[0801] [第16步骤]

在第16步骤中,在层105R-1上形成层105R-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0802] 层105R-2包含Yb且厚度为0.8nm。

[0803] [第17步骤]

在第17步骤中,在层105R-2上形成电极552R。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0804] 电极552R包含Ag及Mg,其中Ag:Mg=(体积比)且厚度为15nm。

[0805] [第18步骤]

在第18步骤中,在电极552R上形成层CAPR。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0806] 层CAPR包含DBT3P-II且厚度为70nm。

[0807] <<发光器件1、发光器件2、发光器件3的工作特性>>

发光器件1在被供电时发射光ELG及光ELG2(参照图22)。此外,发光器件2在被供电时发射光ELB及光ELB2(参照图23)。此外,发光器件3在被供电时发射光ELR及光ELR2(参照图24)。在室温下测量发光器件1、发光器件2以及发光器件3的工作特性(参照图25至图29)。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造的SR-UL1R)测量亮度、CIE色度以及发射光谱。

[0808] 表4示出使所制造的发光器件在亮度1000cd/m²左右下发光时的主要初始特性。此外,表4还示出后述的其他发光器件的特性。

[0809] [表4]

	电压	电流	电流密度	色度 x	色度 y	电流效率
	(V)	(mA)	(mA/cm ²)			(cd/A)
发光器件 1	6.2	0.02	0.6	0.36	0.62	170.3
发光器件 2	7.6	0.39	9.8	0.14	0.05	10.1
发光器件 3	5.6	0.07	1.7	0.69	0.31	64.9
发光器件 4	6.4	0.03	0.6	0.24	0.72	169.2
发光器件 5	8.2	0.02	0.5	0.29	0.69	182.8
对比发光器件 1	10.0	0.05	1.2	0.35	0.64	82.7

[0810] 由此可知,发光器件1、发光器件2以及发光器件3具有良好特性。

[实施例2]

[0811] 在本实施例中,参照图30、图32至图36说明本发明的一个方式的发光器件4及发光器件5。

[0812] 图30是说明发光器件550G的结构图。

[0813] 图31是说明发光器件550G的结构图。

[0814] 图32是说明发光器件4及发光器件5的电流密度-亮度特性的图。

[0815] 图33是说明发光器件4及发光器件5的亮度-电流效率特性的图。

[0816] 图34是说明发光器件4及发光器件5的电压-亮度特性的图。

[0817] 图35是说明发光器件4及发光器件5的电压-电流特性的图。

[0818] 图36是说明使发光器件4及发光器件5在亮度1000cd/m²下发光时的发射光谱的图。

[0819] <发光器件4及发光器件5>

在本实施例中说明的所制造的发光器件4及发光器件5具有与发光器件550G同样的结构(参照图30)。

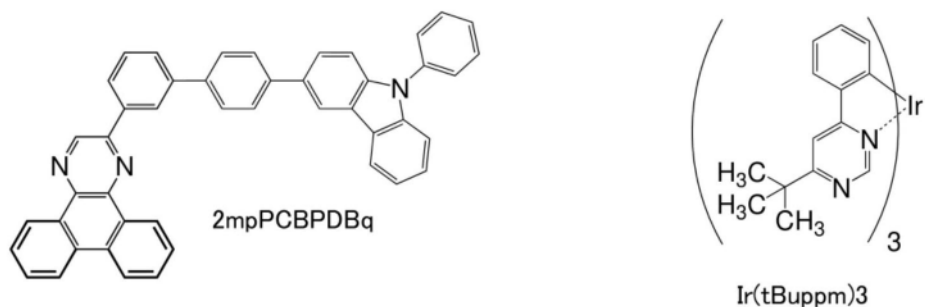
[0820] <<发光器件4及发光器件5的结构>>

表5示出发光器件4及发光器件5的结构。以下还示出用于在本实施例中说明的发光器件的材料的结构式。

[0821] [表5]

结构	符号	材料	组成比	厚度 /nm
层	CAPG	DBT3P-II		70
电极	552G	Ag:Mg	10:1	15
层	105G-2	Yb		0.8
层	105G-1	LiF		1
层	113G2-2	NBPhen		20
层	113G2-1	2mpPCBPDBq		10
		2mpPCBPDBq:	0.8:	
层	111G2	PCBBiF:	0.2:	40
		Ir(tBuppm)3	0.06	
层	112G	PCBBiF		40
层	106G2	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
层	106G1	CuPc		2
层	105G2	Li2O		0.1
层	113G	NBPhen		20
		2mpPCBPDBq:	0.8:	
层	111G	PCBBiF:	0.2:	40
		Ir(tBuppm)3	0.06	
层	112G	PCBBiF		65
层	104G	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
电极	551G	ITSO		100
反射膜	REFG	APC		100

[0822] [化学式6]



[0823] <<发光器件4的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的发光器件4。

[0824] [第1步骤]

在第1步骤中,形成反射膜REFG。具体而言,通过使用包含银(Ag)、钯(Pd)以及铜(Cu)的合金(简称:APC)作为靶材,使用溅射法形成反射膜REFG。

[0825] 此外,反射膜REFG包含APC且厚度为100nm。

[0826] [第2步骤]

在第2步骤中,在反射膜REFG上形成电极551G。具体而言,作为靶材使用含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITS0),利用溅射法形成电极551G。

[0827] 电极551G包含ITS0且厚度为100nm,面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0828] 接着,用水对形成有电极551G的基材进行洗涤,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^{-4}Pa 左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧。然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0829] [第3步骤]

在第3步骤中,在电极551G上形成层104G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0830] 层104G包含PCBBiF及OCHD-003,其中PCBBiF:OCHD-003=1:0.15(重量比)且厚度为10nm。

[0831] [第4步骤]

在第4步骤中,在层104G上形成层112G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0832] 层112G包含PCBBiF且厚度为65nm。

[0833] [第5步骤]

在第5步骤中,在层112G上形成层111G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0834] 层111G包含2-[4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)-3,1'-联苯基-1-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mpPCBPDBq)、PCBBiF以及三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:Ir(tBuppm)₃),其中2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃=0.8:0.2:0.06(重量比)且厚度为40nm。

[0835] [第6步骤]

在第6步骤中,在层111G上形成层113G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0836] 层113G包含NBPhen且厚度为20nm。

[0837] [第7步骤]

在第7步骤中,在层113G上形成层105G2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0838] 层105G2包含Li₂O且厚度为0.1nm。

[0839] [第8步骤]

在第8步骤中,在层105G2上形成层106G1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0840] 层106G1包含CuPc且厚度为2nm。

[0841] [第9步骤]

在第9步骤中,在层106G1上形成层106G2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0842] 层106G2包含PCBBiF及OCHD-003,其中PCBBiF:OCHD-003=1:0.15(重量比)且厚度为10nm。

[0843] [第10步骤]

在第10步骤中,在层106G2上形成层112G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0844] 此外,层112G包含PCBBiF且厚度为40nm。

[0845] [第11步骤]

在第11步骤中,在层112G上形成层111G2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0846] 层111G2包含2mpPCBPDBq、PCBBiF以及Ir(tBuppm)3,其中2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)3=0.8:0.2:0.06(重量比)且厚度为40nm。

[0847] [第12步骤]

在第12步骤中,在层111G2上形成层113G2-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0848] 层113G2-1包含2mpPCBPDBq且厚度为10nm。

[0849] [第13步骤]

在第13步骤中,在层113G2-1上形成层113G2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0850] 层113G2-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0851] [第14步骤]

在第14步骤中,在层113G2-2上形成层113G2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0852] 层113G2包含LiF且厚度为1nm。

[0853] [第15步骤]

在第15步骤中,在层113G2上形成层105G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0854] 层105G包含Yb且厚度为0.8nm。

[0855] [第16步骤]

在第16步骤中,在层105G上形成电极552G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0856] 电极552G包含Ag及Mg,其中Ag:Mg=10:1(体积比)且厚度为15nm。

[0857] [第17步骤]

在第17步骤中,在电极552G上形成层CAPG。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0858] 层CAPG包含DBT3P-II且厚度为70nm。

[0859] <<发光器件5的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的发光器件5。发光器件5与发光器件4的制造方法的不同之处在于:在发光器件5的制造方法中,在发光器件4的制造方法的第13步骤与第14步骤之间包括第13-2步骤、第13-3步骤、第13-4步骤以及第13-5步骤。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用相同方法的部分援用上述说明。此外,为了说明的方便起见,在发光器件5的制造方法中,将发光器件4的制造方法的第13步骤称为第13-1步骤。

[0860] [第13-1步骤]

在第13-1步骤中,与发光器件4的制造方法中的第13步骤同样,在层113G2-1上形成层113G2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0861] 层113G2-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0862] [第13-2步骤]

在第13-2步骤中,在层113G2-2上形成牺牲层SCR1。具体而言,通过使用三甲基铝(简称:TMA)作为前驱物,并使用水蒸气作为氧化剂,使用ALD法沉积材料。在本说明书等中,牺牲层也可以被称为掩模层。

[0863] 此外,牺牲层SCR1包含氧化铝且厚度为30nm。

[0864] [第13-3步骤]

在第13-3步骤中,在牺牲层SCR1上形成牺牲层SCR2。具体而言,使用溅射法沉积材料。

[0865] 牺牲层SCR2包含铟镓锌氧化物(简称:IGZO)且厚度为50nm。

[0866] [第13-4步骤]

在第13-4步骤中,在牺牲层SCR2上形成抗蚀剂,使用光刻法将牺牲层SCR1及牺牲层SCR2加工为规定形状。具体而言,使用包含三氟甲烷(简称:CHF₃)和氦(He)且为CHF₃:He=1:9(流量比)的蚀刻气体进行加工。然后,通过改变蚀刻条件,将层104G至层113G2-2的叠层膜加工为规定形状。具体而言,使用包含四氟甲烷(简称:CF₄)和氦且为CF₄:He=100:333(流量比)的蚀刻气体进行加工。

[0867] 作为规定形状,在不与电极551G重叠的位置上的该叠层膜中形成狭缝。具体而言,在电极551G的端部外侧且在离该端部有3.5μm的位置形成宽度为3μm的狭缝。

[0868] [第13-5步骤]

在第13-5步骤中,通过使用药液,去除牺牲层SCR1及牺牲层SCR2。

[0869] [第14步骤]

在第14步骤中,在层113G2-2上形成层113G2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。此外,第14步骤至第17步骤与发光器件4的制造方法相同。

[0870] <<发光器件4及发光器件5的工作特性>>

发光器件4及发光器件5在被供电时发射光ELG及ELG2(参照图30)。此外,在室温下测量发光器件4及发光器件5的工作特性(参照图32至图36)。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造的SR-UL1R)测量亮度、CIE色度以及发射光谱。

[0871] 表4示出使所制造的发光器件在亮度1000cd/m²左右下发光时的主要初始特性。

[0872] 由此可知,发光器件4具有良好特性。

[0873] 还可知,在使用对发光器件4的制造方法加上步骤13-1至步骤13-5的方法制造发光器件5的情况下,发光器件5也可以具有良好特性。

[0874] 另一方面,比较发光器件1的特性劣化程度比发光器件4及发光器件5显著大。在制造工序中,发光器件4、发光器件5以及比较发光器件1的部分叠层膜都暴露于药液或蚀刻气体。具体而言,与牺牲层SCR1接触的表面及由狭缝形成的侧面暴露于药液或蚀刻气体。此外,与比较发光器件1相比,发光器件4及发光器件5使用反应性低的材料。具体而言,发光器件4及发光器件5使用氧化锂,而比较发光器件1使用金属锂。由此,可以抑制与药液或蚀刻气体起反应,实现了发光器件4及发光器件5的良好特性。

[0875] (参考例1)

在本实施例中,将参照图31至图36说明比较发光器件1。所制造的比较发光器件1与发光器件5的不同之处在于:在比较发光器件1中,使用Li代替Li₂O。

[0876] <比较发光器件1>

在本实施例中说明的所制造的比较发光器件1具有与发光器件550G同样的结构(参照图31)。

[0877] <<比较发光器件1的结构>>

表6示出比较发光器件1的结构。

[0878] [表6]

结构	符号	材料	组成比	厚度 /nm
层	CAPG	IGZO		70
电极	552G	Ag:Mg	10:1	15
层	105G	LiF		1
层	113G2-2	NBPhen		20
层	113G2-1	2mpPCBPDBq		10
		2mpPCBPDBq:	0.8:	
层	111G2	PCBBiF:	0.2:	42.4
		Ir (tBuppm) 3	0.06	
层	112G	PCBBiF		40
层	106G2	PCBBiF:OCHD-003	8:1	10
层	106G1	CuPc		2
层	105G2	Li		0.1
层	113G-2	NBPhen		20
层	113G-1	2mpPCBPDBq		10
		2mpPCBPDBq:	0.8:	
层	111G	PCBBiF:	0.2:	42.4
		Ir (tBuppm) 3	0.06	
层	112G	PCBBiF		60
层	104G	PCBBiF:OCHD-003	8:1	10
电极	551G	ITSO		100
反射膜	REFG	APC		100

[0879] <<比较发光器件1的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的比较发光器件1。

[0880] [第1步骤]

在第1步骤中,形成反射膜REFG。具体而言,通过使用包含银(Ag)、钯(Pd)以及铜(Cu)的合金(简称:APC)作为靶材,使用溅射法形成反射膜REFG。

[0881] 此外,反射膜REFG包含APC且厚度为100nm。

[0882] [第2步骤]

在第2步骤中,在反射膜REFG上形成电极551G。具体而言,作为靶材使用含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO),利用溅射法形成电极551G。

[0883] 电极551G包含ITSO且厚度为100nm,面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0884] 接着,用水对形成有电极551G的基材进行洗涤,以200℃焙烧1小时,然后进行UV臭氧处理370秒。然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧。然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0885] [第3步骤]

在第3步骤中,在电极551G上形成层104G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0886] 层104G以PCBBiF:OCHD-003=8:1(重量比)包含PCBBiF及OCHD-003且厚度为10nm。

[0887] [第4步骤]

在第4步骤中,在层104G上形成层112G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0888] 层112G包含PCBBiF且厚度为60nm。

[0889] [第5步骤]

在第5步骤中,在层112G上形成层111G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0890] 层111G以2mpPCBPDBq:PCBBiF::Ir(tBuppm)3=0.8:0.2:0.06(重量比)包含2mpPCBPDBq、PCBBiF以及Ir(tBuppm)3且厚度为42.4nm。

[0891] [第6步骤]

在第6步骤中,在层111G上形成层113G-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0892] 层113G-1包含2mpPCBPDBq且厚度为10nm。

[0893] [第7步骤]

在第7步骤中,在层113G-1上形成层113G-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0894] 层113G-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0895] [第8步骤]

在第8步骤中,在层113G-2上形成层105G2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0896] 层105G2包含Li且厚度为0.1nm。

[0897] [第9步骤]

在第9步骤中,在层105G2上形成层106G1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0898] 层106G1包含CuPc且厚度为2nm。

[0899] [第10步骤]

在第10步骤中,在层106G1上形成层106G2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0900] 层106G2以PCBBiF:OCHD-003=8:1(重量比)包含PCBBiF及OCHD-003且厚度为10nm。

[0901] [第11步骤]

在第11步骤中,在层106G2上形成层112G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0902] 层112G包含PCBBiF且厚度为40nm。

[0903] [第12步骤]

在第12步骤中,在层112G上形成层111G2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0904] 层111G2以2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)3=0.8:0.2:0.06(重量比)包含2mpPCBPDBq、PCBBiF以及Ir(tBuppm)3且厚度为42.4nm。

[0905] [第13步骤]

在第13步骤中,在层111G2上形成层113G2-1。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0906] 层113G2-1包含2mpPCBPDBq且厚度为10nm。

[0907] [第14步骤]

在第14步骤中,在层113G2-1上形成层113G2-2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0908] 层113G2-2包含NBPhen且厚度为20nm。

[0909] [第15步骤]

在第15步骤中,在层113G2-2上形成牺牲层SCR1。具体而言,通过使用三甲基铝(简称:TMA)作为前驱物,并使用水蒸气作为氧化剂,使用ALD法沉积材料。

[0910] 此外,牺牲层SCR1包含氧化铝且厚度为30nm。

[0911] [第16步骤]

在第16步骤中,在牺牲层SCR1上形成牺牲层SCR2。具体而言,使用溅射法沉积材料。

[0912] 牺牲层SCR2包含IGZO且厚度为50nm。

[0913] [第17步骤]

在第17步骤中,在牺牲层SCR2上形成抗蚀剂,使用光刻法将牺牲层SCR1及牺牲层SCR2加工为规定形状。具体而言,使用包含三氟甲烷(简称:CHF₃)和氦(He)且为CHF₃:He=1:9(流量比)的蚀刻气体进行加工。然后,通过改变蚀刻条件,将层104G至层113G2-2的叠层膜加工为规定形状。具体而言,使用包含四氟甲烷(简称:CF₄)和氦且为CF₄:He=100:333(流量比)的蚀刻气体进行加工。

[0914] 作为规定形状,在不与电极551G重叠的位置上的该叠层膜中形成狭缝。具体而言,在电极551G的端部外侧且在离该端部有3.5μm的位置形成宽度为3μm的狭缝。

[0915] [第18步骤]

在第18步骤中,通过使用药液,去除牺牲层SCR1及牺牲层SCR2。

[0916] [第19步骤]

在第19步骤中,在层113G2-2上形成层105G。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0917] 层105G包含LiF且厚度为1nm。

[0918] [第20步骤]

在第20步骤中,在层105G上形成电极552G。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0919] 电极552G以Ag:Mg=10:1(体积比)包含Ag及Mg且厚度为15nm。

[0920] [第21步骤]

在第21步骤中,在电极552G上形成层CAPG。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0921] 层CAPG包含IGZO且厚度为70nm。

[0922] <<比较发光器件1的工作特性>>

比较发光器件1在被供电时发射光ELG及ELG2(参照图31)。在室温下测量比较发光器件1的工作特性(参照图32至图36)。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造的SR-UL1R)测量亮度、CIE色度以及发射光谱。

[0923] 表4示出使所制造的发光器件在亮度1000cd/m²左右下发光时的主要初始特性。

[实施例3]

[0924] 在本实施例中,参照图37至图40说明可以用于本发明的一个方式的发光器件的材料。

[0925] 图37是说明用来测量可以用于本发明的一个方式的发光器件中的层105X2的材料的物理性质的样品结构的图。

[0926] 图38是说明由Li₂O构成的层在大气中的变化的图。

[0927] 图39是说明由Li构成的层在大气中的变化的图。

[0928] 图40是说明由Li₂O构成的层在大气中的变化及由Li构成的层在大气中的变化的图。

[0929] <测量用样品>

在本实施例中说明的所制造的测量用样品包含NBPhen、PCBBiF以及层105X2(参照图37)。层105X2被夹在NBPhen与PCBBiF之间。

[0930] <<测量用样品的制造方法>>

通过使用包括下述步骤的方法,制造用来测量可以用于层105X2的材料的物理性质的测量用样品。

[0931] [第1步骤]

在第1步骤中,在基材510上形成包含NBPhen且厚度为30nm的膜。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。此外,将厚度为0.5mm的石英衬底用作基材510。

[0932] [第2步骤]

在第2步骤中,在NBPhen上形成层105X2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀Li₂O且其厚度为0.1nm。

[0933] [第3步骤]

在第3步骤中,在层105X2上形成包含PCBBiF且厚度为30nm的膜。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0934] [第4步骤]

在第4步骤中,以不暴露于大气的方式将测量用样品从真空蒸镀设备中取出到氮气氛,并使用不透过大气成分的密封基材密封测量用样品。

[0935] <<测量用样品的特性>>

破坏测量用样品的密封,在室温下测量电子自旋共振波谱。具体而言,在刚破坏密封之后进行测量,以及在破坏密封之后在大气中放置一天之后进行测量。此外,还比较自旋强度。

[0936] 在使用Li₂O制造的测量用样品中,在g值为2附近检测出信号(参照图38)。由此可知,该测量用样品包含未成对电子。此外,在大气中放置一天之后检测出较弱信号(参照图40)。

[0937] (对比例1)

在本实施例中说明的所制造的对比样品包含NBPhen、PCBBiF以及层105X2(参照图37)。层105X2被夹在NBPhen与PCBBiF之间。

[0938] <<对比样品的制造方法>>

通过使用包括下述步骤的方法,制造用来测量物理性质的对比样品。对比样品与上述测量用样品的制造方法的不同之处只在于:在对比样品中,使用Li代替 Li_2O 。

[0939] [第2步骤]

在第2步骤中,在NBPhen上形成层105X2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀Li且其厚度为0.1nm。

[0940] <<对比样品的特性>>

破坏对比样品的密封,在室温下测量电子自旋共振波谱。具体而言,在刚破坏密封之后进行测量,以及在破坏密封之后在大气中放置一天之后进行测量。此外,还比较自旋强度(参照图40)。

[0941] 在使用Li制造的对比样品中,在g值为2附近检测出较弱信号(参照图39)。此外,在大气中放置一天之后,信号消失了(参照图40)。

[实施例4]

[0942] 在本实施例中,参照图41至图44说明可以用于本发明的一个方式的发光器件的复合材料。

[0943] 图41是说明将具有受主性的有机化合物添加到N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二苯基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)而成的复合材料的电子自旋共振波谱的强度随该具有受主性的有机化合物的添加量变化的图。

[0944] 图42是说明将具有受主性的有机化合物添加到N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)而成的复合材料的电子自旋共振波谱的强度随该具有受主性的有机化合物的添加量变化的图。

[0945] 图43是说明将具有受主性的有机化合物添加到4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-芴-9-基)三苯基胺(简称:FLPAPA)而成的复合材料的电子自旋共振波谱的强度随该具有受主性的有机化合物的添加量变化的图。

[0946] 图44是说明将具有受主性的有机化合物添加到具有空穴传输性的有机化合物而成的复合材料的自旋密度随该具有受主性的有机化合物的添加量变化的图。

[0947] <测量用样品>

在本实施例中说明的所制造的测量用样品包含具有受主性的有机化合物及具有空穴传输性的有机化合物。

[0948] <<测量用样品的制造方法>>

通过使用电阻加热法,在石英衬底上蒸镀复合材料,以制造测量用样品。具体而言,共蒸镀具有空穴传输性的有机化合物和具有受主性的有机化合物OCHD-003。

[0949] 通过使用PCBBiF作为具有空穴传输性的有机化合物,分别制造PCBBiF:OCHD-003=1:0.01(重量比)和PCBBiF:OCHD-003=1:0.05的测量用样品。此外,测量用样品的厚度为100nm。

[0950] 通过使用BBABnf作为具有空穴传输性的有机化合物,分别制造BBABnf:OCHD-003

=1:0.05(重量比)和BBABnf:OCHD-003=1:0.1的测量用样品。此外,测量用样品的厚度为300nm。

[0951] 通过使用FLPAPA作为具有空穴传输性的有机化合物,分别制造FLPAPA:OCHD-003=1:0.05(重量比)和FLPAPA:OCHD-003=1:0.1的测量用样品。此外,测量用样品的厚度为100nm。

[0952] <<测量用样品的特性>>

在室温下测量电子自旋共振波谱。从每个测量用样品都检测出g值为2附近的信号,由此可以说包含未成对电子。此外,算出自旋密度来进行比较。

[0953] 图41示出使用PCBBiF作为具有空穴传输性的有机化合物的样品的电子自旋共振波谱。PCBBiF:OCHD-003=1:0.01(重量比)和PCBBiF:OCHD-003=1:0.05的样品的自旋密度分别为 2.2×10^{18} spins/cm³和 2.1×10^{19} spins/cm³。

[0954] 图42示出使用BBABnf作为具有空穴传输性的有机化合物的样品的电子自旋共振波谱。BBABnf:OCHD-003=1:0.05(重量比)和BBABnf:OCHD-003=1:0.1的样品的自旋密度分别为 9.6×10^{16} spins/cm³和 6.2×10^{17} spins/cm³。

[0955] 图43示出使用FLPAPA作为具有空穴传输性的有机化合物的样品的电子自旋共振波谱。FLPAPA:OCHD-003=1:0.05(重量比)和FLPAPA:OCHD-003=1:0.1的样品的自旋密度分别为 2.0×10^{18} spins/cm³和 4.7×10^{18} spins/cm³。

[0956] 在包含相同具有空穴传输性的有机化合物的测量用样品之间的对比中,具有受主性的有机化合物OCHD-003的添加量越多所检测出的自旋密度越高(参照图44)。

[0957] 此外,在以OCHD-003=0.05(重量比)添加具有受主性的有机化合物OCHD-003的测量用样品的对比中,使用PCBBiF作为具有空穴传输性的有机化合物的测量用样品的自旋密度最高,使用BBABnf作为具有空穴传输性的有机化合物的测量用样品的自旋密度最低(参照图44)。

[符号说明]

[0958] AN0:导电膜、C21:电容器、C22:电容器、G1:导电膜、G2:导电膜、GD:驱动电路、GL:栅极线、GL1:栅极线、GL2:栅极线、M21:晶体管、N21:节点、N22:节点、S1g:导电膜、S2g:导电膜、SD:驱动电路、SW21:开关、SW22:开关、SW23:开关、V0:布线、VCOM:导电膜、VCOM2:导电膜、10:显示装置、10A:显示装置、20:层、30:层、40:驱动电路、41:栅极驱动器、42:源极驱动器、50:功能电路、51:CPU、52:加速器、53:CPU核心、60:显示部、61:像素、61D:像素、61N:像素、62:像素电路、62B:像素电路、62G:像素电路、62R:像素电路、70:发光元件、80:触发器、81:扫描触发器、82:备份电路、103B:单元、103B2:单元、103G:单元、103G2:单元、103R:单元、103R2:单元、103X:单元、103X2:单元、104B:层、104G:层、104GB:间隙、104R:层、104RG:间隙、104X:层、105:层、105B2:层、105G2:层、105GB2:间隙、105R2:层、105RG2:间隙、105X:层、105X2:层、106B:中间层、106G:中间层、106GB:间隙、106R:中间层、106RG:间隙、106X:中间层、106X1:层、106X2:层、111X:层、111X2:层、112X:层、112X2:层、113X:层、113X2:层、200A:晶体管、205:导电体、205a:导电体、205b:导电体、205c:导电体、214:绝缘体、216:绝缘体、222:绝缘体、224:绝缘体、230:金属氧化物、230a:金属氧化物、230b:金属氧化物、230c:金属氧化物、231:显示区域、240:导电体、240a:导电体、240b:导电体、241:绝缘体、241a:绝缘体、241b:绝缘体、242:导电体、242a:导电体、242b:导电体、250:绝缘体、254:绝

绝缘体、260:导电体、260a:导电体、260b:导电体、274:绝缘体、280:绝缘体、281:绝缘体、301a:导电体、301b:导电体、305:导电体、311:导电体、313:导电体、317:导电体、321:下部电极、323:绝缘体、325:上部电极、331:导电体、333:导电体、335:导电体、337:导电体、341:导电体、343:导电体、347:导电体、351:导电体、353:导电体、355:导电体、357:导电体、361:绝缘体、363:绝缘体、403:元件分离层、403B:元件分离层、405:绝缘体、405B:绝缘体、407:绝缘体、409:绝缘体、411:绝缘体、421:绝缘体、441:晶体管、443:导电体、445:绝缘体、447:半导体区域、449a:低电阻区域、449b:低电阻区域、451:导电体、453:导电体、455:导电体、458:凸块、459:粘合层、461:导电体、463:导电体、501:绝缘体、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:基材、512A:导电膜、512B:导电膜、519B:端子、520:功能层、524:导电膜、530B:像素电路、530G:像素电路、550B:发光器件、550G:发光器件、550R:发光器件、550X:发光器件、551B:电极、551G:电极、551R:电极、551X:电极、552:导电膜、552B:电极、552G:电极、552R:电极、552X:电极、573:绝缘膜、591B:开口部、591G:开口部、601:晶体管、602:晶体管、603:晶体管、613:绝缘体、614:绝缘体、616:绝缘体、622:绝缘体、624:绝缘体、654:绝缘体、674:绝缘体、680:绝缘体、681:绝缘体、700:显示装置、701:衬底、701B:衬底、702B:像素、702G:像素、702R:像素、703:像素、705:绝缘膜、712:密封剂、716:FPC、730:绝缘体、732:密封层、734:绝缘体、738:遮光层、750:晶体管、760:连接电极、770:基材、772:导电体、778:结构体、780:各向异性导电体、786:EL层、788:导电体、790:电容器、800:晶体管、801a:导电体、801b:导电体、805:导电体、811:导电体、813:导电体、814:绝缘体、816:绝缘体、817:导电体、821:绝缘体、822:绝缘体、824:绝缘体、853:导电体、854:绝缘体、855:导电体、874:绝缘体、880:绝缘体、881:绝缘体、8200:头戴显示器、8201:安装部、8202:透镜、8203:主体、8204:显示部、8205:电缆、8206:电池、8300:头戴显示器、8301:框体、8302:显示部、8304:固定工具、8305:透镜、8306:电池、9000:框体、9001:显示部、9003:扬声器、9005:操作按键、9006:连接端子、9007:传感器、9009:电池、9050:操作按钮、9051:信息、9101:便携式信息终端、9200:便携式信息终端、9251:时间、9252:操作按钮、9253:内容。

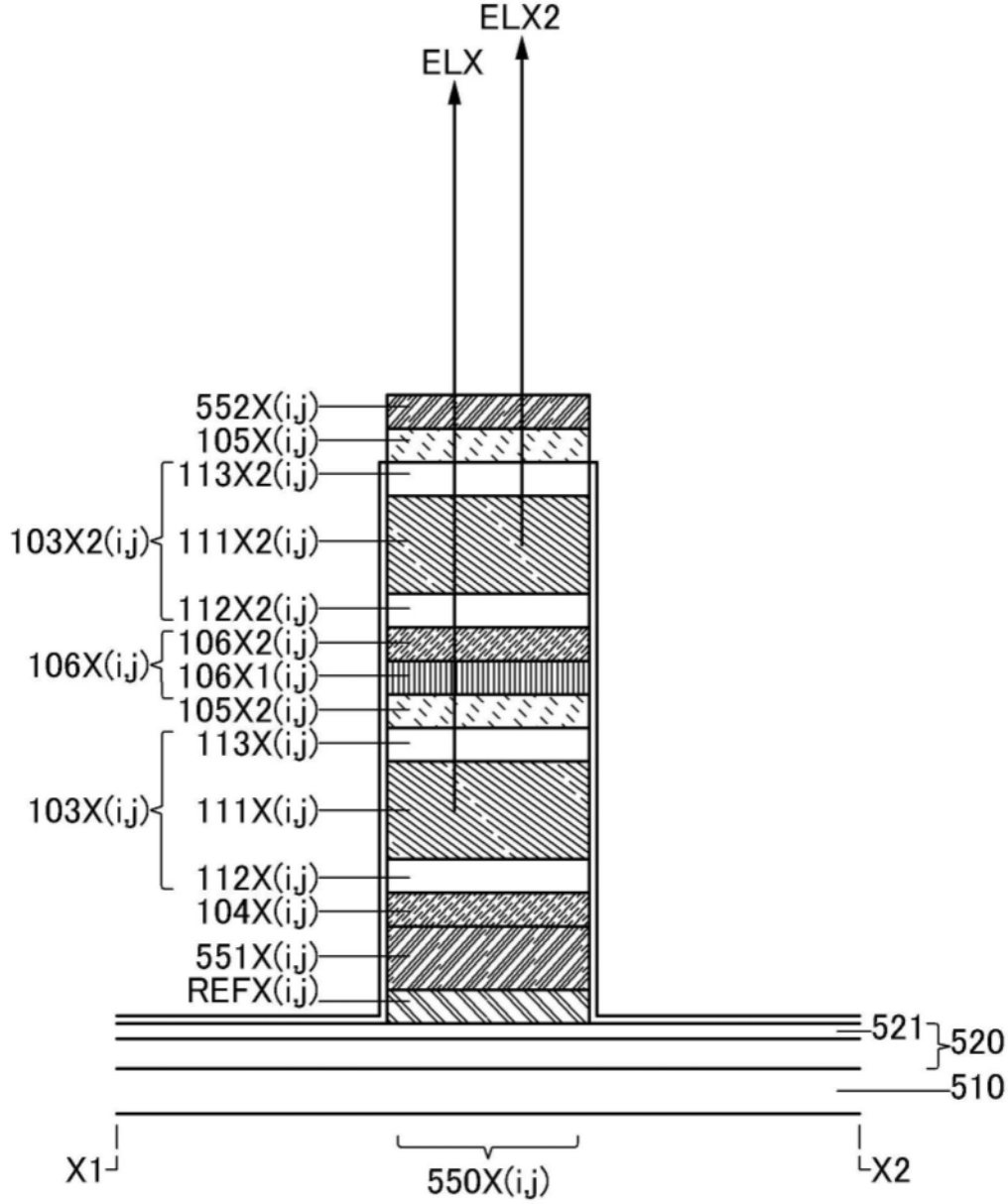


图1

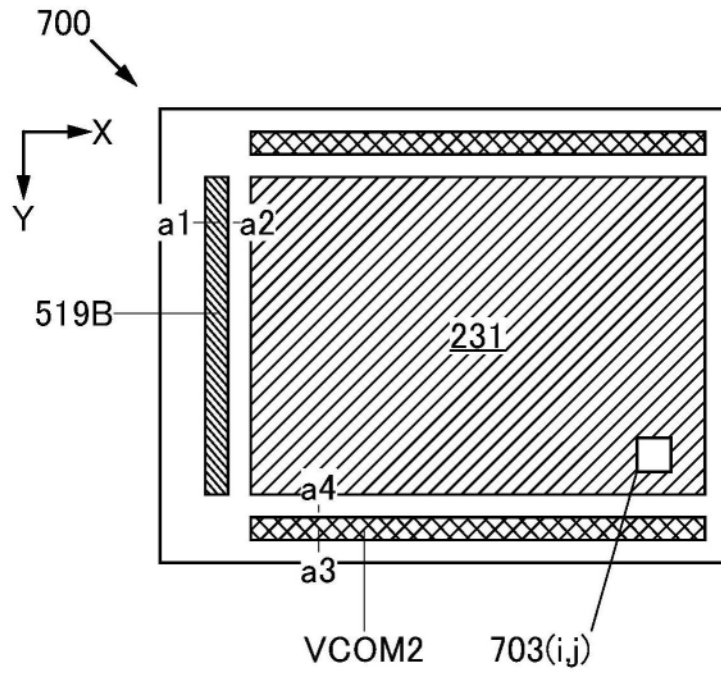


图2A

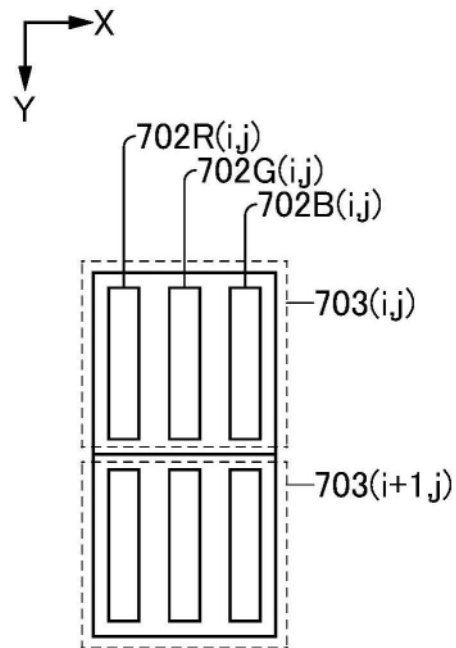


图2B

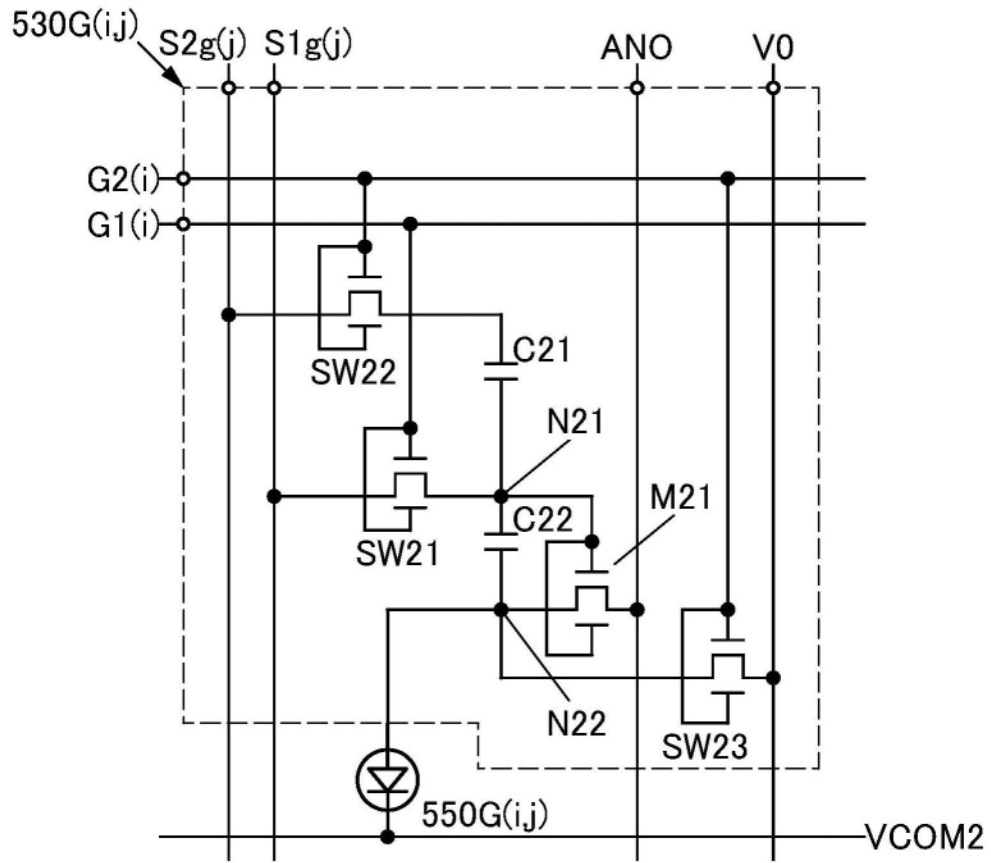


图3

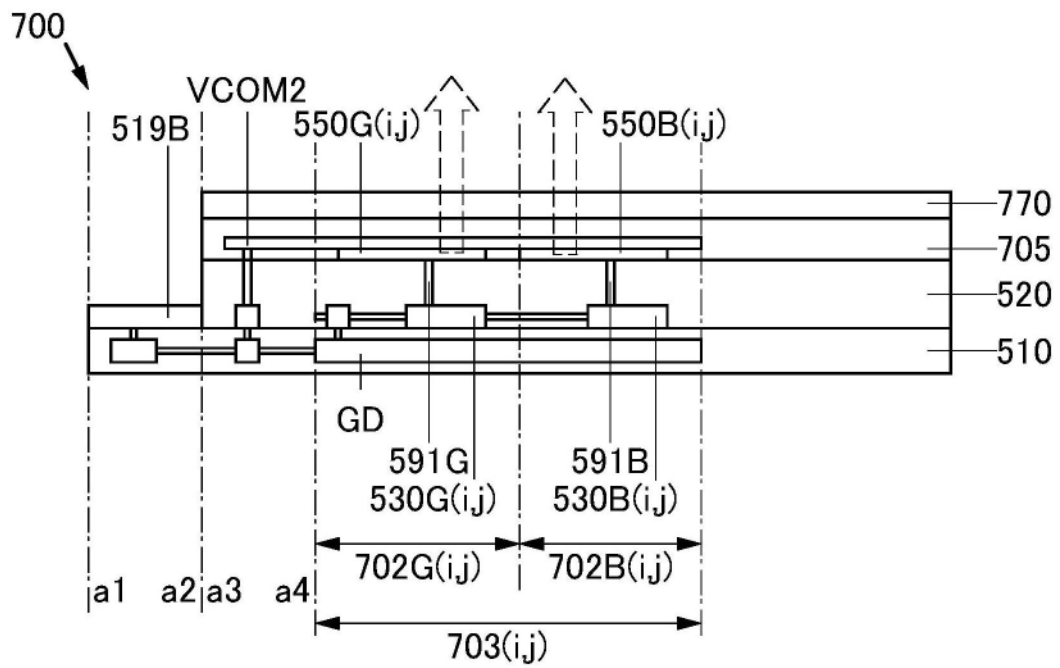


图4A

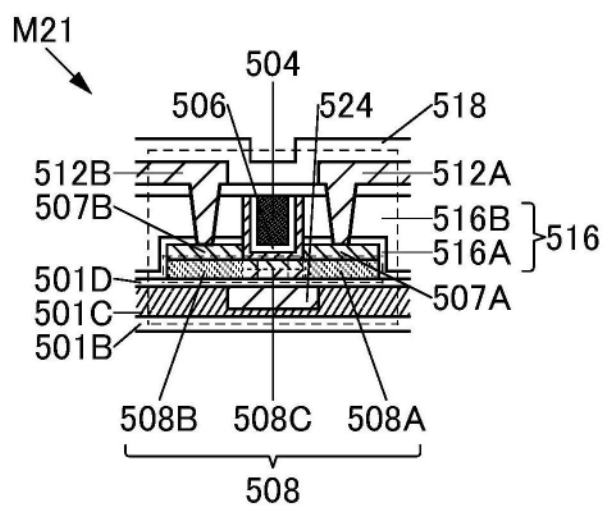


图4B

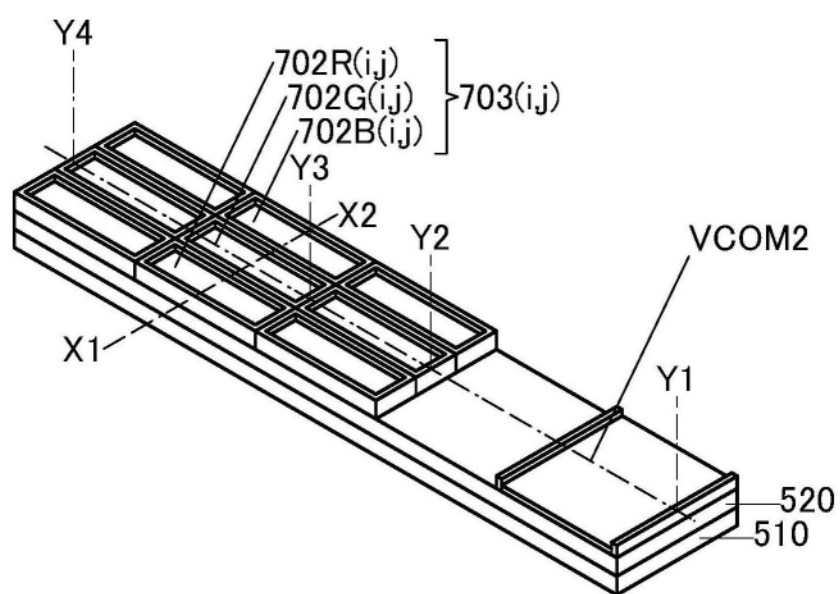


图5A

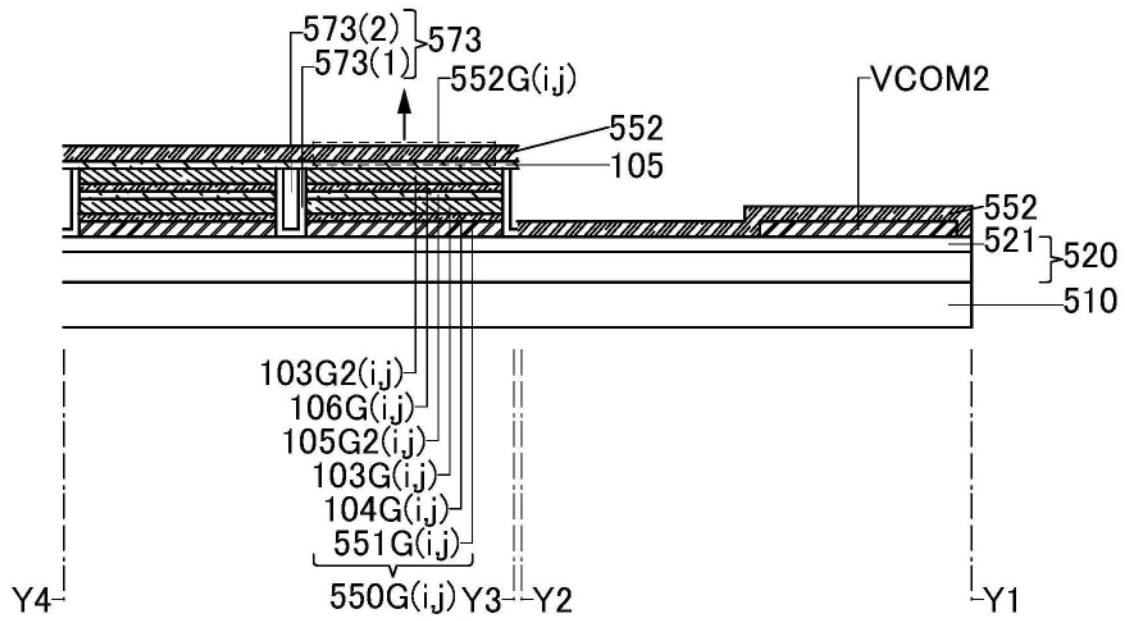


图5B

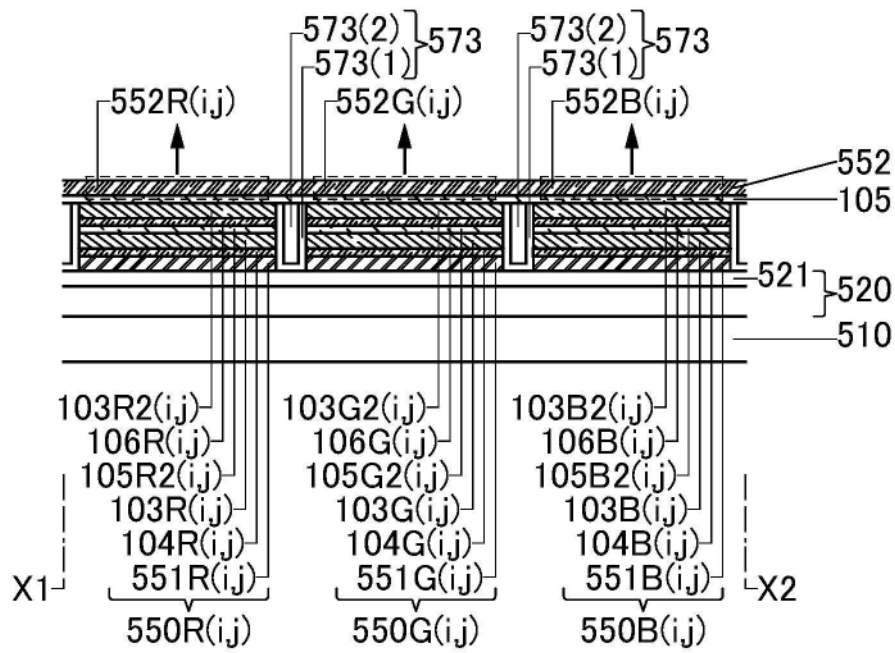


图5C

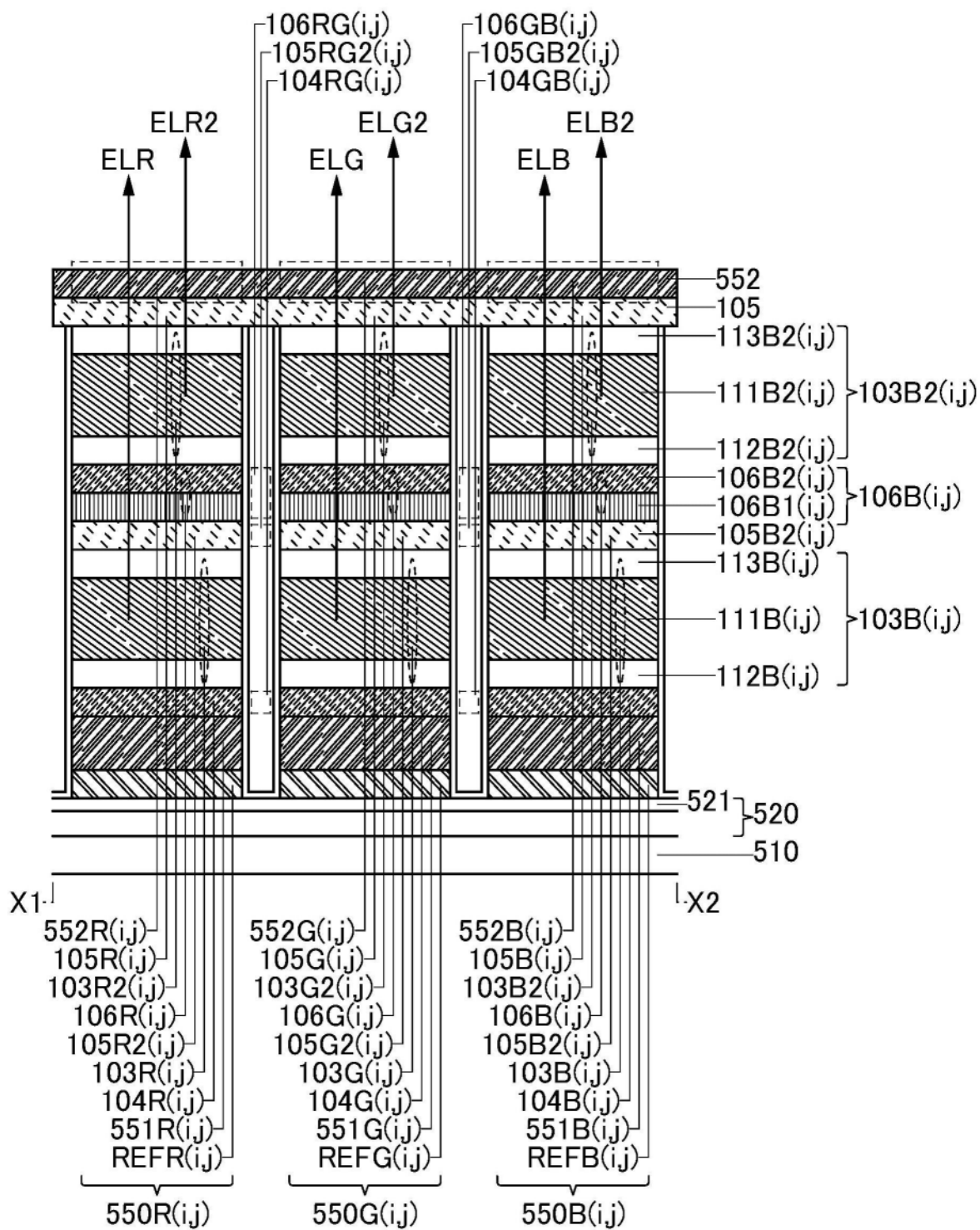


图6

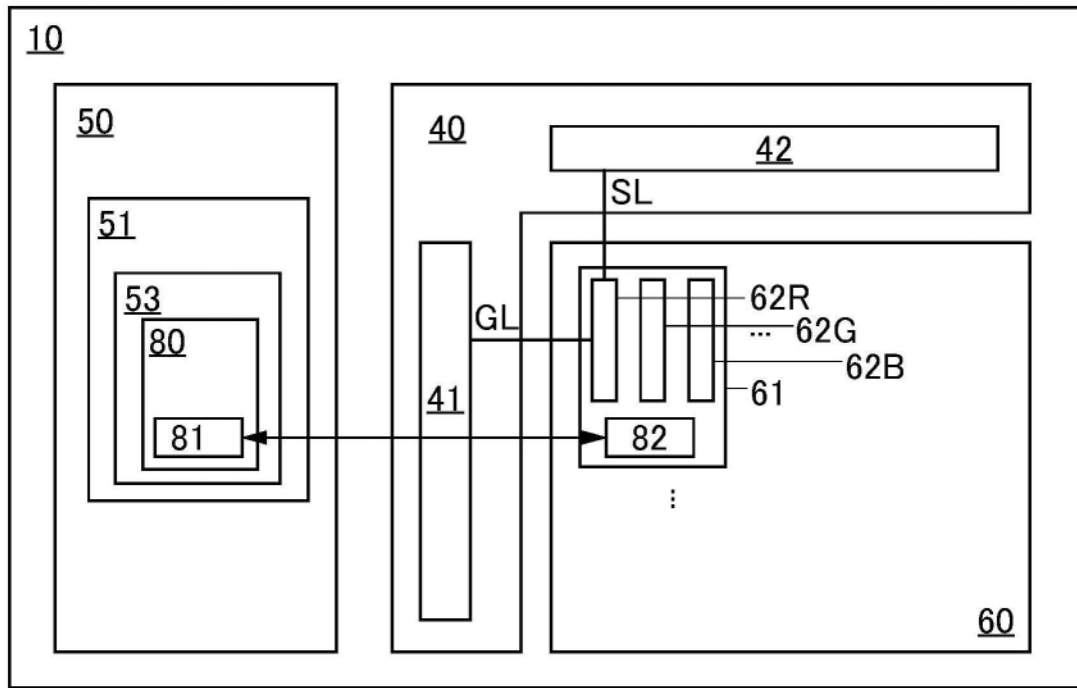


图7

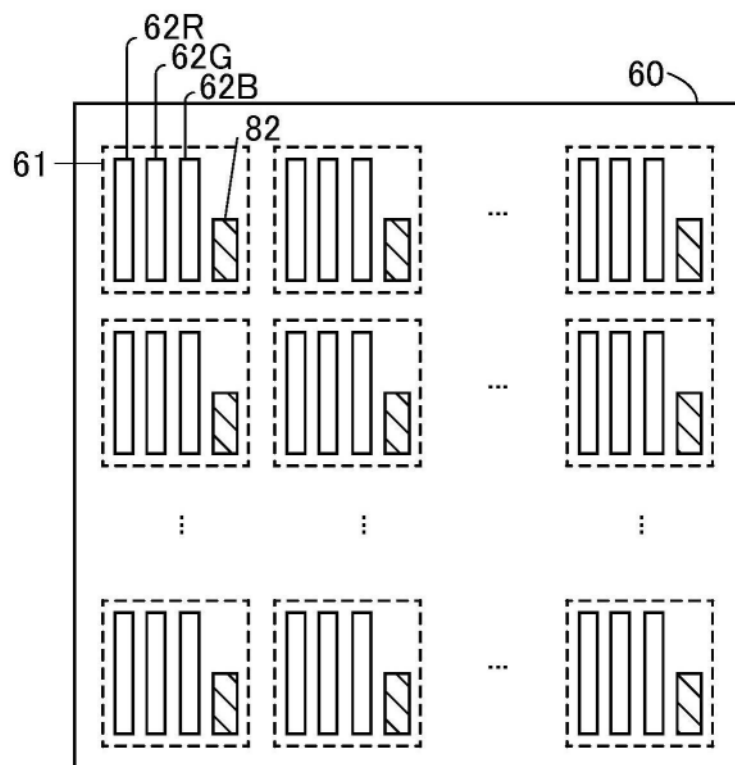


图8

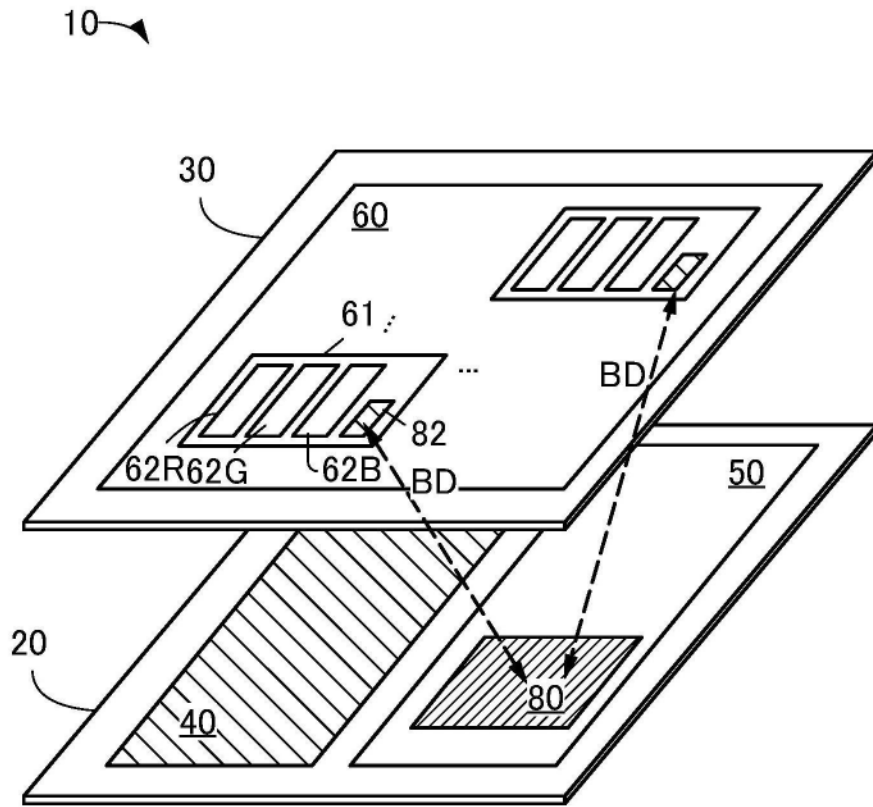


图9

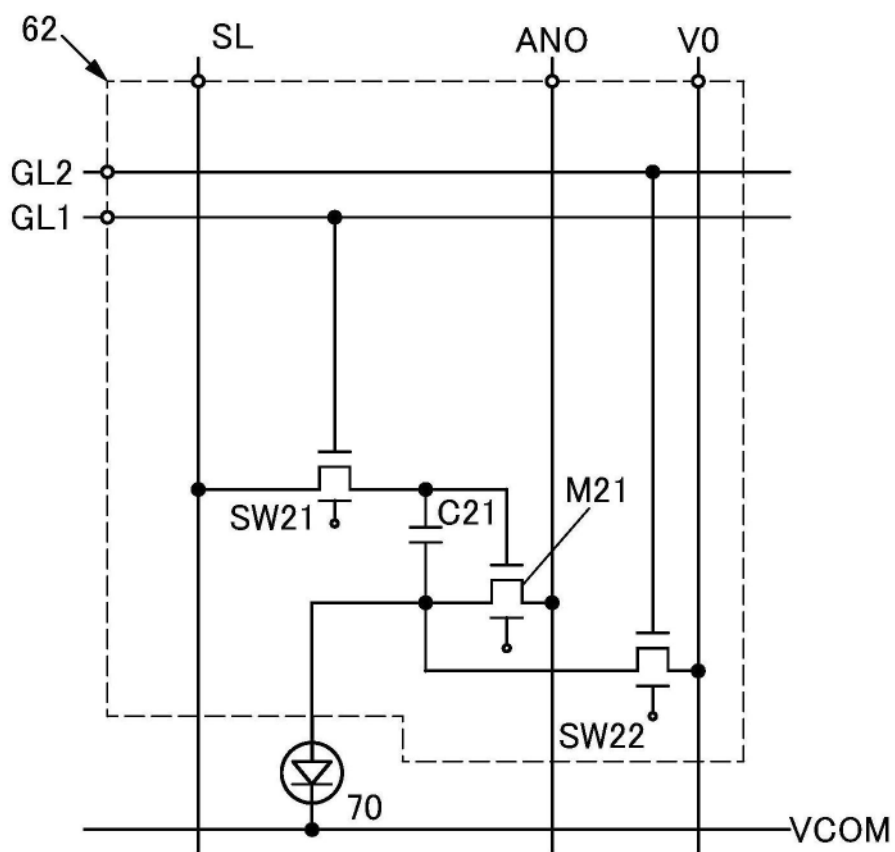


图10A

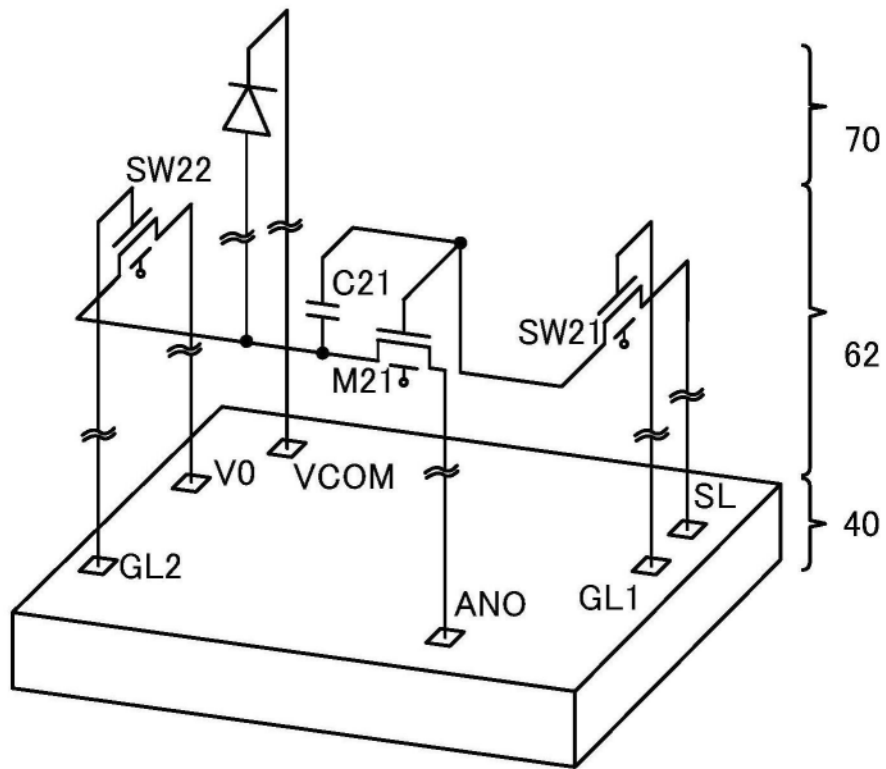


图10B

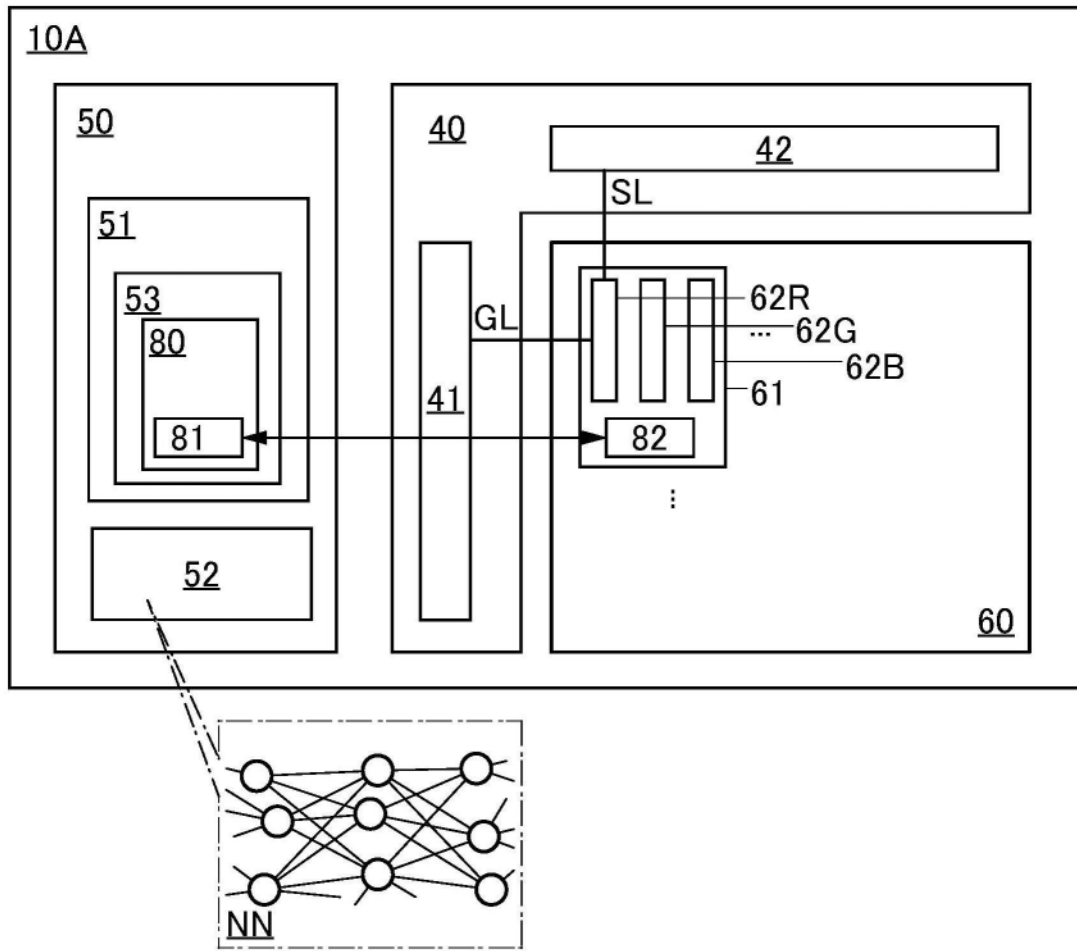


图11

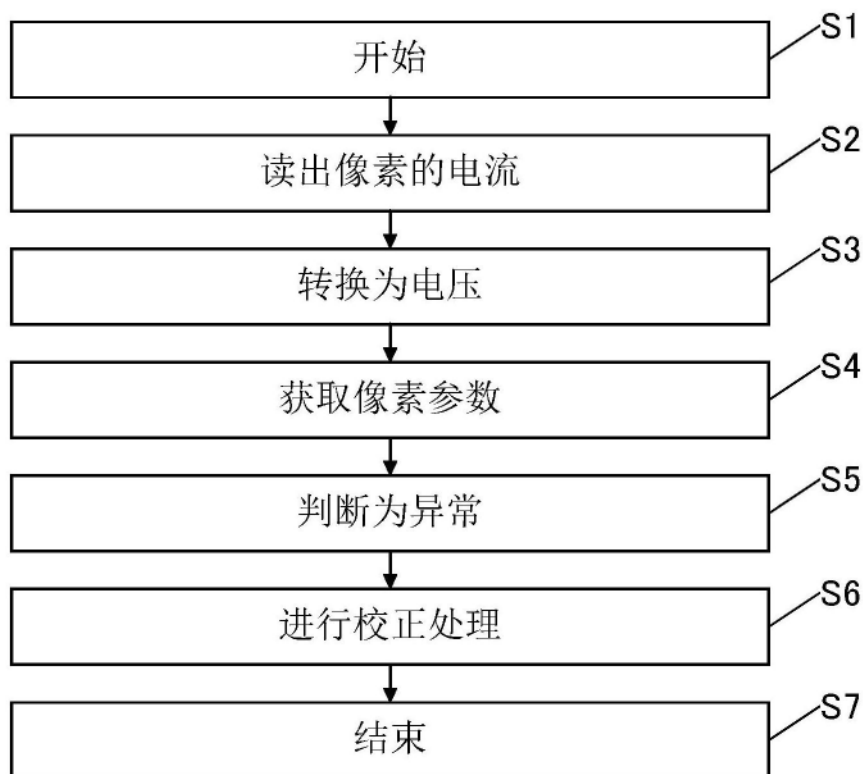


图12A

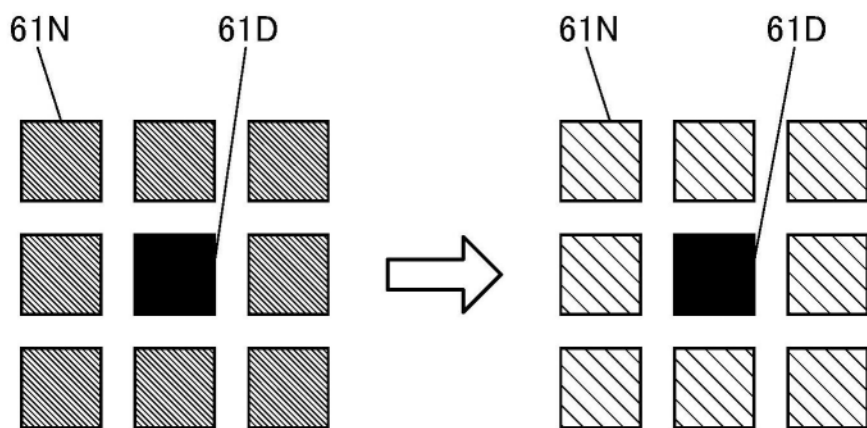


图12B

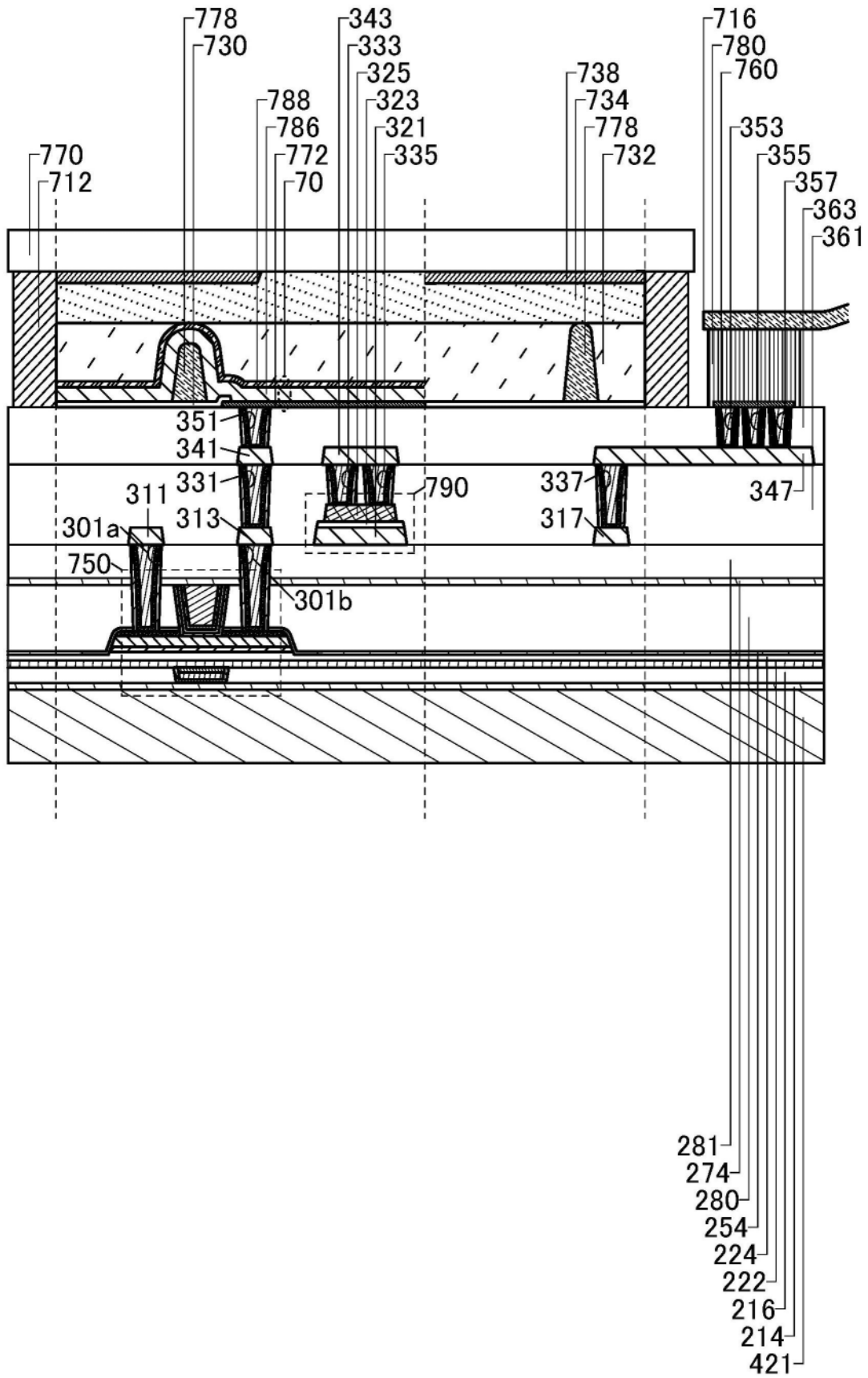


图13

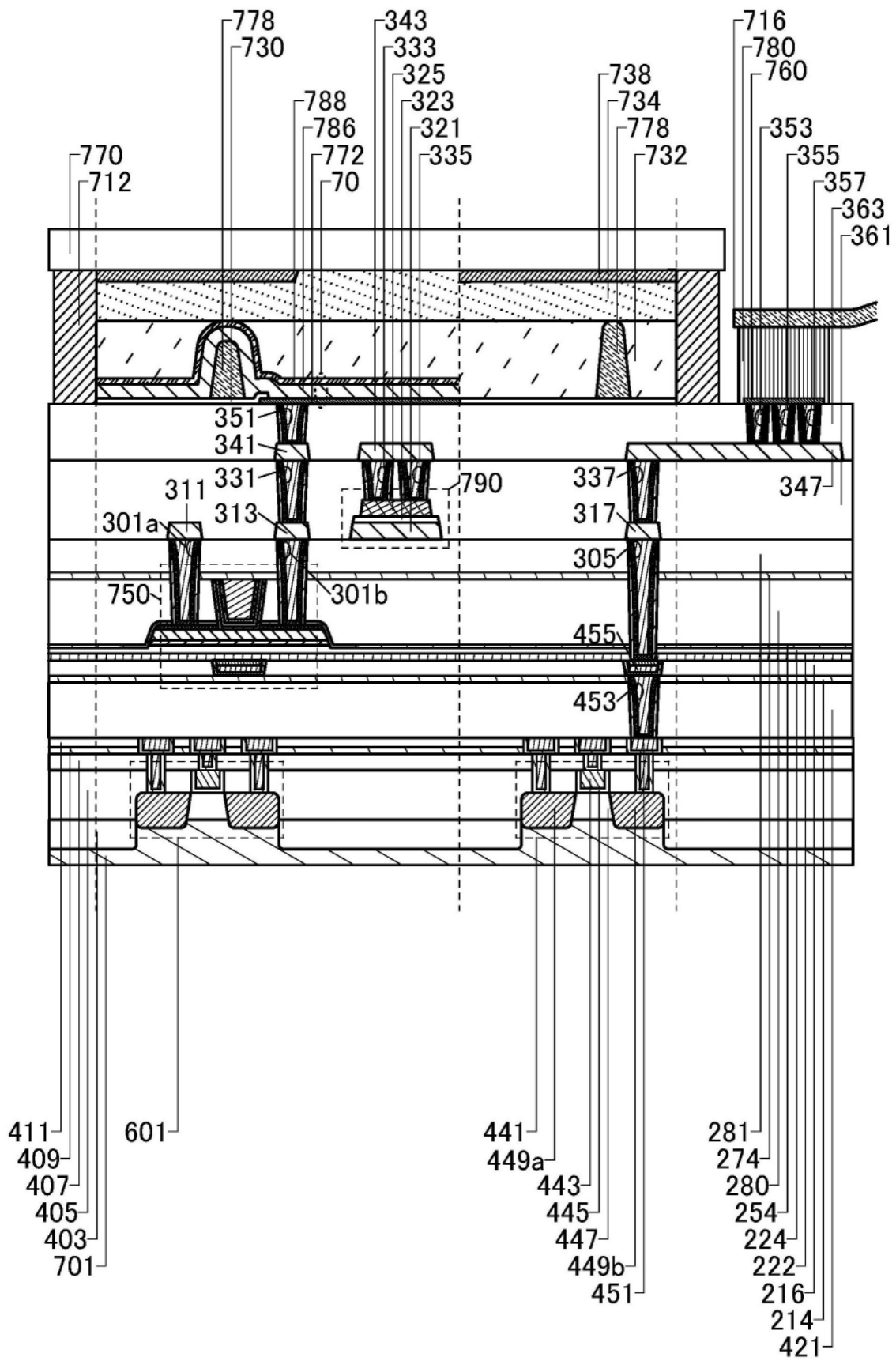


图14

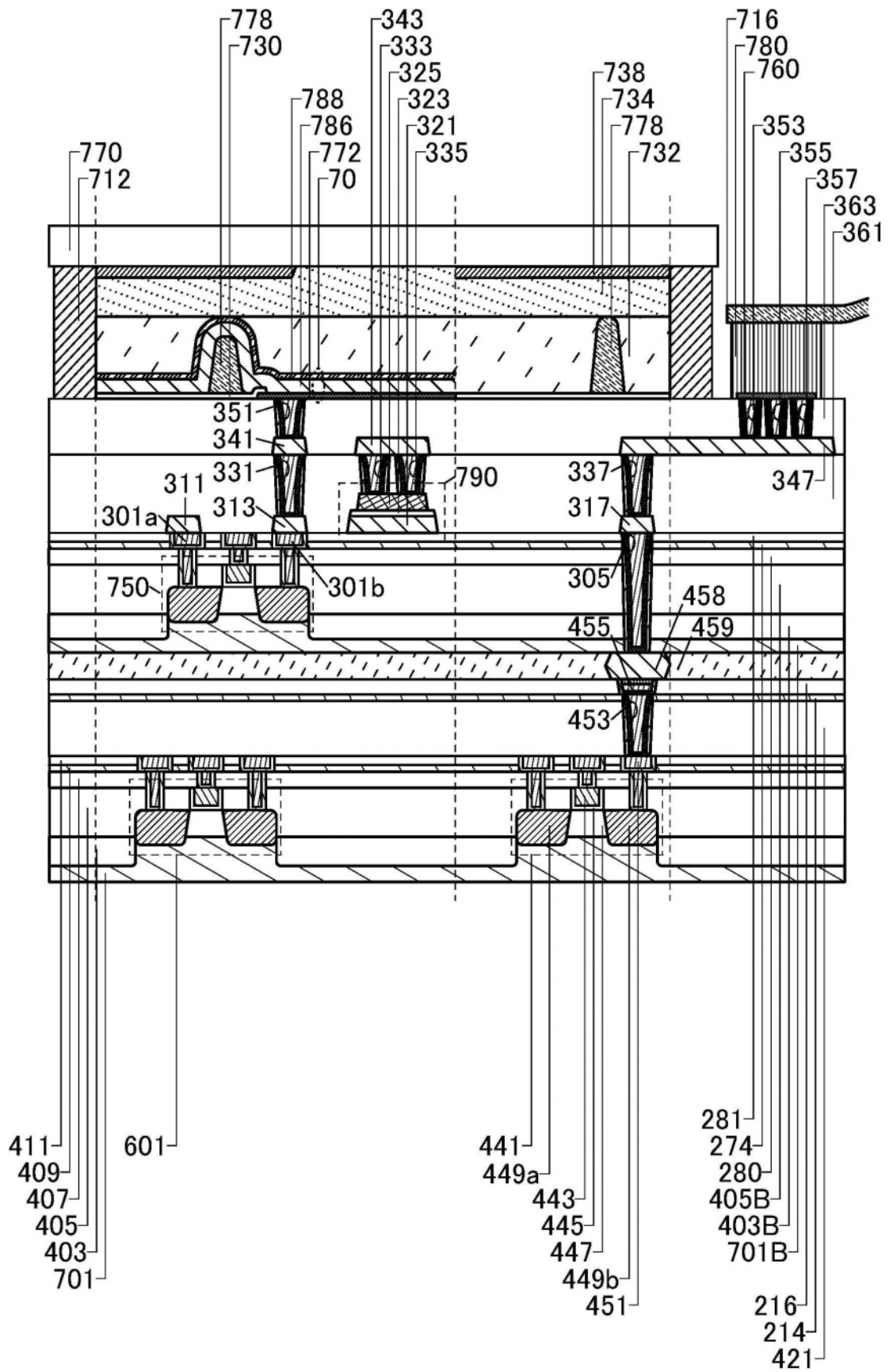


图15

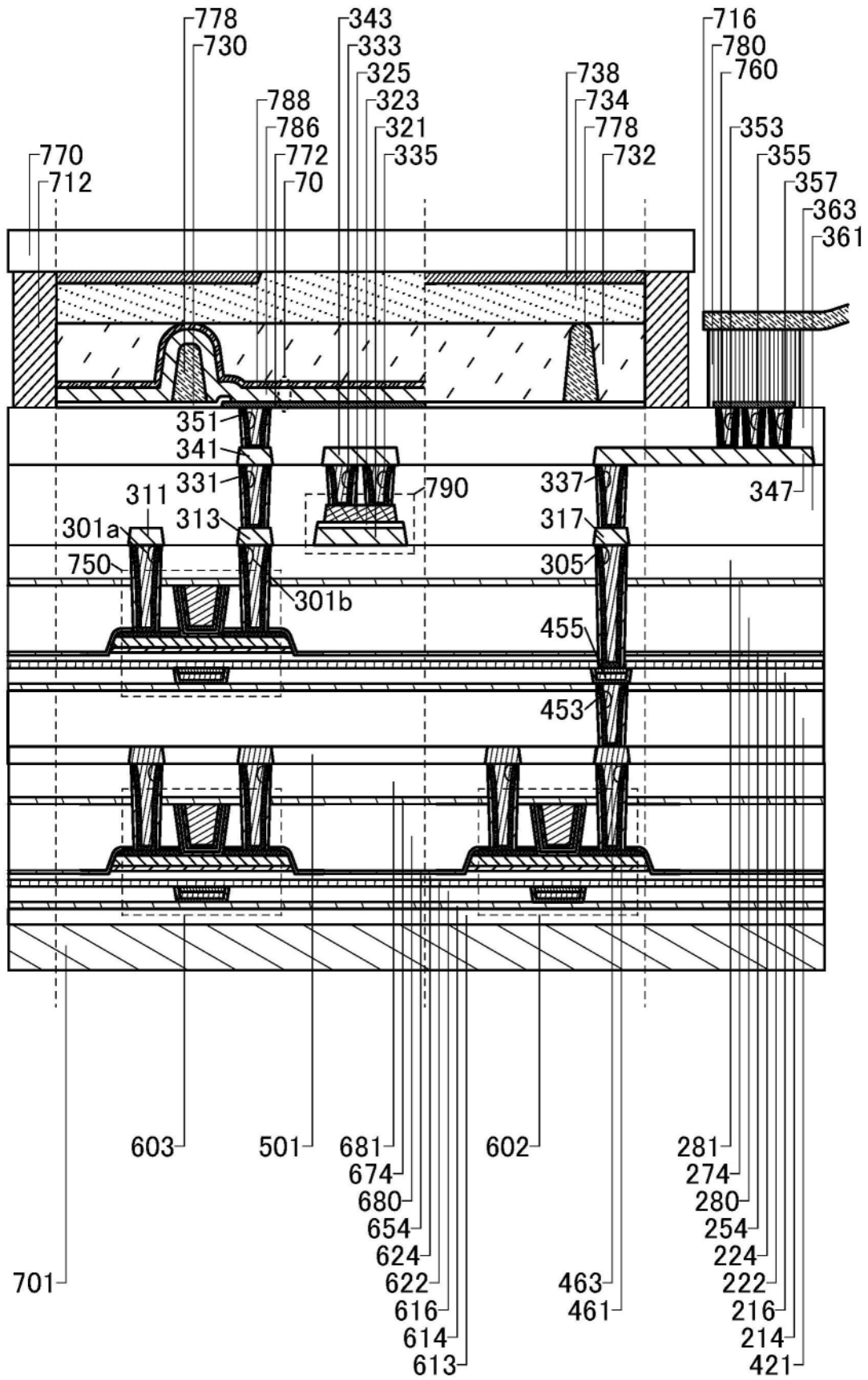


图16

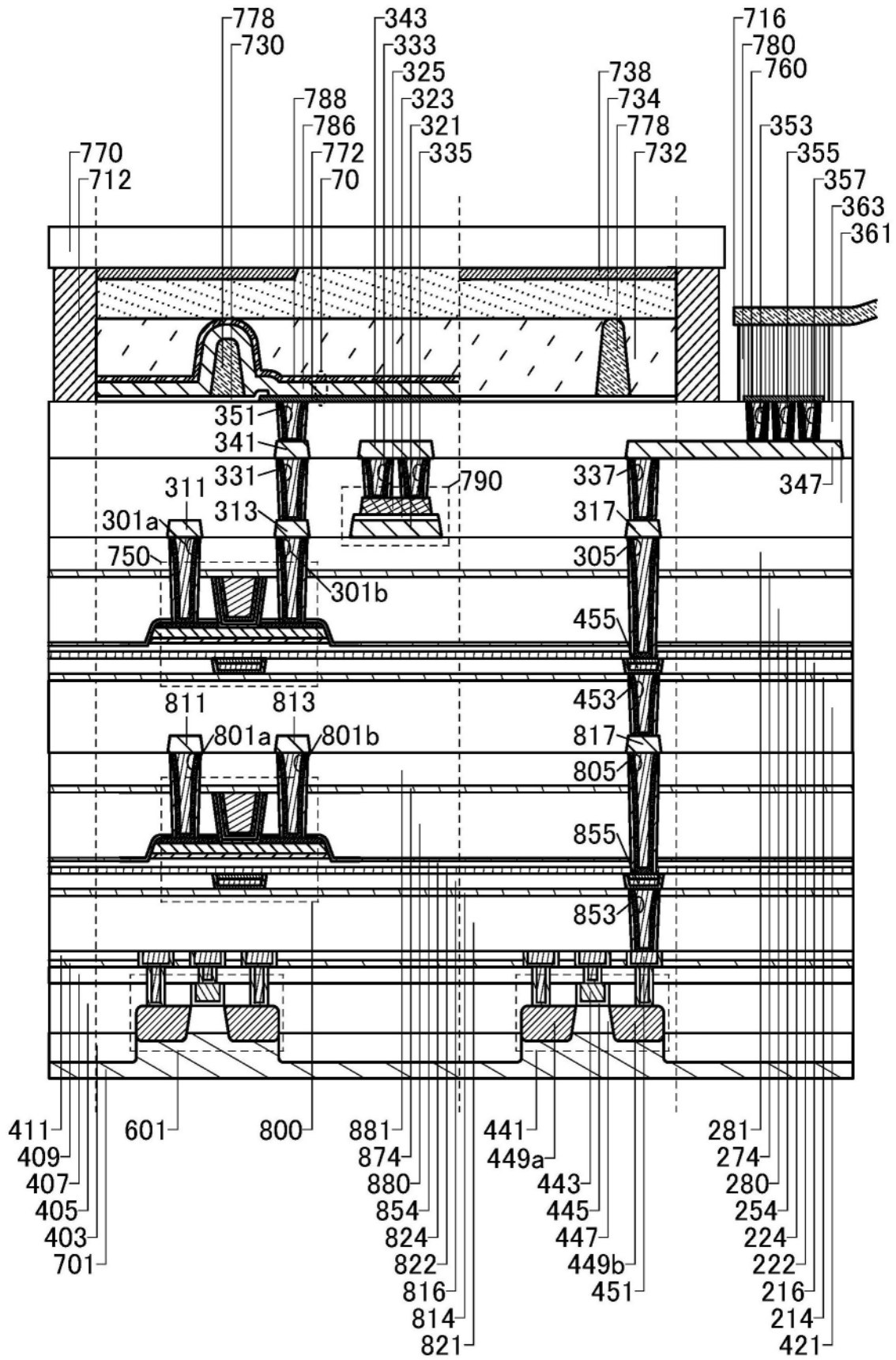


图17

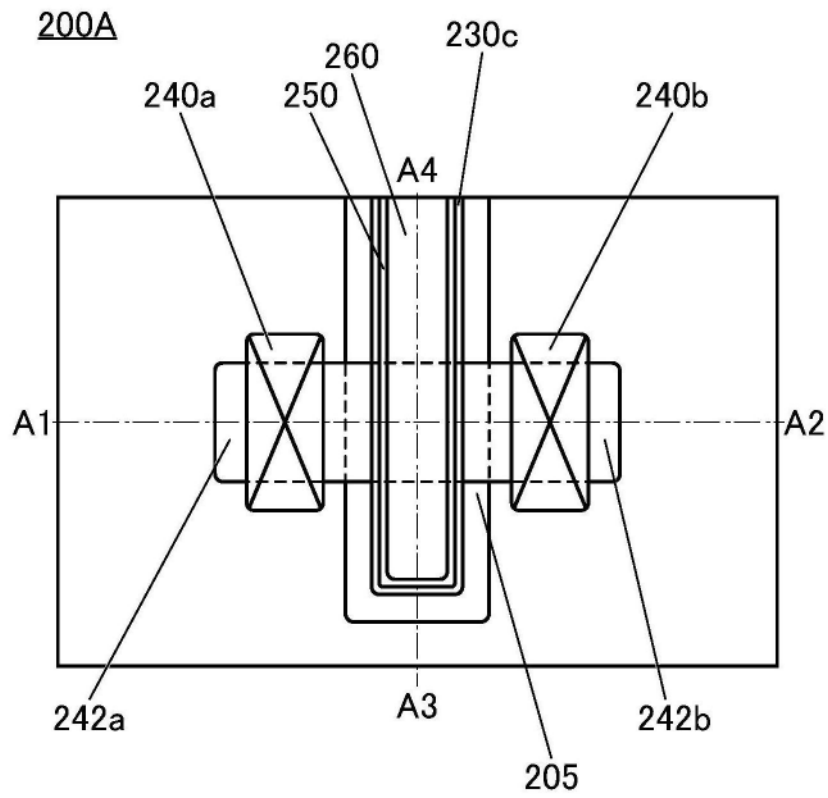


图18A

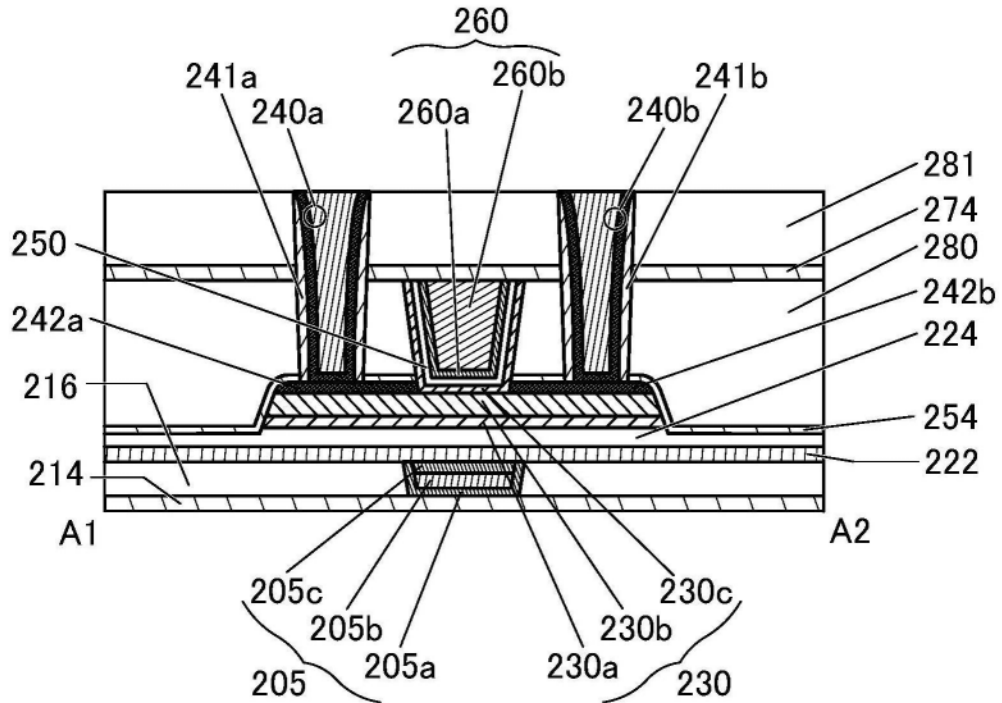


图18B

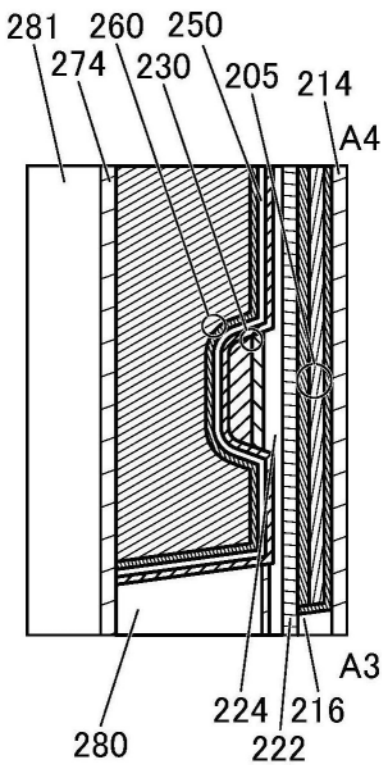


图18C

中间状态
新颖的边界区域

Amorphous (无定形)	Crystalline (结晶性)	Crystal (结晶)
▪完全无定形	▪CAAC ▪nc ▪CAC 不包含单晶及多晶	▪单晶 ▪多晶

图19A

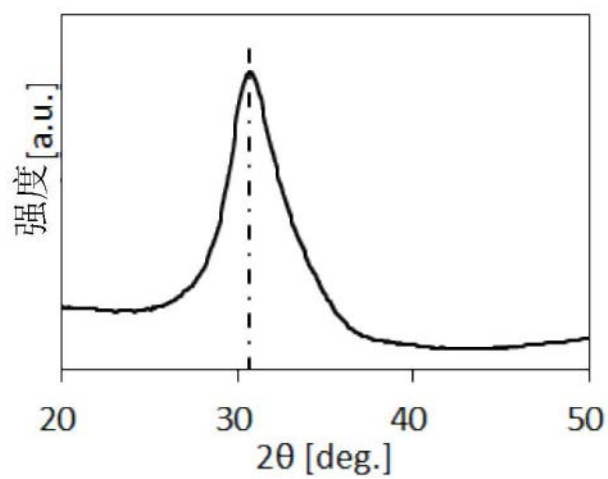


图19B

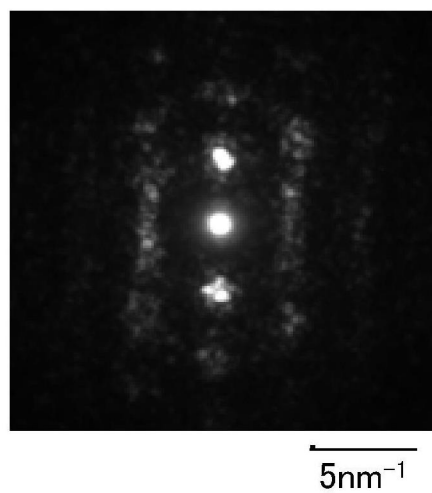


图19C

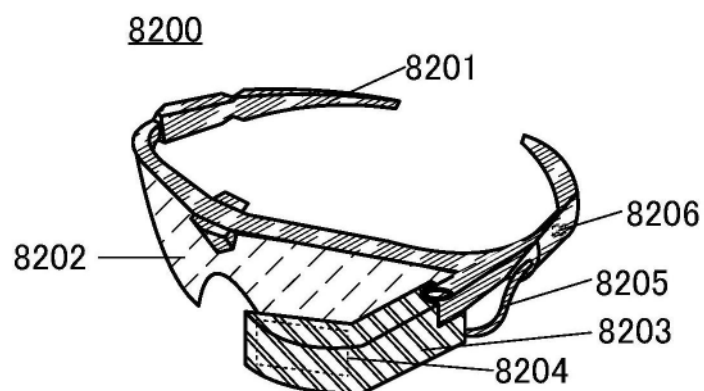


图20A

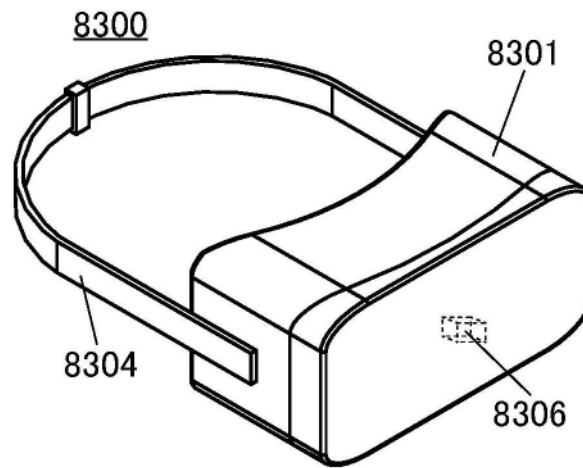


图20B

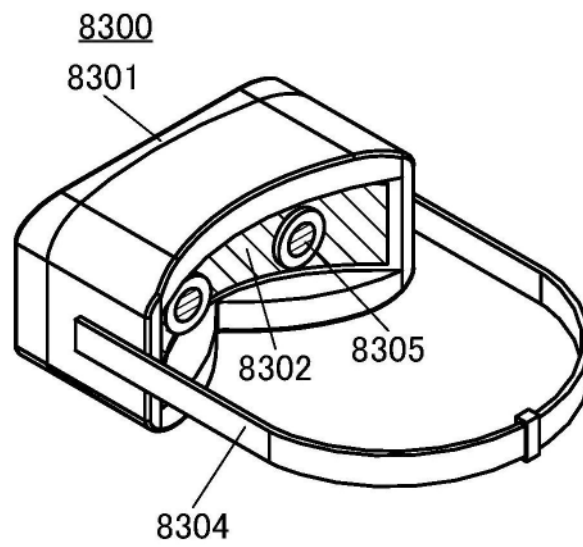


图20C

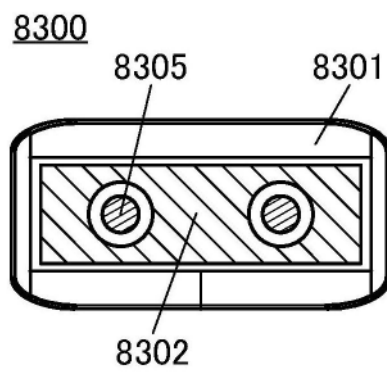


图20D

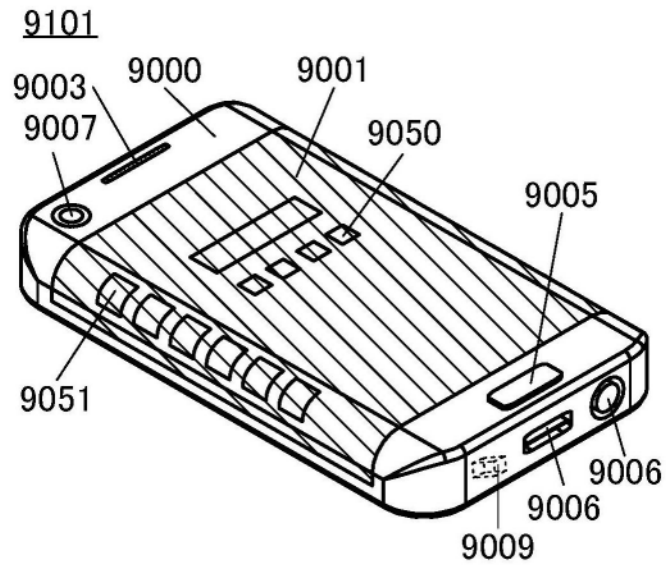


图21A

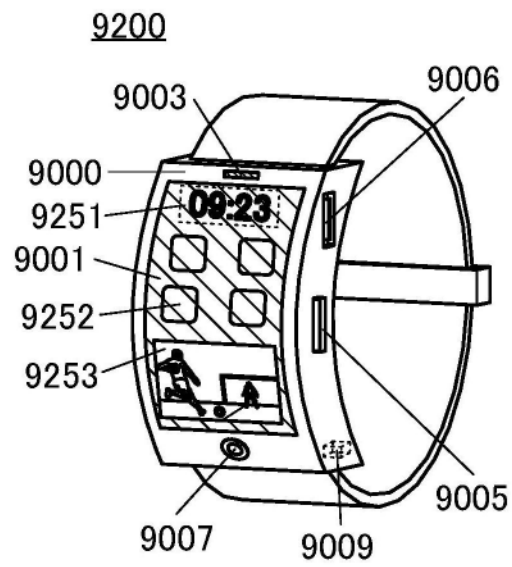


图21B

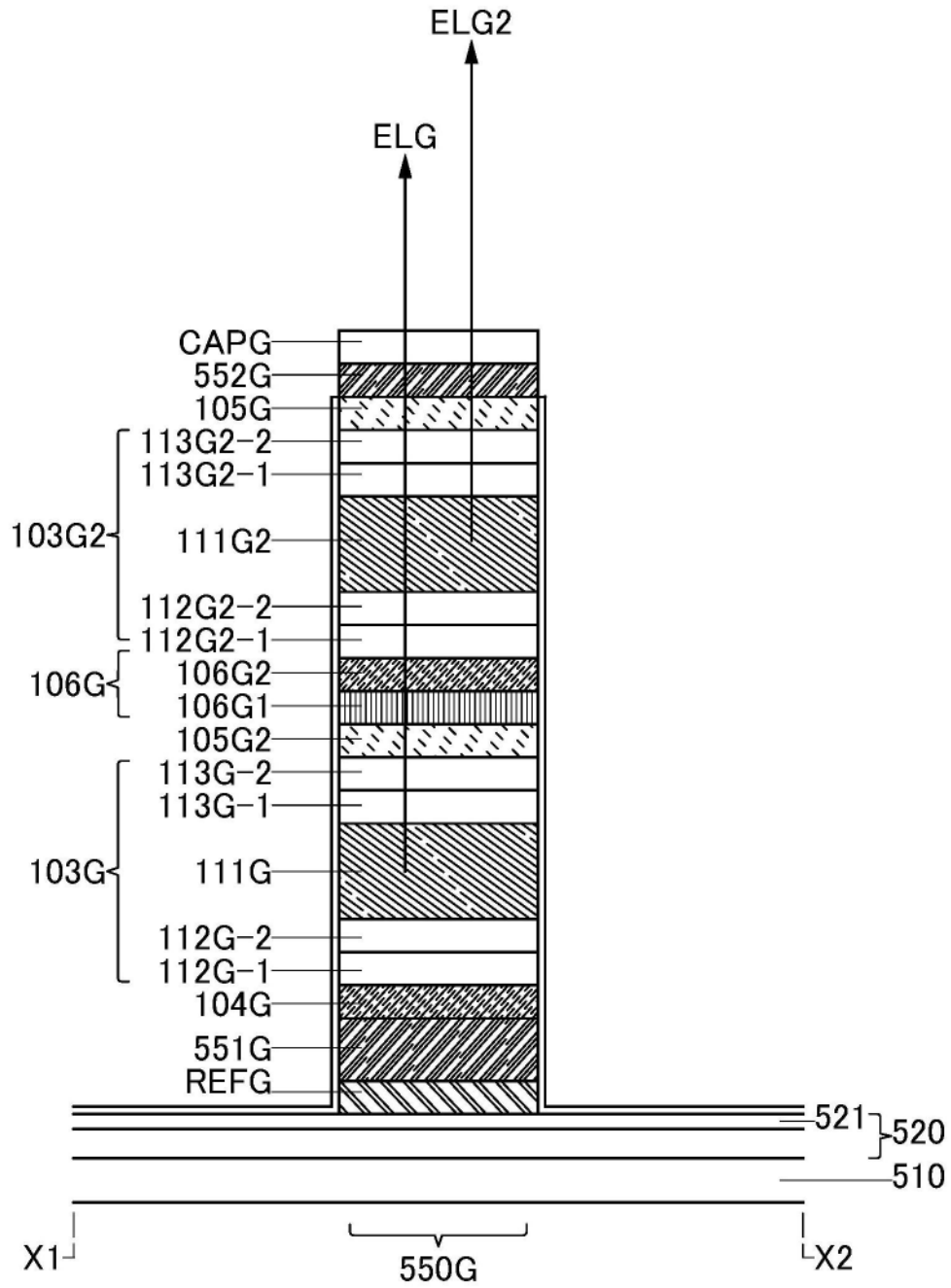


图22

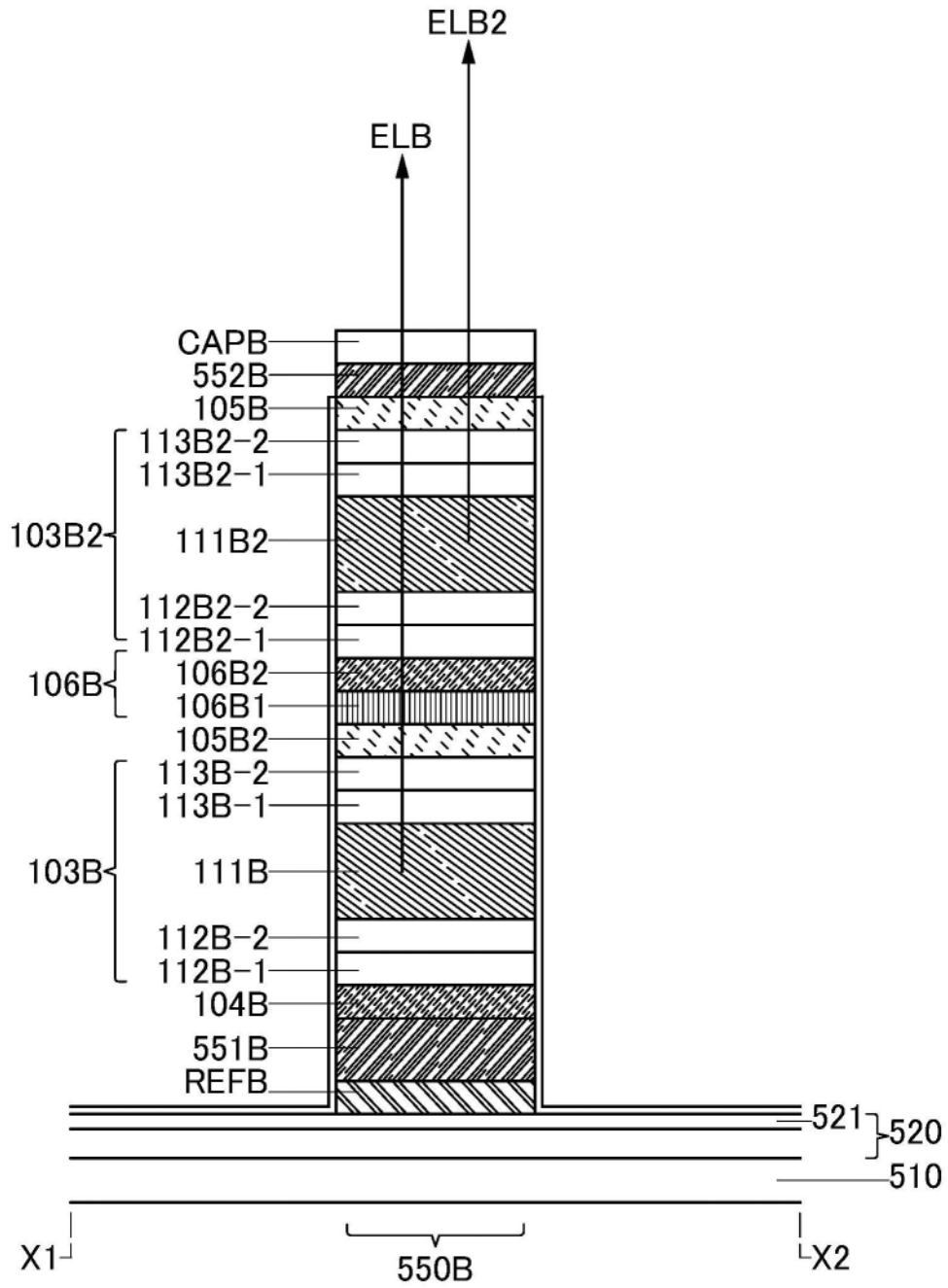


图23

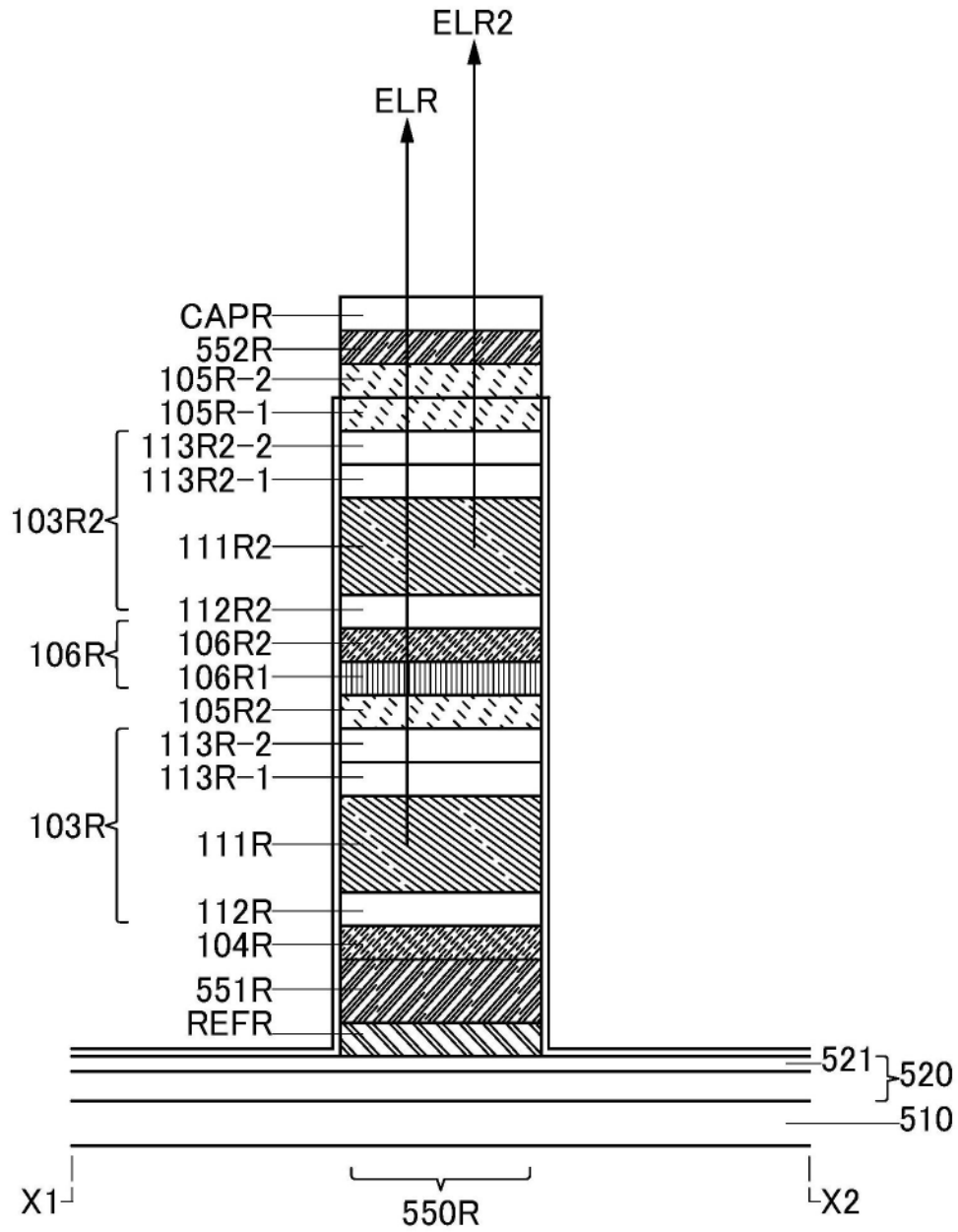


图24

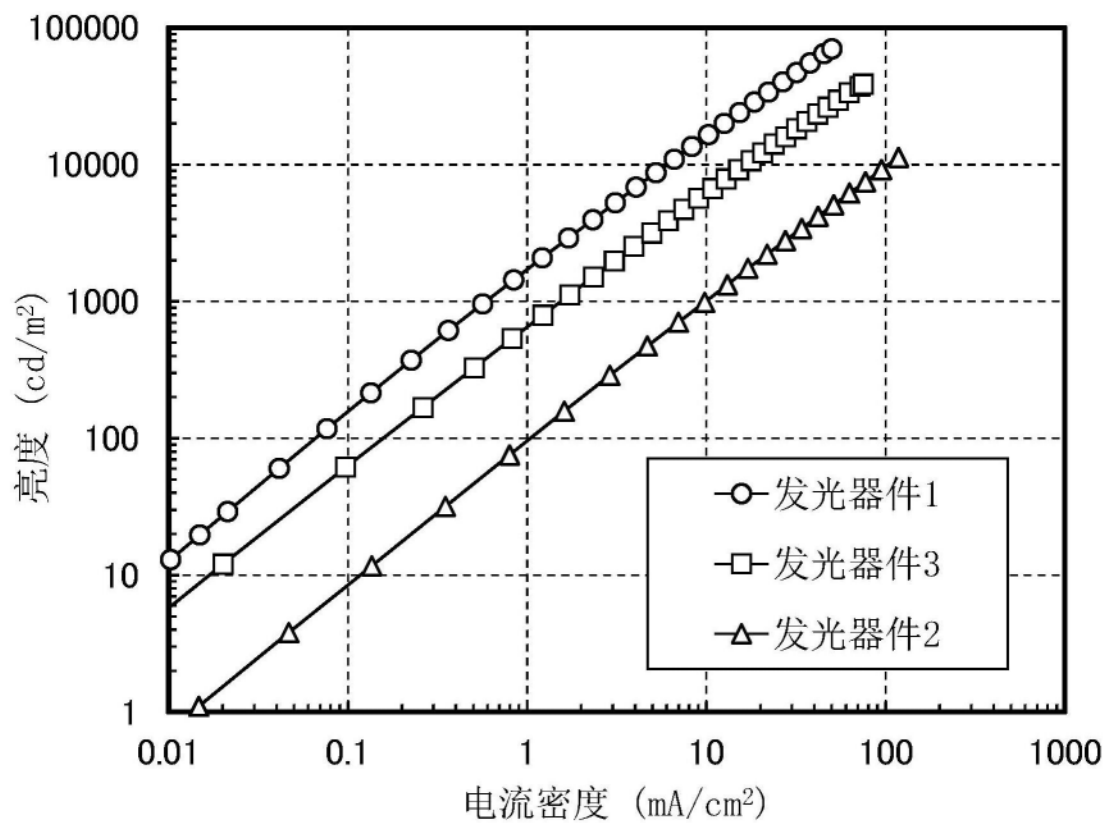


图25

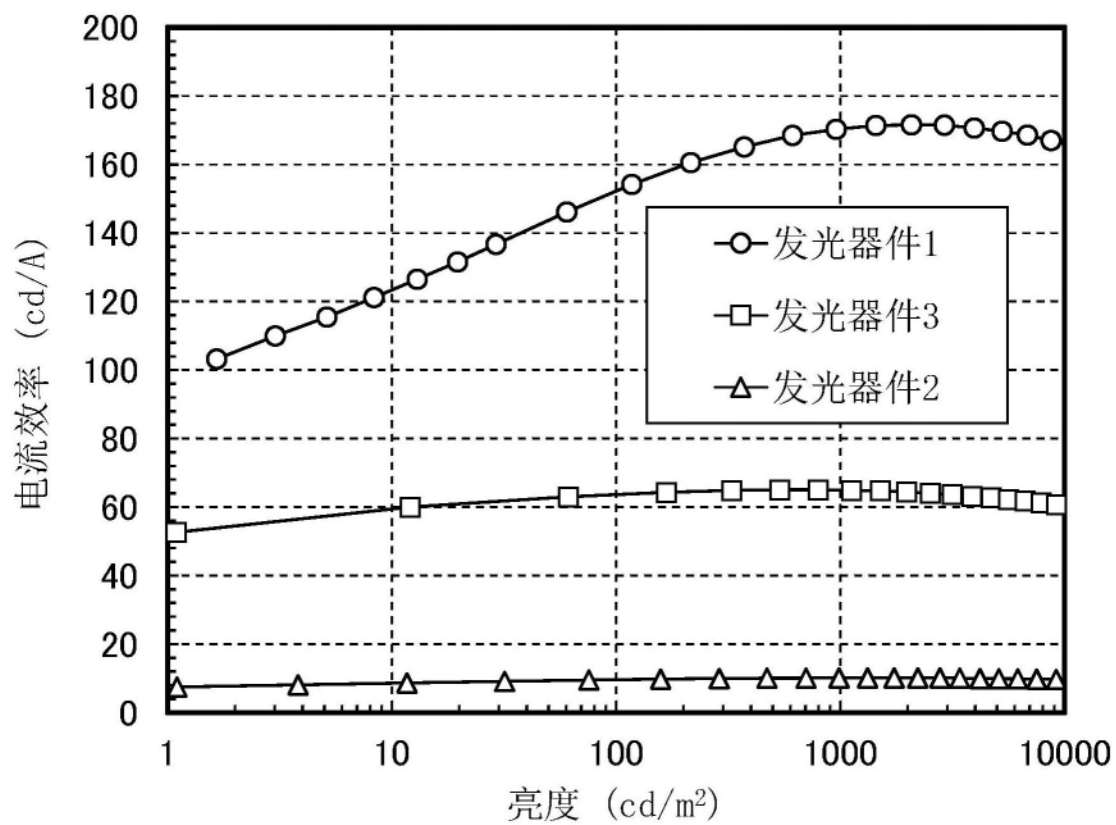


图26

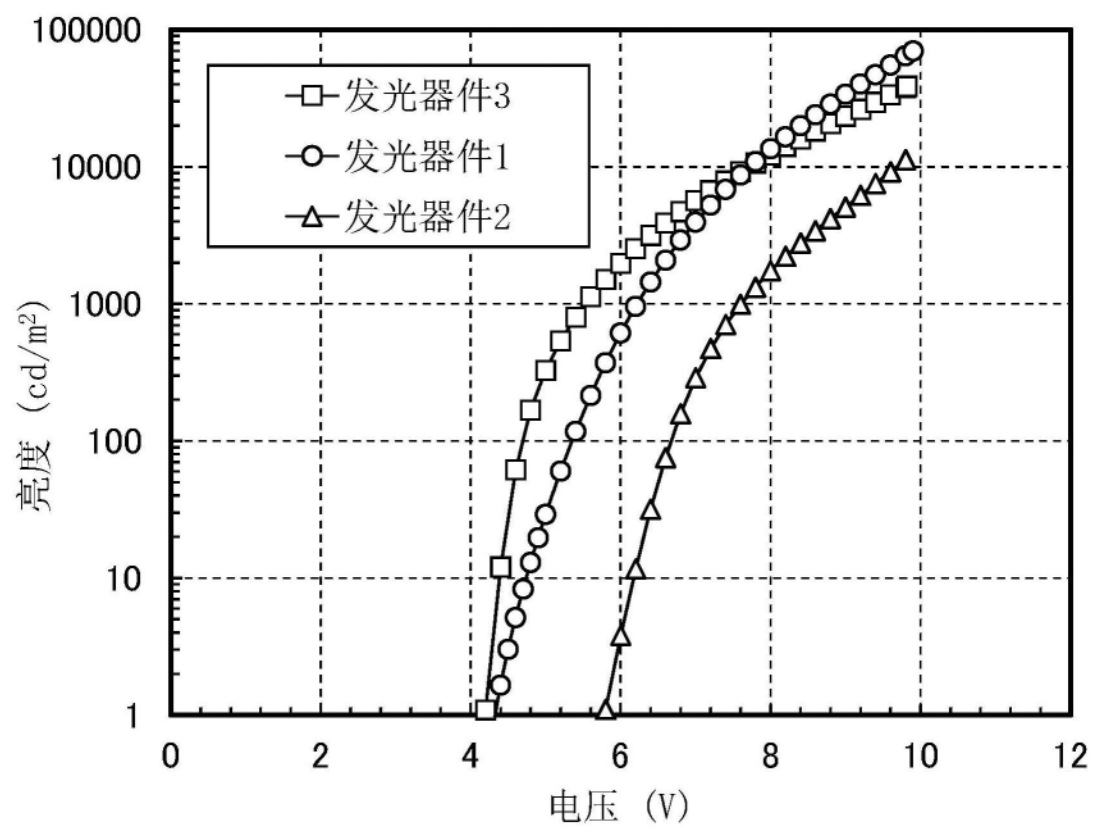


图27

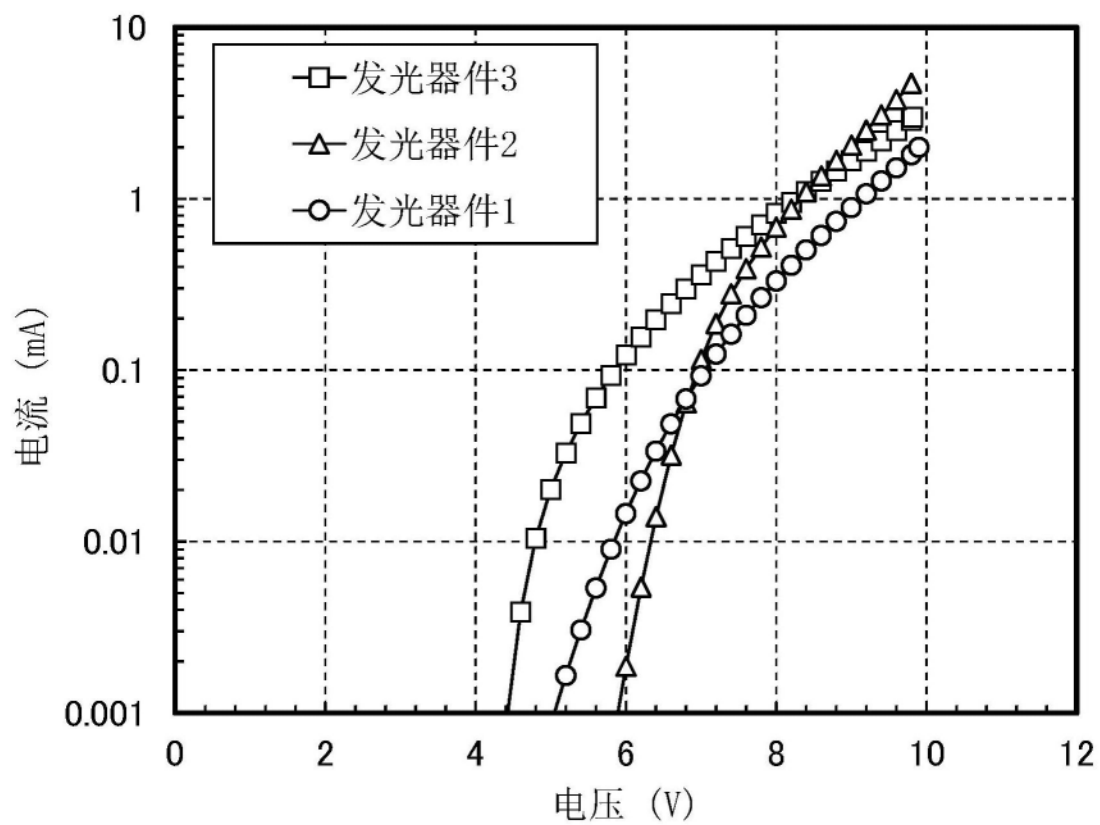


图28

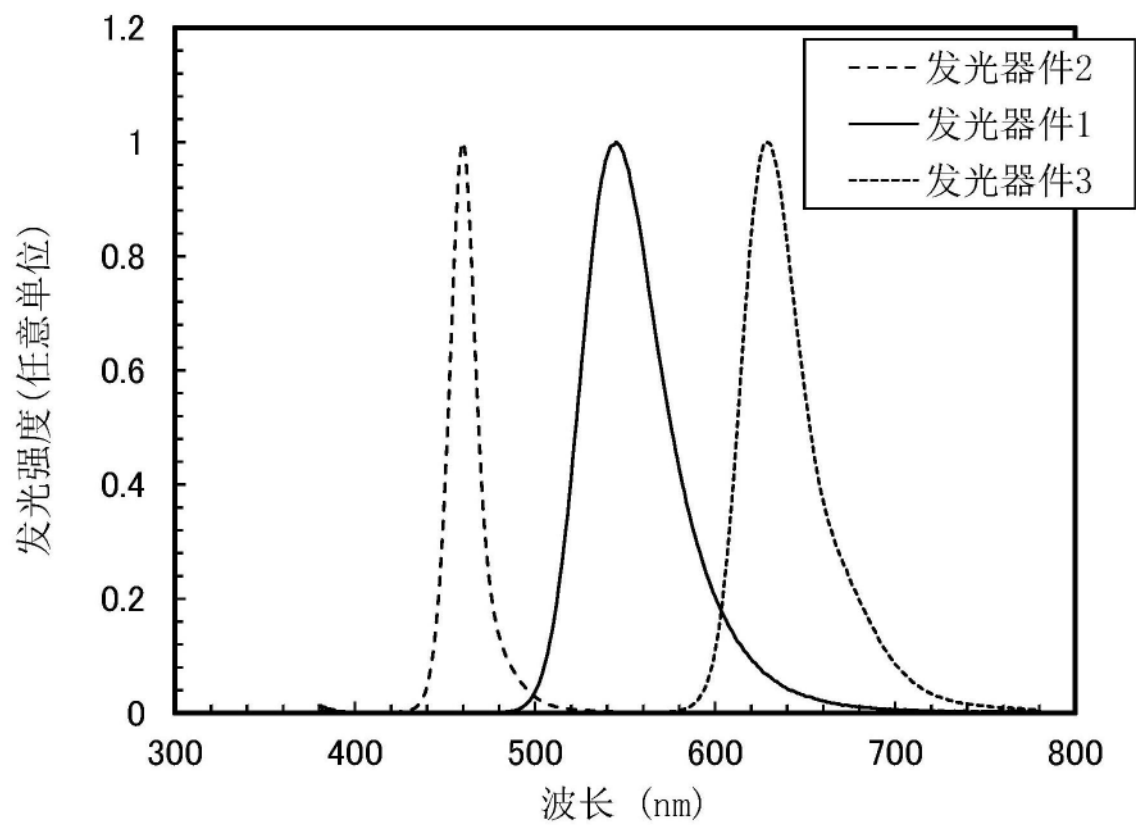


图29

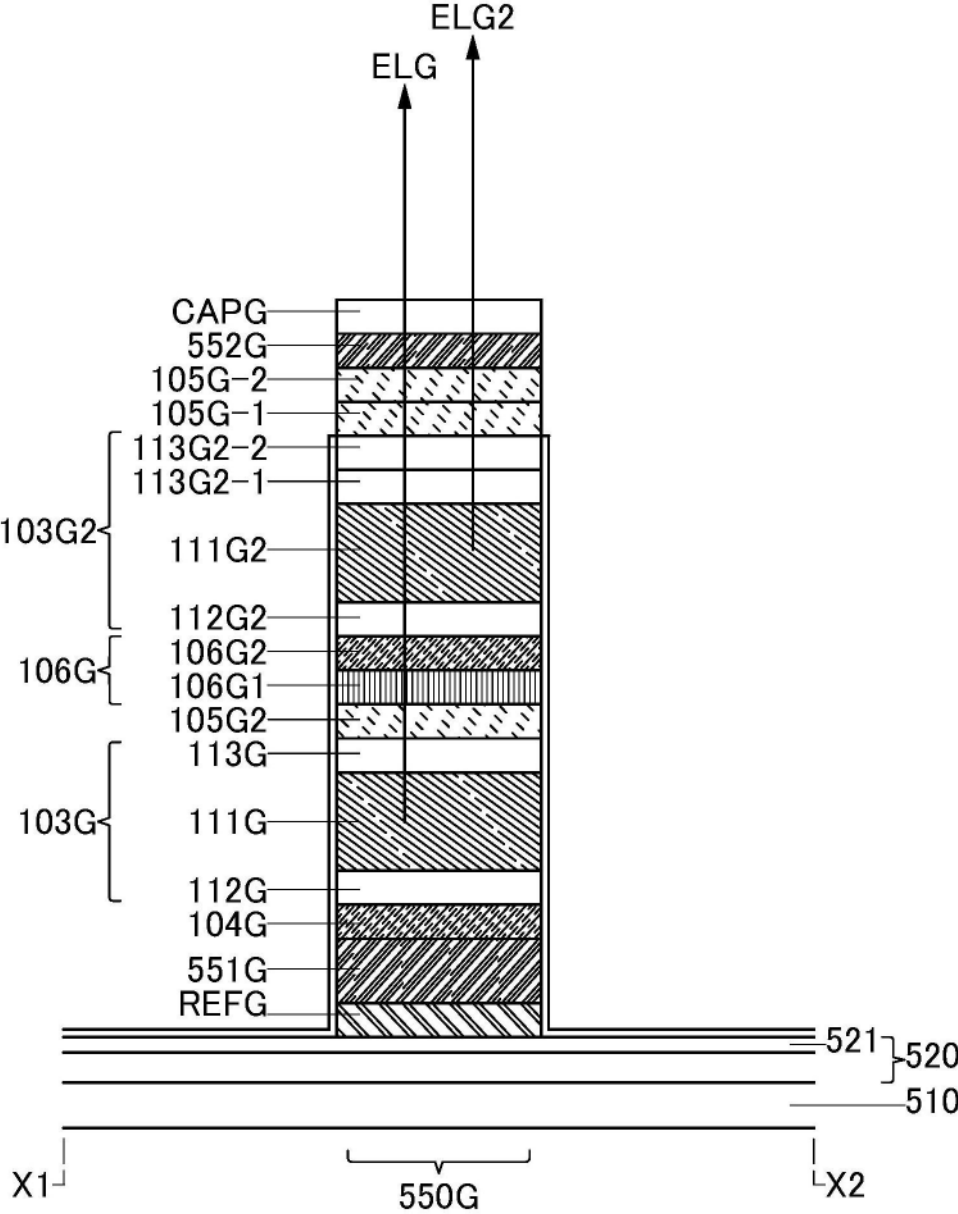


图30

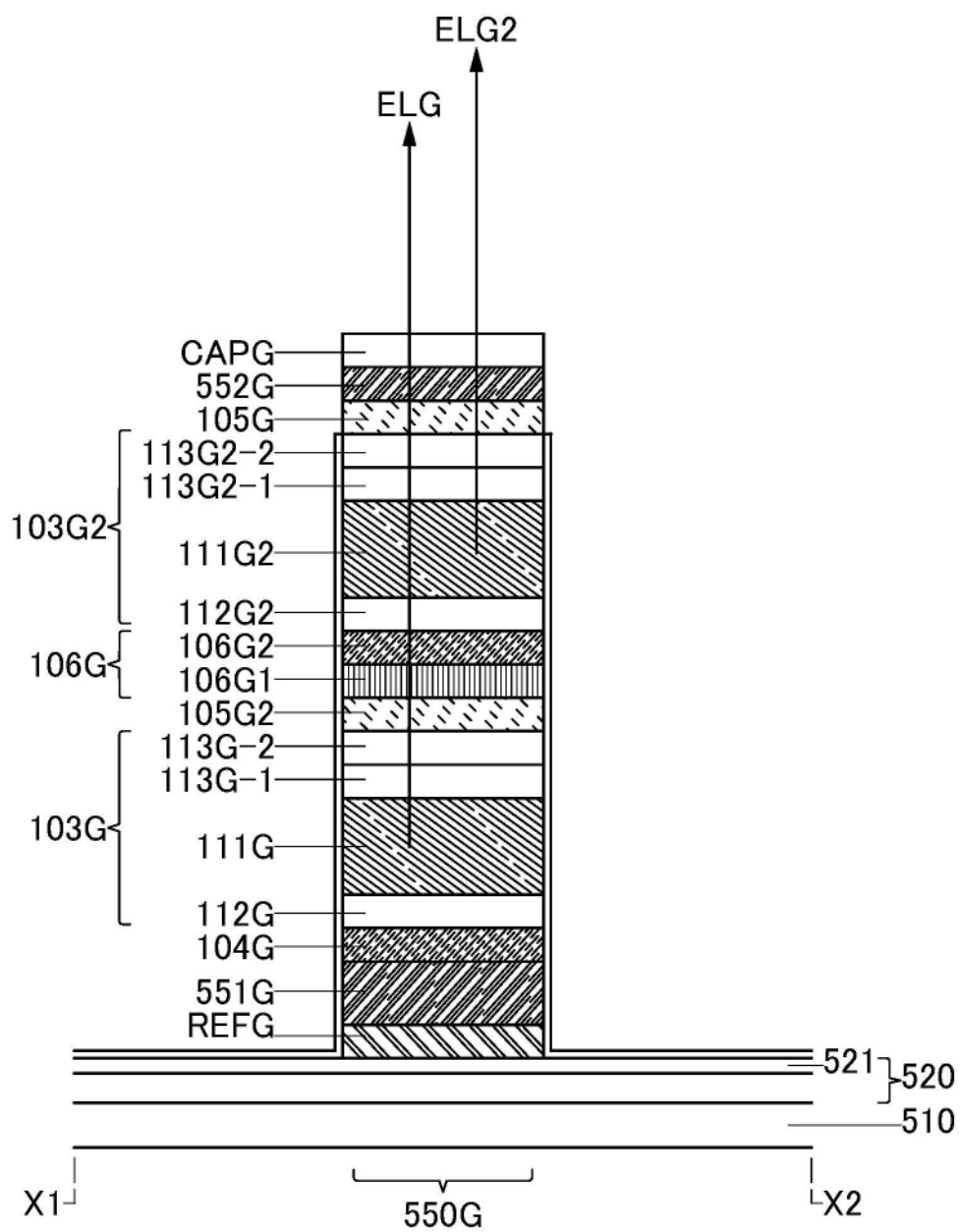


图31

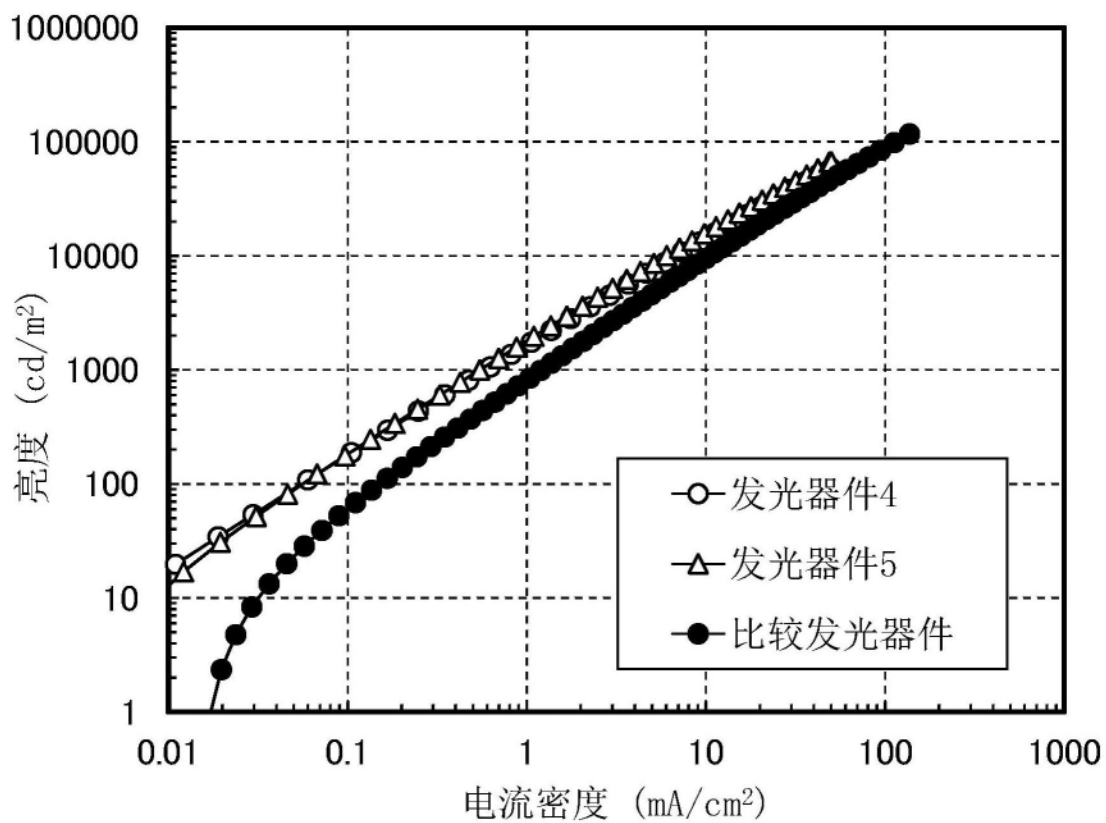


图32

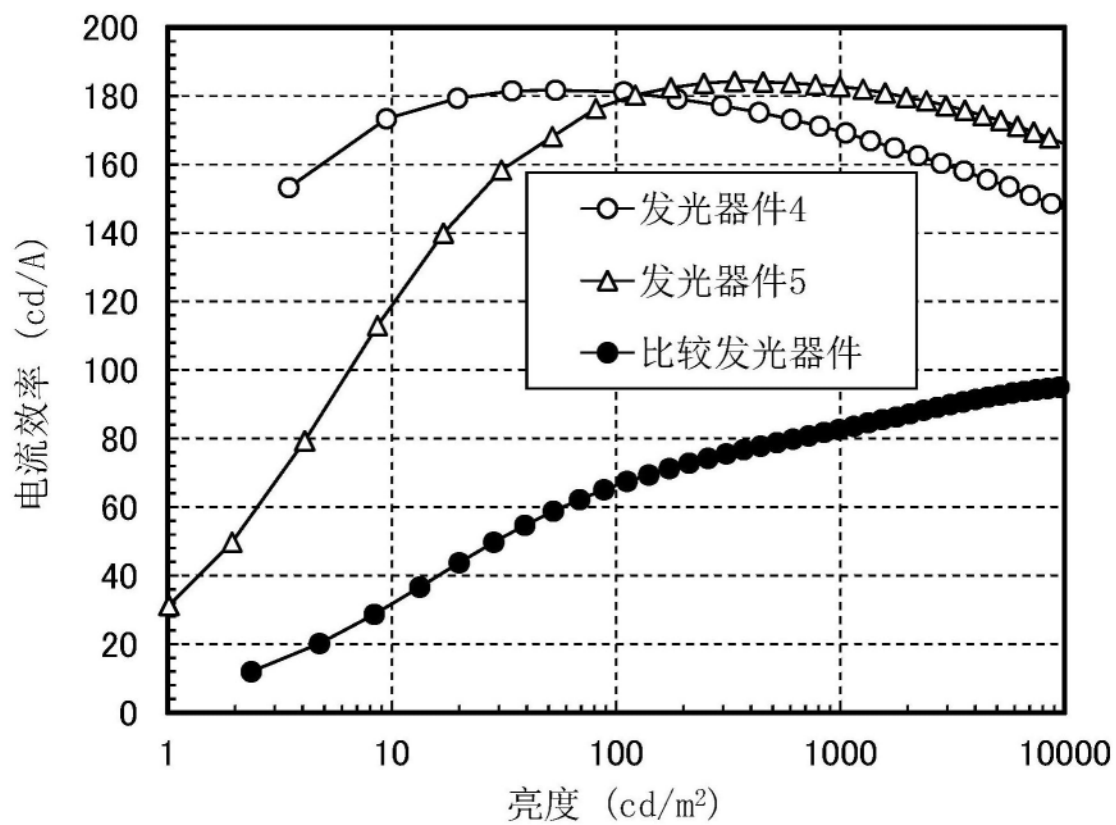


图33

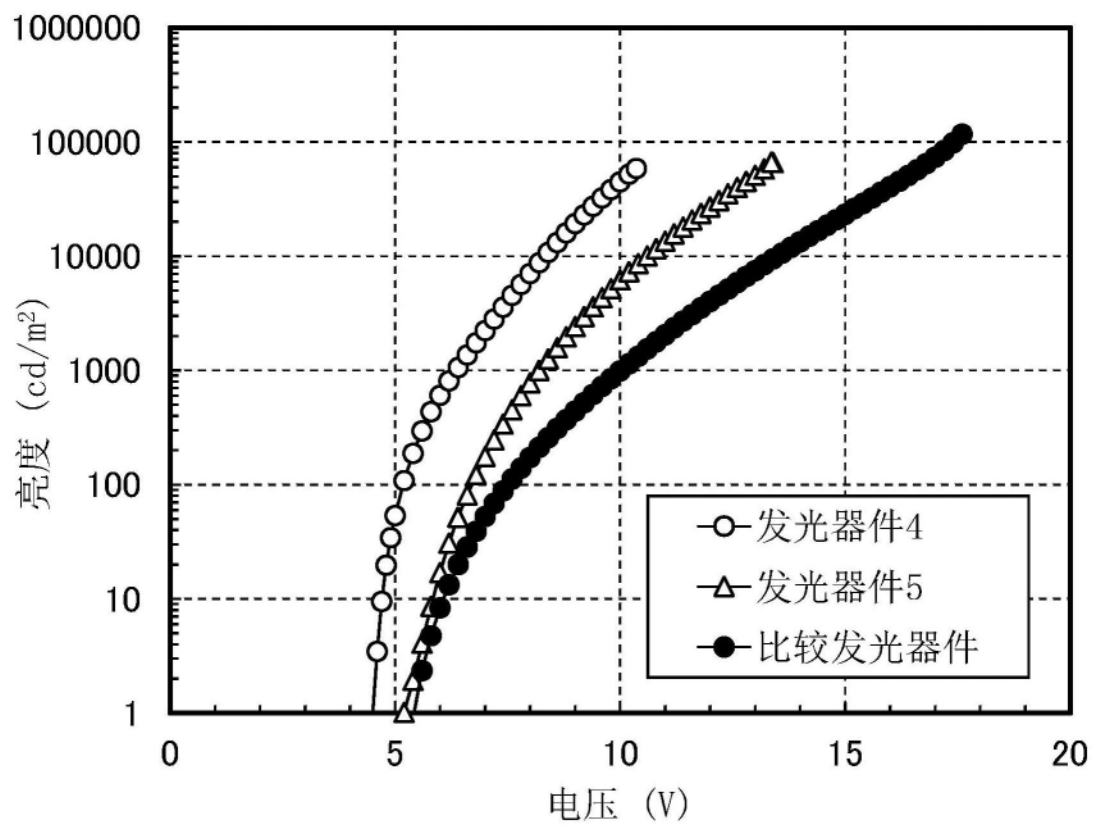


图34

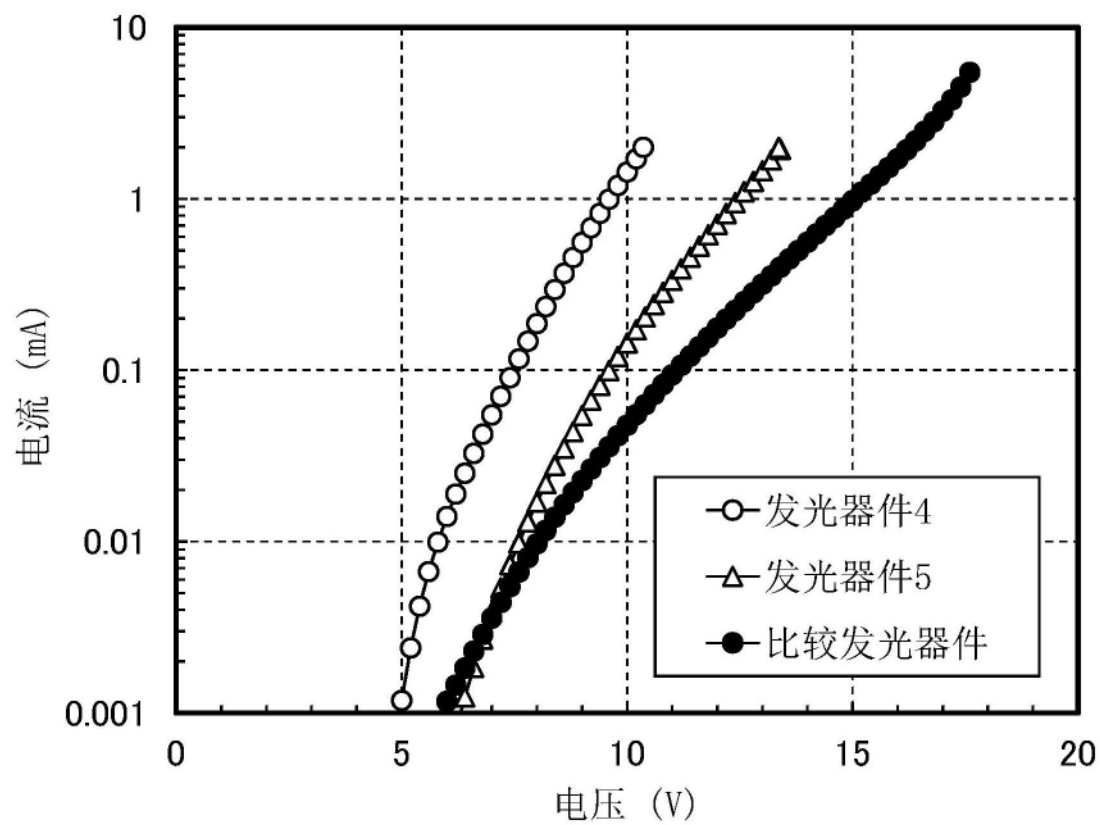


图35

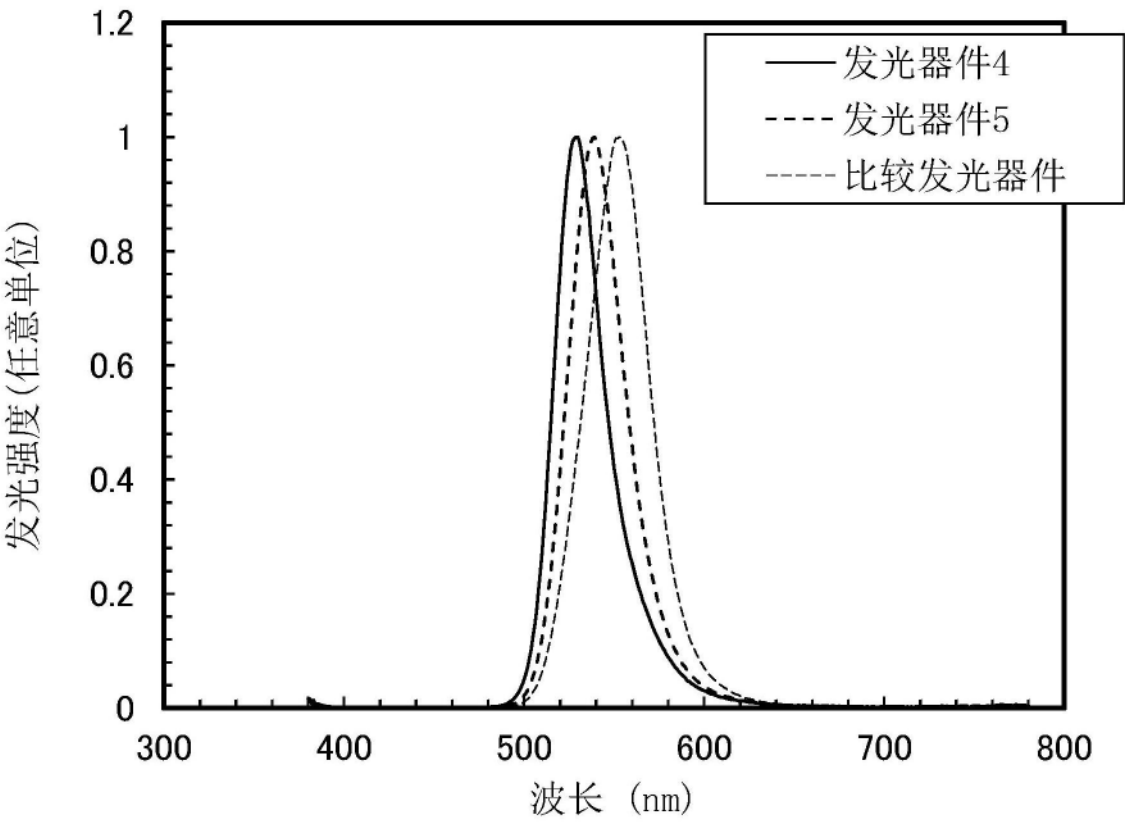


图36

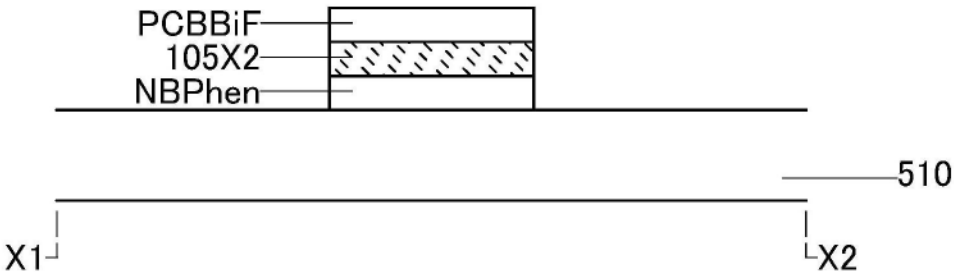


图37

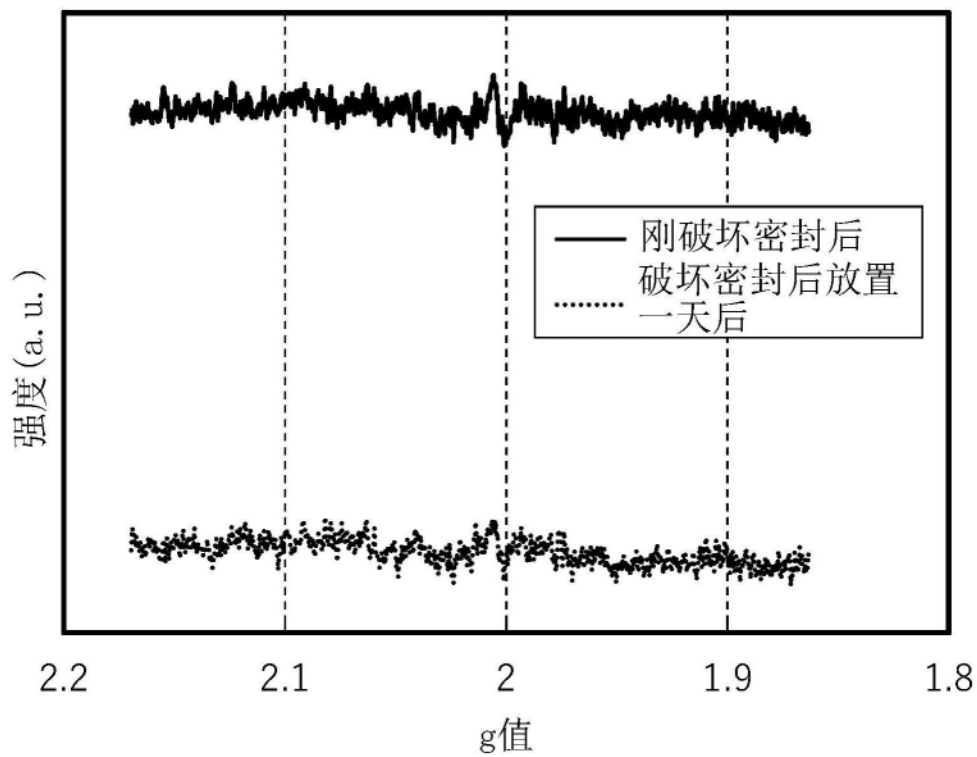


图38

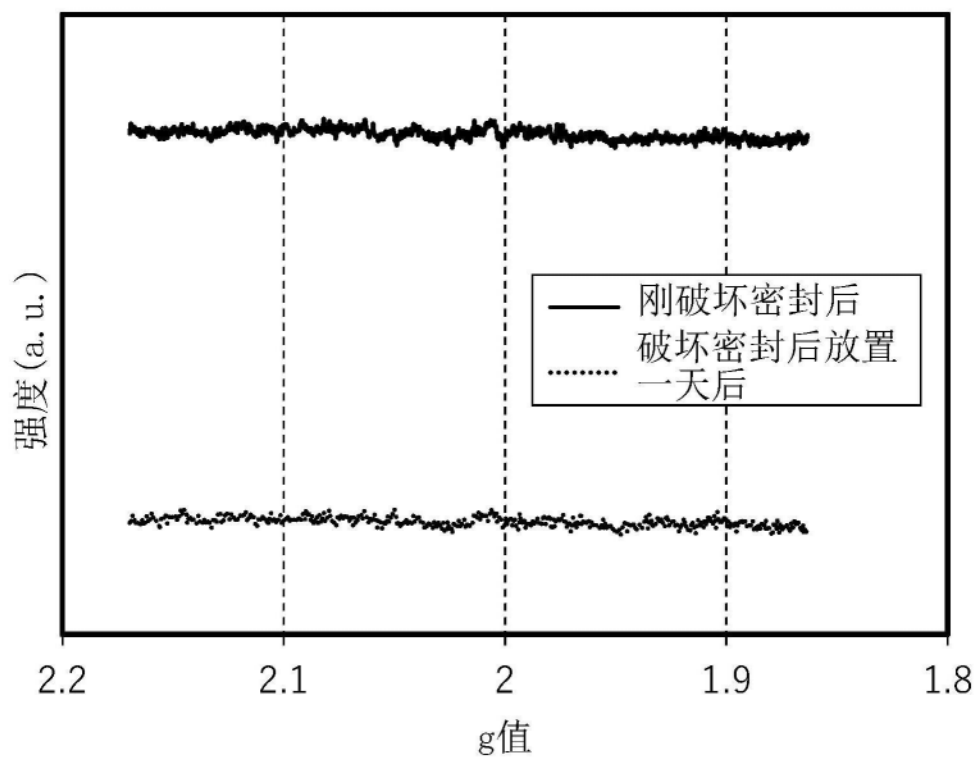


图39

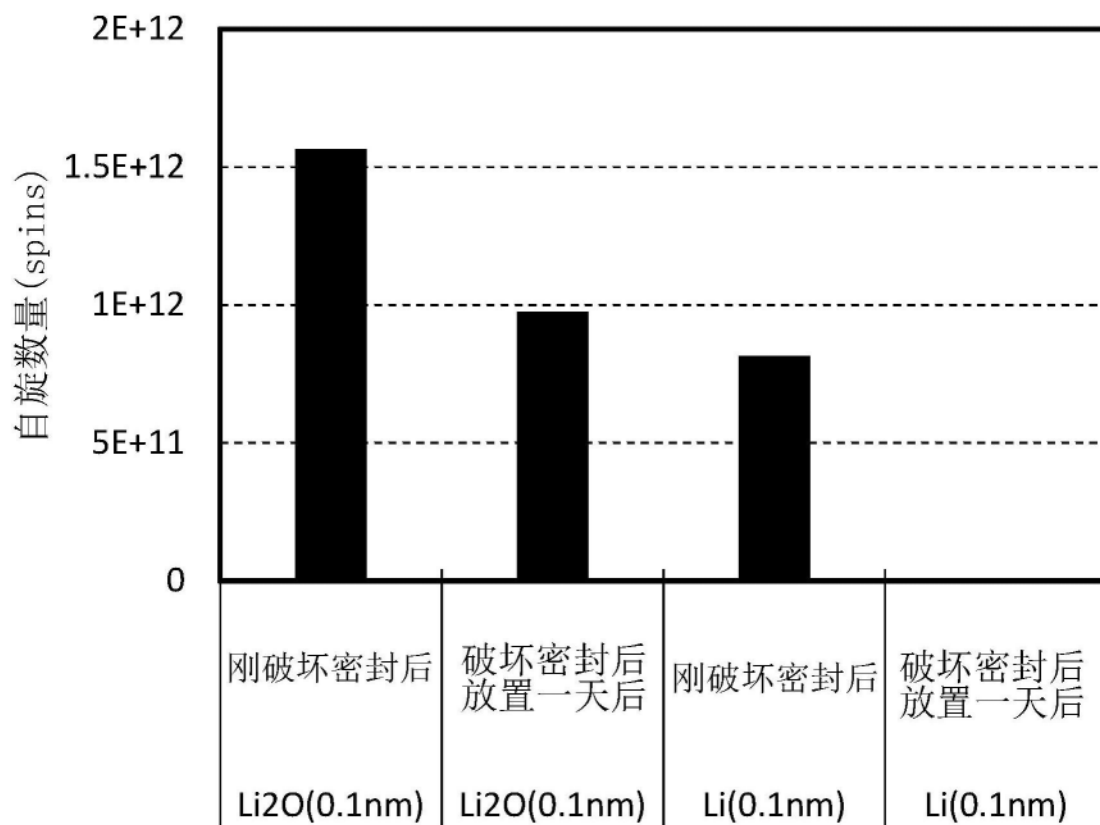


图40

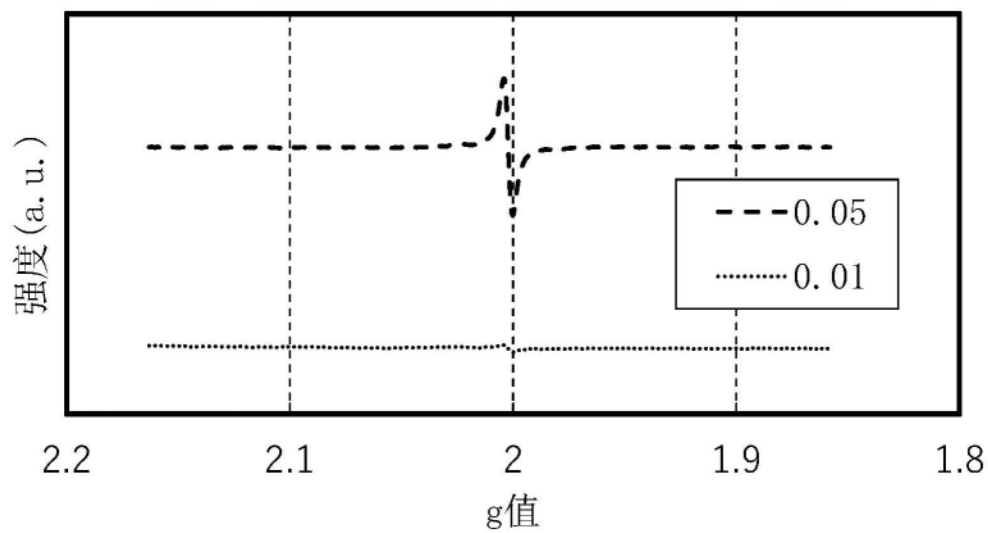


图41

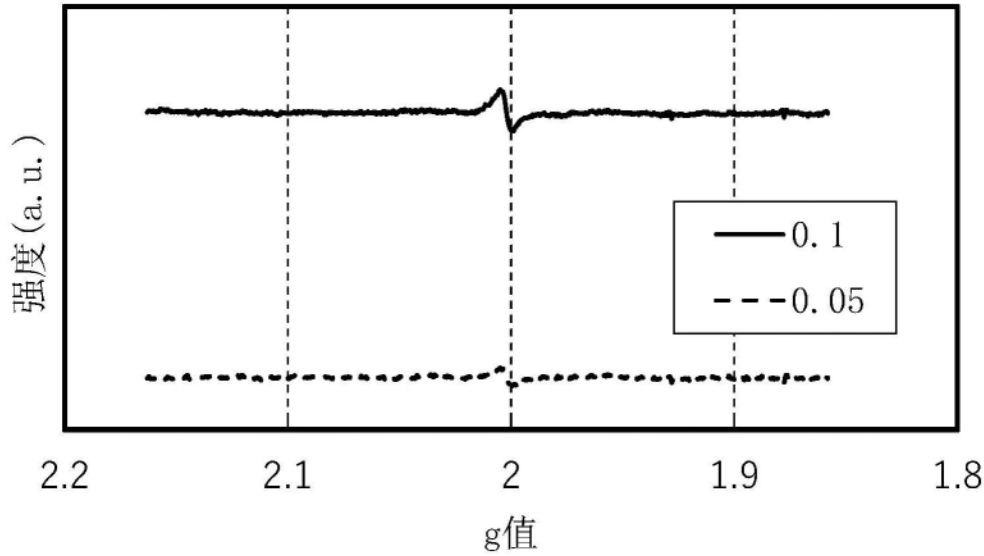


图42

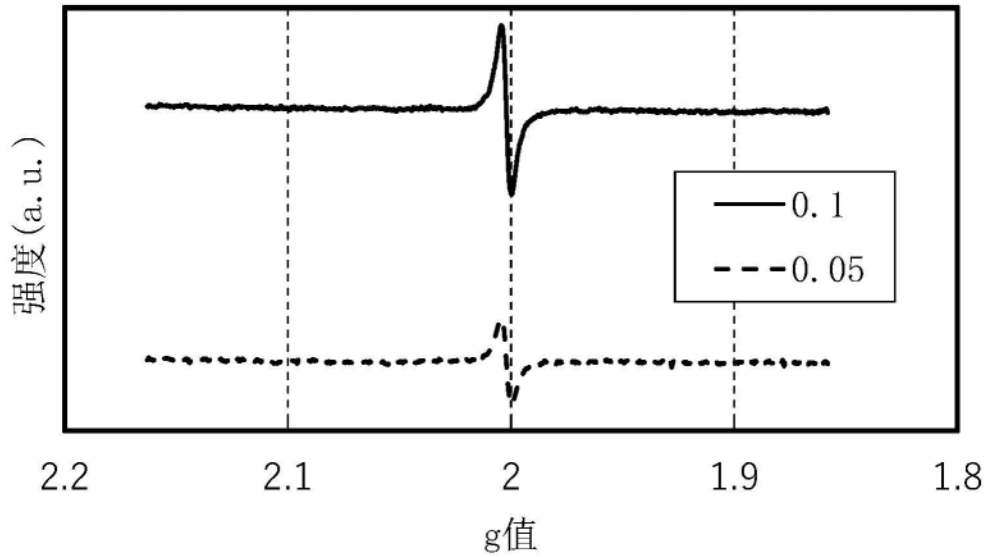


图43

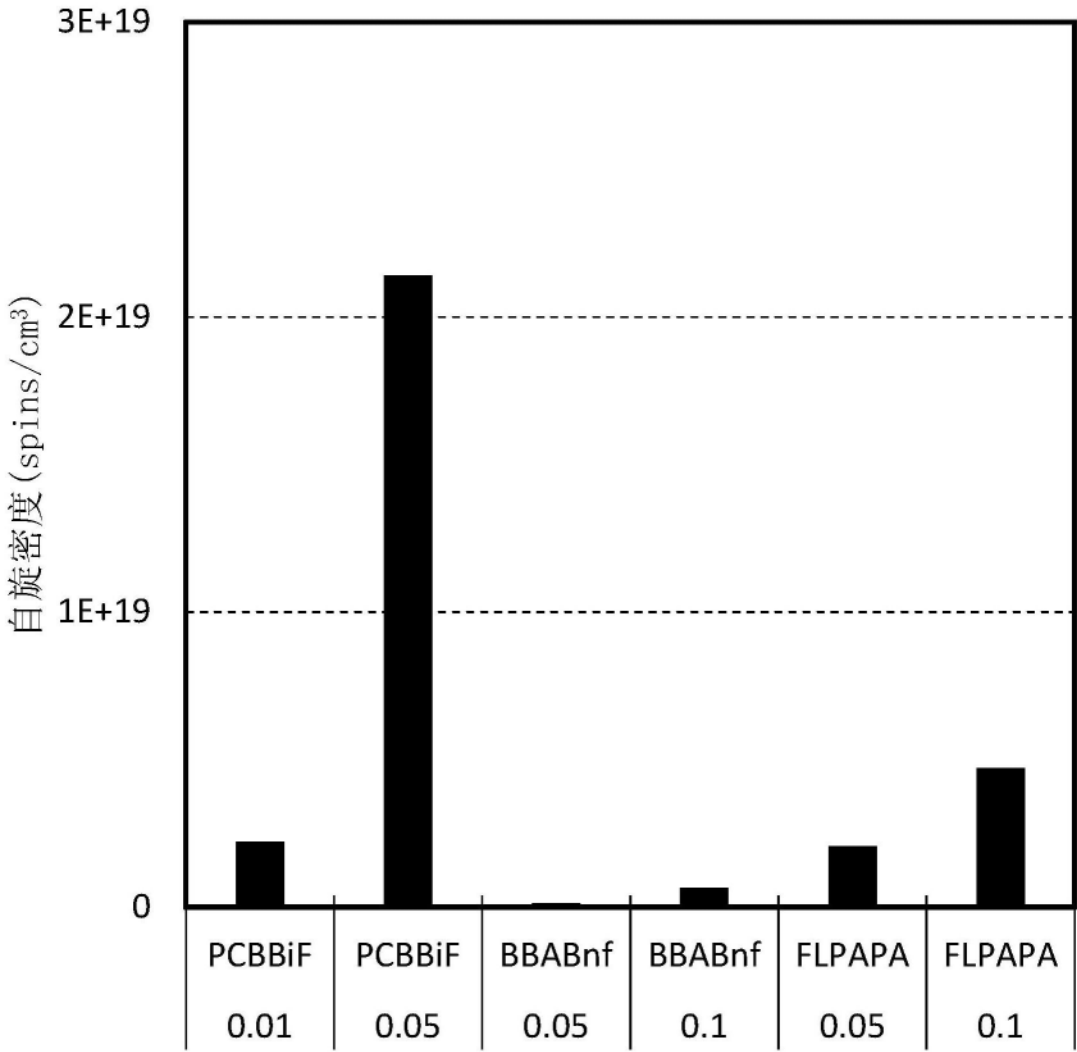


图44