(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118401985 A
(43)申请公布日 2024.07.26

(21)申请号 202280082022.X

(22)申请日 2022.12.15

(30)优先权数据
2021-215436 2021.12.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.06.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2022/062261 2022.12.15

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/126739 JA 2023.07.06

(71)申请人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本

(72)发明人 中村太纪 池田寿雄 初见亮
广濑丈也 塚本洋介

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 秦晨

(51)Int.Cl.
G09F 9/46(2006.01)
G09G 3/20(2006.01)
G09G 3/3225(2006.01)
G09F 9/30(2006.01)
H05B 33/12(2006.01)
H10K 50/00(2006.01)
H05B 33/22(2006.01)
H05B 33/26(2006.01)
H10K 59/00(2006.01)

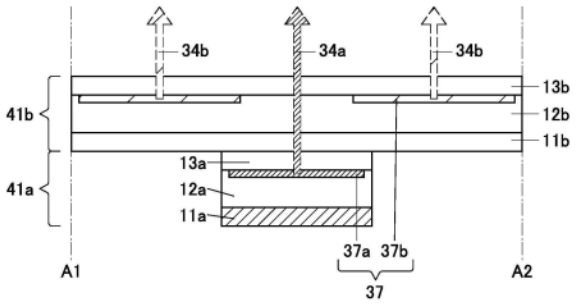
权利要求书2页 说明书49页 附图45页

(54)发明名称

电子设备

(57)摘要

提供一种低功耗的电子设备。本发明是一种包括第一显示装置及第二显示装置的电子设备。第一显示装置包括第一显示部,第二显示装置包括第二显示部。在第一显示部中排列多个第一像素,在第二显示部中排列多个第二像素。第一显示装置与第二显示装置重叠。第二显示部以在俯视时围绕第一显示部的至少一部分的方式设置。每一个第一像素的占有面积比每一个第二像素的占有面积小。



CN 118401985 A

1.一种电子设备,包括:

第一显示装置;以及

第二显示装置,

其中,所述第一显示装置包括第一显示部,

所述第二显示装置包括第二显示部,

在所述第一显示部中排列多个第一像素,

在所述第二显示部中排列多个第二像素,

所述第一显示装置与所述第二显示装置重叠,

所述第二显示部以在俯视时围绕所述第一显示部的至少一部分的方式设置,

并且,每一个所述第一像素的占有面积比每一个所述第二像素的占有面积小。

2.一种电子设备,包括:

第一显示装置;以及

第二显示装置,

其中,所述第一显示装置包括第一衬底、所述第一衬底上的第一显示部及所述第一显示部上的第二衬底,

所述第二显示装置包括第三衬底、所述第三衬底上的第二显示部及所述第二显示部上的第四衬底,

在所述第一显示部中排列多个第一像素,

在所述第二显示部中排列多个第二像素,

所述第二衬底与所述第三衬底重叠,

所述第二衬底、所述第三衬底及所述第四衬底透过从所述第一像素射出的光,

所述第二显示部以在俯视时围绕所述第一显示部的至少一部分的方式设置,

并且,每一个所述第一像素的占有面积比每一个所述第二像素的占有面积小。

3.根据权利要求2所述的电子设备,

其中所述第一衬底为半导体衬底。

4.根据权利要求2或3所述的电子设备,

其中所述第三衬底的厚度比所述第一衬底的厚度薄。

5.根据权利要求2至4中任一项所述的电子设备,

其中所述第三衬底具有柔性。

6.根据权利要求2至5中任一项所述的电子设备,

其中在所述第二衬底与所述第三衬底之间设置粘合层。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的电子设备,

其中所述第二显示部包括不重叠于所述第一显示部的区域。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的电子设备,

其中所述第二显示装置包括第三显示部,

所述第三显示部与所述第一显示部重叠,

并且所述第三显示部透过从所述第一像素射出的光。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的电子设备,

其中所述电子设备包括通信电路、控制电路、第一源极驱动器电路及第二源极驱动器

电路，

所述第一源极驱动器电路与所述第一像素电连接，

所述第二源极驱动器电路与所述第二像素电连接，

所述通信电路具有接收图像数据的功能，

并且所述控制电路具有如下功能:根据所述图像数据生成表示从所述第一像素射出的光的亮度的第一数据及表示从所述第二像素射出的光的亮度的第二数据,且将所述第一数据供应给所述第一源极驱动器电路,将所述第二数据供应给所述第二源极驱动器电路。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的电子设备，

其中所述第一像素包括第一发光元件，

所述第二像素包括第二发光元件，

所述第一发光元件包括第一像素电极及所述第一像素电极上的第一EL层，

所述第一EL层覆盖所述第一像素电极的端部，

所述第二发光元件包括第二像素电极及所述第二像素电极上的第二EL层，

并且在所述第二像素电极与所述第二EL层之间设置覆盖所述第二像素电极的端部的绝缘层。

电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种电子设备。本发明的一个方式涉及一种具备显示装置的可穿戴电子设备。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本说明书等所公开的本发明的一个方式的技术领域的一个例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置、输入输出装置、其驱动方法或者其制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,适合于虚拟现实(VR:Virtual Reality)、增强现实(AR:Augmented Reality)等用途的HMD(Head Mounted Display)型电子设备已在普及。HMD可以根据用户的头部动作以及用户的视线或操作在用户的周围360度的全方位显示图像,因此用户可以得到较高的沉浸感、真实感。

[0004] 由于HMD的像素密度越高HMD越能够显示高的清晰的图像,所以例如用户不容易看到像素。由此,HMD的用户不容易感受到颗粒感,所以用户可以得到高沉浸感及真实感。另一方面,由于在提高HMD的像素密度时难以增大HMD的显示部的占有面积,所以例如有时难以在用户的周围360度的全方位显示图像。

[0005] 在专利文献1中公开了包括第一显示器、其像素密度比第一显示器低的第二显示器以及光学组合器的显示装置。在该显示装置中,通过从第一显示器射出并被光学组合器反射的光及从第二显示器射出并透过光学组合器的光进入显示装置的用户的眼睛,用户可以看到图像。第一显示器显示被显示装置的用户的视野中心及其附近看到的第一图像,第二显示器显示显示于第一图像的周围的第二图像。在专利文献1所示的显示装置中,通过使第二显示器的像素密度比第一显示器的像素密度低,与第二显示器的像素密度相等于第一显示器的像素密度的情况相比,可以增大显示部整体的占有面积而显示装置的用户不感到图像品质的下降。

[0006] [先行技术文献]

[0007] [专利文献]

[0008] [专利文献1]美国专利申请公开第2020/0033613号说明书

发明内容

[0009] 发明所要解决的技术问题

[0010] 在专利文献1所公开的结构中,从第一显示器发射并透过光学组合器的光及从第二显示器发射并被光学组合器反射的光成为损失。为了填补该损失,在提高从第一显示器及第二显示器发射的光的亮度时,第一显示器及第二显示器的功耗增大。

[0011] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种低功耗的电子设备。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种用户能够看到高亮度的图像的电子设备。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种包括显示高质量图像的显示装置的电子设备。此外,本发明

的一个方式的目的之一是提供一种包括高速驱动的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种小型电子设备。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可靠性高的电子设备。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的电子设备。

[0012] 注意,这些目的的记载并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。注意,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载抽取上述以外的目的。

[0013] 解决技术问题的手段

[0014] 本发明的一个方式是一种电子设备,包括:第一显示装置;以及第二显示装置,其中,第一显示装置包括第一显示部,第二显示装置包括第二显示部,在第一显示部中排列多个第一像素,在第二显示部中排列多个第二像素,第一显示装置与第二显示装置重叠,第二显示部以在俯视时围绕第一显示部的至少一部分的方式设置,并且,每一个第一像素的占有面积比每一个第二像素的占有面积小。

[0015] 本发明的一个方式是一种电子设备,包括:第一显示装置;以及第二显示装置,其中,第一显示装置包括第一衬底、第一衬底上的第一显示部及第一显示部上的第二衬底,第二显示装置包括第三衬底、第三衬底上的第二显示部及第二显示部上的第四衬底,在第一显示部中排列多个第一像素,在第二显示部中排列多个第二像素,第二衬底与第三衬底重叠,第二衬底、第三衬底及第四衬底透过从第一像素射出的光,第二显示部以在俯视时围绕第一显示部的至少一部分的方式设置,并且,每一个第一像素的占有面积比每一个第二像素的占有面积小。

[0016] 在上述方式中,第一衬底也可以为半导体衬底。

[0017] 在上述方式中,第三衬底的厚度也可以比第一衬底的厚度薄。

[0018] 在上述方式中,第三衬底也可以具有柔性。

[0019] 在上述方式中,也可以在第二衬底与第三衬底之间设置粘合层。

[0020] 在上述方式中,第二显示部也可以包括不重叠于第一显示部的区域。

[0021] 在上述方式中,第二显示装置也可以包括第三显示部,第三显示部也可以与第一显示部重叠,并且第三显示部也可以透过从第一像素射出的光。

[0022] 在上述方式中,电子设备也可以包括通信电路、控制电路、第一源极驱动器电路及第二源极驱动器电路,第一源极驱动器电路也可以与第一像素电连接,第二源极驱动器电路也可以与第二像素电连接,通信电路也可以具有接收图像数据的功能,并且控制电路也可以具有如下功能:根据图像数据生成表示从第一像素射出的光的亮度的第一数据及表示从第二像素射出的光的亮度的第二数据,且将第一数据供应给第一源极驱动器电路,将第二数据供应给第二源极驱动器电路。

[0023] 在上述方式中,第一像素也可以包括第一发光元件,第二像素也可以包括第二发光元件,第一发光元件也可以包括第一像素电极及第一像素电极上的第一EL层,第一EL层也可以覆盖第一像素电极的端部,第二发光元件也可以包括第二像素电极及第二像素电极上的第二EL层,并且也可以在第二像素电极与第二EL层之间设置覆盖第二像素电极的端部的绝缘层。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明的一个方式可以提供一种低功耗的电子设备。此外,根据本发明的一个方式可以提供一种用户能够看到高亮度的图像的电子设备。此外,根据本发明的一个方式可以提供一种包括显示高质量图像的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个方式可以提供一种包括高速驱动的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个方式可以提供一种小型电子设备。此外,根据本发明的一个方式可以提供一种可靠性高的电子设备。此外,根据本发明的一个方式可以提供一种新颖的电子设备。

[0026] 注意,这些效果的记载并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。注意,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载抽取上述以外的效果。

附图说明

[0027] 图1A是示出电子设备的结构例子的立体图。图1B是示出显示部的结构例子的立体图。

[0028] 图2A至图2C是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0029] 图3A至图3C是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0030] 图4A及图4B是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0031] 图5A及图5B是示出显示装置的结构例子的方框图。

[0032] 图6A及图6B是示出显示装置的结构例子的立体图。

[0033] 图7是示出显示装置的结构例子的立体图。

[0034] 图8是示出电子设备的结构例子的方框图。

[0035] 图9A至图9C是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0036] 图10A至图10C是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0037] 图11A至图11D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

[0038] 图12A至图12F是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

[0039] 图13A至图13D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

[0040] 图14A至图14D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

[0041] 图15A至图15G是示出像素的结构例子的平面图。

[0042] 图16A至图16K是示出像素的结构例子的平面图。

[0043] 图17是示出显示模块的结构例子的立体图。

[0044] 图18A及图18B是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0045] 图19是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0046] 图20是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0047] 图21是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0048] 图22是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0049] 图23是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0050] 图24是示出显示装置的结构例子的立体图。

[0051] 图25A是示出显示装置的结构例子的截面图。图25B及图25C是示出晶体管的结构例子的截面图。

[0052] 图26是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0053] 图27是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0054] 图28是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0055] 图29是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0056] 图30是示出显示装置的结构例子的截面图。

[0057] 图31A至图31F是示出发光元件的结构例子的截面图。

[0058] 图32A至图32C是示出发光元件的结构例子的截面图。

具体实施方式

[0059] 以下,参照附图对实施方式进行说明。注意,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,就是实施方式可以以多个不同形式来实施,其方式和详细内容可以在不脱离本发明的宗旨及其范围的条件下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。

[0060] 注意,在以下说明的发明的结构中,在不同的附图之间共同使用相同的附图标记来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加附图标记。

[0061] 另外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成的位置、大小及范围等并不表示其实际的位置、大小及范围等。因此,所公开的发明不一定局限于附图所公开的位置、大小及范围等。

[0062] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如,有时可以将“导电层”变换为“导电膜”。或者,例如有时可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。或者,例如有时可以将“半导体膜”变换为“半导体层”。

[0063] 在本说明书等中,为了方便起见,有时使用“上”、“下”、“上方”或“下方”等表示配置的词句以参照附图说明构成要素的位置关系。此外,构成要素的位置关系根据描述各结构的方向适当地改变。因此,不局限于本说明书等中所说明的词句,根据情况可以适当地换词句。例如,在“位于导电层上的绝缘层”的表述中,通过将所示的附图的方向旋转180度,也可以称为“位于导电层下的绝缘层”。

[0064] 在本说明书等中,在没有特别的说明的情况下,关态电流是指晶体管处于关闭状态(也称为非导通状态、遮断状态)时的漏极电流。在没有特别的说明的情况下,在n沟道晶体管中,关闭状态是指栅极与源极间的电压V_{gs}低于阈值电压V_{th}(p沟道型晶体管中V_{gs}高于V_{th})的状态。

[0065] 在本说明书等中,金属氧化物(metal oxide)是指广义上的金属的氧化物。金属氧化物被分类为氧化物绝缘体、氧化物导电体(包括透明氧化物导电体)和氧化物半导体(Oxide Semiconductor,也简称为OS)等。例如,在将金属氧化物用于晶体管的活性层的情况下,有时将该金属氧化物称为氧化物半导体。换言之,也可以将本说明书等中的“OS晶体管”称为包含金属氧化物或氧化物半导体的晶体管。

[0066] (实施方式1)

[0067] 在本实施方式中,说明根据本发明的一个方式的电子设备及显示装置等。本发明的一个方式例如可以适用于VR或AR用途的可穿戴电子设备,具体而言可以适用于HMD。

[0068] 本发明的一个方式的电子设备包括第一显示装置及第二显示装置。第一显示装置

及第二显示装置分别包括显示部,在显示部中像素排列为矩阵状。像素包括发射可见光的发光元件(也称为发光器件),通过该发光元件发射对应图像数据的亮度的光,可以在显示部显示图像。

[0069] 在本说明书等中,可见光是指波长为380nm以上且低于780nm的光。此外,红外光是指波长为780nm以上的光。再者,近红外光是指波长为780nm以上且2500nm以下的光。此外,从发光元件发射的光的峰波长在可见光、红外光及近红外光的范围内的情况分别是指发光元件发射可见光、红外光及近红外光的情况。

[0070] 在本说明书等中,发光元件在一对电极间包括EL层。EL层至少包括发光层。在此,作为EL层所包括的层(也被称为功能层),可以举出发光层、载流子注入层(空穴注入层及电子注入层)、载流子传输层(空穴传输层及电子传输层)及载流子阻挡层(空穴阻挡层及电子阻挡层)等。

[0071] 在本发明的一个方式中,第一显示装置以与第二显示装置重叠的方式设置。并且,第二显示装置所包括的显示部以在俯视时围绕第一显示装置所包括的显示部的方式设置。由此,第一显示装置例如可以显示被电子设备的用户的视野中心及其附近看到的第一图像且第二显示装置可以显示显示于第一图像的周围的第二图像。这里,由于从第一显示装置射出的光透过第二显示装置,第二显示装置中的与第一显示装置的显示部重叠的区域透过从第一显示装置射出的光。

[0072] 在本说明书等中,在A透过光B时,A的光B的透过率为5%以上。

[0073] 人精细识别视野中心及其附近的图像且粗略识别其外侧的图像。例如,人精细识别中心视野及有效视野的图像且粗略识别周边视野的图像。因此,即使使第二图像的清晰度比第一图像的清晰度低,电子设备的用户也不容易感到图像品质的下降,例如很少感受到颗粒感。另一方面,由于通过降低第二图像的清晰度可以降低第二显示装置的像素密度,所以例如可以增大显示部整体的占有面积。如上所述,通过使第二图像的清晰度比第一图像的清晰度低,与在电子设备中显示的图像整体的清晰度均匀的情况相比,可以增大电子设备所包括的显示部整体的占有面积,而电子设备的用户不感到图像品质的下降。

[0074] 通过第一显示装置以与第二显示装置重叠的方式设置,例如第一显示装置不与第二显示装置重叠,与使用半反射镜等光学组合器结合第一图像与第二图像的情况相比,可以减少从显示装置射出的光的损失,例如可以减少从第一显示装置射出的光的损失。因此,本发明的一个方式的电子设备可以为低功耗的电子设备。此外,本发明的一个方式的电子设备的用户可以看到高亮度的图像。

[0075] <电子设备的结构例子>

[0076] 图1A是示出本发明的一个方式的电子设备的电子设备10的结构例子的外观图。电子设备10可以是HMD。此外,电子设备10可以被称为护目镜式电子设备。或者,有时电子设备10也可以被称为眼镜式电子设备。

[0077] 电子设备10包括外壳31、固定工具32、一对透镜35(透镜35L及透镜35R)、一对镜架36(镜架36L及镜架36R)以及一对显示部37(显示部37L及显示部37R)。此外,电子设备10可以包括通信电路57及控制电路59。

[0078] 在电子设备10中,例如通信电路57从电子设备10的外部接收图像数据。通信电路57将接收的图像数据供应给控制电路59。控制电路59根据接收的图像数据进行控制以在显

示部37上显示图像。显示于显示部37上的图像被透镜35放大,且电子设备10的用户看到该图像。

[0079] 图1B是示出显示部37的结构例子的立体图。这里,图1B所示的结构可以用于显示部37L及显示部37R。

[0080] 显示部37包括显示部37a及显示部37b。显示部37a可以为显示部37的中心及其附近的区域,且显示部37b可以为显示部37a的周围区域。也就是说,显示部37b以在俯视时围绕显示部37a的方式设置。由此,电子设备10的用户可以由视野中心及其附近看到显示于显示部37a上的图像且由周边视野看到显示于显示部37b上的图像。注意,显示部37的中心也可以位于显示部37b而不位于显示部37a。此外,显示部37b也可以不围绕显示部37a整体。例如,在显示部37a的形状为矩形时,显示部37b也可以不围绕显示部37a的四个边中的所有边。例如,显示部37b可以围绕显示部37a所包括的四个边中的三个边。或者,显示部37b可以围绕显示部37a所包括的四个边中的两个边的所有部分且围绕剩下的两个边的一部分。

[0081] 在显示部37a中排列多个像素27a,例如像素27a排列为矩阵状。在显示部37b中排列多个像素27b。像素27(像素27a及像素27b)包括发射可见光的发光元件,从发光元件发射的光作为光34(光34a及光34b)从像素27射出,因此可以在显示部37上显示图像。注意,从像素27a射出的光为光34a,从像素27b射出的光为光34b。

[0082] 作为发光元件,例如优选使用OLED(Organic Light Emitting Diode;有机发光二极管)或QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode;量子点发光二极管)。作为发光元件含有的发光物质,例如可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料)、呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence:TADF)材料)及无机化合物(例如量子点材料)。此外,作为发光元件,也可以使用Micro LED(Light Emitting Diode)等LED。

[0083] 此外,像素27中设置有被用作控制发光元件的驱动的像素电路。像素电路包括晶体管。由此,像素27可以以有源矩阵方式驱动。

[0084] 如图1B所示,显示部37a的像素密度比显示部37b的像素密度高。例如,设置于显示部37a中的每一个像素27a的占有面积比设置于显示部37b中的每一个像素27b的占有面积小。此外,相邻的像素27a间的距离比相邻的像素27b间的距离短。如上所述,显示部37a可以显示被电子设备10的用户的视野中心及其附近看到的图像,且显示部37b可以显示被周边视野看到的图像。这里,人精细识别视野中心及其附近的图像且粗略识别其外侧的图像。例如,人精细识别中心视野及有效视野的图像且粗略识别周边视野的图像。因此,即使显示部37b的像素密度比显示部37a的像素密度低且显示于显示部37b上的图像的清晰度比显示于显示部37a上的图像的清晰度低,电子设备10的用户也很少感到图像品质的下降,例如很少感受到颗粒感。另一方面,通过降低显示部37b的像素密度,例如可以增大显示部37整体的占有面积。如上所述,通过使显示部37b的像素密度比显示部37a的像素密度低,与显示部37整体上的像素密度均匀的情况相比,可以增大显示部37的占有面积,而电子设备的用户不感到图像品质的下降。

[0085] 图2A是示出沿图1B中的点划线A1-A2的结构例子的截面图,也是示出包括显示部37的显示装置的结构例子的截面图。如图2A所示,在显示装置41a中包括显示部37a且在显示装置41b中包括显示部37b。

[0086] 显示装置41a包括衬底11a、衬底11a上的层12a以及层12a上的衬底13a，显示部37a设置在层12a中。显示装置41b包括衬底11b、衬底11b上的层12b以及层12b上的衬底13b，显示部37b设置在层12b中。此外，例如层12a中设置有用来驱动显示装置41a的驱动电路，层12b中设置有用来驱动显示装置41b的驱动电路。这些驱动电路中例如设置有晶体管，因此层12a及层12b包括晶体管。

[0087] 显示装置41b设置在显示装置41a上。显示装置41a与显示装置41b重叠。具体而言，例如衬底13a与衬底11b重叠。例如，衬底13a包括与衬底11b接触的区域，显示装置41a固定在显示装置41b下。例如，通过在显示装置41a中安装第一外壳且在显示装置41b中安装第二外壳且使第一外壳与第二外壳啮合，可以将显示装置41a固定在显示装置41b下。此外，显示装置41b包括不与显示装置41a重叠的区域。具体而言，例如衬底11b包括不与衬底13a重叠的区域。

[0088] 显示部37a可以通过射出光34a显示图像。显示部37b可以通过射出光34b显示图像。光34a透过衬底13a、衬底11b、层12b及衬底13b。光34b透过衬底13b。如上所述，衬底13a、衬底11b、层12b及衬底13b具有光34a透过的结构。此外，衬底13b具有光34b透过的结构。这里，衬底11a可以具有光34a及光34b不透过的结构。因此，衬底11a例如可以具有可见光不透过的结构。另一方面，衬底11b、衬底13a及衬底13b例如具有可见光透过的结构。

[0089] 显示部37a以包括不与显示部37b重叠的区域的方式设置。由此，即使显示部37b中不透过光34a或者显示部37b的光34a的透过率例如比层12b中的不设置显示部37b的区域的光34a的透过率低，也可以将入射到显示装置41b的光34a提取到显示装置41b的外部。因此，包括显示装置41a及显示装置41b的电子设备10的用户可以看到显示于显示部37a上的图像。

[0090] 注意，显示部37a的一部分也可以与显示部37b重叠。具体而言，显示部37a的端部也可以与显示部37b重叠且显示部37b的端部也可以与显示部37a重叠。通过采用这种结构，可以防止在显示部37a与显示部37b之间形成不设置显示部37的区域。由此，可以抑制电子设备10的用户看到显示部37a与显示部37b的边界。这里，即使是显示部37a的一部分与显示部37b重叠的情况，只要在俯视时显示部37b的不与显示部37a重叠的区域围绕显示部37a，就可以说显示部37b以围绕显示部37a的方式设置。

[0091] 如上所述，在电子设备10中，显示装置41a以与显示装置41b重叠的方式设置，显示装置41b所包括的显示部37b以在俯视时围绕显示装置41a所包括的显示部37a的方式设置。由此，例如与显示装置41a不与显示装置41b重叠且用半反射镜等光学组合器结合在显示部37a上显示的图像与在显示部37b上显示的图像的情况相比，可以减少光34a的损失。此外，有时可以减少光34b的损失。因此，电子设备10可以为低功耗的电子设备。此外，电子设备10的用户可以看到高亮度的图像。

[0092] 以下说明能够用于衬底11a、衬底11b、衬底13a或衬底13b的材料。

[0093] 如上所述，衬底11a例如可以具有可见光不透过的结构。因此，作为衬底11a例如可以使用半导体衬底。具体而言，作为衬底11a可以使用以硅或碳化硅等为材料的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、以硅锗等为材料的化合物半导体衬底或SOI衬底等。

[0094] 如上所述，衬底13a、衬底11b及衬底13b例如具有可见光透过的结构。因此，作为衬底13a、衬底11b及衬底13b，例如使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底或塑料衬底等。注意，

玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底或塑料衬底等也可以用于衬底11a作为绝缘体衬底。

[0095] 衬底11a、衬底13a、衬底11b及衬底13b的厚度可以为50μm以上且2mm以下,优选为50μm以上且1mm以下,更优选为50μm以上且500μm以下,进一步优选为50μm以上且300μm以下。

[0096] 在衬底13a的与显示部37a相反一侧的面及衬底13b的与显示部37b相反一侧的面可以配置各种光学构件。作为光学构件,可以举出偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。

[0097] 图2B是图2A所示的结构的变形例子,图2B与图2A的结构的不同之处在于显示装置41b包括衬底15代替衬底11b并包括衬底16代替衬底13b。

[0098] 衬底15及衬底16具有柔性。由此,图2B所示的显示装置41b具有柔性。因此,图2B所示的显示装置41b可以说是柔性显示器。

[0099] 具有柔性的衬底可以比不具有柔性的衬底薄。因此,例如衬底15及衬底16的厚度可以比衬底11a的厚度薄。如上所述,通过显示装置41b为柔性显示器,例如可以使以衬底11a的表面为基准的显示部37b的高度与显示部37a的高度之差缩小。由此,例如由于可以使从电子设备10的用户的眼睛到显示部37a的距离与从电子设备10的用户的眼睛到显示部37b的距离之差缩小,可以抑制在显示部37a上显示的图像和在显示部37b上显示的图像中的一方或双方模糊。因此,电子设备10的用户可以看到高质量的图像。

[0100] 通过例如使以衬底11a的表面为基准的显示部37b的高度与显示部37a的高度之差缩小,可以抑制从显示装置41a所包括的显示部37a发射的光34a入射到显示部37b。例如,由于在显示部37b所包括的发光元件的电极反射可见光时,入射到显示部37b的光34a被该电极反射且不提取到显示装置41b的外部,所以通过抑制光34a入射到显示部37b,可以提高显示装置41a的光提取效率。

[0101] 注意,在图2B所示的显示装置中,也可以设置图2A所示的衬底13b代替衬底16。也就是说,显示装置41b所包括的衬底中也可以只有设置在显示部37a与显示部37b之间的衬底具有柔性。此外,显示装置41a所包括的衬底13a也可以具有柔性。注意,例如也可以使图2A所示的衬底11b的厚度比衬底11a的厚度薄。也就是说,也可以在显示装置41b所包括的衬底为不具有柔性的衬底的同时使该衬底的厚度比衬底11a的厚度薄。此外,也可以在衬底13a为不具有柔性的衬底的同时使衬底13a的厚度比衬底11a的厚度薄。

[0102] 作为具有柔性的衬底可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙或芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂或者纤维素纳米纤维等。此外,也可以使用具有柔性的程度的厚度的玻璃。这里,通过将上述材料用于衬底,该衬底可以透过可见光。

[0103] 具有柔性的衬底的厚度在可以同时实现柔性与机械强度的范围内。例如,具有柔性的衬底的厚度可以为1μm以上且300μm以下,优选为10μm以上且300μm以下,更优选为10μm以上且100μm以下,进一步优选为10μm以上且50μm以下。注意,例如图2A所示的衬底11b也可以在该厚度的范围内。也就是说,也可以在显示装置41b所包括的衬底为不具有柔性的衬底

的同时使该衬底的厚度在上述厚度的范围内。

[0104] 后面所示的结构中有时用衬底15代替衬底11b且用衬底16代替衬底13b。

[0105] 图2C是图2B所示的结构的变形例子,图2C与图2B的不同之处在于显示装置41a不包括衬底13a。例如,可以在层12a上直接设置上述各种光学构件且在其上设置显示装置41b。

[0106] 通过省略衬底13a,例如可以使以衬底11a的表面为基准的显示部37b的高度与显示部37a的高度之差缩小。由此,电子设备10的用户可以看到高质量的图像。此外,可以抑制光34a入射到显示部37b,因此可以提高显示装置41a的光提取效率。注意,在图2C所示的显示装置41b中,也可以设置衬底11b代替衬底15且设置衬底13b代替衬底16。也就是说,即使在显示装置41a中不设置衬底13a,设置在显示装置41b中的衬底也可以不具有柔性。

[0107] 图3A是图2A所示的结构的变形例子,图3A与图2A所示的结构的不同之处在于在衬底13a与衬底11b之间设置粘合层14。粘合层14透过光34a。粘合层14例如透过可见光。

[0108] 通过使用粘合层14贴合显示装置41a与显示装置41b,可以抑制在显示装置41a与显示装置41b之间形成间隙。由此,可以抑制从显示装置41a射出的光34a被该间隙反射或折射。因此,显示装置41a可以显示高质量的图像。

[0109] 如上所述,在衬底13a上的不与显示部37b重叠的区域中优选设置粘合层14。另一方面,在衬底13a上的不与显示部37b重叠的区域中也可以不设置粘合层14。

[0110] 作为粘合层14,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂或厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂、EVA(乙烯-乙酸乙烯酯)树脂等。尤其优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。另外,也可以使用两液混合型树脂。此外,例如也可以使用粘合薄片。

[0111] 图3B是图2A所示的结构的变形例子,图3B与图2A所示的结构的不同之处在于显示装置41a上设置有衬底13b,衬底13b上设置有包括显示部37b的层12b且层12b上设置有衬底11b。

[0112] 例如在图2A所示的显示装置41b中在显示部37b的下侧设置驱动电路。另一方面,在图3B所示的显示装置41b中在显示部37b的上侧设置驱动电路。此外,例如在图2A所示的显示装置41b中从显示部37b射出的光34b透过衬底13b。另一方面,在图3B所示的显示装置41b中光34b透过衬底11b。例如图2A所示的显示装置41b是顶部发射型显示装置,图3B所示的显示装置41b是底部发射型显示装置。

[0113] 图3C是图2A所示的结构的变形例子,图3C与图2A所示的结构的不同之处在于显示装置41b上设置有显示装置41a。如上所述,衬底11a例如可以具有可见光不透过的结构。因此,例如可以以与显示部37a整体重叠的方式设置显示部37b。此外,衬底11b例如具有可见光不透过的结构。

[0114] 图4A是图2A所示的结构的变形例子,图4A与图2A所示的结构的不同之处在于显示装置41b的层12b中设置有显示部37c。显示部37c以与显示装置41a所包括的显示部37a重叠的方式设置。在图4A所示的结构中,显示部37包括显示部37a、显示部37b及显示部37c。虽然未图示,但在显示部37c中排列多个像素,例如像素排列为矩阵状。像素包括发射可见光的发光元件,通过从像素射出发光元件所发射的光作为光34c,可以在显示部37c上显示图像。

这里,显示部37c的像素密度比显示部37a的像素密度低,可以与显示部37b的像素密度相等。因此,显示在显示部37c上的图像的清晰度比显示在显示部37a上的图像的清晰度低,可以与显示在显示部37b上的图像的清晰度相等。

[0115] 光34c透过衬底13b。此外,上述像素包括具有控制发光元件的驱动的功能的像素电路。如上所述,像素电路包括晶体管。

[0116] 在图4A所示的结构中,从显示部37a射出的光34a入射到显示部37c。因此,显示部37c具有光34a透过的结构,具体而言,具有显示部37c的光34a的透过率比显示部37b高的结构。例如,显示部37c具有可见光透过的结构,具体而言显示部37c的可见光透过率比显示部37b高。例如,设置在显示部37c中的发光元件所包括的电极具有光34a透过的结构。此外,设置在显示部37c中的像素电路所包括的晶体管中的层为光34a透过的层。另外,在该像素电路例如具有电容器时,构成电容器的层为光34a透过的层。再者,例如设置在显示部37c中的布线也具有光34a透过的结构。如上所述,显示部37c可以透过光34a。

[0117] 如上所述,在图4A所示的结构中,电子设备10的用户可以重叠地看到显示装置41b所包括的显示部37c上显示的图像与显示装置41a所包括的显示部37a上显示的图像。这里,优选根据能够显示在显示部37c上的图像的清晰度比能够显示在显示部37a上的图像的清晰度低而在显示部37a及显示部37c上显示图像。例如,可以在显示部37c上显示示出显示部37a所显示的图像的要注目的点的光标等标记。

[0118] 图4B是图4A所示的结构的变形例子,图4B与图4A所示的结构的不同之处在于显示部37c包括不与显示部37a重叠的区域。注意,图4B示出显示装置41b不包括显示部37b的例子,但显示装置41b也可以包括显示部37b。例如,也可以在不与显示装置41a重叠的区域设置显示部37b。注意,在图4B所示的结构中有时显示部37c的不与显示装置41a重叠的区域透过外光的光44。

[0119] 图5A是示出包括显示部37a的显示装置41a的结构例子的方框图。如上所述,在显示部37a中排列多个像素27a,例如像素27a排列为矩阵状。此外,显示装置41a包括栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a。虽然在图5A中未示出,但栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a与像素27a电连接。栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a是显示装置41a的驱动电路。

[0120] 在显示装置41a中可以由源极驱动器电路43a对栅极驱动器电路42a所选择的像素27a写入图像数据。通过对像素27a写入图像数据,像素27a射出对应图像数据的亮度的光34a。由此,可以在显示部37a上显示图像。

[0121] 图5B是示出包括显示部37b的显示装置41b的结构例子的方框图。如上所述,在显示部37b中排列多个像素27b。这里,在显示装置41b中设置不排列像素27b的区域47,以围绕区域47的方式设置显示部37b。区域47是与显示装置41a的显示部37a重叠的区域。注意,在显示装置41b具有图4A所示的结构时,区域47设置有显示部37c。此外,在显示装置41b具有图4B所示的结构时,设置显示部37c代替显示部37b,也在区域47设置显示部37c。

[0122] 显示装置41b包括栅极驱动器电路42b及源极驱动器电路43b。虽然图5B未图示,栅极驱动器电路42b及源极驱动器电路43b与像素27b电连接。栅极驱动器电路42b及源极驱动器电路43b是显示装置41b的驱动电路。

[0123] 在显示装置41b中可以由源极驱动器电路43b对栅极驱动器电路42b所选择的像素

27b写入图像数据。通过对像素27b写入图像数据,像素27b射出对应图像数据的亮度的光34b,由此可以在显示部37b上显示图像。

[0124] 图6A是示出显示装置41a的结构例子的立体图。如图6A所示,显示装置41a可以包括层40、层40上的层50及层50上的层60。

[0125] 在层50中排列多个像素电路51,在层60中排列多个发光元件61。像素电路51与发光元件61电连接,将其用作像素27a。因此,设置在层50中的多个像素电路51与设置在层60中的多个发光元件61重叠的区域被用作显示部37a。

[0126] 层40中设置有栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a。通过栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a设置在与像素电路51不同的层中,栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a可以与显示部37a重叠地设置。因此,与以不与显示部37a重叠的方式设置栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a的情况相比,可以缩小显示部37a周围的边框的宽度。因此,可以增大显示部37a的占有面积。

[0127] 通过层叠地设置像素电路51和栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a,可以缩短使它们彼此电连接的布线。因此,布线电阻及寄生电容得到降低。由此,例如由于可以缩短布线的充放电所需的时间,所以可以高速驱动显示装置41a。此外,由于可以降低显示装置41a的功耗,所以可以降低电子设备10的功耗。

[0128] 注意,栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a也可以设置在与像素电路51相同的层中。此时,例如栅极驱动器电路42a所包括的晶体管及源极驱动器电路43a所包括的晶体管和像素电路51所包括的晶体管可以在同一工序中形成。此外,例如栅极驱动器电路42a所包括的晶体管的一部分及源极驱动器电路43a所包括的晶体管的一部分也可以设置在层50中。也就是说,栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a也可以设置在层40和层50中。此外,栅极驱动器电路42a和源极驱动器电路43a中的一个也可以设置在层40中且栅极驱动器电路42a和源极驱动器电路43a中的另一个也可以设置在层50中。

[0129] 图6B是图6A所示的结构的变形例子,也是示出设置多个栅极驱动器电路42a及多个源极驱动器电路43a的例子。图6B示出设置2行2列的栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a的例子。

[0130] 在图6B中,将2行2列的栅极驱动器电路42a记载为栅极驱动器电路42a[1,1]、栅极驱动器电路42a[1,2]、栅极驱动器电路42a[2,1]及栅极驱动器电路42a[2,2]而进行区别。此外,将2行2列的源极驱动器电路43a记载为源极驱动器电路43a[1,1]、源极驱动器电路43a[1,2]、源极驱动器电路43a[2,1]及源极驱动器电路43a[2,2]而进行区别。

[0131] 通过设置多个栅极驱动器电路42a,可以缩短像素电路51与栅极驱动器电路42a电连接的布线。具体而言,可以减少从像素电路51到栅极驱动器电路42a的布线长度的最大值。此外,通过设置多个源极驱动器电路43a,可以缩短像素电路51与源极驱动器电路43a电连接的布线。具体而言,可以减少从像素电路51到源极驱动器电路43a的布线长度的最大值。因此,布线电阻及寄生电容得到降低。由此,例如由于可以缩短布线的充放电所需的时间,所以可以高速驱动显示装置41a。此外,由于可以降低显示装置41a的功耗,所以可以降低电子设备10的功耗。再者,由于例如可以减少一个栅极驱动器电路42a扫描的像素电路51的行数,所以可以提高显示装置41a的帧频率。

[0132] 图6B示出栅极驱动器电路42a包括与源极驱动器电路43a重叠的区域的例子,但也

可以不使栅极驱动器电路42a与源极驱动器电路43a重叠。通过具有栅极驱动器电路42a包括与源极驱动器电路43a重叠的区域的结构,可以提高栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a的布局自由度。另一方面,通过采用栅极驱动器电路42a不与源极驱动器电路43a重叠的结构,可以抑制栅极驱动器电路42a的驱动与源极驱动器电路43a的驱动彼此受到影响。

[0133] 图7是图6A所示的结构的变形例子,也示出在层40中除了栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a以外还设置图1A所示的通信电路57及控制电路59的例子。也就是说,示出在显示装置41a中以包括与显示部37a重叠的区域的方式设置通信电路57及控制电路59的例子。由此,与通信电路57及控制电路59设置在显示装置41a的外部的情况相比,可以增大显示部37的占有面积。注意,设置在电子设备10中的通信电路57及控制电路59以外的电路也可以设置在层40中。

[0134] 在图7所示的显示装置41a中,栅极驱动器电路42a和源极驱动器电路43a中的一方或双方也可以设置在层50中。由此,可以增大设置通信电路57及控制电路59等的区域的占有面积。

[0135] 图8是示出电子设备10的结构例子的方框图。电子设备10所包括的显示装置41a、显示装置41b、通信电路57及控制电路59通过总线BW互相收发各种数据及信号等。这里,图1A所示的显示部37L包括显示部37aL及显示部37bL,显示部37R包括显示部37aR及显示部37bR。并且,包括显示部37aL的显示装置41a为显示装置41aL,包括显示部37aR的显示装置41a为显示装置41aR。此外,显示装置41aL所包括的栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a分别为栅极驱动器电路42aL及源极驱动器电路43aL,显示装置41aR所包括的栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a分别为栅极驱动器电路42aR及源极驱动器电路43aR。此外,包括显示部37bL的显示装置41b为显示装置41bL,包括显示部37bR的显示装置41b为显示装置41bR。再者,显示装置41bL所包括的栅极驱动器电路42b、源极驱动器电路43b及区域47分别为栅极驱动器电路42bL、源极驱动器电路43bL及区域47L,显示装置41bR所包括的栅极驱动器电路42b、源极驱动器电路43b及区域47分别为栅极驱动器电路42bR、源极驱动器电路43bR及区域47R。

[0136] 通信电路57具有以无线或有线与外部设备进行通信的功能。通信电路57例如具有从外部设备接收图像数据的功能。此外,通信电路57也可以具有将电子设备10所生成的数据发送到外部设备的功能。

[0137] 例如可以在通信电路57中设置高频电路(RF电路)进行RF信号的发送和接收。高频电路是用来将各国法制所规定的频带的电磁信号与电信号彼此变换且使用该电磁信号以无线方式与其他通信设备进行通信的电路。在进行无线通信时,作为通信协议或通信技术可以使用:通信标准诸如LTE(Long Term Evolution:长期演进)、GSM(Global System for Mobile Communication:在日本注册的商标:全球移动通讯系统)、EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution:GSM增强数据率演进)、CDMA2000(Code Division Multiple Access 2000:码分多址2000)、W-CDMA(Wideband Code Division Multiple Access:在日本注册的商标:宽频码分多址);或者由IEEE(电气电子工程师学会)通信标准化的规格诸如Wi-Fi(Wireless Fidelity:在日本注册的商标:无线保真)、Bluetooth(在日本注册的商标:蓝牙)、ZigBee(在日本注册的商标)等。此外,可以使用国际电信联盟(ITU)所决定的第三代移动通信系统(3G)、第四代移动通信系统(4G)或第五代移动通信系统(5G)等。

[0138] 另外,通信电路57也可以包括LAN(Local Area Network:局域网)连接用端子、数字广播接收用端子或连接AC适配器的端子等外部端口。

[0139] 控制电路59例如具有根据通信电路57接收的图像数据生成表示设置在显示部37a中的发光元件所发射的光的亮度的数据(第一亮度数据)及表示设置在显示部37b中的发光元件所发射的光的亮度的数据(第二亮度数据)的功能。例如,在图像数据具有像素的地址信息及各像素的亮度信息时,控制电路59可以根据地址信息选择使各像素的亮度信息包括在第一亮度数据中还是包括在第二亮度数据中。注意,亮度数据也可以说是图像数据。

[0140] 这里,控制电路59可以具有进行降低图像数据的分辨率的下转换的功能。此外,控制电路59也可以具有进行提高图像数据的分辨率的上转换的功能。例如,控制电路59可以对第二亮度数据进行下转换。此外,控制电路59也可以对第一亮度数据进行上转换。

[0141] 控制电路59具有如下功能:将第一亮度数据供应给显示装置41a,具体而言供应给显示装置41a所包括的源极驱动器电路43a,将第二亮度数据供应给显示装置41b,具体而言供应给显示装置41b所包括的源极驱动器电路43b。

[0142] 作为控制电路59,可以单独或组合地使用中央处理器(CPU:Central Processing Unit)、DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)或GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)等微处理器。另外,这些微处理器也可以由FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)或FPAA(Field Programmable Analog Array:现场可编程模拟阵列)等PLD(Programmable Logic Device:可编程逻辑器件)来构成。

[0143] 控制电路59通过由处理器解释且执行来自各种程序的指令,可以进行各种数据处理及程序控制。可由处理器执行的程序可以储存在处理器中的存储器区,也可以储存在另外设置的存储电路中。作为存储电路,例如也可以使用适用非易失性存储元件的存储装置诸如快闪存储器、MRAM(Magnetoresistive Random Access Memory)、PRAM(Phase change RAM:相变随机存取存储器)、ReRAM(Resistive RAM:电阻随机存取存储器)、FeRAM(Ferroelectric RAM:铁电随机存取存储器)等或者适用易失性存储元件的存储装置如DRAM(Dynamic RAM)及SRAM(Static RAM:静态随机存取存储器)等。

[0144] 图8示出显示装置41b不包括显示部37c的例子,但显示装置41b也可以包括显示部37c。此时,栅极驱动器电路42b及源极驱动器电路43b除了显示部37b所包括的像素以外还可以控制显示部37c所包括的像素的驱动。此外,图8示出通信电路57及控制电路59设置在显示装置41a及显示装置41b的外部的例子,但通信电路57及控制电路59例如也可以设置在显示装置41a内。

[0145] <显示部的结构例子>

[0146] 以下参照图9A至图9C及图10A至图10C说明本发明的一个方式的电子设备所包括的显示装置的结构例子。具体而言,说明设置在显示装置的显示部所包括的像素中的发光元件的结构例子。图9A至图9C示出可以适用于显示装置41a的显示装置的结构例子,图10A至图10C示出可以适用于显示装置41b的显示装置的结构例子。注意,图9A至图9C所示的显示装置也可以用于显示装置41b,图10A至图10C所示的显示装置也可以用于显示装置41a。

[0147] 图9A是示出发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B的结构例子的截面图。发光元件61R可以发射在红色的波长区域具有强度的光34aR。发光元件61G可以发射在绿色的波长区域具有强度的光34aG。发光元件61B可以发射在蓝色的波长区域具有强度的光34aB。这

里,一个像素例如可以具有包括一个发光元件61R、一个发光元件61G及一个发光元件61B的结构。此外,像素包括子像素,一个子像素例如可以具有包括发光元件61R、发光元件61G和发光元件61B中的任一个的结构。如上所述,图9A是一个像素包括三个子像素的例子。注意,关于本发明的一个方式的电子设备所包括的显示装置的像素布局,可以参照实施方式2。

[0148] 这里,红色光例如可以为峰波长为630nm以上且780nm以下的光。此外,绿色光例如可以为峰波长为500nm以上且低于570nm的光。再者,蓝色光例如可以为峰波长为450nm以上且低于480nm的光。

[0149] 在本说明书等中,在设置有发光元件的子像素中,俯视时的EL层的面积为子像素的占有面积。此外,构成像素的子像素的占有面积的总和为像素的占有面积。例如,在像素包括三个子像素时,三个子像素的占有面积的总和为像素的占有面积。

[0150] 在图9A所示的显示装置中,衬底11a上设置有层363。层363中例如设置有图6A所示的像素电路51。此外,层363中设置有栅极驱动器电路42a及源极驱动器电路43a等显示装置41a的驱动电路。这些电路中例如设置有晶体管,因此层363包括晶体管。

[0151] 以覆盖设置在层363中的晶体管的方式设置绝缘层。该绝缘层也包括在层363中。该绝缘层既可以具有单层结构又可以具有叠层结构。此外,作为该绝缘层可以使用无机绝缘膜和有机绝缘膜中的一方或双方。作为无机绝缘膜,例如可以举出氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧氮化铝膜及氧化铪膜等氧化物绝缘膜及氮化物绝缘膜。作为有机绝缘膜,可以举出丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等。

[0152] 注意,在本说明书中,氮氧化物是指氮含量大于氧含量的化合物。另外,氧氮化物是指氧含量大于氮含量的化合物。此外,例如可以使用卢瑟福背散射光谱学法(RBS:Rutherford Backscattering Spectrometry)来测定各元素的含量。

[0153] 发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B都设置在层363上。具体而言,设置在层363中的上述绝缘层上可以设置发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B。

[0154] 发光元件61R包括层363上的导电层171、导电层171上的EL层172R及EL层172R上的导电层173。发光元件61G包括层363上的导电层171、导电层171上的EL层172G及EL层172G上的导电层173。发光元件61B包括层363上的导电层171、导电层171上的EL层172B及EL层172B上的导电层173。

[0155] 在本说明书等中,有时将在发光波长不同的发光元件中至少分别制造发光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。例如,图9A所示的发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B具有SBS结构。在SBS结构中,可以分别进行各发光元件的材料及结构的最优化,材料及结构的选择自由度增大,亮度的提高以及可靠性的提高变得容易。

[0156] 导电层171被用作像素电极,按每个发光元件分离。此外,导电层173被用作公共电极,在发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B间设置为共同使用的一连续的层。

[0157] EL层172R、EL层172G及EL层172B按每个发光元件分离。也就是说,EL层172R、EL层172G及EL层172B都形成为岛状。通过EL层172R、EL层172G及EL层172B形成为岛状且彼此不接触,可以适当地防止电流经过相邻的两个EL层流过而产生非意图的发光(也称为串扰)。因此,可以提高对比度而可以实现显示品质高的显示装置。注意,EL层172R、EL层172G及EL

层172B也可以形成为带状。也就是说,排列在同一方向上的多个发光元件61R间、排列在同一方向上的多个发光元件61G间以及排列在同一方向上的多个发光元件61B也可以分别共同使用EL层172R、EL层172G以及EL层172B。

[0158] EL层172R、EL层172G及EL层172B的端部位于导电层171的端部的外侧,EL层172R、EL层172G及EL层172B可以具有覆盖导电层171的端部的结构。注意,EL层172R、EL层172G及EL层172B的端部也可以位于导电层171的端部的内侧。

[0159] EL层172R包含发射至少在红色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。EL层172G包含发射至少在绿色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。EL层172B包含发射至少在蓝色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。

[0160] 除了包含发光性有机化合物的层(发光层)以外,EL层172R、EL层172G及EL层172B各自还可以包括电子注入层、电子传输层、空穴注入层及空穴传输层中的一个以上。注意,关于本发明的一个方式的电子设备所包括的发光元件的结构及材料的详细内容,可以参照实施方式4。

[0161] 如上所述,衬底11a可以具有可见光不透过的结构,衬底13a可以具有可见光透过的结构。因此,通过作为导电层171使用对可见光具有反射性的导电膜且作为导电层173使用对可见光具有透过性的导电膜,光34aR、光34aG及光34aB射出到衬底13a一侧。这种显示装置可以说是顶部发射型(top-emission)显示装置。

[0162] 此外,在发光元件61(发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B)间以覆盖EL层172R的端部、EL层172G的端部及EL层172B的端部的方式设置保护层271。保护层271例如对水具有阻挡性。因此,通过设置保护层271,可以抑制杂质(典型的是水等)侵入EL层172R、EL层172G及EL层172B的端部。此外,相邻的发光元件61间的泄漏电流得到降低,所以彩度及对比度得到提高且功耗得到降低。

[0163] 保护层271例如可以采用至少包括无机绝缘膜的单层结构或叠层结构。作为无机绝缘膜,例如可以举出氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧氮化铝膜、氧化铪膜等氧化物膜或氮化物膜。另外,作为保护层271也可以使用铟镓氧化物、铟镓锌氧化物(IGZO)等半导体材料。另外,保护层271利用原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法及溅射法形成即可。注意,作为保护层271例示出具有包括无机绝缘膜的结构,但不局限于此。例如,保护层271也可以具有无机绝缘膜和有机绝缘膜的叠层结构。

[0164] 当保护层271使用铟镓锌氧化物时,可以利用湿蚀刻法或干蚀刻法进行加工。例如,当保护层271使用IGZO时,可以使用草酸、磷酸或混合药液(例如,磷酸、醋酸、硝酸和水的混合药液(也称为混合酸铝蚀刻液))等药液。该混合酸铝蚀刻液可以以磷酸:醋酸:硝酸:水=53.3:6.7:3.3:36.7及其附近的体积比进行配制。

[0165] 在发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B的每一个中,EL层172(EL层172R、EL层172G及EL层172B)及保护层271包括隔着牺牲层270(牺牲层270R、牺牲层270G及牺牲层270B)彼此重叠的区域。牺牲层270由于后述的显示装置的制造工序而形成。注意,有时不设置牺牲层270。

[0166] 在本说明书等中,也可以将牺牲层称作掩模层。此外,也可以将牺牲膜称作掩模膜。

[0167] 在相邻的发光元件61之间的区域中,保护层271上设置有绝缘层278。图9A示出绝缘层278的顶面具有凸曲面形状的例子。注意,例如图9A示出多个保护层271及多个绝缘层278的截面,但是在俯视显示面时,保护层271及绝缘层278分别被形成为连续的一层。也就是说,显示装置例如可以包括一个保护层271及一个绝缘层278。注意,显示装置也可以包括彼此分离的多个保护层271,也可以包括彼此分离的多个绝缘层278。

[0168] 通过在相邻的发光元件61之间的区域设置具有凸曲面形状的绝缘层278,可以填充该区域的起因于EL层172的台阶。由此,可以提高导电层173的覆盖性。因此,可以抑制因导电层173的断开导致的连接不良以及因局部薄膜化导致的电阻上升。注意,在绝缘层278的顶面平坦时,可以更适当地抑制导电层173的断开以及局部薄膜化。此外,在绝缘层278具有凹曲面形状时,也可以抑制导电层173的断开及局部薄膜化。

[0169] 在本说明书等中,断开是指层、膜或电极等因被形成面的形状(例如,台阶)而分断的现象。

[0170] 作为绝缘层278,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂及EVA(乙烯-乙酸乙烯酯)树脂等。另外,作为绝缘层278也可以使用光致抗蚀剂。被用作绝缘层278的光致抗蚀剂既可以是正型光致抗蚀剂,又可以是负型光致抗蚀剂。

[0171] 在EL层172R、EL层172G、EL层172B及绝缘层278与导电层173之间可以设置公共层174。公共层174可以包括与EL层172R接触的区域、与EL层172G接触的区域及与EL层172B接触的区域。公共层174在发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B间设置为共同使用的一连续的层。

[0172] 当在显示装置中设置公共层174时,被用作公共电极的导电层173可以在沉积公共层174之后连续进行沉积,而之间没有进行蚀刻等工序。例如,在真空下形成公共层174之后无需将衬底11a暴露于大气,可以在真空下形成导电层173。换言之,可以始终在真空下形成公共层174及导电层173。由此,与显示装置没有设置公共层174的情况相比可以使导电层173的底面清洁。

[0173] 作为公共层174可以采用空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、电子阻挡层、电子传输层和电子注入层中的一个以上。例如,公共层174也可以为载流子注入层。另外,公共层174也可以说是EL层172的一部分。注意,也可以不设置公共层174,此时可以使显示装置的制造工序简化。在设置公共层174时,也可以不设置包括在EL层172中的层中具有与公共层174相同的功能的层。例如,在公共层174包括电子注入层时,EL层172可以不包括电子注入层。此外,例如在公共层174包括空穴注入层时,EL层172也可以不包括空穴注入层。注意,EL层172和公共层174也可以总称为EL层。也就是说,既可以只将形成为岛状的层称为“EL层”,也可以将形成为岛状的层和公共层中的双方称为“EL层”。

[0174] 在本说明书等中,有时将空穴或电子称为“载流子”。具体而言,空穴注入层或电子注入层、空穴传输层或电子传输层以及空穴阻挡层或电子阻挡层有时分别被称为“载流子注入层”、”载流子传输层”以及“载流子阻挡层”。注意,根据截面形状或特性等,有时不能明确地区别上述载流子注入层、载流子传输层及载流子阻挡层。另外,有时一个层具有作为载流子注入层、载流子传输层和载流子阻挡层中的两个或三个的功能。

[0175] 在导电层173上以覆盖发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B的方式设置保护

层273。保护层273具有防止水等杂质从上方向各发光元件扩散的功能。保护层273可以使用与能够用于保护层271的材料相同的材料。此外,保护层273例如可以利用ALD法、CVD法或溅射法形成。

[0176] 在保护层273上由粘合层122贴合衬底13a。粘合层122可以使用与能够用于图3A所示的粘合层14的材料相同的材料。此外,在密封发光元件时采用中空密封结构的情况下,粘合层122也可以填充惰性气体(氮或氩等)。注意,从层363到粘合层122例如可以为图2A所示的层12a。

[0177] 通过使发光元件61具有光学微腔谐振器(微腔)结构,可以提高发光颜色的色纯度。在使发光元件61具有微腔结构时,将导电层171与导电层173间的距离d和EL层172的折射率n的积(光学距离)设定为波长λ的二分之一的m倍(m为1以上的整数),即可。距离d可以由算式1求出。

[0178] $d=m\times\lambda/(2\times n)$ • • •算式1。

[0179] 根据算式1,在微腔结构的发光元件61中基于所发射的光的波长(发光颜色)来决定距离d。距离d相当于EL层172的厚度。因此,EL层172G有时以比EL层172B厚的方式设置,EL层172R有时以比EL层172G厚的方式设置。

[0180] 注意,严格地说,距离d是被用作反射电极的导电层171中的反射区至被用作具有所发的光的透射性及反射性的电极(半透射-半反射电极)的导电层173中的反射区的距离。例如,在导电层171是银与透明导电膜的ITO(Indium Tin Oxide)的叠层且ITO位于EL层172一侧的情况下,通过调整ITO的厚度可以设定对应于发光颜色的距离d。就是说,即使EL层172R、EL层172G及EL层172B的厚度都相同,也通过改变该ITO的厚度可以得到适合于发光颜色的距离d。

[0181] 然而,有时难以严格地决定导电层171及导电层173中的反射区的位置。此时,假设为,通过将导电层171及导电层173中的任意位置假设为反射区可以充分得到微腔效应。

[0182] 为了提高微腔结构的光提取效率,优选将被用作反射电极的导电层171至发光层的光学距离设为λ/4的奇数倍。为了实现该光学距离,优选调整构成发光元件61的各层的厚度。

[0183] 另外,在从导电层173一侧发射光时,导电层173的反射率优选比其透过率高。导电层173的光透射率优选为2%以上且50%以下,更优选为2%以上且30%以下,进一步优选为2%以上且10%以下。通过降低导电层173的透过率(提高其反射率),可以提高微腔效应。

[0184] 图9B是图9A所示的结构的变形例子。图9B示出例如将发射白色光的发光元件61W代替发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B设置在层363上的例子。发光元件61W例如包括发射白色光的EL层172W作为EL层172。作为EL层172W,例如可以采用层叠有以各自的发光颜色成为补色关系的方式选择的两个以上的发光层的结构。另外,也可以使用在发光层之间夹着电荷产生层的叠层型EL层作为EL层172W。

[0185] 这里,EL层172W按每个发光元件61W分离。由此,可以防止在相邻的两个发光元件61W中电流经过EL层172W流过而产生非意图发光。特别是在作为EL层172W使用两个发光层之间设有电荷产生层时具有如下问题:当清晰度越高,即相邻的像素间的距离越小时,串扰的影响越明显,而对比度降低。因此,通过采用这种结构,可以实现兼具高清晰度和高对比度的显示装置。注意,EL层172W也可以为一连续的层而不按每个发光元件61W分离。

[0186] 此外,图9B示出保护层273上设置有绝缘层276且绝缘层276上设置有着色层183R、着色层183G及着色层183B的例子。具体而言,重叠于左侧的发光元件61W的位置上设置有透过红色光的着色层183R,重叠于中央的发光元件61W的位置上设置有透过绿色光的着色层183G,重叠于右侧的发光元件61W的位置上设置有透过蓝色光的着色层183B。通过设置着色层183R、着色层183G及着色层183B,例如设置在显示装置中的所有发光元件都是发射白色光的发光元件,显示装置也可以显示彩色图像。

[0187] 相邻的着色层183(着色层183R、着色层183G及着色层183B)包括彼此重叠的区域。例如,在图9B所示的截面中,着色层183G的一方的端部与着色层183R重叠,着色层183G的另一方的端部与着色层183B重叠。因此,例如可以抑制设置在重叠于着色层183G的位置上的发光元件61W所发射的光入射到着色层183R或着色层183B并该光从着色层183R或着色层183B射出。因此,可以实现显示品质高的显示装置。

[0188] 绝缘层276被用作平坦化层。绝缘层276例如可以使用有机材料。例如可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂或这些树脂的前体等作为绝缘层276。

[0189] 通过在保护层273上设置绝缘层276,可以将着色层183设置在平坦面上。因此,可以容易形成着色层183。注意,在着色层183上设置粘合层122,由粘合层122贴合衬底13a。

[0190] 发光元件61W也可以与发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B同样地具有微腔结构。由此,例如与着色层183R重叠的发光元件61W可以发射增强红色的光,与着色层183G重叠的发光元件61W可以发射增强绿色的光,例如与着色层183B重叠的发光元件61W可以发射增强蓝色的光。因此,通过发光元件61W具有微腔结构,可以提高光34aR、光34aG及光34aB的色纯度。

[0191] 图9C是图9A所示的结构的变形例子,也示出保护层273上设置有绝缘层276且绝缘层276上设置有微透镜阵列277的例子。注意,微透镜阵列277上设置有粘合层122,由粘合层122贴合衬底13a。

[0192] 在粘合层122的折射率比微透镜阵列277的折射率低时,有时微透镜阵列277可以聚集从发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B发射的光。通过聚集从发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B发射的光,尤其是用户从显示装置的显示面的正面看该显示面时,可以看到明亮的图像,因此是优选的。

[0193] 注意,图9B所示的结构中也可以设置微透镜阵列277。例如,在着色层183R上、着色层183G上及着色层183B上可以设置被用作平坦化层的绝缘层,在该绝缘层上可以设置微透镜阵列277。此时,在微透镜阵列277上设置粘合层122,由粘合层122贴合衬底13a。此外,在图9C所示的结构中也可以设置着色层183R、着色层183G及着色层183B。例如,也可以在微透镜阵列277上设置被用作平坦化层的绝缘层且在该绝缘层上设置着色层183R、着色层183G及着色层183B。此时,在着色层183上设置粘合层122,由粘合层122贴合衬底13a。

[0194] 图10A是图9A所示的结构的变形例子,也示出发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B代替发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B设置在层363上的例子。此外,图10A示出设置衬底11b及衬底13b代替衬底11a及衬底13a的例子。注意,图10A所示的例子中,从层363到粘合层122的构成要素例如可以为图2A所示的层12b。

[0195] 发光元件63R可以发射在红色的波长区域具有强度的光34bR。发光元件63G可以发

射在绿色的波长区域具有强度的光34bG。发光元件63B可以在蓝色的波长区域具有强度的光34bB。

[0196] 如上所述,衬底11b及衬底13b具有可见光透过的结构。因此,通过导电层171使用对可见光具有反射性的导电膜且导电层173使用对可见光具有透过性的导电膜,光34bR、光34bG及光34bB射出到衬底13b一侧。这种显示装置可以说是顶部发射型显示装置。此外,通过导电层173使用对可见光具有反射性的导电膜且导电层171使用对可见光具有透过性的导电膜,光34bR、光34bG及光34bB射出到衬底11b一侧。这种显示装置可以说是底部发射型(bottom-emission)显示装置。

[0197] 发光元件63R包括层363上的导电层171、导电层171上的EL层172R及EL层172R上的导电层173。发光元件63G包括层363上的导电层171、导电层171上的EL层172G及EL层172G上的导电层173。发光元件63B包括层363上的导电层171、导电层171上的EL层172B及EL层172B上的导电层173。

[0198] 图10A示出覆盖被用作像素电极的导电层171的端部设置绝缘层272的例子。通过设置绝缘层272,可以防止相邻的发光元件63(发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B)所包括的导电层171非意图地电短路而误发光。因此,可以提供可靠性高的显示装置。

[0199] 在发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B中,EL层172R、EL层172G及EL层172B分别包括与导电层171的顶面接触的区域及与绝缘层272的表面接触的区域。此外,EL层172R、EL层172G及EL层172B的端部位于绝缘层272上。

[0200] 绝缘层272的端部优选锥形形状。此外,在图10A所示的结构中不设置保护层271、牺牲层270、绝缘层278及公共层174。再者,发光元件63通过与发光元件61同样地具有微腔结构,可以提高发光颜色的色纯度。

[0201] 注意,在本说明书等中,锥形形状是指构成要素的侧面的至少一部分相对于衬底面或被形成面倾斜地设置的形状。例如,优选具有倾斜的侧面和衬底面或被形成面所成的角度(也称为锥角)小于90°的区域。在此,构成要素的侧面、衬底面及被形成面不一定需要为完全的平坦,也可以为具有微小曲率的近似平面状或具有微细凹凸的近似平面状。

[0202] 绝缘层272例如可以使用有机材料或无机材料。作为可用于绝缘层272的有机材料,例如可以举出丙烯酸树脂、环氧树脂、聚酰亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、聚硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂及酚醛树脂等。作为可用于绝缘层272的无机材料,可以举出氧化硅、氧化铝、氧化镓、氧化锗、氧化钇、氧化锆、氧化镧、氧化钕、氧化铪、氧化钽、氮化硅、氮化铝、氧氮化硅、氧氮化铝、氮氧化硅及氮氧化铝等。

[0203] 图10B是图10A所示的结构的变形例子,也示出例如发射白色光的发光元件63W代替发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B设置在层363上的例子。发光元件63W包括EL层172W作为EL层172。注意,发光元件63W通过与发光元件61W同样地具有微腔结构,可以提高光34bR、光34bG及光34bB的色纯度。

[0204] 图10B示出在衬底13b的衬底11b一侧的面设置着色层183R、着色层183G及着色层183B的例子。此外,图10B示出在衬底13b的衬底11b一侧的面的不设置着色层183R、着色层183G及着色层183B的区域设置遮光层117的例子。再者,图10B示出着色层183R、着色层183G及着色层183B的端部与遮光层117重叠的例子。注意,在图10B所示的例子中,从层363到着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117的构成要素例如可以为图2A所示的层12b。

注意,在图10B所示的显示装置为底部发射型显示装置时,着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117也可以设置在层363中。

[0205] 通过设置遮光层117,可以抑制发光元件63W所发射的光不透过所希望的着色层183而从衬底13b射出。具体而言,可以抑制重叠于着色层183R的发光元件63W所发射的光不透过着色层183R而从衬底13b射出、重叠于着色层183G的发光元件63W所发射的光不透过着色层183G而从衬底13b射出以及重叠于着色层183B的发光元件63W所发射的光不透过着色层183B而从衬底13b射出。因此,显示装置可以显示高品质的图像。

[0206] 遮光层117例如也可以设置在图10A所示的显示装置中。此时,可以抑制发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B所发射的光例如被衬底13b反射且在显示装置的内部扩散。由此,显示装置可以显示高品质的图像。另一方面,通过不设置遮光层117,可以提高发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B所发射的光的光提取效率。同样地,例如在图9A或图9C所示的显示装置中也可以设置遮光层117。

[0207] 在图10B所示的例子中,在保护层273与着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117之间设置粘合层122。由此,设置在衬底13b上的着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117贴合在保护层273上。

[0208] 通过在衬底13b上设置着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117且将它们与保护层273贴合,可以提高着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117的制造条件的自由度。例如,可以在比EL层172W的耐热温度高的温度下进行加热处理。另一方面,在贴合着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117与保护层273时,有时发生错位。因此,在像素微细到不能忽视该错位时,例如如图9B所示,优选在保护层273上形成着色层183R、着色层183G及着色层183B,然后贴合衬底13b。

[0209] 图10B示出EL层172W为一连续的层而不按每个发光元件63W分离的例子。通过EL层172W为一连续的层,可以使显示装置的制造工序简化。注意,EL层172W也可以按每个发光元件63W分离。

[0210] 图10C是图10A所示的结构的变形例子,也示出在保护层273上设置绝缘层276且在绝缘层276上设置微透镜阵列277的例子。注意,也可以在图10B所示的结构中设置微透镜阵列277。例如,可以在保护层273上设置绝缘层276且在绝缘层276上设置微透镜阵列277。此时,在微透镜阵列277与着色层183R、着色层183G、着色层183B及遮光层117之间设置粘合层122。注意,在图10C所示的例子中,从层363到粘合层122的构成要素例如可以为图2A所示的层12b。

[0211] 具有图9A、图9B及图9C所示的结构的显示装置与具有图10A、图10B及图10C所示的结构的显示装置相比可以提高清晰度而不降低对比度。例如,可以缩短相邻的发光元件61间的距离。具体而言,发光元件61间的距离为1μm以下,优选为500nm以下,更优选为200nm以下、100nm以下、90nm以下、70nm以下、50nm以下、30nm以下、20nm以下、15nm以下或10nm以下。换言之,设置相邻的两个EL层172中的一个的EL层172的端部与另一个的EL层172的端部之间的距离为1μm以下的区域,优选设置0.5μm(500nm)以下的区域,更优选设置100nm以下的区域。

[0212] 另一方面,具有图10A、图10B及图10C所示的结构的显示装置与具有图9A、图9B及图9C所示的结构的显示装置相比可以以简单的方法制造。因此,具有图10A、图10B及图10C

所示的结构的显示装置可以以低成本制造。

[0213] 如上所述,包括显示部37a的显示装置41a的清晰度比包括显示部37b的显示装置41b的清晰度高。因此,如上所述,图9A、图9B及图9C所示的结构可以适用于显示装置41a。具体而言,设置在显示部37a中的像素27a所包括的发光元件可以适合使用发光元件61。另一方面,如上所述,具有图10A、图10B及图10C所示的结构的显示装置可以以低成本制造。因此,在显示装置41b具有图10A、图10B及图10C所示的结构时,电子设备10可以为低价的电子设备,因此是优选的。具体而言,设置在显示部37b中的像素27b所包括的发光元件可以适用于发光元件63。

[0214] 注意,如上所述,显示装置41b也可以具有图9A、图9B及图9C所示的结构。此时,例如用衬底11b及衬底13b代替衬底11a及衬底13a。此外,如上所述,显示装置41a也可以具有图10A、图10B及图10C所示的结构。此时,例如用衬底11a及及衬底13a代替衬底11b及衬底13b。

[0215] 以下,参照图11A至图13D说明具有图9A所示的结构的显示装置的制造方法例子。

[0216] 首先,如图11A所示,在衬底11a上形成层363。具体而言,例如在衬底11a上形成晶体管,以覆盖晶体管的方式形成绝缘层。接着,如图11A所示,在层363上形成导电层171。例如,通过溅射法或真空蒸镀法形成将成为导电层171的膜,例如使用光刻及蚀刻法加工该膜,因此可以形成导电层171。注意,在例如利用蚀刻法加工将成为导电层171的膜时,有时在层363中形成凹部。具体而言,有时在不重叠于导电层171的区域在位于层363的最表面的绝缘层中形成凹部。

[0217] 接着,如图11B所示,将后面成为EL层172R的EL膜172Rf形成在导电层171上及层363上。EL膜172Rf例如可以通过蒸镀法形成,具体而言通过真空蒸镀法形成。此外,EL膜172Rf也可以利用转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等方法形成。

[0218] 接着,如图11B所示,在EL膜172Rf上依次形成后面将成为牺牲层270R的牺牲膜270Rf及后面将成为牺牲层279R的牺牲膜279Rf。

[0219] 注意,以下示出由牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf的两层结构形成牺牲膜的例子,但牺牲膜既可以具有单层结构,也可以具有三层以上的叠层结构。

[0220] 通过在EL膜172Rf上设置牺牲膜,可以降低在显示装置的制造工序中EL膜172Rf受到的损伤,而可以提高发光元件的可靠性。

[0221] 作为掩模膜270Rf使用对EL膜172Rf的加工条件的耐性高的膜,具体而言与EL膜172Rf的蚀刻选择比大的膜。作为牺牲膜279Rf,使用与牺牲膜270Rf的蚀刻选择比大的膜。

[0222] 另外,掩模膜270Rf及掩模膜279Rf以低于EL膜172Rf的耐热温度的温度形成。形成掩模膜270Rf及掩模膜279Rf时的衬底温度各自典型地为200℃以下,优选为150℃以下,更优选为120℃以下,进一步优选为100℃以下,更进一步优选为80℃以下。

[0223] 作为牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf优选使用可以利用湿蚀刻法去除的膜。通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以减轻在牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf的加工中EL膜172Rf受到的损伤。

[0224] 牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf例如可以通过溅射法、ALD法(热ALD法或PEALD法等)、CVD法或真空蒸镀法形成。

[0225] 另外,以接触于EL膜172Rf上的方式形成的牺牲膜270Rf优选利用对EL膜172Rf带

来的损伤比牺牲膜279Rf少的形成方法形成。例如,与溅射法相比,更优选使用ALD法或真空蒸镀法形成牺牲膜270Rf。

[0226] 作为牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、有机绝缘膜和无机绝缘膜等中的一种或多种。

[0227] 作为牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf例如各自可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其优选使用铝或银等低熔点材料。通过作为牺牲膜270Rf和牺牲膜279Rf的一方或双方使用能够遮蔽紫外线的金属材料,可以抑制紫外线照射到EL膜172Rf而可以抑制EL膜172Rf的劣化,所以是优选的。

[0228] 另外,作为牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf各自可以使用金属氧化物诸如In-Ga-Zn氧化物、氧化铟、In-Zn氧化物、In-Sn氧化物、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)或包含硅的铟锡氧化物等。

[0229] 注意,也可以使用元素M(M为铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓。尤其是,M优选为选自镓、铝和钇中的一种或多种。

[0230] 另外,作为牺牲膜可以使用含有具有遮光性,尤其具有紫外线遮光性的材料的膜。例如,可以使用具有紫外线反射性的膜或吸收紫外线的膜。作为具有遮光性的材料,可以使用具有紫外线遮光性的金属、绝缘体、半导体及半金属等各种材料,因为该牺牲膜的一部分或全部将在后面工序中被去除,所以掩模膜优选为可以通过蚀刻被加工的膜,尤其优选为加工性良好的膜。

[0231] 通过作为牺牲膜使用具有紫外线遮光性的材料的膜,可以抑制例如在曝光工序中紫外线被照射到EL层。通过抑制紫外线给EL层带来损伤,可以提高发光元件的可靠性。

[0232] 注意,含有具有紫外线遮光性的材料的膜在被用作下述保护膜271f的材料时也发挥同样的效果。

[0233] 此外,作为牺牲膜可以使用非常适合半导体的制造工艺的材料。作为非常适合半导体的制造工艺的材料,优选使用硅或锗等的半导体材料。另外,可以使用上述半导体材料的氧化物或氮化物。另外,可以使用碳等的非金属材料或其化合物。另外,可以使用钛、钽、钨、铬、铝等的金属或包含它们中的一个以上的合金。另外,可以使用包含氧化钛或氧化铬等上述金属的氧化物或者氮化钛、氮化铬或氮化钽等氮化物。

[0234] 另外,作为牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf,可以使用能够用于保护层273的各种无机绝缘膜。尤其是,氧化绝缘膜的与EL膜172Rf的密接性比氮化绝缘膜的与EL膜172Rf的密接性高,所以是优选的。例如,分别可以将氧化铝、氧化铪或氧化硅等无机绝缘材料用于牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf。作为牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf,例如可以利用ALD法形成氧化铝膜。通过利用ALD法,可以减轻对基底(尤其是EL层)带来的损伤,所以是优选的。

[0235] 例如,作为牺牲膜270Rf可以使用利用ALD法形成的无机绝缘膜(例如,氧化铝膜),并且作为牺牲膜279Rf可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,In-Ga-Zn氧化物膜、铝膜或钨膜)。

[0236] 另外,作为牺牲膜270Rf和后面形成的保护层271的双方可以使用相同无机绝缘

膜。例如,作为牺牲膜270Rf和保护层271的双方可以使用利用ALD法形成的氧化铝膜。在此,牺牲膜270Rf和保护层271既可以采用相同沉积条件,也可以采用不同沉积条件。例如,通过以与保护层271同样的条件沉积牺牲膜270Rf,可以形成牺牲膜270Rf作为对水和氧中的至少一方的阻挡性高的绝缘层。另一方面,牺牲膜270Rf是其大部分或全部在后面的工序中被去除的层,所以优选容易被加工。因此,牺牲膜270Rf优选以与保护层271相比沉积时的衬底温度低的条件沉积。

[0237] 作为牺牲膜270Rf和牺牲膜279Rf中的一方或双方也可以使用有机材料。例如,作为有机材料也可以使用可溶解于至少对位于EL膜172Rf的最上部的膜在化学上稳定的溶剂的材料。尤其是,可以将溶解于水或醇的材料适用于牺牲膜270Rf和牺牲膜279Rf中的一方或双方。当沉积上述材料时,优选的是,在将材料溶解于水或醇等溶剂的状态下通过上述湿式的沉积方法涂布该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,优选在减压气氛下进行加热处理,由此可以在低温且短时间下去除溶剂,而可以降低给EL膜172Rf带来的热损伤。

[0238] 牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf各自也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素、可溶解于醇的聚酰胺树脂或全氟聚合物等氟树脂等有机树脂。

[0239] 例如,作为牺牲膜270Rf可以使用利用蒸镀法和上述湿式沉积方法中的任意个形成的有机膜(例如,PVA膜),并且作为牺牲膜279Rf可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,氮化硅膜)。

[0240] 注意,在本发明的一个方式的显示装置中,有时牺牲膜的一部分残留为牺牲层。

[0241] 接着,如图11B所示,在牺牲膜279Rf上形成抗蚀剂掩模180R。抗蚀剂掩模180R可以通过涂敷感光材料(光致抗蚀剂)而进行曝光及显影来形成。抗蚀剂掩模180R也可以使用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料制造。

[0242] 接着,如图11B及图11C所示,使用抗蚀剂掩模180R去除牺牲膜279Rf的一部分,由此形成牺牲层279R。接着,去除抗蚀剂掩模180R。

[0243] 接着,如图11C及图11D所示,将牺牲层279R用作掩模(也称为硬掩模)去除牺牲膜270Rf的一部分而形成牺牲层270R。

[0244] 牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf分别可以通过湿蚀刻法或干蚀刻法加工。

[0245] 通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以减轻在牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf的加工中EL膜172Rf受到的损伤。在使用湿蚀刻法时,例如优选使用显影液、四甲基氢氧化铵(TMAH)水溶液、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或包含上述两个以上的混合溶液等。此外,在利用湿蚀刻法时,也可以使用包含水、磷酸、稀氢氟酸及硝酸的混酸类药液。注意,用于湿蚀刻处理的药液可以为碱性或酸性。另一方面,由于干蚀刻法的各向异性比湿蚀刻法高,所以通过利用干蚀刻法,可以与利用湿蚀刻法的情况相比进行微细加工。

[0246] 在牺牲膜279Rf的加工中由于不露出EL膜172Rf,所以与牺牲膜270Rf的加工相比加工方法的选择范围更大。具体而言,在牺牲膜279Rf的加工中作为蚀刻气体使用含氧的气体也可以进一步抑制EL膜172Rf的劣化。

[0247] 抗蚀剂掩模180R例如可以通过使用氧等离子体的灰化被去除。或者,也可以使用氧气体和CF_4、C_4F_8、SF_6、CHF_3、Cl_2、H_2O、BCl_3或第18族元素。作为第18族元素,例如可以使用

He。或者,也可以通过湿蚀刻去除抗蚀剂掩模180R。此时,牺牲膜279Rf位于最表面且EL膜172Rf不露出,所以在抗蚀剂掩模180R的去除工序中可以抑制EL膜172Rf受到损伤。另外,可以扩大抗蚀剂掩模180R的去除方法的选择范围。

[0248] 接着,如图11C及图11D所示,加工EL膜172Rf形成EL层172R。例如,将牺牲层279R及牺牲层270R用作掩模例如利用蚀刻去除EL膜172Rf的一部分而形成EL层172R。注意,虽然在图11D中未图示,但有时由于对EL膜172Rf进行的蚀刻处理在层363的不重叠于EL层172R的区域形成凹部。

[0249] 接着,如图12A所示,将后面成为EL层172G的EL膜172Gf形成在导电层171上、牺牲层279R上及层363上。EL膜172Gf可以以与可在形成EL膜172Rf时使用的方法相同的方法形成。

[0250] 接着,如图12A所示,在EL膜172Gf上依次形成后面将成为牺牲层270G的牺牲膜270Gf及后面将成为牺牲层279G的牺牲膜279Gf。接着,形成抗蚀剂掩模180G。牺牲膜270Gf及牺牲膜279Gf的材料及形成方法与可用于牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf的条件同样。抗蚀剂掩模180G的材料及形成方法与可用于抗蚀剂掩模180R的条件同样。

[0251] 接着,如图12A及图12B所示,使用抗蚀剂掩模180G去除牺牲膜279Gf的一部分而形成牺牲层279G。接着,去除抗蚀剂掩模180G。牺牲层279G的形成及抗蚀剂掩模180G的去除分别可以使用与可用于牺牲层279R的形成及抗蚀剂掩模180R的去除的方法同样的方法。

[0252] 接着,如图12B及图12C所示,将牺牲层279G用作掩模去除牺牲膜270Gf的一部分而形成牺牲层270G。接着,加工EL膜172Gf形成EL层172G。例如,将牺牲层279G及牺牲层270G用作掩模例如利用蚀刻去除EL膜172Gf的一部分而形成EL层172G。牺牲层270G的形成及EL层172G的形成分别可以使用与可用于牺牲层270R的形成及EL层172R的形成的方法同样的方法。

[0253] 接着,如图12D所示,将后面成为EL层172B的EL膜172Bf形成在导电层171上、牺牲层279R上、牺牲层279G上及层363上。EL膜172Bf可以使用与可用于EL膜172Rf的形成的方法同样的方法形成。

[0254] 接着,如图12D所示,在EL膜172Bf上依次形成后面将成为牺牲层270B的牺牲膜270Bf及后面将成为牺牲层279B的牺牲膜279Bf。接着,形成抗蚀剂掩模180B。牺牲膜270Bf及牺牲膜279Bf的材料及形成方法与可用于牺牲膜270Rf及牺牲膜279Rf的条件同样。抗蚀剂掩模180B的材料及形成方法与可用于抗蚀剂掩模180R的条件同样。

[0255] 接着,如图12D及图12E所示,使用抗蚀剂掩模180B去除牺牲膜279Bf的一部分而形成牺牲层279B。接着,去除抗蚀剂掩模180B。牺牲层279B的形成及抗蚀剂掩模180B的去除分别可以使用与可用于牺牲层279R的形成及抗蚀剂掩模180R的去除的方法同样的方法。

[0256] 接着,如图12E及图12F所示,将牺牲层279B用作掩模去除牺牲膜270Bf的一部分而形成牺牲层270B。接着,加工EL膜172Bf形成EL层172B。例如,将牺牲层279B及牺牲层270B用作掩模例如利用蚀刻去除EL膜172Bf的一部分而形成EL层172B。牺牲层270B的形成及EL层172B的形成分别可以使用与可用于牺牲层270R的形成及EL层172R的形成的方法同样的方法。

[0257] 接着,如图12F及图13A所示,优选去除牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B。有时根据后面工序在显示装置中残留牺牲层270R、牺牲层270G、牺牲层270B、牺牲层279R、牺

牲层279G及牺牲层279B。通过此时去除牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B,可以防止在显示装置中残留牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B。例如,在作为牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B使用导电材料时,预先去除牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B,因此可以抑制因残留的牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B导致的泄漏电流的发生及电容形成等。

[0258] 注意,在本实施方式中以去除牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B的情况为例进行说明,但也可以不去除牺牲层279R、牺牲层279G及牺牲层279B。

[0259] 牺牲层的去除工序可以使用与牺牲层的加工工序同样的方法。尤其是,通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,在去除牺牲层时可以降低给EL层172R、EL层172G及EL层172B带来的损伤。

[0260] 另外,也可以将牺牲层溶解于水或醇等的溶剂来去除。作为醇,可以举出乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)及甘油等。

[0261] 接着,如图13B所示,以覆盖EL层172R、EL层172G、EL层172B、牺牲层270R、牺牲层270G及牺牲层270B的方式形成后面将成为保护层271的保护膜271f。保护膜271f例如可以利用ALD法、溅射法、CVD法或PECVD法形成,优选利用给EL层172带来的沉积损伤得到减少且覆盖性高的ALD法形成。

[0262] 接着,如图13B所示,在保护膜271f上形成后面将成为绝缘层278的绝缘膜278f。绝缘膜278f例如优选利用旋涂法使用感光材料形成。

[0263] 接着,如图13B及图13C所示,加工绝缘膜278f在EL层172间形成绝缘层278。具体而言,例如以与两个EL层172的每一个的顶面的一部分重叠且包括该两个EL层172的侧面之间的区域的方式形成绝缘层278。

[0264] 作为绝缘膜278f,在使用光致抗蚀剂等感光材料时,通过对绝缘膜278f进行曝光以及显影,可以形成绝缘层278。在作为绝缘膜278f使用正型感光材料时,在曝光工序中,对不形成绝缘层278的区域照射紫外线或可见光线。在作为绝缘膜278f使用负型感光材料时,在曝光工序中,对形成绝缘层278的区域照射紫外线或可见光线。

[0265] 注意,在形成绝缘层278之后,也可以去除显影时的残渣(所谓的浮渣)。例如,通过进行使用氧等离子体的灰化,可以去除残渣物。此外,也可以进行蚀刻以便调整绝缘层278的表面高度。绝缘层278例如也可以通过利用氧等离子体的灰化被加工。

[0266] 接着,如图13B及图13C所示,将绝缘层278用作掩模去除保护膜271f的一部分而形成保护层271。此外,去除牺牲层270R、牺牲层270G及牺牲层270B的一部分在牺牲层270R、牺牲层270G及牺牲层270B中形成开口。由此,EL层172R、EL层172G及EL层172B的顶面露出。注意,如图13C所示,有时在与绝缘层278或保护层271重叠的区域牺牲层270R、牺牲层270G及牺牲层270B残留。

[0267] 接着,如图13D所示,在EL层172R上、EL层172G上、EL层172B上及绝缘层278上形成公共层174。公共层174可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂布法等方法形成。

[0268] 接着,如图13D所示,在公共层174上形成导电层173。导电层173可以通过溅射法或真空蒸镀法等方法形成。或者,也可以层叠通过真空蒸镀法形成的膜与通过溅射法形成的膜来形成导电层173。

[0269] 这里,导电层173可以在沉积公共层174之后连续进行沉积,而之间没有进行蚀刻等工序。例如,可以始终在真空下形成公共层174及导电层173。由此,与在显示装置中没有设置公共层174的情况相比可以使导电层173的底面清洁。

[0270] 接着,如图13D所示,在导电层173上形成保护层273。保护层273可以通过真空蒸镀法、溅射法、CVD法或ALD法等方法形成。

[0271] 接着,使用粘合层122在保护层273上贴合衬底13a。通过上述工序可以制造具有图9A所示的结构的显示装置。

[0272] 在上述显示装置的制造方法中,EL层172R、EL层172G及EL层172B在整个面上沉积EL膜之后例如通过光刻法及蚀刻法加工EL膜来形成,不使用高精细金属掩模。这里,在使用高精细金属掩模形成EL层时,由于金属掩模的精度、金属掩模与衬底的错位、金属掩模的挠曲、以及例如蒸气散射所导致的已沉积的膜的轮廓变大等各种影响,而岛状发光层的形状及位置与设计时的形状及位置产生偏差,难以实现显示装置的高清晰化及高开口率化。如上所述,不使用高精细金属掩模形成EL层的显示装置与使用高精细金属掩模形成EL层的显示装置相比可以实现高清晰的显示装置。此外,可以实现高开口率的显示装置。

[0273] 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)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,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为具有MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0274] 接着,参照图14A至图14D说明具有图10A所示的结构的显示装置的制造方法例子。

[0275] 首先,如图14A所示,在衬底11b上设置层363。接着,通过使用与图11A说明的方法同样的方法形成导电层171。接着,以覆盖导电层171的端部的方式形成绝缘层272。例如,通过沉积将成为绝缘层272的膜且加工该膜,可以形成绝缘层272。将成为绝缘层272的膜例如可以利用旋涂法、喷涂法、丝网印刷法、CVD法、溅射法或真空蒸镀法沉积。此外,将成为绝缘层272的膜的加工例如可以利用光刻法及蚀刻法进行。

[0276] 接着,如图14B所示,使用FMM181R形成EL层172R。例如,通过使用FMM181R的真空蒸镀法或溅射法形成EL层172R。注意,也可以利用喷墨法形成EL层172R。图14B示出利用在以被形成面位于下侧的方式倒转衬底的状态下进行沉积的所谓的面朝下(facedown)方式进行沉积的状况。

[0277] 接着,如图14C所示,使用FMM181G形成EL层172G。EL层172G可以与EL层172R同样的方法形成。同样地,如图14D所示,使用FMM181B形成EL层172B。

[0278] 这里,通过在形成绝缘层272之后形成EL层172R、EL层172G及EL层172B,可以在防止FMM181(FMM181R、FMM181G及FMM181B)与导电层171的接触的同时使FMM181靠近导电层171。因此,可以抑制EL层172比FMM181的开口大。因此,可以防止相邻的EL层172彼此接触。如上所述,与不形成绝缘层272使用FMM181形成EL层172的情况相比,可以提高显示装置的可靠性。

[0279] 此外,在使用FMM181形成EL层172R、EL层172G及EL层172B时,也可以并不需要进行牺牲层的形成以及通过光刻法及蚀刻法的EL膜的加工等。因此,在使用FMM181形成EL层172R、EL层172G及EL层172B时,与不使用FMM181形成EL层172R、EL层172G及EL层172B的情况相比,可以以简单的方法制造显示装置。因此,可以以低成本制造显示装置。

[0280] 接着,在EL层172R上、EL层172G上、EL层172B上及绝缘层272上形成导电层173。如

上所述,导电层173可以通过溅射法或真空蒸镀法等方法形成。或者,也可以层叠通过蒸镀法形成的膜与通过溅射法形成的膜来形成导电层173。

[0281] 接着,在导电层173上形成保护层273。如上所述,保护层273可以通过真空蒸镀法、溅射法、CVD法或ALD法等方法形成。由此,可以制造图10A所示的显示装置。

[0282] 注意,设置有绝缘层272的显示装置所包括的EL层172R、EL层172G及EL层172B也可以在不使用FMM181的情况下形成。例如,如图11B至图12F所示,在整个面上沉积EL膜之后例如通过光刻法及蚀刻法加工EL膜,也可以形成EL层172R、EL层172G及EL层172B。此外,在不使用FMM181形成EL层172R、EL层172G及EL层172B时,也可以形成保护层271、绝缘层278及公共层174。再者,在作为EL层172形成如图10B所示的一连续的EL层172W时,可以在不使用FMM181的情况下形成EL层172W,因此与使用FMM181按每个发光元件63W分离形成EL层172W的情况相比,可以使显示装置的制造工序简化。

[0283] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合。

[0284] 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。

[0285] (实施方式2)

[0286] 在本实施方式中,说明本发明的一个方式的电子设备所包括的显示装置的像素布局。

[0287] 对构成显示装置的像素的子像素的排列没有特别的限制,可以使用各种方法。作为子像素的排列,例如可以举出条纹排列、S条纹排列、矩阵排列、Delta排列、拜耳排列及Pentile排列等。

[0288] 本实施方式中的附图所示的子像素的顶面形状相当于发光区域的顶面形状。

[0289] 另外,作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括矩形、正方形)、五角形等多角形、角部圆的上述多角形形状、椭圆形或圆形等。

[0290] 构成子像素的电路布局不局限于附图所示的子像素的范围,也可以配置在其外侧。

[0291] 图15A所示的像素109采用S条纹排列。图15A所示的像素109由子像素110a、子像素110b、子像素110c这三个子像素构成。

[0292] 图15B所示的像素109包括具有角部呈圆形的近似三角形的顶面形状的子像素110a、具有角部呈圆形的近似梯形的顶面形状的子像素110b以及具有角部呈圆形的近似四角形或近似六角形的顶面形状的子像素110c。另外,子像素110b的发光面积大于子像素110a。如此,各子像素的形状及尺寸可以分别独立决定。例如,包括可靠性高的发光元件的子像素的尺寸可以更小。

[0293] 图15C所示的像素124a及像素124b采用Pentile排列。图15C示出交替配置包括子像素110a及子像素110b的像素124a及包括子像素110b及子像素110c的像素124b的例子。

[0294] 图15D、图15E及图15F所示的像素124a及像素124b采用Delta排列。像素124a在上面的行(第一行)包括两个子像素(子像素110a、子像素110b),在下面的行(第二行)包括一个子像素(子像素110c)。像素124b在上面的行(第一行)包括一个子像素(子像素110c),在下面的行(第二行)包括两个子像素(子像素110a、子像素110b)。

[0295] 图15D是各子像素具有带圆角的近似四角形的顶面形状的例子,图15E是各子像素具有圆形顶面形状的例子,图15F是各子像素具有带圆角的近似六角形的顶面形状的例子。

[0296] 图15G示出各颜色的子像素配置为锯齿形状的例子。具体而言,在俯视时,在列方向上排列的两个子像素(例如,子像素110a与子像素110b以及子像素110b与子像素110c)的上边的位置错开。

[0297] 在图15A至图15G所示的各像素中,例如优选的是,作为子像素110a使用发射红色光的子像素R,作为子像素110b使用发射绿色光的子像素G,并且作为子像素110c使用发射蓝色光的子像素B。注意,子像素的结构不局限于此,可以适当地决定子像素所发射的颜色及排列顺序。例如,也可以作为子像素110b使用发射红色光的子像素R,作为子像素110a使用发射绿色光的子像素G。

[0298] 在光刻法中,被加工的图案越微细越不能忽视光的衍射所带来的影响,所以在通过曝光转移光掩模的图案时其保真度下降,难以将抗蚀剂掩模加工为所希望的形状。因此,即使光掩模的图案为矩形,也易于形成带圆角的图案。因此,子像素的顶面形状有时呈带圆角的多角形形状、椭圆形或圆形等。

[0299] 并且,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,使用抗蚀剂掩模将EL层加工为岛状。形成在EL层上的抗蚀剂膜需要以低于EL层的耐热温度的温度固化。因此,根据EL层的材料的耐热温度及抗蚀剂材料的固化温度而有时抗蚀剂膜的固化不充分。固化不充分的抗蚀剂膜在被加工时有时呈远离所希望的形状的形状。其结果是,EL层的顶面形状有时呈带圆角的多角形形状、椭圆形或圆形等。例如,当要形成顶面形状为正方形的抗蚀剂掩模时,有时形成圆形顶面形状的抗蚀剂掩模而EL层的顶面形状呈圆形。

[0300] 为了使EL层的顶面形状呈所希望的形状,也可以利用以设计图案与转移图案一致的方式预先校正掩模图案的技术(OPC(Optical Proximity Correction:光学邻近效应修正)技术)。具体而言,在OPC技术中,例如对掩模图案上的图形角部追加校正用图案。

[0301] 如图16A至图16I所示,像素可以包括四个子像素。

[0302] 图16A至图16C所示的像素109采用条纹排列。

[0303] 图16A是各子像素具有矩形顶面形状的例子,图16B是各子像素具有连接两个半圆与矩形的顶面形状的例子,图16C是各子像素具有椭圆形顶面形状的例子。

[0304] 图16D至图16F所示的像素109采用矩阵排列。

[0305] 图16D是各子像素具有正方形的顶面形状的例子,图16E是各子像素具有角部呈圆形的近似正方形的顶面形状的例子,图16F是各子像素具有圆形顶面形状的例子。

[0306] 图16G及图16H示出一个像素109以两行三列构成的例子。

[0307] 图16G所示的像素109在上面的行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、子像素110b、子像素110c)且在下面的行(第二行)包括一个子像素(子像素110d)。换言之,像素109在左列(第一列)包括子像素110a,在中间列(第二列)包括子像素110b,在右列(第三列)包括子像素110c,并包括横跨这三个列的子像素110d。

[0308] 图16H所示的像素109在上面的行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、子像素110b、子像素110c)且在下面的行(第二行)包括三个子像素110d。换言之,像素109在左列(第一列)包括子像素110a及子像素110d,在中间列(第二列)包括子像素110b及子像素110d,在右列(第三列)包括子像素110c及子像素110d。如图16H所示,通过采用上面的行和

下面的行的子像素的配置对齐的结构,可以高效地去除制造工艺中可能产生的粉尘。因此,可以提供显示质量高的显示装置。

[0309] 图16I示出一个像素109以三行两列构成的例子。

[0310] 图16I所示的像素109在上面的行(第一行)包括子像素110a,在中间行(第二行)包括子像素110b,并包括横跨第一行至第二行的子像素110c,在下面的行(第三行)包括一个子像素(子像素110d)。换言之,像素109在左列(第一列)包括子像素110a、子像素110b,在右列(第二列)包括子像素110c,并包括横跨这两个列的子像素110d。

[0311] 图16A至图16I所示的像素109由子像素110a、子像素110b、子像素110c、子像素110d这四个子像素构成。

[0312] 子像素110a、子像素110b、子像素110c、子像素110d可以包括发射彼此不同颜色的光的发光元件。作为子像素110a、子像素110b、子像素110c、子像素110d,可以举出:R、G、B、白色(W)的四种颜色的子像素;R、G、B、Y的四种颜色的子像素;以及R、G、B、红外光(IR)的四种颜色的子像素;等。

[0313] 在图16A至图16I所示的各像素109中,例如优选的是,作为子像素110a使用发射红色光的子像素,作为子像素110b使用发射绿色光的子像素,作为子像素110c使用发射蓝色光的子像素,作为子像素110d使用发射白色光的子像素、发射黄色光的子像素或发射近红外光的子像素。在采用上述结构时,在图16G及图16H所示的像素109中,R、G、B的布局成为条纹排列,所以可以提高显示质量。另外,在图16I所示的像素109中,R、G、B的布局成为所谓的S条纹排列,所以可以提高显示质量。

[0314] 如图16J至图16K所示,像素可以包括五种子像素。作为五种颜色的子像素,例如可以举出R、G、B、Y、W这五种颜色的子像素。

[0315] 图16J示出一个像素109以两行三列构成的例子。

[0316] 图16J所示的像素109在上面的行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、子像素110b、子像素110c)且在下面的行(第二行)包括两个子像素(子像素110d、子像素110e)。换言之,像素109在左列(第一列)包括子像素110a、子像素110d,在中间列(第二列)包括子像素110b,在右列(第三列)包括子像素110c,并包括横跨第二列至第三列的子像素110e。

[0317] 图16K示出一个像素109以三行两列构成的例子。

[0318] 图16K所示的像素109在上面的行(第一行)包括子像素110a,在中间行(第二行)包括子像素110b,包括横跨第一行至第二行的子像素110c,在下面的行(第三行)包括两个子像素(子像素110d、子像素110e)。换言之,像素109在左列(第一列)包括子像素110a、子像素110b、子像素110d,在右列(第二列)包括子像素110c、子像素110e。

[0319] 如上所述,在本发明的一个方式的显示装置中,可以对由包括发光元件的子像素构成的像素采用各种布局。

[0320] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合。

[0321] 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。

[0322] (实施方式3)

[0323] 在本实施方式中,对本发明的一个方式的显示装置进行说明。

[0324] [显示模块]

[0325] 图17是显示模块280的立体图。显示模块280包括显示装置100A及FPC290。注意,显示模块280所包括的显示装置不局限于显示装置100A,也可以是将在后面说明的显示装置100B至显示装置100G中的任一个。显示装置100A至显示装置100G可以适用于实施方式1所示的显示装置41a。图17示出显示装置100A的构成要素中的衬底11a、显示部37a及衬底13a。

[0326] FPC290被用作从外部向显示装置100A供应数据信号或电源电位等的布线。此外,也可以在FPC290上安装IC。

[0327] [显示装置100A]

[0328] 图18A是示出显示装置100A的结构例子的截面图,具体而言是示出显示装置100A所包括的像素的结构例子的截面图。显示装置100A包括衬底301、发光元件61R、发光元件61G、发光元件61B、电容器240及晶体管310。

[0329] 衬底301相当于图17中的衬底11a。晶体管310是在衬底301中具有沟道形成区域的晶体管。晶体管310包括衬底301的一部分、导电层311、一对低电阻区域312、绝缘层313及绝缘层314。导电层311被用作栅电极。绝缘层313位于衬底301与导电层311之间,并被用作栅极绝缘层。一对低电阻区域312是衬底301中掺杂有杂质的区域,并被用作源极及漏极。绝缘层314覆盖导电层311的侧面。

[0330] 此外,在相邻的两个晶体管310之间,以嵌入衬底301的方式设置有元件分离层315。

[0331] 此外,以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261,并绝缘层261上设置有电容器240。

[0332] 电容器240包括导电层241、导电层245及位于它们之间的绝缘层243。导电层241用作电容器240中的一个电极,导电层245用作电容器240中的另一个电极,并且绝缘层243用作电容器240的介电质。

[0333] 导电层241设置在绝缘层261上,并嵌入于绝缘层254中。导电层241通过嵌入于绝缘层261中的插头275与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层243以覆盖导电层241的方式设置。导电层245设置在隔着绝缘层243与导电层241重叠的区域中。

[0334] 以覆盖电容器240的方式设置绝缘层255a,在绝缘层255a上设置绝缘层255b,在绝缘层255b上设置绝缘层255c。在绝缘层255c上设置发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B。图18A示出发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B具有图9A所示的叠层结构的例子。发光元件61R发射光34aR,发光元件61G发射光34aG,发光元件61B发射光34aB。注意,显示装置100A例如也可以包括图10A所示的发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B代替发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B。后述的显示装置也是同样的。

[0335] 相邻的发光元件61之间的区域中设置有绝缘物。例如在图18A中,该区中设置有保护层271及保护层271上的绝缘层278。

[0336] 以覆盖发光元件61R所包括的导电层171的顶面及侧面的方式设置EL层172R,以覆盖发光元件61G所包括的导电层171的顶面及侧面的方式设置EL层172G,以覆盖发光元件61B所包括的导电层171的顶面及侧面的方式设置EL层172B。此外,牺牲层270R位于EL层172R上,牺牲层270G位于EL层172G上,牺牲层270B位于EL层172B上。

[0337] 导电层171通过嵌入于绝缘层243、绝缘层255a、绝缘层255b及绝缘层255c中的插

头256、嵌入于绝缘层254中的导电层241及嵌入于绝缘层261中的插头275与晶体管310的源极和漏极中的一方电连接。绝缘层255c的顶面的高度与插头256的顶面的高度一致或大致一致。插头可以使用各种导电材料。

[0338] 在发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B上设置保护层273。保护层273上由粘合层122贴合有衬底120。衬底120相当于图17中的衬底13a。注意,从绝缘层261到粘合层122的构成要素可以为实施方式1所示的层12a。此外,从绝缘层261到绝缘层255c的构成要素可以为实施方式1所示的层363。

[0339] 也可以在衬底120的粘合层122一侧的面设置遮光层。此外,可以在衬底120的外侧配置各种光学构件。作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。此外,在衬底120的外侧也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等表面保护层。例如,通过作为表面保护层设置玻璃层或二氧化硅层(SiO_x层),可以抑制表面被弄脏或受到损伤,所以是优选的。另外,作为表面保护层也可以使用DLC(类金刚石碳)、氧化铝(AlO_x)、聚酯类材料或聚碳酸酯类材料等。另外,作为表面保护层优选使用可见光透过率高的材料。另外,表面保护层优选使用硬度高的材料。

[0340] 在将圆偏振片重叠于显示装置的情况下,优选将光学各向同性高的衬底用作显示装置所包括的衬底。光学各向同性高的衬底是双折射较低。注意,光学各向同性高的衬底也可以说是双折射量较少的衬底。

[0341] 光学各向同性高的衬底的相位差值(retardation value)值的绝对值优选为30nm以下,更优选为20nm以下,进一步优选为10nm以下。

[0342] 作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素(也被称为TAC:Cellulose triacetate)薄膜、环烯烃聚合物(COP)薄膜、环烯烃共聚物(COC)薄膜及丙烯酸薄膜等。

[0343] 此外,当作为衬底使用薄膜时,有可能因薄膜的吸水而发生显示装置出现皱纹等形状变化。因此,作为衬底优选使用吸水率低的薄膜。例如,优选使用吸水率为1%以下的薄膜,更优选使用吸收率为0.1%以下的薄膜,进一步优选为使用吸收率为0.01%以下的薄膜。

[0344] [显示装置100B]

[0345] 图18B所示的显示装置100B包括衬底301、发光元件61W、电容器240及晶体管310。图18B示出发光元件61W具有图9B所示的叠层结构的例子。此外,显示装置100B包括着色层183R、着色层183G及着色层183B以及一个发光元件61W重叠于着色层183R、着色层183G和着色层183B中的一个的区域。在显示装置100B中,发光元件61W例如可以发射白色光。此外,例如着色层183R可以透过红色光,着色层183G可以透过绿色光,着色层183B可以透过蓝色光。如上所述,显示装置100B例如可以射出红色光34aR、绿色光34aG及蓝色光34aB且进行全彩色显示。

[0346] [显示装置100C]

[0347] 图19所示的显示装置100C具有层叠有分别在半导体衬底中形成沟道的晶体管310A及晶体管310B的结构。注意,在后述的显示装置的说明中,有时省略说明与先前说明的显示装置同样的部分。

[0348] 显示装置100C具有贴合设置有晶体管310B、电容器240及发光元件61的衬底301B

与设置有晶体管310A的衬底301A的结构。

[0349] 在此,优选在衬底301B的底面设置绝缘层345。此外,优选在设置在衬底301A上的绝缘层261上设置绝缘层346。绝缘层345及绝缘层346是被用作保护层的绝缘层,并可以抑制杂质扩散到衬底301B及衬底301A。作为绝缘层345及绝缘层346可以使用能够用于保护层273的无机绝缘膜。

[0350] 衬底301B设置有穿过衬底301B及绝缘层345的插头343。在此,优选以覆盖插头343的侧面的方式设置绝缘层344。绝缘层344是被用作保护层的绝缘层,可以抑制杂质扩散到衬底301B。作为绝缘层344,可以使用可用于保护层273的无机绝缘膜。

[0351] 此外,衬底301B的背面(衬底301A一侧的表面)一侧的绝缘层345下设置有导电层342。导电层342优选以嵌入于绝缘层335中的方式设置。此外,优选使导电层342及绝缘层335的底面平坦化。在此,导电层342与插头343电连接。

[0352] 另一方面,在衬底301A与衬底301B之间绝缘层346上设置有导电层341。导电层341优选以嵌入于绝缘层336中的方式设置。此外,导电层341及绝缘层336的顶面优选被平坦化。

[0353] 导电层341与导电层342接合,由此衬底301A与衬底301B电连接。在此,通过提高由导电层342及绝缘层335形成的面以及由导电层341及绝缘层336形成的面的平坦性,可以良好地贴合导电层341与导电层342。

[0354] 作为导电层341及导电层342,优选使用相同的导电材料。例如,可以使用包含选自Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、W中的元素的金属膜或以上述元素为成分的金属氮化物膜(例如氮化钛膜、氮化钼膜或氮化钨膜)等。作为导电层341及导电层342尤其优选使用铜。由此,可以使用Cu-Cu(铜-铜)直接接合技术(通过彼此连接Cu(铜)的焊盘来进行电导通的技术)。

[0355] [显示装置100D]

[0356] 图20所示的显示装置100D具有导电层341及导电层342通过凸块347接合的结构。

[0357] 如图20所示,通过在导电层341与导电层342之间设置凸块347,可以使导电层341与导电层342电连接。凸块347例如可以使用包含金(Au)、镍(Ni)、铟(In)或锡(Sn)等的导电材料形成。例如,有时作为凸块347使用焊料。此外,也可以在绝缘层345与绝缘层346之间设置粘合层348。此外,在设置凸块347时,也可以不设置绝缘层335及绝缘层336。

[0358] [显示装置100E]

[0359] 图21所示的显示装置100E的与显示装置100A不同之处主要在于晶体管的结构。

[0360] 晶体管320为OS晶体管。晶体管320包括半导体层321、绝缘层323、导电层324、一对导电层325、绝缘层326及导电层327。

[0361] 衬底331相当于图17中的衬底11a。作为衬底331可以使用绝缘衬底或半导体衬底。

[0362] 在衬底331上设置有绝缘层332。绝缘层332被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从衬底331扩散到晶体管320且防止氧从半导体层321向绝缘层332一侧脱离。作为绝缘层332,例如可以使用与氧化硅膜相比氢或氧不容易扩散的膜诸如氧化铝膜、氧化铪膜或氮化硅膜等。

[0363] 在绝缘层332上设置有导电层327,并以覆盖导电层327的方式设置有绝缘层326。导电层327用作晶体管320的第一栅电极,绝缘层326的一部分用作第一栅极绝缘层。绝缘层326中的至少接触半导体层321的区域优选使用氧化硅膜等氧化物绝缘膜。绝缘层326的顶

面优选被平坦化。

[0364] 半导体层321设置在绝缘层326上。半导体层321优选含有具有半导体特性的金属氧化物膜。一对导电层325接触于半导体层321上并用作源电极及漏电极。

[0365] 以覆盖一对导电层325的顶面及侧面以及半导体层321的侧面等的方式设置有绝缘层328,绝缘层328上设置有绝缘层264。绝缘层328被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从绝缘层264等扩散到半导体层321以及氧从半导体层321脱离。作为绝缘层328,可以使用与上述绝缘层332同样的绝缘膜。

[0366] 绝缘层328及绝缘层264中设置有到达半导体层321的开口。该开口内部嵌入有接触于绝缘层264、绝缘层328及导电层325的侧面以及半导体层321的顶面的绝缘层323、以及绝缘层323上的导电层324。导电层324被用作第二栅电极,绝缘层323被用作第二栅极绝缘层。

[0367] 导电层324的顶面、绝缘层323的顶面及绝缘层264的顶面被进行平坦化处理以它们的高度都一致或大致一致,并以覆盖它们的方式设置有绝缘层329及绝缘层265。

[0368] 绝缘层264及绝缘层265被用作层间绝缘层。绝缘层329被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从绝缘层265等扩散到晶体管320。绝缘层329可以使用与上述绝缘层328及绝缘层332同样的绝缘膜。

[0369] 与一对导电层325中的一方电连接的插头274嵌入绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328。在此,插头274优选具有覆盖绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328各自的开口的侧面及导电层325的顶面的一部分的导电层274a以及与导电层274a的顶面接触的导电层274b。此时,作为导电层274a,优选使用不容易扩散氢及氧的导电材料。

[0370] 注意,在显示装置100E中,从绝缘层332到粘合层122的构成要素可以为实施方式1所示的层12a。此外,从绝缘层332到绝缘层255c的构成要素可以为实施方式1所示的层363。

[0371] [显示装置100F]

[0372] 图22所示的显示装置100F具有层叠有分别在形成沟道的半导体中含有氧化物半导体的晶体管320A及晶体管320B的结构。

[0373] 晶体管320A、晶体管320B及其周边的结构可以援用上述显示装置100E。

[0374] 注意,在此,采用层叠两个包括氧化物半导体的晶体管的结构,但是不局限于该结构。例如,也可以采用层叠三个以上的晶体管的结构。

[0375] [显示装置100G]

[0376] 在图23所示的显示装置100G中,层叠有沟道形成于衬底301的晶体管310及形成沟道的半导体层含有金属氧化物的晶体管320。

[0377] 以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261,并且绝缘层261上设置有导电层251。此外,以覆盖导电层251的方式设置有绝缘层262,并且绝缘层262上设置有导电层252。导电层251及导电层252都被用作布线。此外,以覆盖导电层252的方式设置有绝缘层263及绝缘层332,并且绝缘层332上设置有晶体管320。此外,以覆盖晶体管320的方式设置有绝缘层265,并在绝缘层265上设置有电容器240。电容器240与晶体管320通过插头274电连接。

[0378] 晶体管320可以用作构成像素电路的晶体管。此外,晶体管310可以用作构成像素电路的晶体管或构成用来驱动该像素电路的驱动电路(栅极驱动电路或源极驱动电路等)的晶体管。此外,晶体管310及晶体管320可以用作构成运算电路或存储电路等各种电路的

晶体管。

[0379] 借助于这种结构,在发光元件正下不但可以形成像素电路例如还可以形成驱动电路,因此与在显示区域的周围设置驱动电路的情况相比,可以使显示装置小型化。

[0380] [显示装置100H]

[0381] 图24示出显示装置100H的立体图。显示装置100H可以适用于实施方式1所示的显示装置41b。后述的显示装置100I至显示装置100M也是同样的。

[0382] 显示装置100H具有贴合衬底13b与衬底11b的结构。在图24中,以虚线表示衬底13b。

[0383] 显示装置100H包括显示部37b、连接部140、电路164及布线165等。图24示出显示装置100H安装有IC176及FPC177的例子。因此,也可以将图24所示的结构称为包括显示装置100H、IC(集成电路)及FPC的显示模块。在此,安装有FPC等连接器的显示装置的衬底或安装有IC的该衬底被称为显示模块。

[0384] 显示部37b以围绕区域47的方式设置。这里,也可以在区域47设置实施方式1所示的显示部37c。此外,设置显示部37c代替显示部37b,在区域47也可以设置显示部37c。

[0385] 连接部140设置在显示部37b的外侧。连接部140可以沿着显示部37b的一个边或多个边设置。连接部140的个数也可以为一个或多个。图24示出以围绕显示部37b的四边的方式设置连接部140的例子。在连接部140,发光元件的公共电极与导电层电连接,可以对公共电极供应电位。

[0386] 作为电路164,例如可以使用栅极驱动电路。

[0387] 可以通过布线165对显示部37b及电路164供应信号及电力。该信号及电力从外部经由FPC177输入到布线165或者从IC176输入到布线165。

[0388] 图24示出通过COG(Chip On Glass)方式或COF(Chip On Film)方式等在衬底11b上设置IC176的例子。作为IC176,例如可以使用包括栅极驱动电路或源极驱动电路等的IC。注意,显示装置100H及显示模块不一定必须设置有IC。此外,例如也可以将IC利用COF方式安装于FPC。

[0389] 图25A示出显示装置100H的包括FPC177的区域的一部分、电路164的一部分、显示部107的一部分、连接部140的一部分及包括端部的区域的一部分的截面的一个例子。这里,图24所示的显示部37b可以具有显示部107的结构。此外,当在区域47设置实施方式1所示的显示部37c时,显示部37c可以具有显示部107的结构。

[0390] 图25A所示的显示装置100H在衬底11b与衬底13b之间包括晶体管201、晶体管205、发射红色光34bR的发光元件63R、发射绿色光34bG的发光元件63G及发射蓝色光34bB的发光元件63B等。此外,可以在衬底13b的外侧配置各种光学构件。作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。

[0391] 发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B都具有图10A所示的叠层结构。关于发光元件63的详细内容可以参照实施方式1。

[0392] 注意,显示装置100H例如也可以包括图9A所示的发光元件61R、发光元件61G及发光元件61B代替发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B。后述的显示装置也是同样的。

[0393] 发光元件63所包括的被用作像素电极的导电层171通过设置在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b电连接。导电层171沿着绝缘层214的开口设置。由此,

在导电层171中设置凹部。

[0394] 此外,图25A示出以覆盖导电层171的端部的方式设置绝缘层272的例子。绝缘层272可以以嵌入导电层171的凹部的方式设置。

[0395] 发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B上设置有保护层273。保护层273和衬底13b由粘合层122粘合。发光元件63的密封可以采用固体密封结构或中空密封结构等。在图25A中,衬底13b与保护层273之间的空间被粘合层122填充,即采用固体密封结构。或者,也可以使用惰性气体(氮或氩等)填充该空间,即采用中空密封结构。此时,粘合层122也可以以不与发光元件重叠的方式设置。另外,也可以使用与设置为框状的粘合层122不同的树脂填充该空间。

[0396] 图25A示出连接部140包括加工与将成为导电层171的导电膜相同的导电膜而得到的导电层168的例子。导电层168被供应电源电位,并与被用作公共电极的导电层173电连接。因此,可以通过导电层168对导电层173供应电源电位。

[0397] 显示装置100H是顶部发射型显示装置。发光元件所发射的光射出到衬底13b一侧。被用作像素电极的导电层171包含反射可见光的材料,被用作公共电极的导电层173包含透过可见光的材料。

[0398] 晶体管201及晶体管205都形成在衬底11b上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序制造。注意,从晶体管201及晶体管205到粘合层122的构成要素可以为实施方式1所示的层12b。此外,从晶体管201及晶体管205到绝缘层214的构成要素可以为实施方式1所示的层363。

[0399] 在衬底11b上依次设置有绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215及绝缘层214。绝缘层211的一部分用作各晶体管的第一栅极绝缘层。绝缘层213的一部分用作各晶体管的第二栅极绝缘层。绝缘层215以覆盖晶体管的方式设置。绝缘层214以覆盖晶体管的方式设置,并被用作平坦化层。此外,对栅极绝缘层的个数及覆盖晶体管的绝缘层的个数没有特别的限制,既可以为一个,又可以为两个以上。

[0400] 优选的是,将水及氢等杂质不容易扩散的材料用于覆盖晶体管的绝缘层中的至少一个。由此,可以将绝缘层用作阻挡层。通过采用这种结构,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管中,从而可以提高显示装置的可靠性。

[0401] 作为绝缘层211、绝缘层213及绝缘层215优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜或氮化铝膜等。此外,也可以使用氧化铪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钕膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0402] 用作平坦化层的绝缘层214优选使用有机绝缘层。作为能够用于有机绝缘层的材料,例如可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及上述树脂的前体等。此外,绝缘层214也可以具有有机绝缘层及无机绝缘层的叠层结构。绝缘层214的最表面层优选被用作蚀刻保护层。由此,在加工将成为导电层171的导电膜时,可以抑制在绝缘层214中形成凹部。或者,例如也可以在加工将成为导电层171的导电膜时在绝缘层214中设置凹部。

[0403] 晶体管201及晶体管205包括:用作栅极的导电层221;用作第一栅极绝缘层的绝缘层211;用作源极及漏极的导电层222a及导电层222b;半导体层231;用作第二栅极绝缘层的

绝缘层213;以及用作栅极的导电层223。在此,通过对同一导电膜进行加工而得到的多个层由相同的阴影线表示。绝缘层211位于导电层221与半导体层231之间。绝缘层213位于导电层223与半导体层231之间。

[0404] 对本实施方式的显示装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如,可以采用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,晶体管都可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0405] 作为晶体管201及晶体管205,采用两个栅极夹持形成沟道的半导体层的结构。此外,也可以连接两个栅极,并通过对该两个栅极供应同一信号,来驱动晶体管。或者,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,可以控制晶体管的阈值电压。

[0406] 对晶体管的半导体层的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体、具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0407] 晶体管的半导体层优选使用金属氧化物。就是说,本实施方式的显示装置所包括的晶体管优选使用OS晶体管。

[0408] 作为能够用于半导体层的金属氧化物,例如可以举出铟氧化物、镓氧化物及锌氧化物。此外,金属氧化物优选包含选自铟、元素和锌中的两个或三个。注意,元素M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨、钴和镁中的一种或多种。尤其是,元素M优选为选自铝、镓、钇和锡中的一种或多种。

[0409] 尤其是,作为用于半导体层的金属氧化物,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也记为IGZO)。或者,优选使用包含铟、锡及锌的氧化物(也记为ITZO(注册商标))。或者,优选使用包含铟、镓、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟(In)、铝(Al)及锌(Zn)的氧化物(也称为IAZO)。或者,优选使用包含铟(In)、铝(Al)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也称为IAGZO)。

[0410] 在用于半导体层的金属氧化物为In-M-Zn氧化物时,该In-M-Zn氧化物中的In的原子个数比优选为M的原子个数比以上。作为这种In-M-Zn氧化物的金属元素的原子个数比,例如可以举出In:M:Zn=1:1:1或其附近的组成、In:M:Zn=1:1:1.2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:4或其附近的组成、In:M:Zn=2:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=3:1:2或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:3或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:4.1或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:7或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:8或其附近的组成、In:M:Zn=6:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:2:5或其附近的组成。此外,附近的组成包括所希望的原子个数比的±30%的范围。

[0411] 例如,当记载为原子个数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近的组成时包括如下情况:In为4时,Ga为1以上且3以下,Zn为2以上且4以下。此外,当记载为原子个数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近的组成时包括如下情况:In为5时,Ga大于0.1且为2以下,Zn为5以上且7以下。此外,当记载为原子个数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近的组成时包括如下情况:In为1时,Ga大于0.1且为2以下,Zn大于0.1且为2以下。

[0412] 半导体层也可以包括组成不同的两层以上的金属氧化物层。例如,可以优选使用

In:M:Zn＝1:3:4[原子个数比]或其附近的组成的第一金属氧化物层及设置在该第一金属氧化物层上的In:M:Zn＝1:1:1[原子个数比]或其附近的组成的第二金属氧化物层的叠层结构。此外,作为元素M特别优选使用镓或铝。

[0413] 例如,也可以使用选自铟氧化物、铟镓氧化物和IGZO中的任一个及选自IAZO、IAGZO和ITZO(注册商标)中的任一个的叠层结构等。

[0414] 作为具有结晶性的氧化物半导体,可以举出CAAC(c-axis-aligned crystalline)-OS及nc(nanocrystalline)-OS等。

[0415] 或者,也可以使用将硅用于沟道形成区域的晶体管(Si晶体管)。作为硅可以举出单晶硅、多晶硅及非晶硅等。尤其是,可以使用半导体层中含有低温多晶硅(LTPS:Low Temperature Poly Silicon)的晶体管(也称为LTPS晶体管)。LTPS晶体管具有高场效应迁移率以及良好的频率特性。

[0416] 通过使用LTPS晶体管等Si晶体管,可以在同一衬底上形成需要以高频率驱动的电路(例如,数据驱动器电路)和显示部。因此,可以使安装到显示装置的外部电路简化,可以缩减构件成本及安装成本。

[0417] OS晶体管的场效应迁移率比使用非晶硅的晶体管高得多。另外,OS晶体管的关闭状态下的源极和漏极间的泄漏电流(也称为关态电流)极低,可以长期间保持与该晶体管串联连接的电容器中储存的电荷。另外,通过使用OS晶体管,可以降低显示装置的功耗。

[0418] 另外,在提高像素电路所包括的发光元件的发光亮度时,需要增大流过发光元件的电流量。为此,需要提高像素电路所包括的驱动晶体管的源极-漏极间电压。因为OS晶体管的源极-漏极间的耐压比Si晶体管高,所以可以对OS晶体管的源极-漏极间施加高电压。由此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以增大流过发光元件的电流量而提高发光元件的发光亮度。

[0419] 另外,当晶体管在饱和区域中驱动时,与Si晶体管相比,OS晶体管可以使随着栅极-源极间电压的变化的源极-漏极间电流的变化细小。因此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以通过控制栅极-源极间电压详细决定流过源极-漏极间的电流。因此可以控制流过发光元件的电流量。由此,可以增大由像素电路表示的灰度。

[0420] 另外,关于晶体管在饱和区域中驱动时流过的电流的饱和特性,与Si晶体管相比,OS晶体管即使逐渐地提高源极-漏极间电压也可以使稳定的电流(饱和电流)流过。因此,通过将OS晶体管用作驱动晶体管,即使例如有机EL元件的电流-电压特性发生不均匀,也可以使稳定的电流流过发光元件。也就是说,OS晶体管当在饱和区域中驱动时即使提高源极-漏极间电压,源极-漏极间电流也几乎不变。因此可以使发光元件的发光亮度稳定。

[0421] 如上所述,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以实现黑色模糊的抑制、发光亮度的上升、多灰度化及发光元件的特性不均匀的抑制等。

[0422] 电路164所包括的晶体管和显示部107所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路164所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。与此同样,显示部107所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。

[0423] 显示部107所包括的所有晶体管都也可以为OS晶体管或Si晶体管。此外,显示部107所包括的部分晶体管也可以为OS晶体管且剩下的晶体管也可以为Si晶体管。

[0424] 例如,通过在显示部107中使用LTPS晶体管和OS晶体管的双方,可以实现具有低功耗及高驱动能力的显示装置。此外,有时将组合LTPS晶体管和OS晶体管的结构称为LTPO。此外,例如优选的是,将OS晶体管用于被用作控制布线的导通/非导通的开关的晶体管且将LTPS晶体管用于控制电流的晶体管。

[0425] 例如,显示部107所包括的晶体管之一被用作用来控制流过发光元件的电流的晶体管,可以称为驱动晶体管。驱动晶体管的源极和漏极中的一个与发光元件的像素电极电连接。该驱动晶体管优选使用LTPS晶体管。由此,可以增大流过发光元件的电流。

[0426] 另一方面,显示部107所包括的晶体管的其他之一被用作用来控制像素的选择和非选择的开关功能,也可以被称为选择晶体管。选择晶体管的栅极与栅极线电连接,源极和漏极中的一个与信号线电连接。选择晶体管优选使用OS晶体管。由此,由于即使使帧频率极小(例如1fps以下)也可以维持像素的灰度,所以通过在显示静态图像时停止驱动器,可以降低功耗。

[0427] 如此,本发明的一个方式的显示装置可以兼具高开口率、高清晰度、高显示质量及低功耗。

[0428] 注意,本发明的一个方式的显示装置采用包括OS晶体管以及具有MML结构的发光元件的结构。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光元件间流过的泄漏电流极低。另外,通过采用上述结构,在图像显示在显示装置上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。另外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光元件间的横向泄漏电流极低的结构,例如可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的黑色不纯)极少的显示。

[0429] 尤其是,在从MML结构的发光元件中采用SBS结构时,设置在发光元件间的层被分割,由此可以消除侧泄漏或使侧泄漏极少。

[0430] 图25B及图25C示出晶体管的其他结构例子。

[0431] 晶体管209及晶体管210包括:用作栅极的导电层221;用作第一栅极绝缘层的绝缘层211;包含沟道形成区域231i及一对低电阻区域231n的半导体层231;与一对低电阻区域231n中的一个电连接的导电层222a;与一对低电阻区域231n中的另一个电连接的导电层222b;用作第二栅极绝缘层的绝缘层225;用作栅极的导电层223;以及覆盖导电层223的绝缘层215。绝缘层211位于导电层221与沟道形成区域231i之间。绝缘层225至少位于导电层223与沟道形成区域231i之间。再者,还可以设置有覆盖晶体管的绝缘层218。

[0432] 在图25B所示的例子中,在晶体管209中绝缘层225覆盖半导体层231的顶面及侧面。导电层222a及导电层222b都通过设置在绝缘层225及绝缘层215中的开口与低电阻区域231n电连接。在导电层222a及导电层222b中,一方被用作源极,另一方被用作漏极。

[0433] 另一方面,在图25C所示的晶体管210中,绝缘层225与半导体层231的沟道形成区域231i重叠而不与低电阻区域231n重叠。例如,通过以导电层223为掩模加工绝缘层225,可以形成图25C所示的结构。在图25C中,绝缘层215覆盖绝缘层225及导电层223,并且导电层222a及导电层222b分别通过绝缘层215的开口与低电阻区域231n电连接。

[0434] 在衬底11b的不重叠于衬底13b的区域设置连接部204。在连接部204中,布线165通过导电层166及连接层242与FPC177电连接。导电层166可以为加工与将成为导电层171的导电膜相同的导电膜而得到的导电层。在连接部204的顶面导电层166露出。由此,可以通过连

接层242使连接部204与FPC177电连接。

[0435] 衬底11b及衬底13b各自可以采用可用于衬底120的材料。

[0436] 作为连接层242,可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)、各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0437] [显示装置100I]

[0438] 图26所示的显示装置100I是图25A所示的显示装置100H的变形例子,显示装置100I与显示装置100H的不同之处在于设置衬底15代替衬底11b且设置衬底16代替衬底13b。

[0439] 衬底15及衬底16具有柔性。由此,显示装置100I具有柔性。也就是说,显示装置100I为柔性显示器。衬底15由粘合层156贴合绝缘层162,绝缘层162上设置有晶体管201及晶体管205。粘合层156可以使用与可用于粘合层122的材料相同的材料。绝缘层162可以使用与可用于绝缘层211、绝缘层213或绝缘层215的材料相同的材料。注意,在显示装置100I中,从粘合层156到粘合层122的构成要素可以为实施方式1所示的层12b。此外,从粘合层156到绝缘层214的构成要素可以为实施方式1所示的层363。

[0440] 在图26所示的显示装置100I的制造方法中,首先,在制造衬底上形成绝缘层162,在绝缘层162上形成各晶体管及发光元件63等。接着,例如在发光元件63上由粘合层122贴合衬底16。然后,使用粘合层156在剥离制造衬底而露出的面上贴合衬底15,由此将形成在制造衬底上的各构成要素转置到衬底15。通过上述工序,可以制造显示装置100I。

[0441] [显示装置100J]

[0442] 图27所示的显示装置100J是图25A所示的显示装置100H的变形例子,显示装置100J与显示装置100H的主要不同之处在于作为发光元件设置发光元件63W且包括着色层183R、着色层183G及着色层183B。图27示出发光元件63W具有图10B所示的叠层结构的例子。

[0443] 在显示装置100J中,一个发光元件63W具有重叠于着色层183R、着色层183G和着色层183B中的一个的区域。着色层183R、着色层183G及着色层183B可以设置在衬底13b的衬底11b一侧的面上。

[0444] 在显示装置100J中,在显示部107的不设置着色层183R、着色层183G及着色层183B的区域设置遮光层117。再者,在显示装置100J中,可以在连接部140及电路164中设置遮光层117。注意,遮光层117也可以设置在显示装置100H或显示装置100I中。

[0445] 在显示装置100J中,发光元件63W例如可以发射白色光。此外,例如着色层183R可以透过红色光,着色层183G可以透过绿色光,着色层183B可以透过蓝色光。如上所述,显示装置100J例如可以射出红色光34bR、绿色光34bG及蓝色光34bB且进行全彩色显示。

[0446] [显示装置100K]

[0447] 图28所示的显示装置100K是图25A所示的显示装置100H的变形例子,显示装置100K与显示装置100H的主要不同之处在于显示装置100K是底部发射型显示装置。

[0448] 光34bR、光34bG及光34bB射出到衬底11b一侧。导电层171使用对可见光具有高透过性的材料。另一方面,导电层173优选使用反射可见光的材料。

[0449] [显示装置100L]

[0450] 图29所示的显示装置100L是图26所示的显示装置100I的变形例子,显示装置100L与显示装置100I的主要不同之处在于显示装置100L是与图28所示的显示装置100K同样的底部发射型显示装置。

[0451] 在显示装置100L中,从粘合层156到粘合层122的构成要素可以为实施方式1所示的层12b。此外,从粘合层156到绝缘层214的构成要素可以为实施方式1所示的层363。

[0452] 这里,在将显示装置100K或显示装置100L的显示部107用于实施方式1所示的显示部37c时,导电层173采用对可见光具有透光性的结构。此外,构成晶体管205的层的至少一部分优选对可见光具有透光性。例如,导电层222a及导电层222b优选对可见光具有透光性。如上所述,在衬底11b、绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215、绝缘层214、绝缘层272、保护层273、粘合层122及衬底13b对可见光具有透光性时,显示装置100K所包括的显示部107透过外光。此外,在衬底15、粘合层156、绝缘层162、绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215、绝缘层214、绝缘层272、保护层273、粘合层122及衬底16对可见光具有透光性时,显示装置100L所包括的显示部107透过外光。具体而言,显示装置100K或显示装置100L所包括的显示部107可以透过实施方式1所示的显示装置41a所包括的显示部37a所发射的光34a。因此,电子设备10的用户可以通过显示部107看到实施方式1所示的显示部37a上显示的图像。

[0453] 此外,导电层221及导电层223也可以对可见光具有透光性或者对可见光具有反射性。在导电层221及导电层223对可见光具有透光性时,可以提高显示部107的可见光透过率。另一方面,在导电层221及导电层223对可见光具有反射性时,可以抑制可见光入射到半导体层231。因此,由于可以减轻半导体层231受到的损伤,因此可以提高显示装置100K或显示装置100L的可靠性。

[0454] 注意,即使采用显示装置100H或显示装置100I等的顶部发射型显示装置也可以使构成晶体管205的层的至少一部分对可见光具有透光性。此时,导电层171也对可见光具有透光性。如上所述,可以提高显示部107的可见光透过率。

[0455] [显示装置100M]

[0456] 图30所示的显示装置100M是图27所示的显示装置100J的变形例子,显示装置100M与显示装置100J的主要不同之处在于显示装置100M是与图28所示的显示装置100K同样的底部发射型显示装置。

[0457] 着色层183R、着色层183G及着色层183B设置在发光元件63W与衬底11b之间。图30示出在绝缘层215与绝缘层214之间设置着色层183R、着色层183G及着色层183B的例子。

[0458] 在显示装置100M中,衬底11b与晶体管205之间设置有遮光层117。遮光层117可以设置在不重叠于发光元件63W的发光区域的区域。图30示出衬底11b上设置有遮光层117、遮光层117上设置有绝缘层153以及绝缘层153上设置有晶体管201及晶体管205等的例子。注意,如图30所示,遮光层117也可以设置在连接部140及电路164中。

[0459] 遮光层117也可以设置在显示装置100K或显示装置100L中。此时,可以抑制发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B所发射的光例如被衬底11b反射且该光扩散到显示装置100K或显示装置100L的内部。由此,显示装置100K及显示装置100L可以为显示品质高的显示装置。另一方面,通过不设置遮光层117,可以提高发光元件63R、发光元件63G及发光元件63B所发射的光的光提取效率。

[0460] 显示装置100H至显示装置100M与显示装置100A至显示装置100G相比不容易提高像素密度但可以增大显示部的占有面积。因此,优选的是,显示装置100A至显示装置100G用于实施方式1所示的显示装置41a且显示装置100H至显示装置100M用于显示装置41b。注意,显示装置100A至显示装置100G也可以用于显示装置41b。此外,显示装置100H至显示装置

100M也可以用于显示装置41a。例如,在显示装置41b所包括的显示部37b被要求的占有面积的大小在显示装置100A至显示装置100G中可实现的范围时,显示装置100A至显示装置100G可以用于显示装置41b。此外,在显示装置41a所包括的显示部37a被要求的像素密度在显示装置100H至显示装置100M中可实现的范围时,显示装置100H至显示装置100M可以用于显示装置41a。

[0461] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合。

[0462] 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。

[0463] (实施方式4)

[0464] 在本实施方式中,参照附图对能够用于本发明的一个方式的显示装置的发光元件进行说明。

[0465] 如图31A所示,发光元件在一对电极(下部电极761及上部电极762)间包括EL层763。EL层763可以由层780、发光层771及层790等多个层构成。

[0466] 发光层771至少包含发光物质。

[0467] 在下部电极761及上部电极762分别为阳极及阴极的情况下,层780包括含有空穴注入性高的物质的层(空穴注入层)、含有空穴传输性高的物质的层(空穴传输层)和含有电子阻挡性高的物质的层(电子阻挡层)中的一个或多个。另外,层790包括含有电子注入性高的物质的层(电子注入层)、含有电子传输性高的物质的层(电子传输层)和含有空穴阻挡性高的物质的层(空穴阻挡层)中的一个或多个。在下部电极761及上部电极762分别为阴极及阳极的情况下,层780和层790的结构与上述反转。

[0468] 包括设置在一对电极间的层780、发光层771及层790的结构可以被用作单一的发光单元,在本说明书中将图31A的结构称为单结构。

[0469] 另外,图31B示出图31A所示的发光元件所包括的EL层763的变形例子。具体而言,图31B所示的发光元件包括下部电极761上的层781、层781上的层782、层782上的发光层771、发光层771上的层791、层791上的层792及层792上的上部电极762。

[0470] 在下部电极761及上部电极762分别为阳极及阴极的情况下,例如,层781、层782、层791及层792可以分别为空穴注入层、空穴传输层、电子传输层及电子注入层。另外,在下部电极761及上部电极762分别为阴极及阳极的情况下,层781、层782、层791及层792可以分别为电子注入层、电子传输层、空穴传输层及空穴注入层。通过采用上述层结构,可以将载流子高效地注入到发光层771,由此可以提高发光层771内的载流子的再结合的效率。

[0471] 此外,如图31C及图31D所示,层780与层790之间设置有多个发光层(发光层771、发光层772、发光层773)的结构也是单结构的变形例子。注意,虽然图31C及图31D示出包括三层发光层的例子,但具有单结构的发光元件中的发光层可以为两层,也可以为四层以上。另外,具有单结构的发光元件也可以在两个发光层之间包括缓冲层。

[0472] 另外,如图31E及图31F所示,在本说明书等中多个发光单元(发光单元763a及发光单元763b)隔着电荷产生层785(也称为中间层)串联连接的结构被称为串联结构。另外,也可以将串联结构称为叠层结构。通过采用串联结构,可以实现能够以高亮度发光的发光元件。此外,串联结构由于与单结构相比可以降低为了得到相同的亮度的电流,所以可以提高

可靠性。

[0473] 图31D及图31F示出显示装置包括重叠于发光元件的层764的例子。图31D示出层764重叠于图31C所示的发光元件的例子,图31F示出层764重叠于图31E所示的发光元件的例子。在图31D及图31F中,上部电极762使用透过可见光的导电膜以将光提取到上部电极762一侧。

[0474] 作为层764可以使用颜色转换层和滤色片(着色层)中的一方或双方。

[0475] 在图31C及图31D中,也可以将发射相同颜色的光的发光物质,甚至为相同发光物质用于发光层771、发光层772及发光层773。例如,也可以将发射蓝色光的发光物质用于发光层771、发光层772及发光层773。关于呈现蓝色光的子像素,可以提取发光元件所发射的蓝色光。另外,关于呈现红色光的子像素及呈现绿色光的子像素,通过作为图31D所示的层764设置颜色转换层,可以使发光元件所发射的蓝色光转换为更长波长的光而提取为红色光或绿色光。另外,作为层764优选使用颜色转换层和着色层的双方。发光元件所发射的光的一部分有时不经颜色转换层的转换而透过。当经由着色层提取透过颜色转换层的光时,可以由着色层吸收所希望的颜色光之外的光而提高子像素所呈现的光的色纯度。

[0476] 另外,在图31C及图31D中,也可以将发射彼此不同颜色的光的发光物质用于发光层771、发光层772及发光层773。在发光层771、发光层772及发光层773各自所发射的光处于补色关系时,可以得到白色发光。例如,具有单结构的发光元件优选包括含有发射蓝色光的发光物质的发光层以及含有发射比蓝色波长长的可见光的发光物质的发光层。

[0477] 作为图31D所示的层764,也可以设置滤色片。通过白色光透过滤色片,可以得到所希望的颜色的光。

[0478] 例如,在具有单结构的发光元件包括三层发光层的情况下,优选包括含有发射红色(R)光的发光物质的发光层、含有发射绿色(G)光的发光物质的发光层以及发射蓝色(B)光的发光物质的发光层。作为发光层的叠层顺序,可以采用从阳极一侧依次层叠R、G、B的顺序或从阳极一侧依次层叠R、B、G的顺序等。此时,也可以在R与G或B之间设置缓冲层。

[0479] 另外,例如在具有单结构的发光元件包括两层发光层的情况下,优选采用包括含有发射蓝色(B)光的发光物质的发光层以及含有发射黄色(Y)光的发光物质的发光层的结构。有时将该结构称为BY单结构。

[0480] 白色发光元件优选包含两种以上的发光物质。为了得到白色发光,选择各发光处于补色关系的两种以上的发光物质即可。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,可以得到在发光元件整体上以白色发光的发光元件。包括三个以上的发光层的发光元件也是同样的。

[0481] 注意,图31C和图31D中的层780及层790也可以分别独立地采用图31B所示的由两层以上的层而成的叠层结构。

[0482] 在图31E及图31F中,也可以将发射相同颜色的光的发光物质,甚至为相同发光物质用于发光层771及发光层772。例如,在呈现各颜色的光的子像素所包括的发光元件中,也可以将发射蓝色光的发光物质用于发光层771及发光层772。关于呈现蓝色光的子像素,可以提取发光元件所发射的蓝色光。另外,关于呈现红色光的子像素及呈现绿色光的子像素,通过作为图31F所示的层764设置颜色转换层,可以使发光元件所发射的蓝色光转换为更长波长的光而提取为红色光或绿色光。另外,作为层764优选使用颜色转换层和着色层的双

方。

[0483] 另外,在将图31E或图31F所示的结构的发光元件用于呈现各颜色的子像素时,也可以根据子像素使用不同发光物质。具体而言,在呈现红色光的子像素所包括的发光元件中,也可以将发射红色光的发光物质用于发光层771及发光层772。同样地,在呈现绿色光的子像素所包括的发光元件中,也可以将发射绿色光的发光物质用于发光层771及发光层772。在呈现蓝色光的子像素所包括的发光元件中,也可以将发射蓝色光的发光物质用于发光层771及发光层772。可以说,具有这种结构的显示装置使用具有串联结构的发光元件并具有SBS结构。由此,具有串联结构及SBS结构的双方的优点。由此,可以实现高亮度发光而实现可靠性高的发光元件。

[0484] 另外,在图31E及图31F中,也可以将发射彼此不同颜色的光的发光物质用于发光层771及发光层772。在发光层771所发射的光和发光层772所发射的光处于补色关系时,可以得到白色发光。作为图31F所示的层764也可以设置滤色片。通过白色光透过滤色片,可以得到所希望的颜色的光。

[0485] 注意,虽然图31E及图31F示出发光单元763a包括一层发光层771且发光单元763b包括一层发光层772的例子,但不局限于此。发光单元763a及发光单元763b各自也可以包括两层以上的发光层。

[0486] 另外,虽然图31E及图31F例示出包括两个发光单元的发光元件,但不局限于此。发光元件也可以包括三个以上的发光单元。注意,也可以将包括两个发光单元的结构及包括三个发光单元的结构分别称为两级串联结构及三级串联结构。

[0487] 另外,在图31E及图31F中,发光单元763a包括层780a、发光层771及层790a,发光单元763b包括层780b、发光层772及层790b。

[0488] 在下部电极761及上部电极762分别为阳极及阴极的情况下,层780a及层780b各自包括空穴注入层、空穴传输层和电子阻挡层中的一个或多个。另外,层790a及层790b各自包括电子注入层、电子传输层和空穴阻挡层中的一个或多个。在下部电极761及上部电极762分别为阴极及阳极的情况下,层780a和层790a的结构与上述反转,层780b和层790b的结构也与上述反转。

[0489] 在下部电极761及上部电极762分别为阳极及阴极的情况下,例如,层780a包括空穴注入层及空穴注入层上的空穴传输层,而且还可以包括空穴传输层上的电子阻挡层。另外,层790a包括电子传输层,而且还可以包括发光层771与电子传输层之间的空穴阻挡层。另外,层780b包括空穴传输层,而且还可以包括空穴传输层上的电子阻挡层。另外,层790b包括电子传输层及电子传输层上的电子注入层,而且还可以包括发光层772与电子传输层之间的空穴阻挡层。在下部电极761及上部电极762分别为阴极及阳极的情况下,例如,层780a包括电子注入层及电子注入层上的电子传输层,而且还可以包括电子传输层上的空穴阻挡层。另外,层790a包括空穴传输层,而且还可以包括发光层771与空穴传输层之间的电子阻挡层。另外,层780b包括电子传输层,而且还可以包括电子传输层上的空穴阻挡层。另外,层790b包括空穴传输层及空穴传输层上的空穴注入层,而且还可以包括发光层772与空穴传输层之间的电子阻挡层。

[0490] 另外,当制造具有串联结构的发光元件时,两个发光单元隔着电荷产生层785层叠。电荷产生层785至少具有电荷产生区域。电荷产生层785具有在对一对电极间施加电压

时向两个发光单元中的一方注入电子且向另一方注入空穴的功能。

[0491] 另外,作为串联结构的发光元件的一个例子,可以举出图32A至图32C所示的结构。

[0492] 图32A示出包括三个发光单元的结构。在图32A中,多个发光单元(发光单元763a、发光单元763b及发光单元763c)隔着电荷产生层785彼此串联连接。另外,发光单元763a包括层780a、发光层771及层790a,发光单元763b包括层780b、发光层772及层790b,发光单元763c包括层780c、发光层773及层790c。注意,层780c可以采用可用于层780a及层780b的结构,层790c可以采用可用于层790a及层790b的结构。

[0493] 在图32A中,发光层771、发光层772及发光层773优选包含发射相同颜色的光的发光物质。具体而言,可以采用如下结构:发光层771、发光层772及发光层773都包含红色(R)发光物质的结构(所谓R\R\R三级串联结构);发光层771、发光层772及发光层773都包含绿色(G)发光物质的结构(所谓G\G\G三级串联结构);或者发光层771、发光层772及发光层773都包含蓝色(B)发光物质的结构(所谓B\B\B三级串联结构)。注意,“a\b”表示包含发射a的光的发光物质的发光单元上隔着电荷产生层设置有包含发射b的光的发光物质的发光单元,a、b表示颜色。

[0494] 另外,在图32A中,也可以将发射不同颜色的光的发光物质用于发光层771、发光层772和发光层773中的一部分或全部。作为发光层771、发光层772和发光层773的发光颜色的组合,例如可以举出其中任两个为蓝色(B)且剩下一个为黄色(Y)的结构以及其中任一个为红色(R),另一个为绿色(G)且剩下一个为蓝色(B)的结构。

[0495] 注意,发光单元的结构不局限于图32A所示的结构。例如,如图32B所示,也可以采用层叠包括多个发光层的发光单元的串联型发光元件。在图32B中,两个发光单元(发光单元763a及发光单元763b)隔着电荷产生层785串联连接。另外,发光单元763a包括层780a、发光层771a、发光层771b、发光层771c以及层790a,发光单元763b包括层780b、发光层772a、发光层772b、发光层772c以及层790b。

[0496] 在图32B中,关于发光层771a、发光层771b及发光层771c,选择各自处于补色关系的发光物质,来使发光单元763a具有能够实现白色发光(W)的结构。另外,关于发光层772a、发光层772b及发光层772c,也选择各自处于补色关系的发光物质,来使发光单元763b具有能够实现白色发光(W)的结构。也就是说,图32B所示的结构是W\W两级串联结构。注意,对处于补色关系的发光物质的叠层顺序没有特别的限制。实施者可以适当地选择最合适的叠层顺序。虽然未图示,但也可以采用W\W\W三级串联结构或四级以上的串联结构。

[0497] 另外,在使用具有串联结构的发光元件的情况下,可以举出:包括发射黄色(Y)光的发光单元及发射蓝色(B)光的发光单元的B\Y或Y\B两级串联结构;包括发射红色(R)光及绿色(G)光的发光单元及发射蓝色(B)光的发光单元的R·G\B或B\R·G两级串联结构;依次包括发射蓝色(B)光的发光单元、发射黄色(Y)光的发光单元及发射蓝色(B)光的发光单元的B\Y\B三级串联结构;依次包括发射蓝色(B)光的发光单元、发射黄绿色(YG)光的发光单元及发射蓝色(B)光的发光单元的B\YG\B三级串联结构;以及依次包括发射蓝色(B)光的发光单元、发射绿色(G)光的发光单元及发射蓝色(B)光的发光单元的B\G\B三级串联结构等。注意,“a·b”表示一个发光单元包含发射a的光的发光物质及发射b的光的发光物质。

[0498] 另外,如图32C所示,也可以组合包括一个发光层的发光单元和包括多个发光层的发光单元。

[0499] 具体而言,在图32C所示的结构中,多个发光单元(发光单元763a、发光单元763b及发光单元763c)隔着电荷产生层785彼此串联连接。另外,发光单元763a包括层780a、发光层771及层790a,发光单元763b包括层780b、发光层772a、发光层772b、发光层772c及层790b,发光单元763c包括层780c、发光层773及层790c。

[0500] 例如,在图32C所示的结构中可以采用B\R·G·YG\B三级串联结构,其中发光单元763a为发射蓝色(B)光的发光单元,发光单元763b为发射红色(R)光、绿色(G)光及黄绿色(YG)光的发光单元,并且发光单元763c为发射蓝色(B)光的发光单元。

[0501] 例如,作为发光单元的叠层数及颜色顺序,可以举出从阳极一侧层叠B和Y的两级结构、层叠B和发光单元X的两级结构、层叠B、Y和B的三级结构、层叠B、X和B的三级结构。作为发光单元X中的发光层的叠层数及颜色顺序,可以采用从阳极一侧层叠R和Y的两层结构、层叠R和G的两层结构、层叠G和R的两层结构、层叠G、R和G的三层结构或层叠R、G和R的三层结构等。另外,也可以在两个发光层之间设置其他层。

[0502] 接着,说明可用于发光元件的材料。

[0503] 作为下部电极761和上部电极762中的提取光一侧的电极使用透过可见光的导电膜。另外,作为不提取光一侧的电极优选使用反射可见光的导电膜。另外,在显示装置包括发射红外光的发光元件时,优选作为提取光一侧的电极使用透过可见光及红外光的导电膜且作为不提取光一侧的电极使用反射可见光及红外光的导电膜。

[0504] 另外,不提取光一侧的电极也可以使用透过可见光的导电膜。在此情况下,优选在反射层与EL层763间配置该电极。换言之,EL层763的发光也可以被该反射层反射而从显示装置提取。

[0505] 作为形成发光元件的一对电极的材料,可以适当地使用金属、合金、导电化合物及它们的混合物等。作为该材料,具体地可以举出铝、镁、钛、铬、锰、铁、钴、镍、铜、镓、锌、铟、锡、钼、钽、钨、钯、金、铂、银、钇及钕等金属以及适当地组合它们的合金。另外,作为该材料,可以举出铟锡氧化物、含有硅的铟锡氧化物、铟锌氧化物、含有钨的铟锌氧化物等。另外,作为该材料,可以举出含诸如铝、镍和镧的合金(Al-Ni-La)等含铝合金、银和镁的合金及银、钯和铜的合金(APC)等。另外,作为该材料,可以举出以上没有列举的属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂、铯、钙、锶)、铕、镱等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0506] 发光元件优选采用微腔结构。因此,例如发光元件所包括的一对电极中的一个优选包括对可见光具有透过性及反射性的电极(透反射电极),另一个优选包括对可见光具有反射性的电极(反射电极)。当发光元件具有微腔结构时,可以在两个电极之间使从发光层得到的发光谐振,并且可以增强从发光元件发射的光。

[0507] 另外,半透过-半反射电极例如可以具有可被用作反射电极的导电层和可被用作对可见光具有透过性的电极(也称为透明电极)的导电层的叠层结构。

[0508] 透明电极的光透过率为40%以上。例如,优选将可见光(波长为400nm以上且小于750nm的光)透过率为40%以上的电极用作发光元件的透明电极。半透过-半反射电极的可见光反射率为10%以上且95%以下,优选为30%以上且80%以下。反射电极的可见光反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,这些电极的电阻率优选为$1\times10^{-2}\Omega$cm以下。

[0509] 发光元件至少包括发光层。另外,作为发光层以外的层,发光元件还可以包括包含空穴注入性高的物质、空穴传输性高的物质、空穴阻挡材料、电子传输性高的物质、电子阻挡材料、电子注入性高的物质或双极性的物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。例如,发光元件除了发光层以外还可以包括空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、电荷产生层、电子阻挡层、电子传输层和电子注入层中的一层以上。

[0510] 发光元件可以使用低分子化合物或高分子化合物,还可以包含无机化合物。构成发光元件的层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法或涂敷法等方法形成。

[0511] 发光层包含一种或多种发光物质。作为发光物质,适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色或红色等发光颜色的物质。此外,作为发光物质,也可以使用发射近红外光的物质。

[0512] 作为发光物质,可以举出荧光材料、磷光材料、TADF材料及量子点材料等。

[0513] 作为荧光材料,例如可以举出芘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物及萘衍生物等。

[0514] 作为磷光材料,例如可以举出具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架、咪唑骨架、嘧啶骨架、吡嗪骨架或吡啶骨架的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、铂配合物、稀土金属配合物等。

[0515] 发光层除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料、辅助材料等)。作为一种或多种有机化合物,可以使用空穴传输性高的物质(空穴传输材料)和电子传输性高的物质(电子传输材料)中的一方或双方。作为空穴传输材料,可以使用下述可用于空穴传输层的空穴传输性高的材料。作为电子传输材料,可以使用下述可用于电子传输层的电子传输性高的材料。此外,作为一种或多种有机化合物,也可以使用双极性材料或TADF材料。

[0516] 例如,发光层优选包含磷光材料、容易形成激基复合物的空穴传输材料及电子传输材料的组合。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。通过选择形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的组合,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。通过采用上述结构,可以同时实现发光元件的高效率、低电压驱动以及长寿命。

[0517] 空穴注入层是将空穴从阳极注入到空穴传输层的包含空穴注入性高的材料的层。作为空穴注入性高的材料,可以举出芳香胺化合物以及包含空穴传输材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料等。

[0518] 作为空穴传输材料,可以使用下述可用于空穴传输层的空穴传输性高的材料。

[0519] 作为受体材料,例如可以使用属于元素周期表中的第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,可以举出氧化钼、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钨、氧化锰及氧化铼。特别优选使用氧化钼,因为其在大气中也稳定,吸湿性低,并且容易处理。另外,也可以使用含有氟的有机受体材料。此外,也可以使用醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物及六氮杂三亚苯衍生物等有机受体材料。

[0520] 例如,作为空穴注入性高的材料也可以使用包含空穴传输材料及上述属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物(典型的是氧化钼)的材料。

[0521] 空穴传输层是将从阳极通过空穴注入层注入的空穴传输到发光层的层。空穴传输层是包含空穴传输材料的层。作为空穴传输材料,优选采用空穴迁移率为$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的物质。注意,只要空穴传输性比电子传输性高,就可以使用上述以外的物质。作为空穴传输材料,优选使用富π电子型杂芳族化合物(例如咔唑衍生物、噻吩衍生物或呋喃衍生物等)或者芳香胺(包含芳香胺骨架的化合物)等空穴传输性高的材料。

[0522] 电子阻挡层以接触于发光层的方式设置。电子阻挡层是具有空穴传输性并包含能够阻挡电子的材料的层。可以将上述空穴传输材料中的具有电子阻挡性的材料用于电子阻挡层。

[0523] 电子阻挡层具有空穴传输性,所以也可以被称为空穴传输层。另外,空穴传输层中的具有电子阻挡性的层也可以被称为电子阻挡层。

[0524] 电子传输层是将从阴极通过电子注入层注入的电子传输到发光层的层。电子传输层是包含电子传输材料的层。作为电子传输材料,优选采用电子迁移率为$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的物质。注意,只要电子传输性比空穴传输性高,就可以使用上述以外的物质。作为电子传输材料,可以使用具有喹啉骨架的金属配合物、具有苯并喹啉骨架的金属配合物、具有噁唑骨架的金属配合物或具有噻唑骨架的金属配合物等,还可以使用噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、具有喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物或含氮杂芳族化合物等缺π电子型杂芳族化合物等电子传输性高的材料。

[0525] 空穴阻挡层以接触于发光层的方式设置。空穴阻挡层是具有电子传输性并包含能够阻挡空穴的材料的层。可以将上述电子传输材料中的具有空穴阻挡性的材料用于空穴阻挡层。

[0526] 空穴阻挡层具有电子传输性,所以也可以被称为电子传输层。另外,电子传输层中的具有空穴阻挡性的层也可以被称为空穴阻挡层。

[0527] 电子注入层是将电子从阴极注入到电子传输层的包含电子注入性高的材料的层。作为电子注入性高的材料,可以使用碱金属、碱土金属或者它们的化合物。作为电子注入性高的材料,也可以使用包含电子传输材料及供体材料(电子给体材料)的复合材料。

[0528] 另外,优选的是,电子注入性高的材料的LUMO能级与用于阴极的材料的功函数值之差小(具体的是0.5eV以下)。

[0529] 电子注入层例如可以使用锂、铯、镱、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_x,x为任意数)、8-(羟基喹啉)锂(简称:Liq)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO_x)或碳酸铯等碱金属、碱土金属或它们的化合物。另外,电子注入层也可以具有两层以上的叠层结构。作为该叠层结构,例如可以举出作为第一层使用氟化锂且作为第二层设置镱的结构。

[0530] 电子注入层也可以包含电子传输材料。例如,可以将具有非共用电子对并具有缺电子杂芳环的化合物用于电子传输材料。具体而言,可以使用具有吡啶环、二嗪环(嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。

[0531] 具有非共用电子对的有机化合物的最低空分子轨道(LUMO:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级优选为-3.6eV以上且-2.3eV以下。一般来说,可以使用CV(循环伏安法)、光电子能谱法、吸收光谱法或逆光电子能谱法等估计有机化合物的最高占据分子轨道(HOMO:Highest Occupied Molecular Orbital)能级及LUMO能级。

[0532] 例如,可以将4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、2,2'-(1,3-亚苯)双(9-苯基-1,10-菲咯啉)(简称:mPPhen2P)、二喹喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)或2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等用于具有非共用电子对的有机化合物。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变点(Tg),从而具有高耐热性。

[0533] 如上所述,电荷产生层至少具有电荷产生区域。电荷产生区域优选包括受体材料,例如优选包括可应用于上述空穴注入层的空穴传输材料及受体材料。

[0534] 另外,电荷产生层优选包括含有电子注入性高的材料的层。该层也可以被称为电子注入缓冲层。电子注入缓冲层优选设置在电荷产生区域与电子传输层间。通过设置电子注入缓冲层,可以降低电荷产生区域与电子传输层间的注入势垒,所以将产生在电荷产生区域中的电子容易注入到电子传输层中。

[0535] 电子注入缓冲层优选包含碱金属或碱土金属,例如可以包含碱金属的化合物或碱土金属的化合物。具体而言,电子注入缓冲层优选包含含有碱金属和氧的无机化合物或者含有碱土金属和氧的无机化合物,更优选包含含有锂和氧的无机化合物(例如,氧化锂(Li_2O))。除此之外,作为电子注入缓冲层可以适当地使用可应用于上述电子注入层的材料。

[0536] 电荷产生层优选包括含有电子传输性高的材料的层。该层也可以被称为电子中继层。电子中继层优选设置在电荷产生区域与电子注入缓冲层间。在电荷产生层不包括电子注入缓冲层时,电子中继层优选设置在电荷产生区域与电子传输层间。电子中继层具有抑制电荷产生区域与电子注入缓冲层(或电子传输层)的相互作用并顺利地传递电子的功能。

[0537] 作为电子中继层,优选使用酞菁铜(II)(简称:CuPc)等酞菁类材料或者具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。

[0538] 注意,有时例如根据截面形状或特性不能明确地区别上述电荷产生区域、电子注入缓冲层及电子中继层。

[0539] 另外,电荷产生层也可以包括供体材料代替受体材料。例如,作为电荷产生层也可以包括含有可应用于上述电子注入层的电子传输材料和供体材料的层。

[0540] 在层叠发光单元时,通过在两个发光单元间设置电荷产生层,可以抑制驱动电压的上升。

[0541] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合。

[0542] 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。

[0543] [符号说明]

[0544] 10:电子设备、11a:衬底、11b:衬底、12a:层、12b:层、13a:衬底、13b:衬底、14:粘合层、15:衬底、16:衬底、27a:像素、27b:像素、27:像素、31:外壳、32:固定工具、34a:光、34aB:

光、34aG:光、34aR:光、34b:光、34bB:光、34bG:光、34bR:光、34c:光、34:光、35L:透镜、35R:透镜、35:透镜、36L:镜架、36R:镜架、36:镜架、37a:显示部、37aL:显示部、37aR:显示部、37b:显示部、37bL:显示部、37bR:显示部、37c:显示部、37L:显示部、37R:显示部、37:显示部、40:层、41a:显示装置、41aL:显示装置、41aR:显示装置、41b:显示装置、41bL:显示装置、41bR:显示装置、42a:栅极驱动器电路、42aL:栅极驱动器电路、42aR:栅极驱动器电路、42b:栅极驱动器电路、42bL:栅极驱动器电路、42bR:栅极驱动器电路、43a:源极驱动器电路、43aL:源极驱动器电路、43aR:源极驱动器电路、43b:源极驱动器电路、43bL:源极驱动器电路、43bR:源极驱动器电路、44:光、47L:区域、47R:区域、47:区域、50:层、51:像素电路、57:通信电路、59:控制电路、60:层、61B:发光元件、61G:发光元件、61R:发光元件、61W:发光元件、61:发光元件、63B:发光元件、63G:发光元件、63R:发光元件、63W:发光元件、63:发光元件、100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、100D:显示装置、100E:显示装置、100F:显示装置、100G:显示装置、100H:显示装置、100I:显示装置、100J:显示装置、100K:显示装置、100L:显示装置、100M:显示装置、107:显示部、109:像素、110a:子像素、110b:子像素、110c:子像素、110d:子像素、110e:子像素、117:遮光层、120:衬底、122:粘合层、124a:像素、124b:像素、140:连接部、153:绝缘层、156:粘合层、162:绝缘层、164:电路、165:布线、166:导电层、168:导电层、171:导电层、172B:EL层、172Bf:EL膜、172G:EL层、172Gf:EL膜、172R:EL层、172Rf:EL膜、172W:EL层、172:EL层、173:导电层、174:公共层、176:IC、177:FPC、180B:抗蚀剂掩模、180G:抗蚀剂掩模、180R:抗蚀剂掩模、181B:FMM、181G:FMM、181R:FMM、181:FMM、183B:着色层、183G:着色层、183R:着色层、183:着色层、201:晶体管、204:连接部、205:晶体管、209:晶体管、210:晶体管、211:绝缘层、213:绝缘层、214:绝缘层、215:绝缘层、218:绝缘层、221:导电层、222a:导电层、222b:导电层、223:导电层、225:绝缘层、231i:沟道形成区域、231n:低电阻区域、231:半导体层、240:电容器、241:导电层、242:连接层、243:绝缘层、245:导电层、251:导电层、252:导电层、254:绝缘层、255a:绝缘层、255b:绝缘层、255c:绝缘层、256:插头、261:绝缘层、262:绝缘层、263:绝缘层、264:绝缘层、265:绝缘层、270B:牺牲层、270Bf:牺牲膜、270G:牺牲层、270Gf:牺牲膜、270R:牺牲层、270Rf:牺牲膜、270:牺牲层、271f:保护膜、271:保护层、272:绝缘层、273:保护层、274a:导电层、274b:导电层、274:插头、275:插头、276:绝缘层、277:微透镜阵列、278f:绝缘膜、278:绝缘层、279B:牺牲层、279Bf:牺牲膜、279G:牺牲层、279Gf:牺牲膜、279R:牺牲层、279Rf:牺牲膜、280:显示模块、290:FPC、301A:衬底、301B:衬底、301:衬底、310A:晶体管、310B:晶体管、310:晶体管、311:导电层、312:低电阻区域、313:绝缘层、314:绝缘层、315:元件分离层、320A:晶体管、320B:晶体管、320:晶体管、321:半导体层、323:绝缘层、324:导电层、325:导电层、326:绝缘层、327:导电层、328:绝缘层、329:绝缘层、331:衬底、332:绝缘层、335:绝缘层、336:绝缘层、341:导电层、342:导电层、343:插头、344:绝缘层、345:绝缘层、346:绝缘层、347:凸块、348:粘合层、363:层、761:下部电极、762:上部电极、763a:发光单元、763b:发光单元、763c:发光单元、763:EL层、764:层、771a:发光层、771b:发光层、771c:发光层、771:发光层、772a:发光层、772b:发光层、772c:发光层、772:发光层、773:发光层、780a:层、780b:层、780c:层、780:层、781:层、782:层、785:电荷产生层、790a:层、790b:层、790c:层、790:层、791:层、792:层

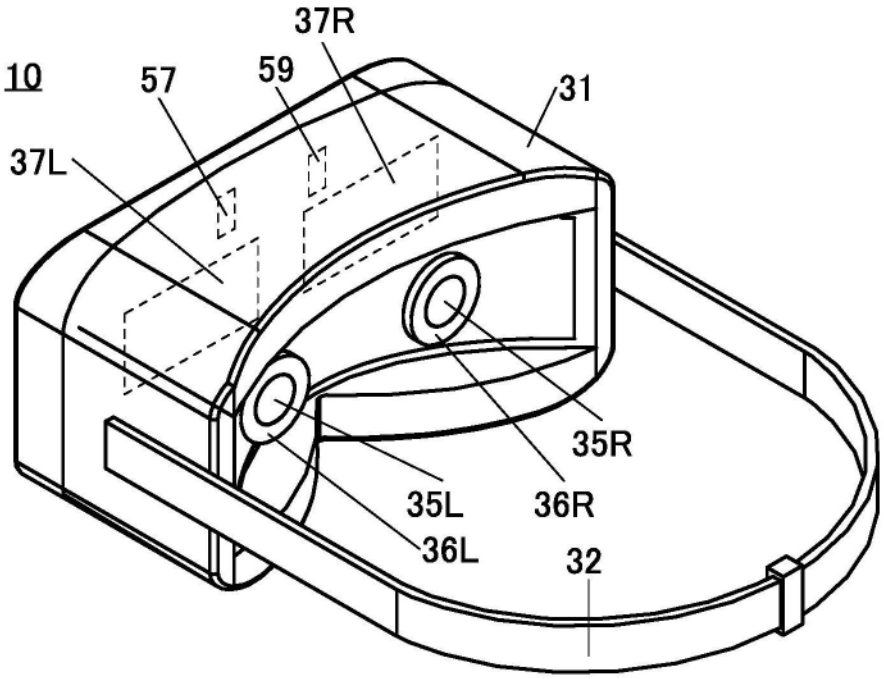

37R
10
57
59
31
37L
35R
35L
36R
36L
32

图1A

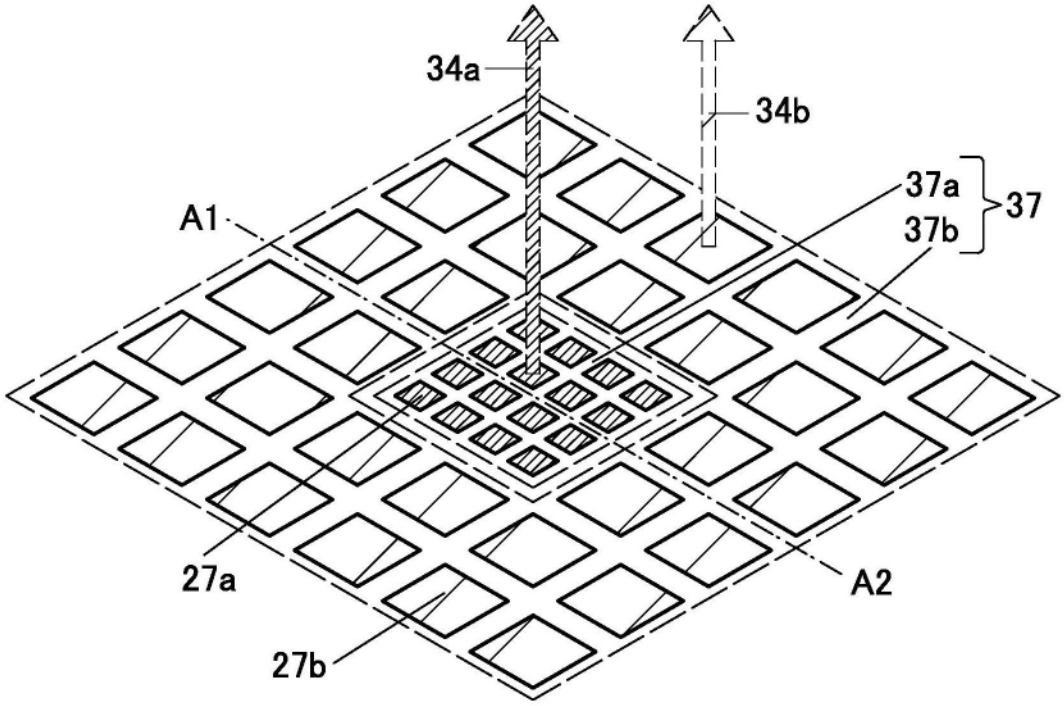

34a
34b
37a
37
37b
A1
27a
A2
27b

图1B

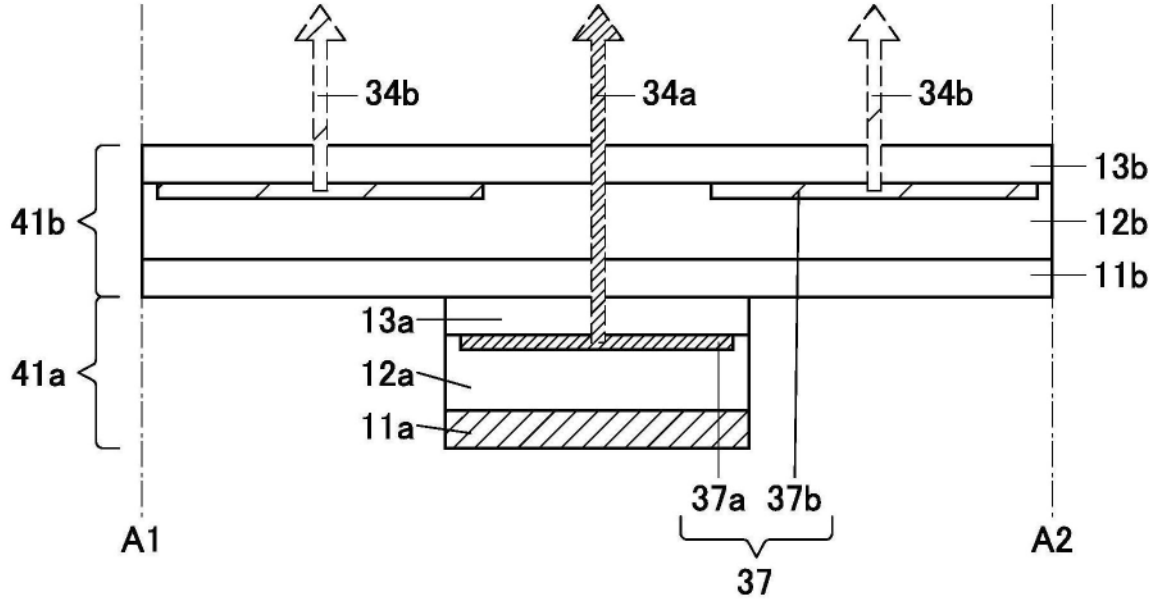

34b
34a
34b
13b
12b
11b
41b
41a
13a
12a
11a
37a
37b
37
A1
A2

图2A

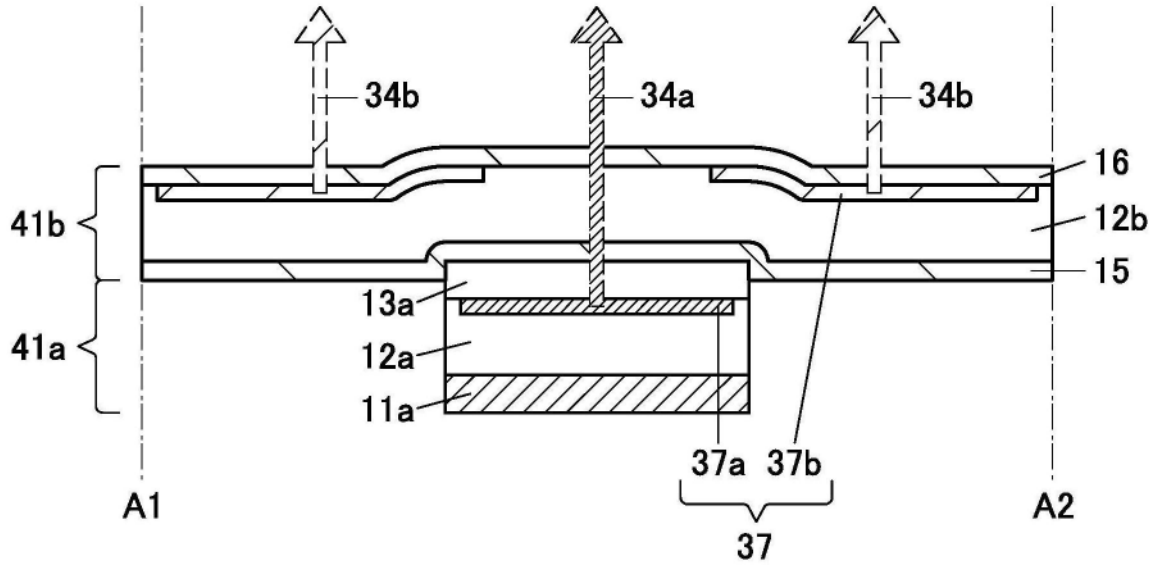

34b
34a
34b
16
12b
15
41b
41a
13a
12a
11a
37a
37b
37
A1
A2

图2B

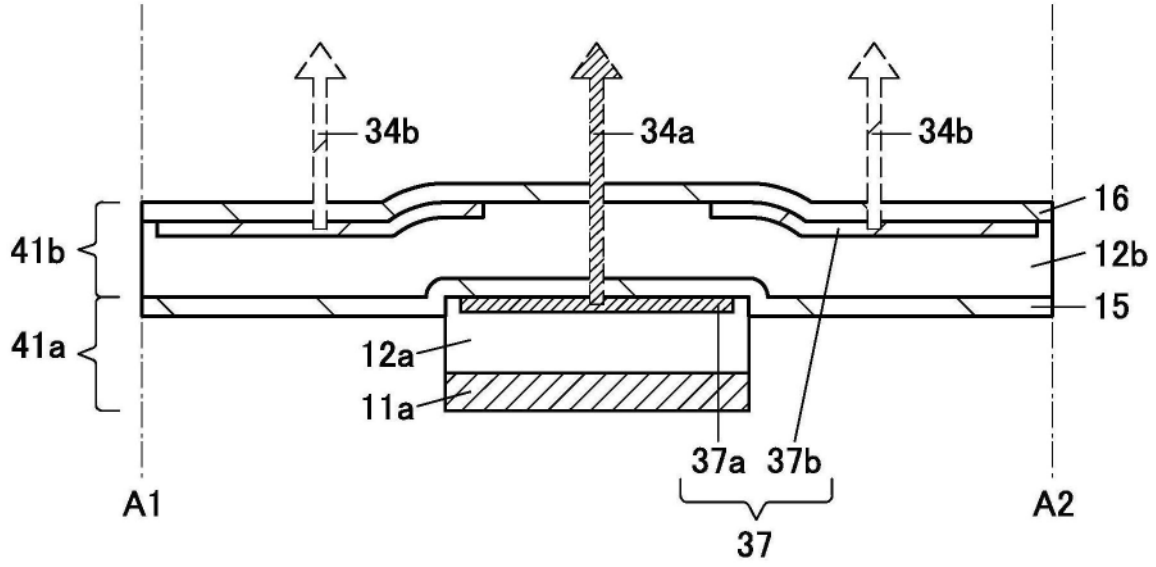

34b
34a
34b
16
41b
12b
15
41a
12a
11a
37a
37b
A1
A2
37

图2C

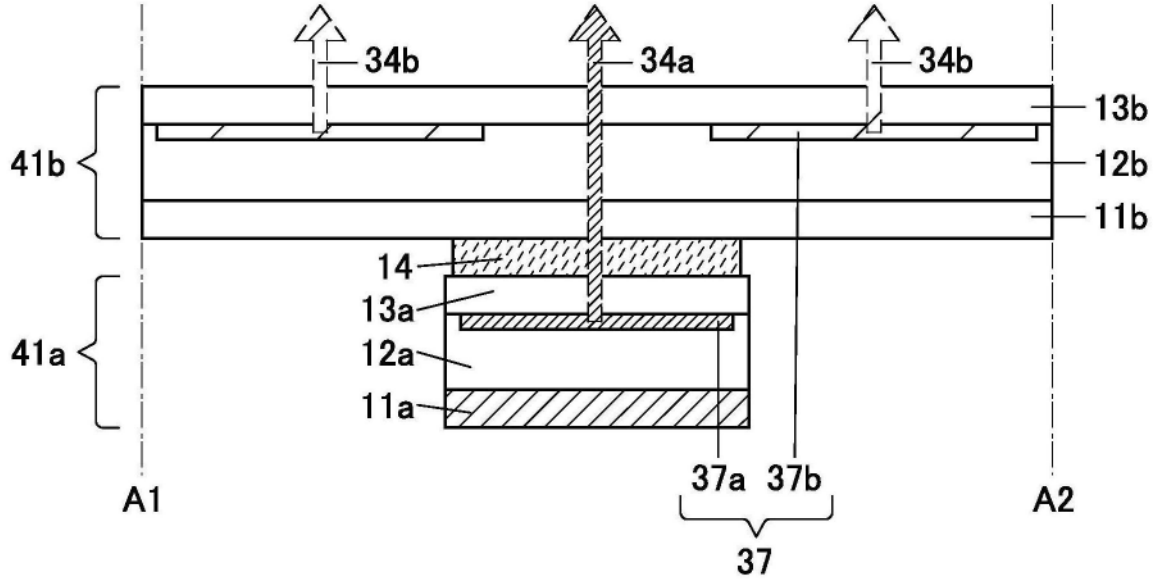

34b
34a
34b
13b
41b
12b
11b
14
13a
41a
12a
11a
37a
37b
A1
A2
37

图3A

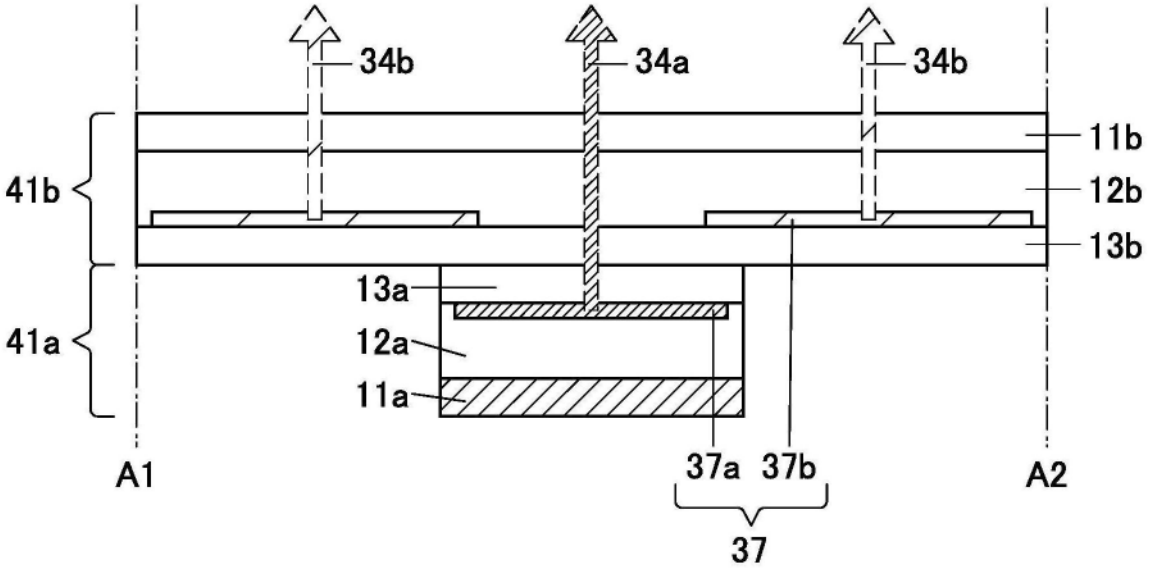

34b
34a
34b
11b
12b
13b
41b
13a
12a
11a
41a
A1
37a
37b
A2
37

图3B

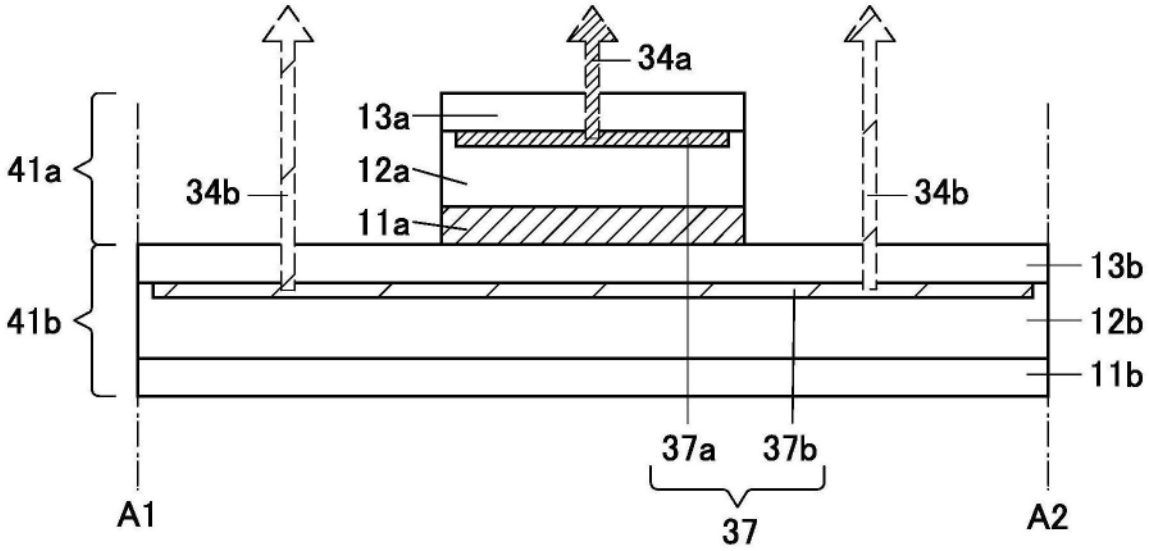

34a
13a
12a
11a
41a
34b
34b
13b
12b
11b
41b
37a
37b
A1
A2
37

图3C

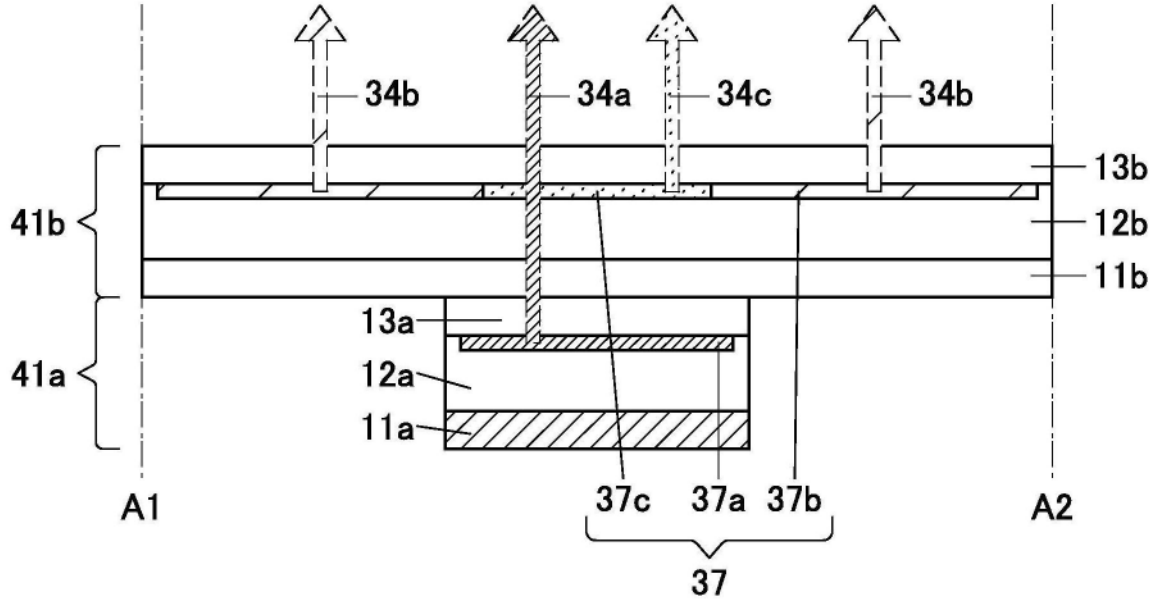

34b
34a
34c
34b
13b
12b
11b
41b
41a
13a
12a
11a
A1
37c
37a
37b
A2
37

图4A

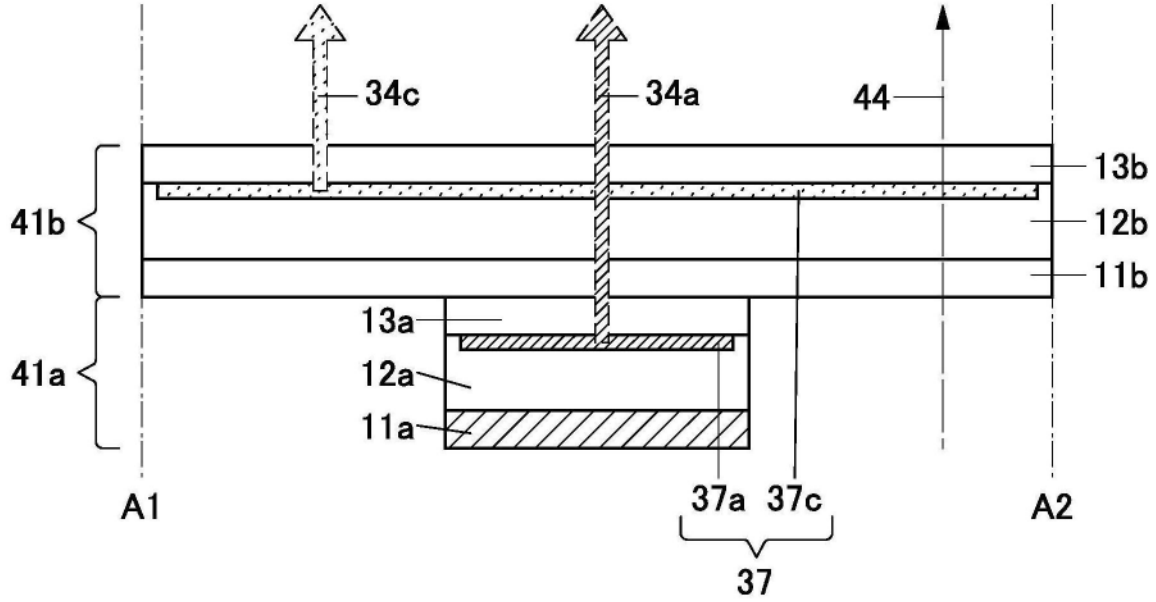

34c
34a
44
13b
12b
11b
41b
41a
13a
12a
11a
A1
37a
37c
A2
37

图4B

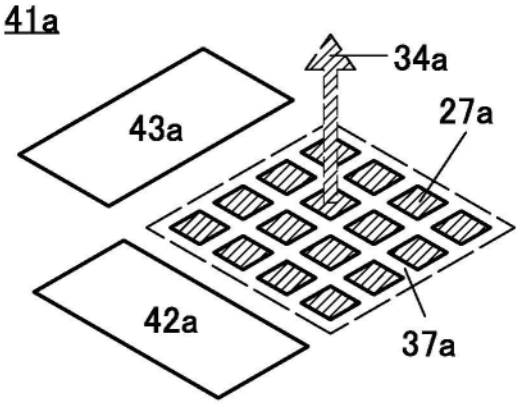


图5A

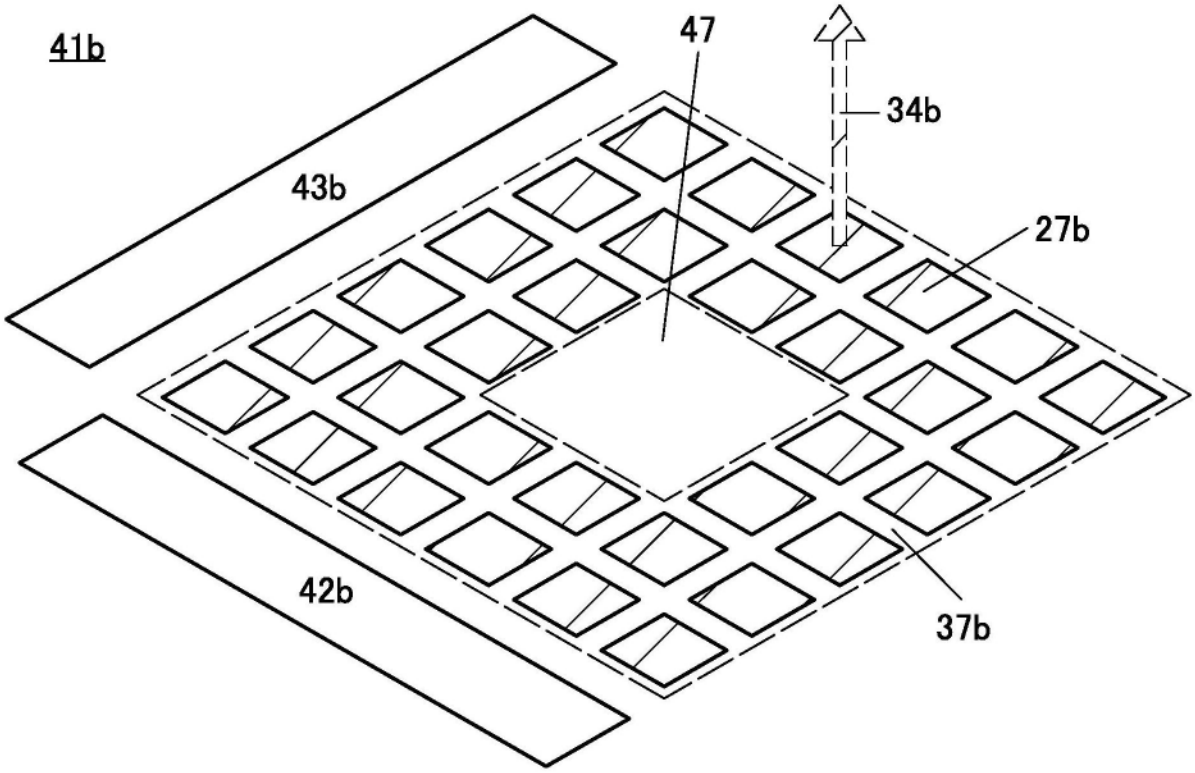


图5B

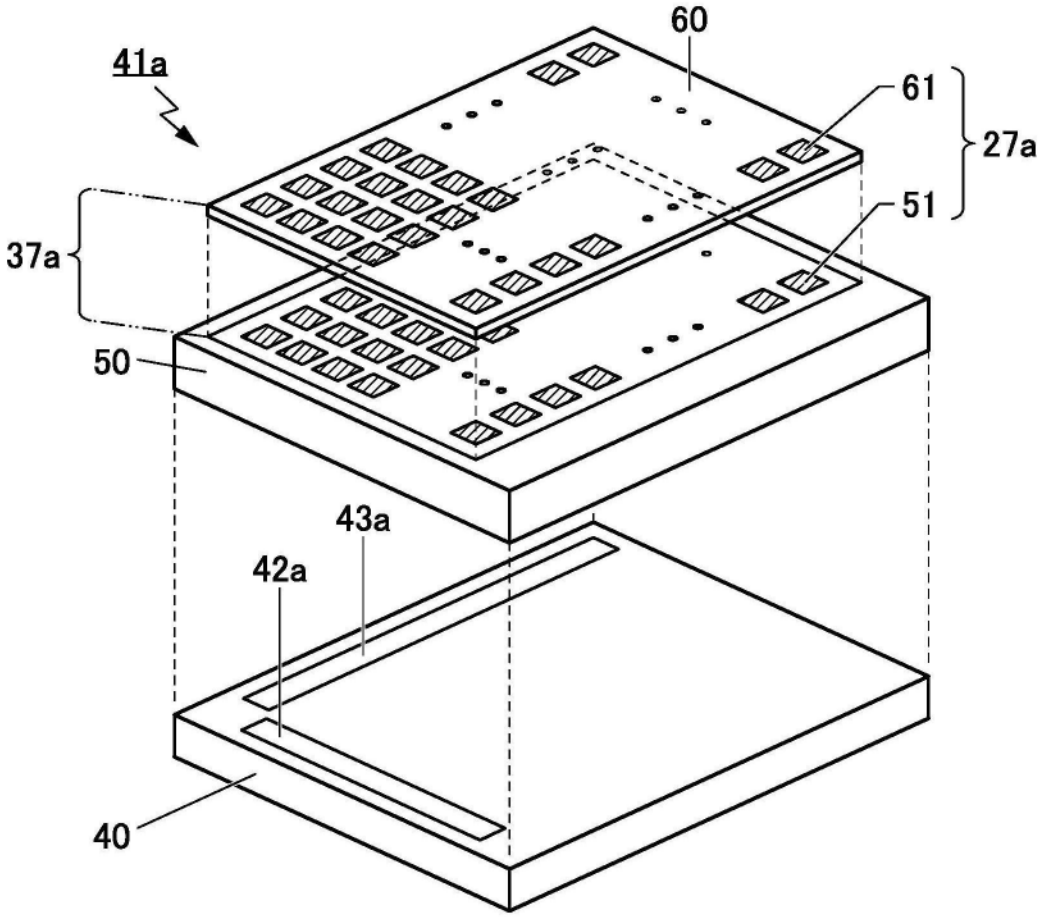


图6A

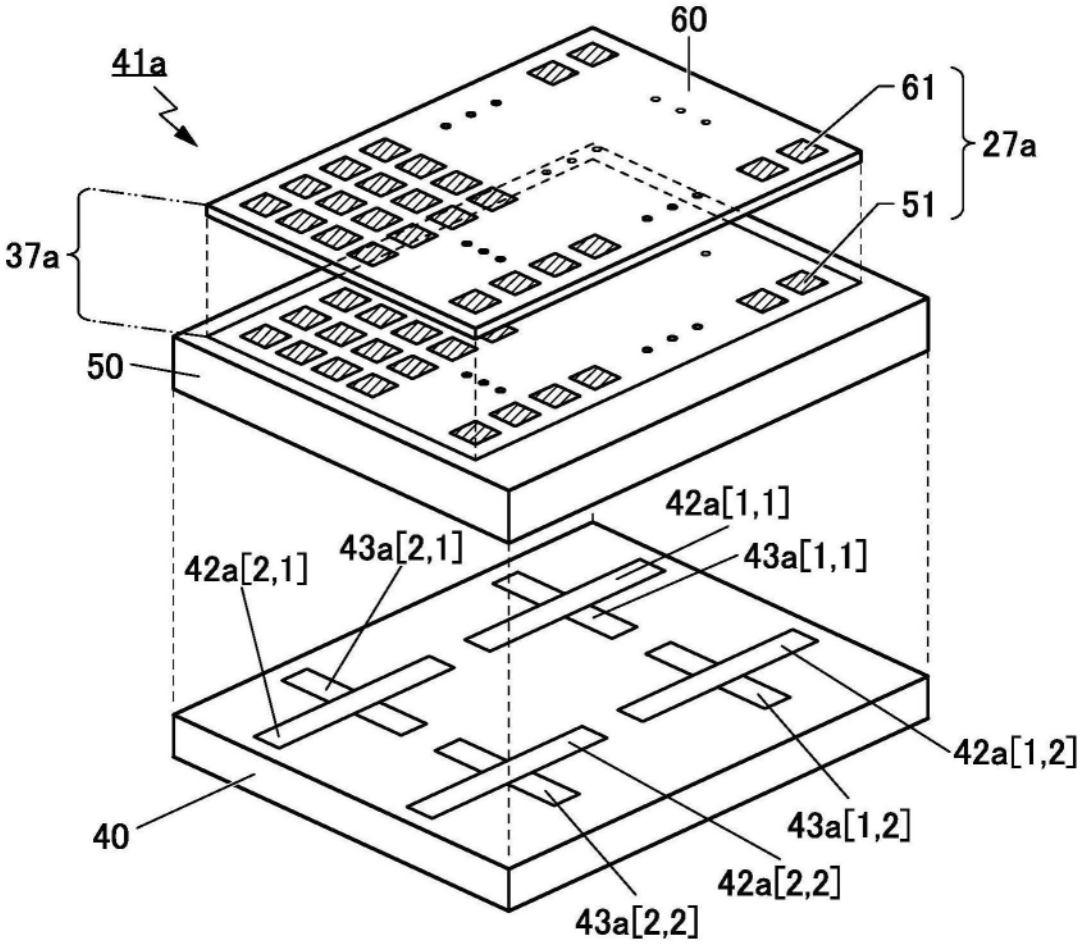

60
41a
61
27a
51
37a
50
42a[1,1]
43a[2,1]
42a[2,1]
43a[1,1]
42a[1,2]
43a[1,2]
40
42a[2,2]
43a[2,2]

图6B

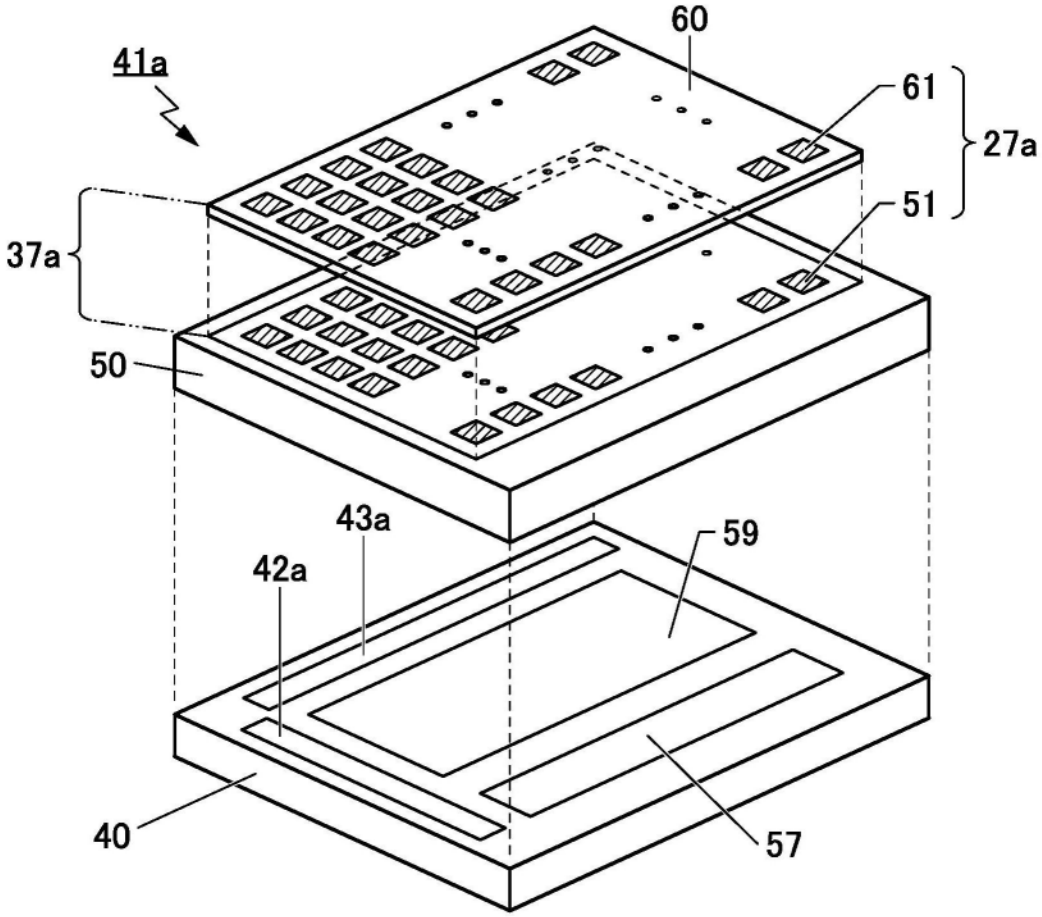


图7

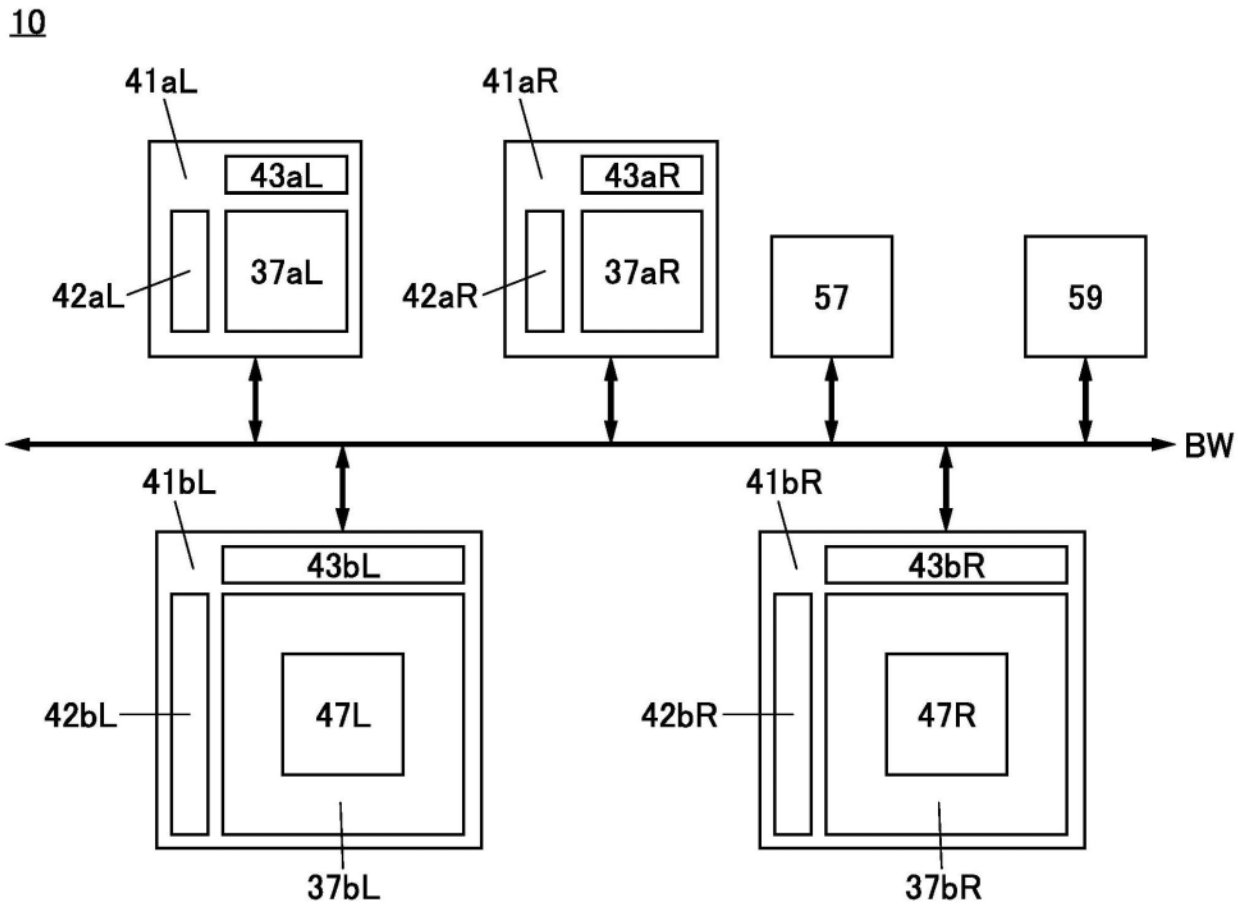

10
41aL
41aR
43aL
43aR
42aL
37aL
42aR
37aR
57
59
BW
41bL
41bR
43bL
43bR
42bL
47L
42bR
47R
37bL
37bR

图8

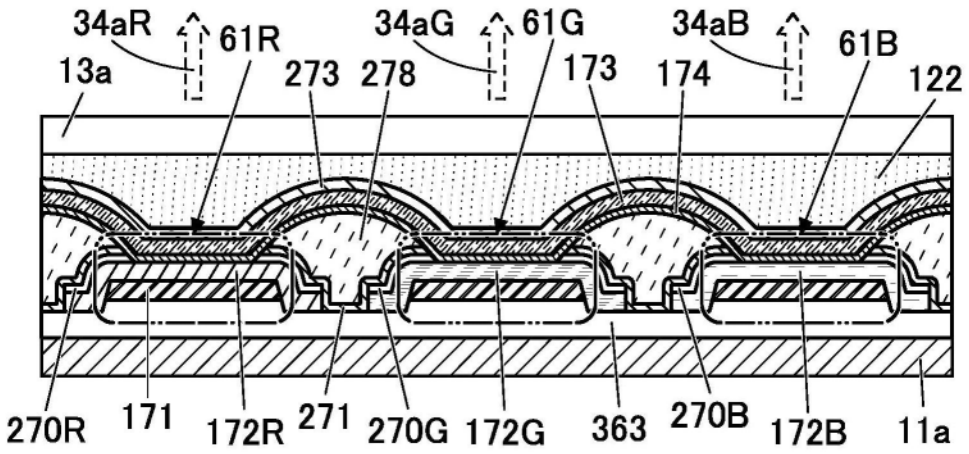

34aR
61R
34aG
61G
34aB
61B
13a
273
278
173
174
122
270R
171
172R
271
270G
172G
363
270B
172B
11a

图9A

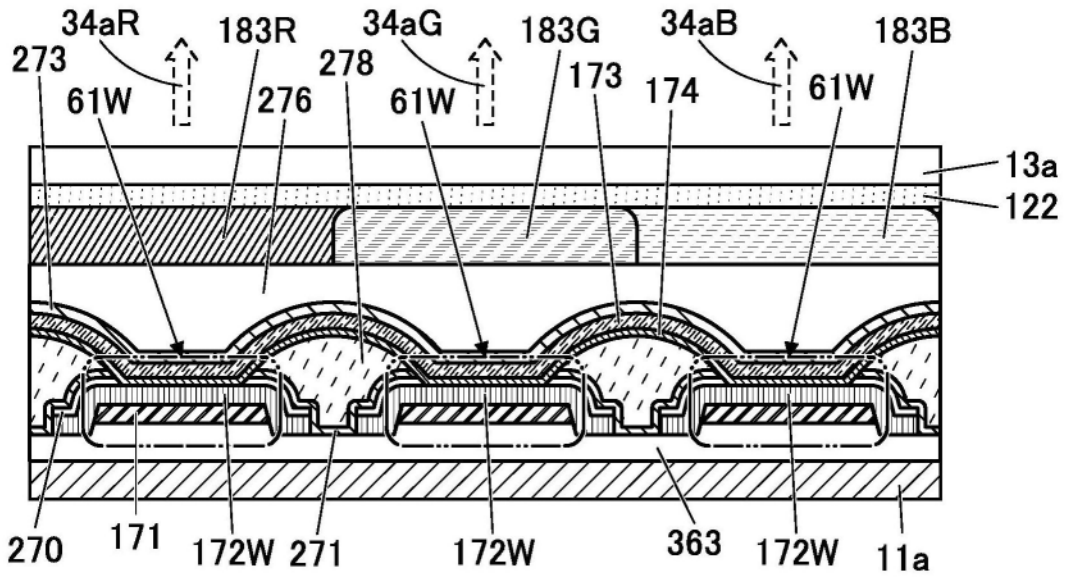

34aR
183R
34aG
183G
34aB
183B
273
278
173
174
61W
276
61W
61W
13a
122
270
171
172W
271
172W
363
172W
11a

图9B

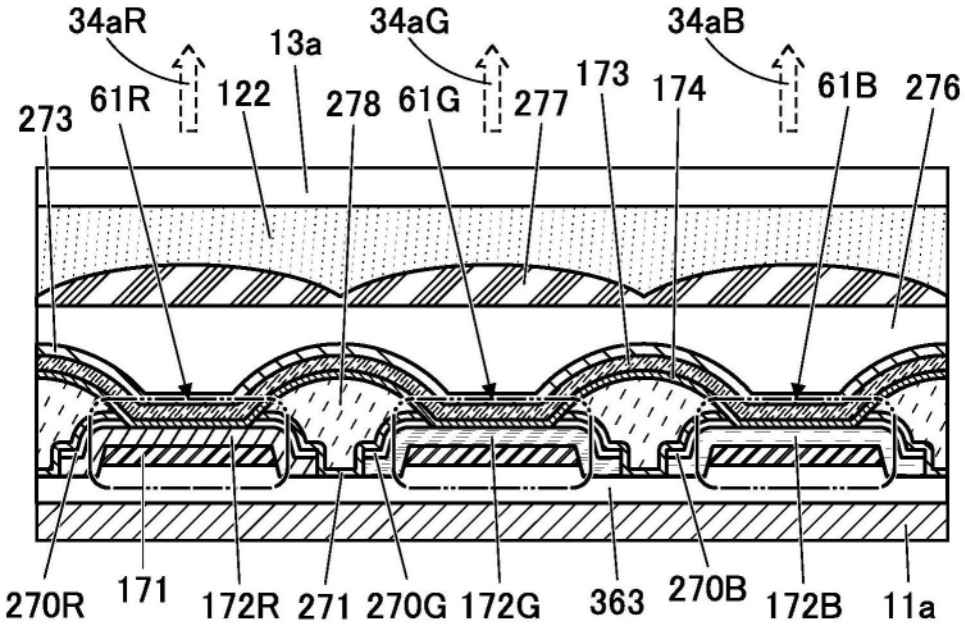

34aR
13a
34aG
34aB
273
61R
122
278
61G
277
173
174
61B
276
270R
171
172R
271
270G
172G
363
270B
172B
11a

图9C

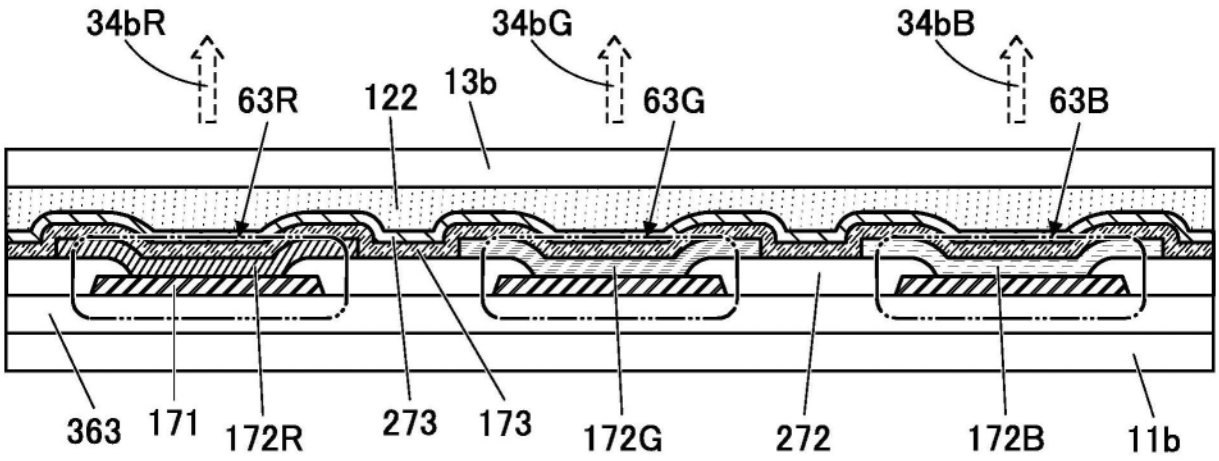

34bR
63R
122
13b
34bG
63G
34bB
63B
363
171
172R
273
173
172G
272
172B
11b

图10A

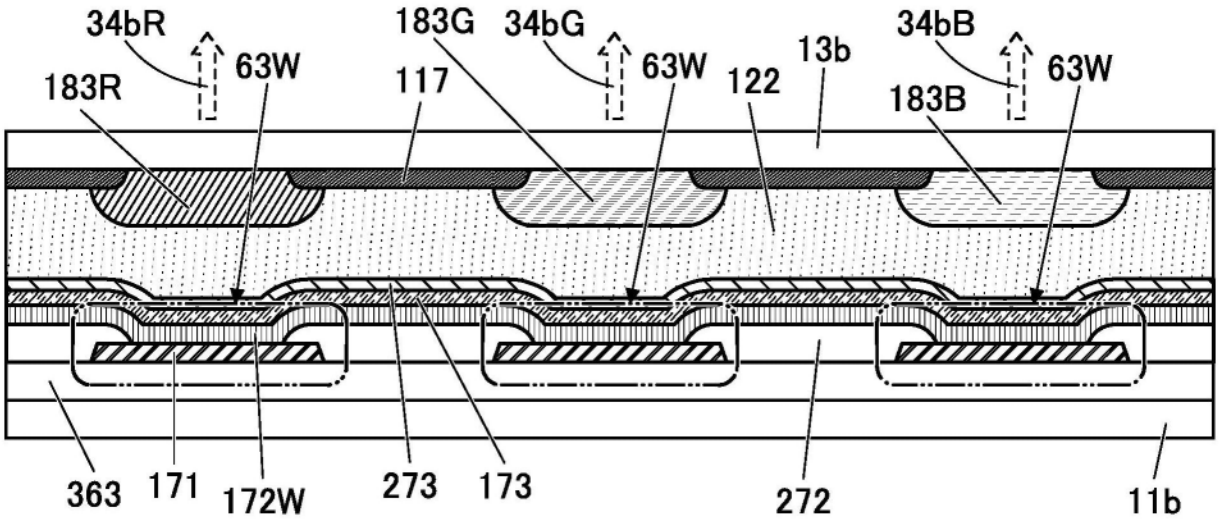

34bR
63W
183R
183G
34bG
63W
117
122
13b
34bB
63W
183B
363
171
172W
273
173
272
11b

图10B

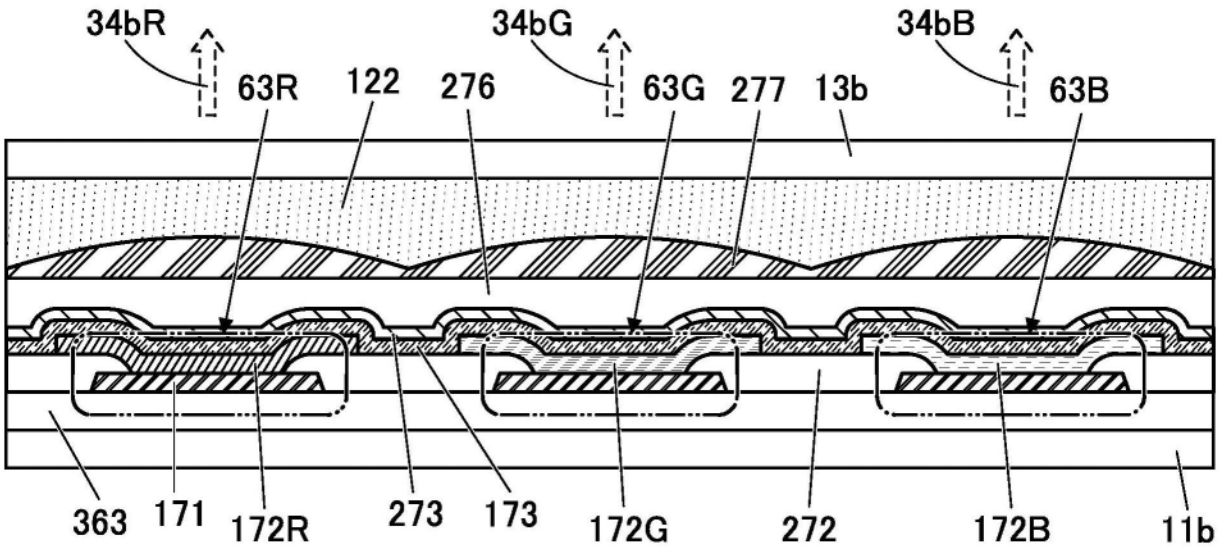


图10C

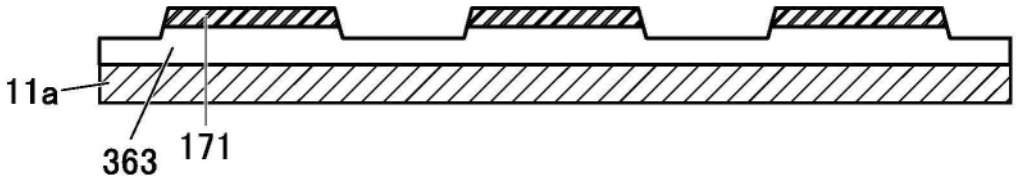


图11A

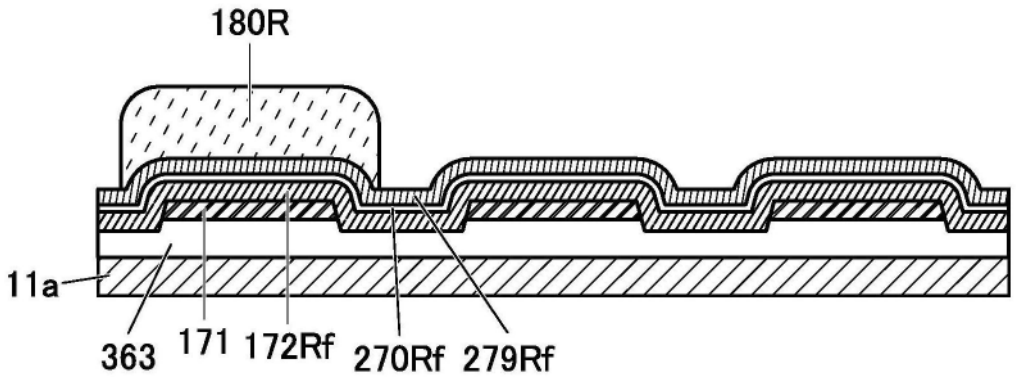


图11B

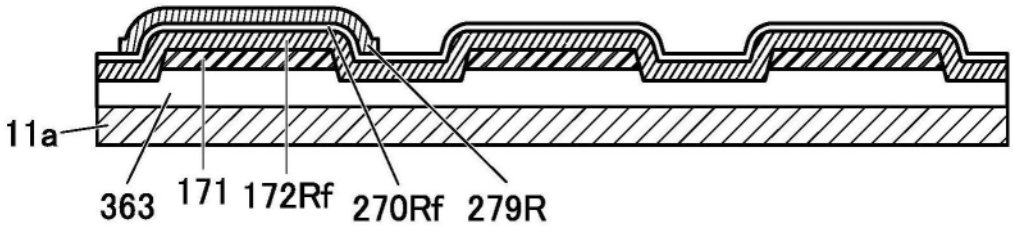


图11C

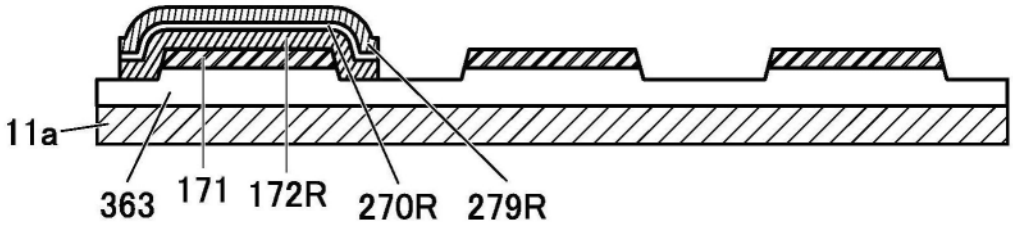


图11D

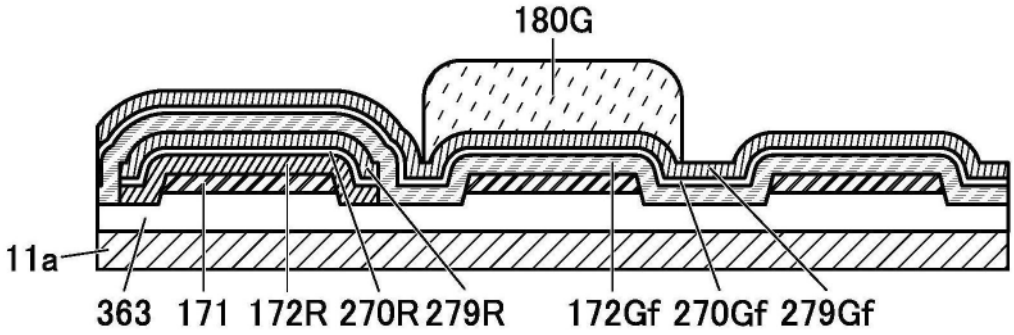


图12A

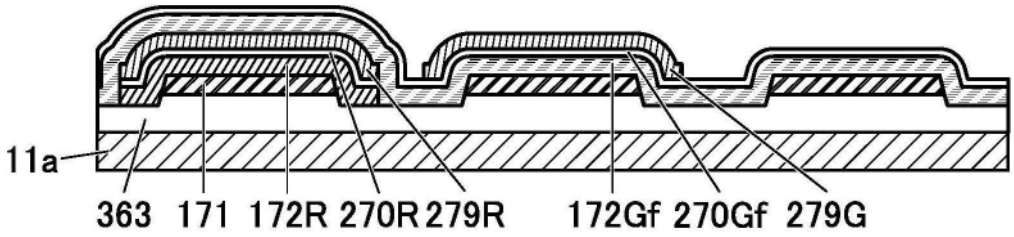


图12B

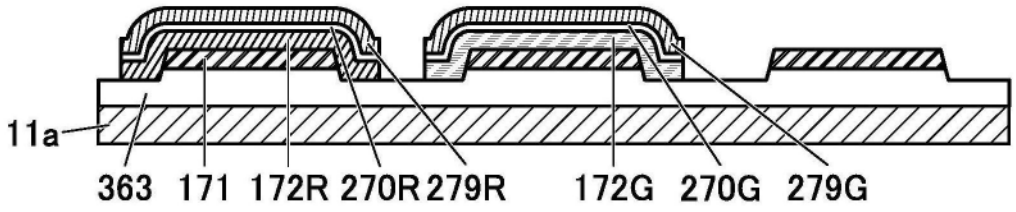


图12C

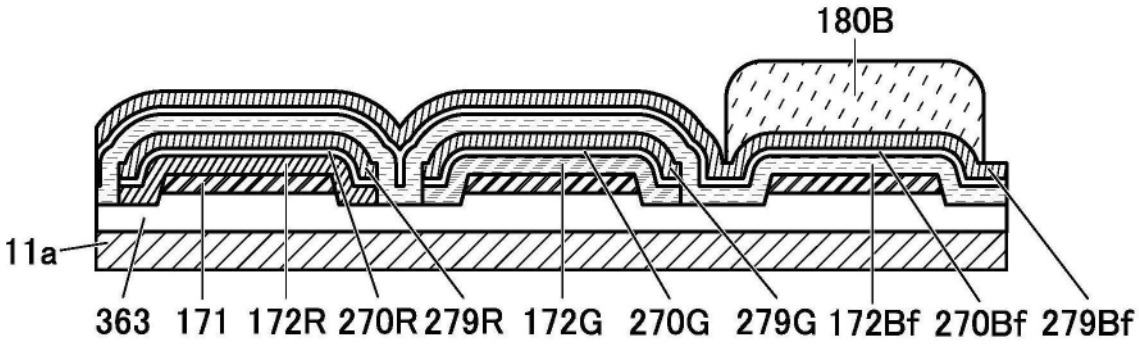


图12D

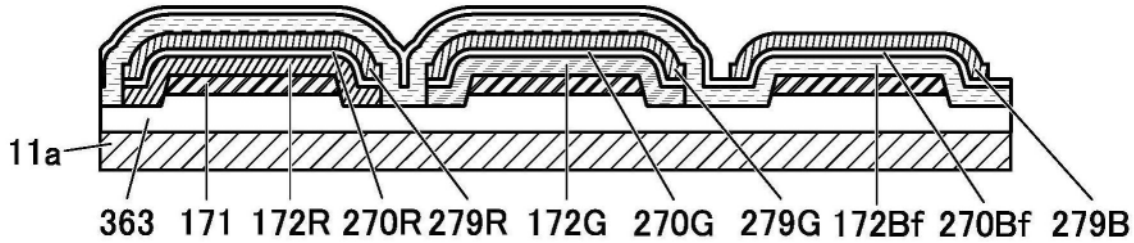


图12E

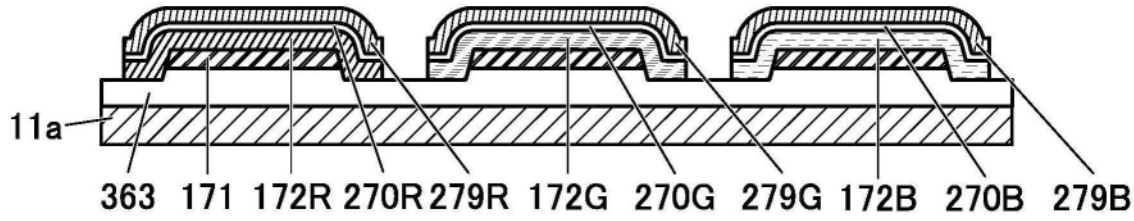


图12F

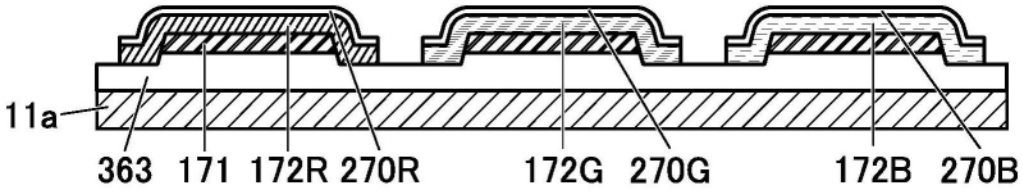


图13A

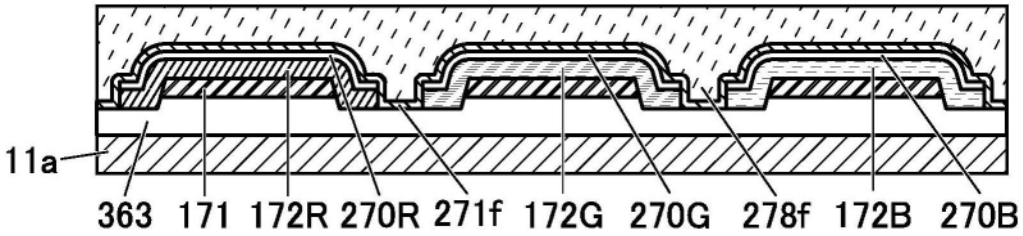


图13B

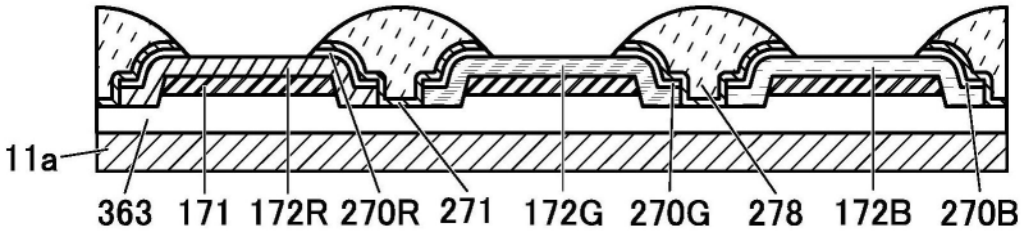


图13C

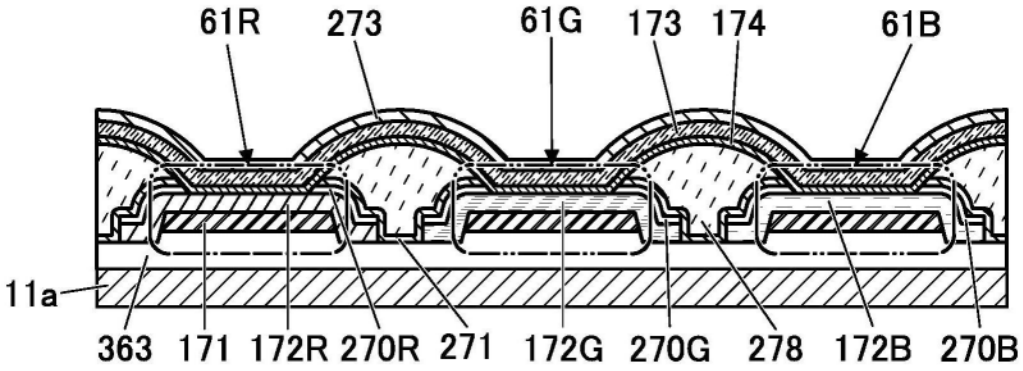


图13D

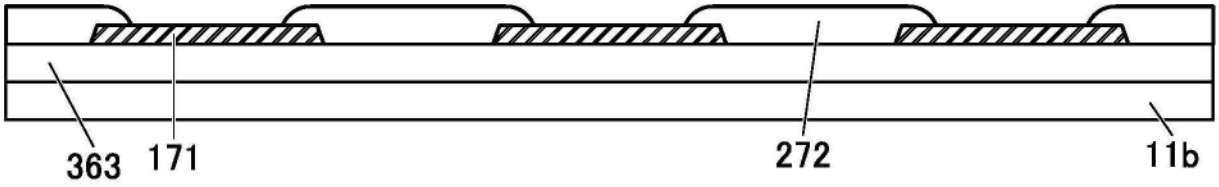


图14A

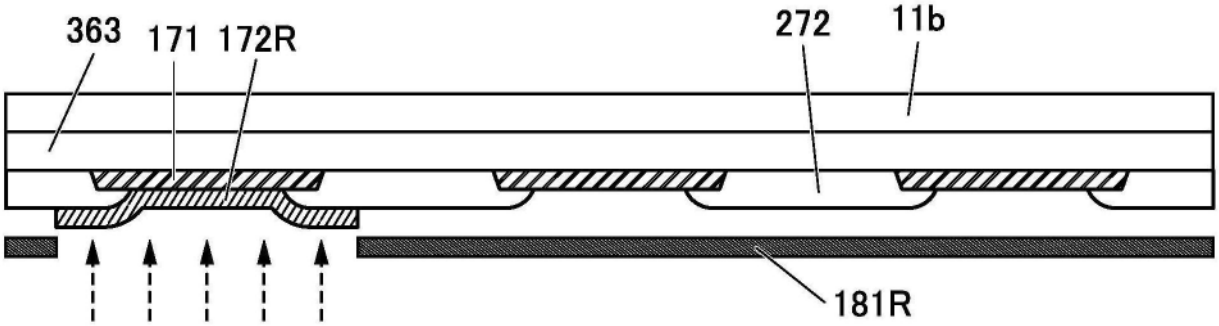


图14B

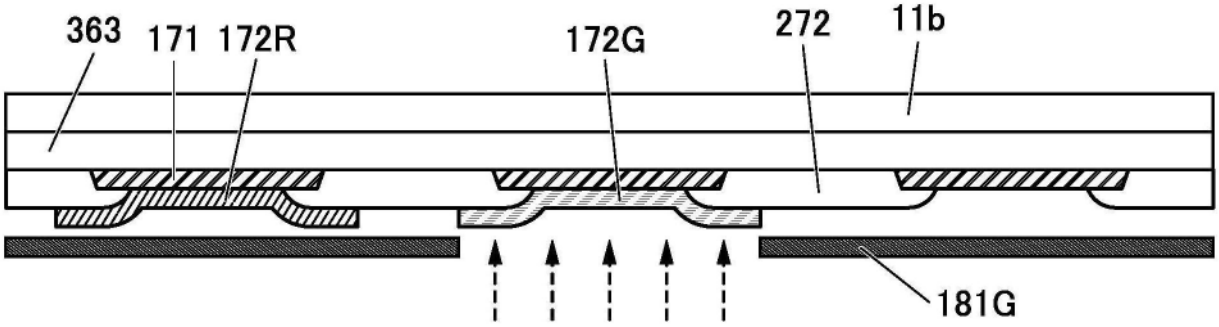


图14C

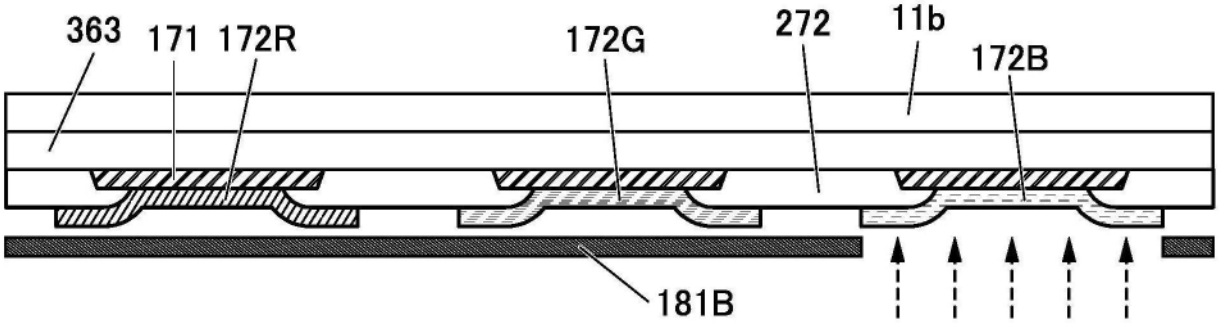


图14D

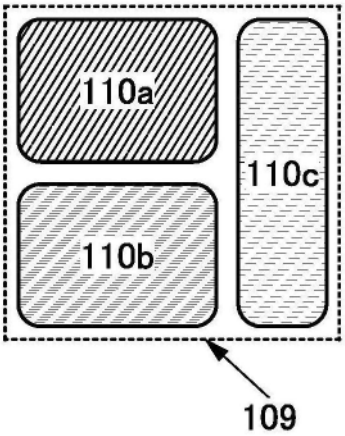


图15A

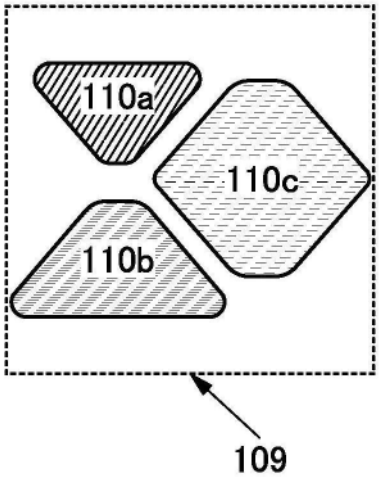


图15B

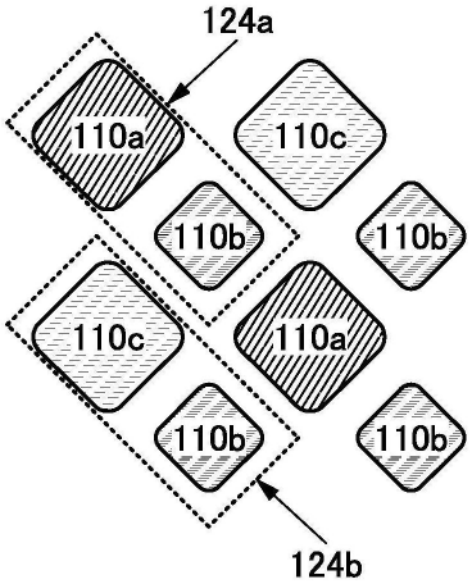

124a
110a
110c
110b
110b
110c
110a
110b
110b
124b

图15C

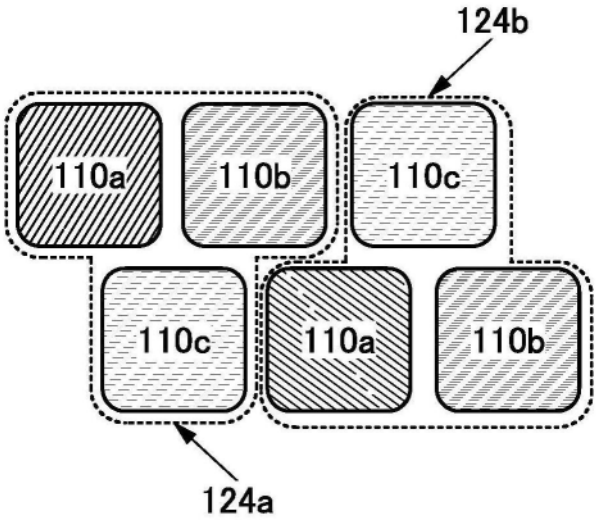

124b
110a
110b
110c
110c
110a
110b
124a

图15D

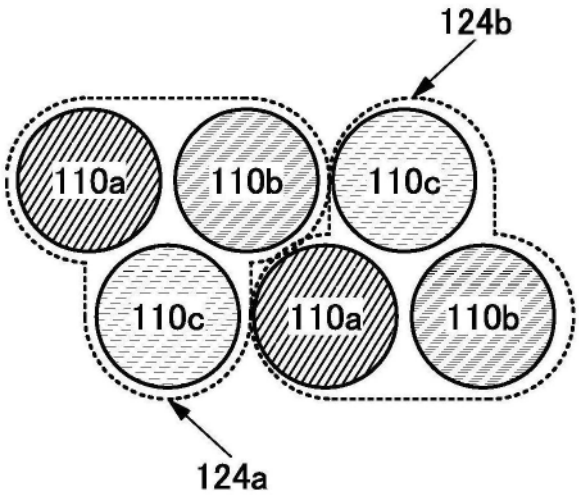

124b
110a
110b
110c
110c
110a
110b
124a

图15E

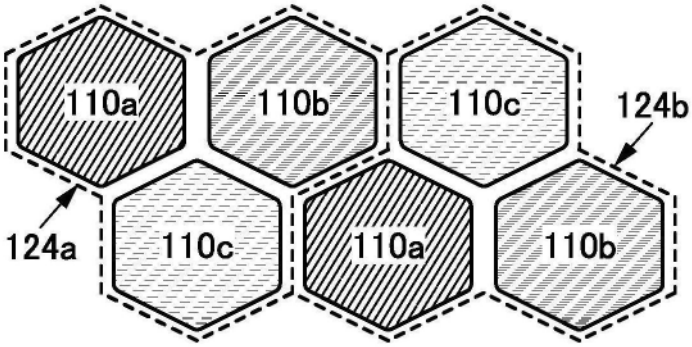

110a
110b
110c
124b
124a
110c
110a
110b

图15F

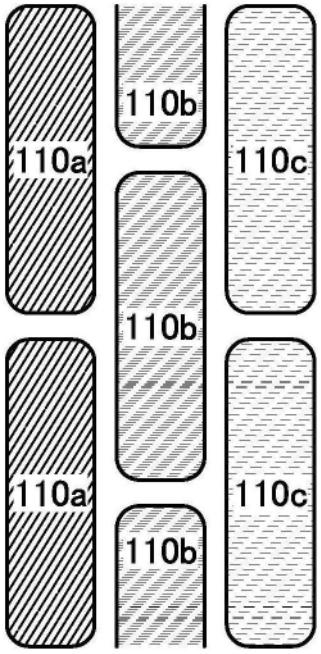


图15G

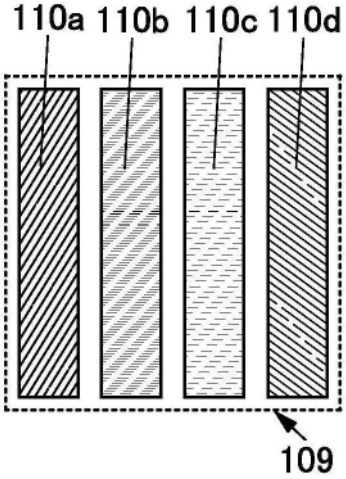


图16A

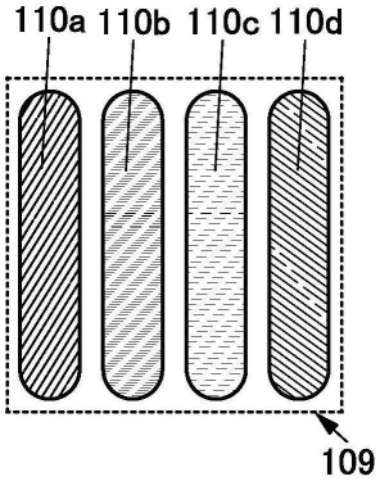


图16B

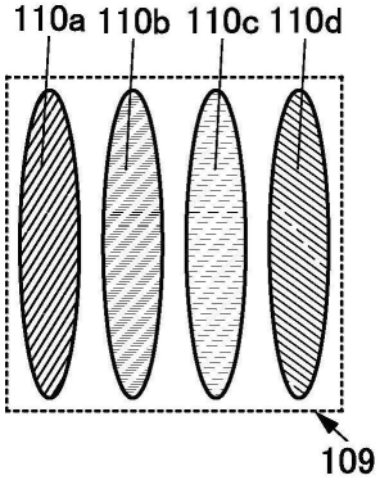


图16C

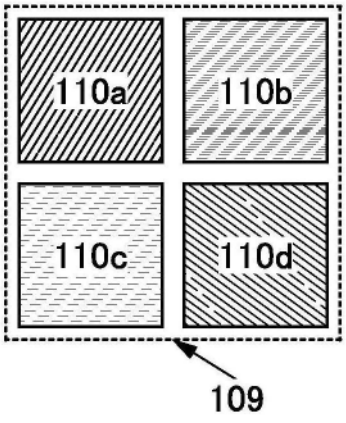


图16D

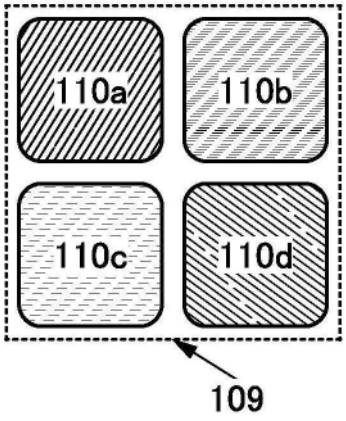


图16E

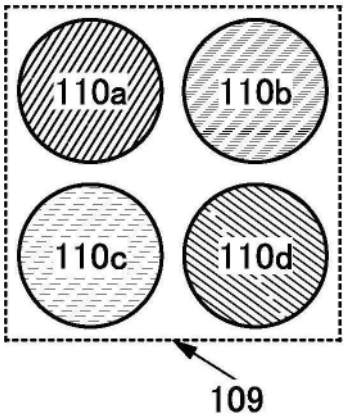


图16F

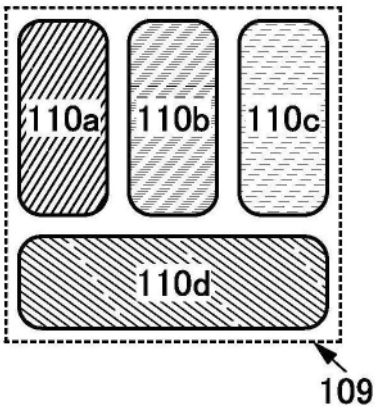


图16G

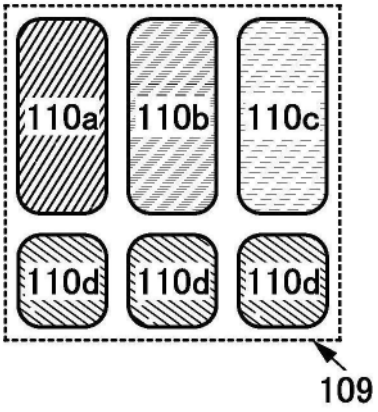


图16H

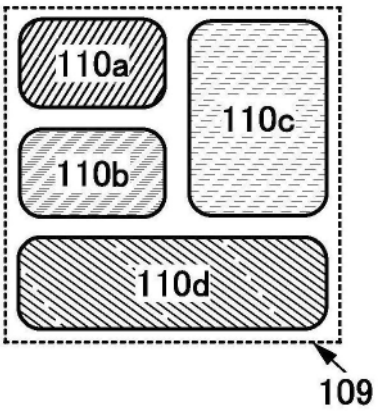


图16I

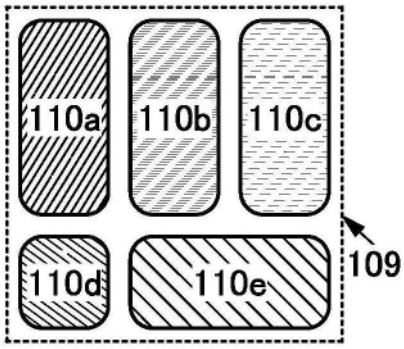


图16J

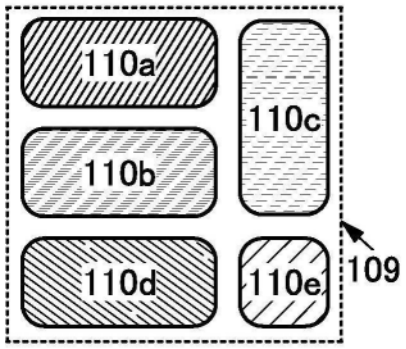


图16K

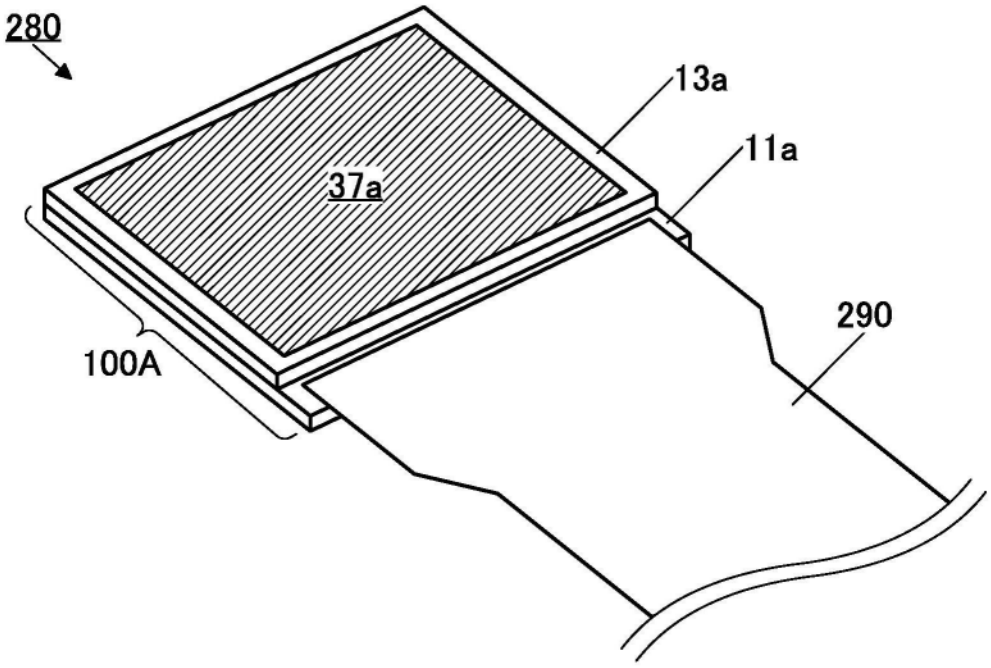


图17

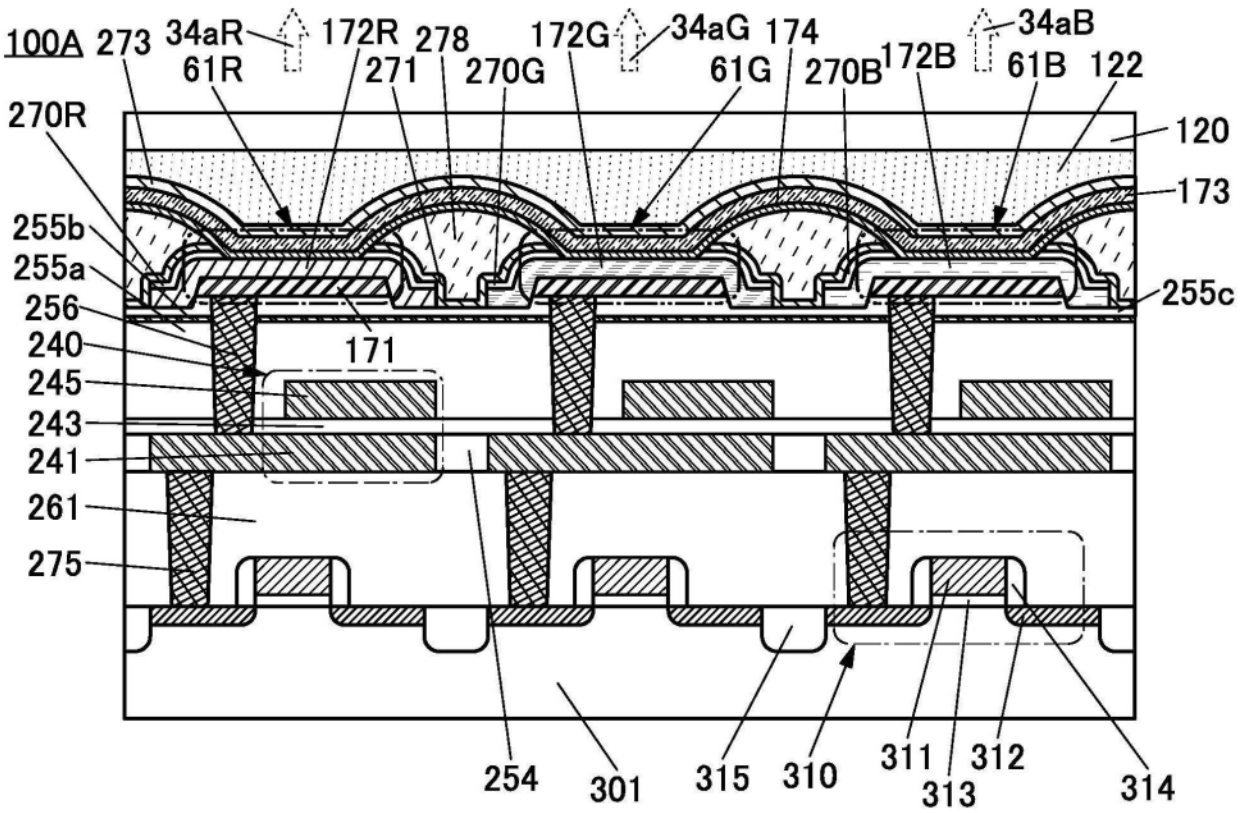

100A
273
34aR
61R
172R
271
278
270G
172G
34aG
61G
174
270B
172B
34aB
61B
122
270R
120
173
255b
255a
256
240
245
243
241
261
275
171
255c
254
301
315
310
311
313
312
314

图18A

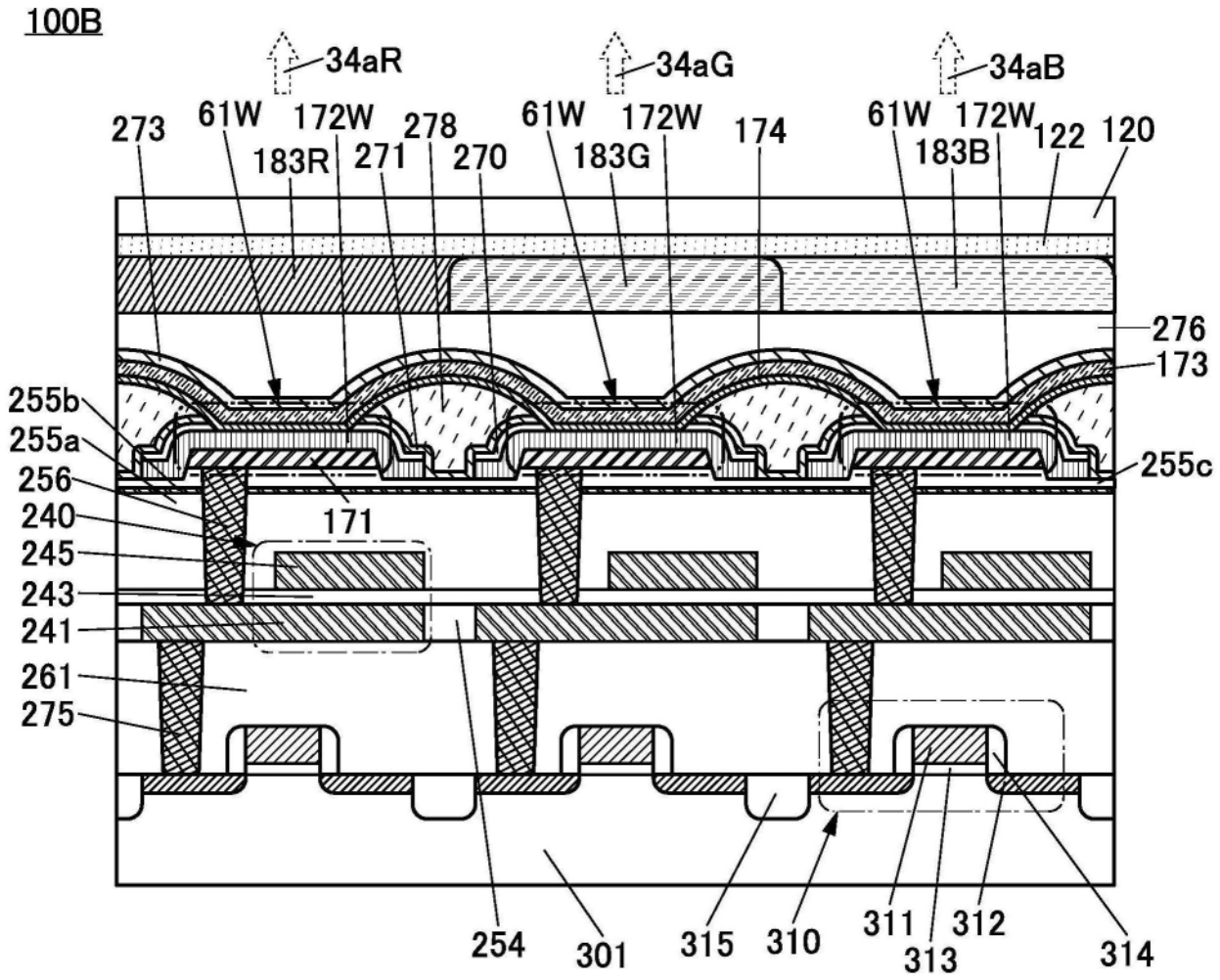

100B
34aR
34aG
34aB
273
61W
172W
278
183R
271
270
61W
172W
183G
174
61W
172W
183B
122
120
276
173
255b
255a
256
240
245
243
241
261
275
171
255c
254
301
315
310
311
313
312
314

图18B

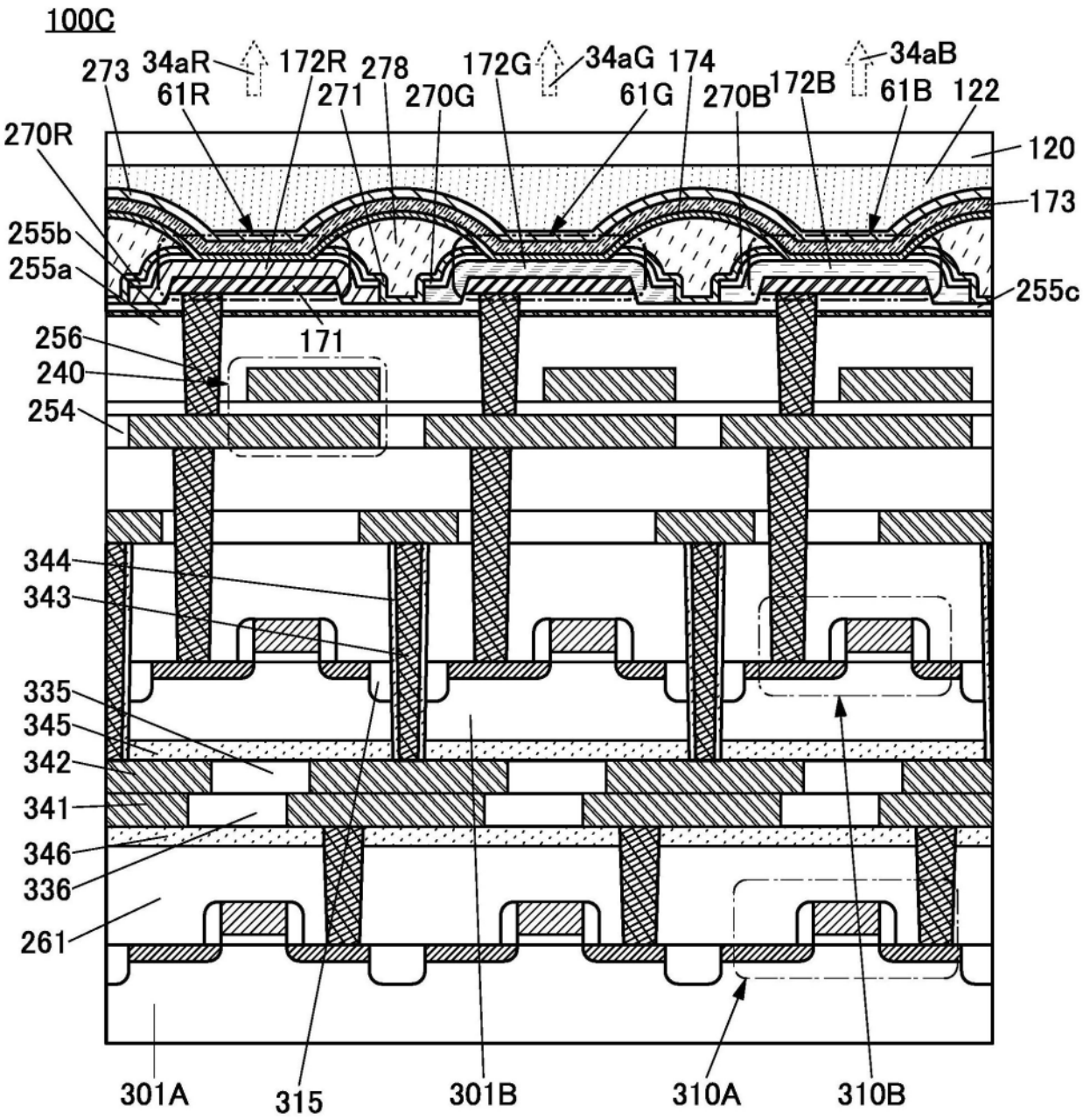

100C
273
34aR
61R
172R
271
278
270G
172G
34aG
61G
174
270B
172B
34aB
61B
122
270R
120
173
255b
255a
255c
256
171
240
254
344
343
335
345
342
341
346
336
261
301A
315
301B
310A
310B

图19

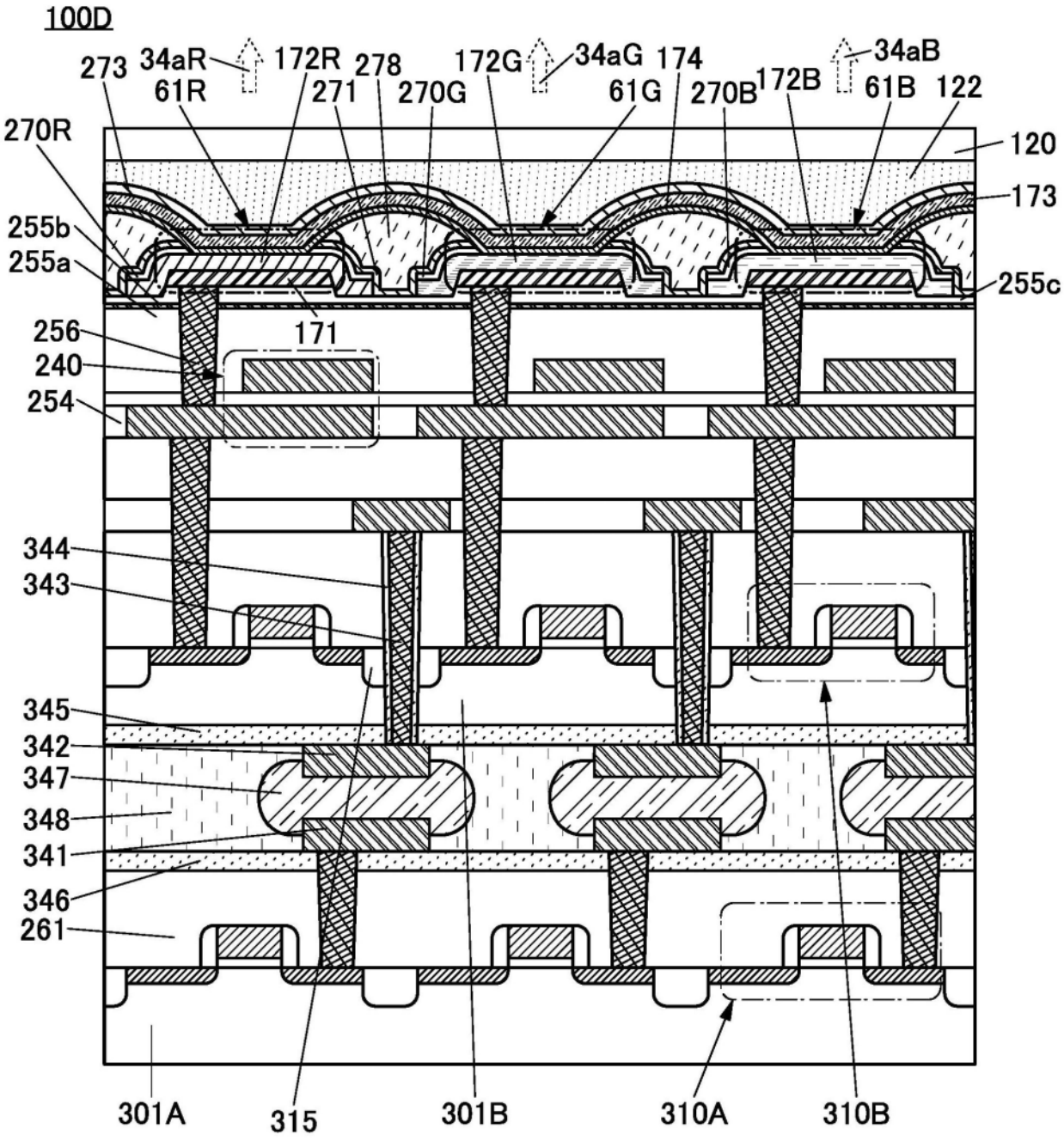

100D
273
34aR
61R
172R
271
278
270G
172G
34aG
61G
174
270B
172B
34aB
61B
122
120
270R
173
255b
255a
255c
256
171
240
254
344
343
345
342
347
348
341
346
261
301A
315
301B
310A
310B

图20

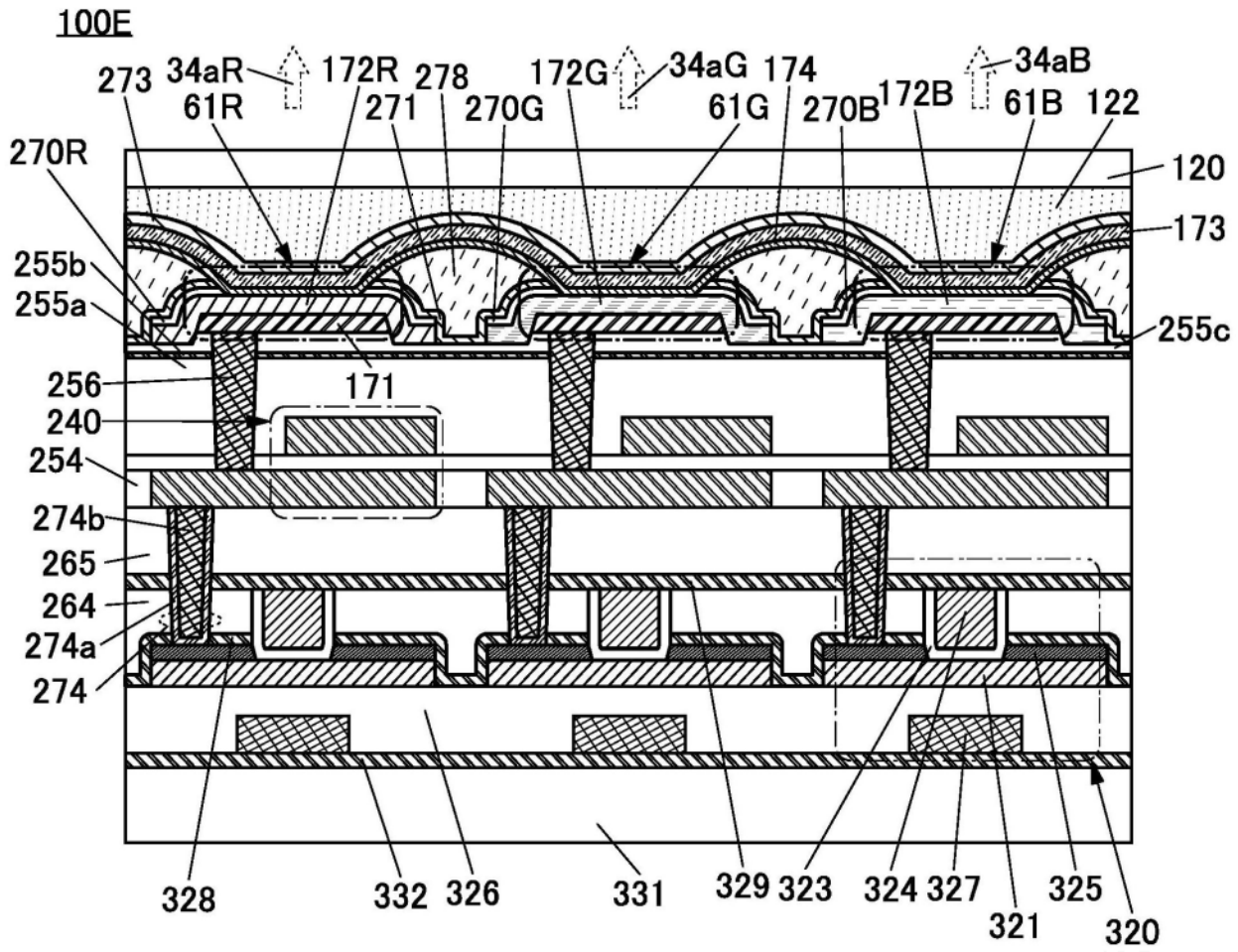

100E
273
34aR
61R
172R
271
278
270G
172G
34aG
61G
174
270B
172B
34aB
61B
122
120
270R
173
255b
255a
255c
256
171
240
254
274b
265
264
274a
274
328
332
326
331
329
323
324
327
321
325
320

图21

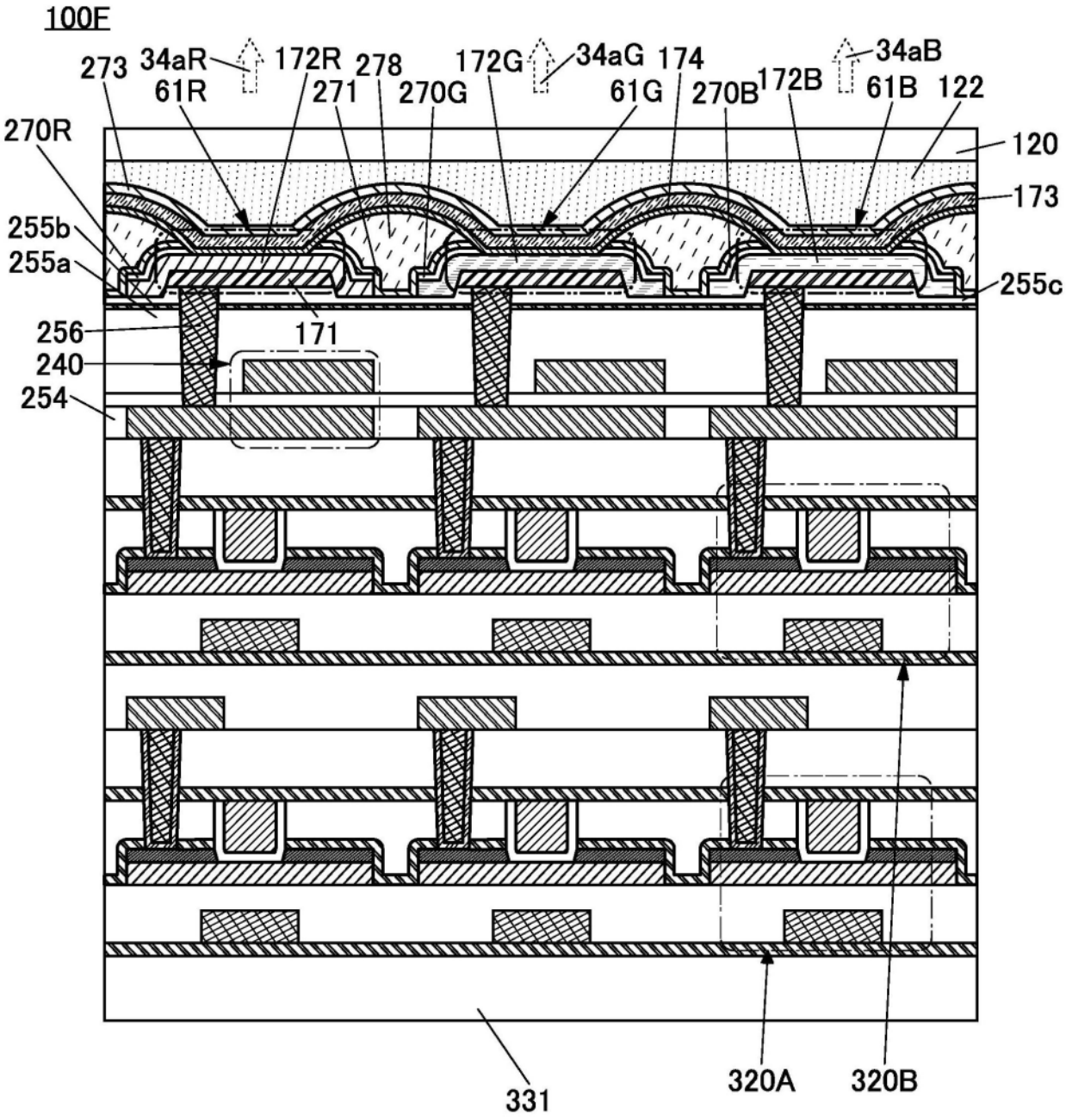

100E
273
34aR
61R
172R
271
278
270G
172G
34aG
61G
174
270B
172B
34aB
61B
122
120
270R
173
255b
255a
255c
256
171
240
254
331
320A
320B

图22

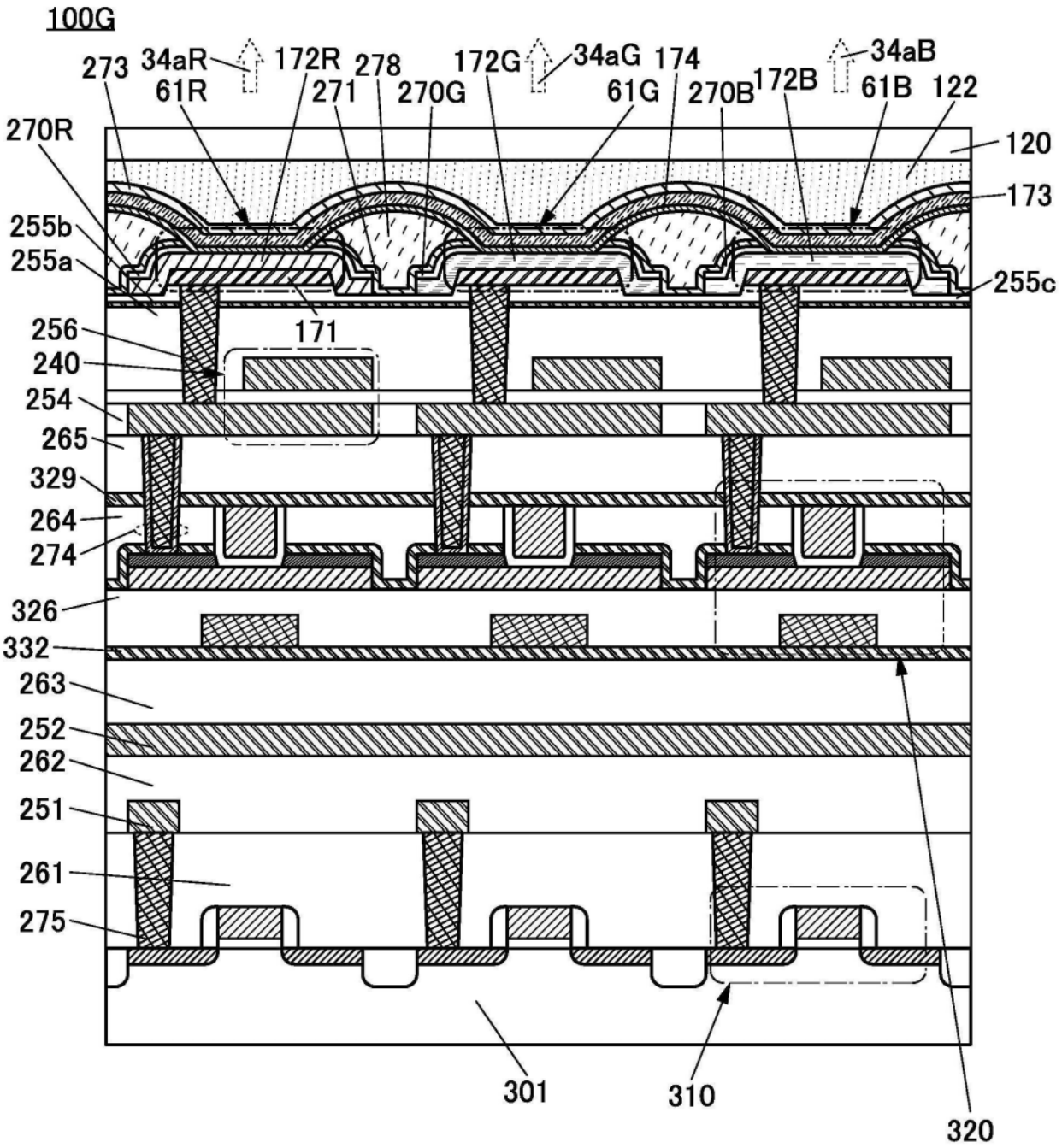

100G
273
34aR
61R
172R
271
278
270G
172G
34aG
61G
174
270B
172B
34aB
61B
122
120
173
270R
255b
255a
255c
171
256
240
254
265
329
264
274
326
332
263
252
262
251
261
275
301
310
320

图23

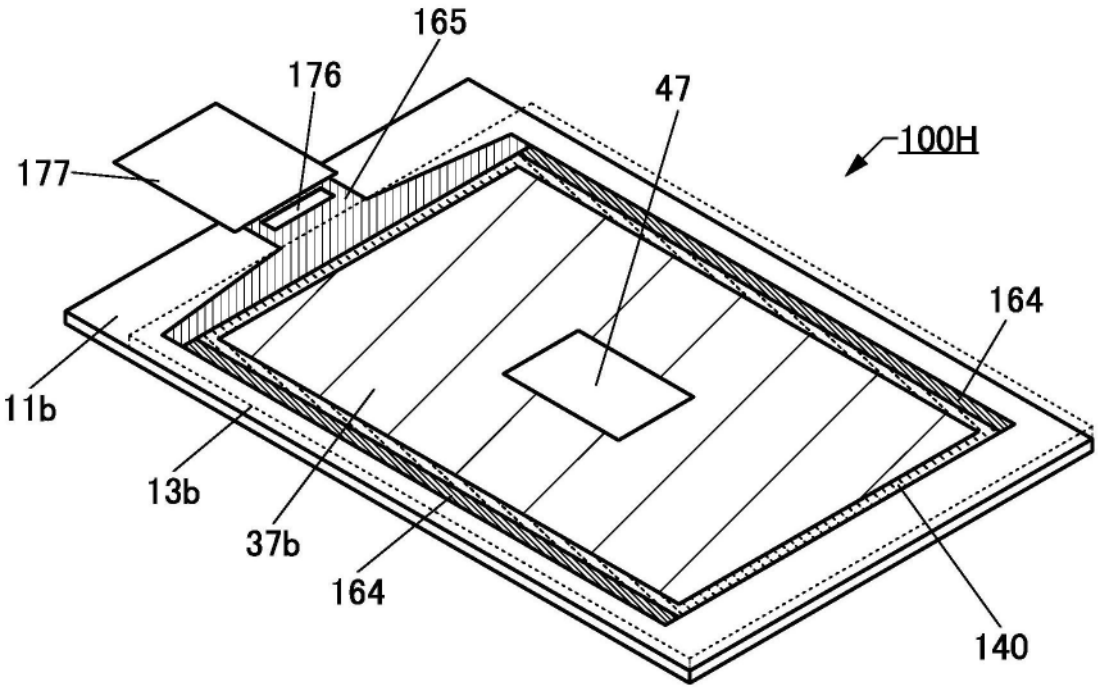


图24

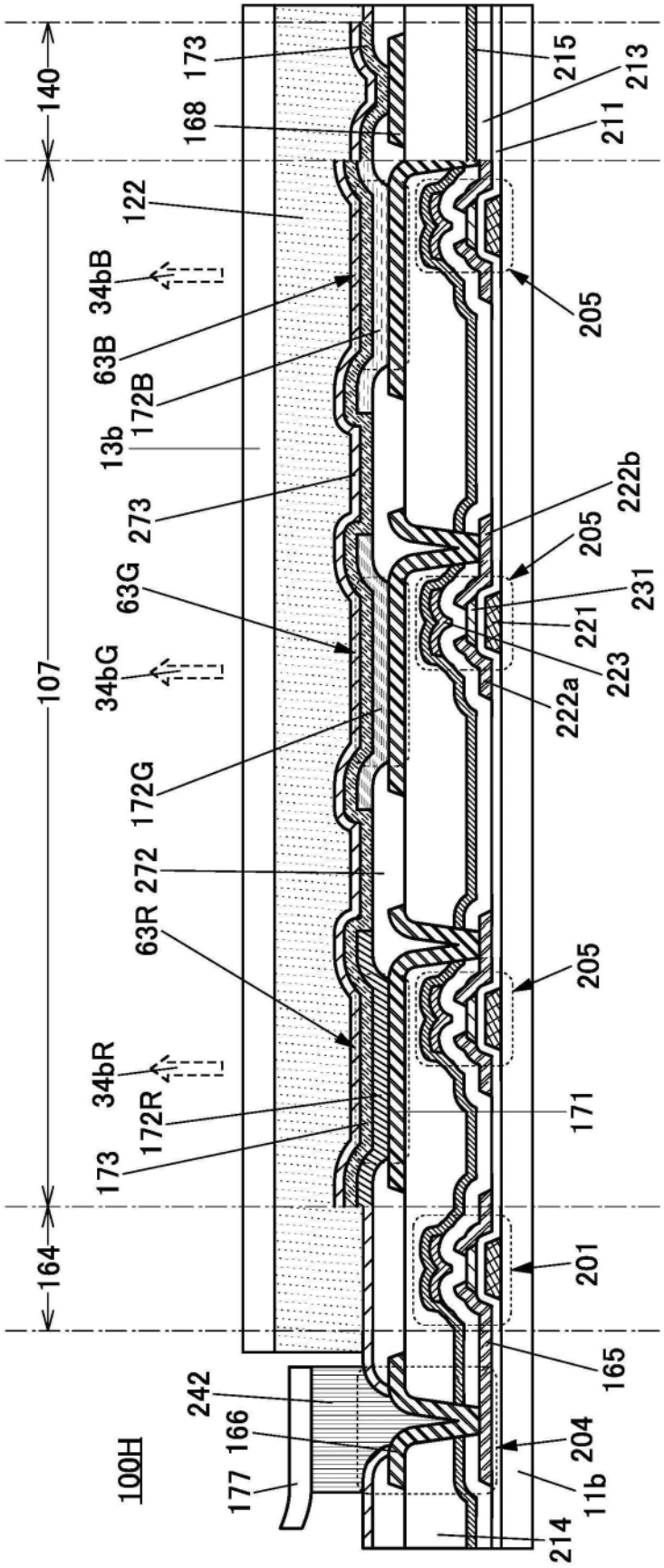

140
107
164
173
168
122
34bB
63B
172B
13b
273
63G
34bG
172G
272
63R
34bR
172R
173
242
166
177
100H
215
213
211
205
222b
205
231
221
223
222a
205
171
201
165
204
11b
214

图25A

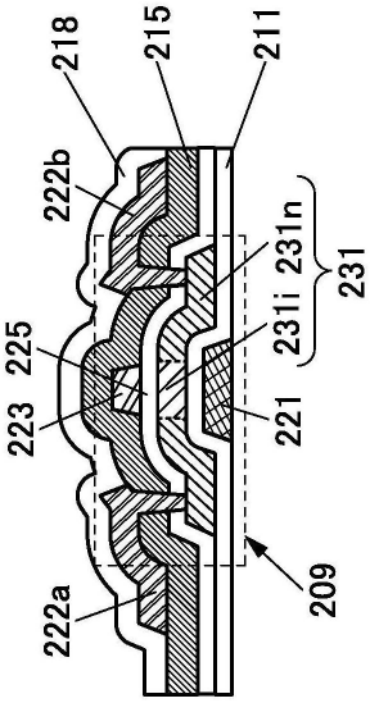

218
215
211
222b
231n
231
231i
225
223
221
209
222a

图25B

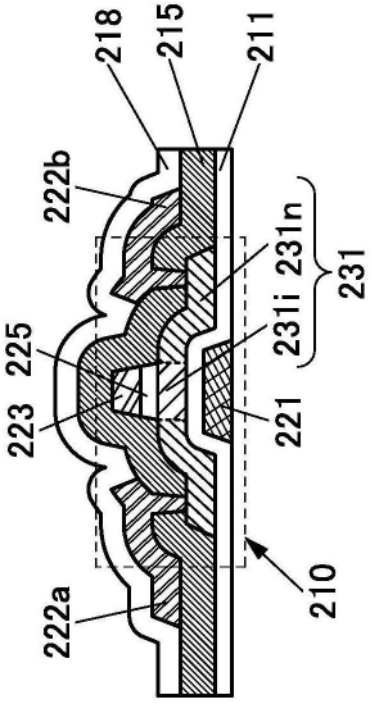

218
215
211
222b
231n
231
231i
225
223
221
210
222a

图25C

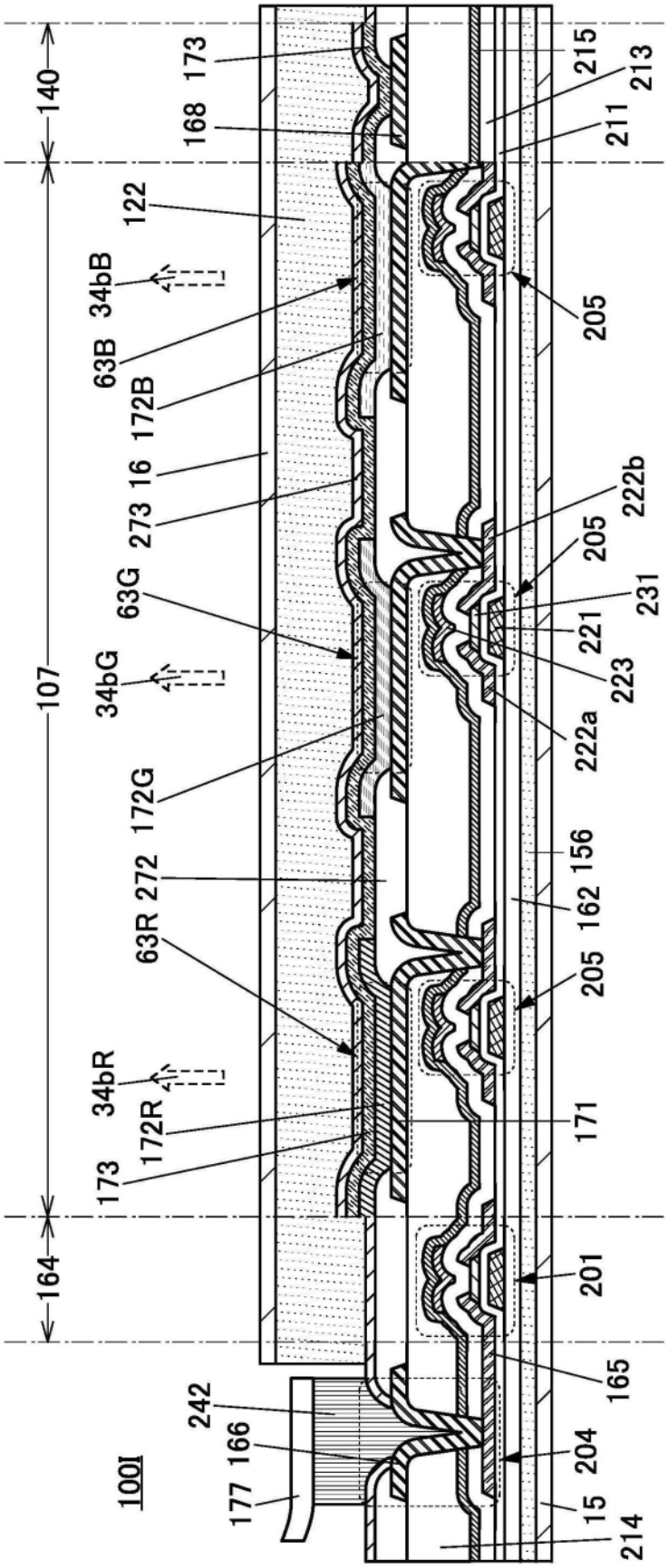

140
107
164
173
168
122
34bB
63B
172B
16
273
63G
34bG
172G
272
63R
34bR
172R
173
242
166
177
100I
215
213
211
205
222b
205
231
221
223
222a
156
162
205
171
201
165
204
15
214

图26

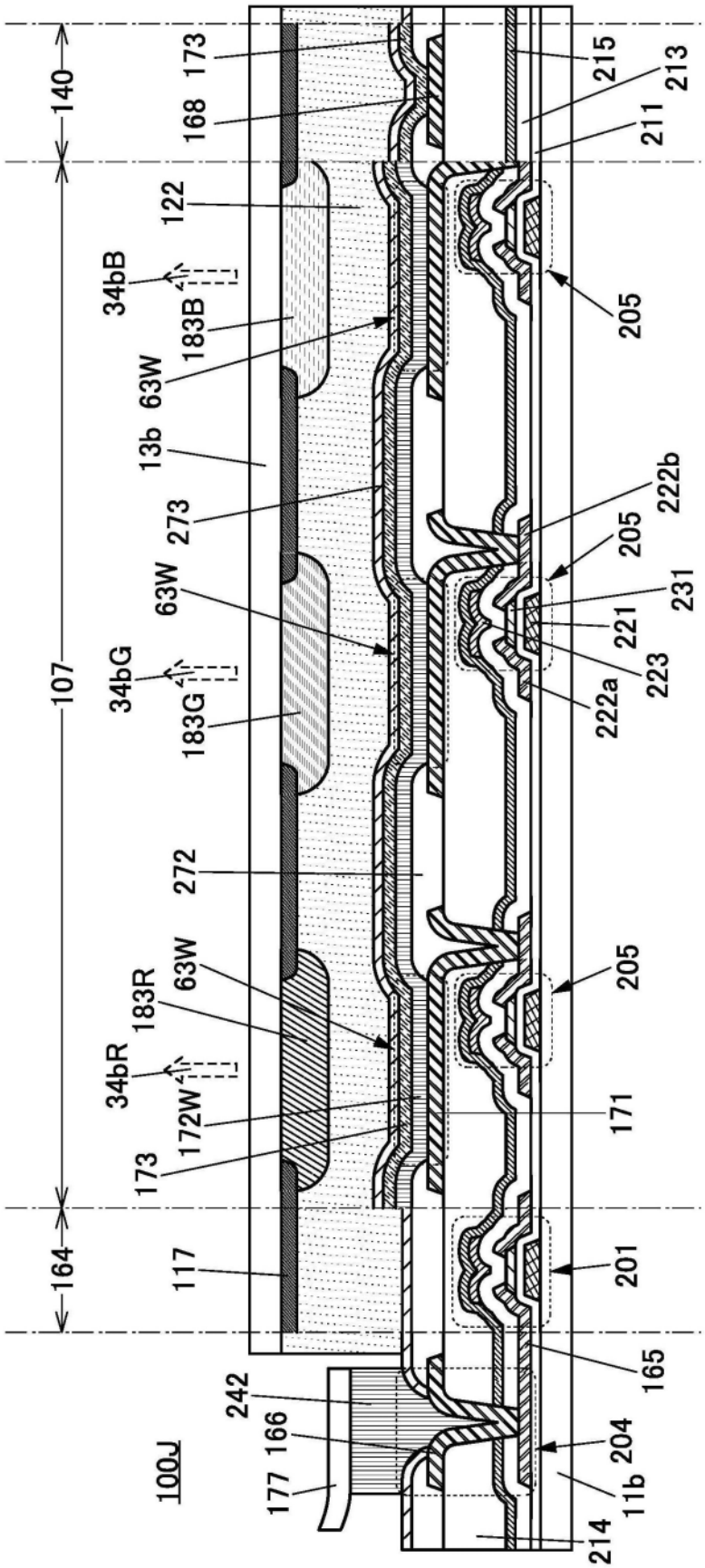

140
107
164
173
168
122
34bB
183B
63W
13b
273
63W
34bG
183G
272
63W
183R
34bR
172W
173
117
242
166
177
100J
215
213
211
205
222b
205
231
221
223
222a
205
171
201
165
204
11b
214

图27

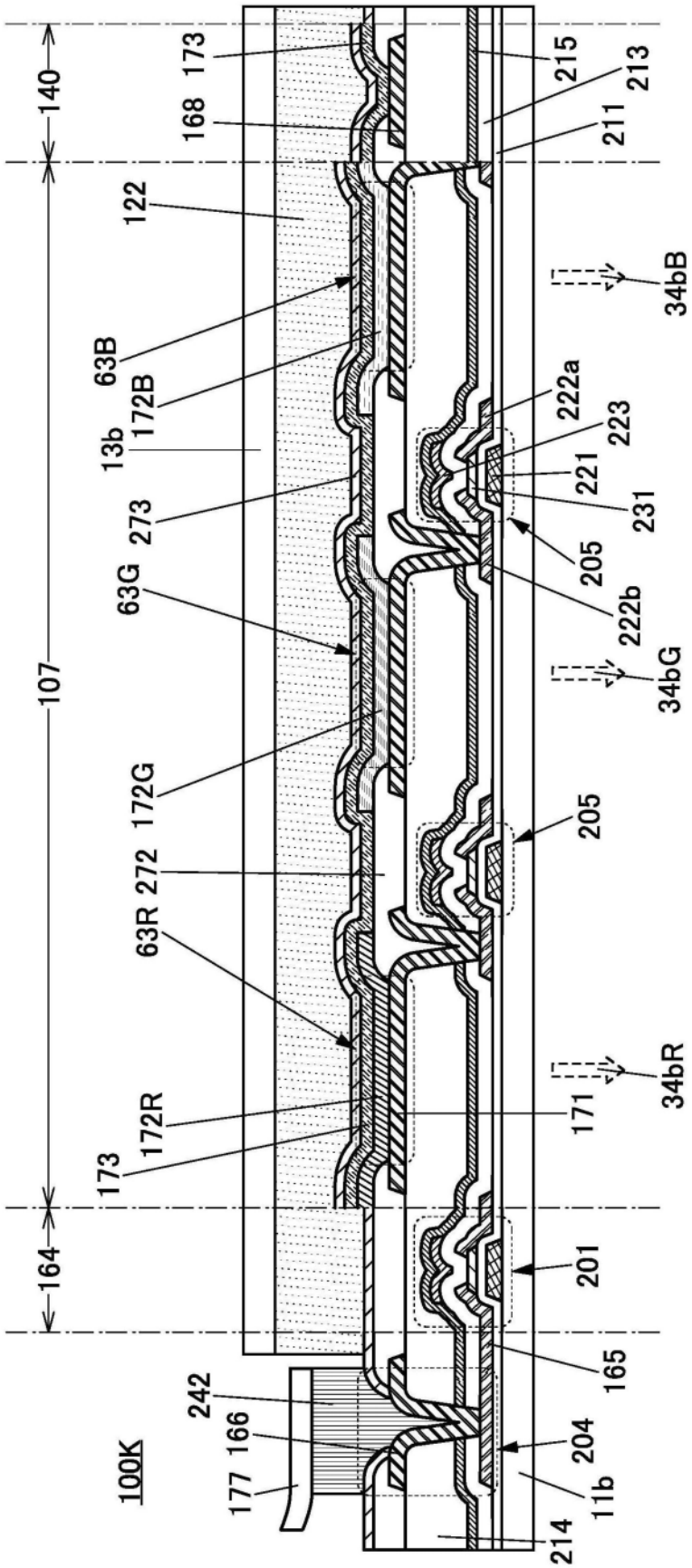

140
107
164
173
168
122
63B
172B
13b
273
63G
172G
272
63R
172R
173
242
166
177
100K
165
201
205
222a
223
221
231
222b
34bB
34bG
34bR
171
204
11b
214
215
213
211

图28

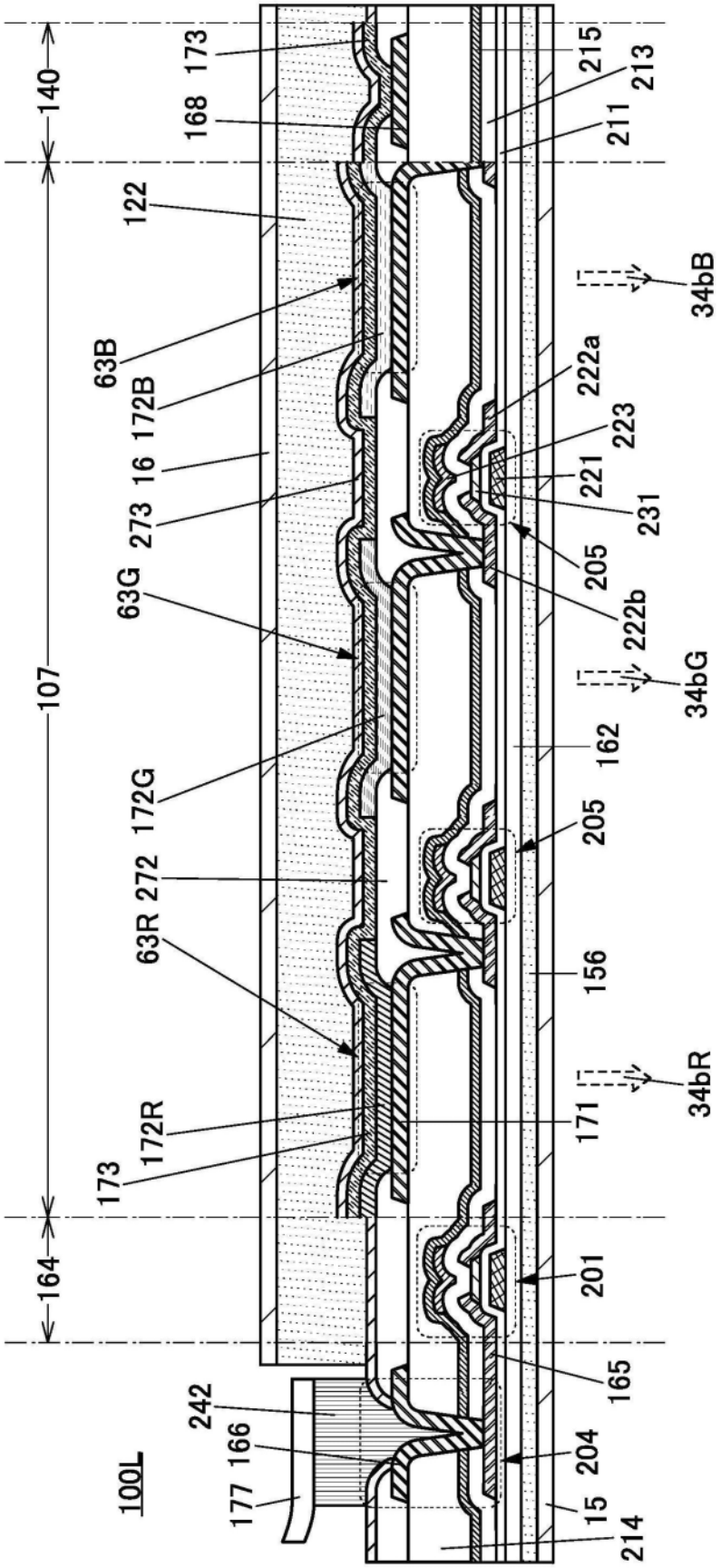

140
107
164
173
168
122
63B
172B
16
273
63G
172G
272
63R
172R
173
100L
242
166
177
215
213
211
34bB
222a
223
221
231
205
222b
34bG
162
205
156
34bR
171
201
165
204
15
214

图29

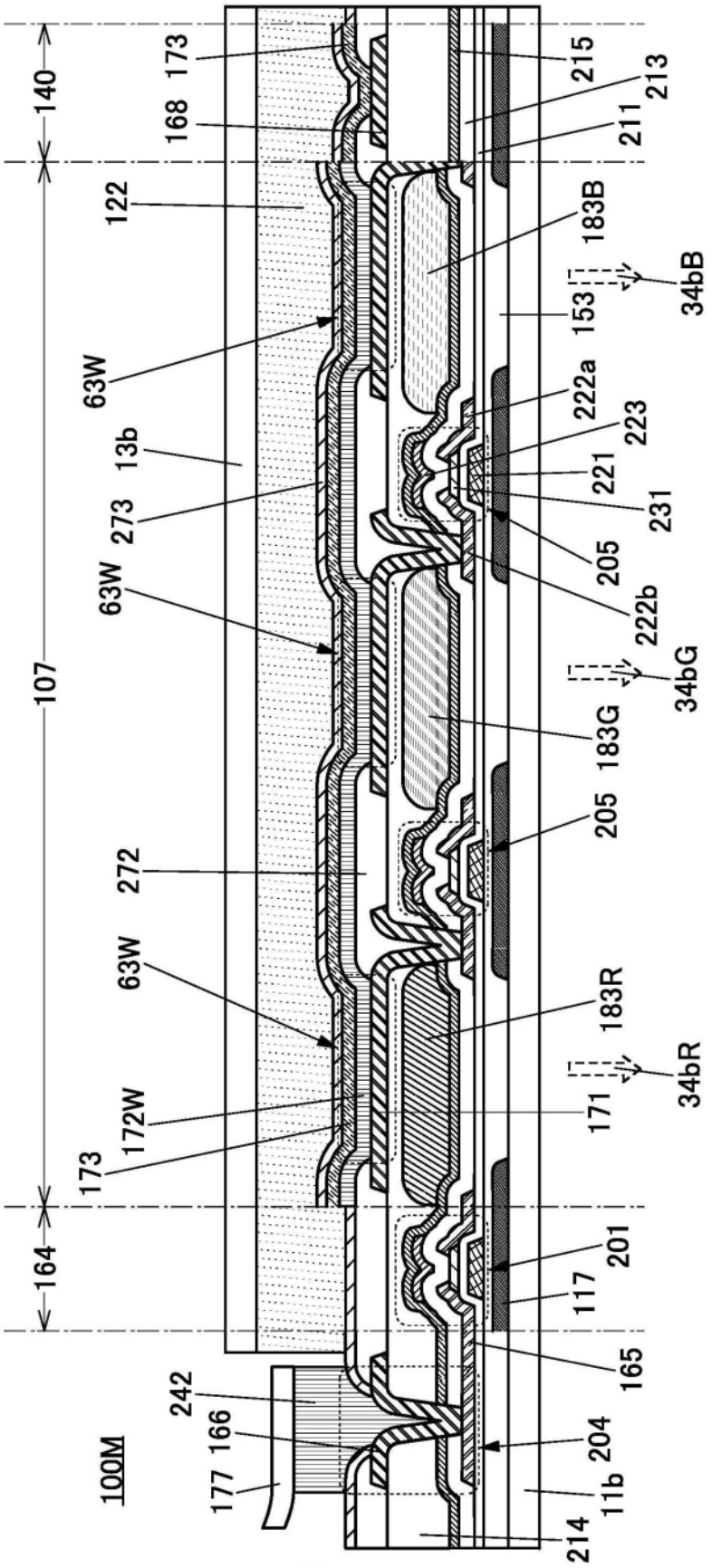

140
107
164
173
168
122
63W
13b
273
63W
272
63W
172W
173
242
166
177
100M
215
213
211
183B
34bB
153
222a
223
221
231
205
222b
34bG
183G
205
183R
34bR
171
201
117
165
204
11b
214

图30

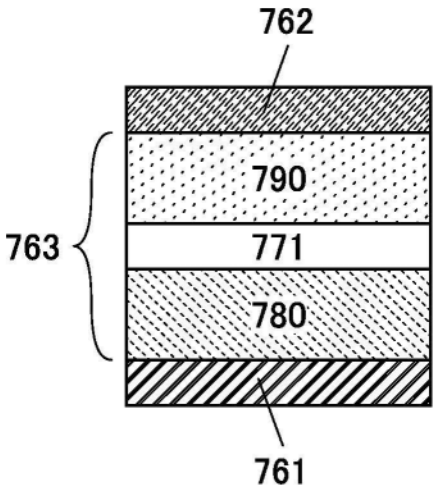


图31A

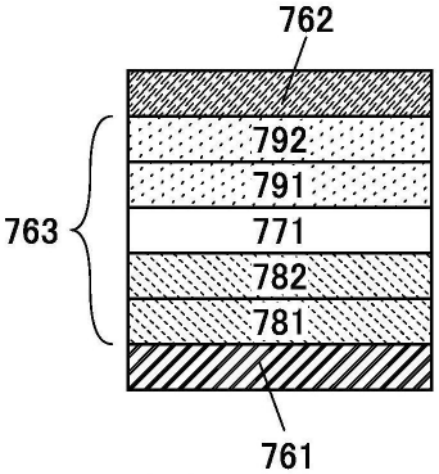


图31B

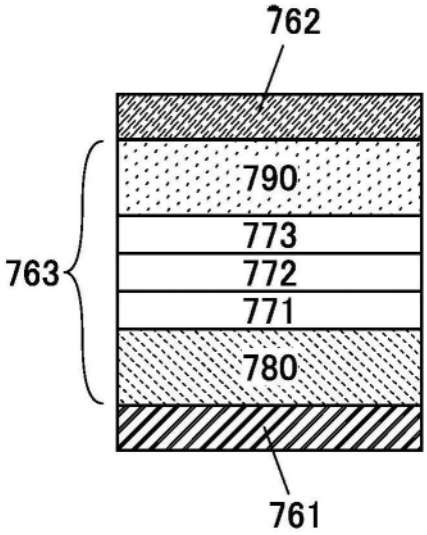

762
790
773
772
771
780
763
761

图31C

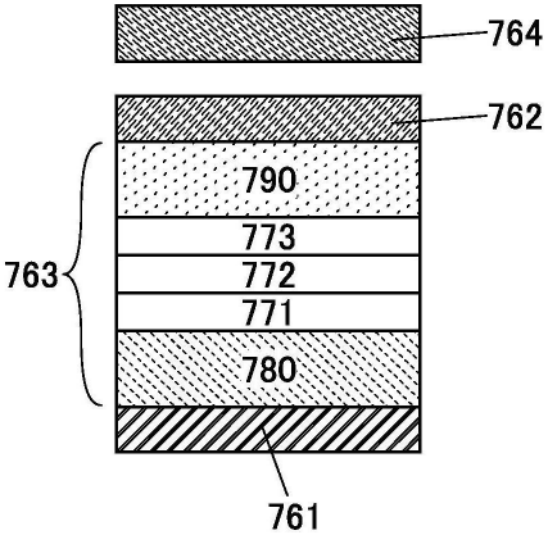

764
762
790
773
772
771
780
763
761

图31D

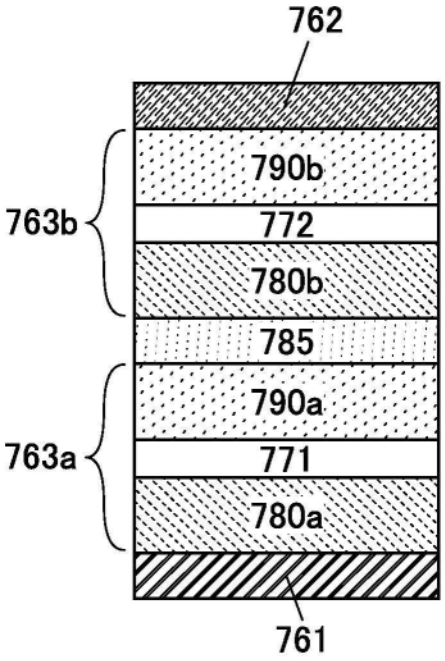

762
790b
763b
772
780b
785
790a
763a
771
780a
761

图31E

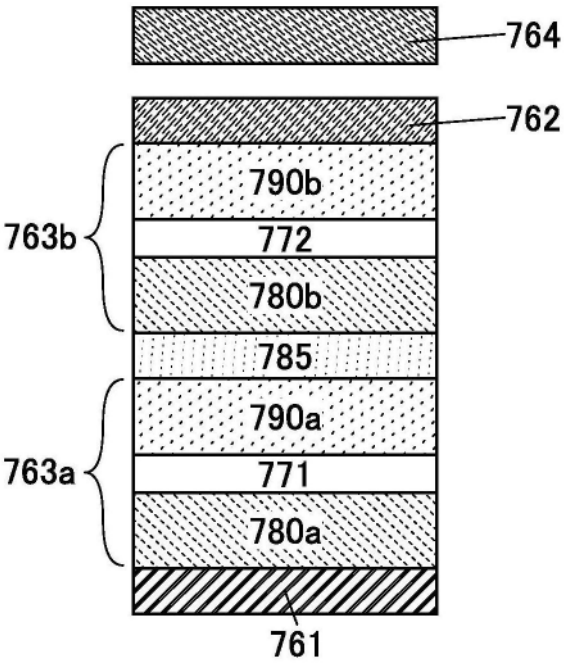

764
762
790b
763b
772
780b
785
790a
763a
771
780a
761

图31F

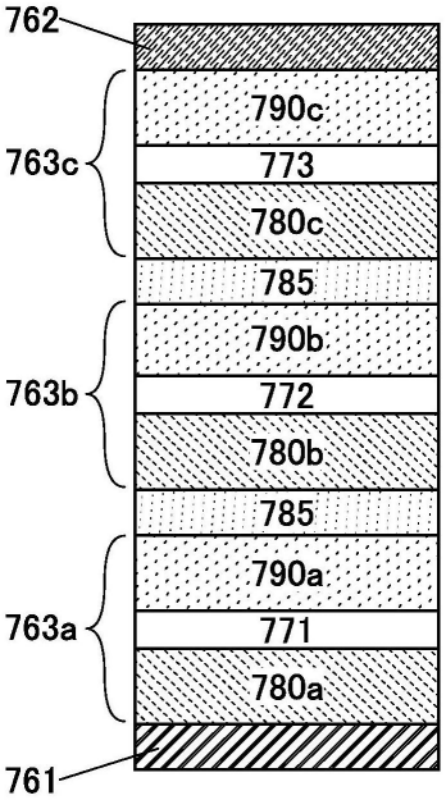

762
790c
763c
773
780c
785
790b
763b
772
780b
785
790a
763a
771
780a
761

图32A

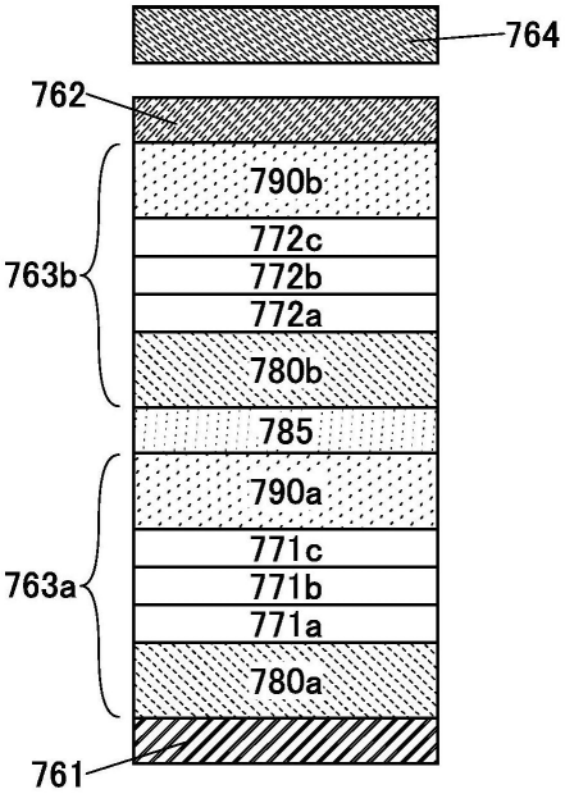

764
762
790b
772c
763b
772b
772a
780b
785
790a
771c
763a
771b
771a
780a
761

图32B

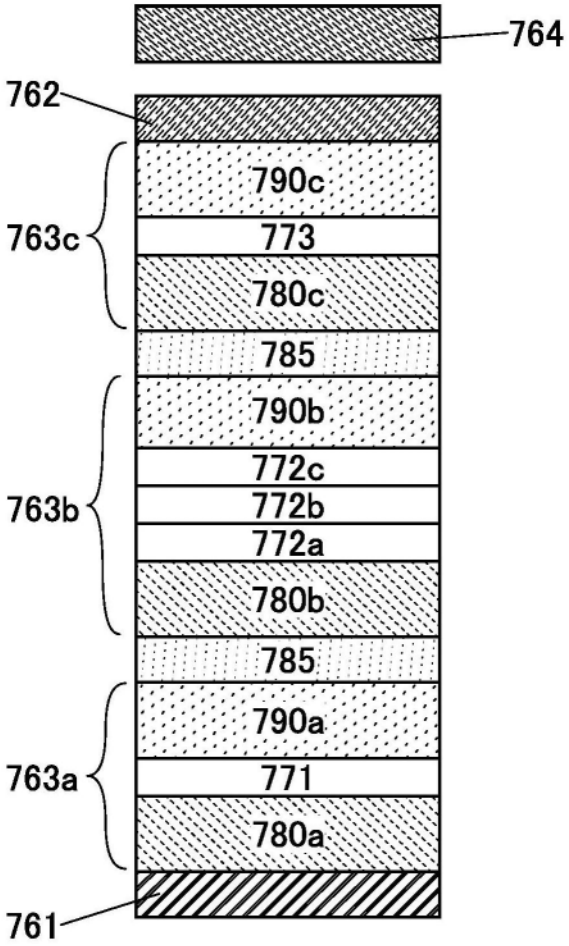

764
762
790c
763c
773
780c
785
790b
772c
763b
772b
772a
780b
785
790a
763a
771
780a
761

图32C