



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113412511 A

(43) 申请公布日 2021.09.17

(21) 申请号 202080013244.7

(22) 申请日 2020.02.13

(30) 优先权数据

2019-030646 2019.02.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/051163 2020.02.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/170083 EN 2020.08.27

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 山崎舜平 池田隆之 小林英智

肉户英明 木村清贵 中川贵史

根井孝征 林健太郎

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

代理人 刘偶

(51) Int.Cl.

G09G 5/00 (2006.01)

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/3233 (2006.01)

G09G 3/3291 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

H04N 5/64 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

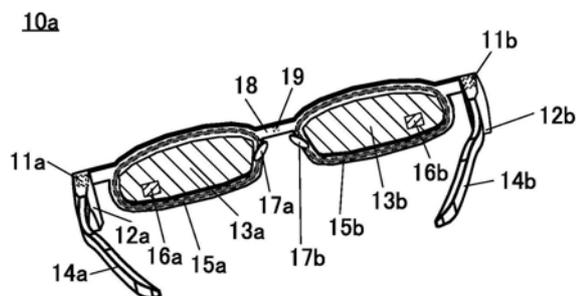
权利要求书2页 说明书65页 附图50页

(54) 发明名称

眼镜式电子设备

(57) 摘要

目的是提供一种能够准确地识别使用者的脸的特征的电子设备的。一种眼镜式电子设备包括第一光学部件、第二光学部件、镜架、摄像装置、特征抽取单元以及感情推断单元，镜架与第一光学部件的侧面及第二光学部件的侧面接触，摄像装置与镜架接触，摄像装置具有检测出使用者的脸的一部分的功能，特征抽取单元具有从所检测出的脸的一部分抽取使用者的脸的特征的功能，并且感情推断单元具有从所抽取的特征推断出关于使用者的信息的功能。



1. 一种眼镜式电子设备,包括:  
第一光学部件;  
第二光学部件;  
镜架;  
摄像装置;  
特征抽取单元;以及  
感情推断单元,  
其中,所述镜架与所述第一光学部件的侧面及所述第二光学部件的侧面接触,  
所述摄像装置与所述镜架接触,  
所述摄像装置检测出使用者的脸的一部分,  
所述特征抽取单元从所检测出的所述脸的一部分抽取出使用者的脸的特征,  
并且,所述感情推断单元从所抽取的所述特征推断出关于所述使用者的信息。
2. 根据权利要求1所述的眼镜式电子设备,其中所述信息为所述使用者的疲劳程度或感情。
3. 根据权利要求1所述的眼镜式电子设备,还包括显示装置,  
其中所述显示装置显示对应于所述信息的图像。
4. 根据权利要求3所述的眼镜式电子设备,  
其中所述显示装置包括发光元件,  
并且所述发光元件为有机EL元件。
5. 根据权利要求3所述的眼镜式电子设备,  
其中所述显示装置包括晶体管,  
并且所述晶体管在沟道形成区中含有金属氧化物。
6. 一种眼镜式电子设备,包括:  
第一光学部件;  
第二光学部件;  
镜架;  
摄像装置;以及  
显示装置,  
其中,所述摄像装置包括检测出受光量的光电转换元件,  
所述镜架与所述第一光学部件的侧面及所述第二光学部件的侧面接触,  
所述摄像装置与所述镜架接触,  
所述显示装置包括第一层及第二层的叠层,  
所述第一层包括栅极驱动电路及源极驱动电路,  
所述第二层包括像素排列为矩阵形状的像素阵列,  
所述栅极驱动电路及所述源极驱动电路分别包括与所述像素的一部分重叠的区域,  
并且,所述栅极驱动电路包括与所述源极驱动电路重叠的区域。
7. 根据权利要求6所述的眼镜式电子设备,  
其中所述显示装置包括DA转换电路,  
所述DA转换电路包括电位生成电路及传输晶体管逻辑电路,

所述电位生成电路设置在所述源极驱动电路的外部，  
所述传输晶体管逻辑电路设置在所述源极驱动电路中，  
所述电位生成电路生成不同水平的多个电位，  
并且所述传输晶体管逻辑电路接收图像数据并基于该图像数据的数字值输出所述电位生成电路所生成的所述多个电位中的任一个。

8. 根据权利要求6所述的眼镜式电子设备，  
其中所述像素都包括发光元件，  
并且所述发光元件为有机EL元件。

9. 根据权利要求6所述的眼镜式电子设备，  
其中所述像素都包括晶体管，  
并且所述晶体管在沟道形成区中含有金属氧化物。

## 眼镜式电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明的一个实施方式涉及一种眼镜式电子设备。

[0002] 注意,本发明的一个实施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实施方式的技术领域的例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置、输入输出装置、这些装置的驱动方法或制造方法。半导体装置是指能够通过利用半导体特性而工作的所有装置。

### 背景技术

[0003] 已知有基于人脸的拍摄图像的表情识别技术。该表情识别技术例如应用于数码相机等在拍摄对象的脸上现出笑容或者拍摄对象的视线对准相机的一瞬间自动拍摄的技术。

[0004] 作为表情识别技术,例如,专利文献1公开了检测出脸的特征并基于该特征以高精度识别表情的技术。

[0005] [参考文献]

[0006] [专利文献]

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开第2007-087346号公报

### 发明内容

[0008] 例如,可以使用红外光照射脸并检测出被反射的红外光,来进行表情识别。在此,如果发射红外光等的光源及检测出被反射的红外光等的传感器远离脸,特别是眼睛,可能会不能准确地识别表情。

[0009] 本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种能够准确地识别使用者的脸的特征的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种能够准确地推断使用者的感情的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种能够准确地推断使用者的疲劳程度的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种新颖的电子设备。

[0010] 此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括像素个数多的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括清晰度高的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括能够显示高清晰度图像的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括能够显示高质量图像的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括能够显示富有临场感的图像的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括能够显示高亮度图像的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括被窄边框化了的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括小型显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括以高速工作的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括低功耗的显示装置的电子设备。此

外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括廉价的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括可靠性高的显示装置的电子设备。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种包括新颖的显示装置的电子设备。

[0011] 此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种新颖的显示装置。此外,本发明的一个实施方式的目的之一是提供一种新颖的摄像装置。

[0012] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。注意,本发明的一个实施方式并不需要实现所有上述目的。此外,上述以外的目的是可以从说明书、附图、权利要求书等的记载衍生出来的。

[0013] 本发明的一个实施方式是眼镜式电子设备,该眼镜式电子设备包括第一光学部件、第二光学部件、镜架、摄像装置、特征抽取单元以及感情推断单元,镜架与第一光学部件的侧面及第二光学部件的侧面接触,摄像装置与镜架接触,摄像装置具有检测出使用者的脸的一部分的功能,特征抽取单元具有从所检测出的脸的一部分抽取出使用者的脸的特征的功能,并且感情推断单元具有从所抽取的特征推断出关于使用者的信息的功能。

[0014] 此外,在上述实施方式中,信息可以为使用者的疲劳程度或感情。

[0015] 此外,在上述实施方式中,还可以包括显示装置,该显示装置也可以显示对应于信息的图像。

[0016] 此外,在上述实施方式中,显示装置还可以包括发光元件,该发光元件也可以为有机EL元件。

[0017] 此外,在上述实施方式中,显示装置还可以包括晶体管,该晶体管的沟道形成区也可以含有金属氧化物。

[0018] 此外,本发明的一个实施方式是眼镜式电子设备,该眼镜式电子设备包括第一光学部件、第二光学部件、镜架、摄像装置以及显示装置,摄像装置包括具有检测出受光量的功能的光电转换元件,镜架与第一光学部件的侧面及第二光学部件的侧面接触,摄像装置与镜架接触,显示装置设置有第一层及第二层的叠层,第一层具有栅极驱动电路及源极驱动电路,第二层具有像素排列为矩阵形状的像素阵列,栅极驱动电路及源极驱动电路具有与像素重叠的区域,并且栅极驱动电路具有与源极驱动电路重叠的区域。

[0019] 此外,在上述实施方式中,显示装置还可以包括DA转换电路,该DA转换电路包括电位生成电路及传输晶体管逻辑电路,电位生成电路设置在源极驱动电路的外部,传输晶体管逻辑电路设置在源极驱动电路中,电位生成电路具有生成不同水平的多个电位的功能,并且传输晶体管逻辑电路具有接收图像数据并基于该图像数据的数字值输出电位生成电路所生成的多个电位中的任一个的功能。

[0020] 此外,在上述实施方式中,像素还可以包括发光元件,该发光元件也可以为有机EL元件。

[0021] 此外,在上述实施方式中,像素还可以包括晶体管,该晶体管的沟道形成区也可以含有金属氧化物。

[0022] 根据本发明的一个实施方式,可以提供一种能够准确地识别使用者的脸的特征的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种能够准确地推断使用者的感情的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种能够准确地推断使用者的疲劳程度的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种新颖的电子设备。

[0023] 此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括像素个数多的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括清晰度高的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括能够显示高清晰度图像的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括能够显示高质量图像的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括能够显示富有临场感的图像的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括能够显示高亮度图像的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括被窄边框化了的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括小型显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括以高速工作的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括低功耗的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括廉价的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括可靠性高的显示装置的电子设备。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种包括新颖的显示装置的电子设备。

[0024] 此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种新颖的显示装置。此外,根据本发明的一个实施方式,可以提供一种新颖的摄像装置。

[0025] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。注意,本发明的一个实施方式并不需要具有所有上述效果。此外,上述以外的效果是可以从说明书、附图、权利要求书等的记载衍生出来的。

## 附图说明

[0026] 在附图中:

[0027] 图1A及图1B是示出电子设备的结构实例的图;

[0028] 图2A及图2B是示出电子设备的结构实例的图;

[0029] 图3A至图3C是示出电子设备的结构实例的图;

[0030] 图4是示出电子设备的结构实例的方框图;

[0031] 图5A及图5B是示出神经网络的结构实例的图,而图5C是示出感情推断的图;

[0032] 图6A是示出电子设备的使用方式的一个例子的图,而图6B是示出电子设备的使用者的视界的例子的图;

[0033] 图7是示出电子设备的结构实例的方框图;

[0034] 图8是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0035] 图9是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0036] 图10是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0037] 图11是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0038] 图12是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0039] 图13是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0040] 图14是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0041] 图15是示出显示装置的结构实例的方框图;

[0042] 图16是示出DA转换电路的结构实例的电路图;

- [0043] 图17是示出移位寄存器的结构实例的方框图；
- [0044] 图18A是示出移位寄存器的结构实例的方框图，而图18B是示出移位寄存器的结构实例的电路图；
- [0045] 图19是示出栅极驱动电路及源极驱动电路的配置实例的示意图；
- [0046] 图20是示出栅极驱动电路及源极驱动电路的配置实例的俯视图；
- [0047] 图21A至图21G是示出像素的结构实例的图；
- [0048] 图22A及图22B是示出像素的结构实例的电路图；
- [0049] 图23A是示出像素的结构实例的电路图，而图23B是示出像素的工作方法的一个例子的时序图；
- [0050] 图24A至图24E是示出像素的结构实例的电路图；
- [0051] 图25是示出显示装置的结构实例的方框图；
- [0052] 图26是说明显示装置的工作实例的图；
- [0053] 图27是示出显示装置的结构实例的截面图；
- [0054] 图28是示出显示装置的结构实例的截面图；
- [0055] 图29是示出显示装置的结构实例的截面图；
- [0056] 图30是示出显示装置的结构实例的截面图；
- [0057] 图31A及图31B是示出像素的结构实例的俯视图；
- [0058] 图32是示出像素的结构实例的俯视图；
- [0059] 图33是示出像素的结构实例的截面图；
- [0060] 图34A是示出像素的结构实例的示意图，而图34B是示出像素的结构实例的俯视图；
- [0061] 图35A及图35B是示出像素的结构实例的俯视图；
- [0062] 图36是示出像素的结构实例的俯视图；
- [0063] 图37是示出像素的结构实例的俯视图；
- [0064] 图38是示出像素的结构实例的截面图；
- [0065] 图39A至图39E是示出发光元件的结构实例的图；
- [0066] 图40A及图40B是示出摄像装置的结构实例的截面图；
- [0067] 图41A是示出晶体管的结构实例的俯视图，而图41B及图41C是示出晶体管的结构实例的截面图；
- [0068] 图42A是示出晶体管的结构实例的俯视图，而图42B及图42C是示出晶体管的结构实例的截面图；
- [0069] 图43A是示出晶体管的结构实例的俯视图，而图43B及图43C是示出晶体管的结构实例的截面图。

### 具体实施方式

[0070] 以下，参照附图对实施方式进行说明。但是，实施方式可以以多个不同方式来实施，所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实，就是其方式和详细内容可以被变换为各种各样的形式而不脱离本发明的宗旨及其范围。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。

[0071] 注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的符号来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。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,而不特别附加符号。

[0072] 注意,在本说明书所说明的各个附图中,有时为了容易理解,夸大表示各构成要素的大小、层的厚度、区域。因此,本发明并不局限于附图中的尺寸。

[0073] 在本说明书等中使用的“第一”、“第二”等序数词是为了避免构成要素的混淆而附记的,而不是为了在数目方面上进行限定的。

[0074] 在本说明书中,为了方便起见,使用“上”、“下”、“左”、“右”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构成要素的方向适当地改变。因此,不局限于说明书中所说明的词句,根据情况可以适当地换词句。

[0075] 晶体管是半导体元件的一种,可以进行电流或电压的放大、控制导通或非导通的开关工作等。本说明书中的晶体管包括绝缘栅场效应晶体管(IGFET)和薄膜晶体管(TFT)。

[0076] 此外,在本说明书等中,在晶体管的极性或电路工作中的电流方向变化等的情况等下,晶体管所包括的源极及漏极的功能有时相互调换。因此,“源极”和“漏极”的词语可以相互调换。

[0077] 在本说明书等中,“电连接”包括直接连接的情况及通过“具有某种电作用的元件”连接的情况。在此,“具有某种电作用的元件”只要可以进行连接对象间的电信号的授受,就对其没有特别的限制。因此,即便记载为“电连接”,在实际电路中有时存在没有物理连接的部分而只是布线延伸的情况。此外,即便记载为“直接连接”,有时存在不同导电体通过接触体连接的情况。此外,作为布线,不同导电体有时包含一个以上的同一元素或者有时包含不同元素。

[0078] 此外,在本说明书等中,在没有特别的说明的情况下,关态电流(off-state current)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。

[0079] 此外,在本说明书等中,“电极”或“布线”的词语不在功能上限定其构成要素。例如,有时将“电极”用作“布线”的一部分,反之亦然。再者,“电极”或“布线”还包括多个“电极”或“布线”被形成为一体的情况等。

[0080] 此外,在本说明书等中,“电阻器”的电阻值有时取决于布线的长度。此外,电阻值有时通过连接到具有与用于布线的导电体不同的电阻率的导电体而决定。此外,电阻值有时通过对半导体掺杂杂质而决定。

[0081] 此外,在本说明书等中,电路中的“端子”是指进行电流或电压的输入或输出、信号的接收或发送的部分。因此,布线或电极的一部分有时被用作端子。

[0082] 在本说明书等中,金属氧化物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(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,可以将OS FET称为包含氧化物或氧化物半导体的晶体管。

[0083] (实施方式1)

[0084] 在本实施方式中,参照附图说明本发明的一个实施方式的电子设备。

[0085] 图1A是示出作为本发明的一个实施方式的电子设备的电子设备10a的结构实例的透视图。电子设备10a是眼镜式电子设备,该眼镜式电子设备包括一对显示装置11(显示装置11a、显示装置11b)、一对框体12(框体12a、框体12b)、一对光学部件13(光学部件13a、光学部件13b)、一对镜腿14(镜腿14a、镜腿14b)、一对摄像装置15(摄像装置15a、摄像装置15b)、一对显示区域16(显示区域16a、显示区域16b)以及一对鼻垫17(鼻垫17a、鼻垫17b)。此外,电子设备10a还包括镜架18及摄像头19。

[0086] 在电子设备10a中,显示装置11a及显示装置11b可以分别设置在框体12a及框体12b的内部。例如,框体12a及框体12b可以分别与镜架18的左端侧面及右端侧面接触。此外,框体12a及框体12b也可以分别与镜架18的右端侧面及左端侧面接触。

[0087] 镜腿14a及镜腿14b可以分别与框体12a及框体12b接触。显示区域16a及显示区域16b可以分别与光学部件13a及光学部件13b重叠。镜架18可以与光学部件13a及光学部件13b的侧面接触。

[0088] 摄像头19可以与镜架18接触。例如,摄像头19可以设置于镜架18的鼻梁。也就是说,摄像头19可以设置在光学部件13a和光学部件13b之间。或者,摄像头19可以设置在鼻垫17a和鼻垫17b之间。

[0089] 显示装置11a及显示装置11b具有显示图像的功能。由显示装置11a显示的图像可以投射在显示区域16a上。由显示装置11b显示的图像可以投射在显示区域16b上。由此,电子设备10a的使用者可以通过显示区域16a看到由显示装置11a显示的图像,并可以通过显示区域16b看到由显示装置11b显示的图像。

[0090] 显示装置11优选具有显示高清晰度图像的功能。例如,优选具有显示清晰度为1000ppi以上的图像的功能,更优选具有显示清晰度为2000ppi以上的图像的功能,进一步优选具有显示清晰度为5000ppi以上的图像的功能。因为电子设备10a是眼镜式电子设备,所以使用者的眼睛和显示区域16的距离短。由此,如果由显示装置11显示的图像的清晰度不高,电子设备10a的使用者在看到显示在显示区域16上的图像时会有颗粒感。于是,通过提高由显示装置11显示的图像的清晰度,让使用者以没有颗粒感的方式看到显示在显示区域16上的图像。关于能够显示高清晰度图像的显示装置的具体结构实例将后面描述。

[0091] 显示装置11具有像素。该像素例如包括具有发射红色光的功能的子像素、具有发射绿色光的功能的子像素及具有发射蓝色光的功能的子像素。此外,也可以将具有发射红外光的功能的子像素设置在显示装置11所具有像素中。在此情况下,可以具有通过由摄像装置15检测出红外光来检测出电子设备10a的使用者的眼睛及其周边的状态的功能,在后面描述其详细内容。

[0092] 光学部件13具有透射所入射的光的功能。例如,光学部件13具有透射所入射的可见光的功能。此外,光学部件13具有折射所入射的光的功能。通过使光学部件13具有折射所入射的光的功能,可以校正电子设备10a的使用者的眼睛的折光异常。由此,光学部件13例如可以为透镜。光学部件13例如可以为凹透镜、凸透镜、渐进透镜或多焦点透镜。此外,光学部件13的材料例如可以为塑料或玻璃。

[0093] 此外,光学部件13也可以没有折射所入射的光的功能。在此情况下,例如,当没有眼的折光异常的人使用电子设备10a时,可以抑制使用者的疲劳、头疼、呕吐感等。

[0094] 因为光学部件13具有透光性且设置有显示区域16,所以电子设备10a的使用者可

以与通过光学部件13看到的透过图像重叠地看到显示在显示区域16上的图像。因此,电子设备10a可以为能够进行增强现实(AR)显示的电子设备。

[0095] 此外,光学部件13也可以没有透光性。在此情况下,电子设备10a的使用者看不到外部环境而只看到显示在显示区域16上的图像。因此,电子设备10a可以为能够进行虚拟现实(VR)显示的电子设备。在光学部件13没有透光性的情况下,例如,优选将光学部件13a及光学部件13b所占的区域的整体分别设定为显示区域16a及显示区域16b,由此可以增大电子设备10a的使用者能够看到的图像。

[0096] 摄像装置15具有检测光的功能。在此,除了具有检测出受光量的功能的传感器(光电转换元件)以外,光源也优选设置在摄像装置15中。由此,光源所发射的光例如照射到电子设备10a的使用者的脸,然后传感器能够检测出被反射的该光。例如,摄像装置15可以具有检测出电子设备10a的使用者的眼睛及其周边的状态的功能。由此,电子设备10a可以具有识别使用者的表情等脸的特征的功能,从而例如可以具有推断使用者的疲劳程度、感情等的功能。

[0097] 设置在摄像装置15中的光源例如优选具有发射红外光,例如近红外光的功能。在此情况下,设置在摄像装置15中的传感器例如优选具有检测红外光,例如近红外光的功能。此外,设置在摄像装置15中的光源例如优选具有发射红色光的功能。在此情况下,设置在摄像装置15中的传感器例如优选具有检测红色光的功能。由此,电子设备10a能够准确地识别使用者的表情等脸的特征。

[0098] 此外,设置在摄像装置15中的传感器例如也可以具有检测远红外光的功能。由此,摄像装置15例如可以具有检测脸表面的温度的功能。由此,电子设备10a例如可以具有推断使用者的健康状态、感情等的功能。例如,在摄像装置15包括具有检测红色光的功能的传感器和具有检测远红外光的功能的传感器的双方的情况下,电子设备10a能够更准确地推断使用者的感情等。

[0099] 在本说明书等中,红外光例如是指波长为 $0.7\mu\text{m}$ 以上且 $1000\mu\text{m}$ 以下的光。此外,近红外光例如是指波长为 $0.7\mu\text{m}$ 以上且 $2.5\mu\text{m}$ 以下的光,而中红外光例如是指波长为 $2.5\mu\text{m}$ 以上且 $4\mu\text{m}$ 以下的光。再者,远红外光例如是指波长为 $4\mu\text{m}$ 以上且 $1000\mu\text{m}$ 以下的光。此外,有时将近红外光、中红外光或远红外光简单地称为红外光。此外,在本说明书等中,红色光例如是指波长为 $0.6\mu\text{m}$ 以上且 $0.75\mu\text{m}$ 以下的光。

[0100] 摄像装置15优选与框体18接触。尤其是,优选以包围光学部件13a的方式设置摄像装置15a,以包围光学部件13b的方式设置摄像装置15b。由此,可以缩短电子设备10a的使用者的眼睛与摄像装置15之间的距离,所以电子设备10a能够准确地识别使用者的表情等脸的特征。

[0101] 虽然摄像装置15a及摄像装置15b分别完全包围光学部件13a及光学部件13b,但是本发明的一个实施方式不局限于此。既可以只包围光学部件13a的一部分的方式设置摄像装置15a,又可以只包围光学部件13b的一部分的方式设置摄像装置15b。此外,也可以分别设置两个以上的摄像装置15a及摄像装置15b。

[0102] 光源也可以不设置在摄像装置15中。在此情况下,光源设置在摄像装置15的外部。例如,光源可以设置于镜架18的鼻梁。此外,光源也可以设置在框体12a与光学部件13a之间及框体12b与光学部件13b之间。通过在摄像装置15中不设置光源,可以在摄像装置15中以

高密度设置光电转换元件。

[0103] 此外,在光源不设置在摄像装置15中的情况下,可以使用摄像装置15含有的光电转换元件检测出从显示装置11发射并例如照射到电子设备10a的使用者的脸之后反射出的光。在此情况下,设置在显示装置11中的像素优选具有发射红外光的功能。

[0104] 摄像头19具有拍摄前方,即与镜腿14相反一侧的功能。摄像头19也可以称为摄像装置。

[0105] 接着,参照图1B说明向电子设备10a的显示区域16的图像投射方法。在框体12的内部设置有显示装置11、透镜21、反射板22。此外,相当于光学部件13的显示区域16的部分包括被用作半反射镜的反射面23。

[0106] 显示装置11所发射的光25经过透镜21而被反射板22反射到光学部件13一侧。在光学部件13的内部中,光25在光学部件13的端面反复全反射,在到达反射面23时,图像被投射于反射面23。由此,使用者可以看到被反射面23反射的光25和经过光学部件13(包括反射面23)的透过光26的两个。

[0107] 图1B示出反射板22及反射面23都具有曲面的例子。由此,与反射板22及反射面23是平面的情况相比,可以提高光学设计的自由度,从而可以减薄光学部件13的厚度。此外,反射板22及反射面23也可以是平面。

[0108] 作为反射板22,可以使用具有镜面的部件,并且该部件优选具有高反射率。此外,作为反射面23,也可以使用利用金属膜的反射的半反射镜,但是当使用利用全反射的棱镜等时,可以提高透过光26的透过率。

[0109] 在此,框体12优选具有调整透镜21和显示装置11之间的距离及角度的机构。由此,可以进行焦点调整、图像的扩大、缩小等。例如,采用透镜21及显示装置11中的一个或两个能够在光轴方向上移动的结构,即可。

[0110] 此外,框体12优选具有能够调整反射板22的角度的机构。通过改变反射板22的角度,可以改变显示图像的显示区域16的位置。由此,可以根据使用者的眼睛的位置将显示区域16配置于最合适的位置上。

[0111] 图2A和图2B是示出作为本发明的一个实施方式的电子设备的电子设备10b的结构实例的外观图。电子设备10b可以为头戴显示器(HMD)。此外,电子设备10b也可以被称为护目镜式电子设备。此外,电子设备10b也可以被称为眼镜式电子设备。

[0112] 电子设备10b包括框体31、显示装置33、固定部件34、一对光学部件35(光学部件35a、光学部件35b)、一对镜架36(镜架36a、镜架36b)、一对摄像装置37(摄像装置37a、摄像装置37b)及光源40。

[0113] 此外,在电子设备10b中设置有开口部32,以与开口部32接触的方式设置有光学部件35、镜架36以及光源40。镜架36与光学部件35的侧面接触并包围光学部件35。光源40例如可以设置在光学部件35a与光学部件35b之间。此外,显示装置33可以设置在框体31的内部。

[0114] 显示装置33具有显示图像的功能。电子设备10b的使用者能够通过光学部件35看到显示装置33所显示的图像。与电子设备10a含有的显示装置11同样,显示装置33优选具有显示高清晰度图像的功能。例如,在显示区域的尺寸为8英寸的情况下,显示装置33优选具有显示分辨率为8K4K的图像的功能。

[0115] 光学部件35优选具有与电子设备10a含有的光学部件13同样的功能。此外,光学部

件35的材料、结构等也可以与光学部件13同样。

[0116] 电子设备10b的使用者能够通过光学部件35看到显示装置33所显示的图像。电子设备10b可以为能够进行VR显示的电子设备。

[0117] 摄像装置37具有检测光的功能。在摄像装置37中设置有光电转换元件。因为在电子设备10b中设置有光源40,所以也可以在摄像装置37中不设置光源。

[0118] 电子设备10b具有摄像装置37及光源40,由此光源40所发射的光例如照射到电子设备10b的使用者的脸,然后摄像装置37能够检测出被反射的该光。例如,摄像装置37可以具有检测出电子设备10b的使用者的眼睛及其周边的状态的功能。由此,与电子设备10a同样,电子设备10b可以具有识别使用者的表情等脸的特征的功能,从而例如可以具有推断使用者的疲劳程度、感情等的功能。

[0119] 光源40例如优选具有发射红外光,例如近红外光的功能。在此情况下,摄像装置37例如优选具有检测红外光,例如近红外光的功能。此外,光源40例如优选具有发射红色光的功能。在此情况下,摄像装置37例如优选具有检测红色光的功能。由此,电子设备10b能够准确地识别使用者的表情等脸的特征。此外,与电子设备10a含有的摄像装置15同样,摄像装置37也可以具有检测远红外线的功能。

[0120] 此外,电子设备10b也可以不具有光源40。在此情况下,通过在显示装置33中设置有发射红外光的功能的像素,可以使摄像装置37例如具有检测出电子设备10b的使用者的眼睛及其周边的状态的功能。

[0121] 摄像装置37a优选与镜架36a接触。此外,摄像装置37b优选与镜架36b接触。由此,可以缩短电子设备10b的使用者的眼睛与摄像装置37之间的距离,所以电子设备10b能够准确地识别使用者的表情等脸的特征。

[0122] 虽然摄像装置37a及摄像装置37b分别完全包围光学部件35a及光学部件35b,但是本发明的一个实施方式不局限于此。既可以只包围光学部件35a的一部分的方式设置摄像装置37a,又可以只包围光学部件35b的一部分的方式设置摄像装置37b。此外,也可以分别设置两个以上的摄像装置37a及摄像装置37b。

[0123] 在图2A和图2B中,以与镜架36接触的方式设置摄像装置37,但是本发明的一个实施方式不局限于此。例如,也可以以与开口部32接触的方式设置摄像装置37。例如,如图3A所示,也可以以包围光学部件35及镜架36的方式设置摄像装置37。此外,如图3B所示,也可以以包围光学部件35且与镜架36接触的方式设置一个摄像装置37,并以包围镜架36且与开口部32接触的方式设置另一个摄像装置37。

[0124] 此外,电子设备10b也可以没有摄像装置37。在此情况下,例如,如图3C所示,可以与镜架36a接触的方式设置光源40a,并以与镜架36b接触的方式设置光源40b。也就是说,可以使用光源40代替摄像装置37。在电子设备10b没有摄像装置37的情况下,例如,在显示装置33中设置光电转换元件。也就是说,通过使显示装置33具有摄像装置的功能,可以使电子设备10b具有例如检测出使用者的眼睛及其周边的状态的功能。

[0125] 图4是示出电子设备10(电子设备10a及电子设备10b)的结构实例的方框图。电子设备10包括信息提供单元51、拍摄对象检测单元52、特征抽取单元53、推断单元54以及信息生成单元55。

[0126] 注意,本说明书的附图示出在独立的方框中根据其功能进行分类的构成要素,但

是在实际上,构成要素难以根据功能被清楚地划分,一个构成要素有时具有多个功能,还有时由多个构成要素实现一个功能。

[0127] 信息提供单元51具有刺激电子设备10的使用者的视觉、嗅觉、听觉或触觉的功能。信息提供单元51可以将将在后述信息生成单元55中生成的信息提供(输出)给电子设备10的使用者。电子设备10a含有的显示区域16及电子设备10b含有的显示装置33也可以说是信息提供单元51的一部分或信息提供单元51。

[0128] 作为信息提供单元51,可以使用各种各样的硬件。例如,在刺激电子设备10的使用者的视觉(或者对使用者提供信息)的情况下,可以使用能够显示图像的显示装置或者能够改变照度或色度的照明装置等。例如,作为刺激嗅觉的器件,可以使用利用振动或热散发香味的香薰机等。例如,作为刺激听觉的器件,可以使用扬声器、头戴式耳机或耳机等音频输出装置。此外,作为刺激触觉的器件,可以使用振动装置等。

[0129] 拍摄对象检测单元52具有获取电子设备10的使用者的脸的一部分等的信息并将该信息输出到特征抽取单元53的功能。电子设备10a含有的摄像装置15及电子设备10b含有的摄像装置37也可以说是拍摄对象检测单元52的一部分或具有拍摄对象检测单元52。

[0130] 特征抽取单元53具有从被拍摄对象检测单元52输出的脸的信息抽出特征,根据该特征的位置抽出脸的一部分或全部的特征,来将所抽出的特征的信息输出到推断单元54的功能。

[0131] 在拍摄对象检测单元52获取的脸的信息为眼睛及其周边的信息的情况下,作为特征抽取单元53抽出的特征,例如,可以举出瞳孔、虹膜、角膜、结膜(白眼珠)、眼头、眼梢、上眼睑、下眼睑、睫毛、眉毛、眉间、眉头及眉梢等。此外,作为眼睛及其周边以外的特征,可以举出鼻根、鼻尖、鼻柱、鼻孔、唇(上唇、下唇)、嘴角、嘴角裂、牙齿、脸颊、颌、下颌角及额等。特征抽取单元53识别这些脸的一部分的形状及位置等,来抽出这些部分的特征的位置坐标。然后,将抽出的位置坐标的数据等作为脸的特征的信息输出到推断单元54。

[0132] 作为特征抽取单元53的特征抽出的方法,可以使用从在拍摄对象检测单元52中获取的图像等抽出特征的各种算法。例如,可以采用尺度不变特征变换(SIFT)、加速稳健特征(SURF)、方向梯度直方图(HOG)等的算法。

[0133] 尤其是,优选使用神经网络推理进行特征抽取单元53的特征抽出。以下说明使用神经网络的情况。

[0134] 图5A示意性地示出可以用于特征抽取单元53的神经网络NN1。神经网络NN1包括输入层61、三个中间层62以及输出层63。此外,中间层62的个数不局限于三个,也可以为一个以上。

[0135] 神经网络NN1被输入在拍摄对象检测单元52中生成的数据71。数据71为包括坐标和对应于该坐标的数值的数据。典型地说,可以为包括坐标和对应于该坐标的灰度值的图像数据。从神经网络NN1输出数据72。数据72为包含上述特征的位置坐标的数据。

[0136] 神经网络NN1预先已学习以下内容:从图像数据等的的数据71抽出上述特征并输出其坐标。作为神经网络NN1的学习,在中间层62中进行使用各种滤波器的边缘处理等,以提高对应于上述特征所存在的坐标的输出层63的神经元值。

[0137] 推断单元54具有根据被特征抽取单元53输入的脸的特征的信息推断电子设备10的使用者的疲劳程度、健康状态、感情等并将所推断的信息输出到信息生成单元55的功能。

在此,推断单元54优选具有推断疲劳程度、健康状态、感情等的程度(水平)的功能。

[0138] 优选使用神经网络推理进行推断单元54的推断。

[0139] 图5B示意性地示出可用于推断单元54的神经网络NN2。图5B示出推断单元54推断电子设备10的使用者的感情的情况。此外,示出神经网络NN2与神经网络NN1的结构大致相同的例子。注意,神经网络NN2的输入层61的神经元的个数可以少于神经网络NN1。

[0140] 神经网络NN2被输入特征抽取单元53产生的数据72。数据72包含所抽出的特征的坐标的有关信息。

[0141] 此外,作为输入到神经网络NN2的数据,可以使用数据72被加工的数据。例如,可以算出连接任意两个特征的矢量,并以求得的有关所有特征或部分特征的该矢量为输入到神经网络NN2的数据。此外,也可以采用将计算出的矢量归一化了的数据。以下,加工了神经网络NN1所输出的数据72的数据也被称为数据72。

[0142] 从被输入数据72的神经网络NN2输出数据73。数据73相当于从输出层63的各神经元输出的神经元值。输出层63的每个神经元分别联络到一个感情。如图5B所示,数据73为包含对应于规定的感情(喜悦、快乐、吃惊、兴奋、厌恶等)的神经元的神经值的数据。

[0143] 神经网络NN2预先已学习以下内容:根据数据72推断各感情的程度并输出神经元值。根据电子设备10的使用者的脸含有的多个特征的相对位置关系,可以决定使用者的脸的特征。由此,可以使用神经网络NN2根据使用者的脸的特征推断使用者的感情。

[0144] 图5C示出有关数据73的示意图。对应于每个感情的神经元值的高低表示所推得的感情的程度。推断单元54能够根据所推得的感情的程度推断另一感情的程度。包含该另一感情的程度的数据为数据74。图5C示出根据喜悦、快乐、吃惊、兴奋、厌恶等感情的程度推断兴趣的感情的程度的情况。

[0145] 例如,通过将数据73含有的喜悦、快乐、吃惊、兴奋、厌恶等感情的程度输入到预定的公式,可以推断数据74含有的兴趣的感情的程度。例如,可以以喜悦、快乐、吃惊、兴奋的感情程度越大,兴趣的感情的程度越大,并且厌恶的感情程度越大,兴趣的感情的程度越小的方式设定公式。

[0146] 此外,也可以以不使用神经网络的方式推断疲劳程度、健康状态、感情等。例如,也可以使用通过比较拍摄对象检测单元52获取的电子设备10的使用者的脸的一部分图像和模板图像来参照其相似程度的模板匹配法等。在此情况下,也可以不设置特征抽取单元53。

[0147] 特征抽取单元55具有根据推断单元54推断的疲劳程度、健康状态、感情等决定或生成提供给电子设备10的使用者的信息并将其输出到信息提供单元51的功能。由此,信息提供单元51可以提供对应于在信息生成单元55中生成的信息的信息。

[0148] 例如,在信息提供单元51具有显示图像的功能的情况下,信息生成单元55可以生成或选择显示图像,并将其输出到信息提供单元51。此外,在信息提供单元51具有作为照明装置的功能的情况下,信息生成单元55可以决定照明的亮度(照度)或色度,并将其输出到信息提供单元51。此外,在信息提供单元51具有发散香味的功能的情况下,信息生成单元55可以决定被发射的香味的种类或香味的强度,并输出控制信息提供单元51的工作的信号等。此外,在信息提供单元51具有输出声音的功能的情况下,信息生成单元55可以生成或选择要再现的声音,并将其与音量的信息一起输出到信息提供单元51。此外,在信息提供单元51具有感应振动的功能的情况下,信息生成单元55可以生成或决定其振动方式或强度,并

输出控制信息提供单元51的工作的信号等。

[0149] 对电子设备10的结构实例的说明到此为止。

[0150] 此外,也可以将从特征抽取单元53输出的数据72不经推断单元54而直接输入到信息生成单元55。例如,即使不经过推断单元54的推断,也可以使用特征抽取单元53抽取特征来检测出电子设备10的使用者的表情本身等。在此情况下,通过将从特征抽取单元53输出的数据72直接输入到信息生成单元55,可以减少电子设备10的功耗。

[0151] 图6A是示出电子设备10的使用方式的一个例子的图。图6A示出一个电子设备10的使用者81和另一电子设备10的使用者82说话的情况。具体而言,使用者82跟使用者81说话的情况。

[0152] 图6A所示的电子设备10采用在图1A所示的电子设备10a中设置有发送机56及接收机57的结构。此外,也可以采用在图2A所示的电子设备10b中设置有发送机56及接收机57的结构。

[0153] 发送机56及接收机57可以设置在框体12的内部。发送机56可以用作无线发送机,而接收机57可以用作无线接收机。此外,发送机56及接收机57也可以不设置在框体12的内部。例如,发送机56及接收机57也可以以接触框体12的方式设置在框体12的外部。此外,发送机56及接收机57也可以形成为一体。

[0154] 发送机56具有将信息生成单元55生成的信息发送到电子设备10的外部的功能。图6A示出将信息生成单元55生成的信息发送到另一电子设备10的情况。

[0155] 接收机57具有从电子设备10的外部接收信息的功能。例如,具有接收从另一电子设备10的发送机56发送的信息的功能。例如,可以由信息提供单元51显示所接收的信息。

[0156] 在图6A所示的情况中,使用者81所使用的电子设备10推断使用者81因听使用者82说话的内容而产生的感情。例如,使用者81所使用的电子设备10推断对使用者82说话的内容的兴趣多少。从设置在使用者81所使用的电子设备10中的发送机56发送显示使用者81的兴趣多少的信息。使用者82所使用的接收机57接收从发送机56发送的信息。此外,由信息提供单元51显示接收机57所接收的信息。

[0157] 图6B示出使用者82的视界。使用者82的视界除了包括使用者81之外还包括信息提供单元51。由信息提供单元51显示使用者82所使用的电子设备10中的接收机57所接收的信息。例如,显示使用者81的兴趣多少。由此,使用者82可以知道使用者81的兴趣多少。例如,在使用者81的兴趣少的情况下,使用者82可以转换话题来找使用者81可能感兴趣的话题。此外,在使用者81说话的情况下,使用者81可以知道使用者82的兴趣多少。

[0158] 此外,在电子设备10的信息提供单元51上显示另一电子设备10的使用者的疲劳程度、健康状态等。由此,一个电子设备10的使用者可以知道另一电子设备10的使用者的疲劳程度、健康状态等。因此,例如,一个电子设备10的使用者可以关心疲劳程度高的人、健康状态不好的人等建议休息等。此外,可以提出合适的健康管理建议。

[0159] 图7是示出图6A所示的电子设备10的结构实例的方框图,并是图4所示的结构的变化例子。图4和图7所示的结构的不同之处在于:图7所示的结构包括发送机56及接收机57。

[0160] 如图7所示,对发送机56供应信息生成单元55生成的信息。发送机56将该信息发送到电子设备10的外部。

[0161] 接收机57从电子设备10的外部接收信息。例如,可以接收从另一电子设备10发送的信息。此外,也可以接收从电子设备10以外的电子设备发送的信息。此外,也可以接收广播等。由信息提供单元51显示接收机57所接收的信息。例如,可以在信息提供单元51含有的显示区域上显示对应于接收机57所接收的信息的图像。

[0162] 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。

[0163] (实施方式2)

[0164] 在本实施方式中,说明可以应用于本发明的一个实施方式的电子设备的显示装置、光源、摄像装置等。

[0165] <显示装置的结构实例1>

[0166] 图8是示出作为本发明的一个实施方式的显示装置810的结构实例的方框图。显示装置810包括层820及层叠在该层820上方的层830。层820包括栅极驱动电路821、源极驱动电路822及电路840。层830包括像素834,该像素834排列为矩阵形状而构成像素阵列833。可以在层820与层830之间设置层间绝缘体。此外,层820也可以层叠在层830上方。

[0167] 电路840与源极驱动电路822电连接。此外,电路840也可以与其他电路等电连接。

[0168] 同一行的像素834通过布线831电连接于栅极驱动电路821,同一列的像素834通过布线832电连接于源极驱动电路822。布线831具有扫描线的功能,而布线832具有数据线的功能。

[0169] 虽然在图8中示出一行的像素834通过一个布线831电连接且一列的像素834通过布线832电连接的结构,但是本发明的一个实施方式不局限于此。例如,既可使一行的像素834通过两个以上的布线831电连接,又可使一列的像素834通过两个以上的布线832电连接。也就是说,例如,一个像素834既可电连接于两个以上的扫描线,又可电连接于两个以上的数据线。此外,例如,既可使一个布线831电连接于两行以上的像素834,又可使一个布线832电连接于两列以上的像素834。也就是说,例如,既可由两行以上的像素834共同使用一个布线831,又可由两列以上的像素834共同使用一个布线832。

[0170] 栅极驱动电路821具有生成用来控制像素834的工作的信号并将该信号通过布线831供应给像素834的功能。源极驱动电路822具有生成图像信号并将该图像信号通过布线832供应给像素834的功能。电路840例如具有接收作为由源极驱动电路822生成的图像信号的基础的图像数据并将所接收的图像数据供应给源极驱动电路822的功能。此外,电路840具有生成起始脉冲信号及时钟信号等的控制电路的功能。此外,电路840可以为具有与栅极驱动电路821及源极驱动电路822不同的功能的电路。

[0171] 像素阵列833具有显示对应于源极驱动电路822对像素834供应的图像信号的图像的功能。具体而言,通过从像素834发射具有对应于上述图像信号的亮度的光,在像素阵列833上显示图像。

[0172] 在图8中,以点划线及白圈表示层820与层830的位置关系,被点划线连接的层820的白圈和层830的白圈彼此重叠。此外,在其他附图中也与此同样表示。

[0173] 显示装置810包括设置在层820中的栅极驱动电路821及源极驱动电路822与像素阵列833重叠的区域。例如,栅极驱动电路821及源极驱动电路822具有与像素834重叠的区域。通过以具有彼此重叠的区域的方式层叠栅极驱动电路821及源极驱动电路822与像素阵

列833,可以实现显示装置810的窄边框化及小型化。

[0174] 此外,栅极驱动电路821及源极驱动电路822不明确分离,而具有彼此重叠的区域。该区域为区域823。通过具有区域823,可以减少栅极驱动电路821及源极驱动电路822的占有面积。由此,即使像素阵列833的面积小,也可以以不超出像素阵列833的方式设置栅极驱动电路821及源极驱动电路822。此外,也可以减少栅极驱动电路821及源极驱动电路822不与像素阵列833重叠的面积。如上所述,与没有区域823的情况相比,可以进一步实现窄边框化及小型化。

[0175] 电路840可以与像素阵列833不重叠。此外,电路840也可以具有与像素阵列833重叠的区域。

[0176] 图8示出在层820中设置有一个栅极驱动电路821及源极驱动电路822并在层830中设置有一个像素阵列833的结构实例,但是也可以在层830中设置多个像素阵列833。也就是说,可以分割设置在层830中的像素阵列。图9是图8所示的结构变形例子,并示出在层830中设置有三行三列的像素阵列833的显示装置810的结构实例。此外,在层830中,既可设置有两行两列的像素阵列833,又可设置有四行四列以上的像素阵列833。此外,设置在层830中的像素阵列833的行数及列数也可以彼此不同。在图9所示的结构显示装置810中,例如,使用所有的像素阵列833显示一个图像。

[0177] 为了容易理解,图9省略示出布线831及布线832,但是实际上在图9所示的结构显示装置810中设置有布线831及布线832。此外,图9省略示出电路840的电连接关系,但是实际上电路840与源极驱动电路822电连接。与图9同样,其他附图也有时省略示出构成要素等的一部分。

[0178] 例如,可以在层820中设置与像素阵列833相同数量的栅极驱动电路821及源极驱动电路822。在此情况下,可以以与设置有被栅极驱动电路821供应信号的像素834的像素阵列833重叠的方式设置栅极驱动电路821。此外,可以以与设置有被源极驱动电路822供应图像信号的像素834的像素阵列833重叠的方式设置源极驱动电路822。

[0179] 通过设置多个像素阵列833,并根据该多个像素阵列833设置栅极驱动电路821及源极驱动电路822,可以减少设置在一个像素阵列833中的像素834。多个栅极驱动电路821能够分别并行地工作,多个源极驱动电路822能够分别并行地工作,因此例如可以缩短将对应于一帧图像的图像信号写入到像素834所需要的时间。由此,可以缩短一帧期间,并可以实现显示装置810的高速工作。因此,可以增加显示装置810含有的像素834的个数来提高显示装置810的清晰度。此外,比起栅极驱动电路及源极驱动电路与像素阵列不重叠的显示装置来,进一步提高本发明的一个实施方式的显示装置能够显示的图像的清晰度。再者,可以减少时钟频率,由此可以减少显示装置810的功耗。

[0180] 在此,在栅极驱动电路及源极驱动电路不与像素阵列重叠的情况下,例如,将栅极驱动电路及源极驱动电路设置在像素阵列的外周部。在此情况下,从源极驱动电路的设置位置等的角度来看,难以设置多于两行两列的像素阵列。另一方面,在显示装置810中,通过与设置有像素阵列的层不同的层中设置栅极驱动电路及源极驱动电路,可以使它们具有与像素阵列重叠的区域,由此如图9所示那样可以设置多于两行两列的像素阵列。也就是说,可以将五个以上的栅极驱动电路及源极驱动电路分别设置在显示装置810中。

[0181] 总之,比起栅极驱动电路及源极驱动电路与像素阵列不重叠的显示装置来,显示

装置810例如能够以更高速度工作。由此,比起栅极驱动电路及源极驱动电路与像素阵列不重叠的显示装置来,进一步提高显示装置810的清晰度。例如,可以将显示装置810的像素密度设定为1000ppi以上、5000ppi以上、10000ppi以上。因此,显示装置810能够显示没有颗粒感的高质量图像,并能够显示富有临场感的图像。

[0182] 此外,比起栅极驱动电路及源极驱动电路与像素阵列不重叠的显示装置来,进一步提高显示装置810能够显示的图像的分辨率。例如,显示装置810能够显示4K2K、8K4K或更高分辨率的图像。此外,可以实现显示装置的小型化。例如,显示装置810的显示区域的尺寸可以为8英寸以下。

[0183] 此外,即使在层820中设置有多个源极驱动电路822等并在层830中设置有多个像素阵列833,也可以与图8所示的情况同样只有一个电路840设置在显示装置810中。因此,如图9所示,电路840可以与像素阵列833中的任一个都不重叠。此外,电路840也可以具有与像素阵列833中的任一个重叠的区域。

[0184] 虽然图9示出设置有与像素阵列833相同数量的栅极驱动电路821的结构实例,但是本发明的一个实施方式不局限于此。图10是图9所示的结构变形例子,并示出设置有与像素阵列833的列数相同数量的栅极驱动电路821的显示装置810的结构实例。因为在图10所示的结构显示装置810中设置有三列的像素阵列833,所以设置有三个栅极驱动电路821。此外,还设置有三行的像素阵列833,由三行一列的像素阵列833共同使用一个栅极驱动电路821。

[0185] 图11是图9所示的结构变形例子,并示出设置有多于像素阵列833及一个栅极驱动电路821的显示装置810的结构实例。在图11所示的结构显示装置810中,三行三列的像素阵列833共同使用一个栅极驱动电路821。此外,在图11所示的结构显示装置810中,栅极驱动电路821也可以与像素阵列833不重叠。

[0186] 此外,虽然未图示,但是也可以不设置与像素阵列833相同数量的源极驱动电路822。显示装置810含有的源极驱动电路822的个数既可多于设置在显示装置810中的像素阵列833的个数,又可少于设置在显示装置810中的像素阵列833的个数。

[0187] 虽然图8示出在层820中设置有电路840的结构实例,但是也可以在层820中不设置电路840。图12是图8所示的结构变形例子,并示出在层830中设置有电路840的显示装置810的结构实例。此外,也可以在层820及层830中分别设置电路840的构成要素。

[0188] 虽然图8示出分别设置有一个像素阵列833及栅极驱动电路的结构实例,但是也可以设置多于像素阵列833的栅极驱动电路。图13是图8所示的结构变形例子,并示出对一个像素阵列833设置有两个栅极驱动电路(栅极驱动电路821a及栅极驱动电路821b)的显示装置810的结构实例。

[0189] 在图13所示的结构显示装置810中,第奇数行的像素834通过布线831a电连接于栅极驱动电路821a,而第偶数行的像素834通过布线831b电连接于栅极驱动电路821b。与布线831同样,布线831a及布线831b具有扫描线的功能。

[0190] 栅极驱动电路821a具有生成用来控制第奇数行的像素834的工作的信号并将该信号通过布线831a供应给像素834的功能。栅极驱动电路821b具有生成用来控制第偶数行的像素834的工作的信号并将该信号通过布线831b供应给像素834的功能。

[0191] 与栅极驱动电路821同样,栅极驱动电路821a及栅极驱动电路821b具有与像素阵

列833重叠的区域。例如,与栅极驱动电路821同样,栅极驱动电路821a及栅极驱动电路821b具有与像素834重叠的区域。此外,栅极驱动电路821a及源极驱动电路822不明确分离,而具有它们彼此重叠的区域823a。此外,栅极驱动电路821b及源极驱动电路822不明确分离,而具有它们彼此重叠的区域823b。

[0192] 在图13所示的结构显示装置810中,可以在通过使栅极驱动电路821a工作对第奇数行的所有像素834写入图像信号之后通过使栅极驱动电路821b工作对第偶数行的所有像素834写入图像信号。也就是说,图13所示的结构显示装置810能够以隔行扫描方式工作。通过使显示装置810以隔行扫描方式工作,可以实现高速工作并提高帧频。此外,与使显示装置810以逐行扫描方式工作的情况相比,可以将在一帧期间被写入图像信号的像素834的个数减少到一半。因此,在使显示装置810以隔行扫描方式工作的情况下,与使显示装置810以逐行扫描方式工作的情况相比,可以减少时钟频率,由此可以减少显示装置810的功耗。

[0193] 虽然图8示出只有布线832的一端连接于源极驱动电路822的结构实例,但是也可以使布线832的多个部分连接于源极驱动电路822。图14示出源极驱动电路822连接于布线832的两端的显示装置810的结构实例。通过使布线832的多个部分连接于源极驱动电路822,可以抑制起因于布线电阻、寄生电容等的信号延迟等。由此,可以实现显示装置810的高速工作。

[0194] 此外,也可以使布线832的一端及另一端以外的其他部分连接于源极驱动电路822。例如,可以使布线832的中心部连接于源极驱动电路822。通过增加布线832与源极驱动电路822的连接部分,可以进一步抑制信号延迟等,并进一步实现显示装置810的高速工作。此外,例如,可以使布线832的一端及布线832的中心部连接于源极驱动电路822,而不使布线832的另一端连接于源极驱动电路822。

[0195] 此外,在一个源极驱动电路822连接于布线832的多个部分的情况下,如图14所示,源极驱动电路822的占有面积变大。因为在这种情况下也以具有与像素阵列833重叠的区域的方式层叠有源极驱动电路822,所以可以抑制显示装置810的大型化。此外,虽然在图14中整个栅极驱动电路821及源极驱动电路822不明确分离而彼此重叠,但是在一个源极驱动电路822连接于布线832的多个部分的情况下也可以只有栅极驱动电路821的一部分与源极驱动电路822重叠。

[0196] 此外,也可以使布线831的多个部分连接于一个栅极驱动电路821。由此,也可以抑制信号延迟等,并实现显示装置810的高速工作。在这种情况下,与图14所示的源极驱动电路822同样,占有面积变大,但是以具有与像素阵列833重叠的区域的方式层叠有栅极驱动电路821,由此可以抑制显示装置810的大型化。

[0197] 图8至图14所示的结构显示装置810的结构可以适当地组合。例如,可以组合图9所示的结构和图13所示的结构。在此情况下,在显示装置810中,例如可以设置多个像素阵列833并设置像素阵列833的两倍数量的栅极驱动电路,并设置与像素阵列833相同数量的源极驱动电路822。

[0198] <电路840及源极驱动电路822的结构实例>

[0199] 图15是示出电路840及源极驱动电路822的结构实例的方框图。此外,虽然在图15中只示出一个源极驱动电路822,但是电路840也可以电连接于多个源极驱动电路822。

[0200] 电路840包括接收电路841、串并行转换电路842及电位生成电路846a。源极驱动电路822包括缓冲电路843、移位寄存电路844、锁存电路845、传输晶体管逻辑电路846b及放大电路847。在此,由电位生成电路846a及传输晶体管逻辑电路846b构成数字模拟转换电路(DA转换电路)846。

[0201] 接收电路841与串并行转换电路842电连接,串并行转换电路842与缓冲电路843电连接,并且缓冲电路843与移位寄存电路844及锁存电路845电连接。移位寄存电路844与锁存电路845电连接,锁存电路845及电位生成电路846a与传输晶体管逻辑电路846b电连接。传输晶体管逻辑电路846b与放大电路847的输入端子电连接,放大电路847的输出端子与布线832电连接。

[0202] 接收电路841具有接收作为由源极驱动电路822生成的图像信号的基础的图像数据的功能。该图像数据可以为单端的图像数据。在使用低电压差分信号(LVDS)等数据传输用信号接收图像数据的情况下,接收电路841也可以具有将该信号转换为能够被进行内部处理的信号规格的功能。

[0203] 串并行转换电路842具有对接收电路841所输出的单端的图像数据进行并行转换的功能。通过在电路840中设置串并行转换电路842,即使将图像数据等从电路840传输到源极驱动电路822等时的负载较大也可以将图像数据等从电路840传输到源极驱动电路822等。

[0204] 缓冲电路843例如可以为单位增益缓冲器。缓冲电路843具有输出与从串并行转换电路842输出的图像数据相同的数据的功能。通过在源极驱动电路822中设置缓冲电路843,即使对应于从串并行转换电路842输出的图像数据的电位在从电路840传输到源极驱动电路822时因布线电阻等而下降,也可以弥补该下降。由此,即使将图像数据等从电路840传输到源极驱动电路822等时的负载较大,也可以抑制源极驱动电路822等的驱动能力的下降。

[0205] 移位寄存电路844具有生成用来控制锁存电路845的工作的信号的的功能。锁存电路845具有储存或输出从缓冲电路843输出的图像数据的功能。在锁存电路845中,根据从移位寄存电路844供应的信号选择图像数据的储存或输出的任一工作。

[0206] DA转换电路846具有将锁存电路845输出的数字图像数据转换为模拟图像信号的功能。电位生成电路846a具有生成对应于能够进行DA转换的图像数据的位数的种类的电位并将该电位供应给传输晶体管逻辑电路846b的功能。例如,在DA转换电路846具有将8位的图像数据转换为模拟图像信号的功能的情况下,电位生成电路846a能够生成水平互不相同的256种电位。

[0207] 传输晶体管逻辑电路846b具有从锁存电路845接收图像数据并根据该图像数据的数字值输出电位生成电路846a所生成的任一电位的功能。例如,图像数据的数字值越大,传输晶体管逻辑电路846b所输出的电位越高。传输晶体管逻辑电路846b所输出的电位可以为图像信号。

[0208] 如图15所示,在显示装置810中,可以将构成DA转换电路846的电路分别设置在源极驱动电路822和电路840中。具体而言,可以将如传输晶体管逻辑电路846b等优选设置在每个源极驱动电路中的电路设置在源极驱动电路822中,并将如电位生成电路846a等不一定需要设置在每个源极驱动电路中的电路设置在电路840中。由此,例如,与将构成DA转换电路846的所有电路设置在源极驱动电路822中的情况相比,可以减少源极驱动电路822的

占有面积,从而可以增加设置在层820中的源极驱动电路822的个数。由此,可以增加设置在层830中的像素阵列833的个数,可以实现显示装置810的工作的高速化、功耗的降低、清晰度的提高、能够显示的图像的分辨率的提高等。在此,也可以将DA转换电路846以外的电路的构成要素分别设置在源极驱动电路822和电路840中。

[0209] 此外,如图15所示,在将构成DA转换电路846的电路分别设置在源极驱动电路822和电路840中的情况下,显示装置810例如可以具有一个电位生成电路846a及与源极驱动电路822相同的个数的传输晶体管逻辑电路846b。

[0210] 放大电路847具有放大传输晶体管逻辑电路846b所输出的图像信号并将该图像信号输出到用作数据线的布线832的功能。通过设置放大电路847,可以将图像信号稳定地供应到像素834。作为放大电路847,可以适当地使用具有运算放大器等的电压跟随器电路等。此外,在使用具有差动输入电路的电路作为放大电路的情况下,该差动输入电路的偏移电压优选尽量接近0V。

[0211] 此外,电路840除了包括接收电路841、串并行转换电路842、电位生成电路846a以外还可以包括各种电路。例如,电路840可以包括具有生成起始脉冲信号及时钟信号等的功能的控制电路。

[0212] <DA转换电路846的结构实例>

[0213] 图16是示出构成DA转换电路846的电位生成电路846a及传输晶体管逻辑电路846b的结构实例的电路图。具有图16所示的结构的DA转换电路846可以将8位的图像数据D<1>至图像数据D<8>转换为模拟图像数据IS。

[0214] 在本说明书等中,例如,以图像数据D<1>表示第一位的图像数据D,以图像数据D<2>表示第二位的图像数据D,并且以图像数据D<8>表示第八位的图像数据D。

[0215] 图16所示的结构的电位生成电路846a包括电阻器848[1]至电阻器848[256],该电阻器848[1]至该电阻器848[256]串联连接。也就是说,DA转换电路846可以为电阻串型DA转换电路。

[0216] 电阻器848[1]中的一个端子可以被供应电位VDD。电阻器848[256]中的一个端子可以被供应电位VSS。由此,可以从电阻器848[1]至电阻器848[256]的各端子输出水平不同的电位 $V_1$ 至 $V_{256}$ 。此外,虽然图16示出电位 $V_1$ 为电位VDD时的电位生成电路846a的结构实例,但是也可以采用电位 $V_{256}$ 为电位VSS的结构。此外,也可以不设置电阻器848[256]而采用电位 $V_1$ 为电位VDD且电位 $V_{256}$ 为电位VSS的结构。

[0217] 在本说明书等中,例如,电位VDD可以为高电位,电位VSS可以为低电位。在此,低电位例如可以为接地电位。此外,高电位为高于低电位的电位,在低电位为接地电位的情况下,高电位可以为正电位。

[0218] 图16所示的结构的传输晶体管逻辑电路846b由八级传输晶体管849构成。具体而言,每一级的电路分支为两个路径,传输晶体管逻辑电路846b一共有256个路径。也就是说,传输晶体管849以淘汰赛图方式电连接。可以从作为最后一级的第八级传输晶体管849的源极和漏极中的一个输出模拟图像信号IS。

[0219] 例如,可以将图像数据D<1>供应到第一级传输晶体管849,将图像数据D<2>供应到第二级传输晶体管849,并且将图像数据D<8>供应到第八级传输晶体管849。借助于上述结构,图像信号IS的电位根据图像数据D而可以为电位 $V_1$ 至 $V_{256}$ 中的任一个。因此,可以将数字

图像数据转换为模拟图像信号IS。

[0220] 此外,图16所示的传输晶体管逻辑电路846b包括n沟道型传输晶体管849和p沟道型传输晶体管849的双方,但是也可以只设置n沟道型传输晶体管849。例如,除了图像数据D<1>至图像数据D<8>以外,还可以将其互补数据供应到传输晶体管849的栅极,以将设置在传输晶体管逻辑电路846b中的所有传输晶体管849设定为n沟道型晶体管。

[0221] 图16所示的结构也可以应用于具有对8位以外的位数的图像数据D进行DA转换的功能的DA转换电路846。例如,通过在电位生成电路846a中设置1024或1023个电阻器848且在传输晶体管逻辑电路846b中设置10级传输晶体管849,可以使DA转换电路846具有对10位的图像数据D进行DA转换的功能。

[0222] <栅极驱动电路821的结构实例>

[0223] 图17是示出栅极驱动电路821的结构实例的方框图。栅极驱动电路821包括由多个置位复位触发器构成的移位寄存电路SR。移位寄存电路SR电连接于用作扫描线的布线831并具有将信号输出到布线831的功能。

[0224] 信号RES为复位信号,例如,通过将信号RES设定为高电位,可以将移位寄存电路SR的所有输出设定为低电位。信号SP为起始脉冲信号,通过将该信号输入到栅极驱动电路821,可以开始进行移位寄存电路SR的移位工作。信号PWC为脉冲宽度控制信号并具有控制移位寄存电路SR向布线831输出的信号的脉冲宽度的功能。信号CLK[1]、信号CLK[2]、信号CLK[3]及信号CLK[4]为时钟信号,并且可以对一个移位寄存电路SR输入信号CLK[1]、信号CLK[2]、信号CLK[3]及信号CLK[4]中的两个信号。

[0225] 此外,在图17所示的结构中,通过将电连接于移位寄存电路SR的布线831设定为另一布线等,可以应用于源极驱动电路822含有的移位寄存电路844等。

[0226] 图18A是示出输入到移位寄存电路SR的信号及从移位寄存电路SR输出的信号的图。在此,图18A示出作为时钟信号输入信号CLK[1]及信号CLK[3]的情况。

[0227] 信号F0为输出信号,例如为输出到布线831的信号。信号SROUT为移位信号,可以为输入到下一级移位寄存电路SR的信号LIN。如上所述,在图18A所示的信号中,信号RES、信号PWC、信号CLK[1]、信号CLK[3]及信号LIN为输入到移位寄存电路SR的信号,而信号F0及信号SROUT为从移位寄存电路SR输出的信号。

[0228] 图18B是示出输入输出信号为图18A所示的信号的移位寄存电路SR的结构实例的电路图。移位寄存电路SR包括晶体管851至晶体管863、电容器864至电容器866。

[0229] 晶体管851的源极和漏极中的一个电连接于晶体管852的源极和漏极中的一个、晶体管856的源极和漏极中的一个及晶体管859的源极和漏极中的一个。晶体管852的栅极电连接于晶体管853的源极和漏极中的一个、晶体管854的源极和漏极中的一个及晶体管855的源极和漏极中的一个、晶体管858的栅极、晶体管861的栅极及电容器864中的一个电极。晶体管856的源极和漏极中的另一个电连接于晶体管857的栅极及电容器865中的一个电极。晶体管859的源极和漏极中的另一个电连接于晶体管860的栅极及电容器866中的一个电极。晶体管860的源极和漏极中的一个电连接于晶体管861的源极和漏极中的一个、晶体管862的栅极及电容器866中的另一个电极。

[0230] 晶体管851的栅极及晶体管855的栅极被输入信号LIN。晶体管853的栅极被输入信号CLK[3]。晶体管854的栅极被输入信号RES。晶体管857的源极和漏极中的一个被输入信号

CLK[1]。晶体管860的源极和漏极中的另一个被输入信号PWC。

[0231] 晶体管862的源极和漏极中的一个及晶体管863的源极和漏极中的一个电连接于一个布线831,如上所述,从布线831输出信号F0。从晶体管857的源极和漏极中的另一个、晶体管858的源极和漏极中的一个及电容器865中的另一个电极输出信号SR0UT。

[0232] 晶体管851的源极和漏极中的另一个、晶体管853的源极和漏极中的另一个、晶体管854的源极和漏极中的另一个、晶体管856的栅极、晶体管859的栅极及晶体管862的源极和漏极中的另一个被供应电位VDD。晶体管852的源极和漏极中的另一个、晶体管855的源极和漏极中的另一个、晶体管858的源极和漏极中的另一个、晶体管861的源极和漏极中的另一个、晶体管863的源极和漏极中的另一个及电容器864中的另一个电极被供应电位VSS。

[0233] 晶体管863为偏置晶体管,用作恒定电流源的功能。晶体管863的栅极可以被供应作为偏置电位的电位Vbias。

[0234] 由晶体管862及晶体管863构成源极跟随电路867。通过在移位寄存电路SR中设置源极跟随电路867,即使在移位寄存电路SR的内部发生起因于布线电阻、寄生电容等的信号的衰减等也可以抑制起因于该衰减等的信号F0的电位下降。由此,可以实现显示装置810的工作的高速化。此外,源极跟随电路867只要有用作缓冲器的功能就可以为源极跟随电路以外的电路。

[0235] <区域823的结构实例>

[0236] 图19是示出作为栅极驱动电路821与源极驱动电路822重叠的区域的区域823的结构实例的图。如图19所示,在区域823中,有规律地设置有包括构成栅极驱动电路821的元件的区域与包括构成源极驱动电路822的元件的区域。在图19中,以晶体管871为构成栅极驱动电路821的元件,并以晶体管872为构成源极驱动电路822的元件。

[0237] 图19示出包括构成栅极驱动电路821的元件的区域设置在第一行及第三行中且包括构成源极驱动电路822的元件的区域设置在第二行及第四行中的情况。在区域823中,在包括构成栅极驱动电路821的元件的各区域之间设置有伪元件。此外,在包括构成源极驱动电路822的元件的各区域之间设置有伪元件。图19示出在晶体管871的四方及晶体管872的四方设置有作为伪元件的伪晶体管873的情况下的区域823的结构实例。

[0238] 通过在区域823中设置伪晶体管873等伪元件并使该伪元件吸收杂质,可以抑制杂质扩散到晶体管871及晶体管872等。由此,可以提高晶体管871及晶体管872等的可靠性,从而可以提高显示装置810的可靠性。此外,在图19中,晶体管871、晶体管872及伪晶体管873虽然排列为矩阵形状,但是也可以不排列为矩阵形状。

[0239] 图20是示出作为区域823的一部分的区域870的结构实例的俯视图。如图19及图20所示,区域870包括一个晶体管871、一个晶体管872及两个伪晶体管873。如图20所示,晶体管871包括沟道形成区110、源区111以及漏区112。此外,还包括具有与沟道形成区110重叠的区域的栅电极113。

[0240] 在图20中省略了栅极绝缘体等的构成要素。此外,图20不明确地分别示出沟道形成区、源区及漏区。

[0241] 在源区111中设置有开口部114,源区111通过开口部114电连接于布线115。在漏区112中设置有开口部116,漏区112通过开口部116电连接于布线117。

[0242] 在栅电极113中设置有开口部118,栅电极113通过开口部118电连接于布线121。在

布线115中设置有开口部119,布线115通过开口部119电连接于布线122。在布线117中设置有开口部120,布线117通过开口部120电连接于布线123。也就是说,源区111通过布线115电连接于布线122,而漏区112通过布线117电连接于布线123。

[0243] 晶体管872包括沟道形成区130、源区131以及漏区132。此外,还包括具有与沟道形成区130重叠的区域的栅电极133。

[0244] 在源区131中设置有开口部134,源区131通过开口部134电连接于布线135。在漏区132中设置有开口部136,漏区132通过开口部136电连接于布线137。

[0245] 在栅电极133中设置有开口部138,栅电极133通过开口部138电连接于布线141。在布线135中设置有开口部139,布线135通过开口部139电连接于布线142。在布线137中设置有开口部140,布线137通过开口部140电连接于布线143。也就是说,源区131通过布线135电连接于布线142,而漏区132通过布线137电连接于布线143。

[0246] 此外,沟道形成区110与沟道形成区130设置在相同层中。此外,源区111及漏区112与源区131及漏区132设置在相同层中。此外,栅电极113与栅电极133设置在相同层中。此外,布线115及布线117与布线135及布线137设置在相同层中。也就是说,晶体管871与晶体管872设置在相同层中。由此,与晶体管871及晶体管872分别设置在彼此不同的层中的情况相比,可以简化显示装置810的制造工序,从而可以提供廉价的显示装置810。

[0247] 电连接于构成栅极驱动电路821的晶体管871的布线121至布线123设置在相同层中。此外,电连接于构成源极驱动电路822的晶体管872的布线141至布线143设置在相同层中。再者,布线121至布线123设置在与布线141至布线143不同的层中。借助于上述结构,可以抑制作为构成栅极驱动电路821的元件的晶体管871和作为构成源极驱动电路822的元件的晶体管872的电短路。由此,即使栅极驱动电路821和源极驱动电路822不明确地分开而具有彼此重叠的区域,也可以抑制栅极驱动电路821及源极驱动电路822的不正常工作。由此,可以提高显示装置810的可靠性。

[0248] 在本说明书等中,“与A相同的层”是指例如在与A相同的工序中形成的含有相同材料的层。

[0249] 虽然在图20中示出在布线121至布线123的上方设置有布线141至布线143的结构,但是也可以在布线121至布线123的下方设置有布线141至布线143。

[0250] 此外,虽然在图20中示出布线121至布线123在水平方向上延伸且布线141至布线143在垂直方向上延伸的结构,本发明的一个实施方式不局限于此。例如,也可以采用布线121至布线123在垂直方向上延伸且布线141至布线143在水平方向上延伸的结构。或者,布线121至布线123及布线141至布线143都可以在水平方向或垂直方向上延伸。

[0251] 伪晶体管873包括半导体151及导体152。导体152具有与半导体151重叠的区域。半导体151可以形成在与晶体管871及晶体管872的沟道形成区相同的层中。此外,导体152可以形成在与晶体管871及晶体管872的栅电极相同的层中。此外,伪晶体管873也可以没有半导体151及导体152中的一个。

[0252] 半导体151及导体152可以不与其他布线等电连接。半导体151及/或导体152可以被供应恒电位。例如,可以被供应接地电位。

[0253] <像素834的结构实例>

[0254] 图21A至图21E是说明设置在显示装置810中的像素834所呈现的颜色的图。如图

21A所示,具有发射红色光(R)的功能的像素834、具有发射绿色光(G)的功能的像素834及具有发射蓝色光(B)的功能的像素834可以被设置在显示装置810中。或者,如图21B所示,具有发射青色光(C)的功能的像素834、具有发射品红色光(M)的功能的像素834及具有发射黄色光(Y)的功能的像素834可以被设置在显示装置810中。

[0255] 此外,如图21C所示,具有发射红色光(R)的功能的像素834、具有发射绿色光(G)的功能的像素834、具有发射蓝色光(B)的功能的像素834及具有发射白色光(W)的功能的像素834可以被设置在显示装置810中。或者,如图21D所示,具有发射红色光(R)的功能的像素834、具有发射绿色光(G)的功能的像素834、具有发射蓝色光(B)的功能的像素834及具有发射黄色光(Y)的功能的像素834可以被设置在显示装置810。或者,如图21E所示,具有发射青色光(C)的功能的像素834、具有发射品红色光(M)的功能的像素834、具有发射黄色光(Y)的功能的像素834及具有发射白色光(W)的功能的像素834可以被设置在显示装置810中。

[0256] 如图21C、图21E所示,通过将具有发射白色光(W)的功能的像素834设置在显示装置810中,可以提高所显示的图像的亮度。此外,如图21D等所示,通过增加像素834所发射的颜色种类,可以提高中间色的再现性,所以可以提高显示质量。

[0257] 此外,如图21F所示,除了具有发射红色光(R)的功能的像素834、具有发射绿色光(G)的功能的像素834及具有发射蓝色光(B)的功能的像素834以外,显示装置810还可以包括具有发射红外光(IR)的功能的像素834。如图21G所示,除了具有发射青色光(C)的功能的像素834、具有发射品红色光(M)的功能的像素834、具有发射黄色光(Y)的功能的像素834以外,显示装置810还可以包括具有发射红外光(IR)的功能的像素834。此外,除了图21F及图21G所示的像素834以外,显示装置810还可以包括具有发射白色光(W)的功能的像素834。

[0258] 图22A及图22B是示出像素834的结构实例的电路图。图22A所示的结构的像素834包括晶体管552、晶体管554、电容器562以及发光元件572。作为发光元件572,可以使用利用电致发光的EL元件。EL元件在一对电极之间具有包含发光化合物的层(以下称为EL层)。当使一对电极之间产生高于EL元件的阈值电压的电位差时,空穴从阳极一侧注入到EL层中,而电子从阴极一侧注入到EL层中。被注入的电子和空穴在EL层中重新结合,由此,包含在EL层中的发光物质发光。

[0259] EL元件根据发光材料是有机化合物还是无机化合物被区别,通常前者被称为有机EL元件,而后者被称为无机EL元件。

[0260] 在有机EL元件中,通过施加电压,电子从一个电极注入到EL层中,而空穴从另一个电极注入到EL层中。通过这些载流子(电子及空穴)重新结合,发光有机化合物形成激发态,当从该激发态回到基态时发光。由于这种机理,这种发光元件被称为电流激发型发光元件。

[0261] EL层除了发光化合物以外也可以还包括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。

[0262] EL层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等方法形成。

[0263] 无机EL元件根据其元件结构而分类为分散型无机EL元件和薄膜型无机EL元件。分散型无机EL元件包括发光层,其中发光材料的粒子分散在粘合剂中,并且其发光机理是利用供体能级和受主能级的供体-受主重新结合型发光。薄膜型无机EL元件是其中发光层夹

在电介质层之间,并且该夹着发光层的电介质层夹在电极之间的结构,其发光机理是利用金属离子的内壳层电子跃迁的局部型发光。

[0264] 为了提取发光,使发光元件的一对电极中的至少一个为透明。在衬底上形成有晶体管及发光元件。作为发光元件可以采用从与该衬底相反一侧的表面提取发光的顶部发射结构;从衬底一侧的表面提取发光的底部发射结构;以及从两个表面提取发光的双面发射结构。

[0265] 发光元件572以外的发光元件也可以使用与发光元件572相同的元件。

[0266] 晶体管552的源极和漏极中的一个与布线832电连接。晶体管552的源极和漏极中的另一个与电容器562中的一个电极及晶体管554的栅极电连接。电容器562中的另一个电极与布线835a电连接。晶体管552的栅极与布线831电连接。晶体管554的源极和漏极中的一个与布线835a电连接。晶体管554的源极和漏极中的另一个与发光元件572中的一个电极电连接。发光元件572中的另一个电极与布线835b电连接。布线835a被供应电位VSS,而布线835b被供应电位VDD。布线835a及布线835b用作电源线。

[0267] 在图22A所示的结构的像素834中,根据供应给晶体管554的栅极的电位,流过发光元件572中的电流被控制,从而来自发光元件572的发光亮度被控制。

[0268] 图22B示出与图22A所示的结构的像素834不同的结构。在图22B所示的结构的像素834中,晶体管552的源极和漏极中的一个与布线832电连接。晶体管552的源极和漏极中的另一个与电容器562中的一个电极及晶体管554的栅极电连接。晶体管552的栅极与布线831电连接。晶体管554的源极和漏极中的一个与布线835a电连接。晶体管554的源极和漏极中的另一个与电容器562中的另一个电极及发光元件572中的一个电极电连接。发光元件572中的另一个电极与布线835b电连接。布线835a被供应电位VDD,而布线835b被供应电位VSS。

[0269] 图23A示出像素834的结构实例,其与图22A及图22B所示的结构的像素834不同之处在于包括存储器。图23A所示的结构的像素834包括晶体管511、晶体管513、晶体管521、电容器515、电容器517以及发光元件572。此外,像素834与作为用作扫描线的布线831的布线831\_1及布线831\_2电连接,并与作为用作数据线的布线832的布线832-1及布线832-2电连接。

[0270] 晶体管511的源极和漏极中的一个与布线832-1电连接。晶体管511的源极和漏极中的另一个与电容器515中的一个电极电连接。晶体管511的栅极与布线831\_1电连接。晶体管513的源极和漏极中的一个与布线832-2电连接。晶体管513的源极和漏极中的另一个与电容器515中的另一个电极电连接。晶体管513的栅极与布线831\_2电连接。电容器515中的另一个电极与电容器517中的一个电极电连接。电容器517中的一个电极与晶体管521的栅极电连接。晶体管521的源极和漏极中的一个与发光元件572中的一个电极电连接。电容器517中的另一个电极与布线535电连接。晶体管521的源极和漏极中的另一个与布线537电连接。发光元件572中的另一个电极与布线539电连接。

[0271] 在本说明书等中,供应到发光元件的电压是指施加到该发光元件中的一个电极的电位与施加到该发光元件中的另一个电极的电位的差异。

[0272] 将晶体管511的源极和漏极中的另一个与电容器515中的一个电极电连接的节点称为节点N1。将晶体管513的源极和漏极中的另一个、电容器517中的一个电极以及晶体管521的栅极电连接的节点称为节点N2。在图23A中,由电容器517、晶体管521以及发光元件

572构成的电路为电路401。

[0273] 布线535可以是设置在显示装置810中的所有像素834的公共布线。在此情况下,供应到布线535的电位为公共电位。此外,可以对布线537及布线539供应恒电位。例如,布线537和布线539可以分别被供应高电位和低电位。布线537及布线539用作电源线。

[0274] 晶体管521具有控制供应到发光元件572的电流的功能。电容器517被用作存储电容器。电容器517也可以被省略。

[0275] 此外,图23A示出发光元件572的阳极一侧与晶体管521电连接的结构,但是也可以使发光元件572的阴极一侧与晶体管521电连接。在此情况下,可以适当地改变布线537的电位值和布线539的电位值。

[0276] 像素834通过使晶体管511成为关闭状态可以保持节点N1的电位。此外,通过使晶体管513成为关闭状态可以保持节点N2的电位。此外,通过在晶体管513处于关闭状态的状态下通过晶体管511对节点N1写入预定的电位,由于通过电容器515的电容耦合,可以使节点N2的电位对应节点N1的电位变化而发生改变。

[0277] 在此,作为晶体管511及晶体管513,可以使用在沟道形成区中含有金属氧化物的晶体管(以下称为0S晶体管)。金属氧化物的带隙可以为2eV以上或者2.5eV以上。因此,0S晶体管的非导通状态下的泄漏电流(关态电流)极小。因此,通过使用0S晶体管作为晶体管511及晶体管513,可以长期保持节点N1及节点N2的电位。

[0278] 例如,作为金属氧化物,优选使用In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、锡、铜、钒、铍、硼、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆和镁等中的一种或多种)等金属氧化物。特别是,作为元素M可以使用铝、镓、铟或锡。此外,作为金属氧化物,也可以使用氧化铟、氧化锌、In-Ga氧化物、In-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物或氧化镓。

[0279] [像素834的工作方法的一个例子]

[0280] 接着,参照图23B对图23A所示的结构的像素834的工作方法的一个例子进行说明。图23B是图23A所示的结构的像素834的工作的时序图。注意,这里为了便于说明,不考虑布线电阻等各种电阻、晶体管或布线等的寄生电容及晶体管的阈值电压等的影响。

[0281] 在图23B所示的工作中,将1个帧期间分为期间T1和期间T2。期间T1是对节点N2写入电位的期间,期间T2是对节点N1写入电位的期间。

[0282] 在期间T1,对布线831\_1和布线831\_2的双方供应使晶体管成为导通状态的电位。此外,对布线832-1供应为固定电位的电位 $V_{ref}$ ,对布线832-2供应电位 $V_w$ 。

[0283] 节点N1通过晶体管511从布线832-1被供应电位 $V_{ref}$ 。此外,节点N2通过晶体管513从布线832-2被供应电位 $V_w$ 。因此,电容器515成为保持电位差 $V_w - V_{ref}$ 的状态。

[0284] 接着,在期间T2,布线831\_1被供应使晶体管511成为导通状态的电位,布线831\_2被供应使晶体管513成为关闭状态的电位。布线832-1被供应电位 $V_{data}$ ,布线832-2被供应预定的恒电位。此外,布线832-2的电位也可以为浮动电位。

[0285] 节点N1通过晶体管511被供应电位 $V_{data}$ 。此时,由于通过电容器515的电容耦合,对应电位 $V_{data}$ 节点N2的电位发生变化,其变化量为电位dV。也就是说,电路401被输入将电位 $V_w$ 和电位dV加在一起的电位。注意,虽然图23B示出电位dV为正的值,但是其也可以为负的值。也就是说,电位 $V_{data}$ 也可以比电位 $V_{ref}$ 低。

[0286] 这里,电位dV基本由电容器515的电容值及电路401的电容值决定。当电容器515的

电容值充分大于电路401的电容值时,电位dV成为接近电位差 $V_{data} - V_{ref}$ 的电位。

[0287] 如上所述,由于像素834可以组合两种数据信号生成供应给节点N2的电位,所以可以在像素834内校正显示在像素阵列833上的图像。在此,两种数据信号中的一个可以为上述图像信号。两种数据信号中的另一个可以为校正信号。例如,通过在期间T1将对应于校正信号的电位 $V_w$ 供应到节点N2之后在期间T2将对应于图像信号的电位 $V_{data}$ 供应到节点N1,可以在像素阵列833上显示其图像信号已被校正信号校正的图像。此外,显示装置810具有的源极驱动电路822不仅能够生成图像信号而且还能够生成校正信号等。

[0288] 此外,在图23A所示的结构的像素834中,可以将节点N2的电位设定为超过能够供应到布线832-1及布线832-2的最大电位的电位。由此,可以将高电压供应到发光元件572。具体而言,例如可以将布线537的电位设定为高电位。由此,在发光元件572为有机EL元件的情况下,发光元件可以具有后面说明的串联结构。由此,可以提高发光元件572的电流效率及外量子效率。因此,显示装置810能够显示高亮度图像。此外,可以降低显示装置810的功耗。

[0289] 此外,不局限于图23A所示的电路,也可以采用另外附加晶体管或电容器等的结构。例如,通过在图23A所示的结构中追加一个晶体管及一个电容器,可以设置三个保持电位的节点。也就是说,在像素834中,除了节点N1及节点N2以外,还可以设置一个能够保持电位的节点。由此,可以进一步提高节点N2的电位。因此,可以使更大电流流过发光元件572。

[0290] 图24A至图24E示出与图23A不同的电路401的结构实例。与图23A所示的结构的电路401同样,包括电容器517、晶体管521及发光元件572。

[0291] 在图24A所示的电路401中,节点N2与晶体管521的栅极及电容器517中的一个电极电连接。晶体管521的源极和漏极中的一个与布线537电连接。晶体管521的源极和漏极中的另一个与电容器517中的另一个电极电连接。电容器517中的另一个电极与发光元件572中的一个电极电连接。发光元件572中的另一个电极与布线539电连接。

[0292] 与图23A所示的结构的电路401同样,图24B所示的结构的电路401包括电容器517、晶体管521及发光元件572。

[0293] 在图24B所示的电路401中,节点N2与晶体管521的栅极及电容器517中的一个电极电连接。发光元件572中的一个电极与布线537电连接。发光元件572中的另一个电极与晶体管521的源极和漏极中的一个电连接。晶体管521的源极和漏极中的另一个与电容器517中的另一个电极电连接。电容器517中的另一个电极与布线539电连接。

[0294] 图24C示出对图24A所示的电路401追加了晶体管525的情况下的电路401的结构实例。晶体管525的源极和漏极中的一个与晶体管521的源极和漏极中的另一个及电容器517中的另一个电连接。晶体管525的源极和漏极中的另一个与发光元件572中的一个电极电连接。晶体管525的栅极与布线541电连接。布线541用作控制晶体管525的导通的扫描线。

[0295] 在具有图24C所示的结构的电路401的像素834中,即使节点N2的电位成为晶体管521的阈值电压以上,也只有使晶体管525成为导通状态才能够使电流流过发光元件572。由此,可以抑制显示装置810的不正常工作。

[0296] 图24D示出对图24C所示的电路401追加了晶体管527的情况下的电路401的结构实例。晶体管527的源极和漏极中的一个与晶体管521的源极和漏极中的另一个电连接。晶体管527的源极和漏极中的另一个与布线543电连接。晶体管527的栅极与布线545电连接。布

线545用作控制晶体管527的导通的扫描线。

[0297] 布线543可以与基准电位等特定电位的供应源电连接。也就是说,布线543用作电源线的功能。通过从布线543对晶体管521的源极和漏极中的另一个供应特定电位,可以使图像数据的向像素834的写入稳定化。

[0298] 此外,布线543可以与电路520电连接。电路520可以具有上述特定电位的供应源的功能、取得晶体管521的电特性的功能及生成校正信号的功能中的一个以上。

[0299] 图24E所示的结构的电路401包括电容器517、晶体管521、晶体管529及发光元件572。

[0300] 在图24E所示的电路401中,节点N2与晶体管521的栅极及电容器517中的一个电极电连接。晶体管521的源极和漏极中的一个与布线537电连接。晶体管529的源极和漏极中的一个与布线543电连接。

[0301] 电容器517中的另一个电极与晶体管521的源极和漏极中的另一个电连接。晶体管521的源极和漏极中的另一个与晶体管529的源极和漏极中的另一个电连接。晶体管529的源极和漏极中的另一个与发光元件572中的一个电极电连接。

[0302] 晶体管529的栅极与布线831\_1电连接。发光元件572中的另一个电极与布线539电连接。

[0303] <显示装置的结构实例2>

[0304] 图25是示出像素834具有图23A所示的结构时的显示装置810的结构实例的方框图。具有图25所示的结构的显示装置810除了包括图8所示的显示装置810的构成要素以外还包括解复用电路824。如图25所示,解复用电路824可以例如设置在层820中。此外,解复用电路824的数量例如可以为与设置在像素阵列833上的像素834的列的数量相同。

[0305] 栅极驱动电路821通过布线831\_1电连接于像素834。栅极驱动电路821通过布线831\_2电连接于像素834。布线831\_1及布线831\_2用作扫描线。

[0306] 源极驱动电路822与解复用电路824的输入端子电连接。解复用电路824的第一输出端子通过布线832-1与像素834电连接。解复用电路824的第二输出端子通过布线832-2与像素834电连接。布线832-1及布线832-2用作数据线。

[0307] 此外,可以将源极驱动电路822及解复用电路824总称为源极驱动电路。也就是说,解复用电路824也可以包括在源极驱动电路822中。

[0308] 在图25所示的结构的显示装置810中,源极驱动电路822具有生成图像信号S1及图像信号S2的功能。解复用电路824具有将图像信号S1通过布线832-1供应到像素834的功能,并将图像信号S2通过布线832-2供应到像素834的功能。在此,假设使用图23B所示的方法使图25所示的结构的显示装置810工作,电位 $V_{data}$ 相当于图像信号S1且 $V_w$ 相当于图像信号S2。

[0309] 如图23B所示,通过在将电位 $V_w$ 供应到节点N2之后将电位 $V_{data}$ 供应到节点N1,使节点N2的电位成为“ $V_w+dV$ ”。在此,如上所述,电位 $dV$ 是对应于电位 $V_{data}$ 的电位。由此,可以将图像信号S1添加到图像信号S2。也就是说,可以使图像信号S2与图像信号S1重叠。

[0310] 对应于图像信号S1的电位 $V_{data}$ 及对应于图像信号S2的电位 $V_w$ 的大小因源极驱动电路822的耐压等而受到限制。于是,通过使图像信号S2与图像信号S1重叠,可以在像素阵列833上显示对应于其电位高于源极驱动电路822能够输出的电位的图像信号的图像。由此,能够使大电流流过发光元件572,从而在像素阵列833上能够显示高亮度图像。此外,可以扩

大作为能够由像素阵列833显示的图像的亮度幅度的动态范围。

[0311] 对应于图像信号S1的图像和对应于图像信号S2的图像既可相同又可不同。在对应于图像信号S1的图像和对应于图像信号S2的图像相同的情况下,可以在像素阵列833上显示其亮度高于对应于图像信号S1的图像的亮度及对应于图像信号S2的图像的亮度的图像。

[0312] 图26示出对应于图像信号S1的图像P1为只包括文字的图像,并且对应于图像信号S2的图像P2为包括图画及文字的图像的情况。在此情况下,通过将图像P1与图像P2重叠,可以提高文字的亮度,例如可以强调文字。此外,如图23B所示,因为在节点N2被写入电位 $V_w$ 之后节点N2的电位根据电位 $V_{data}$ 而变化,所以在改写对应于图像信号S2的电位 $V_w$ 的情况下,需要再写入图像信号S1的电位 $V_{data}$ 。另一方面,在改写电位 $V_{data}$ 的情况下,只要在图23B所示的时间T1对节点N2写入的电荷被保持而没有从晶体管513等泄漏,不需要改写电位 $V_w$ 。由此,在图26所示的情况下,通过调整电位 $V_{data}$ 的值,可以调整文字的亮度。

[0313] 在此,如上所述,在改写对应于图像信号S2的电位 $V_w$ 的情况下,需要再写入对应于图像信号S1的电位 $V_{data}$ 。另一方面,在改写电位 $V_{data}$ 时不需要改写电位 $V_w$ 。由此,图像P2的改写频率优选低于图像P1的改写频率。注意,图像P1不局限于只包括文字的图像,图像P2不局限于包括图画及文字的图像

[0314] <显示装置的截面结构实例>

[0315] 图27是示出显示装置810的结构实例的截面图。显示装置810包括衬底701及衬底705,该衬底701及该衬底705使用密封剂712贴合在一起。

[0316] 作为衬底701,可以使用单晶硅衬底等单晶半导体衬底。此外,也可以使用单晶半导体衬底以外的半导体衬底作为衬底701。

[0317] 在衬底701上设置有晶体管441及晶体管601。晶体管441可以为设置在电路840中的晶体管。晶体管601可以为设置在栅极驱动电路821中的晶体管或设置在源极驱动电路822中的晶体管。也就是说,晶体管441及晶体管601可以设置在图8等所示的层820中。

[0318] 晶体管441由用作栅电极的导电体443、用作栅极绝缘体的绝缘体445及衬底701的一部分构成,并包括含有沟道形成区的半导体区域447、用作源区和漏区中的一个的低电阻区域449a及用作源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b。晶体管441可以为p沟道型或n沟道型。

[0319] 晶体管441因元件分离层403与其他的晶体管电分离。图27示出晶体管441及晶体管601隔着元件分离层403电分离的情况。元件分离层403可以利用LOCOS (LOCa1 Oxidation of Silicon:硅局部氧化)法或STI (Shallow Trench Isolation:浅沟槽隔离)法等形成。

[0320] 在此,在图27所示的晶体管441中,半导体区域447具有凸形状。此外,半导体区域447的侧面及顶面隔着绝缘体445被导电体443覆盖。注意,图27未示出导电体443覆盖半导体区域447的侧面的样子。此外,导电体443可以使用调整功函数的材料。

[0321] 像晶体管441那样,半导体区域具有凸形状的晶体管因利用半导体衬底的凸部而可以被称为鳍型晶体管。此外,也可以以与凸部的顶面接触的方式具有被用作用来形成凸部的掩模的绝缘体。此外,虽然在图27中示出对衬底701的一部分进行加工来形成凸部的情况,但是也可以对SOI衬底进行加工来形成具有凸部的半导体。

[0322] 此外,图27所示的晶体管441的结构只是一个例子而不局限于该结构,可以根据电路结构或电路工作方法等使用合适的晶体管。例如,晶体管441可以为平面型晶体管。

[0323] 晶体管601可以采用与晶体管441相同的结构。

[0324] 在衬底701上除了设置有元件分离层403、晶体管441及晶体管601以外还设置有绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411。绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409及绝缘体411中嵌入导电体451。在此,可以使导电体451的顶面的高度与绝缘体411的顶面的高度大致相同。

[0325] 导电体451及绝缘体411上设置有绝缘体413及绝缘体415。绝缘体413及绝缘体415中嵌入导电体457。导电体457例如可以设置在与图20所示的布线121至布线123相同的层中。在此,可以使导电体457的顶面的高度与绝缘体415的顶面的高度大致相同。

[0326] 导电体457及绝缘体415上设置有绝缘体417及绝缘体419。绝缘体417及绝缘体419中嵌入导电体459。导电体459例如可以设置在与图20所示的布线141至布线143相同的层中。在此,可以使导电体459的顶面的高度与绝缘体419的顶面的高度大致相同。

[0327] 导电体459及绝缘体419上设置有绝缘体421及绝缘体214。绝缘体421及绝缘体214中嵌入导电体453。在此,可以使导电体453的顶面的高度与绝缘体214的顶面的高度大致相同。

[0328] 导电体453及绝缘体214上设置有绝缘体216。绝缘体216中嵌入导电体455。在此,可以使导电体455的顶面的高度与绝缘体216的顶面的高度大致相同。

[0329] 导电体455及绝缘体216上设置有绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体244、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281。绝缘体222、绝缘体224、绝缘体254、绝缘体244、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281中嵌入导电体305。在此,可以使导电体305的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度大致相同。

[0330] 导电体305及绝缘体281上设置有绝缘体361。绝缘体361中嵌入导电体317及导电体337。在此,可以使导电体337的顶面的高度与绝缘体361的顶面的高度大致相同。

[0331] 导电体337及绝缘体361上设置有绝缘体363。绝缘体363中嵌入导电体347、导电体353、导电体355及导电体357。在此,可以使导电体353、导电体355及导电体357的顶面的高度与绝缘体363的顶面的高度大致相同。

[0332] 在导电体353、导电体355、导电体357及绝缘体363上设置有连接电极760。此外,以与连接电极760电连接的方式设置有各向异性导电体780,并以与各向异性导电体780电连接的方式设置有FPC(柔性电路板)716。通过使用FPC716,可以从显示装置810的外部向显示装置810供应各种信号等。

[0333] 如图27所示,晶体管441的用作源区和漏区中的另一个的低电阻区域449b通过导电体451、导电体457、导电体459及导电体453、导电体455、导电体305、导电体317、导电体337、导电体347、导电体353、导电体355、导电体357、连接电极760及各向异性导电体780电连接于FPC716。在图27中,作为具有电连接连接电极760和导电体347的功能的导电体示出导电体353、导电体355及导电体357的三个导电体,本发明的一个实施方式不局限于此。具有电连接连接电极760和导电体347的功能的导电体的个数可以为一个、两个、四个以上。通过设置具有电连接连接电极760和导电体347的功能的多个导电体,可以降低接触电阻。

[0334] 在绝缘体214上设置有晶体管750。晶体管750可以为设置在像素834中的晶体管。也就是说,晶体管750可以设置在图8等所示的层830中。作为晶体管750,可以使用0S晶体管。0S晶体管具有关态电流极低的特征。由此,可以长时间保持图像信号等,从而可以降低

刷新频率。由此,可以降低显示装置810的功耗。

[0335] 绝缘体254、绝缘体244、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281中嵌入导电体301a及导电体301b。导电体301a与晶体管750的源极和漏极中的一个电连接,导电体301b与晶体管750的源极和漏极中的另一个电连接。在此,可以使导电体301a及导电体301b的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度大致相同。

[0336] 绝缘体361中嵌入导电体311、导电体313、导电体331、电容器790、导电体333及导电体335。导电体311及导电体313与晶体管750电连接并用作布线。导电体333及导电体335与电容器790电连接。在此,可以使导电体331、导电体333及导电体335的顶面的高度与绝缘体361的顶面的高度大致相同。

[0337] 绝缘体363中嵌入导电体341、导电体343及导电体351。在此,可以使导电体351的顶面的高度与绝缘体363的顶面的高度大致相同。

[0338] 绝缘体405、绝缘体407、绝缘体409、绝缘体411、绝缘体413、绝缘体415、绝缘体417、绝缘体419、绝缘体421、绝缘体214、绝缘体280、绝缘体274、绝缘体281、绝缘体361及绝缘体363用作层间膜,也可以用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。例如,为了提高绝缘体363的顶面的平坦性,可以通过利用化学机械抛光(CMP:Chemical Mechanical Polishing)法等的平坦化处理使其平面平坦化。

[0339] 如图27所示,电容器790包括下部电极321、上部电极325。此外,下部电极321与上部电极325之间设置有绝缘体323。也就是说,电容器790具有一对电极间夹有用作介电体的绝缘体323的叠层型结构。此外,虽然图27示出绝缘体281上设置有电容器790的例子,但是也可以在与绝缘体281不同的绝缘体上设置电容器790。

[0340] 图27示出导电体301a、导电体301b及导电体305形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体311、导电体313、导电体317及下部电极321形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体331、导电体333、导电体335及导电体337形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体341、导电体343及导电体347形成在同一层中的例子。此外,还示出导电体351、导电体353、导电体355及导电体357形成在同一层中的例子。像这样,通过在同一层中形成多个导电体,可以简化显示装置810的制造工序,由此可以提供廉价的显示装置810。此外,它们也可以分别形成在不同的层中并含有不同种类的材料。

[0341] 图27所示的显示装置810包括发光元件572。发光元件572包括导电体772、EL层786及导电体788。导电体788设置在衬底705一侧,用作公共电极。此外,导电体772通过导电体351、导电体341、导电体331、导电体313及导电体301b与晶体管750的源极和漏极中的另一个电连接。导电体772形成在绝缘体363上并用作像素电极。此外,EL层786具有有机化合物或量子点等的无机化合物。

[0342] 作为可用于有机化合物的材料,可以举出荧光性材料或磷光性材料等。此外,可用于量子点的材料,可以举出胶状量子点、合金型量子点、核壳(Core Shell)型量子点、核型量子点等。

[0343] 图27所示的显示装置810在绝缘体363上设置有绝缘体730。在此,绝缘体730可以覆盖导电体772的一部分。此外,发光元件572包括透光性导电体788并为顶部发射型发光元件。此外,发光元件572也可以采用向导电体772一侧射出光的底部发射结构或者向导电体772及导电体788的两侧射出光的双面发射结构。

[0344] 发光元件572可以具有微腔结构,将在后面详细描述。由此,即使不设置着色层也可以提取规定的颜色的光(例如RGB),由此显示装置810能够进行彩色显示。通过采用不设置着色层的结构,可以抑制由着色层吸收光。由此,显示装置810能够显示高亮度图像,并且可以降低显示装置810的功耗。此外,当通过在各像素中将EL层786形成为岛状或者在各像素列中将EL层786形成为条状,也就是说,通过分别涂布来形成EL层786时,也可以采用不设置着色层的结构。

[0345] 此外,遮光层738包括与绝缘体730重叠的区域。此外,遮光层738被绝缘体734覆盖。此外,密封层732填充发光元件572与绝缘体734之间的空间。

[0346] 再者,在绝缘体730与EL层786之间设置有结构体778。此外,在绝缘体730与绝缘体734之间设置有结构体778。结构体778是柱状的间隔物,是具有控制衬底701与衬底705之间的距离的功能。此外,作为结构体778可以使用球状的间隔物。

[0347] 衬底705一侧设置有遮光层738及与其接触的绝缘体734。遮光层738具有遮蔽从邻接区域发射的光的功能。或者,遮光层738具有防止外光到达晶体管750等的功能。

[0348] 图28是图27所示的显示装置810的变形例子,并与图27所示的显示装置810不同之处在于设置有着色层736。通过设置着色层736,可以提高从发光元件572提取的光的颜色纯度。因此,显示装置810能够显示高质量图像。此外,因为显示装置810中的所有发光元件572例如可以为发射白色光的发光元件,所以不需要分别涂布形成EL层786,可以实现高清晰的显示装置810。

[0349] 虽然在图27及图28中示出设置有其沟道形成区形成在衬底701内部的晶体管441及晶体管601,并在该晶体管441及该晶体管601上层叠有OS晶体管的结构,但是本发明的一个实施方式不局限于此。图29及图30分别是图27及图28的变形例子,并与图27及图28所示的显示装置810不同之处在于不是在晶体管441及晶体管601上而是在作为OS晶体管的晶体管602及晶体管603上层叠有晶体管750。也就是说,图29及图30所示的结构的显示装置810设置有OS晶体管的叠层。

[0350] 在衬底701上设置有绝缘体613及绝缘体614,并在绝缘体614上设置有晶体管602及晶体管603。此外,晶体管等也可以设置在衬底701与绝缘体613之间。例如,也可以在衬底701与绝缘体613之间设置与图27及图28所示的晶体管441及晶体管601相同的晶体管。

[0351] 晶体管602可以为设置在电路840中的晶体管。晶体管603可以为设置在栅极驱动电路821中的晶体管或设置在源极驱动电路822中的晶体管。也就是说,晶体管602及晶体管603可以设置在图8等所示的层820中。此外,如图12所示,在电路840设置在层830中的情况下,晶体管602可以设置在层830中。

[0352] 晶体管602及晶体管603可以为其结构与晶体管750相同的晶体管。此外,晶体管602及晶体管603也可以为其结构与晶体管750不同的OS晶体管。

[0353] 在绝缘体614上除了设置有晶体管602及晶体管603以外还设置有绝缘体616、绝缘体622、绝缘体624、绝缘体654、绝缘体644、绝缘体680、绝缘体674及绝缘体681。绝缘体654、绝缘体644、绝缘体680、绝缘体674及绝缘体681中嵌入导电体461。在此,可以使导电体461的顶面的高度与绝缘体681的顶面的高度大致相同。

[0354] 导电体461及绝缘体681上设置有绝缘体501。绝缘体501中嵌入导电体463。在此,可以使导电体463的顶面的高度与绝缘体501的顶面的高度大致相同。

[0355] 导电体463及绝缘体501上设置有绝缘体503。绝缘体503中嵌入导电体465。在此，可以使导电体465的顶面的高度与绝缘体503的顶面的高度大致相同。

[0356] 导电体465及绝缘体503上设置有绝缘体505。绝缘体505中嵌入导电体467。导电体467例如可以设置在与图20所示的布线121至布线123相同的层中。在此，可以使导电体467的顶面的高度与绝缘体505的顶面的高度大致相同。

[0357] 导电体467及绝缘体505上设置有绝缘体507。绝缘体507中嵌入导电体469。在此，可以使导电体469的顶面的高度与绝缘体507的顶面的高度大致相同。

[0358] 导电体469及绝缘体507上设置有绝缘体509。绝缘体509中嵌入导电体471。导电体471例如可以设置在与图20所示的布线141至布线143相同的层中。在此，可以使导电体471的顶面的高度与绝缘体509的顶面的高度大致相同。

[0359] 导电体471及绝缘体509上设置有绝缘体421及绝缘体214。绝缘体421及绝缘体214中嵌入导电体453。在此，可以使导电体453的顶面的高度与绝缘体214的顶面的高度大致相同。

[0360] 如图29及图30所示，晶体管602的源极和漏极中的一个通过导电体461、导电体463、导电体465、导电体467、导电体469、导电体471、及导电体453、导电体455、导电体305、导电体317、导电体337、导电体347、导电体353、导电体355、导电体357、连接电极760及各向异性导电体780电连接于FPC716。

[0361] 绝缘体613、绝缘体614、绝缘体680、绝缘体674、绝缘体681、绝缘体501、绝缘体503、绝缘体505、绝缘体507及绝缘体509用作层间膜，也可以用作分别覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0362] 通过采用图29及图30所示的显示装置810的结构，可以在实现显示装置810的窄边框化及小型化的同时作为显示装置810中的所有晶体管使用0S晶体管。由此，例如，可以使用同一设备制造设置在层820中的晶体管和设置在层830中的晶体管。由此，可以降低显示装置810的制造成本，并可以提供廉价的显示装置810。

[0363] <显示装置的结构实例3>

[0364] 图31A及图31B是示出可以应用于本发明的一个实施方式的显示装置的子像素901的结构实例的俯视图。子像素901可以为图22B所示的电路结构。在此，晶体管552除了包括栅极以外还包括背栅极，该背栅极电连接于布线831。此外，晶体管554除了包括栅极以外还包括背栅极，该背栅极电连接于晶体管554的源极和漏极中的另一个、电容器562中的另一个电极及发光元件572中的一个电极。

[0365] 图31A示出子像素901含有的晶体管、电容器、布线等的导电体及半导体。图31B除了示出图31A所示的结构以外还示出用作发光元件572中的一个电极的导电体772。此外，图31A和图31B都省略了用作发光元件572中的另一个电极的导电体等。在此，发光元件572中的一个电极用作像素电极，而发光元件572中的另一个电极用作公共电极。

[0366] 如图31A及图31B所示，子像素901包括导电体911、导电体912、半导体913、半导体914、导电体915a、导电体915b、导电体916a、导电体916b、导电体917、导电体918、导电体919、导电体920、导电体921、导电体922、导电体923、导电体924、导电体925、导电体926、导电体927、导电体928、导电体929、导电体930、导电体931以及导电体772。

[0367] 导电体911及导电体912经同一工序而形成。半导体913及半导体914经同一工序而

形成,并经导电体911及导电体912之后工序而形成。导电体915a及导电体915b、导电体916a及导电体916b经同一工序而形成,并经导电体911及导电体912之后工序而形成。导电体917及导电体918经同一工序而形成,并经半导体913及半导体914、导电体915a、导电体915b、导电体916a及导电体916b之后工序而形成。

[0368] 导电体919至923经同一工序而形成,并经导电体917及导电体918之后工序而形成。导电体924经导电体919至923之后工序而形成。导电体925至928经同一工序而形成,并经导电体924之后工序而形成。导电体929至931经同一工序而形成,并经导电体925至928之后工序而形成。导电体772经导电体929至931之后工序而形成。

[0369] 在本说明书等中,经同一工序而形成的构成要素设置在同一层中。例如,因为导电体911及导电体912可以经同一工序而形成,所以导电体911及导电体912可以设置在同一层中。此外,经后工序而形成的构成要素设置在经前工序而形成的构成要素上方的层中。例如,因为导电体929至931可以经导电体925至928之后工序而形成,所以可以设置在导电体925至928上方的层中。

[0370] 导电体911用作晶体管552的背栅电极。半导体913含有晶体管552的沟道形成区。导电体915a用作晶体管552的源电极和漏电极中的一个。导电体915b用作晶体管552的源电极和漏电极中的另一个。导电体917用作晶体管552的栅电极。

[0371] 导电体912用作晶体管554的背栅电极。半导体914含有晶体管554的沟道形成区。导电体916a用作晶体管554的源电极和漏电极中的一个。导电体916b用作晶体管554的源电极和漏电极中的另一个。导电体918用作晶体管554的栅电极。

[0372] 导电体919用作电容器562中的一个电极。导电体924用作电容器562中的另一个电极。导电体925相当于用作扫描线的布线831。导电体929相当于用作数据线的布线832。导电体930相当于用作电源线的布线835a。如上所述,导电体772用作发光元件572中的一个电极。

[0373] 导电体911与导电体920电连接。导电体912与导电体923电连接。导电体915a与导电体921电连接。导电体915b与导电体919电连接。导电体916a与导电体922电连接。

[0374] 导电体916b与导电体923电连接。也就是说,用作晶体管554的背栅电极的导电体912与用作晶体管554的源电极和漏电极中的另一个的导电体916b通过导电体923电连接。

[0375] 导电体917与导电体920电连接。也就是说,用作晶体管552的背栅电极的导电体911与用作晶体管552的栅电极的导电体917通过导电体920电连接。

[0376] 导电体920与导电体925电连接。也就是说,用作晶体管552的栅电极的导电体917与用作扫描线的导电体925通过导电体920电连接。

[0377] 导电体918与导电体919电连接。导电体921与导电体926电连接。导电体922与导电体927电连接。导电体923与导电体928电连接。导电体924与导电体928电连接。

[0378] 导电体926与导电体929电连接。也就是说,用作晶体管552的源电极和漏电极中的一个的导电体915a与用作数据线的导电体929通过导电体921及导电体926电连接。

[0379] 导电体927与导电体930电连接。也就是说,用作晶体管554的源电极和漏电极中的一个的导电体916a与用作电源线的导电体930通过导电体922及导电体927电连接。

[0380] 导电体928与导电体931电连接。导电体931与导电体772电连接。

[0381] 半导体913及半导体914例如可以包含金属氧化物。由此,晶体管552及晶体管554

可以为OS晶体管。

[0382] 图32是示出由具有图31B所示的结构子像素901构成的像素902的结构实例的俯视图。在图32中,以子像素901R表示具有发射红色光的功能的子像素901,以子像素901G表示具有发射绿色光的功能的子像素901,并且以子像素901B表示具有发射蓝色光的功能的子像素901。如图32所示,像素902由子像素901R、子像素901G及子像素901B构成。具体而言,一个像素902由设置在上级中的子像素901R及子像素901B、设置在下级中的子像素901G构成。此外,一个像素902由设置在上级中的子像素901G、设置在下级中的子像素901R及子像素901B构成。

[0383] 在图32中,设置在上级中的子像素901R、子像素901G及子像素901B和设置在下级中的子像素901R、子像素901G及子像素901B分别具有左右翻转的结构。通过采用这种结构,在用作扫描线的导电体925的延伸方向上交替排列同一颜色的子像素901。由此,一个数据线可以电连接于具有发射同一颜色的光的功能的子像素901。也就是说,可以抑制子像素901R、子像素901G及子像素901B中的两种以上的子像素901电连接于一个数据线。

[0384] 图33是沿图31B中的点划线A1-A2所示的部分的截面图。在绝缘体1021上设置有晶体管552及晶体管554。此外,在晶体管552及晶体管554上设置有绝缘体1022,并在绝缘体1022上设置有绝缘体1023。此外,衬底设置在绝缘体1021下方的层中。此外,可以在该衬底与绝缘体1021之间设置有图8等所示的层820的构成要素(栅极驱动电路821、源极驱动电路822、电路840等)。

[0385] 如图33所示,设置在不同层中的各导电体通过用作插头的导电体990电连接。例如,导电体915a和设置导电体915a上方的层中的导电体921通过导电体990电连接。导电体990可以采用与图27等所示的导电体453、导电体305、导电体337、导电体353、导电体355、导电体357、导电体301a、导电体301b、导电体331、导电体351、导电体333及导电体335同样的结构。

[0386] 在导电体919至导电体923及绝缘体1023上设置有绝缘体1024。在绝缘体1024上设置有导电体924。电容器562由导电体919、绝缘体1024及导电体924构成。

[0387] 在导电体924及绝缘体1024上设置有绝缘体1025。在导电体925至导电体928及绝缘体1025上设置有绝缘体1026。在导电体929至导电体931及绝缘体1026上设置有绝缘体1027。

[0388] 在绝缘体1027上设置有导电体772及绝缘体730。在此,绝缘体730可以覆盖导电体772的一部分。发光元件572由导电体772、EL层786及导电体788构成。

[0389] 在导电体788上设置有粘合层991,并在粘合层991上设置有绝缘体992。粘合层991上的绝缘体992可以经如下工序形成。首先,在与形成有发光元件572等的衬底不同的衬底上形成绝缘体992。接着,使用粘合层991粘合导电体788和绝缘体992。然后,剥离形成有绝缘体992的衬底。经上述工序,绝缘体992可以形成在导电体788上。

[0390] 在绝缘体992上设置有着色层993。在图33中,作为着色层993,示出着色层993a及着色层993b。衬底995由粘合层994贴合在着色层993上。

[0391] 着色层993b具有透射与着色层993a不同的颜色的光的功能。例如,在像素902由具有发射红色光的功能的子像素901R、具有发射绿色光的功能的子像素901G及具有发射蓝色光的功能的子像素901B构成,并且着色层993a具有透射红色光的功能的情况下,着色层

993b具有透射绿色光或蓝色光的功能。

[0392] 通过在绝缘体992上形成着色层993,可以容易使着色层993和发光元件572的位置对准。由此,可以提高本发明的一个实施方式的显示装置的清晰度。

[0393] <显示装置的结构实例4>

[0394] 图34A示出可以应用于本发明的一个实施方式的显示装置的子像素940的结构实例的示意图。子像素940可以采用子像素940\_1和子像素940\_2的叠层结构。子像素940可以为图24E所示的电路结构。在此,晶体管511及晶体管529除了包括栅极以外还包括背栅极,该背栅极电连接于布线831\_1。此外,晶体管513包括背栅极,该背栅极电连接于布线831\_2。再者,晶体管521包括背栅极,该背栅极电连接于电容器517中的另一个电极及发光元件572中的一个电极。

[0395] 图34B是示出子像素940\_1的结构实例的俯视图。图34B示出子像素940\_1含有的晶体管、电容器、布线等的导电体及半导体。

[0396] 如图34B所示,子像素940\_1包括导电体951、半导体952、半导体953、导电体954a、导电体954b、导电体955a、导电体955b、导电体956、导电体957、导电体958、导电体959、导电体960、导电体961、导电体962、导电体963、导电体964、导电体965、导电体966及导电体967。

[0397] 半导体952及半导体953经同一工序而形成,并经导电体951之后工序而形成。导电体954a及导电体954b、导电体955a及导电体955b经同一工序而形成,并经导电体951之后工序而形成。导电体956及导电体957经同一工序而形成,并经半导体952及半导体953、导电体954a、导电体954b、导电体955a及导电体955b之后工序而形成。

[0398] 导电体958至962经同一工序而形成,并经导电体956及导电体957之后工序而形成。导电体963经导电体958至962之后工序而形成。导电体964至967经同一工序而形成,并经导电体963之后工序而形成。

[0399] 导电体951用作晶体管511及晶体管529的背栅电极。导电体951相当于用作扫描线的布线831\_1。

[0400] 半导体952含有晶体管511的沟道形成区。导电体954a用作晶体管511的源电极和漏电极中的一个。导电体954b用作晶体管511的源电极和漏电极中的另一个。导电体956用作晶体管511的栅电极。

[0401] 半导体953含有晶体管529的沟道形成区。导电体955a用作晶体管529的源电极和漏电极中的一个。导电体955b用作晶体管529的源电极和漏电极中的另一个。导电体957用作晶体管529的栅电极。

[0402] 导电体958用作电容器515中的一个电极。导电体963用作电容器515中的另一个电极。导电体964相当于用作数据线的布线832-1。导电体965相当于用作电源线的布线543。

[0403] 导电体951与导电体962电连接。导电体954a与导电体959电连接。导电体954b与导电体958电连接。导电体955a与导电体960电连接。导电体955b与导电体961电连接。

[0404] 导电体956及导电体957与导电体962电连接。也就是说,用作晶体管511及晶体管529的背栅电极并相当于用作扫描线的布线831\_1的导电体951通过导电体962电连接于用作晶体管511的栅电极的导电体956及用作晶体管529的栅电极的导电体957。

[0405] 导电体959与导电体964电连接。也就是说,用作晶体管511的源极和漏极中的一个的导电体954a与用作数据线的导电体964通过导电体959电连接。

[0406] 导电体960与导电体965电连接。也就是说,用作晶体管529的源电极和漏电极中的一个的导电体955a与用作电源线的导电体965通过导电体960电连接。

[0407] 导电体961与导电体967电连接。导电体963与导电体966电连接。

[0408] 半导体952及半导体953例如可以包含金属氧化物。由此,晶体管511及晶体管529可以为OS晶体管。

[0409] 图35A示出子像素940\_2含有的晶体管、电容器、布线等的导电体及半导体。图35B除了示出图35A所示的结构以外还示出用作发光元件572中的一个电极的导电体772。此外,图35A和图35B都省略了用作发光元件572中的另一个电极的导电体等。

[0410] 如图35A及图35B所示,子像素940\_2包括导电体968、导电体969、导电体970、半导体971、半导体972、导电体973a、导电体973b、导电体974a、导电体974b、导电体975、导电体976、导电体977、导电体978、导电体979、导电体980、导电体981、导电体982、导电体983、导电体984、导电体985、导电体986、导电体987以及导电体772。

[0411] 导电体968至导电体970经同一工序而形成。半导体971及半导体972经同一工序而形成,并经导电体968至导电体970之后工序而形成。导电体973a及导电体973b、导电体974a及导电体974b经同一工序而形成,并经导电体968至导电体970之后工序而形成。导电体975及导电体976经同一工序而形成,并经半导体971及半导体972、导电体973a、导电体973b、导电体974a及导电体974b之后工序而形成。

[0412] 导电体977至981经同一工序而形成,并经导电体975及导电体976之后工序而形成。导电体982经导电体977至981之后工序而形成。导电体983至985经同一工序而形成,并经导电体982之后工序而形成。导电体986及987经同一工序而形成,并经导电体983至985之后工序而形成。导电体772经导电体986及987之后工序而形成。

[0413] 导电体968用作晶体管513的背栅电极,并相当于用作扫描线的布线831\_2。半导体971含有晶体管513的沟道形成区。导电体973a用作晶体管513的源电极和漏电极中的一个。导电体973b用作晶体管513的源电极和漏电极中的另一个。导电体975用作晶体管513的栅电极。

[0414] 导电体970用作晶体管521的背栅电极。半导体972含有晶体管521的沟道形成区。导电体974a用作晶体管521的源电极和漏电极中的一个。导电体974b用作晶体管521的源电极和漏电极中的另一个。导电体976用作晶体管521的栅电极。

[0415] 导电体977用作电容器517中的一个电极。导电体982用作电容器517中的另一个电极。导电体983相当于用作数据线的布线832-2。导电体986相当于用作电源线的布线537。如上所述,导电体772用作发光元件572中的一个电极。

[0416] 导电体968与导电体978电连接。导电体969与导电体977电连接。导电体970与导电体981电连接。导电体973a与导电体979电连接。导电体973b与导电体977电连接。导电体974a与导电体980电连接。

[0417] 导电体974b与导电体981电连接。也就是说,用作晶体管521的背栅电极的导电体970与用作晶体管521的源电极和漏电极中的另一个的导电体974b通过导电体981电连接。

[0418] 导电体975与导电体978电连接。也就是说,用作晶体管513的背栅电极的导电体968与用作晶体管513的栅电极的导电体975通过导电体978电连接。此外,导电体976与导电体977电连接。

[0419] 导电体979与导电体983电连接。也就是说,用作晶体管513的源电极和漏电极中的一个的导电体973a与用作数据线的导电体983通过导电体979电连接。

[0420] 导电体980与导电体984电连接。导电体981与导电体985电连接。导电体982与导电体985电连接。

[0421] 导电体984与导电体986电连接。也就是说,用作晶体管521的源电极和漏电极中的一个的导电体974a与用作数据线的导电体986通过导电体980及导电体984电连接。

[0422] 导电体985与导电体987电连接。导电体987与导电体772电连接。

[0423] 半导体971及半导体972例如可以包含金属氧化物。由此,晶体管513及晶体管521可以为0S晶体管。

[0424] 图36是示出子像素940\_1和子像素940\_2的叠层结构的俯视图,并示出子像素940\_1和子像素940\_2的电连接关系。为了容易理解,未图示设置在子像素940\_2中的用作像素电极的导电体772。

[0425] 如图36所示,设置在子像素940\_1中的导电体966和设置在子像素940\_2中的导电体969电连接。由此,设置在子像素940\_1中的电容器515中的另一个电极可以电连接于设置在子像素940\_2中的晶体管513的源极和漏极中的另一方、晶体管521的栅极及电容器517中的一个电极。此外,设置在子像素940\_1中的导电体967和设置在子像素940\_2中的导电体970电连接。由此,设置在子像素940\_1中的晶体管529的源极和漏极中的另一方可以电连接于设置在子像素940\_2中的电容器517中的另一个电极、晶体管521的源极和漏极中的另一方、发光元件572中的一个电极。

[0426] 图37是示出由具有图34B及图35B所示的结构子像素940构成的像素941的结构实例的俯视图。在图37中,以子像素940R表示具有发射红色光的功能的子像素940,以子像素940G表示具有发射绿色光的功能的子像素940,并且以子像素940B表示具有发射蓝色光的功能的子像素940。如图37所示,像素941由子像素940R、子像素940G及子像素940B构成。具体而言,一个像素941由设置在上级中的子像素940R及子像素940B、设置在下级中的子像素940G构成。此外,一个像素941由设置在上级中的子像素940G、设置在下级中的子像素940R及子像素940B构成。

[0427] 在图37中,设置在上级中的子像素940R、子像素940G及子像素940B和设置在下级中的子像素940R、子像素940G及子像素940B分别具有左右翻转的结构。通过采用这种结构,在用作扫描线的导电体951及导电体968的延伸方向上交替排列同一颜色的子像素940。由此,一个数据线可以电连接于具有发射同一颜色的光的功能的子像素940。也就是说,可以抑制子像素940R、子像素940G及子像素940B中的两种以上的子像素940电连接于一个数据线。

[0428] 图38是沿图34B及图35B中的点划线A3-A4所示的部分的截面图。在绝缘体1031上设置有作为设置在子像素940\_1中的晶体管的晶体管511及晶体管529。此外,在晶体管511及晶体管529上设置有绝缘体1032,并在绝缘体1032上设置有绝缘体1033。此外,衬底设置在绝缘体1031下方的层中。此外,可以在该衬底与绝缘体1031之间设置有图8等所示的层820的构成要素(栅极驱动电路821、源极驱动电路822、电路840等)。

[0429] 如图38所示,设置在不同层中的各导电体通过用作插头的导电体990电连接。

[0430] 在导电体958至导电体962及绝缘体1033上设置有绝缘体1034。在绝缘体1034上设

置有导电体963。电容器515由导电体958、绝缘体1034及导电体963构成。

[0431] 在导电体963及绝缘体1034上设置有绝缘体1035。在导电体964至导电体967上设置有绝缘体1036。

[0432] 在绝缘体1036上设置有作为设置在子像素940\_2中的晶体管的晶体管513及晶体管521。此外,在晶体管513及晶体管521上设置有绝缘体1042,并在绝缘体1042上设置有绝缘体1043。

[0433] 在导电体977至导电体981及绝缘体1043上设置有绝缘体1044。在绝缘体1044上设置有导电体982。电容器517由导电体977、绝缘体1044及导电体982构成。

[0434] 在导电体982及绝缘体1044上设置有绝缘体1045。在导电体983至导电体985及绝缘体1045上设置有绝缘体1046。在导电体986、导电体987及绝缘体1046上设置有绝缘体1047。

[0435] 在绝缘体1047上设置有导电体772及绝缘体730。在此,与图33所示的情况同样,绝缘体730可以覆盖导电体772的一部分。发光元件572由导电体772、EL层786及导电体788构成。

[0436] 与图33所示的情况同样,在导电体788上设置有粘合层991,并在粘合层991上设置有绝缘体992。再者,在绝缘体992上设置有着色层993,并且衬底995由粘合层994贴合在着色层993上。

[0437] <发光元件的结构实例>

[0438] 图39A至图39E示出发光元件572的结构实例。图39A示出在导电体772与导电体788之间夹有EL层786的结构(单层结构)。如上所述,EL层786包含发光材料,例如,包含有机化合物作为发光材料。

[0439] 图39B是示出EL层786的叠层结构的图。在此,在具有图39B所示的结构的发光元件572中,导电体772用作阳极,导电体788用作阴极。

[0440] EL层786具有在导电体772上依次层叠有空穴注入层721、空穴传输层722、发光层723、电子传输层724及电子注入层725的结构。此外,在导电体772用作阴极且导电体788用作阳极的情况下,层叠顺序反转。

[0441] 发光层723适当地组合发光材料及多个材料而具有能够获得呈现所希望的发光颜色的荧光发光及磷光发光的结构。此外,发光层723也可以为发光颜色不同的叠层结构。在此情况下,用于层叠的各发光层的发光物质或其他物质可以分别使用不同材料。

[0442] 在发光元件572中,例如,通过使图39B所示的导电体772为反射电极、使导电体788为透反射电极并采用光学微腔谐振器(微腔)结构,可以使从EL层786中的发光层723获得的光在上述电极之间发生谐振,从而可以增强透过导电体788射出的光。

[0443] 在发光元件572的导电体772为由具有反射性的导电材料和具有透光性的导电材料(透明导电膜)的叠层结构构成的反射电极的情况下,可以通过调整透明导电膜的厚度来进行光学调整。具体地说,优选以如下方式进行调整:相对于从发光层723获得的光的波长 $\lambda$ ,导电体772与导电体788的电极间距离为 $m\lambda/2$ (注意, $m$ 为自然数)左右。

[0444] 此外,为了使从发光层723获得的所希望的光(波长: $\lambda$ )放大,优选调整为如下:从导电体772到能够获得发光层723的所希望的光的区域(发光区域)的光学距离及从导电体788到能够获得发光层723的所希望的光的区域(发光区域)的光学距离都成为 $(2m'+1)\lambda/4$

(注意,  $m'$  为自然数) 左右。注意, 在此说明的“发光区域”是指发光层723中的空穴与电子的再结合区域。

[0445] 通过进行上述光学调整, 可以使能够从发光层723获得的特定的单色光的光谱变窄, 由此获得色纯度良好的发光。

[0446] 此外, 在上述情况下, 严格地说, 导体772和导体788之间的光学距离可以说是从导体772中的反射区域到导体788中的反射区域的总厚度。但是, 因为难以准确地决定导体772或导体788中的反射区域的位置, 所以通过假定导体772及导体788中的任意的位置为反射区域可以充分得到上述效果。此外, 严密地说, 导体772和可以获得所希望的光的发光层之间的光学距离可以说是导体772中的反射区域和可以获得所希望的光的发光层中的发光区域之间的光学距离。但是, 因为难以准确地决定导体772中的反射区域或可以获得所希望的光的发光层中的发光区域的位置, 所以通过假定导体772中的任意的位置为反射区域且可以获得所希望的光的发光层的任意的位置为发光区域, 可以充分得到上述效果。

[0447] 图39B所示的发光元件572具有微腔结构, 因此即使具有相同的EL层也可以提取不同波长的光(单色光)。由此, 为了获得不同的发光颜色不需要分别涂布(例如涂布为R、G、B)。由此, 容易实现高分辨率。此外, 可以与着色层组合。并且, 可以增强具有特定波长的正面方向上的发光强度, 从而可以实现低功耗化。

[0448] 图39B所示的发光元件572也可以不具有微腔结构。在此情况下, 通过使发光层723发射白光并设置着色层, 可以提取规定颜色的光(如RGB)。此外, 当形成EL层786时, 通过分别涂布以得到不同的发光颜色, 可以提取规定颜色的光而不设置着色层。

[0449] 导体772和导体788中的至少一个为具有透光性的电极(透明电极、透反射电极等)。在具有透光性的电极为透明电极的情况下, 透明电极的可见光的透过率为40%以上。此外, 在该电极为透反射电极的情况下, 透反射电极的可见光的反射率为20%以上且80%以下, 优选为40%以上且70%以下。此外, 这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0450] 在导体772或导体788为具有反射性的电极(反射电极)的情况下, 具有反射性的电极的可见光的反射率为40%以上且100%以下, 优选为70%以上且100%以下。此外, 该电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0451] 发光元件572的结构可以为图39C所示的结构。图39C示出在导体772和导体788之间设置有两层的EL(EL层786a及EL层786b)且在EL层786a和EL层786b之间设置有电荷产生层792的具有叠层结构(串联结构)的发光元件572。通过使发光元件572具有串联结构, 可以提高发光元件572的电流效率及外量子效率。由此, 可以在显示装置810上显示高亮度图像。此外, 可以降低显示装置810的功耗。在此, EL层786a及EL层786b可以具有与图39B所示的EL层786相同的结构。

[0452] 电荷产生层792具有如下功能: 在对导体772及导体788供应电压时, 对EL层786a及EL层786b中的一个注入电子并对另一个注入空穴的功能。因此, 当以导体772的电位高于导体788的方式供应电压时, 从电荷产生层792对EL层786a注入电子且对EL层786b注入空穴。

[0453] 此外, 从光提取效率的观点来看, 电荷产生层792优选使可见光透过(具体地说, 电荷产生层792的可见光的透过率为40%以上)。此外, 电荷产生层792的电导率也可以比导电

体772或导电体788低。

[0454] 发光元件572的结构可以为图39D所示的结构。图39D示出在导电体772和导电体788之间设置有三层的EL层(EL层786a、EL层786b及EL层786c)且在EL层786a和EL层786b之间及EL层786b和EL层786c之间设置有电荷产生层792的具有串联结构的发光元件572。在此,EL层786a、EL层786b及EL层786c可以具有与图39B所示的EL层786相同的结构。通过使发光元件572具有图39D所示的结构,可以进一步提高发光元件572的电流效率及外量子效率。由此,可以在显示装置810上显示更高亮度图像。此外,可以进一步降低显示装置810的功耗。

[0455] 发光元件572的结构可以为图39E所示的结构。图39E示出在导电体772和导电体788之间设置有n层的EL层(EL层786(1)至EL层786(n))且在各EL层786之间设置有电荷产生层792的具有串联结构的发光元件572。在此,EL层786(1)至EL层786(n)可以具有与图39B所示的EL层786相同的结构。此外,图39E示出EL层786中的EL层786(1)、EL层786(m)、EL层786(m+1)及EL层786(n)。在此,m为2以上且小于n的整数,n为大于m的整数。n的值越大,越可以提高发光元件572的电流效率及外量子效率。由此,可以在显示装置810上显示高亮度图像。此外,可以降低显示装置810的功耗。

[0456] <发光元件的构成材料>

[0457] 接着,对可以用于发光元件572的构成材料进行说明。

[0458] <<导电体772及导电体788>>

[0459] 作为导电体772及导电体788,如果可以满足上述两个电极的功能则可以适当地组合下述材料。例如,可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。具体而言,可以举出In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。除了上述以外,可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0460] <<空穴注入层721及空穴传输层722>>

[0461] 空穴注入层721是将空穴从阳极的导电体772或电荷产生层792注入到EL层786中的层,包含空穴注入性高的材料。在此,EL层786包括EL层786a、EL层786b、EL层786c、EL层786(1)至EL层786(n)。

[0462] 作为空穴注入性高的材料,可以举出钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物。除了上述以外,可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称:H<sub>2</sub>Pc)、铜酞菁(CuPc)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等;或者高分子如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等。

[0463] 作为空穴注入性高的材料,也可以使用包含空穴传输性材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料。在此情况下,由受体材料从空穴传输性材料抽出电子而在空穴注入层721中产生空穴,空穴通过空穴传输层722注入到发光层723中。此外,空穴注入层721可以采

用由包含空穴传输性材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料构成的单层,也可以采用分别使用空穴传输性材料及受体材料(电子受体材料)形成的层的叠层。

[0464] 空穴传输层722是将从导电体772经过空穴注入层721注入的空穴传输到发光层723中的层。此外,空穴传输层722是包含空穴传输性材料的层。作为用于空穴传输层722的空穴传输性材料,特别优选使用具有与空穴注入层721的HOMO能级相同或相近的HOMO能级的材料。

[0465] 作为用于空穴注入层721的受体材料,可以使用属于元素周期表中的第4族至第8族的金属的氧化物。具体地说,可以举出氧化钼、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钨、氧化锰、氧化铯。特别优选使用氧化钼,因为其在大气中也稳定,吸湿性低,并且容易处理。除了上述以外,可以举出醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮杂三亚苯衍生物等有机受体。具体地说,可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: $F_4$ -TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)等。

[0466] 作为用于空穴注入层721及空穴传输层722的空穴传输性材料,优选为具有 $10^6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质。此外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,可以使用上述以外的物质。

[0467] 作为空穴传输性材料,优选使用富 $\pi$ 电子型杂芳族化合物(例如,咔唑衍生物或吡啶衍生物)或芳香胺化合物,具体的例子为如下:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 $\alpha$ -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-联苈-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基苈-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苈-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-苈-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:PCBiF)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-苈-2-胺(简称:PCBBiF)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]苈-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二苈-2-胺(简称:PCBASF)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-萸基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-苈-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-苈-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并咪唑)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-

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

[0468] 再者,还可以使用聚(N-乙基基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(简称:PVTBA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等高分子化合物。

[0469] 注意,空穴传输性材料不局限于上述材料,可以组合一种或多种的已知的各种各样材料而用于空穴注入层721及空穴传输层722作为空穴传输性材料。此外,空穴传输层722也可以分别由多个层构成。也就是说,例如,也可以层叠有第一空穴传输层和第二空穴传输层。

[0470] <<发光层723>>

[0471] 发光层723是包含发光物质的层。此外,作为发光物质,适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等的发光颜色的物质。在此,如图39C至图39E所示,在发光元件572具有多个EL层的情况下,通过在设置于每个EL层中的发光层723中分别使用不同的发光物质,可以成为呈现不同的发光颜色的结构(例如,可以组合处于补色关系的发光颜色获得白色发光)。例如,在发光元件572具有图39C所示的结构的情况下,通过在设置于EL层786a中的发光层723和设置于EL层786b中的发光层723之间使用不同的发光物质,可以使EL层786a的发光颜色不同于EL层786b的发光颜色。此外,也可以为一个发光层具有不同的发光物质的叠层结构。

[0472] 此外,发光层723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)。此外,作为一种或多种有机化合物,可以使用空穴传输性材料和电子传输性材料中的一方或双方。

[0473] 在发光元件572具有图39C所示的结构的情况下,优选的是:在EL层786a和EL层786b中的任一个中使用呈现蓝色发光的发光物质(蓝色发光物质)作为客体材料,在另一个中使用呈现绿色发光的物质(绿色发光物质)及呈现红色发光的物质(红色发光物质)。这种方法是在蓝色发光物质(蓝色发光层)的发光效率及使用寿命比其他颜色低或短的情况下有效的。此外,在此,当使用将单重激发能量转换为可见光区域的光的发光物质作为蓝色发光物质且使用将三重激发能量转换为可见光区域的光的发光物质作为绿色及红色发光物质时,发挥RGB的光谱的平衡良好,所以是优选的。

[0474] 对可用于发光层723的发光物质没有特别的限制,可以使用将单重激发能量转换为可见光区域的光的发光物质或将三重激发能量转换为可见光区域的光的发光物质。此外,作为上述发光物质,例如可以举出如下物质。

[0475] 作为将单重激发能量转换为发光的发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光材料),例如可以举出茈萘衍生物、葱衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咪唑衍生物、二苯并咪唑衍生物、二苯并咪唑衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。尤其是茈萘衍生物的发光量子产率高,所以是优选的。作为茈萘衍生物的具体例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈萘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈萘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(二苯并咪唑-2-基)-N,N'-二苯基茈萘-1,6-二

胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N'-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N'-二苯基苾-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)、N,N'-(苾-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-6-胺](简称:1,6BnfAPrn)、N,N'-(苾-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-02)、N,N'-(苾-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)等。此外,苾衍生物是为了达成本发明的一个方式中的蓝色的色度而有效的化合物群。

[0476] 除了上述以外,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基苾-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)等。

[0477] 作为将三重激发能量转换为发光的发光物质,例如可以举出发射磷光的物质(磷光材料)或呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence:TADF)材料。

[0478] 作为磷光材料,可以举出有机金属配合物、金属配合物(铂配合物)、稀土金属配合物等。这种物质根据每个物质呈现不同的发光颜色(发光峰值),因此根据需要适当地选择而使用。

[0479] 作为呈现蓝色或绿色且其发射光谱的峰值波长为450nm以上且570nm以下的磷光材料,可以举出如下物质。

[0480] 例如可以举出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)<sub>3</sub>])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato))铱(III)(简称:[Ir(Mptz)<sub>3</sub>])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)<sub>3</sub>])、三[3-(5-联苯)-5-异丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:[Ir(iPr5btz)<sub>3</sub>])等具有4H-三唑骨架的有机金属配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑(triazolato)]铱(III)(简称:

[0481] [Ir(Mptz1-mp)<sub>3</sub>])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑(triazolato))铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)<sub>3</sub>])等具有1H-三唑骨架的有机金属配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)<sub>3</sub>])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啉根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)<sub>3</sub>])等具有咪唑骨架的有机金属配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]铱(III)四(1-吡啶基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双[2-(3,5-双三氟甲基-苯基)-吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]铱(III)吡啶甲

酸盐(简称:[Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2'</sup>]铱(III)乙酰丙酮(简称:Fir(acac))等以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物等。

[0482] 作为呈现绿色或黄色且其发射光谱的峰值波长为495nm以上且590nm以下的磷光材料,可以举出如下物质。

[0483] 例如可以举出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)<sub>3</sub>])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降苧基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(mpmpm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(dmppm-dmp)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物、(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物、三(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)(简称:[Ir(ppy)<sub>3</sub>])、双(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)<sub>3</sub>])、三(2-苯基喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)(简称:[Ir(pq)<sub>3</sub>])、双(2-苯基喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物、双(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac)])、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,C<sup>2'</sup>}铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)])、双(2-苯基苯并噁唑-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)])等有机金属配合物、三(乙酰丙酮根)(单菲罗啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)])等稀土金属配合物。

[0484] 在上述物质中,具有吡啶骨架(尤其是苯基吡啶骨架)或嘧啶骨架的有机金属铱配合物是为了达成本发明的一个方式中的绿色的色度而有效的化合物群。

[0485] 作为呈现黄色或红色且其发射光谱的峰值波长为570nm以上且750nm以下的磷光材料,可以举出如下物质。

[0486] 例如可以举出(二异丁酰甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(d1nppm)<sub>2</sub>(dpm)])等具有嘧啶骨架的有机金属配合物;(乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪)(二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)])、双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,6-二甲基-3,5-庚二酮-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)])、双{4,6-二甲基-2-[5-(4-氰基-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)])、(乙酰丙酮)双[2-甲基-3-苯基喹喔啉合(quinoxalinato)]-N,C<sup>2'</sup>]铱(III)(简称:[Ir(mpq)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮)双(2,3-二苯基喹喔啉合(quinoxalinato)-N,C<sup>2'</sup>]铱(III)(简称:[Ir(dpq)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III)

(简称:[Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)(简称:[Ir(piq)<sub>3</sub>])、双(1-苯基异喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:[PtOEP])等铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲罗啉)铈(III)(简称:[Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲罗啉)铈(III)(简称:[Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen)])等稀土金属配合物。

[0487] 在上述物质中,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物是为了达成本发明的一个方式中的红色的色度而有效的化合物群。尤其是,具有氰基的有机金属铱配合物诸如[Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)]等其稳定性高,所以是优选的。

[0488] 此外,作为蓝色的发光物质,可以使用光致发光的峰值波长为430nm以上且470nm以下,优选为430nm以上且460nm以下的物质。此外,作为绿色的发光物质,可以使用光致发光的峰值波长为500nm以上且540nm以下,优选为500nm以上且530nm以下的物质。此外,作为红色的发光物质,可以使用光致发光的峰值波长为610nm以上且680nm以下,优选为620nm以上且680nm以下的物质。此外,光致发光的测定都可以使用溶液或薄膜。

[0489] 通过同时使用上述化合物及微腔效果,可以更容易达到上述色度。此时,为了获得微腔效果所需要的透反射电极(金属薄膜部分)的厚度优选为20nm以上且40nm以下,更优选大于25nm且40nm以下。当该厚度超过40nm时,效率可能会降低。

[0490] 作为用于发光层723的有机化合物(主体材料、辅助材料),可以使用选择一种或多种其能隙比发光物质(客体材料)大的物质。此外,上述空穴传输性材料及后述的电子传输性材料分别可以被用作主体材料或辅助材料。

[0491] 当发光物质是荧光材料时,优选使用单重激发态的能级大且三重激发态的能级小的有机化合物作为主体材料。例如,优选使用蒽衍生物或并四苯衍生物。具体而言,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)、5,12-二苯基并四苯、5,12-双(联苯-2-基)并四苯等。

[0492] 在发光物质是磷光材料的情况下,选择其三重态激发能量比发光物质的三重态激发能量(基态和三重激发态之间的能量差)大的有机化合物作为主体材料,即可。在此情况下,可以使用锌或铝类金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并咪唑衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、菲罗啉衍生物等杂芳族化合物或者芳香胺、咔唑衍生物等。

[0493] 具体地说,三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)<sub>3</sub>、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq<sub>3</sub>)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq<sub>2</sub>)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并恶唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等金属配合物;2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)-三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:

TPBI)、红菲绕啉(简称:BPhen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBphen)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)等杂环化合物、NPB、TPD、BSPB等芳香胺化合物。

[0494] 此外,可以举出蒽衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒽(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]蒽(chrysene)衍生物等稠合多环芳香化合物(condensed polycyclic aromatic compound)。具体地,可以举出9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、YGAPA、PCAPA、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、9,10-二苯基-2-[N-苯基-N-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)氨基]蒽(简称:2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基蒽、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)以及1,3,5-三(1-萘基)苯(简称:TPB3)等。

[0495] 此外,在将多个有机化合物用于发光层723的情况下,优选组合形成激基复合物的化合物和发光物质而使用。在此情况下,可以适当地组合各种有机化合物而使用,但是为了高效地形成激基复合物,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)和容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。此外,作为空穴传输性材料及电子传输性材料的具体例子,可以使用本实施方式所示的材料。

[0496] TADF材料是指能够利用微小的热能量将三重激发态上转换(up-convert)为单重激发态(逆系间窜越)并高效率地呈现来自单重激发态的发光(荧光)的材料。可以高效率地获得热活化延迟荧光的条件为如下:三重激发能级和单重激发能级之间的能量差为0eV以上且0.2eV以下,优选为0eV以上且0.1eV以下。TADF材料所呈现的延迟荧光是指其光谱与一般的荧光同样但其寿命非常长的发光。该寿命为 $10^{-6}$ 秒以上,优选为 $10^{-3}$ 秒以上。

[0497] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯或其衍生物、普鲁黄素等吡啶衍生物、伊红等。此外,可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为含金属卟啉,例如,也可以举出原卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2$ (Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2$ (Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2$ (Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2$ (Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2$ (OEP))、初卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2$ (Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物( $\text{PtCl}_2\text{OEP}$ )等。

[0498] 除了上述以外,可以使用2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(PIC-TRZ)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]砜(DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(ACRSA)等具有富 $\pi$ 电子型芳杂环及缺 $\pi$ 电子型芳杂环的杂环化合物。此外,在富 $\pi$ 电子型芳杂环和缺 $\pi$ 电子型芳杂环直接键合的物质中,富 $\pi$ 电子型芳杂环的供体性和缺 $\pi$ 电子型芳杂

环的受体性都强,单重激发态与三重激发态之间的能量差变小,所以是尤其优选的。

[0499] 此外,在使用TADF材料的情况下,可以组合其他有机化合物使用。

[0500] <<电子传输层724>>

[0501] 电子传输层724是将从导体788经过电子注入层725注入的电子传输到发光层723中的层。此外,电子传输层724是包含电子传输性材料的层。作为用于电子传输层724的电子传输性材料,优选为具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,可以使用上述以外的物质。

[0502] 作为用于电子传输性材料可以举出具有喹啉配体、苯并喹啉配体、噁唑配体、噻唑配体的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、菲罗啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物等。除了上述以外,也可以使用含氮杂芳族化合物等缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物。

[0503] 具体地说,Alq<sub>3</sub>、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq<sub>3</sub>)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(简称:BeBq<sub>2</sub>)、BAIq、Zn(BOX)<sub>2</sub>、双[2-(2-羟基苯基)-苯并噁唑]锌(简称:Zn(BTZ)<sub>2</sub>)(II)等金属配合物、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、3-(4'-联苯基)-4-苯基-5-(4''-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等杂芳族化合物、2-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噁吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-III)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:7mDBTPDBq-II)和6-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:6mDBTPDBq-II)等喹啉衍生物或二苯并喹啉衍生物。

[0504] 此外,还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0505] 此外,电子传输层724既可由单层构成又可由层叠有两层以上的由上述物质构成的层的构成。

[0506] <<电子注入层725>>

[0507] 电子注入层725是包含电子注入性高的物质的层。作为电子注入层725,可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF<sub>2</sub>)及锂氧化物(LiO<sub>x</sub>)等碱金属、碱土金属或这些金属的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF<sub>3</sub>)等稀土金属化合物。此外,也可以将电子盐用于电子注入层725。作为该电子盐,例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等。此外,也可以使用如上所述的构成电子传输层724的物质。

[0508] 此外,也可以将混合有机化合物与电子给体(供体)而成的复合材料用于电子注入层725。这种复合材料因为通过电子给体在有机化合物中产生电子而具有优异的电子注入性和电子传输性。在此情况下,有机化合物优选是在传输所产生的电子方面性能优异的材料,具体而言,例如,可以使用用于如上所述的电子传输层724的电子传输性材料(金属配合物、杂芳族化合物等)。作为电子给体,只要是对有机化合物呈现电子施主性的物质即可。具体而言,优选使用碱金属、碱土金属和稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、铟、镱等。此外,优

选使用碱金属氧化物或碱土金属氧化物,可以举出锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,还可以使用氧化镁等路易斯碱。此外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。

[0509] <<电荷产生层792>>

[0510] 电荷产生层792具有如下功能:在对导体772及导体788施加电压时,对接触于该电荷产生层792的两个EL层786中离导体772更近的一个EL层786注入电子且对离导体788更近的一个EL层786注入空穴的功能。例如,在具有图39C所示的结构的光发射元件572中,电荷产生层792具有对EL层786a注入电子且对EL层786b注入空穴的功能。电荷产生层792既可以具有对空穴传输性材料添加有电子受体(受体)的结构,也可以具有对电子传输性材料添加有电子给体(供体)的结构。或者,也可以层叠有这两种结构。此外,通过使用上述材料形成电荷产生层792,可以抑制在层叠EL层时的显示装置810的驱动电压的增大。

[0511] 在电荷产生层792具有对空穴传输性材料添加有电子受体的结构的情况下,作为电子受体,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: $F_4$ -TCNQ)、氯醌等。此外,可以举出属于元素周期表中第4族至第8族的元素的金属的氧化物。具体地说,可以举出氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰、氧化镧等。

[0512] 在电荷产生层792具有对电子传输性材料添加有电子给体的结构的情况下,作为电子给体,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属或属于元素周期表中第2族、第13族的金属及它们的氧化物或碳酸盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)等有机化合物用作电子给体。

[0513] 此外,当制造发光元件572时,可以利用蒸镀法等真空工序或旋涂法、喷墨法等溶液工序。作为蒸镀法,可以利用溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)或化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接触印刷法等)等方法形成包括在发光元件的EL层中的功能层(空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层)以及电荷产生层。

[0514] 此外,本实施方式所示的构成发光元件的EL层的各功能层(空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层)以及电荷产生层的材料不局限于此,只要为可以满足各层的功能的材料就可以组合地使用。作为一个例子,可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介于低分子与高分子之间的化合物:分子量为400至4000)、无机化合物(量子点材料等)等。作为量子点材料,可以使用胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0515] 本实施方式所示的显示装置810可以应用于实施方式1所示的光源。通过将显示装置810应用于实施方式1所示的光源,可以在光源中以高密度配置发光元件。由此,本发明的一个实施方式的电子设备能够准确地识别该电子设备的使用者的表情等脸的特征。

[0516] 图40A是示出本发明的一个实施方式的摄像装置的结构实例的截面图。如图40A所示,可以在衬底1001与衬底995之间夹有晶体管1003、发光元件572、光电转换元件1010及着色层993等。在此,例如,晶体管1003可以为OS晶体管。图40A示出四个晶体管1003。

[0517] 在衬底1001上设置有绝缘体1002,且在绝缘体1002上设置有晶体管1003。在晶体

管1003上设置有绝缘体1004,且在绝缘体1004上设置有绝缘体1005。在绝缘体1005上设置有发光元件572及光电转换元件1010,并且以包括与发光元件572或光电转换元件1010重叠的区域的方式设置有着色层993。图40A示出两个发光元件572(发光元件572\_1、发光元件572\_2)及两个光电转换元件1010(光电转换元件1010\_1、光电转换元件1010\_2),它们分别与不同的晶体管1003电连接。此外,在图40A中,以包括与发光元件572\_1重叠的区域的方式设置有着色层993R,并以包括与发光元件572\_2重叠的区域的方式设置有着色层993IR。并且,以包括与光电转换元件1010\_1重叠的区域的方式设置有着色层993R,并以包括与光电转换元件1010\_2重叠的区域的方式设置有着色层993IR。

[0518] 光电转换元件1010具有接收从摄像装置的外部照射的光 $L_{ex}$ 并将其转换为对应于该光 $L_{ex}$ 的照度的电信号的功能。

[0519] 发光元件572优选具有发射白色光及红外光的功能。由此,从发光元件572\_1发射的光经过着色层993R作为红色光R射出到摄像装置的外部。此外,从发光元件572\_2发射的光经过着色层993IR作为红外光IR射出到摄像装置的外部。射出到摄像装置的外部的红色光R及红外光IR因遇到物体反射而照射到光电转换元件1010。例如,在将具有图40A所示的结构摄像装置应用于实施方式1所示的眼镜式电子设备的情况下,红色光R及红外光IR照射到该眼镜式电子设备的使用者的脸并被反射,该光 $L_{ex}$ 可以被光电转换元件1010检测。

[0520] 因为摄像装置具有检测出红色光和红外光的双方的功能,所以与只有检测出红色光和红外光中的一方的功能的情况相比,该摄像装置例如能够准确地检测出本发明的一个实施方式的电子设备的使用者的眼睛及其周边的状态。由此,例如能够准确地识别本发明的一个实施方式的电子设备的使用者的表情等脸的特征,因此本发明的一个实施方式的电子设备例如可以具有准确地推断使用者的疲劳程度、感情等的功能。

[0521] 此外,在本发明的一个实施方式的显示装置具有光电转换元件的情况下,该显示装置可以具有图40A所示的结构。在此情况下,在该显示装置中,除了包括与具有透射红色光的功能的着色层993重叠的区域的发光元件572及包括与具有透射红外光的功能的着色层993重叠的区域的发光元件572以外,还可以设置有包括与具有透射绿色光的功能的着色层993重叠的区域的发光元件572及包括与具有透射蓝色光的功能的着色层993重叠的区域的发光元件572。

[0522] 发光元件572由导电体772、EL层786及导电体788形成。此外,光电转换元件1010由导电体772、活性层1011及导电体788形成。在此,晶体管1003与导电体772电连接。

[0523] 作为活性层1011,可以采用层叠有p型半导体和n型半导体以实现pn结的叠层结构或层叠有p型半导体、i型半导体和n型半导体以实现pin结的叠层结构等。

[0524] 作为用于活性层1011的半导体,可以使用硅等无机半导体或包含有机化合物的有机半导体。尤其是,通过使用有机半导体材料,可以易于以同一真空蒸镀法形成发光元件572的EL层786和活性层1011,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0525] 在使用有机半导体材料作为活性层1011的情况下,作为n型半导体的材料,可以举出富勒烯(例如 $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 等)或其衍生物等具有电子受主性的有机半导体材料。此外,作为p型半导体的材料,可以举出铜(II)酞菁(Copper(II) phthalocyanine:CuPc)、四苯基二苯并二茚并芘(Tetraphenyldibenzoperiflanthene:DBP)等具有电子施主性的有机半导体材料。

活性层1011既可为具有电子受主性的半导体材料和具有电子施主性的半导体材料的叠层结构(p-n叠层结构)又可为在其间设置有共蒸镀具有电子受主性的半导体材料和具有电子施主性的半导体材料而成的本体异质结构层的叠层结构(p-i-n叠层结构)。此外,也可以在上述p-n叠层结构或p-i-n叠层结构周边(上侧或下侧)设置用作空穴阻挡层的层或用作电子阻挡层的层,以抑制没有光照射时的暗电流。

[0526] 在发光元件572中,在导电体772上设置有EL层786。此外,在光电转换元件1010中,在导电体772上设置有活性层1011。再者,还设置有覆盖EL层786及活性层1011的导电体788。由此,导电体788可以兼作发光元件572的电极及光电转换元件1010的电极。

[0527] 图40B是示出本发明的一个实施方式的摄像装置的结构实例的截面图,并是图40A所示的结构变形例子。具有图40B所示的结构摄像装置与图40A的不同之处在于没有发光元件572。

[0528] 在本发明的一个实施方式的电子设备包括具有图40B所示的结构摄像装置的情况下,通过在摄像装置的外部设置光源,可以由摄像装置检测出从该光源发射的光。例如,在将具有图40B所示的结构摄像装置应用于实施方式1所示的眼镜式电子设备的情况下,从该光源发射的红色光及红外光照射到该眼镜式电子设备的使用者的脸并被反射,该光 $L_{ex}$ 可以被光电转换元件1010检测。

[0529] 通过使本发明的一个实施方式的电子设备包括的摄像装置具有图40B所示的结构,可以在该摄像装置中以高密度配置光电转换元件1010。

[0530] 本实施方式所示的结构实例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实例或附图等适当地组合而实施。

[0531] 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。

[0532] (实施方式3)

[0533] 在本实施方式中,说明可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管。

[0534] <晶体管的结构实例1>

[0535] 图41A、图41B及图41C是可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管200A及晶体管200A周边的俯视图及截面图。可以将晶体管200A用作实施方式1等所示的像素阵列833、栅极驱动电路821、源极驱动电路822及电路840所包括的晶体管。

[0536] 图41A是晶体管200A的俯视图。此外,图41B及图41C是晶体管200A的截面图。在此,图41B是沿着图41A中的点划线A1-A2的截面图,该截面图相当于晶体管200A的沟道长度方向上的截面图。图41C是沿着图41A中的点划线A3-A4的截面图,该截面图相当于晶体管200A的沟道宽度方向上的截面图。注意,为了容易理解,在图41A的俯视图中省略部分构成要素。

[0537] [晶体管200A]

[0538] 晶体管200A包括:配置在衬底(未图示)上的金属氧化物230a;配置在金属氧化物230a上的金属氧化物230b;配置在金属氧化物230b上的相互分离的导电体242a及导电体242b;配置在导电体242a及导电体242b上的在导电体242a与导电体242b之间形成有开口的绝缘体280;配置在开口中的导电体260;配置在金属氧化物230b、导电体242a、导电体242b以及绝缘体280与导电体260之间的绝缘体250;以及配置在金属氧化物230b、导电体242a、导电体242b以及绝缘体280与绝缘体250之间的金属氧化物230c。在此,如图41B和图41C所

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

[0539] 在图41B所示的晶体管200A中,导电体242a及导电体242b的位于导电体260一侧的侧面大致垂直于底面。此外,图41A至图41C所示的晶体管200A不局限于此,也可以采用导电体242a及导电体242b的侧面和底面所形成的角度为 $10^{\circ}$ 以上且 $80^{\circ}$ 以下,优选为 $30^{\circ}$ 以上且 $60^{\circ}$ 以下的结构。此外,也可以采用导电体242a和导电体242b的相对的侧面具有多个面的结构。

[0540] 此外,如图41B和图41C所示,优选在绝缘体224、金属氧化物230a、金属氧化物230b、导电体242a、导电体242b及金属氧化物230c与绝缘体280之间配置有绝缘体254。在此,如图41B、图41C所示,绝缘体254优选与金属氧化物230c的侧面、导电体242a的顶面及侧面、导电体242b的顶面及侧面、金属氧化物230a及金属氧化物230b的侧面以及绝缘体224的顶面接触。

[0541] 注意,在晶体管200A中,在形成沟道的区域(以下也称为沟道形成区域)及其附近层叠有金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c的三层,但是本发明不局限于此。例如,可以是金属氧化物230b与金属氧化物230c的两层结构或者四层以上的叠层结构。此外,在晶体管200A中,导电体260具有两层结构,但是本发明不局限于此。例如,导电体260也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。此外,金属氧化物230a、金属氧化物230b以及金属氧化物230c也可以各自具有两层以上的叠层结构。

[0542] 例如,在金属氧化物230c具有由第一金属氧化物和第一金属氧化物上的第二金属氧化物构成的叠层结构的情况下,第一金属氧化物可以具有与金属氧化物230b同样的组成,而第二金属氧化物优选具有与金属氧化物230a同样的组成。

[0543] 在此,导电体260被用作晶体管的栅电极,导电体242a及导电体242b各被用作源电极或漏电极。如上所述,导电体260以嵌入绝缘体280的开口及被夹在导电体242a与导电体242b之间的区域中的方式形成。在此,导电体260、导电体242a及导电体242b的配置相对于绝缘体280的开口自对准地形成。也就是说,在晶体管200A中,栅电极可以自对准地配置在源电极与漏电极之间。由此,可以不设置用于对准的余地的方式形成导电体260,所以可以实现晶体管200A的占有面积的缩小。由此,可以实现显示装置的高精细化。此外,可以实现窄边框的显示装置。

[0544] 此外,如图41A至图41C所示,导电体260优选包括配置在绝缘体250的内侧的导电体260a及以嵌入导电体260a的内侧的方式配置的导电体260b。

[0545] 此外,如图41A至图41C所示,晶体管200A优选包括配置在衬底(未图示)上的绝缘体214、配置在绝缘体214上的绝缘体216、以嵌入绝缘体216的方式配置的导电体205、配置在绝缘体216及导电体205上的绝缘体222以及配置在绝缘体222上的绝缘体224。优选在绝缘体224上配置有金属氧化物230a。

[0546] 此外,优选在晶体管200A上配置有被用作层间膜的绝缘体274及绝缘体281。在此,绝缘体274优选与导电体260、绝缘体250、绝缘体254、金属氧化物230c以及绝缘体280的顶面接触。

[0547] 此外,绝缘体222、绝缘体254、以及绝缘体274优选具有抑制氢(例如,氢原子、氢分

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

[0548] 在此,绝缘体224、氧化物230以及绝缘体250与绝缘体280及绝缘体281由绝缘体254、以及绝缘体274相隔。由此,可以抑制包含在绝缘体280及绝缘体281中的氢等杂质或过剩的氧混入绝缘体224、金属氧化物230以及绝缘体250。

[0549] 此外,优选包括与晶体管200A电连接且被用作插头的导电体240(导电体240a及导电体240b)。此外,还包括与被用作插头的导电体240的侧面接触的绝缘体241(绝缘体241a及绝缘体241b)。也就是说,绝缘体241以与绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274以及绝缘体281的开口的内壁接触的方式形成。此外,可以以与绝缘体241的侧面接触的方式设置有导电体240的第一导电体且在其内侧设置有第二导电体。在此,导电体240的顶面的高度与绝缘体281的顶面的高度可以大致相同。此外,示出在晶体管200A中,层叠有导电体240的第一导电体及导电体240的第二导电体的结构,但是本发明不局限于此。例如,导电体240也可以具有单层结构或者三层以上的叠层结构。在结构体具有叠层结构的情况下,有时按形成顺序赋予序数以进行区别。

[0550] 此外,优选在晶体管200A中将被用作氧化物半导体的金属氧化物(以下也称为氧化物半导体)用于包含沟道形成区域的氧化物230(金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c)。例如,作为将成为氧化物230的沟道形成区域的金属氧化物,优选使用其带隙为2eV以上,优选为2.5eV以上的金属氧化物。

[0551] 此外,如图41B所示,金属氧化物230b中的不与导电体242重叠的区域的厚度有时比其与导电体242重叠的区域的厚度薄。这是因为当形成导电体242a及导电体242b时去除金属氧化物230b的顶面的一部分的缘故。当在金属氧化物230b的顶面上形成用作导电体242的导电膜时,有时在与该导电膜的界面附近形成低电阻区域。如此,通过去除金属氧化物230b的顶面上的位于导电体242a与导电体242b之间的低电阻区域,可以抑制沟道形成在该区域中。

[0552] 通过本发明的一个方式,可以提供一种包括尺寸小的晶体管并其清晰度高的显示装置。此外,可以提供一种包括通态电流(on-state current)大的晶体管并其亮度高的显示装置。此外,可以提供一种包括工作速度快的晶体管并其工作速度快的显示装置。此外,可以提供一种包括电特性稳定的晶体管并其可靠性高的显示装置。此外,可以提供一种包括关态电流小的晶体管并其功耗低的显示装置。

[0553] 说明可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管200A的详细结构。

[0554] 导电体205以包括与氧化物230及导电体260重叠的区域的方式配置。此外,导电体205优选以嵌入绝缘体216中的方式设置。在此,导电体205的顶面的平坦性优选为高。例如,导电体205的顶面的平均表面粗糙度(Ra)为1nm以下,优选为0.5nm以下,更优选为0.3nm以下即可。由此,可以提高形成在导电体205上的绝缘体224的平坦性,并提高金属氧化物230b及金属氧化物230c的结晶性。

[0555] 在此,导电体260有时被用作第一栅极(也称为顶栅极)电极。此外,导电体205有时被用作第二栅极(也称为背栅极)电极。在此情况下,通过独立地改变供应到导电体205的电

位而不使其与供应到导电体260的电位联动,可以控制晶体管200A的 $V_{th}$ 。尤其是,通过对导电体205供应负电位,可以使晶体管200A的 $V_{th}$ 大于0V且可以减小关态电流。因此,与不对导电体205施加负电位时相比,在对导电体205施加负电位的情况下,可以减小对导电体260供应的电位为0V时的晶体管200A的漏极电流。

[0556] 此外,导电体205优选比金属氧化物230中的沟道形成区域大。尤其是,如图41C所示,导电体205优选延伸到与沟道宽度方向上的金属氧化物230交叉的端部的外侧的区域。就是说,优选在金属氧化物230的沟道宽度方向的侧面的外侧,导电体205和导电体260隔着绝缘体重叠。

[0557] 就是说通过具有上述结构,可以由被用作第一栅电极的导电体260的电场和被用作第二栅电极的导电体205的电场电围绕金属氧化物230的沟道形成区域。

[0558] 此外,如图41C所示,将导电体205延伸来用作布线。但是,本发明不局限于此,也可以在导电体205下设置被用作布线的导电体。

[0559] 此外,作为导电体205,优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。在附图中,以单层图示导电体205,但是导电体205也可以具有叠层结构,例如,可以采用钛、氮化钛和上述导电材料的叠层结构。

[0560] 此外,也可以在导电体205下使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子( $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 等)、铜原子等杂质的扩散的功能(不容易透过上述杂质)的导电体。此外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易透过上述氧)的导电体。在本说明书中,“抑制杂质或氧的扩散的功能”是指抑制上述杂质和上述氧中的任一个或全部的扩散的功能。

[0561] 此外,当在导电体205下使用具有抑制氧的扩散的功能的导电体时,可以抑制使导电体205氧化而导致导电率的下降。作为具有抑制氧的扩散的功能的导电体,例如,优选使用钽、氮化钽、钨或氧化钨等。因此,作为导电体205,可以使用上述导电材料的单层或叠层。

[0562] 绝缘体214优选被用作抑制水或氢等杂质从衬底一侧进入晶体管200A的阻挡绝缘膜。因此,作为绝缘体214优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子( $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 等)、铜原子等杂质的扩散的功能(不容易使上述杂质透过)的绝缘材料。此外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)的绝缘材料。

[0563] 例如,优选的是,作为绝缘体214使用氧化铝或氮化硅等。由此,可以抑制水或氢等杂质从与绝缘体214相比更靠近衬底一侧扩散到晶体管200A一侧。此外,可以抑制包含在绝缘体224等中的氧扩散到与绝缘体214相比更靠近衬底一侧。

[0564] 此外,被用作层间膜的绝缘体216、绝缘体280及绝缘体281的相对介电常数优选比绝缘体214低。通过将相对介电常数低的材料作为层间膜,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘体216、绝缘体280及绝缘体281,适当地使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅等。

[0565] 绝缘体222及绝缘体224被用作栅极绝缘体。

[0566] 在此,在与金属氧化物230接触的绝缘体224中,优选通过加热使氧脱离。在本说明书等中,有时将通过加热脱离的氧称为过剩氧。例如,作为绝缘体224适当地使用氧化硅或

氧氮化硅等,即可。通过以与金属氧化物230接触的方式设置包含氧的绝缘体,可以减少金属氧化物230中的氧空位,从而可以提高晶体管200A的可靠性。

[0567] 具体而言,作为绝缘体224,优选使用通过加热使一部分的氧脱离的氧化物材料。通过加热使氧脱离的氧化物是指在TDS (Thermal Desorption Spectroscopy:热脱附谱)分析中换算为氧原子的氧的脱离量为 $1.0 \times 10^{18}$ atoms/cm<sup>3</sup>以上,优选为 $1.0 \times 10^{19}$ atoms/cm<sup>3</sup>以上,进一步优选为 $2.0 \times 10^{19}$ atoms/cm<sup>3</sup>以上,或者 $3.0 \times 10^{20}$ atoms/cm<sup>3</sup>以上的氧化物膜。此外,进行上述TDS分析时的膜的表面温度优选在100℃以上且700℃以下,或者100℃以上且400℃以下的范围内。

[0568] 此外,如图41C所示,有时在绝缘体224中不与绝缘体254重叠并不与金属氧化物230b重叠的区域的厚度比其他区域的厚度薄。在绝缘体224中,不与绝缘体254重叠并不与金属氧化物230b重叠的区域优选具有足够使上述氧扩散的厚度。

[0569] 与绝缘体214等同样,绝缘体222优选被用作抑制水或氢等杂质从衬底一侧混入晶体管200A的阻挡绝缘膜。例如,绝缘体222的氢透过性优选比绝缘体224低。通过由绝缘体222、绝缘体254、以及绝缘体274围绕绝缘体224、金属氧化物230以及绝缘体250等,可以抑制水或氢等杂质从外部侵入晶体管200A。

[0570] 再者,绝缘体222优选具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。例如,绝缘体222的氧透过性优选比绝缘体224低。通过使绝缘体222具有抑制氧或杂质的扩散的功能,可以减少金属氧化物230所具有的氧能够扩散到衬底一侧,所以是优选的。此外,可以抑制导电体205与绝缘体224及金属氧化物230所具有的氧起反应。

[0571] 绝缘体222优选使用作为绝缘材料的包含铝和铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体。作为包含铝和铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体,优选使用氧化铝、氧化铅、包含铝及铅的氧化物(铝酸铅)等。当使用这种材料形成绝缘体222时,绝缘体222被用作抑制氧从金属氧化物230释放或氢等杂质从晶体管200A的周围部进入金属氧化物230的层。

[0572] 或者,例如也可以对上述绝缘体添加氧化铝、氧化铋、氧化锆、氧化铌、氧化硅、氧化钛、氧化钨、氧化钼、氧化锆。此外,也可以对上述绝缘体进行氮化处理。还可以在上述绝缘体上层叠氧化硅、氧氮化硅或氮化硅。

[0573] 此外,作为绝缘体222,例如也可以以单层或叠层使用包含氧化铝、氧化铅、氧化铋、氧化锆、锆钛酸铅(PZT)、钛酸锶(SrTiO<sub>3</sub>)或(Ba,Sr)TiO<sub>3</sub>(BST)等所谓的high-k材料的绝缘体。当进行晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘体的薄膜化,有时发生泄漏电流等问题。通过作为被用作栅极绝缘体的绝缘体使用high-k材料,可以在保持物理厚度的同时降低晶体管工作时的栅极电位。

[0574] 此外,绝缘体222及绝缘体224也可以具有两层以上的叠层结构。此时,不局限于由相同材料构成的叠层结构,也可以是由不同材料构成的叠层结构。例如,也可以在绝缘体222下设置有与绝缘体224同样的绝缘体。

[0575] 金属氧化物230包括金属氧化物230a、金属氧化物230a上的金属氧化物230b及金属氧化物230b上的金属氧化物230c。当在金属氧化物230b下设置有金属氧化物230a时,可以抑制杂质从形成在金属氧化物230a下的结构物扩散到金属氧化物230b。当在金属氧化物230b上设置有金属氧化物230c时,可以抑制杂质从形成在金属氧化物230c的上方的结构物

扩散到金属氧化物230b。

[0576] 此外,金属氧化物230优选具有各金属原子的原子个数比互不相同的氧化物的叠层结构。具体而言,在用于金属氧化物230a的金属氧化物中,构成元素中的元素M的原子个数比优选大于用于金属氧化物230b的金属氧化物的构成元素中的元素M的原子个数比。此外,在用于金属氧化物230a的金属氧化物中,元素M与In的原子个数比优选大于用于金属氧化物230b的金属氧化物中的元素M与In的原子个数比。此外,在用于金属氧化物230b的金属氧化物中,In与元素M的原子个数比优选大于用于金属氧化物230a的金属氧化物中的In与元素M的原子个数比。此外,金属氧化物230c可以使用可用于金属氧化物230a或金属氧化物230b的金属氧化物。

[0577] 金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c优选具有结晶性,尤其是,优选使用CAAC-OS。CAAC-OS等的具有结晶性的氧化物具有杂质及缺陷(氧空位等)少的结晶性高且致密的结构。因此,可以抑制源电极或漏电极从金属氧化物230b抽出氧。因此,即使进行加热处理也可以减少从金属氧化物230b被抽出的氧,所以晶体管200A对制造工序中的高温(所谓热积存;thermal budget)也很稳定。

[0578] 优选的是,使金属氧化物230a及金属氧化物230c的导带底的能量高于金属氧化物230b的导带底的能量。换言之,金属氧化物230a及金属氧化物230c的电子亲和势优选小于金属氧化物230b的电子亲和势。在此情况下,金属氧化物230c优选使用可以用于金属氧化物230a的金属氧化物。具体而言,在用于金属氧化物230c的金属氧化物中,构成元素中的元素M的原子个数比优选大于用于金属氧化物230b的金属氧化物的构成元素中的元素M的原子个数比。此外,在用于金属氧化物230c的金属氧化物中,元素M与In的原子个数比优选大于用于金属氧化物230b的金属氧化物中的元素M与In的原子个数比。此外,在用于金属氧化物230b的金属氧化物中,In与元素M的原子个数比优选大于用于金属氧化物230c的金属氧化物中的In与元素M的原子个数比。

[0579] 在此,在金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c的接合部中,导带底的能级平缓地变化。换言之,也可以将上述情况表达为金属氧化物230a、金属氧化物230b及金属氧化物230c的接合部的导带底的能级连续地变化或者连续地接合。为此,优选降低形成在金属氧化物230a与金属氧化物230b的界面以及金属氧化物230b与金属氧化物230c的界面的混合层的缺陷态密度。

[0580] 具体而言,通过使金属氧化物230a与金属氧化物230b以及金属氧化物230b与金属氧化物230c除了氧之外还包含共同元素(为主要成分),可以形成缺陷态密度低的混合层。例如,在金属氧化物230b为In-Ga-Zn氧化物的情况下,作为金属氧化物230a及金属氧化物230c可以使用In-Ga-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物及氧化镓等。此外,金属氧化物230c可以具有叠层结构。例如,可以使用In-Ga-Zn氧化物和该In-Ga-Zn氧化物上的Ga-Zn氧化物的叠层结构,或者,可以使用In-Ga-Zn氧化物和该In-Ga-Zn氧化物上的氧化镓的叠层结构。换言之,作为金属氧化物230c,也可以使用In-Ga-Zn氧化物和不包含In的氧化物的叠层结构。

[0581] 具体而言,作为金属氧化物230a使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]或1:1:0.5[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物230b使用In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]或3:1:2[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为金属氧化物230c使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]、Ga:Zn=2:1[原子个数比]或Ga:



抑制从绝缘体250扩散到导电体260的氧。由此,可以抑制因绝缘体250中的氧所导致的导电体260的氧化。

[0590] 此外,该金属氧化物有时被用作栅极绝缘体的一部分。因此,在将氧化硅或氧氮化硅等用于绝缘体250的情况下,作为该金属氧化物优选使用作为相对介电常数高的high-k材料的金属氧化物。通过使栅极绝缘体具有绝缘体250与该金属氧化物的叠层结构,可以形成具有热稳定性且相对介电常数高的晶体管200A。因此,可以在保持栅极绝缘体的物理厚度的同时降低在晶体管工作时施加的栅极电位。此外,可以减少被用作栅极绝缘体的绝缘体的等效氧化物厚度(EOT:Equivalent oxide thickness)。

[0591] 具体而言,可以使用包含选自铅、铝、镓、铋、锗、钨、钛、钽、镍、锗和镁等中的一种或两种以上的金属氧化物。特别是,优选使用作为包含铝及铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体的氧化铝、氧化铅、包含铝及铅的氧化物(铝酸铅)等。

[0592] 虽然在图41A至图41C中,导电体260具有两层结构,但是也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0593] 作为导电体260a优选使用上述具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子( $N_2O$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 等)、铜原子等杂质的扩散的功能的导电体。此外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0594] 此外,当导电体260a具有抑制氧的扩散的功能时,可以抑制绝缘体250所包含的氧使导电体260b氧化而导致导电体260b的导电率的下降。作为具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,例如,优选使用钽、氮化钽、钒或氧化钒等。

[0595] 此外,作为导电体260b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,由于导电体260还被用作布线,所以优选使用导电性高的导电体。例如,可以使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导电体260b可以具有叠层结构,例如可以具有钛、氮化钛与上述导电材料的叠层结构。

[0596] 此外,如图41A和图41C所示,在金属氧化物230b的不与导电体242重叠的区域,即金属氧化物230的沟道形成区域中,金属氧化物230的侧面被导电体260覆盖。由此,可以将被用作第一栅电极的导电体260的电场影响到金属氧化物230的侧面。由此,可以提高晶体管200A的通态电流及频率特性。

[0597] 绝缘体254与绝缘体214等同样地优选被用作抑制水或氢等杂质从绝缘体280一侧混入晶体管200A的阻挡绝缘膜。例如,绝缘体254的氢透过性优选比绝缘体224低。再者,如图41B、图41C所示,绝缘体254优选与金属氧化物230c的侧面、导电体242a的顶面及侧面、导电体242b的顶面及侧面、金属氧化物230a的侧面、金属氧化物230b的侧面以及绝缘体224的顶面接触。通过采用这种结构,可以抑制绝缘体280所包含的氢从导电体242a、导电体242b、金属氧化物230a、金属氧化物230b及绝缘体224的顶面或侧面侵入金属氧化物230。

[0598] 再者,绝缘体254还具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。例如,绝缘体254的氧透过性优选比绝缘体280或绝缘体224低。

[0599] 绝缘体254优选通过溅射法形成。通过在包含氧的气氛下使用溅射法形成绝缘体254,可以对绝缘体224与绝缘体254接触的区域附近添加氧。由此,可以将氧从该区域通过绝缘体224供应到金属氧化物230中。在此,通过使绝缘体254具有抑制扩散到上方的氧的功

能,可以防止氧从金属氧化物230扩散到绝缘体280。此外,通过使绝缘体222具有抑制扩散到下方的氧的功能,可以防止氧从金属氧化物230扩散到衬底一侧。如此,对金属氧化物230中的沟道形成区域供应氧。由此,可以减少金属氧化物230的氧空位并抑制晶体管的常开启化。

[0600] 作为绝缘体254,例如可以形成包含铝及铪中的一个或多个的氧化物的绝缘体。注意,作为包含铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘体,优选使用氧化铝、氧化铪、包含铝及铪的氧化物(铝酸铪)等。

[0601] 像这样,通过由对氢具有阻挡性的绝缘体254及覆盖绝缘体224、绝缘体250以及金属氧化物230,绝缘体280由绝缘体254及与绝缘体224、金属氧化物230以及绝缘体250分开。由此,可以抑制从晶体管200A的外部侵入氢等杂质,从而可以对晶体管200A赋予良好的电特性及可靠性。

[0602] 绝缘体280优选隔着绝缘体254设置在绝缘体224、金属氧化物230及导体242上。例如,作为绝缘体280,优选具有氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅或具有空孔的氧化硅等。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。特别是,因为氧化硅、氧氮化硅、具有空孔的氧化硅等的材料容易形成包含通过加热脱离的氧的区域,所以是优选的。

[0603] 此外,优选绝缘体280中的水或氢等杂质的浓度得到降低。此外,绝缘体280的顶面也可以被平坦化。

[0604] 绝缘体274优选与绝缘体214等同样地被用作抑制水或氢等杂质从上方混入到绝缘体280的阻挡绝缘膜。作为绝缘体274,例如可以使用能够用于绝缘体214、绝缘体254等的绝缘体。

[0605] 此外,优选在绝缘体274上设置被用作层间膜的绝缘体281。与绝缘体224等同样,优选绝缘体281中的水或氢等杂质的浓度得到降低。

[0606] 此外,在形成于绝缘体281、绝缘体274、绝缘体280及绝缘体254中的开口中配置导体240a及导体240b。导体240a及导体240b以中间夹着导体260的方式设置。此外,导体240a及导体240b的顶面的高度与绝缘体281的顶面可以位于同一平面上。

[0607] 此外,以与绝缘体281、绝缘体274、绝缘体280、以及绝缘体254的开口的内壁接触的方式设置有绝缘体241a,以与其侧面接触的方式形成有导体240a的第一导体。导体242a位于该开口的底部的至少一部分,导体240a与导体242a接触。同样,以与绝缘体281、绝缘体274、绝缘体280、以及绝缘体254的开口的内壁接触的方式设置有绝缘体241b,以与其侧面接触的方式形成有导体240b的第一导体。导体242b位于该开口的底部的至少一部分,导体240b与导体242b接触。

[0608] 导体240a及导体240b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导体240a及导体240b也可以具有叠层结构。

[0609] 当作为导体240采用叠层结构时,作为与金属氧化物230a、金属氧化物230b、导体242、绝缘体254、绝缘体280、绝缘体274及绝缘体281接触的导体优选使用上述具有抑制水或氢等杂质的扩散的功能的导体。例如,优选使用钽、氮化钽、钛、氮化钛、钇或氧化钇等。可以以单层或叠层使用具有抑制水或氢等杂质的扩散的功能的导电材料。通过使用该导电材料,可以防止添加到绝缘体280的氧被导体240a及导体240b吸收。此外,可

以防止水或氢等杂质从绝缘体281的上方的层通过导电体240a及导电体240b进入金属氧化物230。

[0610] 作为绝缘体241a及绝缘体241b,例如使用能够用于绝缘体254等的绝缘体,即可。因为绝缘体241a及绝缘体241b与绝缘体254及接触地设置,所以可以抑制从绝缘体280等水或氢等杂质经过导电体240a及导电体240b混入金属氧化物230。此外,可以防止绝缘体280所包含的氧被导电体240a及导电体240b吸收。

[0611] 虽然未图示,但是可以以与导电体240a的顶面及导电体240b的顶面接触的方式配置被用作布线的导电体。被用作布线的导电体优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,该导电体可以具有叠层结构,例如,可以具有钛、氮化钛与上述导电材料的叠层结构。此外,该导电体也可以以嵌入绝缘体的开口中的方式形成。

[0612] <晶体管的结构实例2>

[0613] 图42A、图42B及图42C是可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管200B及晶体管200B周边的俯视图及截面图。晶体管200B是晶体管200A的变形例子。

[0614] 图42A是晶体管200B的俯视图。此外,图42B及图42C是晶体管200B的截面图。在此,图42B是沿着图42A中的点划线B1-B2的截面图,该截面图相当于晶体管200B的沟道长度方向上的截面图。图42C是沿着图42A中的点划线B3-B4的截面图,该截面图相当于晶体管200B的沟道宽度方向上的截面图。注意,为了容易理解,在图42A的俯视图中省略部分构成要素。

[0615] 在晶体管200B中,导电体242a及导电体242b具有与金属氧化物230c、绝缘体250及导电体260重叠的区域。由此,晶体管200B可以为通态电流高的晶体管。此外,晶体管200B可以为易于被控制的晶体管。

[0616] 用作栅电极的导电体260包括导电体260a及导电体260a上的导电体260b。导电体260a优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、铜原子等杂质扩散的功能的导电材料。此外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)扩散的功能的导电材料。

[0617] 通过使导电体260a具有抑制氧扩散的功能,可以提高导电体260b的材料选择性。也就是说,通过包括导电体260a,可以抑制导电体260b的氧化,由此可以抑制导电率下降。

[0618] 此外,优选以覆盖导电体260的顶面及侧面、绝缘体250的侧面及金属氧化物230c的侧面的方式设置绝缘体254。作为绝缘体254优选使用具有抑制水或氢等杂质及氧的扩散的功能的绝缘材料。

[0619] 通过设置绝缘体254,可以抑制导电体260的氧化。此外,通过包括绝缘体254,可以抑制绝缘体280所包含的水、氢等杂质扩散到晶体管200B。

[0620] <晶体管的结构实例3>

[0621] 图43A、图43B及图43C是可以用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管200C及晶体管200C周边的俯视图及截面图。晶体管200C是晶体管200A的变形例子。

[0622] 图43A是晶体管200C的俯视图。此外,图43B及图43C是晶体管200C的截面图。在此,图43B是沿着图43A中的点划线C1-C2的截面图,该截面图相当于晶体管200C的沟道长度方向上的截面图。图43C是沿着图43A中的点划线C3-C4的截面图,该截面图相当于晶体管200C的沟道宽度方向上的截面图。注意,为了容易理解,在图43A的俯视图中省略部分构成要素。

[0623] 在晶体管200C中,在金属氧化物230c上包括绝缘体250,在绝缘体250上包括金属氧化物252。此外,在金属氧化物252上包括导电体260,在导电体260上包括绝缘体270。此

外,在绝缘体270上包括绝缘体271。

[0624] 金属氧化物252优选具有抑制氧扩散的功能。通过在绝缘体250与导体260之间设置抑制氧扩散的金属氧化物252,向导体260的氧扩散得到抑制。换言之,可以抑制供应到金属氧化物230的氧量的减少。此外,可以抑制导体260的氧化。

[0625] 此外,金属氧化物252可以被用作栅电极的一部分。例如,可以将可用作金属氧化物230的氧化物半导体用作金属氧化物252。在此情况下,通过利用溅射法形成导体260,可以降低金属氧化物252的电阻值使其变为导体。可以将其称为OC (Oxide Conductor) 电极。

[0626] 此外,金属氧化物252有时被用作栅极绝缘体的一部分。因此,在将作为热稳定性高的材料的氧化硅或氮化硅等用于绝缘体250的情况下,作为金属氧化物252优选使用作为相对介电常数高的high-k材料的金属氧化物。通过采用该叠层结构,可以形成具有热稳定性且相对介电常数高的晶体管200C。因此,可以在保持物理厚度的同时降低在晶体管工作时施加的栅极电位。此外,可以减少被用作栅极绝缘体的绝缘体的等效氧化物厚度(EOT)。

[0627] 虽然示出晶体管200C中的金属氧化物252是单层的结构,但是也可以采用两层以上的叠层结构。例如,可以将被用作栅电极的一部分的金属氧化物与被用作栅极绝缘体的一部分的金属氧化物层叠。

[0628] 当晶体管200C具有金属氧化物252,并将金属氧化物252用作栅电极时,可以在不减弱来自导体260的电场的影响的情况下提高晶体管200C的通态电流。此外,当将金属氧化物252用作栅极绝缘体时,通过利用绝缘体250及金属氧化物252的物理厚度,可以保持导体260与金属氧化物230之间的距离。由此,可以抑制导体260与金属氧化物230之间的泄漏电流。由此,通过使晶体管200C具有绝缘体250及金属氧化物252的叠层结构,可以容易调节导体260与金属氧化物230之间的物理距离及从导体260施加到金属氧化物230的电场强度。

[0629] 具体而言,可以通过使可用于金属氧化物230的氧化物半导体低电阻化来将其用作金属氧化物252。或者,可以使用包含选自铪、铝、镓、钇、锆、钨、钛、钽、镍、锆和镁等中的一种或两种以上的金属氧化物。

[0630] 尤其是,优选使用作为包含铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘层的氧化铝、氧化铪、包含铝及铪的氧化物(铝酸铪)等。尤其是,铝酸铪的耐热性比氧化铪高。因此,在后面的工序的热处理中不容易晶化,所以是优选的。注意,金属氧化物252不是必需的构成要素,可以根据所需的晶体管特性适当地设计。

[0631] 作为绝缘体270优选使用具有抑制水或氢等杂质及氧的透过的功能的绝缘材料。例如优选使用氧化铝或氧化铪等。由此,可以防止导体260因来自绝缘体270的上方的氧而氧化。此外,可以抑制来自绝缘体270的上方的水或氢等杂质通过导体260及绝缘体250进入金属氧化物230中。

[0632] 绝缘体271被用作硬掩模。通过设置绝缘体271,可以使导体260的侧面与衬底表面大致垂直的方式对导体260进行加工,具体而言,可以使导体260的侧面与衬底表面所形成的角度为75度以上且100度以下,优选为80度以上且95度以下。

[0633] 此外,也可以通过作为绝缘体271使用抑制水或氢等杂质及氧的透过的功能的绝

缘材料,来将绝缘体271兼作用阻挡层。在此情况下,也可以不设置绝缘体270。

[0634] 通过将绝缘体271用作硬掩模,选择性地去除绝缘体270、导电体260、金属氧化物252、绝缘体250及金属氧化物230c的一部分,可以使它们的侧面大致一致,且使金属氧化物230b的表面的一部分露出。

[0635] 此外,晶体管200C在露出的金属氧化物230b的表面的一部分具有区域243a及区域243b。区域243a和区域243b中的一个被用作源区域,另一个被用作漏区域。

[0636] 例如通过利用离子注入法、离子掺杂法、等离子体浸没离子注入法或等离子体处理等,对露出的金属氧化物230b的表面引入磷或硼等杂质元素,来可以形成区域243a及区域243b。注意,在本实施方式等中,“杂质元素”是指主要成分元素之外的元素。

[0637] 此外,也可以在使金属氧化物230b的表面的一部分露出之后形成金属膜,然后进行加热处理,来将包含在该金属膜中的元素扩散到金属氧化物230b中,由此形成区域243a及区域243b。

[0638] 被引入杂质元素的金属氧化物230b的一部分区域的电阻率下降。由此,有时将区域243a及区域243b称为“杂质区域”或“低电阻区域”。

[0639] 通过将绝缘体271和/或导电体260用作掩模,可以自对准地形成区域243a及区域243b。因此,区域243a和/或区域243b不与导电体260重叠,可以减小寄生电容。此外,偏置区域不形成在沟道形成区域与源漏区域(区域243a或区域243b)之间。通过自对准地形成区域243a及区域243b,可以实现通态电流的增加、阈值电压的降低、工作频率的提高等。

[0640] 晶体管200C在绝缘体271、绝缘体270、导电体260、金属氧化物252、绝缘体250及金属氧化物230c的侧面包括绝缘体272。绝缘体272优选为相对介电常数低的绝缘体。例如,优选使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅、具有空孔的氧化硅或树脂等。尤其是,当将氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅或具有空孔的氧化硅用于绝缘体272时,在后面的工序中可在绝缘体272中容易形成过剩氧区域,所以是优选的。此外,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。此外,绝缘体272优选具有扩散氧的功能。

[0641] 此外,为了进一步降低关态电流,也可以在沟道形成区域与源漏区域之间设置偏置区域。偏置区域是电阻率高的区域,且是不被进行上述杂质元素的引入的区域。通过在形成绝缘体272后进行上述杂质元素的引入,可以形成偏置区域。在此情况下,与绝缘体271同样,绝缘体272也被用作掩模。因此,金属氧化物230b的与绝缘体272重叠的区域不被引入杂质元素,由此可以将该区域的电阻率保持为高。

[0642] 此外,晶体管200C在绝缘体272、金属氧化物230上包括绝缘体254。绝缘体254优选利用溅射法形成。通过利用溅射法,可以形成水或氢等杂质少的绝缘体。

[0643] 有时利用溅射法形成的氧化膜从被形成的结构体抽出氢。因此,在利用溅射法形成绝缘体254的情况下,绝缘体254从金属氧化物230及绝缘体272吸收氢及水。由此,可以降低金属氧化物230及绝缘体272的氢浓度。

[0644] <晶体管的构成材料>

[0645] 以下,说明可用于晶体管的构成材料。

[0646] <<衬底>>

[0647] 作为形成晶体管的衬底例如可以使用绝缘体衬底、半导体衬底或导电体衬底。作



化钛、包含钛和铝的氮化物、包含铟和铝的氮化物、氧化钪、氮化钪、包含锶和钪的氧化物、包含镧和镍的氧化物是不容易氧化的导电材料或者吸收氧也维持导电性的材料,所以是优选的。此外,也可以使用以包含磷等杂质元素的多晶硅为代表的导电率高的半导体以及镍硅化物等硅化物。

[0657] 此外,也可以层叠多个由上述材料形成的导电层。例如,也可以采用组合包含上述金属元素的材料和包含氧的导电材料的叠层结构。此外,也可以采用组合包含上述金属元素的材料和包含氮的导电材料的叠层结构。此外,也可以采用组合包含上述金属元素的材料、包含氧的导电材料和包含氮的导电材料的叠层结构。

[0658] 此外,在将金属氧化物用于晶体管的沟道形成区域的情况下,作为被用作栅电极的导电体优选采用组合包含上述金属元素的材料和包含氧的导电材料的叠层结构。在此情况下,优选将包含氧的导电材料设置在沟道形成区域一侧。通过将包含氧的导电材料设置在沟道形成区域一侧,从该导电材料脱离的氧容易被供应到沟道形成区域。

[0659] 尤其是,作为被用作栅电极的导电体,优选使用含有包含在形成沟道的金属氧化物中的金属元素及氧的导电材料。此外,也可以使用含有上述金属元素及氮的导电材料。例如,也可以使用氮化钛、氮化铟等包含氮的导电材料。此外,可以使用铟锡氧化物、包含氧化钨的铟氧化物、包含氧化钨的铟锌氧化物、包含氧化钛的铟氧化物、包含氧化钛的铟锡氧化物、铟锌氧化物、添加有硅的铟锡氧化物。此外,也可以使用包含氮的铟镓锌氧化物。通过使用上述材料,有时可以俘获形成沟道的金属氧化物所包含的氢。或者,有时可以俘获从外方的绝缘体等进入的氢。

[0660] <<金属氧化物>>

[0661] 金属氧化物优选至少包含铟或锌。尤其优选包含铟及锌。此外,除此之外,优选还包含铝、镓、钇或锡等。或者,也可以包含硼、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钇、钨或镁等中的一种或多种。

[0662] 在此,考虑金属氧化物是包含铟、元素M及锌的In-M-Zn氧化物的情况。注意,元素M为铝、镓、钇或锡等。作为可用作元素M的其他元素,有硼、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钇、钨、镁等。注意,作为元素M有时也可以组合多个上述元素。

[0663] 注意,在本说明书等中,有时将包含氮的金属氧化物也称为金属氧化物(metal oxide)。此外,也可以将包含氮的金属氧化物称为金属氧氮化物(metal oxynitride)。

[0664] [金属氧化物的结构]

[0665] 氧化物半导体(金属氧化物)被分为单晶氧化物半导体和非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体例如有CAAC-OS、多晶氧化物半导体、nc-OS(nanocrystalline oxide semiconductor)、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0666] [杂质]

[0667] 在此,说明金属氧化物中的各杂质的影响。当金属氧化物包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷能级而形成载流子。因此,作为沟道形成区使用包含碱金属或碱土金属的金属氧化物的晶体管容易具有常开启特性。由此,优选降低金属氧化物中的碱金属或碱土金属的浓度。具体而言,利用二次离子质谱分析(SIMS)测得的金属氧化物中的碱金属或碱土金属的浓度为 $1 \times 10^{18}$ atoms/cm<sup>3</sup>以下,优选为 $2 \times 10^{16}$ atoms/cm<sup>3</sup>以下。

[0668] 包含在金属氧化物中的氢与键合于金属原子的氧起反应生成水。因此,包含在金属氧化物中的氢有时会导致在该金属氧化物中形成氧空位。当氢进入该氧空位时,有时会生成作为载流子的电子。此外,有时由于氢的一部分与键合于金属原子的氧键合,产生作为载流子的电子。因此,使用包含氢的金属氧化物的晶体管容易具有常开启特性。

[0669] 由此,优选尽可能减少金属氧化物中的氢。具体而言,将利用SIMS分析测得的金属氧化物中的氢浓度设定为低于 $1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>,优选低于 $1 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup>,更优选低于 $5 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>,进一步优选低于 $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>。通过将杂质被充分降低的金属氧化物用于晶体管的沟道形成区域,可以使该晶体管具有稳定的电特性。

[0670] 作为用于晶体管的半导体的金属氧化物,优选使用结晶性高的薄膜。通过使用该薄膜可以提高晶体管的稳定性或可靠性。作为该薄膜,例如,可以举出单晶金属氧化物薄膜或多晶金属氧化物薄膜。但是,在衬底上形成单晶金属氧化物薄膜或多晶金属氧化物薄膜需要进行高温或激光加热的工序。因此,制造工序的成本变高且处理量下降。

[0671] 本实施方式所示的结构实例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实例或附图等适当地组合而实施。

[0672] 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。

[0673] 符号说明

[0674] 10:电子设备,10a:电子设备,10b:电子设备,11:显示装置,11a:显示装置,11b:显示装置,12:框体,12a:框体,12b:框体,13:光学部件,13a:光学部件,13b:光学部件,14:镜腿,14a:镜腿,14b:镜腿,15:摄像装置,15a:摄像装置,15b:摄像装置,16:显示区域,16a:显示区域,16b:显示区域,18:镜架,19:摄像头,21:镜头,22:反射板,23:反射面,25:光,26:透过光,31:框体,32:开口部,33:显示装置,34:固定部件,35:光学部件,35a:光学部件,35b:光学部件,36:镜架,36a:镜架,36b:镜架,37:摄像装置,37a:摄像装置,37b:摄像装置,40:光源,40a:光源,40b:光源,51:信息提供单元,52:拍摄对象检测单元,53:特征抽取单元,54:推断单元,55:信息生成单元,56:发送机,57:接收机,61:输入层,62:中间层,63:输出层,71:数据,72:数据,73:数据,74:数据,81:使用者,82:使用者,110:沟道形成区,111:源区,112:漏区,113:栅电极,114:开口部,115:布线,116:开口部,117:布线,118:开口部,119:开口部,120:开口部,121:布线,122:布线,123:布线,130:沟道形成区,131:源区,132:漏区,133:栅电极,134:开口部,135:布线,136:开口部,137:布线,138:开口部,139:开口部,140:开口部,141:布线,142:布线,143:布线,151:半导体,152:导电体,200A:晶体管,200B:晶体管,200C:晶体管,205:导电体,214:绝缘体,216:绝缘体,222:绝缘体,224:绝缘体,230:金属氧化物,230a:金属氧化物,230b:金属氧化物,230c:金属氧化物,240:导电体,240a:导电体,240b:导电体,241:绝缘体,241a:绝缘体,241b:绝缘体,242:导电体,242a:导电体,242b:导电体,243a:区域,243b:区域,244:绝缘体,250:绝缘体,252:金属氧化物,254:绝缘体,260:导电体,260a:导电体,260b:导电体,270:绝缘体,271:绝缘体,272:绝缘体,274:绝缘体,280:绝缘体,281:绝缘体,301a:导电体,301b:导电体,305:导电体,311:导电体,313:导电体,317:导电体,321:下部电极,323:绝缘体,325:上部电极,331:导电体,333:导电体,335:导电体,337:导电体,341:导电体,343:导电体,347:导电体,351:导电体,353:导电体,355:导电体,357:导电体,361:绝缘体,363:绝缘体,401:电路,403:元件分离

层,405:绝缘体,407:绝缘体,409:绝缘体,411:绝缘体,413:绝缘体,415:绝缘体,417:绝缘体,419:绝缘体,421:绝缘体,441:晶体管,443:导电体,445:绝缘体,447:半导体区域,449a:低电阻区域,449b:低电阻区域,451:导电体,453:导电体,455:导电体,457:导电体,459:导电体,461:导电体,463:导电体,465:导电体,467:导电体,469:导电体,471:导电体,501:绝缘体,503:绝缘体,505:绝缘体,507:绝缘体,509:绝缘体,511:晶体管,513:晶体管,515:电容器,517:电容器,520:电路,521:晶体管,525:晶体管,527:晶体管,529:晶体管,535:布线,537:布线,539:布线,541:布线,543:布线,545:布线,552:晶体管,554:晶体管,562:电容器,572:发光元件,572\_1:发光元件,572\_2:发光元件,601:晶体管,602:晶体管,603:晶体管,613:绝缘体,614:绝缘体,616:绝缘体,622:绝缘体,624:绝缘体,644:绝缘体,654:绝缘体,674:绝缘体,680:绝缘体,681:绝缘体,701:衬底,705:衬底,712:密封剂,716:FPC,721:空穴注入层,722:空穴传输层,723:发光层,724:电子传输层,725:电子注入层,730:绝缘体,732:密封层,734:绝缘体,736:着色层,738:遮光层,750:晶体管,760:连接电极,772:导电体,778:结构体,780:各向异性导电体,786:EL层,786a:EL层,786b:EL层,786c:EL层,788:导电体,790:电容器,792:电荷产生层,810:显示装置,820:层,821:栅极驱动电路,821a:栅极驱动电路,821b:栅极驱动电路,822:源极驱动电路,823:区域,823a:区域,823b:区域,824:解复用电路,830:层,831:布线,831-1:布线,831-2:布线,831-1:布线,831-2:布线,831a:布线,831b:布线,832:布线,832-1:布线,832-2:布线,832-1:布线,832-2:布线,833:像素阵列,834:像素,835a:布线,835b:布线,840:电路,841:接收电路,842:串并行转换电路,843:缓冲电路,844:移位寄存电路,845:锁存电路,846:DA转换电路,846a:电位生成电路,846b:传输晶体管逻辑电路,847:放大电路,848:电阻器,849:传输晶体管,851:晶体管,852:晶体管,853:晶体管,854:晶体管,855:晶体管,856:晶体管,857:晶体管,858:晶体管,859:晶体管,860:晶体管,861:晶体管,862:晶体管,863:晶体管,864:电容器,865:电容器,866:电容器,867:源极跟随电路,870:区域,871:晶体管,872:晶体管,873:伪晶体管,901:子像素,901B:子像素,901G:子像素,901R:子像素,902:像素,911:导电体,912:导电体,913:半导体,914:半导体,915a:导电体,915b:导电体,916a:导电体,916b:导电体,917:导电体,918:导电体,919:导电体,920:导电体,921:导电体,922:导电体,923:导电体,924:导电体,925:导电体,926:导电体,927:导电体,928:导电体,929:导电体,930:导电体,931:导电体,940:子像素,940\_1:子像素,940\_2:子像素,940B:子像素,940G:子像素,940R:子像素,941:像素,951:导电体,952:半导体,953:半导体,954a:导电体,954b:导电体,955a:导电体,955b:导电体,956:导电体,957:导电体,958:导电体,959:导电体,960:导电体,961:导电体,962:导电体,963:导电体,964:导电体,965:导电体,966:导电体,967:导电体,968:导电体,969:导电体,970:导电体,971:半导体,972:半导体,973a:导电体,973b:导电体,974a:导电体,974b:导电体,975:导电体,976:导电体,977:导电体,978:导电体,979:导电体,980:导电体,981:导电体,982:导电体,983:导电体,984:导电体,985:导电体,986:导电体,987:导电体,990:导电体,991:粘合层,992:绝缘体,993:着色层,993a:着色层,993b:着色层,993IR:着色层,993R:着色层,994:粘合层,995:衬底,1001:衬底,1002:绝缘体,1003:晶体管,1004:绝缘体,1005:绝缘体,1010:光电转换元件,1010\_1:光电转换元件,1010\_2:光电转换元件,1011:活性层,1021:绝缘体,1022:绝缘体,1023:绝缘体,1024:绝缘体,1025:绝缘体,1026:绝缘体,1027:绝缘体,1031:绝缘体,1032:绝缘体,1033:绝缘

体,1034:绝缘体,1035:绝缘体,1036:绝缘体,1042:绝缘体,1043:绝缘体,1044:绝缘体,1045:绝缘体,1046:绝缘体,1047:绝缘体

[0675] 本申请基于2019年2月22日提交到日本专利局的日本专利申请No.2019-030646,通过引用将其完整内容并入在此。

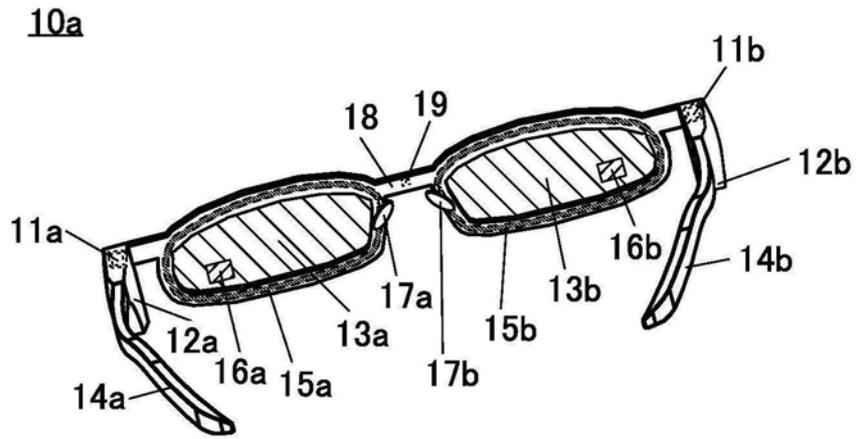


图1A

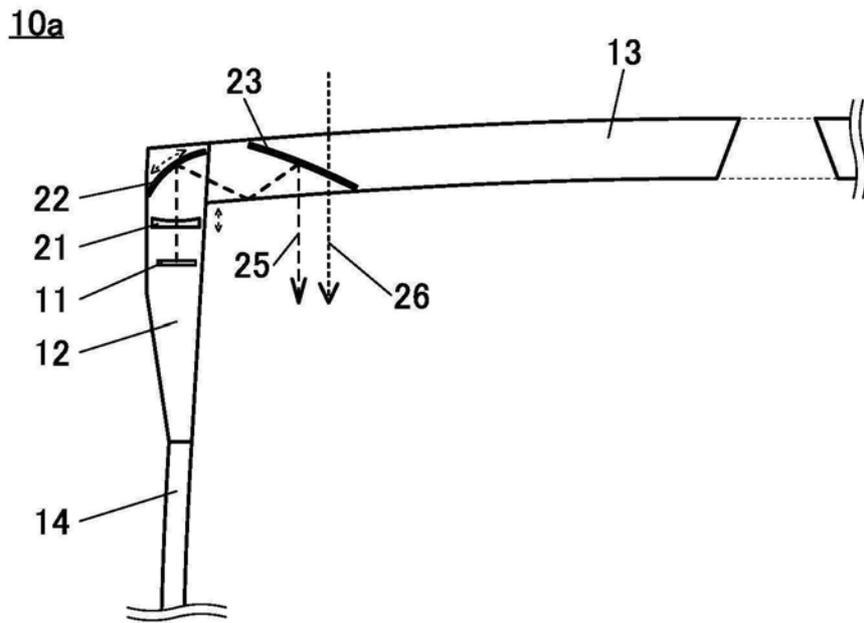


图1B

10b

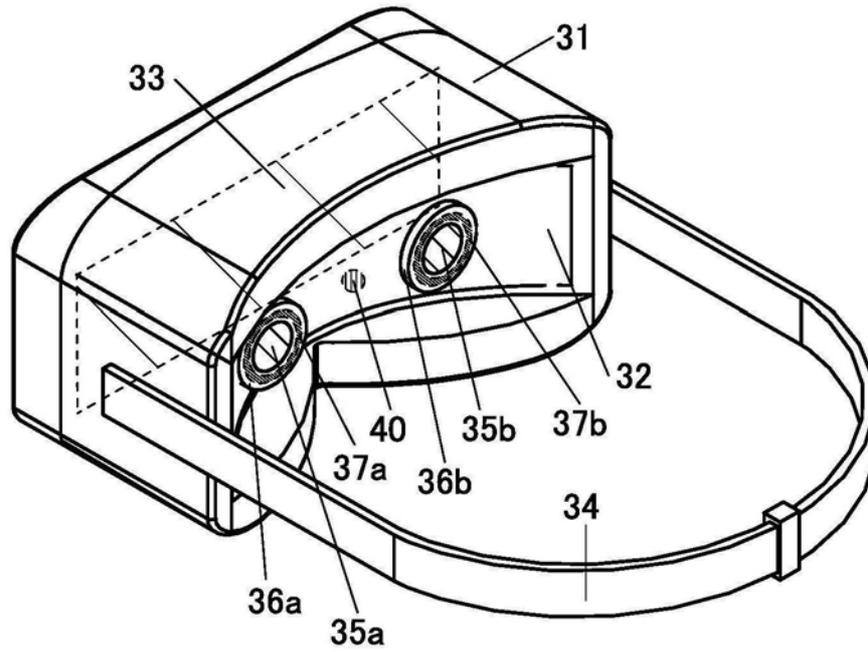


图2A

10b

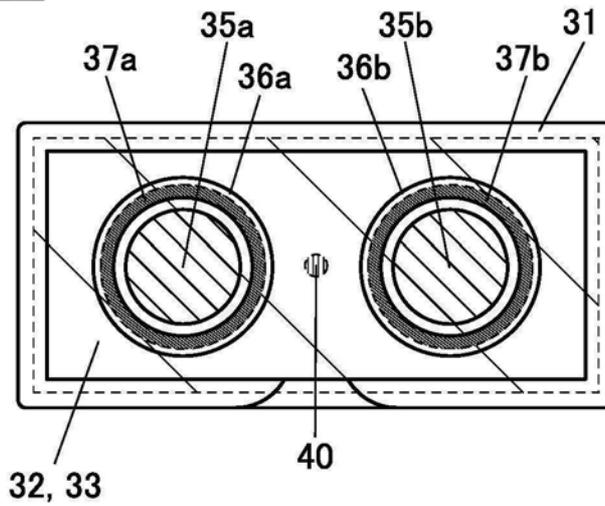


图2B

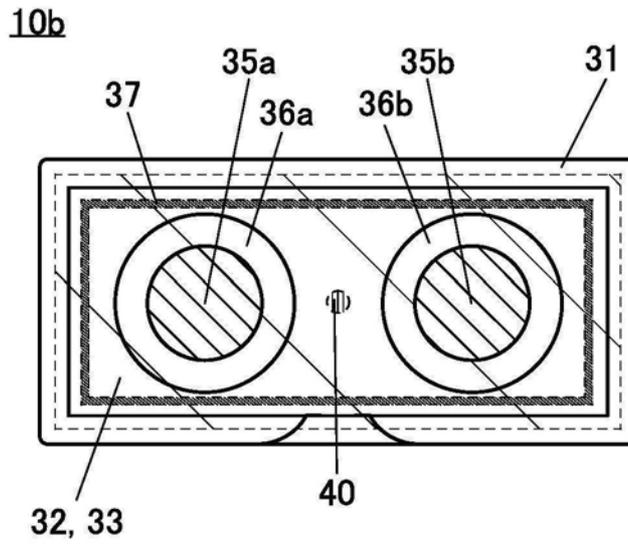


图3A

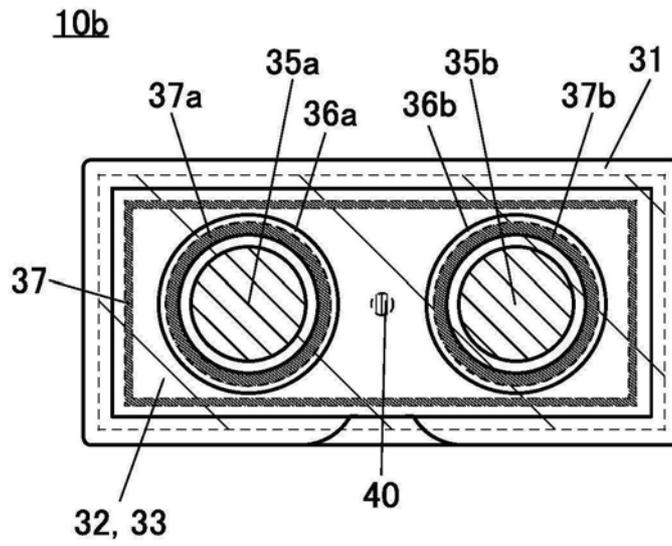


图3B

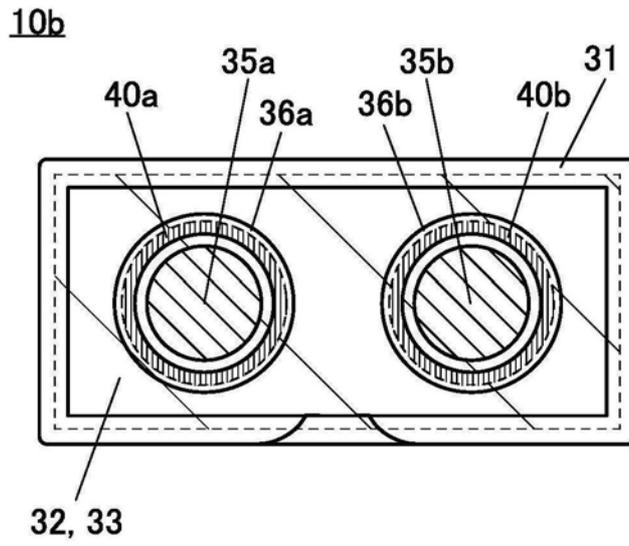


图3C

**10**

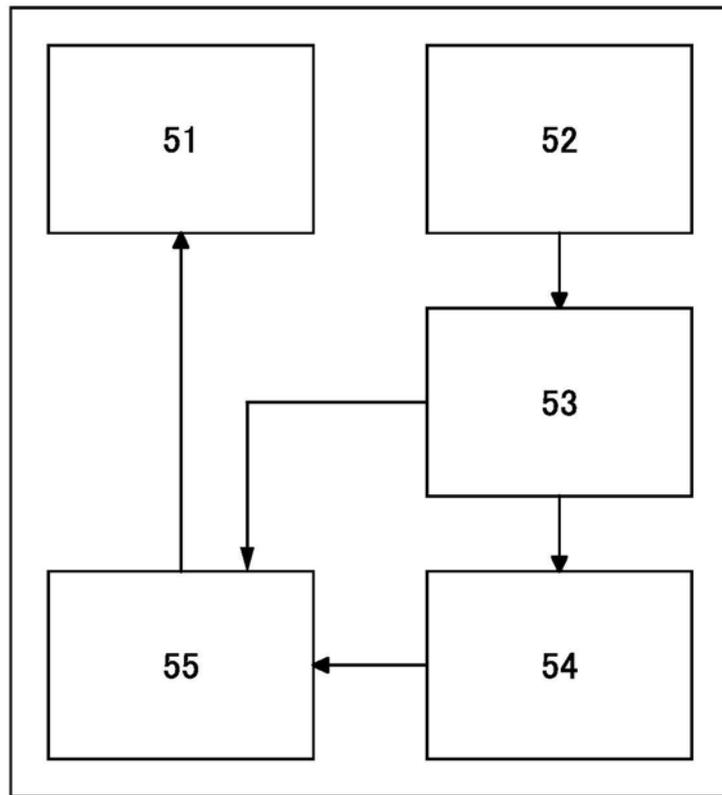


图4

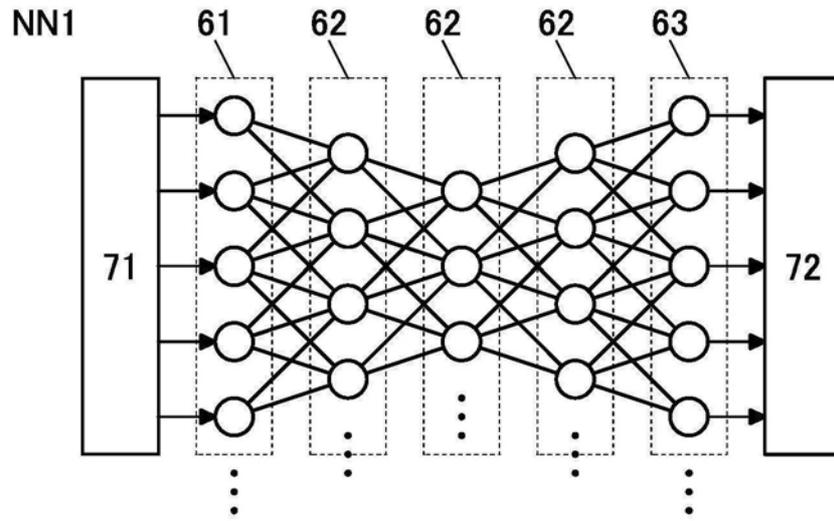


图5A

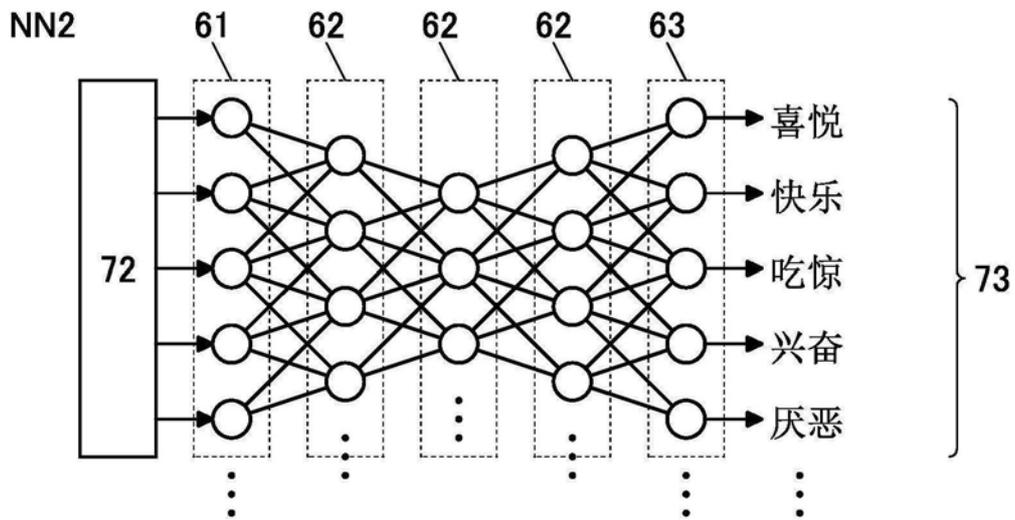


图5B

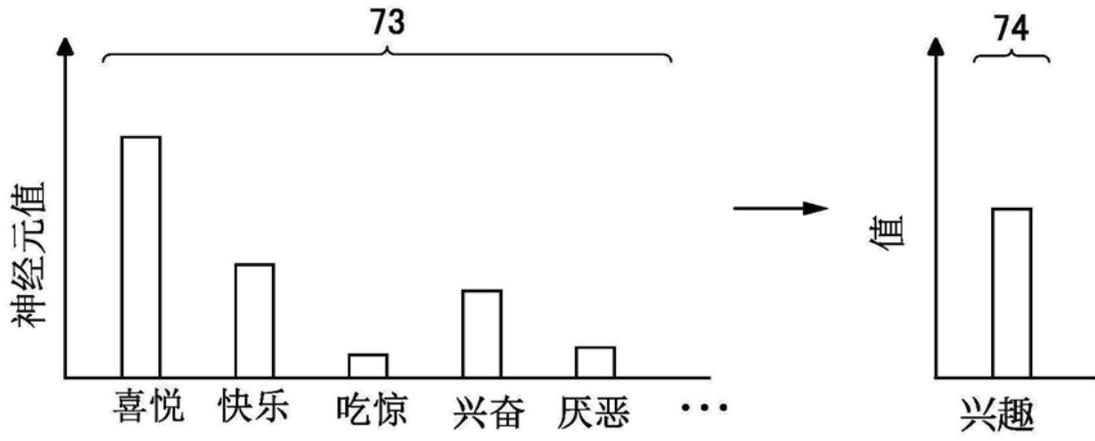


图5C

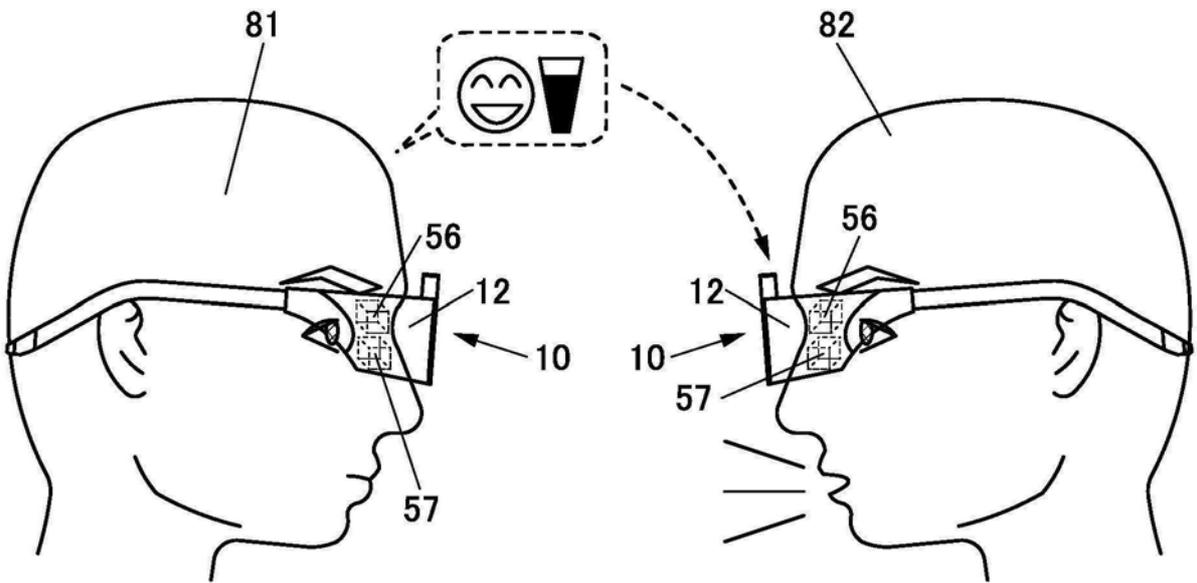


图6A

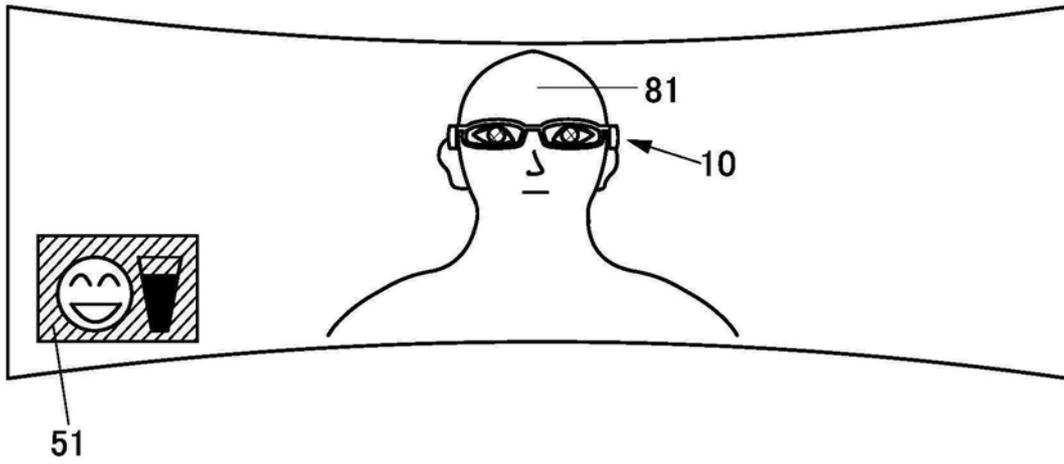


图6B

10

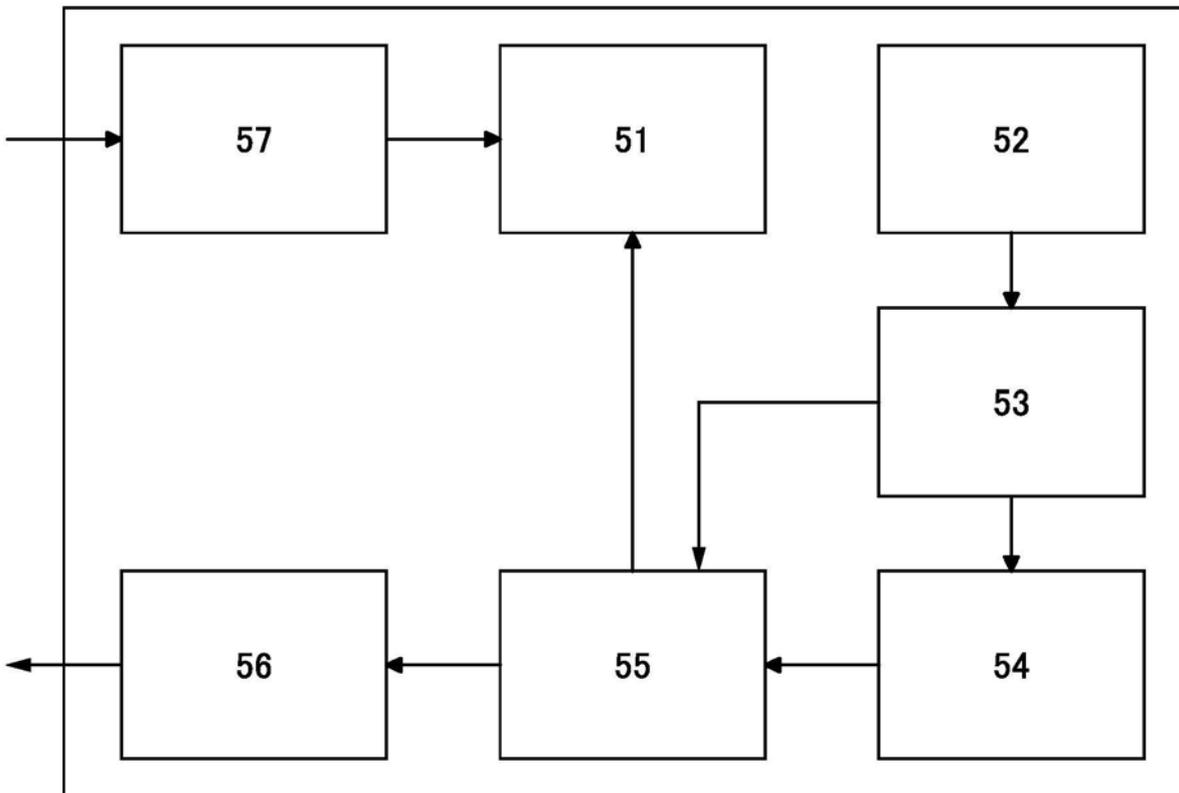


图7

810

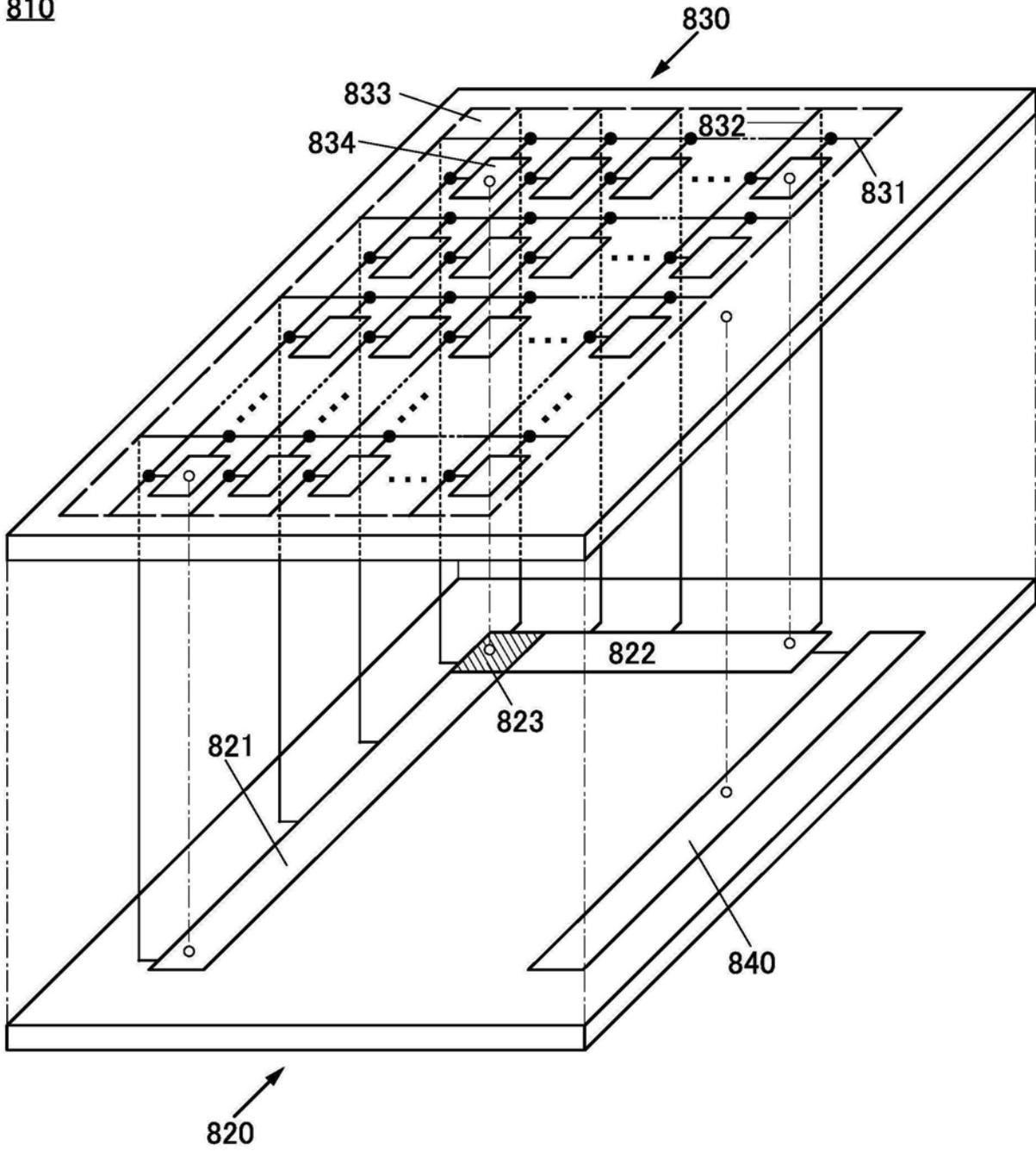


图8

810

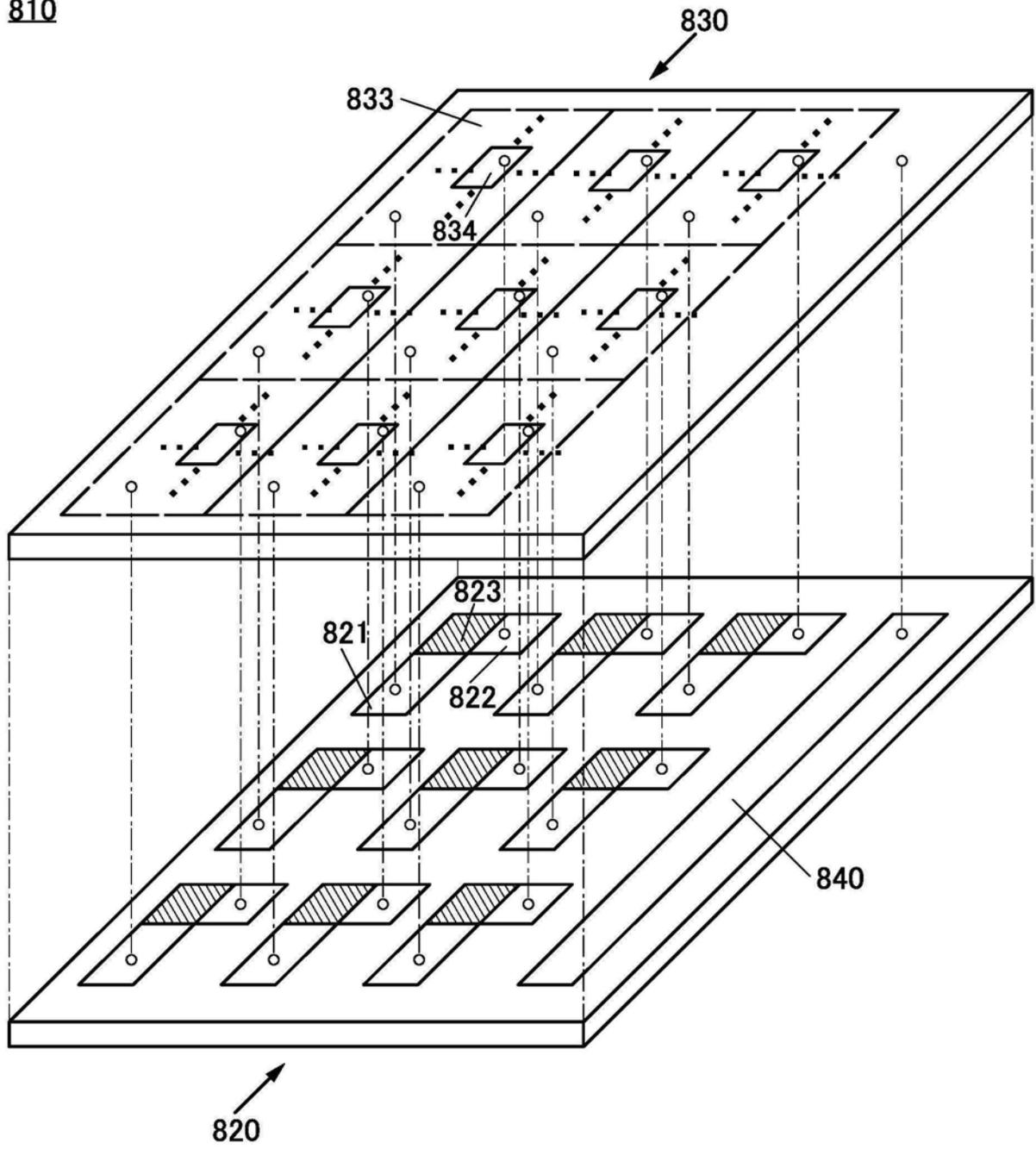


图9

810

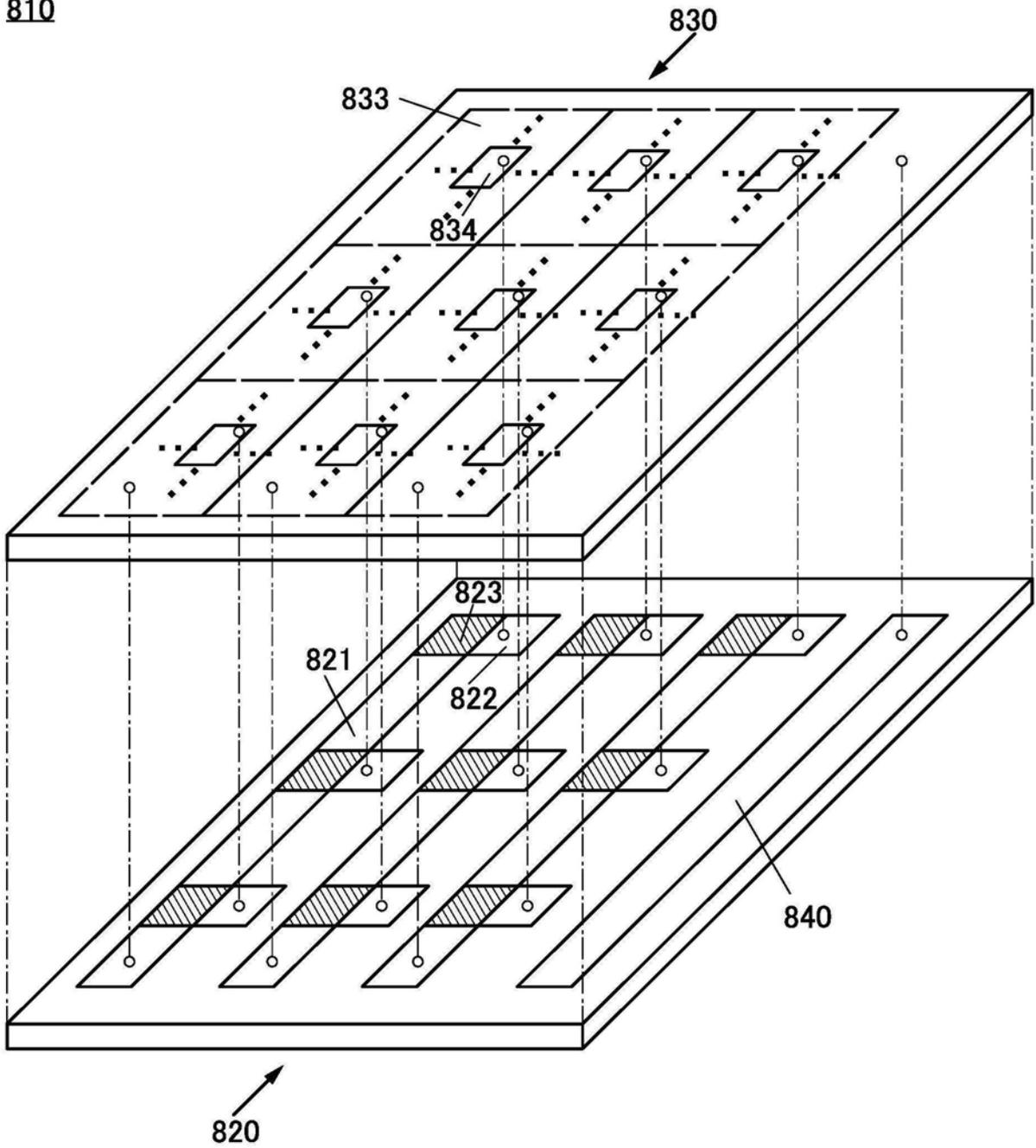


图10

810

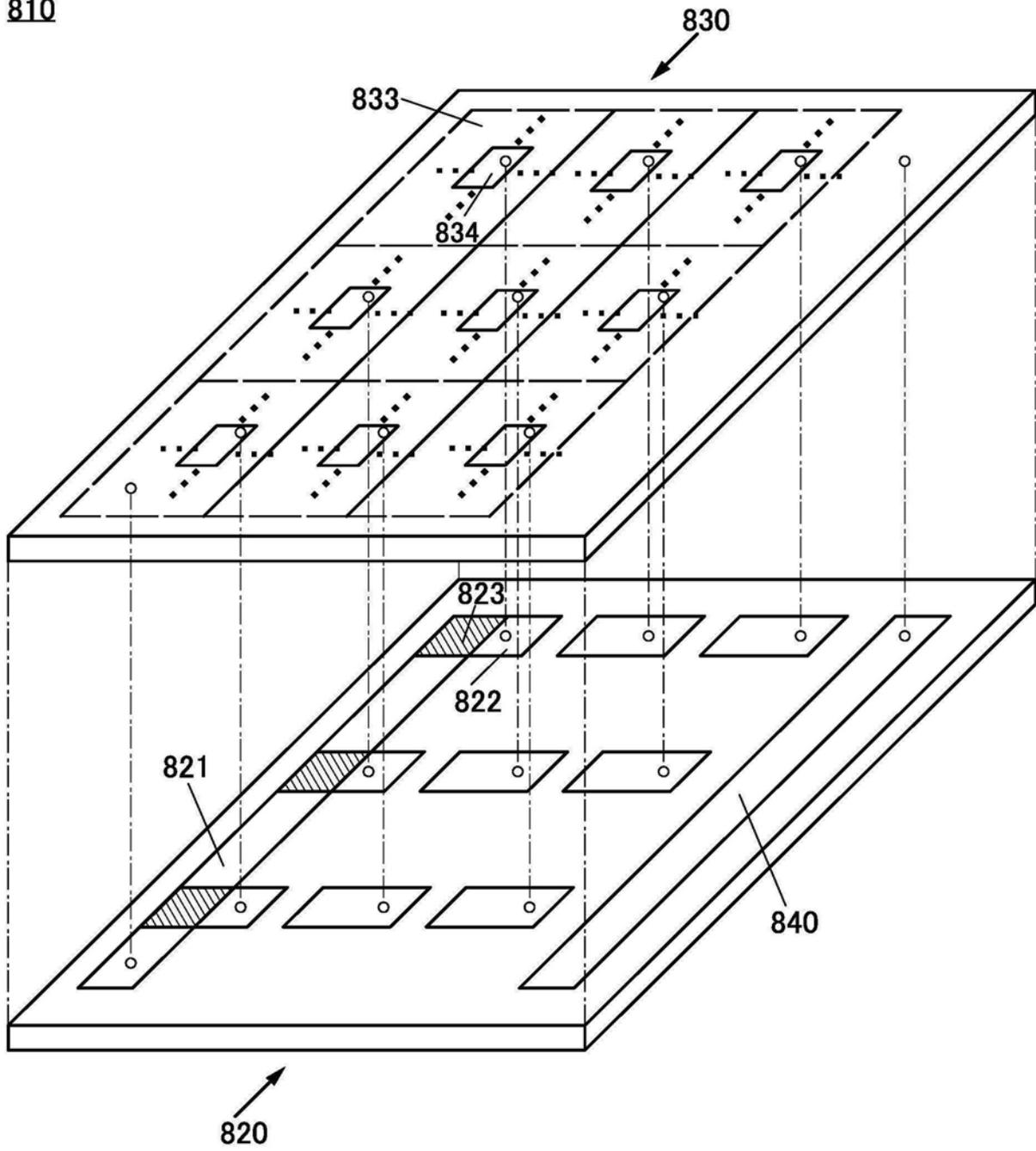


图11

810

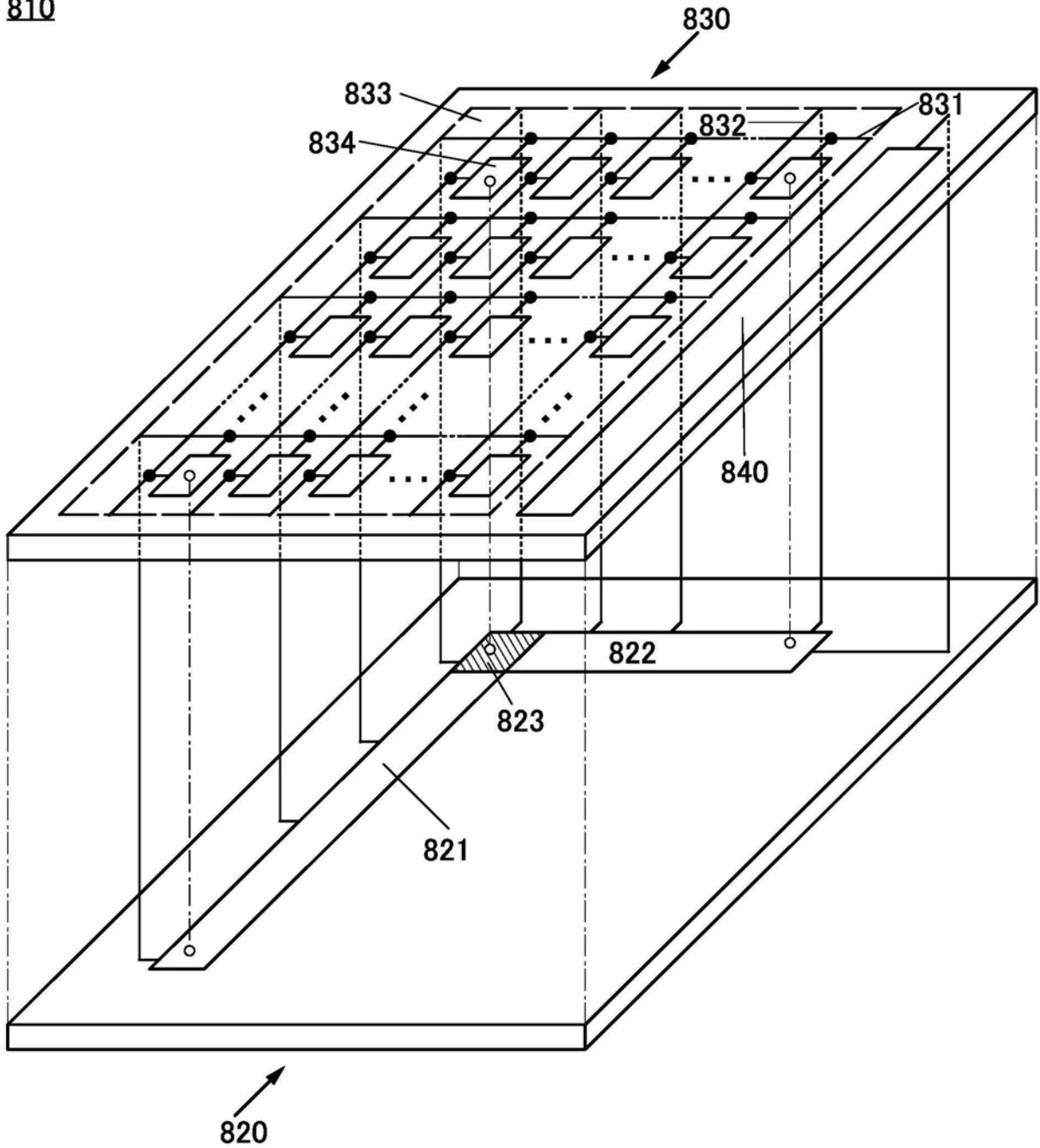


图12

810

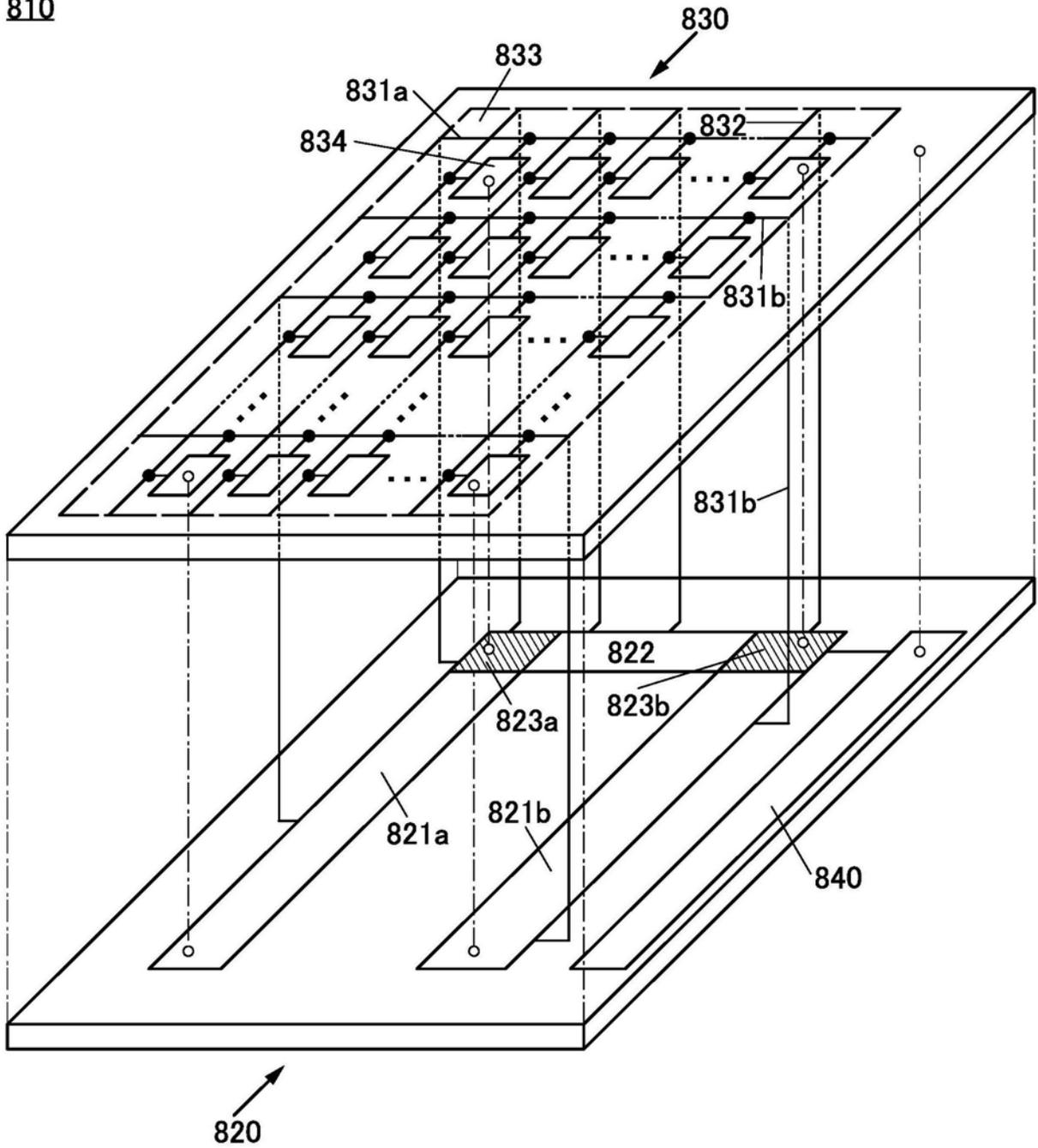


图13

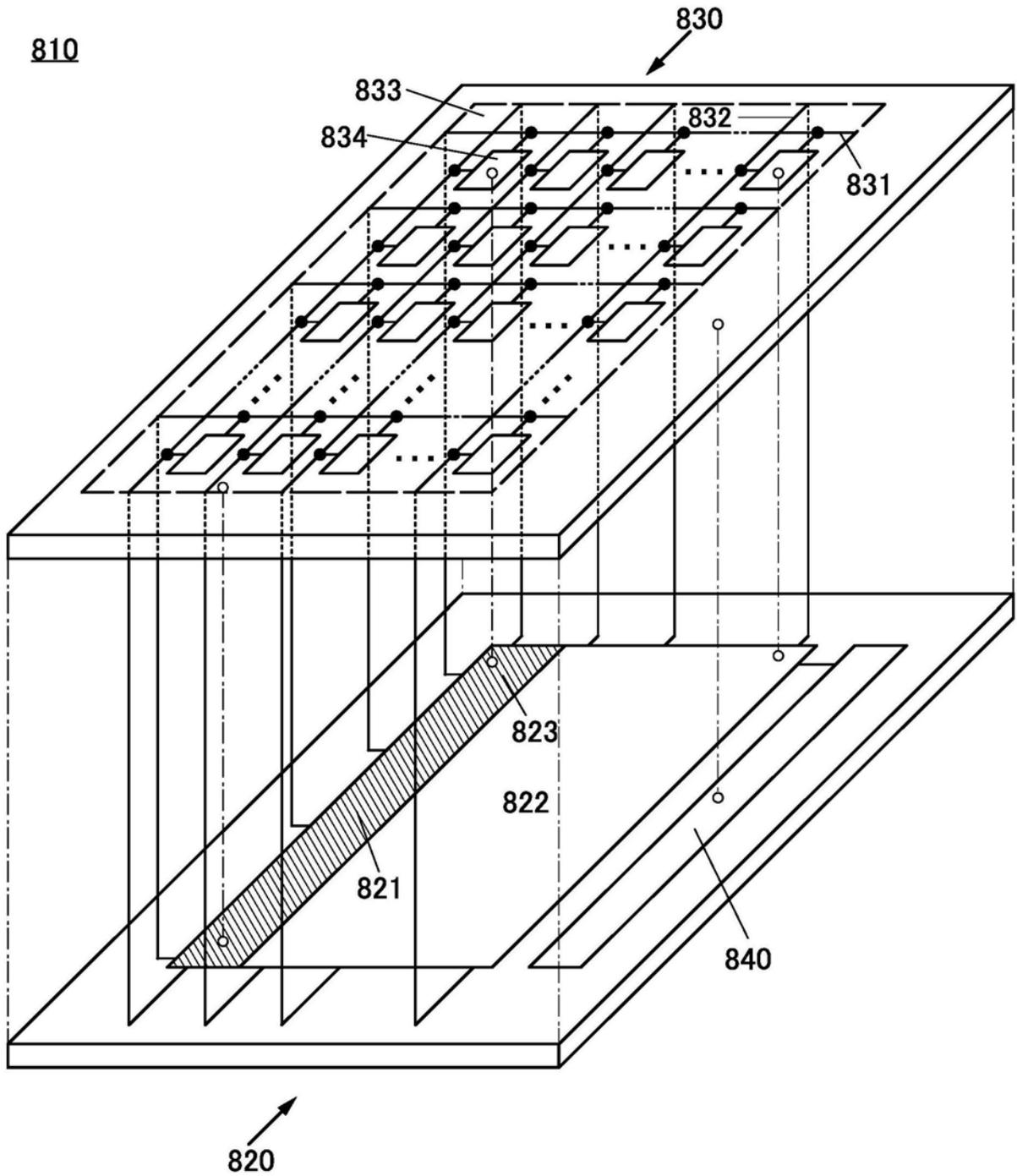


图14

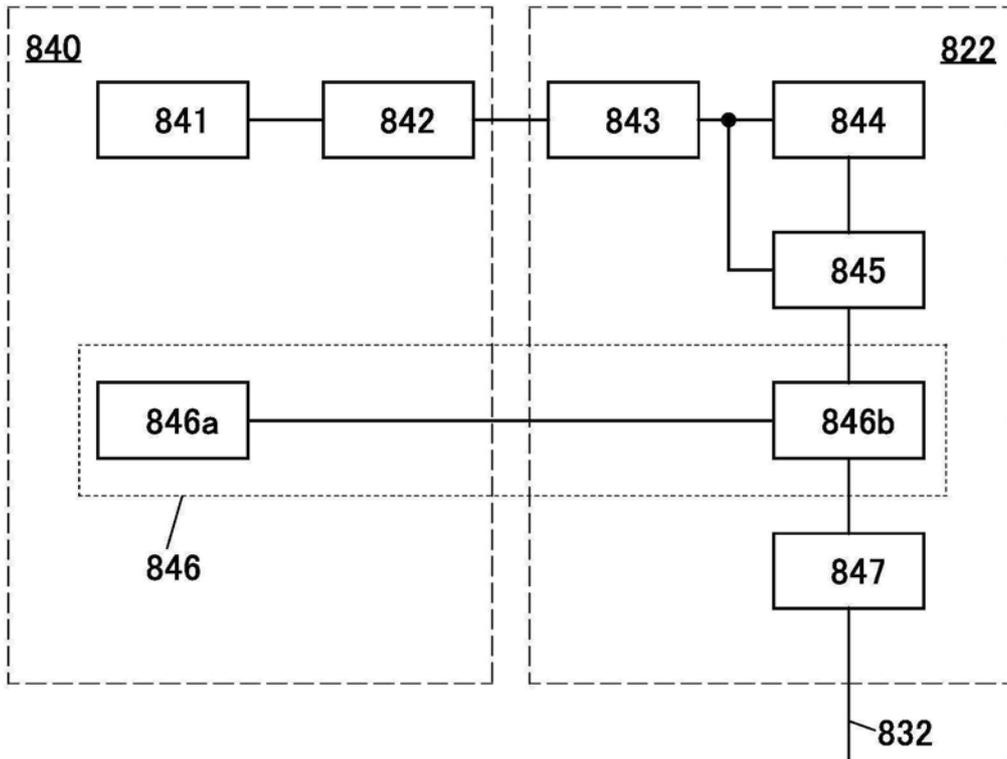


图15

846

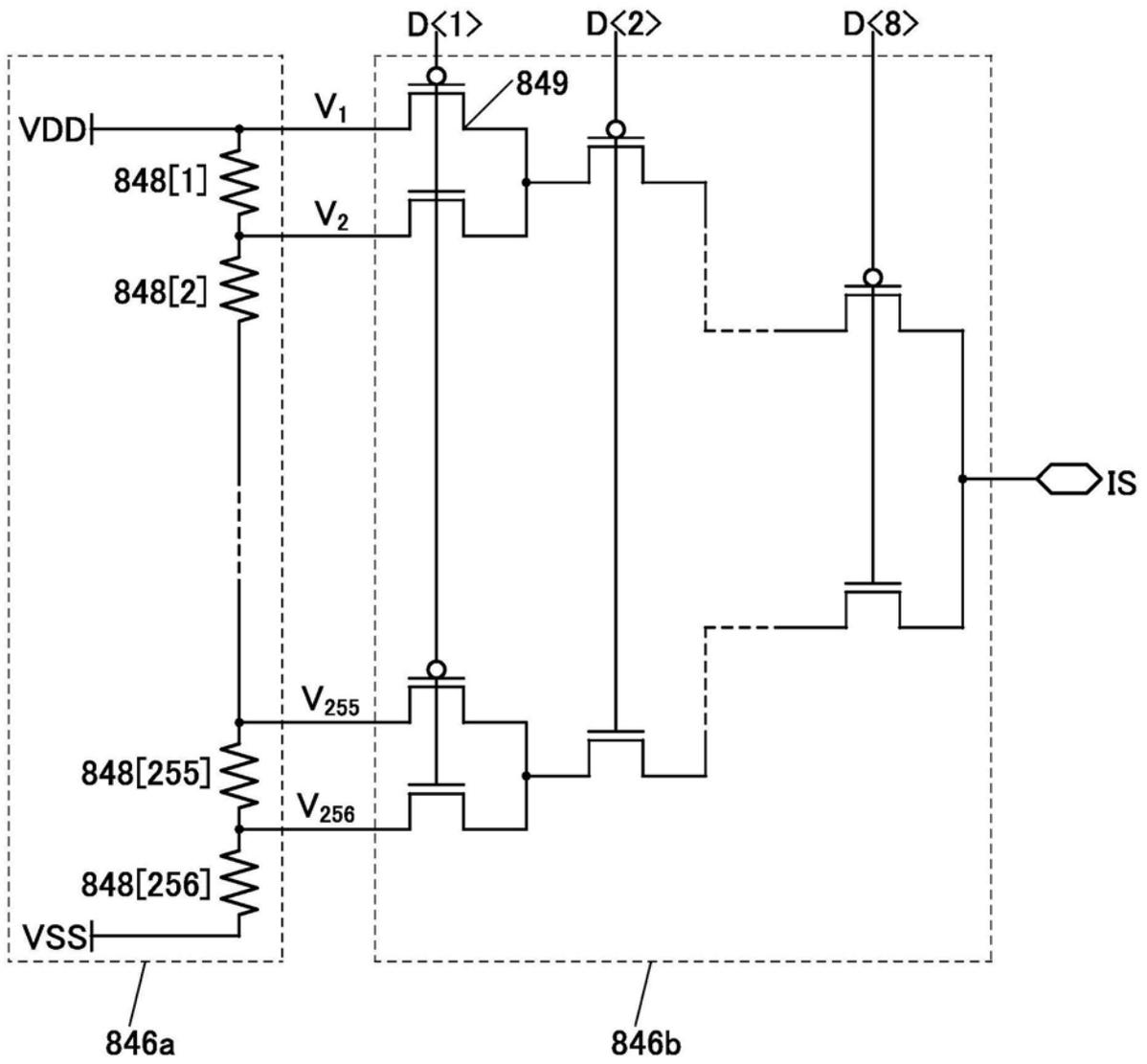


图16

821

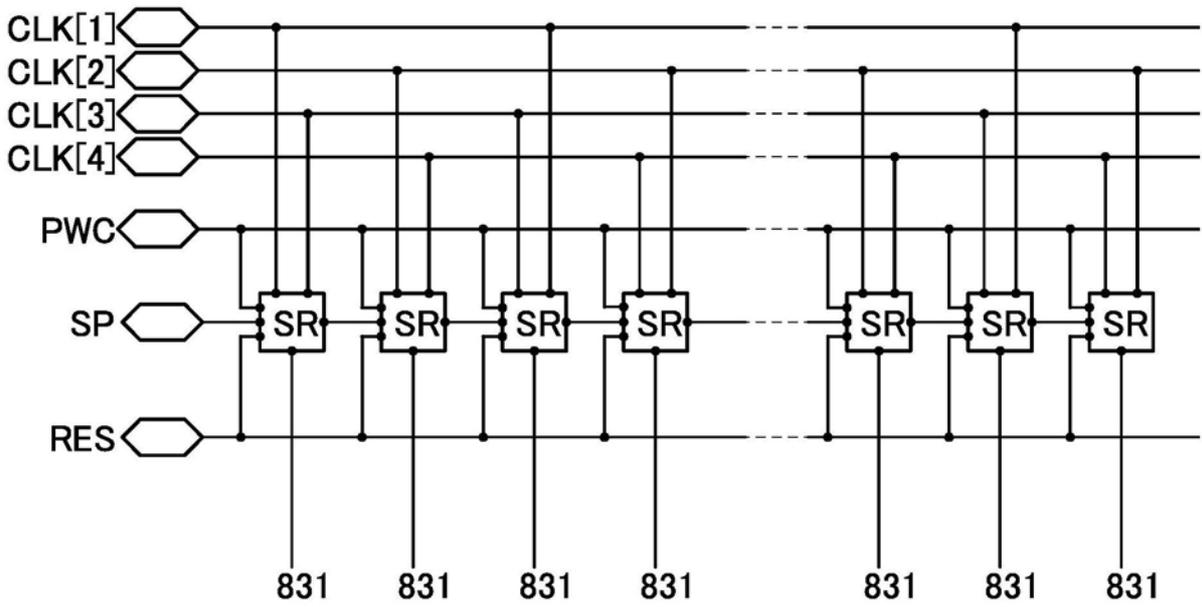


图17

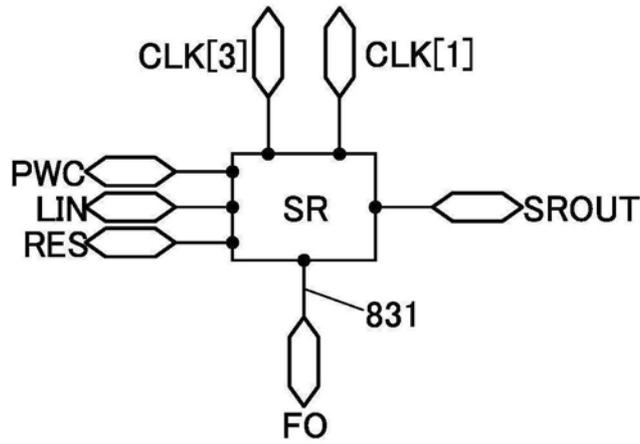


图18A

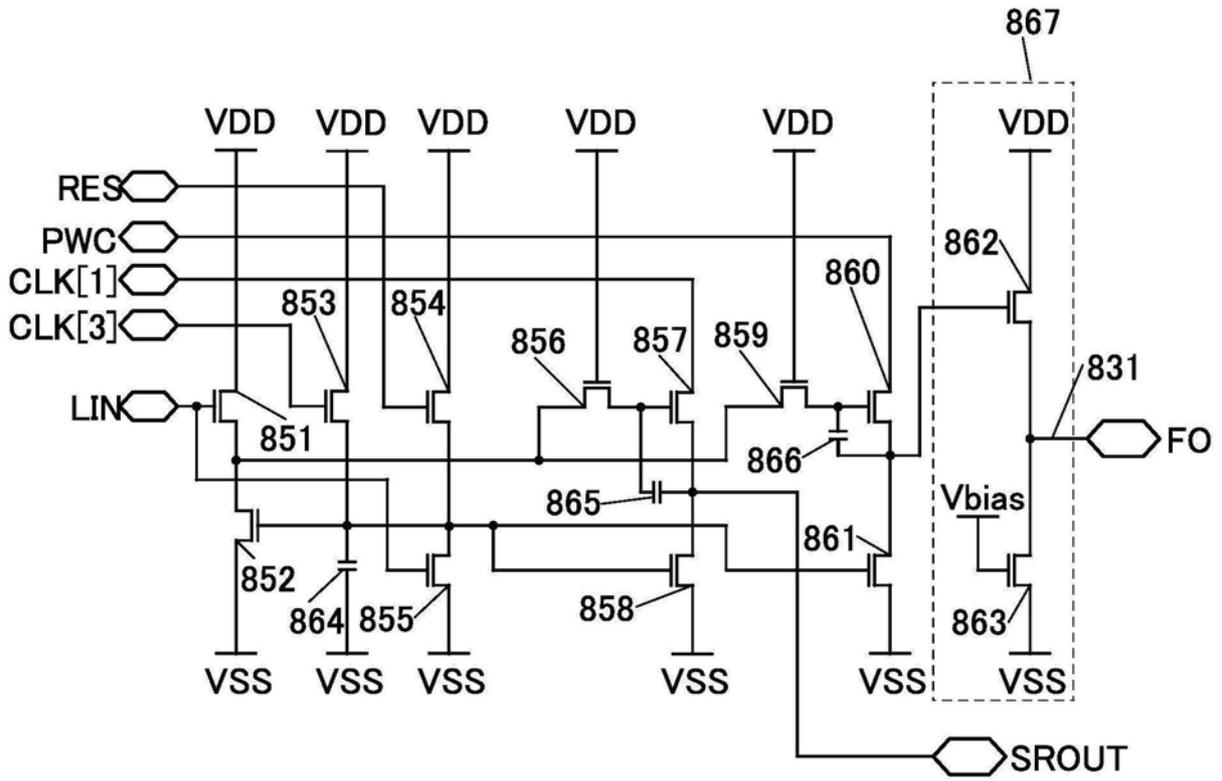


图18B

823

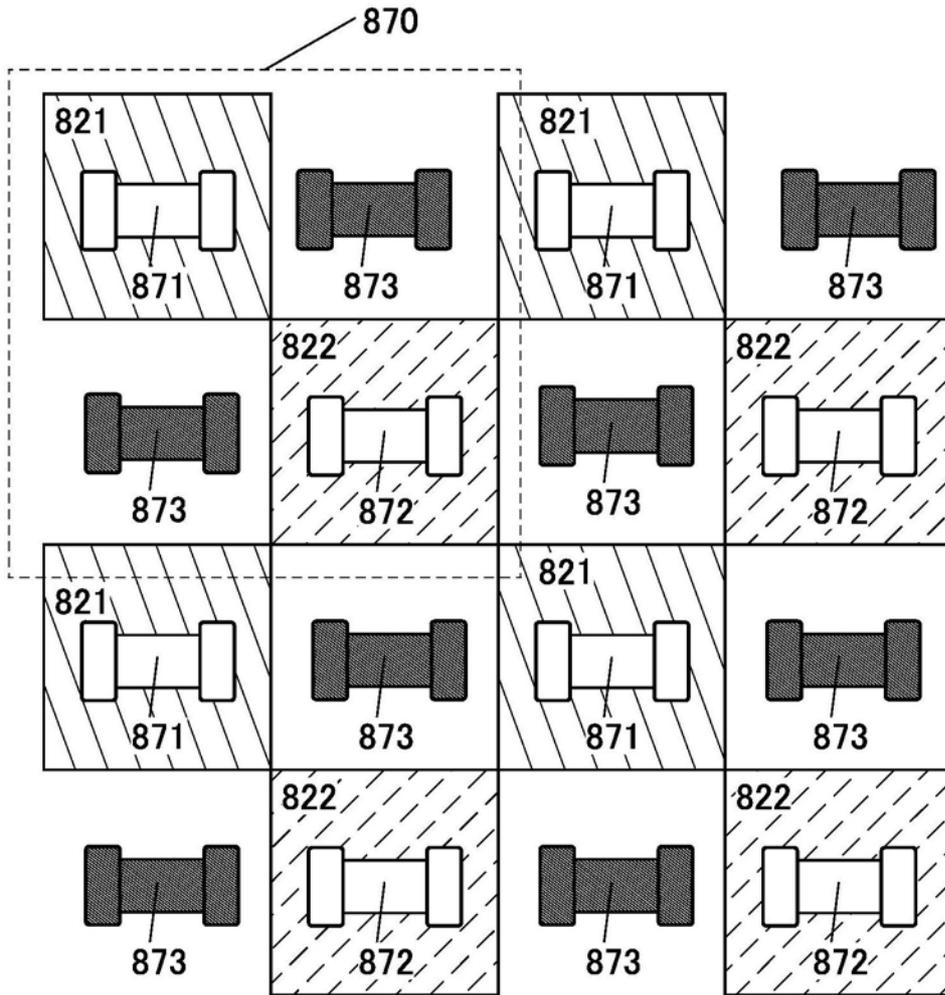


图19

870

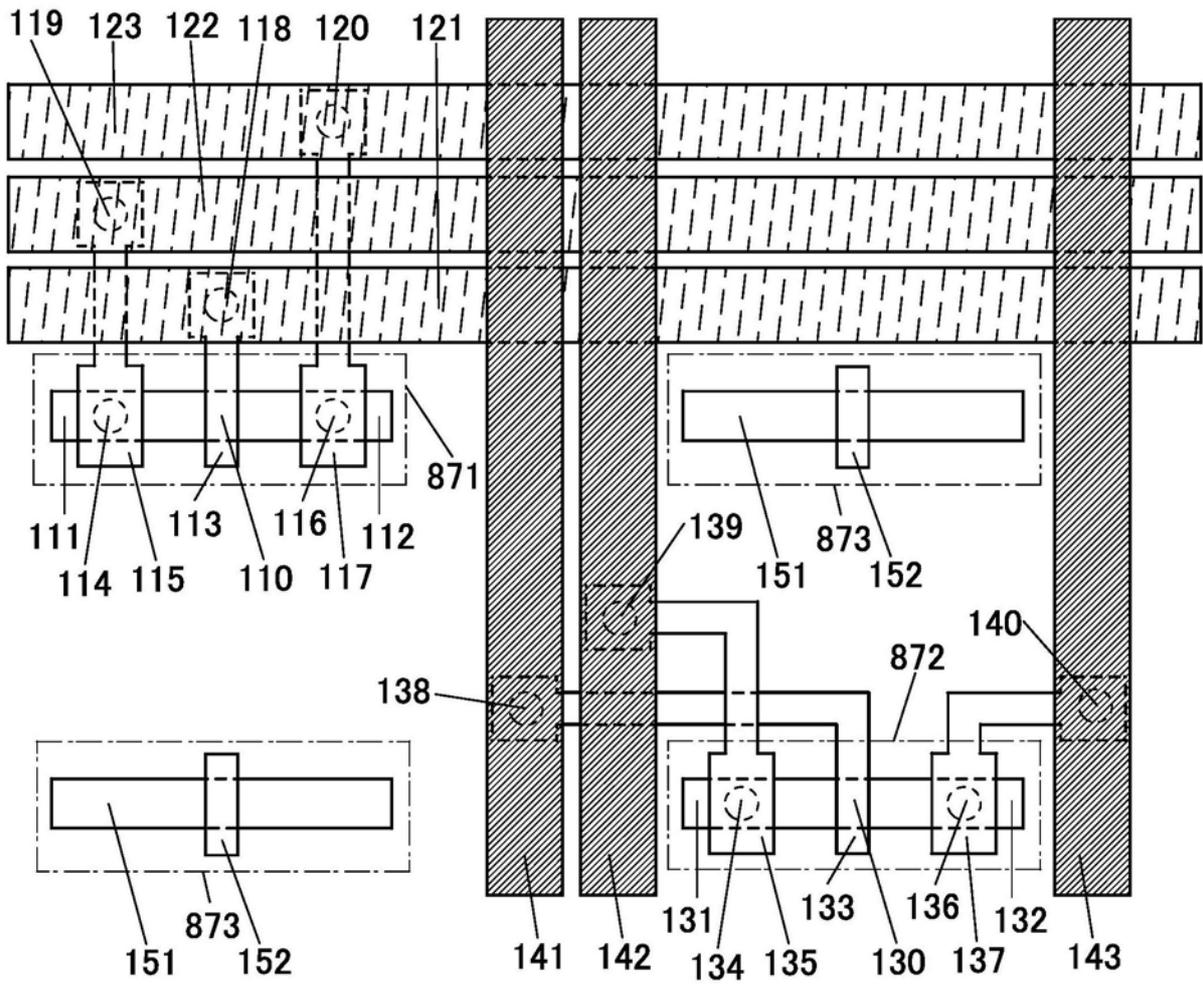


图20

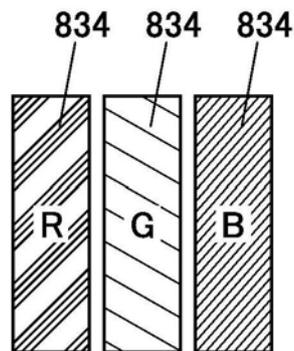


图21A

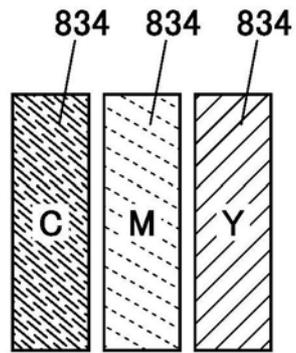


图21B

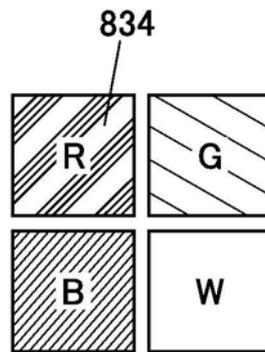


图21C

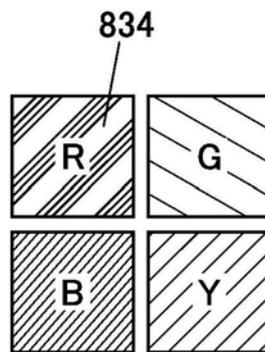


图21D

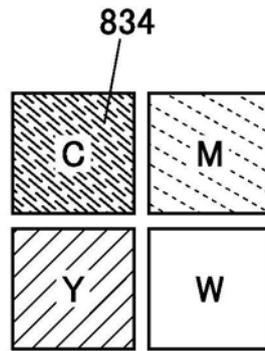


图21E

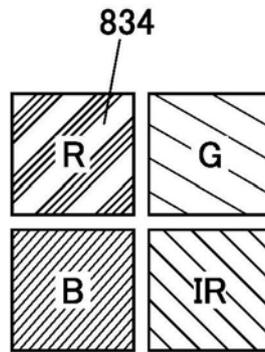


图21F

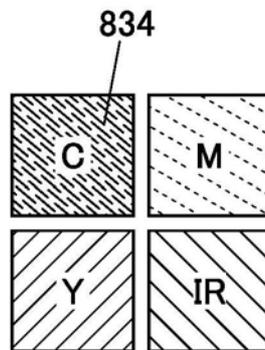


图21G

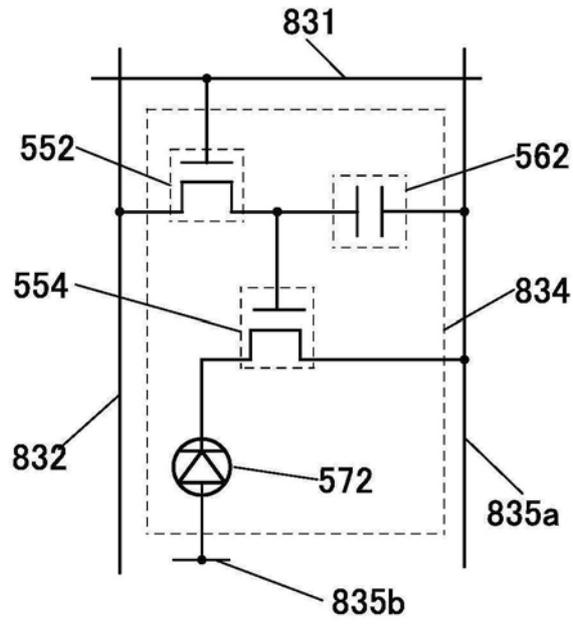


图22A

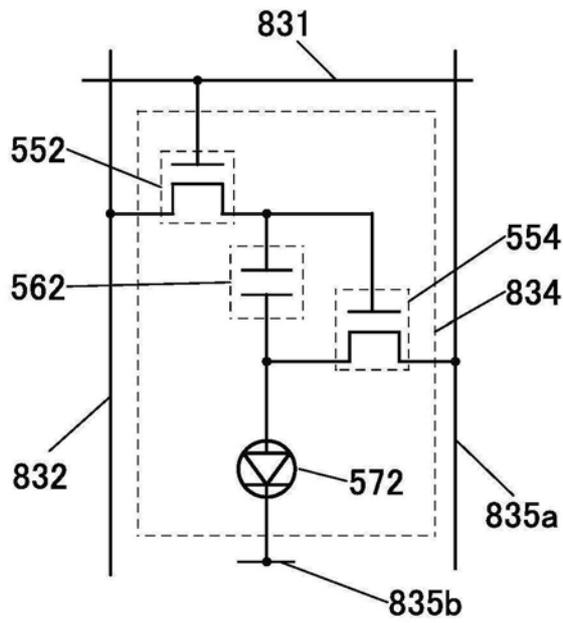


图22B

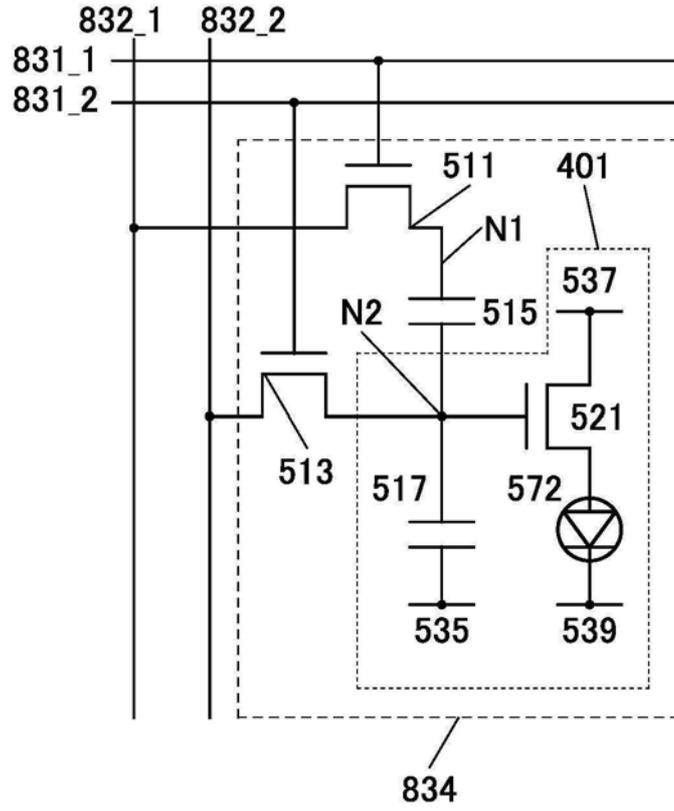


图23A

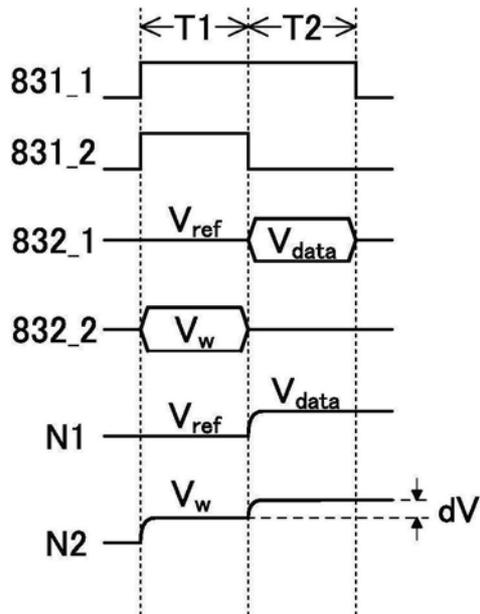


图23B

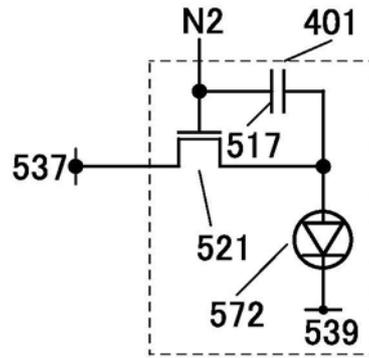


图24A

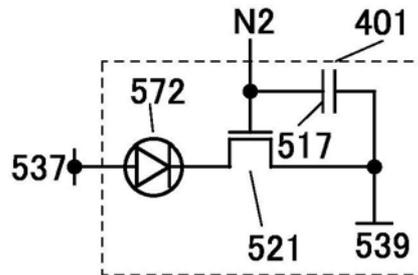


图24B

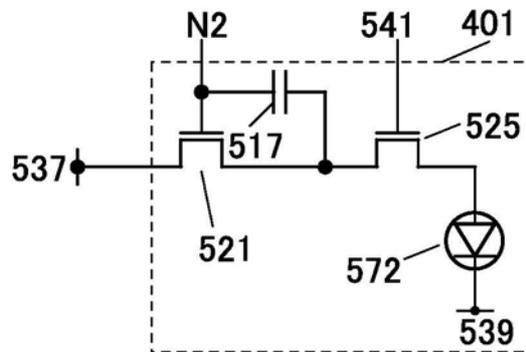


图24C

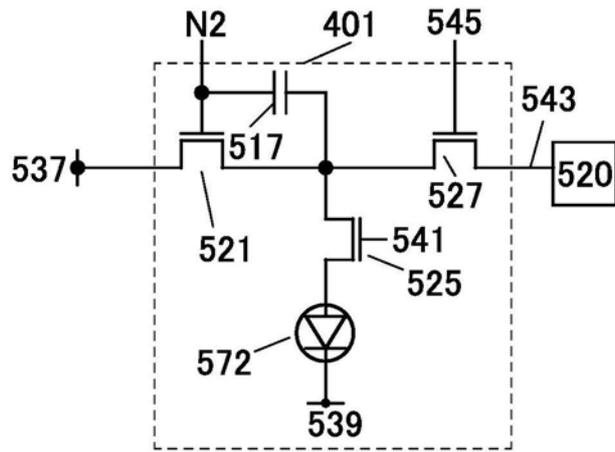


图24D

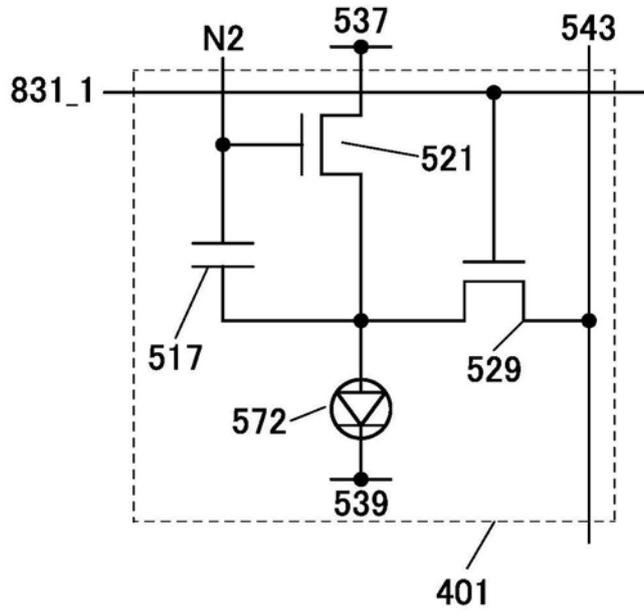


图24E

810

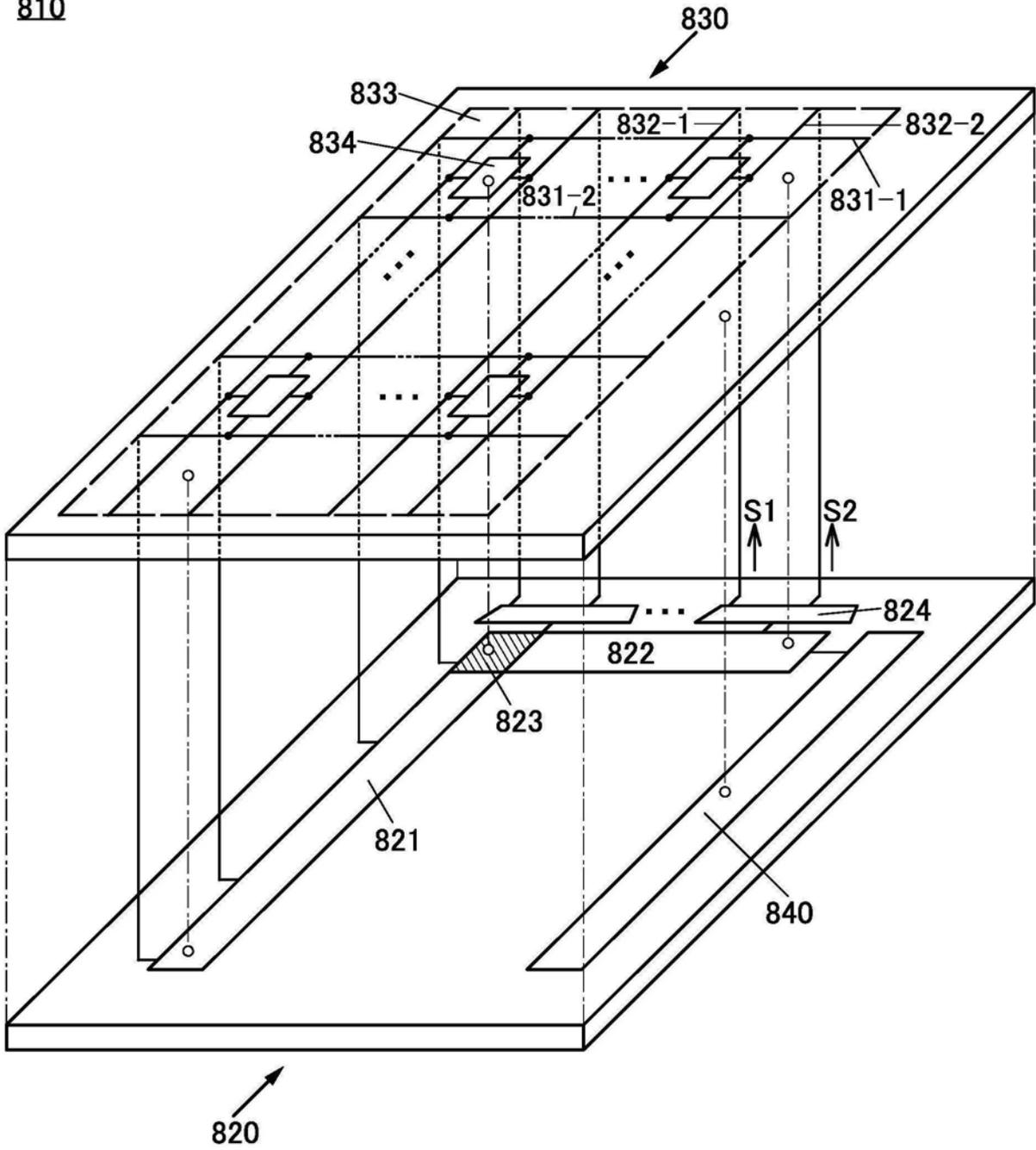


图25

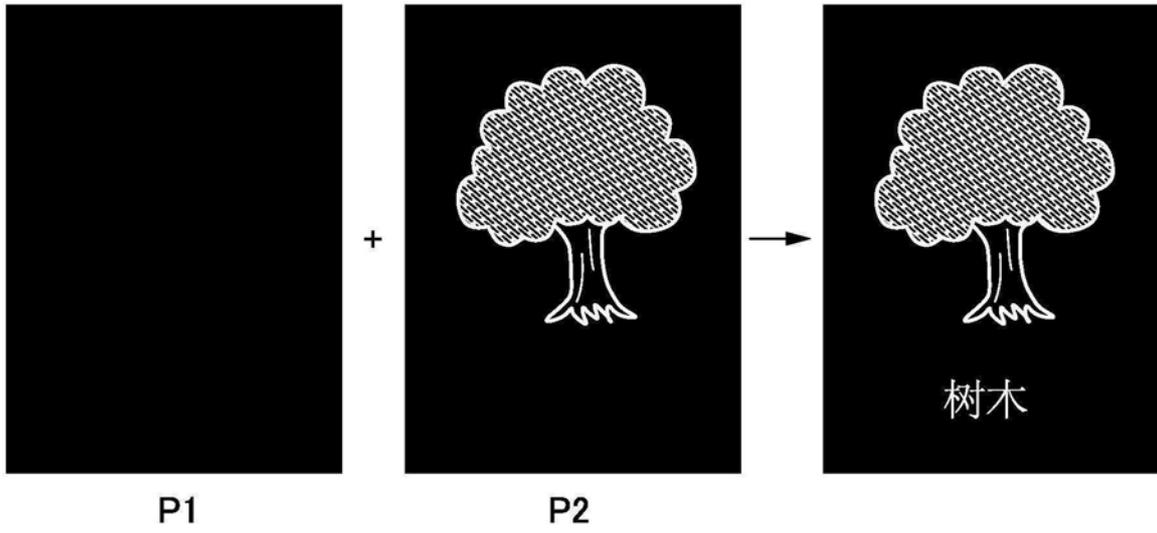


图26

810

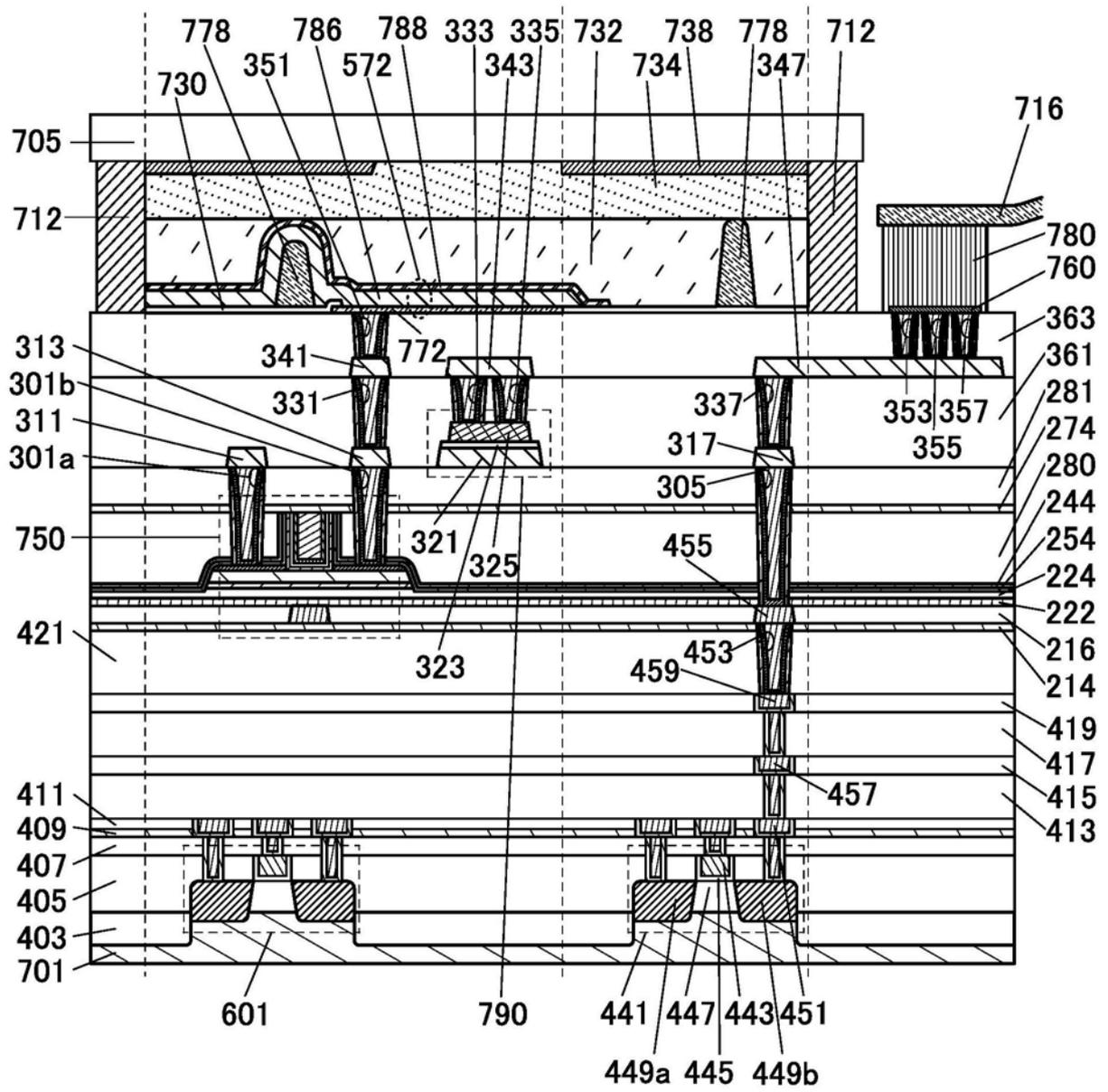


图27

810

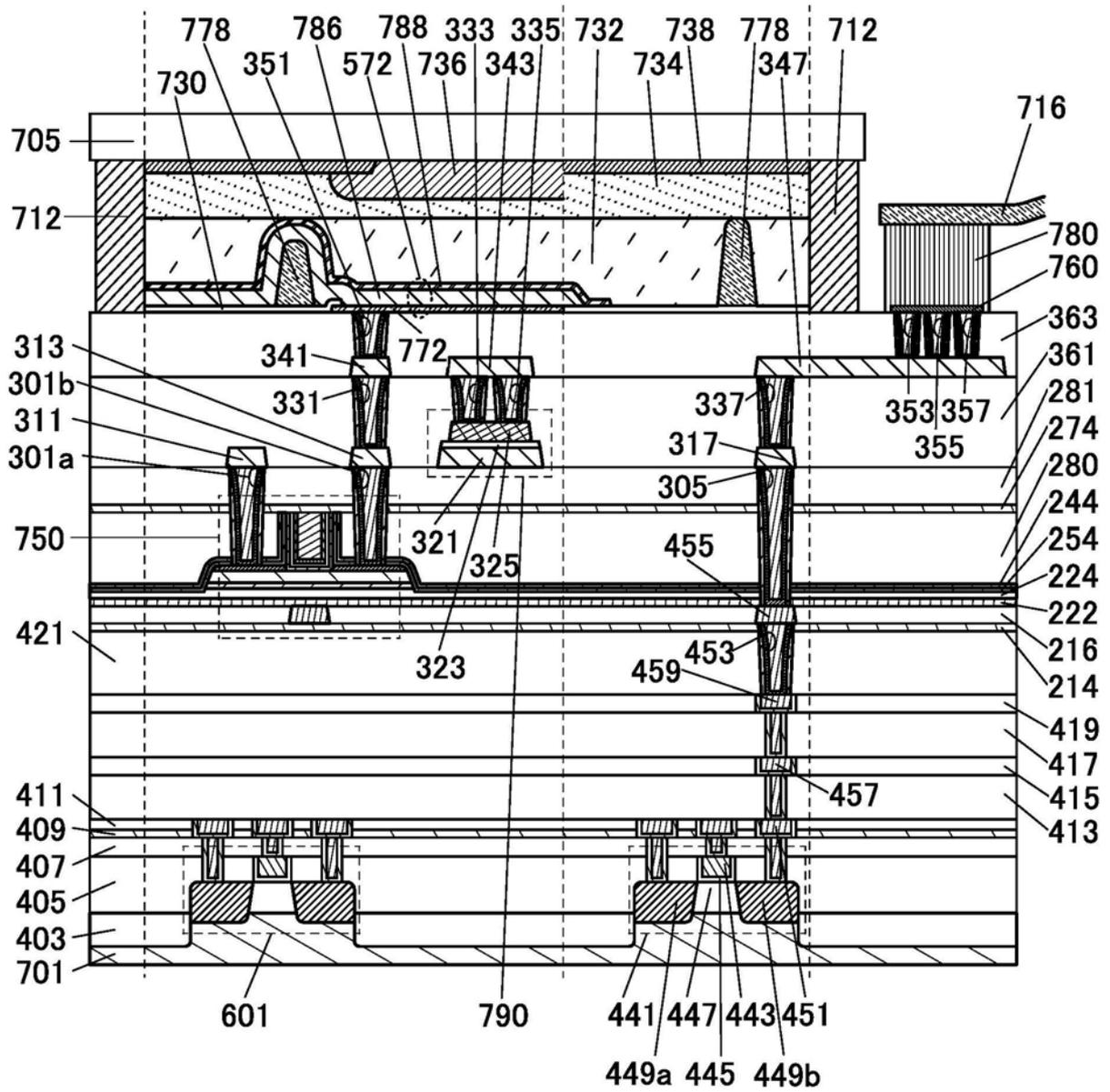


图28

810

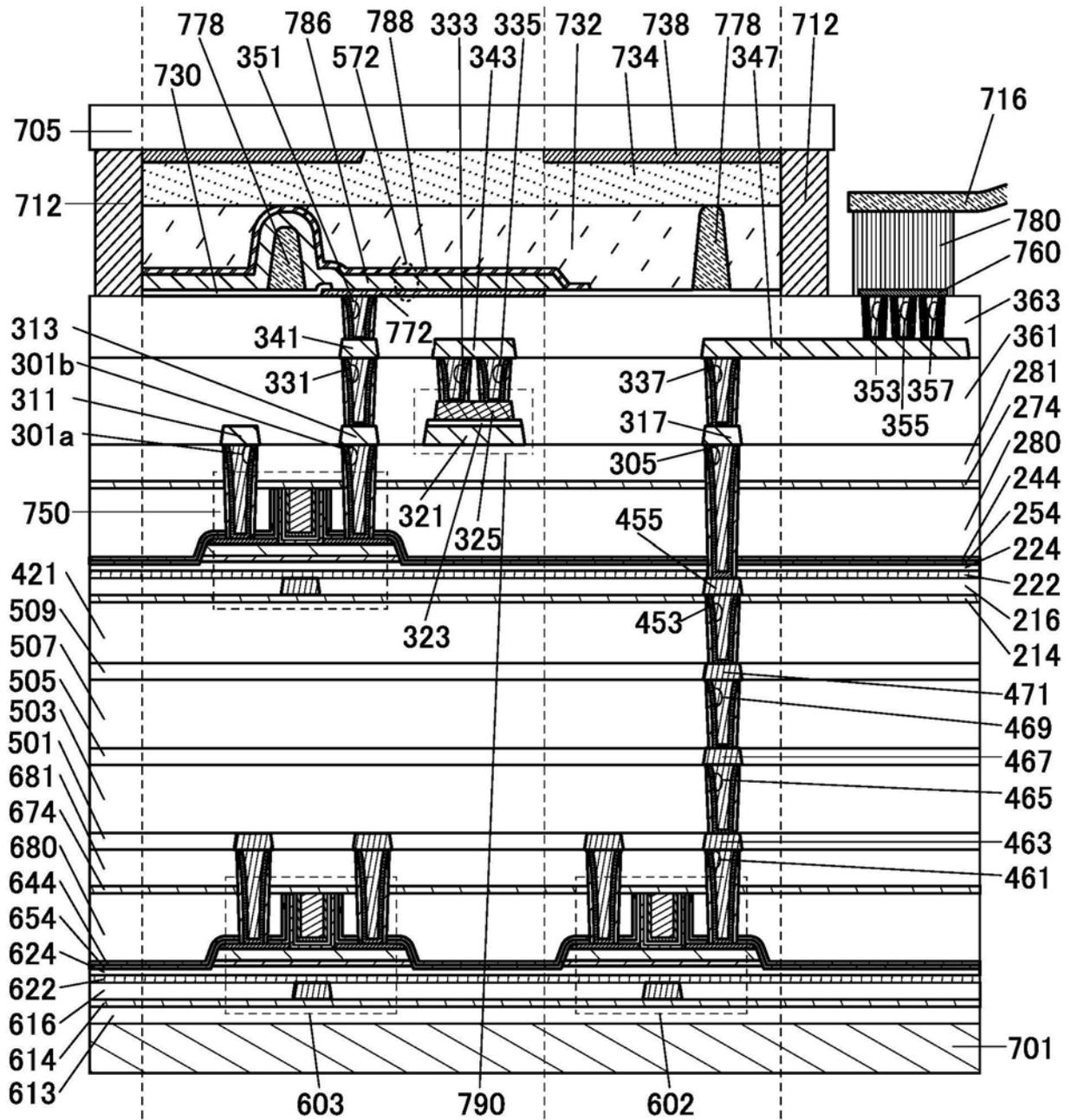


图29

810

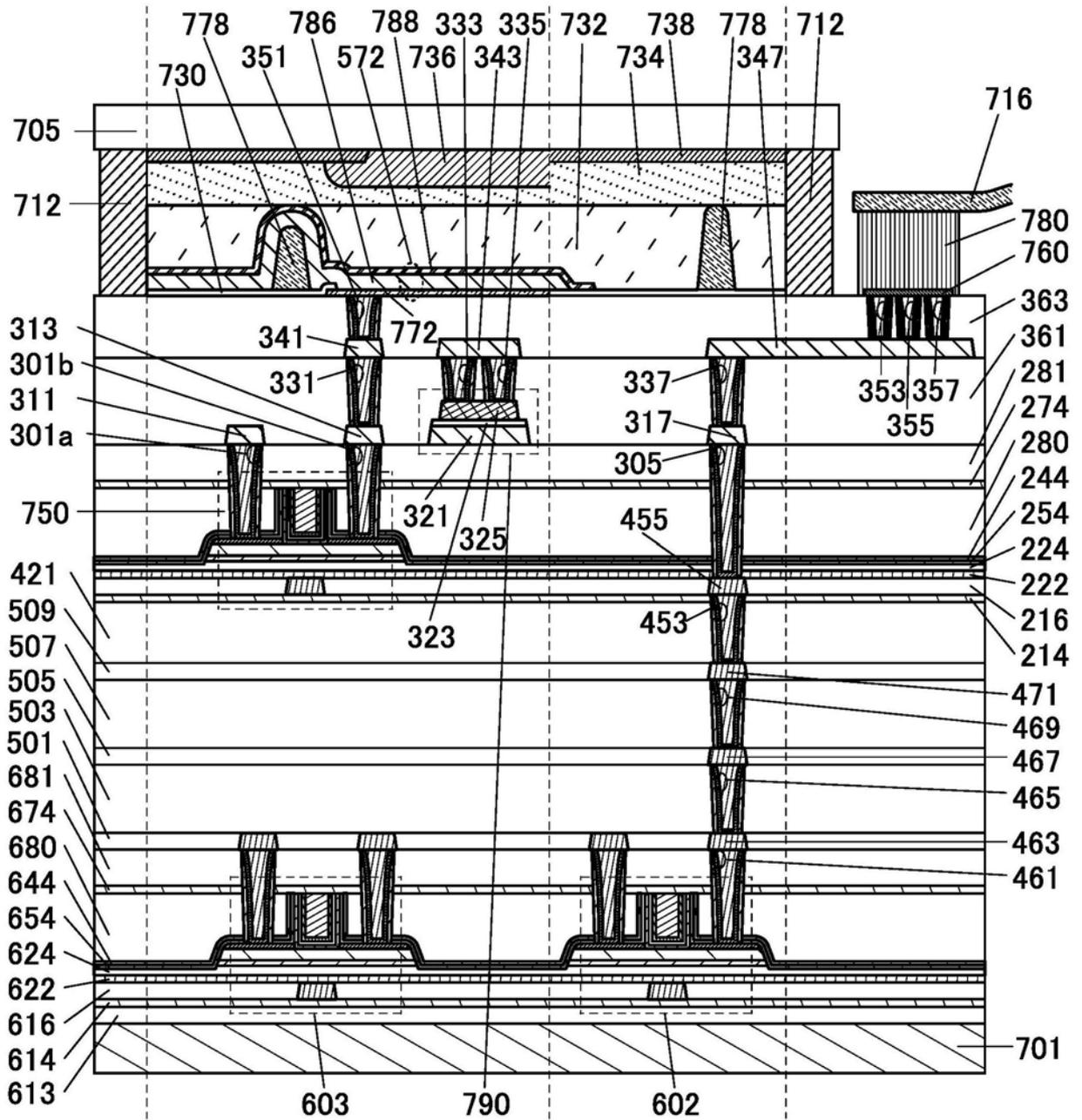


图30

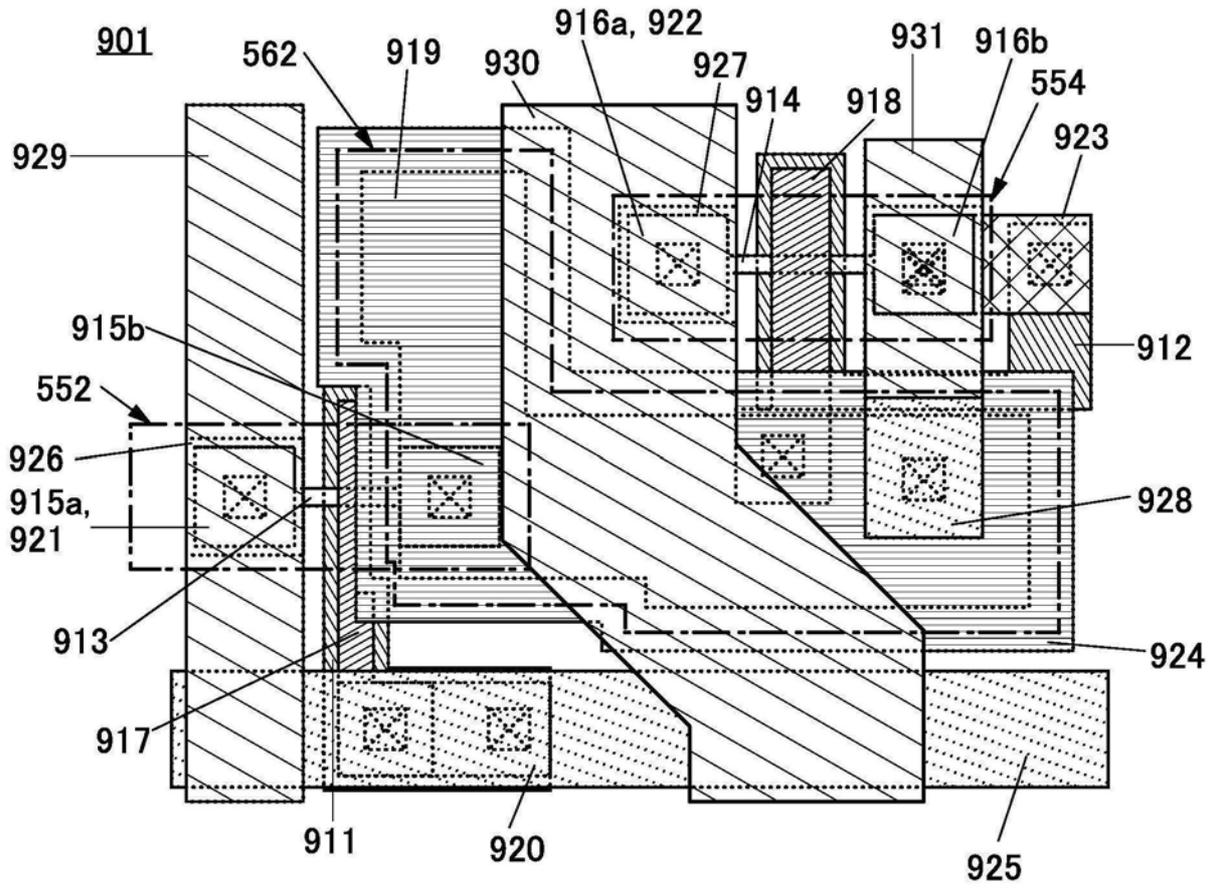


图31A

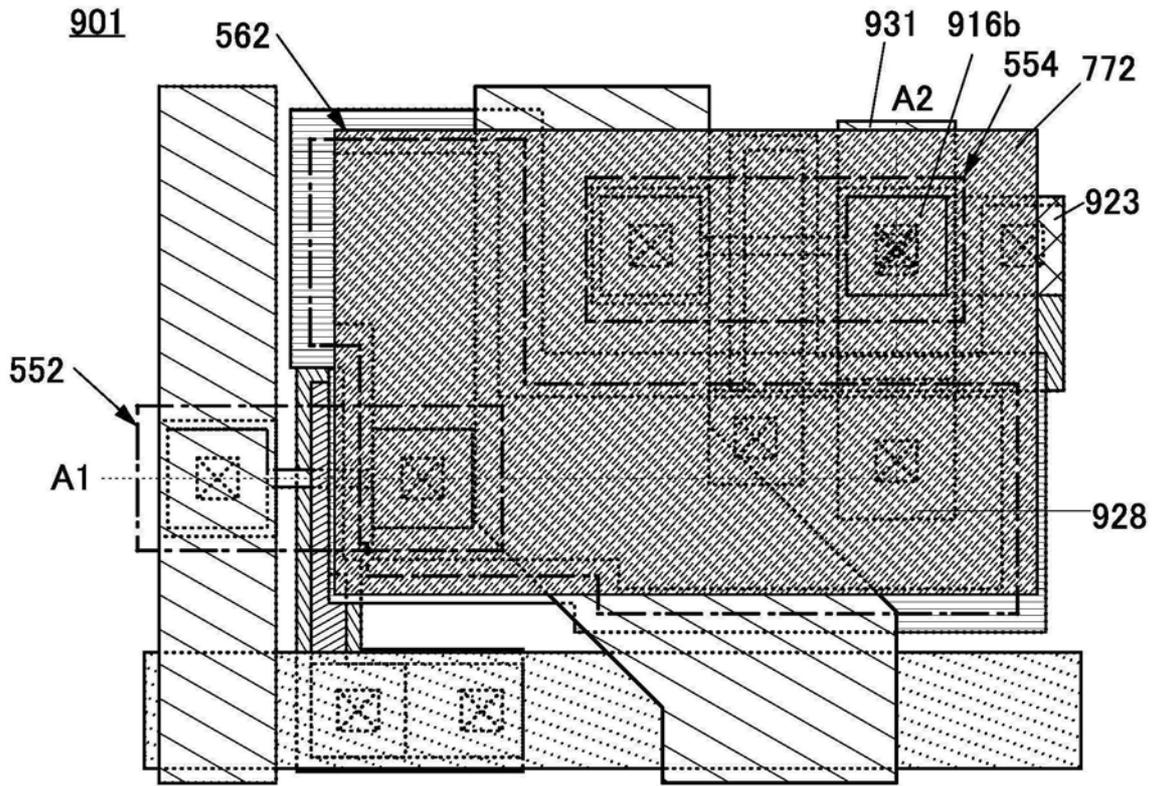


图31B

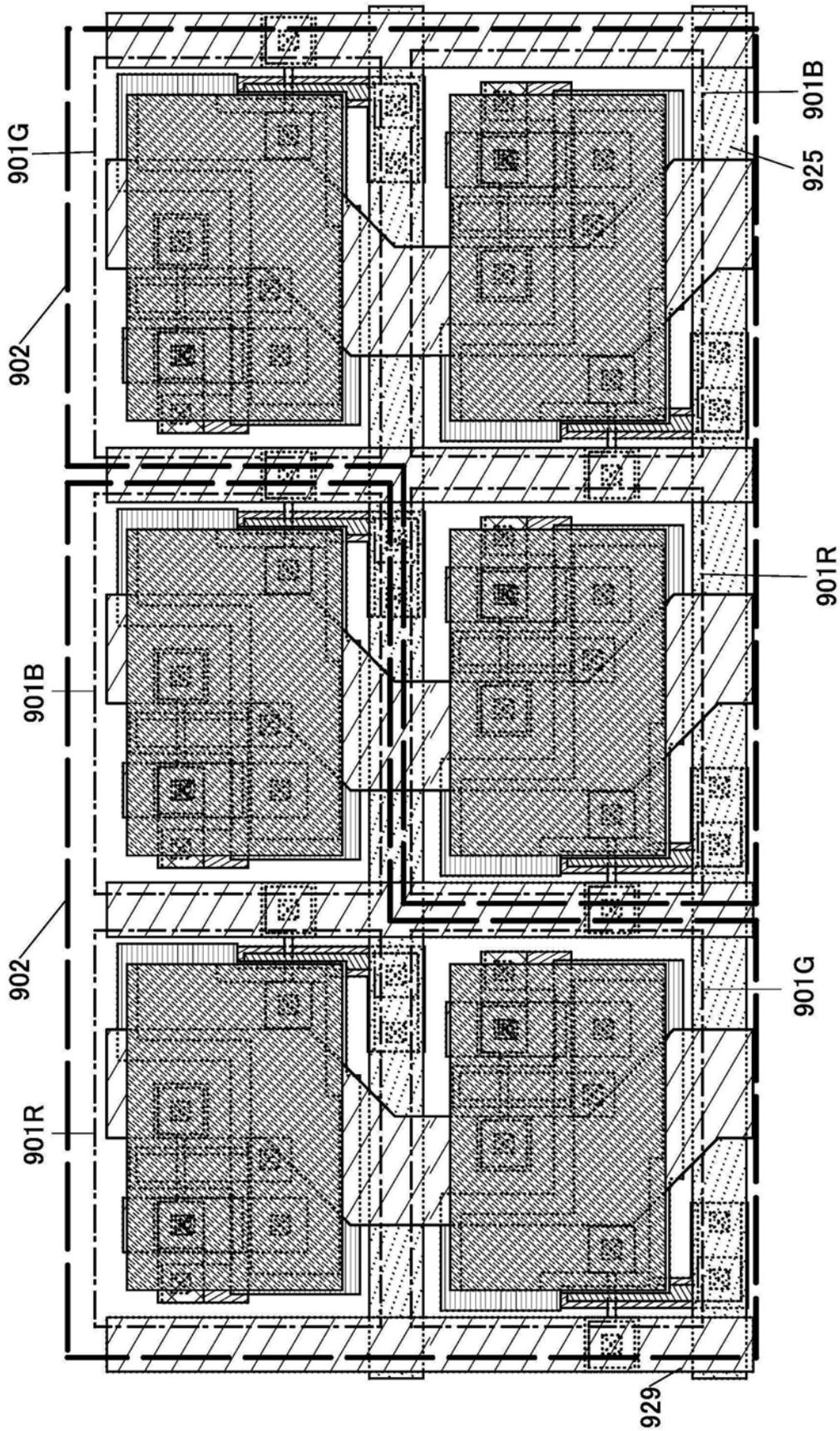


图32

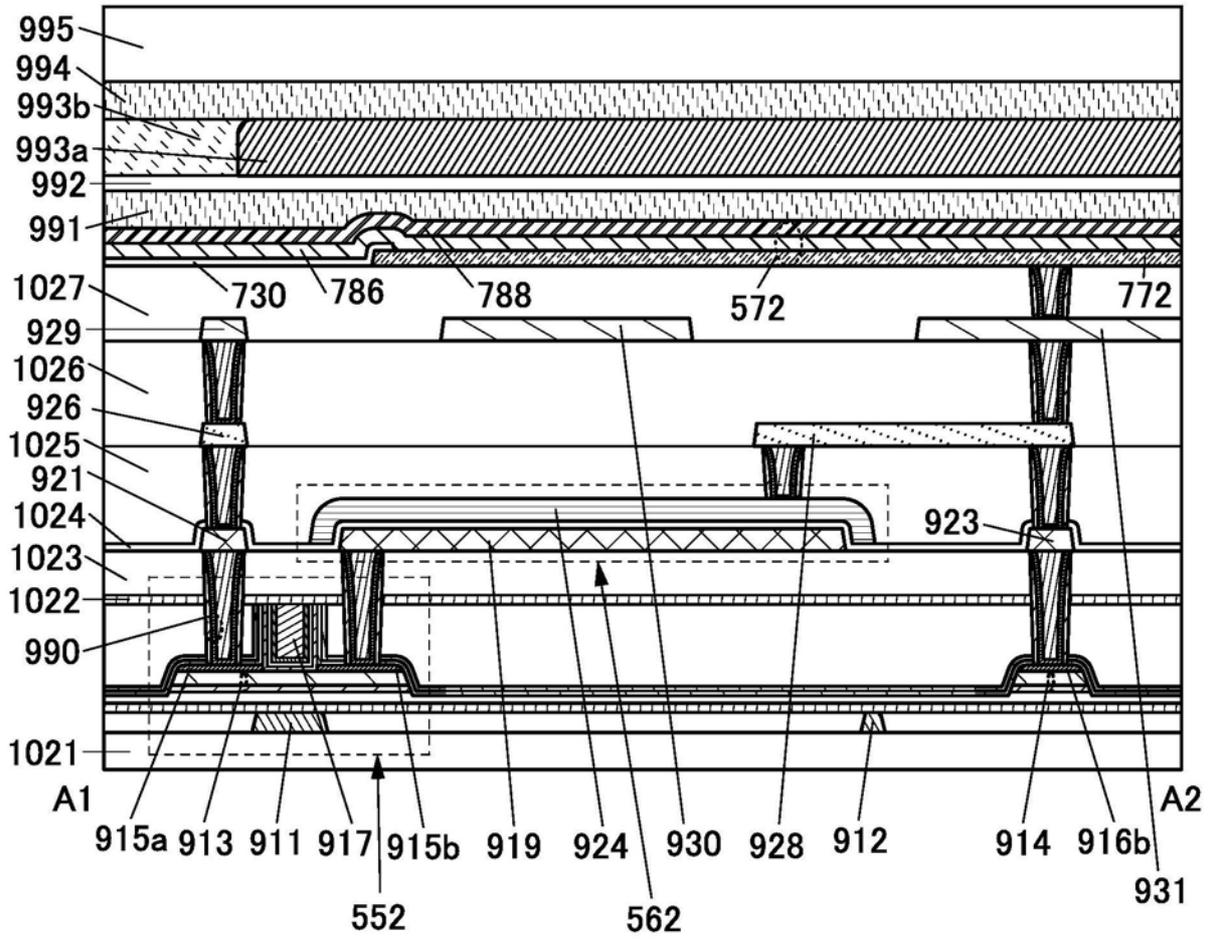


图33

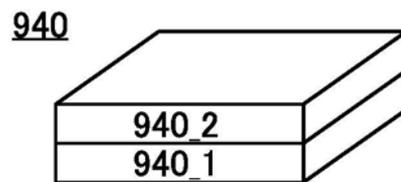


图34A

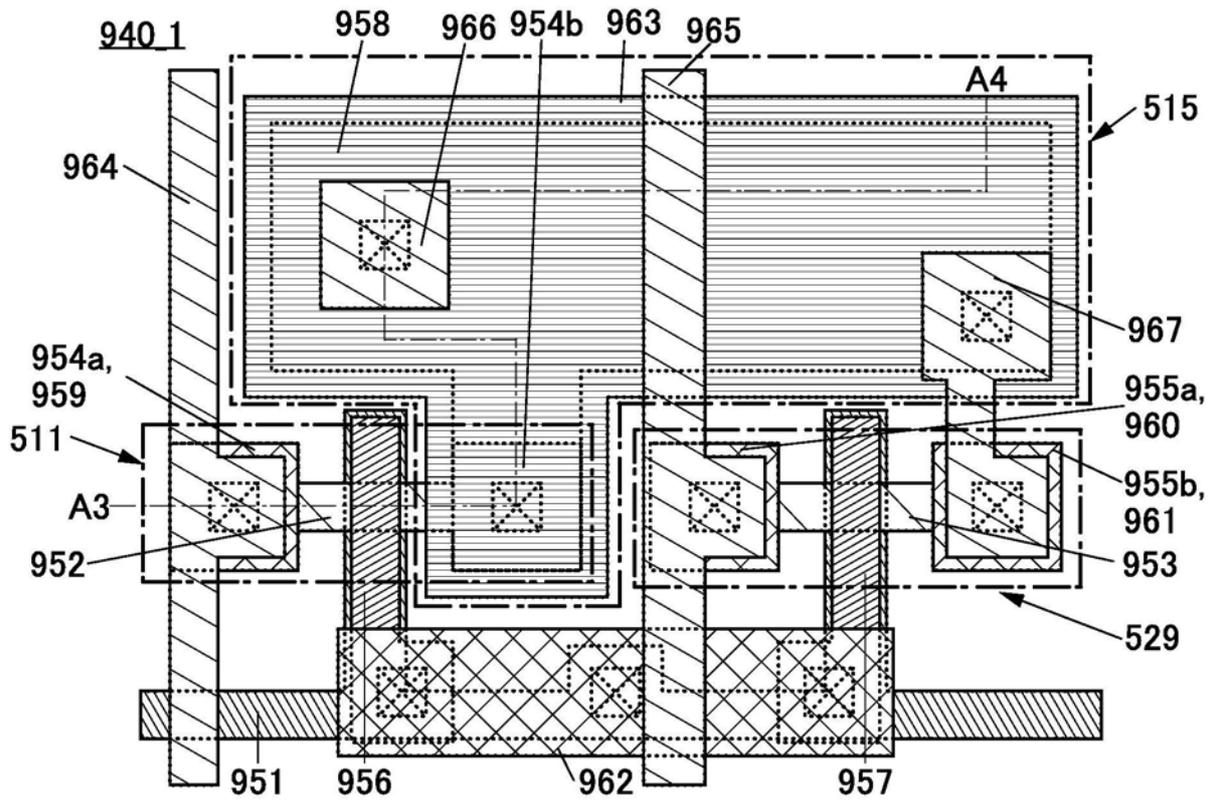


图34B

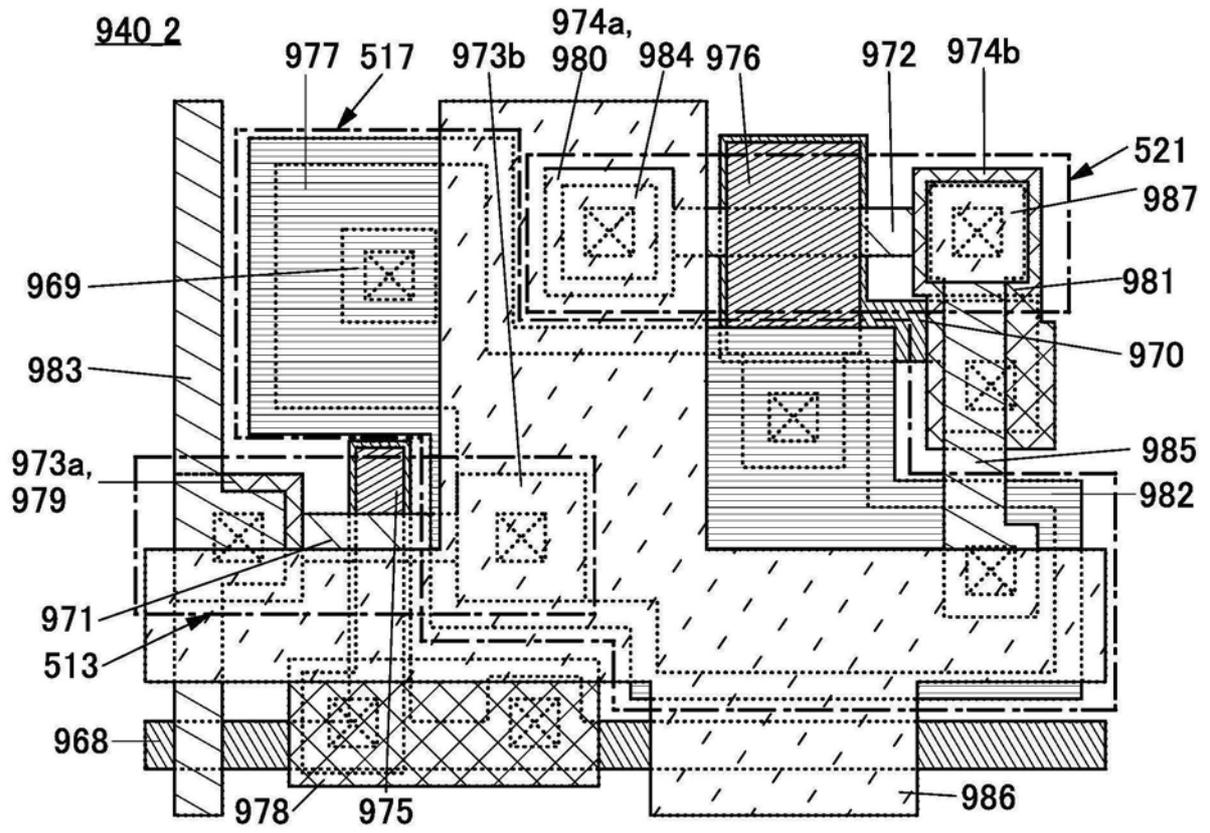


图35A

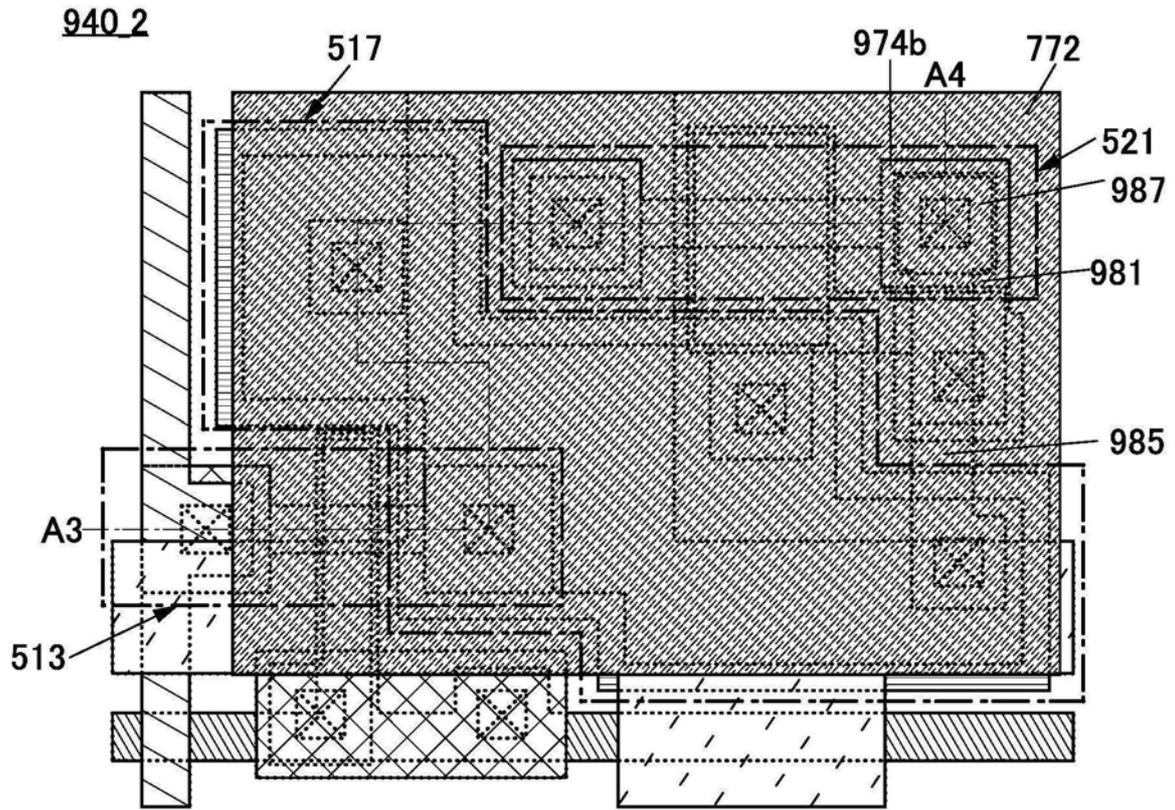


图35B

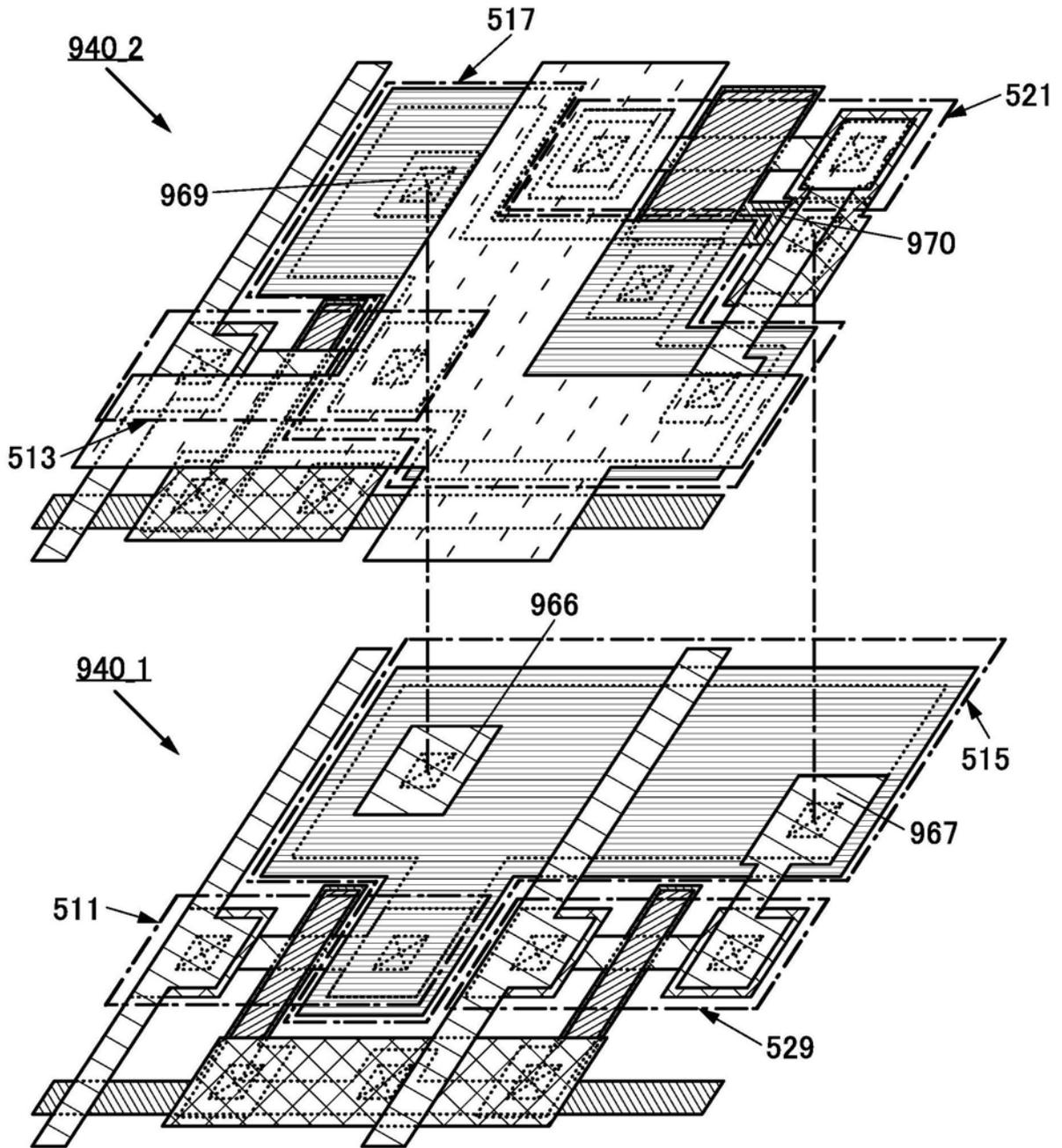


图36

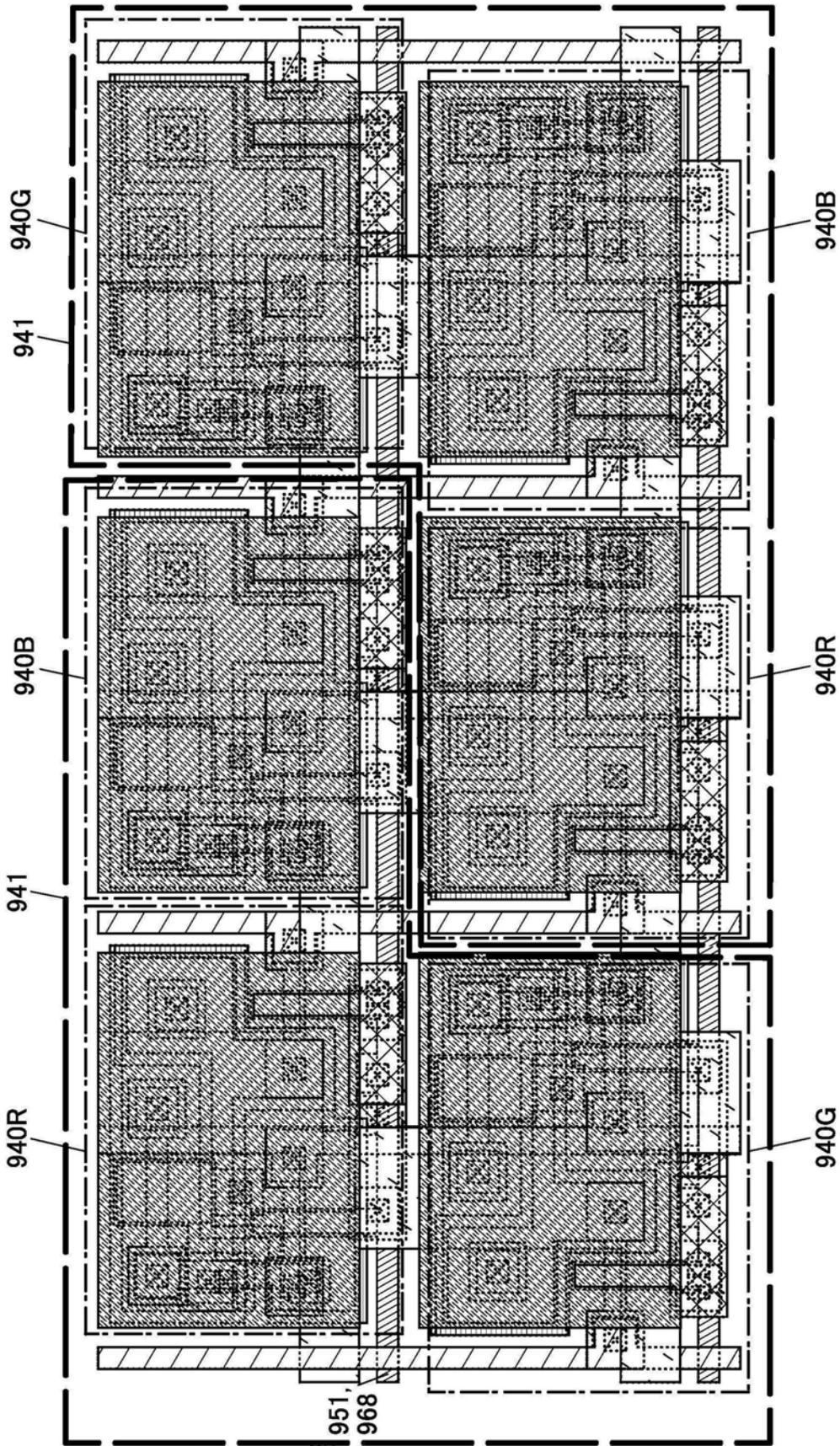


图37

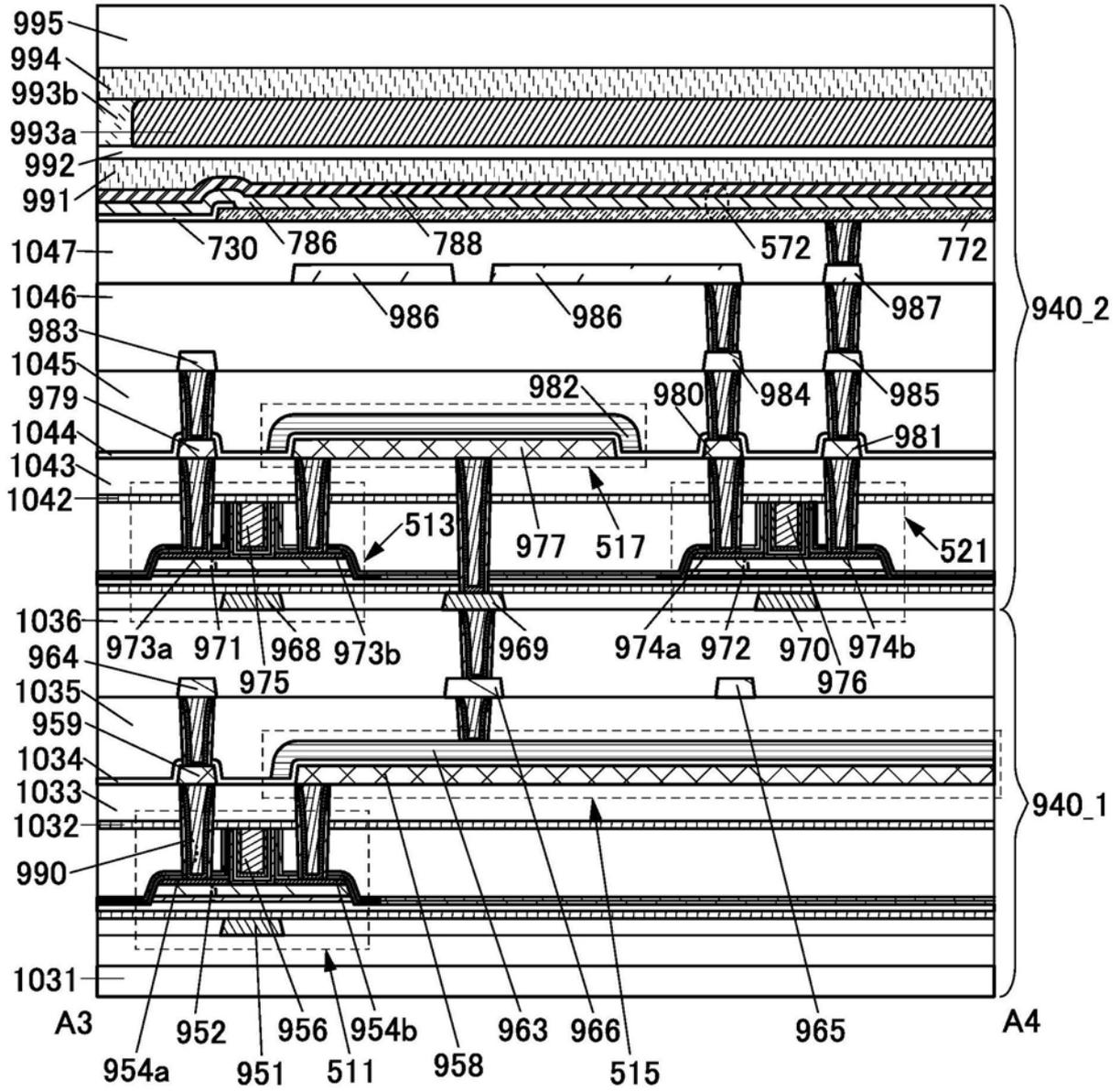


图38

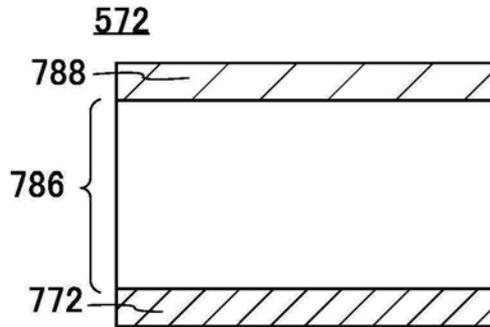


图39A

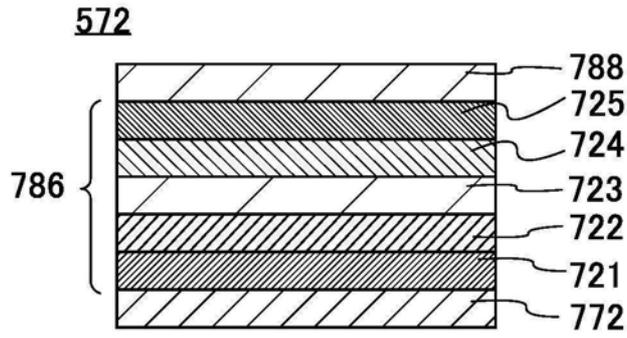


图39B

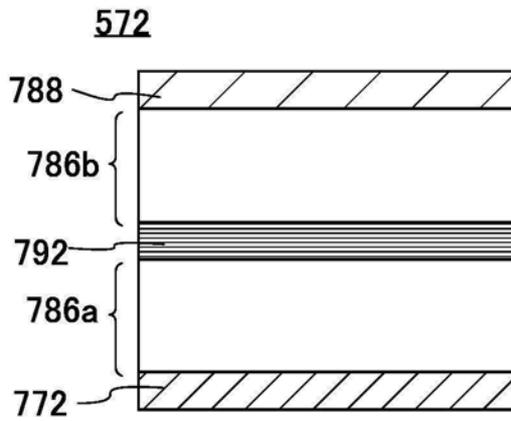


图39C

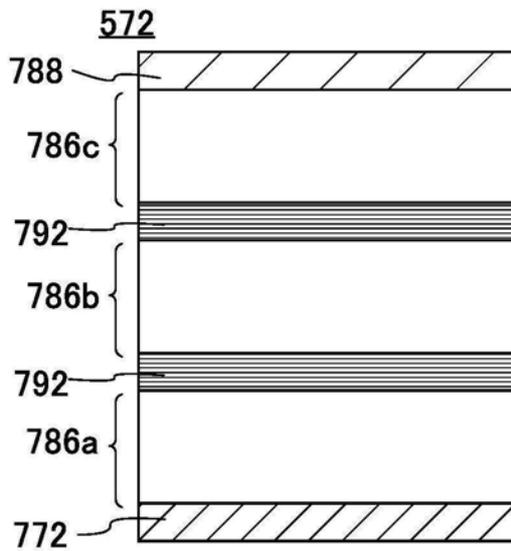


图39D

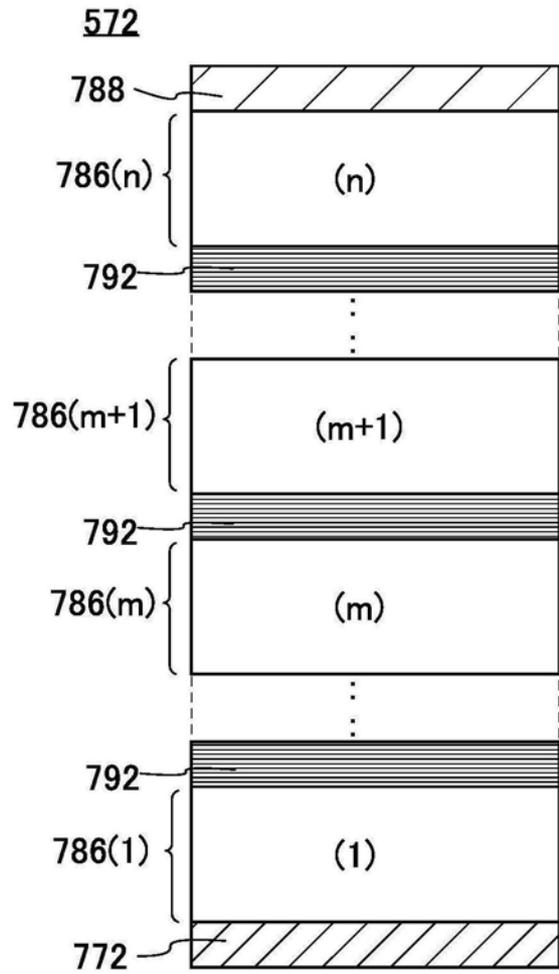


图39E

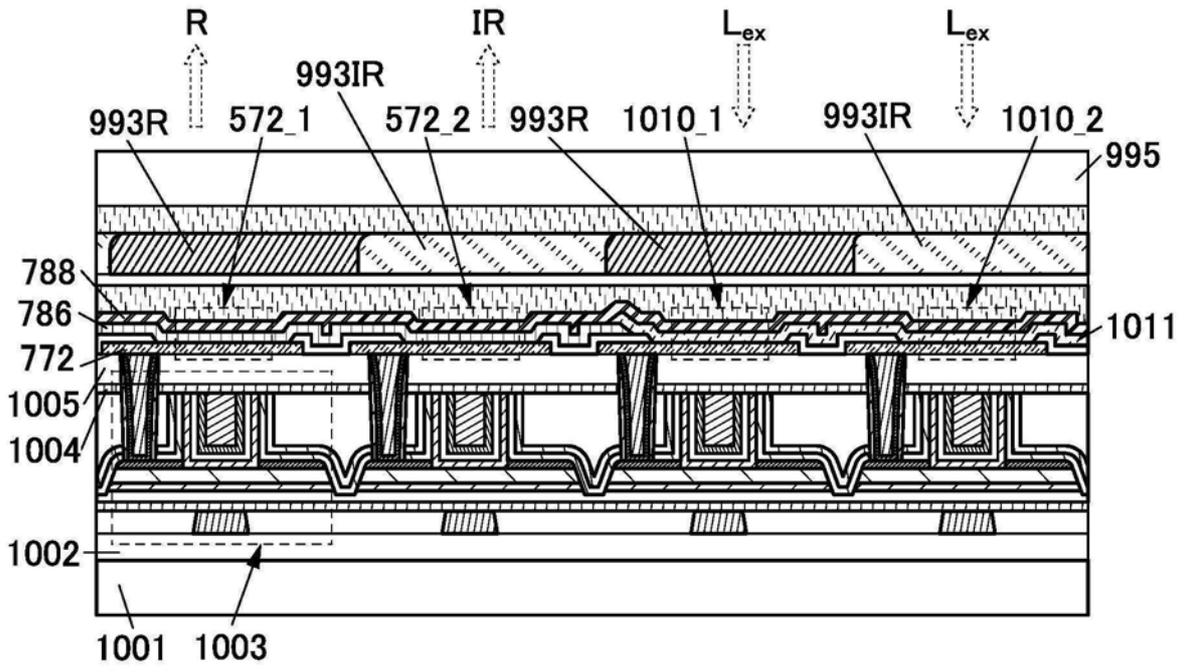


图40A

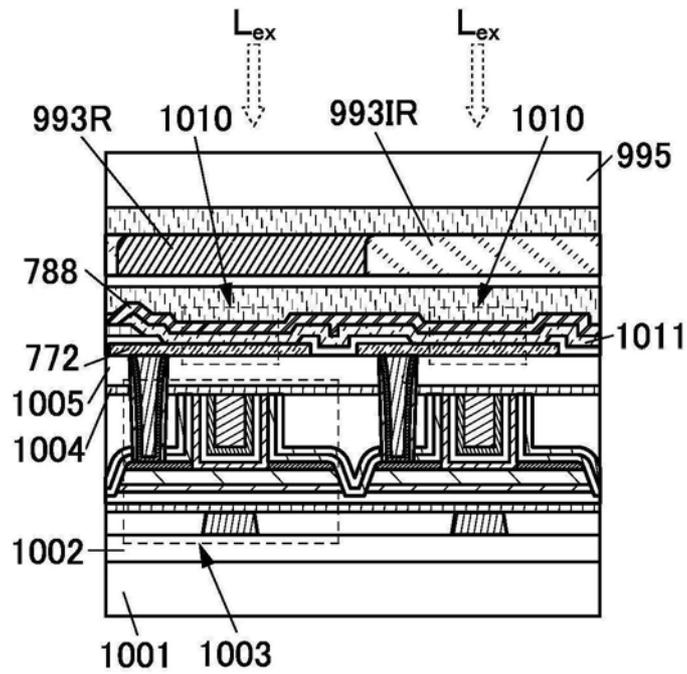


图40B

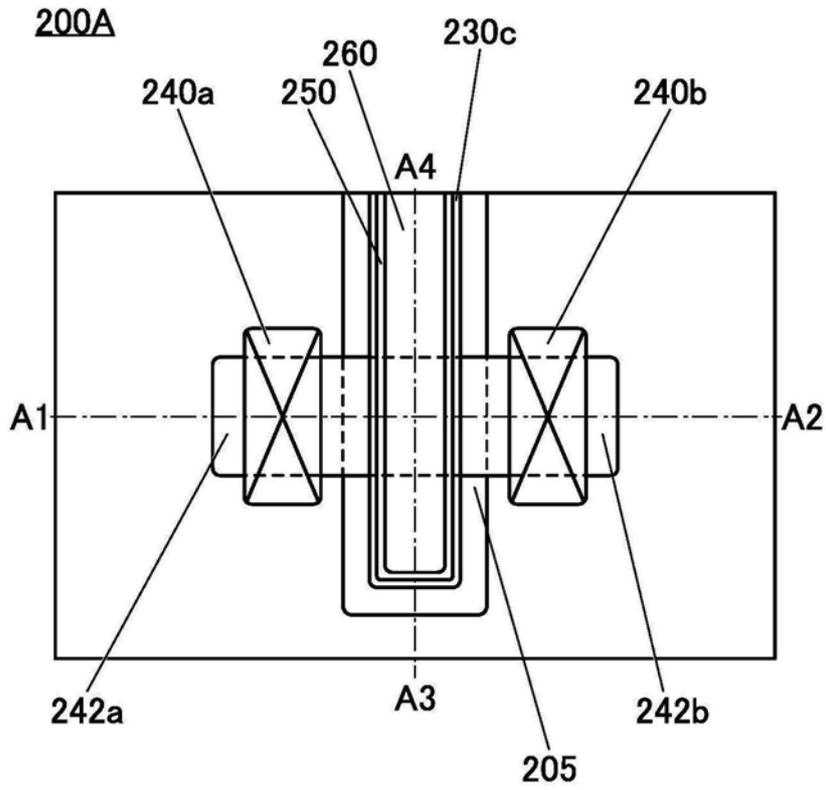


图41A

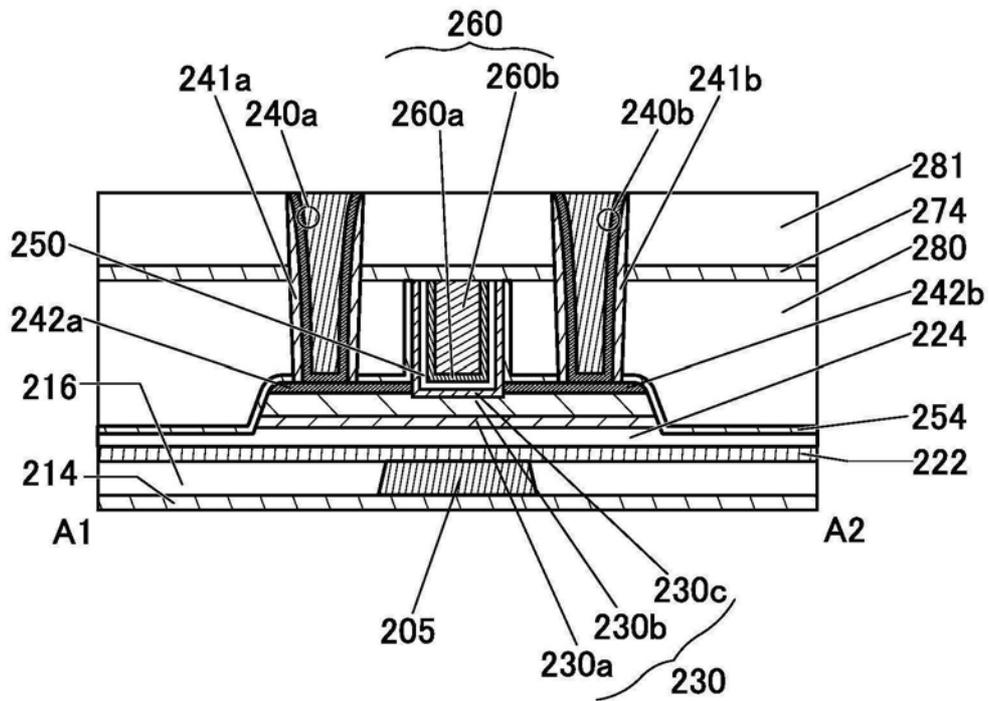


图41B

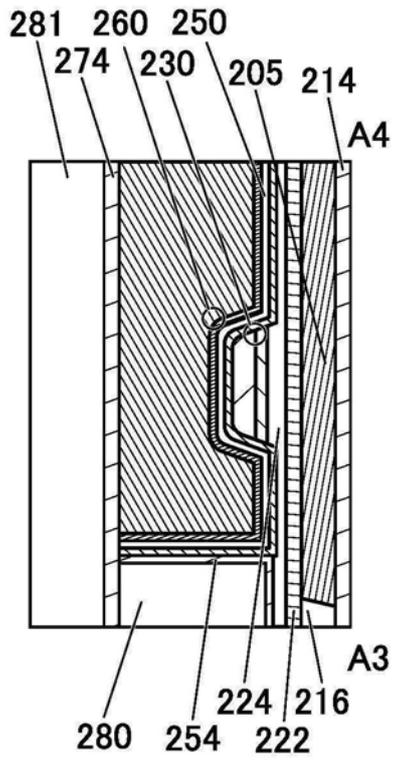


图41C

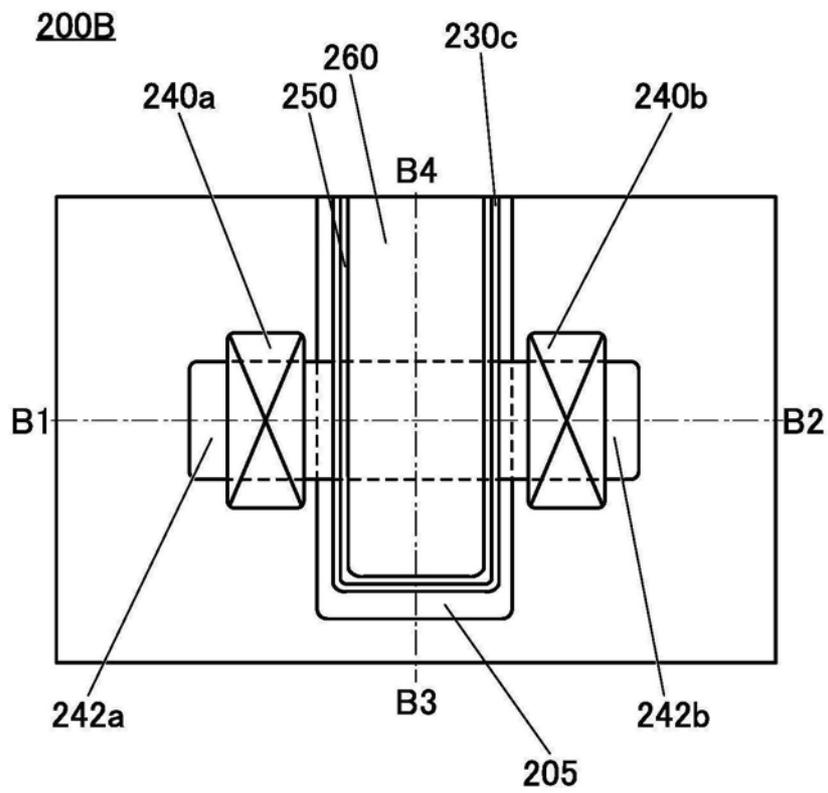


图42A

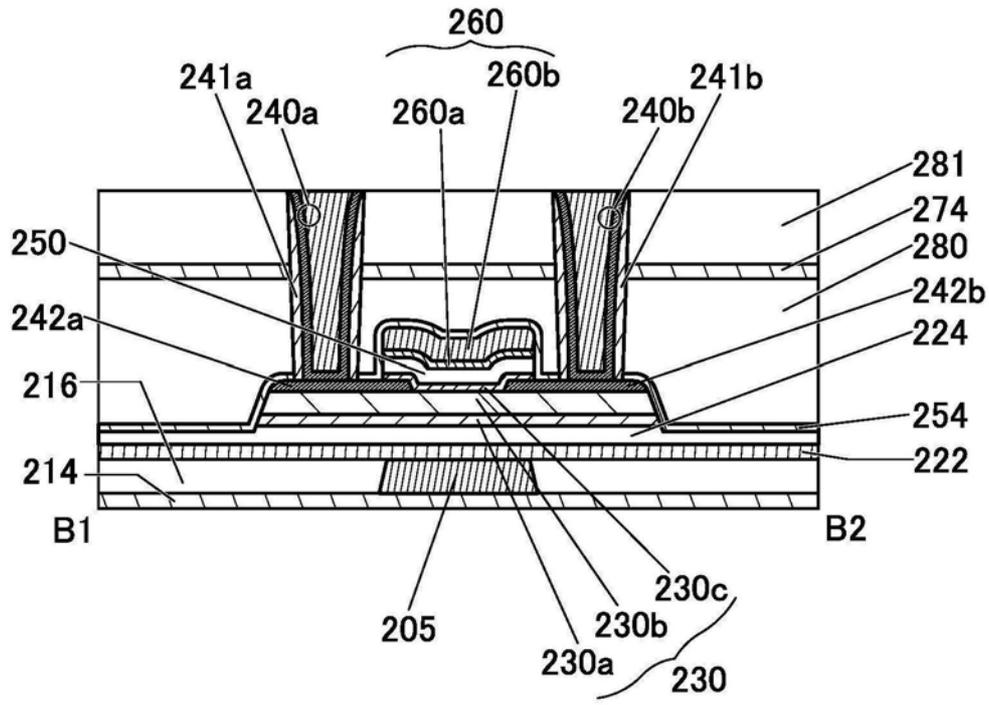


图42B

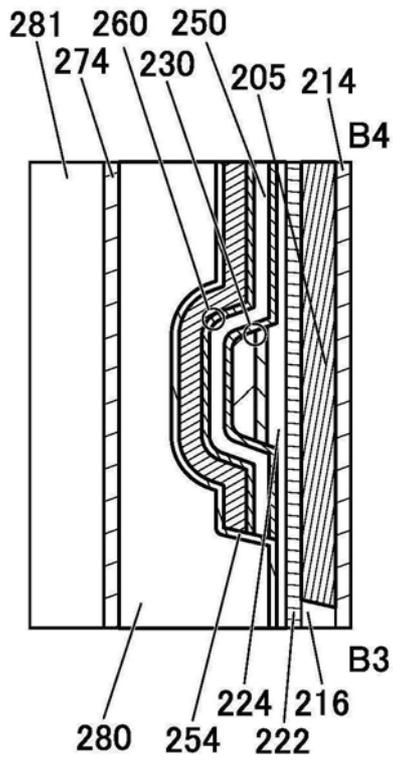


图42C

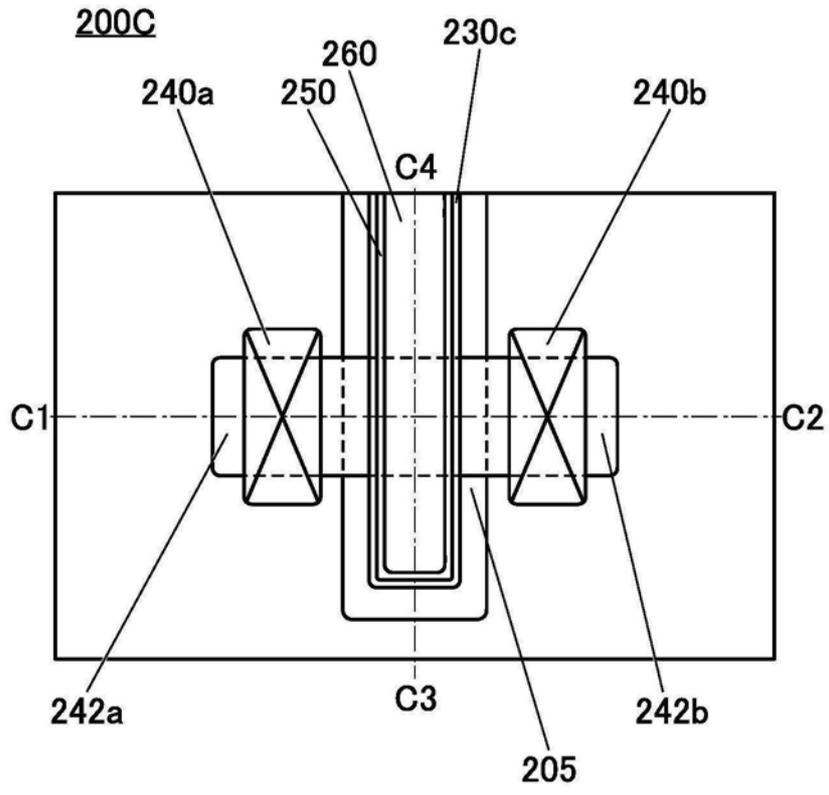


图43A

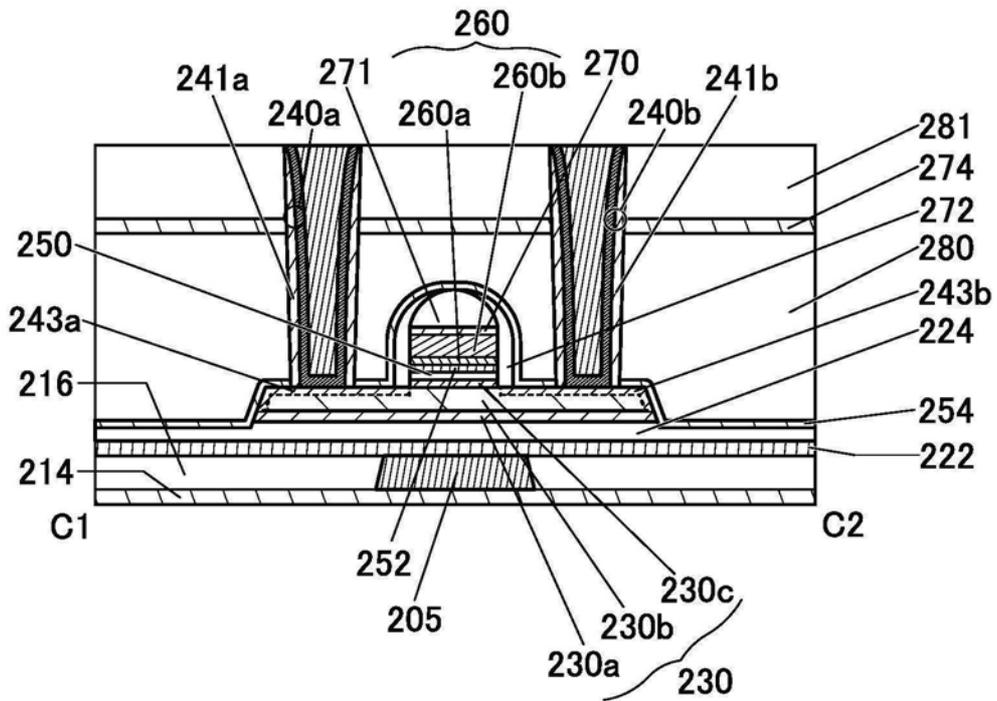


图43B

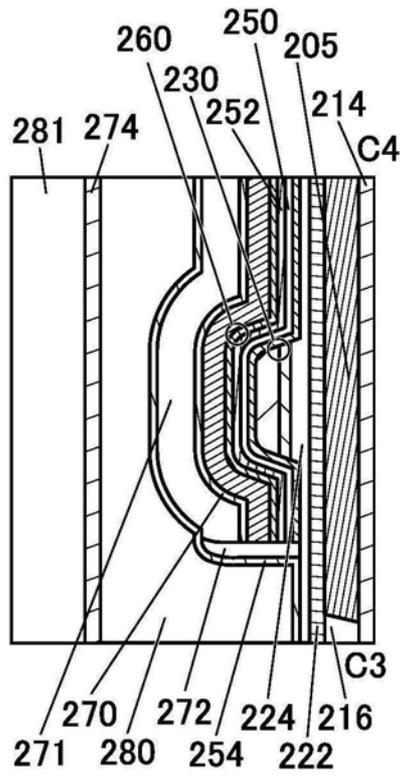


图43C