



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109716426 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201780057007.9

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2017.09.22

代理人 何欣亭 张金金

(30)优先权数据

2016-192889 2016.09.30 JP

2017-086898 2017.04.26 JP

(51)Int.Cl.

G09G 3/20(2006.01)

G09G 3/3208(2006.01)

G09G 3/36(2006.01)

G09G 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.03.15

H01L 51/50(2006.01)

H05B 33/14(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/055749 2017.09.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/060817 EN 2018.04.05

(71)申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72)发明人 岩城裕司 冈本英哲

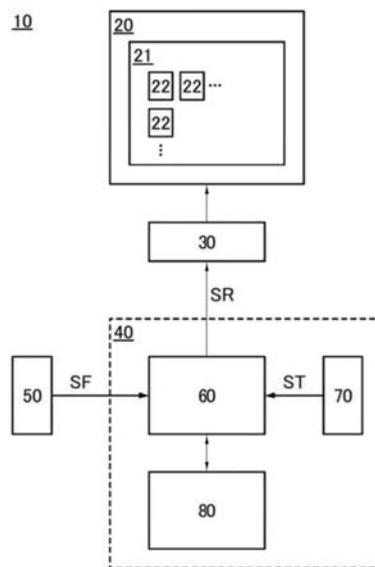
权利要求书3页 说明书36页 附图35页

(54)发明名称

显示系统及电子设备

(57)摘要

本发明提供一种新颖的显示系统。本发明的一个实施方式的显示系统包括显示部以及控制部。控制部包括控制器和存储装置。显示部具有显示图像的功能。控制器具有输出用来控制图像的刷新频率的信号的信号的功能。存储装置具有储存图像数据的功能,该数据包括示出图像的认识状态的数据及示出在认识状态下使用者是否感觉到闪烁的数据。控制器具有在使用者输入示出是否感觉到闪烁的数据时参照储存在存储装置中的数据而改变图像的刷新频率的功能。



1. 一种显示系统,包括:
构成显示图像的显示部;以及
构成输出用来控制所述图像的刷新频率的信号的控制器,其中,所述控制器包括控制器和存储装置,
所述存储装置构成存储包括示出所述图像的识别状态的第一数据及示出在所述识别状态下使用者是否感觉到闪烁的第二数据的数据,
并且,所述控制器构成在所述使用者输入所述第二数据时参照储存在所述存储装置中的数据而改变所述图像的所述刷新频率。
2. 根据权利要求1所述的显示系统,
其中所述控制器包括计数器,
所述计数器对以特定的刷新频率继续显示所述图像的时间进行计数,
并且所述控制器通过比较所述计数器所计数的所述时间和储存在所述存储装置中的所述数据而预测感觉不到闪烁的刷新频率。
3. 根据权利要求1所述的显示系统,
其中所述第一数据包括示出识别所述图像的使用者的数据、示出识别所述图像的时间的数据和示出所述图像的内容的数据中的至少一个。
4. 根据权利要求1所述的显示系统,
其中所述显示部包括包含第一显示元件及第二显示元件的像素,
并且所述像素的所述选择/非选择状态由在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管控制。
5. 根据权利要求1所述的显示系统,还包括:
构成检测出所述第二数据并将所述第二数据输出到所述控制器的输入部。
6. 一种电子设备,包括:
权利要求5所述的显示系统,
其中,作为所述输入部使用操作按钮、触摸传感器、扬声器或麦克风。
7. 一种显示系统,包括:
构成显示图像的显示部;以及
包括控制器的控制部,
其中,所述控制器包括构成对感觉不到闪烁的刷新频率进行推论的神经网络,
数据包括示出所述图像的识别状态的第一数据及示出在所述识别状态下使用者是否感觉到闪烁的第二数据,
并且,所述神经网络在所述第一数据及所述第二数据被输入到所述神经网络时输出所述刷新频率。
8. 根据权利要求7所述的显示系统,
其中所述控制部包括计数器,
所述计数器构成对以特定的刷新频率继续显示所述图像的时间进行计数,
并且所述第一数据包括示出所述计数器所计数的所述时间的数据。
9. 根据权利要求7所述的显示系统,
其中所述第一数据包括示出识别所述图像的使用者的数据、示出识别所述图像的时间

的数据和示出所述图像的内容的数据中的至少一个。

10. 根据权利要求7所述的显示系统，

其中所述显示部包括包含第一显示元件及第二显示元件的像素，

并且所述像素的所述选择/非选择状态由在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管控制。

11. 根据权利要求7所述的显示系统，还包括：

构成为检测出所述第二数据并将所述第二数据输出到所述控制器的输入部。

12. 一种电子设备，包括：

权利要求11所述的显示系统，

其中，作为所述输入部使用操作按钮、触摸传感器、扬声器或麦克风。

13. 一种显示系统，包括：

构成为显示图像的显示部；以及

构成为输出用来控制刷新频率的信号的控制部，

其中，所述控制部包括控制器和存储装置，

所述存储装置构成为储存包括第一数据及第二数据的数据，

并且，所述控制器构成为在向所述控制部输入所述第二数据时参照包括储存在所述存储装置中的第三数据及第四数据的数据而将所述刷新频率从第一刷新频率改变为第二刷新频率。

14. 根据权利要求13所述的显示系统，

其中所述控制部包括计数器，

所述计数器对以所述第一刷新频率继续显示所述图像的时间进行计数，

并且所述控制器通过比较所述计数器所计数的所述时间和储存在所述存储装置中的所述第三数据及所述第四数据而预测所述第二刷新频率。

15. 根据权利要求13所述的显示系统，

其中示出识别状态的所述第一数据包括示出识别所述图像的使用者的数据、示出识别所述图像的时间的数据和示出所述图像的内容的数据中的至少一个，

示出识别状态的所述第三数据包括示出识别所述图像的使用者的数据、示出识别所述图像的时间的数据和示出所述图像的内容的数据中的至少一个，

并且在储存所述第一数据之前，所述第三数据储存在所述存储装置中。

16. 根据权利要求13所述的显示系统，

其中所述第二数据示出使用者感觉到闪烁，

所述第四数据示出所述使用者感觉到闪烁，

并且在储存所述第二数据之前，所述第四数据储存在所述存储装置中。

17. 根据权利要求13所述的显示系统，

其中所述显示部包括包含第一显示元件及第二显示元件的像素，

并且所述像素的所述选择/非选择状态由在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管控制。

18. 根据权利要求13所述的显示系统，还包括：

构成为检测出所述第二数据并将所述第二数据输出到所述控制器的输入部，

其中所述第二数据示出使用者感觉到闪烁。

19. 一种电子设备,包括:

权利要求18所述的显示系统,

其中,作为所述输入部使用操作按钮、触摸传感器、扬声器或麦克风。

显示系统及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个实施方式涉及一种半导体装置、显示系统及电子设备。

[0002] 注意,本发明的一个实施方式不局限于上述技术领域。作为在本说明书等中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、显示系统、电子设备、照明装置、输入装置、输入/输出装置、其驱动方法或者其制造方法。

[0003] 在本说明书等中,“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。晶体管、半导体电路、运算装置及存储装置等都是半导体装置的一个实施方式。另外,摄像装置、电光装置、发电装置(例如,薄膜太阳能电池、有机薄膜太阳能电池)以及电子设备有可能各自包括半导体装置。

背景技术

[0004] 以液晶显示装置及发光显示装置为代表的平板显示器广泛地用于图像的显示。用于这些显示装置的晶体管主要使用硅半导体等制造,然而,近年来将呈现半导体特性的金属氧化物用于晶体管来代替硅半导体的技术受到瞩目。例如,在专利文献1、2中公开了将作为半导体层使用氧化锌或In-Ga-Zn类氧化物而制造的晶体管用于显示装置的像素的技术。

[参考文献]

[专利文献]

[0005] [专利文献1]日本专利申请公开第2007-96055号公报

[专利文献2]日本专利申请公开第2007-123861号公报

发明内容

[0006] 本发明的一个实施方式的一个目的是提供一种新颖的半导体装置或显示系统。本发明的一个实施方式的另一个目的是提供一种功耗低的半导体装置或显示系统。本发明的一个实施方式的另一个目的是提供一种能够显示可见度高的图像的半导体装置或显示系统。本发明的一个实施方式的另一个目的是提供一种容易操作的半导体装置或显示系统。

[0007] 本发明的一个实施方式并不需要实现所有上述目的,只要实现至少一个目的即可。上述目的的记载不妨碍其他目的的存在。可以从说明书、附图、权利要求书等的记载显而易见地看出并抽出其他目的。

[0008] 本发明的一个实施方式是一种显示系统,包括显示部以及控制部。控制部包括控制器和存储装置。显示部具有显示图像的功能。控制器具有输出控制图像的刷新频率的信号的功能。存储装置具有储存数据的功能,该数据包括示出图像的识别状态的数据及示出在识别状态下使用者是否感觉到闪烁的数据。控制器具有在使用者输入示出是否感觉到闪烁的数据时参照储存在存储装置中的数据而改变图像的刷新频率的功能。

[0009] 在本发明的一个实施方式的显示系统中,控制部也可以包括计数器。计数器也可以具有对以特定的刷新频率继续显示图像的时间进行计数的功能。控制器也可以具有通过

比较计数器所计数的时间和储存在存储装置中的数据来预测感觉不到闪烁的刷新频率的功能。

[0010] 本发明的一个实施方式是一种显示系统,包括显示部以及控制部。控制部包括控制器。显示部具有显示图像的功能。控制器包括神经网络。神经网络具有在使用者向控制器输入示出是否感觉到闪烁的数据时进行推论的功能。向神经网络的输入层输入数据,该数据包括示出图像的识别状态的数据及示出在识别状态下使用者是否感觉到闪烁的数据。从神经网络的输出层输出感觉不到闪烁的刷新频率。

[0011] 在本发明的一个实施方式的显示系统中,控制部也可以包括计数器。计数器也可以具有对以特定的刷新频率继续显示图像的时间进行计数的功能。示出识别状态的数据也可以包括示出计数器所计数的时间的数据。

[0012] 在本发明的一个实施方式的显示系统中,示出识别状态的数据也可以包括示出识别图像的使用者的数据、示出识别图像的时间的数据和示出图像的内容的数据中的至少一个。

[0013] 在本发明的一个实施方式的显示系统中,显示部也可以包括包含第一显示元件及第二显示元件的像素。像素的选择/非选择状态也可以由在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管控制。

[0014] 本发明的一个实施方式的显示系统也可以还包括输入部。输入部也可以具有检测出使用者是否感觉到闪烁的数据并将数据输出到控制器的功能。

[0015] 本发明的一个实施方式是一种电子设备,包括上述显示系统。作为输入部使用操作按钮、触摸传感器、扬声器或麦克风。

[0016] 根据本发明的一个实施方式,可以提供一种新颖的半导体装置或显示系统。根据本发明的一个实施方式,可以提供一种功耗低的半导体装置或显示系统。根据本发明的一个实施方式,可以提供一种能够显示可见度高的图像的半导体装置或显示系统。根据本发明的一个实施方式,可以提供一种容易操作的半导体装置或显示系统。

[0017] 注意,上述效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个实施方式并不需要具有所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书等的记载显而易见地看出并抽出上述以外的效果。

附图说明

[0018] 图1示出显示系统的结构实例。

图2A和图2B示出显示系统的工作实例。

图3A和图3B示出流程图。

图4示出控制部的结构实例。

图5示出显示部的结构实例。

图6示出时序图;

图7示出显示系统的结构实例。

图8示出控制部的结构实例。

图9A至图9C示出神经网络的结构实例。

图10A和图10B分别示出像素的结构实例。

图11A和图11B分别示出像素的结构实例。
图12示出像素的结构实例。
图13A和图13B示出像素的结构实例。
图14A以及图14B1至图14B3示出存储装置的结构实例。
图15A至图15C分别示出存储单元的结构实例。
图16示出显示装置的结构实例。
图17示出显示装置的结构实例。
图18示出显示装置的结构实例。
图19示出显示装置的结构实例。
图20A以及图20B1至图20B4示出显示装置的结构实例。
图21示出像素的结构实例。
图22A和图22B示出像素的结构实例。
图23示出显示模块的结构实例。
图24示出驱动部的结构实例。
图25A至图25D示出晶体管的结构实例。
图26A至图26C示出晶体管的结构实例。
图27A至图27D示出电子设备的结构实例。
图28A至图28C示出电子设备的结构实例。
图29A至图29C示出电子设备的结构实例。

具体实施方式

[0019] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。注意,本发明的一个实施方式不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在下面所示的实施方式所记载的内容中。

[0020] 本发明的一个实施方式在其范畴内包括半导体装置、存储装置、显示装置、摄像装置、射频(RF)标签等装置。显示装置在其范畴内包括液晶显示装置、其每个像素具备以有机发光元件为代表的发光元件的发光装置、电子纸、数字微镜装置(DMD)、等离子体显示面板(PDP)、场致发射显示器(FED)等。

[0021] 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、氧化物导体(包括透明氧化物导体)和氧化物半导体(也可以简称为OS)等。例如,有时用于晶体管的沟道形成区域的金属氧化物被称为氧化物半导体。换言之,具有放大作用、整流作用和开关作用中的至少一个的金属氧化物可以被称为金属氧化物半导体,或者可以缩称为OS。在下面说明中,在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管也被称为OS晶体管。

[0022] 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。此外,也可以将包含氮的金属氧化物称为金属氧氮化物。将在后面说明金属氧化物的详细内容。

[0023] 另外,在本说明书等中,当明确地记载为“X与Y连接”时意味着:X与Y电连接;X与Y在功能上连接;以及X与Y直接连接。因此,不局限于附图或文中所示的连接关系等规定的连

接关系,其他的连接关系也包括在附图或文中所记载的范围内。在此,X和Y都表示对象物(例如,装置、元件、电路、布线、电极、端子、导电膜或层)。

[0024] 作为X与Y直接连接的情况的一个例子,可以举出在X与Y之间没有连接能够电连接X与Y的元件(例如开关、晶体管、电容器、电感器、电阻器、二极管、显示元件、发光元件和负载),并且X与Y没有通过能够电连接X与Y的元件连接的情况。

[0025] 在X和Y电连接的情况下,可以在X和Y之间连接一个以上的能够电连接X和Y的元件(例如开关、晶体管、电容器、电感器、电阻器、二极管、显示元件、发光元件或者负载)。注意,开关被控制为开启或关闭。换言之,使开关成为开启状态或关闭状态而控制是否使电流流过。或者,开关具有选择并切换电流路径的功能。注意,X和Y电连接的情况包括X与Y直接连接的情况。

[0026] 例如,在X和Y在功能上连接的情况下,可以在X和Y之间连接一个以上的能够在功能上连接X和Y的电路(例如,逻辑电路(反相器、NAND电路、NOR电路)、信号转换电路(DA转换电路、AD转换电路、 γ (伽马)校正电路)、电位电平转换电路(电源电路(升压电路、降压电路)、改变信号的电位电平的电平转换器电路等)、电压源、电流源、切换电路、放大电路(能够增大信号振幅或电流量等的电路、运算放大器、差动放大电路、源极跟随电路、缓冲器电路)、信号产生电路、存储电路或者/以及控制电路等)。例如,即使在X与Y之间夹有其他电路,当从X输出的信号传送到Y时,X与Y在功能上连接。注意,X与Y在功能上连接的情况包括X与Y直接连接的情况及X与Y电连接的情况。

[0027] 此外,在本说明书等中,当明确地记载为“X与Y电连接”时意味着:X与Y电连接(换言之,X和Y以它们之间设置有其他元件或其他电路的方式连接的情况);X与Y在功能上连接(换言之,X和Y以它们之间设置有其他电路的方式在功能上连接的情况);以及X与Y直接连接(换言之,X和Y以它们之间不设置其他元件或其他电路的方式连接的情况)。换言之,在本说明书等中,当明确地记载为“X与Y电连接”时,表示与“X与Y连接”相同的意思。

[0028] 注意,在没有特别的说明的情况下,在不同附图中附有相同附图标记的构成要素表示相同的构成要素。

[0029] 另外,即使在附图上独立的构成要素相互电连接,也有一个构成要素兼有多个构成要素的功能的情况。例如,在布线的一部分也用作电极时,一个导电膜具有布线和电极的功能。因此,本说明书中的“电连接”的范畴内包括这种一个导电膜兼有多个构成要素的功能的情况。

[0030] (实施方式1)

在本实施方式中,说明本发明的一个实施方式的半导体装置及显示系统。

[0031] 〈显示系统的结构实例〉

图1示出显示系统10的结构实例。显示系统10包括显示部20、驱动部30、控制部40及输入部50。显示系统10具有在显示部20上显示图像的功能及利用控制部40控制更新在显示部20上显示的图像的频率(以下,也称为“刷新频率”)的功能。

[0032] 显示部20具有显示图像的功能。显示部20包括具有多个像素22的像素部21。像素22的每一个包括显示元件。像素22的每一个显示预定灰度,因此像素部21显示预定图像。

[0033] 作为像素22中的显示元件的例子,可以举出液晶元件及发光元件。作为液晶元件,可以采用透射型液晶元件、反射型液晶元件、半透射型液晶元件等。此外,作为显示元件,可

以使用快门方式的微电子机械系统 (MEMS) 元件、光干涉方式的MEMS元件或者应用微囊方式、电泳方式、电润湿方式、电子粉流体 (注册商标) 方式等的显示元件等。另外,作为发光元件,例如可以举出有机发光二极管 (OLED)、发光二极管 (LED)、量子点发光二极管 (QLED)、半导体激光等自发光性发光元件。

[0034] 注意,像素22也可以包括种类或特性不同的多个显示元件。关于在每个像素22中包括多个显示元件的显示部20的结构实例,将在实施方式4中详细说明。

[0035] 优选将OS晶体管用于像素22。与硅等半导体相比,金属氧化物的能隙大且少数载流子密度低,因此OS晶体管的关态电流极小。由此,通过将OS晶体管用于像素22,与使用在沟道形成区域中包括硅的晶体管(以下,也称为Si晶体管)等的情况相比,可以大幅度地抑制供应到显示元件的电压的变动,而可以长期间保持像素22的灰度。关于包括OS晶体管的像素22的电路结构,将在实施方式3中详细说明。

[0036] 驱动部30具有控制显示部20的工作的功能。具体而言,驱动部30具有供应对应于在显示部20上显示的图像的信号(以下,也称为图像信号)及控制更新显示在显示部20上的图像的时序的信号(以下,也称为时序信号)等的功能。显示部20根据从驱动部30供应的图像信号及时序信号而在像素部21上显示预定的图像。

[0037] 通过控制从驱动部30输出到显示部20的时序信号,可以控制向像素部21供应图像信号的时序。因此,可以控制显示在显示部20上的图像的刷新频率。在此,通过减少刷新频率,可以减少图像信号的生成频率及图像信号的供应频率,由此可以减少功耗。然而,在刷新频率变为预定值以下时,显示部20上显示的图像发生闪烁。

[0038] 闪烁的发生使识别图像的使用者感到不快。例如,当在显示部20上显示游戏的图像时,因闪烁而难以辨别游戏中的人物或物体的动作等,这有可能导致操作错误。另外,当在显示部20上显示电影或电视节目等动态图像或者照片等静态图像时,因闪烁而图像不稳定,在使用者识别图像时感觉的压力增大。再者,闪烁的发生导致使用者的眼睛疲劳,有可能阻碍使用者长时间识别图像。在起因于闪烁的发生而眼睛疲劳累积时,使用者更容易感觉到闪烁而更难以识别图像。由此,优选在使用者感觉不到闪烁的范围内设定刷新频率。

[0039] 然而,感觉到闪烁的刷新频率(闪烁值)因人而异。有使用者越疲劳闪烁值越小的倾向,闪烁值根据使用者连续识别图像的时间、使用者识别的图像的内容、使用者的体质等会变动。因此,为了在使用显示部20的各种状况下抑制闪烁的发生,需要根据最容易感觉到闪烁的情况增大刷新频率,这导致功耗的增大。在根据状况将刷新频率改变为适当的值时,使用者需要定期手动输入感觉不到闪烁的具体的刷新频率,这导致操作的复杂化。

[0040] 本发明的一个实施方式的显示系统10包括控制部40,控制部40可以根据识别图像的使用者、识别图像的时间、图像的内容等识别图像的状况(以下,也称为识别状态)主动地设定显示在显示部20上的图像的刷新频率。具体而言,控制部40包括储存示出在特定的识别状态下是否感觉到闪烁的数据的存储装置。控制部40通过参照储存在存储装置中的数据而预测在现在的识别状态下感觉不到闪烁的刷新频率的范围。由此,即使在使用者不指定具体的刷新频率的值的状况下,也可以根据识别状态在感觉不到闪烁的范围内减少刷新频率。因此,可以提高图像的可见度并减少功耗。以下,说明控制部40的结构实例。

[0041] 控制部40具有改变在显示部20上显示的图像的刷新频率的功能。具体而言,控制部40具有通过向驱动部30供应控制信号而控制驱动部30所生成的时序信号的输出的功能。

因此,控制向像素部21供应图像信号的频率,而控制刷新频率。控制部40包括控制器60、计数器70及存储装置80。

[0042] 控制器60具有将对应于预定的刷新频率的信号SR输出到驱动部30的功能。当向驱动部30输入信号SR时,驱动部30生成对应于信号SR的时序信号并将该时序信号输出到显示部20。因此,控制显示在显示部20上的图像的刷新频率。

[0043] 计数器70具有对以特定的刷新频率在显示部20上继续显示图像的时间进行计数的功能。示出由计数器70计数的时间的信号作为信号ST被输出到控制器60。

[0044] 注意,计数器70也可以具有按每个使用者或者按每个图像的内容(例如,每个动态图像或每个静态图像)对以特定的刷新频率在显示部20上继续显示图像的时间进行计数的功能。此外,计数器70也可以具有对在显示部20上继续显示图像的整体时间进行计数的功能。

[0045] 从输入部50向控制器60输入对应于示出使用者是否感觉到闪烁的数据的信号SF。输入部50具有检测出示出使用者是否感觉到闪烁的数据而将该数据输出到控制器60的功能。使用者在识别显示在显示部20上的图像时向输入部50输入示出是否感觉到闪烁的数据。当使用者输入是否感觉到闪烁的数据时,输入部50将信号SF输出到控制器60。

[0046] 作为输入部50,可以自由地使用能够输入示出使用者是否感觉到闪烁的数据的接口。例如,作为输入部50,可以使用触摸传感器、音频传感器、图像传感器、用来检测从遥控操作机发射的红外线的红外线传感器、操作按钮等。另外,输入部50也可以设置在显示部20中。

[0047] 存储装置80具有储存有关感觉到闪烁的条件的数据的功能。具体而言,存储装置80具有在特定的识别状态下,在以特定的刷新频率显示图像时,储存示出是否感觉到闪烁的数据的功能。例如,存储装置80可以储存多组数据,该数据示出过去在使用者在特定的时间以特定的刷新频率识别显示在显示部20上的图像时是否感觉到闪烁的发生。在控制器60控制刷新频率时,在存储装置80中储存的数据被输出到控制器60。

[0048] 当向控制器60输入信号SF、信号ST及储存在存储装置80中的数据时,控制器60控制显示在显示部20上的图像的刷新频率。具体而言,控制器60通过参照储存在存储装置80中的数据而预测在现在的识别状态下感觉不到闪烁的刷新频率的范围,并且在其范围内设定刷新频率。

[0049] 例如,在信号SF示出感觉不到闪烁的情况下,控制器60维持或减少刷新频率。在减少刷新频率的情况下,控制器60通过参照储存在存储装置80中的数据而在被预测为在现在的识别状态下感觉不到闪烁的范围内减少刷新频率。另一方面,在信号SF示出感觉到闪烁的情况下,控制器60通过参照储存在存储装置80中的数据而将刷新频率增加到被预测为在现在的识别状态下感觉不到闪烁的值。

[0050] 通过比较现在的识别状态和储存在存储装置80中的识别状态,可以预测感觉不到闪烁的刷新频率。例如,能够比较信号ST所示的时间和示出储存在存储装置80中的识别状态的数据所包括的图像的识别时间。在现在的识别状态与存储装置80所储存的过去感觉到闪烁时的识别状态相比更容易感觉到闪烁的状况(在当前识别状态下识别图像的时间比在过去感觉到闪烁的识别状态下的时间长的情况)下,以比储存在存储装置80中的刷新频率高的刷新频率使显示部20工作。另一方面,在现在的识别状态与存储装置80所储存的过去

感觉不到闪烁时的识别状态相比更不容易感觉到闪烁的状况(在当前识别状态下识别图像的时间比在过去感觉到闪烁的识别状态下的时间短的情况)下,以比储存在存储装置80中的刷新频率低的刷新频率使显示部20工作。

[0051] 注意,可以自由地设定储存在存储装置80中的识别状态的分类。例如,当使用者在特定的时间以特定的刷新频率识别特定的内容的图像时,存储装置80还可以按每个使用者储存示出是否感觉到闪烁的發生的数据。如此,通过使储存在存储装置80中的识别状态细分化,可以更准确地预测感觉不到闪烁的刷新频率。可以使用储存在存储装置80中的识别状态的项目的一部分或全部进行识别状态的比较。

[0052] 另外,在输入信号SF时控制器60具有向存储装置80输出示出是否感觉到闪烁的数据和示出此时的识别状态的数据的功能。例如,当向控制器60输入示出感觉不到闪烁的信号SF时,作为感觉不到闪烁的识别状态之一,控制器60可以向存储装置80输出示出出现在的刷新频率和以其刷新频率在显示部20上继续显示图像的时间的信号。因此,每次使用者输入示出是否感觉到闪烁的数据时,示出识别状态与闪烁的关系的数据储存在存储装置80中,由此可以提高控制器60预测刷新频率的精度。

[0053] 注意,存储装置80优选使用OS晶体管形成。通过使用OS晶体管形成存储装置80,即使在停止向存储装置80供应电力的期间也可以保持示出识别状态与闪烁的关系的数据。由此,重新开始电力供应后,可以将停止电力的供应之前储存的数据用于刷新频率的预测。关于使用OS晶体管形成的存储装置80,将在实施方式3中详细说明。

[0054] 如上所述,在本发明的一个实施方式中,控制部40即使在使用者不指定刷新频率的情况下也可以参照储存在存储装置80中的数据预测感觉不到闪烁的刷新频率,可以主动地改变刷新频率。由此,通过简单操作,可以以能够提高可见度并减少功耗的刷新频率显示图像。由于控制部40可以每次使用者输入示出是否感觉到闪烁的数据都将示出识别状态与闪烁的关系的数据储存在存储装置80中,所以使用者的显示部20使用时间越长,刷新频率的预测的准确性越高。

[0055] 注意,显示部20、驱动部30、控制部40及输入部50都可以使用半导体装置形成。在此情况下,也可以将显示部20、驱动部30、控制部40、输入部50分别称为半导体装置20、半导体装置30、半导体装置40、半导体装置50。也可以将包括分别使用半导体装置形成的显示部20、驱动部30、控制部40及输入部50的显示系统10称为半导体装置10。

[0056] 〈显示系统的工作实例〉

接着,对如上所说明的显示系统10的工作实例进行说明。图2A和图2B示出改变刷新率时的显示系统10的工作实例。

[0057] 首先,如图2A所示,说明在显示部20上以由控制部40指定的刷新频率 $f_r = a$ [Hz]显示有图像的情况。图2A示出识别显示在显示部20上的图像的使用者感觉到闪烁的状态。此时,使用者自发地或根据显示系统10的要求向输入部50输入示出感觉到闪烁的数据。

[0058] 当示出感觉到闪烁的数据被输入到输入部50时,如图2B所示,信号SF从输入部50输出到控制器60。此外,对应于以 $f_r = a$ 的刷新频率显示图像的时间的信号ST从计数器70输出到控制器60。

[0059] 控制器60根据信号SF、信号ST选择被预测为感觉不到闪烁的 $f_r = a'$ [Hz]的刷新频率。如上所述,刷新频率参照储存在存储装置80中的数据选择。然后,对应于 $f_r = a'$ 的刷新

频率的信号SR从控制器60输出到驱动部30。由此,在显示部20上显示的图像的刷新频率改变为刷新频率a',显示部20上的闪烁不被使用者感觉到。

[0060] 注意,当在改变刷新频率之后也仍然感觉到闪烁时,使用者可以通过再次向输入部50输入示出感觉到闪烁的数据而进一步改变刷新频率。

[0061] 作为识别闪烁的识别状态之一,控制器60将示出输入信号SF时的刷新频率及以该刷新频率在显示部20上显示图像的时间的数据储存在存储装置80中。因此,在存储装置80中储存示出识别状态与闪烁的关系的数据。

[0062] 接着,说明显示系统10的更具体的工作实例。图3A是示出显示系统10的工作实例的流程图。

[0063] 首先,当开始显示部20上的图像的显示时,设定刷新频率的初始值(步骤S1)。刷新频率的初始值既可以一律地设定而与图像的识别状态无关,又可以参照储存在存储装置80中的数据决定。接着,使计数器70的值初始化(步骤S2),以在步骤S1中设定的刷新频率开始图像的显示时间的计数。

[0064] 接着,判定中断的有无(步骤S3)。中断是根据在显示部20上显示图像的时间改变刷新频率的处理,而与使用者输入示出是否感觉到闪烁的数据无关。如上所述,当图像的识别时间变长而使用者的疲劳累积时,有闪烁值变低的倾向。因此,通过在图像的显示时间到达固定值时增大刷新频率,可以防止闪烁的发生。

[0065] 上述图像的显示时间可以由计数器70进行计数。注意,进行计数的时间既可以为继续显示图像的时间,又可以为以特定的刷新频率继续显示图像的时间。

[0066] 当发生中断(步骤S3的“是”)时,进行中断处理(步骤S4)。图3B示出中断处理的内容。控制部40在检测出中断的发生(步骤S11)时,根据图像的显示时间改变刷新频率(步骤S12)。然后,中断处理结束,并且控制部40的工作返回到图3A的流程(步骤S13)。

[0067] 接着,确认使用者是否感觉到闪烁(步骤S5)。可以由使用者定时地进行或者根据显示系统10的确认要求进行是否感觉到闪烁的确认。作为对使用者要求是否感觉到闪烁的确认的方法,可以使用在显示部20上显示促进是否感觉到闪烁的确认的通知的方法、在显示部20上显示确认按钮的方法等。此外,当在显示部20上显示确认按钮时,作为输入部50例如可以使用在显示部20上设置的触摸面板。

[0068] 在使用者感觉到闪烁的情况(步骤S5的“是”)下,控制部40将刷新频率增加到被预测为在现在的识别状态下感觉不到闪烁的值(步骤S6)。另一方面,在使用者感觉不到闪烁的情况(步骤S5的“否”)下,控制部40维持或减少刷新频率(步骤S7)。在减少刷新频率的情况下,控制部40在被预测为感觉不到闪烁的范围内设定刷新频率。

[0069] 如上所述,通过控制器60参照储存在存储装置80中的数据决定频率,改变刷新频率。另外,在存储装置80未储存数据的情况下,控制器60能够将刷新频率改变为预先规定的预定值。也可以根据在显示部20上显示的图像为动态图像还是静态图像而将刷新频率设定为不同值。

[0070] 接着,对应于现在的识别状态及在现在的识别状态下是否感觉到闪烁的数据储存在存储装置80中(步骤S8)。因此,示出识别状态与闪烁的关系的数据储存在存储装置80中。在此,作为识别状态,储存示出由计数器70计数的图像的显示时间、刷新频率等的的数据。

[0071] 然后,当在显示部20上继续显示图像(步骤S9的“否”)时,再次确认是否中断(步骤

S3) 及使用者是否感觉到闪烁(步骤S5)。另外,在改变刷新频率的情况下,也可以使计数器70初始化(步骤S2)而以改变后的刷新频率再次对图像的显示时间进行计数。

[0072] 通过上述工作,在显示系统10中,可以使用储存在存储装置80中的数据主动地改变刷新频率。此外,在确认到是否感觉到闪烁时,在显示系统10中,能够将示出识别状态与闪烁的关系的数据储存在存储装置80中。

[0073] 〈控制器的结构实例〉

接着,说明控制器60的更具体的结构实例。图4示出控制器60的具体结构实例。在此,作为一个例子,说明不仅能够根据图像的显示时间还可以根据识别图像的使用者及图像的内容设定刷新频率的控制器60的结构实例。注意,识别状态的项目不局限于此,可以自由地设定。

[0074] 控制器60包括输出部61、输出部62、分析装置63。从输入部50输出的信号SF和从计数器70输出的信号ST被输入到分析装置63。

[0075] 输出部61具有将对应于固定的刷新频率的信号SR输出到驱动部30的功能。由此,显示在显示部20上的图像的刷新频率被控制。另外,输出部61具有将对应于显示在显示部20上的图像的刷新频率的信号Sref输出到分析装置63的功能。

[0076] 输出部62具有将对应于显示在显示部20上的图像的内容的信号Scon、对应于使用显示部20的使用者的信号Suse输出到分析装置63的功能。在此,作为一个例子,说明信号Scon为示出在显示部20上显示的图像是动态图像还是静态图像的信号的情况。

[0077] 另外,有关在显示部20上显示的图像的刷新频率的数据既可以保持在输出部61中,又可以从控制器60的外部输入到输出部61。有关在显示部20上显示的图像的内容及使用显示部20的使用者的数据既可以保持在输出部62中,又可以从控制器60的外部输入到输出部62。

[0078] 作为识别状态,示出使用显示部20的使用者、显示图像的时间、图像的内容、图像的刷新频率的数据与示出是否感觉到闪烁的数据一起储存在存储装置80中。表1示出在存储装置80中储存的数据的例子。在表1中,数据A、数据B、数据C、数据D以及数据E分别对应于示出使用者的数据、示出图像的显示时间的数据、示出图像的内容的数据、示出刷新频率的数据以及示出使用者是否感觉到闪烁的数据。

[0079] [表1]

数据 A (使用者)	数据 B (图像的显示时间)	数据 C (图像的内容)	数据 D (刷新频率)	数据 E (是否感觉到闪烁)
a	T1	动态图像	60Hz	感觉不到
a	T1	动态图像	30Hz	感觉到
a	T1	静态图像	60Hz	感觉不到
a	T1	静态图像	30Hz	感觉到
a	T1	静态图像	1Hz	感觉不到
a	T2	动态图像	60Hz	感觉不到
a	T2	动态图像	30Hz	感觉到
a	T2	静态图像	60Hz	感觉到
a	T2	静态图像	30Hz	感觉到
a	T2	静态图像	1Hz	感觉不到
b	T1	动态图像	60Hz	感觉到
b	T1	动态图像	30Hz	感觉到

[0080] 分析装置63具有参照储存在存储装置80中的数据选择被预测为感觉不到闪烁的刷新频率的功能。当使用者向输入部50输入示出是否感觉到闪烁的数据时,信号SF、信号ST、信号Sref、信号Scon、信号Suse被输入到分析装置63。另外,表1所示的数据从存储装置80输入到控制器60。然后,分析装置63比较信号Suse和数据A、比较信号ST和数据B、比较信号Scon和数据C、参照数据D、数据E选择被预测为感觉不到闪烁的刷新频率。

[0081] 分析装置63所选择的刷新频率作为信号Sref' 被输出到输出部61。然后,输出部61将对应于信号Sref' 的信号SR输出到驱动部30。因此,显示部20以控制部40所选择的刷新频率进行工作。

[0082] 分析装置63具有将示出现在的识别状态及在现在的识别状态下是否感觉到闪烁的数据输出到存储装置80的功能。当使用者向输入部50输入示出是否感觉到闪烁的数据时,信号Suse、信号ST、信号Scon、信号Sref、信号SF分别作为表1中的数据A、数据B、数据C、数据D以及数据E追加到存储装置80。由此,示出识别状态与闪烁的关系的数据储存在存储装置80中。

[0083] 注意,图4示出从输出部62输出信号Scon及信号Suse的情况,但是也可以省略信号Scon及信号Suse中的一个。此外,也可以除了信号Scon及信号Suse以外或代替这些信号,将对应于其他的识别状态的信号输出到分析装置63。在此情况下,在存储装置80中储存的数据的项目根据输入到分析装置63的信号适当地改变。

[0084] 〈显示部、驱动电路部的工作实例〉

接着,说明显示部20和驱动部30的工作实例。在此,尤其说明由从驱动部30输出的信号控制显示部20的工作时的工作。图5示出显示部20的结构实例。

[0085] 显示部20包括像素部21、驱动电路23及驱动电路24。在此,说明像素部21包括配置为m列n行(m、n都为2以上的整数)的像素22的情况。第i列第j行(i为1以上且m以下的整数,j为1以上且n以下的整数)的像素22与布线SL[i]及布线GL[j]连接。布线GL[1]至GL[n]与驱动电路23连接。布线SL[1]至SL[m]与驱动电路24连接。

[0086] 驱动电路23具有生成用来选择像素22的信号(以下,该信号也被称为选择信号)并将该信号供应到布线GL的功能。驱动电路24具有生成图像信号并将该图像信号供应到布线SL的功能。供应到布线SL的图像信号被写入到由驱动电路23选择的像素22。

[0087] 在信号SR从控制部40输入到驱动部30时,驱动部30生成对应于信号SR的时序信号并将该时序信号输出到驱动电路23及驱动电路24。驱动电路23及驱动电路24使用该时序信号生成选择信号。

[0088] 例如,具体地说明驱动电路23的工作。驱动电路23根据起始脉冲SP、时钟信号CLK生成选择信号。在此,从驱动部30输入的时序信号被用作起始脉冲SP。

[0089] 图6示出驱动电路23的时序图。当向驱动电路23输入起始脉冲SP、时钟信号CLK时,驱动电路23生成选择信号并将该选择信号依次输出到布线GL[1]至GL[n]。由此,通过布线GL[1]至GL[n]的电位依次成为高电平,与布线GL[1]至GL[n]连接的像素22的灰度被更新。如此,显示在像素部21上的图像被更新。

[0090] 在此,每次输入起始脉冲SP都生成供应到布线GL[1]至GL[n]的选择信号。因此,通过由控制部40控制生成在驱动部30中的起始脉冲SP的周期 P_{sp} ,可以改变显示在显示部20上的图像的刷新频率。脉冲的周期 P_{sp} 可以通过根据信号SR改变保持在驱动部30中的定义时序信号的波形的参数值而受到控制。

[0091] 如上所述,在本发明的一个实施方式的显示系统10中,即使使用者不指定刷新频率的情况下也可以参照储存在存储装置中的数据根据识别状态主动地设定刷新频率。由此,通过简单操作,可以以能够提高可见度并减少功耗的刷新频率进行图像的显示。另外,在本发明的一个实施方式的显示系统10中,每次使用者输入示出是否感觉到闪烁的数据都可以将示出识别状态与闪烁的关系的数据储存在存储装置中。因此,可以更精确地设定感觉不到闪烁的刷新频率。

[0092] 本实施方式可以与任意其他实施方式适当地组合。

[0093] (实施方式2)

在本实施方式中,对上述实施方式中说明的显示系统的变形实例进行说明。

[0094] 〈显示系统的变形实例〉

在实施方式1中,说明控制器60参照储存在存储装置80中的数据设定刷新频率的显示系统的结构实例,但是也可以利用人工智能(AI)设定刷新频率。具体而言,控制器60也可以包括人工神经网络(ANN),以具有根据人工神经网络的推论(识别)设定刷新频率的功能。

[0095] 注意,人工智能是指类似于人类的智能的计算机。在本说明书等中,人工智能包括人工神经网络。人工神经网络是模仿由神经元和突触构成的神经网络的电路。在本说明书等中,“神经网络”一词尤其是指人工神经网络。

[0096] 图7示出控制器60包括神经网络NN的结构实例。图7所示的控制部40与图1所示的控制部40的不同之处在于:控制器60包括神经网络NN并省略控制部40内的存储装置80。关于其他的结构,可以参照图1的说明。

[0097] 神经网络NN进行了学习,以能够使用包括示出识别状态的数据及示出在该识别状态下使用者是否感觉到闪烁的数据的数据算出感觉不到闪烁的刷新频率。当使用者向输入部50输入示出是否感觉到闪烁的数据时,神经网络NN使用上述数据进行推论而输出感觉不到闪烁的刷新频率。

[0098] 在图7中,向控制器60输入信号SF及信号ST。此时,神经网络NN作为输入数据使用包括信号SF及信号ST的数据进行推论,算出刷新频率。然后,对应于该刷新频率的信号SR被输出到驱动部30。

[0099] 如此,通过使用神经网络NN,可以在各种识别状态下适当地设定刷新频率。

[0100] 注意,在图7中省略存储装置80,但是也可以设置存储装置80,以储存包括示出识别状态的数据及示出在该识别状态下使用者是否感觉到闪烁的数据的数据。可以将存储在存储装置80中储存的数据用于神经网络NN中的学习或推论。

[0101] 〈控制器的变形实例〉

图8示出包括神经网络NN的控制部40的具体结构实例。图8中的控制器60与图4中的控制器60的不同之处在于:分析装置63包括神经网络NN。关于其他的结构,可以参照图4的说明。

[0102] 神经网络NN包括输入层IL、输出层OL及隐藏层(中间层)HL。包括示出图像的识别状态的数据及示出在该识别状态下使用者是否感觉到闪烁的数据的数据作为输入数据输入到输入层IL。例如,包括从输入部50输出的信号SF、从输出部61输出的信号Sref、从输出部62输出的信号Scon及信号Suse以及从计数器70输出的信号ST等的的数据被用作输入数据。

[0103] 注意,神经网络NN也可以为包括多个隐藏层HL的网络(深度神经网络(DNN))。有时将深度神经网络中的学习称为深度学习。输出层OL、输入层IL、隐藏层HL都包括多个单元(神经元电路),从各单元输出的数据在乘以权重(连接强度)之后被供应到设置在不同的层中的单元。

[0104] 如上所述,神经网络NN进行了学习,以能够根据识别状态算出适当的刷新频率。当将输入数据输入到神经网络NN的输入层时,在各层中进行运算处理。各层中的运算处理从前层的单元输出的数据与权系数的积和运算等执行。注意,层间键合既可以是所有单元彼此键合的全键合,又可以是一部分的单元彼此键合的部分键合。

[0105] 通过神经网络NN的运算,算出使用者感觉不到闪烁的刷新频率。该刷新频率从输出层OL作为信号Sref' 输出到输出部61。

[0106] 另外,当在改变刷新频率之后也仍然感觉到闪烁时,使用者可以通过再次向输入部50输入示出是否感觉到闪烁的数据,再次进行神经网络NN的推论,而更新刷新频率。

[0107] 另外,存储装置80也可以设置在控制器60中且储存包括示出识别状态的数据(信号Sref、信号Scon、信号Suse及信号ST等)以及示出在该识别状态下是否感觉到闪烁的数据(信号SF)的数据。在存储装置80中储存的数据可以用于神经网络NN中的学习或推论。

[0108] 〈神经网络的结构实例〉

接着,说明神经网络NN的结构实例。图9A至图9C示出神经网络的结构实例。神经网络包括神经元电路NC与设置在神经元电路之间的突触电路SC。

[0109] 图9A示出神经元电路NC和突触电路SC的结构实例。向突触电路SC输入输入数据 x_1 至 x_L (L为自然数)。此外,突触电路SC的每一个具有储存权系数 w_k (k为1以上且L以下的整数)

的功能。权系数 w_k 对应于神经元电路NC间的键合强度。

[0110] 当向突触电路SC输入输入数据 x_1 至 x_L 时,神经元电路NC被供应如下值:输入到突触电路SC的输入数据 x_k 与储存在突触电路SC中的权系数 w_k 在 $k=1$ 至 L 时的乘积($x_k w_k$)之和(即, $x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_L w_L$),即,通过 x_k 和 w_k 的积和运算得到的值。在该值超过神经元电路NC的阈值 θ 的情况下,神经元电路NC输出高电平信号。将该现象称为神经元电路NC的发火。

[0111] 图9B示出使用上述神经元电路NC和突触电路SC的分层神经网络的模型。神经网络包括输入层IL、隐藏层HL、输出层OL。输入层IL包括输入神经元电路IN。隐藏层HL包括隐藏突触电路HS及隐藏神经元电路HN。输出层OL包括输出突触电路OS及输出神经元电路ON。另外,将输入神经元电路IN、隐藏神经元电路HN、输出神经元电路ON的阈值 θ 分别记载为 θ_I 、 θ_H 、 θ_O 。

[0112] 向输入层IL供应数据 x_1 至 x_i (i 为自然数),该数据对应于包括示出图像的识别状态的数据及示出在该识别状态下使用者是否感觉到闪烁的数据的数据。输入层IL的输出被供应到隐藏层HL。并且,通过使用从输入层IL输出的数据和保持在隐藏突触电路HS中的权系数 w 的积和运算得到的值被供应到隐藏神经元电路HN。通过使用隐藏神经元电路HN的输出和保持在输出突触电路OS中的权系数 w 的积和运算得到的值被供应到输出神经元电路ON。并且,对应于刷新频率的数据 y_1 至 y_j (j 为自然数)从输出神经元电路ON输出。

[0113] 如此,图9B所示的神经网络具有根据图像的识别状态算出感觉不到闪烁的刷新频率的功能。

[0114] 此外,可以将梯度下降法等用于神经网络中的学习,可以将反向传播算法用于梯度的算出。图9C示出利用反向传播算法进行监督学习的神经网络的模型。

[0115] 反向传播算法是以减少神经网络的输出数据与监督数据之间的误差的方式改变突触电路的权系数的方法之一。具体而言,根据基于输出数据(数据 y_1 至 y_j)和监督数据(数据 t_1 至 t_j)决定的误差 δ_0 而改变隐藏突触电路HS的权系数 w 。此外,根据隐藏突触电路HS的权系数 w 的变化量而改变上一级的突触电路SC的权系数 w 。如此,通过基于监督数据依次改变突触电路SC的权系数,能够进行神经网络NN的学习。另外,作为监督数据可以利用某个识别状态下的理想的刷新频率。

[0116] 注意,在图9B和图9C的每一个中,隐藏层HL的数量是一个,但是也可以为两个以上。因此,可以进行深度学习。

[0117] 上述神经网络NN的结构实例可以根据需要适当地改变。例如,作为神经网络NN可以使用递归神经网络(RNN)等。在此情况下,可以根据过去的识别状态决定刷新频率,由此可以提高刷新频率的设定精度。

[0118] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

[0119] (实施方式3)

在本实施方式中,对在上述实施方式中说明的显示系统的具体结构实例进行说明。

[0120] 〈像素的结构实例〉

首先,对在上述实施方式中说明的像素22的结构实例进行说明。图10A和图10B分别示出像素22的结构实例。注意,像素22的每一个通过布线GL连接于驱动电路23,通过布线SL连接于驱动电路24(参照图5)。

[0121] [结构实例1]

图10A示出包括发光元件的像素的结构实例。图10A所示的像素22包括晶体管Tr11、晶体管Tr12、晶体管Tr13、发光元件110及电容器C1。在此，晶体管Tr11至Tr13是n沟道晶体管，但是晶体管Tr11至Tr13也可以为p沟道晶体管。

[0122] 晶体管Tr11的栅极与布线GL连接，晶体管Tr11的源极和漏极中的一个与晶体管Tr12的栅极及电容器C1的一个电极连接，晶体管Tr11的源极和漏极中的另一个与布线SL连接。晶体管Tr12的源极和漏极中的一个与电容器C1的另一个电极、发光元件110的一个电极及晶体管Tr13的源极和漏极中的一个连接。晶体管Tr12的源极和漏极中的另一个与被供应电位Va的布线AL连接。发光元件110的另一个电极与被供应电位Vc的布线CL连接。晶体管Tr13的栅极与布线GL连接，晶体管Tr13的源极和漏极中的另一个与布线ML连接。在此，将与晶体管Tr11的源极和漏极中的一个、晶体管Tr12的栅极及电容器C1的一个电极连接的节点称为节点N1。将与晶体管Tr12的源极和漏极中的一个、晶体管Tr13的源极和漏极中的一个及电容器C1的另一个电极连接的节点称为节点N2。

[0123] 在此，说明供应到布线AL的电位Va为高电源电位且供应到布线CL的电位Vc为低电源电位的情况。此外，电容器C1被用作用来保持节点N2的电位的存储电容器。

[0124] 晶体管Tr11具有控制向节点N1供应布线SL的电位的功能。晶体管Tr13具有控制向节点N2供应布线ML的电位的功能。具体而言，通过控制布线GL的电位，使晶体管Tr11、Tr13成为开启状态，布线SL的电位及布线ML的电位分别被供应到节点N1及节点N2，由此写入到像素22。在此，布线SL的电位是对应于图像信号的电位。然后，通过控制布线GL的电位，使晶体管Tr11、Tr13成为关闭状态，由此保持节点N1、N2的电位。

[0125] 根据节点N1、N2的电位控制流过晶体管Tr12的源极和漏极间的电流量，由此发光元件110以对应于该流量的亮度发射光。因此，能够控制像素22的灰度。

[0126] 通过按每个布线GL依次进行上述工作，可以在像素部21上显示一个帧的图像。

[0127] 布线GL的选择既可以通过逐行扫描进行，又可以通过隔行扫描进行。另外，当将图像信号从驱动电路24供应到布线SL时，既可以通过向布线SL依次供应图像信号的点顺序驱动进行，又可以通过向所有布线SL一齐供应图像信号的线顺序驱动进行。此外，也可以按多个布线SL依次供应图像信号。

[0128] 然后，在下次帧期间，通过与上述工作同样的工作显示图像。由此，改写显示在像素部21上的图像。注意，改写图像的频率由实施方式1中的控制部40控制。

[0129] 另一方面，例如当将静态图像或在预定期间图像没有变化或者在预定范围内变化的动态图像显示在像素部21上时，优选维持之前的帧的图像而不进行改写。由此，可以减少起因于图像的改写的功耗。在此情况下，例如可以将刷新频率设定为5Hz，优选为3Hz，更优选为1Hz。

[0130] 作为晶体管Tr11、Tr13，优选分别使用0S晶体管。因此，能够极长期间保持节点N1、N2的电位，即使减少图像的改写频率也可以保持显示状态。

[0131] 注意，保持显示状态是指将图像的变化量保持为一定的范围。上述一定的范围可以适当设定，例如优选设定为使识别图像的使用者能够识别出图像是相同的。

[0132] 在不进行图像改写的期间，可以停止供应到驱动电路23及驱动电路24的电源电位及信号。因此，可以减少驱动电路23及驱动电路24的功耗。

[0133] 注意，晶体管Tr11和Tr13不一定都为0S晶体管。例如，可以使用在包含金属氧化物

以外的单晶半导体的衬底的一部分中形成有沟道形成区域的晶体管。作为这种衬底,可以举出单晶硅衬底及单晶锗衬底等。另外,作为晶体管Tr11、Tr13,可以使用在包含金属氧化物以外的材料的膜中形成沟道形成区域的晶体管。作为金属氧化物以外的材料,可以举出硅、锗、硅锗、碳化硅、砷化镓、砷化铝镓、磷化铟、氮化镓、有机半导体等。上述各材料既可以是单晶半导体,又可以是非晶半导体、微晶半导体或多晶半导体等非单晶半导体。

[0134] 关于能够用于晶体管Tr12及以下说明的晶体管的沟道形成区域的材料的例子,与晶体管Tr11、Tr13同样。

[0135] [结构实例2]

图10B示出包括液晶元件的像素的结构实例。图10B中的像素22包括晶体管Tr21、液晶元件120及电容器C2。在此,晶体管Tr21为n沟道晶体管,但是也可以为p沟道晶体管。

[0136] 晶体管Tr21的栅极与布线GL连接,晶体管Tr21的源极和漏极中的一个与液晶元件120的一个电极及电容器C2的一个电极连接。晶体管Tr21的源极和漏极中的另一个与布线SL连接。液晶元件120的另一个电极及电容器C2的另一个电极都与被供应预定电位的布线连接。将与晶体管Tr21的源极和漏极中的一个、液晶元件120的一个电极及电容器C2的一个电极连接的节点称为节点N3。

[0137] 液晶元件120的另一个电极的电位可以为在多个像素22中共通的公共电位,又可以为与电容器C2的另一个电极相同的电位。此外,也可以使液晶元件120的另一个电极的电位在各像素22间不同。电容器C2被用作用来保持节点N3的电位的存储电容器。

[0138] 晶体管Tr21具有控制向节点N3供应布线SL的电位的功能。具体而言,通过控制布线GL的电位,使晶体管Tr21成为开启状态,布线SL的电位被供应到节点N3且被写入到像素22。然后,通过控制布线GL的电位,使晶体管Tr21成为关闭状态,由此保持节点N3的电位。

[0139] 液晶元件120包括一对电极及包含被供应一对电极间的电压的液晶材料的液晶层。包含在液晶元件120中的液晶分子的取向根据被供应到一对电极间的电压的值变化,因此液晶层的透过率变化。由此,通过控制从布线SL供应到节点N3的电位,可以控制像素22的灰度。

[0140] 作为晶体管Tr21,优选使用0S晶体管。因此,能够极长期间保持节点N3的电位。注意,关于上述之外的工作,可以援用图10A的说明。

[0141] [变形实例]

接着,说明图10A和图10B所示的像素22的变形实例。图11A、图11B和图12示出包括发光元件的像素22的变形实例,图13A和图13B示出包括液晶元件的像素22的变形实例。

[0142] 图11A和图11B分别所示的像素22与图10A中的像素22不同之处在于:晶体管Tr11至Tr13都包括一对栅极。注意,在晶体管包括一对栅极的情况下,有时将一个栅极称为第一栅极、前栅极或简称为栅极,将另一个栅极称为第二栅极或背栅极。

[0143] 图11A所示的晶体管Tr11至Tr13分别包括背栅极,背栅极与前栅极连接。在此情况下,与供应到前栅极的电位相同的电位被供应到背栅极,因此可以增加晶体管的通态电流。尤其是,由于晶体管Tr11可以用于图像信号的写入,所以通过采用图11A所示的结构,像素22可以高速地工作。

[0144] 图11B所示的晶体管Tr11至Tr13的背栅极与布线BGL连接。布线BGL具有向背栅极供应预定电位的功能。通过控制布线BGL的电位,可以控制晶体管Tr11至Tr13的阈值电压。

尤其是,由于晶体管Tr11、Tr13分别可以用来保持节点N1、节点N2的电位,所以通过控制布线BGL的电位而使晶体管Tr11、Tr13的阈值电压向正方向漂移,可以减少晶体管Tr11、Tr13的关态电流。供应到布线BGL的电位既可以是固定电位,又可以是可变的电位。

[0145] 布线BGL可以对各晶体管Tr11至Tr13分别设置布线BGL。另外,布线BGL也可以被像素部21所包括的像素22的全部或一部分的共享。

[0146] 像素22还可以具有图12所示的结构。在图12中,通过将选择信号从布线GL供应到晶体管Tr11、Tr13的背栅极,晶体管Tr11、Tr13成为开启状态,由此向节点N1、N2供应预定电位。此外,晶体管Tr11、Tr13的前栅极与布线ML连接。

[0147] 虽然以上尤其说明包括发光元件的像素22,但是在包括液晶元件的像素22中也可以同样地设置背栅极。例如,晶体管Tr21既可以包括与前栅极连接的背栅极(参照图13A),又可以包括与布线BGL连接的背栅极(参照图13B)。

[0148] 〈存储装置的结构实例〉

接着,对在上述实施方式中说明的存储装置80的结构实例进行说明。

[0149] 图14A示出存储装置80的结构实例。存储装置80包括具有多个存储单元82的单元阵列81、驱动电路83、驱动电路84。

[0150] 在存储单元82中,优选使用0S晶体管。0S晶体管的关态电流极小。因此,通过存储单元82包括0S晶体管,存储装置80可以在停止电力的供应的期间也能够保持数据。具体而言,如图14B1所示,优选在存储单元82中设置0S晶体管的晶体管Tr30、电容器C10。

[0151] 晶体管Tr30的源极和漏极中的一个与电容器C10连接。在此,将与晶体管Tr30的源极和漏极中的一个及电容器C10连接的节点称为节点N11。

[0152] 要保持在存储单元82中的电位从布线BL等通过晶体管Tr30被供应到节点N11。当晶体管Tr30处于关闭状态时,节点N11处于浮动状态而保持节点N11的电位。0S晶体管的晶体管Tr30的关态电流极小,所以可以长期间地保持节点N11的电位。可以通过对与晶体管Tr30的栅极连接的布线供应预定电位,控制晶体管Tr30的导通状态。

[0153] 注意,0S晶体管也可以包括背栅极。图14B2和图14B3分别示出晶体管Tr30包括背栅极的例子。图14B2中的晶体管Tr30的背栅极与晶体管Tr30的前栅极连接。图14B3中的晶体管Tr30的背栅极与被供应预定电位的布线连接。

[0154] 如此,通过在存储单元82中使用0S晶体管,可以长期间地保持储存在存储单元82中的数据。以下,对存储单元82的具体结构实例进行说明。

[0155] 图15A示出存储单元82的结构实例。图15A中的存储单元82包括晶体管Tr31、晶体管Tr32及电容器C11。注意,晶体管Tr31是0S晶体管。虽然在此晶体管Tr32是n沟道晶体管,但是晶体管Tr32也可以是p沟道晶体管。

[0156] 晶体管Tr31的栅极与布线WWL连接,晶体管Tr31的源极和漏极中的一个与晶体管Tr32的栅极及电容器C11的一个电极连接,晶体管Tr31的源极和漏极中的另一个与布线BL连接。晶体管Tr32的源极和漏极中的一个与布线SL连接,晶体管Tr32的源极和漏极中的另一个与布线BL连接。电容器的另一个电极与布线RWL连接。在此,将与晶体管Tr31的源极和漏极中的一个、晶体管Tr32的栅极及电容器C11的一个电极连接的节点称为节点N12。

[0157] 布线WWL具有传送用来选择进行写入数据的存储单元82的信号的功能。布线RWL具有传送用来选择进行读出数据的存储单元82的信号的功能。布线BL具有传送对应于写入到

存储单元82的数据的电位(以下,也称为写入电位)或对应于储存在存储单元82中的数据的电位(以下,也称为读出电位)的功能。布线SL被供应预定电位。预定电位可以为固定电位或者也可以为两个以上的不同的电位。另外,布线WWL及布线RWL与驱动电路83连接。布线SL既可以与驱动电路83或驱动电路84连接,又可以与除了驱动电路83和驱动电路84之外另行设置的电源线连接。

[0158] 通过将0S晶体管用作晶体管Tr31,当晶体管Tr31处于关闭状态时,可以极为长期间地保持节点N12的电位。

[0159] 接着,说明图15A所示的存储单元82的工作。首先,将布线WWL的电位设定为使晶体管Tr31成为开启状态的电位,而使晶体管Tr31成为开启状态。由此,布线BL的电位被施加到节点N12。即,对晶体管Tr32的栅电极施加所预定的电荷(数据的写入)。

[0160] 然后,通过将布线WWL的电位设定为使晶体管Tr31成为关闭状态的电位,而使晶体管Tr31成为关闭状态。由此,节点N12成为浮动状态,而保持节点N12的电位(数据的保持)。

[0161] 接着,通过将布线SL的电位维持为恒定电位,然后将布线RWL的电位设定为所预定电位,布线BL的电位根据保持在节点N12中的电荷量变化。一般而言,这是因为,当晶体管Tr32为n沟道晶体管时,晶体管Tr32的栅极电位为高电平时的外观上的阈值 V_{th_H} 比晶体管Tr32的栅极电位为低电平时的外观上的阈值 V_{th_L} 低。在此,外观上的阈值电压是指为了使晶体管Tr32成为开启状态所需要的布线RWL的电位。因此,通过将布线RWL的电位设定为 V_{th_H} 与 V_{th_L} 之间的电位 V_0 ,可以辨别节点N12的电位。例如,当节点N12的电位为高电平时,若布线RWL的电位为 $V_0 (> V_{th_H})$,晶体管Tr32则处于开启状态。当节点N12的电位为低电平时,即便布线RWL的电位成为 $V_0 (< V_{th_L})$,晶体管Tr32还保持关闭状态。因此,通过读出布线BL的电位,可以辨别储存在存储单元82中的数据。

[0162] 当不进行数据的读出时,与节点N12的电位无关地将使晶体管Tr32处于关闭状态的电位,即,可以将低于 V_{th_H} 的电位施加到布线RWL。

[0163] 数据的改写可以与上述数据的写入及保持同样地进行。具体而言,将布线WWL的电位设定为使晶体管Tr31成为开启状态的电位,而使晶体管Tr31成为开启状态。由此,对应于要改写的数据的布线BL的电位供应到节点N12。然后,将布线WWL的电位设定为使晶体管Tr31成为关闭状态的电位,而使晶体管Tr31成为关闭状态。由此,节点N12成为浮动状态,在节点N12中保持对应于所写改的数据的电位。

[0164] 晶体管Tr31是0S晶体管,其关态电流极小,所以在保持期间中可以长期间地保持节点N12的电位。由此,在停止对存储单元82供应电力的期间中也可以保持数据。

[0165] 注意,虽然图15A示出使用同一布线BL进行数据的写入及数据的读出的结构,但是也可以使用不同的布线进行数据的写入及数据的读出。就是说,晶体管Tr31的源极和漏极中的另一个及晶体管Tr32的源极和漏极中的另一个可以与不同的布线连接。此外,晶体管Tr32也可以通过其他晶体管与布线BL连接,或者晶体管Tr32也可以通过其他晶体管与布线SL连接。图15B示出图15A中的存储单元82的变形实例。

[0166] 图15B所示的存储单元82除了晶体管Tr31、晶体管Tr32及电容器C11之外还包括晶体管Tr33。另外,虽然在此晶体管Tr32、Tr33是n沟道晶体管,但是晶体管Tr32、Tr33也可以是p沟道晶体管。

[0167] 晶体管Tr31的栅极与布线WWL连接。晶体管Tr31的源极和漏极中的一个与晶体管

Tr32的栅极及电容器C11的一个电极连接。晶体管Tr31的源极和漏极中的另一个与布线WBL连接。晶体管Tr32的源极和漏极中的一个与布线SL连接,源极和漏极中的另一个与晶体管Tr33的源极和漏极中的一个连接。晶体管Tr33的栅极与布线RWL连接,晶体管Tr33的源极和漏极中的另一个与布线RBL连接。电容器C11的另一个电极与被供应预定电位的布线连接。

[0168] 此外,图15B中的存储单元82作为布线BL包括不同的布线,即布线WBL和布线RBL。布线WBL具有传送写入电位的功能,并且布线RBL具有传送读出电位的功能。

[0169] 在图15B中,将布线RWL的电位设定为使晶体管Tr33成为开启状态的电位,而使晶体管Tr33成为开启状态。由此,可以将读出电位输出到布线RBL。就是说,可以通过供应到布线RWL的信号控制来自存储单元82的数据的读出。

[0170] 在图15B中,布线WBL和布线RBL也可以是单个布线BL。图15C示出这种存储单元82的结构。在图15C中,晶体管Tr31及晶体管Tr33与布线BL连接。此外,电容器C11与布线SL连接。

[0171] 此外,在图15A至图15C中,可以层叠晶体管Tr31和晶体管Tr32(及晶体管Tr33)。例如,可以在晶体管Tr32的上方设置绝缘层,在该绝缘层的上方设置OS晶体的晶体管Tr31及电容器C11。由此,可以缩小存储单元82的面积。

[0172] 如上所述,通过在存储单元82中使用OS晶体管,能够长时间保持储存在存储单元82中的数据。因此,即使在停止向存储装置80供应电力的状态下也可以保持储存在存储装置80中的示出识别状态与闪烁的关系的数据。

[0173] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

[0174] (实施方式4)

在本实施方式中,说明能够用于在上述实施方式中说明的显示部20的显示装置的结构实例。在此,尤其说明设置有多个种类的显示元件的显示装置的结构实例。

[0175] 本实施方式的显示装置可以进行混合型显示。混合型显示是指:在一个面板中,同时使用反射光和自发光,彼此补充色调或光强度,来显示文字和/或图像的方法。此外,混合型显示是指:在一个像素或一个子像素中,使用来自多个显示元件的光,来显示文字和/或图像的方法。注意,当局部性地观察进行混合型显示的混合型显示器时,有时包括:使用多个显示元件中的任一个进行显示的像素或子像素;以及使用多个显示元件中的两个以上进行显示的像素或子像素。

[0176] 注意,在本说明书等中,混合型显示满足上述表现中的任一个或多个。

[0177] 此外,混合型显示器在一个像素或一个子像素中包括多个显示元件。作为多个显示元件,例如可以举出使光反射的反射型元件和发射光的自发光元件。注意,反射型元件和自发光元件可以分别独立地被控制。混合型显示器具有在显示部中使用反射光和自发光中的一个或两个来显示文字和/或图像的功能。

[0178] 本实施方式的显示装置包括第一显示元件和第二显示元件。对第一显示元件是反射可见光的显示元件且第二显示元件是发射可见光的显示元件或透过可见光的显示元件的情况进行说明。本实施方式的显示装置具有利用第一显示元件所反射的光和第二显示元件所发射的光中的一个或两个显示图像的功能。

[0179] 作为第一显示元件,可以使用反射外光来进行图像显示的元件。因为这种元件不包括光源,所以可以大幅度地减少使显示时的功耗。作为第一显示元件,可以典型地使用反

射型液晶元件。

[0180] 作为第二显示元件,优选使用发光元件或透射型液晶元件。由于这种显示元件所发射的光的亮度及色度不受到外光的影响,因此可以显示色彩再现性高(色域宽)且对比度高的鲜明的图像。

[0181] 本实施方式的显示装置具有:使用第一显示元件显示图像的第一显示模式;使用第二显示元件显示图像的第二显示模式;以及使用第一显示元件和第二显示元件的双方显示图像的第三显示模式。本实施方式的显示装置能够以自动或手动切换上述显示模式。

[0182] 在第一显示模式中,利用第一显示元件和外光显示图像。因为第一显示模式不需要光源,所以功耗极低。例如,当外光充分入射到显示装置时(在明亮的环境等下),可以使用第一显示元件所反射的光显示图像。例如,第一显示模式在外光为白色光或近似的光且外光充分强的情况下是有效的。第一显示模式适于显示文字。另外,因为在第一显示模式中使用反射外光的光,所以可以进行护眼显示而有眼睛不容易疲劳的效果。

[0183] 在第二显示模式中,利用第二显示元件显示图像。由此,可以与照度及外光的色度无关地进行极鲜明(对比度高且色彩再现性高)的显示。例如,第二显示模式在夜间及昏暗的室内等的照度极低的情况等下是有效的。另外,在昏暗的环境下显示明亮的图像时,有时使用者会感到图像过明亮。为了防止发生这种问题,在第二显示模式中优选进行降低亮度的显示。由此,不仅可以减低亮度,而且还可以实现低功耗。第二显示模式适合显示鲜明的图像(静态图像及动态图像)等。

[0184] 在第三显示模式中,利用第一显示元件所反射的光和第二显示元件所发射的光的双方来进行显示。不但可以显示比第一显示模式的图像鲜明的图像,而且可以使功耗比第二显示模式的功耗小。例如,第三显示模式在室内照明下或者早晨傍晚等照度较低的情况、外光的色度不是白色的情况等下是有效的。通过使用混合了反射外光来显示的元件的光和发光元件的所发射的光的光,可以显示观察者仿佛看到绘画一样的图像。

[0185] 通过采用上述结构,可以制造无论周围的亮度如何都具有高可见度的高方便性显示装置或全天候型显示装置。

[0186] 本实施方式的显示装置包括分别具有第一显示元件及第二显示元件的多个像素。像素优选配置为矩阵状。

[0187] 每一个像素可以包括一个以上的子像素。例如,每一个像素可以包括一个子像素(白色(W)子像素等)、三个子像素(红色(R)子像素、绿色(G)子像素及蓝色(B)子像素或者黄色(Y)子像素、青色(C)子像素及品红色(M)子像素等)、四个子像素(红色(R)子像素、绿色(G)子像素、蓝色(B)子像素、白色(W)子像素或者红色(R)子像素、绿色(G)子像素、蓝色(B)子像素、黄色(Y)子像素等)。

[0188] 在本实施方式的显示装置中,可以使用第一显示元件和第二显示元件显示全彩色图像。此外,本实施方式的显示装置可以构成为使用第一显示元件显示黑白图像或灰度级图像,且可以使用第二显示元件显示全彩色图像。可以用于显示黑白图像或灰度级图像的第一显示元件适用于显示如显示文件信息等不需要彩色显示的信息。

[0189] 注意,第一显示元件和第二显示元件不局限于此,可以自由地选择。例如,作为第一显示元件及第二显示元件,可以使用在实施方式1中说明的显示元件。

[0190] 〈显示装置的结构实例〉

参照图16至图19对本实施方式的显示装置的结构实例进行说明。

[0191] [结构实例1]

图16是显示装置600的透视示意图。在显示装置600中,衬底651与衬底661贴合在一起。在图16中,以虚线表示衬底661。

[0192] 显示装置600包括显示部662、电路664及布线665等。图16示出显示装置600安装有集成电路(IC)673及FPC672的例子。因此,也可以将图16所示的结构称为包括显示装置600、IC及FPC的显示模块。

[0193] 作为电路664,例如可以使用驱动电路23(参照图5)。

[0194] 布线665具有对显示部662及电路664供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部经由FPC672或者从IC673输入到布线665。

[0195] 图16示出通过玻璃覆晶封装(COG)方式或薄膜覆晶封装(COF)方式等在衬底651上设置有IC673的例子。作为IC673,例如可以使用包括驱动电路24(参照图5)等的IC。注意,显示装置600及显示模块不一定需要设置有IC。也可以将IC通过COF方式等安装于FPC上。

[0196] 图16也示出显示部662的一部分的放大图。在显示部662中多个显示元件所包括的电极611b被配置为矩阵状。电极611b具有反射可见光的功能,并被用作液晶元件的反射电极。

[0197] 如图16所示,电极611b具有开口451。再者,显示部662包括位于比电极611b更靠近衬底651的发光元件。来自发光元件的光经过电极611b中的开口451射出到衬底661一侧。发光元件的发光区域的面积也可以与开口451的面积相同。发光元件的发光区域的面积和开口451的面积中的一个优选比另一个大,因为可以增大错位的余地。尤其是,开口451的面积优选比发光元件的发光区域的面积大。当开口451小时,有时来自发光元件的光的一部分被电极611b遮蔽,不能提取到外部。当开口451充分大时,可以抑制发光元件所发射的光的浪费。

[0198] 图17示出图16所示的显示装置600的包括FPC672的区域的一部分、包括电路664的区域的一部分及包括显示部662的区域的一部分的截面的一个例子。

[0199] 图17所示的显示装置600在衬底651与衬底661之间包括晶体管501、晶体管503、晶体管505、晶体管506、液晶元件480、发光元件470、绝缘层520、着色层431、着色层434等。衬底661与绝缘层520由粘合层441粘合。衬底651与绝缘层520由粘合层442粘合。

[0200] 衬底661设置有着色层431、遮光层432、绝缘层421及被用作液晶元件480的公共电极的电极413、取向膜433b、绝缘层417等。在衬底661的外侧的面设置有偏振片435。绝缘层421可以用作平坦化层。通过使用绝缘层421可以使电极413的表面大致平坦,可以使液晶层412的取向状态成为均匀。绝缘层417被用作用来保持液晶元件480的单元间隙的间隔物。在绝缘层417透过可见光的情况下,绝缘层417也可以与液晶元件480的显示区域重叠。

[0201] 液晶元件480是反射型液晶元件。液晶元件480具有被用作像素电极的电极611a、液晶层412与电极413的叠层结构。以与电极611a的衬底651一侧接触的方式设置有反射可见光的电极611b。电极611b具有开口451。电极611a及电极413透过可见光。在液晶层412与电极611a之间设置有取向膜433a。在液晶层412与电极413之间设置有取向膜433b。

[0202] 在液晶元件480中,电极611b具有反射可见光的功能,电极413具有透过可见光的功能。从衬底661一侧入射的光被偏振片435偏振,透过电极413、液晶层412,被电极611b反

射。然后,再次透过液晶层412及电极413,到达偏振片435。此时,可以由施加到电极611b与电极413之间的电压控制液晶的取向,来控制光的光学调制。也就是说,可以控制经过偏振片435射出的光的强度。由于特定的波长区域的光之外的光被着色层431吸收,因此被发射的光例如为红色光。

[0203] 如图17所示,在开口451中优选设置有透过可见光的电极611a。由此,液晶层412中的液晶在与开口451重叠的区域中也与其他区域同样地取向,从而可以抑制因在该区域的境界部产生液晶的取向不良而产生非意图的漏光。

[0204] 在连接部507中,电极611b通过导电层521b与晶体管506所包括的导电层522a连接。晶体管506具有控制液晶元件480的驱动的功能。

[0205] 在设置有粘合层441的一部分的区域中设置有连接部552。在连接部552中,对与电极611a同一的导电膜进行加工来获得的导电层通过连接体543与电极413的一部分连接。由此,可以将连接于衬底651一侧的FPC672输入的信号或电位通过连接部552供应到形成在衬底661一侧的电极413。

[0206] 作为连接体543,例如可以使用导电粒子。作为导电粒子,可以使用表面覆盖有金属材料的有机树脂或二氧化硅等的粒子。作为金属材料,优选使用镍或金,因为其可以降低接触电阻。另外,优选使用如在镍上还覆盖有金的粒子等以层状覆盖有两种以上的金属材料的粒子。作为连接体543优选使用能够弹性变形或塑性变形的材料。如图17所示,有时导电粒子的连接体543具有在纵向上被压扁的形状。通过具有该被压扁的形状,可以增大连接体543与电连接于连接体543的导电层的接触面积,从而可以降低接触电阻并抑制接触不良等问题发生。

[0207] 连接体543优选以由粘合层441覆盖的方式配置。例如,在粘合层441被固化之前,连接体543分散在粘合层441中。

[0208] 发光元件470是底部发射型发光元件。发光元件470具有从绝缘层520一侧依次层叠有被用作像素电极的电极491、EL层492及被用作公共电极的电极493的叠层结构。电极491通过形成在绝缘层514中的开口与晶体管505所包括的导电层522b连接。晶体管505具有控制发光元件470的驱动的功能。绝缘层516覆盖电极491的端部。电极493包含反射可见光的材料,电极491包含透过可见光的材料。绝缘层494以覆盖电极493的方式设置。发光元件470所发射的光经过着色层434、绝缘层520、开口451、电极611a等射出到衬底661一侧。

[0209] 当在像素之间改变着色层的颜色时,液晶元件480及发光元件470可以呈现各种颜色。显示装置600可以使用液晶元件480显示彩色图像。显示装置600可以使用发光元件470显示彩色图像。

[0210] 由于晶体管501、晶体管503、晶体管505及晶体管506形成在绝缘层520的衬底651一侧的面上。这些晶体管可以通过同一工序来制造。

[0211] 电连接于液晶元件480的电路优选与连接于发光元件470的电路形成在同一面上。此时,与将两个电路形成在不同的面上的情况相比,可以减小显示装置的厚度。此外,因为可以通过同一工序制造两个晶体管,所以与将两个晶体管形成在不同的面上的情况相比,可以简化制造工序。

[0212] 液晶元件480的像素电极位于包括在晶体管的栅极绝缘层的与发光元件470的像素电极相反侧。

[0213] 当将OS晶体管用作晶体管506或者使用与晶体管506连接的存储元件时,例如,即使在使用液晶元件480显示静态图像时停止向像素的写入工作也可以维持灰度。也就是说,即便将帧频设定为极小也可以保持显示。在本发明的一个实施方式中,可以使帧频极小而能够进行功耗低的驱动。

[0214] 晶体管503用于控制像素被选择还是不被选择(也被称为开关晶体管或选择晶体管)。晶体管505用于控制流过发光元件470的电流(也被称为驱动晶体管)。

[0215] 在绝缘层520的衬底651一侧设置有绝缘层511、绝缘层512、绝缘层513及绝缘层514等绝缘层。绝缘层511的一部分被用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层512以覆盖晶体管506等的方式设置。绝缘层513以覆盖晶体管505等的方式设置。绝缘层514被用作平坦化层。注意,对覆盖晶体管的绝缘层的个数没有特别的限制,既可以为一个,又可以为两个以上。

[0216] 优选的是,将水及氢等杂质不容易扩散的材料用于覆盖各晶体管的绝缘层中的至少一个。这是因为这样绝缘层可以被用作阻挡膜。通过采用这种结构,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管中,从而能够实现可靠性高的显示装置。

[0217] 晶体管501、晶体管503、晶体管505及晶体管506的每一个包括:被用作栅极的导电层521a;被用作栅极绝缘层的绝缘层511;被用作源极及漏极的导电层522a及导电层522b;以及半导体层531。在此,对经过对同一导电膜进行加工而得到的多个层附有相同的阴影线而表示。

[0218] 晶体管501和晶体管505除了包括晶体管503或晶体管506等构成要素之外还分别包括被用作栅极的导电层523。

[0219] 作为晶体管501及晶体管505,例如采用在两个栅极之间设置有沟道形成区域的半导体层的结构。通过采用这种结构,可以控制晶体管的阈值电压。也可以连接两个栅极,并通过供应同一信号,来驱动晶体管。与其他晶体管相比,这种晶体管能够提高场效应迁移率,而可以增大通态电流。其结果是,可以制造能够进行高速驱动电路。再者,能够缩小电路部所占的面积。通过使用通态电流大的晶体管,即使因显示装置大型化或高分辨率化而布线数增多,也可以降低各布线的信号延迟,而可以减少显示不均匀。

[0220] 或者,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,可以控制晶体管的阈值电压。

[0221] 对显示装置所包括的晶体管的结构没有限制。电路664所包括的晶体管和显示部662所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路664所包括的多个晶体管既可以都具有相同的结构,又可以组合两种以上的结构。同样地,显示部662所包括的多个晶体管既可以都具有相同的结构,又可以组合两种以上的结构。

[0222] 作为导电层523,优选使用包含氧化物的导电材料。通过在包含氧的气氛下形成用于导电层523的导电膜,可以对绝缘层512供应氧。优选的是,成膜气体中的氧气体的比率为90%以上且100%以下。供应到绝缘层512中的氧通过后面的热处理被供应给半导体层531,由此可以降低半导体层531中的氧缺陷。

[0223] 尤其是,作为导电层523,优选使用低电阻化了的金属氧化物。此时,作为绝缘层513优选使用释放氢的绝缘膜,例如氮化硅膜等,因为在形成绝缘层513时或通过形成绝缘层513之后的热处理,氢被供应给导电层523中,由此可以有效地降低导电层523的电阻。

[0224] 以接触于绝缘层513的方式设置有着色层434。着色层434被绝缘层514覆盖。

[0225] 在衬底651与衬底661彼此不重叠的区域中设置有连接部504。在连接部504中,布线665通过连接层542与FPC672连接。连接部504具有与连接部507相同的结构。在连接部504的顶面上露出对与电极611a同一的导电膜进行加工来获得的导电层。因此,通过连接层542可以使连接部504与FPC672连接。

[0226] 作为设置在衬底661外侧的面的偏振片435,既可以使用直线偏振片,也可以使用圆偏振片。作为圆偏振片,例如可以使用将直线偏振片和四分之一波相位差板层叠而成的偏振片。通过使用上述结构,可以减少外光反射。通过根据偏振片的种类调整用作液晶元件480的液晶元件的单元间隙、取向、驱动电压等,可以实现所希望的对比度。

[0227] 此外,可以在衬底661的外侧的表面上配置各种光学构件。作为光学构件,例如可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜。此外,在衬底661的外侧的表面上也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、抑制被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜等。

[0228] 作为衬底651及衬底661可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石以及有机树脂等。通过使用柔性的材料形成衬底651及衬底661,可以提高显示装置的柔性。

[0229] 当采用反射型液晶元件时,将偏振片435设置在显示面一侧。此外,当在显示面一侧设置光扩散板时,可以提高可见度,所以是优选的。

[0230] 可以在偏振片435的外侧设置前光源。作为前光源,优选使用边缘照明型前光源。当使用具备发光二极管(LED)的前光源时,可以降低功耗,所以是优选的。

[0231] [结构实例2]

图18所示的显示装置601与显示装置600的主要不同之处在于:包括晶体管581、晶体管584、晶体管585及晶体管586代替晶体管501、晶体管503、晶体管505及晶体管506。

[0232] 注意,图18的绝缘层417及连接部507等的位置也与图17的位置不同。图18示出像素的端部。绝缘层417以与着色层431的端部及遮光层432的端部重叠的方式配置。如上述结构,绝缘层417也可以设置在不与显示区域重叠的部分(或者与遮光层432重叠的部分)。

[0233] 如晶体管584及晶体管585,显示装置所包括的两个晶体管也可以部分地层叠。此时,可以缩小像素电路所占的面积,而可以提高分辨率。另外,可以增大发光元件470的发光面积,而可以提高开口率。当发光元件470的开口率高时,为了得到所需要的亮度需要低电流密度,因此可靠性得到提高。

[0234] 晶体管581、晶体管584及晶体管586的每一个包括导电层521a、绝缘层511、半导体层531、导电层522a及导电层522b。导电层521a隔着绝缘层511与半导体层531重叠。导电层522a及导电层522b与半导体层531电连接。晶体管581包括导电层523。

[0235] 晶体管585包括导电层522b、绝缘层517、半导体层561、导电层523、绝缘层512、绝缘层513、导电层563a及导电层563b。导电层522b隔着绝缘层517与半导体层561重叠。导电层523隔着绝缘层512及绝缘层513与半导体层561重叠。导电层563a及导电层563b与半导体层561电连接。

[0236] 导电层521a被用作栅极。绝缘层511被用作栅极绝缘层。导电层522a被用作源极和漏极中的一个。晶体管586所包括的导电层522b被用作源极和漏极中的另一个。

[0237] 晶体管584和晶体管585共同使用的导电层522b具有被用作晶体管584的源极和漏极中的另一个的部分以及被用作晶体管585的栅极的部分。绝缘层517、绝缘层512及绝缘层

513被用作栅极绝缘层。导电层563a和导电层563b中的一个被用作源极,另一个被用作漏极。导电层523被用作栅极。

[0238] [结构实例3]

图19是示出显示装置602的显示部的截面图。

[0239] 图19所示的显示装置602在衬底651与衬底661之间包括晶体管540、晶体管580、液晶元件480、发光元件470、绝缘层520、着色层431、着色层434等。

[0240] 在液晶元件480中,电极611b将外光反射到衬底661一侧。发光元件470向衬底661一侧射出光。

[0241] 衬底661设置有着色层431、绝缘层421及被用作液晶元件480的公共电极的电极413以及取向膜433b。

[0242] 液晶层412隔着取向膜433a及取向膜433b设置在电极611a与电极413之间。

[0243] 晶体管540由绝缘层512及绝缘层513覆盖。绝缘层513及着色层434由粘合层442与绝缘层494贴合。

[0244] 因为显示装置602在不同的面上形成用来驱动液晶元件480的晶体管540和用来驱动发光元件470的晶体管580,所以容易使用适于驱动各个显示元件的结构及材料形成上述各晶体管。

[0245] 〈像素的结构实例〉

接着,参照图20A、图20B1至图20B4、图21以及图22A和图22B对包括多个显示元件的像素的具体结构实例进行说明。在此,作为一个例子,说明在一个像素包括反射型液晶元件及发光元件的结构。

[0246] 图20A是显示装置700的方框图。显示装置700包括像素部710、驱动电路720及驱动电路730。像素部710包括排列为矩阵状的多个像素711。注意,像素部710、驱动电路720、驱动电路730及像素711分别对应于图5中的像素部21、驱动电路23、驱动电路24及像素22。

[0247] 显示装置700包括多个布线GL1、多个布线GL2、多个布线ANO、多个布线CSCOM、多个布线SL1及多个布线SL2。多个布线GL1、多个布线GL2、多个布线ANO及多个布线CSCOM分别与驱动电路720及在箭头R所示的方向上排列的多个像素711连接。多个布线SL1及多个布线SL2分别与驱动电路730及在箭头C所示的方向上排列的多个像素711连接。

[0248] 像素711包括反射型液晶元件及发光元件。注意,虽然为了简化在此示出了包括一个驱动电路720和一个驱动电路730的结构,但是也可以分别设置用来驱动液晶元件的驱动电路720和驱动电路730以及用来驱动发光元件的驱动电路720和驱动电路730。

[0249] 图20B1至图20B4示出像素711所包括的电极611的结构实例。电极611被用作液晶元件的反射电极。在图20B1、图20B2的电极611中设置有开口451。

[0250] 在图20B1、图20B2中,以虚线示出位于与电极611重叠的区域中的发光元件660。发光元件660与电极611所包括的开口451重叠。由此,来自发光元件660的光通过开口451射出到显示面一侧。

[0251] 在图20B1中,在箭头R所示的方向上相邻的像素711对应于不同的发光颜色。如图20B1所示,优选在箭头R所示的方向上彼此相邻的两个像素中开口451以不设置在一列上的方式设置于电极611的不同位置上。由此,可以将两个发光元件660彼此分开,从而可以抑制从发光元件660发射出的光入射到相邻的像素711中的着色层(这样现象也被称为串扰)。另

外,由于可以将相邻的两个发光元件660彼此分开地配置,因此即使利用荫罩等分别制造发光元件660的EL层,也可以实现高分辨率的显示装置。

[0252] 在图20B2中,在箭头C所示的方向上相邻的像素711对应于不同的发光颜色。图20B2也是同样的,优选在箭头C所示的方向上彼此相邻的两个像素中开口451以不设置在一列上的方式设置于电极611的不同位置上。

[0253] 开口451的总面积相对于开口部以外的总面积的比例越小,越可以使使用液晶元件显示的图像明亮。另外,开口451的总面积相对于开口部以外的总面积的比例越大,越可以使使用发光元件660显示的图像明亮。

[0254] 开口451例如可以为多角形、四角形、椭圆形、圆形或十字状、细长的条状、狭缝状、方格状等的形状。也可以以靠近相邻的像素的方式配置开口451。优选的是,将开口451配置为靠近发射相同的颜色的光的其他像素,由此可以抑制产生串扰。

[0255] 如图20B3和图20B4所示,发光元件660的发光区域也可以位于不设置有电极611的部分,此时从发光元件660发射出的光射出到显示面一侧。

[0256] 在图20B3中,在箭头R所示的方向上相邻的两个像素711中,发光元件660不设置在一列上。在图20B4中,在箭头R所示的方向上彼此相邻的两个像素中,发光元件660设置在一列上。

[0257] 在图20B3所示的结构中,如上所述,可以抑制串扰且提高分辨率,因为可以将相邻的两个像素711所包括的发光元件660彼此分开。在图20B4所示的结构可以抑制从发光元件660发射出的光被电极611遮蔽,因为电极611不位于发光元件660的与箭头C所示的方向平行的边一侧。因此,可以实现高视角特性。

[0258] 图21是像素711的电路图的一个例子。图21示出相邻的两个像素711。

[0259] 像素711包括开关SW11、电容器C11、液晶元件640、开关SW12、晶体管M、电容器C12及发光元件660。布线GLa、布线GLb、布线AN0、布线CSCOM、布线SLa及布线SLb与像素711连接。图21示出与液晶元件640连接的布线VCOM1以及与发光元件660连接的布线VCOM2。

[0260] 图21示出将晶体管用作开关SW11及开关SW12的每一个时的例子。

[0261] 开关SW11的栅极与布线GLa连接。开关SW11的源极和漏极中的一个与布线SLa连接,源极和漏极中的另一个与电容器C11的一个电极及液晶元件640的一个电极连接。电容器C11的另一个电极与布线CSCOM连接。液晶元件640的另一个电极与布线VCOM1连接。

[0262] 开关SW12的栅极与布线GLb连接。开关SW12的源极和漏极中的一个与布线SLb连接,源极和漏极中的另一个与电容器C12的一个电极及晶体管M的栅极连接。电容器C12的另一个电极与晶体管M的源极和漏极中的一个及布线AN0连接。晶体管M的源极和漏极中的另一个与发光元件660的一个电极连接。发光元件660的另一个电极与布线VCOM2连接。

[0263] 图21示出晶体管M包括其之间设置有半导体的两个互相连接着的栅极的例子。该结构可以提高流过晶体管M的电流。

[0264] 可以分别对布线VCOM1、布线CSCOM供应预定电位。

[0265] 可以对布线VCOM2及布线AN0供应具有足以使发光元件660发光的电位差的电位。

[0266] 在图21所示的像素711中,例如可以利用供应给布线GLa及布线SLa的信号驱动像素,并利用液晶元件640的光学调制,可以以反射模式显示图像。在以透射模式显示图像时,利用供应给布线GLb及布线SLb的信号驱动像素,并使发光元件660发光。在同时进行两个模

式时,可以利用分别供应给布线GLa、布线GLb、布线SLa及布线SLb的信号而驱动像素。

[0267] 开关SW11及开关SW12具有控制像素711的选择/非选择状态的功能。作为开关SW11及开关SW12,优选使用OS晶体管。通过使用OS晶体管,在像素711中能够极长期间保持图像信号,而能够长期维持像素711所显示的灰度。

[0268] 虽然图21示出在一个像素711中设置有一个液晶元件640及一个发光元件660的例子,但是本发明的一个实施方式不局限于此。图22A示出在一个像素711中设置有一个液晶元件640及四个发光元件660(发光元件660r、660g、660b、660w)的例子。与图21的像素711不同,图22A中的像素711可以利用一个像素进行使用发光元件的全彩色显示。

[0269] 在图22A中,布线GLba、布线GLbb、布线SLba、布线SLbb连接于像素711。

[0270] 在图22A所示的例子中,例如作为四个发光元件660,可以使用发射红色光(R)、绿色光(G)、蓝色光(B)及白色光(W)的发光元件。另外,作为液晶元件640可以使用发射白色光的反射型液晶元件。由此,在以反射模式进行显示时,可以进行高反射率的白色显示。在以透射模式进行显示时,可以以低功耗进行高演色性的显示。

[0271] 图22B示出对应于图22A的像素711的结构实例。像素711包括与电极611所包括的开口重叠的发光元件660w、配置在电极611周围的发光元件660r、发光元件660g及发光元件660b。发光元件660r、发光元件660g及发光元件660b优选具有几乎相同的发光面积。

[0272] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

[0273] (实施方式5)

在本实施方式中,对使用上述实施方式所说明的任意显示装置的显示模块的结构实例进行说明。

[0274] 图23所示的显示模块1000在上盖1001与下盖1002之间包括连接于FPC1003的触摸面板1004、连接于FPC1005的显示装置1006、框架1009、印刷电路板1010以及电池1011。

[0275] 上述实施方式所说明的显示装置可以被用作显示装置1006。

[0276] 上盖1001及下盖1002的形状或尺寸可以根据触摸面板1004及显示装置1006的尺寸适当地改变。

[0277] 触摸面板1004可以为电阻式触摸面板或静容量式触摸面板且可以以重叠于显示装置1006的方式形成。可以使显示装置1006具有触摸面板的功能,由此省略触摸面板1004。

[0278] 框架1009除了具有保护显示装置1006的功能以外还具有用来遮断因印刷电路板1010的工作而产生的电磁波的电磁屏蔽的功能。框架1009也可以具有散热板的功能。

[0279] 印刷电路板1010设置有电源电路以及用来输出视频信号及时钟信号的信号处理电路。作为用来对电源电路供应电力的电源,既可以使用外部的商业电源,又可以使用另行设置的电池1011的电源。当使用商业电源时,可以省略电池1011。

[0280] 显示模块1000还可以设置有偏振片、相位差板、棱镜片等构件。

[0281] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

[0282] (实施方式6)

在本实施方式中,对上述实施方式中的驱动部30的结构实例进行说明。在此,作为一个例子说明驱动部30的结构实例,该驱动部30具有控制包括分别具有多个显示元件的像素的显示部20的工作的功能。

[0283] 图24示出具有控制显示部20的工作的功能的驱动部30的结构实例。驱动部30包括接口821、帧存储器822、译码器823、传感控制器824、控制器825、时钟生成电路826、图像处理部830、存储装置841、时序控制器842、寄存器843、驱动电路850及触摸传感控制器861。

[0284] 显示部20具有使用从驱动部30输入的图像信号将图像显示在显示单元811上的功能。显示部20还可以包括具有获得触摸的有无、触摸位置等数据的功能的触摸传感单元812。在显示部20不包括触摸传感单元812的情况下，可以省略触摸传感控制器861。

[0285] 显示单元811具有使用显示元件进行显示的功能。显示单元811对应于图5中的由像素部21和驱动电路23构成的单元。在此，作为一个例子，说明显示单元811包括反射型液晶元件和发光元件的结构。

[0286] 驱动电路850包括源极驱动器851。源极驱动器851为具有对显示单元811供应图像信号的功能的电路。在图24中，驱动电路850包括向反射型液晶元件供应图像信号的源极驱动器851a、向发光元件供应图像信号的源极驱动器851b。

[0287] 驱动部30与主机870之间的通信通过接口821进行。图像数据、各种控制信号等从主机870发送到驱动部30。触摸传感控制器861所获得的触摸工作的有无、触摸位置等数据从驱动部30发送到主机870。注意，驱动部30所包括的各电路可以根据主机870的规格、显示部20的规格等适当地进行选择。主机870相当于控制驱动部30的工作的处理器等，可以由中央处理器(CPU)或图形处理器(GPU)等构成。

[0288] 主机870可以被用作图1中的控制部40。在此情况下，图1中的信号SR通过接口821输入到驱动部30。

[0289] 帧存储器822具有储存输入到驱动部30的图像数据的功能。在被压缩的图像数据从主机870发送到驱动部30的情况下，帧存储器822能够储存被压缩的图像数据。译码器823是用来扩展被压缩的图像数据的电路。在不需要扩展图像数据的情况下，在译码器823中不进行处理。注意，译码器823也可以配置在帧存储器822与接口821之间。

[0290] 图像处理部830具有对从帧存储器822或译码器823输入的图像数据进行各种图像处理并生成图像信号的功能。例如，图像处理部830包括伽马校正电路831、调光电路832、调色电路833。

[0291] 另外，在源极驱动器851b包括具有检测流过发光元件的电流的功能的电路(电流检测电路)的情况下，也可以在图像处理部830中设置EL校正电路834。EL校正电路834具有根据从电流检测电路发送的信号调节发光元件的亮度的功能。

[0292] 在图像处理部830中生成的图像信号通过存储装置841输出到驱动电路850。存储装置841具有暂时储存图像数据的功能。源极驱动器851a、851b具有对从存储装置841输入的图像信号进行各种处理并将信号输出到显示单元811的功能。

[0293] 时序控制器842具有生成在驱动电路850、触摸传感控制器861、以及显示单元811所包括的驱动电路中使用的时序信号等的功能。

[0294] 触摸传感控制器861具有控制触摸传感单元812的工作的功能。包括被触摸传感单元812检测出的触摸信息的信号在触摸传感控制器861中进行处理并通过接口821发送到主机870。主机870生成反映触摸信息的图像数据并将该图像数据发送到驱动部30。驱动部30也可以具有将触摸信息反映于图像数据的功能。触摸传感控制器861也可以设置在触摸传感单元812中。

[0295] 时钟生成电路826具有生成在驱动部30中使用的时钟信号的功能。控制器825具有处理通过接口821从主机870发送的各种控制信号并控制驱动部30内的各种电路的功能。另外,控制器825具有控制向驱动部30内的各种电路的电源供应的功能。例如,控制器825能够暂时遮断向没有驱动的电路的电源供应。

[0296] 寄存器843具有储存用于驱动部30的工作的数据的功能。作为储存于寄存器843的数据,可以举出用于进行图像处理部830的校正处理的参数、用于生成时序控制器842的各种时序信号的波形的参数。寄存器843能够使用包括多个寄存器的扫描器链寄存器形成。

[0297] 通过根据图1中的信号SR改变在时序控制器842中使用的参数,可以改变显示在显示部20上的图像的刷新频率。

[0298] 在驱动部30中可以设置与光传感器880连接的传感控制器824。光传感器880具有检测外光881而生成检测信号的功能。传感控制器824具有根据检测信号生成控制信号的功能。在传感控制器824中所生成的控制信号例如被输出到控制器825。

[0299] 图像处理部830具有分别生成供应到反射型液晶元件的图像信号和供应到发光元件的图像信号的功能。在此情况下,可以根据使用光传感器880及传感控制器824测量的外光881的亮度调整反射型液晶元件的反射强度和发光元件的发光强度。在此,将该调整称为调光或调光处理。此外,将进行调光处理的电路称为调光电路。

[0300] 图像处理部830根据显示部20的规格也可以包括RGB-RGBW转换电路等其他处理电路。RGB-RGBW转换电路具有将红色、绿色及蓝色(RGB)的图像数据转换为红色、绿色、蓝色及白色(RGBW)图像信号的功能。也就是说,在显示部20包括RGBW4个颜色的像素的情况下,通过使用白色(W)像素显示图像数据内的白色(W)成分,可以减少功耗。注意,在显示部20包括RGBY4个颜色的像素的情况下,例如也可以使用RGB-RGBY(红色、绿色、蓝色、黄色)转换电路。

[0301] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

[0302] (实施方式7)

在本实施方式中,说明可以在上述实施方式中使用的OS晶体管的结构实例。

[0303] <晶体管的结构实例>

[结构实例1]

图25A是晶体管900的俯视图。图25C是沿着图25A中的切断线X1-X2的截面图。图25D是沿着图25A中的切断线Y1-Y2的截面图。注意,在图25A中,为了避免繁杂,不示出晶体管900的构成要素的一部分(用作栅极绝缘膜的绝缘膜等)。有时将切断线X1-X2方向称为沟道长度方向,将切断线Y1-Y2方向称为沟道宽度方向。有时在后面说明的晶体管的俯视图也与图25A同样地不示出构成要素的一部分。

[0304] 晶体管900包括:衬底902上的用作栅电极的导电膜904;衬底902及导电膜904上的绝缘膜906;绝缘膜906上的绝缘膜907;绝缘膜907上的金属氧化膜908;与金属氧化膜908连接的用作源电极的导电膜912a;以及与金属氧化膜908连接的用作漏电极的导电膜912b。在晶体管900上,详细地说,在导电膜912a、912b及金属氧化膜908上设置有绝缘膜914、绝缘膜916及绝缘膜918。绝缘膜914、916及918具有晶体管900的保护绝缘膜的功能。

[0305] 金属氧化膜908包括被用作栅电极的导电膜904一侧的第一金属氧化膜908a以及第一金属氧化膜908a上的第二金属氧化膜908b。绝缘膜906及绝缘膜907用作晶体管900的

栅极绝缘膜。

[0306] 作为金属氧化膜908可以使用In-M氧化物(M是Ti、Ga、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd或Hf)及In-M-Zn氧化物。尤其是,作为金属氧化膜908优选使用In-M-Zn氧化物。

[0307] 第一金属氧化膜908a包括其In的原子个数比大于M的原子个数比的第一区域。第二金属氧化膜908b包括其In的原子个数比小于第一金属氧化膜908a的第二区域。第二区域包括薄于第一区域的部分。

[0308] 通过使第一金属氧化膜908a包括其In的原子个数比大于M的原子个数比的第一区域,可以提高晶体管900的场效应迁移率(也简称为迁移率或 μFE)。具体而言,晶体管900的场效应迁移率可以超过 $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。

[0309] 例如,通过将上述场效应迁移率高的晶体管用于生成选择信号的驱动电路(特别是,连接到该驱动电路所包括的移位寄存器的输出端子的多路分配器),可以提供窄边框的半导体装置或显示装置。

[0310] 另一方面,有时包括其In的原子个数比大于M的原子个数比的第一区域的第一金属氧化膜908a容易使光照射时的晶体管900的电特性变动。然而,在本发明的一个实施方式的半导体装置中,在第一金属氧化膜908a上形成有第二金属氧化膜908b。另外,第二金属氧化膜908b的沟道区域的厚度小于第一金属氧化膜908a的厚度。

[0311] 此外,因为第二金属氧化膜908b包括其In的原子个数比小于第一金属氧化膜908a的第二区域,所以其 E_g 大于第一金属氧化膜908a。因此,具有第一金属氧化膜908a和第二金属氧化膜908b的叠层结构的金属氧化膜908的对光负偏压应力测试的耐性高。

[0312] 通过采用上述结构,可以减少光照射时的金属氧化膜908的光吸收量。其结果,能够减少起因于光照射的晶体管900的电特性的变动。因为在本发明的一个实施方式的半导体装置中,绝缘膜914或绝缘膜916包含过剩氧。上述结构可以进一步减少起因于光照射的晶体管900的电特性的变动。

[0313] 在此,参照图25B详细地说明金属氧化膜908。

[0314] 图25B是将图25C所示的晶体管900中的金属氧化膜908及其附近放大的截面图。

[0315] 在图25B中,将第一金属氧化膜908a的厚度表示为 t_1 ,将第二金属氧化膜908b的厚度表示为 t_2-1 ,将第二金属氧化膜908b的另一个厚度表示为 t_2-2 。通过在第一金属氧化膜908a上设置第二金属氧化膜908b,在形成导电膜912a、912b时不会使第一金属氧化膜908a暴露于蚀刻气体或蚀刻溶液等。因此,第一金属氧化膜908a的厚度不会变薄或几乎不会变薄。另一方面,通过形成导电膜912a、912b,第二金属氧化膜908b中的不与导电膜912a、912b重叠的部分被蚀刻,因此在被蚀刻的部分中形成凹部。也就是说,第二金属氧化膜908b的与导电膜912a、912b重叠的区域的厚度为 t_2-1 ,第二金属氧化膜908b的不与导电膜912a、912b重叠的区域的厚度为 t_2-2 。

[0316] 关于第一金属氧化膜908a和第二金属氧化膜908b的厚度的关系优选为 $t_2-1 > t_1 > t_2-2$ 。通过采用这种厚度的关系,晶体管可以具有高场效应迁移率且光照射时的阈值电压的变动少。

[0317] 当包括在晶体管900中的金属氧化膜908中形成有氧缺陷时,产生作为载流子的电子,由此晶体管900容易成为常开启特性。由此,为了获得稳定的晶体管特性,减少金属氧化膜908中的氧缺陷,特别减少第一金属氧化膜908a中的氧缺陷是重要的。在本发明的一个实

施方式的晶体管的结构中,通过对金属氧化膜908上的绝缘膜,在此,金属氧化膜908上的绝缘膜914及/或绝缘膜916引入过剩氧,使氧从绝缘膜914及/或绝缘膜916移动到金属氧化膜908中,来填补金属氧化膜908中的氧缺陷,特别填补第一金属氧化膜908a中的氧缺陷。

[0318] 注意,优选的是,绝缘膜914、916都具有含有超过化学计量组成的氧的区域(氧过剩区域)。换句话说,绝缘膜914、916是一种能够释放氧的绝缘膜。此外,通过对成膜后的绝缘膜914、916引入氧,在绝缘膜914、916中形成氧过剩区域。可以使用离子注入法、离子掺杂法、等离子体浸没式离子注入法、等离子体处理等引入氧。

[0319] 为了填补第一金属氧化膜908a中的氧缺陷,优选使包括第二金属氧化膜908b的沟道形成区域及沟道形成区域附近的部分的厚度减薄,并且优选满足 $t_{2-2} < t_1$ 。例如,包括第二金属氧化膜908b的沟道形成区域及沟道形成区域附近的部分的厚度优选为1nm以上且20nm以下,更优选为3nm以上且10nm以下。

[0320] [结构实例2]

图26A至图26C示出晶体管900的其他结构实例。图26A是晶体管900的俯视图。图26B是沿着图26A中的切断线X1-X2的截面图,图26C是沿着图26A中的切断线Y1-Y2的截面图。

[0321] 晶体管900包括:衬底902上的被用作第一栅电极的导电膜904;衬底902及导电膜904上的绝缘膜906;绝缘膜906上的绝缘膜907;绝缘膜907上的金属氧化膜908;与金属氧化膜908电连接的被用作源电极的导电膜912a;与金属氧化膜908电连接的被用作漏电极的导电膜912b;金属氧化膜908、导电膜912a及912b上的绝缘膜914、916;设置在绝缘膜916上且与导电膜912b电连接的导电膜920a;绝缘膜916上的导电膜920b;以及绝缘膜916及导电膜920a、920b上的绝缘膜918。

[0322] 导电膜920b可以用作晶体管900的第二栅电极。当将晶体管900用于输入/输出装置的显示部时,可以将导电膜920a用于显示元件的电极等。

[0323] 被用作导电膜的导电膜920a及被用作第二栅电极的导电膜920b都含有与包含于金属氧化膜908中的金属元素相同的金属元素。例如,被用作第二栅电极的导电膜920b与金属氧化膜908包含同一金属元素,因此能够降低制造成本。

[0324] 例如,当被用作导电膜的导电膜920a及用作第二栅电极的导电膜920b都包括In-M-Zn氧化物时,用来形成In-M-Zn氧化物的溅射靶材中的金属元素的原子个数比优选满足 $In \geq M$ 。作为这种溅射靶材中的金属元素的原子个数比,可以举出 $In:M:Zn=2:1:3$ 、 $In:M:Zn=3:1:2$ 、 $In:M:Zn=4:2:4.1$ 等。

[0325] 被用作导电膜的导电膜920a及用作第二栅电极的导电膜920b都可以具有单层结构或两层以上的叠层结构。注意,当导电膜920a及导电膜920b都具有叠层结构时,溅射靶材的组成不限于上述溅射靶材的组成。

[0326] 在形成导电膜920a、920b的工序中,导电膜920a、920b被用作用来抑制氧从绝缘膜914、916释放的保护膜。导电膜920a、920b在形成绝缘膜918的工序之前用作半导体,而在形成绝缘膜918的工序之后用作导体。

[0327] 在导电膜920a、920b中形成氧缺陷,对该氧缺陷从绝缘膜918添加氢,由此在传导带附近形成施主能级。其结果是,导电膜920a、920b的每一个的导电性变高,因此导电膜920a、920b成为导体。可以将成为导体的导电膜920a、920b分别称为氧化物导体。一般而言,氧化物半导体的能隙较大,所以对可见光具有透光性。另一方面,氧化物导体是

在传导带附近具有施主能级的氧化物半导体。因此,氧化物导电体的起因于该施主能级的吸收的影响较小,而对可见光具有与氧化物半导体相同程度的透光性。

[0328] <金属氧化物>

接着,对可用于上述OS晶体管的金属氧化物进行说明。以下,特别是对金属氧化物和CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS的详细内容进行说明。

[0329] CAC-OS或CAC-metal oxide在材料的一部分中具有导电性的功能,在材料的另一部分中具有绝缘性的功能,作为材料的整体CAC-OS或CAC-metal oxide具有半导体的功能。在将CAC-OS或CAC-metal oxide用于晶体管的沟道形成区域的情况下,导电性的功能是使被用作载流子的电子(或空穴)流过的功能,绝缘性的功能是不使被用作载流子的电子流过的功能。通过导电性的功能和绝缘性的功能的互补作用,可以使CAC-OS或CAC-metal oxide具有开关功能(开启/关闭的功能)。通过在CAC-OS或CAC-metal oxide中使各功能分离,可以最大限度地提高各功能。

[0330] CAC-OS或CAC-metal oxide包括导电性区域及绝缘性区域。导电性区域具有上述导电性的功能,绝缘性区域具有上述绝缘性的功能。在材料中,导电性区域和绝缘性区域有时以纳米粒子级分离。有时导电性区域和绝缘性区域有时在材料中不均匀地分布。有时导电性区域被观察为其边缘模糊且以云状连接。

[0331] 另外,在CAC-OS或CAC-metal oxide中,有时导电性区域及绝缘性区域都具有0.5nm以上且10nm以下,优选为0.5nm以上且3nm以下的尺寸且分散在材料中。

[0332] CAC-OS或CAC-metal oxide包括具有不同带隙的成分。例如,CAC-OS或CAC-metal oxide包括具有起因于绝缘性区域的宽隙的成分及具有起因于导电性区域的窄隙的成分。在该构成的情况下,载流子主要在具有窄隙的成分中流过。具有窄隙的成分与具有宽隙的成分互补作用,并且与具有窄隙的成分联动地在具有宽隙的成分中载流子流过。因此,在将上述CAC-OS或CAC-metal oxide用于晶体管的沟道形成区域时,在晶体管的导通状态中可以得到高电流驱动力,即高通态电流及高场效应迁移率。

[0333] 就是说,可以将CAC-OS或CAC-metal oxide称为基质复合材料(matrix composite)或金属基质复合材料(metal matrix composite)。

[0334] CAC-OS例如具有包含在金属氧化物中的元素不均匀地分布的构成。包含不均匀地分布的元素的材料都具有0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且2nm以下或近似的尺寸。注意,在下面的金属氧化物的说明中,也将一个或多个金属元素不均匀地分布且包含该金属元素的区域混合的状态称为马赛克(mosaic)状或补丁(patch)状。该区域都具有0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且2nm以下或近似的尺寸。

[0335] 注意,金属氧化物优选至少包含镧。尤其是,优选包含镧及铈。除此之外,也可以还包含铝、镓、铋、铜、钒、铍、硼、硅、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、铈、铈、铈和镁等中的一种或多种。

[0336] 例如,关于CAC-OS,具有CAC构成的In-Ga-Zn氧化物(尤其可以将In-Ga-Zn氧化物称为CAC-IGZO)具有材料分成铟氧化物(InO_{x1} ($x1$ 为大于0的实数))或铟锌氧化物($\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ ($x2$ 、 $y2$ 及 $z2$ 为大于0的实数))以及镓氧化物(GaO_{x3} ($x3$ 为大于0的实数))或镓锌氧化物($\text{Ga}_{x4}\text{Zn}_{y4}\text{O}_{z4}$ ($x4$ 、 $y4$ 及 $z4$ 为大于0的实数))而成为马赛克状。并且,马赛克状的 InO_{x1} 或 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 均匀地分布在膜中。上述构成也称为云状构成。

[0337] 换言之, CAC-OS是具有以 GaO_{x3} 为主要成分的区域和以 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 为主要成分的区域混在一起的构成的复合金属氧化物。注意, 在本说明书中, 例如当第一区域的In与元素M的原子个数比大于第二区域的In与元素M的原子个数比时, 第一区域的In浓度高于第二区域。

[0338] 注意, IGZO也是包含In、Ga、Zn及O的化合物的通称。作为IGZO的典型例子, 可以举出以 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m1}$ ($m1$ 为自然数) 表示的结晶性化合物或 $\text{In}_{(1+x0)}\text{Ga}_{(1-x0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m0}$ ($-1 \leq x0 \leq 1, m0$ 为任意数) 表示的结晶性化合物。

[0339] 上述结晶性化合物具有单晶结构、多晶结构或CAAC (c-axis aligned crystal) 结构。注意, CAAC结构是多个IGZO的纳米晶具有c轴取向性且在a-b面上以不取向的方式连接的结晶结构。

[0340] 另一方面, CAC-OS与金属氧化物的材料构成有关。在包含In、Ga、Zn及O的材料构成中, CAC-OS的一部分中观察到包含作为主要成分的Ga的纳米粒子状区域以及CAC-OS的一部分中观察到包含作为主要成分的In的纳米粒子状区域。这些纳米粒子状区域以马赛克状无规律地分散。因此, 结晶结构是CAC-OS的次要因素。

[0341] 注意, 在CAC-OS中, 不包含原子个数比不同的两种以上的膜的叠层结构。例如, 不包含包含作为主要成分的In的膜与包含作为主要成分的Ga的膜的两层结构。

[0342] 注意, 有时无法明确地观察到包含作为主要成分的 GaO_{x3} 的区域与包含作为主要成分的 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 的区域之间的边界。

[0343] 在CAC-OS中包含铝、钇、铜、钒、铍、硼、硅、钛、铁、镍、铬、锆、钼、镧、铈、钕、钐、铈、钆、钇、铟和镁等中的一种或多种以代替镓的情况下, 在CAC-OS的一部分中观察到包含作为主要成分的所选择的金属元素的纳米粒子状区域, 并且在CAC-OS的一部分中观察到包含作为主要成分的In的纳米粒子状区域, 上述纳米粒子区域在CAC-OS中以马赛克状无规律地分散。

[0344] CAC-OS例如可以在对衬底不进行意图性的加热的条件下利用溅射法来形成。在利用溅射法形成CAC-OS的情况下, 作为成膜气体, 可以使用选自惰性气体 (典型的是氩)、氧气体和氮气体中的一种或多种。成膜气体的总流量中的氧气体的流量比越低越好, 例如, 将氧气体的流量比优选设定为0%以上且低于30%, 更优选为0%以上且10%以下。

[0345] CAC-OS具有如下特征: 在根据X射线衍射 (XRD) 测定法的out-of-plane法利用 $\theta/2\theta$ 扫描进行测定时, 观察不到明确的峰值。也就是说, 根据X射线衍射, 可知在测定区域中没有a-b面方向及c轴方向上的取向。

[0346] 在通过照射束径为1nm的电子束 (也称为纳米尺寸电子束) 而取得的CAC-OS的电子衍射图案中, 观察到环状的亮度高的区域以及在该环状区域内的多个亮点。由此, 电子衍射图案表示, CAC-OS的结晶结构具有在平面方向及截面方向上没有取向的奈米晶 (nc) 结构。

[0347] 例如, 根据能量分散型X射线分析法 (EDX) 面分析图像, 可确认到: 具有CAC构成的In-Ga-Zn氧化物图像具有包含作为主要成分的 GaO_{x3} 的区域及包含作为主要成分的 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 的区域不均匀地分布而混合。

[0348] CAC-OS具有与金属元素均匀地分布的IGZO化合物不同的结构, 并且具有与IGZO化合物不同的性质。换言之, 在CAC-OS中, 具有包含作为主要成分的 GaO_{x3} 的区域及包含作为主要成分的 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 的区域以马赛克状互相分离。

[0349] 包含作为主要成分的 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 的区域的导电性高于包含作为主要成分的

GaO_{x3}等的区域的导电性。换言之,当载流子流过包含作为主要成分的In_{x2}Zn_{y2}O_{z2}或InO_{x1}的区域时,呈现氧化物半导体的导电性。因此,当包含作为主要成分的In_{x2}Zn_{y2}O_{z2}或InO_{x1}的区域在氧化物半导体中以云状分布时,可以实现高场效应迁移率(μ)。

[0350] 另一方面,包含作为主要成分的GaO_{x3}等的区域的绝缘性高于包含作为主要成分的In_{x2}Zn_{y2}O_{z2}或InO_{x1}的区域的绝缘性。换言之,当包含作为主要成分的GaO_{x3}等的区域在氧化物半导体中分布时,可以抑制泄漏电流而实现良好的开关工作。

[0351] 因此,当将CAC-OS用于半导体元件时,通过起因于GaO_{x3}等的绝缘性及起因于In_{x2}Zn_{y2}O_{z2}或InO_{x1}的导电性的互补作用可以实现高通态电流(I_{on})及高场效应迁移率(μ)。

[0352] 包括CAC-OS的半导体元件具有高可靠性。因此,CAC-OS适用于各种半导体装置。

[0353] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

[0354] (实施方式8)

在本实施方式中,说明安装有本发明的一个实施方式的半导体装置、显示装置、显示系统或显示模块的电子设备的例子。

[0355] 图27A和图27B示出便携式信息终端1800的一个例子。便携式信息终端1800包括框体1801、框体1802、显示部1803、显示部1804及铰链部1805等。

[0356] 框体1801与框体1802由铰链部1805连接在一起。便携式信息终端1800可以从图27A所示的折叠状态转换成图27B所示的框体1801和框体1802展开的状态。

[0357] 例如,可以在显示部1803及显示部1804上显示文件信息,由此可以将便携式信息终端用作电子书阅读器。另外,也可以在显示部1803及显示部1804上显示静态图像或动态图像。

[0358] 当携带时可以使便携式信息终端1800为折叠状态,因此通用性优越。

[0359] 另外,框体1801和框体1802也可以包括电源按钮、操作按钮、外部连接端口、扬声器、麦克风等。

[0360] 图27C示出便携式信息终端的一个例子。图27C所示的便携式信息终端1810包括框体1811、显示部1812、操作按钮1813、外部连接端口1814、扬声器1815、麦克风1816、照相机1817等。

[0361] 便携式信息终端1810在显示部1812中具有触摸传感器。通过用手指或触屏笔等触摸显示部1812可以进行打电话或输入文字等各种操作。

[0362] 可以利用操作按钮1813切换电源的ON、OFF并切换显示在显示部1812上的图像的种类。例如,图像可以从电子邮件的编写屏幕切换为主菜单屏幕。

[0363] 当在便携式信息终端1810内部设置陀螺仪传感器或加速度传感器等检测装置时,通过判断便携式信息终端1810的方向(信息终端1810是否处于适合横屏模式或竖屏模式的纵向配置或横向配置),而对显示部1812的屏面显示方向进行自动切换。屏面显示的切换也可以通过触摸显示部1812、操作操作按钮1813或者使用麦克风1816输入声音等来进行。

[0364] 便携式信息终端1810具有电话机、笔记本和信息阅读等中的一种或多种功能。具体地说,便携式信息终端1810可以被用作智能手机。便携式信息终端1810例如可以执行移动电话、电子邮件、文章的阅读及编辑、音乐播放、动画播放、网络通信、游戏等各种应用程序。

[0365] 图27D示出照相机的一个例子。照相机1820包括框体1821、显示部1822、操作按钮

1823、快门按钮1824等。照相机1820安装有可装卸的镜头1826。

[0366] 在此,虽然照相机1820的镜头1826能够从框体1821被拆卸下而交换,但是镜头1826和框体1821也可以被形成为一体。

[0367] 通过按下快门按钮1824,照相机1820可以拍摄静态图像或动态图像。另外,也可以使显示部1822具有触摸面板的功能,通过触摸显示部1822进行摄像图像。

[0368] 另外,在照相机1820中还可以另外安装有闪光灯装置及取景器等。另外,这些构件也可以组装在框体1821中。

[0369] 图28A示出电视装置1830。电视装置1830包括显示部1831、框体1832、扬声器1833等。电视装置1830还可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器以及麦克风等。

[0370] 电视装置1830可以利用遥控操作机1834操作。

[0371] 电视装置1830能够接收如地上波或从卫星发送的电波等电波。电视装置1830能够接收模拟广播、数字广播等用电波以及只有图像及声音的广播、只有声音的广播等。例如,电视装置1830可以接收以UHF频段(大约300MHz至3GHz)或VHF频段(30MHz至300MHz)等指定的频带发送的电波。通过使用在多个频带中接收的多个数据,可以提高传输率,从而可以获得更多的信息。由此,可以将具有超过全高清的分辨率的图像,例如,具有4K2K、8K4K、16K8K或更高的分辨率的图像显示在显示部1831上。

[0372] 另外,使用广播数据来生成显示在显示部1831上的图像,该广播数据是利用通过因特网、局域网(LAN)、Wi-Fi(注册商标)等计算机网络的数据传输技术而传输的。此时,电视装置1830可以不包括调谐器。

[0373] 图28B示出设置在圆柱状的柱子1842的数字标牌1840。数字标牌1840包括显示部1841。

[0374] 显示部1841越大,一次能够提供的信息量越多。另外,显示部1841越大,容易吸引人的注意,因此例如可以提高广告宣传效果。

[0375] 优选在显示部1841中使用触摸面板,因为具有上述结构的装置不仅可以显示静态图像或动态图像,使用者还可以直观地操作。另外,在将本发明的一个实施方式的显示装置用于提供线路信息或交通信息等信息时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0376] 图28C示出笔记本型个人计算机1850。个人计算机1850包括显示部1851、框体1852、触摸板1853以及连接端口1854等。

[0377] 触摸板1853被用作指向装置或数位板等的输入单元,可以利用手指或触屏笔等进行操作。

[0378] 另外,触摸板1853组装有显示元件。如图28C所示,通过在触摸板1853的表面上显示输入键1855,可以将触摸板1853用作键盘。此时,为了在使用者触摸输入键1855时通过振动实现触摸感,也可以在触摸板1853中组装有振动模块。

[0379] 图29A至图29C示出能够折叠的电子设备。

[0380] 图29A所示的电子设备1900包括框体1901a、框体1901b、铰链1903、显示部1902a、显示部1902b等。显示部1902a组装在框体1901a中,显示部1902b组装在框体1901b中。

[0381] 框体1901a和框体1901b以以铰链1903可以转动的方式连结。电子设备1900可以变形为合上框体1901a和框体1901b的状态以及如图29A所示那样框体1901a和框体1901b展开

的状态。因此,电子设备1900在携带时具有良好的可携带性,在使用时显示区域较大而具有高可见度。

[0382] 铰链1903优选具有锁定机构,以便防止展开框体1901a和框体1901b时框体1901a和框体1901b之间的角度大于指定的角度。例如,锁定(不能进一步打开)的角度优选为90度以上且小于180度,典型的是,90°、120°、135°或150°等。由此,可以提高方便性、安全性及可靠性。

[0383] 显示部1902a和显示部1902b中的至少一个被用作触摸面板,可以利用手指或触屏笔等进行操作。

[0384] 在框体1901a和框体1901b中的一个中设置有无线通信模块,可以通过因特网、LAN、Wi-Fi(注册商标)等计算机网络收发数据。

[0385] 显示部1902a和显示部1902b也可以组装有一个柔性显示器。此时,可以进行在显示部1902a和显示部1902b之间连续显示。

[0386] 图29B示出被用作携带型游戏机的电子设备1910。电子设备1910包括框体1911a、框体1911b、显示部1912a、显示部1912b、铰链1913、操作按钮1914a、操作按钮1914b等。

[0387] 可以对框体1911b插入盒子1915。盒子1915例如储存游戏等应用软件,通过交换盒子1915,可以在电子设备1910上执行各种应用。

[0388] 图29B示出显示部1912a的尺寸和显示部1912b的尺寸互不相同的例子。具体而言,设置在框体1911a中的显示部1912a比设置有操作按钮1914a及操作按钮1914b的框体1911b所包括的显示部1912b大。例如,通过作为主屏幕使用显示部1912a且作为操作屏幕使用显示部1912b而进行显示,显示部可以被用于各种用途。

[0389] 图29C所示的电子设备1920在由铰链1923彼此连结的框体1921a和框体1921b中横跨设置有柔性显示部1922。

[0390] 可以将显示部1922的至少一部分弯曲。因为从框体1921a到框体1921b连续地配置有像素,所以显示部1922在弯曲的状态下可以显示图像。

[0391] 因为铰链1923具有上述锁定机构,显示部1922不被施加过分的压力,所以可以防止显示部1922被破损。其结果,可以实现可靠性高的电子设备。

[0392] 在图27A至图27D、图28A至图28C以及图29A至图29C所示的电子设备分别可以安装有上述实施方式中说明且控制显示在显示部上的图像的刷新频率的控制部40。由此,可以将本发明的一个实施方式的显示系统安装在任意电子设备中。在此情况下,可以将图27A图27D、图28A至图28C以及图29A至图29C中的操作按钮、扬声器、麦克风、触摸传感器、快门按钮或触摸板等接口用作图1中的输入部50。

[0393] 本实施方式可以与任意其他实施方式的记载适当地组合。

符号说明

[0394] 10:显示系统,20:显示部,21:像素部,22:像素,23:驱动电路,24:驱动电路,30:驱动部,40:控制部,50:输入部,60:控制器,61:输出部,62:输出部,63:分析装置,70:计数器,80:存储装置,81:单元阵列,82:存储单元,83:驱动电路,84:驱动电路,110:发光元件,120:液晶元件,412:液晶层,413:电极,417:绝缘层,421:绝缘层,431:着色层,432:遮光层,433:取向膜,434:着色层,434:着色层,435:偏振片,441:粘合层,442:粘合层,451:开口,470:发光元件,480:液晶元件,481:外光,491:电极,492:EL层,493:电极,494:绝缘层,501:晶体

管,503:晶体管,504:连接部,505:晶体管,506:晶体管,507:连接部,511:绝缘层,512:绝缘层,513:绝缘层,514:绝缘层,516:绝缘层,517:绝缘层,520:绝缘层,521:导电层,522:导电层,523:导电层,531:半导体层,540:晶体管,542:连接层,543:连接体,552:连接部,561:半导体层,563:导电层,580:晶体管,581:晶体管,584:晶体管,585:晶体管,586:晶体管,600:显示装置,601:显示装置,602:显示装置,611:电极,640:液晶元件,651:衬底,660:发光元件,661:衬底,662:显示部,664:电路,665:布线,672:FPC,673:IC,700:显示装置,710:像素部,711:像素,720:驱动电路,730:驱动电路,811:显示单元,812:触摸传感单元,821:接口,822:帧存储器,823:译码器,824:传感控制器,825:控制器,826:时钟生成电路,830:图像处理部,831:伽马校正电路,832:调光电路,833:调色电路,834:EL校正电路,841:存储装置,842:时序控制器,843:寄存器,850:驱动电路,851:源极驱动器,861:触摸传感控制器,870:主机,880:光传感器,881:外光,900:晶体管,902:衬底,904:导电膜,906:绝缘膜,907:绝缘膜,908:金属氧化膜,912:导电膜,914:绝缘膜,916:绝缘膜,918:绝缘膜,920:导电膜,1000:显示模块,1001:上盖,1002:下盖,1003:FPC,1004:触摸面板,1005:FPC,1006:显示装置,1009:框架,1010:印刷电路板,1011:电池,1800:便携式信息终端,1801:框体,1802:框体,1803:显示部,1804:显示部,1805:铰链部,1810:便携式信息终端,1811:框体,1812:显示部,1813:操作按钮,1814:外部连接端口,1815:扬声器,1816:麦克风,1817:相机,1820:相机,1821:框体,1822:显示部,1823:操作按钮,1824:快门按钮,1826:镜头,1830:电视装置,1831:显示部,1832:框体,1833:扬声器,1834:遥控操作机,1840:数字标牌,1841:显示部,1842:柱子,1850:个人计算机,1851:显示部,1852:框体,1853:触摸板,1854:连接端口,1855:输入键,1900:电子设备,1901:框体,1901a:框体,1901b:框体,1902a:显示部,1902b:显示部,1903:铰链,1910:电子设备,1911:框体,1912:显示部,1913:铰链,1914:操作按钮,1915:盒子,1920:电子设备,1921:框体,1922:显示部,以及1923:铰链

本申请基于2016年9月30日提交到日本专利局的日本专利申请No.2016-192889以及2017年4月26日提交到日本专利局的日本专利申请No.2017-086898,通过引用将其完整内容并入在此。

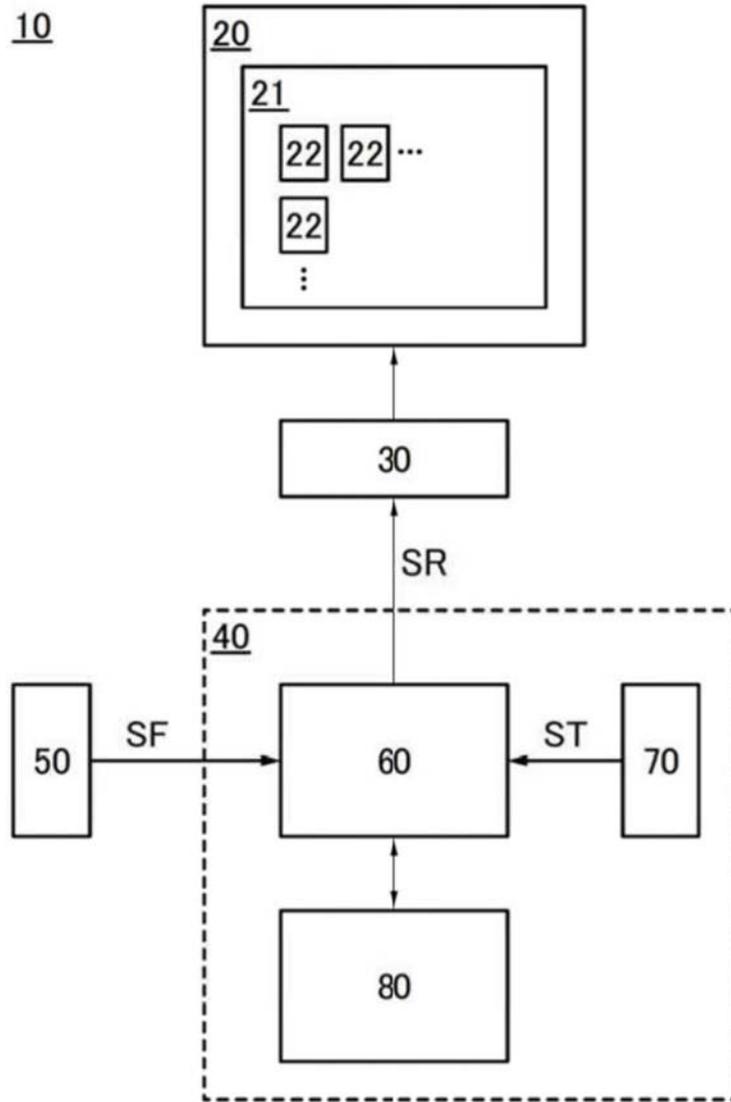


图1

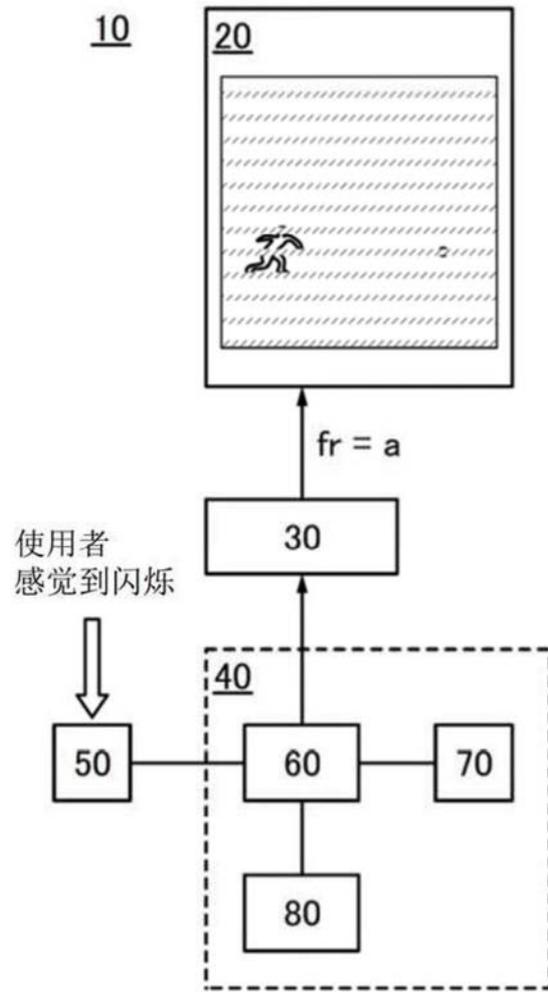


图2A

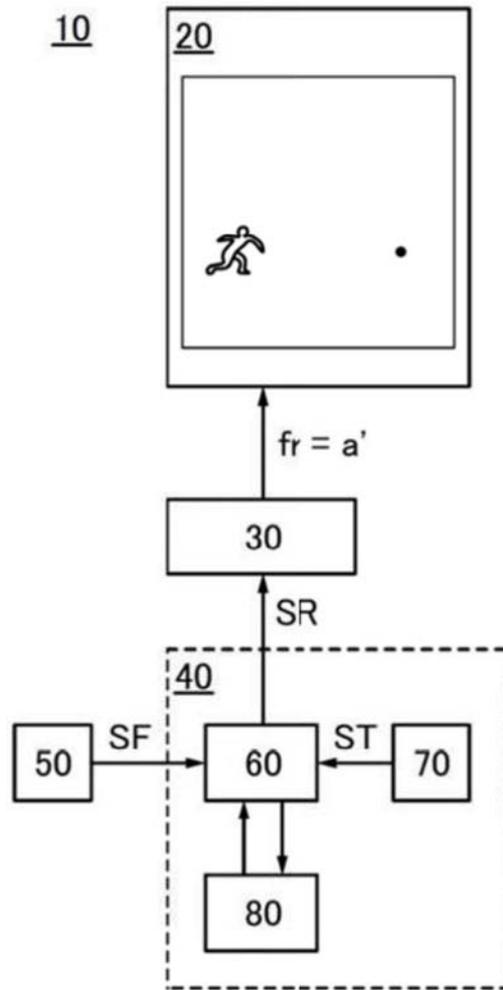


图2B

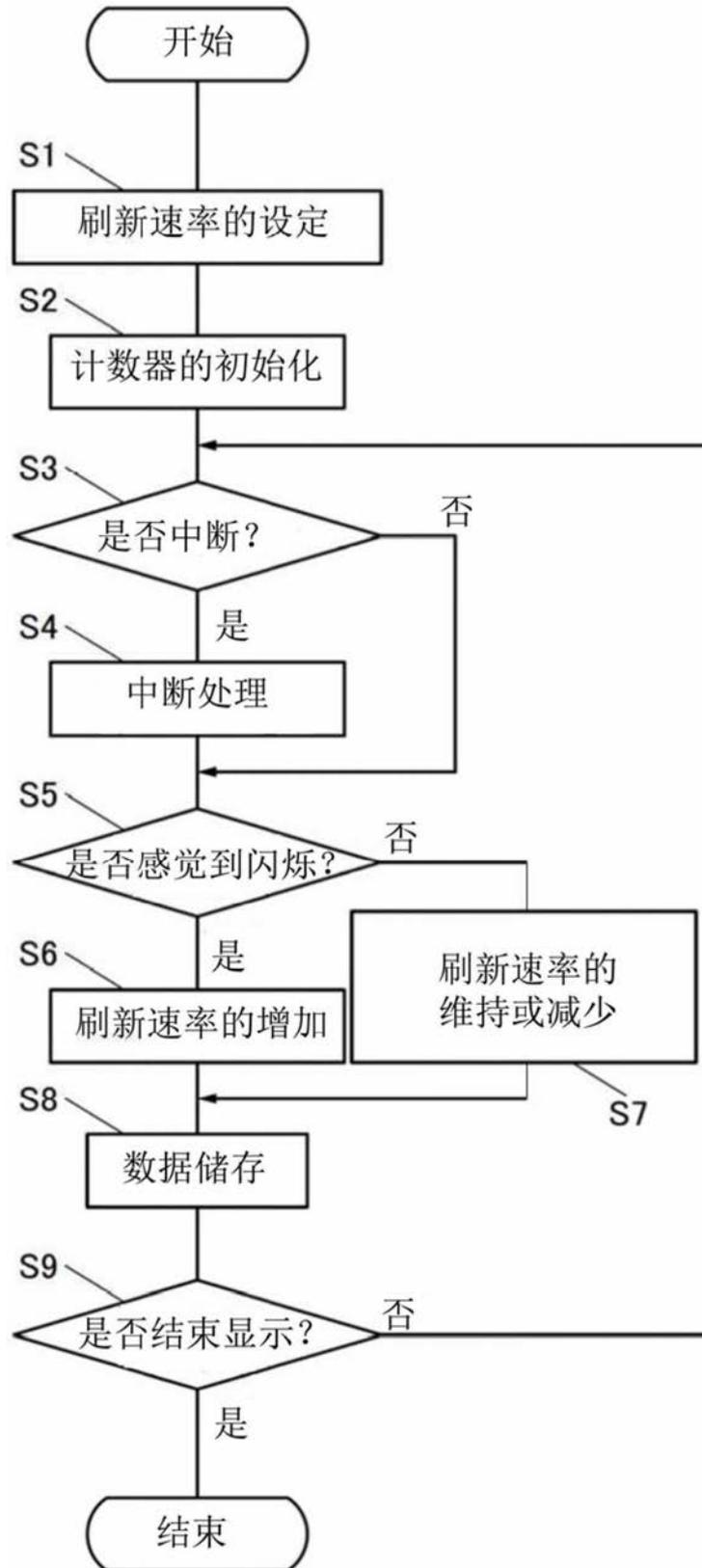


图3A

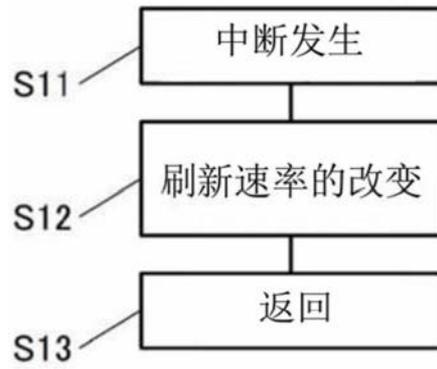


图3B

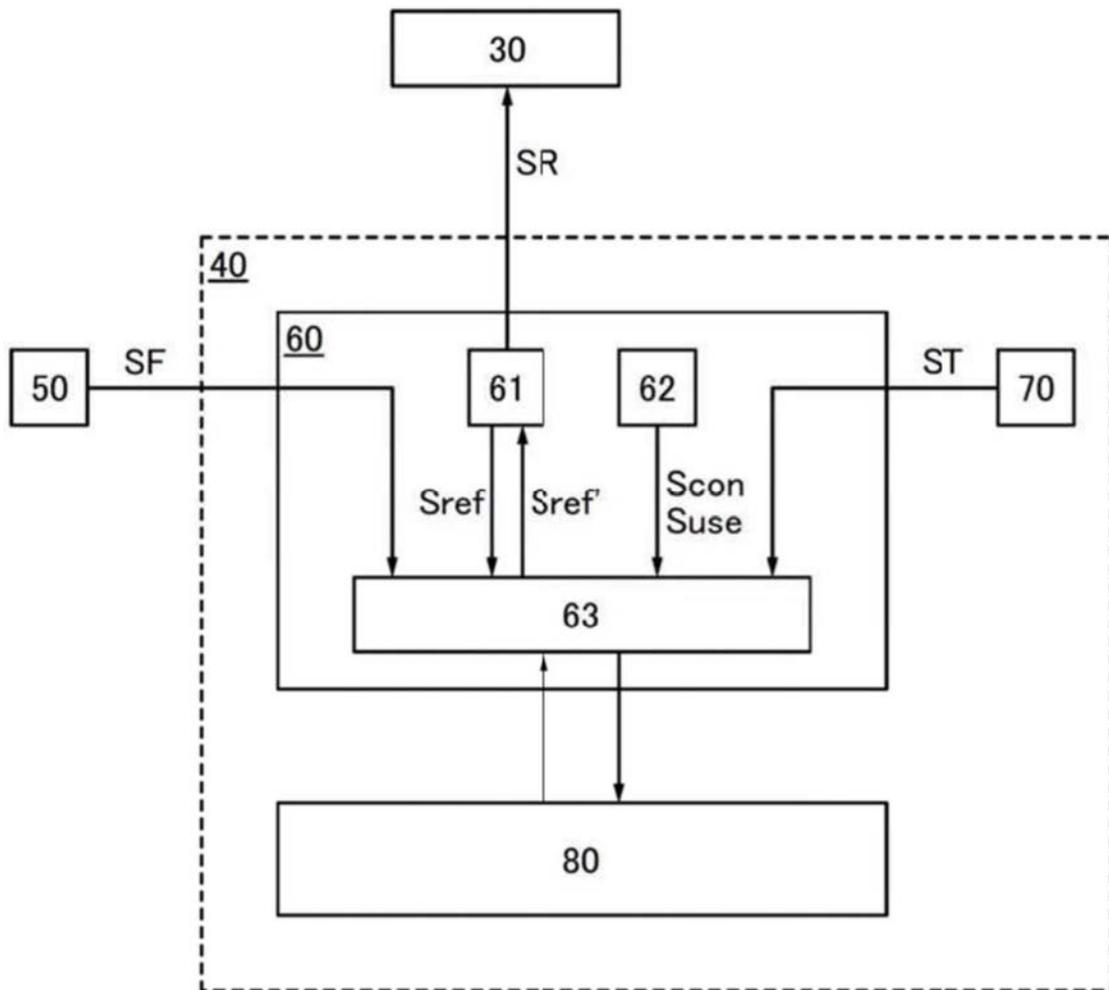


图4

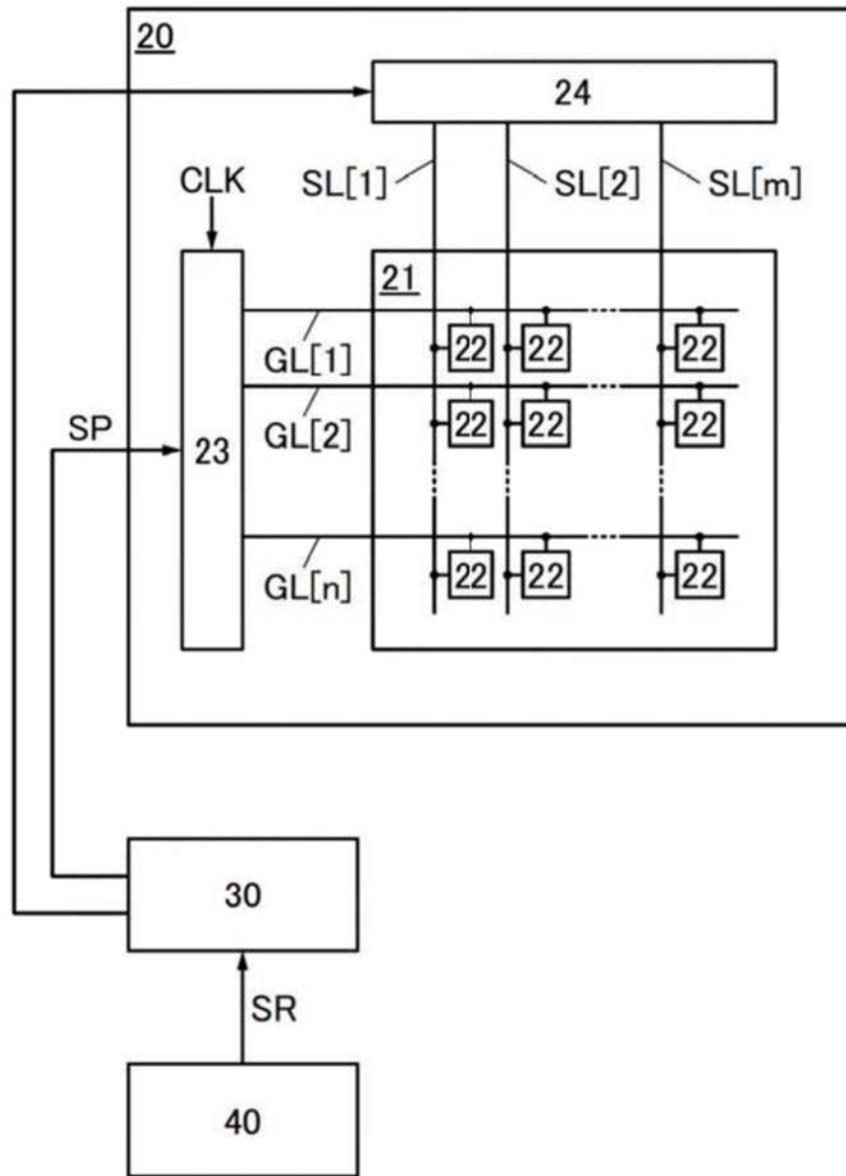


图5

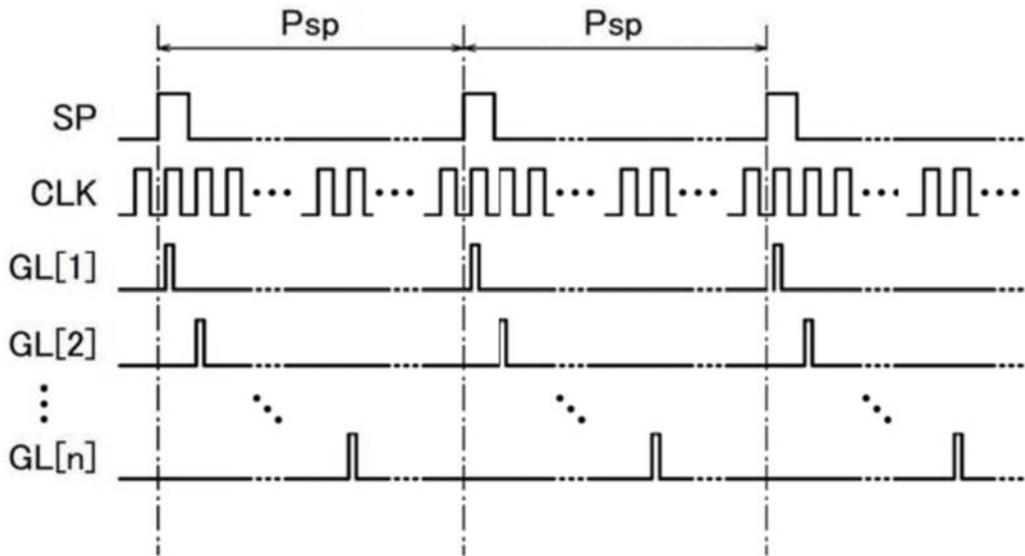


图6

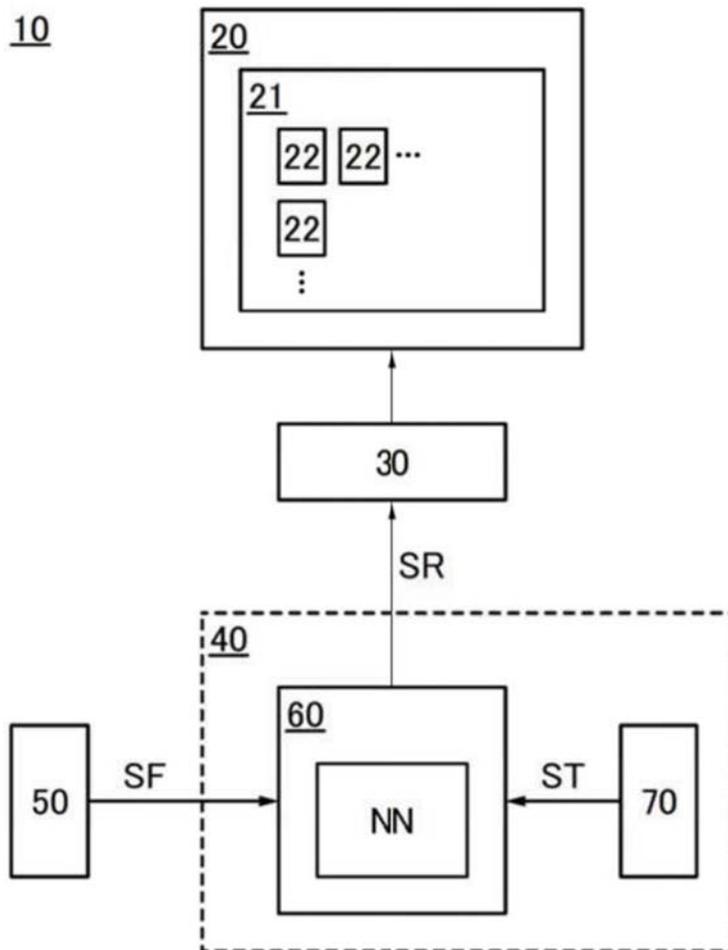


图7

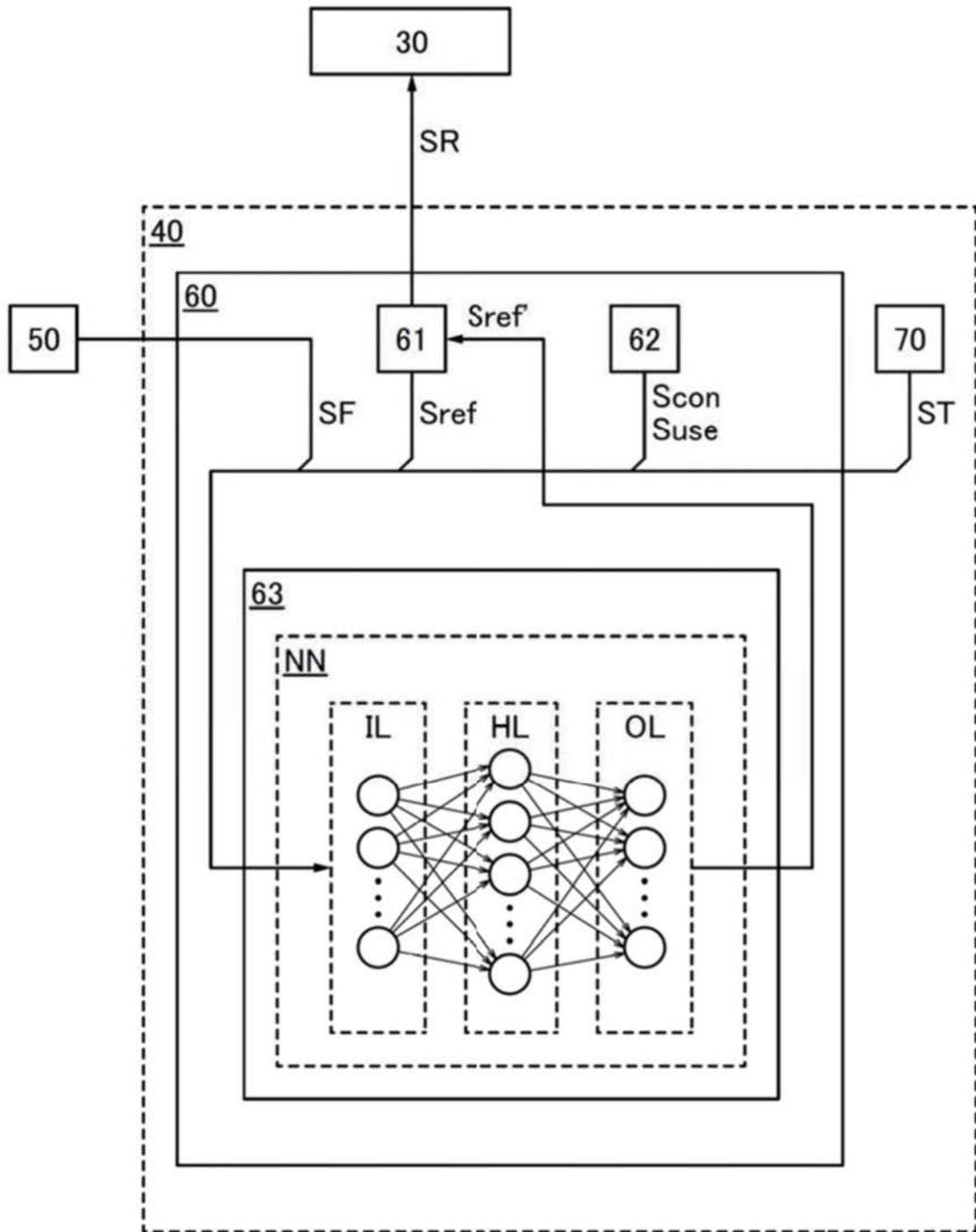


图8

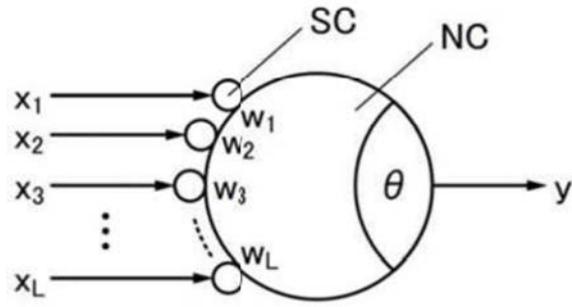


图9A

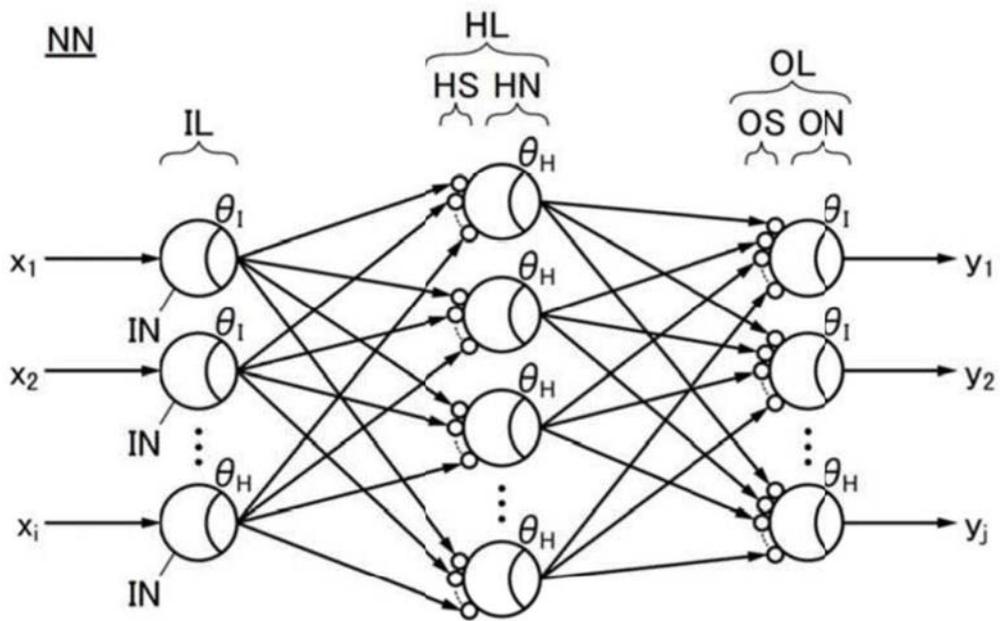


图9B

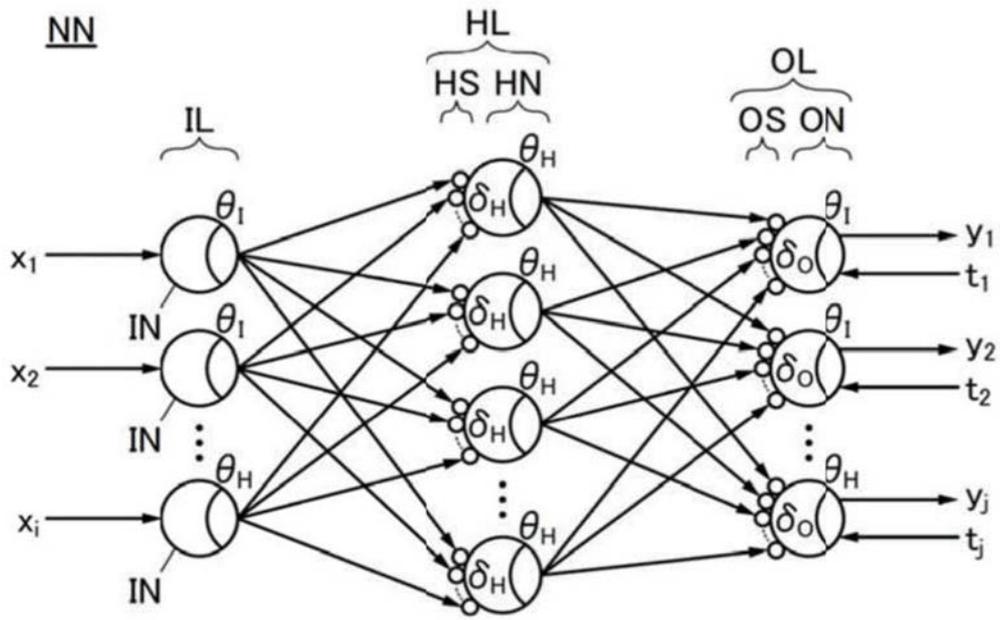


图9C

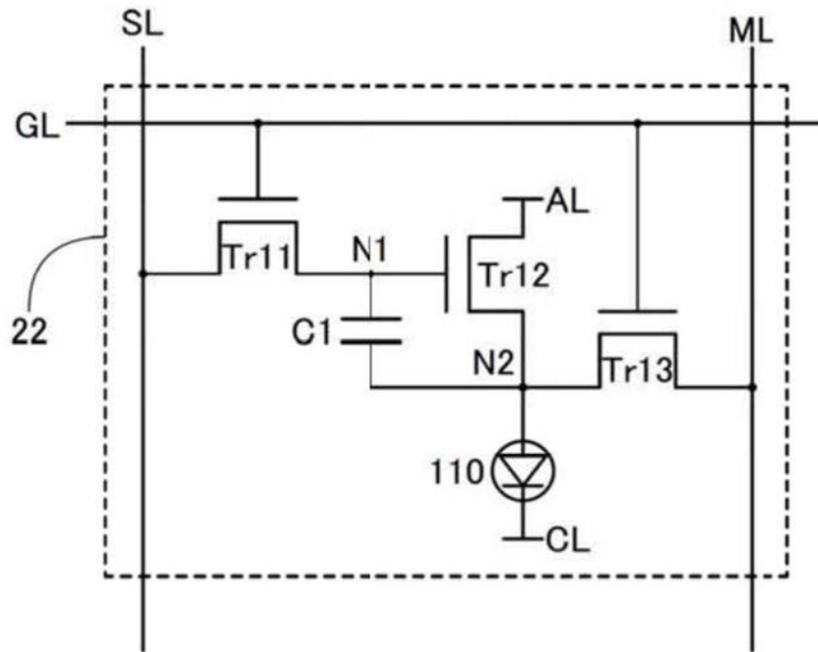


图10A

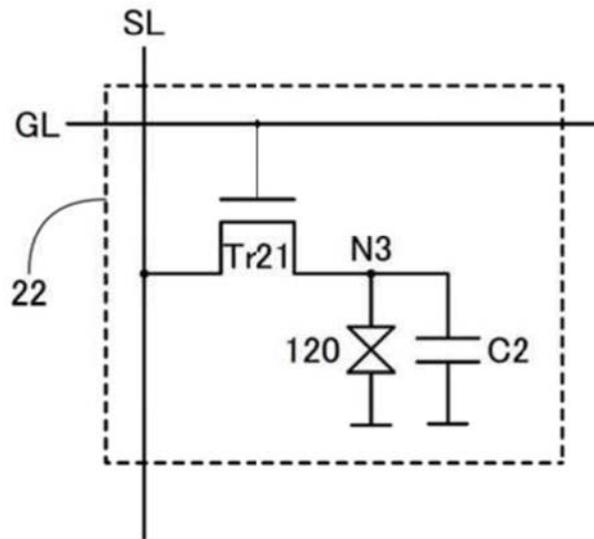


图10B

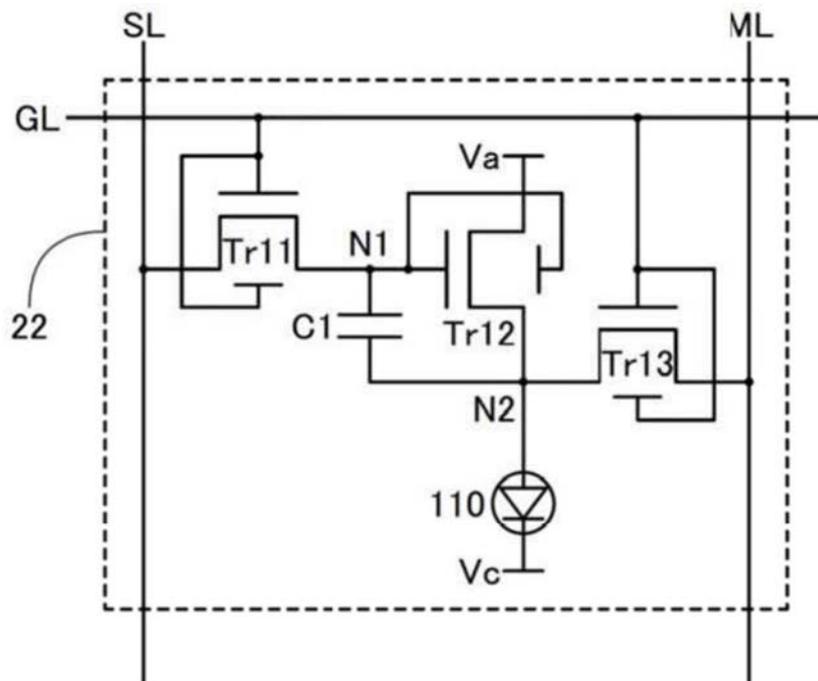


图11A

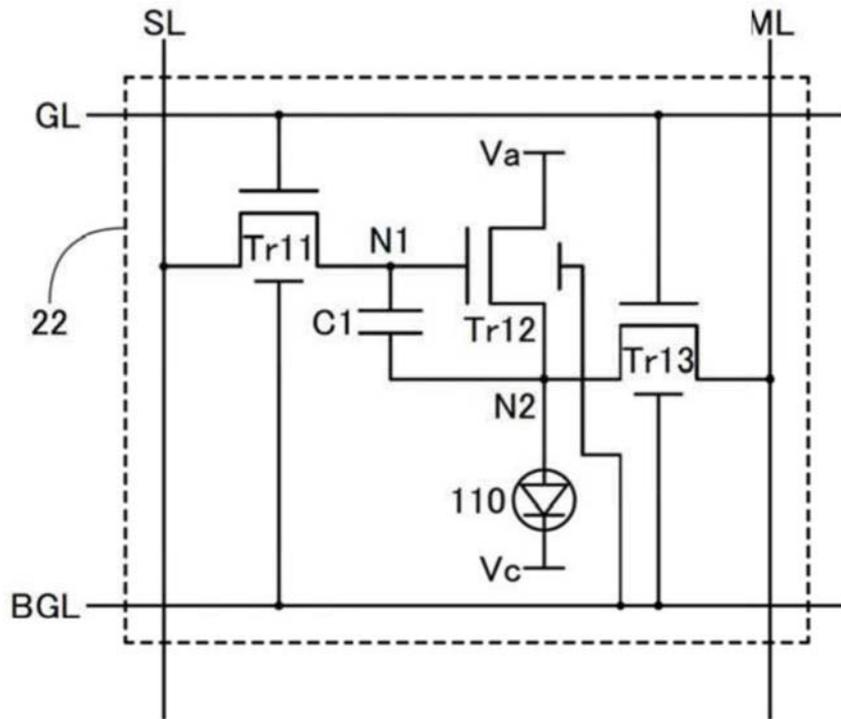


图11B

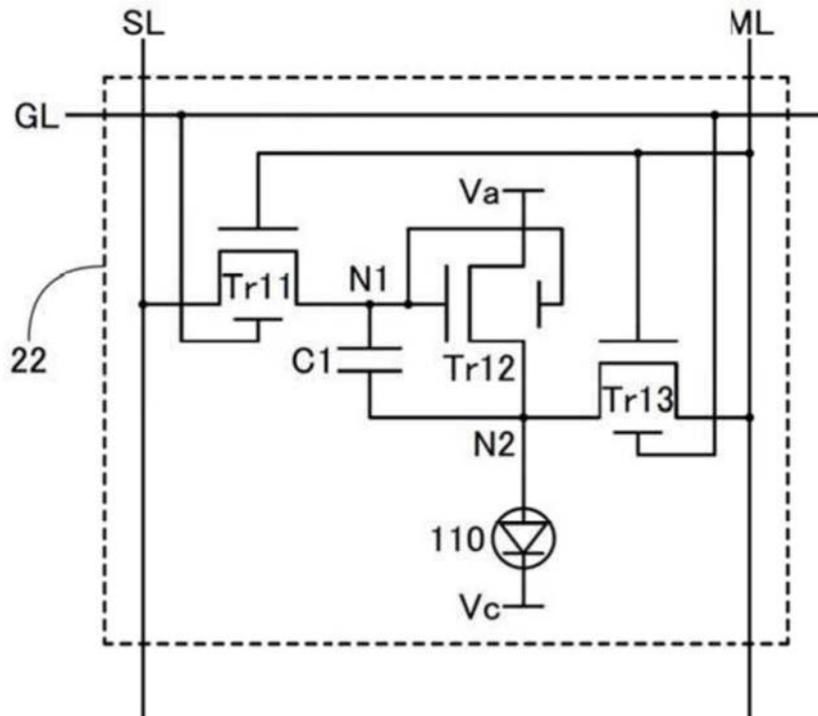


图12

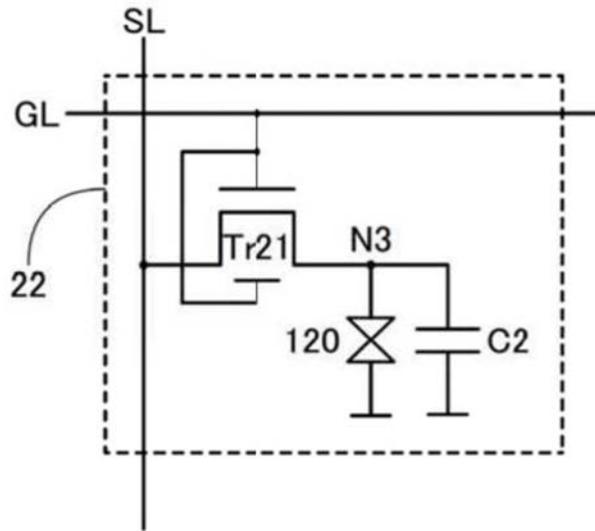


图13A

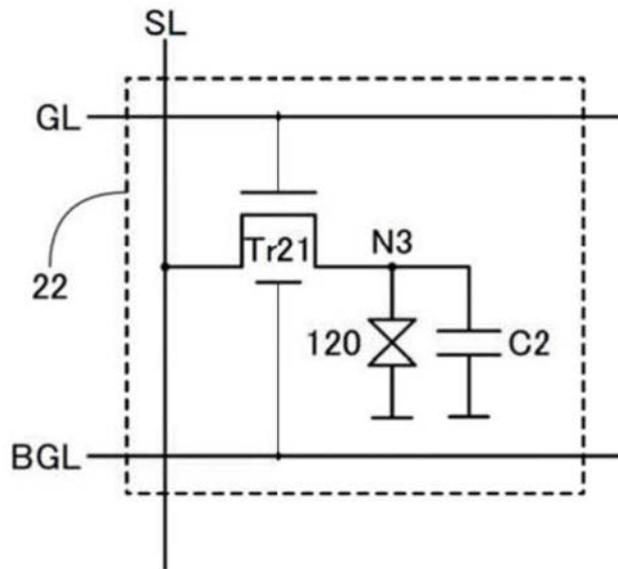


图13B

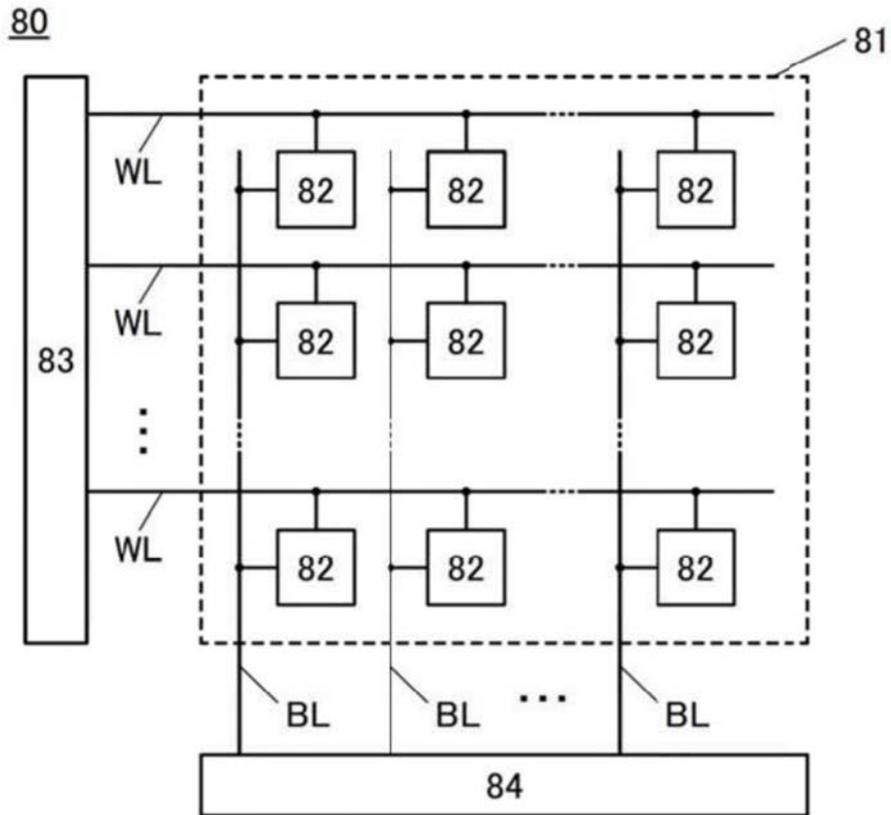


图14A

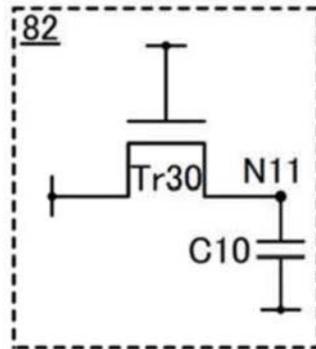


图14B1

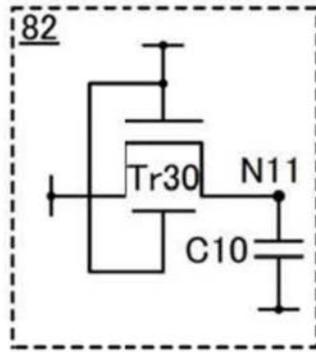


图14B2

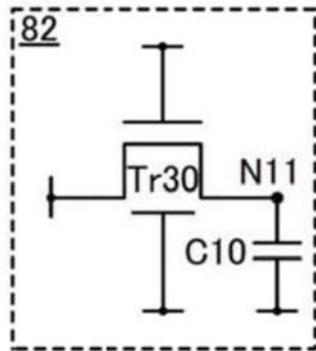


图14B3

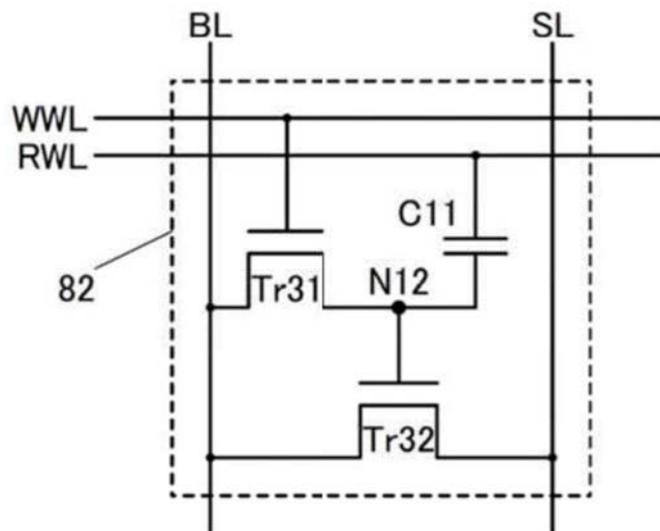


图15A

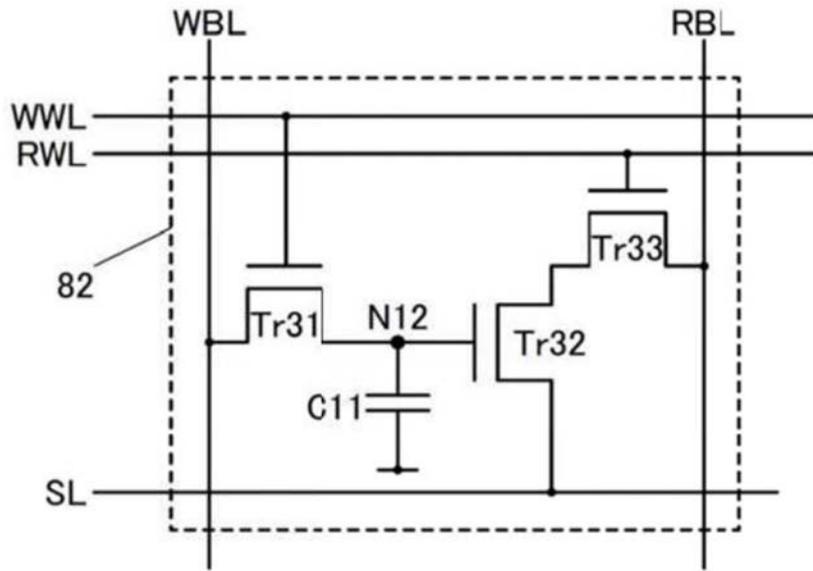


图15B

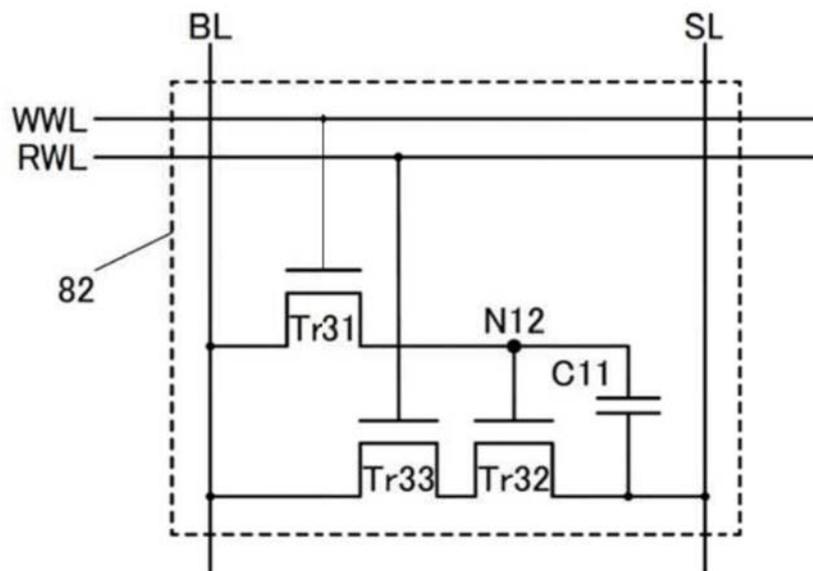


图15C

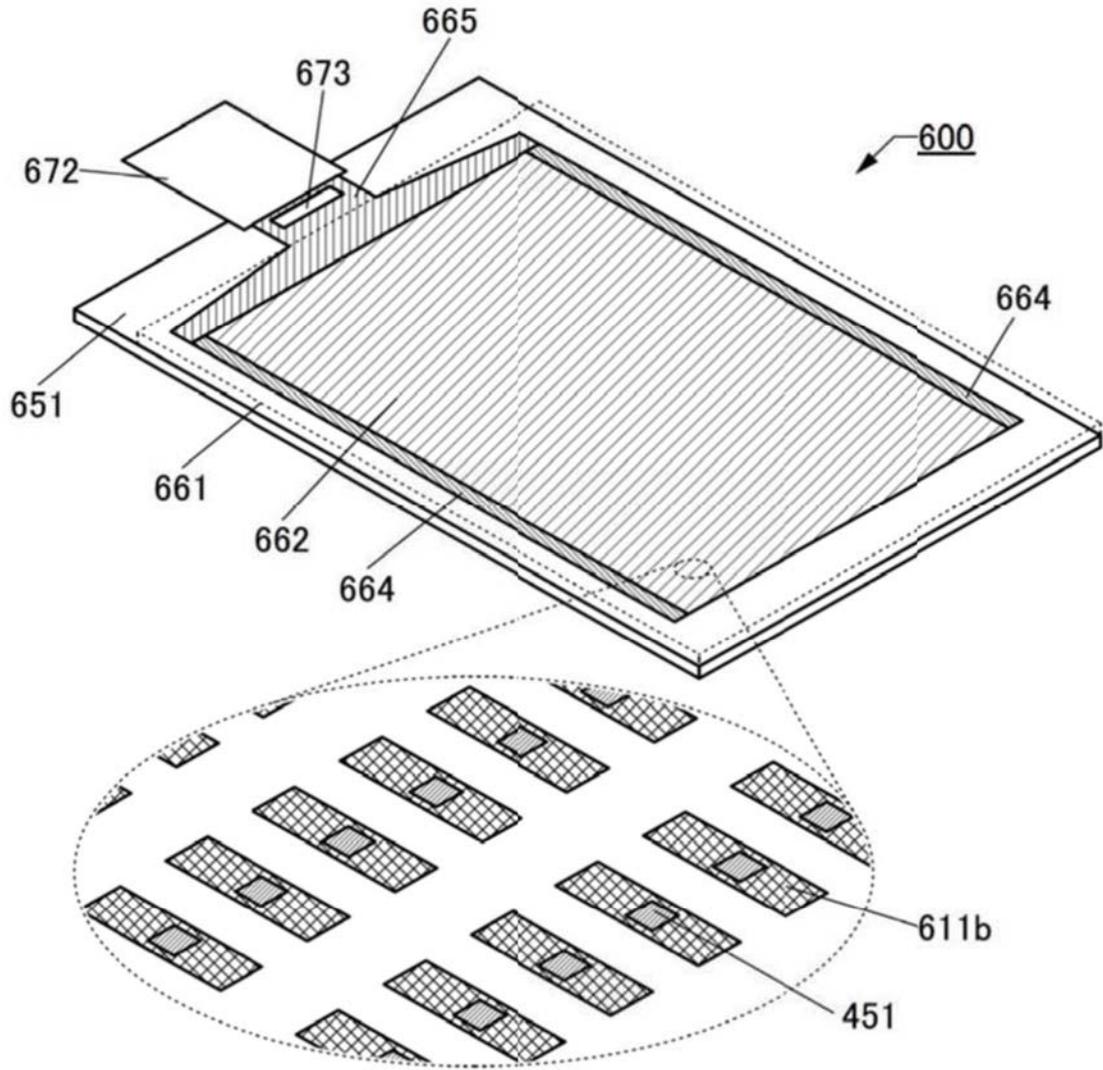


图16

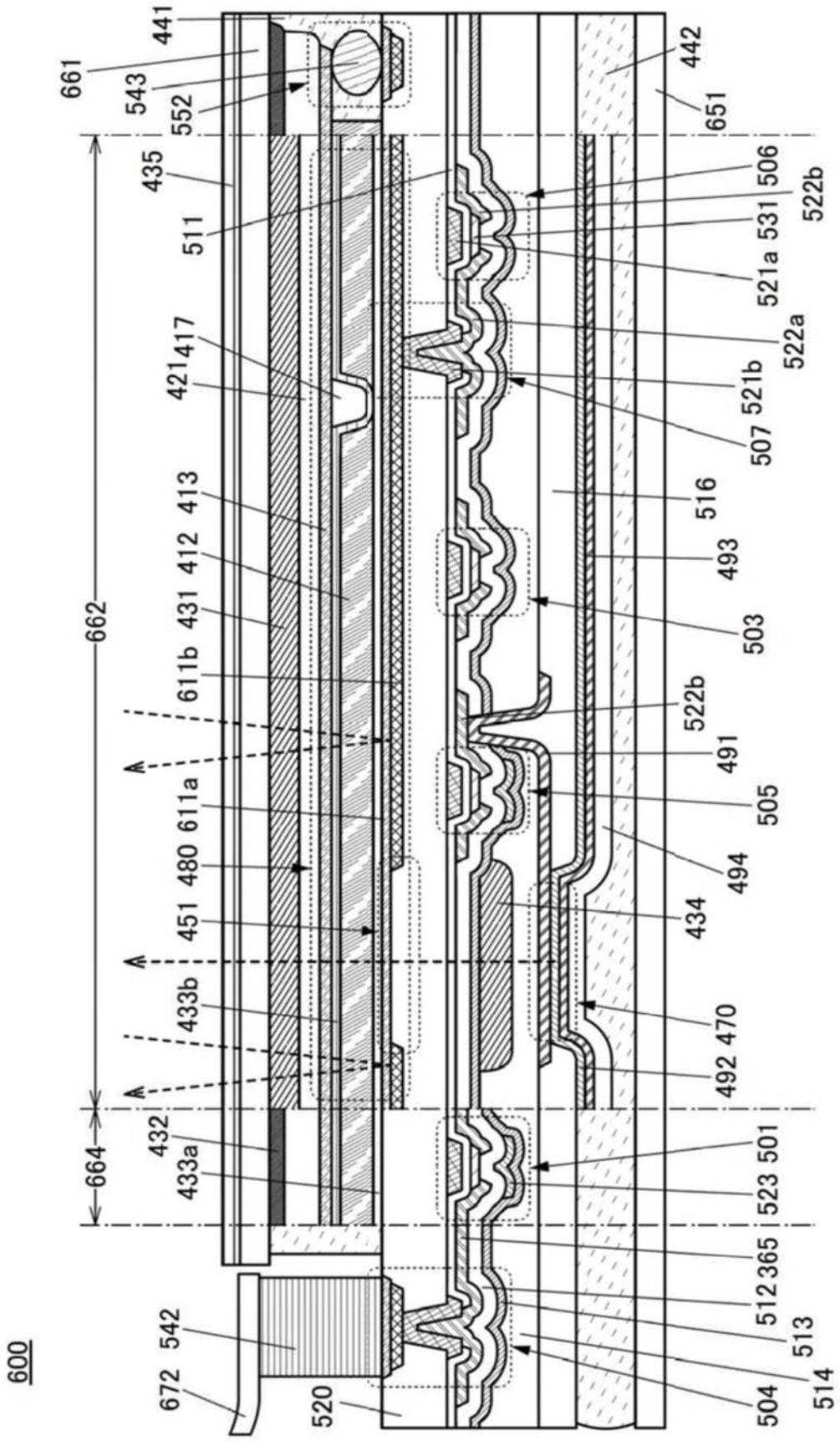


图17

602

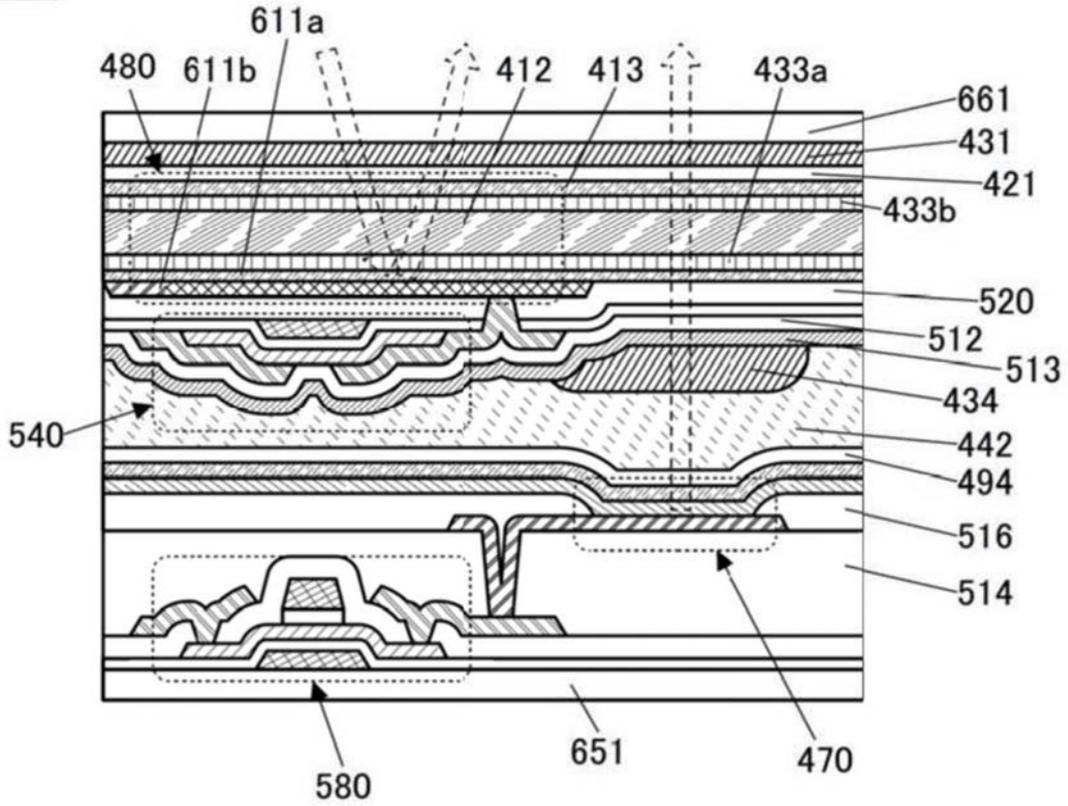


图19

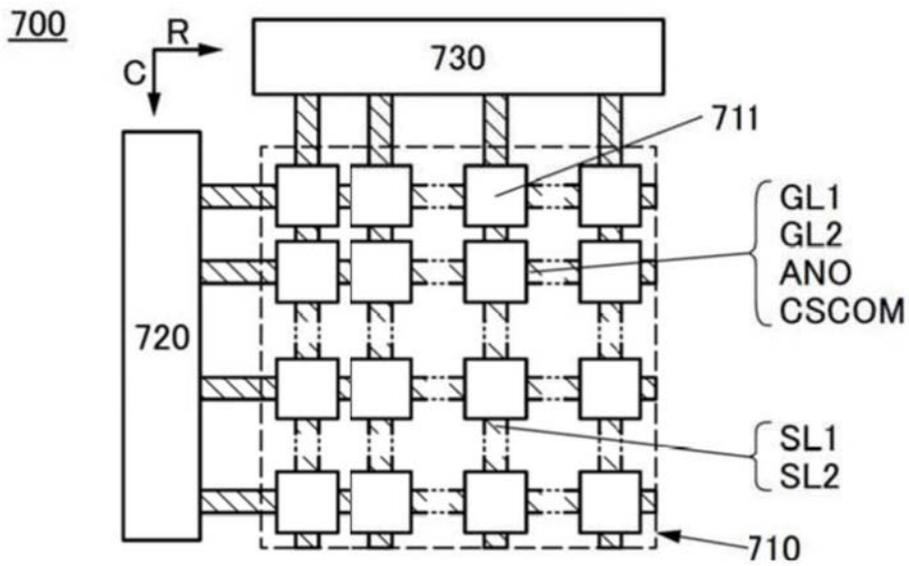


图20A

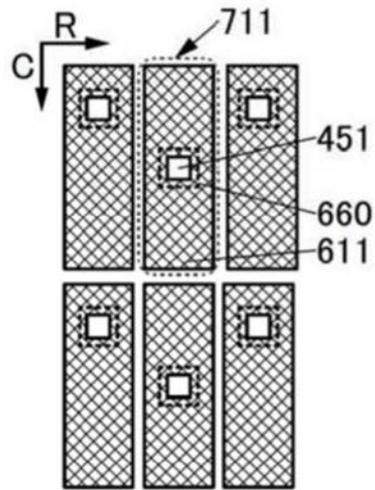


图20B1

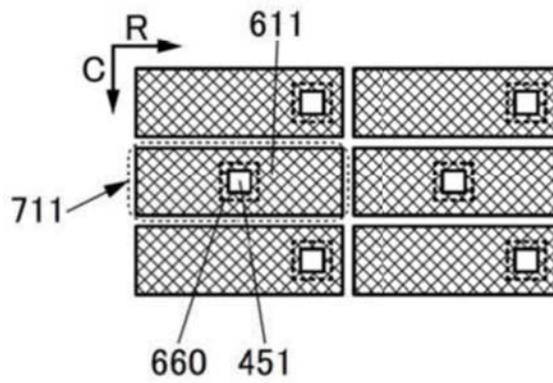


图20B2

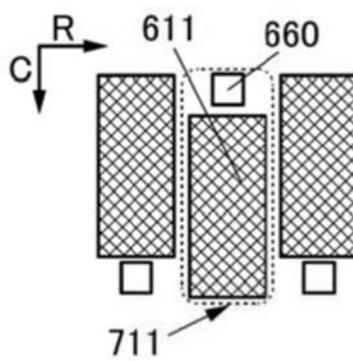


图20B3

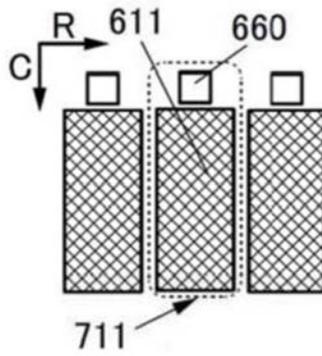


图20B4

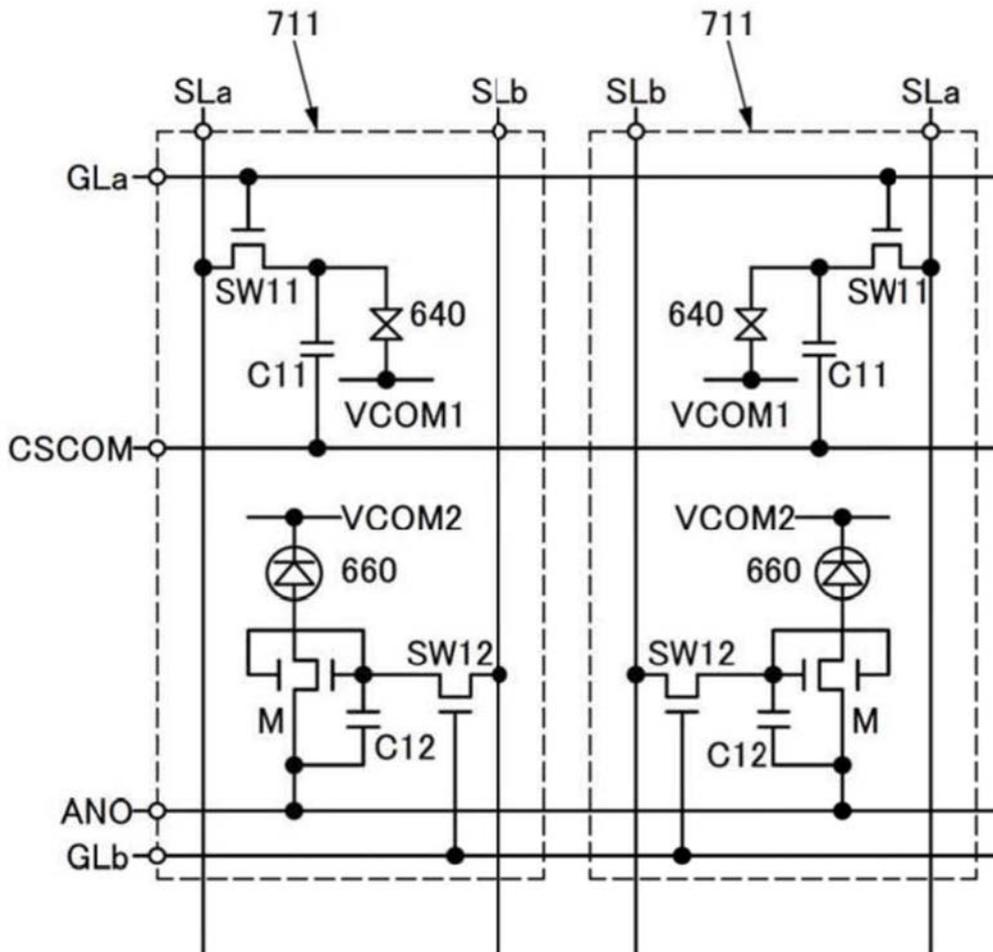


图21

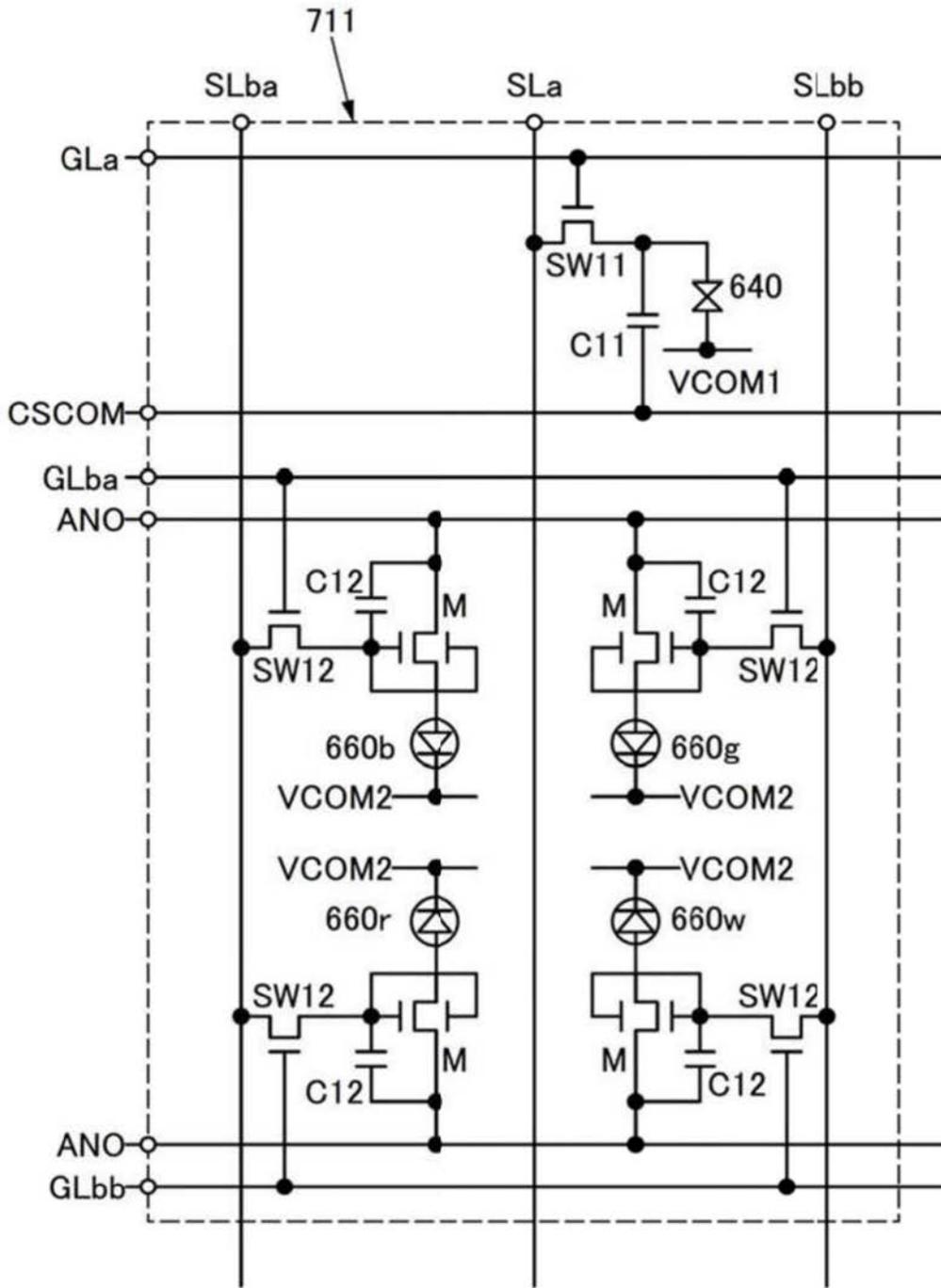


图22A

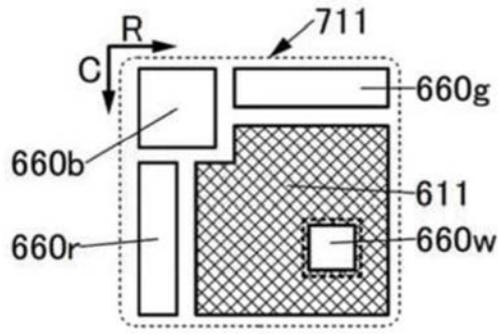


图22B

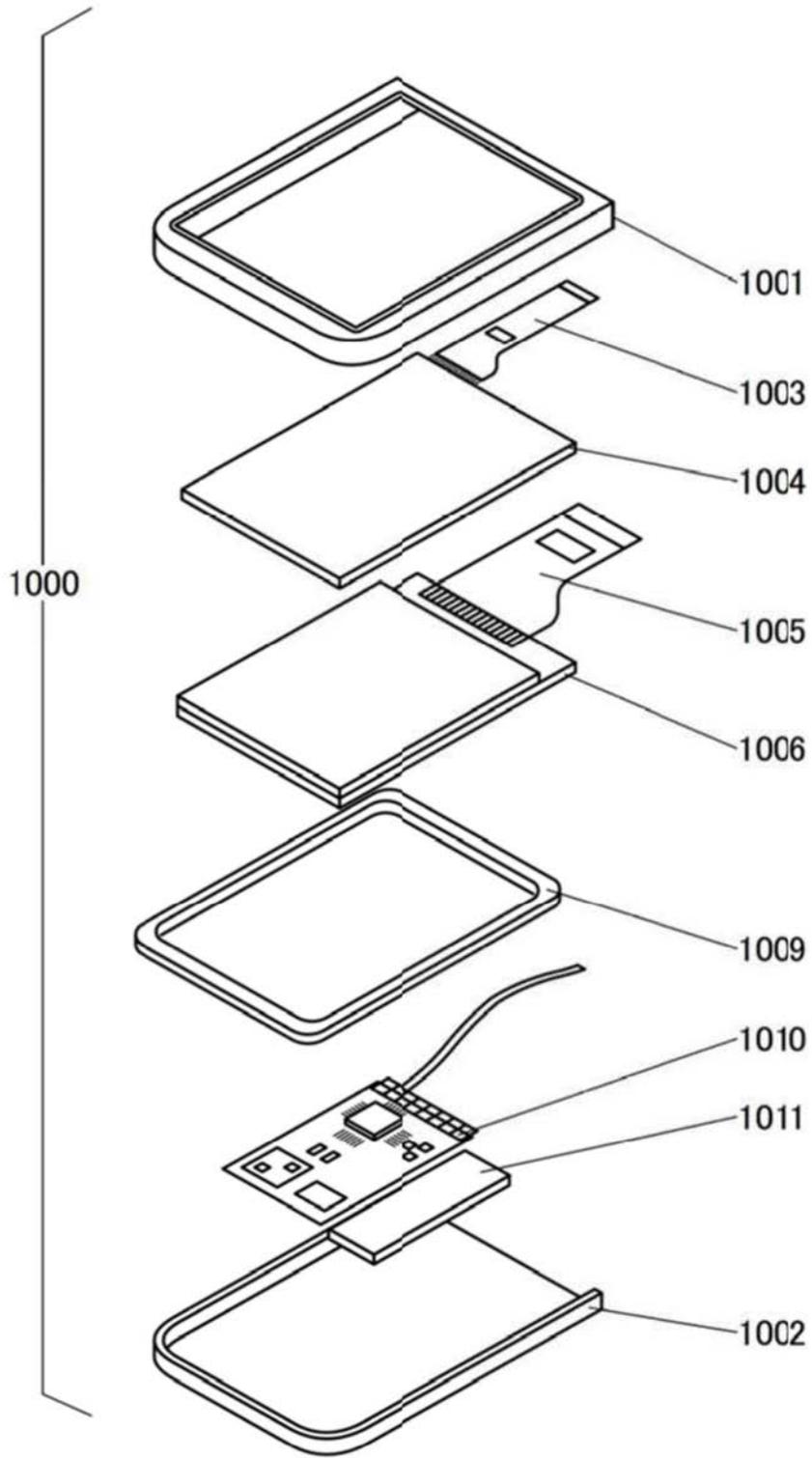


图23

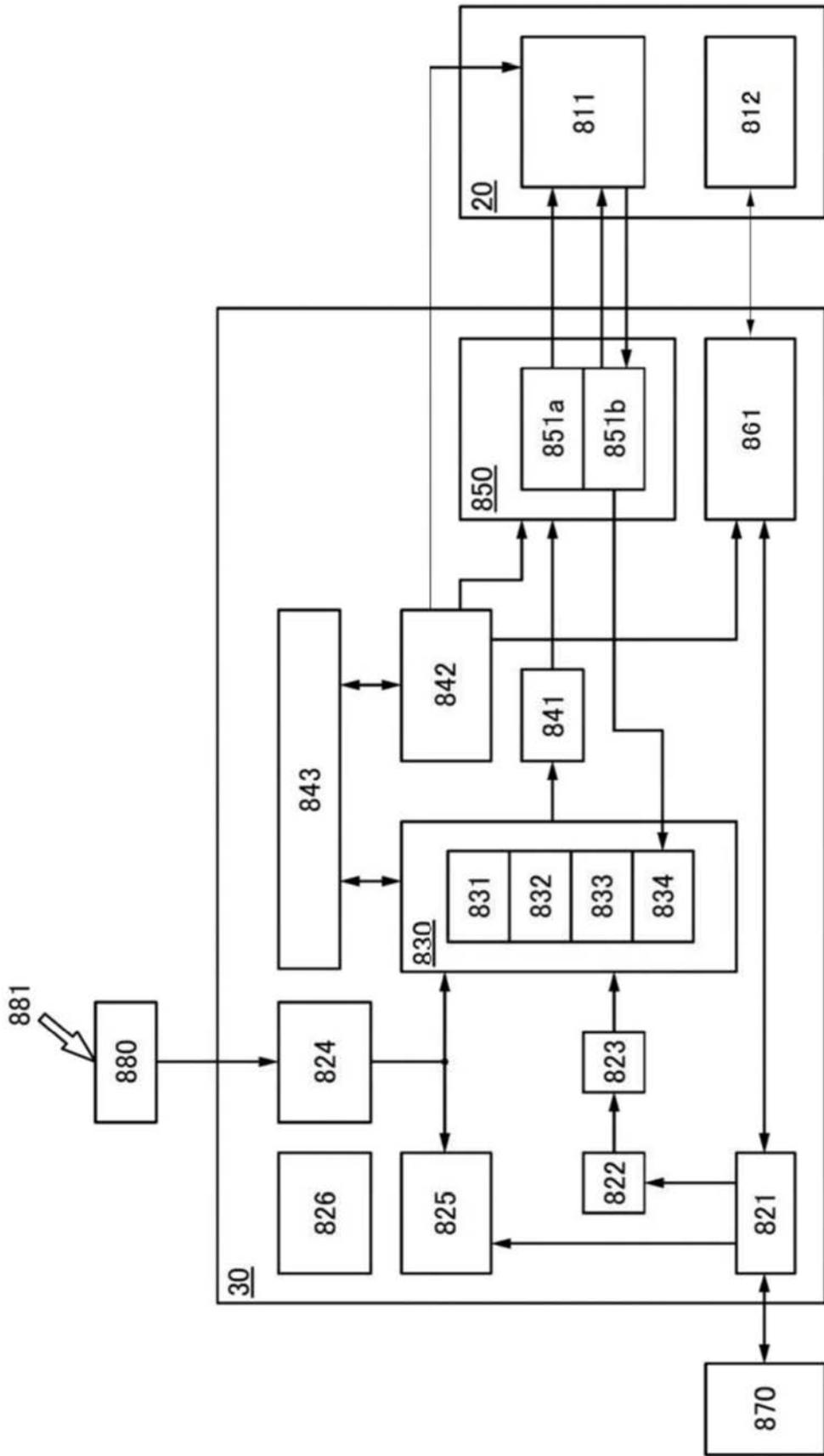


图24

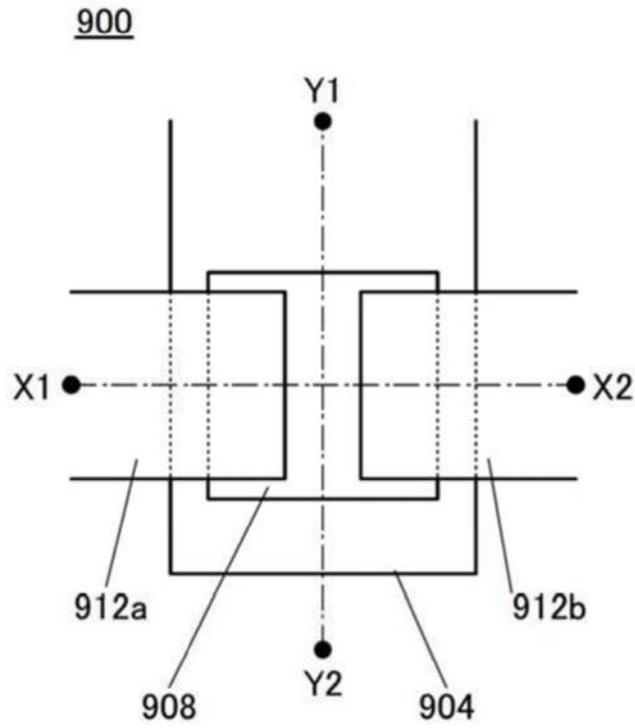


图25A

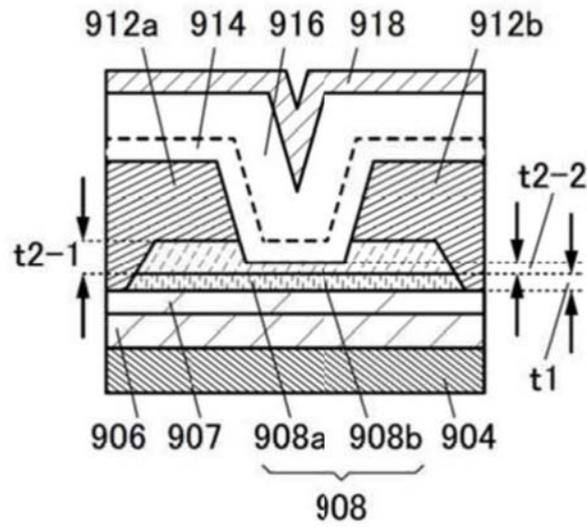


图25B

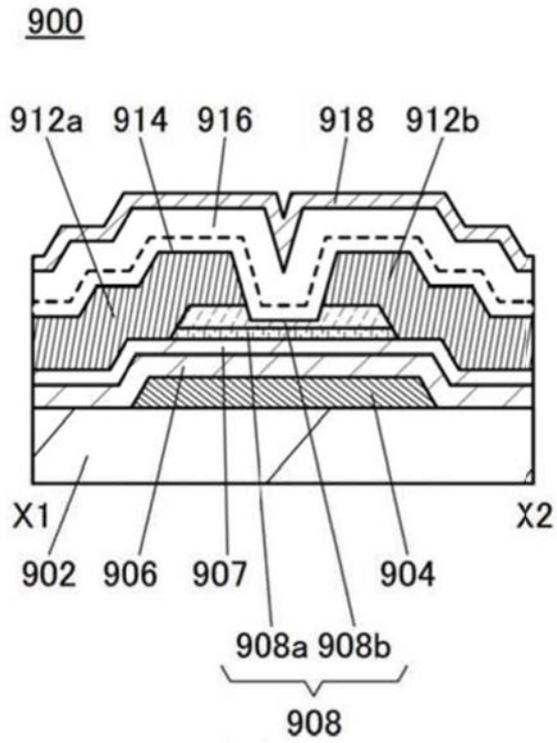


图25C

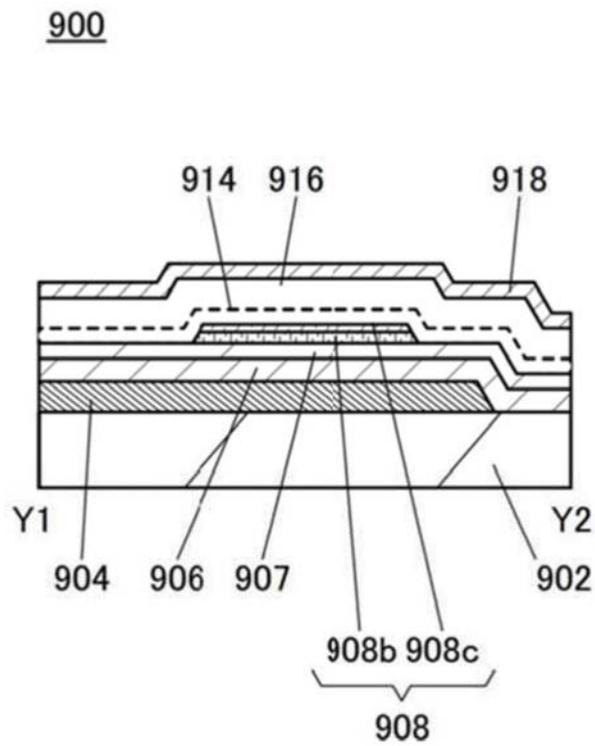


图25D

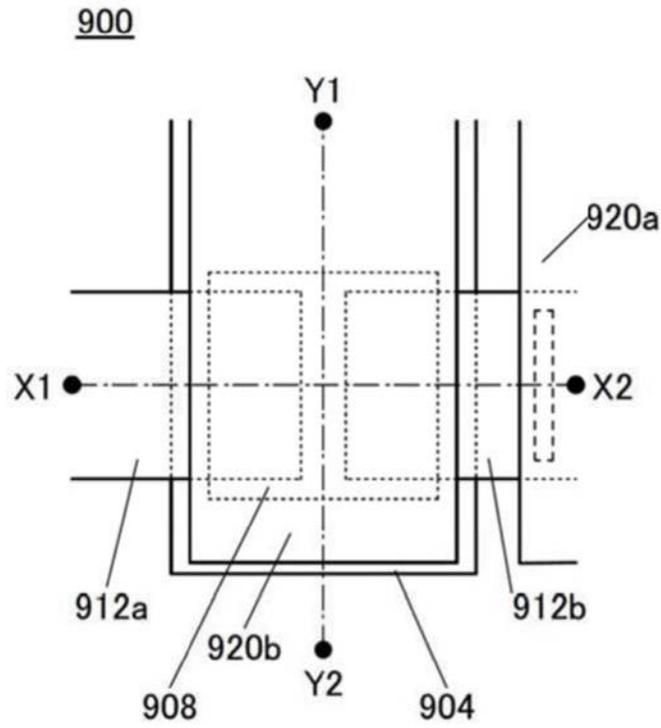


图26A

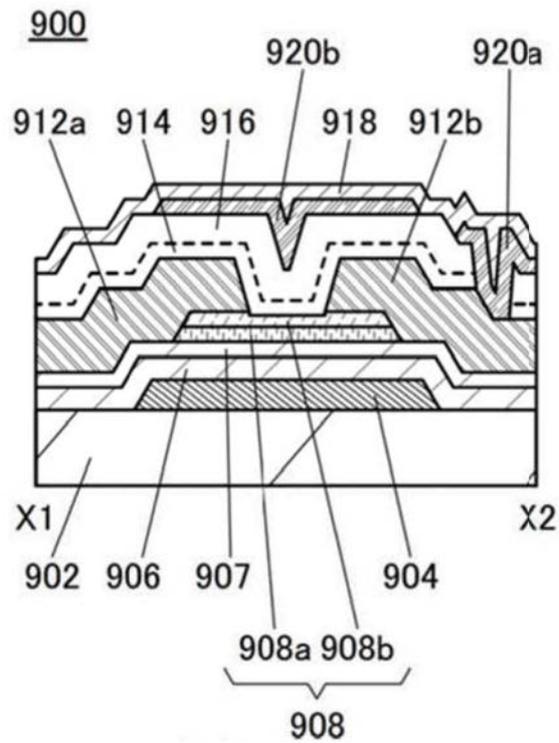


图26B

900

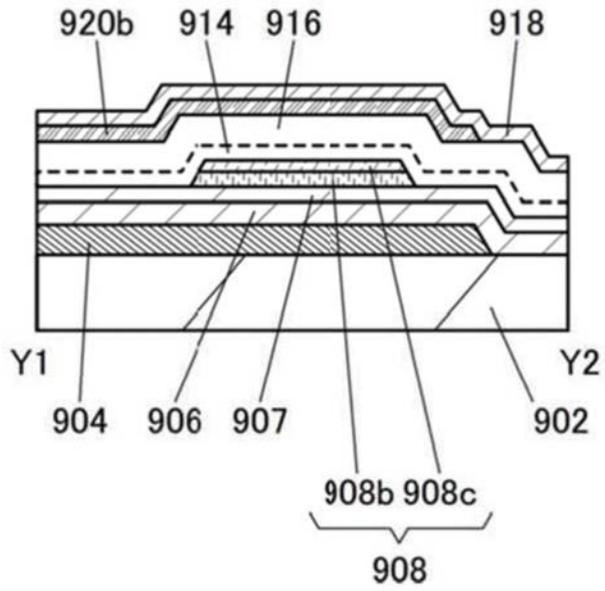


图26C

1800

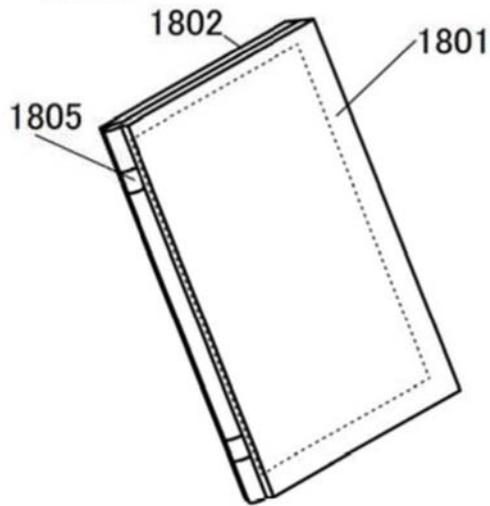


图27A

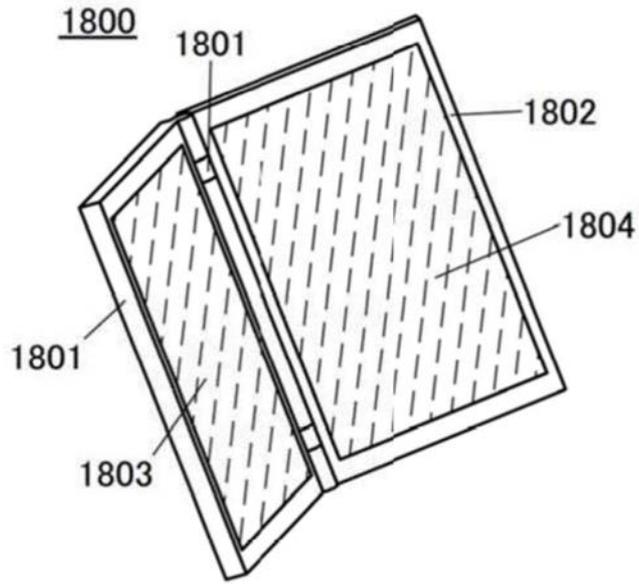


图27B

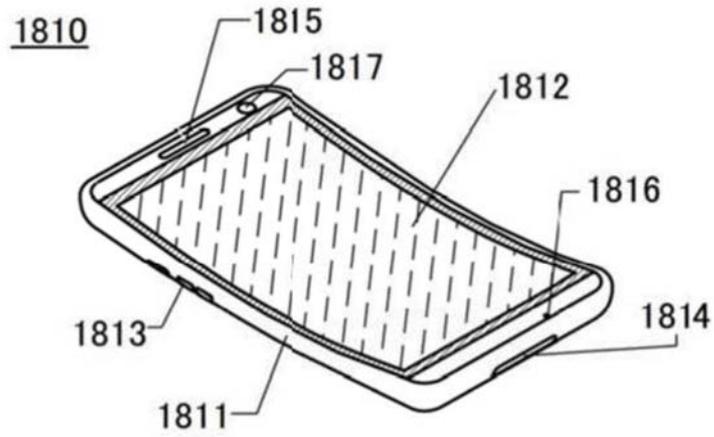


图27C

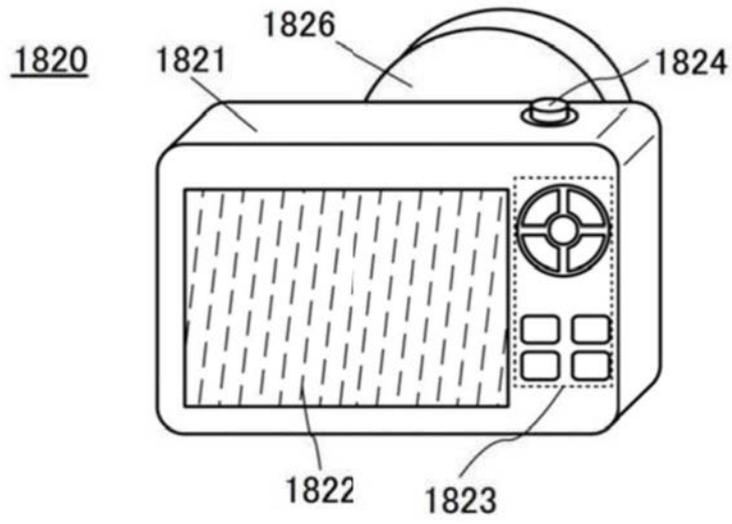


图27D

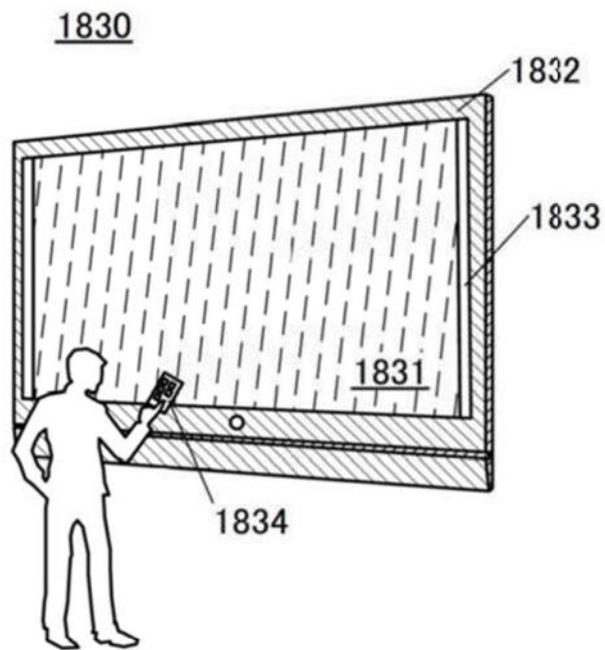


图28A

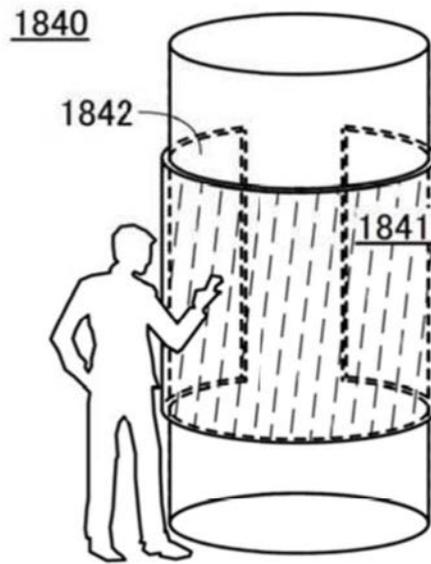


图28B

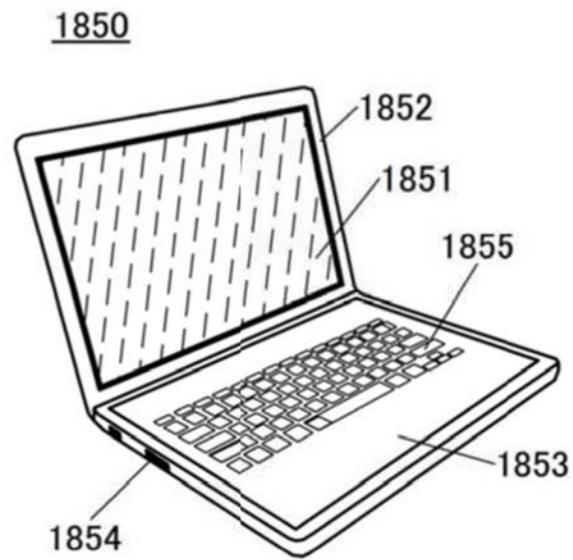


图28C

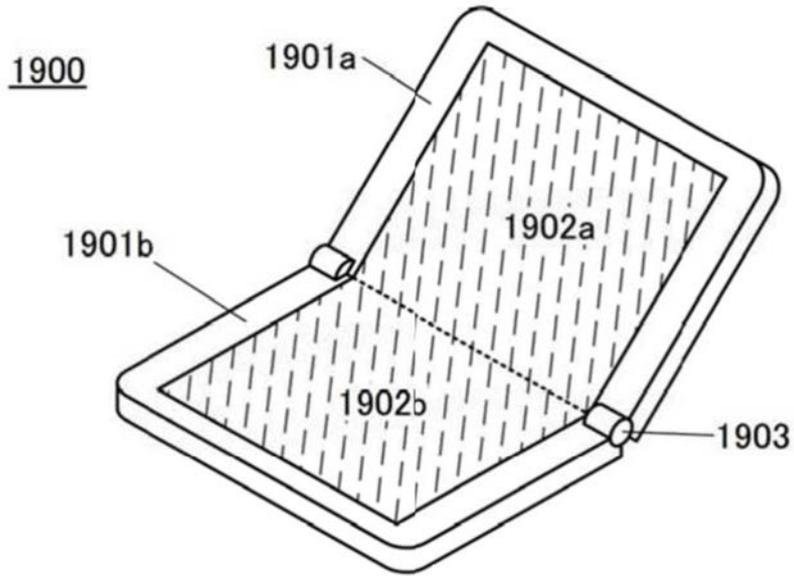


图29A

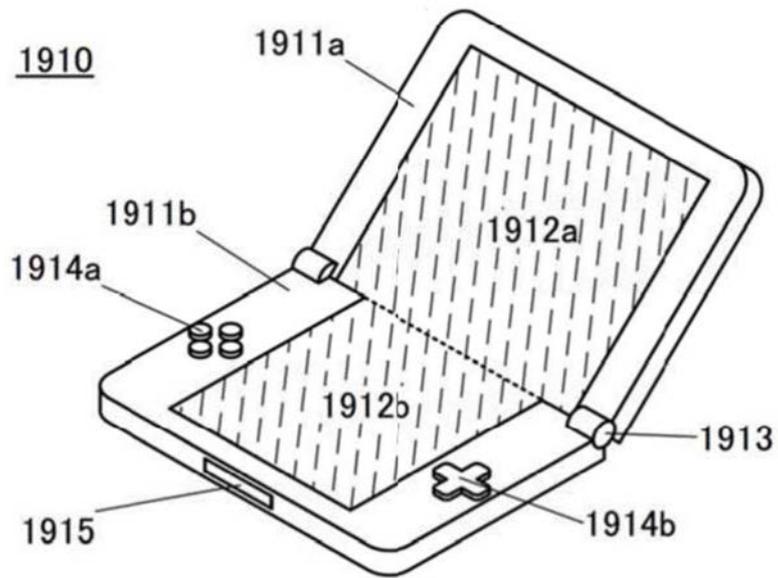


图29B

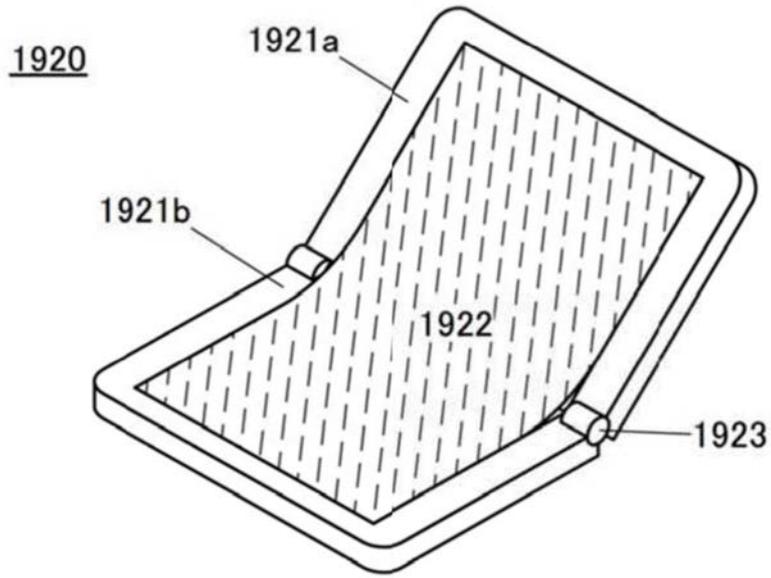


图29C