



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102725784 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201080057119. 2

G02F 1/133(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 11. 22

G09F 9/30(2006. 01)

(30) 优先权数据

G09G 3/20(2006. 01)

2009-288511 2009. 12. 18 JP

G09G 3/36(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2012. 06. 15

JP 特开 2003-029239 A, 2003. 01. 29,

(86) PCT国际申请的申请数据

JP 特开 2000-112382 A, 2000. 04. 21,

PCT/JP2010/071205 2010. 11. 22

JP 特开 2008-235756 A, 2008. 10. 02,

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 101446704 A, 2009. 06. 03,

W02011/074394 EN 2011. 06. 23

审查员 谢建军

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 山崎舜平

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

司 31100

代理人 项丹

(51) Int. Cl.

G09F 9/00(2006. 01)

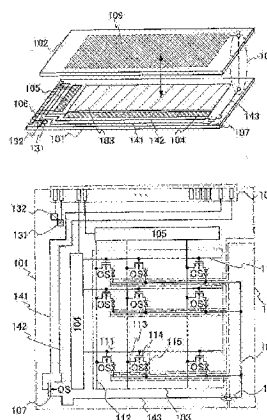
权利要求书2页 说明书31页 附图22页

(54) 发明名称

具有光学传感器的显示设备及其驱动方法

(57) 摘要

目的是提供一种具有低能耗与良好显示质量的显示设备。第一基板上设置有终端部分、像素电极、含氧化物半导体的开关晶体管、第一光学传感器以及第二光学传感器,所述第一光学传感器对于可见光具有高光灵敏度,所述第二光学传感器对红外光具有光灵敏度且对于可见光具有低于第一光学传感器的光灵敏度。使用第一与第二光学传感器来检测显示设备周围的照度或者色温,并调整显示图像的亮度或者色调。提供朝向第一基板的第二基板,所述第二基板设置有对电极。在显示静止图像的时间内,关闭开关晶体管从而使得对电极进入为浮动状态。



1. 一种显示设备,该显示设备包含:

第一基板,所述第一基板上设置有终端部分、开关晶体管、第一光学传感器、第二光学传感器、具有多个像素的像素电路、以及所述像素电路与基板边缘间的驱动电路,

设置有对电极的第二基板,所述第二基板面对所述第一基板,

其中所述开关晶体管包含氧化物半导体,

其中所述第一光学传感器包含第一光电转换元件以及第一放大电路,所述第一光电转换元件含有无定形半导体,

其中所述第二光学传感器包含第二光电转换元件以及第二放大电路,所述第二光电转换元件含有多晶半导体,

其中所述对电极穿过所述开关晶体管与所述终端部分电连接,以及

其中,所述开关晶体管的单位微米通道宽度上的断态电流小于或等于 $1 \times 10^{-18} \text{A}/\mu\text{m}$,从而保持所述对电极为浮动状态。

2. 如权利要求 1 所述的显示设备,其特征在于,所述驱动电路包含位于所述像素电路和所述第一基板的边缘之间的门线驱动电路,以及位于所述像素电路和所述第一基板的边缘之间的信号线驱动电路。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,所述驱动电路含有单晶半导体。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,所述驱动电路通过 COG 法、配线粘合法或者 TAB 法连接。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,所述第一光电转换元件包含无定形硅。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,所述第二光电转换元件包含多晶硅或者微晶硅。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,所述氧化物半导体的载流子浓度小于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ 。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,所述第一放大电路与第二放大电路中的至少一个具有含氧化物半导体的晶体管。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,该显示设备还包含:

沿着所述第一基板的配线,

其中所述配线连接了所述开关晶体管与所述终端部分。

10. 如权利要求 1 或 2 所述的显示设备,其特征在于,该显示设备是液晶显示设备。

11. 一种驱动含第一基板与第二基板的显示设备的方法,所述第一基板设置有终端部分、像素电极、开关晶体管、第一光学传感器与第二光学传感器,所述第二基板设置有对电极,该方法包括以下步骤:

通过使用所述第一光学传感器与所述第二光学传感器来检测显示设备周围的照度;以及

根据照度来调整显示图像的亮度,

其中所述开关晶体管包含氧化物半导体,

其中所述第一光学传感器包含无定形半导体,

其中所述第二光学传感器包含多晶半导体,

其中所述第一光学传感器在波长约为 $0.6\ \mu\text{m}$ 时具有最大灵敏度,且检测可见光,
其中所述第二光学传感器在波长约为 $0.7\ \mu\text{m}$ 时具有最大灵敏度,且检测可见光与红外光,

其中所述第二光学传感器的对可见光的光灵敏度低于所述第一光学传感器,
经过所述开关晶体管从所述终端部分向所述对电极供给电势,以及
其中,所述开关晶体管的单位微米通道宽度上的断态电流小于或等于 $1 \times 10^{-18}\text{A}/\mu\text{m}$,从而保持所述对电极为浮动状态。

12. 如权利要求 11 所述的驱动显示设备的方法,其特征在于,在所述第一光学传感器输出的信号不饱和的情况下,使用所述第一光学传感器检测照度,或者在所述第一光学传感器输出的信号饱和的情况下,使用所述第二光学传感器检测照度。

13. 如权利要求 11 所述的驱动显示设备的方法,其特征在于,该方法还包括以下步骤:
通过利用所述第一光学传感器与所述第二光学传感器之间输出的不同来检测显示设备周围的红外光照度。

14. 如权利要求 11 所述的驱动显示设备的方法,其特征在于,所述第一光学传感器包含无定形硅。

15. 如权利要求 11 所述的驱动显示设备的方法,其特征在于,所述第二光学传感器包含多晶硅或微晶硅。

16. 一种驱动含第一基板与第二基板的显示设备的方法,所述第一基板设置有终端部分、像素电极、开关晶体管、第一光学传感器与第二光学传感器,所述第二基板设置有对电极,该方法包括以下步骤:

通过使用所述第一光学传感器或者所述第二光学传感器来检测显示设备周围的色温,以及

根据色温来校准显示图像的色调,
其中所述开关晶体管包含氧化物半导体,
其中所述第一光学传感器在波长约为 $0.6\ \mu\text{m}$ 时具有最大灵敏度,且检测可见光,
其中所述第二光学传感器在波长约为 $0.7\ \mu\text{m}$ 时具有最大灵敏度,且检测可见光与红外光,

其中所述第二光学传感器的对可见光的光灵敏度低于所述第一光学传感器,
经过所述开关晶体管从所述终端部分向所述对电极供给电势,以及
其中,所述开关晶体管的单位微米通道宽度上的断态电流小于或等于 $1 \times 10^{-18}\text{A}/\mu\text{m}$,从而保持所述对电极为浮动状态。

17. 如权利要求 16 所述的驱动显示设备的方法,其特征在于,在所述第一光学传感器输出的信号不饱和的情况下,使用所述第一光学传感器检测色温,或者在所述第一光学传感器输出的信号饱和的情况下,使用所述第二光学传感器检测色温。

18. 如权利要求 16 所述的驱动显示设备的方法,其特征在于,该方法还包括以下步骤:
通过利用所述第一光学传感器与所述第二光学传感器之间输出的不同来检测显示设备周围的红外光色调。

具有光学传感器的显示设备及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明的一个实施方式涉及包含薄膜半导体的光学传感器,以及包含光学传感器的显示设备。

技术背景

[0002] 近年来,以液晶显示设备为代表的有源矩阵显示设备的屏幕对角线尺寸有迈向 20 英寸或者更大的趋势,此外,有源矩阵显示设备的屏幕对角线尺寸的发展目标甚至大于或等于 100 英寸。除此之外,有迈向更高屏幕分辨率的趋势,例如,高清(HD)图像质量(1366×768)或者全高清(FHD)图像质量(1920×1080),同时一种称作 4K 数字影院的显示设备的发展也得到了加速,其分辨率为 3840×2048 或 4096×2180。

[0003] 随着屏幕尺寸或者分辨率的增加,需要一种具有更高场效应迁移率的晶体管。此外,随着屏幕尺寸的增加,不但增加了能耗,还使得诸如不均匀显示或者色调的显示质量更能引起观看者的注意。

[0004] 除此之外,观看者感受到的显示质量,例如亮度或者色彩,非常依赖于放置显示设备的环境的照度或色温。例如,专利文献 1 揭示了一种显示设备,所述显示设备根据入射到显示设备上的外部光强度(照度)来控制其发光强度。

[0005] 在显示设备不仅在室内同时在室外使用的情况下,从低照度到高照度的变化范围大。因此,用于低照度的光学传感器在高照度时输出饱和,而用于高照度的光学传感器在低照度时难以检测到照度。专利文献 2 揭示了一种显示设备,所述显示设备根据其位于室内或者室外,来决定使用具有可见光范围内光灵敏度的光学传感器以及具有红外范围内光灵敏度的光学传感器,然而其没有揭示一种能从低照度到高照度范围内稳定输出的光学传感器。

[0006] [参考文献]

[0007] [专利文献 1] 日本公开专利申请号 2000-112382。

[0008] [专利文献 2] 日本公开专利申请号 2003-29239。

发明内容

[0009] 屏幕尺寸或者分辨率的增加引起了配线电阻或寄生电容的增加,这导致了显示质量的下降或者显示设备能耗的增加。特别地对于有源矩阵显示设备,随着屏幕尺寸的增加,诸如断态电流或者每一个像素中包含的晶体管的阈值电压等特性的改变更显著地影响了能耗、显示质量等。

[0010] 随着屏幕尺寸的增加,不但增加了能耗,还使得诸如不均匀显示或者色调的显示质量更能引起观看者的注意。因此,需要抑制由于周围环境引起的显示质量的下降,同时根据显示设备放置的环境的照度或者色温将显示图像校正到合适的发光强度或者色调来抑制显示设备的能耗。

[0011] 本发明一个实施方式的目的是实现显示设备能耗的降低。

[0012] 本发明一个实施方式的另一个目的是根据周围环境来提供最优的显示质量。

[0013] 本发明一个实施方式的另一个目的是提供一种能在约为室温到 180° C 的温度范围内稳定工作的晶体管,以及一种包含所述晶体管的显示设备。

[0014] 本发明的一个实施方式是使用无定形薄膜光学传感器与多晶薄膜光学传感器来检测显示设备周围照度或者色温的显示设备,所述无定形薄膜光学传感器对可见光具有高光灵敏度,所述多晶薄膜光学传感器较之无定形薄膜光学传感器对可见光的光灵敏度较低但是对红外光具有光灵敏度,且所述显示设备使用检测到的结果来调整显示图像的亮度或者色调。

[0015] 本发明的另一个实施方式是使用无定形薄膜光学传感器与多晶薄膜光学传感器来检测显示设备周围照度或者色温的显示设备,所述无定形薄膜光学传感器对可见光具有高光灵敏度,所述多晶薄膜光学传感器较之无定形薄膜光学传感器对可见光的光灵敏度较低但是对红外光具有光灵敏度,所述显示设备使用检测到的结果来调整显示图像的亮度或者色调,且当显示静止图像时将写入间隔设置为 1 秒或者更长。

[0016] 本发明的另一个实施方式是一种包含第一基板与第二基板的显示设备,所述第一基板设置有终端部分、像素电极、开关晶体管、对可见光具有高光灵敏度的无定形薄膜光学传感器、较之无定形薄膜光学传感器对可见光的光灵敏度较低但是还对红外光具有光灵敏度的多晶薄膜光学传感器,所述第二基板设置有对电极。经过开关晶体管从终端部分向对电极供给电势。使用光学传感器检测显示设备周围的照度或者色温。根据检测结果,调整显示图像的亮度或者色调。当显示静止图像时,关闭开关晶体管,从而使得对电极的电势为浮动状态。

[0017] 本发明的另一个实施方式是一种包含第一基板的显示设备,所述第一基板设置有第一光学传感器、第二光学传感器以及具有多个像素的像素电路。所述第一光学传感器包含第一光电转换元件以及第一放大电路,所述第一光电转换元件包含无定形半导体,所述第一放大电路具有包含氧化物半导体的晶体管。所述第二光学传感器包含第二光电转换元件以及第二放大电路,所述第二光电转换元件包含多晶半导体,所述第二放大电路具有包含氧化物半导体的晶体管。所述像素电路包含像素电极与含有氧化物半导体的晶体管。

[0018] 本发明的另一个实施方式是一种包含彼此相对的第一基板与第二基板的显示设备。所述第一基板设置有终端部分、第一光学传感器、第二光学传感器以及具有多个像素的像素电路。所述第一光学传感器包含第一光电转换元件以及第一放大电路,所述第一光电转换元件包含无定形半导体,所述第一放大电路具有含氧化物半导体的晶体管。所述第二光学传感器包含第二光电转换元件以及第二放大电路,所述第二光电转换元件包含多晶半导体,所述第二放大电路具有含氧化物半导体的晶体管。所述像素电路包含像素电极与含有氧化物半导体的晶体管。所述第二基板设置有对电极,所述对电极穿过设置在第一基板上的含氧化物半导体的晶体管与终端部分电连接。

[0019] 本发明的另一个实施方式是一种包含彼此相对的第一基板与第二基板的显示设备。所述第一基板设置有终端部分、含氧化物半导体的开关晶体管、第一光学传感器、第二光学传感器、具有多个像素的像素电路、以及像素电路与基板边缘间的驱动电路。所述第一光学传感器包含第一光电转换元件以及第一放大电路,所述第一光电转换元件包含无定形半导体,所述第一放大电路具有含氧化物半导体的晶体管。所述第二光学传感器包含第二

光电转换元件以及第二放大电路,所述第二光电转换元件包含多晶半导体,所述第二放大电路具有含氧化物半导体的晶体管。所述第二基板设置有穿过开关晶体管与终端部分电连接的对电极。在驱动电路与基板边缘间形成连接开关晶体管与终端部分的配线。

[0020] 具体地,所使用的氧化物半导体的载流子密度小于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$,优选小于 $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$,更优选小于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 。

[0021] 对于无定形半导体,可使用无定形硅。对于多晶半导体,可使用多晶硅或者微晶硅。

[0022] 在显示静止图像的时间内,可以停止从门线驱动电路或者信号线驱动电路的信号供给。

[0023] 在显示静止图像的时间内,可以关闭开关晶体管从而使得对电极进入到浮动状态。

[0024] 根据本发明的一个实施方式,可以提供一种具有低能耗与高显示质量的显示设备。

[0025] 附图简述

[0026] 图 1A 和 1B 各自显示了一种显示设备。

[0027] 图 2A 和 2B 显示了光学传感器的光灵敏度特性。

[0028] 图 3 为显示设备的框图。

[0029] 图 4 所示为显示设备的结构。

[0030] 图 5 所示为显示设备的像素电路的结构。

[0031] 图 6 所示为光学传感器读取电路的结构。

[0032] 图 7 所示为光学传感器读取操作的时序图。

[0033] 图 8A-8D 所示为晶体管与光学传感器的制造方法。

[0034] 图 9A-9D 所示为晶体管与光学传感器的制造方法。

[0035] 图 10A 与 10B 所示为晶体管与光学传感器的制造方法。

[0036] 图 11 所示为像素开关晶体管的结构。

[0037] 图 12A-12C 各自显示了一种晶体管的结构。

[0038] 图 13A-13C 所示为显示设备的结构。

[0039] 图 14 为显示设备的运行时序图。

[0040] 图 15 为含氧化物半导体的晶体管的截面图。

[0041] 图 16 所示为图 15 中沿线 A-A' 截面的能带图。

[0042] 图 17A 与 17B 所示为图 15 中沿线 B-B' 截面的能带图。

[0043] 图 18 所示为金属的真空级与功函数之间的关系,以及氧化物半导体的真空级与电子亲和势之间的关系。

[0044] 图 1A 和 19B 各自显示了一种电子设备。

[0045] 本发明最佳实施方式

[0046] 下文将参考附图描述本发明的实施方式与实施例。应注意,本发明能够以许多不同的实施方式实现,本领域技术人员容易理解本发明中的实施方式与细节可以多种不同的方法进行实施,而不偏离本发明公开的精神和范围。因此,本发明不应被解释为受到实施方式和实施例的描述的限制。在如下所述的本发明的实施方式中,不同图中的同样组件通常

用同样的附图标记表示。

[0047] 应注意,在某些情况下,为了清楚可将各附图或者实施方式中所示的尺寸、层厚度、或各组件区域等进行放大。因此,本发明的实施方式不限于所示比例。

[0048] 应注意,此说明书中,使用例如“第一”、“第二”、“第三”至“第N”(N为自然数)等编号术语是为了避免混淆组件,并不是用来限制组件数。

[0049] 应注意,在许多情况下,电压指的是一个给定电势与参考电势(例如,大地电位)之间的电势差。因此,电压、电势、以及电势差可分别指的是电势、电压、以及电压差。

[0050] 晶体管是一种半导体元件且可以实现对电流或者电压的放大,实现用于控制传导或无传导的切换操作等。本说明书中的晶体管包含绝缘门场效应晶体管(IGFET)与薄膜晶体管(TFT)。

[0051] 应注意,本说明书中的电路图中,包含氧化物半导体层的晶体管用标志“OS”表示,从而可以认定为含氧化物半导体层的晶体管。

[0052] (实施方式1)

[0053] 本实施方式中,所述为包含光学传感器的显示设备的一个实施方式。图1A和1B各自显示了一种包含光学传感器的显示设备800。在图1A中,在显示部分801外侧的上部设置有光学传感器802与光学传感器803。在图1B中,在显示部分801的周围设置有多个光学传感器802与多个光学传感器803。

[0054] 在光学传感器802中,光电转换元件含有无定形半导体,而在光学传感器803中,光电转换元件含有多晶半导体。通过光学传感器802或者光学传感器803检测显示设备周围的照度,并调整显示设备的亮度。例如,当显示设备周围的照度高时,增加显示部分801的亮度,而当显示设备周围的照度低时,降低显示部分801的亮度,从而可以降低用户所能感受到的亮度的变化并抑制能耗的增加。

[0055] 如图1B所示,当设置有多个光学传感器802与多个光学传感器803时,可以更精确地检测显示设备周围的照度。例如,即使在一些光学传感器被覆盖的情况下,可以通过其他光学传感器来检测显示设备周围的照度。

[0056] 图2A所示为光学传感器的光灵敏度特性,所述一个光学传感器中的光电转换元件使用无定形硅薄膜作为无定形半导体(下文中称为无定形薄膜光学传感器),且所述一个光学传感器中的光电转换元件使用多晶硅薄膜作为多晶半导体(下文中称为多晶薄膜光学传感器)。在图2A中,特性811显示了无定形薄膜光学传感器的光灵敏度特性,而特性812显示多晶薄膜光学传感器的光灵敏度特性。

[0057] 无定形薄膜光学传感器与多晶薄膜光学传感器都对波长为0.4 μ m至0.8 μ m的可见光具有光灵敏度。除此之外,所述无定形薄膜光学传感器对于可见光具有高光学灵敏度且在波长约为0.6 μ m时具有最大灵敏度。所述多晶薄膜光学传感器较之无定形薄膜光学传感器对于可见光具有低光学灵敏度但是在波长约为0.7 μ m时具有最大灵敏度且还可以检测红外光。

[0058] 图2B所示为光学传感器的输出与入射照度的关系。特性821显示了入射照度与无定形薄膜光学传感器的输出之间的关系,而特性822显示了入射照度与多晶薄膜光学传感器的输出之间的关系。所述无定形薄膜光学传感器对于可见光具有高光学灵敏度从而即使是在较暗环境中也可以精确测量照度,而在诸如室外区域的高照度环境中,其输出饱和

不能精确测量照度。另一方面,所述多晶薄膜光学传感器较之无定形薄膜光学传感器对于可见光具有低光学灵敏度,因此,即使在高入射照度时,其输出也不易饱和从而可以精确测量照度。

[0059] 通过使用对于可见光具有不同光灵敏度的光学传感器,可以更精确地检测显示设备周围的照度,从而可以优化显示设备的亮度。

[0060] 图3是应用该实施方式的显示设备的框图。中央控制部分831包括输入/输出口、存储器等。外部输入833是来自外部的视频信号的入口,各种视频信号经过外部输入833输入到中央控制部分831。用户可以通过操作部分834分别设置亮度、色调等。光学传感器841与光学传感器842对于可见光具有不同的光灵敏度,例如,无定形薄膜光学传感器被用作光学传感器841,而多晶薄膜光学传感器被用作光学传感器842。

[0061] 通过使用操作部分834设置的亮度、色调等,基于通过光学传感器841与光学传感器842所检测到的显示设备周围的照度,中央控制部分831转换经过外部输入833输入的视频信号,在显示部分832显示图像。

[0062] 通常通过使用光学传感器841(无定形薄膜光学传感器)的高信号强度输出,中央控制部分831对光学传感器841与光学传感器842的信号输出进行对比并校正了在显示部分832显示的图像的亮度。应注意,即使是在高信号强度时信号输出饱和的情况下,仍然使用光学传感器842(多晶薄膜光学传感器)的信号输出,对在显示部分832中显示的图像的亮度进行校正。根据情况,通过使用光学传感器841与光学传感器842,即使显示设备周围的照度发生很大变化时,仍可以对亮度进行适当地校正。

[0063] 除此之外,如图2A所示,作为无定形薄膜光学传感器的光学传感器841不检测红外光,而作为多晶薄膜光学传感器的光学传感器842还检测了红外光。利用该特性差异,使用预先储存在中央控制部分831中的计算方法检测了两个光学传感器的输出之间的差异;因此,可以检测到显示设备周围的红外光照度。

[0064] 例如,室外的红外光照度通常高于室内。因此,在高红外光照度的情况下,不仅校正了基于可见光照度的亮度,同时对基于室外使用的色调进行了校正,从而可以提高显示质量。

[0065] 对于无定形薄膜光学传感器,可以使用诸如具有无定形硅膜的PIN光电二极管。首先,制备具有p型导电性的半导体层作为第一半导体层。然后,制备高电阻的半导体层(i型半导体层)作为第二半导体层。然后制备具有n型导电性的半导体层作为第三半导体层。

[0066] 所述第一半导体层是p型半导体层,可使用含赋予p型导电性的杂质元素的无定形硅膜来制备。利用等离子体CVD法,使用含属于13族的杂质元素(例如硼(B))的半导体气体源来制备所述的第一半导体层。可以使用硅烷(SiH_4)作为半导体气体源。或者,可以使用 Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiF_4 等。或者,可以制备不含杂质元素的无定形硅膜,然后通过扩散法或者离子注入法将杂质元素引入到所述无定形硅膜中。通过离子注入法等将杂质元素引入之后,可以进行加热等以扩散杂质元素。在此情况中,可以使用LPCVD法、气相沉积法、溅射法等作为制备无定形硅膜的方法。优选形成的第一半导体层的厚度为10nm-50nm。

[0067] 所述第二半导体层是i型半导体层(本征半导体层),由无定形硅膜制备。通过等离子体CVD法使用半导体气体源制备无定形硅膜,作为第二半导体层。可以使用硅烷(SiH_4)

作为半导体气体源。或者,可以使用 Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiF_4 等。或者可以使用 LPCVD 法、气相沉积法、溅射法等制备第二半导体层。优选形成的第二半导体层的厚度为 200nm-1000nm。

[0068] 所述第三半导体层是 n 型半导体层,使用含赋予 n 型导电性的杂质元素的无定形硅膜来制备。利用等离子体 CVD 方法,使用含属于 15 族的杂质元素(例如磷(P))的半导体气体源来制备所述的第三半导体层。可以使用硅烷(SiH_4)作为半导体气体源。或者,可以使用 Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiF_4 等。或者,可以制备不含杂质元素的无定形硅膜,然后通过扩散法或者离子注入法将杂质元素引入到所述无定形硅膜中。通过离子注入法等将杂质元素引入之后,可以进行加热等以扩散杂质元素。在此情况中,可以使用 LPCVD 法、气相沉积法、溅射法等作为制备无定形硅膜的方法。优选形成的第三半导体层的厚度为 20nm-200nm。

[0069] 可以使用多晶半导体或者微晶半导体代替无定形半导体作为第一半导体层、第二半导体层、以及第三半导体层,制备多晶薄膜光学传感器。或者,可以使用多晶半导体或者微晶半导体仅用来制备第二半导体层。

[0070] 根据吉布斯自由能,所述微晶半导体属于亚稳态,其是介于无定形状态与单晶态之间的中间状态。也就是说,所述微晶半导体属于具有第三状态的半导体,其具有稳定的自由能且短程有序以及晶格畸变。在微晶半导体中,柱状或者针状晶体以相对于基板表面的法线方向生长。作为微晶半导体的典型例子,微晶硅的拉曼光谱移至小于 520cm^{-1} 的波数区域,该波数区域代表单晶硅。也就是说,微晶硅的拉曼光谱的峰值位于代表单晶硅的 520cm^{-1} 和代表无定形硅的 480cm^{-1} 之间。所述微晶半导体包含至少 1at. % 的氢或者卤素以封端悬空键。此外,可以包含诸如氦、氙、氩、或者氖的惰性气体元素以进一步增加晶格畸变,从而得到良好的具有增强稳定性的微晶半导体膜。

[0071] 可以通过高频等离子体 CVD 法或者微波等离子体 CVD 法来制备该微晶半导体膜,所述高频等离子体 CVD 法的频率为数十至数百兆赫,所述微波等离子体 CVD 法的频率大于或等于 1GHz。通常地,可以通过用氢气稀释硅烷得到的气体来制备微晶半导体膜,所述硅烷为例如: SiH_4 , Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , 或者 SiF_4 。或者,可以通过用含硅烷与氢气的气体来制备微晶半导体膜,所述气体经一种或者多种选自氦、氙、氩、氖的惰性气体元素稀释。在此情况下,氢气的流量为硅烷流量的 5-200 倍,优选为 50-150 倍,更优选地为 100 倍。除此之外,含硅的气体可以与诸如 CH_4 或 C_2H_6 的碳化气体、或者诸如 GeH_4 或 GeF_4 、 F_2 的锗气体等混合。

[0072] 此外,光电效应所产生的空穴的移动性低于电子的移动性。因此,在堆叠半导体层形成 PIN 光电二极管的情况下,p 型半导体层侧可用作光接收平面。

[0073] 在此方法中,通过使用对于可见光具有不同光灵敏度的无定形薄膜光学传感器以及多晶薄膜光学传感器,精确检测了环境照度并优化了显示设备的亮度,从而可以减少用户感受到的亮度的变化并抑制了能耗的增加。此外,根据无定形薄膜光学传感器与多晶薄膜光学传感器的输出之间的不同,检测了红外光照度并校正了显示部分的色调,从而提高显示质量。

[0074] (实施方式 2)

[0075] 在本实施方式中,所述为不同于实施方式 1 的、包含光学传感器的显示设备的一

个实施方式。

[0076] 在本实施方式中,将结合图 4 描述一种液晶显示设备,其为显示设备的一个实施例。显示设备 220 包含像素电路 221、显示元件控制电路 222、以及光学传感器控制电路 223。所述像素电路 221 具有多个排列于矩阵中的像素 224。每一个像素 224 包含显示元件 225 以及光学传感器 226 或者光学传感器 236。

[0077] 所述光学传感器 226 是实施方式 1 中所述的无定形薄膜光学传感器,而所述光学传感器 236 是多晶薄膜光学传感器。图 4 所示的实施例中,每一个含光学传感器 226 的像素柱与每一个含光学传感器 236 的像素柱交替逐一排列;然而,本实施方式不限于此。例如,不必在每一个像素中设置所述的光学传感器 226 或者光学传感器 236,而可以每隔一个像素或者每隔数个像素设置。

[0078] 所述显示元件 225 包含晶体管、储能电容、含液晶层的液晶元件等。所述晶体管具有控制向储能电容中注入或者从储能电容中流出电荷的功能。所述储能电容具有保持电荷的功能,所述电荷对应于施加到液晶层上的电压。利用通过对液晶层施加电压产生的偏振方向改变的现象,产生了通过液晶层的光的对比度(灰度);在本方法中,实现了图像的显示。液晶显示设备,包括透射式液晶显示设备与反射式液晶显示设备,所述透射式液晶显示设备在液晶层的背面包含光源(背光),通过来自光源的光透过液晶层来显示图像,所述反射式液晶显示设备通过在液晶层的正面反射外部光或者反射来自光源(前光)的光来显示图像。

[0079] 应注意,显示彩色图像的方法包括使用滤色器的方法,也称为,滤色器法。该方法能使得已经透过液晶层的光在穿过滤色器时,产生特定颜色(例如,红(R),绿(G)或者蓝(B))的灰度。在此,当应用滤色器法时,具有发射红光(R)功能的像素 224、具有发射绿光(G)功能的像素 224 以及具有发射蓝光(B)功能的像素 224,分别被称作 R 像素、G 像素与 B 像素。应注意,在只进行单色显示的情况下,不必使用滤色器。

[0080] 用于显示彩色图像的方法还包括使用特定颜色(例如,红(R),绿(G)或者蓝(B))光源作为背光,并依次点亮的方法,也称为,场顺序法(field-sequential method)。在场顺序法中,当光源打开时,对透过液晶层的光进行对比可产生每种颜色的灰度。

[0081] 应注意,尽管如上所述的情况中的显示元件 225 包含液晶元件,显示设备 225 还可包含另一个元件,例如发光元件。所述发光元件的亮度通过电流或者电压控制。具体为,发光二极管、EL 元件(有机 EL 元件(有机发光二极管(OLED))或者无机 EL 元件)等。

[0082] 每一个本实施方式中所述的光学传感器 226 与 236 包含具有通过接收光来产生电信号的功能的元件(光电转换元件)例如光电二极管,以及晶体管。

[0083] 显示元件控制电路 222 控制了显示元件 225 并且包含显示元件驱动电路 227 与显示元件驱动电路 228,所述显示元件驱动电路 227 通过诸如视频数据信号线的信号线(也称为“源信号线”)向显示元件 225 输入信号,所述显示元件驱动电路 228 通过扫描线(也称为“门信号线”)向显示元件 225 输入信号。例如,所述显示元件驱动电路 228 具有选择某一特定行中的像素所包含的显示元件 225 的功能。所述显示元件驱动电路 227 具有对某一特定行中的像素所包含的显示元件 225 施加给定电势的功能。应注意,对于通过显示元件驱动电路 228 施加了高电势的显示元件,晶体管是打开的,从而所述显示元件能获得通过显示元件驱动电路 227 施加的电势。

[0084] 光学传感器控制电路 223 控制了光学传感器 226 并且包含光学传感器读取电路 229 与光学传感器驱动电路 230, 所述光学传感器读取电路 229 用于光学传感器输出信号线、光学传感器参比信号线等。所述光学传感器驱动电路 230 具有实现如下所述的对特定行中的像素所包含的光学传感器 226 进行重启操作以及选择操作的功能。所述光学传感器读取电路 229 具有读取特定行中的像素所包含的光学传感器 226 所输出的信号的功能。应注意, 所述光学传感器读取电路 229 可以具有该配置, 其中光学传感器的输出(其为模拟信号)通过使用 OP 放大器读取模拟信号输出到显示设备的外部, 或者所述光学传感器读取电路 229 可以具有该配置, 其中所述输出被 A/D 转换电路转换成数字信号, 然后输出到显示设备的外部。

[0085] 含光学传感器的显示设备 220 设置有一个包含晶体管的电路, 所述晶体管含有氧化物半导体。

[0086] 为了防止所述位于含光学传感器的显示设备 220 中的具有氧化物半导体层的晶体管的电学特性发生变化, 通过特意去除引起氧化物半导体层发生变化的杂质, 例如氢、水分、羟基、或者氢化物(也称为含氢化合物), 此外, 通过提供作为氧化物半导体中的主要组分同时在去除杂质步骤中降低的氧, 将所述氧化物半导体层纯化为电 i 型(本征)。

[0087] 因此, 优选所述氧化物半导体含尽可能少的氢和载流子。本说明书中所述的晶体管中, 氧化物半导体形成了通道形成区域, 所述氧化物半导体含氢小于或等于 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$, 优选为小于或等于 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$, 更优选为小于或等于 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 或者小于 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$, 所述去除了氢的氧化物半导体含载流子的密度小于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$, 优选小于 $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$, 更优选小于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$, 尽可能接近于零。

[0088] 因为晶体管中包含的氧化物半导体中几乎不含有载流子(接近零), 从而可以降低晶体管的断态电流。优选地, 晶体管的断态电流尽可能的小。所述断态电流是, 在施加了 -1V 至 -10V 的给定门电压的情况下, 晶体管的源区与漏区之间的电流。本说明书所揭示的含有氧化物半导体的晶体管中, 每微米通道宽度(W) 的电流值小于或等于 $10\text{aA}/\mu\text{m}$, 优选小于或等于 $1\text{aA}/\mu\text{m}$, 更优选小于或等于 $1\text{zA}/\mu\text{m}$ 。除此之外, 因为没有 PN 结以及没有热载流子的降解, 所以没有对晶体管的电特性造成负面影响。

[0089] 结合图 5 描述了像素 224 的电路图的一个实施例。所述像素 224 包含显示元件 225 和光学传感器 226 或光学传感器 236, 其中显示元件 225 包含晶体管 201、储能电容 202、以及液晶元件 203, 光学传感器 226 或光学传感器 236 包含光电二极管 204、晶体管 205、以及晶体管 206。

[0090] 晶体管 201 的门与门信号线 207 电连接。晶体管 201 的源区和漏区之一与视频数据信号线 210 电连接。晶体管 201 的其他源区和漏区与储能电容 202 的一个电极以及液晶元件 203 的一个电极电连接。储能电容 202 的其他电极以及液晶元件 203 的其他电极分别维持在特定的电势。所述液晶元件 203 包含一对电极以及位于这对电极间的液晶层。

[0091] 当“H”被施加于门信号线 207 时, 晶体管 201 向储能电容 202 与液晶元件 203 供给视频数据信号线 210 的电势。所述储能电容 202 维持供给的电势。所述液晶元件 203 根据供给的电势改变透光性。

[0092] 因为晶体管 201、205 以及 206 的断态电路极小, 所述每一个晶体管是含氧化物半导体的晶体管, 所以储能电容可以极小或者不必设置储能电容。

[0093] 由无定形半导体、多晶半导体、或者微晶半导体制备光电二极管 204。光电二极管 204 的一个电极与光电二极管重启信号线 208 电连接,光电二极管 204 的其他电极通过门信号线 213 与晶体管 205 的门电连接。晶体管 205 的源区和漏区之一与光学传感器参比信号线 212 电连接,晶体管 205 的其他源区和漏区与晶体管 206 的源区和漏区之一电连接。晶体管 206 的一个门与门信号线 209 电连接,晶体管 206 的其他源区和漏区与光学传感器输出信号线 211 电连接。

[0094] 应注意,晶体管 205 与晶体管 206 的排列不限于图 5 中的结构。例如,可以应用一种结构,所述结构中的晶体管 206 的源区和漏区之一与光学传感器参比信号线 212 电连接,晶体管 206 的其他源区和漏区与晶体管 205 的源区和漏区之一电连接,晶体管 205 的门与门信号线 209 电连接,晶体管 205 的其他源区和漏区与光学传感器输出信号线 211 电连接。

[0095] 接着,结合图 6 描述了光学传感器读取电路 229 的结构的一个实施例。在图 6 中,与一个像素柱相对应且包含在光学传感器读取电路 229 中的光学传感器驱动电路 230 包含晶体管 231 与储能电容 232。此外,附图标记 211 指的是相对应像素柱的光学传感器输出信号线,附图标记 233 指的是预充电信号线。

[0096] 图 5 中的晶体管 205 与晶体管 206 以及图 6 中的晶体管 231 各自是包含氧化物半导体层的晶体管。

[0097] 在对包含在像素内的光学传感器进行操作前,将光学传感器输出信号线 211 的电势设置为参比电势,所述光学传感器输出信号线位于光学传感器驱动电路 230 中,所述光学传感器驱动电路对应于一个像素柱且包含在如图 4 所示的光学传感器读取电路 229 中。光学传感器输出信号线 211 所设置的参比电势可以是高电势或者低电势。在图 6 中,通过将预充电信号线 233 的电势设置到“H”,可以将光学传感器输出信号线 211 的电势即参比电势设置为高电势。应注意,在所述光学传感器输出信号线 211 的寄生电容大的情况下,不必设置储能电容 232。

[0098] 接着,结合图 7 的时序图描述了显示设备中的光学传感器的读取操作的一个实施例。在图 7 中,信号 251、信号 252、信号 253、信号 254 各自相对应图 5 中的光电二极管重启信号线 208 的电势、连接到晶体管 206 的门的门信号线 209 的电势、连接到晶体管 205 的门的门信号线 213 的电势、以及光学传感器输出信号线 211 的电势。除此之外,信号 255 相对应图 6 中的预充电信号线 233 的电势。

[0099] 在时间“A”,当光电二极管重启信号线 208 的电势(信号 251)设置为“H”(重启操作)时,光电二极管 204 被打开且连接到晶体管 205 的门的门信号线 213 的电势(信号 253)变为“H”。此外,当预充电信号线 233 的电势(信号 255)设置为“H”时,光学传感器输出信号线 211 的电势(信号 254)预充电到“H”。

[0100] 在时间“B”,当光电二极管重启信号线 208 的电势(信号 251)设置为“L”(蓄电操作)时,由于光电二极管 204 的光电流,连接到晶体管 205 的门的门信号线 213 的电势(信号 253)开始降低。当光电二极管 204 被光照射时光电二极管 204 的光电流增加;因此,连接到晶体管 205 的门的门信号线 213 的电势(信号 253)根据照射光的量而变化。也就是说,晶体管 205 的源区与漏区之间的电流发生变化。

[0101] 在时间“C”,当门信号线 209 的电势(信号 252)设置为“H”(选择操作)时,晶体管 206 被打开且光学传感器参比信号线 212 与光学传感器输出信号线 211 经过晶体管 205 与

晶体管 206 相互电连接。然后,降低了光学传感器输出信号线 211 的电势(信号 254)。应注意,在时间“C”之前,预充电信号线 233 的电势(信号 255)设置为“L”且完成了光学传感器输出信号线 211 的预充电。此处,光学传感器输出信号线 211 的电势(信号 254)达到某一具体电势所需的时间(电势变化率)取决于晶体管 205 的源区与漏区之间的电流。也就是说,时间根据照射到光电二极管 204 的光的量而变化。

[0102] 在时间“D”,当门信号线 209 的电势(信号 252)设置为“L”时,晶体管 206 被关闭且光学传感器输出信号线 211 的电势(信号 254)在时间“D”之后为恒定值。此处,为恒定值的电势根据照射到光电二极管 204 的光的量而变化。因此,可以通过获取光学传感器输出信号线 211 的电势来得到照射到光电二极管 204 的光的量。

[0103] 如上所述,通过重复重启操作、蓄电操作、以及选择操作来实现单个光学传感器的操作。为了实现显示设备的高速成像,必需对所有像素进行高速的重启操作、蓄电操作、以及选择操作。如果图 5 中的晶体管 206 的断态泄漏电流较大,则泄漏电流从光学传感器输出信号线 211 经过晶体管 205 流到光学传感器参比信号线 212。然后,可能会引起光学传感器操作的故障;例如在重启操作中,晶体管 205 的门电压没有达到所需的电压,或者光学传感器输出信号线 211 的电势以及光学传感器参比信号线 212 的电势变得不稳定。

[0104] 然而,在本说明书中揭示的本发明中,晶体管 206 由含有氧化物半导体的晶体管制备,从而其断态电流极小;所以,可以减少上述故障。

[0105] 在本实施方式中,所设置的光学传感器并不在显示部分的外部而是在显示部分的内部,其可以具有更精确的亮度或者色调校正。此外,当在显示部分的内部设置有光学传感器时,光学传感器被覆盖的可能性极低。

[0106] 除此之外,当在像素中的光学传感器上设置有滤色器时,可以通过分离进入到 RGB 颜色组分中的光来检测显示设备周围的照度。通过分离进入到 RGB 中的光来检测显示设备周围的照度,可以更精确地检测显示设备周围的色温或者色度分布,且可以精确校正显示图像的色调。

[0107] (实施方式 3)

[0108] 在本实施方式中,结合图 8A-8D、图 9A-9D、图 10A 与 10B、以及图 11 的截面图,描述了如实施方式 1 和 2 所述的晶体管与光学传感器的制备方法的一个实施例。如图 10B 所示的晶体管 390 是底-门型结构的一种,也被称为反转交错晶体管或者通道蚀刻晶体管。光学传感器 391 是无定形薄膜光学传感器且包含 PIN 光电二极管,所述光电二极管中堆叠了由无定形硅制备的 P 层、I 层以及 N 层。光学传感器 392 是多晶薄膜光学传感器且包含 PIN 光电二极管,所述光电二极管中的 P 层、I 层以及 N 层由一层多晶硅层或者微晶硅层制备作为光电转换元件。应注意,所述光学传感器 391 以及光学传感器 392 不是设计用来检测从基板侧入射的光,而是用来检测从绝缘层 312 侧入射的外部光 350。

[0109] 应注意,如本实施方式所述为相对应每一个光学传感器 391 以及光学传感器 392 的光电转换元件部分的光电二极管的截面结构。所述光学传感器的晶体管部分可以通过类似于制备晶体管 390 的方法制备。

[0110] 在以下描述中,晶体管 390 是具有单门结构的晶体管,但是若需要,可以是含具有多个通道形成区域的多门结构的晶体管。

[0111] 以下结合图 8A-8D、图 9A-9D、图 10A 与 10B,描述了在基板 300 上制备晶体管 390

的方法。

[0112] 首先,在基板 300 上形成具有绝缘表面的导电层,然后在第一光刻步骤中形成门电极层 301、配线层 302 以及配线层 303。因为可以增加堆叠的门绝缘层的覆盖,所以所述门电极层与配线层优选具有倾斜的末端部分。应注意,可以用喷墨法来制备抗蚀掩模。通过喷墨法制备抗蚀掩模无需光掩模;从而,可以降低制造费用。

[0113] 对于基板 300,可以使用玻璃基板、陶瓷基板、石英基板、蓝宝石基板、具有足以在此制备过程耐受处理温度的高热抗性的塑料基板等。在所述基板无需具有透光性的情况下,可以使用金属基板,例如表面设置有绝缘薄膜的不锈钢合金基板。或者,可以使用结晶化玻璃等。

[0114] 作为玻璃基板,当后续进行的热处理的温度高的情况下,优选使用应变点大于或等于 730°C 的玻璃基板。对于玻璃基板,可以使用例如,硼硅酸钡玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃等不含碱金属的玻璃基板。应注意,当氧化钡 (BaO) 的含量大于氧化硼 (B_2O_3) 时,可以得到更实用的热抗性玻璃基板。因此,优选使用 BaO 含量大于 B_2O_3 的含 BaO 与 B_2O_3 的玻璃基板。

[0115] 除此之外,可以使用具有如下任意尺寸的玻璃基板作为基板 300:第三代 ($550\text{mm}\times 650\text{mm}$), 第 3.5 代 ($600\text{mm}\times 720\text{mm}$, 或者 $620\text{mm}\times 750\text{mm}$), 第四代 ($680\text{mm}\times 880\text{mm}$, 或者 $730\text{mm}\times 920\text{mm}$), 第五代 ($1100\text{mm}\times 1300\text{mm}$), 第六代 ($1500\text{mm}\times 1850\text{mm}$), 第七代 ($1870\text{mm}\times 2200\text{mm}$), 第八代 ($2200\text{mm}\times 2400\text{mm}$), 第九代 ($2400\text{mm}\times 2800\text{mm}$, 或者 $2450\text{mm}\times 3050\text{mm}$) 第十代 ($2950\text{mm}\times 3400\text{mm}$) 等。

[0116] 可以在基板 300 与门绝缘层 304 之间设置基底绝缘层。基底绝缘层具有防止从基板 300 扩散杂质元素的功能,且可以通过单层结构或者使用一种或多种的氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、以及氧氮化硅膜的堆叠-层结构来制备所述基底绝缘层。可以通过溅射法、CVD 法、涂覆法、印刷法等来制备所述合适的基底绝缘层。可以将少量诸如氟或者氯的卤素元素加入到所述基底绝缘层中来固定化移动的钠离子等。通过二次离子质谱法 (SIMS) 测得的基底绝缘层中所含有的卤素元素的峰值浓度优选为 $1\times 10^{15}\text{cm}^{-3}$ 至 $1\times 10^{20}\text{cm}^{-3}$ 。

[0117] 可以使用金属材料,例如:钼、钛、铬、钽、钨、铝、铜、钕或铈、或者含任意这些材料作为其主要组分的合金材料,来分别制备具有单层或者堆叠层结构的门电极层 301、配线层 302 以及配线层 303 (包含由与门电极层 301、配线层 302 以及配线层 303 相同的层制备的配线层或者电极层)。

[0118] 例如,优选如下任一种结构作为双层结构的门电极层 301、配线层 302 以及配线层 303,包括:将钼层堆叠到铝层上的双层结构、将钼层堆叠到铜层上的双层结构、将氮化钛层或者氮化钽层堆叠到铜层上的双层结构、具有氮化钛层与钼层的双层结构以及具有氮化钨层与钨层的双层结构。对于三层结构,优选为钨层或者氮化钨层的堆叠层、铝与硅的合金或者铝与钛的合金的层以及氮化钛层或者钛层。

[0119] 接着,在门电极层 301、配线层 302 以及配线层 303 上制备门绝缘层 304。

[0120] 通过等离子体 CVD 法或者溅射法等,使用一层或多层氧化硅层、氮化硅层、氧氮化硅层、氮氧化硅层、氧化铝层、氮化铝层、氧氮化铝层、氮氧化铝层以及氧化钪层,可以制备具有单层结构或者堆叠层结构的门绝缘层 304。通过溅射法制备氧化硅膜时,使用硅靶或者石英靶作为靶,且使用氧或者氧与氩的混合气体作为溅射气体。

[0121] 应注意,之后形成的纯化氧化物半导体(通过去除杂质得到的 i 型或者基本上为 i 型的氧化物半导体)易受界面状态或者界面电荷的影响;因此,纯化氧化物半导体与门绝缘层(GI)之间的界面特性就特别地重要。因此,与纯化氧化物半导体接触的门绝缘层需要具有高质量。

[0122] 例如,可以优选使用(2.45GHz)微波的高密度等离子体CVD法,来制备致密且具有高耐电压性的高质量的绝缘层。这是因为当纯化氧化物半导体与高质量的门绝缘层相互紧密接触设置时,可以降低界面状态且可以取得良好的界面特性。

[0123] 无须再言,只要能形成作为门绝缘层的高质量绝缘层,可以使用其他膜制备方法,例如溅射法或者等离子体CVD法。可以在形成之后使用热处理,来增强门绝缘层的膜质量或者增强绝缘层与氧化物半导体的界面特性。在任何情况下,可以使用任一种绝缘层,所述绝缘层具有降低的界面状态密度且能与氧化物半导体形成良好界面,同时具有作为门绝缘层的良好膜质量。

[0124] 此外,在 85°C 以及 $2\times 10^6\text{V}/\text{cm}$ 下对晶体管进行12小时的门偏压-温度应力测试(BT测试),当氧化物半导体含杂质时,高电场(B:偏压)与高温(T:温度)使得杂质与氧化物半导体的主要组分间的键断裂,所产生的悬空键(dangling bond)引起了阈值电压(V_{th})的偏移。

[0125] 相反,在本说明书揭示的本发明中,通过从氧化物半导体中尽可能多地去除杂质,特别是氢、水等,来取得如上所述的氧化物半导体与门绝缘层之间良好的界面特性,从而能得到在BT测试中保持稳定的晶体管。

[0126] 门绝缘层304可以具有堆叠层结构,所述堆叠层结构中的氮化物绝缘层与氧化物绝缘层以这一顺序堆叠到门电极层301上。例如,以该方法制备100nm厚的门绝缘层:通过溅射法制备具有50nm-200nm厚度的氮化硅层($\text{SiN}_y(y>0)$)作为第一门绝缘层,然后将具有5nm-300nm厚度的氧化硅层($\text{SiO}_x(x>0)$)堆叠到第一门绝缘层上作为第二门绝缘层。可以根据晶体管所需的特性适当设定所述门绝缘层的厚度,可以约为350nm-400nm。

[0127] 当使用高-k材料制备门绝缘层304时,可以降低门泄漏电流,所述高-k材料是例如:硅酸铪($\text{HfSi}_x\text{O}_y(x>0, y>0)$)、加入了氮的硅酸铪($\text{HfSi}_x\text{O}_y(x>0, y>0)$)、铝酸铪($\text{HfAl}_x\text{O}_y(x>0, y>0)$)、氧化铪或者氧化钽。除此之外,可以使用堆叠结构,所述堆叠结构中堆叠了高-k材料与一层或多层氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、氮氧化硅以及氧化铝。

[0128] 为了尽可能地防止所述门绝缘层304含有氢、羟基基团以及水份,优选在制备膜前在溅射设备的预热室中对设置有门电极层301的基板300预热或者对设置有门电极层301以及门绝缘层304的基板300预热,从而去除了基板300中吸附的诸如氢或者水份的杂质,并进行抽气。应注意,预热的温度大于或等于 100°C 且小于或等于 400°C ,优选大于或等于 150°C 且小于或等于 300°C 。优选设置低温泵作为预热室中的抽气单元。所述预热步骤不是必需进行的。

[0129] 接着,通过溅射法在门绝缘层304上形成具有2nm-200nm厚度的氧化物半导体层305(见图8A)。

[0130] 氧化物半导体层305通过溅射法形成。所述氧化物半导体层305可以使用以下任一种膜制备:四组分金属氧化物膜例如In-Sn-Ga-Zn-O膜;三组分金属氧化物膜例如In-Ga-Zn-O膜、In-Sn-Zn-O膜、In-Al-Zn-O膜、Sn-Ga-Zn-O膜、Al-Ga-Zn-O膜以及

Sn-Al-Zn-O 膜 ;二组分金属氧化物膜例如 In-Zn-O 膜、Sn-Zn-O 膜、Al-Zn-O 膜、Zn-Mg-O 膜、Sn-Mg-O 膜、In-Mg-O 膜以及 In-Ga-O 膜 ;In-O 膜 ;Sn-O 膜 ;以及 Zn-O 膜。此外,所述氧化物半导体层可以包含 SiO_2 。

[0131] 可以使用含氧化锌作为主要组分的金属氧化物靶作为通过溅射法制备氧化物半导体层 305 的靶。可以使用含 In、Ga 以及 Zn(组分为 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO}=1 : 1 : 1$ [摩尔比], $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO}=1 : 1 : 2$ [摩尔比])的金属氧化物靶作为金属氧化物靶的另一个实施例。或者,可以使用含 In、Ga 以及 Zn 的金属氧化物靶,所述靶的组分为 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO}=2 : 2 : 1$ [摩尔比] 或者 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO}=1 : 1 : 4$ [摩尔比]。所述金属氧化物靶的填充比为 90% -100%,优选为 95% -99.9%。当使用具有高填充比的金属氧化物靶时,形成致密的氧化物半导体层 305。

[0132] 在本实施方式中,使用溅射法从基于 In-Ga-Zn-O 的金属氧化物靶来制备氧化物半导体层 305。或者,所述氧化物半导体层 305 可以用溅射法在稀有气体气氛(通常为氩气)、氧气气氛、或者混合了稀有气体(通常为氩气)与氧气的气氛中制备。

[0133] 以如下方法在基板 300 上制备氧化物半导体层 305:将基板保留在减压条件的处理室中,将基板加热到室温或者低于 400°C 的温度;去除处理室中的残留水份,引入去除了氢与水份的溅射气体,使用基于 In-Ga-Zn-O 的金属氧化物作为靶。为了去除残留在处理室中的水份,优选使用截留真空泵。例如,优选使用低温泵、离子泵或者钛升华泵。抽气单元可以是设置有冷阱的涡轮泵。用低温泵对处理室抽气,充分去除了例如氢原子、含氢原子的化合物诸如水(H_2O) (优选地,所述化合物还含有碳原子)等;从而可以降低在处理室中形成的氧化物半导体膜中的杂质的浓度。通过溅射制备膜的同时使用低温泵去除处理室中的残留水份,制备氧化物半导体层 305 的过程中的基板温度可以设定高于或等于室温且低于 400°C 。

[0134] 可以使用如下条件作为膜制备条件的一个实施例:基板与靶之间的距离为 100mm;压力为 0.6Pa;直流(DC)电源为 0.5kW 且为氧气气氛(氧气流比例为 100%)。应注意,优选使用脉冲直流(DC)电源,因为可以减少在膜制备中产生的粉末物质(也称为颗粒或者灰尘)且可以使膜厚度变均匀。优选地,氧化物半导体层的厚度为 5nm-30nm。应注意,所述氧化物半导体层的合适的厚度根据所使用的材料而不同;因此可以根据材料来确定合适的厚度。

[0135] 溅射法的实施例包括使用高频电源作为溅射电源的 RF 溅射法、使用直流电源的 DC 溅射法以及以脉冲方式施加偏压的脉冲 DC 溅射法。所述 RF 溅射法主要用于制备绝缘膜的情况,而 DC 溅射法主要用于制备金属膜的情况。

[0136] 还有一种可以设定多种不同材料的靶的多源溅射设备。通过多源溅射设备,可以在同一个室中堆叠制备不同材料的膜,或者可以在同一个室中通过放电同时制备具有多种材料的膜。

[0137] 或者,可以使用用于磁控管溅射法的溅射设备或者用于 ECR 溅射法的溅射设备,所述用于磁控管溅射法的溅射设备的室内设置有磁力系统,所述用于 ECR 溅射法的溅射设备使用微波而不是辉光放电产生等离子体。

[0138] 此外,作为使用溅射法制备膜的方法,可以使用反应性溅射法或者偏压溅射法,所述反应性溅射法中的靶物质与溅射气体组分在膜制备过程中相互发生化学反应形成化合

物薄膜,所述偏压溅射法在膜制备过程中对基板施加了电压。

[0139] 优选使用高纯气体作为制备氧化物半导体层的溅射气体,所述高纯气体中诸如氢、水、羟基基团或者氢化物的杂质的浓度降低至约为 ppm 水平或者 ppb 水平。

[0140] 接着,在第二光刻步骤中将氧化物半导体层 305 加工成具有岛屿形状的氧化物半导体层 306 (见图 8B)。可以通过喷墨法来制备用于形成具有岛屿形状的氧化物半导体层 306 的抗蚀掩模。通过喷墨法制备抗蚀掩模无需光掩模;从而,可以降低制造费用。

[0141] 应注意,所述氧化物半导体层 305 的蚀刻可以是干蚀刻、湿蚀刻或者同时干蚀刻与湿蚀刻。

[0142] 优选使用含氯气体(基于氯的气体,例如氯气(Cl_2)、三氯化硼(BCl_3)、四氯化硅(SiCl_4)或者四氯化碳(CCl_4))作为干蚀刻的蚀刻气体。

[0143] 或者,可以使用含氟的气体(基于氟的气体,例如四氟化碳(CF_4)、六氟化硫(SF_6)、三氟化氮(NF_3)或者三氟甲烷(CHF_3));溴化氢(HBr);氧气(O_2);任一种加入了诸如氦(He)或者氩(Ar)的上述气体等。

[0144] 对于干蚀刻法,可以使用平行板反应离子蚀刻(RIE)法和电感耦合等离子体(ICP)蚀刻法等。为了将层蚀刻到所希望的形状,需要设定合适的蚀刻条件(例如,施加于螺旋电极上的电功率量,施加于基板侧的电极上的电功率量以及基板侧上的电极温度)。

[0145] 可用于湿蚀刻的一个蚀刻剂的实施例包括:磷酸、乙酸、硝酸、氨与过氧化氢混合物(31重量%过氧化氢:28重量%氨溶液:水的体积比=5:2:2)等的混合溶液。也可以使用诸如 ITO-07N (由关东化学公司(KANTO CHEMICAL CO., INC)生产)的蚀刻剂。

[0146] 在湿蚀刻后,通过清洁将所述蚀刻剂与蚀刻的材料一起去除。可以纯化含蚀刻剂与蚀刻的材料的废液,且可以重新使用所述材料。在蚀刻之后从废液中收集并重新使用氧化物半导体层中所含的诸如钨的材料,可以有效地利用资源并降低成本。

[0147] 根据材料调整合适的蚀刻条件(例如,蚀刻剂、蚀刻时间或者温度),从而可以将材料蚀刻到所希望的形状。

[0148] 接着,在门绝缘层 304 上形成半导体层 307。可以通过已知的 CVD 或者溅射法制备具有微晶或者多晶结构的半导体层,作为半导体层 307。可以使用含硅或者锗的气体作为 CVD 法制备情况中的沉积气体。对于含硅的沉积气体,可以使用硅烷(SiH_4)、乙硅烷(Si_2H_6)、二氯硅烷(SiH_2Cl_2)、 SiHCl_3 、氯化硅(SiCl_4)、氟化硅(SiF_4)等。对于含锗的沉积气体,可以使用锗烷(GeH_4)、乙锗烷(Ge_2H_6)、氟化锗(GeF_4)等。

[0149] 可以通过形成无定形半导体层或者微晶半导体层,然后在大于或等于 600°C 下对半导体层进行热处理,RTA 处理或者激光照射来制备多晶半导体层。通过 RTA 处理或者激光照射的结晶化,可以瞬间加热半导体膜,在低应变点的基板上制备多晶半导体层的情况中特别有效。

[0150] 此外,通过将促进结晶化的元素与无定形半导体层或者微晶半导体层接触,或者将所述元素加入其中,可以将用于结晶化的热处理温度降低到约为 450°C 。作为促进结晶化的金属元素,可以使用一种或者多种金属,例如:铁(Fe)、镍(Ni)、钴(Co)、钌(Ru)、铑(Rh)、钯(Pd)、锇(Os)、铱(Ir)、钛(Ti)、铂(Pt)、铜(Cu)以及金(Au)。

[0151] 在本实施方式中,通过等离子体 CVD 法形成无定形硅层,然后在第三光刻步骤中将无定形硅层加工成岛屿形状的半导体层来制备半导体层 307。此外,将镍(Ni)作为促进

结晶化的金属元素加入到半导体层 307 中(见图 8C)。

[0152] 接着,对氧化物半导体层 306 脱水或者脱氢。脱水或者脱氢的第一热处理的温度设定为 400°C 至 750°C ,优选为 550°C 至 600°C 。此时,还进行了半导体层 307 的结晶化。应注意,所述热处理进行一个小时或者更长。这里,将基板引入到热处理设备之一的电炉中,在氮气气氛中进行氧化物半导体层的热处理。之后,防止所述氧化物半导体层暴露于空气中,这防止了水或者氢重新进入到氧化物半导体层中。之后,通过将高纯氧气、高纯 N_2O 气体或者超干空气(露点小于或等于 -40°C ,优选为小于或等于 -60°C)引入到同一炉中进行冷却。优选地,所述氧气或者 N_2O 气体不含水、氢等。或者,所述引入到热处理设备中的氧气或者 N_2O 气体的纯度优选为 6N (99.9999%) 或者更高,更优选地为 7N (99.99999%) 或者更高(也就是说,所述氧气或者 N_2O 气体中的杂质的浓度为小于或等于 1ppm,优选小于或等于 0.1ppm)。

[0153] 应注意,所述热处理设备不限于电炉。例如,可以使用诸如气体快速热退火(GRTA)设备或者照明灯快速热退火(LRTA)设备的快速热退火(RTA)设备。所述 LRTA 设备是通过从诸如卤素灯、金属卤化物灯、氙弧灯、碳弧灯、高压钠灯或者高压汞灯的灯中发出光照(电磁波)来加热物体的设备。此外,LRTA 设备可以不仅设置有灯还可以设置有能通过诸如电阻加热器的加热器的热传导或者热辐射来加热物体的装置。GRTA 是一种使用高温气体进行热处理的方法。对于所述气体,可以使用热处理时不与被处理的物体发生反应的惰性气体,例如氮气或者诸如氙气的稀有气体。可以通过 RTA 法在 600°C 至 750°C 进行数分钟的热处理。

[0154] 在第一热处理脱水或者脱氢之后,在 200°C 至 400°C 的温度下进行热处理,优选为 200°C 至 300°C 下的氧气气氛或者 N_2O 气体气氛中进行。

[0155] 通过上述步骤,得到氧化物半导体层 306 以及半导体层 308,所述半导体层 308 是从半导体层 307 制备的多晶半导体层(见图 8D)。

[0156] 尽管,在本实施方式中,如同氧化物半导体层 306,在门绝缘层 304 上形成了半导体层 308,所述半导体层 308 与氧化物半导体层 306 可以在其他的层上制备。例如,即使当所述半导体层 307 在氧化物半导体层 306 的下层形成并进行第一热处理,仍可以同时进行氧化物半导体层 306 的脱水或者脱氢以及半导体层 307 结晶化形成多晶半导体层。

[0157] 应注意,在本实施方式中使用的氧化物半导体中所含有的氢小于或等于 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$,优选小于或等于 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$,更优选小于或等于 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 或者小于 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$,且氢被从氧化物半导体中去除。换言之,对氧化物半导体进行了纯化因此非氧化物半导体的主要组分的杂质的含量尽可能低。应注意,可以通过二次离子质谱法(SIMS)来测定氧化物半导体层中氢的浓度。

[0158] 除此之外,可以通过霍尔效应测量法或者电容-电压(CV)测量法测定载流子的密度。通过霍尔效应测量法或者 CV 测量法测定的氧化物半导体的载流子密度相当于 $1.45 \times 10^{10}/\text{cm}^3$,其小于或等于硅的特性载流子密度。当根据费米-狄拉克分布定律(Fermi-Dirac distribution law)进行计算时,硅的特性载流子密度为 $10^{10}/\text{cm}^3$,而能隙大于或等于 3eV 的氧化物半导体的特性载流子密度为 $10^7/\text{cm}^3$ 。也就是说,氧化物半导体的特性载流子密度极为接近零。

[0159] 所述能隙大于或等于 2eV,优选大于或等于 2.5eV,更优选大于或等于 3eV,且尽可

能多地减少诸如氢等形成供体的杂质,从而使得载流子的密度小于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$,优选小于 $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$,更优选小于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 。换言之,可以使得氧化物半导体层的载流子密度尽可能地接近零。通过使用具有宽能隙的氧化物半导体层,可以将温度特性稳定在约为室温至 180°C 的实用温度范围内。

[0160] 本实施方式中的氧化物半导体为本征(i型)或者基本上为本征的氧化物半导体,通过从氧化物半导体中去除作为n型杂质的氢并增加纯度来获得所述氧化物半导体,从而尽可能地不含非氧化物半导体的主要组分的杂质。换言之,本实施方式中的氧化物半导体是纯化i型(本征)氧化物半导体或者接近为纯化i型氧化物半导体的氧化物半导体,所述氧化物半导体不是通过加入杂质而是通过尽可能多地去除诸如氢、水、羟基基团或者氢化物的杂质来得到。在此方法中,费米能级(E_f)与本征费米能级(E_i)可以为同一水平。

[0161] 当使用氧化物半导体作为晶体管的通道形成区域时,当晶体管的漏电压为1V与10V且门电压的范围为-5V至-20V时,甚至在通道宽度为10nm的情况下,所述晶体管的漏电流可以小于或等于 $1 \times 10^{-13}\text{A}$,所述氧化物半导体通过如上所述的从氧化物半导体中充分去除氢来纯化。

[0162] 前述包含氧化物半导体的晶体管的每微米通道宽度的断态电流可以小于或等于 $10\text{aA}/\mu\text{m}$ ($1 \times 10^{-17}\text{A}/\mu\text{m}$),优选小于或等于 $1\text{aA}/\mu\text{m}$ ($1 \times 10^{-18}\text{A}/\mu\text{m}$),更优选小于或等于 $1\text{zA}/\mu\text{m}$ ($1 \times 10^{-21}\text{A}/\mu\text{m}$)。如上所述,当氧化物半导体被纯化使得非氧化物半导体的主要组分的杂质含量尽可能低时,可以得到有利于操作的晶体管,所述杂质通常为氢、水、羟基基团或者氢化物。

[0163] 此处,将结合图15、图16、图17A和17B以及图18来描述含氧化物半导体的晶体管的原理。应注意,下述描述是基于理想情况的假设以易于理解,不一定反映真实的情况。也应注意,下述描述仅是一种考虑并不影响本发明的有效性。

[0164] 图15为含氧化物半导体的晶体管(薄膜晶体管)的截面图。在第一门电极(GE1)上设置有氧化物半导体层(OS),在它们之间插入有第一门绝缘膜(GI),在此之上还设置有源电极(S)与漏电极(D)。此外,设置有用于覆盖源电极(S)与漏电极(D)的绝缘层。

[0165] 图16所示为图15中沿线A-A'截面的能带图(示意图)。在图16中,黑色圆圈(●)与白色圆圈(○)表示电子与空穴,且各自具有电荷(-q, +q)。当对漏电极施加了正电压($V_D > 0$),长虚线显示了门电极上没有施加电压的情况($V_G = 0$),而实线显示了对门电极施加了正电压的情况($V_G > 0$)。在没有对门施加电压的情况下,由于高电势屏障因此没有从电极注射载流子(电子)到氧化物半导体侧,从而没有电流流动,其表示为断态。另一方面,当对门电极施加了正电压,降低了电势屏障,从而电流流动,表示为接通状态。

[0166] 图17A与17B所示为图15中沿线B-B'截面的能带图(示意图)。图17A所示为对第一门电极(GE1)施加了正电压($V_G > 0$)且载流子(电子)在源区与漏区之间流动的接通状态。图17B所示为对第一门电极(GE1)施加了负电压($V_G < 0$)且少数载流子不流动的断态。

[0167] 图18所示为金属的真空级与功函数(ϕ_M)之间的关系,以及氧化物半导体的真空级与电子亲和势(χ)之间的关系。在常温下,金属中的电子退化且费米能级位于导带。另一方面,传统的氧化物半导体为n型半导体,其费米能级(E_F)远离位于带隙中央且更靠近导带的本征费米能级(E_i)。应注意,众所周知的是,氧化物半导体中的部分氢是供体,且是引起氧化物半导体成为n型半导体的一个因素。

[0168] 另一方面,本发明中的氧化物半导体是本征(i型)或者基本上为本征的氧化物半导体,通过从氧化物半导体中去除n型杂质的氢并纯化氧化物半导体来取得所述氧化物半导体,从而尽可能地防止含有非氧化物半导体主要组分的杂质。换言之,一个特征是,并非通过加入杂质而是通过尽可能多地去除诸如氢或者水的杂质来得到所述的纯化i型(本征)半导体、或者与其接近的半导体。在此方法中,费米能级(E_F)与本征费米能级(E_i)可以为同一水平。

[0169] 在氧化物半导体的带隙(E_g)为3.15eV的情况下,电子亲和势(x)据称为4.3eV。源电极与漏电极中含有的钛(Ti)的功函数基本上等于氧化物半导体的电子亲和势(x)。在该情况下,在金属与所述氧化物半导体的界面间没有形成电子的肖特基势垒(Schottky barrier)。

[0170] 此时,如图17A所示,电子在门绝缘层与纯化氧化物半导体间的界面(所述氧化物半导体的最低部分,其具有稳定的能量)附近移动。

[0171] 此外,如图17B所示,当对门电极(GE1)施加了负电压时,由于作为少数载流子的空穴基本上为零,所以电流值极为接近零。

[0172] 在此方法中,通过纯化得到的本征(i型)或者基本为本征的氧化物半导体,从而尽可能少地含有非主要元素的元素(例如,杂质元素)。出于这个原因,门绝缘层需要与氧化物半导体形成良好的界面。具体地,优选使用下述绝缘层,例如:使用CVD法制备的绝缘层,所述CVD法使用高密度等离子体,这种高密度等离子体由频率范围为VHF频带至微波频带的功率源产生,或者使用通过溅射法制备的绝缘层。

[0173] 当制得的氧化物半导体与门绝缘层之间的界面良好同时所述氧化物半导体高度纯化时,例如,在晶体管的通道宽度W为 $1 \times 10^4 \mu\text{m}$ 且通道长度L为 $3 \mu\text{m}$ 的情况下,有可能在室温下(门绝缘层厚度为100nm)实现小于或等于 $1 \times 10^{-13}\text{A}$ 的断态电流以及0.1V/dec的阈下摆幅(subthreshold swing)(S值)。

[0174] 当如上所述,氧化物半导体被高度纯化,以尽可能少地包含非主要组分的元素(例如,杂质元素)时,从而可以有利于操作晶体管。

[0175] 因此,并非简单地使用具有宽带隙的氧化物半导体作为晶体管而是通过纯化氧化物半导体,从而可以尽可能多地防止含有非主要组分的杂质,从而载流子的密度小于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$,优选小于 $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$,更优选小于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$,可以去除在实用操作温度下具有热激发性的载流子,且晶体管仅能被从源侧注入的载流子操作。这有可能将断态电流降低到小于或等于 $1 \times 10^{-17}\text{A}$ 以及得到随温度变化断态电流几乎不变的且可以非常稳定地操作的晶体管。

[0176] 本发明的一个技术理念是,不向氧化物半导体中添加杂质,且相反地,氧化物半导体本身通过去除不希望存在的杂质,例如水或者氢,以被纯化。换言之,本发明的一个实施方式的特点是,通过去除形成了给体能级的水或氢来纯化氧化物半导体本身,并进一步通过充分地供给氧来消除所述氧化物半导体的氧缺陷。

[0177] 在氧化物半导体中,即使是在膜制备后不久,通过二次离子质谱法(SIMS)发现氢约为 $10^{20}/\text{cm}^3$ 。本发明的一个技术理念是,纯化氧化物半导体并通过特意去除形成了给体能级的诸如水或氢的杂质并进一步加入氧(氧化物半导体的一种组分)来得到电i型(本征)半导体,对于所述氧化物半导体,在去除水或氢的同时,其中的氧被降低。

[0178] 因此,优选地,氢的量尽可能的小,同样优选地,氧化物半导体中载流子的数量尽可能的少。当用作绝缘门晶体管时,消除氧化物半导体中的载流子,其意义在于提供了作为载流子的路径的半导体,而不是故意含有作为半导体的载流子,使得所述氧化物半导体为纯化 i 型(本征)半导体。

[0179] 因此,本发明的一个实施方式的技术理念是,通过从氧化物半导体中完全或者显著地去除其中的载流子,可以降低绝缘门晶体管的断态电流。换言之,作为标准,载流子的密度应小于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$, 优选小于 $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$, 更优选小于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 。根据本发明的技术理念,所述载流子的理想密度为零或者接近零。

[0180] 此外,作为结果,所述氧化物半导体起了路径的功能,且氧化物半导体本身为 i 型(本征)半导体,其被纯化从而不含或者含极少的载流子,且所述载流子通过源侧上的电极供给。供给的程度由屏障高度所决定,所述屏障高度由氧化物半导体的电子亲和势 χ 、理想情况下对应于本征费米能级的费米能级、以及源电极或者漏电极的功函数所获得。

[0181] 因此,优选断态电流尽可能地小,且当对绝缘门晶体管施加了 1V-10V 的漏电压时,作为所述绝缘门晶体管的特性的断态电流(每微米通道宽度上的电流)小于或等于 $10\text{aA}/\mu\text{m}$, 优选小于或等于 $1\text{aA}/\mu\text{m}$ 。

[0182] 接着,通过加入作为给体或者受体的杂质元素,在半导体层 308 中形成 n 型杂质区域 308a 以及 p 型杂质区域 308c。所述杂质元素可以使用离子掺杂设备添加。在离子掺杂设备中,激发气体源产生等离子体,从等离子体中释放离子,没有受到质量分离的离子照射要处理的物体。通过使用离子掺杂设备,可以将离子均匀地引入到半导体层 308 中。应注意,离子掺杂设备设置有质量分离器,可以进行受到质量分离的离子注入。

[0183] 首先,在第四光刻步骤中,在非 n 型杂质区域 308a 的区域上形成抗蚀掩模。应注意,可以用喷墨法来制备抗蚀掩模。通过喷墨法制备抗蚀掩模无需光掩模;从而,可以降低制造费用。

[0184] 接在,在本实施方式中,三氢化磷(PH_3)用作含杂质元素的气体源,添加赋予了 n 型导电性的杂质元素从而在 n 型杂质区域 308a 中的所含的浓度约为 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 。在本实施方式中,磷(P)被用作赋予 n 型导电性的杂质元素。

[0185] 接着,在第五光刻步骤中,在非 p 型杂质区域 308c 的区域上形成抗蚀掩模。

[0186] 接着,在本实施方式中,二硼烷(B_2H_6)用作含杂质元素的气体源,添加赋予了 p 型导电性的杂质元素从而在 p 型杂质区域 308c 中的所含的浓度约为 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 。在本实施方式中,硼(B)被用作赋予了 p 型导电性的杂质元素。

[0187] 夹在 n 型杂质区域 308a 与 p 型杂质区域 308c 之间的 i 型区域 308b 起了本征半导体的功能。理想地,所述本征半导体指的是不含杂质且其费米能级基本上位于禁带中央,并且可以通过加入作为给体的杂质(例如,磷(P)等)或者作为受体的杂质(例如,硼(B)等)从而使得费米能级位于禁带中央的半导体(见图 9A)。

[0188] 尽管,在本实施方式中,在第一热处理之后向半导体层 308 中加入了杂质,可以在第一热处理之前加入杂质。

[0189] 应注意,配线层 303 也起到了挡光膜的功能以防止来自基板侧的入射光照射到半导体层 308 上。除此之外,穿过半导体层 308 的外部光 350 被反射且再次入射到半导体层 308 上;因此,光学传感器 392 可以具有良好的检测灵敏度。

[0190] 接着,在第六光刻步骤中,形成抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除覆盖在配线层 303 上的部分门绝缘层从而形成接触孔 309。之后,去除抗蚀掩模。

[0191] 然后,在门绝缘层 304 以及氧化物半导体层 306 上形成用于制备电极层 310a 的导电层以及起源电极或者漏电极层功能的电极层 310b。可以通过溅射法或者真空蒸发法来制备所述导电层。选自 Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo 和 W 的元素、含任意上述元素作为组分的合金、含任意上述元素的组合的合金膜等,可以作为用于所述源电极层以及漏电极层的导电层(包括从相同的层制备的作为源电极层与漏电极层的配线层或者电极层)的材料。或者,可以使用一种结构,所述结构中 Cr、Ta、Ti、Mo、W 等的高熔点金属层堆叠到一层或者两层的 Al、Cu 等金属层的上方。再或者,当在 Al 材料中加入了能阻止 Al 膜中产生小丘或者须的元素时,例如 Si、Ti、W、Mo、Cr、Nd、Sc、或者 Y,可以增加 Al 材料的热抗性。

[0192] 导电层可以具有单层结构或者两层或更多层的堆叠层结构。例如,可以为含硅的单层结构的铝膜,钛膜堆叠到铝膜上的双层结构,以钛膜、铝膜、钛膜的顺序堆叠的三层结构等。

[0193] 或者,可以使用导电金属氧化物来制备作为源电极层以及漏电极层的导电层(包括从相同的层制备的作为源电极层与漏电极层的配线层)。对于导电金属氧化物,可以使用氧化铟(In_2O_3)、氧化锡(SnO_2)、氧化锌(ZnO)、氧化铟与氧化锡的合金($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$, 缩写为 ITO)、氧化铟与氧化锌的合金($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$)、或者任意含硅或者氧化硅的金属氧化物材料。

[0194] 在第七光刻步骤中,在导电层与电极层 310a 上形成抗蚀掩模,通过选择性蚀刻制备电极层 310b、电极层 311a 以及电极层 311b。之后,去除抗蚀掩模(见图 9B)。电极层 311a 连接到 n 型杂质区域 308a 并穿过接触孔 309 与配线层 303 连接。电极层 311b 连接到 p 型杂质区域 308c 并与未示出的共用配线层连接。与氧化物半导体层 306 连接的电极层 310a 与电极层 310b 之一起晶体管源电极层的功能,而其他起晶体管漏电极层的功能。

[0195] 使用紫外光、KrF 激光或者 ArF 激光作为第七光刻步骤中形成抗蚀掩模时的光照。晶体管的通道长度 L 由电极层 310a 的边缘部分与电极层 310b 的边缘部分之间的距离所决定,所述电极层 310a 的边缘部分以及电极层 310b 的边缘部分与氧化物半导体层 306 接触,且在氧化物半导体层 306 上彼此相邻。在对通道长度 L 小于 25nm 进行光照的情况下,使用具有几纳米至几十纳米的极短波长的极端紫外光,进行第七光刻步骤中形成抗蚀掩模时的光照。当使用极端紫外光光照时,分辨率高且焦点深度大。因此,制得的晶体管的通道长度 L 可以为 10nm-1000nm,可以提高电路的操作速度,且由于极小的断态电流从而可以实现低能耗。

[0196] 应注意,对每一种材料以及蚀刻条件进行合适的调整,从而对导电层的蚀刻不会去除氧化物半导体层 306。

[0197] 在本实施方式中,使用 Ti 膜作为导电层,使用基于 In-Ga-Zn-O 的氧化物半导体作为氧化物半导体层 306,且使用过氧化氢铵溶液作为蚀刻剂。

[0198] 应注意,在第七光刻步骤中,在一些情况下,部分氧化物半导体层 306 被蚀刻,从而可以形成具有凹槽(凹陷部分)的氧化物半导体层。可以使用喷墨法制备用于形成电极层 310a 与电极层 310b 的抗蚀掩模。通过喷墨法制备抗蚀掩模无需光掩模;从而,可以降低制造费用。

[0199] 为了降低光刻步骤中所使用的光掩模的数量以及步骤数,可以使用由多色调掩模

(multi-tone mask) 制备的抗蚀掩模来进行蚀刻,所述多色调掩模是光照掩模,光穿透多色调掩模以具有多种强度。由于使用多色调掩模制备的抗蚀掩模具有多种厚度且可以通过进行蚀刻来进一步改变外形,所述抗蚀掩模可用于多种蚀刻步骤中以提供不同的图案。因此,通过使用一个多色调掩模,可以制备相对应至少两种不同图案的抗蚀掩模。从而,可以减少光照掩模的数量且也可以减少相对应的光刻步骤的数量,从而可以实现制造过程的简化。

[0200] 在完成了第七光刻步骤并去除抗蚀掩模之后,可以使用诸如 N_2O 、 N_2 、或者 Ar 的气体进行等离子体处理以去除吸附在暴露的氧化物半导体层表面上的水等。可以使用氧与氩的混合气体进行所述的等离子体处理。

[0201] 在进行等离子体处理的情况下,形成了作为氧化物绝缘层的未暴露于空气的绝缘层 312,所述氧化物绝缘层与部分氧化物半导体层接触用作保护性绝缘膜(见图 9C)。在本实施方式中,在氧化物半导体层 306 没有与电极层 310a 以及电极层 310b 重叠的区域,形成了相互接触的氧化物半导体层 306 以及绝缘层 312。

[0202] 在本实施方式中,通过溅射法制备了作为绝缘层 312 的含有缺陷的氧化硅层,所述溅射法中采用硅半导体作为靶,引入减少了氢与水份的含高纯氧的气体作为溅射气体,同时将基板 300 加热到室温或者低于 $100^\circ C$ 的温度。

[0203] 例如,以如下所述制备所述氧化硅层:使用掺杂有硼(电阻率为 $1 \Omega \cdot m$)且纯度为 6N 的硅靶;靶与基板间的距离(T-S 距离)为 89mm;压力为 0.4Pa;直流(DC)电源为 6kW;气氛为氧气(氧气流比例为 100%);且使用脉冲 DC 溅射法。其厚度为 300nm。应注意,可以使用石英(优选为人造石英)代替硅靶作为制备氧化硅层的靶。可以使用氧气或者氧与氩的混合气体作为溅射气体。

[0204] 在该情况下,优选在制备绝缘层 312 的处理室中去除残留的水份。这是为了防止氧化物半导体层 306 以及绝缘层 312 中含有氢、羟基基团或者水份。

[0205] 为了去除残留在处理室中的水份,优选使用截留真空泵。例如,优选使用低温泵、离子泵或者钛升华泵。抽气单元可以是设置有冷阱的涡轮泵。经过处理室的低温泵抽气,充分去除了例如氢原子、含氢原子的化合物诸如水等(H_2O);从而可以降低在处理室中形成的绝缘层 312 中的杂质的浓度。

[0206] 对于绝缘层 312,可以使用氮化硅层、氧化铝层、氮化铝层等代替氧化硅层。

[0207] 此外,在绝缘层 312 与氧化物半导体层 306 接触的状态下,可以在 $100^\circ C$ 至 $400^\circ C$ 的温度下进行热处理。由于本实施方式中的绝缘层 312 含有很多缺陷,所以通过该热处理,氧化物半导体层 306 中的诸如氢、水蒸汽、羟基基团或者氢化物的杂质扩散进入到绝缘层 312 中,从而可以进一步降低氧化物半导体层 306 中含有的杂质。

[0208] 可以在氧化物绝缘层上设置有保护性绝缘层。在本实施方式中,在绝缘层 312 上形成了保护性绝缘层 313。对于保护性绝缘层 313,可以使用氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化铝膜、氮氧化铝膜等。

[0209] 通过溅射法制备了作为保护性绝缘层 313 的氮化硅薄膜,所述溅射法引入减少了氢与水份的含高纯氮气的溅射气体且使用硅靶,同时将基板 300 加热到 $100^\circ C$ 至 $400^\circ C$ 的温度,所述基板设置有包含绝缘层 312 的层。在该情况下,如绝缘层 312 的情况一样,同样优选从制备保护性绝缘层 313 的处理室中去除残留的水份。

[0210] 在制备保护性绝缘层 313 的情况下,在制备保护性绝缘层 313 时将基板 300 加热

到 100° C 至 400° C 的温度,从而氧化物半导体层中所包含的氢或者水份可以扩散进入到氧化物绝缘层中。在该情况下,不必在形成绝缘层 312 之后进行热处理。

[0211] 在形成氧化硅层作为绝缘层 312 且将氮化硅层堆叠于其上作为保护性绝缘层 313 的情况下,可以用共同的硅靶在同一处理室中制备所述的氧化硅层以及氮化硅层。首先,引入含氧的蚀刻气体并用置于处理室内的硅靶制备氧化硅层;然后,将蚀刻气体转换为含氮的蚀刻气体并用相同的硅靶制备氮化硅层。因为可以不暴露于空气连续制备氧化硅层与氮化硅层,可以防止在氧化硅层的表面吸附有诸如氢或者水份的杂质。在该情况下,在形成了作为绝缘层 312 的氧化硅层以及将氮化硅层堆叠于其上作为保护性绝缘层 313 之后,可以进行热处理(温度为 100° C 至 400° C)使得包含在氧化物半导体层中的氢或者水份扩散进入到氧化物绝缘层中。

[0212] 在形成了保护性绝缘层 313 之后,可以在温度为 100° C 至 200° C 的空气中进行 1 小时至 30 小时的热处理。可以在固定的加热温度下进行此热处理。或者,可以对加热温度重复多次进行如下的变化:将加热温度从室温上升到 100° C 至 200° C,然后降低到室温。此外,该热处理可以在制备氧化物绝缘层之前的减压下进行。在减压下,可以缩短热处理的时间。通过此热处理,可以得到通常关闭的晶体管。因此,提升了显示设备的可靠性。

[0213] 此外,通过从制备氧化物半导体层时的反应气氛中去除残留的水份,可以降低氧化物半导体层中的氢或者氢化物的浓度,所述氧化物半导体层中的绝缘层上形成通道形成区域。

[0214] 如上所述的方法可以用于制造液晶显示面板、电致发光显示面板、使用电子墨水的显示设备等的底板(设置有晶体管的基板)。

[0215] 通过如上所述的方法,可以制备含氧化物半导体层 306 的晶体管 390,所述氧化物半导体层 306 中氢、水份、羟基基团或者氢化物的浓度降低。

[0216] 接着,在第八光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了保护性绝缘层 312 和保护性绝缘层 313 以形成接触孔 314。

[0217] 然后,使用类似于门电极层 301 的材料制备导电层。在第九光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了导电层以制备电极层 315。此处,形成了作为电极层 315 的单独的钛层,然后使用 BCl_3 与 Cl_2 的混合气体进行干蚀刻。所述电极层 315 穿过接触孔 314 与配线层 302 连接(见图 9D)。

[0218] 此时,可以留下部分导电层用于覆盖氧化物半导体层 306;从而,可以形成门电极层 360。在本实施方式中,所述门电极层 360 起了所谓的背门的功能。可以通过门电极层 360 来控制氧化物半导体层 306 中的电场,从而可以控制晶体管 390 的电学特性。应注意,可以将所述门电极层 360 与另一配线层、电极等电连接从而对门电极层 360 施加电势,或者可以将所述门电极层 360 绝缘从而处于浮动状态。

[0219] 接着,将第一半导体膜、第二半导体膜以及第三半导体膜以该顺序在电极层 315 上堆叠。此处,所述第一半导体膜是 n 型半导体层,使用含赋予 n 型导电性的杂质元素的无定形硅膜来制备。利用等离子体 CVD 方法,使用含属于 15 族的杂质元素(例如磷(P))的半导体气体源来制备所述的第一半导体膜。可以使用硅烷(SiH_4)作为半导体气体源。或者,可以使用 Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiF_4 等。或者,可以制备不含杂质元素的无定形硅膜,然后,可以通过扩散法或者离子注入法将杂质元素引入到所述无定形硅膜中。通过离子

注入法等将杂质元素引入之后,可以进行加热等以扩散杂质元素。在此情况中,可以使用 LPCVD 法、气相沉积法、溅射法等作为制备无定形硅膜的方法。优选形成的第一半导体膜的厚度为 20nm-200nm。

[0220] 所述第二半导体膜是 i 型半导体层(本征半导体层),由无定形硅膜制备。通过等离子体 CVD 法使用半导体气体源制备无定形硅膜,作为第二半导体膜。可以使用硅烷(SiH_4)作为半导体气体源。或者,可以使用 Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiF_4 等。或者可以使用 LPCVD 法、气相沉积法、溅射法等制备第二半导体膜。优选形成的第二半导体膜的厚度为 200nm-1000nm。

[0221] 所述第三半导体膜是 p 型半导体层,使用含赋予 p 型导电性的杂质元素的无定形硅膜来制备。利用等离子体 CVD 方法,使用含属于 13 族的杂质元素(例如硼(B))的半导体气体源来制备所述的第三半导体膜。可以使用硅烷(SiH_4)作为半导体气体源。或者,可以使用 Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiF_4 等。或者,可以制备不含杂质元素的无定形硅膜,然后通过扩散法或者离子注入法将杂质元素引入到所述无定形硅膜中。通过离子注入法等将杂质元素引入之后,可以进行加热等以扩散杂质元素。在此情况中,可以使用 LPCVD 法、气相沉积法、溅射法等作为制备无定形硅膜的方法。优选形成的第三半导体膜的厚度为 10nm-50nm。

[0222] 可以使用多晶半导体或者微晶半导体代替无定形半导体来制备所述第一半导体膜以及第三半导体膜。

[0223] 接着,在第九光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了第一半导体膜、第二半导体膜与第三半导体膜的不必要部分,以形成第一半导体层 316、第二半导体层 317 以及第三半导体层 318(见图 10A)。此处,使用 CF_4 与 Cl_2 的混合气体、 CF_4 与 O_2 的混合气体或者 CHF_3 与 He 的混合气体进行干蚀刻,从而在倾斜部分不会留有蚀刻残留物。

[0224] 应注意,电极层 315 也起了挡光膜的功能以防止来自基板侧的入射光照射到第二半导体层 317。除此之外,穿过第一半导体层 316、第二半导体层 317 以及第三半导体层 318 的外部光 350 被反射且再次入射到第二半导体层 317 上;因此,光学传感器 391 可以具有良好的检测灵敏度。

[0225] 接着,形成绝缘层 319。可以使用一层或多层氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜以及氧氮化硅膜来制备具有单层结构或者堆叠层结构的绝缘层 319。此处,形成了氧化硅膜作为绝缘层 319。

[0226] 接着,在第十光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了第三半导体层 318 上的绝缘层 319 以制备接触孔 320。

[0227] 然后,使用类似于门电极层 301 的材料制备导电膜。在第十一光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了导电膜的不必要部分以制备电极层 321。此处,通过溅射法堆叠含铝作为主要组分的膜与钛膜制备导电膜。

[0228] 所述电极层 321 通过接触孔 320 与第三半导体层 318 连接,并与未示出的共用配线层连接。

[0229] 通过上述制造方法,可以在基板上形成晶体管与光学传感器。在本实施方式中,光学传感器 392 中包含的 PIN 光电二极管是横向 PIN 光电二极管,所述 PIN 光电二极管中的 P 层、I 层与 N 层横向并排排列,但是可以类似于光学传感器 391 中包含的 PIN 光电二极管,

具有 P 层、I 层与 N 层纵向堆叠的结构。

[0230] 图 11 所示是通过上述方法制备用作像素开关晶体管的晶体管的一个实施例。晶体管 395 是包含氧化物半导体层 306 的晶体管,且可以用基本上类似于制备如图 8A-8D、图 9A-9D 以及图 10A 与 10B 中所示的晶体管 390 的方法制备。尽管所述晶体管 395 不含起背门功能的门电极层 360,但是如果需要,可以形成合适的背门。

[0231] 在图 11 中,晶体管 395 上形成了作为平面化绝缘层的绝缘层 331,且在绝缘层 331 上形成了像素电极层 332。可以使用具有热抗性的有机材料,例如:聚酰亚胺、丙烯酸树脂、基于苯并环丁烯的树脂、聚酰胺或者环氧树脂来制备绝缘层 331。除了这些有机材料,也可以使用低介电常数材料(低 k 材料)、基于硅氧烷的树脂、磷硅酸盐玻璃(PSG)、硼磷硅酸盐玻璃(BPSG)等。应注意,可以通过堆叠多个使用任意上述材料制备的绝缘层来制备绝缘层 331。

[0232] 可以使用类似于门电极层、源电极层或者漏电极层的材料来制备像素电极层 332。

[0233] 接着,描述为制备晶体管 395 之后的制备像素电极层 332 的方法。在形成绝缘层 319 之后,在第十光刻步骤中,形成了接触孔 320。同时,通过蚀刻选择性去除了电极层 310b 上的绝缘层 312、保护性绝缘层 313 以及绝缘层 319,以形成接触孔 330。

[0234] 接着,在第十一光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了导电膜的不必要部分以制备电极层 321。在制备电极层 321 的同时,形成了覆盖接触孔 330 的电极层 322。

[0235] 接着,形成了起平面化绝缘层功能的绝缘层 331。在本实施方式中,使用了光敏聚酰亚胺树脂,且在第十二光刻步骤中,选择性去除了电极层 322 上的聚酰亚胺树脂以形成接触孔 333。通过使用光敏材料,可以省略抗蚀掩模的制备。

[0236] 然后,在绝缘层 311 上形成了用于制备像素电极的导电层。在本实施方式中,使用 ITO 形成所述导电层。之后,在第十三光刻步骤中,形成了抗蚀掩模且通过蚀刻选择性去除了导电层的不必要部分以制备像素电极层 332。所述像素电极层 332 穿过电极层 322 与电极层 310b 连接。

[0237] 通过上述制造方法,可以在基板上制备像素开关晶体管。

[0238] 尽管在本实施方式中描述了具有底-门结构的通道蚀刻型晶体管 395 的制备方法,但是本实施方式的结构不限于此。可以使用类似材料以及类似方法来制备如图 12A 所示的具有底-门结构的底接触型(也称为倒置共面型)晶体管 381 以及如图 12B 所示的包括通道保护性层 334 的通道保护型(也称为通道终止型(channel-stop type))晶体管 382 等。图 12C 所示为不同于晶体管 395 的通道蚀刻型晶体管的另一个实施例。如图 12C 所示的晶体管 383 具有门电极层 310 延伸到超过氧化物半导体层 306 边缘部分的外侧的结构。

[0239] 应注意,通道蚀刻型晶体管的通道长度 L 由如上所述的电极层 310a 与电极层 310b 之间的距离所定义,且通道保护型晶体管的通道长度由与氧化物半导体层 306 所接触的通道保护性层 334 的长度所限定,所述氧化物半导体层 306 的方向与载流子流动的方向平行。

[0240] (实施方式 4)

[0241] 在本实施方式中,结合图 13A 至 13C 以及图 14 描述了液晶显示设备的示意图、电路图、时序图等,并描述了本实施方式的结构的效果。首先,结合图 13A 描述了液晶显示设备的示意图。

[0242] 如图 13A 所示的液晶显示设备包含第一基板 101 与第二基板 102。所述第一基板 101 设置有像素电路 103、门线驱动电路 104、信号线驱动电路 105、终端部分 106 以及开关晶体管 107。所述第二基板 102 设置有共用连接部分 108（也称为共用接触）以及对电极 109。

[0243] 在第一基板 101 上,设置有如实施方式 1 所述的光学传感器并与终端部分 106 相连接。光学传感器 131 是无定形薄膜光学传感器,而光学传感器 132 是多晶薄膜光学传感器。

[0244] 第一基板 101 与第二基板 102 必须具有透光性以及足以承受之后进行的热处理的高热抗性。作为用于电子工业的玻璃基板,可以使用诸如铝硅酸盐玻璃基板、铝硼硅酸盐玻璃基板或者硼硅酸钡玻璃基板(也称为“不含碱金属玻璃基板”)、石英基板、陶瓷基板、塑料基板等。

[0245] 应注意,图 13A 中的像素电路 103、门线驱动电路 104、信号线驱动电路 105 以及开关晶体管 107 可设置有晶体管,所述晶体管在第一基板 101 上形成。应注意,在需要更高速操作诸如另一个实施方式中所述的门线驱动电路 104、信号线驱动电路 105 或光学传感器驱动电路或光学传感器读取电路的驱动电路的情况下,或者增加显示设备的尺寸或者分辨率的情况下,可以在使用例如单晶半导体的单独基板上形成所述驱动电路的部分或者全部功能,且如果需要,可以作为一个整体或者作为多个团体连接到第一基板 101 上。

[0246] 应注意,在单独基板上形成的驱动电路的连接方法没有特别限制,可以使用 COG 法、配线粘合法、TAB 法等。在本实施方式中,通过 COG 法连接门线驱动电路 104 以及信号线驱动电路 105,所述门线驱动电路 104 以及信号线驱动电路 105 为使用单晶半导体制备的所谓的集成电路(IC)或者大规模集成电路(LSI)。

[0247] 应注意,在像素电路 103 中,多条门线与多条信号线从门线驱动电路 104 以及信号线驱动电路 105 中延伸出来,且设置有多个像素从而门线与信号线将像素包围。将像素中的像素电极所获得的图像信号输送给多个信号线。通过多条门线控制像素晶体管,从而对从信号线输送的图像信号进行选择并输送到像素中的像素电极。门线驱动电路 104 是用于产生信号并将信号输出供给到门线的电路,信号线驱动电路 105 是用于产生信号并将信号输出供给到信号线的电路。

[0248] 应注意,可以应用渐进式方法、隔行扫描方法等作为像素电路 103 中图像的显示方法。在像素中用于彩色显示的受控颜色组分不限于 R、G 和 B 三种颜色(R、G 和 B 各自对应于红色、绿色与蓝色);例如,可以应用 R、G、B 和 W(W 对应白色),或者 R、G、B 与黄色、青色、品红色等中的一种或多种。应注意,颜色组分的各点之间的显示区域的尺寸可以不同。应注意,本发明的实施方式不限于彩色显示的液晶显示设备,且可用于单色显示的液晶显示设备。

[0249] 应注意,本说明书中的开关晶体管是具有晶体管的元件,根据施加在门上的电势来选择所述晶体管的两终端例如源终端与漏终端之间的传导或者无传导,从而实现开关操作。例如,开关晶体管可以是控制施加于晶体管的门终端的电势的元件,从而所述晶体管在线性区域工作。应注意,施加于开关晶体管 107 的门上的电势可以通过配线 141 由终端部分 106 供给。开关晶体管 107 的通过配线 142 连接到终端部分 106 的源终端与漏终端之一,被称为第一终端。开关晶体管 107 的其他通过配线 143 与共用连接部分 108 连接到对电极

109 的源终端与漏终端,被称为第二终端。应注意,将输送到对电极 109 上的共用电势输送到开关晶体管 107 的第一终端,通过施加到门终端上的电势来控制开关晶体管 107 的传导与无传导。

[0250] 配线 141 与配线 142 穿过一个部分与终端部分 106 相连,所述部分位于门线驱动电路 104 与基板边缘之间以及信号线驱动电路 105 与基板边缘之间,且位于相对于门线驱动电路 104 与信号线驱动电路 105 的外侧上,例如位于像素电路 103 的反面。在本方法中,通过设置配线 141 与配线 142 以围绕在门线驱动电路 104 与信号线驱动电路 105 的周围,可以防止外部噪声的进入、静电引起的破坏等。此外,不仅可以使配线 141 与配线 142,还可以使用诸如 V_{dd} 电势线、 V_{ss} 电势线或者大地电势线的配线。

[0251] 应注意,开关晶体管可以具有以下任意结构:反转交错结构;交错结构;通道区域被分成多个区域且分开的通道区域串联连接的双门结构;在通道区域的上方与下方设置有门电极的双门结构。此外,可以使用在开关晶体管中形成有多个岛屿状半导体层的晶体管元件以实现开关操作。

[0252] 除此之外,终端部分 106 设置有下列信号与电势:从门线驱动电路 104 以及信号线驱动电路 105 输出的用于在像素电路 103 中实现显示的脉冲信号(例如启动脉冲 SP 与时钟信号);图像信号(也称为视频电压、视频信号或者视频数据);作为电源电压的高功率供给电势 V_{dd} 与低功率供给电势 V_{ss} ;供给到对电极 109 的共用电势;操作开关晶体管 107 的信号等。

[0253] 应注意,高功率供给电势 V_{dd} 高于参比电势,低功率供给电势 V_{ss} 低于或等于参比电势。应注意,希望每一个高功率供给电势与低功率供给电势为可操作晶体管的电势。

[0254] 共用电势可以是任意电势,只要其可用作输送到像素电极的图像信号的电势的参比。例如,共用电势可以是大地电势。

[0255] 设置有共用连接部分 108 以实现第一基板 101 上的开关晶体管 107 的第二终端与第二基板 102 上的对电极 109 之间的电连接。经过配线 142、开关晶体管 107、配线 143 以及共用连接部分 108 从终端部分 106 向对电极 109 输送共用电势。作为共用连接部分 108 的一个具体的实施例,可以使用涂覆有金属薄膜的导电粒子以实现配线 143 与对电极 109 之间的电连接。应注意,可以在第一基板 101 与第二基板 102 之间设置两个或更多个开关晶体管 107 以及共用连接部分 108。

[0256] 优选地,对电极 109 覆盖了包含在像素电路 103 中的像素电极。此外,所述对电极 109 与包含于像素电路 103 中的像素电极可以具有各种开口图案。

[0257] 此外,在第一基板 101 上,设置有如实施方式 1 所述的光学传感器并与终端部分 106 相连接。光学传感器 131 是无定形薄膜光学传感器,而光学传感器 132 是多晶薄膜光学传感器。

[0258] 在第一基板 101 上形成了像素电路 103 与开关晶体管 107 的情况下,在每个电路中使用在通道形成区域中含有纯化氧化物半导体的晶体管。含有纯化氧化物半导体的晶体管的断态电流极小。

[0259] 在使用断态电流极小的晶体管制备开关元件等的情况下,几乎不发生泄漏;因此,可以尽可能地降低连接到开关元件的节点处的电荷泄漏。从而,可以延长节点处维持电势的时间。

[0260] 前述含有氧化物半导体的晶体管的单位微米通道宽度上的断态电流可以小于或等于 $1\text{aA}/\mu\text{m}$ ($1 \times 10^{-18}\text{A}/\mu\text{m}$), 进一步小于或等于 $1\text{zA}/\mu\text{m}$ ($1 \times 10^{-21}\text{A}/\mu\text{m}$)。另一方面, 在晶体管包含低温多晶硅的情况下, 是在假定断态电流约为 $1 \times 10^{-12}\text{A}$ 下进行设计等。因此, 在晶体管包含氧化物半导体的情况下, 其电势维持的时间可以约为含有低温多晶硅的晶体管的电势维持时间的 10000 倍。此外, 在晶体管包含无定形硅的情况下, 单位微米通道宽度上的断态电流大于或等于 $1 \times 10^{-13}\text{A}/\mu\text{m}$ 。因此, 当晶体管的储能电容相同或者基本相同时 (约为 0.1pF), 含有高纯化氧化物半导体的晶体管的电压维持时间可以是含无定形硅的晶体管的电压维持时间的 10^4 倍或者更多。

[0261] 具体地, 因为在使用含氧化物半导体的晶体管的情况下, 可以延长每一个像素中维持图像信号的时间, 因此当显示静止图像时的写入间隔可以大于或等于 1 秒, 优选地大于或等于 10 秒, 更优选地大于或等于 30 秒, 更优选地大于或等于 1 分钟且小于 10 分钟。也就是说, 特别是在显示静止图像时, 维持时间的延长可以降低输送到像素电极以及对电极的图像信号与共用电势的频率。从而, 可以实现能耗的降低。

[0262] 应注意, 在显示静止图像时, 考虑到在维持时间中施加于液晶元件上的电压的保持率, 可以进行适当的刷新操作。例如, 相对于将信号写入液晶元件的像素电极之后不久的电压值 (初始值), 当电压下降到一预定水平时, 可以进行刷新操作。所述预定水平优选设定为相对于初始值不会感受到闪烁的电压值。具体地, 在显示的对象为图像的情况下, 优选地, 每当电压低于初始值 1.0% 时, 优选为低于初始值 0.3% 时进行刷新操作 (重新写入)。在显示的对象为文字的情况下, 优选地, 每当电压低于初始值 10% 时, 优选为低于初始值 3% 时进行刷新操作 (重新写入)。

[0263] 例如, 在像素具有包含低温多晶硅的晶体管的情况下, 通常每秒进行 60 帧的图像显示 (即每帧 16 毫秒)。其同样适用于静止图像的情况, 原因在于速率的下降 (写入间隔的延长) 引起了像素电压的下降以及显示缺陷。另一方面, 在使用如上所述的含有氧化物半导体的晶体管的情况下, 由于断态电流小, 每个信号写入的维持时间可以延长到约为 160 秒, 其为含低温多晶硅的晶体管的维持时间的 10^4 倍。

[0264] 在此方法中, 甚至可以通过更低频率的图像信号写入在显示部分实现静止图像的显示。由于可以延长维持时间, 因此特别是当显示静止图像时可以降低进行信号写入的频率。例如, 在一静止图像显示期间的对像素的信号写入次数可以是一或者 n (n 大于或等于 2 且小于或等于 10^3)。从而, 可以实现显示设备能耗的降低。

[0265] 应注意, 对于晶体管中断态电流的流动阻力可称为断态电阻率。所述断态电阻率是当晶体管关闭时通道形成区域的电阻率, 其可通过断态电流计算。

[0266] 具体地, 可以使用欧姆定律从断态电流以及漏电压计算断态时晶体管的电阻 (断态电阻 R), 从而可以使用公式 $\rho = RA/L$ (R 是断态电阻) 从通道形成区域的截面面积 A 以及通道形成区域的长度 L (其对应于源电极与漏电极之间的距离) 来计算断态电阻率 ρ 。

[0267] 截面面积 A 可以通过 $A=dW$ 计算, 其中 d 是通道形成区域的厚度而 W 是通道宽度。通道形成区域的长度 L 等于通道长度 L 。在此方法中, 可以从断态电流计算出断态电阻率。

[0268] 本实施方式中含氧化物半导体的晶体管的断态电阻率优选大于或等于 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{m}$, 更优选大于或等于 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{m}$ 。

[0269] 应注意, 在液晶显示设备通过交替切换静止图像与移动图像进行显示的情况下,

对输送到门线驱动电路 104 与信号线驱动电路 105 的信号以及开关晶体管的传导或无传导进行控制,所述信号用于输出在像素电路 103 中进行显示的脉冲信号,且对来自每个驱动电路的脉冲信号的供给与停止以及开关晶体管的传导与无传导进行重复。从而,可以实现能耗的降低。

[0270] 应注意,移动图像指的是通过快速切换多个图像而被人眼识别为移动图像的图像,所述图像根据时间划分为多个帧。具体地,移动图像指的是通过每秒切换至少 60 次图像(60 帧),从而被人眼识别为移动图像的具有较低闪烁的一系列图像。另一方面,尽管根据时间划分成多个帧时间的多幅图片被快速切换,静止图像指的是不同于移动图像的、在一系列帧时间内(例如,在第 n 帧与第 $n+1$ 帧中)不发生变化的图像信号。

[0271] 应注意,在液晶显示设备通过交替切换静止图像与移动图像进行显示的情况下,可以通过对比另一个基板等中显示的帧图像来确定图像是移动图像或者是静止图像。例如,可以设置有记忆电路与对比电路,从而可以选择性地从记忆电路中读取一系列帧时间中的每一帧的图像信号,所述记忆电路单独设置以储存图像信号,且可以通过对比电路对比图像信号。此外,可以设置一个电路,当通过对比电路发现不同时所述电路确定图像为移动图像,而通过对比电路没有发现不同时所述电路确定图像为静止图像。具体地,当通过对比电路确定图像为移动图像时,也就是说,在一系列帧中的图像信号中发现不同时,对像素电路 103 中的像素以及对电极供给图像信号与共用电势。另一方面,当通过对比电路确定图像为静止图像时,也就是说,在一系列帧中的图像信号中没有发现不同时,停止对像素电路 103 中的像素以及对电极供给图像信号与共用电势。在图像被确定为静止图像的情况下,停止图像信号的供给,以及,停止供给电压诸如高功率供给电压 V_{dd} 与低功率供给电压 V_{ss} 的供给。从而,可以实现能耗的进一步降低。

[0272] 应注意,所述图像信号、功率供给电压以及共用电势的供给指的是对配线输送预定的电势。此外,停止功率供给电压的供给指的是停止对配线输送预定的电势,例如高功率供给电势 V_{dd} ,并将所述配线连接到输送有另一固定电势的配线,例如,输送有低功率供给电势 V_{ss} 或者共用电势的配线,从而不会产生使得连接到配线的电路或者包含在电路中的元件进行工作的电势。停止图像信号以及共用电势的输送还指的是断开输送有预定电势的配线的电连接,将配线变为浮动状态。

[0273] 优选地,在像素电路 103 中的每一个像素维持图像信号的时间内完全停止图像信号以及共用电势的输送,且在每个像素的维持时间之后再次输送图像信号与共用电势。

[0274] 图 13B 是图 13A 的液晶显示设备示意图的电路图,其中更详细具体地描述了像素电路 103 的结构。

[0275] 如图 13B 所示的液晶显示设备包含如图 13A 的第一基板 101 与第二基板 102。所述第一基板 101 设置有像素电路 103、门线驱动电路 104、信号线驱动电路 105、终端部分 106 以及开关晶体管 107。所述第二基板 102 设置有共用连接部分 108 以及对电极 109。

[0276] 如图 13B 所示,多个门线 111 与多个信号线 112 在像素电路 103 中排列成阵列,且所述门线 111 与信号线 112 设置有像素 113,每一个像素 113 包含像素晶体管 114 以及在第一电极与第二电极间插入有液晶的液晶元件 115。在图 13B 中,像素晶体管 114 的源终端与漏终端之一被称为第一终端,而其他源终端与漏终端被称为第二终端。所述第一终端连接到信号线 112。门终端连接到门线 111。所述第二终端连接到液晶元件 115 的第一电极。

应注意,液晶元件 115 的第一电极对应于像素电极,而液晶元件 115 的第二电极对应于对电极 109。

[0277] 应注意,如同开关晶体管 107,使用氧化物半导体制备包含在像素中的像素晶体管 114 的半导体层。通过在像素晶体管中使用氧化物半导体,可以显著降低通过像素晶体管的断态电流,且可以延长对应于输送到像素电极的图像信号的电势维持时间。

[0278] 图 13C 是包含像素电极的一个像素的电路图。如图 13C 所示的电路图着重于像素晶体管 114 与开关晶体管 107。像素晶体管 114 的门终端连接到门线 111。像素晶体管 114 的第一终端连接到信号线 112。像素晶体管 114 的第二终端连接到像素电极 121。开关晶体管 107 的门终端连接到终端部分 106 的终端 106A。开关晶体管 107 的第一终端连接到终端部分 106 的终端 106B。开关晶体管 107 的第二终端穿过共用连接部分 108 与对电极 122 电连接。应注意,在像素电极 121 与对电极 122 间插入有液晶 123。所述像素电极 121、对电极 122 以及液晶 123 可以统称为液晶元件。

[0279] 应注意,如图 13C 所示,可以将储能电容与液晶元件平行连接。可以考虑像素部分中设置的晶体管的泄漏电流等,对储能电容的尺寸进行设定,从而可以维持预定时间的电荷。可以考虑晶体管的断态电流等对储能电容的尺寸进行设定。在本实施方式中,由于使用了包含高纯氧化物半导体的晶体管,在每一个像素中设置容量小于或等于液晶电容的 1/3,优选小于或等于液晶电容的 1/5 的储能电容已足够。

[0280] 对于液晶 123,可以使用向温性液晶、低分子液晶、高分子液晶、聚合物分散液晶、铁电液晶或抗-铁电液晶等。根据条件,这些液晶材料表现为胆甾晶相、近晶相、立方晶相、手性向列晶相或各向同性晶相。

[0281] 液晶 123 的比电阻率(specific resistivity)大于或等于 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 、优选大于 $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 、更优选大于 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 。应注意本说明书中的比电阻率在 20°C 下测得。在使用两电极间插入有液晶的液晶元件(也称为液晶盒)的情况下,所述液晶的比电阻率可以为大于或等于 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$,在一些情况下优选大于 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$,这是因为可能有来自对齐膜、密封剂等杂质混入到液晶中。

[0282] 随着液晶材料的比电阻率上升,可以更多地减少通过液晶材料泄漏的电荷,且可以抑制液晶元件在维持操作状态时电压随着时间的下降。结果,可以延长维持时间,降低信号写入频率,降低液晶显示设备的能耗。

[0283] 除此之外,对于液晶 123,可以使用显示出蓝色晶相的液晶材料。蓝色晶相是液晶相的一种,在胆甾型液晶的温度增加时,胆甾晶相即将转变成各向同性晶相之前产生蓝色晶相。由于仅在窄温度范围内才出现蓝色晶相,所以使用含手性试剂大于或等于 5 重量%的液晶组合物作为液晶层,以加宽温度范围。包含展现出蓝色晶相的液晶与响应时间小于或等于 1 毫秒的手性试剂的液晶组合物,具有光学各向同性,从而无需对齐过程且视角依赖性小。不需要提供对齐膜并且从而无需磨擦处理;因此可以防止由磨擦处理导致的静电放电损害,并且可以减少在制造过程中液晶显示设备的缺陷和损坏。从而,可以提高液晶显示器件的产率。特别地,含有氧化物半导体的晶体管存在这样的可能,由于静电影响,晶体管的电学特性可能显著变化且偏离设计范围。因此,更有效的是使用蓝色晶相的液晶组合物用于具有包含氧化物半导体的晶体管的液晶显示设备。

[0284] 除此之外,本实施方式的结构不限于液晶显示设备,且还可用于自发光显示设备,

所述自发光显示设备包含诸如电致发光元件(也称为 EL 元件)的发光元件作为显示元件。在自发光显示设备的情况下,尽管在显示图像时需要不断向发光元件输送电荷,但是在显示静止图像时,可以通过停止向驱动电路输送时钟信号和启动脉冲来停止驱动电路。从而,可以实现能耗的降低。

[0285] 图 14 所示为向图 13 的电路图终端、门线驱动电路 104 以及信号线驱动电路 105 输送信号状态的时序图。应注意,为了描述时序图的实施例,图 14 中的时间 151 被视为移动图像的写入时间,而图 14 中的时间 152 被视为静止图像的显示时间。根据图像是移动图像或者静止图像的测定结果,可以确定图 14 中的时间是移动图像的写入时间或者静止图像的显示时间。如图 14 所示,GCK 指的是输送至门线驱动电路 104 的时钟信号;GSP 指的是输送至门线驱动电路 104 的启动脉冲;SCK 指的是输送至信号线驱动电路 105 的时钟信号;SSP 指的是输送至信号线驱动电路 105 的启动脉冲。图 14 还显示了信号线 112 的电势、像素电极 121 的电势、终端 106A 的电势、终端 106B 的电势以及对电极 122 的电势。

[0286] 应注意,移动图像写入时间,即时间 151,对应于通过对比一系列帧时间内的图像信号检测到不同的时间,而静止图像写入时间,即时间 152,对应于通过对比一系列帧时间内的图像信号没有检测到不同的时间。从而,在时间 151 中,进行向像素电路 103 中的像素以及对电极输送图像信号与共用电势的操作。另一方面,在时间 152 中,停止向像素电路 103 中的像素以及对电极输送图像信号与共用电势。

[0287] 具体地,在时间 151 中,在所有时间内输送时钟信号作为如图 14 所示的时钟信号 GCK,且根据垂直同步频率输送脉冲作为如图 14 所示的启动脉冲 GSP。此外,在时间 151 中,在所有时间内输送时钟信号作为如图 14 所示的时钟信号 SCK;根据单门选择时间(one gate selection period)输送脉冲作为如图 14 所示的启动脉冲 SSP;如图 14 所示,根据门线 111 的电势将要输送到每一行像素的图像信号“数据”输送到信号线 112,并将信号线 112 的电势输送到像素中的像素电极 112;如图 14 所示,根据开关晶体管 107 的门终端,将开关晶体管 107 打开时的电势输送到终端 106A,且将作为终端 106B 的电势的共用电势输送到对电极 122。

[0288] 在时间 152 中,如图 14 所示,停止输送时钟信号 GCK 与启动脉冲 GSP;如图 14 所示,还停止了时钟信号 SCK 与启动脉冲 SSP 的输送;如图 14 所示,还停止了向信号线 112 输送图像信号“数据”。此外,如图 14 所示,停止了时钟信号 GCK 与启动脉冲 GSP 的输送;因此,像素晶体管 114 被关闭,停止了图像信号“数据”的输送,且像素电极 121 进入到浮动状态。此外,将开关晶体管 107 关闭时的电势输送到相对于开关晶体管 107 的门终端的终端 106A;从而,停止输送作为终端 106B 的电势的共用电势。因此,对电极 122 进入到浮动状态。

[0289] 也就是说,在时间 152 中,液晶 123 两侧的电极,例如像素电极 121 与对电极 122,都进入到浮动状态;从而,在时间 152 中无需额外的电势供给就可以显示静止图像。通过停止向门线驱动电路 104 以及信号线驱动电路 105 输送时钟信号与启动脉冲,可以实现能耗的降低。

[0290] 通过使用包含能显著降低断态电流的氧化物半导体的晶体管作为像素晶体管 114 与开关晶体管 107,可以明显降低液晶元件的两终端都处于无传导态时液晶元件电势的变化。

[0291] 如上所述,含氧化物半导体的晶体管的断态电流可以为 0.1fA 或者更低。因此,相较于半导体层中含有无定形硅等的晶体管,可以延长像素电极 121 与对电极 122 进入到浮动状态的维持时间。因此,在本实施方式中显示静止图像的时间内,预计可以产生能耗降低的协同效应。

[0292] 应注意,图 13C 中的液晶 123 的电阻率约为 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 至 $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 。如图 14 所示的时间 152 中,通过使用几乎无断态电流的晶体管,液晶 123 两侧的电极,例如像素电极 121 与对电极 122,都进入到浮动状态。从而,可以降低由于施加到液晶 123 两侧的电压而流过液晶 123 的断态电流。

[0293] 因此,可以得到能耗降低且降低了在显示静止图像时图像畸变的液晶显示设备。

[0294] 本实施方式可以在适当的情况下与其他实施方式所述的任意结构组合实施。

[0295] (实施方式 5)

[0296] 在本实施方式中,所述为包含任意上述实施方式中的显示设备的电子设备的实施例。

[0297] 图 19A 所示为电视接收机,所述电视接收机可以包含外壳 9630、显示部分 9631、扬声器 9633、操作键 9635、以及连接终端 9636 等。如图 19A 所示的电视接收机可以具有处理并将电视电波转换为图像信号的功能,将图像信号处理并转换为适合于显示器的信号的功能,以及转换图像信号帧频的功能等。尽管没有示出,所述显示部分 9631 具有如实施方式 2 所述的结构且包含有光学传感器。除了上述给出的功能,如图 19A 所示的电视接收机还可以具有各种功能。通过使用上述实施方式中所述的结构,检测了周围的光量或色温,且总是可以获得易于观看的显示条件。此外,可以得到具有较小图像畸变的稳定图像同时还实现了能耗的降低。

[0298] 在此方法中,通过使用对于可见光具有不同光灵敏度的无定形薄膜光学传感器以及多晶薄膜光学传感器,精确检测了环境照度并优化了显示设备的亮度,从而可以减少用户感受到的亮度的变化并抑制了能耗的增加。此外,根据无定形薄膜光学传感器与多晶薄膜光学传感器的输出的不同,检测了红外光照度并校正了显示部分的色调,从而可以提高显示质量。

[0299] 图 19B 所示为电子书的一个实施例。例如,电子书 2700 包含两个外壳,外壳 2701 与外壳 2703。所述外壳 2701 与外壳 2703 通过铰链 2711 连接,从而所述电子书 2700 可以使用铰链作为轴打开并关闭。通过该结构,可以像纸书一样操作电子书 2700。

[0300] 显示部分 2705 结合在外壳 2701 中。显示部分 2707 结合在外壳 2703 中。尽管没有示出,但是所述显示部分 2705 以及显示部分 2707 具有如实施方式 2 所述的结构且包含有光学传感器。显示部分 2705 与显示部分 2707 可以显示同一图像或者不同图像。例如,当显示部分显示不同图像时,可以在右边显示部分(图 19B 中的显示部分 2705)显示文字而在左边显示部分(图 19B 中的显示部分 2707)显示图像。

[0301] 此外,图 19B 显示了设置有操作部分等的外壳 2701 的实施例。例如,所述外壳 2701 设置有电源开关 2721、操作键 2723 以及扬声器 2725 等。可以通过操作键 2723 翻页。应注意,可以在外壳中显示部分的同侧设置有键盘、点击设备等。除此之外,可以在外壳的后表面或者侧表面上设置外部连接终端(例如,耳机终端、USB 终端以及能连接到 AC 适配器的终端和诸如 USB 线的各种线)以及记录介质插入部分等。此外,电子书 2700 可起到电子词典

的功能。

[0302] 此外,所述电子书 2700 可以设置成能无线传输并接收信息。电子书 2700 可以具有从电子书服务器无线购买并下载所希望的书本数据的配置。

[0303] 通过使用上述实施方式中所述的结构,检测了周围的光量或色温,且可以获得易于观看的显示条件。此外,可以得到具有较小图像畸变的稳定图像同时还实现了能耗的降低。

[0304] 本申请基于 2009 年 12 月 18 日向日本专利局提交的日本专利申请序列号 2009-288511,其整个内容通过引用结合于此。

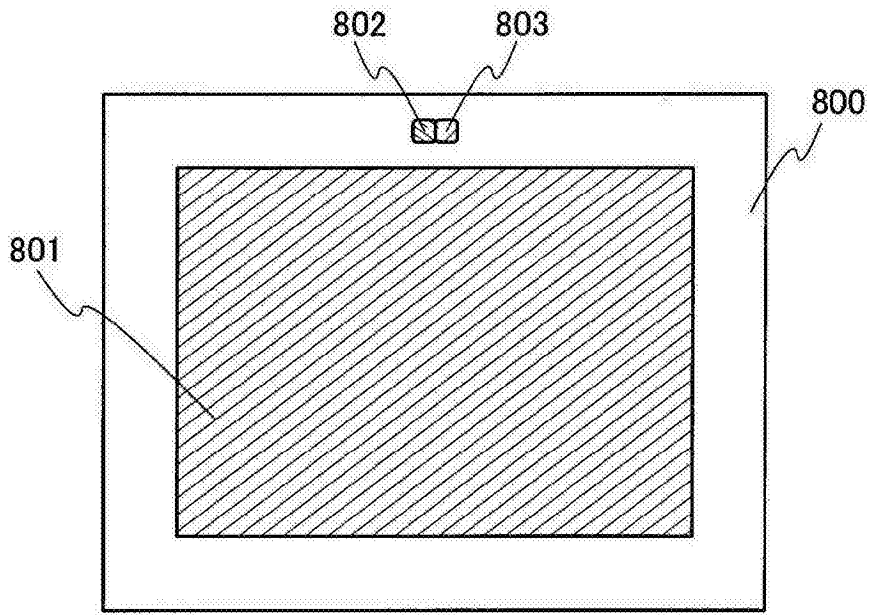


图 1A

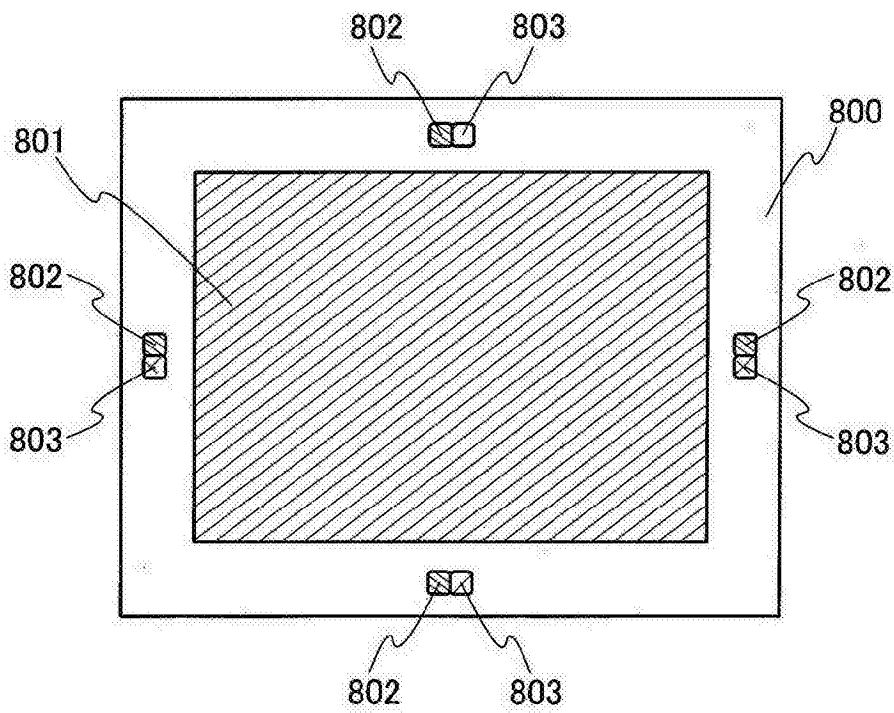


图 1B

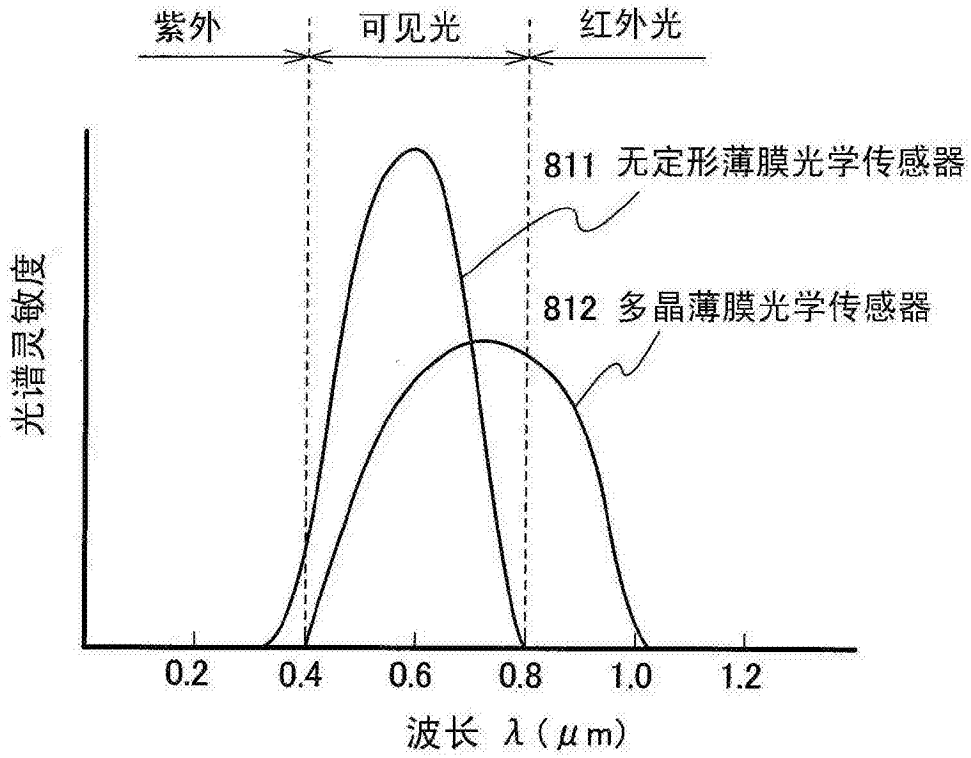


图 2A

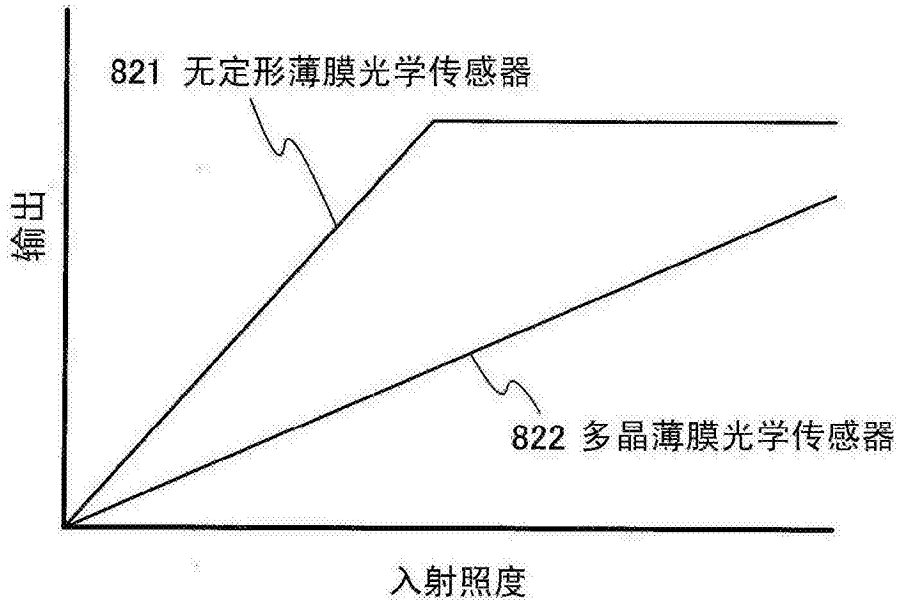


图 2B

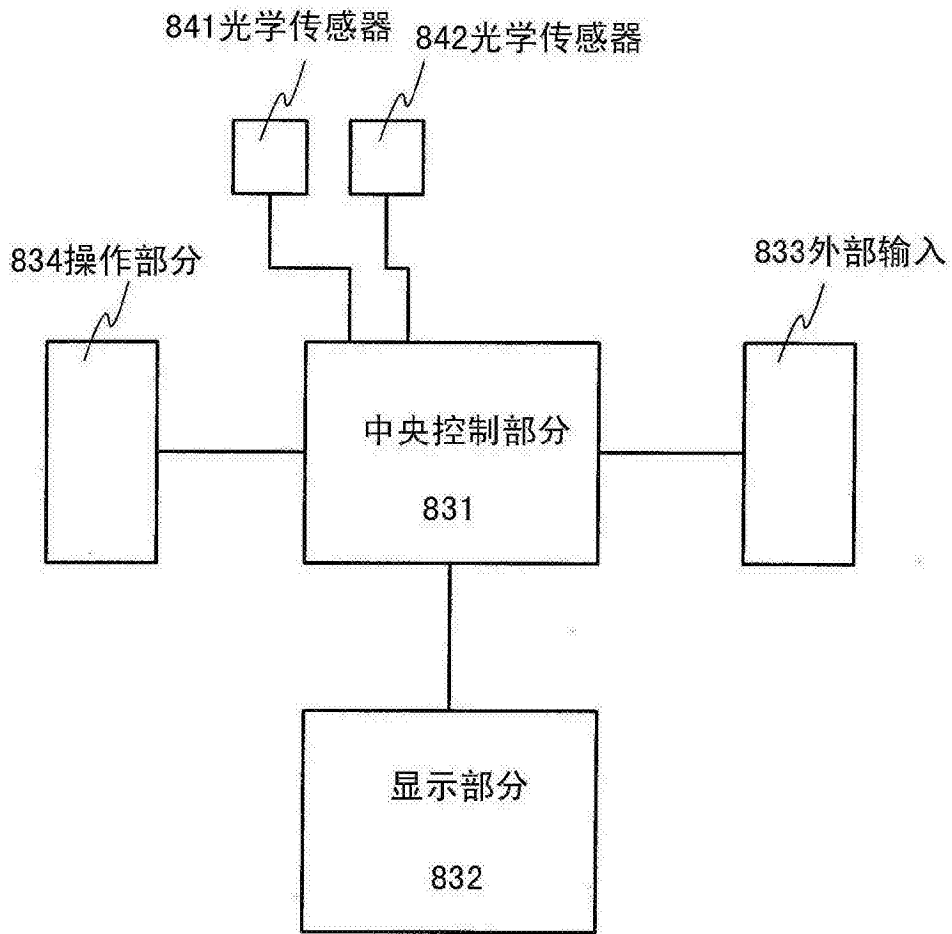


图 3

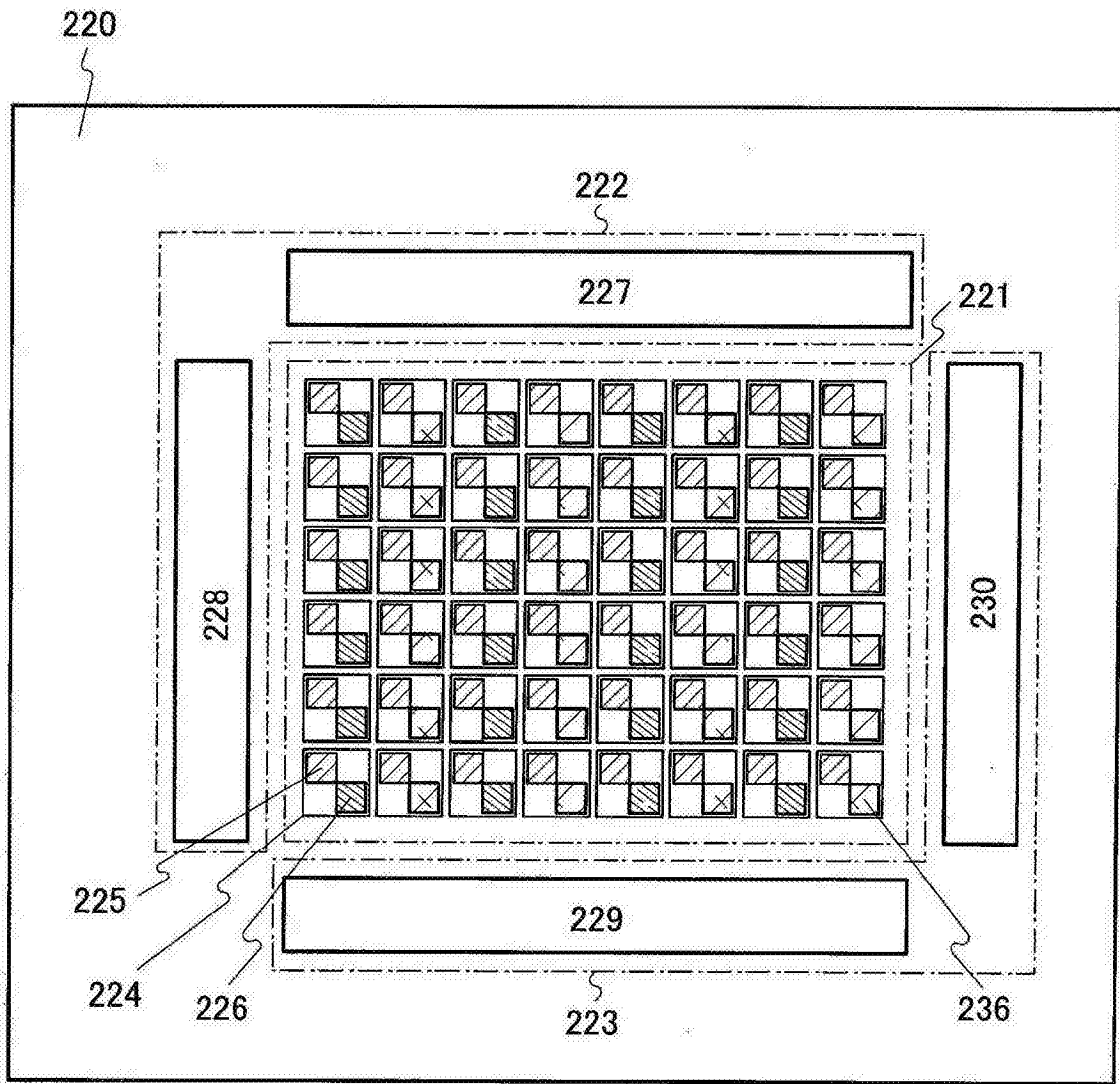


图 4

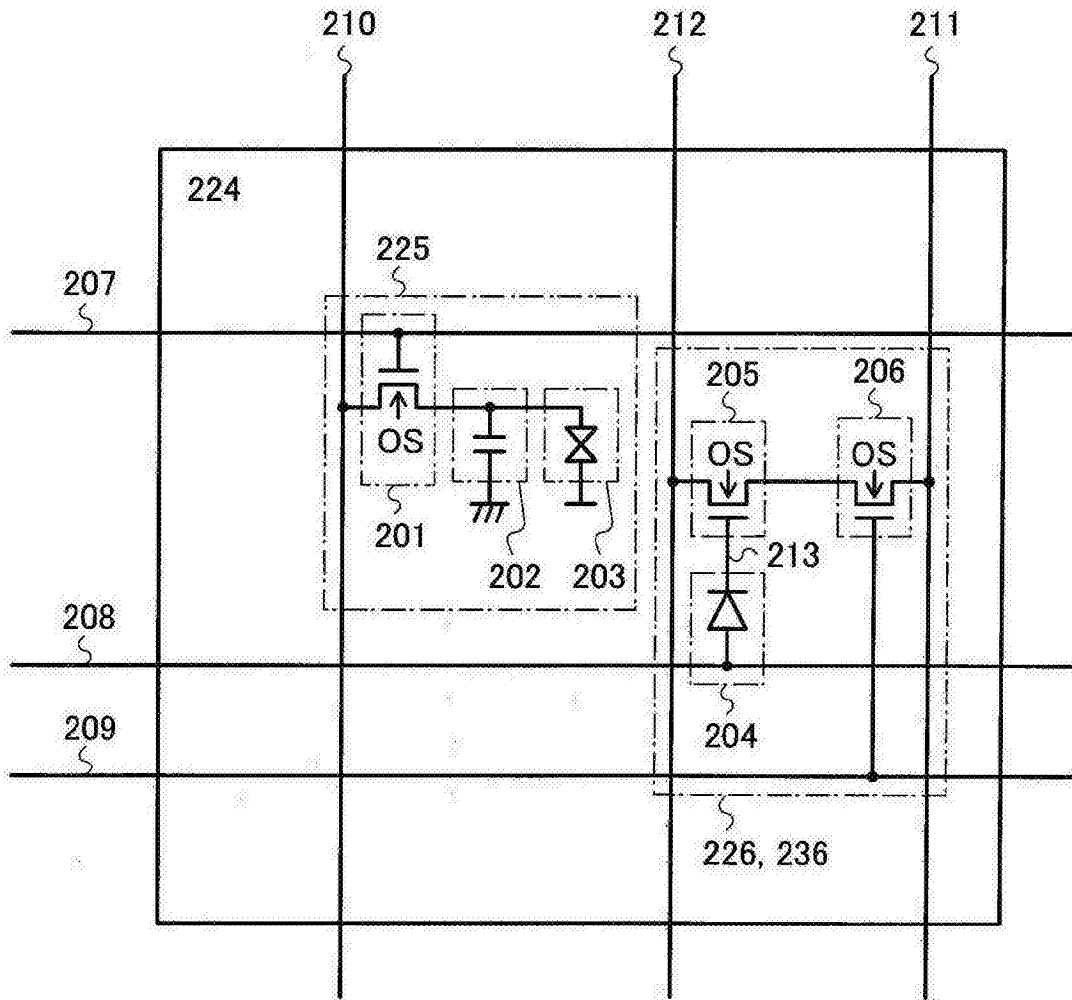


图 5

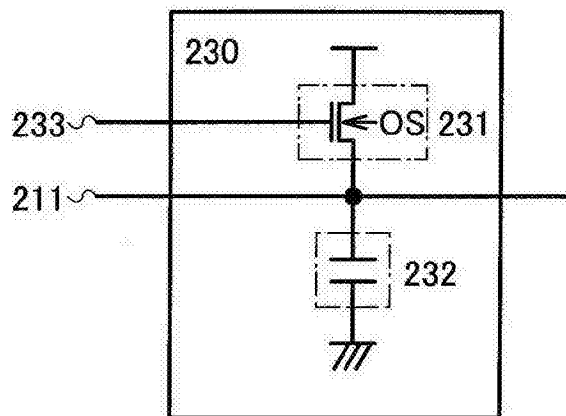


图 6

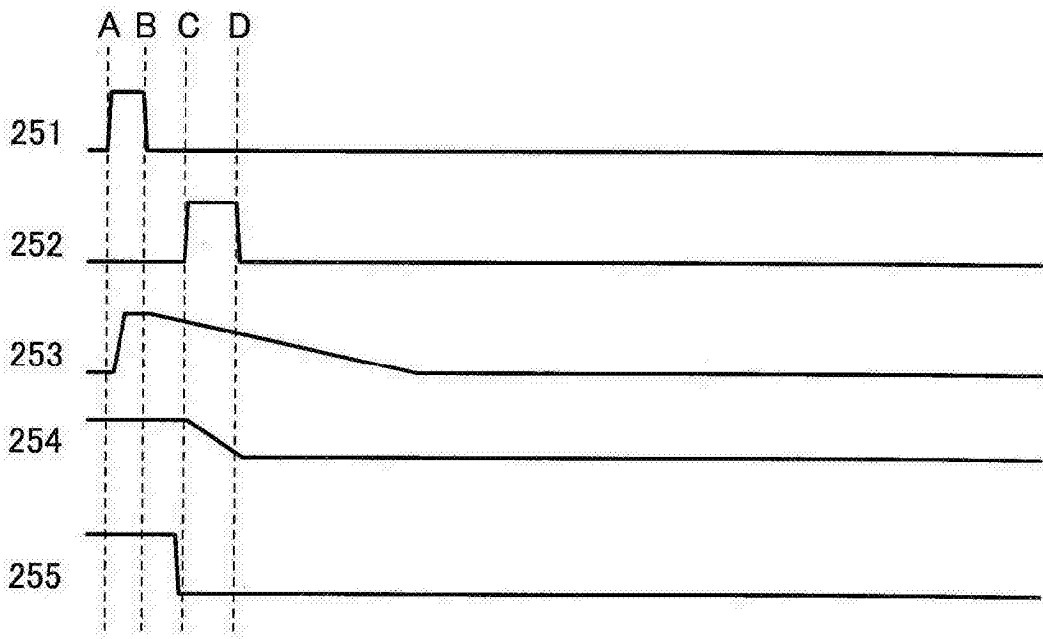
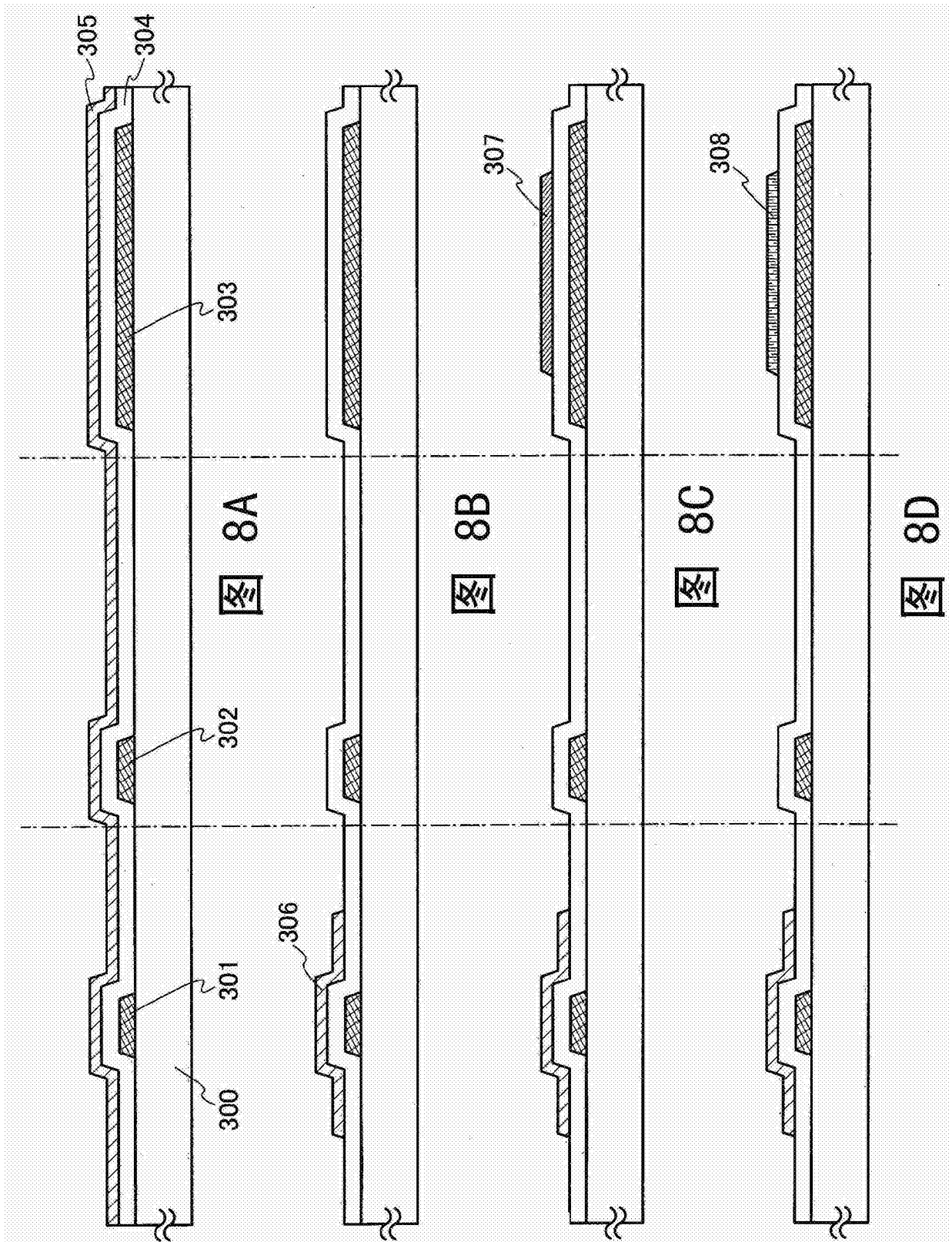
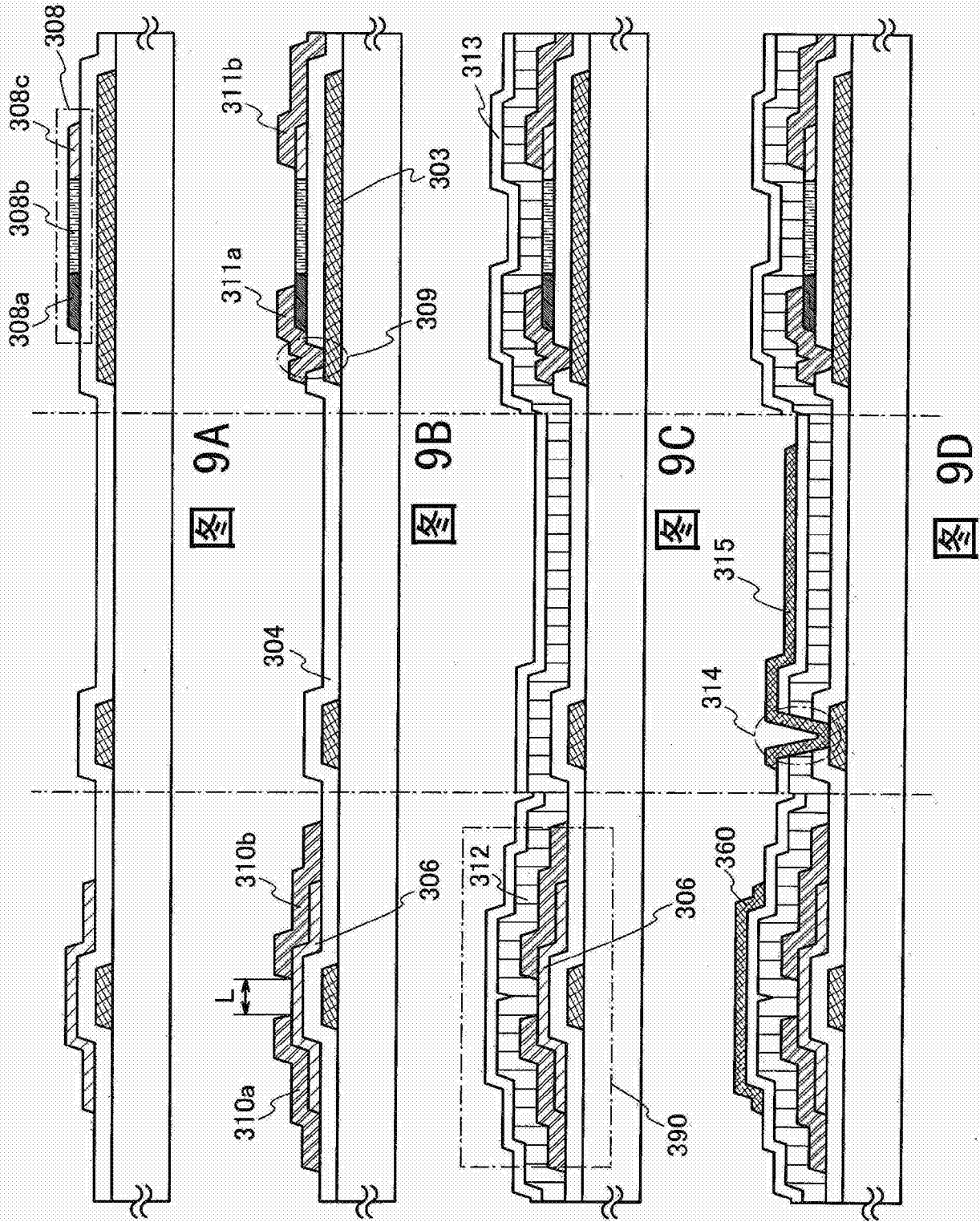


图 7





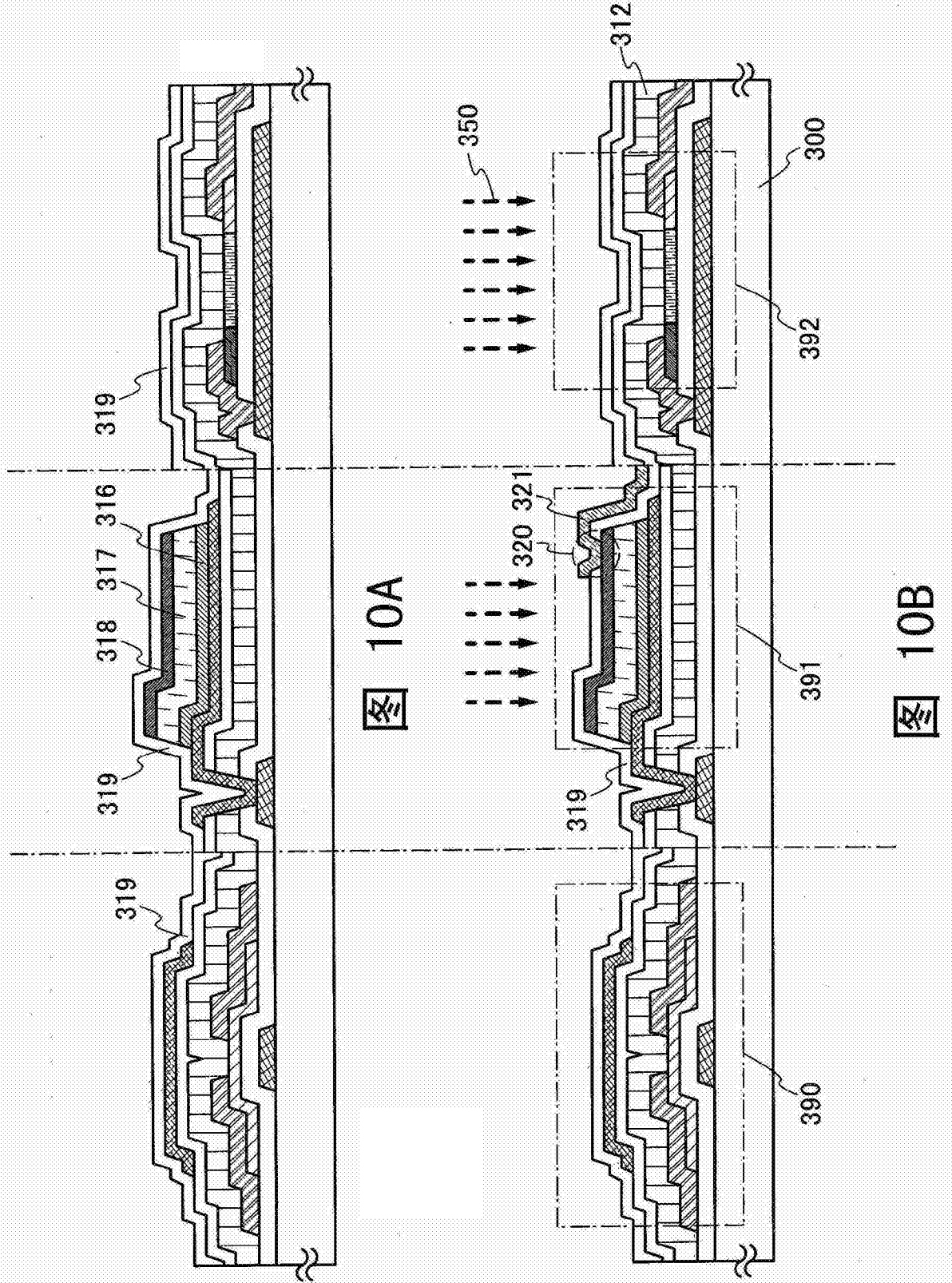


图 10A

图 10B

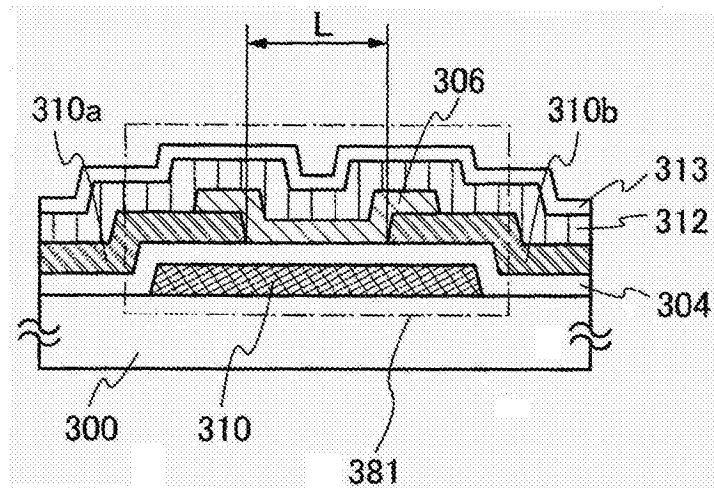


图 12A

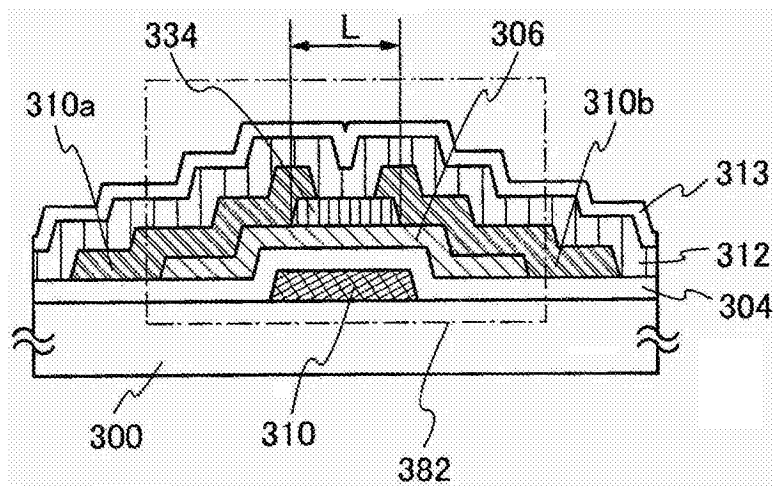


图 12B

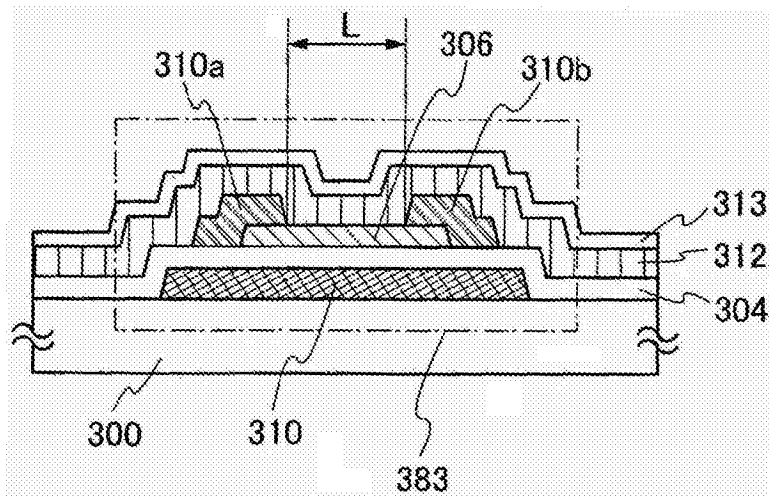


图 12C

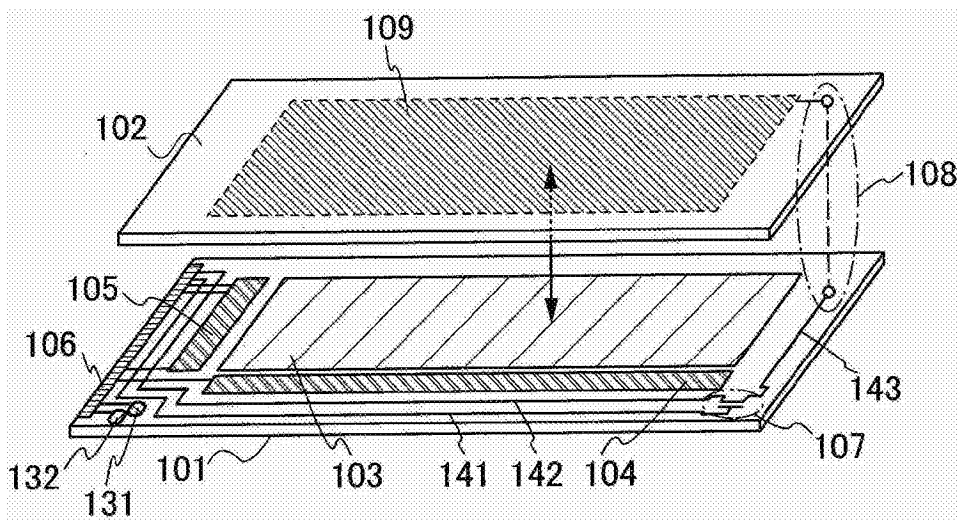


图 13A

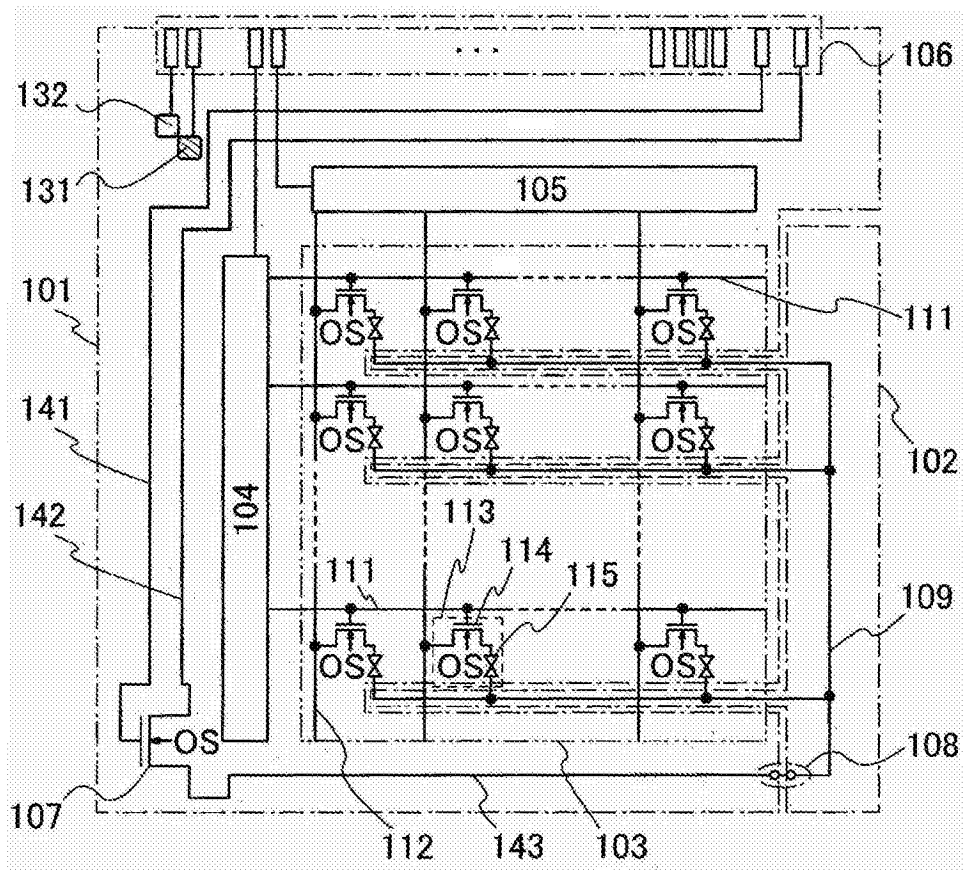


图 13B

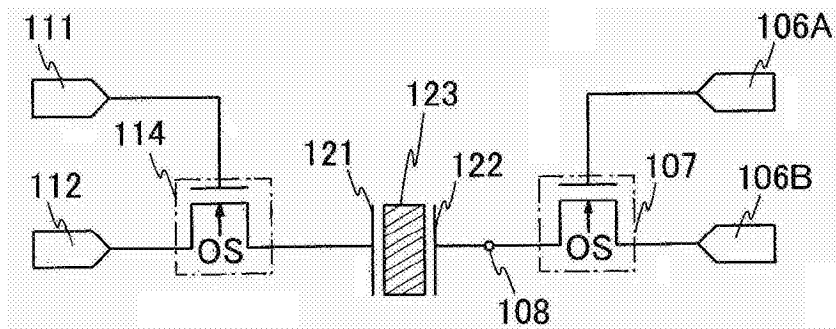


图 13C

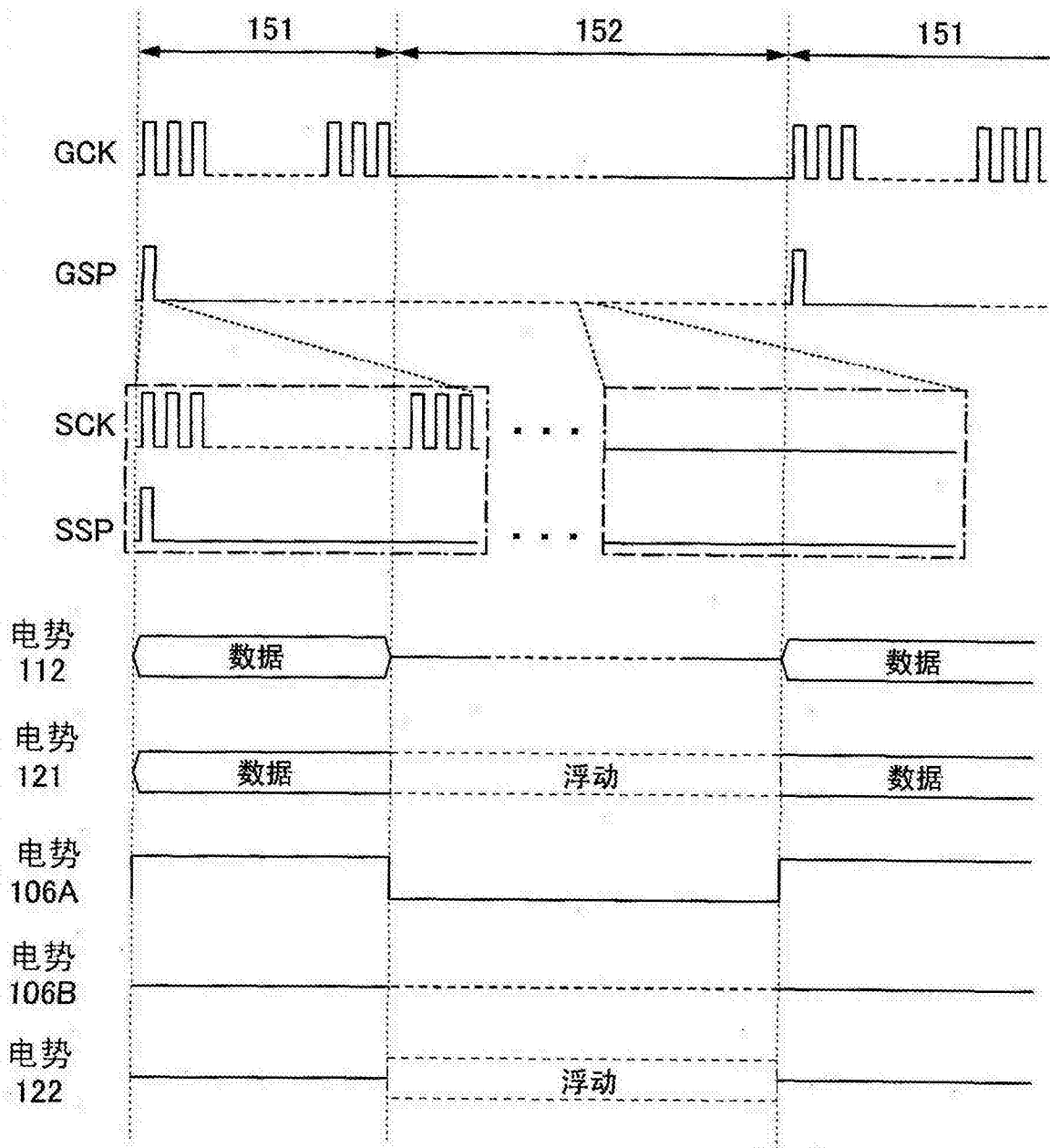


图 14

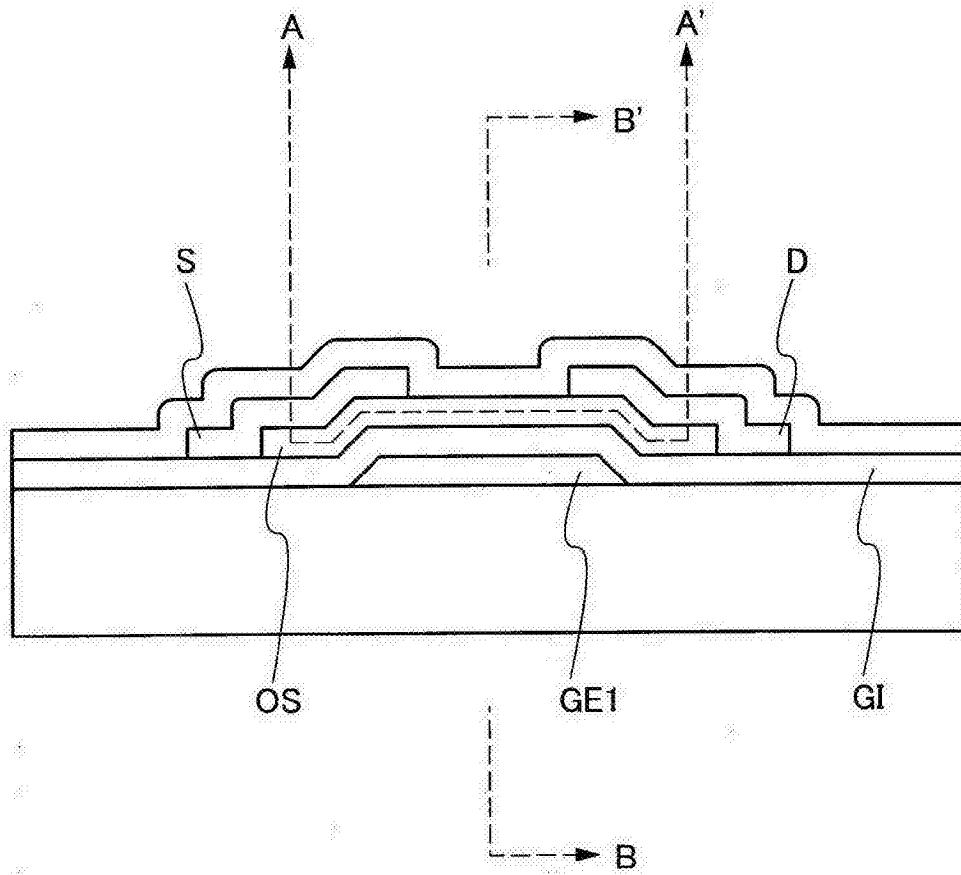


图 15

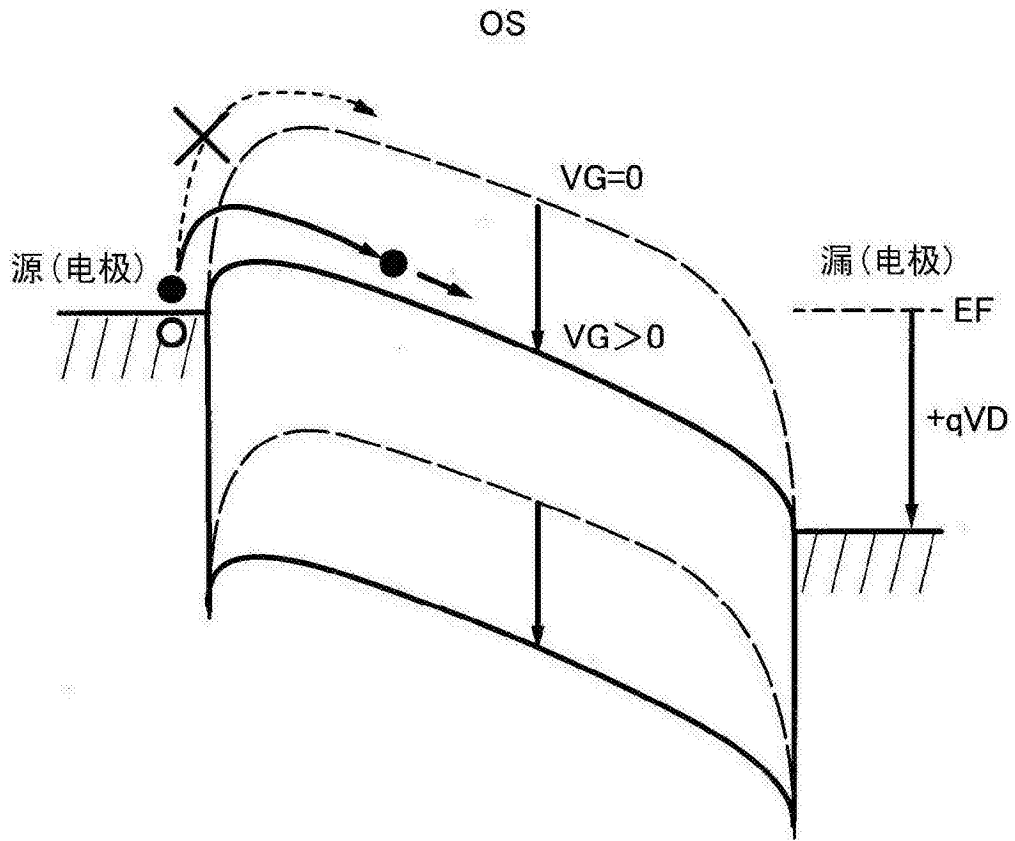


图 16

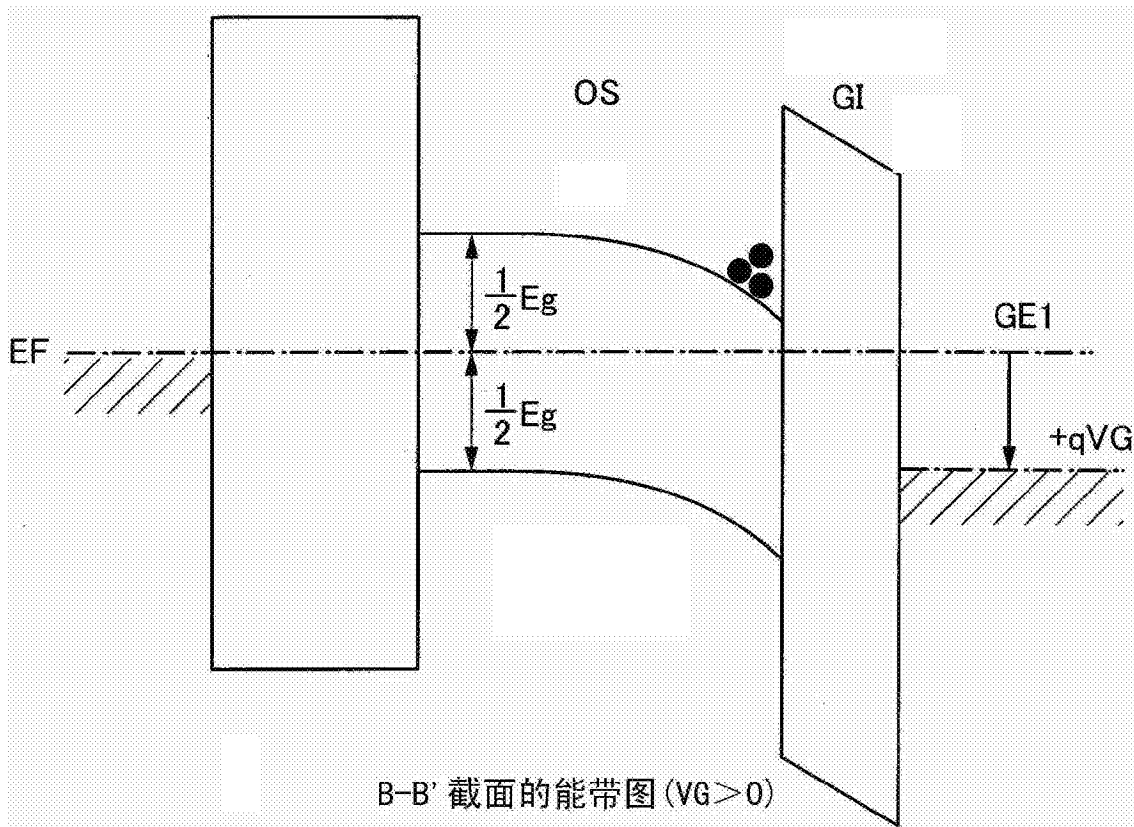


图 17A

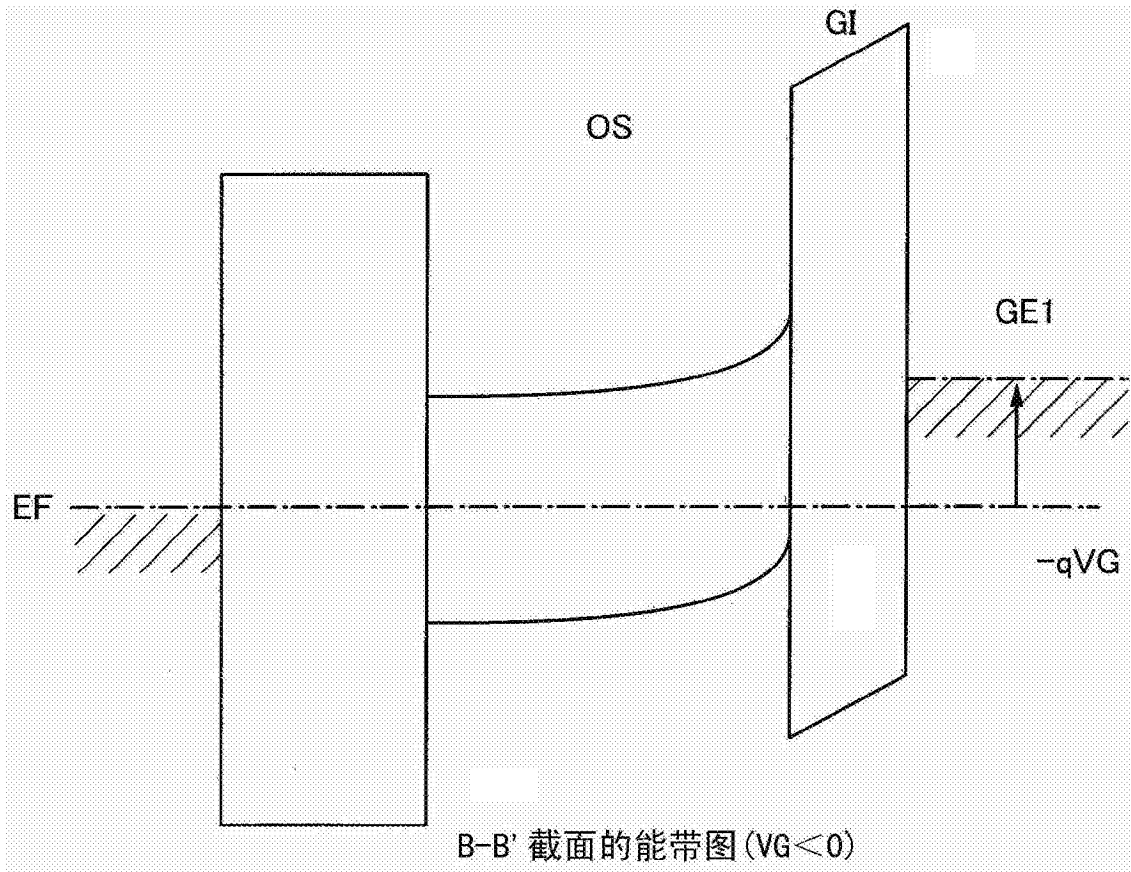


图 17B

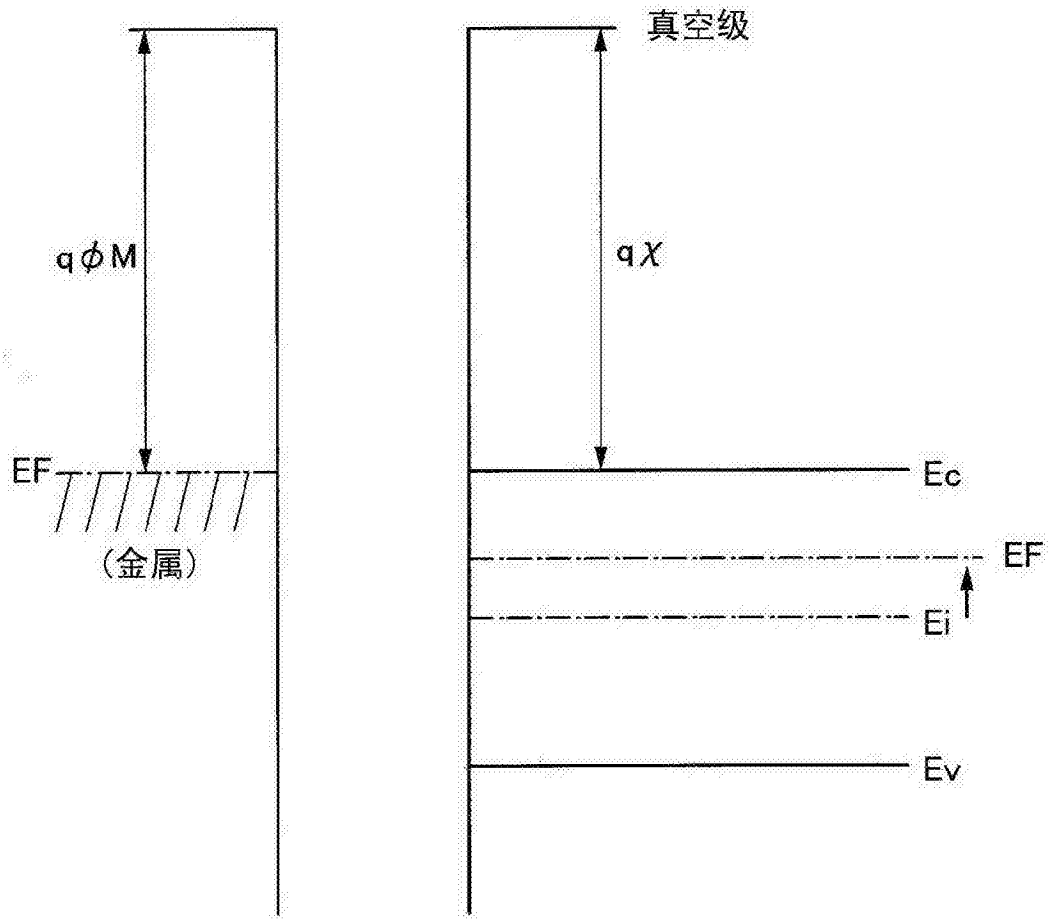


图 18

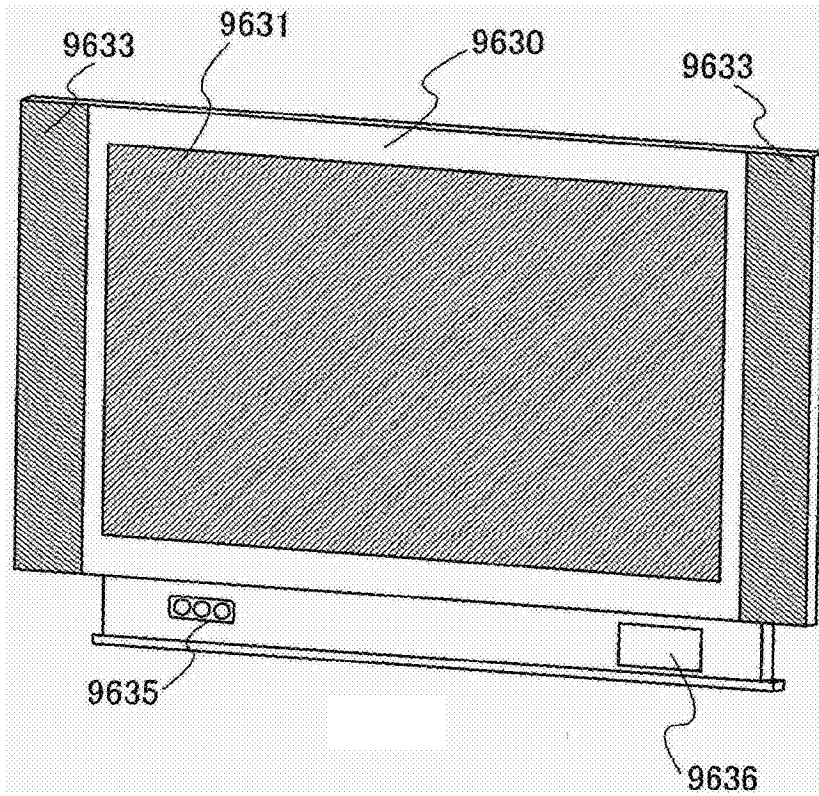


图 19A

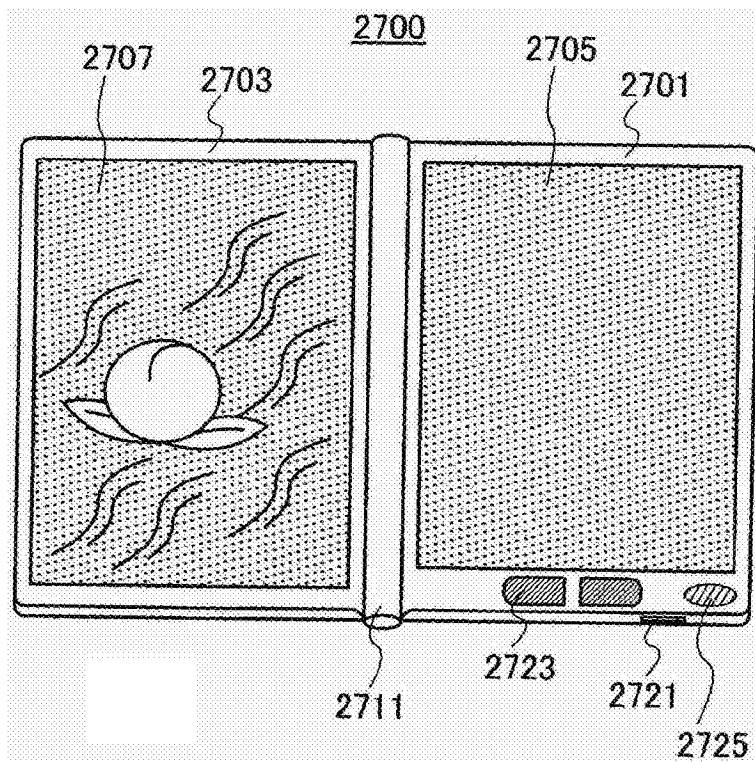


图 19B

附图编号解释

101:基板	210:视频数据信号线
102:基板	211:光学传感器输出信号线
103:像素电路	212:光学传感器参比信号线
104:门线驱动电路	213:门信号线
105:信号线驱动电路	220:显示设备
106:终端部分	221:像素电路
107:开关晶体管	222:显示元件控制电路
108:共用连接部分	223:光学传感器控制电路
109:对电极	224:像素
111:门线	225:显示元件
112:信号线	226:光学传感器
113:像素	227:显示元件驱动电路
114:像素晶体管	228:显示元件驱动电路
115:液晶元件	229:电路
121:像素电极	230:光学传感器驱动电路
122:对电极	231:晶体管
123:液晶	232:储能电容
131:光学传感器	233:预充电信号线
132:光学传感器	236:光学传感器
141:配线	251:信号
142:配线	252:信号
143:配线	253:信号
151:时间	254:信号
152:时间	255:信号
201:晶体管	300:基板
202:储能电容	301:门电极层
203:液晶元件	302:配线层
204:光电二极管	303:配线层
205:晶体管	304:门绝缘层
206:晶体管	305:氧化物半导体层
207:门信号线	306:氧化物半导体层
208:光电二极管重启信号线	307:半导体层
209:门信号线	308:半导体层

309:接触孔
310:门电极层
312:保护性绝缘层
313:绝缘层
314:接触孔
315:电极层
316:半导体层
317:半导体层
318:半导体层
319:绝缘层
320:接触孔
321:电极层
322:电极层
330:接触孔
331:绝缘层
332:像素电极层
333:接触孔
334:通道保护层
350:外部光
360:门电极层
381:晶体管
382:晶体管
383:晶体管
390:晶体管
391:光学传感器
392:光学传感器
395:晶体管
800:显示设备
801:显示部分
802:光学传感器
803:光学传感器
811:特性
812:特性
821:特性
822:特性
831:中央控制部分
832:显示部分
833:外部输入
834:操作部分
841:光学传感器
842:光学传感器
2700:电子书
2701:外壳
2703:外壳
2705:显示部分
2707:显示部分
2711:绞链
2721:电源开关
2723:操作键
2725:扬声器
9630:外壳
9631:显示部分
9633:扬声器
9635:操作键
9636:连接终端
106A:终端
106B:终端
308a:n-型杂质区域
308b:i-型杂质区域
308c:p-型杂质区域
310a:电极层
310b:电极层
311a:电极层
311b:电极层