



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101719493 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 14

(21) 申请号 200910204759. 0

(22) 申请日 2009. 09. 30

(30) 优先权数据

2008-262158 2008. 10. 08 JP

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 山崎舜平 秋元健吾 小森茂树

鱼地秀贵 二村智哉 笠原崇广

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 汤春龙 王丹昕

(56) 对比文件

JP 2003069028 A, 2003. 03. 07,

JP 8179358 A, 1996. 07. 12,

US 2005130844 A1, 2005. 06. 16,

审查员 戴丽娟

(51) Int. Cl.

H01L 27/02 (2006. 01)

H01L 23/528 (2006. 01)

G02F 1/167 (2006. 01)

G02F 1/1362 (2006. 01)

G02F 1/1368 (2006. 01)

G09F 9/33 (2006. 01)

权利要求书4页 说明书27页 附图29页

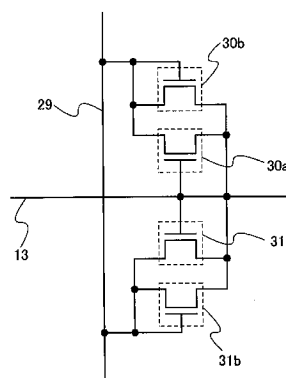
(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

本发明的名称为显示装置,为了利用包括氧化物半导体的显示装置的性质,具有适当结构和小占用面积的保护电路等是必要的。保护电路使用非线性元件来形成,非线性元件包括:覆盖栅电极的栅绝缘膜;在栅绝缘膜之上的第一氧化物半导体层;沟道保护层,覆盖与第一氧化物半导体层的沟道形成区重叠的区域;以及第一布线层和第二布线层,它们的每个通过堆叠导电层和二氧化物半导体层并且在第一氧化物半导体层之上形成。栅电极连接到扫描线或信号线,第一布线层或第二布线层直接连接到栅电极。

CN 101719493 B



1. 一种显示装置,包括:

衬底;

扫描线;

在所述衬底之上与所述扫描线相交的信号线;

像素部分,所述像素部分中像素电极以矩阵排列,所述像素部分包括薄膜晶体管;以及

在所述像素部分之外的区域中的所述衬底之上的第一非线性元件,

其中,所述薄膜晶体管包括:

栅电极;

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层;以及

在所述第一氧化物半导体层之上的第一布线层和第二布线层;

其中,所述薄膜晶体管的所述栅电极电连接到所述扫描线,

其中,所述薄膜晶体管的所述第一布线电连接到信号线,

其中,所述薄膜晶体管的所述第二布线电连接到所述像素电极,

其中,所述第一非线性元件包括:

栅电极;

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层;

与所述第一氧化物半导体层重叠的沟道保护层;以及

在所述沟道保护层之上的第一布线层和第二布线层,

其中,所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的每个通过堆叠导电层和第一氧化物半导体层来形成,

其中,所述导电层与所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层接触,其间插入所述第一氧化物半导体层,

其中,所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层具有比所述第一氧化物半导体层更低的电导率,

其中,所述第一非线性元件的所述栅电极电连接到所述扫描线,以及

其中,所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的一个直接连接到通过与所述第一非线性元件的所述栅电极相同的层所形成的布线。

2. 如权利要求 1 所述的显示装置,还包括:

第二非线性元件,所述第二非线性元件包括:

栅电极;

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层;

与所述第一氧化物半导体层重叠的沟道保护层;以及

在所述沟道保护层之上的第一布线层和第二布线层,

其中,所述第二非线性元件的所述栅电极电连接到所述信号线。

3. 如权利要求 1 所述的显示装置,其中,所述第一非线性元件包括具有不同氧含量的氧化物半导体的组合。

4. 如权利要求 1 所述的显示装置,

其中,所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层和所述第一氧化物半导体层包含铟、镓和锌。

5. 如权利要求 1 所述的显示装置,其中,所述显示装置结合到从由以下项组成的组所选取的一项中:海报、电子书籍阅读器、电视装置、数码相框、便携游戏控制台、自动售货机和蜂窝电话。

6. 一种显示装置,包括:

衬底;

扫描线;

在所述衬底之上与所述扫描线相交的信号线;

像素部分,所述像素部分中像素电极以矩阵排列,所述像素部分包括薄膜晶体管;以及在所述像素部分之外的区域中的所述衬底之上的第一非线性元件,

其中,所述薄膜晶体管包括:

栅电极;

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层;以及

在所述第一氧化物半导体层之上的第一布线层和第二布线层;

其中,所述薄膜晶体管的所述栅电极电连接到所述扫描线,

其中,所述薄膜晶体管的所述第一布线电连接到所述信号线,

其中,所述薄膜晶体管的所述第二布线电连接到所述像素电极,

其中,所述第一非线性元件包括:

栅电极;

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层;

与所述第一氧化物半导体层重叠的沟道保护层;以及

在所述沟道保护层之上的第一布线层和第二布线层,

其中,所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的每个通过堆叠导电层和第一氧化物半导体层来形成,

其中,所述导电层与所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层接触,其间插入所述第一氧化物半导体层,

其中,所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层具有比所述第一氧化物半导体层更低的电导率,

其中,所述第一非线性元件的所述栅电极电连接到所述信号线,以及

其中,所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的一个直接连接到通过与所述第一非线性元件的所述栅电极相同的层所形成的布线。

7. 如权利要求 6 所述的显示装置,其中,所述第一非线性元件包括具有不同氧含量的氧化物半导体的组合。

8. 如权利要求 6 所述的显示装置,

其中,所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层和所述第一氧化物半导体层包含铟、镓和锌。

9. 如权利要求 6 所述的显示装置,其中,所述显示装置结合到从由以下项组成的组所选取的一项中:海报、电子书籍阅读器、电视装置、数码相框、便携游戏控制台、自动售货机和蜂窝电话。

10. 一种显示装置,包括:

衬底；
扫描线；
在所述衬底之上与所述扫描线相交的信号线；
像素部分，所述像素部分中像素电极以矩阵排列，所述像素部分包括薄膜晶体管；以及
保护电路，所述保护电路包括所述衬底之上并且在所述像素部分之外的区域中的第一非线性元件，所述保护电路电连接到公共布线，

其中，所述薄膜晶体管包括：

栅电极；

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层；以及

在所述第一氧化物半导体层之上的第一布线层和第二布线层；

其中，所述薄膜晶体管的所述栅电极电连接到所述扫描线，

其中，所述薄膜晶体管的所述第一布线电连接到所述信号线，

其中，所述薄膜晶体管的所述第二布线电连接到所述像素电极，

其中，所述第一非线性元件包括：

栅电极；

第一氧化物半导体层；

与所述第一氧化物半导体层重叠的沟道保护层；以及

在所述沟道保护层之上的第一布线层和第二布线层，

其中，所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的每个通过堆叠导电层和第二氧化物半导体层来形成，

其中，所述导电层与所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层接触，其间插入所述第二氧化物半导体层，

其中，所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层具有比所述第二氧化物半导体层更低的电导率，

其中，所述第一非线性元件的所述栅电极电连接到所述扫描线，以及

其中，所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的一个直接连接到通过与所述第一非线性元件的所述栅电极相同的层所形成的布线。

11. 如权利要求 10 所述的显示装置，还包括：

第二非线性元件，包括：

栅电极；

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层；

与所述第一氧化物半导体层重叠的沟道保护层；以及

在所述沟道保护层之上的第一布线层和第二布线层，

其中，所述第二非线性元件的所述栅电极电连接到所述信号线。

12. 如权利要求 10 所述的显示装置，其中，所述第一非线性元件包括具有不同氧含量的氧化物半导体的组合。

13. 如权利要求 10 所述的显示装置，

其中，所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层和所述第二氧化物半导体层包含铟、镓和锌。

14. 如权利要求 10 所述的显示装置,其中,所述显示装置结合到从由以下项组成的组所选取的一项中:海报、电子书籍阅读器、电视装置、数码相框、便携游戏控制台、自动售货机和蜂窝电话。

15. 一种显示装置,包括:

衬底;

扫描线;

在所述衬底之上与所述扫描线相交的信号线;

像素部分,所述像素部分中像素电极以矩阵排列,所述像素部分包括薄膜晶体管;

保护电路,所述保护电路包括在所述衬底之上并且在所述像素部分之外的区域中的第一非线性元件,所述保护电路电连接到公共布线,

其中,所述薄膜晶体管包括:

栅电极;

在所述栅电极之上的第一氧化物半导体层;以及

在所述第一氧化物半导体层之上的第一布线层和第二布线层;

其中,所述薄膜晶体管的所述栅电极电连接到所述扫描线,

其中,所述薄膜晶体管的所述第一布线电连接到所述信号线,

其中,所述薄膜晶体管的所述第二布线电连接到所述像素电极,

其中,所述第一非线性元件包括:

栅电极;

第一氧化物半导体层;

与所述第一氧化物半导体层重叠的沟道保护层;以及

在所述沟道保护层之上的第一布线层和第二布线层;

其中,所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的每个通过堆叠导电层和第二氧化物半导体层来形成,

其中,所述导电层与所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层接触,其间插入所述第二氧化物半导体层,

其中,所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层具有比所述第二氧化物半导体层更低的电导率,

其中,所述第一非线性元件的所述栅电极电连接到所述信号线,以及

其中,所述第一非线性元件的所述第一布线层和所述第二布线层中的一个直接连接到通过与所述第一非线性元件的所述栅电极相同的层所形成的布线。

16. 如权利要求 15 所述的显示装置,其中,所述第一非线性元件包括具有不同氧含量的氧化物半导体的组合。

17. 如权利要求 15 所述的显示装置,

其中,所述第一非线性元件的所述第一氧化物半导体层和所述第二氧化物半导体层包含铟、镓和锌。

18. 如权利要求 15 所述的显示装置,其中,所述显示装置结合到从由以下项组成的组所选取的一项中:海报、电子书籍阅读器、电视装置、数码相框、便携游戏控制台、自动售货机和蜂窝电话。

显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及包括氧化物半导体的显示装置。

背景技术

[0002] 例如玻璃衬底等平板之上形成的薄膜晶体管使用非晶硅或多晶硅来制造,这是液晶显示装置中常见的。使用非晶硅制造的薄膜晶体管具有低场效应迁移率,但是可在较大面积的玻璃衬底之上形成。另一方面,使用多晶硅制造的薄膜晶体管具有高场效应迁移率,但结晶化步骤、如激光退火是必要的,并且不一定适合较大玻璃衬底。

[0003] 鉴于以上所述,促使注意到使用氧化物半导体来制造薄膜晶体管并且将晶体管应用于电子装置或光学装置的技术。例如,专利文献 1 和专利文献 2 公开一种技术,通过它使用包含氧化锌 (ZnO) 或者包含铟、镓和锌的氧化物半导体作为氧化物半导体膜来制造薄膜晶体管,并且这种晶体管用作图像显示装置的开关元件等。[参考文献]

[0004] [专利文献 1]Japanese Published Patent Application No. 2007-123861(日本公开专利申请号 2007-123861)[专利文献 2]Japanese Published Patent Application No. 2007-96055(日本公开专利申请号 2007-96055)

发明内容

[0005] 其中使用氧化物半导体形成沟道形成区(channel formation region)的薄膜晶体管具有以下性质:操作速度比包括非晶硅的薄膜晶体管要高,并且制造工艺比包括多晶硅的薄膜晶体管要简单。也就是说,氧化物半导体的使用有可能甚至以范围从室温到 300℃ 或更低的低加工温度来制造具有高场效应迁移率的薄膜晶体管。

[0006] 氧化物半导体的操作特性优良并且能以低温来制造,为了利用氧化物半导体的性质并且确保包括氧化物半导体的显示装置的可靠性,具有适当结构的保护电路等是必要的。此外,为了实现显示装置尺寸的减小,需要减小保护电路所占用的面积。

[0007] 本发明的一个目的是提供一种适合于保护电路的结构。

[0008] 本发明的另一个目的是增强保护电路的功能,稳定操作,并且实现预计用于各种用途、通过除了氧化物半导体之外还堆叠绝缘膜和导电膜所制造的显示装置中的保护电路所占用面积的减小。

[0009] 本发明的一个实施例是其中使用包括氧化物半导体的非线性元件来形成保护电路的显示装置。该非线性元件包括具有不同氧含量的氧化物半导体的组合。此外,包含在非线性元件中的第一布线层和第二布线层的至少一个直接连接到栅电极或者通过与栅电极相同的步骤所形成的布线。

[0010] 本发明的一个说明性实施例是一种显示装置,它包括在具有绝缘表面的衬底之上提供以便彼此相交的扫描线和信号线、其中像素电极以矩阵排列的像素部分以及在像素部分外部的区域中使用氧化物半导体所形成的非线性元件。像素部分包括薄膜晶体管,其中沟道形成区在第一氧化物半导体层中形成。像素部分中的薄膜晶体管包括连接到扫描线的

栅电极、连接到信号线并且与第一氧化物半导体层接触的第一布线层以及连接到像素电极并且与第一氧化物半导体层接触的第二布线层。此外,非线性元件在像素部分与放置在衬底周边的信号输入端之间提供。非线性元件包括:栅电极;覆盖栅电极的栅绝缘层;第一氧化物半导体层,在栅绝缘层之上并且与栅电极重叠;沟道保护层,覆盖与第一氧化物半导体层的沟道形成区重叠的区域;以及第一布线层和第二布线层,它们的每个通过堆叠导电层和第二氧化物半导体层来形成并且与第一氧化物半导体层接触,其端部在沟道保护层之上并且与栅电极重叠。此外,第一布线层和第二布线层的导电层与第一氧化物半导体层接触,其间插入第二氧化物半导体层。非线性元件的栅电极连接到扫描线或信号线,并且非线性元件的第一布线层或第二布线层直接连接到栅电极或者通过栅电极的相同层所形成的布线,以便施加栅电极的电势。

[0011] 本发明的另一个说明性实施例是一种显示装置,它包括在具有绝缘表面的衬底之上提供以便彼此相交的扫描线和信号线、其中像素电极以矩阵排列的像素部分以及像素部分外部的区域中的保护电路。像素部分包括薄膜晶体管,其中沟道形成区在第一氧化物半导体层中形成。像素部分中的薄膜晶体管包括连接到扫描线的栅电极、连接到信号线并且与第一氧化物半导体层接触的第一布线层以及连接到像素电极并且与第一氧化物半导体层接触的第二布线层。在像素部分外部的区域中,提供有将扫描线和公共布线相互连接的保护电路以及将信号线和公共布线相互连接的保护电路。各保护电路包括:包括栅电极的非线性元件;覆盖栅电极的栅绝缘层;第一氧化物半导体层,在栅绝缘层之上并且与栅电极重叠;沟道保护层,覆盖与第一氧化物半导体层的沟道形成区重叠的区域;以及第一布线层和第二布线层,它们的每个通过堆叠导电层和第二氧化物半导体层来形成并且与第一氧化物半导体层接触,其端部在沟道保护层之上并且与栅电极重叠。此外,在保护电路包含的非线性元件中,第一布线层和第二布线层的导电层与第一氧化物半导体层接触,其间插入第二氧化物半导体层,并且第一布线层或第二布线层直接连接到栅电极或者通过与栅电极相同的层所形成的布线。

[0012] 注意,本说明书中例如“第一”和“第二”等序数是为了方便起见而使用,而不是表示步骤的顺序和层的堆叠顺序。另外,本说明书中的序数不是表示规定本发明的特定名称。

[0013] 根据本发明的一个实施例,保护电路使用包括氧化物半导体的非线性元件来形成,由此可获得具有适合保护电路的结构的显示装置。在第一氧化物半导体层与非线性元件的布线层之间的连接结构中,接触具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层的区域的提供允许稳定操作。相应地,保护电路的功能得到增强,并且可使操作稳定。

[0014] 备选地,存在一种方法,其中,通过提供到达第一或第二布线层的接触孔和到达栅电极或者通过与栅电极相同的层所形成的布线的接触孔,使用另一个布线层来连接第一或第二布线层和栅电极或者通过与栅电极相同的层所形成的布线。但是,在这种方法中对于一个连接形成两个接触面(interface)和两个接触孔。

[0015] 根据本发明的一个实施例,在保护电路包含的非线性元件中,第一或第二布线层的导电层直接连接到栅电极或者通过与栅电极相同的层所形成的布线;因此,对于一个连接仅形成一个接触面和一个接触孔。与使用另一个布线层的连接方法相比,本发明的连接方法使接触电阻能够减小,因为对于一个连接所形成的接触面的数量仅为一个。相应地,包

括非线性元件的保护电路稳定地操作。另外,与使用另一个布线层的连接方法相比,本发明的连接方法使连接部分所占用的面积能够减小,因为对于连接仅需要一个接触孔。相应地,可减小保护电路所占用的面积,并且可实现显示装置尺寸的减小。

附图说明

[0016] 图 1 示出显示装置中的信号输入端、扫描线、信号线、包括非线性元件的保护电路和像素部分之间的位置关系。图 2 示出保护电路的一个示例。图 3 示出保护电路的一个示例。图 4A 和图 4B 是示出保护电路的一个示例的平面图和电路图。图 5 是示出保护电路的一个示例的截面图。图 6A 至图 6C 是示出用于制造保护电路的工艺的截面图。图 7A 至图 7C 是示出用于制造保护电路的工艺的截面图。图 8A 和图 8B 是示出保护电路的一个示例的平面图和电路图。图 9A 和图 9B 是示出保护电路的一个示例的平面图和电路图。图 10 是电子纸张的截面图。图 11A 和图 11B 分别是半导体器件的框图。图 12 示出信号线驱动电路的结构。图 13 是信号线驱动电路的操作的时间图。图 14 是信号线驱动电路的操作的时间图。图 15 是示出移位寄存器的结构的简图。图 16 示出图 14 的触发器的连接结构。图 17A 和图 17B 是顶视图,而图 17C 是截面图,分别示出根据本发明的一个实施例的半导体器件。图 18 是示出本发明的一个实施例的半导体器件的截面图。图 19 示出本发明的一个实施例的半导体器件中的像素的等效电路。图 20A 至图 20C 分别示出本发明的一个实施例的半导体器件。图 21A 是顶视图,而图 21B 是截面图,示出根据本发明的一个实施例的半导体器件。图 22A 和图 22B 示出电子纸张的应用的示例。图 23 是示出电子书阅读器的一个示例的外视图。图 24A 是电视装置的一个示例的外视图,而图 24B 是数码相框的一个示例的外视图。图 25A 和图 25B 是分别示出游戏机的示例的外视图。图 26 是示出蜂窝电话的一个示例的外视图。

具体实施方式

[0017] 下面参照附图来描述本发明的实施例。本发明并不局限于以下描述,本领域的技术人员易于理解,模式和细节能以各种方式进行变更,而没有背离本发明的范围和精神。因此,本发明不应当解释为局限于以下所述的实施例中描述的内容。注意,表示不同附图中的相同部分的参考标号共同用于以下说明的本发明的结构。

[0018] (实施例 1) 在这个实施例中,参照附图来描述包括像素部分和保护电路的显示装置的一个示例,其中保护电路包括像素部分附近提供的非线性元件。

[0019] 图 1 示出显示装置中的信号输入端、扫描线、信号线、包括非线性元件的保护电路和像素部分之间的位置关系。在具有绝缘表面的衬底 10 之上,扫描线 13 和信号线 14 彼此相交以形成像素部分 17。

[0020] 像素部分 17 包括以矩阵排列的多个像素 18。像素 18 包括连接到扫描线 13 和信号线 14 的像素晶体管 19、存储电容器部分 20 和像素电极 21。

[0021] 在这里所示的像素结构中,存储电容器部分 20 的一个电极连接到像素晶体管 19,而另一个电极连接到电容器线 (capacitor line) 22。此外,像素电极 21 形成驱动显示元件 (例如液晶元件、发光元件或者对比剂 (电子墨水)) 的一个电极。这种显示元件的另一个电极连接到公共端子 23。

[0022] 保护电路在像素部分 17 与扫描线输入端 11 和信号线输入端 12 之间提供。在这个实施例中,提供多个保护电路。因此,即使因静电等引起的浪涌电压施加到扫描线 13、信号线 14 和电容器总线线路 27,像素晶体管 19 等也不会中断。相应地,保护电路具有用于当浪涌电压施加到保护电路时向公共布线 29 或公共布线 28 释放电荷的结构。

[0023] 在这个实施例中,保护电路 24、保护电路 25 和保护电路 26 在显示装置中提供。不用说,保护电路的结构并不局限于以上所述。

[0024] 图 2 示出保护电路的一个示例。这个保护电路包括非线性元件 30 和非线性元件 31,它们并联排列在扫描线 13 与公共布线 29 之间。非线性元件 30 和非线性元件 31 的每个是例如二极管等二端元件或者例如晶体管等三端元件。例如,非线性元件可通过与像素部分的像素晶体管相同的步骤来形成。例如,与二极管的特性相似的特性可通过将非线性元件的栅极端子连接到漏极端子来获得。

[0025] 非线性元件 30 的第一端子(栅极)和第三端子(漏极)连接到扫描线 13,而其第二端子(源极)连接到公共布线 29。非线性元件 31 的第一端子(栅极)和第三端子(漏极)连接到公共布线 29,而其第二端子(源极)连接到扫描线 13。也就是说,图 2 所示的保护电路包括两个晶体管,其整流方向彼此相反,并且它们将扫描线 13 和公共布线 29 相互连接。换言之,保护电路具有一种结构,其中,在扫描线 13 与公共布线 29 之间连接了其整流方向是从扫描线 13 到公共布线 29 的晶体管以及其整流方向是从公共布线 29 到扫描线 13 的晶体管。

[0026] 在图 2 所示的保护电路中,当扫描线 13 因静电等而相对于公共布线 29 正充电(charged positively)或负充电时,电流沿抵消电荷的方向流动。例如,如果扫描线 13 经过正充电,则电流沿着其中向公共布线 29 释放正电荷的方向流动。由于这个操作,可阻止静电击穿或者连接到充电扫描线(charged scan line)13 的像素晶体管 19 的阈值电压的漂移。此外,有可能防止充电扫描线 13 和与充电扫描线 13 相交的另一个布线之间的绝缘层的介质击穿,其间插入绝缘层。

[0027] 注意,图 2 中,使用其整流方向彼此相反的一对非线性元件:非线性元件 30,其第一端子(栅极)连接到扫描线 13;以及非线性元件 31,其第一端子(栅极)连接到公共布线 29。公共布线 29 和扫描线 13 经由各非线性元件的第二端子(源极)和第三端子(漏极)连接;也就是说,非线性元件 30 和非线性元件 31 并联。作为另一种结构,还可并联地添加非线性元件,使得保护电路的操作稳定性可得到增强。例如,图 3 示出包括扫描线 13 与公共布线 29 之间提供的非线性元件 30a 和非线性元件 30b、非线性元件 31a 和非线性元件 31b 的保护电路。这种保护电路包括总共四个非线性元件:两个非线性元件(30b 和 31b),各具有连接到公共布线 29 的第一端子(栅极);以及两个非线性元件(30a 和 31a),各具有连接到扫描线 13 的第一端子(栅极)。也就是说,两对非线性元件连接在公共布线 29 与扫描线 13 之间,每对包括提供为使得其整流方向彼此相反的两个非线性元件。换言之,在扫描线 13 与公共布线 29 之间,存在其整流方向是从扫描线 13 到公共布线 29 的两个晶体管以及其整流方向是从公共布线 29 到扫描线 13 的两个晶体管。当公共布线 29 和扫描线 13 采用四个非线性元件以这种方式相互连接时,有可能防止电荷直接流过扫描线 13,即使浪涌电压施加到扫描线 13 时以及即使通过静电等对公共布线 29 充电时。注意,图 9A 示出其中四个非线性元件在衬底之上提供的一个示例,而图 9B 是其等效电路图。图 9B 的等效

电路图与图 3 等效,而图 9B 所示的非线性元件对应于图 3 所示的非线性元件。具体来说,非线性元件 740a 对应于非线性元件 30b;非线性元件 740b 对应于非线性元件 31b;非线性元件 740c 对应于非线性元件 30a;以及非线性元件 740d 对应于非线性元件 31a。此外,图 9A 和图 9B 中的扫描线 651 和公共布线 650 分别对应于图 3 中的扫描线 13 和公共布线 29。相应地,图 9A 所示的其中四个非线性元件在衬底之上提供的保护电路的示例是图 3 所示的保护电路的另一个示例。

[0028] 图 8A 示出使用衬底之上奇数个非线性元件来形成的保护电路的一个示例,而图 8B 是其等效电路图。在这个电路中,非线性元件 730b 和非线性元件 730a 连接到非线性元件 730c,以使用作开关元件。通过非线性元件以这种方式的串联,可分散施加到保护电路的非线性元件的瞬时负载。

[0029] 图 2 示出为扫描线 13 提供的保护电路的一个示例;但是可为信号线 14 提供具有相似结构的保护电路。

[0030] 图 4A 是示出保护电路的一个示例的平面图,而图 4B 是其等效电路图。图 5 是沿图 4A 的截线 Q1-Q2 所截取的截面图。下面参照图 4A、图 4B 和图 5 来描述保护电路的一个结构示例。

[0031] 非线性元件 170a 和非线性元件 170b 分别包括使用与扫描线 13 相同的层所形成的栅电极 111 和栅电极 16。栅绝缘膜 102 在栅电极 111 和栅电极 16 之上形成。在栅绝缘膜 102 之上形成第一氧化物半导体层 113,以及形成沟道保护层 116 以便覆盖与第一氧化物半导体层 113 的沟道形成区重叠的区域。提供第一布线层 117a 和第二布线层 117b 以便在栅电极 111 之上彼此相向,其中沟道保护层 116 和第一氧化物半导体层 113 插入第一与第二布线层 117a、117b 之间。注意,非线性元件 170a 和非线性元件 170b 的主要部分具有彼此相同的结构。

[0032] 在本发明的这个实施例中,使用与栅电极 111 相同的层所形成的扫描线 13 和非线性元件 170a 的第三端子(漏极)通过栅绝缘膜 102 中提供的接触孔 128 直接连接。因此,对于一个连接所形成的接触面的数量可减少到一个,并且对于一个连接所形成的接触孔的数量可减少到一个。

[0033] 第一氧化物半导体层 113 在彼此相向的第一布线层 117a 和第二布线层 117b 之下提供,并且覆盖栅电极 111,其间插入栅绝缘膜 102。换言之,提供第一氧化物半导体层 113 以便与栅电极 111 重叠,并且与覆盖与沟道形成区重叠的区域的沟道保护层 116 的下表面部分、栅绝缘膜 102 的上表面部分和第二氧化物半导体层 114a 和 114b 的下表面部分接触。在这里,第一布线层 117a 具有一种结构,其中第二氧化物半导体层 114a 和导电层 115a 从第一氧化物半导体层 113 侧以该顺序堆叠。类似地,第二布线层 117b 具有一种结构,其中第二氧化物半导体层 114b 和导电层 115b 从第一氧化物半导体层 113 侧以该顺序堆叠。

[0034] 具有比第一氧化物半导体层 113 更高电导率的第二氧化物半导体层(114a 和 114b)在导电层(115a 和 115b)和第一氧化物半导体层 113 之间提供并且与其接触。因此,具有不同物理性质的氧化物半导体层相互接触,也就是说,第一氧化物半导体层 113 和具有比第一氧化物半导体层 113 更高电导率的第二氧化物半导体层(114a 和 114b)相互接触。这种接触结构在非线性元件 170a 和非线性元件 170b 中提供,由此稳定操作成为可能。换言之,热稳定性增加,使得稳定操作成为可能。相应地,保护电路的功能得到增强,并且则

可使操作稳定。另外,接点泄露(junction leakage)量减小,并且非线性元件 170a 和非线性元件 170b 的特性得到改进。

[0035] 在本说明书中,组合物分子式表示为 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m > 0$) 的薄膜形成为用于第一氧化物半导体层的氧化物半导体,以及非线性元件和薄膜晶体管使用薄膜作为半导体层来形成。注意, M 表示从 Ga、Fe、Ni、Mn 和 Co 选取的一种或多种金属元素。除了其中仅包含 Ga 作为 M 的情况之外,还存在其中包含 Ga 以及除 Ga 之外的上述金属元素的任一个、例如 Ga 和 Ni 或者 Ga 和 Fe 作为 M 的情况。此外,在一些情况下,除了作为 M 包含的金属元素之外,上述氧化物半导体还包含例如 Fe 或 Ni 等过渡金属元素或者过渡金属的氧化物作为杂质元素。在本说明书中,这种薄膜又称作基于 In-Ga-Zn-O 的非单晶膜。

[0036] 表 1 示出通过电感耦合等离子体质谱测定(ICP-MS)方法的典型测量示例。通过使用以比率 1 : 1 : 1 (= In_2O_3 : Ga_2O_3 : ZnO) 包含氧化铟(In_2O_3)、氧化镓(Ga_2O_3) 和氧化锌(ZnO) 的靶(In : Ga : Zn = 1 : 1 : 0.5),在条件 1 下获得 $\text{InGa}_{0.95}\text{Zn}_{0.41}\text{O}_{3.33}$ 的氧化物半导体膜,其中溅射中氩气的流率设置在 40sccm。此外, $\text{InGa}_{0.94}\text{Zn}_{0.40}\text{O}_{3.31}$ 的氧化物半导体膜通过采用条件 2 来获得,其中溅射中的氩气和氧的流率分别设置在 10sccm 和 5sccm。

[0037] [表 1]

流比	组成(原子百分比)				组合物分子式
	Ar/O ₂	In	Ga	Zn	
40/0	17.6	16.7	7.2	58.6	$\text{InGa}_{0.95}\text{Zn}_{0.41}\text{O}_{3.33}$
10/5	17.7	16.7	7	58.6	$\text{InGa}_{0.94}\text{Zn}_{0.40}\text{O}_{3.31}$

[0038] 表 2 示出通过卢瑟福后向散射能谱测量(RBS)方法而不是 ICP-MS 方法所执行的量化的测量结果。

[0039] [表 2]

流比	组成(原子百分比)					组合物分子式
	Ar/O ₂	In	Ga	Zn	O	
40/0	17	15.8	7.5	59.4	0.3	$\text{InGa}_{0.93}\text{Zn}_{0.44}\text{O}_{3.49}$
10/5	16	14.7	7.2	61.7	0.4	$\text{InGa}_{0.92}\text{Zn}_{0.45}\text{O}_{3.86}$

[0040] 作为通过 RBS 来测量条件 1 的样本的结果,获得 $\text{InGa}_{0.93}\text{Zn}_{0.44}\text{O}_{3.49}$ 的氧化物半导体膜。此外,作为通过 RBS 来测量条件 2 的样本的结果,获得 $\text{InGa}_{0.92}\text{Zn}_{0.45}\text{O}_{3.86}$ 的氧化物半导体膜。

[0041] 作为基于 In-Ga-Zn-O 的非单晶膜的结晶结构,通过 X 射线衍射(XRD)能谱测定来观测非晶结构。注意,在通过溅射方法的膜形成之后,所检验样本的基于 In-Ga-Zn-O 的非单晶膜在 200°C 至 500°C、通常 300°C 至 400°C 经过热处理 10 分钟至 100 分钟。此外,可制造在 $\pm 20\text{V}$ 的栅电压具有例如 10^9 或更高的通/断比(on/off ratio) 和 $10\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$ 或更高的迁移率等电特性的薄膜晶体管。

[0042] 第二氧化物半导体层(114a 和 114b) 具有比第一氧化物半导体层 113 更高的电导率。因此,第二氧化物半导体层(114a 和 114b) 具有与这个实施例中所所述的非线性元件 170a 和非线性元件 170b 中的晶体管的源区和漏区相似的功能。将作为源区和漏区的第二氧化物半导体层(114a 和 114b) 具有 n 型导电以及从 0.01eV 至 0.1eV 并且包含 0.01eV 和 0.1eV 在内的活化能(ΔE),并且又可称作 n^+ 区。在第二氧化物半导体层是包含 In、Ga、Zn

和 O 的非单晶氧化物半导体层的情况下,纳米晶在一些情况下包含在非单晶结构中。

[0043] 沟道保护层 116 在与第一氧化物半导体层 113 的沟道形成区重叠的区域提供。相应地,可形成第一布线层 117a 和第二布线层 117b 而无需损坏处于接触栅绝缘膜一侧的相对侧并且是所谓的背沟道的第一氧化物半导体层的区域。

[0044] 沟道保护层 116 使用例如氧化硅或氧化铝等氧化物来形成。此外,当氮化硅、氮化铝、氮氧化硅或氮氧化铝堆叠在氧化硅或氧化铝之上时,作为保护膜的功能可得到增强。

[0045] 在任何情况下,与第一氧化物半导体层 113 接触的沟道保护层 116 是氧化物层,因此有可能防止氧从第一氧化物半导体层 113 出来 (extracted), 并且防止第一氧化物半导体层 113 变成缺氧类型。此外,在具有其中第一氧化物半导体层 113 没有与包括氮化物的绝缘层直接接触的结构的情况下,有可能防止氮化物中的氢扩散并且因羟基等而引起第一氧化物半导体层 113 中的缺陷。

[0046] 根据这个实施例,可获得包括其中包含氧化物半导体的保护电路的显示装置。导电层和第一氧化物半导体层相互接触的区域,其间插入具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层,由此稳定操作成为可能。因此,保护电路的功能可得到增强,并且可使操作稳定。此外,通过与栅电极 111 相同的层所形成的扫描线 13 和非线性元件 170a 的第三端子(漏极)通过栅绝缘膜 102 中提供的接触孔 128 直接连接,由此对于形成一个连接仅需要一个接触面,并且对于形成一个连接仅需要一个接触孔。因此,除了增强保护电路的功能并且实现操作的稳定性之外,还减小保护电路所占用的面积,使得可实现显示装置尺寸的减小。具体来说,当保护电路中包含的非线性元件的数量增加到三个或四个时,抑制用于连接的接触面的形成和接触孔的形成的效果增加。此外,提供沟道保护层 116 允许形成第一布线层 117a 和第二布线层 117b 而无需损坏背沟道。

[0047] 注意,虽然图 4A、图 4B 和图 5 示出在扫描线 13 提供的保护电路的示例,但是可对于信号线、电容器总线线路等提供类似地保护电路。

[0048] 这个实施例可在适当时结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0049] (实施例 2) 在这个实施例中,参照图 6A 至图 6C 和图 7A 至图 7C 来描述用于制造实施例 1 中所述、图 4A 所示的保护电路的工艺的一个示例。图 6A 至图 6C 和图 7A 至图 7C 是沿图 4A 的截线 Q1-Q2 所截取的截面图。

[0050] 图 6A 中,市场销售的钡硼硅玻璃、铝硼硅玻璃、铝硅玻璃等的玻璃衬底可用作具有透光性质的衬底 100。例如,包括成分比中包含比硼酸 (B_2O_3) 更多氧化钡 (BaO) 并且其应变点为 $730^\circ C$ 或更高的玻璃衬底是优选的。这是因为这种玻璃衬底甚至在以大约 $700^\circ C$ 的高温对氧化物半导体层进行热处理的情况下拉紧 (strained)。

[0051] 随后,要成为包括栅电极 111 和扫描线 13 的栅布线、电容器布线和端部的端子的导电膜完全在衬底 100 之上形成。导电膜理想地由例如铝 (Al) 或铜 (Cu) 等低电阻导电材料来形成;但是,由于 Al 本身具有例如低耐热性和腐蚀倾向等缺点,所以它与具有耐热性的导电材料结合使用。作为具有耐热性的导电材料,可使用从钛 (Ti)、钽 (Ta)、钨 (W)、钼 (Mo)、铬 (Cr)、钕 (Nd) 或钪 (Sc) 中选取的元素或者包含这些元素的任一种的合金或者包含这些元素的任一种的氮化物。

[0052] 要成为栅电极 111 的导电膜形成为从 50nm 至 300nm 并且包含 50nm 和 300nm 在內的厚度。当要成为包括栅电极 111 的布线层的导电膜具有 300nm 或以下的厚度时,可防止

半导体膜或者以后形成的布线的断开。此后,当要成为包括栅电极 111 的布线层的导电膜具有 150nm 或以上的厚度时,栅电极的电阻可减小,尺寸的增加成为可能。

[0053] 在这里,包含铝作为其主要组成的薄膜和钛膜通过溅射方法在衬底 100 的整个表面之上作为导电膜堆叠。

[0054] 随后,在这个实施例中,通过采用使用第一光掩模所形成的抗蚀掩模,在衬底之上形成的导电膜的不必要部分通过蚀刻去除,使得形成布线和电极(包括栅电极 111 的栅布线、电容器布线和端子)。在这一点上,执行蚀刻,以便可使至少栅电极 111 的端部变细。图 6A 示出在这一点上的截面图。

[0055] 然后形成栅绝缘膜 102。作为可用作栅绝缘膜 102 的绝缘膜,例如可给出氧化硅膜、氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化氧化硅膜、氧化铝膜、氧化镁膜、氮化铝膜、氧化钽膜、氧化铪膜或氧化钽膜。

[0056] 在这里,氮氧化硅膜表示包含比氮更多氧并且包含浓度范围分别从 55% 原子至 65% 原子、1% 原子至 20% 原子、25% 原子至 35% 原子和 0.1% 原子至 10% 原子的氧、氮、硅和氢的薄膜。此外,氮化氧化硅表示包含比氧更多氮并且包含浓度范围分别从 15% 原子至 30% 原子、20% 原子至 35% 原子、25% 原子至 35% 原子和 15% 原子至 25% 原子的氧、氮、硅和氢的薄膜。

[0057] 栅绝缘膜可具有单层结构或者其中堆叠两个或三个绝缘膜的分层结构。例如,当与衬底接触的栅绝缘膜使用氮化硅膜或氮化氧化硅膜来形成时,衬底与栅绝缘膜之间的粘着力增加,以及在使用玻璃衬底作为衬底的情况下,可防止来自衬底的杂质扩散到氧化物半导体层,并且可防止包括栅电极 111 的布线层的氧化。也就是说,可防止膜剥落,并且可改进稍后完成的薄膜晶体管的电特性。

[0058] 栅绝缘膜 102 的厚度为 50nm 至 250nm。厚度为 50nm 或以上的栅绝缘膜可覆盖包括栅电极 111 的布线层的凸出和凹陷,这是优选的。在这里,通过等离子体 CVD 方法或溅射方法来形成作为栅绝缘膜 102 的 100nm 厚的氧化硅膜。

[0059] 随后,在这个实施例中,栅绝缘膜 102 通过采用第二光掩模所形成的抗蚀掩模来蚀刻,使得形成到达扫描线 13 的接触孔 128。

[0060] 然后,在形成第一氧化物半导体膜之前对栅绝缘膜 102 执行等离子体处理。在这里,执行其中在引入氧气和氩气之后生成等离子体的反向溅射,使得外露栅绝缘层经过使用氧基或氧的处理。因此,去除粘附于表面的灰尘。

[0061] 对栅绝缘膜 102 的等离子体处理以及通过溅射方法来形成第一氧化物半导体膜和用作沟道保护层的绝缘膜可没有暴露于空气而连续执行。连续膜形成可通过在适当地改变引入腔室的气体或者腔室中设置的靶(target)来执行。没有暴露于空气的连续膜形成可防止杂质混合。在没有暴露于空气而执行连续膜形成的情况下,优选地使用多腔室类型的制造设备。

[0062] 具体来说,优选的是,连续执行对与第一氧化物半导体膜接触的栅绝缘膜 102 的等离子体处理以及第一氧化物半导体膜的形成。通过这样的连续膜形成,可形成堆叠层之间的接触面而没有受到例如大气中存在的水分或污染物杂质元素或者灰尘等大气成分污染。因此,可减小非线性元件和薄膜晶体管的特性的变化。

[0063] 注意,本说明书中的术语“连续膜形成”表示,在一系列通过溅射的第一处理步骤

到通过溅射的第二处理步骤期间,待处理衬底布置在其中的气氛没有受到污染物气氛污染,并且不断控制成真空或者惰性气体气氛(氮气氛或稀有气体气氛)。通过连续膜形成,可在阻止水分等附于经过清洁的待处理衬底的同时进行膜形成。注意,连续膜形成包括例如反向溅射之类的等离子体处理。

[0064] 随后,第一氧化物半导体膜以如下方式来形成:使得经过等离子体处理的栅绝缘膜 102 没有暴露于空气。以这种方式形成第一氧化物半导体膜可避免灰尘或水分粘附于栅绝缘膜 102 与第一氧化物半导体膜之间的接触面的麻烦。第一氧化物半导体膜可在与先前执行反向溅射的腔室相同的腔室中形成,或者可在与先前执行反向溅射的腔室不同的腔室中形成,只要能执行膜形成而没有暴露于空气。

[0065] 在这里,第一氧化物半导体膜在以下条件下在氩或氧气氛中形成:使用包含 In、Ga 和 Zn(成分比为 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 1 : 1 : 1$) 的直径为 8 英寸的氧化物半导体靶,衬底与靶之间的距离设置在 170mm,压力设置在 0.4Pa,并且直流(DC)供电设置在 0.5kW。注意,脉冲直流(DC)供电是优选的,因为可减少灰尘,并且膜厚可以是均匀的。第一氧化物半导体膜的厚度设置成 5nm 至 200nm。在这个实施例中,第一氧化物半导体膜的厚度为 100nm。

[0066] 具有比第二氧化物半导体膜更低电导率的第一氧化物半导体膜在与第二氧化物半导体膜不同的条件下形成。例如,第一氧化物半导体膜的沉积条件中的氧气流率与氩气流率之比设置成高于第二氧化物半导体膜。具体来说,第二氧化物半导体膜在稀有气体(例如氩或氦)气氛(或者包含 10%或以下的氧以及 90%或以上的氩的气体)中形成,而第一氧化物半导体膜在氧气氛(或者氧和氩的混合气体,其中氧的流率等于或大于氩的流率)中形成。

[0067] 当第一氧化物半导体膜在包含大量氧的气氛中形成时,第一氧化物半导体膜可具有比第二氧化物半导体层更低的电导率。此外,当第一氧化物半导体膜在包含大量氧的气氛中形成时,关断电流(offcurrent)量可减少;因此可提供具有高通/断比的薄膜晶体管。

[0068] 随后,在第一氧化物半导体膜的膜形成之后,用作沟道保护层的绝缘膜在第一氧化物半导体膜之上形成。通过这样的连续膜形成,在处于接触栅绝缘膜一侧的相对侧并且是所谓的背沟道部分的第一氧化物半导体膜的区域中,可形成堆叠层之间的接触面而没有受到例如大气中存在的水分或污染物杂质元素或者灰尘等大气成分污染。因此,可减小非线性元件的特性的变化。

[0069] 其中提供氧化硅(人造石英)靶和用于氧化物半导体膜的靶的多腔室溅射设备用于形成作为沟道保护层的氧化硅膜,而在前一个步骤中形成的第一氧化物半导体膜不会暴露于空气。

[0070] 随后,在这个实施例中,通过使用采用第三光掩模所形成的抗蚀掩模,在第一氧化物半导体膜之上形成的氧化硅膜经过选择性地蚀刻,使得形成沟道保护层 116。图 6B 示出在这一点上的截面图。

[0071] 然后,第二氧化物半导体膜通过溅射方法在沟道保护层 116 和第一氧化物半导体膜之上形成。在这里,在以下条件下执行溅射沉积:使用包括成分比为 $1 : 1 : 1 (= \text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO})$ 的铟(In)、镓(Ga)和锌(Zn)的氧化物半导体的 8 英寸直径的靶,靶与衬底之间的距离为 170mm,压力设置在 0.4Pa,直流(DC)电功率设置在 0.5kW,沉积温度

设置成室温,并且氩气流率设置在 40sccm。因此,形成作为第二氧化物半导体膜的包含 In、Ga、Zn 和氧的半导体膜。虽然特意使用成分比为 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 1 : 1 : 1$ 的靶,但是就在膜形成之后往往获得包括大小为 1nm 至 10nm 的晶粒的氧化物半导体膜。可以说,晶粒的存在或不存在以及晶粒的密度可经过控制,并且晶粒的直径可在 1nm 至 10nm 之内进行调整,全部通过适当地调整例如靶成分比、沉积张力 (0.1Pa 至 2.0Pa)、电功率 (250W 至 3000W ;8 英寸直径)、温度 (室温到 100°C) 等反应溅射的沉积条件来进行。第二氧化物半导体膜的厚度设置成 5nm 至 20nm。不用说,在膜包括晶粒的情况下,晶粒的大小不超过膜厚。在这个实施例中,第二氧化物半导体膜的厚度为 5nm。

[0072] 然后,执行第四光刻过程。形成抗蚀掩模,并且蚀刻第一氧化物半导体膜和第二氧化物半导体膜。在这里,使用 IT007N(KantoChemical Co., Inc. 的产品) 来执行湿式蚀刻,以便去除不必要的部分;因而形成第一氧化物半导体层 113 和第二氧化物半导体层 114。注意,这里的蚀刻可以是干式蚀刻,而无需局限于湿式蚀刻。图 6C 示出在这一点上的截面图。

[0073] 随后,由金属材料通过溅射方法或者真空蒸发方法在第二氧化物半导体层 114 和栅绝缘膜 102 之上形成导电膜 105。作为导电膜 105 的材料,存在从 Al、Cr、Ta、Ti、Mo 或 W 中选取的元素、包含上述元素的合金、结合上述元素中的一些元素的合金膜等。

[0074] 在以 200°C 至 600°C 进行热处理时,导电膜优选地具有耐热性质,以便承受这种热处理。由于铝本身具有例如低耐热性和腐蚀倾向等缺点,所以它与具有耐热性的导电材料结合使用。作为与 Al 结合使用的具有耐热性的导电材料,可使用从钛 (Ti)、钽 (Ta)、钨 (W)、钼 (Mo)、铬 (Cr)、钕 (Nd) 或钪 (Sc) 中选取的元素或者包含这些元素的任一种的合金或者包含这些元素的任一种的氮化物。

[0075] 在这里,导电膜 105 具有三层结构,其中,形成 Ti 膜,包含 Nd 的铝膜、即 Al-Nd 膜堆叠在 Ti 膜之上,并且另一个 Ti 膜堆叠在其上。备选地,导电膜 105 可具有二层结构,其中钛膜堆叠在铝膜之上。另外备选地,导电膜 105 可具有包含硅的铝膜或者钛膜的单层结构。图 7A 示出在这一点上的截面图。

[0076] 注意,由于接触孔 128 在栅绝缘膜 102 中形成,所以作为源和漏电极层的导电膜 105 与形成同时通过接触孔 128 连接到扫描线 13。

[0077] 随后,执行第五光刻过程。形成抗蚀掩模 131,并且通过蚀刻去除导电膜 105 的不必要部分。因而形成导电层 115a 和 115b (参见图 7B)。这时,干式蚀刻或湿式蚀刻可用作蚀刻。在这里,采用干式蚀刻,使用 SiCl_4 、 Cl_2 和 BCl_3 的混合气体来蚀刻其中堆叠了 Al-Nd 膜和 Ti 膜的导电膜,使得形成导电层 115a 和 115b。图 7B 示出在这一点上的截面图。

[0078] 随后,优选地执行 200°C 至 600°C、通常 300°C 至 500°C 的热处理。在这种情况下,热处理在炉中、在氮气氛或者大气气氛中以 350°C 执行一小时。这种热处理允许基于 In-Ga-Zn-O 的非单晶膜的原子重新排列。由于中断载流子移动的失真通过这种热处理来排除 (released),所以这时的热处理 (包括光退火) 是重要的。对于何时执行热处理没有具体限制,只要它在形成氧化物半导体膜之后执行;例如,它可在形成像素电极之后执行。通过这些步骤,完成其中第一氧化物半导体层 113 是沟道形成区的非线性元件 170a。

[0079] 随后形成覆盖非线性元件 170a 的层间绝缘膜 107。层间绝缘膜 107 可通过溅射方法等、使用氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氮化铝膜、氧化钽膜等来形成。如上所述,通过使用五个光掩模的五个光刻过程,可完成包括多个非线性元件 (在这个实施例中为两个非

线性元件 170a 和 170b) 的保护电路。图 7C 示出在这一点上的截面图。

[0080] 在形成保护电路之后,将像素电极形成为连接到薄膜晶体管,薄膜晶体管通过与非线性元件相同的过程来形成并且放置在显示装置的像素部分。注意,像素部分中的薄膜晶体管未示出。首先,通过使用未示出的第六抗蚀掩模,在层间绝缘膜 107 中形成到达同样未示出的像素部分中的薄膜晶体管的漏电极层的接触孔。

[0081] 然后去除抗蚀掩模,此后形成透明导电膜。作为用于透明导电膜的材料,可给出氧化铟 (In_2O_3)、氧化铟-氧化锡合金 ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$, 缩写为 ITO) 等,并且透明导电膜可通过溅射方法、真空蒸发方法来形成。这类材料的蚀刻处理使用基于含氯酸的溶液来执行。但是,由于 ITO 的蚀刻特别倾向于留下残渣,所以可使用氧化铟和氧化锌的合金 ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$),以便改进蚀刻加工性能。

[0082] 随后,执行第七光刻过程。形成抗蚀掩模,并且通过蚀刻去除透明导电膜的不必要部分,使得形成像素电极。另外,通过使用电容器部分中的栅绝缘膜 102 和层间绝缘膜 107 作为电介质,电容器布线和像素电极形成存储电容器。此外,透明导电膜留在端部,以便形成用于与 FPC 连接的电极或布线,或者形成用于连接的、用作源布线的输入端的端电极。

[0083] 通过这种方式,将像素电极形成为连接到通过与非线性元件相同的过程所形成的多个薄膜晶体管,由此可同时制造包括 n 沟道 TFT 和保护电路的像素部分。接触具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层的区域的提供允许稳定操作。因此,保护电路的功能得到增强,并且可使操作稳定。通过与栅电极 111 相同的层所形成的扫描线 13 通过栅绝缘膜 102 中提供的接触孔 128 直接连接到非线性元件 170a 的第三端子(漏极),由此对于形成一个连接仅需要一个接触面,并且对于形成一个连接仅需要一个接触孔。因此,除了增强保护电路的功能并且实现操作的稳定性之外,还减小保护电路所占用的面积,使得可实现显示装置尺寸的减小。换言之,根据这个实施例中所述的步骤,除了增强保护电路的功能和实现操作的稳定性之外,可制造其上安装小占用面积的保护电路的用于有源矩阵显示装置的主板。此外,提供沟道保护层 116 允许形成第一布线层 117a 和第二布线层 117b 而无需损坏背沟道。

[0084] 这个实施例可在适当时结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0085] (实施例 3) 这个实施例示出作为本发明的一个实施例适用的显示装置的电子纸张的一个示例,其中保护电路和像素部分的薄膜晶体管在一个衬底之上提供。

[0086] 图 10 示出作为本发明的实施例适用的显示装置的一个示例的有源矩阵类型电子纸张。用于半导体器件的薄膜晶体管 581 可通过与实施例 2 中所述的非线性元件相似的方式来制造,它是包括其中包含 In、Ga 和 Zn 作为半导体层并且具有优良电特性的氧化物半导体的薄膜晶体管。

[0087] 图 10 的电子纸张是其中采用扭转球显示系统的显示装置的一个示例。扭转球显示系统表示一种方法,其中,各以黑色和白色着色的球形颗粒用于显示元件并且排列在作为电极层的第一电极层与第二电极层之间,并且电势差在第一电极层与第二电极层之间生成,以便控制球形颗粒的取向,从而进行显示。

[0088] 薄膜晶体管 581 具有底栅结构,其中源电极层或漏电极层通过绝缘层 585 中形成的开口电连接到第一电极层 587。在第一电极层 587 与第二电极层 588 之间提供球形颗粒 589。各球形颗粒 589 包括黑色区域 590a 和白色区域 590b 以及填充有围绕黑色区域 590a

和白色区域 590b 的液体的空腔 594。球形颗粒 589 的周围填充有例如树脂等填充剂 595(参见图 10)。

[0089] 此外,使用电泳元件代替扭转球。使用直径大约为 $10\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 、填充有透明液体、正充电白色微粒和负充电黑色微粒的微胶囊。在于第一电极层与第二电极层之间提供的微胶囊中,当电场由第一电极层和第二电极层施加时,白色微粒和黑色微粒迁移到彼此相对侧,使得可显示白色或黑色。使用这种原理的显示元件是电泳显示元件,并且一般称作电子纸张。电泳显示元件具有比液晶显示元件更高的反射率,因此辅助光是不必要的。此外,功耗很低,并且可在昏暗地地方识别显示部分。此外,显示一次的图像甚至当没有向显示部分供电时也可保留。相应地,可存储所显示图像,即使具有显示功能的半导体器件(又简单地称作显示装置或者提供有显示装置的半导体器件)远离用作电源的电波源。

[0090] 这样制造的电子纸张中安装的保护电路具有较少用于连接的接触孔,因此占用较小面积。另外,在保护电路中,具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层在第一氧化物半导体层与布线层之间提供。因此,保护电路具有增强的功能并且稳定地操作。相应地,包括这种保护电路的这个实施例的电子纸张具有高可靠性。

[0091] 这个实施例可在适当时结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0092] (实施例 4) 这个实施例参照图 11A 和图 11B、图 12、图 13、图 14、图 15 和图 16 来描述作为根据本发明的一个实施例的半导体器件的示例的显示装置。在那种显示装置中,至少一个保护电路、驱动电路的部分和像素部分中的薄膜晶体管在一个衬底之上形成。

[0093] 与保护电路相同衬底之上的像素部分中的薄膜晶体管与实施例 2 中所述的非线性元件相似地形成。将薄膜晶体管形成为 n 沟道 TFT;因此,可使用 n 沟道 TFT 来形成的驱动电路的部分在与像素部分中的薄膜晶体管相同的衬底之上形成。

[0094] 图 11A 示出作为根据本发明的一个实施例的半导体器件的示例的有源矩阵液晶显示装置的框图的一个示例。图 11A 所示的显示装置在衬底 5300 之上包括:像素部分 5301,包括各提供有显示元件的多个像素;选择像素的扫描线驱动电路 5302;以及控制输入到所选像素的视频信号的信号线驱动电路 5303。

[0095] 像素部分 5301 连接到信号线驱动电路 5303 以及连接到扫描线驱动电路 5302,其中信号线驱动电路 5303 具有多个信号线 S1 至 Sm(未示出)沿列方向从信号线驱动电路 5303 延伸,扫描线驱动电路 5302 具有多个扫描线 G1 至 Gn(未示出)沿行方向从扫描线驱动电路 5302 延伸。像素部分 5301 包括多个像素(未示出),它们以对应于信号线 S1 至 Sm 和扫描线 G1 至 Gn 的矩阵排列。另外,每个像素连接到信号线 Sj(信号线 S1 至 Sm 的任一个)和扫描线 Gi(扫描线 G1 至 Gn 的任一个)。

[0096] 此外,n 沟道 TFT 可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例 2 中所述的非线性元件一起形成。参照图 12 来描述包括 n 沟道 TFT 的信号线驱动电路。

[0097] 图 12 的信号线驱动电路包括驱动 IC 5601、开关组 5602_1 至 5602_M、第一布线 5611、第二布线 5612、第三布线 5613 以及布线 5621_1 至 5621_M。开关组 5602_1 至 5602_M 的每个包括第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c。

[0098] 驱动 IC 5601 连接到第一布线 5611、第二布线 5612、第三布线 5613 和布线 5621_1 至 5621_M。开关组 5602_1 至 5602_M 的每个连接到第一布线 5611、第二布线 5612 和第三布线 5613。另外,开关组 5602_1 至 5602_M 分别连接到布线 5621_1 至 5621_M。布线 5621_1 至

5621_M的每个通过第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 连接到三个信号线。例如,第 J 列的布线 5621_J(布线 5621_1 至 5621_M 其中之一)通过开关组 5602_J 的第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 连接到信号线 S_{j-1}、信号线 S_j 和信号线 S_{j+1}。

[0099] 注意,将信号输入到第一布线 5611、第二布线 5612 和第三布线 5613 的每个。

[0100] 注意,驱动 IC 5601 优选地在单晶衬底上形成。开关组 5602_1 至 5602_M 优选地在与像素部分相同的衬底之上形成。因此,驱动 IC5601 优选地通过 FPC 等连接到开关组 5602_1 至 5602_M。

[0101] 接下来,参照图 13 的时间图来描述图 12 的信号线驱动电路的操作。图 13 示出其中选择第 i 行中的扫描线 G_i 的时间图。第 i 行中的扫描线 G_i 的选择周期分为第一子选择周期 T1、第二子选择周期 T2 和第三子选择周期 T3。另外,当选择另一行中的扫描线时,图 12 的信号线驱动电路与图 13 类似地操作。

[0102] 注意,图 13 的时间图示出以下情况:第 J 列中的布线 5621_J 通过第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 连接到信号线 S_{j-1}、信号线 S_j 和信号线 S_{j+1}。

[0103] 图 13 的时间图示出选择第 i 行中的扫描线 G_i 时的时序、接通 / 关断第一薄膜晶体管 5603a 时的时序 5703a、接通 / 关断第二薄膜晶体管 5603b 时的时序 5703b、接通 / 关断第三薄膜晶体管 5603c 时的时序 5703c 以及输入到第 J 列中的布线 5621_J 的信号 5721_J。

[0104] 在第一子选择周期 T1、第二子选择周期 T2 和第三子选择周期 T3 中,将不同的视频信号输入到布线 5621_1 至 5621_M。例如,将第一子选择周期 T1 中输入到布线 5621_J 的视频信号输入到信号线 S_{j-1},将第二子选择周期 T2 中输入到布线 5621_J 的视频信号输入到信号线 S_j,并且将第三子选择周期 T3 中输入到布线 5621_J 的视频信号输入到信号线 S_{j+1}。第一子选择周期 T1、第二子选择周期 T2 和第三子选择周期 T3 中输入到布线 5621_J 的视频信号分别由 Data_{j-1}、Data_j 和 Data_{j+1} 来表示。

[0105] 如图 13 所示,在第一子选择周期 T1 中,第一薄膜晶体管 5603a 导通,而第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 关断。这时,输入到布线 5621_J 的 Data_{j-1} 通过第一薄膜晶体管 5603a 输入到信号线 S_{j-1}。在第二子选择周期 T2 中,第二薄膜晶体管 5603b 导通,而第一薄膜晶体管 5603a 和第三薄膜晶体管 5603c 关断。这时,输入到布线 5621_J 的 Data_j 通过第二薄膜晶体管 5603b 输入到信号线 S_j。在第三子选择周期 T3 中,第三薄膜晶体管 5603c 导通,而第一薄膜晶体管 5603a 和第二薄膜晶体管 5603b 关断。这时,输入到布线 5621_J 的 Data_{j+1} 通过第三薄膜晶体管 5603c 输入到信号线 S_{j+1}。

[0106] 如上所述,在图 12 的信号线驱动电路中,一个栅选择周期分为三个;因此,视频信号可在一个栅选择周期中从一个布线 5621 输入到三个信号线。因此,在图 12 所示的信号线驱动电路中,提供有驱动 IC 5601 的衬底与提供有像素部分的衬底之间的连接的数量可减少到信号线数量的大约三分之一。当连接数量减少到信号线数量的大约三分之一时,图 12 的信号线驱动电路的可靠性、产量等可得到提高。

[0107] 注意,对于薄膜晶体管的布置、数量、驱动方法等没有具体限制,只要一个栅选择周期分为多个子选择周期,并且视频信号在相应子选择周期中从一个布线输入到多个信号

线,如图 12 所示。

[0108] 例如,当视频信号在相应子选择周期中从一个布线输入到三个或更多信号线时,只需要添加薄膜晶体管以及用于控制薄膜晶体管的布线。注意,当一个栅选择周期分为四个或更多子选择周期时,一个子选择周期变短。因此,一个栅选择周期优选地分为两个或三个子选择周期。

[0109] 作为另一个示例,如图 14 的时间图所示,一个选择周期可分为预充电周期 T_p 、第一子选择周期 T_1 、第二子选择周期 T_2 和第三子选择周期 T_3 。图 14 的时间图示出选择第 i 行中的扫描线 G_i 时的时序、接通 / 关断第一薄膜晶体管 5603a 时的时序 5803a、接通 / 关断第二薄膜晶体管 5603b 时的时序 5803b、接通 / 关断第三薄膜晶体管 5603c 时的时序 5803c 以及输入到第 J 列中的布线 5621 $_J$ 的信号 5821 $_J$ 。如图 14 所示,在预充电周期 T_p 中,第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 导通。这时,输入到布线 5621 $_J$ 的预充电电压 V_p 分别通过第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 输入到信号线 S_{j-1} 、信号线 S_j 和信号线 S_{j+1} 。在第一子选择周期 T_1 中,第一薄膜晶体管 5603a 导通,而第二薄膜晶体管 5603b 和第三薄膜晶体管 5603c 关断。这时,输入到布线 5621 $_J$ 的 $Data_{j-1}$ 通过第一薄膜晶体管 5603a 输入到信号线 S_{j-1} 。在第二子选择周期 T_2 中,第二薄膜晶体管 5603b 导通,而第一薄膜晶体管 5603a 和第三薄膜晶体管 5603c 关断。这时,输入到布线 5621 $_J$ 的 $Data_j$ 通过第二薄膜晶体管 5603b 输入到信号线 S_j 。在第三子选择周期 T_3 中,第三薄膜晶体管 5603c 导通,而第一薄膜晶体管 5603a 和第二薄膜晶体管 5603b 关断。这时,输入到布线 5621 $_J$ 的 $Data_{j+1}$ 通过第三薄膜晶体管 5603c 输入到信号线 S_{j+1} 。

[0110] 如上所述,在图 14 的时间图适用的图 12 的信号线驱动电路中,可通过在子选择周期之前提供预充电周期,对信号线预充电。因此,视频信号可高速写入像素。注意,图 14 中与图 13 相似的部分由相同的参考标号来表示,并且省略对相同部分或者具有相似功能的部分的详细描述。

[0111] 现在描述扫描线驱动电路的构成。扫描线驱动电路包括移位寄存器和缓冲器。在一些情况下,扫描线驱动电路还可包括电平移动器。在扫描线驱动电路中,当时钟信号 (CLK) 和起始脉冲信号 (SP) 输入到移位寄存器时,产生选择信号。所生成的选择信号由缓冲器进行缓冲和放大,并且将所产生的信号提供给对应扫描线。一行中的像素中的晶体管的栅电极连接到扫描线。此外,由于一行中的像素中的晶体管必须同时接通,所以使用可馈送大量电流的缓冲器。

[0112] 参照图 15 和图 16 来描述用作扫描线驱动电路的一部分的移位寄存器的一个示例。

[0113] 图 15 示出移位寄存器的电路配置。图 15 所示的移位寄存器包括多个触发器 (flip-flops)、即触发器 5701 $_1$ 至 5701 $_n$ 。此外,移位寄存器通过第一时钟信号、第二时钟信号、起始脉冲信号和复位信号的输入进行操作。

[0114] 描述图 15 的移位寄存器的连接关系。在图 15 的移位寄存器中的第 i 级的触发器 5701 $_i$ (触发器 5701 $_1$ 至 5701 $_n$ 其中之一) 中,图 16 所示的第一布线 5501 连接到第七布线 5717 $_{i-1}$;图 16 所示的第二布线 5502 连接到第七布线 5717 $_{i+1}$;图 16 所示的第三布线 5503 连接到第七布线 5717 $_i$;并且图 16 所示的第六布线 5506 连接到第五布线 5715。

[0115] 此外,图 16 所示的第四布线 5504 连接到奇数级的触发器中的第二布线 5712,并且连接到偶数级的触发器中的第三布线 5713。图 16 所示的第五布线 5505 连接到第四布线 5714。

[0116] 注意,图 16 所示的、第一级的触发器 57011 的第一布线 5501 连接到第一布线 5711,并且图 16 所示的、第 n 级的触发器 5701_n 的第二布线 5502 连接到第六布线 5716。

[0117] 第一布线 5711、第二布线 5712、第三布线 5713 和第六布线 5716 可分别称作第一信号线、第二信号线、第三信号线和第四信号线。第四布线 5714 和第五布线 5715 可分别称作第一供电线和第二供电线。

[0118] 图 16 示出图 15 所示的触发器的细节。图 16 所示的触发器包括第一薄膜晶体管 5571、第二薄膜晶体管 5572、第三薄膜晶体管 5573、第四薄膜晶体管 5574、第五薄膜晶体管 5575、第六薄膜晶体管 5576、第七薄膜晶体管 5577 和第八薄膜晶体管 5578。注意,第一薄膜晶体管 5571、第二薄膜晶体管 5572、第三薄膜晶体管 5573、第四薄膜晶体管 5574、第五薄膜晶体管 5575、第六薄膜晶体管 5576、第七薄膜晶体管 5577 和第八薄膜晶体管 5578 是 n 沟道晶体管,并且当栅极-源极电压 (V_{gs}) 超过阈值电压 (V_{th}) 时接通。

[0119] 下面描述图 16 所示的触发器的连接结构。

[0120] 第一薄膜晶体管 5571 的第一电极(源电极或漏电极其中之一)连接到第四布线 5504,而第一薄膜晶体管 5571 的第二电极(源电极或漏电极中的另一个)连接到第三布线 5503。

[0121] 第二薄膜晶体管 5572 的第一电极连接到第六布线 5506。第二薄膜晶体管 5572 的第二电极连接到第三布线 5503。

[0122] 第三薄膜晶体管 5573 的第一电极连接到第五布线 5505,第三薄膜晶体管 5573 的第二电极连接到第二薄膜晶体管 5572 的栅电极,并且第三薄膜晶体管 5573 的栅电极连接到第五布线 5505。

[0123] 第四薄膜晶体管 5574 的第一电极连接到第六布线 5506,第四薄膜晶体管 5574 的第二电极连接到第二薄膜晶体管 5572 的栅电极,并且第四薄膜晶体管 5574 的栅电极连接到第一薄膜晶体管 5571 的栅电极。

[0124] 第五薄膜晶体管 5575 的第一电极连接到第五布线 5505,第五薄膜晶体管 5575 的第二电极连接到第一薄膜晶体管 5571 的栅电极,并且第五薄膜晶体管 5575 的栅电极连接到第一布线 5501。

[0125] 第六薄膜晶体管 5576 的第一电极连接到第六布线 5506,第六薄膜晶体管 5576 的第二电极连接到第一薄膜晶体管 5571 的栅电极,并且第六薄膜晶体管 5576 的栅电极连接到第二薄膜晶体管 5572 的栅电极。

[0126] 第七薄膜晶体管 5577 的第一电极连接到第六布线 5506,第七薄膜晶体管 5577 的第二电极连接到第一薄膜晶体管 5571 的栅电极,并且第七薄膜晶体管 5577 的栅电极连接到第二布线 5502。第八薄膜晶体管 5578 的第一电极连接到第六布线 5506,第八薄膜晶体管 5578 的第二电极连接到第二薄膜晶体管 5572 的栅电极,并且第八薄膜晶体管 5578 的栅电极连接到第一布线 5501。

[0127] 注意,连接第一薄膜晶体管 5571 的栅电极、第四薄膜晶体管 5574 的栅电极、第五薄膜晶体管 5575 的第二电极、第六薄膜晶体管 5576 的第二电极和第七薄膜晶体管 5577 的

第二电极的点称作节点 5543。连接第二薄膜晶体管 5572 的栅电极、第三薄膜晶体管 5573 的第二电极、第四薄膜晶体管 5574 的第二电极、第六薄膜晶体管 5576 的栅电极和第八薄膜晶体管 5578 的第二电极的点称作节点 5544。

[0128] 第一布线 5501、第二布线 5502、第三布线 5503 和第四布线 5504 可分别称作第一信号线、第二信号线、第三信号线和第四信号线。第五布线 5505 和第六布线 5506 可分别称作第一供电线和第二供电线。

[0129] 备选地,信号线驱动电路和扫描线驱动电路可以仅使用 n 沟道 TFT 来制造,n 沟道 TFT 可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例 2 中所述的非线性元件一起制造。由于可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例 2 中所述的非线性元件一起形成的 n 沟道 TFT 具有高迁移率,所以驱动电路的驱动频率可增加。例如,包括可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例 2 中所述的非线性元件一起形成的 n 沟道 TFT 的扫描线驱动电路可高速操作;因此例如有可能增加帧频率或者实现黑屏的插入。

[0130] 另外,例如,当增加扫描线驱动电路中的晶体管的沟道宽度或者提供多个扫描线驱动电路时,可实现更高的帧频率。当提供多个扫描线驱动电路时,用于驱动偶数扫描线的扫描线驱动电路在一侧提供,而用于驱动奇数扫描线的扫描线驱动电路在相对侧提供;因此可实现帧频率的增加。此外,多个扫描线驱动电路用于输出信号到相同扫描线在增加显示装置的尺寸方面是有利的。

[0131] 在制造作为本发明的一个实施例适用的半导体器件的一个示例的有源矩阵发光显示装置的情况下,优选地设置多个扫描线驱动电路,因为在至少一个像素中设置多个薄膜晶体管。有源矩阵发光显示装置的框图的一个示例如图 11B 所示。

[0132] 图 11B 所示的发光显示装置在衬底 5400 之上包括:像素部分 5401,包括各提供有显示元件的多个像素;选择像素的第一扫描线驱动电路 5402 和第二扫描线驱动电路 5404;以及控制输入到所选像素的视频信号的信号线驱动电路 5403。

[0133] 在将数字视频信号输入到图 11B 的发光显示装置的像素的情况下,通过接通/关断晶体管,使像素进入发光状态或者非发光状态。因此,可使用面积比灰度方法或时间比灰度方法来显示灰度。面积比灰度方法表示一种驱动方法,其中,一个像素分为多个子像素,并且相应的子像素根据视频信号单独驱动,从而显示灰度。此外,时间比灰度方面表示一种驱动方法,其中像素处于发光状态的时段经过控制,从而显示灰度。

[0134] 由于发光元件的响应时间比液晶元件等要短,所以发光元件适合于时间比灰度方法。具体来说,在通过时间灰度方法进行显示的情况下,一个帧周期分为多个子帧周期。然后,根据视频信号,在各子帧周期中使像素中的发光元件进入发光状态或者非发光状态。通过将帧分为多个子帧,像素在一个帧周期中实际发光的总时间长度可采用视频信号来控制,以便显示灰度。

[0135] 注意,在图 11B 的发光显示装置中,在一个像素包括两个开关 TFT 的情况下,输入到作为开关 TFT 之一的栅布线的第一扫描线的信号在第一扫描线驱动电路 5402 中生成,而输入到作为另一个开关 TFT 的栅布线的第二扫描线的信号在第二扫描线驱动电路 5404 中生成。但是,输入到第一扫描线和第二扫描线的信号均可在一个扫描线驱动电路中生成。另外,例如存在以下可能性:根据一个像素中包含的开关 TFT 的数量,在各像素中提供用于控

制开关元件的操作的多个扫描线。在这种情况下,输入到扫描线的信号全部可在一个扫描线驱动电路中生成,或者可在多个扫描线驱动电路中生成。

[0136] 同样在发光显示装置中,可使用 n 沟道 TFT 来形成的驱动电路的部分可连同像素部分的薄膜晶体管一起在衬底之上提供。此外,信号线驱动电路和扫描线驱动电路可以仅使用 n 沟道 TFT 来制造, n 沟道 TFT 可通过与用于形成实施例 2 中所述的非线性元件的方法相似的方法来形成。

[0137] 上述驱动电路不仅可用于液晶显示装置或发光显示装置,而且还可用于其中通过利用电连接到开关元件的元件来驱动电子墨水的电子纸张。电子纸张又称作电泳显示装置(电泳显示器),并且其优点在于,它具有与常规纸张相同等级的可读性,具有比其它显示装置更小的功耗,并且可使它薄且轻便。

[0138] 存在各种模式的电泳显示器。电泳显示器是一种装置,其中,各包含具有正电荷的第一颗粒和具有负电荷的第二颗粒的多个微胶囊散布在溶剂或溶质中,电场施加到微胶囊,使得微胶囊中的颗粒以彼此相反的方向移动,并且仅显示在一侧聚集的颗粒的颜色。注意,第一颗粒或第二颗粒包括着色剂,并且在没有电场时不移动。另外,第一颗粒的颜色不同于第二颗粒的颜色(颗粒也可以是无色的)。

[0139] 因此,电泳显示器利用所谓的介电泳效应,其中具有高介电常数的物质迁移到高电场区域。电泳显示器不需要对于液晶显示装置是必要的起偏振片和对衬底(counter substrate),使得其厚度和重量大约为减半。

[0140] 在电子墨水中,微胶囊散布在溶剂中,并且这个可印制在玻璃、塑料、布匹、纸张等之上。通过使用滤色器或者包含色素的颗粒,彩色显示器也是可能的。

[0141] 另外,有源矩阵显示装置可通过适当地在有源矩阵衬底之上提供多个微胶囊以便插入两个电极之间来完成,并且可通过向微胶囊施加电场来进行显示。例如,可使用采用通过与用于形成实施例 2 中所述的非线性元件的方法相似的方法来形成的薄膜晶体管所得到的有源矩阵衬底。

[0142] 注意,微胶囊中的第一颗粒和第二颗粒可由导电材料、绝缘材料、半导体材料、磁性材料、液晶材料、铁电材料、电致发光材料、电致变色材料和磁泳材料其中之一或者它们的合成材料。

[0143] 这样制造的显示装置中安装的保护电路具有较少用于连接的接触孔,因此占用较小面积。另外,在保护电路中,具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层在第一氧化物半导体层与布线层之间提供,这实现功能的增强和保护电路的稳定操作。因此,包括这种保护电路的这个实施例的显示装置极为可靠。

[0144] 这个实施例可适当地结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0145] (实施例 5) 根据本发明的一个实施例,薄膜晶体管可连同非线性元件一起制造,并且薄膜晶体管可用于像素部分以及还用于驱动电路,使得可制造具有显示功能的半导体器件(又称作显示装置)。此外,根据本发明的一个实施例的薄膜晶体管和 nonlinear 元件可用于在一个衬底之上连同像素部分一起形成的驱动电路的部分或者整个驱动电路,使得可形成面板上系统(system-on-panel)。

[0146] 显示装置包括显示元件。作为显示元件,可使用液晶元件(又称作液晶显示元件)或发光元件(又称作发光显示元件)。发光元件在其范畴内包括亮度通过电流或电压来控制

制的元件,并且具体包括无机电致发光(EL)元件、有机EL元件等。此外,可使用其对比度通过电效应来改变的显示介质,如电子墨水。

[0147] 另外,显示装置包括其中密封显示元件的面板以及其中包括控制器的IC等安装到面板上的模块。本发明的一个实施例还涉及在用于制造显示装置的过程中完成显示元件之前的一种模式的元件衬底(element substrate),并且该元件衬底提供有各具有用于将电流供应到显示元件的部件的多个像素。具体来说,元件衬底可处于仅形成显示元件的像素电极之后的一种状态、形成将要作为像素电极的导电膜之后但在将导电膜蚀刻成像素电极之前的一种状态或者任何其它状态。

[0148] 本说明书中的显示装置表示图像显示装置、显示装置或者光源(包括照明装置)。此外,显示装置在其范畴中还包括以下模块的任一个:例如柔性印刷电路(FPC)、卷带式自动接合(TAB)带或者带载封装(TCP)等连接器与其附连的模块;具有TAB带或TCP的模块,在其端部提供了印刷布线板;以及其中集成电路(IC)通过玻璃上芯片(COG)方法直接安装到显示元件上的模块。

[0149] 在这个实施例中,将参照图17A、图17B和图17C来描述作为根据本发明的一个实施例的一种模式的显示装置的液晶显示面板的外观和截面。图17A和图17B是面板的顶视图,其中,在第一衬底4001之上形成的薄膜晶体管4010和4011以及液晶元件4013在第一衬底4001与第二衬底4006之间采用密封剂4005密封。薄膜晶体管4010和4011可与非线性元件类似地形成,各包括其中包含In、Ga和Zn的半导体氧化物的半导体层,并且具有优良的电特性。图17C是沿图17A和图17B的M-N所截取的截面图。

[0150] 提供密封剂4005以便围绕第一衬底4001之上提供的像素部分4002和扫描线驱动电路4004。第二衬底4006在像素部分4002和扫描线驱动电路4004之上提供。因此,像素部分4002和扫描线驱动电路4004以及液晶层4008在第一衬底4001与第二衬底4006之间采用密封剂4005密封。使用单独制备的衬底之上的单晶半导体膜或多晶半导体膜所形成的信号线驱动电路4003安装在与第一衬底4001之上的密封剂4005所围绕的区域不同的区域中。

[0151] 注意,对于单独形成的驱动电路的连接方法没有具体限制,并且可使用COG方法、引线接合方法、TAB方法等。图17A示出其中信号线驱动电路4003通过COG方法来安装的一个示例,而图17B示出其中信号线驱动电路4003通过TAB方法来安装的一个示例。

[0152] 在第一衬底4001之上提供的像素部分4002和扫描线驱动电路4004中的每个包括多个薄膜晶体管。图17C示出像素部分4002中包含的薄膜晶体管4010和扫描线驱动电路4004中包含的薄膜晶体管4011。绝缘层4020和4021在薄膜晶体管4010和4011之上提供。

[0153] 薄膜晶体管4010和4011的每个具有优良的电特性,并且包括其中包含In、Ga和Zn的半导体氧化物的半导体层。另外,薄膜晶体管4010和4011可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例2中所述的非线性元件一起形成。在这个实施例中,薄膜晶体管4010和4011是n沟道薄膜晶体管。

[0154] 液晶元件4013中包含的像素电极层4030电连接到薄膜晶体管4010。液晶元件4013的对电极(counter electrode)层4031在第二衬底4006上形成。其中像素电极层4030、对电极层4031和液晶层4008相互重叠的部分对应于液晶元件4013。注意,像素电极

层 4030 和对电极层 4031 分别提供有用作配向膜 (alignment film) 的绝缘层 4032 和绝缘层 4033, 并且支撑液晶层 4008, 其间插入绝缘层 4032 和 4033。

[0155] 注意, 第一衬底 4001 和第二衬底 4006 可由玻璃、金属 (通常为不锈钢)、陶瓷或塑料来形成。作为塑料, 可使用玻璃纤维增强塑料 (FRP) 板、聚氟乙烯膜、聚酯膜或丙烯酸树脂膜。备选地, 可使用具有其中铝箔夹入 PVF 膜或聚酯膜之间的结构的薄片。

[0156] 参考标号 4035 表示通过有选择地蚀刻绝缘膜所得到并且提供用于控制像素电极层 4030 与对电极层 4031 之间的距离 (间隙 (cell gap)) 的柱状隔离件。备选地, 可使用球形隔离件。

[0157] 备选地, 可使用对其不需要配向膜的蓝相液晶。蓝相是就在胆甾型液晶在其温度增加时变成各向同性相之前的一种类型的液晶相。蓝相仅在窄温度范围中出现; 因此, 液晶层 4008 使用包含 5 个重量百分比或以上的手性试剂的液晶组合物来形成, 以便扩大温度范围。包含蓝相液晶和手性试剂的液晶组合物具有 $10 \mu s$ 至 $100 \mu s$ 的短响应时间, 并且在光学上是各向同性的; 因此, 配向处理不是必要的, 并且视角相关性很小。

[0158] 注意, 这个实施例描述透射液晶显示装置的一个示例; 但是, 本发明的一个实施例可适用于反射液晶显示装置或者透反射 (transflective) 液晶显示装置。

[0159] 虽然这个实施例的液晶显示装置具有在衬底外侧 (观看者侧) 提供的起偏振片以及在衬底内侧提供的着色层和显示元件的电极层, 它们按照那个顺序排列, 起偏振片可在衬底内侧。起偏振片和着色层的堆叠结构并不局限于这个实施例中所示, 而是可根据起偏振片和着色层的材料以及制造过程的条件适当地设置。此外, 可提供用作黑底 (black matrix) 的遮光膜。

[0160] 在这个实施例中, 为了减小薄膜晶体管表面的不平整度并且提高薄膜晶体管的可靠性, 实施例 2 中描述的非线性元件以及可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法来形成并且可连同非线性元件一起形成的薄膜晶体管被保护膜或者用作平面化绝缘膜的绝缘层 (绝缘层 4020 和 4021) 覆盖。注意, 提供保护膜以便防止空气中漂浮的例如有机物质、金属物质或水分等杂质进入, 并且优选地是致密膜。保护膜可通过溅射方法使用氧化硅膜、氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜、氮氧化铝膜或者氮化氧化铝膜的单层或叠层来形成。虽然保护膜在这个实施例中通过溅射方法来形成, 但是该方法并不局限于特定方法, 而是可从各种方法中选取。

[0161] 在这里, 绝缘层 4020 作为保护膜形成为具有堆叠结构。在这里, 氧化硅膜通过溅射方法作为第一层绝缘层 4020 来形成。氧化硅膜用于保护膜提供防止用于源电极层和漏电极层的铝膜的隆起的有效效果。

[0162] 此外, 绝缘层作为第二层保护膜来形成。在这里, 氮化硅膜通过溅射方法作为第二层绝缘层 4020 来形成。当氮化硅膜用于保护膜时, 有可能防止例如钠等可移动离子进入半导体区域以改变 TFT 的电特性。

[0163] 此外, 在形成保护膜之后, 氧化物半导体层可经过退火 (在 300°C 至 400°C)。

[0164] 此外, 绝缘层 4021 作为平面化绝缘膜来形成。绝缘层 4021 可由例如聚酰亚胺、丙烯酸类、苯并环丁烯、聚酰胺或环氧树脂等具有耐热性的有机材料来形成。作为这类有机材料的备选, 有可能使用低介电常数材料 (低 k 材料)、硅氧烷基树脂、磷硅酸玻璃 (PSG)、硼磷硅玻璃 (BPSG) 等。硅氧烷基树脂可包括氟、烷基和芳基以及氢的至少一个作为取代基。

注意,可通过堆叠由这些材料所形成的多个绝缘膜,来形成绝缘层 4021。

[0165] 注意,硅氧烷基树脂是由作为起始材料并且具有 Si-O-Si 键的硅氧烷基材料所形成的树脂。硅氧烷基树脂可包括氟、烷基和芳烃中的至少一个以及氢作为取代基。

[0166] 用于形成绝缘层 4021 的方法并不局限于特定方法,而是可根据绝缘层 4021 的材料来使用下列方法:溅射方法、SOG 方法、旋涂、浸涂、喷涂、微滴排放方法(例如喷墨方法、丝网印刷或胶印)、刮刀、辊涂机、幕涂机、刮刀式涂层机等。在通过使用材料溶液来形成绝缘层 4021 的情况下,退火(在 300°C 至 400°C)可与烘焙步骤同时对氧化物半导体层来执行。当结合绝缘层 4021 的烘焙步骤和氧化物半导体层的退火时,可有效地制造半导体器件。

[0167] 可由例如包含氧化钨的氧化铟、包含氧化钨的氧化铟锌、包含氧化钛的氧化铟、包含氧化钛的氧化铟锡、氧化铟锡(以下称作 ITO)、氧化铟锌或添加了氧化硅的氧化铟锡等透光导电材料来形成像素电极层 4030 和对电极层 4031。

[0168] 包含导电高分子(又称作导电聚合物)的导电组合物可用于像素电极层 4030 和对电极层 4031。由导电组合物形成的像素电极优选地在波长 550nm 具有 10000 欧姆/平方或更小的薄层电阻和 70%或更大的透射率。此外,导电组合物中包含的导电高分子的电阻率优选地为 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 或更小。

[0169] 作为导电高分子,可使用所谓的 π 电子共轭导电聚合物。作为其示例,可给出聚苯胺或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚噻吩或其衍生物、它们的两种或更多的共聚物。

[0170] 此外,各种信号和电势从 FPC 4018 供应给单独形成的信号线驱动电路 4003、扫描线驱动电路 4004 和像素部分 4002。

[0171] 在这个实施例中,连接端电极 4015 使用与液晶元件 4013 中包含的像素电极层 4030 相同的导电膜来形成,以及端电极 4016 使用与薄膜晶体管 4010 和 4011 的源电极层和漏电极层相同的导电膜来形成。

[0172] 连接端电极 4015 通过各向异性导电膜 4019 电连接到 FPC 4018 的端子。

[0173] 虽然图 17A、图 17B 和图 17C 示出其中信号线驱动电路 4003 单独形成并且安装到第一衬底 4001 上的示例,但是这个实施例并不局限于这种结构。扫描线驱动电路可单独形成然后再安装,或者只有信号线驱动电路的部分或者扫描线驱动电路的部分可单独形成然后再安装。

[0174] 图 18 示出其中液晶显示模块作为半导体器件使用根据本发明的一个实施例所制造的 TFT 衬底 2600 来形成的一个示例。

[0175] 图 18 示出液晶显示模块的一个示例,其中,采用密封剂 2602 将 TFT 衬底 2600 和对衬底 2601 相互固定,并且包括 TFT 等的像素部分 2603、包括液晶层的显示元件 2604 和着色层 2605 在衬底之间提供以便形成显示区域。着色层 2605 是执行彩色显示必需的。在 RGB 系统的情况下,为像素提供与红、绿和蓝的颜色对应的着色层。起偏振片 2606 和 2607 以及扩散板 2613 在 TFT 衬底 2600 和对衬底 2601 的外部提供。光源包括冷阴极管 2610 和反射板 2611,以及电路板 2612 通过柔性布线板 2609 连接到 TFT 衬底 2600 的布线电路部分 2608,并且包括例如控制电路和电源电路等外部电路。可堆叠起偏振板和液晶层,在它们之间插入阻滞挡板(retardation plate)。

[0176] 对于液晶显示模块,可采用 TN(扭转向列)模式、IPS(共面转换)模式、FFS(边缘

场转换)模式、MVA(多象限垂直配向)模式、PVA(图案垂直配向)模式、ASM(轴向对称定向微单元, axially symmetricaligned micro-cell)模式、OCB(光学补偿双折射)模式、FLC(铁电液晶)模式、AFLC(反铁电液晶)模式等。

[0177] 这样制造的液晶面板中安装的保护电路具有较少用于连接的接触孔,因此占用较小面积。另外,在保护电路中,具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层在第一氧化物半导体层与布线层之间提供,这实现功能的增强和保护电路的稳定操作。因此,包括这种保护电路的这个实施例的液晶面板极为可靠。

[0178] 这个实施例可适当地结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0179] (实施例6)根据本发明的一个实施例,薄膜晶体管可连同非线性元件一起制造,并且薄膜晶体管可用于像素部分以及还用于驱动电路,使得可制造具有显示功能的半导体器件(又称作显示装置)。

[0180] 这个实施例描述作为根据本发明的一个实施例的显示装置的发光显示装置的示例。作为显示装置的显示元件的一个示例,在这里描述利用电致发光的发光元件。利用电致发光的发光元件按照发光材料是有机化合物还是无机化合物来分类。一般来说,前一种称作有机EL元件,而后一种称作无机EL元件。

[0181] 在有机EL元件中,通过向发光元件施加电压,电子和空穴从一对电极单独注入包含发光有机化合物的层,因而电流流动。然后,那些载流子(即电子和空穴)重新组合,因而激发发光有机化合物。当发光有机化合物从激发状态返回到基态时,发出光线。由于这种机制,这个发光元件称作电流激发发光元件。

[0182] 无机EL元件按照其元件结构分为分散类型无机EL元件(dispersion type inorganic EL)和薄膜类型无机EL元件。分散类型无机EL元件具有发光层,其中发光材料的颗粒在粘合剂(binder)中分散,并且其发光机制是利用施周级和受周级的施体-受体重组类型发光。薄膜类型无机EL元件具有一种结构,其中,发光层夹入介电层之间,并且其发光机制是利用金属离子的内壳层电子跃迁的局部类型发光,其中介电层又夹入电极之间。注意,在这个示例中,有机EL元件用作发光元件。

[0183] 图19示出数字时间灰度驱动可适用的像素结构的一个示例,作为本发明的一个实施例适用的半导体器件的示例。

[0184] 描述数字时间灰度驱动可适用的像素的结构和操作。在这个示例中,一个像素包括两个n沟道晶体管,它们的每个中沟道形成区包括氧化物半导体层,它们可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法来形成,并且可连同实施例2中所述的非线性元件一起形成。

[0185] 像素6400包括开关晶体管6401、驱动晶体管6402、发光元件6404和电容器6403。开关晶体管6401的栅极连接到扫描线6406,开关晶体管6401的第一电极(源电极和漏电极其中之一)连接到信号线6405,并且开关晶体管6401的第二电极(源电极和漏电极中的另一个)连接到驱动晶体管6402的栅极。驱动晶体管6402的栅极通过电容器6403连接到供电线6407,驱动晶体管6402的第一电极连接到供电线6407,并且驱动晶体管6402的第二电极连接到发光元件6404的第一电极(像素电极)。发光元件6404的第二电极对应于公共电极6408。

[0186] 发光元件6404的第二电极(公共电极6408)设置成低供电电势。低供电电势是

当设置到供电线 6407 的高供电电势为基准时小于高供电电势的电势。作为低供电电势,例如可采用 GND、0V 等。高供电电势与低供电电势之间的电势差施加到发光元件 6404,并且电流供应到发光元件 6404,使得发光元件 6404 发光。为了使发光元件 6404 发光,电势设置成使得高供电电势与低供电电势之间的电势差大于或等于发光元件 6404 的正向阈值电压。

[0187] 驱动晶体管 6402 的栅电容可用作电容器 6403 的替代,使得可省去电容器 6403。驱动晶体管 6402 的栅电容可在沟道区与栅电极之间形成。

[0188] 在电压-输入电压驱动方法的情况下,将视频信号输入到驱动晶体管 6402 的栅极,使得驱动晶体管 6402 实质上接通或者实质上断开。也就是说,驱动晶体管 6402 工作在线性区域。由于驱动晶体管 6402 工作在线性区域,所以高于供电线 6407 的电压的电压施加到驱动晶体管 6402 的栅极。注意,高于或等于供电线的电压与驱动晶体管 6402 的 V_{th} 之和的电压施加到信号线 6405。

[0189] 在执行模拟灰度驱动而不是数字时间灰度驱动的情况下,可通过改变信号输入来使用与图 19 中相同的像素结构。

[0190] 在执行模拟灰度驱动的情况下,高于或等于发光元件 6404 的正向电压与驱动晶体管 6402 的 V_{th} 之和的电压施加到驱动晶体管 6402 的栅极。发光元件 6404 的正向电压指示获得预期亮度的电压,并且至少包括正向阈值电压。驱动晶体管 6402 用以工作在饱和区域的视频信号被输入,使得电流可供应给发光元件 6404。为了使驱动晶体管 6402 工作在饱和区域,供电线 6407 的电势设置成高于驱动晶体管 6402 的栅电势。当使用模拟视频信号时,有可能按照视频信号将电流馈送到发光元件 6404,并且执行模拟灰度驱动。

[0191] 注意,图 19 所示的像素结构并不局限于此。例如,开关、电阻器、电容器、晶体管、逻辑电路等可添加到图 19 所示的像素。

[0192] 接下来参照图 20A 至图 20C 来描述发光元件的结构。在这里以 n 沟道驱动 TFT 作为示例来描述像素的截面结构。用作用于图 20A、图 20B 和图 20C 所示的半导体器件的驱动 TFT 的 TFT 7001、7011 和 7021 可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例 2 中所述的非线性元件一起形成。TFT 7001、7011 和 7021 具有优良的电特性,并且各包括其中包含 In、Ga 和 Zn 的半导体氧化物的半导体层。

[0193] 另外,为了抽取从发光元件所发出的光线,要求阳极和阴极中的至少一个透射光线。薄膜晶体管和发光元件在衬底之上形成。发光元件可具有:顶部发光结构,其中光线通过与衬底相对的表面抽取;底部发光结构,其中光线通过衬底侧的表面来抽取;或者双发光结构,其中光线通过与衬底相对的表面和衬底侧的表面来抽取。根据本发明的一个实施例的像素结构可适用于具有这些发光结构的任一种的发光元件。

[0194] 参照图 20A 来描述具有顶部发光结构的发光元件。

[0195] 图 20A 是在用作驱动 TFT 的 TFT 7001 是 n 沟道 TFT 并且在发光元件 7002 中生成的光线发送到阳极 7005 侧的情况下的像素的截面图。图 20A 中,发光元件 7002 的阴极 7003 电连接到用作驱动 TFT 的 TFT 7001,并且发光层 7004 和阳极 7005 按照这个顺序堆叠在阴极 7003 之上。阴极 7003 可使用具有低功函数并且反射光线的导电材料的任一种来形成。例如,优选地使用 Ga、Al、MgAg、AlLi 等。发光层 7004 可使用单层或者通过堆叠多层来形成。当发光层 7004 使用多层来形成时,通过按照以下顺序在阴极 7003 之上堆叠电子注入层、电子传输层、发光层、空穴传输层和空穴注入层来形成发光层 7004。不需要形成所有这

些层。使用由例如包含氧化钨的氧化铟、包含氧化钨的氧化铟锌、包含氧化钛的氧化铟、包含氧化钛的氧化铟锡、氧化铟锡（以下称作 ITO）、氧化铟锌或添加了氧化硅的氧化铟锡等透光导电材料所形成的透光导电膜来形成阳极 7005。

[0196] 发光元件 7002 对应于其中阴极 7003 和阳极 7005 夹合发光层 7004 的区域。在图 20A 所示的像素的情况下，光线从发光元件 7002 发送到阳极 7005 侧，如箭头所示。

[0197] 接下来参照图 20B 描述具有底部发光结构的发光元件。图 20B 是在驱动 TFT 7001 是 n 沟道 TFT 并且光线从发光元件 7012 发送到阴极 7013 侧的情况下的像素的截面图。图 20B 中，发光元件 7012 的阴极 7013 在电连接到驱动 TFT 7011 的透光导电膜 7017 之上形成，并且发光层 7014 和阳极 7015 按照这个顺序堆叠在阴极 7013 之上。当阳极 7015 具有透光性质时，用于反射或阻挡光线的遮光膜 7016 可形成以覆盖阳极 7015。对于阴极 7013，可如图 20A 的情况那样使用具有低功函数的导电材料的任一种。注意，形成阴极 7013 以具有阴极 7013 对其可透射光线的厚度（优选地大约从 5nm 至 30nm）。例如，厚度为 20nm 的铝膜可用作阴极 7013。如图 20A 的情况中那样，发光层 7014 可由单层或者通过堆叠多层来形成。阳极 7015 无需透射光线，但如图 20A 的情况中那样可使用透光导电材料来形成。对于遮光膜 7016，可使用反射光线的金属等；但是并不局限于金属膜。例如，可使用对其添加了黑色颜料的树脂等。

[0198] 发光元件 7012 对应于其中阴极 7013 和阳极 7015 夹合发光层 7014 的区域。在图 20B 所示的像素的情况下，光线从发光元件 7012 发送到阴极 7013 侧，如箭头所示。

[0199] 接下来参照图 20C 描述具有双发光结构的发光元件。图 20C 中，发光元件 7022 的阴极 7023 在电连接到驱动 TFT 7021 的透光导电膜 7027 之上形成，并且发光层 7024 和阳极 7025 按照这个顺序堆叠在阴极 7023 之上。如同图 20A 的情况中那样，阴极 7023 可由具有低功函数的导电材料的任一种来形成。注意，阴极 7023 形成以具有阴极 7023 对其可透射光线的厚度。例如，厚度为 20nm 的 Al 膜可用作阴极 7023。如图 20A 的情况中那样，发光层 7024 可使用单层或者通过堆叠多层来形成。通过与图 20A 相似的方式，阳极 7025 可使用透光导电材料来形成。

[0200] 发光元件 7022 对应于其中阴极 7023、发光层 7024 和阳极 7025 相互重叠的区域。在图 20C 所示的像素中，光线从发光元件 7022 发送到阳极 7025 侧和阴极 7013 侧，如箭头所示。

[0201] 虽然有机 EL 元件在这里描述为发光元件，但是无机 EL 元件备选地可提供作为发光元件。

[0202] 注意，这个实施例描述其中控制发光元件的驱动的薄膜晶体管（驱动 TFT）电连接到发光元件的示例，但是可使用其中电流控制 TFT 连接在驱动 TFT 与发光元件之间的结构。

[0203] 这个实施例中描述的半导体器件并不局限于图 20A 至图 20C 所示的结构，而是可根据本发明的技术的精神通过各种方式来修改。

[0204] 接下来，将参照图 21A 和图 21B 描述作为本发明的一种模式的发光显示面板（又称作发光面板）的外观和截面。图 21A 是其中发光元件和薄膜晶体管在第一衬底与第二衬底之间采用密封剂来密封的面板的顶视图。薄膜晶体管包括其中包含 In、Ga 和 Zn 的半导体氧化物的半导体层，因而具有作为非线性元件的优良电特性。图 21B 是沿图 21A 的 H-I 的截面图。

[0205] 提供密封剂 4505 围绕在第一衬底 4501 之上提供的像素部分 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b。另外,第二衬底 4506 在像素部分 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 之上形成。相应地,像素部分 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 采用填充剂 4507 连同第一衬底 4501、密封剂 4505 和第二衬底 4506 一起密封。这样,优选的是,发光显示面板可采用保护膜(例如附着膜(attachment film)或紫外线固化树脂膜)或者具有高气密和极小除气的覆盖材料来封装(密封),以便不会暴露于外部空气。

[0206] 在第一衬底 4501 之上形成的像素部分 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 各包括多个薄膜晶体管。像素部分 4502 中包含的薄膜晶体管 4510 和信号线驱动电路 4503a 中包含的薄膜晶体管 4509 在图 21B 中作为示例示出。

[0207] 薄膜晶体管 4509 和 4510 的每个具有优良的电特性,并且包括其中包含包含 In、Ga 和 Zn 的半导体氧化物的半导体层。可通过与用于形成非线性元件的方法相似的方法并且连同实施例 2 中所述的非线性元件一起形成的薄膜晶体管可用作薄膜晶体管 4509 和 4510。在这个实施例中,薄膜晶体管 4509 和 4510 是 n 沟道薄膜晶体管。

[0208] 此外,参考标号 4511 表示发光元件。作为发光元件 4511 中包含的像素电极的第一电极层 4517 电连接到薄膜晶体管 4510 的源或漏电极层。注意,虽然发光元件 4511 具有第一电极层 4517、电致发光层 4512 和第二电极层 4513 的堆叠结构,但是发光元件 4511 的结构并不局限于此。发光元件 4511 的结构可根据从发光元件 4511 抽取的光线的方向等适当地改变。

[0209] 隔墙 4520 使用有机树脂膜、无机绝缘膜或有机聚硅氧烷来形成。特别优选的是,隔墙 4520 使用光敏材料来形成,以便在第一电极层 4517 上具有开口部分,使得开口部分的侧壁作为具有连续曲率的斜面来形成。

[0210] 电致发光层 4512 可使用单层或多个堆叠层来形成。

[0211] 为了防止氧、氢、水分、二氧化碳等进入发光元件 4511,保护膜可在第二电极层 4513 和隔墙 4520 之上形成。作为保护膜,可形成氮化硅膜、氮氧化硅膜、DLC 膜等。

[0212] 另外,各种信号和电势从 FPC 4518a 和 4518b 供应给信号线驱动电路 4503a 和 4503b、扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 或者像素部分 4502。

[0213] 在这个实施例中,连接端电极 4515 使用与发光元件 4511 中包含的第一电极层 4517 相同的导电膜来形成。端电极 4516 使用与薄膜晶体管 4509 和 4510 中包含的源和漏电极层相同的导电膜来形成。

[0214] 连接端电极 4515 通过各向异性导电膜 4519 电连接到 FPC 4018a 中包含的端子。

[0215] 位于从发光元件 4511 抽取光线的方向的第二衬底需要具有透光性质。在那种情况下,可使用例如玻璃板、塑料板、聚酯膜或丙烯酸类膜等透光材料。

[0216] 作为填充剂 4507,可使用紫外线固化树脂或热固树脂以及例如氮或氩等惰性气体。例如,可使用聚氯乙烯(PVC)、丙烯酸类、聚酰亚胺、环氧树脂、硅树脂、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)或乙烯-醋酸-乙烯酯(EVA)。在这个实施例中,氮用于填充剂 4507。

[0217] 另外,在需要时,例如起偏振片、圆起偏振片(包括椭圆起偏振片)、阻滞挡板(四分之一波片或半波片)和滤色器等光学膜可适当地在发光元件的发光表面上提供。此外,起偏振片或圆起偏振片可提供有抗反射膜。例如,可执行防眩光处理,通过它可减少表面的

凹陷和凸出以及眩光所扩散的反射光。

[0218] 作为信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b,可安装通过使用单晶半导体膜或多晶半导体膜在单独制备的衬底之上形成的驱动电路。另外,只有信号线驱动电路或其部分或者只有扫描线驱动电路或其部分可单独形成然后再安装。这个实施例并不局限于图 21A 和图 21B 所示的结构。

[0219] 这样制造的发光显示装置(显示面板)液晶面板中安装的保护电路具有较少用于连接的接触孔,因此占用较小面积。另外,在保护电路中,具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层在第一氧化物半导体层与布线层之间提供,这实现功能的增强和保护电路的稳定操作。因此,包括这种保护电路的这个实施例的发光显示装置(显示面板)极为可靠。

[0220] 这个实施例可适当地结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0221] (实施例 7) 根据本发明的一个实施例的显示装置可作为电子纸张来应用。电子纸张可用于显示信息的各种领域的电子设备。例如,电子纸张可用于电子书阅读器(e-book reader)、海报、例如火车等车辆中的广告、例如信用卡等各种卡的显示器等。这类电子设备的示例如图 22A、图 22B 和图 23 所示。

[0222] 图 22A 示出使用电子纸张所形成的海报 2631。如果广告媒介是印刷纸,则广告通过手工来更换;但是,当使用本发明的一个实施例适用的电子纸张时,广告显示可在短时间内变更。此外,可获得无瑕疵的稳定图像。此外,海报可无线发送和接收信息。

[0223] 图 22B 示出例如火车等车辆中的广告 2632。如果广告媒介是印刷纸,则广告通过手工来更换;但是,当使用本发明的一个实施例适用的电子纸张时,广告显示可在短时间内变更而无需太多人力。此外,可获得无瑕疵的稳定图像。此外,车辆中的广告可无线发送和接收信息。

[0224] 图 23 示出电子书阅读器 2700 的一个示例。例如,电子书阅读器 2700 包括两个壳体 2701 和 2703。壳体 2701 和 2703 与合页 2711 接合,使得电子书阅读器 2700 可沿合页 2711 开启和闭合。通过这种结构,可像纸书一样来处理电子书阅读器 2700

[0225] 显示部分 2705 结合在壳体 2701 中,而显示部分 2707 结合在壳体 2703 中。显示部分 2705 和显示部分 2707 可显示一个图像,或者可显示不同的图像。在其中不同的图像显示于显示部分 2705 和显示部分 2707 的结构中,例如右显示部分(图 23 中的显示部分 2705)可显示文本,而左显示部分(图 23 中的显示部分 2707)可显示图像。

[0226] 图 23 示出其中壳体 2701 提供有操作部分等的一个示例。例如,壳体 2701 提供有电源开关 2721、操作键 2723、扬声器 2725 等。可采用操作键 2723 来翻页。注意,键盘、指点装置(pointing device)等可在与壳体的显示部分相同的平面上提供。此外,壳体的背面或侧面可提供有外部连接端子(耳机端子、USB 端子、可与例如 AC 供应器(adopter)或 USB 缆线等各种缆线连接的端子等等)、存储介质插入部分等。此外,电子书阅读器 2700 可具有电子词典的功能。

[0227] 此外,电子书阅读器 2700 可无线发送和接收信息。预期书籍数据等能以无线方式从电子书服务器购买和下载。

[0228] 这个实施例的显示装置中安装的保护电路具有较少用于连接的接触孔,因此占用较小面积。另外,在保护电路中,具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半

导体层在第一氧化物半导体层与布线层之间提供,这实现功能的增强和保护电路的稳定操作。因此,包括这种保护电路的这个实施例的显示装置极为可靠。

[0229] 这个实施例可适当地结合另一个实施例中描述的结构来实现。

[0230] (实施例8)根据本发明的一个实施例的显示装置可适用于各种电子设备(包括游戏机)。作为电子设备,例如存在电视装置(又称作电视机或电视接收器)、计算机等的监视器、例如数码相机或数字摄像机等相机、数码相框、蜂窝电话(又称作移动电话或移动电话装置)、便携游戏控制台、便携信息终端、音频回放装置和例如弹球盘机等大型游戏机。

[0231] 图24A示出电视装置9600的一个示例。显示部分9603结合到电视装置9600的壳体9601中。显示部分9603可显示图像。在这里,壳体9601支承在架子9605上。

[0232] 电视装置9600可通过壳体9601的操作开关或者单独的遥控器9610来操作。频道和音量可采用遥控器9610的操作键9609来控制,并且显示部分9603上显示的图像可被控制。此外,遥控器9610可具有显示部分9607,在其上显示从遥控器9610输出的信息。

[0233] 注意,电视装置9600提供有接收器、调制解调器等。通过接收器,可接收一般电视广播。此外,当显示装置通过有线或无线经由调制解调器连接到通信网络时,可执行单向(从发送器到接收器)或双向(在发送器与接收器之间或者在接收器之间)信息通信。

[0234] 图24B示出数码相框9700的一个示例。例如,显示部分9703结合到数码相框9700的壳体9701中。显示部分9703可显示各种图像,例如显示采用数码相机等拍摄的图像数据,使得数码相框可以与一般图片帧相似的方式来起作用。

[0235] 注意,数码相框9700提供有操作部分、外部连接端子(例如USB端子或者可连接到包括USB缆线的各种缆线的端子)、存储介质插入部分等。它们可结合到与显示部分相同的平面上;但是,它们优选地在显示部分的侧面或背面上提供,因为设计得到改进。例如,包含采用数码相机所拍摄的图像数据的存储器插入数码相框的存储介质插入部分,并且导入图像数据。然后,导入的图像数据可在显示部分9703上显示。

[0236] 数码相框9700可无线发送和接收信息。经由无线通信,预期图像数据可无线导入数码相框9700并显示。

[0237] 图25A示出包括壳体9881和壳体9891的便携游戏控制台,其中壳体9881和壳体9891采用连接器9893联接以便开启和闭合。显示部分9882和显示部分9883分别结合在壳体9881和壳体9891中。图25A所示的便携游戏控制台还包括扬声器部分9884、存储介质插入部分9886、LED灯9890、输入部件(操作键9885、连接端子9887、传感器9888(具有测量力、位移、位置、速度、加速度、角速度、旋转频率、距离、光、液体、磁、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电功率、辐射、流率、湿度、梯度、振动、气味或红外线)和话筒9889)等。不用说,便携游戏控制台的并不局限于以上所述,而可以是提供有根据本发明的一个实施例的至少一个半导体器件的任何结构。此外,可适当地提供其它配件。图25A所示的便携游戏控制台具有读取存储介质中存储的程序或数据以将它在显示部分显示的功能以及经由无线通信与另一个便携游戏控制台共享信息的功能。图25A的便携游戏控制台可具有与以上所述不同的各种功能。

[0238] 图25B示出作为大型游戏机的自动售货机(slot machine)9900的一个示例。显示部分9903结合到自动售货机9900的壳体9901中。自动售货机9900还包括例如起动杆或停止开关、投币孔、扬声器等操作部件。不用说,自动售货机9900的结构并不局限于以上

所述,而可以是提供有根据本发明的一个实施例的至少一个半导体器件的任何结构。此外,可适当地提供其它配件。

[0239] 图 26 示出蜂窝电话 1000 的一个示例。蜂窝电话 1000 包括显示部分 1002 结合在其中的壳体 1001,并且还包括操作按钮 1003、外部连接端口 1004、扬声器 1005、话筒 1006 等。

[0240] 可通过用手指等触摸显示部分 1002,将信息输入到图 26 所示的蜂窝电话 1000。此外,呼叫或文本消息传递可通过用手指等触摸显示部分 1002 来进行。

[0241] 主要存在显示部分 1002 的三种屏幕模式。第一模式是主要用于显示图像的显示模式。第二模式是主要用于输入例如文本等信息的输入模式。第三模式是显示和输入模式,其中混合了显示模式和输入模式这两种模式。

[0242] 例如,在呼叫或文本消息传递的情况下,显示部分 1002 设置成主要用于输入文本的文本输入模式,并且文本输入操作可在屏幕上执行。在这种情况下,优选的是在显示部分 1002 的几乎整个屏幕上显示键盘或数字按钮。

[0243] 当包括例如陀螺仪或加速度传感器等用于检测倾向 (inclination) 的传感器的检测装置在蜂窝电话 1000 内部提供时,显示部分 1002 的屏幕上的显示可通过判断蜂窝电话 1000 的方向 (蜂窝电话 1000 对于风景模式或肖像模式是水平还是垂直放置) 自动转换。

[0244] 此外,屏幕模式通过触摸显示部分 1002 或者操作壳体 1001 的操作按钮 1003 来转换。备选地,屏幕模式可根据显示部分 1002 上显示的图像的种类来转换。例如,当显示部分上显示的图像的信号是运动图像的数据时,屏幕模式转换成显示模式。当信号是文本数据时,屏幕模式转换成输入模式。

[0245] 此外,在输入模式中,信号由显示部分 1002 中的光学传感器来检测,以及如果通过触摸显示部分 1002 进行的输入在某个时间段没有执行,则屏幕模式可控制成从输入模式转换到显示模式。

[0246] 显示部分 1002 还可用作图像传感器。例如,掌纹、指纹等的图像通过用手掌或手指触摸显示部分 1002 来获取,由此可执行个人鉴别。此外,当背光或者发出近红外光的感测光源在显示部分提供时,可获取指纹理 (finer veins)、掌纹理等的图像。

[0247] 这个实施例的电子设备中安装的保护电路具有较少用于连接的接触孔,因此占用较小面积。另外,在保护电路中,具有比第一氧化物半导体层更高电导率的第二氧化物半导体层在第一氧化物半导体层与布线层之间提供,这实现功能的增强和保护电路的稳定操作。因此,包括这种保护电路的这个实施例的电子设备极为可靠。

[0248] 这个实施例可适当地结合另一个实施例中描述的结构来实现。本申请基于 2008 年 10 月 8 日向日本专利局提交的日本专利申请序号 2008-262158,通过引用将它们的完整内容结合于此。

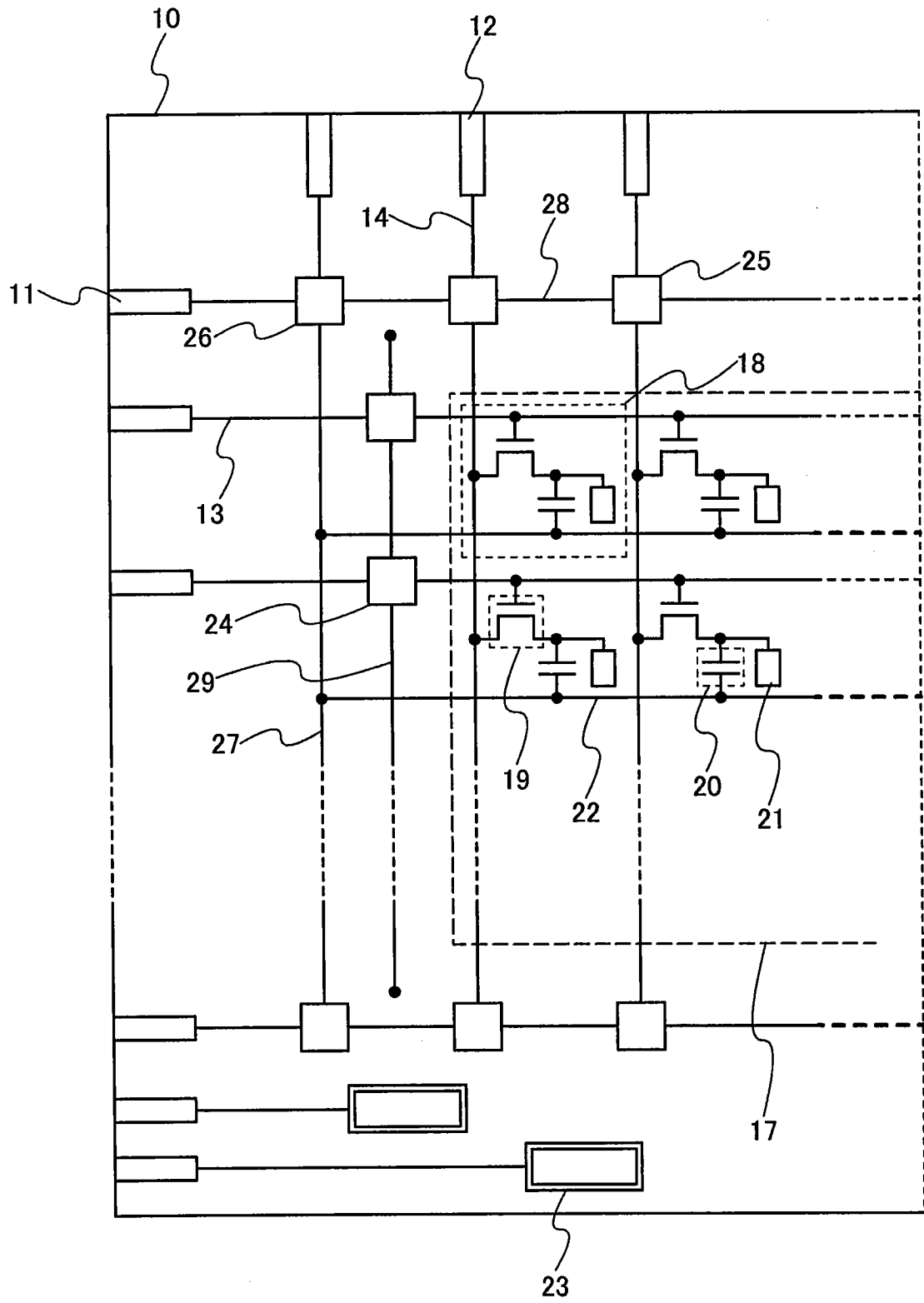


图 1

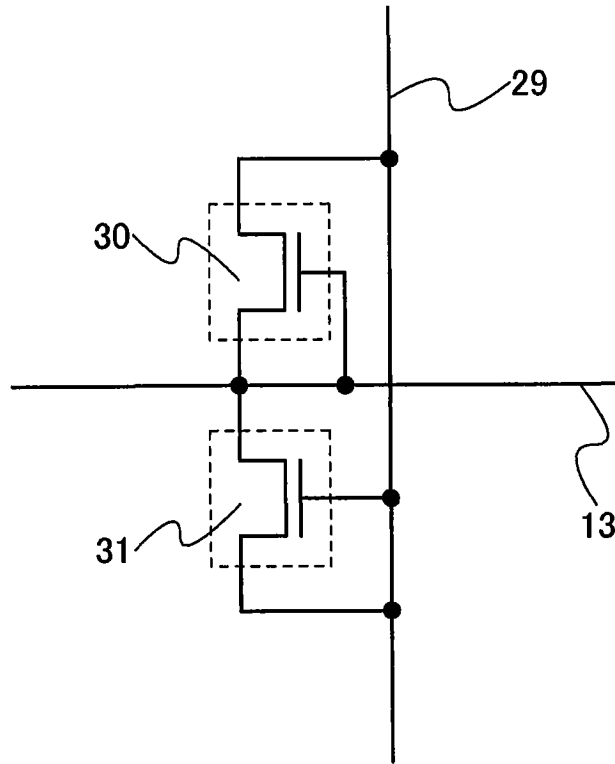


图 2

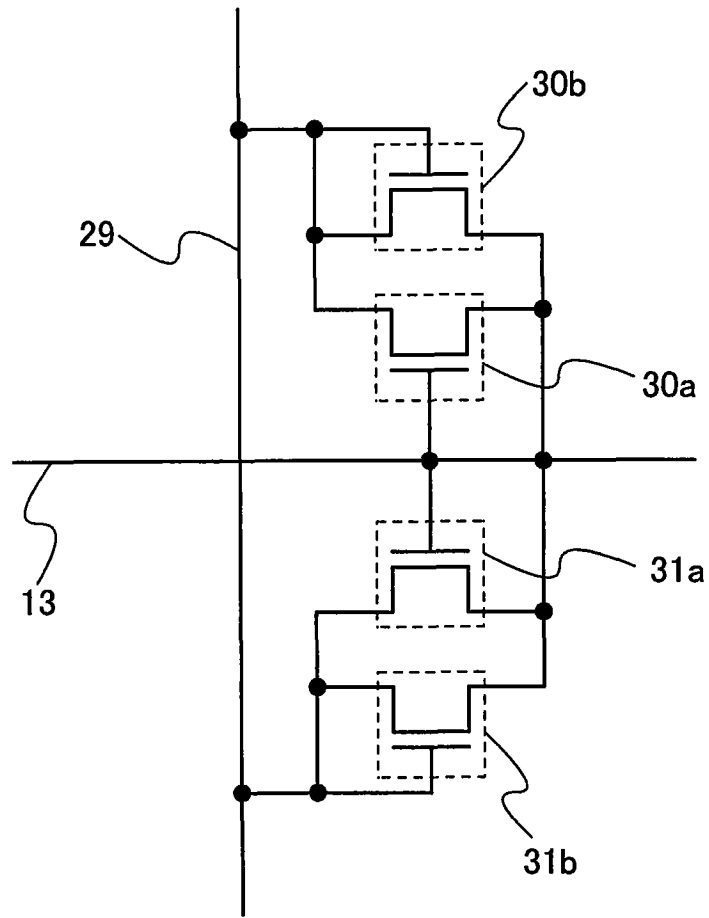


图 3

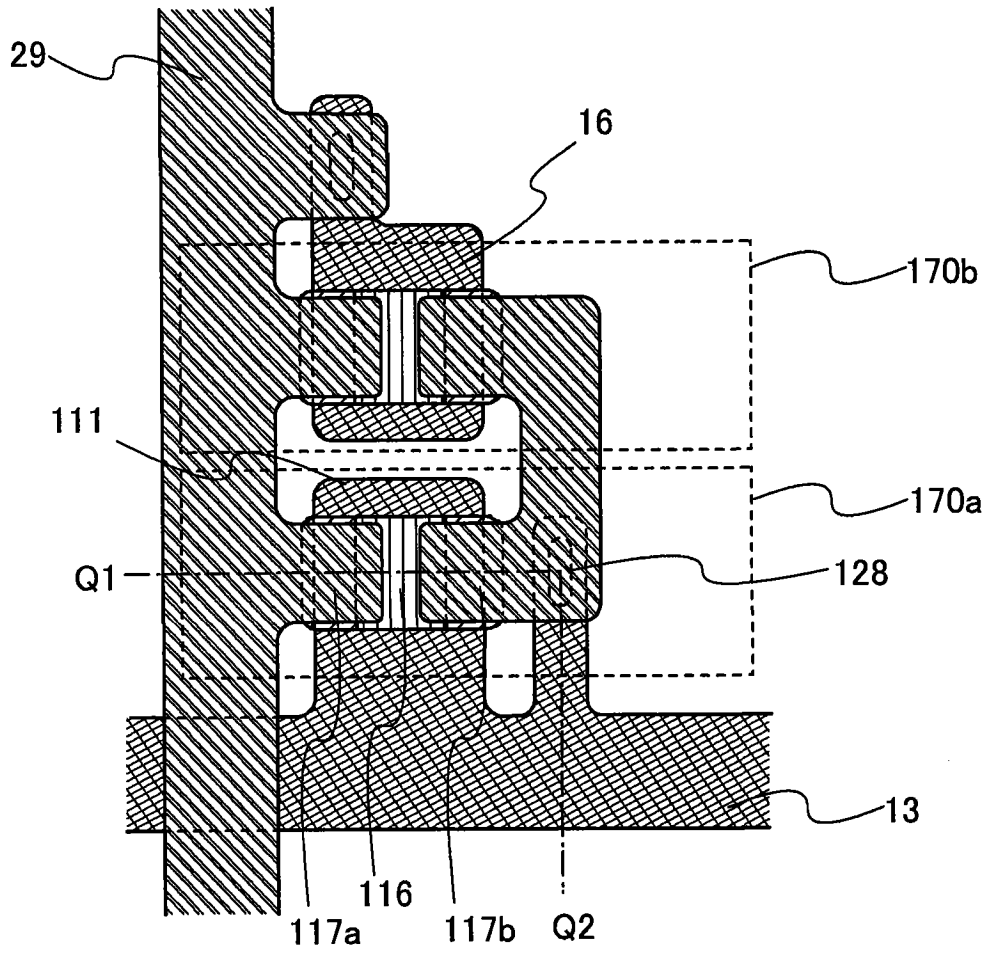


图 4A

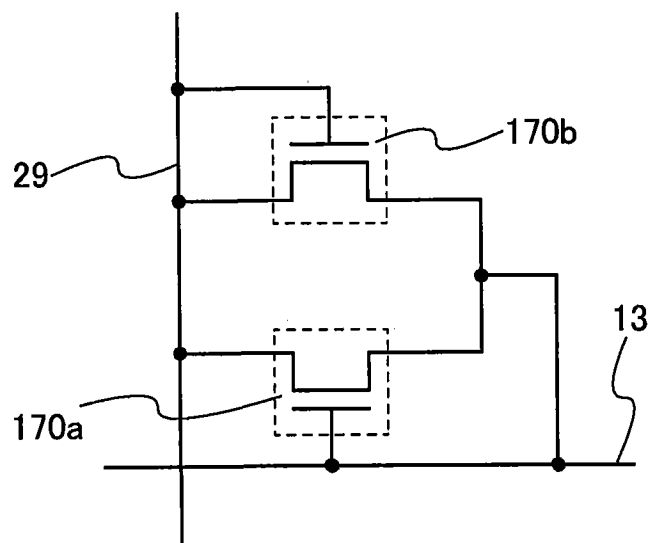


图 4B

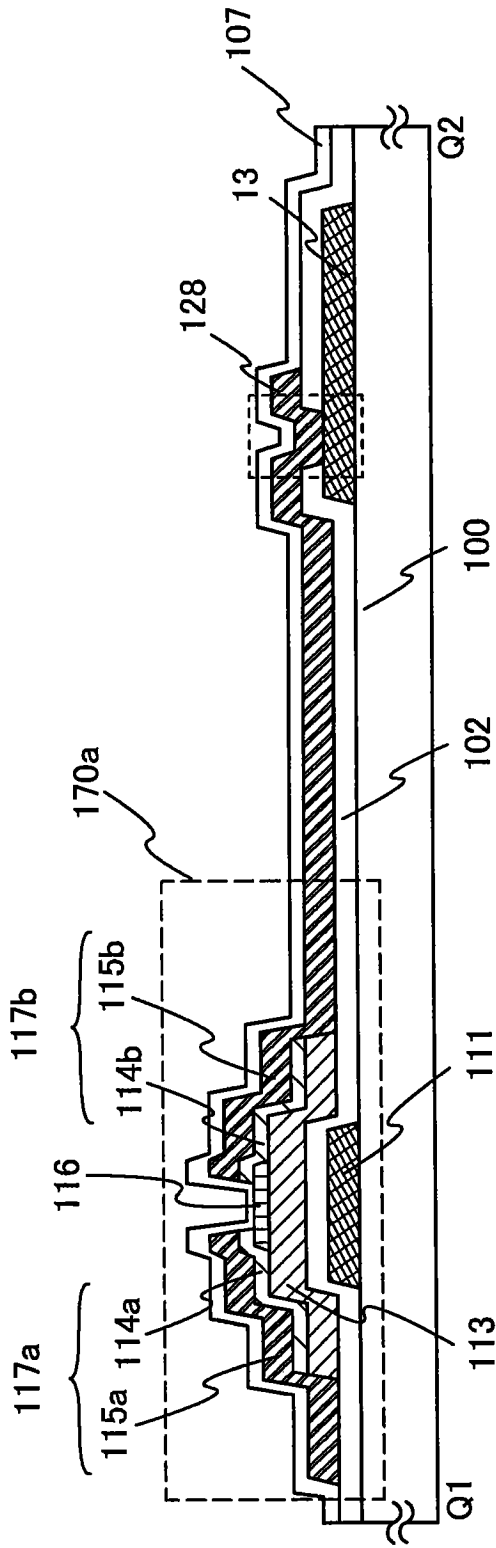


图 5

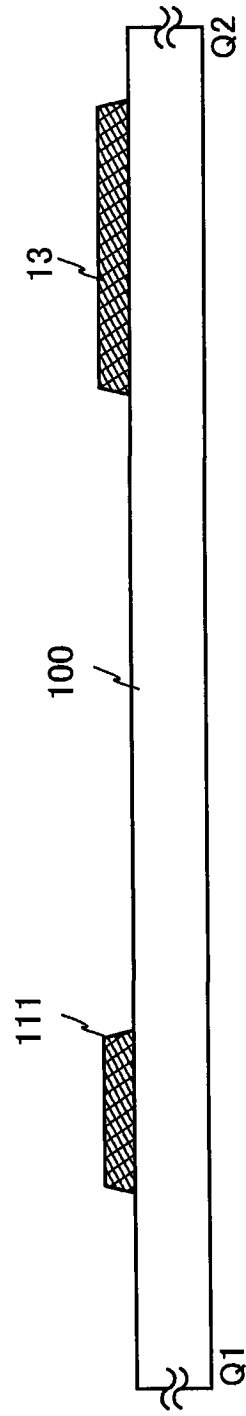


图 6A

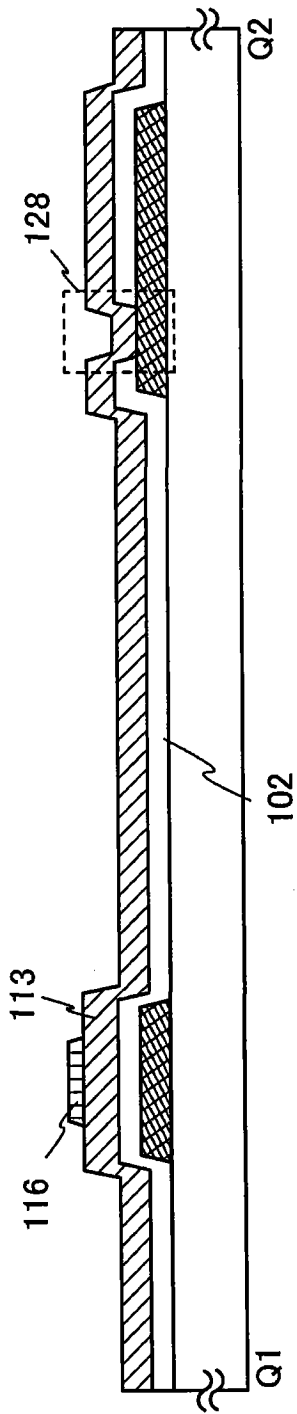


图 6B

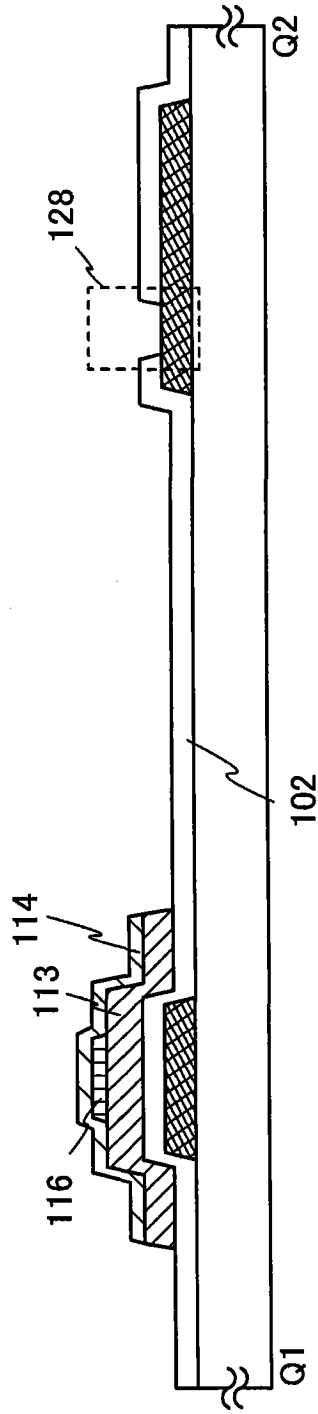


图 6C

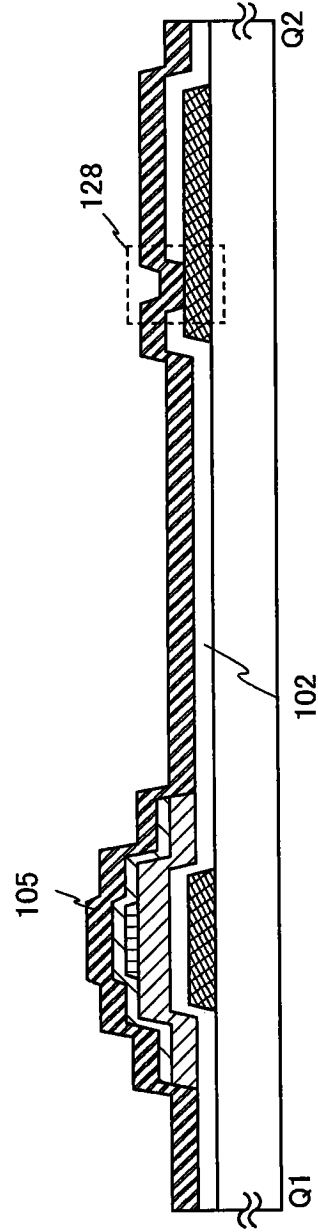


图 7A

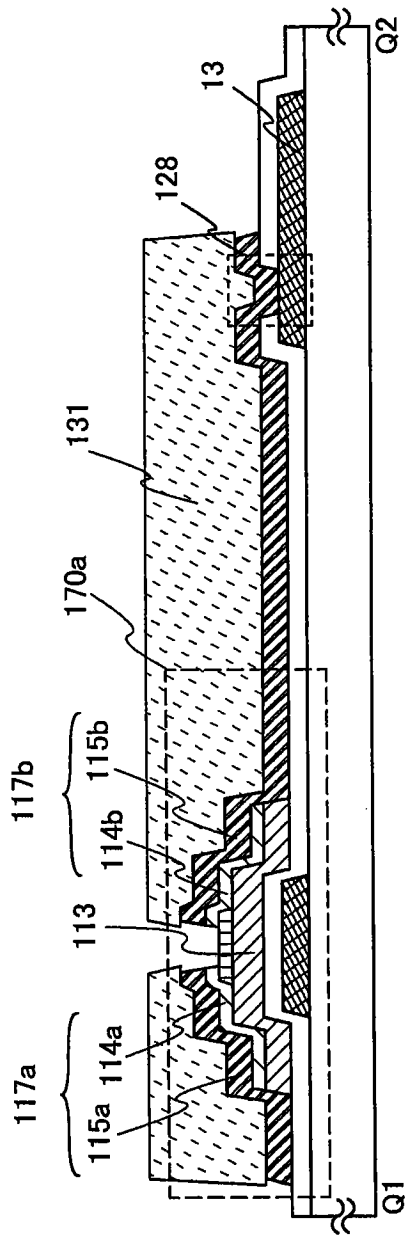


图 7B

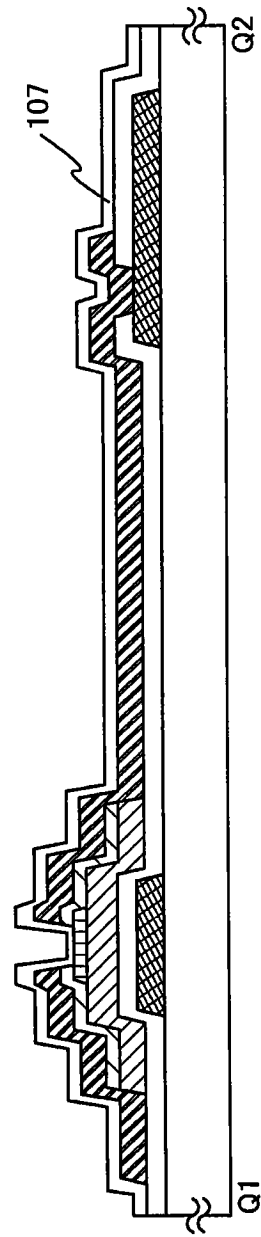


图 7C

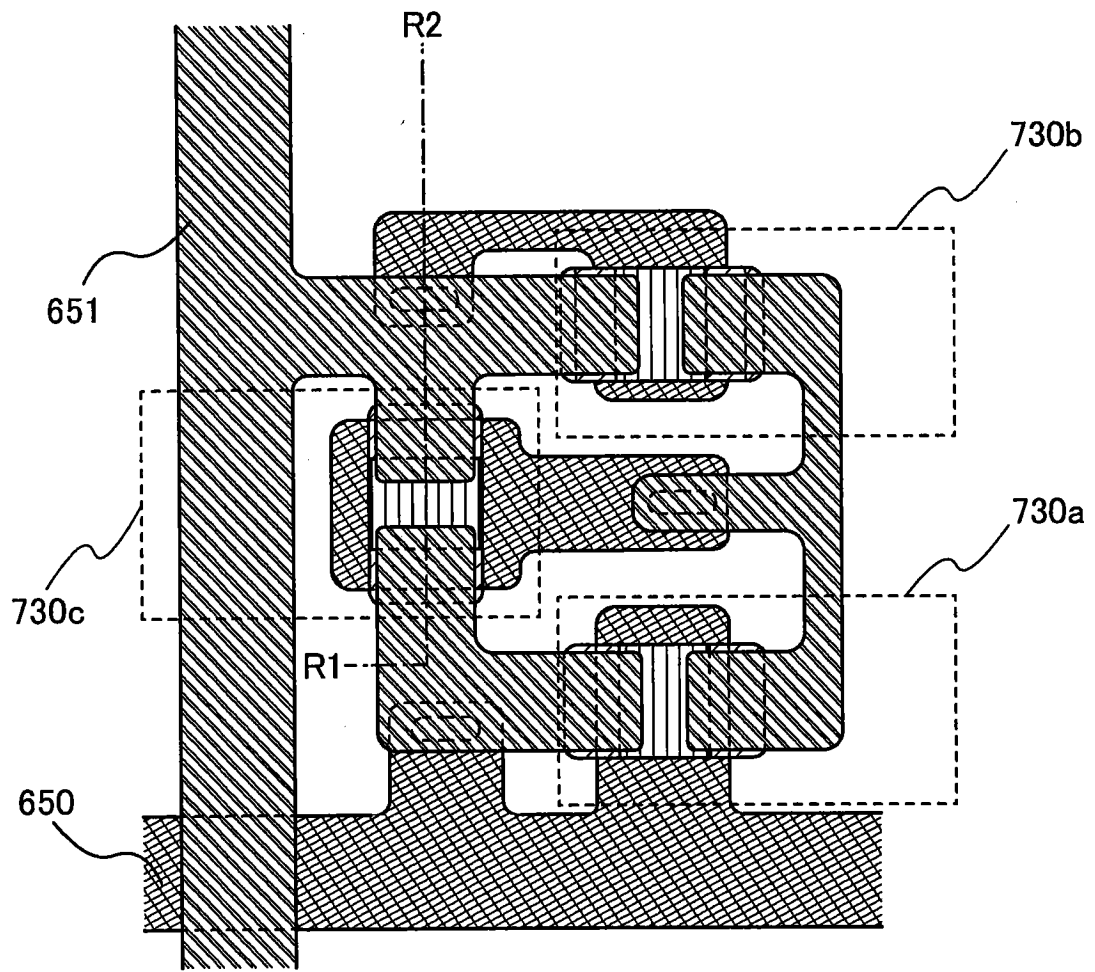


图 8A

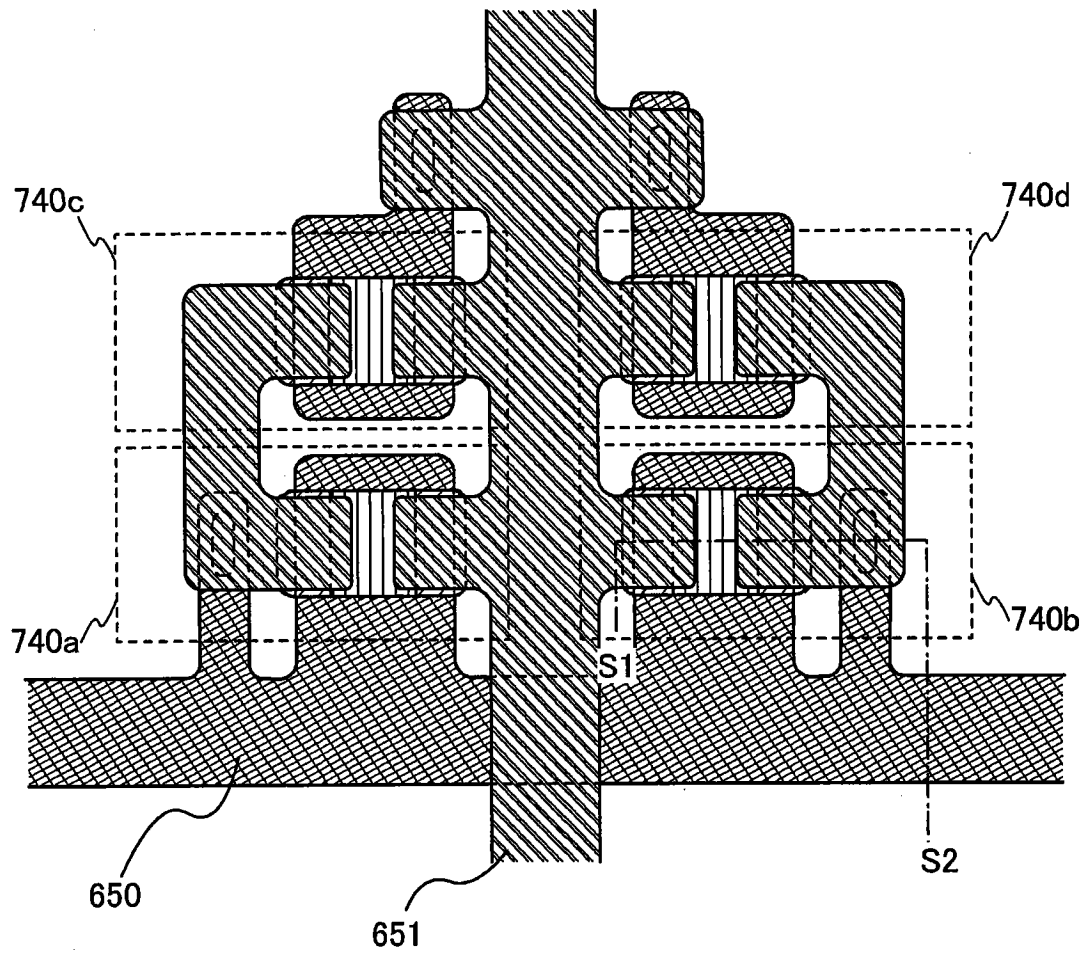


图 9A

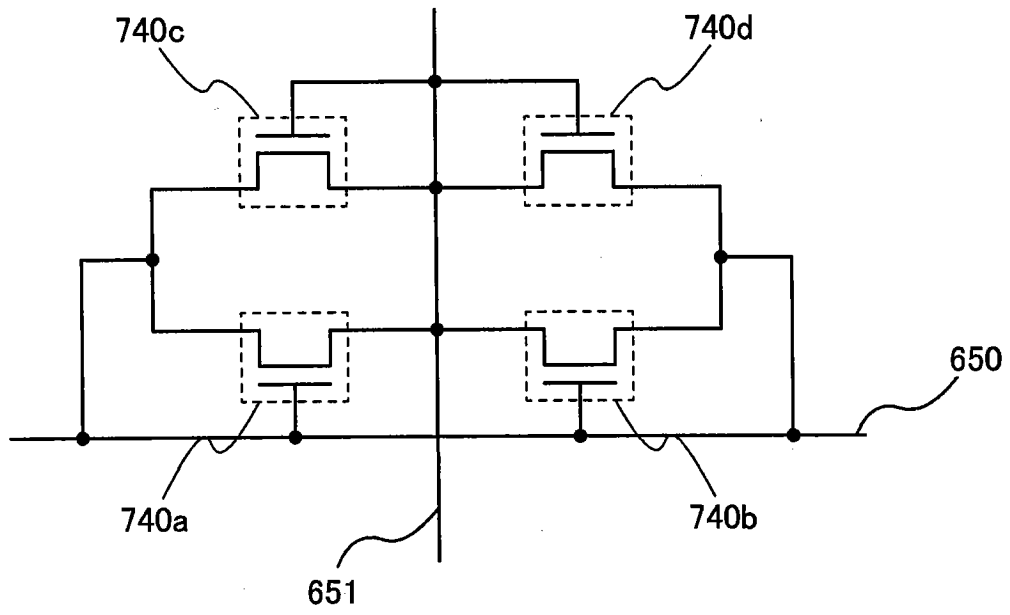


图 9B

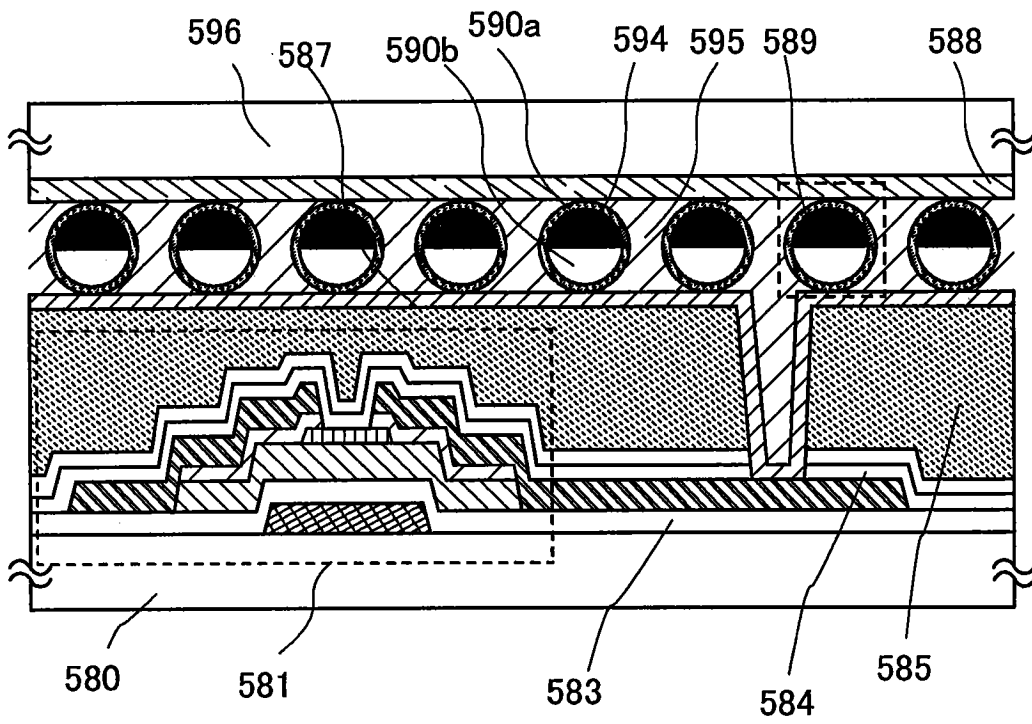


图 10

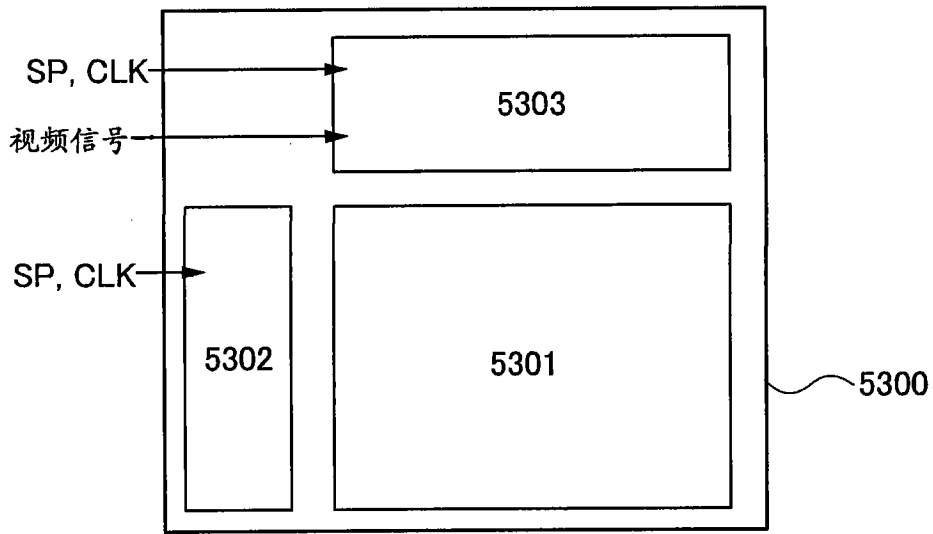


图 11A

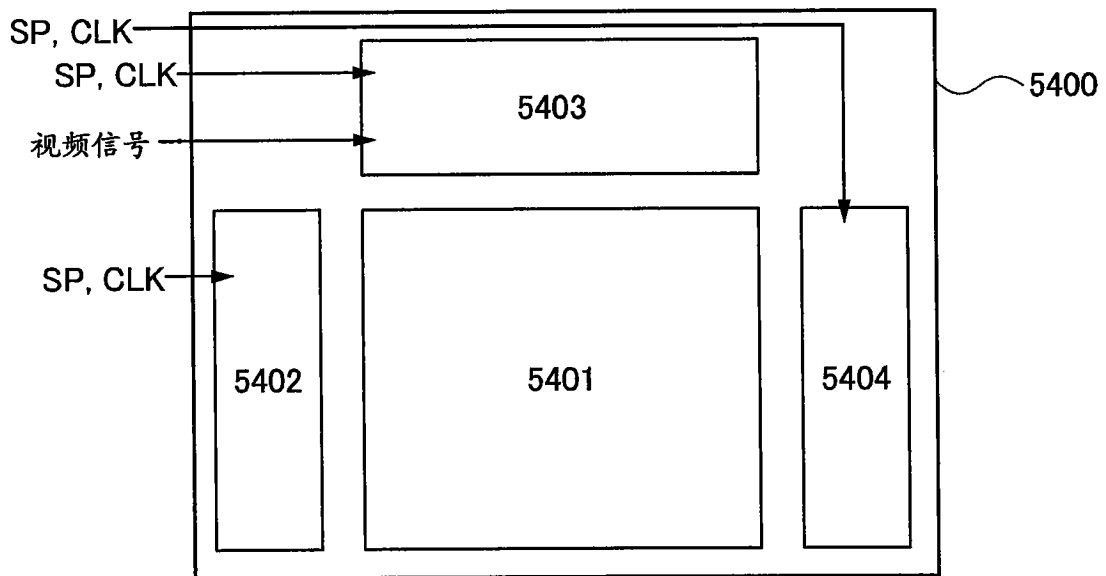


图 11B

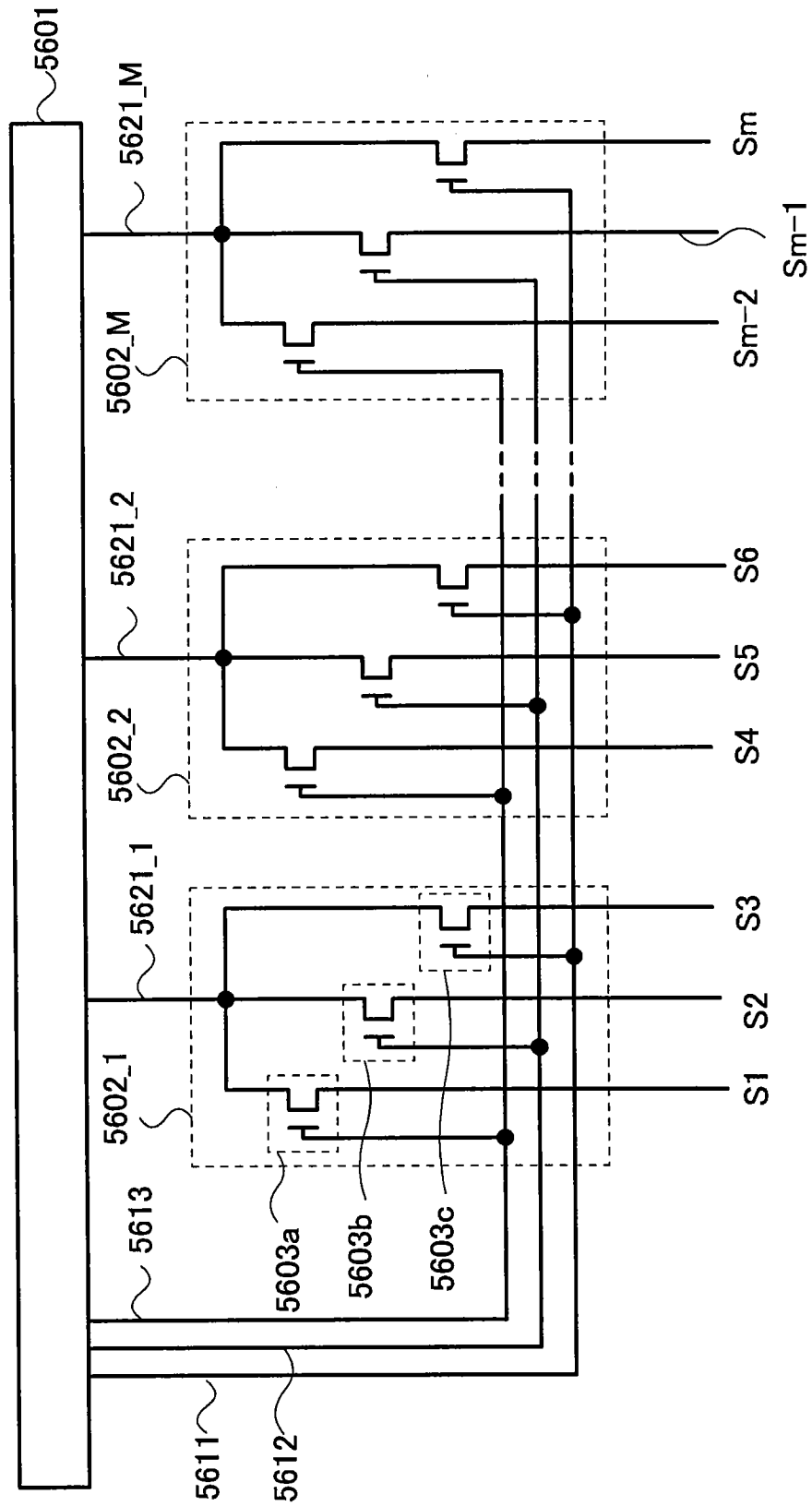


图 12

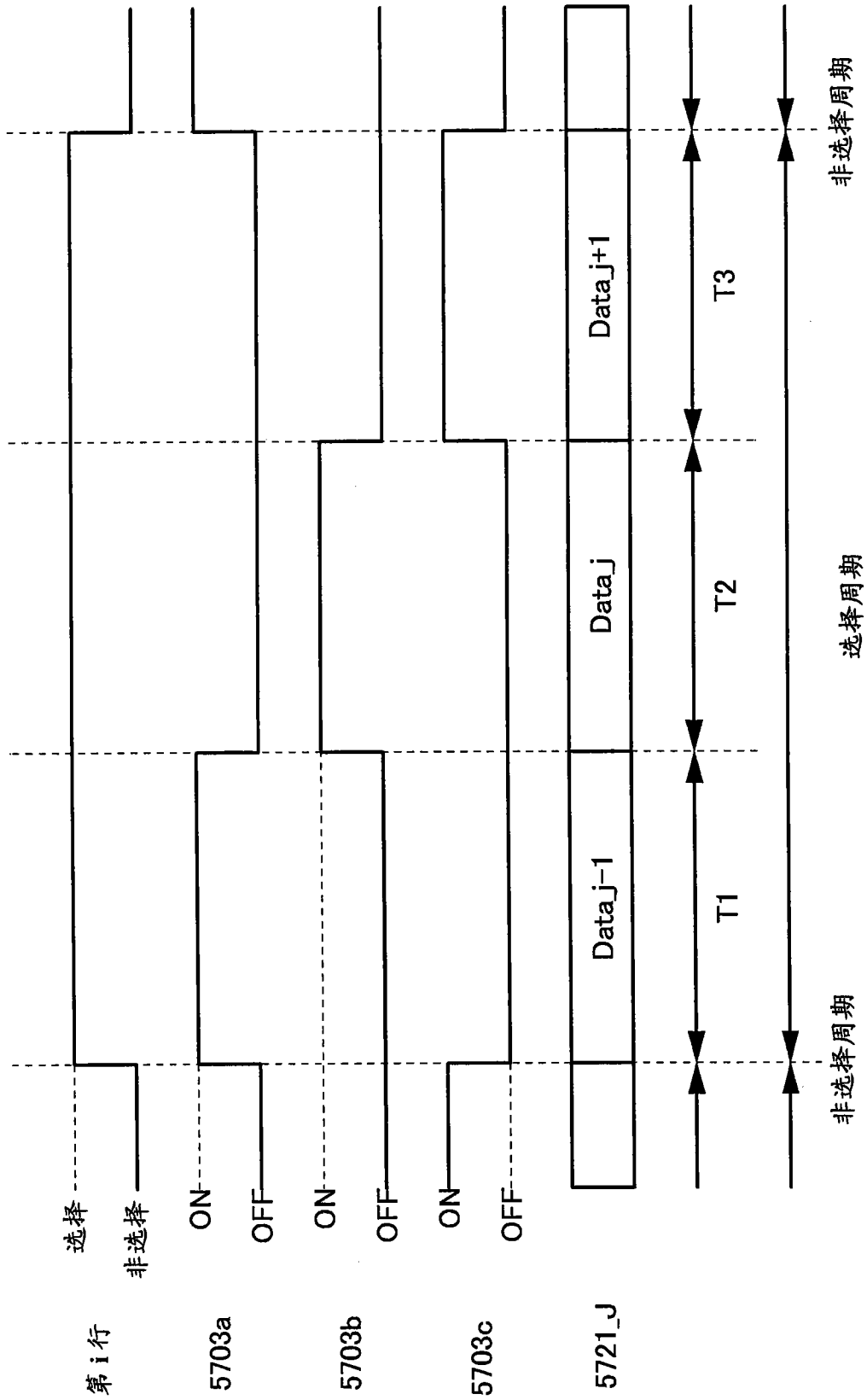


图 13

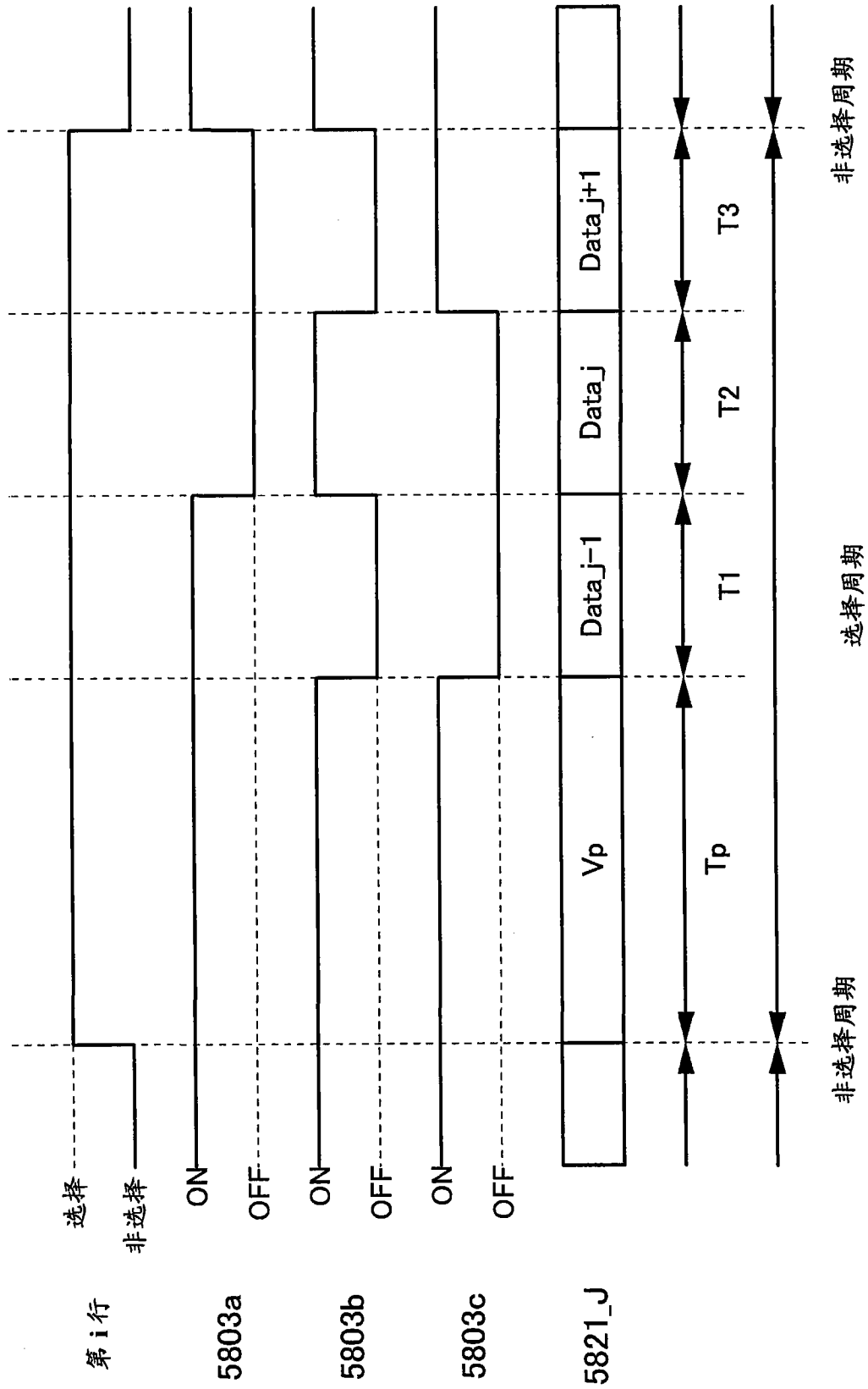


图 14

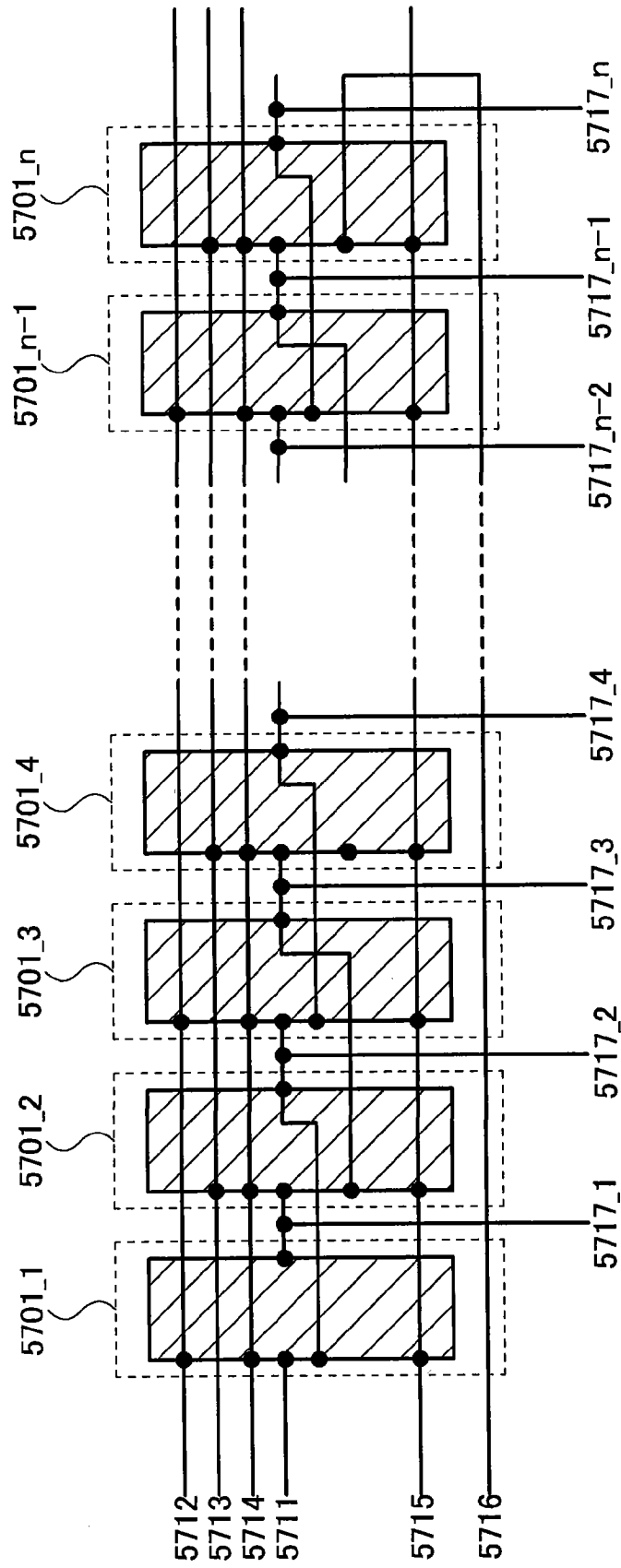


图 15

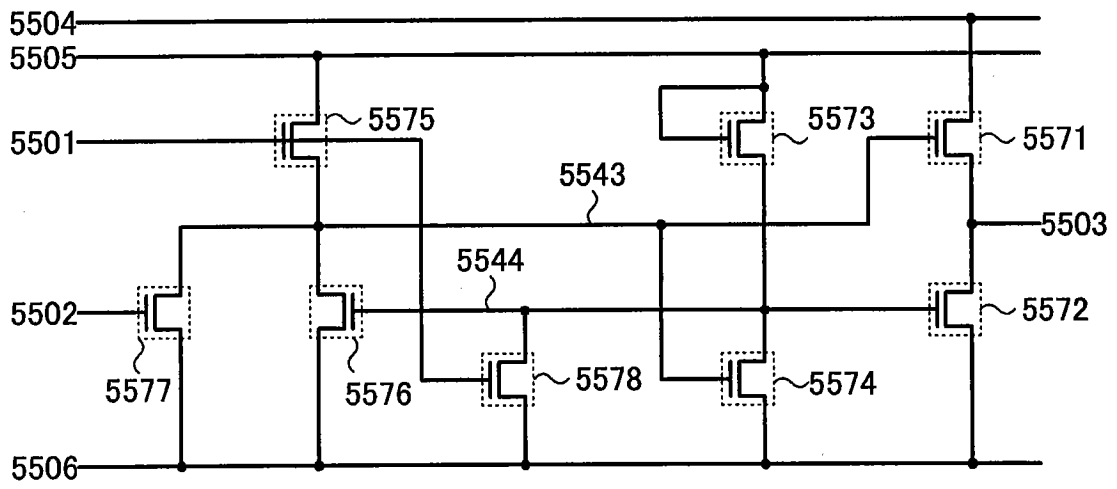


图 16

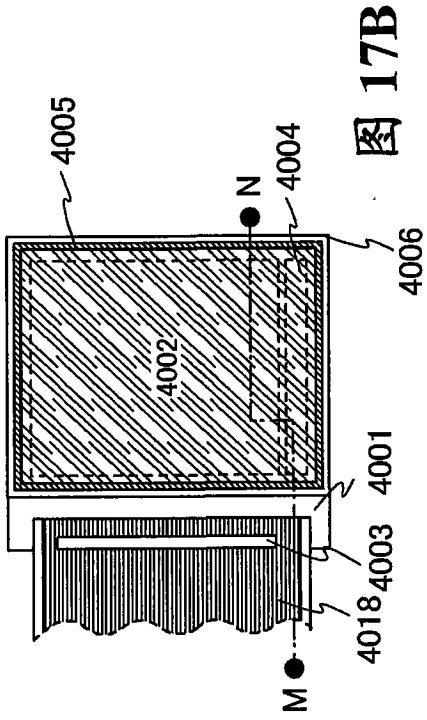


图 17A

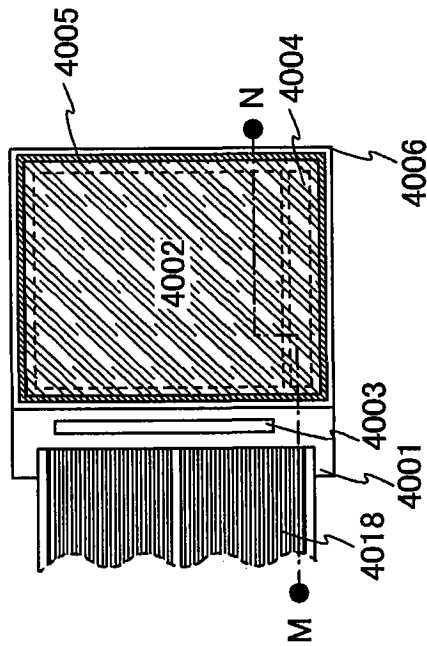


图 17B

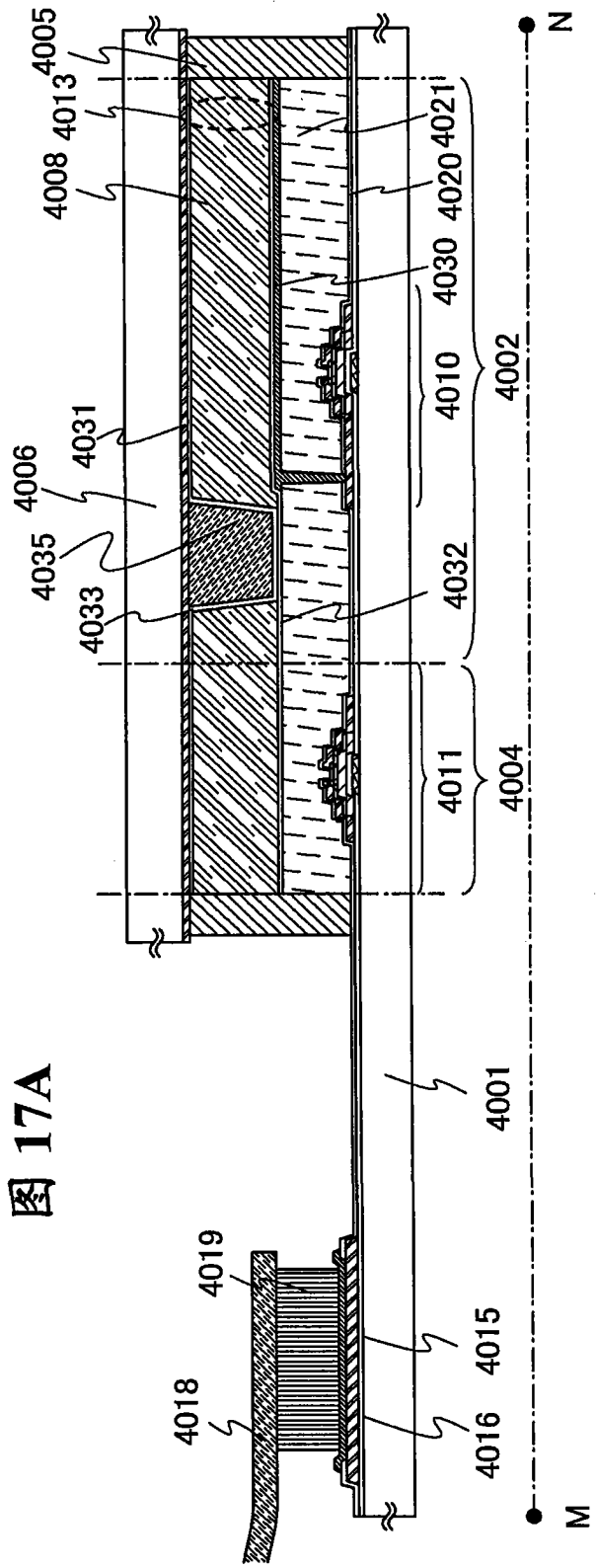


图 17C

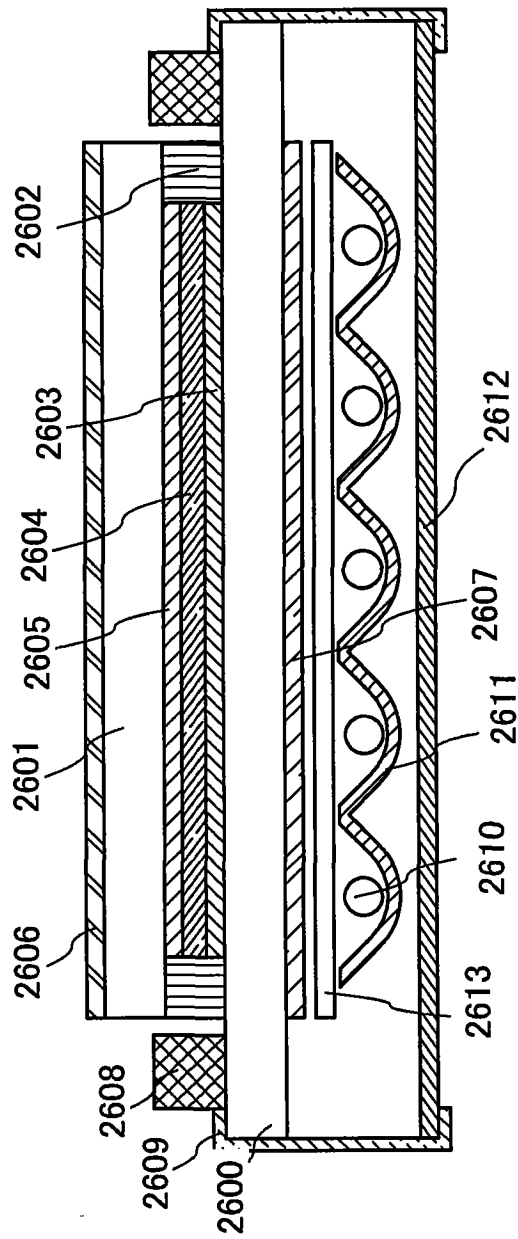


图 18

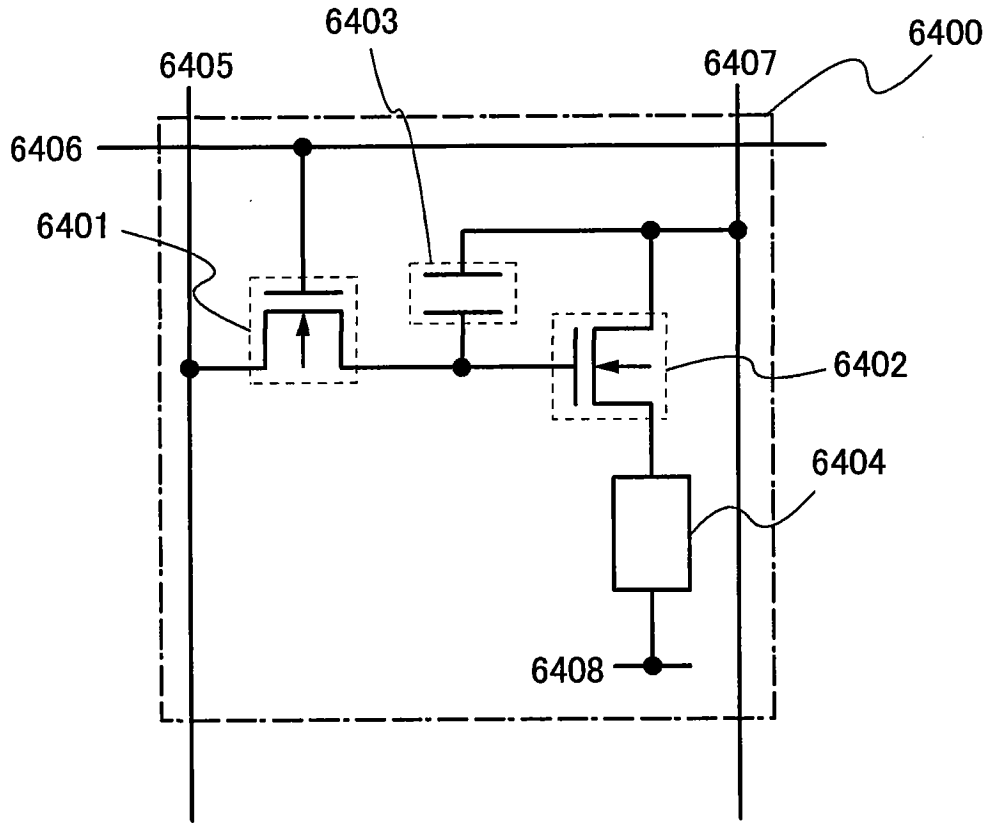


图 19

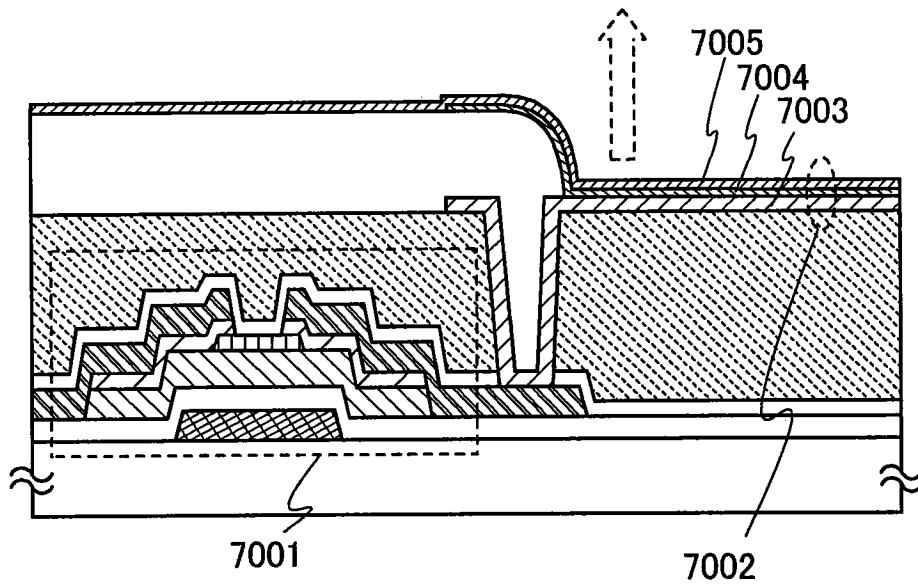


图 20A

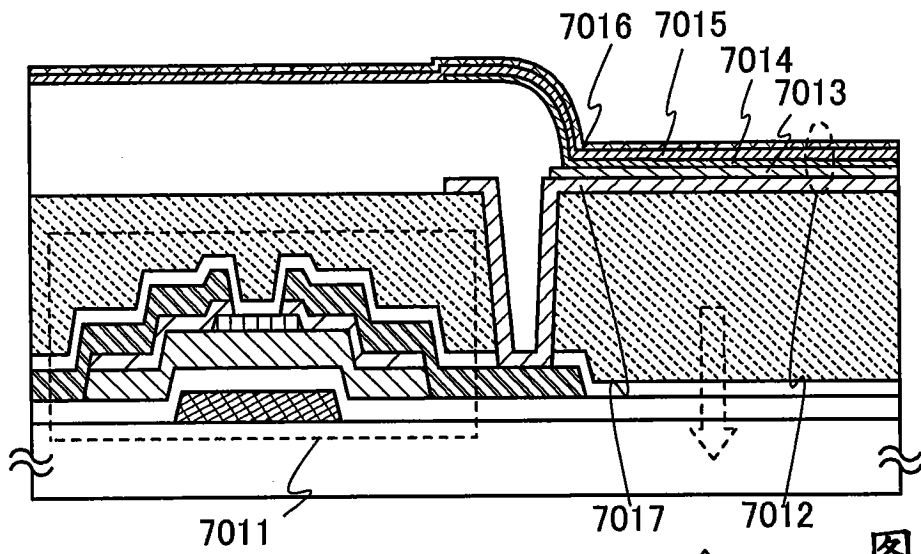


图 20B

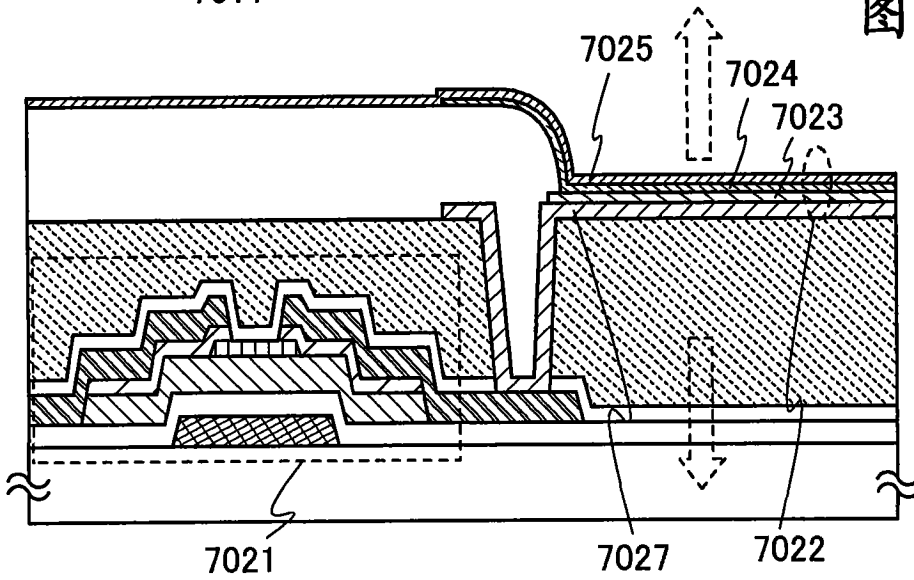


图 20C

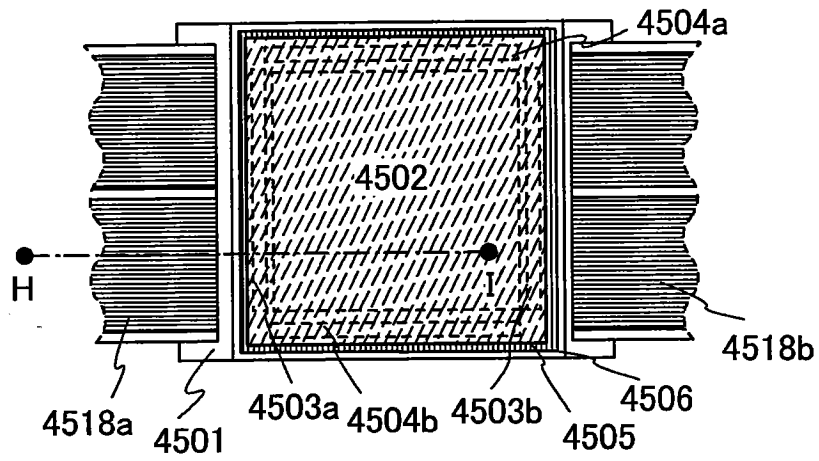


图 21A

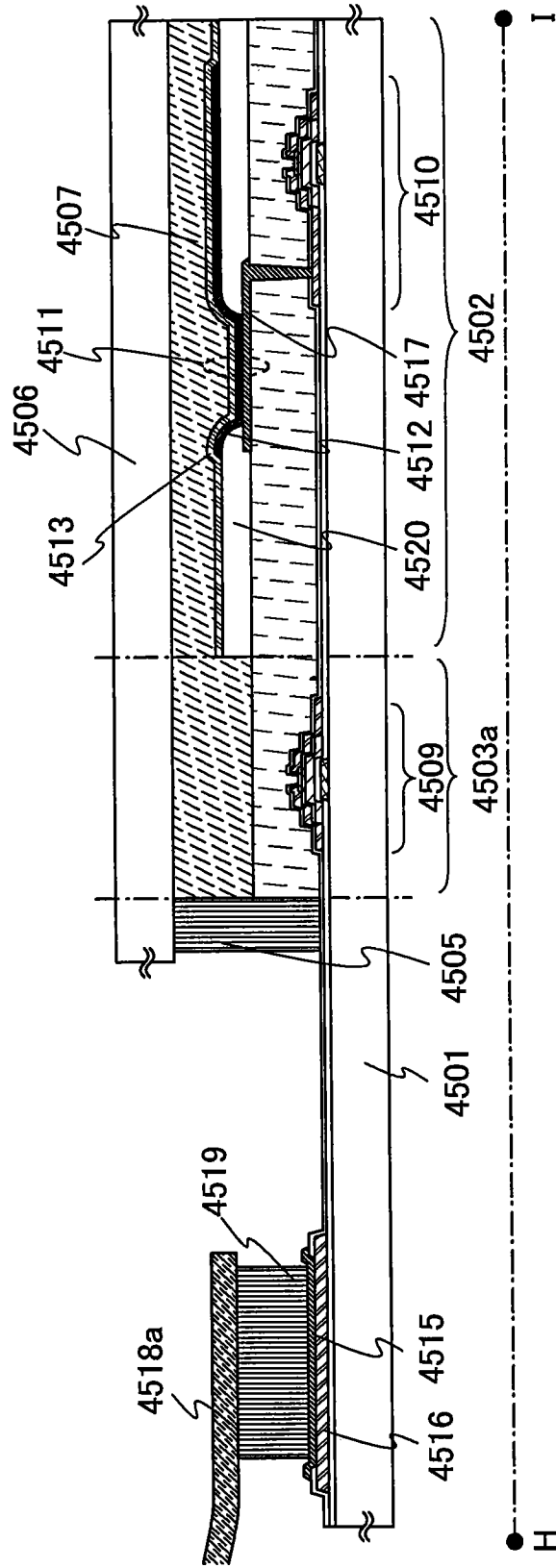


图 21B

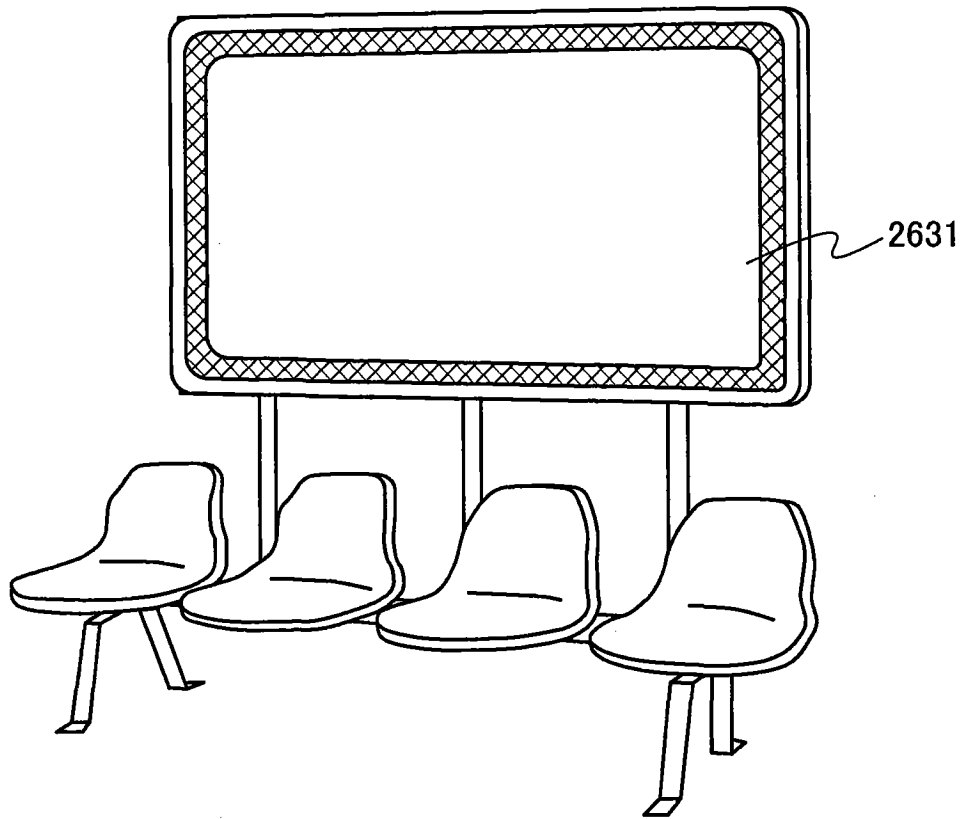


图 22A

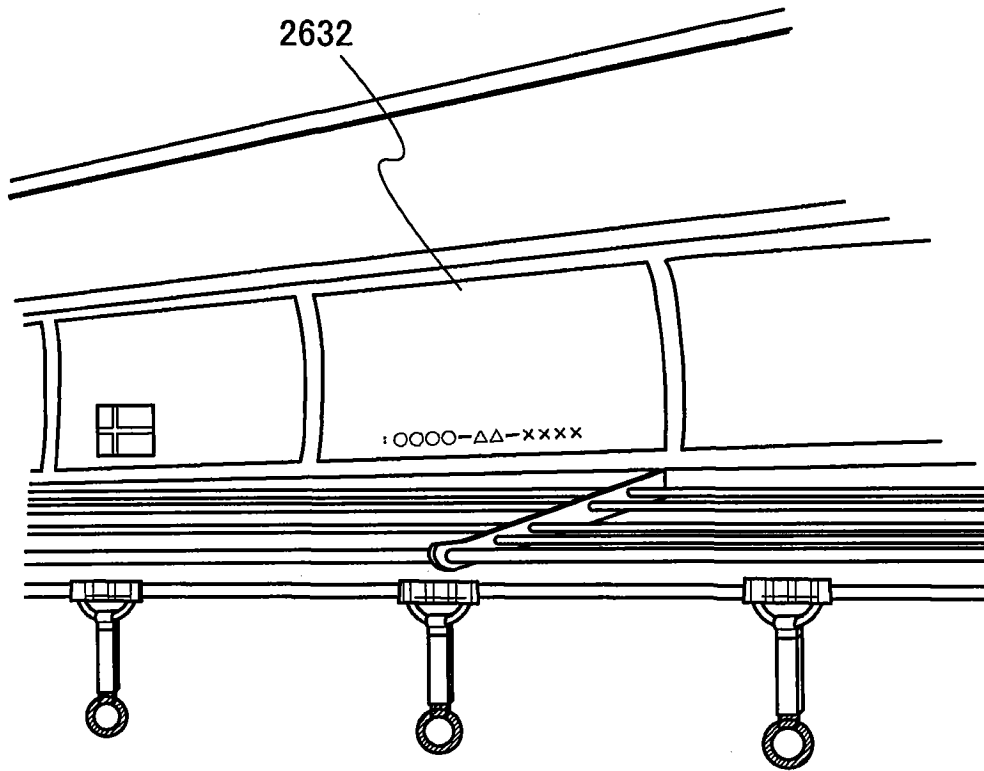


图 22B

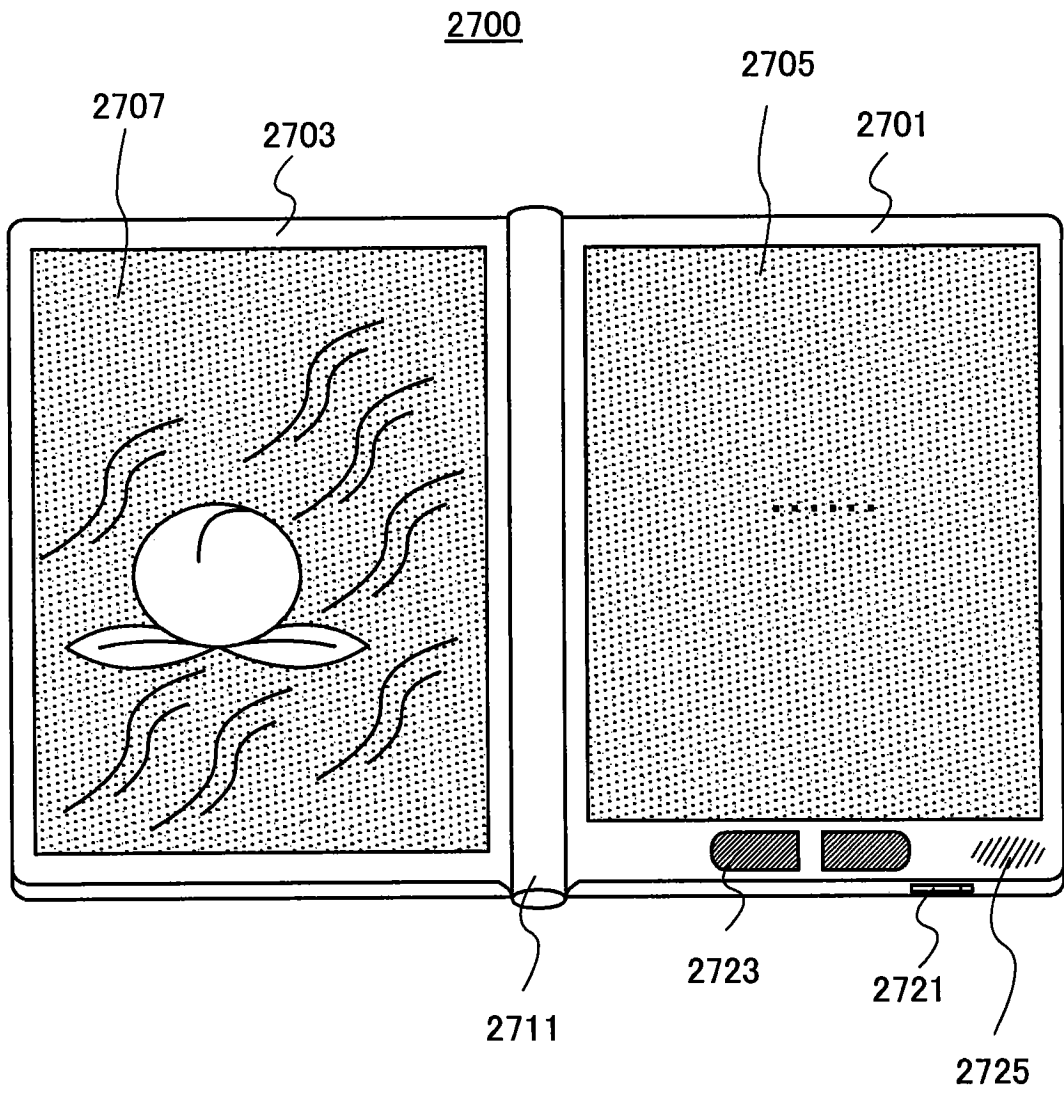


图 23

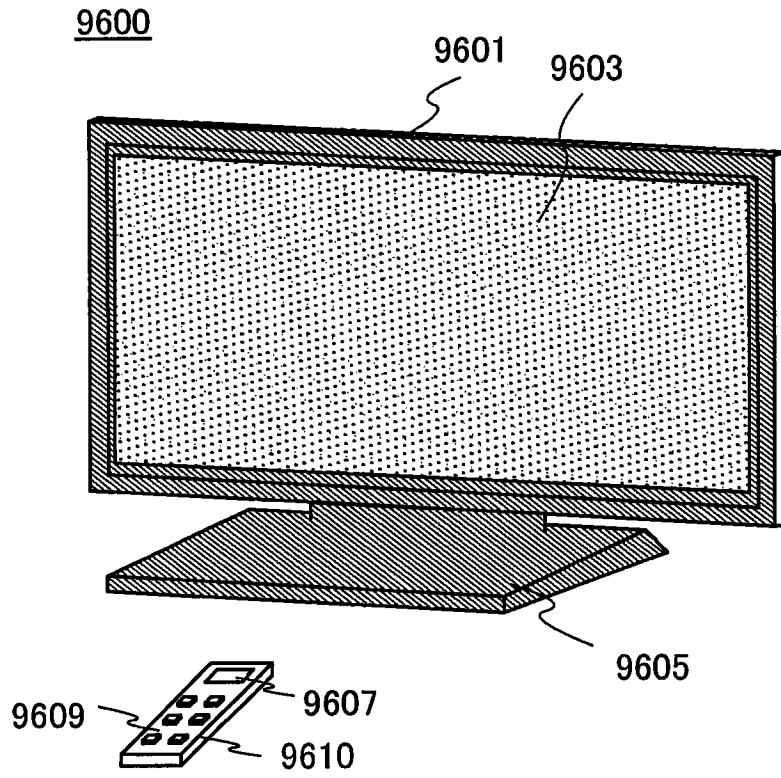


图 24A

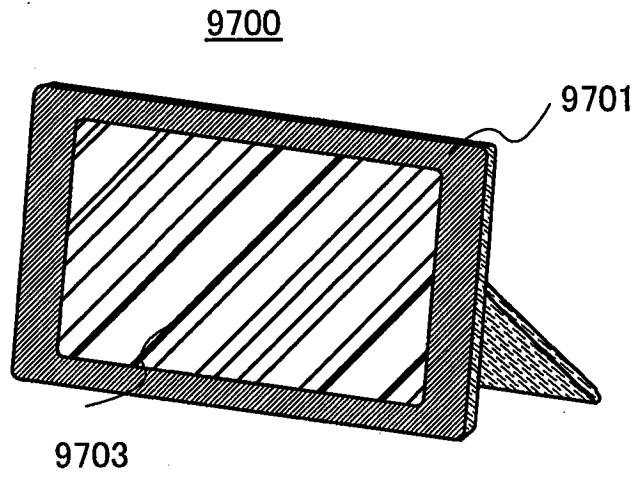


图 24B

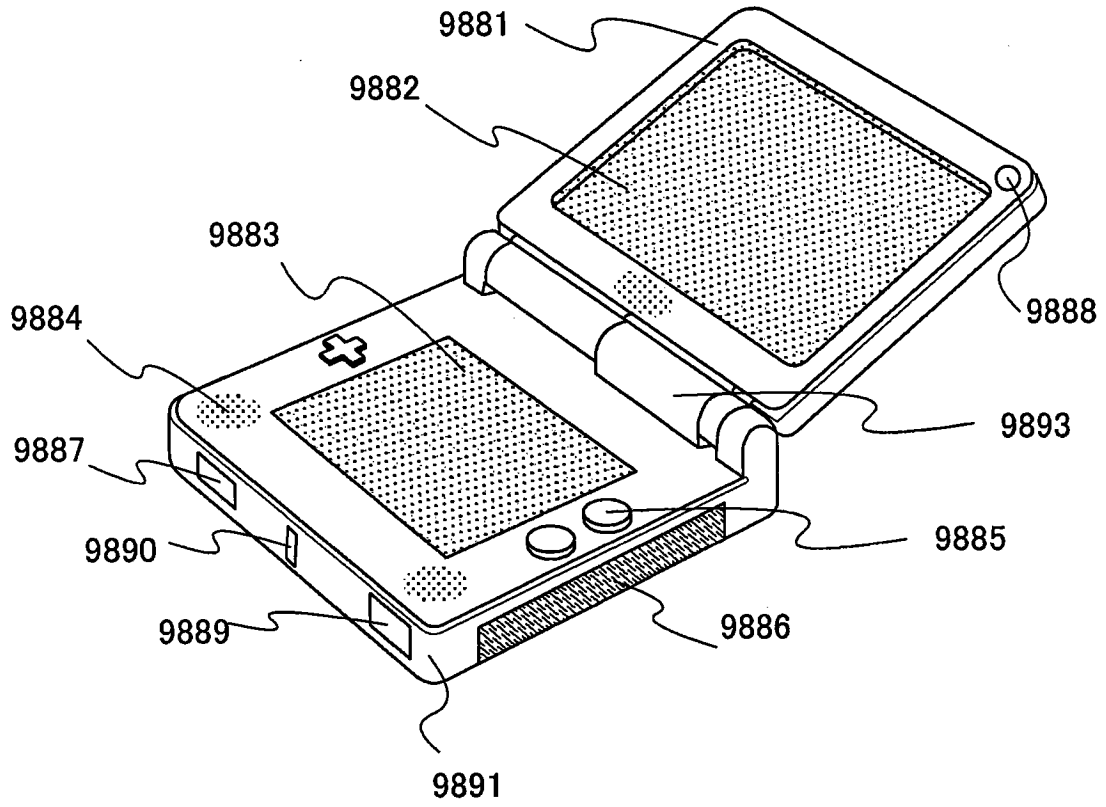


图 25A

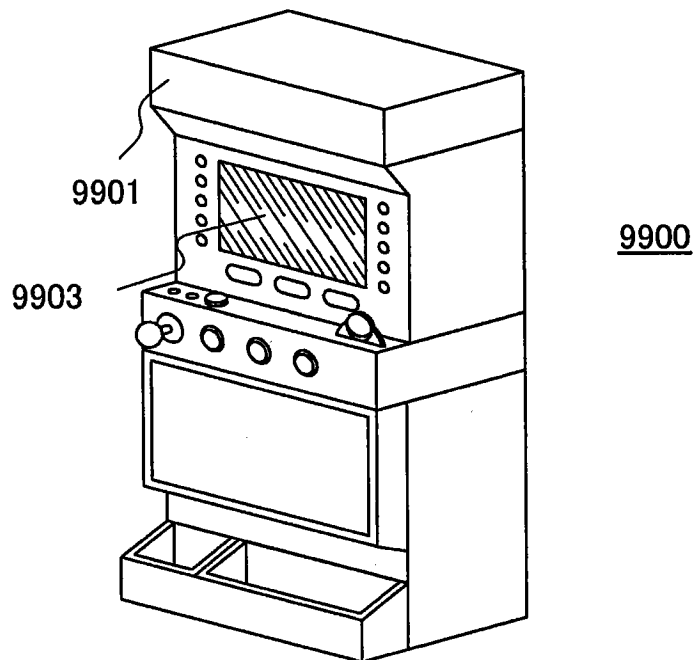


图 25B

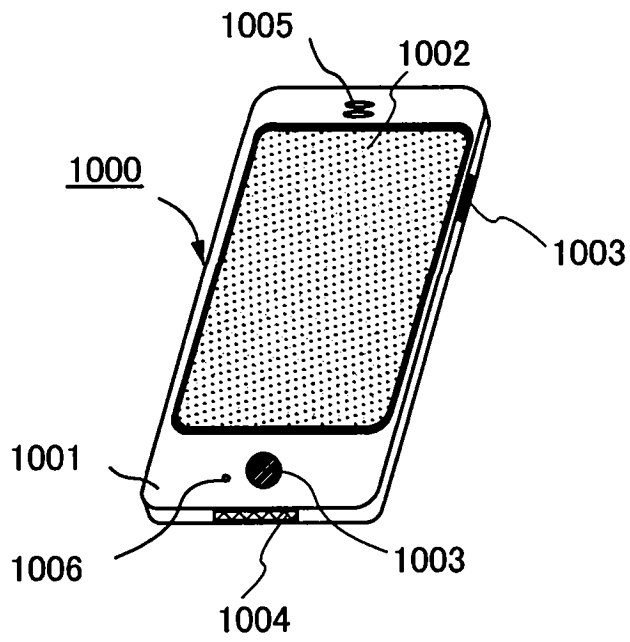


图 26