



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102160102 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 200980137188. 1

H01L 21/822 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 08. 31

H01L 27/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01L 29/786 (2006. 01)

2008-241743 2008. 09. 19 JP

H01L 51/50 (2006. 01)

H05B 33/26 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 03. 18

(56) 对比文件

US 2005270454 A1, 2005. 12. 08,

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/065542 2009. 08. 31

EP 1933293 A1, 2008. 06. 18,

(87) PCT申请的公布数据

W02010/032638 EN 2010. 03. 25

JP 2002-026333 A, 2002. 01. 25, 全文.

JP 2003-069028 A, 2003. 03. 07, 第三至第

26 段, 图 6-8.

(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

审查员 余家莹

(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 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 张政权

(51) Int. Cl.

G09F 9/30 (2006. 01)

G02F 1/1368 (2006. 01)

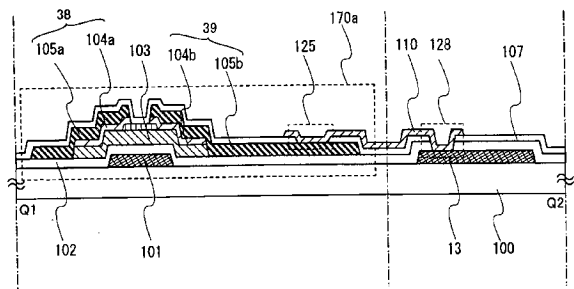
权利要求书3页 说明书28页 附图25页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

保护电路包括非线性元件, 该非线性元件包括: 栅电极; 覆盖栅电极的栅绝缘层; 在栅绝缘层上与栅电极重叠的第一氧化物半导体层; 与第一氧化物半导体层的沟道形成区域重叠的沟道保护层; 以及一对第一布线层和第二布线层, 其端部在沟道保护层上与栅电极重叠, 并层叠有导电层和第二氧化物半导体层。在栅绝缘层上具有不同性质的氧化物半导体层彼此接合, 藉此与肖特基结相比可进行稳定工作。因而, 结漏可降低, 并且可改善非线性元件的特性。



1. 一种显示装置,包括在衬底上彼此交叉的多条扫描线和多条信号线,所述显示装置包括:

所述衬底上的像素部,所述像素部包括排列为矩阵的多个像素电极;

所述衬底的周边部的信号输入端子;以及

所述像素部和所述信号输入端子之间的非线性元件,

其中,所述像素部包括薄膜晶体管,

其中,所述薄膜晶体管包括:

包括沟道形成区域的第一氧化物半导体层;

连接到所述多条扫描线之一的第一栅电极;

连接所述多条信号线之一和所述第一氧化物半导体层的第一布线层;以及

连接所述多个像素电极之一和所述第一氧化物半导体层的第二布线层,

其中,所述非线性元件包括:

连接到所述多条扫描线之一或所述多条信号线之一的第二栅电极;

覆盖所述第二栅电极的栅绝缘层;

所述栅绝缘层上的第二氧化物半导体层,所述第二氧化物半导体层与所述第二栅电极重叠;

所述第二氧化物半导体层上的沟道保护层,所述沟道保护层与所述第二氧化物半导体层的沟道形成区域重叠,其中所述沟道保护层包含氧化物;

所述沟道保护层和所述第二氧化物半导体层上的第三布线层,其中所述第三布线层的端部与所述第二栅电极重叠,并且所述第三布线层包括第一导电层和第三氧化物半导体层的叠层;

所述沟道保护层和所述第二氧化物半导体层上的第四布线层,其中所述第四布线层的端部与所述第二栅电极重叠,并且所述第四布线层包括第二导电层和第四氧化物半导体层的叠层;以及

连接所述第二栅电极与所述第三布线层和所述第四布线层之一的第五布线层。

2. 一种显示装置,包括在衬底上彼此交叉的多条扫描线和多条信号线,所述显示装置包括:

所述衬底上的像素部,所述像素部包括排列为矩阵的多个像素电极;

连接所述多条扫描线之一和第一公共布线的第二保护电路;以及

连接所述多条信号线之一和第二公共布线的第二保护电路,

其中,所述像素部包括薄膜晶体管,

其中,所述薄膜晶体管包括:

包括沟道形成区域的第一氧化物半导体层;

连接到所述多条扫描线之一的第一栅电极;

连接所述多条信号线之一和所述第一氧化物半导体层的第一布线层;以及

连接所述多个像素电极之一和所述第一氧化物半导体层的第二布线层,

其中,所述第一保护电路和所述第二保护电路分别包括非线性元件,

其中,所述非线性元件包括:

连接到所述多条扫描线之一或所述多条信号线之一的第二栅电极;

覆盖所述第二栅电极的栅绝缘层；

所述栅绝缘层上的第二氧化物半导体层，所述第二氧化物半导体层与所述第二栅电极重叠；

所述第二氧化物半导体层上的沟道保护层，所述沟道保护层与所述第二氧化物半导体层的沟道形成区域重叠，其中所述沟道保护层包含氧化物；

所述沟道保护层和所述第二氧化物半导体层上的第三布线层，其中所述第三布线层的端部与所述第二栅电极重叠，并且所述第三布线层包括第一导电层和第三氧化物半导体层的叠层；

所述沟道保护层和所述第二氧化物半导体层上的第四布线层，其中所述第四布线层的端部与所述第二栅电极重叠，并且所述第四布线层包括第二导电层和第四氧化物半导体层的叠层；以及

连接所述第二栅电极与所述第三布线层和所述第四布线层之一的第五布线层。

3. 一种显示装置，包括：

衬底上的第一布线层；

所述衬底上的像素；以及

所述衬底上的保护电路，

其中，所述像素包括：

薄膜晶体管，其中所述薄膜晶体管的栅电极连接到所述第一布线层；以及

连接到所述薄膜晶体管的源电极或漏电极的像素电极，

其中，所述保护电路包括：

所述第一布线层上的栅绝缘膜；

所述栅绝缘膜上的第一氧化物半导体层；

所述第一氧化物半导体层上的沟道保护层，其中所述沟道保护层包含氧化物；

所述第一氧化物半导体层和所述沟道保护层上的第二氧化物半导体层；

所述第一氧化物半导体层和所述沟道保护层上的第三氧化物半导体层；

所述第二氧化物半导体层上的第二布线层；

所述第三氧化物半导体层上的第三布线层；以及

连接所述第一布线层和所述第二布线层的第四布线层。

4. 根据权利要求 1 所述的显示装置，其特征在于，所述第二氧化物半导体层的氧浓度高于所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层的氧浓度。

5. 根据权利要求 2 所述的显示装置，其特征在于，所述第二氧化物半导体层的氧浓度高于所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层的氧浓度。

6. 根据权利要求 3 所述的显示装置，其特征在于，所述第一氧化物半导体层的氧浓度高于所述第二氧化物半导体层和所述第三氧化物半导体层的氧浓度。

7. 根据权利要求 1 所述的显示装置，其特征在于，所述第二氧化物半导体层的导电率低于所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层的导电率。

8. 根据权利要求 2 所述的显示装置，其特征在于，所述第二氧化物半导体层的导电率低于所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层的导电率。

9. 根据权利要求 3 所述的显示装置，其特征在于，所述第一氧化物半导体层的导电率

低于所述第二氧化物半导体层和所述第三氧化物半导体层的导电率。

10. 根据权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,所述第二氧化物半导体层是氧过量型,并且所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层是氧缺乏型。

11. 根据权利要求 2 所述的显示装置,其特征在于,所述第二氧化物半导体层是氧过量型,并且所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层是氧缺乏型。

12. 根据权利要求 3 所述的显示装置,其特征在于,所述第一氧化物半导体层是氧过量型,并且所述第二氧化物半导体层和所述第三氧化物半导体层是氧缺乏型。

13. 根据权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,所述第一氧化物半导体层、所述第二氧化物半导体层、所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层包含铟、镓及锌。

14. 根据权利要求 2 所述的显示装置,其特征在于,所述第一氧化物半导体层、所述第二氧化物半导体层、所述第三氧化物半导体层和所述第四氧化物半导体层包含铟、镓及锌。

15. 根据权利要求 3 所述的显示装置,其特征在于,所述第一氧化物半导体层、所述第二氧化物半导体层和所述第三氧化物半导体层包含铟、镓及锌。

16. 根据权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,所述第五布线层由与所述多个像素电极之一相同的材料形成。

17. 根据权利要求 2 所述的显示装置,其特征在于,所述第五布线层由与所述多个像素电极之一相同的材料形成。

18. 根据权利要求 3 所述的显示装置,其特征在于,所述第四布线层由与所述像素电极相同的材料形成。

## 显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括氧化物半导体的显示装置。

### 背景技术

[0002] 如在液晶显示装置中看到的,形成在诸如玻璃衬底等的平板上的薄膜晶体管使用非晶硅或多晶硅制造。使用非晶硅制造的薄膜晶体管具有低场效应迁移率,但是这种晶体管可在具有大面积的玻璃衬底上形成。另一方面,使用晶体硅制造的薄膜晶体管具有高场效应迁移率,但是需要进行诸如激光退火等的结晶步骤,且这种晶体管并不一定适合于大玻璃衬底。

[0003] 另一方面,使用氧化物半导体制造薄膜晶体管,并将其应用于电子器件和光学器件的技术受到注目。例如,专利文献1及专利文献2公开将氧化锌(ZnO)或基于In-Ga-Zn-O的氧化物半导体用作氧化物半导体膜来制造薄膜晶体管,并将这种晶体管用作图像显示装置的开关元件等的技术。

[0004] [专利文献1] 日本专利申请公开 2007-123861 号公报

[0005] [专利文献2] 日本专利申请公开 2007-96055 号公报

### 发明内容

[0006] 其中使用氧化物半导体来形成沟道形成区域的薄膜晶体管具有如下特性:其工作速度比包括非晶硅的薄膜晶体管快,并且其制造工艺比包括多晶硅的薄膜晶体管的制造工艺简单。换言之,使用氧化物半导体即使在300℃以下的低温下也有可能制造场效应迁移率高的薄膜晶体管。

[0007] 为了利用包括工作特性优良并可以在低温下制造的氧化物半导体的显示装置的这种特性,包括适当结构的保护电路等是必要的。此外,重要的是,保证包括氧化物半导体的显示装置的可靠性。

[0008] 本发明的一个实施方式的一个目的在于提供具有适合保护电路的结构。

[0009] 本发明的一个实施方式的一个目的在于:在除了氧化物半导体以外还层叠绝缘层及导电膜来制造的期望有各种用途的显示装置中,增强保护电路的功能而将工作稳定化。

[0010] 本发明的一个实施方式是一种显示装置,其中使用包括氧化物半导体的非线性元件形成保护电路。该非线性元件包括氧含量不同的氧化物半导体的组合。

[0011] 本发明的一个示范性实施方式是一种显示装置,包括:在具有绝缘表面的衬底上彼此交叉设置的扫描线和信号线,其中像素电极排列为矩阵的像素部,以及在该像素部的外侧区域中由氧化物半导体形成的非线性元件。像素部包括其中沟道形成区域形成于第一氧化物半导体层中的薄膜晶体管。像素部中的薄膜晶体管包括:与扫描线连接的栅电极;与信号线连接并与第一氧化物半导体层接触的第一布线层;以及与像素电极连接并与第一氧化物半导体层接触的第二布线层。此外,在设置于衬底的周边部的信号输入端子和像素部之间设置有非线性元件。该非线性元件包括:栅电极;覆盖该栅电极的栅绝缘层;在栅绝

缘层上与栅电极重叠的第一氧化物半导体层；与第一氧化物半导体层的沟道形成区域重叠的沟道保护层；以及第一布线层和第二布线层，其端部在沟道保护层上与栅电极重叠，并层叠有导电层和第二氧化物半导体层。非线性元件的栅电极与扫描线或信号线连接，并且该非线性元件的第一布线层或第二布线层通过第三布线层连接至栅电极以使栅电极的电位施加至该第一布线层或第二布线层。

[0012] 本发明的一个示例性实施方式是一种显示装置，包括：在具有绝缘表面的衬底上彼此交叉地设置的扫描线与信号线，其中像素电极排列为矩阵的像素部，以及该像素部的外侧区域中的保护电路。像素部包括其中沟道形成区域形成于第一氧化物半导体层的薄膜晶体管。像素部中的薄膜晶体管包括：与扫描线连接的栅电极；与信号线连接并与第一氧化物半导体层接触的第一布线层；以及像素电极连接并与第一氧化物半导体层接触的第二布线层。在像素部的外侧区域中设置有使扫描线与公共布线彼此连接的保护电路、以及使信号线和公共布线彼此连接的保护电路。保护电路包括非线性元件，该非线性元件包括：栅电极；覆盖该栅电极的栅绝缘层；在栅绝缘层上与栅电极重叠的第一氧化物半导体层；覆盖第一氧化物半导体层的沟道形成区域的沟道保护层；以及第一布线层和第二布线层，其端部在沟道保护层上与栅电极重叠，并层叠有导电层和第二氧化物半导体层。此外，非线性元件的第一布线层或第二布线层通过第三布线层连接至栅电极。

[0013] 在此，第一氧化物半导体层的氧浓度高于第二氧化物半导体层的氧浓度。换言之，第一氧化物半导体层是氧过量型，并且第二氧化物半导体层是氧缺乏型。第一氧化物半导体层的导电率低于第二氧化物半导体层的导电率。第一氧化物半导体层及第二氧化物半导体层具有非单晶结构，且至少包含非晶成分。另外，在一些情形中第二氧化物半导体层在非晶结构中包含纳米晶体。

[0014] 注意，为方便起见在本说明书中使用了第一、第二等序数词，但其并不表示步骤的顺序或层的层叠顺序。另外，本说明书中的序数词不表示详细说明本发明的具体名称。

[0015] 根据本发明的一个实施方式，通过使用包括氧化物半导体的非线性元件构成保护电路可提供包括具有适合保护电路的结构显示装置。与只采用金属布线的情况相比，通过非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层的连接结构中设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域，允许进行稳定工作。由此，可以增强保护电路的功能并实现工作的稳定化。

[0016] 附图简述

[0017] 在附图中：

[0018] 图 1 说明显示装置中包括信号输入端子、扫描线、信号线、以及非线性元件的保护电路和像素部的位置关系；

[0019] 图 2 示出保护电路的一示例；

[0020] 图 3 示出保护电路的一示例；

[0021] 图 4A 和 4B 是示出保护电路的一示例的平面图；

[0022] 图 5 是示出保护电路的一示例的截面图；

[0023] 图 6A 和 6B 是示出保护电路的一示例的平面图；

[0024] 图 7A 和 7B 是示出保护电路的一示例的平面图；

[0025] 图 8A 至 8C 是说明保护电路的制造工艺的截面图；

- [0026] 图 9A 至 9C 是说明保护电路的制造工艺的截面图；
- [0027] 图 10 是电子纸的截面图；
- [0028] 图 11A 和 11B 分别是说明半导体器件的框图；
- [0029] 图 12 说明信号线驱动电路的结构；
- [0030] 图 13 是信号线驱动电路的工作的时序图；
- [0031] 图 14 是信号线驱动电路的工作的时序图；
- [0032] 图 15 是说明移位寄存器的结构的示图；
- [0033] 图 16 说明图 15 的触发器的连接结构；
- [0034] 图 17A1 和 17A2 是说明实施方式 6 的半导体器件的俯视图，图 17B 是说明实施方式 6 的半导体器件的截面图；
- [0035] 图 18 是说明实施方式 6 的半导体器件的截面图；
- [0036] 图 19 说明实施方式 7 的半导体器件的像素的等效电路；
- [0037] 图 20A 至 20C 分别说明实施方式 7 的半导体器件；
- [0038] 图 21A 和 21B 是说明实施方式 7 的半导体器件的俯视图及截面图；
- [0039] 图 22A 和 22B 说明电子纸的应用的例子；
- [0040] 图 23 是示出电子书设备的一示例的外观图；
- [0041] 图 24A 是示出电视机的示例的外观图，而图 24B 是示出数码相框的示例的外观图；
- [0042] 图 25A 和 25B 是示出游戏机的示例的外观图；
- [0043] 图 26 是示出移动电话的一示例的外观图；
- [0044] 图 27A 和 27B 是示出保护电路的一示例的截面图。

## 具体实施方式

[0045] 下面，参照附图对本发明的实施方式进行说明。但是，本发明不局限于以下的说明，本领域的普通技术人员可以很容易地理解：其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨和范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此，本发明不应该被解释为仅限于以下所示的实施方式所记载的内容中。在以下说明的本发明的结构中，不同附图中使用相同的附图标记来表示相同的部分。

### [0046] 实施方式 1

[0047] 在实施方式 1 中，参照附图说明具有像素部和包括设置在像素部周边的非线性元件的保护电路的显示装置的一个示例。

[0048] 图 1 说明显示装置中包括信号输入端子、扫描线、信号线、和非线性元件的保护电路与像素部的位置关系。在具有绝缘表面的衬底 10 上扫描线 13 与信号线 14 彼此交叉以构成像素部 17。

[0049] 像素部 17 包括排列为矩阵的多个像素 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、存储电容部 20、以及像素电极 21。

[0050] 在在此进行例示的像素结构中，存储电容部 20 的一个电极与像素晶体管 19 连接，而另一个电极与电容线 22 连接。此外，像素电极 21 构成驱动显示元件（诸如液晶元件、发光元件、对比剂（电子墨）等）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。

[0051] 保护电路设置在像素部 17 与端子 11 和端子 12 之间。在实施方式 1 中,设置多个保护电路。因此,即使因静电等而对扫描线 13、信号线 14 及电容总线 27 施加冲击电压,也不损坏像素晶体管 19 等。因此,保护电路具有在施加冲击电压时向公共布线 29 或公共布线 28 释放电荷的结构。

[0052] 在实施方式 1 中,在扫描线 13 一侧设置保护电路 24,在信号线 14 一侧设置保护电路 25,且在电容总线 27 一侧设置保护电路 26。毋庸赘述,保护电路的结构不限于此。

[0053] 图 2 示出保护电路的一示例。该保护电路包括并联排列的非线性元件 30 和非线性元件 31,且其间为扫描线 13。非线性元件 30 和非线性元件 31 各自包括诸如二极管的二端子元件或诸如晶体管的三端子元件。例如,可通过与像素部的像素晶体管相同的步骤形成保护电路。例如通过连接非线性元件的栅极端子和漏极端子,可实现与二极管相似的特性。

[0054] 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。此外,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。即,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使扫描线 13 和公共布线 29 相互连接。换言之,在扫描线 13 和公共布线 29 之间存在其整流方向为从扫描线 13 到公共布线 29 的晶体管和其整流方向为从公共布线 29 到扫描线 13 的晶体管。

[0055] 在图 2 所示的保护电路中,在扫描线 13 因静电等而相对于公共布线 29 带正电或负电的情况下,电流以消除电荷的方向流动。例如,当扫描线 13 带正电时,电流以将其正电荷释放到公共布线 29 的方向流动。由于该工作,可防止连接到带电扫描线 13 的像素晶体管 19 的静电击穿或阈值电压的移动。此外,有可能防止带电扫描线 13 与和带电扫描线 13 交叉且其间有绝缘层的另一布线之间的绝缘膜的电介质击穿。

[0056] 注意,在图 2 中,使用成对的非线性元件 30 和非线性元件 31,非线性元件 30 的第一端子(栅极)连接到扫描线 13 而非线性元件 31 的第一端子(栅极)连接到公共布线 29,即,非线性元件 30 和非线性元件 31 的整流方向彼此相反。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)彼此并联连接;即,非线性元件 30 和非线性元件 31 并联。作为另一结构,还可添加并联连接的非线性元件,从而可增强保护电路的工作稳定性。例如,图 3 示出设置在扫描线 13 和公共布线 29 之间并包括非线性元件 30a 和非线性元件 30b 以及非线性元件 31a 和非线性元件 31b 的保护电路。该保护电路包括将第一端子(栅极)分别连接到公共布线 29 的两个非线性元件(30b、31b)和将第一端子(栅极)分别连接到扫描线 13 的两个非线性元件(30a、31a)的共四个非线性元件。即,在公共布线 29 和扫描线 13 之间连接两对非线性元件,每对包括设置成使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 和公共布线 29 之间存在其整流方向为从扫描线 13 至公共布线 29 的两个晶体管和其整流方向为从公共布线 29 至扫描线 13 的两个晶体管。当以此方式用四个非线性元件使公共布线 29 和扫描线 13 彼此连接时,即使对扫描线 13 施加冲击电压,甚至即使因静电等而使公共布线 29 带电,也有可能防止电荷直接流过扫描线 13。注意,图 6A 示出其中四个非线性元件 740a、740b、740c、740d 设置在衬底上的一个示例,而图 6B 是其等效电路图。附图标记 650 表示扫描线,并且附图标记 651 表示公



共布线。

[0057] 图 7A 示出在衬底上使用奇数个非线性元件形成的保护电路的一个示例,而图 7B 是其等效电路图。在该电路中,非线性元件 730b、非线性元件 730a 作为开关元件连接到非线性元件 730c。通过以此方式串联连接非线性元件,可以分散施加给保护电路的非线性元件的瞬时负载。附图标记 650 表示扫描线,并且附图标记 651 表示公共布线。

[0058] 图 2 示出设置在扫描线 13 一侧的保护电路;但是可在信号线 14 一侧上设置具有相似结构的保护电路。

[0059] 图 4A 是示出保护电路的一示例的平面图,而图 4B 是其等效电路图。图 5A 和 5B 是沿图 4A 的线 Q1-Q2 取得的截面图。以下参照图 4A 和 4B 与图 5A 和 5B 描述保护电路的结构示例。

[0060] 非线性元件 170a 和非线性元件 170b 分别包括使用与扫描线 13 相同的层形成的栅电极 101 和栅电极 16。在栅电极 101 和栅电极 16 上形成有栅绝缘层 102。在栅绝缘层 102 上形成第一氧化物半导体层 103,并且在栅电极 101 上形成沟道保护层,其间有第一氧化物半导体层 103。进而,以彼此相对的方式在沟道保护层上设置第一布线层 38 和第二布线层 39。栅绝缘层 102 和沟道保护层由诸如氧化硅或氧化铝等的氧化物形成。此外,非线性元件 170a 和非线性元件 170b 在主要部分中具有相同结构。

[0061] 第一氧化物半导体层 103 被设置成在彼此相对的第一布线层 38 和第二布线层 39 下方覆盖栅电极 101 且其间有栅绝缘层。即,第一氧化物半导体层 103 设置成与栅电极 101 重叠,并与栅绝缘层 102 的上表面和第二氧化物半导体层 104a 及 104b 的下表面接触。在此,第一布线层 38 具有从第一氧化物半导体层 103 一侧依次层叠有第二氧化物半导体层 104a 和导电层 105a 的结构,而第二布线层 39 具有从第一氧化物半导体层 103 一侧依次层叠有第二氧化物半导体层 104b 和导电层 105b 的结构。

[0062] 第一氧化物半导体层 103 的氧浓度高于第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 的氧浓度。换言之,第一氧化物半导体层 103 是氧过量型,而第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 是氧缺乏型。因为通过提高第一氧化物半导体层 103 的氧浓度可减少供体型缺陷,所以得到载流子寿命延长和迁移率提高的有利效果。另一方面,当使第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 的氧浓度低于第一氧化物半导体层 103 的氧浓度时,可提高载流子浓度,且可利用第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 来形成源区及漏区。

[0063] 关于氧化物半导体的结构,第一氧化物半导体层 103 是包含 In、Ga、Zn 和 O 的非单晶氧化物半导体层,且至少具有非晶成分,而第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 是各自包含 In、Ga、Zn 及 O 的非单晶氧化物半导体层,在一些情形中在非单晶结构中包括纳米晶体。并且,第一氧化物半导体层 103 具有其导电率低于第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 的导电率的特性。因此,在实施方式 1 的非线性元件 170a 和非线性元件 170b 中,第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 可具有与晶体管的源区和漏区相似的功能。用作源区的第二氧化物半导体层 104a 和用作漏区的第二氧化物半导体层 104b 具有 n 型导电型,且其活化能 ( $\Delta E$ ) 是 0.01eV 以上且 0.1eV 以下,并且第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 也可称为 n<sup>+</sup> 区域。

[0064] 第一氧化物半导体层 103 及第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 典型地由氧化锌 (ZnO) 或包含 In、Ga 和 Zn 的氧化物半导体材料形成。

[0065] 第二氧化物半导体层 (104a 和 104b) 设置成与第一氧化物半导体层 103、导电层 (105a 和 105b) 接触并设置在其中间,且获得性质不同的氧化物半导体层的结。与在第一氧化物半导体层和导电层彼此直接接触的情形中形成的肖特基结相比,通过在第一氧化物半导体层和导电层之间设置其导电率高于第一氧化物半导体层 103 的第二氧化物半导体层 (104a 和 104b),稳定工作变得有可能。即,热稳定性增高,从而稳定工作变得有可能。由此,增强了保护电路的功能并能实现工作的稳定化。此外,结漏 (junction leak) 可被降低,且可增强非线性元件 170a 和非线性元件 170b 的特性。

[0066] 在第一氧化物半导体层 103 上设置有保护绝缘膜 107。保护绝缘膜 107 由诸如氧化硅或氧化铝的氧化物形成。此外,通过在氧化硅或氧化铝上层叠氮化硅、氮化铝、氧氮化硅或氧氮化铝,可增强作为保护膜的功能。

[0067] 在任一种情况下,在与第一氧化物半导体层 103 接触的保护绝缘膜 107 是氧化物时,都有可能防止从第一氧化物半导体层 103 抽出氧,并防止使其变成氧缺乏型。此外,通过其中第一氧化物半导体层 103 不与包含氮化物的绝缘层直接接触的结构,有可能防止氮化物中的氢扩散并在第一氧化物半导体层 103 中产生起因于羟基等的缺陷。

[0068] 保护绝缘膜 107 设置有接触孔 125 及 128,其中使用与栅电极 101 相同的层形成的扫描线 13 连接至非线性元件 170a 的第三端子(漏极)。通过由与像素部的像素电极相同的材料形成的第三布线层 110 形成该连接。第三布线层 110 由例如从氧化铟锡 (ITO:indium tin oxide)、氧化锌 (ZnO)、氧化锡 ( $\text{SnO}_2$ ) 等形成透明导电膜的材料形成。由此,第三布线层 110 具有比由金属材料形成的布线高的电阻。当保护电路包括包含这种电阻成分的布线时,有可能防止因过大量的电流流过而损坏非线性元件 170a。

[0069] 尽管图 4A 和 4B 及图 5 示出了针对扫描线 13 设置的保护电路的示例,相似的保护电路也可应用于信号线、电容总线等。

[0070] 根据实施方式 1,通过以此方式设置包括氧化物半导体的保护电路,可提供具有适合保护电路的结构 of 显示装置。由此,可增强保护电路的功能并实现工作的稳定化。

[0071] 实施方式 2

[0072] 在实施方式 2 中,参照图 8A-8C 和图 9A 至 9C 对在实施方式 1 中图 4A 所示的保护电路的制造工艺的一个实施方式进行说明。图 8A-8C 和图 9A 至 9C 是沿图 4A 中的 Q1-Q2 线取得的截面图。

[0073] 在图 8A 中,作为具有透光性的衬底 100,可使用在市场上销售的钡硼硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃等的玻璃衬底。例如,优选按成分比而言所包含的氧化钡 ( $\text{BaO}$ ) 大于硼酸 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ),且其应变点为  $730^\circ\text{C}$  以上的玻璃衬底。这是因为即使当在  $700^\circ\text{C}$  左右的高温下对氧化物半导体层进行热处理时玻璃衬底也不应变。

[0074] 接着,在衬底 100 的整个面上形成导电层。然后,通过第一光刻步骤形成抗蚀剂掩模,并且通过蚀刻去除不需要的部分来形成布线和电极(诸如包括栅电极 101 的栅极布线、电容布线以及端子)。在此,进行蚀刻,以使至少栅电极 101 的端部形成为锥形。

[0075] 包括栅电极 101 的栅极布线、电容布线、端子部的端子优选由诸如铝 (Al) 或铜 (Cu) 等的低电阻导电材料形成;然而,因为铝本身具有诸如耐热性低且容易腐蚀等确定,所以优选与耐热导电材料组合使用。作为耐热导电材料,可使用选自钛 (Ti)、钽 (Ta)、钨 (W)、钼 (Mo)、铬 (Cr)、钕 (Nd)、Sc (钪) 中的元素、包含这些元素的任一种的合金、包含这些

元素的组合的合金膜或者包含这些元素的任一种的氮化物膜。

[0076] 随后,在栅电极 101 的整个面上形成栅绝缘层 102。栅绝缘层 102 通过溅射法等形成成为 50nm 至 250nm 的膜厚。

[0077] 例如,通过溅射法将氧化硅膜形成成为 100nm 的厚度作为栅绝缘层 102。毋庸赘言,栅绝缘层 102 不限于这样的氧化硅膜,且可以是由氧氮化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧化钽膜等的另一绝缘层构成的单层或叠层。

[0078] 接着,在形成第一氧化物半导体层之前对栅绝缘层 102 进行等离子体处理。在此,进行其中通过将氧气和氩气导入沉积室内产生等离子体的反溅射,从而使用氧自由基或氧对栅绝缘层进行处理。由此,去除附着在表面的尘埃,并且此外使栅绝缘层的表面改性为氧过量区域。对栅绝缘层的表面进行氧自由基处理从而使其表面变为氧过量区域是有效的,因为在后面步骤用于提高可靠性的热处理(200°C 至 600°C)中形成用于使栅绝缘层和第一氧化物半导体层之间的界面改性的氧供应源。

[0079] 通过按需适当地改变引入处理室内的气体以及设置在该室内的靶,可通过溅射法不暴露于大气地连续形成栅绝缘层 102、第一氧化物半导体层以及用作沟道保护层的绝缘膜。在不暴露于大气情况下的连续成膜可防止杂质的混入。在不暴露于大气的连续成膜的情况下,优选多室类型的制造装置。

[0080] 特别地,优选连续形成与第一氧化物半导体层接触的栅绝缘层 102 和第一氧化物半导体层。通过像这样的连续膜形成,可以形成叠层之间的界面而没有受诸如水蒸气等的大气成分和大气中存在的污染杂质元素或尘屑污染。因此,可减少非线性元件和薄膜晶体管的特性中的变化。

[0081] 注意,在本说明书中,术语“连续成膜”是指如下状态:在从通过溅射法进行的第一成膜步骤到通过溅射法进行的第二成膜步骤的一系列步骤中,其中放置有待处理衬底的气氛不与诸如大气等的污染气氛接触而一直控制为真空或惰性气体气氛(氮气气氛或稀有气体气氛)。通过进行连续成膜,可对已清洗的衬底进行成膜,而可避免水分等再附着。

[0082] 在对栅绝缘层 102 进行等离子体处理之后,以不使进行等离子体处理的衬底暴露于大气的方式形成第一氧化物半导体层。通过不使进行等离子体处理的衬底暴露于大气的方式形成第一氧化物半导体层,可以避免尘埃或水分附着在栅绝缘层和半导体膜之间的界面的缺陷。在此,在靶为直径 8 英寸的包含 In、Ga 和 Zn 的半导体靶(成分比是  $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Ga}_2\text{O}_3 : \text{ZnO} = 1 : 1 : 1$ ),衬底和靶之间的距离设定为 170mm,压力设定为 0.4Pa,直流(DC)电源设定为 0.5kW 的条件下,在氧气氛下形成第一氧化物半导体层。注意,优选脉冲直流(DC)电源,因为可以减少尘埃,并且膜厚也可均匀。第一氧化物半导体层的厚度被设定为 5nm 至 200nm。在实施方式 2 中第一氧化物半导体层的厚度为 100nm。

[0083] 当在与第二氧化物半导体层不同的条件下形成第一氧化物半导体层时,该第一氧化物半导体层具有与第二氧化物半导体层不同的成分;例如,第一氧化物半导体层包含比第二氧化物半导体层中的氧更多的氧。在此情形中,例如,与第二氧化物半导体层的沉积条件中的氧气流量和氩气流量相比,第一氧化物半导体层的沉积条件中的氧气体流量增大。具体而言,第二氧化物半导体层在稀有气体(诸如氩或氦等)气氛下(或者含氧气 10% 以下且氩气 90% 以上的气体)形成,而第一氧化物半导体层在氧气氛下(或者氧气流量大于氩气流量,并且其比率是 1 : 1 以上的氧气和氩气的混合气体)形成。当第一氧化物半导

体层中包含比第二氧化物半导体多的氧时,可以使其导电率低于第二氧化物半导体层的导电率。另外,因为第一氧化物半导体层包含大量的氧时,可减少截止电流的量;因此可提供导通/截止比高的薄膜晶体管。

[0084] 另外,可在与先前进行反溅射的处理室相同的处理室中形成第一氧化物半导体层,或者如果可在不暴露于大气的情况下进行成膜,则可在与先前进行反溅射的处理室不同的处理室中形成第一氧化物半导体层。

[0085] 接着,在半导体膜成膜之后,在第一氧化物半导体层上形成用作沟道保护层的绝缘膜。通过像这样的连续成膜,在半导体膜的和与栅极绝缘层接触的面相反一侧的区域,即所谓的背沟道部中,可以形成叠层之间的界面而没有受诸如水蒸气等的大气成分及大气中存在的杂质元素及尘屑所引起的污染。因而可以减少非线性元件的特性的变化。

[0086] 使用其中设置有氧化硅(人工石英)的靶和用于氧化物半导体膜的靶的多室型溅射装置来形成氧化硅膜作为沟道保护层,而不使在前面工艺中形成的第一氧化物半导体层暴露于大气。

[0087] 接着,使用利用实施方式2中的第二光掩模形成的抗蚀剂掩模,对形成在第一氧化物半导体层上的氧化硅膜选择性地蚀刻,来形成沟道保护层133。

[0088] 接着,通过溅射法在沟道保护层133和第一氧化物半导体层上形成第二氧化物半导体层。在此,在直径8英寸靶包括成分比为1:1:1的氧化铟( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、氧化镓( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )、氧化锌( $\text{ZnO}$ )(=  $\text{In}_2\text{O}_3$ : $\text{Ga}_2\text{O}_3$ : $\text{ZnO}$ ),衬底和靶之间的距离设定为170mm,沉积室的压力设定为0.4Pa,直流(DC)电源设定为0.5kW,沉积温度设定为室温,并且氩气流量设定为40sccm的条件下进行溅射沉积。由此,形成包含In、Ga、Zn和氧为成分的半导体膜作为第二氧化物半导体层。虽然有意使用其成分比为1:1:1(=  $\text{In}_2\text{O}_3$ : $\text{Ga}_2\text{O}_3$ : $\text{ZnO}$ )的靶,但是常常获得刚成膜后即具有1nm至10nm大小晶粒的氧化物半导体膜。可以说,通过适当地调节反应性溅射的沉积条件,诸如靶的成分比、沉积压力(0.1Pa至2.0Pa)、电力(250W至3000W;8英寸 $\phi$ )、温度(室温至100°C)等,可控制是否有晶粒和晶粒的密度,并且可将晶粒尺寸调节在1nm至10nm的范围内。第二氧化物半导体层的厚度被设定为5nm至20nm。毋庸赘言,在膜中包含晶粒的情形中,所包含的晶粒的大小不超过膜厚。在实施方式2中第二氧化物半导体层的厚度为5nm。

[0089] 接着,进行第三光刻工艺以形成抗蚀剂掩模,并且对第一氧化物半导体层和第二氧化物半导体层进行蚀刻。在此,使用IT007N(日本关东化学公司产品)执行湿法蚀刻来去除不需要的部分;由此形成第一氧化物半导体层103和第二氧化物半导体层111。注意,在此蚀刻不局限于湿法蚀刻,也可以是干法蚀刻。图8B示出该阶段中的截面。

[0090] 接着,通过溅射法或真空蒸镀法在第二氧化物半导体层111和栅绝缘层102上由金属材料形成导电膜132。作为导电膜132的材料,存在选自Al、Cr、Ta、Ti、Mo、W中的元素、包括上述元素的合金、其中组合某些上述元素的合金膜等。

[0091] 在进行200°C至600°C的热处理的情况下,优选导电膜具有承受该热处理的耐热性。因为铝本身具有诸如耐热性低并容易腐蚀等缺点,所以与耐热导电材料组合使用。作为可与Al组合使用的耐热导电材料,可使用选自钛(Ti)、钽(Ta)、钨(W)、钼(Mo)、铬(Cr)、钕(Nd)、Sc(钪)中的元素、包括这些元素的任一种的合金、包括这些元素的组合的合金膜或者包括这些元素的任一种的氮化物。

[0092] 在此实施方式中,导电膜 132 具有如下的三层结构:形成 Ti 膜,在该 Ti 膜上层叠包含 Nd 的铝 (Al-Nd) 膜,并且在其上层叠另一 Ti 膜。或者,导电膜 132 也可具有两层结构,其中在铝膜上层叠钛膜。又或者,导电膜 132 可具有包含硅的铝膜或钛膜的单层结构。图 8C 示出该阶段中的截面。

[0093] 接着,进行第四光刻步骤以形成抗蚀剂掩模 131,并且通过蚀刻去除导电膜 132 的不需要的部分。因而形成导电层 105a 和 105b(参照图 9A)。此时,湿法蚀刻或干法蚀刻可被用作蚀刻方法。在实施方式 2 中,采用使用  $\text{SiCl}_4$  和  $\text{BCl}_3$  的混合气体的干法蚀刻,对其中层叠有 Ti 膜、包含 Nd 的铝 (Al-Nd) 膜和 Ti 膜的导电膜进行蚀刻。以此方式,形成导电层 105a 和 105b。

[0094] 接着,使用与用于导电膜 132 的掩模相同的掩模,对导电层 105a 和 105b 之间露出的第二氧化物半导体层进行蚀刻。在此,使用 IT007N(日本关东化学公司产品)的湿法蚀刻去除不需要的部分;由此形成第二氧化物半导体层 (104a 和 104b)。注意,此时的蚀刻不局限于湿法蚀刻而也可能是干法蚀刻。另外,第一氧化物半导体层和第二氧化物半导体层溶解在相同的蚀刻剂中。从而,在第一氧化物半导体层上直接形成有第二氧化物半导体层时,难以只对第二氧化物半导体层进行选择性的蚀刻。但是,在实施方式 2 中第二氧化物半导体层在第一氧化物半导体层上形成且其间有沟道保护层 133,由此在蚀刻第二氧化物半导体层时第一氧化物半导体层 103 不可能被损坏。

[0095] 接着,优选进行  $200^\circ\text{C}$  至  $600^\circ\text{C}$ ,典型地  $300^\circ\text{C}$  至  $500^\circ\text{C}$  的热处理。在此,在炉中,在氮气氛下进行  $350^\circ\text{C}$ 、一个小时的热处理。该热处理允许包含 In、Ga 及 Zn 的半导体层的原子重新排列。由于通过该热处理消除阻挡载流子移动的畸变,因此此时的热处理(包括光退火)是重要的。对何时进行热处理没有特别的限制,只要在第一氧化物半导体层形成后执行即可;例如也可以在形成保护膜后进行热处理。通过这些步骤,可完成第一氧化物半导体层 103 为沟道形成区域的非线性元件 170a。图 9A 示出该阶段中的截面图。

[0096] 接着,去除抗蚀剂掩模,并且形成覆盖非线性元件 170a 的保护绝缘膜 107。保护绝缘膜 107 可以通过溅射法等使用氮化硅膜、氧化硅膜、氧氮化硅膜、氧化铝膜、氧化钽膜等形成。

[0097] 接着,进行第五光刻步骤以形成抗蚀剂掩模,并且进行对保护绝缘膜 107 的蚀刻。由此形成到达导电层 105b 的接触孔 125。为了减少所使用掩模的数量,优选使用相同抗蚀剂掩模对栅绝缘层 102 进行蚀刻,来形成到达栅电极的接触孔 128。图 9B 示出该阶段中的截面图。

[0098] 接着,去除抗蚀剂掩模,之后形成透明导电膜。作为透明导电膜的材料,可给出氧化铟 ( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、氧化铟氧化锡合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ , 以下简称 ITO) 等,并可通过溅射法、真空蒸镀法等形成透明导电膜。利用基于盐酸的溶液进行这些材料的蚀刻处理。但是,因为尤其对 ITO 的蚀刻容易产生残渣,所以也可以使用氧化铟和氧化锌的合金 ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ ),以便于改善蚀刻加工性。

[0099] 接着,进行第六光刻步骤以形成抗蚀剂掩模,并且去除透明导电膜的不需要部分。因而形成未图示的像素电极。

[0100] 另外,在该第六光刻步骤中,通过将栅绝缘层 102 及保护绝缘膜 107 用作为电介质,电容布线和像素电极一起形成未图示的电容部中的存储电容。

[0101] 另外,在该第六光刻步骤中,抗蚀剂掩模覆盖端子部以使保留形成在端子部中的透明导电膜。透明导电膜用作用于连接到 FPC 的电极或布线、用作源极布线的输入端子的连接用端子电极等。

[0102] 此外,在实施方式 2 中,用作非线性元件 170a 的漏电极的导电层 105b 经由使用透明导电膜构成的第三布线层 110 在接触孔 125 和 128 中连接至扫描线 108,由此形成保护电路。

[0103] 接着,去除抗蚀剂掩模。图 9C 示出该阶段中的截面图。

[0104] 通过以此方式执行的六个光刻步骤,可通过使用六个光掩模完成具有多个非线性元件(在实施方式 2 中,具有两个非线性元件 170a 以及 170b)的保护电路。与只使用金属布线的情况相比,在非线性元件的第一氧化物半导体层和布线层之间的连接结构中,设置接合到其导电率高于第一氧化物半导体层的第二氧化物半导体层的区域允许稳定工作。根据实施方式 2,可以与非线性元件的形成一起并以同样的方法制造多个 TFT。因此可同时制造包括底栅型的 n 沟道 TFT 的像素部和保护电路。换言之,根据实施方式 2 所述的步骤,可以制造安装有因薄膜剥离引起的缺陷较少的保护二极管的有源矩阵型显示装置用板。

[0105] 另外,如果第一氧化物半导体层 103 受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为沟道保护层保护实施方式 2 中的非线性元件的第一氧化物半导体层的沟道形成区域,所以在对用作源电极和漏电极的导电膜 132 的蚀刻步骤以及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层 103 不可能受到损伤。因此,其沟道形成区域受沟道保护层保护的实施方式 2 的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的显示装置也有优异的可靠性。

[0106] 实施方式 3

[0107] 在实施方式 3 中,参照图 27A 和 27B 描述具有像素部和包括像素部周边的非线性元件的保护电路的显示装置的与实施方式 2 不同的一个示例。

[0108] 图 27A 是其中在相同衬底上形成有排列在像素部中的薄膜晶体管和包括非线性元件的保护电路的显示装置的截面示图。在非线性元件 270a 中,用作源电极和漏电极的导电层(105a 和 105b)设置成与第一氧化物半导体层 103 接触。

[0109] 在非线性元件 270a 中,导电层 105a 和导电层 105b 优选与通过等离子体处理改性的第一氧化物半导体层 103 接触。在实施方式 3 中,在形成导电层之前,对第一氧化物半导体层 103 进行等离子体处理。

[0110] 作为等离子体处理,例如可进行反溅射处理。通过使用氩气、氢气、或氩及氢的混合气体,可进行等离子体处理。另外,这种气体也可包含氧气。另外,也可以使用另一稀有气体代替氩气。

[0111] 如图 27B 所示,在第一氧化物半导体层 103 上形成保护绝缘膜 107 和绝缘层 136 作为层间绝缘层。导电层 105a 和 105b 通过形成在保护绝缘膜 107 及绝缘层 136 中的接触孔接触第一氧化物半导体层 103 并与之电连接。

[0112] 在图 27B 中,使用氧化硅层通过溅射法来形成栅绝缘层 102 和沟道保护层 133,使用处于氧过量状态的包含 In、Ga 及 Zn 的氧化物半导体层通过溅射法来形成第一氧化物半导体层 103,并且使用氮化硅层通过溅射法来形成绝缘层 135。

[0113] 同样在图 27B 中,优选在形成用作源电极和漏电极的导电层(105a 和 105b)之前,

对第一氧化物半导体层 103 进行等离子体处理。可以在沟道保护层 133 形成于第一氧化物半导体层 103 上之后进行等离子体处理, 或者也可以对露出于形成于保护绝缘膜 107 和绝缘层 136 中的接触孔底部的第一氧化物半导体层 103 进行等离子体处理。

[0114] 通过形成与利用等离子体处理改性的第一氧化物半导体层 103 接触的用作源电极及漏电极的导电层 (105a 和 105b), 可降低第一氧化物半导体层 103 与用作源电极和漏电极的导电层 (105a 和 105b) 的接触电阻。另外, 通过等离子体处理, 第一氧化物半导体层 103 与用作源电极和漏电极的导电层 (105a 和 105b) 的接合强度提高, 因此不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷。

[0115] 通过上述步骤, 可制造具有作为非线性半导体器件的高可靠性保护电路的显示装置。

[0116] 另外, 如果第一氧化物半导体层 103 受到损伤, 则非线性元件的电特性也变差。但是, 因为实施方式 3 中的非线性元件的第一氧化物半导体层的沟道形成区域受沟道保护层保护, 所以在对用作源电极和漏电极的导电层的蚀刻步骤中, 第一氧化物半导体层 103 不可能受到损伤。因此, 其中其沟道形成区域受沟道保护层保护的实施方式 3 的非线性元件有优异的可靠性, 并且包括使用该非线性元件的保护电路的显示装置也有优异的可靠性。

[0117] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0118] 实施方式 4

[0119] 实施方式 4 示出在一个衬底上设置保护电路和像素部中的 TFT 的电子纸的示例, 作为根据本发明的一个实施方式的显示装置。

[0120] 图 10 示出有源矩阵型电子纸设备, 作为根据本发明的一个实施方式的显示装置的示例。用作半导体器件的薄膜晶体管 581 可以与实施方式 2 所述的非线性元件相似的方式制造, 并且电特性高, 其中包含 In、Ga 及 Zn 的氧化物半导体用作半导体层以及源区和漏区。

[0121] 图 10 中的电子纸是其中采用扭转球显示方式的显示装置的例子。扭转球显示方式是指一种方法, 其中将分别着色为白色和黑色的球形粒子排列在是用作显示元件的电极层的第一电极层和第二电极层之间, 并且在第一电极层和第二电极层之间产生电位差来控制球形粒子的方向, 从而进行显示。

[0122] 薄膜晶体管 581 具有底栅结构, 其中源电极层或漏电极层电连接至形成于绝缘层 585 中的开口中的第一电极层 587。栅绝缘层 583 在栅电极上, 并且保护层 584 在沟道保护层上。在第一电极层 587 和第二电极层 588 之间设置有球形粒子 589。每个球形粒子 589 包括黑色区 590a 和白色区 590b, 以及黑色区 590a 和白色区 590b 周围填充有液体的空洞 594。球形粒子 589 的周边填充有树脂等的填料 595。这些都在第一衬底和第二衬底之间 (参照图 10)。

[0123] 此外, 还可使用电泳元件代替扭转球。使用直径为约  $10\ \mu\text{m}$  至  $20\ \mu\text{m}$  的微囊, 这些微囊填充有透明液体、带正电的白色微粒和带负电的黑色微粒。在设置在第一电极层和第二电极层之间的微囊中, 当由第一电极层和第二电极层施加电场时, 白色微粒和黑色微粒彼此向相对两侧移动, 从而可以显示白色或黑色。使用这种原理的显示元件是电泳显示元件, 一般称为电子纸。电泳显示元件具有比液晶显示元件高的反射率, 因而不需要辅助灯。此外, 功耗低, 并且在昏暗的地方也能够辨别显示部。另外, 即使不向显示部供电, 也能够保

持显示一次的图像。因此,即使使具有显示功能的半导体器件(也简称为显示装置,或设置有显示装置的半导体器件)远离例如用作电源的电波源,也能够储存显示过像。

[0124] 通过上述步骤,与只采用金属布线的情况相比,在非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层的连接结构中,设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域允许稳定工作。由此,增强保护电路的功能并且能实现工作的稳定化。此外,有可能通过结合包括不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷的非线性元件的保护电路来制造具有稳定工作的高可靠性电子纸。

[0125] 另外,如果第一氧化物半导体层受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为实施方式4的非线性元件的第一氧化物半导体层的沟道形成区域受沟道保护层保护,所以在对用作源电极和漏电极的导电膜的蚀刻以及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层不可能受到损伤。因此,其中其沟道形成区域受沟道保护层保护的实施方式4的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的电子纸也有优异的可靠性。

[0126] 实施方式4可以与其它实施方式的任何结构适当地组合来实现。

[0127] 实施方式5

[0128] 实施方式5参照图11A和11B、图12、图13、图14、图15和图16描述:在作为根据本发明的一个实施方式的半导体器件的一示例的显示装置中,在一个衬底上至少制造保护电路、驱动电路的一部分和像素部中的薄膜晶体管的一个示例

[0129] 与实施方式2或3中所述的非线性元件相似的方式形成在与保护电路相同的衬底上形成的像素部中的薄膜晶体管。薄膜晶体管被形成为n沟道型TFT,因此驱动电路中的可使用n沟道型TFT构成的一部分与像素部的薄膜晶体管在同一衬底上形成。

[0130] 图11A示出作为根据本发明的一个实施方式的半导体器件的一示例的有源矩阵型液晶显示装置的框图的一示例。图11A所示的显示装置在衬底5300上包括:具有多个设置有显示元件的像素的像素部5301;选择像素的扫描线驱动电路5302;以及控制对所选择像素的视频信号输入的信号线驱动电路5303。

[0131] 像素部5301通过从信号线驱动电路5303在列方向上延伸的多条信号线S1-Sm(未图示)连接至信号线驱动电路5303,并通过从扫描线驱动电路5302在行方向上延伸的多条扫描线G1-Gn(未图示)连接至扫描线驱动电路5302。该像素部5301包括对应于信号线S1-Sm和扫描线G1-Gn的排列为矩阵的多个像素(未图示)。此外,各个像素连接至信号线Sj(信号线S1-Sm中的任一条)、扫描线Gi(扫描线G1-Gn中的任一条)。

[0132] 可通过与实施方式2或3中所述的非线性元件相似的方法与之一同形成的薄膜晶体管是n沟道型TFT,且参照图12说明包括n沟道型TFT的信号线驱动电路。

[0133] 图12中的信号线驱动电路包括:驱动器IC5601;开关群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。开关群5602\_1至5602\_M分别包括第一薄膜晶体管5603a、第二薄膜晶体管5603b以及第三薄膜晶体管5603c。

[0134] 驱动器IC5601连接到第一布线5611、第二布线5612、第三布线5613以及布线5621\_1至5621\_M。开关群5602\_1至5602\_M分别连接到第一布线5611、第二布线5612、第三布线5613以及对应于开关群5602\_1至5602\_M的布线5621\_1至5621\_M之一。布线



5621\_1 至 5621\_M 分别通过第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 以及第三薄膜晶体管 5603c 连接到三条信号线。例如,第 J 列的布线 5621\_J(布线 5621\_1 至 5621\_M 之一)通过开关群 5602\_J 的第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 以及第三薄膜晶体管 5603c 连接到信号线 S<sub>j-1</sub>、信号线 S<sub>j</sub>、信号线 S<sub>j+1</sub>。

[0135] 注意,对第一布线 5611、第二布线 5612、第三布线 5613 分别输入信号。

[0136] 注意,驱动器 IC 5601 优选形成在单晶衬底上。开关群 5602\_1 至 5602\_M 优选形成在与像素部相同的衬底上。因此,驱动器 IC 5601 可通过 FPC 等连接至开关群 5602\_1 至 5602\_M。

[0137] 接着,参照图 13 的时序图说明图 12 中的信号线驱动电路的工作。图 13 的时序图示出选择第 i 行扫描线 G<sub>i</sub> 时的时序图。第 i 行中扫描线 G<sub>i</sub> 的选择周期被分割为第一子选择周期 T1、第二子选择周期 T2 以及第三子选择周期 T3。此外,在选择另一行的扫描线的情况下,图 12 的信号线驱动电路也进行与图 13 相似的工作。

[0138] 注意,图 13 的时序图示出第 J 列布线 5621\_J 通过第一薄膜晶体管 5603a、第二薄膜晶体管 5603b 以及第三薄膜晶体管 5603c 连接到信号线 S<sub>j-1</sub>、信号线 S<sub>j</sub>、信号线 S<sub>j+1</sub> 的情况。

[0139] 图 13 的时序图示出第 i 行扫描线 G<sub>i</sub> 被选择时的时序、第一薄膜晶体管 5603a 导通 / 截止时的时序 5703a、第二薄膜晶体管 5603b 导通 / 截止时的时序 5703b、第三薄膜晶体管 5603c 导通 / 截止时的时序 5703c 以及输入到第 J 列布线 5621\_J 的信号 5721\_J。

[0140] 在第一子选择周期 T1、第二子选择周期 T2 以及第三子选择周期 T3 中,分别对布线 5621\_1 至布线 5621\_M 输入不同的视频信号。例如,在第一子选择周期 T1 中对布线 5621\_J 的视频信号输入被输入到信号线 S<sub>j-1</sub>,在第二子选择周期 T2 中对布线 5621\_J 的视频信号输入被输入到信号线 S<sub>j</sub>,并且在第三子选择周期 T3 中对布线 5621\_J 的视频信号输入被输入到信号线 S<sub>j+1</sub>。此外,在第一子选择周期 T1、第二子选择周期 T2 以及第三子选择周期 T3 中,输入到布线 5621\_J 的视频信号由数据 \_j-1、数据 \_j、数据 \_j+1 标示。

[0141] 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 截止。此时,输入到布线 5621\_J 的数据 \_j-1 通过第一薄膜晶体管 5603a 输入到信号线 S<sub>j-1</sub>。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 截止。此时,输入到布线 5621\_J 的数据 \_j 通过第二薄膜晶体管 5603b 输入到信号线 S<sub>j</sub>。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 截止。此时,输入到布线 5621\_J 的数据 \_j+1 通过第三薄膜晶体管 5603c 输入到信号线 S<sub>j+1</sub>。

[0142] 如上所述,在图 12 的信号线驱动电路中,通过将一个门选周期分割为三个,可在一个门选周期中将视频信号从一布线 5621 输入到三条信号线。因此,在图 12 的信号线驱动电路中,设置有驱动器 IC 5601 的衬底和设置有像素部的衬底的连接数可以为信号线数的大约 1/3。连接数减少为信号线数的大约 1/3,从而可提高图 12 的信号线驱动电路的可靠性、成品率等。

[0143] 注意,只要能够如图 12 所示,将一个门选周期分割为多个子选择周期,并且在各子选择周期中从一布线向多条信号线输入视频信号,对于薄膜晶体管的排列、数量和驱动方法等就没有特定限制。

[0144] 例如,当在三个以上子选择周期的每一个周期中从一布线将视频信号输入到三条以上的信号线时,添加薄膜晶体管和用于控制薄膜晶体管的布线即可。注意,当将一个门选周期分割为四个以上的子选择周期时,一个子选择周期变短。因此,优选将一个门选周期分割为两个或三个子选择周期。

[0145] 作为另一示例,也可如图 14 的时序图所示,将一个门选周期分割为预充电周期  $T_p$ 、第一子选择周期  $T_1$ 、第二子选择周期  $T_2$ 、以及第三子选择周期  $T_3$ 。图 14 的时序图示出选择第  $i$  行扫描线  $G_i$  的时序、第一薄膜晶体管 5603a 导通 / 截止的时序 5803a、第二薄膜晶体管 5603b 导通 / 截止的时序 5803b、第三薄膜晶体管 5603c 导通 / 截止的时序 5803c 以及输入到第  $J$  列布线 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。此时,输入到布线 5621 $_J$  的预充电电压  $V_p$  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 分别输入到信号线  $S_{j-1}$ 、信号线  $S_j$ 、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 截止。此时,输入到布线 5621 $_J$  的数据  $_j-1$  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 截止。此时,输入到布线 5621 $_J$  的数据  $_j$  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 截止。此时,输入到布线 5621 $_J$  的数据  $_j+1$  通过第三薄膜晶体管 5603c 输入到信号线  $S_{j+1}$ 。

[0146] 如上所述,在应用了图 14 时序图的图 12 的信号线驱动电路中,视频信号可被高速写入像素,因为信号线可通过在子选择周期之前提供预充电选择周期来进行预充电。注意,在图 14 中,使用相同的附图标记来表示与图 13 相同的部分,而省略对于相同部分或具有相同功能部分的详细说明。

[0147] 此外,描述扫描线驱动电路的结构。扫描线驱动电路包括移位寄存器和缓冲器。此外,在一些情况下,扫描线驱动电路还可包括电平转移器。在扫描线驱动电路中,当对移位寄存器输入时钟信号 (CLK) 和起始脉冲信号 (SP) 时,生成选择信号。所生成的选择信号由缓冲器缓冲和放大,并且所得信号被供给到对应的扫描线。扫描线连接到一条线用的像素的晶体管的栅电极。而且,由于需要同时将一条线用的像素中的晶体管导通,因此可使用能够馈送大电流的缓冲器。

[0148] 参照图 15 和图 16 描述用作扫描线驱动电路的一部分的移位寄存器的一个方式。

[0149] 图 15 示出移位寄存器的电路结构。图 15 所示的移位寄存器包括多个触发器 (触发器 5701 $_1$  至 5701 $_n$ )。该移位寄存器通过输入第一时钟信号、第二时钟信号、起始脉冲信号、以及复位信号来进行工作。

[0150] 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  $i$  级触发器 5701 $_i$  (触发器 5701 $_1$  至 5701 $_n$  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。

[0151] 此外,在奇数级的触发器中图 16 所示的第四布线 5504 连接到第二布线 5712,而在偶数级的触发器中其连接到第三布线 5713。图 16 所示的第五布线 5505 连接到第四布线

5714。

[0152] 注意,图 16 所示的第一级触发器 5701\_1 的第一布线 5501 连接到第一布线 5711。此外,图 16 所示的第 n 级触发器 5701\_n 的第二布线 5502 连接到第六布线 5716。

[0153] 注意,第一布线 5711、第二布线 5712、第三布线 5713、第六布线 5716 可分别称为第一信号线、第二信号线、第三信号线、第四信号线。第四布线 5714 和第五布线 5715 可分别称为第一电源线和第二电源线。

[0154] 接着,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 以及第八薄膜晶体管 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 以及第八薄膜晶体管 5578 分别是 n 沟道型晶体管,并且当栅极-源极间电压 ( $V_{gs}$ ) 超过阈值电压 ( $V_{th}$ ) 时这些晶体管导通。

[0155] 接着,下面描述图 16 所示的触发器的连接结构。

[0156] 第一薄膜晶体管 5571 的第一电极(源电极和漏电极之一)连接到第四布线 5504。第一薄膜晶体管 5571 的第二电极(源电极和漏电极的另一个)连接到第三布线 5503。

[0157] 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。

[0158] 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。第三薄膜晶体管 5573 的栅电极连接到第五布线 5505。

[0159] 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。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。

[0160] 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。第五薄膜晶体管 5575 的栅电极连接到第一布线 5501。

[0161] 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。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。

[0162] 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。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。第八薄膜晶体管 5578 的栅电极连接到第一布线 5501。

[0163] 注意,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 的第二电极以及第七薄膜晶体管 5577 的第二电极相连的点各自称为节点 5543。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 的栅电极以及第八薄

膜晶体管 5578 的第二电极相连的点各自称为节点 5544。

[0164] 注意,第一布线 5501、第二布线 5502、第三布线 5503 以及第四布线 5504 可分别称为第一信号线、第二信号线、第三信号线以及第四信号线。第五布线 5505、第六布线 5506 可分别称为第一电源线和第二电源线。

[0165] 或者,也可以仅使用可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一起制造的 n 沟道型 TFT 来制造信号线驱动电路和扫描线驱动电路。因为可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一起形成的 n 沟道型 TFT 的晶体管迁移率大,所以可以提高驱动电路的驱动频率。另外,可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一起形成的 n 沟道型 TFT 包括利用包含铟、镓及锌的氧缺乏型氧化物半导体层形成的源区或漏区。因此,减少寄生电容,且频率特性(称为 f 特性)提高。包括可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一起形成的 n 沟道型 TFT 的扫描线驱动电路可高速工作;因此有可能提高帧频率或实现例如黑屏插入。

[0166] 此外,当增大扫描线驱动电路中晶体管的沟道宽度,或提供多个扫描线驱动电路时,可实现更高的帧频率。在提供多个扫描线驱动电路的情况下,用于驱动偶数行扫描线的扫描线驱动电路设置在一侧,而用于驱动奇数行扫描线的扫描线驱动电路设置在相反一侧;由此可实现帧频率的提高。

[0167] 在制造作为根据本发明的一个实施方式的半导体器件的一示例的有源矩阵型发光显示装置的情况下,因为至少在至少一个像素中安排多个薄膜晶体管,所以优选安排多个扫描线驱动电路。图 11B 示出有源矩阵型发光显示装置的框图的一示例。

[0168] 图 11B 所示的发光显示装置在衬底 5400 上包括:包括多个设置有显示元件的像素的像素部 5401;选择各像素的第一扫描线驱动电路 5402 和第二扫描线驱动电路 5404;以及控制对所选择像素的视频信号输入的的信号线驱动电路 5403。

[0169] 在数字视频信号输入到图 11B 所示的发光显示装置的像素的情况下,通过切换晶体管的导通和截止,像素被置于发光或非发光状态。因此,可以采用面积比灰度法或时间比灰度法进行灰度级显示。面积比灰度法是一种驱动法,通过该驱动法将一个像素分割为多个子像素并根据视频信号分别驱动各子像素来进行灰度级显示。此外,时间比灰度法是一种驱动法,通过该驱动法控制像素处于发光状态的周期来进行灰度级显示。

[0170] 因为发光元件的响应时间比液晶元件等短,所以液晶元件适合时间比灰度法。具体而言,在通过时间比灰度法进行显示的情况下,将一个帧周期分割为多个子帧周期。然后,响应于视频信号,在各子帧周期中将像素中的发光元件置于发光或非发光状态。通过将一帧分割为多个子帧,可以利用视频信号控制在一个帧周期中像素实际发光的总时间长度以显示灰度级。

[0171] 注意,在图 11B 所示的发光显示装置中,在一个像素包括两个 TFT,即开关 TFT 和电流控制 TFT 的情况下,从第一扫描线驱动电路 5402 生成输入到用作开关 TFT 的栅极布线的的第一扫描线的信号,并且从第二扫描线驱动电路 5404 生成输入到用作电流控制 TFT 的栅极布线的的第二扫描线的信号。但是,可从一个扫描线驱动电路一起生成输入到第一扫描线的信号和输入到第二扫描线的信号。此外,例如取决于开关元件中所包括的晶体管的数量,可能会在每个像素中设置多条用来控制开关元件的工作的第一扫描线。在此情况下,既可以

从一个扫描线驱动电路生成输入到第一扫描线的所有信号,又可以从多个扫描线驱动电路生成输入到第一扫描线的所有信号。

[0172] 甚至在发光显示装置中,也可将能使用 n 沟道型 TFT 构成的驱动电路的一部分连同像素部的薄膜晶体管设置在一个衬底上。另外,也可以仅使用可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一一起形成的 n 沟道型 TFT 制造信号线驱动电路和扫描线驱动电路。

[0173] 上述驱动电路不仅可用于液晶显示装置或发光显示装置,而且可用于通过利用与开关元件电连接的元件来驱动电子墨水的电子纸。电子纸也称为电泳显示装置(电泳显示器),并具有如下优点:与纸相同的易读性、功耗比其他的显示装置低、可设置为薄且轻的形状。

[0174] 电泳显示器可具有各种方式。电泳显示器包含分散在溶剂或溶质中的包含具有正电荷的第一粒子和具有负电荷的第二粒子的多个微囊。通过对微囊施加电场,微囊中的粒子向相反方向移动,且仅显示集合在一侧的粒子的颜色。注意,第一粒子或第二粒子各自包含染料,且在无电场时不移动。此外,第一粒子和第二粒子的颜色彼此不同(包含无色或色素缺乏)。

[0175] 以此方式,电泳显示器是利用所谓的介电电泳效应的显示器,藉由该介电电泳效应中介电常数高的物质移动到高电场区。电泳显示器不需要使用液晶显示装置所需的偏振片和对置衬底,从而可以使其厚度和重量是液晶显示装置的一半。

[0176] 将在溶剂中分散有上述微囊的溶液称作电子墨水。该电子墨水可以印刷到玻璃、塑料、布、纸等的表面上。另外,还有可能通过使用滤色片或具有色素的粒子来进行彩色显示。

[0177] 此外,通过在有源矩阵衬底上适当地设置多个微囊以使微囊夹在两个电极之间来完成有源矩阵型显示装置,并且当对微囊施加电场时可以进行显示。例如,可以使用利用可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一一起形成的薄膜晶体管获得的有源矩阵衬底。

[0178] 注意,微囊中的第一粒子及第二粒子可由选自导电材料、绝缘材料、半导体材料、磁性材料、液晶材料、铁电性材料、电致发光材料、电致变色材料、磁泳材料中的一种或这些材料的组合形成。

[0179] 通过上述步骤,在非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层之间的连接结构中,与只采用金属布线的情况相比,设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域或设置通过等离子体处理改性的区域,允许进行稳定工作。因此,可以提高保护电路的功能且可使工作稳定化。此外,有可能通过包括具有不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷的非线性元件的保护电路,来制造具有工作稳定性的高可靠性显示装置。

[0180] 另外,如果第一氧化物半导体层受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为实施方式 5 的非线性元件的第一氧化物半导体层中的沟道形成区域受沟道保护层保护,所以在对用作源电极和漏电极的导电膜的蚀刻步骤及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层不可能受到损伤。因此,其中沟道形成区域被沟道保护层保护的实施方式 5 的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的显示

装置也有优异的可靠性。

[0181] 实施方式 5 可与其他实施方式的任何结构适当地组合来实施。

[0182] 实施方式 6

[0183] 薄膜晶体管可与根据本发明的一个实施方式的非线性元件一起制造,并且该薄膜晶体管可用作像素部以及驱动电路,从而可制造具有显示功能的半导体器件(也称为显示装置)。此外,根据本发明的一个实施方式的非线性元件和薄膜晶体管可用作驱动电路的一部分或整体,与像素部形成在一个衬底上,从而可形成面板上系统(system-on-panel)。

[0184] 显示装置包括显示元件。作为显示元件,可以使用液晶元件(也称为液晶显示元件)或发光元件(也称为发光显示元件)。在其范围内发光元件包括通过电流或电压控制其亮度的元件,具体而言,包括无机电致发光(EL)、有机 EL 元件等。此外,也可以使用电子墨水等的其对比度因电作用而变化的显示介质。

[0185] 此外,显示装置包括密封有显示元件的面板和在该面板上安装有包括控制器的 IC 等的模块。本发明的一个实施方式涉及在制造显示装置的过程中完成显示元件之前的一个方式的元件衬底,并且该元件衬底设置有在多个像素中分别用于将电流供给到显示元件的装置。具体而言,元件衬底可以处于只设置有显示元件的像素电极的状态,形成用作像素电极的导电膜之后且蚀刻导电膜以形成像素电极之前的状态,或其它任何状态。

[0186] 本说明书中的显示装置是指图像显示器件、显示器件、或光源(包括照明装置)。另外,显示装置还包括以下模块的任一种:包括连接器诸如柔性印刷电路(FPC)、载带自动接合(TAB)带或载带封装(TCP)的模块;具有印刷电路板设置于其端部的 TAB 带或 TCP 的模块;具有通过玻璃上芯片(COG)方式直接安装到显示元件上的 IC(集成电路)的模块。

[0187] 在实施方式 6 中,将参照图 17A 和 17B 描述作为根据本发明的一个实施方式的显示装置的一个方式的液晶显示面板的外观和截面。图 17 是面板的俯视图,其中利用密封材料 4005 将可通过与用于制造非线性元件的方法相似的方法一起制造的电特性高的薄膜晶体管 4010、4011 和液晶元件 4013 密封在第一衬底与第二衬底 4006 之间。图 17B 对应于沿着图 17A1、17A2 的 M-N 取得的截面图。

[0188] 密封材料 4005 设置成围绕设置在第一衬底 4001 上的像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004。在像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 上设置有第二衬底 4006。因此,像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 以及液晶层 4008 用密封材料 4005 密封在第一衬底 4001 和第二衬底 4006 之间。在与第一衬底 4001 上的由密封材料 4005 围绕的区域不同的区域中安装有信号线驱动电路 4003,该信号线驱动电路 4003 使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成在单独制备的衬底上。

[0189] 注意,对于单独形成的驱动电路的连接方法没有特别的限制,而可以采用已知的 COG 方法、引线键合方法或 TAB 方法等。图 17A1 示出通过 COG 方法安装信号线驱动电路 4003 的例子,而图 17A2 示出通过 TAB 方法安装信号线驱动电路 4003 的例子。

[0190] 设置在第一衬底 4001 上的像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 包括多个薄膜晶体管。图 17B 例示像素部 4002 所包括的薄膜晶体管 4010 和扫描线驱动电路 4004 所包括的薄膜晶体管 4011。在薄膜晶体管 4010 和 4011 上设置有绝缘层 4020、4021。

[0191] 薄膜晶体管 4010 和 4011 各自具有高电特性,其中包含 In、Ga 和 Zn 的氧化物半导体被用作半导体层及其源区和漏区,且可通过与用于制造实施方式 2 或 3 所述的非线性元

件的方法相似的方法与之一一起制造。在实施方式 6 中,薄膜晶体管 4010、4011 是 n 沟道型薄膜晶体管。

[0192] 液晶元件 4013 所包括的像素电极层 4030 与薄膜晶体管 4010 电连接。液晶元件 4013 的对置电极层 4031 形成在第二衬底 4006 上。像素电极层 4030、对置电极层 4031 和液晶层 4008 彼此重叠的部分对应于液晶元件 4013。注意,像素电极层 4030 和对置电极层 4031 分别设置有用取向膜的绝缘层 4032 和 4033,且其间具有液晶层 4008,而在液晶层 4008 与像素电极层 4030 和对置电极层 4031 之间分别具有绝缘层 4032 和 4033。

[0193] 注意,第一衬底 4001 和第二衬底 4006 可由玻璃、金属(典型为不锈钢)、陶瓷、或塑料形成。作为塑料,可以包括纤维增强塑料(FRP)板、聚氟乙烯(PVF)膜、聚酯薄膜或丙烯酸树脂膜。此外,还可使用具有将铝箔夹在 PVF 膜和聚酯膜之间的结构的薄板。

[0194] 通过对绝缘层选择性地蚀刻而形成的柱状间隔物 4035 被设置成控制像素电极层 4030 和对置电极层 4031 之间的距离(单元间隙)。或者,可使用球状间隔物。

[0195] 或者,可使用没有取向膜的蓝相液晶。蓝相是液晶相的一种,是指当胆甾相液晶的温度上升时即将从胆甾相转变到均质相之前出现的相。蓝相只出现在较窄的温度范围内;因此,为了扩展温度范围,利用混合有 5 重量%以上的手性试剂的液晶组分形成液晶层 4008。包含蓝相液晶和手性试剂的液晶组分的响应时间短,为  $10\ \mu\text{s}$  至  $100\ \mu\text{s}$ ,并且是光学各向同性的;因此,不需要取向处理从而视角依赖性小。

[0196] 注意,实施方式 6 描述透射型液晶显示装置的例子;但是,本发明的一个实施方式可应用于反射型液晶显示装置,或半透射型液晶显示装置。

[0197] 虽然实施方式 6 的液晶显示装置具有设置在衬底的外侧(观看者一侧)的偏振片,以及依次设置在内侧的彩色层和显示元件的电极层,但是也可在衬底的内侧设置偏振片。偏振片和彩色层的叠层结构也不局限于实施方式 6 所述的结构,并且可根据偏振片和彩色层的材料以及制造工艺条件适当地设定。另外,还可设置用作黑矩阵的遮光膜。

[0198] 在实施方式 6 中,使用保护膜或用作平坦化绝缘膜的绝缘层(绝缘层 4020 和绝缘层 4021)覆盖实施方式 2 或 3 所述的非线性元件、以及可通过与用于制造非线性元件的方法相似的方法与之一一起形成的薄膜晶体管,以降低薄膜晶体管表面的不均匀性并提高薄膜晶体管的可靠性。注意,保护膜设置成防止大气中存在的有机物、金属物、水蒸气等污染杂质的侵入,因此优选采用致密的膜。利用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜、氧氮化铝膜或氮氧化铝膜的单层或叠层可形成保护膜。虽然在实施方式 6 中示出利用溅射法形成保护膜,但是该方法不限于一种特定方法,而可从各种方法中选择。

[0199] 在此,形成叠层结构的绝缘层 4020 作为保护膜。在此,通过溅射法形成氧化硅膜作为绝缘层 4020 的第一层。用作为保护膜的氧化硅膜提供防止用作源电极层和漏电极层的铝膜的小丘的有利效果。

[0200] 另外,形成绝缘层作为保护膜的第三层。在此,通过溅射法形成氮化硅膜作为绝缘层 4020 的第三层。当使用氮化硅膜作为保护膜时,有可能抑制诸如钠等的可动离子侵入到半导体区域中而使 TFT 的电特性变化。

[0201] 另外,也可在形成保护膜之后进行对 IGZO 半导体层的退火( $300^\circ\text{C}$  至  $400^\circ\text{C}$ )。

[0202] 另外,形成绝缘层 4021 作为平坦化绝缘膜。绝缘层 4021 可由具有耐热性的有机

材料形成,诸如聚酰亚胺、丙烯酸、苯并环丁烯、聚酰胺、环氧树脂等。作为此类有机材料的替代,有可能使用低介电常数材料(低k材料)、硅氧烷基树脂、PSG(磷硅玻璃)、BPSG(硼磷硅玻璃)等。硅氧烷基树脂可包括氟、烷基和芳基、以及氢中的至少一种作为取代基。注意,也可通过层叠多个由这些材料形成的绝缘膜来形成绝缘层4021。

[0203] 注意,硅氧烷基树脂是以硅氧烷基材料为起始材料而形成的具有Si-O-Si键的树脂。硅氧烷基树脂可包括氟、烷基和芳香烃、以及氢中的至少一种作为取代基。

[0204] 绝缘层4021的形成方法不限于一特定方法,并且可取决于绝缘层4021的材料使用以下方法:溅射法、SOG法、旋涂、浸涂、喷涂、液滴喷射法(喷墨法、丝网印刷、胶版印刷等)、刮片、辊涂、幕涂、刮刀涂布等。在使用材料液形成绝缘层4021的情况下,可在焙烧步骤的同时进行对IGZO半导体层的退火(300°C至400°C)。通过同时执行绝缘层4021的焙烧和IGZO半导体层的退火,可高效地制造半导体器件。

[0205] 像素电极层4030和对置电极层4031可由透光性导电材料形成,诸如包含氧化铟的氧化铟、包含氧化铟的氧化铟锌、包含氧化铟的氧化铟锡、包含氧化铟锡(下面称为ITO)、氧化铟锌、添加有氧化硅的氧化铟锡等。

[0206] 包含导电高分子(也称为导电聚合物)的导电组分可用于像素电极层4030和对置电极层4031。由导电组分形成的像素电极的薄层电阻优选为 $10000\ \Omega/\square$ 以下,并且其波长为550nm时的透射率优选为70%以上。另外,导电组分所包含的导电高分子的电阻率优选为 $0.1\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下。

[0207] 作为导电高分子,可以使用所谓的 $\pi$ 电子共轭类导电聚合物。例如,可以举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、或者上述材料中的两种以上的共聚物等。

[0208] 另外,各种信号和电位从FPC 4018供给到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4002。

[0209] 在实施方式6中,连接端子电极4015使用与液晶元件4013所包括的像素电极层4030相同的导电膜形成。端子电极4016使用与薄膜晶体管4010和4011所包括的源电极层和漏电极层相同的导电膜形成。

[0210] 连接端子电极4015通过各向异性导电膜4019电连接到FPC 4018的端子。

[0211] 虽然图17A和17B示出单独形成信号线驱动电路4003并将其安装在第一衬底4001上的例子,但是实施方式6不局限于该结构。可以单独形成扫描线驱动电路且安装,也可以单独仅形成信号线驱动电路的一部分或扫描线驱动电路的一部分且安装。

[0212] 图18示出其中使用根据本发明的一个实施方式制造的TFT衬底2600来将液晶显示模块构成为半导体器件的一示例。

[0213] 图18示出液晶显示模块的一示例,其中利用密封材料2602将TFT衬底2600和对置衬底2601彼此固定,并在其间设置包括TFT等的像素部2603、包括液晶层的显示元件2604、以及彩色层2605来形成显示区。彩色层2605对于彩色显示是必要的。在RGB系统的情形中,对各个像素分别设置对应于红色、绿色、蓝色的彩色层。在TFT衬底2600和对置衬底2601的外侧设置有偏振片2606、偏振片2607和扩散板2613。光源包括冷阴极管2610和反射板2611,并且电路板2612通过柔性线路板2609与TFT衬底2600的布线电路部2608连接,且包括诸如控制电路和电源电路的外部电路。偏振片和液晶层可与其间的阻滞板层



叠。

[0214] 对于液晶显示模块,可使用 TN(扭曲向列)模式、IPS(平面内转换)模式、FFS(边缘电场转换)模式、MVA(多畴垂直取向)模式、PVA(垂直取向构型)模式、ASM(轴对称排列微胞)模式、OCB(光学补偿双折射)模式、FLC(铁电性液晶)模式、AFLC(反铁电性液晶)模式等。

[0215] 通过上述步骤,与只采用金属布线的情况相比,在非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层的连接结构中,设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域或设置通过等离子体处理改性的区域允许稳定工作。由此,可以增强保护电路的功能并且可使工作稳定化。此外,有可能通过包括具有不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷的非线性元件的保护电路,来制造具有工作稳定性的高可靠性液晶显示面板。

[0216] 另外,如果第一氧化物半导体层受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为实施方式 6 的非线性元件的第一氧化物半导体层中的沟道形成区域受沟道保护层保护,所以在对用作源电极和漏电极的导电膜的蚀刻步骤及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层不可能受到损伤。因此,其中沟道形成区域受沟道保护层保护的实施方式 6 的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的液晶显示装置也有优异的可靠性。

[0217] 实施方式 6 可与其他实施方式的任何结构适当地组合来实施。

[0218] 实施方式 7

[0219] 薄膜晶体管与根据本发明的一个实施方式的非线性元件一起形成,并且通过将该薄膜晶体管用于像素部和驱动电路,可制造具有显示功能的半导体器件(也称为显示装置)。

[0220] 实施方式 7 描述作为根据本发明的一个实施方式的显示装置的发光显示装置的一示例。在此,作为显示装置的显示元件的一示例,使用利用电致发光的发光元件。利用电致发光的发光元件根据其发光材料是有机化合物还是无机化合物来分类。一般来说,前者称为有机 EL 元件,而后者称为无机 EL 元件。

[0221] 在有机 EL 元件中,通过对发光元件施加电压,电子和空穴从一对电极注入到包含发光有机化合物的层,因而电流流过。然后,那些载流子(即电子和空穴)重新结合,因而发光有机化合物被激发。当发光有机化合物从该激发态回复到基态时,光发射。根据这种机理,这种发光元件称为电流激励型发光元件。

[0222] 根据其元件的结构,无机 EL 元件分类为分散型无机 EL 元件和薄膜型无机 EL 元件。分散型无机 EL 元件具有在粘合剂中分散有发光材料的粒子的发光层,且其发光机理是利用供体能级和受体能级的供体-受体重新结合型发光。薄膜型无机 EL 元件具有其中发光层夹在电介质层之间、电介质层又夹在电极之间的结构,并且其发光机理是利用金属离子的内壳层电子跃迁的定域型发光。注意,在实施方式 7 中,使用有机 EL 元件作为发光元件。

[0223] 图 19 示出可应用数字时间灰度级驱动的像素结构的一示例,作为根据本发明的一个实施方式的半导体器件的示例。

[0224] 对能够应用数字时间灰度级驱动的像素的结构和工作进行描述。在实施方式 7

中,一个像素包括两个 n 沟道型晶体管,在每个 n 沟道型晶体管中沟道形成区域包括 IGZO 半导体层,并且每个 n 沟道型晶体管可通过与用于制造实施方式 2 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一一起形成。

[0225] 像素 6400 包括:开关晶体管 6401、驱动晶体管 6402、发光元件 6404 以及电容器 6403。开关晶体管 6401 的栅极连接到扫描线 6406,第一电极(源电极和漏电极之一)连接到信号线 6405,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 连接到电源线 6407,驱动晶体管 6402 的第一电极连接到电源线 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。

[0226] 发光元件 6404 的第二电极(公共电极 6408)被设定为低电源电位。低电源电位是指当以设定至电源线 6407 的高电源电位为基准时满足低电源电位 < 高电源电位的电位。作为低电源电位,例如也可采用 GND、0V 等。该高电源电位和低电源电位之间的电位差被施加至发光元件 6404,并且电流被提供给发光元件 6404,以使发光元件 6404 发光。在此,为了使发光元件 6404 发光,各电位被设置成使高电源电位和低电源电位之间的电位差大于或等于正向阈值电压。

[0227] 可以使用驱动晶体管 6402 的栅电容器代替电容器 6403,从而省略电容器 6403。驱动晶体管 6402 的栅电容器可在沟道形成区域和栅电极之间形成。

[0228] 在电压输入电压驱动方法的情况下,对驱动晶体管 6402 的栅极输入视频信号以使驱动晶体管 6402 处于充分导通或截止的两个状态的任一个。即,使驱动晶体管 6402 工作在线性区域中。因为驱动晶体管 6402 工作在线性区域中,所以对驱动晶体管 6402 的栅极施加比电源线 6407 的电压高的电压。注意,对信号线 6405 施加大于或等于(电源线电压 + 驱动晶体管 6402 的  $V_{th}$ ) 的电压。

[0229] 在进行模拟灰度级驱动代替数字时间灰度级驱动的情况下,通过改变信号输入可使用与图 19 相同的像素结构。

[0230] 在进行模拟灰度级驱动的情况下,对驱动晶体管 6402 的栅极施加大于或等于(发光元件 6404 的正向电压 + 驱动晶体管 6402 的  $V_{th}$ ) 的电压。发光元件 6404 的正向电压是指得到期望亮度时的电压,且至少包括正向阈值电压。输入通过其使驱动晶体管 6402 工作在饱和区域中的视频信号,以使电流可向发光元件 6404 供给。为了使驱动晶体管 6402 工作在饱和区域中,将电源线 6407 的电位设定成高于驱动晶体管 6402 的栅极电位。当使用模拟视频信号时,有可能根据视频信号将电流馈送至发光元件 6404 并进行模拟灰度级驱动。

[0231] 图 19 所示的像素结构不局限于此。例如,也可对图 19 所示的像素添加开关、电阻器、电容器、晶体管或逻辑电路等。

[0232] 接着,参照图 20A 至 20C 描述发光元件的结构。在此,通过举 n 型驱动 TFT 为例来描述像素的截面结构。用作图 20A、20B 和 20C 所示的半导体器件的驱动 TFT 的 TFT 7001、7011、7021 可以通过与用于制造实施方式 2 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一一起形成。TFT 7001、7011、7021 的电特性高,其中包含 In、Ga 和 Zn 的氧化物半导体被用于半导体层、源区和漏区。

[0233] 此外,为了提取从发光元件发射的光,阳极和阴极中的至少之一应当是透明的以透射光。在衬底上形成薄膜晶体管和发光元件。发光元件可具有:通过与衬底相反的面提

取发光的顶部发射结构、通过衬底一侧上的表面提取发光的底部发射结构、或者通过衬底一侧以及与衬底相反的面提取发光的双面发射结构。根据本发明的一个实施方式的像素结构可应用于具有任何发射结构的发光元件。

[0234] 参照图 20A 描述具有顶部发射结构的发光元件。

[0235] 图 20A 是当用作驱动 TFT 的 TFT 7001 是 n 沟道型 TFT, 并且发光元件 7002 中生成的光发射至阳极 7005 一侧时的像素的截面图。在图 20A 中, 发光元件 7002 的阴极 7003 电连接至用作驱动 TFT 的 TFT 7001, 并且在阴极 7003 上按顺序层叠有发光层 7004 和阳极 7005。阴极 7003 可由各种导电材料的任一种形成, 只要其具有的功函数小且反射光即可。例如, 优选采用 Ca、Al、CaF、MgAg、AlLi 等。发光层 7004 既可以使用单层构成, 又可以通过层叠多个层构成。在发光层 7004 使用多个层构成时, 通过在阴极 7003 上按顺序层叠电子注入层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层形成发光层 7004。形成所有这些层并非必要的。使用如下透光导电材料形成阳极 7005: 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 (下面称为 ITO)、氧化铟锌、添加有氧化硅的氧化铟锡等。

[0236] 发光元件 7002 对应于其中阴极 7003 和阳极 7005 夹住发光层 7004 的区域。在图 20A 所示的像素的情形中, 光如图 20A 箭头所示那样从发光元件 7002 发射到阳极 7005 一侧。

[0237] 接着, 参照图 20B 描述底部发射结构的发光元件。图 20B 示出在驱动 TFT 7011 是 n 沟道型, 并且从发光元件 7012 发射的光发射到阴极 7013 一侧的情况下的像素的截面图。在图 20B 中, 在与驱动 TFT 7011 电连接的透光性导电膜 7017 上形成有发光元件 7012 的阴极 7013, 并且在阴极 7013 上按顺序层叠有发光层 7014 和阳极 7015。在阳极 7015 具有透光性时, 可形成用于反射或遮挡光的遮光膜 7016 以覆盖在阳极上。与图 20A 的情况同样, 对于阴极 7013 可以使用各种材料, 只要阴极 7013 是功函数小的导电膜即可。注意, 阴极 7013 形成为具有可透光的厚度 (优选约为 5nm 至 30nm)。例如, 可将膜厚为 20nm 的铝膜用作阴极 7013。与图 20A 的情形相同地, 发光层 7014 既可以由单层构成, 又可以通过层叠多个层构成。阳极 7015 不需要透射光, 但是与图 20A 的情形相同可以使用透光导电材料形成。对于遮光膜 7016, 可以使用反射光的金属等; 但是不局限于金属膜。例如, 也可以使用添加有黑色颜料的树脂等。

[0238] 发光元件 7012 对应于其中阴极 7013 和阳极 7015 夹住发光层 7014 的区域。在图 20B 所示的像素的情形中, 光如图 20B 的箭头所示那样从发光元件 7012 发射到阴极 7013 一侧。

[0239] 接着, 参照图 20C 描述双面发射结构的发光元件。在图 20C 中, 发光元件 7022 的阴极 7023 在与驱动 TFT 7021 电连接的透光导电膜 7027 上形成, 而在阴极 7023 上按顺序层叠发光层 7024 和阳极 7025。与图 20A 的情况同样地, 阴极 7023 可以使用各种材料, 只要是功函数小的导电材料即可。注意, 阴极 7023 形成为其厚度可透射光。例如, 可以将膜厚为 20nm 的 Al 膜用作阴极 7023。与图 20A 的情况同样地, 发光层 7024 既可以由单层构成, 又可以通过层叠多个层构成。阳极 7025 可以与图 20A 的情况同样地使用透光导电材料形成。

[0240] 发光元件 7022 对应于其中阴极 7023、发光层 7024 和阳极 7025 彼此重叠的区域。

在图 20C 所示的像素的情形中,光如图 20C 的箭头所示那样从发光元件 7022 发射到阳极 7025 一侧和阴极 7023 一侧两者。

[0241] 虽然在此有机 EL 元件被描述为发光元件,但是也可以有选择地将无机 EL 元件设置为发光元件。

[0242] 注意,实施方式 7 描述其中控制发光元件的驱动的薄膜晶体管(驱动 TFT)电连接至发光元件的示例,但是可采用其中在驱动 TFT 和发光元件之间连接有电流控制 TFT 的结构。

[0243] 实施方式 7 中所述的半导体器件不局限于图 20A 至 20C 所示的结构,并且可根据本发明的技术思想进行各种变形。

[0244] 接着,参照图 21A 和 21B 描述对应于根据本发明的半导体器件的一个方式的发光显示面板(也称为发光面板)的外观和截面。图 21A 是一种面板的俯视图,其中用密封材料在第一衬底与第二衬底之间密封通过与用于制造根据本发明的一个实施方式的非线性元件的方法相似的方法制造的电特性高的薄膜晶体管和发光元件,其中包含 In、Ga 和 Zn 的氧化物半导体用作其半导体层及其源区和漏区,而图 21B 是沿着图 21A 的 H-I 取得的截面图。

[0245] 密封材料 4505 设置成围绕设置在第一衬底 4501 上的像素部 4502、信号线驱动电路 4503a、4503b 以及扫描线驱动电路 4504a、4504b。此外,在像素部 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a、4504b 上形成第二衬底 4506。因此,像素部 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 与填料 4507 一起通过第一衬底 4501、密封材料 4505 和第二衬底 4506 密封。以此方式,优选使用气密性高且漏气少的保护膜(诸如贴合膜、紫外线固性树脂膜等)或覆盖材料进行封装(密封),以使像素部 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 不暴露于空气中。

[0246] 在第一衬底 4501 上形成的像素部 4502、信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 各自包括多个薄膜晶体管,并且在图 21B 中,包括在像素部 4502 中的薄膜晶体管 4510 和包括在信号线驱动电路 4503a 中的薄膜晶体管 4509 被示为示例。

[0247] 薄膜晶体管 4509 和 4510 各自具有高电特性,其中包含 In、Ga 和 Zn 的氧化物半导体用作半导体层、源区和漏区,并且可以用与用于制造实施方式 2 所述的非线性元件的方法相似的方法与之一起制造。在实施方式 7 中,薄膜晶体管 4509 和 4510 是 n 沟道型薄膜晶体管。

[0248] 此外,附图标记 4511 标示发光元件。作为发光元件 4511 所包括的像素电极的第一电极层 4517 与薄膜晶体管 4510 的源电极层和漏电极层电连接。注意,虽然发光元件 4511 的结构是第一电极层 4517、电致发光层 4512 和第二电极层 4513 的叠层结构,但是发光元件 4511 的结构不局限于实施方式 7 所述的结构。可根据从发光元件 4511 提取光的方向等适当地改变发光元件 4511 的结构。

[0249] 使用有机树脂膜、无机绝缘膜或有机聚硅氧烷形成分隔壁 4520。特别优选的是,使用感光材料和在第一电极层 4517 上形成的开口部形成分隔壁 4520,以使开口部的侧壁形成成为具有连续曲率的倾斜面。

[0250] 电致发光层 4512 既可以由单层构成,又可以通过层叠多个层构成。

[0251] 也可在第二电极层 4513 和分隔壁 4520 上形成保护膜,以防止氧、氢、水分、二氧化碳等侵入到发光元件 4511 中。作为保护膜,可以形成氮化硅膜、氮氧化硅膜、DLC(类金刚石)膜等。

[0252] 另外,各种信号和电位从 FPC 4518a 和 4518b 供给到信号线驱动电路 4503a 和 4503b、扫描线驱动电路 4504a 和 4504b 或像素部 4502。

[0253] 在实施方式 7 中,连接端子电极 4515 由与发光元件 4511 所包括的第一电极层 4517 相同的导电膜形成。端子电极 4516 使用与薄膜晶体管 4509 和 4510 所包括的源电极层和漏电极层相同的导电膜形成。

[0254] 连接端子电极 4515 通过各向异性导电膜 4519 电连接至 FPC4518a 所包括的端子。

[0255] 位于从发光元件 4511 提取光的方向的第二衬底 4506 应当具有透光性。在此情况下,使用诸如玻璃板、塑料板、聚酯膜或丙烯酸膜等的透光性材料。

[0256] 作为填料 4507,可使用紫外线固化树脂或热固化树脂,以及诸如氮或氩等的惰性气体。例如,可以使用 PVC(聚氯乙烯)、丙烯酸、聚酰亚胺、环氧树脂、硅酮树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)、或 EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)。在实施方式 7 中,使用填料 4507 的氮。

[0257] 另外,若有需要,也可在发光元件的射出面上适当地设置诸如偏振片、圆偏振片(包括椭圆偏振片)、阻滞板( $\lambda/4$ 片、 $\lambda/2$ 片)、滤色片等的光学薄膜。另外,也可以在偏振片或圆偏振片上设置抗反射膜。例如,可以进行抗眩光处理,通过该处理反射光在表面的凹凸中扩散并减少眩光。

[0258] 作为信号线驱动电路 4503a 和 4503b 以及扫描线驱动电路 4504a 和 4504b,可以安装通过在单独制备的衬底上使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成的驱动电路。此外,也可以单独仅形成信号线驱动电路或其一部分或者扫描线驱动电路或其一部分来安装。实施方式 7 不局限于图 21A 和 21B 中所示的结构。

[0259] 通过上述步骤,与只采用金属布线的情况相比,在非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层之间的连接结构中,设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域或设置通过等离子体处理改性的区域允许稳定工作。由此,可以增强保护电路的功能并实现工作的稳定化。此外,通过包括具有不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷的非线性元件的保护电路,有可能制造具有工作稳定性的高可靠性发光显示装置(显示面板)。

[0260] 另外,如果第一氧化物半导体层受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为实施方式 7 的非线性元件的第一氧化物半导体层中的沟道形成区域受沟道保护层保护,所以在对用作源电极及漏电极的导电膜的蚀刻步骤以及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层不可能受到损伤。因此,其中沟道形成区域被沟道保护层保护的实施方式 7 的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的显示装置也有优异的可靠性。

[0261] 实施方式 7 可以与其他实施方式的任何结构适当地组合来实施。

[0262] 实施方式 8

[0263] 根据本发明的一个实施方式的显示装置可以应用于电子纸。电子纸可以用作用于显示信息的所有领域的电子设备。例如,可以将电子纸用于电子书籍(电子书)、海报、列车等的交通工具中的车厢广告、信用卡等的各种卡片中的显示等。图 22A 和 22B 以及图 23 示

出这种电子设备的一示例。

[0264] 图 22A 示出使用电子纸形成的海报 2631。在广告介质是纸质印刷物的情况下通过人力进行广告的替换,但是当使用根据本发明的一个实施方式的电子纸时,就能在短时间内改变广告的内容。此外,可以获得稳定的图像而不会有显示退化。注意,海报也可无线地收发信息。

[0265] 图 22B 示出列车等的交通工具中的车厢广告 2632。在广告介质是纸质印刷物的情况下通过人力进行广告的替换,但是当使用根据本发明的一个实施方式的电子纸时,就能在不需要许多人力地改变广告的内容。此外,可以得到稳定的图像而不会有显示退化。注意,车辆中的广告也可无线地收发信息。

[0266] 图 23 示出电子书设备 2700 的一示例。例如,电子书设备 2700 由两个壳体,即壳体 2701 和壳体 2703 构成。壳体 2701 和壳体 2703 通过轴部 2711 成为一体,沿该轴部 2711 电子书设备 2700 可开关。通过这种结构,可实现如纸质书籍那样的工作。

[0267] 壳体 2701 中结合有显示部 2705,而壳体 2703 中结合有显示部 2707。显示部 2705 和显示部 2707 可显示一个图像,或者可显示不同的图像。在其中显示部显示不同图像的结构中,例如右侧显示部(图 23 中的显示部 2705)可显示文章,而左侧显示部(图 23 中的显示部 2707)可显示图像。

[0268] 图 23 示出其中壳体 2701 设置有操作部等的例子。例如,壳体 2701 设置有电源 2721、操作键 2723、扬声器 2725 等。利用操作键 2723 可以翻页。注意,可在与壳体的显示部相同的平面上设置键盘、定位装置等。另外,壳体的背面或侧面可设置有外部连接端子(耳机端子、USB 端子、或可与诸如 AC 适配器或 USB 电缆等的各种电缆连接的端子等)、记录介质插入部等。此外,电子书设备 2700 可具有电子词典的功能。

[0269] 此外,电子书设备 2700 可无线地收发信息。可无线地从电子书服务器购买和下载所需书籍数据等。

[0270] 在非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层的连接结构中,与只采用金属布线的情况相比,设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域或设置通过等离子体处理改性的区域允许稳定工作。由此,可以增强保护电路的功能并实现工作的稳定化。此外,有可能通过包括具有不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷的非线性元件的保护电路,制造具有工作稳定性的高可靠性电子纸。

[0271] 另外,如果第一氧化物半导体层受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为实施方式 8 的非线性元件的第一氧化物半导体层中的沟道形成区域受沟道保护层保护,所以在对用作源电极及漏电极的导电膜的蚀刻步骤以及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层不可能受到损伤。因此,其中沟道形成区域受沟道保护层保护的实施方式 8 的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的电子纸也有优异的可靠性。

[0272] 实施方式 8 可与其他实施方式的任何结构适当地组合来实施。

[0273] 实施方式 9

[0274] 根据本发明的一个实施方式的半导体器件可以应用于各种电子设备(包括游戏机)。作为电子设备,例如可以举出电视机(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、诸如数码相机等的照相机、数码摄像机、数码相框、移动电话(也称为移动电话机、

便携式电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、音频回放装置、诸如弹珠机等的大型游戏机等。

[0275] 图 24A 示出电视机 9600 的一示例。在电视机 9600 的壳体 9601 中,结合有显示部 9603。显示部 9603 可以显示图像。在此,壳体 9601 支撑在支架 9605 上。

[0276] 通过壳体 9601 的操作开关或单独的遥控器 9610 进行电视机 9600 的操作。通过遥控器 9610 的操作键 9609 可控制频道和音量,并且可控制在显示部 9603 中显示像。此外,遥控器 9610 可具备其中显示从该遥控器 9610 输出的信息的显示部 9607。

[0277] 注意,电视机 9600 设置有接收机、调制解调器等。通过利用接收机,可接收一般的电视广播。此外,当显示设备通过调制解调器有线或无线地连接到通信网络时,可进行单向(从发送者到接收者)或双向(在发送者和接收者之间或在接收者之间等)的信息通信。

[0278] 图 24B 示出数码相框 9700 的一示例。例如,在数码相框 9700 的壳体 9701 中,结合有显示部 9703。显示部 9703 可显示各种图像,例如显示通过使用数码相机等拍摄的图像数据,以使数码相框可发挥与一般相框同样的功能。

[0279] 注意,数码相框 9700 设置有操作部、外部连接用端子(诸如 USB 端子、可与包括 USB 电缆等的各种电缆连接的端子等)、记录介质插入部等。这些结构也可以结合到与显示部相同的平面上;但是因为改进了设性,所以优选将它们设置在显示部的侧面或背面上。例如,储存有由数码相机拍摄的图像数据的存储器被插入数码相框的记录介质插入部,由此图像数据可被传送至数码相框 9700 并显示在显示部 9703 上。

[0280] 数码相框 9700 可无线地收发信息。可采用其中无线地将所需图像数据传送给数码相框 9700 以进行显示的结构。

[0281] 图 25A 示出一种便携式游戏机,其包括壳体 9881 和壳体 9891,这两个壳体通过连接器 9893 接合从而能够开关。显示部 9882 和显示部 9883 分别结合在壳体 9881 和壳体 9891 中。图 25A 所示的便携式游戏机还包括扬声器部 9884、记录介质插入部 9886、LED 灯 9890、输入装置(操作键 9885、连接端子 9887、传感器 9888(包括测量以下量功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转数、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、射线、流量、湿度、倾角、振动、气味或红外线)以及话筒 9889)等。毋庸赘言,便携式游戏机的结构不局限于上述结构,并且只要设置有根据本发明的一个实施方式的半导体器件就可以是任何结构。此外,可适当地设置另一附件。图 25A 所示的便携式游戏机具有如下功能:读出储存在记录介质中的程序或数据以将它显示在显示部上;以及通过无线通信与其他便携式游戏机共享信息。图 25A 所示的便携式游戏机所具有的功能不局限于此,而可以具有各种各样的功能。

[0282] 图 25B 示出作为大型游戏机的自动贩卖机 9900 的一示例。在自动贩卖机 9900 的壳体 9901 中结合有显示部 9903。另外,自动贩卖机 9900 还包括诸如起动手柄或停止开关等的操作装置、投币孔、扬声器等。毋庸赘言,自动贩卖机 9900 的结构不局限于此,并且只要设置有根据本发明的一个实施方式的至少一个半导体器件就可以是任何结构。此外,可以适当地设置另一附件。

[0283] 图 26 示出移动电话 1000 的一示例。移动电话 1000 包括结合有显示部 1002 的壳体 1001,还包括操作按钮 1003、外部连接端口 1004、扬声器 1005、话筒 1006 等。

[0284] 通过用手指等触摸显示部 1002,可将信息输入至图 26 所示的移动电话 1000。此

外,可通过用手指等触摸显示部 1002 来打电话或文本消息传送等的操作。

[0285] 显示部 1002 主要有三个屏幕模式。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诸如文字等的信息的输入模式。第三模式是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示与输入模式。

[0286] 例如,在打电话或文本消息传送的情况下,显示部 1002 被设定为主要进行文字输入的文字输入模式,并在屏幕上进行文字输入操作。在此情况下,优选在显示部 1002 的几乎整个屏幕上显示键盘或数字按钮。

[0287] 当在移动电话 1000 的内部设置包括诸如陀螺仪或加速度传感器等用于检测倾斜度的传感器的检测装置时,通过判断移动电话 1000 的方向(针对竖向模式或横向模式将移动电话 1000 置于竖向还是横向),可对显示部 1002 的屏幕显示进行自动切换。

[0288] 另外,通过触摸显示部 1002 或对壳体 1001 的操作按钮 1003 进行操作,切换屏幕模式。或者,可根据显示在显示部 1002 上的图像种类来切换屏幕模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏幕模式切换成显示模式。当显示在显示部上的图像信号为文字数据时,将屏幕模式切换成输入模式。

[0289] 另外,在输入模式中,当在检测出显示部 1002 的光电传感器所检测的信号的一定时段内没有执行通过显示部 1002 的触摸的输入时,也可控制屏幕模式以便于从输入模式切换至显示模式。

[0290] 还可将显示部 1002 用作图像传感器。例如,通过用手掌或手指触摸显示部 1002,来拍摄掌纹、指纹等图像,藉此可以进行个人识别。此外,当在显示部中设置发射近红外光的背光灯或发射近红外光的感测用光源时,也可以拍摄手指静脉、手掌静脉等的图像或数据。

[0291] 在非线性元件的第一氧化物半导体层与布线层的连接结构中,,与只采用金属布线的情况相比,设置与其导电率高于第一氧化物半导体层的导电率的第二氧化物半导体层接合的区域或设置通过等离子体处理改性的区域,允许稳定工作。由此,可以增强保护电路的功能并实现工作的稳定化。此外,通过包括具有不容易产生起因于薄膜剥离的缺陷的非线性元件的保护电路,可制造具有工作稳定性的高可靠性的电子设备。

[0292] 另外,如果第一氧化物半导体层受到损伤,则非线性元件的电特性也变差。但是,因为实施方式 9 的非线性元件的第一氧化物半导体层中的沟道形成区域受沟道保护层保护,所以在对用作源电极和漏电极的导电膜的蚀刻步骤以及对第二氧化物半导体层的蚀刻步骤中,第一氧化物半导体层不可能受到损伤。因此,其中沟道形成区域被沟道保护层保护的实施方式 9 的非线性元件有优异的可靠性,并且包括使用该非线性元件的保护电路的电子设备也有优异的可靠性。

[0293] 本实施方式可以与其他实施方式的任何结构适当地组合来实施。

[0294] 本申请基于 2008 年 9 月 19 日向日本特许厅递交的日本专利申请 S/N. 2008-241743,该申请的全部内容通过引用结合在本说明书中。



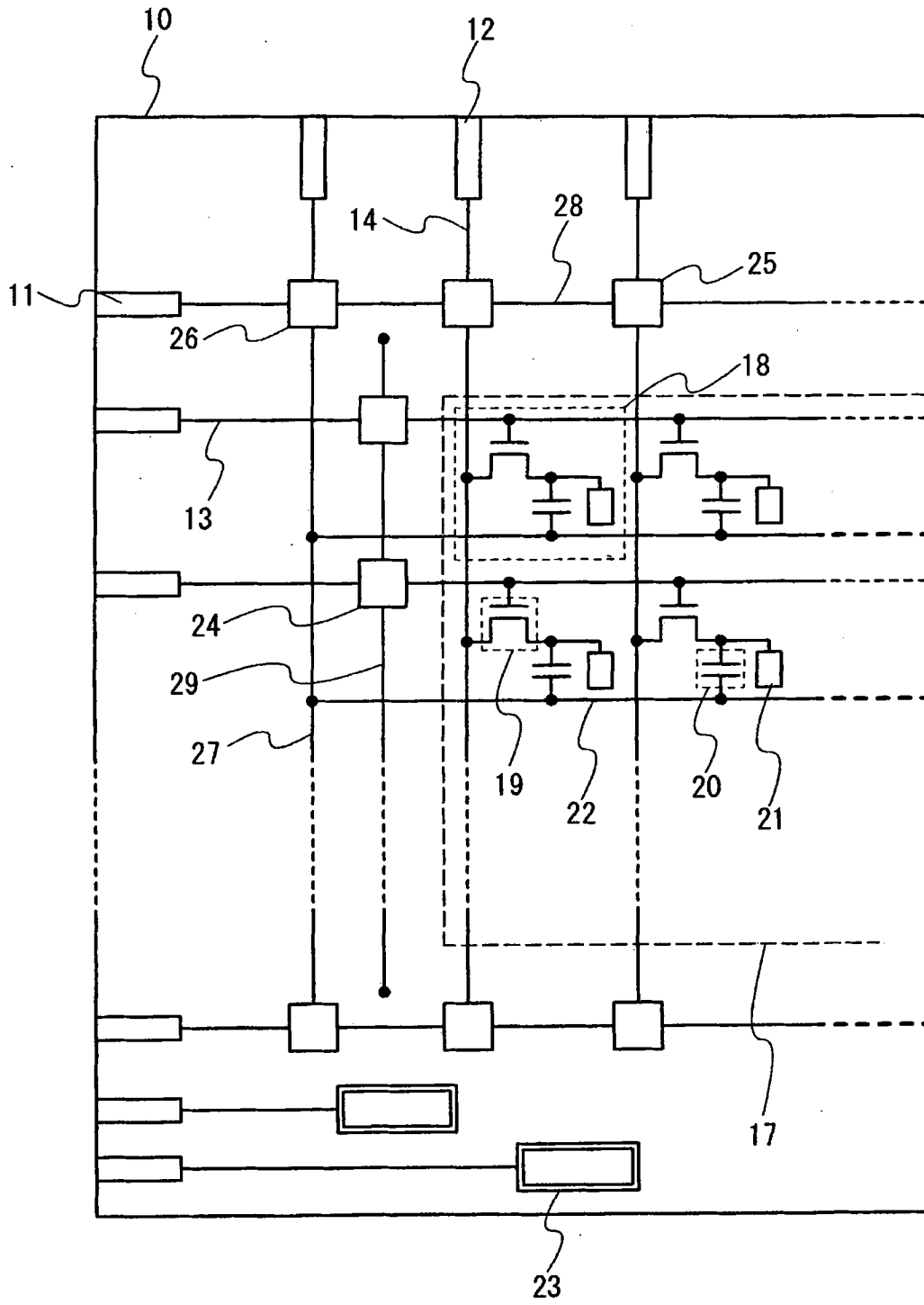


图 1

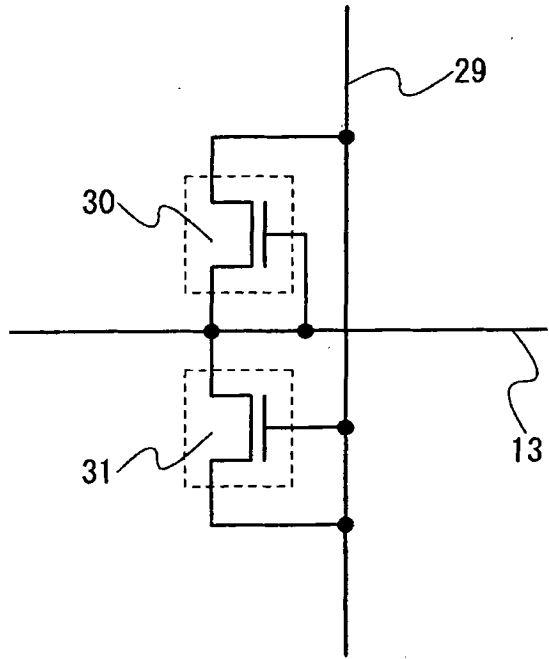


图 2

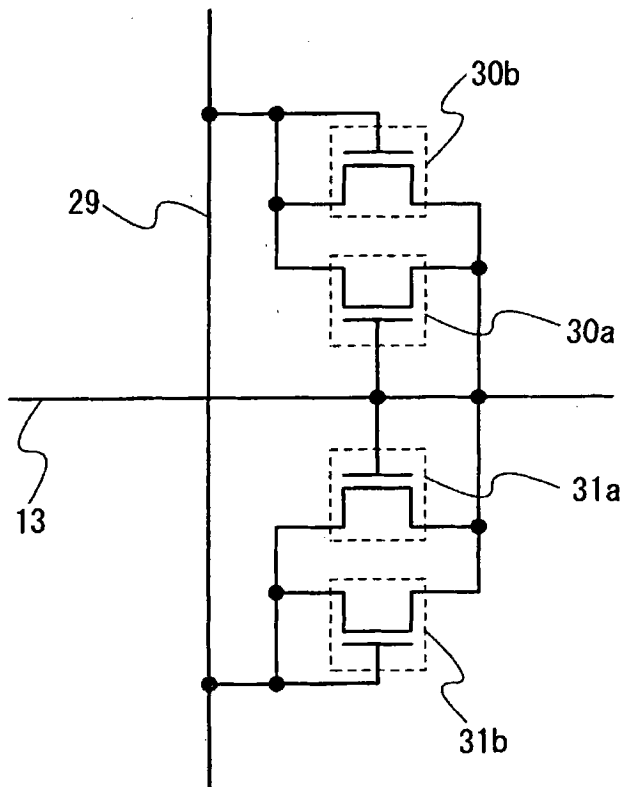


图 3

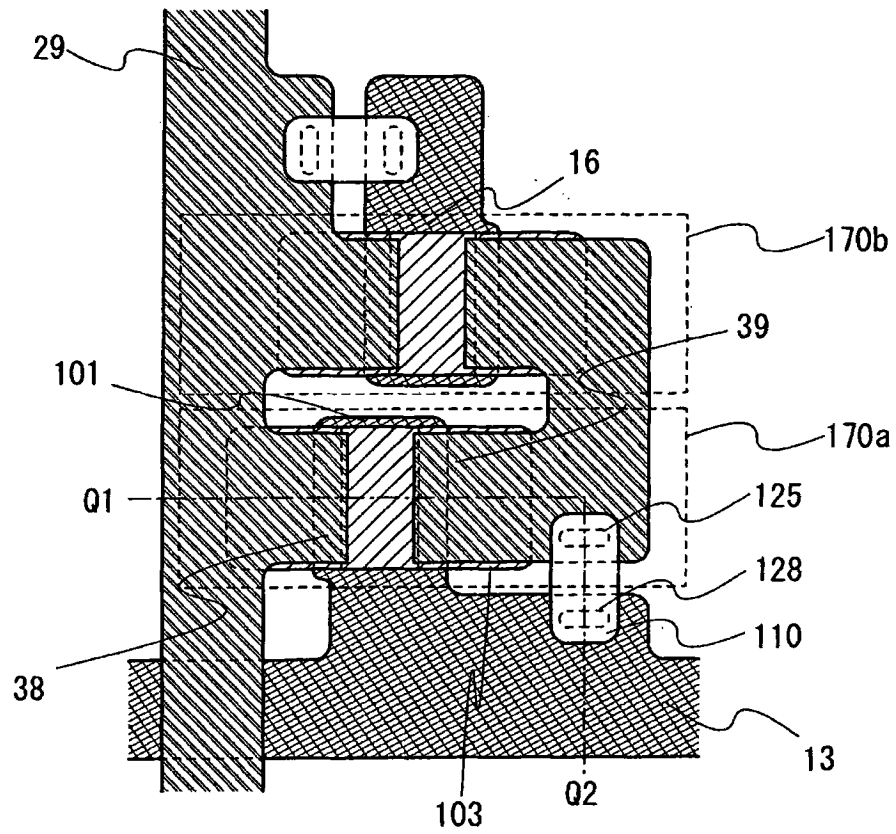


图 4A

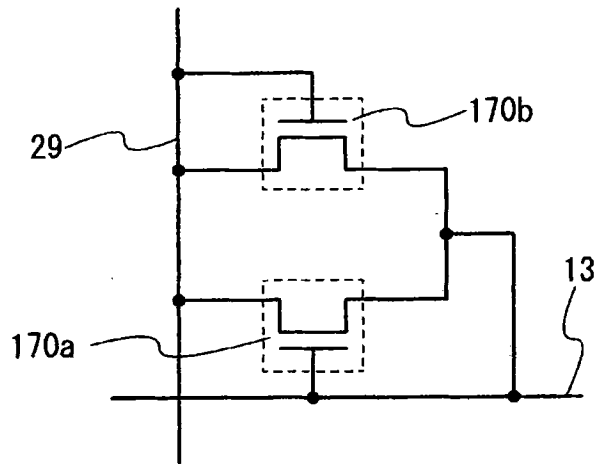


图 4B

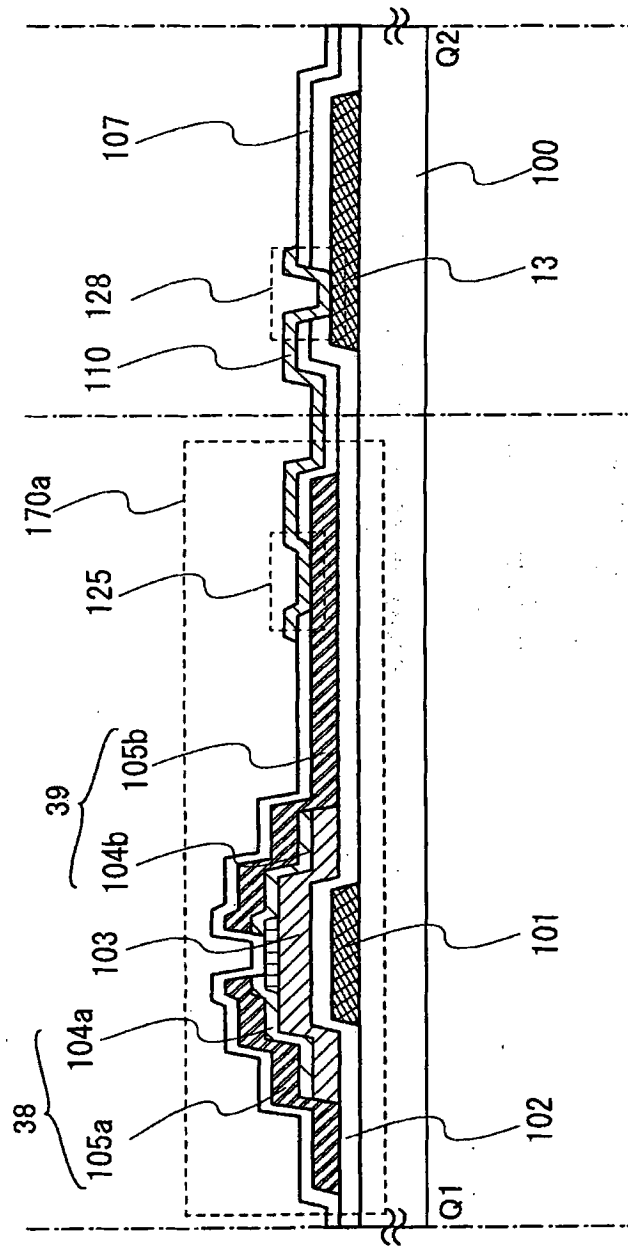


图 5

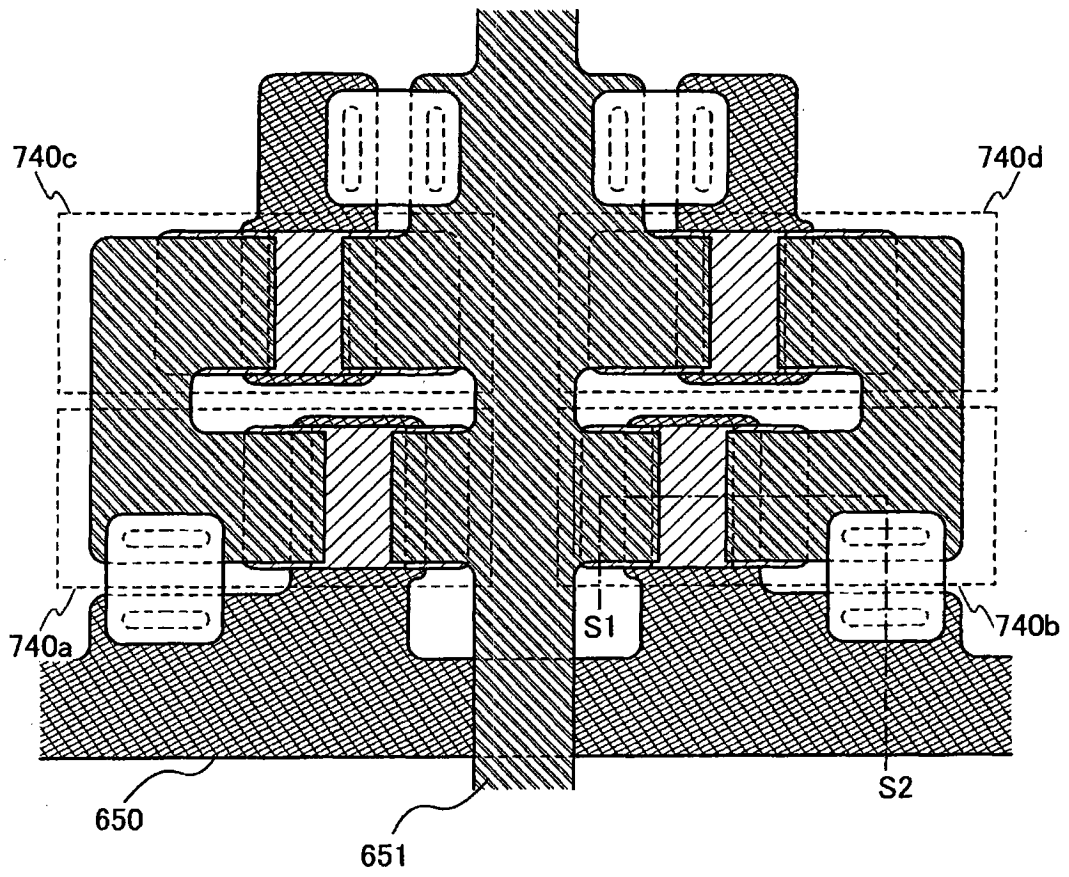


图 6A

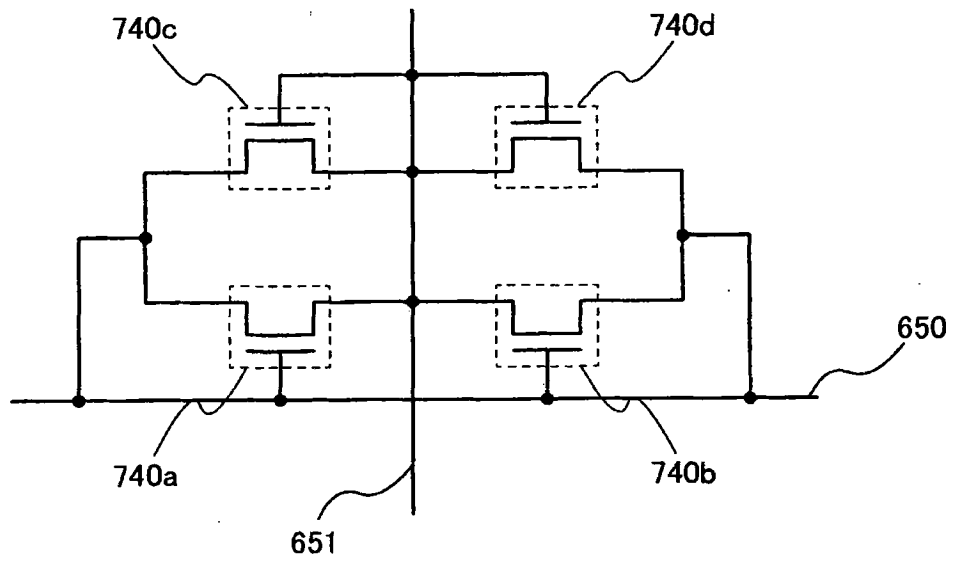


图 6B

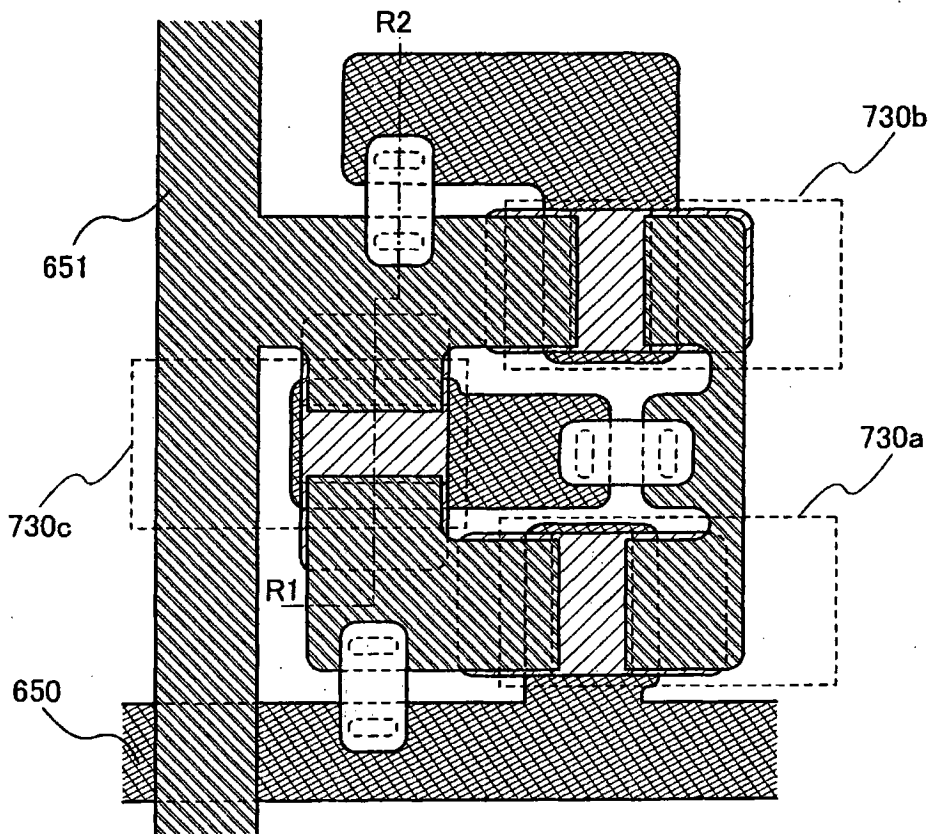


图 7A

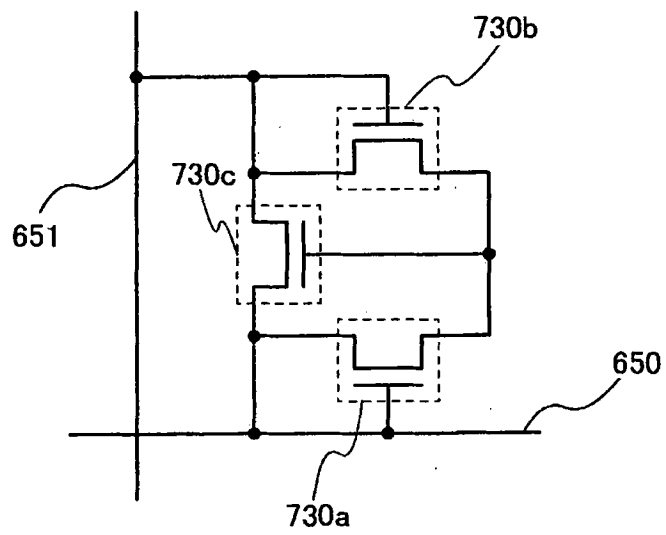


图 7B

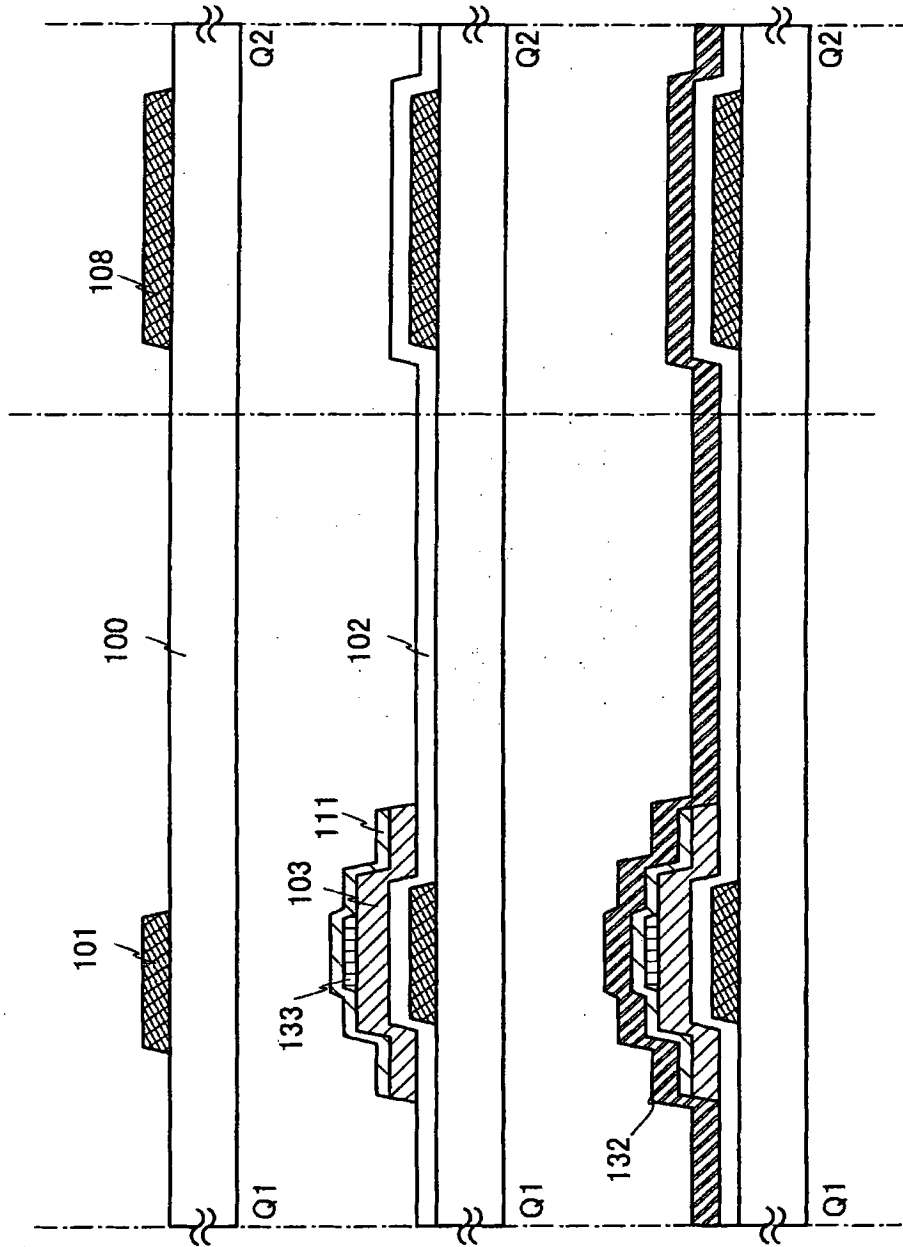


图 8A

图 8B

图 8C

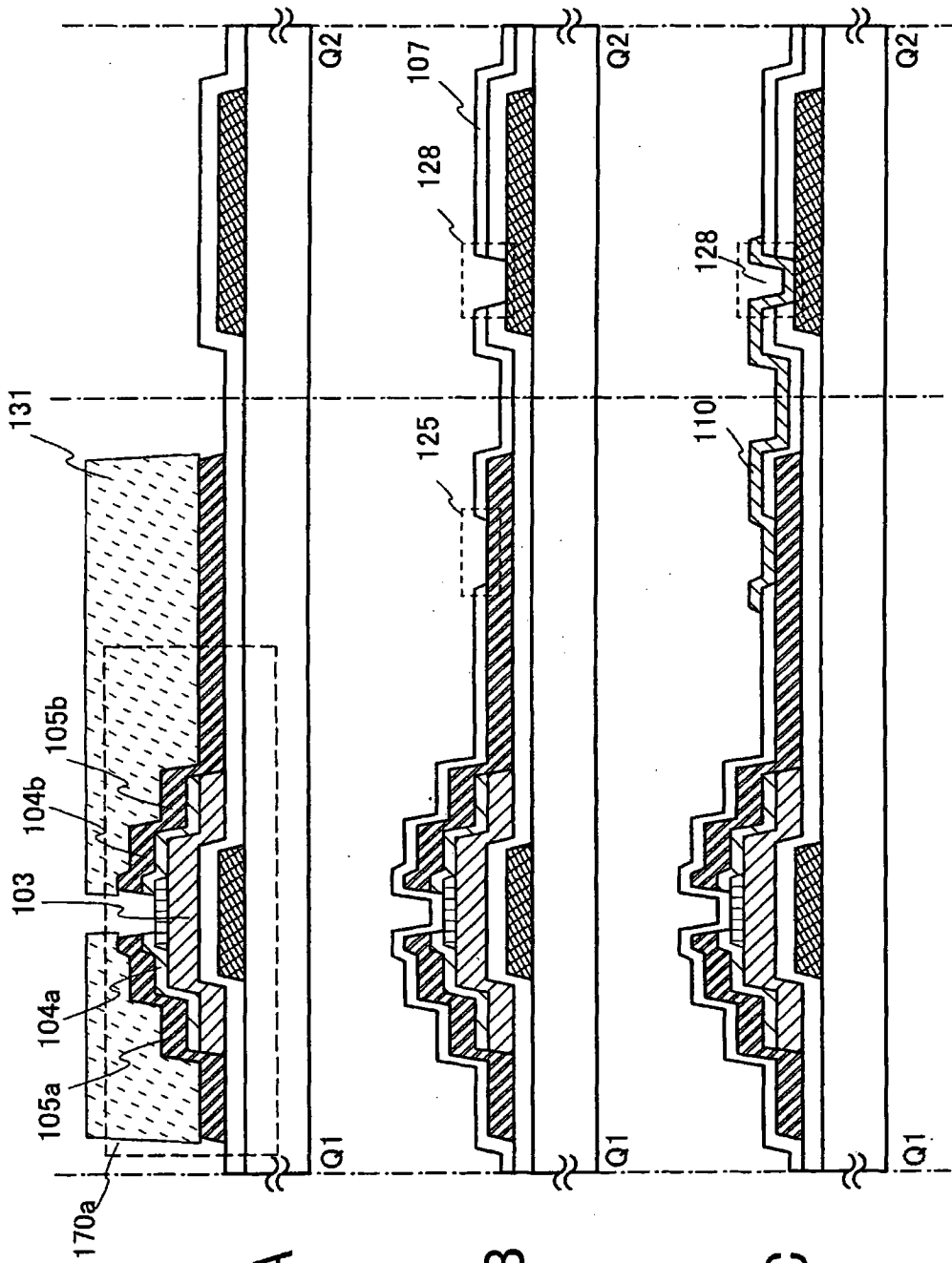


图 9A

图 9B

图 9C



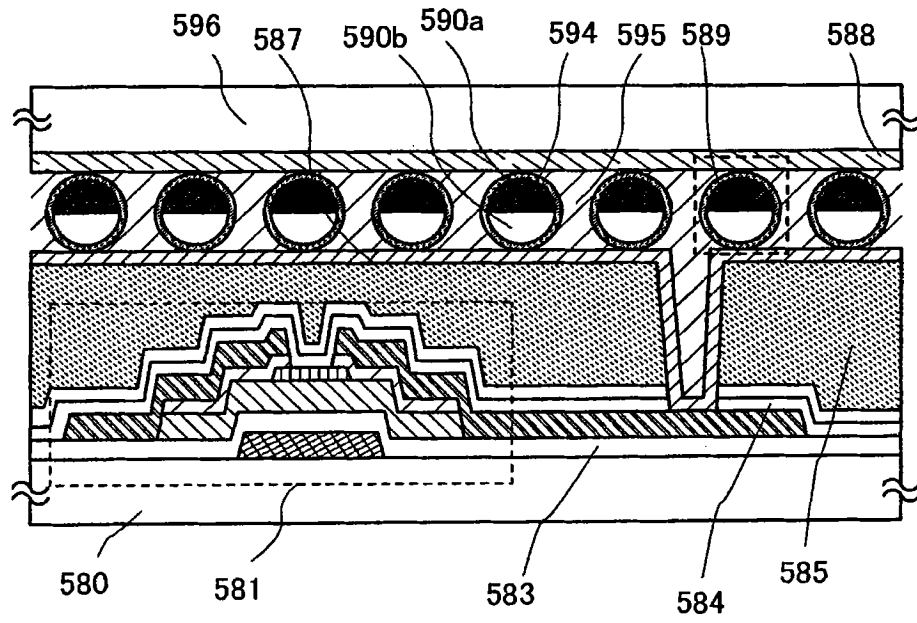


图 10

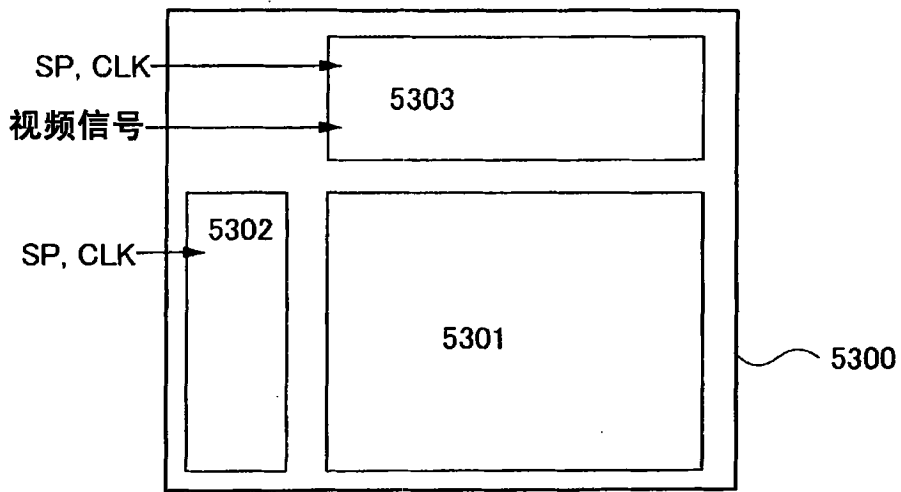


图 11A

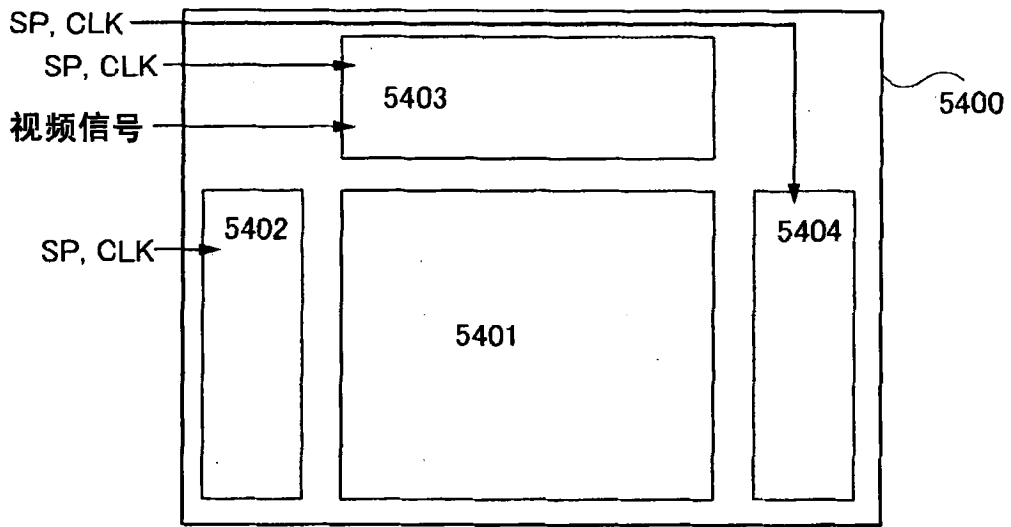


图 11B

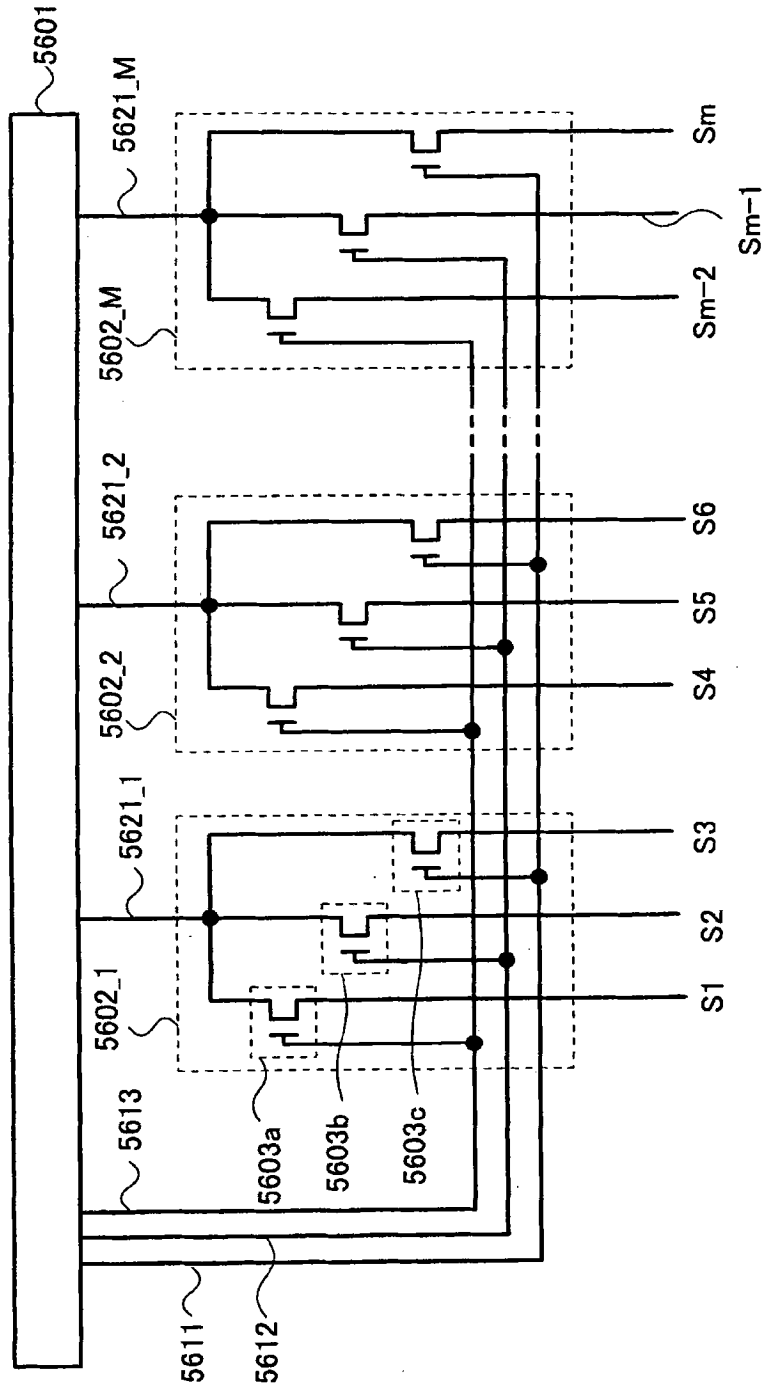


图 12

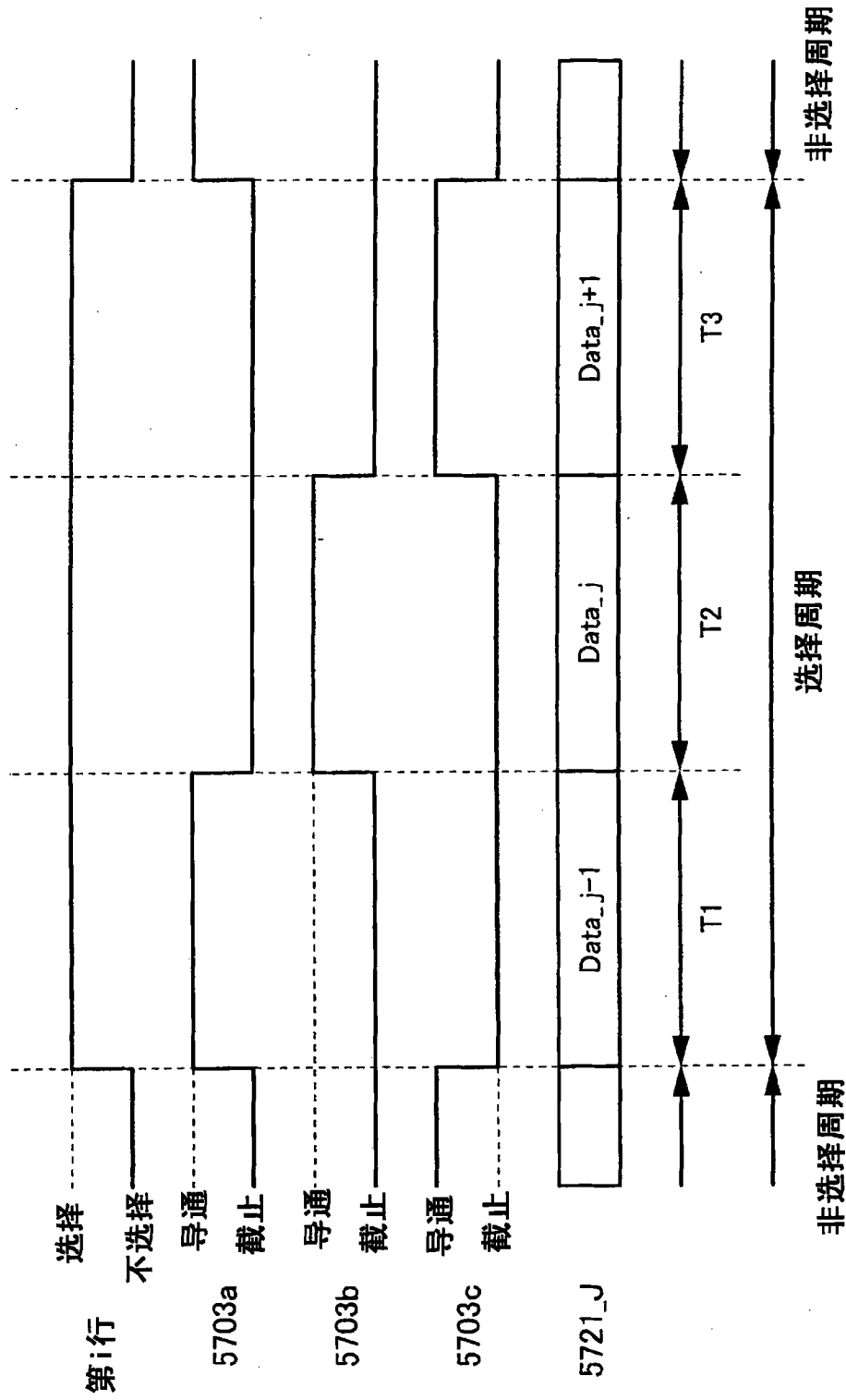


图 13

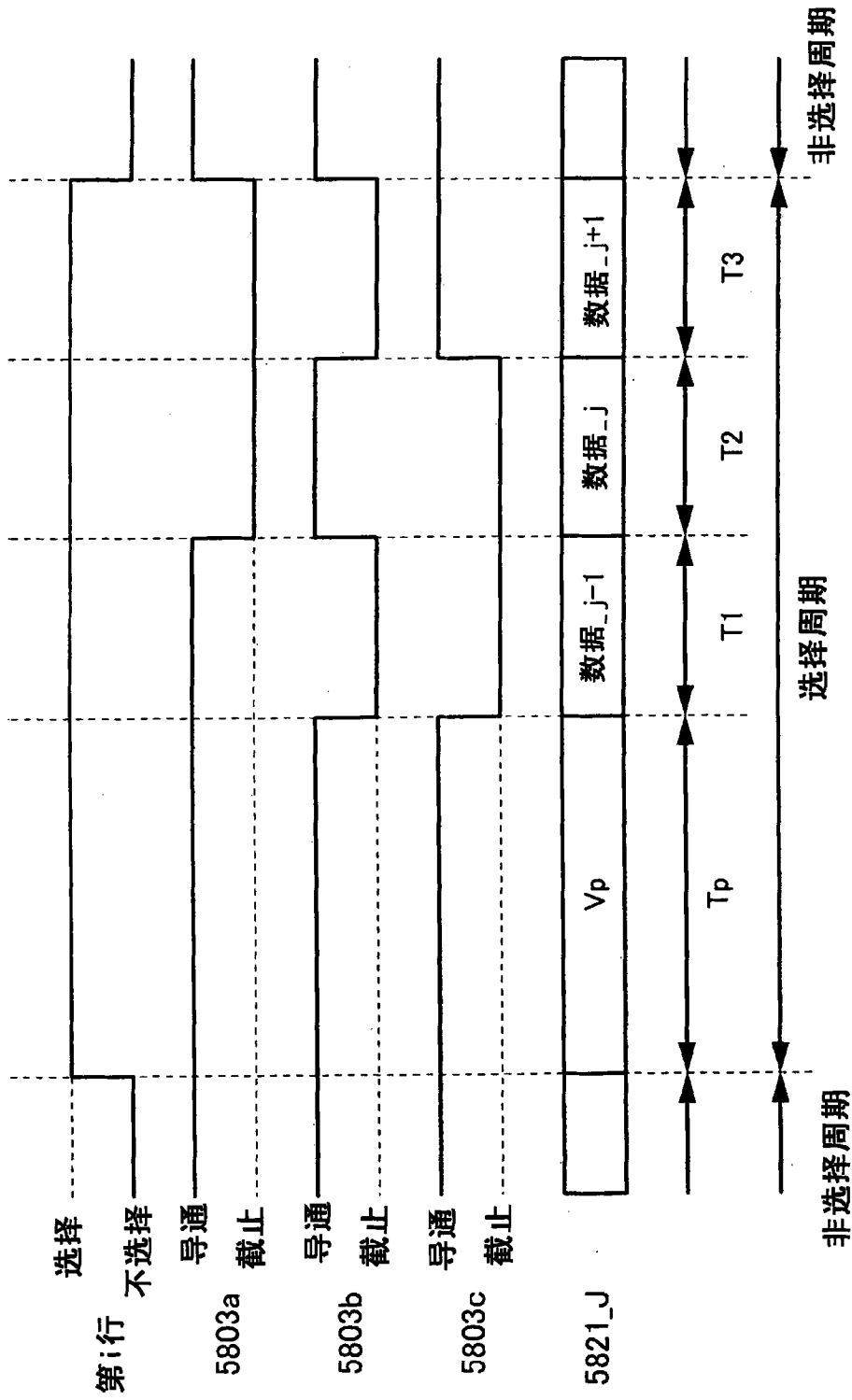


图 14

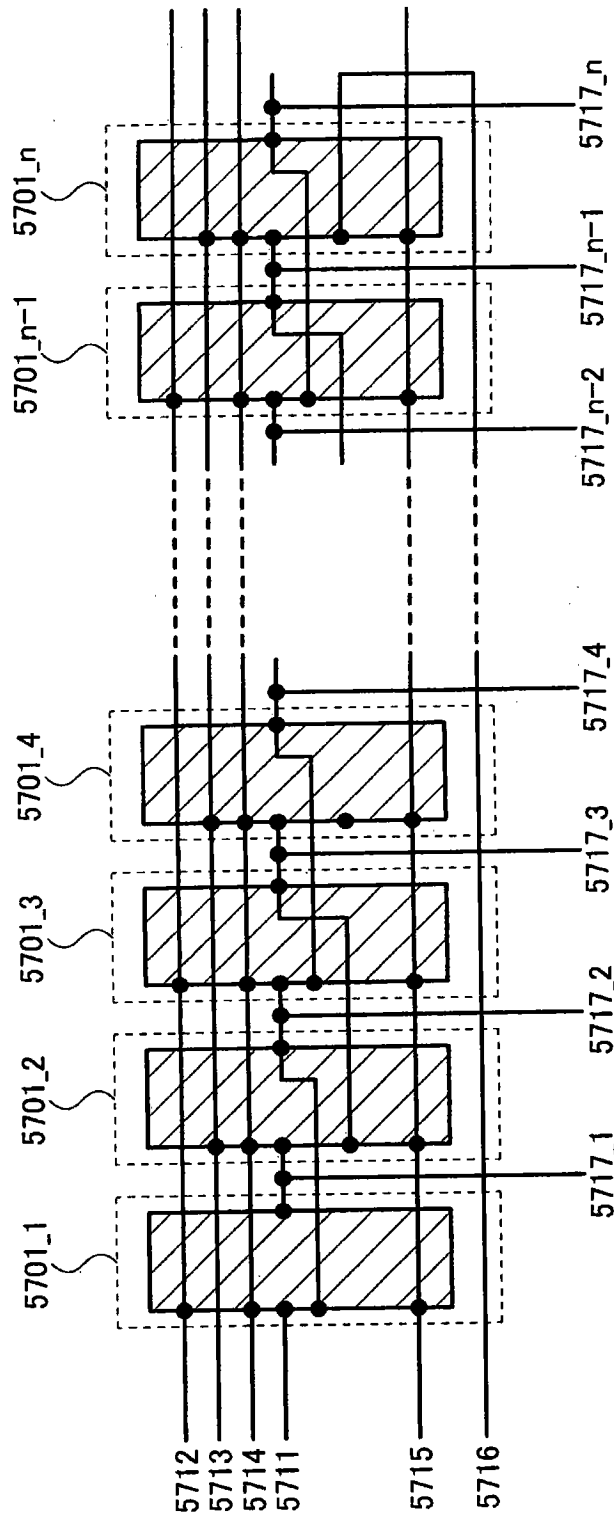


图 15

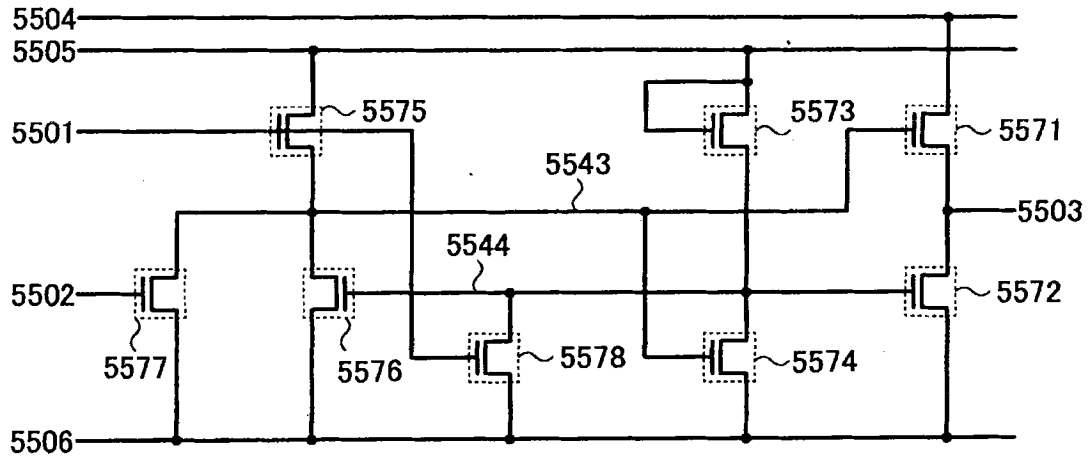


图 16

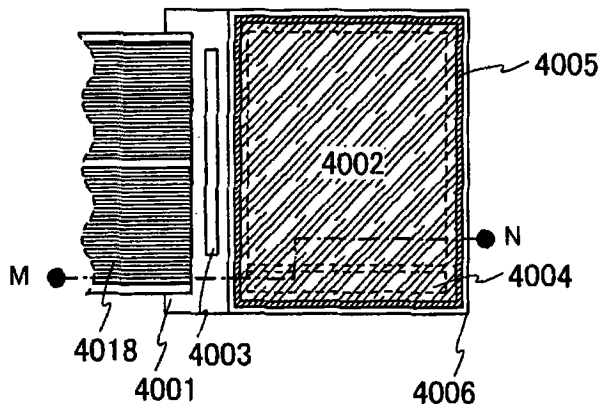


图 17A1

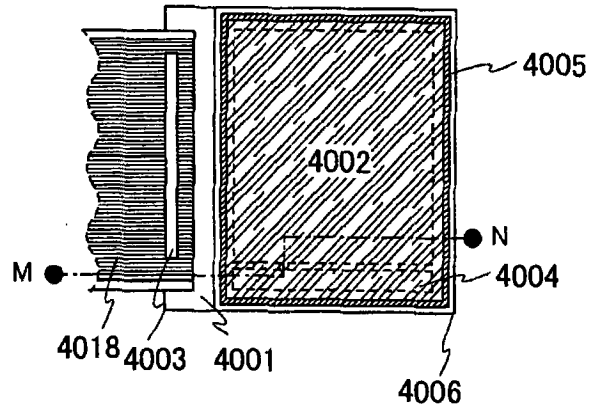


图 17A2

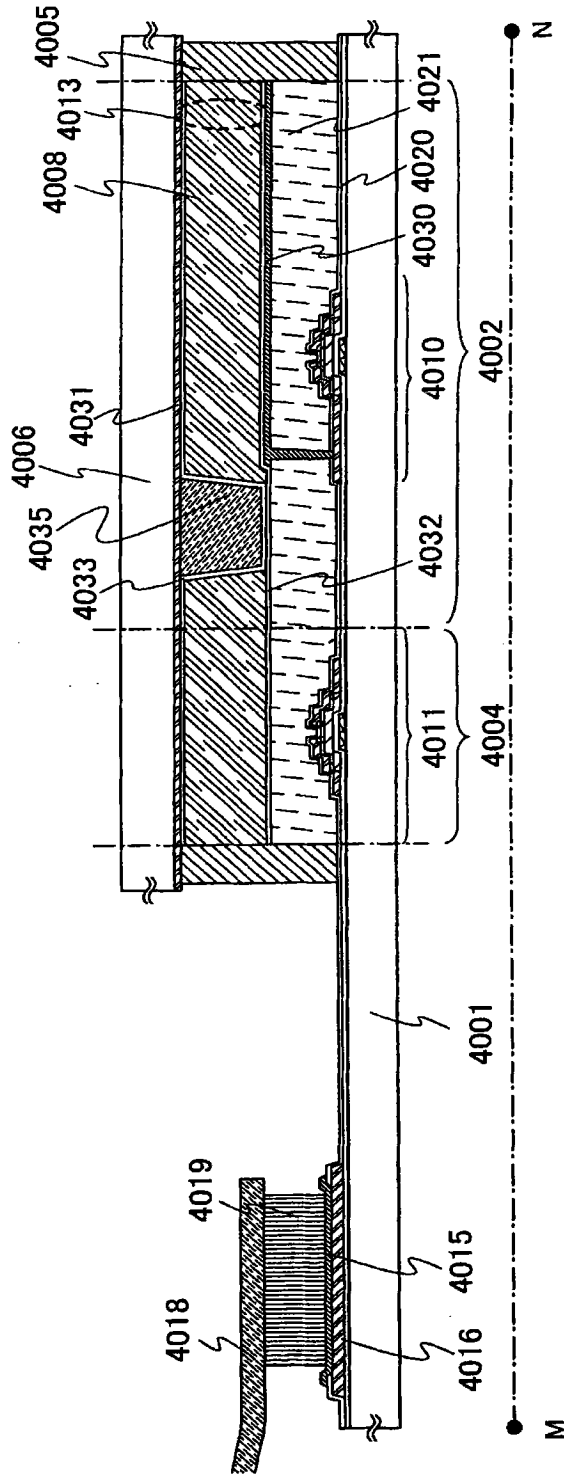


图 17B

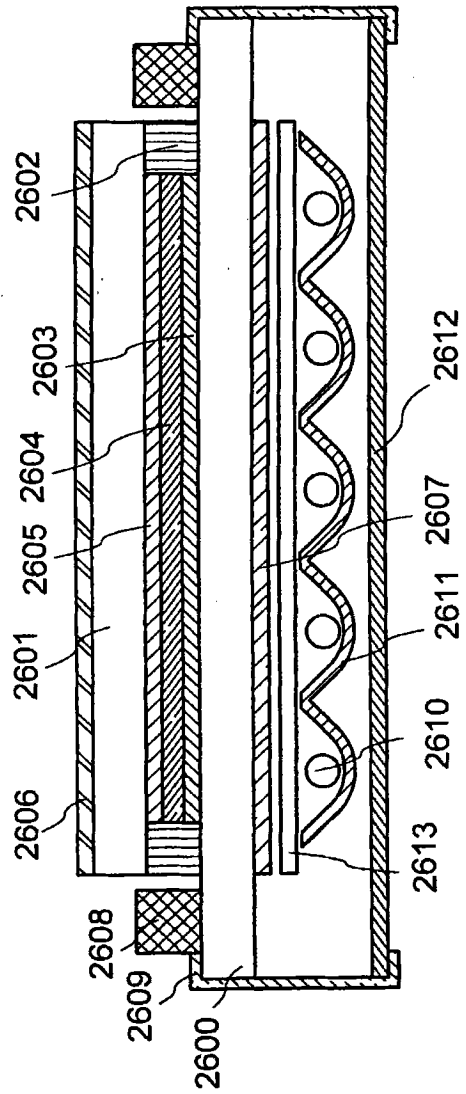


图 18



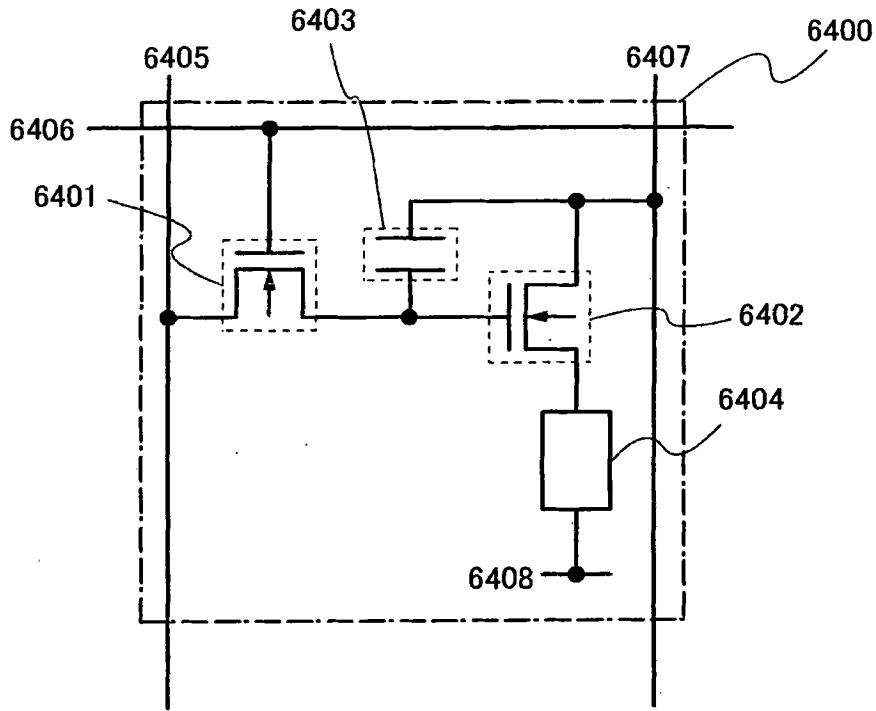


图 19

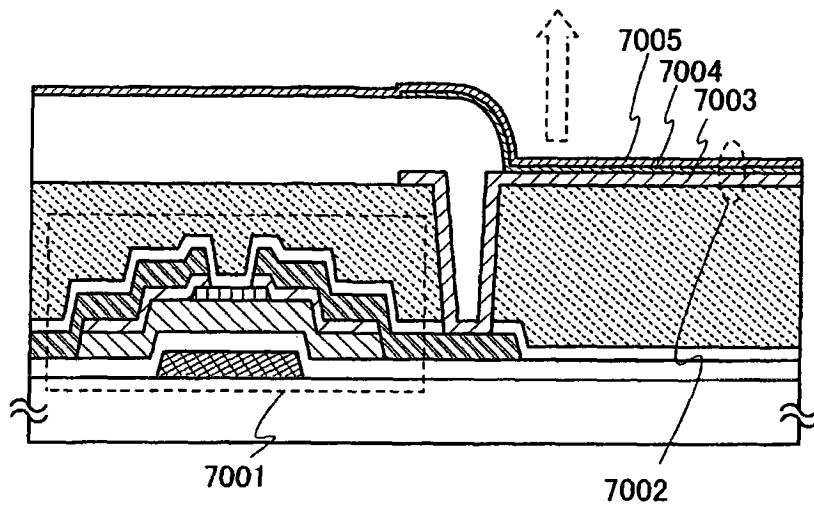


图 20A

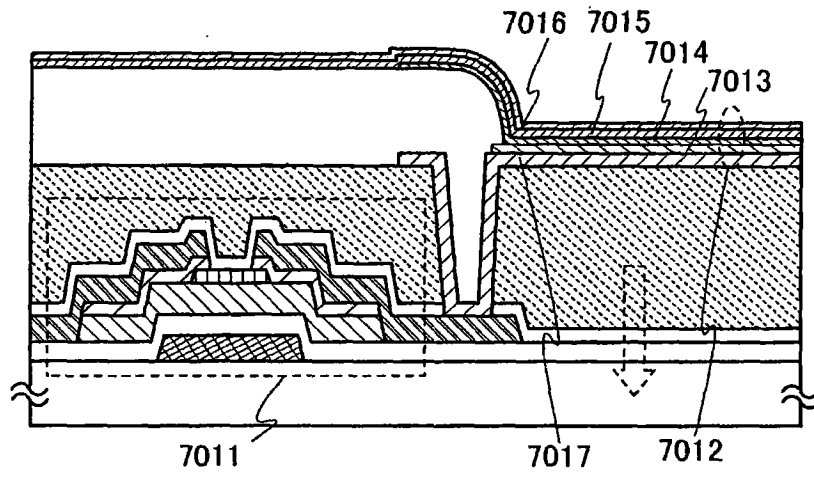


图 20B

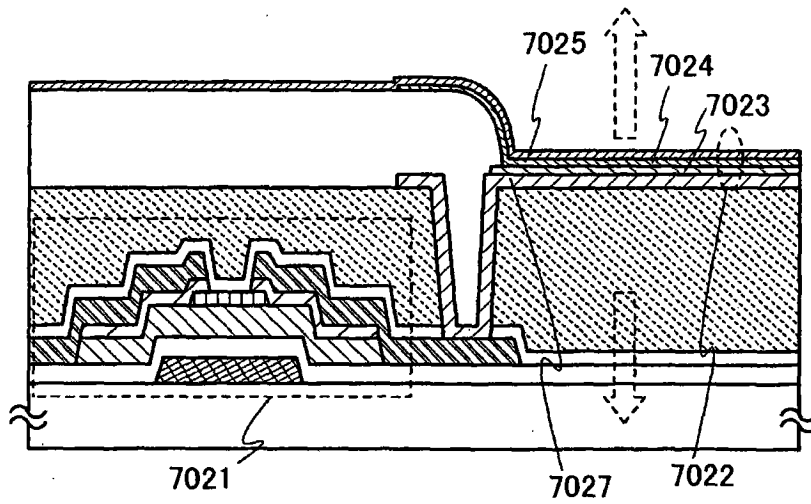


图 20C

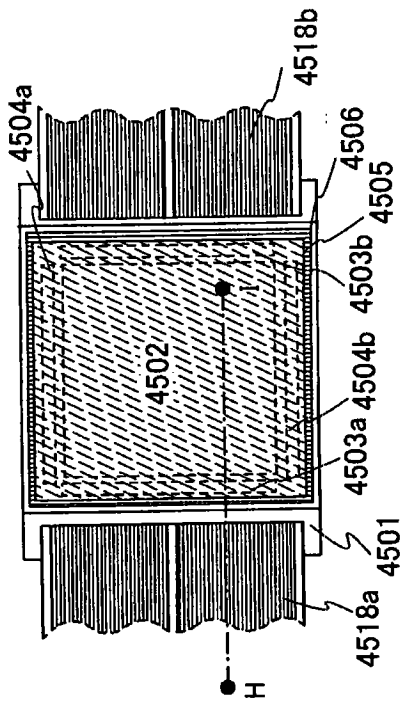


图 21A

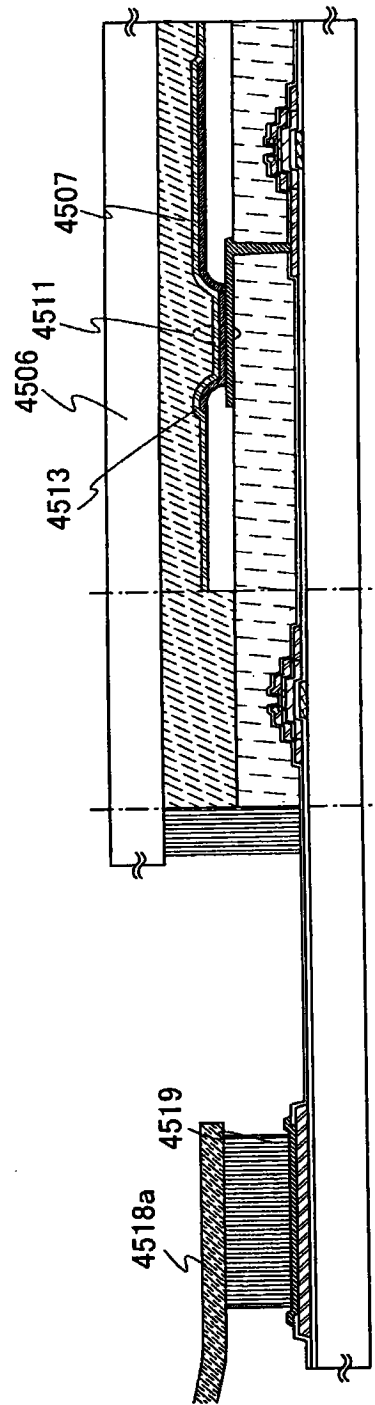


图 21B

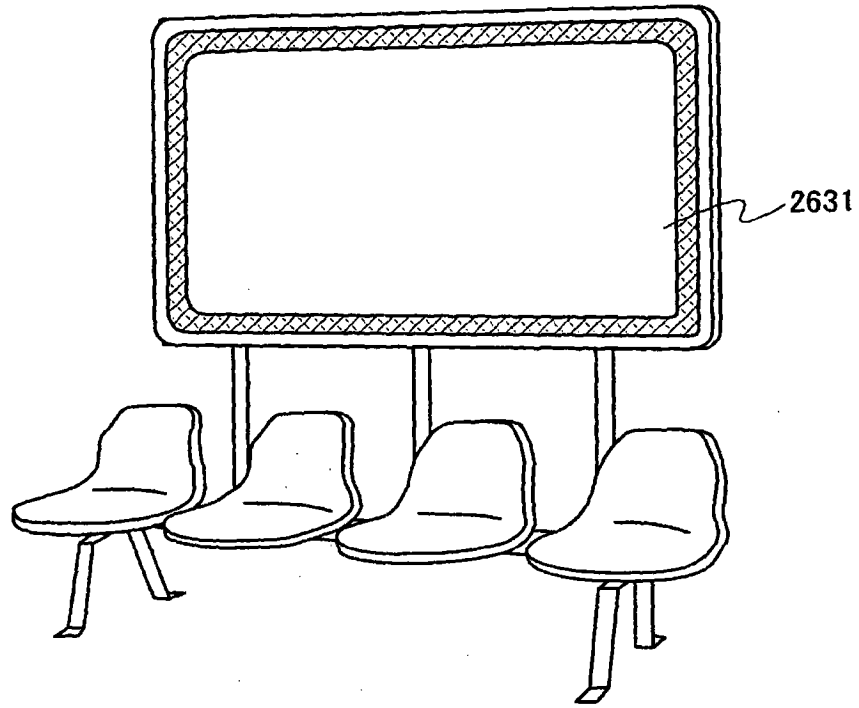


图 22A

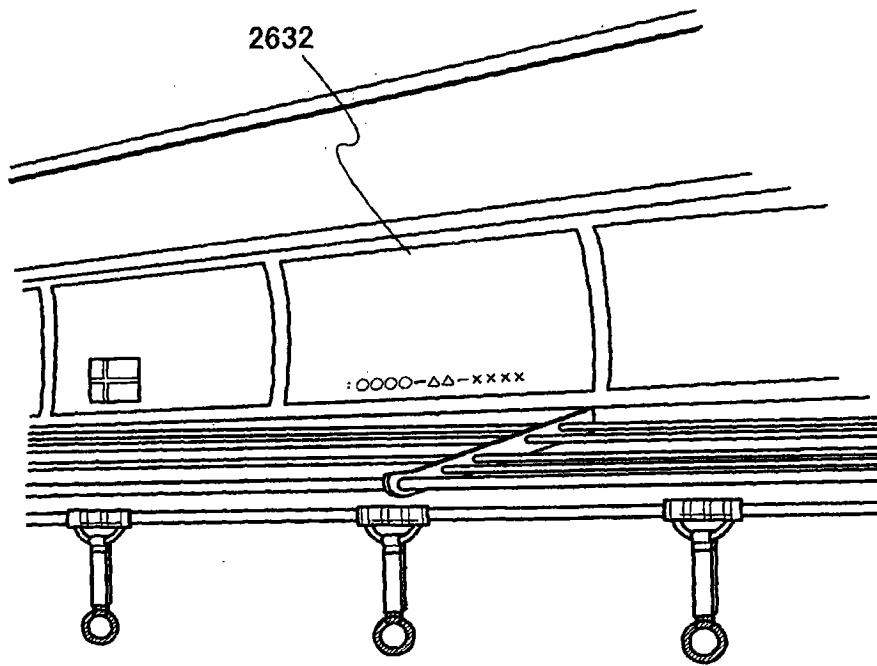


图 22B

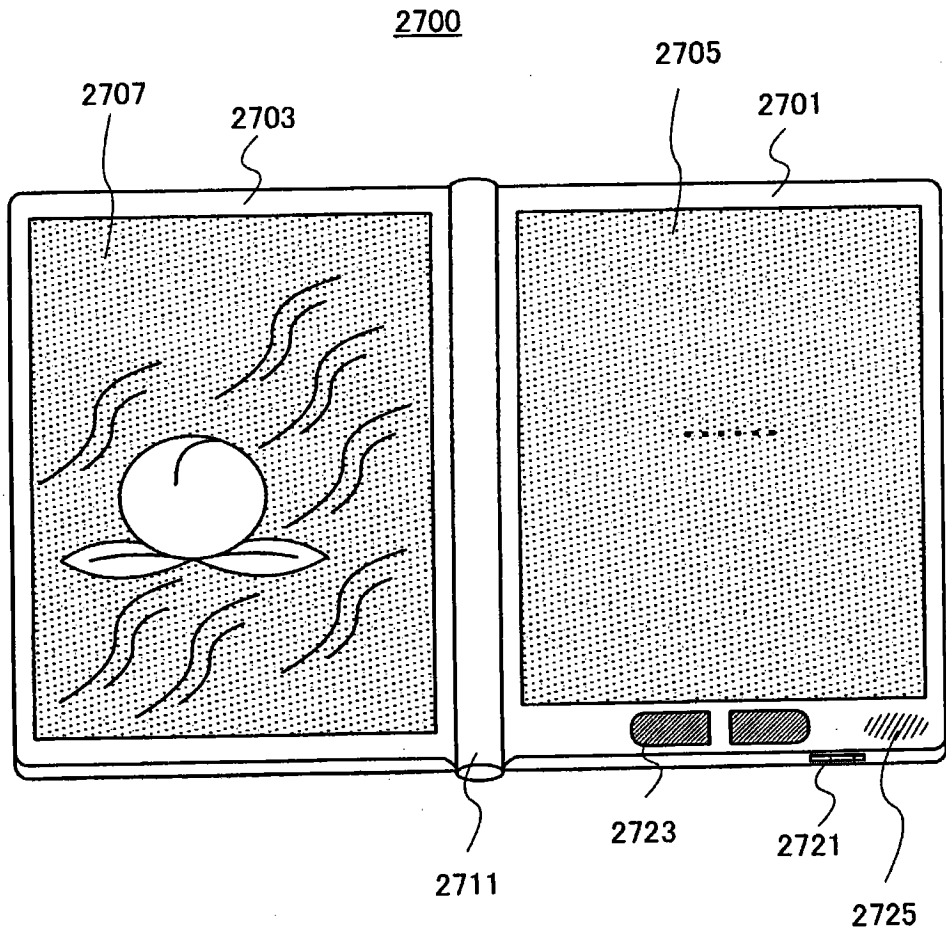


图 23

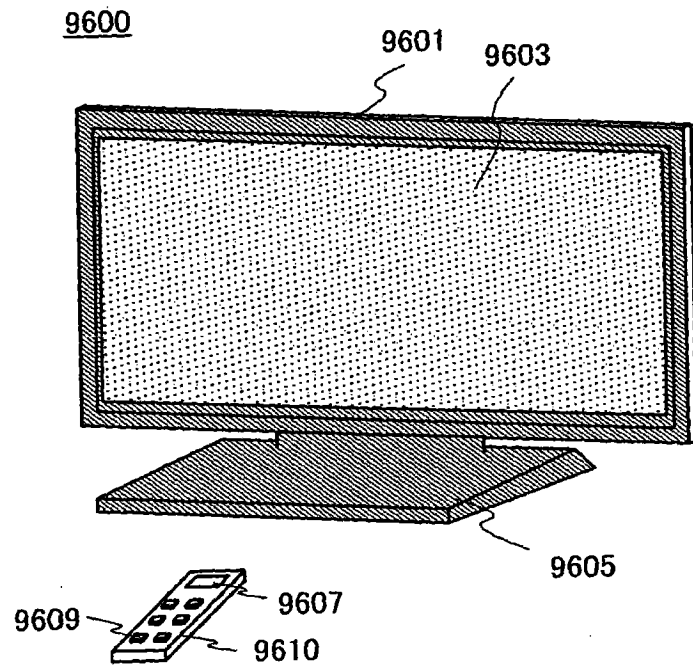


图 24A

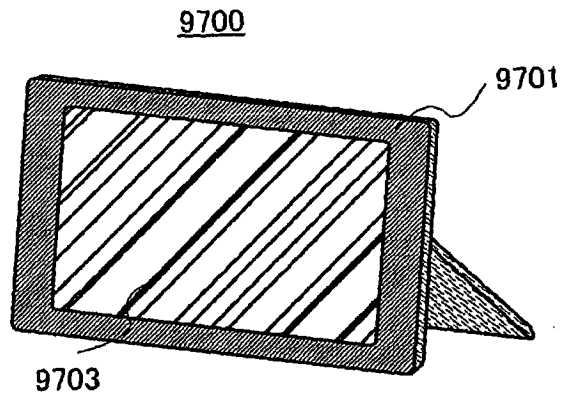


图 24B

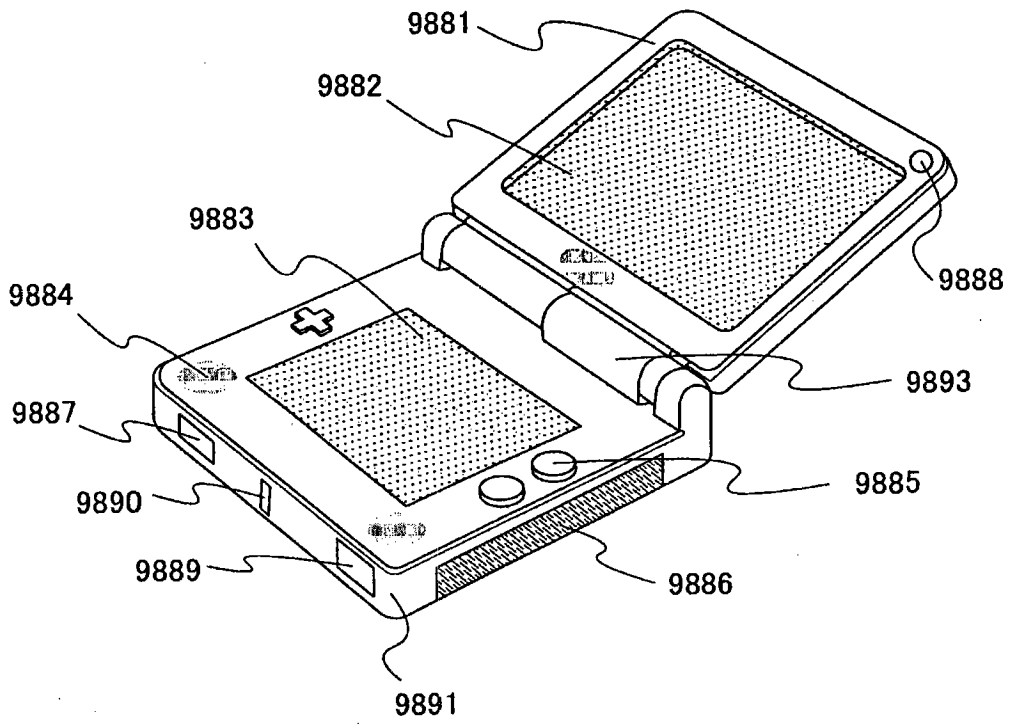


图 25A

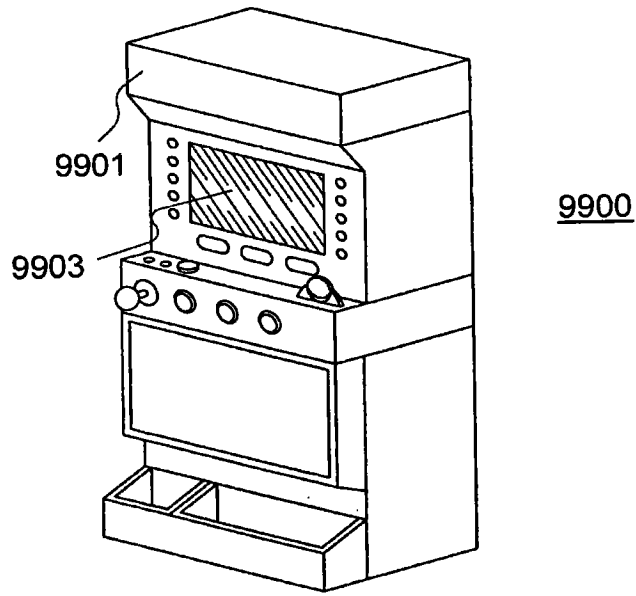


图 25B

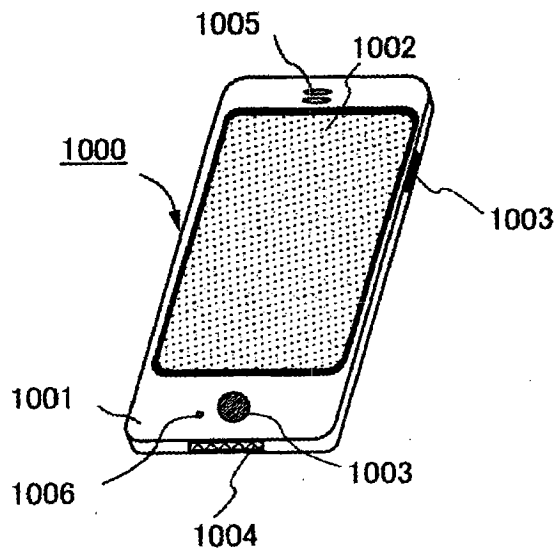
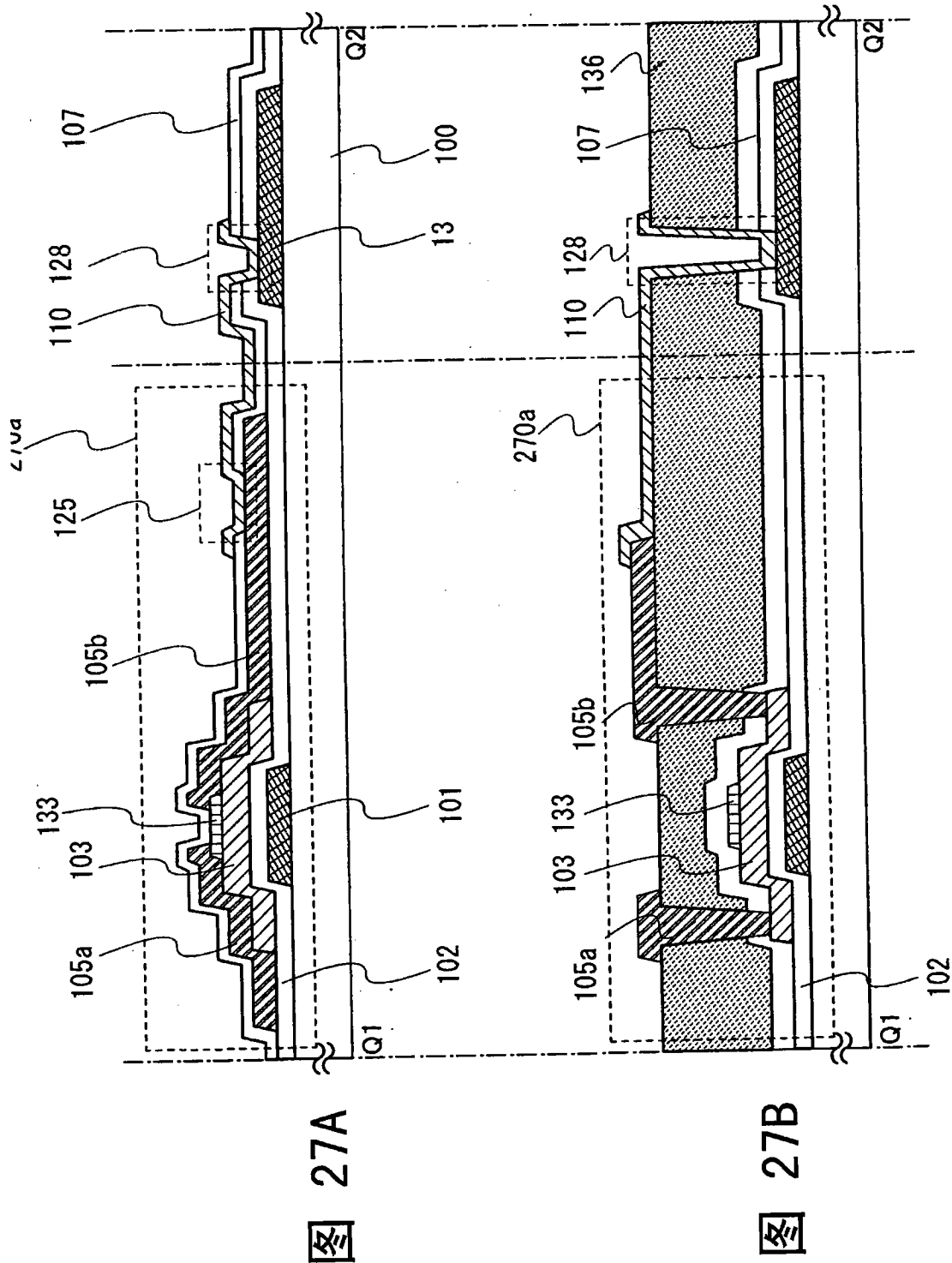


图 26



附图标记

10:衬底,11:端子,12:端子,13:扫描线,14:信号线,16:栅电极,17:像素部,18:像素,19:像素晶体管,20:存储电容部,21:像素电极,22:电容线,23:公共端子,24:保护电路,25:保护电路,26:保护电路,27:电容总线,28:公共布线,29:公共布线,30:非线性元件,30a:非线性元件,30b:非线性元件,31:非线性元件,31a:非线性元件,31b:非线性元件,38:布线层,39:布线层,100:衬底,101:栅电极,102:栅绝缘层,103:氧化物半导体层,104a:氧化物半导体层,104b:氧化物半导体层,105a:导电层,105b:导电层,107:保护绝缘膜,108:扫描线,110:布线层,111:氧化物半导体层,125:接触孔,128:接触孔,131:抗



蚀剂掩模, 132 : 导电膜, 133 : 沟道保护层, 136 : 绝缘层, 170a : 非线性元件, 170b : 非线性元件, 270a : 非线性元件, 581 : 薄膜晶体管, 585 : 绝缘层, 587 : 电极层, 588 : 电极层, 589 : 球形粒子, 590a : 黑色区, 590b : 白色区, 594 : 空洞, 595 : 填料, 730a : 非线性元件, 730b : 非线性元件, 730c : 非线性元件, 1000 : 移动电话, 1001 : 壳体, 1002 : 显示部, 1003 : 操作按钮, 1004 : 外部连接端口, 1005 : 扬声器, 1006 : 话筒, 2600 : TFT 衬底, 2601 : 对置衬底, 2602 : 密封材料, 2603 : 像素部, 2604 : 显示元件, 2605 : 彩色层, 2606 : 偏振片, 2607 : 偏振片, 2608 : 布线电路部, 2609 : 柔性线路板, 2610 : 冷阴极管, 2611 : 反射板, 2612 : 电路板, 2613 : 扩散板, 2631 : 海报, 2632 : 车厢广告, 2700 : 电子书设备, 2701 : 壳体, 2703 : 壳体, 2705 : 显示部, 2707 : 显示部, 2711 : 轴部, 2721 : 电源, 2723 : 操作键, 2725 : 扬声器, 4001 : 衬底, 4002 : 像素部, 4003 : 信号线驱动电路, 4004 : 扫描线驱动电路, 4005 : 密封材料, 4006 : 衬底, 4008 : 液晶层, 4010 : 薄膜晶体管, 4011 : 薄膜晶体管, 4013 : 液晶元件, 4015 : 连接端子电极, 4016 : 端子电极, 4018 : FPC, 4019 : 各向异性导电膜, 4020 : 绝缘层, 4021 : 绝缘层, 4030 : 像素电极层, 4031 : 对置电极层, 4032 : 绝缘层, 4501 : 衬底, 4502 : 像素部, 4503a : 信号线驱动电路, 4504a : 扫描线驱动电路, 4505 : 密封材料, 4506 : 衬底, 4507 : 填料,

4509 : 薄膜晶体管, 4510 : 薄膜晶体管, 4511 : 发光元件, 4512 : 电场发光层, 4513 : 电极层, 4515 : 连接端子电极, 4516 : 端子电极, 4517 : 电极层, 4518a : FPC, 4519 : 各向异性导电膜, 4520 : 分隔壁, 5300 : 衬底, 5301 : 像素部, 5302 : 扫描线驱动电路, 5303 : 信号线驱动电路, 5400 : 衬底, 5401 : 像素部, 5402 : 扫描线驱动电路, 5403 : 信号线驱动电路, 5404 : 扫描线驱动电路, 5501 : 布线, 5502 : 布线, 5503 : 布线, 5504 : 布线, 5505 : 布线, 5506 : 布线, 5543 : 节点, 5544 : 节点, 5571 : 薄膜晶体管, 5572 : 薄膜晶体管, 5573 : 薄膜晶体管, 5574 : 薄膜晶体管, 5575 : 薄膜晶体管, 5576 : 薄膜晶体管, 5577 : 薄膜晶体管, 5578 : 薄膜晶体管, 5601 : 驱动器 IC, 5602 : 开关群, 5603a : 薄膜晶体管, 5603b : 薄膜晶体管, 5603c : 薄膜晶体管, 5611 : 布线, 5612 : 布线, 5613 : 布线, 5621 : 布线, 5701 : 触发器, 5703a : 时序, 5703b : 时序, 5703c : 时序, 5711 : 布线, 5712 : 布线, 5713 : 布线, 5714 : 布线, 5715 : 布线, 5716 : 布线, 5717 : 布线, 5721 : 信号, 5803a : 时序, 5803b : 时序, 5803c : 时序, 5821 : 信号, 6400 : 像素, 6401 : 开关晶体管, 6402 : 驱动晶体管, 6403 : 电容器, 6404 : 发光元件, 6405 : 信号线, 6406 : 扫描线, 6407 : 电源线, 6408 : 公共电极, 7001 : TFT, 7002 : 发光元件, 7003 : 阴极, 7004 : 发光层, 7005 : 阳极, 7011 : 驱动 TFT, 7012 : 发光元件, 7013 : 阴极, 7014 : 发光层, 7015 : 阳极, 7016 : 遮光膜, 7017 : 导电膜, 7021 : 驱动 TFT, 7022 : 发光元件, 7023 : 阴极, 7024 : 发光层, 7025 : 阳极, 7027 : 导电膜, 9600 : 电视机, 9601 : 壳体, 9603 : 显示部, 9605 : 支架, 9607 : 显示部, 9609 : 操作键, 9610 : 遥控器, 9700 : 数码相框, 9701 : 壳体, 9703 : 显示部, 9881 : 壳体, 9882 : 显示部, 9883 : 显示部, 9884 : 扬声器部, 9885 : 输入单元 (操作键), 9886 : 记录介质插入部, 9887 : 连接端子, 9888 : 传感器, 9889 : 话筒, 9890 : LED 灯, 9891 : 壳体, 9893 : 连接器, 9900 : 自动贩卖机, 9901 : 壳体, 9903 : 显示部。