



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104508548 B

(45)授权公告日 2017. 11. 07

(21)申请号 201380038555.9

(22)申请日 2013.07.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104508548 A

(43)申请公布日 2015.04.08

(30)优先权数据
2012-161726 2012.07.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.01.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/069230 2013.07.08

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/013958 EN 2014.01.23

(73)专利权人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川

(72)发明人 横山雅俊 小森茂树 佐藤学
冈崎健一 山崎舜平

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 秦晨

(51)Int.Cl.
G02F 1/1368(2006.01)
G02F 1/1343(2006.01)
G09F 9/30(2006.01)

审查员 于丽

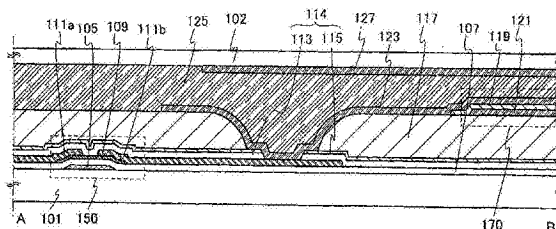
权利要求书5页 说明书20页 附图9页

(54)发明名称

显示装置

(57)摘要

本发明的目的是通过抑制因来自有机绝缘膜的释放气体造成的晶体管特性的变动,来提高显示装置的可靠性。该显示装置包括晶体管(150)、为了减少因该晶体管(150)导致的不均匀度而设置于晶体管(150)上的有机绝缘膜(117)、以及有机绝缘膜(117)上的电容器(170)。有机绝缘膜(117)的整体表面不被在晶体管(150)的上侧上的电容器(170)的构成要素覆盖,并且来自有机绝缘膜(117)的释放气体能够从有机绝缘膜(117)的上表面的露出部分释放到外部。



1. 一种显示装置,包括:

像素部,包括:

具有半导体层、栅电极层、源电极层以及漏电极层的晶体管;

覆盖所述晶体管的第一无机绝缘膜;

所述第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜;

所述有机绝缘膜上的第一透明导电层;

所述第一透明导电层上的第二无机绝缘膜;以及

隔着所述第二无机绝缘膜在所述第一透明导电层上的第二透明导电层,该第二透明导电层在形成于所述有机绝缘膜及所述第一无机绝缘膜中的开口中与所述晶体管的所述源电极层和所述漏电极层中的一个电连接,

其中,所述第二无机绝缘膜的边缘部与所述有机绝缘膜重叠,

并且,所述第二无机绝缘膜不与所述晶体管的所述栅电极层重叠。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,其中所述晶体管的沟道包括氧化物半导体。

3. 根据权利要求1所述的显示装置,其中所述第一无机绝缘膜及所述第二无机绝缘膜都含有硅和氮。

4. 根据权利要求1所述的显示装置,其中所述有机绝缘膜含有丙烯酸树脂。

5. 根据权利要求1所述的显示装置,其中所述第二无机绝缘膜与所述第一透明导电层或所述第二透明导电层之间的折射率之差小于或等于所述第一透明导电层或所述第二透明导电层的折射率的10%。

6. 根据权利要求1所述的显示装置,

其中所述像素部还包括所述第二透明导电层上的液晶层,

并且所述液晶层的取向根据所述第一透明导电层与所述第二透明导电层之间生成的电场控制。

7. 根据权利要求1所述的显示装置,其中所述第一无机绝缘膜的一部分接触于所述第二无机绝缘膜的一部分。

8. 根据权利要求1所述的显示装置,

其中所述像素部还包括电容器,

并且所述电容器包括所述第一透明导电层、所述第二无机绝缘膜以及所述第二透明导电层。

9. 一种显示装置,包括:

像素部,包括:

具有半导体层、源电极层以及漏电极层的晶体管;

覆盖所述晶体管的第一无机绝缘膜;

所述第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜;

所述有机绝缘膜上的第一透明导电层;

所述第一透明导电层上的第二无机绝缘膜;以及

隔着所述第二无机绝缘膜在所述第一透明导电层上的第二透明导电层,该第二透明导电层在形成于所述有机绝缘膜及所述第一无机绝缘膜中的开口中与所述晶体管的所述源电极层和所述漏电极层中的一个电连接,

其中,所述第二无机绝缘膜的边缘部与所述有机绝缘膜重叠,

并且,所述第二无机绝缘膜不与所述晶体管的所述半导体层重叠。

10. 根据权利要求9所述的显示装置,其中所述晶体管的沟道包括氧化物半导体。

11. 根据权利要求9所述的显示装置,其中所述第一无机绝缘膜及所述第二无机绝缘膜都含有硅和氮。

12. 根据权利要求9所述的显示装置,其中所述有机绝缘膜含有丙烯酸树脂。

13. 根据权利要求9所述的显示装置,其中所述第二无机绝缘膜与所述第一透明导电层或所述第二透明导电层之间的折射率之差小于或等于所述第一透明导电层或所述第二透明导电层的折射率的10%。

14. 根据权利要求9所述的显示装置,

其中所述像素部还包括所述第二透明导电层上的液晶层,

并且所述液晶层的取向根据所述第一透明导电层与所述第二透明导电层之间生成的电场控制。

15. 根据权利要求9所述的显示装置,其中所述第一无机绝缘膜的一部分接触于所述第二无机绝缘膜的一部分。

16. 根据权利要求9所述的显示装置,

其中所述像素部还包括电容器,

并且所述电容器包括所述第一透明导电层、所述第二无机绝缘膜以及所述第二透明导电层。

17. 一种显示装置,包括:

具有半导体层、源电极层以及漏电极层的晶体管;

覆盖所述晶体管的第一无机绝缘膜;

所述第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜;

所述有机绝缘膜上的第一透明导电层;

所述第一透明导电层上的第二无机绝缘膜;

隔着所述第二无机绝缘膜在所述第一透明导电层上的第二透明导电层,该第二透明导电层在形成于所述有机绝缘膜及所述第一无机绝缘膜中的开口中与所述晶体管的所述源电极层和所述漏电极层中的一个电连接;以及

所述第二透明导电层上的液晶层,

其中,所述液晶层的一部分接触于所述有机绝缘膜的一部分。

18. 根据权利要求17所述的显示装置,其中所述液晶层在与所述晶体管重叠的区域中接触于所述有机绝缘膜。

19. 根据权利要求17所述的显示装置,其中所述晶体管的沟道包括氧化物半导体。

20. 根据权利要求17所述的显示装置,其中所述第一无机绝缘膜及所述第二无机绝缘膜都含有硅和氮。

21. 根据权利要求17所述的显示装置,其中所述有机绝缘膜含有丙烯酸树脂。

22. 根据权利要求17所述的显示装置,其中所述第二无机绝缘膜与所述第一透明导电层或所述第二透明导电层之间的折射率之差小于或等于所述第一透明导电层或所述第二透明导电层的折射率的10%。

23. 根据权利要求17所述的显示装置，

其中所述液晶层的取向根据所述第一透明导电层与所述第二透明导电层之间生成的电场控制。

24. 根据权利要求17所述的显示装置，其中所述第一无机绝缘膜的一部分接触于所述第二无机绝缘膜的一部分。

25. 根据权利要求17所述的显示装置，还包括电容器，其中该电容器包括所述第一透明导电层、所述第二无机绝缘膜以及所述第二透明导电层。

26. 一种显示装置，包括：

像素部，包括：

具有包含铟、镓和锌的半导体层的晶体管；

所述晶体管上的第一无机绝缘膜；

所述第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜；

所述有机绝缘膜上的第一透明导电层；

所述第一透明导电层上的第二无机绝缘膜；以及

隔着所述第二无机绝缘膜在所述第一透明导电层上的第二透明导电层，

其中所述第二透明导电层在开口中与所述晶体管的源电极层和漏电极层中的一个电连接，

所述开口形成于所述有机绝缘膜及所述第一无机绝缘膜中，

所述第二无机绝缘膜的边缘部与所述有机绝缘膜重叠，

并且，所述有机绝缘膜包括不与所述第一透明导电层、所述第二无机绝缘膜及所述第二透明导电层重叠的区域。

27. 根据权利要求26所述的显示装置，其中所述第二无机绝缘膜与所述半导体层彼此不重叠。

28. 根据权利要求26所述的显示装置，其中所述第二无机绝缘膜与所述晶体管的栅电极层彼此不重叠。

29. 根据权利要求26所述的显示装置，其中所述第一无机绝缘膜具有叠层结构。

30. 根据权利要求26所述的显示装置，其中所述第一无机绝缘膜包含铝、镓、钇和铅中的一种。

31. 根据权利要求26所述的显示装置，其中所述半导体层的边缘部接触于所述源电极层和漏电极层。

32. 一种显示装置，包括：

像素部，包括：

具有包含铟、镓和锌的半导体层的晶体管；

所述晶体管上的第一无机绝缘膜；

所述第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜；

所述有机绝缘膜上的第一透明导电层；

所述第一透明导电层上的第二无机绝缘膜；

隔着所述第二无机绝缘膜在所述第一透明导电层上的第二透明导电层；以及

所述第二透明导电层上的液晶层，

其中所述第二透明导电层在开口中与所述晶体管的源电极层和漏电极层中的一个电连接，

所述开口形成于所述有机绝缘膜及所述第一无机绝缘膜中，

所述第二无机绝缘膜的边缘部与所述有机绝缘膜重叠，

所述有机绝缘膜包括不与所述第一透明导电层、所述第二无机绝缘膜及所述第二透明导电层重叠的区域，

并且，所述第一无机绝缘膜的一部分接触于所述第二无机绝缘膜的一部分。

33. 根据权利要求32所述的显示装置，其中所述第二无机绝缘膜与所述半导体层彼此不重叠。

34. 根据权利要求32所述的显示装置，其中所述第二无机绝缘膜与所述晶体管的栅电极层彼此不重叠。

35. 根据权利要求32所述的显示装置，其中所述第一无机绝缘膜具有叠层结构。

36. 根据权利要求32所述的显示装置，其中所述第一无机绝缘膜包含铝、镓、铋和铅中的一种。

37. 根据权利要求32所述的显示装置，其中所述半导体层的边缘部接触于所述源电极层和漏电极层。

38. 根据权利要求32所述的显示装置，其中所述液晶层的一部分接触于所述有机绝缘膜的一部分。

39. 一种显示装置，包括：

像素部，包括：

晶体管，包括：

具有叠层结构的栅电极层；

所述栅电极层上的纳米晶氧化物半导体层，所述纳米晶氧化物半导体层包含铟、镓和锌；以及

所述纳米晶氧化物半导体层上的源电极层和漏电极层，所述源电极层和漏电极层各具有叠层结构，

所述晶体管上的第一无机绝缘膜，所述第一无机绝缘膜包含硅和氧；

所述第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜；

所述有机绝缘膜上的第一透明导电层，所述第一透明导电层包含氧化铟锡；

所述第一透明导电层上的第二无机绝缘膜，所述第二无机绝缘膜包含硅和氮；以及

隔着所述第二无机绝缘膜在所述第一透明导电层上的第二透明导电层，所述第二透明导电层包含氧化铟锡，

其中所述第二透明导电层在开口中与所述源电极层和所述漏电极层中的一个电连接，

所述开口形成于所述有机绝缘膜及所述第一无机绝缘膜中，

所述第二无机绝缘膜的边缘部与所述有机绝缘膜重叠，

并且，所述有机绝缘膜包括不与所述第一透明导电层、所述第二无机绝缘膜及所述第二透明导电层重叠的区域。

40. 根据权利要求39所述的显示装置，其中所述第二无机绝缘膜与所述纳米晶氧化物半导体层彼此不重叠。

41. 根据权利要求39所述的显示装置, 其中所述第二无机绝缘膜与所述栅电极层彼此不重叠。

42. 根据权利要求39所述的显示装置, 其中所述第一无机绝缘膜具有叠层结构。

43. 根据权利要求39所述的显示装置, 其中所述第一无机绝缘膜包含铝、镓、铋和铅中的一种。

44. 根据权利要求39所述的显示装置, 其中所述纳米晶氧化物半导体层的边缘部接触于所述源电极层和漏电极层。

显示装置

技术领域

[0001] 本发明的一个实施方式涉及显示装置及该显示装置的制造方法。

背景技术

[0002] 用于大多数液晶显示装置或以利用电致发光 (EL:Electro Luminescence) 的发光显示装置为代表的平板显示器等显示装置的晶体管都包含形成于玻璃衬底上的如非晶硅、单晶硅或多晶硅等的半导体。

[0003] 代替上述硅半导体,将呈现半导体特性的氧化物(以下称为氧化物半导体)用于晶体管的技术受到关注。

[0004] 例如,已公开了使用In-Ga-Zn氧化物层作为氧化物半导体来制造晶体管并将该晶体管用作显示装置的像素的开关元件等的技术(参照专利文献1)。

[0005] [参考文献]

[0006] [专利文献1]日本专利申请公开2007-123861号公报

发明内容

[0007] 在沟道形成区中包含氧化物半导体的晶体管中,当如氢或水分等杂质侵入氧化物半导体时,载流子生成,因此晶体管的电特性变动。

[0008] 为此,在包含于显示装置的晶体管中,当如氢或水分等杂质从设置于晶体管上的有机绝缘膜非特意地侵入晶体管的半导体层时,半导体层的载流子密度增加,由此晶体管的电特性变动。

[0009] 另外,有当晶体管的特性变动时显示装置的显示质量下降且可靠性降低的问题。

[0010] 鉴于上述观点,本发明的一个实施方式的目的是抑制包含在显示装置中的晶体管的电特性变动来提高可靠性。另一个目的是抑制包含晶体管的显示装置的显示质量的下降来提高可靠性。

[0011] 本发明的一个实施方式的显示装置包括晶体管、为了减少因该晶体管导致的不均匀度而设置于晶体管上的有机绝缘膜、以及有机绝缘膜上的电容器。通过采用电容器的构成要素(透明导电层及无机绝缘膜)不覆盖整个有机绝缘膜的表面的结构,从有机绝缘膜释放出的气体(也称为释放气体)可以从该有机绝缘膜的上表面的部分释放至有机绝缘膜的外部。

[0012] 本发明的一个实施方式是显示装置,该显示装置包括像素部,该像素部包括晶体管、覆盖晶体管的第一无机绝缘膜、第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜、有机绝缘膜上的第一透明导电层、第一透明导电层上的第二无机绝缘膜、隔着第二无机绝缘膜至少设置在第一透明导电层上并在有机绝缘膜及第一无机绝缘膜中形成的开口中与晶体管的源电极层或漏电极层电连接的第二透明导电层、以及第二透明导电层上的液晶层。在像素部中,第二无机绝缘膜的边缘部位于与有机绝缘膜重叠的区域中。

[0013] 当第二无机绝缘膜的边缘部位于与有机绝缘膜重叠的区域中时,有机绝缘膜具有

不与第二无机绝缘膜重叠的区域。由此,来自有机绝缘膜的释放气体可以从与第二无机绝缘膜不重叠的有机绝缘膜的露出区域向上方释放出。

[0014] 另外,在上述结构中,有机绝缘膜的不与第二无机绝缘膜重叠的区域也可以与晶体管重叠。

[0015] 本发明的另一个实施方式是显示装置,该显示装置包括晶体管、覆盖晶体管的第一无机绝缘膜、第一无机绝缘膜上的有机绝缘膜、有机绝缘膜上的第一透明导电层、第一透明导电层上的第二无机绝缘膜、隔着第二无机绝缘膜至少设置在第一透明导电层上并在有机绝缘膜及第一无机绝缘膜中形成的开口中与晶体管的源电极层或漏电极层电连接的第二透明导电层、以及第二透明导电层上的液晶层。液晶层与有机绝缘膜至少部分接触。

[0016] 另外,在上述结构中,液晶层与有机绝缘膜也可以在与晶体管重叠的区域中彼此接触。

[0017] 晶体管可以是沟道形成于氧化物半导体层中的晶体管。

[0018] 第一无机绝缘膜及第二无机绝缘膜均优选为氮化硅膜或氮氧化硅膜。

[0019] 有机绝缘膜优选为包含丙烯酸树脂(acrylic)的膜。通过使用如丙烯酸树脂等有机树脂,可易于形成平坦的表面。

[0020] 优选的是,第二无机绝缘膜与第一透明导电层或第二透明导电层之间的折射率之差小于或等于第一透明导电层或第二透明导电层的折射率的10%,优选小于或等于5%。另外,具有有机绝缘膜与透明导电层的折射率之间的折射率的膜优选形成在有机绝缘膜与第一透明导电层之间。

[0021] 在上述显示装置中,液晶层的取向根据第一透明导电层和第二透明导电层之间产生的电场而控制。

[0022] 另外,优选的是,第一无机绝缘膜与第二无机绝缘膜至少部分接触。

[0023] 根据本发明的一个实施方式,可以抑制包含在显示装置的晶体管的电特性变动,从而可以得到高可靠性。此外,可以抑制包含晶体管的显示装置的显示质量的下降,由此可以得到高可靠性。

附图说明

[0024] 在附图中:

[0025] 图1A和1B分别是示出本发明的一个实施方式的显示装置的俯视图及截面图;

[0026] 图2A至2C是示出本发明的一个实施方式的显示装置的俯视图;

[0027] 图3示出各质量电荷比的释放气体的离子强度;

[0028] 图4示出对应于衬底表面温度的各质量电荷比的气体的离子强度;

[0029] 图5A和5B分别是本发明的一个实施方式的显示装置的俯视图及截面图;

[0030] 图6A和6B分别是本发明的一个实施方式的图像传感器的例子的电路图及截面图;

[0031] 图7A至7C是示出本发明的一个实施方式的平板终端的例子的图;

[0032] 图8A至8C均是示出本发明的一个实施方式的电子设备的例子的图。

具体实施方式

[0033] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。但是,本发明不限于以下的说

明,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其实施方式及详细内容可以被变换为各种形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在实施方式所记载的内容中。

[0034] 此外,在以下所说明的实施方式中,在不同附图之间共同使用相同的参考符号来表示相同的部分。为了各实施方式的说明的明确化,有时夸大附图所示的区域等的厚度、幅度以及相对关系等的要素。

[0035] 注意,在本说明书等中的“上”不一定需要意味着构成要素位于另一构成要素的“直接在上面”。例如,“绝缘膜上的栅电极层”可以意味着在绝缘膜与栅电极层之间存在有其他构成要素的情况。“下”也是同样的。

[0036] 在本说明书等中,“电极层”或“布线层”不限定这些构成要素的功能。例如,“电极层”可以用作“布线层”的一部分,而“布线层”可以用作“电极层”的一部分。再者,“电极层”或“布线层”例如还意味着多个“电极层”或“布线层”的组合。

[0037] 此外,当使用极性相反的晶体管时或者当电路工作中电流方向变化时,“源极”和“漏极”的功能有时互相调换。因此,在本说明书中的“源极”和“漏极”可以互相调换。

[0038] 另外,在本说明书等中,“电连接”包括各构成要素通过具有某种电作用的对象连接的情况。只要在各构成要素之间通过该对象能够进行电信号的授受,就对具有某种电作用的对象没有特别的限制。

[0039] “具有某种电作用的对象”的例子是电极和布线。

[0040] 实施方式1

[0041] 在本实施方式中,将参照附图说明本发明的一个实施方式的显示装置。图2A至2C是示出本实施方式的显示装置的俯视图。

[0042] 图2A是示出本发明的一个实施方式的显示装置的俯视图。在图2A中,密封剂1001被设置为围绕设置于第一衬底101上的像素部1000,并且使用第二衬底102进行密封。在图2A中,各自使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成在分开地准备的衬底上的扫描线驱动电路1004及信号线驱动电路1003安装在第一衬底101上的与由密封剂1001围绕的区域不同的区域中。各种信号及电位从柔性印刷电路(Flexible printed circuit:FPC)1018a和1018b供应给分开地形成的信号线驱动电路1003、扫描线驱动电路1004和像素部1000。

[0043] 另外,对分开地形成的驱动电路的连接方法没有特别的限制,而可以使用玻璃上芯片(Chip On Glass:COG)方法、引线键合方法、卷带式自动接合(Tape Automated Bonding:TAB)方法等。图2A示出通过COG方法安装信号线驱动电路1003及扫描线驱动电路1004的例子。

[0044] 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。

[0045] 注意,本说明书中的显示装置是指图像显示装置、显示装置或光源(包括照明装置)。此外,显示装置在其范围内包括如下模块:安装有如FPC、TAB带或TCP等连接器的模块;具有在其端部设置有印刷线路板的TAB带或TCP的模块;以及通过COG方法将集成电路(IC)直接安装在显示元件上的模块。

[0046] 另外,本实施方式所示的显示装置的结构不局限于上述结构。如图2B所示,密封剂1001也可以设置为围绕设置于第一衬底101上的像素部1000及扫描线驱动电路1004。第二衬底102也可以设置在像素部1000和扫描线驱动电路1004上。由此,像素部1000和扫描线驱

动电路1004与显示元件一起被第一衬底101、密封剂1001及第二衬底102密封。

[0047] 作为密封剂1001,典型地优选使用可见光固化、紫外线固化或热固化树脂。典型的是,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂、胺树脂等。此外,光聚合引发剂(典型为紫外线聚合引发剂)、热固化剂、填料或耦合剂也可以包含在密封剂1001中。

[0048] 在图2B及2C中,使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成在分开地准备的衬底上的信号线驱动电路1003安装在第一衬底101上的与由密封剂1001围绕的区域不同的区域中。此外,各种信号及电位从FPC1018供应给分开地形成的信号线驱动电路1003、扫描线驱动电路1004和像素部1000。

[0049] 另外,图2B示出分开地形成信号线驱动电路1003并将其安装于第一衬底101的例子,图2C示出信号线驱动电路1003安装于FPC1018上的例子。注意,本实施方式的显示装置的结构不限于上述结构。可以分开地形成扫描线驱动电路,然后进行安装,或者,也可以仅分开地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,然后进行安装。

[0050] 图1A和1B示出本发明的一个实施方式的显示装置的像素部1000所具有的一个像素。图1A是示出像素部1000所具有的像素的一部分的俯视图,图1B是示出沿着图1A中的点划线A-B的截面图。

[0051] 本发明的一个实施方式的显示装置所具有的像素部包括:设置于第一衬底101上的晶体管150;晶体管150上的第一无机绝缘膜114(无机绝缘膜113及无机绝缘膜115的叠层);第一无机绝缘膜114上的有机绝缘膜117;有机绝缘膜117上的电容器170;有机绝缘膜117及电容器170上的液晶层125;液晶层125上的第二衬底102;以及设置于第二衬底102上的透明导电层127。电容器170包括透明导电层121、透明导电层123以及夹在透明导电层121和透明导电层123之间的第二无机绝缘膜119。

[0052] 另外,如图1B所示,第二无机绝缘膜119的边缘部位于与有机绝缘膜117重叠的区域中。因此,存在有第二无机绝缘膜119与有机绝缘膜117互不重叠的区域,因此,来自有机绝缘膜117的释放气体可以从有机绝缘膜117露出的区域向上方释放出。此外,第二无机绝缘膜119没有设置在与晶体管150重叠的区域中,并且,有机绝缘膜117不与第二无机绝缘膜119重叠且有机绝缘膜117露出的区域与晶体管150重叠。另外,有机绝缘膜117具有不与第二无机绝缘膜119、透明导电层121及透明导电层123重叠的露出的区域。

[0053] 本发明的一个实施方式的显示装置具有有机绝缘膜117上没有设置第二无机绝缘膜119且有机绝缘膜117的上表面的一部分露出且有机绝缘膜117的释放气体从上述上表面的一部分释放到外部的区域。由此,可以防止释放气体进入晶体管一侧,并且晶体管150的特性不容易变动,因此,可以获得显示质量的降低得到抑制的可靠性高的显示装置。

[0054] 晶体管150包括:第一衬底101上的栅电极层105;覆盖栅电极层105的栅极绝缘层107;栅极绝缘层107上的半导体层109;以及与半导体层109接触的源电极层111a及漏电极层111b。

[0055] 作为晶体管150中的半导体层,可以使用硅类半导体(非晶硅、多晶硅等)、氧化物半导体(氧化锌、氧化铟等)等。在本实施方式中,对使用氧化物半导体作为适用于半导体层109的优选的半导体的情况进行说明。

[0056] 无机绝缘膜113及无机绝缘膜115形成在晶体管150上作为第一无机绝缘膜114。注意,第一无机绝缘膜114的结构不局限于此,根据所需要的功能也可以为绝缘膜的单层结构

或绝缘膜的叠层结构。

[0057] 作为设置于晶体管150上的无机绝缘膜113,可以使用氧化硅、氧化镓、氧化铝、氮化硅、氮氧化硅、氧化铪或氧化钽等的氧化物绝缘层。此外,可以以使用这些化合物的单层结构或具有两层或更多层的叠层结构形成无机绝缘膜113。

[0058] 在此,氮氧化硅是指含有比氮多的氧的物质,例如,包含大于或等于50原子%且小于或等于70原子%的范围内的氧、大于或等于0.5原子%且小于或等于15原子%的范围内的氮、大于或等于25原子%且小于或等于35原子%的范围内的硅的氮氧化硅。注意,在利用卢瑟福背散射光谱学法(RBS:Rutherford Backscattering Spectrometry)或氢前方散射法(HFS:Hydrogen Forward Scattering)测定的情况下,氧、氮及硅的比率处于上述范围内。此外,构成元素的总计百分比不超过100原子%。

[0059] 无机绝缘膜113上的无机绝缘膜115是具有防止氢等杂质进入半导体层109的功能(以下,该功能也称为氢阻挡性)以及防止氧化物半导体层中的氧等脱离的功能的层。通过使用具有阻挡氧、氢、水等效果的无机绝缘膜115,可以防止氧从半导体层109扩散到外部并防止来自有机绝缘膜117及外部的氢等杂质进入半导体层109。

[0060] 作为具有阻挡氧、氢、水等的效果的绝缘膜,可以举出氧化铝膜、氮化铝膜、氧化镓膜、氮化镓膜、氧化钪膜、氮化钪膜、氧化铪膜、氮化铪膜等作为其例子。

[0061] 用来减少因晶体管150导致的不均匀度的用作平坦化绝缘层的有机绝缘膜117设置在无机绝缘膜115上。该平坦化绝缘层是为了防止设置于平坦化绝缘层上的液晶层的取向不良等且提高显示质量而设置的。当使用有机绝缘膜作为平坦化绝缘层时,可以容易得到平坦的表面。

[0062] 作为有机绝缘膜117,例如,可以使用如丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、苯并环丁烯树脂、聚酰胺树脂、或环氧树脂等具有耐热性的有机材料。另外,也可以通过层叠多个由任何上述材料形成的绝缘膜来形成有机绝缘膜117。

[0063] 电容器170形成在有机绝缘膜117上。电容器170包括有机绝缘膜117上的透明导电层121、透明导电层121上的第二无机绝缘膜119、以及第二无机绝缘膜119上的透明导电层123。电容器170的透明导电层123在设置于第一无机绝缘膜114及有机绝缘膜117中的开口中与晶体管150的漏电极层111b接触。

[0064] 有机绝缘膜117上的电容器170由透明导电层121、第二无机绝缘膜119及透明导电层123形成。就是说,透明导电层121用作电容器170的一个电极,透明导电层123用作电容器170的另一个电极,第二无机绝缘膜119用作电容器170的介电质。

[0065] 考虑晶体管150的泄漏电流等设定电容器170的存储电容,使得电荷能够保持在预定期间内。也可以考虑晶体管的断态电流等设定存储电容。通过使用具有氧化物半导体膜的晶体管,只要是具有相对于各像素的液晶电容的1/3或更小,优选为1/5或更小的电容的存储电容器就足够了。

[0066] 在包含氧化物半导体层的晶体管中,可以使关闭状态下的电流(断态电流)为低。由此,可以在更长期间保持图像信号等电信号,并且导通状态下的写入间隔可以设定为较长。因此,可以降低刷新工作的频度,所以得到抑制耗电量的效果。此外,使用氧化物半导体层的晶体管可以控制为呈现高场效应迁移率,所以可以实现高速工作。

[0067] 透明导电层121及透明导电层123中的每一个使用具有可见光透过性的材料。作为

透光性材料,可以使用氧化铟、氧化铟锡、氧化铟锌、氧化锌、添加有镓的氧化锌、石墨烯等。注意,这里“透明”意味着对可见光具有透光性,并且能够使可见光透过的物质称为透明物质。另外,即使散射光,只要使一部分的光透过,该物质就称为透明导电层。此外,即使反射可见光域中的一部分的波长域的光,只要至少使可见光的部分波长域的光透过,该物质称为透明导电层。当使用透明材料形成电容器170时可以提高开口率。

[0068] 这里,示出通过对来自用于有机绝缘膜117的有机树脂的典型例子的丙烯酸树脂的释放气体进行调查而得到的结果。

[0069] 作为样品,丙烯酸树脂涂敷在玻璃衬底上,并且在氮气体气氛下以250℃进行加热处理1小时。注意,丙烯酸树脂被形成为在加热处理后具有1.5μm的厚度。

[0070] 通过热脱附谱分析法(TDS:Thermal Desorption Spectroscopy)对所制造的样品的释放气体进行测定。

[0071] 图3示出当衬底表面温度为250℃时的各质量电荷比(也称为M/z)的释放气体的离子强度。如图3所示,检测出具有被认为起因于水的质量电荷比为18(H₂O气体)的质量电荷比的离子的气体以及具有被认为起因于碳化氢的质量电荷比为28(C₂H₄气体)的质量电荷比的离子的气体、具有44(C₃H₈气体)的质量电荷比的离子的气体及具有56(C₄H₈气体)的质量电荷比的离子的气体。另外,在各质量电荷比附近检测出气体的碎片离子。

[0072] 图4示出根据衬底表面温度的各质量电荷比(18、28、44及56)下的气体的离子强度。可知,在衬底表面温度在55℃至270℃的范围内的情况下,被认为起因于水的质量电荷比为18的离子强度具有在高于或等于55℃且低于或等于100℃的范围内的峰值以及高于或等于150℃且低于或等于270℃的范围内的峰值。另一方面,可知,被认为起因于碳化氢的质量电荷比为28、44及56的离子强度均具有在高于或等于150℃且低于或等于270℃的范围内的峰值。

[0073] 如上所述,可知,从有机树脂释放出在氧化物半导体中被用作杂质的水、碳化氢等。尤其是,可知,水在高于或等于55℃且低于或等于100℃的相对低的温度下也被释放。换言之,这表示,即使在相对低的温度下起因于有机树脂的杂质也到达氧化物半导体膜,并且晶体管的电特性劣化。

[0074] 这还表示,在有机树脂被不使水、碳化氢等释放气体透过的膜(例如,氮化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜)覆盖的情况下,从有机树脂释放出的气体增大对不使水、碳化氢等释放气体透过的膜施加的压力,最终,不使水、碳化氢等释放气体透过的膜被破裂,有时导致晶体管的形状不良。

[0075] 夹在透明导电层121与透明导电层123之间的第二无机绝缘膜119可以使用与第一无机绝缘膜114相同的材料形成。第二无机绝缘膜119用作电容器170的介电质,因此也可以使用具有电容器170所需要的介电常数的材料。例如,通过使用比氧化硅膜等高的相对介电常数的氮化硅膜,可以增大每单位电极面积的电容量。

[0076] 优选的是,使用透明导电层121或透明导电层123与第二无机绝缘膜119之间的折射率的差优选低于或等于透明导电层121或透明导电层123的折射率的10%,更优选低于或等于5%的绝缘层。当透明导电层121或透明导电层123与第二无机绝缘膜119的折射率的差小时,第二无机绝缘膜与透明导电层121之间的界面或第二无机绝缘膜119与透明导电层123之间的界面发生的全反射光得到抑制,由此,可以减少光损失。

[0077] 另外,同样地,为了防止有机绝缘膜117与透明导电层121之间的界面的全反射,具有有机绝缘膜117与透明导电层121的折射率之间的折射率的绝缘膜也可以形成在有机绝缘膜117与透明导电层121之间。此外,也可以采用如下结构:形成有多个上述绝缘膜,并且折射率从有机绝缘膜117向透明导电层121步进式地(stepwise)变化。

[0078] 例如,通常用作有机绝缘膜的丙烯酸树脂的折射率大约为1.49,通常用作透明导电层121的氧化铟锡的折射率为2.0。因此,作为设置于有机绝缘膜117与透明导电层121之间的绝缘膜,优选使用折射率大于或等于1.5且小于或等于1.9,优选为大于或等于1.6且小于或等于1.7的绝缘膜。也可以采用上述绝缘膜的层叠结构。

[0079] 用于透明导电层121及透明导电层123的氧化铟锌的折射率为2.0。具有实质上与氧化铟锌相同的折射率的材料折射率大约为2.03的氮化硅膜可以优选用作第二无机绝缘膜119。

[0080] 另外,只要第二无机绝缘膜119与透明导电层121及透明导电层123一起形成电容器,且被用作电容器170的介电质,就对第二无机绝缘膜119的形状没有限定。在使用不使来自有机绝缘膜117的释放气体透过的膜(例如,氮化硅膜或氮氧化硅膜)作为第二无机绝缘膜119的情况下,以覆盖有机绝缘膜117的整个表面的方式形成的第二无机绝缘膜119有时导致从有机绝缘膜117释放出的气体扩散到晶体管150一侧,从而变动晶体管150的特性。

[0081] 或者,有时,来自有机绝缘膜117的释放气体释放不出,因此从有机绝缘膜117对第一无机绝缘膜114及第二无机绝缘膜119施加的压力变大,这引起第二无机绝缘膜119的破裂及形状不良。由于形状不良,例如,第二无机绝缘膜119有时具有膜密度低的区域以及部分消失的区域。当该区域被形成时,如氢等杂质容易进入半导体层109,由此晶体管150的特性有时变动。

[0082] 因此,第二无机绝缘膜119优选被形成成为来自有机绝缘膜117的气体向上方(与晶体管150相反的方向)释放出。具体地,第二无机绝缘膜119的边缘部优选位于与有机绝缘膜117重叠的区域中。当第二无机绝缘膜119的边缘部位于与有机绝缘膜117重叠的区域时,有机绝缘膜117的整个表面不被无机绝缘膜113及第二无机绝缘膜119覆盖,因此,有机绝缘膜117具有用来使来自有机绝缘膜117的释放气体释放出的露出部。

[0083] 这里,有机绝缘膜117的露出部是指有机绝缘膜117的至少不与第二无机绝缘膜119重叠的区域。当有机绝缘膜117具有露出部时,来自有机绝缘膜117的释放气体可以释放到上方,由此可以抑制杂质进入晶体管150。

[0084] 另外,虽然有机绝缘膜117的露出区域也可以设置于像素部1000内的任一区域,但是由于从有机绝缘膜117释放出的气体含有氢等杂质,所以有机绝缘膜117的露出区域优选被设置为从有机绝缘膜117释放出的气体不会进入到晶体管150一侧。

[0085] 例如,有机绝缘膜117也可以在与晶体管150重叠的区域中至少部分地具有露出区域。例如,有机绝缘膜117可以在与晶体管150的源电极层111a或漏电极层111b的一部分重叠的区域中被露出。或者,有机绝缘膜117的至少一部分也可以在有有机绝缘膜117与半导体层109彼此重叠的区域中被露出。

[0086] 另外,有机绝缘膜117的露出区域也可以形成在有有机绝缘膜117的不与半导体层109相对的表面上,由此,来自有机绝缘膜117的气体从与晶体管150所具有的半导体层109相对的有机绝缘膜117的表面的相反一面释放出。或者,优选的是,与有机绝缘膜117的与半

导体层109相对的表面相比,有极绝缘膜117的不与半导体层109相对的表面(例如,图1B中的与液晶层125接触的区域)具有更多的露出区域。

[0087] 另外,或者,也可以采用如下结构:有机绝缘膜117与密封剂1001(未图示)彼此不接触,并且有机绝缘膜117的侧面通过没有形成绝缘层和透明导电层等来具有露出区域,使得释放气体可以从有机绝缘膜117的侧面(与密封剂1001相对的表面)释放出。另外,有机绝缘膜117的边缘部也可以被第二无机绝缘膜119覆盖。

[0088] 在本实施方式所示的显示装置中,有机绝缘膜的露出部设置在晶体管上,使得从设置于晶体管上的有机绝缘膜释放出的气体进入晶体管一侧。露出部是不与形成于该有机绝缘膜上的无机绝缘膜重叠的区域。由于露出部被形成为不接触于无机绝缘膜,所以来自有机绝缘膜的气体可以从露出部释放出。由此,可以防止从有机绝缘膜释放出的包含氢等杂质的气体进入氧化物半导体层,而可以防止晶体管的特性变动,由此,可以获得具有高显示质量及高可靠性的显示装置。

[0089] 晶体管150在第一衬底101上具有栅电极层105。

[0090] 需要的是,第一衬底101至少具有充分耐受后面进行的加热处理的耐热性。例如,可以使用硼硅酸钡玻璃或硼硅酸铝玻璃等玻璃衬底、陶瓷衬底、石英衬底、蓝宝石衬底。

[0091] 另外,优选预先以低于第一衬底101的应变点的温度进行加热处理来使第一衬底101收缩(也称为热收缩),由此,可以抑制因显示装置的制造工序中进行的加热处理而在第一衬底101中引起的收缩的量。由此,例如,可以抑制曝光工序等中的图案不对准等。并且,通过该加热处理,可以去除附着在第一衬底101表面的水分及有机物等。

[0092] 另外,还可以使用绝缘层形成在由硅或碳化硅等制造的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、或由硅锗等制造的化合物半导体衬底上的衬底。

[0093] 栅电极层105可以使用选自铝、铬、铜、钽、钛、钼、钨中的金属元素;包含上述金属元素作为成分的合金;组合包含上述金属元素的合金;等而形成。此外,也可以使用选自锰和锆中的一种或更多种金属元素。此外,栅电极层105也可以具有单层结构或者两层或更多层的叠层结构。例如,可以举出包含硅的铝膜的单层结构、在铝膜上层叠有钛膜的两层结构、在氮化钛膜上层叠有钛膜的两层结构、在氮化钛膜上层叠有钨膜的两层结构、在氮化钽膜或氮化钨膜上层叠有钨膜的两层结构、以及依次层叠有钛膜、铝膜和钛膜的三层结构等。另外,也可以使用包含铝与选自钛、钽、钨、钼、铬、钹、铈中的一种或多种元素的膜、合金膜或氮化膜。

[0094] 为了降低栅电极层105的电阻并确保充分的耐热性,也可以采用如下结构:如钛、钼、钨等高熔点金属膜或上述任何金属的氮化物膜(氮化钛膜、氮化钼膜或氮化钨膜)层叠于铝、铜等具有低电阻率的金属膜的上侧和下侧中的一侧或两侧。

[0095] 栅电极层105还可以使用如铟锡氧化物、包含氧化钨的铟氧化物、包含氧化钨的铟锌氧化物、包含氧化钛的铟氧化物、包含氧化钛的铟锡氧化物、铟锌氧化物、添加有氧化硅的铟锡氧化物等透光导电材料而形成。也可以具有使用上述透光性导电性材料和上述金属元素来形成的叠层结构。

[0096] 另外,In-Ga-Zn类氧氮化物半导体膜、In-Sn类氧氮化物半导体膜、In-Ga类氧氮化物半导体膜、In-Zn类氧氮化物半导体膜、Sn类氧氮化物半导体膜、In类氧氮化物半导体膜、金属氮化物(例如,InN或ZnN)的膜等也可以设置在栅电极层105与栅极绝缘层107之间。上

述膜都具有高于或等于5eV,优选高于或等于5.5eV的功函数,该值比氧化物半导体的电子亲和力大。由此,包含氧化物半导体的晶体管的阈值电压可以向正值方向漂移,从而可以得到所谓常闭 (normally-off) 开关元件。例如,在使用In-Ga-Zn类氧氮化物半导体膜的情况下,使用氮浓度至少高于氧化物半导体膜,具体而言,具有7atoms%或更高的氮浓度的In-Ga-Zn类氧氮化物半导体膜。

[0097] 栅极绝缘层107例如可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化铪、氧化镓或Ga-Zn类金属氧化物等中的一种或多种的单层或叠层形成。

[0098] 另外,栅极绝缘层107与氧化物半导体接触;因此,栅极绝缘层107优选为氢浓度得到降低而抑制氢进入氧化物半导体并能够对氧化物半导体中的氧空位供应氧的膜。例如,供应氧的膜优选在膜(块体)中含有至少超过化学计量组成的氧。例如,在使用氧化硅膜作为栅极绝缘层107的情况下,栅极绝缘层107的组成式为 $\text{SiO}_{2+\alpha}$ ($\alpha > 0$)。

[0099] 从含有超过化学计量组成的氧的绝缘膜,氧的一部分通过加热而脱离。因此,当设置通过加热部分氧脱离的绝缘膜作为栅极绝缘层107时,氧供应至氧化物半导体,使得可以填补氧化物半导体中的氧空位。

[0100] 通过使用通过加热而氧脱离的膜作为栅极绝缘层107,可以降低氧化物半导体膜与栅极绝缘层107之间的界面处的界面态密度。由此,可以获得电特性劣化少的晶体管。另外,当设置具有阻挡氧、氢、水等效果的绝缘膜作为栅极绝缘层107,可以防止氧从氧化物半导体膜扩散到外部,并可以防止氢、水等从外部进入氧化物半导体膜。作为具有阻挡氧、氢、水等效果的绝缘膜,可以举出氧化铝膜、氧氮化铝膜、氧化镓膜、氧氮化镓膜、氧化铪膜、氧氮化铪膜、氧化铪膜、氧氮化铪膜等。

[0101] 栅极绝缘层107可以使用如硅酸铪(HfSiO_x)、添加有氮的硅酸铪($\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$)、添加有氮的铝酸铪($\text{HfAl}_x\text{O}_y\text{N}_z$)、氧化铪、或氧化铪等高k (high-k) 材料而形成,由此,可以降低晶体管的栅极漏电流。

[0102] 栅极绝缘层107的厚度优选大于或等于5nm且小于或等于400nm,更优选大于或等于10nm且小于或等于300nm,还优选大于或等于50nm且小于或等于250nm。

[0103] 栅极绝缘层107具有叠层结构,在该叠层结构中,从栅电极层一侧层叠有使用PECVD装置形成的如下层:具有防止栅电极层105中含有的金属成分扩散的效果的用作第一栅极绝缘层的50nm厚的氮化硅层;具有良好的介电强度(dielectric strength)电压的用作第二栅极绝缘层的300nm厚的氮化硅层;具有高氢阻挡性的用作第三栅极绝缘层的50nm厚的氮化硅层;以及具有降低界面态密度的效果的用作第四栅极绝缘层的50nm厚的氧氮化硅层。

[0104] 另外,在将氧化物半导体用于半导体层109的情况下,与栅极绝缘层107同样地,通过加热而氧脱离的氧化绝缘物也可以用于无机绝缘膜113。另外,在氧化物半导体上形成无机绝缘膜113之后,氧通过加热加入到氧化物半导体层中,由此可以填补氧化物半导体层中的氧空位。由此,可以降低氧化物半导体层中的氧空位量。

[0105] 用于半导体层109的氧化物半导体优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。或者,该氧化物半导体优选包含In和Zn两者。为了减少包含氧化物半导体的晶体管的电特性偏差,该氧化物半导体除了上述In和/或Zn以外优选还包含稳定剂(stabilizer)。

[0106] 作为稳定剂,可以举出镓(Ga)、锡(Sn)、铪(Hf)、铝(Al)和锆(Zr)等。作为其他稳定

剂,可以举出镧系元素,诸如镧(La)、铈(Ce)、镨(Pr)、钕(Nd)、钐(Sm)、铕(Eu)、钆(Gd)、铽(Tb)、镝(Dy)、钬(Ho)、铒(Er)、铥(Tm)、镱(Yb)或镱(Lu)。氧化物半导体优选具有上述稳定剂中的一种或多种。

[0107] 作为氧化物半导体,例如,可以使用下述材料中的任一种:氧化铟、氧化锡、氧化锌、In-Zn氧化物、Sn-Zn氧化物、Al-Zn氧化物、Zn-Mg氧化物、Sn-Mg氧化物、In-Mg氧化物、In-Ga氧化物、In-Ga-Zn氧化物、In-Al-Zn氧化物、In-Sn-Zn氧化物、Sn-Ga-Zn氧化物、Al-Ga-Zn氧化物、Sn-Al-Zn氧化物、In-Hf-Zn氧化物、In-La-Zn氧化物、In-Ce-Zn氧化物、In-Pr-Zn氧化物、In-Nd-Zn氧化物、In-Sm-Zn氧化物、In-Eu-Zn氧化物、In-Gd-Zn氧化物、In-Tb-Zn氧化物、In-Dy-Zn氧化物、In-Ho-Zn氧化物、In-Er-Zn氧化物、In-Tm-Zn氧化物、In-Yb-Zn氧化物、In-Lu-Zn氧化物、In-Sn-Ga-Zn氧化物、In-Hf-Ga-Zn氧化物、In-Al-Ga-Zn氧化物、In-Sn-Al-Zn氧化物、In-Sn-Hf-Zn氧化物以及In-Hf-Al-Zn氧化物。

[0108] 注意,在此,例如“In-Ga-Zn氧化物”是指具有In、Ga和Zn作为主要成分的氧化物,对于In、Ga和Zn的比例没有限制。In-Ga-Zn氧化物也可以包含In、Ga和Zn以外的金属元素。

[0109] 或者,以 $\text{InM}_3(\text{ZnO})_m$ (满足 $m>0$ 且 m 不是整数)表示的材料也可以用作氧化物半导体。注意,M表示选自Ga、Fe、Mn和Co中的一种或多种金属元素。此外,作为氧化物半导体,也可以使用以 $\text{In}_2\text{SnO}_5(\text{ZnO})_n$ ($n>0$ 且 n 是整数)表示的材料。

[0110] 例如,可以使用In:Ga:Zn=1:1:1、In:Ga:Zn=2:2:1或In:Ga:Zn=3:1:2的原子数比的In-Ga-Zn氧化物或与上述组成相似的氧化物。或者,也可以使用In:Sn:Zn=1:1:1、In:Sn:Zn=2:1:3或In:Sn:Zn=2:1:5的原子数比的In-Sn-Zn氧化物或与上述组成相似的氧化物。

[0111] 但是,本发明不局限于上述材料,根据所需要的半导体特性及电特性(例如,场效应迁移率、阈值电压及偏差)可以使用具有适当的组成的材料。为了获得所需要的半导体特性,优选的是,适当地设定载流子密度、杂质浓度、缺陷密度、金属元素及氧的原子数比、原子间距离(键合距离)、密度等。

[0112] 例如,在使用In-Sn-Zn氧化物的情况下,可以较容易获得高迁移率。但是,在使用In-Ga-Zn氧化物的情况下也可以通过减小块体内缺陷密度来提高迁移率。

[0113] 此外,使用具有大于或等于2eV,优选大于或等于2.5eV,更优选大于或等于3eV的能隙的氧化物半导体作为用于半导体层109的氧化物半导体膜。如此,通过使用具有宽能隙的氧化物半导体,可以降低晶体管的断态电流。

[0114] 下面,说明氧化物半导体膜的结构。

[0115] 在本说明书中,“平行”是指两条直线形成的角度大于或等于 -10° 且小于或等于 10° ,因此也包括角度大于或等于 -5° 且小于或等于 5° 的情况。此外,“垂直”是指两条直线形成的角度大于或等于 80° 且小于或等于 100° ,因此也包括角度大于或等于 85° 且小于或等于 95° 的情况。

[0116] 在本说明书中,三方晶系和菱方晶系包括在六方晶系中。

[0117] 氧化物半导体膜大致分为非单晶氧化物半导体膜和单晶氧化物半导体膜。非单晶氧化物半导体膜包括C轴取向晶体氧化物半导体(C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor:CAAC-OS)膜、多晶氧化物半导体膜、微晶氧化物半导体膜、以及非晶氧化物半导体膜等。

[0118] 另外,具有结晶部分的CAAC-OS膜可以优选用作半导体层109。

[0119] CAAC-OS膜是包含多个结晶部的氧化物半导体膜之一,并且大部分的结晶部能够容纳于一边短于100nm的立方体内。因此,有时包括在CAAC-OS膜中的结晶部能够容纳于一边短于10nm、短于5nm或短于3nm的立方体内。

[0120] 在CAAC-OS膜的透射电子显微镜(TEM:Transmission Electron Microscope)图像中,观察不到结晶部之间的明确的边界,即,晶界(grain boundary)。因此,在CAAC-OS膜中,不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。

[0121] 根据在大致平行于样品面的方向上观察的CAAC-OS膜的TEM图像(截面TEM图像),在结晶部中金属原子排列为层状。各金属原子层具有由其上被形成CAAC-OS膜的面(以下,其上被形成CAAC-OS膜的面称为形成面)或CAAC-OS膜的顶面所反映的形态,且排列为平行于CAAC-OS膜的形成面或顶面。

[0122] 另一方面,根据在大致垂直于样品面的方向上观察的CAAC-OS膜的TEM图像(平面TEM图像),在结晶部中金属原子排列为三角形状或六角形状。但是,在不同的结晶部之间金属原子的排列没有规律性。

[0123] 从截面TEM图像及平面TEM图像的结果,CAAC-OS膜的结晶部中确认到取向性。

[0124] 使用X射线衍射(X-Ray Diffraction:XRD)装置对CAAC-OS膜进行结构分析。例如,当通过离面(out-of-plane)法分析包括InGaZnO₄结晶的CAAC-OS膜时,在衍射角(2 θ)为31°附近时频繁地出现峰值。该峰值来源于InGaZnO₄结晶的(009)面,这表示CAAC-OS膜中的结晶具有c轴取向性,并且该c轴在大致垂直于CAAC-OS膜的形成面或顶面的方向上取向。

[0125] 另一方面,当通过在大致垂直于c轴的方向上X线入射到样品的面内(in-plane)法分析CAAC-OS膜时,在2 θ 为56°附近时频繁地出现峰值。该峰值来源于InGaZnO₄结晶的(110)面。在此,在将2 θ 固定为56°附近并以样品面的法线向量为轴(ϕ 轴)旋转样品的条件下进行分析(ϕ 扫描)。在该样品是InGaZnO₄的单晶氧化物半导体膜的情况下,出现六个峰值。该六个峰值来源于相等于(110)面的结晶面。另一方面,在该样品是CAAC-OS膜的情况下,即使在将2 θ 固定为56°附近的状态下进行 ϕ 扫描,也不能观察到明确的峰值。

[0126] 根据上述结果,在具有c轴取向的CAAC-OS膜中,虽然a轴及b轴的方向在结晶部之间不同,但是c轴在平行于形成面的法线向量或顶面的法线向量的方向上取向。因此,在上述截面TEM图像中观察到的排列为层状的各金属原子层对应于与结晶的a-b面平行的面。

[0127] 注意,结晶部在沉积CAAC-OS膜的同时形成,或者通过如加热处理等晶化处理而形成。如上所述,结晶的c轴在平行于CAAC-OS膜的形成面或顶面的法线向量的方向上取向。由此,例如,在CAAC-OS膜的形状因蚀刻等而变化的情况下,c轴不一定平行于CAAC-OS膜的形成面的法线向量或顶面的法线向量。

[0128] 此外,CAAC-OS膜中的晶化度不一定均匀。例如,在实现CAAC-OS膜的结晶部的结晶成长从CAAC-OS膜的顶面近旁发生的情况下,有时顶面附近的晶化度高于形成面附近的晶化度。此外,当对CAAC-OS膜添加杂质时,被添加了杂质的区域的晶化度变化,并且CAAC-OS膜中的晶化度根据区域而不同。

[0129] 注意,当通过离面(out-of-plane)法分析包括InGaZnO₄结晶的CAAC-OS膜时,除了在31°附近的2 θ 峰值之外,还可以在36°附近观察到2 θ 峰值。在36°附近的2 θ 峰值意味着不具有c轴取向性的结晶包含在CAAC-OS膜的一部分中。优选的是,在CAAC-OS膜中,在31°附近出

现2 θ 峰值,而在36°附近不出现2 θ 峰值。

[0130] CAAC-OS膜是杂质浓度低的氧化物半导体膜。杂质是指氧化物半导体膜的主要成分以外的元素,诸如氢、碳、硅或过渡金属元素。特别是,具有比包含在氧化物半导体膜中的金属元素更强的与氧的结合力的元素(例如,硅)在氧化物半导体膜中夺取氧而破坏氧化物半导体膜中的原子排列,由此导致氧化物半导体膜的结晶性的降低。如铁或镍等重金属、氫、二氧化碳等具有大原子半径(或分子半径),因此,当包含于氧化物半导体膜中时,破坏氧化物半导体膜的原子排列,导致氧化物半导体膜的结晶性的降低。注意,包含在氧化物半导体膜中的杂质有时成为载流子陷阱或载流子发生源。

[0131] CAAC-OS膜是缺陷态密度低的氧化物半导体膜。例如,当俘获进氢时氧化物半导体膜中的氧空位成为载流子陷阱,或者成为载流子发生源。

[0132] 杂质浓度低且缺陷态密度低(氧空位的个数少)的状态称为“高纯度本征”或“实质上高纯度本征”。高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体膜具有很少的载流子发生源,因此具有低载流子密度。因此,包含该氧化物半导体膜的晶体管很少具有负阈值电压特性(很少为常开性(normally-on))。高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体膜的载流子陷阱少。因此,包含该氧化物半导体膜的晶体管具有变动小的电特性,从而具有高可靠性。被氧化物半导体膜中的载流子陷阱俘获的电荷到被释放需要长时间,且有可能行为像固定电荷那样。因此,有时包含杂质浓度高且缺陷态密度高的氧化物半导体膜的晶体管具有不稳定的电特性。

[0133] 通过在晶体管中使用CAAC-OS膜,起因于可见光或紫外光的照射的电特性的变动降低。

[0134] 接着,将说明能够用作半导体层109的微晶氧化物半导体膜。

[0135] 在使用TEM而获得的图像中,在微晶氧化物半导体膜中有时不能明确地观察到结晶部。在很多情况下,包含在微晶氧化物半导体膜中的结晶部的尺寸大于或等于1nm且小于或等于100nm或者大于或等于1nm且小于或等于10nm。具有大于或等于1nm且小于或等于10nm的尺寸或者具有大于或等于1nm且小于或等于3nm的尺寸的微晶特别称为纳米晶(nc: nanocrystal)。包含纳米晶的氧化物半导体膜称为纳米晶氧化物半导体(nanocrystalline Oxide Semiconductor:nc-OS)膜。在使用TEM而获得的nc-OS膜的图像中,例如,有时不能明确地观察到晶界。

[0136] 在nc-OS膜中,微观区域(例如,大于或等于1nm且小于或等于10nm的区域,尤其是,大于或等于1nm且小于或等于3nm的区域)具有周期性的原子排列。但是,nc-OS膜中的不同的结晶部之间的结晶取向没有有序度(regularity);因此,观察不到整体膜的取向性。因此,有时,根据分析方法,不能辨别nc-OS膜与非晶氧化物半导体膜。例如,当利用使用直径比结晶部大的X射线的XRD装置通过离面(out-of-plane)法对nc-OS膜进行结构分析时,检测不出显示结晶面的峰值。此外,光晕图案(halo pattern)出现于使用探针直径大于或等于结晶部(例如,大于或等于50nm)的电子束而得到的nc-OS膜的所选区域电子衍射图像中。与此同时,光斑出现于使用探针直径与结晶部大小差不多或小于或等于结晶部(例如,大于或等于1nm且小于或等于30nm)的电子束而得到的nc-OS膜的纳米束电子衍射图像中。另外,在nc-OS膜的纳米束电子衍射图像中,有时出现圆圈状(环状)的亮度高的区域。在nc-OS膜的纳米束电子衍射图像中,有时还出现环状的区域内的多个光斑。

[0137] 由于nc-OS膜是具有比非晶氧化物半导体膜更高的有序度的氧化物半导体膜,所以nc-OS膜具有比非晶氧化物半导体膜低的缺陷态密度。但是,nc-OS膜的不同的结晶部之间的结晶取向没有有序度;由此,nc-OS膜具有比CAAC-OS膜高的缺陷态密度。

[0138] 另外,氧化物半导体膜例如可以为包括非晶氧化物半导体膜、微晶氧化物半导体膜、CAAC-OS膜中的两种或更多种的叠层膜。

[0139] 在像CAAC-OS那样具有结晶部的氧化物半导体中,块体内缺陷可以进一步降低,并且,当提高氧化物半导体膜的表面平坦性时,可以得到高于非晶状态的氧化物半导体的迁移率。为了提高表面平坦性,氧化物半导体优选形成在平坦表面上。

[0140] 注意,因为本实施方式所说明的晶体管150是底栅型晶体管,所以衬底101、栅电极层105及栅极绝缘层107位于氧化物半导体膜的下方。因此,可以在形成栅电极层105及栅极绝缘层107之后进行如化学机械抛光(Chemical Mechanical Polishing: CMP)处理等平坦化处理,以得到上述平坦的表面。

[0141] 另外,氧化物半导体膜可以具有层叠有多个氧化物半导体膜的结构。例如,氧化物半导体膜可以具有使用不同组成的金属氧化物形成的第一氧化物半导体膜和第二氧化物半导体膜的叠层结构。例如,第一氧化物半导体膜可以使用一种金属氧化物形成,而第二氧化物半导体膜使用与用于第一氧化物半导体膜的金属氧化物不同的金属氧化物形成。

[0142] 此外,第一氧化物半导体膜和第二氧化物半导体膜的构成元素可以相同,但是第一氧化物半导体膜和第二氧化物半导体膜的构成元素的组成也可以彼此不同。例如,第一氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=1:1:1的原子数比,第二氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=3:1:2的原子数比。另外,第一氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=1:3:2的原子数比,而第二氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=2:1:3的原子数比。

[0143] 此时,第一氧化物半导体膜和第二氧化物半导体膜中的离栅电极层105近(沟道一侧上)的一个氧化物半导体膜优选以In>Ga的比率包含In和Ga。离栅电极层105远(背沟道一侧上)的另一个氧化物半导体膜优选以In≤Ga的比率包含In和Ga。

[0144] 此外,氧化物半导体膜也可以采用第一氧化物半导体膜、第二氧化物半导体膜和第三氧化物半导体膜的三层结构的,其中,各自的构成元素相同,而第一氧化物半导体膜、第二氧化物半导体膜和第三氧化物半导体膜的组成彼此不同。例如,第一氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=1:3:2的原子数比,第二氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=3:1:2的原子数比,并且第三氧化物半导体膜也可以具有In:Ga:Zn=1:1:1的原子数比。

[0145] 在原子数比上包含比Ga及Zn小的In的氧化物半导体膜,典型地是,具有In:Ga:Zn=1:3:2的原子数比的第一氧化物半导体膜具有高于在原子数比上包含比Ga及Zn大的In的氧化物半导体膜(典型地是,第二氧化物半导体膜)、以及以相等的原子数比包含Ga、Zn和In的氧化物半导体膜(典型地是,第三氧化物半导体膜)的绝缘性。

[0146] 因为第一氧化物半导体膜、第二氧化物半导体膜和第三氧化物半导体膜的构成元素彼此相同,所以第一氧化物半导体膜的与第二氧化物半导体膜之间的界面的陷阱能级较低。因此,当氧化物半导体膜具有上述结构时,可以减少随时间变化或因压力测试导致的晶体管的阈值电压的变动量。

[0147] 在氧化物半导体中,重金属的s轨道主要贡献于载流子传输,并且当包含在氧化物半导体中的In增加时,s轨道的重叠容易增加。由此,具有In>Ga的组成的氧化物具有比具

有 $\text{In} \leq \text{Ga}$ 的组成的氧化物更高的迁移率。此外,在Ga中,与在In中相比,氧空位的形成能量更大,从而不容易产生氧空位;由此,具有 $\text{In} \leq \text{Ga}$ 的组成的氧化物与具有 $\text{In} > \text{Ga}$ 的组成的氧化物相比具有更稳定的特性。

[0148] 具有 $\text{In} > \text{Ga}$ 的组成的氧化物半导体用于沟道一侧,并具有 $\text{In} \leq \text{Ga}$ 的组成的氧化物半导体用于背沟道一侧;使得可以进一步提高晶体管的场效应迁移率及可靠性。

[0149] 此外,当半导体层109被形成具有叠层结构时,第一氧化物半导体膜、第二氧化物半导体膜和第三氧化物半导体膜也可以使用结晶性不同的氧化物半导体膜而形成。也就是说,半导体层109也可以通过适当地组合单晶氧化物半导体膜、多晶氧化物半导体膜、非晶氧化物半导体膜和CAAC-OS膜而形成。当非晶氧化物半导体膜被应用于第一氧化物半导体膜、第二氧化物半导体膜和第三氧化物半导体膜中的任一个时,氧化物半导体膜的内部应力或外部应力得到缓和,晶体管的特性偏差降低,并且,能够进一步提高晶体管的可靠性。

[0150] 氧化物半导体膜的厚度优选大于或等于1nm且小于或等于100nm,更优选大于或等于1nm且小于或等于50nm,还优选大于或等于1nm且小于或等于30nm,进一步优选大于或等于3nm且小于或等于20nm。

[0151] 通过二次离子质谱分析法(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的在氧化物半导体膜中的碱金属或碱土金属的浓度优选低于或等于 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$,更优选低于或等于 $2 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 。这是因为,碱金属及碱土金属有时与氧化物半导体结合并生成载流子,这导致晶体管的断态电流的上升。

[0152] 此外,通过二次离子质谱分析法测得的在氧化物半导体膜中的氢浓度低于 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$,优选为低于或等于 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$,进一步优选低于或等于 $5 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$,更进一步优选低于或等于 $1 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 。

[0153] 包含在氧化物半导体膜中的氢与键合于金属原子的氧起反应而生成水,并且,缺陷形成在氧脱离的晶格(或氧脱离的部分)中。此外,氢的一部分与氧的键合产生作为载流子的电子。因此,通过在形成氧化物半导体膜的工序中极力降低包含氢的杂质,可以降低包含在氧化物半导体膜中的氢浓度。当沟道形成区形成在通过尽量去除氢而被高度纯化的氧化物半导体膜时,可以降低阈值电压的负向漂移,且可以将晶体管的源极与漏极间的泄漏电流(典型的是,断态电流等)降低到几 $\text{yA}/\mu\text{m}$ 至几 $\text{zA}/\mu\text{m}$ 。其结果是,可以提高晶体管的电特性。

[0154] 氧化物半导体膜通过溅射法、涂敷法、脉冲激光沉积法、激光烧蚀法等形成。

[0155] 在通过溅射法形成氧化物半导体膜的情况下,用来产生等离子体的电源装置可以适当地使用RF电源装置、AC电源装置、DC电源装置等。

[0156] 作为溅射气体,适当地使用稀有气体(典型为氩)、氧、或稀有气体和氧的混合气体。在使用稀有气体和氧的混合气体的情况下,氧的比例优选高于稀有气体。

[0157] 另外,根据所形成的氧化物半导体膜的组成可以适当地选择靶材。

[0158] 当形成CAAC-OS膜时,例如,通过溅射法使用多晶氧化物半导体靶材来形成CAAC-OS膜。通过离子与靶材的碰撞,包含在靶材中的结晶区域有可能沿着a-b面与靶材分离;换言之,具有平行于a-b面的面的溅射粒子(平板状溅射粒子或丸状溅射粒子)有可能从靶材剥离。此时,该平板状的溅射粒子以保持结晶状态到达衬底,由此可以形成CAAC-OS膜。

[0159] 作为CAAC-OS膜的沉积,优选采用如下条件。

[0160] 通过降低沉积时混入CAAC-OS膜的杂质量,可以防止结晶状态被杂质损坏。例如,也可以降低存在于沉积室内的杂质(例如,氢、水、二氧化碳或氮)的浓度。此外,可以降低沉积气体中的杂质浓度。具体而言,使用露点为 -80°C 或更低,优选为 -100°C 或更低的沉积气体。

[0161] 通过增高沉积时的衬底加热温度,在溅射粒子到达衬底之后发生溅射粒子的迁移(migration)。具体而言,沉积时的衬底加热温度高于或等于 100°C 且低于或等于 740°C ,优选高于或等于 200°C 且低于或等于 500°C 。通过增高沉积时的衬底加热温度,当平板状溅射粒子到达衬底时,在衬底表面上发生迁移,由此,平板状溅射粒子的平坦面附着到衬底。

[0162] 此外,优选的是,增高沉积气体中的氧比例并使功率最优化以减轻沉积时的等离子体损伤。沉积气体中的氧比例为30vol%或更高,优选为100vol%。

[0163] 作为溅射靶材的一个例子,下面示出In-Ga-Zn氧化物靶材。

[0164] 多晶体的In-Ga-Zn氧化物靶材通过以预定的摩尔数混合 InO_x 粉末、 GaO_y 粉末和 ZnO_z 粉末,施加压力,并且在高于或等于 1000°C 且低于或等于 1500°C 的温度下进行加热处理而形成。另外,X、Y及Z都是给定的正数。在此, InO_x 粉末对 GaO_y 粉末及 ZnO_z 粉末的预定摩尔数比例例如为2:2:1、8:4:3、3:1:1、1:1:1、4:2:3或3:1:2。粉末的种类及为混合粉末的摩尔数比也可以根据所希望的靶材适当地决定。

[0165] 在形成氧化物半导体膜之后,也可以进行加热处理来使氧化物半导体膜脱水化或脱氢化。该加热处理的温度典型为高于或等于 150°C 且低于衬底的应变点,优选高于或等于 250°C 且低于或等于 450°C ,更优选高于或等于 300°C 且低于或等于 450°C 。

[0166] 上述加热处理在包含氮或如氦、氖、氩、氙或氡等稀有气体的惰性气体气氛下进行。或者,上述加热处理也可以先在惰性气体气氛中进行,然后在氧气氛中进行。优选的是,上述惰性气体气氛及上述氧气氛不包含氢、水等。处理时间是3分钟至24小时。

[0167] 通过在形成氧化物半导体膜后进行加热处理,在氧化物半导体膜中,氢浓度可以低于 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$,优选低于或等于 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$,更优选低于或等于 $5 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$,进一步优选低于或等于 $1 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 。

[0168] 另外,在使用氧化物绝缘层作为栅极绝缘层107的情况下,当氧化物半导体膜设置在氧化物绝缘层上的状态下进行加热处理时,氧可以供应到氧化物半导体膜,可以减少氧化物半导体膜中的氧缺陷,并且可以提高半导体特性。也可以在氧化物半导体膜与氧化物绝缘层至少部分接触的状态下对氧化物半导体膜和氧化物绝缘层进行加热工序,来对氧化物半导体膜供应氧。

[0169] 设置在半导体层109上的源电极层及漏电极层可以使用与上述栅电极层105相同的材料及方法制造。

[0170] 在本实施方式中,源电极层111a及漏电极层111b通过如下方式形成:在使用溅射装置依次层叠50nm厚的钛膜、400nm厚的铝膜及100nm厚的钛膜之后,通过光刻法在钛膜上形成抗蚀剂掩模,使用该抗蚀剂掩模选择性地去除具有上述钛膜、铝膜及钛膜的叠层膜的一部分。

[0171] 作为用于电容器170上的液晶层125的液晶材料,可以使用热致液晶、低分子液晶、高分子液晶、聚合物分散型液晶、铁电液晶、反铁电液晶等。上述液晶材料(液晶组成物)根

据条件而呈现胆甾相、近晶相、立方相、手征向列相、各向同性相等。另外,虽然在图1A和1B中未图示出,用作取向膜且夹持具有上述任何材料的层的绝缘膜、以及用来控制透明导电层123与透明导电层127之间的距离(单元间隙:cell gap)的间隔物等也可以设置在液晶层125中。另外,该取向膜可以使用如丙烯酸类树脂、聚酰亚胺类树脂、苯并环丁烯类树脂、聚酰胺类树脂、环氧类树脂等具有耐热性的有机材料而形成。

[0172] 另外,不使用取向膜的呈现蓝相的液晶组成物也可以用于液晶层125。蓝相是液晶相的一种,且是当胆甾相液晶的温度上升时即将从胆甾相转变到各向同性相之前出现的相。使用液晶及手性试剂的混合物的液晶组成物可以呈现蓝相。为了扩大呈现蓝相的温度范围,也可以通过对呈现蓝相的液晶组成物添加聚合性单体、聚合引发剂等,并通过进行聚合物稳定化处理来形成液晶层。呈现蓝相的液晶组成物具有短响应时间,且具有光学各向同性,由此实现取向处理的省略以及视角依赖性的降低。另外,由于不需要设置取向膜且不需要摩擦处理,因此可以防止由于摩擦处理而引起的静电损坏,并可以降低制造工序中的液晶显示装置的不良和破损。因此,可以提高液晶显示装置的生产率。包括氧化物半导体膜的晶体管有晶体管的电特性因静电的影响而有可能显著地变动且越出设计范围的可能性。因此,将呈现蓝相的液晶组成物用于具有使用氧化物半导体膜的晶体管而形成的液晶显示装置是更有效的。

[0173] 液晶材料的比电阻(specific resistivity)大于或等于 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$,优选大于或等于 $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$,更优选大于或等于 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 。注意,本说明书中的比电阻是在20℃下测量的。

[0174] 作为液晶层125的驱动方法,可以使用TN(Twisted Nematic:扭转向列)模式、IPS(In-Plane-Switching:平面内切换)模式、FFS(Fringe Field Switching:边缘场切换)模式、ASM(Axially Symmetric aligned Micro-cell:轴对称排列微胞)模式、OCB(Optical Compensated Birefringence:光学补偿弯曲)模式、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal:铁电性液晶)模式、AFLC(AntiFerroelectric Liquid Crystal:反铁电性液晶)模式等。

[0175] 也可以使用常黑型液晶显示装置,例如利用垂直取向(VA)模式的透过型液晶显示装置。可以举出几个例子作为垂直取向模式。例如,可以使用MVA(Multi-Domain Vertical Alignment:多象限垂直取向)模式、PVA(Patterned Vertical Alignment:构图的垂直取向)模式、ASV(Advanced Super View:高级超视觉)模式等。另外,本实施方式可以应用于VA型液晶显示装置。VA型液晶显示装置是一种控制液晶显示面板的液晶分子的取向的方式。在VA型液晶显示装置中,当不被施加电压时,液晶分子在垂直于面板的方向上取向。此外,可以使用将像素分成几个区域(子像素)且使分子在各自区域分别取向不同方向的被称为多畴化或多畴设计的方法。

[0176] 在显示装置中,适当地设置有黑矩阵(遮光层)、如偏振构件、相位差构件、抗反射构件等的光学构件(光学衬底)等。例如,通过使用偏振衬底以及相位差衬底可以实现圆偏振。此外,背光灯、侧光灯等也可以用作光源。

[0177] 作为像素部中的显示方式,可以采用逐行扫描方式或隔行扫描方式等。此外,当进行彩色显示时在像素中控制的颜色因素不局限于三种颜色:R、G及B(R、G及B分别对应于红色、绿色及蓝色)。例如,可以使用R、G、B及W(W对应于白色);R、G、B和黄色(yellow)、青色(cyan)、品红色(magenta)等中的一种或多种;等。另外,在各个色素的点之间显示区域的大

小也可以不同。注意,所公开的发明的一个实施方式不局限于应用于彩色显示的显示装置;所公开的发明也可以应用于单色显示的显示装置。

[0178] 图1A和1B示出液晶层125的取向由透明导电层123及透明导电层127控制的结构。因此,在图1A和1B中,透明导电层123用作像素电极,透明导电层127用作公共电极。图5A和5B示出根据电容器180所具有的透明导电层121与透明导电层123之间的电场来控制液晶层125的取向的结构。因此,在图5A和5B中,透明导电层121用作公共电极,透明导电层123用作像素电极。

[0179] 注意,本实施方式所示的显示装置的结构不局限于图1A和1B所示的结构,也可以为图5A和5B所示的结构。

[0180] 图5A和5B示出本发明的另一实施方式的显示装置所具有的像素的一部分。图5A是示出本发明的另一实施方式的显示装置所具有的像素的一部分的俯视图,图5B是沿着图5A的点划线C-D的截面图。注意,在图5A和5B中,与图1A和1B相同的部分使用相同的符号而省略详细说明。

[0181] 图5A和5B所示的结构的与图2A至2C所示的结构不同之处在于其一部分被用作电容器180的介电质的第二无机绝缘膜129与晶体管150的漏电极层111b重叠。通过该结构,第二无机绝缘膜129与无机绝缘膜115彼此接触且可以围绕有机绝缘膜117,由此,可以抑制从有机绝缘膜117释放出的气体扩散至晶体管150一侧。

[0182] 在本实施方式所示的显示装置中,露出区域设置在位于与晶体管相反一侧的有机绝缘膜中,以不使从设置于晶体管上的有机绝缘膜释放出的气体进入晶体管一侧。该露出部是不与形成在该有机绝缘膜上的无机绝缘膜重叠的区域。由于无机绝缘膜被形成为不接触于露出部,所以来自有机绝缘膜的气体可以从该露出部释放出。由此,可以防止从有机绝缘膜释放出的包含氢等杂质的气体进入氧化物半导体层,并且可以防止晶体管特性的变动,由此,可以获得具有高显示质量及高可靠性的显示装置。

[0183] 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。

[0184] 实施方式2

[0185] 在本实施方式中,说明能够与上述实施方式所示的任何显示装置组合而使用的图像传感器。

[0186] 图6A示出带图像传感器的显示装置的例子。图6A示出带图像传感器的显示装置的像素的等效电路。

[0187] 光电二极管元件4002的一个电极与复位信号线4058电连接,光电二极管元件4002的另一个电极与晶体管4040的栅电极电连接。晶体管4040的源电极和漏电极中的一个与电源电位(VDD)电连接,晶体管4040的源电极和漏电极中的另一个与晶体管4056的源电极和漏电极中的一个电连接。晶体管4056的栅电极与栅极选择线4057电连接,晶体管4056的源电极和漏电极中的另一个与输出信号线4071电连接。

[0188] 第一晶体管4030是用于像素开关的晶体管。第一晶体管4030的源电极和漏电极中的一个与视频信号线4059电连接,源电极和漏电极中的另一个与电容器4032及液晶元件4034电连接。另外,晶体管4030的栅电极与栅极线4036电连接。

[0189] 另外,晶体管4030、电容器4032的结构可以与实施方式1所示的显示装置的结构相同。

[0190] 图6B示出带图像传感器的显示装置的一个像素的一部分的截面图,在像素区中,光电二极管元件4002及晶体管4030设置在衬底4001上。另外,在像素部5042中,用作电容器4032的介电质的无机绝缘膜4020形成在有机绝缘膜4016上。在无机绝缘膜4020的与晶体管4030重叠的区域的一部分中,形成有开口。有机绝缘膜4016具有其上不形成无机绝缘膜的露出部。

[0191] 通过该结构,可以抑制从有机绝缘膜4016释放出的气体进入晶体管4030一侧,由此可以获得可靠性高的显示装置。

[0192] 此外,有机绝缘膜4016设置在光电二极管元件4002及晶体管4030上。用作电容器4032的介电质的无机绝缘膜4020形成在有机绝缘膜4016上,但是没有设置在与晶体管4030重叠的区域的一部分上。

[0193] 通过该结构,可以抑制从有机绝缘膜释放出的气体扩散至晶体管一侧,由此可以得到可靠性高的显示装置。

[0194] 在光电二极管元件4002中,包含下部电极和上部电极的一对电极,该下部电极与晶体管4030的源电极及漏电极在同一工序中形成,该上部电极与液晶元件4034的像素电极在同一工序中形成,并且二极管存在于该一对电极之间。

[0195] 作为可以用作光电二极管元件4002的二极管,可以使用包括p型半导体膜和n型半导体膜的叠层的pn型二极管;包括p型半导体膜、i型半导体膜、n型半导体膜的叠层的pin型二极管;肖特基型二极管;等。

[0196] 在光电二极管元件4002上,设置有第一取向膜4024、液晶层4096、第二取向膜4084、对置电极4088、有机绝缘膜4086、彩色膜4085、对置衬底4052等。

[0197] 在本实施方式中,与实施方式1不同地,显示装置具有夹着液晶层4096的第一取向膜4024及第二取向膜4084。作为第一取向膜4024及第二取向膜4084,可以使用如丙烯酸树脂、聚酰亚胺、苯并环丁烯类树脂、聚酰胺或环氧树脂等耐热性有机材料。第一取向膜4024被形成接触于有机绝缘膜4016,由此优选为使从有机绝缘膜4016释放出的气体透过的膜。

[0198] 另外,液晶层4096的取向通过对电容器4032所具有的透明导电层及对置电极4088施加的电压来控制。

[0199] 另外,pin型二极管当p型半导体膜一侧被用作受光面时具有优异的光电转换特性。这是因为空穴迁移率低于电子迁移率。本实施方式示出将从对置衬底4052的面穿过液晶层4096等入射至光电二极管元件4002的光转换为电信号的例子,但是本发明不局限于该例子。此外,彩色膜等也可以设置在对置衬底一侧。

[0200] 本实施方式所示的光电二极管元件4002利用由光入射至光电二极管元件4002而在一对电极间流过的电流。当光电二极管元件4002检测出光时,可以读取检测对象的信息。

[0201] 通过同时进行用于显示装置的晶体管的制造工序和用于图像传感器的晶体管的制造工序,可以提高本实施方式所示的带图像传感器的显示装置的生产率。但是,上述实施方式所示的显示装置和本实施方式所示的图像传感器也可以制造在不同的衬底上。具体来说,图像传感器也可以制造在上述实施方式中所示的任何显示装置中的第二衬底上。

[0202] 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。

[0203] 实施方式3

[0204] 在本实施方式中,说明使用根据本发明的一个实施方式的显示装置平板终端的例子。

[0205] 图7A和7B示出翻盖式(foldable)平板终端。图7A示出打开状态的平板终端。平板终端包括机壳8630、以及设置在机壳8630上的显示部8631a、显示部8631b、显示模式切换开关8034、电源开关8035、省电模式开关8036、卡子8033、操作开关8038。

[0206] 显示部8631a的整体或一部分可以被用作触摸屏,并且当接触所显示的操作键时,可以输入数据。例如,显示部8631a可以在整体区域显示键盘按钮来被用作触摸屏,并且显示部8631b也可以被用作显示屏。

[0207] 与显示部8631a同样,显示部8631b的整体或一部分可以被用作触摸屏。

[0208] 此外,可以对显示部8631a的触摸屏区域和显示部8631b的触摸屏区域同时进行触摸输入。

[0209] 通过使用显示模式开关8034,显示器能够例如在竖屏显示和横屏显示等之间以及黑白显示和彩色显示之间切换。通过使用省电模式开关8036,可以根据内置于平板终端中的光传感器检测出的外光控制显示亮度。此外,除了光传感器以外,包括能够检测出倾斜度的陀螺仪、加速度传感器等其他检测装置也可以包括在平板终端中。

[0210] 此外,图7A示出显示部8631b与显示部8631a的面积相等的例子;但是,本发明不局限于该例子。显示部8631a和显示部8631b也可以具有不同的面积或显示质量。例如,一个显示面板也可以能够进行比另一个显示面板更高清晰的显示。

[0211] 在图7B中平板终端是合上的状态。平板终端包括机壳8630、设置于机壳8630的太阳能电池8633及充放电控制电路8634。在图7B中,作为充放电控制电路8634的例子示出具有电池8635和DCDC转换器8636的结构。

[0212] 因为上述平板终端可以翻盖,所以当不使用平板终端时能够合上机壳8630。由此,可以保护显示部8631a和显示部8631b,所以耐久性良好,且从长期使用的观点来看可靠性良好。

[0213] 图7A及图7B所示的平板终端还可以具有:显示各种各样的数据(例如,静态图像、动态图像、文字图像)的功能;将日历、日期或时刻等显示在显示部上的功能;通过触摸输入对显示在显示部上的数据进行操作或编辑的触摸输入功能;通过各种各样的软件(程序)控制处理的功能;等。

[0214] 由太阳能电池8633得到的电力可以用于平板终端的工作或者可以储存在电池8635中。此外,太阳能电池8633可以设置在机壳8630的两个表面上。当使用锂离子电池作为电池8635时,有实现小型化等的优点。

[0215] 参照图7C的方框图说明图7B所示的充放电控制电路8634的结构和工作。在图7C中,示出太阳能电池8633、电池8635、DCDC转换器8636、转换器8637、开关SW1、开关SW2及开关SW3以及显示部8631。图7C中的电池8635、DCDC转换器8636、转换器8637以及开关SW1至SW3对应于图7B所示的充放电控制电路8634。

[0216] 在由太阳能电池8633发电的情况下,通过DCDC转换器8636对太阳能电池所产生的电力进行升压或降压以使该电力具有用来给电池8635充电的电压。然后,开启开关SW1,通过转换器8637将该电力升压或降压为最合适于显示部8631的电压。此外,当在显示部8631上不进行显示时,关闭开关SW1且开启开关SW2,来给电池8635充电。

[0217] 此外,作为发电单元的例子示出了太阳能电池8633,但是本发明不局限于此。也可以使用如压电元件(piezoelectric element)或热电转换元件(珀尔帖元件(peltier element))等其他发电单元代替太阳能电池8633。例如,电池也可以结合地使用其他充电装置来进行充电,例如,通过以无线(非接触)的方式收发电力而可以进行充电的非接触式电力传输模块。

[0218] 当上述实施方式所示的显示装置应用于本实施方式的平板终端所包括的显示部8631a及显示部8631b的每一个时,可以获得进一步高的可靠性。

[0219] 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。

[0220] 实施方式4

[0221] 在本实施方式中,说明具有上述实施方式所示的任何显示装置等的电子设备的例子。

[0222] 图8A示出便携式信息终端。图8A所示的便携式信息终端包括机壳9300、按钮9301、麦克风9302、显示部9303、扬声器9304、影像拍摄装置9305,且具有作为移动电话机的功能。上述实施方式所示的显示装置和带图像传感器的显示装置中的任一个可以应用于显示部9303。

[0223] 图8B示出显示器。图8B所示的显示器包括机壳9310以及显示部9311。上述实施方式所示的显示装置和带图像传感器的显示装置中的任一个可以应用于显示部9311。

[0224] 图8C示出数码相机。图8C所示的数码相机包括机壳9320、按钮9321、麦克风9322、显示部9323。上述实施方式所示的显示装置和带图像传感器的显示装置可以应用于显示部9323。

[0225] 通过应用本发明的一个实施方式,可以提高电子设备的可靠性。

[0226] 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。

[0227] 符号说明

[0228] 101:衬底、102:衬底、105:栅电极层、107:栅极绝缘层、109:半导体层、111a:源电极层、111b:漏电极层、114:第一无机绝缘膜、113:无机绝缘膜、115:无机绝缘膜、117:有机绝缘膜、119:第二无机绝缘膜、121:透明导电层、123:透明导电层、125:液晶层、127:透明导电层、129:第二无机绝缘膜、150:晶体管、170:电容器、180:电容器、1000:像素部、1001:密封剂、1003:信号线驱动电路、1004:扫描线驱动电路、1018:FPC、4001:衬底、4002:光电二极管元件、4016:有机绝缘膜、4020:无机绝缘膜、4024:取向膜、4030:晶体管、4032:电容器、4034:液晶元件、4036:栅极线、4040:晶体管、4052:对置衬底、4056:晶体管、4057:栅极选择线、4058:复位信号线、4059:视频信号线、4071:输出信号线、4084:取向膜、4086:有机绝缘膜、4088:对置电极、4096:液晶层、5042:像素部、8033:卡子、8034:开关、8035:电源开关、8036:开关、8038:操作开关、8630:机壳、8631:显示部、8631a:显示部、8631b:显示部、8633:太阳能电池、8634:充放电控制电路、8635:电池、8636:DCDC转换器、8637:转换器、9300:机壳、9301:按钮、9302:麦克风、9303:显示部、9304:扬声器、9305:影像拍摄装置、9310:机壳、9311:显示部、9320:机壳、9321:按钮、9322:麦克风、9323:显示部

[0229] 本申请基于2012年7月20日向日本专利局提交的日本专利申请第2012-161726号,其全部内容通过引用纳入本文。

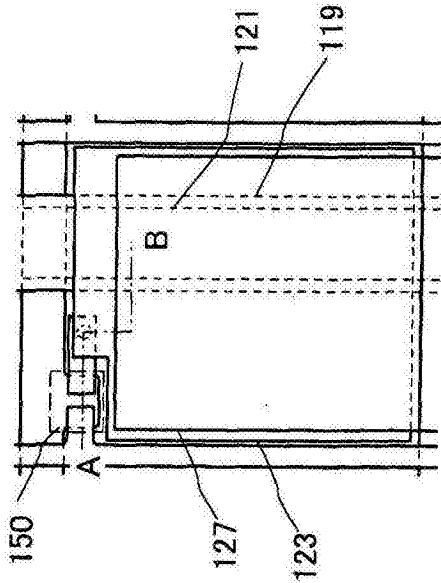


图1A

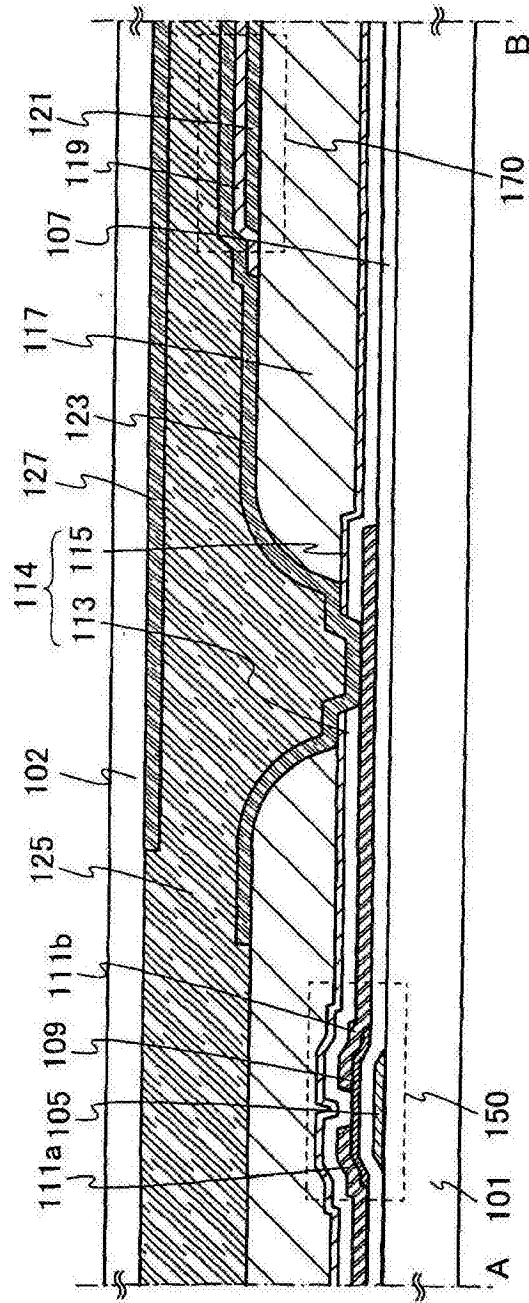


图1B

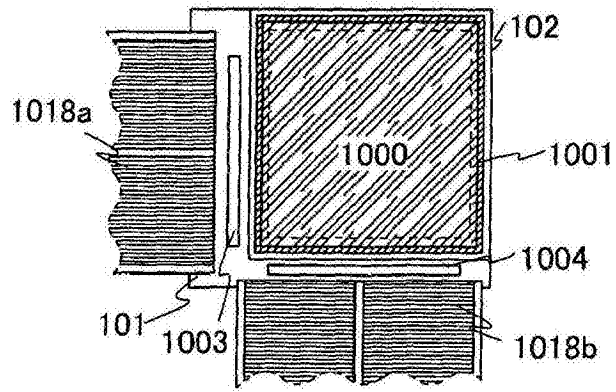


图2A

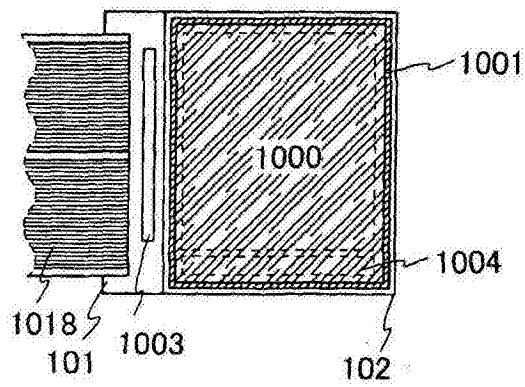


图2B

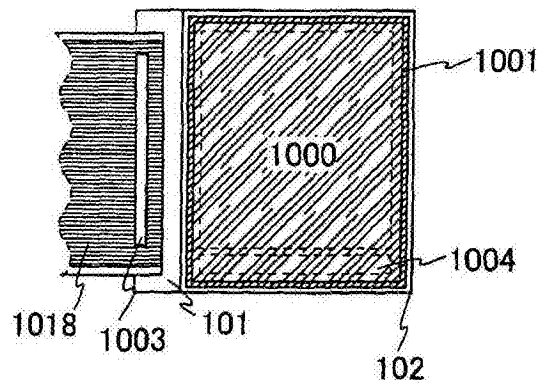


图2C

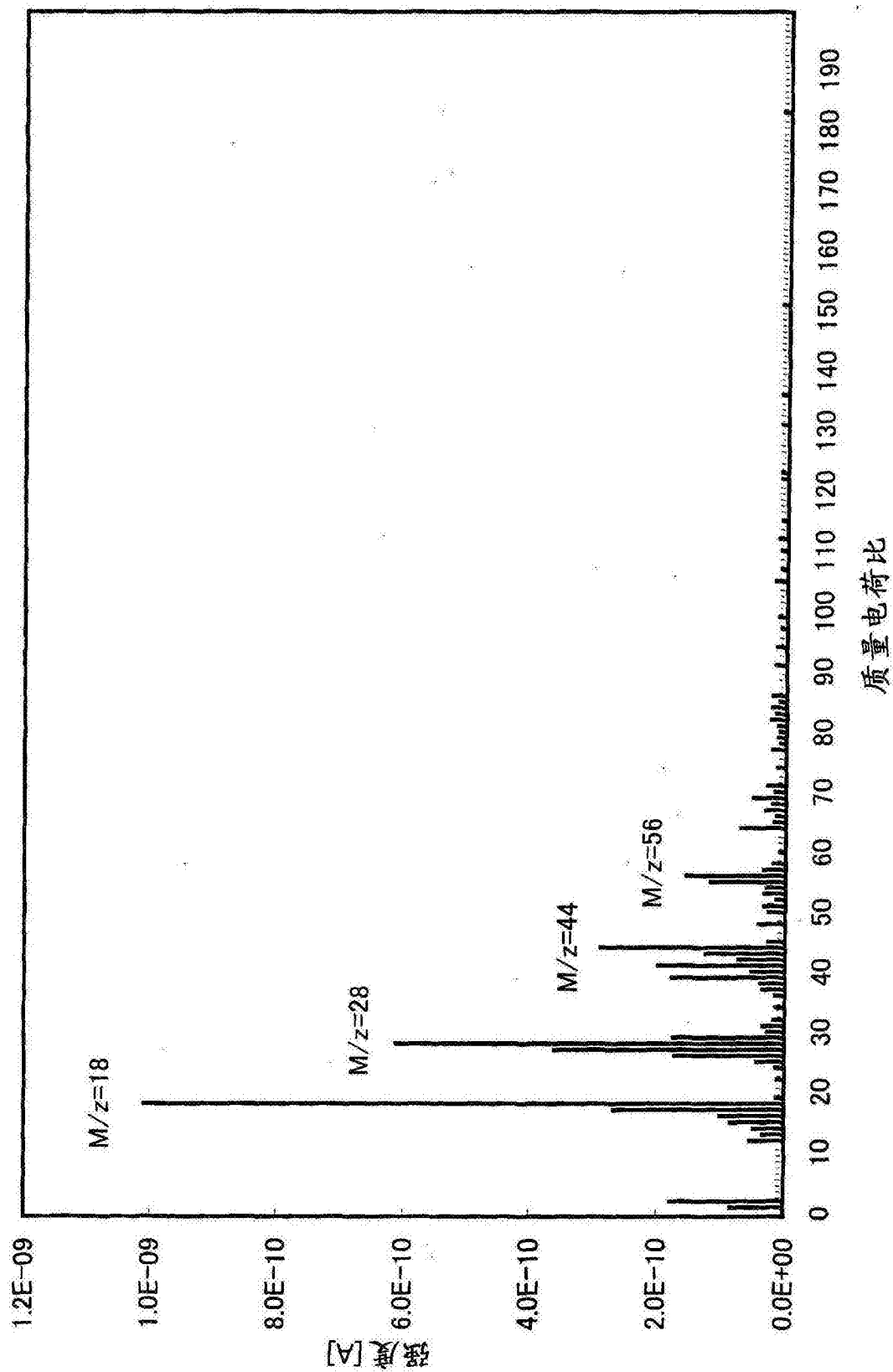


图3

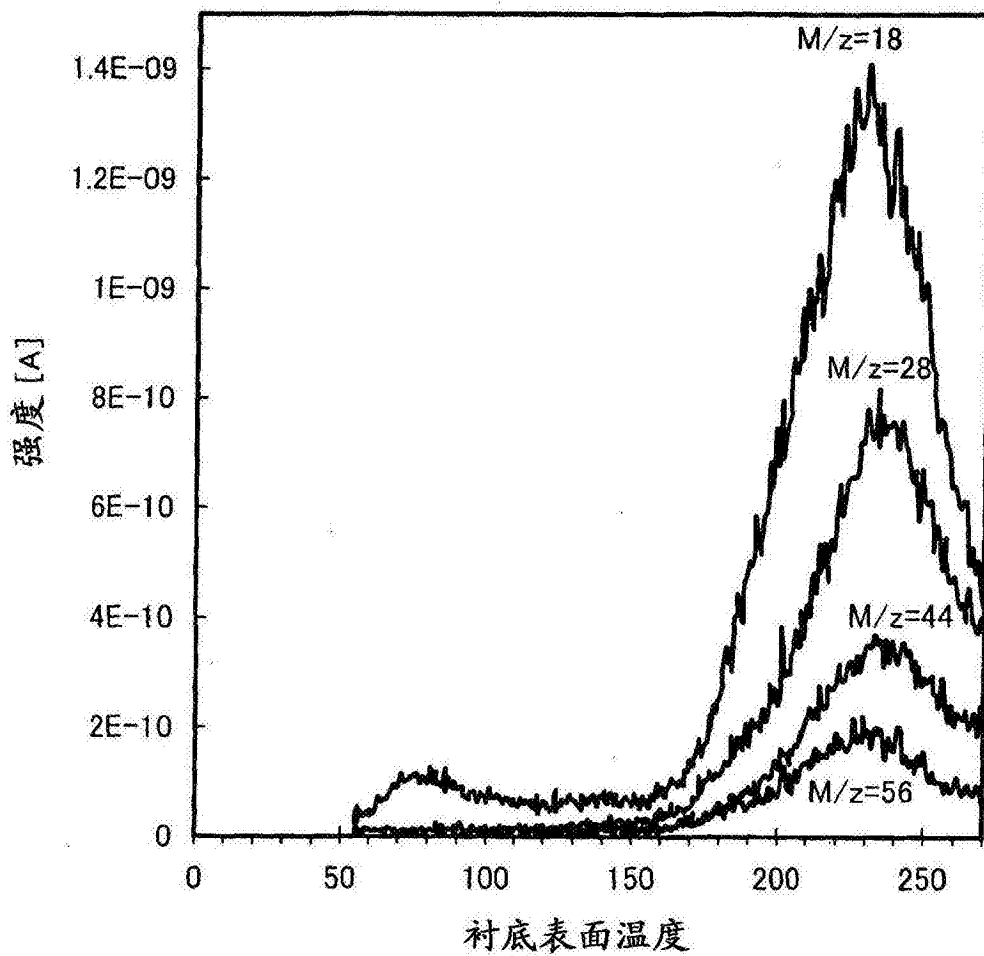


图4

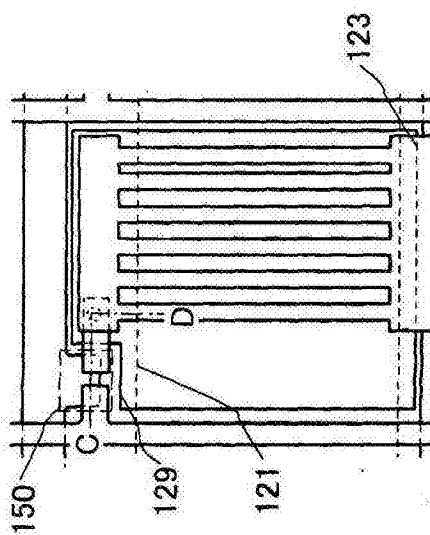


图5A

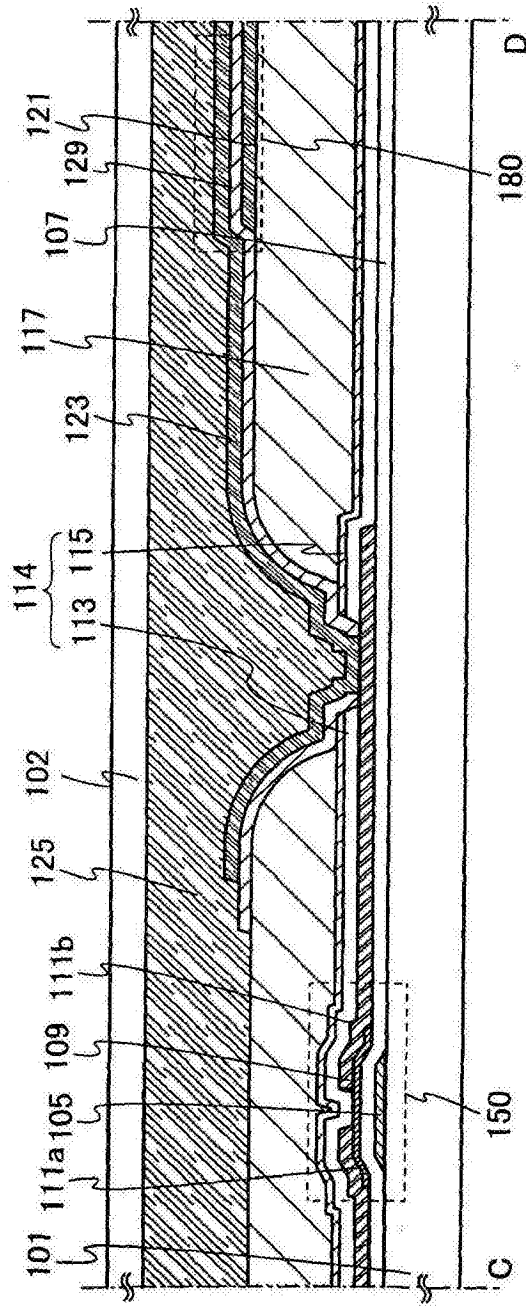


图5B

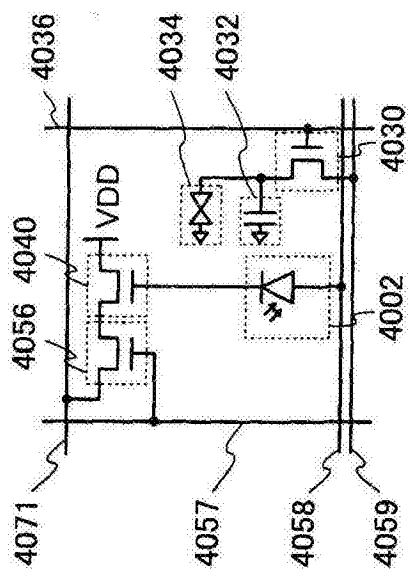


图 6A

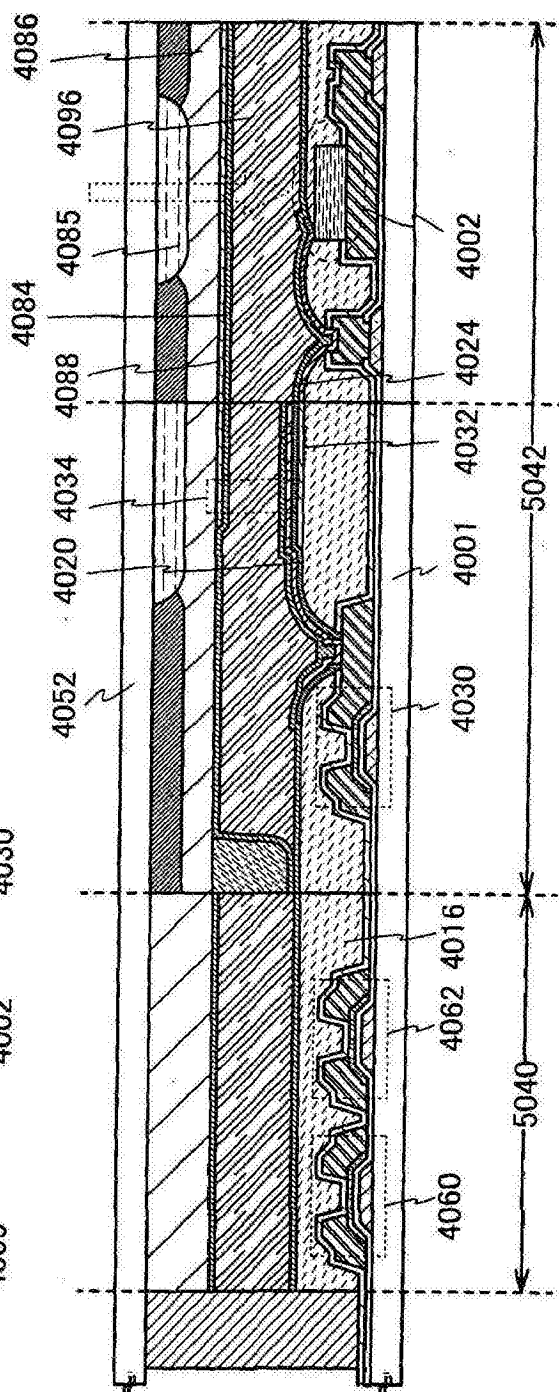


图 6B

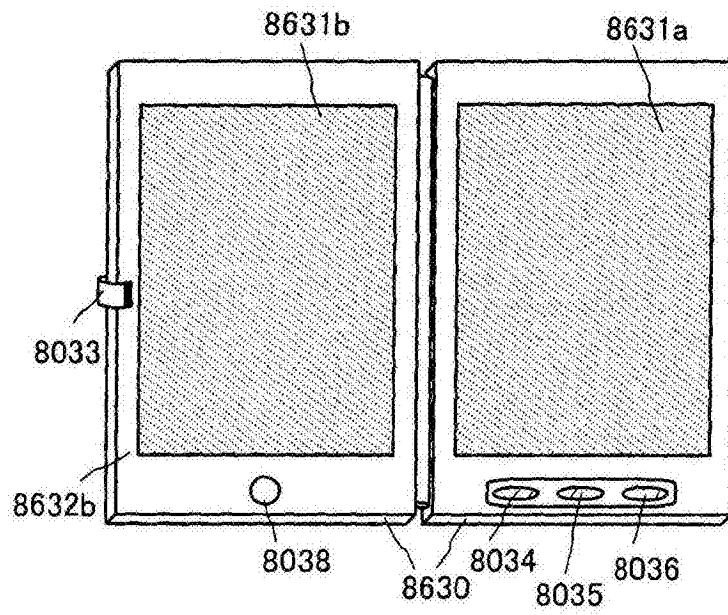


图7A

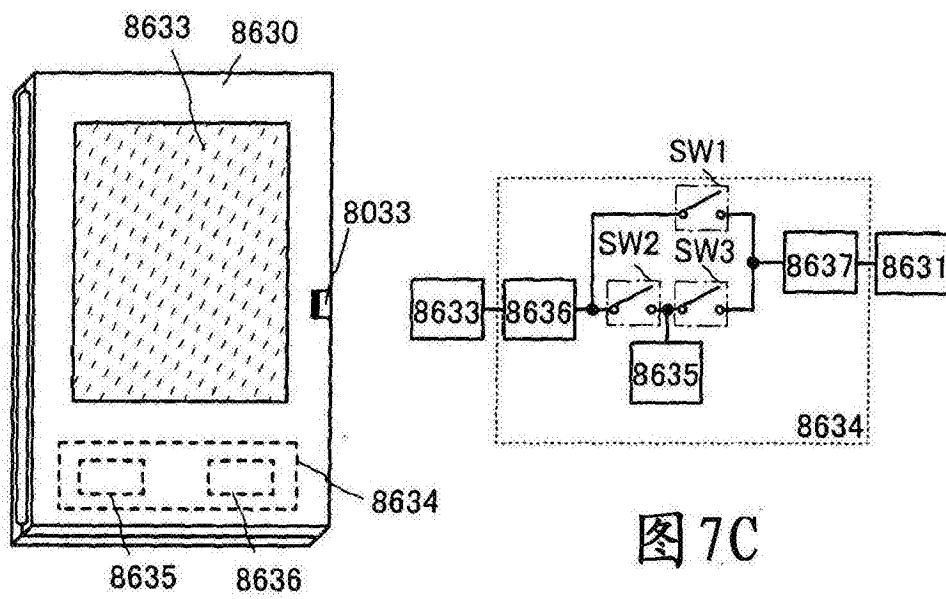


图7C

图7B

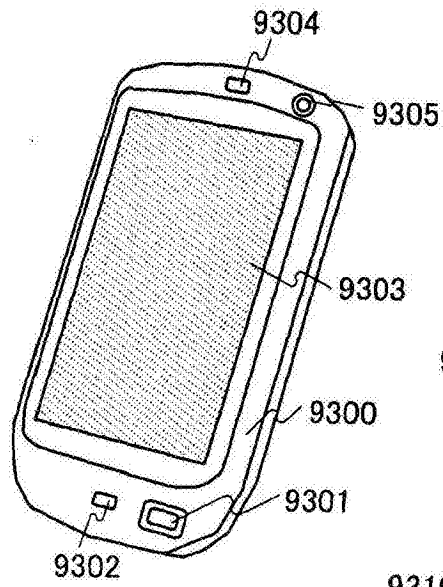


图 8A

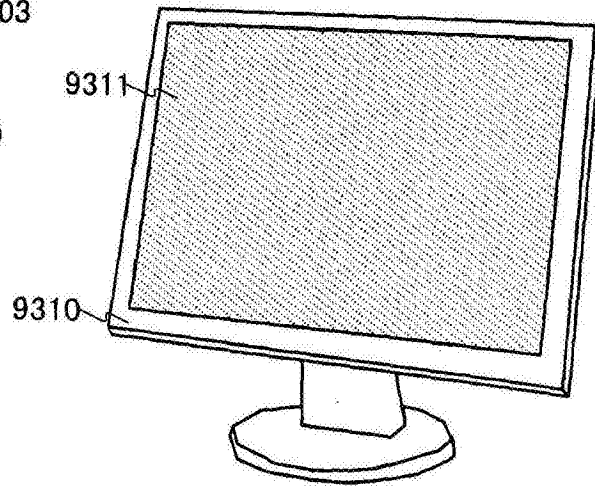


图 8B

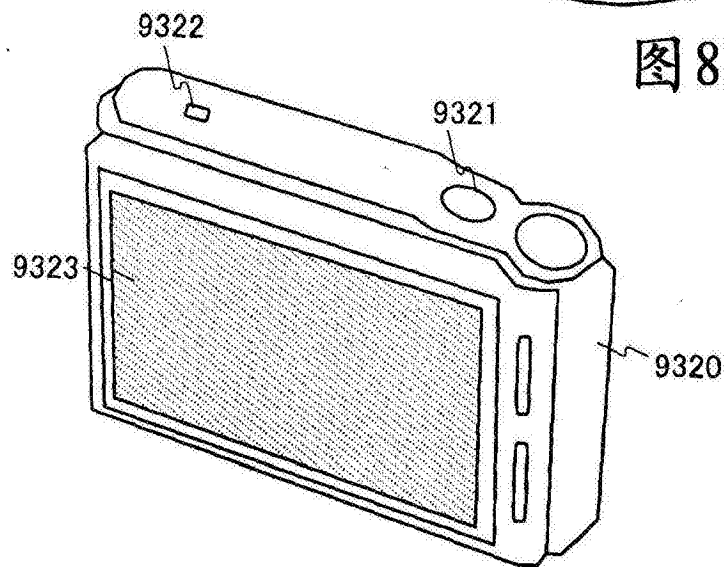


图 8C