



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118284849 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 02

(21) 申请号 202280077740.8

(22) 申请日 2022.11.16

(30) 优先权数据

2021-191975 2021.11.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/061010 2022.11.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/094937 JA 2023.06.01

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 山崎舜平 楠纘慈 片山雅博

佐藤来

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 姜冰 陈岚

(51) Int.Cl.

G02F 1/1368 (2006.01)

G02F 1/13357 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)

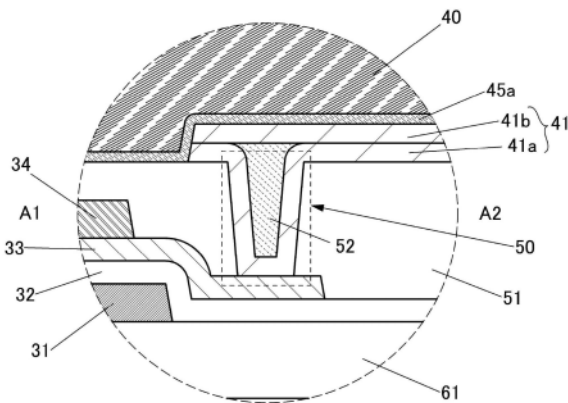
权利要求书2页 说明书17页 附图18页

(54) 发明名称

显示装置及电子设备

(57) 摘要

提供一种开口率高的显示装置。使用有机绝缘层(52)填充起因于用来电连接布线(33)与像素电极(41)的接触孔(50)的台阶来消除该台阶,在平坦的像素电极的顶面上形成取向膜(45a),由此减少液晶层(40)的取向不良。此外,将具有透光性的材料用于在接触孔(50)的底部露出的布线(33)。由此,可以增加液晶器件中的对显示有效的区域。也就是说,可以实现开口率高的显示装置。



1. 一种显示装置,包括:

第一晶体管;

第一导电层;

第二导电层;

第三导电层;

第一绝缘层;

第二绝缘层;

取向膜;以及

液晶层,

其中,所述第一晶体管与所述第一导电层电连接,

所述第一绝缘层设置在所述第一晶体管及所述第一导电层上,

所述第一绝缘层在与所述第一导电层重叠的区域中具有贯穿所述第一绝缘层的开口部,

所述第二导电层以与所述第一绝缘层的顶面、所述开口部的侧面及在所述开口部的底部露出的所述第一导电层接触的方式设置,

所述第二绝缘层以填充起因于所述开口部的台阶且与所述第二导电层接触的方式设置,

所述第三导电层以与所述第二导电层及所述第二绝缘层接触的方式设置,

所述取向膜设置在所述第一绝缘层、所述第二导电层及所述第三导电层上,

所述液晶层设置在所述取向膜上,

并且,所述第一导电层、所述第二导电层、所述第三导电层、所述第一绝缘层及所述第二绝缘层对可见光具有透光性。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,还包括液晶层上的遮光层,

其中所述遮光层在从平面看时具有与所述第一晶体管重叠的区域而不具有与所述开口部重叠的区域。

3. 根据权利要求1或2所述的显示装置,

其中所述第一导电层由金属氧化物构成,

并且所述第一导电层通过金属层电连接于所述第一晶体管的半导体层。

4. 根据权利要求3所述的显示装置,

其中所述第一导电层及所述金属层被用作电容器的一个电极。

5. 根据权利要求3或4所述的显示装置,

其中所述半导体层由金属氧化物构成。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的显示装置,

还包括背光装置,

其中所述背光装置包括发光二极管作为光源。

7. 根据权利要求6所述的显示装置,

其中所述发光二极管所发射的光为蓝色,

所述发光二极管上有颜色转换层,

并且所述背光装置发射白色光。

8. 根据权利要求7所述的显示装置，
其中所述颜色转换层包含量子点。
9. 根据权利要求6至8中任一项所述的显示装置，
其中所述发光二极管与第二晶体管电连接，
并且用来驱动所述第二晶体管的驱动电路设置在与所述发光二极管重叠的位置。
10. 根据权利要求9所述的显示装置，
其中所述第二晶体管在沟道形成区域中包含金属氧化物，
并且所述驱动电路所包括的晶体管在沟道形成区域中包含硅。
11. 根据权利要求6至10中任一项所述的显示装置，
其中所述发光二极管为Mini LED或Micro LED。
12. 一种电子设备，包括：
权利要求1至11中任一项所述的显示装置；以及
照相机。

显示装置及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种液晶显示装置及电子设备。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本发明的一个方式的技术领域的一个例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置(例如,触摸传感器等)、输入输出装置(例如,触摸屏等)以及上述装置的驱动方法或制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,显示装置已在被高清晰化。通过将像素数为4K2K(3840×2160)或8K4K(7680×4320)等的高清晰显示装置安装在电视装置、数字标牌(Digital Signage)、平板终端及智能手机等上,可以提高识别性及方便性。

[0004] 此外,将呈现半导体特性的金属氧化物用于晶体管来代替硅半导体的技术受到瞩目。在本说明书中,将呈现半导体特性的金属氧化物称为氧化物半导体。例如,专利文献1及专利文献2已公开了作为氧化物半导体使用氧化锌或In-Ga-Zn氧化物来制造晶体管并将该晶体管用于显示装置的像素的开关元件等的技术。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0005] [专利文献1]日本专利申请公开第2007-123861号公报

[专利文献2]日本专利申请公开第2007-96055号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0006] 在使用液晶器件的显示装置中,通过增加单位面积的像素数,可以显示高清晰的图像。在有源矩阵型显示装置中,除了液晶器件以外,像素还需要设置有晶体管、电容器及布线等。

[0007] 在单位面积的像素数增加时,在像素内不透过光的构成要素的占有面积就相对变大。换言之,开口率(对显示有效的区域在像素中的占比)降低。因此,在透过型液晶器件等中,需要提高背光的强度来进行清晰的图像显示,由此导致功耗的增加。

[0008] 鉴于此,本发明的一个方式的目的之一是提供一种开口率高的显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种功耗低的显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种高清晰显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种高可靠性显示装置。

[0009] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。可以从说明书、附图、权利要求书的记载抽取上述以外的目的。

解决技术问题的手段

[0010] 本发明的一个方式涉及一种开口率高的液晶显示装置。

[0011] 本发明的一个方式是一种显示装置,该显示装置包括第一晶体管、第一导电层、第二导电层、第三导电层、第一绝缘层、第二绝缘层、取向膜以及液晶层,第一晶体管与第一导电层电连接,第一绝缘层设置在第一晶体管及第一导电层上,第一绝缘层在与第一导电层重叠的区域中具有贯穿第一绝缘层的开口部,第二导电层以与第一绝缘层的顶面、开口部的侧面及在开口部的底部露出的第一导电层接触的方式设置,第二绝缘层以填充起因于开口部的台阶且与第二导电层接触的方式设置,第三导电层以与第二导电层及第二绝缘层接触的方式设置,取向膜设置在第一绝缘层、第二导电层及第三导电层上,液晶层设置在取向膜上,并且第一导电层、第二导电层、第三导电层、第一绝缘层及第二绝缘层对可见光具有透光性。

[0012] 该显示装置还可以包括液晶层上的遮光层,遮光层可以在从平面看时具有与第一晶体管重叠的区域而不具有与开口部重叠的区域。

[0013] 第一导电层可以由金属氧化物构成,第一导电层可以通过金属层电连接于第一晶体管的半导体层。

[0014] 第一导电层及金属层可以被用作电容器的一个电极。

[0015] 第一晶体管所包括的半导体层优选由金属氧化物构成。

[0016] 显示装置可以包括背光装置,背光装置的光源可以包括发光二极管。

[0017] 发光二极管所发射的光为蓝色,发光二极管上设置有颜色转换层,由此背光装置可以发射白色光。颜色转换层可以包含量子点。

[0018] 发光二极管可以与第二晶体管电连接,用来驱动第二晶体管的驱动电路可以设置在与发光二极管重叠的位置。

[0019] 第二晶体管可以在沟道形成区域中包含金属氧化物,驱动电路所包括的晶体管可以在沟道形成区域中包含硅。

[0020] 发光二极管优选为Mini LED或Micro LED。

[0021] 在本说明书中,显示装置有时还包括如下模块:显示部上安装有连接器诸如FPC(FlexiblePrintedCircuit;柔性印刷电路)或TCP(Tape CarrierPackage;载带封装)的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;以及将IC(集成电路)通过COG(Chip OnGlass;玻璃覆晶)方式直接安装在形成有显示元件的衬底上的模块。

发明效果

[0022] 根据本发明的一个方式,可以提供一种开口率高的显示装置。此外,根据本发明的一个方式,可以提供一种功耗低的显示装置。此外,根据本发明的一个方式,可以提供一种高清晰显示装置。此外,根据本发明的一个方式,可以提供一种高可靠性显示装置。

[0023] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书的记载抽取上述以外的效果。

附图简要说明

[0024] 图1A及图1B是说明像素的图。

图2A及图2B是说明像素的图。

图3A及图3B是说明像素的图。

图4A及图4B是说明像素的图。

图5A及图5B是说明液晶显示装置与背光装置的叠层的图。

图6A是液晶显示装置的方框图。图6B是说明液晶显示装置的像素的电路的图。

图7A及图7B是背光装置的方框图。图7C及图7D、图7E1至图7E3是说明发光单元的电路的图。

图8A至图8C是说明液晶显示装置的图。

图9是说明液晶显示装置的截面图。

图10是说明液晶显示装置与背光装置的叠层的截面图。

图11A至图11D是说明晶体管的图。

图12A至图12E是说明电子设备的图。

实施发明的方式

[0025] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于下面说明,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方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0026] 注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共用相同的符号来显示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加符号。

[0027] 此外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成要素的位置、大小、范围等并不表示其实际的位置、大小、范围等。因此,所公开的发明不一定局限于附图所公开的位置、大小、范围等。

[0028] 此外,根据情况或状况,可以互相调换“膜”和“层”。例如,可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外,例如可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0029] 在本说明书等中,金属氧化物(metal oxide)是指广义上的金属的氧化物。金属氧化物被分类为氧化物绝缘体、氧化物导电体(包括透明氧化物导电体)和氧化物半导体(Oxide Semiconductor,也简称为OS)等。例如,在将金属氧化物用于晶体管的半导体层的情况下,有时将该金属氧化物称为氧化物半导体。换言之,可以将OS晶体管换称为包含金属氧化物或氧化物半导体的晶体管。

[0030] 此外,在本说明书等中,有时将包含氮的金属氧化物也称为金属氧化物(metal oxide)。此外,也可以将包含氮的金属氧化物称为金属氧氮化物(metal oxynitride)。

[0031] (实施方式1)

在本实施方式中说明本发明的一个方式的显示装置。

[0032] 本发明的一个方式的显示装置涉及一种提高开口率的液晶显示装置。液晶器件(也称为液晶元件)具有夹在一对取向膜之间的液晶层被一对电极夹持的结构。取向膜具有使液晶分子均匀地排列的功能,但是当在产生台阶的区域中形成取向膜时,有时在该区域上的液晶层中发生取向不良。

[0033] 在连接液晶器件的一个电极与布线的区域中,沿着起因于接触孔的台阶形成取向膜。因此,设置在该区域及其附近的液晶层尤其容易发生取向不良。发生取向不良的区域因漏光等而导致显示对比度降低,因此优选使用遮光层覆盖该区域。另一方面,由于遮光层的面积增大,所以导致开口率降低。

[0034] 在本发明的一个方式中,使用绝缘层填充起因于接触孔的台阶来消除该台阶,由

此减少液晶层的取向不良。此外,使用具有透光性的材料形成露出在接触孔的底部的布线。由此,可以增加液晶器件中的对显示有效的区域。也就是说,可以实现开口率高的显示装置。

[0035] 图1A是本发明的一个方式的液晶显示装置所包括的像素的俯视图,图1B是放大沿着图1A所示的线段A1-A2的截面的一部分的图。在图1A中,为了明确起见,省略部分构成要素。

[0036] 像素10包括晶体管20、电容器30及液晶器件。

[0037] 晶体管20包括布线21、布线22、半导体层23及布线34作为构成要素。作为半导体层23,可以使用氧化物半导体(金属氧化物)、非晶硅、微晶硅、多晶硅等。半导体层23与布线21及布线34电连接。

[0038] 布线21被用作源极和漏极中的一个,布线22被用作栅极,布线34被用作源极和漏极中的另一个。布线21、布线22及布线34优选由低电阻的导电层构成。作为导电层,例如可以使用钛、钽、钨、铬、铝等的金属层或包含它们中的一个以上的合金层。此外,导电层也可以为选自上述金属层及合金层中的两个以上的叠层。虽然在图1A中示出晶体管20为背栅极型的情况,但是也可以为顶栅极型或自对准型等。

[0039] 电容器30为MIM(Metal-Insulator-Metal:金属-绝缘体-金属)型,并包括布线31、绝缘层32、布线33及布线34作为构成要素。布线31被用作电容器30的一个电极,绝缘层32被用作介电层,布线33及布线34被用作另一个电极。在此,布线31可以通过与布线22相同的工序形成。绝缘层32还被用作晶体管20的栅极绝缘膜。

[0040] 布线33还被用作与像素电极41(导电层41a)连接的布线。此外,布线33具有与布线34重叠的区域,两者电连接。在本发明的一个方式中,由于将布线33与像素电极41(导电层41a)连接的区域用作液晶器件的有效区域,所以作为布线33使用透光导电层(透光导电膜)。

[0041] 透光导电膜优选包含选自铟、锌和锡中的一种或多种。具体而言,可以举出In氧化物、In-Sn氧化物(也称为ITO:Indium Tin Oxide)、In-Zn氧化物、In-W氧化物、In-W-Zn氧化物、In-Ti氧化物、In-Sn-Ti氧化物、In-Sn-Si氧化物、Zn氧化物、Ga-Zn氧化物等金属氧化物。

[0042] 此外,也可以使用使用晶体管20的半导体层的金属氧化物包含杂质元素来实现低电阻化的氧化物半导体。该实现低电阻化的氧化物半导体可以被称为氧化物导电体(OC:Oxide Conductor)。

[0043] 例如,在氧化物半导体中形成氧空位且对该氧空位添加氢,由此氧化物导电体在导带附近形成施主能级。由于在氧化物半导体中形成施主能级,氧化物半导体具有高导电性,而被导电体化。

[0044] 注意,氧化物半导体具有大能隙(例如,能隙为2.5eV以上),因此对可见光具有透光性。此外,如上所述,氧化物导电体是在导带附近具有施主能级的氧化物半导体。因此,在氧化物导电体中,起因于施主能级的吸收的影响小,而对可见光具有与氧化物半导体大致相同的透光性。

[0045] 例如,在将氧化物半导体用于晶体管20的半导体层23的情况下,布线33可以是通过与半导体层23相同的工序形成的层被低电阻化的层。

[0046] 液晶器件具有夹在一对取向膜之间的液晶层被一对电极夹持的结构。在图1B中,示出作为一个电极的像素电极41(导电层41a、41b)、作为一个取向膜的取向膜45a及液晶层40。作为像素电极41,可以使用上述透光导电膜。

[0047] 晶体管20、电容器30及布线33上设置有作为平坦化层的绝缘层51,与布线33重叠的区域中形成有开口部50(接触孔)。导电层41a以与开口部50的侧面及露出在开口部50的底部的布线33接触的方式形成。

[0048] 在此,开口部50具有台阶形状,但是不能只通过形成导电层41a消除该台阶。由于绝缘层51形成为较厚的平坦化层,所以即使使导电层41a的厚度变厚也难以消除台阶。因此,如图1B所示,以消除起因于开口部50的台阶的方式形成与导电层41a接触的绝缘层52。

[0049] 绝缘层52优选由对可见光具有透光性的有机材料形成。作为有机材料,优选使用感光有机树脂,例如优选使用包括丙烯酸树脂的感光树脂组成物。在本说明书等中,丙烯酸树脂不是仅指聚甲基丙烯酸酯或甲基丙烯酸树脂,有时也指广义上的丙烯酸类聚合物整体。通过使用感光有机材料,可以利用光刻工序将绝缘层52形成在所希望的区域中。

[0050] 此外,作为绝缘层52,也可以使用聚酰亚胺树脂、环氧树脂、酰亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及上述树脂的前体等。此外,作为绝缘层52,也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰、水溶性纤维素或者醇可溶性聚酰胺树脂等有机材料。

[0051] 然后,通过在导电层41a及绝缘层52上形成导电层41b,可以形成顶面平坦的像素电极41。因此,可以在像素电极41上形成平坦的取向膜45a。

[0052] 此外,如图1B所示,设置在绝缘层51上的导电层41a的顶面的高度与绝缘层52的顶面的高度更优选一致。注意,只要不发生液晶分子的取向不良,如图2A所示,绝缘层52的顶面就可以具有凸型形状。或者,如图2B所示,绝缘层52的顶面也可以具有凹型形状。

[0053] 借助于上述结构,可以消除起因于开口部50的台阶,由此可以防止设置在该区域及其附近上的液晶层40的取向不良。因此,可以增加液晶器件中的对显示有效的区域。

[0054] 图3A及图3B是现有技术例子,也是不使用本发明的一个方式的比较例子。图3A是相邻的多个像素的俯视图,图3B是沿着图3A所示的线段B1-B2的截面图。

[0055] 使用同一符号表示与图1A及图1B相同的构成要素,作为图1A及图1B未示出的构成要素,示出取向膜45b、对置电极42、着色层43、遮光层44、衬底62及液晶器件整体(液晶器件47)。在图3A中,为了明确起见,作为像素电极41的上方的构成要素,只示出遮光层44。

[0056] 取向膜45b相当于液晶器件47所包括的一对取向膜中的另一个。对置电极42相当于液晶器件47所包括的一对电极中的另一个。着色层43是用来进行彩色显示的滤色片,可以由分散有颜料的树脂层等形成。遮光层44具有防止混色及因晶体管被照射光而发生的特性变化的功能,可以由黑色树脂层等形成。

[0057] 如图3B所示,在现有技术中,沿着起因于开口部50的台阶形成取向膜45a,因此在开口部50及其附近液晶分子的取向无序,在液晶层40中产生取向不良区域40x。因此,需要与取向不良区域40x重叠的方式设置遮光层44。也就是说,遮光层44的开口部分减少,所以开口率降低。

[0058] 图4A、图4B是示出本发明的一个方式的图。图4A是相邻的多个像素的俯视图,图4B是沿着图4A所示的线段C1-C2的截面图。使用同一符号表示与图1A、图1B、图3A、图3B相同的

构成要素。在图4A中,为了明确起见,作为像素电极41的上方的构成要素,只示出遮光层44。虽然在图4A中作为一个例子示出条纹排列的结构,但是也可以为马赛克排列或Delta排列。

[0059] 如图4B所示,通过消除起因于开口部50的台阶,开口部50上的取向膜45a平坦,因此在此在开口部50及其附近上的液晶层40中不产生取向不良区域。换言之,不需要现有技术例子所需的开口部50及其附近上的遮光层44。

[0060] 此外,由于将透光导电膜用于与像素电极41连接的布线33,所以与开口部50重叠的区域具有透光性。因此,可以增加液晶器件47中的对显示有效的区域。也就是说,可以提高开口率。

[0061] 此外,在上述结构中,开口部50及其附近配置有折射率不同的多个具有透光性的层,因此有时发生非意图性的光的折射、散射或反射而降低显示对比度。因此,优选尽量缩小开口部50及与开口部50重叠的布线33的宽度。

[0062] 例如,在对角线为10英寸以下的显示装置中,从顶面看时的开口部50的底部的宽度为 $3\mu\text{m}$ 以下,优选为 $2\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1\mu\text{m}$ 以下。此外,将布线33的宽度设定为开口部50的底部宽度的2倍以下,优选为1.5倍以下。

[0063] 为了形成这种尺寸的开口部50及布线33,优选使用大型衬底用步进式光刻机(例如对应于第六代玻璃衬底)等,其中L/S(线与空隙)的分辨率为 $1.5\mu\text{m}$ 以下,优选为 $1.2\mu\text{m}$ 以下,重叠精度为 $\pm 0.25\mu\text{m}$ 以下,优选为 $\pm 0.23\mu\text{m}$ 以下。

[0064] 图5A是示出上述液晶显示装置与背光装置组合而成的叠层结构的一个例子的立体图,以切口示出各层的一部分。此外,图5B是相当于沿着图5A所示的线段D1-D2的截面的图。注意,该叠层结构是一个例子,也可以将具有其他功能的层组装在该叠层中。

[0065] 液晶显示装置11包括多个像素10,其顶面及底面分别配置有偏振片71及偏振片72。

[0066] 背光装置81具有多个发光单元84配置为矩阵状的结构。发光单元84包括发光二极管(LED:Light Emitting Diode)83及晶体管82。一个发光单元84具有与多个像素10重叠的区域。

[0067] 晶体管82是用来以有源方式驱动发光二极管83的电路的构成要素。作为晶体管82所包括的半导体层,可以使用氧化物半导体(金属氧化物)、非晶硅、微晶硅、多晶硅等。虽然在图5B中示出晶体管82为背栅极型的情况,但是也可以为顶栅极型或自对准型等。

[0068] 此外,也可以以无源方式驱动发光二极管83。在此情况下,可以不设置晶体管82。

[0069] 作为发光二极管83,例如优选使用直径或一边为 $50\mu\text{m}$ 以下的Micro LED或者直径或一边大于 $50\mu\text{m}$ 且为 $200\mu\text{m}$ 以下的Mini LED。

[0070] 虽然在图5B中示出背光装置81所包括的布线与发光二极管83所包括的电极直接键合的例子,但是也可以通过焊料、导电树脂、各向异性导电树脂或各向异性导电薄膜等键合它们。

[0071] 通过在背光装置81中使用配置为矩阵状的多个发光单元84,可以进行分区调光(Local Dimming)的微细控制,从而可以显示对比度高的极清晰的图像。此外,发光二极管83不是一直点亮的而可以根据显示的明暗调整亮度,因此可以降低功耗。

[0072] 可以在背光装置81的上部设置颜色转换层89。颜色转换层89优选包含荧光体或量子点(QD:Quantum dot)。尤其是,在使用量子点的情况下,发射光谱的峰宽度窄,因此可以

得到色纯度良好的发光。

[0073] 例如,通过作为发光二极管83使用蓝色发光的LED且作为颜色转换层89使用将蓝色光分别转换为红色光及绿色光的量子点,可以得到白色光。在作为发光二极管83使用白色发光的LED的情况下,也可以不设置颜色转换层89。

[0074] 图6A是说明本发明的一个方式的液晶显示装置11的方框图。液晶显示装置11包括像素阵列13、栅极驱动器91a及源极驱动器92a。像素阵列13包括配置在列方向及行方向上的像素10。

[0075] 作为栅极驱动器91a及源极驱动器92a,可以使用移位寄存器等时序电路。栅极驱动器91a及源极驱动器92a可以以单片(monolithic)方式形成在形成像素10所包括的电路的衬底上。

[0076] 或者,也可以利用COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)法、COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)法、TCP(Tape Carrier Package:带载封装)法等将设置有栅极驱动器91a的IC芯片及设置有源极驱动器92a的IC芯片连接到像素阵列13。

[0077] 这里示出栅极驱动器91a配置在像素阵列13的一侧的例子,但也可以以隔着像素阵列13相对的方式设置两个栅极驱动器91a来分割驱动行。

[0078] 图6B是像素10的电路图的一个例子。晶体管20的源极和漏极中的一个与电容器30的一个电极及液晶器件47的一个电极电连接。晶体管20的栅极与布线22电连接。晶体管20的源极和漏极中的另一个与布线21电连接。电容器30的另一个电极与供应恒定电位的布线31电连接。液晶器件47的另一个电极与恒定电位线电连接。

[0079] 在此,布线21可以被用作源极线并与源极驱动器92a电连接。布线22可以被用作栅极线并与栅极驱动器91a电连接。

[0080] 图7A是说明图5A、图5B所示的背光装置81的方框图。背光装置81包括LED阵列85、栅极驱动器91b及源极驱动器92b。LED阵列85包括配置在列方向及行方向上的发光单元84。

[0081] 作为栅极驱动器91b及源极驱动器92b,可以使用移位寄存器等时序电路。栅极驱动器91b及源极驱动器92b可以以单片(monolithic)方式形成在形成发光单元84所包括的电路的衬底上。

[0082] 或者,也可以利用COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)法、COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)法、TCP(Tape Carrier Package:带载封装)法等将设置有栅极驱动器91b的IC芯片及设置有源极驱动器92b的IC芯片连接到LED阵列85。

[0083] 这里示出栅极驱动器91b配置在像素阵列13的一侧的例子,但也可以以隔着LED阵列85相对的方式设置两个栅极驱动器91b来分割驱动行。

[0084] 此外,如图7B所示,栅极驱动器91b及源极驱动器92b也可以配置在与LED阵列85重叠的区域。通过采用这种结构,可以缩短栅极驱动器91b及源极驱动器92b与发光单元84之间的布线长度,并可以减少布线电阻及布线电容。因此,可以进行高速工作及功耗的降低。此外,由于可以实现窄边框,所以可以实现背光装置81的小型化。

[0085] 在图7B的结构中,例如,栅极驱动器91b及源极驱动器92b可以由在沟道形成区域中包含硅的晶体管(以下,Si晶体管)形成。此外,LED阵列85所包括的晶体管(晶体管82等)可以由在沟道形成区域中包含氧化物半导体的晶体管(以下,OS晶体管)形成。

[0086] 作为在此使用的Si晶体管,优选使用能够形成在玻璃衬底上等的多晶硅。Si晶体

管的迁移率高,因此适合用于需要高速工作的电路的构成要素。此外,0S晶体管的耐压性较高,所以适合用于流过大电流的LED的驱动晶体管。

[0087] 虽然在图7B中示出分割配置栅极驱动器91b及源极驱动器92b的结构,但是分割数不局限于此,可以适当地设定。此外,虽然在图7B中示出不在横方向上分割的例子,但是也可以在横方向上分割。

[0088] 图7C示出可用于发光单元84的电路UT1的一个例子。电路UT1包括发光二极管LED1(相当于发光二极管83)、晶体管M1、晶体管M2(相当于晶体管82)、晶体管M3及电容器C1。

[0089] 晶体管M1的栅极与布线G1电连接,源极和漏极中的一个与布线S1电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C1的一个电极及晶体管M2的栅极电连接。晶体管M2的源极和漏极中的一个与布线V2电连接,源极和漏极中的另一个与发光二极管LED1的阳极及晶体管M3的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M3的栅极与布线G2电连接,源极和漏极中的另一个与布线V0电连接。发光二极管LED1的阴极与布线V1电连接。

[0090] 布线V1及布线V2各自被供应恒电位。通过将发光二极管LED1的阳极一侧和阴极一侧分别设定为高电位和低电位,可以进行发光。晶体管M1被供应到布线G1的信号控制,用作用来控制电路UT1的选择状态的选择晶体管。此外,晶体管M2用作根据供应到栅极的电位控制流过发光二极管LED1的电流的驱动晶体管。

[0091] 当晶体管M1处于导通状态时,供应到布线S1的电位被供应到晶体管M2的栅极,可以根据该电位控制发光二极管LED1的发光亮度。晶体管M3被供应到布线G2的信号控制。由此,可以将晶体管M3和发光二极管LED1之间的电位复位为从布线V0供给的固定电位,并且可以在晶体管M2的源极电位稳定化的状态下进行对晶体管M2的栅极的电位写入。注意,也可以具有不设置晶体管M3的结构。

[0092] 图7D示出与电路UT1不同的电路UT2的一个例子。电路UT2具有升压功能。电路UT2包括发光二极管LED2(相当于发光二极管83)、晶体管M4、晶体管M5、晶体管M6(相当于晶体管82)、晶体管M7、电容器C2及电容器C3。

[0093] 晶体管M4的栅极与布线G1电连接,源极和漏极中的一个与布线S4电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C2的一个电极、电容器C3的一个电极及晶体管M6的栅极电连接。晶体管M5的栅极与布线G3电连接,源极和漏极中的一个与布线S5电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C3的另一个电极电连接。

[0094] 晶体管M6的源极和漏极中的一个与布线V2电连接,源极和漏极中的另一个与发光二极管LED2的阳极及晶体管M7的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M7的栅极与布线G2电连接,源极和漏极中的另一个与布线V0电连接。发光二极管LED2的阴极与布线V1电连接。

[0095] 晶体管M4被供应到布线G1的信号控制,晶体管M5被供应到布线G3的信号控制。晶体管M6被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光二极管LED2的电流的驱动晶体管。

[0096] 可以根据供应到晶体管M6的栅极的电位控制发光二极管LED2的发光亮度。晶体管M7被供应到布线G2的信号控制。可以将晶体管M6和发光器件EL2之间的电位复位为从布线V0供给的固定电位,并且可以在晶体管M6的源极电位稳定化的状态下进行对晶体管M6的栅极的电位写入。此外,通过将从布线V0供应的电位设定为与布线V1相同的电位或比其低的电位,可以抑制发光二极管LED2的发光。

[0097] 以下,说明像素电路PIX2所具有的升压功能。

[0098] 首先,经过晶体管M4对晶体管M6的栅极供应布线S4的电位“D1”,与此同时经过晶体管M5对电容器C3的另一个电极供应基准电位“ V_{ref} ”。此时,电容器C3保持“ $D1 - V_{ref}$ ”。然后,使晶体管M6的栅极处于浮动状态,经过晶体管M5对电容器C3的另一个电极供应布线S5的电位“D2”。在此,电位“D2”是合并用电位。

[0099] 此时,如果将电容器C3的电容值设为 C_3 ,电容器C2的电容值设为 C_2 ,晶体管M6的栅极的电容值设为 C_{M6} 时,则晶体管M6的栅极的电位为 $D1 + (C_3 / (C_3 + C_2 + C_{M6})) \times (D2 - V_{ref})$ 。在此,在假设 C_3 的值比 $C_2 + C_{M6}$ 的值充分大的情况下, $C_3 / (C_3 + C_2 + C_{M6})$ 近似于1。因此,可以说晶体管M6的栅极的电位近似于“ $D1 + (D2 - V_{ref})$ ”。并且,如果 $D1 = D2$ 且 $V_{ref} = 0$,则“ $D1 + (D2 - V_{ref})$ ” = “2D1”。

[0100] 换言之,如果适当地设计电路,则能够对晶体管M6的栅极供应从布线S4或S5可输入的电位的约2倍的电位。

[0101] 通过该作用,即便使用通用驱动器IC作为源极驱动器92b也可以生成高电压。因此,可以降低输入的电压,并且可以降低功耗。

[0102] 虽然在图7C及图7D中示出在电路内设置一个发光二极管的情况,但是如图7E1所示,也可以采用两个以上的发光二极管串联连接的结构。或者,如图7E2所示,也可以采用两个以上的发光二极管并联连接的结构。或者,如图7E3所示,也可以采用两个以上的发光二极管先串联连接再并联连接为两列以上的结构。注意,图7E1至图7E3所示的晶体管为晶体管M2或晶体管M6。

[0103] 如图7E1至图7E3所示,通过设置多个发光二极管,可以提高能够由一个发光单元84控制的发光强度。或者,可以增大能够由一个发光单元84控制的发光面积。

[0104] 虽然在图7C及图7D中示出PAM(Pulse Amplitude Modulation:脉冲幅度调制)控制用电路的例子,但是也可以使用PWM(PulseWidth Modulation:脉冲宽度调制)控制用电路控制发光二极管的亮度。

[0105] 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。

[0106] (实施方式2)

在本实施方式中,说明液晶显示装置的结构例子。注意,省略与实施方式1重复的说明。

[0107] 图8A至图8C是示出本发明的一个方式的液晶显示装置11的结构的图。

[0108] 包括实施方式1所示的像素10的像素阵列13设置在图8A所示的显示部215。此外,以围绕设置在衬底61上的显示部215的方式设置密封剂405,显示部215被密封剂405及衬底62密封。

[0109] 图8A示出栅极驱动器91a及源极驱动器92a都由设置在印刷电路板441上的多个集成电路442形成的例子。集成电路442是IC芯片,使用单晶半导体形成。

[0110] 通过FPC(Flexibleprintedcircuit:柔性印刷电路)418供应各种信号及电位,该信号及电位被供应到栅极驱动器91a及源极驱动器92a。

[0111] 栅极驱动器91a所包括的集成电路442具有对显示部215供应选择信号的功能。源极驱动器92a所包括的集成电路442具有对显示部215供应图像数据的功能。集成电路442被安装在衬底61上的与由密封剂405围绕的区域不同的区域中。

[0112] 注意,对集成电路442的连接方法没有特别的限制,可以使用引线键合法、COG

(Chip OnGlass:玻璃覆晶封装)法、TCP(Tape Carrier Package:载带封装)法以及COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)法等。

[0113] 图8B示出利用COG法安装源极驱动器92a所包括的集成电路442的例子。此外,通过将驱动电路的一部分或整体形成在形成有显示部215的衬底上,可以形成系统整合型面板(system-on-panel)。

[0114] 图8B示出将栅极驱动器91a形成在形成有显示部215的衬底上的例子。通过同时形成驱动电路与显示部215内的像素电路,可以减少构件数。由此,可以提高生产率。

[0115] 此外,在图8B中,以围绕设置在衬底61上的显示部215及栅极驱动器91a的方式设置密封剂405。此外,衬底62设置在显示部215及栅极驱动器91a上。因此,显示部215及栅极驱动器91a与显示元件一起被衬底61、密封剂405及衬底62密封。

[0116] 虽然在图8B中示出另外形成源极驱动器92a并将其安装在衬底61上的例子,但是不局限于该结构。既可以另外形成栅极驱动器并安装,又可以另外形成源极驱动器的一部分或栅极驱动器的一部分并安装。此外,如图8C所示,也可以将源极驱动器92a形成在形成有显示部215的衬底上。

[0117] 此外,液晶显示装置11有时包括显示元件为密封状态的面板和在该面板中安装有包括控制器的IC等的模块。

[0118] 外围驱动电路所包括的晶体管及显示部的像素电路所包括的晶体管的结构既可以相同又可以不同。外围驱动电路所包括的晶体管既可以都具有相同的结构,又可以组合两种以上的结构而使用。同样地,像素电路所包括的晶体管既可以都具有相同的结构,又可以组合两种以上的结构。

[0119] 此外,可以在衬底62上设置输入装置。对图8A至图8C所示的液晶显示装置11设置输入装置的结构可以被用作触摸面板。

[0120] 对本发明的一个方式的触摸面板所包括的感测元件(也称为传感元件)没有特别的限制。还可以将能够检测出手指及触屏笔等检测对象的接近或接触的各种传感器用作感测元件。

[0121] 例如,作为传感方式,可以利用静电电容式、电阻膜式、表面声波式、红外线式、光学式、压敏式等各种方式。

[0122] 图9是沿着图8B所示的液晶显示装置11中的线段N1-N2所示的部分的截面图。

[0123] 此外,设置在衬底61上的显示部215和栅极驱动器91a包括多个晶体管等。图9示出显示部215中的晶体管20及电容器30、栅极驱动器91a中的晶体管25。虽然在图9中示出底栅型晶体管作为晶体管20及晶体管25,但是也可以使用顶栅型晶体管。

[0124] 晶体管20及晶体管25设置在绝缘层53上,绝缘层51设置在晶体管20及晶体管25上。

[0125] 晶体管20及晶体管25包括形成在绝缘层54上的电极27。绝缘层54可以被用作栅极绝缘膜,电极27可以被用作背栅电极。

[0126] 设置在显示部215中的晶体管20与液晶器件47电连接。作为液晶器件47,可采用使用各种模式的液晶器件。

[0127] 例如,可以使用采用VA(Vertical Alignment:垂直取向)模式、TN(Twisted Nematic:扭曲向列)模式、IPS(In-Plane-Switching:平面切换)模式、ASM

(AxiallySymmetricAlignedMicro-cell:轴对称排列微单元)模式、OCB(Optically Compensated Bend:光学补偿弯曲)模式、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal:铁电性液晶)模式、AFLC(AntiFerroelectric LiquidCrystal:反铁电液晶)模式、ECB(Electrically ControlledBirefringence:电控双折射)模式、VA-IPS (VerticalAlignment In-Plane-Switching:垂直取向平面切换)模式、宾主模式等的液晶器件。

[0128] 此外,也可以对本实施方式所示的液晶显示装置11使用常黑型液晶显示装置,例如采用垂直取向(VA)模式的透过型液晶显示装置。作为垂直取向模式,可以使用MVA (Multi-DomainVerticalAlignment:多象限垂直取向)模式、PVA (PatternedVerticalAlignment:垂直取向构型)模式、ASV(Advanced SuperView:高级超视觉)模式等。

[0129] 液晶器件是利用液晶的光学调制作用来控制光的透过或非透过的元件。液晶的光学调制作用由施加到液晶的电场(水平电场、垂直电场或倾斜方向电场)控制。作为用于液晶器件的液晶可以使用热致液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶(PDLC: PolymerDispersed LiquidCrystal:聚合物分散液晶)、高分子网络型液晶(PNLC:Polymer NetworkLiquidCrystal)、铁电液晶、反铁电液晶等。这些液晶材料根据条件呈现出胆甾相、近晶相、立方相、手性向列相、各向同性相等。

[0130] 虽然图9示出具有垂直电场方式的液晶器件的液晶显示装置的例子,但是也可以将本发明的一个方式应用于具有水平电场方式的液晶器件的液晶显示装置。在采用水平电场方式的情况下,也可以使用不使用取向膜的呈现蓝相的液晶。蓝相是液晶相的一种,是指当使胆甾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。由于蓝相只出现在较窄的温度范围内,所以为了改善温度范围而将混合有5wt.%以上的手性试剂的液晶组成物用于液晶层。包含呈现蓝相的液晶和手征试剂的液晶组成物的响应速度快,并且其具有光学各向同性。此外,包含呈现蓝相的液晶和手征试剂的液晶组成物不需要取向处理,并且视角依赖性小。此外,由于不需要设置取向膜而不需要摩擦处理,因此可以防止由于摩擦处理而引起的静电破坏,并可以降低制造工序中的液晶显示装置的不良、破损。

[0131] 此外,间隔物65是通过对绝缘层选择性地蚀刻而得到的柱状间隔物,并且它是为控制像素电极41和对置电极42之间的间隔(单元间隙)而设置的。注意,也可以使用球状间隔物。

[0132] 液晶显示装置11包括衬底62与对置电极42之间的遮光层44、着色层43及绝缘层48。

[0133] 作为能够用于遮光层44的材料,可以举出碳黑、钛黑、金属、金属氧化物或包含多个金属氧化物的固溶体的复合氧化物等。遮光层44也可以为包含树脂材料的膜或包含金属等无机材料的薄膜。此外,也可以将包含着色层43的材料的膜的叠层膜用于遮光层44。例如,可以采用包含用于使某个颜色的光透过的着色层43的材料的膜与包含用于使其他颜色的光透过的着色层43的材料的膜的叠层结构。通过在着色层43与遮光层之间共同使用材料,不仅可以共同使用设备,还可以简化工序,因此是优选的。

[0134] 作为可用于着色层43的材料,可以举出金属材料、树脂材料、包含颜料或染料的树脂材料等。通过适当地选择来使用该材料,可以生成R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)等光,从而可以进行全彩色显示。

[0135] 此外,也可以使用包含半导体材料的颜色转换层代替着色层43。例如,当某一波长的光入射到包含纳米尺寸半导体的层时,可以将其转换为另一波长的光。

[0136] 某种半导体在被照射能量高的光时成为激发态,在转到稳定状态时发光。此时,半导体所发射的光的波长取决于半导体材料的能隙,但是在纳米尺寸半导体中,电子、空穴或激子封闭在其内部,能量状态成为离散状态,使得能量转移。因此,半导体所发射的光的波长也变化。

[0137] 这种纳米尺寸半导体被称为量子点。因为能量转移量依赖于量子点的尺寸,所以通过调整量子点的尺寸,可以容易调整发光波长。此外,因为量子点的离散性限制相位弛豫,所以发射光谱的峰宽窄,可以得到色纯度高的发光。因此,可以使用包含量子点的颜色转换层代替着色层43。

[0138] 此外,信号或电源输入用FPC418通过各向异性导电层419电连接于电极29。电极29在形成于绝缘层51及绝缘层54中的开口中与布线28电连接。布线28用来供应各种信号及电位,该信号及电位被供应到栅极驱动器91a及源极驱动器92a。

[0139] 可以使用与像素电极41(导电层41a、41b)相同的导电层形成电极29。此外,可以使用与晶体管20及晶体管25的源电极及漏电极相同的导电层形成布线28。

[0140] 此外,偏振片71设置在衬底61的表面,并且偏振片72设置在衬底62的表面。

[0141] 图10是图7B所示的背光装置81的结构与液晶显示装置11组合而成的显示装置的截面图。关于背光装置81及液晶显示装置11的各构成要素,可以参照图5B、图7B及图9的说明。

[0142] 背光装置81所包括的发光单元84的下层中配置有栅极驱动器91b及源极驱动器92b。在此,示出栅极驱动器91b及源极驱动器92b由Si晶体管形成的例子。此外,栅极驱动器91b和源极驱动器92b中的一方或双方也可以由OS晶体管形成。

[0143] Si晶体管的沟道形成区域可以使用非晶硅、微晶硅、多晶硅等。注意,在玻璃衬底上等的绝缘表面上设置晶体管时,优选使用多晶硅。

[0144] 高品质多晶硅可以通过使用激光晶化工序等容易得到。此外,高品质多晶硅也可以通过使用对非晶硅添加镍或钨等金属催化剂并进行加热的固相生长法得到。此外,通过使用金属催化剂的固相生长法形成的多晶硅进行激光照射,可以进一步提高结晶性。注意,由于金属催化剂残留在多晶硅中,使晶体管的电特性劣化,所以优选除了沟道形成区域以外还设置添加磷或稀有气体等的区域并在该区域俘获金属催化剂。

[0145] 栅极驱动器91b所包括的晶体管86可以与发光单元84所包括的栅极线连接。此外,源极驱动器92b所包括的晶体管87可以与发光单元84所包括的晶体管88电连接。晶体管88相当于图7C所示的晶体管M1或图7D所示的晶体管M4。

[0146] 此外,信号或电源输入用FPC458通过各向异性导电层459电连接于电极461。电极461在形成于绝缘层中的开口中与布线462电连接。布线462用来供应各种信号及电位,该信号及电位被供应到栅极驱动器91b及源极驱动器92b。

[0147] 可以使用与发光单元84所包括的栅极线相同的导电层形成电极461。此外,可以使用与晶体管86及晶体管87等的源极布线及漏极布线相同的导电层形成布线462。

[0148] 图11A示出可用于液晶显示装置11及发光单元84的OS晶体管的详细内容。图11A所示的OS晶体管具有底栅型结构。

[0149] OS晶体管可以包括氧化物半导体层703、栅电极701a、栅电极701b、栅极绝缘膜702、栅极绝缘膜708、源电极704、漏电极705。此外,氧化物半导体层也可以具有多个带隙不同的半导体层的叠层结构。

[0150] 如图11B所示,OS晶体管也可以具有以栅电极701a为掩模在氧化物半导体层703中形成源极区域706及漏极区域707的自对准型结构。

[0151] 此外,如图11C所示,也可以采用具有栅电极701a与源极电极704及漏极电极705重叠的区域的非自对准型顶栅极型晶体管。

[0152] 图11D是沿着图11A所示的B1-B2的截面图。栅电极701b也可以与所对置的晶体管的栅电极701a(前栅极)电连接。通过采用这种结构,可以提高通态电流。此外,也可以采用栅电极701b可以被供应恒定电位而不与栅电极701a连接的结构。通过采用这种结构,可以调整阈值电压。此外,也可以不设置栅电极701b。

[0153] 由于OS晶体管的半导体层具有大能隙,所以可以呈现极低的关态电流特性,仅为数 $\mu\text{A}/\mu\text{m}$ (每沟道宽度 $1\mu\text{m}$ 的电流值)。由于关态电流低而可以提高节点的电位的保持能力,所以即使降低帧频也可以进行适当的图像显示。例如,在显示动态图像时采用第一帧频率(例如,60Hz以上),在显示静态图像时,切换为比第一帧频率低的第二帧频率(例如,1至10Hz左右),可以实现显示装置的低功耗。

[0154] 此外,与Si晶体管相比,OS晶体管即使沟道长度较短也具有良好的漏极电流饱和特性,所以适合用于发光二极管83的驱动晶体管(晶体管82)。

[0155] 作为用于OS晶体管的半导体材料,可以使用能隙为2eV以上,优选为2.5eV以上,更优选为3eV以上的金属氧化物。典型的有含有铟的氧化物半导体等,例如,可以使用后面提到的CAAC-OS或CAC-OS等。CAAC-OS中构成晶体的原子稳定,适合用于重视可靠性的晶体管等。CAC-OS呈现高迁移率特性,适合用于进行高速驱动的晶体管等。

[0156] 与沟道区域中包含硅的晶体管(以下,称为Si晶体管)不同,OS晶体管不会发生碰撞电离、雪崩击穿、短沟道效应等,因此能够形成可靠性高的电路。

[0157] 作为OS晶体管中的半导体层,例如可以采用包含铟、锌及M(铝、钛、镓、锗、钪、镧、铈、钕、钐、铈、钐、铈和钐等金属)的以“In-M-Zn类氧化物”表示的膜。典型的是,In-M-Zn类氧化物可以通过溅射法形成。或者,也可以通过ALD(Atomic layer deposition:原子层沉积)法形成。

[0158] 用来采用溅射法形成In-M-Zn类氧化物的溅射靶材的金属元素的原子个数比优选满足 $\text{In} \geq \text{M}$ 及 $\text{Zn} \geq \text{M}$ 。这种溅射靶材的金属元素的原子个数比优选为 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1:1$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1:1.2$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=3:1:2$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=4:2:3$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=4:2:4.1$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:6$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:7$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:8$ 等。注意,所沉积的半导体层的原子数比分别有可能在上述溅射靶材中的金属元素的原子数比的 $\pm 40\%$ 的范围内变动。

[0159] 作为半导体层,可以使用载流子浓度低的氧化物半导体。例如,作为半导体层可以使用载流子浓度为 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 以下,优选为 $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ 以下,进一步优选为 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 以下,更进一步优选为小于 $1 \times 10^{10}/\text{cm}^3$, $1 \times 10^{-9}/\text{cm}^3$ 以上的氧化物半导体。将这样的氧化物半导体称为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体。该氧化物半导体的缺陷态密度低,因此可以说是具有稳定的特性的氧化物半导体。

[0160] 注意,本发明不局限于上述记载,可以根据所需的晶体管的半导体特性及电特性

(场效应迁移率、阈值电压等)来使用具有适当的组成的氧化物半导体。另外,优选适当地设定半导体层的载流子浓度、杂质浓度、缺陷密度、金属元素与氧的原子数比、原子间距离、密度等,以得到所需的晶体管的半导体特性。

[0161] 当构成半导体层的氧化物半导体包含第14族元素之一的硅或碳时,氧空位增加,会使该半导体层变为n型。因此,将半导体层中的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱分析法测得的浓度)设定为 2×10^{18} atoms/cm³以下,优选为 2×10^{17} atoms/cm³以下。

[0162] 此外,有时当碱金属及碱土金属与氧化物半导体键合时生成载流子,而使晶体管的关态电流增大。因此,将半导体层的碱金属或碱土金属的浓度(通过二次离子质谱分析法测得的浓度)设定为 1×10^{18} atoms/cm³以下,优选为 2×10^{16} atoms/cm³以下。

[0163] 此外,当构成半导体层的氧化物半导体含有氮时生成作为载流子的电子,载流子浓度增加而容易n型化。其结果是,使用含有氮的氧化物半导体的晶体管容易变为常开启特性。因此,半导体层的氮浓度(通过二次离子质谱分析法测得的浓度)优选为 5×10^{18} atoms/cm³以下。

[0164] 此外,当构成半导体层的氧化物半导体包含氢时,氢与键合于金属原子的氧起反应生成水,因此有时在氧化物半导体中形成氧空位。在氧化物半导体中的沟道形成区域包含氧空位的情况下,晶体管有可能具有常开启特性。再者,有时氢进入氧空位中而成的缺陷被用作供体而生成作为载流子的电子。此外,有时氢的一部分键合到与金属原子键合的氧而生成作为载流子的电子。因此,使用包含较多的氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。

[0165] 氢进入氧空位中的缺陷会被用作氧化物半导体的供体。然而,定量地评价该缺陷是困难的。于是,在氧化物半导体中,有时不是根据供体浓度而是根据载流子浓度进行评价。由此,在本说明书等中,有时作为氧化物半导体的参数,不采用供体浓度而采用假定为不被施加电场的状态的载流子浓度。也就是说,本说明书等所记载的“载流子浓度”有时可以称为“供体浓度”。

[0166] 由此,优选尽可能减少氧化物半导体中的氢。具体而言,在氧化物半导体膜中,利用二次离子质谱(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的氢浓度低于 1×10^{20} atoms/cm³,优选低于 1×10^{19} atoms/cm³,更优选低于 5×10^{18} atoms/cm³,进一步优选低于 1×10^{18} atoms/cm³。通过将氢等杂质被充分减少的氧化物半导体用于晶体管的沟道形成区域,可以赋予稳定的电特性。

[0167] 此外,半导体层例如也可以具有非单晶结构。非单晶结构例如包括具有c轴取向的结晶的CAAC-OS(C-Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor)、多晶结构、微晶结构或非晶结构。在非单晶结构中,非晶结构的缺陷态密度最高,而CAAC-OS的缺陷态密度最低。

[0168] 非晶结构的氧化物半导体膜例如具有无秩序的原子排列且不具有结晶成分。或者,非晶结构的氧化物膜例如是完全的非晶结构且不具有结晶部。

[0169] 此外,半导体层也可以为具有非晶结构的区域、微晶结构的区域、多晶结构的区域、CAAC-OS的区域和单晶结构的区域中的两种以上的混合膜。混合膜有时例如具有包括上述区域中的两种以上的区域的单层结构或叠层结构。

[0170] 下面,对非单晶半导体层的一个方式的CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS的构

成进行说明。

[0171] CAC-OS例如是指包含在氧化物半导体中的元素不均匀地分布的构成,其中包含不均匀地分布的元素的材料的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且2nm以下或近似的尺寸。注意,在下面也将在氧化物半导体中一个或多个金属元素不均匀地分布且包含该金属元素的区域以0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且2nm以下或近似的尺寸混合的状态称为马赛克(mosaic)状或补丁(patch)状。

[0172] 氧化物半导体优选至少包含铟。尤其优选包含铟及锌。除此之外,也可以还包含选自铝、镓、铋、铜、钒、铍、硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、铪、钨和镁等中的一种或多种。

[0173] 例如,In-Ga-Zn氧化物中的CAC-OS(在CAC-OS中,尤其可以将In-Ga-Zn氧化物称为CAC-IGZO)是指材料分成铟氧化物(以下,称为 InO_{x1} ($x1$ 为大于0的实数))或铟锌氧化物(以下,称为 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ ($x2$ 、 $y2$ 及 $z2$ 为大于0的实数))以及镓氧化物(以下,称为 GaO_{x3} ($x3$ 为大于0的实数))或镓锌氧化物(以下,称为 $\text{Ga}_{x4}\text{Zn}_{y4}\text{O}_{z4}$ ($x4$ 、 $y4$ 及 $z4$ 为大于0的实数))等而成为马赛克状,且马赛克状的 InO_{x1} 或 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 均匀地分布在膜中的构成(以下,也称为云状)。

[0174] 换言之,CAC-OS是具有以 GaO_{x3} 为主要成分的区域和以 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 为主要成分的区域混在一起的构成的复合氧化物半导体。在本说明书中,例如,当第一区域的In与元素M的原子数比大于第二区域的In与元素M的原子数比时,第一区域的In浓度高于第二区域。

[0175] 注意,IGZO是通称,有时是指包含In、Ga、Zn及O的化合物。作为典型例子,可以举出以 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m1}$ ($m1$ 为自然数)或 $\text{In}_{(1+x0)}\text{Ga}_{(1-x0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m0}$ ($-1 \leq x0 \leq 1$, $m0$ 为任意数)表示的结晶性化合物。

[0176] 上述结晶性化合物具有单晶结构、多晶结构或CAAC结构。CAAC结构是多个IGZO的纳米晶具有c轴取向性且在a-b面上以不取向的方式连接的结晶结构。

[0177] 另一方面,CAC-OS与氧化物半导体的材料构成有关。CAC-OS是指如下构成:在包含In、Ga、Zn及O的材料构成中,一部分中观察到以Ga为主要成分的纳米粒子状区域,一部分中观察到以In为主要成分的纳米粒子状区域,并且,这些区域以马赛克状无规律地分散。因此,在CAC-OS中,结晶结构是次要因素。

[0178] CAC-OS不包含组成不同的两种以上的膜的叠层结构。例如,不包含由以In为主要成分的膜与以Ga为主要成分的膜的两层构成的结构。

[0179] 注意,有时观察不到以 GaO_{x3} 为主要成分的区域与以 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 或 InO_{x1} 为主要成分的区域之间的明确的边界。

[0180] 在CAC-OS中包含选自铝、铋、铜、钒、铍、硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、铪、钨和镁等中的一种或多种以代替镓的情况下,CAC-OS是指如下构成:一部分中观察到以该金属元素为主要成分的纳米粒子状区域以及一部分中观察到以In为主要成分的纳米粒子状区域以马赛克状无规律地分散。

[0181] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行意图性的加热的条件下利用溅射法来形成。在利用溅射法形成CAC-OS的情况下,作为沉积气体,可以使用选自惰性气体(典型的是氩)、氧气体和氮气体中的一种或多种。此外,沉积时的沉积气体的总流量中的氧气体的流量比越低越好,例如,将氧气体的流量比设定为0%以上且低于30%,优选为0%以上且10%以

下。

[0182] CAC-OS具有如下特征:通过根据X射线衍射(XRD:X-ray diffraction)测定法之一的Out-of-plane法利用 $\theta/2\theta$ 扫描进行测定时,观察不到明确的峰值。也就是说,根据X射线衍射,可知在测定区域中没有a-b面方向及c轴方向上的取向。

[0183] 此外,在通过照射束径为1nm的电子束(也称为纳米束)而取得的CAC-OS的电子衍射图案中,观察到环状的区域以及该环状的区域内的多个亮点。由此,根据电子衍射图案,可知CAC-OS的结晶结构具有在平面方向及截面方向上没有取向的nc(nano-crystal)结构。

[0184] 此外,例如在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX:Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(mapping)图像,可确认到:具有以 $\text{GaO}_{\text{X}3}$ 为主要成分的区域及以 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 为主要成分的区域不均匀地分布而混合的构成。

[0185] CAC-OS的结构与金属元素均匀地分布的IGZO化合物不同,具有与IGZO化合物不同的性质。换言之,CAC-OS具有以 $\text{GaO}_{\text{X}3}$ 等为主要成分的区域及以 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 为主要成分的区域互相分离且以各元素为主要成分的区域为马赛克状的构成。

[0186] 在此,以 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 为主要成分的区域导电性高于以 $\text{GaO}_{\text{X}3}$ 等为主要成分的区域。换言之,当载流子流过以 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 为主要成分的区域时,呈现氧化物半导体的导电性。因此,当以 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 为主要成分的区域在氧化物半导体中以云状分布时,可以实现高场效应迁移率(μ)。

[0187] 另一方面,以 $\text{GaO}_{\text{X}3}$ 等为主要成分的区域绝缘性高于以 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 为主要成分的区域。换言之,当以 $\text{GaO}_{\text{X}3}$ 等为主要成分的区域在氧化物半导体中分布时,可以抑制泄漏电流而实现良好的开关工作。

[0188] 因此,当将CAC-OS用于半导体器件时,通过起因于 $\text{GaO}_{\text{X}3}$ 等的绝缘性及起因于 $\text{In}_{\text{X}2}\text{Zn}_{\text{Y}2}\text{O}_{\text{Z}2}$ 或 $\text{InO}_{\text{X}1}$ 的导电性的互补作用可以实现高通态电流(I_{on})及高场效应迁移率(μ)。

[0189] 此外,使用CAC-OS的半导体器件具有高可靠性。因此,CAC-OS适用于各种半导体装置的构成材料。

[0190] 本实施方式可以与其他实施方式等所记载的结构适当地组合而实施。

[0191] (实施方式3)

作为能够使用本发明的一个方式的显示装置的电子设备,可以举出显示器件、个人计算机、具备记录媒体的图像存储装置及图像再现装置、移动电话、包括便携式游戏机的游戏机、便携式数据终端、电子书阅读器、拍摄装置诸如视频摄像机或数码相机等、护目镜型显示器(头戴式显示器)、导航系统、音频再现装置(汽车音响系统、数字音频播放器等)、复印机、传真机、打印机、多功能打印机、自动柜员机(ATM)以及自动售货机等。

[0192] 图12A是数码相机,包括外壳961、快门按钮962、麦克风963、扬声器967、显示部965、操作键966、变焦钮968、透镜969等。可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部965。

[0193] 图12B是便携式数据终端,包括外壳911、显示部912、扬声器913、操作按钮914、照相机919等。通过利用显示部912所具有的触摸面板功能可以输入或输出数据。可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部912。

[0194] 图12C是行驶记录仪,包括外壳931、显示部932、操作按钮933、麦克风934、透镜

935、安装零件936等。通过使用安装零件936固定于汽车的前窗等,可以在行驶时录像前方景色。在显示部932可以显示录像图像。可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部932。

[0195] 图12D是电视机,包括外壳971、显示部973、操作按钮974、扬声器975、通信用连接端子976及光电传感器977等。显示部973设置有触摸传感器,可以进行输入操作。可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部973。

[0196] 图12E是数字标牌,包括大型显示部922。例如,数字标牌在柱子921的侧面安装有大型显示部922。可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部922。

[0197] 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。

[符号说明]

[0198] 10:像素、11:液晶显示装置、13:像素阵列、20:晶体管、21:布线、22:布线、23:半导体层、25:晶体管、27:电极、28:布线、29:电极、30:电容器、31:布线、32:绝缘层、33:布线、34:布线、40x:取向不良区域、40:液晶层、41a:导电层、41b:导电层、41:像素电极、42:对置电极、43:着色层、44:遮光层、45a:取向膜、45b:取向膜、47:液晶器件、48:绝缘层、50:开口部、51:绝缘层、52:绝缘层、53:绝缘层、54:绝缘层、61:衬底、62:衬底、65:间隔物、71:偏振片、72:偏振片、81:背光装置、82:晶体管、83:发光二极管、84:发光单元、85:LED阵列、86:晶体管、87:晶体管、88:晶体管、89:颜色转换层、91a:栅极驱动器、91b:栅极驱动器、92a:源极驱动器、92b:源极驱动器、215:显示部、405:密封剂、418:FPC、419:各向异性导电层、441:印刷电路板、442:集成电路、458:FPC、459:各向异性导电层、461:电极、462:布线、701a:栅电极、701b:栅电极、702:栅极绝缘膜、703:氧化物半导体层、704:源电极、705:漏电极、706:源极区域、707:漏极区域、708:栅极绝缘膜、911:外壳、912:显示部、913:扬声器、914:操作按钮、919:照相机、921:柱子、922:显示部、931:外壳、932:显示部、933:操作按钮、934:麦克风、935:透镜、936:安装零件、961:外壳、962:快门按钮、963:麦克风、965:显示部、966:操作键、967:扬声器、968:变焦钮、969:透镜、971:外壳、973:显示部、974:操作按钮、975:扬声器、976:通信用连接端子、977:光电传感器

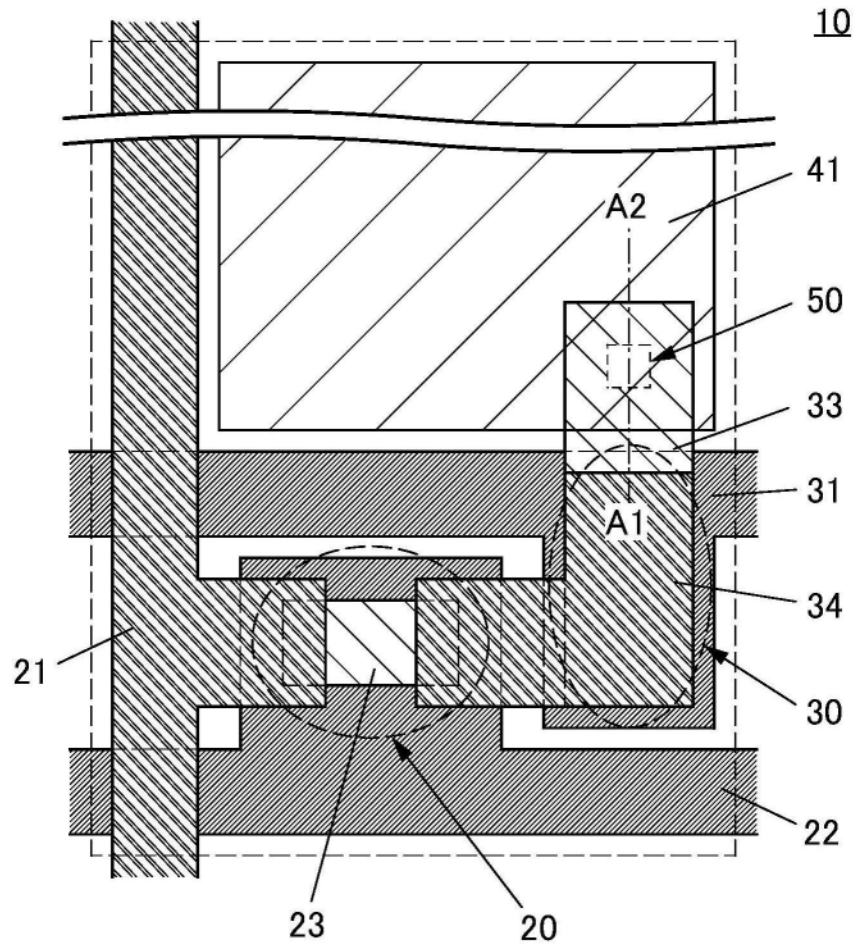


图1A

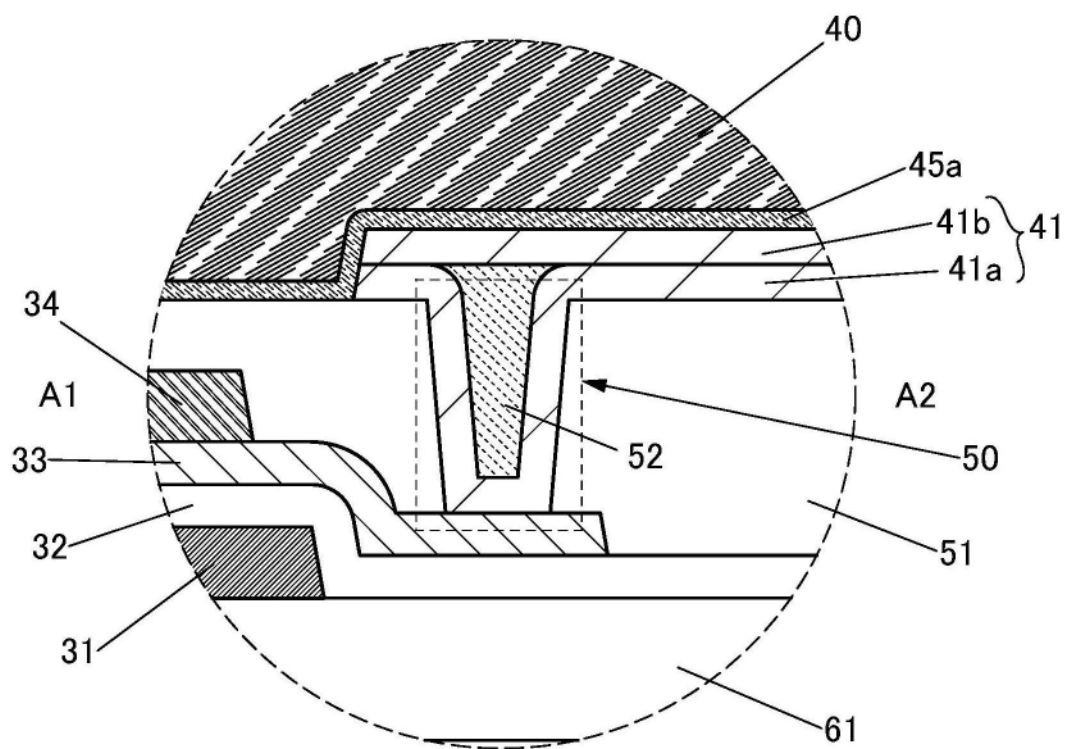


图1B

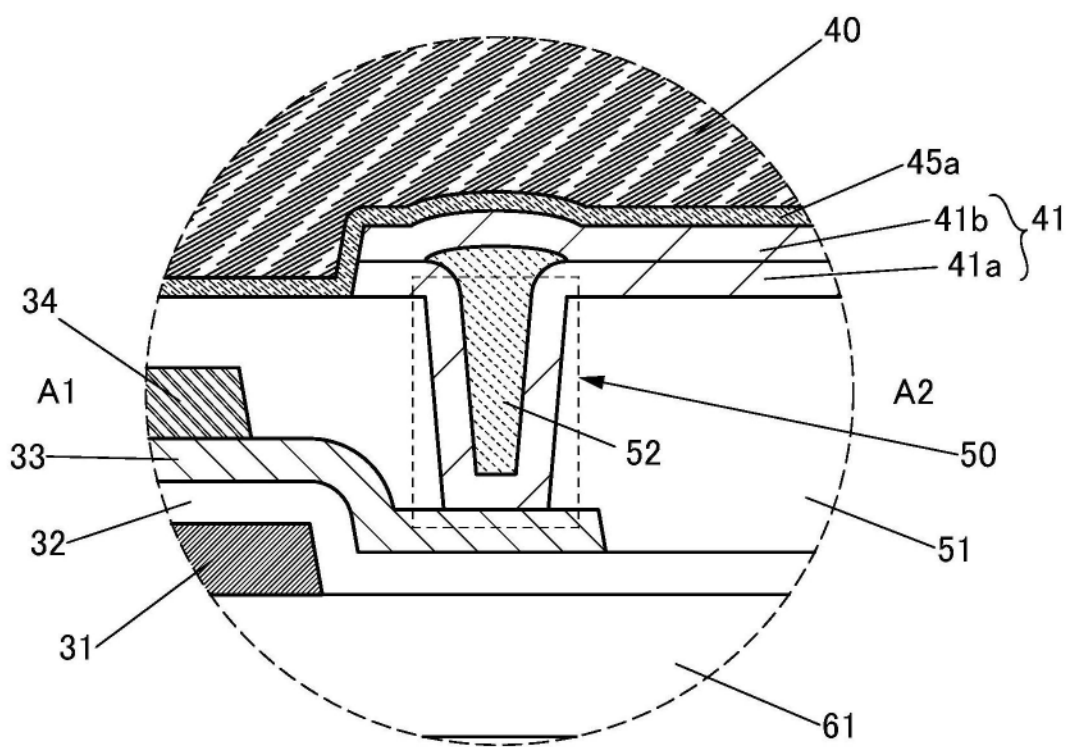


图2A

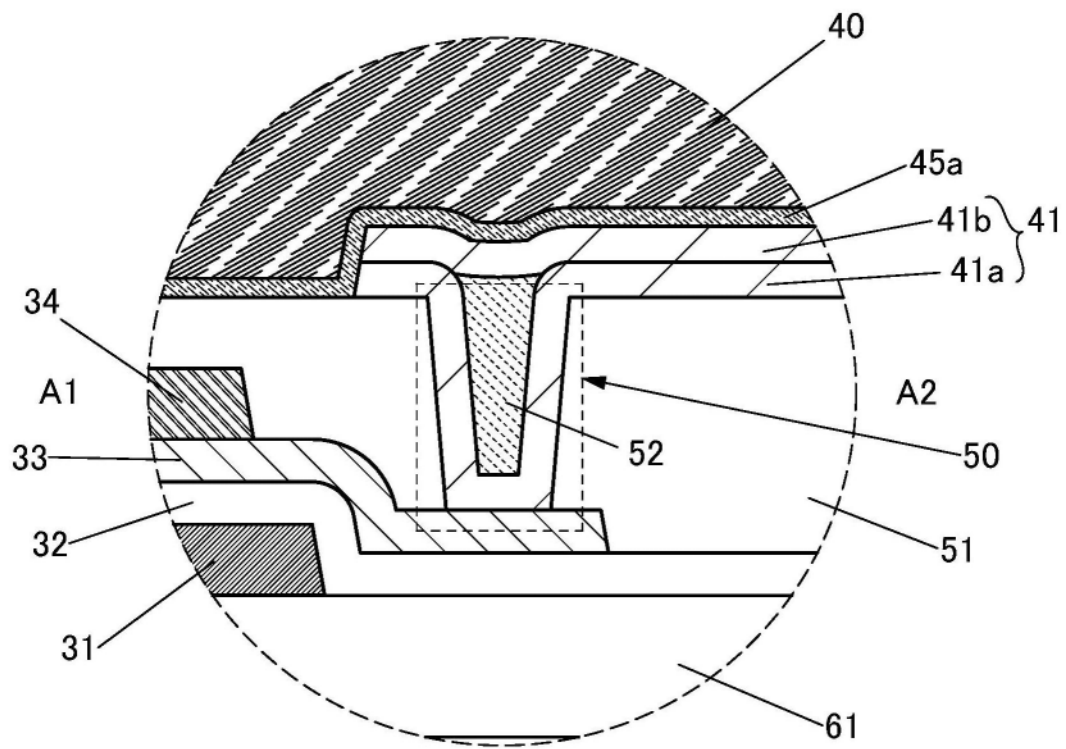


图2B

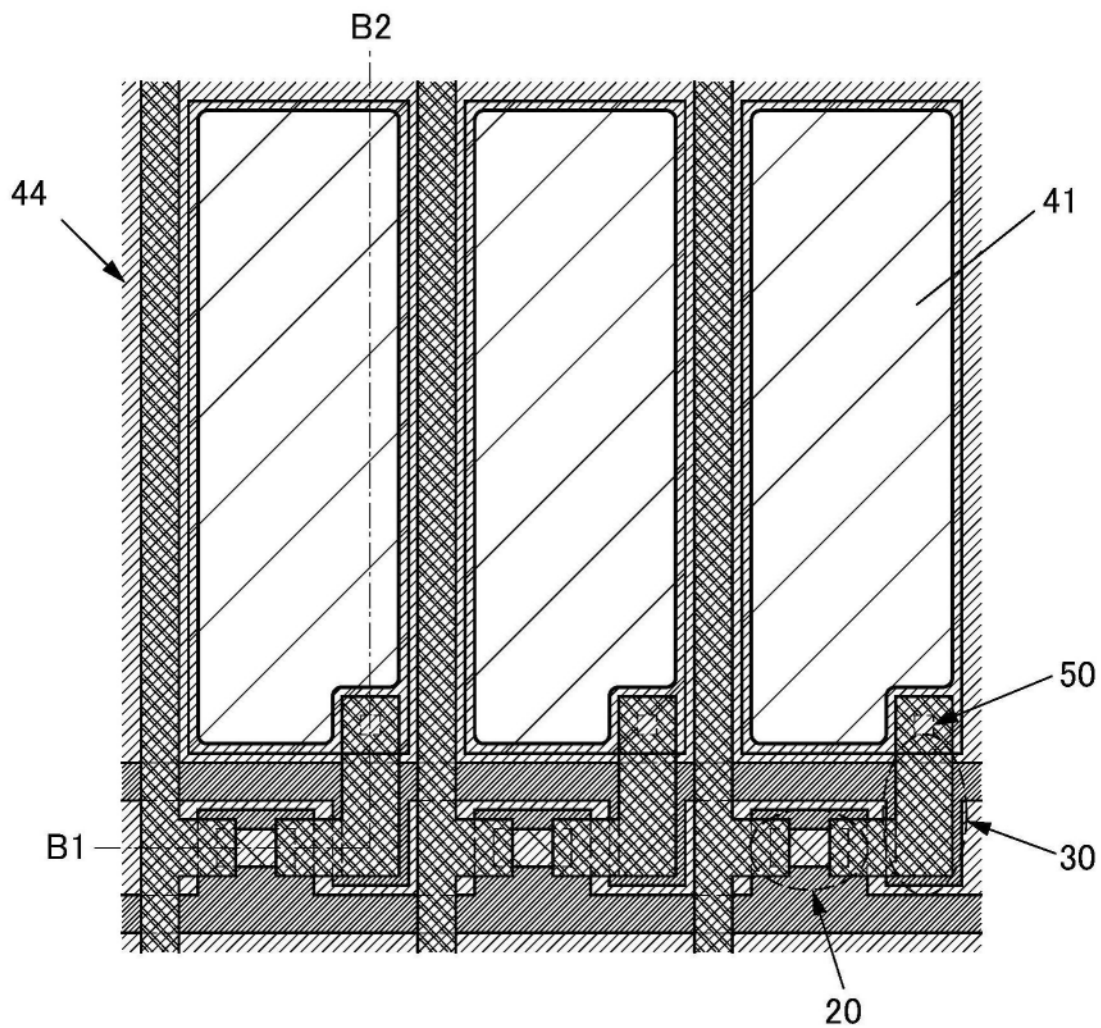


图3A

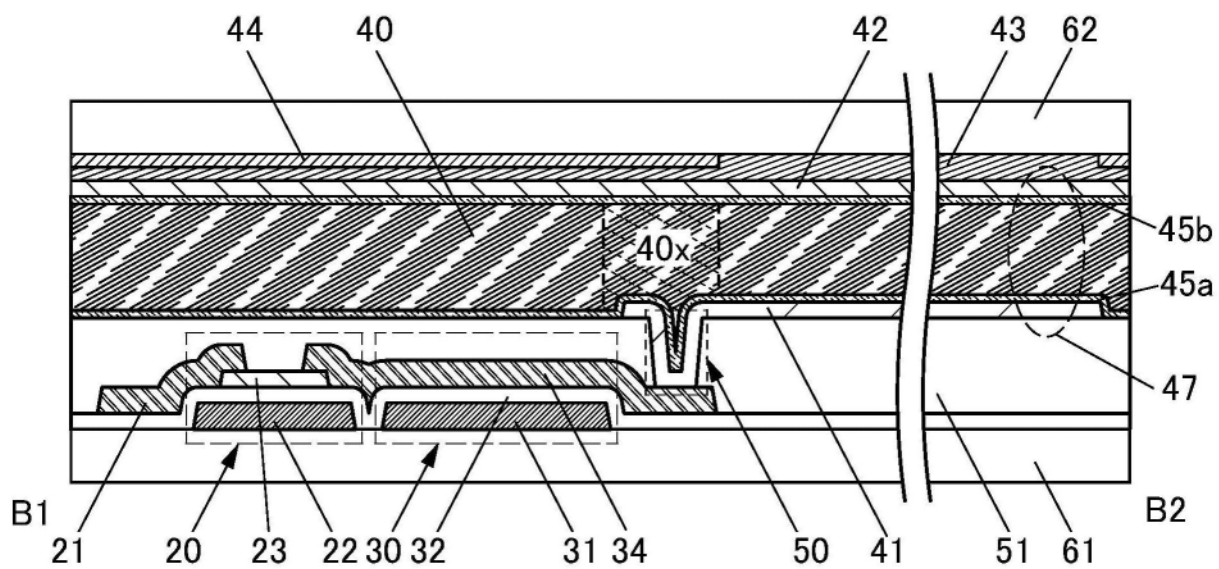


图3B

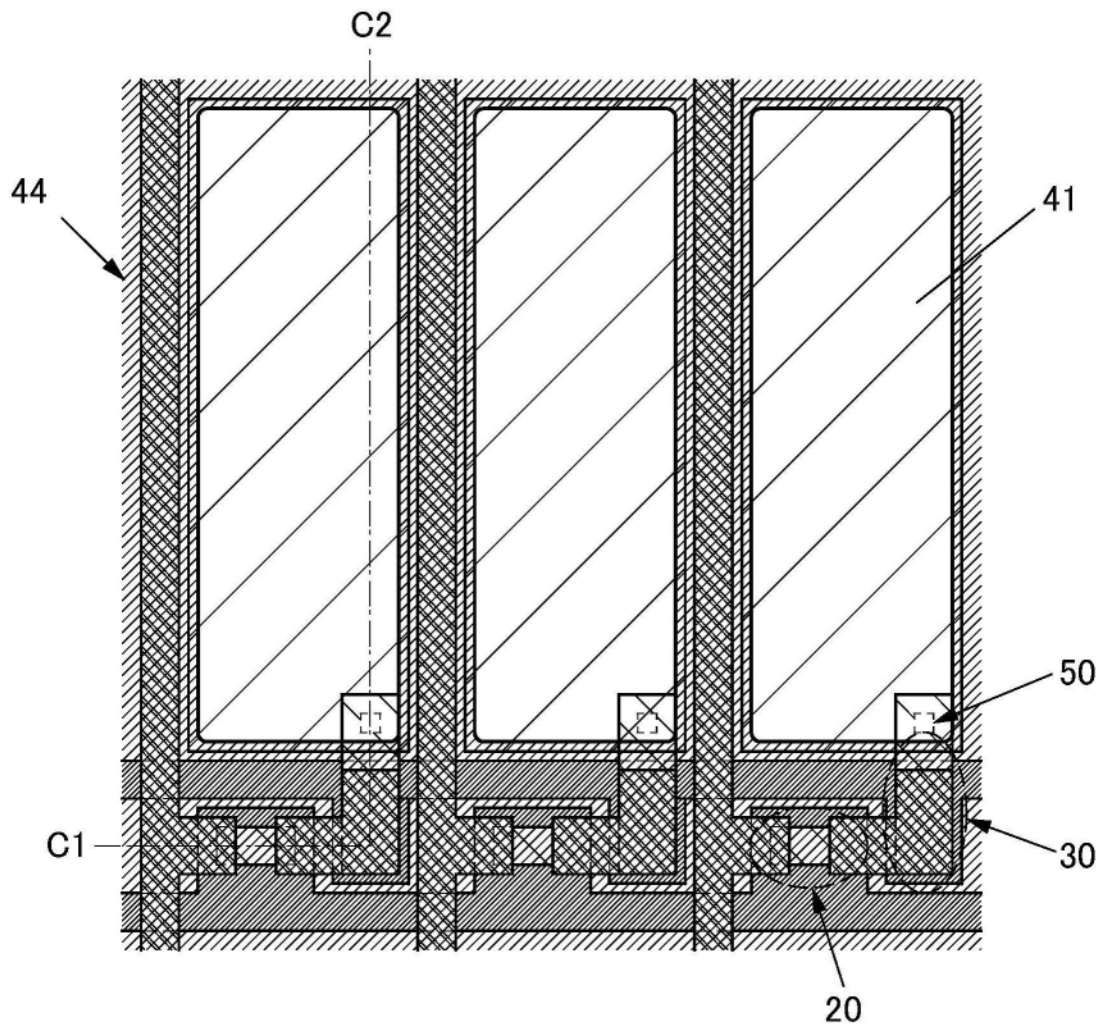


图4A

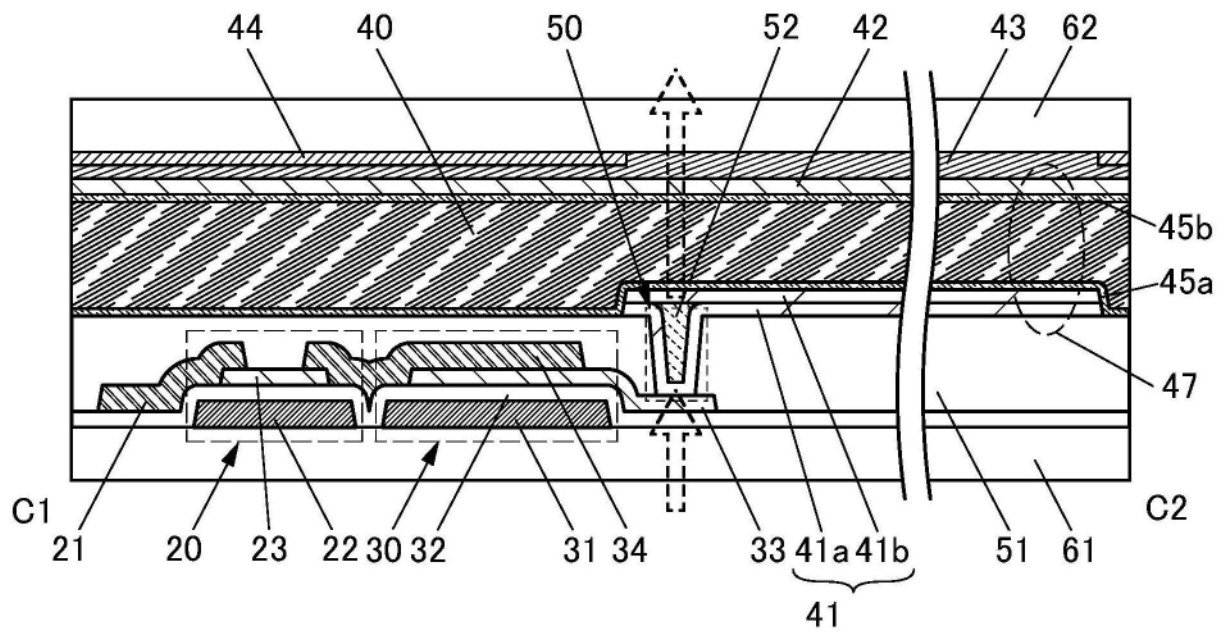


图4B

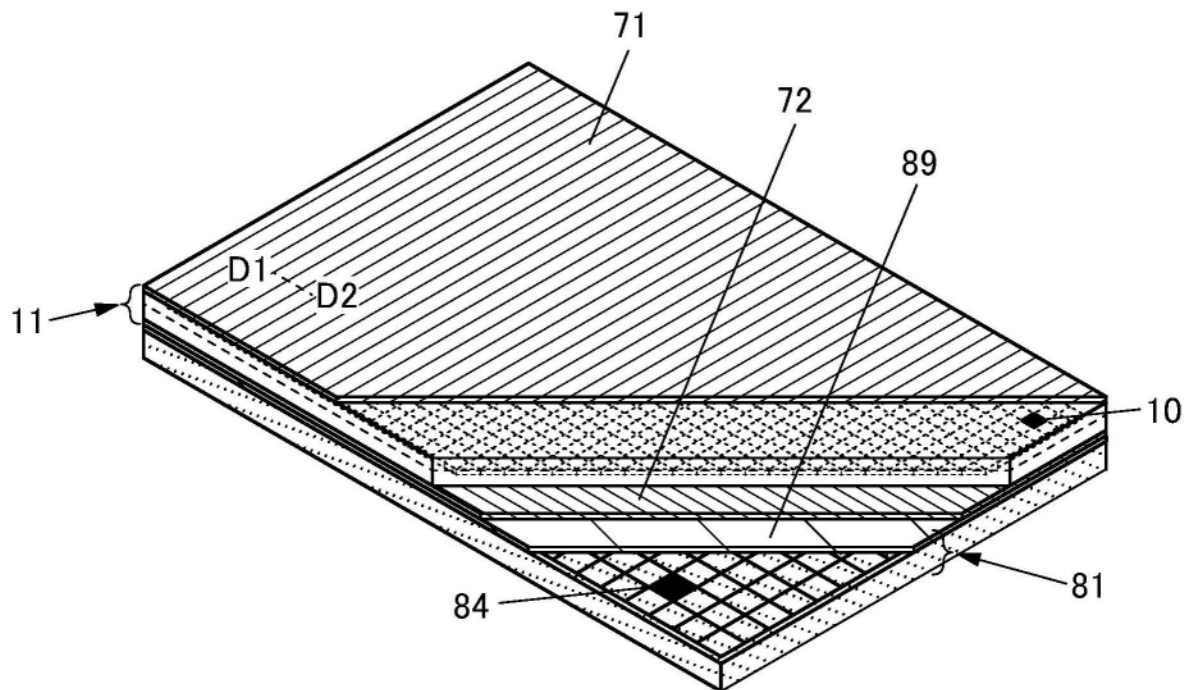


图5A

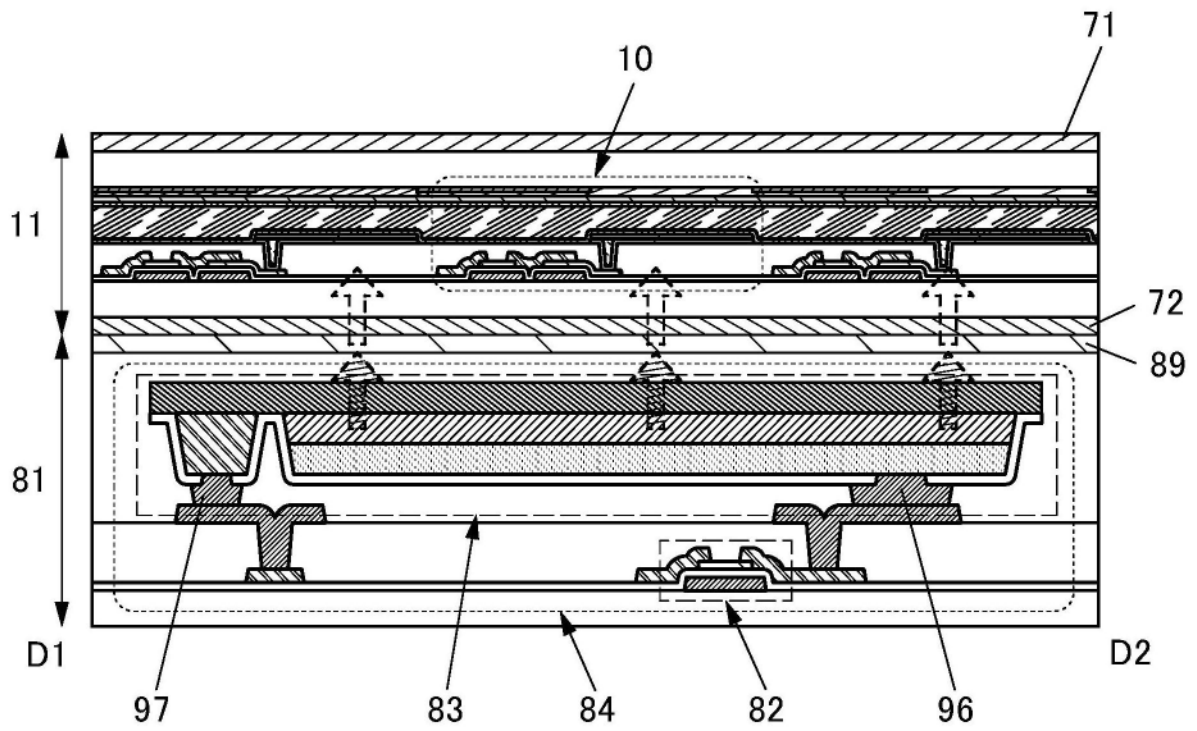


图5B

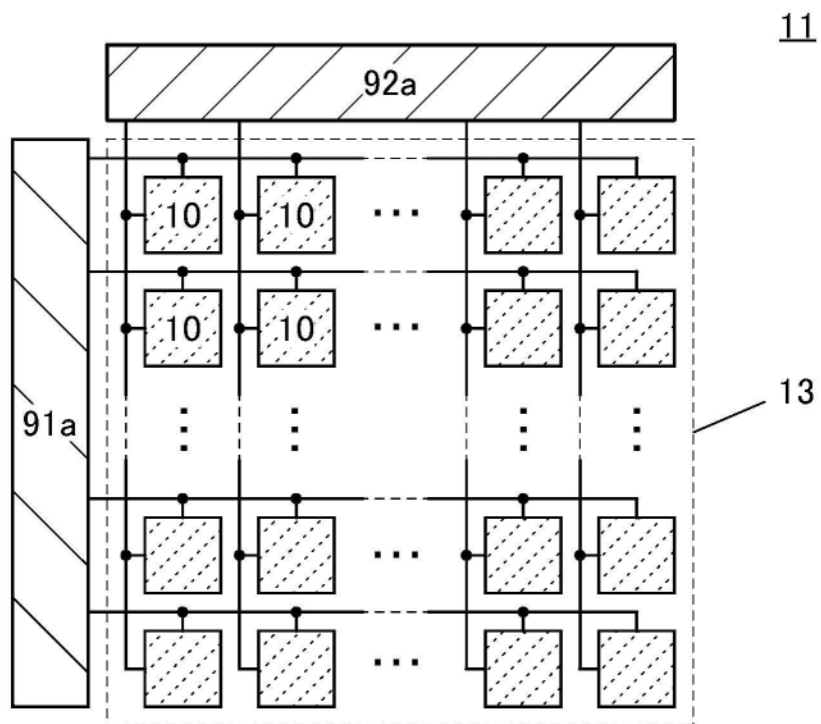


图6A

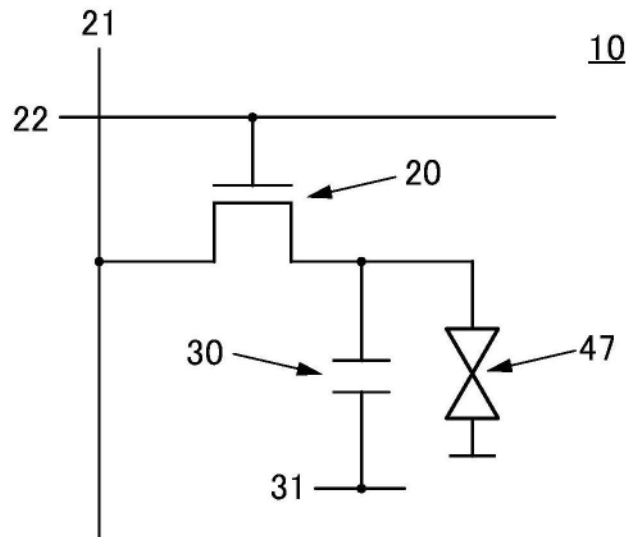


图6B

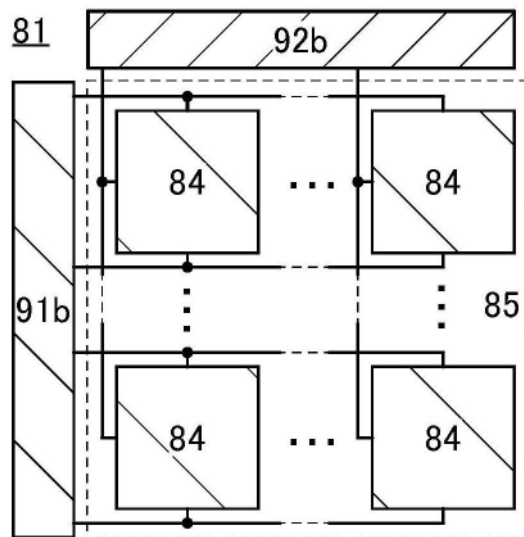


图7A

81

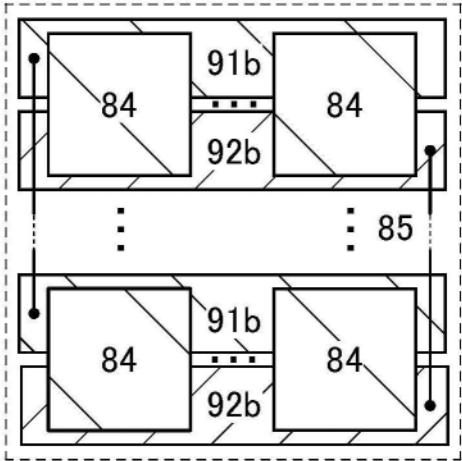


图7B

UT1

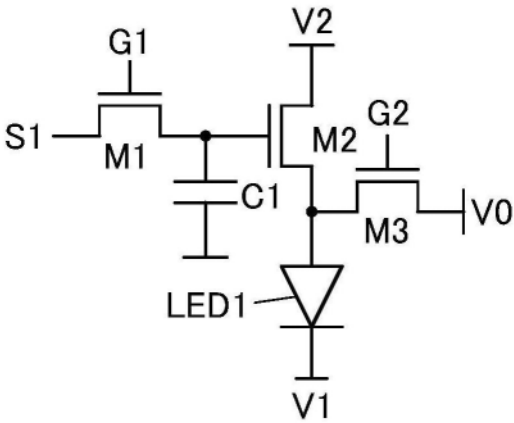


图7C

UT2

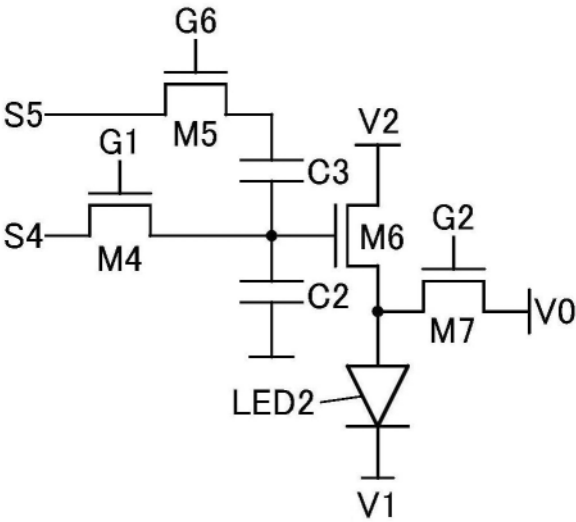


图7D

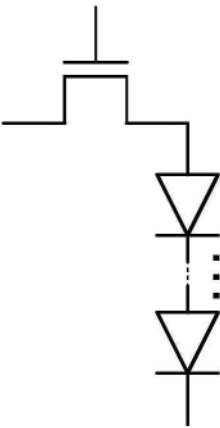


图7E1

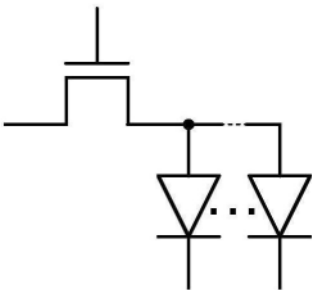


图7E2

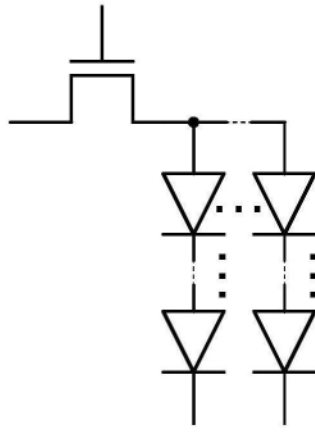


图7E3

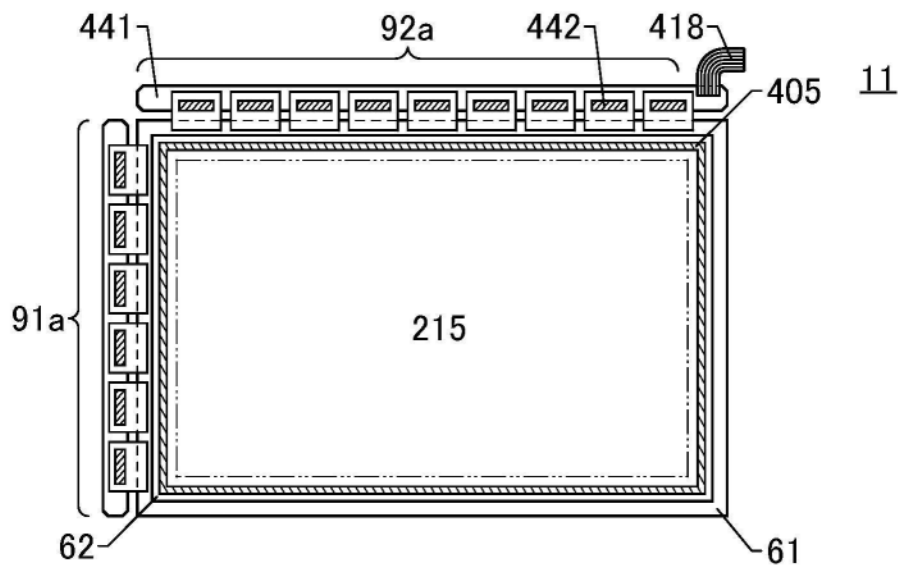


图8A

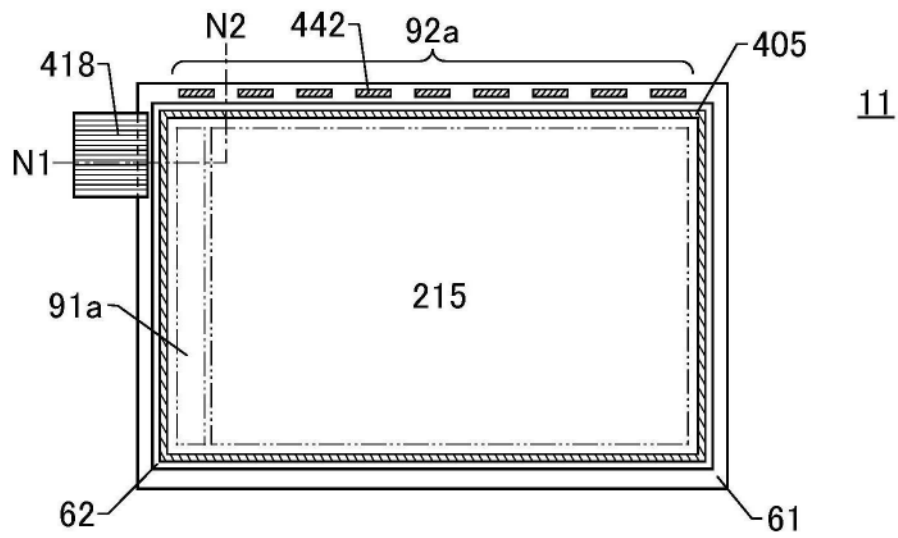


图8B

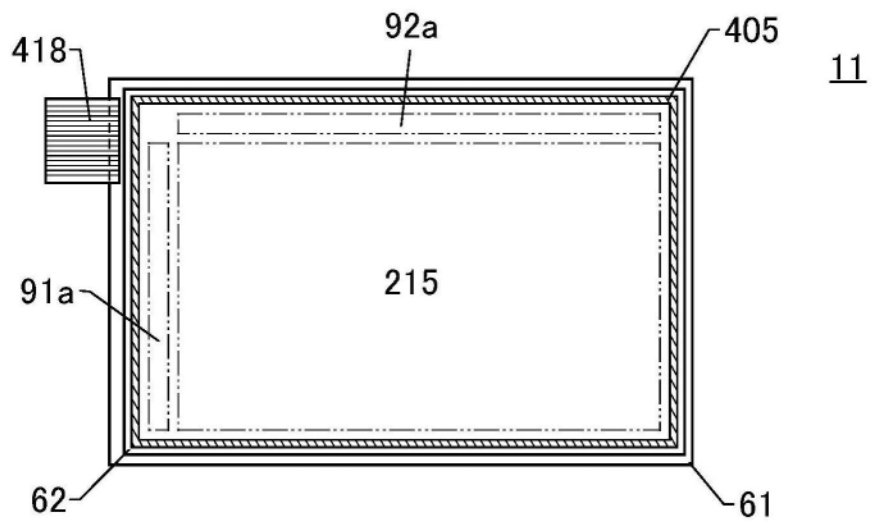


图8C

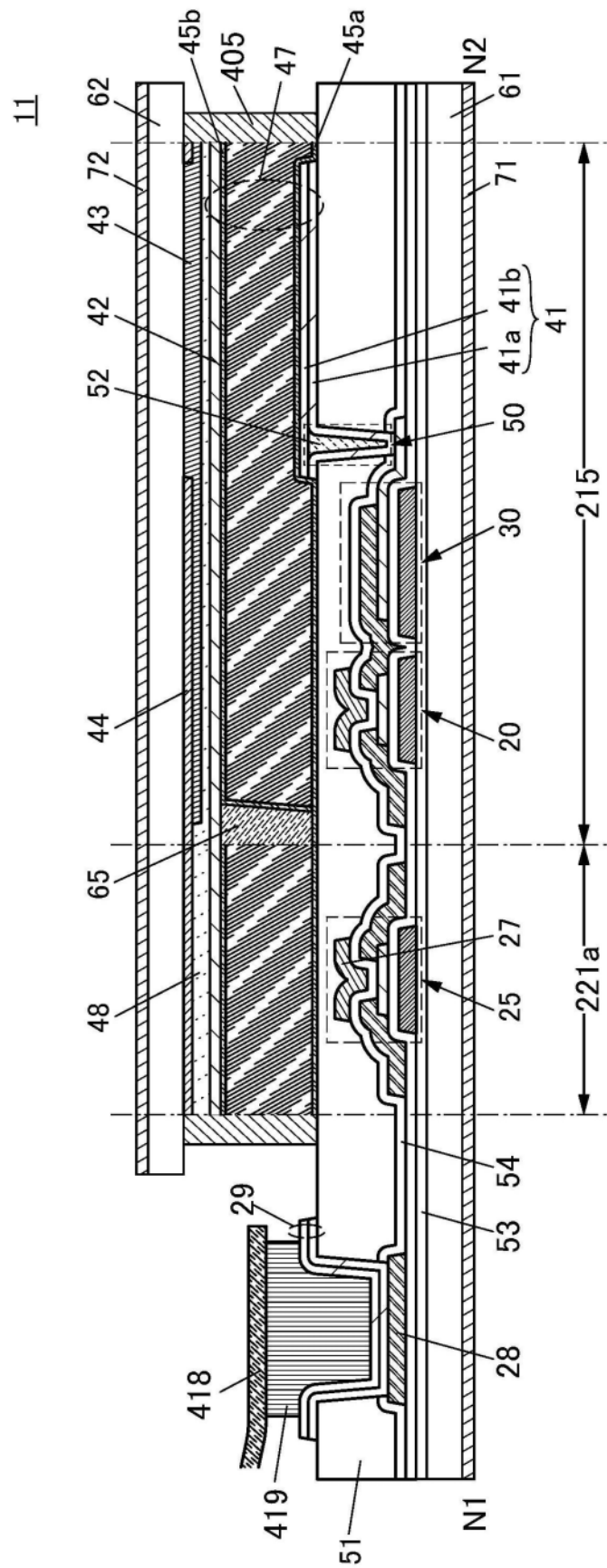


图9

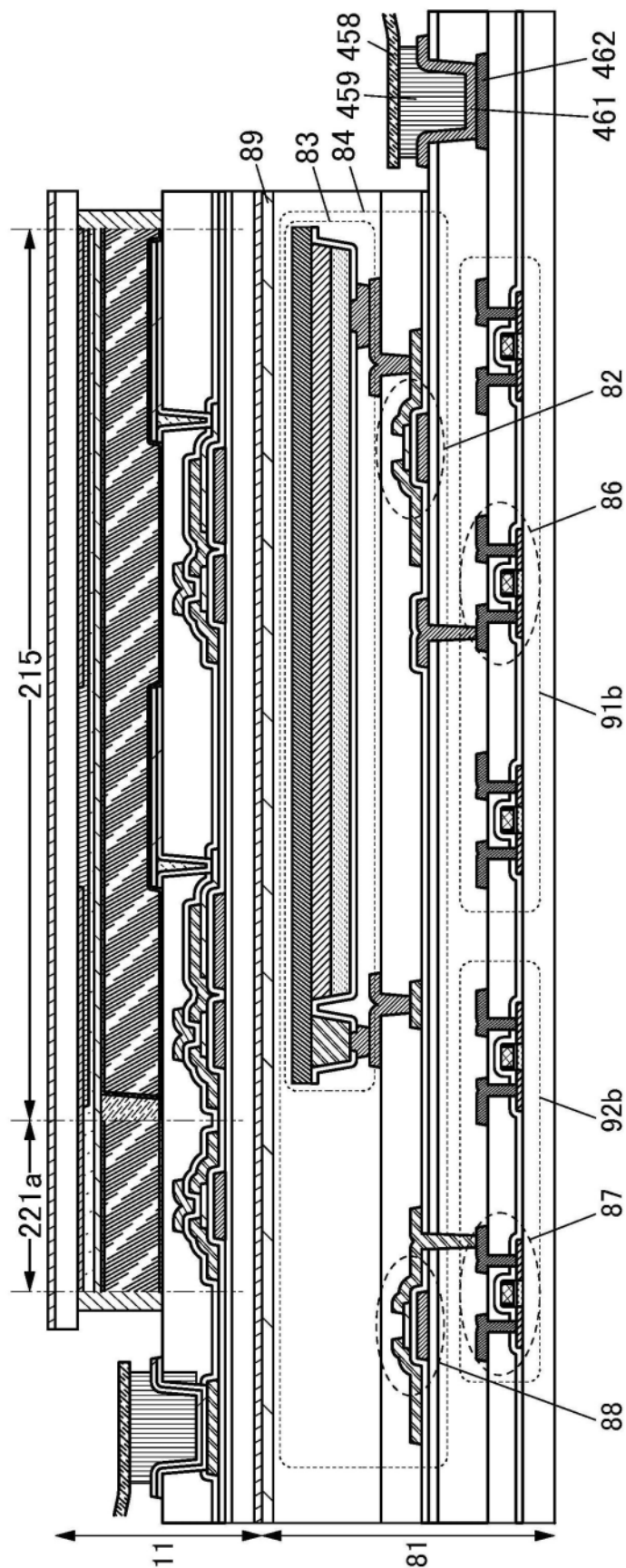


图10

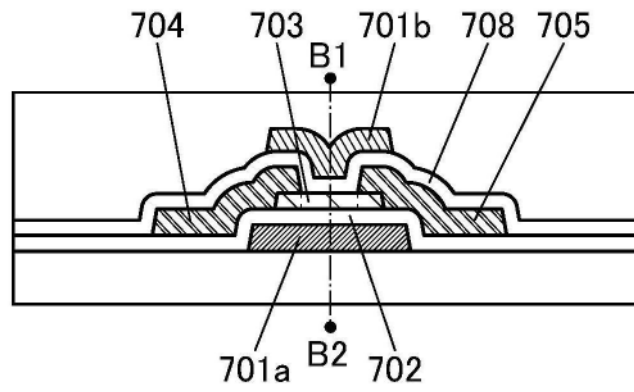


图11A

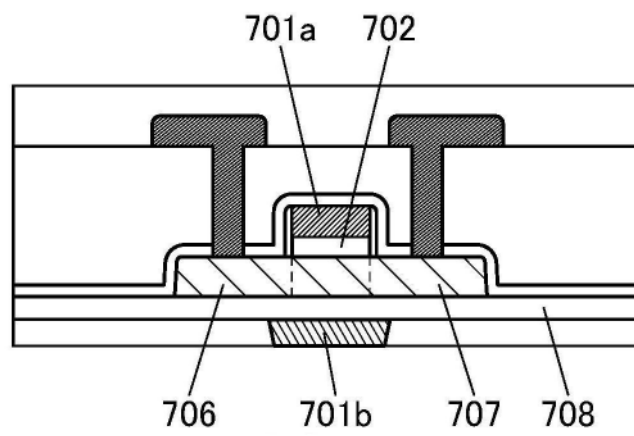


图11B

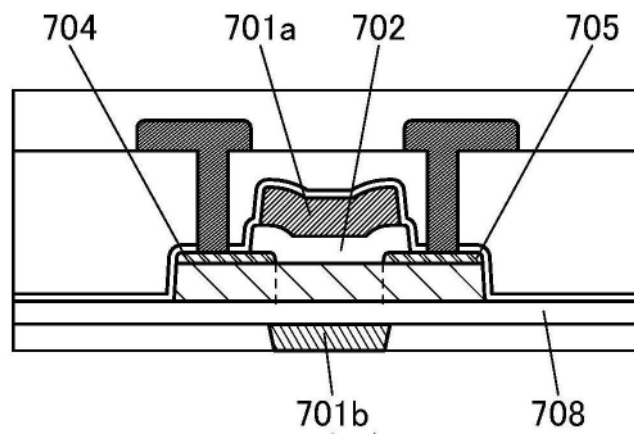


图11C

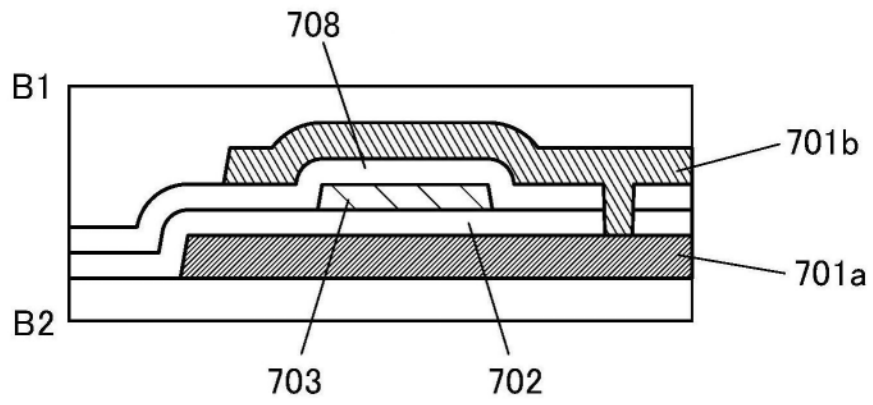


图11D

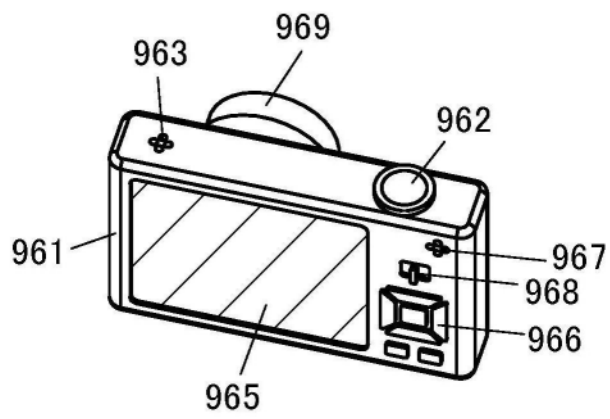


图12A

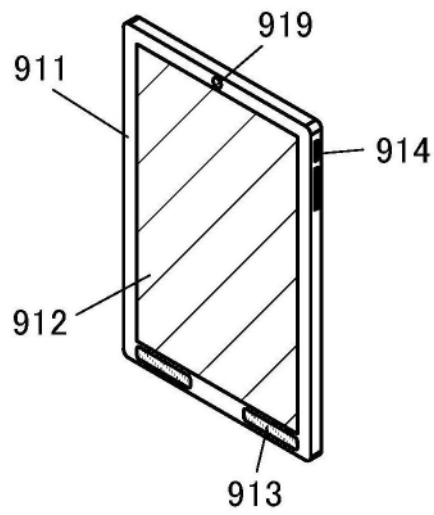


图12B

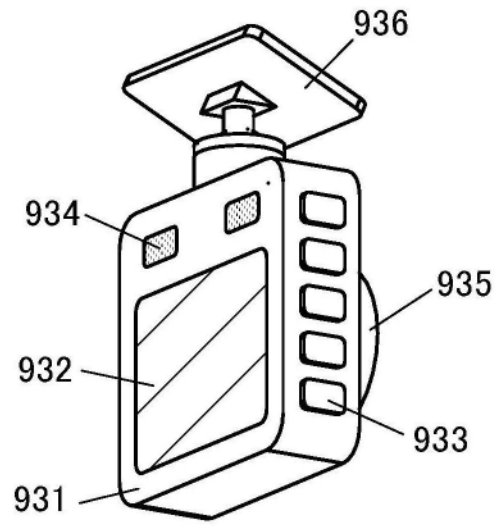


图12C

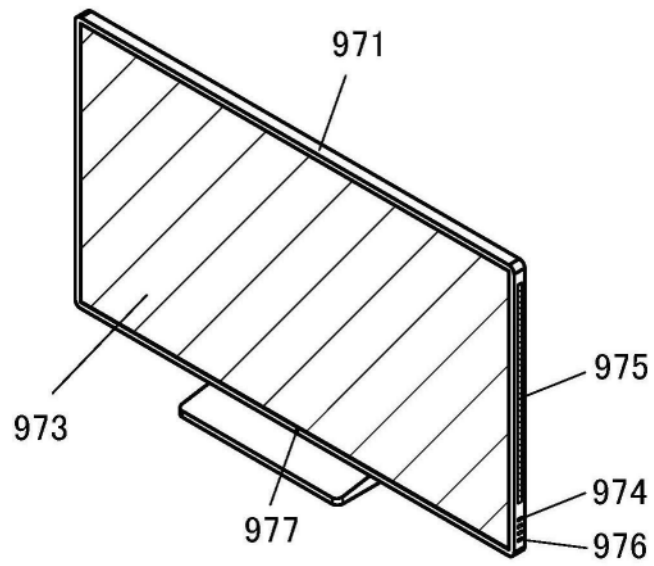


图12D

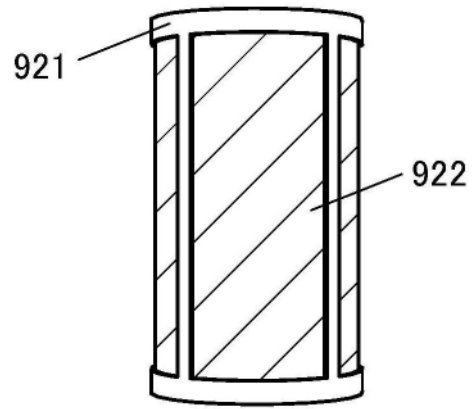


图12E