



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110620156 A

(43)申请公布日 2019.12.27

(21)申请号 201910962585.8

(22)申请日 2011.03.11

(30)优先权数据

2010-086407 2010.04.02 JP

(62)分案原申请数据

201180017087.8 2011.03.11

(71)申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72)发明人 山崎舜平

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 宋俊寅

(51)Int.Cl.

H01L 29/786(2006.01)

H01L 21/34(2006.01)

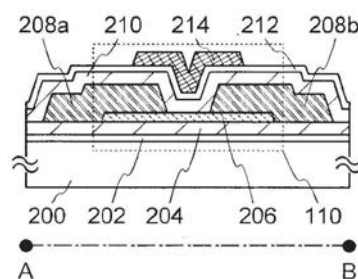
权利要求书1页 说明书20页 附图14页

(54)发明名称

半导体装置

(57)摘要

本发明涉及一种半导体装置。所公开的发明的一个目的是使包括氧化物半导体的半导体装置具有稳定的电特性以增加其可靠性。该半导体装置包括：绝缘膜；在绝缘膜上与该绝缘膜接触的第一金属氧化物膜；其一部分与第一金属氧化物膜接触的氧化物半导体膜；与氧化物半导体膜电连接的源电极及漏电极；其一部分与氧化物半导体膜接触的第二金属氧化物膜；在第二金属氧化物膜上与该第二金属氧化物膜接触的栅极绝缘膜；以及栅极绝缘膜上的栅电极。



1. 一种半导体装置,包括:

衬底上的第一金属氧化物膜;

与所述第一金属氧化物膜接触的氧化物半导体膜;

与所述氧化物半导体膜接触的第二金属氧化物膜;以及

第二金属氧化物膜上的栅电极,

其中,所述第一金属氧化物膜及所述第二金属氧化物膜的导带底的能量都比所述氧化物半导体膜的导带底的能量高。

2. 一种半导体装置,包括:

衬底上的第一金属氧化物膜;

与所述第一金属氧化物膜接触的氧化物半导体膜;

与所述氧化物半导体膜接触的源电极和漏电极;

与所述氧化物半导体膜接触的第二金属氧化物膜;

所述第二金属氧化物膜上的栅极绝缘膜;以及

所述栅极绝缘膜上的栅电极,

其中,所述第一金属氧化物膜及所述第二金属氧化物膜的导带底的能量都比所述氧化物半导体膜的导带底的能量高。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,所述第一金属氧化物膜及所述第二金属氧化物膜都含有所述氧化物半导体膜的一种或多种构成金属元素。

4. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,所述第一金属氧化物膜及所述第二金属氧化物膜都含有镓。

5. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,所述第一金属氧化物膜的构成元素的比例与所述第二金属氧化物膜的构成元素的比例相等。

6. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,所述第一金属氧化物膜及所述第二金属氧化物膜都具有比所述氧化物半导体膜的能隙大的能隙。

7. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,在沟道宽度方向上,所述氧化物半导体膜的侧表面与所述第二金属氧化物膜接触。

8. 根据权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,在沟道宽度方向上,所述第一金属氧化物膜与所述第二金属氧化物膜接触。

半导体装置

[0001] 本申请是针对分案申请201610142653.2再次提出的分案申请。分案申请201610142653.2是申请日为2011年3月11日、申请号为“201180017087.8”、发明名称为“半导体装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 所公开的发明涉及一种半导体装置及半导体装置的制造方法。

[0003] 在本说明书中,半导体装置指的是能够通过利用半导体特性而工作的一般装置,因此电光装置、半导体电路及电子设备都是半导体装置。

背景技术

[0004] 近年来,利用形成在具有绝缘表面的衬底上的半导体薄膜来构成晶体管的技术受到注目。这种晶体管被广泛地应用于诸如集成电路(IC)、图像显示装置(显示装置)等的电子器件。作为可应用于晶体管的半导体薄膜,硅基半导体材料已广泛使用。但是,作为替代材料,氧化物半导体受到注目。

[0005] 例如,公开了其活性层使用电子载流子浓度低于 $10^{18}/\text{cm}^3$ 且包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的非晶氧化物形成的晶体管(参照专利文献1)。

[0006] 虽然包括氧化物半导体的晶体管的工作速度比包括非晶硅的晶体管的工作速度快,且与包括多晶硅的晶体管相比更容易制造,但是,已知包括氧化物半导体的晶体管具有电特性容易变动而导致其可靠性低的问题。例如,在光BT测试之后,晶体管的阈值电压波动。另一方面,在专利文献2及专利文献3中各自公开了一种技术,其中为了抑制包括氧化物半导体的晶体管的阈值电压移动,利用设置在氧化物半导体层的上表面及下表面中的至少一个的界面稳定化层来防止在氧化物半导体层的界面处的电荷俘获。

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开2006-165528号公报

[0008] [专利文献2]日本专利申请公开2010-16347号公报

[0009] [专利文献3]日本专利申请公开2010-16348号公报

发明内容

[0010] 但是,专利文献2或专利文献3所公开的晶体管将具有与栅极绝缘层及保护层相似的性质的层用作界面稳定化层,而不能保持活性层和界面之间的良好状态。因此难以抑制在活性层和界面稳定化层之间界面处的电荷俘获。特别是,当界面稳定化层和活性层具有同等的带隙时,电荷可能储存。

[0011] 因此,还不能说包括氧化物半导体的晶体管具有足够高的可靠性。

[0012] 鉴于上述问题,所公开的发明的一个目的是使包括氧化物半导体的半导体装置具有稳定的电特性以增加可靠性。

[0013] 所公开的发明的一个实施方式的技术思想是:诸如栅极绝缘膜或保护绝缘膜等的绝缘膜和用作活性层的氧化物半导体膜不直接接触,而在其间设置有与其接触的金属氧化

物膜,并且该金属氧化物膜包含与氧化物半导体膜相似的成分。也就是说,所公开的发明的一个实施方式具备层叠有金属氧化物膜、氧化物半导体膜、以及由与金属氧化物膜及氧化物半导体膜不同的成分构成的绝缘膜的结构。在此,“与氧化物半导体膜相似的成分”是指包含选自氧化物半导体膜的构成元素中的一种或多种金属元素。

[0014] 这种叠层结构可以充分地抑制因半导体装置的工作等而可能产生的电荷等被俘获到上述绝缘膜和氧化物半导体膜之间的界面。因如下机制而获得该有利效果:通过使包含与氧化物半导体膜相容的材料的金属氧化物膜与氧化物半导体膜接触,可以抑制因半导体装置的工作等而可能产生的电荷等被俘获到氧化物半导体膜和金属氧化物膜之间的界面。而且,通过使包含能够在界面形成电荷俘获中心的材料的绝缘膜与金属氧化物膜接触,可以在金属氧化物膜和绝缘膜之间的界面俘获上述电荷。

[0015] 换言之,虽然当只使用金属氧化物膜时,在产生大量的电荷的情况下难以抑制金属氧化物膜与氧化物半导体膜之间的界面处的电荷俘获,但是当绝缘膜设置成与金属氧化物膜接触时,可以优先地在金属氧化物膜和绝缘膜之间的界面处俘获电荷,从而抑制氧化物半导体膜和金属氧化物膜之间的界面处的电荷俘获。由此,根据所公开的发明的一个实施方式的有利效果起因于层叠有绝缘膜、金属氧化物膜及氧化物半导体膜的结构,而该效果与金属氧化物膜和氧化物半导体膜的叠层结构所产生的效果不同。

[0016] 因为能够抑制氧化物半导体膜的界面处的电荷俘获,且使电荷俘获中心远离氧化物半导体膜,可以抑制半导体装置的工作不良,以提高半导体装置的可靠性。

[0017] 在上述机制中,金属氧化物膜优选具有足够的厚度。其原因是:当金属氧化物膜薄时,被俘获到金属氧化物膜和绝缘膜之间的界面的电荷的影响可能大。例如,优选使金属氧化物膜比氧化物半导体膜厚。

[0018] 具有绝缘性的金属氧化物膜形成为不阻碍源电极及漏电极和氧化物半导体膜之间的连接,从而与在源电极或漏电极和氧化物半导体膜之间设置金属氧化物膜的情况相比,可以防止电阻的增大。因此,可以抑制晶体管的电特性的劣化。

[0019] 当在薄膜形成工艺中,因氧过剩或氧不足等而发生化学计量组成的偏差或作为电子供体的氢、水分混入氧化物半导体等时,氧化物半导体的导电率发生变化。对于包括氧化物半导体的晶体管,这种现象成为电特性变动的主要原因。因此,通过意图性地从氧化物半导体中去除氢、水分、羟基或氢化物(也称为氢化合物)等的杂质,并且在杂质的去除工艺的同时供应减少的作为构成氧化物半导体的主要成分材料的氧,使氧化物半导体膜高纯度化且在电性上i型(本征)化。

[0020] i型(本征)的氧化物半导体是指这样一种氧化物半导体:通过以从氧化物半导体去除n型杂质的氢,并尽量不包含氧化物半导体的主要成分之外的杂质的方式进行高纯度化,实现i型(本征)的氧化物半导体或无限趋近于i型(本征)的氧化物半导体。

[0021] 注意,在使氧化物半导体膜i型化的工艺中,也可以同时使包含与氧化物半导体膜相似的成分的金属氧化物膜i型化。根据所公开的发明的一个实施方式,设置在氧化物半导体膜的上表面及下表面的金属氧化物膜优选为其中充分地减少诸如水分、氢等的杂质,并在电性上i型化的金属氧化物膜。

[0022] 具有高纯度化的氧化物半导体膜的晶体管的电特性诸如阈值电压、截止状态电流等几乎不呈现温度依赖性。此外,由于光退化引起的晶体管特性的变动也少。

[0023] 所公开的发明的一个实施方式是一种半导体装置,包括:绝缘膜;在绝缘膜上与该绝缘膜接触的第一金属氧化物膜;其一部分与第一金属氧化物膜接触的氧化物半导体膜;与氧化物半导体膜电连接的源电极及漏电极;其一部分与氧化物半导体膜接触的第二金属氧化物膜;在第二金属氧化物膜上与该第二金属氧化物膜接触的栅极绝缘膜;以及栅极绝缘膜上的栅电极。

[0024] 在上述结构中,第一金属氧化物膜及第二金属氧化物膜有时包含氧化物半导体膜的构成元素。第一金属氧化物膜及第二金属氧化物膜的能隙可比氧化物半导体膜的能隙大。第一金属氧化物膜及第二金属氧化物膜的导带底的能量有时比氧化物半导体膜的导带底的能量高。

[0025] 在上述结构中,第一金属氧化物膜及第二金属氧化物膜可包含氧化镓。第一金属氧化物膜的构成元素的比例可与第二金属氧化物膜的构成元素的比例相等。绝缘膜可包含氧化硅。栅极绝缘膜可包含氧化硅或氧化钪。

[0026] 在上述结构中,第二金属氧化物膜设置成覆盖源电极及漏电极且与第一金属氧化物膜接触。第一金属氧化物膜及第二金属氧化物膜可围绕氧化物半导体膜。

[0027] 在上述结构中,沟道长度方向上的氧化物半导体膜的侧边缘和沟道长度方向上的第一金属氧化物膜的侧边缘可对齐。沟道长度方向上的氧化物半导体膜的侧边缘和沟道长度方向上的第二金属氧化物膜的侧边缘可对齐。

[0028] 在上述结构中,第二绝缘膜可设置成覆盖栅极绝缘膜及栅电极。导电膜可设置在氧化物半导体膜的下方。

[0029] 在上述结构中,可以将取决于源电极和漏电极之间的距离的晶体管的沟道长度L设定为10nm以上且10 μ m以下,例如设定为0.1 μ m至0.5 μ m。当然,沟道长度L也可以为1 μ m以上。也可以将沟道宽度W设定为10nm以上。

[0030] 根据本发明的一个实施方式,提供具有稳定的电特性的晶体管。

[0031] 根据本发明的一个实施方式,提供具有电特性优良且可靠性高的晶体管的半导体装置。

附图说明

[0032] 在附图中:

[0033] 图1A至1C是示出半导体装置的一个实施方式的平面图及截面图;

[0034] 图2是具有氧化物半导体膜及金属氧化物膜的晶体管中的能带图;

[0035] 图3A至3G是各自示出半导体装置的一个实施方式的截面图;

[0036] 图4A至4E是示出半导体装置的制造工艺的一例的截面图;

[0037] 图5A至5E是示出半导体装置的制造工艺的一例的截面图;

[0038] 图6A至6C是说明半导体装置的一个实施方式的视图;

[0039] 图7是说明半导体装置的一个实施方式的截面图;

[0040] 图8是说明半导体装置的一个实施方式的截面图;

[0041] 图9是说明半导体装置的一个实施方式的截面图;

[0042] 图10A至10F是示出电子设备的视图。

[0043] 附图标记说明

[0044] 110:晶体管,120:晶体管,130:晶体管,140:晶体管,150:晶体管,160:晶体管,170:晶体管,180:晶体管,200:衬底,202:绝缘膜,204:金属氧化物膜,206:氧化物半导体膜,208a:源电极,208b:漏电极,210:金属氧化物膜,212:栅极绝缘膜,214:栅电极,2700:电子书阅读器,2701:框体,2703:框体,2705:显示部分,2707:显示部分,2711:铰链,2721:电源开关,2723:操作键,2725:扬声器,2800:框体,2801:框体,2802:显示面板,2803:扬声器,2804:麦克风,2805:操作键,2806:定位装置,2807:相机用透镜,2808:外部连接端子,2810:太阳能电池,2811:外部存储器槽,3001:主体,3002:框体,3003:显示部分,3004:键盘,3021:主体,3022:触屏笔,3023:显示部分,3024:操作按钮,3025:外部接口,3051:主体,3053:取景器,3054:操作开关,3055:显示部B,3056:电池,3057:显示部分A,4001:衬底,4002:显示部分,4003:信号线驱动电路,4004:扫描线驱动电路,4005:密封剂,4006:衬底,4008:液晶层,4010:晶体管,4011:晶体管,4013:液晶元件,4015:连接端子电极,4016:端子电极,4018:FPC,4018a:FPC,4018b:FPC,4019:各向异性导电膜,4021:绝缘层,4030:电极层,4031:电极层,4032:绝缘膜,4033:绝缘膜,4035:间隔物,4510:分隔壁,4511:电致发光层,4513:发光元件,4514:填充材料,4612:空腔,4613:球形微粒,4614:填充材料,4615a:黑色区,4615b:白色区,9600:电视机,9601:框体,9603:显示部,以及9605:支架。

具体实施方式

[0045] 下面,本发明的实施方式参照附图给予详细的说明。注意,本发明不局限于下述说明,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,就是其实施方式和详细内容可以被变换为各种各样的形式,而不背离本发明的精神和范围。本发明不应该被解释为仅限于以下所示的实施方式的记载内容。

[0046] 注意,为方便起见,附加了第一、第二等序数词,而其并不表示工艺顺序或叠层顺序。此外,其在本说明书中不表示用来指定发明的固有名称。

[0047] 实施方式1

[0048] 在本实施方式中,将参照图1A-1C、图2、图3A-3G、图4A-4E以及图5A-5C说明半导体装置的一个实施方式及其制造方法。

[0049] 〈半导体装置的结构例〉

[0050] 在图1A至1C中,作为根据所公开的发明的一个实施方式的半导体装置的例子示出晶体管110的平面图及截面图。在此,图1A是平面图,图1B及1C分别是沿图1A中的A-B截面及C-D截面的截面图。注意,为了简洁省略晶体管110的构成要素的一部分(例如,第二金属氧化物膜210等)。

[0051] 图1A至1C所示的晶体管110在衬底200上包括:绝缘膜202;第一金属氧化物膜204;氧化物半导体膜206;源电极208a;漏电极208b;第二金属氧化物膜210;栅极绝缘膜212;以及栅电极214。

[0052] 在图1A至1C所示的晶体管中,第二金属氧化物膜210形成为覆盖源电极208a及漏电极208b,并与第一金属氧化物膜204的一部分接触。此外,在图1A至1C中,第一金属氧化物膜204和第二金属氧化物膜210在没有氧化物半导体膜206的区域中彼此接触。也就是说,氧化物半导体膜206被第一金属氧化物膜204及第二金属氧化物膜210围绕。

[0053] 在此,作为第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210,优选使用包含与氧化物

半导体膜206相似的成分的氧化物。具体而言,第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210是包含选自氧化物半导体膜的构成元素中的一种或多种金属元素的氧化物的膜。这种材料与氧化物半导体膜206良好地相容;由此,通过将这种材料用于第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210,可以保持第一金属氧化物膜204和第二金属氧化物膜210各自与氧化物半导体膜之间的界面的良好状态。换言之,通过将上述材料用于第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210,可以抑制氧化物半导体膜和与其接触的金属氧化物膜之间的界面(在此,第一金属氧化物膜204和氧化物半导体膜206之间的界面或第二金属氧化物膜210和氧化物半导体膜206之间的界面)处的电荷俘获。

[0054] 注意,第一金属氧化物膜204和第二金属氧化物膜210都是包含与氧化物半导体膜相似的成分的膜。因此,在第一金属氧化物膜204和第二金属氧化物膜210在没有氧化物半导体膜206的区域中彼此接触的情形中,可以提高第一金属氧化物膜204和第二金属氧化物膜210之间的粘合性。此外,更优选的是,第一金属氧化物膜204的构成元素的比例和第二金属氧化物膜210的构成元素的比例相等。

[0055] 因为将氧化物半导体膜206用作活性层,所以第一金属氧化物膜204及第二金属氧化物膜210的能隙需要比氧化物半导体膜206的能隙大。此外,在第一金属氧化物膜204和氧化物半导体膜206之间或在第二金属氧化物膜210和氧化物半导体膜206之间,需要形成至少在室温(20℃)下不使载流子从氧化物半导体膜206流出的能垒。例如,第一金属氧化物膜204或第二金属氧化物膜210的导带底和氧化物半导体膜206的导带底之间的能量差、或者第一金属氧化物膜204或第二金属氧化物膜210的价电子带的上端部和氧化物半导体膜206的价电子带的上端部之间的能量差优选为0.5eV以上,更优选为0.7eV以上。此外,其间的能量差还优选为1.5eV以下。

[0056] 具体而言,例如当将In-Ga-Zn-O基材料用于氧化物半导体膜206时,可使用包含氧化镓的材料等形成第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210。在氧化镓和In-Ga-Zn-O基材料接触时,能垒在传导带一侧大致为0.8eV,在价电子带一侧大致为0.9eV。

[0057] 注意,还将氧化镓表示为 GaO_x ,且优选x的值设定为氧量多于化学计量比。例如,优选将x的值设定为1.4以上且2.0以下,更优选将x的值设定为1.5以上且1.8以下。注意,氧化镓膜可包含氢之外的杂质元素,诸如铋等的第3族元素、铅等的第4族元素、铝等的第13族元素、硅等的第14族元素、氮等,从而扩大氧化镓的能隙来提高绝缘性。不包含杂质的氧化镓膜的能隙为4.9eV;但是通过使氧化镓膜包含超过0原子%至20原子%以下左右的上述杂质,可以将其能隙扩大为6eV左右。

[0058] 从应当减少电荷源或电荷俘获中心的角度来看,优选充分地减少金属氧化物膜中的诸如氢、水等的杂质。这个思想与减少氧化物半导体膜中的杂质的思想共通。

[0059] 作为绝缘膜202或栅极绝缘膜212,优选使用如下材料:即通过与第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210接触,能够在其界面形成电荷俘获中心。通过将这种材料用于绝缘膜202或栅极绝缘膜212,电荷被俘获到绝缘膜202和第一金属氧化物膜204之间的界面或栅极绝缘膜212和第二金属氧化物膜210之间的界面,从而可以充分地抑制第一金属氧化物膜204和氧化物半导体膜206之间的界面处的电荷俘获或第二金属氧化物膜210和氧化物半导体膜206之间的界面处的电荷俘获。注意,由于当在栅极绝缘膜212和第二金属氧化物膜210之间的界面形成大量的电荷俘获中心时,可能会导致晶体管特性的恶化;因此,与氧

化物半导体膜206和第二金属氧化物膜210之间的界面相比,在栅极绝缘膜212和第二金属氧化物膜210之间的界面处稍微容易形成电荷俘获中心可以说是优选的。

[0060] 具体而言,作为绝缘膜202及栅极绝缘膜212,可使用氧化硅、氮化硅、氧化铝、氮化铝、其混合材料等形成。例如,当将包含氧化镓的材料用于第一金属氧化物膜204及第二金属氧化物膜210时,作为绝缘膜202及栅极绝缘膜212,优选使用氧化硅或氮化硅等。此外,因为绝缘膜202及栅极绝缘膜212与第一金属氧化物膜204和第二金属氧化物膜210接触,所以绝缘膜202及栅极绝缘膜212的能隙优选比第一金属氧化物膜204及第二金属氧化物膜210的能隙大。

[0061] 注意,只要在绝缘膜202和第一金属氧化物膜204之间的界面或在栅极绝缘膜212和第二金属氧化物膜210之间的界面处可以形成电荷俘获中心,绝缘膜202及栅极绝缘膜212的材料就不必局限于上述材料。此外,也可以对绝缘膜202和第一金属氧化物膜204之间的界面或栅极绝缘膜212和第二金属氧化物膜210之间的界面进行形成电荷俘获中心的处理。作为这种处理,例如有等离子体处理或元素的添加处理(离子注入等)。

[0062] 在晶体管110上还可以形成有第二绝缘膜。此外,也可以在绝缘膜202、第一金属氧化物膜204、第二金属氧化物膜210、栅极绝缘膜212等中形成有开口,以使源电极208a及漏电极208b可和布线电连接。第二栅电极可进一步设置在氧化物半导体膜206下方。注意,优选将氧化物半导体膜206加工为岛状,但是也可以不加工为岛状。

[0063] 图2是示出上述晶体管110的能带图(示意图),即从栅电极GE一侧接合绝缘膜、金属氧化物膜、氧化物半导体膜、金属氧化物膜和绝缘膜的结构中能带图,并且 E_F 是氧化物半导体膜的费米能级。在图2中假定绝缘膜、金属氧化物膜、氧化物半导体膜都为本征膜的理想状态,并示出将氧化硅(SiO_x) (带隙 E_g 为8eV至9eV)用作绝缘膜,将氧化镓(GaO_x) (带隙 E_g 为4.9eV)用作金属氧化物膜,并将In-Ga-Zn-O基非单晶膜(带隙 E_g 为3.15eV)用作氧化物半导体膜(OS)的情况。注意,氧化硅的真空能级和导带底之间的能量差为0.95eV,氧化镓的真空能级和导带底之间的能量差为3.5eV,In-Ga-Zn-O基非单晶膜的真空能级和导带底之间的能量差为4.3eV。

[0064] 如图2所示,在氧化物半导体膜的栅电极一侧(沟道一侧)的氧化物半导体和金属氧化物之间的界面处有大约0.8eV及大约0.95eV的能垒。同样地,在氧化物半导体膜的背沟道一侧(与栅电极相反一侧)的氧化物半导体和金属氧化物之间的界面处也存在有大约0.8eV及大约0.95eV的能垒。当在氧化物半导体和金属氧化物之间的界面处有这种能垒时,会阻碍载流子在该界面移动;由此,载流子不从氧化物半导体中移动到金属氧化物中,而在氧化物半导体中移动。如图2所示,当氧化物半导体膜、金属氧化物层及绝缘层设置成氧化物半导体膜被夹在其带隙与氧化物半导体相比渐进性地增大的材料(即绝缘膜的带隙比金属氧化物膜的带隙大)之间时,可能能够得到这些有益的结果。

[0065] 图3A至3G示出具有与晶体管110不同的结构的晶体管的截面结构。图3A至3G示出顶栅型的晶体管作为根据所公开的发明的一个实施方式的晶体管。

[0066] 图3A所示的晶体管120与图1A至1C所示的晶体管110的相同之处在于它包括:绝缘膜202;第一金属氧化物膜204;氧化物半导体膜206;源电极208a;漏电极208b;第二金属氧化物膜210;栅极绝缘膜212;以及栅电极214。晶体管120和晶体管110的不同之处在于氧化物半导体膜206与源电极208a及漏电极208b连接的位置。也就是说,在晶体管120中,氧化物

半导体膜206在其下部与源电极208a及漏电极208b接触。其他构成要素与图1A至1C的晶体管110的构成要素相同。至于详细内容,可以参照关于图1A至1C的记载。

[0067] 图3B所示的晶体管130和图3A所示的晶体管120的相同之处在于包括上述各种构成要素。晶体管130和晶体管120的不同之处在于绝缘膜202具有凸形,且第一金属氧化物膜204及第二金属氧化物膜210不完全地覆盖氧化物半导体膜206。其他构成要素与图3A相同。

[0068] 图3C所示的晶体管140和图3B所示的晶体管130的相同之处在于包括上述各种构成要素。晶体管140和晶体管130的不同之处在于绝缘膜202具有平坦的形状,且第一金属氧化物膜204具有凸形。注意,当衬底200具有绝缘膜202的功能时,可以不设置绝缘膜202。其他构成要素与图3B相同。

[0069] 图3D所示的晶体管150、图3E所示的晶体管160、图3F所示的晶体管170和图3G所示的晶体管180与图1A至1C所示的晶体管110、图3A所示的晶体管120、图3B所示的晶体管130、和图3C所示的晶体管140的相同之处在于包括上述各种构成要素。它们不同之处在于第一金属氧化物膜204或第二金属氧化物膜210被加工为岛状。其他构成要素与图1A至1C以及图3A至3C相同。

[0070] 〈晶体管的制造工艺的例子〉

[0071] 下面,参照图4A至4E以及图5A至5C说明图1A至1C和图3A所示的晶体管的制造工艺的例子。

[0072] 〈晶体管110的制造工艺〉

[0073] 参照图4A至4E说明图1A至1C所示的晶体管110的制造工艺的一例。除了根据氧化物半导体膜206的形状加工第一金属氧化物膜204等之外,图3D所示的晶体管150的制造工艺与晶体管110的制造工艺相同。

[0074] 首先,在形成衬底200上形成绝缘膜202,并且在绝缘膜202上与其接触地形成第一金属氧化物膜204(参照图4A)。

[0075] 尽管对衬底200的材质等没有特别的限制,只要该衬底具有能够耐受后面的热处理耐热性即可。例如,作为衬底200,可以使用玻璃衬底、陶瓷衬底、石英衬底、蓝宝石衬底等。或者,也可以使用由硅或碳化硅等制成的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、由硅锗等制成的化合物半导体衬底、SOI衬底等作为衬底200。再或者,也可以将进一步设置有半导体元件的这些衬底的任一个用作衬底200。

[0076] 作为衬底200,也可以替代地使用柔性衬底。当在柔性衬底上设置晶体管时,既可以在柔性衬底上直接组装晶体管,也可以在不同衬底上形成晶体管,然后分离该晶体管而将其转置到柔性衬底上。为了分离晶体管而将它转置到柔性衬底上,优选在上述其他衬底和晶体管之间形成分离层。

[0077] 作为绝缘膜202,优选使用通过与第一金属氧化物膜204接触,会在其界面形成电荷俘获中心的材料。通过将这种材料用于绝缘膜202,电荷被俘获到绝缘膜202和第一金属氧化物膜204之间的界面处,从而可以充分地抑制第一金属氧化物膜204和氧化物半导体膜206之间的界面处的电荷俘获。

[0078] 具体而言,作为绝缘膜202,可使用氧化硅、氮化硅、氧化铝、氮化铝、这些的任一种的混合材料等来形成。例如,当将包含氧化镓的材料用于第一金属氧化物膜204时,作为绝缘膜202优选使用氧化硅、氮化硅等。此外,因为与第一金属氧化物膜204接触,所以绝缘膜

202的能隙优选比第一金属氧化物膜204的能隙大。

[0079] 注意,只要在绝缘膜202和第一金属氧化物膜204之间的界面可以形成电荷的俘获中心,绝缘膜202的材料就不必局限于上述材料。此外,也可以对绝缘膜202和第一金属氧化物膜204之间的界面进行形成电荷俘获中心的处理。作为这种处理,例如有等离子体处理或元素的添加处理(离子注入等)。

[0080] 对于绝缘膜202的制造方法没有特别的限制,例如可以通过等离子体CVD法或溅射法等成膜方法制造绝缘膜202。绝缘膜202可以具有采用包括上述材料的绝缘膜的单层结构或叠层结构。

[0081] 当作为衬底200使用包括如上所述的绝缘材料的衬底时,可以将衬底200处理为绝缘膜202。也就是说,也可以省略在此提及的绝缘膜202。在此情况下,作为衬底200,更优选采用使用氧化硅等的材料。

[0082] 在此,作为第一金属氧化物膜204,优选使用包含与氧化物半导体膜206相似的成分的氧化物。这是因为这种材料与氧化物半导体膜206相容,所以通过将这种材料用于第一金属氧化物膜204,可以保持与氧化物半导体膜之间的界面的良好状态。换言之,通过将上述材料用于第一金属氧化物膜204,可以抑制氧化物半导体膜及其接触的金属氧化物膜之间的界面(在此,为第一金属氧化物膜204和氧化物半导体膜206之间的界面)处的电荷俘获。

[0083] 因为将氧化物半导体膜206用作活性层,所以第一金属氧化物膜204的能隙需要比氧化物半导体膜206的能隙大。此外,必需在第一金属氧化物膜204和氧化物半导体膜206之间形成能垒以使至少在室温(20℃)下不使载流子从氧化物半导体膜206流出。例如,第一金属氧化物膜204的导带底和氧化物半导体膜206的导带底之间的能量差或第一金属氧化物膜204的价电子带的上端部和氧化物半导体膜206的价电子带的上端部之间的能量差优选为0.5eV以上,更优选为0.7eV以上。此外,优选为1.5eV以下。

[0084] 从应当减少电荷源或电荷俘获中心的角度来看,优选充分地减少金属氧化物膜中的氢、水等的杂质。这个思想与减少氧化物半导体膜中的杂质的思想共通。

[0085] 对于第一金属氧化物膜204的形成方法,没有特别的限制。例如,可以通过诸如等离子体CVD法或溅射法等成膜方法形成第一金属氧化物膜204。从氢、水分等不容易混入的角度来看,溅射法等是合适的。另一方面,从改进膜的质量的角度来看,等离子体CVD法等是合适的。

[0086] 接着,在第一金属氧化物膜204上形成氧化物半导体膜,然后对该氧化物半导体膜进行加工来形成岛状的氧化物半导体膜206(参照图4B)。

[0087] 优选通过诸如溅射法的氢、水等不容易混入膜的方法来形成氧化物半导体膜。优选将氧化物半导体膜的厚度设定为3nm以上且30nm以下。其原因是:如果将氧化物半导体膜形成过厚(例如,厚度为50nm以上),则晶体管可能常通。注意,优选的是,以不暴露于空气的方式连续地形成绝缘膜202、第一金属氧化物膜204及氧化物半导体膜。

[0088] 作为用于氧化物半导体膜的材料,可以使用诸如In-Sn-Ga-Zn-O基材料的四元金属氧化物;诸如In-Ga-Zn-O基材料、In-Sn-Zn-O基材料、In-Al-Zn-O基材料、Sn-Ga-Zn-O基材料、Al-Ga-Zn-O基材料、Sn-Al-Zn-O基材料的三元金属氧化物;In-Zn-O基材料、Sn-Zn-O基材料、Al-Zn-O基材料、Zn-Mg-O基材料、Sn-Mg-O基材料、In-Mg-O基材料、In-Ga-O基材料

的二元金属氧化物；诸如In-O基材料、Sn-O基材料、Zn-O基材料等的单元金属氧化物。此外，也可以使上述材料包含SiO₂。在此，例如，In-Ga-Zn-O基材料是指含有铟(In)、镓(Ga)、锌(Zn)的氧化物膜，且对其组成比没有特别的限制。此外，也可以包含In、Ga及Zn以外的元素。

[0089] 作为氧化物半导体膜，可以采用使用由化学式InMO₃(ZnO)_m(m>0)表示的材料形成的薄膜。在此，M表示选自Ga、Al、Mn及Co中的一种或多种金属元素。例如，M可以是Ga、Ga及Al、Ga及Mn或Ga及Co等。

[0090] 在本实施方式中，通过使用In-Ga-Zn-O基氧化物半导体沉积靶的溅射法，形成氧化物半导体膜。

[0091] 当将In-Ga-Zn-O基材料用作氧化物半导体时，作为所使用的靶材，例如可以举出其组成比为In₂O₃:Ga₂O₃:ZnO=1:1:1[摩尔比]的氧化物半导体膜的沉积用靶材。注意，靶材的材料及组成比不局限于上述记载。例如也可以使用In₂O₃:Ga₂O₃:ZnO=1:1:2[摩尔比]的组成比的氧化物半导体沉积用靶材。

[0092] 当作为氧化物半导体使用In-Zn-O基材料时，将所使用的靶材的组成比设定为原子数比为In:Zn=50:1至1:2(换算为摩尔比则为In₂O₃:ZnO=25:1至1:4)，优选为In:Zn=20:1至1:1(换算为摩尔比则为In₂O₃:ZnO=10:1至1:2)，更优选为In:Zn=15:1至1.5:1(换算为摩尔比则为In₂O₃:ZnO=15:2至3:4)。例如，作为用于In-Zn-O基氧化物半导体的形成的靶材，当原子数比为In:Zn:O=X:Y:Z时，满足Z>1.5X+Y的关系。

[0093] 氧化物靶材的填充率为90%以上且100%以下，优选为95%以上且99.9%以下。通过使用高填充率的氧化物半导体沉积用靶材，所形成的氧化物半导体膜可以成为致密的膜。

[0094] 作为沉积时的气氛，可采用稀有气体(典型的是氩)气氛、氧气氛或稀有气体和氧的混合气氛等。此外，优选采用充分地去除了氢、水、羟基、氢化物等的杂质的高纯度气体的气氛，因为可防止氢、水、羟基、氢化物等混入氧化物半导体膜。

[0095] 例如，可以通过下述工艺形成氧化物半导体膜。

[0096] 首先，在被保持为减压状态的沉积室内放置衬底200，且将衬底温度设定为100℃以上且600℃以下，优选设定为200℃以上且400℃以下。这是因为：通过在加热衬底200的状态下进行沉积，可以降低氧化物半导体膜所包含的杂质浓度。还因为可以减轻因溅射产生的对氧化物半导体膜的损伤。

[0097] 接着，向去除了残留水分的沉积室引入充分地去除了氢及水分等的杂质的高纯度气体，并通过使用上述靶材来在衬底200上形成氧化物半导体膜。为了去除沉积室中的残留水分，优选使用低温泵、离子泵、钛升华泵等的俘获型真空泵。另外，作为排气单元，也可以使用设置有冷阱的涡轮泵。由于在利用低温泵进行了排气的沉积室中，例如氢分子、水(H₂O)等的包含氢原子的化合物(更优选还包括包含碳原子的化合物)等被去除，由此可以降低在该沉积室中形成的氧化物半导体膜所含有的杂质浓度。

[0098] 沉积条件的示例如下：衬底和靶材之间的距离为100mm；压力为0.6Pa；直流(DC)电源为0.5kW；作为沉积气氛，采用氧气(氧流量比率为100%)气氛。注意，脉冲直流电源是优选的，因为可以减少在进行沉积时产生的粉状物质(也称为微粒或尘屑)，且厚度的不均匀性也降低。

[0099] 注意，优选的是，在通过溅射法形成氧化物半导体膜之前，进行引入氩气产生等离

子体的反溅射,来去除附着于第一金属氧化物膜204的表面上的粉状物质(也称为微粒或尘屑)。反溅射是指对衬底侧施加电压来在衬底附近产生等离子体以对表面进行改性。注意,也可以使用氮、氦、氧等的气体代替氩。

[0100] 可以通过在氧化物半导体膜上形成具有所希望形状的掩模之后对该氧化物半导体膜进行蚀刻,来加工氧化物半导体膜。可以通过诸如光刻或喷墨法的方法形成上述掩模。在加工氧化物半导体膜的同时,也进行第一金属氧化物膜204的加工等。由此,可以制造图4E所示的晶体管110。

[0101] 作为氧化物半导体膜的蚀刻,可以采用干蚀刻或湿蚀刻。当然,也可以组合干蚀刻和湿蚀刻而使用。

[0102] 然后,优选对氧化物半导体膜进行热处理(第一热处理)。通过进行该第一热处理,可以去除氧化物半导体膜中过量的氢(包括水及羟基)而改善氧化物半导体膜的结构,从而可降低能隙中的缺陷能级。第一热处理的温度为250℃以上且650℃以下,优选为450℃以上且600℃以下。优选将第一热处理的温度设定为低于衬底的应变点。

[0103] 再者,通过进行该第一热处理,也可以去除第一金属氧化物膜204中过量的氢(包括水及羟基)。

[0104] 作为热处理,例如,可以将待处理物放入到使用电阻发热体等的电炉中,并在氮气气氛下以450℃进行1个小时。在该热处理期间,不将氧化物半导体膜暴露于大气,从而避免水或氢的混入。

[0105] 注意,热处理装置不限于电炉,还可以包括利用来自被加热气体等的介质的热传导或热辐射来加热待处理物的装置。例如,可以使用LRTA(灯快速热退火)装置、GRTA(气体快速热退火)装置等的RTA(快速热退火)装置。LRTA装置是通过从诸如卤素灯、金卤灯、氙弧灯、碳弧灯、高压钠灯或者高压汞灯等的灯发射的光(电磁波)的辐射来加热待处理物的装置。GRTA装置是利用高温气体进行热处理的装置。作为气体,使用如氩等的稀有气体或如氮等的即使进行热处理也不与待处理物发生反应的惰性气体。

[0106] 例如,作为第一热处理,可如下地执行GRTA处理。将物体放入已被加热的惰性气体气氛中,在进行几分钟的加热之后,再从该惰性气体气氛中取出。GRTA处理在短时间内实现高温热处理。另外,即使在温度超过物体的上限温度的情况下也可以采用GRTA处理。注意,在进行处理时,还可以将惰性气体转换为包含氧的气体。这是因为通过在包含氧的气氛下进行第一热处理,可以降低起因于氧空位的能隙中的缺陷能级。

[0107] 注意,作为惰性气体气氛,优选使用以氮或稀有气体(氦、氖或氩等)为主要成分且不包含水或氢等的气氛。例如,将引入到热处理装置中的诸如氮或氦、氖、氩等的稀有气体的纯度设定为6N(99.9999%)以上,优选设定为7N(99.99999%)以上(即,杂质浓度为1ppm以下,优选为0.1ppm以下)。

[0108] 在任何情况下,通过第一热处理减少杂质,形成i型(本征)或基本为i型的氧化物半导体膜,由此可以实现具有非常优良的特性的晶体管。

[0109] 由于上述热处理(第一热处理)具有去除氢或水等的效果,因此也可以将该热处理称为脱水化处理、脱氢化处理等。例如,也可以在将氧化物半导体膜加工为岛状之后,进行该脱水化处理、脱氢化处理。这种脱水化处理、脱氢化处理可进行一次,而也可以进行多次。

[0110] 注意,虽然在此说明了在将氧化物半导体膜加工为岛状之后,进行第一热处理的

情形,但是所公开的发明的一个实施方式不被解释为局限于此。也可以在进行第一热处理之后加工氧化物半导体膜。

[0111] 接着,在第一金属氧化物膜204及氧化物半导体膜206上形成用来形成源电极及漏电极(包括与源电极及漏电极在同一层上形成的布线)的导电膜,并且对该导电膜进行加工来形成源电极208a及漏电极208b(参照图4C)。晶体管的沟道长度L取决于在此形成的源电极208a的边缘和漏电极208b的边缘之间的距离。

[0112] 作为用于源电极208a及漏电极208b的导电膜,例如可以使用包含选自Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、W中的元素的金属膜或以上述元素为成分的金属氮化物膜(氮化钛膜、氮化钼膜、氮化钨膜)等。可以在Al、Cu等的金属膜的下侧及上侧的一方或双方层叠Ti、Mo、W等的高熔点金属膜或这些金属的任一种的金属氮化物膜(氮化钛膜、氮化钼膜、氮化钨膜)。

[0113] 替代地,也可以通过使用导电金属氧化物形成用于源电极208a及漏电极208b的导电膜。作为导电金属氧化物,可以使用氧化铟(In_2O_3)、氧化锡(SnO_2)、氧化锌(ZnO)、氧化铟氧化锡合金($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$,缩写为ITO)、氧化铟氧化锌合金($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$)或包含氧化硅的这些金属氧化物材料的任一种。

[0114] 可以通过使用抗蚀剂掩模的蚀刻进行导电膜的加工。对于形成用于该蚀刻的抗蚀剂掩模时的曝光,优选使用紫外线、KrF激光、ArF激光等。

[0115] 在当沟道长度L短于25nm时进行曝光的情况下,例如优选使用波长极短,即几nm至几十nm的远紫外线进行形成抗蚀剂掩模时的曝光。使用远紫外线的曝光的分辨率高且其聚焦深度也大。因此,也可以使在后面形成的晶体管的沟道长度L减小,从而可以提高电路的工作速度。

[0116] 可以使用所谓的多级灰度掩模形成的抗蚀剂掩模进行蚀刻步骤。使用多级灰度掩模形成的抗蚀剂掩模具有多种厚度,且通过进行灰化可以进一步改变形状;因此,这种抗蚀剂掩模可以用于针对不同图案的多个蚀刻步骤。由此,可以使用多级灰度掩模形成对应于至少两种的不同图案的抗蚀剂掩模,从而实现工艺的简化。

[0117] 注意,优选的是,当进行导电膜的蚀刻时,氧化物半导体膜206的一部分被蚀刻从而在一些情形中形成具有槽部(凹部)的氧化物半导体膜。

[0118] 然后,也可以进行使用诸如 N_2O 、 N_2 或Ar等的气体的等离子体处理,来去除附着到露出的氧化物半导体膜的表面的吸附水等。当进行等离子体处理时,优选在该等离子体处理之后以不暴露于大气的方式形成与氧化物半导体膜206的一部分接触的第二金属氧化物膜210。

[0119] 接着,第二金属氧化物膜210形成为覆盖源电极208a及漏电极208b且与氧化物半导体膜206的一部分接触。然后,栅极绝缘膜212形成为与第二金属氧化物膜210接触(参照图4D)。

[0120] 由于第二金属氧化物膜210与第一金属氧化物膜204相同,因此省略其详细描述。

[0121] 栅极绝缘膜212也与绝缘膜202相同。注意,考虑到晶体管的栅极绝缘膜的功能,对于栅极绝缘膜212也可以采用诸如氧化钨等的相对介电常数高的材料。但是,在此情况下也优选使用通过与第二金属氧化物膜210接触能够在其界面处形成电荷俘获中心的材料。

[0122] 优选的是,在形成第二金属氧化物膜210之后,或在形成栅极绝缘膜212之后,进行第二热处理。将第二热处理的温度设定为250℃以上且700℃以下,优选设定为450℃以上且

600℃以下。优选将第二热处理的温度设定为低于衬底的应变点。

[0123] 可在氮、氧、超干燥空气(含水量为20ppm以下,优选为1ppm以下,更优选为10ppb以下的空气)或稀有气体(氩、氦等)的气氛下进行第二热处理。上述氮、氧、超干燥空气或稀有气体等的气氛优选不包含水、氢等。另外,优选将引入到热处理装置中的氮、氧或稀有气体的纯度设定为6N(99.9999%)以上,优选设定为7N(99.99999%)以上(即,将杂质浓度设定为1ppm以下,优选设定为0.1ppm以下)。

[0124] 第二热处理在氧化物半导体膜206和第二金属氧化物膜210彼此接触的状态下进行。因此,构成氧化物半导体的主要成分材料中之一且可能因上述脱水化(或脱氢化)处理而减少的氧可以从第二金属氧化物膜210向氧化物半导体膜供应。由此,可以减少氧化物半导体膜中的电荷俘获中心。

[0125] 此外,通过这种热处理,第一金属氧化物膜204或第二金属氧化物膜210中的杂质也在同时被去除,从而导致高纯度化。

[0126] 注意,对于进行第二热处理的时序并没有限制,只要是在形成氧化物半导体膜206之后进行第二热处理即可。例如,也可以在形成栅电极214之后进行第二热处理。或者,可以在进行第一热处理之后进行第二热处理,在第一热处理中兼并第二热处理,或在第二热处理中兼并第一热处理。

[0127] 如上述那样,应用第一热处理和第二热处理中的至少一方,由此可以使氧化物半导体膜206尽量地不包含其主要成分以外的杂质而被高纯度化。在高纯度化的氧化物半导体膜206中,来自供体的载流子极少(近于0),载流子浓度低于 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$,优选低于 $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$,更优选低于 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 。

[0128] 然后,形成栅电极214(参照图4E)。作为栅电极214,可以使用诸如钼、钛、钽、钨、铝、铜、钕、铟等金属材料或以该金属材料为主要成分的合金材料来形成。注意,栅电极214可具有单层结构或叠层结构。

[0129] 通过上述工艺形成晶体管110。

[0130] 〈晶体管120的制造工艺〉

[0131] 参照图5A至5E说明图3A所示的晶体管120的制造工艺的一例。除了根据氧化物半导体膜206的形状加工第二金属氧化物膜210之外,图3E所示的晶体管160的制造工艺与晶体管120的制造工艺相同。

[0132] 首先,在衬底200上形成绝缘膜202,且在绝缘膜202上与其接触地形成第一金属氧化物膜204(参照图5A)。对于其详细内容,可以参照晶体管110的制造工艺的描述。

[0133] 接着,在第一金属氧化物膜204上形成用来形成源电极及漏电极(包括与源电极及漏电极在同一层形成的布线)的导电膜,并且加工该导电膜来形成源电极208a及漏电极208b(参照图5B)。对于其详细内容,可以参照晶体管110的制造工艺的描述。

[0134] 接着,在第一金属氧化物膜204上形成与源电极208a及漏电极208b连接的氧化物半导体膜,并且加工该氧化物半导体膜来形成岛状的氧化物半导体膜206(参照图5C)。对于其详细内容,可以参照晶体管110的制造工艺的描述。

[0135] 接着,第二金属氧化物膜210形成为覆盖源电极208a及漏电极208b且与氧化物半导体膜206的一部分接触。然后栅极绝缘膜212形成为与第二金属氧化物膜210接触(参照图5D)。对于其详细内容,可以参照晶体管110的制造工艺的描述。

[0136] 然后,形成栅电极214(参照图5E)。对于其详细内容,可以参照晶体管110的制造工艺的描述。

[0137] 通过上述工艺形成晶体管120。

[0138] 在根据本实施方式的晶体管中,在氧化物半导体膜的顶面部及底面部层叠有包含与氧化物半导体膜相似的成分的金属氧化物膜,并且,在金属氧化物膜中的与接触到氧化物半导体膜的面相反的面上与其接触地设置有包含与金属氧化物膜及氧化物半导体膜不同的成分的绝缘膜。由此,包含与氧化物半导体膜相容的材料金属氧化物膜设置成与氧化物半导体膜接触,其抑制因半导体装置的工作等而产生的电荷等被俘获到氧化物半导体膜和金属氧化物膜之间的界面处。而且,通过使包含在界面处形成电荷俘获中心的材料绝缘物设置成与金属氧化物膜接触的,由此可以在金属氧化物膜和绝缘物之间的界面处俘获上述电荷。由此,可以缓和电荷给氧化物半导体膜带来的不利影响,因此可以抑制因氧化物半导体膜界面处的电荷俘获而造成的晶体管的阈值电压波动。

[0139] 通过利用热处理从氧化物半导体去除氢、水分、羟基或氢化物(也称为氢化合物)等的杂质,并对供应在进行杂质的去除步骤的同时减少的构成氧化物半导体的主要成分的氧,用于晶体管的活性层的氧化物半导体膜被高纯度化为在电性上i型(本征)化。包括该高纯度化的氧化物半导体膜的晶体管的电特性变动可能较少,因而在电性上稳定。

[0140] 当在氧化物半导体膜的界面处电荷被俘获时,晶体管的阈值电压移动(例如,当在背沟道一侧正电荷被俘获时,晶体管的阈值电压移动到负方向)。作为这种电荷俘获的主要原因之一,可以举出阳离子(或成为其源的原子)移动及俘获的模型。在包括氧化物半导体的晶体管中,这种阳离子源可以是氢原子。在所公开的发明中,使用高纯度化的氧化物半导体,且该氧化物半导体与金属氧化物膜和绝缘膜的叠层结构接触,因此还可以抑制在上述模型中假设的起因于氢的电荷俘获。上述模型被认为在氢的离子化率例如为10%左右的情况下会实现。

[0141] 由此,可以提供包括氧化物半导体且具有稳定电特性的半导体装置。因此,可以提供可靠性高的半导体装置。

[0142] 如上所述,本实施方式所示的结构、方法等可以与其他实施方式所示的结构、方法等适当地组合而使用。

[0143] 实施方式2

[0144] 可以通过使用在实施方式1中例示的晶体管制造具有显示功能的半导体装置(也称为显示装置)。通过将包括晶体管的驱动电路的一部分或全部可在形成有像素部的衬底上形成,由此可以形成面板上系统。

[0145] 在图6A中,密封剂4005设置成围绕设置在第一衬底4001上的像素部4002,并且,像素部4002用密封剂4005和第二衬底4006进行密封。在图6A中,在第一衬底4001上的与由密封剂4005围绕的区域不同的区域中安装有使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成在另行制备的衬底上的扫描线驱动电路4004和信号线驱动电路4003。由FPC(柔性印刷电路)4018a、FPC4018b向另行形成的信号线驱动电路4003、扫描线驱动电路4004和像素部4002供应各种信号及电位。

[0146] 在图6B和6C中,密封剂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、扫描线驱动电路4004与显示元件一起由第一衬底4001、密封剂4005以及第二衬底4006密封。在图6B和6C中,在第一衬底4001上的与由密封剂4005围绕的区域不同的区域中安装有使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成在另行制备的衬底上的信号线驱动电路4003。在图6B和6C中,从FPC 4018向另行形成的信号线驱动电路4003、扫描线驱动电路4004和像素部4002供应各种信号及电位。

[0147] 尽管图6B和6C示出另行形成信号线驱动电路4003并且将该信号线驱动电路4003安装到第一衬底4001的实例,但是本发明不局限于该结构。既可以另行形成扫描线驱动电路并进行安装,又可以另行仅形成信号线驱动电路的一部分或者扫描线驱动电路的一部分并进行安装。

[0148] 注意,对另行形成的驱动电路的连接方法没有特别的限制,而可以采用COG(玻璃上芯片)方法、引线键合方法或者TAB(卷带式自动接合)方法等。图6A是通过COG方法安装信号线驱动电路4003、扫描线驱动电路4004的例子。图6B是通过COG方法安装信号线驱动电路4003的例子。图6C是通过TAB方法安装信号线驱动电路4003的例子。

[0149] 显示装置包括密封有显示元件的面板和在该面板中安装有诸如控制器的IC等的模块。

[0150] 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)。显示装置还包括:安装有连接器诸如FPC、TAB胶带或TCP的模块;在TAB胶带或TCP的端部上设置有印刷线路板的模块;通过COG方式将IC(集成电路)直接安装到显示元件的模块。

[0151] 设置在第一衬底上的像素部及扫描线驱动电路包括多个晶体管,并且,可以应用在实施方式1中描述的任一晶体管。

[0152] 作为设置在显示装置中的显示元件,可以使用液晶元件(也称为液晶显示元件)、发光元件(也称为发光显示元件)。发光元件将由电流或电压控制亮度的元件包括在其范畴内的无机EL(电致发光)、有机EL等。此外,也可以使用诸如电子墨等由于电作用而改变对比度的显示媒体。

[0153] 参照图7至图9说明半导体装置的一个实施方式。图7至图9对应于沿着图6B的M-N取得的截面图。

[0154] 如图7至图9所示,半导体装置包括连接端子电极4015及端子电极4016,连接端子电极4015及端子电极4016通过各向异性导电膜4019电连接到FPC4018所包括的端子。

[0155] 连接端子电极4015由与第一电极层4030相同的导电膜形成。端子电极4016由与晶体管4010、晶体管4011的源电极及漏电极相同的导电膜形成。

[0156] 设置在第一衬底4001上的像素部4002、扫描线驱动电路4004各自包括多个晶体管。在图7至图9中例示像素部4002所包括的晶体管4010、扫描线驱动电路4004所包括的晶体管4011。

[0157] 在本实施方式中,作为晶体管4010、晶体管4011,可以应用在实施方式1中示出的晶体管。晶体管4010、晶体管4011的电特性变动被抑制,并且在电性上是稳定的。如上所述,作为图7至图9所示的本实施方式的半导体装置,可以提供可靠性高的半导体装置。

[0158] 设置在像素部4002中的晶体管4010电连接到显示元件,以构成显示面板。只要可以进行显示就对显示元件没有特别的限制,可以使用各种各样的显示元件。

[0159] 图7示出作为显示元件的使用液晶元件的液晶显示装置的示例。在图7中,作为显

示元件的液晶元件4013包括第一电极层4030、第二电极层4031以及液晶层4008。注意,以夹持液晶层4008的方式设置有用取向膜的绝缘膜4032、绝缘膜4033。第二电极层4031设置在第二衬底4006一侧。并且,第一电极层4030和第二电极层4031夹着液晶层4008而层叠。

[0160] 通过对绝缘膜选择性地蚀刻可以获得柱状间隔物4035,并且它是为控制液晶层4008的厚度(单元间隙)而设置的。另外,还可以使用球状间隔物。

[0161] 当作为显示元件使用液晶元件时,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。上述液晶材料根据条件而呈现胆甾相、近晶相、立方相、手征向列相、均质相等。

[0162] 另外,还可以使用不需要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。由于蓝相只出现在较窄的温度范围内,因此为了改善温度范围而将混合有几wt%以上的手性试剂的液晶组成物用于液晶层。由于包含呈现蓝相的液晶和手性试剂的液晶组成物的响应速度短,即为1ms以下,并且其具有光学各向同性(所以不需要取向处理),从而视角依赖性小。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破坏,并可以减少制造工艺中的液晶显示装置的不良和破损。从而,可以提高液晶显示装置的生产率。

[0163] 液晶材料的固有电阻率为 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,优选为 $1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,更优选为 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上。注意,本说明书中的固有电阻率的值为在20℃下测量的值。

[0164] 考虑到设置在像素部中的晶体管的泄漏电流等,设定设置在液晶显示装置中的存储电容器的大小,从而能够在预定时间段中保持电荷。因为使用具有高纯度的氧化物半导体膜的晶体管,设置电容的大小相对于各像素中的液晶电容为三分之一以下,优选为五分之一以下的存储电容器,就足够了。

[0165] 在本实施方式中采用的使用高纯度化的氧化物半导体膜的晶体管可以降低截止状态下的电流值(截止状态电流)。因此,可以长时间段地保持诸如图像信号的电信号,并且在电源导通时写入间隔可设置为长。因此,可以降低刷新工作的频率,这导致抑制功耗的效果。

[0166] 在本实施方式中使用的具有高纯度化的氧化物半导体膜的晶体管的电场效应迁移率可相对较高,由此可以进行高速驱动。由此,通过将上述晶体管用于液晶显示装置的像素部,可以提供高图像质量的图像。此外,使用上述晶体管可以在同一个衬底上分别设置驱动电路部、像素部,所以可以削减液晶显示装置的零部件数。

[0167] 液晶显示装置可以采用TN(扭曲向列)模式、IPS(平面内转换)模式、FFS(边缘电场转换)模式、ASM(轴对称排列微单元)模式、OCB(光学补偿弯曲)模式、FLC(铁电性液晶)模式、以及AFLC(反铁电性液晶)模式等。

[0168] 也可以使用常黑型液晶显示装置,例如采用垂直取向(VA)模式的透射型液晶显示装置。垂直取向模式是指控制液晶显示面板的液晶分子的取向的方式的一种。该垂直取向模式是在不施加电压时液晶分子垂直于面板表面取向的方式。作为垂直取向模式,可以举出几个例子。例如可以使用MVA(多畴垂直取向)模式、PVA(垂直取向构型)模式、ASV(高级超视觉)模式等。此外,也可以使用将像素分成几个区域(子像素),并且使分子分别在不同方向上取向的称为多畴化或者多畴设计的方法。

[0169] 在显示装置中,适当地设置黑底(遮光层)、诸如偏振构件、相位差构件、抗反射构

件等的光学构件(光学衬底)等。例如,也可以通过使用利用偏振衬底以及相位差衬底采用圆偏振。此外,作为光源,也可以使用背光灯、侧光灯等。

[0170] 此外,通过利用多个发光二极管(LED)作为背光灯,可采用分时显示方式(场序制驱动方式)。通过采用场序制驱动方式,可以不使用滤光片地进行彩色显示。

[0171] 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。当进行彩色显示时在像素中受到控制的色素不局限于RGB(R、G和B分别对应于红色、绿色和蓝色)的三种颜色。例如,也可以采用RGBW(W对应于白色)、或者对RGB追加黄色、青色、品红色等中的一种颜色以上的颜色。也可以按每个色素的点使其显示区的大小不同。注意,本发明不局限于彩色显示的显示装置,但也可以应用于单色显示的显示装置。

[0172] 或者,作为显示装置所包括的显示元件,可以应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发光材料是有机化合物还是无机化合物来分类。通常,前者被称为有机EL元件,而后者被称为无机EL元件。

[0173] 在有机EL元件中,通过对发光元件施加电压,电子及空穴分别从一对电极注入到包括具有发光有机化合物的层,并且电流流过。这些载流子(电子及空穴)重新结合,由此发光有机化合物被激发。发光有机化合物从该激发状态回到基态,由此发光。由于这种机制,这种发光元件被称为电流激发型发光元件。

[0174] 无机EL元件根据其元件结构而分类为分散型无机EL元件和薄膜型无机EL元件。分散型无机EL元件具有发光层,其中发光材料的微粒分散在粘合剂中,并且其发光机制是利用施主能级和受主能级的施主-受主复合型发光。薄膜型无机EL元件具有一种结构,其中发光层夹在介电层之间,并且该夹着发光层的介电层由电极夹住,其发光机制是利用金属离子的内壳层电子跃迁的定域型发光。注意,这里将有机EL元件用作发光元件的示例来进行说明。

[0175] 为了取出发光,使发光元件的一对电极中的至少一个为透明即可。然后,在衬底上形成晶体管及发光元件。作为发光元件,有从与衬底相反一侧的表面取出发光的顶部发射结构;从衬底一侧的表面取出发光的底部发射结构;从衬底一侧及与衬底相反一侧的表面取出发光的双面发射结构的发光元件,可以应用上述任一种发射结构的发光元件。

[0176] 图8示出作为显示元件的使用发光元件的发光装置的示例。作为显示元件的发光元件4513电连接到设置在像素部4002中的晶体管4010。发光元件4513的结构是由第一电极层4030、电致发光层4511、第二电极层4031构成的叠层结构,但是,不局限于该结构。根据从发光元件4513取出的光的方向等,可以适当地改变发光元件4513的结构。

[0177] 分隔壁4510可使用有机绝缘材料或者无机绝缘材料形成。尤其是,使用感光树脂材料,在第一电极层4030上形成开口部,并且将该开口部的侧壁形成为具有连续曲率的倾斜面。

[0178] 场致发光层4511可以使用一个层构成,也可以使用多个层的叠层构成。

[0179] 为了防止氧、氢、水分、二氧化碳等侵入发光元件4513中,可以在第二电极层4031及分隔壁4510上形成保护膜。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。在由第一衬底4001、第二衬底4006以及密封剂4005密封的空间中设置有填充材料4514并被密封。如此,为了不暴露于外部大气,优选使用保护薄膜(诸如粘合薄膜、紫外线固化树脂薄膜等)、或气密性高且脱气少的覆盖材料来对发光元件进行封装(密封)。

[0180] 作为填充材料4514,除了氮或氩等惰性气体以外,还可以使用紫外线固化树脂、热固化树脂,并且,可以使用PVC(聚氯乙烯)、丙烯酸树脂、聚酰亚胺、环氧树脂、硅酮树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)或者EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)。例如,作为填充材料而使用氮。

[0181] 如果需要,则可以在发光元件的射出表面上适当地设置诸如偏振片、圆偏振片(包括椭圆偏振片)、相位差板(1/4板或1/2板)、滤色片等的光学膜。此外,也可以在偏振片或圆偏振片上设置防反射膜。例如,可以进行抗眩光处理,该处理是利用表面的凹凸来扩散反射光而可以降低眩光的处理。

[0182] 作为显示装置,也可以提供使电子墨驱动的电子纸。电子纸也称为电泳显示装置(电泳显示器),并且具有如下优点:与纸相同的易读性;其耗电量比其他显示装置的耗电量低;形状薄且轻。

[0183] 作为电泳显示装置,有各种各样的形式。电泳显示装置包含多个包括具有正电荷的第一微粒和具有负电荷的第二微粒的微胶囊分散在溶剂或溶质中。通过对微胶囊施加电场,使微胶囊中的微粒彼此移动到相对方向,以只显示集合在一方侧的微粒的颜色。注意,第一微粒或者第二微粒包括染料,并且,当没有电场时不移动。此外,第一微粒的颜色和第二微粒的颜色不同(可以是无色)。

[0184] 由此,电泳显示装置是利用介电常数高的物质移动到高电场区,即所谓的介电泳效应的显示器。

[0185] 分散有上述微囊的溶剂被称为电子墨。该电子墨可以印刷到玻璃、塑料、布、纸等的表面上。另外,还可以通过使用滤色片、具有色素的微粒来进行彩色显示。

[0186] 注意,作为微囊中的第一微粒及第二微粒,可使用选自导电材料、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、磁泳材料中的一种材料或这些的材料的复合材料。

[0187] 作为电子纸,还可以应用使用旋转球显示方式的显示装置。旋转球显示方式是如下方法,即将分别涂为白色和黑色的球形微粒排列在用于显示元件的电极层的第一电极层与第二电极层之间,且在第一电极层与第二电极层之间产生电位差来控制球形微粒的方向,以进行显示。

[0188] 图9示出半导体装置的一个实施方式的有源矩阵型电子纸。图9所示的电子纸是使用旋转球显示方式的显示装置的示例。

[0189] 在连接到晶体管4010的第一电极层4030与设置在第二衬底4006上的第二电极层4031之间设置有具有黑色区4615a及白色区4615b并且在该黑色区4615a及白色区4615b的周围包括填充有液体的空腔4612的球形微粒4613。球形微粒4613周围的空间填充有诸如树脂等的填充材料4614。第二电极层4031对应于公共电极(对置电极)。第二电极层4031电连接到公共电位线。

[0190] 注意,在图7至图9中,作为第一衬底4001、第二衬底4006,除了玻璃衬底以外,还可以使用柔性衬底。例如,可以使用具有透光性的塑料衬底等。作为塑料衬底,可以使用FRP(纤维增强塑料)板、PVF(聚氟乙烯)薄膜、聚酯薄膜或丙烯酸树脂薄膜。也可以使用具有由PVF薄膜或聚酯薄膜夹住铝箔的结构薄片。

[0191] 绝缘层4021可以使用无机绝缘材料或者有机绝缘材料来形成。注意,使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺、苯并环丁烯树脂、聚酰胺、环氧树脂等具有耐热性的有机绝缘材料适于用

作平坦化绝缘膜。此外,除了上述有机绝缘材料以外,还可以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。也可以通过层叠多个由这些材料形成的绝缘膜,来形成绝缘层。

[0192] 对绝缘层4021的形成方法没有特别的限制,可以根据其材料而利用溅射法、旋涂法、浸渍法、喷涂法、液滴喷射法(例如喷墨法、丝网印刷、胶版印刷等)等。也可以通过辊涂、幕式涂布、刮刀式涂布等形成绝缘层4021。

[0193] 显示装置通过透射来自光源或显示元件的光来进行显示。因此,设置在透射光的像素部中的衬底、绝缘膜、导电膜等的薄膜全都对可见光波长区的光具有透光性。

[0194] 关于对显示元件施加电压的第一电极层及第二电极层(也称为像素电极层、公共电极层、对置电极层等),根据取出光的方向、设置电极层的位置以及电极层的图案结构而选择其透光性或反射性。

[0195] 作为第一电极层4030和第二电极层4031,可以使用包括氧化钨的氧化铟、包括氧化钨的氧化铟锌、包括氧化钛的氧化铟、包括氧化钛的氧化铟锡、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透光性导电材料。

[0196] 第一电极层4030和第二电极层4031可以使用钨(W)、钼(Mo)、锆(Zr)、铪(Hf)、钒(V)、铌(Nb)、钽(Ta)、铬(Cr)、钴(Co)、镍(Ni)、钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、铜(Cu)、银(Ag)等的金属、其合金或者其氮化物中的一种或多种来形成。

[0197] 第一电极层4030和第二电极层4031可以使用包括导电高分子(也称为导电聚合物)的导电组成物来形成。作为导电高分子,可以使用所谓的 π 电子共轭基导电高分子。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、或者由苯胺、吡咯和噻吩中的两种以上构成的共聚物或其衍生物等。

[0198] 由于晶体管容易受到静电等的破坏,因此优选设置驱动电路保护用的保护电路。保护电路优选使用非线性元件构成。

[0199] 如上所述,通过使用在实施方式1中例示的任一个晶体管,可以设置可靠性高的半导体装置。注意,不仅可将实施方式1所描述的晶体管应用于具有上述显示功能的半导体装置,而且还可以将它应用于具有各种功能的半导体装置,诸如安装在电源电路中的功率器件、LSI等的半导体集成电路、具有读取对象物的信息的图像传感器功能的半导体装置等。

[0200] 本实施方式所述的结构、方法等可以与其他实施方式所示的结构、方法等适当地组合而使用。

[0201] 实施方式3

[0202] 可将本说明书中公开的半导体装置应用于多种电子设备(还包括游戏机)。作为电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、数码相机、数码摄像机等影像拍摄装置、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、移动信息终端、声音再现装置、弹子机等大型游戏机等。对具备在上述实施方式中说明的液晶显示装置的电子设备的例子进行说明。

[0203] 图10A示出笔记本个人计算机,由主体3001、框体3002、显示部3003以及键盘3004等构成。通过应用实施方式1或实施方式2所示的半导体装置,可以提供高可靠性的笔记本个人计算机。

[0204] 图10B示出便携式信息终端(PDA),在主体3021中包括显示部3023、外部接口3025

以及操作按钮3024等。还具备操作便携式信息终端用附件的触屏笔3022。通过应用实施方式1或实施方式2所示的半导体装置,可以提供高可靠性的便携式信息终端(PDA)。

[0205] 图10C示出电子书阅读器的一例。例如,电子书阅读器2700由两个框体,即框体2701及框体2703构成。框体2701及框体2703通过轴部2711形成为一体,且可以以该轴部2711为轴进行开关工作。通过采用这种结构,可以进行如纸质书那样的工作。

[0206] 框体2701组装有显示部2705,而框体2703组装有显示部2707。显示部2705及显示部2707可以是一个图像或不同图像。通过采用显示不同图像的结构,例如在右边的显示部(图10C中的显示部2705)中可以显示文章,而在左边的显示部(图10C中的显示部2707)中可以显示图像。通过应用实施方式1或实施方式2所示的半导体装置,可以提供高可靠性的电子书阅读器2700。

[0207] 在图10C中示出框体2701设置有操作部等的例子。例如,在框体2701中设置电源开关2721、操作键2723、扬声器2725等。利用操作键2723可以翻页。注意,在与框体的显示部相同的平面上可以设置键盘、定位装置等。另外,也可以采用在框体的背面或侧面具备外部连接端子(耳机端子、USB端子等)、记录介质插入部等的结构。再者,电子书阅读器2700也可以具有电子词典的功能。

[0208] 电子书阅读器2700也可以采用能够以无线的方式收发信息的配置。还可以采用以无线的方式从电子书服务器购买所希望的书籍数据等,然后下载的配置。

[0209] 图10D示出移动电话,其由框体2800及框体2801的两个框体构成。框体2801具备显示面板2802、扬声器2803、麦克风2804、定位装置2806、影像拍摄用透镜2807、外部连接端子2808等。框体2800具备对移动电话进行充电的太阳能电池2810、外部存储器槽2811等。另外,在框体2801内组装有天线。通过应用实施方式1或实施方式2所示的半导体装置,可以提供高可靠性移动电话。

[0210] 另外,显示面板2802设置有触摸屏。在图10D中,通过虚线示出的显示为图像的多个操作键2805。注意,还安装有用来将从太阳能电池2810输出的电压升压到各电路所需的电压的升压电路。

[0211] 显示面板2802根据使用方式适当地改变显示的方向。另外,由于在与显示面板2802同一面上设置影像拍摄用透镜2807,因此可以实现可视电话。扬声器2803及麦克风2804不局限于音频通话,还可以进行可视通话、录音、再生等。再者,滑动框体2800和框体2801可以处于如图10D那样的展开状态和重叠状态,因此可以实现适于携带的小型化。

[0212] 外部连接端子2808可以与AC适配器及诸如USB电缆等的各种电缆连接,并可以进行充电及与个人计算机等的通信。另外,通过将记录媒体插入外部储存槽2811中,更大量数据可得以保存及移动。

[0213] 另外,除了上述功能以外,还可提供红外线通信功能、电视接收功能等。

[0214] 图10E示出数码摄像机,其由主体3051、显示部A 3057、取景器3053、操作开关3054、显示部B 3055以及电池3056等构成。通过应用实施方式1或实施方式2所示的半导体装置,可以提供高可靠性是数码摄像机。

[0215] 图10F示出电视装置的一例。在电视装置9600中,框体9601组装有显示部9603。利用显示部9603可以显示图像。在此示出利用支架9605支撑框体9601的结构。通过应用实施方式1或实施方式2所示的半导体装置,可以提供高可靠性的电视装置9600。

[0216] 可以通过利用框体9601所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机进行电视装置9600的操作。或者,也可以采用在遥控器中设置显示部的结构,该显示部显示从该遥控器输出的信息。

[0217] 另外,电视装置9600设置有接收机、调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,也可以进行单向(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。

[0218] 本实施方式所示的结构、方法等可以与其他实施方式所示的结构、方法等适当地组合而使用。

[0219] 本申请基于2010年4月2日向日本专利局提交的日本专利申请S/N.2010-086407,该申请的全部内容通过引用结合于此。

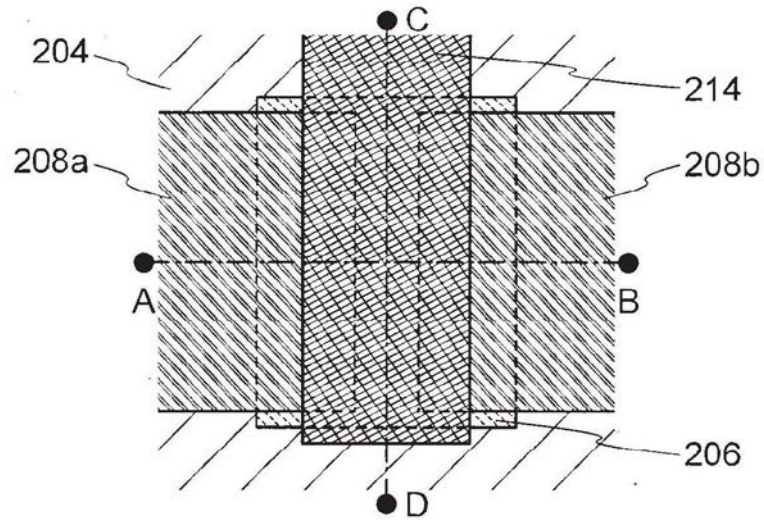


图1A

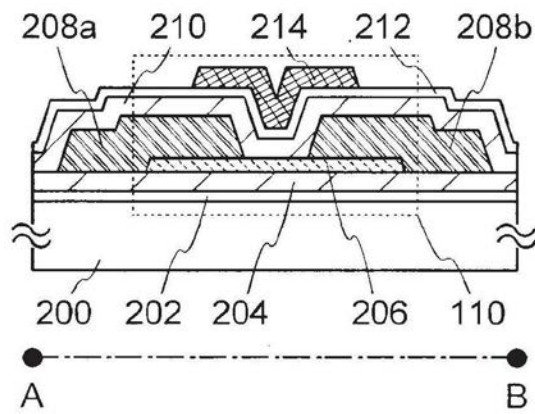


图1B

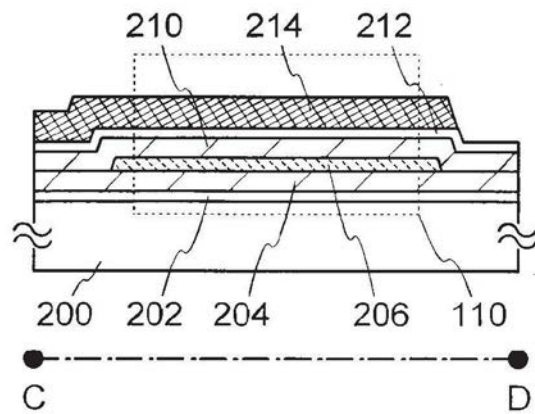


图1C

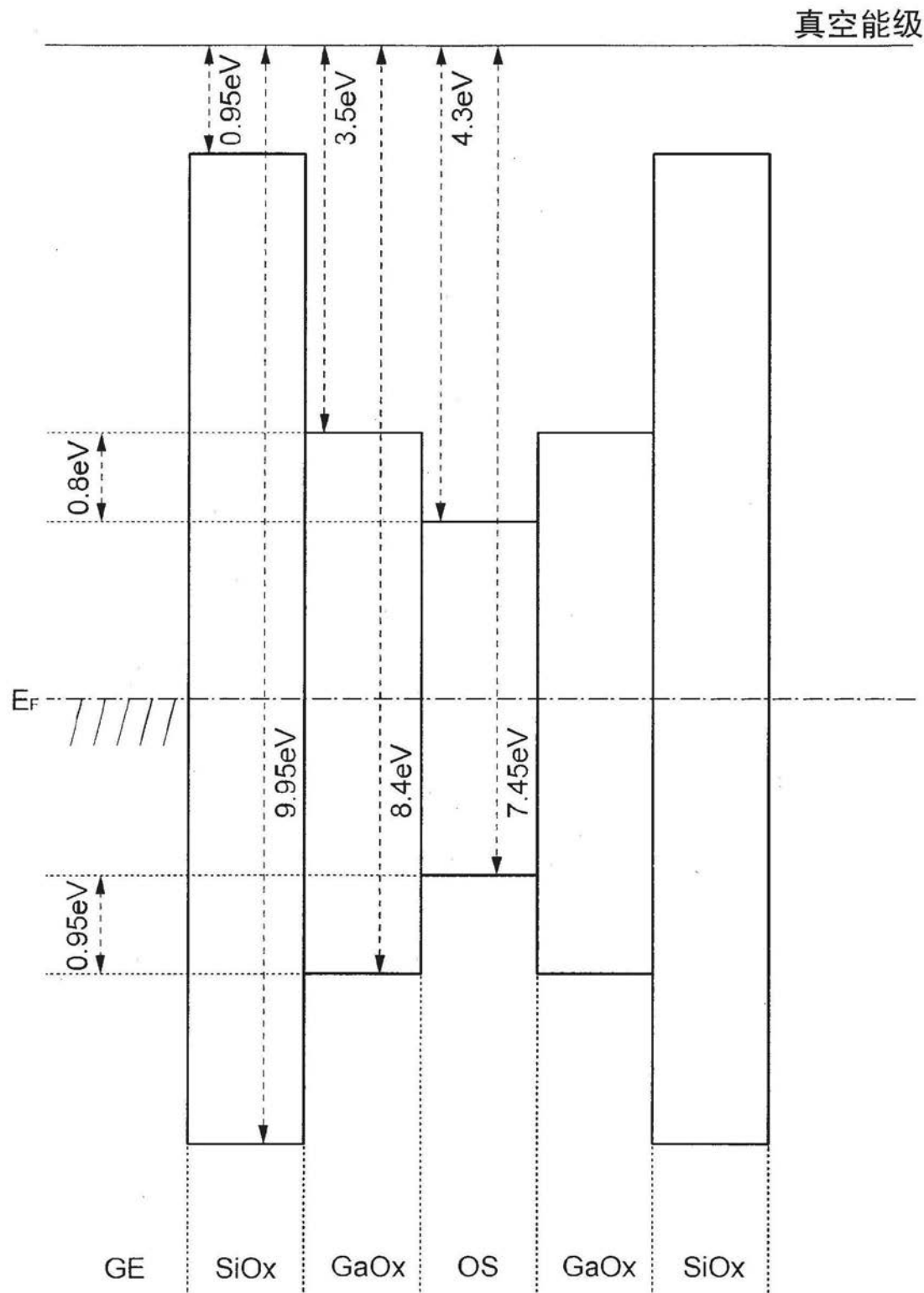


图2

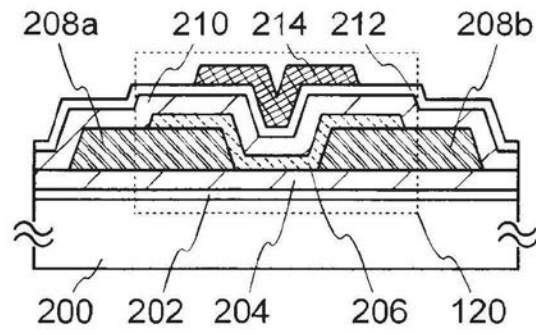


图3A

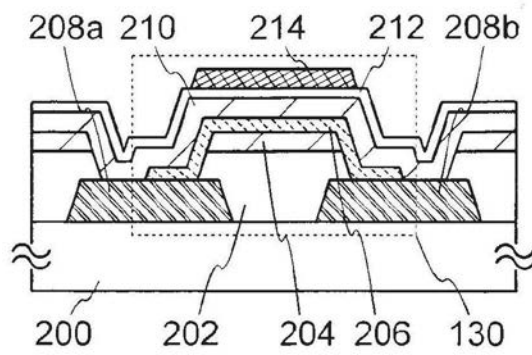


图3B

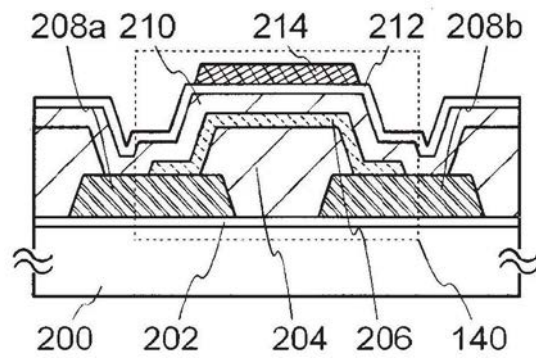


图3C

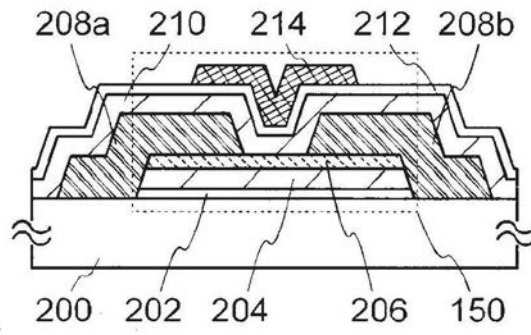


图3D

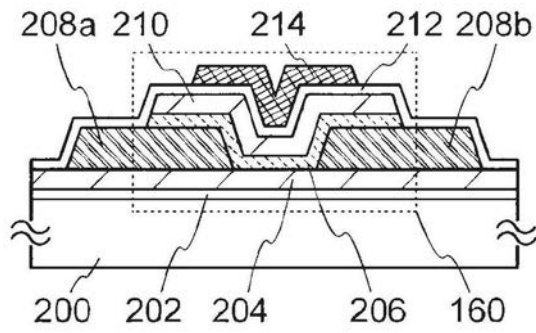


图3E

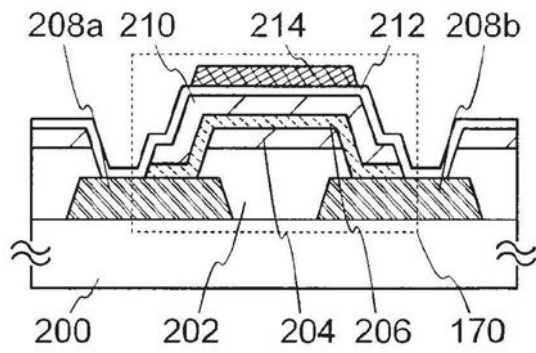


图3F

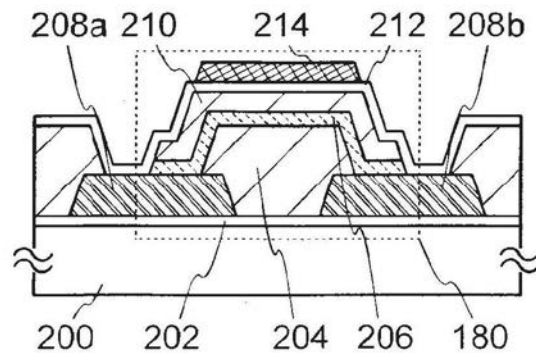


图3G

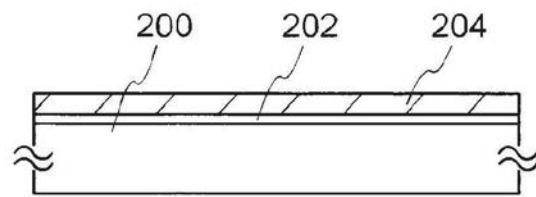


图4A

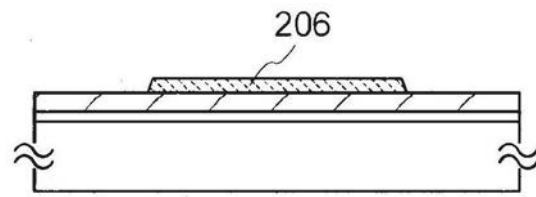


图4B

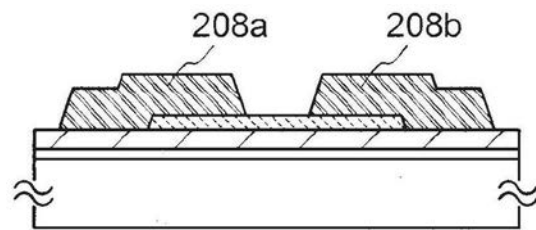


图4C

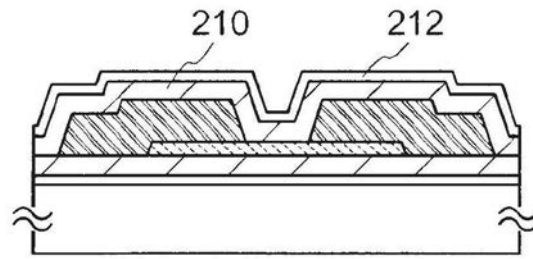


图4D

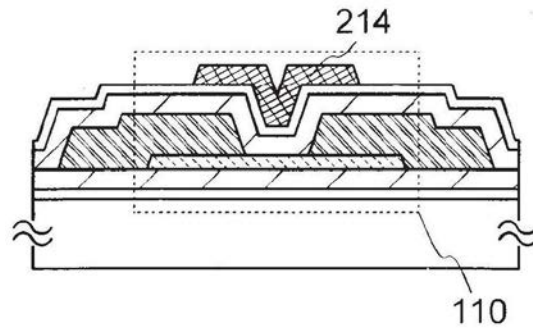


图4E

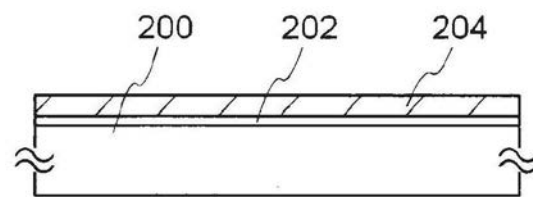


图5A

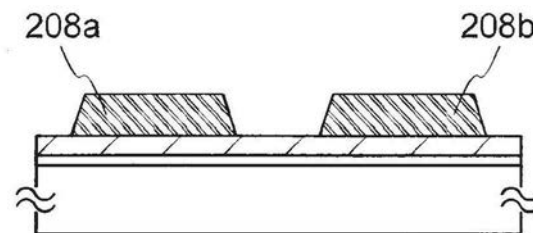


图5B

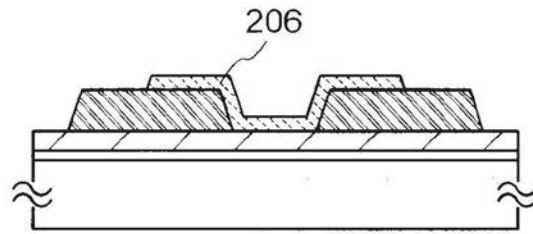


图5C

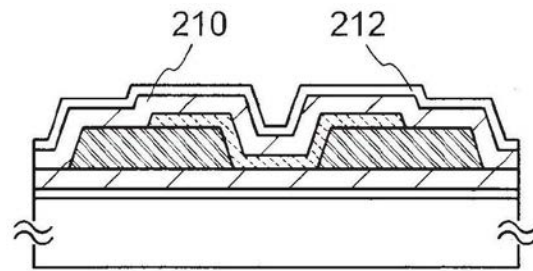


图5D

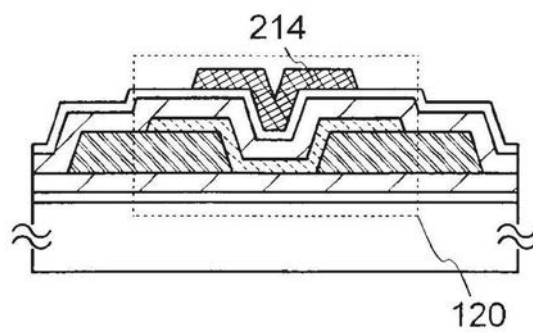


图5E

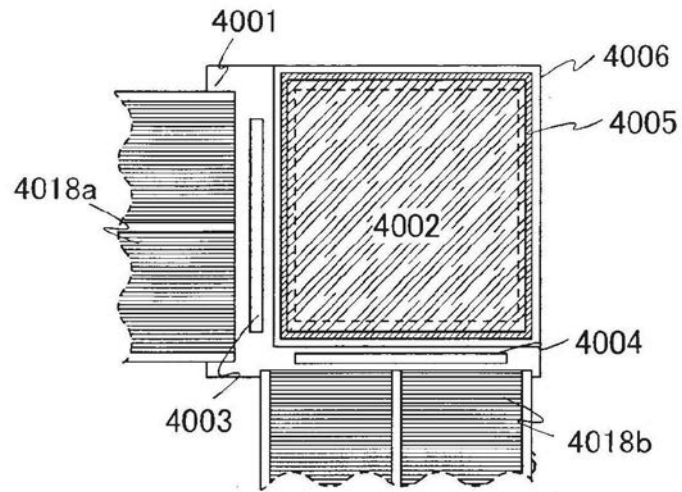


图6A

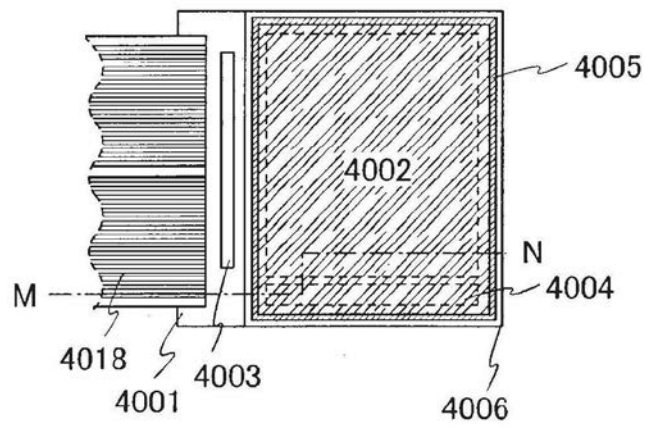


图6B

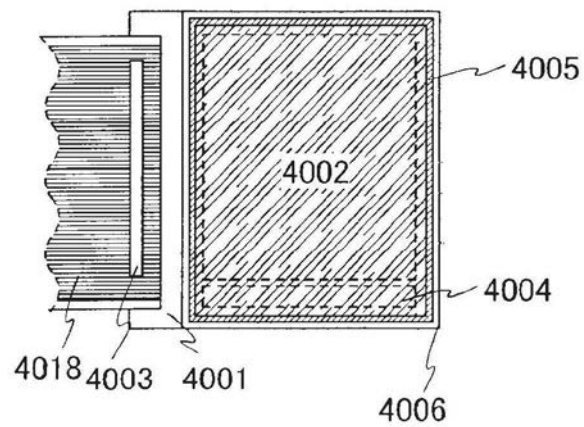


图6C

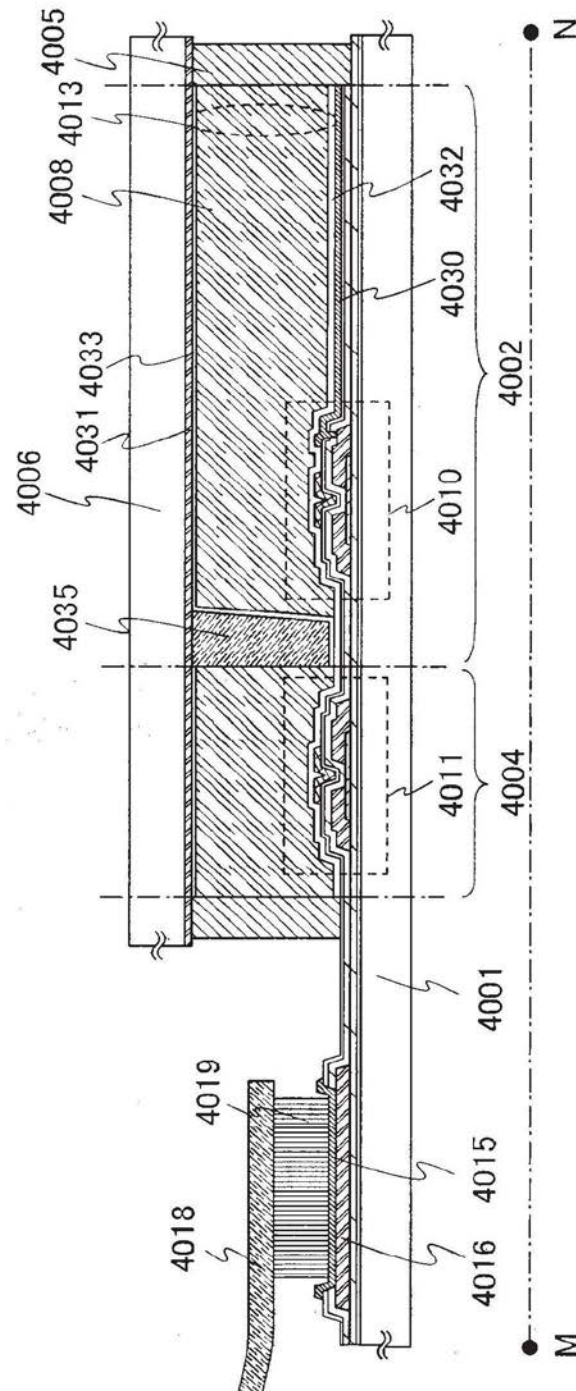


图7

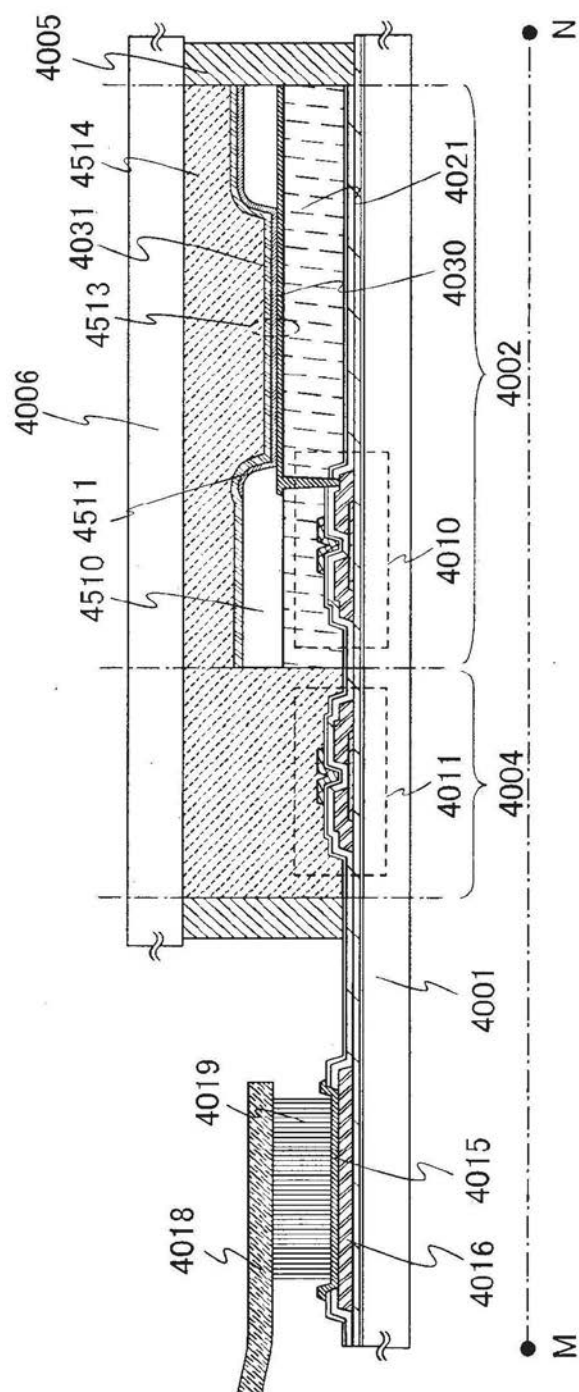


图8

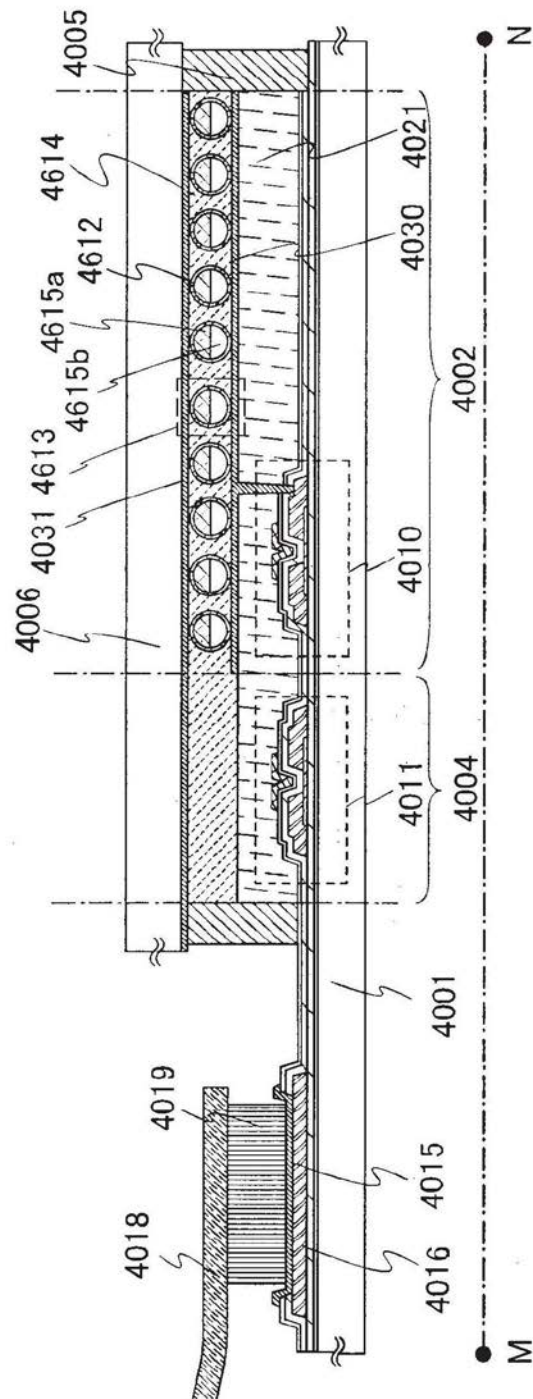


图9

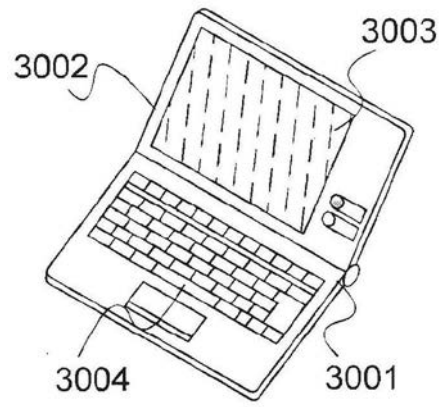


图10A

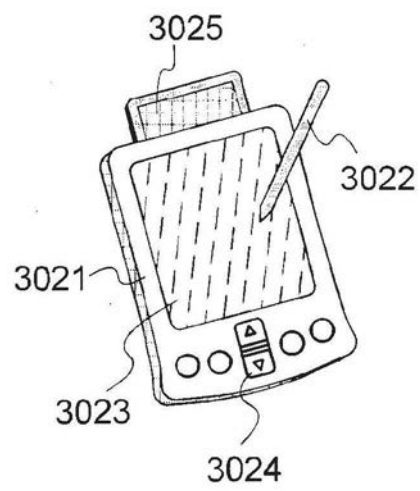


图10B

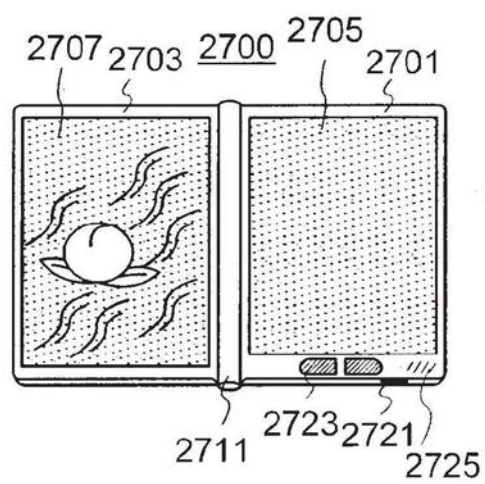


图10C

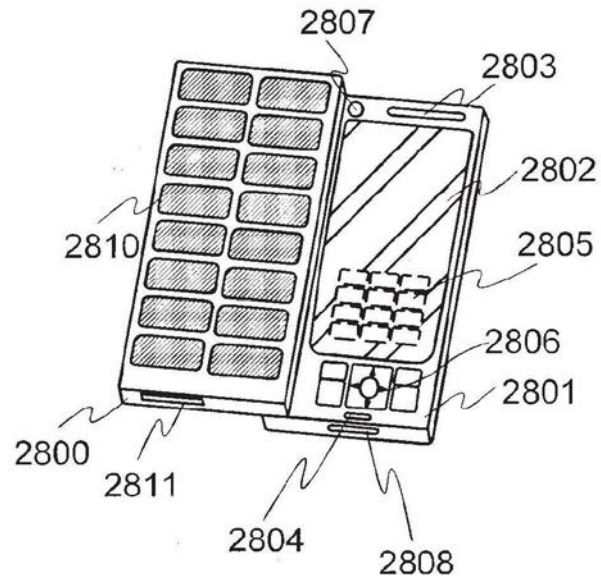


图10D

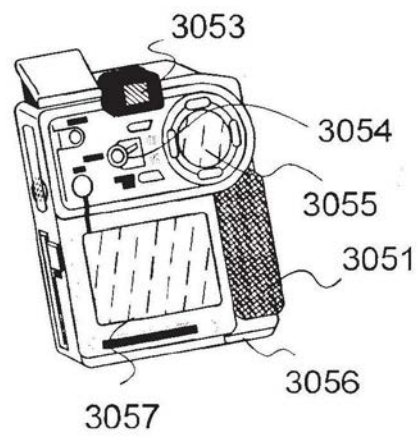


图10E

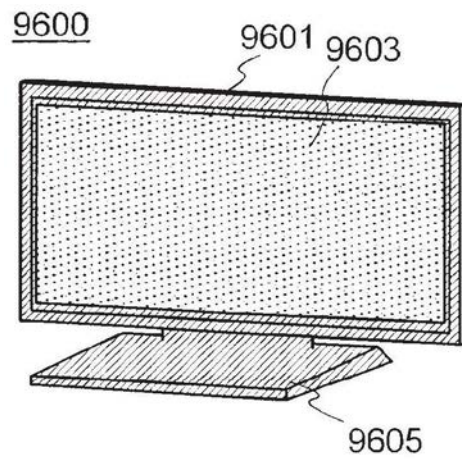


图10F