



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102543832 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201110453108. 2

(22) 申请日 2011. 12. 30

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第五十五研究所

地址 210016 江苏省南京市中山东路 524 号

(72) 发明人 杨洪宝 余雷 洪乙又 樊卫华
铁斌 王绪丰

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 徐冬涛 瞿网兰

(51) Int. Cl.

H01L 21/762(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5317236 A, 1994. 05. 31, 全文.

CN 101981654 A, 2011. 02. 23, 全文.

审查员 周文龙

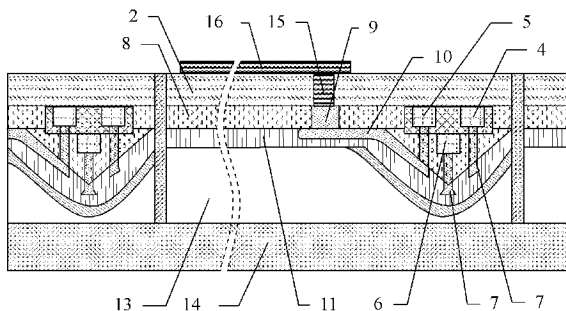
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法

(57) 摘要

一种带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法, 它通过将硅上集成电路部分制作在绝缘硅片上面, 然后用光学胶将绝缘硅片与透明基板粘接起来, 通过机械减薄和化学蚀刻的方法将衬底硅去除掉, 实现硅基基板的透明化, 并在二氧化硅层上面打孔, 将电极引出并实现图形化。以此透明硅基基板制作的器件, 具有结构简单、可靠性高、开口率高等优点。



1. 一种带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法,其特征是它包括以下步骤:

1) 选择绝缘硅片(SOI, SILICON ON INSULATOR)作为 IC 器件制作的基板,所述的绝缘硅片由衬底硅层(3)、二氧化硅绝缘层(2)和器件硅层(1)构成,器件硅层(1)位于顶层,二氧化硅绝缘层(2)位于衬底硅层(3)和器件硅层(1)之间;

2) 在器件硅层(1)上制作 IC 器件;

3) 采用高温氧化法将器件硅层(1)上未制作 IC 器件的部分进行氧化形成透明二氧化硅;

4) 将 IC 器件上需要与外界电气连接的部分提前连接到二氧化硅绝缘层(2)的上面,以方便后续工艺将电极引出;

5) 在 IC 器件上面做钝化层(11)和遮光层(12),以保护 IC 器件在后续制作中不受损伤,以及器件在应用过程中,不受外界光的干扰,而引起器件性能的衰退和劣化;

6) 将器件硅层(1)通过光学胶与透明玻璃基板粘接;

7) 先通过机械减薄再通过化学刻蚀将衬底硅层(3)去除掉;

8) 在二氧化硅绝缘层(2)上打孔将电极引出,并且蒸镀透明的导电电极,光刻形成图形。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的二氧化硅绝缘层(2)的厚度为 $0.4 \sim 1 \mu\text{m}$,器件硅层(1)厚度为 $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的粘接是倒置式单次粘接。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的打孔是采用激光打孔的工艺实现硅片与外界的电气连接。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是 IC 器件包括薄膜晶体管阵列和周边驱动控制电路部分。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的化学刻蚀为湿法刻蚀。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征是所述的湿法刻蚀是用 35% 的 KOH 饱和溶液,刻蚀温度控制在 90°C ,利用二氧化硅绝缘层作为蚀刻的阻挡层,反应自停止,刻蚀速率为 $3 \mu\text{m}/\text{min}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征是所述的化学刻蚀为等离子干法蚀刻。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征是所述的等离子干法蚀刻是采用 ICP 蚀刻机来蚀刻,并利用二氧化硅绝缘层作为硅蚀刻的阻挡层,完成衬底硅的去除。

带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于透射式硅基薄膜晶体管的基板的制作方法,尤其是一种微显示、光电探测学、光通信、消费类电子等领域中使用的透射式硅基透明基板的制作方法。具体地说是一种带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法。

背景技术

[0002] 目前,一般硅基基板是不透明的,在显示领域主要是利用其反射式的用途,比如硅基液晶 LCOS (Liquid Crystal on Silicon),就是属于反射式液晶器件,具有集成度高、分辨率高、器件本身开口率高的特点,广泛应用与微显示领域。但是反射式硅基液晶在光学系统中,需要增加一个额外的偏振分光棱镜 PBS 器件,用于将背光源的光照射到 LCOS 器件表面,反射回来的光也是经过 PBS 器件投射到屏幕或者观察着眼睛,造成整个光路的光利用率降低,光路结构复杂,而且整个模块的体积大,不符合头盔或者近眼显示等领域要求微显示器件体积小、重量轻的特殊要求。

[0003] 而透明的硅基基板可以做出透射式硅基液晶显示器,背光源直接放置于液晶器件后面,不需要额外的 PBS 光学器件,具有光路简单、结构紧凑、体积小、重量轻等优势,同时也具有硅基液晶集成度高、分辨率高等优势特点。

[0004] 透明的硅基基板还可以广泛应用于光通信、消费类电子等领域,用于全透明的场合,不但具有电学上面的高集成度和驱动特性,还具有视觉上面的艺术审美特性。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有的不透明的硅基基板需要 PBS 光学器件才能实现正常显示而造成整个光路的光利用率降低,光路结构复杂,而且整个模块的体积大,不符合头盔或者近眼显示等领域要求微显示器件体积小、重量轻的问题,发明一种无需 PBS 光学器件即可实现成像的带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法。

[0006] 本发明的技术方案是:

[0007] 一种带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法,其特征是它包括以下步骤:

[0008] 1) 选择绝缘硅片(SOI, SILICON ON INSULATOR)作为 IC 器件制作的基板,所述的绝缘硅片由衬底硅层 3、二氧化硅绝缘层 2 和器件硅层 1 构成,器件硅层 1 位于顶层,二氧化硅绝缘层 2 位于衬底硅层 3 和器件硅层 1 之间;

[0009] 2) 在器件硅层 1 上制作 IC 器件;

[0010] 3) 采用高温氧化法将器件硅层 1 上未制作 IC 器件的部分进行氧化形成透明二氧化硅;

[0011] 4) 将 IC 器件上需要与外界电气连接的部分提前连接到二氧化硅绝缘层(2)的上面,以方便后续工艺将电极引出;

[0012] 5) 在 IC 器件上面做钝化层 11 和遮光层 12,以保护 IC 器件在后续制作中不受损伤,以及器件在应用过程中,不受外界光的干扰,而引起器件性能的衰退和劣化;

- [0013] 6) 将安装 IC 器件的器件硅层 1 通过光学胶与透明玻璃基板粘接；
- [0014] 7) 先通过机械减薄再通过化学刻蚀将衬底硅层 3 去除掉；
- [0015] 8) 在二氧化硅绝缘层 2 上打孔将电极引出，并且蒸镀透明的导电电极，光刻形成图形。
- [0016] 所述的二氧化硅绝缘层 2 的厚度为 $0.4 \sim 1 \mu\text{m}$ ，器件硅层 1 厚度为 $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 。
- [0017] 所述的粘接是倒置式单次粘接。
- [0018] 所述的打孔是采用激光打孔的工艺实现硅片与外界的电气连接。
- [0019] 所述的 IC 器件包括薄膜晶体管阵列和周边驱动控制电路部分。
- [0020] 所述的化学刻蚀可为湿法刻蚀。
- [0021] 所述的湿法刻蚀是用 35% 的 KOH 饱和溶液，刻蚀温度控制在 90°C 左右，利用二氧化硅绝缘层作为蚀刻的阻挡层，反应自停止，刻蚀速率为 $3 \mu\text{m}/\text{min}$ 。
- [0022] 所述的化学刻蚀还可为等离子干法蚀刻。
- [0023] 所述的等离子干法蚀刻是采用 ICP 蚀刻机来蚀刻，并利用二氧化硅绝缘层作为硅蚀刻的阻挡层，完成衬底硅的去除。
- [0024] 本发明的有益效果是：
- [0025] 利用本发明的方法制作的透明硅基基板制作的器件，具有结构简单、可靠性高、开口率高等优点。
- [0026] 本发明有利于提高光利用率，减小显示器的尺寸。
- [0027] 利用本发明的基板制作显示器时不需要额外的 PBS 光学器件，具有光路简单、结构紧凑、体积小、重量轻等优势，同时也具有硅基液晶集成度高、分辨率高等优势特点。
- [0028] 本发明的应用范围广，它可以广泛应用于光通信、消费类电子等领域，用于全透明的场合，不但具有电学上面的高集成度和驱动特性，还具有视觉上面的艺术审美特性。

附图说明

- [0029] 图 1 是本发明采用的绝缘硅片 (SOI) 的剖面结构示意图。
- [0030] 图 2 是在 SOI 绝缘硅片上制作的薄膜晶体管 CMOS 开关剖面示意图。
- [0031] 图 3 是将 CMOS 开关的漏极电极转接到二氧化硅绝缘层上。
- [0032] 图 4 是在 IC 器件硅层上面做钝化层以及 CMOS 器件上面做遮光层。
- [0033] 图 5 是绝缘硅片和透明基板用光学胶倒置式单次粘接的示意图。
- [0034] 图 6 是将绝缘硅片的衬底硅减薄去除。
- [0035] 图 7 是将需要引出的电极在二氧化硅层上打孔引出并图形化。
- [0036] 图 8 是制作的透明硅基薄膜晶体管示意图。

具体实施方式

- [0037] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。
- [0038] 如图 1-8 所示。
- [0039] 一种带有 IC 器件的透明硅基基板的制作方法，它包括以下步骤：
- [0040] 1) 选择绝缘硅片 (SOI, SILICON ON INSULATOR) 作为 IC 器件制作的基板，所述的绝缘硅片由衬底硅层 3、二氧化硅绝缘层 2 和器件硅层 1 构成，器件硅层 1 位于顶层，二氧化

硅绝缘层 2 位于衬底硅层 3 和器件硅层 1 之间；

[0041] 制作透明的硅基基板，一般的体硅不能满足要求，需要特殊的硅片，本发明采用 SOI (SILICON ON INSULATOR) 绝缘硅片，它是由衬底硅、二氧化硅绝缘层、顶层的器件硅构成。主要是利用了绝缘硅片的特殊结构特性，以利于对制作的硅上器件进行剥离和转移；

[0042] 2) 在器件硅层 1 上制作 IC 器件；在器件硅层 1 上制作所需要的 IC 器件层主要有透射式硅基薄膜晶体管矩阵阵列、周边的驱动电路、控制电路等，其主要的 IC 器件就是 CMOS 晶体管开关器件，包括源、漏、栅极以及金属连线等，并且在 IC 器件表面要做遮光层，保护器件在使用过程中背光源和外界光对 IC 器件造成劣化甚至失效。还要考虑器件的开口率，IC 器件体积要做的尽量小，金属走线要窄，确保器件的开口率要高；

[0043] 3) 采用高温氧化法将器件硅层 1 上未制作 IC 器件的部分进行氧化形成透明二氧化硅；

[0044] 4) 将 IC 器件上需要与外界电气连接的部分提前连接到二氧化硅绝缘层(2) 的上面，以方便后续工艺将电极引出；

[0045] 5) 在 IC 器件上面做钝化层 11 和遮光层 12，以保护 IC 器件在后续制作中不受损伤，以及器件在应用过程中，不受外界光的干扰，而引起器件性能的衰退和劣化；

[0046] 6) 将安装 IC 器件的器件硅层 1 通过光学胶与透明玻璃基板粘接；

[0047] 7) 先通过机械减薄再通过化学刻蚀将衬底硅层 3 去除掉；

[0048] 8) 在二氧化硅绝缘层 2 上打孔将电极引出，并且蒸镀透明的导电电极，光刻形成图形。

[0049] 本发明通过光学胶粘接透明基板的方法，使需要的器件转移到另外一个透明基板上，然后对原来的衬底硅进行减薄直至透明，而减薄就是先利用机械减薄的工艺将衬底硅减薄到一定的厚度，然后利用绝缘硅片中间的二氧化硅绝缘层作为化学蚀刻剩余衬底硅的阻挡层，对衬底硅去蚀刻掉，直至二氧化硅绝缘层。然后在二氧化硅绝缘层上面打孔，将需要与外界进行电气连接的部分引出，并蒸镀透明的导电金属层，并光刻形成图形，完成电气连接。实现透明硅基基板的制作。

[0050] 将带有 IC 器件的绝缘硅片和透明基板用光学胶粘接起来时，由于器件在绝缘硅片上正面制作的，与透明基板粘接以后就是倒置式，所以是倒置式单次粘接工艺。所采用的光学胶材料（可直接购置或自行配制），自行配置时只要考虑到光学透过率、耐候性、与器件硅层上面的各种材料不能发生反应并且粘接牢固、粘接后应力小、不能产生形变和翘曲等不良缺陷，以及材料本身一般要求环氧系列或者硅胶系列，双组份的形式等要求即可实现配现用，保证粘接性能的可靠性。对粘接工艺的控制，主要体现在控制光学胶层的厚度一致性、粘接完后的固化条件，这个主要根据材料供应商提供的材料特性进行固化，保证胶层厚度的一致性和固化的稳定性和可靠性。

[0051] 以粘接的透明玻璃基板作为支撑基板，通过机械减薄和化学蚀刻相结合的方式将 SOI 硅片的衬底硅减薄至二氧化硅绝缘层。采用的机械减薄主要是用物理的方法将很厚的衬底硅减薄到一定厚度，一般是控制在 30um 左右。剩余的衬底硅再采用化学蚀刻的方式去除掉，直至二氧化硅绝缘层。在这里采用化学蚀刻的方式主要是利用了绝缘硅片中间的二氧化硅层作为蚀刻硅的阻挡层，起到自停止的作用。可以采用湿法蚀刻的方式，比如采用 KOH 饱和溶液，浓度在 30% ~ 45% 之间，腐蚀反应温度在 80 ~ 100℃ 之间，利用腐蚀液对硅

和二氧化硅的蚀刻比 200 :1,可以完成对衬底硅的减薄工艺。也可以采用干法蚀刻的方法,比如采用 ICP 等离子刻蚀工艺,反应化学气体对硅和二氧化硅也有很高的选择性,二氧化硅层也起到阻挡层的作用,将剩余的衬底硅反应掉,直至二氧化硅绝缘层。这两种方法都可以实现对衬底硅的去除工艺。

[0052] 在绝缘层上面打孔时将需要与外界进行电气连接的电极和薄膜晶体管的一个电极比如漏极连接出来,需要在二氧化硅绝缘层上面打孔引出。采用激光打孔的方法,对需要引出电极的地方打孔,并将打的孔进行金属化,并蒸镀透明的金属导电层,作为对外界电气连接的电极。通过二氧化硅绝缘层上打的孔与器件硅层上面的电极实现电气连接,蒸镀到绝缘硅片上面的二氧化硅绝缘层上面的透明导电金属电极通过光刻蚀刻的方式形成需要的图形,实现电极的引出和透明化。这样就制作成了透明的硅基有源驱动基板,作为制作透射式硅基薄膜晶体管有源驱动基板,或者其他应用领域需要透明硅基基板的场合。

[0053] 详述如下:

[0054] 图 1 是本发明的绝缘硅片(SOI)的剖面结构示意图,1 是制作薄膜晶体管阵列和集成电路的器件硅层,2 是二氧化硅绝缘层,3 是衬底硅层。二氧化硅绝缘层的厚度一般是 $0.4 \sim 1 \mu\text{m}$,主要是在化学蚀刻衬底硅时起到阻挡层的作用,器件硅层厚度为 $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$,主要是在上面制作薄膜晶体管等 CMOS 器件。

[0055] 图 2 是在绝缘硅片的器件硅层上面制作薄膜晶体管阵列和周边驱动控制电路部分,主要是 CMOS 开关器件,包括源级 4、漏极 5、栅极 6,并将三个电极引出 7。为了实现透明硅基基板,器件硅层由于制作 CMOS 开关器件体积很小,占用的面积小,剩余的硅层虽然很薄但是也是不透明的,需要将没有用到的器件硅层做特殊的处理,比如高温氧化成二氧化硅层 8,而二氧化硅层是透明的,因此可以保证除做 CMOS 器件以外的部分也是透明的。并充分考虑器件的开口率,器件体积、走线要尽量小,保证器件有一定的开口率。

[0056] 图 3 是为了做透明的硅基基板,将器件需要与外界电气连接的部分和薄膜晶体管的漏极将电极提前连接到绝缘硅片的二氧化硅绝缘层上面,以方便后续工艺将电极引出。CMOS 开关器件的漏极 5 通过金属连线 10,在二氧化硅绝缘层上面 9 上。

[0057] 图 4 是在器件上面做钝化层 11 和遮光层 12,是为了保护器件在后续制作中不受损伤,以及器件在应用过程中,不受外界光的干扰,而引起器件性能的衰退和劣化。

[0058] 图 5 是用光学胶 13 和透明基板 14 进行倒置式单次粘接的示意图。光学胶选用透过率高、粘接能力强、可靠性高的双组份环氧胶,可以耐后续半导体工艺的酸碱工艺、高温工艺,实现可靠粘接。

[0059] 图 6 是以粘接的透明基板作为支撑基板,对绝缘硅片的衬底硅 3 进行去除直至二氧化硅绝缘层 2。首先是采用机械研磨的方法,将衬底硅 3 先从几百微米的厚度磨削到一定厚度,一般是 $30 \mu\text{m}$ 左右,再用化学蚀刻的方法将剩余的衬底硅蚀刻掉,主要利用二氧化硅绝缘层作为化学刻蚀衬底硅的阻挡层来完成。化学刻蚀可以采用湿法刻蚀的方法,比如用 35% 的 KOH 饱和溶液,刻蚀温度控制在 90°C 左右,利用二氧化硅作为蚀刻的阻挡层,反应自停止,刻蚀速率大约在 $3 \mu\text{m}/\text{min}$ 。或者用等离子干法蚀刻的方法,比如 ICP 蚀刻机来蚀刻,也是利用二氧化硅作为硅蚀刻的阻挡层,完成衬底硅的去除。而保留的二氧化硅厚度较薄,本身是透明的。

[0060] 图 7 是在二氧化硅绝缘层上面打孔,将需要引出的电极引出来,并且蒸镀透明的

导电电极,光刻形成图形。15 是通过激光打孔的工艺,在二氧化硅绝缘层上打孔,并且金属化。在二氧化硅绝缘层上面,蒸镀透明的金属导电层,通过光刻刻蚀成需要的图形 16,完成透明硅基板的电极的引出和电极的透明化制作。

[0061] 图 8 是制作的透明硅基基板的示意图。硅基基板的薄膜晶体管单元大部分 17 都是透明的,只有制作薄膜晶体管器件 18 的部分是不透明的,但是只占有限的部分空间,保证了器件的开口率和一定的透过率,19 是周边驱动集成电路部分。

[0062] 以此透明的硅基基板制作透射式硅基微显示器件、光通信器件、消费类电子器件,具有结构紧凑、光路简单、可靠性高、开口率高等优点。

[0063] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

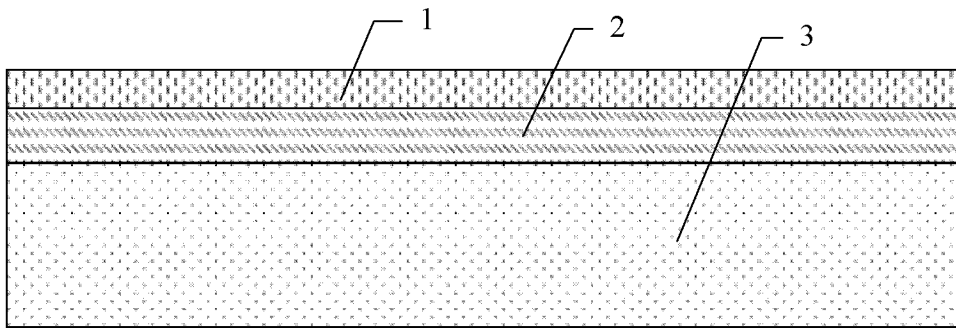


图 1

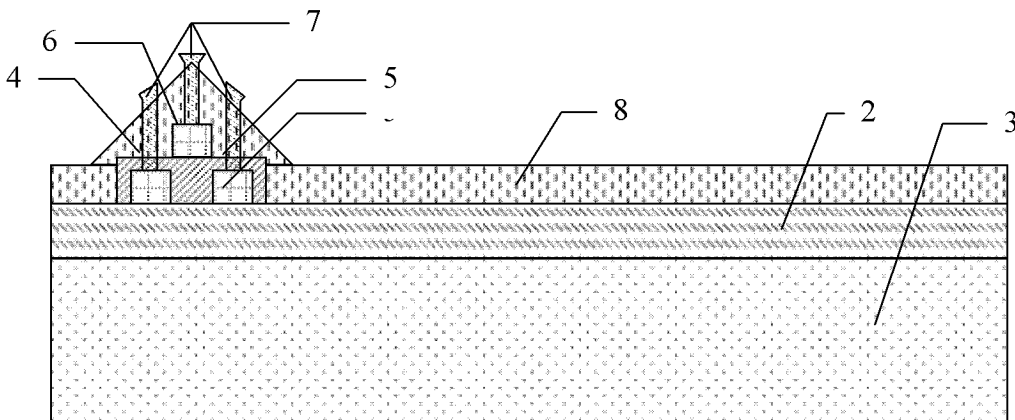


图 2

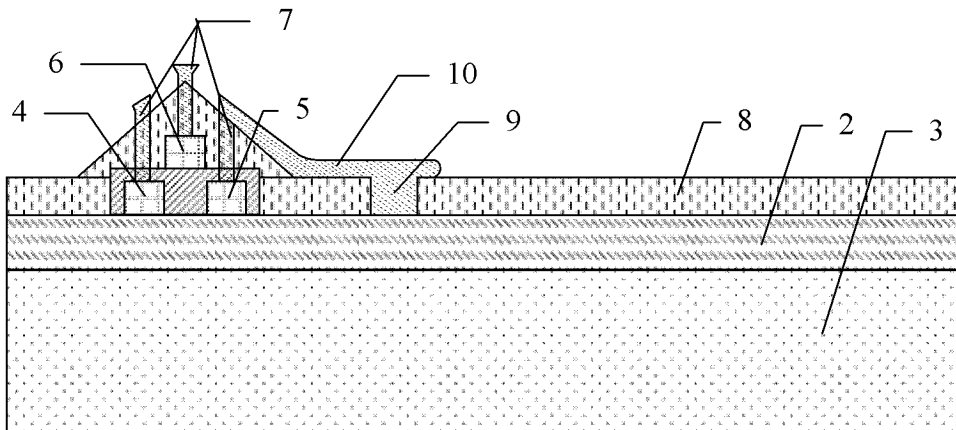


图 3

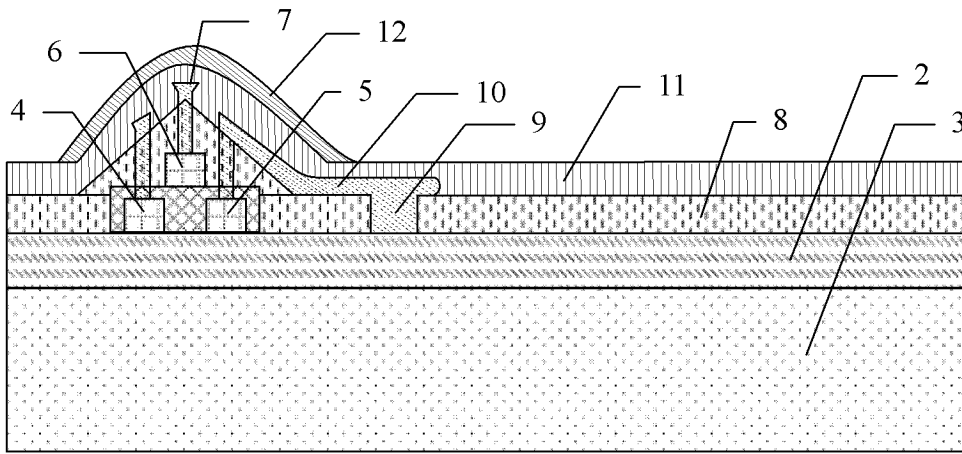


图 4

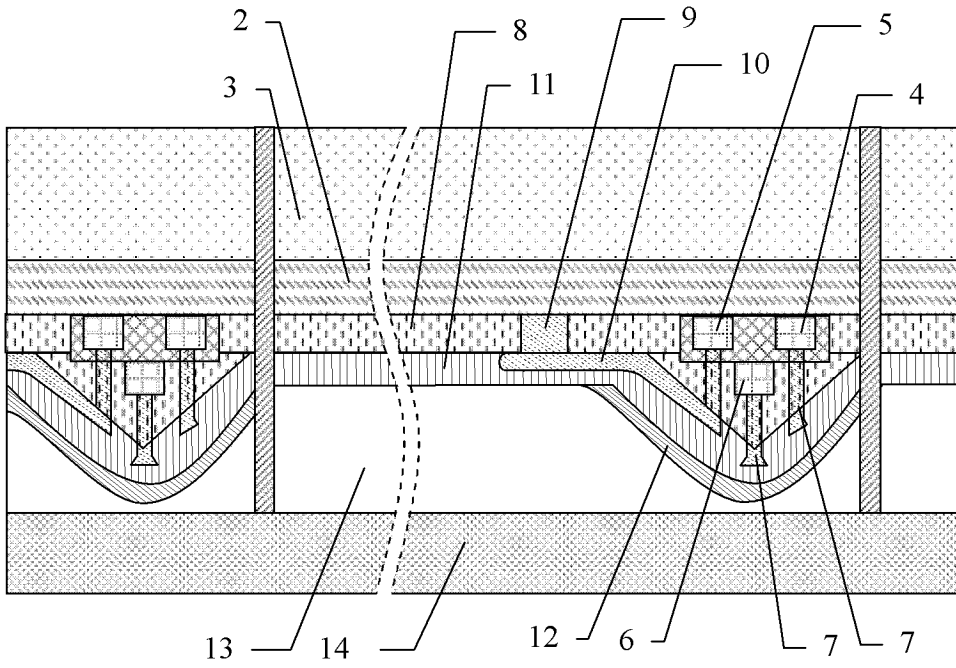


图 5

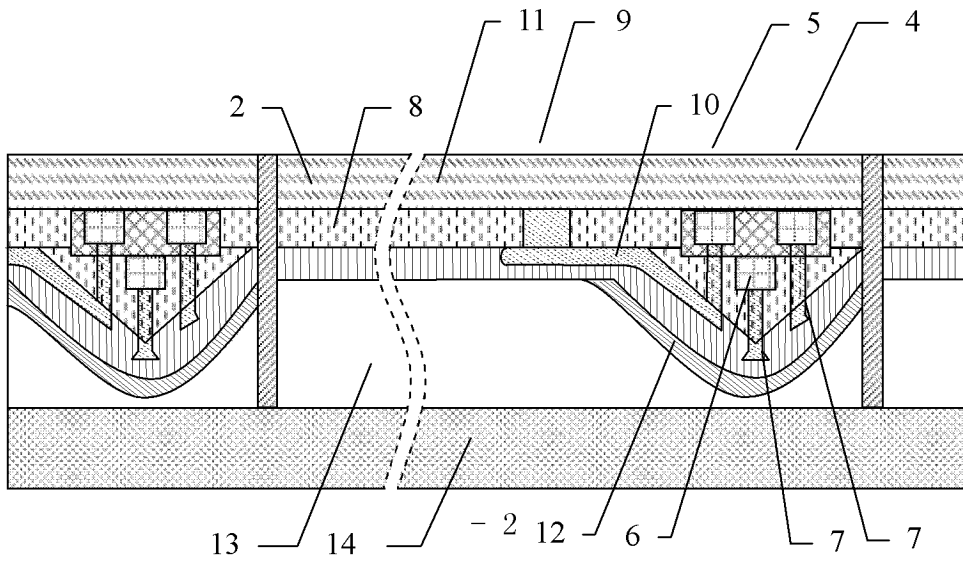


图 6

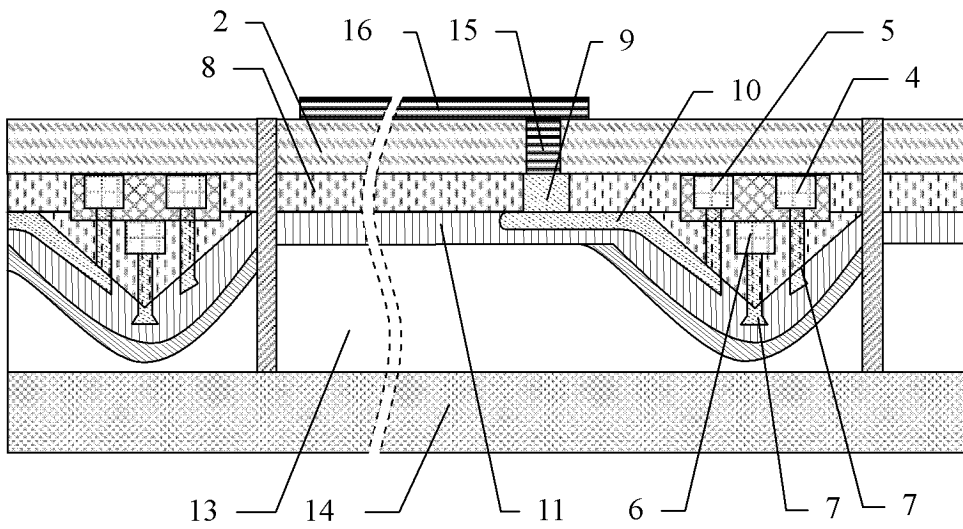


图 7

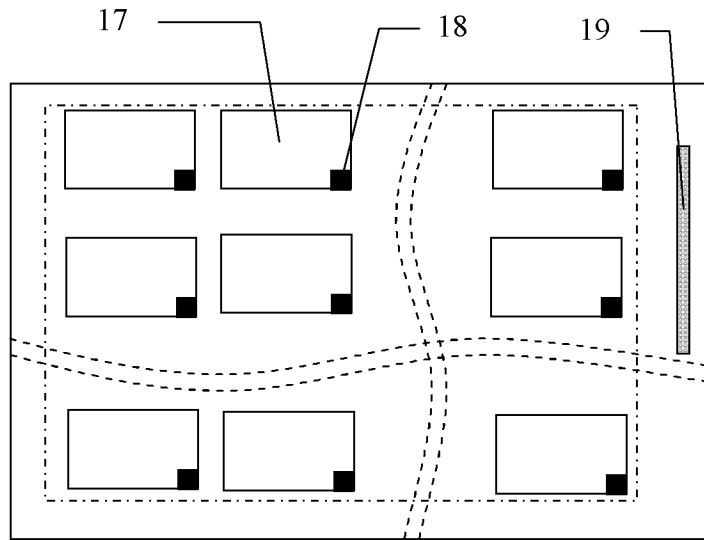


图 8