



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113432778 B

(45) 授权公告日 2023.09.29

(21) 申请号 202110572090.1

CN 110329984 A, 2019.10.15

(22) 申请日 2021.05.25

CN 110803676 A, 2020.02.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 5017511 A, 1991.05.21

申请公布号 CN 113432778 A

CN 108545691 A, 2018.09.18

(43) 申请公布日 2021.09.24

WO 2012055605 A2, 2012.05.03

(73) 专利权人 歌尔微电子股份有限公司

JP H0979928 A, 1997.03.28

地址 266000 山东省青岛市崂山区科苑纬

US 2018313709 A1, 2018.11.01

一路1号青岛国际创新园二期F楼

US 2015247776 A1, 2015.09.03

(72) 发明人 陈磊 朱恩成 张强 闫文明

CN 101900625 A, 2010.12.01

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限

US 2019064026 A1, 2019.02.28

公司 11327

CN 107407609 A, 2017.11.28

专利代理师 王迎 袁文婷

CN 110220624 A, 2019.09.10

(51) Int. Cl.

US 2016109314 A1, 2016.04.21

G01L 13/06 (2006.01)

US 2017343438 A1, 2017.11.30

G01L 19/06 (2006.01)

US 5804735 A, 1998.09.08

G01L 19/00 (2006.01)

CN 110155937 A, 2019.08.23

(56) 对比文件

董建;何晓颖;胡帅;何艳;吕本顺;李冲;郭霞.湿法腐蚀和干法刻蚀工艺对850nm VCSEL高速调制性能的影响.半导体光电.2017,(第06期),55-58.

CN 101958234 A, 2011.01.26

CN 102412269 A, 2012.04.11

审查员 魏晨

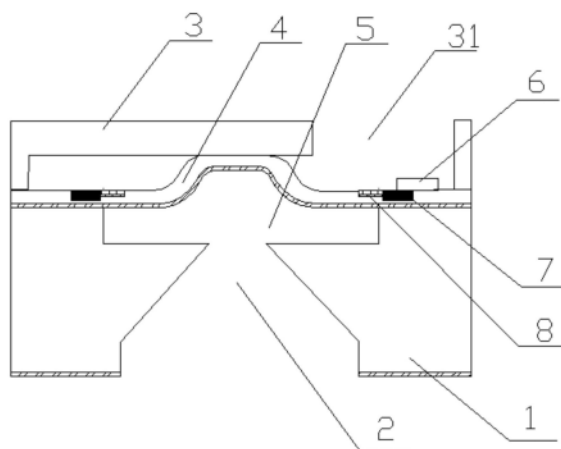
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

MEMS差压传感器及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种MEMS差压传感器及其制造方法,其中MEMS差压传感器包括具有腔体的基底层、架设在基底层的腔体之上的压力敏感膜,以及设置在压力敏感膜远离基底层一侧的保护壳;其中,在静止状态下,压力敏感膜与腔体的底部之间以及与保护壳之间的垂直距离均小于压力敏感膜的最小过载形变量;腔体的底部和保护壳分别形成对压力敏感膜的两侧进行限位的限位结构。利用上述发明能够实现MEMS差压传感器的双向抗高过载,且性能稳定、尺寸小。



CN 113432778 B

1. 一种MEMS差压传感器,其特征在於,包括具有腔体的基底层、架设在所述基底层的腔体之上的压力敏感膜,以及通过键合设置在所述压力敏感膜远离所述基底层一侧的保护壳;其中,

在静止状态下,所述压力敏感膜与所述腔体的底部之间以及与所述保护壳之间的垂直距离均小于所述压力敏感膜的最小过载形变量;

所述腔体的底部和所述保护壳分别形成对所述压力敏感膜的两侧进行限位的限位结构;

在所述保护壳上设置有上通孔,在所述腔体的底部设置有贯穿所述基底层的下通孔,在垂直于所述压力敏感膜的方向上,所述下通孔和所述上通孔的位置相互交错分布;其中,

在所述基底层上通过湿法刻蚀形成底部空腔,所述底部空腔并不与所述基底层上的腔体导通;继续通过干法刻蚀在所述底部空腔内形成与所述腔体导通的所述下通孔。

2. 如权利要求1所述的MEMS差压传感器,其特征在於,

所述下通孔的纵截面呈梯形或喇叭形结构;

所述下通孔在远离所述压力敏感膜一侧的开口尺寸大于所述下通孔在所述腔体的底部的开口尺寸。

3. 如权利要求1所述的MEMS差压传感器,其特征在於,

当所述压力敏感膜变形至与所述腔体的底部相接触时,所述压力敏感膜的变形量小于所述压力敏感膜的最小过载形变量。

4. 如权利要求2所述的MEMS差压传感器,其特征在於,

在垂直于所述压力敏感膜的方向上,所述上通孔的设置位置与所述压力敏感膜的中心位置相互交错分布。

5. 如权利要求1所述的MEMS差压传感器,其特征在於,

当所述压力敏感膜变形至与所述保护壳相接触时,所述压力敏感膜的变形量小于所述压力敏感膜的最小过载形变量。

6. 如权利要求2所述的MEMS差压传感器,其特征在於,

所述压力敏感膜包括绝缘层、设置在所述绝缘层上的硅膜,以及设置在所述硅膜上的至少一处应变电阻以及与所述应变电阻导通的电连接结构;

所述电连接结构包括与所述应变电阻连接的重掺杂区以及设置在所述重掺杂区上的焊盘。

7. 如权利要求6所述的MEMS差压传感器,其特征在於,

所述上通孔的开孔位置与所述焊盘的设置位置相对应;

所述焊盘通过所述上通孔进行封装打线。

8. 一种MEMS差压传感器的制造方法,其特征在於,包括:

在硅膜上设置绝缘层形成压力敏感膜;

将所述压力敏感膜的绝缘层侧键合在具有腔体的基底层上;

将通过刻蚀工艺形成的保护壳键合在所述压力敏感膜的硅膜侧;

对所述基底层进行湿法刻蚀,以在所述基底层上形成底部空腔,所述底部空腔并不与所述基底层上的腔体导通;

对所述底部空腔进行干法刻蚀,形成与所述腔体导通的下通孔;其中,

在所述保护壳上设置有上通孔,在垂直于所述压力敏感膜的方向上,所述下通孔和所述上通孔的位置相互交错分布。

9.如权利要求8所述的MEMS差压传感器的制造方法,其特征在于,在对所述基底层进行湿法刻蚀之前,还包括:

对所述基底层进行电化学沉积,形成贴合在所述基底层的底部的硬掩膜。

MEMS差压传感器及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器技术领域,更为具体地,涉及一种MEMS差压传感器及其制造方法。

背景技术

[0002] 随着社会的进步和技术的发展,近年来,手机、笔记本电脑等电子产品体积不断减小,人们对这些便携电子产品的性能要求也越来越高,从而也要求与之配套的电子零件的体积不断减小、性能和一致性不断提高。MEMS (Micro-Electro-Mechanical-System,简称MEMS) 工艺集成的MEMS传感器开始被批量应用到手机、笔记本电脑等电子产品中,其封装体积比传统的传感器小,因此受到大部分生产商的青睐。

[0003] 目前,市面上的压阻式MEMS差压芯片,其制造工艺多采用化学腐蚀中的湿法腐蚀形成空腔结构,但是,经过湿法腐蚀后的硅空腔由于材料腐蚀的各向异性会形成一个倾斜角,在满足通孔要求的情况下,会导致此类MEMS差压芯片的整体尺寸较大;此外,在实际应用过程中,此类压力传感器经常会发生超量程或高过载的情况,多数压阻式MEMS差压芯片的压力敏感膜都会发生裂纹,破膜等失效问题。

[0004] 可知,现有的MEMS差压传感器存在尺寸大、抗过载能力低,导致产品性能不稳定、可靠性低等问题。

发明内容

[0005] 鉴于上述问题,本发明的目的是提供一种MEMS差压传感器及其制造方法,以解决现有传感器存在的尺寸大、抗过载能力低,导致产品性能不稳定、可靠性低等问题。

[0006] 本发明提供的MEMS差压传感器,包括具有腔体的基底层、架设在基底层的腔体之上的压力敏感膜,以及设置在压力敏感膜远离基底层一侧的保护壳;其中,在静止状态下,压力敏感膜与腔体的底部之间以及与保护壳之间的垂直距离均小于压力敏感膜的最小过载形变量;腔体的底部和保护壳分别形成对压力敏感膜的两侧进行限位的限位结构。

[0007] 此外,可选的技术方案是,在保护壳上设置有上通孔,在腔体的底部设置有贯穿基底层的下通孔;并且,下通孔的纵截面呈梯形或喇叭形结构;下通孔在远离压力敏感膜一侧的开口尺寸大于下通孔在腔体的底部的开口尺寸。

[0008] 此外,可选的技术方案是,当压力敏感膜变形至与腔体的底部相接触时,压力敏感膜的变形量小于压力敏感膜的最小过载形变量。

[0009] 此外,可选的技术方案是,在垂直压力敏感膜的方向上,上通孔的设置位置与压力敏感膜的中心位置相互交错分布。

[0010] 此外,可选的技术方案是,当压力敏感膜变形至与保护壳相接触时,压力敏感膜的变形量小于压力敏感膜的最小过载形变量。

[0011] 此外,可选的技术方案是,在垂直压力敏感膜的方向上,下通孔和上通孔的位置相互交错分布。

[0012] 此外,可选的技术方案是,压力敏感膜包括绝缘层、设置在绝缘层上的硅膜,以及设置在硅膜上的至少一处应变电阻以及与应变电阻导通的电连接结构;电连接结构包括与应变电阻连接的重掺杂区以及设置在重掺杂区上的焊盘。

[0013] 此外,可选的技术方案是,上通孔的开孔位置与焊盘的设置位置相对应;焊盘通过上通孔进行封装打线。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供一种MEMS差压传感器的制造方法,包括:在硅膜上设置绝缘层形成压力敏感膜;将压力敏感膜的绝缘层侧键合在具有腔体的硅基底上;将通过刻蚀工艺形成的保护壳键合在压力敏感膜的硅膜侧;对硅基底进行化学腐蚀,以在硅基底上形成底部空腔;对底部空腔进行干法刻蚀,形成与腔体导通的通孔。

[0015] 此外,可选的技术方案是,在对硅基底进行化学腐蚀之前,还包括:对硅基底进行电化学沉积,形成贴合在硅基底的底部的硬掩膜。

[0016] 利用上述MEMS差压传感器及其制造方法,在静止状态下,压力敏感膜与腔体的底部之间以及与保护壳之间的垂直距离均小于压力敏感膜的最小过载形变量,能够通过腔体的底部和保护壳分别形成对压力敏感膜的两侧进行限位的限位结构,可以有效保护压力敏感膜,防止高过载情况的发生;此外,采用干法刻蚀在底部空内形成与腔体导通的通孔,能够减小下通孔的占用尺寸,有利于传感器的小型化发展。

[0017] 为了实现上述以及相关目的,本发明的一个或多个方面包括后面将详细说明的特征。下面的说明以及附图详细说明了本发明的某些示例性方面。然而,这些方面指示的仅仅是可使用本发明的原理的各种方式中的一些方式。此外,本发明旨在包括所有这些方面以及它们的等同物。

附图说明

[0018] 通过参考以下结合附图的说明,并且随着对本发明的更全面理解,本发明的其它目的及结果将更加明白及易于理解。在附图中:

[0019] 图1为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的整体结构示意图;

[0020] 图2为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的制造方法的流程图;

[0021] 图3为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的具体结构示意图一;

[0022] 图4为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的具体结构示意图二;

[0023] 图5为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的具体结构示意图三

[0024] 图6为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的具体结构示意图四;

[0025] 图7为根据本发明实施例的MEMS差压传感器的具体结构示意图五。

[0026] 其中的附图标记包括:基底层1、下通孔2、保护壳3、上通孔31、压力敏感膜4、硅膜41、绝缘层42、腔体5、焊盘6、重掺杂区7、应变电阻8、底部空腔9、硬掩膜10。

[0027] 在所有附图中相同的标号指示相似或相应的特征或功能。

具体实施方式

[0028] 在下面的描述中,出于说明的目的,为了提供对一个或多个实施例的全面理解,阐述了许多具体细节。然而,很明显,也可以在没有这些具体细节的情况下实现这些实施例。在其它例子中,为了便于描述一个或多个实施例,公知的结构和设备以方框图的形式示出。

[0029] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0030] 为详细描述本发明的MEMS差压传感器及其制造方法,以下将结合附图对本发明的具体实施例进行详细描述。

[0031] 图1示出了根据本发明实施例的MEMS差压传感器的示意结构。

[0032] 如图1所示,根据本发明实施例的MEMS差压传感器,包括具有腔体5的基底层1、设置在基底层1上并架设在腔体5之上的压力敏感膜4,以及设置在压力敏感膜4远离基底层1一侧的保护壳3;其中,在静止状态下,保护壳3与压力敏感膜4之间保持一定的距离,且压力敏感膜4与腔体5的底部之间以及与保护壳3之间的垂直距离均小于压力敏感膜4的最小过载形变量,进而通过腔体5的底部和保护壳3分别形成对压力敏感膜4的两侧进行限位的限位结构,当压力敏感膜4在受外力影响发生变形时,能够通过腔体5和保护壳3进行限位,防止压力敏感膜4破裂失效。

[0033] 其中,为在压力敏感膜4的两侧形成气压差,还需在保护壳3上设置上通孔31,在腔体5的底部设置贯穿基底层1的下通孔2;并且,下通孔2在沿垂直于压力敏感膜4的纵截面上,呈梯形、喇叭形或漏斗形等结构,且下通孔2在远离压力敏感膜4一侧的开口尺寸大于下通孔2在腔体5的底部的开口尺寸,压力敏感膜4的两侧通过上通孔31和下通孔2与外界接触,并检测两侧的气压差,达到MEMS差压传感器的检测效果。

[0034] 在本发明的一个具体实施方式中,当压力敏感膜4处于静止状态下时,压力敏感膜4的上侧与保护壳3之间的垂直距离可设置为在压力敏感膜4的最小过载形变量范围内,进而当压力敏感膜4变形至与保护壳3的内侧相接触时,压力敏感膜4的变形量小于压力敏感膜4的最小过载形变量,防止压力敏感膜4发生过度变形,起到对其一侧的限位保护作用。

[0035] 对应地,当压力敏感膜4处于静止状态下时,压力敏感膜4的下侧与腔体5的底部之间的垂直距离可设置为在压力敏感膜4的最小过载形变量范围内,进而当压力敏感膜4变形至与腔体5的底部相接触时,压力敏感膜4的变形量小于压力敏感膜4的最小过载形变量,防止压力敏感膜4发生过度变形,起到对其另一侧的限位保护作用。

[0036] 为防止气流对冲对压力敏感膜4造成不良影响,在本发明的MEMS差压传感器中,在垂直压力敏感膜4的方向上,可将上通孔31的位置与压力敏感膜4的中心位置设置为相互交错分布。或者,可将上通孔31的位置与上通孔31的位置设置为相互交错分布,且下通孔2可设置在压力敏感膜4的中心位置的下方,也可与压力敏感膜4的中心位置相互交错分布等,能够确保腔体5的深度和保护壳3的高度能够对压力敏感膜4的两侧进行过载变形保护均可。

[0037] 此外,下通孔2的尺寸可根据产品的整体结构或需求进行调整,如下通孔2太小,气流不易通过,容易影响MEMS差压传感器的检测精度,如果下通孔2的尺寸太大,则当其设置在压力敏感膜4的中心位置下方时,压力敏感膜4向下变形会避让在下通孔2内,进而无法通过腔体5的底部形成有效的限位结果。因此,该下通孔2的设置位置和尺寸均可进行调整,并不限于附图所示具体结构。

[0038] 需要说明的是,在下通孔2形成过程中,为防止采用传统的湿法腐蚀所导致的下通孔2的开孔尺寸较大,不利于产品小型化发展的要求,为此,在本发明的一个具体实施例中,首先,可采用湿法和干法刻蚀相结合的方式,在基底层1上通过湿法刻蚀形成底部空腔,通过控制刻蚀速度和时间等,控制底部空腔的区域,然后在通过干法刻蚀在底部空腔内形成与腔体5导通的下通孔2,能够减小下通孔2在基底层1上的占用空间,进而达到减小产品整体尺寸的效果。

[0039] 在本发明的一个具体实施方式中,压力敏感膜4可包括绝缘层、设置在绝缘层上的硅膜,以及设置在硅膜上的至少一处应变电阻8以及与应变电阻8导通的电连接结构;其中,电连接结构包括与应变电阻8连接的重掺杂区7以及设置在重掺杂区7上的焊盘6,MEMS差压传感器通过焊盘6与外部电路连接导通,达到传递信号的作用。

[0040] 可知,为确保焊盘6的位置便于后期的封装和打线,上通孔31的开孔位置可设置为与焊盘6的设置位置相对应,进而在导通气流的同时,方便焊盘6通过上通孔31进行封装打线操作,此外,上通孔31的设置尺寸也可根据具体的产品要求及整体尺寸进行设置及调整。

[0041] 与上述MEMS差压传感器相对应地,本发明还提供一种MEMS差压传感器的制造方法。具体地,图2示出了根据本发明实施例的MEMS差压传感器的制造方法的示意流程。

[0042] 如图2所示,本发明实施例的MEMS差压传感器的制造方法,包括:

[0043] S110:在硅膜上设置绝缘层形成压力敏感膜;

[0044] S120:将压力敏感膜的绝缘层侧键合在具有腔体的硅基底上;

[0045] S130:将通过刻蚀工艺形成的保护壳键合在压力敏感膜的硅膜侧;

[0046] S140:对硅基底进行化学腐蚀,以在硅基底上形成底部空腔;

[0047] S150:对底部空腔进行干法刻蚀,形成与腔体导通的通孔。

[0048] 作为示例,以下将结合具体的附图对上述制造方法进行详细阐述。

[0049] 首先,如图3根据发明实施例的MEMS差压传感器的制造过程中的局部示意结构所示,先后或同时获取一个带有腔体5的硅基底(或基底层1,下同)以及压力敏感膜,并将压力敏感膜键合在该硅基底上,形成如图2所示的结构。在该过程中,硅基底上的腔体5可采用传统刻蚀工艺形成,而压力敏感膜可在硅膜41的基础上设置绝缘层42形成,在键合过程中,将压力敏感膜的绝缘层42一侧键合在硅基底上。

[0050] 然后,如图4根据发明实施例的MEMS差压传感器的制造过程中的局部示意结构所示,在硅膜远离硅基底的一侧通过轻掺杂工艺形成应变电阻8结构,通过重掺杂形成重掺杂区7,进而通过金属沉积工艺在重掺杂区7上形成焊盘6结构,焊盘6和重掺杂区7形成电连接结构。在该过程中,轻掺杂区和重掺杂区7可设置多处,并不限于附图3中所示两个的具体结构。

[0051] 其次,可在硅膜的上设置保护壳,并确保保护壳的内侧与压力敏感膜之间的垂直距离在压力敏感膜的最小过载变形范围内,进而通过保护壳起到过载限位保护的作用。在该过程中,保护壳可采用硅材料,提前通过湿法或干法刻蚀工艺,刻蚀成呈盖状的结构,然后保护壳的四周的侧壁通过键合工艺直接与硅膜或硅基底进行结合。

[0052] 再次,如图5根据发明实施例的MEMS差压传感器的制造过程中的局部示意结构所示,通过化学腐蚀在硅基底的底部(远离保护壳3一侧)形成大致的底部空腔9,该底部空腔9并不与硅基底上侧的腔体8导通,该过程可通过控制化学腐蚀的速率、时间等参数,控制底

部空腔9的大小。此外,该化学腐蚀由于对精度要求比较低,可以采用湿法刻蚀的工艺。

[0053] 然后,如图6根据发明实施例的MEMS差压传感器的制造过程中的局部示意结构所示,在图5结构的基础上,进一步通过RIE等干法刻蚀工艺,在底部空腔内形成与腔体导通的下通孔2,此时,由于采用干法刻蚀,可在不扩大下通孔2的最大开孔尺寸的情况下,将其刻蚀至与腔体导通,能够适用于整体尺寸较小的差压传感器结构中。

[0054] 在该过程中,硅膜下侧的绝缘层可作为刻蚀停止层,防止其上方的规模被破坏。其中,绝缘层可采用氧化硅等材料。

[0055] 最后,如图7根据发明实施例的MEMS差压传感器的制造过程中的局部示意结构所示,在保护壳3上通过RIE等干法刻蚀工艺,形成上通孔31,以便压力敏感膜上的焊盘区域露出,便于后续封装打线等。

[0056] 需要说明的是,在本发明的MEMS差压传感器的制造方法中,在对硅基底进行化学腐蚀之前,还包括:对硅基底进行电化学沉积,形成贴合在硅基底的底部的硬掩膜10,然后再对硬掩膜10和硅基底进行化学腐蚀,形成底部空腔。其中,硬掩膜10可采用氧化硅、氮化硅等材料。

[0057] 此外,在保护壳上形成上通孔的步骤,也可在形成保护壳的同时,直接在保护壳上形成上通孔,但是此种情况,需要预先确定焊盘的位置,如果焊盘的位置变动不大,可根据经验直接在形成保护壳的同时也形成上通孔结构,无需在下通孔形成后,再次刻蚀上通孔。

[0058] 同理,上述在硅膜上安装保护壳的步骤以及在硅基底上刻蚀下通孔的步骤,可不分前后分别进行处理,即可先安装保护壳,也可先刻蚀下通孔然后安装保护壳等,并不具体限于上述步骤。

[0059] 此外,本发明的MEMS差压传感器的制造方法的实施例,可参考MEMS差压传感器装置实施例中的描述,此处不再一一赘述,最终形成的MEMS差压传感器能够通过保护壳和腔体的底部达到双向抗高过载的效果,且可适用于小尺寸要求的传感器均可。

[0060] 利用上述根据本发明的MEMS差压传感器及其制造方法,将压力敏感膜与腔体的底部之间以及其与保护壳之间的垂直距离均设置为小于压力敏感膜的最小过载形变量,能够通过腔体的底部和保护壳分别形成对压力敏感膜的两侧进行限位的限位结构,进而有效防止压力敏感膜过渡变形导致失效;此外,采用干法刻蚀在底部空腔内形成与腔体导通的通孔,能够减小下通孔的占用尺寸,可适用于小尺寸要求的传感器中,且传感器性能可靠稳定。

[0061] 如上参照附图以示例的方式描述根据本发明的MEMS差压传感器及其制造方法。但是,本领域技术人员应当理解,对于上述本发明所提出的MEMS差压传感器及其制造方法,还可以在不脱离本发明内容的基础上做出各种改进。因此,本发明的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

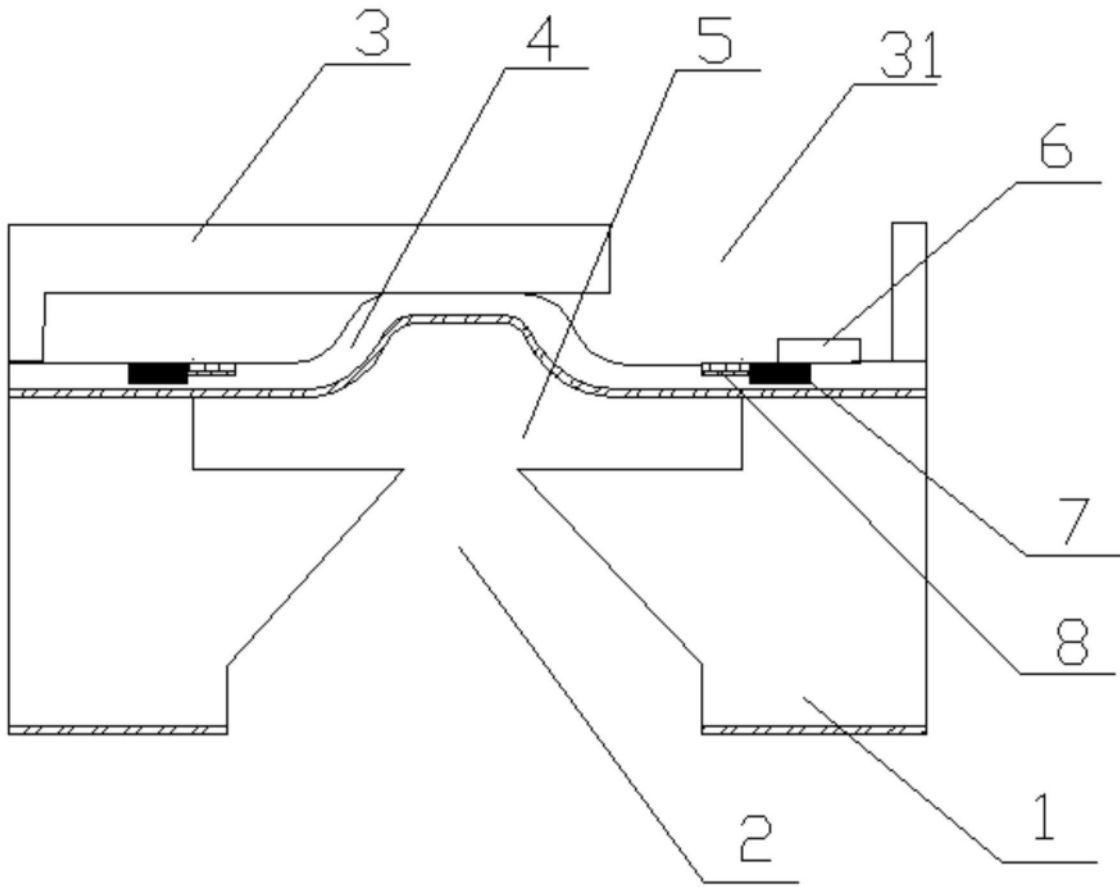


图1

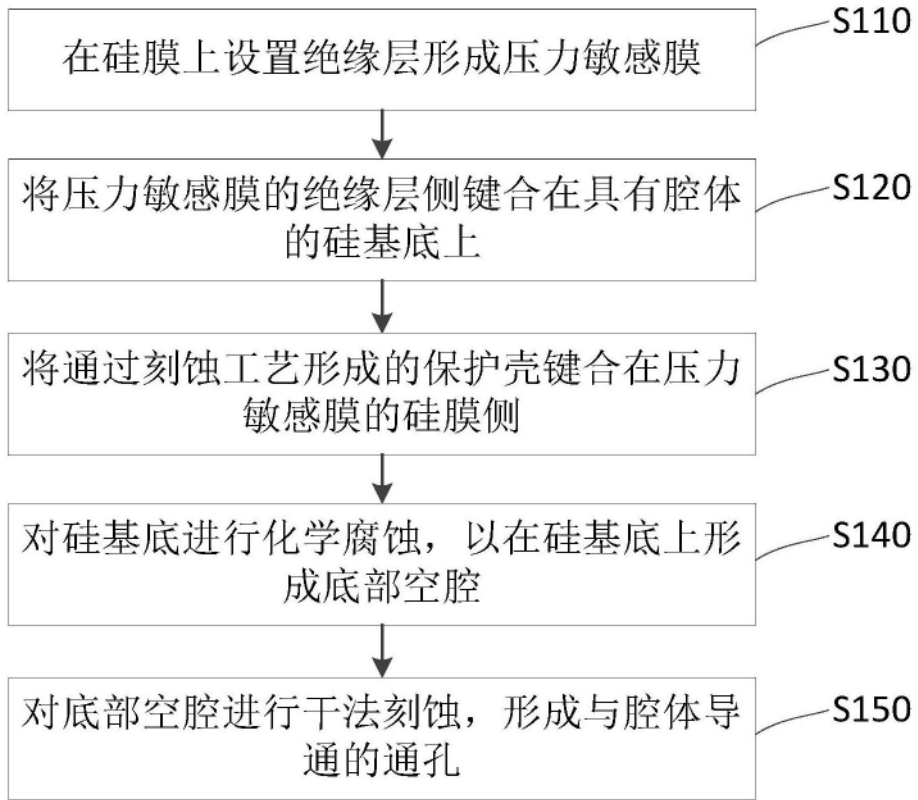


图2

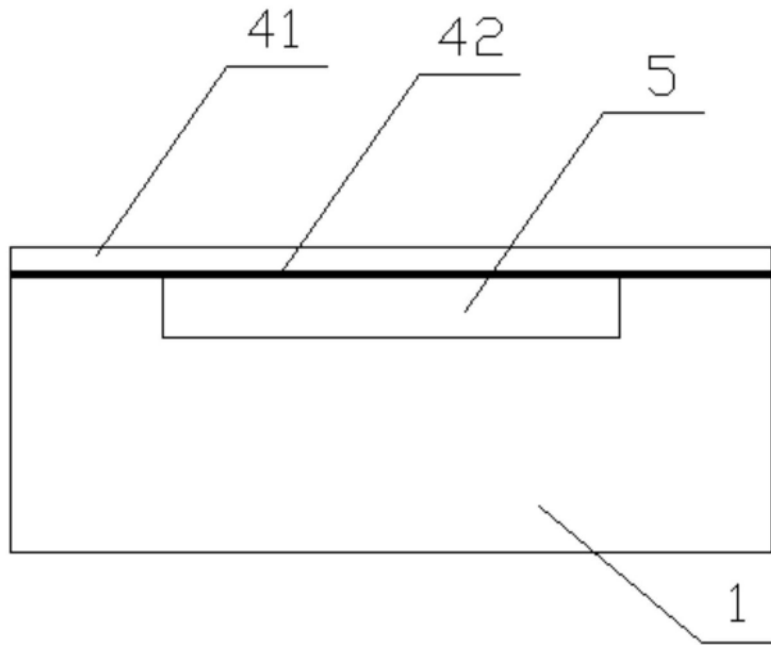


图3

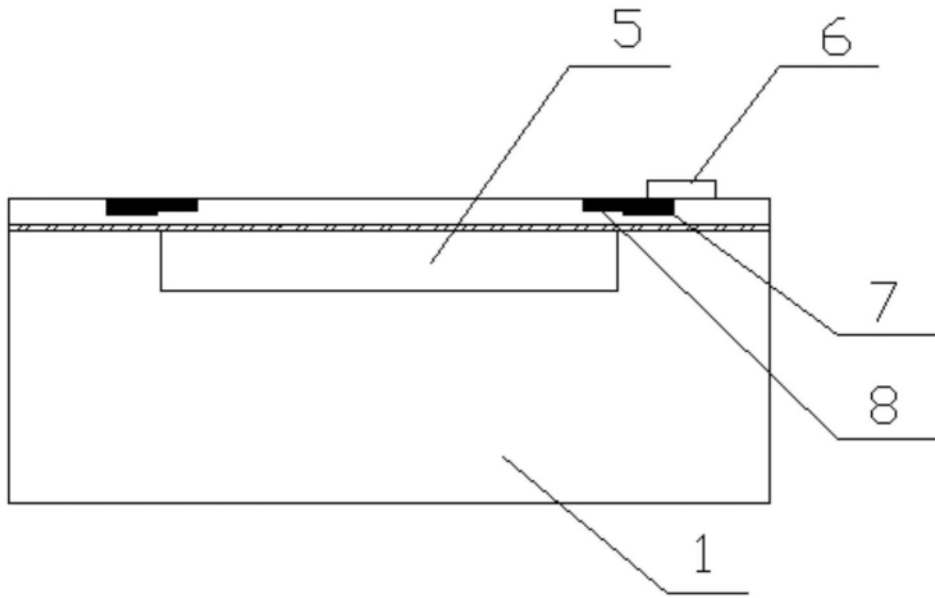


图4

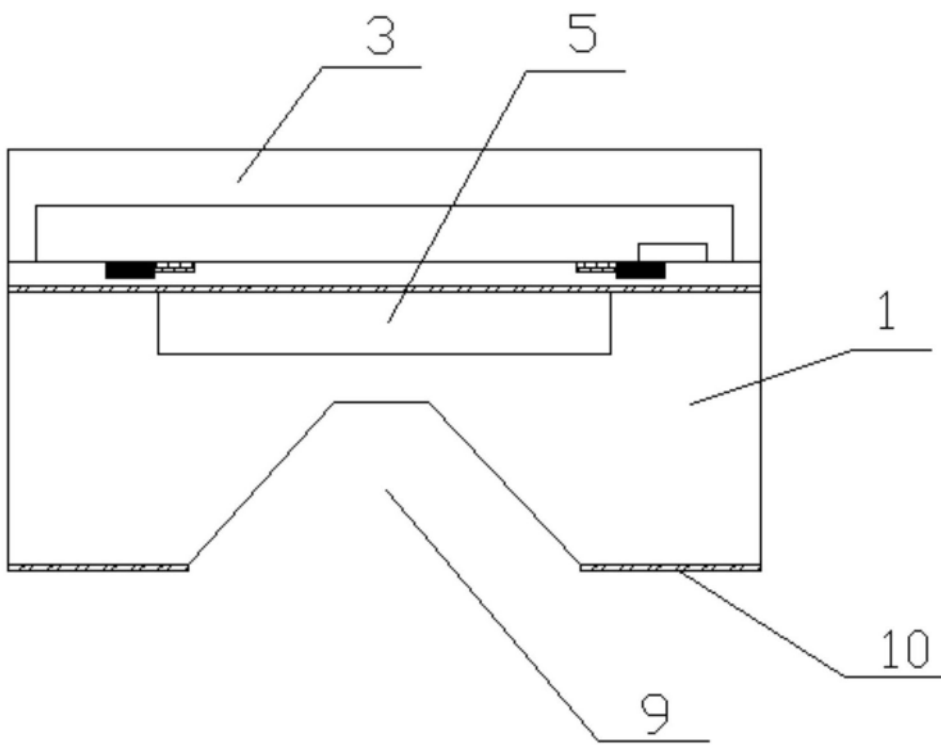


图5

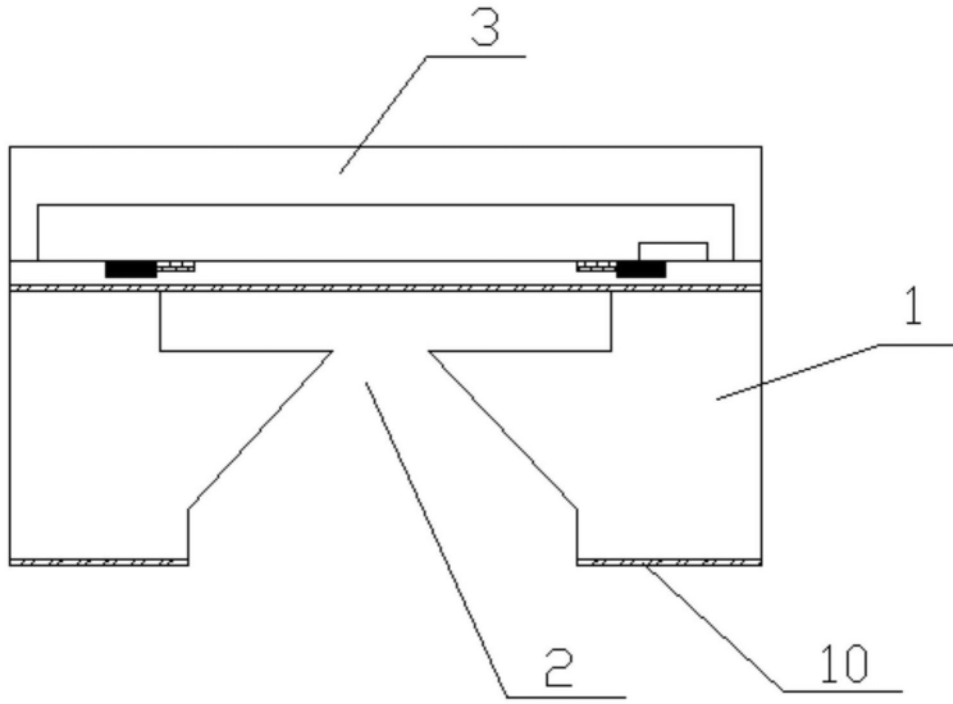


图6

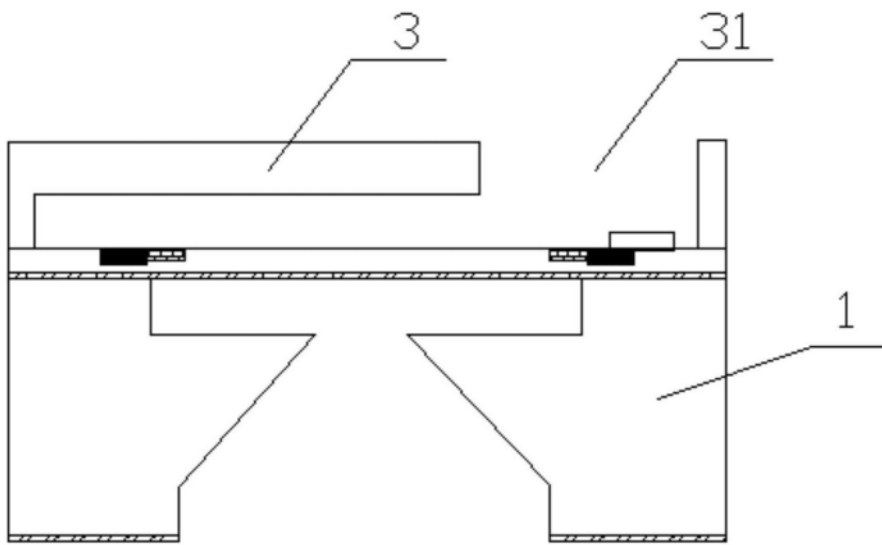


图7