

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 12 月 8 日 (08.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/192360 A1

(51) 国际专利分类号:
G01L 9/12 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/096916

(22) 国际申请日: 2015 年 12 月 10 日 (10.12.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510290080.3 2015 年 5 月 29 日 (29.05.2015) CN

(71) 申请人: 歌尔声学股份有限公司 (GOERTEK INC)
[CN/CN]; 中国山东省潍坊市高新技术产业开发区
东方路 268 号知识产权部/肖伟伟, Shandong 261031
(CN)。

(72) 发明人: 郑国光 (ZHENG, Guoguang); 中国山东省
潍坊市高新技术产业开发区东方路 268 号知识产
权部/肖伟伟, Shandong 261031 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,
RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: DIFFERENTIAL CAPACITIVE MEMS PRESSURE SENSOR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种差分电容式 MEMS 压力传感器及其制造方法

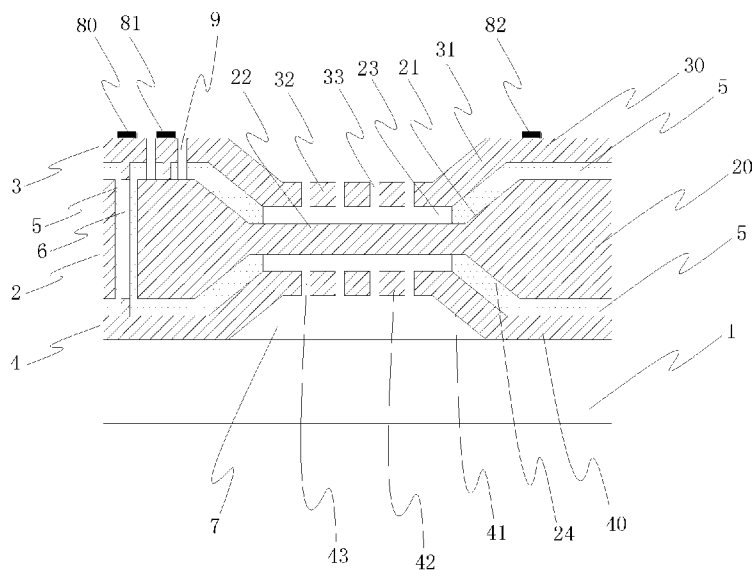


图 1

(57) Abstract: A differential capacitive MEMS pressure sensor. A sensitive structure layer (2) comprises a common sensitive part (22) and a common support part (20) located at the edge of the common sensitive part (22), and the thickness of the common support part (20) is greater than the thickness of the common sensitive part (22). The differential capacitive MEMS pressure sensor comprises an upper fixed electrode structure layer (3) and a lower fixed electrode structure layer (4) which are vertically symmetrical with respect to the sensitive structure layer (2) and are configured to form differential capacitance with the common sensitive part (20). By means of the MEMS pressure sensor, by using a differential capacitor structure, inhibition of a chip on a common-mode signal is enhanced, and the signal-to-noise ratio of an output signal is increased. Meanwhile, the thickness of a common support part is greater than the thickness of a common sensitive part, so that the peripheral common support part can shield strain caused by temperature and stress, thereby greatly reducing the strain

transferred to the common sensitive part due to the change of the temperature and stress, and increasing the temperature stability and stress stability of the chip. Also disclosed is a method of manufacturing a differential capacitive MEMS pressure sensor.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2016/192360 A1



一种差分电容式 MEMS 压力传感器，敏感结构层（2）包括公共敏感部（22）以及位于公共敏感部（22）边缘的公共支撑部（20），且公共支撑部（20）的厚度大于公共敏感部（22）的厚度；包括相对于敏感结构层（2）上下对称的用于与公共敏感部（22）形成差分电容的上固定电极结构层（3）、下固定电极结构层（4）。该 MEMS 压力传感器，通过差分电容结构，增强了芯片对共模信号的抑制，提高了输出信号的信噪比；同时，由于公共支撑部的厚度大于公共敏感部的厚度，这就使得外围的公共支撑部可以屏蔽温度和应力所引起的应变，从而大大降低了由于温度和应力变化所传递到公共敏感部上的应变，提高了芯片的温度稳定性和应力稳定性。还公开了一种差分电容式 MEMS 压力传感器的制造方法。

一种差分电容式 MEMS 压力传感器及其制造方法

技术领域

本发明涉及传感器领域，更具体地，涉及一种差分电容式的 MEMS 压力传感器；本发明还涉及一种差分电容式 MEMS 压力传感器的制造方法。

背景技术

现行的技术方案中，MEMS 压力传感器主要有电容式和压阻式两种，其中，电容式 MEMS 压力传感器包括压力敏感膜、衬底和触点。压力敏感膜与衬底形成密封的真空腔，压力敏感膜形成的电容极板会对外界的压力变化做出反应；当外界的气压变化时，处在真空腔上方的压力敏感膜会发生弯曲，从而压力敏感膜与衬底形成的电容值会发生变化，进而由 ASIC 电路读出该电容的变化，来表征外界的压力变化。

上述电容式 MEMS 压力传感器是通过单个电容来检测外界压力变化的，一般来说，外界气压变化所引起的电容变化量都是很小的，采用单个电容进行检测的误差很大。另外，除了外界的压力变化会引起电容变化外，其它干扰信号也会引起电容的变化，如应力、温度及其它的共模信号，都会影响电容的变化值，这些有害的信号不会加以衰减或滤除，而是随压力信号一并输出，进而影响压力检测的精度和稳定性。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种差分电容式 MEMS 压力传感器的新技术方案。

根据本发明的第一方面，提供了一种差分电容式 MEMS 压力传感器，包括：

敏感结构层，包括位于中部的公共敏感部，以及位于公共敏感部边缘的公共支撑部，所述公共敏感部连接在公共支撑部的侧壁上，且公共支撑

部的厚度大于公共敏感部的厚度，使得敏感结构层的截面整体呈哑铃型；

上固定电极结构层，包括悬置在公共敏感部上方、并与公共敏感部组成电容结构的上固定电极，所述上固定电极上设置有腐蚀孔；

5 下固定电极结构层，与上固定电极结构层结构一致，二者沿着敏感结构层上下对称，所述下固定电极结构层包括悬置在公共敏感部下方、并与公共敏感部组成电容结构的下固定电极；所述下固定电极上设置有腐蚀孔；
用于支撑的衬底，所述衬底与公共敏感部之间形成了真空腔。

10 优选地，所述公共支撑部上与公共敏感部连接的位置具有过渡的公共斜面，该公共斜面包括位于公共支撑部上表面的第一斜面，以及位于公共支撑部下表面的第二斜面。

优选地，所述上固定电极结构层包括连接上固定电极边缘的上固定电极支撑部，所述上固定电极支撑部通过绝缘层与公共支撑部的上表面连接；

所述下固定电极结构层包括连接下固定电极边缘的下固定电极支撑部，所述下固定电极支撑部与通过绝缘层与公共支撑部的上表面连接。

15 优选地，所述上固定电极结构层还包括呈倾斜状的上固定电极连接部，所述上固定电极通过上固定电极连接部与上固定电极支撑部连接，且所述上固定电极连接部位于第一斜面的上方，且与第一斜面具有相同的斜度；

所述下固定电极结构层还包括呈倾斜状的下固定电极连接部，所述下固定电极通过下固定电极连接部与下固定电极支撑部连接，且所述下固定电极连接部位于第二斜面的下方，且与第二斜面具有相同的斜度。

20 优选地，所述上固定电极连接部与第一斜面之间、所述下固定电极连接部与第二斜面之间分别设有绝缘层。

优选地，所述下固定电极支撑部上设置有导电部，该导电部贯穿绝缘层、公共支撑部与上固定电极支撑部连接在一起，并在上固定电极支撑部上隔离形成下固定电极的第一导电触点；

在所述公共支撑部上设置有导电部，该导电部贯穿绝缘层与上固定电极支撑部连接在一起，并在上固定电极支撑部上隔离形成公共敏感部的第二导电触点；

在所述上固定电极支撑部上还设置有上固定电极的第三导电触点。

优选地，所述衬底通过绝缘层连接在下固定电极结构层的下固定电极支撑部上。

优选地，所述衬底通过绝缘层连接在敏感结构层的公共支撑部上，所述下固定电极结构层悬置在真空腔内。

5 本发明还提供了一种上述 MEMS 压力传感器的制造方法，包括以下步骤：

a) 在敏感结构层的一端刻蚀贯通其上下两端的通孔，之后在通孔的孔壁上生长绝缘层，并在通孔内填充多晶硅导电材料或金属部；

10 b) 在敏感结构层上表面进行刻蚀或腐蚀，形成公共支撑部的下表面、第二斜面以及公共敏感部的下表面；

c) 在整个敏感结构层的上表面生长绝缘层，并对绝缘层进行图形化刻蚀；

15 d) 在绝缘层的上表面沉积下固定电极结构层，形成下固定电极支撑部、下固定电极连接部、下固定电极；且下固定电极支撑部与多晶硅导电材料或金属部连接在一起；

e) 在下固定电极上刻蚀形成腐蚀孔；

f) 通过腐蚀孔将下固定电极与公共敏感部之间的绝缘层腐蚀掉，将下固定电极从公共敏感部上释放开来；

20 g) 将整个敏感结构层、下固定电极结构层翻转，并键合在衬底上，形成了位于衬底与公共敏感部之间的真空腔；

h) 在敏感结构层上表面进行刻蚀或腐蚀，形成公共支撑部的上表面、第一斜面以及公共敏感部的上表面；

i) 在整个敏感结构层的上表面生长绝缘层，并对绝缘层进行图形化刻蚀；

25 j) 在绝缘层的上表面沉积上固定电极结构层，形成上固定电极支撑部、上固定电极连接部、上固定电极；且透过图形化的绝缘层，所述上固定电极支撑部与多晶硅导电材料或金属部、公共支撑部连接在一起；

k) 在上固定电极支撑部的相应位置制作第一导电触点、第二导电触点、第三导电触点；

1) 在上固定电极上刻蚀形成腐蚀孔；并在上固定电极支撑部上进行刻蚀，将第一导电触点、第二导电触点、第三导电触点相互隔离开；

m) 通过腐蚀孔将上固定电极与公共敏感部之间的绝缘层腐蚀掉，将上固定电极从公共敏感部上释放开来。

5 优选地，在所述步骤 g) 和步骤 h) 之间，还包括将敏感结构层减薄到预定厚度的步骤。

本发明的 MEMS 压力传感器，上固定电极、公共敏感部、下固定电极构成了差分电容结构，从而增强了芯片对共模信号的抑制，提高了输出信号的信噪比；同时，本发明公共支撑部的厚度大于公共敏感部的厚度，使得敏感结构层的截面整体呈哑铃型，这就使得外围的公共支撑部可以屏蔽温度和应力所引起的应变，从而大大降低了由于温度和应力变化所传递到公共敏感部上的应变，提高了芯片的温度稳定性和应力稳定性。

本发明的发明人发现，在现有技术中，采用单个电容进行检测的误差很大，另外，除了外界的压力变化会引起电容变化外，其它干扰信号也会引起电容的变化，如应力、温度及其它的共模信号，都会影响电容的变化值，这些有害的信号不会加以衰减或滤除，而是随压力信号一并输出，进而影响压力检测的精度和稳定性。因此，本发明所要实现的技术任务或者所要解决的技术问题是本领域技术人员从未想到的或者没有预期到的，故本发明是一种新的技术方案。

20 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述，本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例，并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。

图 1 是本发明 MEMS 压力传感器的结构示意图。

图 2 至图 13 是本发明 MEMS 压力传感器制造方法的工艺流程图。

图 14 是本发明 MEMS 压力传感器另一实施结构的示意图。

具体实施方式

现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到：除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。

5 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。

对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

10 在这里示出和讨论的所有例子中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

15 参考图 1，本发明提供一种差分电容式 MEMS 压力传感器，其包括衬底 1 以及支撑在衬底 1 上的敏感结构层 2、上固定电极结构层 3、下固定电极结构层 4，其中，上固定电极结构层 3 位于敏感结构层 2 的上方，其与敏感结构层 2 可构成第一检测电容，下固定电极结构层 4 位于敏感结构层 2 的下方，其与敏感结构层 2 可构成第二检测电容，敏感结构层 2 作为两个检测电容的公共敏感极板，而且上固定电极结构层 3、下固定电极结构层 4 相对于敏感结构层 2 对称，使得第一检测电容和第二检测电容构成了差分电容结构，从而提高了微小电容的检测能力，增强了芯片对共模信号的抑制，提高了输出信号的信噪比。

25 具体地，参考图 1，本发明的敏感结构层 2，其包括位于中部的公共敏感部 22，以及位于公共敏感部 22 边缘的公共支撑部 20，该公共敏感部 22 和公共支撑部 20 可以是一体的，采用单晶硅材料制成。公共敏感部 22 为电容结构的可动极板，在外界的压力作用下，该公共敏感部 22 发生弯曲变形。公共支撑部 20 主要为公共敏感部 22 提供支撑，使公共敏感部 22 保持在预定的位置。公共敏感部 22 的边缘连接在公共支撑部 20 的侧壁上，

优选其连接位置位于公共支撑部 20 侧壁的中部，使得公共敏感部 22 被公共支撑部 20 环绕起来。其中，所述公共支撑部 20 的厚度大于公共敏感部 22 的厚度，使得敏感结构层 2 的截面整体呈哑铃型。

5 本发明的上固定电极结构层 3，包括悬置在公共敏感部 22 上方的上固定电极 32，上固定电极 32 可通过本领域技术人员所熟知的方式支撑并悬置在公共敏感部 22 的上方，使得该公共敏感部 22 可与上固定电极 32 构成一可用于检测压力变化的第一检测电容。

10 在本发明一个具体的实施方式中，所述上固定电极结构层 3 还包括位于上固定电极 32 边缘的上固定电极支撑部 30，该上固定电极 32 和上固定电极支撑部 30 可以是一体的，采用多晶硅材料制成。上固定电极支撑部 30 主要为上固定电极 32 提供支撑，使上固定电极 32 保持在预定的位置上。上固定电极 32 的边缘与上固定电极支撑部 30 连接在一起，使得上固定电极 32 被上固定电极支撑部 30 环绕起来。其中，上固定电极支撑部 30 通过绝缘层 5 支撑在敏感结构层 2 的公共支撑部 20 的上端面，使得上固定电极 15 32 可以悬置在公共敏感部 22 的上方，二者之间留有供第一检测电容工作的空间 23。

20 本发明的下固定电极结构层 4 位于敏感结构层 2 的下方，其与上固定电极结构层 3 的结构一致，二者沿着敏感结构层 2 上下对称。包括悬置在公共敏感部 22 下方的下固定电极 42，下固定电极 42 可通过本领域技术人员所熟知的方式支撑并悬置在公共敏感部 22 的下方，使得该公共敏感部 22 可与下固定电极 42 构成一可用于检测压力变化的第二检测电容。

25 在本发明一个具体的实施方式中，所述下固定电极结构层 4 还包括位于下固定电极 42 边缘的下固定电极支撑部 40，该下固定电极 42 和下固定电极支撑部 40 可以是一体的，采用多晶硅材料制成。下固定电极支撑部 40 主要为下固定电极 42 提供支撑，使下固定电极 42 保持在预定的位置上。下固定电极 42 的边缘与下固定电极支撑部 40 连接在一起，使得下固定电极 42 被下固定电极支撑部 40 环绕起来。其中，下固定电极支撑部 40 通过绝缘层 5 连接在敏感结构层 2 的公共支撑部 20 的下端面上，使得下固定电极 42 可以悬置在公共敏感部 22 的下方，二者之间留有供第二检测电容工

作的空间。

在本发明一个具体的实施方式中，可将下固定电极支撑部 40 通过绝缘层键合在衬底 1 上，并使衬底 1 与下固定电极 42 之间形成一真空腔 7。此时，为了使公共敏感部 22 可以感应外界压力变化而发生弯曲变形，在所述上固定电极 32 上设置有多个腐蚀孔 33，通过该多个腐蚀孔 33，使得公共敏感部 22 可以与外界连通起来。在本发明一个优选的实施方式中，在所述下固定电极 42 上也设置有多个腐蚀孔 43，此时，可以看成，真空腔 7 由公共敏感部 22 和衬底 1 围成，从而提高了真空腔 7 的容积，使得公共敏感部 22 的形变力度更能反应出外界压力变化的力度。

在本发明另一个具体的实施方式中，参考图 14，所述衬底 1 通过绝缘层键合在敏感结构层 2 的公共支撑部 20 上，这就使得所述下固定电极结构层 4 整体悬置在真空腔 7 内。将下固定电极结构层 4 与衬底 1 的键合区域分开，可以防止键合工艺对下固定电极结构层 4 造成损伤。另外，还可以将上、下固定电极上对灵敏度没有贡献的部分刻蚀掉，降低上、下固定电极对公共敏感部 22 的寄生电容，以起到抑制噪声的目的。这种降低寄生电容的方法属于本领域技术人员的公知常识，在此不再具体说明。

本发明的 MEMS 压力传感器，上固定电极、公共敏感部、下固定电极构成了差分电容结构，从而增强了芯片对共模信号的抑制，提高了输出信号的信噪比；同时，本发明公共支撑部的厚度大于公共敏感部的厚度，使得敏感结构层的截面整体呈哑铃型，这就使得外围的公共支撑部可以屏蔽温度和应力所引起的应变，从而大大降低了由于温度和应力变化所传递到公共敏感部上的应变，提高了芯片的温度稳定性和应力稳定性。

在本发明一个优选的实施方式中，所述公共支撑部 20 上与公共敏感部 22 连接的位置具有过渡的公共斜面，该公共斜面包括位于公共支撑部 20 上表面的第一斜面 21，以及位于公共支撑部 20 下表面的第二斜面 24，公共敏感部 22 与公共支撑部 20 上的公共斜面连接，使得公共敏感部 22、公共支撑部 20 的公共斜面形成了近似等腰梯形的凹槽；同时，通过设置的公共斜面，使得在制作上固定电极结构层 3、下固定电极结构层 4 时，上固定电极结构层 3、下固定电极结构层 4 沉积在具有阶梯坡度的敏感结构

层 2 上，能够大大降低薄膜的内应力。

为了和敏感结构层 2 对应起来，所述上固定电极结构层 3 还包括呈倾斜状的上固定电极连接部 31，所述上固定电极 32 通过上固定电极连接部 31 与上固定电极支撑部 30 连接，其中，上固定电极连接部 31 与第一斜面 21 具有角度相同的斜度，使得上固定电极连接部 31 与第一斜面 21 完全平行。选择整个上固定电极结构层 3 具有均一的厚度，也就是说，整个上固定电极结构层 3 的结构走向与敏感结构层 2 上表面的结构完全一致。其中，上固定电极支撑部 30 通过绝缘层 5 平行地支撑在公共支撑部 20 的上方，所述上固定电极连接部 31、上固定电极 32 通过上固定电极支撑部 30 分别平行地支撑悬置在第一斜面 21、公共敏感部 22 的上方。进一步优选的是，上固定电极连接部 31 与第一斜面 21 之间也可设置绝缘层，该位置的绝缘层与上固定电极支撑部 30、公共支撑部 20 之间的绝缘层 5 是一体的。

下固定电极结构层 4、上固定电极结构层 3 相对于敏感结构层 2 上下对称，为了和敏感结构层 2 对应起来，所述下固定电极结构层 4 还包括呈倾斜状的下固定电极连接部 41，所述下固定电极 42 通过下固定电极连接部 41 与下固定电极支撑部 40 连接。其中，下固定电极连接部 41 与第二斜面 24 具有角度相同的斜度，使得下固定电极连接部 41 与第一斜面 21 完全平行。选择整个下固定电极结构层 4 具有均一的厚度，也就是说，整个下固定电极结构层 4 的结构走向与敏感结构层 2 下表面的结构完全一致。其中，下固定电极支撑部 40 通过绝缘层 5 平行地连接在公共支撑部 20 的下方，所述下固定电极连接部 41、下固定电极 42 通过下固定电极支撑部 40 分别平行地悬置在第二斜面 24、公共敏感部 22 的下方。进一步优选的是，下固定电极连接部 41 与第二斜面 24 之间也可设置绝缘层，该位置的绝缘层与下固定电极支撑部 40、公共支撑部 20 之间的绝缘层 5 是一体的。

本发明的 MEMS 压力传感器，需要将上固定电极 32、公共敏感部 22、下固定电极 42 的电信号引出，通过电路来获得第一检测电容、第二检测电容的数值。在此，可通过本领域技术人员所熟知的方式将上述三个极板的信号引出。在本发明一个具体的实施方式中，参考图 1，所述下固定电极支撑部 40 上设置有导电部，该导电部的下端与下固定电极支撑部 40 连接，

其上端贯穿绝缘层 5、公共支撑部 20，与上固定电极支撑部 30 连接在一起，并在上固定电极支撑部 30 上形成下固定电极 42 的第一导电触点 80。

在所述公共支撑部 20 上也可设有导电部，该导电部贯穿绝缘层 5 与上固定电极支撑部 30 连接在一起，并在上固定电极支撑部 30 的相应位置 5 上形成公共敏感部 22 的第二导电触点 81；在所述上固定电极支撑部 30 上还设置有上固定电极 32 的第三导电触点 82。三个导电触点均设置在上固定电极支撑部 30 上，为了彼此之间的绝缘，可在上固定电极支撑部 30 上进行图形化处理，形成隔离区 9，从而将上固定电极支撑部 30 上三个导电触点的区域彼此隔离开。

10 上述的导电部起到电导通的作用，其可以是本领域技术人员所熟知的任意导电材料，其可以是金属材料，也可以是多晶硅材料。应用到本发明的技术方案中，公共支撑部 20 与上固定电极支撑部 30 之间的导电部也可以采用多晶硅材料，其与上固定电极支撑部 30 采用相同的材质，在此，可以理解为该导电部与上固定电极支撑部 30 是一体的。下固定电极支撑部 15 40 与上固定电极支撑部 30 之间的导电部，包括位于公共支撑部 20 中的金属部 6，其中金属部 6 的上、下两端分别通过电连接部与上固定电极支撑部 30、下固定电极支撑部 40 连接在一起；该电连接部可以为多晶硅材料，其与上固定电极支撑部 30、下固定电极支撑部 40 上采用相同的材质，在此，可以理解为该两个导电部分别与上固定电极支撑部 30、下固定电极支撑部 20 40 是一体的。

本发明还提供了一种上述 MEMS 压力传感器的制造方法，包括以下步骤：

a) 在敏感结构层 2 的一端刻蚀贯通其上下两端的通孔，之后在通孔的孔壁上生长绝缘层 5，并在通孔内填充多晶硅导电材料或金属部 6，参考 25 图 2；敏感结构层 2 可以采用单晶硅材料，通过绝缘层 5 与通孔内的多晶硅导电材料或金属部 6 保持绝缘；

b) 在敏感结构层 2 的上表面进行刻蚀或腐蚀，形成公共支撑部 20 的下表面、第二斜面 24 以及公共敏感部 22 的下表面，参考图 3；可通过各向异性腐蚀的方法，在敏感结构层 2 的上表面形成呈等腰梯形的凹槽，该

凹槽的底部为公共敏感部 22 的下表面，其侧壁为公共支撑部 20 的第二斜面 24；

c) 在整个敏感结构层 2 的上表面生长一层绝缘层 5，使得该绝缘层 5 覆盖在敏感结构层 2 的整个上表面；对绝缘层 5 进行图形化刻蚀，将位于多晶硅导电材料或金属部 6 上方的绝缘层 5 刻蚀掉，形成刻蚀孔 60，从而将多晶硅导电材料或金属部 6 的端面露出，参考图 4；

d) 在绝缘层 5 的上表面沉积下固定电极结构层 4，该下固定电极结构层 4 可以是多晶硅材料，其具有均一的厚度，该下固定电极结构层 4 沉积在绝缘层 5 上之后，形成了下固定电极支撑部 40、下固定电极连接部 41、下固定电极 42；且下固定电极支撑部 40 沉积至刻蚀孔 60 中，与多晶硅导电材料或金属部 6 连接在一起，参考图 5；

e) 在下固定电极 42 上刻蚀形成多个腐蚀孔 43，参考图 6；

f) 通过腐蚀孔 43 将下固定电极 42 与公共敏感部 22 之间的绝缘层 5 腐蚀掉，从而将下固定电极 42 从公共敏感部 22 上释放开来，下固定电极 42 与公共敏感部 22 之间具有一定的空间 23，使得下固定电极 42 与公共敏感部 22 可以构成用于检测的电容，参考图 7；

g) 将整个敏感结构层 2、下固定电极结构层 4 翻转，键合在衬底 1 上，并形成了位于衬底 1 与公共敏感部 22 之间的真空腔 7，参考图 8；在该步骤中，可以将下固定电极支撑部 40 通过绝缘层键合在衬底 1 上，也可以通过改变结构，将公共支撑部 20 通过绝缘层键合在衬底 1 上；

h) 在上述结构翻转后，对敏感结构层 2 的另一面进行处理，参考图 9 的方向，与步骤 b) 相似，在敏感结构层 2 上表面进行刻蚀或腐蚀，形成公共支撑部 20 的上表面、第一斜面 21 以及公共敏感部 22 的上表面；可通过各向异性腐蚀的方法，在敏感结构层 2 的上表面形成呈等腰梯形的凹槽，该凹槽的底部为公共敏感部 22 的上表面，其侧壁为公共支撑部 20 的第一斜面 21；其中，在该步骤之前，根据需要，还包括将敏感结构层 2 减薄到预定厚度的步骤；

i) 在整个敏感结构层 2 的上表面生长绝缘层 5，使得该绝缘层 5 覆盖在敏感结构层 2 的整个上表面，并对绝缘层 5 进行图形化刻蚀，将位于多

晶硅导电材料或金属部 6 上方的绝缘层 5 刻蚀掉，形成刻蚀孔 800，将多晶硅导电材料或金属部 6 的端面露出；同时将位于公共支撑部 20 上方预定位置的绝缘层 5 刻蚀掉，形成刻蚀孔 810，使部分公共支撑部 20 露出，参考图 10；

5 j) 在绝缘层 5 的上表面沉积上固定电极结构层 3，与步骤 d) 相似，该上固定电极结构层 3 可以是多晶硅材料，其具有均一的厚度，该上固定电极结构层 3 沉积在绝缘层 5 上之后，形成了上固定电极支撑部 30、上固定电极连接部 31、上固定电极 32；且上固定电极支撑部 30 沉积至刻蚀孔 800、810 中，分别与多晶硅导电材料或金属部 6、公共支撑部 20 连接在一起，参考图 11；

 k) 在上固定电极支撑部 30 的相应位置制作第一导电触点 80、第二导电触点 81、第三导电触点 82，参考图 12，具体地，第一导电触点 80 位于刻蚀孔 800 的正上方，第二导电触点 81 位于刻蚀孔 810 的正上方；

15 l) 在上固定电极 32 上刻蚀形成腐蚀孔 33；并在上固定电极支撑部 30 上进行刻蚀，形成隔离区 9，将第一导电触点 80、第二导电触点 81、第三导电触点 82 相互隔离开，参考图 13；

 m) 通过腐蚀孔 33 将上固定电极 32 与公共敏感部 22 之间的绝缘层 5 腐蚀掉，从而将上固定电极 32 从公共敏感部 22 上释放开来，上固定电极 32 与公共敏感部 22 之间具有一定的空间 23，使得上固定电极 32 与公共敏感部 22 可以构成用于检测的电容，参考图 1。

25 本发明的制造方法，敏感结构层的形成是通过在其上、下表面的腐蚀或刻蚀来完成的，降低了芯片的加工成本；同时，采用单晶硅来制作敏感结构层，可以大大降低其残余的应力，提高了芯片的稳定性；上固定电极结构层、下固定电极结构层的多晶硅层沉积在敏感结构层的具有阶梯坡度的表面上，可以大大降低薄膜的内应力。

 虽然已经通过例子对本发明的一些特定实施例进行了详细说明，但是本领域的技术人员应该理解，以上例子仅是为了进行说明，而不是为了限制本发明的范围。本领域的技术人员应该理解，可在不脱离本发明的范围和精神的情况下，对以上实施例进行修改。本发明的范围由所附权利要求来限定。

权 利 要 求 书

1. 一种差分电容式 MEMS 压力传感器，其特征在于，包括：

敏感结构层（2），包括位于中部的公共敏感部（22），以及位于公共敏感部（22）边缘的公共支撑部（20），所述公共敏感部（22）连接在公共支撑部（20）的侧壁上，且公共支撑部（20）的厚度大于公共敏感部（22）的厚度，使得敏感结构层（2）的截面整体呈哑铃型；

上固定电极结构层（3），包括悬置在公共敏感部（22）上方、并与公共敏感部（22）组成电容结构的上固定电极（32），所述上固定电极（32）上设置有腐蚀孔（33）；

下固定电极结构层（4），与上固定电极结构层（3）结构一致，二者沿着敏感结构层（2）上下对称，所述下固定电极结构层（4）包括悬置在公共敏感部（22）下方、并与公共敏感部（22）组成电容结构的下固定电极（42）；所述下固定电极（42）上设置有腐蚀孔（43）；

用于支撑的衬底（1），所述衬底（1）与公共敏感部（22）之间形成了真空腔（7）。

2. 根据权利要求 1 所述的 MEMS 压力传感器，其特征在于：所述公共支撑部（20）上与公共敏感部（22）连接的位置具有过渡的公共斜面，该公共斜面包括位于公共支撑部（20）上表面的第一斜面（21），以及位于公共支撑部（20）下表面的第二斜面（24）。

3. 根据权利要求 2 所述的 MEMS 压力传感器，其特征在于：

所述上固定电极结构层（3）包括连接上固定电极（32）边缘的上固定电极支撑部（30），所述上固定电极支撑部（30）通过绝缘层（5）与公共支撑部（20）的上表面连接；

所述下固定电极结构层（4）包括连接下固定电极（42）边缘的下固定电极支撑部（40），所述下固定电极支撑部（40）与通过绝缘层（5）与公共支撑部（20）的上表面连接。

4. 根据权利要求 3 所述的 MEMS 压力传感器，其特征在于：

所述上固定电极结构层（3）还包括呈倾斜状的上固定电极连接部（31），

所述上固定电极（32）通过上固定电极连接部（31）与上固定电极支撑部（30）连接，且所述上固定电极连接部（31）位于第一斜面（21）的上方，且与第一斜面（21）具有相同的斜度；

所述下固定电极结构层（4）还包括呈倾斜状的下固定电极连接部（41），
5 所述下固定电极（42）通过下固定电极连接部（41）与下固定电极支撑部（40）连接，且所述下固定电极连接部（41）位于第二斜面（24）的下方，且与第二斜面（24）具有相同的斜度。

5. 根据权利要求4所述的MEMS压力传感器，其特征在于：所述上固定电极连接部（31）与第一斜面（21）之间、所述下固定电极连接部（41）
10 与第二斜面（24）之间分别设有绝缘层（5）。

6. 根据权利要求3所述的MEMS压力传感器，其特征在于：

所述下固定电极支撑部（40）上设置有导电部，该导电部贯穿绝缘层、公共支撑部（20）与上固定电极支撑部（30）连接在一起，并在上固定电极支撑部（30）上隔离形成下固定电极（42）的第一导电触点（80）；

15 在所述公共支撑部（20）上设置有导电部，该导电部贯穿绝缘层与上固定电极支撑部（30）连接在一起，并在上固定电极支撑部（30）上隔离形成公共敏感部（22）的第二导电触点（81）；

在所述上固定电极支撑部（30）上还设置有上固定电极（32）的第三导电触点（82）。

20 7. 根据权利要求3所述的MEMS压力传感器，其特征在于：所述衬底（1）通过绝缘层连接在下固定电极结构层（4）的下固定电极支撑部（40）上。

8. 根据权利要求3所述的MEMS压力传感器，其特征在于：所述衬底（1）通过绝缘层连接在敏感结构层（2）的公共支撑部（20）上，所述下
25 固定电极结构层（4）悬置在真空腔（7）内。

9. 一种如权利要求1至8任一项所述的MEMS压力传感器的制造方法，其特征在于，包括以下步骤：

a) 在敏感结构层（2）的一端刻蚀贯通其上下两端的通孔，之后在通孔的孔壁上生长绝缘层，并在通孔内填充多晶硅导电材料或金属部（6）；

b) 在敏感结构层(2)上表面进行刻蚀或腐蚀,形成公共支撑部(20)的下表面、第二斜面(24)以及公共敏感部(22)的下表面;

c) 在整个敏感结构层(2)的上表面生长绝缘层(5),并对绝缘层(5)进行图形化刻蚀;

5 d) 在绝缘层(5)的上表面沉积下固定电极结构层(4),形成下固定电极支撑部(40)、下固定电极连接部(41)、下固定电极(42);且下固定电极支撑部(40)与多晶硅导电材料或金属部(6)连接在一起;

e) 在下固定电极(42)上刻蚀形成腐蚀孔(43);

10 f) 通过腐蚀孔(43)将下固定电极(42)与公共敏感部(22)之间的绝缘层(5)腐蚀掉,将下固定电极(42)从公共敏感部(22)上释放开来;

g) 将整个敏感结构层(2)、下固定电极结构层(4)翻转,并键合在衬底(1)上,形成了位于衬底(1)与公共敏感部(22)之间的真空腔(7);

15 h) 在敏感结构层(2)上表面进行刻蚀或腐蚀,形成公共支撑部(20)的上表面、第一斜面(21)以及公共敏感部(22)的上表面;

i) 在整个敏感结构层(2)的上表面生长绝缘层(5),并对绝缘层(5)进行图形化刻蚀;

20 j) 在绝缘层(5)的上表面沉积上固定电极结构层(3),形成上固定电极支撑部(30)、上固定电极连接部(31)、上固定电极(32);且透过图形化的绝缘层,所述上固定电极支撑部(30)与多晶硅导电材料或金属部(6)、公共支撑部(20)连接在一起;

k) 在上固定电极支撑部(30)的相应位置制作第一导电触点(80)、第二导电触点(81)、第三导电触点(82);

25 l) 在上固定电极(32)上刻蚀形成腐蚀孔(33);并在上固定电极支撑部(30)上进行刻蚀,将第一导电触点(80)、第二导电触点(81)、第三导电触点(82)相互隔离开;

m) 通过腐蚀孔(33)将上固定电极(32)与公共敏感部(22)之间的绝缘层(5)腐蚀掉,将上固定电极(32)从公共敏感部(22)上释放开

来。

10. 根据权利要求 9 所述的制造方法，其特征在于：在所述步骤 g) 和步骤 h) 之间，还包括将敏感结构层 (2) 减薄到预定厚度的步骤。

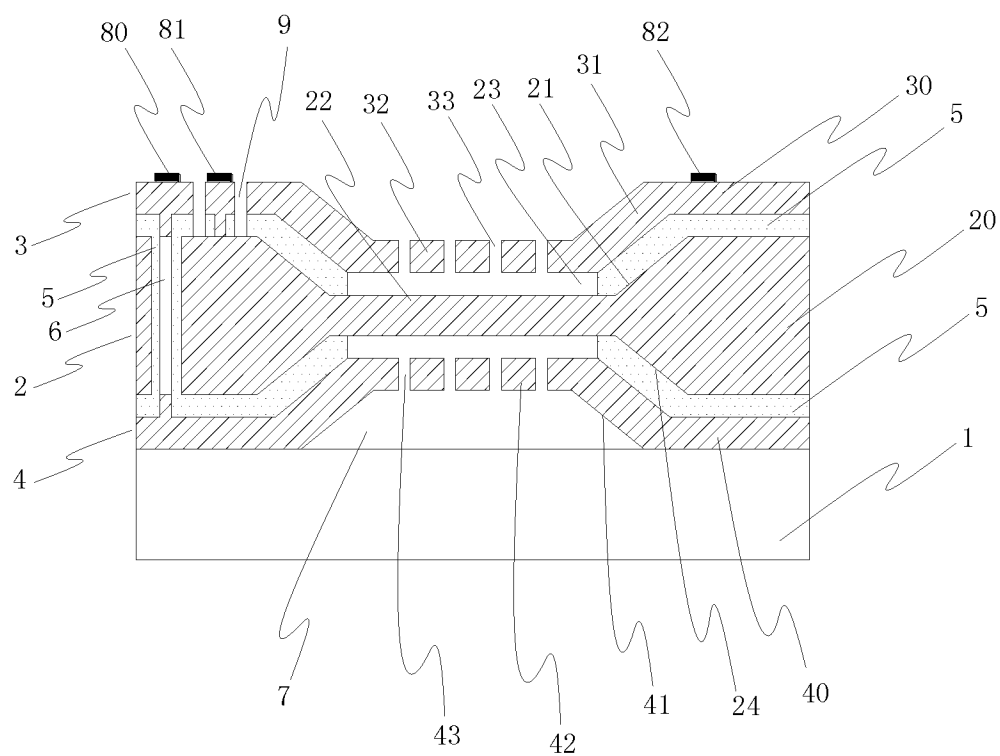


图 1

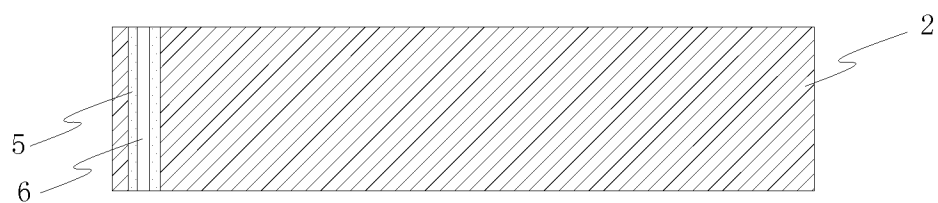


图 2

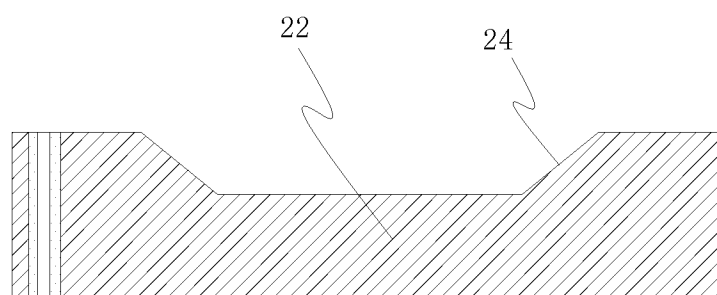


图 3

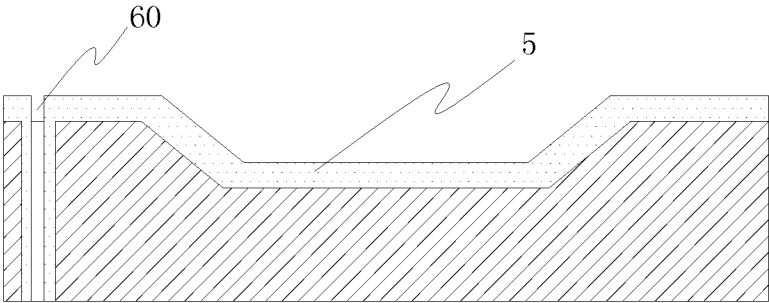


图 4

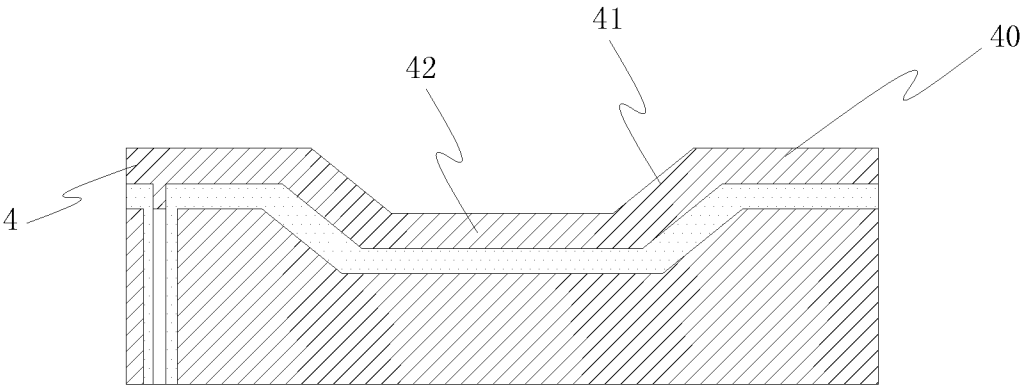


图 5

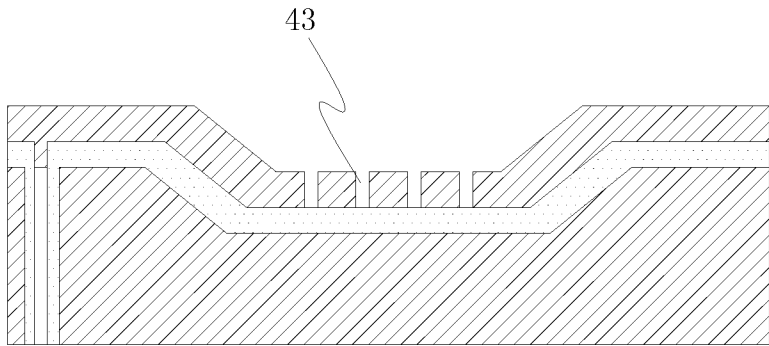


图 6

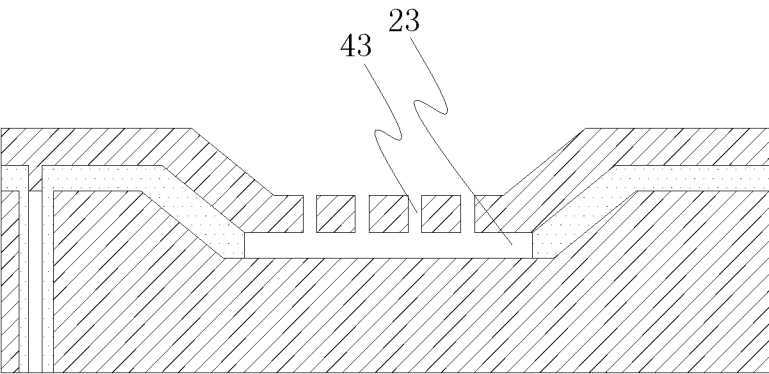


图 7

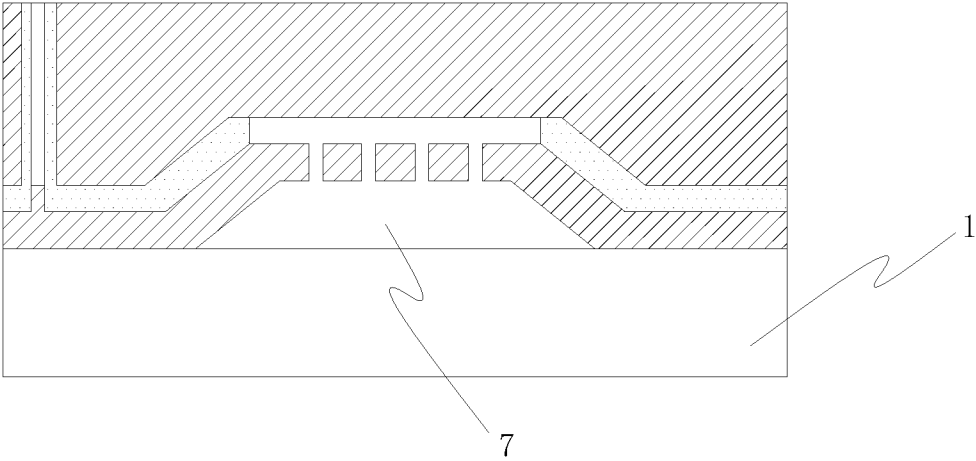


图 8

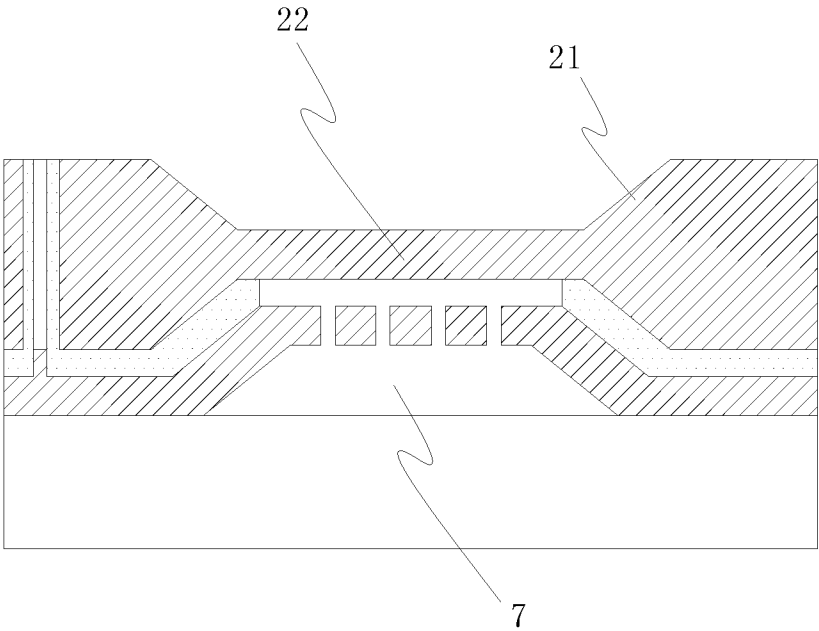


图 9

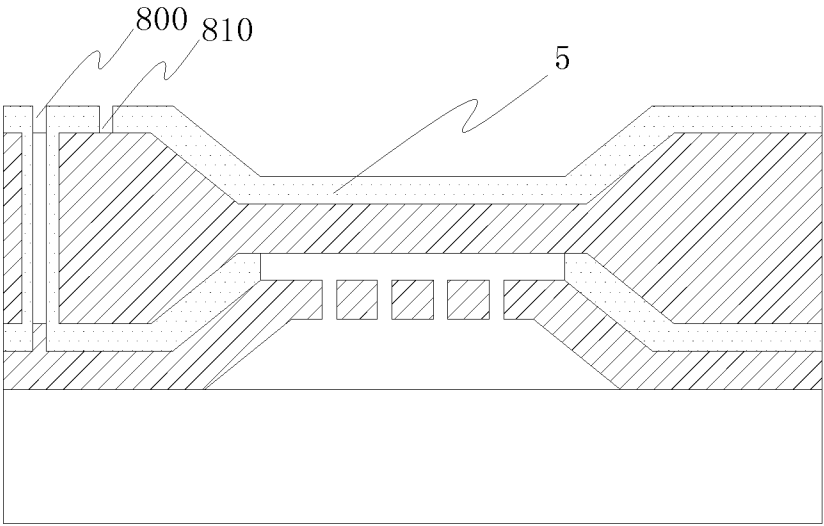


图 10

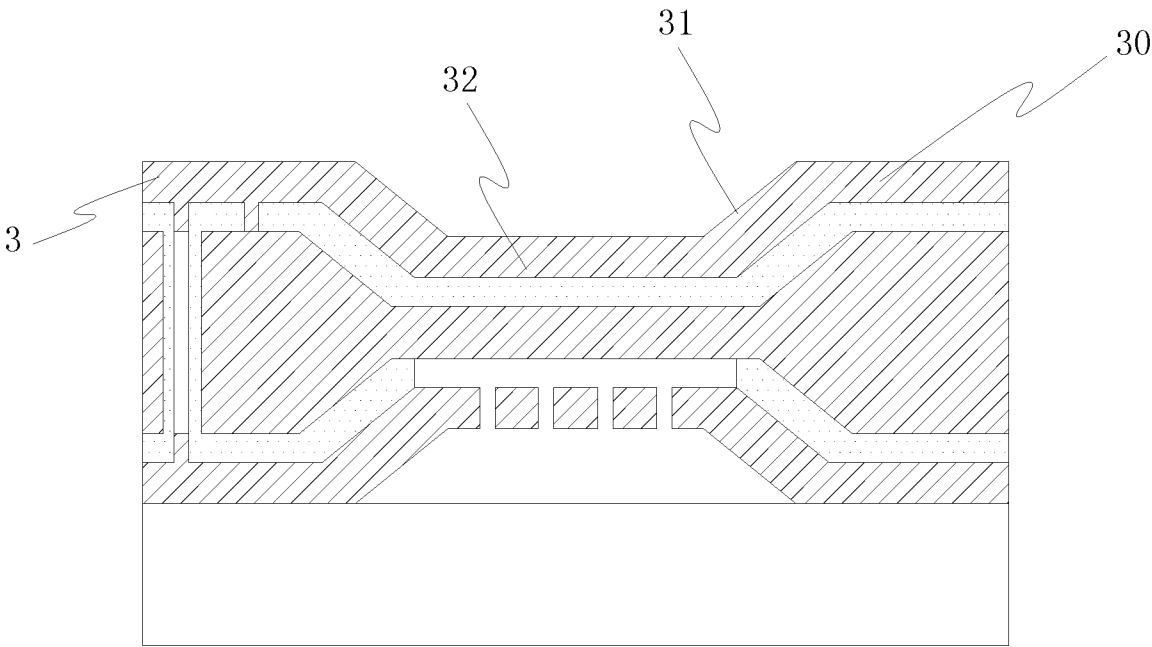


图 11

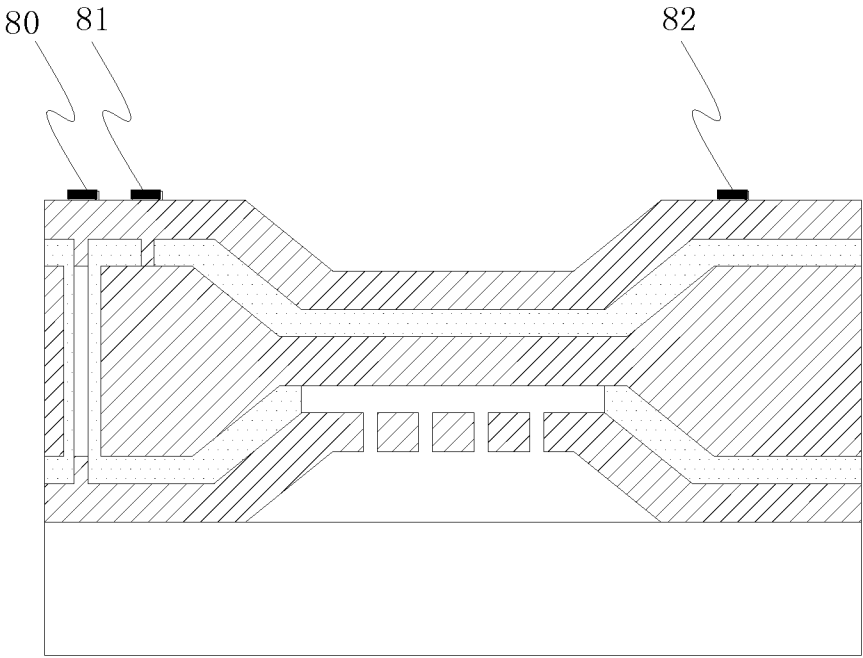


图 12

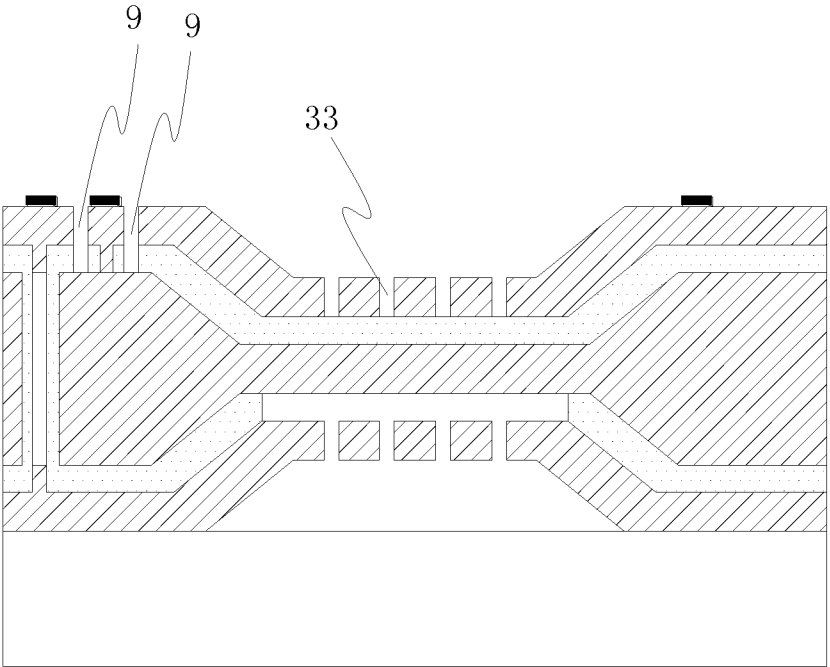


图 13

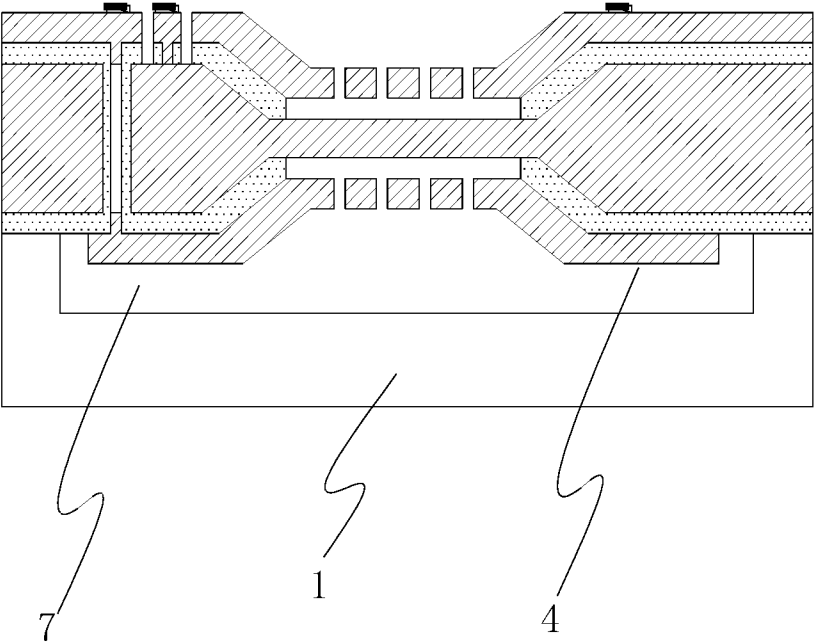


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/096916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 9/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN/CPRSABS/CNKI: differential, pressure, capacitive, micromachined, MEMS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105067178 A (GOERTEK INC.), 18 November 2015 (18.11.2015), description, paragraphs 0048-0077, and figures 1-14	1-10
E	CN 204964093 U (GOERTEK INC.), 13 January 2016 (13.01.2016), description, paragraphs 0033-0062, and figures 1-14	1-10
Y	US 5679902 A (VAISALA OY), 21 October 1997 (21.10.1997), description, column 1, line 30 to column 4, line 35, and figure 2	1-8
Y	DE 102011017462 A1 (HYDAC ELECTRONIC GMBH et al.), 18 October 2012 (18.10.2012), description, paragraphs 0032-0044, and figures 1-4	1-8
A	US 2003005774 A1 (DENSO CORP. et al.), 09 January 2003 (09.01.2003), the whole document	1-10
A	CN 201740612 U (SHENYANG ACADEMY OF INSTRUMENTATION SCIENCE), 09 February 2011 (09.02.2011), the whole document	1-10
A	CN 103563399 A (GOERTEK INC.), 05 February 2014 (05.02.2014), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 March 2016 (01.03.2016)	Date of mailing of the international search report 09 March 2016 (09.03.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Haixia Telephone No.: (86-10) 62085743

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/096916

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105067178 A	18 November 2015	None	
CN 204964093 U	13 January 2016	None	
US 5679902 A	21 October 1997	FI 100918 B	13 March 1998
		EP 0727650 A3	11 December 1996
		JP H08247878 A	27 September 1996
		NO 960617 A	19 August 1996
		FI 950715 A	18 August 1996
		EP 0727650 B1	25 April 2001
		NO 960617 D0	16 February 1996
		DE 69612576 D1	31 May 2001
		FI 950715 AO	17 February 1995
		DE 69612576 T2	29 May 2002
		EP 0727650 A2	21 August 1996
DE 102011017462 A1	18 October 2012	DE 102011017462 B4	31 October 2012
US 2003005774 A1	09 January 2003	JP 4296728 B2	15 July 2009
		DE 10230166 A1	16 January 2003
		US 6584852 B2	01 July 2003
		JP 2003021565 A	24 January 2003
CN 201740612 U	09 February 2011	None	
CN 103563399 A	05 February 2014	WO 2012122696 A1	20 September 2012
		US 8860154 B2	14 October 2014
		US 2014239352 A1	28 August 2014

A. 主题的分类 G01L 9/12 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) VEN/CPRSABS/CNKI: 差分, 电容, 压力, 微机械, differential, pressure, capacitive, micromachined, MEMS		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105067178 A (歌尔声学股份有限公司) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 说明书第0048-0077段, 图1-14	1-10
E	CN 204964093 U (歌尔声学股份有限公司) 2016年 1月 13日 (2016 - 01 - 13) 说明书第0033-0062段, 图1-14	1-10
Y	US 5679902 A (VAISALA OY) 1997年 10月 21日 (1997 - 10 - 21) 说明书第1栏第30行-第4栏第35行, 图2	1-8
Y	DE 102011017462 A1 (HYDAC ELECTRONIC GMBH 等) 2012年 10月 18日 (2012 - 10 - 18) 说明书第0032-0044段, 图1-4	1-8
A	US 2003005774 A1 (DENSO CORP 等) 2003年 1月 9日 (2003 - 01 - 09) 全文	1-10
A	CN 201740612 U (沈阳仪表科学研究院) 2011年 2月 9日 (2011 - 02 - 09) 全文	1-10
A	CN 103563399 A (歌尔声学股份有限公司) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2016年 3月 1日		国际检索报告邮寄日期 2016年 3月 9日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 李海霞 电话号码 (86-10) 62085743

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/096916

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105067178	A	2015年 11月 18日	无			
CN	204964093	U	2016年 1月 13日	无			
US	5679902	A	1997年 10月 21日	FI	100918	B	1998年 3月 13日
				EP	0727650	A3	1996年 12月 11日
				JP	H08247878	A	1996年 9月 27日
				NO	960617	A	1996年 8月 19日
				FI	950715	A	1996年 8月 18日
				EP	0727650	B1	2001年 4月 25日
				NO	960617	D0	1996年 2月 16日
				DE	69612576	D1	2001年 5月 31日
				FI	950715	A0	1995年 2月 17日
				DE	69612576	T2	2002年 5月 29日
				EP	0727650	A2	1996年 8月 21日
DE	102011017462	A1	2012年 10月 18日	DE	102011017462	B4	2012年 10月 31日
US	2003005774	A1	2003年 1月 9日	JP	4296728	B2	2009年 7月 15日
				DE	10230166	A1	2003年 1月 16日
				US	6584852	B2	2003年 7月 1日
				JP	2003021565	A	2003年 1月 24日
CN	201740612	U	2011年 2月 9日	无			
CN	103563399	A	2014年 2月 5日	WO	2012122696	A1	2012年 9月 20日
				US	8860154	B2	2014年 10月 14日
				US	2014239352	A1	2014年 8月 28日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)