



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102778586 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201210287128. 1

(22) 申请日 2012. 08. 13

(73) 专利权人 中国科学院上海微系统与信息技术研究所

地址 200050 上海市长宁区长宁路 865 号

(72) 发明人 熊斌 徐铭 徐德辉 姚邵康
马颖蕾 王跃林

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219
代理人 李仪萍

(51) Int. Cl.

G01P 15/125(2006. 01)

B81C 1/00(2006. 01)

B81B 3/00(2006. 01)

审查员 胡小伟

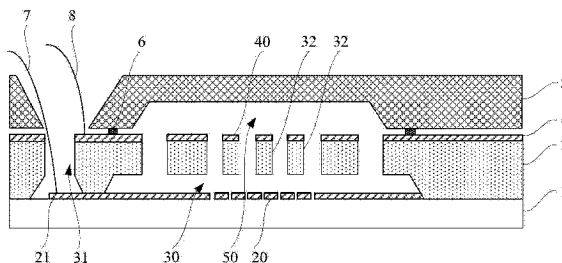
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

一种差分电容微加速度传感器及其制作方法

(57) 摘要

本发明提出一种差分电容微加速度传感器及其制作方法,该方法利用体硅工艺完成可动质量块和弹性梁的制作,通过干法刻蚀完成结构制作的同时也完成器件结构的释放;可动电极与可动质量块具有相同的形状和大小,避免重复光刻,工艺大大简化;设计的弹性梁在敏感方向刚度小,敏感垂直方向刚度大,具有较高的选择性和防串扰能力;利用圆片级低温真空对准键合技术将器件简单可靠地封装起来,便于大规模制造。此外,本发明的微加速度传感器采用了变面积式工作原理使得可动质量块在运动时仅受到滑膜阻尼,提高了灵敏度。



1. 一种差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于,至少包括以下步骤:

1) 提供一衬底,在所述衬底的正面制备金属层,并在所述金属层上进行光刻、以及腐蚀工艺制作出一对叉指形固定电极以及两个固定电极触点;

2) 提供一结构基片,并在所述结构基片背面进行光刻和腐蚀工艺制备出用来释放可动结构的预置空腔、以及两个电极引出通孔;

3) 将步骤 1) 中所述衬底的正面与步骤 2) 中所述结构基片的背面键合在一起;

4) 从所述结构基片正面将其减薄到目标厚度后,在其正面沉积金属层,并在所述金属层上进行光刻以及腐蚀工艺形成可动电极、可动质量块、弹性梁、以及固定电极引出通孔结构的图形;

5) 依据所述步骤 4) 中的光刻图形,通过对所述结构基片进行干法刻蚀以得到可动质量块、弹性梁以及两个电极引出通孔;

6) 提供一盖板基片,在所述盖板基片背面进行光刻以及腐蚀工艺制作出与所述可动质量块相对应的盖板空腔;

7) 将所述步骤 6) 中的盖板基片背面和所述步骤 5) 中结构基片的正面键合在一起;

8) 通过光刻以及硅的深腐蚀工艺在所述步骤 7) 中的盖板基片上形成电极引出通孔;

9) 通过打线方式从所述电极引出通孔中引出固定电极和可动电极。

2. 根据权利要求 1 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述步骤 4) 中在所述结构基片正面沉积的金属层的材质为 Au、Al、Cu、或 Ag。

3. 根据权利要求 1 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述步骤 7) 中的键合工艺为圆片级低温真空键合,采用的键合材料为玻璃浆料、聚合物或金属粘合剂。

4. 根据权利要求 1 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述步骤 2) 中结构基片上的电极引出通孔与所述步骤 5) 中盖板基片上的电极引出通孔相对准,用于将所述固定电极和可动电极引出。

5. 根据权利要求 1 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述步骤 1) 中的衬底为玻璃片时,该步骤 1) 中在所述玻璃片上沉积的金属层的材质为 Au、Al、Cu、或 Ag;所述步骤 3) 中采用阳极键合工艺将衬底正面与所述结构基片的背面键合在一起。

6. 根据权利要求 1 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于,所述步骤 1) 中的衬底为硅片时,所述步骤 1) 还包括:

1-1) 提供一衬底,在所述衬底的正面热氧化生长一层氧化硅;

1-2) 在所述步骤 1-1) 衬底的正面制备 Au 层,并在所述 Au 层上进行光刻、以及腐蚀工艺制作出一对叉指形固定电极;

所述步骤 2) 还包括:

2-1) 提供一结构基片,并在所述结构基片背面热氧化生长一层氧化硅;

2-2) 在所述步骤 2-1) 的氧化硅上进行光刻和腐蚀工艺制作出用来释放可动结构的预置空腔、以及电极引出通孔;

2-3) 在所述结构基片背面制作键合接触环。

7. 根据权利要求 6 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述步骤 2-3) 中键合接触环的材料为玻璃浆料、聚合物或金属粘合剂。

8. 根据权利要求 1 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述结构基片为硅基片或 SOI 基片;所述盖板基片为硅基片。

9. 根据权利要求 8 所述的差分电容微加速度传感器的制作方法,其特征在于:所述结构基片为 SOI 基片时,所述步骤 2) 还包括:

2-1) 提供一结构基片,在所述结构基片背面的顶层硅表面热氧化生长一层氧化硅;

2-2) 在所述结构基片背面的氧化硅层上进行光刻及刻蚀,开出所述顶层硅的腐蚀窗口,然后以氧化硅为掩膜,对所述腐蚀窗口的顶层硅进行刻蚀直至达到埋层氧化硅层,以形成用来释放可动结构的预置空腔、以及电极引出通孔;

2-3) 利用干法刻蚀将所述步骤 2-2) 中结构基片背面露出的所述埋层氧化硅刻蚀掉。

一种差分电容微加速度传感器及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种加速度传感器,特别是涉及一种制造方法简单器件尺寸小至毫米量级的栅状结构差分电容微加速度传感器及其制作方法,属于微电子机械制造领域。

背景技术

[0002] 微型加速度传感器以其体积小、重量轻、功耗小、成本低、易集成等特点而广泛和深入应用在航天制导、车辆控制、机器人、手机智能、工业探矿、医学等领域中。为了适应不同领域测量条件的限制,加速度传感器的类型也多种多样,但电容式加速度传感器由于其良好的温度特性、高灵敏度、稳定性高以及加工简单等特点一直都是研究的最主要方向。

[0003] 应用于微加速度传感器的敏感机理很多,目前有文献报道的主要有压阻式、电容式、温敏式、谐振式等。压阻式微加速度传感器是通过可动质量块感应加速度,将输入转换为弹性结构的形变,从而引起制作在弹性结构上的压敏电阻阻值的变化,再通过外界电路将电阻的变化转换为电压或电流变化。压阻式加速度传感器具有加工工艺简单,测量方法容易,线性度好等优点,但也有严重的缺点,例如温度效应严重,工作状态不稳定,灵敏度低等。

[0004] 电容式微加速度传感器是通过可动质量块感应加速度,利用平行板电容将质量块的相对位移转换为电容的变化,再通过检测电路将电容的微小变化转换为与其成正比的电压的变化。电容式加速度传感器具有温度效应低、功耗小、灵敏度相对较高、结构简单等突出优点,但是外界加速度仅能引起电容微小的变化(通常在 10^{-15} 量级甚至更低),因此测试方法复杂。对于平板电容,电容值为:

$$[0005] \quad C = \frac{\epsilon A}{d},$$

[0006] 其中 ϵ 为介质的介电常数, A 为极板正对面积, d 为极板间垂直距离。

[0007] 由上式可知,电容加速度传感器按工作原理大致分为两类。一类是变间距式,在加速度的作用下质量块上下电极距离发生变化,大多数文献中采用更多的是变间距式的加速度传感器;另一类是变面积式,通过上下电极的平行错位使得交叠面积发生变化。前者由于电容和间距成反比关系,会造成电容变化的非线性,需要利用反馈电路来减小非线性,另外由于上下极板相对运动,会产生较大的压膜阻尼。而后者则完全是线性的关系,且由于运动过程中产生的是滑膜阻尼,这大大提高了加速度计的灵敏度。

[0008] 鉴于此,如何制作出一种电容式微加速度传感器,以克服现有技术中电容变化的非线性以及加速度引起的电容变化微小造成的测试方法复杂的缺点,成为目前亟待解决的问题。

发明内容

[0009] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种差分电容微加速度传感器及其制作方法,用于解决现有技术中电容变化的非线性以及加速度引起的电容变化微

小造成的测试方法复杂的问题。

[0010] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种差分电容微加速度传感器及其制作方法,至少包括以下步骤:

[0011] 1) 提供一衬底,在所述衬底的正面制备金属层,并在所述金属层上进行光刻、以及腐蚀工艺制作出一对叉指形固定电极以及两个固定电极触点;

[0012] 2) 提供一结构基片,并在所述结构基片背面进行光刻和腐蚀工艺制备出用来释放可动结构的预置空腔、以及两个电极引出通孔;

[0013] 3) 将步骤 1) 中所述衬底的正面与步骤 2) 中所述结构基片的背面键合在一起;

[0014] 4) 从所述结构基片正面将其减薄到目标厚度后,在其正面沉积金属层,并在所述金属层上进行光刻以及腐蚀工艺形成可动电极、可动质量块、弹性梁、以及固定电极引出通孔结构的图形;

[0015] 5) 依据所述步骤 4) 中的光刻图形,通过对所述结构基片进行干法刻蚀以得到可动质量块、弹性梁以及两个电极引出通孔;

[0016] 6) 提供一盖板基片,在所述盖板基片背面进行光刻以及腐蚀工艺制作出与所述可动质量块相对应的盖板空腔;

[0017] 7) 将所述步骤 6) 中的盖板基片背面和所述步骤 5) 中结构基片的正面键合在一起;

[0018] 8) 通过光刻以及硅的深腐蚀工艺在所述步骤 7) 中的盖板基片上形成电极引出通孔;

[0019] 9) 通过打线方式从所述电极引出通孔中引出固定电极和可动电极。

[0020] 可选地,所述步骤 4) 中在所述结构基片正面沉积的金属层的材质为 Au、Al、Cu、或 Ag;所述步骤 7) 中的键合工艺为圆片级低温真空键合,采用的键合材料为玻璃浆料、聚合物或金属粘合剂;所述步骤 2) 中结构基片上的电极引出通孔与所述步骤 5) 中盖板基片上的电极引出通孔相对准,用于将所述固定电极和可动电极引出;所述步骤 1) 中的衬底为玻璃片时,该步骤 1) 中在所述玻璃片上沉积的金属层的材质为 Au、Al、Cu、或 Ag;所述步骤 3) 中采用阳极键合工艺将衬底正面与所述结构基片的背面键合在一起。

[0021] 可选地,所述步骤 1) 中的衬底为硅片时,所述步骤 1) 还包括:

[0022] 1-1) 提供一衬底,在所述衬底的正面热氧化生长一层氧化硅;

[0023] 1-2) 在所述步骤 1-1) 衬底的正面制备 Au 层,并在所述 Au 层上进行光刻、以及腐蚀工艺制作出一对叉指形固定电极;

[0024] 所述步骤 2) 还包括:

[0025] 2-1) 提供一结构基片,并在所述结构基片背面热氧化生长一层氧化硅;

[0026] 2-2) 在所述步骤 2-1) 的氧化硅上进行光刻和腐蚀工艺制作出用来释放可动结构的预置空腔、以及电极引出通孔;

[0027] 2-3) 在所述结构基片背面制作键合接触环。

[0028] 可选地,所述步骤 2-3) 中键合接触环的材料为玻璃浆料、聚合物或金属粘合剂。

[0029] 可选地,所述结构基片为硅基片或 SOI 基片;所述盖板基片为硅基片。

[0030] 可选地,所述结构基片为 SOI 基片时,所述步骤 2) 还包括:

[0031] 2-1) 提供一结构基片,在所述结构基片背面的顶层硅表面热氧化生长一层氧化

硅；

[0032] 2-2) 在所述结构基片背面的氧化硅层上进行光刻及刻蚀, 开出所述顶层硅的腐蚀窗口, 然后以氧化硅为掩膜, 对所述腐蚀窗口的顶层硅进行刻蚀直至达到埋层氧化硅层, 以形成用来释放可动结构的预置空腔、以及电极引出通孔；

[0033] 2-3) 利用干法刻蚀将所述步骤 2-2) 中结构基片背面露出的所述埋层氧化硅刻蚀掉。

[0034] 本发明的另一目的是提供一种差分电容微加速度传感器, 至少包括：

[0035] 衬底, 其正面具有一对叉指形固定电极以及一对固定电极触点；

[0036] 结构基片, 具有一凹腔的背面键合于所述衬底之上, 通过该凹腔与所述衬底表面构成电容间距, 正面具有栅状可动电极；对应所述凹腔上方悬设有栅状可动质量块, 所述可动质量块两侧分别通过若干对称弹性梁连接至所述结构基片；对应所述衬底上一对所述固定电极触点在所述结构基片上还具有两个电极引出通孔；

[0037] 盖板基片, 具有一凹腔的背面键合于所述结构基片正面之上, 通过该凹腔与所述结构基片正面构成了所述可动质量的运动间隙；对应所述衬底上一对所述固定电极触点以及结构基片上的可动电极, 在所述盖板基片上还具有两个电极引出通孔, 以实现将所述固定电极和可动电极引出。

[0038] 可选地, 所述固定电极和可动电极的材质为 Au、Al、Cu、或 Ag；所述弹性梁和可动质量块形成于所述结构基片体材料中；所述弹性梁对称分布于所述可动质量块两侧, 其个数为 2 个, 且所述弹性梁的形状为环形；所述衬底上的叉指形固定电极与结构基片上的栅状可动质量块组成敏感电容器；所述加速度传感器中的栅状可动质量块的运动方向为沿与该质量块上表面平行的方向, 属于面内加速度传感器。

[0039] 可选地, 所述衬底选为硅片或玻璃片；所述结构基片为选为硅基片或 SOI 基片；所述盖板基片选为硅片；所述结构基片为 SOI 基片时, 所述电容间距为该 SOI 基片顶层硅与埋层氧化硅的厚度之和；所述环形弹性梁和可动质量块形成于该 SOI 基片的衬底硅中。

[0040] 如上所述, 本发明的一种差分电容微加速度传感器及其制作方法, 具有以下有益效果：

[0041] 本发明利用体硅工艺完成可动质量块和弹性梁的制作, 通过干法刻蚀完成结构制作的同时也完成器件结构的释放；可动电极与可动质量块具有相同的形状和大小, 避免重复光刻, 工艺大大简化；设计的弹性梁在敏感方向刚度小, 敏感垂直方向刚度大, 具有较高的选择性和防串扰能力；利用圆片级低温真空对准键合技术将器件简单可靠地封装起来, 便于大规模制造。此外, 本发明的微加速度传感器采用了变面积式工作原理使得可动质量块在运动时仅受到滑膜阻尼, 提高了灵敏度, 并采用了栅状可动电极和叉指固定电极使得在相同加速度作用下产生较大的电容变化量, 进一步降低了差分式电容的检测难度。因此, 本发明的差分电容式微加速度传感器结构简单, 工艺易于实现, 测量精度高、线性度好、灵敏度高, 是一种实际可行的固态微型加速度计。

附图说明

[0042] 图 1a ~ 1i 显示为本发明实施例一中的差分电容微加速度传感器制作工艺流程示意图。

[0043] 图 2a ~ 2e 显示为本发明实施例二中的差分电容微加速度传感器制作部分工艺流程示意图。

[0044] 图 3a ~ 3d 显示为本发明实施例三中的差分电容微加速度传感器制作部分工艺流程示意图。

[0045] 图 4 显示为本发明实施例四中的差分电容微加速度传感器结构示意图。

[0046] 图 5a ~ 5b 显示为本发明实施例四中的差分电容微加速度传感器的等效电路以及工作原理示意图

[0047] 元件标号说明

[0048] 1 衬底

[0049] 2、4 金属层

[0050] 20 叉指形固定电极

[0051] 21 固定电极触点

[0052] 3 结构基片

[0053] 30 预置空腔

[0054] 31、51 电极引出通孔

[0055] 32 栅状可动质量块

[0056] 33 弹性梁

[0057] 34 顶层硅

[0058] 35 埋层氧化硅

[0059] 36 衬底硅

[0060] 40 可动电极

[0061] 5 盖板基片

[0062] 50 盖板空腔

[0063] 6 玻璃浆料键合

[0064] 7 固定电极引线

[0065] 8 可动电极引线

[0066] 9 氧化硅层

[0067] 10 键合接触环

[0068] S1~S9 步骤

[0069] AB、C 方向

具体实施方式

[0070] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0071] 需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可

能更为复杂。

[0072] 请参阅图 1a ~ 1i、图 2a ~ 2e、图 3a ~ 3d、图 4 以及图 5a ~ 5b，结合说明书附图进一步说明本发明提供一种差分电容式微加速度传感器及其制作方法，根据本发明中提供的不同衬底以及不同的结构基片，所述加速度传感器的制作方法也略有不同，下面通过不同的实施例来进行详细说明。

[0073] 实施例一

[0074] 如图 1a 至 1i 所述，本实施例提供一种差分电容微加速度传感器的制作方法，包括以下步骤：

[0075] 步骤 S1：如图 1a 所示，提供一玻璃衬底 1，在所述玻璃衬底 1 的正面通过电子束蒸发或蒸镀一层金属层 2，该金属层 2 的材质暂选为 Au，但不限于此，在其它实施例中亦可为 Al、Cu、或 Ag 等导电金属；然后在所述金属层 2 上进行光刻、以及腐蚀工艺制作出一对叉指形固定电极 20 以及两个固定电极触点 21。

[0076] 步骤 S2：提供一结构基片 3，本实施例中，所述结构基片暂选为硅片，但并不限于此，在其它实施例中亦可为其它基片，不同的结构基片工艺稍有差别；然后在所述结构基片 3 背面进行光刻形成预置空腔 30 和电极引出通孔 31 图形，接着利用干法或湿法腐蚀工艺制备出用来释放可动结构的预置空腔 30、以及两个电极引出通孔 31 的结构，该预置空腔 30 的深度即为所述微加速度传感器的电容间距，该电容间距根据所制作的加速度传感器的性能的不同而改变。如图 1b 所示为所述结构硅片的截面图。

[0077] 步骤 S3：采用阳极键合工艺将所述步骤 S1 中玻璃衬底 1 的正面与所述步骤 S2 中所述结构基片 3 的背面键合在一起，阳极键合工艺一般只限于玻璃-硅键合，键合温度为 300℃ ~ 400℃，偏压为 500V ~ 1000V。需要说明的是，在键合时，在所述结构基片 3 对应所述金属电极引线的位置上腐蚀出一个小腔（未示出），使所述结构硅片 3 背面不能与所述衬底 1 硅片上的金属电极引线接触，如图 1c 所示为键合后的截面图。

[0078] 步骤 S4：采用化学机械研磨法或湿法腐蚀工艺从所述结构基片 3 正面进行减薄，减薄到目标厚度后，通过蒸镀或电子束蒸发工艺在所述减薄的结构基片 3 正面沉积一层金属层 4，本实施例中，该金属层 4 的材质选为 Au，但不限于此，在其它实施例中亦可为 Al、Cu、或 Ag 等导电金属；然后在所述金属层 4 上就行光刻，并对其进行腐蚀以分别形成可动电极 40、栅状可动质量块 32（简称可动质量块 32）、弹性梁 33、以及固定电极引出通孔 31 结构的图形；所述电极引出通孔 31 结构的图形与所述步骤 S1 中的固定电极触点 21 在垂直方向上相对应，以使在后续步骤中腐蚀所述结构基片 3 形成的固定电极引出通孔 31 能够连通该固定电极触点 21；所述可动质量块 32 结构上方的金属层 4 作为可动电极 40，所述结构基片 4 正面没有被金属层 4 所覆盖的地方在后续步骤中将被腐蚀掉，且该结构基片 3 上剩余的金属层 4 与可动质量块 32 上的可动电极 40 实现电学连接。图 1d 显示为在所述结构硅片正面的金属层上进行光刻后的结构图形平面图。

[0079] 步骤 S5：依据所述步骤 S4 中的光刻图形，通过对没有被所述金属层 4 所述覆盖的结构基片 3 进行干法刻蚀以得到可动质量块 32、弹性梁 33 以及两个电极引出通孔 31。所述可动质量块 32 为栅状结构，其两侧分别通过若干对称弹性梁 33 连接至所述结构硅片 3。需要说明的是，本实施例中弹性梁 33 的形状为环形，数量为 2 个，但并不限于此，在其他实施例中所述弹性梁 32 的形态和数量根据所述加速度传感器的性能不同而改变，例如所述弹

性梁 33 的形状可以为直梁或其它对称结构的形状等,数量可以为 4 个、6 个等。如图 1e 所示为沿图 1d 的 AB 方向的截面图,在后续工艺流程图的截面图结构都是按照图 1d (或图 1d 在器件结构中的 AB 方向)的 AB 方向的截面,后续步骤中不在赘述,特此声明。

[0080] 步骤 S6 :如图 1f 所示,提供一在盖板基片 5,本实施例中盖板基片 5 选为硅基片,但不限于此,其它实施例中亦可为其它基片,例如 Ge 基片等,在所述盖板基片 5 背面进行光刻后,利用干法或湿法腐蚀工艺腐蚀出与所述可动质量块相对应的盖板空腔 50,通过该盖板空腔 50 与所述结构基片 3 正面构成了所述可动质量块 32 的运动间隙。

[0081] 步骤 S7 :如图 1g 所示,采用圆片级低温真空封装玻璃浆料键合 6 工艺将所述步骤 S6 中的盖板基片 5 背面和所述步骤 S5 中结构基片 3 的正面键合在一起,玻璃浆料键合 6 技术具有工艺简单、键合强度高、密封效果好、生产效率高等优点,是一种高产率、低成本的封装技术。但并不限于本实施例中的键合工艺,在其它实施例中亦可以采用圆片级低温真空封装聚合物键合工艺、或金属粘合剂键合工艺等。通过键合的盖板基片 5,实现了所述加速度传感器的圆片级真空封装,以防止所述加速度传感器中的可动结构受到划片和装配过程中的灰尘、水汽等因素的影响,造成器件的毁坏或整体性能的下降。

[0082] 需要说明的是,所述盖板基片 5 与结构硅片 3 键合后,该盖板硅片 5 上的盖板空腔 50 正好覆盖在所述结构基片 3 上的可动质量块 32 以及弹性梁 33 之上,并与结构基片 3 正面形成了可动质量块 32 的自由运动空间。

[0083] 步骤 S8 :如图 1h 所示,在键合后的盖板基片 5 正面进行光刻以形成与该盖板基片 5 背面电极引出通孔 51 结构相对应的电极引出通孔 51 图形,根据光刻的图形,并利用干法或湿法刻蚀工艺在所述盖板基片 5 上刻蚀出电极引出通孔 51。干法刻蚀一般利用深反应离子刻蚀工艺,而湿法刻蚀采用 KOH 溶液进行硅的腐蚀。

[0084] 需要说明的是,所述盖板基片 5 上的电极引出通孔 51 与结构基片 3 上的电极引出通孔 31 在垂直方向上相通,以将固定电极 20 引出,且位于盖板基片 5 上的电极引出通孔 51 将所述结构基片 3 上的金属引线暴露出,以将可动电极 40 引出。

[0085] 步骤 S9 :如图 1i 所示,通过打线方式从所述电极引出通孔 31 和 51 中引出固定电极引线 7 和可动电极引线 8,完成电容式微加速度传感器的制作。

[0086] 综上所述,本发明利用体硅工艺完成可动质量块和弹性梁的制作,通过干法刻蚀完成结构制作的同时也完成器件结构的释放;设计的弹性梁在敏感方向刚度小,其敏感垂直方向刚度大,具有较高的选择性,防止串扰;采用了栅状可动电极和叉指固定电极使得在相同加速度作用下产生较大的电容变化量,且差分式电容检测方式进一步降低了检测难度;利用低温真空键合技术实现器件的圆片级真空封装;采用变面积式差分电容工作原理,保证器件良好的工作性能。此外本实用新型加速度传感器结构简单,工艺易于实现,测量精度高、线性度好、灵敏度高,是一种实际可行的固态微型加速度计。

[0087] 实施例二

[0088] 如图所示 2a 至 2e 所示为本实施例中的制作差分电容微加速度传感器的部分工艺流程图,本实施例提供另一种差分电容微加速度传感器的制作方法,与实施例一不同之处是本实施例中提供的衬底为硅衬底,因此,衬底的不同导致了工艺上的稍微差别,具体工艺步骤的不同如下:

[0089] 当提供一硅衬底 1 时,所述实施例一的步骤 S1 还包括:

[0090] S1-1:如图 2a 所示,提供一衬底 1,在所述硅衬底的正面热氧化生长一层氧化硅层 9,该氧化硅层 9 将所述硅衬底与后续步骤中的金属层 2 绝缘。

[0091] S1-2:如图 2b 所示,通过蒸镀或电子束蒸发工艺在所述步骤 S1-1 衬底的氧化硅层 9 上制备一层金属层 2,本实施例中所述金属层 2 材质暂选为 Au,但并不限于此,在其它实施例中亦可以选为 Al、Cu、或 Ag 等导电金属材料。然后在所述金属层 2 上进行光刻、以及腐蚀工艺制作出一对叉指形固定电极 20 以及两个固定电极触点 21。如图 2b 所示为所述衬底形成固定电极的平面图。

[0092] 所述实施例一种步骤 S2 还包括:

[0093] S2-1:如图 2c 所示,提供一结构基片 3,本实施例中的结构基片 3 暂选为硅片,然后在所述结构基片 3 背面热氧化生长一层氧化硅 9。

[0094] S2-2:在所述结构基片 3 背面氧化硅层 9 上进行光刻形成预置空腔 30 和电极引出通孔 31 图形,然后利用干法或湿法腐蚀工艺制备出用来释放可动结构的预置空腔 30、以及两个电极引出通孔 31 的结构,该预置空腔 30 的深度即为所述微加速度传感器的可动电容间距,该电容间距根据所制作的加速度传感器的性能的不同而改变。如图 2d 所示为结构基片的截面图。

[0095] S2-3:在所述结构基片 3 背面以及衬底正面氧化硅层 9 上制作键合接触环 10,本实施例中键合接触环 10 暂选为 Au-Au 键合环,但不限于此,在其它实施例中,键合接触环 10 亦可为玻璃浆料、聚合物或金属粘合剂。如图 2d 所示为结构基片的截面图。

[0096] 本实施例中的其它步骤以及工艺流程图与实施例一相同,在此不再赘述。如图 2e 所示为本实施例中形成的最终加速度传感器的结构图。

[0097] 实施例三

[0098] 如图所示 3a 至 3d 所示为本实施例中的制作差分电容微加速度传感器的部分工艺流程图,本实施例提供另一种差分电容微加速度传感器的制作方法,与实施例一不同之处是本实施例中提供的结构基片为 SOI 基片,因此,结构基片的不同也导致了工艺上的稍微差别,具体工艺步骤的不同如下:

[0099] 当提供一 SOI 结构基片 3 时,所述实施例一的步骤 S2 还包括:

[0100] S2-1:如图 3a 所示,提供一结构基片 3,在所述结构基片 3 背面的顶层硅 36 表面热氧化生长一层氧化硅 9。

[0101] S2-2:如图 3b 所示,在所述结构基片 3 背面的氧化硅层 9 上进行光刻及刻蚀,开出所述顶层硅 36 的腐蚀窗口,然后以氧化硅层 9 为掩膜,采用干法或湿法腐蚀工艺对所述腐蚀窗口的顶层硅 36 上进行刻蚀直至达到埋层氧化硅 37,以形成用来释放可动结构的预置空腔 30、以及电极引出通孔 31 结构,最后除去所述顶层硅上的氧化硅 9。

[0102] S2-3:如图 3c 所示,利用干法刻蚀将所述步骤 S2-2 中结构基片 3 背面露出的所述埋层氧化硅 37 刻蚀掉。

[0103] 需要说明的是,用该方法制作的加速度传感器,电容间距可精确控制,为该 SOI 基片顶层硅与埋层氧化硅的厚度之和;所述环形弹性梁和可动质量块形成于该 SOI 基片的衬底硅中,且所述环形弹性梁和可动质量块的厚度也可精确控制。

[0104] 本实施例中的其它步骤以及工艺流程图与实施例一相同,在此不再赘述。如图 3d 所示为本实施例中形成的最终加速度传感器的结构图。

[0105] 实施例四

[0106] 如图所 4 示,本发明的另一目的是提供一种差分电容微加速度传感器,应用于密封的真空腔体环境中,至少包括衬底 1、结构基片 3、以及盖板基片 5。

[0107] 所述衬底 1 设置于所述微加速度传感器的底部,本实施例中所述衬底 1 暂选为玻璃,但并不限于此,在其它实施例中亦可选为硅片、或锗片等,其正面具有一对叉指形固定电极 20 以及一对固定电极触点 21。本实施例中所述固定电极 20 和固定电极触点 21 的材质暂选为 Au,但并不限于此,在其它实施例中亦可选为 Al、Cu、或 Ag。

[0108] 所述结构基片 3 具有一预置空腔 30 的背面键合于所述衬底 1 之上,通过该预置空腔 30 与所述衬底 1 表面构成电容间距,正面具有栅状可动电极 40;对应所述预置空腔 30 上方悬设有栅状可动质量块 32,所述可动质量块 32 两侧分别通过若干对称弹性梁 33 连接至所述结构基片 3;对应所述衬底 1 上一对所述固定电极触点 21 在所述结构基片 3 上还还具有两个电极引出通孔 31。本实施例中结构基片 3 暂选为硅片,但并不限于此,在其它实施例中亦可为 SOI 结构基片 3。当所述结构基片为 SOI 基片时,所述电容间距为该结构基片 3 顶层硅 36 与埋层氧化硅 35 的厚度之和,所述弹性梁 33 和可动质量块 32 形成于该结构基片 3 的衬底硅 34 中(参考图 3d)。

[0109] 需要说明的是,本实施例中弹性梁 33 的形状为环形,数量为 2 个,但并不限于此,在其他实施例中所述弹性梁 33 的形态和数量根据所述加速度传感器的性能不同而改变,例如所述弹性梁 33 的形状可以为直梁或其它对称结构的形状等,数量可以为 4 个、6 个等。

[0110] 所述盖板基片 5 具有一盖板空腔 50 的背面键合于所述结构基片 3 正面之上,通过该盖板空腔 50 与所述结构基片 3 正面构成了所述可动质量 32 的运动间隙;对应所述衬底 1 上一对所述固定电极触点 21 以及结构基片 3 上的可动电极 40,在所述盖板基片 5 上还还具有两个电极引出通孔 51,以实现将所述固定电极 20 和可动电极 40 引出。本实施例中的盖板基片 5 暂选为硅基片,但并不限于此,在其它实施例中亦可为锗基片等。

[0111] 需要说明的是,所述微加速度传感器结构应用于密封的真空腔体环境中,且该微加速度传感器中的栅状可动质量块 32 的运动方向为沿与该质量块 32 上表面平行的方向,属于面内加速度传感器。

[0112] 为了进一步阐明本发明的差分电容微加速度传感器的原理及功效,请参阅图 5a 至 5b,如图所示为该加速度传感器的工作原理图。

[0113] 本发明中的所述可动质量块 32 可以在平面内检测水平方向的加速度,具有良好的选择性。同时该可动质量块 32 与可动电极 30 是一体的,栅状结构的可动电极 30 与叉指结构的固定电极 20 可在小位移的状态下产生大的电容变化,且成比较严格的线性关系,通过改变叉指固定电极 20 叉指的个数和长度、以及栅状结构的可动质量块 32 栅的个数和长度可以继续增大电容的变化。当可动质量块 32 移动时,下固定电极 20 与上可动电极 30 构成的两组检测电容会发生大小相同正负不同的变化。当按图 5b 中的方向 C 运动时,若一个电容(C1)变大,则另外一个电容(C2)就变小。通过检测差分电容的大小,就可以推算出加速度的大小。可见本发明加速度计相对其他加速度计具有较大的输出、较好的线性度以及较小的空气阻尼,而且后续接口电路的设计和制作也相对简单。

[0114] 综上所述,本发明提出的一种差分电容微加速度传感器及其制作方法,该方法利用体硅工艺完成可动质量块和弹性梁的制作,通过干法刻蚀完成结构制作的同时也完成器

件结构的释放；可动电极与可动质量块具有相同的形状和大小，避免重复光刻，工艺大大简化；设计的弹性梁在敏感方向刚度小，敏感垂直方向刚度大，具有较高的选择性和防串扰能力；利用圆片级低温真空对准键合技术将器件简单可靠地封装起来，便于大规模制造。此外，本发明的微加速度传感器采用了变面积式工作原理使得可动质量块在运动时仅受到滑膜阻尼，提高了灵敏度，并采用了栅状可动电极和叉指固定电极使得在相同加速度作用下产生较大的电容变化量，且差分式电容检测方式进一步降低了检测难度。因此，本发明的差分电容式微加速度传感器结构简单，工艺易于实现，测量精度高、线性度好、灵敏度高，是一种实际可行的固态微型加速度计。所以，本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0115] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本发明的权利要求所涵盖。

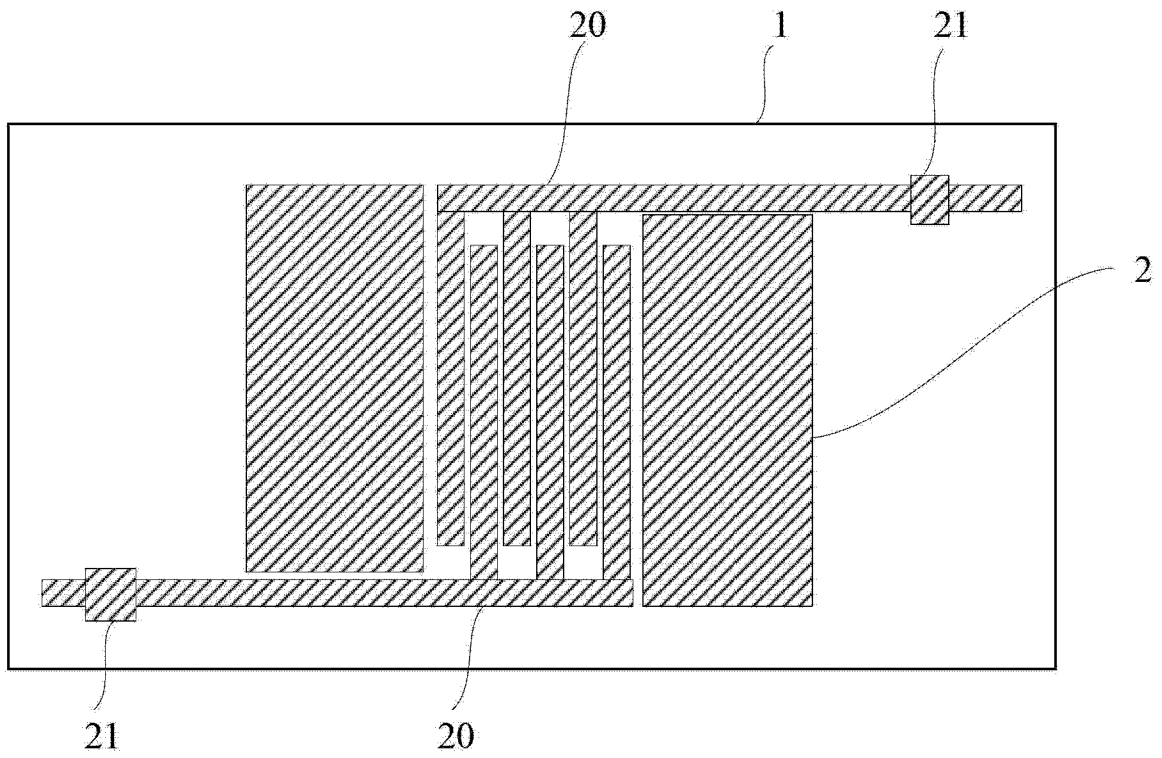


图 1a

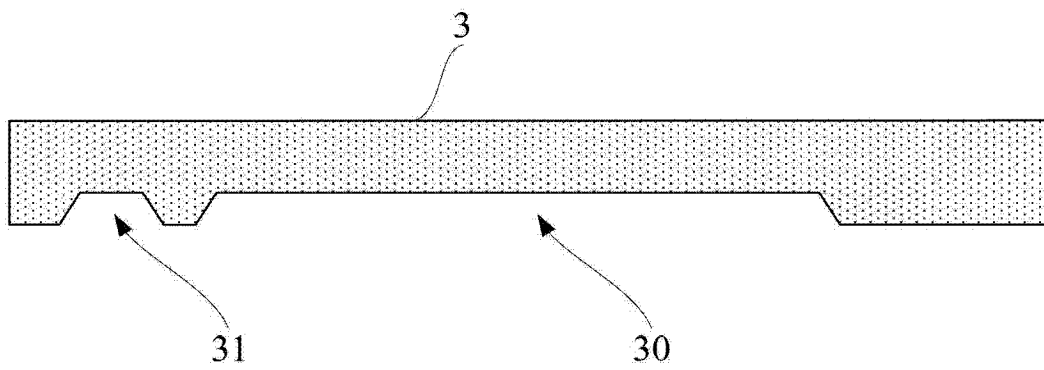


图 1b

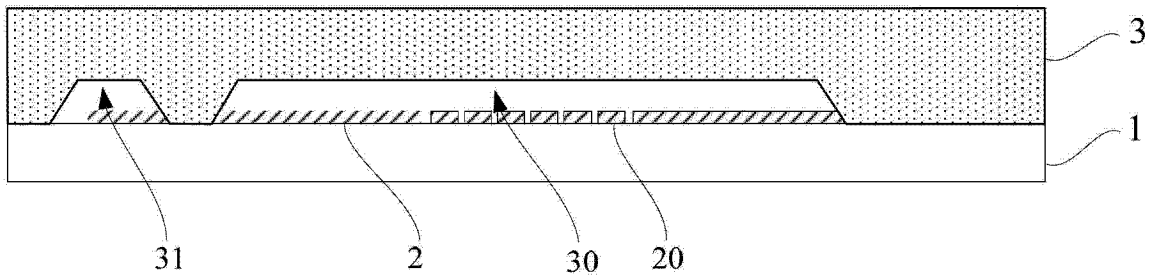


图 1c

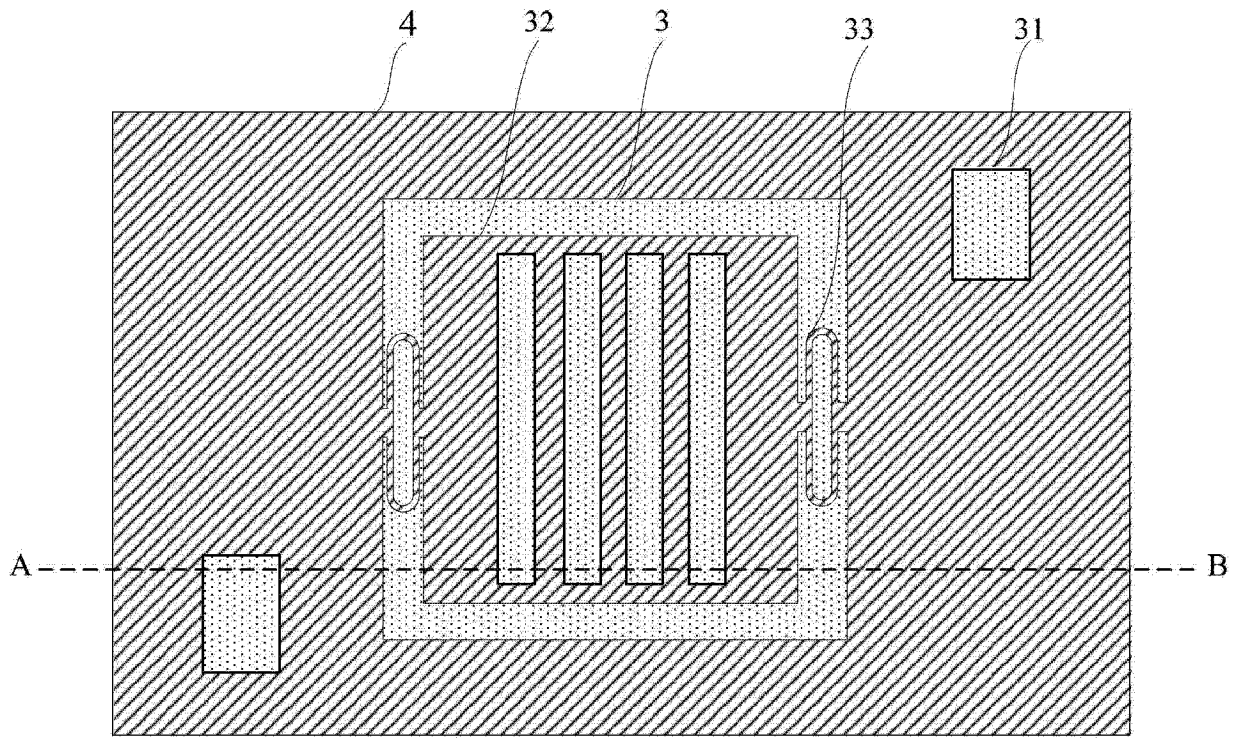


图 1d

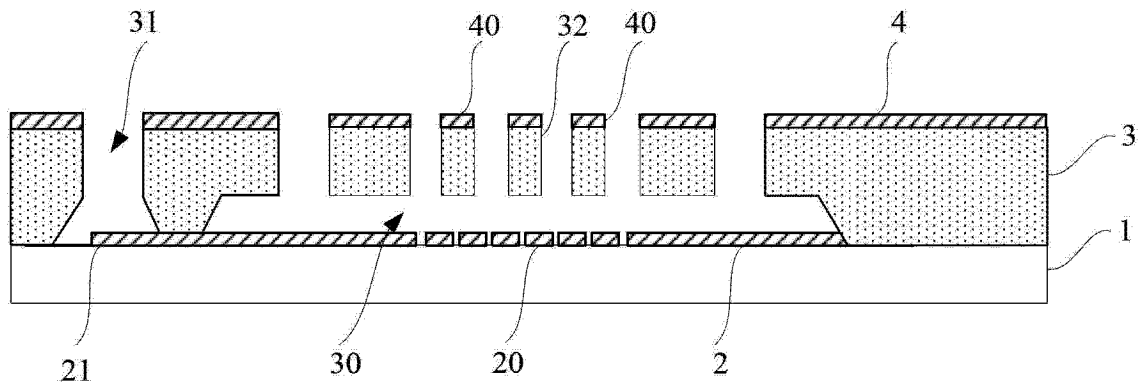


图 1e

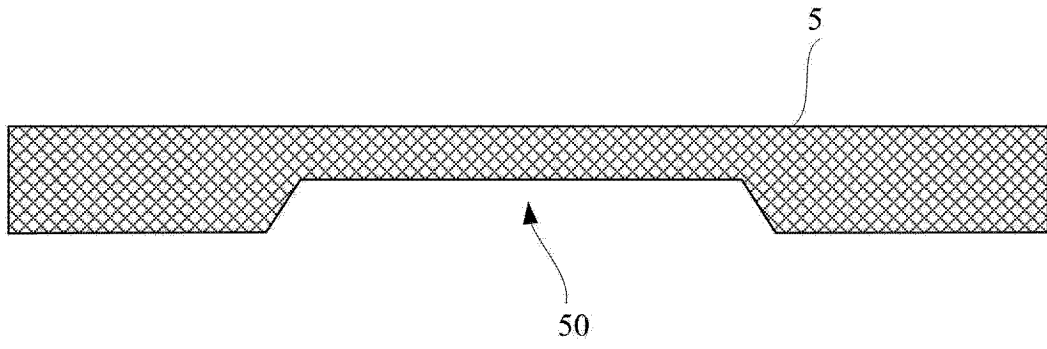


图 1f

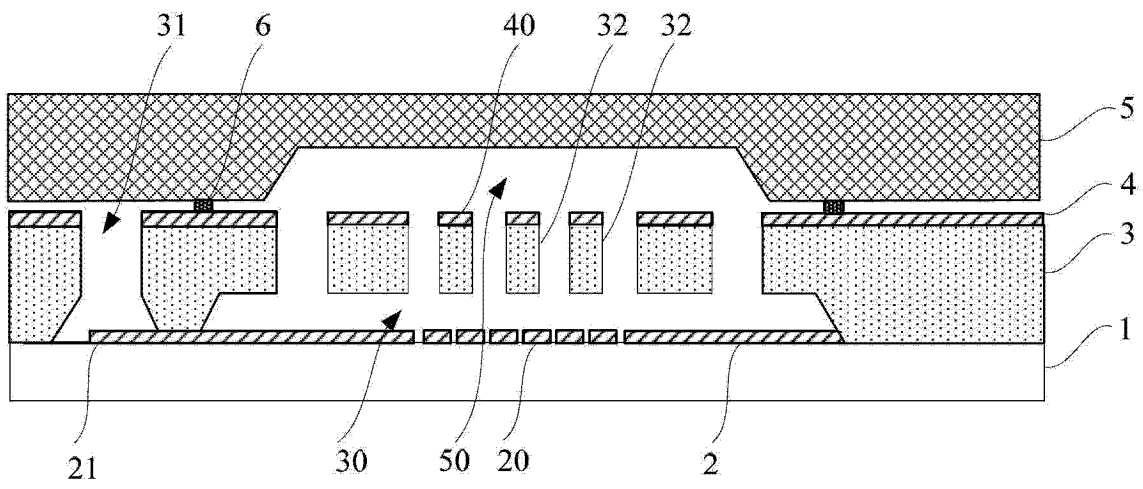


图 1g

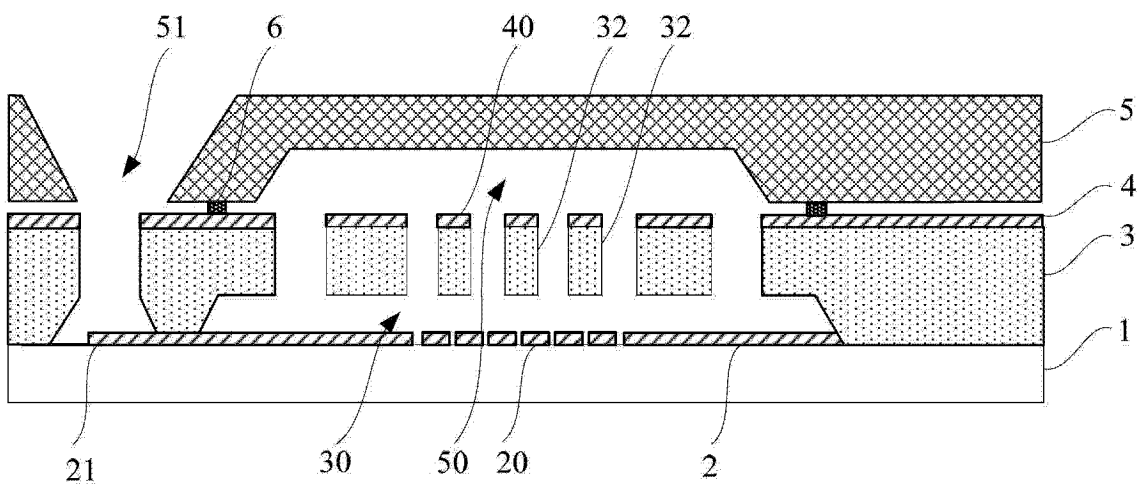


图 1h

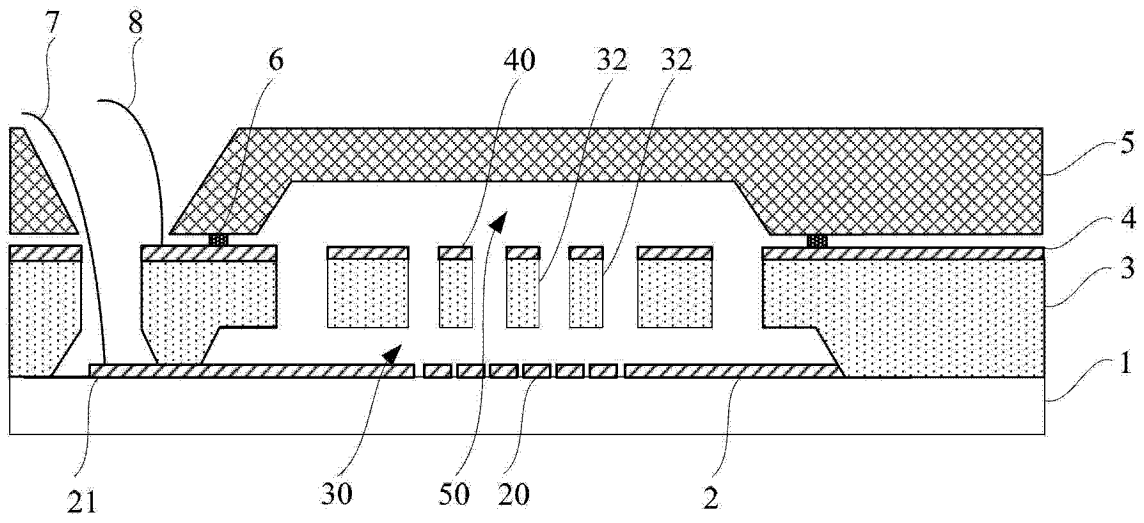


图 1i

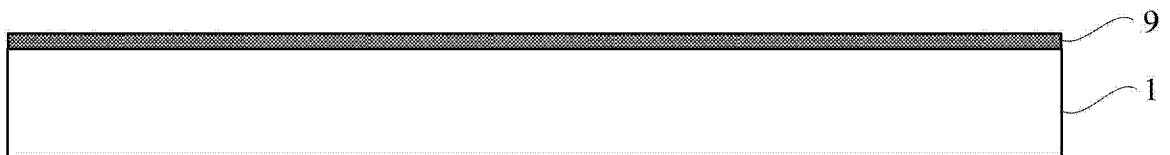


图 2a

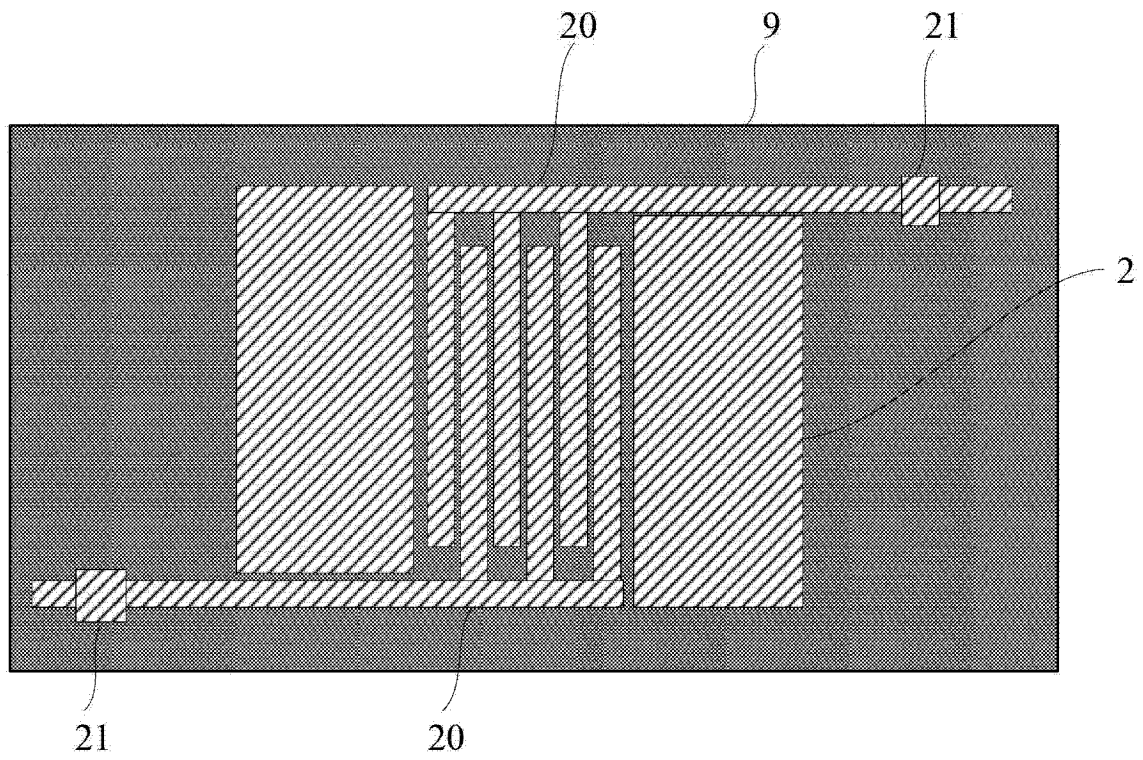


图 2b

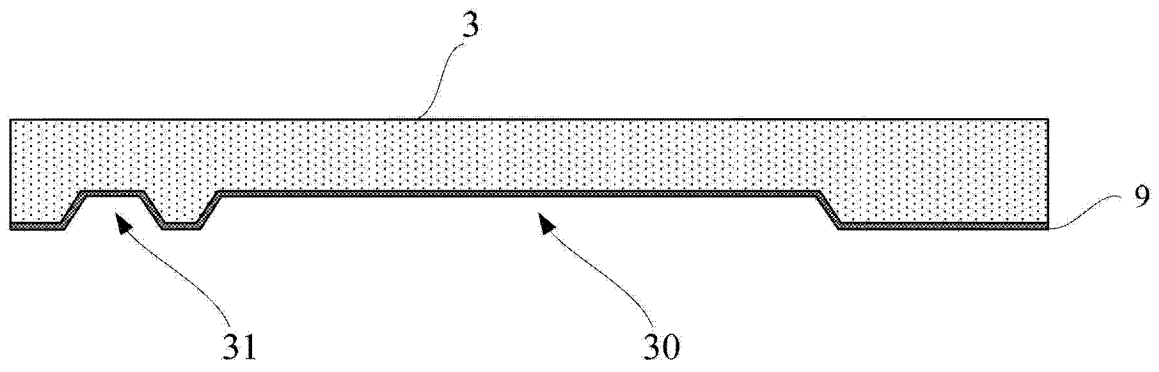


图 2c

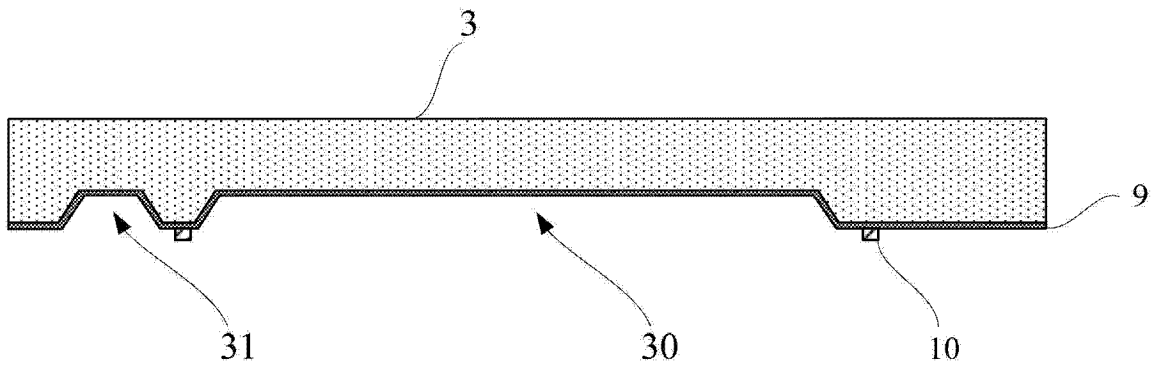


图 2d

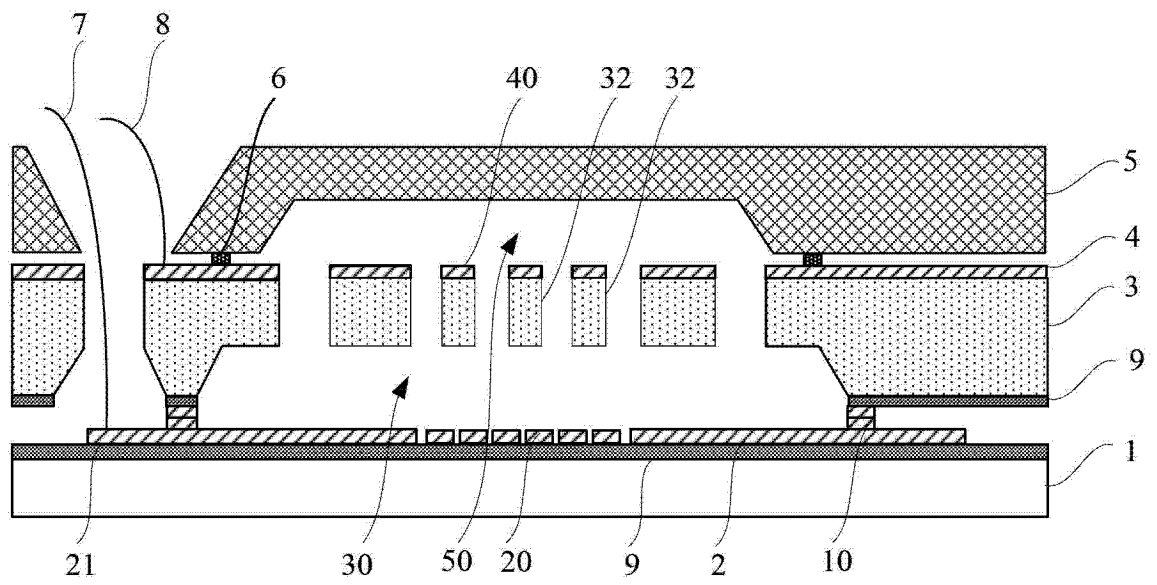


图 2e

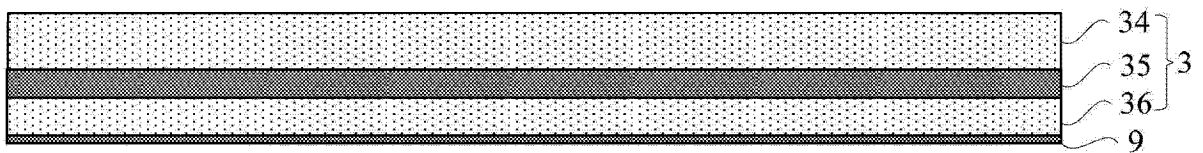


图 3a

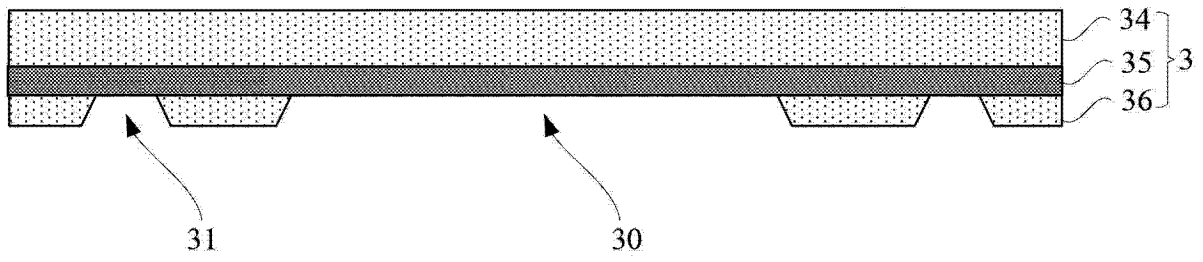


图 3b

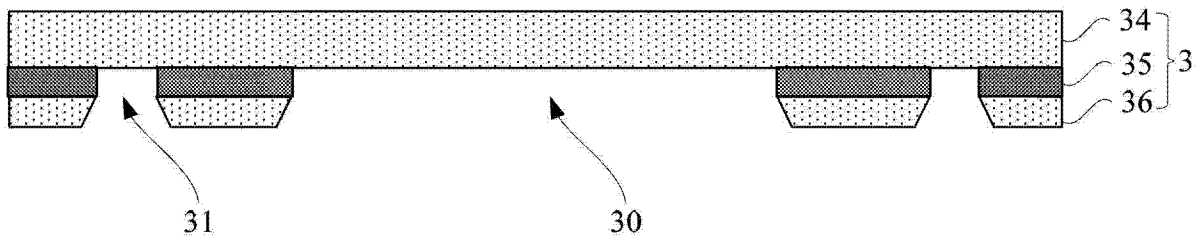


图 3c

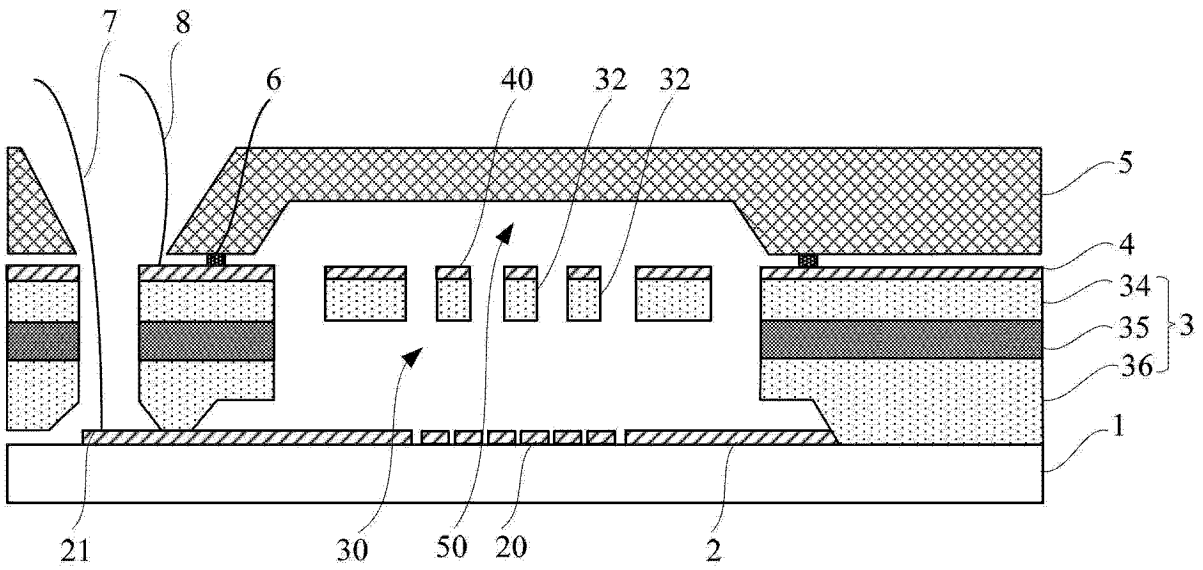


图 3d

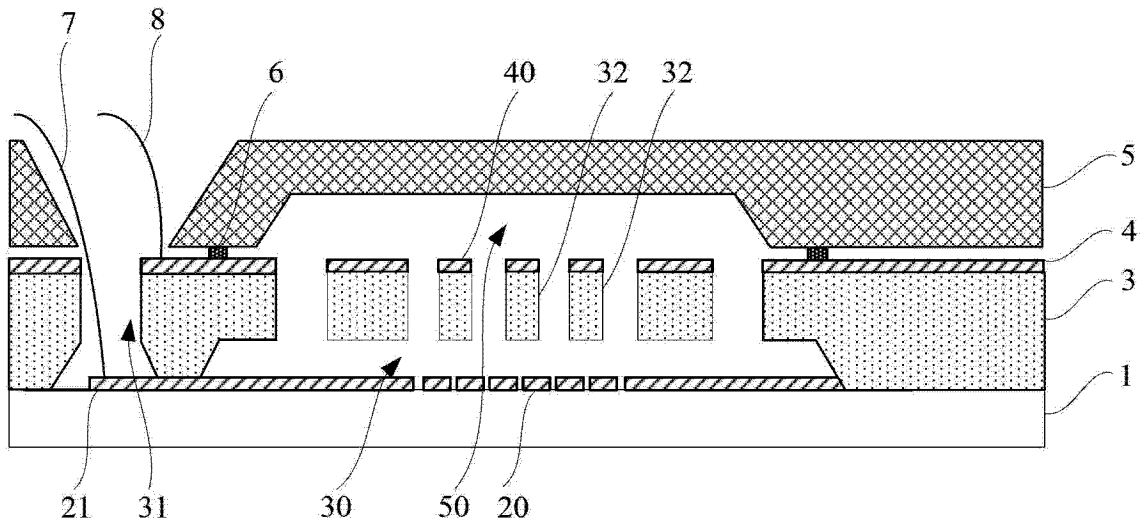


图 4

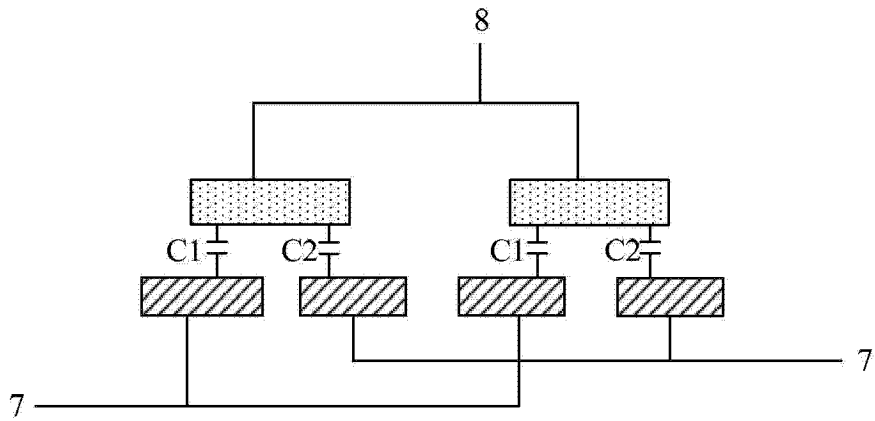


图 5a

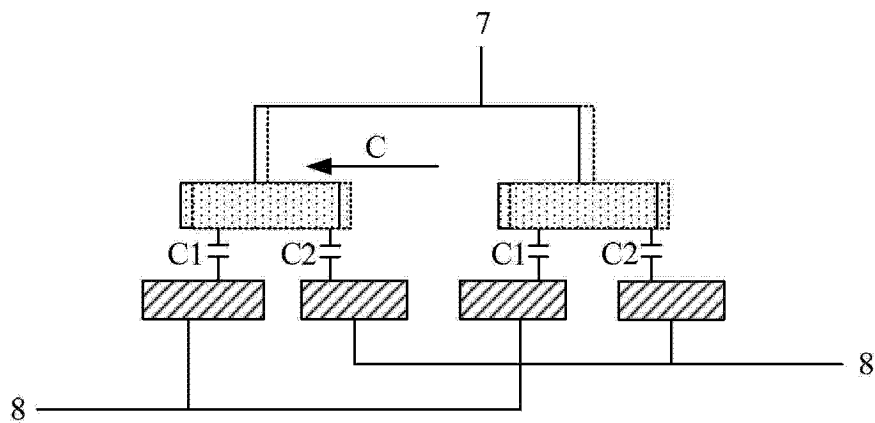


图 5b