



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102193002 A

(43) 申请公布日 2011.09.21

(21) 申请号 201010148677.1

(22) 申请日 2010.03.11

(71) 申请人 苏州敏芯微电子技术有限公司
地址 215006 江苏省苏州市工业园区星湖街
218 号生物纳米园 A02 楼 213B 房间

(72) 发明人 庄瑞芬 桑新文 李刚

(74) 专利代理机构 苏州威世朋知识产权代理事
务所(普通合伙) 32235
代理人 杨林洁

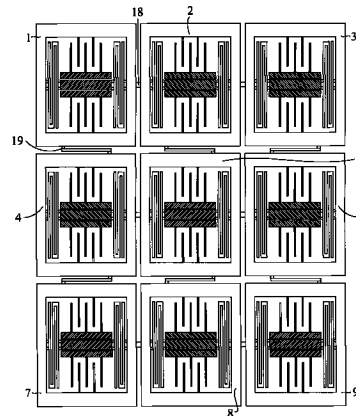
(51) Int. Cl.
G01P 15/125(2006.01)
B81C 1/00(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 发明名称
加速度传感器及其制造方法

(57) 摘要

本发明揭示了一种用于检测地震、地音的加速度传感器及其制造方法,所述加速度传感器包括组成阵列式的若干个子结构,每一个子结构包括质量块、与质量块在横向上相互连接的锚点及可相互之间在横向上产生相对位移的梳齿;所述若干个子结构在横向上通过第一支撑结构相互连接,并且所述若干个子结构在垂直横向的纵向上通过第二支撑结构相互连接。所述加速度传感器可以通过连接各个子结构之间的第一、第二支撑结构来进行应力释放,从而提高了灵敏度。



1. 一种加速度传感器,其特征在于:包括组成阵列式的若干个子结构,每一个子结构包括质量块、与质量块在横向上相互连接的锚点及可相互之间在横向上产生相对位移的梳齿;所述若干个子结构在横向上通过第一支撑结构相互连接,并且所述若干个子结构在垂直横向的纵向上通过第二支撑结构相互连接。

2. 如权利要求1所述的加速度传感器,其特征在于:所述每一个子结构包括位于锚点一侧的支撑部,所述梳齿包括与质量块连接的活动梳齿及与支撑部连接的第一、第二固定梳齿,所述活动梳齿在横向上位于第一、第二固定梳齿之间。

3. 如权利要求2所述的加速度传感器,其特征在于:所述每一个子结构包括分别与质量块及锚点连接的第一、第二短梁,及位于第一、第二短梁之间且与第一、第二短梁连接的连接梁。

4. 如权利要求3所述的加速度传感器,其特征在于:所述连接梁为“S”形弹性梁或“U”形弹性梁或方框形弹性梁。

5. 如权利要求3所述的加速度传感器,其特征在于:所述质量块为方框形,包括在纵向上间隔设置的第一、第二连接部及在横向上间隔设置的第三、第四连接部,所述活动梳齿连接于第一、第二连接部上,所述第一短梁连接于第三、第四连接部上。

6. 如权利要求1所述的加速度传感器,其特征在于:所述第一支撑结构为横向上弹性、纵向上刚性的结构,所述第二支撑结构为横向上刚性、纵向上弹性的结构。

7. 如权利要求6所述的加速度传感器,其特征在于:所述第二支撑结构为“Z”形梁或“U”形梁或方框形梁。

8. 如权利要求1所述的加速度传感器,其特征在于:所述每一个子结构均相同。

9. 一种制造权利要求1加速度传感器的方法,包括如下步骤:

(a). 提供 SOI 硅片作为基片;

(b). 在 SOI 硅片的正面溅射或蒸发铝,并光刻后腐蚀出铝线;

(c). 在 SOI 硅片的正面涂覆光刻胶,并光刻出刻蚀开口,再利用深反应离子刻蚀出加速度传感器的部分结构层;

(d). 将 SOI 硅片放入缓冲氧化物中蚀刻,得到加速度传感器的可动结构层,并去除光刻胶。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于:所述铝的厚度为1微米。

加速度传感器及其制造方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种加速度传感器及其制造方法,尤其一种应用于地震勘测装置的加速度传感器及其制造方法。

【背景技术】

[0002] 传统的地震检波器为电磁感应式检波器,其通过电磁感应的方式将振动信号转换为模拟电信号输出,该方式也是现今应用最普遍的检波器。区别于传统检波器,以 MEMS 技术为核心的数字检波器近年来取得了飞速发展,为地震检波器技术带来新的突破。随着 MEMS 技术的发展及数字检波器测试技术的不断成熟和完善,数字地震检波器必将是长期发展的必然趋势。MEMS 技术以硅材料为基底,结合微机械加工工艺和 IC 工艺进行加工,是集微型传感器、执行器、信号处理器以及控制电路、接口电路、通信电路和电源为一体的微型机电系统。

[0003] 由 MEMS 加速度传感器构成的地震检波器以感应加速度的变化,并通过闭环力反馈的形式将振动信号转换成高精度数字信号输出。加速度传感器可以等效为由质量块 m 、弹簧 k 与阻尼 c 组成的二阶振动系统,而由于地震波引起的加速度量级较小,因此要求设计动态范围大、分辨率高以及噪声小的检波器。从结构设计角度出发,若要提高分辨率并希望器件本身噪声较小,可以通过两个途径来实现:1) 提高品质因数,即采用真空封装的形式。2) 增加质量块 m 的大小。

[0004] 采用真空封装技术的典型产品为 Sercel 公司的 MEMS 加速度传感器,其 Q 值为 10000,真空封装压强小于 1mTorr。该产品采用梳齿结构实现电容检测,其优点为梳齿结构的加速度传感器工艺简单、成熟,缺点是高真空封装下,系统的稳定启动时间长,但是,现有的真空封装技术不是很成熟,不利于批量生产。

[0005] 此外,梳齿加工工艺由于应力、应力梯度以及结构重力等因素影响,难以加工出大尺寸的单一质量块结构。迄今为止,国内目前尚未有类似产品或结构设计的相关文献。现有的大质量块结构的典型产品为 Colibrys 公司的 Si-Flex™ 系列检波器。然而,其工艺较为复杂,通常要采用湿法腐蚀浓硼自停止、硅玻璃三层键合或者硅硅四层键合等技术。

[0006] 所以有必要设计出一种加速度传感器及其制造方法以解决上述技术问题。

【发明内容】

[0007] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种灵敏度较高的加速度传感器及其制造该加速度传感器的方法。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:一种加速度传感器,包括组成阵列式的若干个子结构,每一个子结构包括质量块、与质量块在横向上相互连接的锚点及可相互之间在横向上产生相对位移的梳齿;所述若干个子结构在横向上通过第一支撑结构相互连接,并且所述若干个子结构在垂直横向的纵向上通过第二支撑结构相互连接。

[0009] 进一步地,所述每一个子结构包括位于锚点一侧的支撑部,所述梳齿包括与质量

块连接的活动梳齿及与支撑部连接的第一、第二固定梳齿,所述活动梳齿在横向上位于第一、第二固定梳齿之间。

[0010] 进一步地,所述每一个子结构包括分别与质量块及锚点连接的第一、第二短梁,及位于第一、第二短梁之间且与第一、第二短梁连接的连接梁。

[0011] 进一步地,所述连接梁为“S”形弹性梁或“U”形弹性梁或方框形弹性梁。

[0012] 进一步地,所述质量块为方框形,包括在纵向上间隔设置的第一、第二连接部及在横向上间隔设置的第三、第四连接部,所述活动梳齿连接于第一、第二连接部上,所述第一短梁连接于第三、第四连接部上。

[0013] 进一步地,所述第一支撑结构为横向上弹性、纵向上刚性的结构,所述第二支撑结构为横向上刚性、纵向上弹性的结构。

[0014] 进一步地,所述第二支撑结构为“Z”形梁或“U”形梁或方框形梁,所述弹性结构均设有沿横向延伸的狭槽。

[0015] 进一步地,所述每一个子结构均相同。

[0016] 为解决上述技术问题,本发明还可以采用如下技术方案:一种制造上述加速度传感器的方法,包括如下步骤:

[0017] (a). 提供 SOI 硅片作为基片;

[0018] (b). 在 SOI 硅片的正面溅射或蒸发铝,并光刻后腐蚀出铝线;

[0019] (c). 在 SOI 硅片的正面涂覆光刻胶,并光刻出刻蚀开口,再利用深反应离子刻蚀出加速度传感器的部分结构层;

[0020] (d). 将 SOI 硅片放入缓冲氧化物中蚀刻,得到加速度传感器的可动结构层,并去除光刻胶。

[0021] 进一步地,所述铝的厚度为 1 微米。

[0022] 相较于现有技术,本发明加速度传感器可以通过连接各个子结构之间的第一、第二支撑结构来进行应力释放,从而提高了灵敏度。另外,本发明加速度传感器的加工工艺简单,利于产业化发展。

【附图说明】

[0023] 图 1 是本发明加速度传感器的俯视示意图。

[0024] 图 2 是图 1 所示的加速度传感器的子结构示意图。

[0025] 图 3 是本发明加速度传感器的子结构于第二实施方式中的示意图。

[0026] 图 4 是本发明加速度传感器的子结构于第三实施方式中的示意图。

[0027] 图 5 是本发明加速度传感器的部分子结构之间横向连接的示意图。

[0028] 图 6 是本发明加速度传感器的部分子结构之间纵向连接的示意图。

[0029] 图 7 是本发明加速度传感器的制备流程示意图。

【具体实施方式】

[0030] 请参阅图 1 所示,本发明加速度传感器 100 包括组成阵列式的若干个子结构 1-9,所述若干个子结构 1-9 在横向(X 轴方向)上通过第一支撑结构相互连接,并且所述若干个子结构 1-9 在沿垂直横向的纵向(Y 轴方向)上通过第二支撑结构相互连接。本发明加速度

传感器 100 用以检测 X 轴的加速度。在本发明加速度传感器 100 的实施方式中,所述阵列采用 3*3 的正方形阵列,包含九个子结构 1-9,并通过第一、第二支撑结构连成一个整体。当然,阵列的设置并不局限于 3*3 的正方形阵列,在其他实施方式中,根据设计需求也可以采用不同的排列方式,如 3*2 的长方形阵列或 4*4 的正方形阵列等。

[0031] 由于所有子结构 1-9 的结构均相同,以下仅对子结构 1 进行详细说明。请参阅图 2 所示,所述子结构 1 包括方框形质量块 11、与质量块 11 在横向上相互连接的锚点 15、位于锚点 15 两侧的支撑部 14a、14b 及可相互之间在横向上产生相对位移的梳齿 16。所述质量块 11 包括相互平行且在纵向上间隔设置的第一、第二连接部 11a、11b,及在横向上间隔设置的第三、第四连接部 11c、11d。所述梳齿 16 包括分别连接于第一、第二连接部 11a、11b 上的若干活动梳齿 12a、12b、连接于支撑部 14a 上的第一、第二固定梳齿 13a、13c,及连接于支撑部 14b 上的第三、第四固定梳齿 13b、13d,其中活动梳齿 12a 在横向上位于第一、第二固定梳齿 13a、13c 之间,活动梳齿 12b 在横向上位于第三、第四固定梳齿 13b、13d 之间。所述活动梳齿 12a 与第一、第二固定梳齿 13a、13c 之间,及活动梳齿 12b 与第三、第四固定梳齿 13b、13d 之间在横向上可产生相对位移,用以检测 X 轴方向上的加速度(容后详述)。

[0032] 所述第三、第四连接部 11c、11d 通过四个第一短梁 16a、16b、16c、16d、四个第二短梁 17a、17b、17c、17d 及两个连接梁 10a、10b 与锚点 15 连接。所述连接梁 10a 连接第一短梁 16a、16b 及第二短梁 17a、17b 且位于它们之间。所述连接梁 10b 连接第一短梁 16c、16d 及第二短梁 17c、17d 且位于它们之间。所述连接梁 10b 具有弹性,主要目的是实现在其运动方向(本实施方式中为 X 轴方向)的弹性较大,其余方向的刚度较大,以实现对运动方向加速度检测的同时,抑制其他方向加速度的干扰。在本实施方式中,所述连接梁 10a、10b 大致为“S”形弹性梁,其设有两个沿纵向延伸的狭槽 10c。请参阅图 3 及图 4 所示,在其他实施方式中,所述连接梁 10a、10b 也可以为“U”形弹性梁 20a、20b 或方框形弹性梁 21a、21b。“U”形弹性梁 20a、20b 及方框形弹性梁 21a、21b 同样分别设有沿纵向延伸的狭槽 20c 及 21c。

[0033] 在子结构 1 中,锚点 15 与支撑部 14a、14b 固定在衬底(未图示)上,其余部分悬浮于衬底上方,为可动部分。当 X 轴向加速度作用于子结构 1 上时,在连接梁 10a、10b 的支撑下,质量块 11 带动活动梳齿 12a、12b 在 X 轴向产生一定位移。活动梳齿 12a、12b 与对应的第一、第二固定梳齿 13a、13c 及第三、第四固定梳齿 13b、13d 之间的电容量就相应的产生变化,通过检测该电容的变化量就能测得加速度值。结合现有加工工艺,活动梳齿 12a、12b 与第一、第二固定梳齿 13a、13c 及第三、第四固定梳齿 13b、13d 可通过变间距、差分的形式对称排布于质量块 11 的两端。如图 2 所示,当有沿 X 轴正方向的加速度作用在子结构 1 上时,活动梳齿 12a 与第一固定梳齿 13a 及活动梳齿 12b 与第三固定梳齿 13b 之间的间距变大;而活动梳齿 12a 与第二固定梳齿 13c 及活动梳齿 12b 与第四固定梳齿 13d 之间的间距变小,从而形成差分输出形式。

[0034] 请参阅图 5 所示,本发明加速度传感器 100 通过第一支撑结构在横向上连接子结构 1 与子结构 2。由于图 1 所示的加速度传感器 100 整体结构在 X 轴方向弹性较大,在一定程度上释放了 X 轴方向上的应力。第一支撑结构为横向上弹性、纵向上刚性的结构(在本实施方式中为短梁 18),作为横向上相邻两个质量块 11 的连接部分,也可以起到释放应力的作用。类似地,子结构 2 与子结构 3、子结构 4 与子结构 5 等的质量块 11 在横向上也通过短梁 18 相连。短梁 18 的具体形状、尺寸、个数及连接方式等可以根据具体要求灵活设计。

[0035] 请参阅图 6 所示,本发明加速度传感器 100 通过第二支撑结构在纵向上连接子结构 1 与子结构 4 的质量块 11。所述第二支撑结构为横向上刚性、纵向上弹性的结构。由于图 1 所示的加速度传感器 100 整体结构在 Y 轴方向的刚度较大,该纵向上弹性的结构可以较好地释放 Y 轴方向的应力。所述第二支撑结构为“Z”形梁 19 或“U”形梁 22 或方框形梁 23(与图 3 及图 4 所示的“U”形弹性梁 20a、20b 及方框形弹性梁 21a、21b 结构类似)。所述第二支撑结构均设有沿横向延伸的狭槽 24,使第二支撑结构在纵向具有较好的弹性。类似地,子结构 2 与子结构 5、子结构 3 与子结构 6 等的质量块 11 在纵向上也通过纵向上弹性的结构相连。

[0036] 图 7 揭示了本发明加速度传感器 100 的制造方法,包括以下步骤:

[0037] (a). 提供 SOI 硅片作为基片,所述 SOI 硅片包括底层硅层 A1、顶层硅层 A2 及夹层二氧化硅层 A3;

[0038] (b). 在 SOI 硅片的正面溅射或蒸发铝,厚度为 1 微米,光刻后腐蚀出铝线 A4;

[0039] (c). 在 SOI 硅片的正面涂覆光刻胶,光刻出刻蚀开口 A5,深反应离子刻蚀 (DRIE) 出加速度传感器 100 的部分结构层;

[0040] (d). 将 SOI 硅片放入缓冲氧化物蚀刻 (BOE),得到加速度传感器 100 的可动结构层,并去除光刻胶。

[0041] 相较于现有技术,在相同尺寸条件下,本发明阵列式加速度传感器 100 与单个质量块以及单个支撑系统结构形式的加速度传感器相比,可以通过质量块 11 之间的第一、第二支撑结构来进行应力释放,从而提高了灵敏度。同时,本发明阵列式加速度传感器 100 采用了将若干个子结构 1-9 并联成一个整体的形式,从而增大了输出信号。另外,本发明加速度传感器 100 整体结构的质量比较大,在一定程度上降低了布朗热噪声,同时通过真空封装技术,以实现高分辨率。

[0042] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,不应以此限制本发明的范围,即凡是依本发明权利要求书及发明说明书内容所作的简单的等效变化与修饰,皆应仍属本发明专利涵盖的范围内。

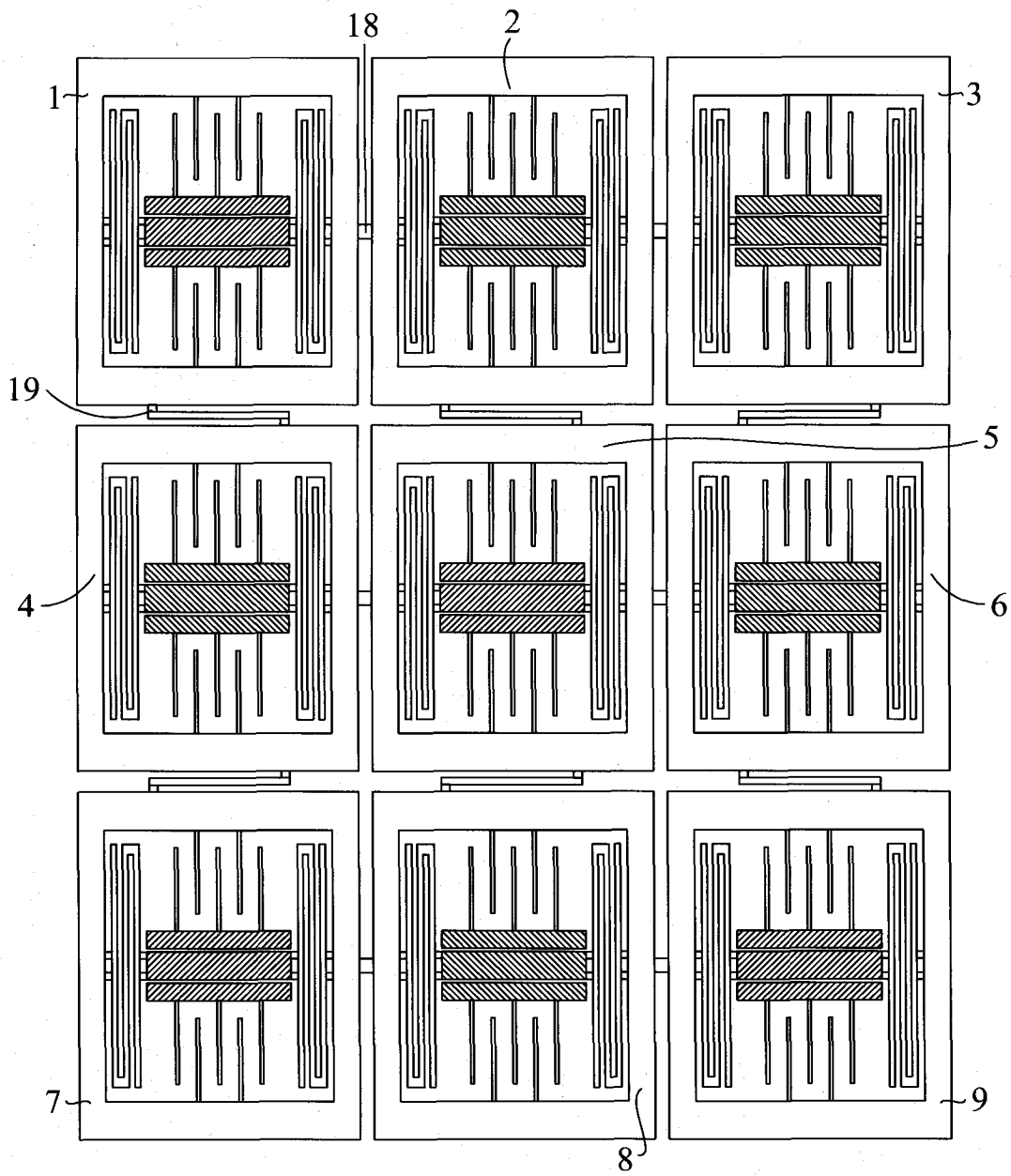


图 1

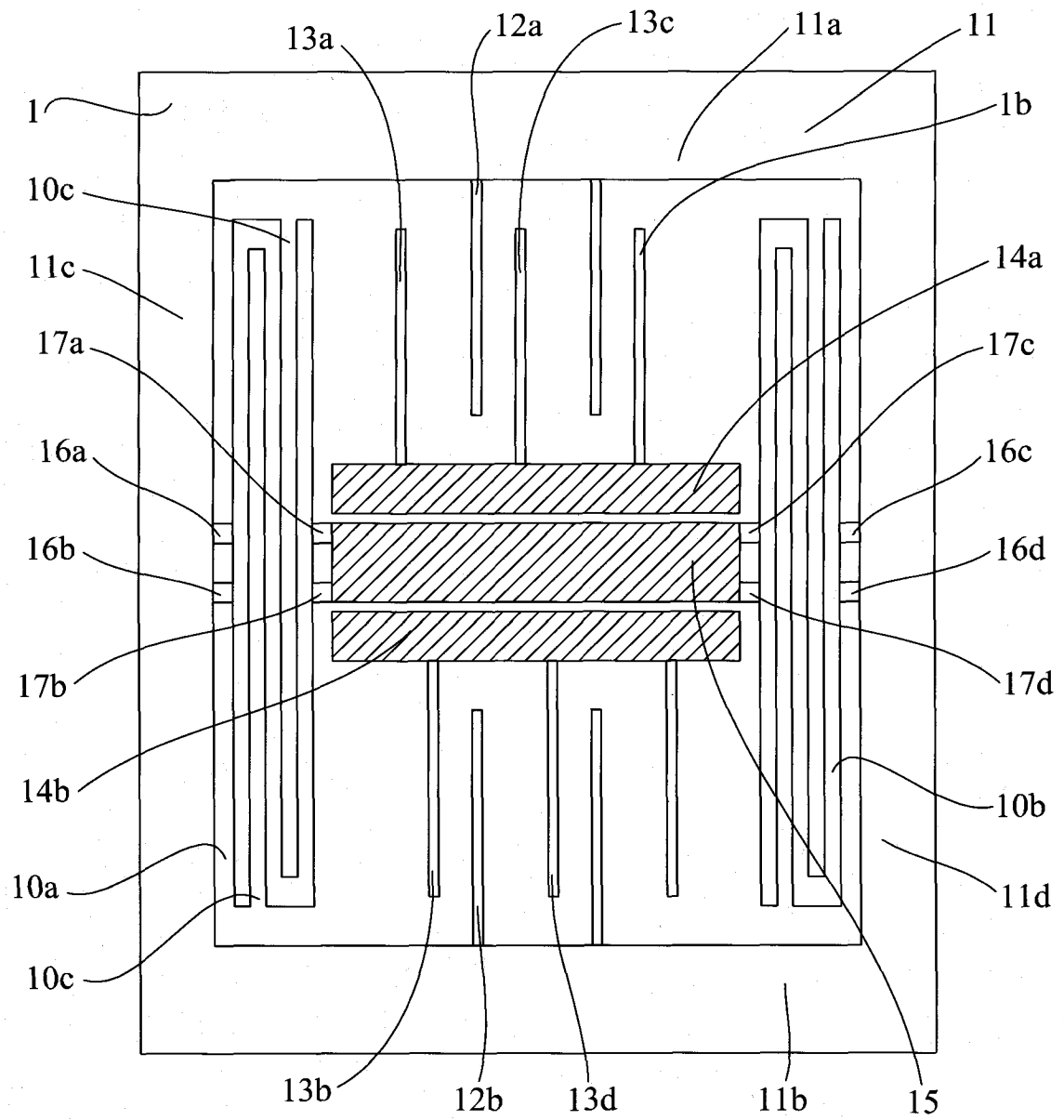


图 2

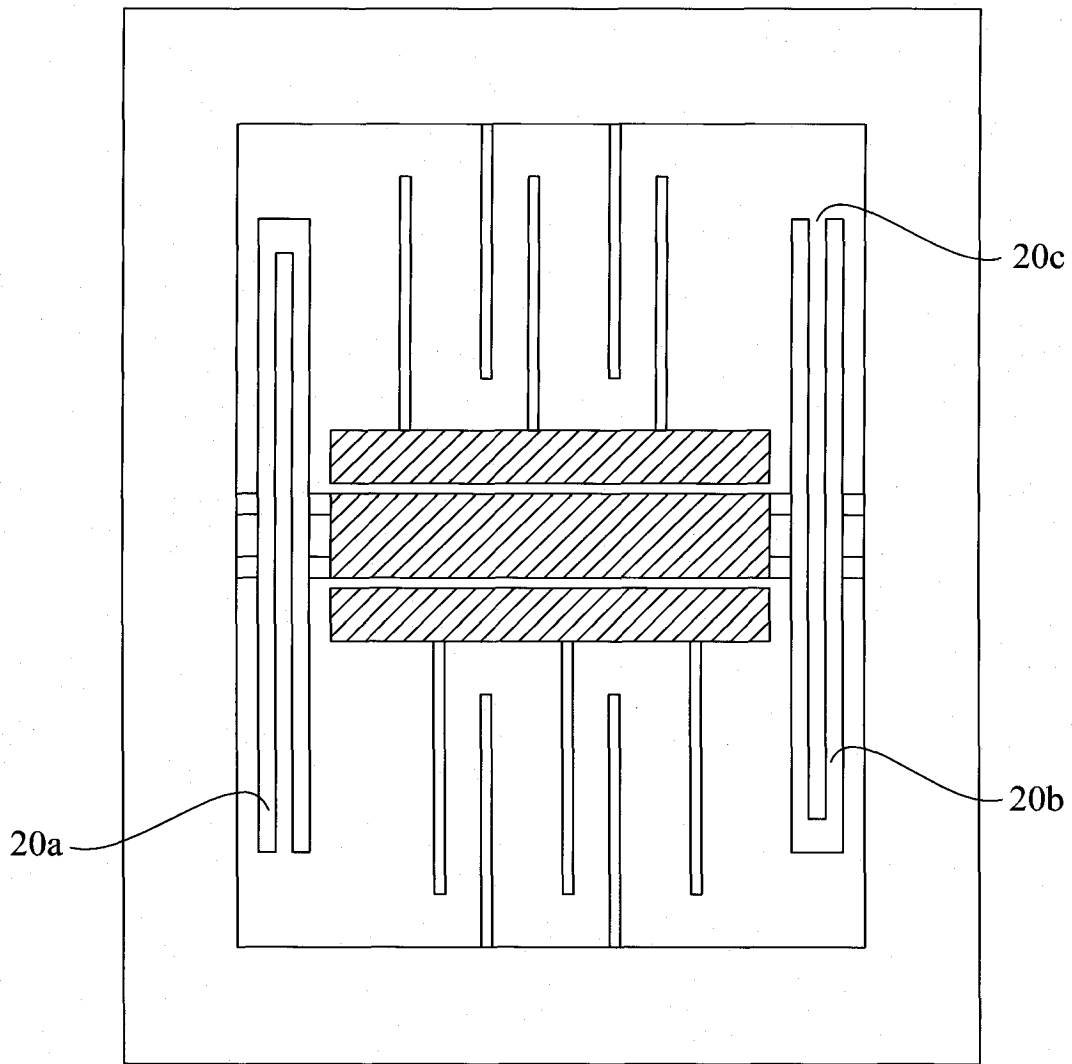


图 3

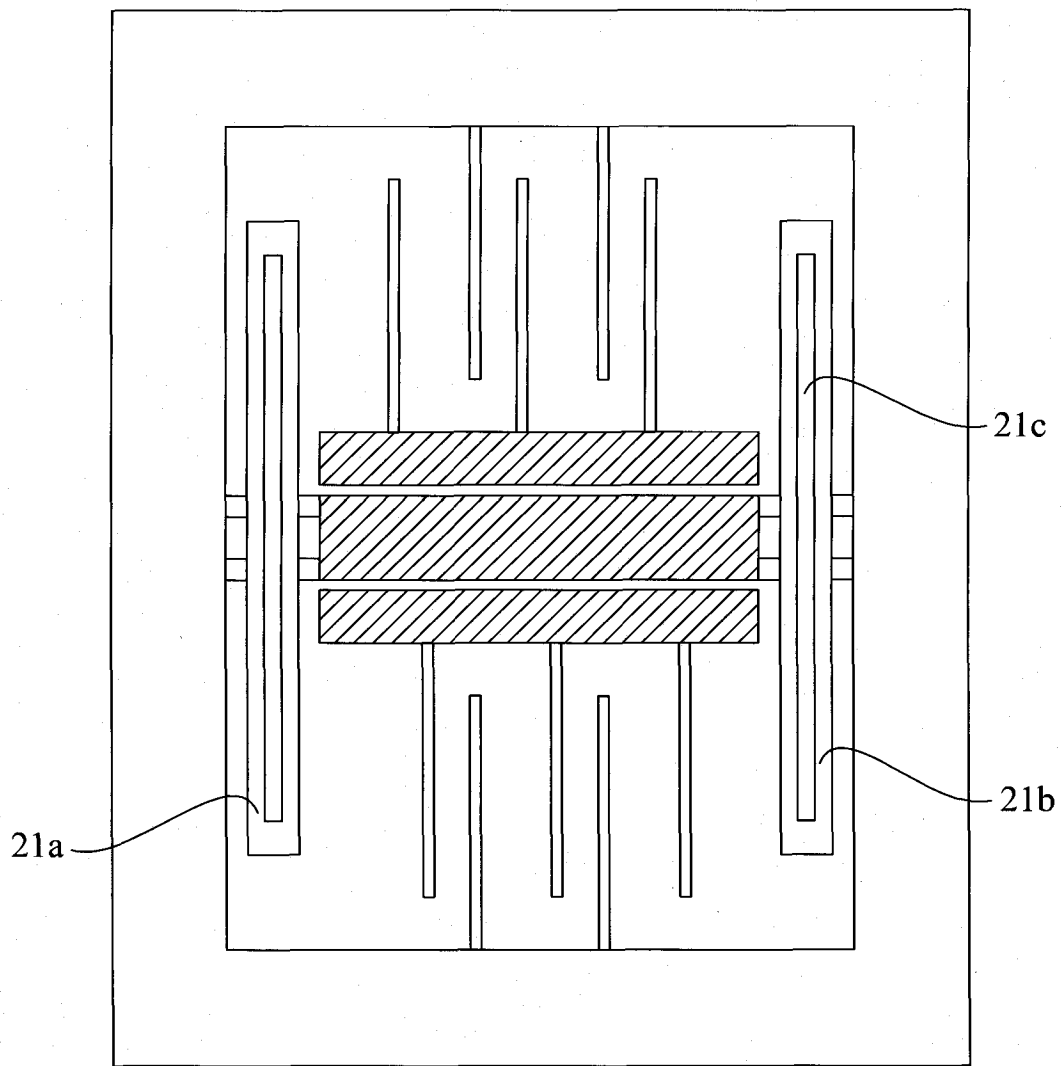


图 4

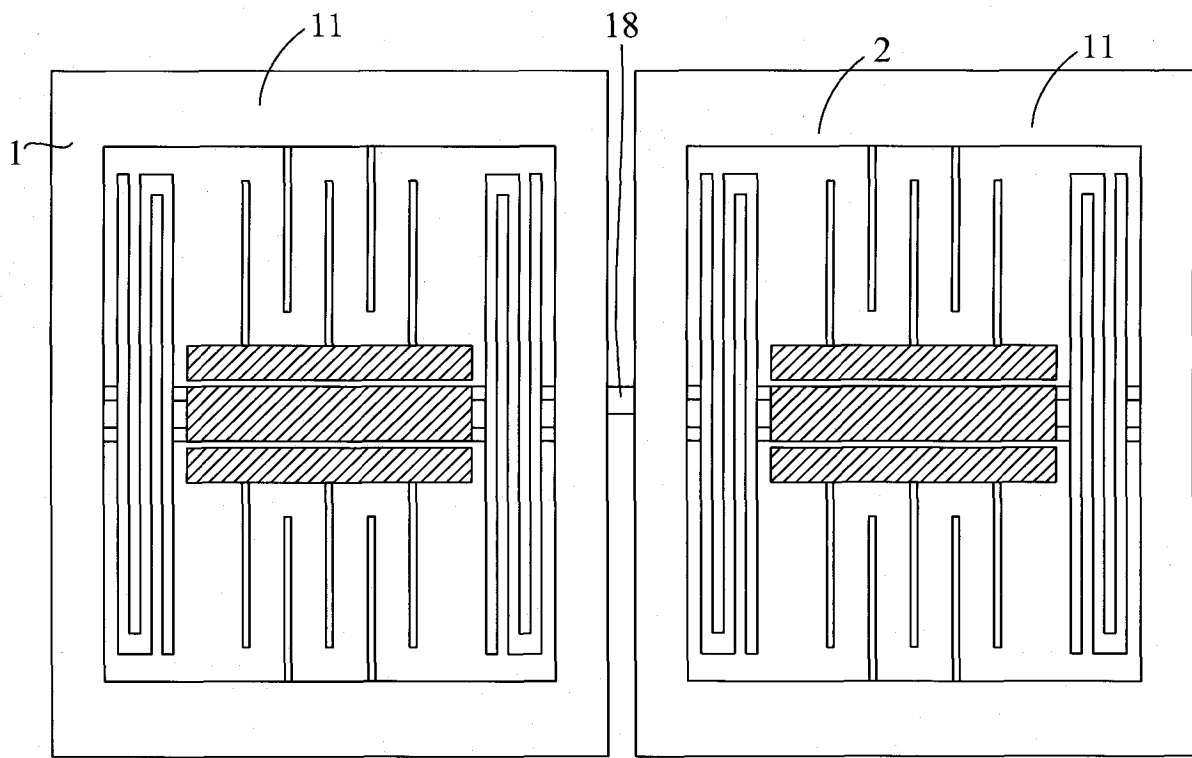


图 5

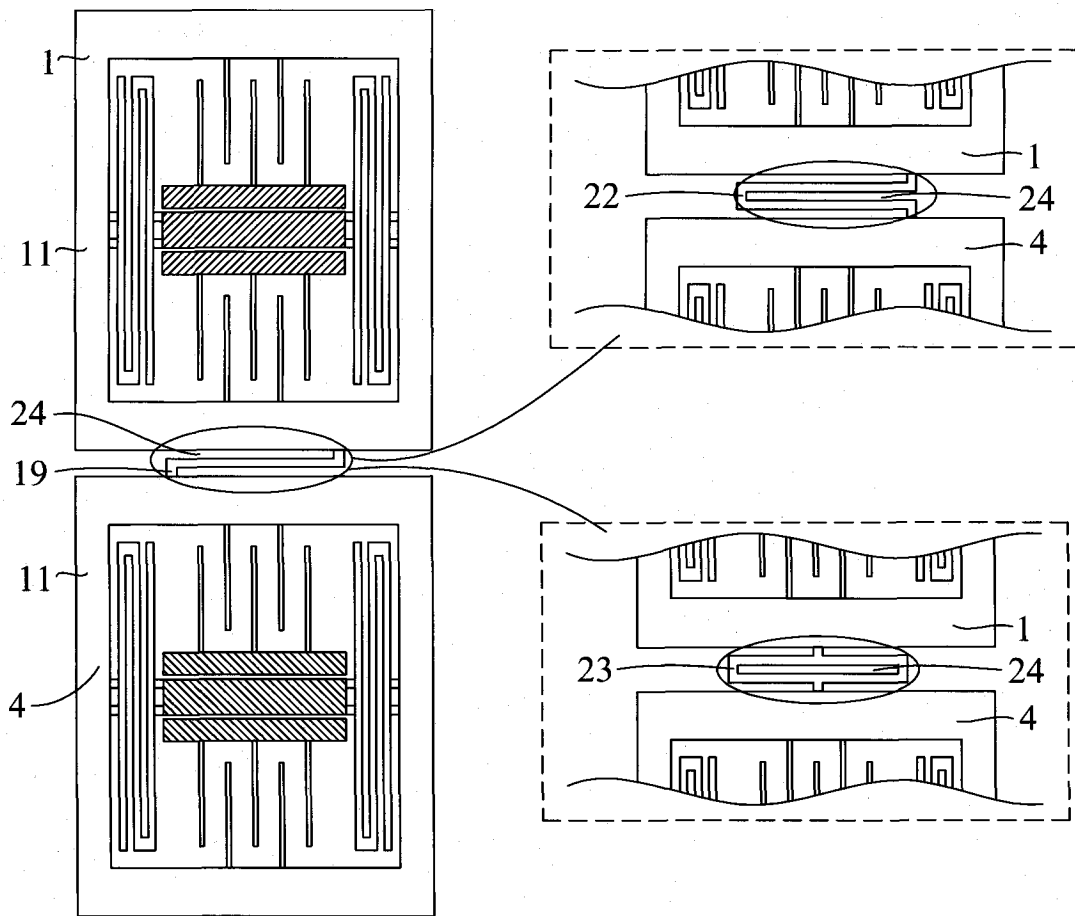


图 6

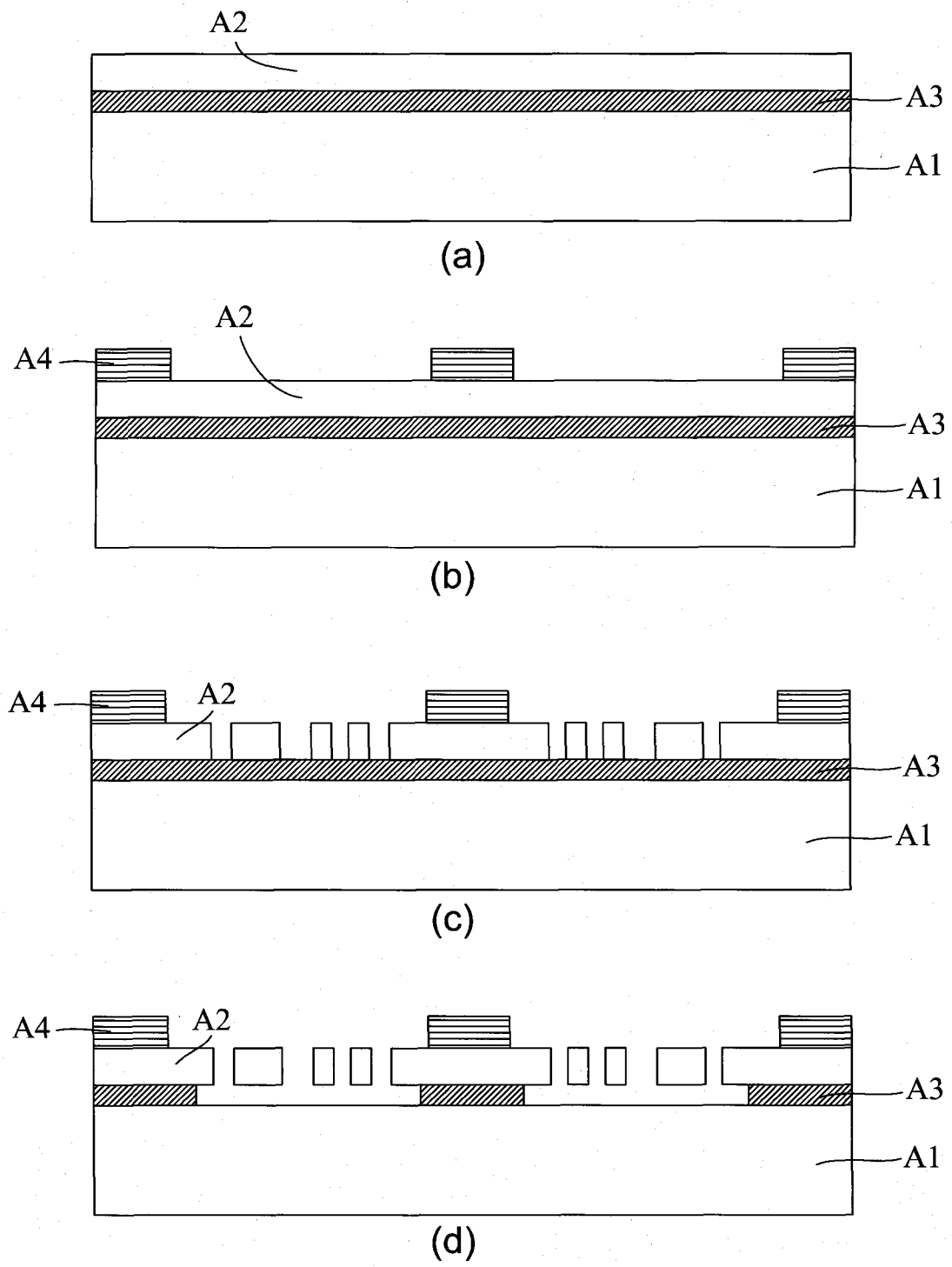


图 7