



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114501272 A

(43) 申请公布日 2022.05.13

(21) 申请号 202111264096.9

(22) 申请日 2021.10.28

(30) 优先权数据

20204289.1 2020.10.28 EP

(71) 申请人 声扬荷兰有限公司

地址 荷兰霍夫多普

(72) 发明人 R·莫格林 P·C·波斯特

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 赵培训

(51) Int.Cl.

H04R 19/04 (2006.01)

H04R 31/00 (2006.01)

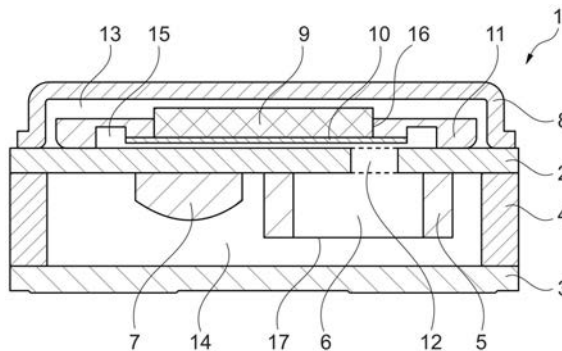
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

具有悬置块的微机电换能器

(57) 摘要

本发明涉及一种微机电换能器,包括压力检测装置和适于通过耦合腔与压力检测装置配合的子组件,所述子组件包括一个或多个可移动块、悬架多个可移动块的悬架件,其中耦合腔至少部分地由悬架件限定,并且其中耦合腔声学连接到压力检测装置的内腔,并且其中悬架件包括具有预设粘性和密封性能的粘弹性材料,以便衰减微机电换能器的一个或多个共振峰值并且声学密封耦合腔。本发明还涉及一种包括这种微机电换能器的听力设备。



1. 一种微机电换能器(1,19,38),包括压力检测装置和适于通过耦合腔(15,36,54)与压力检测装置配合的子组件,所述子组件包括:

一个或多个可移动块(9,28,29,47),以及

悬架件(11,30,48),所述悬架件悬撑多个可移动块(9,28,29,47),

其中,所述耦合腔(15,36,54)至少部分地由所述悬架件(11,30,48)限定,并且其中所述耦合腔(15,36,54)声学连接到所述压力检测装置的内腔(6,24,43),

其中,所述悬架件(11,30,48)包括具有预设粘性和密封性能的粘弹性材料,以便衰减所述微机电换能器(1,19,38)的一个或多个共振峰值,并且在声学方面密封所述耦合腔(15,36,54)。

2. 根据权利要求1所述的微机电换能器(1),其中,所述悬架件(11)环绕固定到其上的支撑结构(10)。

3. 根据权利要求2所述的微机电换能器(1),其中,一个或多个可移动块(9)固定到所述支撑结构(10)上。

4. 根据权利要求2所述的微机电换能器(1),其中,所述悬架件(11)在截面轮廓中包括具有内部厚度的内部部分(11'')和具有外部厚度的外部部分(11'),其中,所述外部厚度大于所述内部厚度。

5. 根据权利要求4所述的微机电换能器(1),其中,在所述悬架件的内部部分(11'')和外部部分(11')之间形成凹入部(18)。

6. 根据权利要求4所述的微机电换能器(1),其中,所述悬架件(11)的所述外部部分(11')固定到所述压力检测装置的外表面。

7. 根据权利要求1所述的微机电换能器(19),其中,所述悬架件(30)包括悬置在间隔部分之间的粘弹性材料膜片。

8. 根据权利要求7所述的微机电换能器(19),其中,一个或多个可移动块(28,29)被固定到所悬置的粘弹性材料膜片的一个表面或两个表面。

9. 根据权利要求7所述的微机电换能器(19),其中,所述间隔部分构成间隔结构(31)的外围凸缘的至少一部分,所述间隔结构(31)还包括由所述外围凸缘环绕的中心凹入部。

10. 根据权利要求9所述的微机电换能器(19),其中,所述间隔结构(31)包括与所述压力检测装置的外表面中的开口(33)对准的通气孔(34)。

11. 根据权利要求7所述的微机电换能器(38),其中,所述间隔部分构成固定到所述压力检测装置的外表面的外围间隔件(49),或者,所述间隔部分构成所述压力检测装置的外表面的一部分。

12. 根据权利要求11所述的微机电换能器(38),其中,所述压力检测装置的外表面包括另一开口(52)。

13. 根据权利要求12所述的微机电换能器(38),其中,所述另一开口(52)在声学方面连接子组件的后腔(53)和压力检测装置的后腔(55)。

14. 根据权利要求1或7所述的微机电换能器(1,19,38),其中,所述子组件还包括固定到所述压力检测装置的外表面的壳体(8,27,46),所述壳体限定子组件后腔(13,35,53)的外部边界。

15. 根据权利要求1或7所述的微机电换能器(1,19,38),其中,所述压力检测装置包括

压力感测元件(5,23,42)和用于处理来自所述压力感测元件(5,23,42)的电信号的信号处理器(7,26,45)。

16.根据权利要求1或7所述的微机电换能器(1,19,38),其中,形成所述悬架件(11,30,48)的粘弹性材料选自具有低杨氏模量和高粘度的一组热固性弹性体。

17.根据权利要求1或7所述的微机电换能器(1,19,38),其中,形成所述悬架件(11,30,48)的粘弹性材料包括硅橡胶。

18.根据权利要求1或7所述的微机电换能器(1,19,38),其中,所述压力检测装置包括MEMS麦克风。

19.一种包括根据权利要求1或7所述的微机电换能器(1,19,38)的听力设备,所述听力设备是助听器、辅听器、耳机或类似设备。

具有悬置块的微机电换能器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微机电换能器,包括压力检测装置(例如微机电系统(MEMS)麦克风),以及适于通过耦合腔与压力检测装置配合的子组件,所述子组件包括一个或多个可移动块和悬撑多个可移动块的悬架件。根据本发明,耦合腔至少部分地由悬架件限定。此外,耦合腔声学连接到压力检测装置的内腔。

背景技术

[0002] 对于与骨传导相关的语音拾取,需要在语音频带中具有高灵敏度和低噪声的振动传感器。为了获得高灵敏度 S ,振动传感器的谐振频率 f_{pk} 必须很低,因为 $S \propto 1/f_{pk}$ 。为了获得低噪声 a_n ,振动传感器的可移动块 m 应该很大,因为 $a_n \propto \sqrt{f_{pk}/(Q \cdot m)}$ 。然而,大的可移动块与使用MEMS技术的紧凑型振动传感器不兼容。

[0003] 当设计使用可移动块的振动传感器时,需要处理几个与性能相关的问题。首先,可移动块必须保持在适当的位置,即悬撑可移动块的悬架元件应该具有一定的机械刚度。其次,可移动块的位移应该生成压力变化,由此需要在可移动块两侧的空气腔之间进行一次或多次密封。第三,应当利用例如悬架元件和/或密封材料的粘弹性来对可移动块的运动进行衰减,如在EP 3 279 621 A2、EP 3 467 457 A2和EP 3 342 749 A2中所建议的。

[0004] 然而,在EP 3279621A2、EP 3467457A2和EP 3342749A2中提出的方案都有许多缺点,包括1)在极端机械冲击的情况下悬架元件的塑性形变,以及2)压力生成装置的总机械刚度由悬架元件控制。关于塑性形变,其会导致可移动块的永久位移——这会影响声学耦合体积。此外,塑性形变影响压力生成装置(被悬撑的可移动块)和压力检测装置(MEMS麦克风)之间的声耦合。至于总的机械刚度,密封和阻尼材料对机械刚度的贡献必须很小——这以不希望的方式限制了密封和阻尼材料的选择。

[0005] 因此,似乎需要解决上述问题——特别是与用于例如骨传导相关应用的紧凑型振动传感器相关的问题。

[0006] 因此,本发明实施例的目的是提供一种具有高灵敏度和低噪声的微机电换能器,特别是在语音频带中。

[0007] 本发明实施例的另一个目的是提供一种在制造过程中需要最少工艺步骤的微机电换能器。

[0008] 本发明实施例的另一个目的是提供一种微机电换能器,其包括具有预设悬架、密封和阻尼特性的简单且集成的装置。

发明内容

[0009] 在第一方面,通过提供一种微机电换能器来实现上述目的,该微机电换能器包括压力检测装置和适于通过耦合腔与压力检测装置配合的子组件,所述子组件包括:

[0010] 一个或多个可移动块,以及

[0011] 悬撑多个可移动块的悬架件，

[0012] 其中所述耦合腔至少部分地由所述悬架件限定，并且其中所述耦合腔声学连接到所述压力检测装置的内腔，并且其中：

[0013] 悬架件包括具有预设粘性和密封性能的粘弹性材料，以便衰减微机电换能器的一个或多个共振峰值并在声学方面密封耦合腔。

[0014] 优选地，压力检测装置是MEMS麦克风。本发明的优点在于，子组件构成用于生成压力变化的压力生成装置的一部分，而MEMS麦克风构成用于检测压力变化的压力检测装置的一部分——压力变化优选地由压力生成装置(即子组件)生成。

[0015] 此外，其优点还在于，生成压力变化的可移动块与压力检测装置/MEMS麦克风目前是分离的。取而代之的是，可移动块构成压力生成装置(即子组件)的一部分，其中可移动块通过耦合腔，以及优选地通过压力检测装置/MEMS麦克风的外表面中的开口在声学方面连接/耦合到压力检测装置/MEMS麦克风。因此，耦合腔优选地通过压力检测装置/MEMS麦克风的外表面中的开口声学连接到压力检测装置的内腔。优选地，压力检测装置/MEMS麦克风包括封装压力检测装置/MEMS麦克风的部件的壳体/箱体。在本文中，术语“外表面”应该理解为压力检测装置/MEMS麦克风的壳体/箱体的外表面。

[0016] 因此，在本文中，术语“适于配合”应该理解为“声学连接/耦合到”。还应该理解的是，子组件可以适于通过除耦合腔之外的其他方式与压力检测装置配合，这种其他方式可以包括如下所述的各个后腔之间的通气孔。

[0017] 如下面将进一步详细讨论的，MEMS麦克风的内腔(耦合腔在声学方面与其连接)优选地包括MEMS麦克风的MEMS拾音头的前腔。MEMS麦克风还包括信号处理器，用于处理由MEMS拾音头产生的电信号。优选地，MEMS麦克风的外表面由印刷电路板(PCB)的外表面构成。同一PCB还包括内表面，MEMS拾音头和信号处理器优选地固定在该内表面上。

[0018] 优选地，本发明的微机电换能器是振动传感器，例如适用于骨传导相关应用的振动传感器。

[0019] 就功能而言，本发明的优点在于，悬架件仅在单个元件中就结合了三种功能，即悬撑、密封和阻尼，因为悬架件的粘弹性决定了压力生成装置(即悬架件和一个或多个可移动块)的机械刚度和阻尼。

[0020] 本发明的微机电换能器的优点在于，悬架件优选地由基本上无塑性形变的粘弹性材料制成。优选地，粘弹性材料是具有低杨氏模量和高粘度的热固性弹性体，例如硅橡胶。

[0021] 如下面将进一步详细讨论的，悬架件可以使用模制工艺来模制，或者它可以被实施为横跨间隔件悬置的膜片。该膜片可以是单层膜片，或者，可以是多层膜片。

[0022] 此外，本发明的优点还在于，本发明的微机电换能器的悬架件在制造过程中实现了更优的阻尼和刚度比，以及更优的公差，而更优的公差使得更小的换能器的制造可以实现。如将结合图1所讨论的，模制悬架件的优点在于，其有利于附加元件的集成，例如一个或多个确定一个或多个腔的尺寸的间隔件，所述腔例如为子组件的耦合腔和/或背腔。关于被实施为例如硅橡胶悬置膜片的悬架件，其优点在于，硅橡胶是无粘合剂的，从而有利于实现无粘合剂的微机电换能器。此外，悬架件的刚度不受粘合剂渗出的影响，并且尺寸不受粘合剂层厚度的影响。

[0023] 在实施方面，在一个实施例中，悬架件可以形成环绕固定到其上的支撑结构的包

围部,并且其中一个或多个可移动块固定到支撑结构。在本文中,术语“包围部”应理解为以不间断、密封和环绕的方式包围固定到其上的支撑结构的悬架件。

[0024] 优选地,悬架件在截面轮廓中包括具有内部厚度的内部部分和具有外部厚度的外部部分,其中外部厚度大于内部厚度。悬架件的外部部分的厚度更大的事实是有利的,因为所述外部部分可以被认为具有结合在其中的集成的间隔件。为此,悬架件的外部部分优选地固定到MEMS麦克风的外表面。因此,悬架件的外部厚度限定了耦合腔的体积。

[0025] 此外,本发明的优点在于,在悬架件的内部部分和外部部分之间形成凹入部。在凹入部的位置(即在内部部分和外部部分之间),悬架件优选地具有其最薄的部分,即其最小的厚度。由于厚度减小,悬架件的粘弹性主要由最薄部分决定。

[0026] 在另一个实施例中,悬架件包括悬置在间隔部分之间的粘弹性材料膜片,其中一个或多个可移动块固定到悬置膜片的一个表面或两个表面。间隔部分直接或间接地固定到MEMS麦克风的外表面。优选地,使用适当的手段,例如适当的粘合剂,将两个基本相同的可移动块固定到悬置膜片的相对侧。

[0027] 在实施方面,间隔部分可以构成间隔结构的外围凸缘的至少一部分,该间隔结构还包括由外围凸缘环绕的中心凹入部。因此,间隔结构可以是杯形的,其中使用适当的手段,例如适当的粘合剂,将中心凹入部固定到MEMS麦克风的外表面。间隔结构的高度限定耦合腔的体积。为了将耦合腔声学地连接到MEMS麦克风的内腔,间隔结构优选地包括与MEMS麦克风的外表面中的开口对准的通气孔。

[0028] 在另一实施方式中,间隔部分可以构成固定到MEMS麦克风的外表面或构成其一部分的外围间隔件。因此,外围间隔件可以是使用适当装置固定到MEMS麦克风外表面的分立元件,或者外围间隔件可以构成MEMS麦克风外表面的整体部分。同样,外围间隔件的高度限定耦合腔的体积。

[0029] 独立于间隔件或悬架件的外部部分的实施,MEMS麦克风的外表面可以包括另一开口,所述另一开口声学地连接子组件的后腔和MEMS麦克风的后腔。更进一步,悬架件可以包括用于使耦合腔通气的通气孔。悬架件中的这种通气孔可以将耦合腔与子组件的后腔声学地连接。在悬架件中含有通气孔是有利的,因为它消除了对其中布置有通气孔的额外的单个铝盘的需求。

[0030] 优选地,子组件还包括固定到MEMS麦克风外表面的壳体,该壳体限定子组件后腔的外部边界。此外,子组件的壳体的优点在于,在发生不希望的冲击事件期间,一个或多个可移动块的运动在一侧被子组件的壳体限制,而在另一侧被MEMS麦克风的外表面限制。因此,一个或多个可移动块的最大行程受到限制。

[0031] 如已经提到的,MEMS麦克风优选地包括压力感测元件,例如MEMS拾音头,以及用于处理来自压力感测元件的电信号的信号处理器。

[0032] 关于悬架件,形成悬架件的粘弹性材料优选地选自具有低杨氏模量和高粘度的一组热固性弹性体,例如硅橡胶。

[0033] 在第二方面,本发明涉及包括根据第一方面的微机电换能器的听力设备。优选地,第二方面的听力设备是助听器、辅听器、耳机或类似设备。

[0034] 通常,本发明的各个方面可以在本发明的范围内以任何可能的方式组合和结合。参考下文描述的实施例,本发明的这些和其他方面、特征和/或优点将变得显而易见并被阐

明。

附图说明

[0035] 现在将参考附图更详细地描述本发明,其中

[0036] 图1a、1b示出了本发明第一实施例的截面图,其中悬架件具有一体的间隔件,

[0037] 图2a、2b示出了本发明第二实施例的截面图,其中悬架件是悬撑在间隔部分之间的粘弹性材料膜片,并且

[0038] 图3示出了本发明的第三实施例的截面图,其中悬架件是粘弹性材料的悬置膜片,并且其中MEMS麦克风的背腔和子组件的背腔声学地连接。

具体实施方式

[0039] 总的来说,本发明涉及一种微机电换能器,比如振动传感器,包括MEMS麦克风和固定到其上的子组件。子组件的作用是当微机电换能器暴露于振动时在耦合腔中生成压力变化,而MEMS麦克风的作用是检测该压力变化并将其转换成电输出信号。因此,根据本发明,子组件构成用于生成压力变化的压力生成装置的一部分,而MEMS麦克风构成用于检测压力变化(特别是由子组件生成的压力变化)的压力检测装置的一部分。

[0040] 图1a示出了振动传感器1的第一实施例,其包括MEMS麦克风和布置在MEMS麦克风顶部的子组件。如下面将进一步详细讨论的,MEMS麦克风包括MEMS拾音头5(压力感测元件)和信号处理器7,信号处理器用于处理当MEMS拾音头5暴露于振动时由MEMS拾音头5产生的电信号。MEMS麦克风的MEMS拾音头5可以应用各种检测方案,包括压电、充电平板电容器等。MEMS麦克风的信号处理器7可以应用任何数字编码方案在模拟或数字域中运行。

[0041] MEMS麦克风还包括具有顶部PCB(印刷电路板)2和底部PCB 3的壳体,在该壳体上设置有用于电连接振动传感器1的电极(未示出)。电极可以是焊盘的形式。壁部4设置在顶部PCB 2和底部PCB 3之间,并且声学开口12设置在顶部PCB 2中。如下面将进一步详细讨论的,声学开口12使得子组件和MEMS麦克风之间的耦合腔15声学连接到MEMS拾音头5的前腔6。

[0042] MEMS麦克风的MEMS拾音头5包括隔膜17和前腔6。MEMS麦克风还包括后腔14,信号处理器7布置在后腔14内。如上所述,子组件布置在MEMS麦克风的顶部。如图1a所示,子组件固定到顶部PCB 2的外表面,而MEMS拾音头5和信号处理器7固定到同一PCB(即顶部PCB 2)的内表面。

[0043] 子组件包括壳体8、悬架件11、支撑件10和固定到支撑件10的可移动块9。悬架件11可以包括声学开口(未示出),从而连接耦合腔15和后腔13。

[0044] 当整个振动传感器1暴露于振动时,可移动块9和支撑件10相对于顶部PCB 2移动,并在耦合腔15中生成压力变化。MEMS麦克风通过开口12检测该压力变化,并且MEMS麦克风将检测到的压力变化转换成电输出信号。

[0045] 悬架件11优选使用基本上无塑性形变的粘弹性材料例如硅橡胶制造(即模制)。其优点是,悬架件11仅在单个元件中就结合了三种功能,即悬撑、密封和阻尼,因为悬架件11的粘弹性决定了压力生成装置(即悬架件11、支撑件10和可移动块9)的机械刚度和阻尼。

[0046] 子组件的壳体8可以由任何合适的材料制成,只要它完全封闭子组件的内部即可。

优选地,使用薄金属护罩。可以允许壳体8中具有低于10Hz的低频滚降的小孔,因为这样的小孔不会引入声学噪声。

[0047] 可移动块9的质量优选在4mg左右。据估计,若实际最小质量约为0.004mg,这将使噪音水平增加30dB。类似地,0.04mg的质量将使噪声水平增加20dB,0.4mg的质量将使噪声水平增加10dB。因此,可移动块9的质量越大,振动传感器的热运动噪声的影响越小。如图1a所示,可移动块9在交接面16处抵接悬架件11。因此,尽管悬架件11被固定到支撑件10上,但是其也支撑可移动块9。

[0048] 仍然参考图1a,在悬架件11、支撑件10和顶部PCB 2的上方之间存在小的耦合腔15。该耦合腔15应该优选地尽可能小。优选地,耦合腔15小于 5mm^3 ,例如小于 2mm^3 ,例如小于 1mm^3 ,例如小于 0.75mm^3 ,例如小于 0.5mm^3 ,例如小于 0.25mm^3 ,例如小于 0.1mm^3 。

[0049] 现在参考图1b,示出了悬架件11的特写。如图1b所示,在截面视图中,悬架件包括三个部分——即外部部分11'、内部部分11''和中部部分11''' ,其中凹入部18将内部部分11''和外部部分11'分开。同样如图1b(和图1a)所示,外部部分11'的厚度大于内部部分11''的厚度。这使得支撑件10可以固定到悬架件的内部部分11'' ,并且在支撑件10下方可以形成耦合腔15。悬架件的外部部分11'固定到MEMS麦克风的顶部PCB 2的外表面。因此,耦合腔15的体积由悬架件的外部部分11'的厚度决定。悬架件的粘弹性主要由中部部分11'''决定,因为其厚度相对较小。优选地,悬架件的外部部分11'、内部部分11''和中部部分11'''构成硅树脂或橡胶的一体成型结构。

[0050] 优选地,悬架件11的粘弹性材料应要能承受典型的回流温度,因为回流焊是与现代制造工艺相关的重要问题。为了符合现代回流焊的要求,粘弹性材料应要能承受至少80℃的温度,例如至少100℃,例如至少120℃,例如至少150℃,例如至少200℃,例如至少250℃,例如至少300℃,例如至少350℃,例如至少400℃。

[0051] 悬架件11和支撑件10的总面积应该尽可能大,并且优选大于 0.5mm^2 ,例如大于 1mm^2 ,例如大于 2mm^2 ,例如大于 4mm^2 ,例如大于 6mm^2 ,例如大于 8mm^2 ,例如大于 10mm^2 。大的总面积是有利的,因为这样可移动块9只需要较小的运动幅度,就能实现一定的体积位移,从而达到灵敏度的要求。

[0052] 可选地,悬架件11上方的后腔13和可移动块9可以声学连接到MEMS麦克风的后腔14。这种声学连接(未示出)可以通过各种方式实现,例如通过将结合图3详细讨论的顶部PCB 2中的另一个开口。

[0053] 现在转到图2a,示出了振动传感器19的第二实施例。类似于图1a所示的实施例,图2a所示的振动传感器也包括布置在MEMS麦克风顶部的子组件,该MEMS麦克风包括MEMS拾音头23(压力感测元件)和信号处理器26,该信号处理器用于处理当振动传感器暴露于振动时由MEMS拾音头23产生的电信号。MEMS麦克风的MEMS拾音头23同样可以应用各种检测方案,包括压电、充电平板电容器等。并且信号处理器26可以应用任何数字编码方案在模拟或数字域中运行。

[0054] MEMS麦克风同样包括具有顶部PCB 20和底部PCB 21的壳体,在该壳体上设置了用于电连接振动传感器19的电极(未示出)。电极可以是焊盘的形式。壁部22设置在顶部PCB 20和底部PCB 21之间,并且声学开口33设置在顶部PCB 20中。声学开口33声学连接MEMS拾音头的耦合腔36和前腔24。

[0055] 类似于关于图1a的讨论, MEMS麦克风的MEMS拾音头23包括隔膜25和前腔24。MEMS麦克风还包括后腔37, 信号处理器26布置在后腔37内。

[0056] 如上所述, 子组件固定到MEMS麦克风的顶部PCB 20。如图2a所示, 子组件固定到顶部PCB 20的外表面, 而MEMS拾音头23和信号处理器26固定到同一PCB(即顶部PCB 20)的内表面。

[0057] 子组件包括壳体27、膜片形式的悬架件30和固定到悬架件30的相对表面的可移动块28、29。悬架件30可以是单层膜片或多层膜片, 并且它可以包括声学开口(未示出), 使得耦合腔36和后腔35声学连接。

[0058] 当整个振动传感器19暴露于振动时, 可移动块28、29相对于杯形间隔结构31移动, 并且悬架件30将充当响应于振动而在耦合腔36中生成压力变化的膜。MEMS麦克风通过开口33、34检测该压力变化, 并且MEMS麦克风将检测到的压力变化转换成电输出信号。

[0059] 悬架件30优选地由粘弹性材料制成, 并且悬架件30优选采用基本上无塑性形变的硅橡胶膜片的形式。同样, 其优点在于, 悬架件30仅在单个元件中就结合了三种功能, 即悬撑、密封和阻尼, 因为悬架件30的粘弹性决定了压力生成装置(即悬架件30与可移动块28、29的组合)的机械刚度和阻尼。然而, 应当注意, 单个可移动块可以代替图2a中示出的两个可移动块28、29。该单个可移动块可以固定到悬架件30的上表面或下表面。

[0060] 如图2a所示, 悬架件30悬撑在杯形间隔结构31上, 该间隔结构具有固定悬架件30的外围凸缘。附加凸缘32布置在悬架件30的顶部。杯形间隔结构31包括开口34, 开口34与顶部PCB 20中的开口33对准, 使得耦合腔36声学连接到MEMS拾音头的前腔24。

[0061] 子组件的壳体27可以由任何合适的材料制成, 只要它完全封闭子组件的内部即可。优选地, 使用薄金属护罩。可以允许壳体27中具有低于10Hz的低频滚降的小孔, 因为这样的小孔不会引入声学噪声。

[0062] 可移动块28、29的总质量优选在4mg左右。如前所述, 据估计, 如果实际最小质量约为0.004mg, 这将使噪声水平增加30dB。类似地, 0.04mg的质量将使噪声水平增加20dB, 0.4mg的质量将使噪声水平增加10dB。因此, 可移动块28、29的质量越大, 振动传感器的热运动噪声的影响越小。

[0063] 仍然参考图2a, 在悬架件30、可移动块29和杯形间隔结构31的底部分之间存在小的耦合腔36。该耦合腔36应该优选地尽可能小, 并且优选地小于 5mm^3 , 例如小于 2mm^3 , 例如小于 1mm^3 , 例如小于 0.75mm^3 , 例如小于 0.5mm^3 , 例如小于 0.25mm^3 , 例如小于 0.1mm^3 。

[0064] 现在参考图2b, 示出了膜片式的悬架件30的特写。如图2b所示, 可移动块28、29固定到悬架件30的相对表面。如前文所述, 杯形间隔结构31中的开口34与MEMS麦克风的顶部PCB 20中的开口33对准, 从而耦合腔36得以声学连接到MEMS拾音头23的前腔24。如上所述, 悬架件30可以由单个粘弹性层构成, 可选地, 它可以由多个粘弹性层构成。

[0065] 优选地, 悬架件30的粘弹性材料应要能承受典型的回流温度, 因为回流焊是与现代制造工艺相关的重要问题。为了符合现代回流焊的要求, 粘弹性材料应要能承受至少 80°C 的温度, 例如至少 100°C , 例如至少 120°C , 例如至少 150°C , 例如至少 200°C , 例如至少 250°C , 例如至少 300°C , 例如至少 350°C , 例如至少 400°C 。

[0066] 悬架件30的总面积应该尽可能大, 并且优选大于 0.5mm^2 , 例如大于 1mm^2 , 例如大于 2mm^2 , 例如大于 4mm^2 , 例如大于 6mm^2 , 例如大于 8mm^2 , 例如大于 10mm^2 。大的总面积是有利的, 因

为这样可移动块28、29只需要较小的运动幅度就能实现一定的体积位移,从而达到灵敏度的要求。

[0067] 类似于图1a所示的实施例,悬架件30上方的后腔35和可移动块28、29可以声学连接到MEMS麦克风的后腔37。这种声学连接(未示出)可以通过各种方式实现,例如通过将结合图3讨论的顶部PCB 20中的另一个开口。

[0068] 现在转到图3,示出了振动传感器38的第三实施例。类似于前述实施例,图3所示的振动传感器包括布置在MEMS麦克风顶部的子组件,该MEMS麦克风包括MEMS拾音头42(压力感测元件)和用于处理由MEMS拾音头42产生的电信号的信号处理器45。MEMS麦克风的MEMS拾音头42同样可以应用各种检测方案,包括压电、充电平板电容器等。并且信号处理器45可以应用任何数字编码方案在模拟或数字域中运行。

[0069] 同样,MEMS麦克风包括具有顶部PCB 39和底部PCB 40的壳体,在该壳体上设置了用于电连接振动传感器38的电极(未示出)。电极可以是焊盘的形式。壁部41设置在顶部PCB 39和底部PCB 40之间,并且声学开口51、52设置在顶部PCB 39中。声学开口51声学连接MEMS拾音头42的耦合腔54和前腔43,而开口52声学连接子组件的后腔53和MEMS麦克风的后腔55。

[0070] 类似于前面的讨论,MEMS麦克风的MEMS拾音头42包括隔膜44和前腔43。信号处理器45布置在MEMS麦克风的后腔55中。子组件固定到MEMS麦克风的顶部PCB 39的外表面,并且它包括壳体46、悬置膜片形式的悬架件48和固定到悬架件48的可移动块47。悬架件48可以是单层膜片或多层膜片,并且它可以包括声学开口(未示出),使得耦合腔54和后腔53声学连接。MEMS拾音头42和信号处理器45固定到顶部PCB 39的内表面。

[0071] 当振动传感器38暴露于振动时,可移动块47相对于间隔件49移动,并且悬架件48(悬置膜片)将充当在耦合腔54中生成压力变化的膜。MEMS麦克风通过开口51检测该压力变化,并且MEMS麦克风将检测到的压力变化转换成电输出信号。

[0072] 悬架件48由粘弹性材料制成,并且悬架件48优选采用基本上无塑性形变的硅橡胶膜片的形式。同样其优点是,悬架件48仅在单个元件中就组合了三种功能,即悬撑、密封和阻尼,因为悬架件48的粘弹性决定了压力生成装置(即悬架件48与可移动块47的组合)的机械刚度和阻尼。

[0073] 抗粘着层50设置在悬架件48的下表面上,以防止悬架件48在大幅偏移时粘附到顶部PCB 39的外表面。

[0074] 如上所述,悬架件48可以由单个粘弹性层构成,或者可选地,它可以由多个粘弹性层构成。优选地,悬架件48的粘弹性材料应要能承受典型的回流温度,即粘弹性材料应要能承受至少80°C的温度,例如至少100°C,例如至少120°C,例如至少150°C,例如至少200°C,例如至少250°C,例如至少300°C,例如至少350°C,例如至少400°C。

[0075] 如图3所示,使用间隔件49将悬架件48与顶部PCB 39隔开,间隔件49可以是分立的间隔件或是与顶部PCB 39构成整体的间隔件。子组件的壳体46可以由任何合适的材料制成,只要它完全密封子组件的内部即可。优选地,应用薄金属罩。可以允许壳体46中具有低于10Hz的低频滚降的小孔,因为这样的小孔不会引入声学噪声。

[0076] 可移动块47的质量优选在4mg左右。如前所述,据估计,如果实际最小质量约为0.004mg,这将使噪声水平增加30dB。类似地,0.04mg的质量将使噪声水平增加20dB,0.4mg

的质量将使噪声水平增加10dB。因此,可移动块47的质量越大,振动传感器的热运动噪声的影响越小。

[0077] 仍然参考图3,在悬架件48和顶部PCB 39之间存在小的耦合腔54。该耦合腔应该尽可能小,并且优选地小于 5mm^3 ,例如小于 2mm^3 ,例如小于 1mm^3 ,例如小于 0.75mm^3 ,例如小于 0.5mm^3 ,例如小于 0.25mm^3 ,例如小于 0.1mm^3 。

[0078] 悬架件48的总面积应该尽可能大,并且优选地大于 0.5mm^2 ,例如大于 1mm^2 ,例如大于 2mm^2 ,例如大于 4mm^2 ,例如大于 6mm^2 ,例如大于 8mm^2 ,例如大于 10mm^2 。大的总面积是有利的,因为这样可移动块47只需要较小的运动幅度,就能实现一定的体积位移,从而达到灵敏度的要求。此外,可移动块47可以成形并达到最大,同时保持与悬架件48表面的连接尽可能小。较小的块体-膜片面积比提供了较大的悬架件间隙56,这是有利的,因为其确保了悬架件48的高声顺性。

[0079] 尽管前面已经参照本发明的示例性实施例讨论了本发明,但是本发明不限于这些特定的实施例,这些实施例可以在不脱离本发明的情况下以多种方式变化。因此,所讨论的示例性实施例不应用于严格按照所附权利要求来解释所附权利要求。相反,实施例仅旨在解释所附权利要求的措辞,而不是旨在将权利要求限制于这些示例性实施例。因此,本发明的保护范围应当仅根据所附权利要求来解释,其中权利要求的措辞中可能的歧义应当使用这些示例性实施例来解决。

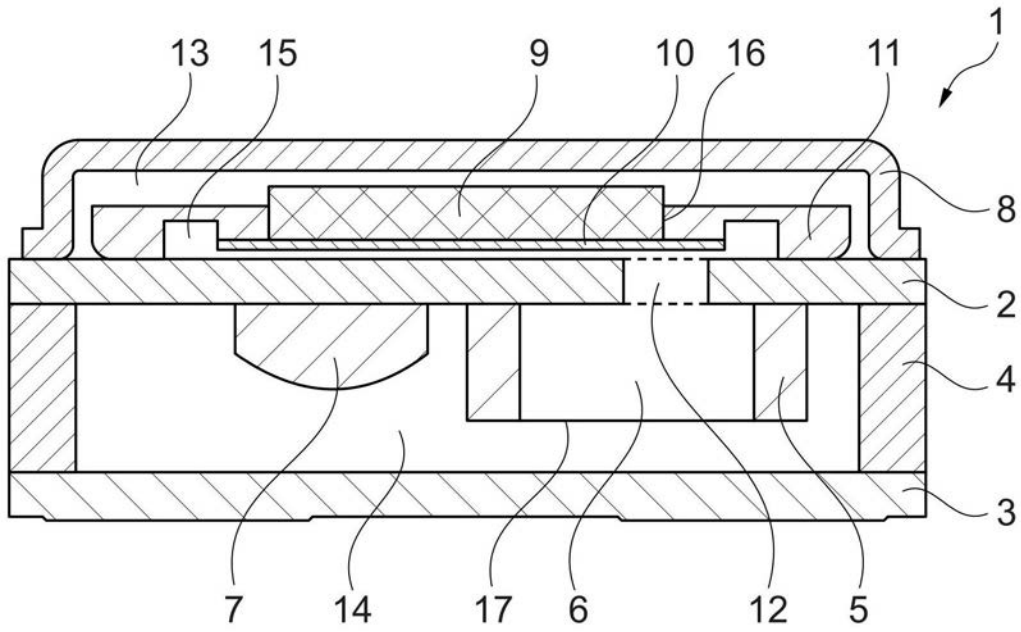


图1a

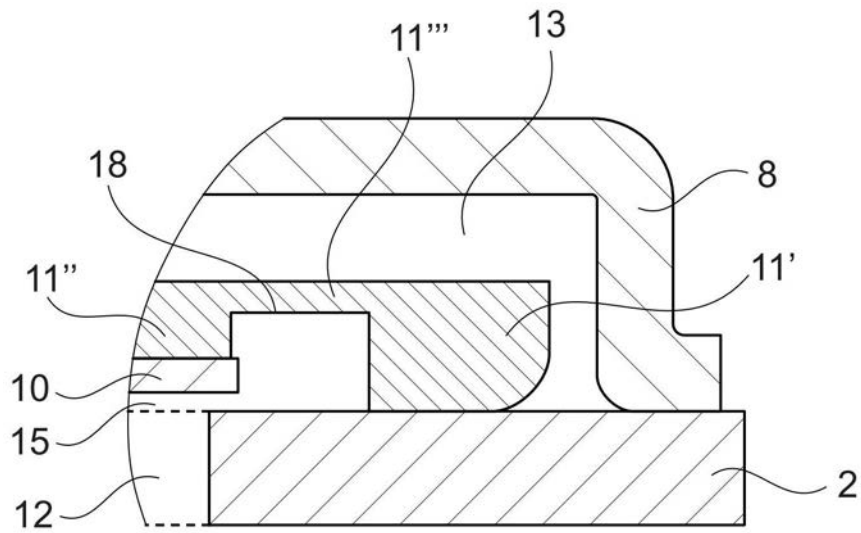


图1b

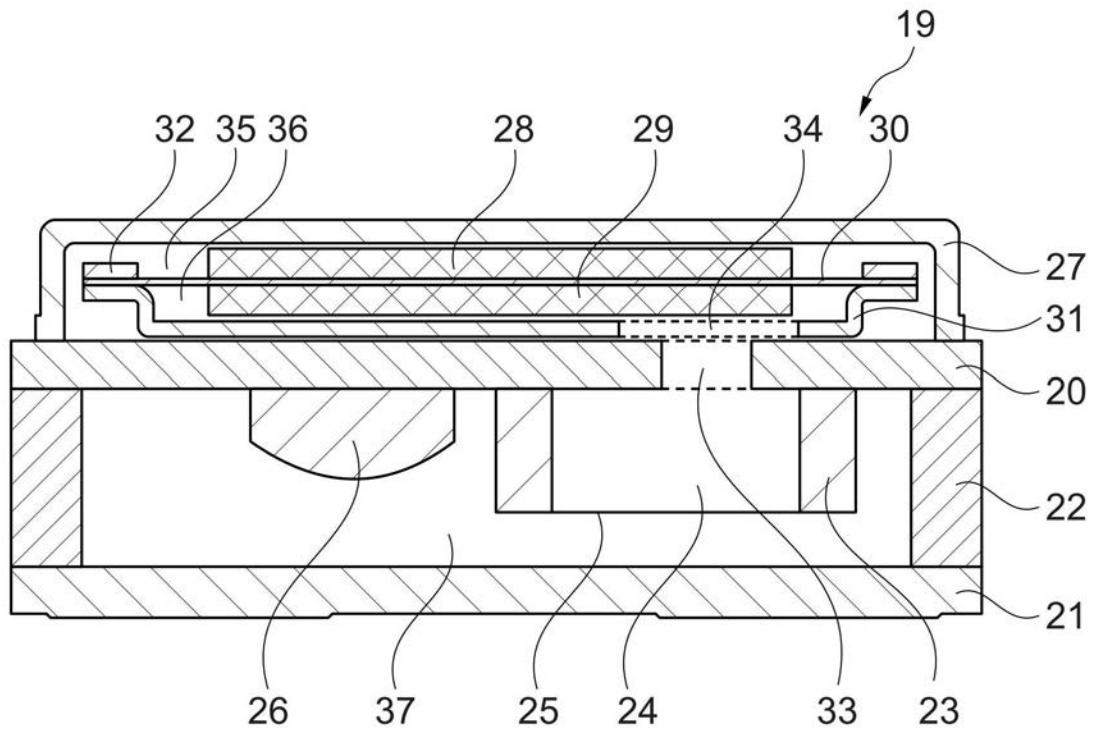


图2a

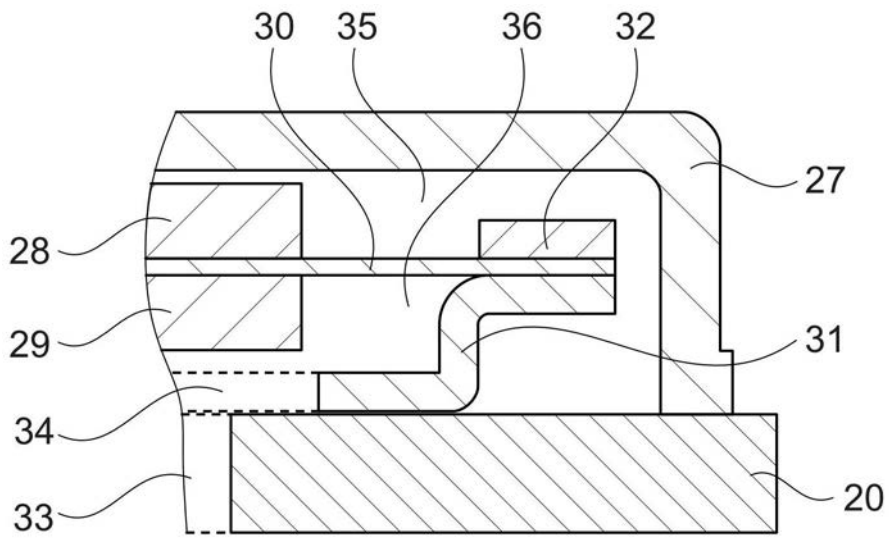


图2b

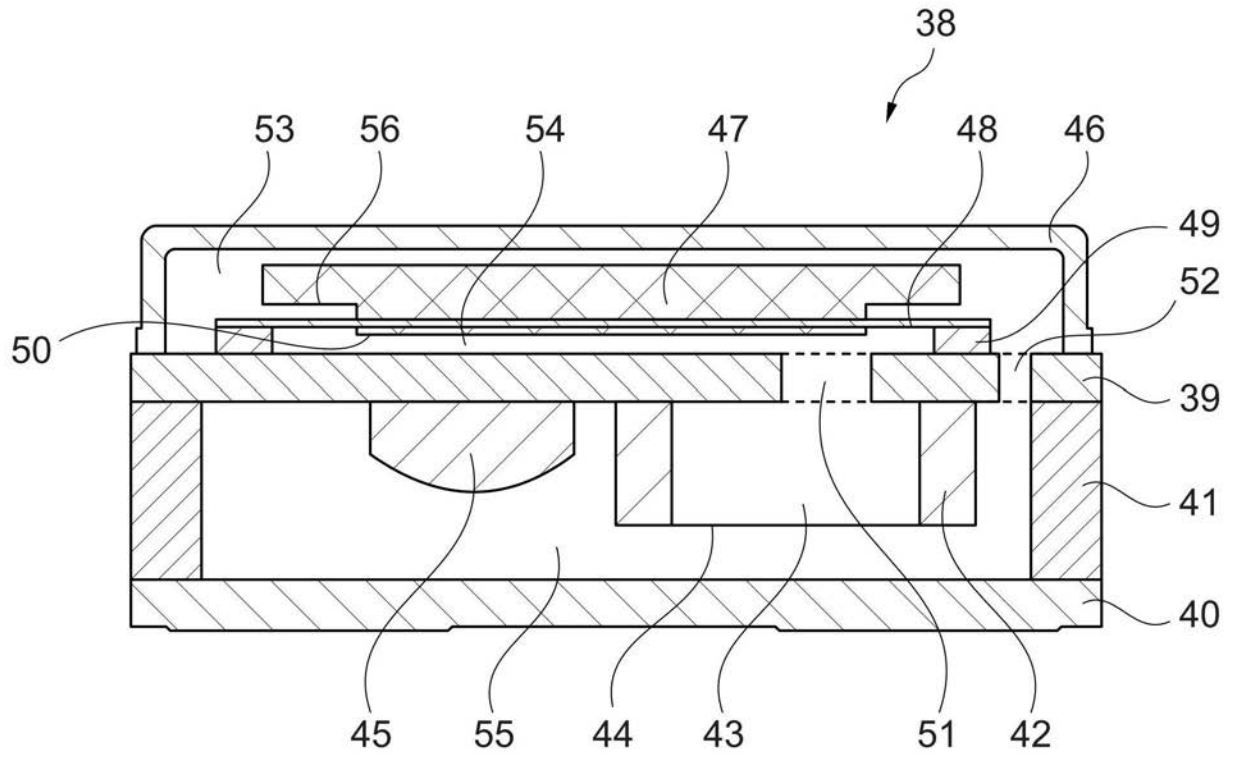


图3