



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106537938 B

(45)授权公告日 2020.03.27

(21)申请号 201580037834.2

(22)申请日 2015.05.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106537938 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(30)优先权数据
102014106753.3 2014.05.14 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.01.13

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/060658 2015.05.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/173333 DE 2015.11.19

(73)专利权人 悠声股份有限公司

地址 奥地利格拉茨

(72)发明人 安德里亚·韦斯高尼·克莱里西·
贝尔特拉米
费鲁乔·博托尼

(74)专利代理机构 北京启坤知识产权代理有限公司 11655

代理人 赵晶

(51)Int.Cl.
H04R 17/00(2006.01)

(56)对比文件
US 2008019543 A1,2008.01.24,
CN 101203064 A,2008.06.18,

审查员 桑红庆

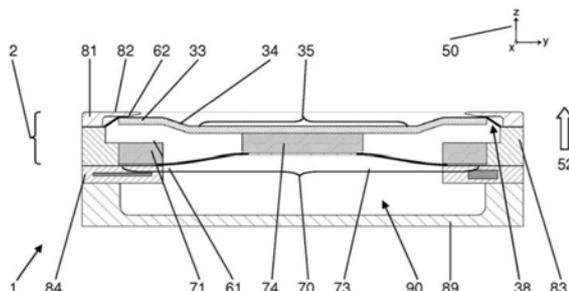
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

具有限位器机构的MEMS声换能器以及声换能器装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于生成和/或检测可听波长谱中的声波的MEMS声换能器(2),具有:隔膜载体(40);隔膜(30),在其边缘区域(37)中与隔膜载体连接,并且能够相对于隔膜载体沿着z轴(50)振动;以及限位器机构(60),其被构造为在至少一个方向(51)上限制隔膜的振动。根据本发明,MEMS声换能器的特征在于,限位器机构包括:至少一个增强元件(31),所述增强元件(31)布置在隔膜的一侧;以及与增强元件相对的止挡(61),所述止挡(61)在隔膜的中性位置与隔膜间隔开并且在最大偏转的情况下碰上所述止挡。本发明还涉及一种具有这样的MEMS声换能器(2)的声换能器装置(1)。



1. 一种用于生成和/或检测可听波长谱中的声波的MEMS声换能器,具有:
 - 隔膜载体 (40);
 - 隔膜 (30), 在其边缘区域 (37) 中与隔膜载体连接, 并且能够相对于隔膜载体沿着z轴 (50) 振动; 以及
 - 限位器机构 (60), 其被构造为在至少一个方向 (51) 上限制隔膜的振动;其特征在于,
 - 限位器机构包括: 至少一个增强元件 (31), 所述增强元件 (31) 布置在隔膜的一侧;
 - 以及与增强元件相对的止挡 (61), 所述止挡 (61) 在隔膜的中性位置与隔膜间隔开并且在最大偏转的情况下碰上所述增强元件 (31), 所述止挡 (61) 至少部分地被构造在MEMS执行器 (70) 的载体衬底 (71) 处;
 - 隔膜 (30) 还具有内部增强区域 (32), 在所述增强区域 (32) 中布置增强元件;
 - 增强元件被固定在隔膜处的朝向MEMS执行器的侧。
2. 根据前一权利要求所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 止挡至少部分地被构造在MEMS执行器 (70) 的壳体部分处 (83) 和/或电路板 (84) 处。
3. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 载体衬底的朝向隔膜的端面 (72) 被构造成止挡, 和/或MEMS执行器在载体衬底的背向隔膜的侧具有执行器结构 (73)。
4. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 隔膜的边缘区域被固定在隔膜载体的与MEMS执行器、与载体衬底在x、y和/或z方向上间隔开的固定区域 (41) 中。
5. 根据前述权利要求2所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 至少一个壳体部分 (81, 83) 和/或电路板 (84) 形成隔膜载体, 其中隔膜固定在这些组件中的两个之间。
6. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 增强区域和/或增强元件被布置为与弹性区域相邻。
7. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 增强元件由金属制成, 和/或被构造为板状的, 与由硅树脂制成的隔膜粘接在一起, 和/或延伸到整个增强区域之上。
8. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 增强元件具有与止挡相对应的止挡面 (33), 所述止挡面 (33) 被构造成闭合框架。
9. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 增强元件具有耦合面 (35), 所述耦合面 (35) 布置在框架形止挡面的内部, 和/或在其区域中, 增强元件与执行器结构间接地通过耦合元件 (74) 连接。
10. 根据前述权利要求9所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 止挡面和耦合面在z方向上彼此间隔开, 和/或通过增强元件的漏斗形的中间区域 (34) 彼此连接。
11. 根据前述权利要求9所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 载体衬底和耦合元件由相同衬底制成并且具有相同厚度。
12. 根据前述权利要求1所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 限位器机构包括第二止挡 (62), 所述第二止挡 (62) 在与第一方向 (51) 相反的第二方向 (52) 上限制隔膜沿着z轴的振动, 其中第二止挡布置在由壳体部分形成的导声通道 (92) 中。
13. 根据前述权利要求12所述的MEMS声换能器, 其特征在于, 两个止挡被布置为彼此相对, 和/或增强元件被布置在这两个止挡之间并且与所述止挡间隔开。
14. 一种声换能器装置, 具有根据前述权利要求中的任意一项所述的MEMS声换能器。

15. 根据前一权利要求所述的声换能器装置,其特征在于,电路板(84)具有完全嵌入的ASIC(85)和/或穿过电路板(84)延伸的缺口(86),其中在缺口的第一开口(87)处布置MEMS执行器(70),和/或在缺口的第二开口(88)处为了形成闭合腔体(91)而布置壳体部分(89)。

具有限位器机构的MEMS声换能器以及声换能器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于生成和/或检测可听波长谱中的声波的MEMS声换能器以及一种具有这样的MEMS声换能器的声换能器装置。这样的声换能器装置可以被确定为尺寸非常小的,并且因此例如作为扬声器和/或麦克风被安装在助听器、入耳式耳机、移动电话、平板式计算机以及仅仅提供少量安装空间的其它电子设备中。

背景技术

[0002] 1. 术语MEMS表示微机电系统。用于声生成的MEMS声换能器或MEMS扬声器例如从DE10 2012220819A1中公知。声生成通过MEMS扬声器的以可振动方式被支承的隔膜来进行。这样的声换能器装置根据相应应用领域的声学和其它要求被专门构造,并且由多个不同元件构成。

[0003] 从W02015/017979A1中公知了用于检测声波的MEMS声换能器或MEMS麦克风。该MEMS声换能器的特点在于限位器机构,该限位器机构保护灵敏的隔膜免受例如由于隔膜因为声压或碰撞引起的过大运动而可能出现的损伤。但是缺点是该限位器机构的复杂且仅能以高成本制造的构造,其中所述限位器机构包括具有孔的板和T形限位器元件。该板被布置为与隔膜间隔开,并且具有多个孔,其中限位器元件以其自由下端部穿过所述孔延伸。利用相应另一端部,限位器元件被固定在隔膜处。

发明内容

[0004] 本发明的任务是,提供一种具有经改进的限位器机构的MEMS声换能器,所述MEMS声换能器构造简单并且可以简单地制造。

[0005] 该任务通过具有独立权利要求1的特征的MEMS声换能器以及通过具有独立权利要求14的特征的声换能器装置来解决。

[0006] 提出了一种用于生成和/或检测可听波长谱中的声波的MEMS声换能器,其具有隔膜载体、隔膜和限位器机构。隔膜在其边缘区域中与隔膜载体连接,并且能够相对于隔膜载体沿着z轴振动。限位器机构被构造为在至少一个方向上限制隔膜的振动。限位器机构包括至少一个增强元件,所述增强元件布置在隔膜的一侧。此外,限位器机构包括与增强元件相对的止挡,所述止挡在隔膜的中性位置处与隔膜间隔开,并且增强元件在最大偏转的情况下碰上所述止挡。

[0007] 另外提出了一种声换能器装置,所述声换能器装置包括这样的根据本发明的MEMS声换能器。

[0008] 所提出的声换能器以及所提出的声换能器装置与现有技术相比都提供许多优点。尤其是提供了一种限位器机构,该限位器机构构造简单,并且因此可以简单和低成本地制造。在此,尤其是不需要将T形限位器元件引导穿过板中的孔并且与隔膜连接。而是隔膜被构造为具有增强元件,该增强元件与相对的止挡协作。因此,通过根据本发明的限位器机构来保护灵敏的隔膜免受由于隔膜因为过高声压或外部震动或碰撞引起的过大运动造成的

损伤。

[0009] 在本发明的一个有利的改进方案中, MEMS声换能器包括MEMS执行器, 该执行器尤其是具有载体衬底并且与隔膜协作, 以便将电信号转换成声学上可察觉的声波。同样当然也可以将声学上可察觉的声波转换成电信号。载体衬底优选由硅构成。

[0010] 有利的是, 止挡至少部分地被构造在MEMS执行器处、尤其是MEMS执行器的载体衬底处、壳体部分处和/或电路板处。因此, 为了构造止挡有利地不需要附加的组件。可替代地或作为补充地, 增强元件被固定在隔膜处的朝向MEMS执行器的侧。由此, 隔膜在碰上止挡时借助于增强元件被保护。

[0011] MEMS执行器的载体衬底的朝向隔膜的端面有利地被构造成止挡。附加地或可替代地, 有利的是, MEMS执行器尤其是在载体衬底的背向隔膜的侧具有执行器结构。执行器结构优选地由压电层构成。

[0012] 在本发明的一个有利的改进方案中, 隔膜的边缘区域被固定在隔膜载体的与MEMS执行器、尤其是与载体衬底优选在x、y和/或z方向上间隔开的固定区域中。通过将隔膜悬置部从载体衬底去耦合, 可以将隔膜的声学有效面构造为大于载体衬底。

[0013] 在本发明的另一有利的扩展方案中, 至少一个壳体部分和/或电路板形成隔膜载体, 其中隔膜优选地固定在这些组件中的两个之间。

[0014] 有利的是, 隔膜具有尤其是被构造成隆起物的外部弹性区域。该弹性区域优选地被布置为与边缘区域相邻。可替代地或作为补充地, 隔膜具有内部增强区域, 在所述增强区域中布置增强元件。弹性区域允许隔膜相对于隔膜载体振动。这样, 隔膜的内部增强区域可以与增强元件一起相对于隔膜的外部边缘区域和/或其固定区域振动。

[0015] 还有利的是, 增强区域和/或增强元件被布置为与弹性区域尤其是直接相邻。

[0016] 在本发明的一个有利的改进方案中, 增强元件可以由塑料、金属和/或纤维复合材料制成。还有利的是, 增强元件被构造为板状的, 与尤其是由硅树脂制成的隔膜粘接在一起和/或延伸到整个增强区域之上。在其增强区域中或者通过增强元件, 隔膜具有提高的刚性, 并且因此尤其是在可达到的声强、频率范围和/或信号保真度方面具有更好的声学特性。

[0017] 在本发明的另一有利的扩展方案中, 增强元件具有与止挡相对应的止挡面。止挡面优选地被构造成闭合框架。

[0018] 优选地规定, 增强元件具有耦合面, 所述耦合面优选地布置在框架形止挡面的内部, 和/或在其区域中, 增强元件与执行器结构尤其是间接地通过耦合元件连接。

[0019] 另外有利的是, 止挡面和耦合面在z方向上彼此间隔开, 和/或通过增强元件的尤其是漏斗形的中间区域彼此连接。由此, 隔膜的总面积增大, 而隔膜不具有更大的直径, 由此——在同时改善隔膜的声学特性的情况下——可以节省安装空间和材料。

[0020] 根据本发明的另一优选的扩展方案, 载体衬底和耦合元件由相同衬底、尤其是硅衬底制成并且尤其是具有相同厚度。

[0021] 在本发明的一个有利的改进方案中, 限位器机构包括第二止挡, 该第二止挡在与第一方向相反的第二方向上限制隔膜沿着z轴的振动, 其中第二止挡优选地布置在由壳体部分形成的导声通道中。通过在与第一止挡相反的方向上起作用的第二止挡, 隔膜被更好地保护免受损伤。

[0022] 另外,优选地规定,两个止挡被布置为彼此相对,和/或增强元件被布置在这两个止挡之间并且与所述止挡间隔开。

[0023] 在本发明的一个有利的改进方案中,声换能器装置除了MEMS声换能器以外还包括电路板,所述电路板具有穿过电路板延伸的缺口,其中优选地在缺口的第一开口处布置MEMS执行器,和/或在缺口的第二开口处为了形成闭合腔体而布置壳体部分。

附图说明

[0024] 本发明的另外的优点在下面的实施例中予以描述。附图:

[0025] 图1以立体截面图示出了声换能器装置和MEMS声换能器的第一实施例;

[0026] 图2以示意性侧面截面图示出了声换能器装置和MEMS声换能器的第一实施例;

[0027] 图3以示意性侧面截面图示出了具有在第一方面上振离的隔膜的声换能器装置和MEMS声换能器的第一实施例;

[0028] 图4以示意性侧面截面图示出了具有在第二方面上振离的声换能器装置和MEMS声换能器的第一实施例;

[0029] 图5以立体截面图示出了声换能器装置和MEMS声换能器的第二实施例;

[0030] 图6以示意性侧面截面图示出了声换能器装置和MEMS声换能器的第二实施例;以及

[0031] 图7以示意性侧面截面图示出了声换能器装置和MEMS声换能器的第三实施例。

具体实施方式

[0032] 在下面的附图描述中,为了定义各个元素之间的关系,参考对象的分别在附图中示出的位置来使用例如之上、之下、上、下、其之上、其之下、左、右、垂直和水平之类的相对术语。不言自明的是,这些术语在不同于装置和/或元素的在附图中所示位置时可以改变。因此,例如在参考装置和/或元素在附图所示的逆反取向时,在下面附图描述中被规定为之上的特征现在将会被布置在之下。所使用的相对术语因此仅仅用于简化地描述在下面描述的各个装置和/或元素之间的相对关系。

[0033] 图1至4以不同视图示出了具有MEMS声换能器2的声换能器装置1的第一实施例。MEMS声换能器2被构造为生成和/或检测可听波长谱中的声波。为此,MEMS声换能器2具有隔膜30和隔膜载体40。隔膜30在其边缘区域37中与隔膜载体40连接,并且能够相对于隔膜载体40沿着z轴50振动。在此,z轴50基本上垂直于隔膜30延伸。

[0034] 此外,MEMS声换能器2具有限位器机构60,该限位器机构60被构造为在至少一个方向51上限制隔膜30的振动。为此,限位器机构60具有增强元件31,该增强元件31布置在隔膜30的一侧、在此为其下侧。另一方面,限位器机构60具有与增强元件31相对的止挡61,该止挡在隔膜30的如图1和图2中所示的中性位置时与隔膜30间隔开,并且在隔膜在方向51上的如图3中所示的最大偏转时碰上增强元件31。

[0035] 在该示例中,限位器机构60还包括第二止挡62,该第二止挡62在于第一方向51相反的第二方向52上限制隔膜30沿着z轴50的振动。第二止挡62也在隔膜30的如图1和图2中所示的中性位置时与隔膜30间隔开,其中增强元件31在隔膜30在第二方向52上的如图4中所示的最大偏转时碰上第二止挡62。在这种情况下,隔膜30布置在第二止挡62与增强元件

31之间。

[0036] 因此,根据图3的隔膜30被向下振离或偏转为使得增强元件31碰撞第一止挡61,而根据图4的隔膜30向上振离或偏转为使得增强元件31碰上限位器机构60的第二止挡62。

[0037] 另外尤其是从图1至4中可以看出,两个止挡61、62被布置为彼此相对,其中增强元件31不会在这两个止挡之间并且被布置为与所述止挡间隔开。在此,第二止挡62布置在放置在隔膜30之上的上壳体部分81处并且尤其是布置在由上壳体81形成的导声通道92中。

[0038] 而第一止挡61布置在MEMS执行器70的载体衬底71处或者由载体衬底71的一侧形成。该MEMS执行器70布置在隔膜30之下和/或与其基本上平行。MEMS执行器70与隔膜30协作,以便将电信号转换成声学上可察觉的声波或者反之。为此,MEMS执行器70包括执行器结构73。该执行器结构73优选被构造为压电的。此外,执行器结构73布置在载体衬底71的背向隔膜30的侧。在该示例中,MEMS执行器70的载体衬底71的朝向隔膜30的端面有利地被构造成为止挡61。但是与在此示出的不同,第一止挡61也可以构造在诸如中间壳体部分83之类的壳体部分处和/或诸如电路板84之类的电路板处。在此,可增强元件31被固定在隔膜30处的朝向MEMS执行器70的侧。附加地或可替代地,增强元件31或者附加的增强元件在原理上也可以固定在隔膜30处的背向MEMS执行器70的侧。增强元件31尤其是具有与止挡61、62相对应的止挡面33。

[0039] 声换能器装置31除了MEMS声换能器2的隔膜30、隔膜载体40、MEMS执行器70和两个壳体部分81、83以外还包括电路板84以及下壳体部分89。ASIC 85被完全嵌入到电路板84中。附加于所述ASIC,也可以将另外的无源部件、比如电阻和/或E/A接触部嵌入到电路板中和/或布置在电路板处。

[0040] 电路板84具有完全穿过电路板延伸缺口86、以及两个开口87、88。在缺口86的第一开口87处布置MEMS执行器70。在缺口86的第二开口88处为了构造闭合腔体91布置下壳体部分89。因此,电路板84布置在MEMS执行器70与下壳体部分89之间。

[0041] MEMS声换能器2以及尤其是MEMS执行器70利用在附图中未进一步示出的电接触部与ASIC 85连接。MEMS声换能器2因此可以通过ASIC4被激励或运行。如果MEMS声换能器2例如应当充当扬声器,则其可以通过ASIC 85来激励,使得为了生成声能可以通过MEMS执行器70将隔膜30置于相对于衬底载体40振动。应当将术语“腔体”理解成一种可用来增强MEMS声换能器的声压的空腔。由于腔体91已经部分地由电路板84的缺口86形成,因此声换能器1可以非常节省空间地被构造为仍然具有相对大的声学有效腔体体积,因为由下壳体部分89为了形成腔体91所提供的空腔现在结果可以是更小的。壳体部分81、83以及尤其是下壳体部分89优选地具有与电路板84不同的材料。但是可替代地,壳体部分81中的至少一个也可以是电路板84的组成部分。

[0042] 声换能器装置1具有基本上矩形的基本形状,并且因此可以简单和低成本地制造并且适用于大量应用目的。此外,声换能器装置1被构造为夹层式的,也就是说,下壳体部分89、电路板84和MEMS声换能器2被布置为彼此相叠地堆叠。在此,MEMS声换能器2、电路板84和下壳体部分89全部具有相同的外直径。但是可替代地,声换能器装置1原理上也可以具有其它尤其是圆形的基本形状。

[0043] 尤其是由硅树脂制成的隔膜30在其边缘区域37中被固定在隔膜载体40的固定区域41中,其中固定区域41被布置为在x、y和z方向上与MEMS执行器70及其载体衬底71间隔

开。在此,隔膜载体40由上壳体部分81和中间壳体部分83形成,其中固定区域处于两个壳体部分81、83之间并且因此隔膜被固定在这两个壳体部分之间。隔膜载体40被构造为框架形的并且包围隔膜30。但是与在此所示不同,隔膜载体40也可以至少部分地由诸如电路板84之类的电路板形成。

[0044] 在与其边缘区域37相邻处,隔膜30具有在此尤其是被构造为隆起物39的外部弹性区域38以及内部增强区域32,在所述区域中布置增强元件31。在此,增强区域32或增强元件31被布置为与弹性区域38直接相邻。弹性区域38允许隔膜30相对于隔膜载体40振动以及尤其是允许内部增强区域32相对于外部边缘区域37振动。在此,增强元件31由金属构成和/或被构造为板状的,其中该增强元件31如在此那样优选地延伸到整个增强区域32之上并且与隔膜30粘接在一起。由增强元件提供并且与止挡61、62相对应的止挡面33在此被构造为框架形的并且被布置为与同样被构造为框架形的弹性区域38直接相邻。

[0045] 在该示例中,第一止挡61和第二止挡62与止挡面33相对应地也被构造为框架形的。在此,在自己的端面72提供止挡61的载体衬底71框架形地包围执行器结构73,而上壳体部分81具有突起82,该突起82框架形地包围导声通道92的声学入口/出口93并且提供第二止挡62。

[0046] 框架形止挡面33的内部,隔膜30的增强元件31具有耦合面35。在此,止挡面33和耦合面35在z方向上彼此间隔开,并且通过增强元件31的在此被构造为漏斗形的中间区域34彼此连接。由于增强元件31与隔膜30粘接在一起,因此隔膜30所以也具有漏斗形形状。在耦合面35的区域中,增强元件31通过耦合元件74与MEMS执行器70的执行器结构73连接。在此,载体衬底71和耦合元件74由相同衬底、尤其是硅衬底制成。其因此还具有相同厚度。但是与在此所示不同,可以替代于耦合元件74或作为其补充使用用于与执行器结构73连接的适配器元件。

[0047] 在图5至7中示出了声换能器装置1和MEMS声换能器2的另外的实施方式,其中基本上分别参考已经描述的第一实施例深入探讨差异。这样,在图5至7和下面对另外的实施例的描述中,为与图1至4中所示的第一实施例相比在构造和/或作用方式方面相同和/或者至少类似的特征使用相同的附图标记。如果这些特征未予以再次详细阐述,则其构造和作用方式对应于前面已经描述的特征。下面描述的差异可以与分别在先和后续的实施例相组合。

[0048] 图5和6以不同视图示出了声换能器装置1和MEMS声换能器2的第二实施例。作为相对于图1至4中所示第一实施例而言的显著差异,在第二实施例中应当提到上壳体部分81。上壳体部分81在此形成具有声学入口/出口开口93的导声通道92,该声学入口/出口开口93在侧面布置在MEMS声换能器1或声换能器装置1的表面处。壳体部分81尤其是提供对隔膜30的附加保护,因为壳体部分81将隔膜30相对于环境覆盖住。

[0049] 但是在该实施例中,未设置第二止挡,也就是说,在上壳体部分81处未布置用于隔膜30的增强元件31的止挡。另外,上壳体部分81在此不是隔膜载体40的组成部分。隔膜载体40单单由中间壳体部分83形成,使得隔膜30单单固定在中间壳体部分83处。上壳体部分以及下壳体部分81、89与第一实施例相比具有更大外直径,由此升换能器装置1的基本面被扩大。此外,上壳体部分81在该示例中未被布置在中间壳体部分83上,而是被布置在下壳体部分89上并与其连接,使得这两个壳体部分一起形成壳体,该壳体保护性地包围声换能器装

置1或MEMS声换能器2的其余组件。

[0050] 图7示出了声换能器装置1和MEMS声换能器2的第三实施例。在该实施例中,上壳体部分81在导声通道92中具有突起82,该突起布置在隔膜30之上并且形成隔膜30的增强元件31的第二止挡62。

[0051] 本发明不限于所示出和所描述的实施例。在权利要求书的范围内的改动同样是可能的、比如特征的组合,即使它们是在不同的实施例示出和描述的。

[0052] 附图标记列表

[0053] 1 声换能器装置

[0054] 2 MEMS声换能器

[0055] 30 隔膜

[0056] 31 增强元件

[0057] 32 增强区域

[0058] 33 止挡面

[0059] 34 中间区域

[0060] 35 耦合面

[0061] 37 边缘区域

[0062] 38 弹性区域

[0063] 39 隆起物

[0064] 40 隔膜载体

[0065] 41 固定区域

[0066] 50z 轴

[0067] 51 第一方向

[0068] 52 第二方向

[0069] 60 限位器机构

[0070] 61 第一止挡

[0071] 62 第二止挡

[0072] 70MEMS 执行器

[0073] 71 载体衬底

[0074] 72 端面

[0075] 73 执行器结构

[0076] 74 耦合元件

[0077] 81 壳体部分

[0078] 82 突起

[0079] 83 壳体部分

[0080] 84 电路板

[0081] 85ASIC

[0082] 86 缺口

[0083] 87 第一开口

[0084] 88 第二开口

- [0085] 89 壳体部分
- [0086] 91 腔体
- [0087] 92 导声通道
- [0088] 93 声学入口/出口开口

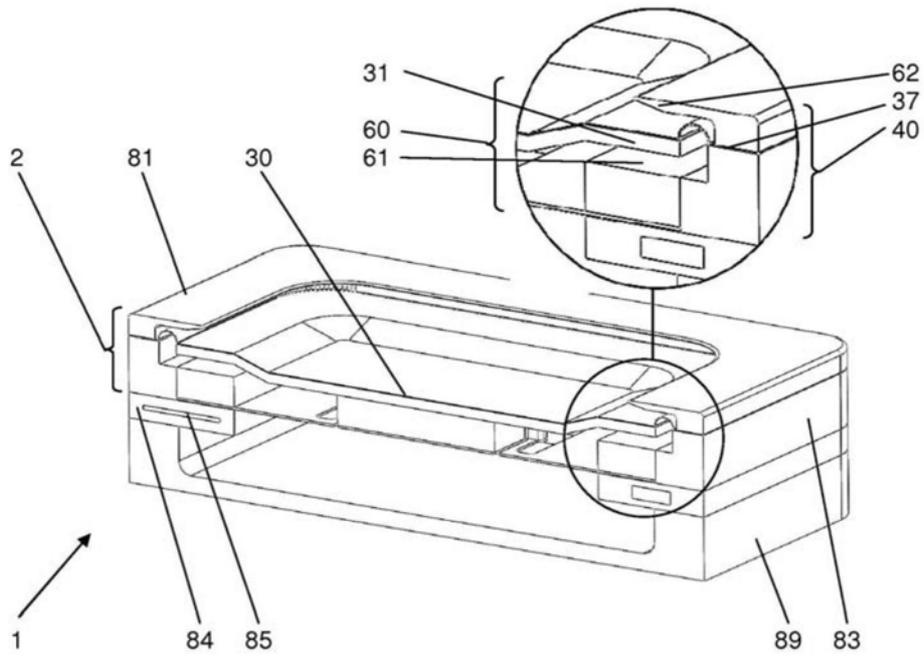


图1

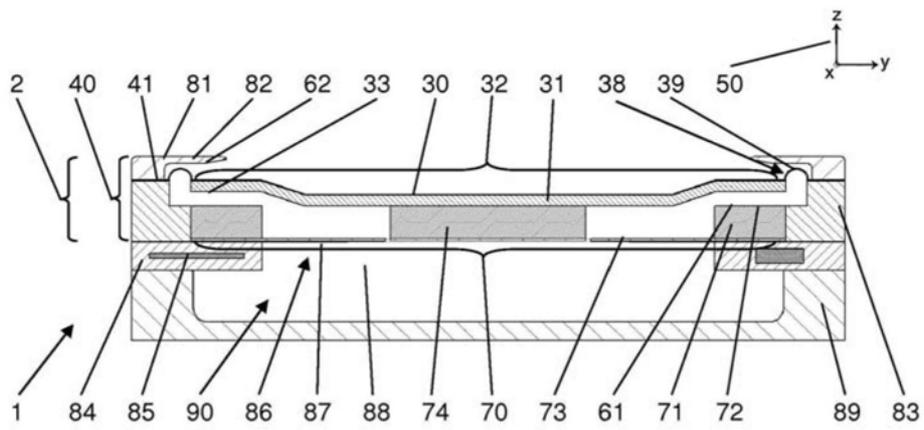


图2

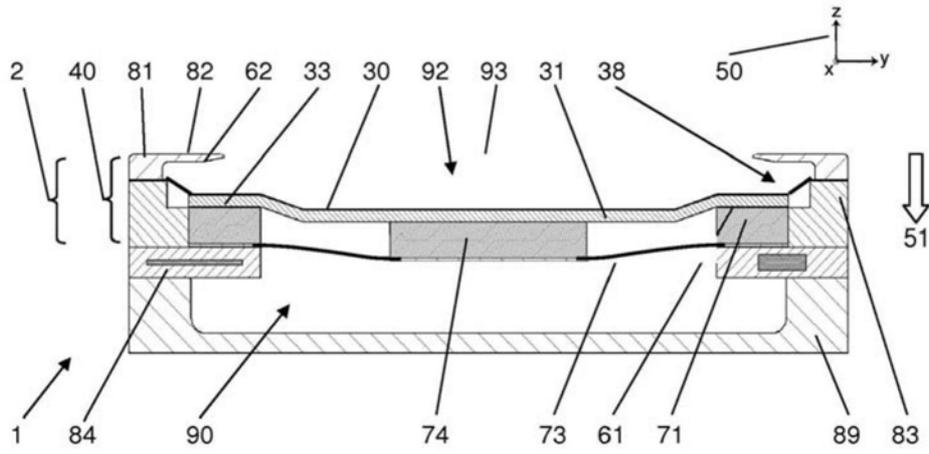


图3

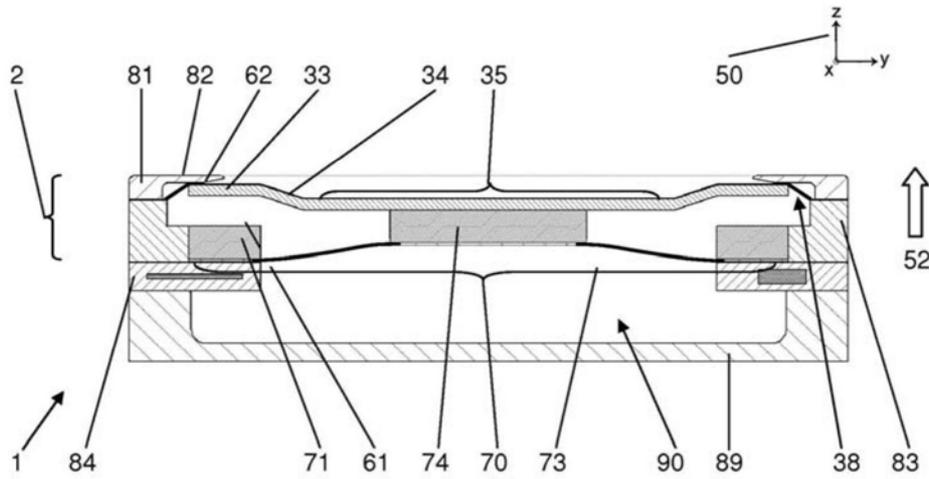


图4

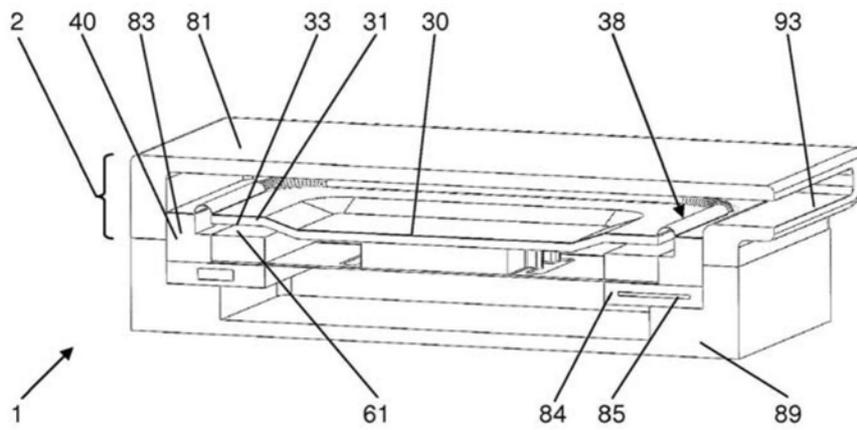


图5

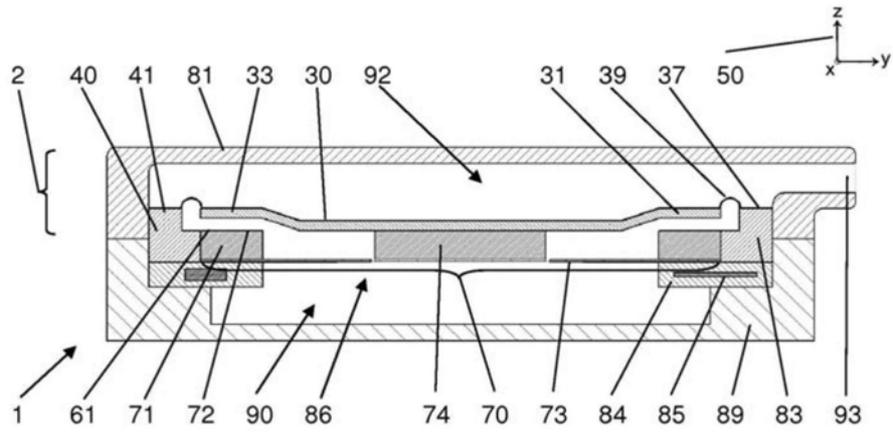


图6

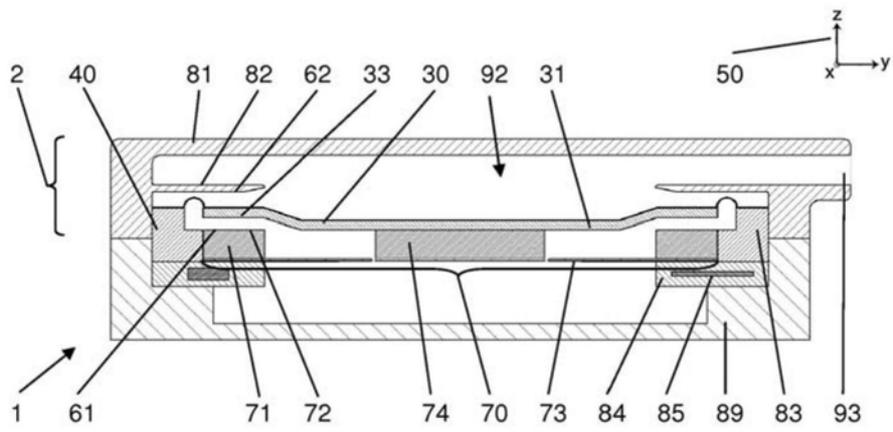


图7