



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112543844 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 25

(21) 申请号 201980044651.1

马丁·里希特 克里斯托夫·库特

(22) 申请日 2019.05.13

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

(65) 同一申请的已公布的文献号

公司 11021

申请公布号 CN 112543844 A

专利代理师 罗松梅

(43) 申请公布日 2021.03.23

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

F04B 43/04 (2006.01)

102018207858.0 2018.05.18 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2020.12.30

US 5171132 A, 1992.12.15

(86) PCT国际申请的申请数据

WO 0222358 A1, 2002.03.21

PCT/EP2019/062199 2019.05.13

CN 1382909 A, 2002.12.04

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 1257006 A, 2000.06.21

W02019/219600 DE 2019.11.21

CN 106489026 A, 2017.03.08

(73) 专利权人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会

CN 1354823 A, 2002.06.19

地址 德国慕尼黑

CN 104088778 A, 2014.10.08

(72) 发明人 齐格弗里德·罗尔

TW I612246 B, 2018.01.21

尤塞尔·康加尔 马丁·瓦克勒

JP 2011021610 A, 2011.02.03

审查员 袁潜

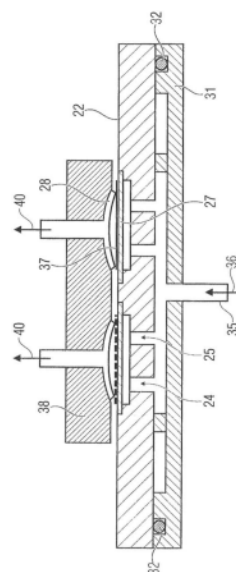
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

制造具有机械预载隔膜致动器的微型泵的方法和保持装置

(57) 摘要

本发明涉及用于制造微型泵(21)的方法。该方法尤其包括提供衬底(22)的步骤,其中衬底(22)具有用于微型泵(21)的至少一个泵隔膜(27)。此外,提供一种用于移动泵隔膜(27)的隔膜致动器(28),其中隔膜致动器(28)被布置在根据本发明的保持装置(38)中。以下面的方式相对于衬底(22)对保持装置(38)进行取向:隔膜致动器(28)与泵隔膜(27)相对地布置,并且泵隔膜(27)通过高于环境压力的流体压力(36)在隔膜致动器(28)的方向上偏转。此外,将隔膜致动器(28)安装到泵隔膜(27)。



1. 一种用于制造微型泵(21)的方法,包括:
提供包括用于微型泵(21)的至少一个泵隔膜(27)的衬底(22),
提供用于移动所述泵隔膜(27)的隔膜致动器(28)并将所述隔膜致动器(28)布置在保持装置(38)中,
将所述保持装置(38)相对于所述衬底(22)对准,使得所述隔膜致动器(28)被布置为与所述泵隔膜(27)相对,
通过高于环境压力的流体压力(36)使所述泵隔膜(27)在所述隔膜致动器(28)的方向上偏转,以及
将所述隔膜致动器(28)安装在所述泵隔膜(27)上。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述隔膜致动器(28)被布置在所述保持装置(38)中,使得所述隔膜致动器(28)形成在与偏转的泵隔膜(27)相同的方向上弯曲的圆顶形的变形,由此变形的隔膜致动器(28)被机械偏置。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中将所述隔膜致动器(28)布置在所述保持装置(38)中的步骤包括:
将所述隔膜致动器(28)插入在所述保持装置(38)中并在所述隔膜致动器(28)上施加机械力,使得插入在所述保持装置(38)中的隔膜致动器(28)在远离所述泵隔膜(27)的方向上变形,从而被机械偏置。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述隔膜致动器(28)布置在所述保持装置(38)中的步骤包括:
在所述保持装置(38)和所述隔膜致动器(28)之间产生负压(40),由此所述隔膜致动器(28)通过所述负压(40)被吸入到所述保持装置(38)中,并在远离所述泵隔膜(27)的方向上变形,从而被机械偏置。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述隔膜致动器(28)布置在所述保持装置(38)中的步骤包括:
向所述隔膜致动器(28)施加电压,使得所述隔膜致动器(28)在远离泵隔膜(27)的方向上变形,从而被机械偏置。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述泵隔膜(27)通过所述流体压力(36)在所述隔膜致动器(28)的方向上偏转足够远,使得所述泵隔膜(27)贴到插入在所述保持装置中并且变形且机械偏置的隔膜致动器(28)。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述泵隔膜(27)通过所述流体压力(36)在所述隔膜致动器(28)的方向上偏转,使得所述泵隔膜(27)接触插入在所述保持装置(38)中的隔膜致动器(28),并且所述泵隔膜(27)和所述隔膜致动器(28)一起被偏转,其中,所述隔膜致动器(28)变形且机械偏置。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,提供所述衬底(22)的步骤包括:
将所述衬底(22)布置在衬底保持器(31)上,以及
在所述衬底(22)和所述衬底保持器(31)之间提供流体密封连接,并在所述衬底保持器(31)和所述泵隔膜(27)之间提供流体连接,
在所述流体连接内产生流体压力(36),使得加压流体通过所述流体连接流到所述泵隔膜(27),并且所述泵隔膜(27)通过所述流体压力在所述隔膜致动器(28)的方向上偏转。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述流体压力(36)包括相对于环境压力0.5巴至5巴的超压。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述隔膜致动器(28)安装在所述泵隔膜(27)上的步骤包括:

在所述泵隔膜(27)的面向隔膜致动器(28)的一侧和/或所述隔膜致动器(28)的面向所述泵隔膜(27)的一侧布置接合装置(37)。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述接合装置(37)是热固性接合装置,并且其中将所述隔膜致动器(28)安装在所述泵隔膜(27)上的步骤包括:

将所述隔膜致动器(28)和/或所述泵隔膜(27)加热到所述隔膜致动器(28)的居里温度以下,以热激活所述接合装置(37)。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中,提供所述衬底(22)的步骤包括:

提供正被配置为晶片的衬底(22),其中,所述晶片包括用于相应的多个微型泵(21)的多个泵隔膜(27),所述多个微型泵能够通过所述方法在所述晶片中在时间上并行制造。

13. 一种用于在根据权利要求1所述的方法的微型泵(21)制造期间保持隔膜致动器(28)的保持装置(38),其中,所述保持装置(38)包括:

具有第一直径(D1)的第一凹部(51a),其中,所述第一凹部(51a)包括第一边缘区域(51b),所述隔膜致动器(28)能够布置在所述第一边缘区域(51b)中,并且其中,所述隔膜致动器(28)能够至少部分地偏转进入所述第一凹部(51a)中,

具有第二直径(D2)的第二凹部(52a),其中,所述第二凹部(52a)包括第二边缘区域(52b),所述微型泵(21)的泵隔膜(27)能够布置在所述第二边缘区域(52b)中,并且其中,所述泵隔膜(27)能够至少部分地偏转到所述第二凹部(52a)中,

其中,所述第一凹部(51a)的第一直径(D1)小于所述第二凹部(52a)的第二直径(D2),并且所述第一凹部(51a)被布置在所述第二凹部(52a)内。

14. 根据权利要求13所述的保持装置(38),其中,所述第一凹部(51a)的第一边缘区域(51b)在深度方向上与所述第二凹部(52a)的第二边缘区域(52b)间隔开(Z1),其中所述泵隔膜(27)和/或所述隔膜致动器(28)能够偏转到相应的凹部(51a,52a)中。

15. 根据权利要求13所述的保持装置(38),其中,所述第一凹部(51a)的第一边缘区域(51b)相对于所述第二凹部(52a)的第二边缘区域(52b)以可移动的方式布置,使得所述第一凹部(51a)的第一边缘区域(51b)与所述第二凹部(52a)的第二边缘区域(52b)之间的在深度方向上的间隔(Z1)是可变的。

16. 根据权利要求14所述的保持装置(38),其中,选择所述第一凹部(51a)的第一边缘区域(51b)与所述第二凹部(52a)的第二边缘区域(52b)之间的在深度方向上的间隔(Z1),使得布置在所述第二凹部(52a)的第二边缘区域(52b)上的泵隔膜(27)以偏转状态接触布置在所述第一凹部(51a)的第一边缘区域(51b)上的隔膜致动器(28)。

17. 根据权利要求13所述的保持装置(38),其中,所述第一凹部(51a)的第一边缘区域(51b)和/或所述第二凹部(52a)的第二边缘区域(52b)被配置为环形形状。

18. 根据权利要求13所述的保持装置(38),其中,所述保持装置(38)包括多个第一凹部(51a)和多个第二凹部(52a),并且其中,所述保持装置(38)被配置为在相应的多个微型泵(21)的制造期间处理具有多个隔膜致动器(28)的晶片。

19.一种能够通过根据权利要求1所述的方法制造的微型泵(21)。

制造具有机械预载隔膜致动器的微型泵的方法和保持装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造具有隔膜致动器,特别是配置为弯曲转换器的隔膜致动器的微型泵的方法、用于在制造微型泵期间保持隔膜致动器的保持装置、以及具有隔膜致动器,特别是配置为弯曲转换器的隔膜致动器的微型泵。

背景技术

[0002] 微型泵是尺寸在微米范围内的非常小的泵。它们的制造明显不同于宏观泵。微型泵可以例如以MEMS技术来制造。这种微型泵通常包括可偏转的隔膜,该隔膜可以通过隔膜致动器而偏转。使隔膜偏转产生微型泵的冲程。由于隔膜致动器使隔膜弯曲,因此这种隔膜致动器也可以称为弯曲转换器。例如,已知根据压电原理起作用的弯曲转换器。

[0003] 具有用于使泵隔膜偏转的弯曲转换器(例如压电晶体)的微型泵仅在死区体积被最小化时可以操作至其完全容量,而与微型泵是由金属、硅或其他材料制造无关。

[0004] 为此,在使用弯曲转换器操作的微型泵中,必须对弯曲转换器(例如压电晶体)进行机械偏置,以使弯曲转换器可以达到其最佳冲程。

[0005] 为了实现该目的,EP 2 542 810 B1提出了通过施加电压进行弯曲转换器(压电晶体)的机械偏置。然而,这具有以下缺点:

[0006] • 压电晶体的击穿电压将最大电偏压限制为约2MV/cm。

[0007] • 对于成本效益制造所需要的大场(阵列),电压供应和接触昂贵且容易出错。

[0008] 因此,当制造微型泵时,期望借助于不受所述限制的方法来获得弯曲转换器的机械偏置。

发明内容

[0009] 因此,本发明的目的是改进用于制造具有隔膜致动器的微型泵的现有工具和方法,使得隔膜致动器可以在制造期间以简单的方式机械偏置,并且该方法还具有成本效益并且适合于大量制造。

[0010] 为了实现该目的,提出了一种具有权利要求1的特征的方法以及一种可以在该方法中使用的具有权利要求12的特征的保持装置(工具)。在相应的从属权利要求中阐述了本发明的方法以及本发明的保持装置的实施例和其他有利方面。

[0011] 用于制造微型泵的本发明的方法尤其包括提供衬底的步骤,其中衬底包括用于微型泵的至少一个泵隔膜。衬底可以是具有泵隔膜的单个或单粒化微型泵芯片。备选地,衬底可以是包括一个或若干个微型泵结构的晶片,每个微型泵结构具有一个泵隔膜,其中在处理之后将晶片单粒化。此外,该方法包括提供隔膜致动器的步骤,该隔膜致动器被配置为使泵隔膜移动或偏转。在此,将隔膜致动器插入在保持装置中。此外,该方法包括以下步骤:相对于衬底对准保持装置,使得隔膜致动器与泵隔膜相对地布置。可以在将隔膜致动器插入到保持装置中之前或之后进行保持装置的对准。在对准布置有隔膜致动器的保持装置之前或之后,通过高于环境压力的流体压力使泵隔膜在隔膜致动器的方向上偏转。这意味着加

压流体相对于环境大气压力包括超压。为此使用的流体优选可以是气体,具体为压缩空气,但也可以是液体。该方法还包括将隔膜致动器安装在泵隔膜上的步骤。在此,隔膜致动器可以被安装在通过流体压力而偏转的泵隔膜上,或者隔膜致动器可以被安装在仍未偏转的泵隔膜上,其中然后泵隔膜可以随后通过流体压力与安装在泵隔膜上的隔膜致动器一起被偏转。

[0012] 根据实施例,隔膜致动器可以布置在保持装置中,使得隔膜致动器形成在与偏转的泵隔膜相同的方向上弯曲的圆顶形的变形,由此变形的隔膜致动器被机械偏置。这意味着泵隔膜和隔膜致动器两者都具有圆顶形的变形,两者沿相同的方向弯曲。优选地,两个圆顶形的变形具有近似相同的尺寸。以此方式,可以将机械偏置成圆顶形的隔膜致动器布置在以圆顶形偏转的隔膜上。

[0013] 根据实施例,将隔膜致动器布置在保持装置中的步骤可以包括将隔膜致动器插入在保持装置中以及对隔膜致动器施加机械力,使得插入在保持装置中的隔膜致动器在远离泵隔膜的方向上变形,从而被机械偏置。这意味着隔膜致动器可以例如通过压缩力被压入保持装置中,或者也可以通过拉伸力被拉入保持装置中。通过施加相应的力,隔膜致动器变形,从而被机械偏置。

[0014] 根据实施例,将隔膜致动器布置在保持装置中的步骤可以包括在保持装置和隔膜致动器之间产生负压,由此隔膜致动器通过负压被吸入保持装置中,并在远离泵隔膜的方向上变形,从而被机械偏置。这种负压例如可以通过真空泵或类似装置产生。为此,保持装置可以包括例如开口或孔,通过该开口或孔可以排出保持装置与布置在其中的隔膜致动器之间的空气。由此,隔膜致动器被抽拉并被吸入到保持装置中。

[0015] 根据实施例,将隔膜致动器布置在保持装置中的步骤可以包括向隔膜致动器施加电压,使得隔膜致动器在远离泵隔膜的方向变形,从而被机械偏置。这具体应用于可电变形的隔膜致动器,例如压电致动器。优选地,可以与用于将隔膜致动器吸入保持装置中的上述负压结合地将电压施加到隔膜致动器。

[0016] 根据实施例,泵隔膜可以通过流体压力在隔膜致动器的方向上偏转足够远,使得泵隔膜贴到插入在保持装置中并且变形且机械偏置的隔膜致动器。这意味着偏转的隔膜优选地包括具有与机械偏置的隔膜致动器的尺寸近似相同的尺寸的近似相同的变形。两者都可以例如包括圆顶形曲线。这可以通过使泵隔膜偏转足够远直到泵隔膜弯曲到相对的保持装置中并贴到保持装置来进行。在此,泵隔膜采取保持装置的形状。隔膜致动器被布置在保持装置和泵隔膜之间,使得偏转的泵隔膜直接贴到隔膜致动器并且不仅使泵隔膜自身适应于保持装置的形状,而且同时还适应于隔膜致动器的形状。

[0017] 根据实施例,泵隔膜可以通过流体压力在隔膜致动器的方向上偏转,使得泵隔膜接触插入在保持装置中的隔膜致动器,并且泵隔膜和隔膜致动器一起偏转,其中,隔膜致动器变形并被机械偏置。这意味着隔膜致动器可以已经布置在保持装置中,但未变形。泵隔膜可以在泵隔膜偏转时接触隔膜致动器,并且可以使隔膜致动器也偏转。泵隔膜像气球一样膨胀,并一起带动隔膜致动器。通过共同的偏转,泵隔膜和隔膜致动器被压入保持装置中并且可以采用保持装置的形状。

[0018] 根据实施例,提供衬底的步骤可以包括:将衬底布置在衬底保持器上;在衬底与衬底保持器之间提供流体密封连接并且在衬底保持器与泵隔膜之间提供流体连接;以及在流

体连接内产生流体压力,使得压力流体通过流体连接流到泵隔膜,并且泵隔膜通过流体压力在隔膜致动器的方向上偏转。衬底保持器与衬底之间的流体密封连接可以例如通过周向密封件(例如橡胶环密封件)进行。由此,可以在衬底与衬底保持器之间引入压缩空气。另外,衬底可以包括流体通道,该流体通道从面向衬底保持器的一侧向上延伸到泵隔膜。以该方式,可以在衬底保持器与泵隔膜之间建立流体连接。由此,在衬底保持器和衬底之间的压缩空气可以流到泵隔膜并且可以使泵隔膜偏转。

[0019] 根据实施例,流体压力可以包括相对于环境压力0.5巴至5巴、或0.5巴至3巴、或1巴至2巴的超压。高达5巴的超压可能有利于偏转,例如相对刚性的金属泵隔膜。诸如硅的泵隔膜之类的更柔性的泵隔膜可以在约1巴至2巴的超压下已经偏转到充分的程度。

[0020] 根据实施例,将隔膜致动器安装在泵隔膜上的步骤可以包括将接合装置布置在泵隔膜的面向隔膜致动器的一侧和/或隔膜致动器的面向泵隔膜的一侧。接合装置可以例如是粘合剂,具体为热固性粘合剂或焊料。后者可以具体地用于由硅制成的泵隔膜中,以将隔膜致动器接合到硅隔膜。

[0021] 根据实施例,接合装置可以是热固性接合装置,并且将泵隔膜致动器上的隔膜致动器安装到泵隔膜的步骤可以包括将隔膜致动器和/或泵隔膜加热一直到隔膜致动器的居里温度以下以用于热激活接合装置。具体地,加热可以发生在高达居里温度以下约20%或甚至高达居里温度以下10%的温度。加热例如可以通过保持装置中的加热装置进行。为此,可以布置加热丝或在保持装置上布置加热丝。通过加热装置进行加热,可以一起加热布置在保持装置中的隔膜致动器以及施加到隔膜致动器的泵隔膜。由此,激活布置在隔膜致动器和泵隔膜之间的接合装置,并且得到隔膜致动器与泵隔膜之间的连接。

[0022] 根据实施例,提供衬底的步骤可以包括提供被配置为晶片的衬底,其中晶片包括用于相应的多个微型泵的多个泵隔膜,所述多个微型泵可以通过该方法在晶片化合物中并行地制造。这意味着衬底可以是晶片或晶片衬底。在晶片中,可以提供多个,即至少2个,优选地30个和更多,具体为32或36个均具有一个泵隔膜的单独的微型泵体或微型泵结构。通过本发明的方法,每个微型泵均可以由每个微型泵结构制造,即,可以按照本文所述的方式在每个泵隔膜上布置一个隔膜致动器。优点在于,本文描述的方法步骤可以在晶片化合物中或在晶片级上并行执行,使得不仅可以制造单个微型泵,而且可以同时制造多个微型泵。可以以那种方式制造的微型泵随后可以从晶片中单粒化,使得可以获得单独的微型泵芯片。

[0023] 本发明的另一方面涉及一种执行上述方法的合适工具。因此,提出了一种用于在微型泵的制造期间保持隔膜致动器的本发明的保持装置。保持装置尤其包括具有第一直径的第一凹部,其中第一凹部包括边缘区域,隔膜致动器可以布置在该边缘区域中,并且其中隔膜致动器可以至少部分地偏转到第一凹部中。这意味着隔膜致动器可以布置在第一凹部的一个或多个边缘上,使得隔膜致动器仅被支撑在该边缘区域上。在第一凹部本身的区域中,隔膜致动器被悬挂,即,隔膜致动器未被支撑。因此,当隔膜致动器偏转时,隔膜致动器可以延伸到第一凹部中。在此,隔膜致动器可以产生圆顶形曲线的形状的变形。另外,本发明的保持装置包括具有第二直径的第二凹部,其中第二凹部包括边缘区域,微型泵的泵隔膜可以布置在该边缘区域中,并且其中,泵隔膜可以至少部分地偏转到第二凹部中。这意味着泵隔膜可以布置在第二凹部的一个或多个边缘上,使得泵隔膜仅被支撑在该边缘区域

上。在第二凹部本身的区域中,泵隔膜被悬挂,即,泵隔膜未被支撑。因此,当泵隔膜偏转时,泵隔膜可以延伸到第二凹部中。在此,泵隔膜可以产生圆顶形曲线形状的变形。根据本发明,第一凹部的第一直径小于第二凹部的第二直径,并且第一凹部布置在第二凹部内。本发明的装置提供以下优点:泵隔膜以及隔膜致动器两者都可以在保持装置中同时处理。由于泵隔膜和隔膜致动器均仅被支撑在第一凹部或第二凹部的边缘上,因此泵隔膜或隔膜致动器可以例如通过作用在泵隔膜或隔膜致动器上的超压容易地被偏转,使得该超压将泵隔膜或隔膜致动器压入相应的凹部中。凹部可以没有底板,即与管相当,其中泵隔膜或隔膜致动器可以偏转到管中。在本发明的保持装置中,第二凹部在径向方向上布置在第一凹部内。因此,这可以被比作两个交错的管。

[0024] 根据实施例,第一凹部的边缘区域可以在深度方向上与第二凹部的边缘区域间隔开,在该深度方向上泵隔膜和/或隔膜致动器可以偏转到相应的凹部中。这意味着,当第二凹部在径向方向上布置在第一凹部内时,第二凹部的边缘区域可以在轴向方向上与第一凹部间隔开。优选地,第二凹部的边缘区域可以向内侧偏移,即第二凹部的边缘区域可以在与泵隔膜或隔膜致动器的变形或偏转的方向相对应的方向上与第一凹部的边缘区域间隔开。

[0025] 根据实施例,第一凹部的边缘区域可以相对于第二凹部的边缘区域以可移动的方式布置,使得第一凹部的边缘区域与第二凹部的边缘区域之间的在深度方向上的间隔是可变的。这意味着可以通过两个边缘区域的移动性相对于彼此地调整第一凹部的边缘区域与第二凹部的边缘区域之间的上述轴向偏移。

[0026] 根据实施例,可以选择第一凹部的边缘区域与第二凹部的边缘区域之间的在深度方向上的间隔使得布置在第二凹部的边缘区域上的泵隔膜以偏转状态接触布置在第一凹部的边缘区域上隔膜致动器。这意味着优选地选择轴向偏移,使得泵隔膜在未偏转状态下不接触隔膜致动器,并且泵隔膜在其偏转状态下接触隔膜致动器。

[0027] 根据实施例,第一凹部的边缘区域和/或第二凹部的边缘区域可以被配置为环形形状。环形的边缘区域的特征在于,该边缘区域形成闭合的环。环形边缘区域的几何形状可以是圆形或方形。优选地,第一凹部的边缘区域和/或第二凹部的边缘区域可以被配置为圆形和环形形状。由此,泵隔膜或隔膜致动器可以完全且特别有利地布置在边缘区域上并且可以偏转到凹部中。

[0028] 根据另一实施例,保持装置可以包括多个第一凹部和多个第二凹部,其中,保持装置可以被配置为在相应的多个微型泵的制造期间将多个隔膜致动器保持在晶片级上。这意味着本发明的保持装置被配置为处理具有多个微型泵结构的晶片。以那种方式,通过本发明的保持装置可以在晶片级上制造多个微型泵。在此,保持装置可以保持多个隔膜致动器,使得每个隔膜致动器可以被布置在相应的多个微型泵结构中的每一个的一个泵隔膜上。

[0029] 本发明的另一方面涉及一种微型泵,其可以通过上述方法或通过使用上述保持设备来制造。

附图说明

[0030] 在附图中,示例性地示出了一些实施例,并将在下文对其进行讨论。附图示出了:

[0031] 图1是根据实施例的本发明的方法的框图,

[0032] 图2A是可以应用本发明的方法来制造的微型泵的侧截面图,

- [0033] 图2B是可以应用本发明的方法来制造的微型泵的另一侧截面图，
- [0034] 图3A是根据实施例的布置在衬底保持器上的衬底和本发明的用于保持隔膜致动器的保持装置的侧截面图，
- [0035] 图3B是根据实施例的布置在衬底保持器上的衬底和本发明的用于保持隔膜致动器的保持装置的另一侧截面图，
- [0036] 图4是根据实施例的布置在衬底保持器上的衬底和本发明的用于保持隔膜致动器的保持装置的另一侧截面图，
- [0037] 图5A是根据实施例的用于保持隔膜致动器的本发明的保持装置的底部的顶视图，以及
- [0038] 图5B是根据实施例的用于保持隔膜致动器的本发明的保持装置的侧截面图。

具体实施方式

- [0039] 在下文中，将参考附图更详细地描述实施例，其中具有相同或类似功能的元件设置有相同的附图标记。
- [0040] 另外，本文将压电致动器描述为可偏转隔膜致动器的非限制性示例。由于根据本发明的隔膜致动器的变形或机械偏置主要不像现有技术中那样通过施加电压来进行，所以也可以使用其他类型的隔膜致动器。
- [0041] 另外，以下将本发明的保持装置示例性地称为工具。
- [0042] 图1示出了用于制造微型泵的本发明的方法的流程图。这样的微型泵包括微米范围内的尺寸，并且可以例如以MEMS设计来制造。
- [0043] 在框1010中，提供一种衬底，该衬底包括用于微型泵的至少一个泵隔膜。衬底可以例如是晶片。晶片可以例如包括硅，或者可以由例如硅制成。
- [0044] 在框1011中，提供用于移动泵隔膜的隔膜致动器，并且该隔膜致动器被布置在保持装置中，例如插入到保持装置中。
- [0045] 在框1012中，将保持装置相对于衬底进行对准，使得隔膜致动器与泵隔膜相对地布置。
- [0046] 在框1013中，通过高于环境压力的流体压力使泵隔膜在隔膜致动器的方向上偏转。在此，流体压力直接作用在泵隔膜上并且使泵隔膜朝向隔膜致动器偏转，使得泵隔膜在流体压力的作用下在隔膜致动器的方向上移动。产生流体压力的流体可以优选地是气体或备选地是液体。
- [0047] 在进一步的步骤中，将隔膜致动器安装在泵隔膜上。该步骤可以在使泵隔膜偏转之后进行，使得将隔膜致动器安装在偏转的泵隔膜上。然而，该步骤可以在使泵隔膜偏转之前进行，使得泵隔膜随后与安装在其上的隔膜致动器一起偏转。这旨在使隔膜致动器和/或泵隔膜机械偏置。
- [0048] 图2A和图2B示出了使用本发明的方法制造的微型泵21的代表性图像。微型泵21包括衬底22。衬底22可以是例如硅衬底。
- [0049] 泵室23被配置在衬底22中。另外，衬底21包括两者都通向泵室23的入口24和出口25。流体可以通过入口24流入泵室23中。流体可以再次通过出口25离开泵室23。
- [0050] 泵隔膜27被布置在衬底22的顶表面S26上。泵隔膜27与泵室23相对地布置。泵隔膜

27是可移动的或柔性的。隔膜致动器28被布置在泵隔膜27的背离衬底22的一侧的泵隔膜27上。隔膜致动器28被配置为操作,即,使泵隔膜27偏转。

[0051] 如果隔膜致动器28使泵隔膜27偏转到顶部,即在远离衬底22的方向上(图2B),则微型泵21执行吸入冲程并通过入口24吸入流体。在吸入冲程中,泵隔膜27和隔膜致动器28具有圆顶形的变形。如果隔膜致动器28使泵隔膜27偏转到底部,即在朝向衬底22的方向上(图2A),则微型泵21执行压力冲程并通过出口25排出吸入的流体。

[0052] 在非操作状态下,微型泵28处于图2B所示的位置。在此,隔膜致动器28被机械偏置,使得隔膜致动器28在远离衬底22的方向上使隔膜27偏转。

[0053] 当通过本发明的方法制造微型泵21时,上述泵机构可以颠倒。这意味着泵室23中的流体可以使泵隔膜27偏转。当流体的压力高于环境大气压力时,泵隔膜27在远离衬底22的方向上偏转,使得泵隔膜27和隔膜致动器28具有上述圆顶形的变形。

[0054] 图3A和图3B示出了可以用于应用本发明的方法大量制造微型泵的工具的代表性示图。这仅仅是本发明的方法或本发明的保持装置的实施例的非限制性示例。

[0055] 图3A示出了衬底保持器31。衬底保持器31可以例如是晶片保持器,例如所谓的卡盘。因此,衬底22可以是晶片衬底,其中可以将上述类型的若干个微型泵结构配置在晶片衬底中,随后可以将晶片衬底单粒化为微型泵芯片。图3A示例性地示出了微型泵21。

[0056] 衬底22被布置在衬底保持器31上。密封件32被布置在衬底22和衬底保持器31之间,密封件32在衬底22和衬底保持器31之间提供流体密封连接。密封件10可以例如是橡胶密封件。密封件32可以例如以完全圆周的方式配置。

[0057] 衬底保持器31可以包括凹部32。可以在凹部34中设置支撑结构33以机械地支撑和稳定衬底22。凹部34可以至少设置在相应的微型泵21的入口24和出口25的区域中。另外,衬底保持器31可以包括通向凹部34的流体端子35。当将衬底22布置在衬底保持器31上时,凹部34可以形成衬底保持器31与布置在其上的衬底22之间的空间。

[0058] 箭头36所示的流体可以通过流体端子35流入凹部34中。因此,流体36可以通过凹部34并通过微型泵21的入口24流入微型泵21的泵室23中,使得流体36可以使泵隔膜27偏转。因此,在衬底保持器31与泵隔膜27之间设置了流体连接。

[0059] 如下文更详细地描述的,可以在该流体连接内产生超压,使得加压流体36通过流体连接流到泵隔膜27,并且泵隔膜27通过流体压力在隔膜致动器28的方向上偏转。

[0060] 在此,流体压力可以具有相对于环境压力0.5巴至5巴、或0.5巴至3巴、或1巴至2巴的超压。

[0061] 图3A示出了本发明的保持装置38。保持装置38被配置为在制造微型泵21时至少暂时地保持隔膜致动器28。

[0062] 在本文所示的实施例中,隔膜致动器28可以布置在保持装置31中,使得当泵隔膜27例如通过如上所述的流体压力而偏转时,隔膜致动器28形成在与泵隔膜27相同的方向上弯曲的圆顶形的变形。通过也可以称为弯曲的圆顶形的变形,以这种方式变形的隔膜致动器28被机械偏置。

[0063] 隔膜致动器28可以是如此柔性的,使得例如当隔膜致动器28被配置为非常薄时,隔膜致动器28在插入保持装置38期间自身弯曲。

[0064] 也可以通过施加机械力来将隔膜致动器28插入到保持装置38中。例如,可以将隔

膜致动器28压入保持装置38中。

[0065] 备选地或附加地,如图3A示意性所示,可以在保持装置38和隔膜致动器28之间产生低于环境大气压力的负压,由此隔膜致动器28通过负压被吸入保持装置38中,并在远离泵隔膜27的方向上变形并且因此被机械偏置。该负压由箭头40表示。为此,本发明的保持装置38可以包括流体端子39,该流体端子39通向隔膜致动器28与保持装置38接触的接触区域。优选地,真空泵可以连接到流体端子39。

[0066] 备选地或附加地,可以向隔膜致动器28施加电压,使得隔膜致动器28在远离泵隔膜27的方向上变形并且因此被机械偏置。

[0067] 保持装置38相对于衬底22对准,使得插入保持装置38的隔膜致动器28与布置在衬底22上的泵隔膜27相对。随后,可以将保持装置38横移到底部,即在衬底22的方向上,以使隔膜致动器28和泵隔膜27在空间上接近。这在图3B中示意性地示出。

[0068] 机械偏置的隔膜致动器28现在与泵隔膜27相对,并连接到泵隔膜27。可选地,可以在隔膜致动器28与泵隔膜27之间设置接合装置27。例如,这可以粘合剂。

[0069] 如上所述,泵隔膜27可以通过流体压力36在隔膜致动器的方向上偏转足够远,使得泵隔膜27贴到插入在保持装置38中的并且变形且机械偏置的隔膜致动器28。

[0070] 这在图4中示意性地示出。在此,可以看到衬底保持器31、布置在其上的衬底22以及布置在它们之间的密封件32。超压36通过相应的微型泵结构的入口到达相应的泵隔膜27,并使泵隔膜27在远离衬底22的方向上偏转。

[0071] 相应的隔膜致动器28布置在保持装置38中,保持装置38布置在相对侧上。泵隔膜27以及隔膜致动器28两者都具有圆顶形的变形,例如曲线。随后,保持装置38可以在衬底22的方向上横移,使得偏转的泵隔膜27贴到插入在保持装置38中并且变形且机械偏置的隔膜致动器28。

[0072] 在图3B所示的示例中,顺序可以与图4所示的示例不同。例如,在图3B中,首先,可以使保持装置38在衬底22的方向上横移,使得插入其中的隔膜致动器28与未偏转的泵隔膜27相对。随后,泵隔膜27可以通过超压36偏转,使得偏转的泵隔膜27贴到插入在保持装置38中并且变形且机械偏置的隔膜致动器28。优点在于,偏转的泵隔膜27可以在连接到隔膜致动器28的同时被支撑在保持装置38中。

[0073] 在备选实施例中,隔膜致动器28可以已经插入在保持装置38中,但是未变形并且没有机械偏置。相反,仅泵隔膜27可以主动地被偏转并且带动隔膜致动器28一起移动,即,隔膜致动器28由泵隔膜27被动地偏转。因此,泵隔膜27可以通过流体压力36在隔膜致动器28的方向上偏转,使得泵隔膜27接触插入在保持装置38中但未机械偏置的隔膜致动器28,并且泵隔膜27和隔膜致动器28一起偏转,由此隔膜致动器28变形且机械偏置。

[0074] 如上所述,可以在泵隔膜27和隔膜致动器28之间设置可选的接合装置37。用于将变形且机械偏置的隔膜致动器28与泵隔膜27接合的可选的接合装置37可以是例如热固性粘合剂。在这种情况下,在一个实施例中,保持装置38可以包括用于加热隔膜致动器28的装置。例如,保持装置38可以包括加热丝,通过该加热丝可以加热隔膜致动器28。引入到隔膜致动器28中的热量通过隔膜致动器28消散到接合装置37,然后接合装置37被固化。然而,由此热量也消散到泵隔膜27。

[0075] 在此,用于加热隔膜致动器28的装置应该被配置成使得在热激活接合装置37时,

隔膜致动器28和/或泵隔膜27仅被加热到它们各自的居里温度以下。由此,防止了对泵隔膜27,尤其是对隔膜致动器28的损坏(隔膜致动器28由此可能失去其机械偏置)。

[0076] 接合装置37可以设置在泵隔膜27的面向隔膜致动器28的一侧和/或隔膜致动器28的面向泵隔膜27的一侧。另外,可以进行泵隔膜27的偏转,直到接合装置37被固化以永久地实现隔膜致动器28的机械偏置。

[0077] 另外,泵隔膜27的偏转可以在单独的微型泵处进行,或者也可以在晶片化合物中进行,即在包括未单粒化的若干个微型泵的衬底27中,如图3A和图3B示例性所示。在此,可以并行安装若干个隔膜致动器。这同样适用于并行安装微型泵的墨盒(cartridge)。

[0078] 如图3A、图3B和图4所示,保持装置38可以具有将隔膜致动器28插入其中的凹陷。该凹陷可以被配置为弯曲的板并且可以具有球形盖的形状。隔膜致动器28贴到该弯曲的球形盖状底板,并且因此呈现弯曲的球形盖状底板的形状。该弯曲的球形盖状底板也可以称为保持装置38的接触部分,因为隔膜致动器28在该接触部分处与保持装置38接触。

[0079] 图5A和图5B示出了本发明的保持装置38的备选实施例。图5A示出了从底部观看的保持装置38的顶视图,其中没有插入隔膜致动器。图5B示出了本发明的保持装置38的一部分的侧截面图,其中,在方法步骤期间,将隔膜致动器28插入在保持装置38中,其中插入的隔膜致动器28连接到泵隔膜27。对于本发明的保持装置38的后续详细描述,参考图5A和图5B两者。

[0080] 本发明的保持装置38的该实施例可以配置成没有底板,即,保持装置38不包括弯曲的球形盖状底板。相反,保持装置38可以包括具有第一直径 D_1 的第一凹部51a,其中第一凹部51a包括可以布置隔膜致动器28的边缘区域51b。因此,该第一凹部51a可以与管部分相当。

[0081] 另外,当隔膜致动器28布置在边缘区域51b上时,隔膜致动器28可以至少部分地偏转到第一凹部51a中。这可以具体地在图5B中看到。在此,隔膜致动器28至少部分地偏转到第一凹部51a中。例如,这可以通过借助负压40吸入隔膜致动器28来进行。在此,隔膜致动器28被支撑在第一凹部51a的边缘区域51b处,使得偏转的隔膜致动器28包括圆顶形的变形或弯曲。由此,隔膜致动器28被机械偏置。

[0082] 另外,保持装置38包括具有第二直径 D_2 的第二凹部52a,其中第二凹部52a包括边缘区域52b,微型泵28的泵隔膜27可以布置在该边缘区域52b中。因此,第二凹部52a也可以与管部分相当。

[0083] 另外,泵隔膜27可以至少部分地偏转到第二凹部52a中。这再次可以具体地在图5B中看到。在此,泵隔膜27至少部分地偏转到第二凹部52a中。例如,这可以通过借助超压36使泵隔膜27偏转来进行。在此,泵隔膜27被支撑在第二凹部52a的边缘区域52b处,使得偏转的泵隔膜27包括圆顶形的变形或弯曲。

[0084] 泵隔膜27和隔膜致动器28的曲线可以大致相同。因此,偏转的泵隔膜27可以容易地连接到偏置的隔膜致动器28。

[0085] 根据本发明,这通过以下获得:第一凹部51a的第一直径 D_1 小于第二凹部52a的第二直径 D_2 ,并且第一凹部51a布置在第二凹部52a内。

[0086] 为了制造微型泵21,可以使用具有上述弯曲的球形盖状底板的本发明的保持装置38以及参考图5A和图5B描述的可以与管部分相当的不具有底板的配置。关于保持装置38的

可制造性,相对于具有弯曲的球形盖状底板的保持装置,不具有底板的版本具有以下优点。

[0087] 当保持装置38具有锥形形状时,难以在期望的微米范围内制造该保持装置。在此,该锥体应该始终对应于隔膜致动器28的偏置的弯曲形状。这些是深度仅为 $5\mu\text{m}$ 至 $50\mu\text{m}$ 的腔,但是应该被连续制造且无空隙。

[0088] 制造具有这种精度的几何形状的一种选项是腐蚀。因此,例如,可以制造具有弯曲的球形盖状底板的上述实施例。

[0089] 然而,在腐蚀期间,由于该过程可能得到空隙(由于去除电极而引起的缩孔或变化)。已经针对具有三个腔的工具(例如,用于三腔室蠕动泵)在Fraunhofer EMFT处观察到这些问题。因此,如果完全可能制造具有数千个“精确”腔的工具,则制造这种工具的工具成本将非常高。

[0090] 参考图5A和图5B描述的保持装置38的配置提供了一种补救措施。在此,已经可以足以制造仅具有充分高精度的各个凹陷51a、52a的边缘区域51b、52b的直径 D_1 、 D_2 。这显著地降低了这种工具的制造成本。

[0091] 因此,保持装置38例如可以被设计为使得泵隔膜27或隔膜致动器28例如以两个环的形状(其他形状也是可能的)仅被保持在两个边缘区域51b、52b处。这显著地降低了产生空隙的风险。外边缘或第二边缘区域52b(例如,第二环)将泵隔膜27压至第一水平,而内边缘或第一边缘区域51b(例如,第一环)靠近隔膜致动器28的边缘将隔膜致动器28向下压至第二水平。替代环,每个边缘区域还可以例如由 n 个“跟随器”组成。

[0092] 如在图5A中可以看到,两个边缘区域51b、52b在径向方向上间隔开。在径向方向上,第一边缘区域51b和第二边缘区域52b在若干微米的范围内间隔开。

[0093] 如在图5B中可以看到,两个边缘区域51b、52b也在轴向方向上间隔开,这由测量 Z_1 表征。该轴向也称为深度方向。在该深度方向上,第一边缘区域51b和第二边缘区域52b在若干微米的范围内间隔开。

[0094] 在此,径向内部或第一边缘区域51b相对于径向外或第二边缘区域52b轴向向内偏移,即,在泵隔膜27偏转或隔膜致动器28偏置的方向上。

[0095] 换句话说,第一凹部51a的边缘区域51b可在深度方向上与第二凹部52a的边缘区域52b间隔 Z_1 ,其中,泵隔膜27和/或隔膜致动器28可以被偏转到相应的凹部51a、52a中。

[0096] 在另一配置中,保持装置38可以被配置为使得边缘区域51b、52b(例如,环)可以在 z 轴上(即深度方向上)的微米范围内相对于彼此轴向或竖直地偏移。以那种方式,可以使用保持装置38对具有不同隔膜和压电厚度的微型泵进行安装。

[0097] 换句话说,例如,第一凹部51a的边缘区域51b可以相对于第二凹部52a的边缘区域52b可移动地布置,使得第一凹部51a的边缘区域51b与第二凹部52a的边缘区域52b之间的在深度方向上的间隔 Z_1 可以改变。例如,第一凹部51b在轴向方向 Z_1 上的径向内部或边缘区域51b可以以可移动的方式配置。备选地或附加地,第二凹部52a的径向外或边缘区域52b可以在轴向方向 Z_1 上以可移动的方式配置。

[0098] 与第一凹部51a和/或第二凹部52b的边缘区域51b、52b在轴向方向上是否可移动无关,可以选择第一凹部51a的边缘区域51b的底部与第二凹部52a的边缘区域52b的底部之间的轴向间隔 Z_1 ,使得偏转的泵隔膜27与偏置的隔膜致动器28接触。

[0099] 换句话说,可以选择第一凹部51a的边缘区域51b与第二凹部52a的边缘区域52b之

间的在深度方向上的间隔 Z_1 使得布置在第二凹部52a的边缘区域52b上的泵隔膜27以偏转状态接触在第一凹部51a的边缘区域51b上布置的隔膜致动器28。

[0100] 如上所述,第一凹部51a的边缘区域51b和/或第二凹部52a的边缘区域52b可以被配置为环形形状。环状意味着形状本身是闭合的。闭合的环状边缘区域51b、52b可以具有任何几何形状。优选地,闭合的环状边缘区域51b、52b具有圆形形状,使得边缘区域51b、52b形成圆环。

[0101] 随后,换句话说,将再次描述本发明的方法,其中,隔膜致动器28也被称为弯曲转换器或压电体:

[0102] 根据本发明,隔膜致动器28的预弯曲通过机械装置发生。可以通过晶片级(或泵芯片场)上的气压使泵隔膜27膨胀,使得泵隔膜27贴到弯曲转换器28,弯曲转换器28可以自由弯曲或受机械形状或传感器限制。隔膜27和/或弯曲转换器28可以预先设置有接合装置37、粘合剂或低温焊料(例如,通过丝网印刷方法),使得在使隔膜27膨胀之后,可以例如通过施加温度来进行与弯曲转换器21的粘附或接合。

[0103] 这导致以下优点:

[0104] • 在现有技术中,在施加电压时的偏置(在机械意义上)受压电材料的最大电击穿场强度限制。本发明的隔膜致动器28的机械预弯曲可以超过该限制并且可以增加弯曲转换器28的电势(在更高偏转的方向上并且因此在更高泵容积的方向上)。

[0105] • 不需要昂贵且易于干扰的接触针场。

[0106] • 启用了晶片级工艺,无需在锯后在场中重新布置泵芯片。

[0107] • 传感器使得能够进行质量检查和机械偏置的调整。

[0108] • 在金属泵中,可以防止机械夹持引起的不期望的弯曲。

[0109] 随后,参考图3A和图3B,将描述具有压电体28的机械偏置的压电组件的处理流程的示例:

[0110] 1) 将盘22(例如晶片)或具有预制造的泵芯片的场(阵列)放置在晶片保持器31上,该晶片保持器31在晶片边缘处具有O形环32。

[0111] 为将晶片22水平放置在晶片保持器31上提供了诸如中间脊、印章或密封件之类的支撑元件33。

[0112] 2) 将粘合剂37或低温焊料例如以丝网印刷方法或其他给料方法施加到压电晶体28和/或泵隔膜27。

[0113] 3) 通过拾取和放置方法使用相应数量的压电体28预先填充具有凹陷(例如,球形盖状)的压电凹部(保持装置)38。

[0114] 选项1:将真空40施加到压电保持器38上,使得压电体28弯曲成相应的球盖状凹陷。

[0115] 选项2:仅插入压电体28(在无真空的情况下)。

[0116] 4) 然后,将晶片保持器31压到压电保持器38上,并且随后从后方(即,从各个泵隔膜27布置为与压电保持器38相对的一侧)对晶片22加压36,使得泵隔膜27的形状适应于弯曲前的压电体28的形状,或者使得泵隔膜27例如以球形盖的形状使压电体28弯曲。

[0117] 5) 现在,可以经由压电保持器38中的加热丝使粘合剂37交联。因此,可以在压电体28不失去偏置的情况下,使用高达接近压电体28的居里温度的温度。随后,可以释放真空40

或压力36,并用机械偏置的压电体28填充晶片化合物22或场(阵列)。

[0118] 相对于其中隔膜致动器28通过电压偏转并由此机械偏置的方法,本发明的方法以及本发明的保持装置38提供明显的优点。在本发明的方法中,隔膜致动器例如通过负压40被机械地偏转。

[0119] 可以看出,使用根据现有技术的常规方法制造的微型泵与使用本发明的方法制造的微型泵之间的差异尤其在于隔膜致动器的形状不同。这意味着通过电压偏置的隔膜致动器的形状不同于机械偏置的隔膜致动器的形状。

[0120] 另外,通过电压偏置的隔膜致动器总是显示出用于将电偏压施加到隔膜致动器的接触迹线。

[0121] 最初的测试已表明,通过应用本发明的方法制造的微型泵的性能数据可以高于具有通过电压偏置的隔膜致动器的常规微型泵的性能数据。

[0122] 通过应用本发明的方法制造的微型泵可以用于例如以下领域:

- [0123] • 医疗领域的微型泵
- [0124] • 消费领域的微型泵(例如,智能手机)
- [0125] • 用于虚拟现实眼镜中的气味的微型泵
- [0126] • 用于真空应用的微型泵(例如,脱气器)

[0127] 可以与本文描述的实施例结合而没有任何限制的本发明的其他实施例涉及:

[0128] 本文描述的保持装置38,其中,保持装置38包括与第一凹部51a流体连接的流体端子39。泵例如真空泵可以连接到该流体端子39。泵可以吸入存在于第一凹部51a中的流体(例如,空气),因此可以产生低于环境大气压力的流体压力,通过该流体压力,隔膜致动器28可以至少部分地偏转到第一凹部51a中。

[0129] 具有本文描述的保持装置38的系统,用于接收衬底22的衬底保持器31,其中,衬底保持器31包括用于在衬底保持器31和布置在其上的衬底22之间产生流体密封连接的密封件32。

[0130] 上述系统,其中,衬底保持器31包括流体端子35,该流体端子35通向形成在衬底保持器31和布置在其上的衬底22之间的空间34中,并且流体可以通过该流体端子被引入到该空间34中。

[0131] 上述系统,其中可以被引入到空间34中的流体可以在压力下引入到空间34中,其中,流体的流体压力高于环境大气压力。

[0132] 上述实施例对于本发明的原理仅是说明性的。应当理解的是,本文所述的布置和细节的修改和变形对于本领域其他技术人员将是显而易见的。因此,旨在仅由所附专利权利要求的范围而不由通过描述和解释本文的实施例的方式给出的具体细节来限制本发明。

[0133] 尽管已经在装置的上下文中描述了一些方面,但是应当清楚的是,这些方面也表示对相应方法的描述,使得装置的块或器件也对应于相应的方法步骤或方法步骤的特征。类似地,在方法步骤的上下文中描述的方面也表示对应装置的对应块或细节或特征的描述。

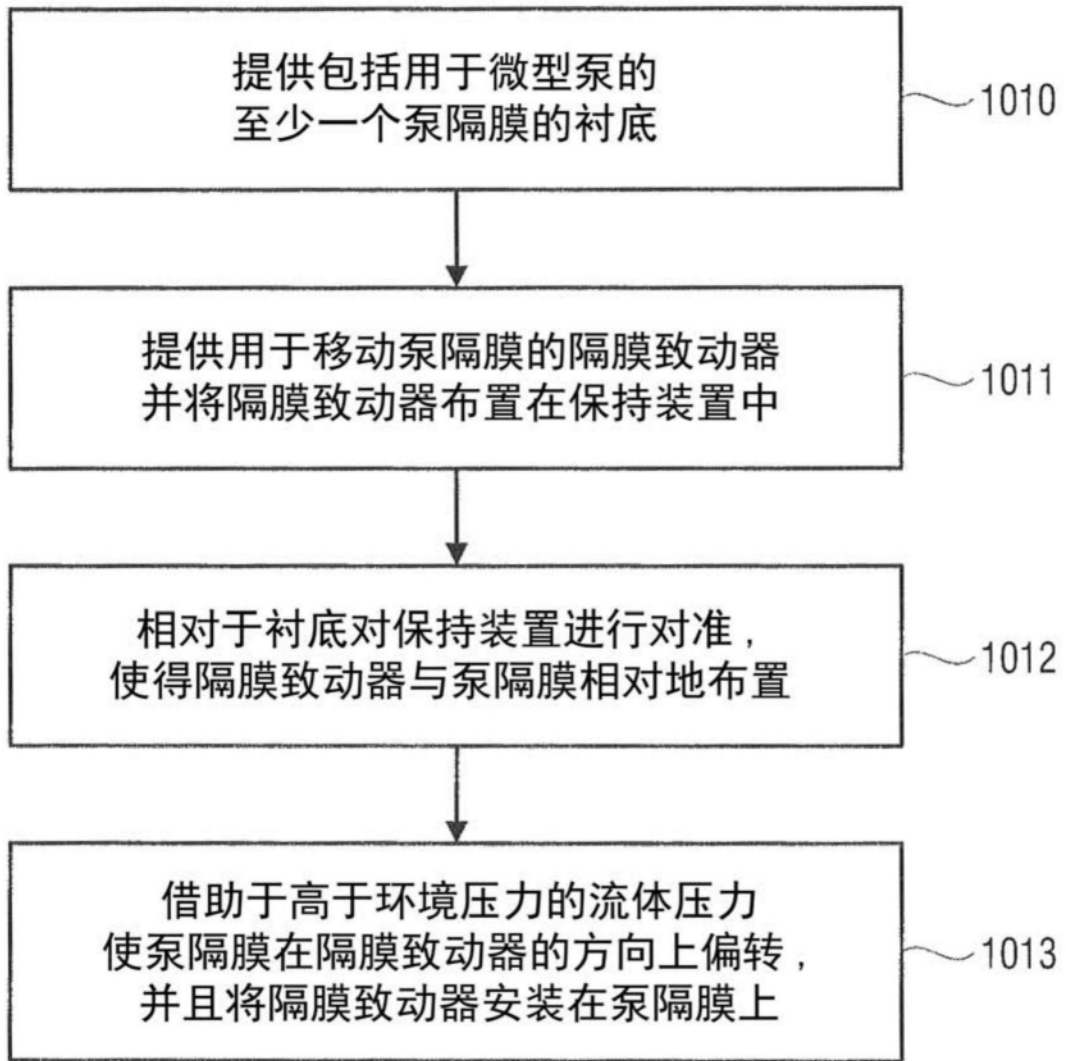


图1

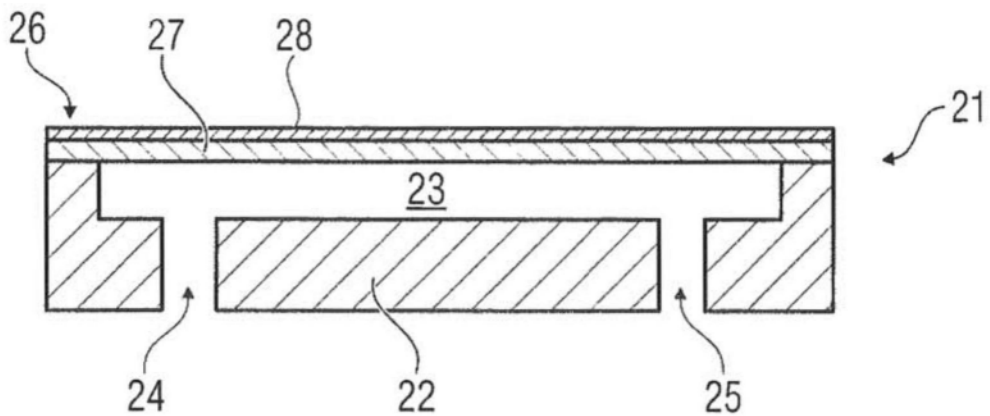


图2A

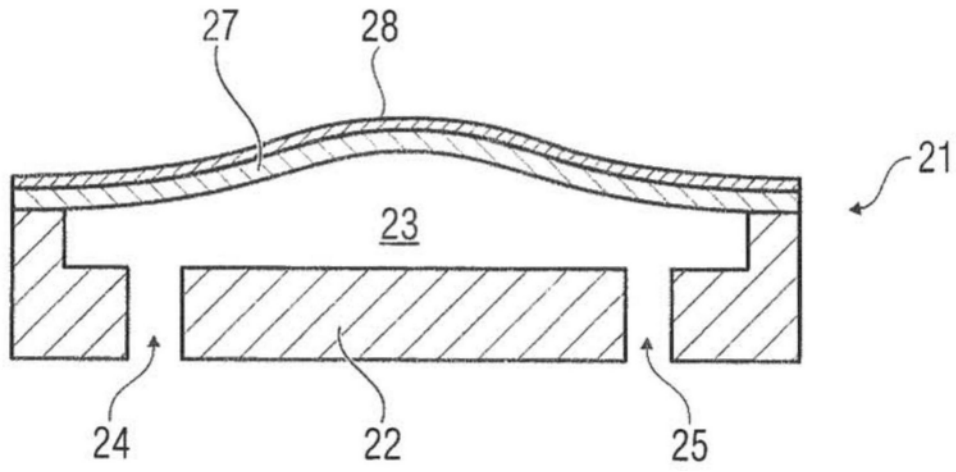


图2B

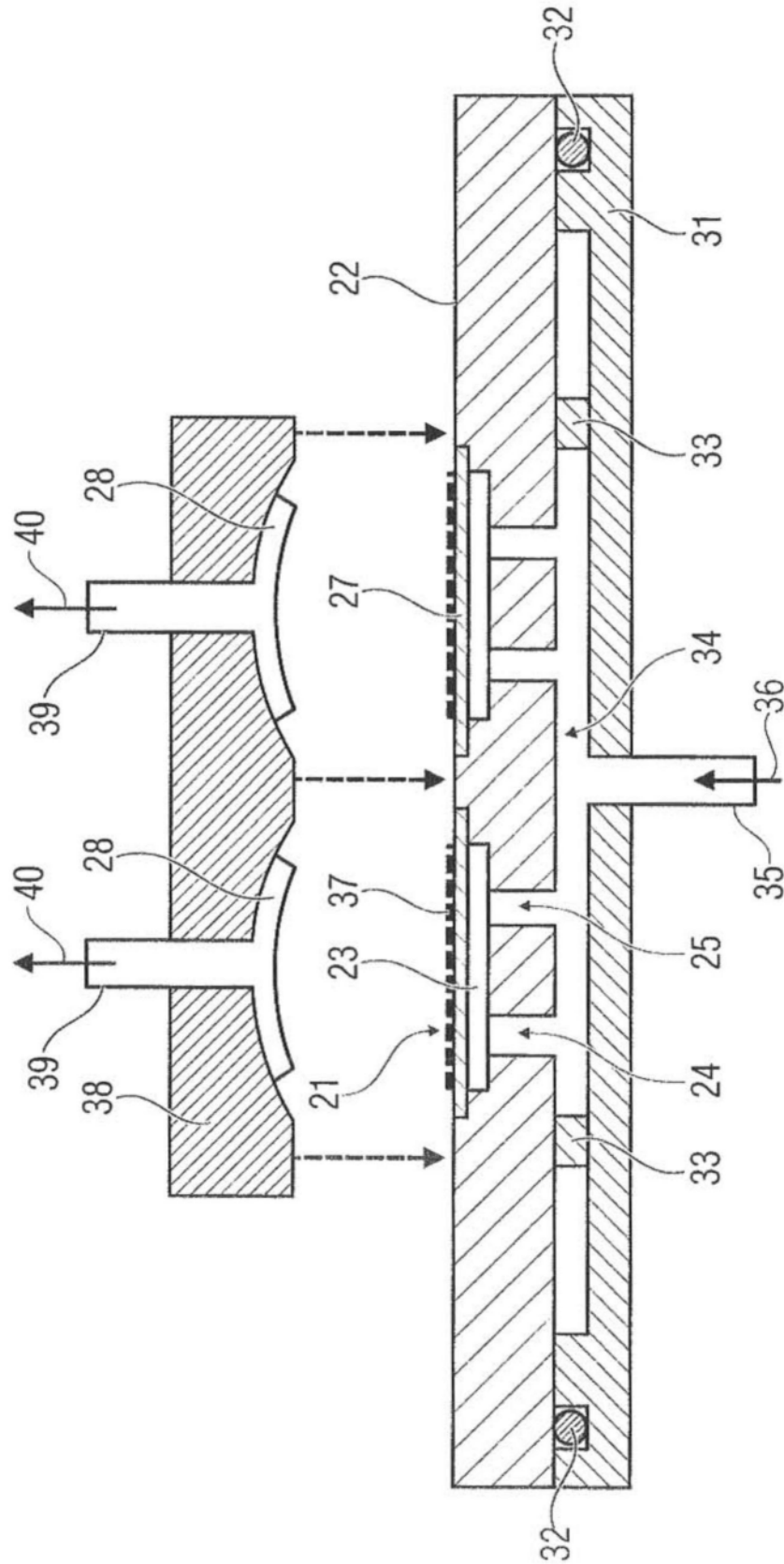


图3A

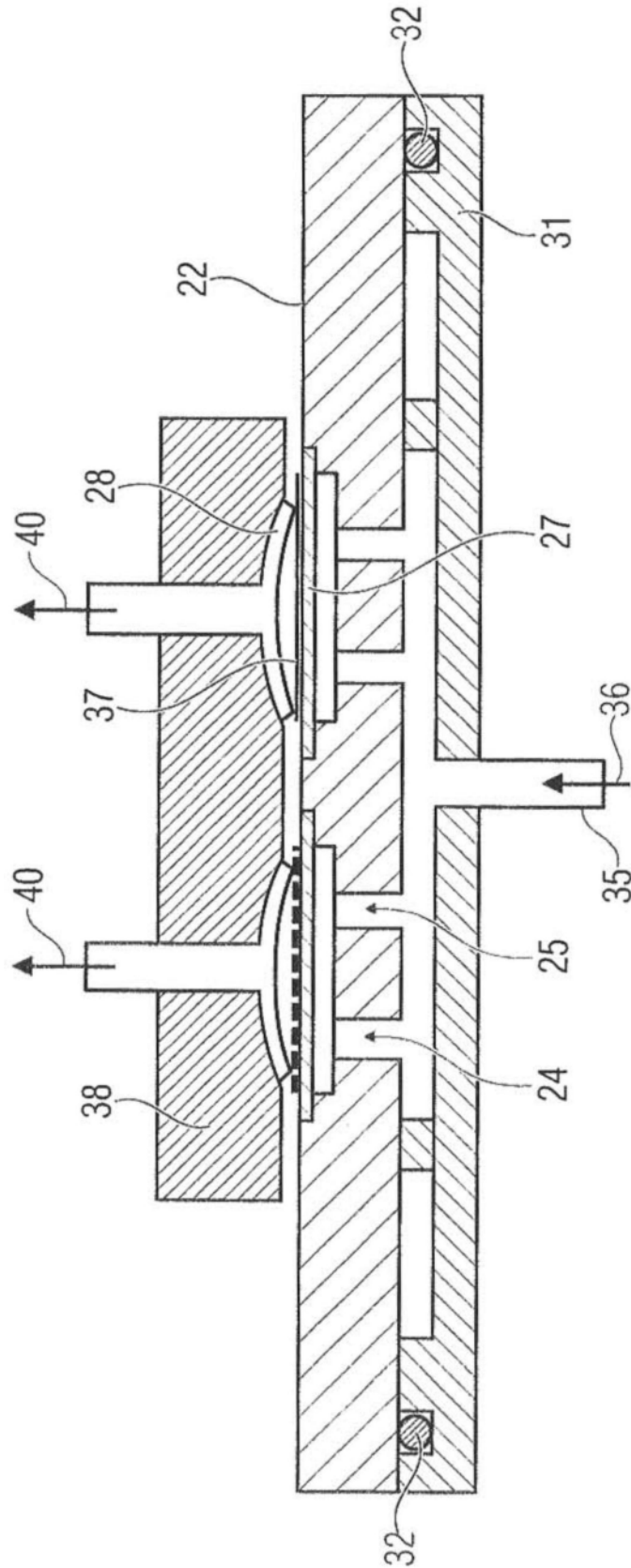


图3B

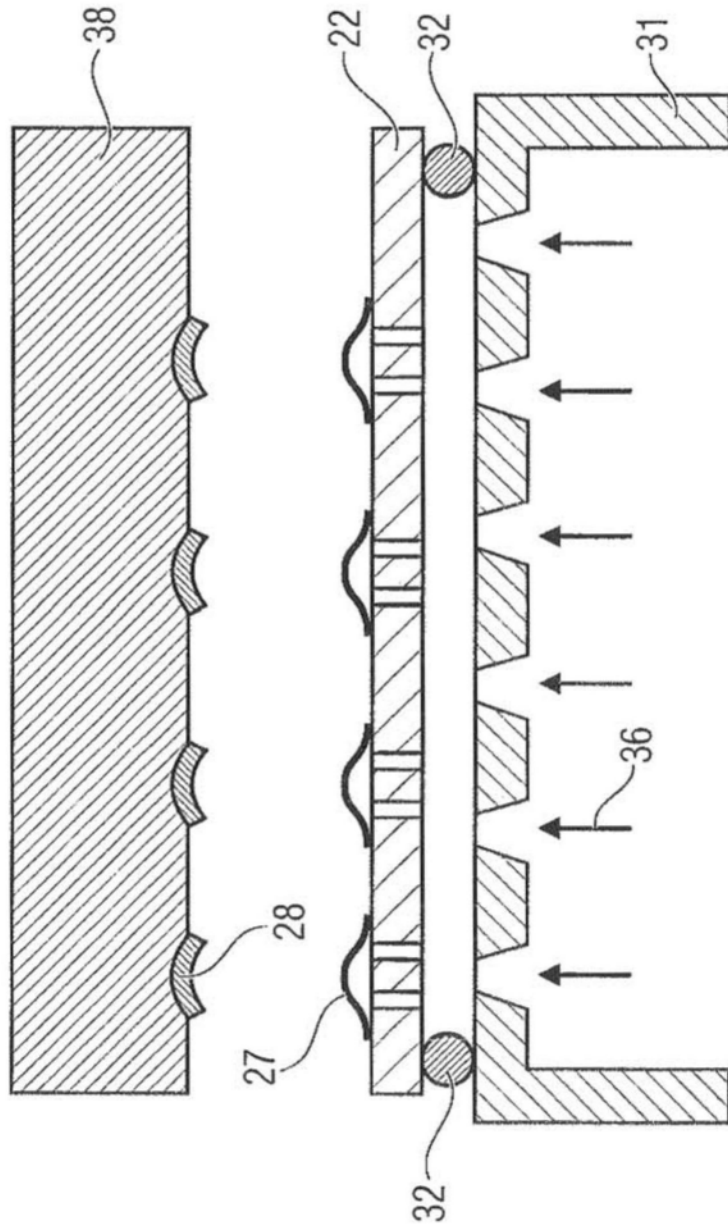


图4

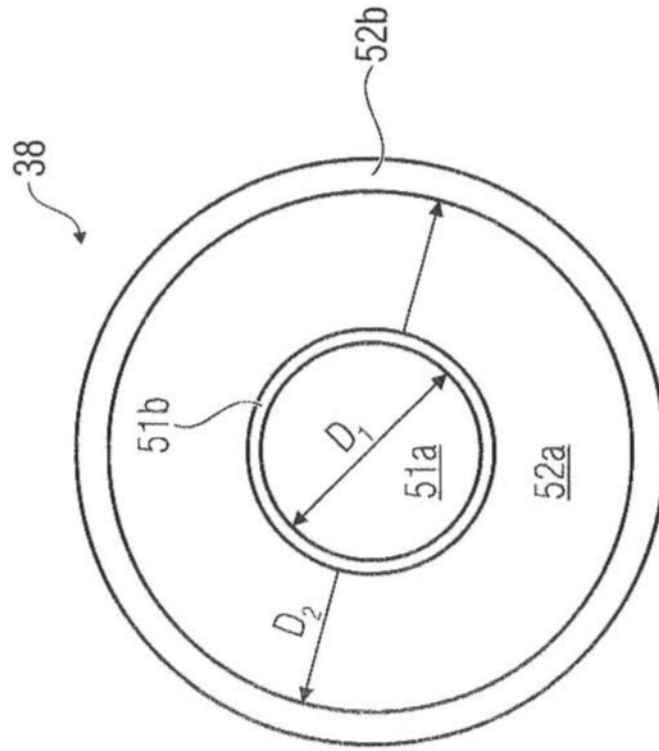


图5A

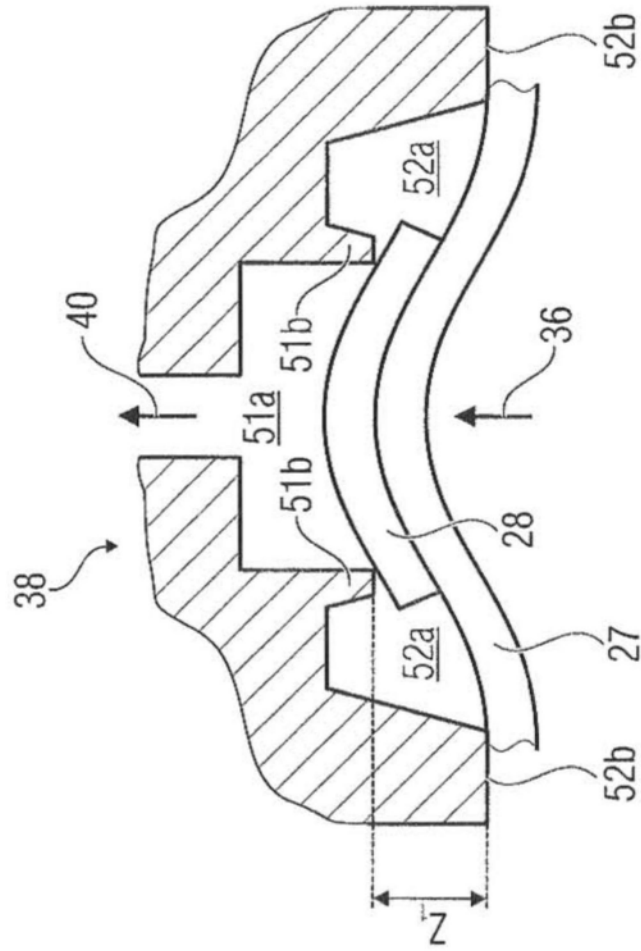


图5B