



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104066990 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201380006375.2

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

(22)申请日 2013.03.01

有限公司 11262

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 汤慧华 郑霞

申请公布号 CN 104066990 A

(51) Int.CI.

F04B 43/04(2006.01)

(43)申请公布日 2014.09.24

F04B 43/02(2006.01)

(30)优先权数据

F04B 53/10(2006.01)

61/607,904 2012.03.07 US

(56)对比文件

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

WO 2010139918 A1, 2010.12.09, 说明书第

2014.07.23

34-62、89、90段,附图1-4、6A-9B、13-15.

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2008038125 A1, 2008.02.14, 全文.

PCT/US2013/028534 2013.03.01

CN 101986787 A, 2011.03.16, 全文.

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2002094285 A1, 2002.07.18, 说明书第

W02013/134056 EN 2013.09.12

42-52、64、65段,附图1-4.

(73)专利权人 凯希特许有限公司

CN 101526078 A, 2009.09.09, 全文.

地址 美国得克萨斯州

CN 1936326 A, 2007.03.28, 全文.

(72)发明人 克里斯多佛·布赖恩·洛克

审查员 李雪楠

艾丹·马库斯·陶特

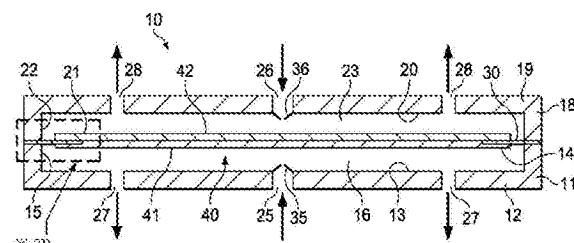
权利要求书2页 说明书12页 附图11页

(54)发明名称

带有高级致动器的盘泵

(57)摘要

一种双腔泵(10)，具有通过两个端壁(12, 19)闭合以便容纳一种流体的侧壁(22)。一个致动器(40)被布置在这两个端壁(12, 19)之间并且起着两个腔(16, 23)的共用端壁(21)的一部分的作用。该致动器(40)引起该共用端壁(21)的振荡运动，从而在这两个腔(16, 23)内产生该流体的径向压力振荡。一个隔离器(30)灵活地支持该致动器(40)。该第一腔(16)包括被布置在该端壁(12)中的第一和第二孔(25, 27)之一中的单向阀(35)，使得流体能够在一个方向流动。该第二腔(23)包括被布置在该端壁(19)中的第三和第四孔(26, 28)之一中的双向阀(36)，使得流体能够在两个方向流动。



1. 一种泵，包括：

一个泵体，该泵体具有在形状上为大致圆柱形的泵壁并且具有通过两个端壁闭合以便容纳一种流体的侧壁；

一个致动器，该致动器被布置在该两个端壁之间并且是形成一个第一腔和一个第二腔的一个共用端壁的一个第一部分，每个腔具有一个高度 h 和一个半径 r ，其中该半径 r 与该高度 h 的比值大于1.2，该致动器与该共用端壁的中央部分可操作地关联并且被适配为引起该共用端壁以频率 f 振荡运动，由此产生在该第一腔和该第二腔两者内的流体的径向压力振荡；

一个隔离器，该隔离器从该致动器的外周延伸到该侧壁，作为该共用端壁的一个第二部分并且灵活地支持该致动器；

一个第一孔，该第一孔被布置在该两个端壁中的与该第一腔关联并且延伸通过该泵壁的端壁中的一个位置处；

一个第二孔，该第二孔被布置在该两个端壁中的与该第一腔关联并且延伸通过该泵壁的该端壁中的另一个位置处；

一个第一阀，该第一阀被布置在该第一孔和该第二孔的一个中，使得在使用时该流体能够以一个方向流动通过该第一腔；

一个第三孔，该第三孔被布置在该两个端壁中的与该第二腔关联并且延伸通过该泵壁的端壁中的一个位置处；以及

一个第二阀，该第二阀被布置在该第三孔中，使得在使用时该流体能够以两个方向流动通过该第二腔。

2. 如权利要求1所述的泵，其中该径向压力振荡包括响应于施加到该致动器上的驱动信号的至少一个环形压力节点。

3. 如权利要求1所述的泵，其中该第一阀是一个瓣阀。

4. 如权利要求1所述的泵，其中该第二阀包括两个瓣阀。

5. 根据权利要求1所述的泵，其中该第一阀和该第二阀中的至少一个是一个瓣阀，该瓣阀包括：

一个第一板，该第一板具有大致垂直地延伸通过该第一板的第一孔；

一个第二板，该第二板具有大致垂直地延伸通过该第二板的第一孔，该第二板的第一孔基本上偏离该第一板的第一孔；

一个侧壁，该侧壁被布置在该第一板与该第二板之间，该侧壁围绕该第一板和该第二板的周边闭合以形成在该第一板与该第二板之间的一个腔，该第一板与该第二板之间的腔与该第一板的该第一孔和该第二板的该第一孔处于流体连通；以及

一个瓣，该瓣被布置在该第一板和该第二板之间并且在该第一板和该第二板之间是可移动的，该瓣具有多个孔，这些孔基本上偏离该第一板的该第一孔并且基本上与该第二板的该第一孔对齐；

由此该瓣响应于该瓣阀外部的流体的压差方向的变化而在该第一板与该第二板之间被促动。

6. 如权利要求1所述的泵，其中该第一腔和该第二腔被配置为用于并联泵送运转。

7. 如权利要求1所述的泵，其中该第一腔和第二腔被配置为用于串联泵送运转。

8. 如权利要求1所述的泵,其中该致动器包括一个第一压电盘以及一个钢盘或一个第二压电盘中的任一个。

9. 如权利要求8所述的泵,其中该隔离器被粘结在该第一压电盘与该钢盘或该第二压电盘中的任一个之间。

10. 如权利要求1所述的泵,其中隔离器是环形的。

11. 如权利要求1所述的泵,其中该致动器是盘形的。

12. 如权利要求1所述的泵,其中该致动器具有的直径小于该第一腔和第二腔的直径。

13. 如权利要求1所述的泵,其中该侧壁在形成该第一腔和该第二腔的这些端壁之间连续延伸。

14. 如权利要求1所述的泵,进一步包括一个在该侧壁中的凹槽,该凹槽用于可滑动地接收该隔离器,由此当该致动器振动时该隔离器自由地在该凹槽内移动。

15. 如权利要求1所述的泵,其中该隔离器包括一个塑料层以及一个或多个金属层。

16. 如权利要求1所述的泵,其中该隔离器具有在10微米与200微米之间的厚度。

17. 如权利要求1所述的泵,其中该比值 r/h 大于20。

18. 如权利要求1所述的泵,其中每个腔的容积小于10ml。

19. 如权利要求1所述的泵,其中在使用时该振荡运动的频率等于在该第一腔和该第二腔中的径向压力振荡的最低共振频率。

20. 如权利要求1所述的泵,其中在使用时在该第一腔和该第二腔中的径向压力振荡的最低共振频率大于500Hz。

21. 如权利要求1所述的泵,其中这些端壁的运动与该第一腔和该第二腔中的径向压力振荡在振型上相匹配。

22. 如权利要求1所述的泵,其中不包含该第一阀的该第一孔和该第二孔中的一个位于距离与该第一腔关联的该端壁的中心 $0.63r \pm 0.2r$ 的距离处。

23. 如权利要求1所述的泵,其中比值 $\frac{h^2}{r}$ 大于 10^{-7} 米。

带有高级致动器的盘泵

[0001] 本发明根据35USC§119(e)要求由Locke(洛克)等人于2012年3月7日提交的、题目为“带有高级致动器的盘泵”的美国临时专利申请序列号61/607,904的权益,出于所有目的将其通过引用结合在此。

[0002] 发明背景

[0003] 1. 发明领域

[0004] 本发明的说明性实施例总体上涉及一种用于流体的泵,并且更具体地涉及具有两个腔的泵,其中每个泵送腔是一个大致盘形的圆柱形的腔,具有大致圆形的端壁和侧壁,并且通过在腔内的流体的声共振而运转。更具体地说,本发明的说明性实施例涉及一种其中两个泵腔各自具有提供不同流体动态能力的不同阀结构的泵。

[0005] 2. 相关技术说明

[0006] 利用声共振来实现从定义的入口和出口泵送流体是已知的。这可以使用在一端具有驱动纵向声驻波的声学驱动器的长圆柱形腔来实现。在这样一种圆柱形腔中,声压波具有受限的振幅。已经使用了具有截面变化的腔,例如锥形、角锥以及球茎形的腔来实现更高的振幅压力振荡,从而显著增大泵送效应。在这种更高振幅的波中,导致能量耗散的非线性机制通过细致的腔设计而被抑制。然而,还没有在盘形腔内采用高振幅声共振,在盘形腔中的径向压力振荡直到最近才引起兴趣。被公布为WO 2006/111775的国际专利申请号PCT/GB2006/001487(‘487申请)披露了一种具有大致盘形的腔的泵,该腔具有高纵横比(即,该腔的半径与该腔的高度的比率)。

[0007] 在相关专利申请PCT/GB2009/050245、PCT/GB2009/050613、PCT/GB2009/050614、PCT/GB2009/050615、以及PCT/GB2011/050141中进一步开发了这种描述于‘487申请中的泵。将这些申请以及‘487申请通过引用结合在此。

[0008] 重要的是应当注意在‘487申请以及以上列出的相关申请中描述的泵按照与大多数在现有技术中描述的泵不同的物理原理运转。具体地说,现有技术中已知的许多泵是活塞泵,即其中泵送室的体积变得更小以便压缩流体并通过一个排出阀逐出流体并且其尺寸被增大以便通过一个进口阀抽吸流体的泵。这样一种泵的实例描述于DE 4422743(“Gerlach(格拉赫)”)中,并且活塞泵的另外的实例可以在US 2004000843、WO 2005001287、DE 19539020、以及US 6203291中找到。

[0009] 相反,‘487申请描述了一种应用声共振原理促流动体通过该泵的腔的泵。在这样一种泵的运转中,在泵腔内的压力振荡将该腔一个部分之内的流体压缩,同时使该腔另一个部分中的流体膨胀。与更加常规的活塞泵相反,声共振泵并不改变泵腔的体积而实现泵送运转。相反,声共振泵的设计更适合于有效地产生、维持、以及矫正在该腔内的声压振荡。

[0010] 现在更详细地转到声共振泵的设计和运转方面,该‘487申请描述了一种具有大致圆柱形腔的泵。该圆柱形腔包括在每个端部处通过端壁封闭的侧壁,这些端壁中的一个或多个为被驱动端壁。该泵还包括致动器,该致动器引起该被驱动端壁在与该端壁大致垂直或与该圆柱形腔的纵轴大致平行的方向的振荡运动(即,位移振荡)。这些位移振荡在下文中可以被称为被驱动端壁的轴向振荡。该被驱动端壁的这些轴向振荡产生腔内流体的大致

成比例的压力振荡。这些压力振荡产生近似如在‘487申请中描述的第一类贝塞尔函数的径向压力分布。这种振荡在下文中被称为腔内流体压力的径向振荡。

[0011] ‘487申请的泵具有一个或多个用于控制通过该泵的流体流量的阀。这些阀能够在高频率下运转，因此优选的是使该泵在超过人类听力的范围之外的频率下运转。这样一种阀描述于国际专利申请号PCT/GB2009/050614中。

[0012] 在一个接口处将该被驱动端壁安装到该泵的侧壁上，并且该泵的效率通常取决于这个接口。令人希望的是通过构造该接口来维持这种泵的效率，使得它不降低或减弱该被驱动端壁的运动，从而减轻腔内流体压力振荡振幅的减小。专利申请PCT/GB2009/050613（‘613申请，通过引用结合在此）披露了一种泵，其中一个致动器形成该被驱动端壁的一部分，并且一个隔离器起着在该致动器与该侧壁之间的接口的作用。该隔离器提供了减小该被驱动端壁运动阻尼的接口。隔离器的说明性实施例在‘613申请的附图中示出。

[0013] ‘613申请的泵包括一个泵体，该泵体具有限定了一个腔的大致圆柱形的形状，该腔由在两端通过大致圆形的端壁闭合的侧壁形成。这些端壁中的至少一个是被驱动端壁，该被驱动端壁具有一个中央部分和邻近该侧壁的一个外周部分。该腔在使用时含有一种流体。该泵进一步包括一个与该被驱动端壁的中央部分可操作地关联的致动器，该致动器引起该被驱动端壁在与其大致垂直的方向上的振荡运动。该泵进一步包括与该被驱动端壁的外周部分可操作地关联的隔离器，该隔离器减小由与该腔的侧壁的端壁连接引起的位移振荡阻尼。该泵进一步包括布置在这些端壁之一的中心周围的一个第一孔、以及布置在该泵体中的另一个位置处的一个第二孔，由此这些位移振荡在该泵体腔内产生流体压力的径向振荡，这些径向振荡引起流体流动通过这些孔。

[0014] 概述

[0015] 披露了一种双腔盘泵，其中每个腔与另一个腔气动隔离，使得每个腔可以具有不同的阀配置，从而提供不同的流体动态能力。更具体地说，披露了在一个腔中具有单向阀并且在另一个腔中具有双向阀的一种双腔盘泵，该双腔盘泵能够提供高压力和高流率两者。

[0016] 这样一种泵的一个实施例具有一个泵体，该泵体具有在形状上为大致圆柱形的泵壁并且具有通过两个端壁闭合以便容纳一种流体的侧壁。该泵进一步包括一个致动器，该致动器布置在这两个端壁之间并且起着形成一个第一腔和一个第二腔的共用端壁的第一部分的作用。该致动器与这些共用端壁的中央部分可操作地关联并且被适配为引起这些共用端壁的振荡运动，由此产生在该第一腔和该第二腔内的流体的径向压力振荡。

[0017] 该泵进一步包括一个隔离器，该隔离器从该致动器的外周延伸到该侧壁，作为灵活地支持将该第一腔与该第二腔分开的致动器的该共用壁的第二部分。一个第一孔布置在与该第一腔关联的端壁中的一个位置处，并且一个第二孔布置在与该第一腔关联的端壁中的另一个位置处。一个第一阀布置在该第一孔和第二孔任一者中，使得该流体能够以一个方向流动通过该第一腔。一个第三孔布置在与该第二腔关联的端壁中的一个位置处，该第二腔具有布置在其中的一个双向阀，使得流体能够以两个方向流动通过该第二腔。

[0018] 通过参考以下附图和详细说明，这些说明性实施例的其他目的、特征和优点被披露在此并且将变得明显。

[0019] 附图简要说明

[0020] 图1显示了一个双腔泵的截面视图，该双腔泵包括根据一个第一实施例的结合的

致动器与隔离器组件。

- [0021] 图2显示了图1的泵的俯视图。
- [0022] 图3显示了与图1的泵一起使用的阀的截面视图。
- [0023] 图3A和3B显示了在操作中的图3的阀的截面。
- [0024] 图4显示了图3的阀的部分俯视图。
- [0025] 图5A显示了与图1的泵一起使用的结合的致动器与分离器组件的横截面。
- [0026] 图5B显示了图5A的结合的致动器与分离器组件的平面图。
- [0027] 图6显示了图5的结合的致动器与分离器组件的详细的分解的横截面视图。
- [0028] 图7显示了图6的致动器组件的隔离器的详细平面图。
- [0029] 图7A和7B是分别沿着图7的线7A-7A和7B-7B截取的横截面图。
- [0030] 图8显示了参考图8A和8B的运行曲线的图1的双腔泵。
- [0031] 图8A和8B分别显示了该泵的被驱动端壁的位移振荡的曲线、以及在图1的泵的腔内的压力振荡的曲线。
- [0032] 图9A显示了在根据一个说明性实施例的图1的泵的这些阀中施加的振荡压差的曲线图。
- [0033] 图9B显示了在图1的泵中使用的单向阀在一个打开位置与一个关闭位置之间运动的运转周期的曲线图。
- [0034] 图9C显示了在图11的泵中使用的双向阀在一个打开位置与一个关闭位置之间运动的运转周期的曲线图。
- [0035] 图10A、10B、10C、以及10D显示了具有不同入口配置和出口配置的双腔泵的实施例的示意性横截面。
- [0036] 图11显示了包括结合的致动器隔离器组件的双腔泵的截面视图,该双腔泵类似于图1的泵和图10D的泵的阀结构安排。
- [0037] 图12显示了在图11的泵中使用的并且具有允许相反方向流体流动的两个阀部分的一个双向阀的截面视图。
- [0038] 图13显示了类似于图11的泵的双腔泵的示意性截面,其中这些腔的端壁呈截头圆锥形。
- [0039] 图14显示了图10A-10D的泵的相对压力和流动特征的曲线图。
- [0040] 说明性实施方案的详细说明
- [0041] 在以下若干个说明性实施例的详细说明中,参考了形成本文的一部分的附图,并且其中通过说明的方式显示其中可以实施本发明的特定实施例。这些实施例以足够的细节进行了说明以便使得本领域的技术人员可以实施本发明,并且应当理解的是能够利用其他实施例并且可以作出合乎逻辑的结构的、机械的、电力的、和化学的改变而不背离本发明的精神或范围。为了避免对于使得本领域的技术人员能够实践在此所述的这些实施例来说所不必要的细节,本说明可能省略了本领域的技术人员已知的某些信息。因此以下详细说明不应当被理解为限制性的意义,并且这些说明性实施例的范围仅仅由所附的权利要求书限定。
- [0042] 本披露包括用于改进声共振泵的功能性的若干可能性。在运行中,显示在‘613申请的图1A中的一个单腔泵的说明性实施例可以产生跨过它的致动器的净压差。该净压差向

该隔离器与该泵体之间的粘结并且向该隔离器与该致动器部件之间的粘结施加压力。有可能的是这些压力可以导致这些粘结中的一个或多个的失效，并且令人希望的是这些粘结应该是强的，以便保证该泵递送长的运行寿命。

[0043] 此外，为了运行，显示在‘613申请的图1A中的该单腔泵包括一个到该泵的致动器的鲁棒的电连接。可以通过例如包括可以合宜地附接到背对该泵腔的致动器侧上的焊丝或弹簧接触而实现该鲁棒的电连接。然而，如在‘417申请中披露的，还可以将这种共振声泵设计为使得两个泵腔受到共用的被驱动端壁的驱动。当与单腔设计比较时，一个双腔泵可以递送增加的流量和/或压力，并且可以递送增加的空间、功率、或成本效益。然而，在一个双腔泵中，在使用不破坏在这两个泵腔之一中的声共振和/或不机械减弱该致动器的运动的常规手段的情况下，这变得难于与该致动器电接触。例如，焊丝或弹簧接触可以破坏它们在其中存在的腔的声共振。

[0044] 因此，出于泵的寿命和性能的原因，实现在该致动器与该隔离器之间的强力粘结、并且促进与该致动器的鲁棒的电连接而没有不利地影响双腔泵的这些腔的任一个的共振的泵构造是令人希望的。

[0045] 参考图1和图2，显示了根据一个说明性实施例的双腔泵10。泵10包括一个第一泵体，该第一泵体具有大致圆柱形的形状，包括在一端通过底座12闭合并且在另一端通过端板41闭合的圆柱形壁11。一个隔离器30，该隔离器可以是一个环形的隔离器，它被布置在该端板41与该第一泵体的该圆柱形壁11的另一端之间。该圆柱形壁11和底座12可以是包括该第一泵体的单个部件。泵10还包括一个第二泵体，该第二泵体具有大致圆柱形的形状，包括在一端通过底座19闭合并且在另一端通过压电盘42闭合的圆柱形壁18。该隔离器30被布置在该端板42与该第二泵体的该圆柱形壁18的另一端之间。该圆柱形壁18和底座19可以是包括该第二泵体的单个部件。该第一泵体和第二泵体可以被安装到其他部件或系统上。

[0046] 该圆柱形壁11、该底座12、该端板41、以及该隔离器30的这些内表面形成在该泵10内的第一腔16，其中该第一腔16包括在两端以端壁13和14闭合的侧壁15。该端壁13是该底座12的内表面，并且该侧壁15是该圆柱形壁11的内部表面。该端壁14包括相应于该端板41的表面的一个中央部分以及相应于该隔离器30的第一表面的一个外周部分。虽然该第一腔16在形状上是大致圆形的，该第一腔16还可以是椭圆形的或者是另一种形状。该圆柱形壁18、该底座19、该压电盘42、以及该隔离器30的这些内表面形成在该泵10内的第二腔23，其中该第二腔23包括在两端以端壁20和21闭合的侧壁22。该端壁20是该底座19的内表面，并且该侧壁22是该圆柱形壁18的内部表面。该端壁21包括相应于该压电盘42的内部表面的一个中央部分以及相应于该隔离器30的第二表面的一个外周部分。虽然该第二腔23在形状上是大致圆形的，该第二腔23还可以是椭圆形的或者是另一种形状。该第一泵体和该第二泵体的这些圆柱形壁11、18以及这些底座12、19可以从适合的刚性材料(包括但不限于金属、陶瓷、玻璃、或塑料)形成。

[0047] 该压电盘42可操作地连接到该端板41上而形成一个致动器40。进而，该致动器40与这些端壁14和21的中央部分可操作地关联。该压电盘42可以由一种压电材料或另一种电活性材料例如像一种电致伸缩材料或磁致伸缩材料形成。该端板41优选地具有类似于压电盘42的抗弯刚度并且可以由一种电学非活性材料例如一种金属或陶瓷形成。当该压电盘42受到振荡电流激发时，该压电盘42试图在相对于这些腔16、23的纵轴的径向方向上膨胀和

收缩,从而引起该致动器40弯曲。该致动器40的弯曲诱导这些端壁14、21在大致垂直于这些端壁14、21的方向上的轴向偏转。该端板41还可以从一种电活性材料例如像压电材料、磁致伸缩材料、或电致伸缩材料形成。

[0048] 该泵10进一步包括至少两个孔,这些孔从该第一腔16延伸到该泵10的外部,其中这些孔的至少第一个含有控制流体流动通过该孔的一个阀。该含有一个阀的孔可以位于在该腔16中的一个位置,在此处该致动器40产生如在下文更详细地描述的压差。该泵10的一个实施例包括一个孔,其中一个阀大致位于该端壁13的中心。该泵10包括一个主要孔25,该主要孔在该端壁13的中心周围从该腔16延伸通过该泵体的底座12并且含有一个阀35。该阀35被安装在该主要孔25内并且允许流体在如箭头所指示的一个方向上流动,使得它起到该泵10的流体入口的作用。该术语流体入口还可以指的是减压出口。该第二孔27可以位于在该腔11内的一个位置,该位置不同于具有该阀35的孔25的位置。在该泵10的一个实施例中,该第二孔27被布置在端壁13的中心与该侧壁15之间。该泵10的实施例包括两个次要孔27,这些次要孔从该腔11延伸通过该底座12,这些次要孔被布置在端壁13的中心与该侧壁15之间。

[0049] 该泵10进一步包括至少两个孔,这些孔从该腔23延伸到该泵10的外部,其中这些孔的至少第一个可以含有控制流体流动通过该孔的一个阀。该含有一个阀的孔可以位于在该腔23中的一个位置,在此处该致动器40产生如在下文更详细地描述的压差。该泵10的一个实施例包括一个孔,其中一个阀大致位于该端壁20的中心。该泵10包括一个主要孔26,该主要孔在该端壁20的中心周围从该腔23延伸通过该泵体的底座19并且含有一个阀36。该阀36被安装在该主要孔26内并且允许流体在如箭头所指示的一个方向上流动,使得它起到该泵10的流体入口的作用。该术语流体入口还可以指的是减压出口。该第二孔28可以位于在该腔23内的一个位置,该位置不同于具有该阀36的孔26的位置。在该泵10的一个实施例中,该第二孔28被布置在端壁20的中心与该侧壁22之间。该泵10的实施例包括两个次要孔28,这些次要孔从该腔23延伸通过该底座19,这些次要孔被布置在端壁20的中心与该侧壁22之间。

[0050] 虽然在图1中所示的该泵10的实施例中的这些次要孔27、28中没有显示多个阀,在必要时这些次要孔27、28可以包括用来改进性能的多个阀。在图1的该泵10的实施例中,这些主要孔25、26包括多个阀,使得流体如箭头所示通过这些主要孔25、26被抽吸到该泵10的这些腔16、23中并且通过这些次要孔27、28泵出这些腔16、23。所生成的流在主要孔25、26处提供了负压。如在此所使用的,术语减压通常是指在该泵10所在位置处的小于环境压力的一个压力。虽然术语真空和负压可以用来描述该减压,但是实际减压可以显著低于通常与完全真空相关联的减压。该压力在它是表压的意义上是负的,即,该压力被降低到环境大气压以下。除非另外说明,在此陈述的压力值是表压。提及减压的增加典型地是指绝对压力的降低,而减压的降低典型地是指绝对压力的增加。

[0051] 这些阀35和36允许流体以基本上如以上描述的一个方向流动通过。这些阀35和36可以是一种球阀、隔膜阀、回转阀、鸭嘴阀、瓣阀、提升阀、或其他类型的止回阀或允许流体基本上仅仅以一个方向流动的阀。一些阀类型可以通过在一个打开位置与一个关闭位置之间切换来调节流体流动。为了使这样的阀在由该致动器40产生的高频率下运转,这些阀35和36必须具有极快的响应时间,使得它们能够以显著短于该压力变化时标的一个时标打开

和关闭。通过采用极轻的瓣阀，这些阀35和36的一个实施例实现了这一点，该瓣阀具有低惯性并且因而能够迅速响应于跨过该阀结构的相对压力的变化而运动。

[0052] 更具体地参考图3和图4，显示了安装在该孔25内的瓣阀50的一个实施例。该瓣阀50包括布置在一个固位板52与一个密封板53之间的瓣51。当不使用时，该瓣51在一个关闭位置被偏压在密封该瓣阀50的密封板53上，即该瓣阀50是常闭的。该阀50被安装在该孔25内，使得该固位板52的上表面优选地与该端壁13齐平，从而维持该腔16的共振质量。该固位板52和该密封板53两者分别具有从该板的一侧延伸到另一侧的通气孔54和55，如分别由图4中的虚线圆和实线圆表示的。该瓣51还具有大致与该固位板52的通气孔54对齐的通气孔56，从而提供流体可以如在图3A和3B中的虚线箭头所指示而流动通过的通道。然而，如可以在图3A和3B中所见，该固位板52的这些通气孔54和该瓣51的这些通气孔56并不与该密封板53的这些通气孔55对齐。当该瓣51处于如在图3中所示的关闭位置时，该密封板53的这些通气孔55被该瓣51封闭，使得流体不能流动通过该瓣阀50。

[0053] 该瓣阀50的运转是跨过该瓣阀50的流体的压差(ΔP)方向变化的函数。在图3中，该压差已经被赋予一个负值($-\Delta P$)，如由该朝下指向的箭头所指示。这个负压差($-\Delta P$)将该瓣51驱动到如以上所述的该全关闭位置中，其中该瓣51密封在该密封板53上，从而封闭这些通气孔55并且阻止流体流动通过该瓣阀50。当跨过该瓣阀50的压差逆转而变成如在图3A中的朝上指向的箭头所指示的正压差($+\Delta P$)时，该被偏压的瓣51被促动从抵靠在该固位板52上的密封板53离开而进入一个打开位置。在该打开位置中，该瓣51的运动使该密封板53的通气孔55开放，使得流体被允许流动通过通气孔55、该瓣51的对齐的通气孔56、以及该固位板52的通气孔54，如由虚线箭头指示的。当该压差变回到如在图3B中的朝下指向的箭头所示的负压差($-\Delta P$)时，流体开始以如由虚线箭头指示的相反方向流动通过该瓣阀50，这迫使该瓣51返回到在图3中所示的关闭位置。因而，该改变的压差使瓣阀50在该打开位置与该关闭位置之间循环，从而当该压差从正值改变为负值时通过关闭该瓣51而封闭流体的流动。应当理解的是，当根据瓣阀50的应用情况不使用瓣阀50时，瓣51可以偏压在该固位板52上，即，该瓣阀50当时是常开的。

[0054] 现在转到该结合的致动器与隔离器的详细构造，图5A和5B显示了根据本发明的该结合的致动器40与该隔离器30的截面视图。该隔离器30被夹在该压电盘42与该端板41之间而形成一个子组件。可以通过一种适合的方法(包括但不限于胶粘)形成在该隔离器30、该端板41、以及该压电盘42之间的这些粘结。该隔离器30被保持在该压电盘42与该端板41之间的事实使得在该隔离器与这两个部分之间的连接极其坚固，这在可能存在跨过如前所述的组件的压差的情况下是必要的。

[0055] 图6显示了该泵10的结合的致动器40与该隔离器30的边缘的放大视图，该边缘通过将电极整合到该隔离器30和致动器40中而提供了有待产生的到该致动器40的电连接。在该说明的实施例中，该隔离器30可以包括一个隔离器300。该致动器40包括该压电盘42，该压电盘具有在上表面上的一个第一致动器电极421以及在一个下表面上的一个第二致动器电极422。该第一致动器电极421和该第二致动器电极422两者都是金属。该第一致动器电极421在该致动器40的圆周的周围的至少一个位置处被包绕在该致动器40的边缘的周围，从而将该第一致动器电极421的一个部分带到该压电盘42的下表面上。该第一致动器电极421的这个被包绕部分是一个敷带式电极(wrap electrode)423。在操作中，跨过该第一致动器

电极421和第二致动器电极422施加一个电压，导致建立在这些电极之间的在大致轴向方向上的一个电场。该压电盘42被极化，使得该轴向电场引起该压电盘42根据该施加的电场的极性在径向方向上膨胀或收缩。在操作中，在该第一致动器电极421与该敷带式电极423之间没有产生电场，该敷带式电极在与该第一致动器电极421相对的该压电盘42的表面的一部分上延伸。因而，在其上产生该轴向场的区域限制于不包括该敷带式电极423的该压电盘42区域。由于这个原因，该敷带式电极423可以不在该压电盘42的下表面的重要部分上延伸。另外，应当注意的是，虽然图6显示了位于该端板41上的压电盘42，这些元件的位置在另一个实施例中可以改变。在这样一个实施例中，可以将该压电盘42组装在该端板41的下面，并且该第二致动器电极422可以位于该压电盘42的上表面上。相应地，该第一致动器电极421可以位于该压电盘42的下表面，并且该敷带式电极423可以在该压电盘42的边缘周围延伸，从而覆盖该压电盘42的该上表面的一部分。

[0056] 该隔离器300包含一个柔性的不导电芯303，该柔性的不导电芯在其上表面和下表面上具有导电电极。该隔离器300的上表面包括一个第一隔离器电极301，并且该隔离器300的下表面包括一个第二隔离器电极302。该第一隔离器电极301与该敷带式电极423连接，并且由此与该压电盘42的该第一致动器电极421连接。该第二隔离器电极302与该端板41连接，并且由此与该压电盘42的该第二致动器电极422连接。在这种情况下，该端板41应该是从一种导电材料形成的。在一个示例性的实施例中，该致动器40包括具有在大约5mm与大约20mm之间的半径以及在大约0.1mm与大约3mm之间的厚度的一个钢端板41，该钢端板被粘结到一个具有相似尺寸的压电陶瓷压电盘42上。该隔离器芯303由具有在大约5微米与大约200微米之间的厚度的聚酰亚胺形成，该第一和第二隔离器电极301、302由具有在大约3微米与大约50微米之间的厚度的铜层形成。在该示例性的实施例中，该致动器40包括具有大约10mm半径以及大约0.5mm厚度的一个钢端板41，该钢端板被粘结到一个具有相似尺寸的压电盘42上。该隔离器芯303由具有大约25微米厚度的聚酰亚胺形成。该第一和第二隔离器电极301、302由具有大约9微米厚度的铜形成。可以选择性地将另外的聚酰亚胺覆盖层(未显示)施用到该隔离器300上，从而使该第一和第二隔离器电极301、302绝缘并且提供鲁棒性。

[0057] 图7显示了包括在图6中的该隔离器300的平面图，作为该第一隔离器电极301用作电极层的可能配置。该第一隔离器电极301具有一个环形部分，该环形部分包括通过轮辐构件312连接的一个内环部分313和一个外环部分314。该隔离器电极301还包括从该环形部分的外环部分314延伸的一个接片部分或尾部310。该环形部分在圆周上图案化有多个窗311，这些窗具有弓形的形状，在该环形部分的周边周围延伸，从而形成该内环部分313和外环部分314。这些窗311通过在该内环部分313与该外环部分314之间轴向延伸的这些轮辐构件312而彼此分开。

[0058] 在一个实施例中，形成该第一隔离器电极301的该电极层是邻近如以上所述的聚酰亚胺层形成的一个铜层。该第二隔离器电极302可以从一个第二电极层形成，该第二电极层邻近与该第一电极层相对的聚酰亚胺层的侧面。在这个实施例中，该第一隔离器电极301被图案化而留下在形成该第一隔离器电极301的电极层中的这些窗311。这些窗311提供了该隔离器300在该致动器40的外部边缘与这些泵底座11和18的内部边缘之间更自由地屈曲的区域。这些窗311局部地降低了该隔离器300的刚度，使得该隔离器300能更容易地弯曲，

由此减小该电极层可能另外地对该致动器40的运动具有的阻尼效应。该第一隔离器电极301的内环部分313使得能够与该压电盘42的敷带式电极423连接。该内环部分313通过四个轮辐构件312与该外环部分314连接。该电极301的一个另外的部分315沿着该尾部310延伸，从而促进该泵10与一个驱动电路的连接。可以类似地配置该第二隔离器电极302。

[0059] 图7A和7B显示了通过在图7中显示的该结合的致动器40与隔离器300组件的横截面，包括该隔离器300在该圆柱形壁11与该圆柱形壁18之间的安装。图7A显示了通过包括一个窗311的区域的截面。图7B显示了通过包括一个轮辐构件312的区域的截面。该隔离器300可以被胶粘、焊接、夹紧、或以别的方式附接到该圆柱形壁11和该圆柱形壁18上。可以使用柔性印刷电路板制造技术合宜地形成包含该芯303、该第一和第二隔离器电极301和302、以及另外的覆盖层(未显示)的隔离器300，其中铜(或其他导电材料)轨道形成在卡普顿(Kapton)(或其他柔性非导电材料)聚酰亚胺基底上。这样的过程能够产生具有以上列出的尺寸的部件。

[0060] 在一个非限制性实例中，该压电盘42和该端板41的直径可以比这些腔16和23的直径小1-2mm，使得该隔离器30跨过这些端壁14和21的外周部分。该外周部分可以是在该致动器40的边缘与对应地这些腔16和23的侧壁15和22之间的大约0.5mm到大约1.0mm的环形间隙。通常，与该腔半径(r)比较，这个间隙的环形宽度应该是较小的，使得该致动器40的直径接近于这些腔16、23的直径，从而使一个环形位移节点47(未显示)的直径近似地等于一个环形压力节点57(未显示)的直径，同时这个间隙的环形宽度又是足够大的，以便促进而不限制该致动器40的振动。关于图8、8A、以及8B，更详细地描述了该环形位移节点47和该环形压力节点57。

[0061] 现在参考图8、8A、以及8B，在该泵10的运转期间，该压电盘42被激发在径向方向上抵靠该端板41而膨胀和收缩，引起该致动器40弯曲，由此诱导这些被驱动端壁14、21在大致垂直于这些被驱动端壁14、21的方向上的轴向位移。致动器40与如以上所述的这些端壁14、21的中央部分可操作地关联，使得该致动器40的这些轴向位移振荡引起具有最大振幅的振荡(即，在这些端壁14、21的中心周围的波腹位移振荡)的沿着这些端壁14、21的表面的轴向位移振荡。该泵10的这些位移振荡和产生的压力振荡更具体地分别显示在图8A和8B中。在这些位移振荡与这些压力振荡之间的相位关系可以变化，并且具体的相位关系不应当隐含在一个图中。

[0062] 图8A显示了展示这些腔16、23的这些被驱动端壁14、21的轴向振荡的一个可能的位移轮廓。实心的弯曲线和箭头代表这些被驱动端壁14、21在一个时间点的位移，而弯曲虚线代表这些被驱动端壁14、21在一个半周期后的位移。如在图8A和8B中所示的位移被扩大。由于该致动器40并非刚性地安装在它的周边，而是被该隔离器30悬挂，该致动器40可以按其基本振型在其质心周围自由振荡。在这个基本振型中，该致动器40的这些位移振荡的振幅在该环形位移节点47处基本上为零，该环形位移节点位于这些端壁14、21的中心与相应的侧壁15、22之间。在这些端壁14、21上的其他点的这些位移振荡的振幅具有大于零的振幅，如由这些垂直箭头表示的。一个中央位移波腹48存在于接近该致动器40的中心处，并且一个外周位移波腹48'存在于接近该致动器40的周边处。

[0063] 图8B显示了展示在这些腔16、23内的这些压力振荡的一个可能的压力振荡轮廓，这些压力振荡来自于在图8A中所示的这些轴向位移振荡。实心的弯曲线和箭头代表在一个

时间点的压力,而弯曲的虚线代表在一个半周期后的压力。在这个模式和高阶模式中,这些压力振荡的振幅具有接近这些腔16、23的中心的一个中央压力波腹58以及接近这些腔16、23的这些侧壁15、22的一个外周压力波腹58'。这些压力振荡的振幅在该环形压力节点57处基本上为零,该环形压力节点57在压力波腹58与58'之间。对于圆柱形腔,可以通过第一类贝塞尔函数粗略估计在这些腔16、23中的这些压力振荡的振幅的径向相关性。以上描述的这些压力振荡来自这些腔16、23中的流体的径向运动,并且因此将被称为在这些腔16、23内的流体的径向压力振荡,以区别于该致动器40的这些轴向位移振荡。

[0064] 参考图8A和8B,可以看出,该致动器40的这些轴向位移振荡的振幅(该致动器40的振型)的径向相关性应当近似于第一类贝塞尔函数,从而更接近地匹配在这些腔16、23中的所希望的压力振荡的振幅(该压力振荡的振型)的径向相关性。通过未将致动器40刚性地安装在它的周边并且允许该致动器40更自由地在它的质心周围振动,这些位移振荡的振型基本上匹配在这些腔16、23中的压力振荡的振型,从而实现振型匹配,或更简单的型匹配。虽然在这方面的型匹配可能并不总是完美的,该致动器40的这些轴向位移振荡和在这些腔16、23中的相应的压力振荡具有跨过该致动器40的全表面的基本上相同的相对相位,其中在这些腔16、23中的压力振荡的环形压力节点57的径向位置与致动器40的轴向位移振荡的环形位移节点47的径向位置是基本上一致的。

[0065] 如以上指示的,该阀50的运转是跨过该阀50的流体的压差(ΔP)方向变化的函数。该压差(ΔP)被假定为跨过该固位板52的整个表面是基本上均匀的。如此假定是因为:(i)该固位板52的直径相对于在这些腔16和23中的压力振荡的波长是较小的,并且(ii)该阀50位于这些腔的中心附近,在此处该正向中央压力波腹58的振幅是相对恒定的。参考图8B,该正向中央压力波腹58的正向方形部分55显示了相对恒定性。该负向中央压力波腹68的负向方形部分65也展示出相对恒定性。因此,在跨过该阀50的中心部分的压力方面实质上没有空间变化。

[0066] 图9A进一步展示了当该阀50经受随着时间在一个正值($+\Delta P$)与一个负值($-\Delta P$)之间变化的压差时它的动态运转。虽然在实践中跨过该阀50的压差的时间相关性可以近似地是正弦的,跨过该阀50的压差的时间相关性可以粗略估计为按照图9A中所示的方波形而变化,从而使得易于解释该阀50的运转。经过该方波的正压时期(t_{P+})施加跨过该阀50的正压差55,并且经过其负压时期(t_{P-})施加跨过该阀50的负压差65。图9B展示了该瓣51响应于这种随着时间变化的压力的运动。随着压差(ΔP)从负压65切换到正压55,该阀50开始打开并且持续打开经过一段打开时间延迟(T_o),直到该阀瓣51遇到固位板52时为止,同样如以上所述并且如图9B中的曲线所示。随着压差(ΔP)随后从正压差55切换回到负压差65,该阀50开始关闭并且持续关闭经过一段关闭时间延迟(T_c),同样如以上所述并且如图9B中的曲线所示。

[0067] 在此描述的这些泵的尺寸应当优选地满足关于在这些腔16和23的高度(h)与这些腔16和23的半径(r)之间的关系的某些不等式。该半径(r)为从该腔的纵轴到其对应的侧壁15、22的距离。这些方程如下:

[0068] $r/h > 1.2$;以及

[0069] $h^2/r > 4 \times 10^{-10}$ 米。

[0070] 在一个示例性实施例中,当在这些腔16、23内的流体是一种气体时,该腔半径与该

腔高度的比率(r/h)在大约10与大约50之间。在这个实例中,这些腔16、23的体积可以小于大约10ml。另外,该比率 h^2/r 优选地在大约 10^{-3} 米与大约 10^{-6} 米之间的范围内,其中该工作流体是与液体相反的一种气体。

[0071] 在一个示例性实施例中,这些次要孔27、28(图1)位于这些腔16、23内的压力振荡的振幅接近于零的位置处,即,在如图8B中指示的压力振荡的节点47、57处。在这些腔16、23为圆柱形时,可以通过第一类贝塞尔函数粗略估计该压力振荡的径向相关性。该腔内的最低阶压力振荡的径向节点出现在距离这些端壁13、20的中心或这些腔16、23的纵轴大致 $0.63r \pm 0.2r$ 的距离处。因此,这些次要孔27、28优选地位于距离这些端壁13、20的中心的径向距离(a)处,其中 $(a) \approx 0.63r \pm 0.2r$,即,接近于这些压力振荡57的节点。

[0072] 另外,在此披露的这些泵应当优选地满足以下有关该腔半径(r)和运转频率(f)的不等式,该频率为该致动器40振动以产生这些端壁14、21的轴向位移的频率。该不等式方程如下:

$$[0073] \frac{k_0(c_s)}{2\pi f} \leq r \leq \frac{k_0(c_f)}{2\pi f}.$$

[0074] 在这些腔16、23内的工作流体中的声速(c)可以在大约115m/s的慢速(c_s)与等于大约1,970m/s的快速(c_f)之间的范围,如在以上方程中表示的,并且 k_0 是一个常数($k_0 = 3.83$)。该致动器40的振荡运动的频率优选地大约等于在这些腔16、23中的径向压力振荡的最低共振频率,但是可以在它的20%之内。在这些腔16、23中的径向压力振荡的最低共振频率优选地大于500Hz。

[0075] 图10A显示了处于示意性形式的图1的泵10,指示了这两个腔16和23的入口孔25和26以及出口孔27和28的位置,连同对应地位于这些孔25和26中的这些阀35和36。图10B显示了一个双腔泵60的替代配置,其中在该泵60的这些主要孔625和626中的这些阀635和636被逆转,使得该流体如这些箭头所示通过这些主要孔625和626而被逐出这些腔16和23并且通过这些次要孔627和628而被抽吸到这些腔16和23中,由此在这些主要孔625和626处提供正压源。

[0076] 图10C显示了一个双腔泵70的另一种配置,其中在该泵70的这些腔16和23中的主要孔和次要孔两者都位于这些腔的端壁的中心附近。在这种配置中,这些主要孔和次要孔两者都如所示装有阀,使得该流体通过这些主要孔725和726而被抽吸到这些腔16和23中并且通过这些次要孔727和728而被逐出这些腔16和23。双阀配置的一个益处(示意性地显示在图10C中)在于该双阀配置可允许在这些腔16和23中的压力振荡的全波整流。显示在图10A和10B中的这些配置仅能递送半波整流。因而,该泵70比泵10和泵60在同样的驱动条件下能够递送更高的压差,而泵10和泵60比泵70能够递送更高的流率。对于一些应用,令人希望的是使用一种具有高压力能力和高流率能力两者的双腔泵。

[0077] 图10D显示了一种双腔混合泵90的另一种替代配置,其中该腔16具有主要孔925和次要孔927,其中一个阀935以类似于在图10A中的泵10的腔16的配置的形式位于该主要孔925中。该腔23具有主要孔926和次要孔928,其中阀936和阀938以与在图10C中的泵70的腔23的配置相似的配置位于对应的孔中。因而,当特殊应用需要时,该混合泵90能够提供更高的压力和更高的流率两者。这两个腔16和23可以串联或并联连接,以便通过使用适当的歧管装置分别递送增加的压力或增加的流率。这样的歧管装置可以结合在该圆柱形壁11、该

底座12、该圆柱形壁18、以及该底座19中，使得易于装配并且减少为组装该泵10所需要的部件的数量。

[0078] 一种应用例如是使用用于伤口治疗的混合泵。混合泵90对于向在用于伤口治疗的敷料中使用的岐管提供负压是有用的，其中该敷料邻近伤口而被定位并且被将负压密封在该伤口部位内的布单覆盖。当这些主要孔925和926都处于环境压力并且该致动器40开始振动并在如以上所述的这些腔16和23内产生压力振荡时，空气开始可替代地流动通过这些阀935和936，引起空气流出这些次要孔927和928，使得该混合泵90开始以“自由流动”的模式运转。随着在这些主要孔925和926处的压力从环境压力增加到逐渐增加的负压时，该混合泵90最终达到最大目标压力，此时流动通过这两个腔16和23的空气可忽略不计，即，该混合泵90处于没有空气流动的“失速状态”。来自该混合泵90的腔16的增加的流率对于两种治疗情况是需要的。第一，高流率对于启动处于自由流动模式的负压治疗是需要的，使得该敷料被迅速抽真空，从而引起该布单在该伤口部位上产生良好的密封并且维持在该伤口部位处的负压。第二，在这些主要孔925和926处的压力达到最大目标压力使得该混合泵90处于失速状态之后，高流率对于维持在该布单或敷料产生消弱该密封的泄漏的情况下的目标压力是再次需要的。

[0079] 现在参考图11，更详细地显示了该混合泵90。如以上所指示的，该混合泵90基本上类似于图1中所示的泵10，如下文更详细地描述。该混合泵90包括具有阀936和阀938的双阀结构，这些阀允许处于相反方向的空气流，如以上关于图10D所述。阀936和阀938两者以类似于如上所述的阀35和阀36的方式起作用。更具体地说，阀936和阀938的作用类似于如关于图3、3A、以及3B描述的阀50。阀936和阀938可以具有如在图12中所示的单个双向阀930的结构。这两个阀936和938共享一个公用壁或划分屏障940，虽然其他构造可以是可能的。当跨过该阀938的压差最初为负压并且逆转而变成正压差($+\Delta P$)时，该阀936自其常闭位置打开，从而流体以箭头939所指示的方向流动。然而，当跨过该阀936的压差最初为正压并且逆转而变成负压差($-\Delta P$)时，该936自其常闭位置打开，从而流体以如由该箭头937所指示的相反方向流动。因而，这些阀936和938的结合起着双向阀的作用，从而允许流体响应于该压差(ΔP)的循环在两个方向流动。

[0080] 现在参考图13，显示了根据本发明另一个说明性实施例的泵190。除了该泵体具有底座12'之外，该泵190基本上类似于图11的泵90，该底座具有形成在形状上为截头圆锥形的端壁13'的上表面。因而，该腔16'的高度从在该侧壁15处的高度变化到在端壁13'、14的中心处在端壁13'、14之间的较小高度。相对于在该腔16'的高度较大之处的在该腔16'的侧壁15处的压力，该端壁13'的截头圆锥形形状增强了在该腔16'的高度较小之处的在该腔16'的中心处的压力。因此，通过比较具有相等中心压力振幅的圆柱形腔16和截头圆锥形腔16'，可以清楚的是，该截头圆锥形腔16'将在离开该腔16'的中心的位置处总体上具有更小的压力振幅；该腔16'的渐增高度起到降低压力波的振幅的作用。随着在该腔16'中的流体的振荡过程中经历的粘滞能和热能损失随着这种振荡的振幅增加，有利的是该泵190的效率通过采用截头圆锥形设计来降低离开该腔16'的中心的压力振荡的振幅。在该泵190的一个说明性实施例中，其中该腔16'的直径约为20mm，该腔16'在侧壁15处的高度约为1.0mm，逐渐减小到在端壁13'的中心处约为0.3mm的高度。端壁13'或20'的任一者可以具有截头圆锥形形状。

[0081] 如以上在图9A中所示, 经过该方波的正压时期($tP+$)施加跨过该阀50的正压差55, 并且经过其负压时期($tP-$)施加跨过该阀50的负压差65。当该致动器40产生在该腔16中的正压差55时, 必然在如图9C中所示的另一个腔23中产生同时发生的负压差57。相应地, 当该致动器40产生在该腔16中的负压差65时, 必然在也如图9C中所示的另一个腔23中产生同时发生的正压差67。图9C显示了在一个打开位置与一个关闭位置之间的阀936和阀938的运转周期的曲线, 这些阀由这些同时发生的压差57和67的方波循环进行调节。该曲线显示了阀936和阀938的每一个在各自从关闭位置打开时的半周期。当跨过该阀936的压差最初为负压并且逆转而变成正压差($+\Delta P$)时, 该阀936如上所述并且由曲线946所示打开, 其中流体以图12的箭头937所指示的方向流动。然而, 当跨过该阀938的压差最初为正压并且逆转而变成负压差($-\Delta P$)时, 该阀938如上所述并且由曲线948所示打开, 其中流体以图12的箭头939所指示的相反方向流动。因而, 这些阀936和938的结合起着双向阀的作用, 从而允许流体响应于该压差(ΔP)的循环在两个方向流动。

[0082] 参考图14, 显示了针对具有不同阀配置的泵的压力流率曲线, 包括, 例如(i)显示单阀配置例如泵10的压力流率特征的曲线100,(ii)显示双向或分流阀配置例如泵70的压力流率特征的曲线700,(iii)显示双阀配置例如在美国专利申请号61/537,431中所示的泵80的压力流率特征的曲线800, 以及(iv)显示混合泵配置例如混合泵90的压力流率特征的曲线900。如以上指示的, 双向泵70相比于单阀泵10和60在同样的驱动条件下能够递送更高的压差, 这由曲线700展示出, 该曲线显示可以实现更高的压力P1, 但以限制于更低的流率F1为代价。相反地, 单阀泵10和60相比于双向泵70在同样的驱动条件下能够递送更高的流率, 这由曲线100展示出, 该曲线显示可以实现更高的流率F2, 但以限制于更低的压力P2为代价。在美国专利申请号61/537,431中披露的双阀泵80能够实现更高的压力P1和流率F2两者, 但该流率限制于如由曲线800所示当这些腔由延伸通过该致动器组件的孔而气动耦合时的值。该混合泵90的这些腔16和23并不通过该致动器40气动耦合, 从而允许这些腔16、23独立地通过一个歧管并联耦合。相比于如由曲线900所示的双阀泵80, 独立耦合产生更高的流率F3。该更高的流率F3对于各种不同的应用是有用的, 例如像针对以上描述的两种伤口治疗情况需要高流率的伤口治疗应用。

[0083] 根据前述内容应当清楚的是, 该混合泵90对于需要不同的流体动态能力(例如像迅速实现并维持目标压力的更高流率)的其他负压应用和正压应用也是有用的。

[0084] 根据前述内容还应当清楚的是, 已经提供了具有显著优点的一种发明。虽然本发明仅显示为其少数型式, 它并不只限制于所显示的这些形式, 而是容许不离开本发明精神的不同的变化和修改。

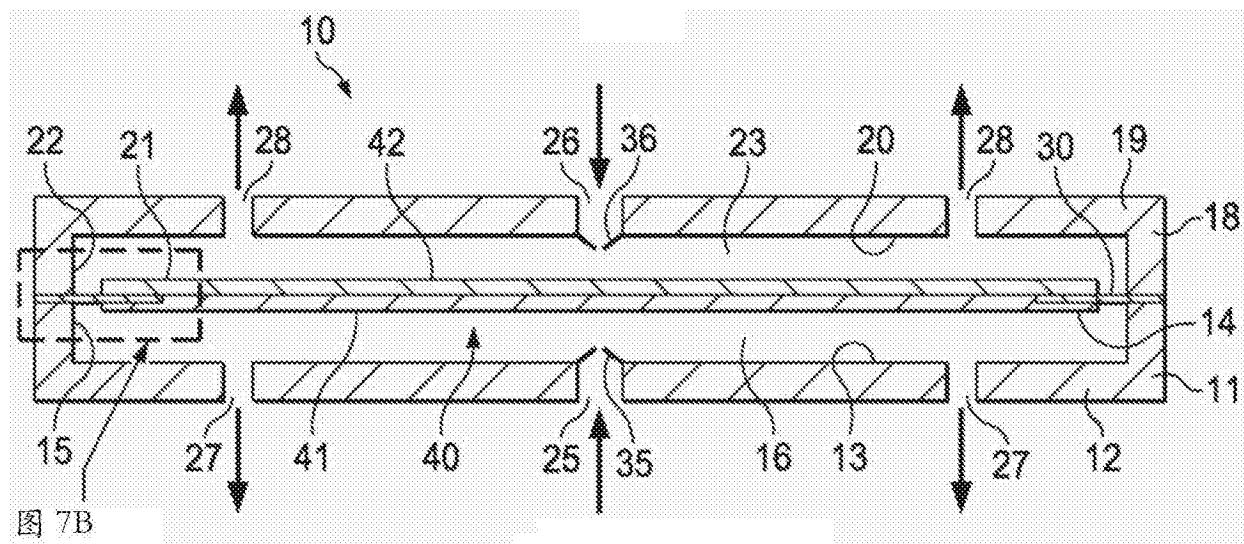


图1

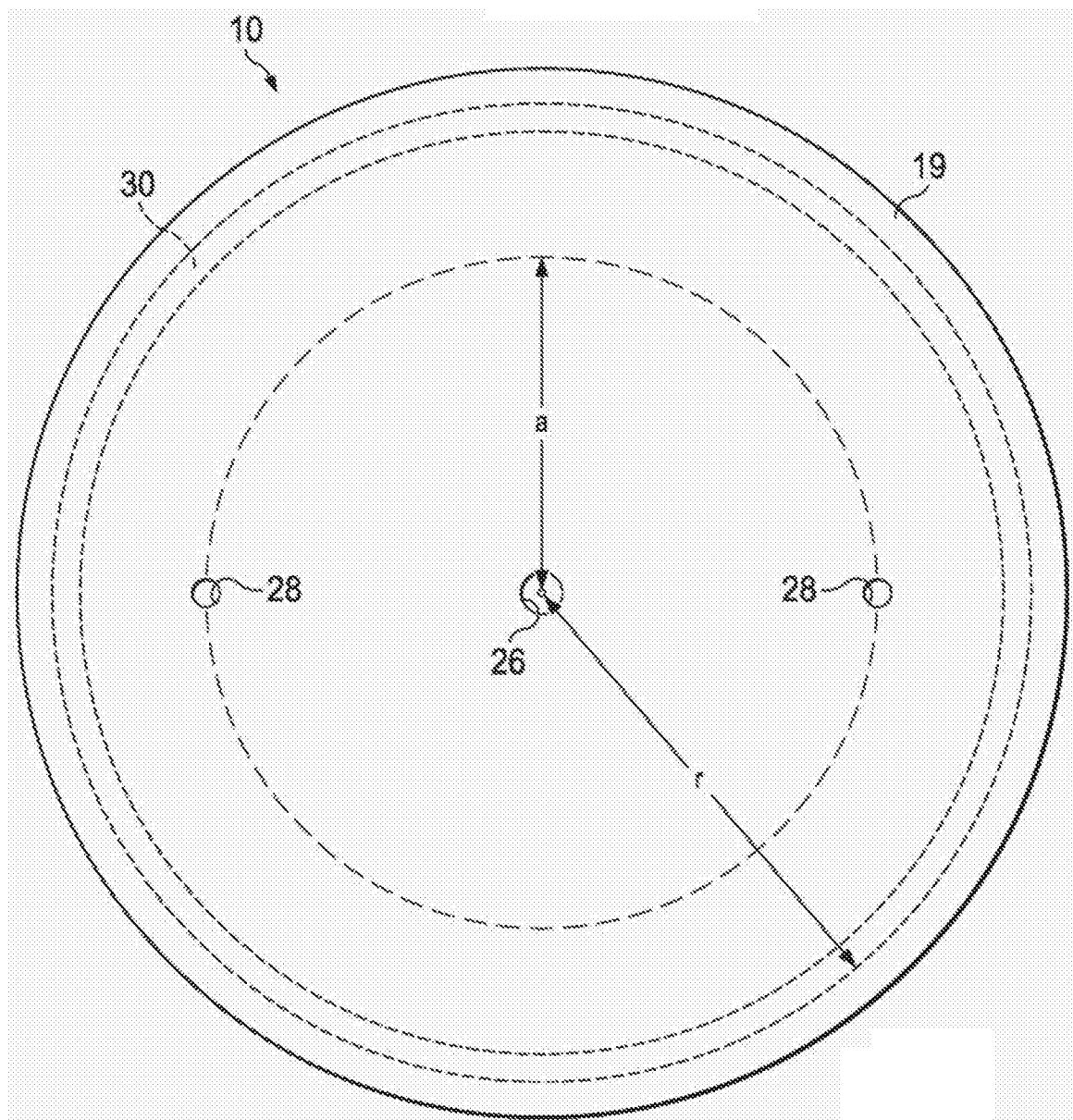


图2

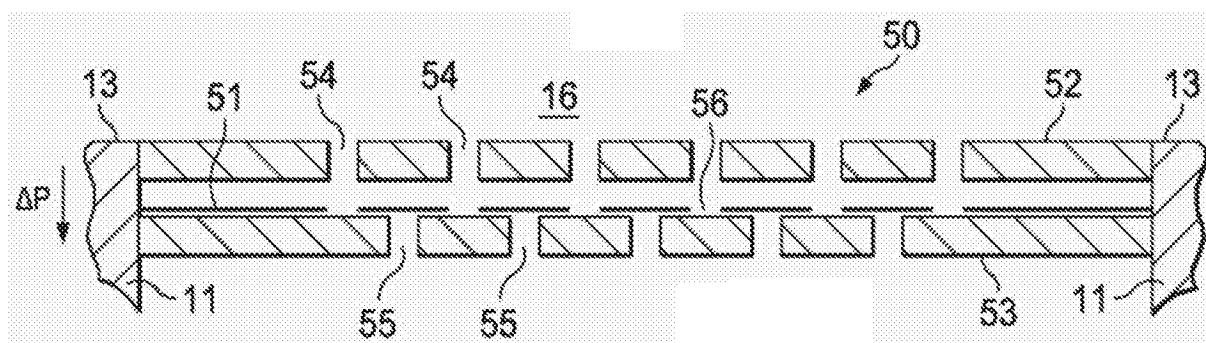


图3

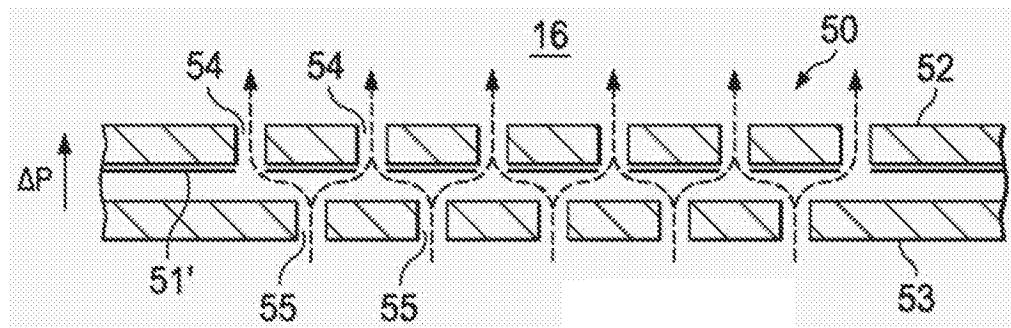


图3A

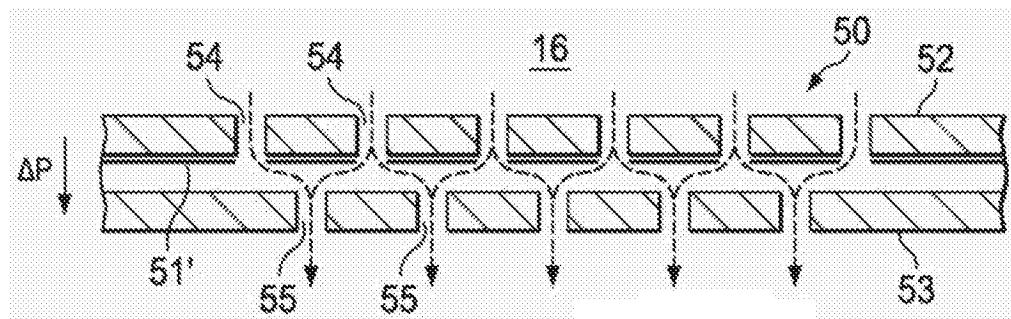


图3B

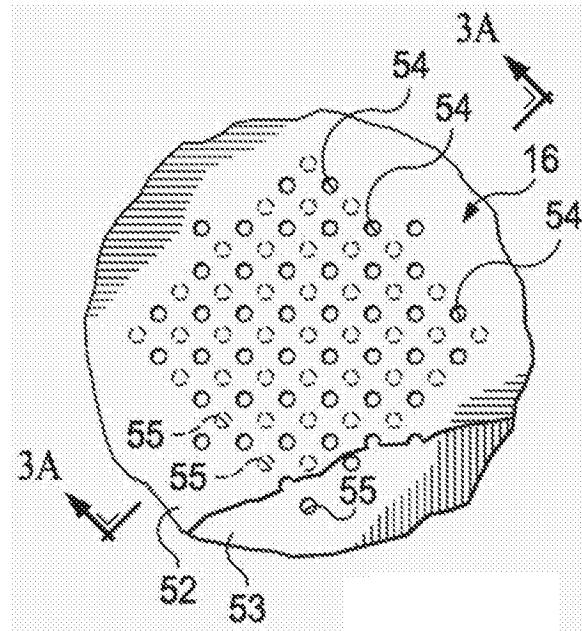


图4

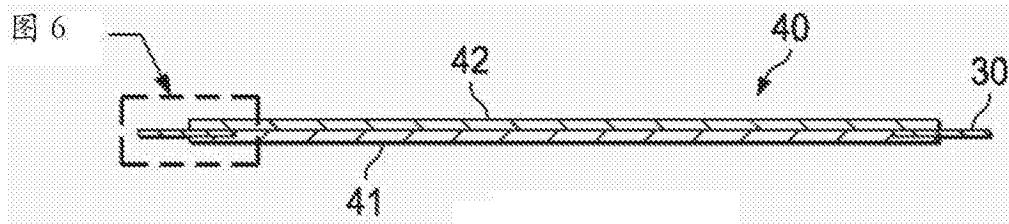


图5A

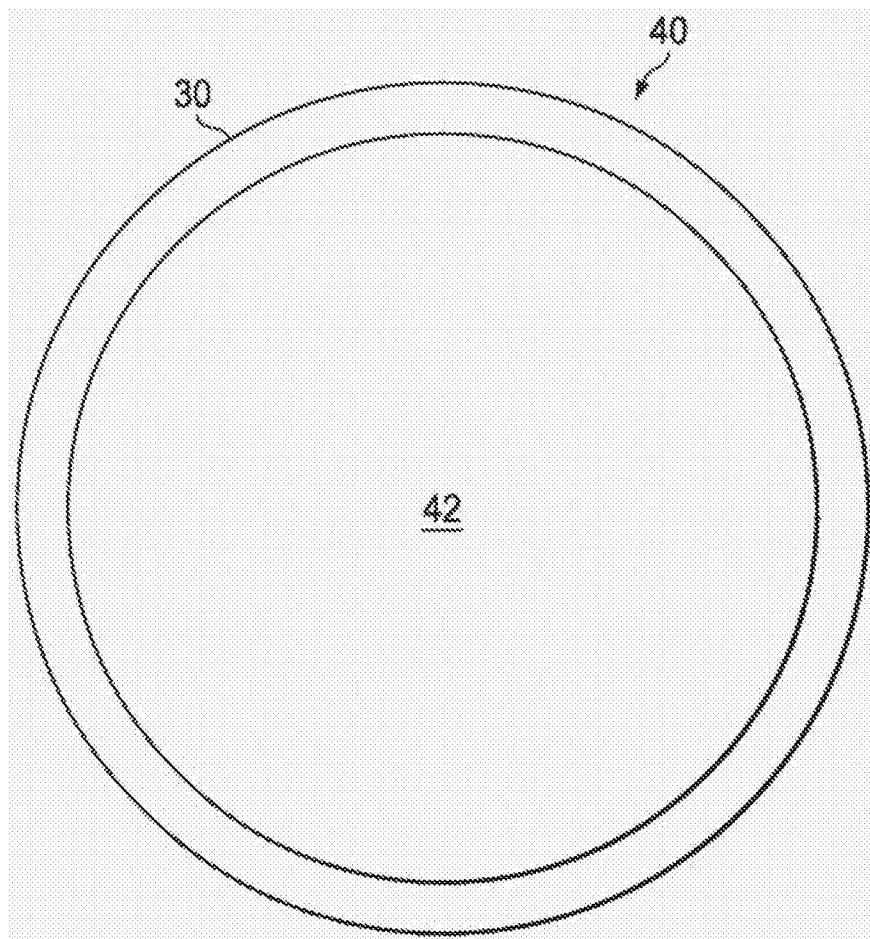


图5B

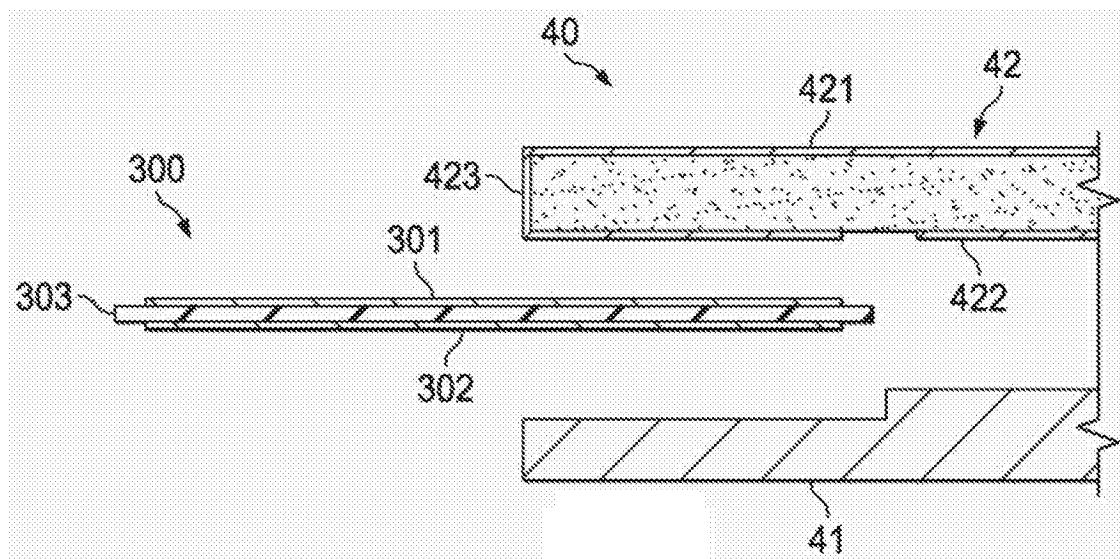


图6

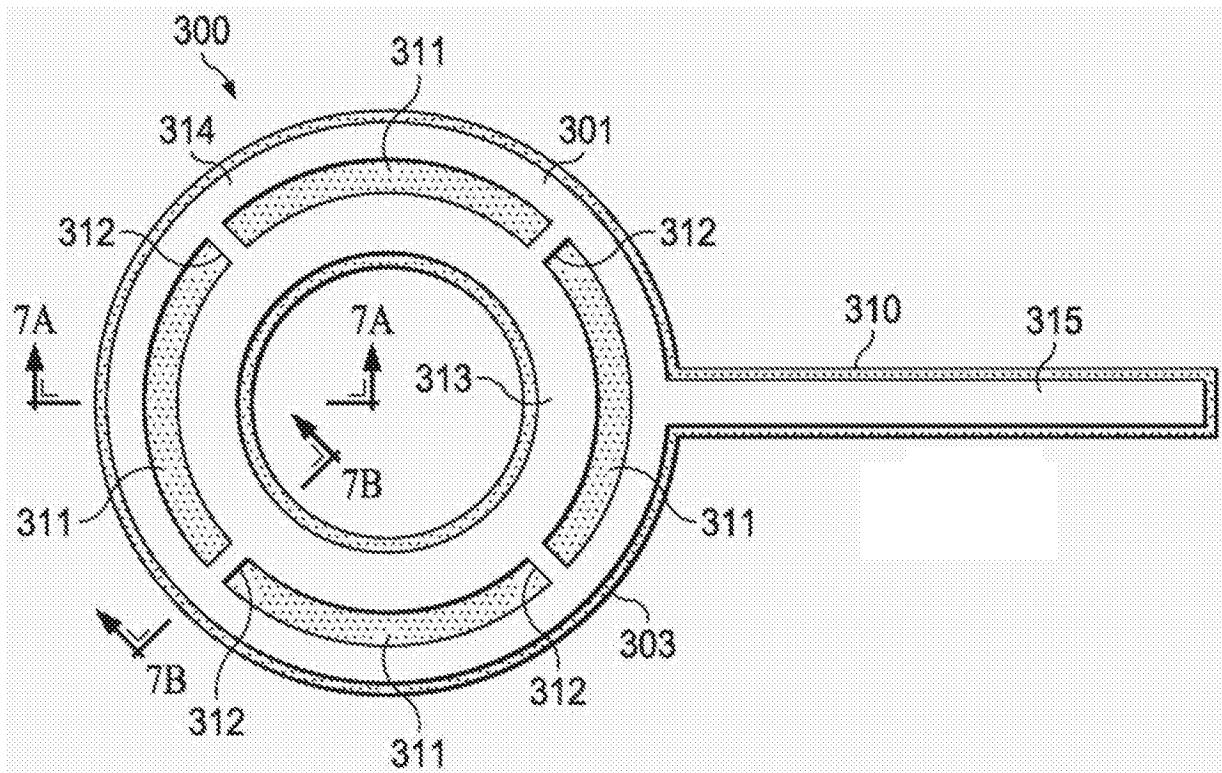


图7

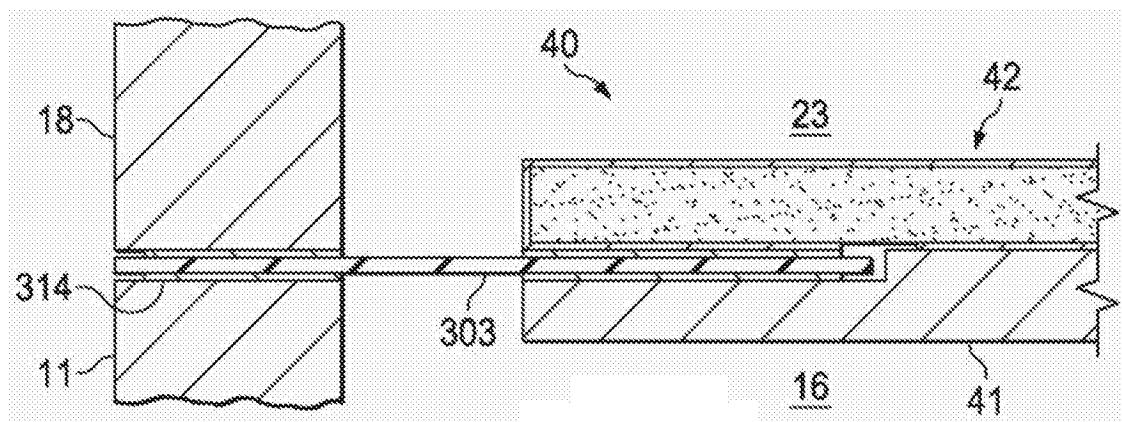


图7A

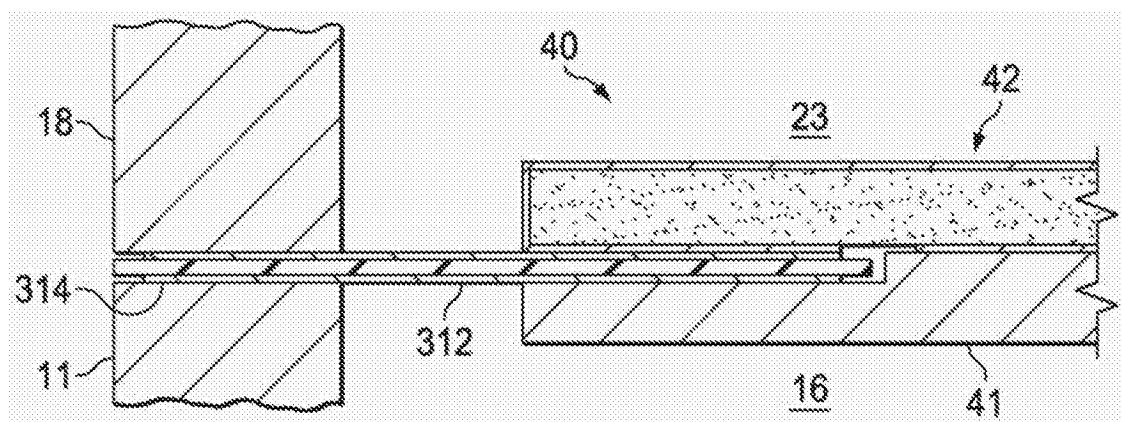


图7B

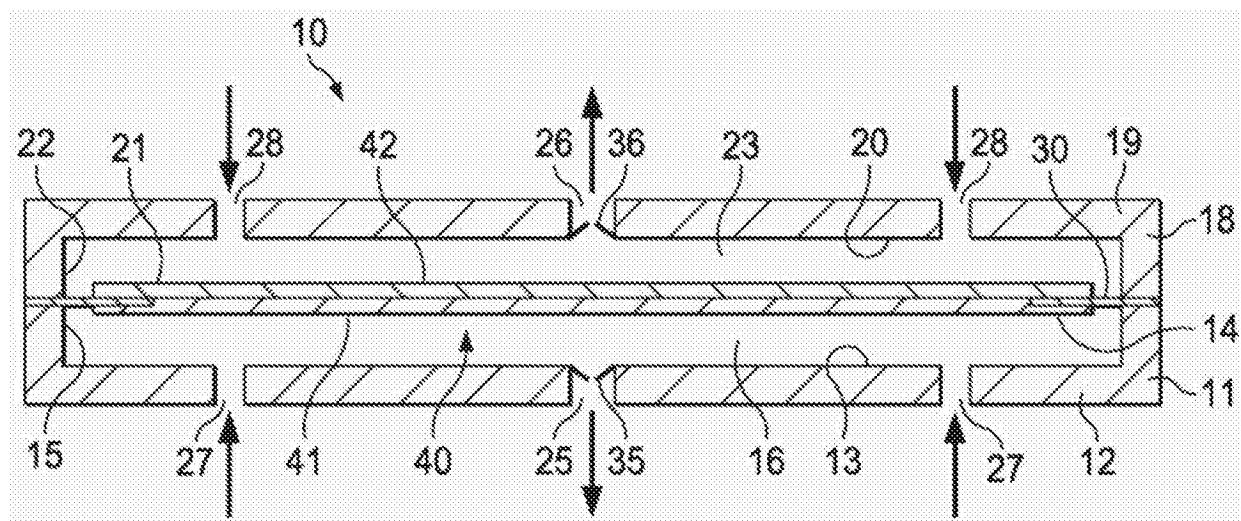


图8

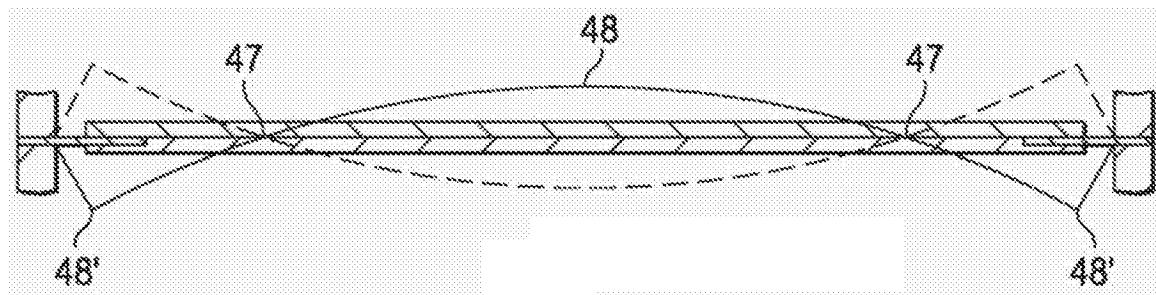


图8A

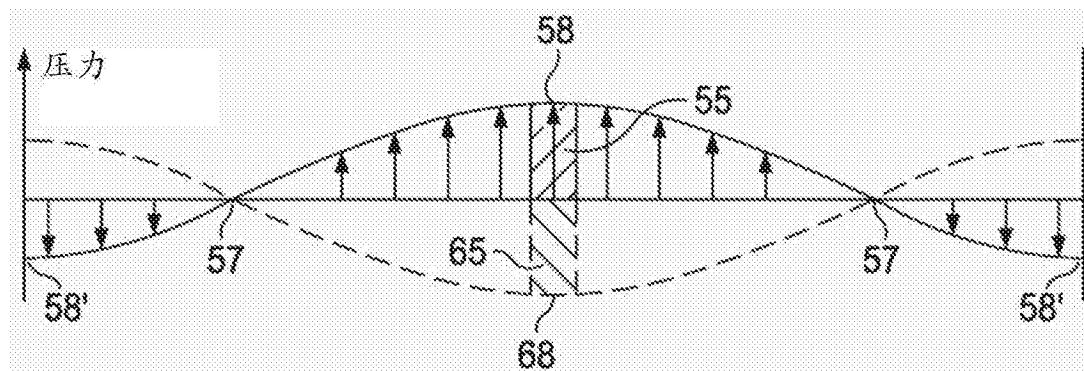
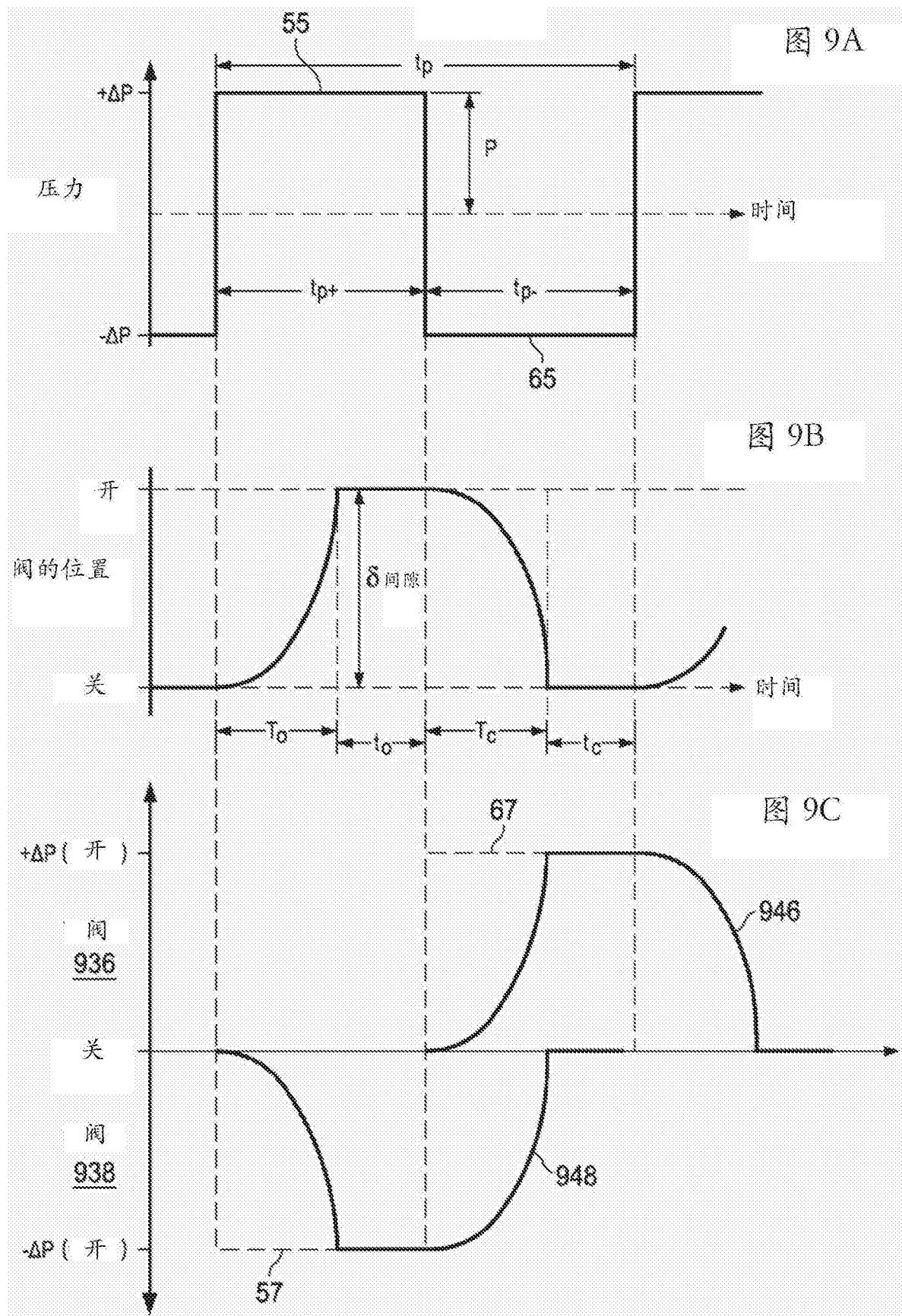


图8B



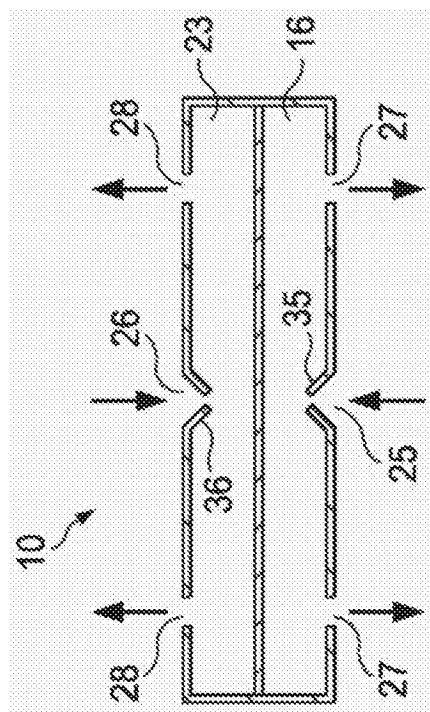


图10A

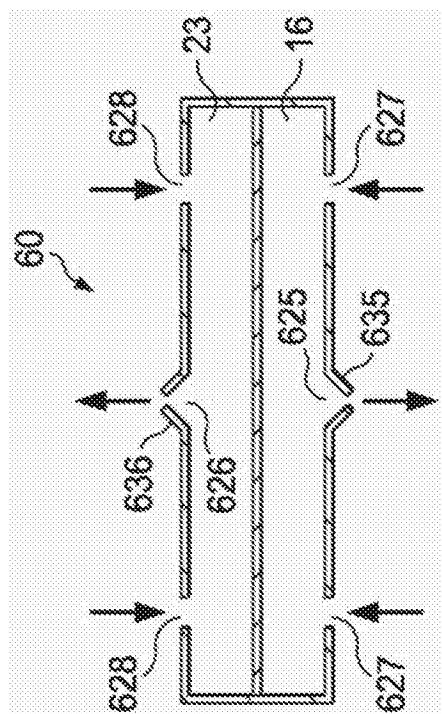


图10B

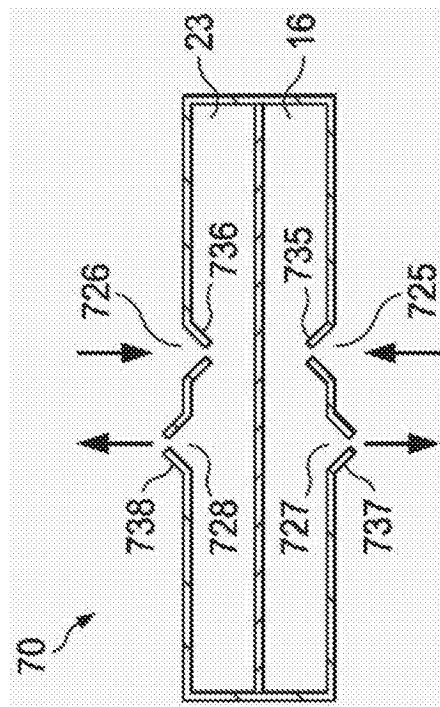


图10C

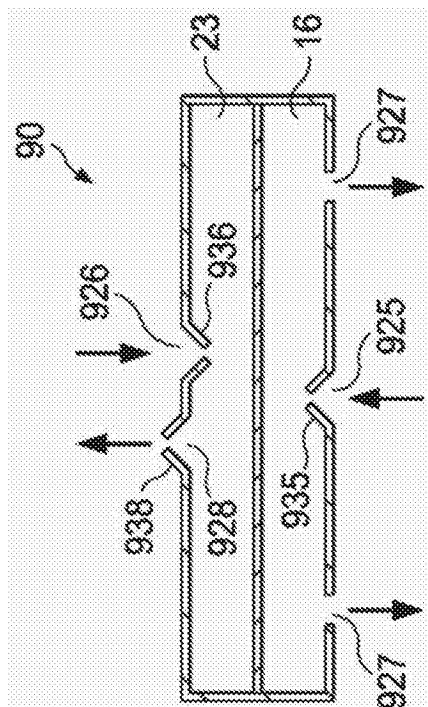


图10D

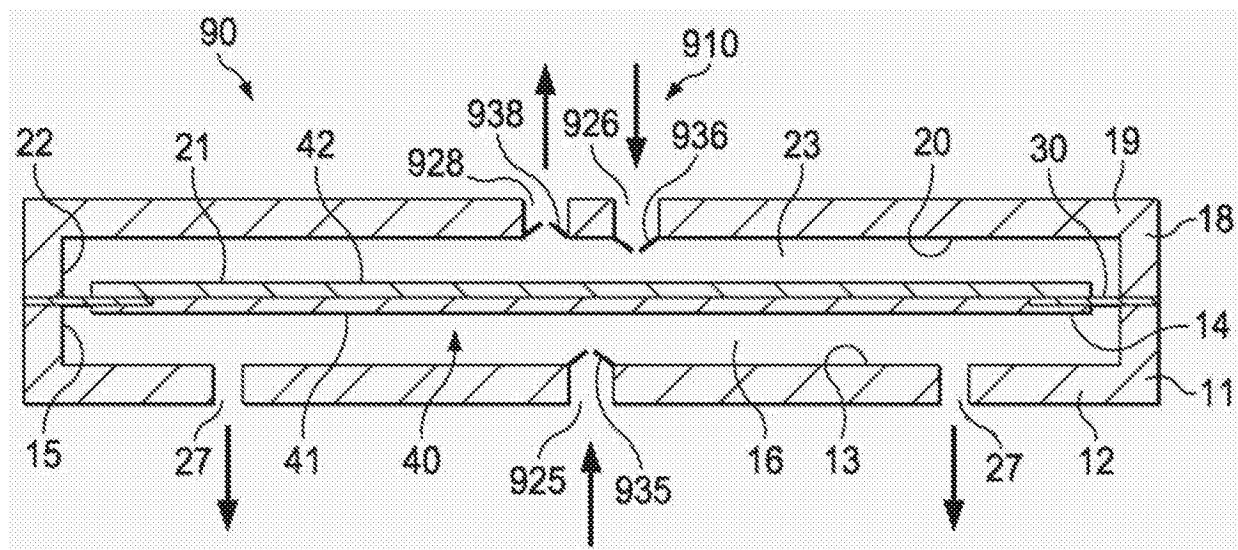


图11

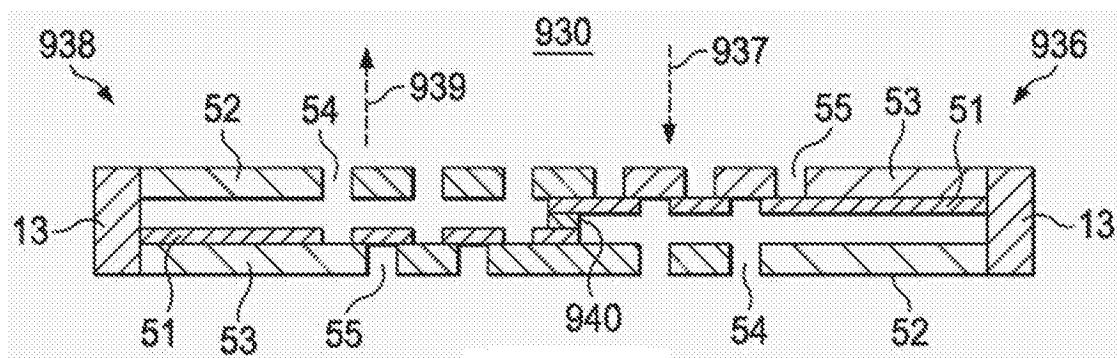


图12

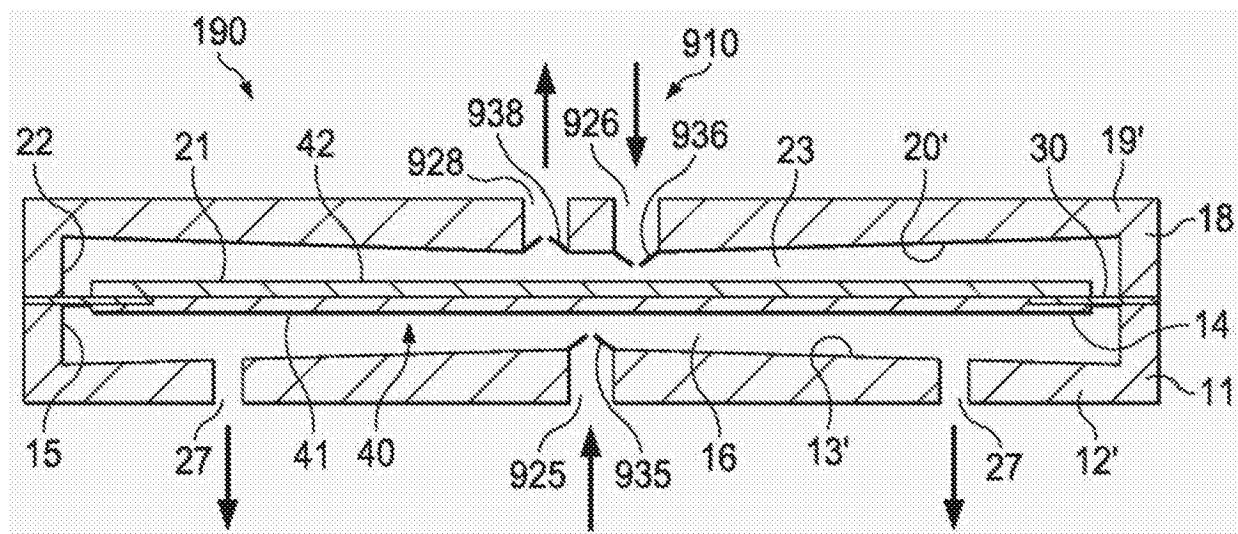


图13

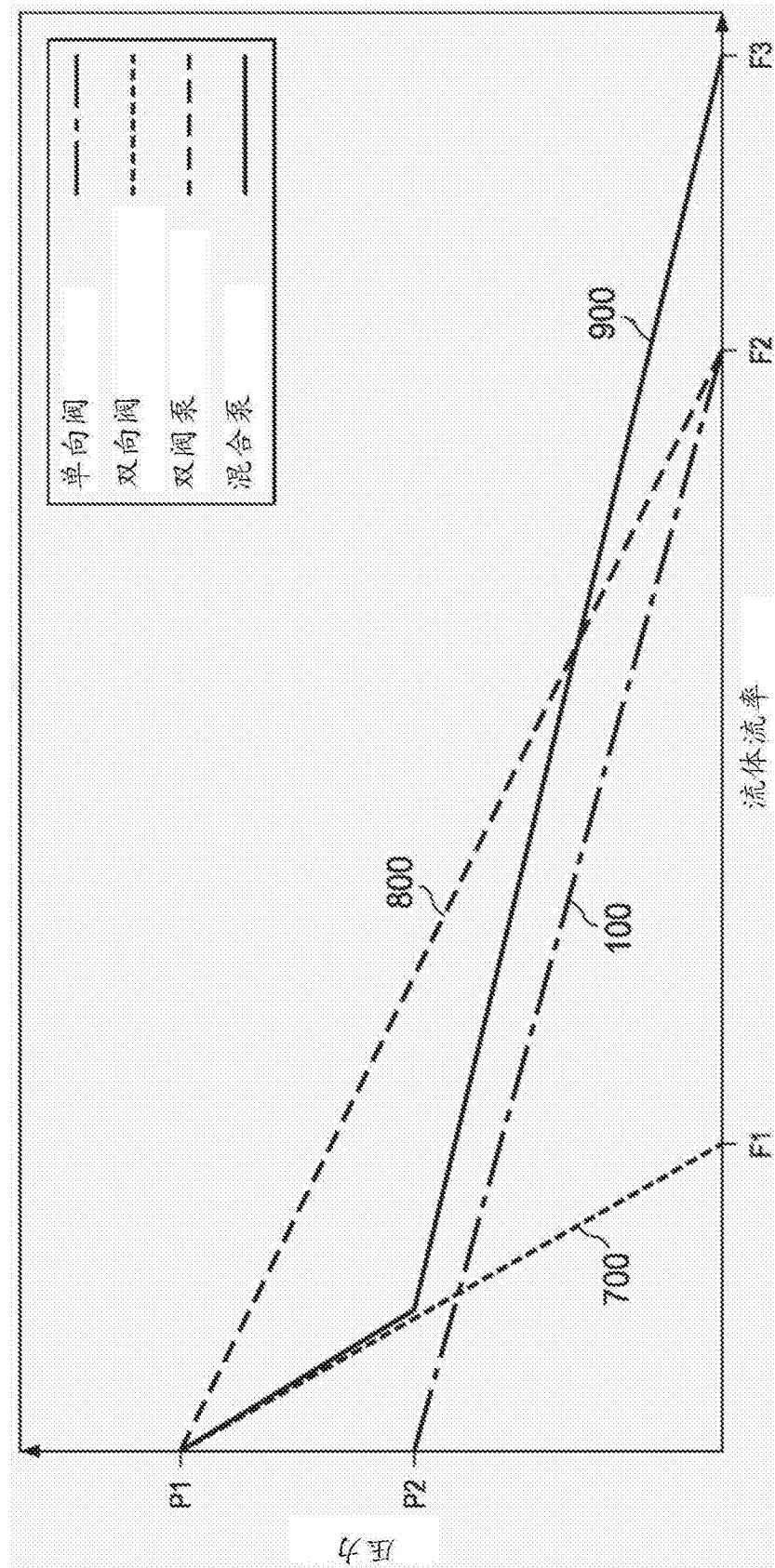


图14