



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102088652 B

(45) 授权公告日 2013.05.15

(21) 申请号 201010276024.1

12页第0128至第0131段、附图2F.

(22) 申请日 2006.03.21

US 4283649 A, 1981.08.11, 全文.

(30) 优先权数据

US 6545384 B1, 2003.04.08, 全文.

11/085,804 2005.03.21 US

CN 1430794 A, 2003.07.16, 全文.

(62) 分案原申请数据

CN 1505845 A, 2004.06.16, 全文.

200680008946.6 2006.03.21

审查员 陈世元

(73) 专利权人 人工肌肉有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 乔恩·赫姆

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 李冬梅 郑霞

(51) Int. Cl.

H04R 19/02(2006.01)

F04B 43/00(2006.01)

F04B 43/04(2006.01)

G02B 7/10(2006.01)

H01L 41/09(2006.01)

(56) 对比文件

US 2004/0263028 A1, 2004.12.30, 说明书第

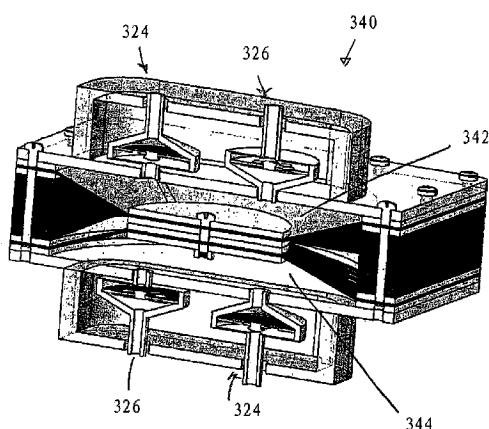
权利要求书1页 说明书14页 附图20页

(54) 发明名称

电活性聚合物换能器

(57) 摘要

公开了一种电活性聚合物结构，其可将电能转换为机械能，反之亦然。本主题的换能器（致动器、发电机、传感器或其组合）都需要用于以所需构型来预加载弹性体薄膜电极和电介质聚合物的框架部件或固定部件。这个结构在推拉式装置中整体偏置，或由另一个部件来预加载 / 偏置。



1. 一种换能器装置，包括：

开放式框架；以及

电活性聚合物材料，其固定在所述框架内，且所述电活性聚合物材料的中心区域形成膜片，

其中，所述中心区域具有比相邻电活性聚合物材料低的柔韧性，其中所述电活性聚合物材料被伸展成凹形或凸形，且其中所述中心区域包括通过弹簧耦合到所述框架的刚性的帽，以便将所述电活性聚合物材料偏置成凹形或凸形。

2. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中所述弹簧从板簧和线圈弹簧中选择。

3. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中所述膜片形成平截头体结构。

4. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中所述中心区域是无孔的。

5. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中所述中心区域具有内部开口部分。

6. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中装置适合于用作传感器。

7. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中装置适合于用作致动器。

8. 如权利要求 1 所述的换能器装置，包括至少两个膜片，其中所述至少两个膜片的每个伸展成平截头体的形状。

9. 如权利要求 8 所述的换能器装置，其中一个膜片偏置另一膜片。

10. 如权利要求 8 所述的换能器装置，其中所述平截头体的部分彼此反向面向。

11. 如权利要求 8 所述的换能器装置，其中所述平截头体的部分彼此面向。

12. 如权利要求 8 所述的换能器装置，其中所述中心区域是固定在一起。

13. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中所述电活性聚合物材料包括多个独立编址部分。

14. 如权利要求 1 所述的换能器装置，其中通过在所述电活性聚合物材料两端施加电压改变所述凹形或凸形。

15. 一种换能器组件，包括多个堆叠的如权利要求 1 所述的膜片，其中所述中心区域具有比相邻电活性聚合物材料低的柔韧性，其中所述电活性聚合物材料被伸展成凹形或凸形，且其中所述中心区域包括通过弹簧耦合到所述框架的刚性的帽，以便将所述电活性聚合物材料偏置成凹形或凸形。

16. 如权利要求 15 所述的换能器组件，其中堆叠的膜片串联连接。

17. 如权利要求 15 所述的换能器组件，其中堆叠的膜片平行连接。

18. 如权利要求 15 所述的换能器组件，其中堆叠的膜片的一部分面向一个方向，而堆叠的膜片的另一部分面向相反的方向。

电活性聚合物换能器

[0001] 本申请是申请日为 2006 年 3 月 21 日,申请号为 200680008946.6,发明名称为“电活性聚合物换能器(此为变更后的名称,原名称为:高性能电活性聚合物换能器)”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明一般涉及电活性聚合物结构,其可将电能转换为机械能,反之亦然。特别地,本发明涉及预应变聚合物致动器和换能器的框架和网状构型。

背景技术

[0003] 当前使用的大量各种装置依赖于一种或另一种致动器(actuator),来将电能转换为机械能。此致动器给这些产品“赋予生命”,驱动它们运转起来。相反地,许多发电应用的操作是通过将机械运动转换为电能。以这种方式用来获取机械能的这种类型的致动器可被称为发电机。同样地,当这种结构被用来将诸如振动或压力的物理刺激转换为用于测量目的的电信号时,它可被称为换能器。然而,“换能器(transducer)”这一术语可被用来统称这些装置。无论采用什么名字,利用电活性聚合物(electroactive polymer)的新一类元件能够经配置后提供这些功能。

[0004] 特别是对于致动器和发电机的应用,许多设计考虑关注于选择和使用基于高级电活性聚合物技术的换能器。这些考虑包括有势力(potential force)、功率密度、能量转换/消耗、尺寸、重量、成本、响应时间、占空比、运行要求、环境影响等等。由 SRI International and licensee Artificial Muscle 公司研发的电活性聚合物人造肌肉(Electroactive Polymer Artificial Muscle,EPAMTM)技术,在每一个范畴中相对于其它可用技术处于领先地位。在许多应用中,EPAMTM技术完美地替代了压电式的形状记忆合金(SMA)以及诸如电动机及螺线管等电磁装置。

[0005] 作为一种致动器,EPAMTM技术通过在由弹性电介质聚合物隔开的两个弹性薄膜电极上施加电压来操作。当向这些电极施加电压差时,反向充电的构件相互吸引,从而对彼此间聚合物产生压力。这个压力将电极拉到一起,导致电介质聚合物变得更薄(z 轴分量收缩),而沿平面方向延展(聚合物薄膜的 x 和 y 轴伸长)。另一个因素驱使聚合物薄膜变薄和延展。分布在各个弹性薄膜电极上的类似(同样)电荷导致嵌入至薄膜内的导电粒子相互排斥,从而使聚合物薄膜相连的弹性电极和电介质延展。

[0006] 利用这种“形状记忆”技术,Artificial Muscle 公司正在研发一系列的新型固态装置,以便用于各种各样的工业、医疗、消费者和电子应用。当前产品的体系包括:致动器、电动机、换能器/传感器、泵和发电机。致动器由上面讨论的操作来使能。当材料发生物理变形时,发电机和传感器依靠改变电容来使能。

[0007] Artificial Muscle 公司现已引入了许多基本的“齐全即可使用(turnkey)”类型的装置,这些装置可用作构建部件以取代现有装置。每个装置都采用支架或框架结构来对电介质聚合物进行预应变(pre-strain)。据观察,预应变改善了聚合物的电介质强度,由此

通过容许更高的场电势而改善电能和机械能之间的转换。

[0008] 这些致动器中，“弹簧辊”类型的线性致动器是通过在螺旋状弹簧周围覆盖 EPAMTM 材料层来制备的。将 EPAMTM 材料连接至弹簧末端处的帽 / 罩以固定其位置。弹簧体支撑对 EPAMTM 的径向或圆周方向的预应变，而弹簧长度方向的压缩提供了轴向预应变。所施加的电压使得薄膜在厚度上向下挤压而在长度方向上舒驰，从而容许弹簧（由此，整个装置）延展。通过形成电极以围绕圆周产生两个或多个单独处理的部分，电气激活一个这样的部分导致辊延伸以及整个结构远离那一侧弯曲。

[0009] 弯曲梁 (bending beam) 致动器的形成是通过沿着梁的表面粘贴一层或多层伸展的 EPAMTM 材料。当施加电压时，EPAMTM 材料在厚度方向上收缩，在长度方向上伸长。沿着梁的一侧上的长度增加导致梁远离活性层弯曲。

[0010] 成对的电介质弹性体薄膜（或者如上述“弹簧辊”的全套致动器组件）可布置为“推 - 拉 (push-pull)”构造。从一个致动器到另一个致动器切换电压可来回地移动组件的位置。激活系统的相对两侧使得该组件固定在中性点。如此配置后，致动器就像控制人手臂运动的相对的二头肌和三头肌那样动作。无论推 - 拉式结构包括固定至平面框架的薄膜部分，还是包括一个或多个相对的弹簧辊等等，一个 EPAMTM 结构都可用作另一个 EPAMTM 结构的偏置构件，反之亦然。

[0011] 另一类装置将一个多个薄膜部分放置在封闭式联动或弹簧铰链框架结构中。当使用联动框架时，一般利用偏置弹簧来预应变 EPAMTM 薄膜。弹簧铰链结构可能内在地包括必需的偏置。无论如何，施加电压将会改变框架或联动装置的构型，由此提供所需要的机械输出。

[0012] 膜片致动器 (diaphragm actuator) 的制作是通过在刚性框架中的开口上伸展 EPAMTM 薄膜。膜片致动器的已知实例是通过弹簧、通过设置在弹簧和 EPAMTM 之间的中间杆或柱塞，通过弹性泡沫材料或气压来直接进行偏置（即，推进 / 推出或者推上 / 推下）。偏置保证了当电极活性 / 厚度收缩而不只是起皱时，膜片将沿着偏置方向移动。膜片致动器能够使容量移动位置，使它们适合用作泵或扬声器等等。

[0013] 还可以构造出更为复杂的致动器。“inch-worm”和回转输出类型的装置提供了实例。关于上面提到的装置以及其它装置的进一步描述和细节可在下面的专利和 / 或专利申请公开中找到：

- [0014] 6, 812, 624 电活性聚合物
- [0015] 6, 809, 462 电活性聚合物传感器
- [0016] 6, 806, 621 电活性聚合物回转电动机
- [0017] 6, 781, 284 电活性聚合物换能器和致动器
- [0018] 6, 768, 246 生物学驱动的电活性聚合物发电机
- [0019] 6, 707, 236 非接触式电活性聚合物电极
- [0020] 6, 664, 718 整体式电活性聚合物
- [0021] 6, 628, 040 电活性聚合物热电发电机
- [0022] 6, 586, 859 电活性聚合物活动装置
- [0023] 6, 583, 533 电活性聚合物电极
- [0024] 6, 545, 384 电活性聚合物装置

- [0025] 6, 543, 110 电活性聚合物制造
[0026] 6, 376, 971 电活性聚合物电极
[0027] 6, 343, 129 弹性体电介质聚合物薄膜声波致动器
[0028] 20040217671 轧制的电活性聚合物
[0029] 20040263028 电活性聚合物
[0030] 20040232807 电活性聚合物换能器和致动器
[0031] 20040217671 轧制的电活性聚合物
[0032] 20040124738 电活性聚合物热电发电机
[0033] 20040046739 易挠装置的导航方法以及设备
[0034] 20040008853 用于移动流体的电活性聚合物装置
[0035] 20030214199 用于控制流体流动的电活性聚合物装置
[0036] 20030141787 非接触式电活性聚合物电极
[0037] 20030067245 主 / 从电活性聚合物系统
[0038] 20030006669 轧制的电活性聚合物
[0039] 20020185937 电活性聚合物回转电动机
[0040] 20020175598 电活性聚合物回转离合器电动机
[0041] 20020175594 可变硬度的电活性聚合物系统
[0042] 20020130673 电活性聚合物传感器
[0043] 20020050769 电活性聚合物电极
[0044] 20020008445 节能的电活性聚合物和电活性聚合物装置
[0045] 20020122561 弹性体电介质聚合物薄膜声波致动器
[0046] 20010036790 电活性聚合物活动装置
[0047] 20010026165 整体式电活性聚合物
[0048] 为了提供关于基本技术和特性的背景和 / 或进一步细节, 通过引用将这些公开全部合并且此, 该基本技术和特征与本文所陈述的本发明方面相关联使用或相结合使用。
[0049] 尽管上面描述的装置提供了 EPAM™ 技术换能器的高性能实例, 但是仍然继续有志于研制更高效的 EPAM™ 换能器。由根据本发明的换能器所提供的效率增益可以在预应变的改进、与受驱动 / 驱动部件的接口、输出、可加工性等等方面来获得。本领域的熟练人员将理解这些可应用的优势。

发明内容

[0050] 本发明提供了许多 EPAM™ 换能器设计, 以扩大由此技术受让人 (Artificial Muscle 公司) 提供的“齐全即可使用 (turn-key)”工具的范围。这些设计都需要用于以所需构型来预加载弹性体薄膜电极和电介质聚合物的框架部件或固定部件。

[0051] 某些实施例包括推拉式子配件。本发明的一个方面可包括复杂的框架结构以紧密结合不同类型的致动器。本发明的另一个方面包括带有用于平面内和 / 或平面外输入 / 输出的可选推拉式致动器构造的框架结构。本发明的又一个方面集中于制造出更加坚固和 / 或更加容易加工的致动器结构。在这点上, 制造出平截头体形状的膜片致动器, 其中该结构的顶部包括有帽。此帽可为实心圆盘、圆环或其它形式的构造。该帽在相对的平截头体之

间提供稳定接触面,和 / 或提供了诸如弹簧的机械预加载部件。本发明还包括本主题换能器结构的有益应用。

[0052] 一个这样的应用是用于泵。泵可以使用单平截头体的致动器设计或双平截头体的致动器设计。在前一种情况下,平截头帽提供了稳定的表面来依靠它对该结构进行机械偏置。这种结构可制造得非常坚固和紧密。双平截头体设计不需要额外的预加载源。而且,其经配置后可用作双动泵。此外,使用串联放置的两个致动器提供了使摆动(stroke)加倍的可能。在本发明中也同样考虑了其它的串联致动器配置。

[0053] 另一个应用是用于照相机,其中镜头的位置由平截头体类型的致动器来操纵。此外,单平截头体或双平截头体设计都可被使用。根据使用其中一侧进行位置检测和预加载以及使用另一侧进行启动的观点,可能双平截头体方案合乎需要。另一个照相机的应用使用复杂的框架,其中平截头体类型的致动器控制镜头的位置,一个或多个平面致动器部件控制变焦。

[0054] 本主题换能器的另外可能应用包括阀、或阀控制元件、扬声器振膜、多轴位置传感器 / 操纵杆、振动器、触觉或力反馈控制装置、多轴致动器等。

[0055] “平截头体”从技术上说是处于两平行平面间的几何体的一部分。平截头体通常被认为是通过用一般平行于底部的平面来切除顶部而形成的圆锥体或棱锥的基部。当然,根据本发明的平截头体类型的致动器可采取已截去尖端的圆锥体的形式,由此具有圆形的横截面,或可使用各种横截面构型。

[0056] 取决于其应用,合乎要求的可选横截面几何形状包括三角形、正方形、五边形、六边形等等。通常,根据材料性能一致的观点,对称形状的构件将为所需。然而,对于给定的应用——特别是那些空间受限的应用,椭圆形、矩圆形、矩形或其它形状证明是更好的。本主题“平截头体”换能器的进一步变化也被考虑到了,即该形式的顶部和 / 或底部不必为扁平或平面,它们也不必平行。从最一般的意义上说,本发明中所使用的“平截头体”形状可认为是体积被截去顶端或在一端处加帽的主体。通常其端部具有更小的直径或更小的横截面面积。

[0057] 各种装置的动作可由本文所描述的特定致动器或其它致动器来驱动。然而,每一个装置在其设计中都加入有膜片。有利地,致动器的帽和装置的膜片为相同的一个,由此合并子配件。

[0058] 本发明提供了一种电活性聚合物换能器,包括:

[0059] 开放式框架和电活性聚合物材料,

[0060] 其中,所述聚合物材料由所述框架保持在拉伸状态从而形成膜片,其中所述膜片的中心部分具有比相邻材料低的柔韧性,

[0061] 其中,向所述装置施加电压来移动所述膜片。

[0062] 本发明所提供的换能器中,在膜片中可形成凹形。

[0063] 所述凹形可以为平截头体形状。

[0064] 连接到膜片的帽可形成所述柔韧性低的中心部分。

[0065] 换能器可以为致动器,并且所述帽可适合于沿着增加和减少凹形的深度的方向移动。

[0066] 帽可以为平面的,并且换能器可适合于沿着垂直于帽的表面的方向移动帽。

- [0067] 装置可包括扬声器、泵、阀、振动器、照相机或镜头中的一个。
- [0068] 换能器可适合于用作传感器或致动器。
- [0069] 换能器可包括至少两部分电活性聚合物材料。
- [0070] 聚合物材料部分可配置为相互远离的凹形。
- [0071] 聚合物材料部分可配置为相互面对的凹形。
- [0072] 聚合物材料部分实质上可以是平面的。
- [0073] 聚合物材料部分实质上可以是彼此平行的。
- [0074] 换能器还可包括放置在聚合物材料部分之间的隔片和连接到所述隔片的杆。

附图说明

- [0075] 这些图说明了本发明的典型方面。这些图为：
- [0076] 图 1A 和 1B 表示 EPAM™ 层的相对两侧；
- [0077] 图 2 是 EPAM™ 叠层的装配图；
- [0078] 图 3 是 EPAM™ 平面致动器的装配图；
- [0079] 图 4A 和 4B 分别是平面换能器构型的装配图和立体图；
- [0080] 图 5 是图 4A 和 4B 中的装置的顶视图，该装置电连接以便进行平面启动 (planar actuation)；
- [0081] 图 6A 和 6B 分别是图 4A 和图 4B 中的换能器的装配图和立体图，其设置为备选的平截头体构型以便进行平面外启动 (out-of-plane actuation)；
- [0082] 图 7A-7C 图解说明了平截头体形状致动器的几何形状和操作；
- [0083] 图 8 是多相位的平截头体形状致动器的顶视图；
- [0084] 图 9A 是另一种平截头体形状的致动器的装配图，以及图 9B 是具有交错框架结构的同一个基本致动器的侧视图；
- [0085] 图 10 是平行堆叠型的平截头体换能器的截面立体图；
- [0086] 图 11 是表示带有平截头体形状换能器的可选输出轴装置的侧面剖视图；
- [0087] 图 12 是备选的倒置平截头体换能器构型的侧面剖视图；
- [0088] 图 13 是线圈弹簧偏置的单平截头体换能器的截面立体图；
- [0089] 图 14 是板簧偏置的单平截头体换能器的立体图；
- [0090] 图 15 是重物偏置 (weight biased) 的单平截头体换能器的立体图；
- [0091] 图 16 是串联配备以便增大摆动的平截头体形状换能器的立体图；
- [0092] 图 17 是提供各种类型换能器的可重新装配的初步系统的立体图，以及图 18A-18C 是关于图 17 中系统的各种可选构型的装配图；
- [0093] 图 19A 是利用平截头体致动器来控制聚焦的照相机镜头组件的截面立体图；图 19B 是带有图 19A 所示系统的照相机元件的装配图；
- [0094] 图 20 是利用另一种类型的平截头体致动器来控制聚焦的照相机镜头组件的截面立体图；
- [0095] 图 21A 是利用致动器组合来控制每一个变焦和聚焦的另一种照相机镜头组件的截面立体图，图 21B 是带有图 21A 所示系统的照相机元件的装配图；
- [0096] 图 22A 和 22B 分别是表示控制变焦的可选装置的立体图，图 23A-23C 是表示图 22A

和 22B 中换能器配置的致动的渐进阶段的立体图；

[0097] 图 24A 是阀机构的装配图，图 24B 和 24C 是图解阀启动的图 24 中阀的侧面剖视图；

[0098] 图 25–27 是不同阀构型的侧面剖视图；

[0099] 图 28 是根据本发明的压力测量换能器的侧面剖视图；

[0100] 图 29A 是主动止回阀的侧面剖视图；图 29B 是图 29A 所示结构的立体图；

[0101] 图 30A 和 30B 是设置在专用外壳内的同轴 (inline) 阀的侧面剖视图；

[0102] 图 31A 和 31B 是表示利用平截头体形状致动器的第一个泵的变化的截面立体图；

[0103] 图 32 和 33 是表示利用平截头体形状致动器的其它泵变化的截面立体图；

[0104] 图 34 是利用上述图示的各种阀和泵的集成流控制系统的立体图；

[0105] 图 35 是表示带有结合泵膜片形成的集成止回阀的泵外壳的立体装配图；

[0106] 图 36 是表示包含止回阀的另一种泵组件的立体装配图；

[0107] 图 37 是振动器部件的立体图；

[0108] 图 38 是触觉反馈控制器的截面立体图；以及

[0109] 图 39 是利用若干平截头体和 / 或双平截头体换能器的扬声器系统的立体图。

[0110] 考虑了根据图中所示的本发明的变化。

具体实施方式

[0111] 本发明的各种典型实施例如下描述。首先描述各种致动器 / 换能器实施例。接着，描述任选结合这种装置的系统。最后，描述加工技术、使用和成套工具的应用方法，后面有对所考虑到变化的讨论。对这些例子所做的标记并无限制意义。提供它们是更广泛地举例说明本发明的适用方面。

[0112] 换能器

[0113] 图 1A 和 1B 表示 EPAM™ 层 10 的相对两侧。该层包括夹入弹性薄膜电极中间的电介质聚合物。图 1A 表示绘制有“热”电极 12 和 14 的层的侧面。每一个电极都连接至导线 16。图 1B 表示绘制有公共“地”电极 18 的层 10 的相对侧，电极 18 连接至单个导线 16。

[0114] 如图 2 所示，多个薄膜层 10 堆叠，并且以伸展的状态保持于框架零件 20 内。许多单独的 EPAM™ 层 10 有利地堆叠以形成复合层 10'。这样做增大了系统的有势力。所堆叠的层的数目从 2 到 10 或更多。通常，应当堆叠偶数层，以便接地电极都朝向任何暴露面以提供最大的安全性。无论如何，EPAM™ 层或多个 EPAM™ 层可以总称为 EPAM™ “薄膜”。

[0115] 由于在框架中紧固有一层或多层材料，所以可使用该框架来构造复杂的换能器机构。图 3 表示在现有技术中已知的这样一种结构。此处，单独的卡盘 (cartridge) 部件 22 紧固于辅助部分或主体框架部分 24。可结合任意的薄膜框架和中间框架构件来得到一个组合（即，如所示用紧固件来连结，粘结在一起等等）框架结构 26。隔片 28 为输入 / 输出杆 30 提供了接触面，该输入 / 输出杆经导孔 32 由框架来支撑。隔片通过互补的支架 34 与薄膜相连结，该支架 34 利用隔片来粘结或夹持 EPAM™ 薄膜。

[0116] 为了启动根据图 3 而构造的装置，对电极 12 或 14 中的一个施加电压。通过对一侧施加电压，该侧扩张，而另一侧放松其预加载并且收缩。其它的启动模式参照上面。

[0117] 根据本发明的第一个装置可以类似构造和操作。图 4A 和 4B 提供了根据本发明

的换能器 40 的装配图和立体图,能够两者择一地将其配置为平面启动 (如图 3 中的装置) 和平面外启动。如同参照前面图中所描述的装置一样,框架 20 支撑接地电极朝外的层 10/10'。

[0118] 此外,单独的卡盘部件 22 用辅助框架 24 和其间的隔片 28 来堆叠,隔片提供为框架所支撑的输入 / 输出杆 30 提供了接触面。然而,在此构造中的隔片 28 被连接至大体上呈正方形的帽 42 元件。更为对称的接触面部分提供如下将说明的优势。图 4B 表示已装配好的装置。此处,将框架 26 表示为一个完整的单元。

[0119] 至于装置的启动,图 5 表示了一个基本的电路图,其中向电路的 A 侧和 B 侧相对于接地通电,从而导致杆 30 沿着 X 轴相对于框架做往复运动。

[0120] 然而,在另一种构造中,同样的 EPAM™ 层卡盘能够用于制造适于向平面外或 Z 轴输入 / 输出的换能器。图 6A 和 6B 图解说明了这样的一种装置。此外,换能器 50 组件可使用一个更厚的主体框架 24'。通过利用这种框架和省略隔片,当将帽 42 彼此紧固时,它们生成相互面对或相互远离的深的凹形状 52。为了驱动换能器做简单地 Z 轴运动,通过施加电压,使其中一个凹面侧 / 平截头体侧扩张,而使另一侧松弛。这样的动作增加了一个凹形状 52 的深度,而减少了另一个凹形状的深度。在最简单的例子中,所产生的运动通常垂直于帽的平面。

[0121] 图 7A-7C 图解说明了这些凹面 / 凸面或平截头体形状的致动器在简化的二维模式下的运行方式。图 7A 说明了换能器平截头体形状的由来。无论当从上面观察时是圆锥形、正方形还是椭圆形等等,从侧面提供截去顶端的形状 60 是通过修改现有膜片致动器的构造来得到,这一修改是向此结构的顶部 (或底部) 加帽。当处于张力之下 (under tension) 时,帽 42 改变了 EPAM™ 层 10/10' 应有的形状。在这个例子中,当一个集中载荷拉伸薄膜时,这个薄膜可能呈现圆锥形 (如由界定三角形顶部 62 的虚线所指示)。然而,当加帽或改变以形成更加刚硬的顶部结构时,按图 7A 中的实线 64 所指示将这个形状截平。

[0122] 如此修改这个结构基本上改变了其性能。其一,它分散了压力,不然该压力将集中于结构 66 的中点而不是围绕主体的外围 68。为了影响这种力分布,向 EPAM™ 层添加帽。可能使用粘结结合。另外,可以使用诸如热结合、摩擦焊接、超声焊接的任意可行技术来粘结该组合件,或者将该组合件机械锁紧或钳制到一起。而且,此加帽结构可包括一部分薄膜,通过一些热、机械或诸如硫化等化学工艺,来充分地使得该部分薄膜更加刚硬。

[0123] 通常,帽部分将按规定尺寸制作,以生成足够长度的周长来充分分散施加到材料上的压力。帽的尺寸与支撑 EPAM™ 层的框架的直径之间的比率可能变化。显然,用于帽的圆盘、正方形等等的尺寸在更高的压力 / 作用力施加下将变得更大。对于 EPAM™ 层的给定拉伸量,这个结构的相对截断 (对比于集中载荷的圆锥、压力偏置的圆顶等等) 对减少换能器在使用中所占据的总体积 / 空间尤为重要。而且,在平截头体类型的膜片致动器中,帽或膜片 42 元件可用作有源元件 (例如在给定系统中的阀座等等)。

[0124] 由于形成或适当地设置更加刚硬或充分刚硬的帽部分,所以当由框架所罩入的 EPAM™ 材料沿着垂直于帽的方向拉伸时 (通过比较图 4A/4B 和 6A/6B 所示的 EPAM/ 框架构造可观察到),它将产生截平形状。否则,EPAM™ 薄膜充分保持扁平或平坦。

[0125] 返回图 7A,由于帽 42 限定了稳定的顶面 / 底面,所以该结构的所连结 EPAM™ 聚合物侧 10/10' 呈一个角度。当不被启动时,设置 EPAM™ 的角度 α 的范围可为 15 到大约 85

度。更典型地,该角度可在大约 30 到 60 度范围内。当施加电压以便压缩 EPAMTM 材料并且使其沿着平面范围增长时,它呈现第二个角度 β ,在几乎同样的范围内加上大约 5 到 15 度。最佳角度可根据应用的技术要求来确定。

[0126] 单侧平截头体换能器还有双侧结构都在本发明所考虑的范围内。为了预加载,单侧装置利用任何与帽相接触的弹簧(例如,线圈、恒力或滚动弹簧、板簧等等)、气压或液压、磁吸力、重物(以便其重力提供对系统的预加载),或这些方法的任意组合以及其它。

[0127] 在双侧平截头体换能器中,一侧通常提供对另一侧的预加载。还有,这种装置包括有额外的偏置零件/构件。图 7B 图示说明了基本的“双平截头体”架构 70。此处,沿着连接部分 27, EPAMTM 材料的相对层或 EPAMTM 薄膜的一侧和基本弹性聚合物的一侧在张力之下保持在一起。这个连接部分 27 通常包括一个或多个刚性或半刚性的帽元件 42。然而,通过将聚合物的两层在其连接处粘附在一起,材料的结合区域以最基本的方式独自地提供相当硬或更缺少柔韧性的帽区域,以得到稳定的换能器连接部分。

[0128] 然而构造后,双平截头体换能器如图 7B 所示运转。当对一个薄膜侧 74 通电时,其松弛并且用更少的力拉着,从而释放在偏置侧 74 中存储的弹性能量,并且通过力和摆动来工作。这种运动由图 7B 中的虚线来指示。如果两个薄膜元件都包括 EPAMTM 薄膜,那么致动器可相对于中心位置(由图 7A 和 7B 中的实线表示)向内/向外或向上/向下移动,如双箭头 80 所示。

[0129] 如果只提供一个活动侧 74/76,受迫运动被限制于中心位置 82 的一侧。在这种情况下,装置的不活动侧可能简单地包括弹性聚合物以提供预加载/偏置(如上面所提及),或包括 EPAMTM 材料,电连接该材料以专门感知电容的变化,或者用作发电机以便采用再生电容的形式来恢复装置中运动或振动输入。

[0130] 根据本发明换能器的进一步任意变化包括提供多角度/多轴感应或启动。图 8 表示带有三个(92, 94, 96) 可独立编址的区域或相位的圆环形 EPAMTM 卡盘 90 结构。当配置为致动器时,通过施加不同的电压,该部件扩张各异,从而引起帽 42 倾斜一个角度。这种多相位装置能够取决于控制方式提供多方向倾斜和平移。当配置用于传感时,从杆或其它紧固件或连接件到帽的输入引起角度偏转,这可以通过材料电容的变化来测量。

[0131] 如图 8 所示的 EPAMTM 部件是圆形的。图 9A 提供圆平截头体换能器 100 的装配图。所使用的主体框架构件 24 是实心的,与使用在上面图 4A-6B 所示的组合式或可拆合式的致动器中的相类似。然而,图 9A 所示的装置为专用膜片型致动器(虽然它可能使用如图 8 所示的多相位结构)。这种致动器的另一可选择结构如图 9B 所示。此处,用简单的框架隔片 24” 来替代整体式框架部件 24。

[0132] 图 10 表示另一个结构变换,其中换能器在双平截头体装置 100 的每一侧上包括有多个卡盘层 22。各个帽 42 组合或堆叠在一起。为了容纳所增加的厚度,多框架部件 24 同样可相互堆叠在一起。

[0133] 回想到每个卡盘 22 都可使用复合式的 EPAMTM 层 10'。使用一种方法或两种方法一同使用来增加本装置的输出潜力。此外,可设置堆叠形式(在装置的一侧或两侧上)的至少一个卡盘构件用于感应,这与启动相反,其有利于主动的致动器控制或操作验证。关于这种控制,任意类型的反馈技术,例如 PI 或 PID 控制器,都可在该系统中使用,以非常准确和/或精确地控制致动器的位置。

[0134] 图 11 是表示带有平截头体类型换能器 110 的可选输出轴装置的侧面剖视图。在帽元件任意一侧上的带螺纹的轴套 112 提供了用于机械输出的连接装置。该轴套可为与帽相连接的分立元件或可与帽形成为一体。尽管所示为内螺纹装置, 还可使用外螺纹轴。这种装置可包括单根轴, 该轴穿过帽转动并且用螺帽以典型阻塞 - 螺帽 (jam-nut) 配置固定于任意一侧。其它的紧固件或连接选择同样也是可能的。

[0135] 图 12 是备选换能器 120 构造的侧面剖视图, 其中代替使用了两个相互远离的凹体结构, 这两个凹体 / 平截头体部件 122 彼此面对。用以迫使薄膜成型的对 EPAM™ 层的预加载或偏置由帽 42 之间的垫片或隔片 124 来保持。如所示, 该隔片包括环体。在本发明的这一变化以及其他变化中, 帽可能还包括有开口。还注意到, 图 12 中的本发明的向内面对的变化在单独的卡盘部件 22 之间不需要中间框架构件 24。实际上, 在装置两侧上 EPAM™ 层能够相互接触。因此, 在安装空间有限的情况下, 本发明的这一变化可提供帮助。下面还讨论了这个装置构造的进一步用途。然而, 首先描述用于平截头体类型的致动器的其它偏置方法。

[0136] 特别地, 图 13 提供了线圈弹簧偏置的单平截头体换能器 130 的截面立体图。此处, 插入到帽 42 和与框架相连的挡板墙 134 (或框架自身的一部分) 之间的线圈弹簧 132 偏置 EPAM™ 结构。在如图 14 所示的换能器 140 中, 板簧 142 偏置换能器的帽部分。所示板簧 142 在帽的另一侧上通过螺栓 146 或者固定在螺栓和螺帽 (未显示) 之间的隔片来连接到轴套 144。板簧的两端由支架 148 来引导。在图 15 所图示的另一个换能器例子 150 中, EPAM™ 薄膜可由单一重物 152 来偏置, 该单一重物与帽 42 相连结或与帽 42 形成为一体。尽管为了便于观看而将装置表示成向上倾斜, 但它通常水平运行, 以便重物上的重力拉伸可将换能器沿着 Z 轴对称地偏置。

[0137] 基于上面, 应当显而易见, 可以改变本主题换能器的许多参数来适应于给定的应用。非穷举的列表包括: 输出紧固件或与帽相连的连接装置 (它可能为带螺纹的轴套, 隔片、轴、环、圆盘等等); EPAM™ 薄膜上的预应变 (大小、角度或方向等等); 薄膜类型 (硅树脂、丙烯酸树脂、聚氨酯等等); 薄膜厚度; 活性层对非活性层; 层的数量; 薄膜卡盘的数量; 相位的数量; 装置“侧”的数量以及装置侧的方向。

[0138] 系统

[0139] 在更为复杂的组件中还可使用任意的本主题换能器。图 16 提供了一种换能器实例 160, 其中许多平截头体类型的换能器子单元 100 串联堆叠用于增大摆动。而且, 向内面对的双平截头体换能器 120 通过与其框架 20 相连接来提供第二个输出相位。当这个构件的高度因其内部空间 (如上所指) 而稳定时, 框架的位置可活动来提供第二阶段输出或输入。

[0140] 除了中心阶段 120 之外, 在外部换能器 100 之间使用简单的隔片来实现增大基本摆动的目的。为了进一步增大摆动, 于是, 又一个如此堆叠可被设置在第一个堆叠上。为了提供另一个启动阶段, 可以采用其它向内面对的换能器。再一种变化考虑到用向外面对的换能器和向内面对的换能器配对成致动器传感器对。自然地, 其它的组合也落入本发明的范围内。

[0141] 结合图 17 来图示说明由本发明提供的另一个非常灵活的问题解决方法或实验式方法。此处, 所示为可提供各种类型换能器的可重新装配的初步系统 170。图 18A-18C 是

关于图 17 中系统的各种可选构造的装配图。利用如图 18A 所示的元件堆叠装置 172，系统 170 适于用作平面致动器。利用如图 18B 所示的元件堆叠装置 174，系统 170 适于用作膜片致动器。利用如图 18C 所示的元件堆叠装置 176，系统 170 适于用作膜片泵。这个泵将在下面进一步详细描述。至于系统 170，此处只要说本主题架构本身倾向于具有极大的灵活性，这就够了。

[0142] 图 19A 提供了使用本发明的另一个应用的视图。这个图详细描述了使用平截头体类型的致动器 182 来控制聚焦的照相机镜头组件 180。换能器 184 的帽或膜片呈环状打开，以便光线可传到设置在壳体 188 内的镜头 186。所示板簧 190 与壳体相接触以偏置 EPAMTM 薄膜。

[0143] 如图 19B 所示，完整的照相机组件将至少包括护罩或盖子 192，内部框架元件 194，用于获取图像的 CCD196（电荷耦合器件）以及电子器件 198。可集成该电子器件来驱动整个装置，或板 200 上的电子器件可简单地提供 EPAMTM 致动器所需要的电压升高和控制。

[0144] 用于这种用途的合适电源模块包括 EMCO High Voltage Corp. (California) 的 Q、E、F、G 模块和 Pico Electronics, Inc. (New York) 的系列 V V 单元。当然，也可以使用定制的电源。无论如何，提及的电源不仅可用于照相机实施例中，还可用于变化本主题换能器的任意系统中。

[0145] 图 20 表示另一种照相机镜头组件 226。然而除了板簧外，这种设计使用双平截头体类型的致动器 100，其中装置 228 的预加载侧可能不是 EPAMTM 薄膜，而只是一个弹性体网状物。然而，如果侧 / 层 228 包括有 EPAMTM 材料，那么它可能最为有利地用于根据电容变化来感知位置。

[0146] 在本发明的另一种变化中，图 21A 表示一种照相机组件 210，其利用致动器组合 212 来控制变焦和聚焦。如前所述，该装置包括由根据本发明的膜片致动器 214 驱动的聚焦台。此外，该装置包括平面致动器 216 的变焦台支架。通常聚焦调节需要在 0.1 到 2.0mm 之间的运动；变焦通常需要那个摆动量的 5 至 10 倍。

[0147] 因此，变焦由不同类型的致动器来处理。在图 21A 中，变焦功能由一对相互交叉 (across) 的平面型换能器 216 来启动。益处在于每一个平面致动器和膜片致动器都由在普通框架部件 218 之上或上面伸展的 EPAMTM 薄膜来形成。这种功能由所示的双镜头布置来提供。变焦的实现改变镜头 186 和镜头 220 之间的距离。镜头 220 相对于镜头 186 的整体运动通过与变焦镜头框架 224 相连接的机械臂 222 来实现。

[0148] 组合使用的框架提供了根据本发明的另一种选项，其可适用于任意的情形，其中需要整体运动和精细调整，或者（如在照相机中）需要单独的运动部分。尽管未显示，但是也考虑到组合式框架的多个面可能独自地承载着膜片致动器或平面致动器。更进一步，可使用非直角的框架几何形状。

[0149] 关于本发明的照相机应用，能够将前述系统制造得非常紧凑。同样地，它们特别适用于紧凑型的数字或蜂窝电话的照相机。

[0150] 当具有更多的可用空间时，可以需要提供适于更长变焦行程的 EPAMTM 变焦 / 聚焦引擎来增加装置的操作范围。图 22A 和 22B 是表示备选平面照相机系统 230 的立体图，其中提供平面致动器的伸缩装置 232 来控制变焦。这些图表示了最小和最大变焦位置，分别如箭头 232,234 所指示。

[0151] 致动器的连接和操作方式由放大截面图来清晰描述,这些放大截面图由表示换能器堆叠启动阶段的图 23A-23C 来提供。这个渐进运动是如下实现的:通过将连续输出棒 238(部分隐藏)连接至框架部分 20,而最终输出杆 340 以及所连接的杆 30 浮动,或者更适合地,驱动变焦元件。

[0152] 本发明进一步包括许多流控制装置。这些装置包括有阀、混合器和泵。

[0153] 图 24A 为阀机构的装配图。阀 240 包括构成如上所讨论的双平截头体类型致动器 100 的部件。也就是,阀包括 EPAM™ 薄膜,该薄膜伸展于框架构件内并且由帽来固定。此外,阀 240 包括盖 242,其内部容纳有配件 244、246。

[0154] 图 24B 和 24C 是在图示阀启动的图 24A 中的阀的侧面剖视图。在图 24B 中阀是关闭的。帽 / 多个帽 42 用作膜片,在中央薄膜(通电或未通电)的情况下,在“正常关闭”的构造中,其阻塞运转中的配件 244。在图 24C 中,阀的打开是通过启动换能器,来沿箭头 248 的方向驱动帽 42,以容许流经在装置之内形成的腔体 250。

[0155] 图 25 表示另一种单面双平截头体膜片阀 260。这个装置的区别只在于,为了得到更宽范围的控制,而配备了锥形针状装置 262。

[0156] 图 26 表示三向混合阀 270。入口配件 272 被连接至与不同流体 / 气体源(未显示)相互连通的线路(未显示)。出口配件 274、276 被连接至普通的出口线路(未显示)。帽膜片 42 的位置,其可能随着双向箭头 278 的指示而变化,该位置支配能够进入出口配件的每一种不同流的比例。当然,这个装置还可包括像前述的其他阀那样的锥形针状阀,此处所描述的其它装置也同样可以包括有锥形针状阀。

[0157] 图 27 表示一种同轴阀 280。前述阀使用无孔膜片,在这种情况下的膜片 282 包括通孔 284。如此,流体能够通过配件 286 和 288 从装置的一侧流到另一侧,其中膜片 282 调整能够流经或流入运转中的配件 288 的流量。

[0158] 图 28 是根据本发明的压力测量换能器 290 的侧面剖视图。进入到腔体 292 的流体压力可通过与电容变化相关联来感知,电容变化是由伸展 EPAM™ 薄膜而引起的。与传统的 EPAM™ 膜片换能器相比,帽 42 为系统提供了新级别的稳健性。

[0159] 图 29A 和 29B 图示说明了可变“开裂压力(cracking pressure)”的止回阀 294。致动器 296 的 EPAM™ 材料伸展,以便帽以一定压力固定在阀杆 244 的远端。当对材料施加电压时,它的厚度收缩,并且沿箭头 298 的方向延伸,由此减少在阀连接处的预加载。当如此松弛后,处于相对低的压力下的流体能够经过帽 42(或阀针等)泄漏出,并通过配件 246 流出。

[0160] 图 30A 和 30B 提供了同轴阀构造 300 的视图,其中平截头体类型的阀 302 被设置于专用的壳体 304 内。在这种情况下,壳体经配置后可替换用于内燃机应用的蒸汽罐排气阀。图 30A 表示处于闭合配置的阀;图 30B 表示处于开启配置的阀。该阀通常是关闭的,在对 EPAM™ 薄膜施加电压的情况下开启。这个阀包括与帽或膜片 308 形成为一体的杆 306。除了使用双平截头体的设计来偏置之外,在单侧设计中可使用线圈弹簧 310。

[0161] 至于本主题系统的其它应用,接着将举例说明许多泵。这些泵可用于压力下的流体或气体传送,或用于产生真空。可将阀结构安装于泵体或形成在泵体内 / 与泵体形成为一体。

[0162] 图 31A 和 31B 表示使用双平截头体类型致动器 100 的第一个泵 320 和 320' 的变

化。每个装置都包括单个腔体 322 的膜片泵。与各种双平截头体换能器设计结合,可设置 EPAM™ 致动器部件用于如上面所讨论的单相位或两相位启动。泵包括一对被动止回阀 324、326,其中由流体(包括气体)压力推进的膜片 328 的运动两者择一地打开和关闭阀,这显而易见。

[0163] 图 31B 中的泵 320' 等同于图 31A 中的泵,除了其包括添加到帽 / 膜片 42 部分的膜片壁 330 之外。与在先前泵的变化中所使用的 EPAM™ 薄膜自身相比,壁 330 提供全面改进的腔体壁接触面(例如,一方面是不容易受到弹性变形的影响,提供更好的对于腐蚀性化学制剂的材料相容性)。

[0164] 类似于先前的装置,图 32 中所示的泵 340 使用被动止回阀 324、326。然而,它随着装置不同而变化,这是因为它可实现为集成的双腔体 342、344 或双工泵。此外,致动器可为单相位或双相位类型的换能器。

[0165] 图 33 表示一个腔体的泵 350。当然,它可重新组装为如图 32 中泵 340 的双腔体设计。然而,所关心的是在装置中使用的止回阀不是被动的,而是类似于或如上关于图 28 的所描述的 EPAM™ 阀 352、354。当然,可使用其它的 EPAM™ 阀构造(例如,如图 24A-24C 所示的装置)。

[0166] 其实,图 33 提供不同流体流子部件的装配图示,用以生成比已知系统更具极大优势的集成 EPAM™ 受控装置。图 34 图示说明了本主题装置如何根据本发明进行自身组合或与其它装置相结合,来提供具有更大使用性的系统。如图 34 所描述的“完整”流体处理系统 360 包括泵 350,流控制阀 280 和 / 或压力传感器 290。当然,这种系统可适当地使用管道来探测(plumb)——可能如箭头 362 所指示。这种系统的一个潜在应用可能在于填满或控制作为汽车座椅中腰部支撑的气囊或贮气器的装填量。当然,其它的应用和系统构造也同样是可能的。一般来说,可将泵腔体相串联以增大泵吸过程所获得的压力,或相并联以增大泵吸量。在使用这种联接方式的组合时,可同样提供一排泵。

[0167] 更进一步,某个泵或流连接部件可集成到致动器本身的设计中。图 35 提供了泵 400 的实例,其中流导管 402 集成至装置结构中。EPAM™ 10/10' 薄膜伸展开,以形成每个平截头体 / 截平膜片部件 60 和部分的止回阀 404。圆盘 406 与薄膜相连,并且通过薄膜中的张力来紧靠阀座 408 预加载该圆盘。当圆盘离开其阀座时,流体流过圆盘的中心。将圆盘 406 粘结至薄膜,薄膜的每一侧粘结一个圆盘。

[0168] 根据使用相同薄膜来界定单个流系统中的泵和致动器的观点,这种结构非常有优势。更进一步地,通过将阀结构偏移至换能器主体的侧面,可最小化整个结构的厚度。这种形式因素在某些需要“更薄”设计的应用中是可取的。

[0169] 图 36 表示又一个实例泵 410。此处,止回阀 412 形成于泵壳的侧板组件 414 中。这种设计为在泵的应用中使用基本换能器架构提供了一种模块化和紧凑化的方法。而且,与图 35 中的设计相比,这个设计提供了更小“占用面积”的潜力。在只提供第二侧板 416 来完成该组件时,两个止回阀类型的平板改为用于提供双工泵,该双工泵在概念上类似于图 32 所示的双工泵。

[0170] 关于本主题技术的其它可能应用,图 37 表示了一种振动器类型的装置 370。在双平截头体致动器构造中,质量块 372 的往复运动被传送到与换能器框架 26 相连接的更大的装置壳体。

[0171] 无论是否提供质量块来产生振动，本主题换能器的另一种应用如图 38 所示，用于触觉反馈控制器 380。该控制器可为带有“操纵杆”382 的游戏控制台装置，其将振动发生器的触觉或力反馈传送给用户。在另一种变化中，操纵杆与多相位换能器 384 相连结，由于变形时产生的电容变化，该换能器能够在用户输入端或控制装置中感知用户操纵或发信号通知用户操纵。这种装置的应用范围为从游戏控制台结构到为外科医生提供高精确度接口来促进机器人手术。

[0172] 最终，图 39 图示说明本发明的一种变化，其中提供使用多个平截头体和 / 或双平截头体换能器 392、394、396 的扬声器系统 390。“高频扬声器”驱动器 392 最小，接着是更大一些的“中频”驱动器 394，最后是大的“低频扬声器”驱动器 396。由于平截头体几何形状的改进性能，能够产生大的和小的（低频和高频调谐的）扬声器。它们可在高功率下驱动，并且仍然提供轻型的高性能扬声器，这是因为不必像典型电磁扬声器那样需要沉重的磁铁或线圈。而且，换能器不引人注目的外观可适应于扬声器箱体 398 的设计变化，从而给高保真音响爱好者提供不可缺少的样式选项。

[0173] 加工

[0174] 无论本主题换能器选择如何结构，都可方便地使用各种加工技术。特别地，对于批量构造，使用掩膜板夹具（未显示）来精确定位用于成形电极的掩膜是有用的。而且，对于批量构造，使用组件夹具（未显示）来精确定位多个部件也是有用的。结合上面提及的专利和公开，以及本技术领域中熟练人员通常所知晓或理解的知识，应当理解关于加工的其它细节。

[0175] 方法

[0176] 考虑到与本主题换能器相关的方法，其中这些方法是由 EPAM™ 致动器来执行。这些方法也可使用本主题装置或其它装置来执行。这些方法都包括有提供适当换能器装置的动作。这个提供可由终端用户来执行。换句话说，“提供”（例如，泵）仅仅需要终端用户获取、使用、接近、放置、设置、激活、通电或其它动作，来提供本主题方法中的必需装置。

[0177] 全套元件

[0178] 本发明的又一个方面包括全套元件，具有此处所描述装置的任意组合——无论是以封装组合提供还是由技术人员装配以便操作使用、使用说明书等等。

[0179] 全套元件包括根据本发明的任意数量的换能器。全套元件包括与换能器一同使用的各种其它组件，包括机械或电气连接件、电源等等。本主题全套元件还包括本装置或其组件的书面使用说明书。

[0180] 全套元件说明书可印刷于基底上，例如纸或塑料等等。同样地，说明书也可在本全套元件中作为包装插入物提供，在全套元件的包装箱的标签中提供，或者在其组合（例如，与封装或子封装有关）中提供，等等。在其它实施例中，说明书作为电子存储数据文件来提供，该电子存储数据文件存在于合适的计算机可读存储媒介上，如 CD-ROM，磁盘等等。在又一个实施例中，实际说明书并不在套件中，而提供从诸如互联网的远程资源中获取说明书的方法。这种实施例的一个例子是全套元件包含可浏览说明书和 / 或可下载说明书的网址。如同说明书一样，用于获取说明书的方法能够记录于合适的媒介上。

[0181] 变化

[0182] 至于本发明的其它细节，可使用落入相关技术领域中熟练人员知识水平范围内的

材料和有关替换构型。就作为普通使用或逻辑上使用的附加动作来说,关于本发明基于方法的方面也同样适用上述说明。此外,尽管本发明参照几个例子来说明,可随意地包含各种特征,但是本发明并不限制于考虑到有关本发明的每一种变化所描述或所指示的特征。在不偏离本发明实质和范围的情况下,可对所描述的本发明做各种改变,以及可替换等效方案(无论此处已陈述或为了简洁而不包含于此)。所示的任意数量的单独部件或子配件可集成于其设计中。用于装配的设计准则可承担或指导这种改变或其它的改变。

[0183] 同样也考虑到,可独立地,或与此处所描述的一个或多个特征组合地,提出和要求所描述的独创性变化的任意可选特征。对单一项目的引用,包括存在许多相同项的可能性。尤其特别地,如此处和后附权利要求中所使用,单数形式“a”、“an”、“said”和“the”包括复数对象,除非另有特别陈述。换句话说,在上面描述以及下面的权利要求中,冠词的使用允许主语项“至少一个”。更加要注意的是,权利要求可经设计后排除任何可选部件。同样地,这个陈述试图用作在前基础,以便连同权利要求项的陈述一起使用这种诸如“单独地”、“唯一地”等排他性术语以及类似语,或使用“否定”限制。如果没有使用这种排他性术语,在权利要求中的术语“包括”应当允许包含任意附加部件——不管给定数量的部件已在权利要求中列举,还是附加的特征被认为改变了在权利要求中所陈述部件的本质。例如,添加一个紧固件或轴套、复杂的表面几何形状或另一个特征到权利要求中所列出的“膜片”中,不应当阻止权利要求项继续陈述权利所要求的结构。其它方面的陈述,除非本文特别限定,在保持权利要求的有效性的同时,本文所使用的所有技术和科学术语都将被赋予尽可能宽范围的普遍理解的含义。

[0184] 本发明的范围并不由所提供的实例来限制。所以说,我要求:

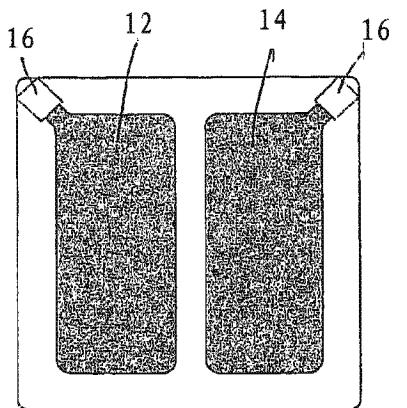


图1A
现有技术

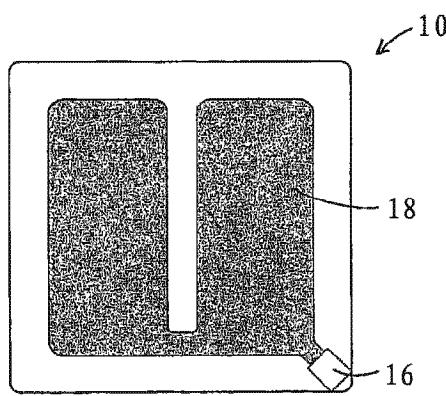


图1B
现有技术

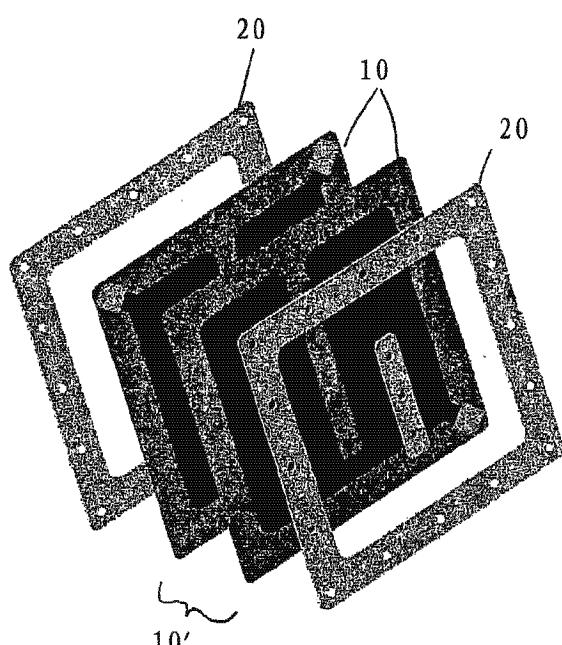


图2
现有技术

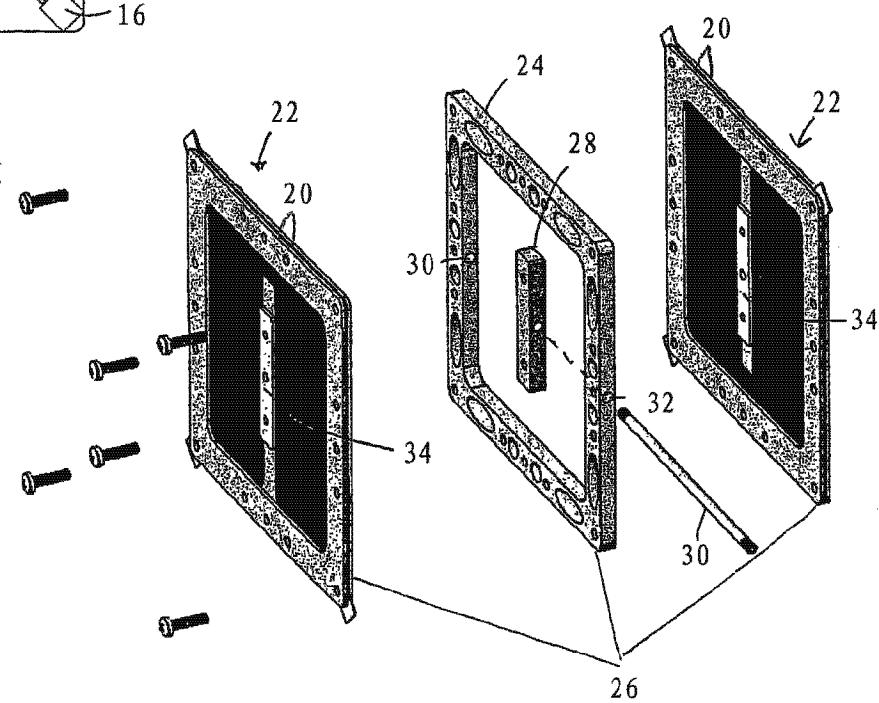


图3
现有技术

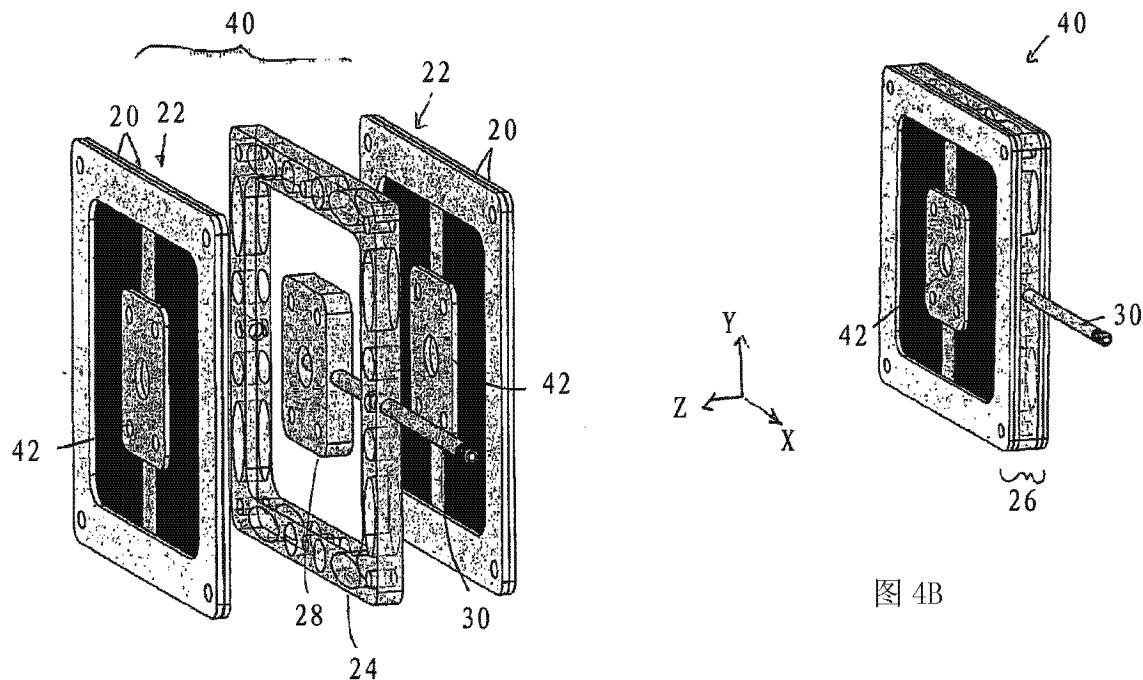


图 4B

图 4A

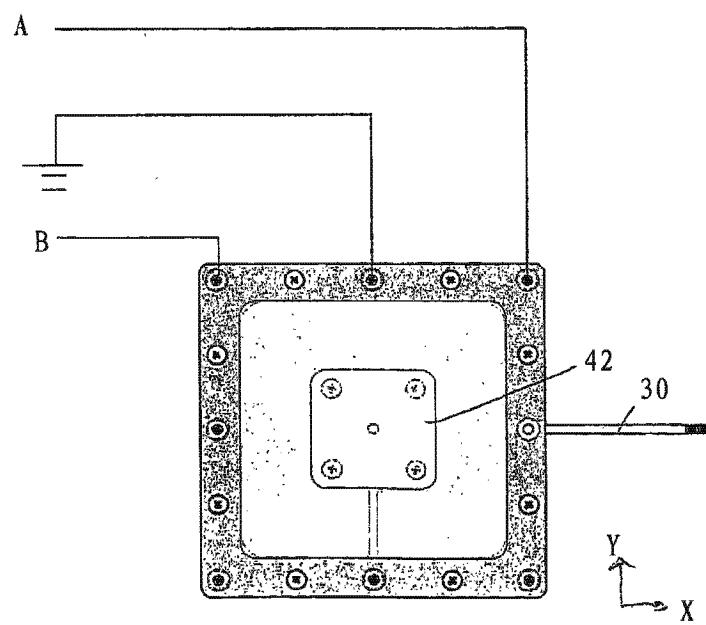


图 5

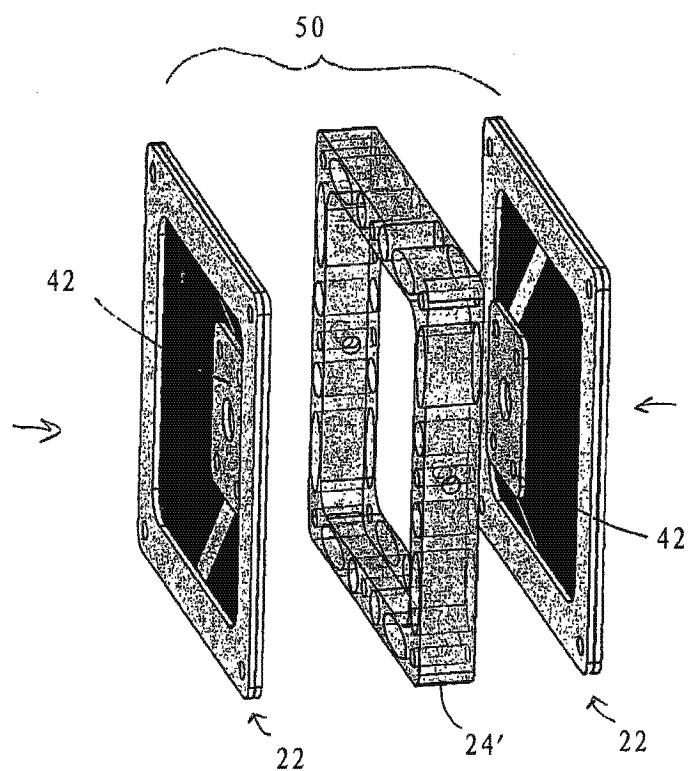


图 6A

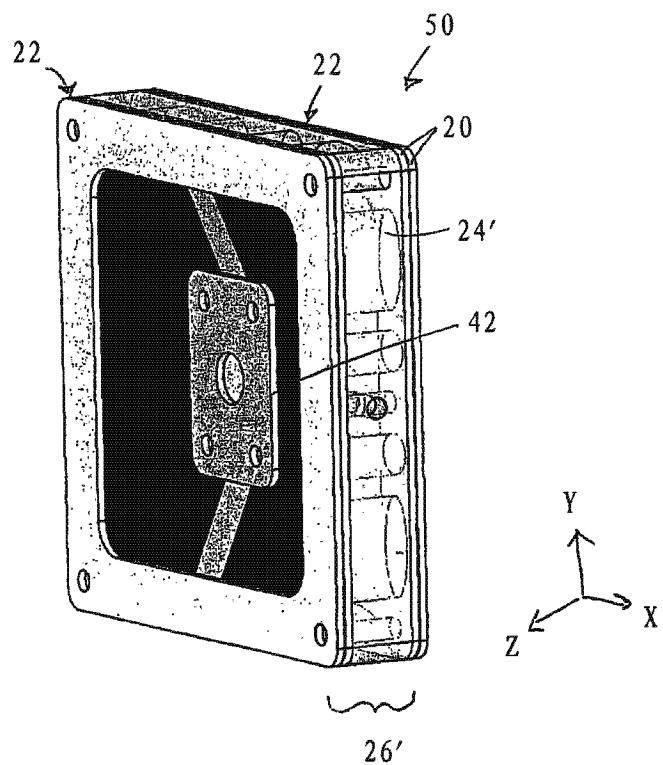


图 6B

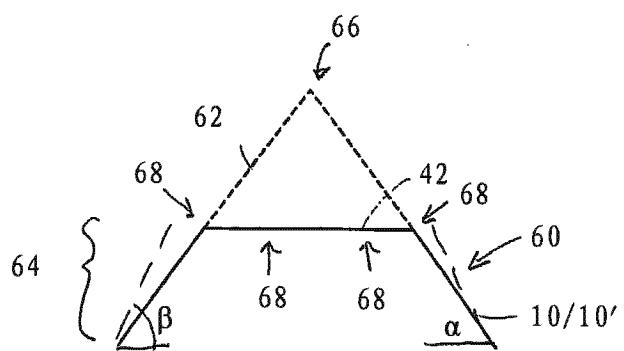


图 7A

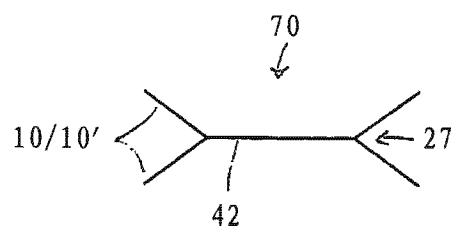


图 7B

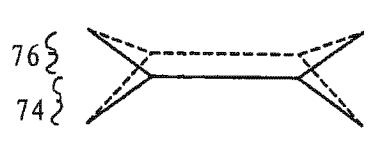


图 7C

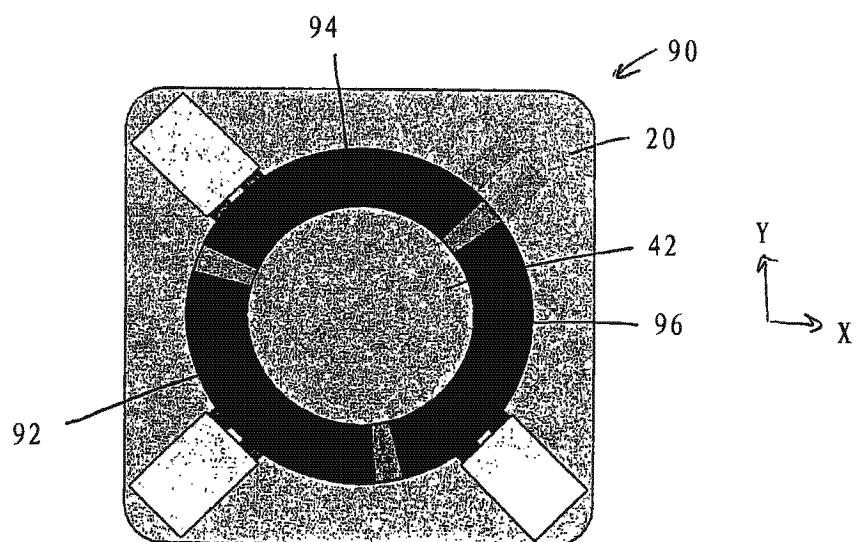


图 8

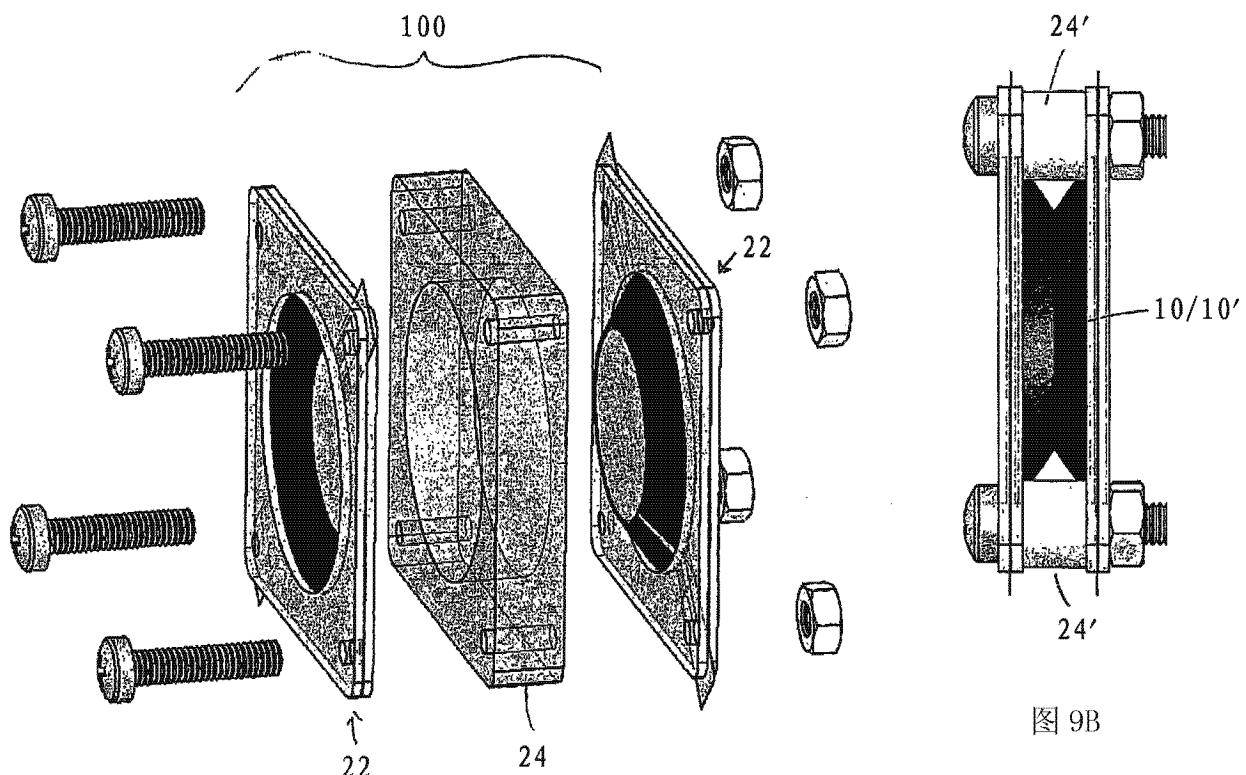


图 9A

图 9B

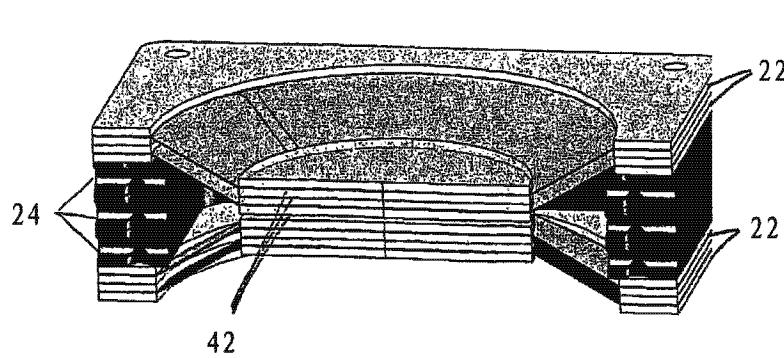


图 10

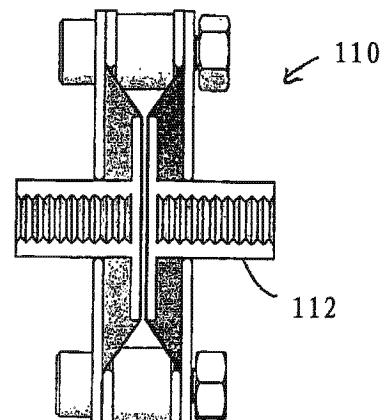


图 11

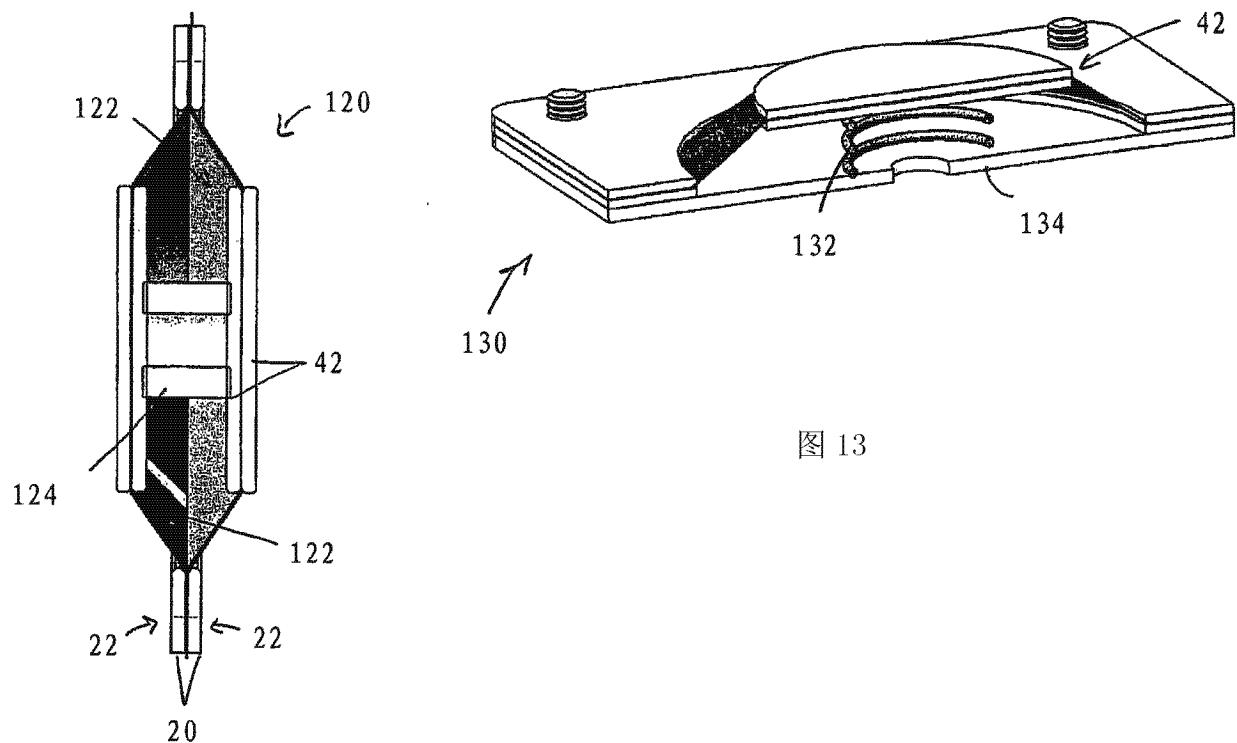


图 13

图 12

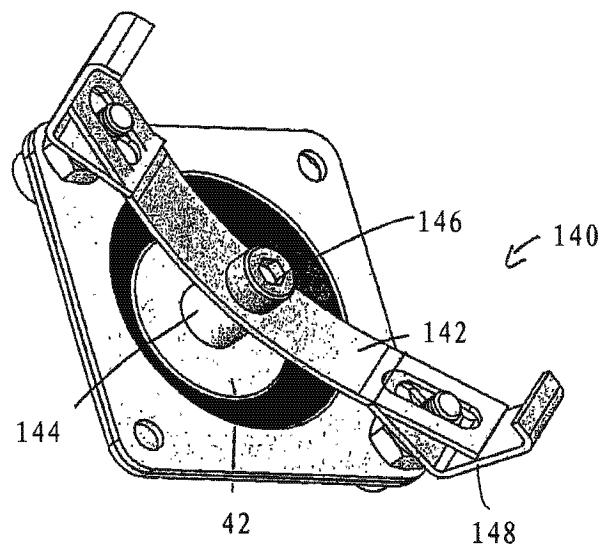


图 14

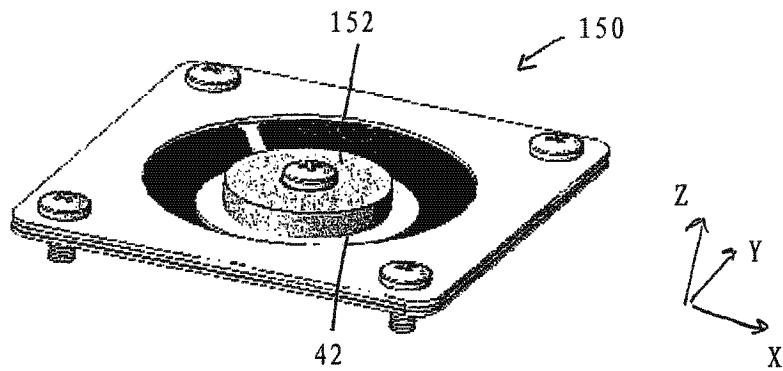


图 15

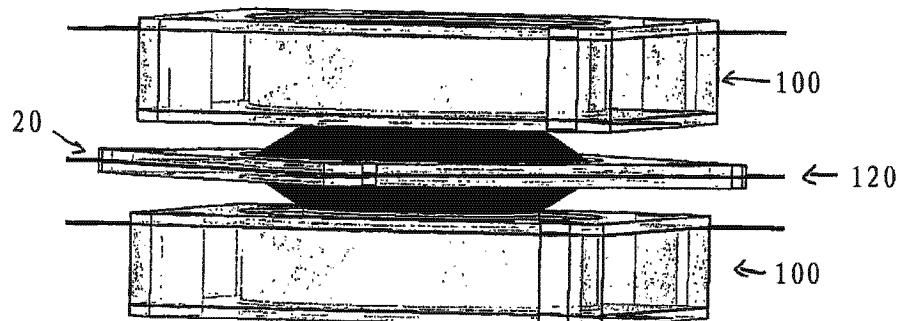


图 16

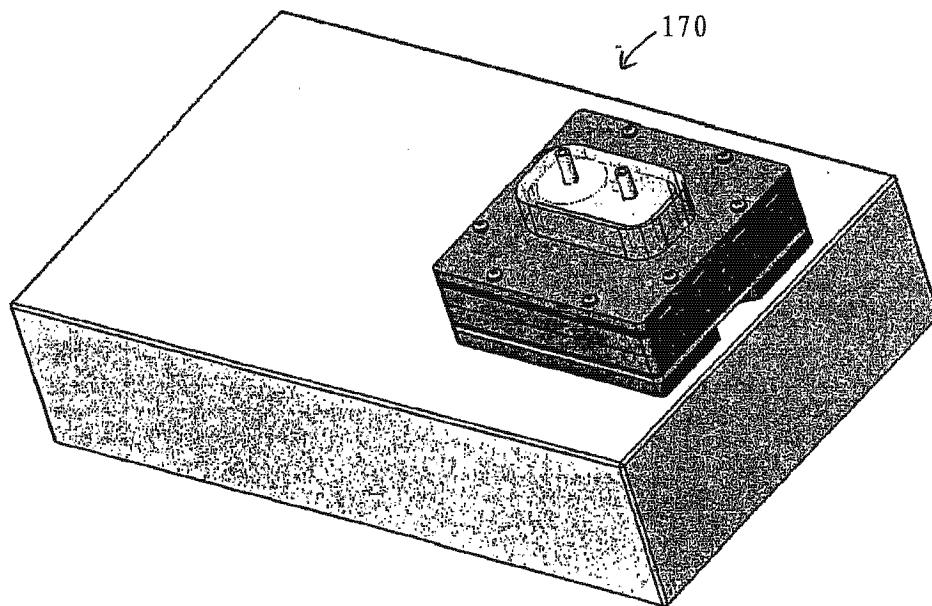


图 17

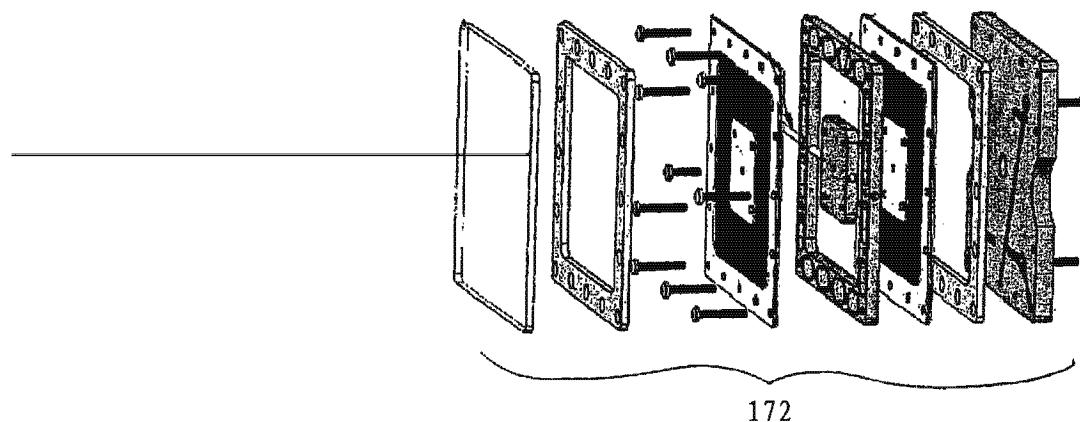


图 18A

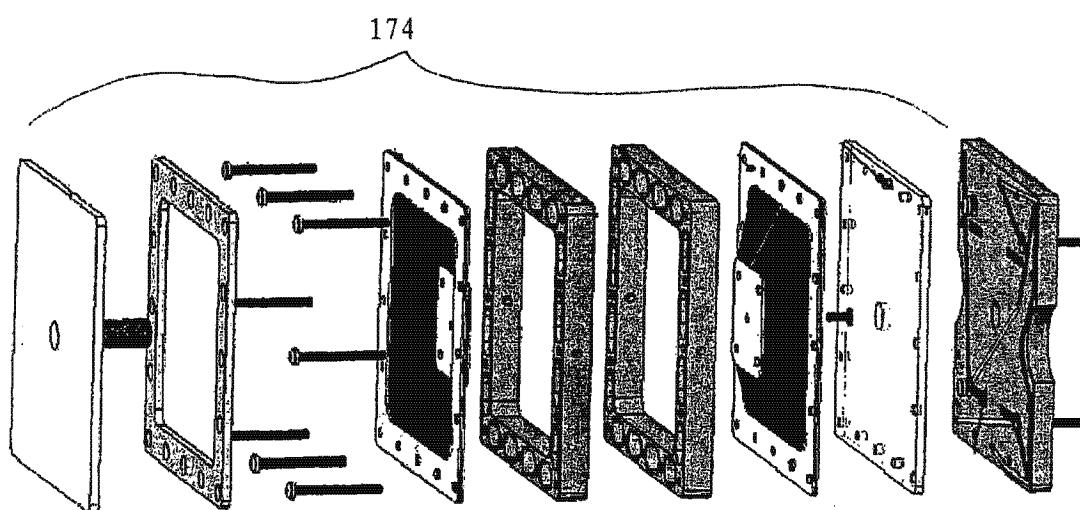


图 18B

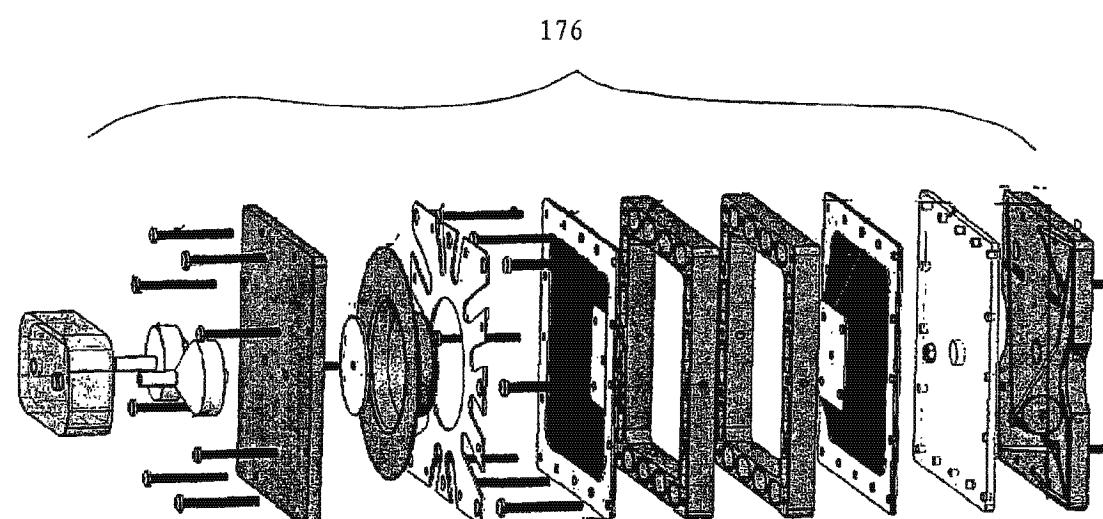


图 18C

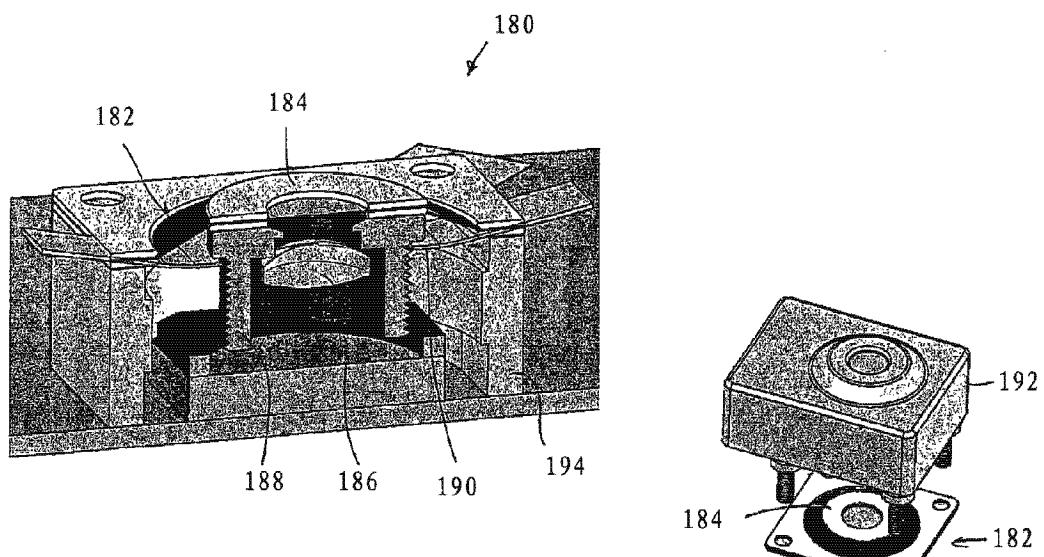


图 19A

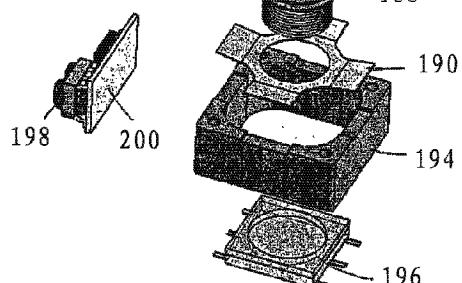


图 19B

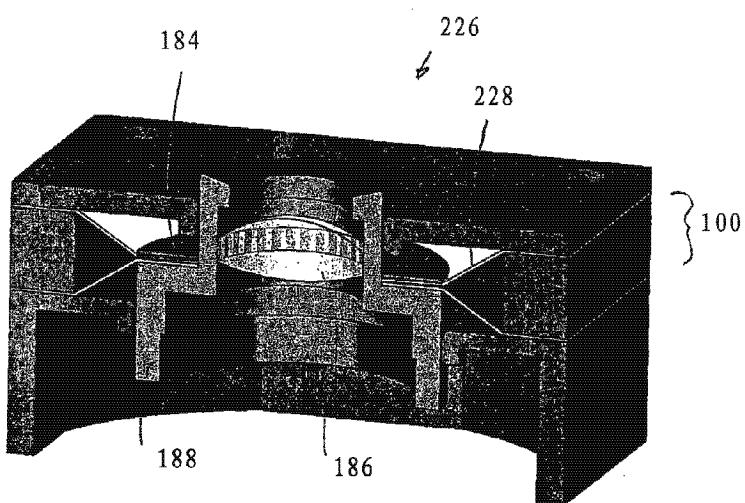


图 20

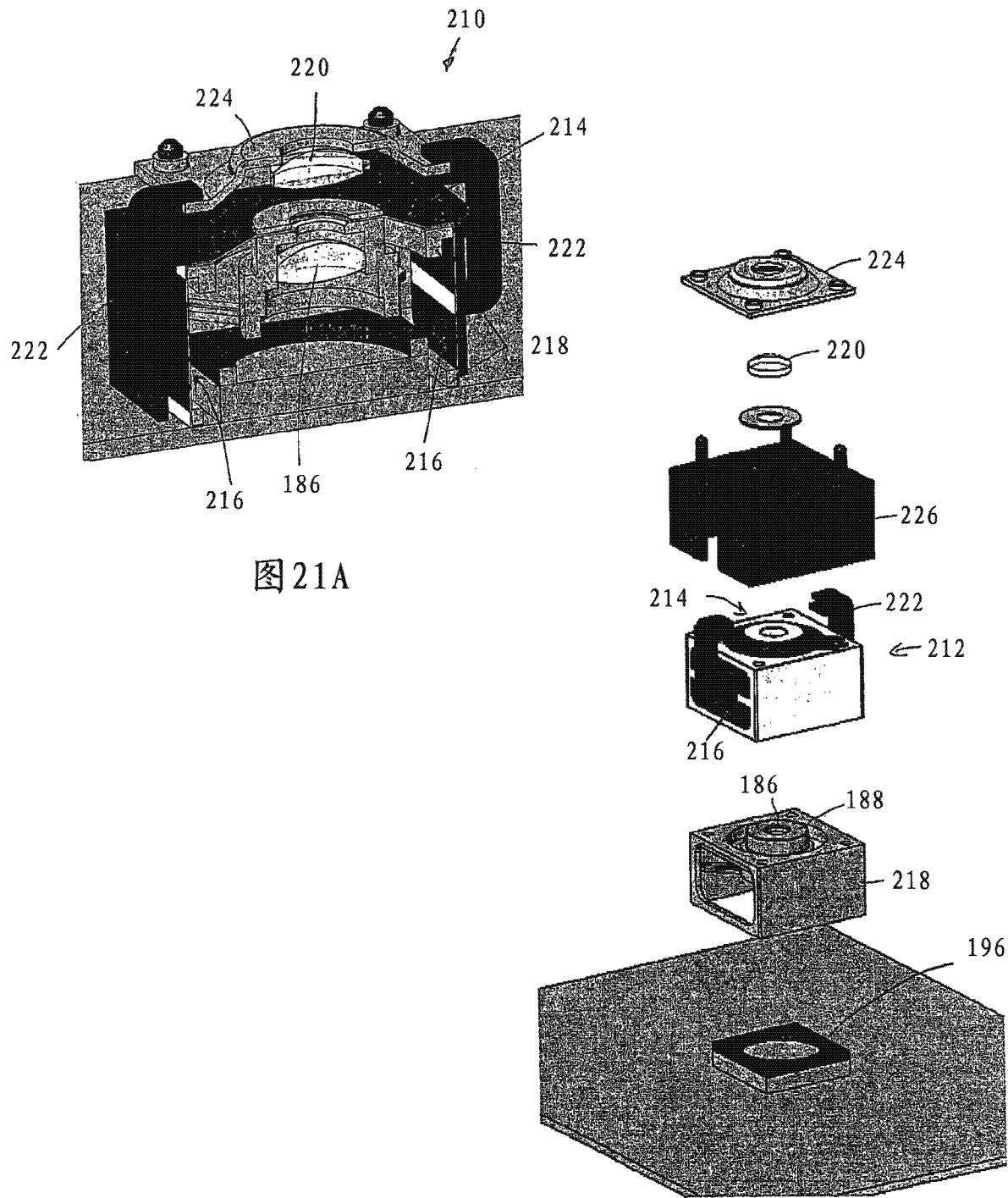


图 21A

图 21B

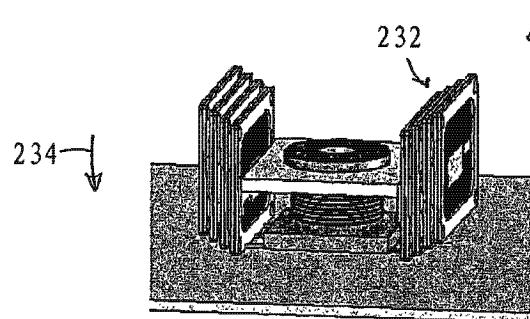


图 22A

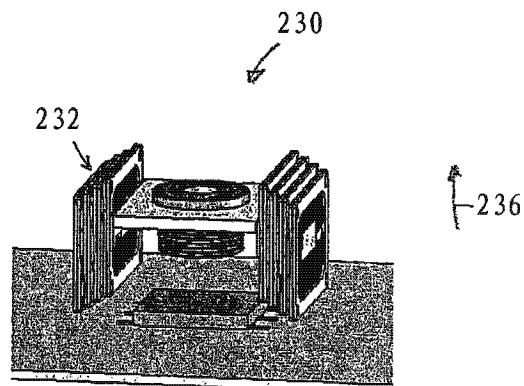


图 22B

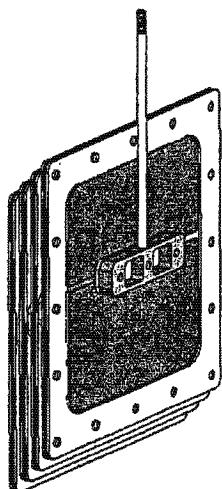


图 23A

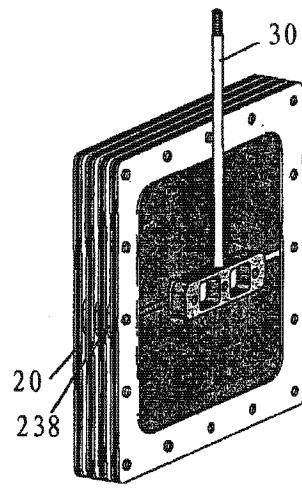


图 23B

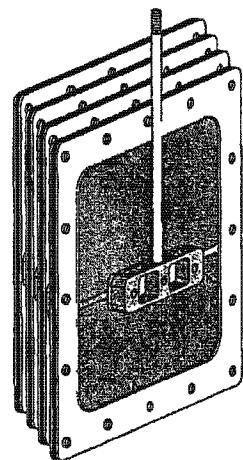


图 23C

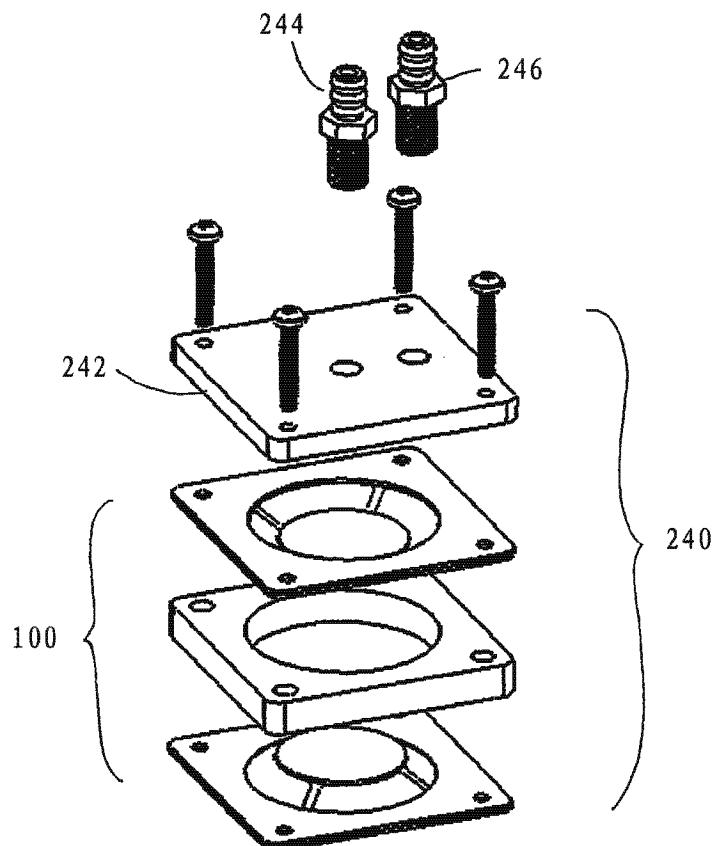


图 24A

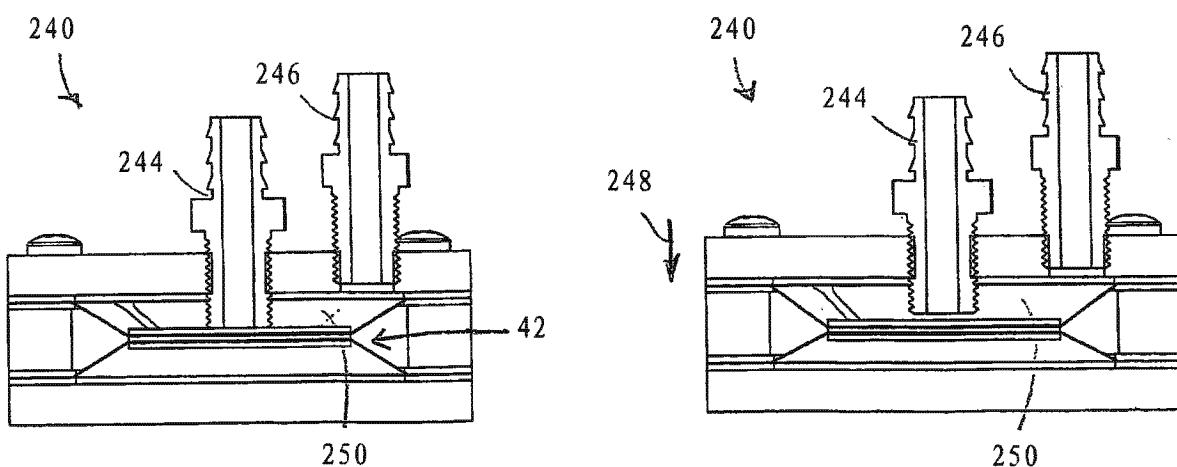


图 24B

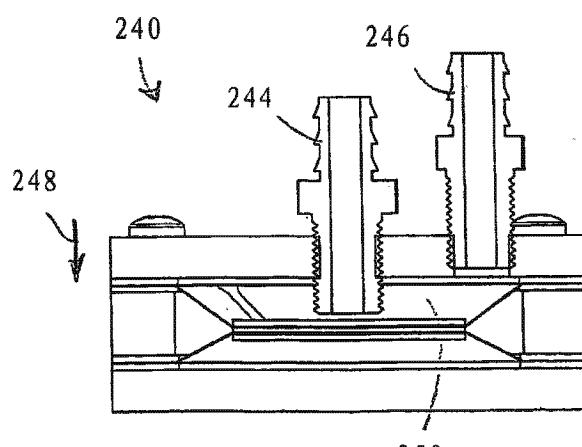


图 24C

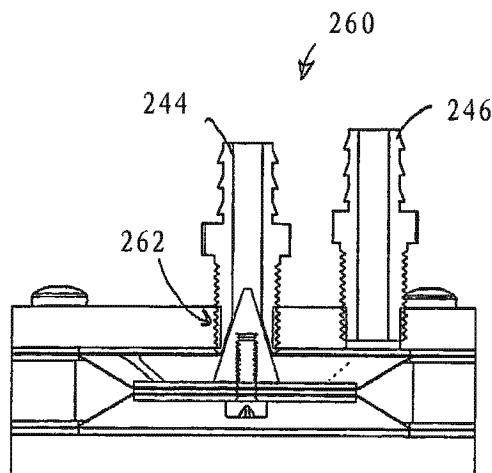


图 25

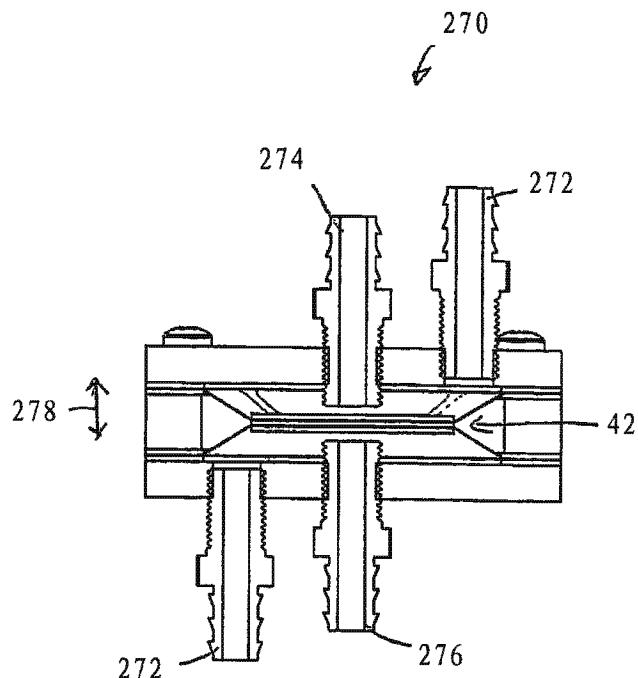


图 26

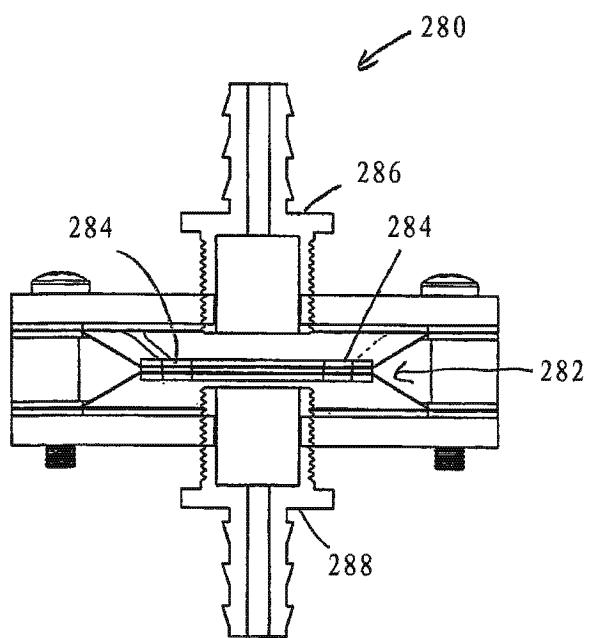


图 27

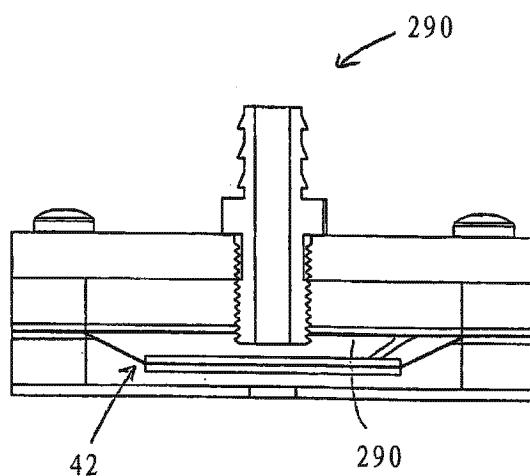


图 28

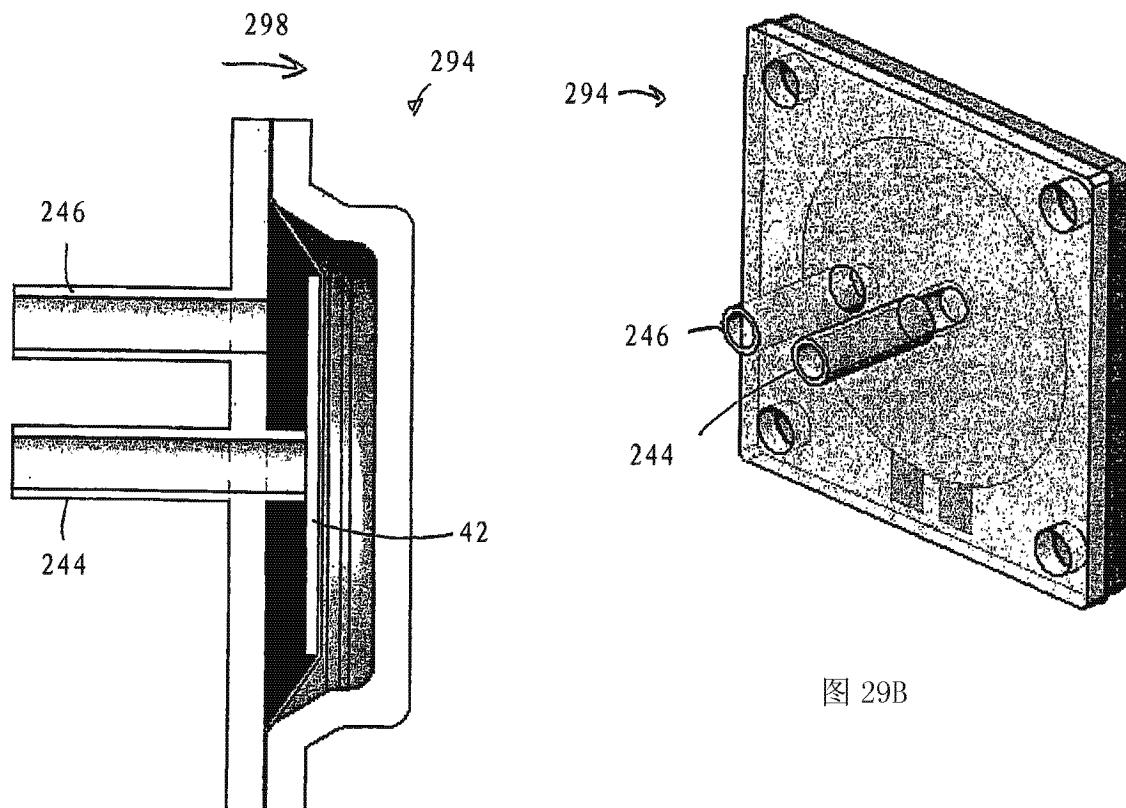


图 29A

图 29B

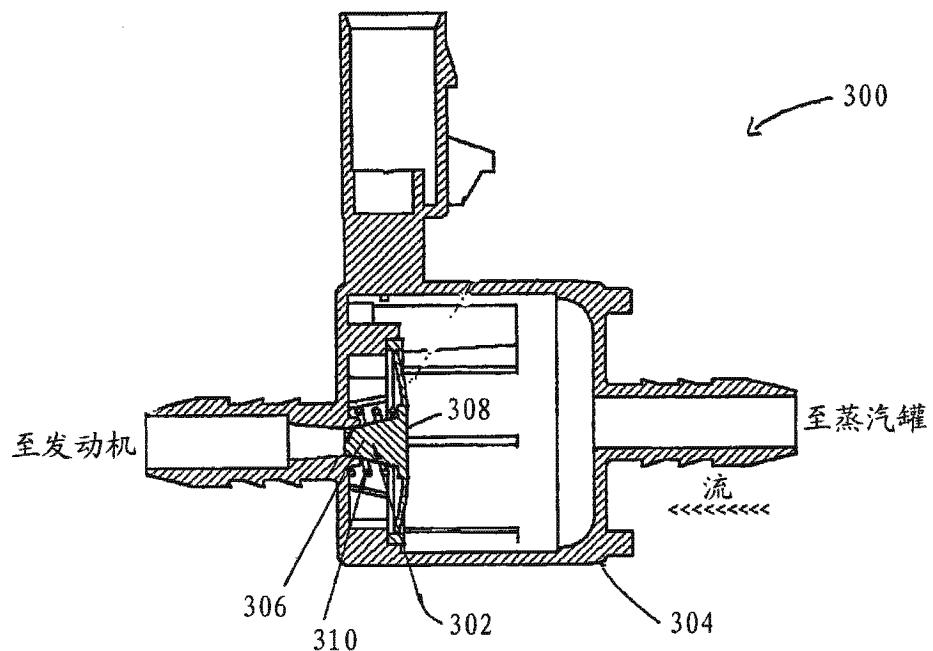


图 30A

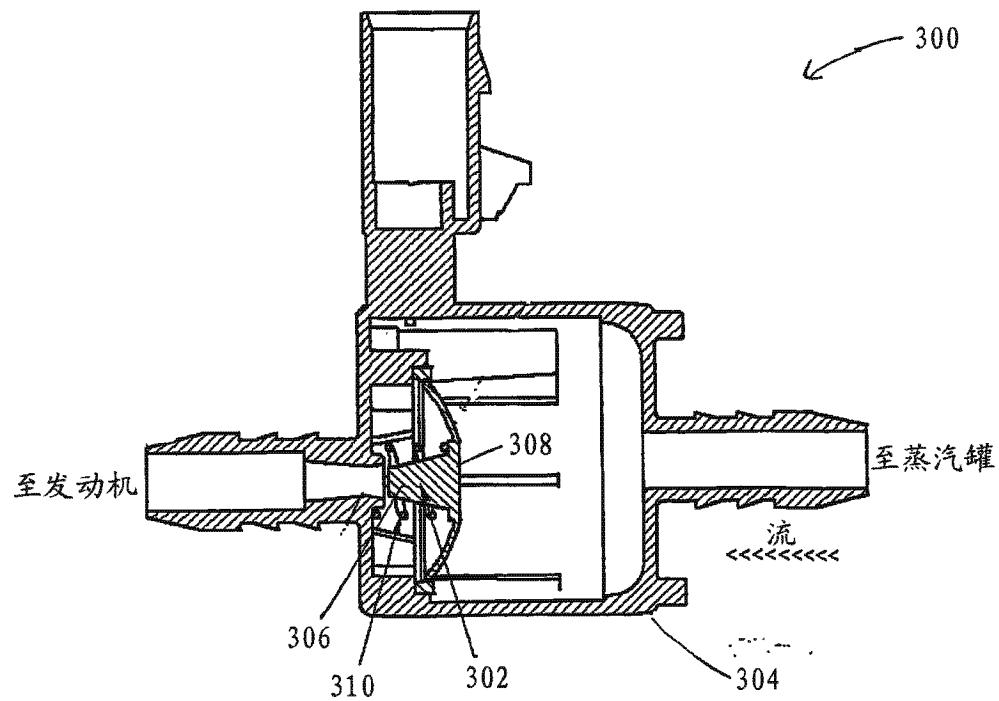


图 30B

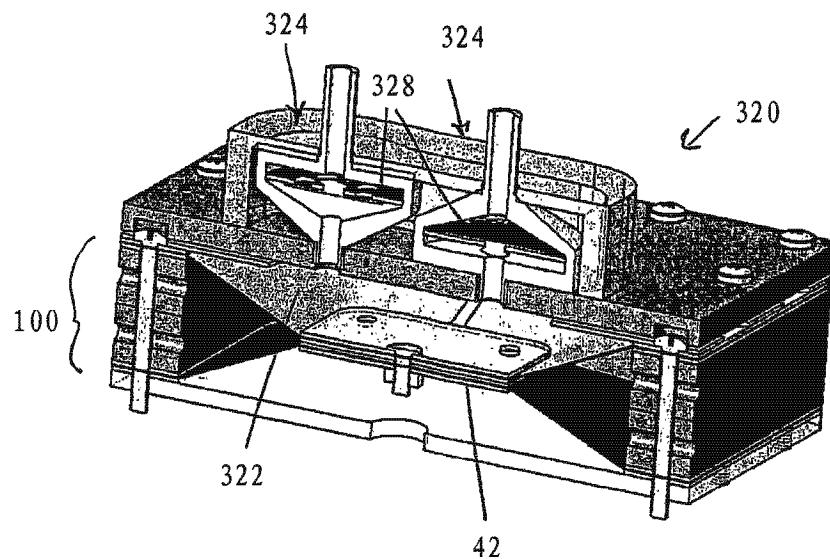


图 31A

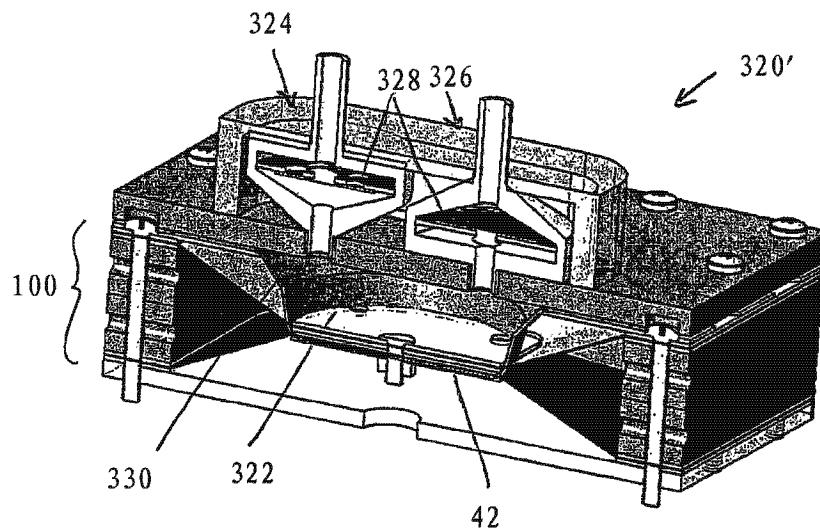


图 31B

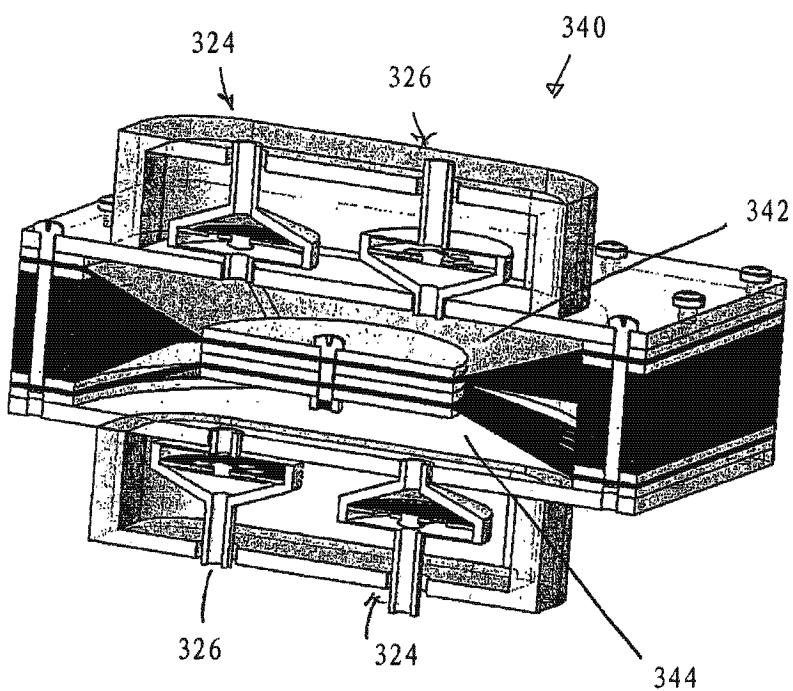


图 32

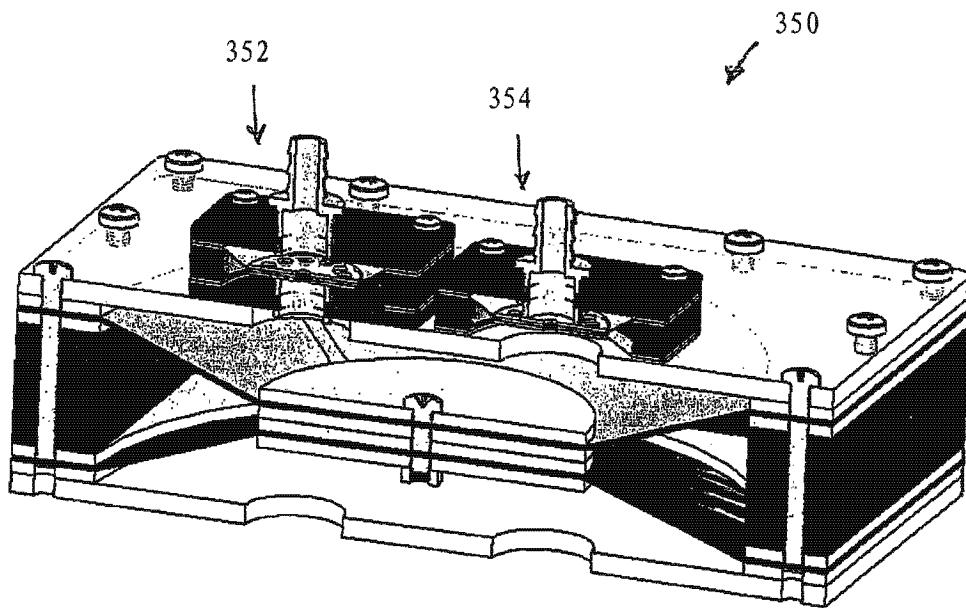


图 33

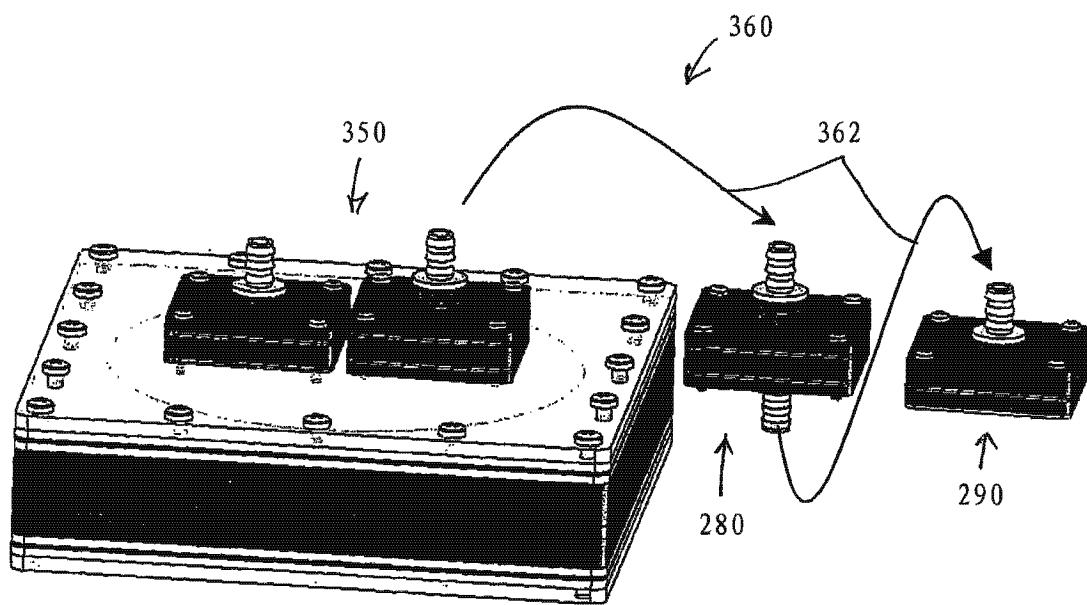


图 34

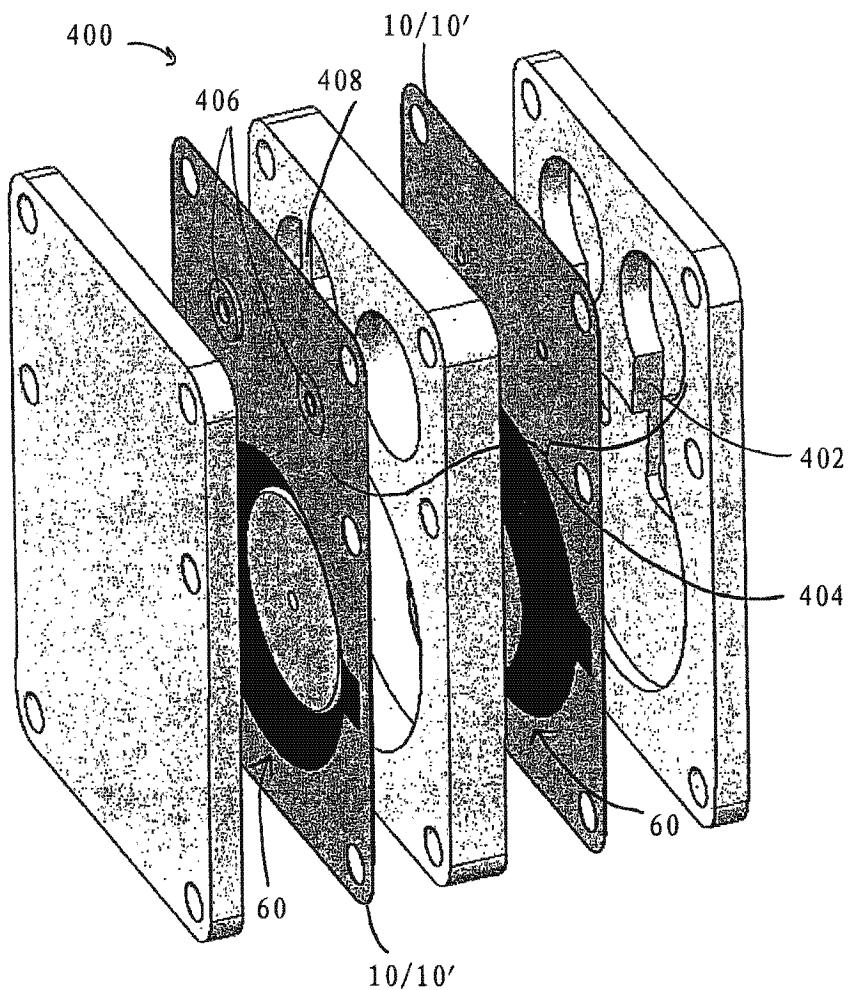


图 35

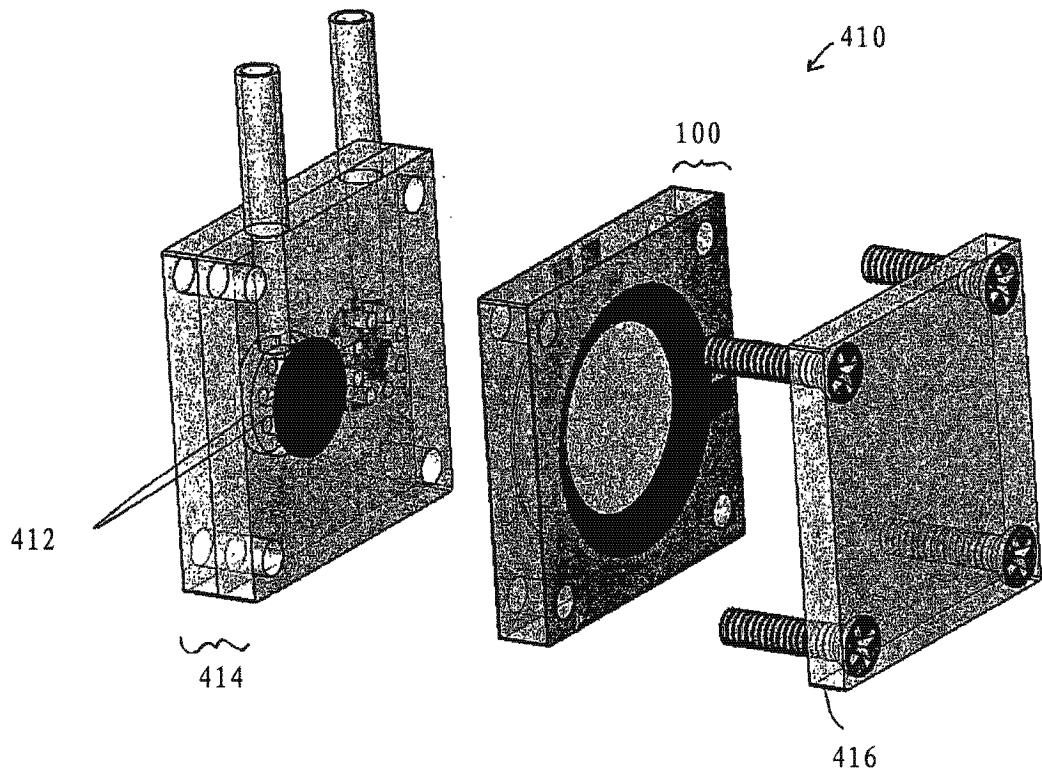


图 36

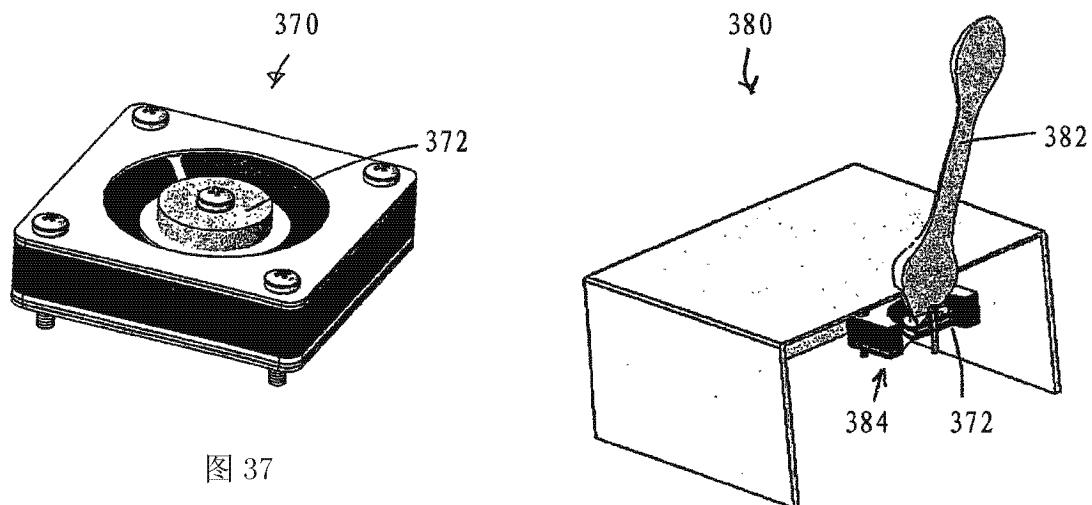


图 37

图 38

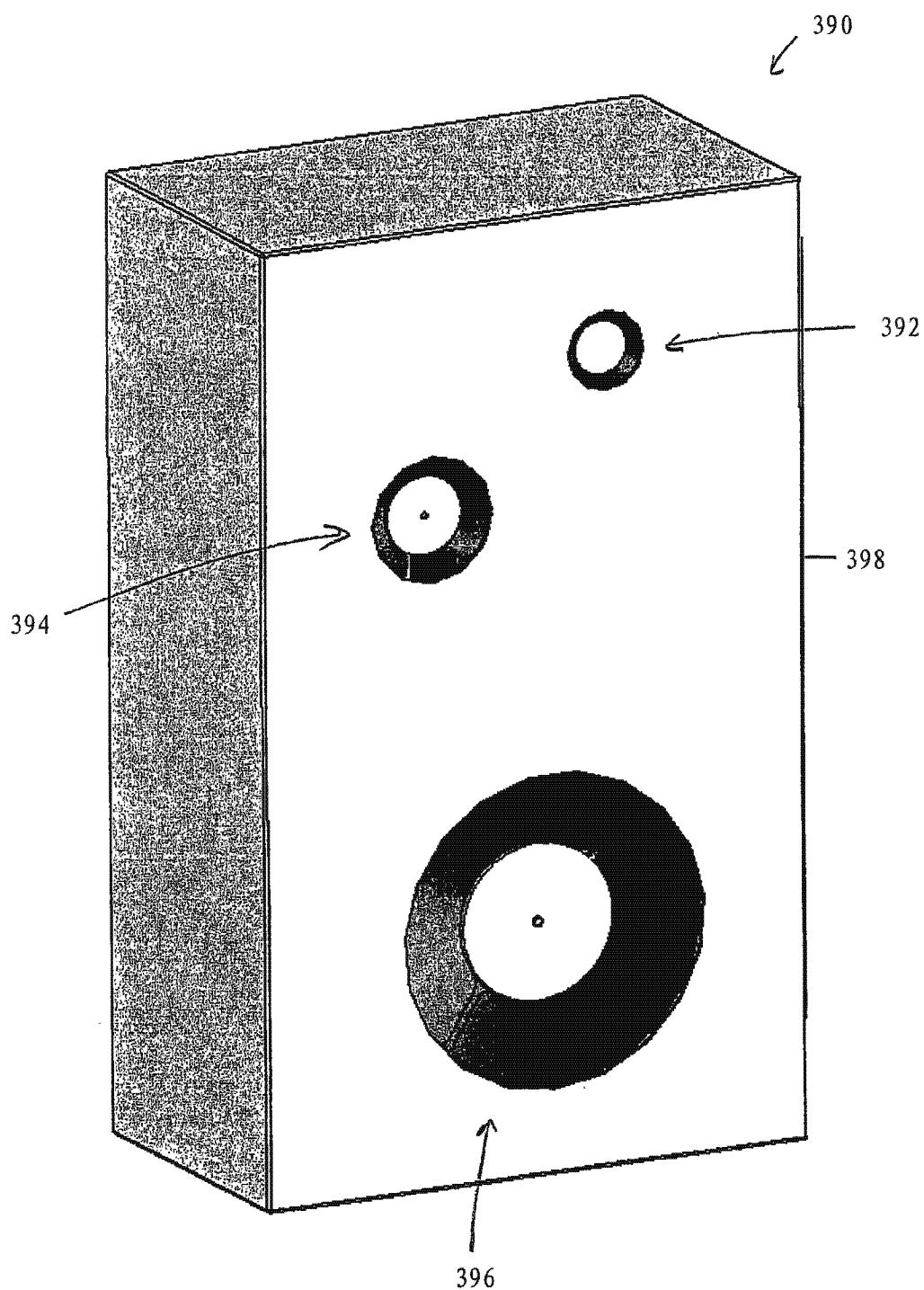


图 39