(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113348339 A
(43)申请公布日 2021.09.03

(21)申请号 202080010938.5
(22)申请日 2020.01.17
(30)优先权数据
62/796,969 2019.01.25 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.07.26
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/014117 2020.01.17
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/154197 EN 2020.07.30
(71)申请人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 约翰·福尔登·斯顿夫
卡尔·弗雷德里克·利瑟
(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
代理人 樊英如 张静
(51)Int.Cl.
G01F 1/42(2006.01)

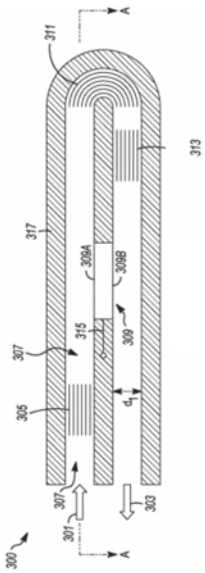
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

基于压差的流量计

(57)摘要

各种实施方案包括设备以及形成设备的方法。在一实施方案中,该设备是流量计,该流量计具有用于将流体沿着流动路径运输的入口与出口部分。流量限制器组件被形成在流动路径内以对流体给予压降。流量传感器具有第一表面以及在流量传感器的与该第一表面相对的部分上的第二表面,流量传感器的第一表面系与在流量限制器组件的上游流动的流体直接流体连通,第二表面与在流量限制器组件的下游流动的流体直接流体连通。流量传感器感测由于至少一个流量限制器组件而在流体中所引起的压差。还公开了其他的设备与系统。



CN 113348339 A

1.一种流量计,其包括:

流动路径,其具有入口部分与出口部分并且被设置成运输流体;

至少一个流量限制器组件,其位于所述流动路径中且配置在所述流动路径的所述入口部分与所述出口部分之间,并且被设置成给予压降至所述流体;以及

流量传感器,其配置在所述流动路径的所述入口部分与所述出口部分之间,所述流量传感器的第一表面被设置成与在所述至少一个流量限制器组件的上游流动的所述流体直接流体连通,第二表面被设置成与在所述至少一个流量限制器组件的下游流动的所述流体直接流体连通,所述第二表面位于所述流量传感器的与所述流量传感器的所述第一表面相对的部分上,所述流量传感器被设置成感测由所述至少一个流量限制器组件而在所述流体中所引起的压差。

2.根据权利要求1所述的流量计,其中所述至少一个流量限制器组件包括层流组件。

3.根据权利要求1所述的流量计,其中所述至少一个流量限制器组件包括孔口。

4.根据权利要求1所述的流量计,其中所述至少一个流量限制器组件包括多个孔口。

5.根据权利要求1所述的流量计,其中所述流动路径的所述入口部分与所述出口部分实质上彼此平行地配置。

6.根据权利要求1所述的流量计,其中所述流动路径的所述入口部分与所述出口部分被配置成相差约0°至约45°的角度。

7.根据权利要求1所述的流量计,其中所述流动路径的所述入口部分与所述出口部分被配置成相差约45°至约60°的角度。

8.根据权利要求1所述的流量计,其还包括在所述流动路径中的第一弯部与第二弯部,所述第一弯部在所述至少一个流量限制器组件的上游,所述第二弯部在所述至少一个流量限制器组件的下游。

9.根据权利要求1所述的流量计,其中所述第一弯部与所述第二弯部中的至少一者远离所述至少一个流量限制器组件至少5至7个特征线性尺寸,所述特征线性尺寸是基于所述流动路径的内部尺寸。

10.根据权利要求1所述的流量计,其中所述流量传感器是压差传感器。

11.根据权利要求1所述的流量计,其中所述流量计的调节比为至少约100:1。

12.一种流量计,其包括:

流动路径,其具有入口部分与出口部分,并且被设置成运输流体,所述流动路径具有形成在所述流动路径中的单一弯部;

至少一个流量限制器组件,其位于所述流动路径中,且配置在所述流动路径的所述入口部分与所述出口部分之间,并且设置成给予压降至所述流体;以及

至少一个流量传感器,其具有第一表面以及相对于所述第一表面的第二表面,所述流量传感器的所述第一表面被设置成与在所述至少一个流量限制器组件的上游流动的所述流体直接流体连通,所述第二表面被设置成与在所述至少一个流量限制器组件的下游流动的所述流体直接流体连通,所述流量传感器被设置成感测由所述至少一个流量限制器组件而在所述流体中所引起的压差。

13.根据权利要求12所述的流量计,其中所述至少一个限制器组件位于所述流动路径中的所述单一弯部内。

14.根据权利要求12所述的流量计,其中所述至少一个流量限制器组件是层流组件。

15.根据权利要求12所述的流量计,其中所述至少一个流量限制器组件是横向于流体流动的方向所设置的板体,所述板体具有穿过所述板体形成的至少一个孔口。

16.根据权利要求12所述的流量计,其中与所述流动路径的剩余部分的横截面积相比,所述流动路径中的所述单一弯部具有减少的横截面积,所述至少一个流量限制器组件包括所述减少的横截面积。

17.根据权利要求12所述的流量计,其中所述流动路径的所述入口部分的横截面积大于所述流动路径的所述出口部分的横截面积。

18.根据权利要求12所述的流量计,其中所述流动路径的所述出口部分的横截面积大于所述流动路径的所述入口部分的横截面积。

19.根据权利要求12所述的流量计,其中所述流量计被设置成在所述流量计内不具有死体积。

20.一种流量计,其包括:

上游部分流动路径与下游部分流动路径,其用于运输流体,所述上游部分流动路径与所述下游部分流动路径实质上彼此共线;

流量传感器载体,其横向于所运输的流体的方向配置,且配置在所述上游部分流动路径与所述下游部分流动路径之间;

至少一个孔口,在与所述流体的方向的实质上相同的方向上形成为穿过所述流量传感器载体,所述至少一个孔口在所述上游部分流动路径与所述下游部分流动路径之间提供压降;以及

流量传感器,其形成于所述流量传感器载体内并且具有第一表面以及相对于所述第一表面的第二表面,所述流量传感器的所述第一表面被设置成与在所述流量传感器载体的上游流动的所述流体直接流体连通,且所述流量传感器的所述第二表面被设置成与在所述流量传感器载体的下游流动的所述流体直接流体连通,所述流量传感器被设置成感测由于所述至少一个孔口而在所述流体中所引起的压差。

基于压差的流量计

优先权主张

本申请要求于2019年1月25日申请的、名称为“Differential-Pressure-Based Flow Meters”的美国专利申请No.62/796,969的优先权利益，其全部公开内容都通过引用合并于此。

技术领域

[0001] 本文所公开的主题涉及半导体及相关工业中所使用的各种类型的设施。更具体而言，所公开的主题涉及确认流体的体积流量或流体的质量流量的设备，以上两者皆是基于压差传感器。

背景技术

[0002] 在许多工业工艺中需要对各种处理流体进行准确且精确的测量与控制。某些步骤，例如不可压缩流体(例如，液体)的测量，可能仅需要体积流量的测量(例如，以升/分钟(lpm)、标准状态下立方厘米/分钟(sccm)、或立方米/秒(m^3/s)来进行测量)。然而，其他步骤，例如可压缩流体(例如，气体)的测量，时常需要质量流量的测量(例如，每分钟毫克(mg/m)、或每秒千克(kg/s))。因此，对于可压缩流体而言，流体的体积质量密度(本文中亦简称为质量密度)的讨论可被视为绝对压力与温度的函数。举例来说，在半导体及相关工业中，使用质量流量计与质量流量控制器以准确且精确地测量并控制处理流体的质量，该处理流体被输入至处理室中。多种技术可测量这些装置中的流量，包括热装置、超音速飞行时间装置、科氏装置、以及基于压力的装置。

[0003] 基于压力的流量计使用限定的流量限制以产生压降，该压降响应于待测量的流量。如果将基于压力的流量计配置成质量流量计或质量流量控制器，则该流量计也使用温度、所得的压降、以及绝对压力(对于可压缩流体)的测量值，结合流体特性与流量限制的知识以计算出质量流量。

[0004] 参照图1，其显示出常规技术中基于压差的流量计100的横截面图。基于压差的流量计100包括用于使流体在流动路径113中流动的流体入口109与流体出口111、以及限制器组件107。第一腔体103A与第二腔体103B分别通过第一压力端口105A与第二压力端口105B而耦合至流动路径113。第一腔体103A与压差传感器101的第一侧101A流体-压力连通，而第二腔体103B与压差传感器101的第二侧101B流体-压力连通。当流体流入流动路径113中时，限制器组件107使得流体压力在限制器组件107的上游侧(位于流体入口109的一侧)大于下游侧(位于流体出口的一侧)的压力。因此，较高的流体压力(在限制器组件107的上游侧上)通过第一压力端口105A而连通至第一腔体103A。相似地，较低的压力(在限制器组件107的下游侧上)通过第二压力端口105B而连通至第二腔体103B。因此，压差传感器101的第一侧101A比压差传感器101的第二侧101B承受更大的压力。尽管腔体103A、103B通过压力端口105A、105B而耦合至流动路径，但是这些腔体并非直接耦合至在流动路径113中流动的流体。因此，腔体103A、103B承受限制器组件107两侧的压力变化。

[0005] 本技术领域中普通技术人员可理解压差传感器101的操作。然而，一般而言，压差传感器101可以被视为可挠性隔膜的一种。当压差传感器101的第一侧101A上的压力大于压差传感器101的第二侧101B上的压力时，压差传感器101会挠曲或弯曲。该挠曲会产生与两压力的差值成比例的电性信号。因此，压差传感器101可以根据所产生的电性信号而对流体的流量进行校正。

[0006] 然而，基于压差的流量计100的重大疑虑在于第一腔体103A与第二腔体103B各自包括“死体积”，而该死体积在基于压差的流量计100的操作期间并不会被冲洗。因此，各种类型的污染物可能被困在腔体103A、103B中的任一者中，并可能会被释放到在流动路径113中流动的流体内。在基于压差的流量计100使用于半导体工艺操作的情况下，所述污染物可能会在制造出的一或更多集成电路中产生缺陷。这种缺陷会造成一或更多集成电路无法操作，并且会给制造集成电路的公司造成庞大的收入损失。

[0007] 因此，在本文所述的各种实施方案中，所公开的主题公开了各种类型的基于压差的流量计，这些基于压差的流量计不具有任何死体积。

[0008] 在本节中所描述的信息是为了向本技术领域中普通技术人员提供以下所公开目标的前后关系，而不应被视为公认的现有技术。

附图说明

[0009] 图1显示了现有技术中基于压差的流量计的横截面图；

[0010] 图2显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计的一实施方案的横截面图；

[0011] 图3A显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计的另一实施方案的横截面图；

[0012] 图3B显示了图3A中基于压差的流量计的实施方案的横截面图；

[0013] 图4A显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计的另一实施方案的横截面图；

[0014] 图4B显示了与图4A中基于压差的流量计的实施方案所共同使用的流量传感器载体的详图；

[0015] 图4C显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计的另一实施方案的横截面图；以及

[0016] 图4D显示了与图4C中基于压差的流量计的实施方案所共同使用的流量传感器载体的详图。

具体实施方式

[0017] 所公开的主题现将通过参照一些如各附图中所描绘的一般性与特定实施方案来进行详细描述。在以下描述中，阐述了许多具体细节以提供对所公开的主题的透彻理解。然而，对本技术领域中普通技术人员而言显而易见的是，所公开的主题可在不具有这些具体细节中的一些或全部的情况下实行。在其他情况下，并未详细描述常规的工艺步骤、构造技术、或结构以避免所公开的主题不清晰。

[0018] 在所描述的各实施方案中，各种基于压差的流量计可被视为是体积流量计。然而，在阅读并理解所公开的主题后，本技术领域中普通技术人员将意识到如何将所公开体积流量计的各种实施方案中的每一者转换成为质量流量计或质量流量控制器。这种技术还将于以下进行更详细的描述。

[0019] 请参照图2,其显示出根据所公开的主题中基于压差的流量计200的一实施方案的横截面图。基于压差的流量计200被显示为包括用于使流体在流动路径205中流动的流体入口201与流体出口203。图2还显示出包括具有第一侧207A与第二侧207B的流量传感器207、以及流量限制器组件211、与流量计本体215。由于在流动路径205中流动的流体与流量传感器207直接液压或气动连通,因此不需要图1中的第一与第二压力端口105A、105B,以便如现有技术中基于压差的流动所需要的,将压力传递至第一与第二腔体103A、103B。因此,由于所公开的主题的各实施方案并不需要压力端口105A、105B以及腔体103A、103B,于是不存在死体积以捕获并随后可能释放出任何污染物。此外,由于流动路径是连续的,因此在进行操作时基于压差的流量计200被连续地冲洗。

[0020] 流量限制器组件211位于流动路径205中的第一弯部209与流动路径205中的第二弯部213之间。第一与第二弯部209、213允许在流动路径205中流动的流体能够流过流量传感器207的相对侧(即,第一侧207A与第二侧207B)。流量限制器组件211可包括任何类型的流量限制装置,使得流动路径205中流动的流体在流量限制器组件211的上游比在流量限制器组件211的下游具有较高的压力。(在某些实施方案中,基于压差的流量计200的设计是双向的。因此,在流量传感器207的相对侧上的压力差可以是相反的)。这种流量限制装置可以包括例如以机械加工或其他方法形成在板体中的孔口、或是层流组件,其中该板体被设置为横越流动路径205。在其他实施方案中,流量限制器组件211可包括具有减少横截面面积的流动路径205区域,以增加在减少面积的流动路径的上游所流动的流体压力。这种装置与技术在本技术领域中是公知的。

[0021] 在一实施方案中,流量传感器207包括感测压力差值的压差传感器,该压力差值经受作为流量传感器207的第一侧207A与第二侧207B上流体压力之间的压力差。在该实施方案中,流量传感器207可视为是可挠性隔膜的一种。

[0022] 如本技术领域中普通技术人员所知道的,压差传感器能够比本技术领域中公知的其他流量传感器测量更大范围的流体流量。可检测的该流体流量范围称为“调节比”。调节比也被称为“可调范围”,并指出流量计能够准确地测量流体流量的范围。因此,调节比显现出测量范围的高端与测量范围的低端,并且表示为该高端与该低端之间的比率例。对于本文所公开的流量计的各种实施方案中的每一者而言,调节比可以是至少约100:1或更大。

[0023] 在各种实施方案中且如图2中所示的,流量传感器207被配置成测量流体的流量,该流体在流量传感器207的相对侧上相对彼此相差约180°的方向流动(即,流量传感器207的相对侧上的入口与出口流动实质上彼此平行但方向相反)。然而,并不要求流体入口201与流体出口203处的流体实质上彼此平行地流动。即,从流体入口201流出的流体并不需要在近乎相反的方向上朝向流体出口203流动。流体入口201与流体出口203可例如以相差约0°至约45°的角度而进行配置。在其他实施方案中,流体入口201与流体出口203可例如以相差约45°至约60°的角度而进行配置。在进一步的其他实施方案中,流体入口201与流体出口203可例如以相差约60°至约90°、或更大的角度而进行配置。因此,在期望靠近流量传感器的流体流是在层流状态下流动的实施方案中,流体入口201与流体出口203可以各种角度进行配置并将被视为落入所公开的主题的范围内。

[0024] 例如,上述流体入口201与流体出口203的各种方向情境中的每一者都可以在流量传感器207的相对侧上、在流动路径的一部分中(其靠近流量传感器207)沿彼此相差约180°

的方向流动。然而，在流量传感器207的远侧(例如，如下方所更详细描述的，位于流量传感器207上游和下游的适当距离处以满足流量传感器207附近的层流状态)，流动路径能够配置成如上所述的任何彼此相对的角度，以便于将耦合器或配件放置在基于压差的流量计200上。

[0025] 继续参照图2，第一弯部209与第二弯部213位于流量限制器组件211的相对侧上。然而，对于基于压差的流量计200的一个给定实行例而言，如果期望流体流处于层流状态，则第一弯部209与第二弯部213中的至少一者可各自分别位于流量限制器组件211的上游与下游的至少5到7个直径处(基于内部尺寸且假设流动路径的横截面是圆形)。替代地，或除了至少5至7个直径的增长路径长度之外，还可以在流动路径205内使用本技术领域中公知的各种流动整直器装置。根据流体力学的基本原理，本技术领域中普通技术人员将意识到如何配置与设置流动路径205的尺寸以满足流体的层流。举例来说，如果流动路径205不具有圆形的横截面，则另一相关的内部特征线性尺寸(例如，在流动路径具有矩形横截面的情况下的水力直径、弯部209、213上游与下游的通道长度)可被选择以恢复层流。根据阅读并理解所公开的主题，本技术领域中普通技术人员将意识到如何确定流动路径的长度(例如，在弯部前或后)，以针对给定的流体流量、流体密度、以及流体的动态黏度而产生层流。

[0026] 作为提供流体层流的替代方案，以及在其他实施方案中，流量传感器207可针对扰流或过渡流的状态来进行校正，其中扰流或过渡流状态在流量的变化中相当一致。流量的可容许变化可针对给定流体及所关注的流量而凭经验地决定的，或是可使用本领域公知的计算流体力学(CFD)分析来预先确定。举例来说，本技术领域中普通技术人员可确定如果流量变化不超过例如标称流量的±10％，则扰流流量可位于预定的公差内。而这种校正技术在相关领域中是公知的。

[0027] 总体而言，基于压差的流量计200可通过本技术领域中公知的众多方法来建构。举例来说，在各种实施方案中，基于压差的流量计200可由一或更多材料叠片所建构，其中每一叠片在最终组装之前至少部分地以机械加工或其他方式所形成(例如，模制)。在特定的示例性实施方案中，第一叠层部分可从316L不锈钢进行加工。实质上镜像于第一叠层部分的第二叠层部分也同样地进行加工。接着，将流量传感器207与流量限制器组件211放置并附接(例如，焊接、化学附着、或其他种结合)至叠层部分中的一者中。而两叠层部分则接着被焊接或结合在一起。

[0028] 在其他实施方案中，流量计本体215可以具有铸造、模制、烧结、或以其他方式形成并结合在一起的部分。在进一步的其他实施方案中，流量计本体可部分地或完全地使用积层制造(additive-manufacturing)技术(例如，从三维打印机进行打印)来制造。而这种技术与其他技术在本技术领域中是公知的。

[0029] 流量计本体215可以由本技术领域中公知的多种材料中的一或更多者形成。举例来说，如果基于压差的流量计200期望承载苛性或腐蚀性的流体，则可选择各种类型的陶瓷材料(例如，氧化铝Al_2O_3、二氧化锆ZrO_2、或氧化铍BeO)或不锈钢(例如，304型、或316L型)以用于形成流量计本体215的至少一些部分。在其他应用中，可选择各种类型的可机械加工和/或可成形的聚合物以及高性能塑料以形成流量计本体215的至少一些部分。

[0030] 图3A显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计300的另一实施方案的横截面图。当用于测量层流状态下流体的流动时，长的流动路径减少或消除流体黏性冲击在流量

传感器309的面上的可能性，因而减少或消除由于过渡流或扰流引起的测量误差。然而，如下方所更详细讨论的，基于压差的流量计300也可被校正以使用于过渡流状态与扰流状态中。

[0031] 图3A中的基于压差的流量计300被显示为包括用于使流体在流动路径307中流动的流体入口301与流体出口303。图3A被显示为包括具有第一侧309A与第二侧309B的流量传感器309、以及将流量传感器309耦合至外部装置的传感器线材315，该外部装置例如是流量控制器或微型处理器(未描绘)。图3A还显示为包括第一层流组件305、第二层流组件313、流量限制器组件311、以及流量计本体317。

[0032] 在多种实施方案中，第一层流组件305与第二层流组件313中的至少一者是可选择的。层流组件305、313是否为可选择的至少部分地取决于流量传感器309是否被配置成测量流体在层流状态、过度流状态、或扰流状态中的流量，如参照图2中基于压差的流量计200而在上方所讨论的。

[0033] 关于层流组件305、313是否可选择的另一个考虑是至少部分地取决于流量传感器309的第一侧309A相较于流体入口301的物理位置(距离)、以及流量传感器309的第二侧309B相较于流量限制器组件311的物理位置(距离)。举例来说，基于压差的流量计300可被建构成使得流量传感器309远离流体入口301足够的距离，或是将流体输送至基于压差的流量计300的管体、通道或其他管路的组合足够长，以致于至少在流体即将通过流量传感器309位于第一侧309A上的上游边缘之前，使流体的第一速度剖面处于层流状态中。这种确认与计算是本技术领域中普通技术人员所公知的。相似地，可建构从流量限制器组件311的下游侧到流量传感器309位于第二侧309B上的上游边缘的物理距离，使得流体的第二速度剖面处于层流状态中。

[0034] 因此，一或更多层流组件305、313可以在基于压差的流量计300中使用。举例来说，对于基于压差的流量计300的各种实施方案与配置而言，可使用多于两个的层流组件(仅描绘了两个)。此外，多于一个的流量限制器组件311(仅描绘了一个)可被使用于某些类型的流体或某些范围的流量。例如，当测量低的流量时，可使用多于一个的流量限制器组件311以增加压力差，其中流量传感器309被选择为压差传感器。

[0035] 如同图2中的基于压差的流量计200，由于在流动路径205中流动的流体与压力传感器直接液压或气动连通，因此不需要第一与第二压力端口105A、105B，以如图1的现有技术中基于压差的流量计所需而将压力传递至第一与第二腔体103A、103B。因此，由于所公开的主题的各种实施方案并不需要压力端口105A、105B以及腔体103A、103B，于是不存在死体积以捕获并随后可能释放出任何污染物。

[0036] 如同图2中所讨论的流量限制器组件211，图3中的流量限制器组件311可包括各种类型的流量限制装置。例如，流量限制器组件311可以是层流组件、横向于流体流动方向而设置的板体(其具有穿过板体钻出或以其他方式形成的一或多个孔口)、或是在流动路径中不具有分开的流量限制装置的限制性弯部。此外，如上方参照图2的流量传感器207所描述的，流量传感器309可以包括一或更多类型的流量传感器。为了容易理解本文提供的所公开的主题，流量传感器309可被视为是压差传感器。

[0037] 同样如参照图2所讨论的，流量传感器309被配置成测量流体的流量，该流体是在流量传感器309的相对侧上沿彼此相差约180°的方向流动(即，流量传感器309的相对侧上

的入口与出口流动实质上彼此平行但方向相反)。然而,并不要求流体入口301与流体出口303处的流体实质上彼此平行地流动。即,从流体入口301流出的流体并不需要在近乎相反的方向上朝向流体出口303流动。流体入口301与流体出口303可例如以相差约0°至约45°的角度而进行配置。在其他实施方案中,流体入口301与流体出口303可例如以相差约45°至约60°的角度而进行配置。在进一步的其他实施方案中,流体入口301与流体出口303可例如以相差约60°至约90°、或更大的角度而进行配置。因此,在期望靠近流量传感器的流体是以层流状态进行流动的实施方案中,流体入口301与流体出口303可以以各种角度进行配置,且将被视为落入所公开的主题的范围内。

[0038] 举例来说,上述流体入口301与流体出口303的各种方向情境中的每一者都可以在流动路径的一部分中(其靠近流量传感器309)于流量传感器309的相对侧上沿彼此相差约180°的方向流动。然而,在流量传感器309的远侧(例如,如下方所更详细描述的,在流量传感器309上游和下游的适当距离处以满足流量传感器309附近的层流状态),流动路径能够配置成如上所述的任何彼此相对的角度,以便于将耦合器或配件放置在基于压差的流量计300上。

[0039] 继续参照图3A,流量限制器组件311位于流动路径307中的第一层流组件305与流动路径307中的第二层流组件313之间。因此,第一和第二层流组件305、313允许在流动路径307中流动的流体能够流过流量传感器309的相对侧(第一侧309A与第二侧309B)。当与基于压差传感器的流量传感器309共同使用时,流量限制器组件311可包括任何类型的流量限制装置,使得在流动路径307中流动的流体在流量限制器组件311的上游比在流量限制器组件311的下游具有更高的压力。这种流量限制装置可包括例如以机械加工或其他方法形成在板体中的孔口,其中该板体被设置成横越流动路径307。在多种实施方案中,流量限制器组件311还可以包括额外的层流组件。(层流组件在本技术领域中已知用于在层流组件的长度上造成压降)。在其他实施方案中,如上参照图2所讨论的,可减少流动路径307的横截面积以增加在减少面积的流动路径的上游中所流动的流体压力。在多种实施方案中,可将流动路径307的直径d_1选择为大于或小于流动路径307的第二部分的直径d_2(见图3B)。而这种装置与技术在本技术领域中是公知的。

[0040] 图3B显示了图3A中基于压差的流量计300的实施方案的横截面图330(图3A中的剖面A-A)。在阅读并理解所公开的主题后,本技术领域中普通技术人员将意识到图3A与图3B的基于压差的流量计300可使用例如如上参照图2所述的任何材料或技术来建构。

[0041] 图4A显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计400的另一实施方案的横截面图。虽然基于压差的流量计400是基于压差传感器所描述,但基于压差的流量计400仍能够使用本技术领域中公知的各种流量传感器中的任一者。因此,术语“基于压差的流量计”主要是为了容易理解下述图4A中的各种实施方案而使用。

[0042] 图4A中的基于压差的流量计400被显示为包括流体入口401、流体出口403、流动路径的上游部分405L、流动路径的下游部分405R、第一外壳部分407L、第二外壳部分407R、以及流量传感器载体409。流动路径的上游部分405L与流动路径的下游部分405R分别在流量传感器载体409的上游与下游。流量传感器载体409具有上游侧413A和下游侧413B。

[0043] 图4B显示了与图4A中基于压差的流量计400的实施方案所共同使用的流量传感器载体409的详图。同时参照图4A与图4B,流量传感器载体409被显示为包括压差传感器413、

以及第一通孔411、第二通孔417与第三通孔419。通孔411、417、419包括以实质上相同的方向通过流量传感器载体409而形成的孔口，流体被允许通过所述孔口而从流动路径的上游部分405L流向流动路径的下游部分405R。

[0044] 在阅读并理解所公开的主题后，本技术领域中普通技术人员将意识到第一通孔411、第二通孔417、第三通孔419中的至少二者是可选择的，而在流量传感器载体409中仅有单一通孔是必要的。在其他实施方案中，可以存在超过三个的通孔(例如，四个或更多)。此外，任何通孔可通过本技术领域中独立公知的各种技术而形成各种直径与形状。这样的技术包括激光钻孔、机械钻孔、放电加工(EDM)、或本技术领域中公知的其他消去性加工操作。举例来说，通孔411、417、419中的至少一者可以具有圆锥形或锥形的入口和/或出口，并且可以具有圆形、椭圆形、或其他横截面的孔洞。在其他实施方案中，流量传感器载体409的整体可由上述的添加性加工技术来形成。在形成之后，压差传感器413可通过本技术领域中独立公知的技术来压合、焊接、化学附接、或以其他方式结合至流量传感器载体409。

[0045] 在特定的示例性实施方案中且如其所显示的，第一外壳部分407L包括具有两端的入口管结构：第一端(包括流体入口401)、以及被配置成接受流量传感器载体409的第二端。第一端可扩展至例如本技术领域中公知的VCR®金属对金属的密封件中，或焊接至公VCR®短管上。在其他实施方案中，第一端可形成为例如VCO®O-形环端面密封接头(VCR®与VCO®密封接头是美国俄亥俄州索伦的世伟洛克公司(Swagelok Company)的注册商标)。本技术领域中普通技术人员将意识到同样可使用其他类型的配件。

[0046] 入口管结构的剩余端(即，第二端)可在实质上一个方向上扩展(例如，在正y方向上)。实质上一个方向的扩展使得第一外壳部分407L(例如，入口管)的下方部分实质上未变形，且第二外壳部分407R(例如，出口管)的下方部分实质上未变形，从而形成在接口区域415处的椭圆横截面区域。实质上一个方向的扩展产生如图4A中所显示的第一接口特征部421与第二接口特征部423。

[0047] 延续该特定的示例性实施方案，第二外壳部分407R包括出口管，该出口管是从出口管的上游部分上的外扩部分开始，形成第二接口特征423以配合于第一接口特征421。出口管在出口管的下游部分处终止于耦合件，以将出口管连接至例如为比例阀块(proportioning-valve block)(未显示但在本技术领域中是公知的)。不是出口管的出口端就是比例阀块终止于例如VCR®或VCO®的密封接头件。接着，将流量传感器载体409放置、形成、或以其他方式安装在入口管与出口管之间的接口特征421、423处。而后，将入口管与出口管在介面区域415处彼此附接以使彼此实质上是共线的(例如，通过轨道-激光焊接、干涉或压合、化学黏着剂、其组合、或其他本技术领域中公知的技术)。

[0048] 第一外壳部分407L、第二外壳部分407R、以及流量传感器载体409可使用如上参照图2所述的材料或技术中的任何一或多者来建构。替代地，第一外壳部分407L与第二外壳部分407R可使用本技术领域中公知的各种类型的管体材料来建构，包括例如不锈钢管、铜管、基于聚合物的管体、或其他材料。管体至少部分地基于流体流动的考虑(例如，流体的腐蚀性质、以及所承载的流体的压力)、污染物的考虑、以及本技术领域中公知的其他考虑来进行选择。

[0049] 在另一特定的示例性实施方案中，第一外壳部分407L与第二外壳部分407R可包括

管体结构。如本技术领域中所公知的，管体结构可由例如薄壁管体所形成，该薄壁管体自身在流体运输的期间可能无法承受所遭遇的操作压力。然而，管体结构可通过一或更多个结构组件(例如，各管体结构外侧的模具)所支持以确保管体在操作期间不会变形。支持用的组件可包括例如纤维增强的聚合物、陶瓷、聚合物、金属、或本技术领域中公知的其他合适的材料。此外，由于支持用的组件并不会被润湿，于是所述组件具有少量或不具纯度的需求。因此，结构的功能与保持流体纯度的功能分开。薄壁管体可选择自公知的以抵抗化学性质且形成以减少或消除粒子捕获的材料。此外，如本技术领域中所公知的，可使用例如液压成形、气动成形、或机械扩展的操作来形成管体。

[0050] 取决于例如流体速度、流体密度、以及流体动态黏度等等因素，在流量传感器载体409的上游侧413A上且因此在压差传感器413上的速度冲击可能是显著的。此外，由流量传感器载体409所生成的阻力也可能是显著的。因此，基于压差的流量计400可能需要针对被承载于基于压差的流量计400中的各种类型流体中的每一者来进行校正。然而，比起图2及图3A的基于压差的流量计200、300，图4A的基于压差的流量计400可被更便宜地制造。

[0051] 至少在某些方面相似于图4A和图4B的基于压差的流量计400，图4C显示了根据所公开的主题中基于压差的流量计430的另一实施方案的横截面图。

[0052] 图4C中的基于压差的流量计430被显示为包括流体入口431、流体出口433、流动路径的上游部分435L、流动路径的下游部分435R、第一外壳部分437L、第二外壳部分437R、以及流量传感器载体439。流动路径的上游部分435L与流动路径的下游部分435R分别在流量传感器载体439的上游与下游。流量传感器载体439具有上游侧443A以及下游侧443B。

[0053] 图4D显示了与图4C中基于压差的流量计430的实施方案所共同使用的流量传感器载体439的详图。同时参照图4C与图4D，流量传感器载体439被显示为包括压差传感器443、以及多个通孔441。该多个通孔441包括沿实质上相同的方向通过流量传感器载体439而形成的孔口，流体被允许通过所述孔口而从流动路径的上游部分435L流向流动路径的下游部分435R。

[0054] 在阅读并理解所公开的主题后，本技术领域中普通技术人员将意识到在流量传感器载体439中的多个通孔441中仅有单一通孔是必要的。此外，本领域技术人员将意识到除了图4D中所显示的数量外还可以使用额外的通孔。如上图4A及图4B所述的，多个通孔441以及流量传感器载体439可由各种材料所形成且具有各种形状。

[0055] 图4C的基于压差的流量计430与图4A的基于压差的流量计400的差异在于，与图4A的接口区域415处的实质上为椭圆形的横截面区域相比，图4C的接口区域445具有实质上为圆形的横截面区域。即，图4C的第一接口特征447与第二接口特征449可实质上在三个方向上(例如，在正x、y及z方向上)扩展。

[0056] 一旦图4C的第一接口特征447与第二接口特征449被扩展，随即将流量传感器载体439放置、形成、或以其他方式安装在第一外壳部分437L与第二外壳部分437R之间的接口特征447、449处。而后，将第一外壳部分437L与第二外壳部分437R在接口区域445处彼此附接，以使彼此实质上共线(例如，通过轨道-激光焊接、干涉或压合、化学黏着剂、其组合、或其他本技术领域中公知的技术)。

[0057] 如本技术领域中普通技术人员所能意识到的，本文中所述基于压差的体积流量计的各种实施方案中的每一者均可通过增加额外的组件而形成为质量流量计或质量流量控

制器。如本技术领域中所公知的，质量流量控制器被配置成根据设定的流量以自动地控制流体的流量，该设定的流量是以预定设定点的形式而作为电性信号所发送。特别是在流体为气体的情况下，由于温度变化及其他因素可被个别测量与考虑，因此质量流量控制器实质上不受这些因素而引起的气体压力变化所影响。举例来说，除了上述各种体积流量计之外，质量流量控制器还包括所有耦合至该体积流量计的控制阀、阀致动器、以及控制器。在阅读并理解所公开的主题后，本技术领域中普通技术人员将容易意识到需要何种组件，以及如何将这些组件耦合至本文所述的各种体积流量计以形成各种类型的质量流量计。

[0058] 总体而言，包含于本文中所公开的主题描述或大致上涉及流量计组件，该流量计组件系可与半导体制造环境(fab)中的“工具”共同操作并且可以用于控制“工具”的部分操作。这种工具可以包括各种类型的沉积工具(包括基于等离子体的工具，例如原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)等)、与蚀刻工具(例如，反应离子蚀刻(RIE)工具)、以及各种类型的热炉(例如，快速热退火与氧化)、离子植入、与在各种晶片制造厂中发现并且为本技术领域中普通技术人员所公知的各种其他工艺与计量学工具。然而，所公开的主题并不限于半导体环境并且可以在许多机械工具的环境中使用，例如机器组装、制造、加工环境(例如，包括使用物理气相沉积(PVD工具)的那些操作)、以及其他各种环境中的流体控制操作。在阅读并理解本文提供的公开内容后，本技术领域中普通技术人员将意识到所公开的主题的各种实施方案可与其他类型的工艺、各式各样的工具和组件所共同使用。

[0059] 如本文中所使用的术语“或”可解释为包括(inclusive)或排他(exclusive)的含义。此外，在阅读并理解所提供的公开内容后，其他实施方案将可被本技术领域中普通技术人员所理解。此外，在阅读并理解本文所提供的公开内容后，本技术领域中普通技术人员将易于理解到本文所提供的技术与示例的各种组合均可通过各种配置而进行应用。

[0060] 尽管各种实施方案被个别地讨论，然而这些个别的实施方案并不意旨被视为是独立的技术或设计。如上所涉及的，各部分中的每一者可以相互关联，并且可单独或与本文中讨论的其他实施方案结合使用。举例来说，尽管方法、操作、以及步骤的各种实施方案已被描述，然而这些方法、操作、以及步骤可单独地或以各种组合而被使用。

[0061] 因此，对于本技术领域中普通技术人员在阅读并理解本文提供的公开内容后而言，可做出许多修改以及变化将是显而易见的。例如，各实施方案中的每一者都被显示并且被描述为使用单一压差传感器。然而，在阅读并理解所公开的主题后，本技术领域中普通技术人员将意识到在各实施方案中可使用两个或更多压差传感器，具体取决于例如预期被运输通过各自流量计的流体黏度。此外，一或更多流量限制器组件可与本文中所述的各种实施方案中的每一者共同使用，以增加由各种压差传感器所测量的压差降。当测量低的流体流量(例如，小于1sccm)时可使用较高的压降，该较高的压降提高流量计在低流量时的准确度。

[0062] 此外，根据前方的描述，除了本文中列举的方法与装置外，在本公开范围内在功能性上等效的方法及装置对于本技术领域中普通技术人员而言是显而易见的。一些实施方案的部分与特征、材料、以及构造技术可被包括在其他实施方案的部分与特征、材料、以及构造技术中、或由其他实施方案的部分与特征、材料、以及构造技术所替代。这些修改以及变化意指落入随附的权利要求的范围中。因此，本公开仅由随附权利要求的术语、以及这些权

利要求所赋予的等同方案的全部范围所限定。还需理解的是，本文中所使用的术语仅用于描述特定实施方案的目的而并不意旨进行限制。

[0063] 本公开的摘要被提供以允许读者能迅速地确定技术公开的性质。摘要在其将不会被用于解释或限制权利要求的理解下而被提出。此外，在先前的实施方案中，可见诸多特征可被归类在单一实施方案中以达到简化本公开的目的。该公开方式不应被解释为限制权利要求。因此，随着权利要求的每一者本身作为单独的实施方案，下列的权利要求则由此而并入具体实施方式中。

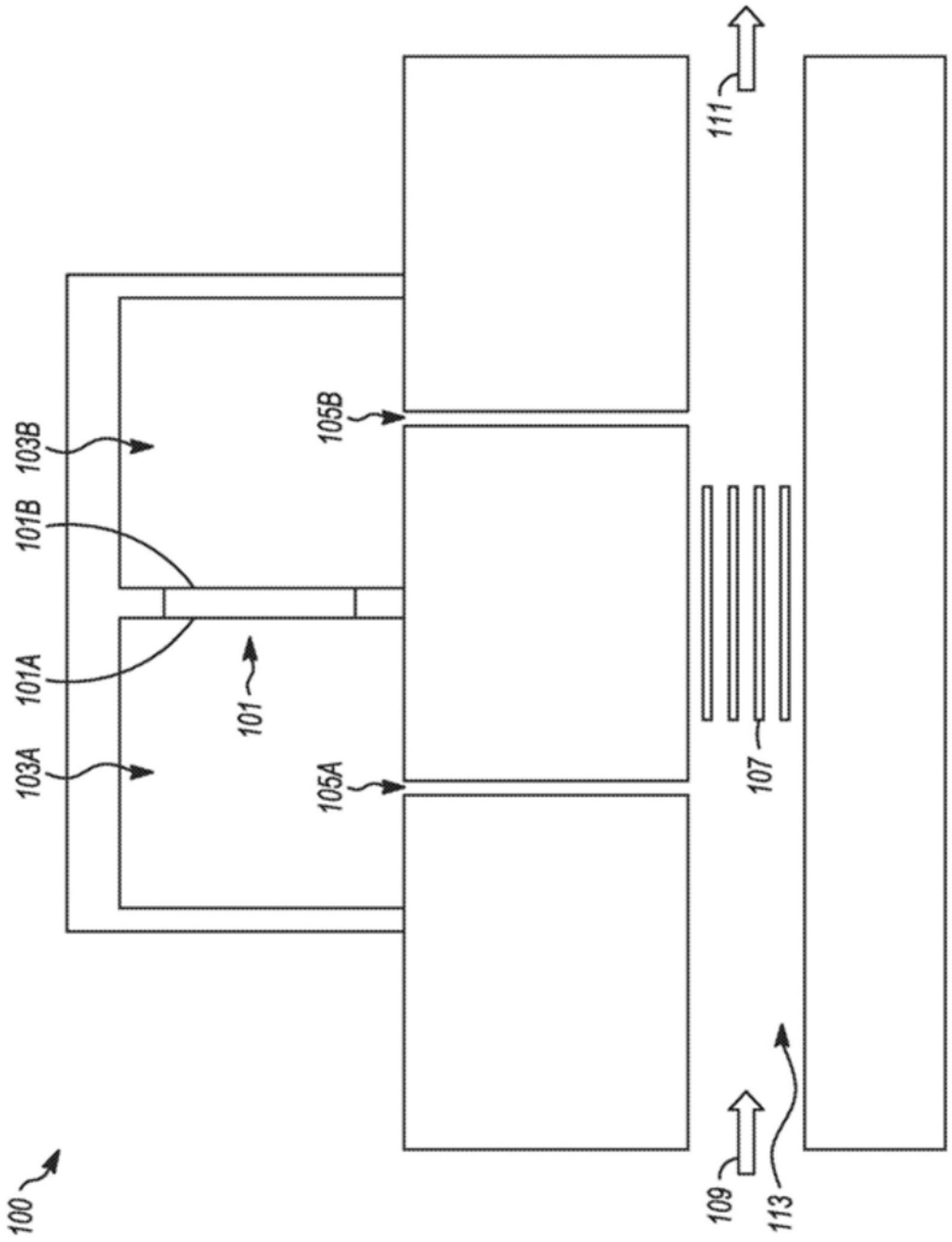


图1(现有技术)

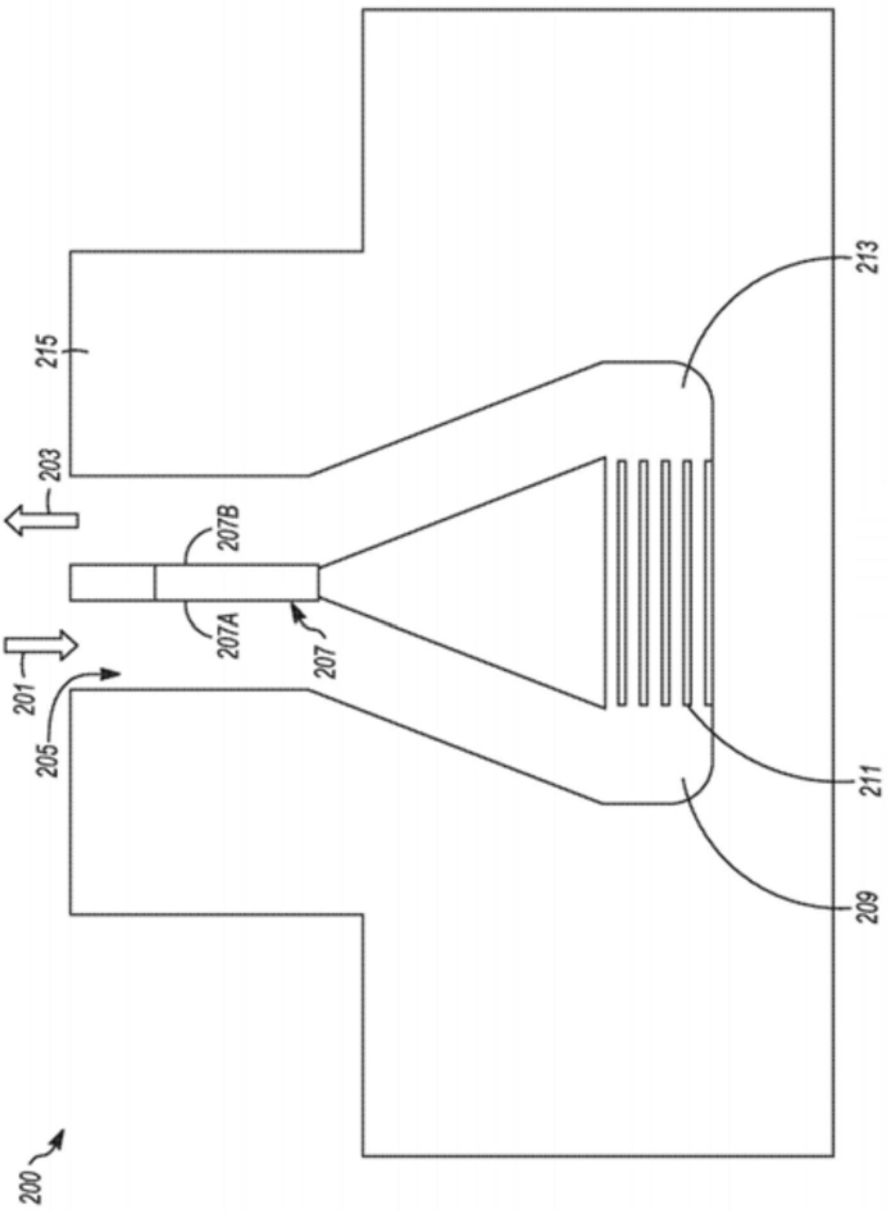


图2

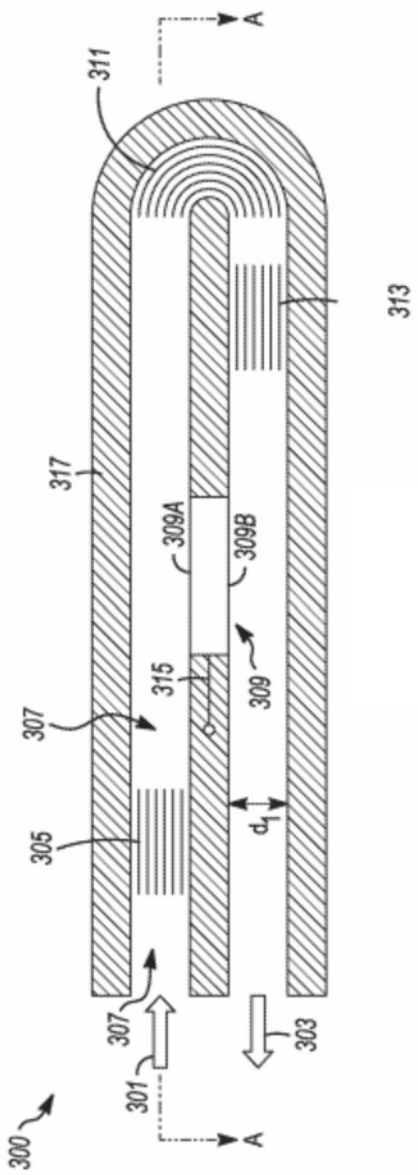


图3A

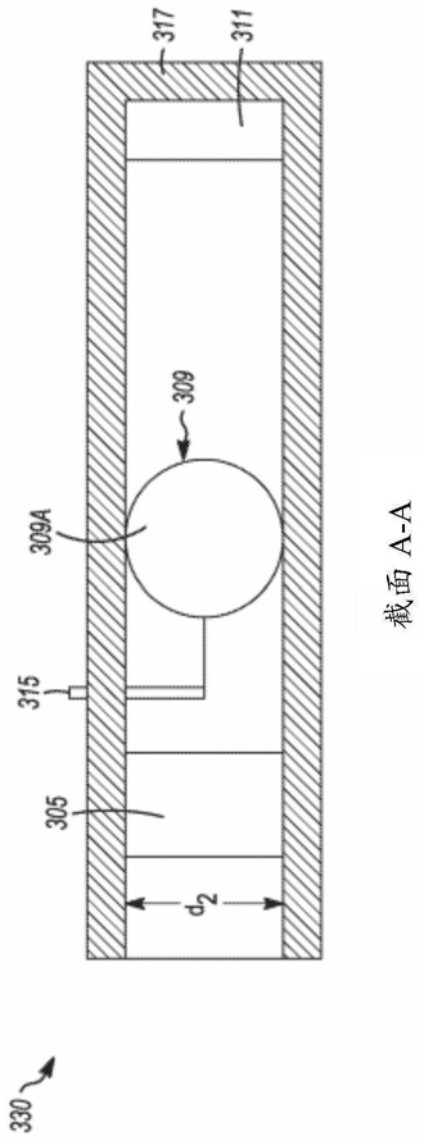


图3B

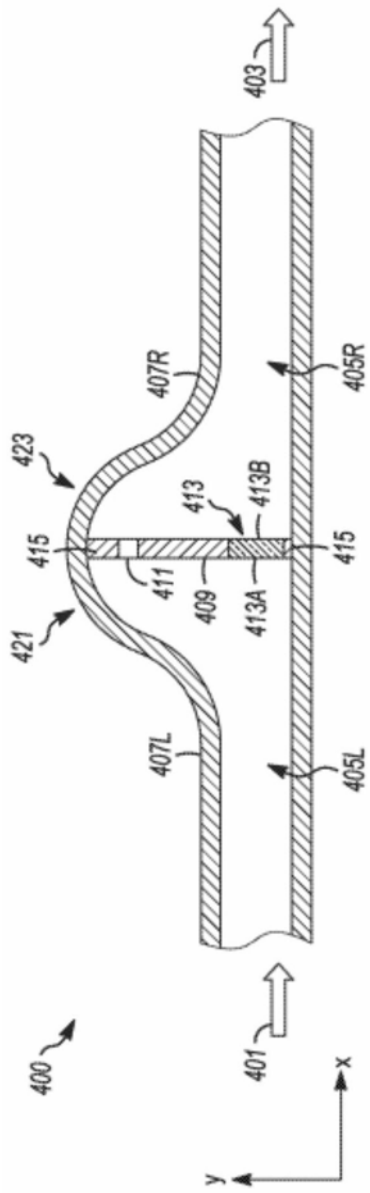

403
407R
405R
423
413
413B
415
415
411
409
413A
421
407L
405L
400
401
x
y

图4A

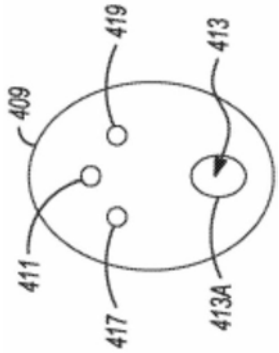

419
413
409
411
417
413A

图4B

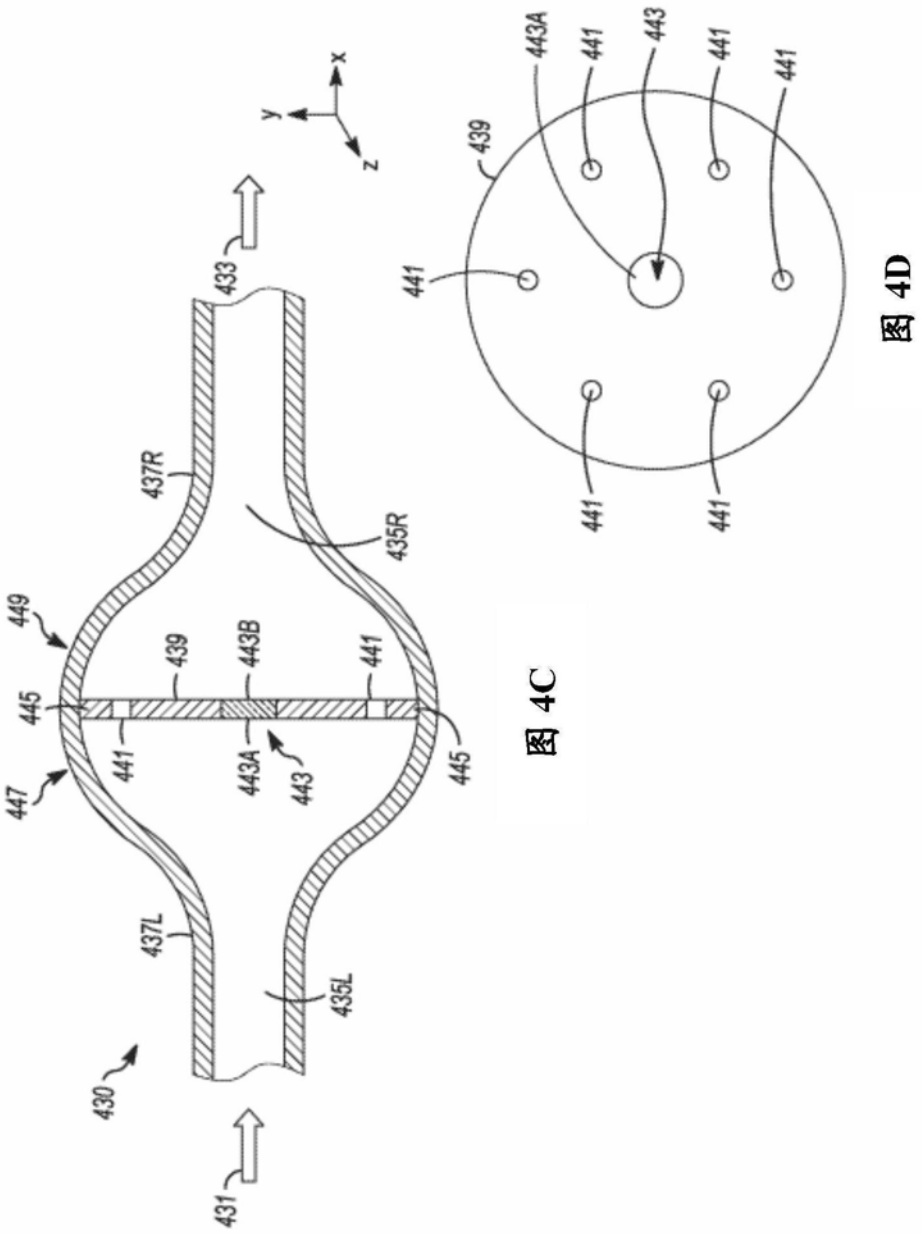

x
y
z
433
437R
435R
449
439
443B
441
445
441
443A
443
445
447
437L
435L
430
431

图 4C

443A
441
443
441
441
439
441
441
441

图 4D