



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105473310 B

(45)授权公告日 2018.02.27

(21)申请号 201480046308.8

(22)申请日 2014.08.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105473310 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据

61/868,705 2013.08.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.02.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/051861 2014.08.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/026927 EN 2015.02.26

(73)专利权人 骏马流量传感器公司

地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 A·M·杨

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 黄海鸣

(51)Int.Cl.

B29C 65/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1426531 A, 2003.06.25,

CN 87107806 A, 1988.06.01,

CN 1882800 A, 2006.12.20,

CN 102761153 A, 2012.10.31,

US 5373745 A, 1994.12.20,

US 2006/0048897 A1, 2006.03.09,

CN 102782463 A, 2012.11.14,

EP 0190810 A1, 1986.08.13,

EP 0258827 A1, 1988.03.09,

US 4768385, 1988.09.06,

审查员 何玉玲

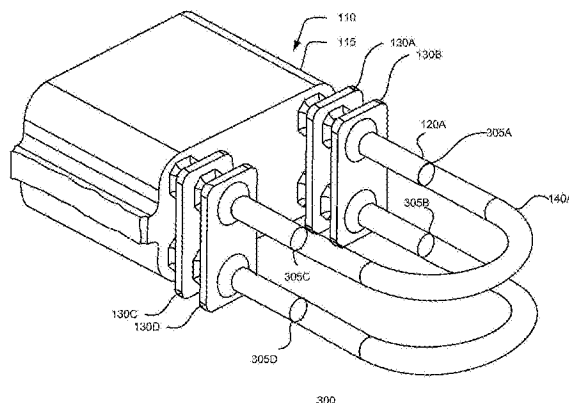
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

由聚合材料制造科里奥利质量流动速率传感器的方法

(57)摘要

描述了一种由聚合材料制造科里奥利质量流量计的方法,其中动态响应歧管由与流传感器的流量敏感元件相同的材料制作出。流量计没有机械接头和粘合剂。歧管和流量敏感元件因此不会相对于彼此滑动或改变它们的位置,它们也不会经受不同程度的热膨胀,否则不同程度的热膨胀将破坏振动流量敏感元件的端部处的边界条件的完整性、可靠性和/或准确性。



1. 一种用于由单一聚合物材料制作科里奥利流量计的方法,所述方法包括:
由第一聚合物材料制作动态响应歧管,所述动态响应歧管包括:
主体;
一体化至所述主体的至少四个管状端口延伸,各管状端口延伸包括焊接表面;
一体化至所述主体和所述至少四个管状端口延伸的至少一个隔离板;
通过将至少两个所述第一聚合物材料的管成型为预定形状而形成至少两个流动敏感构件,各流动敏感构件包括两个开口端部;和
将所述至少两个流动敏感构件的各开口端部焊接至所述至少四个管状端口延伸中的一个的相应的焊接表面。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中将所述至少两个流动敏感构件的各开口端部焊接至所述至少四个管状端口延伸中的一个的所述相应的焊接表面同时地发生。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述焊接进一步包括:
将所述至少四个管状端口延伸中的每一个的所述焊接表面局部加热至所述第一聚合物材料的焊接温度范围内;
将所述至少两个流动敏感构件的各开口端部局部加热至所述第一聚合物材料的所述焊接温度范围内;和
在各焊接表面和各开口端部在所述第一聚合物材料的所述焊接温度范围内的状态下同时将各开口端部接合至相应的焊接表面。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述管状端口延伸和所述流动敏感构件具有近似相同的外径,并且其中在每个焊接处所述外径的公差是 $\pm 0.2\text{mm}$ 。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中至少一个隔离板布置在所述焊接表面与所述动态响应歧管的主体之间。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述焊接形成无粘合剂连结。
7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括将销在焊接期间临时插入至所述流动敏感构件之一和所述相应的管状端口延伸两者的内侧的位置,所述位置与聚合物接头相对应,所述销与流动敏感构件和相应的管状端口延伸中的一个紧密接触以防止来自所述聚合物接头的聚合物流到所述流动敏感构件内。
8. 一种动态响应歧管,包括:
第一聚合物材料的主体;
所述第一聚合物材料的至少四个管状端口延伸,所述至少四个管状端口延伸一体化至所述主体;
至少一个所述第一聚合物材料的隔离板,所述至少一个隔离板一体化至所述主体和所述至少四个管状端口延伸;
通过将至少两个所述第一聚合物材料的管成型为预定形状而形成的至少两个流动敏感构件,所述至少两个流动敏感构件中的每一个具有第一端部和第二端部,所述第一端部和所述第二端部中的每一个与所述至少四个管状端口延伸中的一个相对应;和
至少四个聚合物焊接,所述至少四个聚合物焊接中的每一个将所述至少两个流动敏感构件的所述第一端部中的一个或所述第二端部中的一个连接至所述至少四个管状端口延伸中的相应的一个。

9. 根据权利要求8所述的动态响应歧管, 其中所述至少四个管状端口延伸中的每一个和所述至少两个流动敏感构件中的每一个的壁厚小于一毫米。

10. 根据权利要求8所述的动态响应歧管, 其中所述至少两个流动敏感构件的内径在二毫米与四毫米之间。

11. 根据权利要求8所述的动态响应歧管, 其中所述至少四个聚合物焊接中的每一个的尺寸公差在0.2毫米内。

12. 根据权利要求8所述的动态响应歧管, 其中, 所述至少一个隔离板布置在所述焊接表面与所述动态响应歧管的主体之间。

由聚合材料制造科里奥利质量流动速率传感器的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2013年8月22日提交的美国临时申请No. 61/868,705的权益,该申请通过引用全部合并于此。

背景技术

[0003] 本公开总体涉及基于科里奥利原理的流体质量流动速率测量设备,并且具体涉及用于制造由聚合材料构造的改进的科里奥利流动速率传感器的方法。

[0004] 科里奥利质量流量计可以用来测量流过闭合导管的流体的质量流动速率。传统的科里奥利流量计采用以受控方式振荡的一个或两个管子(流体所流过的)的各种配置,允许了作为流过传感器的流体质量流动速率的指示的科里奥利诱发的偏转(或这样的偏转在管子上的影响)的测量。

[0005] 现有技术的科里奥利流量计中的大部分关系到使用金属合金流管作为流量敏感元件。虽然现有技术还指示出塑料可以替换流管中的金属的理论可能性,但同时现有技术也教导远离塑料的使用。美国专利No. 7,127,815(“’815专利”)在第2栏第16至25行陈述了“塑料流管单纯替换金属流管会产生看起来像流量计的结构。然而,结构不会起到生成跨越操作条件的有用范围的准确输出信息的流量计的作用。流量计能够由塑料制成的单纯的断言只不过是塑料可以替换金属的抽象概念。它未教导塑料流量计可以如何制造以生成跨越操作条件的有用范围的准确信息。”在美国专利No. 6,776,053(“’053专利”)中从第1栏第58至68行到第2栏第1至10行发现了类似陈述。

[0006] 任何科里奥利流量计的成功工作的基础都在于流量敏感元件(例如, ’815和’053专利中的管子)必须被以如下方式固定附接至支撑基部:使得为振动流量敏感元件的端部建立固定的、稳定的且不改变的边界条件。’815和’053专利描述了制作具有使用氰基丙烯酸酯粘合剂被附接至金属支撑的至少一个聚合物(例如, PFA(聚(全氟烷氧基))管子的科里奥利流量计的方法。因此,接头的稳定性和边界条件的质量受到粘合剂的限制,粘合剂是最易于在操作期间退化的界面。

[0007] ’815和’053专利中描述的粘合剂接头的另一方面在于管子至金属基部的联接的完整性因为粘合剂的使用而不一定是不屈和不改变的。相反,联接可能由于管子的连续振动而随时间的推移劣化,引起粘合剂接头开裂或以其他方式退化。另外,在构造的各种材料(例如, PFA管子、氰基丙烯酸酯粘合剂和金属基部)之中的差别的热膨胀会损害管子至金属基部的联接的完整性,创建了不稳定的边界条件,导致不受控的振动特性到达装置的性能可能被危害这样的程度。

[0008] ’815和’053专利描述了PFA管材的性质,为了有助于氰基丙烯酸酯粘合剂至PFA管子的粘合, PFA管材经要求将PFA管子浸没在含有乙二醇醚的加热浴中并缓缓地搅拌PFA管子的浸蚀(’815专利中提到的过程)。该浸蚀过程增加了流量计的制作的成本和复杂性,并且可能不一定生产出适用于在一致的基础上的流量计制作的管材。

[0009] 描述了具有塑料流管的科里奥利流量计的其他技术具有不同的问题。美国专利

No.6,450,042 (“’042专利”)、美国专利No.6,904,667,和美国专利申请公开No.2002/0139199描述了凭借注模制作科里奥利流量计并且由含有具有大约47摄氏度的熔点的铋、铅、锡、镉和铟的混合物的低熔点可熔金属合金制成的芯模形成流动路径的方法。’042专利断言“…在驱动器与传感件及壳体的可能的例外的情况下,流量计的整体通过注模形成。”美国专利No.6,450,042第2栏第65至67行。该制作方法呈现出显著的问题和限制。在注模过程期间,热塑料以可以在超过5000psi的压力下在超过350摄氏度的温度下被注射到模具内。当制作薄壁或小直径的流动通路(例如,具有<2mm壁厚的2mm至4mm的内径)时,这样的熔化温度和压力很可能会损坏相当窄(且柔性的)的可熔金属芯(例如,可能使其表面熔化),导致流动通路的变形和污染达到可能致使装置不可用这样的程度。

[0010] 而且,在半导体、医药、生物制药或其他重要的高纯度过程应用中,重要的是避免金属污染,不管怎样极微小。与固体芯(例如,不锈钢)不一样,这些参考文献中描述的比较软的可熔芯可能在注模过程期间部分熔化或磨蚀,允许了金属原子混合并且变成嵌入被注射的塑料内,因此永久地污染了流动通路,致使装置不适用于高纯度半导体制造应用。

[0011] 而且,在塑料注模过程中,可以期望各种模制成型特征具有类似的厚度,因为否则模制成型部件可能无法正确地形成(归因于冷却期间部件的体积改变)。参照’042专利,这意味着科里奥利流量计的所有结构特征(例如,流量敏感元件、隔离板(或“支架块”)、入口和出口凸缘、歧管壁的壁厚)都具有类似的厚度。但是通过注模形成流量计的整体的结果是可能不利地限制流量计性能的结构和/或动态设计限制或妥协。

[0012] 美国专利No.8,404,076和美国专利申请公开No.2013/0174670两者都描述了包括采用了由聚合材料制作出的流量敏感元件的结构的发明,其中流动通路由单一零件的塑料聚合物材料形成。流动通路通过在单一聚合物零件至歧管的附接之后从外表面在单一聚合物零件中机加工出(例如,钻孔)它们而制作出。在钻孔之后,来自钻孔的外部孔被密封。可替代地,结构可以通过注模制作出,流动通路通过在模具内采用的固体芯和/或在将部件从其模具中去除之后的二次钻孔操作的组合来形成。

[0013] 该方法的一个缺点在于,归因于制作限制,利用在模具内的固体芯和/或钻孔形成流动通路可能必然要求大于流动通路的期望的壁厚(例如,>1mm)。较大壁厚可能限制装置的柔性并因此限制了低流动速率时的测量灵敏度。另一缺点在于,邻接线性节段(例如,方形“U”或三角形形状)的交叉处的角部的存在可能在测量浆料时变成固体的积聚的场所。该积聚会引起与在流动路径中不具有尖锐弯折或不连续性的曲线结构的压力损失相比增加的压力损失。

发明内容

[0014] 科里奥利质量流量计由聚合材料制造,包括由与流量传感器的流量敏感元件相同的材料制作且没有机械接头和粘合剂的动态响应歧管。通过该方法制作出的装置产生对于振动流量敏感元件(多个)而言不屈的、固定的边界条件。流量计因此避免由滑动和/或差别的热膨胀/收缩引起的在流量敏感元件自身之间和/或在流量敏感元件与动态响应歧管之间的在相对位置上的不期望的改变或变化性,否则滑动和/或差别的热膨胀/收缩会破坏振动流量敏感元件的端部处的边界条件的长期的完整性和可靠性。

[0015] 而且,使用下面描述的制作方法完全由聚合材料制作出的流量计避免了来自使用

其他方法制作出的聚合物流量计的问题。例如,流动通路(和流量计的其他元件)通过将聚合物管子模制成型出或以其他方式成形而制作出。这避免了可能永久地用金属原子污染流动通路(多个)的低熔点可熔金属合金的使用。因此,致使装置不适用于利用高纯度半导体制造牵涉到的应用的风险被避免。

[0016] 还有,因为不需要后制作机加工以制作出流动通路自身,所以流动敏感构件可以由具有比较薄的壁($\leq 1\text{mm}$)的曲线形状的聚合物管材制作出。曲线形状和薄壁允许在低流动速率时的提高的测量灵敏度。曲线形状还消除了流动通路内侧的尖锐角部,否则该尖锐角部将变成对于浆料固体而言的积聚的场所。通过防止该积聚,根据下面的方法制作出的流量计避免了该污染源并且避免了由流动通路内的材料的积聚诱发的压降。

附图说明

[0017] 图1是实施例中的由聚合材料制作出的动态响应歧管结构的图示。

[0018] 图2是实施例中的描绘了由聚合材料制作出的动态响应歧管和一对“U”状流管的流动感测结构的分解图。

[0019] 图3是实施例中的描绘了被焊接至动态响应歧管的“U”状管材的科里奥利流量传感器子组件的图示。

[0020] 图4A至图4E是实施例中的被焊接至动态响应歧管的科里奥利流动敏感构件的各种可能的管子形状的示意性图示。

[0021] 图5是实施例中的由单一聚合材料制作科里奥利流量计的示例方法的方法流程图。

[0022] 图6是实施例中的被插入流动敏感构件内以防止聚合物在焊接期间进入流动敏感构件内的销的图示。

[0023] 附图仅用于图示的目的描绘了本公开的各种实施例。本领域技术人员将容易从以下讨论中认识到可以在不脱离在这里描述的原理的情况下采用在这里图示出的结构和方法的可选实施例。

具体实施方式

[0024] 概述

[0025] 实施例包括由聚合材料制造科里奥利质量流量计的方法,其中动态响应歧管由与流量传感器的流量敏感元件相同的材料制作出并且没有机械接头和粘合剂。根据这些方法制作流量计提供了在用于振动敏感元件的动态响应歧管处的不屈的、固定的边界条件,提高了测量灵敏度。

[0026] 在一个实施例中,动态响应歧管由与流量计的流量敏感元件相同的材料制作出。如下面描述的,歧管没有粘合剂和其他机械接头(即,通过例如粘合剂、夹子、过盈配合、软管、波纹管等接合的两个物理上不同的元件之间的接头)。避免机械接头和粘合剂的益处在于,歧管和流量敏感元件不会相对于彼此滑动或改变它们的位置,它们也不会经受不同程度的热膨胀,否则不同程度的热膨胀会破坏振动流量敏感元件(多个)的端部处的边界条件的完整性、可靠性和/或准确性。

[0027] 下面描述的实施例还叙述了其中动态响应歧管和相应的流量敏感元件两者都没

有使用低熔点可熔金属合金制作的方法。该方法的益处是消除了流动通路(多个)用金属原子污染的风险,否则污染会致使装置不适用于在应用中牵涉到的应用(例如,高纯度半导体制造或生物制药过程)。

[0028] 此外,下面描述的实施例用来由相同聚合材料制作歧管及其相应的流量敏感元件。流量敏感元件(多个)在一些示例中由具有比较薄的壁($\leq 1\text{mm}$)的以曲线形状形成的聚合管材制作出。这些特征的益处在于流量计具有提高的测量灵敏度,即使在低流动速率时。此外,流量敏感元件在一些情况中由没有尖锐角部或方向上的突然改变的以曲线形状形成的市售聚合管材制作出。这样做的益处在于对于浆料固体而言可能积聚(这可能引起增加的压降或变得脱落,创建了颗粒污染)的场所被从制作出的结构中消除。

[0029] 科里奥利流量计的结构

[0030] 图1图示出使用本公开的方法制作出的动态响应歧管110。歧管110包括主体115、管状端口延伸120A至120D(统称120)、歧管流体通路125A至125D(统称125)和隔离板130A至130D(统称130)。

[0031] 主体115提供了管状端口延伸120和隔离板130被连接至其上且流体(其流动被测量)所通过的结构。在一个实施例中,主体115通过从单一零件的聚合材料进行CNC(计算机数字控制)机加工而由聚合材料制作出。在其他实施例中,主体115通过注模或其他模制成型操作而由聚合材料制作出。在该后一情况中,歧管流动通路125或者在原位被模制成型出或者在主体115的模制成型之后在单独的机加工操作中被钻孔而成。

[0032] 在一些实施例中,主体115和管状端口延伸120、歧管流体通路125及隔离板130或者使用从单一零件的聚合材料进行CNC机加工或者通过模制成型一起制作出。传统的科里奥利流量计单独地制作出主体和隔离板并接着稍后将它们附接。主体115(和与主体一起制作出的动态响应歧管110的任何元件)可以由任何数量的聚合材料中的一个制作出,包括但不限于市售的聚合材料(例如,PFA、聚(醚醚酮)(PEEK)、聚(偏氟乙烯)(PVDF)、聚(四氟乙烯)(PTFE)、聚(氟化乙烯丙烯)(FEP))或定制的聚合物或聚合物共混物。

[0033] 管状端口延伸120连接至主体115和隔离板130并且最终连接至流动敏感构件140。因此连接的管状端口延伸120作为流动敏感构件的连续延伸而振动。各管状端口延伸120的焊接表面122连接至相应的流动敏感构件(图2中示出并且下面描述)的开口端部,因此将流动敏感构件置于与相应的歧管流体通路125流体连通。管状端口延伸120具有与流动敏感构件相同的标称外径和内径及尺寸公差,典型地为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。这些公差有助于管状端口延伸至流动敏感构件的精确对准和焊接,如下面描述的。管状端口延伸120与主体115(或者通过机加工或者通过模制成型)一体形成。也就是,管状端口延伸120与主体115一起形成并因此作为没有在管状端口延伸与主体之间的单独的或不同的机械连接的单一结构被无缝地接合至主体。如下面描述的,焊接被用来以如下方式添加组件(即,流动敏感构件):使得它们也被一体化至主体115。

[0034] 动态响应歧管110的被连接至管状端口延伸120的隔离板130通过提供从其测量振动的固定节点而建立了对于流动敏感构件140的振动的边界条件。隔离板130影响流量计的动态频率响应特性。例如,当操作科里奥利流量计时,两个流动敏感构件140以它们的固有频率相位相反地(即,“反相位”)彼此相对地振动,导致类似于音叉运动的运动。另外,两个流动敏感构件140也可以一致地(即,对称地“同相位”)一起振动。取决于流动敏感构件140

与主体115之间的连接的刚性和流动敏感构件140的材料和尺寸,同相位振动的固有频率可以接近于(如果不相同的话)反相位振动的固有频率。两个频率约接近,流量计不稳定性的风险越大,因为振动激发能量会在两个(同相位和反相位)振动模式之间不受控地共享。当以其固有频率操作科里奥利流量计时,所有振动模式的固有频率应该充分良好地分离以便不与传感器的操作干涉。

[0035] 隔离板130创建了良好限定的振动边界条件,其通过允许流量敏感元件140的不同部分(其具有不同质量和惯性矩)参与同相位和反相位振动而导致同相位和反相位模式的频率被分离。隔离板130的尺寸和厚度也影响流量计的频率响应,因为隔离板130仅在反相位模式中对振动流量敏感元件140的刚度产生影响。重要的是,隔离板130直接影响传感器的频率响应特性以允许令人满意的性能。因为将隔离板130附接在流动敏感构件140的开口端部附近的机械挑战和难度,所以这些元件经由管状端口延伸120被附接至歧管。

[0036] 与将物理上不同的隔离板(也称作“支架块”)附接至管状端口延伸或流动敏感构件(例如,如上面描述的,使用粘合剂)的现有技术的科里奥利流量计不一样,本公开的隔离板130与歧管110(和主体115)和管状端口延伸120为一体(也就是,被无缝连接以便产生具有不同元件的单一结构)。该一体结构的益处是更简单的制造和用于终止管状流量敏感元件(多个)的振动的更加不屈的、恒定的边界条件,无论管子形状如何。制作具有在歧管上的一体化的隔离板130的流量计还允许较大的设计灵活性(例如,隔离板厚度和间隔),准许了多种管子形状中的任一个被焊接至动态响应歧管而不必将隔离板单独地附接至管子。

[0037] 隔离板130还提供了与外部源(例如,动态响应歧管110被安装所至的结构)的振动隔离,并且允许了两个流动敏感构件的模式之间的频率分离,无论以反相位模式振动还是以同相位模式振动。如果这两个模式之间的合适的频率分离不存在,则传感器将在其操作期间变得不稳定。无论如何,动态响应歧管110包括包含与主体115一体的管状端口延伸120和隔离板130的单一的无缝结构。

[0038] 图2图示出科里奥利流量传感器子组件200的“分解”图。除上面描述的动态响应歧管110的元件之外,图2还示出流动敏感构件140A和140B(统称140)和耳片160A至160D(统称160)。

[0039] 配置在动态响应歧管110的后部的管道连接(plumbing connection)(未示出)允许流体经由歧管流体通路125以液压串联或并联的方式流过各流动敏感构件140。流动敏感构件140A的开口端部150A和150C各被焊接至管状端口延伸120A和120C的相应的焊接表面122。类似地,管子140B的开口端部150B和150D各被焊接至管状端口延伸120B和120D的相应的焊接表面122。流动敏感构件中的每一个的至相应的管状端口延伸的焊接操作在一些实施例中同时地进行。在下面在图5的背景下更加详细地描述制作方法的该方面。

[0040] 图2还示出用来有助于运动响应装置(未示出)的至流动敏感构件140的安装的耳片160A至160D(统称160)。耳片160在流动敏感构件140上滑动以将其夹持或者以其他方式被附接至流动敏感构件140。耳片160也由聚合材料制作出,但不一定是用来制作动态响应歧管110的其他元件的相同材料制成的。例如,用来制作耳片160的材料可以与流动敏感构件140的材料不同,并且可以具有比用来制作流动敏感构件的材料的热膨胀系数小的热膨胀系数。这样做的益处在于耳片160更有可能在系统的温度改变时维持与流动敏感构件140接触,因此维持了测量准确性。

[0041] 图3图示出组装起来的科里奥利流量传感器子组件300的视图。图3包括上面描述的元件,包括主体115、管状端口延伸120A、隔离板130A和130B及流动敏感构件140A的标记元件,它们被标记用于清楚地说明。除这些之前描述的元件之外,图3还包括聚合物接头305A。聚合物接头305A是管状端口延伸120A与流动敏感构件140A的开口端部150A之间的无粘合剂连结。其他聚合物接头305B至305D在图3中被示出在其他管状端口延伸120与它们相应的流动敏感构件开口端部之间。聚合物接头被统称为305。

[0042] 如上面提及的,聚合物接头305将由相同聚合物材料制作出的元件接合,因为动态响应歧管110和流动敏感构件140的各种元件全部由相同聚合材料制作出或模制成型。因此,仅需要将管状端口延伸120和流动敏感构件140的开口端部150加热至焊接温度范围(根据所使用的聚合材料确定)内并且使其处于彼此接触的状态以形成聚合物接头305。在一些实施例中,有益的是将所有开口端部150同时地焊接至所有管状端口延伸120。这是有益的,因为更有可能产生其中在两个流动敏感构件中的惯性矩充分接近以便平衡的流量计。如果单独地进行焊接,则更有可能是焊接的至少一个尺寸公差($\pm 0.2\text{mm}$)将不满足,因此创建了因为流动敏感构件(构成振动结构)的长度不同而不具有平衡的惯性矩的振动结构。

[0043] 在各流动敏感构件的惯性矩中的不均等将导致对流量计的准确性(和零流量偏移稳定性)产生不利影响的动态不平衡结构。例如,不平衡结构对流体和环境温度变化更加敏感并且更加易受外部振动的影响,因此致使装置的测量不太准确、不太精确并且不太可靠。在下面更加详细地描述用于产生具有平衡的惯性矩的流动敏感构件的制作方法的细节。

[0044] 图4A至图4E呈现出可以被焊接至动态响应歧管110的流量敏感元件140的多种形状405至425的平面图(示意性地呈现为矩形块)。所描绘的示例管子形状405至425中的任一个都可以被选取作为设计选择的问题以满足特定流测量应用的要求。根据本公开制作动态响应歧管110的一个益处在于,或者可能或者更加方便地将多种管子形状中的任何管子形状一体化用于作为流动敏感构件使用而不必设计整个新的歧管110。

[0045] 示例科里奥利流量计制造方法

[0046] 图5是用于制作根据本公开的科里奥利流量计的实例方法500的方法流程图。或者通过CNC机加工或者通过模制成型(例如,注塑)由单一聚合物材料制作505歧管110。如上面描述的,作为制作出的歧管110不仅包括主体115,而且包括隔离板130和管状端口延伸120。所使用的聚合物可以是多种市售聚合物(例如,PFA、PEEK、PVDF、PTFE、FEP)中的任一个或定制的聚合物或聚合物共混物。穿过主体115的歧管流动通路125可以选择性地在单一步骤中与歧管一起制作出,或者继歧管主体115的制作之后被钻孔而成(或以其他方式做出)。

[0047] 制作510流动敏感构件。使用用来制作505歧管的相同的聚合物材料制作流动敏感构件。流动敏感构件在一些情况中是被形成为特定形状(诸如图4中示出的那些)的市售管子。成形包括将管材加热至接近(或处于或略高于)聚合物的玻璃化温度、将管子形成为期望的形状(例如,使用具有被机加工成它的期望形状的板或其他模具)、维持温度以允许被成形的管子内的任何机械应力消散并且使流动敏感构件以受控的方式冷却。在成形过程期间进行的该加热也称作退火,其温度和温度曲线分布将取决于所使用的聚合材料而变化。

[0048] 管状流动敏感构件可以由市售的(或定制制作的)聚合物管材(包括但不限于PFA、PEEK、PVDF、PTFE、FEP)制作,以便满足特定流测量应用的设计要求和以便匹配歧管的聚合材料。虽然流动敏感构件(和相应的匹配的管状端口延伸)的内径和外径可以是任何值,

但这些直径(和/或壁厚)的尺寸公差优选地在十分之几的毫米的范围内。这些公差有助于焊接期间流动敏感构件与隔离板和管状端口延伸的准确对准。

[0049] 将流动敏感构件的开口端部焊接515到管状端口延伸的焊接表面。将管状端口延伸的开口端部和流动敏感构件的开口端部加热至作为所选取的聚合物的函数的焊接温度范围内。这可以使用例如被插在物理上邻近管状端口延伸的焊接表面与流动敏感构件的开口端部之间的电阻加热元件(例如,陶瓷或金属加热元件)来进行,由此将待焊接的表面局部加热。一旦焊接表面和开口端部达到期望的温度,就将加热元件去除并且使开口端部与焊接表面同时接触。如上面提到的,同时焊接的益处是流动敏感构件的长度将几乎相同,使得当在流量计中使用时流动敏感构件具有相同(或近似相同)的惯性矩。类似地,同时焊接有助于流动敏感构件的正确定位,使得基于流动敏感构件的位置的尺寸在 $\pm 0.2\text{mm}$ 内。诸如内径和外径等的其他尺寸也优选地在目标尺寸的 $\pm 0.2\text{mm}$ 内。焊接的另一益处是它是从焊接的两侧一起的流动聚合物,因此使流动敏感构件140与管状端口延伸120无缝地为一体,而没有会使流量计性能退化或降低流量计性能的单独的机械接头。

[0050] 夹具可以被用来保持流动敏感构件以有助于同时且准确的焊接。例如,将流动敏感构件选择性地放置在被配置成使流动敏感构件的开口端部相对于彼此并相对于管状端口延伸的焊接表面精确地定位使得满足尺寸公差的夹具中。夹具也可以被配置成使流动敏感构件精确地且以受控的方式平移。这样的夹具的示例包括机器工具上使用的平移台,包括具有已知平面度的表面的那些(例如,在0.0001的英寸内的平面)。

[0051] 在一些示例中,一个或多个销可以被穿过主体115的歧管流体通路125插入至与聚合物接头(图3中示出为元件305)相对应的在流动敏感构件和管状端口延伸内侧的位置。图6中示出这样做的示例,其中销610在与聚合物接头605相对应的位置处在管状端口延伸620和流动敏感构件640内。典型地,销610将与管状端口延伸620、流动敏感构件640和聚合物接头605的内表面紧密接触。然而,在图6中为了清楚起见示出了销605与这些表面之间的一些间隔。使用由在用来制作歧管和流动敏感构件的聚合物的焊接温度范围内机械和化学稳定的任何非污染性材料制成的销,以防止聚合物的从聚合物接头305至流动通路内部的任何挤出或流动。这保留了准确测量所需的流动通路的通畅的连续性。接着在聚合物接头305的固化之后将销去除。

[0052] 接着使组装起来的歧管110以受控的方式冷却520以允许在前述步骤中的任一个期间引入的机械应力消散。冷却的温度和温度对时间的曲线分布是用来制作组装起来的流量计的聚合物的函数。

[0053] 退火过程的另一益处是降低过多的聚合物流动和由于不受控的冷却过程或较快的冷却速率期间横跨管状部件的过热的热梯度而翘曲的风险。这帮助将管状元件的尺寸控制维持到千分之几的英寸内。这被用来保留各振动流量敏感性构件中的基本相等的惯性矩。

[0054] 附加注意事项

[0055] 公开的实施例的前述描述已被呈现用于说明的目的;不意在穷尽性的或将权利要求限制为所公开的精确形式。相关领域技术人员可以领会到许多修改和变型按照以上公开都是可能的。

[0056] 最后,说明书中使用的语言主要被选取用于可读性和指导性的目的,并且可能不

是被选取以记述或约束发明的主题。因此意在公开的范围不受该详细描述的限制,而是受针对这里所基于的申请发布的任何权利要求的限制。于是,实施例的公开意在说明而不是限制发明的范围,发明的范围被陈述在以下权利要求中。

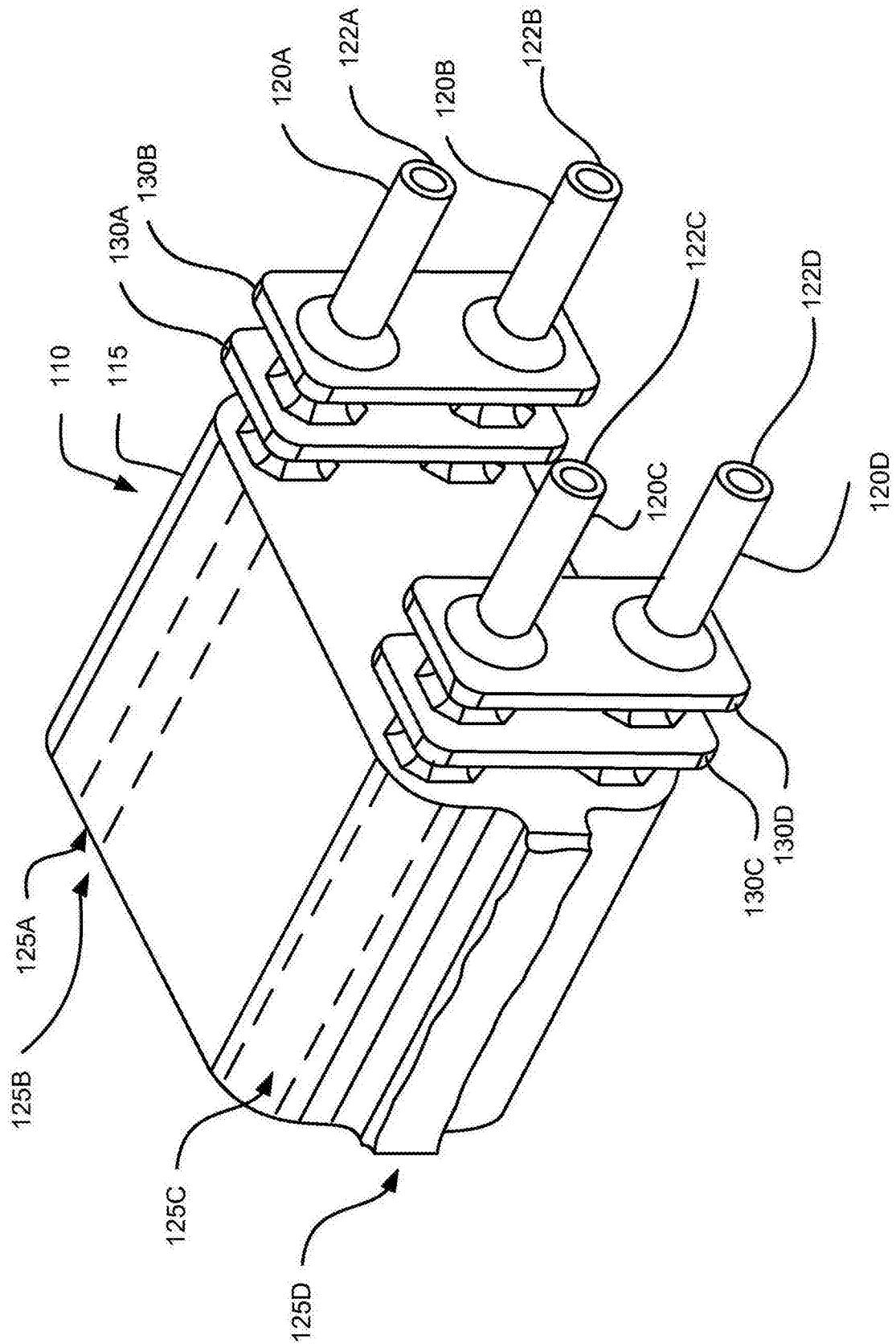


图1

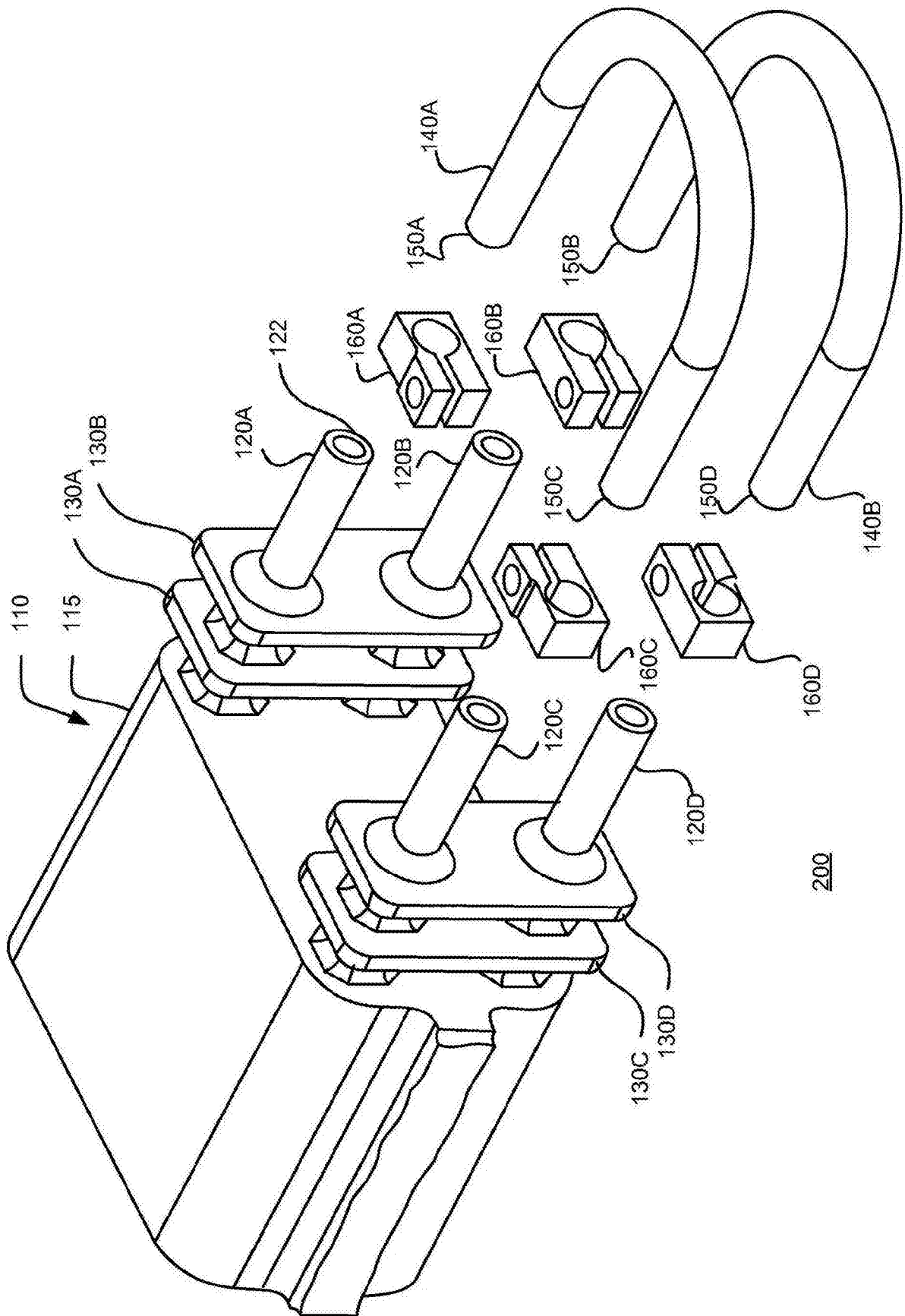


图2

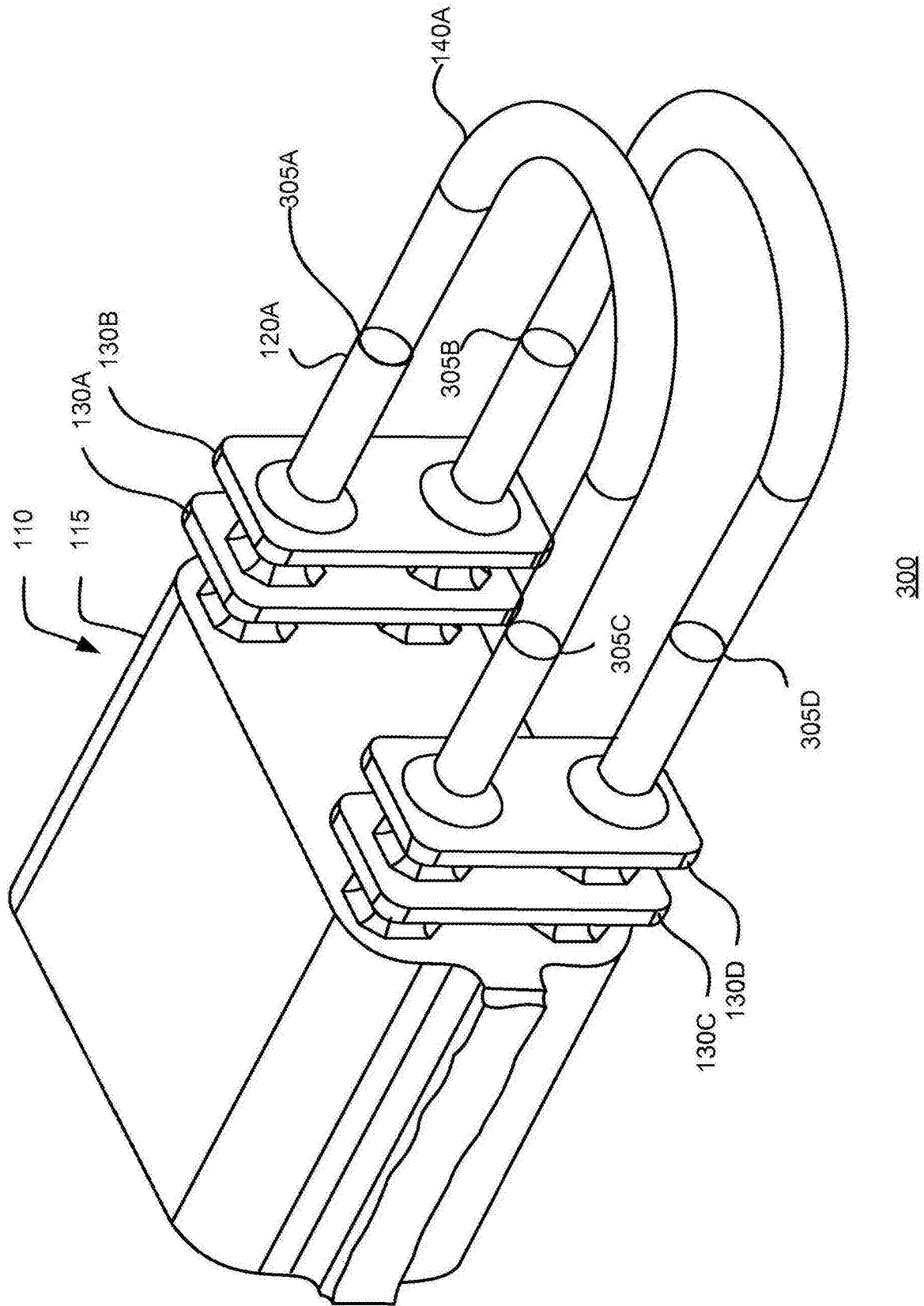


图3

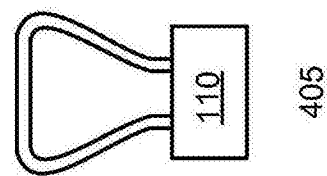


图4A

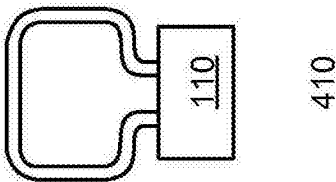


图4B

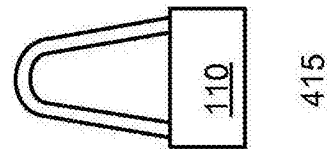


图4C

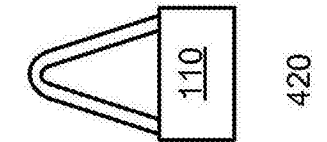


图4D

500

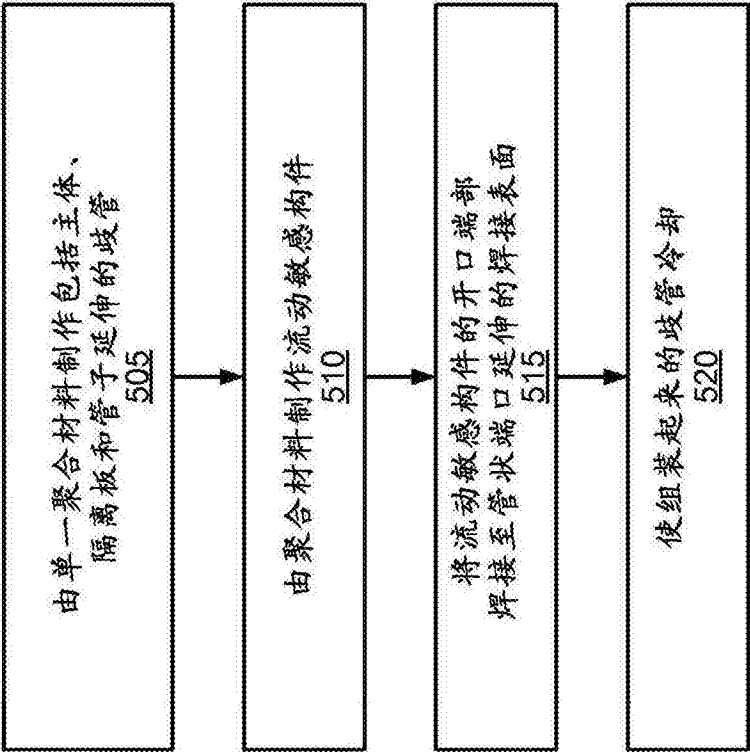


图5

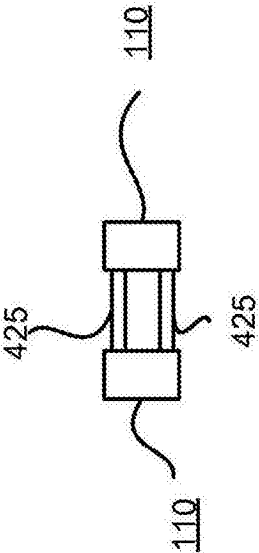


图4E

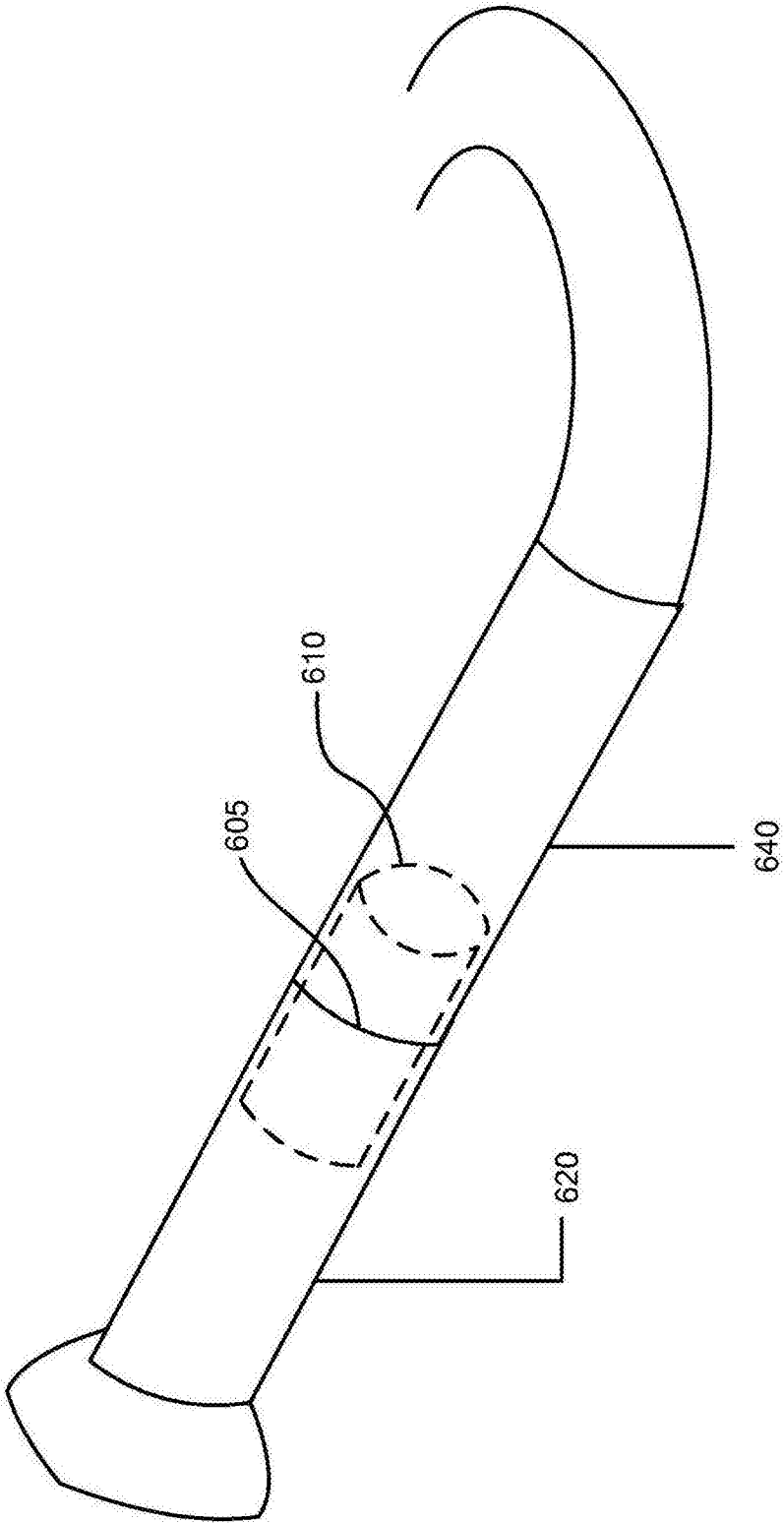


图6