

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01F 1/84 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02818568.4

[45] 授权公告日 2009年12月2日

[11] 授权公告号 CN 100565127C

[22] 申请日 2002.9.17 [21] 申请号 02818568.4

[30] 优先权

[32] 2001.9.21 [33] EP [31] 01122801.2

[32] 2001.10.29 [33] EP [31] 01125774.8

[32] 2002.3.15 [33] US [31] 60/364,089

[86] 国际申请 PCT/EP2002/010427 2002.9.17

[87] 国际公布 WO2003/027616 德 2003.4.3

[85] 进入国家阶段日期 2004.3.22

[73] 专利权人 恩德斯+豪斯流量技术股份有限公司
地址 瑞士赖纳赫

[72] 发明人 马丁·安克林 阿尔弗雷德·文格尔

[56] 参考文献

US5731527 1998.3.24

US5301557A 1994.4.12

US5241865A 1993.9.7

US4831885 1989.5.23

US5370002 1994.12.6

US5241865 1993.9.7

审查员 钱凌影

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 谷慧敏 钟强

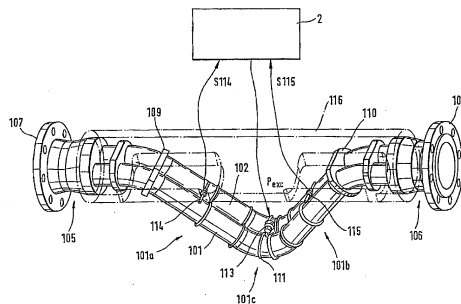
权利要求书3页 说明书13页 附图3页

[54] 发明名称

振动传感器

[57] 摘要

本发明涉及一种振动传感器(1)，其包含至少一个具有可预定的腔管的至少暂时振动的测量管(101)用于引导流体。测量管(101)经由在入口端终结的入口管部分(103)和在出口端终结的出口管部分(104)与连接管连通，并且在操作中围绕连接入口及出口端的振动轴执行挠性振动。测量管(101)具有至少一个弓形管段(101c)，该弓形管段具有可预定的三维形状，在入口端和出口端连接至直管段(101a、101b)。直接在弓形管段(101c)上或者在其附近，固定用于稳定三维形状的至少一个刚性元件(111)以及可选的附加刚性元件(112)。这些刚性元件(111、112)充分减小了振动传感器(1)对于压力，特别是压力变化，的通常不期望的交叉敏感度，从而提高了传感器测量的精确度。



1. 振动传感器（1），用于在流动的流体中生成由质量流量决定的科里奥利力，所述振动传感器包括：

- 具有一入口端和一出口端的振动的第一测量管（101），

-- 为了允许流体流经，该第一测量管（101）经由在入口端终结的入口管部分（103）和在出口端终结的出口管部分（104）与连接管连通，并且为了使所述第一测量管的腔管变形，在操作中该第一测量管围绕连接入口及出口端的振动轴执行挠性振动，

-- 该第一测量管（101）带有具有预定的三维形状的弓形管段（101c），该弓形管段在入口侧与第一直管段（101a）相连和在出口侧与第二直管段（101b）相连，从而第一测量管为V形；

- 由金属制成的至少一个第一刚性元件以及基本与第一刚性元件相同的第二刚性元件，

-- 每一所述刚性元件都仅仅固定于第一测量管，以减少传感器对于在所述腔管内存在的内压力的变化的交叉敏感度，

-- 每一所述第一和第二刚性元件都是环形的并在弓形管段（101c）上固定至第一测量管，以包围第一测量管，从而稳定所述弓形管段的三维形状；

所述振动传感器还包括：

- 振动的第二测量管，其具有一入口端和一出口端；和

- 入口歧管和出口歧管，用于将所述第一和第二测量管与所述连接管相连；

-- 其中每一所述第一和第二测量管的入口管部分终结在振动传感器的入口歧管中，每一所述第一和第二测量管的出口管部分终结在振动传感器的出口歧管中，从而在操作中，所述第一测量管经由入口及出口管部分和入口及出口歧管与连接管连通，所述第二测量管也经由入口及出口歧管与连接管相通，

-- 其中为了在流经第一和第二测量管的流体中感生科里奥利力，在操作中，以有效模式激励所述第一和第二测量管围绕基本平

行于传感器纵向轴的振动轴执行挠性振动，从而至少在所述第一和第二直管段以及所述弓形管段的区域中，所述第一测量管与所述第二测量管反相地振荡。

2. 根据权利要求 1 所述的振动传感器 (1)，其中第一刚性元件 (111) 同轴地包围第一测量管 (101)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的振动传感器 (1)，其中第一测量管 (101) 的内径大于 40 mm。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的振动传感器 (1)，其中第一测量管 (101) 的内径大于 50 mm。

5. 振动传感器 (1)，用于在流动的流体中生成由质量流量决定的科里奥利力，所述振荡传感器包括：

- 具有一入口端和一出口端的振动的第一测量管 (101)，
- 为了允许流体流经，该第一测量管 (101) 经由在入口端终结的入口管部分 (103) 和在出口端终结的出口管部分 (104) 与连接管连通，并且为了使所述第一测量管的腔管变形，在操作中该第一测量管围绕连接入口及出口端的振动轴执行挠性振动，
- 该第一测量管 (101) 带有具有预定的三维形状的弓形管段 (101c)，该弓形管段在入口侧与第一直管段 (101a) 相连和在出口侧与第二直管段 (101b) 相连，从而测量管为 V 形；
- 由金属制成的至少一个第一刚性元件以及基本与第一刚性元件相同的第二刚性元件，
- 每一所述刚性元件都仅仅固定于第一测量管，以减少传感器对于在所述腔管内存在的内压力的变化的交叉敏感度，
- 该第一刚性元件固定在第一直管段上，该第二刚性元件固定在第二直管段上，
- 每一所述第一和第二刚性元件都是环形的并在弓形管段

的附近固定至测量管，以包围测量管，从而稳定所述弓形管段的三维形状；

所述振动传感器还包括：

- 振动的第二测量管，其具有一入口端和一出口端；和
- 入口歧管和出口歧管，用于将所述第一和第二测量管与所述

连接管相连；

-- 其中每一所述第一和第二测量管的入口管部分终结在振动传感器的入口歧管中，每一所述第一和第二测量管的出口管部分终结在振动传感器的出口歧管中，从而在操作中，所述第一测量管经由入口及出口管部分和入口及出口歧管与连接管连通，所述第二测量管也经由入口及出口歧管与连接管相通，

-- 其中为了在流经第一和第二测量管的流体中感生科里奥利力，在操作中，以有效模式激励所述第一和第二测量管围绕基本平行于传感器纵向轴的振动轴执行挠性振动，从而至少在所述第一和第二直管段以及所述弓形管段的区域中，所述第一测量管与所述第二测量管反相地振荡。

6. 根据权利要求 5 所述的振动传感器 (1)，其中第一刚性元件 (111) 同轴地包围第一测量管 (101)。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的振动传感器 (1)，其中第一测量管 (101) 的内径大于 40 mm。

8. 根据权利要求 5 或 6 所述的振动传感器 (1)，其中第一测量管 (101) 的内径大于 50 mm。

振动传感器

技术领域

本发明涉及一种振动传感器，其特别适合于科里奥利质量流量计或科里奥利质量流量计-密度计。

背景技术

在测量和自动化技术中，管道中流动的流体，特别是液体，的质量流速和/或密度通常是利用这样的仪表确定的：其使用振动传感器和与其相连的测量及控制电路，感应流经传感器的流体中的反作用力，特别是对应于质量流速的科里奥利力和对应于密度的惯性力，并由此得出代表流体的相应质量流速和/或相应密度的测量信号。

在例如 WO-A 01/33174、WO-A 00/57141、WO-A 98/07009、美国专利 5796011、美国专利 5731527、美国专利 4895030、美国专利 4781069、EP-A 1 001 254、EP-A 553 939 或 EP-A 1 154 243 中公开了这种科里奥利质量流量计或科里奥利质量流量计-密度计。这种科里奥利质量流量计或科里奥利质量流量计-密度计使用振动传感器提供了相应的测量信号，该振动传感器包括至少一个可预定腔管的测量管，该测量管用于引导流体、具有一入口端和一出口端、至少分段弯曲、并且至少暂时地振动，并且：

- 允许流体贯穿流过，经由在入口端终结的入口管部分和在出口端终结的出口管部分与连接管连通；并

- 在操作中，为了使测量管的腔管变形，围绕连接入口及出口端的第一振动轴执行挠性振动。

为了生成并保持至少一个测量管的振动，每一传感器都具有至少一个激励组件，该激励组件由前面提到的测量及控制电路激励。激励

组件包括第一振动激发器，其优选的为电动或电磁的，由交流激励电流横贯并将激励电流转换为作用于测量管的激励力，该交流激励电流特别地为双极性的。

弯曲测量管，例如在管道平面弯曲成 U 形或 V 形的测量管，特别是科里奥利质量流量计的管道，通常以所谓的有效模式激励为悬臂振动，使得受到弹性形变的测量管围绕传感器的第一振动轴振荡。为此，振动激发器通常放置在传感器中，使得在有效模式的波腹处作用于测量管，特别是在管道的中点区域处作用于测量管。

作为绕纵向轴悬臂振动的结果，在流体中引起科里奥利力，然后导致所谓的科里奥利模式的悬臂振动被添加到所激励的有效模式悬臂振动上，科里奥利模式的悬臂振动的频率与有效模式的相等。在所述类型的传感器中，由科里奥利力引起的这些悬臂振动通常对应于绕第二振动轴的扭转振动，第二振动轴特别的是与第一轴垂直的轴，第二轴基本上平行于传感器的虚垂直轴。

具有了弯曲的管道形状，热膨胀将几乎没有或者仅非常微弱的引起测量管本身和/或连接管内的机械应力，特别是如果使用具有高热胀系数的材料。另外，测量管可以作得比较长，特别是具有一突出部分，使得即使安装长度相对较短，特别是在相对较低的激励功率下，也可以得到传感器对于要测量的质量流速的高敏感度。

前面提到的情况也允许一条或多条测量管由具有高热胀系数和/或高弹性模数的材料制成，例如特种钢。

在美国专利 5,796,001 和 WO-A 01/33174 中公开的两个平行且基本同样形状 of 测量管被基本上连续地弯曲，即，它们实际上任何地方都不是直的。

相对比的,在例如美国专利 5,731,527、美国专利 5,301,557、美国专利 4,895,030、WO-A 00/57141、WO-A 01/33174 或 EP-A 1 154 243 中显示的传感器的测量管,每一个都具有至少两个直的管段,这两个直管段经由一弓形管段,特别是圆弧形段,连接。与连续弯曲的测量管相比,这种具有直管段的弯曲测量管具有这样的优点:它们可以利用非常简单的弯曲工具而以低成本制造。连续弯曲的测量管通常具有突出的弓形管段并且在多数情况下管段具有不同的曲率半径,而具有直管段的测量管还可以使用具有单一曲率半径和/或较小的曲率半径的弓形管段制成。

优选地,在操作中,测量管以自然瞬时谐振频率振动,特别是以恒定值调整的振幅振动。由于自然谐振频率也由流体的瞬时密度决定,所以商业上可用的科里奥利质量流量计也可以测量例如流动流体的密度。

为了在本地感应测量管的振动并生成相应的传感器信号,每一传感器都包括一传感器装置,其包括至少一个入口侧和至少一个出口侧的振动传感器,例如电动振动传感器。由于有效模式和科里奥利模式重合,所以利用入口及出口侧的传感器装置感应的测量管振动以及相应的传感器信号表现了相位差,该相位差也由质量流速决定。

利用上述的测量及控制电路,可以以本领域技术人员所熟悉的方式测量这个相位差,即通过例如确定幅度差而直接或间接测量该相位差,并且该相位差被用于生成代表流体的质量流速的测量信号。另外,测量及控制电路可以通过考虑两个传感器信号中的至少一个的瞬时频率而确定流体的密度。

众所周知,在操作中,传感器,特别是至少一个测量管,除了受到上面说明的期望的反作用力之外,还受到其它物理量的作用,特别是不能被影响的量的作用。例如,由于测量管的热膨胀,测量管的温

度（在多数情况下不能保持恒定）自动导致传感器除了表现其对于基本被测量即质量流速和密度的敏感度之外，还表现了对于当前在传感器中存在的温度分布的交叉敏感度。为了补偿这种由温度引起的干扰效果，科里奥利质量流量计或科里奥利质量流量计-密度计通常还包括至少一个温度传感器，用于测量例如测量管的温度或管道周围的环境。

还知道，这种振动传感器除了具有上述对于传感器内部存在的温度的空间及时间分布的敏感度之外，还表现出对于在测量管的腔管中存在的静态内压力或者对于在管道的腔管和环境之间存在的压差的显著的交叉敏感度。这个事实在例如美国专利 5,731,527、美国专利 5,301,557、WO-A 95/16897 和 WO-A 98/07009 中也被指出。这种交叉敏感度可以归于以下事实：根据内压力或压差的幅度，流体以不同大小的力抵消振动中的测量管的形变。

不幸的是，传感器的这种对于压力的交叉敏感度可能导致对应于科里奥利力的从压力到质量流量的干扰，这通常是不期望的。为了保证所需要的高测量精度（通常应当至少在准确质量流速或准确密度的大约±0.15%之内），需要额外的测量来补偿测量信号对于压力的相关性，特别是如果内压力可能在很大的范围中（例如大于 5 巴）变化。

为了解决这个问题，例如美国专利 5,301,557 提出了使用具有相对较大的壁厚的测量管，以利用可能非常高但是充分恒定的力对抗各自测量管的弹性形变。然而，这特别的因为导致测量管质量增加，而导致传感器对于基本被测量，即质量流速和密度，的敏感度与对于压力的交叉敏感度一同被减小。美国专利 5,731,527 提出了一种类似的解决方案，其中直管段具有各向异性材料，特别是加强玻璃纤维，的管状刚性元件，该刚性元件用于根据相应管段中作用的机械应力的定向而赋予直管段刚度，从而使得测量管更加抗压，同时保持对于科里奥利力的良好敏感度。

在 WO-A 98/07009 或 WO-A 95/16897 中说明了减小传感器对于压力的交叉敏感度的另一可能。其中提出，在操作期间利用至少一个振动测量管的两个不同的瞬时或连续受激振动模式的谐振频率确定内压力或压差，并在生成代表质量流速的测量信号时考虑这个内压力或压差。为此，这里公开的激励组件除了具有通常的单一激发器之外，还至少具有第二振动激发器，其在距第一激发器给定距离处作用于测量管。显而易见，这涉及额外的机械组成以及测量及控制电路的可观的额外机械组成，在测量及控制电路中必须提供额外的计算能力。另一方面，这显著增加了这种科里奥利质量流量计-密度计的制造成本。另一方面，这种其中安装的硬件及实施的固件的组成的增加必然伴有误差概率或者甚至于故障概率的不成比例的增长，因此，需要监控组成的充分增加，以保证科里奥利质量流量计-密度计的期望可靠性。

发明内容

基于以上现有技术，本发明的目的是，提供适于在科里奥利质量流量计，特别是在科里奥利质量流量计-密度计，中使用的振动传感器，其一条测量管或多条测量管易于制造并且特别容易弯曲，并且其对于腔管内存在的内压力或者其振动的交叉敏感度可以利用相对简单且特别为低成本的装置而保持在较低的水平。

为了达到这个目的，本发明的第一变型提供了一种振动传感器，特别用于在流动的流体中生成由质量流速决定的科里奥利力，该振动传感器具有振动的第一测量管，该第一测量管具有一入口端和一出口端。为了允许流体流经，第一测量管经由在入口端终结的入口管部分和在出口端终结的出口管部分与连接管连通。在操作中，为了使第一测量管的腔管变形，第一测量管围绕连接入口及出口端的振动轴执行挠性振动。所述第一测量管具有弓形管段，该弓形管段具有可预定的三维形状，该弓形管段在入口侧与第一直管段相连，在出口侧与第二直管段相连，从而测量管为 V 形。振动传感器还包括至少一个第一刚性元件以及基本与第一刚性元件相同的第二刚性元件。每一刚性元件

都仅仅固定于第一测量管，以减少传感器对于在腔管内存在的内压力的变化的交叉敏感度。每一第一和第二刚性元件都是环形的并在弓形管段上固定至测量管，以包围测量管，从而稳定弓形管段的三维形状，该第一刚性元件由金属制成。振动传感器还包括：暂时振动的第二测量管，其具有一入口端和一出口端，该暂时振动的第二测量管与第一测量管相同；和入口歧管和出口歧管，用于将第一和第二测量管与连接管相连。其中每一第一和第二测量管的入口管部分终结在振动传感器的入口歧管中，每一第一和第二测量管的出口管部分终结在振动传感器的出口歧管中，从而在操作中，第一测量管经由入口及出口管部分和入口及出口歧管与连接管连通，第二测量管也经由入口及出口歧管与连接管相通。其中为了在流经测量管的流体中感生科里奥利力，在操作中，以有效模式激励第一和第二测量管围绕基本平行于传感器纵向轴的振动轴执行挠性振动，从而至少在第一和第二直管段以及弓形管段的区域中，第一测量管主要与第二测量管反相地振荡。

本发明的第二变型提供了一种振动传感器，特别用于在流动的流体中生成由质量流速决定的科里奥利力，该振动传感器具有振动的第一测量管，该第一测量管具有一入口端和一出口端。为了允许流体流经，该第一测量管经由在入口端终结的入口管部分和在出口端终结的出口管部分与连接管连通。在操作中，为了使该第一测量管的腔管变形，第一测量管围绕连接入口及出口端的振动轴执行挠性振动。所述第一测量管具有弓形管段，该弓形管段具有可预定的三维形状，在入口侧与第一直管段相连和在出口侧与第二直管段相连，从而测量管为V形。振动传感器还包括至少一个第一刚性元件以及基本与第一刚性元件相同的第二刚性元件。每一刚性元件都仅仅固定于第一测量管，以减少传感器对于在腔管内存在的内压力的变化的交叉敏感度。每一第一和第二刚性元件都是环形的并在弓形管段的附近固定至测量管，以包围测量管，从而稳定弓形管段的三维形状，第一刚性元件和第二刚性元件分别固定在第一直管段和第二直管段上，该第一刚性元件和第二刚性元件由金属制成。振动传感器还包括：暂时振动的第二测量管，

其具有一入口端和一出口端，该暂时振动的第二测量管与第一测量管相同；和入口歧管和出口歧管，用于将第一和第二测量管与连接管相连。其中每一第一和第二测量管的入口管部分终结在振动传感器的入口歧管中，每一第一和第二测量管的出口管部分终结在振动传感器的出口歧管中，从而在操作中，第一测量管经由入口及出口管部分和入口及出口歧管与连接管连通，第二测量管也经由入口及出口歧管与连接管相通。其中为了在流经测量管的流体中感生科里奥利力，在操作中，以有效模式激励第一和第二测量管围绕基本平行于传感器纵向轴的振动轴执行挠性振动，从而至少在第一和第二直管段以及弓形管段的区域中，第一测量管主要与第二测量管反相地振荡。

在本发明的第一优选实施例中，至少第一刚性元件是环形的并且固定于测量管，以包围测量管。

在本发明的第二优选实施例中，至少第一刚性元件基本同轴地包围测量管。

在本发明的第三优选实施例中，测量管的内径大于 40 mm，特别地，大于 50 mm。

本发明的基本思想是：通过低质量的本地刚性装置，在至少一个弓形管段对于压力特别敏感的区域中，至少在截面中部分尽可能地保持测量管尺寸稳定，从而基本稳定整个测量管，使得由挠性振动引起的管道腔管形变几乎与存在的内压力或上述压差无关。由于测量管增加的质量相对较小，所以管道的总质量保持较低，而现有传感器所得到的对于基本被测量，质量流速和密度，的高敏感度被充分保持。

本发明是在认识到测量管以所述方式弯曲的情况下描述的，形变对于压力的相关性基本集中于相对较短的弓形管段，但是应当注意，基本被测量的高精度确定中不能不考虑这一效应。

附图说明

通过下面对于实施例的说明，结合附图，可以更清楚地看出本发明及其进一步的优点。类似的部分在不同的附图中以类似的参考标记表示；如果有利于清晰表述，则已经分配的参考标记将在后续附图中省略。附图中：

图 1 是特别适用于科里奥利质量流量计或科里奥利质量流量计-密度计的振动传感器的第一变型的透视图；

图 2 是特别适用于科里奥利质量流量计或科里奥利质量流量计-密度计的振动传感器的第二变型的透视图；和

图 3 是图 1 和/或图 2 的传感器的测量管的侧视图。

具体实施方式

尽管本发明容许多种修改及变化形式，但是其示例性的实施例将通过附图中的例子显示，并且在这里进行具体说明。然而，应当理解，本发明不限于公开的特定形式，相反，本发明覆盖落在由权利要求所定义的本发明的精神和范围之内内的所有修改、等同物以及变化。

图 1 和图 2 显示了振动传感器 1 的实施例，其特别响应于管道（未显示）中流动的流体的质量流速。如果例如用于科里奥利质量流量计中，则传感器将用于在其中流过的流体中产生科里奥利力，并感应这些力并且将它们转换为适于电子测定的测量信号。

为了引导待测流体，传感器 1 包含具有可预定腔管的弯曲第一测量管 101。从图 1 至图 3 可以清楚地看出，测量管 101 具有在入口侧的第一直管段 101a 和在出口侧的第二直管段 101b。两个直管段由具有可预定的三维形状的弓形，例如圆弧形，管段 101c 连接，优选地相互对齐，使得测量管 101 在一个平面上展开。适于测量管 101 的材料通常是这种测量管所惯用的所有材料，如特种钢、钛、钽、或锆合金。

测量管 101 优选地被弯曲为 U 形, 或者如图 1 所示, 弯曲为 V 形, 在 EP-A 1 154 243 中也有所公开。适合测量管 101 的其它三维形状在例如上面参考的美国专利 5,731,527、美国专利 5,301,557、美国专利 4,895,030、WO-A 01/33174 或 WO-A 00/57141 中有所显示。

如图 1 至 3 所示, 测量管 101 具有终结在入口端的入口管部分 103 和终结在出口端的出口管部分 104。如果仪表安装在管道内, 则入口管部分 103 和出口管部分 104 将分别与管道的入口侧部分和出口侧部分相连, 管道传送流体并且通常为直管。于是两个管部分 103、104 优选地与连接二者的虚纵向轴 A_1 对齐。

优选地, 测量管 101 和入口及出口管部分 103、104 由合适长度的单个管状半成品制成。该半成品可以由本领域技术人员所熟悉的方式, 例如通过心轴弯曲或模压弯曲, 制成期望的形状, 然后切为需要的长度。

如果传感器要可拆卸地安装在管道中, 则第一法兰 107 和第二法兰 108 将优选地分别形成在入口管部分 103 和出口管部分 104 上。然而, 如果需要, 入口管部分 103 和出口管部分 104 也可以例如通过熔接或者铜焊而直接固定在管道上。

在所示的实施例中, 传感器 1 除了第一测量管 101 之外, 还包括第二测量管 102, 其优选地与第一测量管 101 相同; 第二测量管 102 不是绝对需要的, 即, 传感器可能仅包括单个弯曲的测量管, 正如美国专利 5,549,007 和欧洲申请 01 11 2546.5 中所描述的, 它们没有在本申请的提交日之前出版公布。

正如具有双测量管结构的这种传感器所常见的, 在本实施例的传感器中, 入口管部分 103 终结在入口歧管 105, 出口管部分 104 终结在对应的出口歧管 106, 这样使得在操作中, 测量管 101 将经由入口及出

口管部分 103、104 和入口及出口歧管 105、106 与连接管连通。测量管 102 也经由入口及出口歧管 105、106 与管道连通。

优选地，传感器 1 具有支架 116，用于支撑测量管 101 或测量管 101、102。支架 116 具有盖（未显示），用于管段从中突出。

在操作中，以有效模式激励两个测量管 101、102 绕基本平行于传感器的纵向轴 A_1 的振动轴，特别是以特征模式的自然谐振频率，挠性振动，使得正如这种传感器所常见的，测量管 101 主要以测量管 102 的逆相位至少在管段 101a、101b、101c 的区域中振荡。已经知道，由此在流经测量管 101、102 的流体中引起的科里奥利力导致测量管 101、102 的额外的弹性形变，该弹性形变也由待测的质量流速决定，并且添加于由有效模式的挠性振动引起的测量管 101、102 的形变上。再次，应当再次强调，在测量管 101 的振动期间，特别是在有效模式中的挠性振动期间，每一测量管 101a、101b、101c 都至少在截面上横向移位，并且在过程中至少在截面上弹性形变，例如轻微弯曲和/或扭曲。

如果需要，可以例如通过利用入口侧上的至少第一节点板 109 和出口侧上的至少第二节点板 110，将入口管部分 103 和出口管部分 104 中由振动的测量管 101、102 引起的任何机械应力最小化，正如这种传感器中所常见的。

为了驱动测量管 101、102，传感器 1 包括至少一个振动激发器 113。后者用于将由合适的测量及控制电路 2（例如，上面提到的科里奥利质量流量计的电路）提供的电激励功率 P_{exc} 转换为激励力，例如，脉动或谐和力，该激励力对称，即同时，且均匀地以相反方向作用于测量管 101、102，从而产生了测量管 101、102 的逆相位振动。可以以本领域技术人员熟悉的方式，例如利用电流和/或电压调节电路调节激励力的幅度，并且利用例如锁相环调节激励力的频率；参见美国专利 4,801,897。应当注意，测量及控制电路 2 容纳在合适的电子设备箱（未

显示)内,该电子设备箱可以例如直接安装在传感器上或者远离传感器。

为了感应振动中的测量管 101、102 的振动,传感器 1 具有入口侧第一振动传感器 114 和出口侧第二振动传感器 115。两个振动传感器 114、115 响应于测量管 101、102 的动作,特别是横向偏转和/或管的形变,并分别提供相应的第一和第二振动信号 s_{114} 和 s_{115} 。两个振动传感器优选地结构相同;它们也可以与振动激发器 113 的结构基本相同。

如上所述,有效模式中的挠性振动自己导致了测量管 101,至少管道截面,的弹性形变。该形变特别影响了弓形管段 101c 的三维形状,并因而改变了这个区域中管道腔管的形状,特别是截面。

测量管 101 的形变,特别是弓形管段 101c 的形变,可能根据测量管 1 中各自的静态内压力或者相应的压差而不同。如果内压力或压差变化,例如,这些不同的形变可能导致由有效模式产生的科里奥利力幅度不同,而与不变的质量流速无关,即,所述类型的现有传感器也可以表现对于压力特别是静态压力的交叉敏感度,其大小不可忽略。

发明人惊奇地发现,这种交叉敏感度很大程度上是由于弓形管段的相对较小的区域中测量管三维形状由压力决定的变化,特别是截面变化。

根据本发明,为测量管 101 提供了至少第一刚性元件 111,以消除或至少减少传感器 1 的这个交叉敏感度,并且由此减少对应于科里奥利力的从压力到质量流量的干扰。如图 1 或 2 所示,这个刚性元件 111 在弓形管段 101c 的区域中固定在测量管 101 上。刚性元件 111 用于稳定振荡中的管段 101c 的三维形状,特别是横截面形状,使得振荡中的管段 101c 将与测量管的腔管中变化的静态压力无关地、以其三维形状的改变几乎相同的方式响应于基本恒定的质量流速。为此,刚

性元件 111 以这样的方式固定于测量管 101：与没有这样的刚性元件的同样形状的现有测量管相比，测量管 101 的横向振动动作基本不受影响。

因此，刚性元件 111 仅固定于测量管 101，使得与例如节点板 109、110 不同，它除了质量惯性以外不抵消测量管 101 的振动，其质量惯性被保持在最小。换言之，为了稳定管段 101c 的三维形状，刚性元件 111 应当既不例如经由弹性和/或阻尼元件与任何第二测量管 102 链接也不例如经由弹性和/或阻尼元件与任何支架 116 链接，使得测量管 101 以及特别地其管段 101a、101b、101c 可以仍然基本自由地振动。然而，如果需要，刚性元件 111 也可以用作振动激发器 113 的夹具，例如图 1 和 2 所示。

刚性元件 111 所用的材料可以例如与测量管 101 所使用的相同。由于刚性元件 111 不接触流体，所以例如比测量管 101 所用的质量低的金属或金属合金也足够，当然，要假设例如其热特性与测量管 101 所选的材料符合。

在本发明的优选实施例中，刚性元件 111 是环形的，并且固定于测量管 101，使得如图 1 和 2 所示，测量管 101 被包围并且特别地由刚性元件包围，优选地是基本同轴地包围的。

特别的，如果刚性元件 111 是环形的，它可以利用例如热胀冷缩而安装在测量管 101 上。它也可以通过熔接或焊接，特别地通过例如铜焊，在测量管 101 上滑动并且安装于该测量管 101，或者在制造期间由上述管状半成品形成或加工而成。换言之，至少一个刚性元件 111 优选地固定于测量管 101，使得它可以抵消测量管 101 中甚至特别地由压力波动或低压而引起的力或应力，否则该力或应力将导致横截面的不期望的形变或者特别地为径向的扭曲，以及管段 101c 直径的部分减小。

根据本发明的优选第一变型，至少一个刚性元件 111 直接提供在测量管 101 的弓形管段 101c 上，见图 1。

根据本发明的优选第二变型，在弓形管段 101c 附近，在入口侧直管段 101a 上提供刚性元件 111，见图 2。至少在本发明的这个变型中，传感器还包括用于测量管 101 的第二刚性元件 112，其与刚性元件 111 基本相同。如图 2 所示，第二刚性元件 112 优选地固定在直管段 101b 上，也在弓形管段 101c 附近，特别是与刚性元件 111 距离测量管中央的距离相等。然而，从图 1 可以容易地看出，也可以在上述第一变型中为弓形管段 101c 提供两个刚性元件 111、112。

研究也已经显示，如果测量管 101 具有充分高于 40 mm，特别为高于 50mm，的内径，刚性元件 111 的使用对于对应于科里奥利力的从压力到质量流量的干扰的减少有特别有益的效果。

本发明的另一优点在于以下事实，这种刚性元件可以对于已经生产的现有传感器设计或传感器类型，容易地以低成本更新，从而即使在现有类型的科里奥利质量流量计的情况，也可以以简单的方式充分提高测量精度。

尽管已经在附图和前面的说明书中具体描述和说明了本发明，但是该描述和说明应当看作示例性而非限定性的，应当理解，显示和说明的仅是示例性的实施例，并且落在这里说明的发明的精神和范围内的所有改变和修改都应当认为是受到保护的。

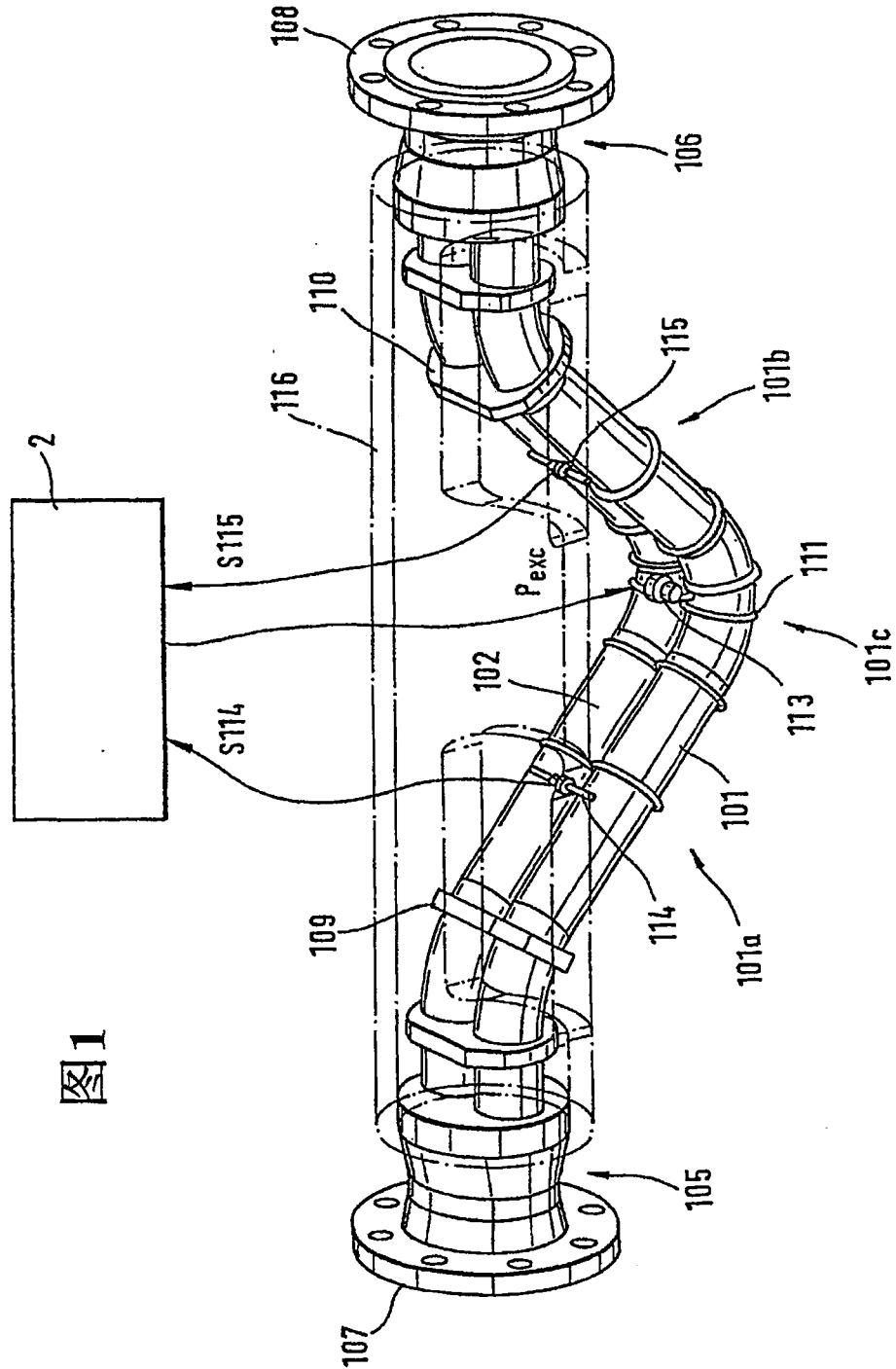


图 1

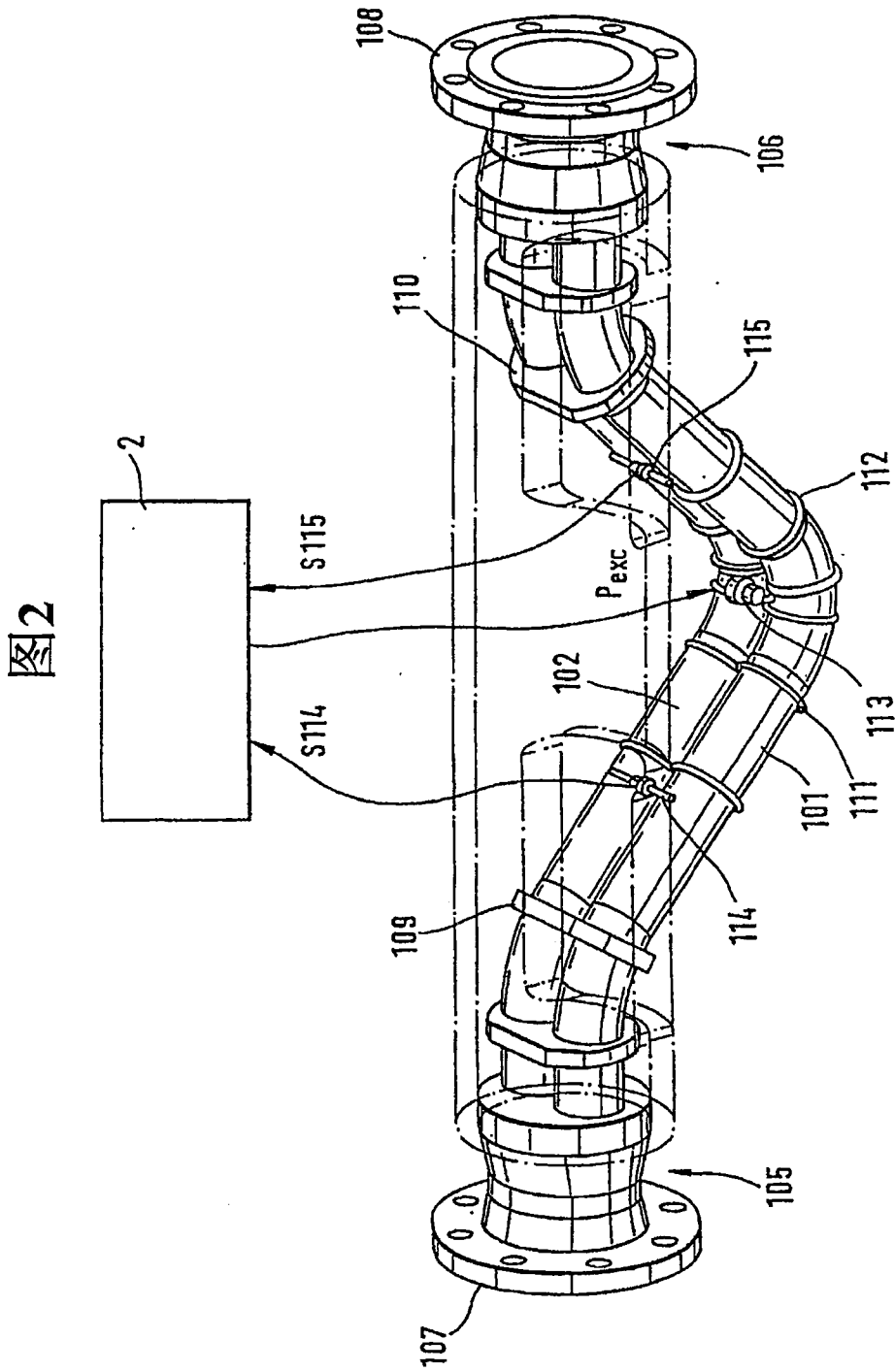


图3

