

[19] Patents Registry
The Hong Kong Special Administrative Region
香港特別行政區
專利註冊處

[11] 1136870 B
CN 101501457 B

[12]

STANDARD PATENT SPECIFICATION
標準專利說明書

[21] Application No. 申請編號
10100584.0

[51] Int.Cl.⁸ G01F

[22] Date of filing 提交日期
20.01.2010

[54] THREE PICKOFF SENSOR FLOW METER 三拾取傳感器流量計

[43] Date of publication of application 申請發表日期
09.07.2010

[45] Publication of the grant of the patent 批予專利的發表日期
25.10.2013

CN Application No. & Date 中國專利申請編號及日期

CN 200680055480.5 28.07.2006

CN Publication No. & Date 中國專利申請發表編號及日期

CN 101501457 05.08.2009

Date of Grant in Designated Patent Office 指定專利當局批予專利日期
19.06.2013

[73] Proprietor 專利所有人

MICRO MOTION, INC.

7070 WINCHESTER CIRCLE

BOULDER

COLORADO 80301

UNITED STATES/UNITED STATES OF AMERICA

[72] Inventor 發明人

MCANALLY, CRAIG, B.

BELL, MARK, JAMES

LANHAM, GREGORY, TREAT

[74] Agent and / or address for service 代理人及/或送達地址

China Patent Agent (H.K.) Ltd.

22/F, Great Eagle Centre

23 Harbour Road, Wanchai

Hong Kong

中國專利代理(香港)有限公司

香港灣仔港灣道 23 號

鷹君中心 22 樓



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101501457 B

(45) 授权公告日 2013.06.19

(21) 申请号 200680055480.5

(22) 申请日 2006.07.28

(85) PCT申请进入国家阶段日
2009.01.24

(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2006/029735 2006.07.28

(87) PCT申请的公布数据
W02008/013545 EN 2008.01.31

(73) 专利权人 微动公司
地址 美国科罗拉多州

(72)发明人 C·B·麦卡纳利 M·J·贝尔
G·T·兰哈姆

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 张雪梅 王小衡

(51) Int. Cl.

G01F 1/84(2006.01)

G01F 25/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1272177 A, 2000. 11. 01, 全文.

CN 1371470 A, 2002. 09. 25, 全文.

CN 1309762 A, 2001. 08. 22, 说明书第 4 行至第 10 行, 第 5 页第 25 行至第 30 行, 第 7 页第 4 行至第 28 行, 第 9 页第 20 行至第 28 行, 第 10 页第 2 行至第 27 行、第 18 页第 22 行至第 19 页第 12 行、附图 1-3.

US 5687100 A, 1997. 11. 11, 全文.

审查员 向薇

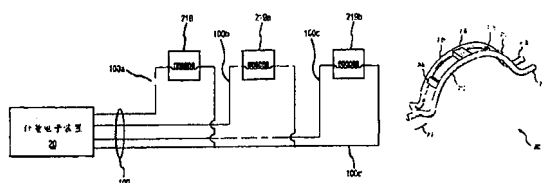
权利要求书4页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

三拾取传感器流量计

(57) 摘要

根据本发明,提供了一种三拾取传感器流量计(200)。该三拾取传感器流量计(200)包括传送第一流动流的第一流管道(210a)、独立于所述第一流动流的第二流管道(210b)和公共驱动器(216),该公共驱动器(216)配置为振动该第一流管道(210a)和第二流管道(210b)。该三拾取传感器流量计(200)还包括三个拾取传感器(218、219a、219b),其配置成为该第一流管道(210a)和该第二流管道(210b)提供第一和第二时间延迟值(Δt_1)和(Δt_2)。



1. 一种三拾取传感器流量计 (200), 包括:
第一流管道 (210a), 用于传送第一流动流;
传送独立于所述第一流动流的第二流动流的第二流管道 (210b);
公共驱动器 (216), 其配置为振动所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b);
以及

三个拾取传感器 (218、219a、219b), 配置成为所述第一流管道 (210a) 和所述第一流动流提供第一时间延迟值 (Δt_1), 以及为所述第二流管道 (210b) 和所述第二流动流提供第二时间延迟值 (Δt_2)。

2. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 其中所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b) 源于公共入口 (212)。

3. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 其中所述第一流动流源于第一入口 (212a), 并且所述第二流动流源于第二入口 (212b)。

4. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 其中所述流量计 (200) 包括科里奥利流量计。

5. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 其中所述流量计 (200) 包括振动密度计。

6. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 还包括计量电子装置 (20), 其中所述三个拾取传感器 (218、219a、219b) 通过四个或更多导线 (100) 耦合到所述计量电子装置 (20)。

7. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 其中所述三个拾取传感器 (218、219a、219b) 包括:

共享拾取传感器 (218), 配置为根据所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b) 二者的振动产生共享振动响应;

第一独立拾取传感器 (219a), 配置为根据所述第一流管道 (210a) 的振动产生第一独立振动响应; 以及

第二独立拾取传感器 (219b), 配置为根据所述第二流管道 (210b) 的振动产生第二独立振动响应。

8. 如权利要求 1 所述的流量计 (200), 其中所述三拾取传感器流量计 (200) 配置为对传送所述第一流动流的所述第一流管道 (210a) 进行振动并且对所述第二流管道 (210b) 进行振动, 其中由所述公共驱动器 (216) 执行所述振动; 接收所述第一流管道 (210a) 的第一振动响应, 其中从共享拾取传感器 (218), 以及从所述三个拾取传感器 (218、219a、219b) 中的第一独立拾取传感器 (219a) 产生所述第一振动响应; 接收所述第二流管道 (210b) 的第二振动响应, 其中从所述共享拾取传感器 (218), 以及从所述三个拾取传感器 (218、219a、219b) 中的第二独立拾取传感器 (219b) 产生所述第二振动响应; 并且根据所述第一振动响应和所述第二振动响应确定第一流动流特性。

9. 一种三拾取传感器流量计 (200), 包括:

计量电子装置 (20), 配置为接收测量信号;

传送第一流动流的第一流管道 (210a);

独立于所述第一流动流的第二流管道 (210b);

公共驱动器 (216), 配置为振动所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b); 以及

三个拾取传感器 (218、219a、219b), 其通过四个导线 (100) 耦合到所述计量电子装置

(20)。

10. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b) 源于公共入口 (212)。

11. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述第一流管道 (210a) 源于第一入口 (212a), 并且所述第二流管道 (210b) 源于第二入口 (212b)。

12. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述流量计 (200) 包括科里奥利流量计。

13. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述流量计 (200) 包括振动密度计。

14. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述三个拾取传感器 (218、219a、219b) 配置成为所述第一流管道 (210a) 和所述第一流动流提供第一时间延迟值 (Δt_1), 以及为所述第二流管道 (210b) 和所述第二流动流提供第二时间延迟值 (Δt_2)。

15. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述三个拾取传感器 (218、219a、219b) 包括:

共享拾取传感器 (218), 其配置为根据所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b) 二者的振动产生共享振动响应;

第一独立拾取传感器 (219a), 配置为根据所述第一流管道 (210a) 的振动产生第一独立振动响应; 以及

第二独立拾取传感器 (219b), 配置为根据所述第二流管道 (210b) 的振动产生第二独立振动响应。

16. 如权利要求 9 所述的流量计 (200), 其中所述三拾取传感器流量计 (200) 配置为对传送所述第一流动流的所述第一流管道 (210a) 进行振动, 以及对所述第二流管道 (210b) 进行振动, 其中由所述公共驱动器 (216) 执行所述振动; 接收所述第一流管道 (210a) 的第一振动响应, 其中从共享拾取传感器 (218), 以及从所述三拾取传感器 (218、219a、219b) 的第一独立拾取传感器 (219a) 产生所述第一振动响应; 接收所述第二流管道 (210b) 的第二振动响应, 其中从所述共享拾取传感器 (218), 以及从所述三拾取传感器 (218、219a、219b) 的第二独立拾取传感器 (219b) 产生所述第二振动响应; 以及根据所述第一振动响应和所述第二振动响应确定第一流动流特性。

17. 一种三拾取传感器流量计 (200), 包括:

传送第一流动流的第一流管道 (210a);

传送独立于所述第一流动流的第二流动流的第二流管道 (210b);

公共驱动器 (216), 配置为振动所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b);

共享拾取传感器 (218), 配置为根据所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b) 二者的振动产生共享振动响应;

第一独立拾取传感器 (219a), 配置为根据所述第一流管道 (210a) 的振动产生第一独立振动响应; 以及

第二独立拾取传感器 (219b), 配置为根据所述第二流管道 (210b) 的振动产生第二独立振动响应。

18. 如权利要求 17 所述的流量计 (200), 其中所述第一流管道 (210a) 和所述第二流管道 (210b) 源于公共入口 (212)。

19. 如权利要求 17 所述的流量计 (200), 其中所述第一流管道 (210a) 源于第一入口

(212a),并且所述第二流管道(210b)源于第二入口(212b)。

20. 如权利要求17所述的流量计(200),其中所述流量计(200)包括科里奥利流量计。

21. 如权利要求17所述的流量计(200),其中所述流量计(200)包括振动密度计。

22. 如权利要求17所述的流量计(200),还包括计量电子装置(20),其中所述共享拾取传感器(218)、所述第一独立拾取传感器(219a)和所述第二独立拾取传感器(219b)通过四个或更多导线(100)耦合到所述计量电子装置(20)。

23. 如权利要求17所述的流量计(200),其中所述三个拾取传感器(218、219a、219b)配置成为所述第一流管道(210a)和所述第一流动流提供第一时间延迟值(Δt_1),以及为所述第二流管道(210b)和所述第二流动流提供第二时间延迟值(Δt_2)。

24. 如权利要求17所述的流量计(200),其中所述三拾取传感器流量计(200)配置为对传送所述第一流动流的所述第一流管道(210a)进行振动并且对所述第二流管道(210b)进行振动,其中由所述公共驱动器(216)执行所述振动,接收所述第一流管道(210a)的第一振动响应,其中从共享拾取传感器(218)以及从第一独立拾取传感器(219a)产生所述第一振动响应;接收所述第二流管道(210b)的第二振动响应,其中从所述共享拾取传感器(218)并从所述第二独立拾取传感器(219b)产生所述第二振动响应;并且根据所述第一振动响应和所述第二振动响应确定第一流动流特性。

25. 一种三拾取传感器流量计的测量方法,包括:

对传送所述第一流动流的所述第一流管道进行振动并对传送独立于所述第一流动流的第二流动流的第二流管道进行振动,其中由公共驱动器执行所述振动;

接收所述第一流管道的第一振动响应,其中从共享拾取传感器并从第一独立拾取传感器产生第一振动响应;

接收所述第二流管道的第二振动响应,其中从所述共享拾取传感器并从第二独立拾取传感器产生第二振动响应;以及

根据所述第一振动响应和所述第二振动响应确定第一流动流特性。

26. 如权利要求25所述的测量方法,其中所述第二流管道具有零流量。

27. 如权利要求25所述的测量方法,其中所述第一流管道和所述第二流管道源于公共输入。

28. 如权利要求25所述的测量方法,其中所述第一流管道源于第一输入,并且所述第二流管道源于第二输入。

29. 如权利要求25所述的测量方法,其中所述方法还包括根据所述第一振动响应和所述第二振动响应确定第二流动流特性。

30. 如权利要求25所述的测量方法,还包括:

对所述三拾取传感器流量计清零以用于校准过程;

将与所述三拾取传感器流量计通信的一个或多个参考计量仪清零;

利用所述三拾取传感器流量计以及利用所述一个或多个参考计量仪测量通过所述三拾取传感器流量计的第一流管道的第一流;

利用所述三拾取传感器流量计以及利用所述一个或多个参考计量仪测量通过所述三拾取传感器流量计的第二流管道的第二流;以及

利用第一流测量和第二流测量确定所述三拾取传感器流量计的两个流校准因子

(FCF)。

31. 一种三拾取传感器流量计的校准方法,所述方法包括:

对所述三拾取传感器流量计清零;

将与所述三拾取传感器流量计通信的一个或多个参考计量仪清零;

利用所述三拾取传感器流量计以及利用所述一个或多个参考计量仪测量通过所述三拾取传感器流量计的第一流管道的第一流;

利用所述三拾取传感器流量计以及利用所述一个或多个参考计量仪测量通过所述三拾取传感器流量计的第二流管道的第二流,其中第二流管道传送独立于第一流动流的第二流动流;以及

利用第一流测量和第二流测量确定所述三拾取传感器流量计的两个流校准因子(FCF)。

三拾取传感器流量计

技术领域

[0001] 本发明涉及一种流量计,更具体地讲,本发明涉及一种三拾取传感器流量计。

背景技术

[0002] 一般来讲,诸如科里奥利质量流量计和振动密度计的振动管道传感器(vibrating conduit sensor)通过检测包含流动材料的振动管道的运动进行工作。通过对从与管道相关联的运动换能器(motiontransducer)接收到的测量信号进行处理,能够确定诸如质量流量、密度等等的与管道中的材料相关联的属性。通常,振动材料填充系统的振动模式受到包含管道(containing conduit)和包含在其中的材料的组合的质量、硬度和阻尼特性的影响。

[0003] 典型的科里奥利质量流量计包括一个或多个管道,这些管道在管线内或者其它传输系统内连接并且在该系统中传送诸如流体、泥浆等等的材料。每个管道可以被视为具有一组自然振动模式,例如包括简单弯曲、扭转、辐射和耦合模式。在通常的科里奥利质量流量测量应用中,当材料流过管道时在一个或多个振动模式下激励该管道,并且在沿管道隔开的多个点处测量该管道的运动。通常,由以周期性方式扰动管道的例如机电装置(诸如音圈型驱动器)的致动器提供激励。通过测量在换能器各位置处的运动之间的时间延迟或相位差,可以确定质量流率(mass flowrate)。通常采用两个这样的换能器(或者拾取传感器)以便测量该流管道(flow conduit)或多个流管道的振动响应,并且这两个换能器通常位于该致动器的上游和下游位置处。这两个拾取传感器通过电缆(例如通过两对独立的导线)连接到电子仪器。该仪器从这两个拾取传感器接收信号并且处理这些信号以得到质量流率测量。

[0004] 流量计用于对各种流动流体(flow fluid)进行质量流率测量。能够潜在使用科里奥利流量计的一个领域是对燃料(包括替代燃料)进行计量和分配(dispende)。响应于对污染的不断关注以及响应于对无铅汽油和其它传统燃料的成本和可用性的持续关注,替代燃料市场持续膨胀。实际上,很多政府通过颁布促进利用替代燃料的法律进行参与。

[0005] 在替代燃料市场中利用科里奥利计量仪的机会是在对诸如轿车、公共汽车等车辆的加油中。在现有技术中,在加油站利用传统汽油泵或者利用替代燃料的压缩天然气(CNG)分配器(dispenser)对各个车辆进行加油。传统的汽油燃料分配器需要两个单独、独立的计量仪,从而能够同时对两个车辆进行加油。双计量仪燃料分配器能够提供两个受计量的流动流(flow stream)。这两个流动流能够以不同流率流动。这两个流动流可以是不同的流材料(即,例如,两种不同的燃料)并且可以具有不同密度。

[0006] 然而,为了使得在这种不断发展的工业中制造出具有竞争力的替代燃料的燃料泵,必须将该泵的整体成本和尺寸最小化。因此,开发出能够同时对两个独立的流动流提供两个燃料流测量的成本有效的燃料计量仪(fuel meter)是具有挑战性的。

[0007] 一个现有技术方案是在这种燃料分配器中安装两个单独的流量计。尽管这是一种可行的方案,但是它具有多个缺点。两个流量计装置在燃料分配器中占据单个流量计装置

的双倍空间。两个流量计装置将燃料分配器的流量计费用加倍。两个流量计装置需要双倍的电功率。两个流量计装置需要双倍数目的分配器组件,例如螺线管阀、调节器、止回阀、配管等等。

发明内容

[0008] 根据本发明的实施例,提供了一种三拾取传感器流量计。该三拾取传感器流量计包括传送第一流动流(flow stream)的第一流管道、独立于该第一流动流的第二流管道和公共驱动器,该公共驱动器被配置为振动该第一流管道和第二流管道。该三拾取传感器流量计还包括三个拾取传感器,其被配置成为该第一流管道和该第二流管道提供第一和第二时间延迟值(Δt_1)和(Δt_2)。

[0009] 根据本发明的实施例,提供了一种三拾取传感器流量计。该三拾取传感器流量计包括配置为接收测量信号的计量电子装置(meterelectronics)、传送第一流动流的第一流管道、独立于该第一流动流的第二流管道、和配置为振动该第一流管道和第二流管道的公共驱动器。所述三拾取传感器流量计还包括通过四个导线与该计量电子装置耦合的三个拾取传感器。

[0010] 根据本发明的实施例提供了一种三拾取传感器流量计。该三拾取传感器流量计包括传送第一流动流的第一流管道、独立于该第一流动流的第二流管道和配置为振动该第一流管道和第二流管道的公共驱动器。该三拾取传感器流量计还包括共享拾取传感器、第一独立拾取传感器和第二独立拾取传感器,其中,该共享拾取传感器配置为根据该第一流管道和第二流管道的振动产生共享振动响应,该第一独立拾取传感器配置为根据该第一流管道的振动产生第一独立振动响应,该第二独立拾取传感器配置为根据该第二流管道的振动产生第二独立振动响应。

[0011] 根据本发明实施例提供了一种三拾取传感器流量计的测量方法。该方法包括对传送第一流动流的第一流管道进行振动以及对第二流管道进行振动。由公共驱动器执行该振动。该方法还包括接收该第一流管道的第一振动响应。从共享拾取传感器以及从第一独立拾取传感器产生第一振动响应。该方法还包括接收第二流管道的第二振动响应。从该共享拾取传感器以及从第二独立拾取传感器产生第二振动响应。该方法还包括根据该第一振动响应和第二振动响应确定第一流动流特性。

[0012] 根据本发明的实施例提供了一种三拾取传感器流量计的校准方法。该方法包括对该三拾取传感器流量计清零(zero out)以及对与该三拾取传感器流量计通信的一个或多个参考计量仪(reference meter)清零。该方法还包括利用该三拾取传感器流量计并且利用该一个或多个参考计量仪测量通过该三拾取传感器流量计的第一流管道的第一流(flow)。该方法还包括利用该三拾取传感器流量计并且利用该一个或多个参考计量仪测量通过该三拾取传感器流量计的第二流管道的第二流。该方法还包括利用第一流测量和第二流测量确定该三拾取传感器流量计的两个流校准因子(flow calibration factor, FCF)。

[0013] 本发明的各方面

[0014] 在该流量计的一个方面中,该第一流管道和第二流管道源于公共入口。

[0015] 在该流量计的另一方面中,该第一流管道源于第一入口,并且该第二流管道源于第二入口。

[0016] 在该流量计的又一个方面中,该流量计包括科里奥利流量计。

[0017] 在该流量计的又一个方面中,该流量计包括振动密度计。

[0018] 在该流量计的又一个方面中,该流量计还包括计量电子装置,其中这三个拾取传感器通过四个或更多导线耦合到该计量电子装置。

[0019] 在该流量计的又一个方面中,所述三个拾取传感器包括:共享拾取传感器,配置为根据该第一流管道和该第二流管道二者的振动产生共享振动响应;第一独立拾取传感器,配置为根据该第一流管道的振动产生第一独立振动响应;以及第二独立拾取传感器,配置为根据该第二流管道的振动产生第二独立振动响应。

[0020] 在该流量计的又一个方面中,该三拾取传感器流量计配置为对传送该第一流动流的该第一流管道进行振动并且对该第二流管道进行振动,其中由该公共驱动器执行该振动;接收该第一流管道的第一振动响应,其中从共享拾取传感器并且从第一独立拾取传感器产生该第一振动响应;接收该第二流管道的第二振动响应,其中从该共享拾取传感器并且从第二独立拾取传感器产生该第二振动响应;以及根据该第一振动响应和该第二振动响应确定第一流动流特性。

[0021] 在该流量计的又一个方面中,该流量计还包括计量电子装置,其中所述三个拾取传感器被配置成为提供用于该第一流管道和该第二流管道的第一和第二时间延迟值 (Δt_1) 和 (Δt_2)。

[0022] 在该测量方法的一个方面中,该第二流管道具有零流量。

[0023] 在该测量方法的另一个方面中,该第二流管道传送第二流动流。

[0024] 在该测量方法的又一个方面中,该第一流管道和该第二流管道源于公共输入。

[0025] 在该测量方法的又一个方面中,该第一流管道源于第一输入,该第二流管道源于第二输入。

[0026] 在该测量方法的又一个方面中,该第二流管道传送与该第一流动流独立的第二流动流,并且该方法还包括根据该第一振动响应和该第二振动响应确定第二流动流特性。

[0027] 在该测量方法的又一个方面中,该确定还包括在下面的方程中利用该第一振动响应和该第二振动响应确定该第一流动流的第一质量流率 ($\dot{m}_1$) 和该第二流动流的第二质量流率 ($\dot{m}_2$):

$$[0028] \quad \dot{m}_1 = FCF_{11}(\Delta t_{11} - \Delta t_{z11}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1) + FCF_{12}(\Delta t_{12} - \Delta t_{z12}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) \text{ 和}$$

$$[0029] \quad \dot{m}_2 = FCF_{22}(\Delta t_{22} - \Delta t_{z22}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) + FCF_{21}(\Delta t_{21} - \Delta t_{z21}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1)$$

[0030] 在该测量方法的又一个方面中,该确定还包括在下面方程中利用该第一振动响应和该第二振动响应确定该第一流动流的第一质量流率 ($\dot{m}_1$) 和该第二流动流的第二质量流率 ($\dot{m}_2$):

$$[0031] \quad \dot{m}_1 = FCF_{11}(\Delta t_1 - \Delta t_{z1}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1) + FCF_{12}(\Delta t_2 - \Delta t_{z2}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) \text{ 和}$$

$$[0032] \quad \dot{m}_2 = FCF_{22}(\Delta t_2 - \Delta t_{z2}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) + FCF_{21}(\Delta t_1 - \Delta t_{z1}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1)$$

[0033] 在该测量方法的又一个方面中,该测量方法还包括将该三拾取传感器流量计清零以用于校准过程;将与该三拾取传感器流量计通信的一个或多个参考计量仪清零;利用该

三拾取传感器流量计以及利用该一个或多个参考计量仪测量通过该三拾取传感器流量计的第一流管道的第一流；利用该三拾取传感器流量计以及利用该一个或多个参考计量仪测量通过该三拾取传感器流量计的第二流管道的第二流；以及利用第一流测量和第二流测量确定该三拾取传感器流量计的两个流量校准因子 (FCF)。

[0034] 在该测量方法的又一个方面中，该确定包括利用下面的方程确定该三拾取传感器流量计的两个流校准因子 (FCF)：

$$[0035] \quad \begin{Bmatrix} FCF_{11} \\ FCF_{12} \\ FCF_{21} \\ FCF_{22} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 \\ \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 \end{bmatrix}^{(-1)} \begin{Bmatrix} REF_1 \\ 0 \\ 0 \\ REF_2 \end{Bmatrix}.$$

[0036] 在该测量方法的又一个方面中，该确定包括利用下面的方程确定该三拾取传感器流量计的两个流校准因子 (FCF)：

$$[0037] \quad \begin{Bmatrix} \dot{m}_1 \\ \dot{m}_2 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} FCF_{11} & FCF_{12} \\ FCF_{21} & FCF_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta t_1 - z_1 \\ \Delta t_2 - z_2 \end{Bmatrix}.$$

[0038] 在该校准方法的一个方面中，该确定包括利用下面的方程确定多流管道流量计的两个流校准因子 (FCF)：

$$[0039] \quad \begin{Bmatrix} FCF_{11} \\ FCF_{12} \\ FCF_{21} \\ FCF_{22} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 \\ \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 \end{bmatrix}^{(-1)} \begin{Bmatrix} REF_1 \\ 0 \\ 0 \\ REF_2 \end{Bmatrix}.$$

[0040] 在该校准方法的另一个方面中，该确定包括利用下面的方程确定多流管道流量计的两个流校准因子 (FCF)：

$$[0041] \quad \begin{Bmatrix} \dot{m}_1 \\ \dot{m}_2 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} FCF_{11} & FCF_{12} \\ FCF_{21} & FCF_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta t_1 - z_1 \\ \Delta t_2 - z_2 \end{Bmatrix}$$

附图说明

[0042] 图 1 示出了包括流量计组件和计量电子装置的流量计；

[0043] 图 2 示出了根据本发明实施例的三拾取传感器流量计；

[0044] 图 3 示出了根据本发明实施例的三拾取传感器流量计；

[0045] 图 4 是根据本发明实施例的三拾取传感器流量计的测量方法的流程图；

[0046] 图 5 示出了根据本发明实施例的三拾取传感器流量计；

[0047] 图 6 示出了根据本发明实施例的校准结构 (setup) 中的三拾取传感器流量计；

[0048] 图 7 是根据本发明实施例的三拾取传感器流量计的校准方法的流程图；以及

[0049] 图 8 示出了根据本发明实施例的校准结构。

具体实施方式

[0050] 图 1 到图 8 以及接下来的说明描述了特定例子以教导本领域技术人员如何产生和利用本发明的最佳模式。为了教导本发明原理的目的,简化或省去了一些传统方面。本领域技术人员将会理解落入本发明的范围内的这些例子的变型。本领域技术人员将会明白,能够以多种方式对下述特征进行组合以形成本发明的多个变型。结果,本发明不限于下述的特定例子,而仅仅由权利要求书及其等同物限定。

[0051] 图 1 示出了包括流量计组件 10 和计量电子装置 20 的流量计 5。计量电子装置 20 经由引线 100 连接到流量计组件 10,以通过路径 26 提供密度、质量流率、体积流率、总计质量流量 (totalized mass flow)、温度和其它信息。对本领域技术人员显而易见的是,本发明能够用于任何类型的科里奥利流量计,而不管驱动器、拾取传感器、流管道的数目或者振动的操作模式如何。此外,应该明白,流量计 5 可选地可以包括 振动密度计。

[0052] 流量计组件 10 包括一对法兰 (flange) 101 和 101'、歧管 102 和 102'、驱动器 104、拾取传感器 105-105'、以及流管道 103A 和 103B。驱动器 104 和拾取传感器 105 和 105' 连接到流管道 103A 和 103B。

[0053] 法兰 101 和 101' 附接到歧管 102 和 102'。歧管 102 和 102' 可以附接到隔离物 106 的相对端。隔离物 106 维持歧管 102 与 102' 之间的间隔以防止流管道 103A 和 103B 中不期望的振动。当流量计组件 10 被插入到运送正测量的材料的管道系统 (未示出) 中时,材料通过法兰 101 进入流量计组件 10,穿过入口歧管 102,在入口歧管 102 处,全部材料被引导进入流管道 103A 和 103B,然后流过流管道 103A 和 103B 并且返回到出口歧管 102', 在出口歧管 102' 处,这些材料通过法兰 101' 退出流量计组件 10。

[0054] 流管道 103A 和 103B 被选择并且适当安装到入口歧管 102 和出口歧管 102' 以便分别关于弯曲轴 W-W 和 W' -W' 基本上具有相同的质量分布、惯性矩和弹性模数。这些流管道以基本平行的方式从这些歧管向外延伸。

[0055] 流管道 103A 和 103B 在关于它们各自的弯曲轴 W 和 W' 的相反方向上并且在被称作流量计的第一异相弯曲模式下由驱动器 104 驱动。驱动器 104 可以包括许多公知装置之一,例如安装到流管道 103A 的磁体和安装到流管道 103B 的反作用线圈。交流电流过反作用线圈以使得这两个管道振荡。计量电子装置 20 经由引线 110 向驱动器 104 施加适宜的驱动信号。

[0056] 计量电子装置 20 分别在引线 111 和引线 111' 上接收传感器信号。计量电子装置 20 在引线 110 上产生驱动信号,该驱动信号使驱动器 104 振荡流管道 103A 和 103B。计量电子装置 20 对来自拾取传感器 105 和 105' 的左速度信号和右速度信号进行处理以计算质量流率。路径 26 提供允许计量电子装置 20 与操作员或者与其它电子系统进行接口连接 (interface) 的输入和输出方式。图 1 的说明仅仅作为科里奥利流量计的操作的例子并且并非打算限制本发明的教导。

[0057] 图 2 示出了根据本发明实施例的三拾取传感器流量计 200。该三拾取传感器流量计 200 包括第一流管道 210a 和第二流管道 210b。在这个实施例中,第一流管道 210a 和第二流管道 210b 源于公共入口 212 并且具有独立的第一和第二出口 213a 和 213b。这两个流

管道 210a 和 210b 可以包括在入口和输出端的法兰（未示出）。

[0058] 公共驱动器 216 位于第一流管道 210a 与第二流管道 210b 之间。公共驱动器 216 配置为同时振动第一和第二流管道 210a 和 210b 二者。

[0059] 共享拾取传感器 218 位于第一流管道 210a 与第二流管道 210b 之间。共享拾取传感器 218 配置为根据第一流管道 210a 和第二流管道 210b 二者的振动产生共享振动响应。共享拾取传感器 218 可以包括上游拾取传感器或下游拾取传感器。

[0060] 第一独立拾取传感器 219a 耦合到第一流管道 210a 并且配置为根据第一流管道 210a 的振动产生第一独立振动响应。第二独立拾取传感器 219b 耦合到第二流管道 210b 并且配置为根据第二流管道 210b 的振动产生第二独立振动响应。

[0061] 第一和第二独立拾取传感器 219a 和 219b 可以由任何类型的刚性支撑结构（未示出）支撑，其中第一和第二独立拾取传感器 219a 和 219b 通过该支撑结构被保持在固定位置并且测量对应的流管道的振动的相对运动。因此独立拾取传感器 219a 和 219b 的每一个为单个流管道产生独立于另一个流管道（以及独立于另一个流动流）的振动响应。

[0062] 共享拾取传感器 218 以及第一和第二独立拾取传感器 219a 和 219b 经由四个引线 100 耦合到计量电子装置 20（另外见图 3 以及随后的讨论）。因此，计量电子装置 20 接收并且处理来自共享拾取传感器 218 的振动响应以及来自第一和第二独立拾取传感器 219a 和 219b 的振动响应（见图 1）。

[0063] 在一个实施例中，计量电子装置 20 配置为对传送第一流动流的第一流管道 210a 进行振动并且对第二流管道 210b 进行振动，其中通过公共驱动器 216 执行该振动。应该明白，第二流管道 210b 不一定非要传送流动流。计量电子装置 20 还配置为接收第一流管道 210a 的第一振动响应，接收第二流管道 210b 的第二振动响应，并且根据该第一振动响应和第二振动响应确定第一流动流特性，其中从共享拾取传感器 218 并且从第一独立拾取传感器 219a 产生第一振动响应，从共享拾取传感器 218 并且从第二独立拾取传感器 219b 产生第二振动响应。

[0064] 第一振动响应包括来自共享拾取传感器 218 的共享振动响应和来自第一独立拾取传感器 219a 的第一独立振动响应。第一流管道时间延迟（ Δt_1 ）包括共享振动响应与第一独立振动响应之间的相位差。

[0065] 第二振动响应包括共享振动响应和来自第二独立拾取传感器 219b 的第二独立振动响应。第二流管道时间延迟（ Δt_2 ）包括共享振动响应与第二独立振动响应之间的相位差。

[0066] 时间延迟（ Δt ）因此反映流管道的上游振动响应和下游振动响应之间的相位差。计量电子装置 20 能够利用第一流管道时间延迟（ Δt_1 ）和第二流管道时间延迟（ Δt_2 ）确定该三拾取传感器流量计 200 的各种流动流特性。

[0067] 计量电子装置 20 能够产生与第一流动流有关的第一流测量并且能够产生与第二流动流有关的第二流测量。例如，第一流管道时间延迟（ Δt_1 ）和第二流管道时间延迟（ Δt_2 ）能够用于确定第一和第二质量流率（ $\dot{m}_1$ ）和（ $\dot{m}_2$ ）。该处理还能够产生密度测量。

[0068] 能够通过该处理产生的另一个流动流特性是每个流动流的粘度值。如果这两个流管道的流动面积（flow area）不同，则例如该三拾取传感器流量计 200 能够配置为测量动

态粘度和涂层 (coating)。其它流动流特性同样能够由该处理产生并且在本说明书和权利要求书的范围内。

[0069] 第一流动流独立于第二流动流。结果,第一流动流不链接到第二流动流或者不受第二流动流的影响,反之亦然。由此,通过每个流管道的流能够独立于通过另一管道的流被测量和控制。

[0070] 在一个实施例中,第一流动流的流率可以与第二流动流不同。在一个实施例中,第一流动流可以包括第一流动材料 (flow material) 并且第二流动流可以包括第二流动材料 (见图 5)。第一流动流可以具有第一密度,并且第二流动流可以具有第二密度。例如,第一流动流可以包括第一燃料并且第二流动流可以包括第二燃料。这些燃料能够以不同的速率流动。因此,例如,计量电子装置 20 可以利用第一和第二流测量来进行两个独立的燃料计量处理。

[0071] 在一个实施例中,流量计 200 包括科里奥利流量计。可选地,流量计 200 包括振动密度计。

[0072] 如所示,流量计 200 可以包括两个可操作的 (operable) 流管道。可选地,流量计 200 可以包括用于传送流动流的一个可操作的流管道和不传送流动流的一个空转 (dummy) 流管道。在另一种可选方案中,流量计 200 可以包括与平衡木或平衡杆结合的流管道。

[0073] 在一个实施例中,如图所示,第一流动流和第二流动流可以源于公共入口 212。可选地,第一流动流可以源于第一入口 212a 并且第二流动流可以源于第二入口 212b。

[0074] 在一个实施例中,如图所示,流管道 210a 和 210b 包括基本 U 形的流管道。可选地,流管道 210a 和 210b 可以包括基本为直的流管道 (未示出)。然而,还可以利用其它形状,并且这些其它形状在本说明书和权利要求书的范围内。

[0075] 在一个实施例中,第一流管道 210a 的截面面积与第二流管道 210b 相同。可选地,它们可以具有不同的截面面积。

[0076] 图 3 示出了根据本发明实施例的三拾取传感器流量计 200。该图示出了计量电子装置 20 经由引线 100 连接到拾取传感器 218、219a 和 219b。引线 100 可以包括将流量计组件 10 连接到计量电子装置 20 的电缆连接的一部分 (见图 1)。

[0077] 引线 100 包括引线 100a、引线 100b、引线 100c 和公共引线 100d,其中引线 100a 连接到共享拾取传感器 218,引线 100b 连接到第一独立拾取传感器 219a,引线 100c 连接到第二独立拾取传感器 219b,公共引线 100d 连接到所有这三个拾取传感器 218、219a 和 219b。

[0078] 在引线 100a 与引线 100d 之间、在引线 100b 与引线 100d 之间、以及在引线 100c 与引线 100d 之间执行单端测量 (single-ended measurement)。这种单端测量配置将需要的拾取导线的数目减小为四。

[0079] 本发明利用流量计 200 的驱动算法的锁相环。利用该锁相环配置,该驱动算法能够锁定这些拾取传感器之一与驱动信号之间的相位。便利的是,为了简单起见,共享拾取传感器 218 能够被锁定到驱动信号。通过在拾取传感器布置中利用这个锁定特征,可以将单个拾取传感器同相锁定到驱动信号,并且具有两个独立的拾取传感器,允许两个独立的振动响应。在锁定的拾取传感器与这两个独立拾取传感器的每个之间测量时间延迟 (Δt)。此外,锁定的拾取传感器还可以包括进一步用于产生驱动信号的参考反馈信号。

[0080] 图 4 是根据本发明实施例的三拾取传感器流量计的测量方法的流程图 400。该方

法能够用于测量仅流过第一流管道 210a 的流,测量仅仅流过第二流管道 210b 的流,或者同时测量流过第一和第二流管道 210a 和 210b 二者的流。

[0081] 在步骤 401 中,第一流管道和第二流管道被公共驱动器 216 振动。第一流管道 210a 能够传送第一流动流并且第二流管道 210b 能够传送第二流动流。

[0082] 在步骤 402 中,接收第一流管道 210a 的第一振动响应。第一振动响应包括由共享拾取传感器 218 产生的电信号和由第一独立拾取传感器 219a 产生的电信号。第一流动材料在第一流管道 210a 中流动。第一振动响应因此可以包括第一流管道 210a 中的流动材料的振动响应。

[0083] 在步骤 403 中,接收第二流管道 210b 的第二振动响应。第二振动响应包括由共享拾取传感器 218 产生的电信号和由第二独立拾取传感器 219b 产生的电信号。第二振动响应因此可以包括第二流管道 210b 中的流动材料的振动响应,可以包括不流动振动响应,或者可以包括空的第二流管道 210b 的振动响应。

[0084] 在步骤 404 中,确定第一流动流特性。应该明白,在这个步骤中能够确定多于一个的第一流动流特性。根据第一和第二振动响应确定第一流动流特性。第一流动流特性可以包括第一流动材料的质量流率 ($\dot{m}_1$)。此外,能够根据第一和第二振动响应确定第一流动材料的密度、粘度等等。

[0085] 在步骤 405 中,确定第二流动流特性。应该明白,在这个步骤中能够确定第二流动流的多于一个的流动流特性。根据第一和第二振动响应确定第二流动流特性。第二流动流特性可以包括第二流动材料的质量流率 ($\dot{m}_2$)。此外,能够根据第一和第二振动响应确定第二流动材料的密度、粘度等等。

[0086] 尽管流过每个流管道的流是独立的,但是一个流管道中的质量流量的测量不独立于流过另一管道的流。流过一个管道的流在另一管道中感生 (induce) 相位。由于这种联接,所以新的质量流量方程用于根据本发明的三拾取传感器流量计 200 的这两个流通道。该新的双流管道方程基于由流管道 210a 和 210b 经历的时间延迟 (即, Δt_1 和 Δt_2)。

[0087] 在传统的双管科里奥利流量计中,测量两个流管道之间的相位,并且计算该流量计的入口侧拾取传感器与出口侧拾取传感器之间的相位差。通过采用方程 (1),这个相位差被转换成单个时间延迟 (Δt) 并且用于确定流的量 (例如,诸如质量流率 $\dot{m}$)。

$$[0088] \quad \dot{m} = FCF \times (\Delta t - \Delta tz) * (1 - T_c \times T) \quad (1)$$

[0089] 在这个方程中,延迟时间 (Δt) 的单个测量可以用于测量流量。将时间延迟 (Δt) 调整零点时间延迟 (Δtz)。该零点时间延迟 (Δtz) 包括在不流动条件下确定的校准因子。

[0090] 然而,对于该三拾取传感器流量计 200 的这两个流管道,这个传统的质量流率方程是不够的。原因在于:在本发明的双流管道中,该流在这两个流管道中感生某个相位。即使当仅仅在这两个流管道之一中存在流时,也是这种情况。在传统的流量计中,由于公共流通过这两个流管道,所以在每个管道中感生的相位是相同的。结果,感生的相位没有表现为这两个管道之间的相位差,并且不是计算结果中的因子。因此,在现有技术中可以利用单个时间延迟以在传统的流量计中确定流率。

[0091] 相反,在本发明中,第一和第二流动流是独立的。结果,由这两个流所感生的相位在这两个流管道之间可以不同。因此,不能采用基于单个时间延迟的质量流率方程。

[0092] 即使流可能仅仅存在于两个流管道 210a 和 210b 之一中,三拾取传感器流量计 200 中的流仍会在这两个流管道 210a 和 210b 中感生相位。这两个感生的相位可以不同。结果,为了测量流量,需要来自每个流管道的两个时间延迟测量。流测量(flow measurement)可以针对一个或两个流。利用下面的方程(2)和方程(3)可以示出这个测量方案的一个例子。

$$[0093] \quad \dot{m}_1 = FCF_{11}(\Delta t_{11} - \Delta t_{z_{11}}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1) + FCF_{12}(\Delta t_{12} - \Delta t_{z_{12}}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) \quad (2)$$

$$[0094] \quad \dot{m}_2 = FCF_{22}(\Delta t_{22} - \Delta t_{z_{22}}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) + FCF_{21}(\Delta t_{21} - \Delta t_{z_{21}}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1) \quad (3)$$

[0095] 其中,下标 1 表示第一流管道 210a,下标 2 表示第二流管道 210b。由于流过一个流管的流在另一个管中感生相位的事实,需要要求方程(2)和(3)中的第二项(即,例如, FCF_{12} 项的“2”)。方程(2)和方程(3)能够用在计量电子装置 20 中,确定两个流管道 210a 和 210b 中的质量流率。

[0096] 在下文中,对于形式 (Δt_b^A) 的时间延迟值,上标 A 表示哪个流管道正在传送流。如果流正在被传送通过第二流管道 210b,则时间延迟值将是形式 (Δt_b^2) 。下标 B 表示从其接收振动响应的流管道。因此,值 (Δt_2^1) 是为第二流管道测量的时间延迟,其中该流通过第一流管道 210a。可选地,值 (Δt_1^2) 是为第一流管道 210a 测量的时间延迟,其中该流通过第二流管道 210b。上标 0 表示不流动条件,其中值 (Δt_1^0) 表示为第一流管道 210a 测量的时间延迟,其中在零或不流动条件下由公共驱动器 220 对第一流管道进行振动。

[0097] 然而,方程(2)和方程(3)的简化形式能够用于确定流动流特性。方程(2)和方程(3)没有利用任何对称。一个可能形式的对称在时间延迟中。如果时间延迟是对称的,即,如果:

$$[0098] \quad \Delta t_{11} \cong \Delta t_1 \quad (4a)$$

$$[0099] \quad \Delta t_{12} \cong \Delta t_2 \quad (4b)$$

$$[0100] \quad \Delta t_{21} \cong \Delta t_1 \quad (4c)$$

$$[0101] \quad \Delta t_{22} \cong \Delta t_2 \quad (4d)$$

[0102] 则方程(2)和方程(3)变成:

$$[0103] \quad \dot{m}_1 = FCF_{11}(\Delta t_1 - \Delta t_{z_1}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1) + FCF_{12}(\Delta t_2 - \Delta t_{z_2}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) \quad (5)$$

$$[0104] \quad \dot{m}_2 = FCF_{22}(\Delta t_2 - \Delta t_{z_2}) \times (1 - Tc_2 \times Tm_2) + FCF_{21}(\Delta t_1 - \Delta t_{z_1}) \times (1 - Tc_1 \times Tm_1) \quad (6)$$

[0105] T 项表示温度测量。 Tc_1 项是第一流管道 210a 的温度, Tm_1 项是第一流动流体的温度。同样, Tc_2 项是第二流管道 210b 的温度, Tm_2 项是第二流动流体的温度。 (Δt_{z_1}) 值是第一流管道 210a 的零流量校准值, (Δt_{z_2}) 值是第二流管道 210b 的零流量校准值。流校准因子 FCF_{11} 、 FCF_{12} 、 FCF_{21} 和 FCF_{22} 是通过流动测试确定的校准系数并且随后用于流动流特性校准。

[0106] 此外,这些流校准因子还可以是对称的。在这种情况下,还可以根据这些流校准因子可以近似对称(即 $FCF_{21} \approx FCF_{12}$)的事实对方程(5)和方程(6)进行进一步简化。这些方程的对称会影响校准过程。

[0107] 测量两个质量流率的能力还可以使得可能测量除仅仅这两个质量流率之外的附加过程变量。例如,如果两个流管道的截面流动面积不同,则这两个流率的比率可以与动态

粘度相关。另一个潜在应用是对这些流管道的内表面上的涂层进行测量。这种流管道涂层将会引起系统中的不平衡质量,并且可以通过这两个得到的流管道振动响应的幅值的比率检测这种不平衡质量。这些仅仅是测量两个独立流动流的流量计可实现的两个例子。

[0108] 图 5 示出了根据本发明实施例的三拾取传感器流量计 200。在这个实施例中,第一流动流源于第一入口 212a 并且通过第一流管道 210a。同样,第二流动流源于第二入口 212b 并且通过第二流管道 210b。除此之外,这个实施例的流量计 200 的操作与图 2 的流量计相同。

[0109] 图 6 示出了根据本发明实施例的校准结构 300 中的三拾取传感器流量计 200。在这个实施例中,流量计 200 具有公共入口 212,第一和第二参考计量仪 391 和 392 连接到第一和第二流管道 210a 和 210b 的相应出口 213a 和 213b。通过与两个出口 213a 和 213b 通信的下游阀或者其它装置(未示出)可以控制流过第一和第二流管道 210a 和 210b 的流。

[0110] 由方程 (1) 表示的现有技术的单流动科里奥利流量计的校准程序是相当简单的。在零流量条件下在该三拾取传感器流量计 200 中确定零点时间延迟 (Δt_z),并且通过以单个流率进行测试确定 FCF 值。然而,从方程 (2) 和 (3)、方程 (5) 和 (6) 可以看出,类似的策略(零点测量 (Δt_z) 以及每个管一个流率的测试)对于具有两个独立流管道的三拾取传感器流量计不起作用。

[0111] 根据各种实施例,从校准结构 300 获得的测量能够用于对三拾取传感器流量计 200 进行校准。在下面例如结合图 7 讨论可行的校准操作。然而,可以想到其它校准技术,并且这些校准技术在本说明书和权利要求书的范围内。

[0112] 第一参考计量仪 391 测量流过第一流管道 210a 的第一流动流并且产生 ($\dot{m}_1$) 测量值。第二参考计量仪 392 测量流过第二流管道 210b 的第二流动流并且产生 ($\dot{m}_2$) 测量值。因此,流过每个流管道和相关联的参考计量仪的流与流过另一流管道的流分开并且与之独立。此外,能够获得其它流测量。

[0113] 此外,校准结构 300 可以包括参考计量仪 393,用于测量进入该三拾取传感器流量计 200 的总质量流率 ($\dot{m}$)。图 5 的两个入口实施例可以包括参考计量仪 391 和 392,但不包括参考计量仪 393。

[0114] 图 7 是根据本发明实施例的三拾取传感器流量计的校准方法的流程图 700。校准的基本方程包括:

$$[0115] \quad \begin{Bmatrix} \dot{m}_1 \\ \dot{m}_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} FCF_{11} & FCF_{12} \\ FCF_{21} & FCF_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta t_1 - z_1 \\ \Delta t_2 - z_2 \end{Bmatrix} \quad (7)$$

[0116] 在步骤 701 中,对三拾取传感器流量计 200(即,测试下的装置,见图 6) 清零。在这个步骤中,尽管不允许流通过流量计 200,但是流量计 200 的两个流管道 210a 和 210b 被填充有流动材料。在不流动条件下对流管道 210a 和 210b 进行振动,并且确定一个或多个流动流特性,例如第一和第二流管道的时间延迟值 Δt_1^0 和 Δt_2^0 。

[0117] 对于步骤 701,流量是零(质量流率 $\dot{m}=0$) 并且执行清零操作的情况下,方程 (7) 变成:

$$[0118] \quad \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} FCF_{11} & FCF_{12} \\ FCF_{21} & FCF_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta t_1^0 - z_1 \\ \Delta t_2^0 - z_2 \end{Bmatrix} \Rightarrow \begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \Delta t_1^0 \\ \Delta t_2^0 \end{Bmatrix} \quad (8)$$

[0119] 在步骤 702 中, 如上面所述, 对参考计量仪 391 和 392 进行清零 (即, 利用零流量条件)。应该明白, 可以在步骤 701 之前或之后执行这个步骤。

[0120] 在步骤 703 中, 产生仅仅通过第一流管道 210a 的流。在该流过程中, 流量计 200 和第一参考计量仪 391 测量第一流管道 210a 中的第一流动流特性。例如, 当该流正通过第一流管道 210a 时, 流量计 200 可以记录第一流管道 210a 的上游 - 下游时间延迟 (Δt_1^1)。在流通过第一流管道 210a 但是没有流通过第二流管道 210b 的过程中, 流量计 200 测量第二流管道 210b 的时间延迟 (Δt_2^1)。此外, 第一参考计量仪 391 测量流过第一流管道 210a 的流的质量流率 (即, 它产生 REF_1 值)。

[0121] 对于步骤 703, 在第一流管道 210a 中产生流的情况下, 方程 (7) 变成:

$$[0122] \quad \begin{Bmatrix} \dot{m}_1 \\ \dot{m}_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} FCF_{11} & FCF_{12} \\ FCF_{21} & FCF_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta t_1^1 - z_1 \\ \Delta t_2^1 - z_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} REF_1 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (9)$$

[0123] 在步骤 704 中, 产生通过第二流管道 210b 的流。在该流动过程中, 该三拾取传感器流量计 200 和第二参考计量仪 392 测量第二流管道 210b 中的第二流动流特性。例如, 当流正通过第二流管道 210b 时, 流量计 200 测量第二流管道 210b 的时间延迟 (Δt_2^2)。在流通过第二流管道 210b 但是没有流通过第一流管道 210a 的过程中, 流量计 200 测量第一流管道 210a 的时间延迟 (Δt_1^2)。此外, 第二参考计量仪 392 测量流过第二流管道 210b 的流的质量流率 (即它产生 REF_2 值)。可选地, 对于图 8 所示的校准结构 800, 阀 394a 和 394b 能够用于引导流通过第二流管道 210b。因此, 在校准结构 800 中仅仅需要单个参考计量仪 393。

[0124] 对于步骤 704, 在第二流管道 210b 中产生流的情况下, 方程 (7) 变成:

$$[0125] \quad \begin{Bmatrix} \dot{m}_1 \\ \dot{m}_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} FCF_{11} & FCF_{12} \\ FCF_{21} & FCF_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta t_1^2 - z_1 \\ \Delta t_2^2 - z_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ REF_2 \end{Bmatrix} \quad (10)$$

[0126] 在步骤 705 中, 将以上获得的流动流特性测量插入到 (4×4) 矩阵中 (见下面的方程 (13))。求解逆矩阵以产生流校准因子 FCF_{11} 、 FCF_{12} 、 FCF_{21} 和 FCF_{22} 。这些流校准因子用于随后的流动流特性计算, 包括质量流率、密度、粘度等等的正常操作确定。

[0127] 现在有 4 个方程和 4 个未知量。已知 (即, 测量的) 量是 REF_1 、 REF_2 、 Δt_1^1 、 Δt_2^1 、 Δt_1^2 、 Δt_2^2 、 Δt_1^0 和 Δt_2^0 。应当重新提一下, 每个清零步骤有:

$$[0128] \quad z_1 = \Delta t_1^0 \quad (11a)$$

$$[0129] \quad z_2 = \Delta t_2^0 \quad (11b)$$

[0130] 这些未知量是流校准因子 FCF_{11} 、 FCF_{12} 、 FCF_{21} 和 FCF_{22} 。这些 FCF 是要在校准过程中确定的值。

[0131] 于是这可以组成 4×4 矩阵方程:

$$[0132] \quad \begin{bmatrix} \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 \\ \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} FCF_{11} \\ FCF_{12} \\ FCF_{21} \\ FCF_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} REF_1 \\ 0 \\ 0 \\ REF_2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

[0133] 然后,利用 4×4 矩阵求逆进行求解:

$$[0134] \quad \begin{bmatrix} FCF_{11} \\ FCF_{12} \\ FCF_{21} \\ FCF_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^1 - z_1 & \Delta t_2^1 - z_2 \\ \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t_1^2 - z_1 & \Delta t_2^2 - z_2 \end{bmatrix}^{(-1)} \begin{bmatrix} REF_1 \\ 0 \\ 0 \\ REF_2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

[0135] 图 8 示出了根据本发明实施例的校准结构 800。校准结构 800 可以包括第一和第二阀 394a 和 394b 以及单个参考计量仪 393。可以对第一和第二阀 394a 和 394b 进行控制以通过第一流管道 210a 传送第一流动流,通过第二流管道 210b 传送第二流动流,或者通过流管道 210a 和 210b 两者传送组合的流动流。

[0136] 参考计量仪 393 被显示为位于该三拾取传感器流量计 200 之后以及阀 394a 和 394b 之后。然而,如虚线所示,参考计量仪 393 (和 / 或阀 394a 和 394b) 可以位于流量计 200 的上游。

[0137] 应该明白,对于校准结构 800,在不同时间由参考计量仪 393 产生值 REF_1 和 REF_2 。例如,在校准过程中,通过打开第一阀 394a 并关闭第二阀 394b 产生通过第一流管道 210a 的第一流动流。随后由参考计量仪 393 产生的参考测量是 REF_1 值。然后,第一阀 394a 关闭并且第二阀 394b 打开以产生通过第二流管道 210b 的第二流。随后由参考计量仪 393 产生的参考测量是 REF_2 值。

[0138] 与现有技术不同,该三拾取传感器流量计能够共享一个上游或下游拾取传感器。与现有技术不同,该三拾取传感器流量计的拾取传感器仅仅需要四个导线。结果,该三拾取传感器流量计能够利用当前由传统的流量计利用的普通九个导线电缆连接。这使得能够利用传统的流量计布线技术、布线馈通 (wiring feedthrough)、电连接、和电罩 (electrical housing)。因此,利用三个拾取传感器而不是四个拾取传感器节省了布线、空间、硬件和装配时间。

[0139] 在本发明中,对两个独立的流动流基本上同时获得这些流动流特性测量。与现有技术不同,公共驱动器对传送两个独立流动流的两个流管道进行振动。与现有技术不同,这些流动流能够以不同的流率流动。与现有技术不同,这些流动流能够具有不同的密度。与现有技术不同,这些流管道能够具有不同的截面面积。与现有技术不同,该流量计能够共享驱动器,消除至少一个驱动器。

[0140] 有利地,由于共享这些部件所以降低了该流量计的成本。此外,能够减小流量计 (以及整个计量 / 分配系统) 的整体尺寸。此外,公共驱动器和共享拾取传感器减小了功耗并且允许利用单个更小的电子功率源。

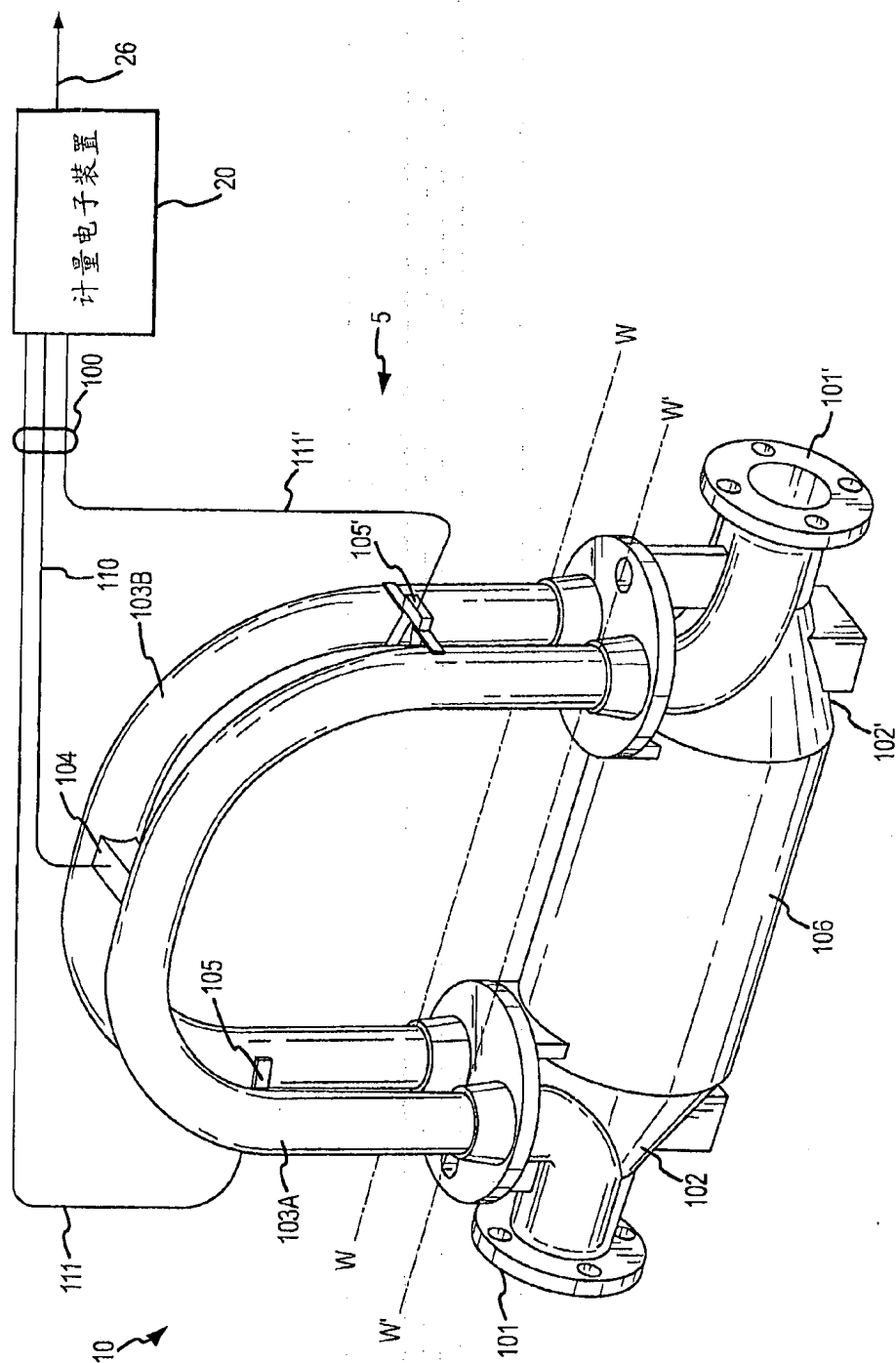


图 1

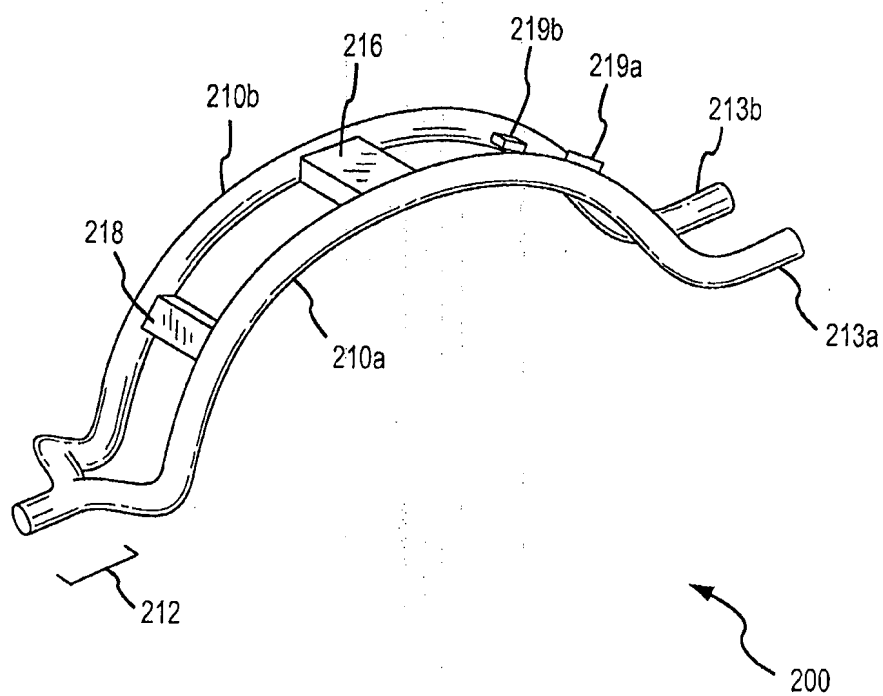


图 2

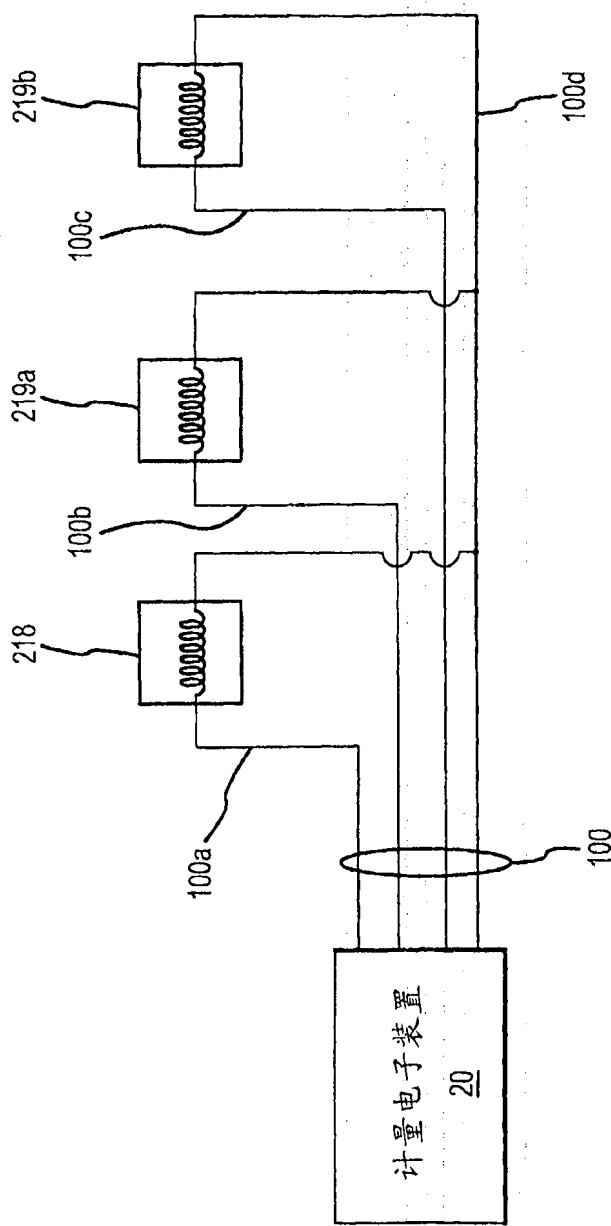


图 3

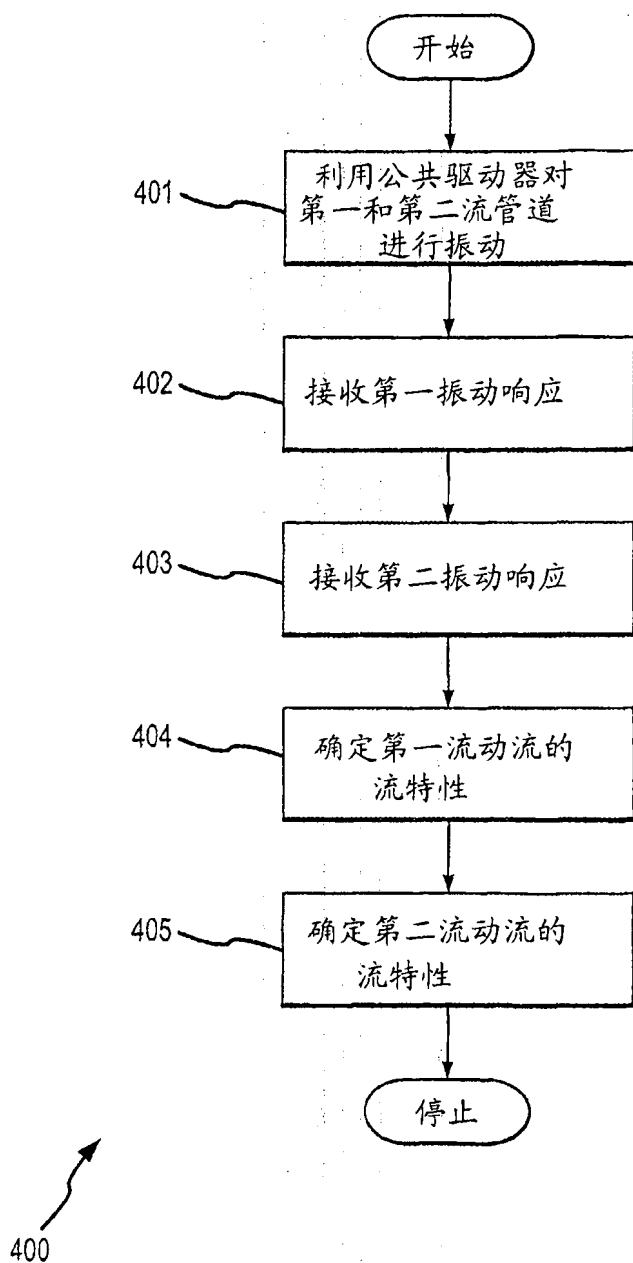


图 4

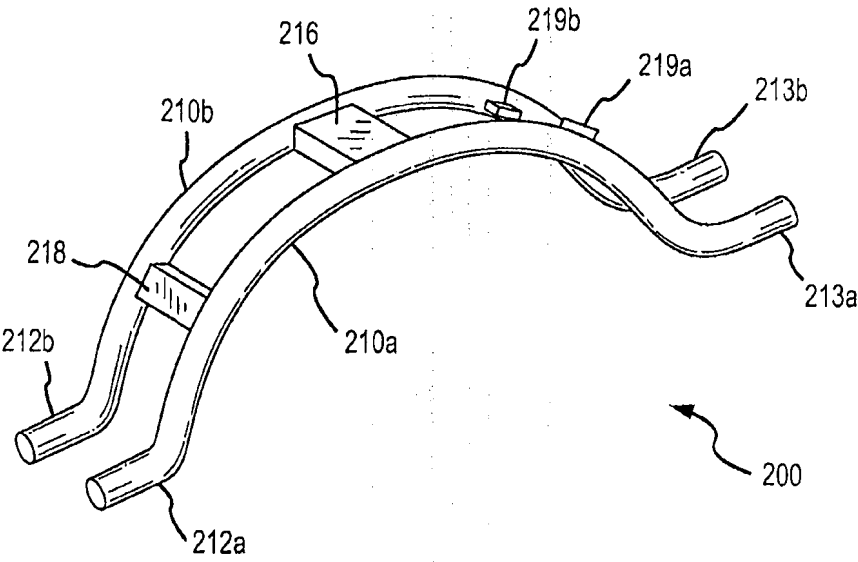
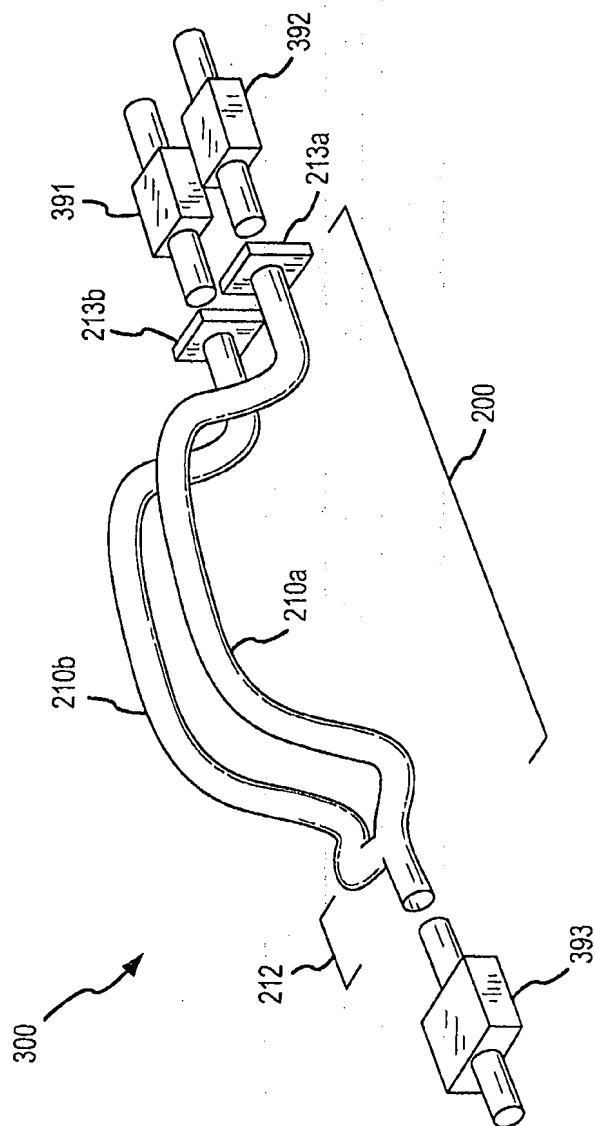


图 5



6

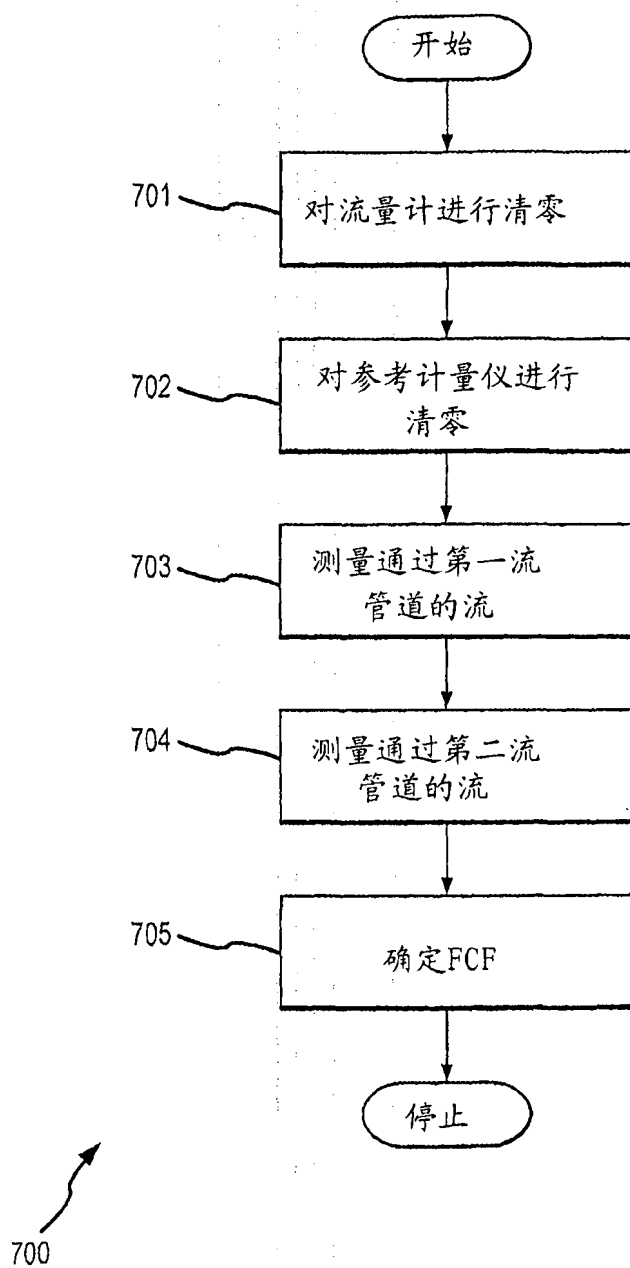


图 7

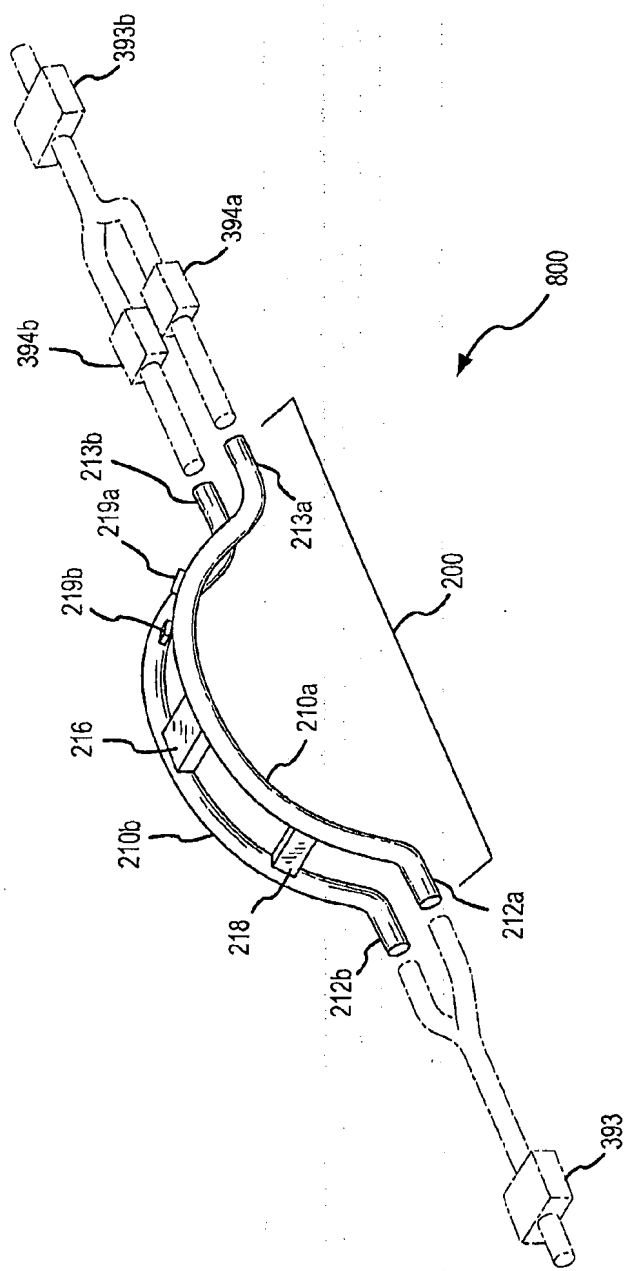


图 8