



(21) 申请号 202280064746.1

(22) 申请日 2022.07.11

(30) 优先权数据

070102/2021 2021.07.27 CH

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/069270 2022.07.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/006398 EN 2023.02.02

(71) 申请人 贝利莫控股公司

地址 瑞士欣维尔

(72) 发明人 P·雷斯纳 L·布克曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 李雪娜 陈晓

(51) Int.Cl.

G01F 1/667 (2022.01)

G01K 11/22 (2006.01)

G01F 25/10 (2022.01)

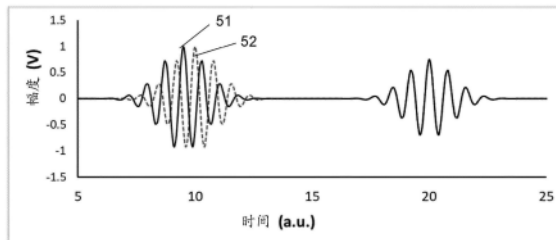
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

用于预组装超声波流量计的自诊断的方法和系统

(57) 摘要

一种用于自诊断超声波流量计组装件(1)的方法,该超声波流量计组装件包括至少一个超声波换能器(20,21),该超声波换能器固定到导管部分(3)并被配置成将超声波脉冲发射到导管部分(3)中,并在超声波脉冲在导管部分(3)中沿至少一个路径(R,I)行进之后接收超声波脉冲并输出测量数据,该方法还包括用于处理测量数据的控制器,其中参考测量和测试测量均包括沿着至少一个相同或可比路径(R)发射和接收至少一个超声波脉冲。所述方法包括:(a)提供参考测量数据;(b)获得测试测量数据;(c)比较参考和测试测量数据,其中参考测量数据(A)包括超声波参考信号特征(51,61),并且测试测量数据(B)包括超声波测试信号特征(52,62)。



1. 一种用于自诊断超声波流量计组装件(1)的方法,所述超声波流量计组装件被设计用于测量通过通道的流体的流量和/或温度,所述超声波流量计组装件(1)包括:

沿轴向方向延伸的导管部分(3);超声波传感器(2),其包括固定到导管部分(3)的至少一个超声波换能器(20),其中所述至少一个超声波换能器(20)被配置为将超声波脉冲发射到导管(3)中,并在超声波脉冲在导管部分(3)中沿着至少一个路径(R)行进之后接收超声波脉冲,并输出测量数据(A,B),

超声波传感器(2)还包括连接到超声波换能器(20)的控制器(200),用于处理测量数据(A,B),

其中参考测量和测试测量均包括沿着至少一个相同或可比路径(R)发射和接收至少一个超声波脉冲,所述方法包括以下方法要素:

(a) 提供参考测量数据(A);

(b) 获得测试测量数据(B);

(c) 比较参考测量数据(A)和测试测量数据(B),其中参考测量数据(A)包括参考测量的至少一个接收的超声波脉冲的参考信号特征(51,61),并且测试测量数据(B)包括测试测量的至少一个接收的超声波脉冲的测试信号特征(52,62)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述超声波传感器(2)包括至少两个超声波换能器(20,21),所述至少两个超声波换能器固定到所述导管部分(3),并且沿轴向方向布置在距彼此距离(L)处,并且被配置成将超声波脉冲发射到所述导管(3)中,并且在超声波脉冲在导管部分(3)中沿着至少一个路径(R)行进之后接收超声波脉冲。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中所述参考测量数据(A)在将所述超声波流量计组装件(1)安装在操作现场之前或之后至少获得一次,和/或其中所述测试测量数据(A)在将所述超声波流量计组装件(1)安装在操作现场之后重复获得。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,获得参考测量数据(A)是在调试期间或超声波流量计组装件(1)的第一启动程序期间执行的。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,获得测试测量数据(B)作为超声波流量计组装件(1)的后续启动程序的一部分自动执行;和/或其中获得测试测量数据(B)由控制器(200)重复发起。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,超声波流量计组装件(1)是可变空气体积(VAV)箱的一部分,所述可变空气体积箱可安装在通道中。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中获得所述参考测量数据(A)和所述测试测量数据(B)是在没有流体流过所述通道的情况下,特别是通过在正常操作期间关闭所述可变空气体积(VAV)箱的阻尼器以强制实施零流量而完成的。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中获得参考测量数据(A)通过使用至少两个路径(R)来完成,并且获得测试测量数据(B)通过使用相同或可比的至少两个路径(R)来完成。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中比较参考测量数据(A)和测试测量数据(B)包括比较参考信号特征(51)和测试信号特征(52)并导出用于量化测试信号特征(52)与参考信号特征(51)的偏差的至少一个特征参数。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述参考信号特征(51,61)和/或测

试信号特征 (52,62) 是超声波脉冲的波形。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述特征参数是从选自以下的列表的波形量中导出的:波形幅度的强度、波形幅度的形状、波形过零的位置、波形极值的位置、波形频率和包络函数的形状。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,还包括步骤d):基于比较的步骤c),特别是基于量化测试信号特征 (52) 与参考信号特征 (51) 的偏差的至少一个特征参数,识别超声波流量计组装件 (1) 的缺陷的原因,并且其中识别的原因是以下中的一个或多个:导管尺寸的变化,超声波传感器 (2) 的运作或故障的变化,至少一个超声波换能器 (20,21) 上的污垢积聚,以及与导管部分 (3) 中的物体的干扰。

13. 根据权利要求9至12中任一项所述的方法,还包括当所述特征参数超过阈值时,基于步骤c) 的比较激活警报的步骤。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,超声波脉冲由同一换能器 (20;21) 发射和接收,并且沿着I形路径 (R, I) 和/或三角形路径 (R, Δ) 和/或菱形路径 (R, Q) 和/或K路径 (R, K) 行进,特别是用于识别导管尺寸的变化。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,超声波脉冲由两个换能器 (20;21) 中的第一换能器发射,并且由两个换能器 (21;20) 中的第二换能器接收,特别是用于识别导管尺寸的变化。

16. 根据前述权利要求2至15中任一项所述的方法,其中,超声波脉冲由两个换能器 (20;21) 中的第一换能器发射,并且由两个换能器 (21;20) 中的第二换能器接收,并且特别是其中超声波脉冲沿着V形路径 (R, V) 和/或U形路径 (R, U) 发射,优选用于测量流体的流量和/或温度。

17. 根据权利要求14至16中任一项所述的方法,其中V形路径 (R, V) 和U形路径 (R, U) 二者用于I形路径 (R, I) 和三角形路径 (R, Δ),根据沿着V形路径 (R, V) 或I形路径 (R, I) 的参考测量数据 (A) 和测试测量数据 (B) 确定第一特征参数,根据沿着U形路径 (R, U) 或三角形路径 (R, Δ) 的参考测量数据 (A) 和测试测量数据 (B) 确定第二特征参数,并且第一和/或第二特征参数的变化,特别是其关系的变化,用于识别超声波流量计组装件 (1) 的缺陷的原因。

18. 根据权利要求9至17中任一项所述的方法,其中比较参考测量数据和测试测量数据的步骤c) 包括创建参考信号特征 (51) 和测试信号特征 (52) 的相关性并且使用所述相关性作为至少一个特征参数。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中参考信号特征 (51,61) 存储在控制器 (200) 中;和/或从控制器 (200) 获得测试信号特征 (52,62);和/或控制器 (200) 执行自诊断。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述参考信号特征 (51) 和/或所述测试信号特征 (52) 是通过调节测量数据 (A,B) 或对至少两次测量进行平均或者在调节测量数据 (A,B) 或对至少两次测量进行平均之后获得的。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中参考测量和测试测量均包括沿两个不同路径 (R) 发射和接收至少一个超声波脉冲,比较两个不同路径 (R) 的参考测量数据 (A) 和测试测量数据 (B),并且其中两个不同路径 (R) 中的每一个被给予定义测试和参考测量之间的偏差的权重因子,并且选择具有对应于最小偏差的最高权重因子的路径 (R) 用于流量测量和/或流体温度测量和/或通道尺寸测量。

22. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其中, 超声波流量计组装件(1) 包括阻尼器系统(D,D'), 并且在步骤c) 中, 测试信号特征(52,62) 与参考信号特征(51,61) 的偏差用于检测超声波流量计组装件(1) 的反向安装方向, 其中超声波传感器(2) 布置在阻尼器系统(D') 的下游。

23. 根据权利要求22所述的方法, 包括在控制器(200) 中应用超声波传感器(2) 的校正校准曲线的步骤, 所述校正校准曲线被设计成补偿由反向安装方向引起的超声波信号偏差。

24. 根据权利要求22或23所述的方法, 包括以下步骤: 当超声波流量计组装件(1) 以反向安装方向安装时, 在控制器(200) 中对超声波流量计组装件(1) 的方向敏感流量测量的输出信号应用负乘法因子, 特别是负一的乘法因子。

25. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其中, 在获得参考测量数据(A) 期间的参考路径(R) 和在获得测试测量数据(B) 期间的测试路径(R) 是相同的, 或者是通过具有可通过计算补偿的长度、取向和/或形状的已知差异而可比的。

26. 一种计算机程序产品, 包括指令, 当程序被计算机执行时, 所述指令使计算机执行权利要求1至25中任一项所述的方法的步骤。

27. 一种超声波流量计组装件(1), 用于执行前述权利要求1至25中任一项的自诊断的方法。

用于预组装超声波流量计的自诊断的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于诊断超声波传感器的系统和方法。特别地,本发明涉及优选用于供暖、通风和空调(HVAC)系统的预组装超声波流量计的自诊断。

背景技术

[0002] 超声波传感器和超声波流量计在HVAC(供暖、通风和空调)系统中的使用由于它们具有许多有益特征(诸如高精度、非侵入性和无移动部件)而已经显著增长。WO 2010/122117公开了一种包括超声波传感器的系统,特别是其描述了一种通风系统,该通风系统通过通风导管将空气从建筑物外部吸入建筑物内部。通风系统具有位于通风机上游和/或下游的通风导管中的超声波传感器,用于测量体积流量或空气速度。WO 2010/122117的超声波传感器包括一对超声波收发器,这对超声波收发器面对彼此以间隔开的关系安装在通风导管的相对表面上,从而在上游和下游方向上相对于通风导管的表面以60-90度之间的角度发射和接收超声波。在控制器中,在上游和下游方向上发射和接收的超声波信号之间的相位差和飞行时间差被确定并用于计算空气的速度和温度,并通过控制器控制这些参数,该控制器与阀通信以调节气流的温度和速度,并通过阀上的控制箱的通信来控制通风单元的风扇速度和温度。

[0003] 为了确保正常运行,超声波流量计和组装件需要对整个系统和/或系统的各个部分进行定期维护和诊断。典型地,整个流量计组装件在服务站被移除并检查和/或重新校准。这种操作会产生额外的成本和时间延迟。为此原因,仍然需要有效的超声波流量计,其能够在不将它们从操作现场移除的情况下进行自诊断。

[0004] 当可变空气体积(VAV)箱以反向流动方向安装而没有检测到这种错误安装时,可能会出现另一个问题。这会导致错误的测量值,并可能导致整个通风系统的故障。

发明内容

[0005] 因此,本公开的目的是提出一种用于自诊断超声波流量计组装件的方法和系统,其不具有现有技术的至少一些缺点。

[0006] 根据本公开,该目的通过独立权利要求的特征来实现。此外,从从属权利要求和权利要求组合、说明书和附图中出现进一步的有利实施例。

[0007] 提出了一种用于自诊断超声波流量计组装件的方法,该超声波流量计组装件被设计用于测量通过通道的流体的流量和/或温度。该超声波流量计组装件包括:沿轴向方向延伸的导管部分;超声波传感器,其包括至少一个超声波换能器,所述至少一个超声波换能器被固定到所述导管部分,其中所述至少一个超声波换能器被配置成将超声波脉冲发射到所述导管中,并且在超声波脉冲在所述导管部分中沿着至少一个路径行进之后接收所述超声波脉冲,并且输出测量数据;超声波传感器还包括连接到超声波换能器的控制器,用于处理测量数据,其中参考测量和测试测量均包括沿着至少一个相同或可比路径发射和接收至少一个超声波脉冲。该方法包括以下方法要素:提供参考测量数据;获得测试测量数据;比较

参考测量数据和测试测量数据,其中参考测量数据包括参考测量的至少一个接收的超声波脉冲的参考信号特征,并且测试测量数据包括测试测量的至少一个接收的超声波脉冲的测试信号特征。

[0008] 以下实施例包括用于自诊断超声波流量计组装件的方法的修改、改进和/或变化。

[0009] 在一个实施例中,超声波传感器包括至少两个超声波换能器,所述至少两个超声波换能器固定到导管部分并且布置在沿着轴向方向彼此间隔某一距离,并且它们被配置成将超声波脉冲发射到导管中并且在超声波脉冲已经在导管部分中沿着至少一个路径行进之后接收超声波脉冲。

[0010] 在一个实施例中,在操作现场安装超声波流量计组装件之前或之后至少一次获得参考测量数据。在另一个实施例中,在操作现场安装超声波流量计组装件之后,重复获得测试测量数据。在又一个实施例中,获得参考测量数据是在调试期间或者在超声波流量计组装件的第一启动程序期间执行的。

[0011] 在一个实施例中,获得测试测量数据作为超声波流量计组装件的后续启动程序的一部分自动执行。在另一个实施例中,获得测试测量数据由控制器重复地发起。测试测量数据的这种重复获得可以在超声波流量计组装件或自诊断方法的操作的操作或准备就绪的时段期间执行。

[0012] 在一个实施例中,超声波流量计组装件是可变空气体积 (VAV) 箱的一部分,其可安装在通道中。在另一个实施例中,获得参考测量数据和测试测量数据是在没有流体流过通道的情况下,特别是通过在正常操作期间关闭可变空气体积 (VAV) 箱的风门来强制实施零流量完成的。

[0013] 在实施例中,比较参考测量数据和测试测量数据包括比较参考信号特征和测试信号特征,并导出用于量化测试信号特征与参考信号特征的偏差的至少一个特征参数。

[0014] 在一个实施例中,参考和/或测试信号特征是超声波脉冲的波形。在该实施例的一个变型中,信号特征参数是从选自以下的列表的波形量中导出的:波形幅度的强度、波形幅度的形状、波形过零的位置、波形极值的位置、波形频率和包络函数的形状。也可以使用其他信号特征参数。

[0015] 在一个实施例中,该方法还包括附加步骤:基于比较的步骤,特别是基于量化测试信号特征与参考信号特征的偏差的至少一个特征参数,识别超声波流量计组装件的缺陷的原因。所识别的原因可能是以下中的一项或多项:导管尺寸的变化、超声波传感器的运作或故障的变化、至少一个超声波换能器上的污垢积聚以及与导管部分中的物体的干扰。

[0016] 在一个实施例中,该方法还包括当特征参数超过阈值时,基于比较的步骤激活警报的步骤。

[0017] 在一个实施例中,超声波脉冲由同一换能器发射和接收,并沿着I形路径和/或三角路径(也称为三角形(delta-shaped)路径)和/或四边形路径(也称为菱形路径)和/或从矩形拐角反射的反射路径(也称为K路径)和/或直接或非反射路径(也称为单程I形路径)行进,特别是用于识别导管尺寸的变化。

[0018] 可选地或附加地,超声波脉冲由两个换能器中的第一换能器发射,并由两个换能器中的第二换能器接收,并沿着单程I路径行进,特别是用于识别导管尺寸的变化。

[0019] 在一个实施例中,超声波脉冲由两个换能器中的第一换能器发射,并由两个换能

器中的第二换能器接收,特别是其中超声波脉冲沿着V形路径和/或U形路径发射,优选用于测量流体的流量和/或温度。

[0020] 在一个实施例中,V形路径和U形路径二者都被使用,根据沿着V形路径的参考测量数据和测试测量数据确定第一特征参数,根据沿着U形路径的参考测量数据和测试测量数据确定第二特征参数,并且第一和/或第二特征参数的变化,特别是其关系的变化被用于识别超声波流量计组装件的缺陷的原因。

[0021] 在一个实施例中,I形路径和三角形路径二者都被使用,根据沿着I形路径的参考测量数据和测试测量数据确定第一特征参数,根据沿着三角形路径的参考测量数据和测试测量数据确定第二特征参数,并且第一和/或第二特征参数的变化,特别是其关系的变化被用于识别超声波流量计组装件的缺陷的原因。

[0022] 在一个实施例中,比较参考测量数据和测试测量数据的步骤包括创建参考信号特征和测试信号特征的相关性,并使用所述相关性作为至少一个特征参数。

[0023] 在一个实施例中,参考信号特征存储在控制器中;和/或从控制器获得测试信号特征;和/或控制器执行自诊断。在又一实施例中,参考信号特征和/或测试信号特征是通过调节测量数据或对至少两次测量进行平均或者在调节测量数据或对至少两次测量进行平均之后获得的。

[0024] 在一个实施例中,参考测量和测试测量均包括沿着两个不同路径发射和接收至少一个超声波脉冲,比较两个不同路径的参考测量数据和测试测量数据,其中两个不同路径中的每一个被给予定义测试和参考测量之间的偏差的权重因子,并且选择具有对应于最小偏差的最高权重因子的路径用于流量测量和/或流体温度测量和/或通道尺寸测量。超声波温度测量具有以下优点:可以确定沿超声波测量路径的平均温度。这使得流体温度测量具有高精度和增加的鲁棒性。一个应用领域可以是空气增强系统。

[0025] 在一个实施例中,在获得参考测量数据期间的参考路径和在获得测试测量数据期间的测试路径是相同的,或者是通过具有可以通过计算来补偿的长度、取向和/或形状的已知差异而可比的。

[0026] 在本发明的实施例中或在本发明的另一方面中,本文公开的超声波流量计组装件另外包括阻尼器系统,例如是VAV箱或者是VAV箱的一部分。在这种情况下,包括阻尼器系统的超声波流量计组装件相对于流动方向的反向安装方向可以被检测到并且可以被校正。反向安装意味着阻尼器系统布置在超声波传感器的上游,或者换句话说,超声波传感器,特别是(多个)超声波换能器布置在阻尼器系统的下游。这可能在超声波流量计处,特别是其超声波换能器处引起流体流动的湍流,并降低流量测量和/或温度测量和/或(多个)导管形状或导管尺寸测量的精度。

[0027] 在其实施例中,VAV箱或本文公开的具有阻尼器系统的超声波流量计组装件被设计成,特别是,导管部分中的路径被选择成,使得可以测量沿和逆流动方向的流体的流动并且可以确定流体流动方向。特别地,流体流动方向被输出给用户,例如由测量的飞行时间差值或测量的流量(例如测量的体积流量或流速)的符号来表示。

[0028] 在其进一步的实施例中,可以监视流体流动方向,并且向用户输出流量的绝对值,例如绝对体积流量或流速。这可以通过将负流量(例如负体积流量或流速)乘以负乘数(特别是负1)来实现。这具有以下优点:VAV箱或超声波流量计组装件仍在运作。然而,这种反向

安装会降低测量精度,例如降低高达50%。因此,可以向用户发送警告警报。仅在超过某个负流量阈值的情况下,才应触发警告警报。否则,包含负流量值的噪声可能会被误解为反向流动。替代地或附加地,超声波传感器将测量输出设置为最小体积流量,使得阻尼器系统完全打开,从而总是确保流体或空气的流动。这允许避免整个通风系统的故障。

[0029] 在其进一步的实施例中,如本文公开的参考信号特征和测试信号特征均包含关于流体流动方向的信息,例如通过提供如本文公开的方向敏感流量测量。这允许通过比较参考和测试信号特征并检测指示反向流动方向的偏差来检测反向安装方向,其中超声波传感器布置在阻尼器系统的下游。在这种情况下,可以在控制器中激活或应用超声波传感器的(例如预存的)校正校准曲线,该校准曲线被设计成补偿由反向安装引起的超声波信号偏差。替代地或附加地,给用户的输出可以通过负的乘法校正因子来校正,特别是负1的乘法因子,以输出测量的体积流量或流速的绝对值。

[0030] 本发明的另外的方面涉及一种计算机程序产品,其包括指令,当程序由计算机执行时,所述指令使计算机执行本文公开的用于自诊断超声波流量计组装件的方法的步骤。

[0031] 本发明的另一方面涉及一种超声波流量计组装件,用于执行本文公开的自诊断的方法。

附图说明

[0032] 参考示意图,通过非限制性示例更详细地解释本发明,其中:

[0033] 图1a以侧视图(左侧)和截面图(右侧)示出了根据本发明的实施例的超声波流量计组装件,该超声波流量计组装件被设计用于通过使用超声波传输的I形路径来测量通过圆形通道的流体的流量和/或温度;

[0034] 图1b以侧视图(左侧)和截面图(右侧)示出了根据本发明的实施例的超声波流量计组装件,该超声波流量计组装件被设计用于通过使用超声波传输的三角形路径来测量通过圆形通道的流体的流量和/或温度;

[0035] 图1c以侧视图(左侧)和截面图(右侧)示出了根据本发明的实施例的超声波流量计组装件,该超声波流量计组装件被设计用于通过使用超声波传输的直接非反射路径来测量通过圆形通道的流体的流量和/或温度;

[0036] 图1d以侧视图示出了根据本发明的一个方面或实施例的超声波流量计组装件的侧视图,该超声波流量计组装件具有阻尼器系统和用于通过超声波传感器检测具有错误流动方向的反向安装的装置;

[0037] 图2a以侧视图(左侧)和截面图(右侧)示出了根据本发明的实施例的超声波流量计组装件的,该超声波流量计组装件被设计用于通过使用超声波传输的V形路径来测量通过圆形通道的流体的流量和/或温度;

[0038] 图2b以侧视图(左侧)和截面图(右侧)示出了根据本发明的实施例的超声波流量计组装件,该超声波流量计组装件被设计用于通过使用超声波传输的U形或准螺旋路径来测量通过圆形通道的流体的流量和/或温度;

[0039] 图3a、3b、3c以侧视图(左侧)和截面图(右侧)示出了根据本发明的实施例的超声波流量计组装件,该超声波流量计组装件被设计用于使用超声波传输的I形或菱形或K路径来测量通过矩形通道的流体的流量和/或温度;

[0040] 图4a、4b示出了由根据本发明的超声波传感器检测到的超声波信号波形的图示；

[0041] 图5、6、7示出了由参考测量和测试测量的超声波传感器检测到的超声波信号波形。

具体实施方式

[0042] 图1a和图1b示出了根据本发明的超声波流量计组装件1的示例性实施例,该超声波流量计组装件1被设计用于测量通过通道的流体的流量和/或温度。超声波流量计组装件1可以预先组装并配置成附接到具有穿过通道的流动方向f的通道。该通道可以是诸如HVAC系统的较大系统的组成部分,并且它可以具有不同的横截面轮廓,诸如但不限于环形或矩形。

[0043] 图1a和图1b所示的超声波流量计组装件1包括沿轴向方向延伸的导管部分3。在这些实施例中,导管部分3具有由至少一个尺寸参数30表征的环形横截面轮廓,在环形形状的情况下,这里是直径。超声波流量计组装件1包括至少一个超声波换能器20,该超声波换能器20直接或间接地固定到导管部分3,即相对于导管部分3处于至少暂时稳定的位置。超声波换能器20被配置为将超声波脉冲发射到导管3中,并在超声波脉冲已经在导管部分3中沿着至少一个路径R行进之后接收超声波脉冲,并输出测量数据。在图1a的实施例中,路径是双程I形路径,其特征在于由超声波换能器20发射的超声波脉冲被反射回超声波换能器20。路径R可以优选地被选择成位于垂直于流动方向f或导管3的纵向轴线的平面内。在图1a所示的双程I形路径中,超声波脉冲在反射点或反射区域P反射一次。

[0044] 图1c示出了另一个实施例,其中路径R可以是直接或单程I形路径。在从第一超声波换能器20发射之后,超声波脉冲穿过通道部分3一次并被第二超声波换能器21接收,第二超声波换能器21也形成超声波传感器2的一部分并与控制器200通信连接,如虚线双箭头通信线所示。

[0045] 在图1b的实施例中,反射路径是具有两个反射点或反射区域P1和P2的三角或三角形路径。路径R可以优选地被选择成位于垂直于流动方向f或导管3的纵向轴线的平面内。在该实施例中,由超声波换能器20发射的超声波脉冲被反射回超声波换能器20。

[0046] 超声波换能器20、21可以在20kHz至400kHz的范围内操作,优选地在40kHz操作。超声波换能器20、21优选地具有宽的发射特征(或发射角度)和/或接收特征(或接收角度),以允许测量和评估多个超声波信号路径。所述路径可以是或包括反射路径R,反射路径R包括一个或多个反射点或反射区域P。替代地或附加地,超声波信号路径也可以是或包括直接路径。

[0047] 超声波传感器2还可以包括连接到(多个)超声波换能器20、21的控制器200,用于处理从(多个)超声波换能器20、21接收的测量数据。至少一个超声波换能器20、21通信连接到控制器200,这由虚线双箭头通信线表示。在典型的应用中,控制器200用于计算超声波脉冲在通道中的通过时间。控制器200可以在硬件电子组件和/或软件中实现,特别是可以包括通用处理器、微控制器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他电子组件。在一个实施例中,控制器200可以位于远离超声波换能器20、21。例如,控制器不需要附接到导管30,而是可以通过有线或无线连接连接到超声波换能器20、21。

[0048] 根据本发明,在现场安装之前,超声波流量计组装件1可以例如在工厂现场进行校

准。校准数据可以作为一种类型的参考测量数据存储以供将来使用。在现场安装之后在开始操作前,可执行相同或相似的校准程序。在校准和现场操作之间,超声波流量计组装件1可能由不同的人和设备运输,并且它可能在不同且有时不利的条件下存储在建筑现场。与原始工厂性能或所需规范相比,所有这些因素都可能影响流量计组装件1的精度和功能。不同问题可能有各种原因,包括但不限于:流量计组装件的机械损坏,特别是导管的几何形状变化,诸如导管直径的变化;一个或多个传感器出现故障、与导管内的物体的干扰、换能器上出现污垢和/或油脂等。

[0049] 图1d以侧视图示出了示例性超声波流量计组装件1,该超声波流量计组装件1包括阻尼器系统D,特别是阻尼器叶片D,当沿流动方向f(正确的安装方向)观察时,阻尼器系统D布置在超声波传感器2的下游。

[0050] 超声波流量计组装件1可以配备有用于检测反向安装的装置,该反向安装具有通过超声波流量计组装件1的错误流动方向f。在超声波流量计组装件1或自诊断方法的实施例中,在步骤c)中,测试信号特征52、62与参考信号特征51、61的偏差(比较图5、6)用于检测超声波流量计组装件1的反向安装方向(在图1d中用虚线表示),其中当沿流动方向f观察时,阻尼器系统D'(特别是阻尼器叶片D')布置在超声波传感器2的上游。优选地,仅在测试信号特征52、62与参考信号特征51、61的偏差超过阈值的情况下,才检测到这种反向安装。优选地,偏差是如本文所定义的特征参数。

[0051] 优选地,本文公开的诊断的方法或超声波流量计组装件1包括在控制器200中应用或激活超声波传感器2的校正校准曲线的步骤,该校正校准曲线被设计成补偿由反向安装方向引起的超声波信号偏差。

[0052] 替代地或附加地,如本文所公开的诊断的方法或超声波流量计组装件1包括以下步骤:当超声波流量计组装件1以反向安装方向安装时,在控制器200中对超声波流量计组装件1的方向敏感流量测量的输出信号应用或激活负乘法因子(特别是负一的乘法因子)。

[0053] 图2a和图2b示出了超声波流量计组装件1的其他实施例。在该实施例中,超声波传感器2包括至少两个超声波换能器20、21,超声波换能器20、21固定到导管部分3,并且两个超声波换能器20、21沿着轴向方向彼此相距距离L布置,并且它们被配置成将超声波脉冲发射到导管中,并且在超声波脉冲已经沿着导管部分3中的至少一个路径R行进之后接收超声波脉冲。

[0054] 在图2a的实施例中,反射路径R是V形路径V,其可以是两个方向,即从第一换能器20到第二换能器21以及相对的方向。V形路径在导管3上具有一个反射点或区域P。换句话说,第一V路径和第二V路径是全等的,即彼此形状相同且方向相反。不同形状的第一路径和/或不同形状的第二路径也可以单独或组合使用。

[0055] 在图2b的实施例中,路径R是U形或准螺旋形路径,其可以在两个方向上,即从第一换能器20到第二换能器21以及箭头所示的相对方向上。U形路径有两个反射点或区域P1和P2。U形路径特别是可以被认为具有至少两个反射点P1、P2并且在换能器20、21之间延伸的特定准螺旋路径。在该上下文中,准螺旋意味着路径包括以螺旋方式布置并近似形成螺旋形状的一系列线性段,例如围绕中心导管轴线一圈(图2b)或多圈(未示出)。

[0056] 图3a示出了超声波流量计组装件1的又一实施例,其中导管部分3具有由宽度尺寸40表征的矩形横截面。在该实施例中,反射路径R可以优选地被选择成位于垂直于流动方向

f或导管3的纵向轴线的平面内。在双程I形路径中,超声波脉冲在反射点或反射区域P反射一次。图3b和图3c示出了超声波流量计组装件1的其他实施例,其中导管部分具有矩形横截面,从而提供了例如具有三个反射点(P1、P2、P3)的菱形路径Q(图3b)和/或在导管3的边缘区域包括一个反射点P的双程K路径(图3c)。这些路径是针对第二超声波换能器21示例性示出的。

[0057] 根据本发明,执行参考测量和测试测量,其均包括沿着至少一个相同或可比路径R发射和接收至少一个超声波脉冲。参考测量数据提供参考测量数据,而测试测量提供测试测量数据。在一个实施例中,参考测量可以是校准测量。在另一个实施例中,在获得测试测量数据之前提供参考测量。参考测量可以在超声波流量计组装件1安装在操作现场之前或之后至少执行一次。在操作现场安装超声波流量计组装件之后,可以重复获得测试测量数据。执行测试测量的频率可以是预定的,或者它可以由控制器200和/或操作者控制。在另一个实施例中,获得参考测量数据是在调试期间或者在超声波流量计组装件的第一启动程序期间执行的。

[0058] 在一个实施例中,超声波流量计组装件1是可变空气体积(VAV)箱的一部分。在该实施例中,参考测量可以在关闭导管的侧面之后进行,例如使用阻尼器来强制实施通过导管3的零流量。在进行测试测量之前,执行相同的程序。

[0059] 在实施例中,超声波流量计组装件1的自诊断方法具有以下方法步骤:

[0060] (a) 提供参考测量数据;

[0061] (b) 获得测试测量数据;

[0062] (c) 比较参考测量数据和测试测量数据。

[0063] 该方法特征在于,参考测量数据包括参考测量的至少一个接收的超声波脉冲的参考信号特征,并且测试测量数据包括测试测量的至少一个接收的超声波脉冲的测试信号特征。

[0064] 在一个优选实施例中,信号特征是接收的超声波脉冲的波形。接收的波形被表示为作为时间的函数的接收信号的幅度。幅度值对应于由换能器生成的电压。

[0065] 在一个优选实施例中,可以通过使用至少两个路径R来完成获得参考测量数据,并且可以通过使用相同或可比的至少两个路径R来完成获得测试测量数据。例如,使用I形和三角形路径的组合或者V形路径和U形路径的组合,或者相对方向上的两个V形路径。

[0066] 图4a示出了沿着图2a所示的实施例的两个相对的V形路径发送的超声波脉冲的波形41、42。图4b示出了沿着图1a和图1b所示实施例的I形路径和三角形路径发送的超声波脉冲的波形43、44。

[0067] 图5示出了叠加到参考测量51的波形上的测试测量52的波形。在这种情况下,两个路径是V形路径和U形路径。对于比较步骤,可以导出用于量化测试信号特征52与参考信号特征51的偏差的至少一个特征参数。特征参数可以从波形量中导出,所述波形量选自以下的列表:波形幅度的强度、波形幅度的形状、波形过零的位置、波形极值的位置、波形频率和包络函数的形状。该参数列表仅是示例性的,而非限制性的。

[0068] 在该示例中,V形路径的测试测量52和参考测量51的过零的相对位移或位置可用于比较。特征参数的比较表明组件1中的某些缺陷。可能的原因可能包括以下中的一个或多个:导管尺寸的变化、超声波传感器的运作或故障的变化、至少一个超声波换能器20、21上

的污垢积聚以及与导管部分3中的物体的干扰。

[0069] 在图6所示的另一示例中,I形路径和三角形路径的组合用于对应于图1a和图1b的实施例。在这种情况下,用于比较的特征参数是波形幅度的强度。正如所观察到的,两个路径的幅度有下降。

[0070] 在一个实施例中,当特征参数超过阈值时,可以基于比较步骤激活警报。

[0071] 图7示出了叠加到参考测量71的波形上的测试测量72的波形的另外的示例。在这种情况下,两个反射路径是两个相对的V形路径。在图7中可以观察到,脉冲的扩展显示出超声波流量计组装件1中的某些问题。

[0072] 基于测试测量和参考测量之间的比较,可能识别或指示组装件1的故障的可能原因。这可以基于至少一个参数,诸如(多个)超声波波形或(多个)脉冲的幅度的变化、(多个)超声波波形形状或(多个)脉冲形状的变化、两个不同形状路径的超声波波形或(多个)脉冲位置的(多个)变化、超声波换能器的(多个)频率变化或这种变化的任意组合。

[0073] 在下面的示例中,使用了两个不同的路径,例如V形路径和U形路径或者I形路径和三角形路径,并且(多个)超声波信号扰动的物理原因的指示基于(多个)超声波信号的两个特征参数。通过结合两个不同的特征参数,可以识别可能的原因。结果总结在下面给出的矩阵表中。

[0074]

幅度变化	两个超声波传感器上的不同脉冲形状	一个超声波换能器上的不同脉冲形状	V形相对于U形和/或I形相对于三角形路徑的位置变化	超声波换能器的频率变化	仅幅度变化
两个路徑上的较大幅度	外部噪声源	外部噪声源	管道几何形状变化	故障换能器	-
两个路徑上的较低幅度	换能器上的水或油脂。两个换能器的故障	换能器上的水或油脂。一个换能器的故障	管道几何形状变化	故障换能器	污垢
仅在V/I形路徑上的较低幅度	与物体的干扰	与物体的干扰	管道几何形状变化	故障换能器	污垢
仅在U/三角形路徑上较低幅度	与物体的干扰	与物体的干扰	管道几何形状变化	故障换能器	污垢、破坏性干扰
两个路徑上的相同幅度	由管道中的物体引起的失真（无污垢）或两个换能器的故障	一个换能器的故障	管道几何形状变化	故障换能器	-

[0075] 为了改进测量的质量,参考信号特征和/或测试信号特征可以通过调节测量数据或对至少两次测量进行平均或在调节测量数据或对至少两次测量进行平均之后获得。

[0076] 在实施例中,两个不同路径R中的每一个都被给予定义测试测量和参考测量之间的偏差的权重因子。具有对应于最小偏差的最高权重因子的路径R可以优选地被选择用于流量测量和/或流体温度测量和/或通道尺寸测量。

[0077] 通常,路径选择可以取决于期望的特定超声波流量计组装件1特征,诸如例如检测导管形状和/或导管尺寸30、40。

[0078] 参考符号

[0079] 1流量计组装件

[0080] 2超声波传感器

[0081] 20第一超声波换能器

[0082] 21第二超声波传感器

[0083] 200控制器、处理器

[0084] 3导管部分,通道的一部分

[0085] 30、40通道尺寸

[0086] 41、42、43、44参考信号波形

[0087] 51、61、71参考信号波形

[0088] 52、62、72测试信号波形

[0089] D布置在超声波传感器下游的阻尼器系统

[0090] D'布置在超声波传感器上游的阻尼器系统

[0091] f导管轴向方向

[0092] L超声波换能器之间的距离(沿通道延伸测量)

[0093] R超声波信号(连续或准连续)或超声波脉冲的路径;反射路径

[0094] V V形路径

[0095] U U形路径、准螺旋路径

[0096] I I形路径;反射或双程I路径;直接或单程I路径

[0097] K K路径,从矩形拐角的反射路径

[0098] Δ 三角形路径,三角路径

[0099] Q菱形路径,四边形路径

[0100] P、P1、P2反射点、反射区域。

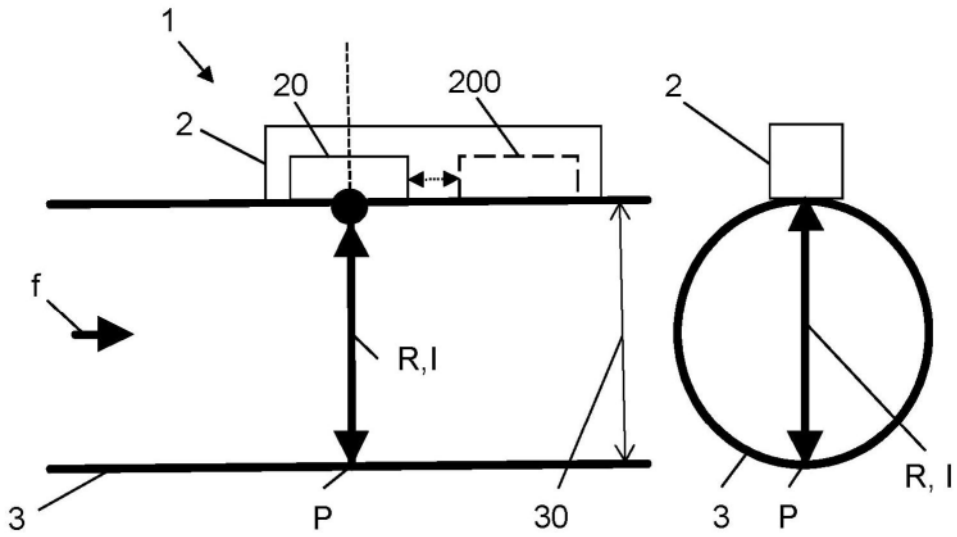


图1a

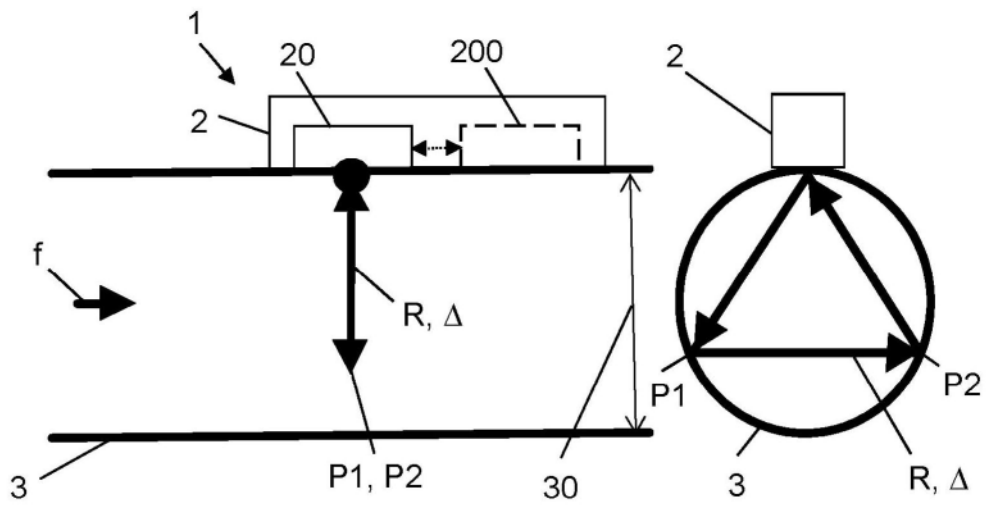


图1b

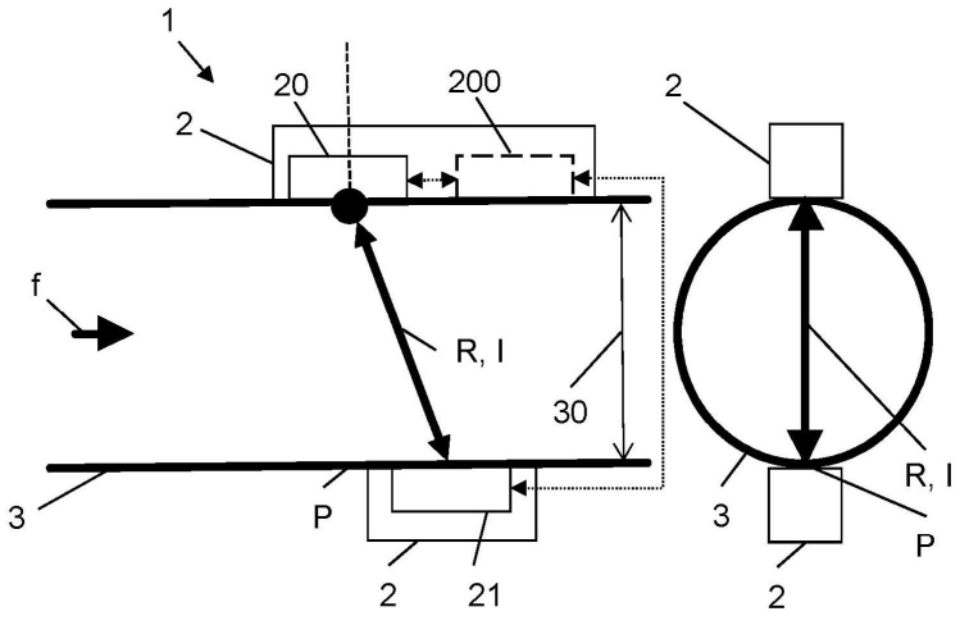


图1c

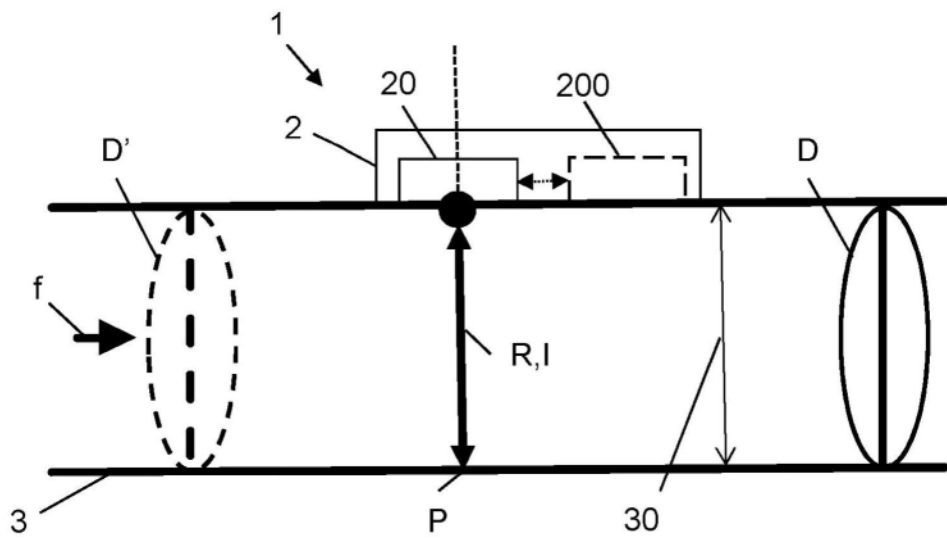


图1d

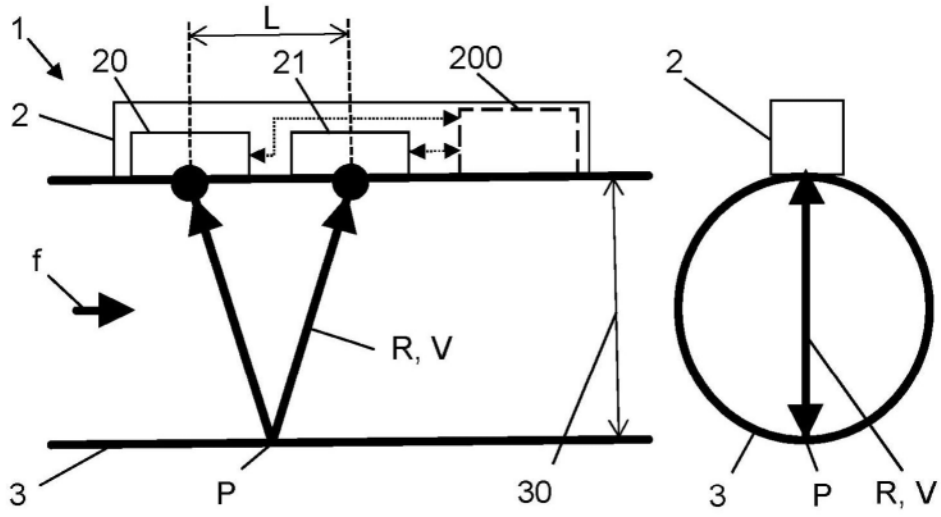


图2a

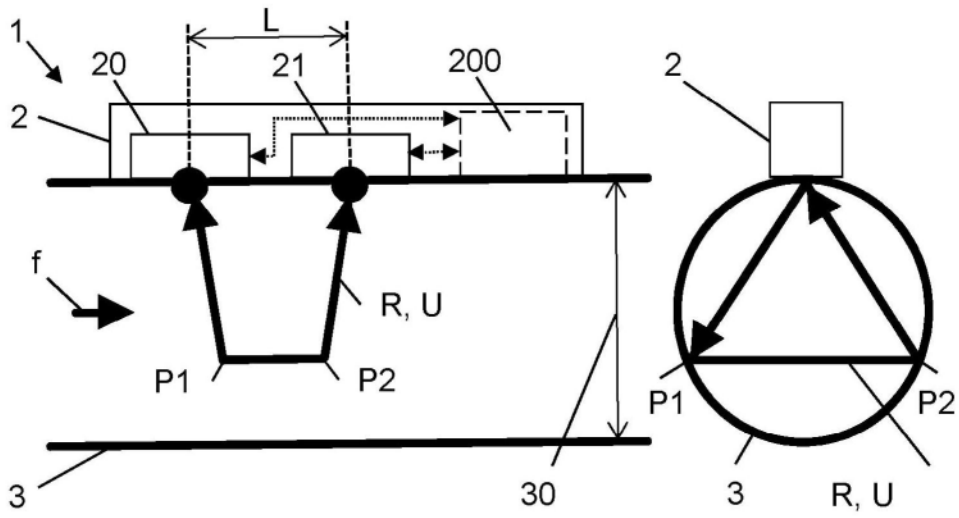


图2b

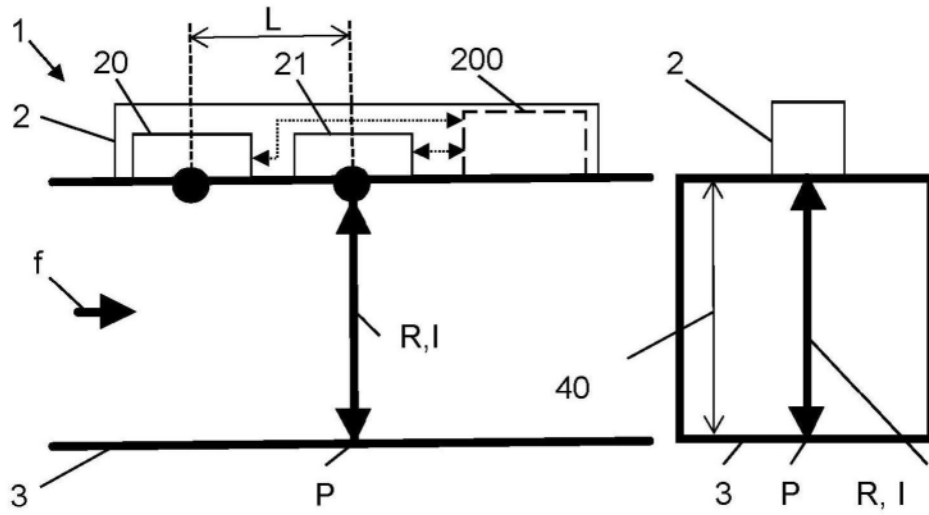


图3a

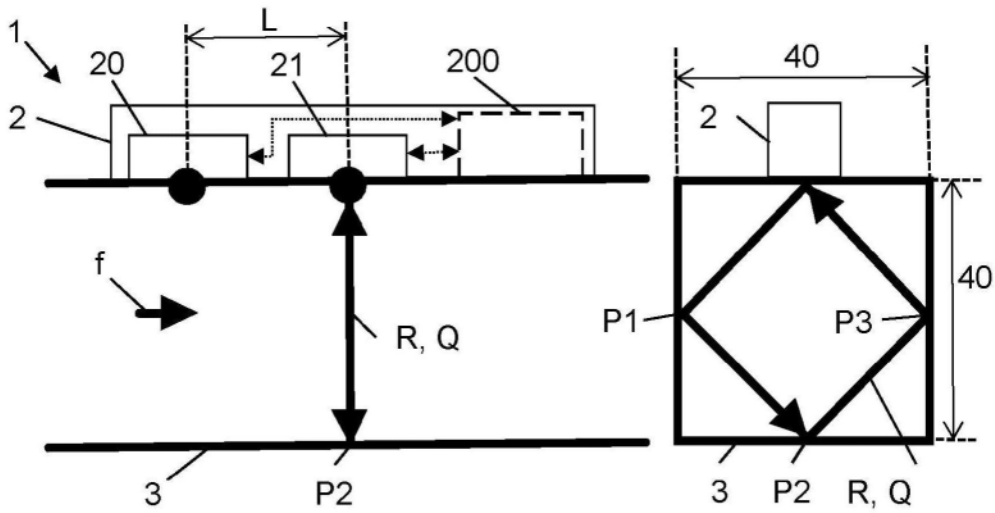


图3b

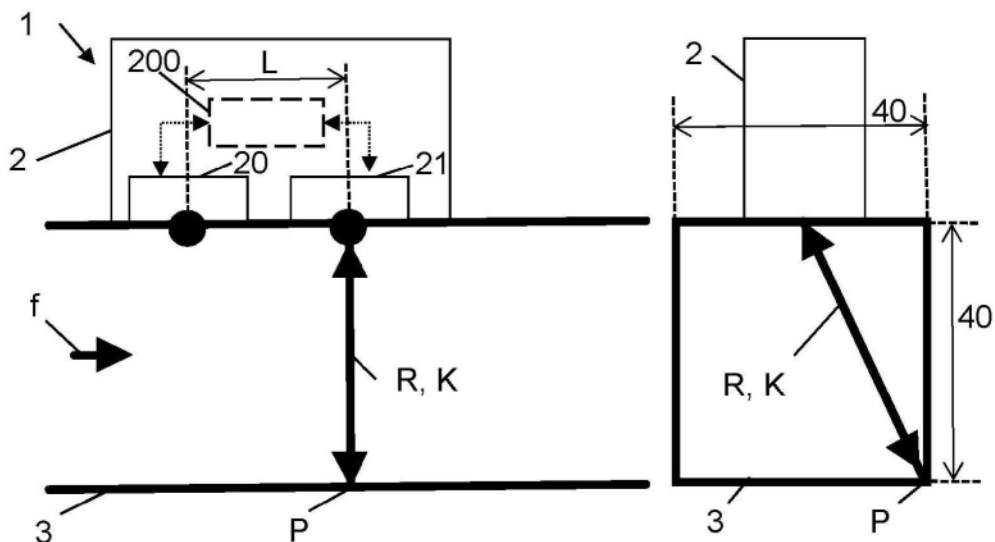


图3c

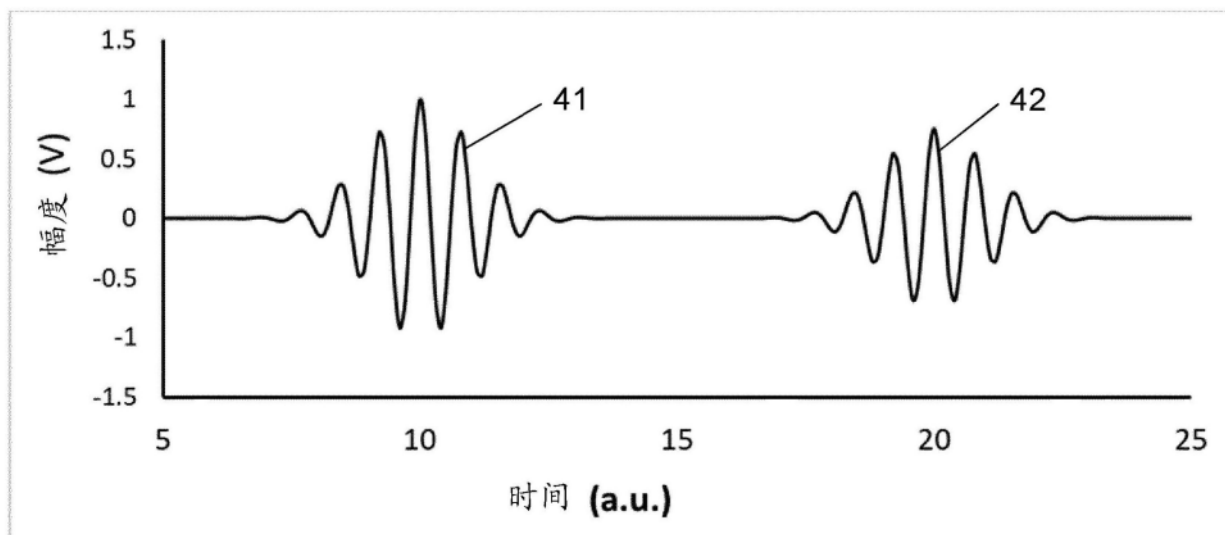


图4a

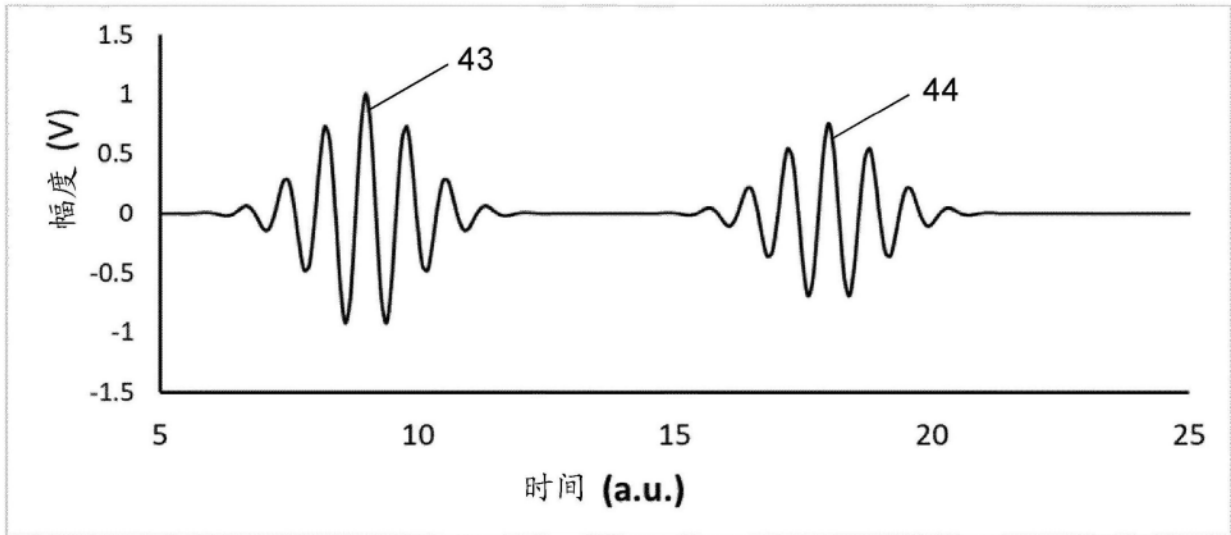


图4b

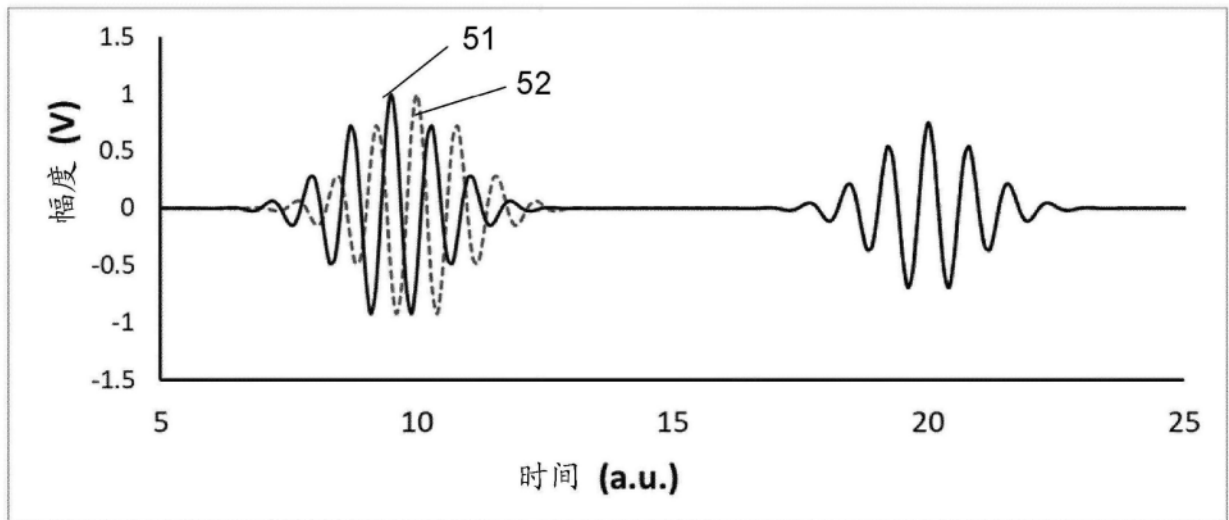


图5

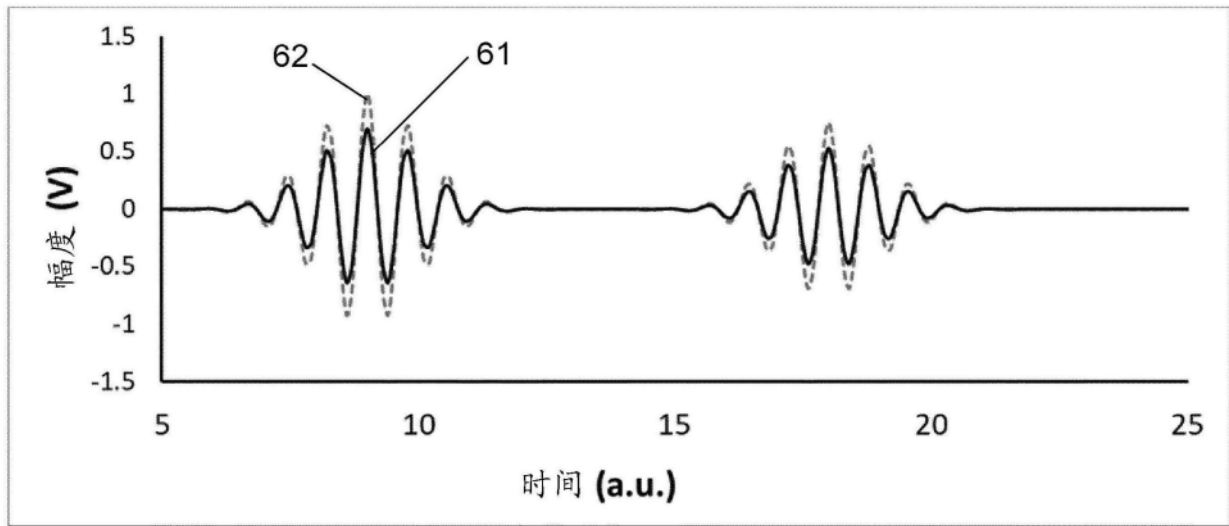


图6

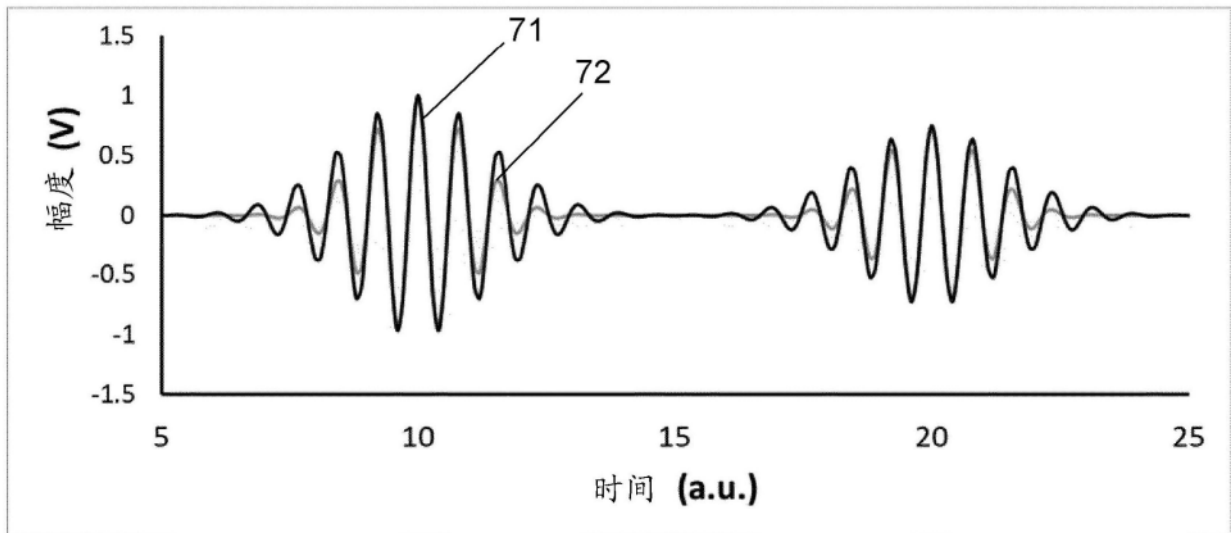


图7