



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106052780 B

(45)授权公告日 2019.01.29

(21)申请号 201610235847.7

(22)申请日 2016.04.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106052780 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(30)优先权数据

102015105685.2 2015.04.14 DE

(73)专利权人 西克工程有限公司

地址 德国奥滕多夫奥克里拉

(72)发明人 安德里亚斯·艾尔利奇

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 张华卿 郑霞

(51)Int.Cl.

G01F 1/66(2006.01)

(56)对比文件

CN 102435231 A, 2012.05.02,

EP 1186868 A2, 2002.03.13,

CN 101206131 A, 2008.06.25,

EP 2428776 A1, 2012.03.14,

US 2010/0010756 A1, 2010.01.14,

US 7886615 B2, 2011.02.15,

CN 102288780 A, 2011.12.21,

审查员 丁长骥

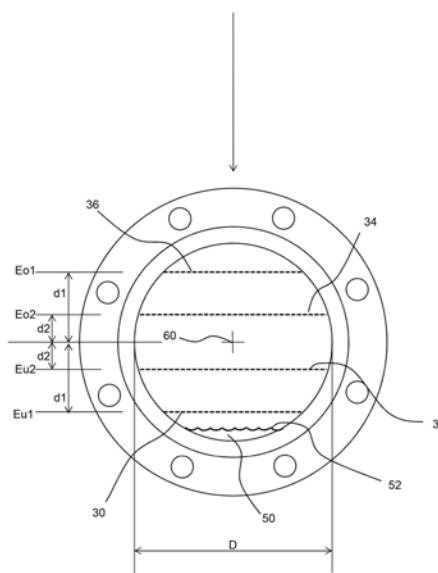
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

用于识别气流中存在液体的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于使用超声波流量计(10)识别在管道内流动的气流中存在液体(50)的方法,其中设置成对测量路径,所述测量路径关于中心轴竖直移位相同的预定距离,从而使其中一个位于中心轴上方的上部区域而另一个位于中心轴下方,并且其中在第一步(102)检查最下面的测量路径(30)是否提供关于气体流速的有效测量值并在第二步(104)确定测量路径对中每条测量路径(30、36;32、34)的湍流值并建立两个湍流值的比率,并在第三步(106)确定在测量路径对的两条测量路径(30、36;32、34)上各自的声速(SoS)并建立两个声速(SoS)的比率,而且当在第一步中提供无效测量值或当第二步中湍流值的比率偏离1超过一预定公差值或当在第三步中声速比偏离1超过一预定公差值时会发出液体警告信号。



1. 一种用于识别在管道内流动的气流中存在液体 (50) 的方法, 其使用超声波流量计 (10) 来实施, 其中所述超声波流量计 (10) 具有水平的管段 (13), 气体能够在流动方向 (72) 上流动通过所述管段且所述管段具有中心轴 (60), 并且所述超声波流量计 (10) 包括至少一对等长的测量路径 (30、36; 32、34), 所述测量路径彼此间隔开, 相互平行地在分开的水平平面 (Eu1 和 Eo1; Eu2 和 Eo2) 上延伸并且关于所述流动方向 (72) 倾斜, 其中成对测量路径 (30、36; 32、34) 的每个水平平面 (Eu1、Eo1; Eu2、Eo2) 关于中心轴 (60) 竖直地移位相同的预定距离 (d1; d2), 从而使得水平平面 (Eo1; Eo2) 中的一个位于所述中心轴 (60) 上方的上部区域而另一个水平平面 (Eu1; Eu2) 位于所述中心轴 (60) 下方的下部区域, 其中在所述测量路径 (30; 32) 的每端均布置有超声波换能器 (24、26; 20、22) 并且其中每个超声波换能器 (24、26; 20、22) 被构造成用于选择性地充当超声波发射器和超声波接收器, 从而使得在所述测量路径上能够在两个方向上发射和接收超声波信号, 并且根据超声波信号的传播时间来确定所述测量路径所在的水平平面中的气体流速和气体中的声速 (SoS), 其中所述方法有三步, 并且

- 在第一步 (102) 中, 检查最下面的测量路径 (30) 是否提供关于所述气体流速的有效测量值,

- 在第二步 (104) 中, 通过多次测量在所述测量路径 (30、36; 32、34) 的水平平面中的气体流速来确定成对测量路径中两条测量路径 (30、36; 32、34) 的湍流值, 并建立两个湍流值的比率,

- 在第三步 (106) 中, 确定在成对测量路径中两条测量路径 (30、36; 32、34) 上各自的声速 (SoS) 并建立两个声速 (SoS) 的比率,

并且在下列情况会发出液体警告信号,

- 当在第一步中提供无效的测量值时, 或者

- 当在第二步中湍流值的比率偏离 1 超过一预定的公差值时, 或者

- 当在第三步中声速比偏离 1 超过一预定的公差值时。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述三步依次循环进行。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 通过多次测量在所述测量路径的水平平面上的气体流速将湍流值定义为标准偏差。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 在第一步开始之前先检查所述气体流速是否超过最小值, 并且只有当超过所述最小值时才实施步骤。

5. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 在第一步开始之前先检查所述气体流速是否超过最小值, 并且只有当超过所述最小值时才实施步骤。

6. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 不在最下面的测量路径所在的水平平面上确定所述气体流速的最小值。

7. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 不在最下面的测量路径所在的水平平面上确定所述气体流速的最小值。

8. 如权利要求 1-2 和 5-7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 存在两对测量路径。

9. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 存在两对测量路径。

10. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 存在两对测量路径。

11. 如权利要求 1-2 和 5-7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 存在三对测量路径。

12. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,存在三对测量路径。
13. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,存在三对测量路径。
14. 如权利要求1-2和5-7中任一项所述的方法,其特征在于,存在四对测量路径。
15. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,存在四对测量路径。
16. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,存在四对测量路径。
17. 如权利要求9-10、12-13和15-16中任一项所述的方法,其特征在于,在第二步和/或第三步中使用不同成对测量路径的测量结果。
18. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,在第二步和/或第三步中使用不同成对测量路径的测量结果。
19. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在第二步和/或第三步中使用不同成对测量路径的测量结果。
20. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,在第二步和/或第三步中使用不同成对测量路径的测量结果。
21. 一种超声波流量计,其用于测量流经管道的气流流量,其中所述超声波流量计具有水平的管段,气体能够在流动方向上流动通过所述管段且所述管段具有中心轴,并且还具有至少一对等长的测量路径,所述测量路径彼此间隔开,相互平行地在分开的水平平面延伸并且关于流动方向倾斜,其中成对测量路径的每个水平平面关于中心轴竖直地移位相同的预定距离,从而使得水平平面中的一个位于所述中心轴上方的上部区域而另一个水平平面位于所述中心轴下方的下部区域,其中在所述测量路径的每端均布置有超声波换能器并且其中每个所述超声波换能器被构造成用于选择性地充当超声波发射器和超声波接收器,从而使得在所述测量路径上能够在两个方向上发射和接收超声波信号,并且根据所测量的超声波信号的传播时间来确定在所述测量路径所在的水平平面中的气体流速,其中所述超声波流量计具有控制和评估单元,用于实施权利要求1-20中任一项所述的方法并识别所述管段中液体的存在。

## 用于识别气流中存在液体的方法和装置

[0001] 本发明涉及一种用于识别在管道内流动的气流中存在液体的方法以及一种超声波流量计,借助该超声波流量计来实施所述方法。

[0002] 在过程流量计量技术中已知各种测量方法和测量装置。超声波测量仪被越来越多地用于流量测量。从EP 2 428 776 B1中已知一种此类超声波测量仪,其具有成对布置的超声波换能器,其中每对超声波换能器定义了一条测量路径,该测量路径与纵轴(流动方向)不成直角,从而使得被发出和接收的超声波信号沿该测量路径以与流动方向成不等于90°的某一角度传播。测量原理在于确定两个此类超声波信号的传播时间差,所述超声波信号在测量路径上往相反的方向传播并因此具有一个在流动方向的分量和一个与流动方向相反的分量。从所测量的传播时间差可计算出流速并获悉流量的管道截面。

[0003] 对于以下类型的流量计(例如用于大型天然气管道以确定输送的气体量的流量计)要求非常高的测量精度,这是因为天然气的量巨大,在进行流量测量时极微小的偏差都可能造成货币价值上的巨大差异。

[0004] 导致测量失真的一个因素是管道中存在液体。因此,如果测量区域中存在液体则应及早发现,以便可以正确评估测量结果或者甚至可采取相应的对策。

[0005] 为此从EP 2 428 776 B1已知的是,确定两个不同的、水平的、在平行的平面上的气体流速,其中所述平面位于管道中线的上方和下方并且与其距离相等。在理想情况下并且在管道中没有液体时,这两个流速相同,且湍流度也相同,其中湍流在EP 2 428 776 B1中被定义为在平面上流速的单个值的统计方差。如果现在分别建立两个平面的湍流比和两个平面上的气体流速比,则这些比率在理想情况下为1。若偏离1,则通常表示存在液体,因为液体沉积在管道底部,所以对下面一条测量路径的影响超过对远处的上面一条测量路径的影响。因此,以这种方式获得两个指标,通过该指标可推断出液体的存在。

[0006] 尽管这种解决方案已经提供了较好的结果,但仍希望有更好的指标,其更加灵敏和/或对其它流量作出响应。

[0007] 因此,从现有技术出发,本发明的任务在于提供一种方法和一种装置,借助其可更好且更灵敏地识别出管道内的液体。

[0008] 所述任务通过具有权利要求1所述特征的方法和具有权利要求10所述特征的超声波流量计得以实现。

[0009] 用于识别在管道内流动的气流中液体存在的、本发明所述的方法使用一种超声波流量计。所述流量计包括:

[0010] -水平的管段,气体可以在流动方向上流动通过该管段并且该管段具有中心轴,

[0011] -至少一对等长的测量路径,这些测量路径彼此间隔开,相互平行地在分开的水平平面上延伸并且关于流动方向有倾斜,

[0012] -测量路径对的每个水平平面关于中心轴竖直地移位相同的预定距离,从而使得其中所述平面中的一个位于中心轴上方的上部区域而另一个平面位于中心轴下方的下部区域,

[0013] -在测量路径的每端均布置有超声波换能器,其中每个超声波换能器被构造成用

于选择性地充当超声波发射器和超声波接收器,从而使得在测量路径上可以在两个方向上发射和接收超声波信号,并且根据所测量的超声波信号的传播时间来确定测量路径所在平面中的气体流速和此平面上气体中的声速(SoS)。

[0014] 根据本发明,所述方法有三步。

[0015] -在第一步中,检查最下面的测量路径是否提供关于气体流速的有效测量值。

[0016] -在第二步中,通过多次测量在测量路径的平面上的气体流速来确定测量路径对中每条测量路径的湍流值并建立两个湍流值的比率。

[0017] -在第三步中,确定在测量路径对中两条测量路径上的气体中各自的声速并建立两个声速的比率。

[0018] 在下列情况会发出液体警告信号,即当在第一步中提供无效的测量值时,或者当在第二步中所述比率偏离1超过一预定的公差值时,或者当在第三步中声速比偏离1超过一预定的公差值时。

[0019] 迄今为止并没有一种三步式的方法。分步的优点在于,可以比较快,例如早在第一步就将液体的积聚识别出来。

[0020] 第二步的识别原理原则上从EP 2 428 776 B1中已知。

[0021] 第三步是创新的。原本人们预期的是,远离测量路径的液体积聚不会影响气体中的声速,原因在于气体中的声速独立于湍流,因为其只是一种材料属性。

[0022] 尽管如此,本申请的发明人却惊奇地发现,管段中的液体积聚对声速已造成了足够的影响,使得本发明所述的评估是可能的,即使在测量路径上根本没有液体积聚也是如此。推测可能的原因在于雾滴(Nebeltröpfchen)和其它颗粒,其频率和/或组成似乎随着到液体积聚的距离而变化,这就是与液体积聚相距不同距离的平面中声速不同的原因。在这种情况下业已发现,本发明所述的评估甚至更灵敏,因此有可能在量较小时就可将液体识别出来。

[0023] 所述方法被构造成三步且有利的是,这三步依次循环进行,因为每步都具有不同的灵敏度。

[0024] 第一步最不灵敏,但评估最快。因为只有最下面的测量路径不提供气体流速的测量值时,其才位于液体内。随后就没必要再在另外两步中进行进一步评估了。

[0025] 建立湍流比的第二步相比于根据第一步来进行确定会更加灵敏。如果在第二步确定了液体,理由是测得的比率大大偏离1,则表明存在液体且第三步可省略。

[0026] 最后在第三步确定测量路径对的声速比。业已发现,声速比显然对管段中存在液体的反应最灵敏。至少在实践中已发现,该比率对前面两步中没有检测出的情况作出响应,从而使得在最后一个步骤中使用本方法并且有可能将比迄今为止更小量的液体识别出来。

[0027] 有利地,通过多次测量在测量路径上的气体流速将湍流值定义为标准偏差,如原则上从EP 2 428 776 B1中已知的。

[0028] 用于识别液体存在的方法实际上只有在气流存在的情况下才有意义,因此在本发明的改进形式中提出,在第一个步骤开始之前先检查气体流速是否超过最小值,并且只有超过最小值时才实施用于识别液体的步骤。所述最小值可以在任一测量路径上确定。优选地,可在上部平面上确定最小值,因为该处不大可能存在液体。而不应该在最下面的测量路径中,因为该处存在液体的可能性最高。

[0029] 本发明所述的方法可以只需要一对测量路径。但是若有两对或两对以上的测量路径,而这些测量路径必需得布置在不同高度,则可更加精确地扫描束流剖面(Strahlprofil)。此外,在测量路径发生故障时可切换到一对或多对其它的测量路径上。

[0030] 如果存在多对测量路径,则可在第二和/或第三步骤中使用不同测量路径对的测量结构。适当组合所述测量结果可产生较高的准确度。

[0031] 在装置方面,所述任务通过用于测量流经管道的气流流量的超声波流量计得以实现。所述超声波流量计包括:

[0032] -水平的管段,气体可在流动方向上流动通过该管段并且该管段具有中心轴,

[0033] -至少一对等长的测量路径,这些测量路径彼此间隔开,相互平行地在分开的水平平面上延伸并且关于流动方向倾斜,

[0034] -测量路径对的每个水平平面关于中心轴竖直地移位相同的预定距离,从而使得其中所述平面中的一个位于中心轴上方的上部区域而另一个平面位于中心轴下方的下部区域,

[0035] -在测量路径的每端均布置有超声波换能器,其中每个超声波换能器被构造成用于选择性地充当超声波发射器和超声波接收器,从而使得在测量路径上可以在两个方向上发射和接收超声波信号,并且根据所测量的超声波信号的传播时间一方面确定测量路径所在平面中的气体流速而另一方面则确定在测量路径平面上的气体中的声速,

[0036] -控制和评估单元,其被构造用于实施本发明所述的方法并识别管段中液体的存在。

[0037] 下面将借助实施例并参考附图来详细阐述本发明。图中显示:

[0038] 图1示出了根据本发明所述的超声波流量计的透视图;

[0039] 图2和3示出了沿图1的II-II线和III-III线的截面;

[0040] 图4示出了超声波流量计在纵向方向上的视图;

[0041] 图5示出了根据本发明所述的方法的流程图。

[0042] 本发明所述的装置10具有测量元件(Messaufnehmer)12,所述测量元件由布置在连接法兰14和16之间的管段13构成。所述管段13在其内部优选构造成圆形,并具有公称尺寸D,其对应于连接在连接法兰14和16上的、未详细示出的气体管道。此外,在管道壁18中,装置10分别具有相对布置的成对超声波换能器20、22、24、26,在附图(图2和3)中只示出了其中几个超声波换能器,以下也简称探头。超声波换能器定义了测量路径30、32、34、36,如下所述(图4)。装置10具有评估单元70用于进行信号评估,所述评估单元可经由紧固法兰固定在测量元件12上。通过适当的电缆连接(其在附图中未示出)可将探头与评估单元70相连。优选地,将本发明所述的、用于测量流速和/或流体流量的装置用作气表(**Gaszähler**)。

[0043] 探头20、22、24、26保持在探头容纳部40、42、44、46(图2和3)中,所述容纳部被构造成管道壁18的两个平坦的支承面56和58中的孔。支承面56和58彼此平行并且与管段13的中心轴60构成不等于 $0^\circ$ 的角,所述中心轴也构成测量元件的轴和流量轴(图2和3)。

[0044] 分别相对的探头容纳部40-42、44-46彼此对准,从而使得在探头容纳部中使用的探头20、22、24、26彼此对准并定义出了测量路径30、32、34、36(图4)。在这种情况下,探头沿相应的测量路径30、32、34、36在其纵向方向上直线发送和接收超声波信号。这样一来,本实施例的全部测量路径彼此平行并且位于共同的垂直平面S(图4)。每条测量路径与平面Ev所

成角度为 $\alpha$ ,所述平面Ev垂直于中心轴60或流动方向72延伸。

[0045] 流过测量元件12内部的气体流量用公知的方式来确定,其方式是首先确定气体流速,气体流速通过测量超声波信号的传播时间差来实现,超声波信号在测量路径上往两个方向传播并从而具有在流动方向上的分量和在与流动方向相反的方向上的分量。根据已知管道截面可从流速计算出流量。在这种情况下,超声波换能器被同时用作发射器和接收器,从而使得超声波信号的每条测量路径都可在两个方向上使用。

[0046] 根据在测量路径上的超声波信号的传播时间可计算出测量路径上气体中的声速SoS (Speed Of Sound)。因此,声速SoS是在相反方向传播的两个超声波信号的速度的平均值,即两个超声波换能器之间距离的两倍除以来回两个传播时间的总和。

[0047] 在无干扰的、均质的、平流或湍流的理想情况下可能一条测量路径就足以确定流速,从而确定流量。因此,为了使横截面上的气流剖面( Strömungsprofil )中的非均质性不会使结果失真,设置了多条测量路径,这些测量路径会在不同位置,即与测量元件轴60相距不同距离的位置来扫描流量剖面。根据测量路径30、32、34、36的单个结果用适当的积分法获悉流量。因此,测量路径30、32、34、36上下顺次地布置在平行的、水平的平面Eu1、Eu2、Eo1、Eo2上。

[0048] 现在,本发明要求测量路径的另一种特别的布置。等长的两条测量路径总是构成测量路径对。在根据图中所示的实施例,测量路径30和36以及32和34分别为一对。在测量路径对中,两条测量路径的长度相等,彼此平行并在分开的水平平面Eu1和Eo1或Eu2和Eo2中延伸。

[0049] 测量路径对的每个水平平面在垂直方向上关于中心轴60移动相同的、预定的距离d1或d2,从而使得其中平面Eo1或Eo2中的一个位于中心轴60上方的上部区域而另一个平面Eu1或Eu2则位于中心轴60下方的下部区域。

[0050] 本发明所述的方法现在涉及识别在管段13中的液体50。为此,只使用对于流量确定所需的测量。该方法的操作过程如下所述并在图5中示意性示出:

[0051] 在开始之后,首先在步骤100中检查,是否有足够的气体流量,因为如果气体流速未超过最小值,即根本没有流动或流动过缓,则所述方法将没有任何意义。那么是否存在液体50也就不重要了。所述最小值理论上可以在任一测量路径上确定。优选应在最上面的平面上确定最小值,因为该处最不可能存在液体。无论如何都不应该取最下面的测量路径,因为该处存在液体的可能性最高。

[0052] 在接下来的步骤102(第一步)中,检查最下面的测量路径30是否提供气体流速的有效测量值。因为如果管段13中存在大量液体50,使得液面在最下面的平面Eu1以上,则整个测量路径就在液体中。然后很可能会测出对气体无意义且因此无效的声速SoS值,并由此使得流速的测量无效。如果在步骤102中确定存在液体,则发出液体警告信号。后续的步骤没有必要再进行。

[0053] 在步骤104(第二步)中,通过多次测量在测量路径一个方向上的流速来确定测量路径对中每条测量路径的湍流值并建立两个湍流值的比率。湍流值例如可以通过多次测量在测量路径一个方向上的流速用标准偏差来定义。因为如果气流强烈湍动,那么流速比在没这么强烈的湍流的情况下更强烈地散射。然后检查湍流值的比率是否偏离1超过一预定的公差值。若管段13中没有液体50,则所述比率应该为1或至少非常接近1。但是如果所述比

率例如偏离超过10%，则表明存在液体。公差值应该为多少，必须根据经验来确定。公差值的上下偏差也可以不同。例如，公差值可以在以下范围内，即使得所述比率介于0.9-1.15之间。如果在步骤104中确定存在液体，则发出液体警告信号。后续的步骤没有必要再进行。

[0054] 最后，在步骤106 (第三步) 中，确定测量路径对的两条测量路径上各自的声速SoS并建立两个声速的比率。然后，类似于湍流值的情况，检查声速的比率是否偏离1超过预定的公差值。在此列举一些数值当作实例。所述比率的极限值例如为0.999和1.001。

[0055] 在超声波流量计工作期间，优选持续地实施本发明所述的方法并且依次循环进行所述的三步。



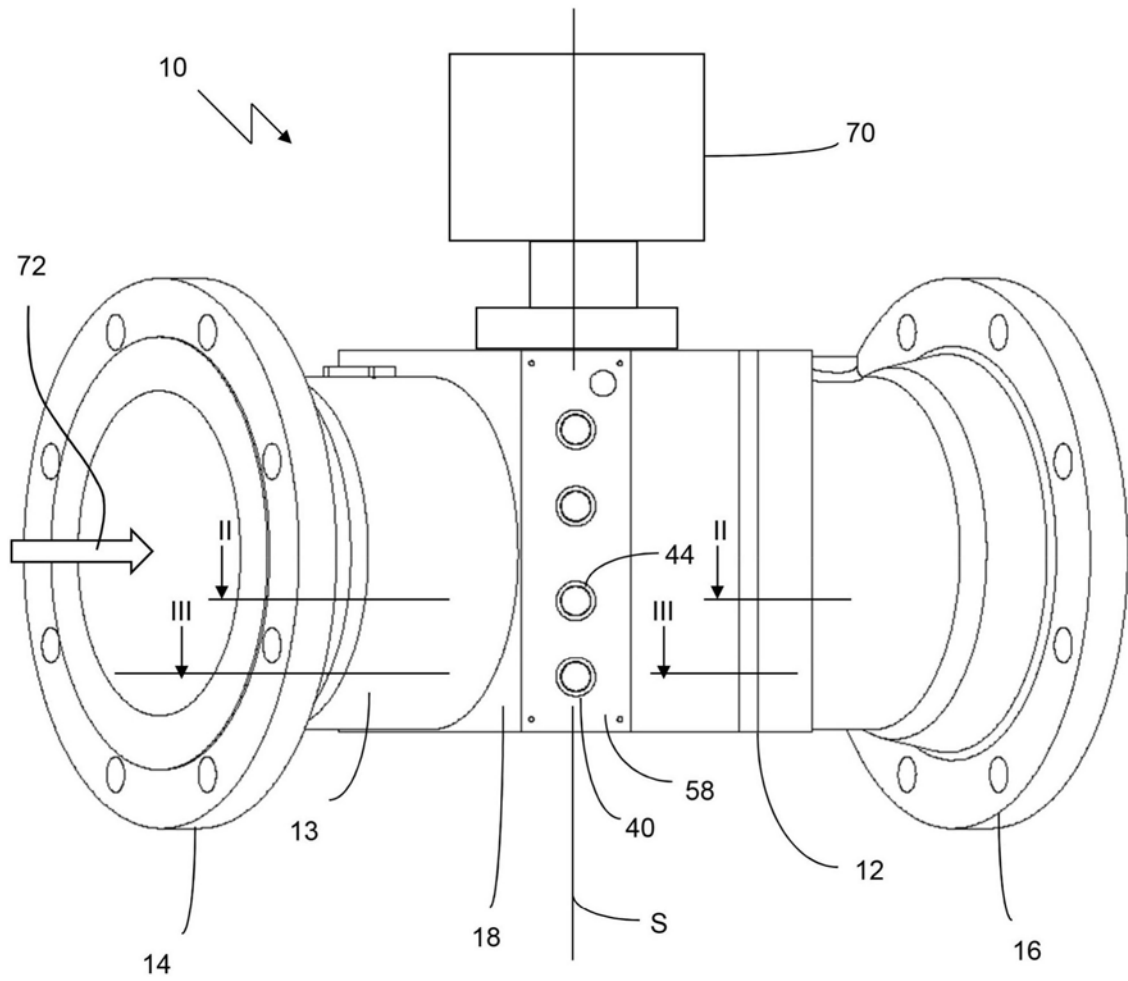


图1

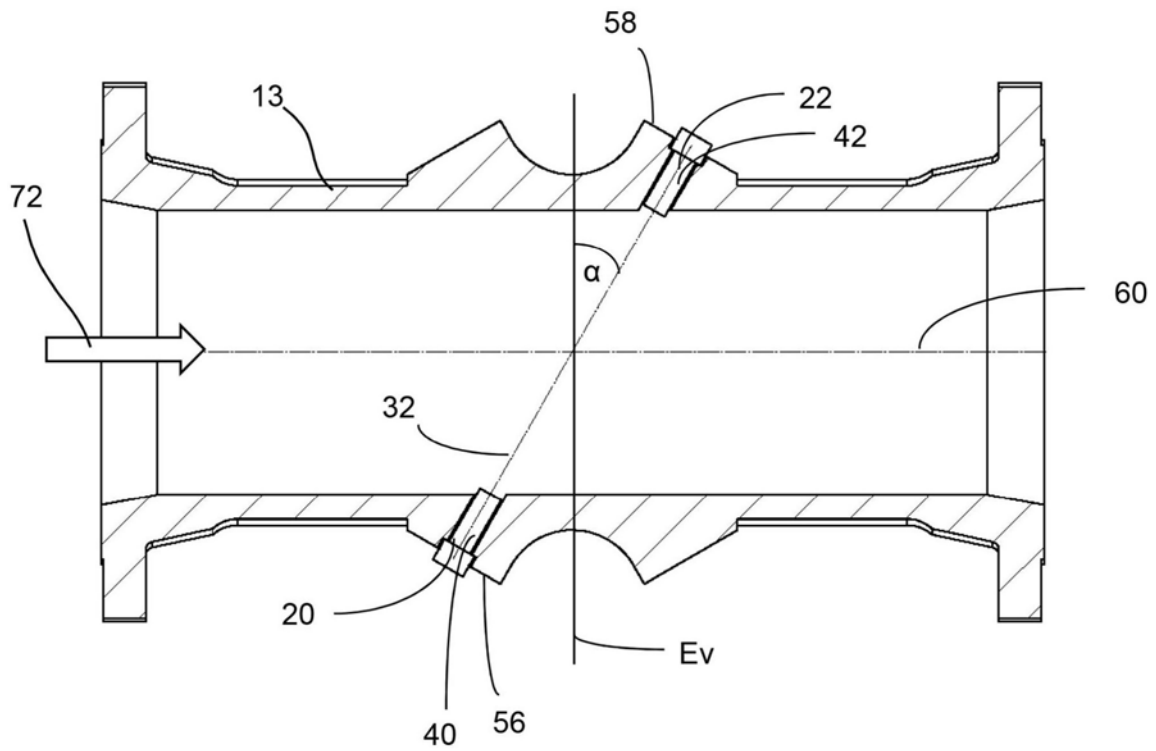


图2

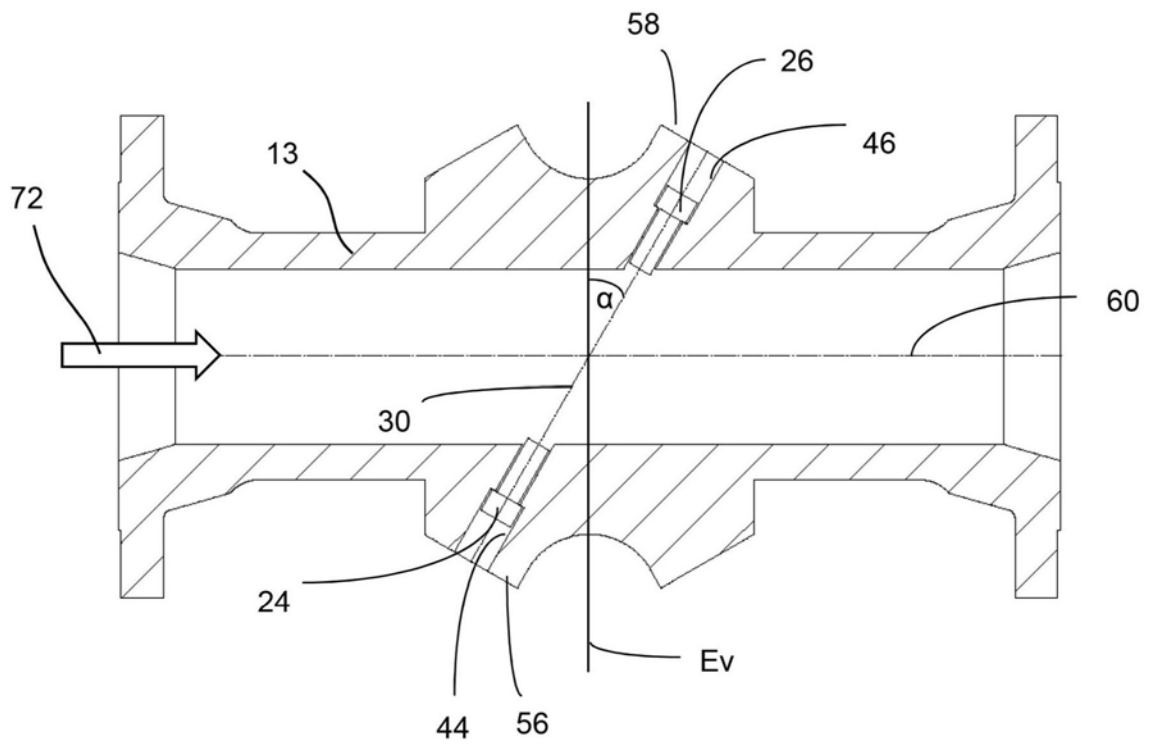


图3

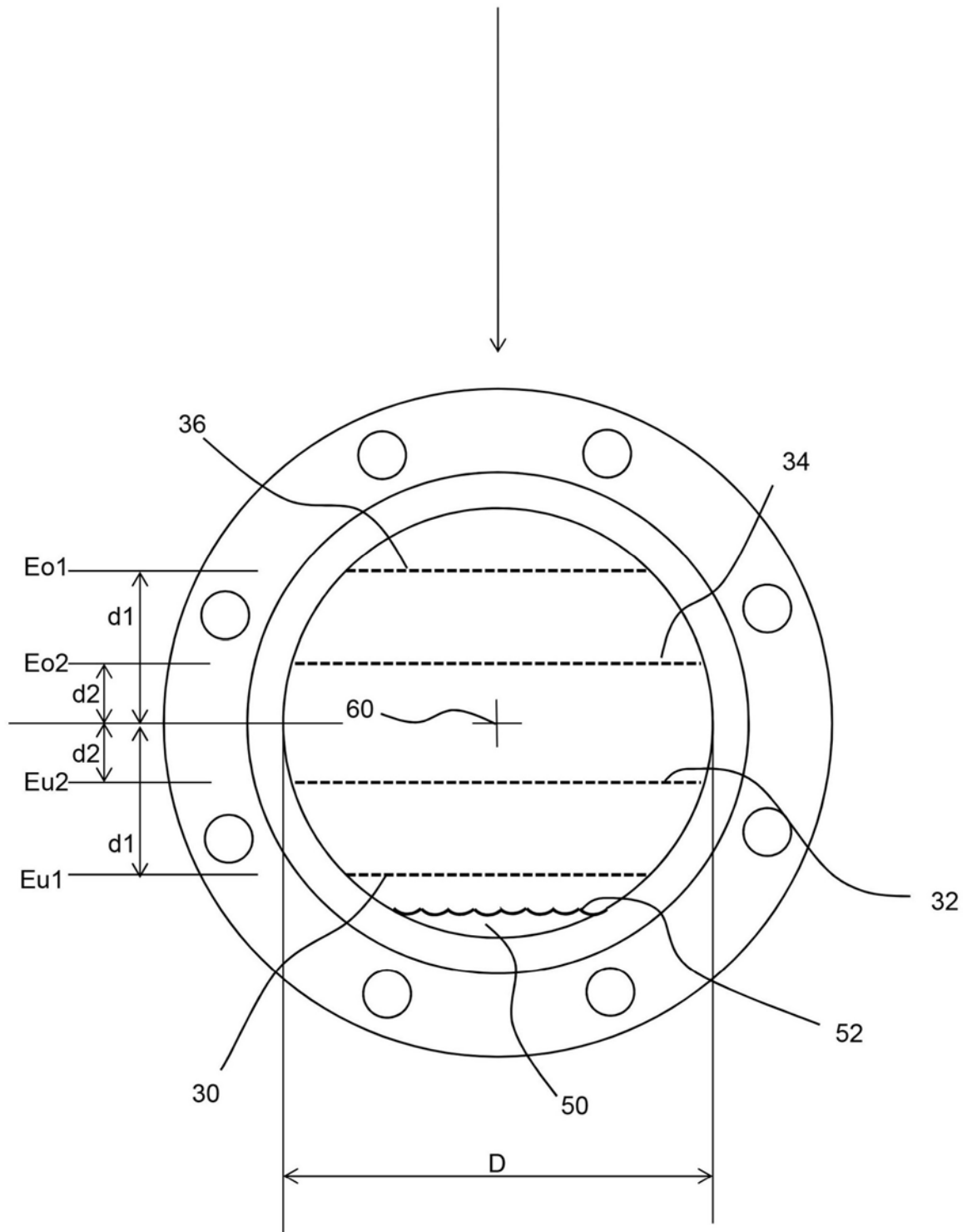


图4

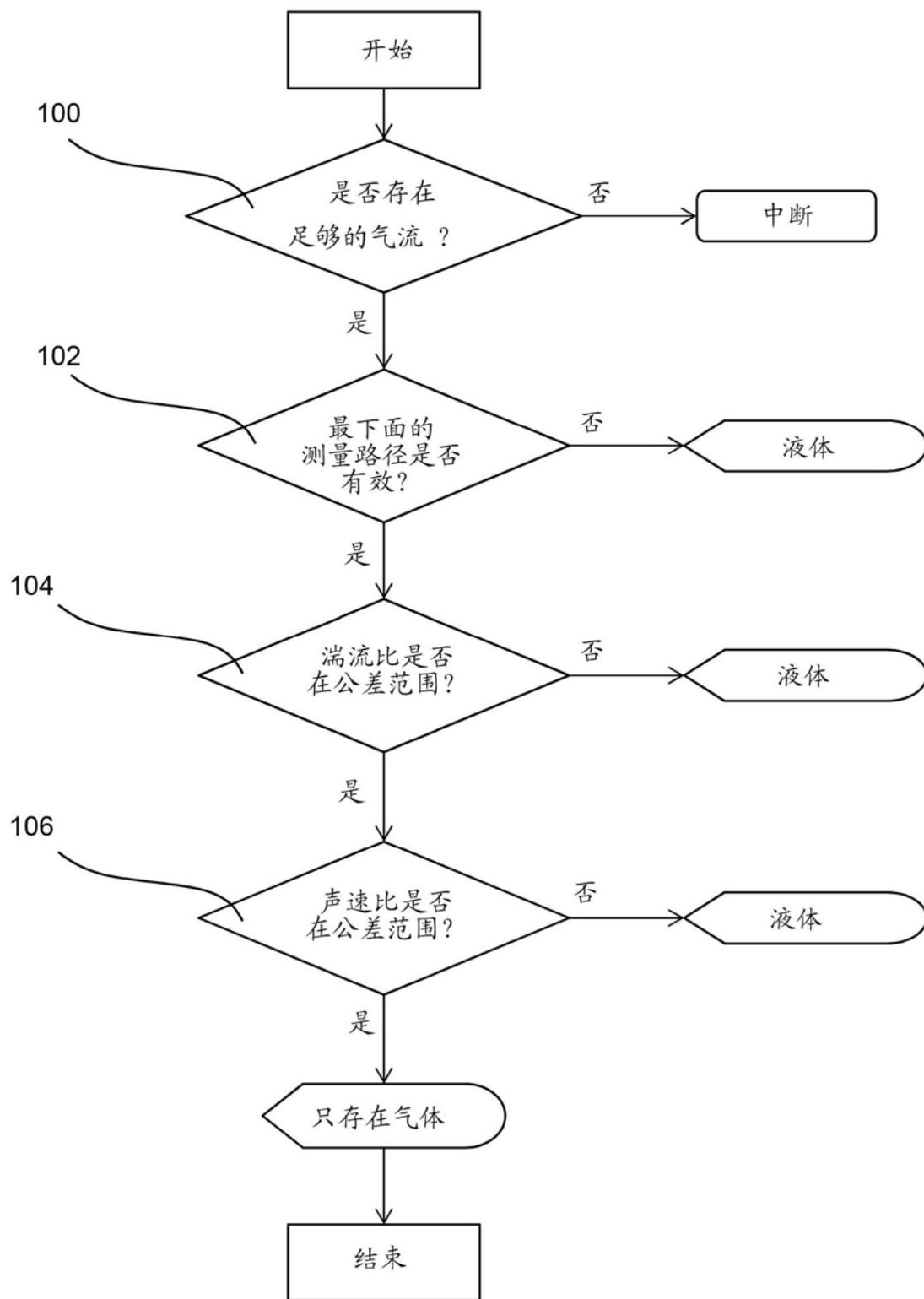


图5