

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

[11] 1237409 B  
CN 106662478 B

[12] **STANDARD PATENT (R) SPECIFICATION**  
**轉錄標準專利說明書**

[21] Application no. 申請編號  
17111345.0

[51] Int. Cl.  
G01F 1/84 (2006.01) G01F 15/02 (2006.01)

[22] Date of filing 提交日期  
06.11.2017

---

[54] DIFFERENTIAL FLOWMETER TOOL  
差示流量計工具

---

[43] Date of publication of application 申請發表日期  
13.04.2018

[45] Date of publication of grant of patent 批予專利的發表日期  
30.10.2020

[86] International application no. 國際申請編號  
PCT/US2014/054120

[87] International publication no. and date 國際申請發表編號及日期  
WO2016/036375 10.03.2016

CN Application no. & date 中國專利申請編號及日期  
CN 201480081722.2 04.09.2014

CN Publication no. & date 中國專利申請發表編號及日期  
CN 106662478 10.05.2017

Date of grant in designated patent office 指定專利當局批予專利日期  
31.01.2020

[73] Proprietor 專利所有人  
MICRO MOTION, INC.

7070 WINCHESTER CIRCLE  
BOULDER, COLORADO 80301  
UNITED STATES OF AMERICA

[72] Inventor 發明人

ZIMMER, Patrick John  
JONES, Steven M.

[74] Agent and / or address for service 代理人及/或送達地址  
CHINA PATENT AGENT (HONG KONG) LIMITED  
22/F, Great Eagle Centre, 23 Harbour Road  
Wanchai  
HONG KONG



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106662478 B

(45)授权公告日 2020.01.31

(21)申请号 201480081722.2

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2014.09.04

代理人 吴俊 傅永霄

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106662478 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2017.05.10

G01F 1/84(2006.01)

G01F 15/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.03.03

审查员 李涵

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2014/054120 2014.09.04

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/036375 EN 2016.03.10

(73)专利权人 高准公司  
地址 美国科罗拉多州

(72)发明人 P.J.齐默 S.M.琼斯

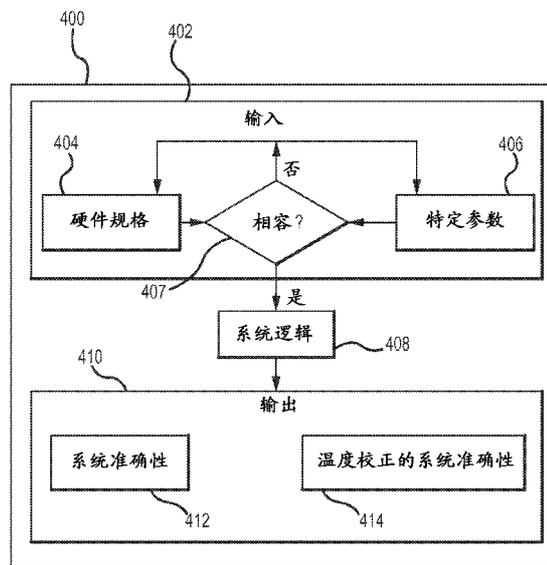
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

差示流量计工具

(57)摘要

提供了一种用于确定系统准确性的方法。该方法包括以下步骤:将关于供应流量计的硬件规格输入到计算装置中,以及将关于返回流量计的硬件规格输入到计算装置中。此外,该方法包括将系统参数输入到计算装置中。系统准确性以系统逻辑计算,其中系统逻辑接收基于关于供应流量计的硬件规格、关于返回流量计的硬件规格以及系统参数的输入。计算的系统准确性储存在计算机可读储存介质中,并且输出计算的系统准确性。



1. 一种用于确定系统准确性的方法,其包括以下步骤:  
 将关于供应流量计的硬件规格输入到计算装置中;  
 将关于返回流量计的硬件规格输入到所述计算装置中;  
 将系统参数输入到所述计算装置中;  
 以系统逻辑计算系统准确性,其中所述系统逻辑接收基于关于所述供应流量计的硬件规格、关于所述返回流量计的所述硬件规格以及所述系统参数的所述输入;  
 将计算的系统准确性储存在计算机可读储存介质中;以及  
 输出所述计算的系统准确性。
2. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,关于所述供应流量计和所述返回流量计的所述硬件规格均包括基本准确性值。
3. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,关于所述供应流量计和所述返回流量计的所述硬件规格均包括零点偏移值。
4. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,关于所述供应流量计和所述返回流量计的所述硬件规格均包括温度漂移值。
5. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,关于所述供应流量计和所述返回流量计的所述硬件规格均包括最大流率值。
6. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,所述系统参数包括零点校准温度值。
7. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,所述系统参数包括流体密度。
8. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,所述系统参数包括入口温度和出口温度。
9. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法,其特征在于,以系统逻辑计算系统准确性的所述步骤包括以下步骤:  
 计算供应流量计不确定性 $U_S$ ,其中 $U_S = T_{D_S} m_{max_S} |(T_{inlet} - T_0)| + S_{0_S} + (A_S C_S)$ ,其中:  
 $T_{D_S}$ 为供应流量计的温度漂移;  
 $m_{max_S}$ 为最大供应流量计流率;  
 $T_{inlet}$ 为入口温度;  
 $T_0$ 为零点校准温度;  
 $S_{0_S}$ 为供应流量计的零点偏移;  
 $A_S$ 为供应流量计的基本准确性;以及  
 $C_S$ 为供应流率转换因子;  
 计算返回流量计不确定性 $U_R$ ,其中 $U_R = T_{D_R} m_{max_R} |(T_{outlet} - T_0)| + S_{0_R} + (A_R C_R)$ ,其中:  
 $T_{D_R}$ 为返回流量计的温度漂移;  
 $m_{max_R}$ 为最大返回流量计流率;  
 $T_{outlet}$ 为出口温度;

$T_0$  为零点校准温度；

$S_{0R}$  为返回流量计的零点偏移；

$A_R$  为返回流量计的基本准确性；以及

$C_R$  为返回流率转换因子。

10. 根据权利要求9所述的用于确定系统准确性的方法，其特征在于，以系统逻辑计算系统准确性的所述步骤包括计算总微差测量准确性  $A_{\text{Factory Zero}}$  的步骤，其中  $A_{\text{Factory Zero}} = |U_S + U_R|$ 。

11. 根据权利要求9所述的用于确定系统准确性的方法，其特征在于，以系统逻辑计算系统准确性的所述步骤包括计算过程温度校正系统准确性  $A_{\text{Process}}$  的步骤，其中  $A_{\text{Process}} = \frac{S_{0S} + (A_S C_S)}{C_{FC}} + \frac{S_{0R} + (A_R C_R)}{C_{FC}}$ ，并且其中  $C_{FC}$  为燃料消耗转换因子。

12. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法，其特征在于，所述方法包括如果系统参数和硬件规格中的至少一个与至少一个预定规则不相容，则提供通知的步骤。

13. 根据权利要求1所述的用于确定系统准确性的方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

由输入的所述系统参数生成关于所述供应流量计的建议的硬件规格；以及

由输入的所述系统参数生成关于所述返回流量计的建议的硬件规格。

14. 一种用于配置计量系统的系统 (400)，其包括：

至少两个流量计 (214, 216)；

计算装置 (300)，其配置成接收至少一个输入 (402) 并且生成至少一个输出 (410)，其中所述至少一个输入 (402) 包括至少一个流量计硬件规格 (404) 和至少一个系统参数 (406)；以及

系统逻辑 (408)，其关于所述计算装置 (300) 配置成计算所述至少一个输出 (410)，其中所述至少一个输出 (410) 包括系统准确性 (412) 和温度校正的系统准确性 (414) 中的至少一个。

15. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一个硬件规格 (404) 包括基本准确性值 (506)。

16. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一个硬件规格 (404) 包括零点偏移值 (508)。

17. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一个硬件规格 (404) 包括温度漂移值 (510)。

18. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一个硬件规格 (404) 包括最大流率值 (512)。

19. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一个系统参数 (406) 包括零点校准温度值 (600)。

20. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一个系统参数 (406) 包括流体密度 (602)。

21. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统 (400)，其特征在于，所述至少一

个系统参数(406)包括入口温度(604)和出口温度(606)。

22. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统(400), 其特征在于, 所述系统准确性(412)包括 $A_{\text{Factory Zero}}$ , 其中 $A_{\text{Factory Zero}} = |U_S + U_R|$ , 并且其中:

$$U_S = T_{D_S} m_{\text{max}_S} |(T_{\text{inlet}} - T_0)| + S_{0_S} + (A_S C_S);$$

$T_{D_S}$  为供应流量计的温度漂移;

$m_{\text{max}_S}$  为最大供应流量计流率;

$T_{\text{inlet}}$  为入口温度;

$T_0$  为零点校准温度;

$S_{0_S}$  为供应流量计的零点偏移;

$A_S$  为供应流量计的基本准确性;

$C_S$  为供应流率转换因子;

$$U_R = T_{D_R} m_{\text{max}_R} |(T_{\text{outlet}} - T_0)| + S_{0_R} + (A_R C_R);$$

$T_{D_R}$  为返回流量计的温度漂移;

$m_{\text{max}_R}$  为最大返回流量计流率;

$T_{\text{outlet}}$  为出口温度;

$T_0$  为零点校准温度;

$S_{0_R}$  为返回流量计的零点偏移;

$A_R$  为返回流量计的基本准确性; 以及

$C_R$  为返回流率转换因子。

23. 根据权利要求14所述的用于配置计量系统的系统(400), 其特征在于, 所述温度校正的系统准确性(414)包括 $A_{\text{process}}$ , 其中 $A_{\text{process}} = \frac{S_{0_S} + (A_S C_S)}{C_{FC}} + \frac{S_{0_R} + (A_R C_R)}{C_{FC}}$ , 并且其中:

$S_{0_S}$  为供应流量计的零点偏移;

$A_S$  为供应流量计的基本准确性;

$C_S$  为供应流率转换因子;

$S_{0_R}$  为返回流量计的零点偏移;

$A_R$  为返回流量计的基本准确性;

$C_R$  为返回流率转换因子; 以及

$C_{FC}$  为燃料消耗转换因子。

## 差示流量计工具

### 技术领域

[0001] 本发明涉及流量计,并且更具体地涉及用于确定用于差示流量计系统的最佳操作参数的工具。

### 背景技术

[0002] 振动传感器(如例如,振动密度计和科里奥利流量计)为众所周知的,并且用于测量流动穿过流量计中的导管的材料的质量流和其它信息。示例性科里奥利流量计在全都授予J.E. Smith等人的美国专利4,109,524、美国专利4,491,025和Re31,450中公开。这些流量计具有直或弯曲构造的一个或更多个导管。例如,科里奥利质量流量计中的各个导管构造具有一组自然振动模式,其可为简单弯曲、扭转或联接的类型。各个导管可驱动成在优选模式下振荡。

[0003] 一些类型的质量流量计,尤其是科里奥利流量计能够以执行密度的直接测量的方式操作,以通过质量对密度的商来提供体积信息。见例如授予Ruesch的针对净油计算机的美国专利第4,872,351号,其使用科里奥利流量计来测量未知多相流体的密度。授予Buttler等人的美国专利第5,687,100号教导了一种科里奥利效应密度计,其针对作为振动管密度计操作的质量流量计中的质量流率效果来校正密度读数。

[0004] 材料从流量计的入口侧上的连接的管线流动到流量计中,引导穿过(多个)导管,并且通过流量计的出口侧离开流量计。振动系统的自然振动模式部分地由导管和在导管内流动的材料的质量限定。

[0005] 当不存在穿过流量计的流动时,施加于(多个)导管的驱动力引起沿(多个)导管的所有点以同样的相位或小“零点偏移”(其为零流动下测得的时间延迟)振荡。在材料开始流动穿过流量计时,科里奥利力引起沿(多个)导管的各个点具有不同的相位。例如,流量计的入口端处的相位滞后于集中驱动器位置处的相位,而出口处的相位先于集中驱动器位置处的相位。(多个)导管上的敏感元件产生代表(多个)导管的运动的正弦信号。来自敏感元件的信号输出处理成确定敏感元件之间的时间延迟。两个或更多个敏感元件之间的时间延迟与流动穿过(多个)导管的材料的质量流率成比例。

[0006] 连接于驱动器的计量电子设备生成驱动信号来操作驱动器,并且由从敏感元件接收的信号确定材料的质量流率和其它性质。驱动器可包括许多公知的布置中的一个;然而,磁体和相对的驱动线圈在流量计行业中取得了极大的成功。交变电流经过至驱动线圈用于使(多个)导管在期望的导管幅度和频率下振动。本领域中还已知的是将敏感元件提供为非常类似于驱动器布置的磁体和线圈布置。然而,尽管驱动器接收引起运动的电流,但敏感元件可使用由驱动器提供的运动来引起电压。由敏感元件测得的时间延迟的大小为非常小的;通常以纳秒计。因此,必要的是使变换器输出非常准确。

[0007] 在某些情形中,合乎需要的是将多个流量计并入在单个系统中。在一个此类多流量计实例中,两个流量计可用于大型发动机燃料系统中。此类系统通常在大型航海船舶中发现。对于此类船舶,适当的燃料管理对于有效发动机系统操作而言为关键的。为了准确地

测量燃料消耗,流量计置于发动机上游,并且另一个流量计置于发动机下游。两个流量计之间的差异读数用于计算消耗的燃料的质量。

[0008] 给定尺寸的流量计需要一定流体流范围来保持准确性。另一方面,给定系统可具有一定范围的流体流要求,因此需要不会不适当地约束系统的操作的流量计。因此,用于特别系统的最佳流量计是准确地测量流动和相关参数但不约束流动或引入难于负担的压降的流量计。当两个流量计在单个系统中时,流动约束和准确性问题扩大。例如,具有0.1%准确性误差的一对流量计在串联放置时可并非简单地添加高达0.2%的误差,而是可为大得多的。两个或更多个流量计之间的温差和零点稳定性差异也有助于降低系统准确性。

[0009] 因此,本领域中需要的是方法和相关系统,其用以基于一组给定操作约束来计算多流量计系统中的流量计的最适合的尺寸和类型。存在对用以确定多流量计系统准确性的方法和相关系统的需要。存在对用以鉴于项目要求来从候选流量计的集合确定特别流量计型号的方法和相关系统的需要。本发明克服这些及其它的问题,并且实现本领域中的进步。

### 发明内容

[0010] 根据实施例提供一种用于确定系统准确性的方法。实施例包括以下步骤:将关于供应流量计的硬件规格输入到计算装置中,以及将关于返回流量计的硬件规格输入到计算装置中。系统参数输入到计算装置中。系统准确性以系统逻辑计算,其中系统逻辑接收基于关于供应流量计的硬件规格、关于返回流量计的硬件规格以及系统参数的输入。计算的系统准确性储存在计算机可读储存介质中,并且输出计算的系统准确性。

[0011] 根据实施例提供一种用于配置计量系统的系统。根据实施例,系统包括至少两个流量计,以及配置成接收至少一个输入和生成至少一个输出的计算装置,其中至少一个输入包括至少一个流量计硬件规格和至少一个系统参数。系统还包括系统逻辑,其关于计算装置配置成计算至少一个输出,其中至少一个输出包括系统准确性和温度校正的系统准确性中的至少一个。

[0012] 方面

[0013] 根据方面,一种用于确定系统准确性的方法,其包括以下步骤:将关于供应流量计的硬件规格输入到计算装置中;将关于返回流量计的硬件规格输入到计算装置中;将系统参数输入到计算装置中;以系统逻辑计算系统准确性,其中系统逻辑接收基于关于供应流量计的硬件规格、关于返回流量计的硬件规格以及系统参数的输入;将计算的系统准确性储存在计算机可读储存介质中;以及输出计算的系统准确性。

[0014] 作为优选,关于供应流量计和返回流量计的硬件规格均包括基本准确性值。

[0015] 作为优选,关于供应流量计和返回流量计的硬件规格均包括零点偏移值。

[0016] 作为优选,关于供应流量计和返回流量计的硬件规格均包括温度漂移值。

[0017] 作为优选,关于供应流量计和返回流量计的硬件规格均包括最大流率值。

[0018] 作为优选,系统参数包括零点校准温度值。

[0019] 作为优选,系统参数包括流体密度。

[0020] 作为优选,系统参数包括入口温度和出口温度。

[0021] 作为优选,以系统逻辑计算系统准确性的步骤包括以下步骤:

[0022] 计算供应流量计不确定性 $U_S$ ,其中  $U_S = T_{D_S} m_{max_S} |(T_{inlet} - T_0)| + S_{0_S} + (A_S C_S)$

,其中

[0023]  $T_{DS}$  为供应流量计的温度漂移;

[0024]  $m_{maxS}$  为最大供应流量计流率;

[0025]  $T_{inlet}$  为入口温度;

[0026]  $T_0$  为零点校准温度;

[0027]  $S_{0S}$  为供应流量计的零点偏移;

[0028]  $A_S$  为供应流量计的基本准确性;以及

[0029]  $C_S$  为供应流率转换因子;

[0030] 计算返回流量计不确定性  $U_R$ , 其中  $U_R = T_{DR} m_{maxR} |(T_{outlet} - T_0)| + S_{0R} + (A_R C_R)$ , 其中:

[0031]  $T_{DR}$  为返回流量计的温度漂移;

[0032]  $m_{maxR}$  为最大返回流量计流率;

[0033]  $T_{outlet}$  为出口温度;

[0034]  $T_0$  为零点校准温度;

[0035]  $S_{0R}$  为返回流量计的零点偏移;

[0036]  $A_R$  为返回流量计的基本准确性;以及

[0037]  $C_R$  为返回流率转换因子。

[0038] 作为优选,以系统逻辑计算系统准确性的步骤包括计算总微差测量准确性  $A_{Factory\ Zero}$  的步骤,其中  $A_{Factory\ Zero} = |U_S + U_R|$ 。

[0039] 作为优选,以系统逻辑计算系统准确性的步骤包括计算过程温度校正系统准确性  $A_{Process}$  的步骤,其中  $A_{Process} = \frac{S_{0S} + (A_S C_S)}{C_{FC}} + \frac{S_{0R} + (A_R C_R)}{C_{FC}}$ , 并且其中  $C_{FC}$  为燃料消耗转换因子。

[0040] 作为优选,用于确定系统准确性的方法包括如果系统参数和硬件规格中的至少一个与至少一个预定规则不相容,则提供通知的步骤。

[0041] 作为优选,用于确定系统准确性的方法包括以下步骤:从输入的系统参数生成关于供应流量计的建议的硬件规格;以及从输入的系统参数生成关于返回流量计的建议的硬件规格。

[0042] 根据方面,提供了一种用于配置计量系统的系统。用于配置计量系统的系统包括至少两个流量计。系统还包括配置成接收至少一个输入和生成至少一个输出的计算装置,其中至少一个输入包括至少一个流量计硬件规格和至少一个系统参数。关于计算装置的系统逻辑配置成计算至少一个输出,其中至少一个输出包括系统准确性和温度校正的系统准确性中的至少一个。

[0043] 作为优选,至少一个硬件规格包括基本准确性值。

[0044] 作为优选,至少一个硬件规格包括零点偏移值。

[0045] 作为优选,至少一个硬件规格包括温度漂移值。

[0046] 作为优选,至少一个硬件规格包括最大流率值。

[0047] 作为优选,至少一个系统参数包括零点校准温度值。

- [0048] 作为优先,至少一个系统参数包括流体密度。
- [0049] 作为优选,至少一个系统参数包括入口温度和出口温度。
- [0050] 作为优选,至少一个燃料系统准确性量度包括系统准确性。
- [0051] 作为优选,系统准确性包括  $A_{Factory\ Zero}$ , 其中  $A_{Factory\ Zero} = |U_S + U_R|$ , 并且其中:

[0052] 
$$U_S = T_{DS} m_{max_S} |(T_{inlet} - T_0)| + S_{0_S} + (A_S C_S);$$

[0053]  $T_{DS}$ 为供应流量计的温度漂移;

[0054]  $m_{max_S}$ 为最大供应流量计流率;

[0055]  $T_{inlet}$ 为入口温度;

[0056]  $T_0$ 为零点校准温度;

[0057]  $S_{0_S}$ 为供应流量计的零点偏移;

[0058]  $A_S$ 为供应流量计的基本准确性;

[0059]  $C_S$ 为供应流率转换因子;

[0060] 
$$U_R = T_{DR} m_{max_R} |(T_{outlet} - T_0)| + S_{0_R} + (A_R C_R);$$

[0061]  $T_{DR}$ 为返回流量计的温度漂移;

[0062]  $m_{max_R}$ 为最大返回流量计流率;

[0063]  $T_{outlet}$ 为出口温度;

[0064]  $T_0$ 为零点校准温度;

[0065]  $S_{0_R}$ 为返回流量计的零点偏移;

[0066]  $A_R$ 为返回流量计的基本准确性;以及

[0067]  $C_R$ 为返回流率转换因子。

[0068] 作为优选,温度校准系统准确性包括  $A_{Process}$ , 其中  $A_{Process} = \frac{S_{0_S} + (A_S C_S)}{C_{FC}} + \frac{S_{0_R} + (A_R C_R)}{C_{FC}}$ ,

并且其中:

[0069]  $S_{0_S}$ 为供应流量计的零点偏移;

[0070]  $A_S$ 为供应流量计的基本准确性;

[0071]  $C_S$ 为供应流率转换因子;

[0072]  $S_{0_R}$ 为返回流量计的零点偏移;

[0073]  $A_R$ 为返回流量计的基本准确性;

[0074]  $C_R$ 为返回流率转换因子;以及

[0075]  $C_{FC}$ 为燃料消耗转换因子。

#### 附图说明

[0076] 图1示出了现有技术的振动传感器组件;

- [0077] 图2示出了现有技术的燃料系统；
- [0078] 图3示出了根据本发明的实施例的计算装置；
- [0079] 图4示出了根据本发明的实施例的用于配置流体消耗系统的系统；
- [0080] 图5示出了根据本发明的实施例的硬件规格；
- [0081] 图6示出了根据本发明的实施例的系统参数；以及
- [0082] 图7为描述根据本发明的实施例的用于配置流体消耗系统的方法的流程图。

### 具体实施方式

[0083] 图1-7和以下描述绘出了特定实例，以教导本领域技术人员如何制造和使用本发明的最佳模式。出于教导发明原理的目的，简化或省略了一些常规方面。本领域技术人员将认识到落入本发明的范围内的这些实例的变型。本领域技术人员将认识到以下描述的特征可以以各种方式组合来形成本发明的多个变型。因此，本发明不限于以下描述的特定实例，而是仅由权利要求和它们的等同物限制。

[0084] 图1示出了包括传感器组件10和一个或多个计量电子设备20的呈科里奥利流量计形式的现有技术流量计5的实例。一个或多个计量电子设备20连接于传感器组件10，以测量流动材料的特征，如例如，密度、质量流率、体积流率、总质量流、温度和其它信息。

[0085] 传感器组件10包括一对法兰101和101'、歧管102和102'，以及导管103和103'。歧管102, 102'附连于导管103, 103'的相对端。本实例的法兰101和101'附连于歧管102和102'。本实例的歧管102和102'附连于间隔物106的相对端。间隔物106在本实例中保持歧管102和102'之间的间距，以防止导管103和103'中的非期望振动。导管103和103'从歧管以基本上平行的方式向外延伸。当传感器组件10插入到传送流动材料的管线系统(未示出)中时，材料通过法兰101进入传感器组件10，穿过入口歧管102，其中总量的材料引导成进入导管103和103'，流动穿过导管103和103'并且回到出口歧管102'中，其中其通过法兰101'离开传感器组件10。

[0086] 传感器组件10包括驱动器104。驱动器104在驱动器104可在驱动模式中使导管103, 103'振动的位置附连于导管103和103'。更具体而言，驱动器104包括附连于导管103的第一驱动器构件(未示出)和附连于导管103'的第二驱动器构件(未示出)。驱动器104可包括许多公知布置中的一个，如，安装于导管103的磁体和安装于导管103'的相对的线圈。

[0087] 在本实例中，驱动模式为第一异相弯曲模式，并且导管103和103'优选选择并且适合地安装于入口歧管102和出口歧管102'，以便提供平衡的系统，其具有大致相同的质量分布、惯性矩，以及分别绕着弯曲轴线W-W和W'-W'的弹性模量。在本实例中，其中驱动模式为第一异相弯曲模式，导管103和103'由驱动器104沿相反方向绕着它们的相应弯曲轴线W-W和W'-W'驱动。呈交变电流形式的驱动信号可由一个或多个计量电子设备20提供，如例如经由通路110，并且穿过线圈来引起两个导管103, 103'振荡。本领域技术人员将认识到，其它驱动模式可在本发明的范围内使用。

[0088] 所示传感器组件10包括附连于导管103, 103'的一对敏感元件105, 105'。更具体而言，第一敏感构件(未示出)位于导管103上，并且第二敏感构件(未示出)位于导管103'上。在所绘实施例中，敏感元件105, 105'可为电磁检测器，例如，敏感元件磁体和敏感元件线圈，它们产生代表导管103, 103'的速度和位置的敏感元件信号。例如，敏感元件105, 105'可

将敏感元件信号经由通路111,111'供应至一个或更多个计量电子设备20。本领域技术人员将认识到,导管103,103'的运动与流动材料的某些特征成比例,例如,流动穿过导管103,103'的材料的质量流率和密度。

[0089] 应当认识到的是,尽管以上描述的传感器组件10包括双流动导管流量计,但良好地在本发明的范围内的是实施单导管流量计。此外,尽管流动导管103,103'示为包括弯曲流动导管构造,但本发明可利用包括直流动导管构造的流量计实施。还应当认识到的是,敏感元件105,105'可包括应变计、光学传感器、激光传感器,或本领域中已知的任何其它传感器类型。因此,以上描述的传感器组件10的特别实施例仅为一个实例,并且绝不应当限制本发明的范围。

[0090] 在图1中所示的实例中,一个或更多个计量电子设备20从敏感元件105,105'接收敏感元件信号。路径26提供输入和输出器件,其允许一个或更多个计量电子设备20与操作者对接。一个或更多个计量电子设备20测量流动材料的特征,如例如,相差、频率、时间延迟、密度、质量流率、体积流率、总质量流、温度、计量验证,以及其它信息。更具体而言,一个或更多个计量电子设备20例如从敏感元件105,105'和一个或更多个温度传感器107,如电阻温度装置(RTD)接收一个或更多个信号,并且使用该信息来测量流动材料的特征。

[0091] 图2示出了现有技术的燃料系统200。燃料系统200示为典型的船用燃料系统。这仅为多流量计系统的实例,并且不应当用于限制权利要求或说明书。燃料储存在主箱202,204中。在实施例的一个实例中,重燃料油(HFO)储存在第一主箱202中,并且船用柴油(MDO)储存在第二主箱204中。主箱202,204分别通过燃料线203和205供给到日用箱206中。这仅为实例,并且应当清楚的是,多于两个的主箱可存在,或者仅一个主箱可存在。日用箱206典型地尺寸确定成出于安全和污染目的储存有限量的燃料。日用箱206防止过多燃料储存在如船只发动机舱的区域中,以便最小化火灾或爆炸风险。如果存在火灾,则有限燃料可用性有助于降低火灾相关的事实的严重性。此外,日用箱206接收给出至发动机208的燃料,但不由此利用,因此返回燃料通过返回燃料线207发送回至日用箱206。应当认识到的是,尽管燃料系统200仅示出了一个燃料出口222和两个流量计214,216,但在一些实施例中,将存在多个燃料出口和多于两个流量计。

[0092] 在操作期间,燃料典型地从日用箱206再循环至发动机208或其它燃料消耗装置,并且未消耗的任何燃料在闭环回路218中流动回至日用箱206。如果日用箱206变得燃料少,则来自主箱202,204的燃料再装满日用箱206。泵210提供将燃料从日用箱206泵送至发动机208并且泵送回所需的动作。联机的预热器212将燃料加热至对于由发动机208利用的燃料而言理想的温度。例如,HFO的操作温度大体上在120°C到150°C之间,而MDO理想地为大约30°C到50°C。用于特别燃料的适合温度允许了燃料的粘度控制和保持在理想范围中。燃料的运动粘度是某一温度下的流动性的量度。由于燃料的粘度随升高温度而降低,故在燃料离开发动机的燃料喷射器(未示出)的时刻的粘度必须在由发动机制造商指示的范围内,以便产生最佳燃料喷雾图案。脱离说明书的粘性导致低于标准的燃烧、功率损失以及潜在的沉积物形成。预热器212在针对使用的特别燃料正确地设定时允许获得最佳粘度。

[0093] 为了测量流动参数,如质量流率或密度,例如,利用串联流量计。供应侧流量计214位于发动机208上游,而返回侧流量计216位于发动机208下游。由于发动机208并不使用提供至共同燃料轨道系统(未示出)中的发动机的所有燃料,故过多燃料再循环穿过日用箱

206和闭环回路218。因此,单个流量计将不提供准确的流动测量结果(尤其是关于发动机燃料消耗),因此需要供应流量计214和返回流量计216两者(分别在发动机208上游和下游)。由流量计214,216测得的流率的差异大致等于由发动机208消耗的燃料的流率。因此,流量计214,216之间的测得流率的差异在类似于图2中所示的构造的大多数应用中是感兴趣的主要值。应当注意的是,共同轨道燃料系统仅用作实例,并且不限制要求权利的本发明的范围。设想出了其中燃料返回和/或再循环的其它燃料系统。

[0094] 当操作大型发动机时,知道系统的入口和出口状态对效率和性能而言为关键的。大多数发动机系统,如图2中所示的发动机系统具有燃料调节系统,其用于将燃料在其进入发动机如预热器212之前制备至特定粘度、温度和稠度。具有正确的燃料状态可强有力地影响发动机的性能。预热器212下游的粘度计213测量燃料粘度,并且在一些实施例中可与预热器212通信,以调整预热器温度,使得燃料保持在预定的粘度范围内。

[0095] 计量电子设备20可包括接口、数字转换器、处理系统、内部存储器、外部存储器,以及储存系统。计量电子设备20可生成驱动信号,并且将驱动信号供应至驱动器104。此外,计量电子设备20可接收来自流量计214,216的传感器信号,如敏感元件/速度传感器信号、应变信号、光学信号、温度信号,或本领域中已知的任何其它信号。在一些实施例中,传感器信号可从敏感元件105,105'接收。计量电子设备20可操作为密度计,或者可操作为质量流量计,包括操作为科里奥利流量计。应当认识到的是,计量电子设备20还可操作为一些其它类型的传感器组件,并且提供的特别实例不应当限制本发明的范围。计量电子设备20可处理传感器信号,以便获得流动穿过流动导管103,103'的材料的流动特征。在一些实施例中,计量电子设备20可接收来自例如一个或多个RTD传感器或其它温度传感器107的温度信号。

[0096] 计量电子设备20可经由引线110,111,111'接收来自驱动器104或敏感元件105,105'的传感器信号。计量电子设备20可执行任何必要或期望的信号调节,如,格式化、放大、缓冲等的任何方式。作为备选,信号调节中的一些或所有可在处理系统中执行。此外,接口220可实现计量电子设备20与外部装置和附加计量电子设备20之间的通信。接口可能具有电子、光学或无线通信的任何方式。

[0097] 计量电子设备20在一个实施例中可包括数字转换器,其中传感器信号包括模拟传感器信号。数字转换器可对模拟传感器信号采样和将模拟传感器信号数字化并且产生数字传感器信号。数字转换器还可执行任何所需的抽样,其中数字传感器信号抽样成以便减少需要的信号处理的量和减少处理时间。

[0098] 计量电子设备20可包括处理系统,其可进行计量电子设备20的操作,并且处理来自传感器组件10的流动测量结果。处理系统可执行一个或多个处理例行程序,如例如零消耗采集例行程序、差异零点确定例行程序、大体操作例行程序,以及燃料类型信号例行程序,并且由此处理流动测量结果以便产生一个或多个流动测量结果。

[0099] 处理系统可包括通用计算机、微处理系统、逻辑电路,或一些其它通用或定制处理装置。处理系统可分布在多个处理装置之中。处理系统可包括集成或独立电子储存介质的任何方式。处理系统处理传感器信号,以便生成除了别的以外的驱动信号。驱动信号供应至驱动器104,以便使相关联的(多个)导管,如图1的导管103,103'振动。

[0100] 应当理解的是,计量电子设备20可包括本领域众所周知的各种其它构件和功能。这些附加特征出于简洁目的从描述和附图省略。因此,本发明不应当限于示出和论述的特

定实施例。

[0101] 在处理系统生成各种流动特征,如例如,质量流率或体积流率时,误差可由于振动流量计的零点偏移和更具体是振动流量计的零点偏移的变化或漂移而与生成的流率相关联。零点偏移可由于大量因素而漂移离最初计算的值,该大量因素包括一个或更多个操作状态,尤其是振动流量计的温度的变化。温度的变化可归因于流体温度、周围温度或两者的变化。在燃料系统200中,预热器212主要负责流量计214,216经历的流体的温度。在初始零点偏移的确定期间,温度的变化将很可能偏离传感器的基准或校准温度。根据实施例,计量电子设备20可针对此类漂移来校正。

[0102] 如以下详细描述,根据本发明的实施例的用于计算最佳差示流量计系统准确性的系统和方法的实施例特别适合于连同计算装置300的实施。图3为根据本发明的实施例的用于处理信息的计算装置300的简图。该图仅为实例,其不应当限制本文中的权利要求的范围。本领域技术人员将认识许多其它变型、改型和备选方案。根据本发明的实施例可在单个应用程序如浏览器中实施,或者可实施为分布式计算环境(如工作站、个人计算机,或客户服务器/关系中的远程终端)中的多个程序。实施例还可实施为独立的装置,如而不限于,例如膝上型计算机、平板计算装置、智能电话、专用计算硬件和计量电子设备20。

[0103] 图3示出了计算装置300,其包括显示装置302、键盘304和轨迹板306。轨迹板306和键盘304是输入装置的代表性实例,并且可为任何输入装置,如,触摸屏、鼠标、滚动球、条码扫描仪、麦克风等。轨迹板306具有相邻按钮308,用于选择图形用户界面装置(GUI)上的项目,其显示在显示装置302上。图3为用于实施本发明的一种类型的系统的代表。对本领域技术人员而言将容易显而易见的是,许多系统类型和构造适合于结合本发明使用。在一个实施例中,计算系统包括操作系统,如,Windows, Mac OS, BSD, UNIX, Linux, Android, iOS等。然而,设备容易由本领域技术人员修改为其它操作系统和架构,而不脱离本发明的范围。

[0104] 计算装置可包括壳体310,其容纳计算机构件,如中央处理单元、协同处理器、视频处理器、输入/输出(I/O)接口、网络和通信接口、盘驱动器、储存装置等。储存装置包括但不限于光学驱动器/介质、磁性驱动器/介质、固态存储器、易失性存储器、网络储存器、云储存器等。I/O接口包括串行端口、并行端口、USB端口、IEEE1394端口等。I/O接口与外围设备通信,如,打印机、扫描仪、调制解调器、局域网、宽域网、虚拟专用网络、外部储存和存储器、附加计算装置300、流量计5等。本领域技术人员将认识其它变型、改型和备选方案。

[0105] 以上系统构件可与彼此通信,并且控制来自系统存储器或储存装置的指令的执行,以及信息在计算机子系统之间的交换。子系统和互连的其它布置能够由本领域技术人员容易实现。

[0106] 图4为用于确定用于根据实施例的差示流量计系统的最佳操作参数的基于计算机的系统400的实施例的概视图。系统400的一些实施例可处理包括硬件规格404和系统参数406的呈数据形式的输入402。输入402由系统逻辑408处理来产生输出410,其包括例如系统准确性412和温度校正的系统准确性414。

[0107] 系统逻辑408处理输入402,但在处理发生之前,任何数量的相容性规则407可存在,其用于约束输入,使得适合的输入被接收,并且生成适合的输出。当系统参数406和硬件规格404输入到计算装置中时,相容性规则407验证输入402与预定规则相容。这确保了针对

特别燃料系统200选择的硬件将适当地/有效地起作用,并且不产生任何危险或本身不准确的燃料系统构造。其它规则包括对相关流量计大小的约束。例如,在实施例中,返回流量计216可不大于供应流量计214。在实施例中,返回流率可不为大于供应流率的值。在实施例中,在燃料系统200的情况中,入口温度604可不高于出口温度606。在实施例中,流体密度602可不超过通过选择的流量计容许的流体的密度。仅存在可使用的规则的实例,并且其它规则设想成在本说明书和权利要求的范围内。在实施例中,一些规则用于提供标记或警告来指示潜在但不是绝对的问题。这些规则可简单地警告潜在不相容性,但仍将允许系统400处理此类输入402。

[0108] 系统逻辑408处理输入402以及在实施例中任何相关联的因子。相关联的因子包括关于输入的呈机器可读形式的其它数据源,其可在输入、常数、中间值等的处理期间或之后产生。系统逻辑408利用输入402和任何相关联的因子执行一系列步骤、算法和/或方程。在一个实施例中,存在于计算机可读储存介质上的代码可命令处理器接收输入402和生成输出410。如图4中指示的,代码可指示处理器通过系统逻辑408来处理输入402,并且计算输出410,如系统准确性412,414的实施例。

[0109] 图5为示出用作对系统400的输入402的硬件规格404的图。硬件规格404为关于用于特别系统中的流量计的因子/变量。在提供的实例中,利用了两个流量计,所以硬件规格404包括供应流量计因子500和返回流量计因子502。此类因子包括型号504、各个计量计的基本准确性506、各个计量计的零点偏移508、各个计量计510的温度漂移,以及各个计量计的最大流率512。注意,这些因子都不需要在供应流量计214与返回流量计216之间相同或不同。型号504是具有特别组的相关联性质的特别流量计的标识。例如而不限制,“Micro Motion F025”流量计为科里奥利质量流量计,其可接受1/4’’到1/2’’的线尺寸,并且可接收100lb/min的流体流。经由实例,与该特别模式相关联的其它特性在表1中示出:

质量流准确性	流率的+/-0.10%到 0.20%
体积流准确性	流率的+/-0.15%到 0.30%
气流准确性	流率的+/-0.50%
密度准确性	+/-0.001 到 0.002g/cc(+/-1 到 2.0kg/m <sup>3</sup> )
润湿部分	不锈钢 316L 或镍合金 C-22
温度额定值	标准: -150 到 400 (-100℃到 204℃) 高温: -40°F到 662 (-40℃到 350℃)
压力额定值	1450psi(100bar)不锈钢 316L 2160psi(148bar)镍合金 C-22

[0111] 流量计214,216的基本准确性506是与应用中使用的特别流量计相关联的误差率。基本准确性506典型地是指定用户选择,并且可取决于穿过计量计的特别流体、测量的特别流动量度以及流量计中的固有准确性水平而为范围例如从流率的大约0.05%到0.5%的误差。

[0112] 零点偏移508或零点稳定性是优选以lb/min为单位测量的量度,以指示在存在穿过导管103,103’的零流动时由流量计记录的流动。大体上,流量计5最初在工厂处校准成生

成零点偏移图。在使用中,流动校准因子典型地乘以由敏感元件测得的时间延迟减去零点偏移508来生成质量流率。在大多数情形中,流量计5最初校准并且假定成提供准确的测量结果,而不需要随后校准。尽管该最初确定的零点偏移508可在大量情形中充分地校正测量结果,但零点偏移508可由于包括温度的多种操作条件的变化而随着时间的过去变化,导致仅部分校正。然而,其它操作条件也可影响零点偏移508,包括压力、流体密度、传感器安装条件等。此外,零点偏移508可从一个计量计到另一个在不同速率下变化。这可在其中多于一个的计量计串联连接成使得计量计中的各个将读出相同值(如果测量相同的流体流)的情形中为特别感兴趣的。在实施例1中,零点偏移508为固定值。在另一个实施例2中,多个零点偏移508储存在存储器中,并且适合的零点偏移508基于过程温度、流量计214,216之间的温差、压力、流体密度和/或传感器安装条件施加于计算。

[0113] 温度漂移510是在流量计偏离远离发生工厂零点校准的温度时发生的准确性漂移的已知速率。温度漂移510测量为特别流量计的最大流率512的百分比。最大流率512简单地作为特别流量计可准确地测量的最大流率。

[0114] 图6为示出用作对系统400的输入402的系统参数406的图。系统参数406为关于流量计将集成到其中的系统400的因子/变量。在提供的实例中,利用了二个流量计,一个称为供应流量计214,其位于发动机208上游,以及返回流量计216,其位于发动机208下游。零点校准温度600为各个流量计214,216由最终用户或在工厂处校准的温度。流体密度602为由燃料系统200利用的流体的密度(优选测量为g/cc)。在实施例1中,简单地输入利用的燃料的类型和过程温度将通过存取包含相关燃料数据的查找表来计算流体密度602。在实施例2中,用户可人工地输入流体密度602。入口温度604是紧接在进入供应流量计214之前的流体的已知温度,而出口温度606是紧接在进入返回流量计216之前的流体的温度。这些温度可对应于例如流量计温度或计量电子设备温度。最后,转换因子608是指由系统400的方程或算法利用的任何因子或常数。转换因子608的一些实例包括而但不限于将量度值转化或修改成美国惯例单位和/或反之亦然之常数。

[0115] 系统逻辑408利用输入402和任何相关联的因子计算任何系列的步骤、算法和/或方程并且执行可执行文件(executable),以便生成输出410,如系统准确性412,414。在实施例1中,系统逻辑408计算供应流量计不确定性。根据实施例1的供应流量计不确定性根据方程(1)计算:

$$[0116] \quad U_S = T_{D_S} m_{max_S} |(T_{inlet} - T_0)| + S_{0_S} + (A_S C_S) \quad (1)$$

[0117] 其中:

[0118]  $U_S$ =供应流量计不确定性

[0119]  $T_{D_S}$ =供应流量计的温度漂移

[0120]  $m_{max_S}$ =最大供应流量计流率

[0121]  $T_{inlet}$ =入口温度

[0122]  $T_0$ =零点校准温度

[0123]  $S_{0_S}$ =供应流量计的零点偏移

[0124]  $A_S$ =供应流量计的基本准确性

[0125]  $C_S$ =供应流率转换因子

[0126] 如以上提到的,温度漂移510、最大供应流量计流率512、供应流量计的零点偏移508以及供应流量计的基本准确性506是输入到系统400中的供应流量计因子500。入口温度604是输入到系统400中的系统参数406。供应流率转换因子是转换因子608。

[0127] 类似地,返回流量计不确定性在实施例中根据方程(2)在系统逻辑408中计算:

$$[0128] \quad U_R = T_{DR} m_{maxR} |(T_{outlet} - T_0)| + S_{0R} + (A_R C_R) \quad (2)$$

[0129] 其中:

[0130]  $U_R$ =返回流量计不确定性

[0131]  $T_{DR}$ =返回流量计的温度漂移

[0132]  $m_{maxR}$ =最大返回流量计流率

[0133]  $T_{outlet}$ =出口温度

[0134]  $T_0$ =零点校准温度

[0135]  $S_{0R}$ =返回流量计的零点偏移

[0136]  $A_R$ =返回流量计的基本准确性

[0137]  $C_R$ =返回流率转换因子

[0138] 根据实施例,系统准确性412根据方程(3)在系统逻辑408中计算。该实施例反映了依靠工厂定零点的总微差测量中的不确定性。

$$[0139] \quad A_{Factory\ Zero} = |U_S + U_R| \quad (3)$$

[0140] 其中:

[0141]  $A_{Factory\ Zero}$ =以工厂零点计算的总微差测量准确性

[0142] 根据实施例,温度校正的系统准确性414根据方程(4)在系统逻辑408中计算。该实施例反映了依靠在过程温度下定零点的总微差测量中的不确定性。

$$[0143] \quad A_{Process} = \frac{S_{0S} + (A_S C_S)}{C_{FC}} + \frac{S_{0R} + (A_R C_R)}{C_{FC}} \quad (4)$$

[0144] 其中:

[0145]  $A_{Process}$ =在过程温度下计算的总微差测量准确性

[0146]  $S_{0S}$ =供应流量计的零点稳定性

[0147]  $A_S$ =供应流量计的基本准确性

[0148]  $C_S$ =供应流率转换因子

[0149]  $S_{0R}$ =返回流量计的零点偏移

[0150]  $A_R$ =返回流量计的基本准确性

[0151]  $C_R$ =返回流率转换因子

[0152]  $C_{FC}$ =燃料消耗转换因子

[0153] 方程(3)和(4)仅作用于计算具有串联的两个流量计的多流量计系统的准确性

的实例,并且不应当以任何方式限制权利要求或说明书。设想了备选的方程和算法。一个此类备选实例由方程(5)实施,其中差示计量计准确性由系统逻辑408使用和的平方根分析来确定:

$$[0154] \quad A_{RSS} = \sqrt{\frac{((m_{inlet} - (m_{inlet} A_S))^2 + (m_{outlet} - (m_{outlet} A_R))^2)}{100}} \quad (5)$$

[0155] 其中:

[0156]  $A_{RSS}$ =由和的平方根的准确性

[0157]  $m_{inlet}$ =发动机之前的流率

[0158]  $m_{outlet}$ =发动机之后的流率

[0159]  $A_S$ =供应流量计的基本准确性

[0160]  $A_R$ =返回流量计的基本准确性

[0161] 图7为示出配置具有至少两个流量计的流体消耗系统的方法的实施例的流程图,该至少两个流量计设计成提供微差测量,如例如流体消耗。第一步骤包括将数据输入到计算装置300中。具体而言,关于供应流量计214的硬件规格404在步骤700中输入到计算装置300中。类似地,关于返回流量计216的硬件规格404在步骤702中输入到计算装置300中。如以上提到的,硬件规格可包括至少此类因子,如型号504、各个计量计的基本准确性506、各个计量计的零点偏移508、各个计量计510的温度漂移,以及各个计量计的最大流率512。其它规格也可在步骤700和702中输入,并且列出的那些仅用作潜在规格的实例而不限制。

[0162] 在步骤704中,系统参数406输入到计算装置300中。此类参数包括零点校准温度600、流体密度602、为紧接在进入返回流量计216之前的流体的温度的入口温度604、出口温度606,以及任何转换因子608。其它系统参数406也可在步骤704中输入,并且列出的那些仅用作潜在输入的实例,而不限制。在实施例中,计算装置300基于步骤704中的系统参数输入来计算和推荐特别流量计型号或规格。在该实施例中,步骤704在步骤700和702之前执行,并且流量计硬件规格404由计算装置生成和建议。在一个实施例中,这些建议的硬件规格404自动地输入到计算装置300中。

[0163] 大量规则可关于系统存在,储存在例如存储器或计算机可读介质中。此类规则用于约束输入和输出,使得接收适合的输入,并且生成适合的输出。例如,具有200lb/min的到供应流量计214中的流体的最大质量流的燃料系统200将不与具有仅100lb/min的最大流率的供应流量计214相容。因此,当系统参数406和硬件规格404在步骤700,702和704中输入到计算装置中时,下一个步骤(步骤706)验证输入402与预定规则相容。因此,在以上实例中,燃料系统200具有超过选择的供应流量计214的能力的流动,所以在步骤707中生成通知。在生成通知之后,系统400提示用户再输入可相容的输入。这些步骤706,707确保了针对特定燃料系统200选择的硬件将适当地/有效地起作用,并且不产生任何危险或本身不准确的燃料系统构造。其它规则包括对相对流量计大小的约束。在实施例中,返回流量计216可不大于供应流量计214。在实施例中,返回流率可不为大于供应流率的值。在实施例中,在燃料系统200的情况下,入口温度604可不高于出口温度606。在实施例中,流体密度602可不大于通过选择的流量计容许的流体的密度。这些仅为在步骤706中检查的规则实例,并且其它规则设想成在本说明书和权利要求的范围内。在实施例中,一些规则用于提供标记或警告来

指示潜在但不是绝对的问题。这些规则可简单地警告潜在不相容,但仍将允许系统400处理此类输入402。

[0164] 在步骤708中,如果输入402与彼此和任何其它约束相容,则系统逻辑408计算输出410,如系统准确性412,414。在该步骤中,系统逻辑408可使用任何输入、储存的信息和/或常数来计算任何数量的中间值或最终输出值。中间值的实例为供应流量计不确定性。在实施例中,供应流量计不确定性根据方程(1)计算:  $U_S = T_{D_S} m_{max_S} |(T_{intet} - T_0)| + S_{0_S} + (A_S C_S)$ 。中间值的另一个实例为返回流量计不确定性。输出如系统准确性412、温度校正的系统准确性414和由和的平方根的准确性也在该步骤中由系统逻辑408计算。在实施例中,系统准确性412、温度校正的系统准确性414和由和的平方根的准确性分别使用方程(3), (4)和(5)计算。

[0165] 在步骤710中,系统准确性412,414连同任何其它输出410储存在存储器或计算机可读储存介质中。这些值可接着在步骤712中输出。例如,输出大体上意思是经由显示装置302告知用户计算的值,或者外围设备如打印机打印计算的值,或者将计算的值用电子邮件发送给用户。

[0166] 如以上描述的本发明提供了各种方法来计算使用计量计如科里奥利流量计的多振动流量计系统中的准确性。尽管以上描述的各种实施例针对流量计,特别是科里奥利流量计,但应当认识到的是,本发明不应当限于科里奥利流量计,而是相反地,本文中描述的方法可关于其它类型的流量计,或缺乏科里奥利流量计的测量能力中的一些的其它振动传感器利用。

[0167] 以上实施例的详细描述不是由发明人设想的在本发明的范围内的所有实施例的详尽描述。实际上,本领域技术人员将认识,以上描述的实施例的某些元件可不同地组合或消除以产生另外的实施例,并且此类另外的实施例落入在本发明的范围和教导内。对本领域技术人员而言还将显而易见的是,以上描述的实施例可总体或部分地组合来产生在本发明的范围和教导内的附加实施例。

[0168] 因此,尽管本文中出于图示目的描述了本发明的特定实施例和用于其的实例,但各种等同改型在本发明的范围内为可能的,如本相关领域的技术人员将认识的。本文中提供的教导可应用于其它振动传感器,并且不仅仅应用于以上描述和附图中示出的实施例。因此,本发明的范围应当从以下权利要求确定。

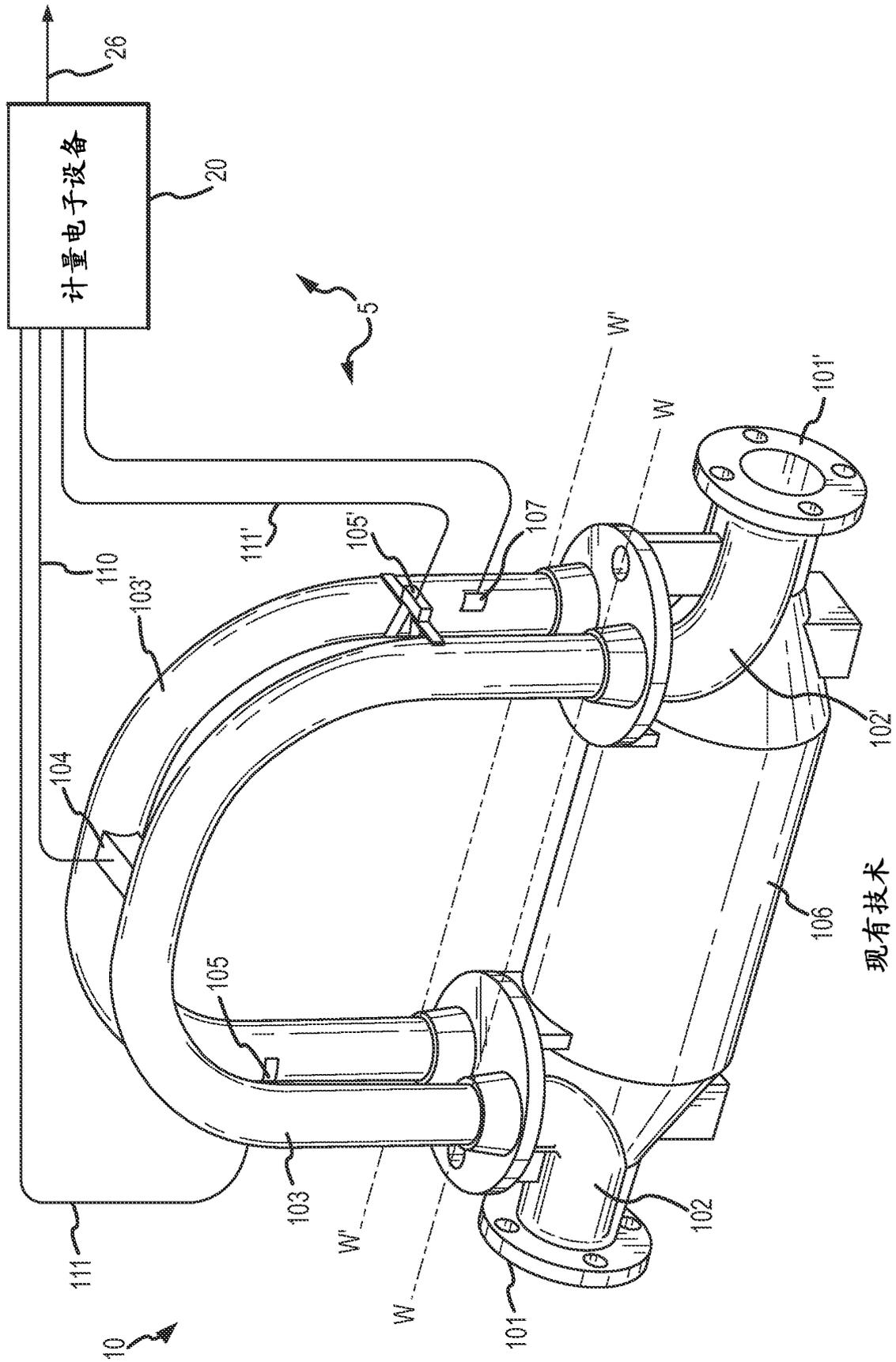


图 1

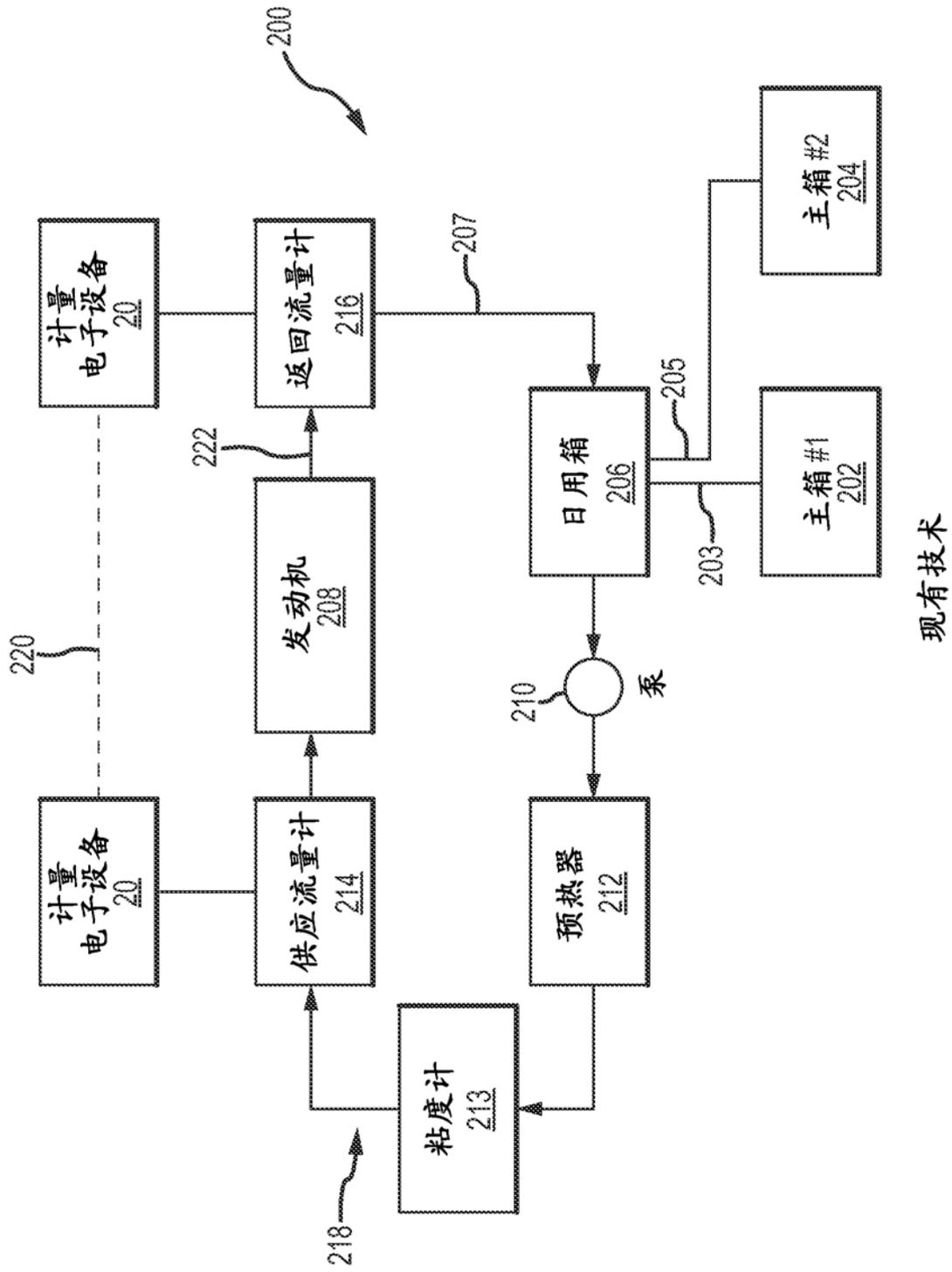


图 2

现有技术

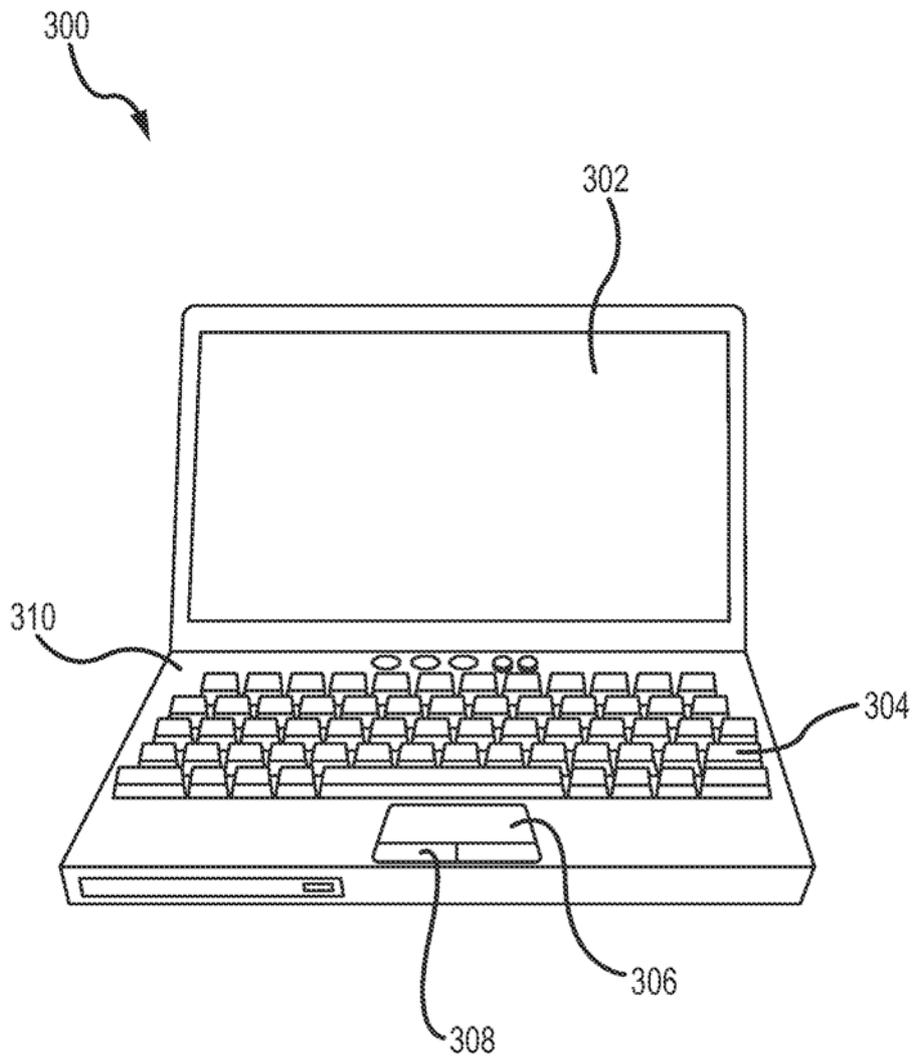


图 3

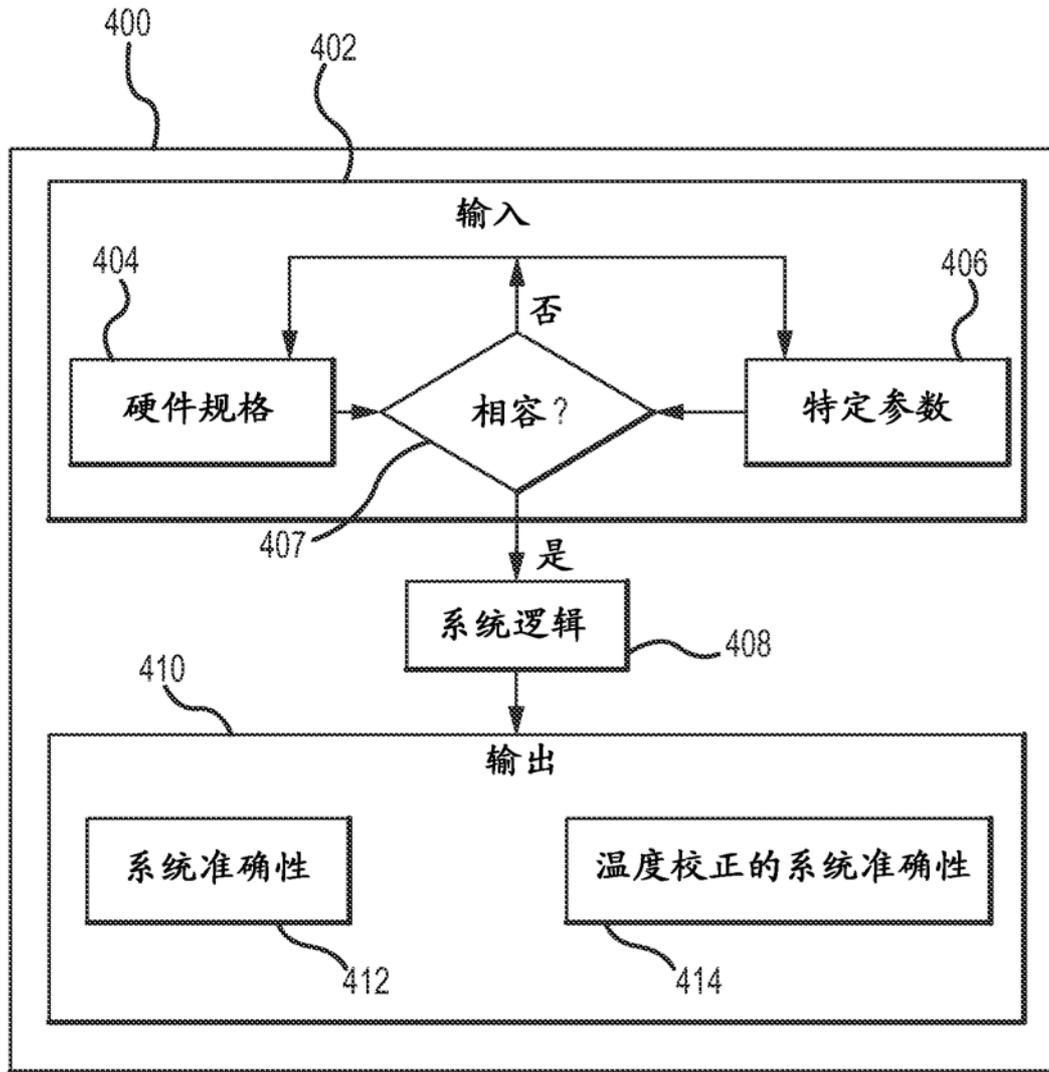


图 4

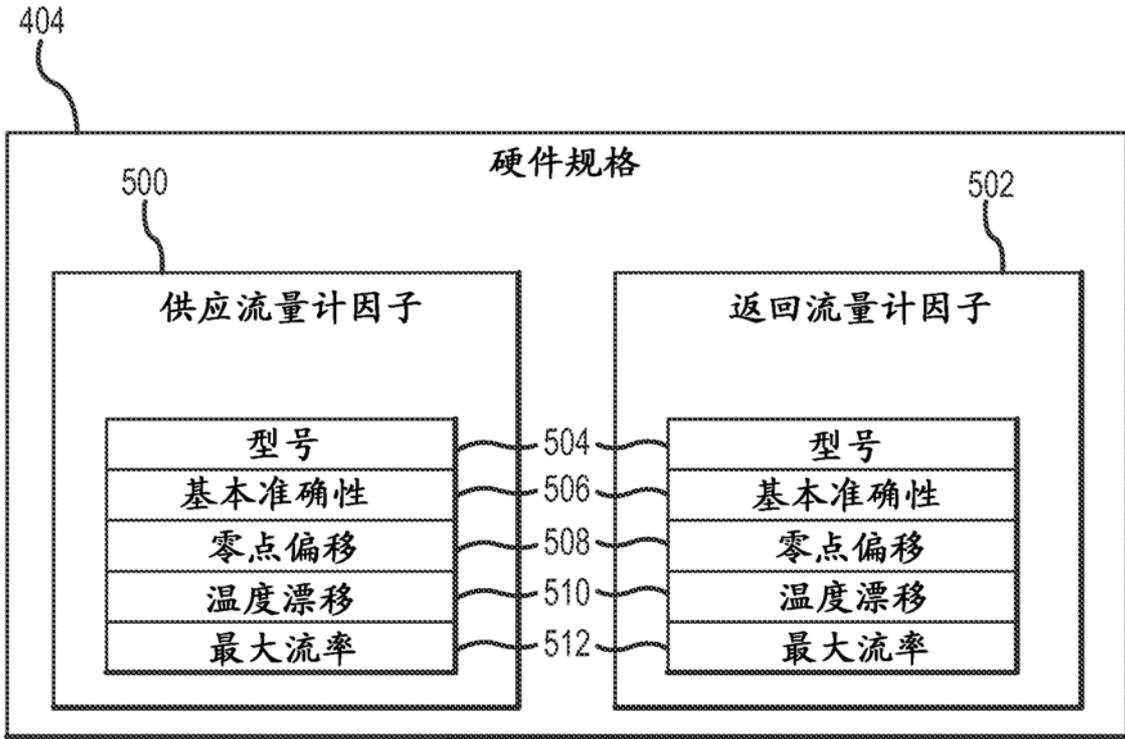


图 5

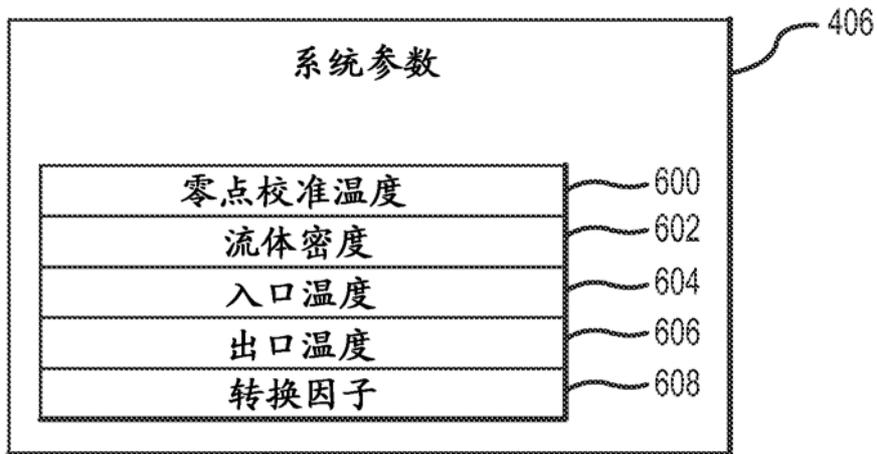


图 6

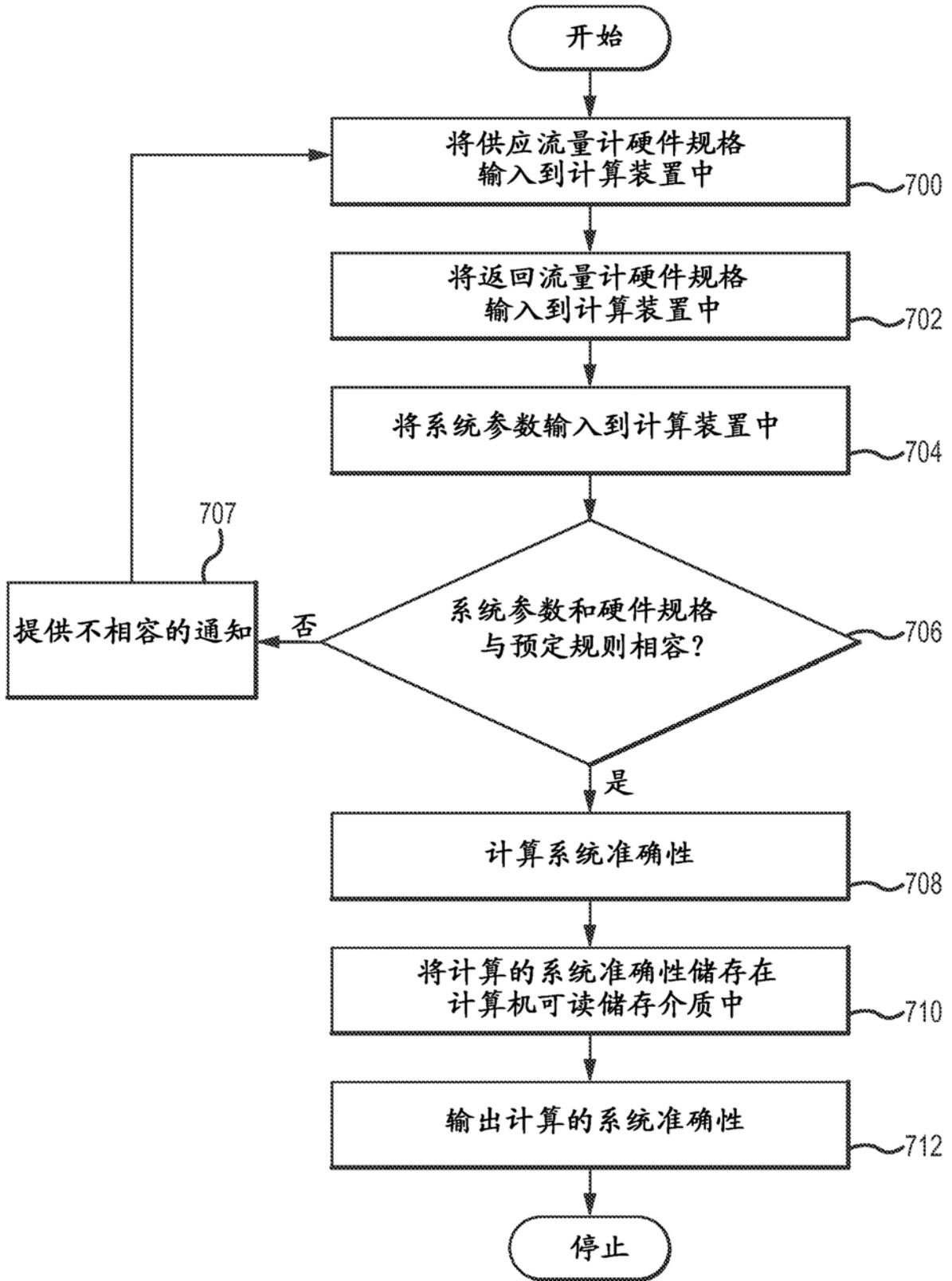


图 7