



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96102362.7

[43]公开日 1997年7月2日

[11] 公开号 CN 1153295A

[22]申请日 96.7.17

[30]优先权

[32]95.7.21 [33]EP[31]95810474.7

[71]申请人 安德雷斯和霍瑟·弗罗泰克有限公司

地址 瑞士赖纳赫

[72]发明人 沃尔夫冈·德拉海姆

阿尔弗雷德·里德尔

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标  
事务所

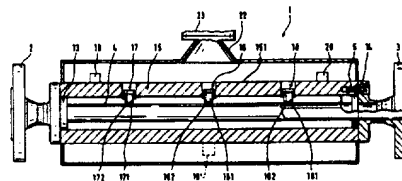
代理人 张祖昌

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 具有至少一个测量管的科氏型质量流量计

[57]摘要

科氏型质量流量计，它通过例如法兰装在给定直径的导管中，使其与上述导管轴向准直，并流过要测量的液体。为改进和优化对导管的振动的不灵敏性，它包括：至少一个固定在法兰上的测量管；端部固定在相应法兰上的支承管；激励测量管共振的装置；用于检测测量管振动的沿测量管配置的速度传感器；沿与科氏力作用所在的平面相交的交线配置在支承管上的加速度传感器；将速度传感器的信号和加速度传感器的信号处理成基本上无干扰的质量流量信号的装置。



## 权 利 要 求 书

1.一种科氏型质量流量计，它可以利用例如法兰安装在给定直径的导管中，使得与该导管轴向准直，要测量的流体流过该导管，该质量流量计包括：

至少一个测量管，在法兰中间延伸并固定在法兰上而且通过流体；

支承管，该支承管的端部固定在相应的法兰上；

激励一根测量管或激励多根测量管进入共振的位置；

第一速度传感器和第二速度传感器，用于测量一根测量管或多根测量管的振动，沿一根或多根测量管配置；

第一加速度传感器和第二加速度传感器，沿操作质量流量计期间与科氏力作用所在的平面相交的交线配置在支承管上；

将速度传感器的信号和加速度传感器的信号处理成基本上无干扰的质量流量信号的装置。

2.如权利要求1所述的质量流量计，其特征在于，它包括单个的直测量管。

3.如权利要求1所述的质量流量计，其特征在于，它包括单一的弯曲的在一个平面内延伸的测量管。

4.如权利要求1所述的质量流量计，其特征在于，将速度传感器的信号和加速度传感器的信号处理成质量流量信号的装置包下分支电路：

第一减法器，其减数输入连接于第一加速度传感器，被减数输入连接于第二加速度传感器；

第二减法器，其减数输入连接于第一速度传感器，其被减数输入连接于第二速度传感器；

第一加法器，其第一输入连接于第一速度传感器，其第二输入连接于第二速度传感器。

第一乘法器，其第一输入连接于第一减法器的输出，在存在通过导管作用在质量流量计上的振动时由校正法确定的第一校正因

子加在其第二输入上；

第二乘法器，其第一输入连接于第一加法器的输出上，在不存在通过导管作用在质量流量计上的振动时由校正法确定的第二校正因子加在其第二输入上；

积分器，其输入连接在第二减法器的输出上；

第二加法器，其第一输入连接于第一乘法器的输出，其第二输入连接于积分器的输出；

第一倒相器，连接于第二加法器的输出；

第一双掷开关，其第一输入连接于第二加法器的输出，第二输入连接于第一倒相器的输出；

第二倒相器，连接于第二乘法器的输出；

第二双掷开关，其第一输入连接于第二乘法器的输出，其第二输入连接于第二倒相器的输出；

阈值开关，其信号输入连接于第二乘法器的输出，其阈值输入接地，其输出连接于第一双掷开关和第二双掷开关的控制输入；

第一低通滤波器，连接于第一双掷开关的输出；

第二低通滤波器，连接于第二双掷开关的输出，上述两个低通滤波的上截止频率约低于其输入信号中发生的最高频率一个数量级；

除法器，其被除数输入连接到第一低通滤波器的输出，其除数输入连接到第二低通滤波器的输出，其输出提供质量流量信号。

5.如权利要求4所述的质量流量计，其特征在于，第一减法器 and 加速度传感器可以仅用一个测量转动振动的加速度传感器代替。

# 说明书

## 具有至少一个测量管的科氏型质量流量计

本发明涉及科氏型质量流量计，该流量计包括至少一个用于测量流体的测量管。

本申请人的 WO - A 95/03528 (对应美国专利申请系列 No,08/277 245) 说明了一种利用法兰装在给定直径导管中使其与上述导管轴向准直的质量流量传感器，要测量的流体流过该导管，该流量传感器包括：

直的管，在法兰之间延伸，流过流体；

直的仿真管，平行于测量管延伸，不流过流体；

在入口侧的波节板和在出口侧的波节板，波节板中的一个使测量管的入口侧端部固定在仿真管的相应端部上，波节板中的另一个使测量管的出口侧端部固定在仿真管的相应端部上，使得测量管和仿真管并排配置；

支承管，其端部固定在相应法兰中；

一种装置，该装置只作用在仿真管上，以激励测量管共振；

加速度传感器，装在支承管上，提供一咱信号，通过该信号支承管的振动被减到最小。

本申请人的美国专利 4 949 583 公开了一种质量流量传感器，该传感器包括可被激励成其横截面发生蠕动振动的单一的直的测量管。

实际上已经证明，具有上述质量流量传感器的质量流量计在其对于振动的不灵敏性方面还不是最佳的。这些振动起源于例如其中安装质量流量传感器的导管，起源于例如使流体在导管中流动的振动泵。

为进一步改进和优化这种对起源于导管的振动的不灵敏性，本发明提供一种科氏型质量流量计，该流量计可以应用例如法兰装在

给定直径的导管中，使其与上述导管轴向准直，要测量的流体通过该导管，该流量计包括：

至少一个测量管，在法兰之间延伸，固定在法兰上并流过流体；

支承管，其端部固定在相应法兰上；

激励一个或多个测量管进入共振的装置；

第一速度传感器和第二速度传感器，沿一个或多个测量管配置，用于测量一个或多个测量管的振动；

第一加速度传感器的第二加速度传感器，沿操作质量流量计期间与科氏力作用所在平面相交的交线配置在支承管上；

将速度传感器的信号和加速度传感器的信号处理成基本上消除干扰的质量流量信号的装置。

在本发明的优选实施例中，提供单一的直的测量管。在本发明的另一优选实施例中，提供了在一个平面内延伸的单一的弯曲的测量管。

在本发明的再一优选实施例中，将速度传感器的信号和加速度传感器的信号处理成质量流量信号的装置包括以下分支电路：

第一减法器，其减数输入连接到第一加速度传感器，其被减数输入连接到第二加速度传感器；

第二减法器，其减数输入连接到第一速度传感器，其被减数输入连接到第二速度传感器；

第一加法器，其第一输入连接到第一速度传感器，其第二输入连接到第二速度传感器；

第一乘法器，其第一输入连接到第一减法器的输出，在存在通过导管作用在质量流量计上的振动时利用校正法确定的第一校正因子被加在其第二输入上；

第二乘法器，其第一输入连接在第一加法器的输出，在不存在通过导管作用在质量流量传感器上的振动时由校正法确定的第二校正因子被加在其第二输入上；

积分器，其输入连接在第二减法器的输出上；

第二加法器，其第一输入连接在第一乘法器的输出上，其第二输入连接在积分器的输出上；

第一倒相器，连接在第二加法器的输出上；

第一双掷开关，其第一输入连接在第二加法器的输出上，其第二输入连接在第一倒相器的输出上；

第二倒相器，连接在第二乘法器的输出上；

第二双掷开关，其第一输入连接在第二乘法器的输出上，其第二输入连接在第二倒相器的输出上；

阈值开关，其信号输入连接在第二乘法器的输出上，其阈值输入接地，其输出连接在第一双掷开关和第二双掷开关的控制输入上；

第一低通滤波器，连接在第一双掷开关的输出上；

第二低通滤波器，连接在第二双掷开关的输出上，上述两个低通滤波器具有上截止频率，该频率比在其输入信号中存在的最高频率低约一个数量级；

除法器，其被除数输入连接在第一低通滤波器的输出上，其除数输入连接在第二低通滤波器的输出上，其输出提供质量流量信号。

在最近的实施例中，可以用一个单一的响应转动振动的加速度传感器取代第一减法器 and 加速度传感器。

下面参照附图更详细说明本发明，在附图中作为优选实施例示出质量流量计的机械部分和用于产生质量流量信号的分支电路。

图 1 是具有单一直测量管的质量流量计的机械部分的部分截面垂直纵向视图；

图 2 示出产生质量流量信号的分支电路；

图 3 示出图 2 部分支电路的改型线路。

图 1 是部分截面垂直纵向视图，图 1 示出的质量流量计机械部分即质量流量计的质量流量传感器 1 可以利用法兰 2、3 装在一定直径的导管（为清楚起见未示出）中，该导管传送待测量的流体。

本实施例的质量流量传感器 1 具有单一的直测量管，该管的

端部通过端板 13、14 固定在相应的法兰 2、3 上，测量管 4 的相应端部最好气密地固定在该端板上，例如用焊接、钎焊或采用轧机的压力结合法。在本申请人先有的还未出版的欧洲专利申请 95 81 0199.0（对应于美国专利申请系列 No.08/434070，1995 年 5 月 3 日提出）中说明了这种压力结合。

按照本发明的另一方面，不用单一的直测量管，而用一个在一个平面内延伸的单一的弯曲的测量管，例如用圆扇形的测量管。也可以应用两个或多个测量管，但最好采用两个测量管，或如上述的 WO - A 95/03528（对应于美国专利申请系列 No.08/277 245）中公开的那样，应用具有一个测量管和一个仿真管的质量流量传感器。

法兰 2、3 和端板 13、14 固定在支承管 15 上或该管内。图 1 中法兰 2、3 利用螺钉固定在支承管 15 上，在右上的横截面图中可以完全看到其中的一个螺钉 5。端板 13、14 可以焊接到或钎焊到支承管 15 的内壁上，形成密封接合，特别是构成气密封闭。也可以将支承管 15 和端板 13、14 制成为整体件。

作为激励测量管 4 进入共振最好进入挠性共振的装置，驱动器组件 16 例如电动驱动器组件配置在法兰 2、3 和端板 13、14 之间的中间，位于支承管 15 和测量管 4 之间的空间中。它包括装在测量管 4 上的永久磁铁 161 和装在支承管 15 上的线圈 162，永久磁铁 161 伸入该线圈中，可以在其中来回运动。激励测量管进入共振的装置还包手驱动器线路，这种驱动器线路已在先有技术例如本申请人的美国专利 4 801 897 中说明。

用于测量管 4 振动的第一速度传感器 17 和第二速度传感器 18 也装在支承管 15 和测量管 4 之间的空间中，这些传感器沿测量管 4 配置，最好与驱动器组件 16 即与测量管的中点隔开相同的距离。

如果速度传感器 17、18 与测量管 4 的中点的距离不同或它们的灵敏度不同，则形成的不平衡可以通过后面放大器的增益来补偿。

速度传感器 17、18 是例如在上述美国专利 4 801897 中说明

的那种光学速度传感器。但是，速度传感器 17、18 最好是电动速度传感器，这种传感器各自包括装在测量管 4 上的永久磁铁 171、181 和固定在支承管 15 上的线圈 172、182。永久磁铁 171、181 伸入线圈 172、182，并可在其中来回移动。速度传感器 17 和 18 分别提供信号  $X_{17}$  和  $X_{18}$ 。

第一加速度传感器 19 和第二加速度传感器 20 固定在支承管 15 上，沿操作质量流量计期间与科氏力作用所在平面相交的交线分开配置。加速度传感器 19 和 20 分别提供信号  $x_{19}$  和  $x_{20}$ 。

在图 1 中，上述平面是纸的平面，因为驱动器组件 16 在纸的平面内激励测量管 4 进入挠性振动，所以科氏力在此平面内作用。因此上述交线是支承管 15 的边界线，在图 1 中示为 151。两个加速度传感器 19、20 最好与支承管 15 的中点隔开相同的距离；这一距离不必与速度传感器 17、18 之间的上述距离完全相同。

为获得尽可能高的信号/噪声比，该距离必须尽量大。如果距离不同，上面关于速度传感器的说明同样适用。

尽可能靠近传感器用窄带滤波器过滤信号  $x_{17} \dots x_{20}$  使该信号除去干扰是合适的，该滤波器的中心频率是测量管 4 的振动频率。因此为此目的所用的带通滤波器的相应中心频率必需是可调的。

图 1 还示出固定在支承管 15 上的外壳 21，该外壳特别用于保护与驱动器组件 16、速度传感器 17、18 和加速度传感器 19、20 相连接的线路，但是为清楚起见，图中未示出这些线路。

外壳 21 具有颈状过渡部分 22，用于安装质量流量计的整个驱动电路和计算电子电路的电子线路外壳 23（仅示出一部分）固定在过渡部分 22 上。

如果过渡部分 22 和电子线路外壳 23 对支承管 15 的振动响应产生不利的影响，它们也可以与质量流量传感器 1 分开配置。在那种情况下，在电子线路和质量流量传感器 1 之间仅有导线连接。

图 2 示出将速度传感器 17、18 的信号  $x_{17}$ 、 $x_{18}$ 、加速度传感器 19、20 的信号  $x_{19}$ 、 $x_{20}$  处理成基本上无干扰的质量流量信号的装置。这些装置包括在图 2 中的各种分电路。



第一加速度传感器 19 连接在第一减去器 31 的减数输入“-”，第二加速度传感器 20 则连接到该减法器 31 的被减数输入“+”。第一速度传感器 17 连接到第二减法器 32 的减数输入“-”，而第二速度传感器 18 则连接到该减法器 32 的被减数输入“+”。第一速度传感器 17 与连接到第一加法器 33 的第一输入“+”，而第二速度传感器 18 连接到该加法器的第二输入“+”。

第一减法器 31 的输出连接到第一乘法器 35 的第一输入，该乘法器的第二输入供给第一校正因子  $K_1$ ，该因子在存在通过导管作用在质量流量计上的振动时由校正法确定。第一加法器 33 的输入连接在第二乘法器 36 的第一输入上，该乘法器的第二输入供给第二校正因子  $K_2$ ，该因子在不存在通过导管作用在质量流量计上的振动时确定。

在用常规方法作完质量流量计之后用校正方法确定两个校正因子  $K_1$ 、 $K_2$ ，即将已知的质量流量与质量流量计对此已知的质量流量进行测量的流量值相比较，随后将该因子存入质量流量计中的存贮装置中，例如存入 EEPROM（电可擦可编程只读存贮器）中或类似的半导体存贮器中。

积分器 37 的输入连接到第二减法器 32 的输出。第一乘法器 35 的输出连接在第二加法器 34 的第一输入“+”，该加法器 34 的第二输入“+”连接到积分器 37 的输出。

第二加法器 34 的输出连接到第一倒相器 38 的输入，如果模拟信号加在加法器 34 的输出上则该倒相器被执行例如乘 - 1 的步骤，或者如果数字信号加在加法器 34 的输出上则倒相器执行数字倒相器。

第二加法器 34 的输出和第一倒相器 38 的输出分别连接在第一双掷开关 39 的第一和第二输入上。

第二乘法器 36 的输出连接在第二倒相器 40 的输入上，象第一倒相器 38 一样，如果模拟信号加在第二乘法器 36 的输出上则第二倒相器 40 被执行乘 - 1 的步骤，或如果数字信号加在第二乘法器 36 的输出上则第二倒相器被执行数字倒相器。

第二乘法器 36 的输出连接在阈值开关 42 的信号输入上，后者的阈值输入接地。阈值开关 42 的输出控制双掷开关 39 和 41。

第一倒相器 38、第一双掷开关 39 和阈值开关 42 具有第一同步检测器的作用，而第二倒相器 40、第二双掷开关 41 和阈值开关具有第二同步检测器的作用。可以用峰值检测器代替第二同步检测器，峰值检测器的输入必需连接在第二乘法器 36 的输出，该检测器或者是半波整流器，或者是全波整流器。

双掷开关 39 和 41 的输出分别连接到第一和第二低通滤波器 43 和 44。两个低通滤波器分别具有的上截止频率比滤波器输入信号中，即双掷开关 39 和 41 的输出信号中存在的最高频率分别低约一个数量级。

第一低通滤波器 43 的输出连接到除法器 45 的被除数输入，其除数输入连接到第二低通滤波器 44 的输出。除法器 45 的输出提供质量流量信号  $q$ 。

图 3 示出图 2 部分线路的改型。可以用一个加速度传感器  $19^1$  代替图 2 的第一减法器 31 和图 1 的两个加速度传感器 19、20 来测量转动振动，该传感器  $19^1$  最好装在支承管 15 的中间，在图 1 中用虚线表示。它连接到第一乘法器 35 的第一输入上。

图 2 和 3 的线路要求其中的分线路是可以处理加速度传感器和速度传感器的呈模拟形式的模拟信号的电路。但是用相应的数字电路代替这种模拟电路是在本发明的范围内，如上述关于倒相器 38 的说明。

但是为此必须用提供数字信号的相应传感器代替加速度传感器和速度传感器，或者在加速度传感器和速度传感器之后必须接上模-数转换器。

图 2 和 3 的线路和它们的操作是基于下面说明的本发明人的认识。对于质量流量计 1 的操作条件，可以确定三种不同的振动模式，这些振动模式可以分别赋与一个（数学上的）复数振动振幅（复数是数学上的复数）。

这些复数振动振幅分别用大写字母例如一般用  $Y$  表示。而相

应的实际测量信号的有关振幅用对应的小写字母即例如用  $y$  表示。因此以下的一般关系成立：

$$y = \operatorname{Re}\{Y \cdot \exp(j \Omega t)\} = |Y| \cdot \cos [\Omega t + \operatorname{arc}(Y)] \quad (1)$$

$$Y = |Y| \cdot \exp [j \cdot \operatorname{arc}(Y)] \quad (2)$$

在方程 (1) 和 (2) 中：

$$j = \sqrt{-1}$$

$\Omega = 2 \pi f$ ,  $f$  是测量管 4 的振动频率；

$t$  = 时间变量；

$\operatorname{Re}$  = 一种算符，它提供复数振幅的实数部分；

$| |$  = 一种算符，它提供复数振幅的绝对值；

$\operatorname{arc}$  = 一种算符，它提供复数振幅的相位。

现在回到质量流量计的上述振动模式，测量管 4 具有包含（复数）偏转振幅  $A_A$  的驱动模式和包含（复数）偏转振幅  $A_C$  的科氏模式，而支承管 15 具有包括（复数）偏转振幅  $A_R$  的转动模式。

对于科氏模式的偏转振幅  $A_C$ ，可以确定以下的激励方程：

$$\begin{aligned} A_C &= K_C [j \Omega Q K_{CA} A_A - (j \Omega)^2 K_{CR} A_R] \\ &= Q K_C K_{CA} V_A - K_C K_{CR} B_R \\ &= V_C / (j \Omega) \end{aligned} \quad (3)$$

据此，（复数）质量流量  $Q$  是：

$$\begin{aligned} Q &= [V_C / (j \Omega) + K_R B_R] / (K_A V_A) \\ &= (A_C + K_R B_R) / (K_A V_A) \\ &= A_C / (K_A V_A) \end{aligned} \quad (4)$$

在方程 (3)、(4) 及以下的方程中：

$K_A$  = 测量管激励振动的（实数）传输系数，它必须用上述校正法确定，因此等于上述校正因子  $K_2$ ；

$K_C$  = 测量管 4 的科氏模式的（实数）传输系数；

$K_R$  = 支承管 15 的诱发干扰的转动振动的（实数）传输系数，它必用上述校正方法确定，因此等于上述校正因子  $K_1$ ；

$K_{CA}$  = 在测量管 4 的驱动模式和科氏模式之间耦合的（实数）系数；

$K_{CR}$  = 在支承管 15 的转动模式和测量管 4 的科氏模式之间耦合的 (实数) 系数;

$V_A$  = 在驱动模式中的测量管 4 的速度 (复数) 振幅;

$V_C$  = 在科氏模式中的测量管 4 的速度 (复数) 振幅;

$B_R$  = 在转动模式中的支承管 15 的角加速度 (复数) 振幅;

$A_{c'}$  = 在科氏模式中的测量管 4 的校正的 (复数) 偏转振幅。

从速度传感器 17、18 的信号  $x_{17}$ 、 $x_{18}$  的 (复数) 振幅  $X_{17}$ 、 $X_{18}$  和从加速度传感器 19、20 的信号  $x_{19}$ 、 $x_{20}$  的 (复数) 振幅  $X_{19}$ 、 $X_{20}$  可以得到复数量  $V_A$ 、 $V_C$ 、 $B_R$ ，方法是利用下列方程:

$$V_A = X_{18} + X_{17} \quad (5)$$

$$V_C = X_{18} - X_{17} \quad (6)$$

$$B_R = X_{20} - X_{19} \quad (7)$$

(复数) 质量流量  $Q$  的实数部分  $R_e(Q)$  给出 (实数) 质量流量  $q$ :

$$q = R_e(Q) = |A_{c'}| / (K_A |V_A|) \quad (8)$$

从下面不是理想对称的质量流量传感器的振动激励方程可以得到一般系统的关系:

$$A_C = K_C [ QL_{cs}V_A - M_{rs}B_R - M_{rd}B_A - D_{rd}V_A - S_{rd}A_A - M_{rd}B_T + QL_{cd}V_C ] \quad (9)$$

解  $Q$  得:

$$Q = A_C / (K_C L_{cs} V_A + M_{rs} B_R) / (L_{cs} V_A) + M_{rd} B_A / (L_{cs} V_A) + D_{rd} / L_{cs} + S_{rd} A_A / (L_{cs} V_A) + M_{rd} B_T / (L_{cs} V_A) - Q L_{cd} V_C / (L_{cs} V_A) \quad (10)$$

在方程 (9) 和 (10) 中:

$B_T$  = 在平移模式中的支承管 15 的加速度 (复数) 振幅;

$M$  = 测量管 4 的质量;

$D$  = 振动系统的阻尼;

$S$  = 测量管 4 的刚度;

$L$  = 科氏模式的阻尼; 另外:

第一下标  $c$  = 涉及科氏模式;

第一下标  $r$  = 涉及测量管 4；

第二下标  $S$  = 对称分量；

第二下标  $d$  = 非对称分量。

同步解调器抑制不与  $V_A$  同相的信号分量，即抑制方程 (10) 中的第三、五、七项，所以：

$$q = \text{Re} ( Q ) = A_C / ( K_C L_{CS} V_A ) + M_{rs} B_R / ( L_{cs} V_A ) + D_{rd} / L_{cs} + M_{rd} B_T / ( L_{cs} V_A ) \quad (11)$$

式中：

第 1 项 = 被测物理量；

第 2 项 = 由于测量管 4 和转动模式的对称质量部分而形成的无用分量；

第 3 项 = 由于测量管 4 的非对称阻尼分量而形成的无用分量；

第 4 项 = 由于测量管 4 和平移模式的非对称质量部分而形成的无用分量。

从根据方程 (1) 到 (11) 说明的关系可以清楚看出，用位置传感器或加速度传感器代替速度传感器 17、18 是在本发明的范围内，速度信号必须利用分支电路从相应的传感器输出信号产生，在位置传感器的情况，该电路对时间微分一次，或者在加速度传感器的情况下，对时间积分一次。

另外，利用位置或速度传感器代替加速度传感器 19、20 是在本发明的范围内，加速度信号必须利用分支电路从相应的传感器输出信号产生，在位置传感器的情况下，分支电路对时间微分两次，或者在速度传感器的情况下对时间微分一次。

用适当的可编程微处理器执行图 2 和 3 中个别分支电路的功能也在本发明的范围内。

# 说明书附图

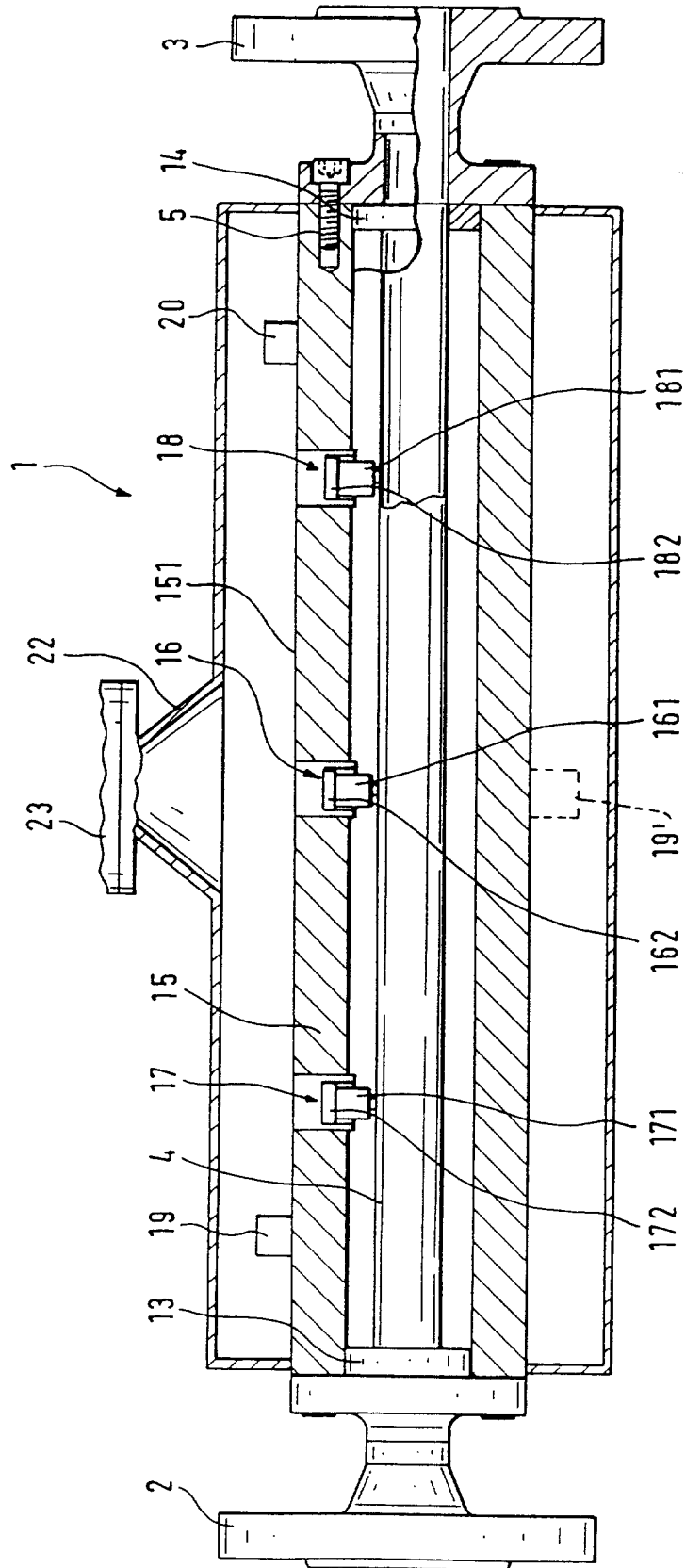


图 1

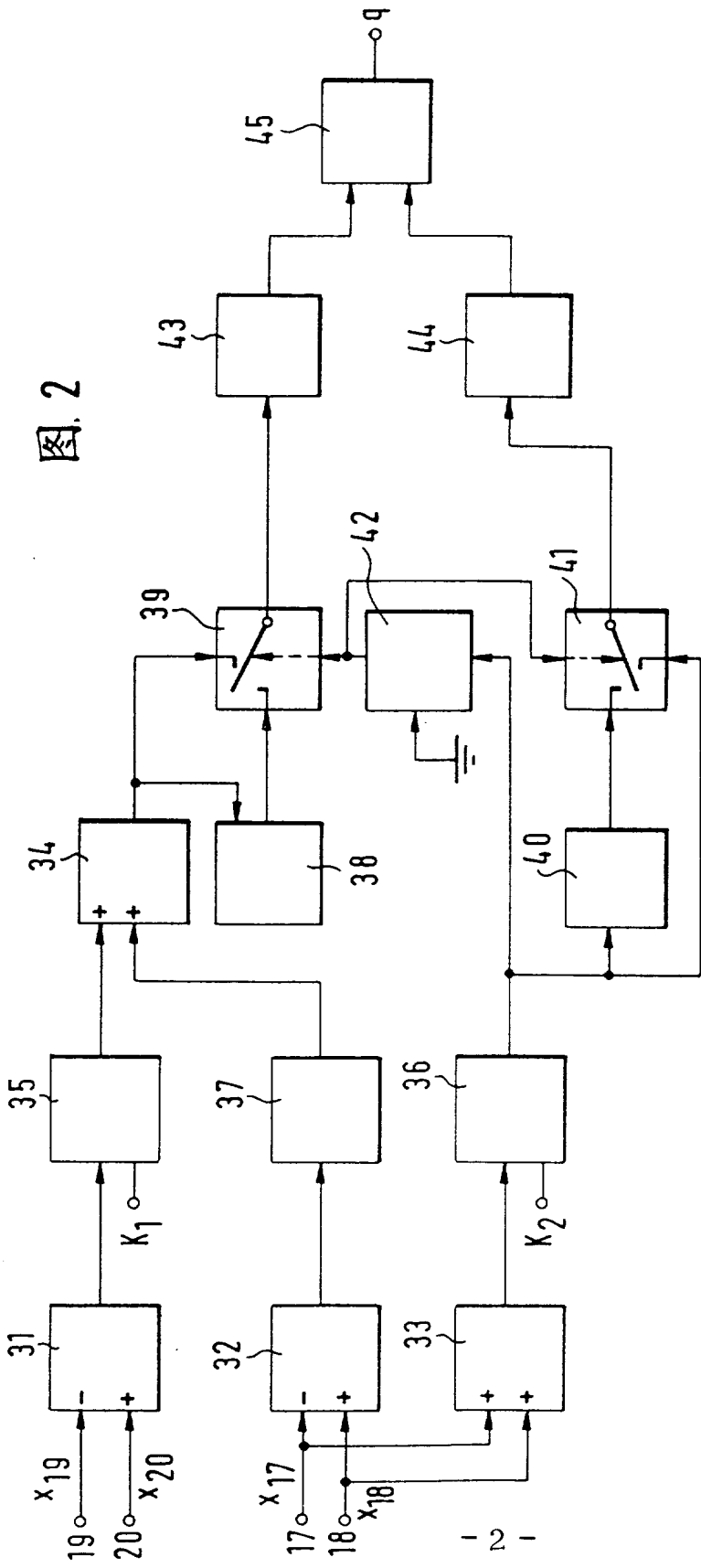


图. 2

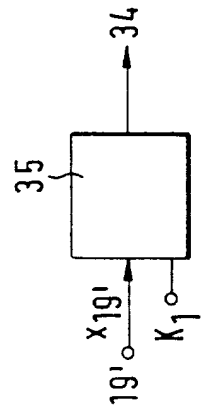


图 3