[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G01F 23/26
G01N 27/22

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96111494.0

[45]授权公告日 2001 年 6 月 6 日

[11]授权公告号 CN 1066821C

[22]申请日 1996.8.23 [24]颁证日 2001.2.10
[21]申请号 96111494.0
[30]优先权
[32]1995.8.24 [33]DE [31]19531124.8
[73]专利权人 克洛纳有限公司
地址 瑞士巴塞尔
[72]发明人 B·J·普特曼 H·尼波尔
A·J·范贝卡姆
审查员 李宗明

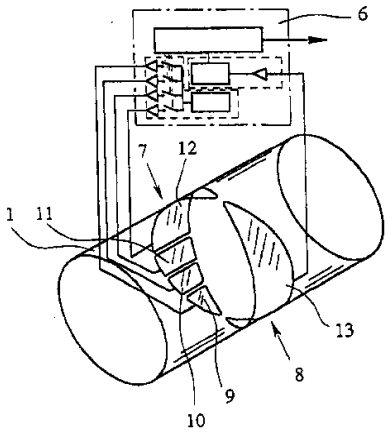
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 马铁良 萧掬昌

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 在开式和封闭管道中流动介质的相组份的确定方法

[57]摘要

一种开式和封闭管道中流动介质相组份的确定方法,由控制评估电路向电容板 供以交流电并且接收管道垂直线分隔的两组中至少两块电容板间的电流。并相继接收第一组中的每一块与第二组中的至少一块电容板间电流。对第一组的最 高的、为介质平面所达的电容板电流归一化,以此作为衡量尺度对电容板的位 置进行评估。



ISSN1008-4274

00·07·03

权 利 要 求 书

1. 在开式或封闭管道中介质的相组份的一种确定设备，利用了至少三块在管道(1)的整个高度上沿其内侧伸展的电容器板(2-5; 9-13; 15-22)以及一个控制和评估电路(6)，至少两块电容器板(2, 3; 9-12; 15-18)构成第一电容器板组(7)，至少一块电容器板(4, 5; 13; 19-22)构成第二电容器板组(8)，第一电容器板组(7)和第二电容器板组(8)以管道(1)的垂直线相互隔离，其特征在于，由管道(1)高度限定的电容器板(2-5; 9-13; 15-22)的宽度，与管道(1)在各个高度上的宽度成比例。

2. 按照权利要求 1 的设备，其特征在于，第一电容器板组(7)的最低的电容器板(2; 9; 15)覆盖的高度小于第一电容器板组(7)的其它电容器板(3; 10-12; 16-18)覆盖的高度。

3. 按照权利要求 1 的设备，其特征在于，电容器板(2-5; 9-13; 15-22)至少埋在管道(1)的隔绝内衬中。

4. 按照权利要求 3 的设备，其特征在于，第一电容器板组(7)和第二电容器板组(8)其中各与所述介质接触的电容器板(10, 13)用作磁感应体积流量测量仪的电极。

5. 按照权利要求 1 至 4 之一的设备，其特征在于，至少两块电容器板(4, 5; 19-22)构成第二电容器板组(8)。

6. 按照权利要求 5 的设备，其特征在于，第一电容器板组(7)和第二电容器板组(8)相对于管道(1)的垂直线为对称结构。

说　明　书

在开式和封闭管道中流动介质的相组份的确定方法

本发明涉及一种借助至少三块全部主要沿管道的整个高度伸展的电容器板并借助一个控制和评估电路确定开式和封闭管道中介质的相组份的方法，该方法特别是结合一种确定体积流量的方法应用，在该方法中，由控制和评估电路向电容器板中的至少一个电容器板供以交流电压并且控制和评估电路接收在被供以交流电压的电容器板和至少另一电容器板之间流动的电流。

EP－A－0514964 公开了上述方法．在该公开的方法中，在管道的四周最好设有十块电容器板，这十块电容器板受一个控制和评估电路的控制，使管道中产生一个旋转的电场．在该公开的方法中，在电场旋转一个整数次数后确定管道的包括处于管道中的介质的平均电容。在知晓介质电气特性的前提下，人们可从该平均电容中算出介质的液相和气相组份。该公开的方法存在的问题在于，如以上所述，介质的液相和气相组份只有在知晓介质的电气特性，特别是介电常数ε 和导电能力δ 的情况下才能得以确定．这所以成问题的原因在于，在不均匀的介质中，介质的电气特性是经常变化的，并且介质的电气特性也与其在大多情况下不恒定的温度有关。

EP－A－0547751 也公开了一种确定开式和封闭管道中的介质的相组份的方法，在该公开的方法中，与体积流量的磁感应测量原理相似，通过垂直于管道的磁场和在管道侧部水平设置的电极确定介质的相组份。与前一公开的、作为本发明的出发点的方法一样，该公开的方法存在的问题在于，为了确定相组份，必须知道介质的电气特性。此外，该公开的方法的另一问题在于，在介质不流过管道，而是停留在管道内的情况下，根本不能确定相组份。

因此，本发明的任务在于改进用于确定开式和封闭管道中的介质的相组份的现有方法，使其在不知晓介质的电气特性的情况下也能确定停留在管道中的介质的相组份。

解决以上任务的，用于确定开式和封闭管道中的介质的相组份的、

按照本发明的方法的特征在于，由控制和评估电路接收处于两个不同的、通过管道的垂直线分隔的电容器板组中的至少两块电容器板之间的电流，由控制和评估电路相继接收处于第一电容器板组的各个电容器板与第二电容器板组的至少一块电容器板之间的电流，由控制和评估电路借助第一电容器板组的处于低位的电容器板的电流使第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的电流归一化，并且由控制和评估电路把第一电容器板组最高的、为介质平面所达的电容器板的归一化电流作为衡量尺度对介质平面相对于第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的位置进行评估。

通过按照本发明的方法的实施例可确保，基于排除电气特性影响的归一化，可在与电气特性，即介质的介电常数ε 和导电能力δ 无关的情况下确定管道中的介质的相组份。由于按照本发明的方法以确定其间有介质的两块电容器板之间的电容为基础，所以该方法在与介质的速度无关的情况下提供管道中的介质相组份的测量值。

按照本发明的方法的第一优选的实施例在于，借助第一电容器板组的处于低位的电容器板的电流之和对第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的电流进行归一化。由于第一电容器板组的处于低位的电容器板的电流之和具有高于譬如第一电容器板组的那块最靠近最高的、为介质平面所达的的电容器板的电流的绝对值，所以在相组份的测量结果中，通过归一化造成的测量不精确度更小。

按照本发明的方法的另一实施例在于，由控制和评估电路相继接收第一电容器板组的所有的、以第一电容器板组的位置最低的电容器板起始的电容器板序列的电流，使按照本发明的方法的测量精度得到进一步提高。在该情况下，上一自然段描述的归一化可借助第一电容器板组的以第一电容器板组的位置最低的电容器板起始的电容器板序列的电流的一个唯一的测量值来进行。因此，与各个接收的测量值相加相反，优于对第一电容器板组的处于低位的电容器板的电流之和的测量精度。

为了确保对第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的归一化电流定量评估。按照本发明的方法的另一实施例在于，在介质平面处于电容器板的上缘时在对第一电容器板组的每块电容器板校准的过程中接收归一化电流。

对于下列情况，即介质平面恰好达到第一电容器板组的一块电容器

板的下缘，或者在忽略仅由介质的气相影响的电容的情况下假设电容器板的归一化电流在该情况下为零，或者，为了提高测量精度，推出按照本发明的方法的另一实施例，即在介质平面处于电容器板的下缘时，在对第一电容器板组的每块电容器板的校准过程中分别接收归一化电流。在该情况下，考虑在第一电容器板组的那块具体的电容器板和第二电容器板组的电容器板之间的、基本上通过介质的气相决定的电容并从而提高测量精度。

评估第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的归一化电流的简化措施在于，由控制和评估电路在处于具体的电容器板的下缘的介质平面和处于具体的电容器板的上缘的介质平面之间使第一电容器板组的每块电容器板的归一化电流与介质的相对于具体的电容器板的高度线性对应。

如果第二电容器板组也由多块电容器板构成，则按照本发明的方法的简化措施在于，在第二电容器板组具有组合的电容器板的情况下由控制和评估电路进行电流接收。

作为最后提及的措施的替代措施，按照本发明的方法的实施例在于，在第二电容器板组具有其组合与第一电容器板组的电容器板的组合一致的电容器板的情况下由控制和评估电路进行电流接收，通过该措施可保证，基本上只有处于第一和第二电容器板组的两块面对的电容器板之间的介质影响电流。

按照本发明的方法的一个特别优选的实施例在于，在介质平面很低的情况下，直接从介质平面的高度中确定体积流量。介质的很低的平面指的是这样的介质平面，在这些介质平面时，介质的流动速度主要取决于管壁的表面粗糙度和测值传感器的倾斜度。在介质平面很低的这些情况下，公开的体积流量测量方法通常失效。在这些情况下，按照本发明的方法的实施例可提供补救。

最后，按照本发明的方法的另一实施例在于，由控制和评估电路确定介质的导电能力和/或介电常数。确定介质的导电能力和/或介电常数的可能性补充了上述相组份测量，即在知晓介质的成分的情况下，可从导电能力或介电常数中推导出譬如介质的液相密度。

除了按照本发明的方法的实施例外，为了实施发明的方法，一种用于实施该发明的方法的，具有至少三个全部主要沿管道的整个高度伸展

的电容器板和一个控制和评估电路的设备的优选的实施例也扮演重要的角色。为了实施按照本发明的方法，这种本已由 EP - A - 0514964 公开的设备的特别优选的实施例在于，至少两块，最好 4 块电容器板构成第一电容器板组，至少一块电容器板构成第二电容器板组并且通过管道的垂直线使第一电容器板组和第二电容器板组相互隔离。通过公开的设备的这种结构，才能实施按照本发明的方法。

由于为了实施按照本发明的方法需要第一电容器板组的至少两块起码为介质平面所达的电容器板，所以设备的特别优选的实施例在于，第一电容器板组的最低的那块电容器板所覆盖的高度小于第一电容器板组的其它任一块电容器板覆盖的高度。通过该措施可保证，在介质平面低的情况下，第一电容器板的最低的那块电容器板仍处在该介质平面之下。据此，确保对第一电容器板组的处于上方的电容器板的电流进行归一化。

如前所述，通过如下措施简化按照本发明的方法，即在处于具体的电容器板下缘的介质平面和处于具体的电容器板上缘的介质平面之间使第一电容器板组的每块电容器板的归一化电流与介质的相对于具体的电容器板的高度线性对应。为了使这一简化措施不导致降低测量精度，用于实施按照本发明的方法的设备的优选的实施例在于，电容器板的与管道高度有关的宽度在具体的高度时总是与管道的宽度成比例。通过这一措施，保证分配给电容器板的电流与介质平面的高度成比例。

为了防止电容器板受化学侵蚀性介质的侵蚀，实施按照本发明的方法的设备的优选的实施例在于，电容器板至少基本上埋在管道的隔绝内衬中。在一般情况下，管道总设有这种内衬。该内衬的材质例如是聚四氟乙烯、 PFA 、聚胺酯、橡胶或类似物质。

特别是在结合一种用于测量体积流量的磁感应方法应用时，实施按照本发明的方法的设备的一个特别优选的实施例在于，第一和第二电容器板组的各一块与介质接触的电容器板用作磁感应体积流量测量仪的电极。通过该措施可保证，毋须把作为磁感应体积流量测量仪构件的其它电极装入管道。

通过如下措施，即至少由两块，最好由 4 块电容器板构成第二电容器板组，保证也能以置换的第一和第二电容器板组的角色实施发明的方法，由于提供了说明管道中的介质的相组份的两个测量结果，因此，在

相继以两个电容器板组的被置换的角色来实施按照本发明的方法的条件下，该措施可提高测量精度。在电容器板组之间的分离线不精确对准管道的垂直线的情况下，置换电容器板组的角色也能提高测量精度。

在电容器板组的角色被置换并在采取如下措施的情况下，即在第二电容器板组具有其组合与第一电容器板组的电容器板的组合一致的情况下由控制和评估电路进行电流接收，使按照本发明的方法得到特别简化的措施在于实施按照本发明的方法的设备的如下特征，即第一和第二电容器板组相对于管道的垂直线为对称结构。

用于确定开式的和封闭的管道中的流动介质的相组份的按照本发明的方法和实施按照本发明的方法的设备特别适于结合一种用于测量体积流量的方法和设备应用。因为公开的体积流量测量仪，以磁感应体积流量测量仪或超声波体积流量测量仪只测量流动介质的速度，所以在该用于确定只部分地充有流动介质的液相的管道中体积流量的方法中，有必要确定液相组份。如前所述，借助按照本发明的方法和实施按照本发明的方法的设备能够以特别有利的方式保证相组份的确定。

具体地说，存在许多可能性，用以构成用于确定开式和封闭管道中介质的相组份的、按照本发明的方法和实施按照本发明的方法的设备的实施例。为此，一方面参见前面说明的按照本发明的方法及其实施设备，另一方面，结合附图参见对一个优选的实施例的说明。附图所示为：

图 1　一个用于实施按照本发明的方法的设备的第一实施例的透视图；

图 2　一个用于实施按照本发明的方法的设备的第二实施例的透视图；

图 3　一个用于实施按照本发明的方法的设备的第三实施例的透视图；

图 4　一个用于实施按照本发明的方法的设备的第二实施例与一磁感应体积流量测量仪相结合的透视图；

图 5　一个用于实施按照本发明的方法的设备的第二实施例与一超声波体积流量测量仪相结合的透视图。

在图 1 中示出了实施用于确定一个封闭管道中流动介质的相组份的、按照本发明的方法的设备的第一实施例。该设备的在图 1 中所示的第一实施例具有四个全部基本上沿管道 1 的整个高度伸展的电容器板

2、3、4、5．此外，在图1中还示出了一个规定按照本发明的方法过程的控制和评估电路6．

图1所示的电容器板2、3构成第一电容器板组7，电容器板4、5构成第二电容器板组8．在图1中还可清楚地看出，第一电容器板组7和第二电容器板组8通过管道1的用点划线表示的垂直线相互隔离。

在图1中所示的、最低的电容器板2、4所覆盖的高度分别低于被相应的电容器板组7、8的第2块电容器板3、5所覆盖的高度。由于图1所示的管道1具有圆的截面，所以电容器板2、3、4、5的宽度自管道1的等高线起朝管道1的底部方向和朝管道1的顶部方向均逐渐缩窄，使电容器板2、3、4、5的与管道1的高度有关的宽度在具体的高度时与管道1的宽度成比例。

因为图1中所示的、实施按照本发明的方法的设备没有与用于确定体积流量的设备结合，所以在该情况下，虽在图中没有示出，但把电容器板2、3、4、5埋到管道1的隔绝内衬内是合适的。

在图1所示的、实施按照本发明的方法的设备的第一实施例中，第一电容器板组7和第二电容器板组8相对于管道1的垂直线为对称结构。

在对其它各图所示的、实施按照本发明的方法的设备的实施例的说明中，用与图1中的同样标号表示其它实施例中其功能与第一实施例一致的构件。

图2中所示的、实施按照本发明的方法的设备的第二实施例与图1所示的第一实施例的区别在于，在第二实施例中，由四块电容器板组9、10、11、12构成第一电容器板组7，第二电容器板组8只由一块电容器板13构成。

图3所示的、用于实施发明的方法的设备的第三实施例与上述实施例的区别之一是，管道14是一个开式管道，区别之二是，由四块电容器板15、16、17、18及19、20、21、22分别构成第一电容器板组7及第二电容器板组8．因为在图3所示的第三实施例中管道14的宽度与管道14的高度无关，所以电容器板15、16、17、18、19、20、21、22的宽度也与高度无关．

在图4中示出了图2所示的、实施按照本发明的方法的设备的第二实施例与一个磁感应体积流量测量仪相结合的形式．磁感应体积流量测

量仪具有两个以示意形式表示的、用于建立一个垂直于管道1的轴线的垂直磁场的励磁线圈23、24和一个处理电路25．实施按照本发明的方法的设备的电容器板10、13用作该磁感应体积流量测量仪的电极．为能完成这一功能，在该与一磁感应体积流量测量仪结合的第二实施例中，至少电容器板10、13起码部分地不是埋在管道1的隔绝内衬中，而是与管道1中的介质直接接触．在图4所示的磁感应体积流量测量仪中，处理电路25以公知的方式控制励磁线圈23、24并且也以公知的方式评估用作电极的电容器板10、13的信号，以便据此提供流动介质流速的测量结果．在图4中还示出了一个中央处理电路26，该中央处理电路26借助由控制和评估电路提供的相组份测量值和由处理电路25提供的流速测量值计算出通过管道1的流动介质的体积流量．

最后，在图5中示出了实施按照本发明的方法的设备的第二实施例与一超声波体积流量测量仪相结合的形式．该超声波体积流量测量仪的结构本来与实施按照本发明的方法的设备完全无关．在管道1的面对的两侧相对地设有两个相对于介质流动方向交错的超声波换能器27、28．该超声波换能器27、28的发射信号和接收信号被一个处理电路29触发和评估．与应用磁感应体积流量测量仪时一样，通过该评估以本来公知的方式得出流动介质的一个速度值．与图4所示的一个实施按照本发明的方法的设备与一个体积流量测量设备的结合形式一样，在图5所示的结合设备中，也通过一个中央的处理电路26借助由控制和评估电路6和处理电路29提供的测量信号计算出经过管道1的流动介质的体积流量．

下面借助对作为按照本发明的方法的基础的物理过程的数学表达式来说明按照本发明的、用于确定开式和封闭管道中介质的相组份的方法．

按照本发明的方法基本上建筑在对第一电容器板组的一块电容器板和譬如仅由一块电容器板构成的第二电容器板组之间的电容的评估上．这两块电容器板之间的电容与处于这两块电容器板之间的介质的介电常数ε有很大的关系．其中，液相组份的介电常数远远大于介质的气相组份的介电常数ε．在按照本发明的方法中，电容器板之间的电容的确定方式在于，向电容器板之一供以交流电压并且测量通过从该电容器板出发的电场在第二块电容器板上感应的电流．其中，交流电压频率的

选择准则在于能确保电容的良好测量精度，据此，交流电压的频率最好处于高频范围．在导电的介质中，在电容器板之间流动的电流除与介电常数ε有关外，还与介质的导电能力δ有关．与介电常数ε完全一样，导电能力δ的变化与与介质有很大关系．导电能力δ的变化范围可在10到5000μs/cm之间．据此，对电容器板装置的电容的测量与介质的电气特性有很大关系．

在具有所加的交流电压的情况下，在电容器板之间实际流动的电流与电容器板装置的阻抗有很大关系，阻抗中的容抗组份通过电容器板装置的电容来确定．具有表面S和相互间距D的两块板的电容C为：

$$C = \varepsilon \cdot \frac{S}{D}$$

方程式1

在该情况下，阻抗的第二组份通过两块电容器板之间的电阻来确定，对作为计算电容的基础的电容器板装置而言，上述电阻值为：

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{D}{S}$$

方程式2

据此，对上述装置而言，得出的阻抗公值为：

$$Z = \frac{1}{R} + j\omega C,$$

方程式3

j=虚数单位

ω = 交流电压的频率。

据此，则下列方程式代表电容器板之间的电流与所加的电压的关系．

$$I = (\sigma + j\,\varepsilon\,\omega)\frac{S}{D}U$$

方程式4

按照发明，由控制和评估电路相继接收第一电容器板组的各块电容器板和第二电容器板组的至少一块电容器板之间的电流。为各个测出的电流得出如下关系式：

$$I_1 = K_1(\sigma + j\varepsilon\,\omega)\cdot f\cdot U.$$

$$I_2 = K_2(\sigma + j\varepsilon\,\omega)\cdot f\cdot U.$$

$$\vdots$$

$$I_r = K_r(\sigma + j\varepsilon\,\omega)\cdot f\cdot U$$

方程式 5

在方程式 5 中，常数 K_1、K_2 …… K_r 包含具体被控制的电容器板对的固有特性，如几何设置、管道的内衬中的外围材料等待。此外，方程式 5 中的 f 表示在第一电容器板组的分别被控制的电容器板上为介质平面所达的高度尺度。如果介质平面恰好接触第一电容器板组的具体的电容器板的下缘，则 f 值近似于零。如果介质平面达到第一电容器板组具体的电容器板的上缘，则 f 值为 1 。

本发明的基本点是，借助第一电容器板组的其所处位置较低的电容器板的电流对第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的电流进行归一化。如果借助第一电容器板组的其所处位置较低的电容器板的电流之和对第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的电流进行归一化，则得出的最高的、譬如第 i 块电容器板的归一化电流 α_i 如下：

$$\alpha_i = \frac{K_i(\sigma + j\varepsilon\omega)\cdot f\cdot U}{\sum_{l=1}^{i-1} K_l(\sigma + j\varepsilon\omega)\cdot U} = f\frac{K_i}{\sum_{l=1}^{i-1} K_l}$$

方程式 6

从方程式 6 中可看出按照本发明的方法的特殊优点，即介质的电气

特性在对电流进行归一化时相互抵消.

按照本发明的方法，第一电容器板组的最高的、为介质平面所达的电容器板的归一化电流作为衡量介质平面相对于该最高的电容器板的位置的尺度供支配. 如果按照本发明的方法的一个实施例在介质平面分别处于电容器板的上缘和下缘时在为第一电容器板组的每块电容器板的校准过程中接收归一化电流，则在相宜设计电容器板的宽度的情况下，可根据管道的具体高度通过简单的比例法计算出相对于该电容板的介质平面高度. 当然由此高度可得出介质平面在管道内的高度，因为电容器板的位置是已知的.

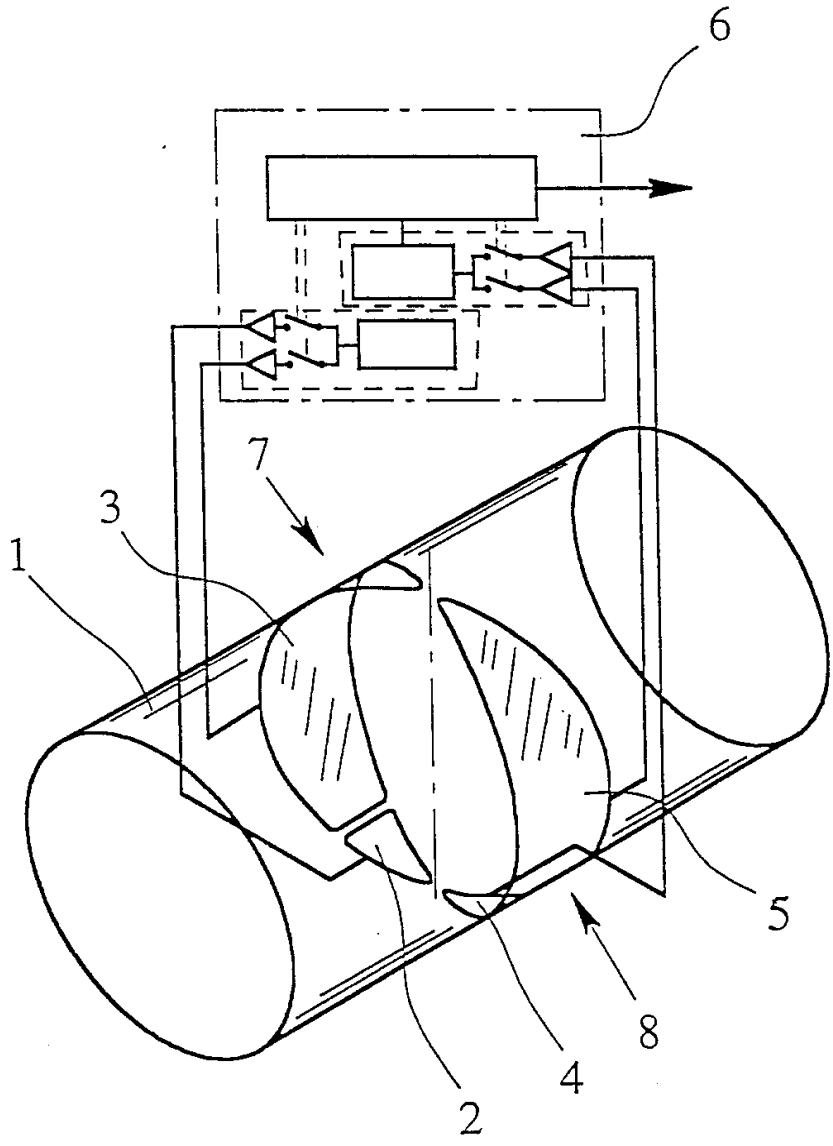


图 1

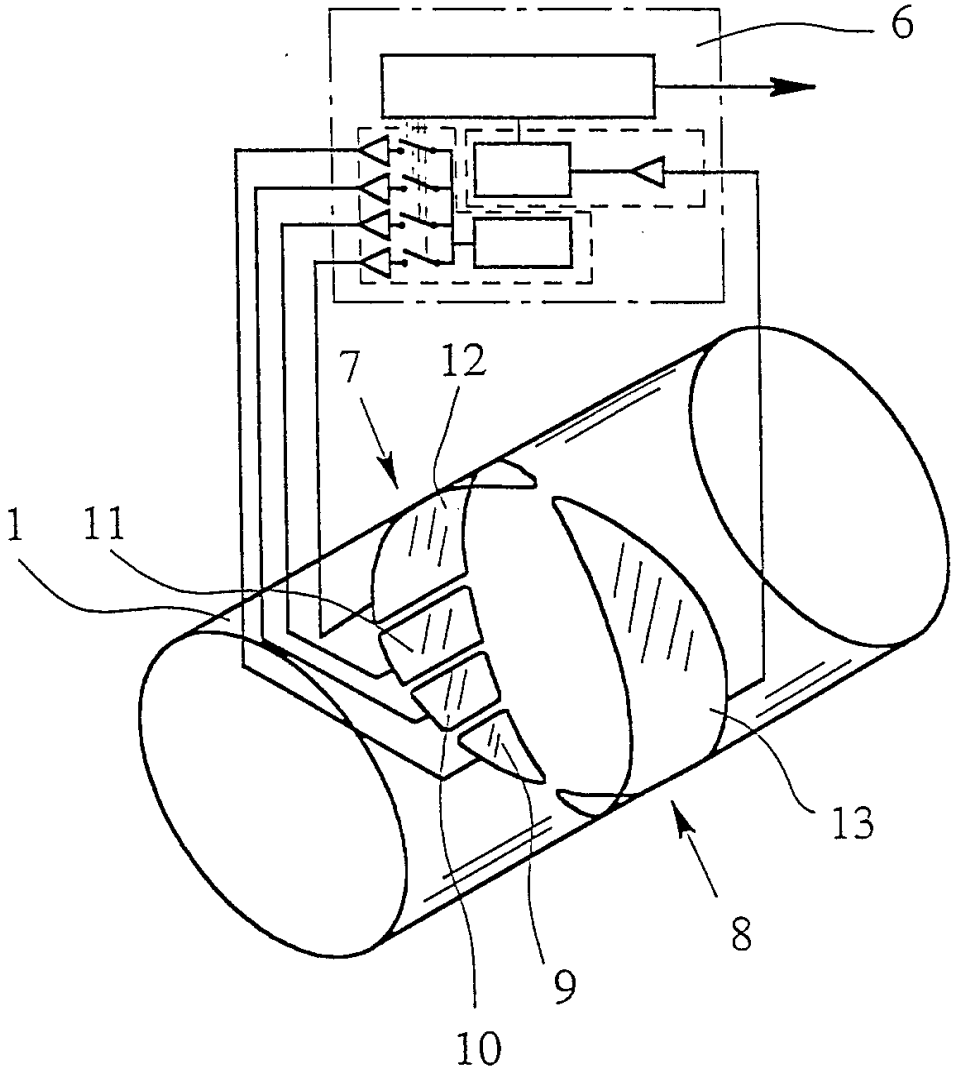


图 2

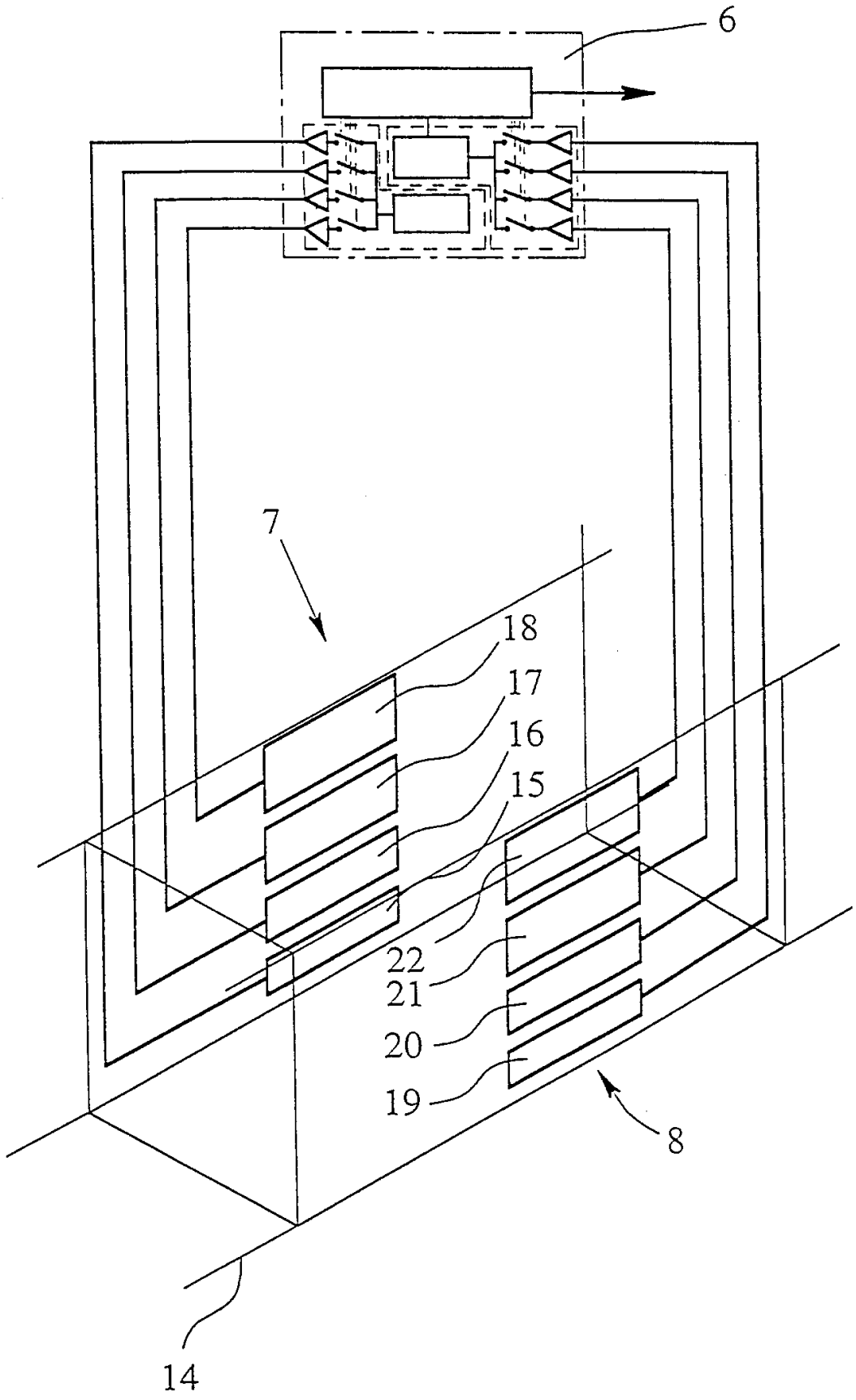


图 3

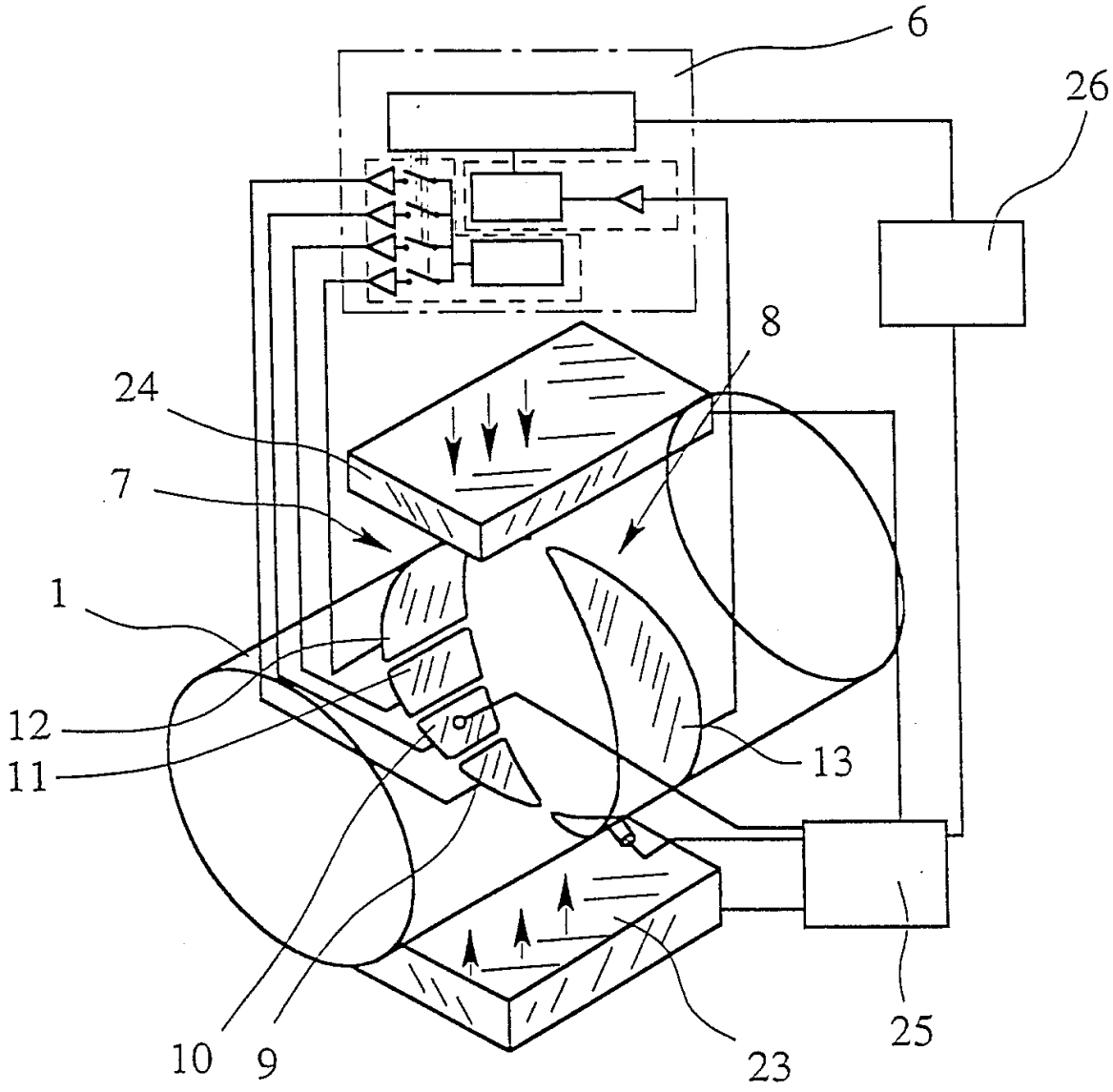


图 4

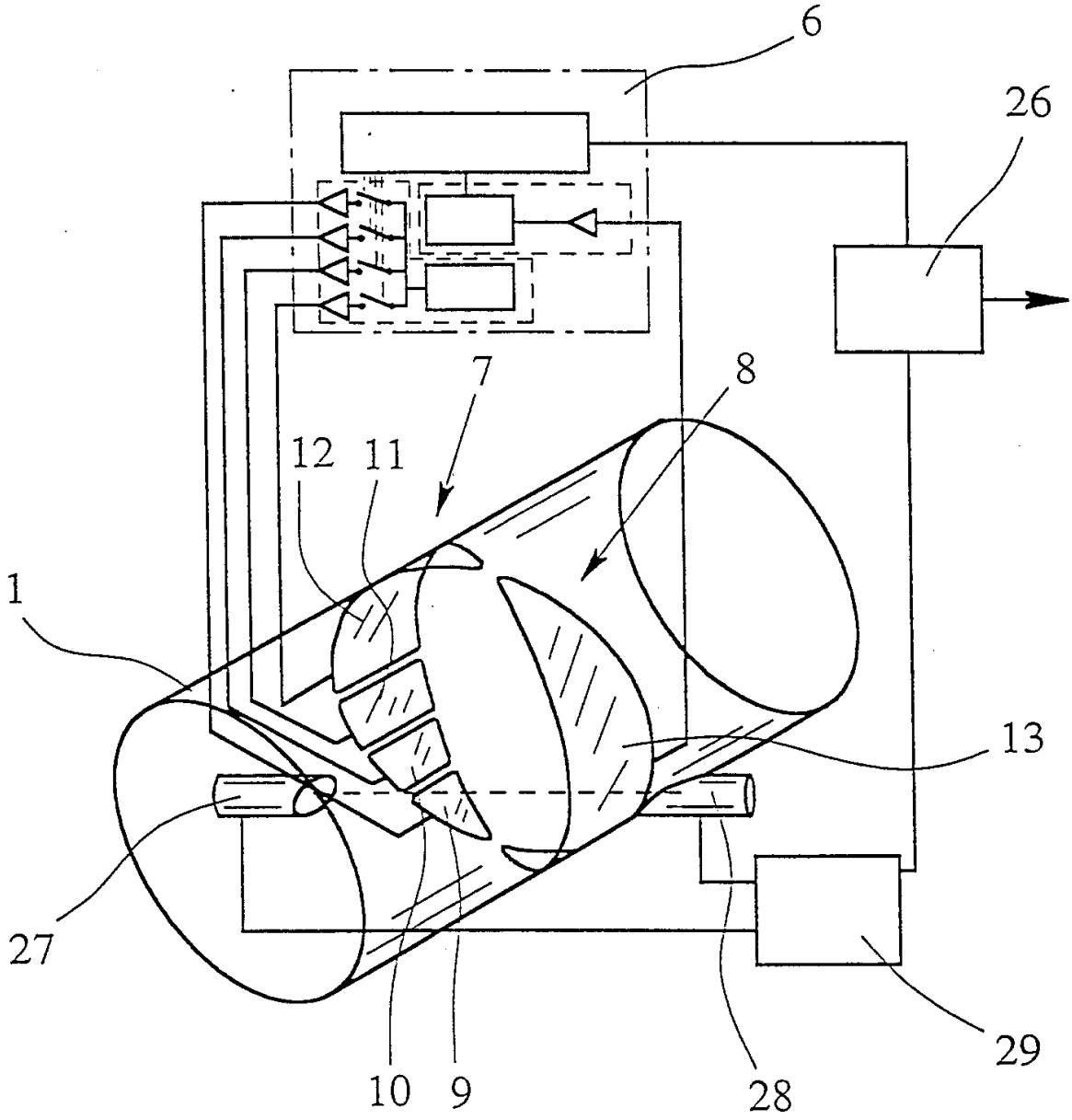


图 5