

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01F 1/66 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99806548.X

[45] 授权公告日 2007年12月19日

[11] 授权公告号 CN 100356144C

[22] 申请日 1999.3.25 [21] 申请号 99806548.X

[30] 优先权

[32] 1998.3.25 [33] SE [31] 9801014-3

[86] 国际申请 PCT/SE1999/000473 1999.3.25

[87] 国际公布 WO1999/051945 英 1999.10.14

[85] 进入国家阶段日期 2000.11.23

[73] 专利权人 依斯泰科技有限公司

地址 英属维尔京群岛托托拉

[72] 发明人 约根·林达尔

[56] 参考文献

WO 98808516A1 1988.11.3

DE 4011526A 1991.10.17

US 4527433 1985.7.9

CN 1139203A 1997.1.1

US5461931A 1995.10.31

DE 2950862A 1981.7.23

审查员 周胜生

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

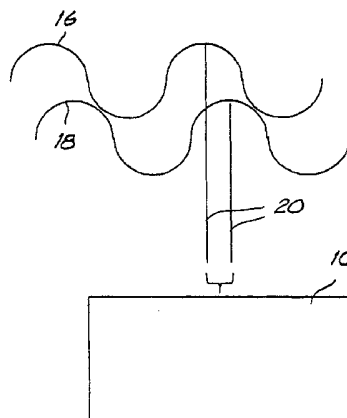
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种确定流动介质流速的方法和装置

[57] 摘要

检测通道(2)内流体流速的方法,该流体由液体或气体构成,通过介质发送两个脉冲状振荡信号,其中一个逆向(14)流体流向,另一个信号顺着(12)流体流向(4)。接收该发送信号,根据所接收到的流体引起的脉冲状信号之间的相移确定流速。在对流体内脉冲状振荡信号停留时间进行补偿的同时,也确定出信号之间的相移(20)。



1. 一种确定流体在通道内流速的方法，该流体由一种液体或气体构成，包括：从信号发生器同时发送两个脉冲状振荡信号经过流体，一个信号顺着流体流向，另一个信号逆向流体流向，自信号发生器发出的脉冲状信号位于自一个信号发生器沿流体流向到一个信号接收器之间；

接收信号；

通过模拟相位检测器确定的两个脉冲状信号之间的相移；

测量至少其中一个信号的停留时间；

在被传递的脉冲状信号被信号发生器接收之前，将信号发生器转换为信号接收器；

在对流体内脉冲状振荡信号停留时间进行补偿的同时，根据被测相移确定出流速，两个脉冲状振荡信号是各个信号发生器相对另一个信号发生器发出的。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征是，在通道的相对侧发送并接收信号，然后在对信号移动方向和流体流向间的角度进行补偿的情况下，确定此时信号间的相移。

3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征是，对各个信号发生器都加上一个正弦波脉冲状电压，该电压转换为超声波信号，通过流体被信号接收器接收，并由信号接收器转换为正弦波脉冲状电压。

4. 根据权利要求3所述的方法，其特征是，信号接收器发出的正弦波脉冲状电压传输到模拟相位检测器，用于确定正弦波电压间的相移。

5. 根据权利要求4所述的方法，其特征是，相对正弦波电压所采用的频率，对相位检测器确定的相移进行调整，从而在与所选频率不相关的一个相同流速下确定出相同的输出信号。

6. 根据权利要求5所述的方法，其特征是，用于在与所选频率不相关的一个相同流速下确定出相同的输出信号，将所形成的输出信号相对流体内给出的信号流速进行调整。

7. 一种确定在管道内流动的流体的流速的装置，包括：

两个信号发生器（6，8），用来通过流体同时发送两个脉冲状振荡信号，其

中一个信号逆向流体流向，另一个信号顺着流体流向，信号发生器根据流体流动方向设置，两个信号发生器适合相对于另一个信号发生器发出两个脉冲状振荡信号；

两个信号接收器（8，6），在信号发生器接收到被发送的脉冲状信号之前，所述信号发生器适合于转换为信号接收器；

用于测量接收脉冲状信号之间的相移的机构，所述信号是由流体流动产生；

当确定相移时，用于对流体中至少一个脉冲状振荡信号停留时间进行补偿的机构。

8、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述测量脉冲的机构是一相移检测器。

9、根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述相移检测器是一模拟相移检测器。

10、根据权利要求 7~9 的其中一个权项的装置，其特征在于，所述对停留时间进行补偿的机构是一可以计算流体中声速的计算单元。

11、根据权利要求 7~9 的其中一个权项的装置，其特征在于，所述装置进一步包括一计算单元，用于计算根据补偿至少一个信号停留时间的接收信号之间的相移的流体流速。

12、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述装置进一步包括一计算单元，用于计算根据补偿至少一个信号停留时间的接收信号之间的相移的流体流速。

一种确定流动介质流速的方法和装置

本发明涉及一种确定通道内流动液体流速的装置和方法，该流体由液体或气体构成。

以往人们知道，确定通道内流体的流速可以发送两个脉冲状的振荡信号通过流体，其中一个信号逆向流体移动，另一个信号顺着流体移动。然后接收两信号，通过接收脉冲状信号因流体引起的相移，确定流速。与逆向流体发送的信号相比，顺着流体发送的信号更快到达信号接收器，在两个信号之间产生相移，以此确定流速。采用该方法来确定给定流速，需要用到一种装置，该装置包括在流动方向相距一定距离放置的两个信号发生器，从每个信号发生器朝向另一个信号发生器发送信号，在被传输的脉冲状的信号到达信号发生器之前，将信号发生器转换为信号接收器。流体内信号速度对不同流体是不同的，如果温度和压力不同，在同一流体内的脉冲状振荡信号的停留时间也将不同，这会导致信号之间的相移，即使流体的流速一致，该停留时间也不同。虽然这种确定方法精确性较差，但对现有确定流速的方法来说，当然还算一个较有效的方法。

现有技术中还有另一种确定通道内流速的方法，从第一点至第二点发送一个脉冲状的振荡信号，该两点位于流动方向的两端位置，然后对到达第二点的信号进行数字化，数字化的该信号记录在电子存储器中。再将脉冲状振荡信号向相反方向发送，即从第二点到第一点，然后同样进行数字化并记录在电子存储器中。在流体内，因为一个信号顺着流体移动，另一个信号逆向流体移动，在信号之间产生一个相移，该相移用来确定流速。现有方法中，存在一个不足是信号无法同时发送和接收，这就产生流速的暂时变动，这将会对流速的确定产生影响。另一个不足是，实施该方法需要非常昂贵的电路。

本发明的目的是提供确定通道内流体流速的一种方法和装置，消除了上述方法的精确性的不足，使较便宜电路实现不同功能成为可能。

为了实现上述目的，本发明采用一种确定流体在通道内流速的方法，该流体由一种液体或气体构成，包括：从信号发生器同时发送两个脉冲状振荡信号经过流

体，一个信号顺着流体流向，另一个信号逆向流体流向，自信号发生器发出的脉冲状信号位于自一个信号发生器沿流体流向到一个信号接收器之间；接收信号；通过模拟相位检测器确定的相移；测量至少其中一个信号的停留时间；在被传递的脉冲状信号被信号发生器接收之前，将信号发生器转换为信号接收器；在对流体内脉冲状振荡信号停留时间进行补偿的同时，根据被测相移确定出流速，两个脉冲状振荡信号是各个信号发生器相对另一个信号发生器发出的。

本发明进一步采用一种确定在管道内流动的流体的流速的装置，包括：两个信号发生器（6，8），用来通过流体同时发送两个脉冲状振荡信号，其中一个信号逆向流体流向，另一个信号顺着流体流向，信号发生器根据流体流动方向设置，两个信号发生器适合相对于另一个信号发生器发出两个脉冲状，振荡信号；两个信号接收器（8，6），在信号发生器接收到被发送的脉冲状信号之前，所述信号发生器适合于转换为信号接收器；用于测量接收脉冲状信号之间的相移的装置，所述信号是由流体流动产生；当确定相移时，用于对流体内至少一个脉冲状振荡信号停留时间进行补偿的机构。

为了与该目的一致，根据本发明，所述方法的特征是，在对脉冲状振荡信号在流体内的停留时间进行补偿的同时，实现信号间相移的确定。由此，相对于流体内的信号速度，对信号间相移进行校正，使用于确定流速的相移可以由与流体内信号同一停留时间的信号间的相移来实现。

在根据本发明优选的方法中，两个脉冲状振荡信号同时分别从每一个信号发生器并行发送，这两个信号发生器位于流体方向的两端位置，分别指向一个信号接收器，这里宜采用可转换为信号接收器的信号发生器。这样，两个脉冲状振荡信号从一个信号发生器向另一个信号发生器发送，然后在被传输脉冲状信号到达另外一个之前，该信号发生器转换为信号接收器。

在根据本发明的方法中，较佳的是在通道的不同侧进行信号发送和接收，在对流体方向和信号移动方向间的角度进行补偿的情况下，实现信号间相移的确定。

宜于对各个信号发生器施以正弦波脉冲状电压，通过信号发生器转化为超声波信号，该超声波信号穿过流体抵达信号接收器，然后又转化为正弦波脉冲状电压。为确定正弦波脉冲状电压之间的相移，来自信号接收器的正弦波脉冲状电压加到模拟相位检测器中。流体用的通道可以用一个管子构成，该管子的材料可以使超声波穿过时不会产生太大阻尼或外展。然而，该管壁应该由一种相对同质材料构成以能

提供较好的较清晰的信号。为了避免当超声波穿过管壁时出现的问题，还可以将信号发生器设置在管子内部。

本发明还包括一种实现该方法的装置。

参考附图，下面将对本发明进行说明。

图 1 为根据本发明，说明本发明基本思路形成原理的一种装置的模式图。

图 2, 3 和 4 为根据本发明另一个装置的模式图。

图 5 表示以逻辑电路形式的本发明方法和装置。

图 6 表示包括在根据本发明的装置内的电路框图形式。

图 1 中示意性表示的装置用于确定流体的流速，例如一种液体，按照箭头 4 所述的方向流过管 2。该装置包括两个传感器单元 6 和 8，与管 2 和一个计算机单元 10 相连。该传感器单元 6 和 8 采用超声波可转换传送器/接收器，调整使其位于管子 2 纵向相对两侧间隔一定距离，这样从其中一个传感器单元 6 或 8 传输的超声波对准另一个传感器单元 8 或 6。该传感器单元 6 和 8 在预定时间内并同时施以正弦波电压脉冲。该电压脉冲在传感器单元内通过压电元件转换为一个超声波脉冲。传感器单元 6 内产生的超声波按箭头 12 所示的方向从传感器单元发送出来，朝向传感器单元 8。同时传感器单元 8 产生的超声波脉冲按照箭头 14 的方向发送出来指向传感器单元 6。当超声波脉冲离开传感器单元 6 和 8 时，这两个传感器转换到接收状态，这样传感器单元 6 可以接收从传感器单元 8 发出的超声波，传感器单元 8 接收从传感器单元 6 发出的超声波。当超声波脉冲到达传感器单元 6 和 8 时，再通过位于传感器内的压电元件转换为正弦波电压脉冲，这些电压脉冲都传输到电子单元 10。

应该认识到，通过流过管 2 的流体发送的两个超声波脉冲相对于流体以相同的速度移动。在温度和压力的现有情况下，该速度受所述正常流体速度限定。还应该认识到，在超声波脉冲从传感器单元 6 顺着流体流向移动的同时，且传感器单元 8 发出的超声波脉冲逆向流体流动方向移动的同时，对于传感器单元 6 和 8，超声波脉冲可以以不同速度传输。这种关于传感器单元的超声波脉冲速度差异形成了这样一种情况：在离开传感器单元 8 的超声波脉冲到达传感器单元 6 之前，离开传感器单元 6 的超声波脉冲将到达传感器单元 8。流动介质流速，相对流体流动方向的超声波脉冲角度以及流体的超声波脉冲速度确定了时差。超声波脉冲达到传感器 6 和 8 的时差提供了传感器单元 6 和 8 内的压电石英产生的两个正弦波电压脉冲之间

的相移。图 1 所示的正弦波电压脉冲 16 和 18 将提供相移 20，即上述主要取决于管子 2 内的流体流速，以及在介质内受超声波脉冲速度和在相对流体流动的超声波脉冲方向所影响。电子单元 10 记录超声波脉冲从传感器单元 6 到传感器单元 8 移动所需的时间。在介质流过管 2 的过程中，电子单元 10 内的相移 20 根据不同的超声波速度进行校正。校正后接着该正弦波电压脉冲值传递到模拟相位检测器，在该检测器内确定脉冲间的相移。由此还需要考虑采用了什么频率，用电压脉冲间的高精度时差，来确定所采用的结果，由此确定管子 2 内流体的流速。在确定流体内的声速时，超声波信号穿过传感器单元 6 和 8 之间所花费的时间与所通过的路径相关，即与管子的内径尺寸和信号方向相对流体流速的角度相关。

这样，电子单元 10 内实现的计算如下：

a) 流体内的超声波信号速度由超声波信号从传感器单元 6 到达传感器单元 8 所需时间和管子 2 内径和相对于流体流动方向的信号方向的角度有关。

b) 信号相移相关于且取决于所采用的频率，要使得该频率提供相同的输出信号而与所采用的频率无关，以及

c) 所确定的相移与现有的声速相关，要使得该声速提供相同的输出信号而与流体声速无关，据此上述输出信号可以直接用于确定管子 2 内流体的流速。

例 1

如果采用根据图 1 的装置以及下面的一些管子内径值，超声波信号传输方向和流体流动方向间的角度，以及信号频率和相移时，下面的计算过程给出流体流速的值。

管子内径：200

角度：20

频率：2MHz

流体：水，声速为 1390m/sec

时间单位：纳秒

数字分辨率，相移：1024 比特

数字分辨率，管子内信号所需时间：200ns （用于计算流体声速）

相移测量值：

	流速 0m/sec	流速 1m/sec	流速 6m/sec
--	-----------	-----------	-----------

从 A—B 的时间	$200/\sin 20/1390 - 0 \cdot \cos 20 = 153119\text{ns}$	$200/\sin 20/1390 - 1 \cdot \cos 20 = 153156\text{ns}$	$200/\sin 20/1390 - 6 \cdot \cos 20 = 153345\text{ns}$
从 B—A 的时间	$200/\sin 20/1390 + 0 \cdot \cos 20 = 153119\text{ns}$	$200/\sin 20/1390 + 1 \cdot \cos 20 = 153081\text{ns}$	$200/\sin 20/1390 + 6 \cdot \cos 20 = 152893\text{ns}$
A—B 之差	0	75	452
相移	0 度	27.12 度	162.76 度
数字分辨率	0	154	926

说明：相移的模拟值读数意味着通过非常简单的方式，该方法给出了本例中约为半纳秒的时间分辨率。

流体声速的测量：

（在为此所选流体内的上游或下游的最小影响）

从 A—B 的时间 （同上）	153119ns	153156ns	153345ns
时钟脉冲周期	765	765	766

说明：相对流体流动会影响测量所需时间的变化，信号穿过流体所需适当的较长时间指在测量时可能不考虑流体的这种影响。在该例中，提供了一个为 1390 流体声速而设置的 765 步骤的精确度，即 $1390/765$ 分辨率 = 1.8m/sec。1.8m/sec 被声速 1390 相除得到 0.12% 的最大误差。

例 2

参考值：除流体声速变化不同外（示例中是由温度变化而引起），其他与上例相同。流体：水，声速 1430m/sec。

相移测量值：

流体声速测量值：

	流速 0m/sec	流速 1m/sec	流速 6m/sec
--	-----------	-----------	-----------

从 A—B 的时间	148836ns	148871ns	149049ns
从 B—A 的时间	148836ns	148800ns	148622ns
A—B 之差	0ns	71ns	427ns
相移	0 度	25.63 度	157.78 度
数字分辨率	0	145	897

流体内声速测量值:

从 A—B 的时间 (同上)	148836ns	148871ns	149049ns
时钟脉冲周期	744	744	745

上述两例内的数值可能与简化方式中的所选角度和所选频率相关，且换算为时差和声速的实际值。这又得出了流体内声速的不相关流速和所选频率。

图 2, 3 和 4 中, 给出了将传感器单元与通过流体的管子相连的另一种方法。

图 2 中, 给出了一个管子 2a, 流体按照箭头 4a 所示方向通过该管子。与图 1 中传感器单元 6 和 8 相同类型的两个传感器单元 6a 和 8a 位于管子同样的两侧。传感器单元 6a 和 8a 按照 12a 和 14a 方向发送超声波的方式与图 1 所示的传感器单元完全相同。按照这样的方式, 即以传感器单元 6a 发送超声波脉冲到达传感器单元 8a, 以及传感器单元 8a 发送超声波脉冲到达传感器单元 6a 的方式, 超声波脉冲以同传感器单元 6a 和 8a 相反方从管子 2a 的管壁弹回。传感器单元 6a 和 8a 与图 1 中的传感器单元相同是可发送和接收转换的。

图 3 中, 流体按照箭头 4b 所示的方向流过管子 2b, 该管子具有一个较大的 U 形部分 22。该实施例中, 传感器单元 6a 和 8a 位于管子 2b U 形部分 22 的腹底, 排列方式为从传感器单元 6a 和 8a 发送的超声波信号的方向由箭头 12b 和 14b 所示, 且与流体流动方向一致。这样该实施例中不需要对超声波信号和流体流动方向间的角度偏差进行任何补偿。

图 4 所示实施例中, 流体按照箭头 4c 方向流过管子 2c, 通过径向伸展的限位器 24, 把传感器单元 6c 和 8c 支承在管子的中心部分。根据图 3 的实施例, 超声波信号从传感器单元 6c 按照箭头 12c 和 14c 所示方向传输到 8c, 且平行与流体流

动方向。该实施例中既不需要对超声波信号和流体流向间的角度偏差进行补偿，也不必对流体内部超声波信号停留时间，即流体内部超声波的不同声速进行补偿。

图 5 表示以逻辑电路形式的本发明方法和装置。

方框 32 给出了根据本发明的装置内不变量，即流体通过的管子内径和超声波信号与流体流向间的角度。

方框 34 给出了装置的起始过程，该过程包括对传送到传感器单元的正弦波电压脉冲的频率进行调整。传感器单元发射流体内部的超声波脉冲，然后传感器单元切换到接收功能。如果接收到该信号，此过程由方框 38 所确定，接收信息进一步传输到方框 40。如果该信号没有被传感器单元接收到，方框 30 转向方框 32，对加到传感器单元上的正弦波电压脉冲的频率进行调整，直到出现正确的接收。方框 40 是为确定正弦波信号的幅度是否在一个较低限值之上。如果没有出现这种情况，需要为方框 42 提供一个反馈，以形成正弦波电压脉冲频率的重新调整。如果幅值在较低限值以上，方框 44 和 46 确定流体内部超声波脉冲的停留时间和可转换为接收状态的传感器单元内部超声波脉冲所产生的正弦状电压脉冲的相移。方框 44 和 46 所提供的信息通过所接收信息加到方框 48 上，即：

1. 管子内径
2. 超声波信号和流体流动方向之间的角度
3. 频率
4. 流体内部超声波信号的停留时间（流体内部的超声波信号速度）
5. 相移

计算管子内部流体流速，装置确定的该值由方框 50 指定。

根据本发明，装置内部的电子电路出现在图 6。

本发明在以下权项范围内可以进行调整。

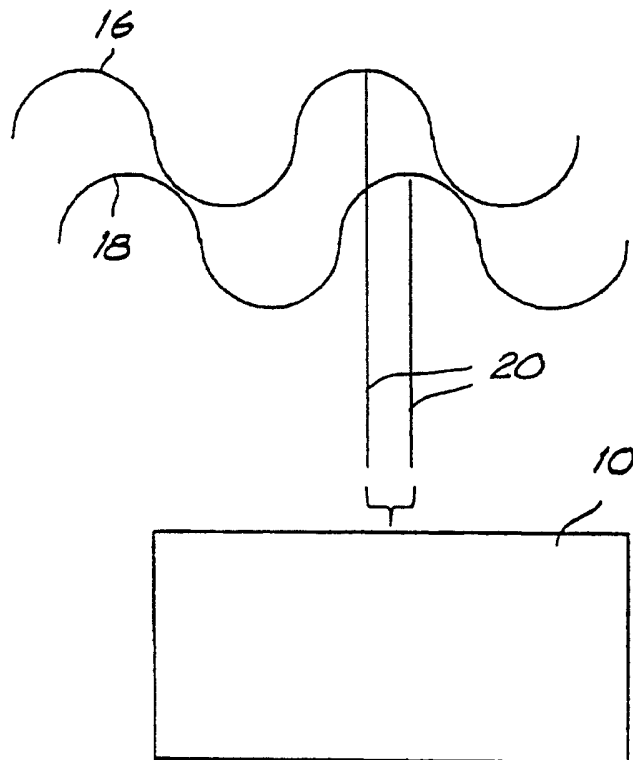
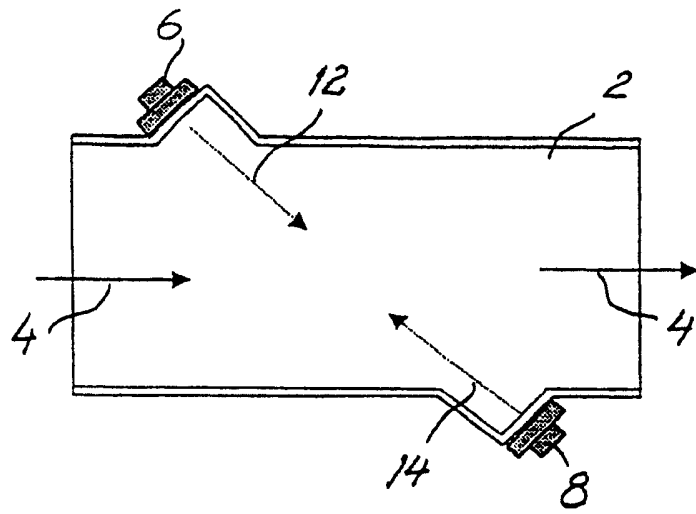


图 1

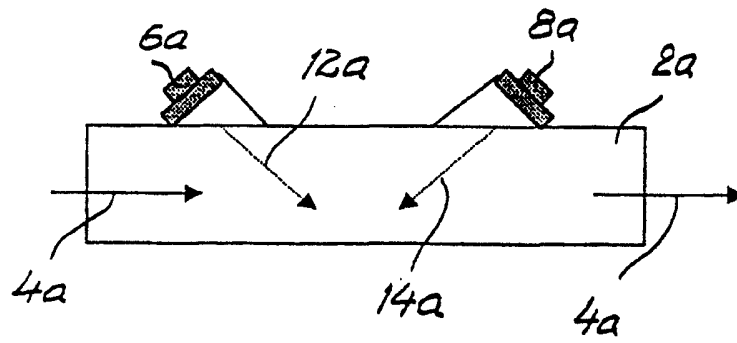


图 2

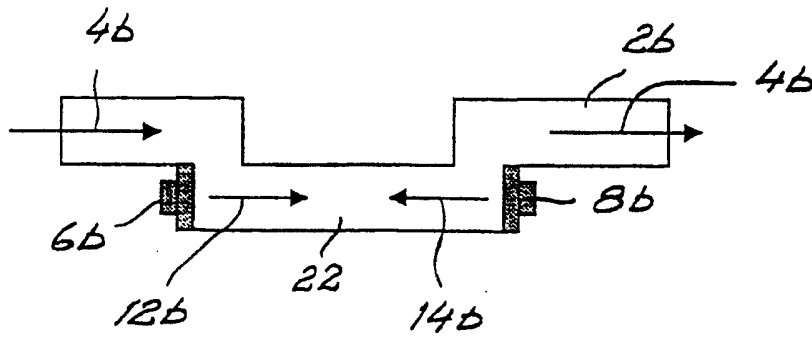


图 3

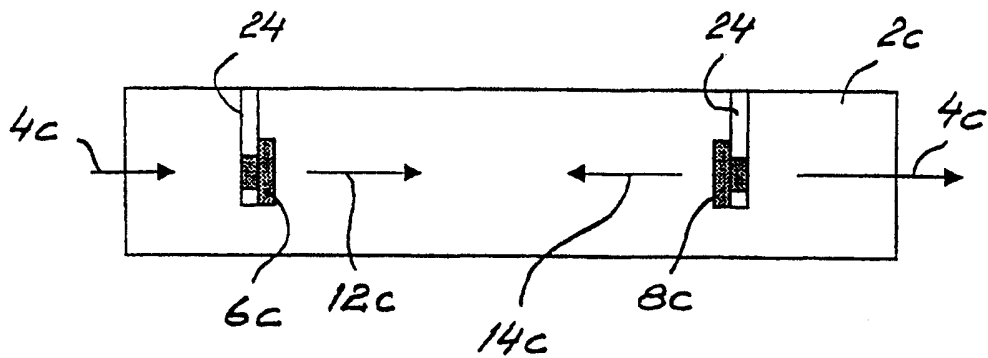


图 4

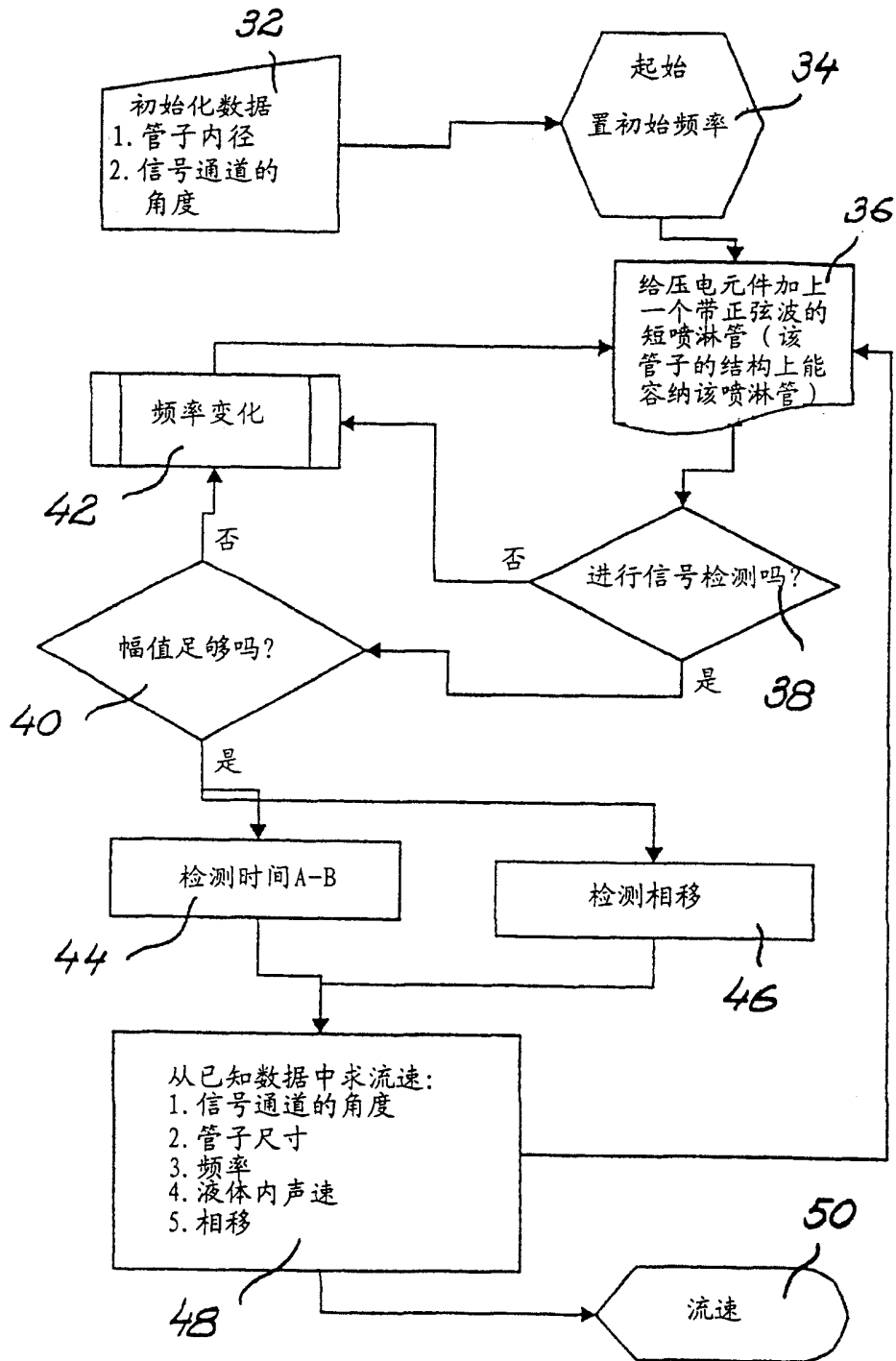


图 5

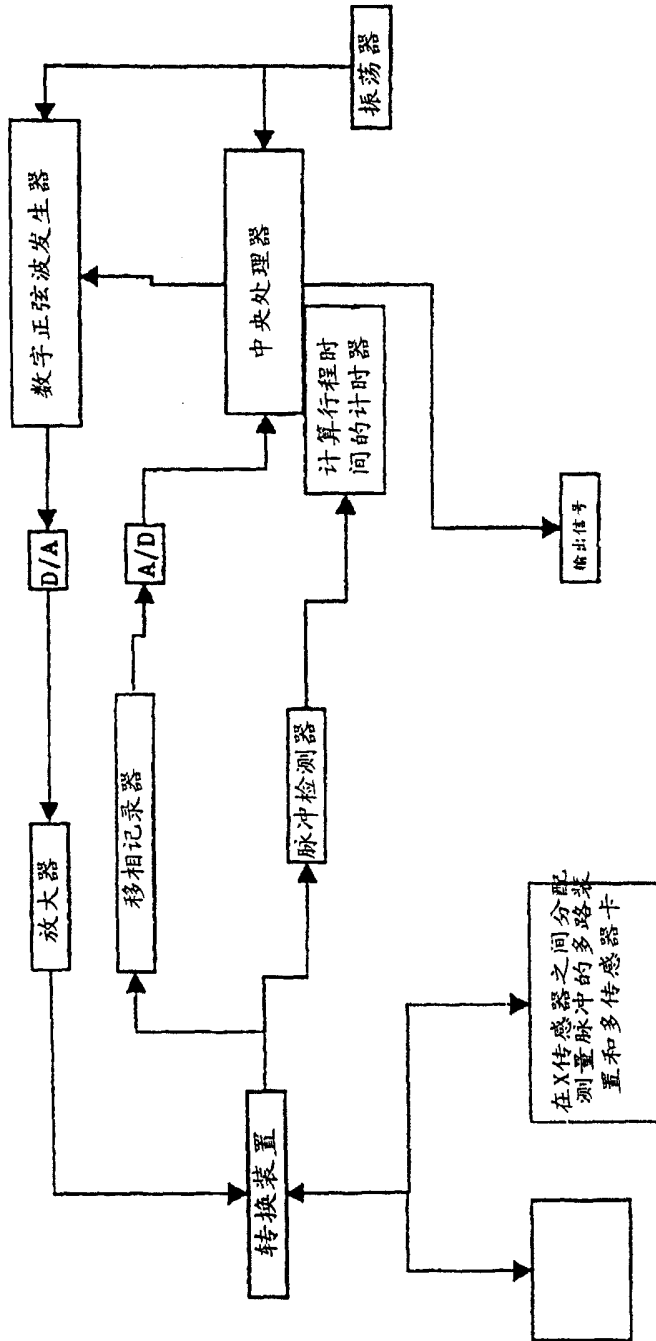


图 6