



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1912552 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200610105856.0

G01F 1/72(2006.01)

(22) 申请日 2000.06.23

G01P 5/24(2006.01)

(30) 优先权数据

- 177952/1999 1999.06.24 JP
- 182995/1999 1999.06.29 JP
- 034677/2000 2000.02.14 JP

(56) 对比文件

- CN 1076024 A, 1993.09.08, 全文.
- JP 特開平 8-304135 A, 1996.11.22, 全文.
- JP 特開平 11-44563 A, 1999.02.16, 全文.
- JP 特開平 9-304139 A, 1997.11.28, 全文.
- JP 特開平 8-271313 A, 1996.10.18, 全文.

(62) 分案原申请数据

00809439.X 2000.06.23

审查员 徐秋杰

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 梅景康裕 长冈行夫 江口修  
 安倍秀二 中林裕治 黄地谦三  
 芝文一 足立明久 桥本雅彦  
 佐藤利春 藤井裕史

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 夏青

(51) Int. Cl.

G01F 1/66(2006.01)

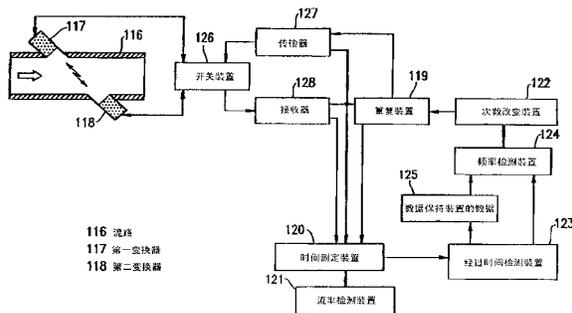
权利要求书 1 页 说明书 40 页 附图 63 页

(54) 发明名称

流量计

(57) 摘要

本发明涉及一种流量计,包括:配置在流路中、用于利用流体的状态变化来进行传输/接收的传输/接收装置;用于重复传输/接收的重复装置;时间测定装置,用于测量由重复装置重复的传播时间;用于根据时间测定装置所测得的值检测流率的流率检测装置;以及用于改变预定的重复次数的次数改变装置。利用这种结构,通过改变重复次数使其适合于变化,可以减小由流量变化而导致的影响。因此,能够获得高准确度的可靠流率测量。



1. 一种流量计,包括:
  - 传输 / 接收装置,用于利用在流路中流动的流体的状态变化来传输 / 接收信号;
  - 重复装置,用于将由该传输 / 接收装置执行的信号传输 / 接收重复预定次数;
  - 时间测定装置,用于测量在该重复装置重复信号传输 / 接收的过程中随着流体的状态变化而发生变化的传播时间;
  - 流率检测装置,用于基于该时间测定装置所测得的传播时间检测流体的流率;
  - 经过时间检测装置,用于基于来自该时间测定装置的输出来检测流体的状态变化的经过时间;
  - 数据保持装置,用于保持来自该经过时间检测装置的输出数据;
  - 频率检测装置,其中该频率检测装置根据该数据保持装置保持的数据来确定流体的流率变化的周期,并基于该确定的周期计算流体的流率变化的频率;以及
  - 次数改变装置,用于根据该频率检测装置确定的周期来改变重复测量的预定重复次数。
2. 根据权利要求1所述的流量计,其中,该传输 / 接收装置通过利用超声波的传播作为流体的状态变化来传输 / 接收信号。
3. 根据权利要求1所述的流量计,其中,该传输 / 接收装置通过利用热量传播作为流体的状态变化来传输 / 接收信号。
4. 根据权利要求1所述的流量计,
  - 其中,该频率检测装置还基于该经过时间检测装置的输出来确定周期。
5. 根据权利要求1所述的流量计,其中,该次数改变装置设置重复测量的预定重复次数,以使其基本为所确定的周期的倍数。
6. 根据权利要求1所述的流量计,其中,
  - 该频率检测装置基于该数据保持装置保持的数据与该时间测定装置所测量的传播时间的数据之间的比较来确定周期。
7. 根据权利要求1所述的流量计,其中,在执行预定处理过程时操作该次数改变装置。
8. 根据权利要求7所述的流量计,其中,在流率检测装置每次执行流率测量时操作该次数改变装置。
9. 根据权利要求7所述的流量计,其中,在流率检测装置执行流率测量之前,该次数改变装置改变重复测量的预定重复次数。
10. 根据权利要求7所述的流量计,其中,该预定处理过程包括:异常确定处理过程,用于确定由该流率检测装置检测的流率是否异常;以及流率管理处理过程,用于管理流率的使用状态。
11. 根据权利要求1所述的流量计,其中,在该流率检测装置下一次检测流率时使用该重复测量的预定重复次数。
12. 根据权利要求1所述的流量计,其中,在该流率检测装置所检测的流率低于预定流率时,操作该次数改变装置。

## 流量计

[0001] 本申请是申请日为2000年6月23日、申请号为00809439.X、发明名称为“流量计”的中国专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于测量液体或空气流率的流量计。本发明还涉及即使在具有压力或温度变化的时候也能够以准确的方式测量流率值的装置。

### 背景技术

[0003] 传统上,这种类型的流量计是公知的,例如日本待公开专利 No. 9-15006 中就记载了这样一种流量计。如图 64 所示,该流量计包括:取样程序 2,该程序用于以预定的第一取样时间为时间间隔,从测量气体流率的模拟流量传感器 1 中读取测量值;消耗气体量计算程序 3,该程序用于在预定的时间计算消耗气体的流率;平均值计算程序 4,该程序用于在一段预定的时间段内以第二取样时间为时间间隔,计算在第一取样时间从模拟流量传感器读取的测量值的平均值;压力变化频率评估程序 5,该程序用于根据流量传感器的输出值评估压力的变化频率;以及用作存储器的 RAM6,这里,参考数字 7a 代表用于执行程序的 CPU,而参考数字 7b 代表用于储存程序的 ROM。在该结构中,执行测量过程,以便使预定的测量时间等于或长于泵的一个变化频率周期,或者是该周期的数倍。进行平均化,以便避免流率的变化。

[0004] 作为另一常规实例,日本待公开专利 No. 10-197303 中公开的发明也是公知的。如图 65 所示,该流量计包括:用于检测流率的流率检测装置 8;用于检测流量变化频率的频率检测装置 9;以及测量时间设置装置 10,该装置用于将检测流率的测量时间设置到大约数倍于变化频率的一个周期的时间。这里,参考数字 11 代表流率计算装置;12 代表测量启动装置;13 代表信号处理装置;以及 14 代表流率。在该结构中,根据变化波形频率测量流率,借此在较短的时间内获得正确的流率测量值。

[0005] 作为又一常规实例,日本待公开专利 No. 11-44563 中公开的发明也是公知的。如图 66 所示,该流量计包括:用于检测流率的流率检测装置 15;用于检测液体流率变化波形的变化检测装置 16;脉冲测量装置 17,该装置用于在变化波形的可变分量接近于零时,使流率检测装置开始测量;以及用于处理来自于流率检测装置的信号的流率计算装置 18。这里,参考数字 19 代表信号处理电路;20 代表时间测量电路;21 代表三角电路;22 代表传输电路;23 代表比较电路;24 代表放大电路;25 代表开关;26 代表测量启动信号电路;以及 27 代表启动装置;28 代表流路。在该结构中,测量接近于变化波形平均值的流率,借此在较短的时间内获得正确的流率测量值。

[0006] 作为再一常规实例,日本待公开专利 No. 8-271313 中公开的发明也是公知的。如图 67 所示,验证 (30) 流率值是否已经在流量传感器测量 (29) 中被检测到。直到验证了流率已经被检测到,才能执行该过程,并且继续流量传感器的测量。一旦发现了流率,确定流率  $Q$  是否等于或高于预定值 (31)。当流率  $Q$  等于或高于预定值 (31) 时,再确定压力变化是

否超过预定值  $C_f$  (32)。当压力变化没有超过预定值  $C_f$  时,用射流流量计的压电膜传感器执行测量过程 34。当压力变化超过预定值  $C_f$  时,验证压力变化是否超过第二预定值 (33)。当压力变化超过第二预定值时,用射流流量计的压电膜传感器执行测量过程 (34)。当压力变化没有超过第二预定值时,用流量传感器执行测量过程 (29)。

[0007] 如图 68 所示,超声波变换器 51 和 52 配置在流率测量单元 50 中,以便与流动方向相反。控制单元 53 启动计时器 54,同时将传输信号输出给驱动器电路 55。一个超声波从超声波变换器 51 传出,而变换器 51 接收驱动器电路 55 的输出。该超声波由超声波变换器 52 接收。接收超声波变换器 52 的输出的接收检测电路 56 检测该超声波并使计时器 54 停止。通过这个操作过程,测量超声波从超声波变换器 51 传出时那一刻到该超声波被超声波变换器 52 检测时的那一段的时间段 ( $t_1$ )。其次,根据来自控制单元 53 的信号操作开关电路 58,以便使驱动器电路 55 与超声波变换器 52 相连,接收检测电路 56 与超声波变换器 51 相连。在这种状态下,再执行超声波的传输和接收,以便测量超声波从超声波变换器 52 传出时那一刻到该超声波被超声波变换器 51 检测时的那一段的时间段 ( $t_2$ )。根据这两个传播时间 ( $t_1$ ) 和 ( $t_2$ ),计算单元 57 由这两个传播时间倒数之间的差值计算流率。

[0008] 作为这种类型的流量计的一个常规实例,日本待公开专利 No. 6-269528 中公开的发明是公知的。

[0009] 然而,在上述这些常规发明的第一个中,利用平均值测量气体流率。因此,需要长时间进行测量,以便得到可靠的平均值,结果,这样的流率测量不能在非常短的时间内完成。在上述这些常规发明的第二个中,测量不能克服频率的变化。在第三和第四个常规发明中,用于测量流率的方法必须按照压力/压力变化的缺少来改变,并且必需提供两种装置,即压力测量装置和流率测量装置。在第一至第四个发明中,当出现异常时,或者是就不能进行测量,或者是即使能够进行测量,准确度也很低。

[0010] 再者,在上述这些常规结构中,当接收信号时,如果存在与测量频率或超声波传输频率同步的噪声,则该噪声总是在传播时间相同时的同一相叠加在信号上。该噪声被当作测量误差计入,因此不能执行正确的测量。而且,当由于温度变化等原因而使传播时间发生变化时,噪声叠加处的相也改变了,由此,测量误差发生变化。另外,由于根据计时器 54 的分辨率来确定测量的分辨率,因此只简单地使这些测量值平均化,并不能增加测量的准确度。这样,需要增加计时器 54 的分辨率,以便进行需要分辨率的测量。当增加计时器 54 的操作钟以便具有较高的频率时,就会出现各种问题,例如耗电量增大,高频噪声增多,以及电路尺寸增大。这样,所存在的一个目标是,利用在低频下操作的计时器来增加测量的分辨率,以便增加测量的准确度。

[0011] 在第五个常规发明中,一个延迟装置介于控制单元和驱动电路之间,并且改变延迟的量,以便避免反射波。例如这种方式,减小了反射波的作用。例如,由于超声波传输时所产生的噪声而使接收侧的超声波变换器振动。于是,信号-接收检测时间的变化不能减小,而这种变化是由于该振动回响叠加到超声波信号上而导致的。

[0012] 本发明寻求解决以上这些问题。因此,本发明的第一个目的是,通过利用软件而不是利用其它变量检测装置检测变化频率来设置根据流量的变化重复测量的最佳次数,并且相继改变重复的次数。而且,寻求即使在压力变量和变化频率发生改变时,也能在非常短的时间内以一种可靠准确的方式测量流率。本发明的第二目的是,可如下瞬间完成高准确度

的流率测量 ;即通过开关而不用其它变量检测装置来检测传输 / 接收装置的变化,并与变量同步执行测量过程。本发明的第三个目的是,即使在测量过程中出现任何异常时,也能够通过利用测量监测装置快速检测这种异常并适当处理测量结果来高度准确地测量流率。本发明的第四个目的是,通过利用瞬时流率测量装置和数字过滤装置,可在非常短的时间内以一种可靠准确的方式来进行流率测量。本发明的第五个目的是,即使在温度发生变化时也能够高度准确地测量流率值。

[0013] 本发明的公开内容

[0014] 为了解决上述问题,本发明的流量计包括 :配置在流路中、用于利用流体的状态变化来进行传输 / 接收的传输 / 接收装置 ;用于重复传输 / 接收的重复装置 ;用于测量时间或者由重复装置所重复的传播的时间测量装置 ;用于根据时间测量装置所测得的值检测流率的流率检测装置 ;以及用于改变预定的重复次数的次数改变装置。重复次数可改变到适合变量的次数,以便消除流量变化的影响。结果,能够得到高准确度的可靠流率测量。

[0015] 该流量计包括一对传输 / 接收装置,该装置利用超声波的传播作为流体的状态变化。这样,通过利用超声波传输 / 接收装置,即使在流体发生状态改变时,也能够进行超声波的传播。而且,通过将重复次数改变到适合变量的次数,能够得到高准确度的可靠流率测量。

[0016] 该流量计包括传输 / 接收装置,该装置利用热量传播作为流体的状态变化。这样,通过利用热量传输 / 接收装置,即使在流体发生状态改变时,也能够进行热量传播。而且,通过将重复次数改变到适合变量的次数,能够得到高准确度的可靠流率测量。

[0017] 该流量计包括 :经过时间检测装置,用于检测传播时间的中途信息,该传播时间是由重复装置重复测定的 ;频率检测装置,用于从经过时间检测装置的信息中检测流率变化频率 ;以及次数改变装置,用于设置测量时间以便使其基本上数倍于由频率检测装置检测的频率。这样,就无需提供特殊的检测装置。在进行流率检测之前,从时间测量装置的中途信息中检测变化频率,并且设置测量时间,使其数倍于频率的一个周期。结果,能够得到高准确度的可靠流率测量。

[0018] 该流量计包括 :数据保持装置,用于保存至少一个或多个由经过时间检测装置得到的重复执行传输 / 接收的传播时间 ;以及频率检测装置,用于通过将数据保持装置保存的数据与所测得的传播时间数据进行比较,来检测频率。每个过程的时间测量信息都可由数据保持装置保存和比较,借此能够检测频率。

[0019] 在预定的过程中操作次数改变装置。由于只在执行预定过程时运行次数改变装置,因此次数改变装置的这个处理过程被局限于所需的最小化。于是,耗电量显著减少。

[0020] 在每个预定的流率测量过程中运行次数改变装置。这样,在每个预定的流率测量过程中改变重复次数,借此,即使在流量变化非常大时也能够高度准确地测量流率。

[0021] 在流率测量过程之前运行次数改变装置。由于重复次数被设置到执行流率测量之前的预定次数,因此可以可靠的方式高度准确地进行流率测量。

[0022] 预定过程包括 :异常测得装置的操作,用于从所测得的流率中测定流率的异常 ;以及流率管理装置,用于从所测得的流率中管理流率的使用状态。由于只在执行异常测得过程和流率管理过程时改变重复次数,因此改变重复次数的过程被局限于所需的最小化。于是,可以减小耗电量。

[0023] 由频率检测装置所得到的频率调节的重复次数可用于下一个流率测量过程。由于该重复次数可用于下一个测量过程中,因此无需进行频率检测的重复测量。这样,可以减小耗电量。

[0024] 当所测得的流率低于预定流率时,运行次数改变装置。由于只在流率等于或低于预定流率时才改变重复次数,而在流率高时不执行该过程,因此可以减小耗电量。

[0025] 本发明的流量计包括:传输/接收装置,该配置在流路中、用于利用流体的状态变化来进行传输/接收;时间测量装置,用于测量由传输/接收装置传输/接收的传播时间;流率检测装置,该装置用于根据时间测量装置所测得的值来检测流率;变量检测装置,用于测量由传输/接收装置所引起的流路变化;以及测量控制装置,用于同步于变量检测装置的变量计时而启动测量。由于可利用传输/接收装置测量流路的变化,因此无需提供另一个用于检测变量的传感器。这样,可以减小流量计的尺寸,并且可以使流路的结构简化。另外,即使在出现变化时也能够在规定时间内以可靠的方式高度准确地测量流率。

[0026] 该流量计包括一对传输/接收装置,该装置利用超声波的传播作为流体的状态变化。这样,利用超声波传输/接收装置可检测流体的状态变化。因此,可同步于变量的计时来启动测量。结果,能够以可靠的方式高度准确地测量流率。

[0027] 该流量计包括传输/接收装置,该装置利用热量传播作为流体的状态变化。这样,利用热量传输/接收装置可检测流体的状态变化。因此,可同步于变量的计时来启动测量。结果,能够以可靠的方式高度准确地测量流率。

[0028] 该流量计包括:第一振动装置和第二振动装置,这些装置配置在流路中、用于传输/接收超声波;开关装置,用于开关第一振动装置和第二振动装置的传输/接收操作;变量检测装置,用于检测第一振动装置和第二振动装置两者中的至少一个装置的流路中的压力变化;时间测量装置,用于测量由第一振动装置和第二振动装置传输/接收的超声波的传播时间;测量控制装置,用于对以下情形执行控制:即,当变量检测装置的输出显示预定变化时,测量装置测量从流路上游一侧的第一振动装置到流路下游一侧的第二振动装置的传播的第一测量时间  $T_1$ ,以及当变量检测装置的输出显示与预定变化相反的变化时,测量装置测量从流路下游一侧的第二振动装置到流路上游一侧的第一振动装置的传播的第二测量时间  $T_2$ 。由于是在压力变量的改变反转的那一刻进行测量,因此压力变化相和测量计时相都可以漂移。结果,可以抵销由压力变化所导致的测量误差。

[0029] 该流量计包括:测量控制装置,用于对以下情形执行控制:即,当变量检测装置的输出显示预定变化时开始第一测量时间  $T_1$  的测量,当变量检测装置的输出显示与预定变化相反的变化时,开始第二测量时间  $T_2$  的测量,并且还对以下情形执行控制:即,在下一测量中,当变量检测装置的输出显示与预定变化相反的变化时,开始第一测量时间  $T_1$  的测量,当变量检测装置的输出显示预定变化时开始第二测量时间  $T_2$  的测量;以及流率计算装置,用于通过使第一流率和第二流率相继平均化来计算流率,而第一流率是通过利用先前的第一测量时间  $T_1$  和先前的第二测量时间  $T_2$ ,同时交替改变测量的启动而得到的,而第二流率是通过利用其次的第一测量时间  $T_1$  和其次的第二测量时间  $T_2$  而得到的。这样,如上所述来改变测量的计时,以便对第一测量时间  $T_1$  和第二测量时间  $T_2$  进行测量。结果,即使当压力变化在高压侧和低压侧之间不对称时,也可以抵销这种压力变化的影响。

[0030] 该流量计包括用于多次进行传输/接收的重复装置。这样,通过增加测量次数可

进行平均化,结果,可以执行可靠的流率测量。

[0031] 该流量计包括用于在数倍于一个变量周期的时间段内多次进行传输 / 接收的重复装置。这样,通过根据变化频率进行测量可以使压力变化平均化。结果,能够测量稳定的流率。

[0032] 该流量计包括重复装置,用于在变量检测装置的输出显示预定变化时,开始传输 / 接收的测量,并重复这种具有超声波的传输 / 接收测量,直到变量检测装置的输出显示与预定变化相同的变化时为止。这样,测量的开始和终止都遵从压力变化的频率。因此,可以测定变化频率并使压力变化平均化。结果,能够测量稳定的流率。

[0033] 该流量计包括用于开关以下情形的选择装置:一种情形是,第一振动装置和第二振动装置用于超声波的传输 / 接收,一种情形是,第一振动装置和第二振动装置用于压力变化的检测。这样,第一振动装置和第二振动装置中的至少一个装置可以用于压力检测。结果,能够同时获得流率测量和压力测量。

[0034] 该流量计包括变量检测装置,用于检测零附近的变量波形的交流分量的一个分量。这样,在该变量的零分量附近检测到一个变量,于是在一个时间内于零变量附近启动测量,以便执行流率测量。因此,通过在变量小的时间内执行流率测量,即使在流量发生变化时也能使测量稳定。

[0035] 该流量计包括:频率检测装置,用于检测变量检测装置的信号频率;以及测量控制装置,该装置只在由频率检测装置检测的频率为预定频率时,才启动测量。这样,通过只在频率为预定频率时才启动测量,可以在出现预定变化时执行测量。结果,能够测量稳定的流率。

[0036] 该流量计包括检测取消装置,该装置在没有检测到变量检测装置的信号时,可以在一个预定时间段之后自动启动测量。这样,即使在变化消失后,也能够在预定时间达到时自动测量流率。

[0037] 传输 / 接收装置和第一及第二振动装置包括压电变换器。这样,当使用压电变换器时,超声波可用于传输 / 接收,同时能够检测压力变化。

[0038] 本发明的流量计包括:传输 / 接收装置,该装置配置在流路中、用于利用流体的状态变化来进行传输 / 接收;重复装置,用于重复由传输 / 接收装置执行的信号传播;时间测量装置,用于测量由重复装置执行的重复过程中的传播时间;流率检测装置,用于根据时间测量装置所测得的值来检测流率;变量检测装置,用于检测流路中的流量变化;测量控制装置,用于控制以上这些装置中的每一个装置;以及测量监测装置,用于自动监测以上这些装置中的每一个装置。这样,当流路中的流量发生变化时,可以根据该变化测量流率,同时利用测量监测装置快速检测异常情况。因此,可以正确地进行异常情况的处理并使测量值稳定。结果,能够高度准确地测量流率,并改进测量的可靠性。

[0039] 该流量计包括一对传输 / 接收装置,该装置利用超声波的传播作为流体的状态变化。由于使用了超声波,因此即使在流量发生变化时也能够进行流率测量。而且,可以利用测量监测装置正确地进行异常情况的处理。结果,能够改进测量的可靠性。

[0040] 该流量计包括传输 / 接收装置,该装置利用热量的传播作为流体的状态变化。由于使用了热量传播,因此即使在流量发生变化时也能够进行流率测量。而且,可以利用测量监测装置正确地进行异常情况的处理。结果,能够改进测量的可靠性。

[0041] 该流量计包括：一对传输 / 接收装置，该装置配置在流路中、用于传输 / 接收超声波；重复装置，用于重复传输 / 接收装置的信号传播；时间测量装置，用于测量由重复装置执行的重复过程中超声波的传播时间；流率检测装置，用于根据时间测量装置所测得的值来检测流率；变量检测装置，用于检测流路中的流量变化；测量控制装置，用于控制以上这些装置中的每一个装置；以及测量监测装置，用于监测启动信号中的异常情况和结束信号中的异常情况，其中启动信号在测量控制装置的转向信号之后的变量检测装置的第一输出信号处，指导超声波传输开始，结束信号在变量检测装置的第二输出信号处指导超声波的传输 / 接收重复过程结束。这样，当流路中的流量发生变化时，可以同步于变化频率执行测量，并且利用测量监测装置检测异常情况。因此，能够高度准确地测量流率，并得到可靠的测量值。另外，可以正确进行异常情况的处理，并改进所测量的流率值的可靠性。

[0042] 该流量计包括测量监测装置，用于在测量控制装置转向之后的一段预定时间内没有产生启动信号时，在一段预定时间之后指导超声波开始传输。这样，即使在没有变化以及在预定的时间段内没有启动信号时，也能够每个预定时间测量流率，并避免数据损失。

[0043] 该流量计包括测量监测装置，用于在测量控制装置转向之后的一段预定时间内没有产生启动信号时，在一段预定时间之后指导超声波开始传输。并且用于执行预定的重复次数的测量。这样，即使在 没有变化以及在预定的时间段内没有启动信号时，也能够每个预定时间进行预定重复次数的流率测量，并避免数据损失。

[0044] 该流量计包括测量监测装置，用于在测量控制装置转向之后的一段预定时间内没有产生启动信号时，直到测量控制装置的下一个转向时才进行测量。通过暂停操作直到下一个测量转向为止，可以不进行不必要的测量，借此减小耗电量。

[0045] 该流量计包括测量监测装置，用于在启动信号之后的一段预定时间内没有产生结束信号时，终止超声波的接收。由于超声波的接收是被强制终止的，因此在等待结束信号的同时不能暂停测量。这样，测量可进行到下一个过程，并且能够执行稳定的测量操作。

[0046] 该流量计包括测量监测装置，该装置在启动信号之后的一段预定时间内没有产生结束信号时，可以终止超声波的接收并再输出启动信号。由于超声波的接收是被强制终止的，因此在等待结束信号的同时不能暂停测量。而且，启动信号被再输出，从而进行重新测量。这样，能够执行稳定的测量操作。

[0047] 该流量计包括测量监测装置，用于在重复次数中出现异常情况时，停止传输 / 接收过程。由于重复次数出现异常时停止了测量，因此只有高度准确的数据能够用于进行流率测量。

[0048] 该流量计包括测量监测装置，该装置将用于测量的第一重复次数与用于测量的第二重复次数进行比较，并且当第一和第二重复次数之间的差值等于或大于预定次数时，再次输出启动信号，其中在应用第一重复次数的测量中，超声波从这对传输 / 接收装置的第一装置中传输出来，并被第二传输 / 接收装置所接收，而在应用第二重复次数的测量中，超声波从第二传输 / 接收装置中传输出来，并被第一传输 / 接收装置所接收。这样，当这两个重复次数明显不同时，可重新进行测量，借此能够进行具有稳定变化频率的高度准确的测量。

[0049] 该流量计包括重复装置，用于设置重复次数，以便用于测量的第一重复次数与用于测量的第二重复次数相等，其中在应用第一重复次数的测量中，超声波从这对传输 / 接

收装置的第一装置中传输出来,并被第二传输/接收装置所接收,而在应用第二重复次数的测量中,超声波从第二传输/接收装置中传输出来,并被第一传输/接收装置所接收。这样,通过利用相同的重复次数,即使在变化频率不稳定时,也能够进行预定流率的测量。

[0050] 该流量计包括测量监测装置,用于监测启动信号被再次输出的次数,从而使启动信号的输出局限于预定次数或更少次数,以便使启动信号的输出不会永久重复下去。这样,通过限制重新测量的次数,可以阻止测量过程永久继续下去。结果,能够进行稳定的流率测量。

[0051] 该流量计由传播时间的倒数之间的差值测量流率,同时多次重复超声波的传输/接收。这样,当使用超声波时,可以在不被流路中的变化频率影响的情况下,进行传输/接收。而且,由所测定的传播时间的倒数的差值测定流率,同时重复传输/接收,借此,由一个周期的若干单位可以测定即使一个长周期的变化。另外,由变量导致的传播时间的差值可以利用倒数的差值来抵销。

[0052] 本发明的流量计包括:瞬时流率检测装置,用于检测瞬时流率;波动确定装置,用于测定流率值中是否有脉冲;以及至少一个或多个稳定流率计算装置,用于根据波动确定装置的测定结果利用不同装置计算流率值。这样,通过测定所测流率中的变化并开关流率计算装置,可以由一个流率测量装置以可靠的方式根据变化量来计算流率。

[0053] 本发明的流量计包括:瞬时流率检测装置,用于检测瞬时流率;滤波处理装置,用于进行流率值的数字滤波处理;以及稳定流率计算装置,用于利用滤波处理装置计算流率值。这样,当进行数字滤波处理时,可以进行与均化过程相等同的计算过程,而无需利用大量的存储器来储存数据。而且,可以通过改变一个变量例如滤波系数来调整滤波特性。

[0054] 该流量计包括稳定流率计算装置,用于在波动确定装置测定有脉冲时,利用数字滤波处理装置来计算一个稳定的流率值。这样,当脉冲出现时,选择锐截止滤波特性,以便提供较大的脉冲稳态,并且只在出现脉冲时才进行滤波处理。

[0055] 波动确定装置测定流率值的变化幅度是否等于或大于预定值。这样,可以根据脉冲的变化幅度测定脉冲,借此根据脉冲的变化幅度来调整滤波处理。

[0056] 滤波处理装置根据流率值的变化幅度来调整滤波特性。由于滤波特性按照流率值的变化幅度来改变,因此可以快速调整滤波特性,以便充分张弛滤波特性,该特征使得变化较小时按照流率的变化而改变,而当变化较大时,选择锐截止滤波特性,以便能够明显减小由于脉冲而导致的流率变化。

[0057] 只有当由瞬时流率检测装置检测的流率值较低时,才进行滤波处理。由于只有在流率低时才进行滤波处理,因此当流率高时可快速处理流率的变化,并且当流率低时所导致的波动影响被明显减小。

[0058] 滤波处理装置根据流率值调整滤波特性。由于滤波特性根据流率值来改变,因此只有在流率低时才进行滤波处理,而当流率高时可以快速处理流率的变化,并且当流率低时所导致的波动影响被明显减小。

[0059] 滤波处理装置根据瞬时流率检测装置的流率时间间隔来调整滤波特性。这样,提供根据流率检测时间的间隔来改变滤波特性,可以在测量间隔短时减小张弛滤波特性的变化,而在测量间隔长时减小锐截止滤波特性的变化。

[0060] 该流量计包括滤波处理装置,该装置在流率高时调整滤波特性,以便滤波特性的

频率截止变得较高,而在在流率低时调整滤波特性,以便滤波特性具有较低的截止频率。这样,当流率高时响应特征增加,而当流率低时波动减小。

[0061] 调整滤波特性,以便由稳定流率计算装置计算的流率值的变化幅度在预定值范围内。由于滤波特性被调整,以便使变化幅度在预定值范围内,因此可以减小流率的变化,从而总是等于或小于预定值。

[0062] 利用超声波检测流率的超声波流量计被用作瞬时流率检测装置。这样,通过利用超声波流量计,即使在出现较大的流率变化时,也能够测量瞬时流率。这样,由该流率值,可以计算一个稳定的流率。

[0063] 根据热的流量计被用作瞬时流率检测装置。当利用根据热的流量计时,即使在出现较大的流率变化时,也能够测量瞬时流率。这样,由该流率值,可以计算一个稳定的流率。

[0064] 本发明的流量计包括:流率测量单元,待测流体可流经这单元;一对超声波变换器,该变换器配置在流率测量单元中,用于传输/接收超声波;用于驱动超声波变换器之一的驱动器电路;与另一超声波变换器相连、用于检测超声波信号的接收检测电路;用于测定超声波信号的传播时间的计时器;用于控制驱动器电路的控制单元;用于由计时器的输出计算流率的计算单元;以及用于顺序改变驱动器电路的驱动方法的周期性变化装置,其中控制单元控制周期性变化装置,以便流率测量的频率被依次改变,从而避免测量频率保持恒定。这样,当接收超声波时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0065] 本发明的流量计包括:流率测量单元,待测流体可流经这单元;一对超声波变换器,该变换器配置在流率测量单元中,用于传输/接收超声波;用于驱动超声波变换器之一的驱动器电路;与另一超声波变换器相连、用于检测超声波信号的接收检测电路;控制单元,该单元用于预定次数地控制驱动器电路,以便响应接收检测电路的输出而再次驱动超声波变换器;用于预定次数地测定经过时间的计时器;用于由计时器的输出计算流率的计算单元;以及用于顺序改变驱动器电路的驱动方法的周期性变化装置,其中为响应接收检测电路的输出接收,控制单元在接收检测电路的每一接收检测时改变周期性变化装置,以便使频率不保持恒定。这样,可以在一个流率测量周期内为了测量多次设定地来操作周期性变化装置。结果,噪声被分散地均化于测量结果中,而能够得到可靠的测量结果。

[0066] 周期性变化装置开关地输出多个具有不同频率的输出信号;而控制单元在每次测量时改变周期性变化装置的频率设置,从而改变驱动器电路的驱动频率。这样,通过改变驱动频率,可以由与驱动信号的频率变化对应的时间来改变接收检测时序。这样,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0067] 周期性变化装置输出具有相同频率和多个不同相的输出信号;而操作控制单元,以便使周期性变化装置的输出信号的相设定在每次测量时改变,并使驱动器电路的驱动相改变。这样,通过改变驱动相,可以由与驱动信号的相变化对应的时间来改变接收检测时序。这样,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0068] 频率变化装置输出通过将第一频率的信号与第二频率信号叠加而得到的同步信号,其中第一频率是超声波的操作频率,而第二频率与第一频率不同;控制单元通过驱动器

电路在每次测量时输出一个输出信号,其中周期性变化装置的第二频率在此被改变。这样,流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0069] 周期性变化装置开关具有第二频率的情形与没有第二频率的情形之间的设置。这样,由于通过改变传输超声波的超声波变换器的振动而改变了接收检测时序,因此流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0070] 周期性变化装置改变第二频率的相位设置。这样,由于通过改变传输超声波的超声波变换器的振动而改变了接收检测时序,因此流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散/均化了。因此,能够减小测量误差。

[0071] 周期性变化装置改变第二频率的频率设置。这样,由于通过改变传输超声波的超声波变换器的振动而改变了接收检测时序,因此流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0072] 周期性变化装置包括能够设置不同延迟时间的延迟单元;以及控制单元在超声波的每次传输时,或者是在每次接收检测时改变延迟设置。这样,在一个测量操作过程中,在紧接的前一测量中传输的超声波混响以及超声波变换器的拖尾影响可以被分散,借此能够减小测量误差。

[0073] 由周期性变化装置改变的周期宽度数倍于与传播时间变化(这是由测量误差导致的)相对应的值。这样,当用于所有设置的测量值被相加并均化时,误差可以减到最小。

[0074] 由周期性变化装置改变的周期宽度等于超声波变换器的一个共振频率周期。这样,在通过将用于所有设置的测量值相加并均化而得到的值中,由超声波共振或超声波变换器的拖尾导致的测量误差被减到最小。因此,能够减小测量误差。

[0075] 用于改变周期的图形次序与上游方向的测量及下游方向的测量中所用的相同。这样,具有向上游侧传输的超声波的测量与具有向下游侧传输的超声波的测量总是在相同的条件下进行。结果,设置在流率发生变化时,也能够得到可靠的测量结果。

[0076] 预定的次数数倍于周期性变化装置的变化次数。这样,周期性变化装置的所有设定值都均匀地设置在一个流率测量操作过程内。结果,能够得到可靠的测量结果。

[0077] 本发明的流量计包括:流率测量单元,待测流体可流经这单元;一对超声波变换器,该变换器配置在流率测量单元中,用于传输/接收超声波;用于驱动超声波变换器之一的驱动器电路;与另一超声波变换器相连、用于检测超声波信号的接收检测电路;用于测定超声波信号的传播时间的第一计时器;第二计时器,用于测定从接收检测电路检测到接收直到第一计时器的值发生变化这一时间段;用于控制驱动器电路的控制单元;以及用于由第一计时器和第二计时器的输出计算流率的计算单元;其中第二计时器由第一计时器校正。由于利用通过将第二计时器的值从第一计时器的值中减掉而得到的值进行流率计算,因此时间测量的分辨率等于第二计时器的分辨率。而且,由于第二计时器的操作时间非常短,因此可以降低耗电量。这样,能够得到耗电量小的、高分辨率的流量计。而且,在进行流率测量之前一直进行校正以后,只要以稳定的方式操作第二计时器,就能够获得正确的流

率测量。因此,即使在第二计时器不能长期稳定时,也能够进行稳定的测量。这样,能够得到具有普通应用部件的高准确度的流量计。

[0078] 该流量计包括一个稳定传感器,其中当温度传感器的输出发生变化以便等于或大于设定值时,第二计时器由第一计时器校正。这样,即使在第二计时器具有根据温度的变化而改变的特性时,在出现温度变化的每一时间也能够校正第二计时器,借此可以进行正确的测量。而且,只有在必需时才进行这样的校正,从而能够降低耗电量。

[0079] 该流量计包括一个用于检测电路的电源电压的电压传感器,其中当电压传感器的输出发生变化以便等于或大于设定值时,第二计时器由第一计时器校正。这样,即使在第二计时器具有根据电源电压的变化而改变的特性时,在出现电源电压变化的每一时间也能够校正第二计时器,而且,不必周期性进行校正,从而能够降低耗电量。

[0080] 本发明的流量计包括:流率测量单元,待测流体可流经这单元;一对超声波变换器,该变换器配置在流率测量单元中,用于传输/接收超声波;用于驱动超声波变换器之一的驱动器电路;与另一超声波变换器相连、用于检测超声波信号的接收检测电路;控制单元,该单元用于预定次数地控制驱动器电路,以便响应接收检测电路的输出而再次驱动超声波变换器;用于预定次数地测定经过时间的计时器;用于由计时器的输出计算流率的计算单元;以及用于顺序改变驱动器电路的驱动方法的周期性变化装置,其中控制单元控制变周期性稳定装置,以便使频率总是保持恒定。有了这种结构,即使在传播时间改变时,测量频率也总是恒定的。这样,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声总是在同一相出现,而无论传播时间是否变化。因此,测量误差可以保持恒定值。结果,即使在噪声具有非常长的周期时,也能够使流率测量稳定化。

[0081] 该控制单元包括由能够设置不同延迟时间的延迟单元形成的周期性稳定装置;并且控制单元通过开关延迟次数来改变驱动器电路的输出计时。由于通过改变延迟时间而使测量频率保持恒定,因此测量频率可以被稳定,而不会影响超声波变换器的驱动。

[0082] 控制单元控制驱动电路,以便使测量时间保持恒定。这样,测量频率可以保持恒定,而只需简单的计算,无需计算每次超声波传输的传播时间。

[0083] 附图的简要描述

[0084] 图 1 是按照本发明实施例 1 的流量计的方框图。

[0085] 图 2 是表示实施例 1 的流量计的操作过程的时序图。

[0086] 图 3 是用于表示实施例 1 的流量计的操作过程的不同波形图。

[0087] 图 4 是表示实施例 1 的流量计的操作过程的流程图。

[0088] 图 5 是表示实施例 1 的流量计的操作过程的流程图。

[0089] 图 6 是表示按照本发明实施例 2 的流量计的操作过程的流程图。

[0090] 图 7 是表示按照本发明实施例 3 的流量计的操作过程的方框图。

[0091] 图 8 是表示实施例 3 的流量计的操作过程的流程图。

[0092] 图 9 是表示实施例 3 的流量计的操作过程的另一流程图。

[0093] 图 10 是表示按照本发明实施例 4 的流量计的操作过程的方框图。

[0094] 图 11 是表示实施例 4 的流量计的操作过程的流程图。

[0095] 图 12 是表示按照本发明实施例 5 的流量计的操作过程的方框图;

[0096] 图 13 是表示按照本发明实施例 6 的流量计的操作过程的方框图。

- [0097] 图 14 是实施例 6 的流量计的结构图。
- [0098] 图 15 是表示实施例 6 的流量计的操作过程的时序图。
- [0099] 图 16 是表示实施例 6 的流量计的操作过程的另一时序图。
- [0100] 图 17 是表示实施例 6 的流量计的操作过程的流程图。
- [0101] 图 18 是表示实施例 6 的流量计的操作过程的另一流程图。
- [0102] 图 19 是实施例 6 的流量计的另一方框图。
- [0103] 图 20 是表示按照本发明实施例 7 的流量计的操作过程的时序图。
- [0104] 图 21 是表示按照实施例 7 的流量计的操作过程的流程图。
- [0105] 图 22 是表示按照本发明实施例 8 的流量计的操作过程的时序图。
- [0106] 图 23 是表示按照实施例 8 的流量计的操作过程的流程图。
- [0107] 图 24 是表示按照本发明实施例 9 的流量计的操作过程的方框图。
- [0108] 图 25 是表示按照实施例 9 的流量计的操作过程的时序图。
- [0109] 图 26 是表示按照本发明实施例 10 的流量计的操作过程的方框图。
- [0110] 图 27 是表示按照实施例 10 的流量计的操作过程的流程图。
- [0111] 图 28 是表示按照本发明实施例 11 的流量计的操作过程的时序图。
- [0112] 图 29 是表示按照本发明实施例 12 的流量计的操作过程的时序图。
- [0113] 图 30 是表示实施例 12 的流量计的操作过程的时序图。
- [0114] 图 31 是表示实施例 12 的流量计的操作过程的另一时序图。
- [0115] 图 32 是表示按照本发明实施例 13 的流量计的操作过程的时序图。
- [0116] 图 33 是表示按照本发明实施例 14 的流量计的操作过程的时序图。
- [0117] 图 34 是表示本发明实施例 15 的流量计的操作过程的流程图。
- [0118] 图 35 是表示本发明实施例 16 的流量计的操作过程的流程图。
- [0119] 图 36 是表示本发明实施例 17 的流量计的操作过程的流程图。
- [0120] 图 37 是表示本发明实施例 18 的流量计的操作过程的流程图。
- [0121] 图 38 是表示本发明实施例 19 的流量计的操作过程的流程图。
- [0122] 图 39 是表示本发明实施例 20 的流量计的操作过程的流程图。
- [0123] 图 40 是表示本发明实施例 21 的流量计的操作过程的流程图。
- [0124] 图 41 是表示按照本发明实施例 22 的流量计的操作过程的方框图。
- [0125] 图 42 是表示按照本发明实施例 23 的流量计的操作过程的方框图。
- [0126] 图 43 是表示按照实施例 23 的流量计的操作过程的流程图。
- [0127] 图 44 是表示实施例 23 的流量计的数字滤波处理的流程图。
- [0128] 图 45 是表示实施例 23 的流量计的操作过程的滤波特性图。
- [0129] 图 46 是表示本发明实施例 24 的流量计的操作过程的流程图。
- [0130] 图 47 是表示本发明实施例 25 的流量计的操作过程的流程图。
- [0131] 图 48 是表示本发明实施例 26 的流量计的操作过程的流程图。
- [0132] 图 49 是表示本发明实施例 27 的流量计的操作过程的流程图。
- [0133] 图 50 是表示本发明实施例 28 的流量计的操作过程的流程图。
- [0134] 图 51 是表示按照本发明实施例 29 的流量计的方框图。
- [0135] 图 52 是表示按照本发明实施例 30 的流量计的方框图。

- [0136] 图 53 是实施例 30 的流量计的周期性变化装置的方框图。
- [0137] 图 54 是表示实施例 30 的流量计的接收检测时序的时序图。
- [0138] 图 55 是表示按照本发明实施例 31 的流量计的方框图。
- [0139] 图 56 是实施例 31 的流量计的周期性变化装置的方框图。
- [0140] 图 57A 是本发明实施例 32 的流量计的周期性变化装置的方框图。
- [0141] 图 57B 是表示实施例 32 的流量计的接收检测时序的时序图。
- [0142] 图 58 是本发明实施例 33 的流量计的周期性变化装置的方框图。
- [0143] 图 59 是本发明实施例 34 的流量计的周期性变化装置的方框图。
- [0144] 图 60 是本发明实施例 35 的流量计的周期性变化装置的方框图。
- [0145] 图 61 是表示按照本发明实施例 36 的流量计的方框图。
- [0146] 图 62 是表示按照本发明实施例 36 的第一计时器和第二计时器的操作过程的附图。
- [0147] 图 63 是表示按照本发明实施例 37 的流量计的方框图。
- [0148] 图 64 是表示常规流量计的方框图。
- [0149] 图 65 是表示另一常规流量计的方框图。
- [0150] 图 66 是又一常规流量计的方框图。
- [0151] 图 67 是表示又一常规流量计的操作过程的流程图。
- [0152] 图 68 是表示一常规流量计的方框图。
- [0153] 完成本发明的最佳方式
- [0154] 以下,将参照附图对本发明的实施例进行描述。
- [0155] (实施例 1)
- [0156] 图 1 是表示按照本发明实施例 1 的流量计的方框图。在图 1 中,参考数字 117 是第一传输 / 接收装置,该装置配置在流路 116 中,并且通过将超声波的传输用作流体中的状态变化而作为传输 / 接收信号的传输 / 接收装置。参考数字 118 是作为传输 / 接收装置的第二传输 / 接收装置。参考数字 119 是用于反复在第一传输 / 接收装置 117 和第二传输 / 接收装置 118 之间进行信号传播的重复装置。参考数字 120 是时间测定装置,其用于测定在重复装置 119 的重复过程中所传播的超声波的传播时间。参考数字 121 是流率检测装置,其用于根据来自时间测定装置 120 的值而检测流率。参考数字 122 是次数改变装置,其用于相继改变预定的重复次数。另外,该流量计还包括:经过时间检测装置 123,其用于检测与重复单元 119 中重复传播的传播时间有关的中途 (halfway) 信息;频率检测装置 124,其用于根据来自经过时间检测装置 123 的信息来检测流率变化的频率;以及次数改变装置 122,其用于改变设置,以便使测定时间基本上为频率检测装置 124 所检测的一个频率周期的数倍。这里,数据保持装置 125 中所储存的数据保持传输 / 接收的一个传播时间,该传播时间已由经过时间检测装置 123 得到。通过将数据保持装置 125 所保存的数据与所测的传播时间数据进行比较,频率检测装置 124 检测频率。参考数字 126 是开关装置,其用于在第一变换器 117 与第二变换器 118 之间切换传输 / 接收操作。参考数字 127 是用于传输超声波信号的传输器。参考数字 128 是用于接收超声波信号的接收器。
- [0157] 下面,参考附图 2-5 描述该流量计的操作过程以及功能。如图 2 所示,在本发明的流量计中,响应一个重复启动信号而开始测定。一个输入信号被输入第一变换器,并且第

一变换器振动以传输超声波。该超声波被第二变换器接收。根据一个预定的时钟数,时间测定装置测定传输信号的传播时间。附图中的延迟时间是固定的等待时间,其用于等待声波的衰减。在将延迟时间和传播时间的计数值检测为  $C_i$  以后,将一个输入信号再次输入第一变换器中,以便传输声波,并且该声波被第二变换器接收。将该测定重复进行预定次数。将第二变换器接收的计数  $C_{i+1}$  与前一计数  $C_i$  进行比较,以便检测重复出现的流率变化频率。例如,如图 3 所示,比较流率变化点 V5 和 V6,计数  $C_5-C_6$  之间的差值是一个负值。然而,比较流率变化点 V6 和 V7,计数  $C_6-C_7$  之间的差值是一个正值。即,其符号反向。然后,当计数值之间的差值  $C_i-C_{i+1}$  再次从负值变为正值时,按照图 4 的流程图中所示的过程为每次重复测定时间,借此检测频率。

[0158] 图 4 的流程图表示频率检测的流程。具体地说,图 4 表示,保持一个时间测定计数是为了与下一时间测定计数进行比较,借此检测流率变化的改变。而且,如图 5 所示,在每次流率测定之前执行过程①和次数改变装置。以这种方式,检测频率,并且在该周期中,重复执行传播时间的测定。结果,不受变化的影响就可测定流率,这是因为即使在流量发生变化时,通过以一个变化周期为时间间隔进行测定而使所测的流率平均化。当不仅在一个周期内而且在多个周期内进行测定时,能够以更可靠的方式高度准确地进行流率测定。

[0159] 业已描述了利用计数值之间的差值的符号反向来检测频率的方法。然而,也可通过检测差值最大的点或通过检测对最接近所保存计数值的计数值再次计数的点来实现频率的检测。另外,业已描述了利用与一个保存数据进行比较的检测方法。然而,还可以通过如下方法检测频率:即,通过使用利用多个保存数据的自动相关或频率分析的方法,或者是通过如上所述得到多个保存数据之间的差值。

[0160] 这样,该流量计无需用于检测流量变化的装置,即,其结构可以被简化。在进行流率检测之前,根据时间测定装置的中途信息来检测频率,从而使用于重复测定的时间为一个变化频率周期的数倍。因此,可以更可靠的方式高度准确地进行流率测定。数据保持装置保存和比较每一时刻的时间测定信息,借此可以在每一时机检测频率。另外,通过相继改变重复次数,可以减小由流量变化的改变而导致的影响,结果,能够执行可靠的流率测定。再者,在进行流率测定之前,设置重复次数以使其为一个变化频率周期的数倍。这样,使流量的变化平均,并且其结果,能够以可靠的方式高度准确地进行流率测定。

[0161] (实施例 2)

[0162] 图 6 是表示按照本发明实施例 2 的流量计的操作过程的流程图。实施例 2 不同于实施例 1,其中实施例 2 的过程被结构化,使得依据频率检测装置得到的频率而测定的重复次数被用于下一流率测定中。实施例 2 中的流量计的结构与图 1 中所示的相同。

[0163] 如图 6 所示,测定从第一变换器传播的超声波的传播时间 T1,同时将此时测定装置的测定信息  $C_1$  储存在数据保持装置中。然后测定从第二变换器传播的超声波的传播时间 T2,并根据时间 T1 和 T2 计算流量速度和流率。然后,利用实施例 1 中所述的方法,根据所保存的时间测定信息  $C_1$  检测流量变化的频率,并且改变下一次测定的重复次数,以便在下次测定中反映出所检测的频率。

[0164] 以这种方式,所检测的流量变化频率可用于下一测定中,借此可以同时测定流率和频率。如果只为了检测变化频率,则不必重复测定超声波传播,因此,可以减小电流消耗。可以根据变化频率来设置重复次数,从而使该变化均化,且可以可靠的方式高度准确地测

定流率。

[0165] (实施例 3)

[0166] 图 7 是按照本发明实施例 3 的流量计的方框图。实施例 3 与实施例 1 不同,其中实施例 3 的流量计包括:流率变化识别装置 129,用于测定由流率检测装置 121 检测的流率变化的幅度;以及次数改变装置 122,用于改变重复次数,使得由流率变化识别装置 129 识别的流率变化减小,并使得流率变化识别装置 129 利用流率的标准偏差来进行操作。

[0167] 如图 8 的流程图所示,首先测定流率  $Q_i$ 。当该流率等于或大于 预定值  $Q_m$  时(例如 100 升/小时),重复次数保持不变。当该流率低于预定值  $Q_m$  时,根据所测流率  $Q_i$  之前的  $n$  个数据 ( $n$  pieces of data) 得到标准偏差  $H_i$ 。当标准偏差  $H_i$  等于或大于预定值  $H_m$  (例如 1 升/小时) 时,改变重复次数。此时,以一个预定值  $dK$  (例如两次) 从初始值  $K_0$  开始变化(增大)重复次数。当重复次数等于或大于预定次数  $K_m$  时,重新将重复次数设定到初始值并且再从第一值开始变化。

[0168] 以这种方式,只有当所测流率低于预定流率时,才改变重复次数,借此当流率较高时停止该过程,从而降低了耗电量。当标准偏差等于或大于预定值时,改变重复次数,以便使流率变化变小,从而即使在流量发生变化时,也能够以可靠的方式高度准确地执行流率测定。通过利用标准偏差来识别流率变化,能够正确地检测出变化。而且,以递增的方式逐渐改变重复次数,借此可以确定所必需的重复次数,这是因为由少次可以检查该重复数目。

[0169] 如图 9 所示,只有当测定流率等于或小于预定流率,并且标准偏差等于或高于预定值时,才操作重复次数改变装置,以便进一步限制执行改变次数的操作的次数,据此,可以减小耗电量。

[0170] 在上述方法中,以逐渐递增的方式改变次数。然而,如果当次数改变时标准偏差增大,则可以递减地改变次数。在这种情形中,当根据标准偏差的变化来控制次数变化的方向,即增或减时,能够以更可靠的方式进行测定。另外,当以电池作为流量计的电源时,可以减小耗电量,据此,能够长期使用流量计。

[0171] (实施例 4)

[0172] 图 10 是按照本发明实施例 4 的流量计的方框图。实施例 4 不同于实施例 1,其中实施例 4 的流量计包括异常识别装置 130 和流率管理装置 131。在执行作为预定过程的异常识别装置 130 的操作过程中,以及在执行流率管理装置 131 的操作过程中操作次数改变装置。

[0173] 如图 11 所示的流程图中,在执行异常识别装置 130 的操作过程中,以及在执行流率管理装置 131 的操作过程中改变重复次数。只有当必需时才改变重复次数,从而可以减小耗电量。也就是说,考虑到执行异常识别的紧急性,应该在短时间内测定流率。在按照流量变化执行的流率测定方法中,异常识别较慢。当在执行测定之前根据变化频率改变重复次数时,可以实现在短时间内进行测定。而且,为了管理下游侧使用什么负载,而执行流率管理。在短时间内检测并识别流率是必要的。类似于异常识别,在进行测定之前,为了符合变化频率而改变重复次数,借此可以在短时间内实现测定。

[0174] (实施例 5)

[0175] 图 12 是按照本发明实施例 5 的流量计的方框图。实施例 5 不同于实施例 1,其中传输/接收装置利用热量传播来检测流体状态的变化。参考数字 132 代表用于发热的加热

器,而参考数字 133 代表用于接收热量的温度传感器。

[0176] 也是在传输装置和接收装置都利用热量的情况下,可以根据热量传播时间的变化来检测变化频率,因此可以简化结构。而且,可以改变进行重复测定的次数。当重复测定次数为一个变化频率周期的数倍时,可以可靠的方式高度准确地进行流率测定。另外,依据流量变化的改变来改变相继重复的次数,并且迅速降低变化的影响,从而能够以可靠的方式进行流率测定。再者,进行流率测定之前,立即将重复次数设置成一个变化频率周期的数倍,据此,流量的变化被均化,从而可以可靠的方式高度准确地进行流率的测定。

[0177] (实施例 6)

[0178] 图 13 是按照本发明实施例 6 的流量计的方框图。在图 13 中,参考数字 223 代表第一压电变换器,其是位于流路 224 中并利用作为流体状态变化的超声波执行传输/接收的传输/接收装置的第一振动装置。参考数字 225 代表第二压电变换器,其是传输/接收装置执行超声波传输/接收的传输/接收装置的第二振动装置。参考数字 226 代表一个开关(切换装置),其用于切换第一压电变换器和第二压电变换器的传输/接收操作。参考数字 227 代表时间测定装置,其利用声音环绕方法测定超声波在第一压电变换器 223 和第二压电变换器 225 之间重复传输/接收的传播时间。参考数字 228 代表流率检测装置,其根据时间测定装置测得的值检测流率。参考数字 229 代表变化检测装置,其通过利用第一压电变换器 223 和第二压电变换器 225 来测定流路中的压力变化。参考数字 230 代表测定控制装置,其用于同步于变化检测装置检测出压力变化的时刻开始测定。

[0179] 测定控制装置 230 执行测定控制,以便在变化检测装置 229 的输出信号上升沿开始测定第一测定时间 T1,而在变化检测装置 229 的输出信号下降沿开始测定第二测定时间 T2。测定控制装置 230 执行测定开始控制,以便对于下一测定来说,在变化检测装置的输出信号下降沿进行第一测定时间 T1 的测定,而在变化检测装置的输出信号上升沿开始第二测定时间 T2 的测定。流率测定装置 228 在交替改变测定开始的同时,通过连续平均第一流率和第二流率来计算流率,其中第一流率是利用在前的第一测定时间 T1 和第二测定时间 T2 而得到的,第二流率是利用在后的第一测定时间 T1 和第二测定时间 T2 而得到的。参考数字 231 代表作为选择装置的选择开关,其用于在利用第二压电变换器的超声波传输/接收操作与压力变化检测操作之间进行切换。参考数字 232 代表超声波的传输器。参考数字 233 代表超声波的接收器。参考数字 234 代表用于执行声音环绕测定的重复装置。参考数字 235 代表操作检查装置,其用于检查第一压电变换器和第二压电变换器的操作。

[0180] 下面,参照图 14-19 描述流量计的操作和功能。在具有图 14 所示结构的流路中,超声波从第一压电变换器 223 到第二压电变换器 225 的传播时间 T1 为  $T1 = L / (C + V \cos \theta)$ 。超声波从第二压电变换器 225 到第一压电变换器 223 的传播时间 T2 为  $T2 = L / (C - V \cos \theta)$ 。这里, V 代表流路中的流体速度, C 代表声速,而  $\theta$  代表倾斜角度。利用 T1 和 T2 的倒数之差,由 T1 和 T2 得到流速度 V,参见下式:

$$[0181] \quad 1/T1 - 1/T2 = 2V \cos \theta / L$$

$$[0182] \quad V = (L/2 \cos \theta) \cdot (1/T1 - 1/T2)$$

[0183] 如果流路中具有压力变化,则按照压力变化来改变流速度。这样,如下表示 T1 和 T2:

$$[0184] \quad T1 = L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin(2 \pi f t))$$

$$[0185] \quad T_2 = L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin(2 \pi f t + \psi))$$

[0186] 其中  $f$  代表变化频率,  $u$  代表变化流速度, 而  $\psi$  代表  $T_1$  测定的初始时间与  $T_2$  测定的初始时间的差值 (相差)。如下表示  $T_1$  和  $T_2$  的倒数差:

$$[0187] \quad 1/T_1 - 1/T_2$$

$$[0188] \quad = (2V \cos \theta + u \cdot (\sin(2 \pi f t) + \sin(2 \pi f t + \psi))) / L$$

[0189] 当  $\psi = \pi$  时,  $\sin(2 \pi f t + \psi) = -\sin(2 \pi f t)$ 。即, 变化的影响可消除。这样,

$$[0190] \quad V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)。$$

[0191] 即, 当具有变化时可以测定流速度  $V$ , 而流率的测定可以考虑到流路的截面积。在以上的例子中, 已经描述了根据一个传输 / 接收操作的测定。然而, 在利用声音环绕的方法获得累计时间的情形中 (其中利用重复装置 234 重复测定传播时间), 如以下表达式所示, 可以相似地表示  $T_1$  和  $T_2$ :

$$[0192] \quad T_1 = \sum [L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin(2 \pi f t_i))] ]$$

$$[0193] \quad = \sum L / ( \sum (C + V \cos \theta) + \sum (u \cdot \sin(2 \pi f t_i)) )$$

$$[0194] \quad T_2 = \sum [L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin(2 \pi f t_i + \psi))] ]$$

$$[0195] \quad = \sum L / ( \sum (C + V \cos \theta) + \sum (u \cdot \sin(2 \pi f t_i + \psi)) )$$

$$[0196] \quad = \sum L / ( \sum (C + V \cos \theta) + \sum (u \cdot \sin(2 \pi f t_i + \phi)) )$$

[0197] 其中,  $i$  代表声音环绕的次数, 而  $\sum$  代表从  $i = 1$  至  $N$  的积分。声音环绕方法是一种重复超声波的传输 / 接收的方法, 借此得到较长的总传播时间, 因此增大了测定的准确度。这里, 省略了声音环绕方法的详细测定过程。

[0198] 由  $T_1$  和  $T_2$  的倒数差可以得到以下表达式:

$$[0199] \quad 1/T_1 - 1/T_2$$

$$[0200] \quad = ( \sum [2 V \cos \theta] + \sum (u \cdot (\sin(2 \pi f t) + \sin(2 \pi f t + \phi))) ) / \sum L$$

[0201] 当  $\phi = \pi$  时,  $\sin(2 \pi f t + \phi) = -\sin(2 \pi f t)$ 。即, 当利用声音环绕方法时可消除变化的影响。于是,

$$[0202] \quad V = (L / 2 \cos \theta) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

[0203] 即, 当具有变化时可以测定流速度  $V$ , 而流率的测定可以考虑到流路的截面积。

[0204] 当时间差  $\phi$  是  $\pi$  时, 参照图 15 来描述开始计时。通过用比较器比较和检测压力变化的交替分量的零交点, 可以获得变化检测装置 229 的输出信号。即, 在变化检测装置的输出信号的上升沿开始  $T_1$  的测定, 并针对声音环绕的预定次数测定累计时间  $T_1$ 。另一方面, 在变化检测装置 229 的输出信号的下降沿开始  $T_2$  的测定, 并针对声音环绕的相同预定次数测定累计时间  $T_2$ 。如图 15 所示, 在压力波形的 A、B 和 C 区域测定  $T_1$ 。在 F、G 和 H 区域测定  $T_2$ , 这些区域的振幅与 A、B 和 C 区域的振幅反相。这样, 可消除压力的变化。

[0205] 当压力变化显示正 - 负 (峰 - 峰) 对称波形时 (如图 15 所示), 可通过对每个  $T_1$  和  $T_2$  的单一测定操作, 来抵销这个变化。然而, 当压力变化显示正 - 负 (峰 - 峰) 不对称波形时 (如图 16 所示), 可通过适当改变测定开始的时间来抵销这个变化。即, 在变化检测装置 229 的输出信号的上升沿开始  $T_1$  的测定, 并测定预定声音环绕次数的累计时间  $T_1$ 。另一方面, 在变化检测装置 229 的输出信号的下降沿开始  $T_2$  的测定, 并测定声音环绕的相同预定次数的累计时间  $T_2$ 。然后, 在下一测定周期内, 在变化检测装置的输出信号的下降沿开始  $T_1$  的测定, 并为声音环绕的预定次数测定累计时间  $T_1$ 。另一方面, 在变化检测装置

229 的输出信号的上升沿开始 T2 的测定,而为声音环绕的相同预定次数测定累计时间 T2。参照图 16,在第一测定周期内,在 A、B 和 C 区测定 T1,在 F、G 和 H 区测定 T2。在第一测定周期之后,在 C 和 F 区之间的所测值的差  $C - (-F)$  被当成误差,这是因为 C 和 F 区的波形不同。在第二测定周期内,在具有相反波形的 H、I 和 J 区内测定 T1,在 K、L 和 M 区内测定 T2。在第二测定周期之后,在 J 和 M 区之间的所测值的差也被当成误差,这是因为 J 和 M 区的波形不同。在第二测定周期内,对从 M 区的上游 (upstream) 侧传输来的超声波进行测定,而对从 J 区的下游 (downstream) 侧传输来的超声波也进行测定。这样,所测值的信号被反向了。结果,在 J 和 M 区之间的所测值的差  $(-J - M)$  被当成误差。于是,如果考虑到  $C = M$  及  $F = J$ ,则当  $C - (-F)$  和  $(-J - M)$  相加并平均时,操作结果为零。即,压力变化被抵销了。显然,当在每次测定中交替改变超声波的传输方向时,可用恒定的时序来开始测定。在以上例子中,业已描述了两个测定周期的测定。然而,当压力变化的波形不对称并且比较复杂时,在根据波形的周期性连续改变开始测定的时间的同时,重复进行测定,借此使测定值均化,据此,能够将误差降至最小值。

[0206] 下面,参照图 17 和 18 的流程图描述测定的流程。在第一步骤,测定变化检测装置的信号是否在上升沿。当没有检测到上升沿时,重复测定,直至达到变化检测装置 229 的输出信号的上升沿为止。如果预定时间周期以后仍没有出现上升沿,则利用检测消除装置中断上升沿的检测。然后,进行第一测定时间 T1 和第二测定时间 T2 的测定。当检测到上升沿时,测定第一测定时间 T1。然后,确定变化检测装置 229 的信号是否在下降沿。当检测到下降沿时,进行第二测定时间 T2 的测定。如果在预定时间周期之后仍然没有出现下降沿,则利用检测消除装置中断下降沿的检测,并确定没有压力变化。然后,进行第二测定时间 T2 的测定。根据第一测定时间 T1 和第二测定时间 T2,计算流率  $Q(j)$ 。

[0207] 在下一测定周期内,如图 18 所示,以下降沿检测开始处理过程。执行下降沿检测步骤之后,测定第一测定时间 T1。此后,在执行上升沿检测步骤之后,测定第二测定时间 T2。根据第一测定时间 T1 和第二测定时间 T2,计算流率  $Q(j+1)$ 。在改变测定开始时间的同时,重复测定,并测定和连续平均第一流率  $Q(j)$  和第二流率  $Q(j+1)$ ,借此计算流率  $Q$ 。这样,测定值被均化,从而从原则上消除了误差。

[0208] 由于利用第二压电变换器 225 可以测定流路中的压力变化,因此需要提供一个压力传感器。这样,可以减小流量计的尺寸,并且可以简化流路的结构。另外,即使在压力发生变化时,也能够以可靠的方式高度准确地即时测定流率。当压力变化的改变被反向时,执行测定,借此压力变化和测定计时的相位可以平移。这样,可以偏移由于压力变化而导致的测定误差。而且,在每次测定中,进行测定的计时在正点和负点之间交替变化,从而即使当压力变化在高压侧和低压侧之间不对称时,也能够偏移压力变化的影响。而且,依据声音环绕方法重复进行测定,借此在单个测定周期内平均测定值。因此,能够以可靠的方式进行流率测定。另外,利用选择装置,可以选择第一和第二振动装置中的至少一个装置并用于压力检测。这样,可以实现流率测定和压力测定。在压力变化为零附近的点处检测变化,借此可以正确地掌握变化频率,并可偏移流率。即使在没有变化时,也可以在预定时间自动测定流率。压电变换器与振动检测装置一起使用。因此,超声波在用于传输/接收的同时,还可用于检测压力变化。而且,无需确保一个用于安装专用于压力检测的压力检测装置的地方,并且能够减小导致流体泄漏的部件数目。

[0209] 应该注意的是,即使在利用专用于压力检测的压力检测装置进行压力变化检测时(在该实施例中已经描述过该检测),也可以得到相同的功能效果。已描述过位于下游侧的第二压电变换器被用于压力检测的例子。然而,即使在配置在上游侧的第一压电变换器用于压力检测时,也能够得到相同的效果。而且,即使如图 19 所示,在上游侧的第一压电变换器和下游侧的第二压电变换器交替用于压力检测时,也能够得到相同的效果。另外,通过交替使用压电变换器,可以检查每个压电变换器的操作状态。即,当变化检测装置检测来自这两个压电变换器的相同信号频率时,可以确定这两个压电变换器在正常工作。

[0210] 在上述例子中,该流量计是为了一般目的的测定装置。然而,当本发明的流量计被用于气量计中时,该流量计可以配置在出现波动的管道中,例如使用汽机热泵的管道系统。而且,已经结合压力变化描述了该实施例。然而,显然对于流率变化,也能够获得相同的效果。

[0211] (实施例 7)

[0212] 图 20 是表示按照本发明实施例 7 的流量计的操作过程的时序图。实施例 7 不同于实施例 6,其中实施例 7 的流量计包括重复装置 234,其用于在数倍于一个变化频率周期的时间段内多次根据声音环绕方法进行信号的传输/接收。实施例 7 的流量计的结构如图 13 所示。

[0213] 在图 21 所示的例子中,以预定时间段(例如 2 秒)为区间开始测定。当达到预定时间时,利用变化检测装置 229 测定和检测变化频率。然后,设置声音环绕过程的次数,以便基本上符合变化频率。例如,通过用声速除以压电变换器之间的距离,可以计算一个传播所花费的时间,其中压电变换器传输/接收超声波。通过用所计算出的一次传播所花费的时间除以所测的频率,可以计算所需的声环绕过程的次数。在声环绕过程的次数的基础上重复流率的测定。在图 21 的步骤⑦,执行图 17 的过程⑦。

[0214] 以这种方式,改变声音环绕过程的次数,以便符合变化频率,借此可以测定变化频率的一个周期。因此,压力变化被均化,并且可以可靠的方式测定流率。在压力同步的同时进行该测定并且声音环绕过程的次数与数倍的声音环绕过程周期相符,借此可以更加可靠的方式进行流率测定。而且,由于利用压电变换器的信号可以检测压力同步,因此能够得到同步效果,即,可以检测变化频率,并且以可靠的方式进行流率测定。

[0215] 在图 20 中,已经描述了对两个周期的测定。然而,当传播距离较短时,为了增加测定的准确度,需要进行比预定次数多的声音环绕(sing-around)过程。因此,当从变化频率得到的声音环绕过程次数小于预定次数时,确定声音环绕过程的次数,以使其数倍于变化频率。

[0216] (实施例 8)

[0217] 图 22 是表示按照本发明实施例 8 的流量计的操作过程的时序图。实施例 8 不同于实施例 6,其中实施例 8 的流量计包括重复装置 234,其用于进行被传输/接收的超声波的测定,以便当变化检测装置 229 的输出进行预定变化时(例如当输出信号下降时),开始进行被传输/接收的超声波的测定,并重复声音环绕过程,直到变化检测装置的输出进行预定变化时(例如当输出信号下降时)。实施例 8 的流量计具有图 13 所示的结构。

[0218] 如图 23 所示,在测定开始时检测变化检测信号的上升沿,并开始声音环绕过程。然后,当变化检测信号再次上升时,停止声音环绕过程,并测定第一测定时间 T1。接着,在

测定开始时检测变化检测信号的下降沿,并开始声音环绕过程。然后,当变化检测信号再次下降时,停止声音环绕过程,并测定第二测定时间 T2。根据测定时间 T1 和 T2,计算流率。

[0219] 以这种方式,测定的开始和停止都与压力变化的频率相符合,因此,可以根据变化频率进行测定。这样,压力变化被平均,并以可靠的方式测定流率。

[0220] (实施例 9)

[0221] 图 24 表示的是按照本发明实施例 9 的流量计的结构。实施例 9 不同于实施例 6,其中实施例 9 的流量计包括:二位计数装置 236,其用于对变化检测装置 229 的输出信号的变化进行计数;以及流率检测装置 228,在该装置中进行测定,以便使计数装置 236 的计数值在第一时间测定和第二时间测定之间不同,并且只有当二位的所有组合都达到相同的次数时,才进行流率测定。该测定的时序图如图 25 所示。

[0222] 如图 25 所示,当以两个周期为单位重复变化时,例如,在计数装置的输出为 (1, 0) 并且变化检测装置的输出信号位于上升沿时开始 T1 的测定。在变化检测装置的后续下降沿开始 T2 的测定。这种测定在理论上可以表示成  $Q(i) = (A-B+C) - (-B+C-D) = A+D$ 。在下一测定周期内,在计数装置的输出为 (1, 1) 并且变化检测装置的输出信号处于下降沿时开始 T1 的测定。在变化检测装置的后续上升沿开始 T2 的测定。这种测定在理论上可以表示成:  $Q(i+1) = (-B+C-D) - (C-D+A) = -A-B$ 。后续的测定在理论上可以表示成:  $Q(i+2) = (C-D+A) - (-D+A-B) = C+B$ ; 以及  $Q(i+3) = (-D+A-B) - (A-B+C) = -C-D$ 。这样,  $Q(i)+Q(i+1)+Q(i+2)+Q(i+3) = 0$ 。即,压力的变化被消除了。

[0223] 在上述例子中,已经描述了四个测定周期的测定。然而,当压力变化的波形不对称并复杂时,在依据波形的周期性连续改变开始测定的时间的同时,重复进行测定,借此均化所测值,以将误差减到最小值。由于可以在所有变化时刻执行测定,从而实现了所测值的平均化,并且可以可靠的方式测定流率。

[0224] (实施例 10)

[0225] 图 26 表示的是按照本发明实施例 10 的流量计的结构。实施例 10 不同于实施例 6,其中实施例 10 的流量计包括:频率检测装置 237,其用于检测变化检测装置 229 的信号频率;以及测定控制装置 230,其用于只在由频率检测装置 237 所检测的频率等于预定频率时,才开始测定。

[0226] 如图 27 所示,只有当变化检测装置 229 的信号等于预定频率  $T_m$  时,才开始测定。利用这种结构,即使当频率发生变化时,也能够在预定变化频率进行测定。即使利用图 25 所示的波形,只要检测到频率,就可以只为特定压力变化测定流率。这样,即使在压力变化频率不同时,也可以可靠的方式在短时间内测定流率。以一个时间间隔(例如 2 毫秒)检测流率,借此使测定赋予弹性,从而无需中断,可以连续测定。

[0227] (实施例 11)

[0228] 图 28 表示的是按照本发明实施例 11 的流量计的结构。实施例 11 不同于实施例 6,其传输/接收装置利用热传播来检测流体的状态变化。参考数字 238 代表用于发热的加热器,参考数字 239 代表用于接收热量的第一温度传感器,而参考数字 240 代表用于接收热量的第二温度传感器。第二温度传感器 240 本身发热并根据自身的电阻值变化来检测流体的状态变化。

[0229] 当然,第二温度传感器也被用作热传输/接收装置,借此可以检测流体的状态变

化即流速的变化或压力变化。而且,与检测到的变化同步地进行一个测定周期的测定。因此,可以用与以前实施例所述的类似可靠方式高度准确地进行类似测定。

[0230] (实施例 12)

[0231] 图 29 是按照本发明实施例 12 的流量计的方框图。在图 29 中,参考数字 323 代表第一压电变换器,它是配置在流路 324 中并利用超声波作为流体状态变化执行传输/接收的传输/接收装置的第一振动装置。参考数字 325 代表第二压电变换器,它是执行超声波的传输/接收的传输/接收装置的第二振动装置。参考数字 326 代表一个开关(切换装置),其用于切换第一压电变换器和第二压电变换器的传输/接收操作。参考数字 327 代表时间测定装置,其用于测定超声波在第一压电变换器 323 和第二压电变换器 325 之间重复传输/接收的传播时间。参考数字 328 代表流率检测装置,其用于根据时间测定装置所测的值来检测流率。参考数字 329 代表压力变化检测器,其用于检测流路 324 中的压力变化的变化检测装置。参考数字 330 代表同步脉冲输出装置,其用于将压力变化检测器 329 的压力信号转换成数字信号的变化检测装置。参考数字 331 代表测定控制装置,其用于控制测定,以便与变化检测装置检测的压力变化时刻同步。参考数字 332 代表用于超声波信号的传输/接收装置的传输器。参考数字 333 代表一个用作超声波信号的传输/接收装置的接收器。参考数字 334 代表用于重复超声波的传输/接收的重复装置。参考数字 335 代表用于监测测定控制装置异常的测定监测装置。

[0232] 下面,参照图 14、30 和 31 描述流量计的操作和功能。在具有图 14 所示结构的流路中,超声波从第一压电变换器 323 到第二压电变换器 325 的传播时间  $T_1$  为  $T_1 = L / (C + V \cos \theta)$ 。超声波从第二压电变换器 325 到第一压电变换器 323 的传播时间  $T_2$  为  $T_2 = L / (C - V \cos \theta)$ 。这里, $V$  代表流路中的流速度, $C$  代表声速,而  $\theta$  代表倾斜角度。利用  $T_1$  和  $T_2$  的倒数差,通过变换以上表达式,根据  $T_1$  和  $T_2$  可以得到流速度  $V$ ,参见下式:

$$[0233] \quad V = (L/2 \cos \theta) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

[0234] 如果流路中具有压力变化,则根据压力变化来改变流速度。这样,如下表示  $T_1$  和  $T_2$ :

$$[0235] \quad T_1 = L / (C + V \cos \theta + u \cdot \sin(2 \pi f t))$$

$$[0236] \quad T_2 = L / (C - V \cos \theta - u \cdot \sin(2 \pi f t + \phi))$$

[0237] 其中  $f$  代表压力的变化频率, $u$  代表变化的流速度,而  $\phi$  代表  $T_1$  测定的初始时间与  $T_2$  测定的初始时间的差值(相差)。如下表示  $T_1$  和  $T_2$  的倒数差:

$$[0238] \quad 1/T_1 - 1/T_2$$

$$[0239] \quad = (2V \cos \theta + u \cdot (\sin(2 \pi f t) + \sin(2 \pi f t + \phi))) / L$$

[0240] 当  $\phi = \pi$  时,  $\sin(2 \pi f t + \phi) = -\sin(2 \pi f t)$ 。即,变化的影响可消除。这样,

$$[0241] \quad V = (L/2 \cos \theta) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

[0242] 即,当具有变化时可以测定流速度  $V$ ,而流率的测定可以考虑到流路的截面积。这样,当  $\phi = \pi$  时,在检测压力变化的同时测定了流率的测定控制装置能以可靠的方式高度准确地测定流率,而不受压力变换的影响。在以上的例子中,已经描述了根据单一传输/接收操作的测定。然而,显而易见的是,在利用一种方法得到累计时间的情形中(在该方法中利用重复装置 234 重复测定传播时间),也能够类似地获得流率。

[0243] 如图 30 所示,当到预定时间时(例如每 2 秒),测定控制装置 331 输出测定启动信

号,并且等待同步脉冲输出装置的输出信号变化,该变化的阈值是压力变化穿过零的点。其次,当同步脉冲输出装置 330 的输出信号的下降信号作为第一输出信号输出时,开始第一测定时间 T1 的测定,并重复传播时间的测定,直到同步脉冲输出装置 330 的输出信号的上升信号作为第二输出信号输出为止。在下一测定周期内,当同步脉冲输出装置 330 的输出信号的上升信号作为第一输出信号输出时,开始第一测定时间 T1 的测定,并重复传播时间的测定,直到同步脉冲输出装置 330 的输出信号的下降信号作为第二输出信号输出为止。然后,利用流率检测装置 328 将时间测定装置 327 得到的测定时间 T1 和 T2 转变成流率,并完成流率的测定。

[0244] 如图 31 所示,当到预定时间时,测定控制装置 331 输出测定启动信号。然而,当预定时间段之后,同步脉冲输出装置 330 的输出信号没有发生变化时,测定控制装置 331 自动输出测定启动信号,并按照预定重复次数(例如 256 次)进行测定。例如,在以 2 秒钟间隔进行测定并且压力变化在 10Hz-20Hz 范围内的情形中,将作为等待时间的预定时间段设定在 0.1 秒-2 秒的范围内。然而,在这种情形中,优选的是,选择 1 秒作为最佳值。而且,将预定重复次数设定在 2 次-512 次的范围内。然而,在这种情形中,优选的是,按照压力变化频率选择一个最佳值。

[0245] 这样,即使在测定启动信号输出之后没有出现压力变化时,预定时间段后也能开始测定,借此当需要进行流率测定时可以保证执行流率的测定。例如,在气量计的流量计中,当发生地震时测定是否有气流。即使在地震发生时流量计等待压力变化出现、由于压力变化异常不能得到同步脉冲输出信号的时候,也能够自动进行流率测定,因此可以克服任何异常。

[0246] 在以上的例子中,已经描述了作为流路中的压力变化的变化。然而,显而易见的是,即使在流速度变化时,也能够利用流速度变化检测装置得到相同的效果。

[0247] (实施例 13)

[0248] 图 32 是表示按照本发明实施例 13 的流量计的操作过程的时序图。实施例 13 不同于实施例 12,其中实施例 13 的流量计包括测定监测装置 335,其中当来自测定控制装置 331 的指令发布之后在预定时间段之内没有发布启动信号时,直到来自测定控制装置的下一指令发布之前,不进行测定。实施例 13 的结构如图 29 所示。

[0249] 如图 32 所示,当到预定测定时间时,测定控制装置 331 输出测定启动信号。然而,当等待预定时间段的这样一个变化之后,同步脉冲输出装置的输出信号没有发生变化时,测定监测装置 335 指导测定控制装置 331 停止等待同步脉冲信号的变化。测定控制装置 331 等待下一测定时间(例如 2 秒钟后)。这里,如果以 2 秒钟间隔进行测定,并且压力变化在 10Hz-20Hz 的范围内,则作为等待时间的预定时间段可以设定在 0.1 秒-2 秒的范围内。然而,在这种情形中,优选的是,选择 1 秒作为最佳值。

[0250] 如上所述,当测定启动信号发布以后没有出现压力变化时,预定时间段流逝之后停止等待变化,并且不进行流率测定,借此可以避免准确度低的流率测定。在图 32 中,示出了测定第一传播时间 T1 的时间。然而,如果当测定第二传播时间 T2 时没有出现同步脉冲,则测定 T1 的时间与测定 T2 的时间之间的间隔变得相当长,据此,测定的准确度减小了。这种准确度减小的测定能够避免。而且,由于在发布下一测定指令之前测定操作一直暂停,因此避免了不必要的测定,并且可以减小耗电量。例如,在用于控制安全功能的微机由电池驱

动的气量计中,耗电量降低了,据此,能够获得较长的寿命。

[0251] (实施例 14)

[0252] 图 33 是表示按照本发明实施例 14 的流量计的操作过程的时序图。实施例 14 不同于实施例 12,其中实施例 14 的流量计包括测定监测装置 335,其中当在启动信号发布之后的一段预定时间段内没有发布结束信号时,可结束超声波的接收,并再次输出启动信号。实施例 14 的流量计的结构如图 29 所示。

[0253] 如图 33 所示,当到预定测定时间时,测定控制装置 331 输出测定启动信号,并在同步脉冲输出装置的输出信号下降沿据此第一输出信号,以便开始测定。其次,当一段预定时间之后,同步脉冲输出装置的输出信号的第二输出信号(下降沿)没有出现时,等待同步脉冲信号结束,并再次输出测定的启动信号。这里,如果以 2 秒钟间隔进行测定,并且压力变化在 10Hz-20Hz 的范围内,则作为等待时间的预定时间段可以设定在 0.1 秒-2 秒的范围内。然而,在这种情形中,优选的是,选择 1 秒作为最佳值。选择 1 秒钟,即使再次进行测定(重新测定),也能够 在 2 秒钟之后下一测定时间达到之前完成测定。如果重新测定过程中没有出现第二输出信号,那么操作就等待下一测定时间的到来。

[0254] 如上所述,当测定开始以后没有出现压力变化时,预定时间段之后停止等待变化,并且不进行流率测定,借此可以避免不准确的流率测定。而且,由于重新测定,可以避免某一周期测定数据的缺乏,并且可以顺利地 进行测定过程例如平均化,借此能够改进所测流率值的准确性。另外,没有关于测定结束的指令,时间测定装置会进行错误的测定,并且测定的准确度下降了。可以避免这种准确度低的测定。而且,强制结束测定,借此由于等待结束指令而不会停止测定过程。这样,该过程可进行到后一步骤。因此,可以可靠的方式进行测定操作。

[0255] (实施例 15)

[0256] 图 34 是表示按照本发明实施例 15 的流量计的操作过程的流程图。实施例 15 不同于实施例 12,其中实施例 15 的流量计包括测定监测装置 335,其中当启动信号发布之后的预定时间段 T 之内没有发布结束信号时,结束超声波的接收,并放弃所测的数据。实施例 15 的流量计的结构如图 29 所示。

[0257] 如图 34 所示,在输出信号输出之后,当经过预定时间 T(例如 0.5 秒)之后表示一个周期结束的第二输出信号还没有发布时,结束重复超声波的传输/接收,并且放弃以前测定的数据。然后,在暂停一个预定时间段之后,重新开始测定。

[0258] 如上所述,当测定没有成功时,放弃所测数据,借此可以只利用高度准确测定的数据,并以可靠的方式进行测定操作。另外,无需储存所测数据,据此,可以降低测定的耗电量。而且,通过监测预定时间 T 是否比一个周期性测定循环(例如 2 秒)长,可以进行测定,以便测定时间不互相重叠。即使当由于温度变化而导致超声波的传播时间不同时,也可以通过控制相同的预定时间 T 管理测定操作。

[0259] (实施例 16)

[0260] 图 35 是表示按照本发明实施例 16 的流量计的操作过程的流程图。实施例 16 不同于实施例 12,其中实施例 16 的流量计包括测定监测装置 335,其中当重复次数等于或大于预定次数 N1 时,结束超声波的接收,并放弃所测数据。实施例 16 的流量计的结构如图 29 所示。

[0261] 如图 35 所示,当第一输出信号输出后,如果超声波的传输 / 接收重复预定次数  $N_1$  (例如 512 次) 或更多次时,没有发布表示一个周期结束的第二输出信号,那么结束重复超声波的传输 / 接收,并放弃以前测定的数据。然后,在暂停一个预定时间段之后,重新开始测定。

[0262] 如上所述,当测定不成功时,放弃所测数据,借此可以只利用高度准确测定的数据,并以可靠的方式进行测定操作。另外,无需储存所测数据,据此,可以降低测定的耗电量。而且,即使当由于温度变化而导致超声波的传播时间不同时,也可以通过控制重复次数单独进行传播时间的测定,直到重复次数的限度为止。

[0263] (实施例 17)

[0264] 图 36 是表示按照本发明实施例 17 的流量计的操作过程的流程图。实施例 17 不同于实施例 12,其中实施例 17 的流量计包括测定监测装置 335,其中当重复次数等于或小于预定次数  $N_2$  时,放弃所测数据,并再次输出启动信号。实施例 17 的流量计的结构如图 29 所示。

[0265] 如图 36 所示,在根据变化频率进行的预定测定中,当重复次数等于或小于预定次数  $N_2$  (例如 100 次) 时,放弃以前测定的数据。然后,在暂停一个预定时间段之后,重新开始测定。

[0266] 即使在测定正确进行时,如果重复次数等于或小于预定次数,则可能不正确地掌握压力变化。在这种情形中,放弃所得到的数据并再次进行测定,这可能是由于测定的进行超过了一个周期。因此,能够以可靠的方式进行测定操作。另外,无需储存所测数据,据此,可以降低测定的耗电量。

[0267] (实施例 18)

[0268] 图 37 是表示按照本发明实施例 18 的流量计的操作过程的流程图。实施例 18 不同于实施例 12,其中实施例 18 的流量计包括测定监测装置 335,其中当重复次数等于或小于预定次数  $N_2$  时,放弃所测数据,并再次输出启动信号。当同步脉冲输出装置 330 的信号到达第二周期并使测定持续到结束信号发布时,用作变化检测装置的同步脉冲输出装置 330 输出第二输出信号,从而发布第二周期结束的指示信号。实施例 18 的流量计的结构如图 29 所示。

[0269] 如图 37 所示,在根据变化频率进行的预定测定中,当重复次数等于或小于预定次数  $N_2$  (例如 100 次) 时,放弃以前测定的数据。然后,在暂停一个预定时间段之后,当同步脉冲输出装置 330 的信号到达第二周期时输出第二输出信号,而且重新开始测定并持续到第二周期的结束信号发布为止。

[0270] 即使在测定正确进行时,如果重复次数等于或小于预定次数,则可能不正确地掌握压力变化。在这种情形中,放弃所得到的数据并再次进行测定,这可能是由于测定的执行超过了一个周期。因此,能够以可靠的方式进行测定操作。另外,由于重新测定超过了两个周期,因此由于该长时间的测定而改善了测定的准确度。

[0271] (实施例 19)

[0272] 图 38 是表示按照本发明实施例 19 的流量计的操作过程的流程图。实施例 19 不同于实施例 12,其中实施例 19 的流量计包括测定监测装置 335,其中当测定的第一重复次数  $N_3$  与测定的第二重复次数  $N_4$  之间的差等于或大于预定次数时,再次输出启动信号,并且

在第一重复次数的测定中,超声波是从一对传输/接收装置中的第一传输/接收装置传输到第二传输/接收装置,而在第二重复次数的测定中,超声波是从第二传输/接收装置传输到第一传输/接收装置。实施例 19 的流量计的结构如图 29 所示。

[0273] 如图 38 所示,在根据变化频率进行的预定测定中,当第一重复次数  $N_3$  与第二重复次数  $N_4$  之间的差等于或大于预定次数  $M$  (例如 10 次) 时,放弃以前测定的数据。然后,在暂停一个预定时间段之后,重新开始测定。

[0274] 即使在测定正确进行时,如果第一重复次数  $N_3$  与第二重复次数  $N_4$  之间的差较大,则可能不正确地掌握压力变化,或者压力变化的频率改变了。若如此,测定结果就不正确了。于是,放弃所得到的数据并再次进行测定,借此,能够以可靠的方式进行测定操作。

[0275] (实施例 20)

[0276] 图 39 是表示按照本发明实施例 20 的流量计的操作过程的流程图。实施例 20 不同于实施例 12,其中实施例 20 的流量计包括重复装置 334,其用于设定重复次数,以便使测定的第一重复次数  $N_3$  与测定的第二重复次数  $N_4$  相等,并且在第一重复次数的测定中,超声波是从一对传输/接收装置中的第一传输/接收装置传输到第二传输/接收装置,而在第二重复次数的测定中,超声波是从第二传输/接收装置传输到第一传输/接收装置。实施例 20 的流量计的结构如图 29 所示。

[0277] 如图 39 所示,在根据变化频率进行的预定测定中,使测定进行第二重复次数,而该次数等于第一重复次数。即,使第二测定进行第一重复次数  $N_3$ ,借此,即使在压力变化频率急剧改变时,也能够进行测定,而不会导致真实值与测定值之间具有较大的差值。

[0278] 这样,即使在压力变化频率急剧改变时,也能够进行流率测定。例如,在气量计的情形中,需要保证安全进行流率测定的时间。即使在压力变化频率急剧改变时,也能够如上所述进行测定,借此可以快速确定所测值是否在预定流率附近。

[0279] (实施例 21)

[0280] 图 40 是表示按照本发明实施例 21 的流量计的操作过程的流程图。实施例 21 不同于实施例 12,其中实施例 21 的流量计包括测定监测装置 335,其用于监测测定操作,以便将再次输出启动信号的次数限定为预定次数  $C$ ,从而不会永久地重复启动信号的输出。实施例 21 的流量计的结构如图 29 所示。

[0281] 如图 40 所示,当根据压力变化的测定失败后再次进行测定时,限制重新进行测定的次数  $C$  (例如不超过 2 次),借此避免永久地重复启动信号的输出。结果,能够以可靠的方式进行流率的测定。

[0282] (实施例 22)

[0283] 图 41 是表示按照本发明实施例 22 的流量计的方框图。实施例 22 不同于实施例 12,其中在实施例 22 中,利用热量传播检测流体状态的变化。参考数字 336 代表用于发热的加热器。参考数字 337 代表用于接收热量的温度传感器。

[0284] 即使在使用作为热传输接收装置的温度传感器时,也能够以与上述那些实施例类似的高准确度连续进行流率的测定,这是因为测定监测装置检测每个异常情况,并根据所测的异常情况执行不同的处理过程。

[0285] (实施例 23)

[0286] 图 42 是表示按照本发明实施例 23 的流量计的方框图。在图 42 中,参考数字 415

代表用于检测瞬时流率的超声波流率检测装置；参考数字 416 代表用于以脉冲的方式确定流率值是否改变的波动确定装置；参考数字 417 代表流率计算装置，用于根据波动确定装置的测定结果利用不同的装置计算流率值；以及参考数字 418 代表用于对流率值进行数字滤波处理的滤波处理装置。

[0287] 下面，参照图 43-45 描述该流量计的操作和功能。如图 43 所示，在本发明的流量计中，当由超声波流率检测装置测定的瞬时流率  $Q(i)$  与前一次测定的瞬时流率  $Q(i-1)$  之间的差等于或大于预定值（例如 1 升 / 小时）时，波动确定装置确定存在一个脉冲。当具有脉冲时，根据脉冲幅度改变用于滤波处理的滤波系数。当没有脉冲时，不进行滤波处理，并且将瞬时流率值看作稳定流率。这里，根据图 3 所示的流程进行数字滤波处理并表达成例如以下表达式： $D(i) = \alpha \cdot D(i-1) + (1-\alpha) \cdot Q(i)$ ，其中  $\alpha$  表示滤波系数， $Q(i)$  表示第  $i$  个瞬时流率，而  $D(i)$  表示滤波处理之后将得到的稳定流率。这种滤波器具有图 45 所示的低通滤波器的特性。当滤波系数接近于 1（一般为 0.999）时，滤波器只允许低频分量通过。这样，滤波能除去变动值，使其不能通过滤波器。当变化幅度小时，选择滤波系数  $\alpha_2$ （一般  $\alpha_2 = 0.9$ ），并且利用这种不严格的滤波特性得到改进的对流率变化的响应特性从而能够快速克服流率的变化。而且，当变化幅度较大时，选择滤波系数  $\alpha_1$ （一般  $\alpha_1 = 0.9999$ ），并且利用及其低通的滤波特性减小流率值的变化。

[0288] 另外，由以下表达式可以得到脉冲分量  $A(i)$ ： $A(i) = Q(i) - D(i)$ ，而  $A(i)$  可用作变化幅度。

[0289] 于是，当脉冲幅度等于或大于预定值时进行滤波处理，借此可以除去变化分量。因此，即使在脉冲出现时，也能够利用一个超声波流率测定装置进行稳定流率的测定。另外，通过滤波处理可以进行与均化过程相等同的计算，而无需大量的存储器来储存数据。而且，可以通过改变一个变量即滤波系数  $\alpha$  来自由调整滤波特性。这样，根据脉冲幅度可以调整滤波特性。而且，当出现脉冲时，选择锐截止滤波特性以实现较大的脉冲稳态，并且只在出现脉冲时才能够进行滤波处理。另外，根据脉冲的变化幅度进行判定，借此根据脉冲的变化幅度来调整滤波处理。而且，由于根据变化幅度来调整滤波特性，因此当变化小时，选择按照流率变化允许快速改变的张弛（relaxed）滤波特性，而当变化大时，选择锐截止滤波特性，以便由于脉冲而导致的流率变化可以明显减小。

[0290] 在该实施例中，所描述的数字滤波处理方法如图 44 所示。然而，利用其它滤波处理方法也能够得到相同的效果。

[0291] 在以上的例子中，流量计是一种用于一般目的的测定装置。然而，当该实施例的流量计用于气量计中时，该流量计可以配置在出现波动的流路管中，例如使用汽机热泵的管道系统。

[0292] （实施例 24）

[0293] 图 46 是表示按照本发明实施例 24 的流量计的操作过程的流程图。实施例 24 不同于实施例 23，其中实施例 24 的流量计包括脉冲幅度检测装置，用于根据两个流率值检测脉冲的变化幅度，这两个流率值已经在改变滤波系数  $\alpha$  的同时接受了滤波处理。

[0294] 如图 46 所示，已经经过滤波系数为  $\alpha_1$ （例如  $\alpha_1 = 0.999$ ）的滤波处理的第一流率值与已经经过滤波系数为  $\alpha_2$ （例如  $\alpha_2 = 0.9$ ）的滤波处理的第二流率值之差大于预定值（例如 1 升 / 小时），逐渐减小较大的滤波系数  $\alpha_1$ ，以使流率值在稳定流率计算之后迅

速变得稳定。当  $1 > \alpha_1 > \alpha_2 > 0$  时执行这种处理。

[0295] 当使用已经以较大滤波系数经过了滤波处理的稳定流率值时,在脉冲导致流率变化时减小对流率变化的响应特性。然而,通过利用两个滤波器进行处理,即使波动出现时流率急剧变化,利用以较小流率系数计算出的流率也能够快速处理这种变化。

[0296] (实施例 25)

[0297] 图 47 是表示按照本发明实施例 25 的流量计的操作过程的流程图。实施例 25 不同于实施例 23,其中只有当由瞬时流率检测装置检测的流率值较低时,才进行滤波处理。

[0298] 如图 47 所示,当由超声波流率测定装置测定的瞬时流率小于预定流率(120 升/小时)时,即使在出现脉冲时也能够正确测定稳定的流率。另外,当由超声波流率测定装置测定的瞬时流率等于或大于预定流率时,由于波动而导致的流率测定变化幅度的比值较小。于是,可以正确进行流率的测定,而无需滤波处理。而且,由于流率较小,利用较大(例如  $\alpha = 0.999$ )的滤波系数  $\alpha$  进行滤波处理。

[0299] 如上所述,只有当流率低时才进行滤波处理。因此,当流率高时可迅速处理流率的变化,并且使流率低时所导致的波动影响明显减小。

[0300] (实施例 26)

[0301] 图 48 是表示按照本发明实施例 26 的流量计的操作过程的流程图。实施例 26 不同于实施例 23,其中滤波处理装置依据流率值调整滤波特性。

[0302] 如图 48 所示,当由超声波流率测定装置测定的瞬时流率等于或大于预定值(例如 120 升/小时)时,选择滤波系数  $\alpha_1$ (例如  $\alpha_1 = 0.9$ ),而当瞬时流率小于预定值时,选择滤波系数  $\alpha_2$ (例如  $\alpha_2 = 0.999$ )。当流率低时,增大滤波系数  $\alpha_2$ ,以使主要测定稳定流率。例如,当该流量计用于气量计中时,可以正确执行泄漏检测、安装确定和导气喷咀定位(pilot-burner registration)。另一方面,当流率高时,减小滤波系数  $\alpha_1$ ,以根据流率变化迅速调整测定,借此改进对总流率的响应特性。

[0303] 如上所述,根据流率值调整滤波特性。当流率较低时进行滤波处理而当流率较高时可以迅速处理流率的变化。除此之外,当流率较低时,可以显著减小波动的影响。结果,当流率较高时,可以提高响应特性,而当流率较低时,可以减小波动。

[0304] (实施例 27)

[0305] 图 49 是表示按照本发明实施例 27 的流量计的操作过程的流程图。实施例 27 不同于实施例 23,其中滤波处理装置以超声波流率测定装置的流率测定时间为时间间隔调整滤波特性。

[0306] 如图 49 所示,当超声波流率测定装置测定流率所用的时间段长(例如 12 秒)时,利用一个较小值作为滤波处理的滤波系数  $\alpha_1$ (例如  $\alpha_1 = 0.9$ )。当超声波流率测定装置测定流率所用的时间段短时,利用一个较大值作为滤波处理的滤波系数  $\alpha_2$ (例如  $\alpha_2 = 0.999$ )。

[0307] 根据流率检测所用的时间段长度来调整滤波特性。当测定时间段短时,使用张弛滤波特性,而当测定时间段长时,使用锐截止滤波特性,借此可以减小滤波特性的变化。

[0308] (实施例 28)

[0309] 图 50 是表示按照本发明实施例 28 的流量计的操作过程的流程图。实施例 28 不同于实施例 23,其中调整滤波特性,以使由稳定流率计算装置计算的流率值的变化幅度在

预定范围内。

[0310] 如图 50 所示,当滤波处理之后由稳定流率计算过程得到的流率变化值等于或大于预定值(例如 1 升/小时)时,增大滤波系数  $\alpha$ ,以便控制测定,从而减小流率的变化。当流率的变化值小于预定值时,减小滤波系数  $\alpha$ ,并且在流率变化被克服的状态下进行滤波处理。

[0311] 适当调整滤波特性,以使稳定流率计算装置之后得到的变化值在预定范围内,借此总是将流率变化减小到等于或小于预定值。

[0312] 按照流率的变化值改变滤波系数的增量。当变化幅度大时,滤波系数的增量增大。当变化幅度小时,滤波系数的增量减小。利用这种安排,可以平滑地减小流率的变化。

[0313] (实施例 29)

[0314] 图 51 是表示按照本发明实施例 29 的流量计的方框图。实施例 29 不同于实施例 23,其中在实施例 29 中,用基于热的流率检测装置 419 代替瞬时流率检测装置。

[0315] 如图 51 所示,即使在使用基于热的流率检测装置 419 时,如果存在压力变化的话,所测的流率由于压力变化而改变。然而,利用实施例 23-28 描述的方法可以得到相同的效果,并且能够以可靠的方式高度准确地测定流率。

[0316] (实施例 30)

[0317] 图 52 是表示按照本发明实施例 30 的流量计的方框图。

[0318] 实施例 30 的流量计包括:待测流体可从其中穿过的流率测定单元 500;一对配置在流率测定单元 500 中并传输/接收超声波的超声波变换器 501 和 502;用于驱动超声波变换器 502 的驱动器电路 503;与超声波变换器 503 相连并检测超声波信号的接收检测电路 504;用于测定超声波信号的传播时间的计时器 505;用于控制驱动器电路 503 的控制单元 507;用于根据计时器的输出而计算流率的计算单元 506;以及用于顺序改变驱动器电路 503 的驱动方法的周期性变化装置 508。实施例 30 不同于那些常规的例子,其中实施例 30 的流量计包括周期性变化装置 508。图 53 示出了周期性变化装置 508 的详细结构。参考数字 510 代表第一振荡器,其中产生 500KHz 的振荡信号。参考数字 511 代表第二振荡器,其中产生 520KHz 的振荡信号。参考数字 512 代表开关装置,其依据控制单元 507 的输出或者选择第一振荡器 510 的输出,或者选择第二振荡器 511 的输出,以将所选择的输出输送给驱动器电路 503。

[0319] 首先,控制单元 507 将开关信号输送给开关装置 512,从而选择第一振荡器 510。其次,计时器 505 开始时间测定,同时控制单元 507 将传输启动信号输送给驱动器电路 503。接收到传输启动信号,驱动器电路 503 利用从开关装置 512 输入的 500KHz 的振荡信号驱动超声波变换器 502。此后进行的操作与那些常规例子一样。接着,控制单元 507 将开关信号输送给开关装置 512,从而选择第二振荡器 511。然后,类似于前面的流率测定,开始计时器 505 的测定,同时控制单元 507 将传输启动信号输送给驱动器电路 503。接收到传输启动信号,驱动器电路 503 用从开关装置 512 输入的 520KHz 的振荡信号驱动超声波变换器 501。

[0320] 此后,连续交替地执行上述操作,从而测定流率。图 54 示出了该测定的接收检测时序。如该图中所示,接收 500KHz 信号和 520KHz 信号的时间暂时移动。如图 54 的曲线(A)和(B)所示,这两个信号的接收检测时序暂时平移。这样,在该实施例中,控制单元控制周期性变化装置,以便相继改变流率测定中的测定频率,使之不保持恒定。结果,当接收到

超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不再同相而被分散。因此,能够减小测定误差。

[0321] 周期性变化装置的结构,使得切换输出具有不同频率的多个输出信号,并且操纵控制单元,使得为每次测定改变周期性变化装置中的频率设定。因此,通过改变驱动频率,利用与驱动信号的周期性变化相对应的的时间可以改变接收检测时序。这样,当接收到超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不再同相而被分散。因此,能够减小测定误差。

[0322] 在实施例 30 中,通过开关两个振荡器来改变驱动频率。然而,只要在改变驱动频率的同时驱动超声波变换器,就可以得到相同的效果。无论振荡器的数目、驱动频率和开关装置的结构如何,都可以实施本发明。

[0323] (实施例 31)

[0324] 图 55 是表示按照本发明实施例 31 的流量计的方框图。

[0325] 实施例 31 的流量计包括:待测流体可从其中穿过的流率测定单元 500;一对配置在流率测定单元 500 中并传输/接收超声波的超声波变换器 501 和 502;用于驱动超声波变换器之一的驱动器电路 503;与另一超声波变换器相连并检测超声波的接收检测电路 504;控制单元 507,用于预定次数地控制驱动器电路 503,以便驱动器电路 503 响应接收检测电路 504 的输出而再次驱动超声波变换器;用于测定预定次数操作所经过的时间的计时器 505;用于根据计时器 505 的输出计算流率的计算单元 506;以及用于顺序改变驱动器电路 503 的驱动方法的周期性变化装置 508。

[0326] 图 56 是表示周期性变化装置的详细结构的方框图。

[0327] 参考数字 513 代表第一延迟,它在接收到来自控制单元 507 的输入信号之后产生  $150 \mu s$  的输出信号。参考数字 514 代表第二延迟,它在接收到来自控制单元 507 的输入信号之后产生  $150.5 \mu s$  的输出信号。参考数字 515 代表第三延迟,它在接收到来自控制单元 507 的输入信号之后产生  $151 \mu s$  的输出信号。参考数字 516 代表第四延迟,它在接收到来自控制单元 507 的输入信号之后产生  $151.5 \mu s$  的输出信号。参考数字 517 代表开关装置,其根据控制单元 507 的输出选择第一至第四延迟输出之一并将所选择的输出输送给驱动器电路 503。

[0328] 实施例 31 不同于实施例 1,其中控制单元 507 接收接收检测电路 504 的输出并再次驱动超声波变换器,而该操作重复的次数是 4(4 是延迟设置数)的数倍,并且在重复过程中,每次接收到超声波都顺序切换周期性变化装置 508 的延迟次数。

[0329] 在该结构中,控制单元 507 在每次检测到超声波的接收时改变延迟设置。这样,在一次测定操作中,可以分散/均化前一次测定中传输的超声波混响和超声波拖尾的影响,借此可以减小测定误差。

[0330] 被周期性变化装置改变的周期宽度是一个  $2 \mu s$  的均等分数,而  $2 \mu s$  是超声波变换器的共振频率(500KHz)的位置(positional)周期。这样,在所有这些设置值之和的平均值中,由超声波混响和超声波传感器拖尾(即周期为  $2 \mu s$  的噪声)而导致的误差可以减小到最小。

[0331] 另外,重复测定的次数是 4(4 是周期性变化装置的变化数)的倍数。这样,在一个流率测定周期内,利用周期性变化装置的每个预定值的测定被执行了相同的次数。结果,减

小了测定结果的变化,据此,能够得到可靠的测定结果。

[0332] 而且,用于改变周期的布图顺序 (order of pattern) 在利用向上游侧传输的超声波的测定和利用向下游侧传输的超声波的测定中都相同。具体地说,在利用从上游向下游传输的超声波的测定中,按照第一延迟、第二延迟、第三延迟和第四延迟的顺序进行选择,然后,再次选择第一延迟;重复这个循环。执行利用从下游向上游传输的超声波的测定,以使按照相同的顺序选择这些延迟。利用这种安排,总是在相同的条件下执行利用了向上游侧传输的超声波的流率测定和利用了向下游侧传输的超声波的流率测定。尤其是,即使当流率发生变化时,也能够得到可靠的测定结果。

[0333] 在实施例 31 中,通过切换四个延迟来改变延迟时间。只要能够通过改变驱动定时来驱动超声波变换器,就能够得到相同的效果。无论延迟时间、延迟数目和开关装置的结构如何,都能够实施本发明。

[0334] 在以上例子中,将延迟时间插在控制单元 507 和驱动器电路 503 之间。然而,当延迟时间插在接收检测电路 504 和控制单元 507 之间时,也能得到相同的效果。

[0335] 在以上例子中,延迟改变的宽度是  $2\mu\text{s}$ , 设定的改变次数是 4, 而相邻设置之间的差是  $0.5\mu\text{s}$  (它是  $2\mu\text{s}$  的四分之一)。本发明不局限于这些值。这些值的每一个都是通过平均分配一个周期的倍数而得到的值。

[0336] (实施例 32)

[0337] 图 57A 是表示按照本发明实施例 32 的流量计的周期性变化装置的方框图。

[0338] 参考数字 518 代表振荡器,而 519 代表变相器。振荡器输出频率为 500KHz 的信号。变相器依据来自控制单元 507 的变相信号加速或延迟振荡器的信号相位,并输出具有被加速或延迟的相位的信号。例如,当相位控制信号为 Hi (高) 时,变相器原样输出振荡器 518 的输出。当相位控制信号为 Lo (低) 时,变相器将振荡器 518 的输出信号加速  $180^\circ$  并输出被加速的信号。图 57B 示出了这些操作中的接收信号和接收检测时序。

[0339] 如该图中所示,接收点被平移  $1/2$  周期。即,平移时间是  $1\mu\text{s}$ 。

[0340] 以这种方式,利用一个时间段可以改变接收检测时序,该时间段是通过利用驱动相位变换将驱动信号的相位变化转换成时间而得到的。于是,当接收到超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不再同相,而被分散。因此,能够减小测定误差。

[0341] 在实施例 32 中,通过在两个相位之间进行切换来改变驱动信号的相位。然而,只要能够通过改变驱动相位来驱动超声波变换器,就能得到相同的效果。无论被改变的相位和切换装置的结构如何,都能够实施本发明。

[0342] (实施例 33)

[0343] 图 58 是表示按照实施例 33 的流量计的周期性变化装置的方框图。

[0344] 参考数字 520 代表输出 500KHz 振荡器信号的第一振荡器。500KHz 是超声波变换器的共振频率。参考数字 521 代表输出 200KHz 振荡器信号的第二振荡器。参考数字 522 代表开/关电路,该电路按照来自控制单元 507 的 ON/OFF 切换信号来确定第二振荡器的输出是否被输出给波形相加单元 523。波形相加单元 523 合成输入的波形,并将合成的波形输送给驱动器电路 503。

[0345] 当以大约 500KHz 的频率驱动超声波变换器时,能够接收到幅度较大的超声波信号。当只以 200KHz 的信号分量驱动超声波变换器时,几乎接收不到超声波信号。然而,大

约 200KHz 的振荡信号有时加入而有时不加入到大约 500KHz 的振荡频率中。这种不规则的操作使得被接收的超声波信号频率发生微小变化。结果,可以改变接收检测时序。于是,当接收到超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不再同相,而被分散。因此,能够减小测定误差。

[0346] (实施例 34)

[0347] 图 59 是表示按照实施例 34 的流量计的周期性变化装置的方框图。

[0348] 参考数字 520 代表输出 500KHz 振荡信号的第一振荡器,500KHz 是超声波变换器的共振频率。参考数字 521 代表输出 200KHz 振荡信号的第二振荡器。参考数字 524 代表相位变换单元,该单元依据控制单元 507 的输出,将第二振荡器 521 的输出信号的相位转换  $180^\circ$ ,并输出具有转换后相位的信号。参考数字 523 代表波形相加单元,该单元用于合成输入的波形并将合成的波形输出到驱动器电路 503。

[0349] 当以大约 500KHz 的频率驱动超声波变换器时,能够接收到幅度较大的超声波信号。当只以 200KHz 的信号分量驱动超声波变换器时,几乎接收不到超声波信号。然而,由根据一个相加信号而被驱动的超声波变换器所接收到的超声波信号的频率只发生微小变化,这个相加信号是通过将每次测定中大约 200KHz 的振荡信号的相位被变换  $180^\circ$  后与大约 500KHz 的振荡频率相加而得到的。结果,可以改变接收检测时序。这样,当接收到超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不再同相,而被分散。因此,能够减小测定误差。

[0350] (实施例 35)

[0351] 图 60 是表示按照实施例 35 的流量计的周期性变化装置的方框图。

[0352] 参考数字 525 代表输出 500KHz 振荡信号的第一振荡器,500KHz 是超声波变换器的共振频率。参考数字 526 代表输出 200KHz 振荡信号的第二振荡器。参考数字 527 代表频率变换单元,该单元用于变换将输入到变频器中的信号的频率,并输出具有变换后频率的信号。这里,频率变换单元 527 将输入信号的频率转变为  $1/2$ ,即 100KHz。参考数字 523 代表波形相加单元,该单元用于合成输入的波形并将合成后的波形输出到驱动器电路 503。

[0353] 当以大约 500KHz 的频率驱动超声波变换器时,能够接收到幅度较大的超声波信号。当只以 200KHz 或 100KHz 的信号分量驱动超声波变换器时,几乎接收不到超声波信号。然而,由根据两个相加信号而被驱动的超声波变换器所接收到的超声波信号的频率只发生微小变化,这两个相加信号是分别通过将大约 200KHz 与大约 500KHz 的振荡频率相加以及将 100KHz 与 500KHz 的振荡频率相加而得到的。结果,可以改变接收检测时序。于是,当接收到超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不再同相,而被分散。因此,能够减小测定误差。

[0354] (实施例 36)

[0355] 图 61 是表示按照本发明实施例 36 的流量计的方框图。

[0356] 实施例 36 的流量计包括:待测流体可从其中穿过的流率测定单元 500;一对配置在流率测定单元 500 中并传输/接收超声波的超声波变换器 501 和 502;用于驱动超声波变换器 502 的驱动器电路 503;与超声波变换器 501 相连并检测超声波信号的接收检测电路 504;用于测定超声波信号的传播时间的第一计时器 527;第二计时器 528,其用于测定从接收检测电路 504 接收到信号的時刻到第一计时器 527 的值发生变化的時刻为止的时间

段;用于控制驱动器电路 503 的控制单元 530;用于根据第一计时器 527 和第二计时器 528 的输出计算流率的计算单元 506;开关电路 509,用于切换在超声波变换器 501 和 502 以及驱动器电路 503 和接收检测电路 504 之间的连接;温度传感器 531,其用于测定流量计的温度并将所测温度输送给控制单元 530;以及电压传感器 532,其用于测定供给流量计电量的电源的电压。

[0357] 控制单元 530 将测定启动信号输送给驱动电路 503,同时开始第一计时器 527 的时间测定。驱动电路 503 响应信号的输入而驱动超声波变换器 502,以发射超声波。所发射的超声波传入流体并被超声波变换器 501 接收。接收检测电路 504 将所接收的超声波信号输出给第一计时器 527 和第二计时器 528。第一计时器 527 接收来自接收检测电路 504 的输入信号以停止时间的测定。第二计时器 508 接收接收检测电路 504 的输出以开始时间的测定,然后停止与从第一计时器 527 输出的计数停止时刻同步的时间测定。计算单元 506 接收第一计时器 527 和第二计时器 528 的时间测定结果并计算流率。

[0358] 图 62 表示第一计时器 527 和第二计时器 528 的操作时序。如图 62 所示,由于第一计时器 527 在时钟信号的上升沿改变其状态,因此进行与 A 单元对应的额外测定。由于第一计时器 527 的测定分辨率是图 62 中的间隔 B,因此在每次测定中就产生了被计为测定误差的 A 单元。利用第二计时器 528 测定额外的 A 单元,并将其从计算单元 506 中减去,借此得到具有高分辨率的超声波传播时间,并且得到了正确的流率值。

[0359] 另外,控制单元 530 启动第一计时器 527,同时将启动信号输出给第二计时器 528,从而启动第二计时器 528。在第一计时器计数完毕的时刻,一个与计数完毕时刻同步的输出信号从第一计时器 527 输出到第二计时器 528,从而使第二计时器 528 停止,此时,第二计时器 528 的值等于在第一计时器 527 的一个时钟时间内所测的时间。在计算单元 506 处理该时间,得到与第二计时器 528 的一个时钟对应的时间,并校正与第二计时器 528 的一个时钟对应的时间,该时间被用于计算中。

[0360] 当温度传感器 531 或电源电压传感器 532 的输出发生变化时,执行该操作以达到或超过一个设定值。利用这种安排,第二计时器 528 无需拥有温度和电源电压的稳定性。结果,可以使用廉价的部件。而且,无需繁忙地进行校正,并且耗电量可以降到较低水平。

[0361] 由于利用从第一计时器 527 的值中减去第二计时器 528 的值而得到的值进行流率计算,因此时间测定分辨率与第二计时器 528 相等。另外,由于第二计时器 528 的操作时间非常短,因此可以降低耗电量。这样,能够得到耗电量小的高分辨率的流量计。而且,只要在执行流率测定之前进行了校正之后以稳定的方式操作第二计时器 528,就能够进行正确的流率测定。因此,即使当第二计时器 528 缺乏长期稳定性时,也能够进行正确的测定。于是,能够利用普通应用的部件获得高准确度的流量计。

[0362] 另外,提供了温度传感器 531。当温度传感器 531 的输出变化以达到或超过设定值时,利用第一计时器 527 来校正第二计时器 528。这样,即使在第二计时器 528 具有随温度变化而改变的特性时,在每次温度发生变化时校正第二计时器 528,从而可以进行正确的测定。另外,只有在必要时才进行这种校正,因此能够降低耗电量。

[0363] 另外,提供了电压传感器 532。当电压传感器 532 的输出变化以达到或超过设定值时,利用第一计时器 527 来校正第二计时器 528。这样,即使在第二计时器 528 具有随电源电压变化而改变的特性时,在每次电源电压发生变化时校正第二计时器 528,从而可以进行

正确的测定。另外,只有在必要时才进行这种校正,因此能够降低耗电量。

[0364] 另外,由于进行这种校正,因此将晶体振荡器用于第一计时器 527 的一个时钟,而将 CR 振荡电路用于第二计时器 528 的一个时钟。利用晶体振荡器的时钟以非常稳定的方式工作。然而,在这样的时钟内,从操作开始到操作变得稳定需要花费较长时间。另外,虽然利用 CR 振荡电路不能确保具有长期稳定性,但是利用 CR 振荡电路能够容易地实现操作迅速变稳定并以非同步方式操作的计时器。将晶体振荡器用于第一计时器 527 的一个时钟,而将 CR 振荡电路用于第二计时器 528 的一个时钟,从而能够容易地实现具有高分辨率的稳定计时器。

[0365] 在实施例 36 的图 62 中,在第二计时器开始操作之后,第二计时器在第一计时器的时钟信号下降的时刻停止。然而,本发明并不局限于这种时序,这是因为只要该时序与第一计时器同步,就可以通过随后进行的计算而得到正确的时间。

[0366] (实施例 37)

[0367] 图 63 是表示按照本发明实施例 37 的流量计的方框图。

[0368] 实施例 37 的流量计包括:流率测定单元 500;一对配置在流率测定单元 500 中并传输/接收超声波的超声波变换器 501 和 502;用于驱动超声波变换器 502 的驱动器电路 503;与超声波变换器 503 相连并检测超声波信号的接收检测电路 504;控制单元 507,该单元用于按预定次数控制驱动电路 503,以便使驱动电路 503 响应接收检测电路 504 的输出而再次驱动超声波变换器 502;用于测定进行预定次数的操作所经过的时间的计时器 505;用于根据计时器 505 的输出信号计算流率的计算单元 506;以及延迟单元 533,该单元是用于连续改变驱动器电路 503 的驱动方法的频率稳化装置。

[0369] 控制单元 507 将测定启动信号输出给延迟单元 533,同时启动计时器 505 的时间测定。在根据来自控制单元的设定信号而设定的延迟时间之后,延迟单元 533 将一个信号输出给驱动器电路 503。向应该信号的输入,驱动器电路 503 驱动超声波变换器 502 以发射超声波。所发射的超声波传入流体并被超声波变换器 501 接收。接收检测电路 504 将所接收的超声波信号输出到延迟单元 533,使得驱动器电路以与在前一周类似的方式进行操作,并再次传输超声波信号。已经接收到来自接收检测电路 504 的输出信号的控制单元 507 对该重复操作计数,并且当计数值达到预定次数时,控制单元 507 使计时器 505 停止。计算单元 506 接收计时器 505 的时间测定结果并计算流率。

[0370] 控制单元 507 接收计时器 505 的值并设定延迟单元 533 的延迟时间,以使其保持恒定。以这种方式,控制单元 507 控制测定,以使测定频率总是恒定的。利用这种结构,即使当传播时间发生变化时,测定频率也总是恒定的。结果,在无论传播时间内的变化如何而接收到超声波时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声总是保持同相。因此,能够将测定误差保持为一个常数。据此,即使在噪声具有非常长的周期时,也能够使流率测定稳定化。

[0371] 控制单元 507 控制延迟单元 533,以使测定时间保持恒定。因此,无需计算每次超声波传输的传播时间而只进行简单的计算,就能够使测定频率保持恒定。

[0372] 在实施例 37 中,通过改变延迟时间使测定频率保持恒定。然而,只要测定频率恒定就可以得到相同的效果。具体地说,通过使用不同方法,例如通过改变超声波变换器之间的距离也可以得到相同的效果。

[0373] 由于当存在流体时,超声波从上游到下游的传播时间不同于超声波从下游到上游的传播时间,因此为了稳定测定频率,可以设定不同的延迟。

[0374] 另外,当流率较大并且由周期性噪声导致的误差可以忽略时,停止周期性稳定装置的操作,借此可以减小耗电量。

[0375] 另外,在测定的初始阶段,在改变测定频率稳定装置的设置的同时测定流率,借此由测定频率变化而导致测定结果发生最小变化的测定频率被设定为靶测定频率。利用这种安排,能够得到更加稳定的测定结果。

[0376] 工业实用性

[0377] 如上所述,按照本发明的流量计,可以获得以下效果。

[0378] 为了解决上述问题,本发明的流量计包括:一对传输/接收装置,该装置配置在流路中、利用流体的状态变化进行传输/接收;重复装置,用于重复传输/接收;时间测定装置,用于测定时间或者是由重复装置重复的传播;流率检测装置,用于根据时间测定装置所测得的值来检测流率;以及次数改变装置,用于改变预定的重复次数。将重复次数改变到最佳数目,以便减小流量变化的影响。因此,能够高度准确地进行可靠的流率测定。

[0379] 该流量计包括一对传输/接收装置,该装置利用超声波的传播作为流体的状态变化。这样,通过使用超声波传输/接收装置,甚至在流体中出现状态变化时,也能够进行超声波的传播。而且,通过将变化的重复次数改变到最佳数目,能够获得高准确度的可靠流率测定。

[0380] 该流量计包括传输/接收装置,该装置利用热量传播作为流体的状态变化。这样,通过使用热量传输/接收装置,甚至在流体中出现状态变化时,也能够进行热量的传播。而且,通过将变化的重复次数改变到最佳数目,能够获得高准确度的可靠流率测定。

[0381] 该流量计包括:经过时间检测装置,用于检测由重复装置重复测定的传播时间的中途信息;频率检测装置,用于由经过时间检测装置的信息检测流率变化的频率;以及次数改变装置,用于设定测定时间,以便使其基本上数倍于由频率检测装置检测额频率。这样,无需提供特殊的检测装置。在进行流率检测以前,由时间测定装置的中途信息检测变化频率,并设定测定时间,以便使其数倍于一个频率周期。结果,能够获得高准确度的可靠流率测定。

[0382] 该流量计包括:数据保持装置,用于保存至少一个或多个由经过时间检测装置得到的重复进行传输/接收的传播时间;以及频率检测装置,用于通过将数据保持装置保存的数据与所测的传播时间数据进行比较来检测频率。每一时刻的时间测定信息都被数据保持装置存储和比较,借此能够检测频率。

[0383] 在预定过程中操作次数改变装置。由于只有在进行预定过程时才操作次数改变装置,因此次数改变装置的处理过程被限制到所需的最小值。于是,可以明显降低耗电量。

[0384] 在每次预定流率测定时操作次数改变装置。这样,在每次预定流率测定时改变重复次数,借此甚至在变化很大的流量中也能够以可靠的方式高度准确地测定流率。

[0385] 在流率测定过程之前,实施次数改变装置。由于在进行流率测定之前将重复次数设定到预定次数,因此能够以可靠的方式高度准确地进行流率测定。

[0386] 预定过程包括:异常确定装置的操作,该装置用于由所测的流率测定流率的异常情况;以及流率管理装置额操作,该装置用于由所测的流率管理流率的使用状态。由于只有

当进行异常测定过程和流率管理过程时,才改变重复次数,因此改变重复次数的操作被限制到所需的最小值。于是,能够降低耗电量。

[0387] 在下一流率测定中使用由流率检测装置得到的频率调节的重复次数。由于该重复次数用于下一测定中,因此无需对频率检测进行重复测定。这样,可以减小耗电量。

[0388] 当所测流率小于预定流率时,操作流率变化装置。由于只有当等于或小于预定流率时才改变重复次数,但是当流率高时不实施该过程,因此可以减小耗电量。

[0389] 本发明的流量计包括:传输/接收装置,该装置配置在流路中、利用流体的状态变化进行传输/接收;用于测定由传输/接收装置传输/接收的传播时间的测定装置;用于基于时间测定装置的值检测流率的流率检测装置;利用传输/接收装置测定流路中的变化的变化检测装置;以及测定控制装置,用于同步于变化检测装置的变化计时使测定开始。由于利用传输接收装置测定流路中的变化,因此无需提供另一用于检测变化的传感器。这样,可以减小流量计的尺寸,并简化流路的结构。而且,甚至在发生变化时也能够短时间内以可靠的方式高度准确地测定流率。

[0390] 该流量计包括一对利用超声波的传播作为流体状态变化的传输/接收装置。这样,利用超声波传输/接收装置可以检测流体的状态变化。因此,可以同步于变化的计时开始测定。结果,能够以可靠的方式高度准确地测定流率。

[0391] 该流量计包括利用热量的传播作为流体状态变化的传输/接收装置。这样,利用热传输/接收装置可以检测流体的状态变化。因此,可以同步于变化的计时开始测定。结果,能够以可靠的方式高度准确地测定流率。

[0392] 该流量计包括:配置在流路中、用于传输接收超声波的第一振动装置和第二振动装置;开关装置,用于对第一振动装置和第二振动装置的传输接收操作进行开关;变化检测装置,用于检测第一振动装置和第二振动装置中的至少一个装置的流路中的压力变化;时间测定装置,用于测定由第一振动装置和第二振动装置传输接收的超声波的传播时间;测定控制装置,用于对以下情形进行同步控制:其一是,当变化检测装置的输出显示出预定变化时,测定装置测定从流路上游侧的第一振动装置到流路下游侧的第二振动装置传播的第一测定时间 T1,其二是,当变化检测装置的输出显示出与预定变化相反的变化时,测定装置测定从流路下游侧的第二振动装置到流路上游侧的第一振动装置传播的第二测定时间 T2;流率检测装置,用于利用第一测定时间 T1 和第二测定时间 T2 计算流率。由于在压力变量的变化转向的那一刻进行测定,因此压力变化相和测定计时相可以漂移。结果,由压力变化导致的测定误差可以偏移。

[0393] 该流量计包括:测定控制装置,用于对以下情形进行测定控制:其一是,当变化检测装置的输出显示出预定变化时,开始第一测定时间 T1 的测定,而当变化检测装置的输出显示出与预定变化相反的变化时,开始第二测定时间 T2 的测定,其二是,在下一测定中,当变化检测装置的输出显示出与预定变化相反的变化时,开始第一测定时间 T1 的测定,而当变化检测装置的输出显示出预定变化时,开始第二测定时间 T2 的测定;以及流率计算装置,用于通过使第一流率和第二流率相继平均化来计算流率,而第一流率是通过利用先前的第一测量时间 T1 和先前的第二测量时间 T2,同时交替改变测量的启动而得到的,而第二流率是通过利用其次的第一测量时间 T1 和其次的第二测量时间 T2 得到的。这样,如上所述来改变测量的计时,以便对第一测量时间 T1 和第二测量时间 T2 进行测量。结果,甚至当

压力变化在高压侧和低压侧之间不对称时,也可以抵销这种压力变化的影响。

[0394] 该流量计包括用于多次进行传输 / 接收的重复装置。这样,通过增加测量次数可进行平均化,结果,可以实施可靠的流率测量。

[0395] 该流量计包括用于在数倍于一个变化周期的时间段内多次进行传输 / 接收的重复装置。这样,通过根据变化频率进行测量可以使压力变化平均化。结果,能够测量稳定的流率。

[0396] 该流量计包括重复装置,用于在变量检测装置的输出显示预定变化时,开始传输 / 接收的测量,并重复这种具有超声波的传输 / 接收测量,直到变量检测装置的输出显示与预定变化相同的变化时为止。这样,测量的开始和终止都遵从压力变化的频率。因此,可以测定变化频率并使压力变化平均化。结果,能够测量稳定的流率。

[0397] 该流量计包括用于开关以下情形的选择装置:一种情形是,第一振动装置和第二振动装置用于超声波的传输 / 接收,一种情形是,第一振动装置和第二振动装置用于压力变化的检测。这样,第一振动装置和第二振动装置中的至少一个装置可以用于压力检测。结果,能够同时获得流率测量和压力测量。

[0398] 该流量计包括变量检测装置,用于检测零附近的变量波形的交流分量的一个分量。这样,在该变量的零分量附近检测到一个变量,于是在一个时间内于零变量附近启动测量,以便实施流率测量。因此,通过在变量小的时间内实施流率测量,甚至在流量发生变化时也能使测量稳定。

[0399] 该流量计包括:频率检测装置,用于检测变量检测装置的信号频率;以及测量控制装置,该装置只在由频率检测装置检测的频率为预定频率时,才启动测量。这样,通过只在频率为预定频率时才启动测量,可以在出现预定变化时实施测量。结果,能够测量稳定的流率。

[0400] 该流量计包括检测取消装置,该装置在没有检测到变量检测装置的信号时,可以在一个预定时间段之后自动启动测量。这样,甚至在变化消失后,也能够在预定时间达到时自动测量流率。

[0401] 传输 / 接收装置和第一及第二振动装置包括压电变换器。这样,当使用压电变换器时,超声波可用于传输 / 接收,同时能够检测压力变化。

[0402] 本发明的流量计包括:传输 / 接收装置,该装置配置在流路中、用于利用流体的状态变化来进行传输 / 接收;重复装置,用于重复传输 / 接收装置的信号传播;时间测量装置,用于测量由重复装置实施的重复过程中的传播时间;流率检测装置,用于根据时间测量装置所测得的值来检测流率;变量检测装置,用于检测流路中的流量变化;测量控制装置,用于控制以上这些装置中的每一个装置;以及测量监测装置,用于自动监测以上这些装置中的每一个装置的异常情况。这样,当流路中的流量发生变化时,可以根据该变化测量流率,同时利用测量监测装置快速检测异常情况。因此,可以正确地进行异常情况的处理并使测量值稳定。结果,能够高度准确地测量流率,并改进测量的可靠性。

[0403] 该流量计包括一对传输 / 接收装置,该装置利用超声波的传播作为流体的状态变化。由于使用了超声波,因此甚至在流量发生变化时也能够进行流率测量。而且,可以利用测量监测装置正确地进行异常情况的处理。结果,能够改进测量的可靠性。

[0404] 该流量计包括传输 / 接收装置,该装置利用热量的传播作为流体的状态变化。由

于使用了热量传播,因此甚至在流量发生变化时也能够进行流率测量。而且,可以利用测量监测装置正确地进行异常情况的处理。结果,能够改进测量的可靠性。

[0405] 该流量计包括:一对传输/接收装置,该装置配置在流路中、用于传输/接收超声波;重复装置,用于重复传输/接收装置的信号传播;时间测量装置,用于测量由重复装置实施的重复过程中超声波的传播时间;流率检测装置,用于根据时间测量装置所测得的值来检测流率;变量检测装置,用于检测流路中的流量变化;测量控制装置,用于控制以上这些装置中的每一个装置;以及测量监测装置,用于监测启动信号中的异常情况和结束信号中的异常情况,其中启动信号在测量控制装置的转向信号之后的变量检测装置的第一输出信号处,指导超声波传输开始,结束信号在变量检测装置的第二输出信号处指导超声波的传输/接收重复过程结束。这样,当流路中的流量发生变化时,可以同步于变化频率实施测量,并且利用测量监测装置检测异常情况。因此,能够高度准确地测量流率,并得到可靠的测量值。另外,可以正确进行异常情况的处理,并改进所测量的流率值的可靠性。

[0406] 该流量计包括测量监测装置,用于在测量控制装置转向之后的一段预定时间内没有产生启动信号时,在一段预定时间之后指导超声波开始传输。这样,甚至在变化以及在预定的时间段内没有启动信号时,也能够每个预定时间测量流率,并避免数据损失。

[0407] 该流量计包括测量监测装置,用于在测量控制装置转向之后的一段预定时间内没有产生启动信号时,在一段预定时间之后指导超声波开始传输。并且用于实施预定的重复次数的测量。这样,甚至在变化以及在预定的时间段内没有启动信号时,也能够每个预定时间进行预定重复次数的流率测量,并避免数据损失。

[0408] 该流量计包括测量监测装置,用于在测量控制装置转向之后的一段预定时间内没有产生启动信号时,直到测量控制装置的下一个转向时才进行测量。通过暂停操作直到下一个测量转向为止,可以不进行不必要的测量,借此减小耗电量。

[0409] 该流量计包括测量监测装置,用于在启动信号之后的一段预定时间内没有产生结束信号时,终止超声波的接收。由于超声波的接收是被强制终止的,因此在等待结束信号的同时不能暂停测量。这样,测量可进行到下一个过程,并且能够实施稳定的测量操作。

[0410] 该流量计包括测量监测装置,该装置在启动信号之后的一段预定时间内没有产生结束信号时,可以终止超声波的接收并再输出启动信号。由于超声波的接收是被强制终止的,因此在等待结束信号的同时不能暂停测量。而且,启动信号被再输出,从而进行重新测量。这样,能够实施稳定的测量操作。

[0411] 该流量计包括测量监测装置,用于在重复次数中出现异常情况时,停止传输/接收过程。由于重复次数出现异常时停止了测量,因此只有高度准确的数据能够用于进行流率测量。

[0412] 该流量计包括测量监测装置,该装置将用于测量的第一重复次数与用于测量的第二重复次数进行比较,并且当第一和第二重复次数之间的差值等于或大于预定次数时,再次输出启动信号,其中在应用第一重复次数的测量中,超声波从这对传输/接收装置的第一装置中传输出来,并被第二传输/接收装置所接收,而在应用第二重复次数的测量中,超声波从第二传输/接收装置中传输出来,并被第一传输/接收装置所接收。这样,当这两个重复次数明显不同时,可重新进行测量,借此能够进行具有稳定变化频率的高度准确的测量。

[0413] 该流量计包括重复装置,用于设置重复次数,以便用于测量的第一重复次数与用于测量的第二重复次数相等,其中在应用第一重复次数的测量中,超声波从这对传输/接收装置的第一装置中传输出来,并被第二传输/接收装置所接收,而在应用第二重复次数的测量中,超声波从第二传输/接收装置中传输出来,并被第一传输/接收装置所接收。这样,通过利用相同的重复次数,甚至在变化频率不稳定时,也能够进行预定流率的测量。

[0414] 该流量计包括测量监测装置,用于监测启动信号被再次输出的次数,从而使启动信号的输出局限于预定次数或更少次数,以便使启动信号的输出不会永久重复下去。这样,通过限制重新测量的次数,可以阻止测量过程永久继续下去。结果,能够进行稳定的流率测量。

[0415] 该流量计由所测的传播时间倒数之间的差值测量流率,同时多次重复超声波的传输/接收。这样,当使用超声波时,可以在不被流路中的变化频率影响的情况下,进行传输/接收。而且,由所测定的传播时间的倒数的差值测定流率,同时重复传输/接收,借此,由一个周期的若干单位可以测定甚至一个长周期的变化。另外,由变量导致的传播时间的差值可以利用倒数的差值来抵销。

[0416] 本发明的流量计包括:瞬时流率检测装置,用于检测瞬时流率;波动确定装置,用于测定流率值中是否有脉冲;以及至少一个或多个稳定流率计算装置,用于根据波动确定装置的测定结果利用不同装置计算流率值。这样,通过测定所测流率中的变化并开关流率计算装置,可以由一个流率测量装置以可靠的方式根据变化量来计算流率。

[0417] 本发明的流量计包括:瞬时流率检测装置,用于检测瞬时流率;滤波处理装置,用于进行流率值的数字滤波处理;以及稳定流率计算装置,用于利用滤波处理装置计算流率值。这样,当进行数字滤波处理时,可以进行与均化过程相等同的计算过程,而无需利用大量的存储器来储存数据。而且,可以通过改变一个变量例如滤波系数来调整滤波特性。

[0418] 该流量计包括稳定流率计算装置,用于在波动确定装置测定有脉冲时,利用数字滤波处理装置来计算一个稳定的流率值。这样,当脉冲出现时,选择锐截止滤波特性,以便提供较大的脉冲稳态,并且只在出现脉冲时才进行滤波处理。

[0419] 波动确定装置测定流率值的变化幅度是否等于或大于预定值。这样,可以根据脉冲的变化幅度测定脉冲,借此根据脉冲的变化幅度来调整滤波处理。

[0420] 滤波处理装置根据流率值的变化幅度来调整滤波特性。由于滤波特性按照流率值的变化幅度来改变,因此可以快速调整滤波特性,以便充分张弛滤波特性,该特征使得变化较小时按照流率的变化而改变,而当变化较大时,选择锐截止滤波特性,以便能够明显减小由于脉冲而导致的流率变化。

[0421] 只有当由瞬时流率检测装置检测的流率值较低时,才进行滤波处理。由于只有在流率低时才进行滤波处理,因此当流率高时可快速处理流率的变化,并且当流率低时所导致的波动影响被明显减小。

[0422] 滤波处理装置根据流率值调整滤波特性。由于滤波特性根据流率值来改变,因此只有在流率低时才进行滤波处理,而当流率高时可以快速处理流率的变化,并且当流率低时所导致的波动影响被明显减小。

[0423] 滤波处理装置根据瞬时流率检测装置的流率时间间隔来调整滤波特性。这样,通过根据流率检测时间的间隔来改变滤波特性,可以在测量间隔短时减小张弛滤波特性的变

化,而在测量间隔长时减小锐截止滤波特性的变化。

[0424] 该流量计包括滤波处理装置,该装置在流率高时调整滤波特性,以便滤波特性的截止频率变得较高,而在流率低时调整滤波特性,以便滤波特性具有较低的截止频率。这样,当流率高时响应特征增加,而当流率低时波动减小。

[0425] 调整滤波特性,以便由稳定流率计算装置计算的流率值的变化幅度在预定值范围内。由于滤波特性被调整,从而使变化幅度在预定值范围内,因此可以减小流率的变化,从而总是等于或小于预定值。

[0426] 利用超声波检测流率的超声波流量计被用作瞬时流率检测装置。这样,通过利用超声波流量计,甚至在出现较大的流率变化时,也能够测量瞬时流率。这样,由该流率值,可以计算一个稳定的流率。

[0427] 基于热的流量计被用作瞬时流率检测装置。当利用基于热的流量计时,甚至在出现较大的流率变化时,也能够测量瞬时流率。这样,由该流率值,可以计算一个稳定的流率。

[0428] 控制单元控制周期性变化装置,从而相继改变流率测定中的测定频率,以便使测定频率不保持恒定。这样,当超声波被接收时,与测定频率或超声波的传输频率同步的噪声不在同一相上,而是被分散了。因此,可以减小测定误差。

[0429] 而且,本发明的流量计包括用于相继改变驱动器电路的驱动方法 的周期性变化装置。响应接收检测电路的输出接收,控制单元在接收检测电路检测超声波的接收的每一时刻调整周期性变化装置,以便使测定频率不保持恒定。这样,可以在一个流率测定周期内为了测定多次设定地操作周期性变化装置。结果,噪声在测定结果中被平均分散了,从而可以获得可靠的测定结果。

[0430] 周期性变化装置开关地输出多个具有不同频率的输出信号;而控制单元在每次测量时改变周期性变化装置的频率设置,从而改变驱动器电路的驱动频率。这样,通过改变驱动频率,可以由与驱动信号的频率变化对应的时间来改变接收检测时序。这样,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0431] 周期性变化装置输出具有相同频率和多个不同相的输出信号;而操作控制单元,以便使周期性变化装置的输出信号的相设定在每次测量时改变,并使驱动器电路的驱动相改变。这样,通过改变驱动相,可以由与驱动信号的相变化对应的时间来改变接收检测时序。这样,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0432] 周期性变化装置输出通过将第一频率信号与第二频率信号叠加而得到的合成信号,其中第一频率是超声波变换器的操作频率,而第二频率不同于第一频率;以及控制单元在每次测定时通过驱动器电路输出一个输出信号,在该信号中周期性变化装置的第二频率被改变了。这样,可以干扰流率测定的周期。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0433] 周期性变化装置开关具有第二频率的情形与没有第二频率的情形之间的设置。这样,由于通过改变传输超声波的超声波变换器的振动而改变了接收检测时序,因此流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0434] 周期性变化装置改变第二频率的相位设置。这样,由于通过改变传输超声波的超声波变换器的振动而改变了接收检测时序,因此流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散/均化了。因此,能够减小测量误差。

[0435] 周期性变化装置改变第二频率的频率设置。这样,由于通过改变传输超声波的超声波变换器的振动而改变了接收检测时序,因此流率测量的周期性可以被干扰。结果,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声不会在同一相出现,而是被分散了。因此,能够减小测量误差。

[0436] 周期性变化装置包括能够设置不同延迟时间的延迟单元;以及控制单元在超声波的每次传输时,或者是在每次接收检测时改变延迟设置。这样,在一个测量操作过程中,在紧接的前一测量中传输的超声波混响以及超声波变换器的拖尾影响可以被分散,借此能够减小测量误差。

[0437] 由周期性变化装置改变的周期宽度数倍于与传播时间变化(这是由测量误差导致的)相对应的值。这样,当用于所有设置的测量值被相加并均化时,误差可以减到最小。

[0438] 由周期性变化装置改变的周期宽度等于超声波变换器的一个共振频率周期。这样,在通过将用于所有设置的测量值相加并均化而得到的值中,由超声波共振或超声波变换器的拖尾导致的测量误差被减到最小。因此,能够减小测量误差。

[0439] 用于改变周期的图谱级与上游方向的测量及下游方向的测量中所用的相同。这样,具有向上游侧传输的超声波的测量与具有向下游侧传输的超声波的测量总是在相同的条件下进行。结果,甚至在流率发生变化时,也能够得到可靠的测量结果。

[0440] 预定的次数数倍于周期性变化装置的变化次数。这样,周期性变化装置的所有设定值都均匀地设置在一个流率测量操作过程内。结果,能够得到可靠的测量结果。

[0441] 另外,利用第二计时器测定从接收检测到下一结算时间的时间段,借此用比第一计时器高的分辨率进行测定。而且,与具有相同分辨率的流量计比较,其耗电量降低了,这是因为只在接收检测之后的较短时间段内操作第二计时器。

[0442] 而且,由于用第一计时器校正第二计时器,因此第二计时器只需具有短期稳定性。于是,无需使用特殊部件。因此,易于获得高分辨率的计时器。

[0443] 而且,由于当温度传感器的输出发生变化时用第一计时器校正第二计时器,从而使其等于或高于设定值,因此甚至在第二计时器具有随温度变化而改变的特性时,也能够使用本发明的流量计。

[0444] 再者,由于当电压传感器的输出发生变化时用第一计时器校正第二计时器,从而使其等于或高于设定值,因此甚至在第二计时器具有随电压变化而改变的特性时,也能够使用本发明的流量计。

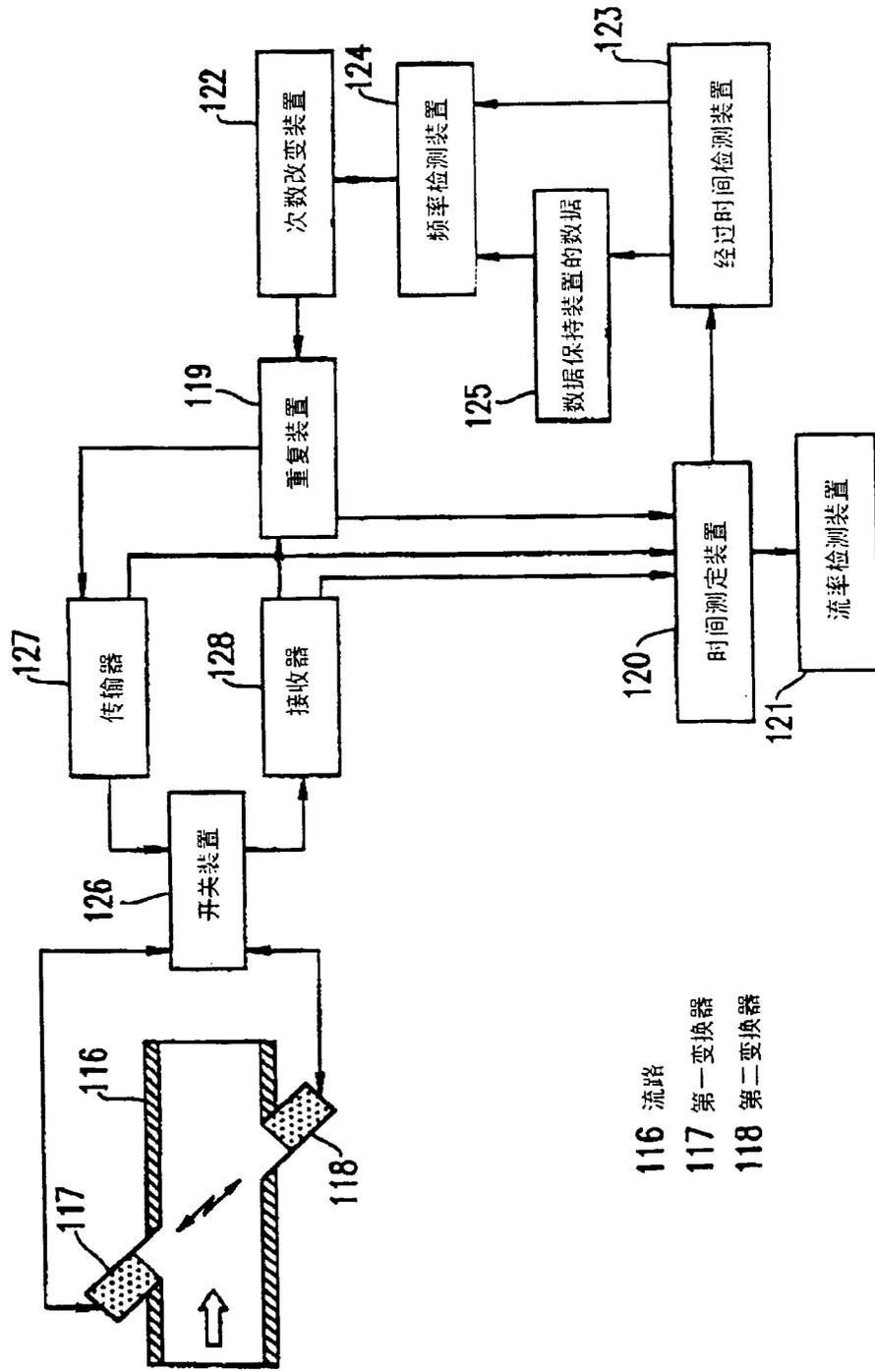
[0445] 本发明的流量计包括:流率测定单元,待测流体可流经这单元;一对超声波变换器,该变换器配置在流率测量单元中,用于传输/接收超声波;用于驱动超声波变换器之一的驱动器电路;与另一超声波变换器相连、用于检测超声波信号的接收检测电路;控制单元,该单元用于预定次数地控制驱动器电路,以便响应接收检测电路的输出而再次驱动超声波变换器;用于预定次数地测定过程时间的计时器;用于由计时器的输出计算流率的计算单元;以及用于顺序改变驱动器电路的驱动方法的周期性变化装置,其中控制单元控制

周期性稳定装置,以便使频率总是保持恒定。有了这种结构,甚至在传播时间改变时,测量频率也总是恒定的。这样,当超声波被接收时,与测量频率或超声波的传输频率同步的噪声总是在同一相出现,而无论传播时间是否变化。因此,测量误差可以保持恒定值。结果,甚至在噪声具有非常长的周期时,也能够使流率测量稳定化。

[0446] 该控制单元包括由能够设置不同延迟时间的延迟单元形成的周期性稳定装置;并且控制单元通过开关延迟次数来改变驱动器电路的输出计时。由于通过改变延迟时间而使测量频率保持恒定,因此测量频率可以被稳定,而不会影响超声波变换器的驱动。

[0447] 控制单元控制驱动电路,以便使测量时间保持恒定。这样,测量频率可以保持恒定,而只需简单的计算,无需计算每次超声波传输的传播时间。

图1



- 116 流路
- 117 第一变换器
- 118 第二变换器

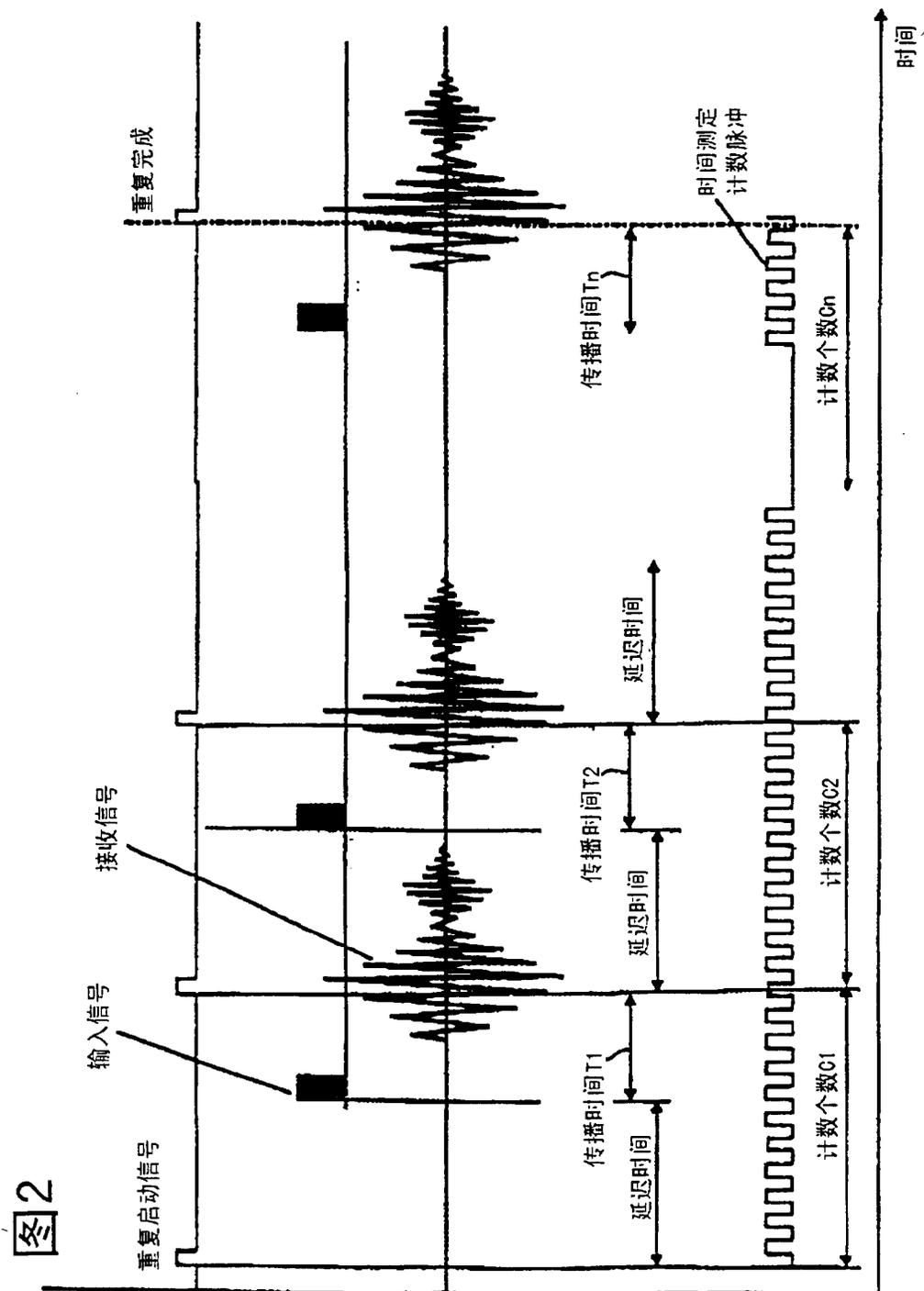


图2

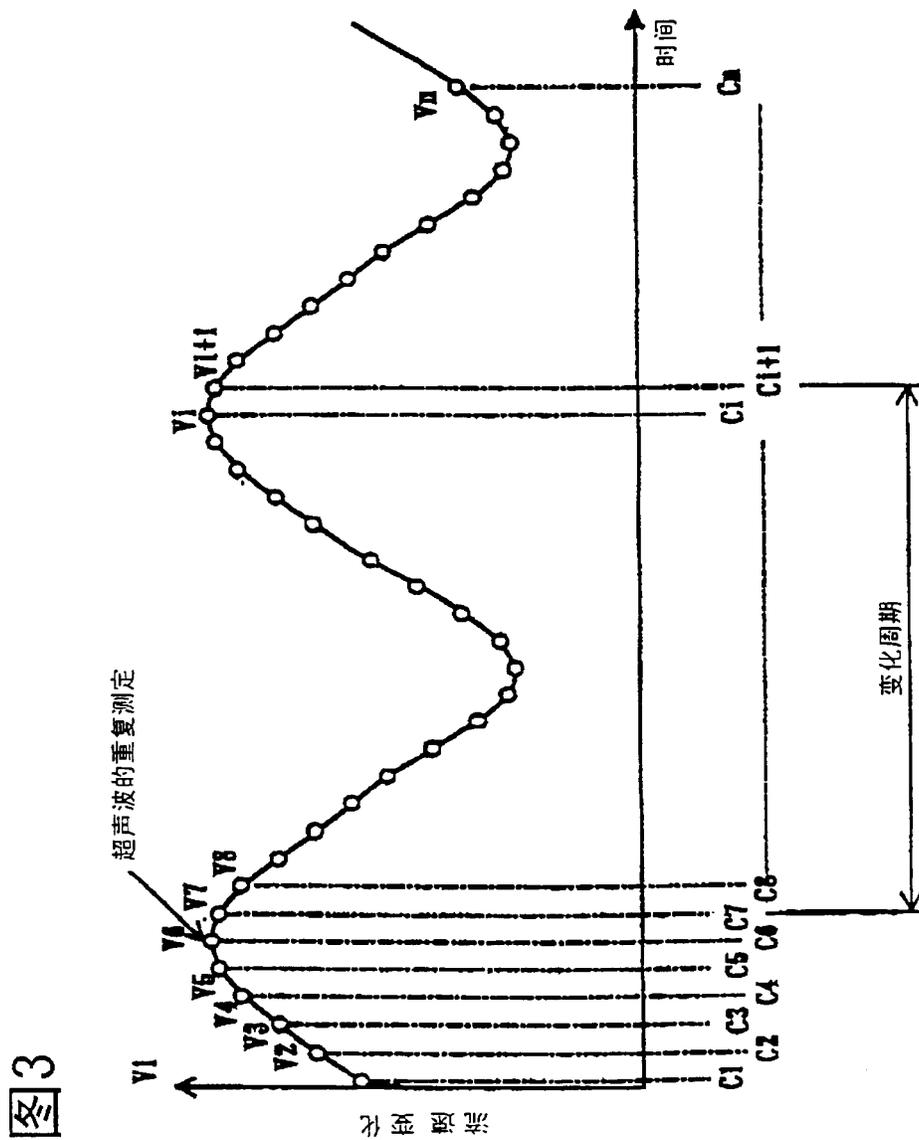


图3

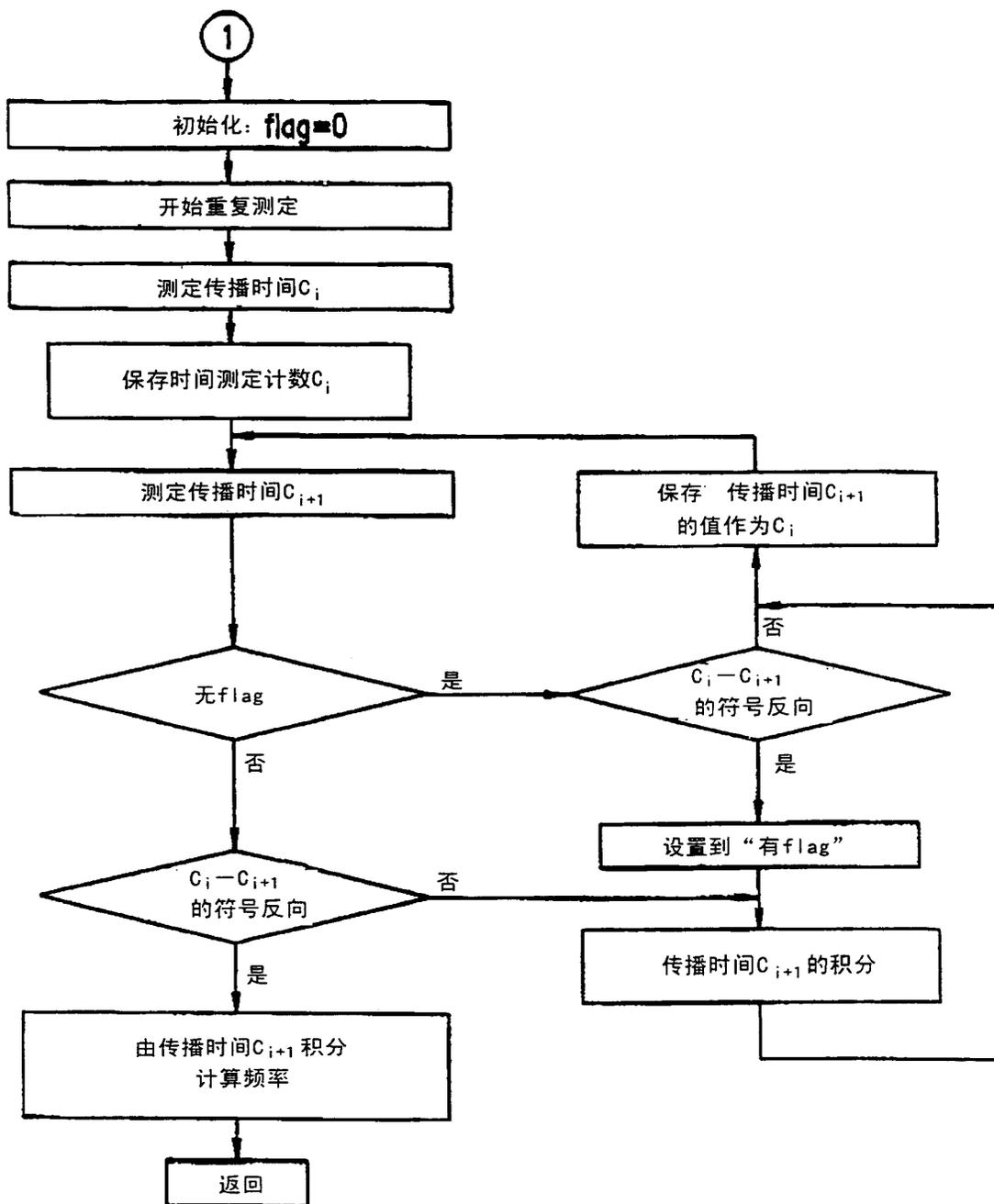


图 4

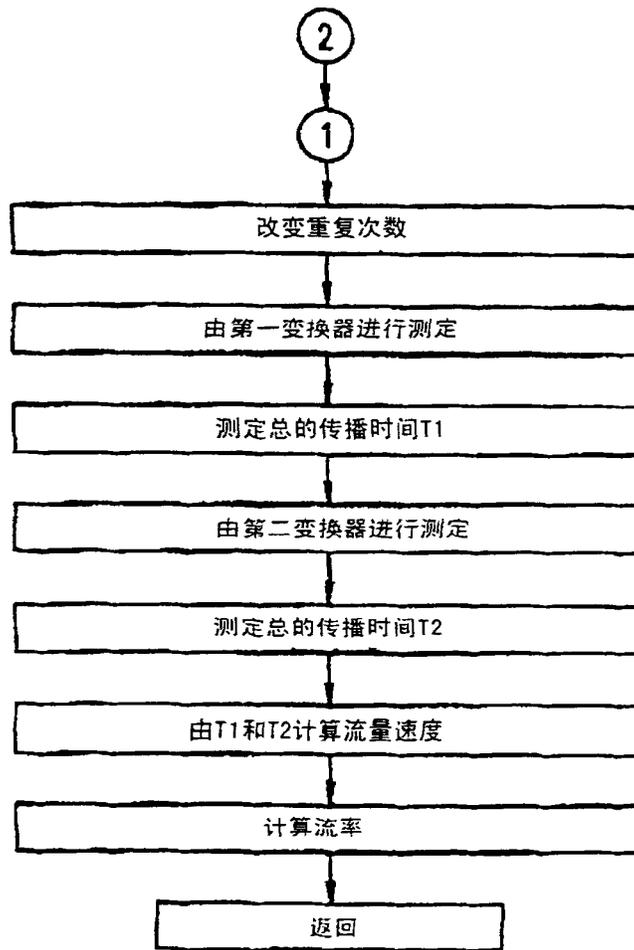


图 5

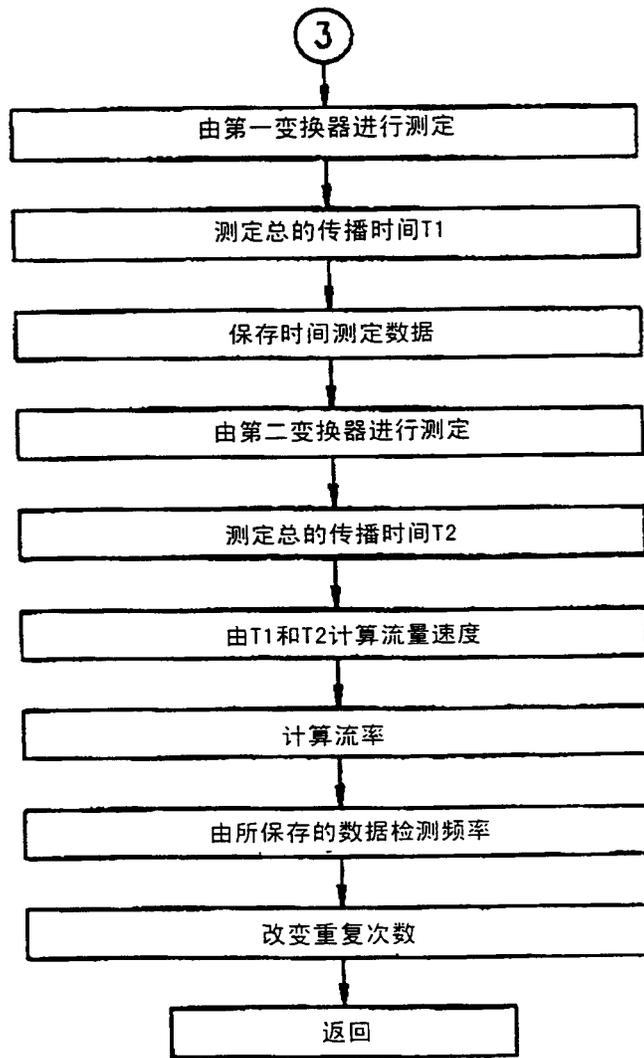
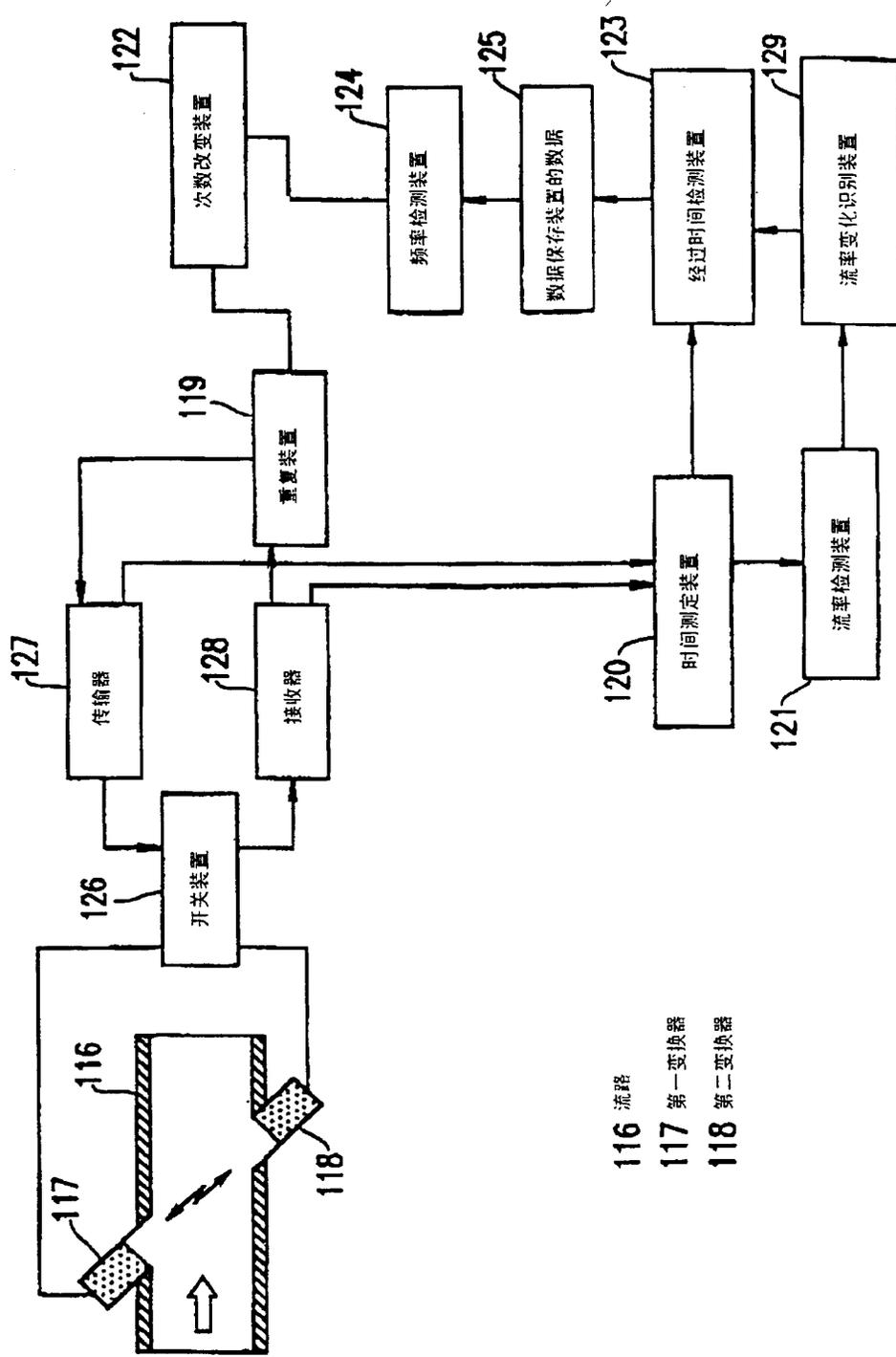


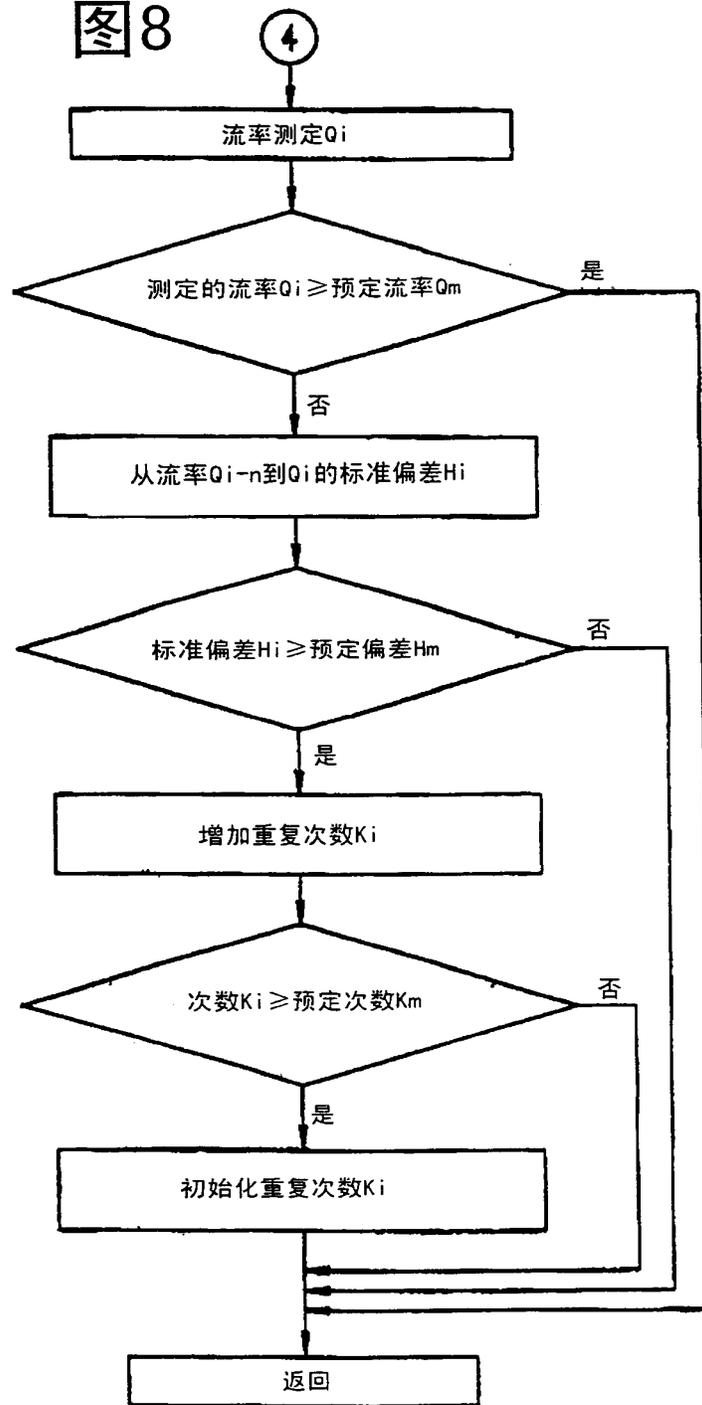
图 6

图7



- 116 流路
- 117 第一变换器
- 118 第二变换器

图 8



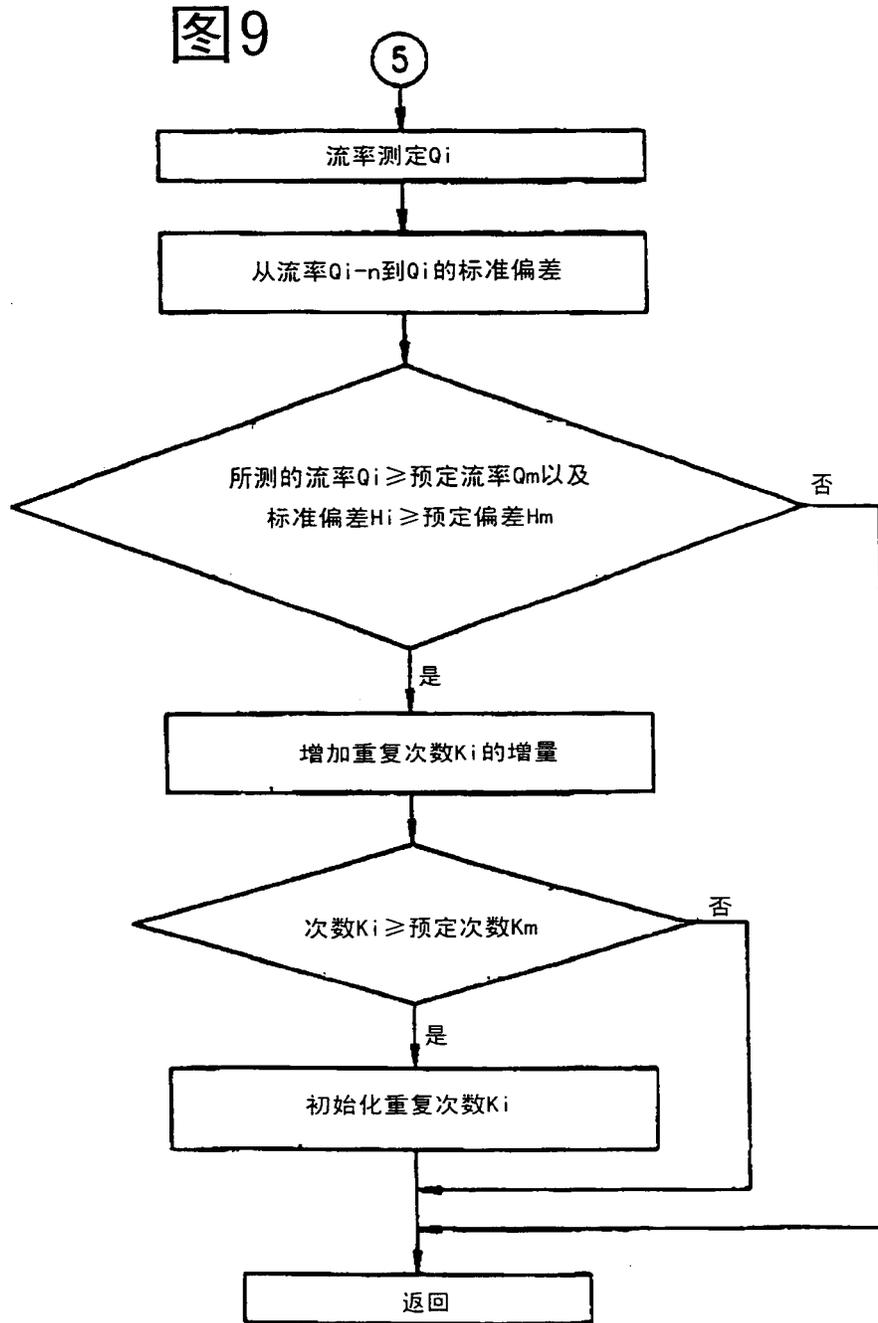
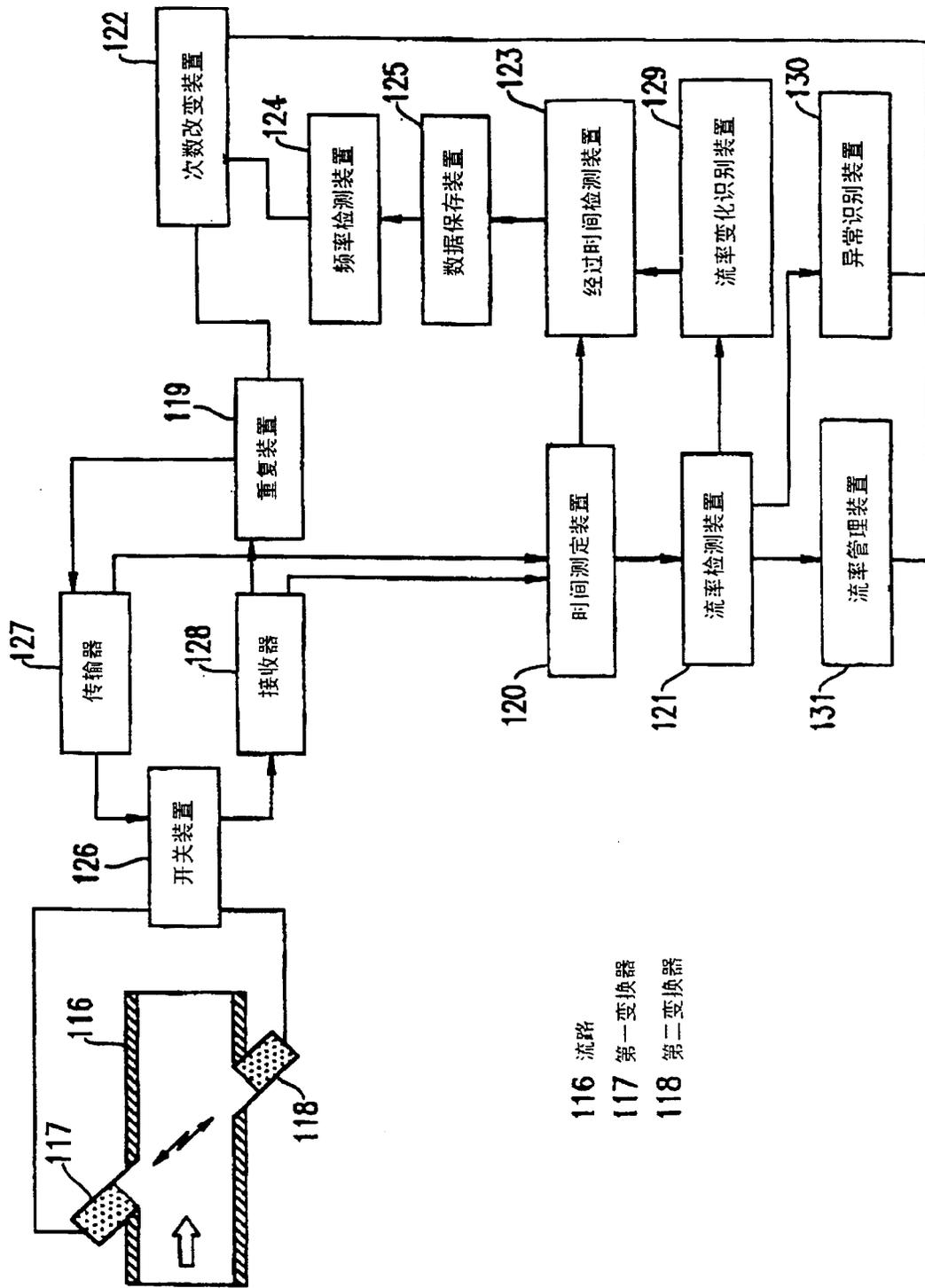
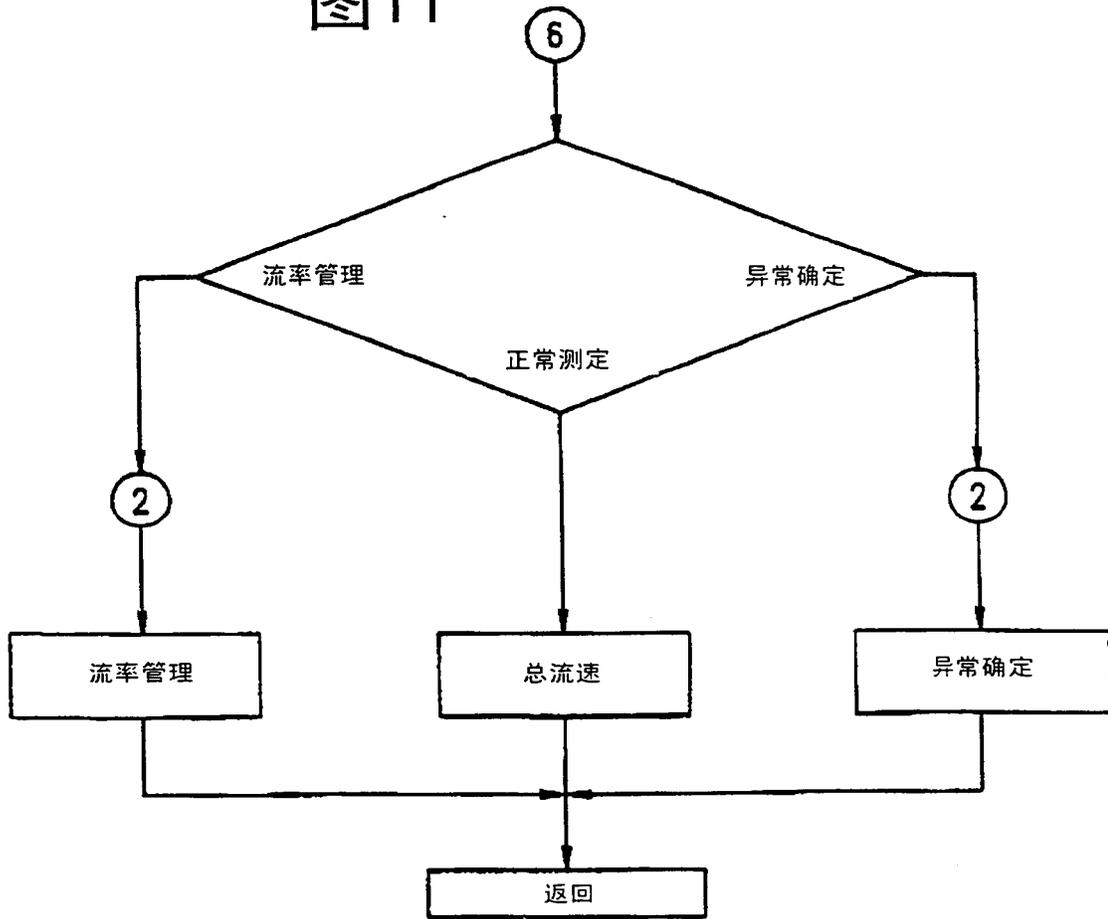


图10



- 116 流路
- 117 第一变换器
- 118 第二变换器

图 11





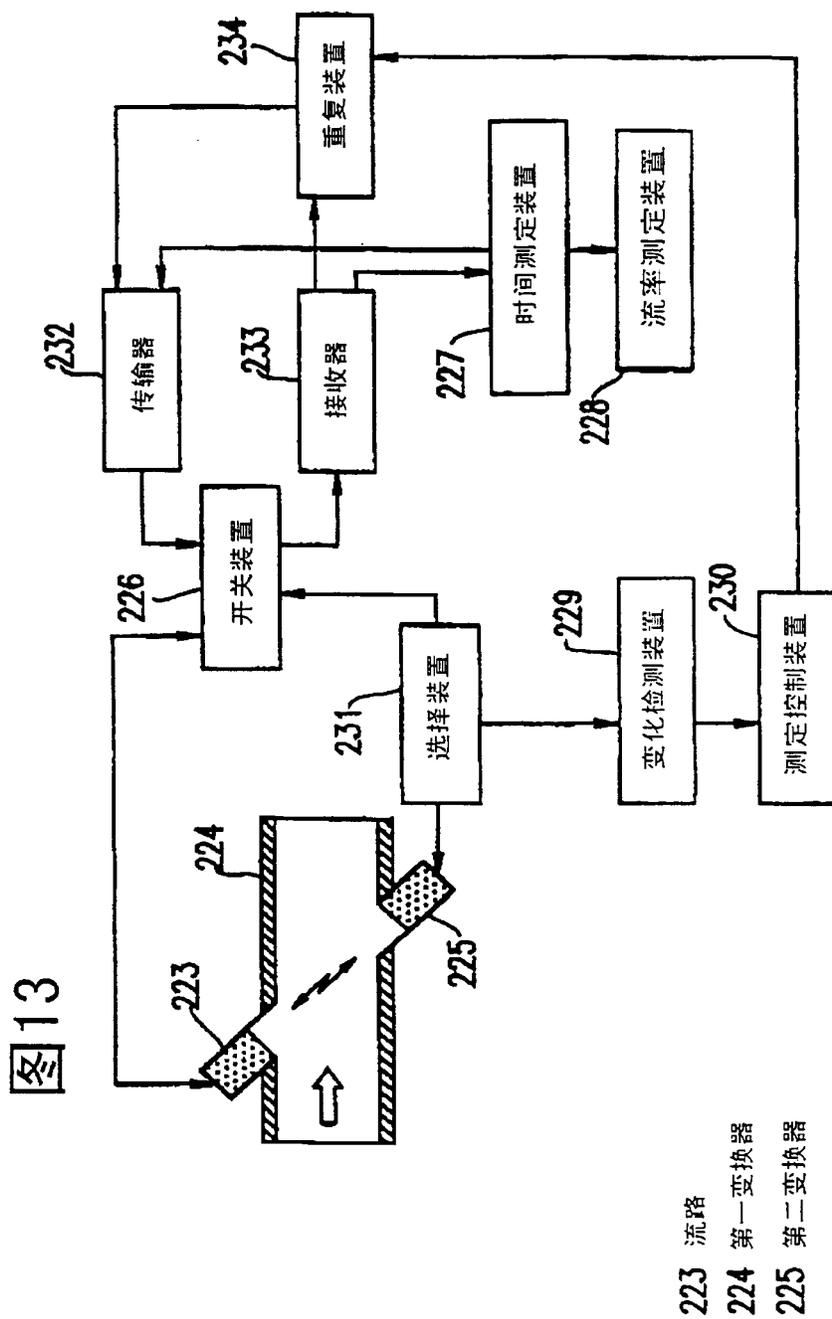


图13

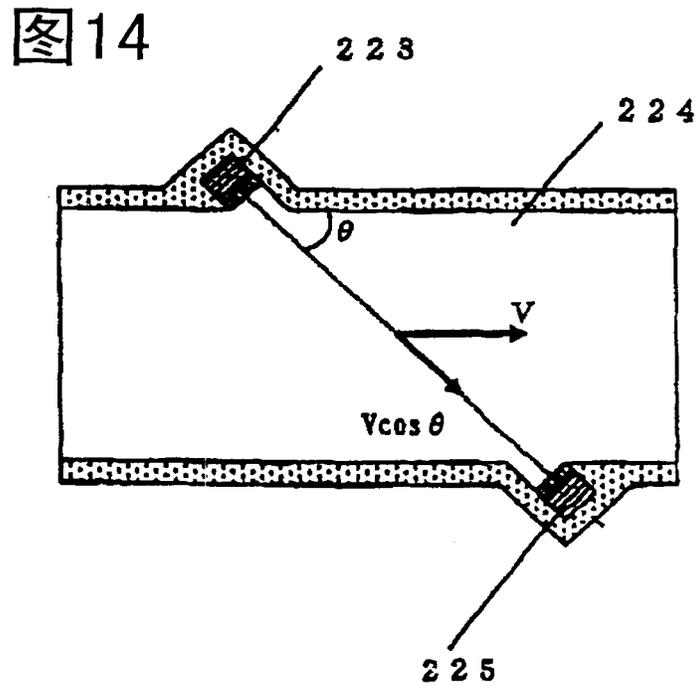


图 15

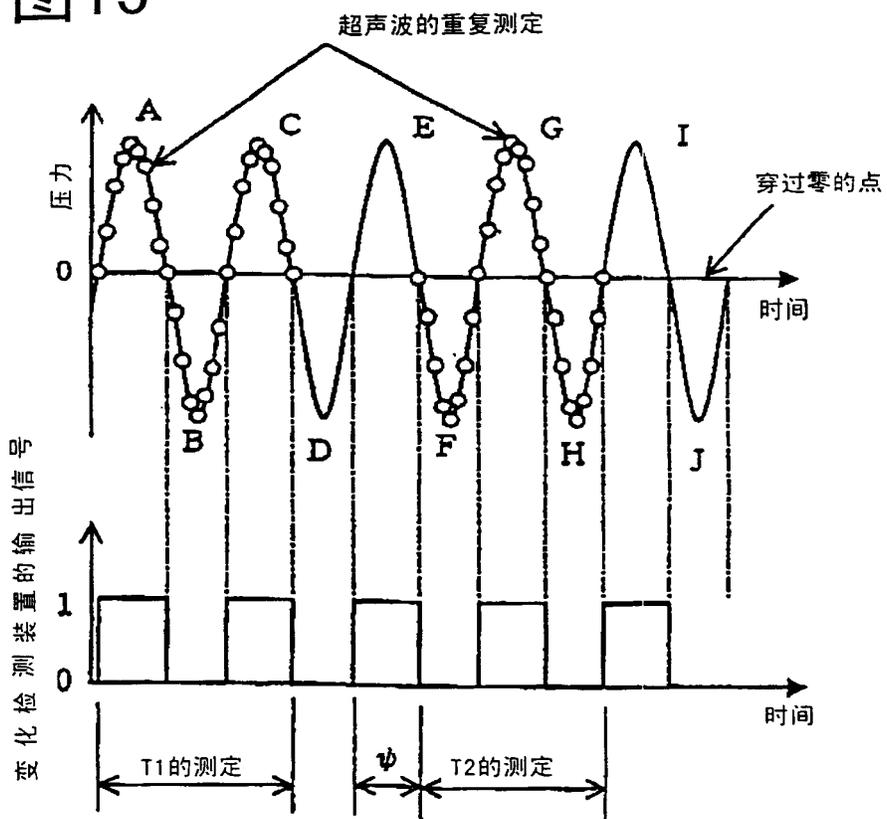
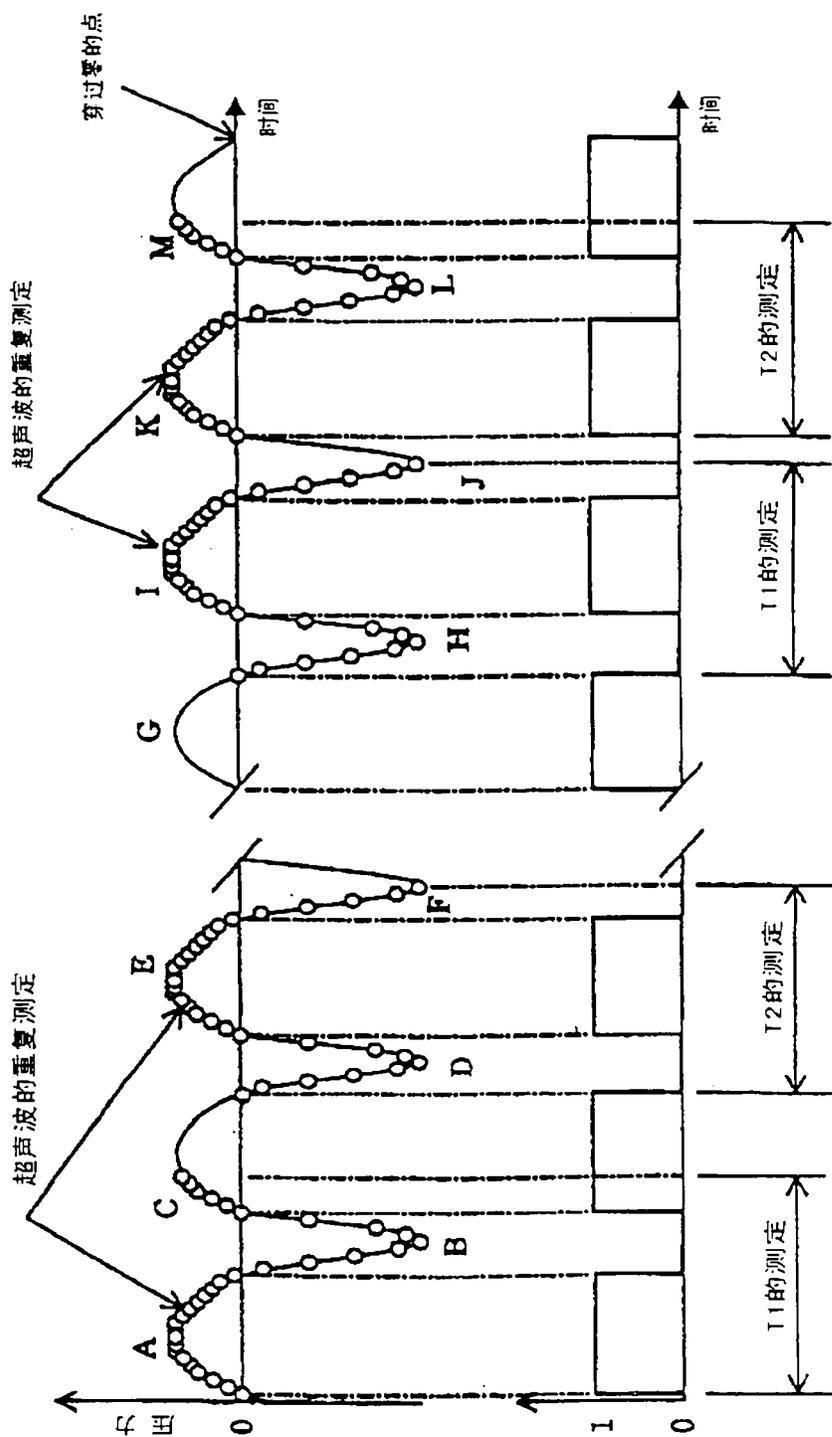


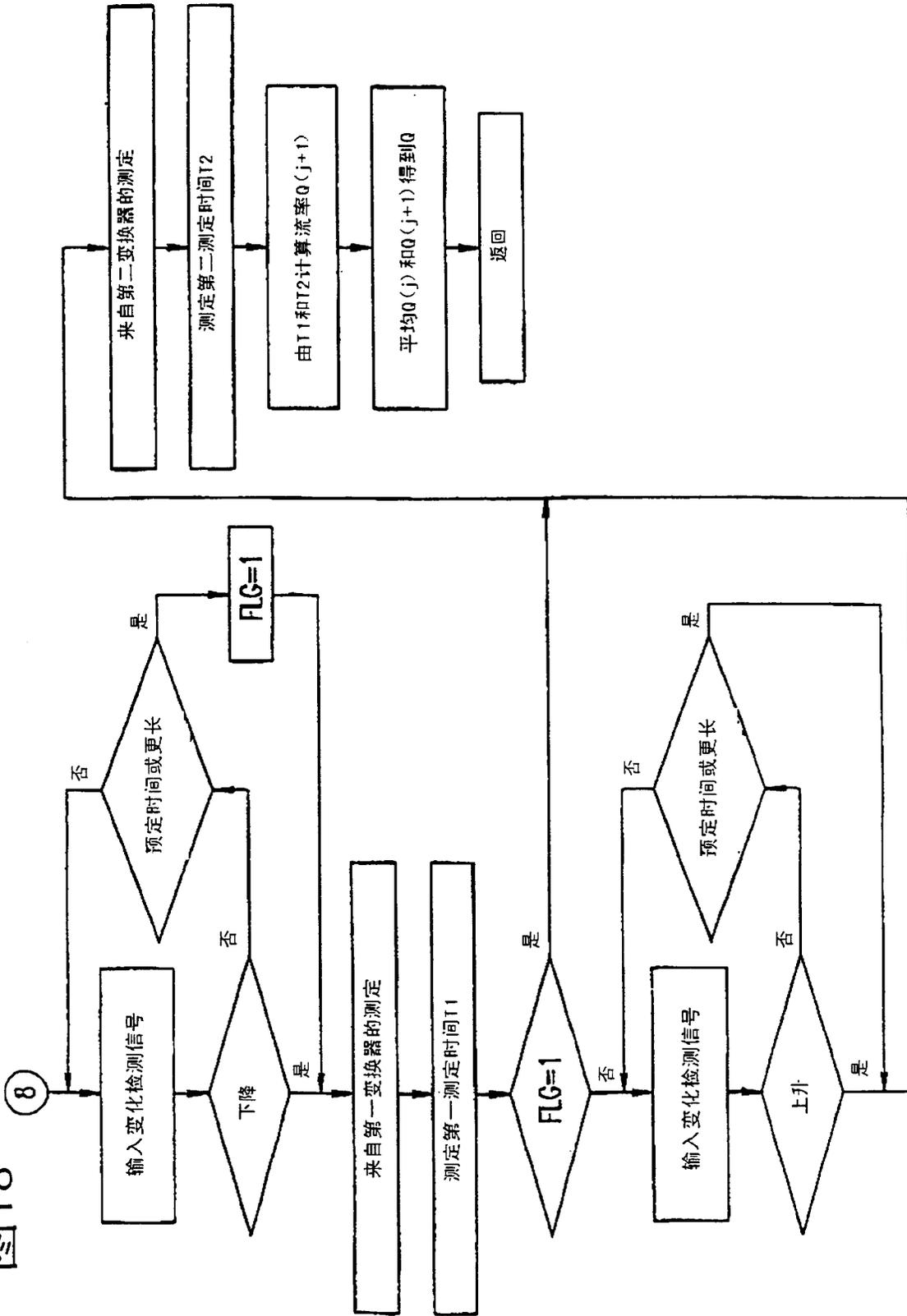
图16



北京航空航天大学学报



图18



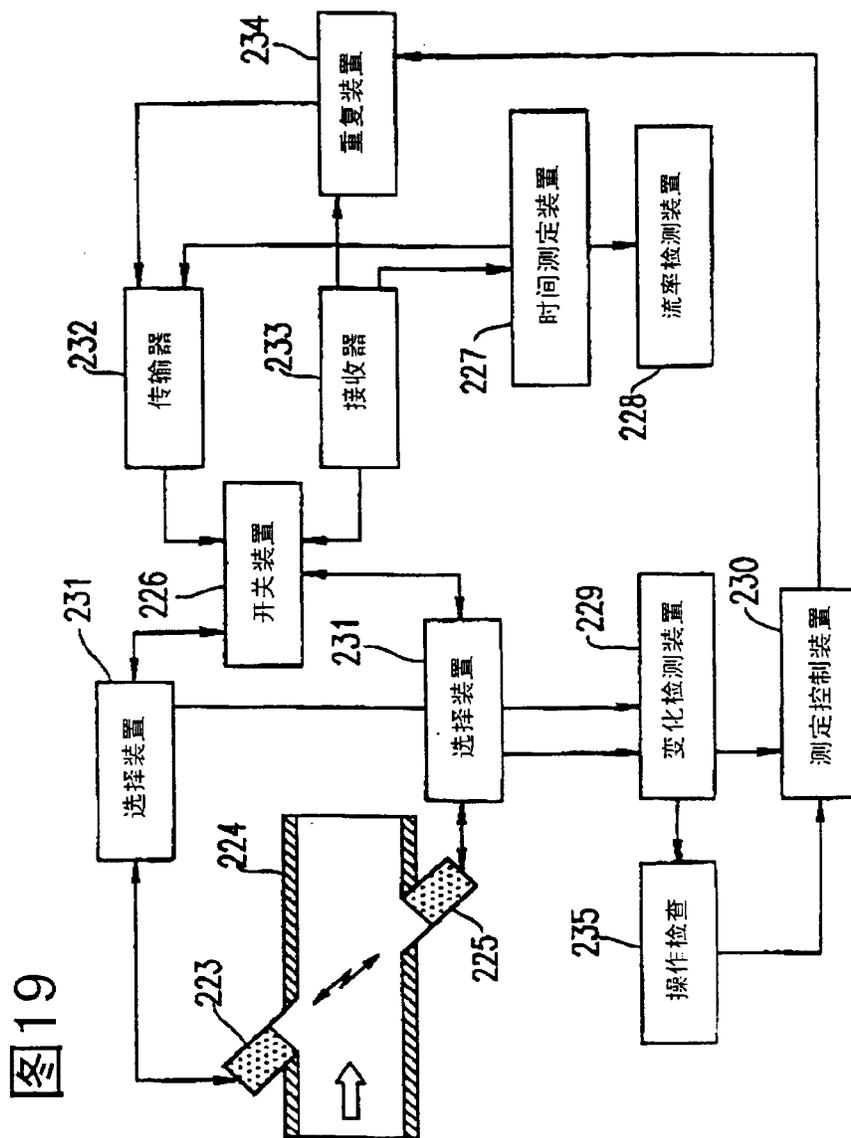
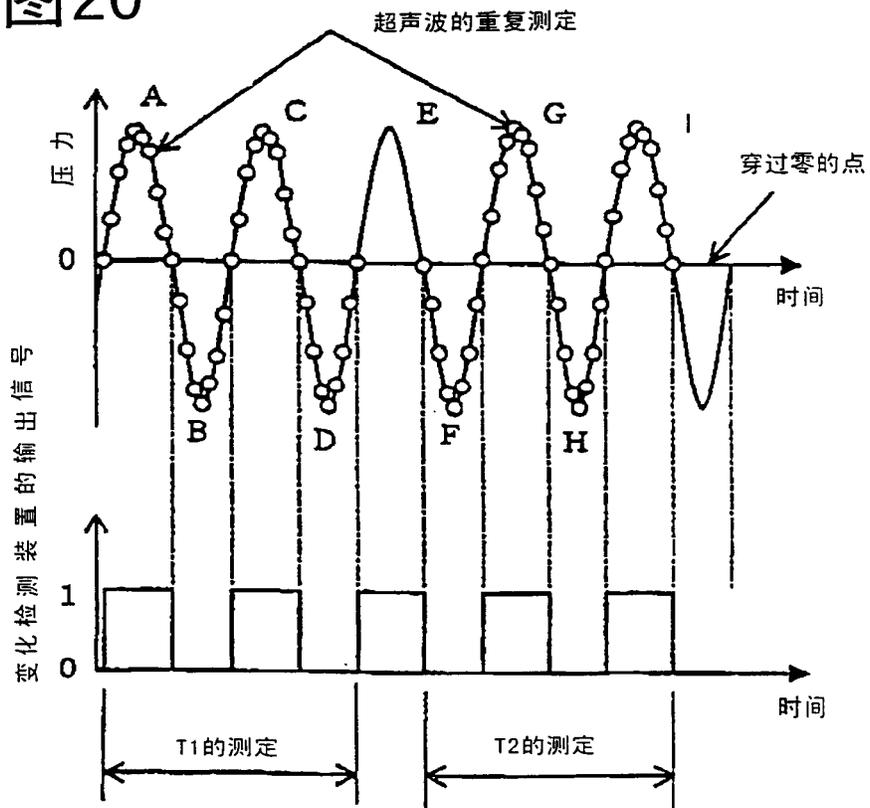


图19

图 20



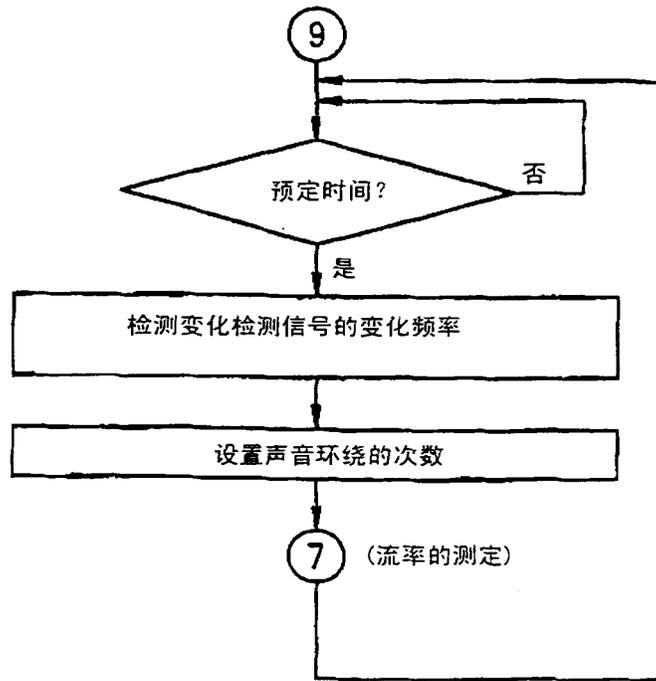


图 21

图 22

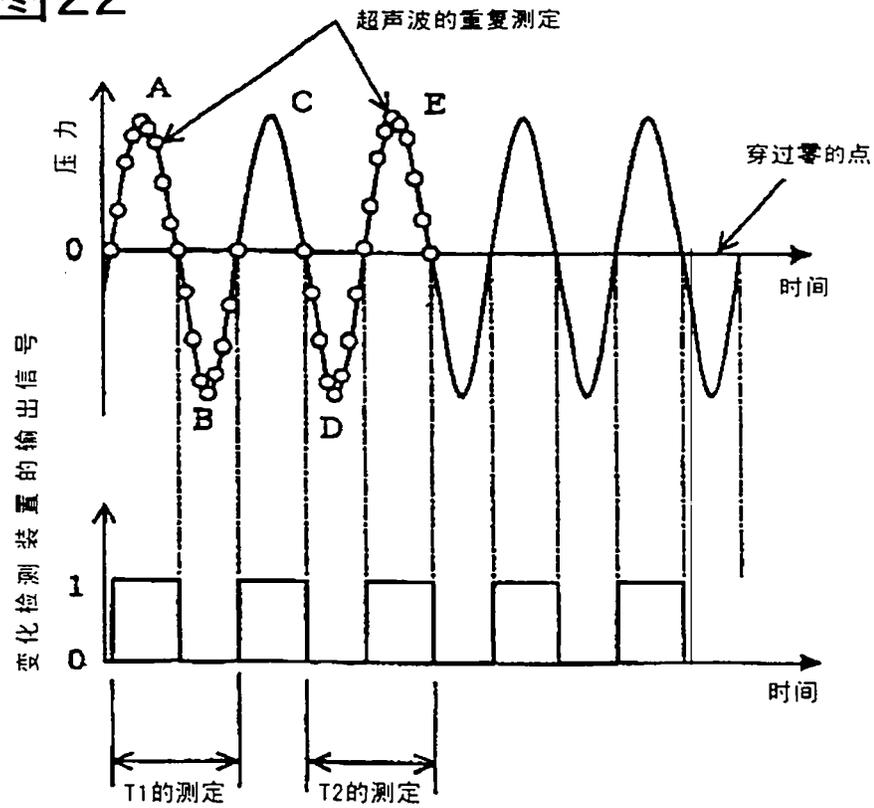
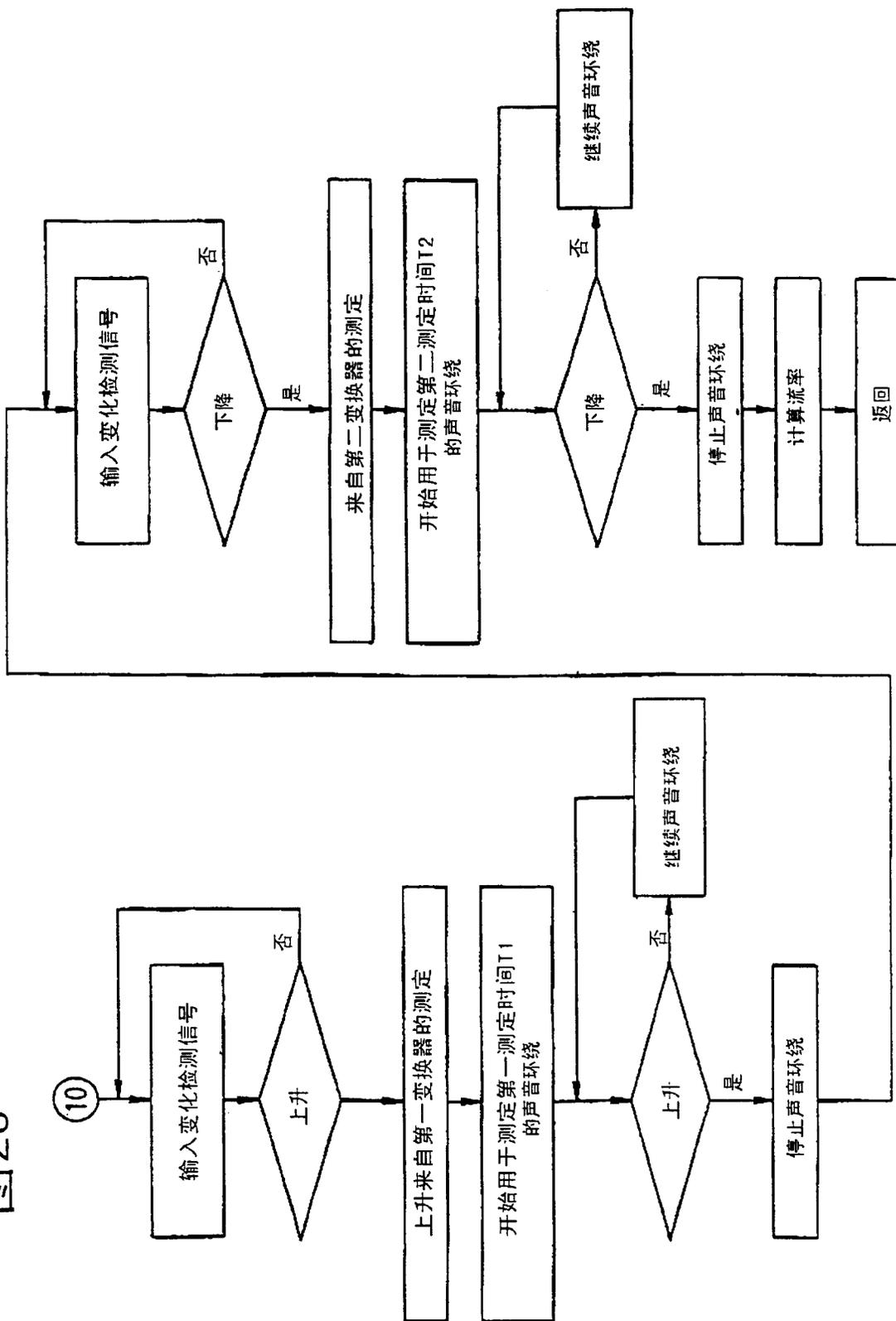
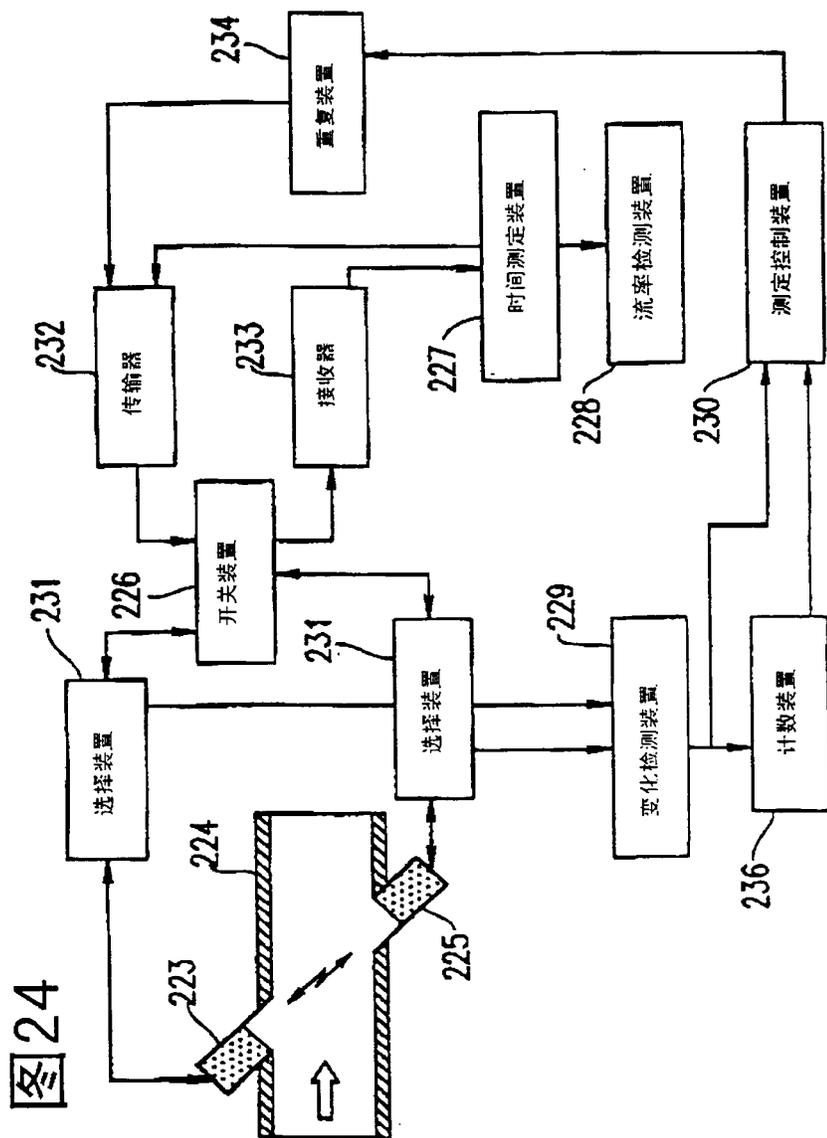


图 23







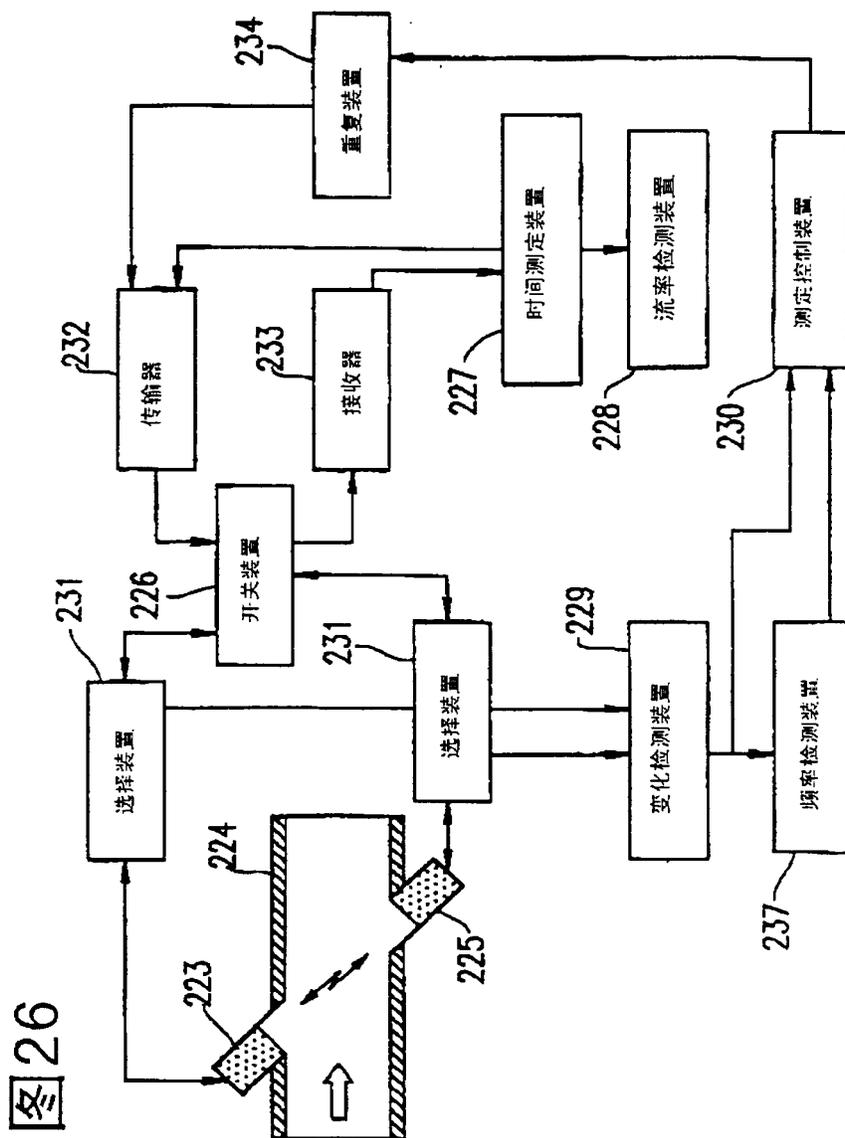
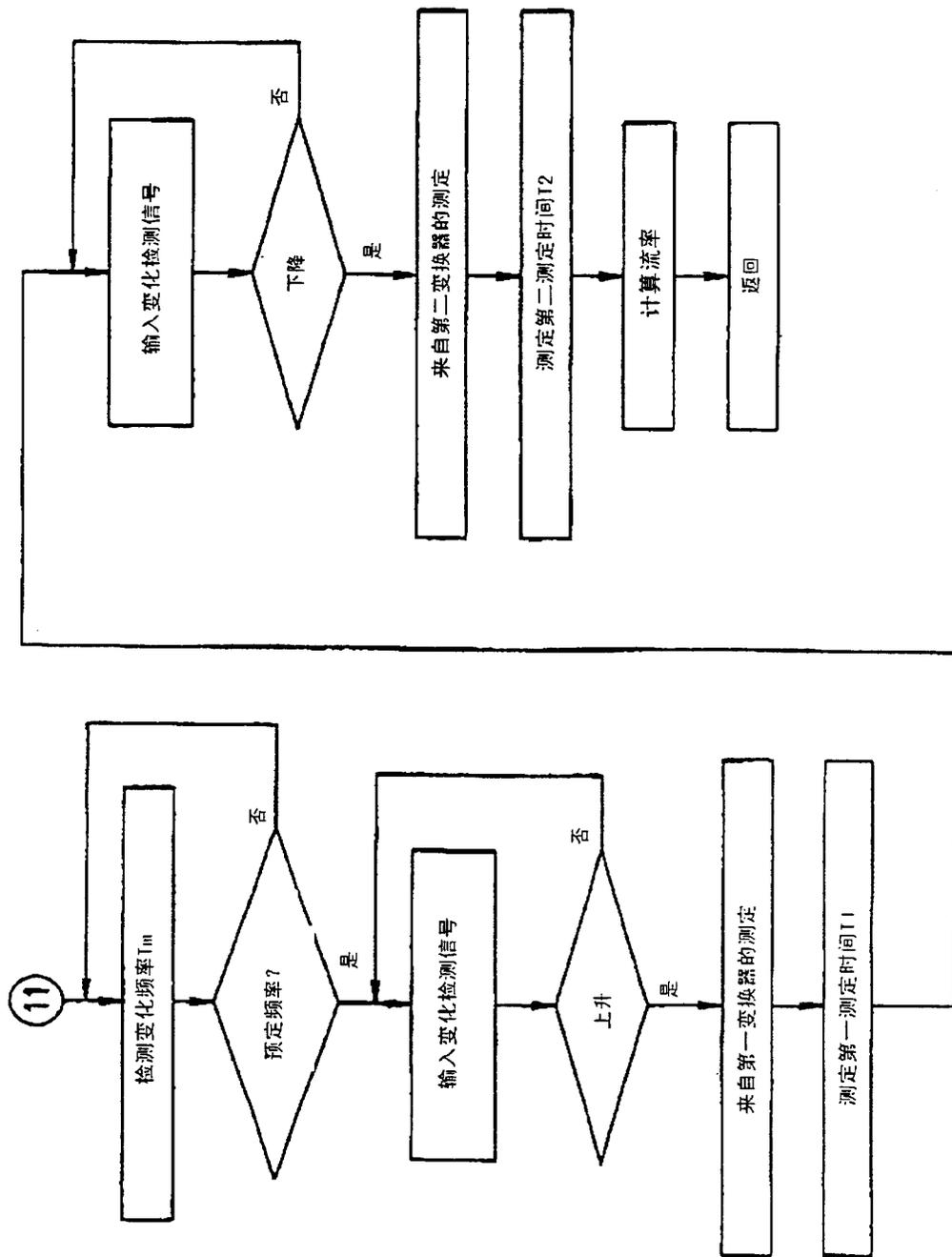
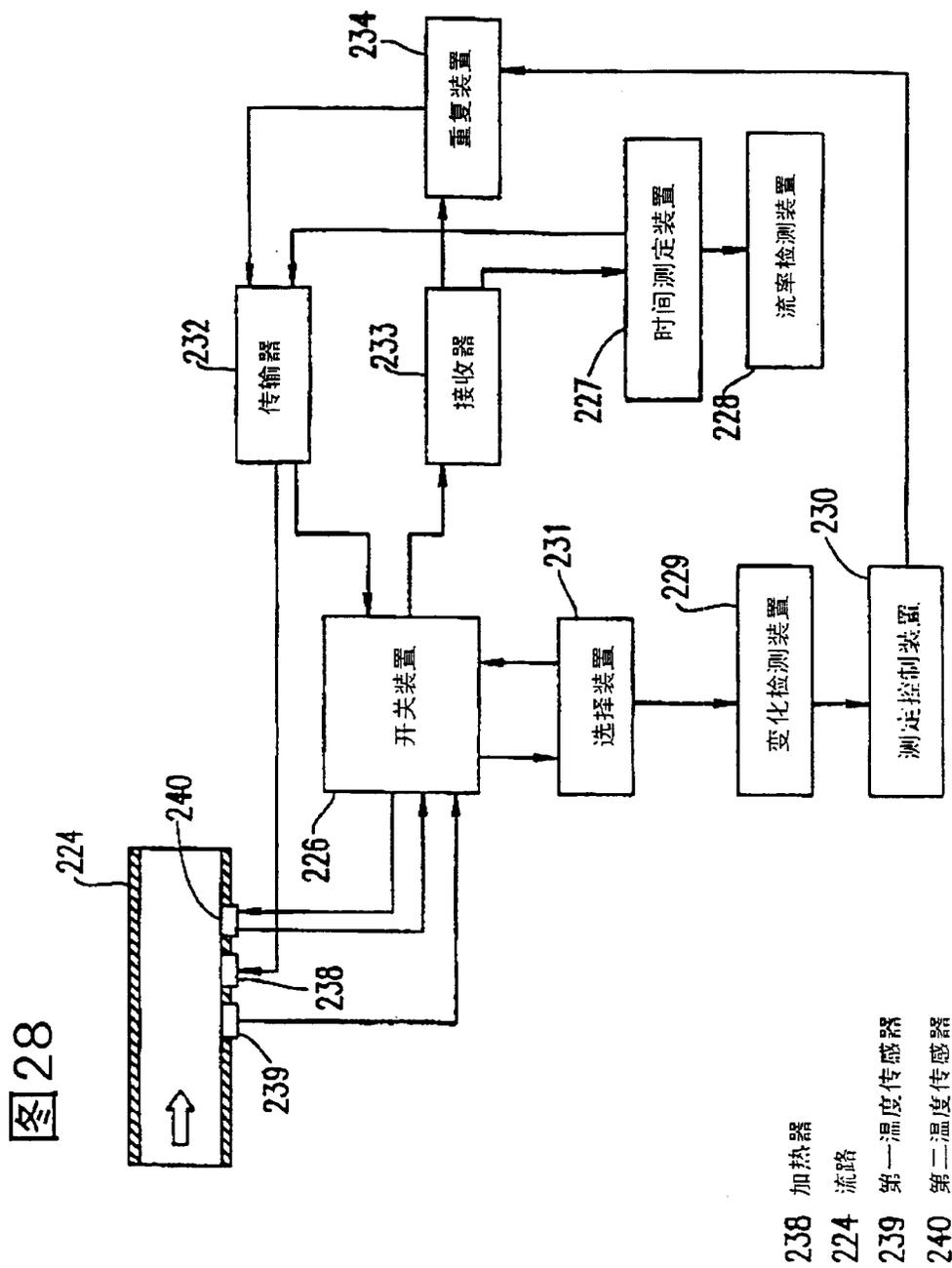


图 27





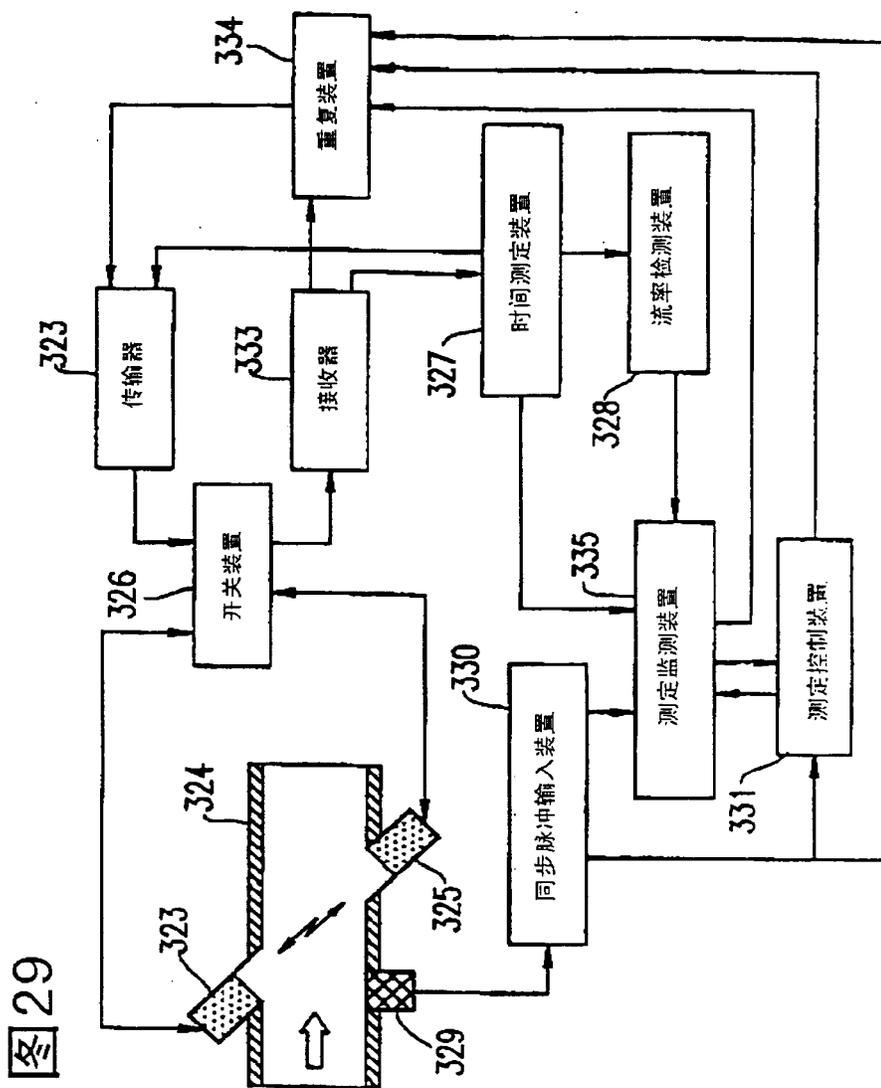
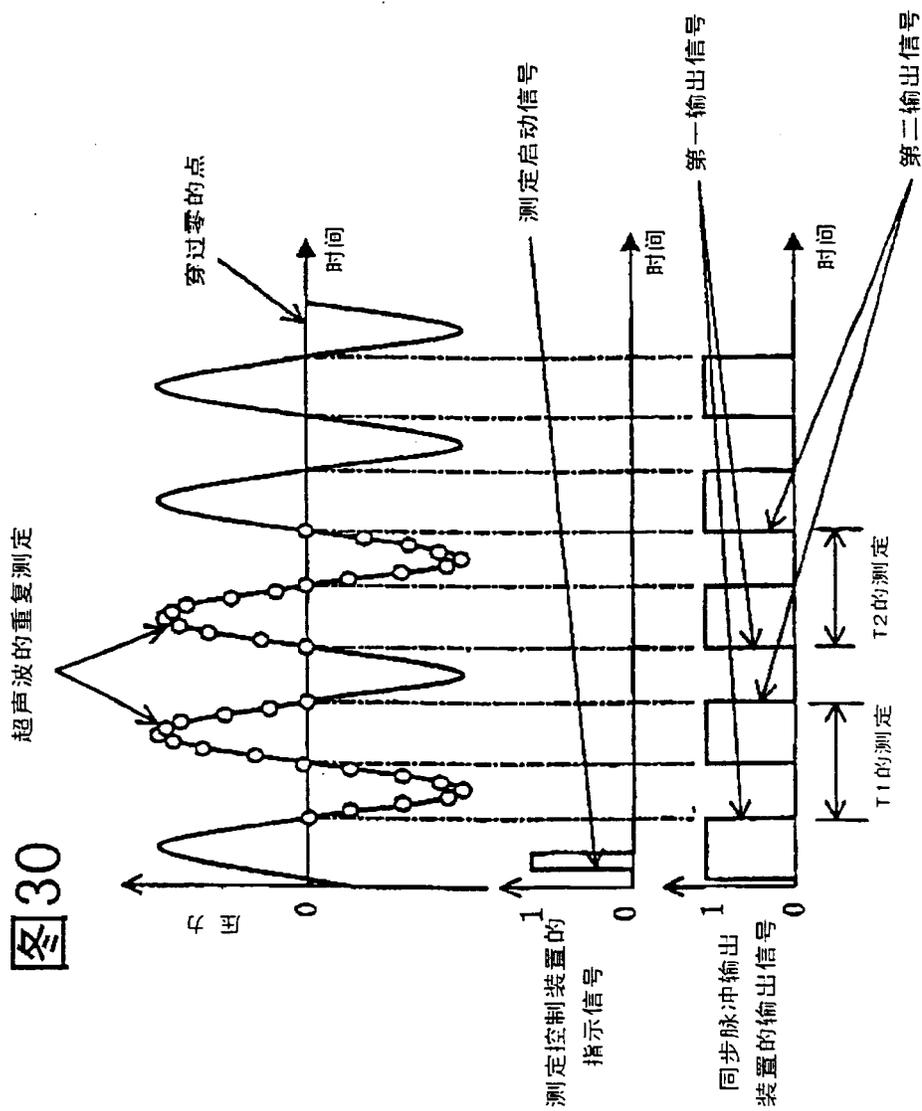
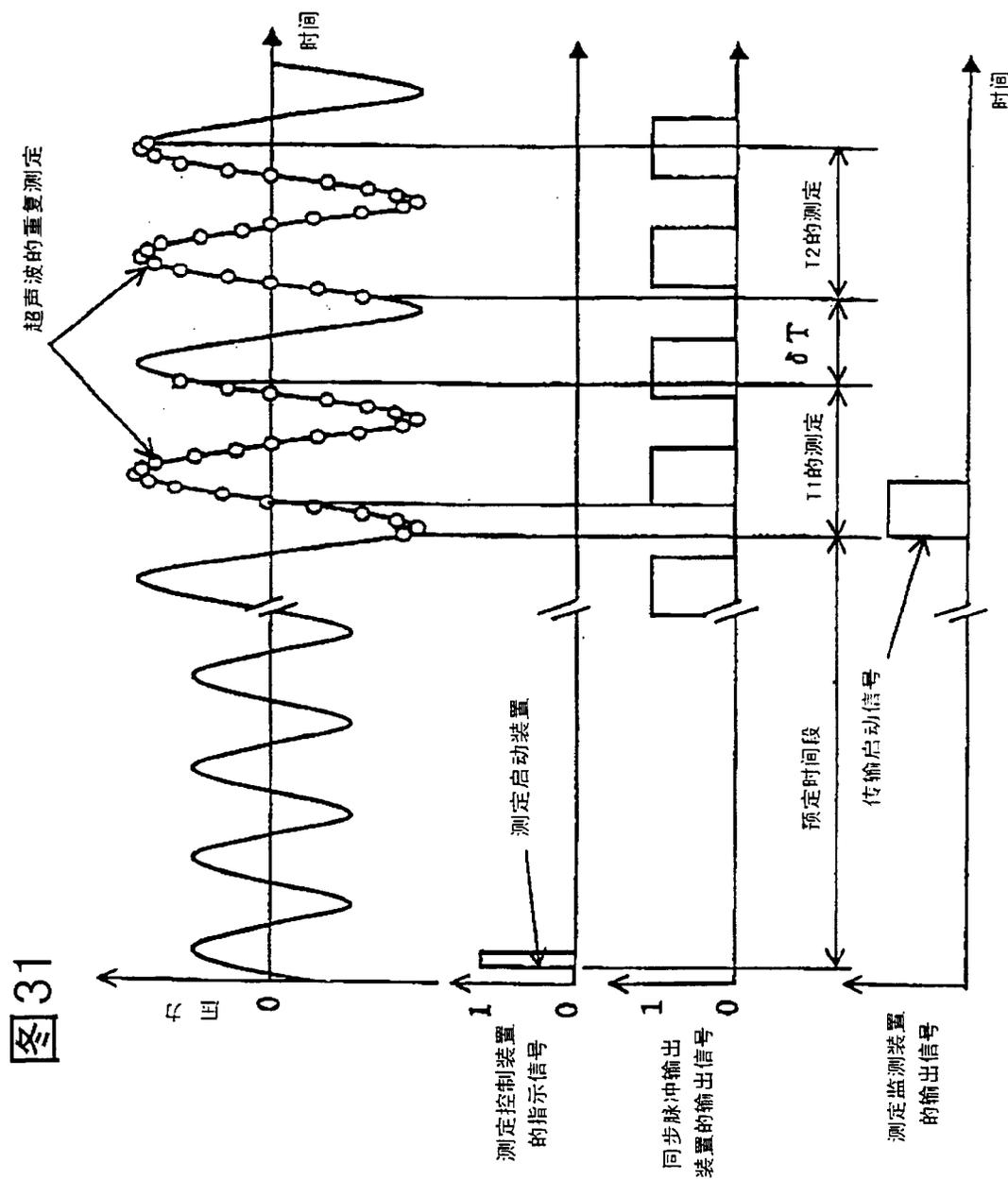


图 29

- 323 第一压电变换器
- 324 流路
- 325 第二压电变换器
- 329 压力变化检测器





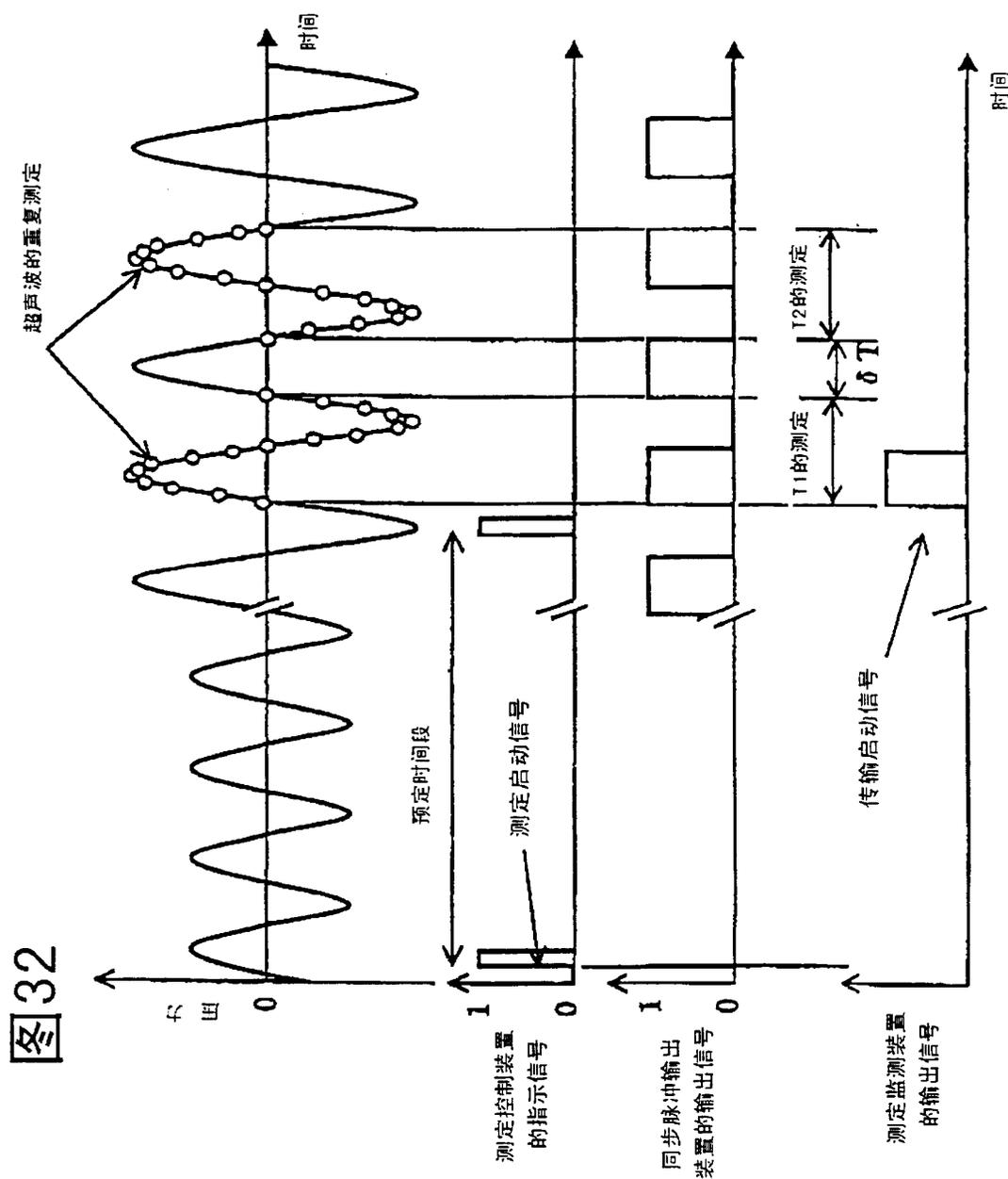
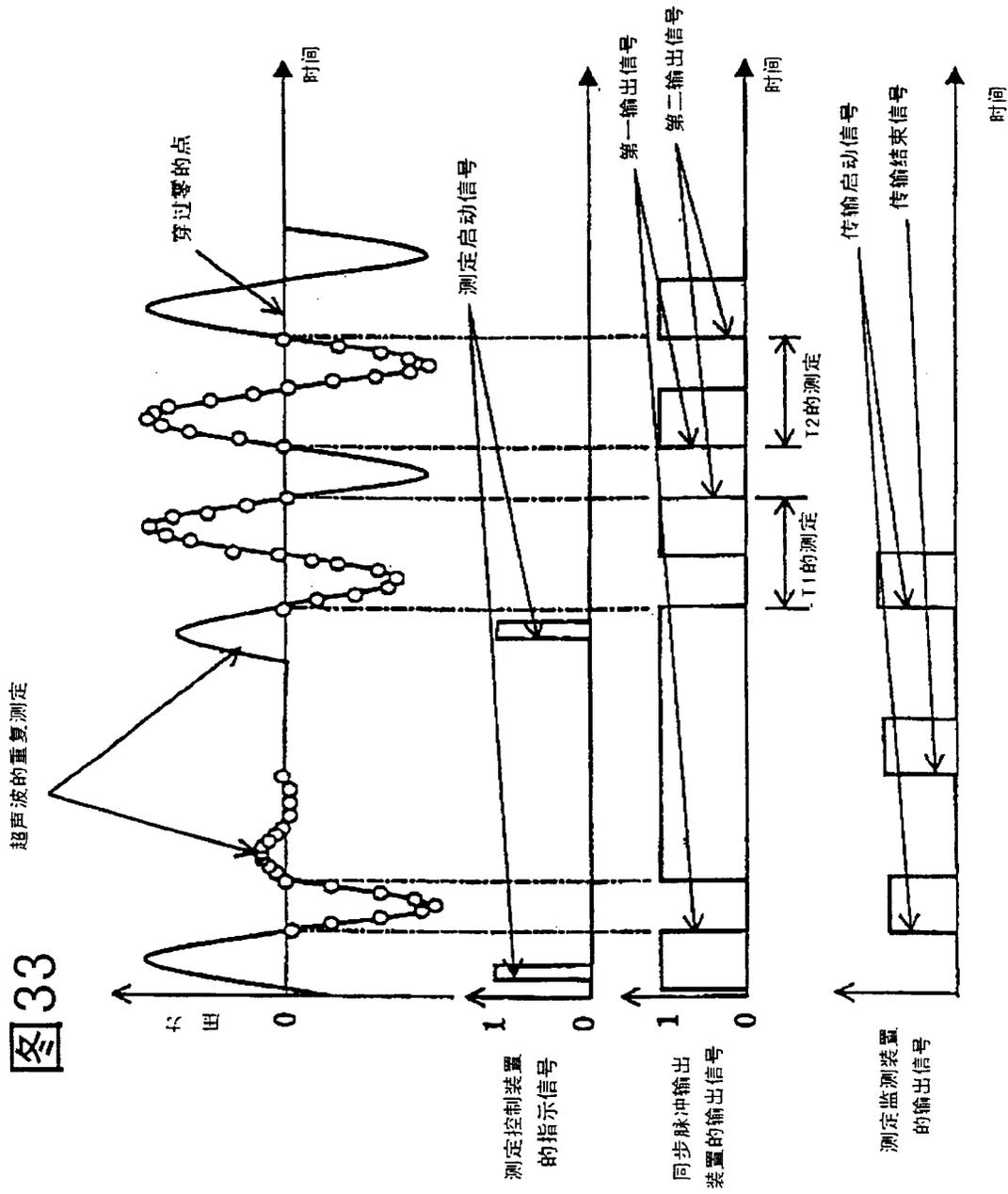


图 33



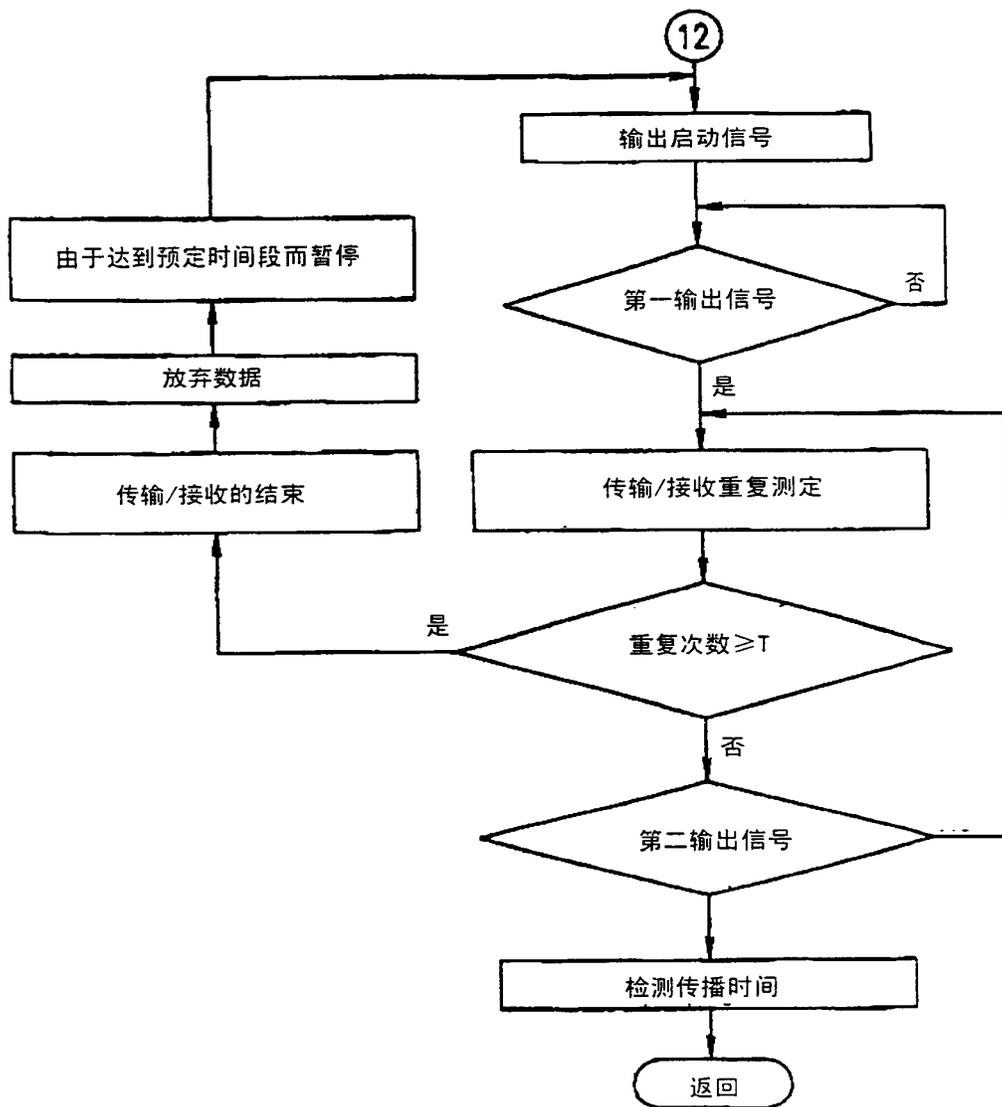


图 34

图35

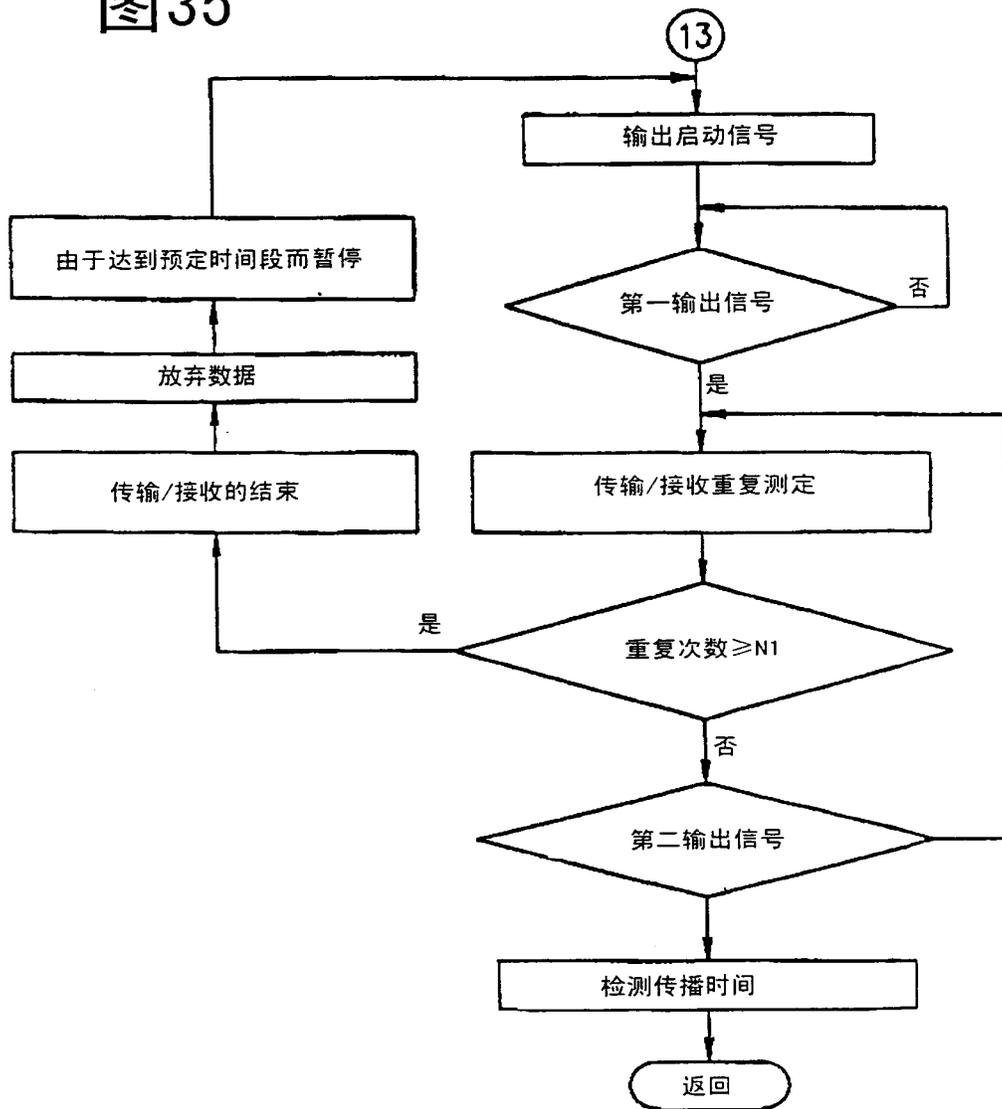


图36

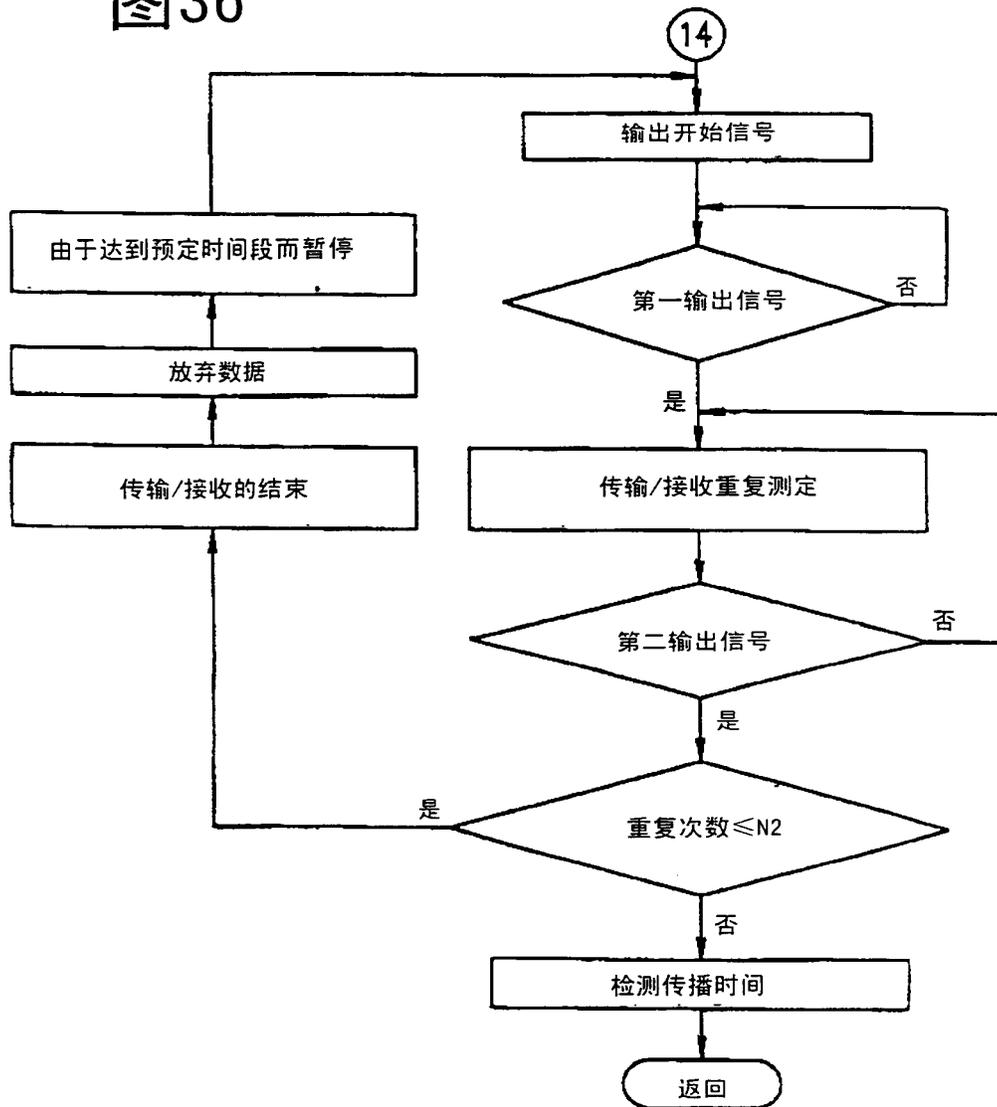
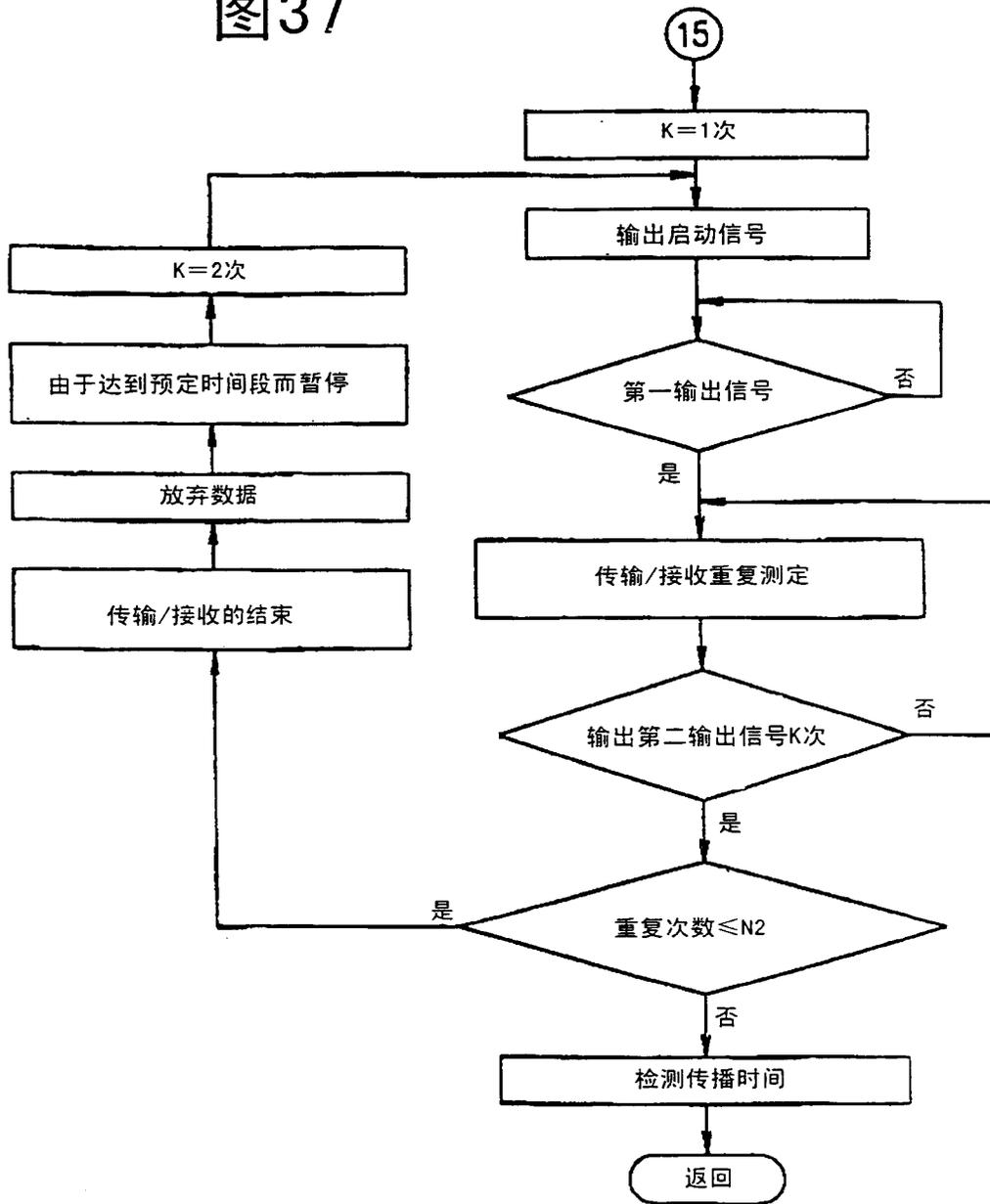


图37



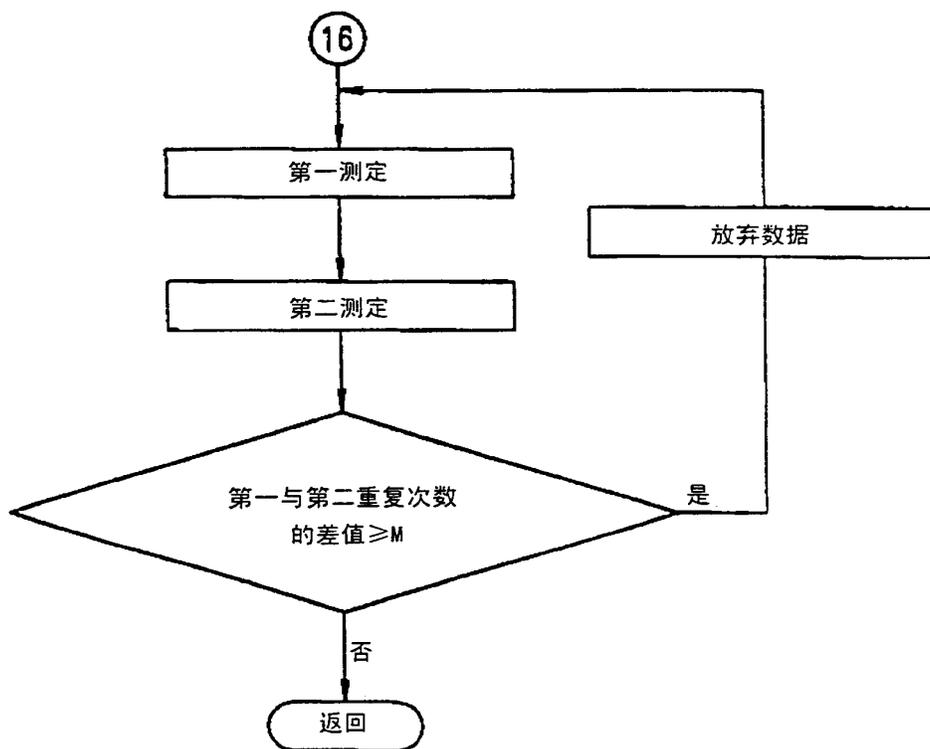


图 38

图 39

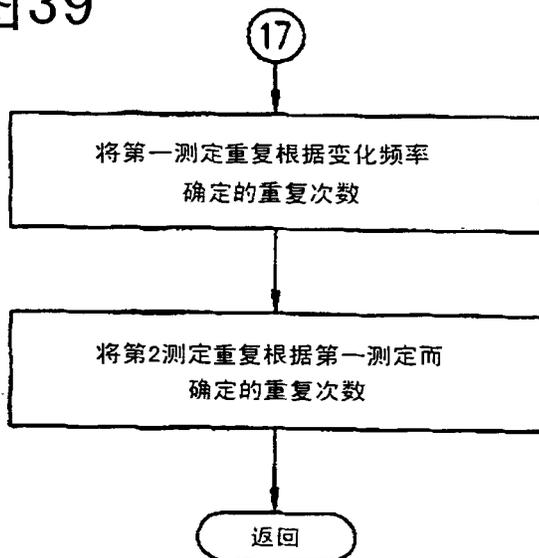
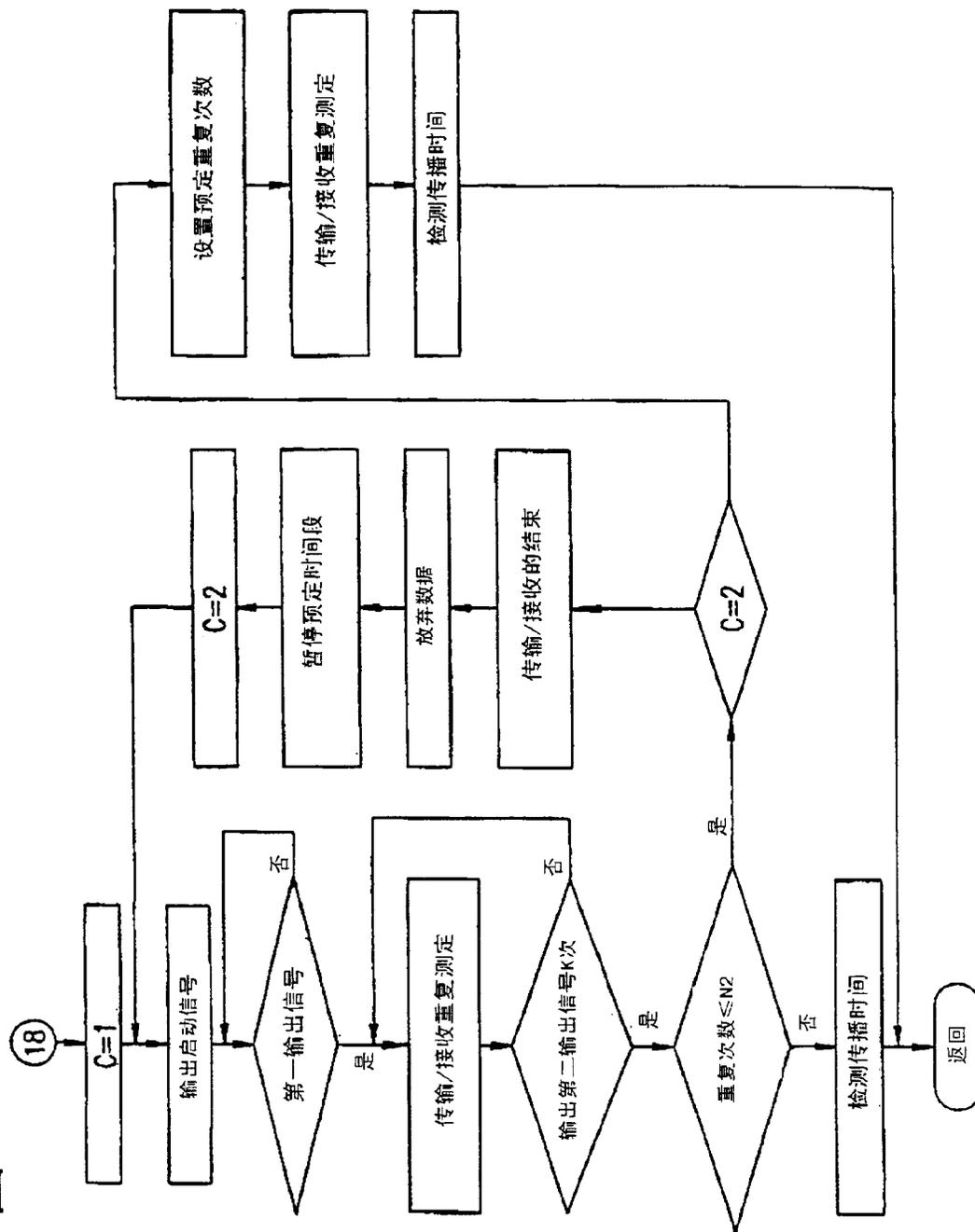
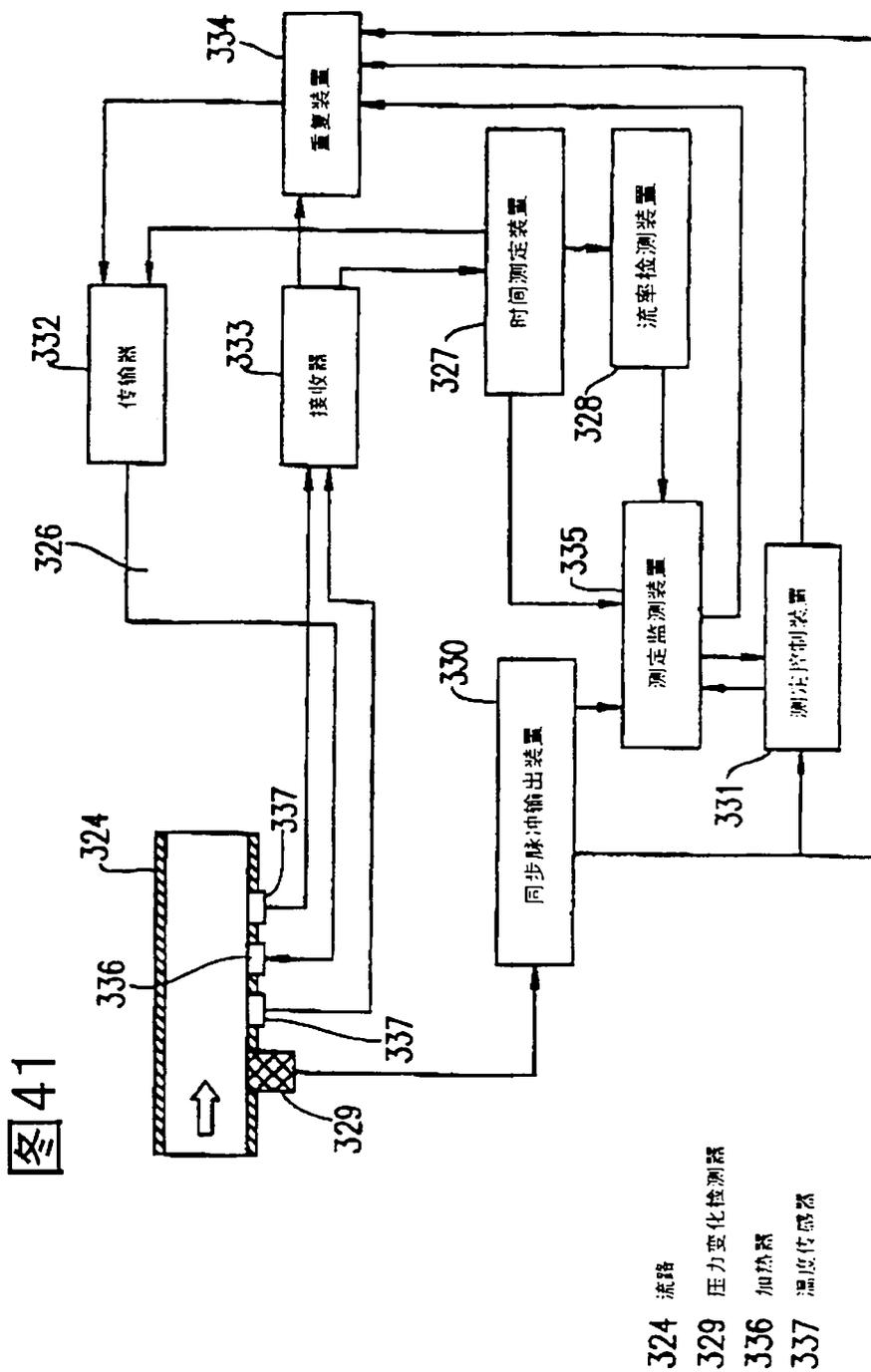


图40





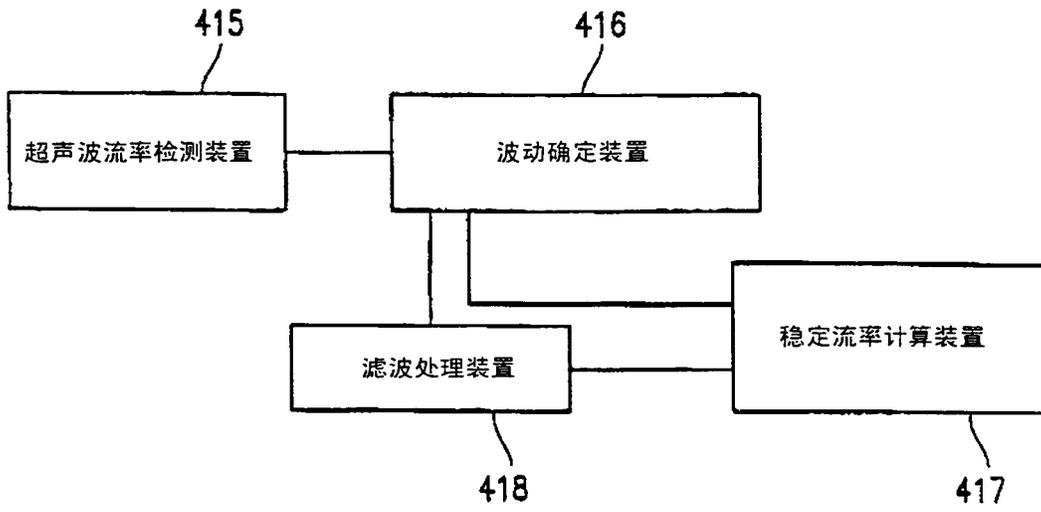


图 42

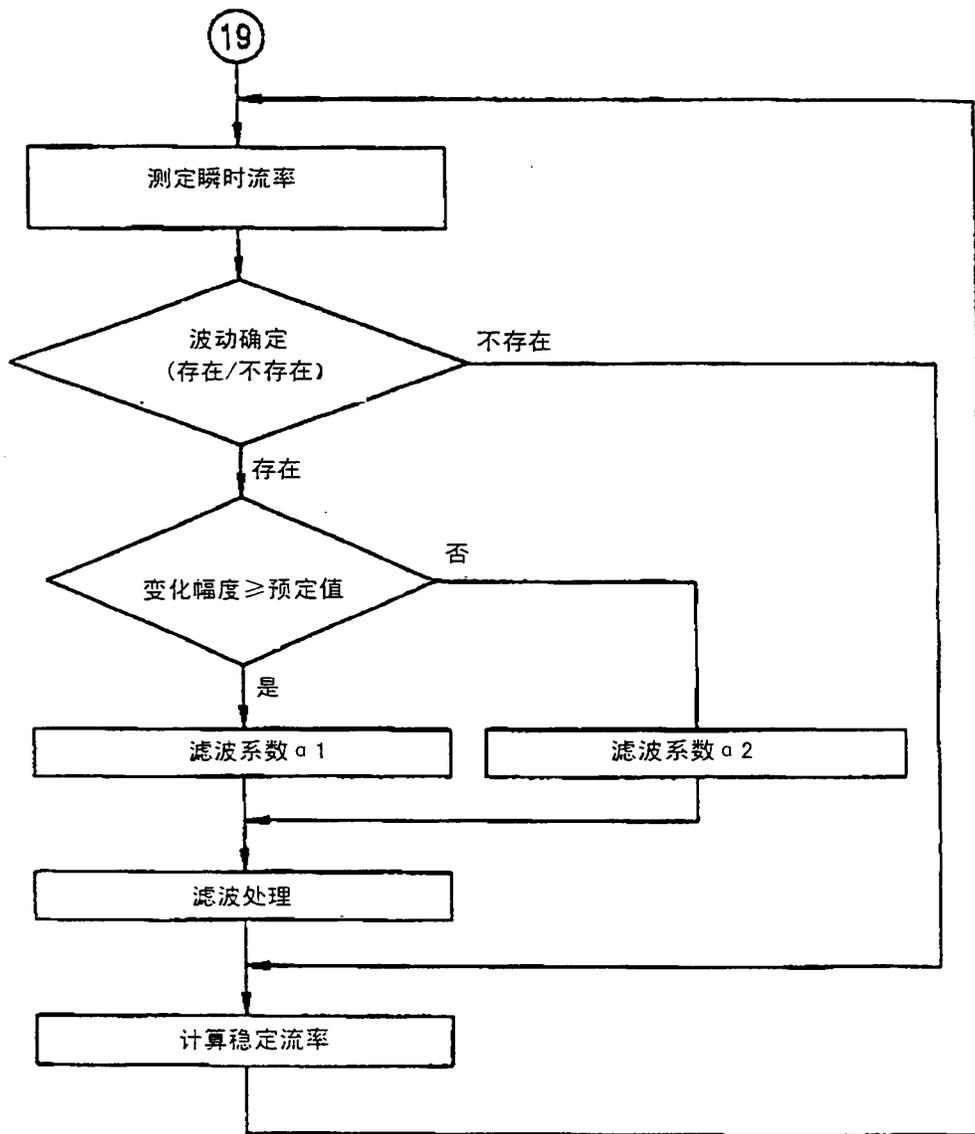


图 43

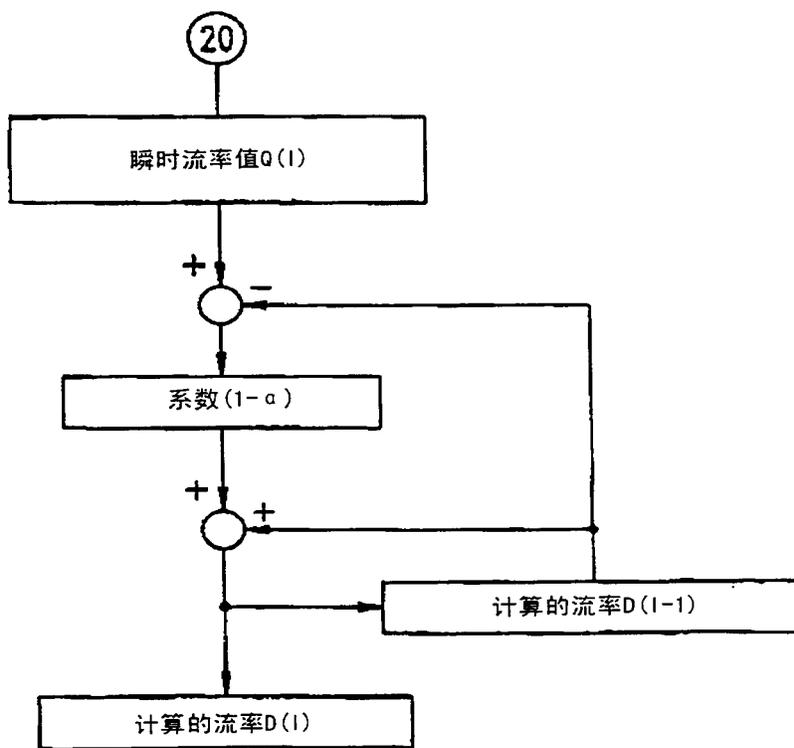


图 44

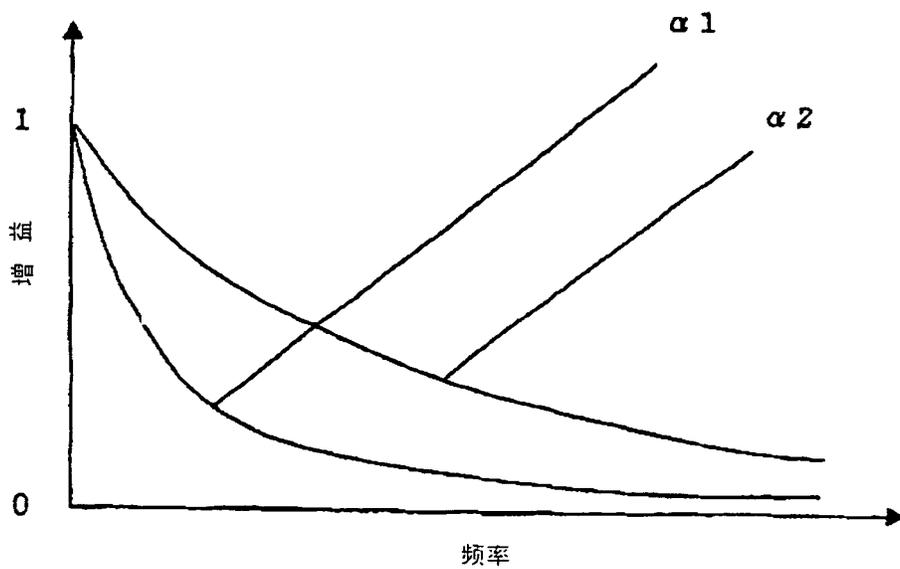
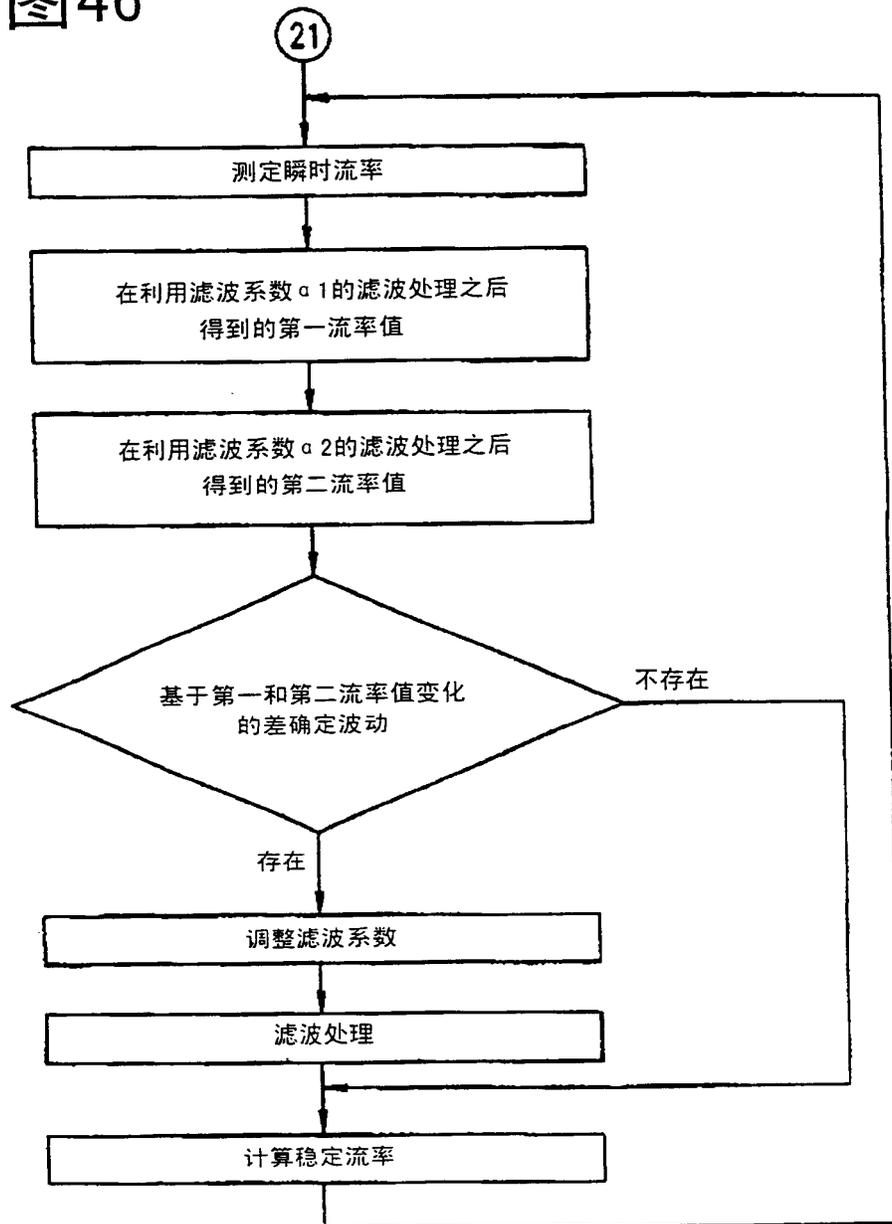


图 45

图 46



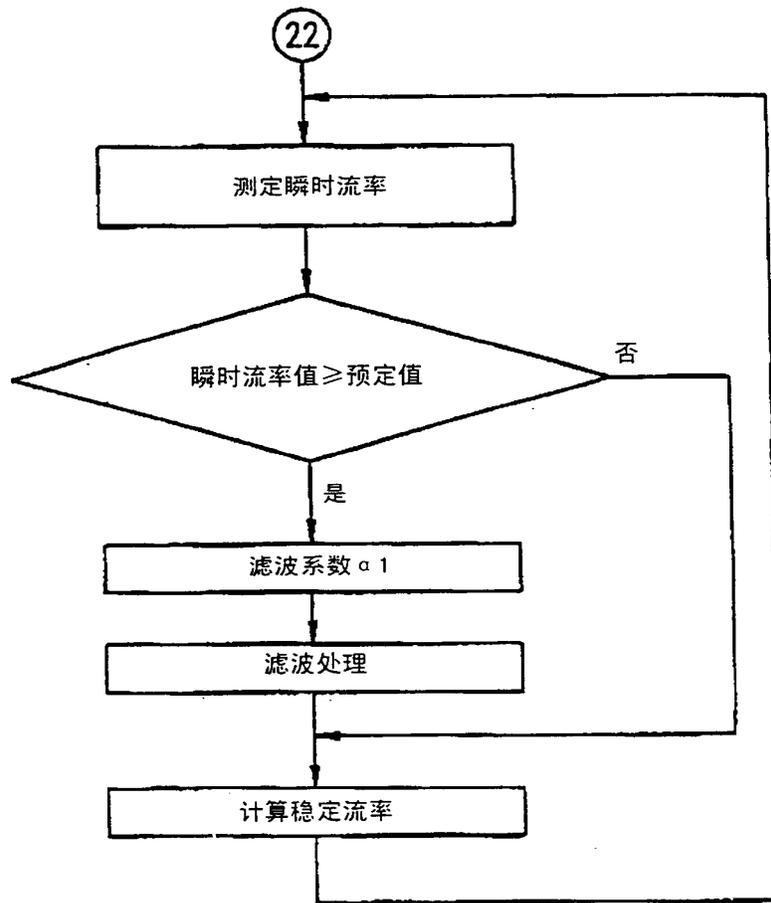


图 47

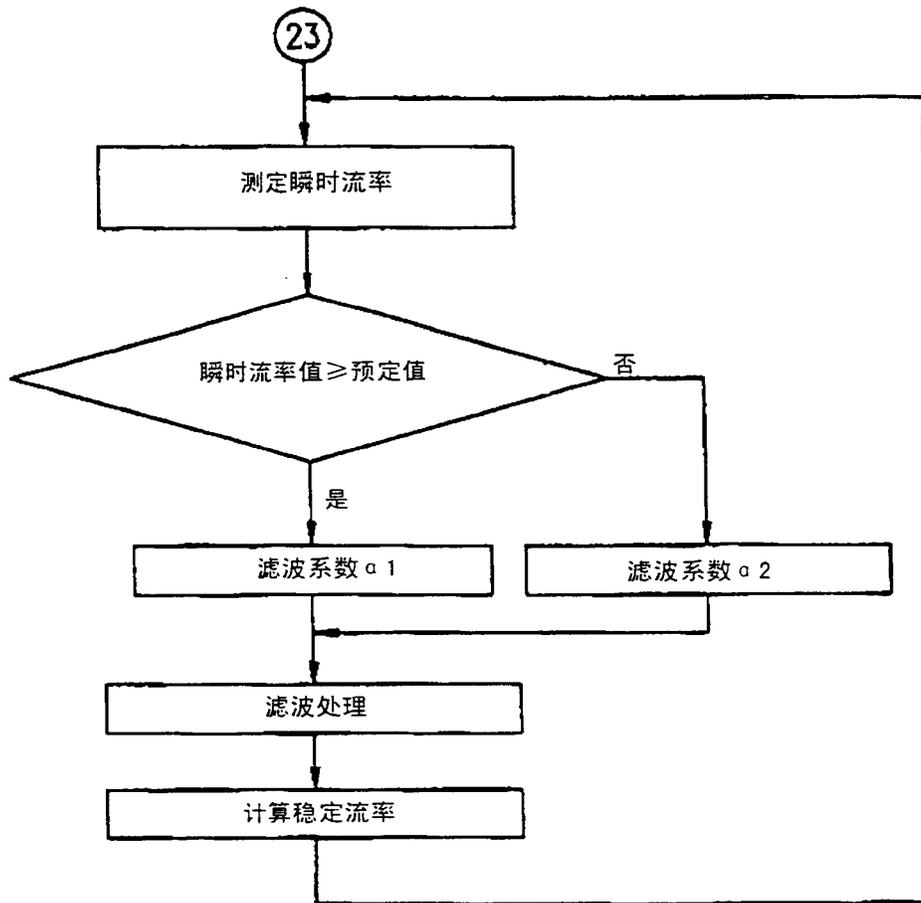


图 48

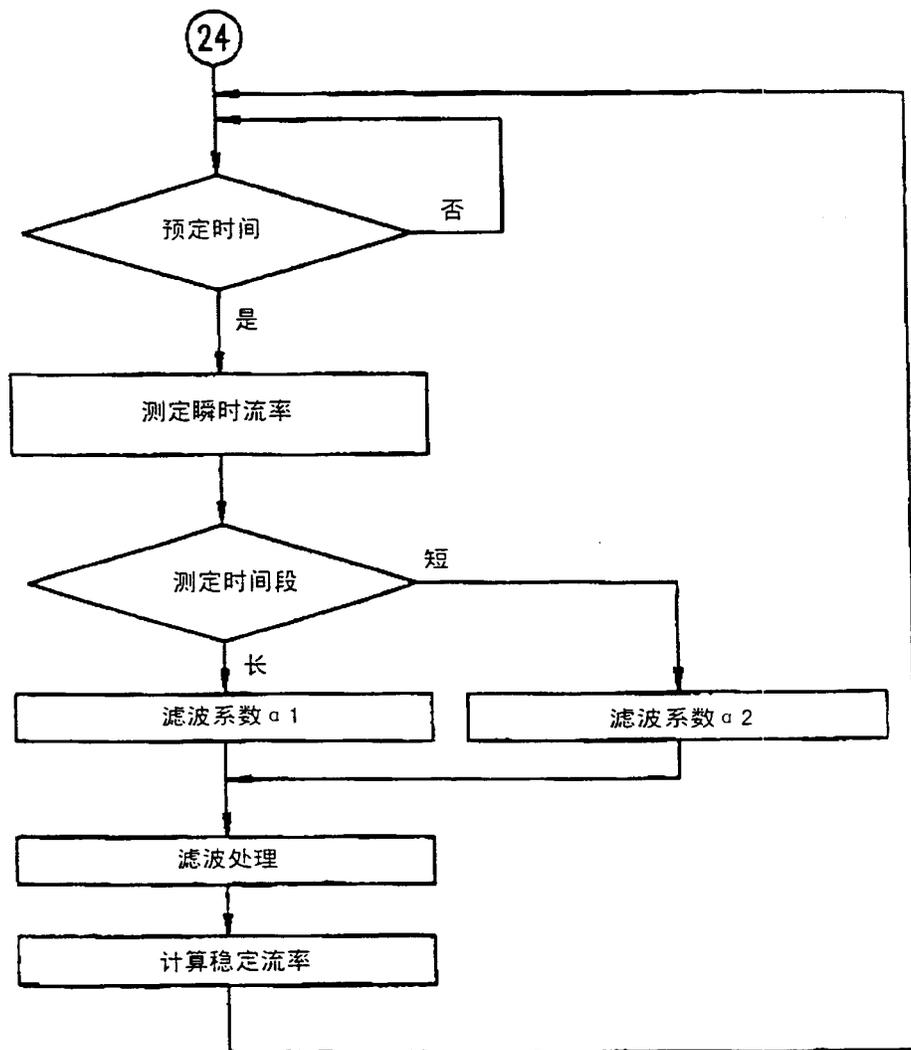


图 49

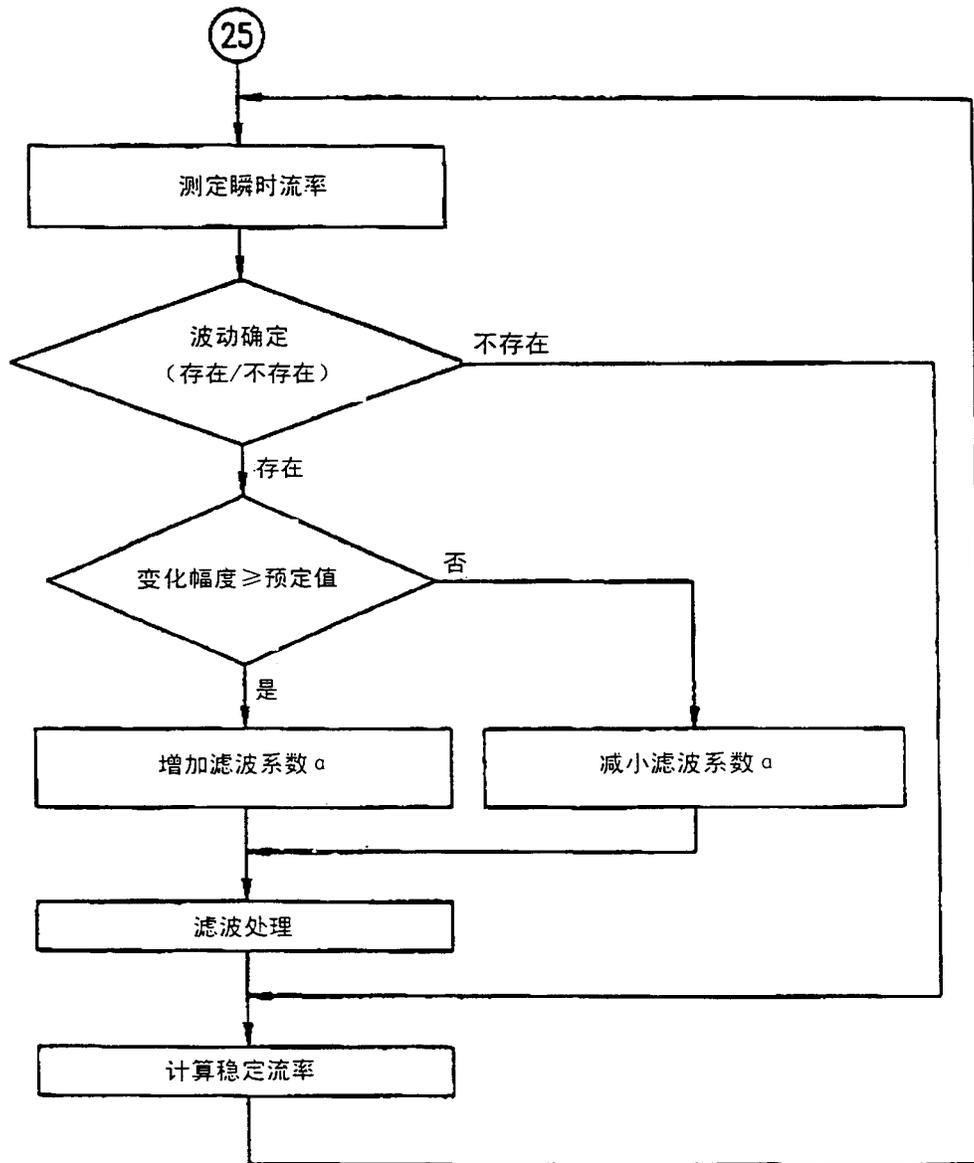


图 50

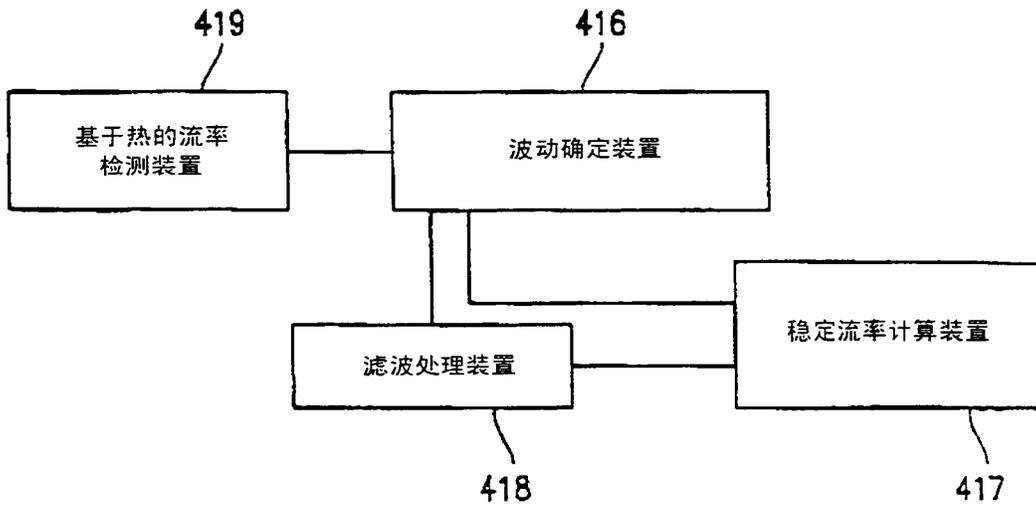
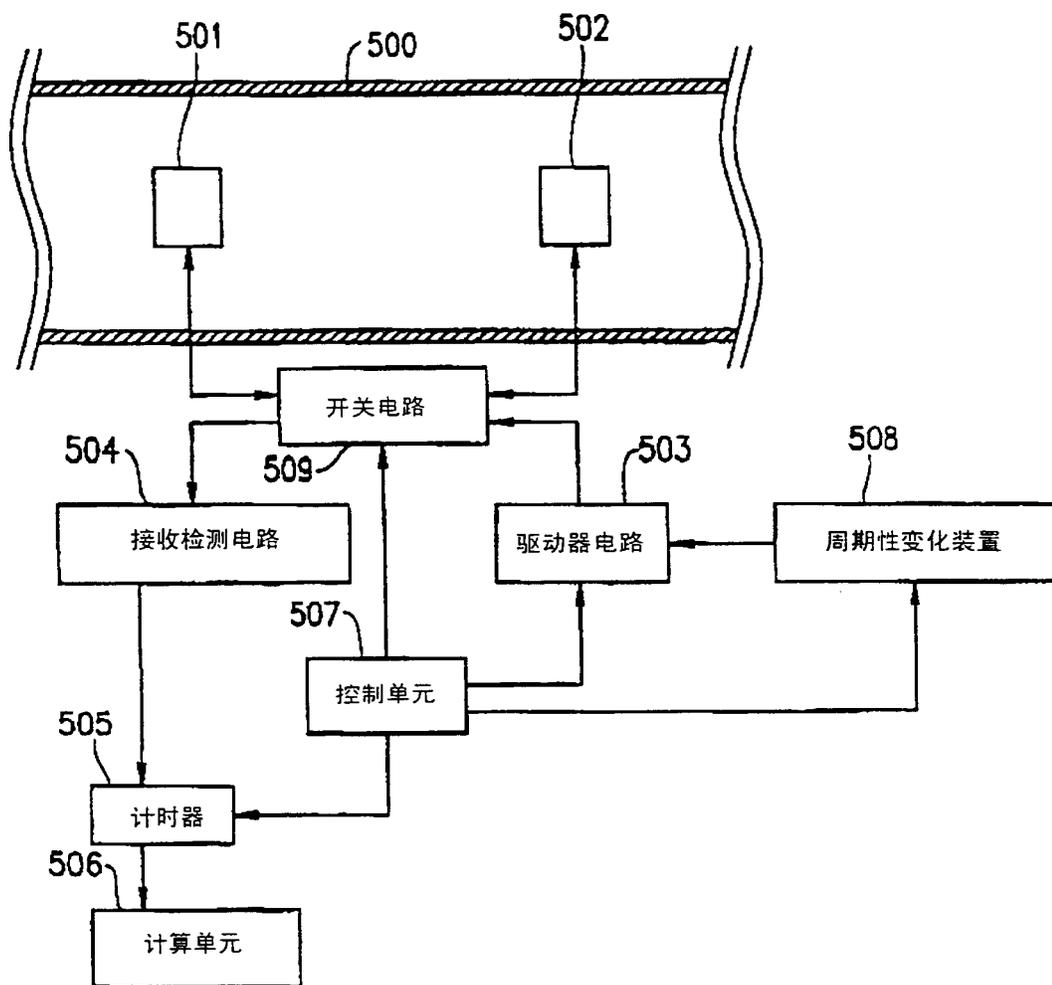


图 51



- 500 流速测定单元
- 501,502 超声波变换器
- 503 驱动器电路
- 504 接收检测电路
- 505 计时器
- 507 控制单元
- 506 计算单元
- 508 周期性变化装置

图 52

图53

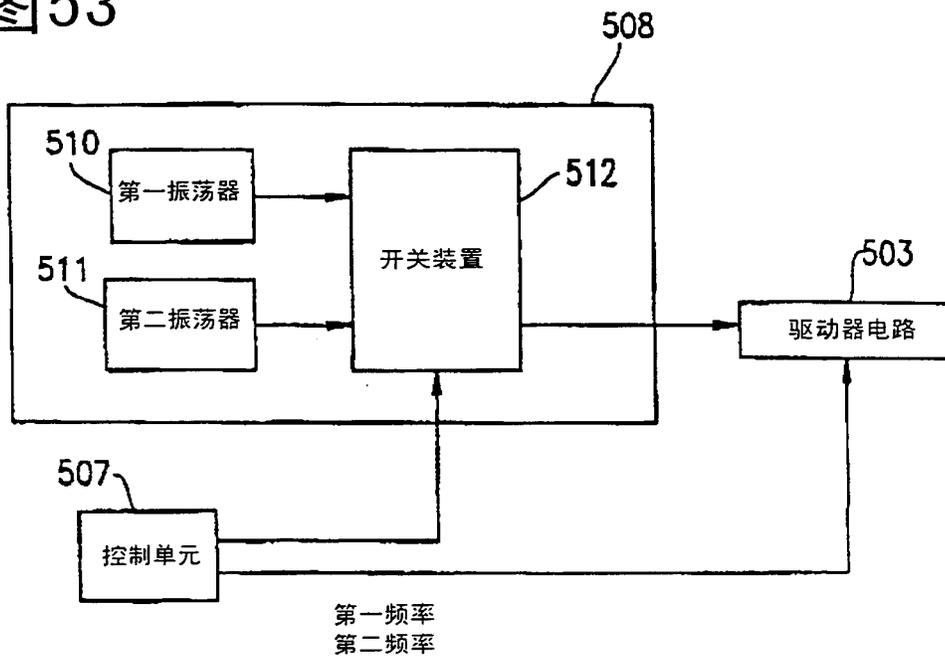
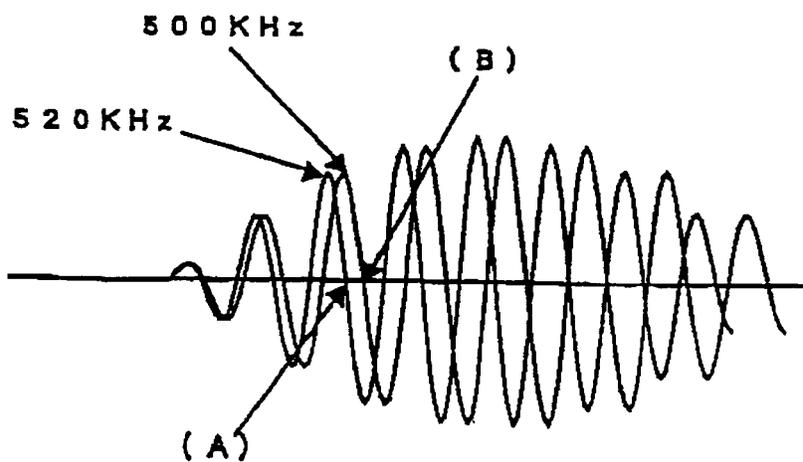


图54



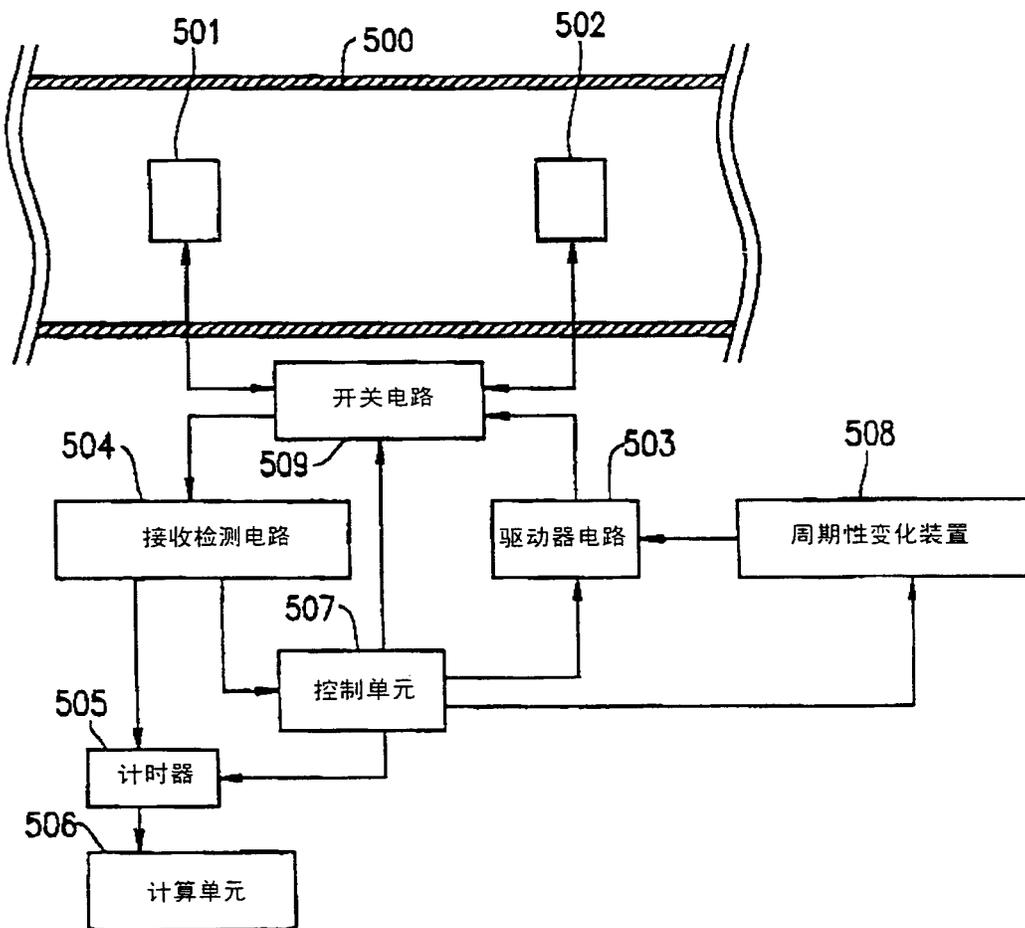


图 55

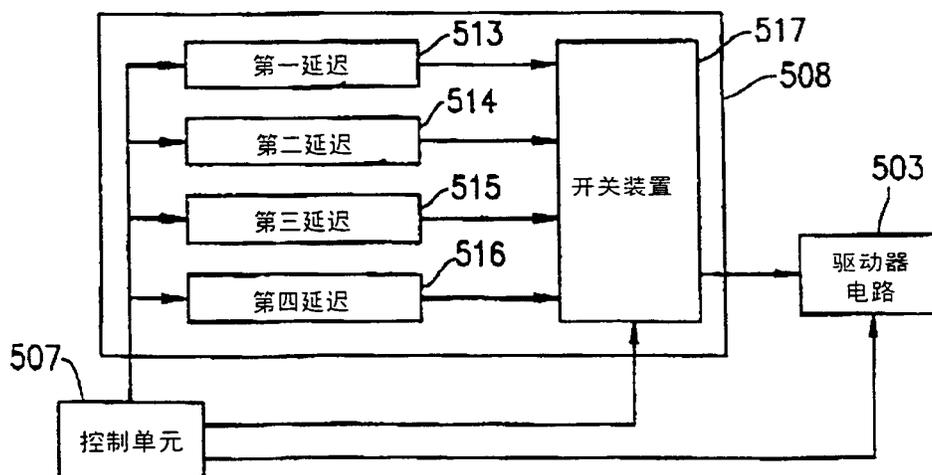


图 56

图57A

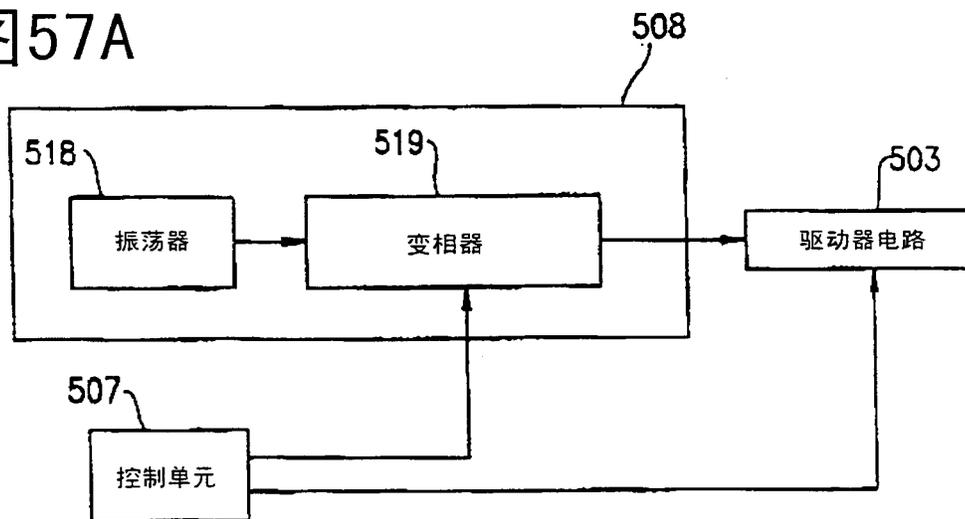


图57B

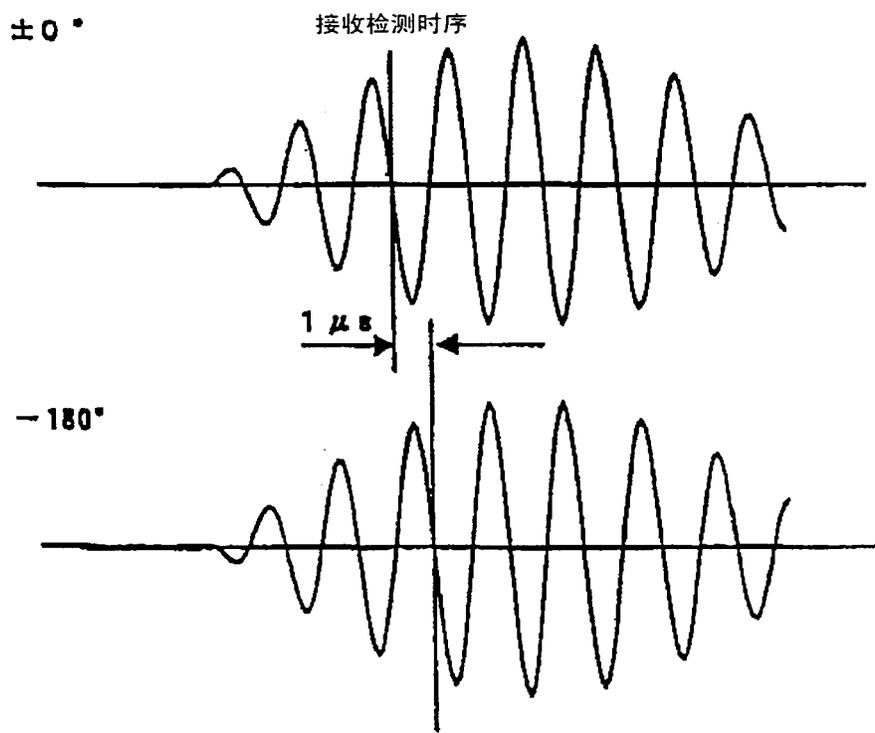


图 58

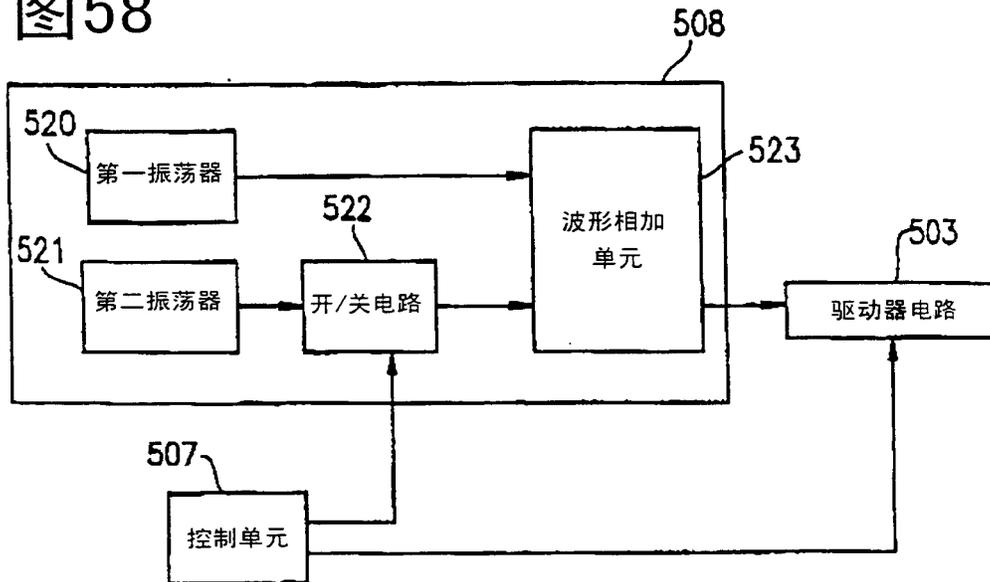


图 59

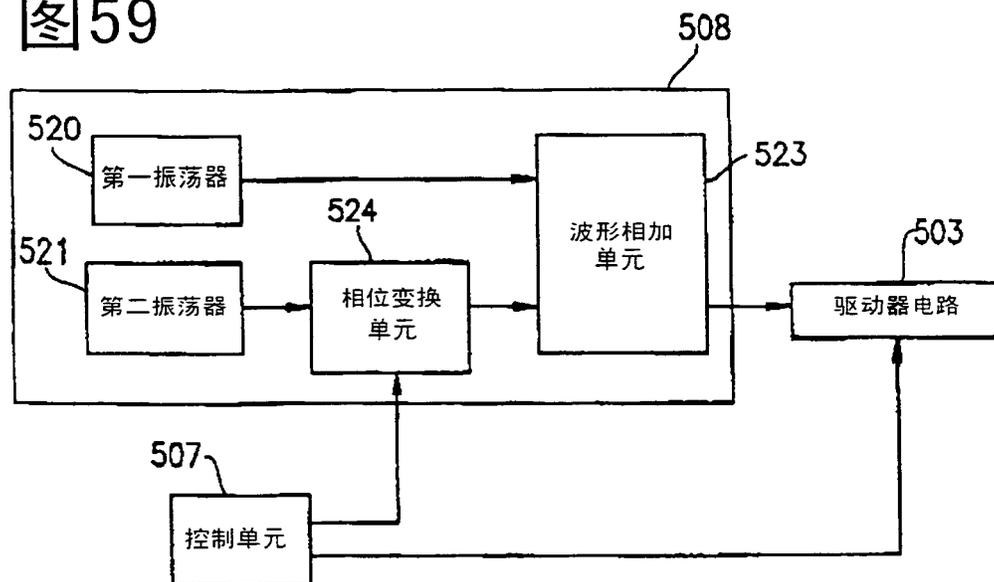
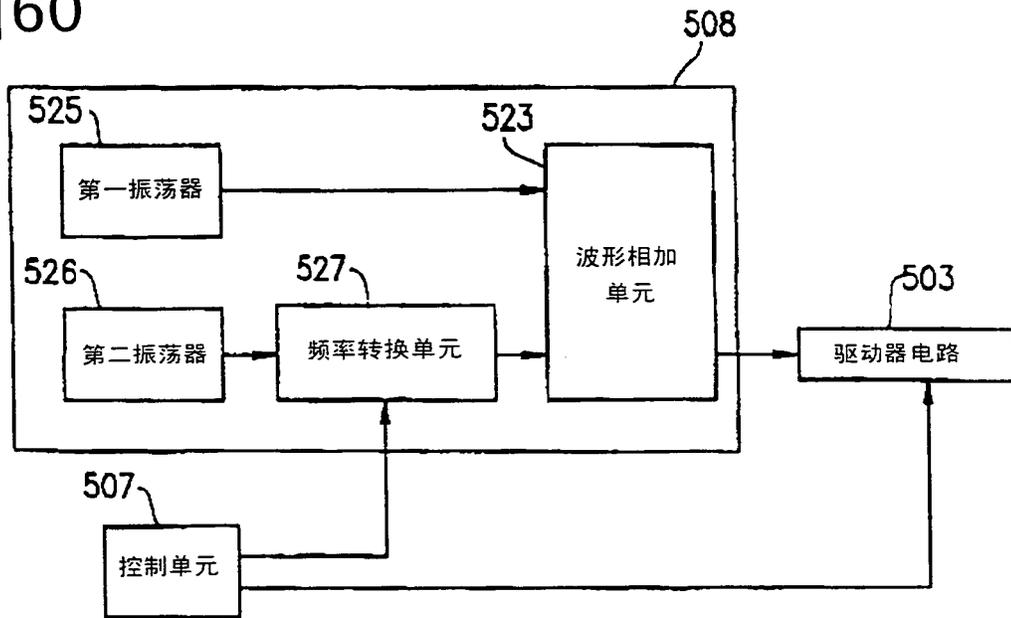
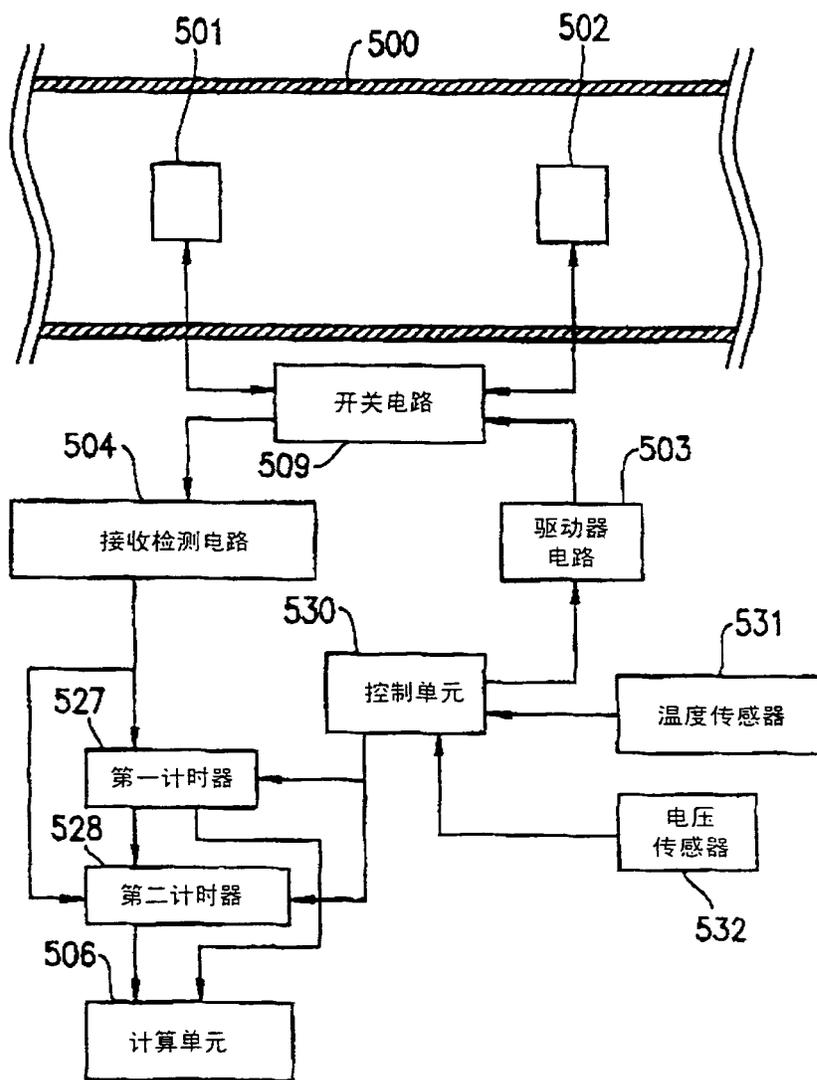


图60

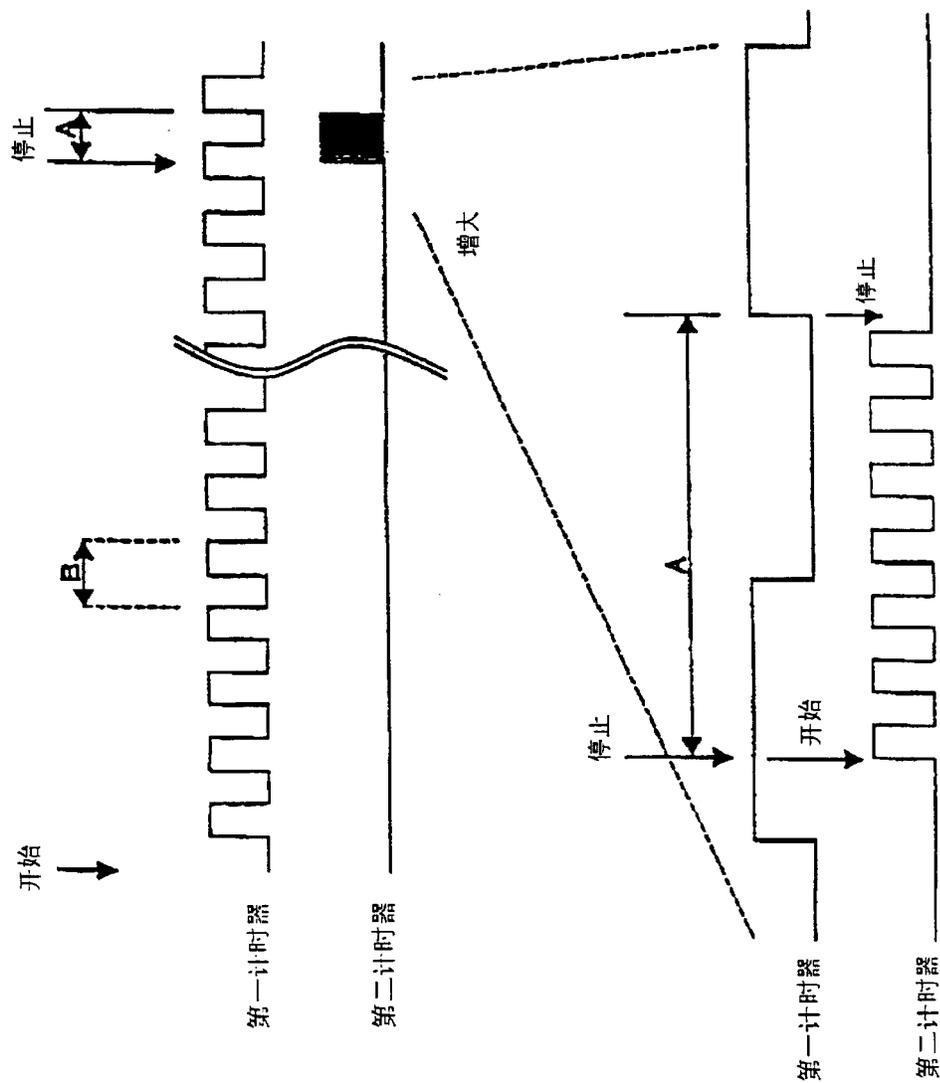


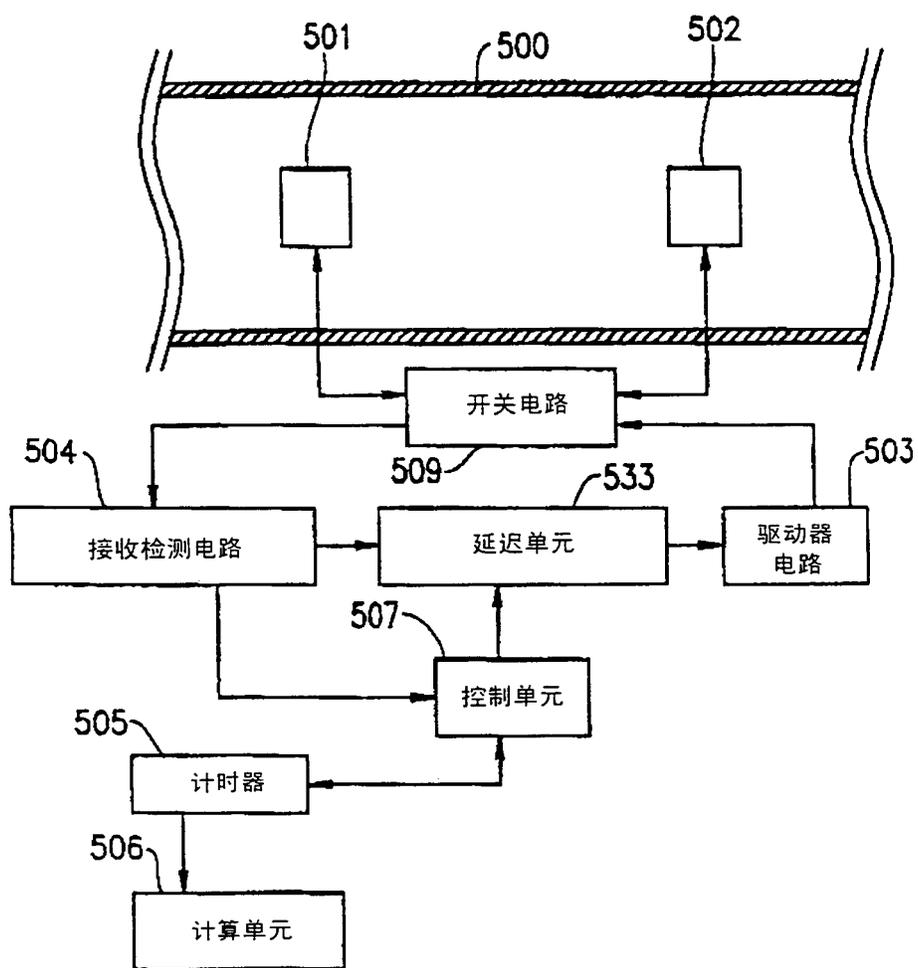


- 527 第一计时器
- 528 第二计时器
- 531 温度传感器
- 532 电压传感器

图 61

图62

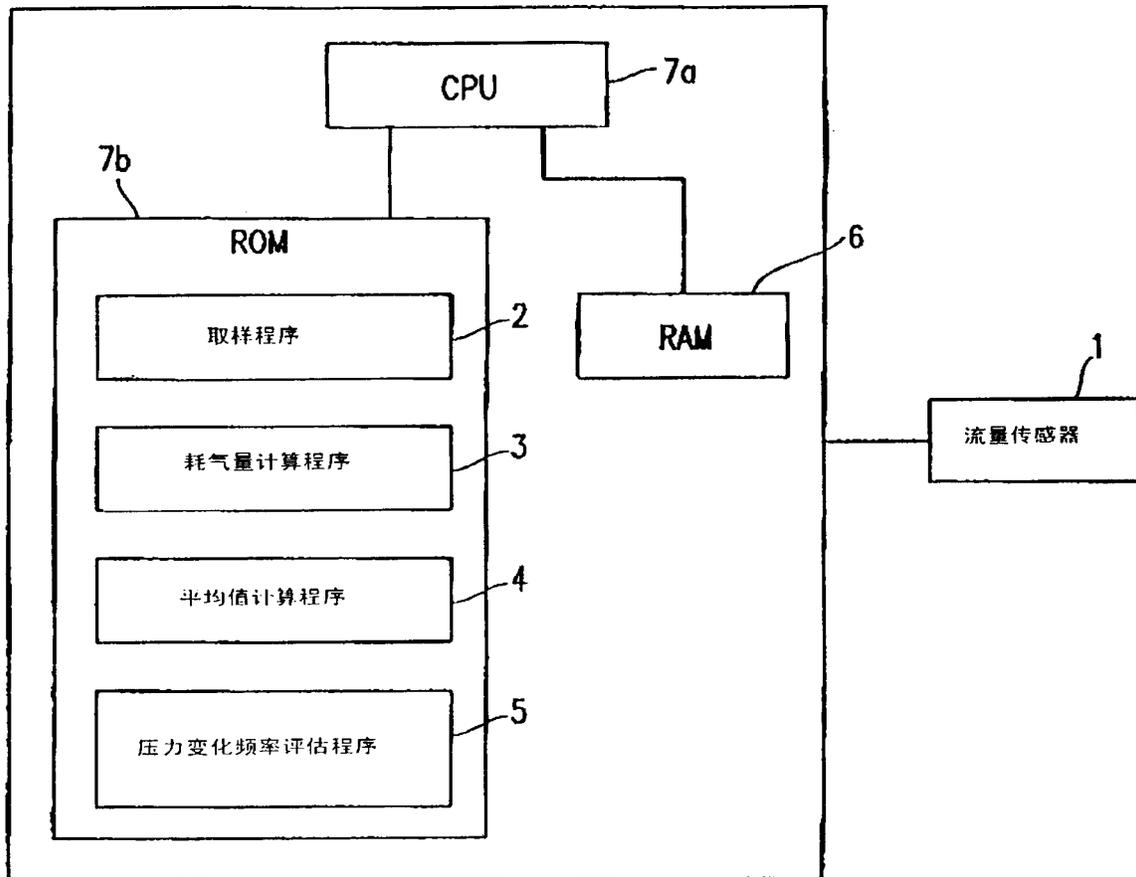


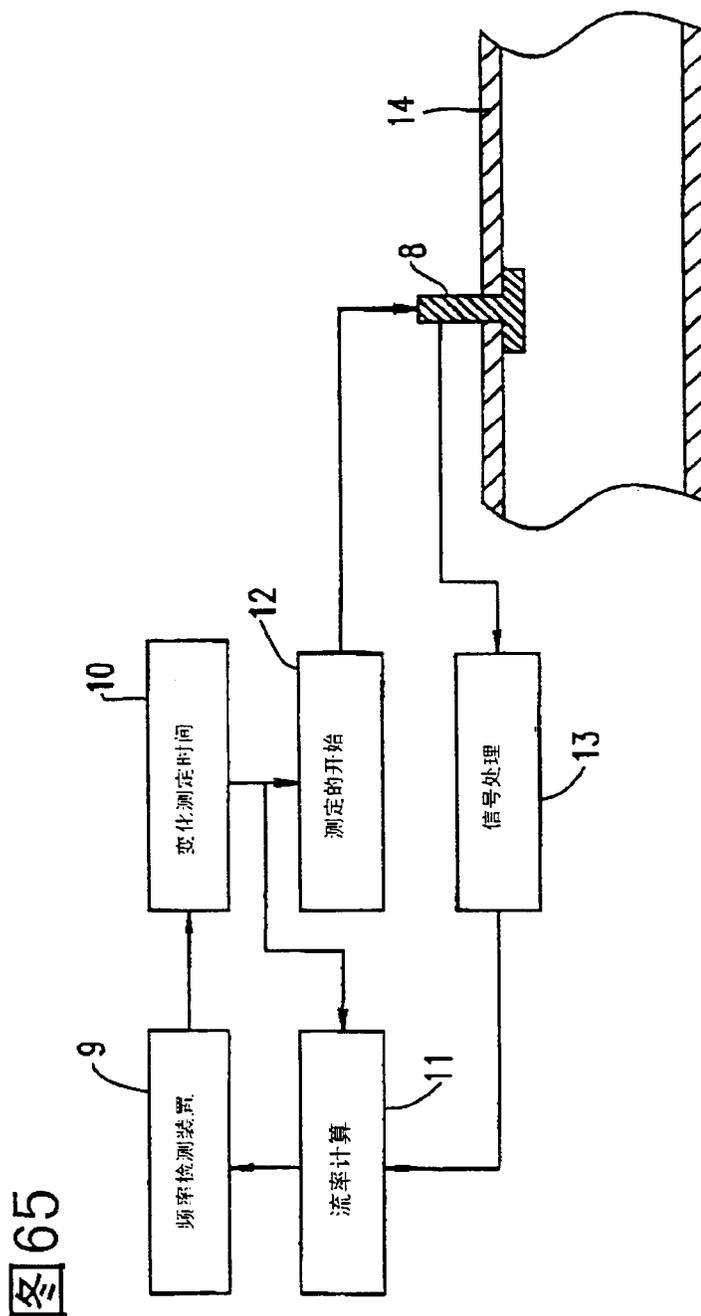


533 周期性稳定装置延迟单元

图 63

图64





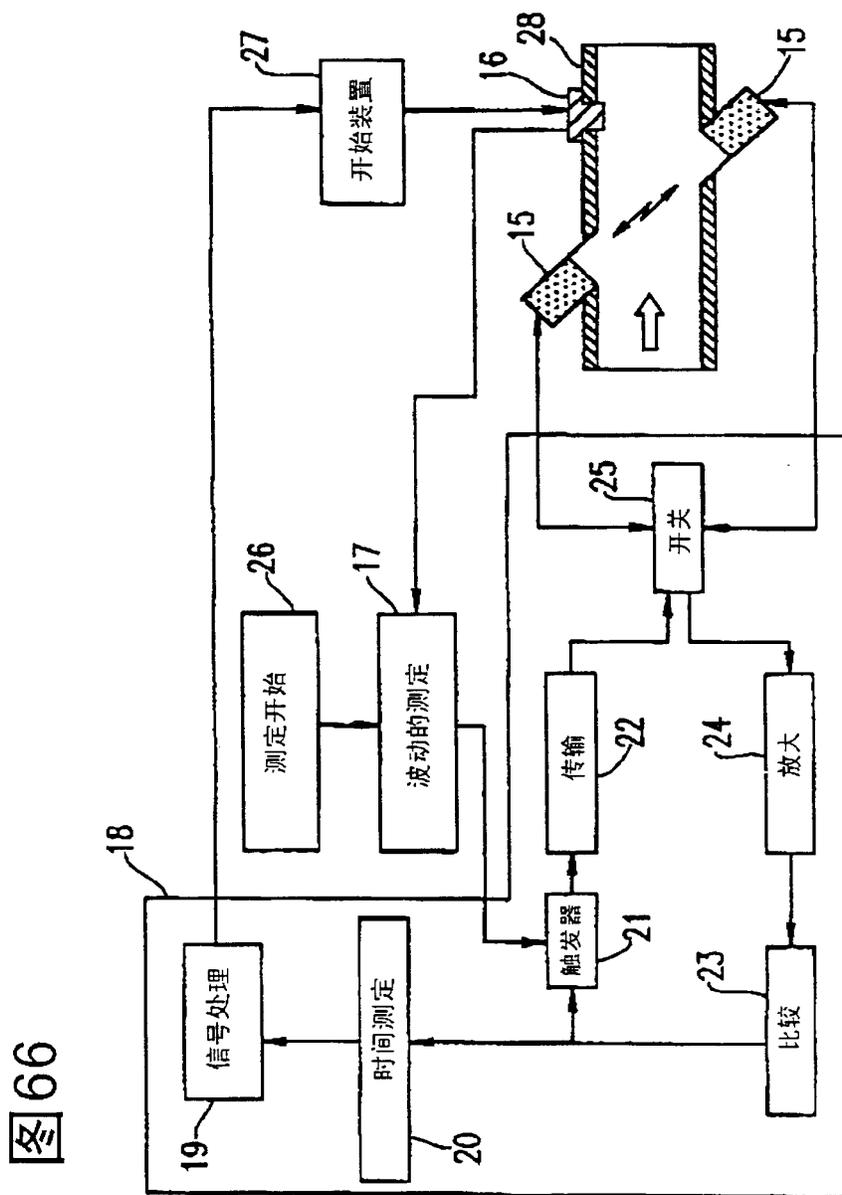


图 66

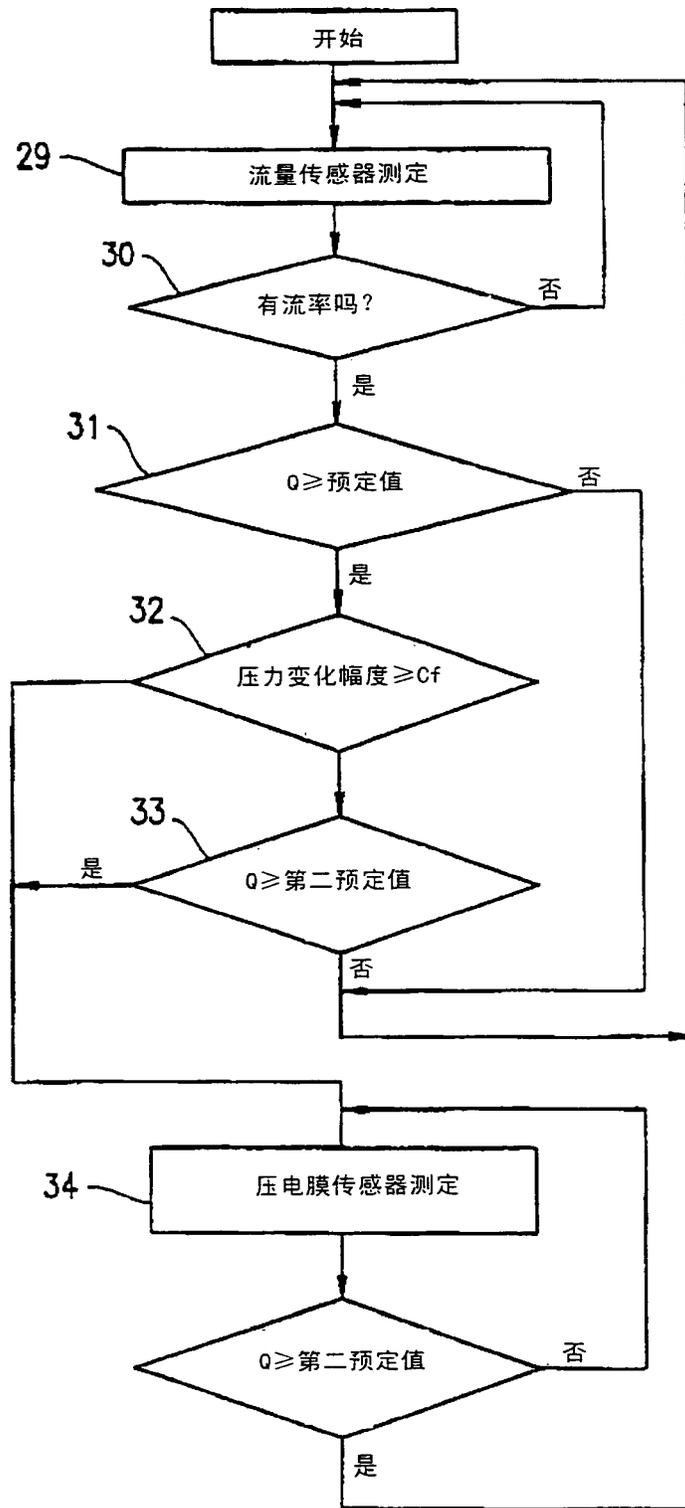


图 67

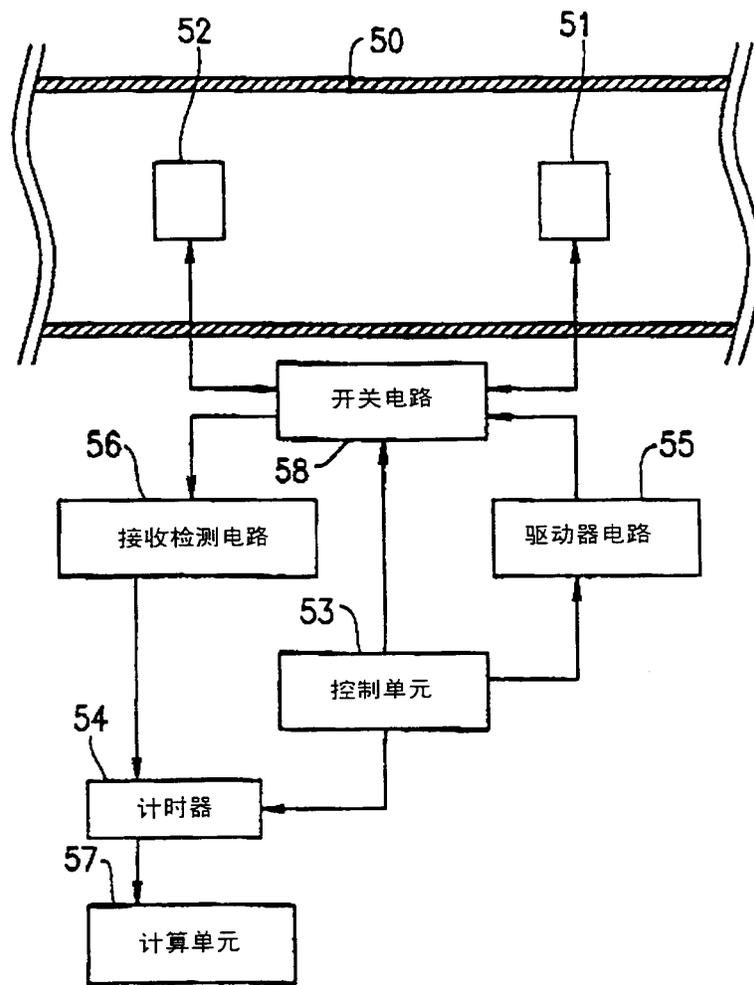


图 68