

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710003957.1

[51] Int. Cl.

G01F 1/68 (2006.01)

G01F 1/69 (2006.01)

F02D 45/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007年8月8日

[11] 公开号 CN 101013042A

[22] 申请日 2007.1.19

[21] 申请号 200710003957.1

[30] 优先权

[32] 2006.2.2 [33] JP [31] 2006-025589

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 菅家厚 三木崇裕 半泽惠二

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 李贵亮

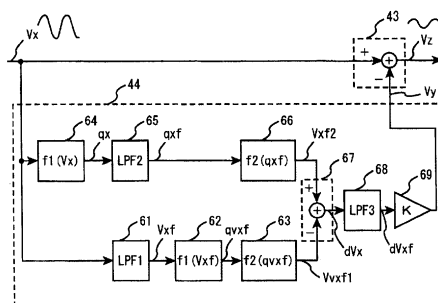
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 11 页

## [54] 发明名称

流量测定装置

## [57] 摘要

一种流量测定装置，其中第一信号处理系统对流量检测元件的非线性的输出信号(输出电压)( $V_x$ )进行积分处理(平滑处理)(61)，通过线性处理(62)调整该输出信号的灵敏度，得到第一信号。第二信号处理系统对流量检测元件的非线性的输出信号(源信号)( $V_x$ )进行线性处理(64)之后进行积分处理(平滑处理)(65)，然后再次进行非线性化而得到第二信号。该第一信号与第二信号的差信号被放大处理(69)，变为脉动误差修正量。在流量检测元件的输出信号(源信号)上加减法运算处理(43)该脉动误差修正量，从而包含脉动误差的非线性的源信号被修正。在脉动或逆流大的环境下，根据脉动的大小或频率，高精度地对流量计的脉动误差进行修正。



1. 一种流量测定装置,具有输出与流量相对应的非线性信号的检测元件,该流量测定装置具备:

第一信号处理系统,在对所述检测元件的非线性的源信号进行滤波处理之后,进行灵敏度调整,从而得到第一信号;

第二信号处理系统,在对所述源信号进行线性化之后,进行滤波处理,然后进行灵敏度调整,再次进行非线性化从而得到第二信号;

放大部,放大所述第一信号与第二信号的差信号;和

修正部,将被放大的差信号用于所述源信号的修正。

2. 根据权利要求1所述的流量测定装置,其中,

所述第一信号处理系统,通过按照低通滤波器、进行线性处理的电压—流量变换部、进行再次非线性处理的流量—输出电压变换部的顺序将上述各部连接而构成,

所述第二信号处理系统,通过按照进行线性处理的电压—流量变换部、低通滤波器、进行再次非线性处理的流量—输出电压变换部的顺序将上述各部连接而构成。

3. 根据权利要求1所述的流量测定装置,其中,

所述第一信号处理系统,通过按照高通滤波器、进行线性处理的电压—流量变换部、进行再次非线性处理的流量—输出电压变换部的顺序将上述各部连接而构成,

所述第二信号处理系统,通过按照进行线性处理的电压—流量变换部、高通滤波器、进行再次非线性处理的流量—输出电压变换部的顺序将上述各部连接而构成。

4. 一种流量测定装置,具有输出与流量相对应的非线性信号的检测元件,该流量测定装置具备:

第一滤波器,对所述检测元件的非线性的源信号进行滤波处理;

信号处理部,求取所述被滤波处理后的信号与所述源信号的差信号的绝对值;

第二滤波器,对所述差信号的绝对值进行滤波处理;

放大部，放大被滤波处理后的所述差信号；和  
修正部，将被放大的差信号用于所述源信号的修正。

5. 根据权利要求4所述的流量测定装置，其中，  
所述第一、第二滤波器由对高频带截止而形成信号的相位延迟的低通滤波器构成。

6. 根据权利要求4所述的流量测定装置，其中，  
所述第一、第二滤波器由对低频带截止而形成信号的相位超前的高通滤波器构成。

7. 根据权利要求1~6的任一项所述的流量测定装置，其中，  
所述滤波处理通过根据输入信号的大小而频带可变的可变滤波器进行。

8. 一种流量测定装置，具有输出与流量相对应的非线性信号的检测元件，

该流量测定装置具备信号处理装置，其对从所述检测元件输出的非线性的且包含交流成分的源信号进行修正，

该信号处理装置具备：

第一信号处理系统，通过对所述源信号进行非线性积分，形成具有平均值误差的第一信号；

第二信号处理系统，通过对所述源信号进行线性积分，形成相位差与所述第一信号匹配的第二信号；

放大部，放大所述第一信号与所述第二信号的差信号；和

加减法运算处理部，进行被放大的差信号与源信号的加减法运算。

9. 根据权利要求1所述的流量测定装置，其中，  
所述第一信号处理系统和所述第二信号处理系统通过时间分割方式而被执行，

在这些信号处理系统中被执行的灵敏度调整的处理部，兼用于第一、第二信号处理系统，被构成为通过切换开关与第一、第二信号处理系统中的任一个选择性连接。

10. 根据权利要求2或3所述的流量测定装置，其中，  
所述第一信号处理系统和所述第二信号处理系统通过时间分割方式

而被执行，

这些信号处理系统中的进行线性处理的电压—流量变换部，兼用于第一、第二信号处理系统，被构成为通过切换开关与第一、第二信号处理系统中的任一个选择性连接。

11. 一种流量测定装置，具有输出与流量相对应的非线性信号的检测元件，

该流量测定装置具备信号处理装置，其对从所述检测元件输出的非线性的源信号进行处理并修正，

所述信号处理装置具备：

数字信号处理部，通过时间分割方式对源信号进行多个加工处理；

采样保持部，分别保持通过被时间分割的第一时间段的加工处理而获得的第一信号、和通过被时间分割的第二时间段的加工处理而获得的第二信号；

放大部，对保持于采样保持部的所述第一信号与第二信号的差信号进行放大；和

修正部，利用被放大的差信号，对源信号进行误差修正。

12. 根据权利要求 1、4、8、11 的任一项所述的流量测定装置，其中，按照依赖于由流量信号的脉动引起的交流信号成分的大小、或单位时间的变化量的大小的方式，对放大差信号的所述信号放大部中的放大率进行可变设定，该放大率根据函数或映射而被可变设定。

13. 根据权利要求 1 或 4 所述的流量测定装置，其中，

所述滤波处理通过根据输入信号的大小而频带可变的可变滤波器进行，

使放大差信号的所述信号放大部中的放大率，根据所述可变滤波器的频带而可变。

14. 根据权利要求 1~13 的任一项所述的流量测定装置，其中，

所述检测元件配置于在流体通路设置的旁路通路。

15. 根据权利要求 1、4、8、11 的任一项所述的流量测定装置，其中，

使放大差信号的所述信号放大部的放大率，根据来自外部的引擎控制器的信号或外部的调整装置而可改变。

## 流量测定装置

### 技术领域

本发明涉及对空气等流体的流量进行测量的装置。

### 背景技术

作为具有输出与流量相对应的非线性信号的检测元件的代表性的流量测定装置，公知有热式流量计。热式流量计例如可直接检测汽车等的内燃机的吸入空气的质量流量，该流量测量值用于电子控制式的燃料喷射控制的运算数据。

热式空气流量计的检测元件中使用的发热电阻具有温度依赖性，例如存在如下类型：将铂线卷绕到绕线筒上并用玻璃进行覆盖的热线式；在陶瓷基板上或硅基板上形成薄膜电阻的薄膜式。

作为流量的测量方法，存在如下方式。一个方式为：对根据空气流量而吸收热的发热电阻进行加热控制，使其相对于空气温度具有一定的温度差，将该发热电阻中流动的电流变换为电压，来直接检测空气流量。另一个方式为：在发热电阻的空气流向的两侧配置温度检测电阻（感温电阻），根据该温度检测电阻的温度差来检测空气流量。

流经引擎的吸气管的空气伴随引擎的吸气阀的开闭动作而脉动，因此被检测的传感器（流量计）输出信号也伴随脉动。另一方面，热式流量计的输出电压在低流量域急剧地变化（灵敏度高），随着变为高流量域而缓慢地变化（灵敏度低），具有所谓的非线性输出特性。

在该非线性输出特性中，流量的四次方根可表现为传感器输出电压（金氏公式：キングの式）。图 20 表示该输出特性  $Q_{ref}$ 。纵轴是传感器输出电压（V），横轴是空气流量。在图 20 中，作为一例，表示了与脉动比较大的流量  $Q_a$  相对的传感器输出电压  $V_{in}$ 、和与脉动比较小的流量  $Q_f$  相对的传感器输出电压  $V_{inf}$ 。实际上，即使描绘如  $\sin$  波的曲线的脉动流

量, 传感器输出电压也会变成在正的一侧压缩而在负的一侧拉伸的稍微变形了的波形。若将包含这样的脉动成分的输出电压直接平均值化, 则表面来看流量的平均值会减少(误差)。脉动越大该误差越大。例如, 在图 20 中, 传感器输出电压  $V_{in}$  的本来的平均值应是  $V_{ave1}$ , 但表面来看的平均值是  $V_{ave2}$ , 产生误差  $V_{ave1} - V_{ave2}$ 。但是, 若脉动明显包含逆流, 则流量的平均值从表面来看会增加。尤其是, 四汽缸以下的引擎在低转速运转域或重负载时, 吸入空气量的脉动振幅大, 存在产生伴随一部分逆流的脉动流的情况。在该情况下, 从表面来看, 流量检测信号中会产生正方向的脉动误差。脉动误差将成为测量精度低下的原因。另外, 脉动的程度(脉动率)与传感器输出的误差的关系, 参照图 8、图 10 在后面描述。

在特开 2000-161122 号公报中记载了为降低这样的脉动误差而采用可变滤波器的方式。

另外, 作为现有的降低脉动误差的技术, 公知有对传感器输出电压进行线性化处理的技术。线性化处理通常实际测量相对于流量的传感器的电压信号, 将成为基准的特性曲线(称作主(master)特性  $Q_{ref}$ ) 存储到引擎控制单元等, 利用该特性曲线进行线性化处理( $V-Q$  变换处理)。

传感器输出电压的脉动成分还包括噪声等的误差成分。为了减少该误差成分, 公知有如下方法: 在进行所述线性化处理之前, 利用硬件滤波器(hard filter)对信号进行平滑处理, 然后进行线性化处理。

如图 21 所示, 该方法进行平滑化使得振幅减小(例如, 将  $V1$  振幅变为  $V2$  振幅), 而不改变输出电压值(发热电阻的检测信号)的平均值本身。这样, 若在对检测信号滤波(平滑处理)之后进行线性化( $V-Q$  变换处理), 则如图 21 所示, 换算空气量的平均值也产生误差。

为了减小这样的误差, 在特开平 11-316145 号公报和特开平 11-337382 号公报中, 提出了一种在对传感器输出电压进行线性化处理( $V-Q$  变换)之后, 通过滤波器进行平滑化处理的方式。另外, 通过滤波器降低了脉动振幅后的流量信号, 再次被非线性化处理( $Q-V$  变换), 并被  $D-A$  变换, 输入到引擎控制单元。

在特开 2004-20454 号公报中提出了如下方式: 在根据调整用参数对检测元件的非线性输出信号进行了输出调整之后, 进行平均值调整的不均

等线性化处理。该方式能够根据脉动的大小来适当调整平均值，可获得精度更高的空气流量信号。

专利文献 1：特开 2000—161122 号公报

专利文献 2：特开平 11—316145 号公报

专利文献 3：特开平 11—337382 号公报

专利文献 4：特开 2004—20454 号公报

## 发明内容

鉴于在内燃机等的脉动和逆流大的环境下对应于脉动的大小或频率而流量计的脉动误差变大的状况，本发明想要通过代替如上述那样的不均等线性化处理的方式来改善该状况。

本发明的方式与现有的降低流量检测（测量信号）的脉动误差的基本的不同之处如下。现有方式对非线性的流量检测信号（源信号）进行线性化处理、或平滑处理—线性处理、或线性处理—平滑处理，将这样加工后的信号本身用作流量检测信号。另一方面，本发明对流量检测信号进行加工，求取脉动误差修正量。然后，在源的流量检测信号上，加减法运算该脉动误差修正量，从而对流量检测信号进行修正。作为这样的修正方法，提出了如下方案。

(1) 本发明的脉动误差修正量例如通过下面描述的第一信号处理系统、第二信号处理系统而获得。

第一信号处理系统在对流量检测元件的非线性的输出信号（输出电压）进行积分之后，调整该输出信号的灵敏度而获得第一信号。该非线性输出的积分例如通过使用了滤波器的平滑处理（滤波处理）来执行，使脉动（换而言之，包含交流成分）的非线性输出信号产生平均值误差（非线性误差）。输出灵敏度的调整例如通过线性处理来执行。

第二信号处理系统在对流量检测元件的输出信号（源信号）进行线性化之后进行积分（平滑处理），然后再次进行非线性化而得到第二信号。在该第二信号处理系统中，流量检测元件的输出信号最初被线性化，信号灵敏度被调整，变为几乎不产生平均值误差的第二信号。另外，通过该线性处理后的积分处理（平滑处理）而第二信号与第一信号的相位差被匹配

(相位差匹配机构)。

该第一信号与第二信号的差信号被放大而成为脉动误差修正量。通过在流量检测元件的输出信号(源信号)上加减法运算该脉动误差修正量,从而包含脉动误差的非线性源信号被修正。例如,参照图3。

(2) 另一方法按照如下那样来获得脉动误差修正量。

例如,对检测元件的非线性源信号进行滤波处理。求取该被滤波处理后的信号与所述源信号的差信号的绝对值。对所述差信号的绝对值进行滤波处理。放大被滤波处理后的所述差信号。将被放大后的差信号用于所述源信号的修正。

(发明效果)

根据本发明,流量测定装置可降低由脉动引起的测量误差,而无损传感器输出的基本特性。

## 附图说明

图1是本发明的第一实施例的流量测定装置的系统构成图;

图2是第一实施例中使用的脉动误差修正的数字处理框图;

图3是第一实施例的脉动修正量算出处理的信号处理框图;

图4(a)是表示第一实施例中使用的V-Q变换函数的特性的图,(b)是表示Q-V变换函数的特性的图;

图5是表示第一实施例的脉动误差修正处理中的波形的动作的图;

图6(a)是表示本发明的第二实施例中使用的V-Q变换函数的特性的图,(b)是表示Q-V变换函数的特性的图;

图7是表示配置于本发明的第三实施例中使用的吸气通路的旁路通路和流量检测元件的剖视图;

图8是表示第三实施例的脉动误差修正的效果的图;

图9是表示于本发明的第四实施例中使用的吸气通路配置的旁路通路和流量检测元件的剖视图;

图10是表示第四实施例的效果的图;(第四实施例)

图11是表示本发明的第五实施例的脉动误差修正量算出处理的信号处理框图;



图 12 是表示第五实施例的脉动误差修正量算出处理的信号处理框图；  
图 13 是表示本发明的第六实施例的脉动误差修正量算出处理的信号处理框图；  
图 14 是表示第六实施例中使用的脉动特征量算出处理的动作的说明图；  
图 15 是表示第六实施例中使用的脉动特征量算出处理的动作的说明图；  
图 16 是表示本发明的第七实施例的脉动误差修正量算出处理的信号处理框图；  
图 17 是表示第七实施例的脉动误差修正的波形动作的说明图；  
图 18 是表示第一实施例的变形例的脉动误差修正处理的框图；  
图 19 是表示图 19 的实施例的脉动误差修正处理的波形动作图；  
图 20 是表示热式空气流量计的输出特性的图；  
图 21 是表示传感器输出、空气流量和流量平均值的关系的说明图。

图中：1—传感器电路；2—输出修正部；3—电源电路；4—流量测定装置；5—引擎控制单元；11—发热电阻（检测元件）；12—温度补偿电阻；40—脉动误差修正处理部（运算处理部）；44—脉动误差修正量算出部；46—调整用参数；401—弯曲旁路通路；402—吸气管；403—旁路（bypass）通路。

## 具体实施方式

参照附图，对本发明的实施方式进行说明。

### （实施例一）

图 1 表示本发明所涉及的流量测定装置的构成图，图 2 表示该装置中的用于流量修正的数字处理框图。作为一例，对流量测定装置例示了测定汽车用内燃机的吸气管中流动的空气流量的热式空气流量计。

流量测定装置 4 由输出流量信号的传感器电路部 1、和流量信号的输出修正部（数字处理部：信号处理装置）2 构成，与车辆用内燃机的引擎控制单元 5 电连接。

传感器电路部 1 具备发热电阻 11 和空气温度补偿电阻 12，作为流量

检测元件。传感器电路部 1 例如具备：组入了发热电阻 11 和空气温度补偿电阻 12 的公知的桥接电路（省略图示）、对桥接电路的中点电位差进行放大的工作放大器（省略图示）、据此而对发热电阻 11 中流动的发热电流进行控制的晶体管（省略图示）。发热电阻 11 和空气温度补偿电阻 12 是具有温度依赖性的感温电阻，配置在引擎的吸入空气流路中。

传感器电路部 1 与电源 10 连接，按照使发热电阻 11 的发热温度相对于空气温度保持规定温度差的方式来控制发热电流。即，发热电阻 11 根据空气流量而吸收热，电阻值发生变化，按照使上述桥接电路的中点电位差变为零的方式控制发热电阻 11 中流动的发热电流。由此，按照使发热电阻 11 的发热温度相对于空气温度保持规定温度差的方式控制发热电流。将该电流直接进行电压变换，形成流量检测信号，从而测定流量。另外，也可在发热电阻的空气流向的两侧配置温度检测电阻，从而根据其温度差测量流量。

电源电路 3 形成用于驱动传感器电路部 1 和输出修正部 2 的基准电压。

输出修正部 2 由微型计算机或专用逻辑电路等数字电路构成，具备：模拟/数字变换器（A/D 变换器）21、运算电路 22、改写存储器 23、数字/模拟变换器（D/A 变换器）24、驱动用振荡器 25、串行通信处理部 26，进行如下处理。

来自传感器电路部 1 的输出信号（流量检测信号：非线性模拟信号） $V_{in}$ ，通过模拟/数字变换器（A/D 变换器）21 而被变换为数字值。运算电路 22 利用存储于改写存储器 23 中的修正数据，对数字化后的流量检测信号的脉动误差进行修正。修正后的流量检测信号通过数字/模拟变换器（D/A 变换器）24 而被再次变换为模拟信号。该模拟信号是与传感器电路部 1 同样的非线性的电压值，被输出到引擎控制单元 5。这样将修正后的流量检测信号再次进行模拟变换是由于，现有的引擎控制单元 5 具有模拟/数字变换器（A/D 变换器）21。

输出修正部 2 可经串行通信处理 26 而与外部进行数据通信。

在引擎控制单元 5 中，流量测定装置 4 的输出信号  $V_{out}$  通过模拟/数字变换器 51 而变换为数字值，用于引擎控制。引擎控制单元 5 可通过串行通信处理 52 向流量测定装置 4 发送误差修正用的参数。

下面，利用图 2，对由流量修正部 2 执行的运算处理 40 的流程进行说明。

A/D 变换器 21 输入传感器电路 1 的输出信号（流量检测信号） $V_{in}$ ，执行模拟/数字变换处理 41，将流量信号  $V_{in}$  从模拟值变换为数字值。输出信号  $V_{in}$  是包含脉动成分、还包括由非线性带来的误差的非线性信号。

运算电路 22 实施如下处理：根据需要对数字化后的流量信号实施输出调整处理 42；对输出调整处理后的数字流量信号  $V_x$  实施算出脉动误差的修正量  $V_y$  的处理（脉动误差修正量算出处理）44；以及利用该修正量对非线性输出信号（传感器输出信号  $V_x$ ）实施加法运算或减法运算处理 43。数字流量信号  $V_x$  相当于流量检测元件的源信号（非线性输出信号）。根据特性来改变（区分修正量  $V_y$  相对于传感器输出信号  $V_x$  的加法运算、减法运算的情况）使用加减法运算处理 43 的修正量的符号，从而在正的方向和负的方向都能实现脉动误差的改善。在本实施例中，作为一例，脉动误差设为正的方向，例示减法运算处理。另外，修正量  $V_y$  的符号的变换可通过根据传感器输出特性来改变后述的修正量算出用的加减法运算处理 67 的符号而实现。

在脉动误差修正量算出处理 44 中，对流量信号  $V_x$  中包含的脉动成分的非线性误差的修正量进行计算，该修正量被作为修正信号  $V_y$  而供给到加减法运算处理 43。在加减法运算处理 43 中，修正信号  $V_y$  被从流量信号（源信号） $V_x$  中减去（ $V_x - V_y$ ），得到修正后的流量信号  $V_z$ 。修正后的流量信号  $V_z$  通过 D/A 变换器 24 实施数字/模拟变换处理 45，将模拟信号输出到引擎控制单元 5。在脉动误差修正量算出处理 44 中，可根据来自引擎控制单元等的调整参数数据来调整脉动误差的修正量。

这里，根据图 3，对脉动误差修正量算出处理 44 的具体例进行说明。

一般，使用了发热电阻的热式流量计的传感器输出与空气流量的关系通过称作金氏公式的下式表示。

$$I_h \cdot I_h \cdot R_h = (C_1 + C_2 \sqrt{Q}) (T_h - T_a) \quad \dots (1)$$

在此， $I_h$  是发热电阻中流动的发热电流， $R_h$  是发热电阻的电阻值， $T_h$  是发热电阻的表面温度， $T_a$  是空气的温度， $Q$  是空气流量， $C_1$ 、 $C_2$  是由发热电阻确定的常数。传感器的输出一般是使发热电流值  $I_h$  通过检测电

阻而作为电压值进行检测。在内燃机的控制中使用的引擎控制单元 5 中，根据 (1) 式的关系，将传感器的输出电压值（在本实施例中是脉动误差修正处理后的输出电压）变换为流量值，控制内燃机的空气和燃料的比例等。由于热式流量计的传感器输出信号与实际的流量的关系是 (1) 式的非线性关系（流量的四次方根是电压值），因此在使用信号作为流量时需要一些线性化方法。

传感器电路部 1 的输出信号  $V_{in}$  是将发热电阻 11 中流动的发热电流进行电压变换后的输出，是非线性输出信号。输出信号  $V_{in}$  包含因引擎的吸气阀的开闭动作而引起的空气脉动。该输出信号在非线性的状态（源信号：在此是数字变换后的输出  $V_x$ ）下，若直接进行滤波处理，则该滤波处理后的信号包含误差，在最终变换为流量时会产生一些流量误差（正的方向或负的方向的误差）。具体而言，在通过低通滤波器（LPF）对非线性信号  $V_x$  进行滤波处理时，会产生负的平均值误差。另外，在通过高通滤波器（HPF）进行滤波处理时，会产生正的平均值误差。若调整滤波器的时间常数，则该误差可用于一定量的脉动信号的修正。

在原本响应性慢的传感器的情况下，因非线性引起的脉动误差的修正量由于滤波的源信号的振幅小所以其效果减小。在本实施例中，将该滤波后的信号的微小的振幅作为与成为基准的信号的差信号来求出，并放大差信号。通过使该放大率最佳化，可最佳地算出脉动误差的修正量。在此，根据图 3、图 4 和图 5，对脉动误差修正处理 44 的信号处理的详细情况进行说明。

将输出调整处理后的信号  $V_x$ （非线性输出信号）分配到第一信号系统和第二信号系统实施加工，得到第一信号与第二信号的差信号  $dV_x$ 。放大所得到的差信号  $dV_x$ ，得到脉动修正信号  $V_y$ ，通过加减法运算处理 43 而得到修正后的信号  $V_z$ 。

第一信号系统由低通滤波器（LPF1）、 $V-Q$  变换处理部（基于  $f_1$  函数的线性化处理部）62、 $Q-V$  变换处理部（基于  $f_2$  函数的非线性化处理部）63 构成。在该第一信号系统中，根据非线性输出信号  $V_x$  的脉动的大小，有意地产生负的误差。即，通过低通滤波器（LPF1）61 对流量检测元件的非线性输出信号  $V_x$  进行平滑处理。利用图 4 (a) 所示的函数  $f_1$ （二

维映射（也可以是表），通过 V-Q 变换处理部（f1）62 使该平滑化后的信号  $V_{xf}$  线性化，得到第一信号即流量信号（ $q_{vxf}$ ）。平滑化后的信号  $V_{xf}$  在图 21 中相当于发热体的检测信号中的脉动振幅小的一方 V2，脉动振幅大的一方 V1 相当于平滑前的源信号  $V_x$ 。线性化后的流量信号（ $q_{vxf}$ ）在图 21 中相当于流量信号 Q2，Q1 相当于对源信号  $V_x$ （V1）进行流量变换后的信号。并且，如从图 21 的 Q2 与 Q1 的关系可以明确，在平滑化后被线性化的流量信号（ $q_{vxf}$ ）的平均值产生平均值误差（减少方向的误差）。通过 Q-V 变换处理部（f2）63，利用图 4（b）所示的函数 f2（或二维映射（也可以是表）），流量信号（ $q_{vxf}$ ）被变换为电压，得到如图 5（a）所示的非线性处理后的第一信号（ $V_{vxf1}$ ）。

另一方面，第二信号系统由 V-Q 变换处理部（基于 f1 函数的线性化处理部）64、低通滤波器（LPF2）、Q-V 变换处理部（基于 f2 函数的非线性化处理部）66 构成。通过 V-Q 变换处理部（f1）64，与上述处理部 62 同样利用函数 f1（或二维映射（也可以是表）），首先使非线性的源信号  $V_x$  线性化。通过该线性化处理，源信号被变换为流量信号（ $q_x$ ）。

该流量信号（ $q_x$ ）通过 f1 函数的灵敏度调整而可视作几乎不包含脉动误差的信号。流量信号（ $q_x$ ）通过与上述 LPF1 同样的低通滤波器（LPF2）65 而被平滑处理，得到信号（ $q_{xf}$ ）。通过该平滑处理，信号（ $q_{xf}$ ）与第一信号系统的信号（ $q_{vxf}$ ）相位同步化。信号（ $q_{vxf}$ ）的平均值比信号（ $q_{xf}$ ）大。该信号（ $q_{vxf}$ ）通过 Q-V 变换处理部（f2）66，利用函数 f2（或二维映射（也可以是表））而被变换为非线性电压，由此，如图 5（a）所示，得到第二信号（ $V_{vxf2}$ ）。

如上所述，由于第一信号（ $V_{vxf1}$ ）在对非线性信号滤波处理之后线性化，因此产生负的误差，相对于此，由于第二信号（ $V_{vxf2}$ ）在对非线性信号线性化之后进行滤波处理，因此不产生误差。这两个信号（ $V_{vxf1}$ 、 $V_{vxf2}$ ）如上述那样被调整灵敏度并且相位被同步化，通过加减法运算处理部 67 而被运算（ $V_{vxf2} - V_{vxf1}$ ）。由此，如图 5（a）所示，得到差信号（ $dV_x$ ）。

该差信号（ $dV_x$ ）还存在根据源信号的波形形状而变动的情况，因此再次通过低通滤波器（LPF3）68 进行平滑处理，得到信号（ $dV_{xf}$ ）。信号

( $dV_{xf}$ ) 在放大处理 69 中根据最佳化的增益 (放大率  $K$ ) 而被放大, 得到脉动修正量  $V_y$ 。

低通滤波器 (LPF3) 68 不是必需的, 但在抑制修正量的变动时可以说是希望进行的处理。同样, 第一信号路径的  $V-Q$  变换处理 (f1) 62、 $Q-V$  变换处理 (f2) 63 也可以不是完全的反函数的关系。但是, 在下面所描述的理由的情况下希望是完全反函数的关系。

优选图 4 的  $V-Q$  变换处理 (f1) 与  $Q-V$  变换处理 (f2) 是反函数的关系。由于根据函数的近似精度来降低修正量的误差, 从而实现第一信号处理系统与第二信号处理系统的各自的信号的灵敏度、和相位的匹配。通过这样设定, 即使在获得更小的差信号  $dV_x$  时, 也可极力减少各种修正误差影响的原因。

如图 5 (b) 所示, 加减法运算处理部 43 通过对检测元件的源信号  $V_x$  减去修正量  $V_y$ , 可获得修正后的信号  $V_z$ 。

根据本实施例, 对流量检测信号进行加工, 求出脉动误差修正量, 在源的流量检测信号上加减该脉动误差修正量, 可实现降低流量检测信号的脉动。由于修正后的信号  $V_z$  是通过未进行滤波处理的源信号添加修正量  $V_y$  而得到的, 因此没有平均值误差, 而且, 可去除脉动成分中的噪声, 获得反映于检测信号 (源信号) 的脉动的振幅的大小、频率中的精度高的平均值。

因此, 根据本实施例, 流量测定装置可降低由脉动引起的测量误差, 而无损传感器输出的基本特性。

尤其是, 通过放大本来微小的加工信号, 能有效修正脉动误差。

在本发明中, 利用非线性误差根据脉动的大小而增加 (在低通滤波器 (LPF) 时负的误差增加) 的特征, 根据真实系统上的脉动误差的程度来改变与匹配了相位和灵敏度后的基准信号的差, 并根据特性来改变 (区分两个信号的加法运算、减法运算的情况) 在放大处理 69 中最佳化后的增益 (放大率  $K$ ) 和加减法运算处理 67 的符号, 从而在正的方向和负的方向都能实现脉动误差的改善。当传感器输出  $V_{in}$  ( $V_x$ ) 为正的误差特性时, 加减法运算处理 67 变为 ( $V_{vx}f_1 - V_{vx}f_2$ ), 当为负的误差特性时, 图 3 的加减法运算处理 67 的符号变为与 ( $V_{vx}f_1 - V_{vx}f_2$ ) 相反。

到此为止的滤波处理用低通滤波器（LPF）进行了说明，但即使为高通滤波器（HPF）在效果的程度上有变化但原理上可获得同样的效果。但是，在使用高通滤波器（HPF）的情况下噪声也上升，因此通常希望使用低通滤波器（LPF）来实现。

图 18 表示使用了高通滤波器的脉动误差修正量算出部 44。与图 3 的脉动误差修正量算出部 44 的不同之处在于，第一信号处理系统与第二信号处理系统中代替低通滤波器而使用了高通滤波器（HPF1）61'和高通滤波器（HPF2）65'，其他构成与图 3 相同。图 19 表示图 18 的脉动误差修正量算出的加工信号状态和误差修正后的传感器输出信号。

#### （实施例二）

对第二实施例进行说明。即使先前的 V—Q 变换处理（f1）与 Q—V 变换处理（f2）为非对称函数也能实现。在图 6 中，作为非对称的函数的一例，表示了使用电压的三次方（ $V*V*V$ ）函数作为相当于 V—Q 变换处理（f1）的处理，使用根函数（ $\sqrt{\quad}$ ）等代替 Q—V 变换处理（f2），但即使在这样的情况下，只要采用本发明的构成则可实现。若这样简化函数，则具有简化在生成函数时的数字处理的效果。

#### （实施例三）

图 7 和图 8 中表示第三实施例。本实施例是将上述的第一、第二实施例的空气流量测定装置中使用的检测元件（发热电阻 11、温度补偿电阻 12）配置在弯曲通路形状的旁路空气通路 401 的情况。流量测定装置的电路构成与图 1～图 3 的电路构成相同。图 7 是包括在吸气通路 402 内配置的旁路通路 401 的流量计 4 的剖视图。在这样的旁路通路 401 配置有检测元件的情况下，可降低来自引擎侧的逆流造成的流动影响，并且通过由旁路带来的流动的惯性效应，来自检测元件的输出信号  $V_{in}$ （ $V_x$ ）中在脉动状态下整体性地包括正的误差。

另一方面，当没有旁路通路 401 而将检测元件配置在吸气通路的情况下，随着表示脉动的大小的指标的脉动率（（最大值—最小值）/平均值）变大，检测信号的输出特性变为负的误差。但是，若产生逆流且逆流变大则检测信号的输出特性表示正的误差。

旁路通路 401 是模制成型体（树脂成型体）。通过使用旁路通路 401，

检测元件的输出特性可整体性地表现正的误差，但根据试验条件和外部的流动的组合，正的误差从低脉动率而过剩地产生。这使得存在如下问题：尤其是存在根据空气净化器等的形状而产生设想以上的误差的情况，在达到系统适合的阶段发生旁路通路的改变，因模型改造等的开发费上升、构造的差异而通用性丧失，导致制造成本上升，开发周期增大等。

即使产生如以上那样的正的误差的传感器输出特性，也可通过本发明的流量测定装置来实现修正参数的最佳化，若据此形成负的脉动修正量  $V_y$  则可降低达到一定量的脉动率为止的误差。这样，根据本发明，即使是现有的旁路形状，也能根据作为对象的空气净化器等的外部条件进行输出调整（脉动误差修正）。因此，可提供通用性高、有助于成本降低的流量测定装置。

#### （实施例四）

图 9 和图 10 中表示第四实施例。本实施例是将上述的第一、第二实施例的空气流量测定装置中使用的检测元件（发热电阻 11、温度补偿电阻 12）配置在没有弯曲的直的通路形状的旁路空气通路 403 的情况。在旁路通路没有弯曲的情况下，与先前的实施例相反，不能期待由旁路通路带来的惯性效应。因此，直至逆流稳定地增大，传感器输出为产生负的误差的特性。在该情况下，如上所述，设图 3 的加减法运算处理部 67 的符号与  $(V_{vx1} - V_{xf2})$  相反，使得在产生脉动时产生正的修正量。这样，可改善脉动时的输出信号的负的误差特性。在此，通过改变加减法运算处理 67 的符号而得到了误差少的特性，但利用高通滤波器（HPF）直接对符号进行滤波处理也可实现。

另外，在没有弯曲的直的构造的旁路通路 403 中，由于容易掌握逆流时的脉动误差的倾向，因此通过组合本发明的流量测定装置、和现有的基于脉动误差的特征提取的脉动误差的修正机构，还可实现整体性误差的降低。

如上所述，根据本实施例的流量测定装置，根据旁路通路的特征，具有进行了脉动特性的最佳化的系统构成时的自由度提高等效果。

#### （实施例五）

图 11 和图 12 表示第五实施例。本实施例采用可通过时间分割来切换



图 3 中记述的第一信号处理系统和第二信号处理系统的结构。另外，V—Q 变换处理部（基于  $f_1$  函数的线性化处理部）62 和 Q—V 变换处理部（基于  $f_2$  函数的非线性化处理部）63 兼用于第一信号处理系统和第二信号处理系统，由此，省略了图 3 中使用的 V—Q 变换处理部（基于  $f_1$  函数的线性化处理部）64 和 Q—V 变换处理部（基于  $f_2$  函数的非线性化处理部）65。本实施例意在兼用处理部（处理块）的一部分来降低处理部的数量。

即，在各处理中，对运算负荷比较大的 V—Q 变换处理（ $f_1$ ）62、Q—V 变换处理（ $f_2$ ）63，通过开关 71、72、73、74 以时间分割来进行切换，使其可用于第一和第二信号处理系统。另外，在 Q—V 变换处理部（ $f_2$ ）63 与加减法运算处理部 67 之间设置有采样保持处理部 75、76，该采样保持处理部 75、76 可通过开关 74 来切换。采样保持处理部 75 属于第一信号处理系统，采样保持处理部 76 属于第二信号处理系统。

图 11 表示第一信号处理系统的动作，在最初的系统时钟，开关 71、72、73、74 切换到第一信号处理系统。由此，构成与图 3 的第一信号处理系统同样的处理系统，第一信号（ $V_{vx}f_1$ ）通过采样保持处理部 75 而被采样保持。该被采样保持的第一信号表示为（ $V_{vx}f_{s1}$ ）。在下一个系统时钟，开关 71、72、73、74 切换到第二信号处理系统。由此，构成与图 3 的第二信号处理系统同样的处理系统，第二信号（ $V_{xf}f_2$ ）通过采样保持处理部 76 而被采样保持。该被采样保持的第二信号表示为（ $V_{vx}f_{s2}$ ）。在对两个信号的差进行采样保持之后，用加减法运算处理部 67 进行加减或减法运算，从而可获得与到此为止所描述的实施例同样的作用、效果。在本方式中，结果的反映仅延迟了一个时钟，若以非常快的系统时钟动作，则几乎不会受到延迟的影响。这样，若以时间分割来实现处理，则能够以少的程序区域来实现本发明，具有部件的成本降低的效果。

#### （实施例六）

图 13、图 14、图 15 表示第六实施例。图 13 所示的脉动误差修正处理部 44 基本上与图 3 所示的结构相同，不同之处在于添加了脉动特征量算出处理 80。作为脉动特征量的算出结果，放大处理部 69 对增益  $K_m$  进行可变设定，根据反映了可变增益  $K_m$  的放大率，放大已经描述过的差信号  $dV_{xf}$ ，得到脉动修正量  $V_y$ 。

在此，利用图 14，对脉动特征量算出处理部 44 的动作进行说明。

由于传感器的输出信号  $V_x$  在脉动时是接近正弦波形的反复的波形，因此例如通过数字的方法缓冲一定时间，并通过检索该数据等来求出输出信号  $V_x$  的最大值 ( $V_{max}$ ) 和最小值 ( $V_{min}$ )。

结果，求出所获得的最大值 ( $V_{max}$ ) 与最小值 ( $V_{min}$ ) 的差，作为振幅值 ( $V_{amp}$ )。通过根据振幅值 ( $V_{amp}$ ) 来改变增益  $K_m$ ，还可根据脉动的大小来增大脉动修正量  $V_y$ 。这样，在逆流后产生的大的正的误差也可通过根据逆流量来增大修正量而有效地降低。在图 14 的例子中，设振幅值 ( $V_{amp}$ ) 为脉动特征量，以可变增益  $K_m$  缓慢增加的函数，来获得更大的效果。但是，由于差信号  $dV_{xf}$  也是通过脉动的大小来反映的信号，因此为了防止可变增益  $K_m$  过大导致过修正，而设置了限幅区域，以一定值以上的振幅值 ( $V_{amp}$ ) 使可变增益  $K_m$  为一定。

脉动特征量的算出，对振幅值 ( $V_{amp}$ ) 用平均值 ( $V_{ave} = (V_{min} + V_{amp}/2)$ ) 来除 ( $R_t = V_{amp}/V_{ave}$ )，脉动的大小使用由平均值 ( $V_{ave}$ ) 规格化后的信号 ( $R_t$ ) 也可以。在该情况下，可进一步改善依赖于流量的误差特性因而希望采用，但运算负荷也会增加。因此，在流量范围不太广的用途等中，即使不用也十分有效。

在图 15 中进一步说明将本实施例用于与旁路通路的组合的情况，尤其是说明通过利用了振幅值 ( $V_{amp}$ ) 和最小值 ( $V_{min}$ ) 的运算，使脉动特征量的算出最佳化时的一个例子。

图 15 (a) 表示检测元件的输出信号的脉动误差产生时的条件划分。在图 15 的曲线图中，横轴是脉动率，纵轴是脉动误差。

若考虑相对于脉动率的脉动误差特性 (利用旁路进行修正后的误差特性)，则分成如下区域：在没有逆流的区域，因脉动而产生小的正的误差的区域 1；因旁路通路产生的逆流闭塞效应而将脉动误差抑制在中等程度的区域 2；和因逆流而误差增大的区域 3。具有这种区域的误差特性，是在没有逆流检测功能的单向的探测器中使用了旁路通路的情况下的代表特性。

在此，若考察图 15(b) 所示的脉动误差产生时的特征，则振幅值 ( $V_{amp}$ ) 在直到产生逆流为止的区域 1 以最大的斜率增加。在产生逆流的区域 2，

在具有闭塞效应的状态下，斜率减小。在旁路通路的闭塞效应消失的区域3变为几乎没有变化的饱和的特性。

这样的特征可根据如下的理由进行说明。

根据传感器输出信号的脉动，最大值 ( $V_{max}$ ) 伴随脉动率的上升而以一定的比例上升。另一方面，最小值 ( $V_{min}$ ) 在没有逆流的区域1，伴随脉动率的上升而以一定的比例减小。最小值 ( $V_{min}$ ) 在产生逆流的区域2，在使用无法进行逆流检测的单向的探测器时，信号饱和。这是由于：虽然产生逆流，但由旁路通路的闭塞而逆流时的信号不输入，所以最小值饱和。对此，在没有旁路通路的闭塞效应的区域3，通过逆流的输入，脉动最小值表现从饱和而增加的特征。这样的结果，即使对先前所示的振幅值 ( $V_{amp}$ ) 用平均值 ( $V_{ave} = (V_{min} + V_{amp})/2$ ) 来除 ( $R_t = V_{amp}/V_{ave}$ )，脉动的大小使用由平均值 ( $V_{ave}$ ) 规格化后的信号 ( $R_t$ )，在没有旁路通路的闭塞效应的区域3中的修正效应也减少。

在本实施例中，使最小值 ( $V_{min}$ ) 的  $n$  倍 (例如  $n=2$ ) 与振幅值 ( $V_{amp}$ ) 相乘，得到图 15 (c) 所示的可变增益  $K_m$  ( $K_m = V_{amp} * (V_{min} * n)$ )。其结果，在脉动误差大的区域3可获得最大的可变增益  $K_m$  (在本例中也与先前相同，希望对可变增益  $K_m$  设置限幅区域来防止过修正)。实际的修正量如由虚线所示的未按比例的差分  $dV_x$  的趋势那样，在无逆流区域，即使可变增益  $K_m$  大，由于本来的差分  $dV_x$  小所以修正量也小。其结果，在图 15 (d) 所示的脉动率从小的区域到大的区域，可降低逆流误差。在本发明中，具有如下效果：能够以大范围的脉动率降低逆流误差，在用于引擎控制的情况下能够以大范围的条件降低排气。

(实施例七)

图 16 和图 17 表示第七实施例。本实施例使脉动误差修正处理部 44 的构成比已经描述过的实施例更简化。

利用图 16，对脉动误差修正处理部 44 的构成和动作的详细情况进行说明。另外，在本实施例的流量测定装置中，脉动误差修正处理部 44 以外的构成与已经描述过的各实施例通用，因此省略说明。

在已经描述过的实施例的脉动误差修正处理部 44 中,用图 4 所示的 V—Q 变换处理 (f1)、Q—V 变换处理 (f2)、滤波处理的组合来求出脉动时的传感器输出信号的修正量。而在本实施例的脉动误差修正处理部 44 中,不使用 V—Q 变换处理 (f1) 和 Q—V 变换处理 (f2), 而通过如下的系统来进行信号处理。数字变换后的传感器输出信号  $V_x$  通过滤波处理 61 (低通滤波器: LPF1) 被滤波处理, 加减法运算处理部 67 求取滤波处理后的信号 ( $V_{xf}$ ) 与本来的信号  $V_x$  的差信号  $dV_x$ 。图 17 表示求取该差信号时的波形图。本来的输出信号  $V_x$  和滤波处理后的信号 ( $V_{xf}$ ) 具有相位差, 与之前的第一、第二信号不同, 因此差信号  $dV_x$  变为以正和负进行动作的波形信号。由于该平均值变为零, 因此直接进行放大也无法获得脉动修正量  $V_y$ 。因此, 差信号  $dV_x$  通过绝对值处理部 77 而被变换成绝对值, 即, 变换成仅为正号的信号 ( $dV_{xabs}$ )。将该信号 ( $dV_{xabs}$ ) 通过滤波处理 68 (低通滤波器: LPF3) 平滑化之后, 用放大处理部 69 放大。该放大利用可从外部调整的增益  $K_u$  而进行, 求出修正量  $V_y$  作为结果。这种构成也与之前的实施例同样, 可降低脉动误差。差信号  $dV_x$  比之前的实施例更容易受到滤波处理 68 (低通滤波器: LPF3) 的截止频率 ( $f_c$ ) 的影响。因此, 若根据引擎转速等使截止频率可变, 则可在更大范围实现误差小的修正。即使是如本实施例的简单的方式, 若除去脉动率特别大的区域 (在脉动大的区域, 在波形的趋势上修正量减少) 则可有效利用, 是有效的。若使用先前的脉动特征量等, 当然误差可进一步降低。尤其是, 可以说本实施例在引擎控制单元 5 的内部执行是有效的方式。

此外, 在本实施例中, 接受来自引擎控制单元 5 的调整数据, 来改变滤波器 (LPF1) 的截止频率 ( $f_c$ )、放大率 ( $K_u$ )。这样的构成如之前所说明的那样, 可作为流量计 4 内部的信号处理而实现, 但若处理被简化, 则作为引擎控制单元 5 内的软件实现也是容易的。在本实施例中, 作为流量计 4 内部处理进行说明, 但若在引擎控制单元 5 内部实现则无需将调整数据传输到流量计 4, 具有可减少布线等优点。

(工业实用性)

本发明涉及空气和气体流量计的输出信号的信号处理方法, 还可应用

---

于作为汽车用流量计与空气净化器组合使用的用途中。其结果，用于引擎控制的情况下可实现精度更高的控制，具有降低排气和提高每公升燃料行驶的公里数等效果。

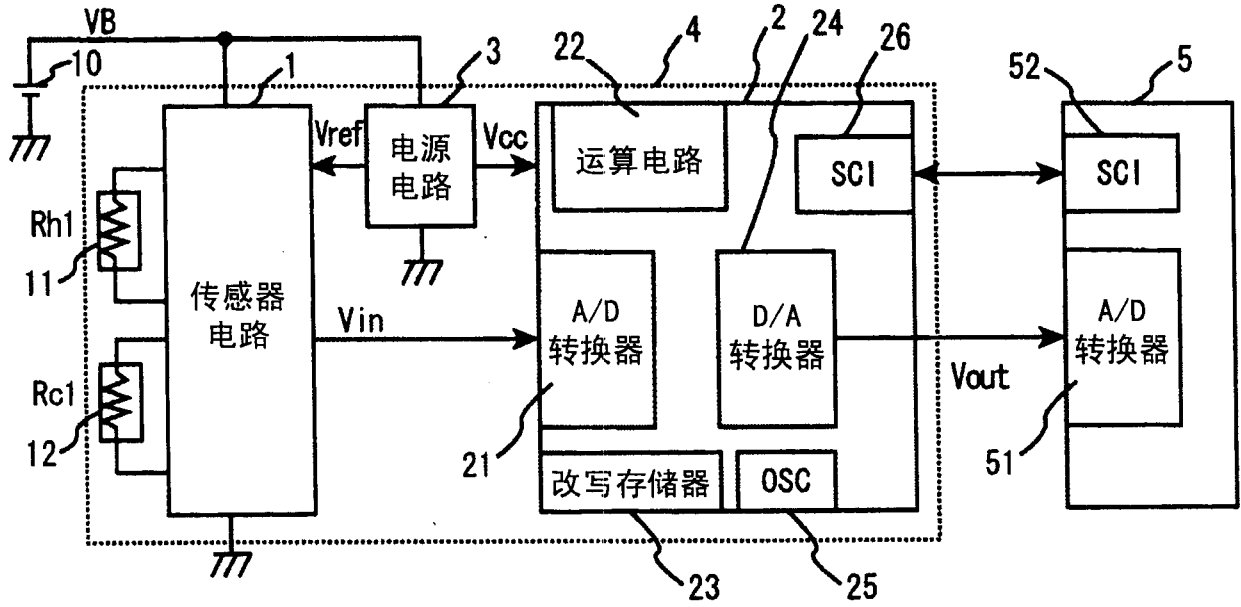


图 1

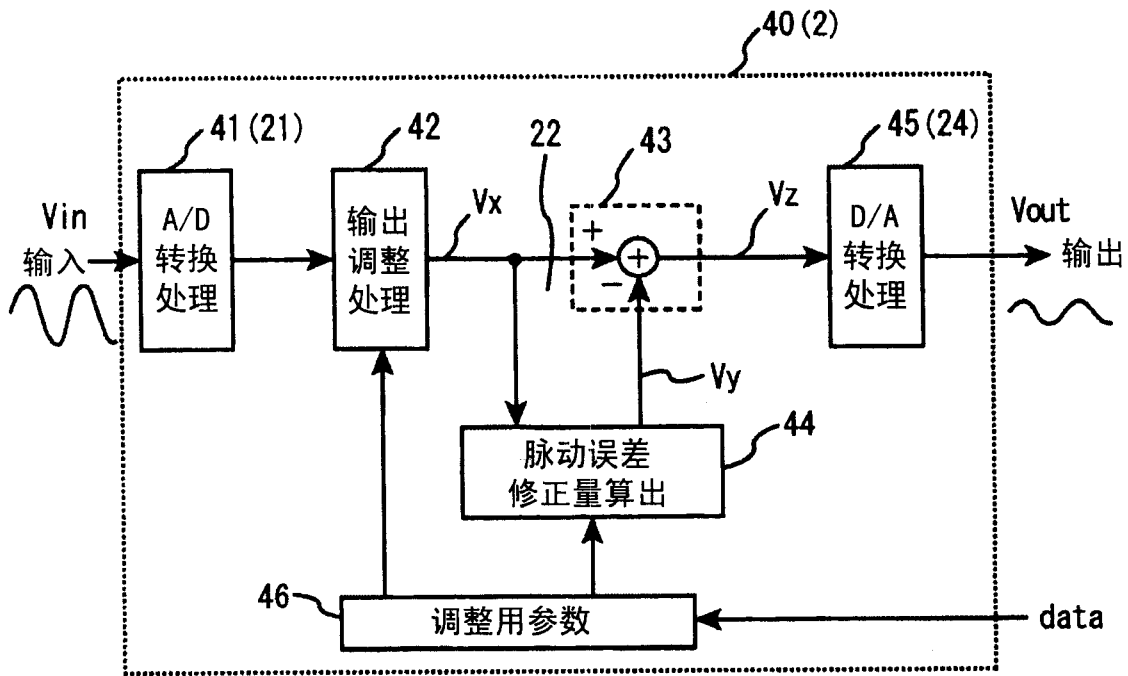


图 2

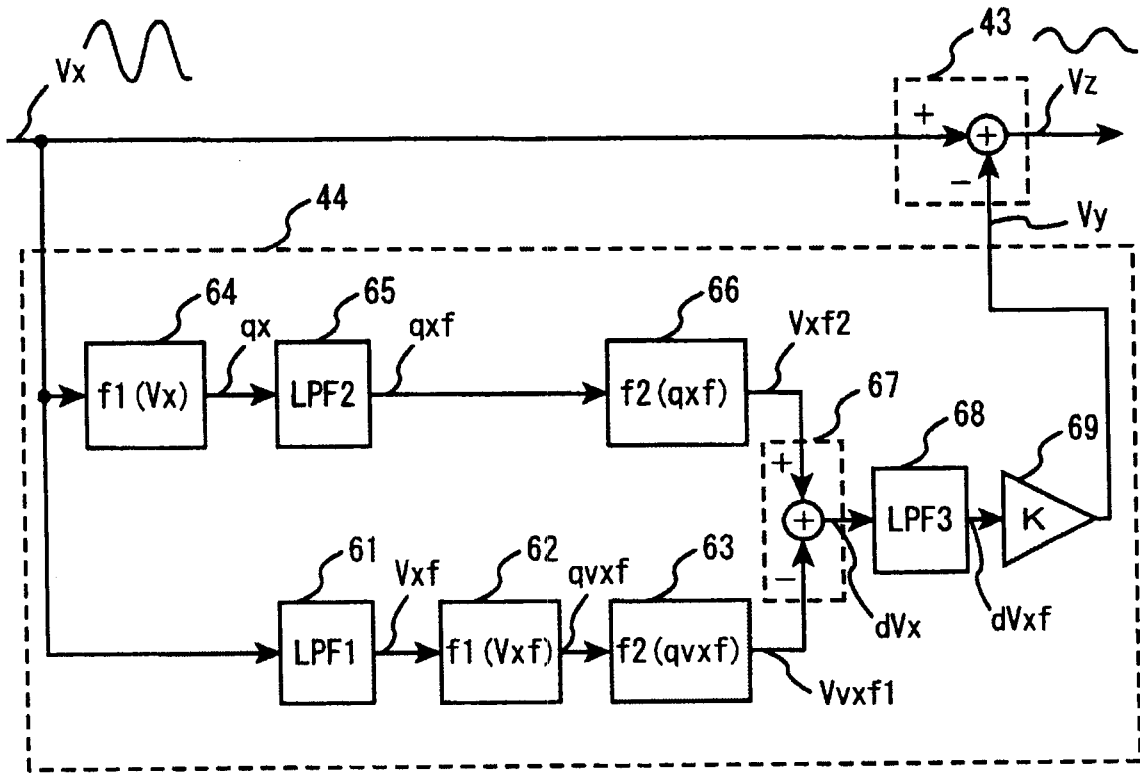


图 3

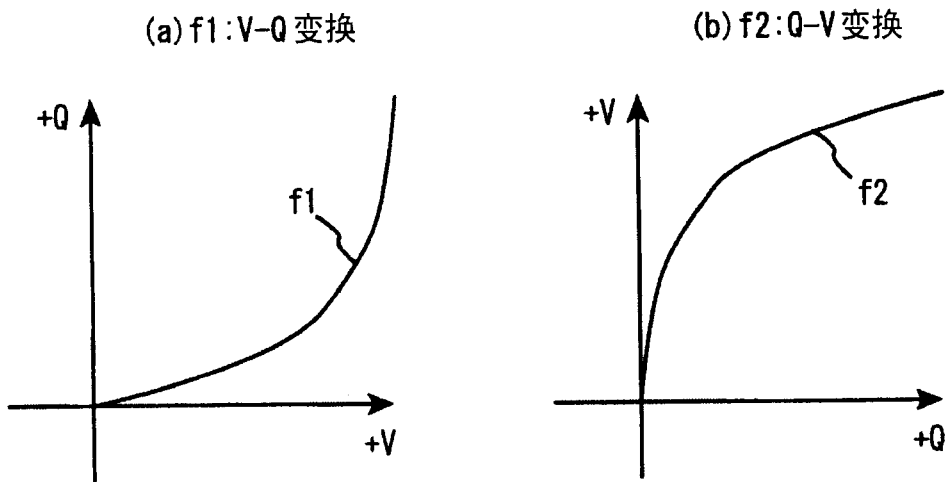


图 4

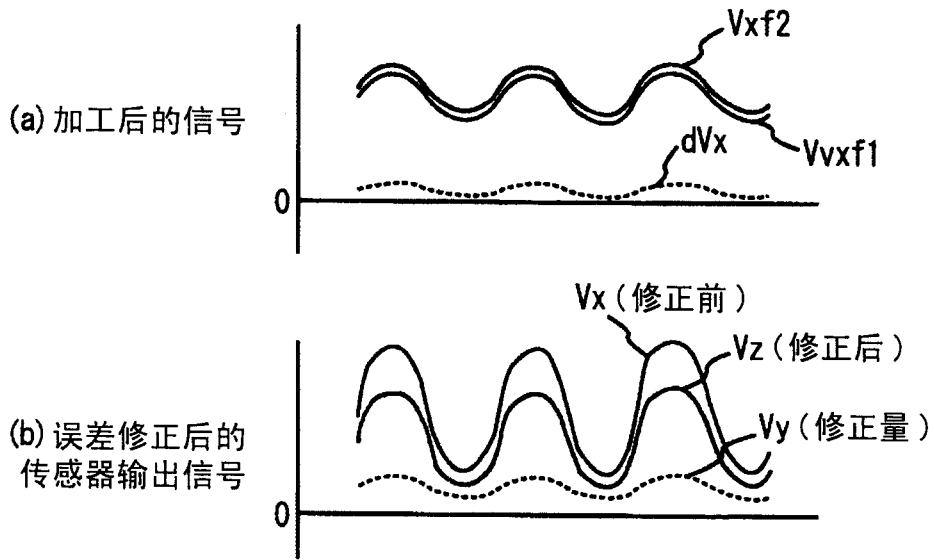


图 5

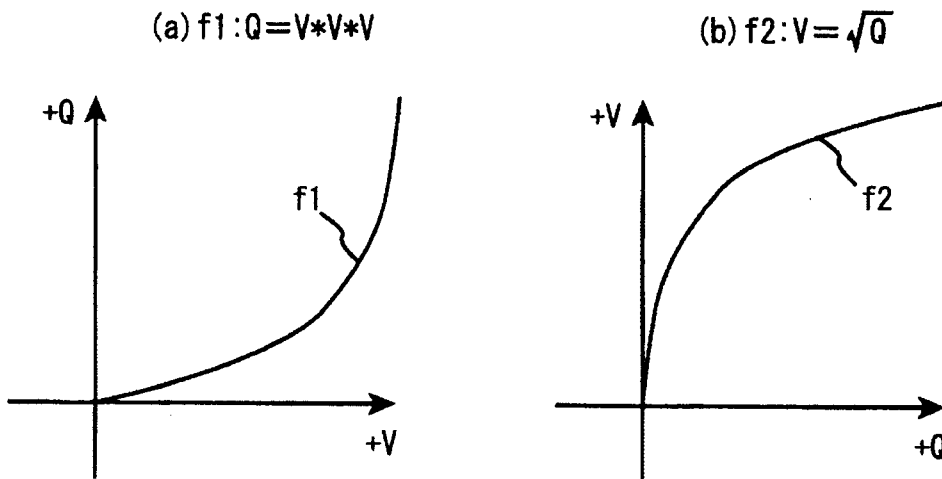


图 6



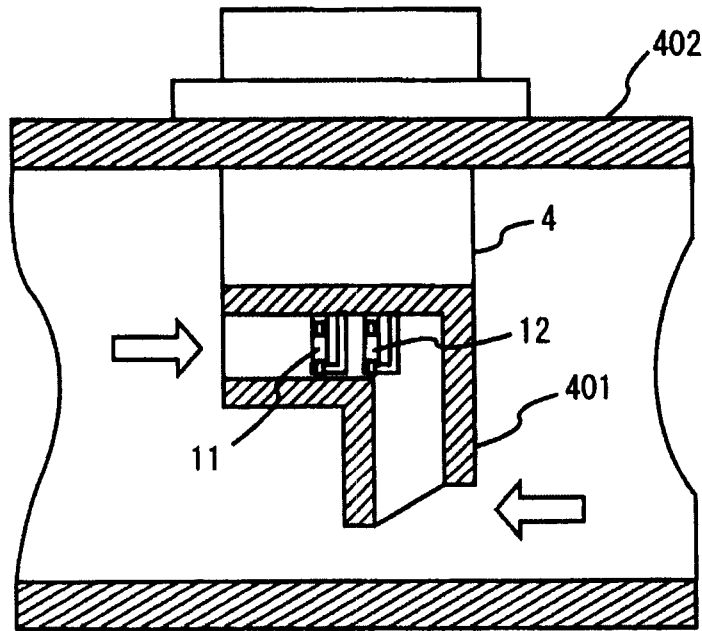


图 7

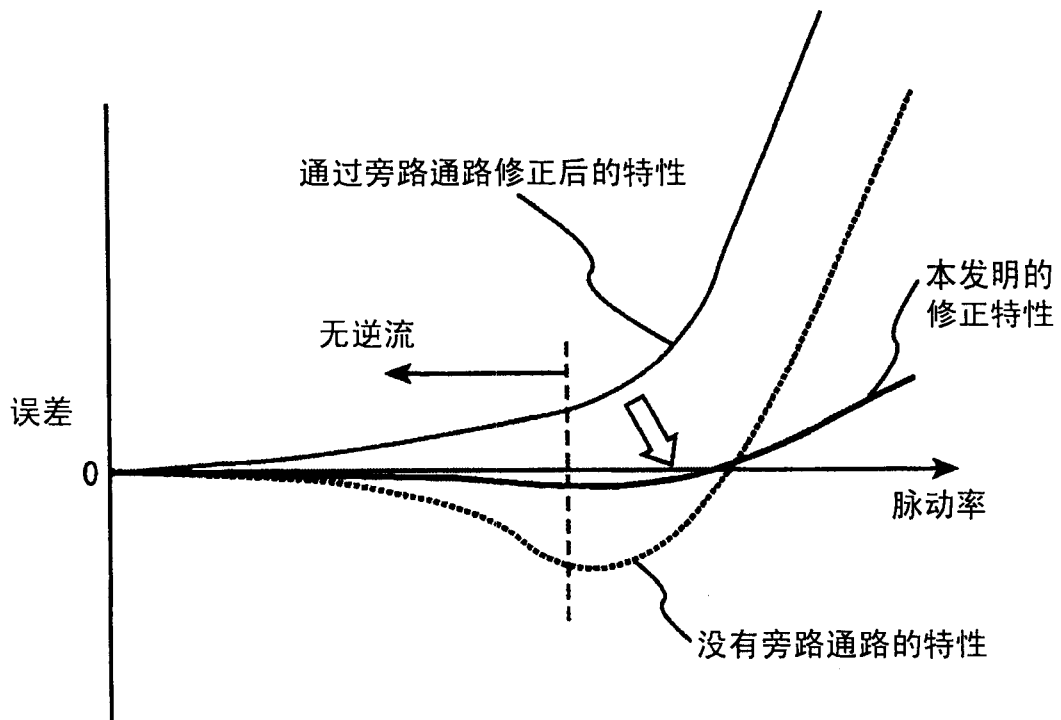


图 8

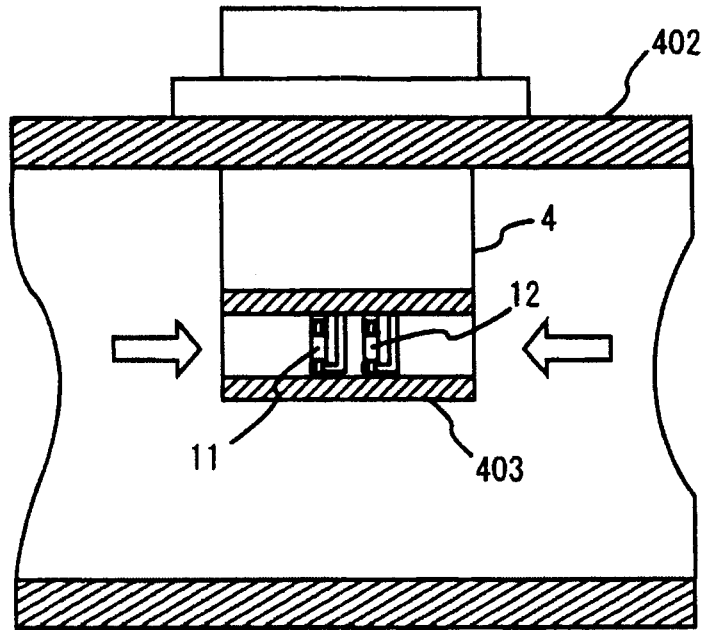


图 9

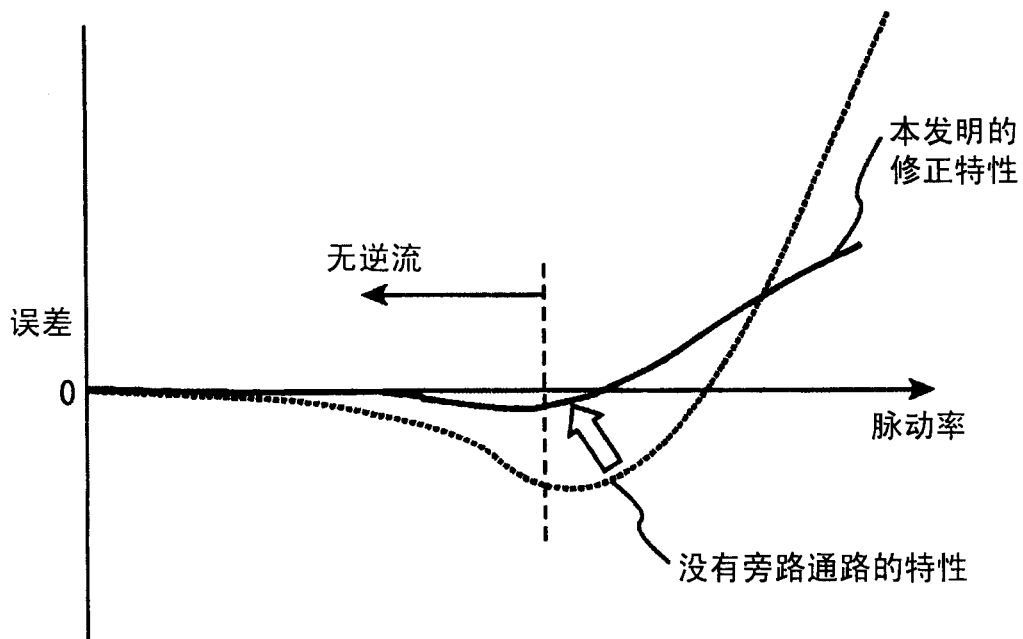


图 10

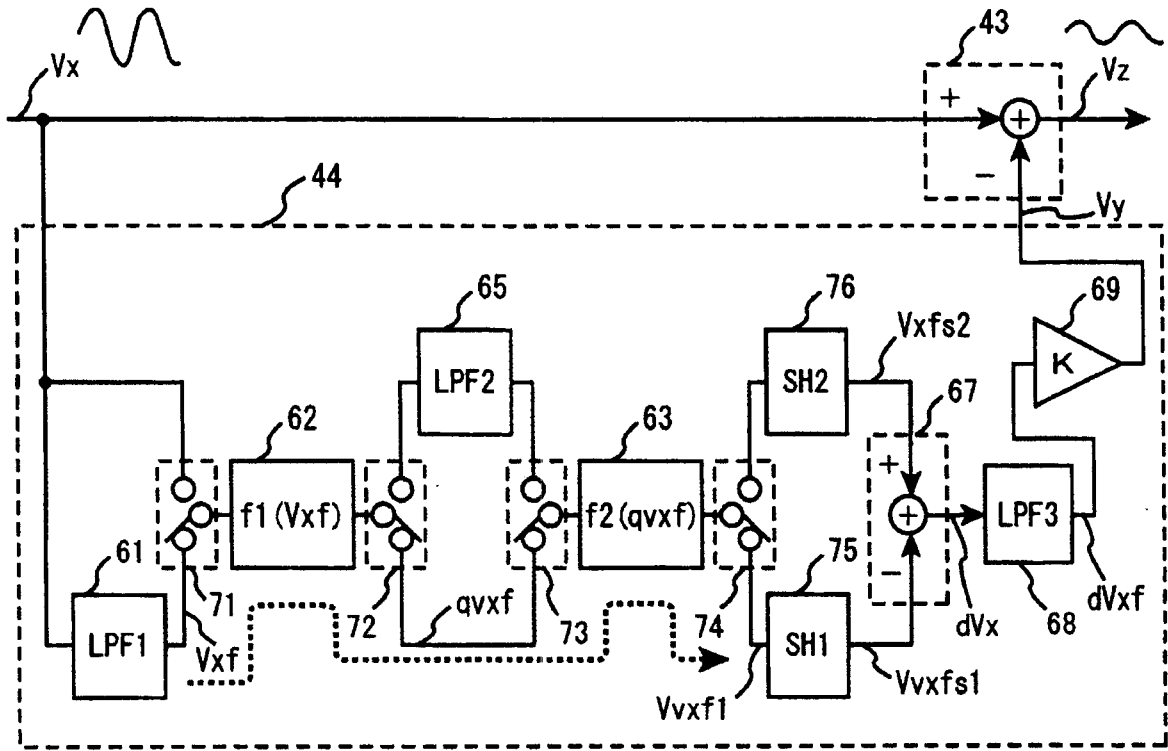


图 11

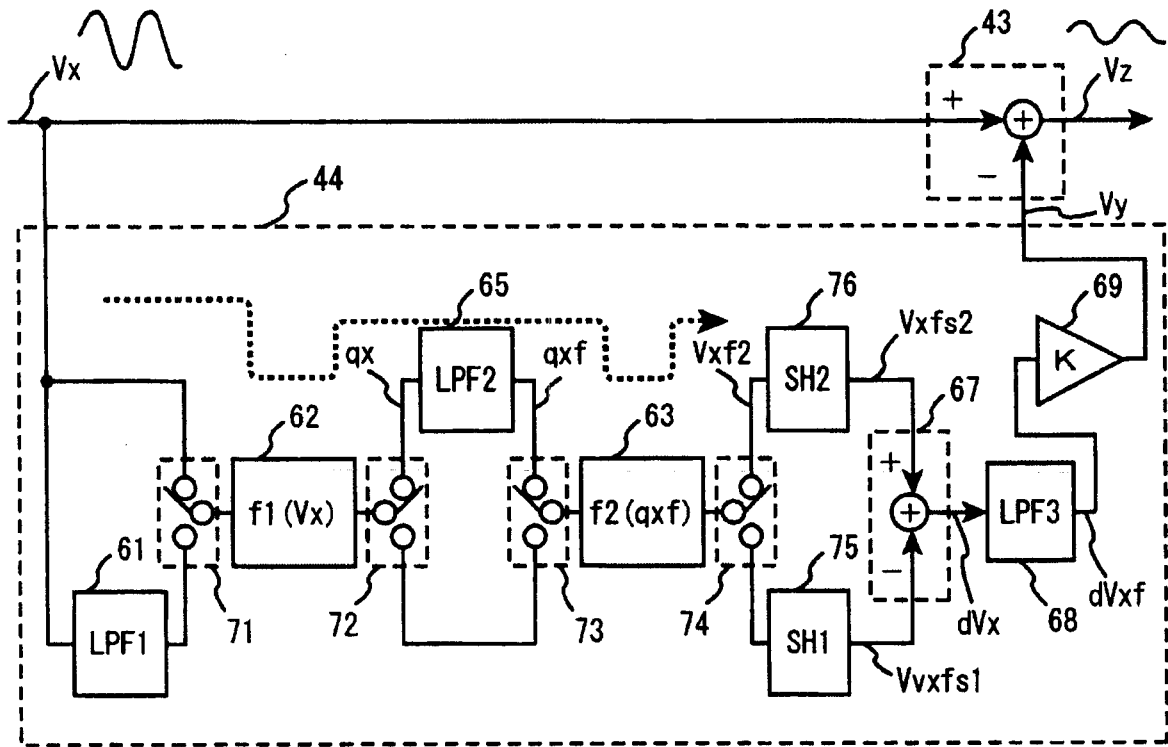


图 12

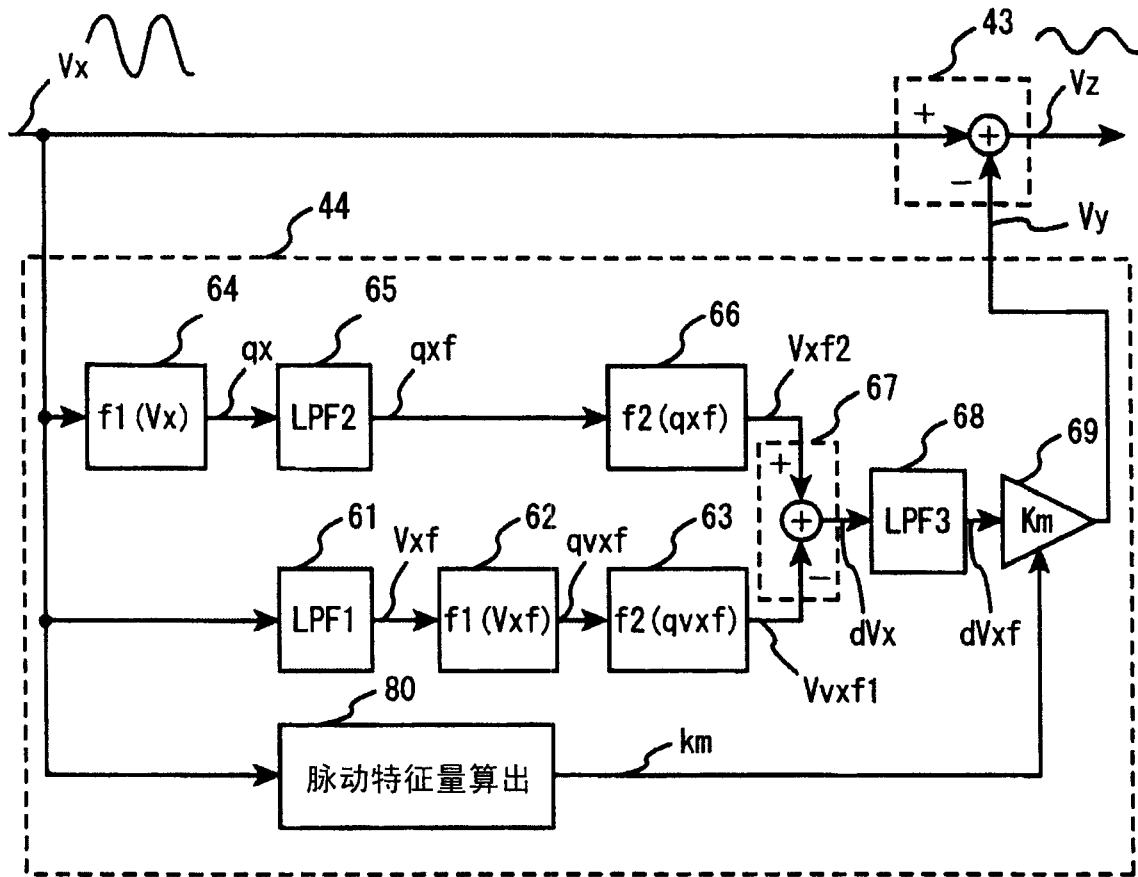


图 13

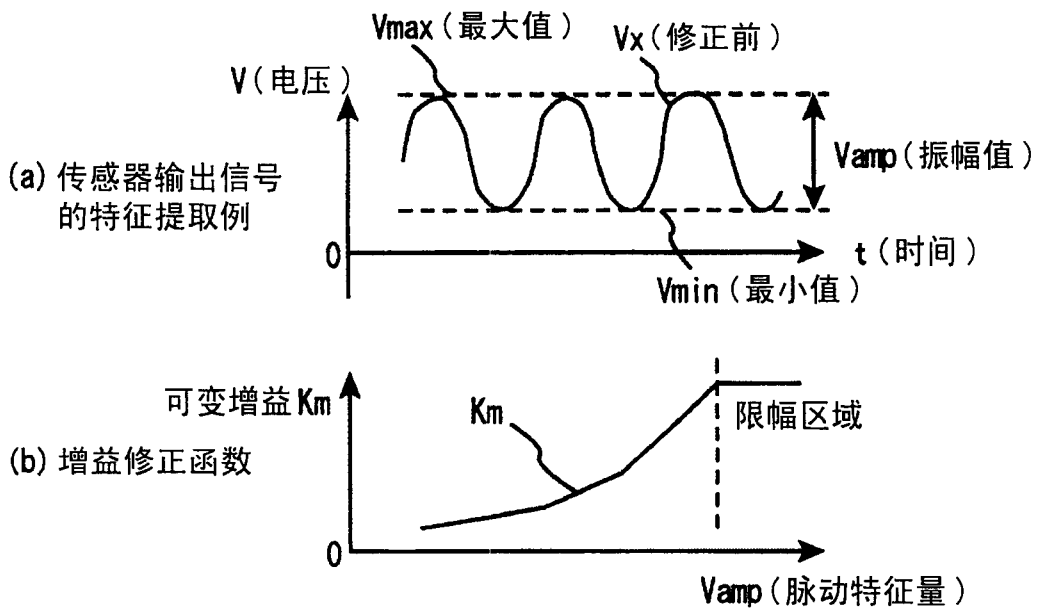


图 14

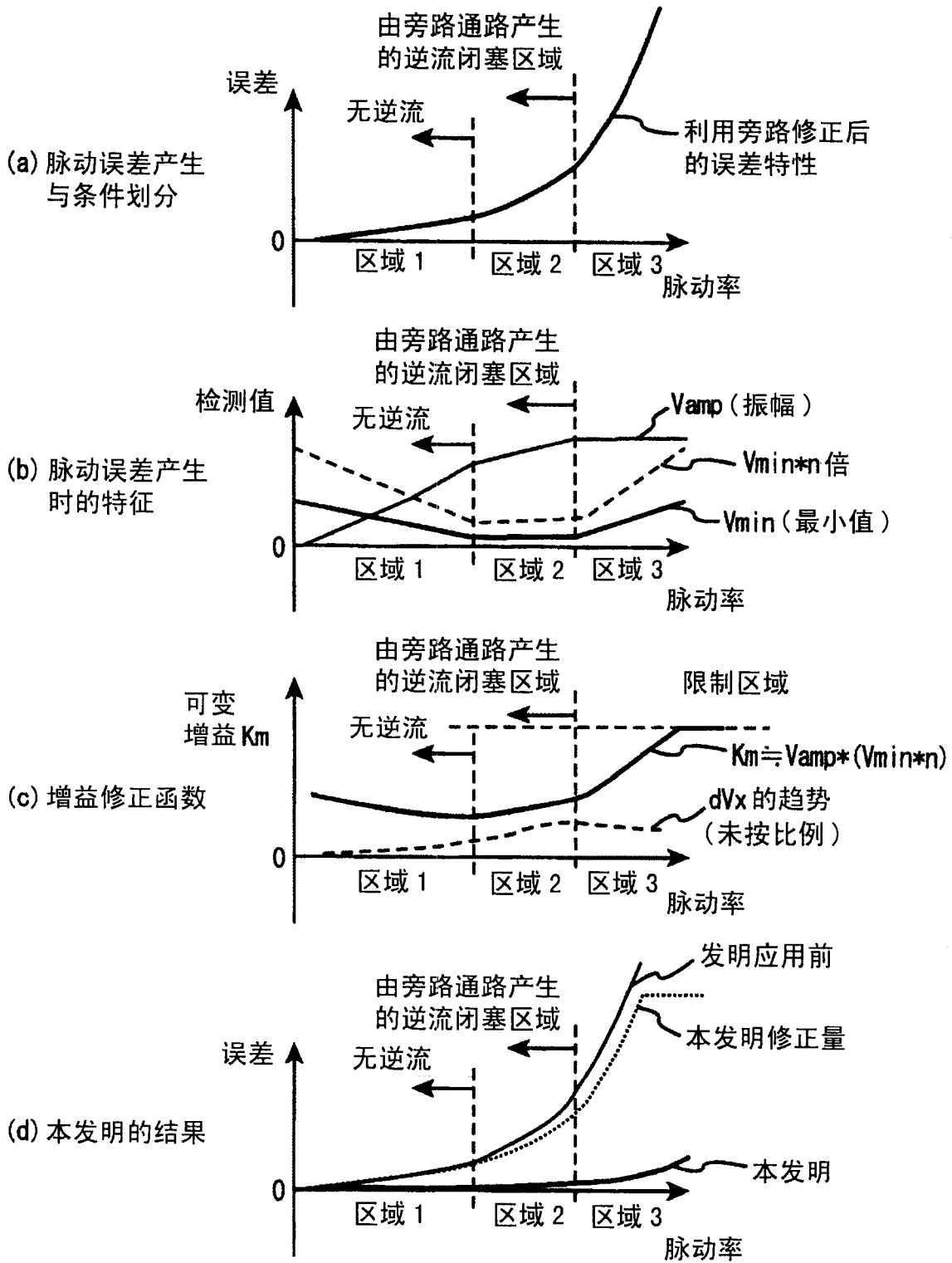


图 15

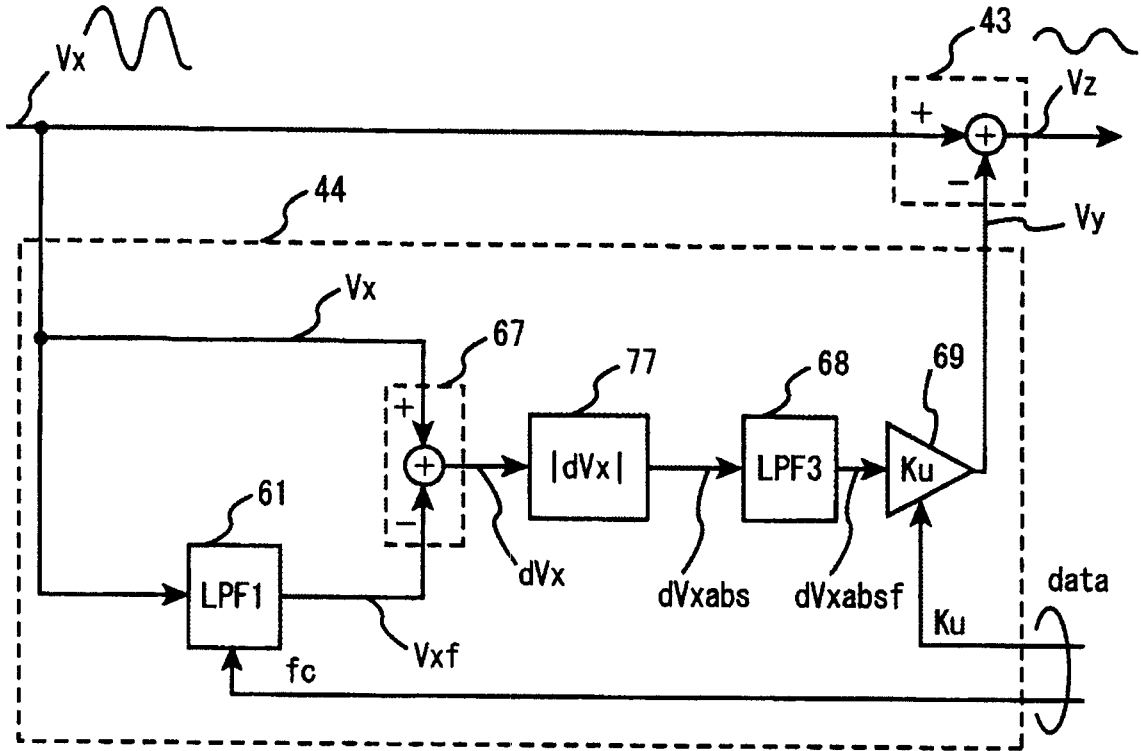


图 16

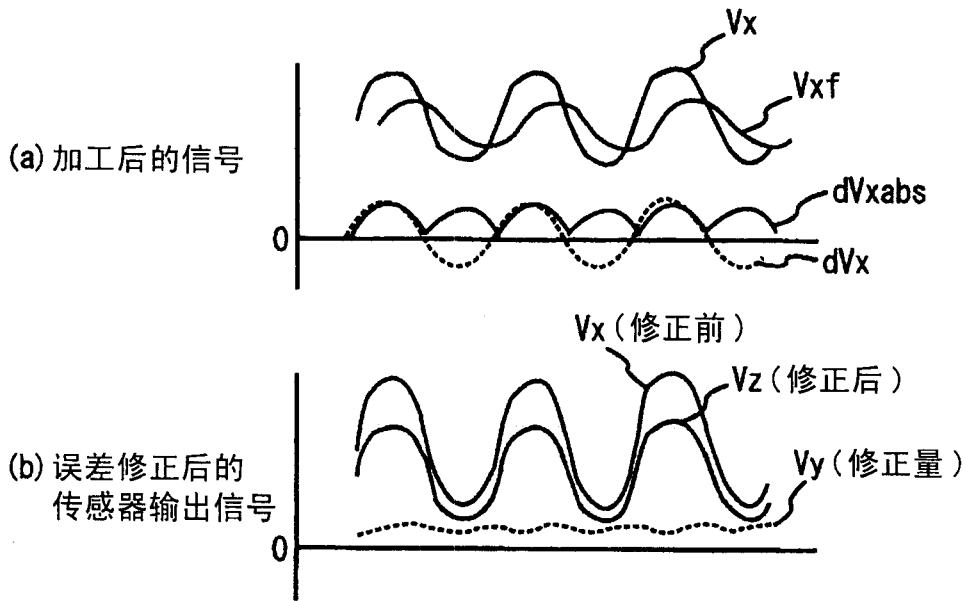


图 17

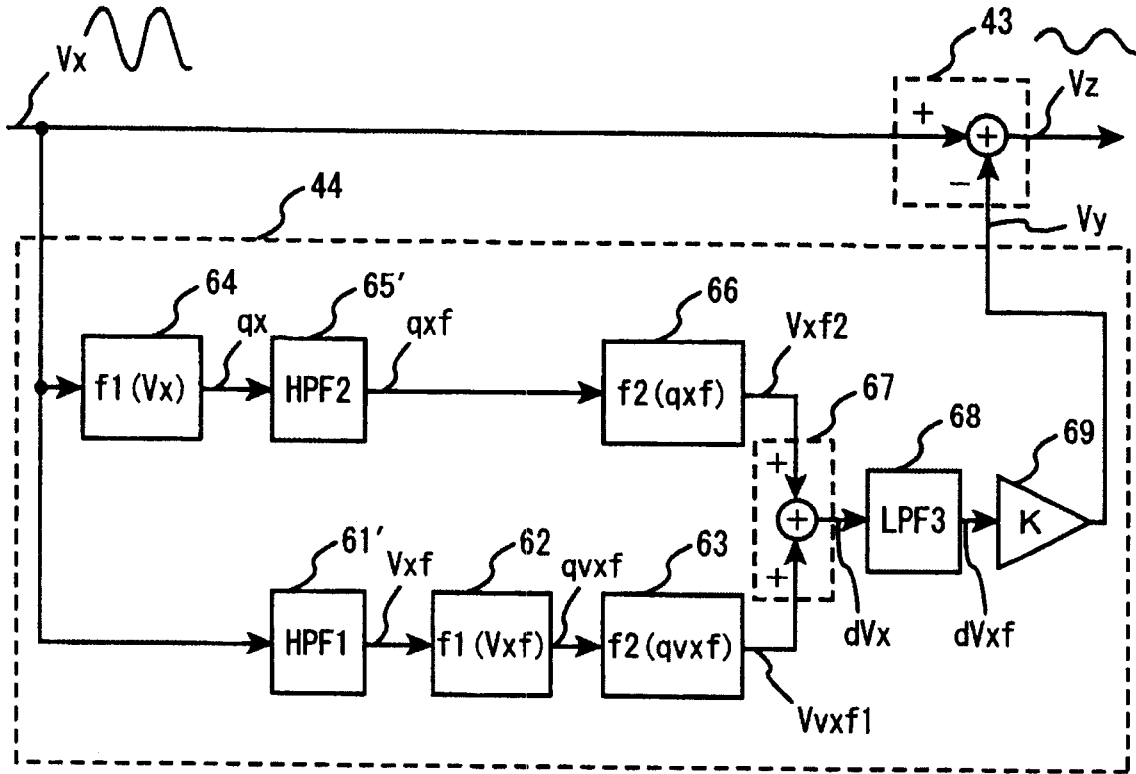


图 18

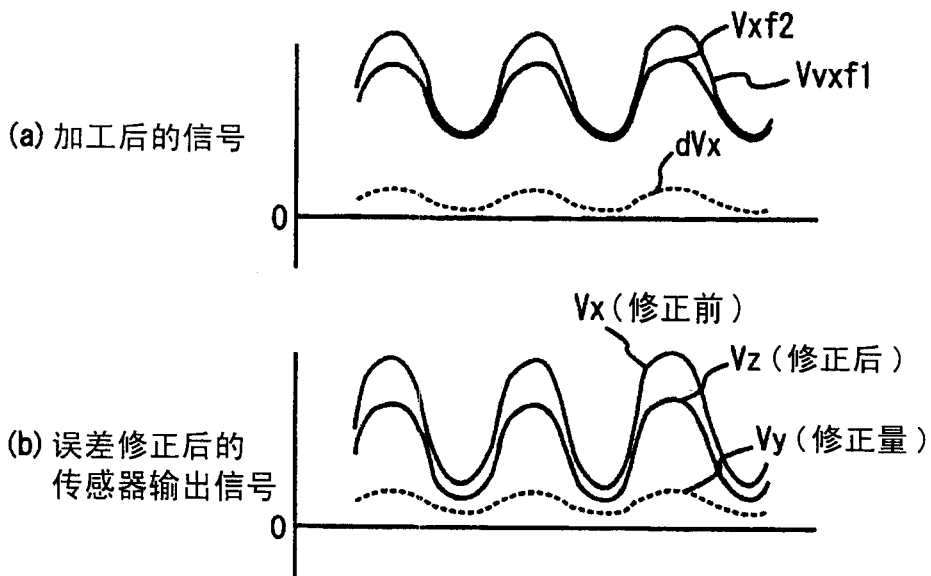


图 19

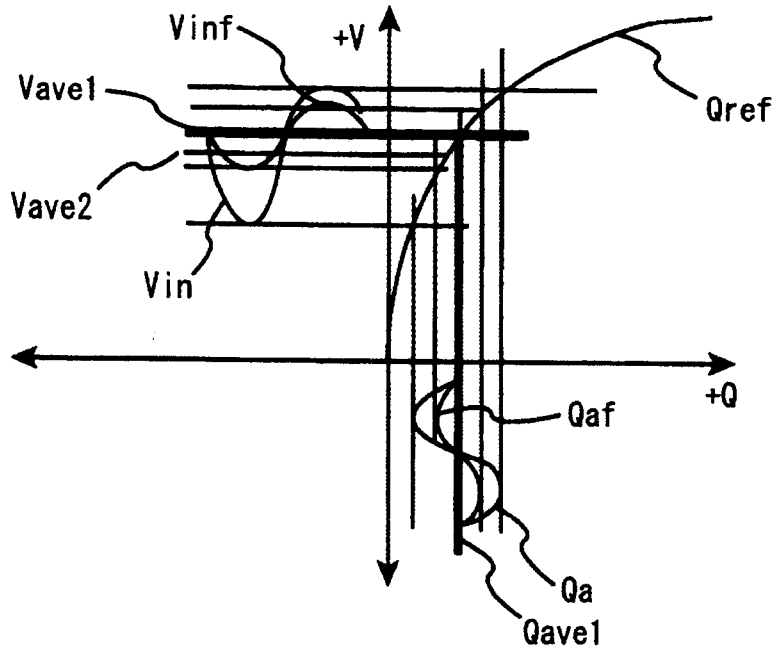


图 20

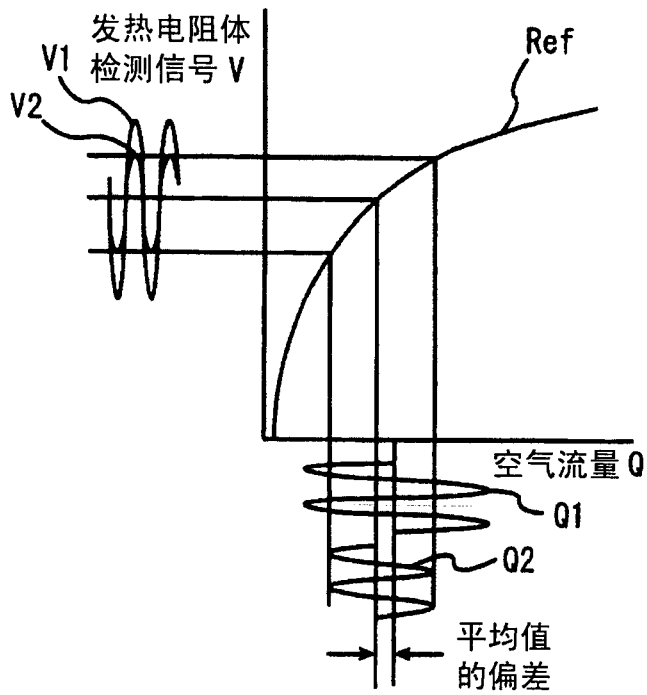


图 21