



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1691082 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 05

(21) 申请号 200510052760. 8

(22) 申请日 2005. 03. 14

(30) 优先权数据

127875/04 2004. 04. 23 JP

(73) 专利权人 横河电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 吉野广树 小山越太郎

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 王志森 黄小临

(51) Int. Cl.

G08C 19/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5226091 A, 1993. 07. 06, 说明书第 1-6、13-14 栏, 附图 8-9.

US 4282405, 1981. 08. 04, 说明书第 4-13 栏.

审查员 赵云峰

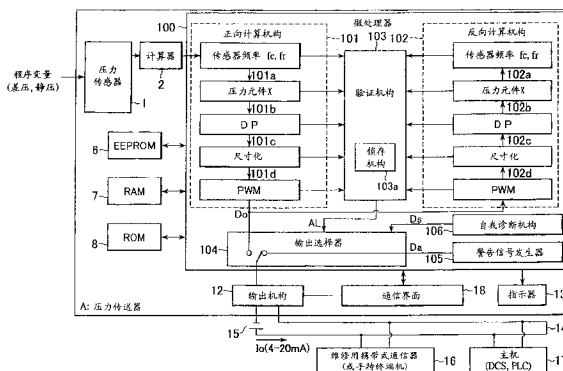
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

(54) 发明名称

传送器及其复制方法

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种传送器, 无需增加任何的硬件构件, 即可复制它的内部信号处理功能。这一传送器利用多个计算步骤, 将输入信转换成输出信号, 并包含反向计算机构, 用以使朝反方向执行多个的计算步骤。



1. 一种传送器,其输入程序变量并利用多个步骤的计算转换成既定的输出信号,其特征为:

具备执行该多个步骤的计算的正向计算机构,同时具备根据该多个步骤的每一步骤所算出的数值执行通常的各计算步骤的反向计算的反向计算机构,

关联于该程序变量的输入信号被传感器赋予数字值,

该传感器为振动式差压或压力传感器,

该反向计算的步骤包含:

使用修正系数 c_i 与经过尺寸化的差压 $dpscaled$,根据该正向计算机构所算出的计算值的输出 pwm ,以下述公式 (1) 算出经过尺寸化的差压 $dpscaled'$;

使用温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp$ 与范围 urv 、 lrv ,根据该正向计算机构所算出的该经过尺寸化的差压 $dpscaled$,以下述公式 (2) 算出温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp'$;

使用修正系数 k_i 与差压信号 X ,根据该正向计算机构所算出的该温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp$,以下述公式 (3) 算出差压信号 X' ;以及

使用传感器频率 f_c 、 f_r 与常数 A 、 B 、 C ,根据该正向计算机构所算出的该差压信号 X ,以下述公式 (4) 算出传感器频率 f_c' ;

$$dpscaled' = \frac{pwm - c_0}{\sum_{i=1}^n c_i \cdot dpscaled^i} \quad \text{公式 (1)}$$

$$dpcomp' = dpscaled(urv - lrv) + lrv \quad \text{公式 (2)}$$

$$X' = \frac{(dpcomp - k_0)}{\sum_{i=1}^m k_i \cdot X^i} \quad \text{公式 (3)}$$

$$f_c'^2 = \frac{X' - B \cdot f_r^2 - C}{A} \quad \text{公式 (4)}$$

其中, c_i 为取决于温度的动态的修正系数, urv 与 lrv 为使用者指定范围的 100% 与 0%, k_i 为取决于温度以及静压的动态的修正系数, A 、 B 、 C 为表示该传感器特性的常数;

其中,还包含:验证机构,其执行该多个步骤的各步骤的计算值与该反向计算的各步骤的计算值的一致性判断。

2. 如权利要求 1 所述的传送器,其中,

该验证机构在一致性判断中于至少 1 个以上的不一致发生时发出差错警报。

3. 如权利要求 1 所述的传送器,其中,

该验证机构在一致性判断中于相同的不一致发生多次时发出差错警报。

4. 如权利要求 1、2 或 3 所述的传送器,其中,

该验证机构在一致性判断中根据该计算的误差、该传送器的动作范围、精度设定误差范围。

5. 如权利要求 1、2 或 3 所述的传送器,其中,

该反向计算以及该一致性判断分别在该多个计算步骤的备用时间内执行,并周期性停止。

6. 一种传送器的复制方法,包含:

将输入信号以多个步骤的计算转换成输出信号的正向计算步骤；

根据该多个步骤的每一步骤所算出的数值执行通常的各计算步骤的反向计算的反向计算步骤；以及

执行该正向计算步骤与该反向计算步骤的对应步骤的计算值的一致性判断的验证步骤；

该输入信号被传感器赋予数字值，该传感器为振动式差压或压力传感器，

该反向计算的步骤包含：

使用修正系数 c_i 与经过尺寸化的差压 $dpscaled$ ，根据该正向计算步骤所算出的计算值的输出 pwm ，以下述公式 (5) 算出经过尺寸化的差压 $dpscaled'$ ；

使用温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp$ 与范围 urv 、 lrv ，根据该正向计算步骤所算出的该经过尺寸化的差压 $dpscaled$ ，以下述公式 (6) 算出温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp'$ ；

使用修正系数 k_i 与差压信号 X ，根据该正向计算步骤所算出的该温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp$ ，以下述公式 (7) 算出差压信号 X' ；

使用传感器频率 f_c 、 f_r 与常数 A 、 B 、 C ，根据该正向计算步骤所算出的该差压信号 X ，以下述公式 (8) 算出传感器频率 f_c' ；

$$dpscaled' = \frac{pwm - c_0}{\sum_{i=1}^n c_i \cdot dpscaled^i} \quad \text{公式 (5)}$$

$$dpcomp' = dpscaled(urv - lrv) + lrv \quad \text{公式 (6)}$$

$$X' = \frac{(dpcomp - k_0)}{\sum_{i=1}^m k_i \cdot X^i} \quad \text{公式 (7)}$$

$$f_c'^2 = \frac{X - B \cdot f_r^2 - C}{A} \quad \text{公式 (8)}$$

c_i 为取决于温度的动态的修正系数， urv 与 lrv 为使用者指定范围的 100% 与 0%， k_i 为取决于温度以及静压的动态的修正系数， A 、 B 、 C 为表示该传感器特性的常数。

7. 如权利要求 6 所述的传感器的复制方法，其中，

在该验证步骤中，于至少 1 个以上的不一致发生时发出差错警报。

8. 如权利要求 6 所述的传感器的复制方法，其中，

在该验证步骤中，于相同的不一致发生多次时发出差错警报。

9. 如权利要求 6、7 或 8 所述的传感器的复制方法，其中，

该反向计算以及该验证步骤分别在该正向计算步骤的备用时间内执行，并周期性停止。

传送器及其复制方法

技术领域

[0001] 本发明关于一种传送器,其利用具多数步骤计算的机构,将关联于程序变量的输入信号,转换成预定的输出信号;以及关于复制该传送器的方法。

背景技术

[0002] 公知技术文献中,有关于利用具多数步骤计算的机构,将关联于程序变量的输入信号转换成预定的输出信号的传送器,例如振动式差压传送器,包括有如下:

[0003] 非专利文献:横河技报 Vol. 36No. 1(1992)P21-P28,“DPharp 电子式差压传送器”。

[0004] 近来,正在促进安全装置系统(SIS)的标准化,用以保护人体免于伤害、以及用以保护环境和设备。结果造成市场对下述传送器的需求,该传送器能满足于安全整体等级(safety integrity level,SIL)第2级“也就是说,危险降低系数(RRF)(即操作要求的失败机率的倒数),会落在100至1000的范围”。

[0005] 为了符合这一市场需求,于要求安全性及可靠性的系统中,通常使用2台以上的传送器。

[0006] 如果传感器具高可靠性,且不要求双重冗余(dual redundant)化,则该传送器本身可以为单数个,而其信号处理功能为可复制。图1为一功能方块图,显示具有复制内部信号处理功能的公知技术差压传送器的例子。

[0007] 一由实线所圈住的区域A,表示2线式差压传送器,该差压传送器,被输入一程序变量PV(压力、差压等),传送4-20mA的电流输出信号 I_o ,并具有与主机通信的功能、及通知该传送器本身的异常与从该主机取得信息的功能。

[0008] 在差压传送器A中,符号1表示振动式压力传感器,用以输出关联于程序变量PV的2个频率信号。由于该传感器的构造与工作原理,已揭示在上述的非专利文献1中,以下并不再做详述。

[0009] 符号2与3分别表示已双重冗余化的第1与第2计算器,并从压力传感器1分别输入2个频率而加以计数。符号4与5分别表示已双重冗余化的第1与第2微处理器,分别从第1计算器2与第2计算器3,输入脉冲信号并加以计算。

[0010] 在第1微处理器4中,符号41表示第1计算机构,用以对来自第1计算器2的脉冲信号,进行多数步骤计算以及脉冲宽度调制,而产生计算值输出 $Do1$;同样地,在第2微处理器5中,符号51表示第2计算机构,用以对来自第2计算器3的脉冲信号,进行多数步骤计算以及脉冲宽度调制,而产生计算值输出 $Do2$ 。

[0011] 符号6表示EFROM,用以保留系数等,而能够在由第1计算机构41所进行的修正计算期间,被予以参照。ROM7与ROM8为存储机构,使用在第1计算机构41所执行的计算。同样地,符号9表示EFROM,用以保留系数等,而能够在由第2计算机构51所进行的修正计算期间,被予以参照。ROM10与ROM11为存储机构,使用在第2计算机构51所执行的计算。

[0012] 第1微处理器4为主处理器,在正常状态下,该处理器的第1计算机构41的计算

值输出 Do1, 会被转换成电流输出信号 Io 并被传送出; 而第 2 微处理器 5 为次处理器, 该处理器的第 2 计算机构 51 的计算值输出 Do2, 功能仅为检查其与第 1 计算机构 41 的计算值输出 Do1 的一致性。

[0013] 在第 1 微处理器 4 中, 符号 42 表示比较器, 且第 1 计算机构 41 的计算值输出 Do1 与第 2 计算机构 51 的计算值输出 Do2 皆被输入至比较器 42。然后, 在预定条件下, 检查输出 Do1 与 Do2 间的一致性。若在该多个两输出间发现有任何的不一致, 则输出警告指令 AL。

[0014] 符号 43 表示输出选择器, 用以在预定状态下选择第 1 计算机构 41 的计算值输出 Do1。当接受到来自比较器 42 的警告指令 AL 时, 输出选择器 43 会选择来自警告信号发生器 44 的烧毁信号 Da, 并将该信号输入至输出机构 12。符号 13 为指示器, 用以处理第 1 微处理器 4 所提供的信息。

[0015] 在经由输出选择器 43 来输入第 1 计算机构 41 的计算值输出 Do1 的正常状态下, 输出机构 12 会将数字计算值输出 Do1 转换成模拟值, 产生具有 4-20mA 变化范围 (span) 的电流输出信号 Io, 并将该信号传送至外部的传送线路 14。

[0016] 在经由输出选择器 43 从警告信号发生器 44 输入烧毁信号 Da 的非正常状态下, 输出机构 12 会将数字烧毁信号 Da 转换成模拟值, 产生具 3.2mA 或 21.6mA 的烧毁电流输出信号, 并将该信号传送至外部的传送线路 14。

[0017] 符号 15 表示插入在传送线路 14 内的外部 DC 电源装置; 符号 16 表示连接至传送线路 14 的维修用便携式通信器; 符号 17 表示同样连接在传送线路 14 的主机; 符号 18 表示连接在输出机构 12 的通信接口。通信接口 18 与第 1 微处理器 4 进行通信, 并利用重叠于传送线路 14 的数字信号, 通知主机 17 有异常发生, 而从主机获得各种情报。

[0018] 接着, 针对在第 1 计算机构 41 与第 2 计算机构 51 所执行的多数步骤计算的细节, 将藉由以第 1 计算机构 41 为代表例来加以说明。首先, 从来自第 1 计算器 2 的脉冲信号, 来计算出传感器频率 f_c 及 f_r 。

[0019] 在第 1 步骤计算 41a 中, 依据下列方程式, 该方程式使用已算出的 f_c 及 f_r 与代表传感器特性的常数 A、B 及 C, 来计算出差压信号 X。

$$[0020] \quad X = A \cdot f_c^2 + B \cdot f_r^2 + C \quad (\text{Eq. 1-1})$$

[0021] 在第 2 步骤计算 41b 中, 依据下列方程式使用已算出的 X 值与修正系数 k_i , 该修正系数 k_i 为动态的系数取决于温度及静压并储存在 EEPROM 6, 来计算出对温度及静压进行修正的差压 dpcomp。

$$[0022] \quad dpcomp = \sum_{i=0}^m k_i \cdot X^i \quad (\text{Eq. 1-2})$$

[0023] 在第 3 步骤计算 41c 中, 对已算出值的 dpcomp, 依据下列方程式, 来计算出已被尺度化在 urv (100%) 至 lrv (0%) 的使用者指定范围的差压 dpscaled。

$$[0024] \quad dpscaled = \frac{dpcomp - lrv}{urv - lrv} \quad (\text{Eq. 1-3})$$

[0025] 在第 4 步骤计算 41d 中, 依据下述多项式, 使用已算出值的 dpcomp 及储存在 EEPROM 6 且取决于温度的动态的修正系数 c_i , 来计算被脉冲调制的数字信号 pwm。

$$[0026] \quad pwm = \sum_{i=0}^n c_i \cdot dpscaled^i \quad (Eq.1-4)$$

[0027] 将经由上述讨论的四个步骤所计算出的数字信号 pwm 的值,输入至比较器 42 作为第 1 微处理器 4 的计算值输出 Do1 ;并且经由输出选择器 43 输入至输出机构 12,而转换成 4-20mA 的电流输出信号 I_o。

[0028] 基于多数计算步骤 51a 至 51d 的计算,其中该多个计算步骤皆是由第 2 微处理器 5 的第 2 计算机构 51 执行且皆输入有来自第 2 计算器 3 的脉冲信号,相同于基于多数计算步骤 41a 至 41b 的计算,其中该多个计算步骤皆是由如上所述的第 1 微处理器的第 1 计算机构 41 执行。将计算值输出 Do2 导入至比较器 42 并与 Do1 进行比较。

[0029] 比较器 42 会比较计算值输出 Do1 和 Do2。如果该多个输出超过了预定允许条件且不一致时,比较器会判断该情况为传送异常,输出警告指令 AL,使输出选择器 43 切换至警告信号发生器 44,导致电流输出信号 I_o 进入烧毁状态,并通知主机 17 有传送器异常。

[0030] 符号 45 表示自我诊断机构,用以执行压力传感器 1 的异常诊断(在振动式传感器时的频率异常或振动停止);或者是当计算器 2 或 3 的信号停止、或者一段特定的期间内传送器输出中断或没有改变时,检查微处理器本身确认操作异常的可能性。若自我诊断机构 45 检测到任何异常,它会将信号 D_s 传送至输出选择器 43,导致电流输出信号 I_o 进入至烧毁状态。

[0031] 使用于一要求安全的系统,通常需要 2 个或 2 个以上的传送器,因此装备成本必须很高。如果该传感器具高可靠性,因而不需要双重冗余,则该系统可以构成如图 1 所示构造,即使得传送器为单数个并会复制内部信号处理功能。

[0032] 然而,由于即使在图 1 所示的传送器构造中,加入第 2 计算器 3、第 2 微处理器 5 及存储机构 9 或 11,当作硬件构件,成本的问题还是无法完全地解决。另外,硬件构件数量的增加,会对传送器尺寸的减小造成障碍。

发明内容

[0033] 因此,本发明的目的为提供一种传送器,无须增加任何的硬件构件,即可复制它的内部信号处理功能。

[0034] 为了实现上述课题,本发明提供了一种传送器,其输入程序变量并利用多个步骤的计算转换成既定的输出信号,其特征为:具备执行该多个步骤的计算的正向计算机构,同时具备根据该多个步骤的每一步骤所算出的数值执行通常的各计算步骤的反向计算的反向计算机构,关联于该程序变量的输入信号被传感器赋予数字值,该传感器为振动式差压或压力传感器,该反向计算的步骤包含:使用修正系数 c_i 与经过尺寸化的差压 $dpscaled$,根据该正向计算机构所算出的计算值的输出 pwm,以下述公式 (1) 算出经过尺寸化的差压 $dpscaled'$;使用温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp$ 与范围 urv 、 lrv ,根据该正向计算机构所算出的该经过尺寸化的差压 $dpscaled$,以下述公式 (2) 算出温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp'$;使用修正系数 k_i 与差压信号 X,根据该正向计算机构所算出的该温度以及静压经过修正的差压 $dpcomp$,以下述公式 (3) 算出差压信号 X';以及使用传感器频率 f_c 、 f_r 与常数 A、B、C,根据该正向计算机构所算出的该差压信号 X,以下述公式 (4) 算出传感器频率

f_c' ;

$$[0035] \quad dp_{scaled}' = \frac{pwm - c_0}{\sum_{i=1}^n c_i \cdot dp_{scaled}^i} \quad \text{公式 (1)}$$

$$[0036] \quad dp_{comp}' = dp_{scaled}(urv - lrv) + lrv \quad \text{公式 (2)}$$

[0037]

$$X' = \frac{(dp_{comp} - k_0)}{\sum_{i=1}^m k_i \cdot X^i} \quad \text{公式 (3)}$$

$$f_c'^2 = \frac{X' - B \cdot f_r^2 - C}{A} \quad \text{公式 (4)}$$

[0038] 其中, c_i 为取决于温度的动态的修正系数, urv 与 lrv 为使用者指定范围的 100% 与 0%, k_i 为取决于温度以及静压的动态的修正系数, A、B、C 为表示该传感器特性的常数; 其中, 还包含 : 验证机构, 其执行该多个步骤的各步骤的计算值与该反向计算的各步骤的计算值的一致性判断。

[0039] 为了实现上述课题, 本发明还提供了一种传感器的复制方法, 包含 : 将输入信号以多个步骤的计算转换成输出信号的正向计算步骤; 根据该多个步骤的每一步骤所算出的数值执行通常的各计算步骤的反向计算的反向计算步骤; 以及执行该正向计算步骤与该反向计算步骤的对应步骤的计算值的一致性判断的验证步骤; 该输入信号被传感器赋予数字值, 该传感器为振动式差压或压力传感器, 该反向计算的步骤包含 : 使用修正系数 c_i 与经过尺寸化的差压 dp_{scaled} , 根据该正向计算步骤所算出的计算值的输出 pwm , 以下述公式 (5) 算出经过尺寸化的差压 dp_{scaled}' ; 使用温度以及静压经过修正的差压 dp_{comp} 与范围 urv 、 lrv , 根据该正向计算步骤所算出的该经过尺寸化的差压 dp_{scaled} , 以下述公式 (6) 算出温度以及静压经过修正的差压 dp_{comp}' ; 使用修正系数 k_i 与差压信号 X , 根据该正向计算步骤所算出的该温度以及静压经过修正的差压 dp_{comp} , 以下述公式 (7) 算出差压信号 X' ; 使用传感器频率 f_c 、 f_r 与常数 A、B、C, 根据该正向计算步骤所算出的该差压信号 X , 以下述公式 (8) 算出传感器频率 f_c' ;

$$[0040] \quad dp_{scaled}' = \frac{pwm - c_0}{\sum_{i=1}^n c_i \cdot dp_{scaled}^i} \quad \text{公式 (5)}$$

$$[0041] \quad dp_{comp}' = dp_{scaled}(urv - lrv) + lrv \quad \text{公式 (6)}$$

[0042]

$$X' = \frac{(dp_{comp} - k_0)}{\sum_{i=1}^m k_i \cdot X^i} \quad \text{公式 (7)}$$

$$f_c'^2 = \frac{X' - B \cdot f_r^2 - C}{A} \quad \text{公式 (8)}$$

[0043] c_i 为取决于温度的动态的修正系数, urv 与 lrv 为使用者指定范围的 100% 与 0%, k_i 为取决于温度以及静压的动态的修正系数, A、B、C 为表示该传感器特性的常数。

附图说明

[0044] 图 1 为功能方块图,显示具有复制内部信号处理功能的公知的差压传送器的示例。

[0045] 图 2 为功能方块图,显示应用本发明的差压传送器的实施例。

[0046] 图 3 为一示意图,以对比的方式,显示正向计算与反向计算的计算步骤的处理方向及方程式。

[0047] 图 4 为一流程图,显示以软件为主的复制方法的单一处理程序。

[0048] 图 5 为一时序图,显示正向计算与反向计算之间的时序关系。

[0049] 元件符号说明:

[0050] 1:压力传感器

[0051] 10:ROM

[0052] 100:微处理器

[0053] 101:正向计算机构

[0054] 101a-101d:多数计算步骤

[0055] 102:反向计算机构

[0056] 102a-102d:反向计算步骤

[0057] 103:验证机构

[0058] 103a:锁存机构

[0059] 104:输出选择器

[0060] 105:警告信号发生器

[0061] 106:自我诊断机构

[0062] 11:ROM

[0063] 12:输出机构

[0064] 13:指示器

[0065] 14:传送线路

[0066] 15:DC 电源装置

[0067] 16:维修用携带式通信器

[0068] 17:主机

[0069] 18:通信接口

[0070] 2:第 1 计算器

[0071] 3:第 2 计算器

[0072] 4:第 1 微处理器

[0073] 41:第 1 计算机构

[0074] 41a:第 1 步骤计算

[0075] 41b:第 2 步骤计算

[0076] 41c:第 3 步骤计算

[0077] 41d:第 4 步骤计算

[0078] 42:比较器

[0079] 43:输出选择器

- [0080] 44 :警告信号发生器
- [0081] 45 :自我诊断机构
- [0082] 5 :第 2 微处理器
- [0083] 51 :第 2 计算机构
- [0084] 51a-51d :计算步骤
- [0085] 6 :EEPROM
- [0086] 7 :ROM
- [0087] 8 :ROM
- [0088] 9 :存储机构
- [0089] Do1 :计算值输出
- [0090] Do2 :计算值输出
- [0091] S1-S12 :步骤

具体实施方式

[0092] 以下,将参照附随图示,详细说明本发明较佳实施例,其中,图 2 为功能方块图,显示应用本发明的差压传送器的实施例。在图中,与图 1 所示的公知传送器相同的构件,皆附上相同的符号,以后将不再说明。以下,将针对本发明的特征部分,加以具体地说明。

[0093] 在图 2 中,符号 100 指定为应用本发明的唯一的微处理器,且输入有来自单一的计算器 2 的脉冲信号。在该微处理器 100 中,符号 101 指定为正向计算机构,多数计算步骤 101a 至 101d 的计算细节及计算值输出,完全相同于图 1 所示公知传送器的第 1 计算机构 41 的步骤 41a 至 41b 的计算细节及计算值输出。

[0094] 符号 103 指定为验证机构,其包含:锁存机构 103a,用以保留由正向计算机构 101 的各计算步骤所获得的计算值,并验证该多个计算值,是否与后述反向计算机构的各步骤所获得的计算值一致。

[0095] 符号 102 指定为本发明特有的反向计算机构,其中正向计算机构 101 的计算值输出 Do1,被输入至反向计算机构 102,使得正向计算机构 101 各别的计算步骤,朝相反于正常计算方向的方向进行。换句话说,反向计算机构 102 会执行反向计算,以相反顺序处理正向计算机构 101 的计算步骤,而返回至计算频率信号 f_c 及 f_r 的步骤。各反向计算步骤的计算值输入至验证机构 103,并与各对应的正向计算步骤的计算值进行比较,而保留至锁存机构 103a。

[0096] 如果有任一反向计算值超出正向计算值所设定的误差范围、以及在彼此相对应步骤间的比较期间,发生与相对应的正向计算值不一致时;或者,如果相同的不一致现象发生预定次数时,验证机构 103 就会将警告指令 AL 输出至输出选择器 104。输出选择器 104、警告信号发生器 105 及自我诊断机构 106,在功能上相同于图 1 所示的构件 43 至 45,以后将不再说明。

[0097] 用以计算各反向计算步骤的值的方程式,将于以下加以说明。依据下列方程式执行反向计算步骤 102d,用以由正向计算值输出 Do 的 pwm,来反向计算出 $dpscaled'$ 。

$$[0098] \quad dpscaled' = \frac{pwm - c_0}{\sum_{i=1}^n c_i \cdot dpscaled^i} \quad (Eq.2-4)$$

[0099] 依据下列方程式执行反向计算步骤 102c,用以由正向计算所决定的 dpscaled,来反向计算出 dpscomp'。

$$[0100] \quad dpcomp' = dpscaled(urv-lrv)+lrv \quad (Eq. 2-3)$$

[0101] 依据下列方程式执行反向计算步骤 102b,用以由正向计算所决定的 dpcomp,来反向计算出 X'。

$$[0102] \quad X' = \frac{(dpcomp - k_o)}{\sum_{i=1}^m k_i \cdot X^i} \quad (Eq.2-2)$$

[0103] 依据下列方程式执行反向计算步骤 102a,用以由正向计算所决定的 X,来反向计算出 f_c'。

$$[0104] \quad f_c'^2 = \frac{X - B \cdot f_r^2 - C}{A} \quad (Eq.2-1)$$

[0105] 图 3 为一示意图,以对比的方式,显示正向与反向的计算步骤的处理方向及方程式。图 3 亦以容易明白的视觉图形表示法,来显示依据本发明的以软件为基础的双重冗余处理的功能结构。

[0106] 接着,针对验证机构 103 中彼此对应的计算步骤间的一致性判断的条件,加以说明。反向计算步骤 102d 的算出值 dpscaled' 的判断条件,以下列方程式表示:

$$[0107] \quad dpscaled - \alpha < dpscaled' < dpscaled + \alpha \quad (Eq. 3-1)$$

[0108] 反向计算步骤 102c 的算出值 dpcomp' 的判断条件,以下列方程式表示:

$$[0109] \quad dpcomp - \beta < dpcomp' < dpcomp + \beta \quad (Eq. 3-2)$$

[0110] 反向计算步骤 102b 的算出值 X' 的判断条件,以下列方程式表示:

$$[0111] \quad X - x < X' < X + x \quad (Eq. 3-3)$$

[0112] 反向计算步骤 102a 的算出值 f_c' 的判断条件,以下列方程式表示:

$$[0113] \quad (f_c - \delta)^2 < f_c'^2 < (f_c + \delta)^2 \quad (Eq. 3-4)$$

[0114] 上述各个条件判断方程式的 α 、 β 、 x 及 δ 为常数,代表一致性判断的可容许误差范围,依据计算差错、传送器的操作范围、精确度,来设定其适当值的。

[0115] 图 4 为流程图,显示以软件为基础的复制方法中的单一处理程序。单一处理由步骤 S1 开始;并在步骤 S2 执行各正向计算步骤;在步骤 S3 保留该多个个别计算步骤的算出值,该多个被保留的值会在判断步骤 S5、S7、S9 及 S11 被予以参照。

[0116] 在步骤 S4 中,执行反向计算步骤 102d 以及计算 dpscaled';在步骤 S5 中,对 dpscaled' 与正向计算值 dpscaled 的一致性进行判断。若有满足判断条件,则在步骤 S6 执行反向计算步骤 102c 以计算 dpcomp' 并在步骤 S7,对 dpcomp' 与正向计算值 decomp 的一致性进行判断。

[0117] 若满足判断条件,则在步骤 S8 进行反向计算步骤 102b 以计算 X';并在步骤 S9,对

X' 与正向计算值 X 的一致性进行判断。若满足判断条件,则在步骤 S10 进行反向计算步骤 102a 以计算 f_c' ;并在步骤 S11,对 f_c' 与正向计算值 f_c 的一致性进行判断。

[0118] 如果满足了判断条件在步骤 S12 进行综合判断。如果满足该多个一致性判断的条件,则单一处理程序结果为“OK”(正常处理),并重复上述说明的例程序。如果在步骤 S5、S7、S9 或 S11 中发现有不一致,则单一处理程序会立即跳至步骤 S12,用以进行综合判断而且判断结果为“NG”(差错处理)。

[0119] 能够应用一适当的演算法,进行综合判断之后的差错处理,例如当发生任何单一不一致实例时立即进行差错处理;或当发生相同的不一致有预定次数即开始进行差错处理。

[0120] 在图 4 所示的流程图中说明一示例,该示例会依据反向计算各步骤的一致性判断结果,执行分支处理并执行综合判断。另一方案,能够适用一种方法,该各个步骤的一致性判断结果的信息,首次会被保留,然后在没有执行分支处理的情况下,依据这些全部的信息进行综合判断。

[0121] 图 5 为时序图,显示正向计算与反向计算之间的时序关系。 T 指定为执行时间,为常数且不会大于 100ms。在各执行时间,步骤 S2 表示对应于图 4 所示流程图的步骤 S2 的正向计算时间,并且设计成大约为执行时间的 $2/3$ 长度。正向计算会在各执行时间的期间执行完成。

[0122] 另一方面,反向计算各步骤分别进行,并且是在各执行时间长度的 $1/3$ 的备用时隙内进行。

[0123] 反向计算的各步骤在各执行时间期间分别执行,而反向计算的时间长度大约估计成执行时间 T 的 $1/10$ 。

[0124] 在第 1 执行时间 (1),在以影线描画的期间执行反向计算步骤 S3;在第 2 执行时间 (2) 执行反向计算步骤 S4 和 S5,然后执行 S6 和 S7。

[0125] 在第 3 执行时间 (3) 执行反向计算步骤 S8 和 S9;在第 4 执行时间 (4) 执行反向计算步骤 S10 和 S11;在第 5 执行时间 (5) 执行用以进行综合判断的判断步骤 S12。

[0126] 在第 6 执行时间 (6) 仅执行正向计算步骤 S2 而暂停反向计算,且插入该暂停的周期例如为一秒的时间区间。

[0127] 如上所述,利用正向计算的备用时隙的优点(当发现这样的备用时间的话)来分别地执行反向计算步骤,借此就能够实现一种传送器,该传送器即使加入了如上所述的反向计算步骤,也不会发生应答延迟现象。

[0128] 虽然以依据本发明,对上述的传送器的实施例加以说明,但是也可以用压力或差压传送器作用示例来加以说明,本发明的应用范围不限于该多个的实施例,甚者,本发明也可以广泛地应用于如下类型的传送器,即利用执行多数的计算步骤来将输入信号转换成输出信号。

[0129] 如上所述,依据本发明就可以实现如下的优点:

[0130] (1) 利用在反向方向执行多数的计算步骤,并将各个该反向计算的结果与相对应的正向计算步骤的计算值进行对比,其中该计算值用在单一硬件上,进行以软件为基础的单一处理而获得的,藉由此方式就能够实现相同于复制硬件的功能,用以核对所计算的输出。其结果就能够提供一种体积小、低成本、及具极多功能的传送器,能够用于安全设备及

一般设备两者。

[0131] (2) 利用将正向计算置于最高的优先顺序,并将反向计算(确认计算)划分成区块变成分区处理程序,使得反向计算步骤以小的单元分配在正向计算的备用时隙,藉由此方式,就能够提供一种整个不具应答延迟的高速的传送器。

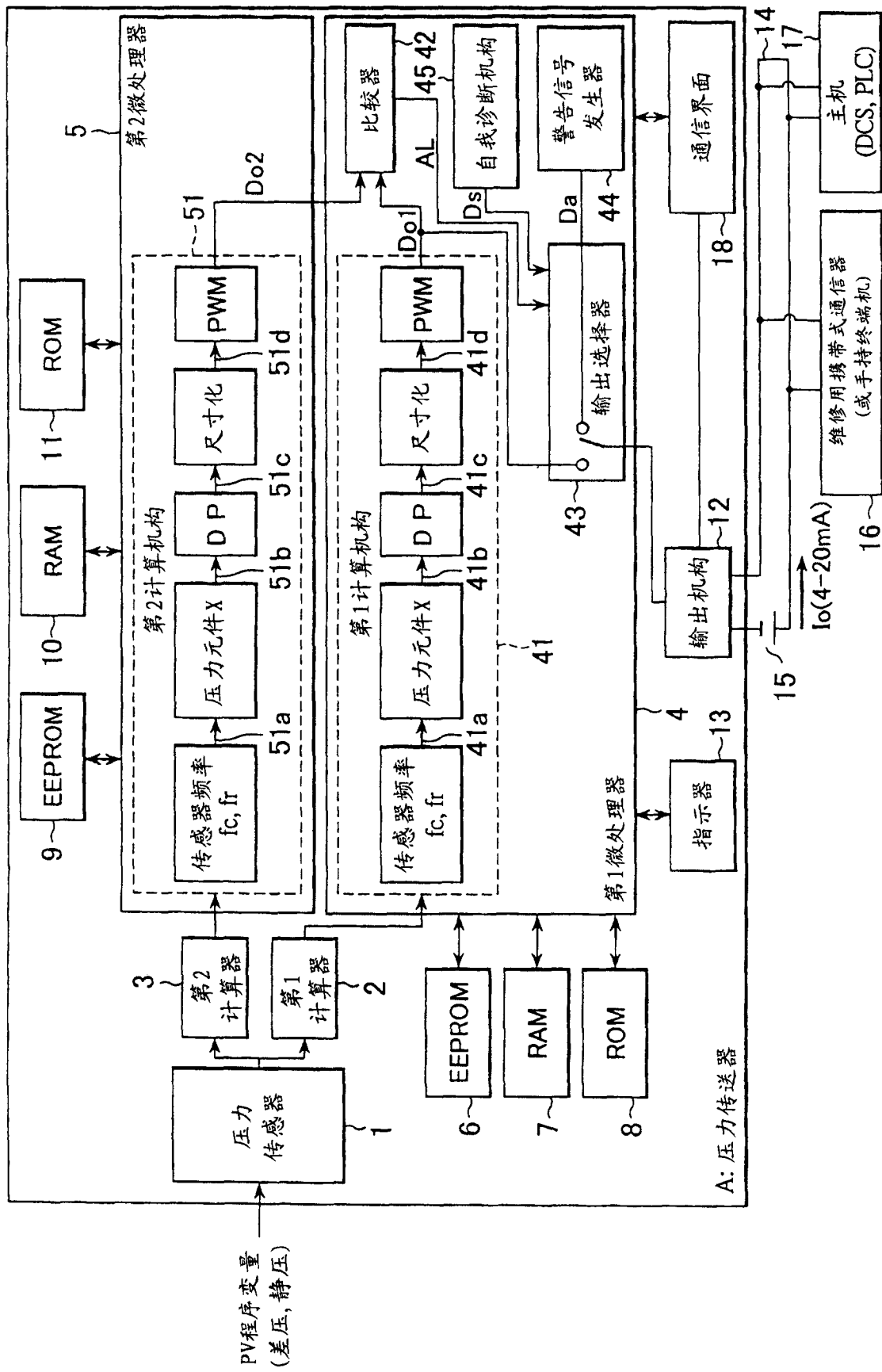


图 1

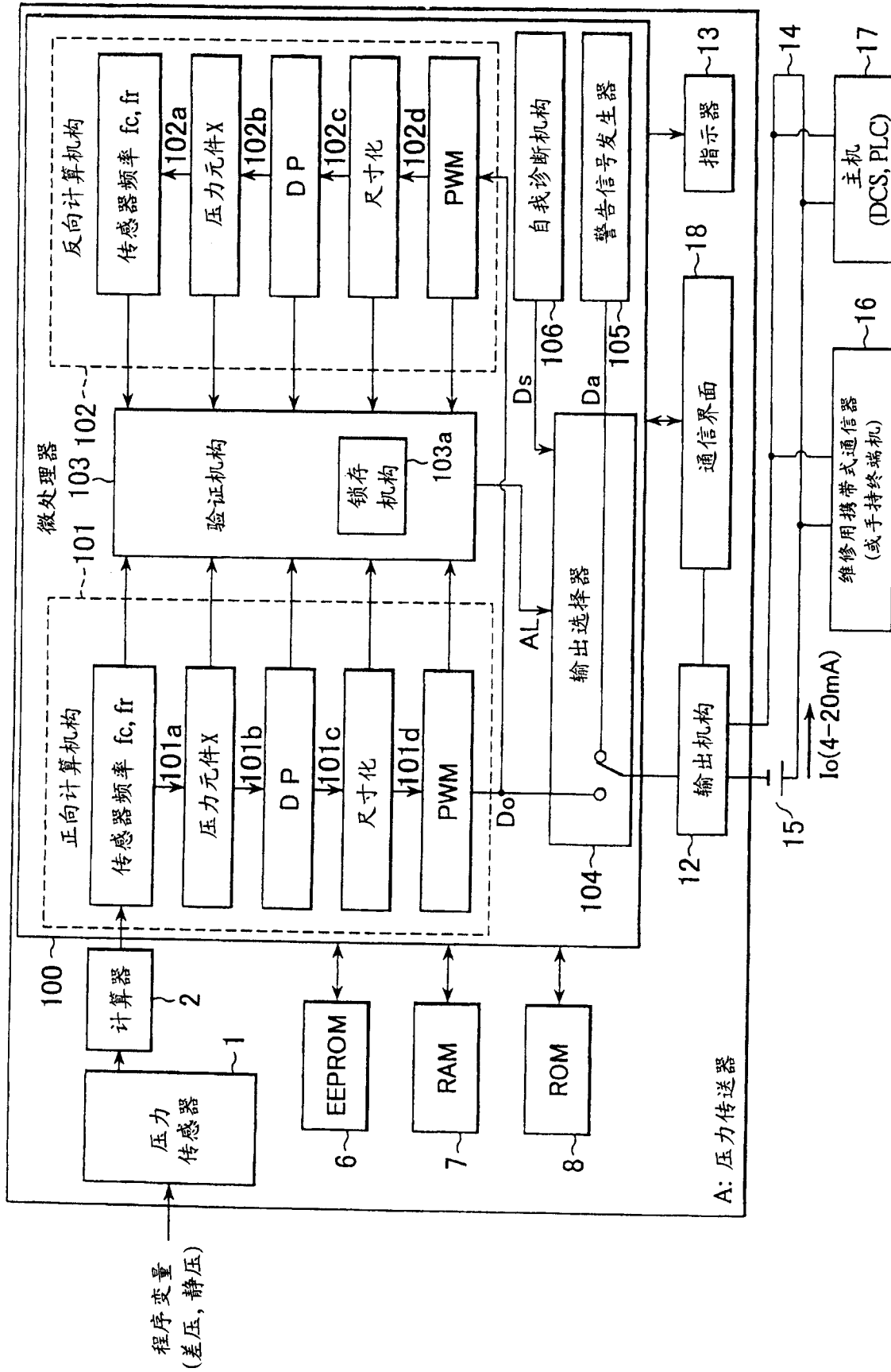


图 2

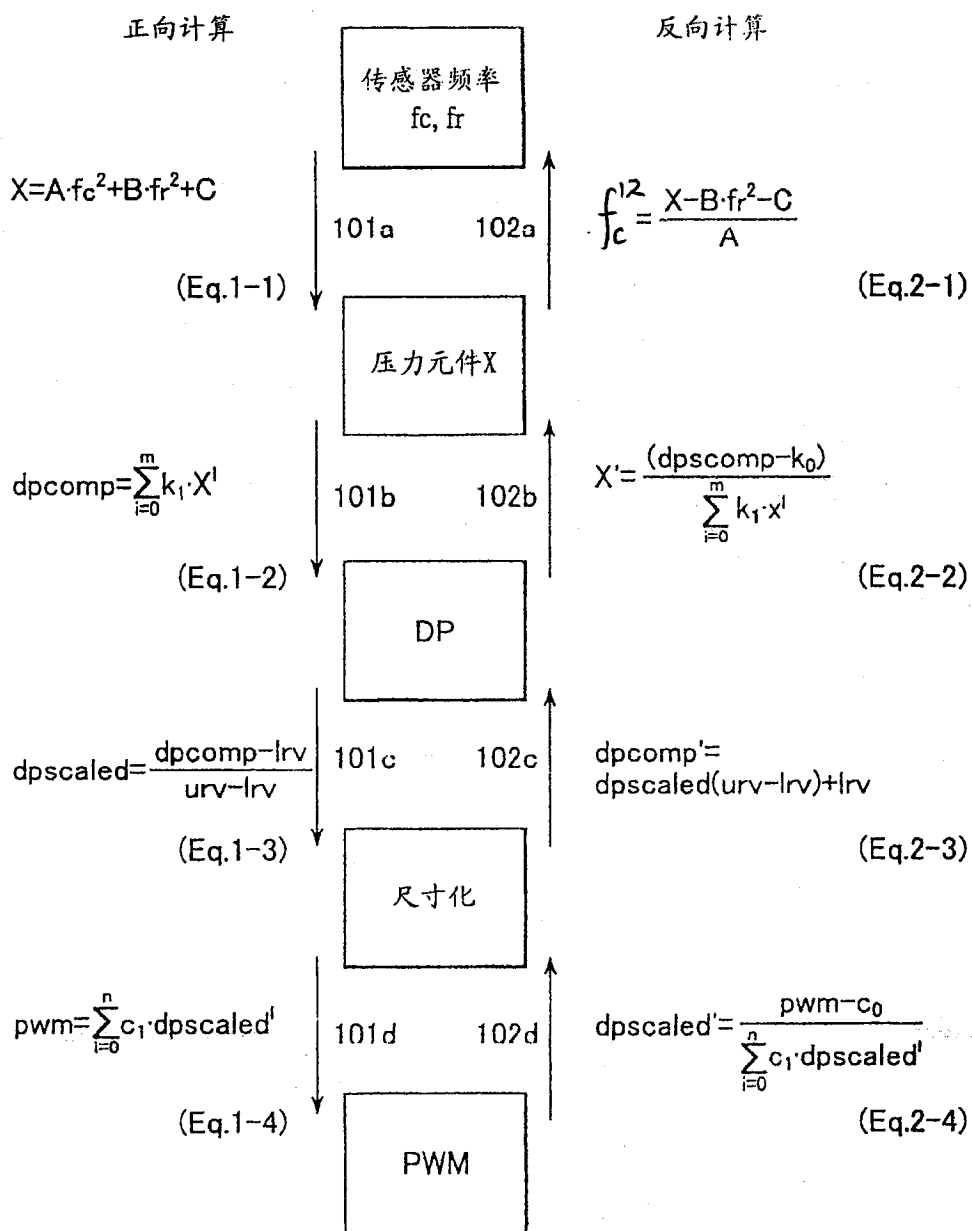


图 3

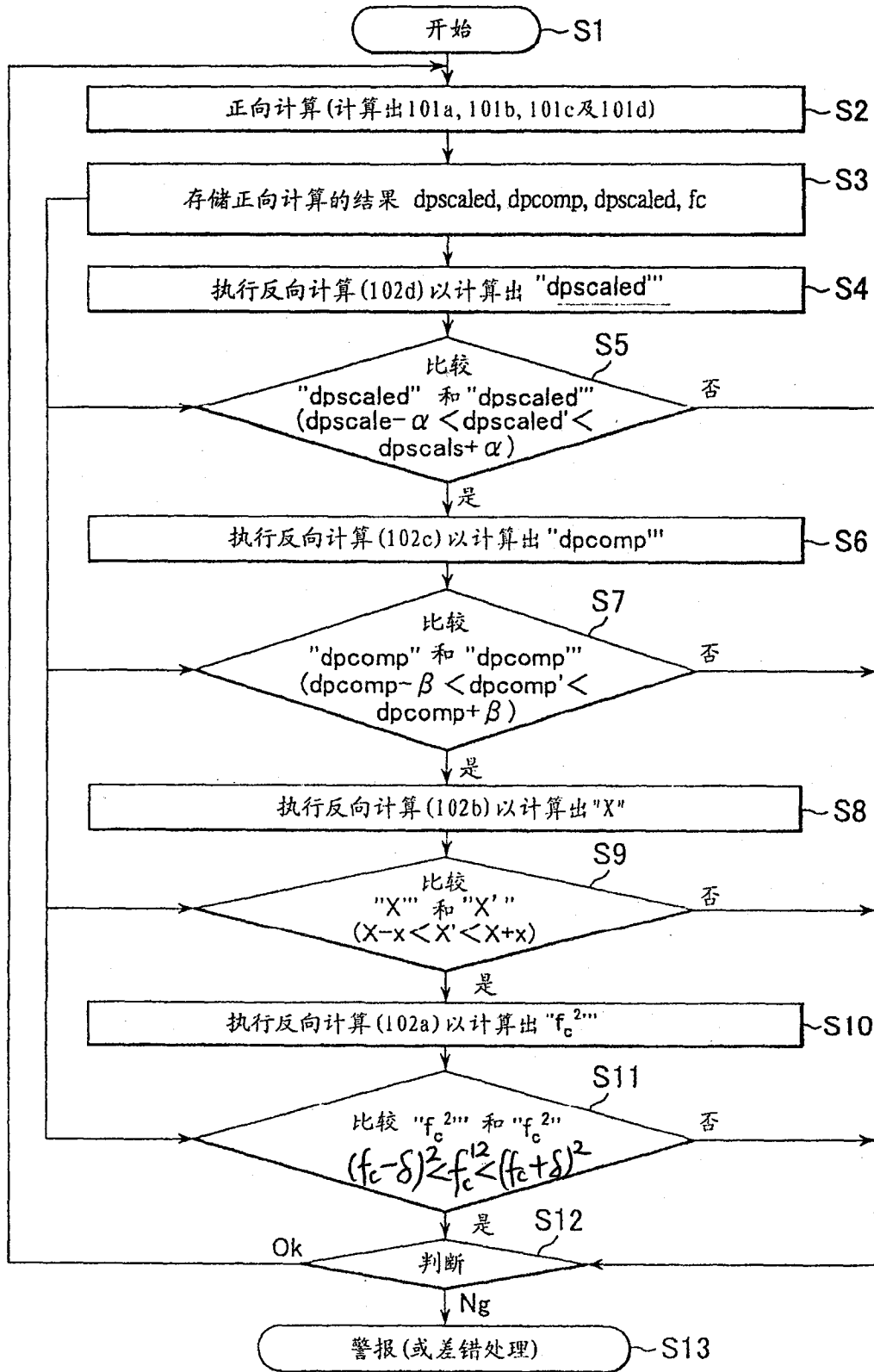


图 4

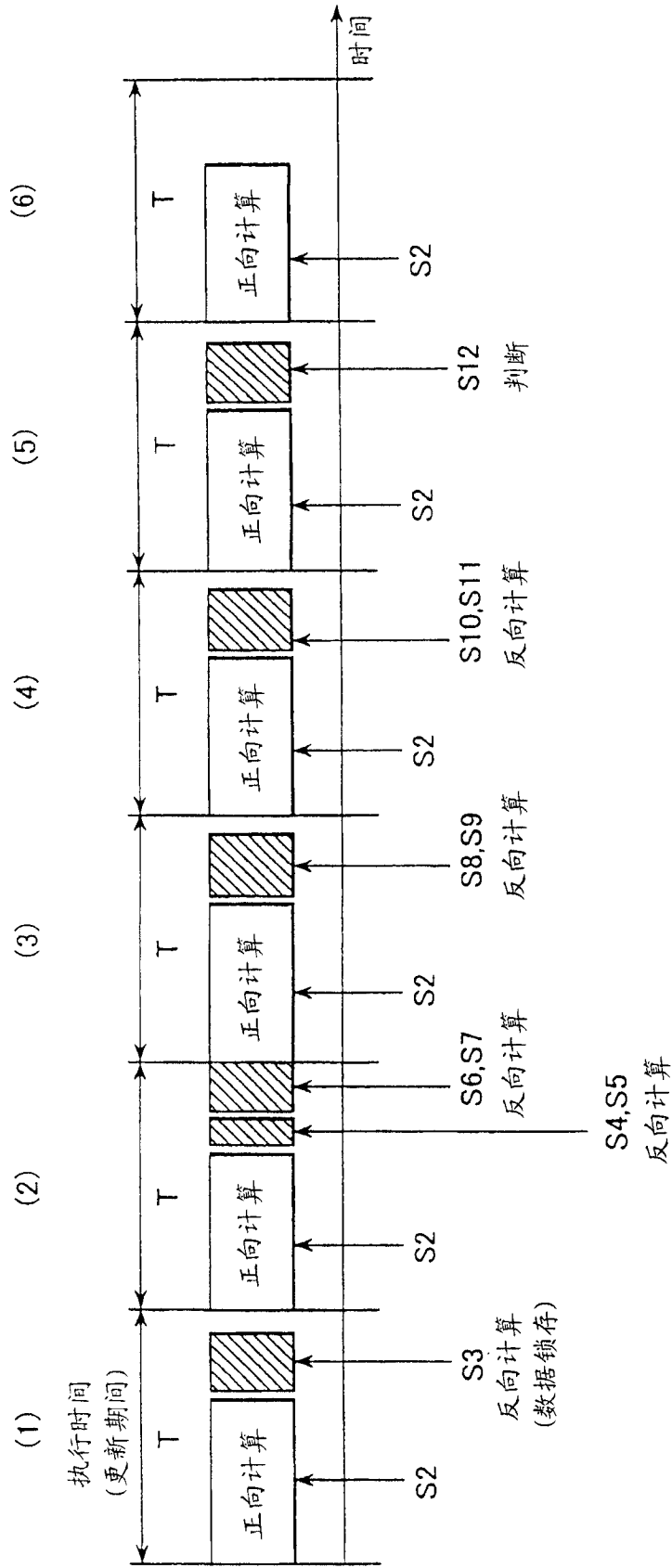


图 5