

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G05D 16/20

F16K 31/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98126564.2

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1105343C

[22] 申请日 1998. 12. 30 [21] 申请号 98126564.2

[30] 优先权

[32] 1998. 1. 9 [33] JP [31] 3287/1998

[71] 专利权人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 尾山仁

[56] 参考文献

US3709253 1973. 01. 09 F16K31/06

US4366524 1982. 12. 28 F16K31/06

US4434933 1984. 03. 06 G05D15/00

US4960365 1990. 10. 02 F15B13/043

审查员 杨国鑫

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

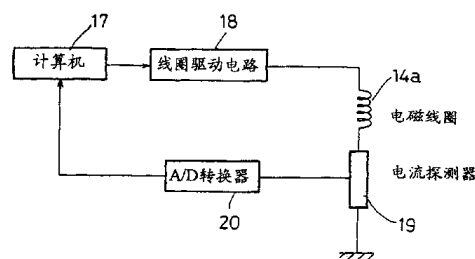
代理人 陶凤波

权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 9 页

[54] 发明名称 电磁平衡压力控制阀的控制方法

[57] 摘要

在一种柱塞阀式电磁平衡压力控制阀的柱塞阀的振动中,通过施以振荡电流不会有静摩擦力作用在该柱塞阀上,振荡效果在小电流区域和电流大到能产生磁饱和的区域趋于减弱。在供给电磁铁的电流上叠加一交流振荡电流,以使柱塞阀以某一小到不足以影响流体压力的振幅振动,并且在磁力 F_{s01} 与电流 I 之比较小的控制区域,控制该振荡电流以使其幅值大于或使其频率低于其它区域。



ISSN 1008-4274

1、一种控制电磁平衡压力控制阀的方法，该控制阀包括一电磁铁和一柱塞阀，该柱塞阀适于运动到某一点，在该点，当所述电磁铁励磁后，其
5 磁力与作用在所述柱塞阀上的其它力相平衡，所述柱塞阀的运动可增大或减小输出口处的流体压力，借此可根据柱塞阀驱动力的大小来控制在该输出口处作用在阀上的流体压力，其特征为：

具有某一幅值且其中心线在施加给所述电磁铁的电流上的振荡电流被叠加在电磁铁电流上，以使所述柱塞阀以某一振幅振动，该振幅小到不会
10 影响由所述柱塞阀控制的流体压力；并且在某一控制区域，该区域内由所述电磁铁产生的力 F_{sol} 与施加给该电磁铁的电流 I 之比即 F_{sol} / I 小于其它区域，控制振荡电流以使其幅值高于或使其频率低于其它区域。

2、如权利要求1所述的控制电磁平衡压力控制阀的方法，其特征在于，所述电磁平衡压力控制阀包括：

15 一壳体，它包括与流体压力源相连的输入口，与出口相连的输出口，和与蓄储器相连的排出口；一第一阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于根据所述柱塞阀的位置打开和关闭所述输出口和所述输入口之间的连通；一第二阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于打开和关闭所述输出口和所述排出口之间的连通；以及，一包括一弹簧和所
20 述电磁铁的柱塞阀驱动装置，所述柱塞阀适于运动到某一点，在该点，所述柱塞阀驱动装置的驱动力平衡某一推力，该推力是通过在两相反方向面积不等的所述柱塞阀的承压部分上承受输出口处的压力而产生的，其中，随着所述柱塞阀的运动，所述输出口与所述输入口或与所述排出口之间的连通状态在改变，并且调节所述第一和第二阀部分的开启大小，以便根据
25 所述柱塞阀驱动装置的驱动力来控制输出口处施加给某阀的压力。

3、一种控制电磁平衡压力控制阀的方法，该控制阀包括一电磁铁，该电磁铁的励磁电流由脉宽调制方法控制；和一柱塞阀，该柱塞阀适于运动到某一点，在该点，当所述电磁铁励磁后，其磁力与作用在所述柱塞阀上

的其它力相平衡，所述柱塞阀的运动可增大或减小输出口处的流体压力，借此可根据柱塞阀驱动力的大小来控制在该输出口处作用在阀上的流体压力，其特征为：

- 5 施加给所述电磁铁的电流的脉动分量使所述柱塞阀以某一振幅振动，该振幅小到不会影响由所述柱塞阀控制的流体压力；并且在某一控制区域，该区域内由所述电磁铁产生的力 F_{sol} 与施加给该电磁铁的电流 I 之比即 F_{sol} / I 小于其它区域，该脉宽调制的频率被减小到低于其它区域的某一水平。

4、如权利要求3所述的控制电磁平衡压力控制阀的方法，其特征在于，所述电磁平衡压力控制阀包括：

- 10 一壳体，它包括与流体压力源相连的输入口，与出口相连的输出口，和与蓄储器相连的排出口；一第一阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于根据所述柱塞阀的位置打开和关闭所述输出口和所述输入口之间的连通；一第二阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于打开和关闭所述输出口和所述排出口之间的连通；以及，一包括一弹簧和所述电磁铁的柱塞阀驱动装置，所述柱塞阀适于运动到某一点，在该点，所述柱塞阀驱动装置的驱动力平衡某一推力，该推力是通过在两相反方向面积不等的所述柱塞阀的承压部分上承受输出口处的压力而产生的，其中，
- 15 随着所述柱塞阀的运动，所述输出口与所述输入口或与所述排出口之间的连通状态在改变，并且调节所述第一和第二阀部分的开启大小，以便根据
- 20 所述柱塞阀驱动装置的驱动力来控制输出口处施加给某阀的压力。

- 5、一种控制电磁平衡压力控制阀的方法，该控制阀包括一电磁铁和一柱塞阀，该柱塞阀适于运动到某一点，在该点，当所述电磁铁励磁后，其磁力与作用在所述柱塞阀上的其它力相平衡，所述柱塞阀的运动可增大或减小输出口处的流体压力，借此可根据柱塞阀驱动力的大小来控制在该输
- 25 出口处作用在阀上的流体压力，在实用中，该流体的粘度随温度变化，其特征为，具有某一幅值且其中心线在施加给所述电磁铁的电流上的振荡电流被叠加在电磁铁电流上，以使所述柱塞阀以某一振幅振动，该振幅小到不会影响由所述柱塞阀控制的流体压力；并且添加一温度探测装置用以探

测要控制的流体的温度，从而根据探测的温度来改变所述振荡电流的幅值，以使温度越低，该幅值越大。

6、如权利要求5所述的控制电磁平衡压力控制阀的方法，其特征在于，所述电磁平衡压力控制阀包括：

- 5 一壳体，它包括与流体压力源相连的输入口，与出口相连的输出口，和与蓄储器相连的排出口；一第一阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于根据所述柱塞阀的位置打开和关闭所述输出口和所述输入口之间的连通；一第二阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于打开和关闭所述输出口和所述排出口之间的连通；以及，一包括一弹簧和所述电磁铁的柱塞阀驱动装置，所述柱塞阀适于运动到某一点，在该点，所述柱塞阀驱动装置的驱动力平衡某一推力，该推力是通过在两相反方向面积不等的所述柱塞阀的承压部分上承受输出口处的压力而产生的，其中，随着所述柱塞阀的运动，所述输出口与所述输入口或与所述排出口之间的连通状态在改变，并且调节所述第一和第二阀部分的开启大小，以便根据
- 10 所述柱塞阀驱动装置的驱动力来控制输出口处施加给某阀的压力。
- 15

- 7、一种控制电磁平衡压力控制阀的方法，该控制阀包括一电磁铁，该电磁铁的励磁电流由脉宽调制方法控制；和一柱塞阀，该柱塞阀适于运动到某一点，在该点，当所述电磁铁励磁后，其磁力与作用在所述柱塞阀上的其它力相平衡，所述柱塞阀的运动可增大或减小输出口处的流体压力，借此可根据柱塞阀驱动力的大小来控制在该输出口处作用在阀上的流体压力，在实用中，该流体的粘度随温度变化，其特征为，施加给所述电磁铁的电流的脉动分量使所述柱塞阀以某一振幅振动，该振幅小到不会影响由所述柱塞阀控制的流体压力；并且添加一温度探测装置用以探测要控制的流体的温度，从而根据探测的温度来改变脉宽调制的频率，以使温度越低，该频率也越低。
- 20
- 25

8、如权利要求7所述的控制电磁平衡压力控制阀的方法，其特征在于，所述电磁平衡压力控制阀包括：

一壳体，它包括与流体压力源相连的输入口，与出口相连的输出口，和与蓄储器相连的排出口；一第一阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞

- 阀之间，用于根据所述柱塞阀的位置打开和关闭所述输出口和所述输入口之间的连通；一第二阀部分，它形成于所述壳体和所述柱塞阀之间，用于打开和关闭所述输出口和所述排出口之间的连通；以及，一包括一弹簧和所述电磁铁的柱塞阀驱动装置，所述柱塞阀适于运动到某一点，在该点，
- 5 所述柱塞阀驱动装置的驱动力平衡某一推力，该推力是通过在两相反方向面积不等的所述柱塞阀的承压部分上承受输出口处的压力而产生的，其中，随着所述柱塞阀的运动，所述输出口与所述输入口或与所述排出口之间的连通状态在改变，并且调节所述第一和第二阀部分的开启大小，以便根据所述柱塞阀驱动装置的驱动力来控制输出口处施加给某阀的压力。

电磁平衡压力控制阀的控制方法

5

发明领域

本发明涉及一种柱塞阀式(spool-valve type)电磁平衡压力控制阀的控制方法，该阀用于制动流体压力或类似参量的准确控制。

10

背景技术

电磁平衡压力控制阀有一驱动装置，包括一电磁铁和一弹簧。该驱动装置根据其驱动力的大小将一柱塞阀移动到某位置，从而根据该驱动装置的驱动力控制作用在阀载荷上的流体压力。图2示出了一种典型的电磁平衡压力控制阀。

图2中的该电磁平衡压力控制阀1包括壳体2；柱塞阀9；插入柱塞阀9内的反应销12；用于偏置该柱塞阀的弹簧13；以及电磁铁14，它用于在与弹簧13偏置柱塞阀9的方向相反的方向偏置即拉该柱塞阀。

壳体2包括柱塞阀导孔3，它基本上液密并且可滑动地容纳柱塞阀9；输入口4、输出口5和排出口6，它们在孔3的中部都与该孔相通；以及第一和第二流体室，柱塞阀9的两端分别伸入此二室。

柱塞阀9有一表面通道10和内部通道11，它们与负载输出口5保持相通。内部通道11的一端通入第一流体室7，并且在此端，反应销12基本上液密地插入通道11内。因此，在承受将柱塞阀9压入第一流体室7的压力的面积和承受将柱塞阀9压入第二流体室8的压力的面积之间形成了与反应销截面相等的面积差。于是，柱塞阀9在某一推力下被向下偏置，该推力等于上述面积差与负载输出口5的压强的乘积。

在形成于柱塞阀9外周面上一环带9a和输入口4之间，形成了第一阀部分，用于打开和关闭输入口4和输出口5之间的连通。在形成于柱塞阀9外周面上一环带9b和排出口6之间，形成了第二阀部分，用于打开和关闭

输出口 5 和排出口 6 之间的连通。第一和第二阀 15、16 的开启程度随柱塞阀的位置而变。

对于此种电磁平衡压力控制阀, 在没有电流供应给电磁铁 14 的非控制状态下, 柱塞阀 9 由弹簧 13 维持在图示所示位置。在这种状态下, 第一阀 5 部分 15 打开, 以使流体压力从加压输入口 4 流入输出口 5。

当电磁铁 14 被励磁后, 柱塞阀 9 由电磁力按图中位置向下拉直到向上的力平衡掉向下的力。

在平衡点的关系由如下公式(1)给出。直到第一阀部分 15 关闭, 在输出口 5 的压力和柱塞阀移动距离随着励磁电流 I 而增大。第一阀部分 15 关闭之后, 当电流 I 进一步增加时, 第二阀部分 16 将打开, 因此连通输出口 5 和去压排出口 6。于是, 输出口 5 处的压力下降。

$$F_{pr} + F_{sol} = F_{sp} \quad (1)$$

F_{sp} : 弹簧 13 的弹簧力;

F_{sol} : 电磁铁 14 的驱动力;

15 F_{pr} : 流体压力产生的推力。

上述公式中的 F_{pr} 由下式给出:

$$(P_2 - P_3) S$$

其中 P_2 为输出口 5 处的压强(负载压强), P_3 为储存压强, S 为反应销 12 的截面积。

20 另一方面, F_{sol} 等于 $a - b I_2$ (a, b 为常数)。因此, 可满足下述关系式:

$$(P_2 - P_3) S + (a - b I_2) = F_{sp}$$

$$\text{所以, } P_2 = (F_{sp} - a + b I_2) / S + P_3 \quad (2)$$

由于 F_{sp} , a , b , S 和 P_3 都为常数, 所以压强 P_2 与电流 I 成比例。在公式(1)中, $(F_{sp} - F_{sol})$ 是由驱动装置施加给柱塞阀的驱动力。

25 图 1 表示了包括此种电磁平衡压力控制阀的一种自动制动系统。在该系统中, 输入口 4 与流体压力源(泵 24)相连, 输出口 5 与轮闸相连, 以及, 排出口 6 和第一、第二流体室 7、8 都与储存槽相连。阀 1 控制作用在用于反锁控制或其它车辆行为控制的轮闸 22 上流体压力。

30 图示所示制动系统包括一个布置在主气缸 21 和轮闸 22 之间的关闭阀。在正常控制模式中, 阀 23 由蓄压器 26 的压力保持打开状态。必要时, 电磁平衡压力控制阀 1 通过控制施加给关闭阀 23 的流体供应压力来间接控制轮

闸 22 内的压力。

当柱塞阀开始移动时，需要一个大的驱动力来克服静止摩擦力。因此，对于带有柱塞阀的电磁平衡压力控制阀，在紧随柱塞阀开始移动之后的一个短时间内，该静止摩擦力趋向于打破供给电磁铁的电流与受控流体压力

5 之间的比例关系。

因此，为了防止静止摩擦力作用在柱塞阀上，一个振荡(即具有受控幅值和频率的力)力作用在柱塞阀上以保持该柱塞阀以一个不会影响负载上的流体压力的小幅值振动。

这种振荡由一种电流产生，该电流的形成是通过在供给电磁铁的电流上
10 叠加一交变电流(它将被称为振荡电流)，从而交变电流幅值的中心线将在供给电磁铁的电流上。

在通过施加振荡以使柱塞阀振动时，如果供给电磁铁的电流处在低于 I_1 的区域(见图 8)，或者处在电磁铁的电磁电路中出现磁饱和的区域，即高于 I_2 的区域，则振荡效果(即柱塞阀的振动力)就因电磁力 F_{sol} 与供给电流 I
15 之比(F_{sol}/I)的下降而趋于减弱。

如果振荡电流的幅值增加以使在这些区域内获得足够的振荡效果，那么，在其它区域的振荡效果就会太强，即柱塞阀会过分地振动。

发明概述

20

本发明的一个目的是提供一种电磁平衡压力控制阀的控制方法，它能够在整个控制区域内基本上平衡振荡效果。

根据本发明的用电磁平衡压力控制阀控制流体压力，其特性示于图 8 中。

25 一种其幅值中心线在供给电磁铁的电流上的振荡电流被叠加在供给电磁铁的电流上，以使柱塞阀以一个不至于由柱塞阀控制的流体压力的小幅度振动，并且在由电磁铁产生的电磁力 F_{sol} 与供给该电磁铁的电流 I 之比即 F_{sol}/I 低于其它区域的一个控制区域，该振荡电流被控制以使其振幅高于或其频率低于其它区域。

30 如果需要控制某种其粘度随温度急剧变化的流体的压力，则需增加一温度探测装置以监测该流体的温度，并可采用下述两种方法中之一。

(1)在某种设置中,其中,叠加在供给电磁铁的电流上的振荡电流使柱塞阀振动,改变该振荡电流的振幅或频率,以使温度越低,振幅越高且频率越低。

5 (2)在某种设置中,其中,PWM控制电流的脉动分量使柱塞阀振动,改变该脉宽调制电流的频率,以使温度越低,频率越低。

本发明不仅可用于图2所示的电磁平衡压力控制阀,而且可用于任何一种有一柱塞阀的电磁平衡压力控制阀,该柱塞阀由电磁铁的电磁力驱动到可使作用在其两端的力彼此平衡的某位置,从而根据柱塞阀的驱动力来控制

10 通过增加振荡电流的振幅或减小其频率,可增大柱塞阀的驱动力。在电磁铁电流由脉宽调制(PWM)控制的某种设置中,由控制电流的脉动分量使柱塞阀振动,通过降低该脉宽调制电流的频率可增大柱塞阀驱动力。因此,根据本发明,该振荡效果在某个区域被加强,在此区域, F_{sol}/I 的比值较小从而使振荡效果在整个控制区域内都较缓和。因此,有可能避免由于振荡

15 效果的减弱而使柱塞阀的响应变差或者由于部分控制区域内过分的振荡效果而引起流体压力的波动。

如果要控制其粘度随温度急剧变化的流体的压力,那么,柱塞阀振动振荡电流的振幅或频率,或者柱塞阀振动PWM控制电流的脉动分量的频率(脉宽调制频率)就要根据温度探测器探测到的温度而变化。因而有可能消除由

20 于流体粘度的变化而使柱塞阀的响应性能发生变化。

附图的简要说明

本发明的其它特点及目的通过下述参照附图的描述将变得一目了然,附

25 图中:

图1为采用柱塞阀式的电磁平衡压力控制阀的一种制动系统的电路图;

图2为用于图1中的系统的电磁平衡压力控制阀的剖面图;

图3为驱动控制装置的方框图;

图4为控制流程图;

30 图5为另一个控制流程图;

图6为用于温度校正的控制流程图;

- 图 7 为另一个温度校正流程图；
图 8 为表示某种电磁铁特性的曲线图；
图 9A 表示一种振荡电流波形；
图 9B 表示增大图 9A 中的电流振幅得到的波形；
5 图 9C 表示减小图 9A 中的电流频率得到的波形；
图 10 表示 PWM 控制电流的基本波形。

优选实施方式的详细描述

- 10 现在来描述本发明的控制方法，它用于图 1 所示制动系统中的电磁平衡压力控制阀 1。

本发明的控制方法的实施是通过利用控制软件和示于图 3 中的一种简单装置而实现的。该装置包括微机 17，线圈驱动电路 18，电流探测器装置 19，它用于探测流经图 1 中的电磁铁 14 的励磁线圈 14a 的电流，以及 A/D
15 转换器 20。

图 4 表示了一个控制实例，它通过供给一振荡电流来控制图 1 中的电磁平衡压力控制阀 1 的柱塞阀 9 的振动。

- 如图 4 所示，当微机 17 判断出(根据输出信号进行判断，该输出信号来自未示出的车辆行为探测传感器，诸如轮速传感器，加速传感器，以及用于探测该车辆偏航的偏航传感器)轮闸 22(见图 1)需要调整压力时，微机 17
20 便计算控制在输出口 5 处作用在一目标阀上的流体压力所必须的输出电流。

- 微机 17 还负责确定电流 I 是否处于振荡电流趋于减弱的某个区域，例如，电流大于 I_1 (图 8)的一个区域和电流低于 I_2 的区域，并且，如果在这些区域之外，则控制线圈致动电路 18 以使具有某一波形的电流施加给图 3 中的励磁线圈 14a(这种控制是一种反馈控制，其中输入了来自电流探测装置
25 19 的探测信号)，该波形是通过在计算出的电流 I 上叠加一具有预定幅值和频率的振荡电流而形成的。

- 另一方面，如果电流 I 处于振荡电流趋于减弱的某一区域，即，如果 $I < I_1$ 或 $I > I_2$ ，则微机控制线圈致动电路 18 以增加该振荡电流的幅值到高于
30 当 $I_1 \leq I \leq I_2$ (如图 9B 所示)时的幅值，或者减小该振荡电流的频率到低于当 $I_1 \leq I \leq I_2$ (如图 9C 所示)时的频率，从而使具有某一波形的电流施加给图 3

中的励磁线圈 14a, 该波形是通过在电流 I 上叠加校正过的振荡电流而形成的。

振荡电流可以在比如当制动踏板被踏下时供给。在这种布置中, 由于在压力调整开始时(此时还没有供给正常电流)柱塞阀 9 就已经开始以某一小幅振动, 因此, 柱塞阀 9 可以开始平稳地移动。如图 9B 和 9C 所示, 用于
5 低于 I_1 和高于 I_2 的区域的校正振荡电流的波形可以有恒定幅值和频率, 在这种范围内, 振荡效果将不会过小或过大, 或者会随着供给电流的增大或减小而渐变。如图 8 所示, 在低于 I_1 的区域, 正常电流 I 越小, F_{sol}/I 的比值也越小, 而在高于 I_2 的区域, 正常电流 I 越大, F_{sol}/I 的比值反而越小。
10 通过改变幅值或频率以补偿这种效应, 振荡电流将最大程度地展示其平均效果。

电磁铁 14 可用脉宽调制(PWM)的方法来控制。由 PWM 控制(其中, 供给电磁铁的电流通过调整动力元件的开、关比而被控制)产生的电流的基本波形示于图 10 中。该电流波形通常用一个电感和一个逆向二极管来平滑。
15 但是, 它仍是一个脉动波形。为了消除脉动影响, 该电流被转换成一高频电流。但是通过降低频率可实现利用脉动分量使柱塞阀 9 振动。

在此方法中, PWM 频率越低, 柱塞阀的振动力越大。因此, 在图 8 中低于 I_1 或高于 I_2 的区域, 通过将由下式给出的 PWM 频率减小到低于用于 I_1 和 I_2 之间的频率, 可以获得与改变该振荡电流的幅值或频率相同的结果:

20
$$\text{PWM 频率} = 1 / (t_{ON} + t_{OFF})$$

t_{ON} : 开关闭合的时间;

t_{OFF} : 开关打开的时间。

在该情况下, 控制流程图示于图 5。

接着, 不论是利用振荡电流使柱塞阀振动的方法, 还是通过 PWM 控制的脉动电流分量使柱塞阀振动的方法, 如果要控制的流体的粘度随温度急剧变化, 那么振荡效果都会随流体的粘度而改变。所以, 在该情况下, 应该增加温度探测装置以监控要控制的流体的温度。该温度探测装置既可以是直接探测流体温度的型式, 也可以是间接探测流体温度的型式(如果有某一部件, 其温度可呈比例地变化)。如果精度没有问题, 该温度探测装置可
25 以具有某一型式, 它基于与温度相关的传感器信息来估算温度。
30

根据由温度探测装置探测到的温度, 由振荡电流或 PWM 控制的电流的

波形可以改变。如果通过利用振荡电流使柱塞阀振动，则校正温度振荡电流的幅值或频率可按图 6 所示计算，并且线圈致动电路 18 被控制以使具有叠加着振荡电流的波形的电流流经励磁线圈 14a。

5 另一方面，在由 PWM 控制电流的脉动分量使柱塞阀振动的方法中，温度校正 PWM 频率按图 7 所示计算，鉴于此，一个输出任务被运算以控制线圈致动电路 18。如果要改变振荡电流的幅值，改变方式应使温度越低，幅值越大。如果要改变振荡电流的频率或 PWM 频率，其改变方式应使温度越低，频率越低。

10 这将抑制由于流体粘度的变化而引起的振荡效果的变化，并因此防止在低温时柱塞阀的运动不畅。

如上所述，根据本发明，通过改变振荡电流的幅值或频率，或者通过改变由 PWM 方法拟制的电流的频率，可以校正由于电磁铁特性的变化和流体粘度变化而引起的振荡电流的变化。因此，有可能消除由于供给电磁铁的电流的变化和由于流体粘度随温度急剧变化而带来的任何不利影响，并因此改进柱塞阀的响应性能以及稳定平衡压力控制。

15

图 2

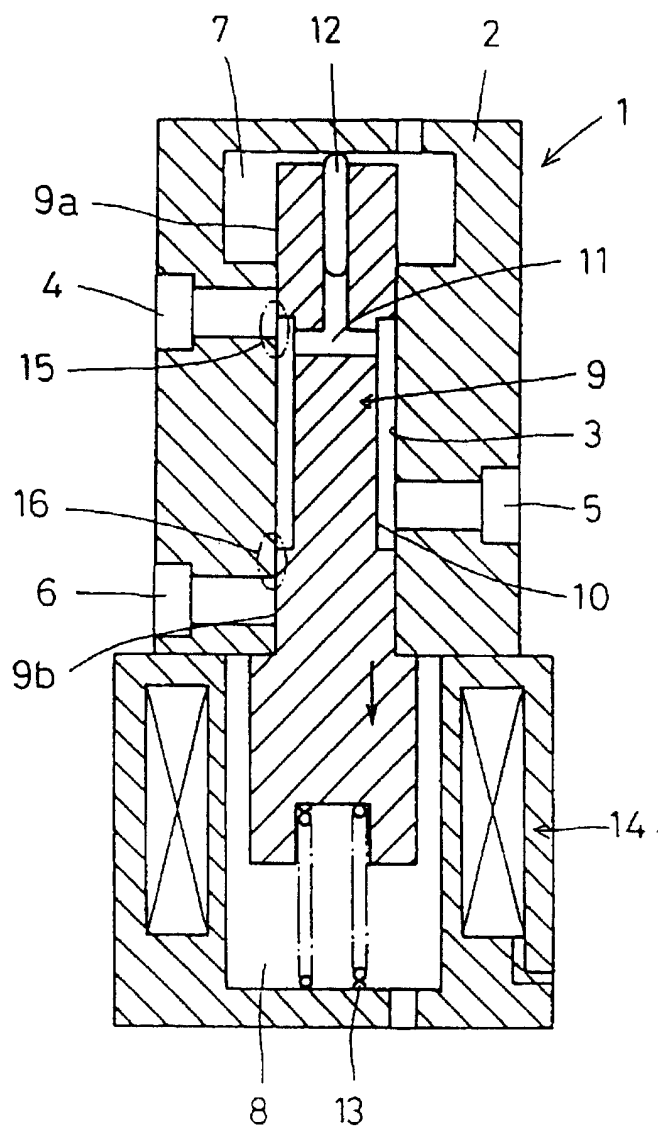


图 3

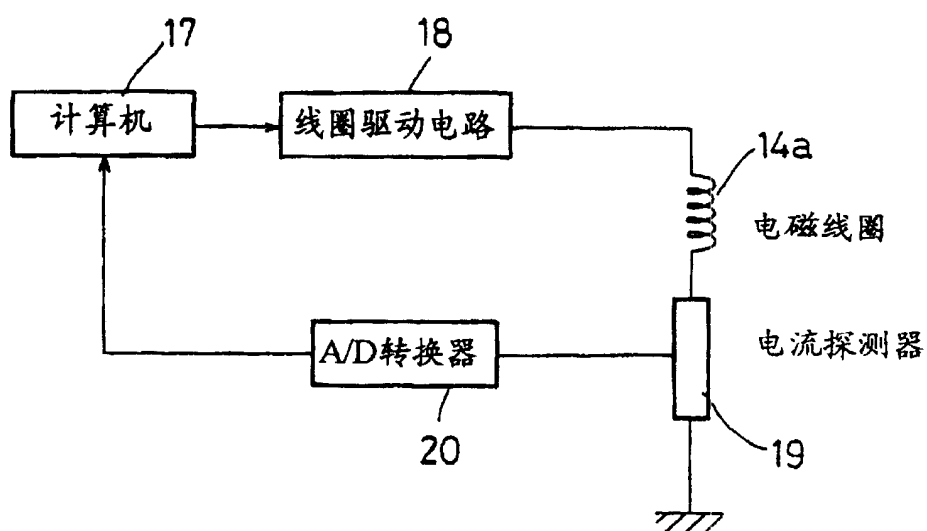


图 4

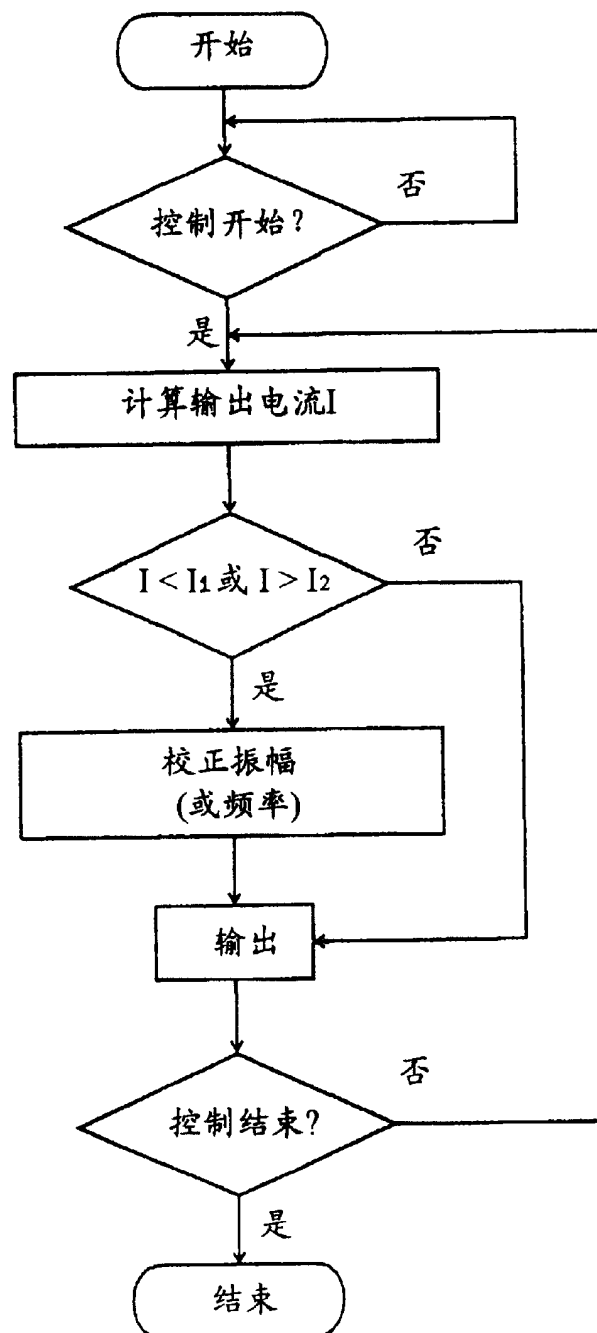


图 5

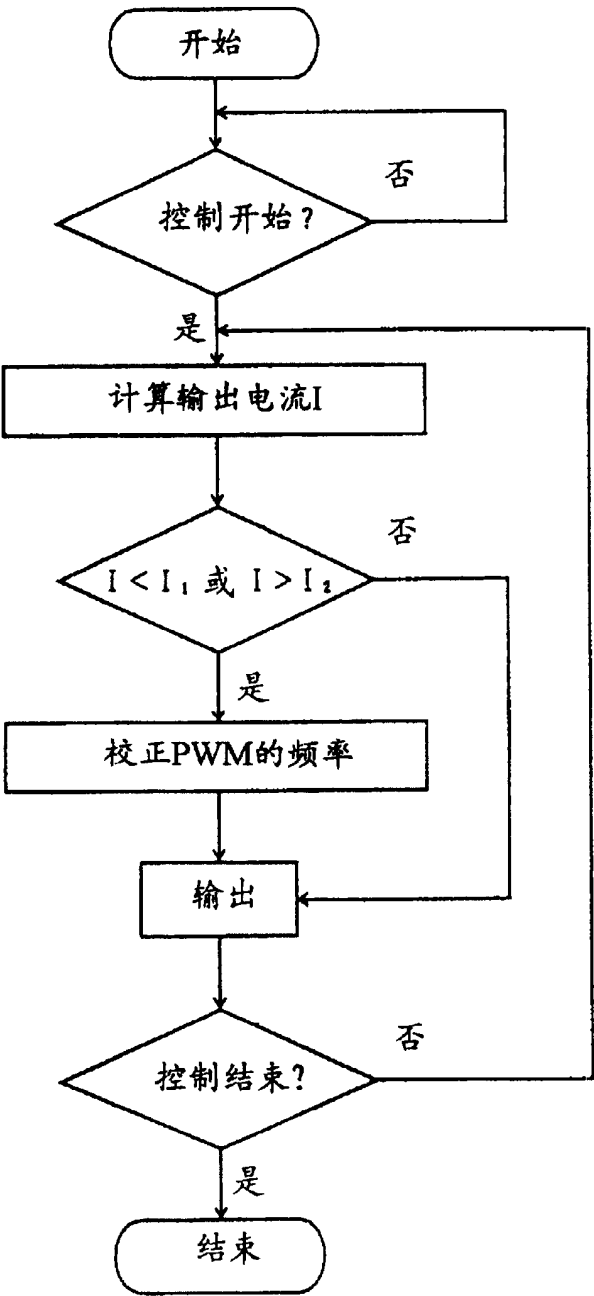


图 6

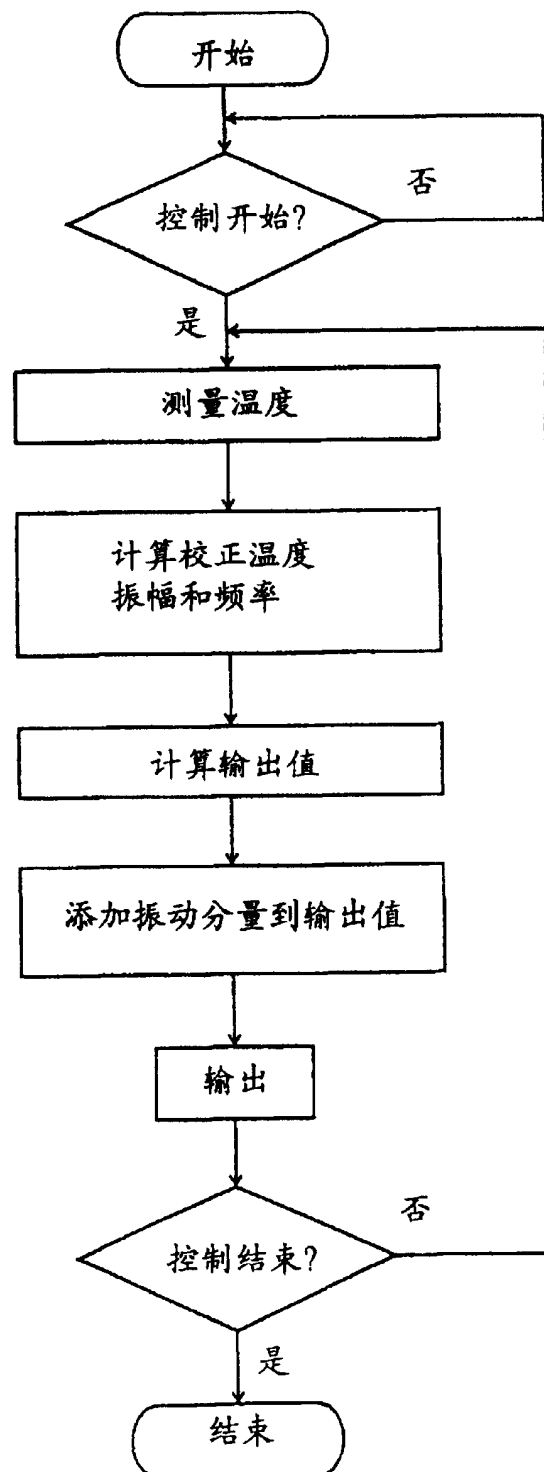


图 7

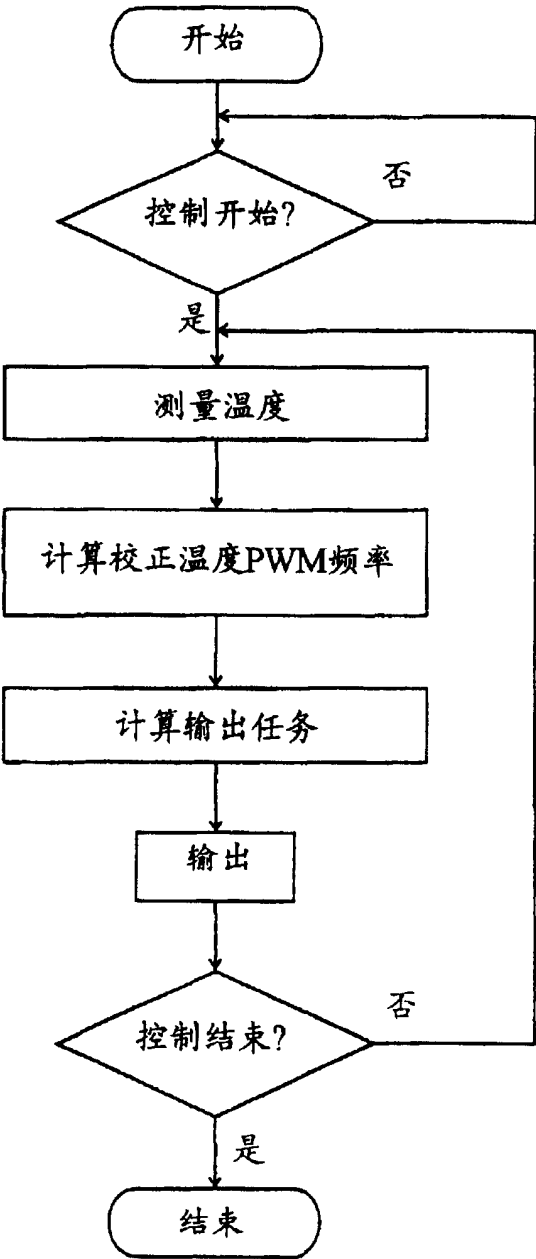


图 8

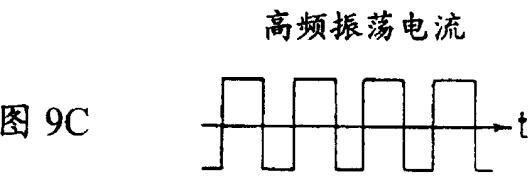
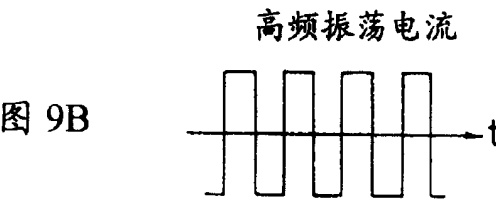
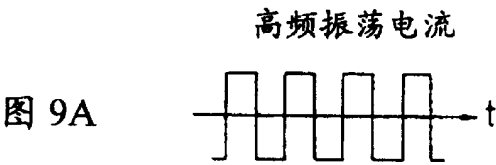
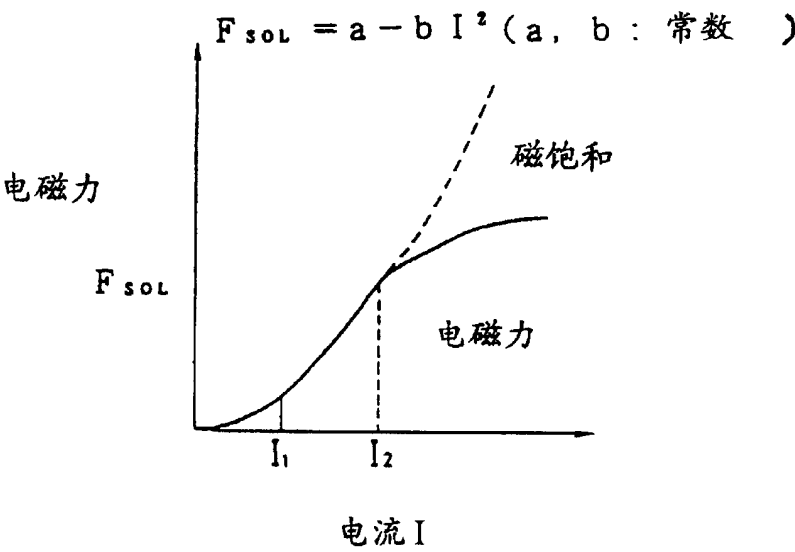


图 10

