



1. 一种数值控制装置，其根据指令位置和检测到的实际位置，使用位置偏差计数器求出位置偏差，根据该求出的位置偏差进行位置环控制，来控制对控制轴进行驱动控制的伺服电动机，其特征在于，具有：

实际速度取得单元，取得所述控制轴的实际速度；

位置指令单元，把在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述实际速度取得单元取得的实际速度作为初速度，求出与该实际速度对应的指令移动量，并将该求出的指令移动量输出给所述位置偏差计数器；和

在所述切换的时刻的最初的移动指令输出周期中，把与从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述实际速度取得单元取得的所述实际速度对应的位置偏差量输出给所述位置偏差计数器的单元。

2. 一种数值控制装置，根据指令位置和检测到的实际的位置，使用位置偏差计数器求出位置偏差，根据该求出的位置偏差进行位置环控制，来控制对控制轴进行驱动控制的伺服电动机，其特征在于，具有：

实际速度取得单元，取得所述控制轴的实际速度；

存储单元，在每个规定的周期对在所述伺服电动机中不流过电流的状态下由所述实际速度取得单元所取得的实际速度进行存储；

速度预测单元，其根据由所述存储单元存储的过去的 1 个或者多个实际速度数据，通过计算预测在切换到在所述伺服电动机中流过电流的状态的时刻的实际速度；

位置指令单元，把在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻所述预测的实际速度作为初速度，求出与所述预测的实际速度对应的指令移动量，并将该求出的指令移动量输出给所述位置偏差计数器；和

在所述切换的时刻的最初的移动指令输出周期中，把与所述预测的实际速度对应的位置偏差量输出给所述位置偏差计数器的单元。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的数值控制装置，其特征在于，还具有：外部的信号输出单元，其输出用于从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的信号。

4. 根据权利要求1或者权利要求2所述的数值控制装置，其特征在于，在设定的条件成立的时刻，进行从伺服电动机中不流过电流的状态向流过电流的状态的切换。

5. 一种数值控制装置，其根据指令位置和检测到的实际位置，使用位置偏差计数器求出位置偏差，根据该求出的位置偏差进行位置环控制，来控制对控制轴进行驱动控制的伺服电动机，其特征在于，具有：

实际速度取得单元，取得所述控制轴的实际速度；

最高速度检测单元，在所述伺服电动机中不流过电流的状态下，检测由所述实际速度取得单元所取得的实际速度达到了最高速度的情况，输出向伺服电动机中流过电流的状态切换的指令；

位置指令单元，把在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述最高速度检测单元检测到的实际速度作为初速度，求出与该实际速度对应的指令移动量，并将该求出的指令移动量输出给所述位置偏差计数器；和

在所述切换的时刻的最初的移动指令输出周期中，把与从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述最高速度检测单元检测到的所述实际速度对应的位置偏差量输出给所述位置偏差计数器的单元。

6. 根据权利要求5所述的数值控制装置，其特征在于，还具有平均化单元，其平均化地求出由所述速度取得单元取得的实际速度，所述最高速度检测单元检测该平均化的实际速度达到了最高速度的情况。

7. 根据权利要求5或权利要求6所述的数值控制装置，其特征在于，具有切换速度检测单元来代替所述最高速度检测单元，所述切换速度检测单元在所述伺服电动机中不流过电流的状态下检测出由所述实际速度取得单元取得的实际速度达到了设定速度时，输出向伺服电动机中流过电流的状态切换的指令。

8. 根据权利要求 1、2、5 的任意 1 项所述的数值控制装置，其特征在于，还具有以下的单元：在进行了所述切换的时刻使位置偏差计数器中剩余的位置偏差量的符号反转，在所述切换的时刻的最初的移动指令输出周期中输出给所述位置偏差计数器。

9. 根据权利要求 1、2、5 的任意 1 项所述的数值控制装置，其特征在于，在将所述实际速度作为初速度的位置指令单元中，通过将目标速度作为实际速度，来保持在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻的速度。

10. 根据权利要求 1、2、5 中的任意 1 项所述的数值控制装置，其特征在于，

具备多个所述伺服电动机，使用该多个伺服电动机来驱动所述各个控制轴，进行同步驱动 1 个可动部的并行控制。

11. 根据权利要求 1、2、5 的任意 1 项所述的数值控制装置，其特征在于，在没有满足安全条件时，不切换到伺服电动机中流过电流的状态。

## 数值控制装置

## 技术领域

本发明涉及一种进行伺服电动机的位置控制或者由伺服电动机驱动控制的控制轴的位置控制的数值控制装置，特别是涉及一种在电流没有流入伺服电动机的状态下伺服电动机（可动部）惯性运行时，使电流流入该伺服电动机开始位置控制的数值控制装置。

## 背景技术

在使用伺服电动机来驱动机械的可动部等的控制轴，并对该控制轴的位置进行控制的数值控制装置中，通常，进行位置环控制来对位置进行控制。

另外，还已知：通过控制装置对伺服电动机进行驱动控制，在被控制体的位置到达目标位置之前进行位置控制，之后，在通过控制装置进行被控制体的位置控制以外的控制时，该控制装置在存储被控制体的指令位置与实际位置的偏差的偏差计数器中设置目标位置，并通过该偏差计数器进行目标位置的保存（进行实质的位置控制），控制装置进行被控制体的位置控制以外的动作控制（参照特开平 1—314130 号公报）。

另外，还已知以下的方式：在精密压铸机械及冲压机械中，在通过伺服电动机驱动可动侧模具（控制轴）来进行模具开闭的方式的机械中，因为打开模具时需要很大的力，所以切断向驱动可动侧模具的伺服电动机的通电来成为不流过电流的状态（以下将该状态称为伺服 OFF），当从固定侧模具一侧通过油压等顶出工件以及可动侧模具，模具打开，可动侧模具惯性运行时，置为电流流入伺服电动机的状态（以下将该状态称为伺服 ON），进行可动侧模具（控制轴）的位置控制。

当从伺服 OFF 的状态，即，伺服电动机以及可动部惯性运行的状态置为伺服 ON 来开始位置控制时，由于在位置控制中使用的位置偏差计数器（位置偏差）的影响，存在伺服电动机以及控制轴一旦在进行急减速之后被加速，则无法进行平滑的移动的问题。

图 12 表示从该伺服 OFF 的状态下伺服电动机（控制轴）惯性运行的状态，置为伺服 ON 的状态来开始位置控制时的伺服电动机的速度变化。在置为伺服 OFF 的状态电流不流入伺服电动机时，不对伺服电动机进行位置控制。因此，仅把来自安装在伺服电动机等中的位置检测器的位置反馈信号输入给存储指令位置与实际位置的位置偏差的位置偏差计数器，该位置偏差计数器存储伺服电动机惯性运行的移动量。例如，在处于伺服 OFF 的状态时，当通过外力使伺服电动机向正方向被顶出并沿正方向移动时，因为位置反馈信号起到对位置偏差计数器的值进行减法运算的作用，所以负的位置偏差增大。

并且，当在置为伺服 ON 的状态后再开始位置控制时，由于在该位置偏差计数器中存储的负的位置偏差，将正在向正方向惯性运行中的伺服电动机向负方向驱动，致使急剧地减速或逆旋转。此后，通过位置控制的位置指令使伺服电动机加速。结果，如图 12 所示，在从伺服 OFF 的状态置为伺服 ON 的状态后开始了位置控制的时刻，存在急剧的减速然后加速这样的、产生急剧的速度变化，无法平滑移动的问题。此外，即便通过随动（follow-up）处理使位置偏差计数器的值周期性归零，但由于伺服 ON 的定时，在位置偏差计数器中剩余位置偏差，产生上述的速度变化。

#### 发明内容

本发明涉及一种数值控制装置，其根据指令位置和检测到的实际的位置，使用位置偏差计数器求出位置偏差，根据该求出的位置偏差进行位置环控制，来对驱动控制控制轴的伺服电动机进行控制。

本发明的数值控制装置的第 1 方式，具有：实际速度取得单元，其取得控制轴的实际速度；位置指令单元，把在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述实际速度取得单元取得的实际速度作为初速度，求出与该实际速度对应的指令移动量，并将该求出的指令移动量输出给所述位置偏差计数器；以及在所述切换时刻的最初的移动指令输出周期中把与从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述实际速度取得单元取得的所述实际速度对应的位置偏差量输出给所述位置偏差计数器的单元。根据该方式，在将伺服电动机从伺服 OFF 的状态转换到伺服 ON 的状态时，通过将此时的控制轴的惯性运行速度作为初速度进行控制，由此可以开始无速度变化平滑的位置速度控制。

本发明的数值控制装置的第 2 方式具有：实际速度取得单元，其取得所

述控制轴的实际速度；存储单元，在每个规定的周期对在所述伺服电动机中不流过电流的状态下由所述实际速度取得单元所取得的实际速度进行存储；速度预测单元，其根据由所述存储单元存储的过去的1个或者多个实际速度数据，通过计算预测切换到在所述伺服电动机中流过电流的状态的时刻的实际速度；位置指令单元，把在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻所述预测的实际速度作为初速度，求出与所述预测的实际速度对应的指令移动量，并将该求出的指令移动量输出给所述位置偏差计数器；以及在所述切换时刻的最初的移动指令输出周期中把与所述预测的实际速度对应的位置偏差量输出给所述位置偏差计数器的单元。根据该方式，可以考虑延迟来预测控制轴的实际速度，并根据该预测的实际速度来进行控制。

在所述第1、第2方式中，可以具有外部的信号输出单元，其输出用于从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的信号。另外，可以在任意设定的条件成立的时刻，进行从伺服电动机中不流过电流的状态向流过电流的状态的切换。

本发明的数值控制装置的第3方式具有：实际速度取得单元，取得所述控制轴的实际速度；最高速度检测单元，在所述伺服电动机中不流过电流的状态下，检测由所述实际速度取得单元所取得的实际速度达到了最高速度附近的情况，输出向伺服电动机中流过电流的状态切换的指令；位置指令单元，把在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述最高速度检测单元检测到的实际速度作为初速度，求出与该实际速度对应的指令移动量，并将该求出的指令移动量输出给所述位置偏差计数器；以及在所述切换时刻的最初的移动指令输出周期中把与从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻由所述最高速度检测单元检测到的所述实际速度对应的位置偏差量输出给所述位置偏差计数器的单元。根据该方式，可以在控制轴正在惯性运行时的最高速度附近，使电流流入伺服电动机，开始位置/速度的控制。

在所述第3方式中还具有平均化单元，其平均化地求出由所述速度取得单元取得的实际速度，所述最高速度检测单元可以检测该平均化的实际速度达到了最高速度附近的情况。另外，代替所述最高速度检测单元，还可以具有切换速度检测单元，当在所述伺服电动机中不流过电流的状态下检测出由

所述实际速度取得单元取得的实际速度达到了设定速度时，输出向伺服电动机中流过电流的状态切换的指令。

在所述第 1、第 2 以及第 3 方式中，还可以具有在进行了所述切换的时刻使位置偏差计数器中剩余的位置偏差量的符号反转，在所述切换时刻的最初的移动指令输出周期中输出给所述位置偏差计数器的单元。

在将所述实际速度作为初速度的位置指令单元中，可以通过将目标速度作为实际速度，来保持在从所述伺服电动机中不流过电流的状态切换到流过电流的状态的时刻的速度。

可以成为以下的数值控制装置，其具备多个所述伺服电动机，使用该多个伺服电动机来驱动所述各个控制轴，进行同步驱动 1 个可动部的并行控制。

此外，可以在没有满足安全条件时，不切换到伺服电动机中流过电流的状态。

本发明因为具有以上的结构，所以在从电流不流过伺服电动机的状态下由该伺服电动机驱动控制的控制轴惯性运行的状态切换为为了控制该控制轴的位置/速度使电流流入伺服电动机进行位置/速度控制的状态时，可以没有速度变化，平滑移动地进行切换。

#### 附图说明

通过参照附图对以下实施例进行说明，本发明上述以及其它的目的以及特征变得清楚。在这些附图中，

图 1 是表示本发明的数值控制装置的第 1 实施方式的方框图。

图 2 表示在图 1 的数值控制装置中伺服 ON 时的指令移动量的变化。

图 3 表示在图 1 的数值控制装置中，在伺服 ON 时可忽略位置偏差量时的指令移动量的变化。

图 4 表示在图 1 的数值控制装置中，伺服 ON 前后的伺服电动机的速度。

图 5 表示在图 1 的数值控制装置中，把在伺服 ON 时取得的实际速度作为初速度以及目标速度时的伺服电动机的速度。

图 6 是在图 1 的数值控制装置中，在伺服 ON 时的数值控制部的处理器在每个规定的分配周期中执行的处理的流程图。

图 7 是表示本发明数值控制装置的第 2 实施方式的主要部件的方框图。



图 8 是表示本发明数值控制装置的第 3 实施方式的主要部件的方框图。

图 9 表示在图 8 的数值控制装置中，伺服 ON 前后的伺服电动机的速度。

图 10 是表示本发明数值控制装置的第 4 实施方式的主要部件的方框图。

图 11 是在图 1 的数值控制装置中，在伺服 ON 时的数值控制部的处理器在每个规定的分配周期中执行的处理的流程图。

图 12 表示在现有的技术中，从伺服 OFF 的状态置为伺服 ON 来开始位置控制时的伺服电动机的速度变化。

### 具体实施方式

使用图 1~图 6 对本发明的数值控制装置的第 1 实施方式进行说明。

图 1 所示的数值控制装置与目前的数值控制装置相同，由数值控制部 1 和伺服控制部 2 构成。并且，伺服控制部 2 根据由数值控制部 1 指令的移动指令来进行伺服电动机 3 的位置/速度控制，此外还进行电流环控制来控制伺服电动机（使用该伺服电动机驱动的控制轴）的位置以及速度。该数值控制装置与目前的数值控制装置的不同点在于，在其数值控制部 1 中追加设置了速度取得单元 13、计算与实际速度对应的位置偏差量的计算单元 14 以及加减法运算器 15、16，此外，不同点还在于在输出移动指令的位置指令单元 12 中，在伺服 ON 的状态时将当前的实际速度作为初速度来进行移动指令的分配处理。

在进行伺服电动机（使用该伺服电动机驱动的控制轴）3 的位置控制时，与目前相同，位置指令单元 12 根据由 NC 程序所指令的移动指令或由操作员指令的移动指令来进行移动指令的分配处理，求出每个规定分配周期（移动指令输出周期）的分配指令移动量 MCMD，并经由加减法运算器 16 将该求出的分配指令移动量 MCMD 输出给伺服控制部 2 的位置偏差计数器 21。此时，因为没有来自加减法运算器 15 的指令以及来自随动单元 11 的指令，所以把位置指令单元 12 求出的指令移动量 MCMD 原封不动地加到位置偏差计数器 21 中。

位置偏差计数器 21 加上分配指令移动量 MCMD，并且减去来自位置/速度检测器 4 的位置反馈量来求出位置偏差。在位置控制部 22 中，使该位置偏差乘以位置环增益来求出速度指令。

加减法运算器 23 从该速度指令中减去由位置/速度检测器 4 反馈的速度反馈量来求出速度偏差。速度控制部 24 进行 PI 控制（比例积分控制）等速度环控制来求出转矩指令（电流指令）。加减法器 25 从转矩指令中减去由设置在放大器 27 中的电流检测器反馈来的电流反馈量，来求出电流偏差，并由电流控制部 26 进行环控制，经由放大器 27 驱动控制伺服电动机 3。

关于上述的位置控制动作，与现有的数值控制装置的位置控制动作没有变化。

在使伺服电动机 3 的动力源为 OFF，置为在伺服电动机 3 中不流过电流的伺服 OFF 的状态时，伺服电动机 3 可以自由地旋转。因此，在通过外力的油压等顶出由该伺服电动机 3 驱动的控制轴（在精密压铸机械、冲压机械中为可动侧模具等）时，可动部以及伺服电动机惯性运行。数值控制部 1 为了掌握该惯性运行中的伺服电动机 3 的位置（控制轴的位置）具有随动单元 11，在伺服 OFF 时该随动单元 11 动作。

伴随伺服电动机 3 的惯性运行，来自位置/速度检测器 4 的位置反馈信号被输入给位置偏差计数器 21。例如，当伺服电动机 3 向正方向惯性运行时，在位置偏差计数器 21 中输入负值。数值控制部的随动单元 11 在每个规定的周期读出该位置偏差计数器 21 的值，根据该读出的值，更新对伺服电动机（可动部）3 的当前位置进行存储的当前位置寄存器的值，并且为了使位置偏差计数器 21 成为[0]，经由加减法运算器 16 把对读出的值的符号进行了反转的值输出给位置偏差计数器 21，使位置偏差计数器成为[0]。此外，在该伺服 OFF 时，没有来自位置指令单元 12 的指令和来自加减法运算器 15 的指令。

以下，在伺服 OFF 的状态中，随动单元 11 反复执行动作，一边更新伺服电动机的当前位置一边使位置偏差计数器成为[0]。

在从这样的伺服 OFF 的状态切换为解除伺服 OFF 将伺服电动机 3 与动力源连接，在伺服电动机 3 中流过电流的伺服 ON 的状态时，开始位置控制。

在使用伺服电动机驱动可动侧模具（控制轴）的精密压铸机械、冲压机械等机械中，在通过油压等外力把可动侧模具（控制轴）从固定侧模具中顶出，打开了模具时，成为伺服 ON 的状态来开始进行位置控制。

在成为了该伺服 ON 的状态时，数值控制部 1 的速度取得单元 13 使用位

置/速度检测器 4 来进行检测，取得反馈来的实际速度，并将该取得的实际速度输出给位置指令单元 12。位置指令单元 12 将该实际速度作为初速度来求出分配指令移动量并进行输出。另外，计算与实际速度对应的位置偏差量的计算单元 14 仅在成为了伺服 ON 状态的最初的分配周期，计算与速度取得单元 13 所取得的该实际速度对应的位置偏差量。在加减法运算器 15 中，使计算单元 14 计算出的位置偏差量与对位置偏差计数器 21 中剩余的位置偏差量的符号进行了反转的值相加。使用加减法运算器 16 将该相加后的值（加减法运算器 15 的输出）与从位置指令单元 12 输出的指令移动量进行相加，并将相加值输出给位置偏差计数器 21。

由计算与实际速度对应的位置偏差量的计算单元 14 来求的、与实际速度对应的位置偏差量，如以下这样求出。

因为

位置偏差量 = 速度 / 位置环增益，

所以在将伺服 ON 时的由位置/速度检测器 4 检测的实际速度设为  $V_0$ ，将与伺服 ON 时的实际速度对应的位置偏差量设为  $ERR_{V_0}$  时，为

$ERR_{V_0} = V_0 / \text{位置环增益}$ 。

即，通过伺服 ON 时的实际速度  $V_0$  和位置环增益来求出位置偏差量  $ERR_{V_0}$ 。

此外，当把位置指令单元 12 中以实际速度作为初速度求出的伺服 ON 时的最初分配周期的指令移动量设为  $MCMD_{V_0}$ ，把在伺服 ON 时位置偏差计数器 21 中剩余的位置偏差量设为  $ERR_{svon}$  时，在伺服 ON 时的最初的分配周期中输出给位置偏差计数器 21 的指令值为

$MCMD_{V_0} + ERR_{V_0} - ERR_{svon}$ 。

并且，在之后的分配周期中，把在位置指令单元 12 中将实际速度作为初速度，并对应程序或操作员指令的移动指令求出的分配指令移动量输出给位置偏差计数器 21。

图 2 表示该伺服 ON 时的指令移动量的变化。

在伺服 OFF 的状态下伺服电动机 3 惯性运行时，当置为伺服 ON 的状态时，在成为该伺服 ON 状态后的最初的分配周期中，如上所述，将  $[MCMD_{V_0} + ERR_{V_0} - ERR_{svon}]$  的指令值输出给位置偏差计数器 21。在之后的分配周期

中，指令以下的指令移动量：该指令移动量由位置指令单元 12 求出，根据由程序或操作员指令的移动指令，将速度取得单元 13 所取得的实际速度作为初速度来进行加减速处理。

在伺服 ON 时的最初的分配周期中，输出 $[MCMDv_0 + ERRv_0 - ERRsvon]$ 的移动指令量，首先，把伺服 ON 时在位置偏差计数器 21 中剩余的位置偏差量  $ERRsvon$  的符号反转后的 $[-ERRsvon]$ 加到位置偏差计数器 21 中，由此清除在该位置偏差计数器 21 中剩余的剩余移动量。此外，将表示伺服电动机 3 在输出本次移动指令之前的期间（即，1 分配周期的期间）移动的移动量（与此时的实际速度对应的移动量）的 $[ERRv_0]$ 加到位置偏差计数器 21 中。但是，因为要使该相加的值减去位置反馈量，所以最终在位置偏差计数器 21 中剩余的量成为由位置指令单元 12 求出并输出的指令移动量 $[MCMDv_0]$ 。结果，根据该指令移动量 $[MCMDv_0]$ =位置偏差量驱动伺服电动机 3。即，在伺服 ON 时以惯性运行的速度开始驱动。因此，如图 2 所示，伺服电动机 3 的速度在伺服 ON 时没有急剧减速，平滑地开始驱动。

此外，在上述的实施方式中，把伺服 ON 时在位置偏差计数器 21 中剩余的位置偏差量  $ERRsvon$  在伺服 ON 时的最初分配周期中，对其符号进行反转来加到位置偏差计数器 21 中。但是，如果在随动单元 11 将位置偏差计数器 21 清零的定时进行伺服 ON，则因为该位置偏差量  $ERRsvon$  为 $[0]$ ，所以不需要加减法运算器 15，无需在伺服 ON 时的最初的分配周期时给予该位置偏差量  $ERRsvon$ 。另外，当伺服 ON 时在位置偏差计数器 21 中剩余的位置偏差量  $ERRsvon$  小到可以忽视时，同样不需要使位置偏差量  $ERRsvon$  的符号反转来加到位置偏差计数器 21 中，所以无需加减法运算器 15。图 3 表示此时的伺服 ON 时的指令移动量（伺服电动机的速度）。

如图 4 所示，这样驱动的伺服电动机将伺服 ON 时的伺服电动机的惯性运行速度作为初速度，之后，进行加速控制为程序或操作员指定的目标速度。

此外，通过将伺服 ON 时取得的实际速度作为初速度以及目标速度，由此，还可以进行图 5 所示的、使伺服 ON 后的速度恒定的控制。

图 6 是从伺服 OFF 状态置为伺服 ON 状态时的数值控制部 1 的处理器在每个规定的分配周期中执行的处理的流程图。

判断控制轴（伺服电动机 3）是否到达了由 NC 程序或操作员指令的终点（步骤 S1），如果没有到达则判断当前周期是否为成为伺服 ON 状态后的最初周期（步骤 S2），在为最初周期的情况下，读取从位置/速度检测器 4 输出的实际速度  $V_0$ （步骤 S3），计算与读取出的实际速度  $V_0$  对应的位置偏差  $ERR_{V_0}$ （步骤 S4）。

$$ERR_{V_0} = V_0 / \text{位置环增益}$$

然后，读取在该时刻（伺服 ON 时）在位置偏差计数器 21 中存储的位置偏差量  $ERR_{svon}$ （步骤 S5）。另外，把在步骤 S3 中读出的实际速度  $V_0$  作为初速度，计算与该实际速度  $V_0$  对应的分配移动指令量  $MCMD_{V_0}$ （步骤 S6）。

把在该步骤 S6 中求出的分配移动指令量  $MCMD_{V_0}$ 、在步骤 S4 中求出的相当于实际速度  $V_0$  的位置偏差  $ERR_{V_0}$  以及在步骤 S5 中求出的位置偏差量  $ERR_{svon}$  的符号反转后的值相加，来求出指令移动量  $Pout$ （步骤 S7）。

$$Pout = MCMD_{V_0} + ERR_{V_0} - ERR_{svon}$$

将求出的指令移动量  $Pout$  输出给位置偏差计数器 21，结束当前周期的移动指令的分配处理。

在下一周期中，因为不是刚刚成为伺服 ON 之后的周期，所以从步骤 S2 转移到步骤 S9，根据由 NC 程序或操作员指令的指令速度，将伺服 ON 时的实际速度  $V_0$  作为初速度来求出分配移动指令量  $MCMD$ 。并且，将该分配移动指令量  $MCMD$  设定为指令移动量  $Pout$ （步骤 S10），转移到步骤 S8，将该指令移动量  $Pout$  输出给位置偏差计数器 21，结束当前周期的移动指令的分配处理。

伺服控制部 2 根据如此输出给位置偏差计数器 21 的指令移动量，与目前相同地执行位置、速度、电流的环控制，来控制伺服电动机（控制轴）3 的位置以及速度。

使用图 7 对本发明数值控制装置的第 2 实施方式进行说明。

该第 2 实施方式与第 1 实施方式的不同点在于，追加了对速度取得单元 13 取得的实际速度进行存储的存储单元 17、和根据在该存储单元 17 中存储的实际速度，预测当前分配周期中的实际速度的速度预测单元 18。其它与第 1 实施方式相同。

控制轴（伺服电动机）的实际速度通过位置/速度检测器 4 进行检测，但通常因为在检测中产生延迟，所以得到的实际速度是过去的信息。在控制轴处于稳定状态没有速度变化的情况下，即使将检测速度作为实际的速度来使用也没有问题。但是，当在伺服 OFF 的状态下通过外力将控制轴（可动轴）顶出时，控制轴处于过渡状态速度始终变化，可能存在由位置/速度检测器 4 检测到的实际速度与实际的伺服 ON 时的速度存在偏差的情况，所以存在不能忽略该偏差（检测延迟）的情况。

因此，在该第 2 实施方式中，根据在当前周期中得到的实际速度和在前一周期中得到的实际速度，来预测在实际置为伺服 ON 状态的时刻的实际速度，由此来提高控制精度。

当使用一次算式进行该预测时，根据当前周期的实际速度和前一周期的实际速度，通过运算下面的一次算式来预测实际速度的预测值  $V'_0$ 。

$$V'_0 = (\text{当前周期的实际速度} - \text{前一周期的实际速度}) + \text{当前周期的实际速度}$$

此外，该实际速度的预测不言而喻也可以根据需要使用 2 次算式或任意的函数来进行预测。

在使用上述的一次算式来预测实际速度时，在存储单元 17 中至少存储有在前一周期中取得的实际速度。并且，速度预测单元 18 根据在该存储单元 17 中存储的前一周期的实际速度和在当前周期中取得的实际速度，进行上述一次算式的运算，由此来求出预测实际速度  $V'_0$ ，并将其输出给位置指令单元 12 以及计算与实际速度对应的位置偏差量的计算单元 14。之后的处理与第 1 实施方式相同。

此外，在该第 2 实施方式中，在伺服 OFF 时，在每个规定的周期读取由位置/速度检测器 4 检测到的实际速度并依次进行存储，另一方面，在伺服 ON 时，开始图 6 所示的处理，但是，关于该处理，在该实施方式中与图 6 所示的处理的不同点仅仅在于，在步骤 S3 中变为根据所存储的上次的实际速度和本次的实际速度来求出预测实际速度  $V'_0$  的处理，另外，在步骤 S4 以及 S6 中代替与实际速度  $V_0$  相关联的处理变为与预测实际速度  $V'_0$  相关联的处理。

使用图 8 以及图 9 对本发明的数值控制装置的第 3 实施方式进行说明。

该第 3 实施方式与第 1 实施方式的不同点在于，具备使取得实际速度平均化的平均化单元 19 以及最高速度检测单元 20，以及该最高速度检测单元 20 输出伺服 ON 信号。其它的结构与第 1 实施方式相同。

在精密压铸机械、冲压机械中，在开模时，在置为伺服 OFF 的状态后从固定侧模具一侧将伺服电动机驱动的可动侧模具（控制轴）以及工件通过油压装置等顶出，并且，在可动侧模具被顶出后惯性运行的状态下，置为伺服 ON 的状态来控制可动侧模具（控制轴）的位置时，优选在该可动侧模具（控制轴）通过其惯性运行达到最高速度的状态下置为伺服 ON 的状态。

因此，在该第 3 实施方式中，在第 1 实施方式中追加了滤波器等平均化单元 19 和最高速度检测单元 20。在该第 3 实施方式中，具有平均化单元 19，其存储从速度取得单元 13 得到的过去多次的实际速度数据来计算它们的平均值，所述速度取得单元 13 在每个规定的周期取得实际速度。由该平均化单元 19 求出的值（平均值）被输出给最高速度检测单元 20。另一方面，在最高速度检测单元 20 中，比较前一周期的平均实际速度和当前周期的平均实际速度，在当前周期的平均实际速度比前一周期的平均实际速度低时，判断为检测到最高速度。即，判断为通过该处理检测到最高速度附近的速度。并且，将此时的平均实际速度输出给位置指令单元 12 和计算与实际速度对应的位置偏差量的计算单元 14，并且输出伺服 ON 信号，将伺服电动机 3 与动力源连接使电流流动，开始伺服电动机 3 的位置控制。以后的动作与第 1 实施方式相同。

此外，在该第 3 实施方式中设置了滤波器等平均化单元 19，但这并没有限定在控制轴以惯性运行方式进行移动时该速度一定要单调增加，所以是用于取得移动速度的平均使速度平滑的单元，并非必需设置该平均化单元 19。

图 9 是表示该第 3 实施方式中的伺服电动机（控制轴）的速度变化的一例，在惯性运行中最高速度的附近置为伺服 ON 的状态来开始进行位置控制，被进行驱动直到达到目标速度。

此外，可以设置切换速度检测单元来代替最高速度检测单元 20，通过实验等预先求出切换到伺服 ON 状态的最佳速度，所述切换速度检测单元将该

速度作为伺服 ON 切换速度来进行检测。此时，该切换速度检测单元在平均化单元 19 的输出或速度取得单元 13 的输出达到了所设定的伺服 ON 切换速度以上时，输出伺服 ON 信号，并对位置指令单元 12 和计算与实际速度对应的位置偏差量的计算单元 14 输出此时的速度（由平均化单元 19 输出的平均速度或由速度取得单元 13 输出的实际速度）。

在该第 3 实施方式中，数值控制部 1 的处理器在伺服 OFF 时执行图 8 中的速度取得单元 13、平均化单元 19 以及最高速度检测单元 20 的处理。即，在每个规定的周期读取由位置/速度检测器 4 反馈的实际速度，求出该读取的实际速度以及在过去多次读取的实际速度的平均值，判断该求出的平均值是否比前一次求出的平均值小，在为小时判断为检测到最高速度（附近的值）输出伺服 ON 信号，并执行图 6 所示的处理。该处理与第 1 实施方式中的处理的不同点仅仅在于，把图 6（第 1 实施方式）的步骤 S3（还有步骤 S4、S6）中的与当前速度  $V_0$  相关联的处理置换为与判断为最高速度的速度相关联的处理。

在关于上述第 1、第 2 实施方式的说明中，没有对从伺服 OFF 的状态切换到伺服 ON 的状态的定时进行说明。在这些实施方式中，可以任意地设定从伺服 OFF 的状态切换到伺服 ON 的状态的定时。即，可以使用接近开关等检测控制轴（可动侧模具等由伺服电动机驱动的可动部）的位置，根据该接近开关等的信号来置为伺服 ON 的状态。或者在这些实施例中，通过随动单元读出位置偏差计数器的值，更新当前位置寄存器，来更新存储控制轴（伺服电动机）的当前位置，所以可以在该当前位置存储寄存器中存储的当前位置到达了设定位置时，置为伺服 ON 的状态。

此外，如上所述，置为伺服 ON 的状态来使伺服电动机流过电流的定时设在控制轴（伺服电动机）到达了预先设定的位置的时刻、接收到来自接近开关等外部的信号的时刻、此外还有第 3 实施方式那样，速度到达了最高速度附近的时刻，但是当考虑到安全性时，有时即使这些条件成立，也不转移到伺服 ON 的状态，这样是为了安全。例如，在安全栅栏打开，可能有人正站在该数值控制装置控制的精密压铸机械、冲压机械等机械的附近，具有危险的情况，或者在门打开的状态下直接置为伺服 ON 的状态来驱动伺服电动



机时具有危险的情况下，在没有满足这些情况的安全条件时，为了不置为伺服 ON 状态而使伺服电动机中流入电流，阻塞 (block) 伺服 ON 信号。

在上述各实施方式中，使用 1 个伺服电动机驱动 1 个可动部，但是在可动部为大型的可动部时，采用由 2 个以上的伺服电动机驱动控制该大型可动部的并行控制。本发明也可以用于该并行控制，因此，使用图 10 以及图 11 对进行该并行控制的本发明的第 4 实施方式进行说明。

在该实施方式中，使用 2 台伺服电动机，即第 1 伺服电动机 3 和第 2 伺服电动机 3' 来驱动控制可动部。数值控制部 1 包含驱动控制第 1 伺服电动机 3 的伺服控制系统、以及驱动控制第 2 伺服电动机 3' 的伺服控制系统。这两个伺服控制系统的不同点在于，驱动控制第 1 伺服电动机 3 的伺服控制系统中的位置指令单元 12 在驱动控制第 2 伺服电动机 3' 的伺服控制系统中替换为计算与实际速度对应的指令移动量的位置指令计算单元 30 以及开关 31，除此之外其它的结构相同。

为了驱动 1 个可动部要同步驱动第 1 以及第 2 伺服电动机 3、3'，所以通常分别对第 1 以及第 2 伺服电动机 3、3' 的伺服控制部 2、2' 输出同一移动指令。但是，在从伺服 OFF 的状态置为伺服 ON 的状态时，在最初的分配周期中，基于各伺服电动机 3、3' 的速度、以及各位置偏差计数器 21、21' 的值的移动指令被输出到各个伺服控制部 2、2' 中，所以设置了位置指令计算单元 30 和开关 31。

在置为伺服 ON 的状态来进行通常的动作控制时，开关 31 与位置指令单元 12 一侧连接，在每个分配周期分别对伺服控制部 2、2' 输出同一指令移动量，来同步驱动第 1 以及第 2 伺服电动机 3、3'。

另一方面，当置为伺服 OFF 的状态时，第 1 以及第 2 伺服电动机 3、3' 各自惯性运行。此外，如上所述，在处于该伺服 OFF 的状态的期间，进行通过随动单元 11、11'，各位置偏差计数器 21、21' 依次清除为零的处理。

然后，在置为了伺服 ON 的状态时，对第 1 伺服控制部 2 进行与第 1 实施方式相同的处理，在置为伺服 ON 状态之后最初的分配周期中，如上所述，对位置偏差计数器 21 输入  $[MCMDv_0 + ERRv_0 - ERRsvon]$  的指令，之后，输入由位置指令单元求出的每个分配周期的移动量。

另一方面，在伺服 ON 状态的最初的分配周期中，开关 31 与位置指令计算单元 30 一侧连接。因此，该位置指令计算单元 30 根据由速度取得单元 13' 取得的该第 2 伺服电动机 3' 的实际速度，求出在该最初的分配周期中的指令移动量  $MCMDv_0'$ 。然后，把从该位置指令计算单元 30 输出的指令移动量  $MCMDv_0'$ 、由位置偏差量计算单元 14' 求出的与第 2 伺服电动机 3' 的实际速度对应的位置偏移量  $ERRv_0'$  以及在位置偏差计数器 21' 中剩余的位置偏差量的符号反转后的值  $-ERRsvon'$  相加后的值的指令  $[MCMDv_0' + ERRv_0' - ERRsvon']$  输出给位置偏差计数器 21'。从下一个分配周期开始，开关 31 与位置指令单元 12 一侧连接，把从位置指令单元 12 输出的移动量输入给位置偏差计数器 21'。

图 11 是该第 4 实施方式中的从伺服 OFF 的状态置为了伺服 ON 的状态时的数值控制部 1 的处理器在每个规定的分配周期执行的处理的流程图。

该处理与第 1 实施方式相同（步骤 S1'~步骤 S10' 与步骤 S1~步骤 S10 对应），但是在还输出针对第 2 伺服电动机 3' 的移动指令这一点上与第 1 实施方式不同。即，在该实施方式中与第 1 实施方式的不同点仅仅在于，追加了求出第 2 伺服电动机 3' 的实际速度  $V_0'$ （步骤 S3）；读取用于第 2 伺服电动机 3' 的位置偏差  $ERRv_0'$ （步骤 S4）以及伺服 ON 时的用于第 2 伺服电动机 3' 的位置偏差计数器 21' 的值  $ERRsvon'$ （步骤 S5）；计算与第 2 伺服电动机 3' 的实际速度  $V_0'$  对应的分配移动量  $MCMDv_0'$ （步骤 S6）；求出用于第 2 伺服电动机 3' 的指令移动量  $Pout'$  并进行输出（步骤 S7、S8）；以及将从成为了伺服 ON 状态的周期的下一周期求出的分配移动量  $MCMD$  设为用于第 1 以及第 2 伺服电动机 3、3' 的指令移动量  $Pout$ 、 $Pout'$ ，所以省略详细的处理说明。

在使用多个伺服电动机同步驱动 1 个可动部的情况下，即使使这些伺服电动机为伺服 OFF 的状态，由于各伺服电动机在可动部联结所以大致同步地惯性运行。因此，在上述第 4 实施方式中，可以不设置位置指令计算单元 30 以及开关 31，将位置指令单元 12 的输出直接输入给加减法运算器 16'。此时，虽然把与第 1 伺服电动机 3 的实际速度对应的指令移动量输出给第 2 伺服电动机 3'，但因为第 1、第 2 伺服电动机 3、3' 的实际速度不存在很大的差异，所以第 2 伺服电动机 3' 的速度在伺服 ON 时不会急剧地变化。另外此时，在

图 11 所示的处理中，不用在步骤 S6' 中求出用于第 2 伺服电动机 3' 的分配移动指令量  $MCMDv_0'$ ，在步骤 S7' 中代替分配移动指令量  $MCMDv_0'$  使用用于第 1 伺服电动机 3 的分配移动指令量  $MCMDv_0$  来求出指令移动量  $P_{out}'$ 。

另外，在该实施方式的并行控制中，也可以适用第 2、第 3 实施方式中所示的预测速度的方法和在最高速度附近置为伺服 ON 状态的方法。但是，为了适用第 3 实施方式所示的检测最高速度附近来置为伺服 ON 状态的方法，对同步驱动同一可动部的伺服电动机中某一个的最高速度附近进行检测，并根据此时的速度求出针对各伺服电动机的移动指令值。即，可以仅对 1 个伺服电动机设置图 8 中的最高速度检测单元 20。

另外，在并行控制时，可以仅对 1 个伺服电动机或可动部设置对由多个伺服电动机驱动的可动部的位置以及速度进行检测的位置/速度检测器，来代替对各个伺服电动机或可动部进行设置。此时，根据由该一个位置/速度检测器反馈的位置以及速度来反馈控制各伺服电动机。即，将图 1 所示的加减法运算器 16 的输出分别输出给各个伺服电动机的伺服控制部。另外，在转矩并行控制的情况下，位置以及速度反馈处理通用地将转矩指令值输出给各伺服电动机的电流控制部，所以在图 1 中还将速度控制部 24 求出的转矩指令向驱动同一可动部的各个伺服电动机的电流控制部进行输出。

本发明可适用于以下的情况：在使用伺服电动机驱动可动侧模具，来进行开模合模的精密压铸机械、冲压机械等机械中，在开模时，置为伺服 OFF 的状态，通过油压机构等外力将可动侧模具从固定侧模具一侧顶出，来使模具打开，之后，在可动模具通过该顶出进行惯性运行的过程中，置为伺服 ON 的状态使伺服电动机中流过电流，控制可动侧模具的位置/速度。除此之外，还可以适用于使成为伺服 OFF 状态正在惯性运行的控制轴成为伺服 ON，来使驱动该控制轴的伺服电动机中流过电流，控制该控制轴的位置/速度。

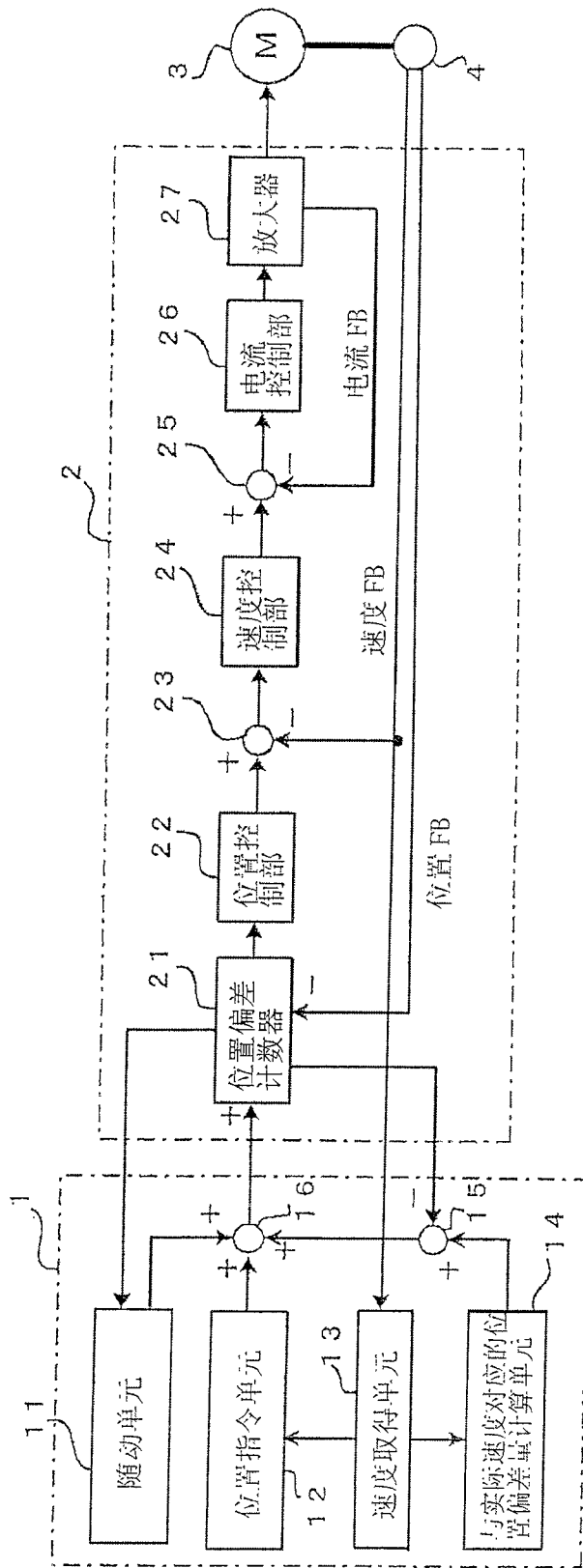


图 1

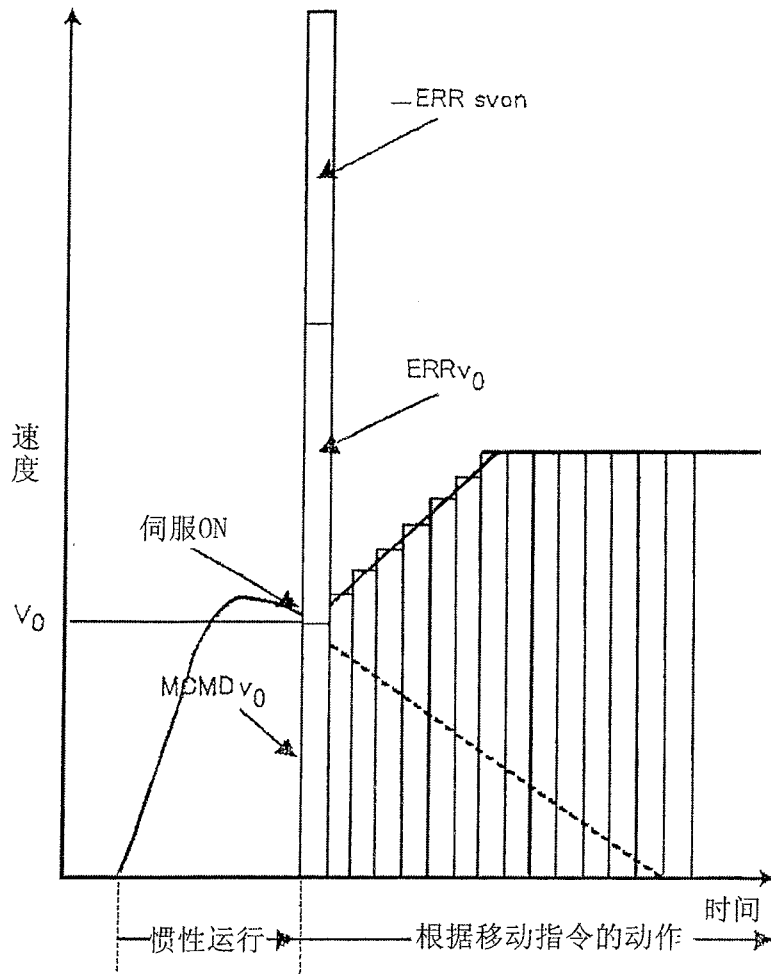


图 2

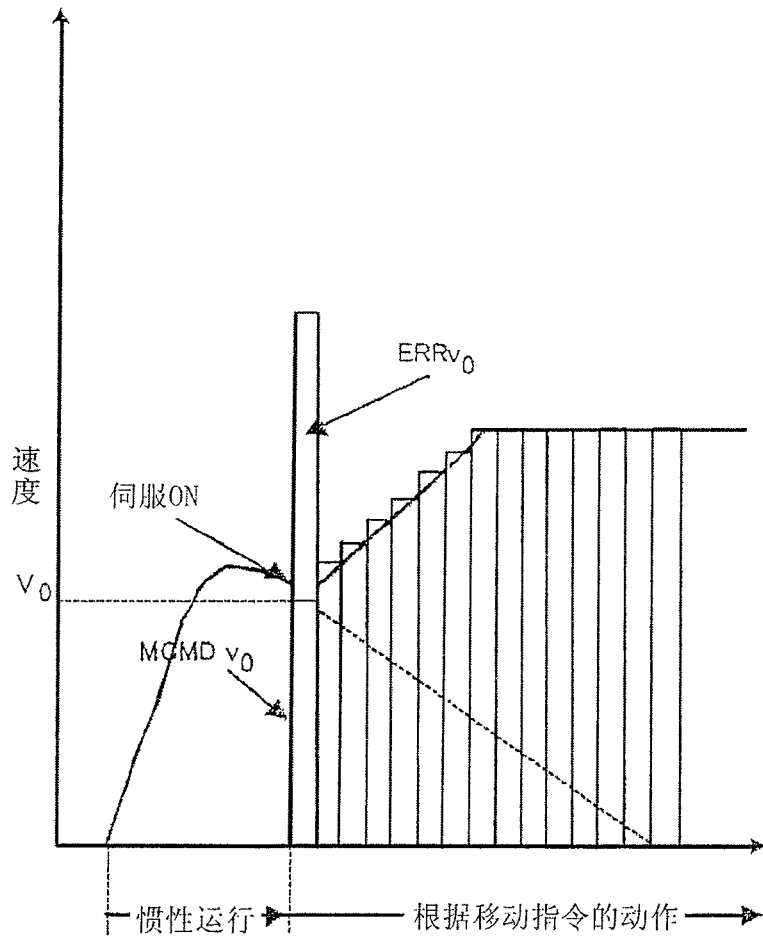


图 3

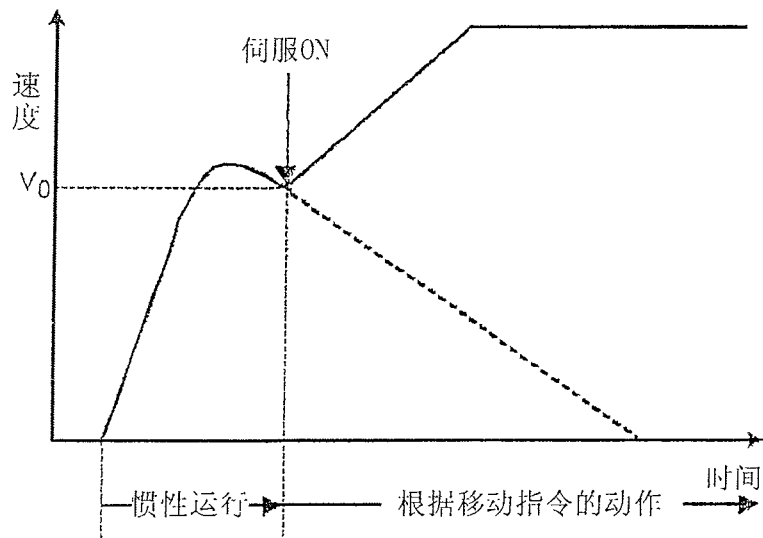


图 4

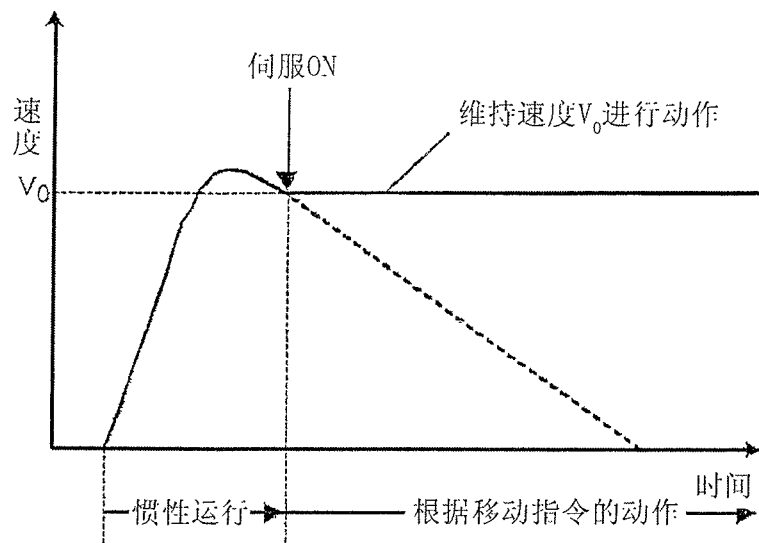


图 5

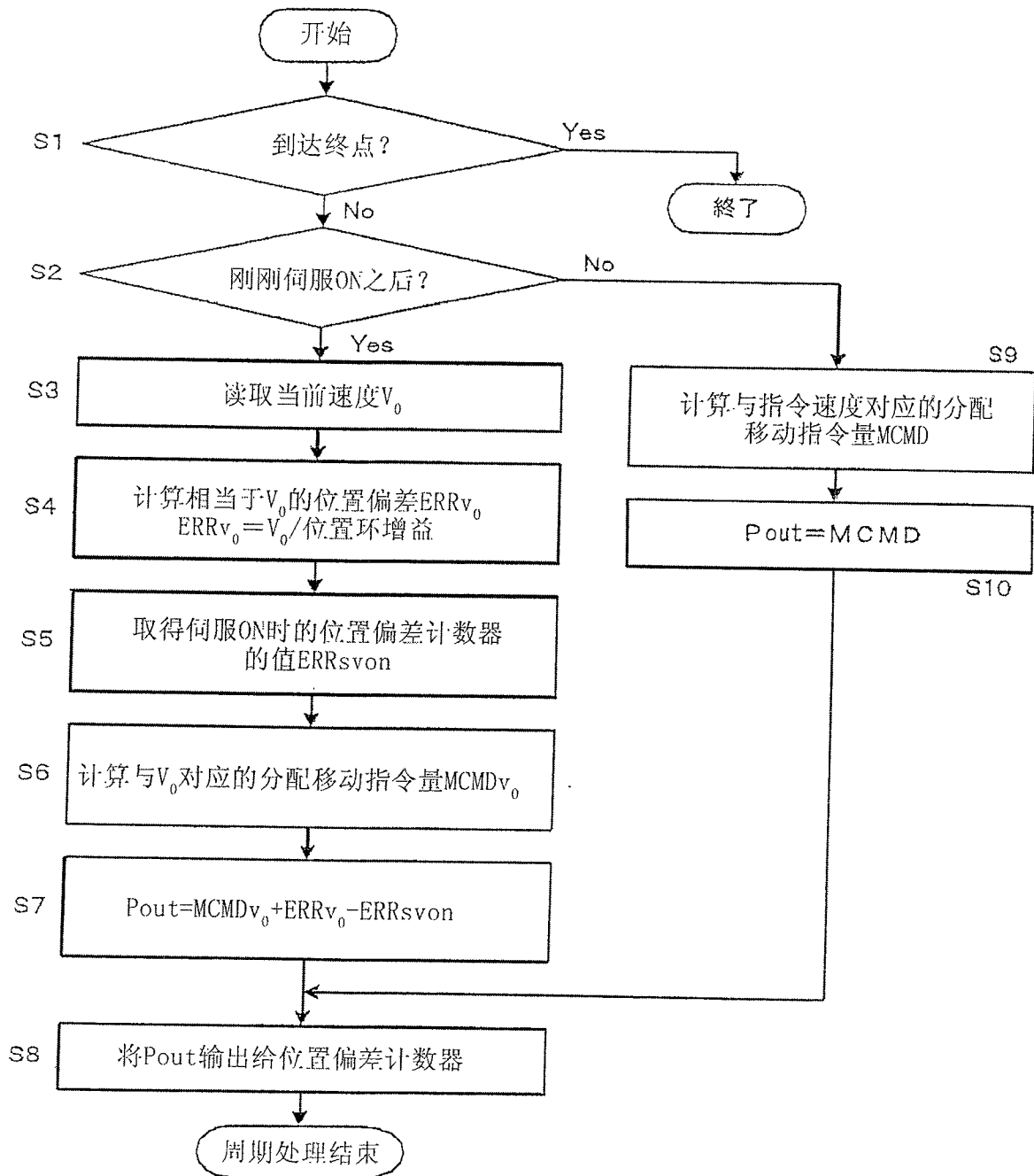


图 6



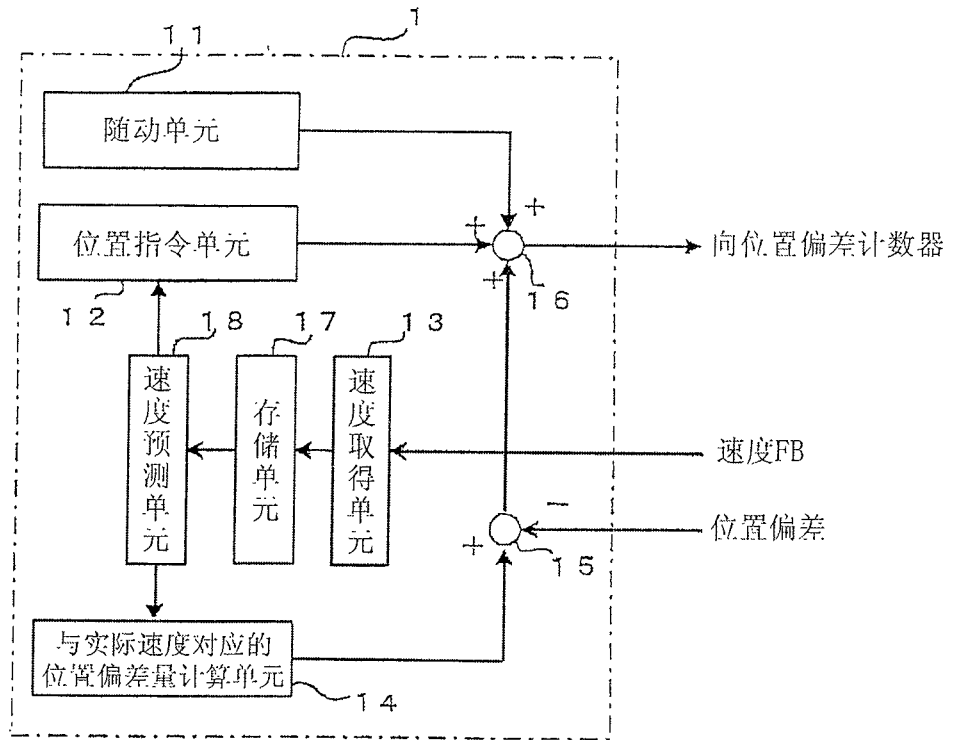


图 7

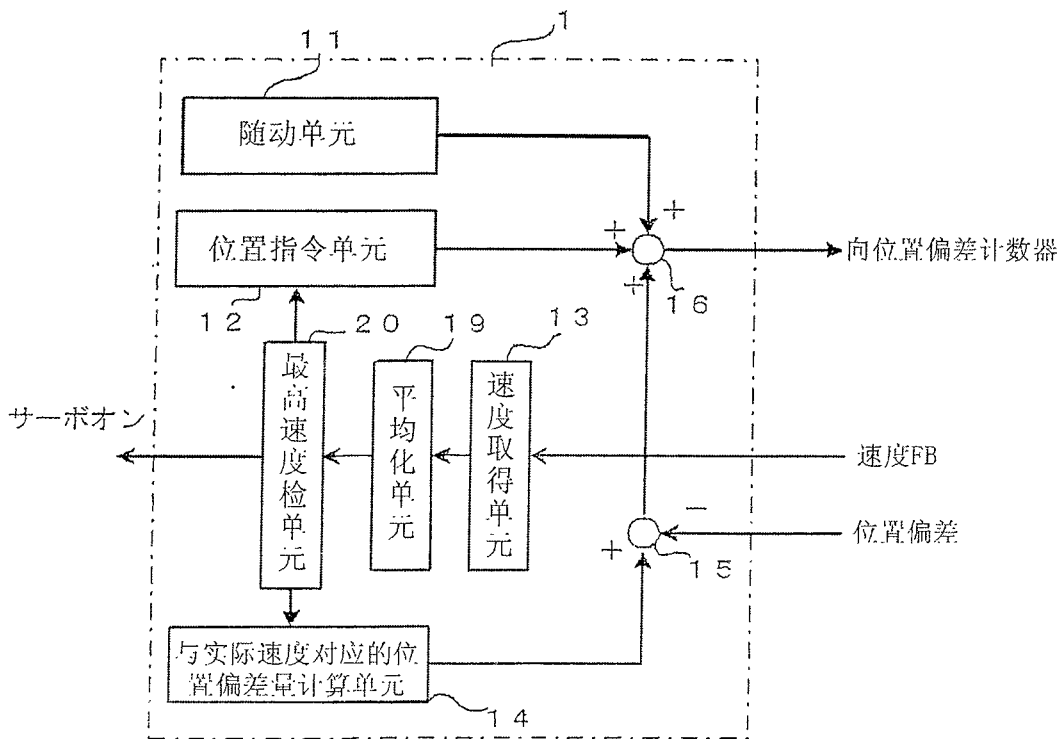


图 8

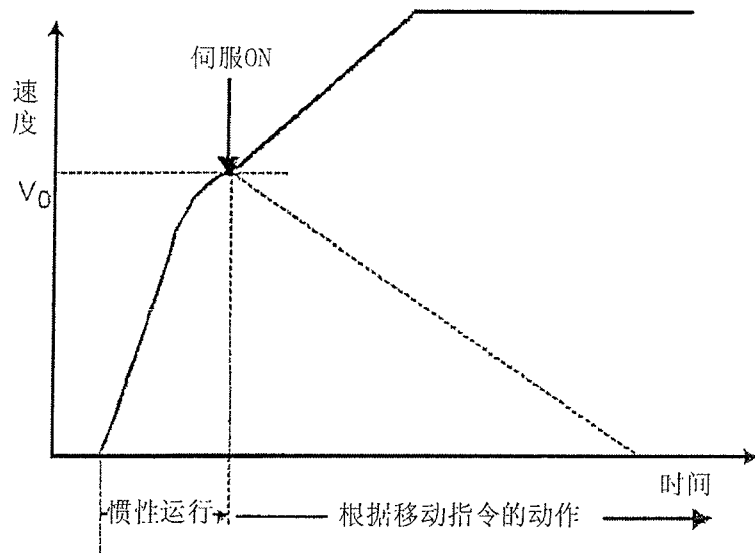


图 9

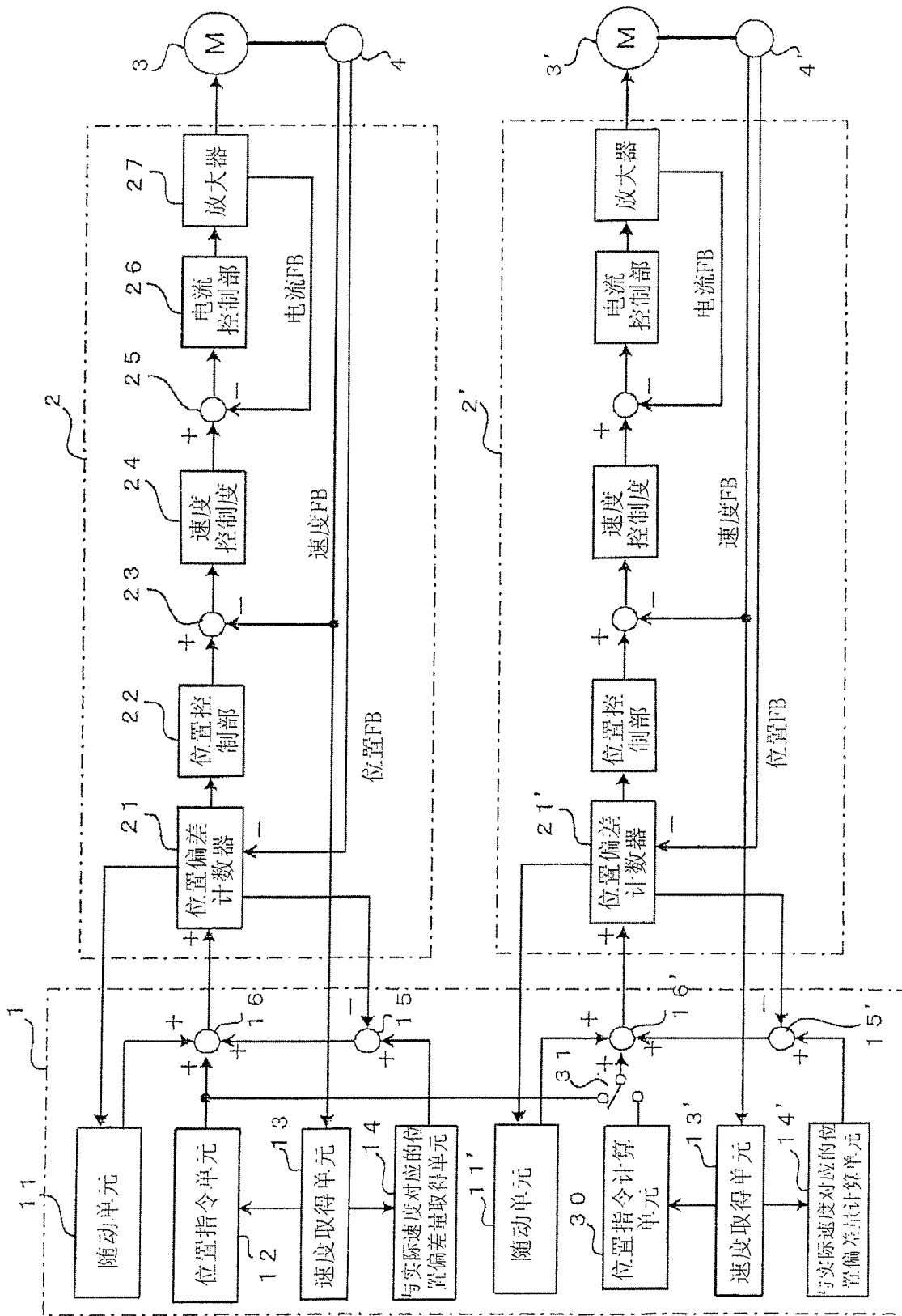


图 10

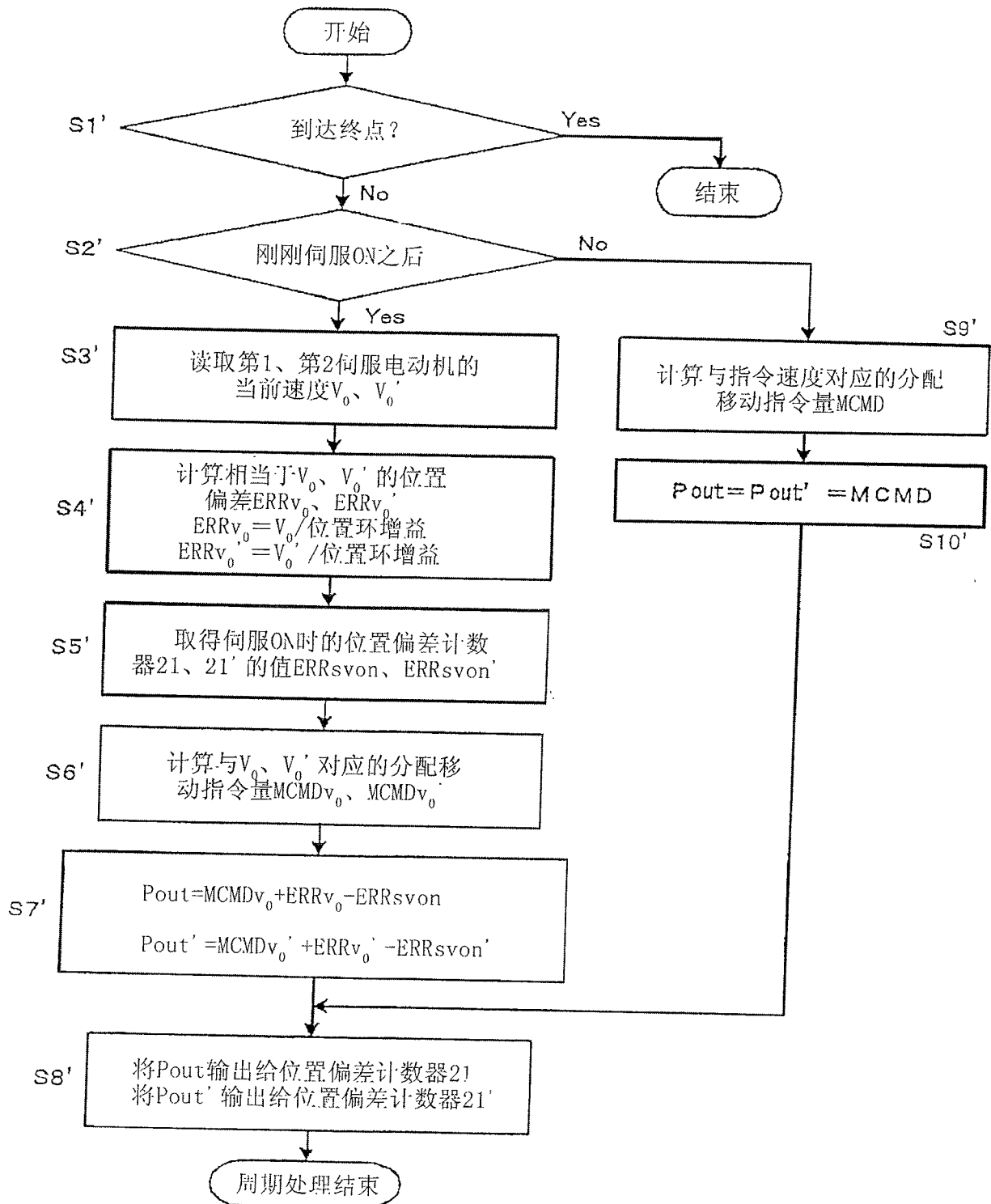


图 11

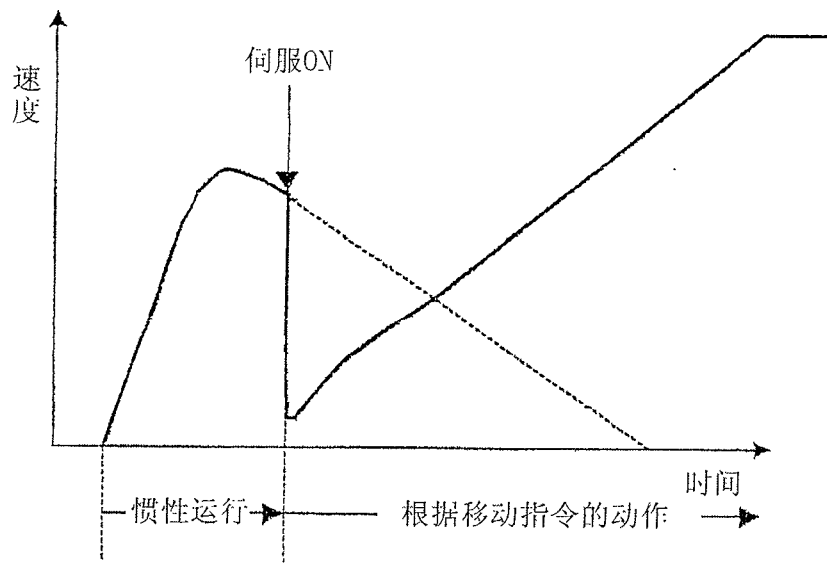


图 12