



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108015622 A

(43)申请公布日 2018.05.11

(21)申请号 201711029712.6

(22)申请日 2017.10.27

(30)优先权数据

2016-213150 2016.10.31 JP

(71)申请人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72)发明人 森田有纪 置田肇

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

B23Q 15/013(2006.01)

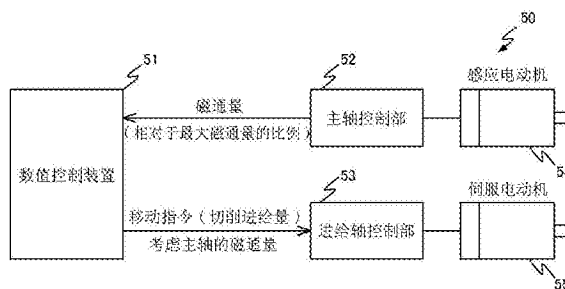
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

机床的数值控制装置

(57)摘要

提供一种实现发热的降低和重切削时的稳定切削的机床的数值控制装置。本发明的数值控制装置(100)对机床(150)进行控制,该机床具备进给轴驱动用电动机(145)以及包括感应电动机的主轴电动机(125),该数值控制装置(100)还具备:磁通量获取单元(102),其获取主轴电动机(125)的当前的磁通量;以及速度变更单元(103),其基于所述磁通量来变更进给轴驱动用电动机(145)的速度。



1. 一种机床的数值控制装置,该数值控制装置对机床进行控制,该机床具备进给轴驱动用电动机以及包括感应电动机的主轴电动机,该数值控制装置还具备:

磁通量获取单元,其获取所述主轴电动机的当前的磁通量;以及

速度变更单元,其基于所述磁通量来变更所述进给轴驱动用电动机的速度。

2. 根据权利要求1所述的数值控制装置,其特征在于,

所述磁通量获取单元估计所述主轴电动机的当前的磁通量,获取所估计出的磁通量来作为当前的磁通量。

3. 根据权利要求1或2所述的数值控制装置,其特征在于,

所述速度变更单元基于磁通量比例来变更所述进给轴驱动用电动机的速度,该磁通量比例是所述当前的磁通量相对于最大磁通量的比例。

4. 根据权利要求3所述的数值控制装置,其特征在于,还具备:

比例计算单元,其从所述磁通量获取单元接收所述当前的磁通量,计算所述磁通量比例;

比例通知单元,其将由所述比例计算单元计算出的所述磁通量比例通知给所述速度变更单元。

5. 根据权利要求3或4所述的数值控制装置,其特征在于,

所述数值控制装置通过执行加工程序,来生成进给速度指令值,

所述速度变更单元通过将所述进给速度指令值乘以所述磁通量比例来决定进给速度值,基于所述进给速度值来变更所述进给轴驱动用电动机的速度。

## 机床的数值控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具备进给轴驱动用电动机以及包括感应电动机的主轴电动机的主轴电动机的机床的数值控制装置。

### 背景技术

[0002] 在使用具有主轴和进给轴的机床来对工件进行加工时,主轴的动作与进给轴的动作连动的情况比较多。在这种情况下,在对机床进行控制的数值控制装置中,一般来说实施的是:使用与主轴有关的特性值、测定值来控制进给轴,或者反之使用与进给轴有关的特性值、测定值来控制主轴。

[0003] 例如,专利文献1公开了以下技术:为了使得即使在被用作主轴电动机的主轴马达(spindle motor)的实际速度存在急剧的变动的情况下也能够进行高精度的加工,使用对于主轴马达的转速使用转速的变化量来进行校正所得到的数据,来控制进给速度。

[0004] 另外,专利文献2公开了以下技术:为了通过一次加工将第一张要加工的半导体晶圆等被加工物加工为期望的平坦度,以使加工中的电动机的负荷电流值为与期望平坦度对应的最大负荷电流值以下的方式对加工进给单元的进给速度进行控制。

[0005] 另外,专利文献3公开了以下技术:为了掌握模具加工的加工状态,对静压磁复合轴承的励磁电流进行检测。

[0006] 专利文献1:日本特开平5-69275号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2013-56392号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2000-263377号公报

### 发明内容

#### [0009] 发明要解决的问题

[0010] 作为机床的主轴电动机,有时会使用感应电动机。在此,感应电动机是指如下的电动机:向定子(stator)线圈流通励磁电流来产生旋转磁场,并且在转子(rotor)中产生感应电流,通过其电磁力,转子以追随旋转磁场的旋转的方式进行旋转。感应电动机存在以下缺点:定子线圈中由于流通励磁电流而伴有发热。以避免该缺点为目的,存在以下技术:在对于感应电动机的负荷轻、不需要高转矩的情况下,减弱旋转磁场的磁通或励磁电流。但是,在使用该技术的情况下,存在以下情况:当在由于减弱作为主轴电动机的感应电动机的磁通而转矩变小的状态下、通过进给轴驱动用电动机来开始对主轴电动机施加大的负荷的重切削(切削阻力大的切削)时,由于切削开始时的急剧的负荷变动,主轴速度大幅下降或主轴停止。

[0011] 关于这一点,上述的专利文献1和2的目的并不在于使发热降低并且防止主轴速度的下降、主轴的停止于未然。另外,在专利文献3中所检测出的励磁电流值只不过是用来掌握加工状态的。

[0012] 因此,本发明的目的在于提供一种实现发热的降低和重切削时的稳定切削的机床

的数值控制装置。

#### [0013] 用于解决问题的方案

[0014] (1) 本发明所涉及的机床的数值控制装置(例如,后述的数值控制装置100、200)对机床(例如,后述的机床150)进行控制,该机床具备进给轴驱动用电动机(例如,后述的伺服电动机145)以及包括感应电动机的主轴电动机(例如,后述的感应电动机125),该数值控制装置还具备:磁通量获取单元(例如,后述的磁通量获取单元102),其获取所述主轴电动机的当前的磁通量;以及速度变更单元(例如,后述的速度变更单元103),其基于所述磁通量来变更所述进给轴驱动用电动机的速度。

[0015] (2) 根据(1)所述的数值控制装置,也可以是,所述磁通量获取单元(例如,后述的磁通量获取单元102)估计所述主轴电动机(例如,后述的感应电动机125)的当前的磁通量,获取所估计出的磁通量来作为当前的磁通量。

[0016] (3) 根据(1)或(2)所述的数值控制装置,也可以是,所述速度变更单元(例如,后述的速度变更单元103)基于磁通量比例来变更所述进给轴驱动用电动机(例如,后述的伺服电动机145)的速度,该磁通量比例是所述当前的磁通量相对于最大磁通量的比例。

[0017] (4) 根据(3)所述的数值控制装置(例如,后述的数值控制装置100、200),也可以还具备:比例计算单元(例如,后述的比例计算单元104),其从所述磁通量获取单元(例如,后述的磁通量获取单元102)接收所述当前的磁通量,计算所述磁通量比例;以及比例通知单元(例如,后述的比例通知单元105),其将由所述比例计算单元计算出的所述磁通量比例通知给所述速度变更单元(例如,后述的速度变更单元103)。

[0018] (5) 也可以是,(3)或(4)所述的数值控制装置(例如,后述的数值控制装置100、200)执行加工程序,由此生成进给速度指令值,所述速度变更单元(例如,后述的速度变更单元103)通过将所述进给速度指令值乘以所述磁通量比例来决定进给速度值,基于所述进给速度值来变更所述进给轴驱动用电动机的速度。

#### [0019] 发明的效果

[0020] 根据本发明,能够提供一种实现发热的降低和重切削时的稳定切削的机床的数值控制装置。

### 附图说明

[0021] 图1是本发明的概念图。

[0022] 图2是表示本发明的第一实施方式所涉及的控制系统的结构的图。

[0023] 图3是表示本发明的第一实施方式所涉及的控制系统的动作的图。

[0024] 图4是本发明中的磁通量的估计方法的说明图。

[0025] 图5是表示本发明的第二实施方式所涉及的控制系统的动作的图。

[0026] 图6是表示本发明的第三实施方式所涉及的控制系统的结构的图。

[0027] 图7是表示本发明的第三实施方式所涉及的控制系统的动作的图。

#### [0028] 附图标记说明

[0029] 10、20、30:数值控制系统;100、200:数值控制装置;102:磁通量获取单元;103:速度变更单元;104:比例计算单元;105:比例通知单元;125:感应电动机(主轴电动机);145:伺服电动机(进给轴驱动用电动机);150:机床。

## 具体实施方式

[0030] (第一实施方式)

[0031] 下面,参照图1至图4来详细叙述本发明的第一实施方式。

[0032] 图1是表示本发明的基本概念。在此,控制系统50具备数值控制装置51、主轴控制部52、进给轴控制部53、作为主轴电动机的感应电动机54、作为进给轴驱动用电动机的伺服电动机55。另外,设数值控制装置51通过主轴控制部52来控制感应电动机54,通过进给轴控制部53来控制伺服电动机55。

[0033] 在将感应电动机用作主轴电动机的情况下,如果不随着负荷变重而逐渐提高所生成的磁通量,则无法发挥感应电动机的最大能力。关于这一点,上面也叙述过了,存在以下情况:当在感应电动机54的磁通弱的状态下开始重切削时,由于切削开始时的急剧的负荷变动,主轴速度大幅下降或主轴停止。因此,主轴控制部52获取感应电动机54的磁通量。主轴控制部52将该磁通量发送到数值控制装置51,或者作为其它一例,将当前的磁通量相对于感应电动机54中的最大磁通量的比例(下面也称为“磁通量比例”)发送到数值控制装置51。数值控制装置51考虑该磁通量的数据或磁通量比例,来向进给轴控制部53发送移动指令(切削进给量)。进给轴控制部53根据从数值控制装置51接收到的移动指令(切削进给量)来控制伺服电动机55。

[0034] 此外,如上所述,从主轴控制部52对数值控制装置51发送磁通量或磁通量比例,但是实际上主轴控制部52与数值控制装置51按固定周期进行双向的通信。因此,也可以在该通信内从主轴控制部52向数值控制装置51传递磁通量或磁通量比例。

[0035] 图2表示本发明的第一实施方式所涉及的数值控制系统10的结构例。数值控制系统10具备数值控制装置100和机床150。机床150具备:主轴115,其安装加工物110;变速器120;作为上述的主轴电动机的感应电动机125,其借助变速器120来使主轴115旋转;放大器130,其输出感应电动机125的驱动电流;刀具135,其切削上述的加工物110;滚珠丝杠140,其使刀具135沿轴向移动;以及作为上述的进给轴驱动用电动机的伺服电动机145,其使滚珠丝杠140旋转。

[0036] 另外,数值控制装置100对感应电动机125和伺服电动机145进行控制,使得利用伴随滚珠丝杠140的旋转而移动的刀具135对伴随上述的感应电动机125的旋转而旋转的主轴115处安装的加工物110进行期望的切削加工。具体地说,数值控制装置100具备:固定旋转指令单元101,其对放大器130输入固定旋转指令信号;磁通量获取单元102,其从放大器130获取感应电动机125的当前的磁通量;以及速度变更单元103,其基于当前的磁通量来变更伺服电动机145的速度。在电动机是轴进行旋转的电动机的情况下,速度是指旋转速度。在此,虽未进行图示,但是数值控制装置100也可以具备与通常的数值控制装置同样的结构要素和功能。

[0037] 此外,电动机不限制于轴进行旋转的电动机,也可以是直线电动机。在直线电动机的情况下,速度是指直线状或曲线状的速度。图2的放大器130与图1的主轴控制部52对应。另外,图2的速度变更单元103与图1的进给轴控制部53对应。

[0038] 图3表示第一实施方式所涉及的数值控制系统10的动作。

[0039] 在步骤S11中,磁通量获取单元102从放大器130获取感应电动机125的当前的磁通

量 $\Phi$ 。

[0040] 在步骤S12中,速度变更单元103根据由磁通量获取单元102获取到的感应电动机125的当前的磁通量 $\Phi$ 来变更伺服电动机145的旋转速度。具体地说,在当前的磁通量 $\Phi$ 大时,使伺服电动机145的旋转速度大,另一方面,在当前的磁通量 $\Phi$ 小时,使伺服电动机145的旋转速度小。作为进给轴的滚珠丝杠140的进给速度为伺服电动机145的旋转速度与滚珠丝杠140的间距宽度之积,因此,通过变更伺服电动机145的旋转速度,能够变更进给轴的进给速度。

[0041] 此外,磁通量获取单元102既可以在感应电动机125中直接获取感应电动机125的当前的磁通量 $\Phi$ ,或者也可以探测感应电动机125的当前的磁通量 $\Phi$ 。或者,例如,也可以根据感应电动机125的励磁电流量等来估计当前的磁通量 $\Phi$ 。在此,参照图4来说明估计方法的一例。

[0042] 感应电动机的磁通量 $\Phi$ 与用于制造磁通的励磁电流( $I_d$ )同感应电动机的互感 $M$ 之积成比例。感应电动机的数值控制装置使励磁电流与作为目标的磁通量相应地变化,但是实际的磁通相对于励磁电流的变化表现出时间常数 $\tau$ (s)的一阶滞后的响应。在从励磁电流 $I_d=0$ 且磁通量 $\Phi=0$ 的状态起持续流通固定的励磁电流 $I_d$ 时,如图4所示那样利用下面的式子来估计 $t$ (sec)后的磁通量 $\Phi(t)$ 。

[0043] 
$$\Phi(t) = M \times I_d \times (1 - \exp(-t/\tau(s)))$$

[0044] 在实际的计算中,作为励磁电流 $I_d$ ,使用励磁电流的指令值或反馈值中的任一个,将对按控制周期得到的 $M \times I_d$ 应用时间常数 $\tau$ 的一阶低通滤波所得到的输出用作磁通估计值。

[0045] (第一实施方式的效果)

[0046] 在第一实施方式所涉及的数值控制系统10中,根据感应电动机的磁通量来变更进给速度,由此能够降低发热并在重切削时进行稳定的切削。

[0047] 具体地说,设想了使用以下技术的情况:以避免感应电动机中的定子线圈中由于流通励磁电流而伴有发热这一缺点为目的,在对于感应电动机的负荷轻、不需要高的转矩的情况下,减弱旋转磁场的磁通或励磁电流。在该情况下,当在由于减弱作为主轴电动机的感应电动机的磁通而转矩变小的状态下、通过进给轴驱动用电动机来开始对主轴电动机施加大的负荷的重切削(切削阻力大的切削)时,在切削开始时产生急剧的负荷变动。但是,在本实施方式中,在当前的磁通量 $\Phi$ 小时,进行减小伺服电动机145的速度的控制。如果伺服电动机145的速度小,则切削阻力比较小。因此,在当前的磁通量 $\Phi$ 小时,在防止对主轴电动机施加大的负荷的同时,在重切削时中也能够进行稳定的切削。

[0048] (第二实施方式)

[0049] 下面,参照图5来详细叙述本发明的第二实施方式。

[0050] 第二实施方式所涉及的控制装置20具备与第一实施方式所涉及的数值控制系统10基本相同的结构,因此省略其图示。但是,与第一实施方式不同,数值控制装置100除了具备固定旋转指令单元101、磁通量获取单元102、速度变更单元103以外,还具备比例计算单元104(未图示)。

[0051] 比例计算单元104计算由磁通量获取单元102获取到的当前的磁通量 $\Phi$ 在感应电动机125的最大磁通量 $\Phi_{max}$ 中所占的比例。并且,比例计算单元104将计算出的该磁通量比

例发送到速度变更单元103,速度变更单元103基于该磁通量比例来变更伺服电动机145的旋转速度。进给轴的进给速度为伺服电动机145的旋转速度与滚珠丝杠140的间距宽度之积,因此通过变更旋转速度,能够变更进给轴的进给速度。

[0052] 图5表示第二实施方式所涉及的数值控制系统20的动作。

[0053] 在步骤S21中,磁通量获取单元102从放大器130获取感应电动机125的当前的磁通量 $\Phi$ 。

[0054] 在步骤S22中,比例计算单元104计算由磁通量获取单元102获取到的当前的磁通量 $\Phi$ 在感应电动机125的最大磁通量 $\Phi_{\max}$ 中所占的比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ (下面也称为“磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ ”),将该磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 发送到速度变更单元103。

[0055] 在步骤S23中,速度变更单元103根据由比例计算单元104计算出的磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 来变更伺服电动机145的旋转速度。具体地说,在当前的磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 大时,使伺服电动机145的旋转速度大,另一方面,在当前的磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 小时,使伺服电动机145的旋转速度小。作为进给轴的滚珠丝杠140的进给速度为伺服电动机145的旋转速度与滚珠丝杠140的间距宽度之积,因此通过变更旋转速度,能够变更进给轴的进给速度。

[0056] (第二实施方式的效果)

[0057] 在第二实施方式所涉及的数值控制系统20中,也与第一实施方式所涉及的控制系统10同样地,根据感应电动机的磁通量来变更进给速度,由此能够降低发热并在重切削时进行稳定的切削。

[0058] (第三实施方式)

[0059] 下面,参照图6和图7来详细叙述本发明的第三实施方式。

[0060] 图6表示本发明的第三实施方式所涉及的数值控制系统30的结构例。此外,使用相同的标记来表示与第一实施方式所涉及的数值控制系统10相同的结构要素,省略其说明。

[0061] 控制系统30与第一实施方式所涉及的控制系统10不同,具备数值控制装置200。

[0062] 数值控制装置200与第一实施方式所涉及的数值控制装置100不同,还具备比例计算单元104和比例通知单元105。比例计算单元104与第二实施方式中的比例计算单元104同样地,计算由磁通量获取单元102获取到的当前的磁通量 $\Phi$ 在感应电动机125的最大磁通量 $\Phi_{\max}$ 中所占的比例(磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ )。另外,比例计算单元104将计算出的该磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 发送到比例通知单元105。比例通知单元105将从比例计算单元104接收到的磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 通知给速度变更单元103。在此,虽未进行图示,但是数值控制装置200也可以具备与通常的数值控制装置同样的结构要素和功能。

[0063] 图7表示第三实施方式所涉及的控制系统30的动作。

[0064] 在步骤S31中,磁通量获取单元102从放大器130获取感应电动机125的当前的磁通量 $\Phi$ 。

[0065] 在步骤S32中,比例计算单元104计算由磁通量获取单元102获取到的磁通量的比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 。

[0066] 在步骤S33中,比例通知单元105将由比例计算单元104计算出的磁通量比例 $\Phi/\Phi_{\max}$ 通知给速度变更单元103。

[0067] 在步骤S34中,速度变更单元103从由数值控制装置200执行的加工程序获取进给速度指令值 $F_p$ 。

[0068] 在步骤S35中,速度变更单元103使用数式 $F_c = F_p \times \Phi / \Phi_{\max}$ 来决定当前的进给速度值 $F_c$ ,基于该进给速度值 $F_c$ 来变更伺服电动机145的旋转速度。具体地说,在当前的磁通量比例 $\Phi / \Phi_{\max}$ 大时,使伺服电动机145的旋转速度大,另一方面,在当前的磁通量比例 $\Phi / \Phi_{\max}$ 小时,使伺服电动机145的旋转速度小。作为进给轴的滚珠丝杠140的进给速度为伺服电动机145的旋转速度与滚珠丝杠140的间距宽度之积,因此通过变更旋转速度,能够变更进给轴的进给速度。

[0069] (第三实施方式的效果)

[0070] 在第三实施方式所涉及的控制系统30中,也与第一实施方式所涉及的控制系统10以及第二实施方式所涉及的控制系统20同样地,根据感应电动机的磁通量来变更进给速度,由此能够降低发热并在重切削时进行稳定的切削。

[0071] 以上,说明了本发明的实施方式,但是本发明不限于前述的实施方式。另外,本实施方式所记载的效果不过是列举了由本发明产生的最优的效果,本发明的效果不限于本实施方式所记载的效果。

[0072] 通过软件来实现数值控制装置100或数值控制装置200的控制方法。在通过软件来实现的情况下,构成该软件的程序被安装到计算机(数值控制装置100或数值控制装置200)。另外,这些程序既可以记录到可移动媒体来分发给用户,也可以通过经由网络下载到用户的计算机来进行分发。并且,也可以不下载这些程序而是将这些程序作为经由网络进行的Web服务来提供给用户的计算机(数值控制装置100或数值控制装置200)。



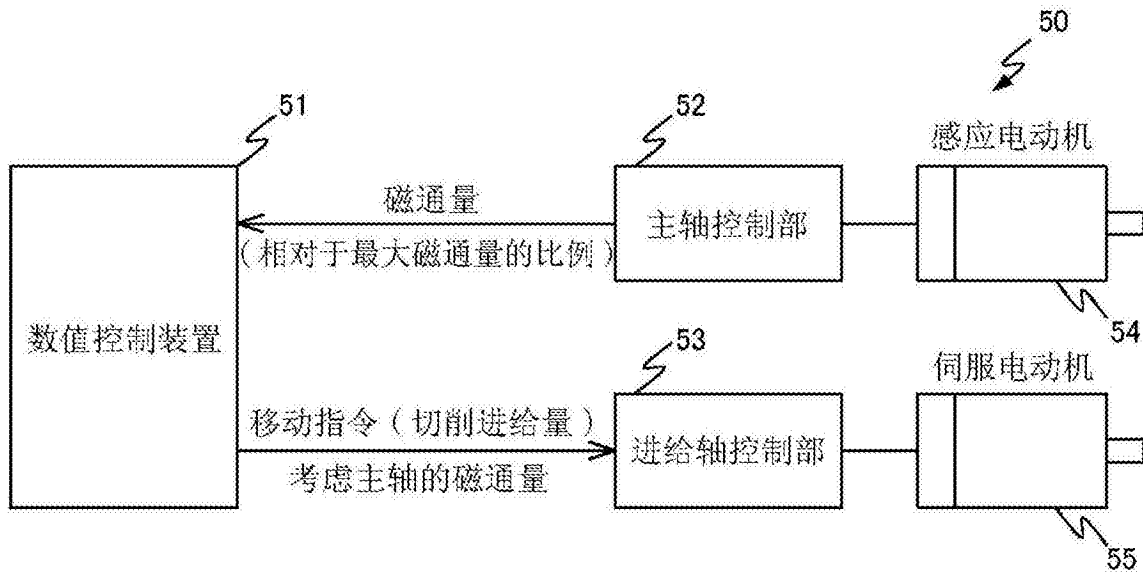


图1

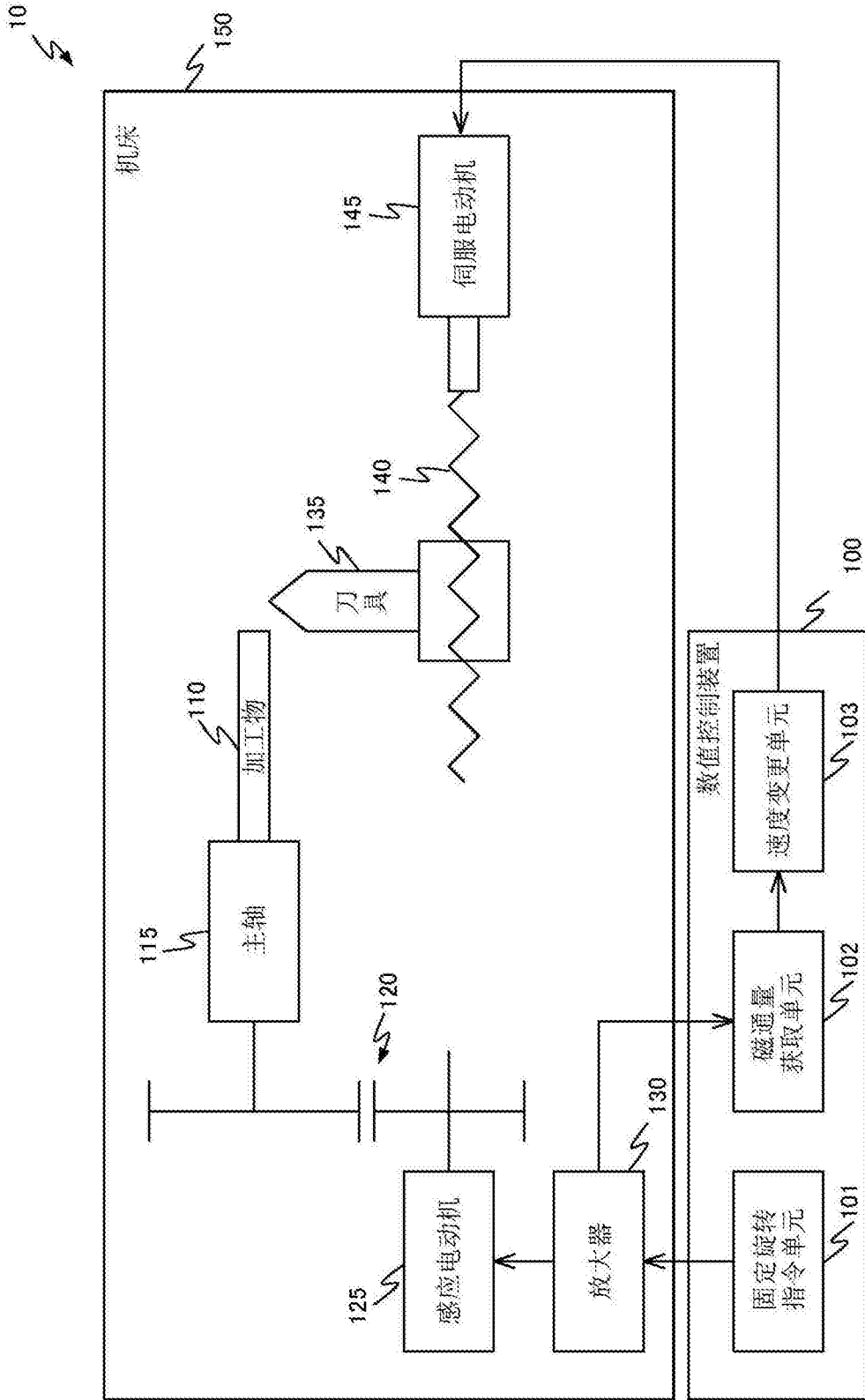


图2

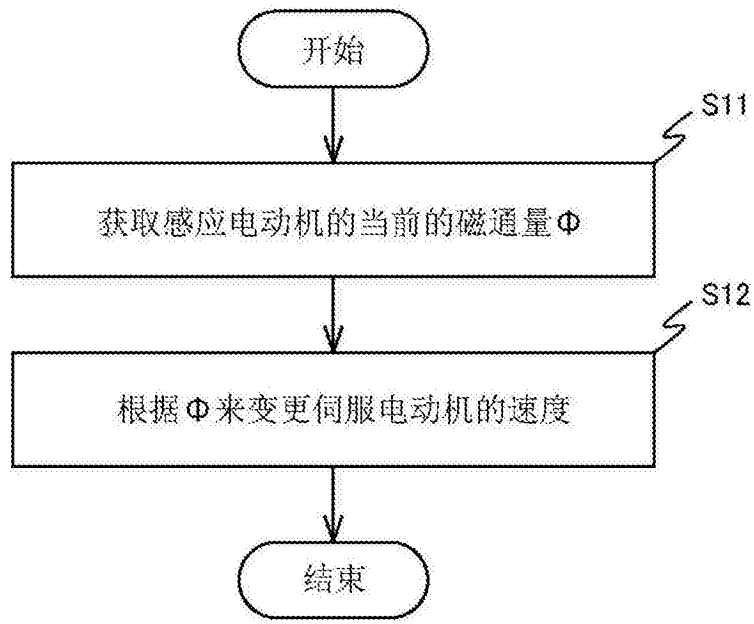


图3

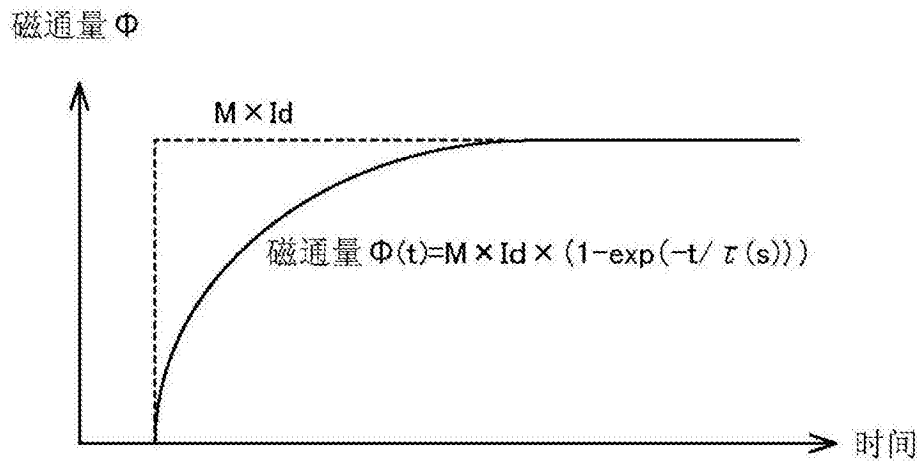


图4

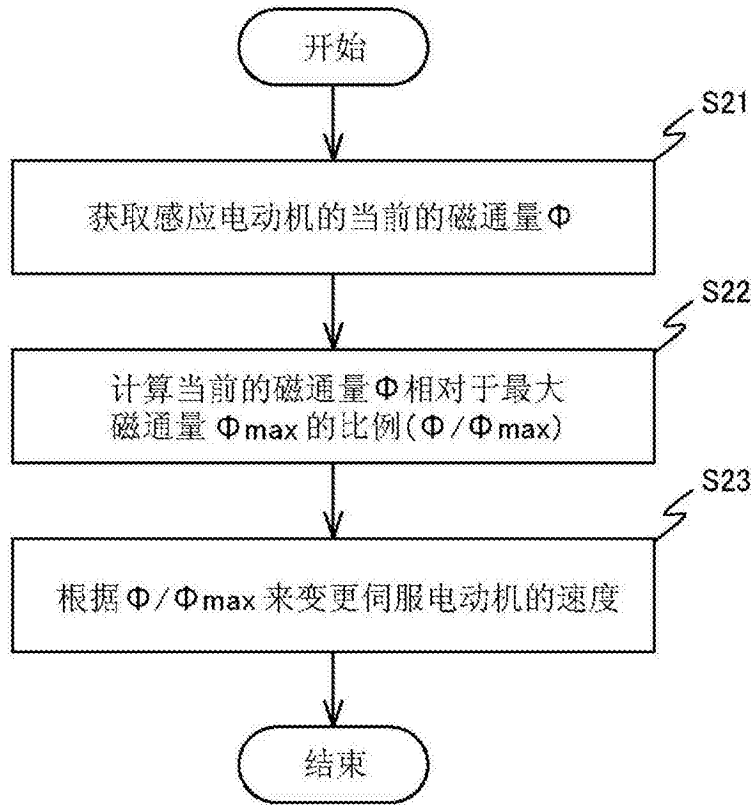


图5

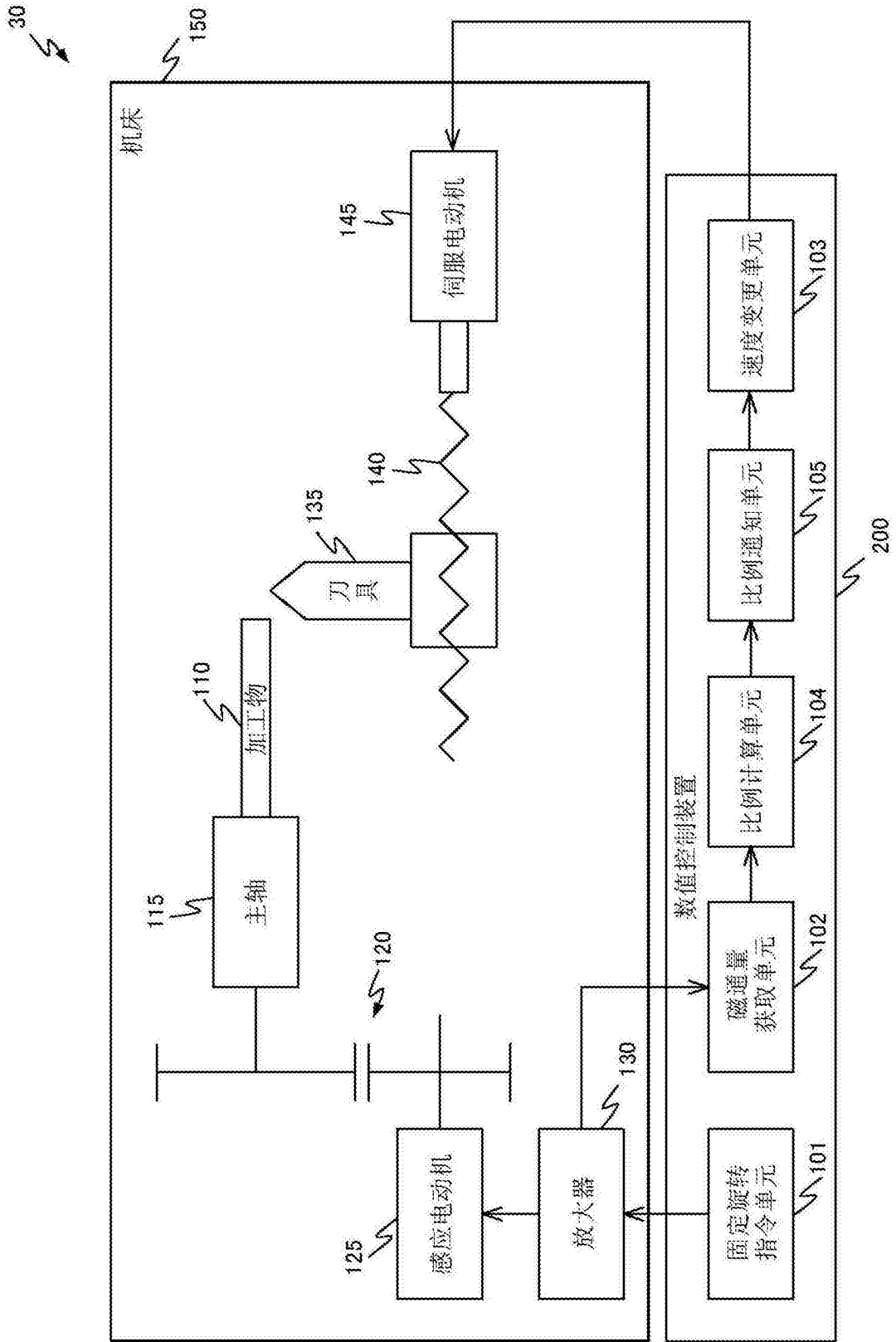


图6

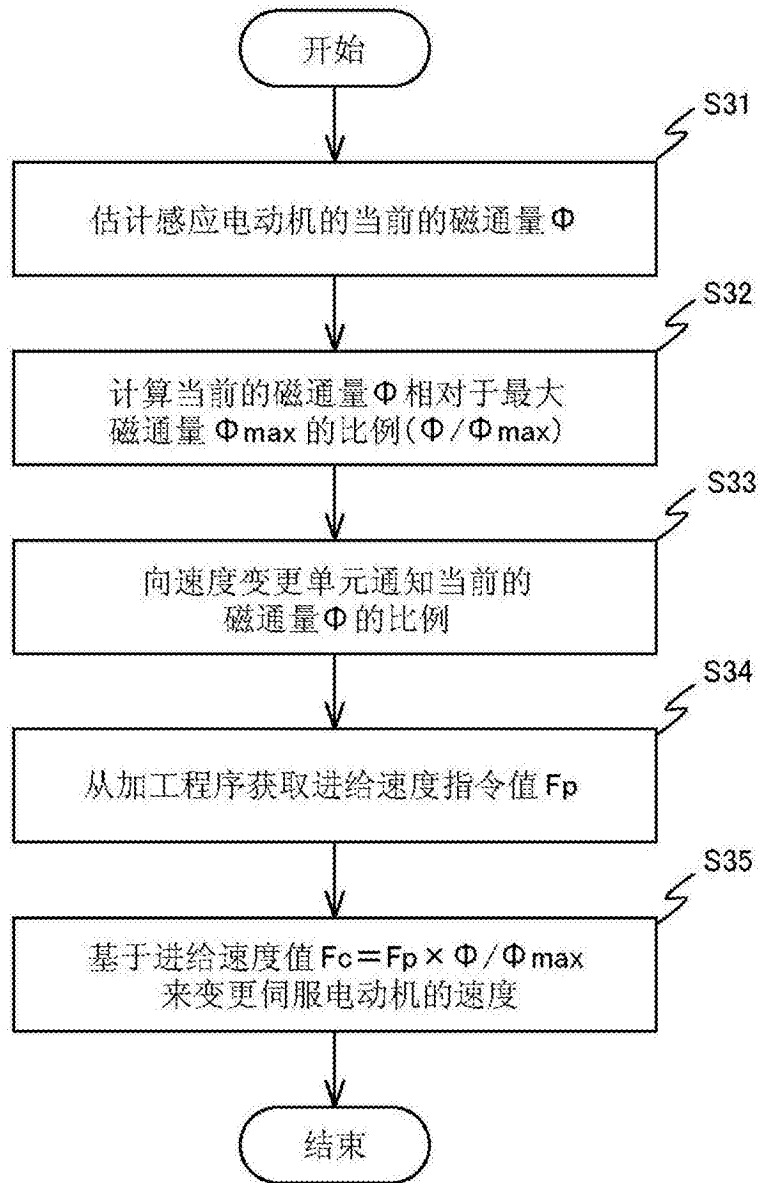


图7