



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101320955 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200810109907. 6

(22) 申请日 2008. 06. 04

(30) 优先权数据

2007-149636 2007. 06. 05 JP

(73) 专利权人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 岩下平辅 秋山隆洋 丹羽正一
堤智久

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 许静

(51) Int. Cl.

H02P 21/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5659235 A, 1997. 08. 19,

US 6275000 B1, 2001. 08. 14,

审查员 刘志聪

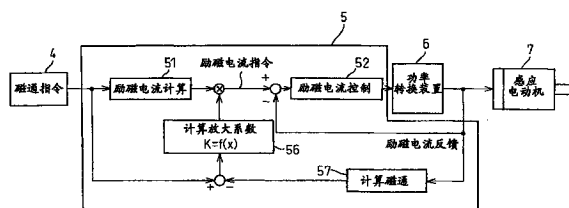
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

电动机控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种电动机控制装置。电流控制器 (5) 的励磁电流计算部计算与来自磁通指令计算部的磁通指令相对应的励磁电流。对该励磁电流乘以放大系数 K , 作为励磁电流指令。这里, 根据从磁通指令计算部输入的磁通指令中减去在磁通计算部根据来自功率转换装置的励磁电流反馈而计算出的磁通估计值而得到的偏差 x , 来决定放大系数 K 。此外, 还可以根据从磁通增大开始的时间的函数, 来求放大系数 K 。



1. 一种电动机控制装置,根据磁通指令值控制励磁电流、根据转矩指令值控制转矩电流,其特征在于,

具有:

系数计算单元,其计算作为所述磁通指令值与磁通估计值之间的偏差的函数而被求出的系数,或者作为从所述磁通增大开始的时间的函数而被求出的系数;以及

励磁电流计算单元,其根据相当于所述磁通指令值的励磁电流值和由所述系数计算单元而计算出的系数,来计算励磁电流指令值,

根据该计算出的励磁电流指令值,在从所述磁通增大开始到所述磁通到达磁通指令值为止的期间,控制励磁电流,

磁通指令值与磁通估计值之间的偏差的函数为:

$$f(x) = \text{Min}\{\sqrt{(I_{\text{max}}^2 - (i_2^*)^2)} / i_d^*, G \cdot x + 1\},$$

其中, I_{max} 为最大容许电流, i_2^* 为转矩电流指令, i_d^* 为励磁电流指令, G 为固定值,从磁通增大开始的时间的函数为:

$$g(t) = \sqrt{(I_{\text{max}}^2 - (i_2^*)^2)} / i_d^* \quad (t \leq t_1)$$

$$g(t) = 1 + (\sqrt{(I_{\text{max}}^2 - (i_2^*)^2)} - 1) \cdot \exp((-R_2/L_2)(t/t_1 - 1))$$

$(t_1 < t \leq T)$,

其中, I_{max} 为最大容许电流, i_2^* 为转矩电流指令、 i_d^* 为励磁电流指令, R_2 为 1 相的二次电阻, L_2 为二次电感, $t_1 = (R_2/L_2) \cdot \ln(D/(D-A/\Phi^*))$, 其中, D 为 $t \leq t_1$ 时的 $g(t)$ 的值, A 为切换放大系数的磁通的值, Φ^* 为磁通指令值。

2. 根据权利要求 1 所述的电动机控制装置,其特征在于,

还具有功率转换部,其根据转矩电流和励磁电流,对电动机供给驱动功率,

由所述励磁电流计算单元计算出的励磁电流,该计算出的励磁电流与转矩电流的矢量和的大小在不超过所述功率转换部的最大容许电流值的范围内。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电动机控制装置,其特征在于,

所述励磁电流计算单元在将电动机的控制模式在速度控制模式和位置控制模式之间进行切换时,计算所述励磁电流指令值。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的电动机控制装置,其特征在于,

所述励磁电流计算单元在将所述电动机从非励磁状态切换到励磁状态时,计算所述励磁电流指令值。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的电动机控制装置,其特征在于,

所述励磁电流计算单元在针对所述电动机的速度指令值变更时,计算所述励磁电流指令值。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的电动机控制装置,其特征在于,

所述励磁电流计算单元在针对所述电动机的磁通指令值变更时,计算所述励磁电流指令值。

电动机控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及进行感应电动机的矢量控制的电动机控制装置。尤其涉及能够进行使磁通的增大提早、不产生磁通的过冲的励磁电流指令的电动机控制装置。

背景技术

[0002] 感应电动机是在定子中流过一次电流来产生旋转磁场,转子对旋转磁场产生的磁通进行切割,由此在转子中感应出电压并流过二次电流,由该二次电流和磁通的相互作用产生转矩。长期以来,作为感应电动机的控制,使用了将定子中流过的一次电流分成磁通方向的励磁电流和二次电流即转矩电流来进行控制的矢量控制。产生的转矩与由励磁电流产生的磁通和转矩电流之积成正比。

[0003] 图9是说明现有的感应电动机的矢量控制的图。指定感应电动机的转矩的转矩指令输入到电流控制器5、并且输入到磁通指令计算部4,输出磁通指令。在磁通指令计算部4中,考虑了由感应电动机7的速度传感器71检测出并被反馈的旋转速度,来计算磁通指令。磁通指令与转矩指令同样地输入到电流控制器5。

[0004] 转矩指令输入到电流控制部5的转矩电流计算部53,转矩电流计算部53对转矩(q相)电流指令进行计算后输出。输出的转矩电流指令与从功率转换装置6反馈的转矩实际电流之间的偏差,输入到转矩电流控制器54,转矩电流控制器54按照所输入的转矩电流的偏差,对输入到dq-uvw转换部56的d相电压指令进行计算后输出。

[0005] 另一方面,励磁指令输入到电流控制器5的励磁电流计算部51,励磁电流计算部51输出励磁(d相)电流指令。输出的励磁电流指令与从功率转换装置6反馈的励磁实际电流之间的偏差输入到励磁电流控制器52,励磁电流控制器52按照所输入的励磁电流的偏差,对输入到dq-uvw转换部56的q相电压指令进行计算后输出。

[0006] dq-uvw转换部56将输入的d相电压指令以及q相电压指令转换成u相电压指令、v相电压指令以及w相电压指令。u相电压指令、v相电压指令以及w相电压指令作为电流控制部5的输出,输入到功率转换装置6。输入到功率转换装置6的u相电压指令、v相电压指令以及w相电压指令,由功率转换装置6被转换为对感应电动机7供给的uvw相的实际电流。感应电动机7由该uvw相的实际电流驱动,感应电动机7输出由转矩指令而指定的转矩,使主轴8旋转。

[0007] 另外,从功率转换装置6输出的uvw相的实际电流被反馈到电流控制器5,由电流控制器5的uvw-dq转换部55转换为转矩(d相)实际电流和励磁(q相)实际电流,作为转矩电流反馈和励磁电流反馈而被使用。此外,感应电动机7的速度传感器71向磁通指令计算部4反馈感应电动机7的旋转速度。

[0008] 像这样在增大感应电动机的磁通时、或者存在如提高控制的应答性的磁通指令的变更时等情况下,要求快速增大磁通或者变更磁通。但是,产生的磁通相对于励磁电流以由电路常数决定的时间常数增大,因此到确立磁通为止相对于励磁电流延迟。

[0009] 因此,目前为了缩短磁通的增大时间,从磁通增大时刻开始到磁通的估计值达到

指令值为止,对磁通指令乘以固定的放大系数,赋予大于指令值的值,来产生磁通。然而,乘以放大系数的结果是导致所产生的磁通必定过冲、达到磁通指令值的时间延迟的问题(参照特公平 6-67253 号公报)。

发明内容

[0010] 本发明是鉴于上述问题而提出的发明,其目的在于提供一种根据磁通指令值与磁通估计值之间的偏差的函数、或者根据从磁通增大时刻开始的时间 t 的函数来求出放大系数,由此使磁通的增大提早、并且不产生过冲的电动机控制装置。

[0011] 为了达到上述目的,本发明的电动机控制装置,根据磁通指令值控制励磁电流、根据转矩指令值控制转矩,其特征在于,具有:系数计算单元,其计算作为所述磁通指令值与磁通估计值之间的偏差的函数而被求出的系数,或者作为从所述磁通增大开始的时间的函数而被求出的系数;以及励磁电流计算单元,其根据相当于所述磁通指令值的励磁电流值和由所述系数计算单元而计算出的系数,来计算励磁电流指令值,根据该计算出的励磁电流指令值,在从所述磁通增大开始到所述磁通到达磁通指令值为止的期间,控制励磁电流。

[0012] 而且,还具有功率转换部,其根据转矩电流和励磁电流,对电动机供给驱动功率,由所述励磁电流计算单元计算出的励磁电流,该计算出的励磁电流与转矩电流的矢量和的大小在不超过所述功率转换部的最大容许电流值的范围内。

[0013] 所述励磁电流计算单元在将电动机的控制模式在速度控制模式和位置控制模式之间进行切换时,计算所述励磁电流指令值。

[0014] 而且,所述励磁电流计算单元在将所述电动机从非励磁状态切换到励磁状态时,计算所述励磁电流指令值。

[0015] 而且,所述励磁电流计算单元在针对所述电动机的速度指令值变更时,计算所述励磁电流指令值。

[0016] 而且,所述励磁电流计算单元在针对所述电动机的磁通指令值变更时,计算所述励磁电流指令值。

[0017] 本发明的电动控制装置由于根据磁通指令值与磁通估计值之间的偏差的函数、或者根据从磁通增大时刻开始的时间 t 的函数来求出放大系数,因此可以使磁通的增大提早、并且不产生磁通的过冲,因而不存在磁通收敛的时间延迟。

[0018] 在根据磁通指令值与磁通估计值之间的偏差来求放大系数时,由于反馈磁通估计值来计算放大系数,因此可以赋予与磁通状态相对应的励磁电流指令。

[0019] 此外,根据从磁通增大开始的时间求放大系数时,由于根据从电动机的电路常数而求出的时间常数来计算放大系数,因此可以不估计磁通状态地赋予励磁电流指令。

附图说明

[0020] 图 1 是对本发明的实施方式与现有例进行比较说明的图。

[0021] 图 2 是说明本发明的第一实施方式的图。

[0022] 图 3 是说明本发明的实施方式的动作的图。

[0023] 图 4 是说明本发明的第二实施方式的图。

[0024] 图 5 是表示应用本发明的实施方式的第一实施例的图。

- [0025] 图 6 是表示应用本发明的实施方式的第二实施例的图。
[0026] 图 7 是表示应用本发明的实施方式的第三实施例的图。
[0027] 图 8 是表示应用本发明的实施方式的第四实施例的图。
[0028] 图 9 是表示一般的感应电动机的矢量控制的现有例的图。

具体实施方式

[0029] 以下,参照附图说明本发明的实施方式,但在此之前,对本发明的原理进行说明。

[0030] 一般地,由励磁电流 i_d 在感应电动机中产生的磁通 Φ 不与励磁电流 i_d 成比例关系,当设定子线圈和转子线圈之间的相互电感为 M 、1 相的二次电阻为 R_2 、二次电感为 L_2 、时间为 t 时,存在

$$[0031] \quad \Phi = (1 - \exp((-R_2/L_2)t)) \cdot M \cdot i_d \quad (1)$$

[0032] 中表示的关系。因此,磁通 Φ 相对于励磁电流 i_d ,通过电路常数决定的时间常数 L_2/R_2 而增大。

[0033] 本发明考虑了在公式 (1) 中所示的磁通增大时的磁通与励磁电流的关系,使与磁通指令值进行乘法运算的放大系数 K 作为磁通偏差的函数或者时间的函数来进行变化。即,根据磁通指令值与由公式 (1) 估计的磁通指令值之间的偏差 x 的函数 $f(x)$ 、或者从磁通增大时刻开始的时间 (t) 的函数 $g(t)$ 来求放大系数 K ,对于相当于磁通指令的励磁电流指令 i_d^* ,根据

$$[0034] \quad i_d^{*'} = K \cdot i_d^* \quad (2)$$

[0035] 求新的励磁电流指令 $i_d^{*'}$ 。

[0036] 图 1 是为了说明本发明的作用效果,表示使用本发明的放大系数 K 的情况与现有情况的区别的图。另外,图 1 是通过一例来说明本发明的作用效果的图,并限定本发明。本发明的保护范围仅由权利要求的范围所确定。

[0037] 在图 1 的左侧说明现有的情况,在右侧表示本发明的情况。在现有例中对应于 (a) 中表示的在时间 $t = 0$ 时所输出的磁通指令,如 (b) 中所示,放大系数 K 仅在规定的区间 1 ($t = 0 \sim T$) 里取大于 1 的固定值。因此,如 (c) 所示,在区间 1 中,对励磁电流指令乘以放大系数 $K (> 1)$,在区间 1 中流过相当于磁通指令值的大于励磁电流的一定电流 (励磁电流 $+ \alpha$)。其结果是如 (d) 中所示,由励磁电流产生的磁通在区间 1 的最后过冲,在收敛于磁通指令值之前需要一定时间。

[0038] 根据本发明,针对 $t = 0$ 时的磁通指令,放大系数 $K (> 1)$ 在区间 1 内,起初取最大值,但过了 $t = t_1 (< T)$ 时就按照预先准备的函数逐渐减少到 1。因此,如 (c) 所示,区间 1 中流过的励磁电流不是固定值,而是按照预先准备的函数逐渐减少到相当于磁通指令值的电流值。其结果是,如 (d) 所示,在区间 1 中不存在磁通过冲,在区间 1 的最后收敛于所期望的磁通指令值,缩短了达到磁通指令值的时间。

[0039] 而且,根据磁通指令值与磁通估计值之间的偏差来求放大系数时,由于反馈磁通估计值来计算放大系数,因此能够赋予对应于磁通状态的励磁电流指令。

[0040] 此外,根据磁通增大开始的时间求放大系数时,因为根据由电动机的电路常数而求出的时间常数来计算放大系数,所以能够不估计磁通的状态地赋予励磁电流指令。

[0041] 以下,参照图 2 ~ 7,说明本发明的实施方式以及具体例子。

[0042] 图 2 是说明作为本发明的第一实施方式的根据磁通偏差 x 的函数 $f(x)$ 而求出的放大系数 K 的图。在图 2 中, 电流控制器 5 仅示出了为了计算针对励磁电流指令的放大系数 K 而必需的结构, 省略了关于转矩电流控制、dq-uvw 转换以及其逆转换等的结构。另外, 为了便于理解, 对于与图 9 的对一般的矢量控制进行说明的图相同的结构, 标注相同的标号。

[0043] 励磁电流计算部 51 根据从磁通指令计算部 4 向电流控制部 5 输入的磁通指令, 来计算对应于磁通指令的励磁电流。对所计算出的励磁电流上乘以放大系数 K 来得到励磁电流指令。如图 2 所示, 根据偏差 x 来决定放大系数 K , 该偏差 x 是从由磁通指令计算部 4 输入的磁通指令中减去由磁通计算部 57 根据来自功率转换装置 6 的励磁电流反馈而计算出的磁通估计值而得到的。励磁电流控制器 52, 通过从乘以该放大系数 K 而得的励磁电流指令中减去来自功率转换装置 6 的励磁电流反馈而得的偏差而被控制, 计算励磁电压指令, 经由 dq-uvw 转换部 (未图示) 输出到功率转换装置 6。另外, 来自功率转换装置 6 的输出励磁电流反馈, 对应于作为图 9 的 uvw-dq 转换部 55 的输出的励磁 (d 相) 实际电流。

[0044] 决定放大系数 K 的函数 $f(x)$ 作为磁通指令值与磁通估计值之间的偏差 x 的函数, 例如被赋予为 $f(x) = G \cdot x + 1$ (G 为固定值)。但是, 电流转换装置 6 存在不能输出超过最大容许电流的电流这样的约束, 因此, 放大系数 K 在 $I_{\max}$: 最大容许电流、 i_2^* : 转矩电流指令、 i_d^* : 励磁电流指令时, 被赋予为

$$[0045] \quad f(x) = \text{Min}\{\sqrt{(I_{\max}^2 - (i_2^*)^2)} / i_d^*, G \cdot x + 1\} \quad (3)$$

[0046] 。此处, $\sqrt{(I_{\max}^2 - (i_2^*)^2)} / i_d^*$ 对应于图 1 的放大系数 k 的最大值 D 。

[0047] 即, 放大系数, 在根据向感应电动机供给功率的功率转换装置 6 的最大容许电流而计算出的值 $\sqrt{(I_{\max}^2 - (i_2^*)^2)} / i_d^*$ 、或者根据偏差 x 而计算出的值 $f(x) = G \cdot x + 1$ 中, 取较小的值。

[0048] 图 3(a) 是说明在磁通增大时 (区间 1) 以最大容许电流加速时的电流指令的图, 图 3(b) 是说明磁通增大后 (区间 2) 的电流指令的图。

[0049] 如图 3(a) 所示, 在区间 1 的初期以最大容许电流增大时, 转矩电流指令为 100%, 与此相对, 励磁电流指令为 100% 以上的值。此时, 在以矢量方式合成转矩电流指令和励磁电流指令而得的一次电流指令成为功率转换装置的最大容许电流之前, 可以使励磁电流指令变大 (以 $+\alpha$ 表示)。

[0050] 图 3(b) 表示磁通增大结束后的区间 2 中的转矩电流指令和励磁电流指令之间的关系。从图中可以明确知道, 转矩电流指令和励磁电流指令都取 100%, 合成转矩电流指令和励磁电流指令而得的一次电流指令小于最大容许电流。

[0051] 图 4 是表示作为本发明的第二实施方式的、根据从磁通增大时刻开始的时间 t 的函数 $g(t)$ 而决定的放大系数的图。在图 4 中, 与图 2 一样仅示出了为了计算函数 $g(t)$ 而必需的结构, 省略其它部分。另外, 为了便于理解, 对于与图 9 中的对一般的矢量控制进行说明的图相同的结构, 标注相同的标号。

[0052] 如图 4 所示, 励磁电流计算部 51 根据从磁通指令计算部 4 向电流控制器 5 输入的磁通指令, 来计算对应于磁通指令的励磁电流。计算出的励磁电流乘以放大系数 K 成为励磁电流指令。根据从励磁增大时刻开始的时间 t 的函数 $g(t)$ 来决定放大系数 K 。从乘以放大系数 K 而得的励磁电流指令中减去来自功率转换装置 6 的励磁电流反馈而得的偏差, 输

入到电流控制器 52, 计算励磁电流指令, 经由 dq-uvw 转换部 (未图示) 输出到功率转换装置 6。另外, 从功率转换装置 6 输出的励磁电流反馈, 对应于作为图 9 的 uvw-dq 转换部 55 的输出的励磁 (d 相) 实际电流。

[0053] 在图 4 中, 放大系数 K 被计算为从磁通增大开始的时间 t 的函数 g(t), 但 g(t) 从磁通增大开始到规定时间 t1 为止, 以从功率转换装置 6 输出最大容许电流的方式输出较大的励磁电流, 经过规定时间 t1 时就输出作为时间 t 的函数以指数函数的方式减少的电流。

[0054] 为了求 g(t), 需要求从对应于最大容许电流的最大励磁电流切换到以指数函数的方式减少的电流的时间 t1。为此, 将 $t \leq t1$ 时的 g(t) 的值, 即设输出最大励磁电流值的 g(t) 的值为 D、磁通指令值为 Φ^* 、切换放大系数的磁通的值为 $A (< \Phi^*)$ 时, 按照

$$[0055] \quad t1 = (R_2/L_2) \cdot \ln(D/(D-A/\Phi^*)) \quad (4)$$

[0056] 来求规定时间 t1。

[0057] 换言之, 磁通到达磁通指令值 Φ^* 之前, 在磁通处于比磁通指令值 Φ^* 低的等级 A 时的时间 t1, 切换放大系数。

[0058] 因此, 当 $t \leq t1$ 时, I_{max} : 最大容许电流、 i_2^* : 转矩电流指令、 i_d^* : 励磁电流指令, 放大系数 K 可以根据

$$[0059] \quad g(t) = \sqrt{(I_{max}^2 - (i_2^*)^2)} / i_d^* \quad (t \leq t1) \quad (5)$$

[0060] 而求出。即, 在 $t \leq t1$ 时, 函数 g(t) 的值可以取根据功率转换装置 6 的最大容许电流而求出的值。

[0061] 当 $t1 < t \leq T$ 时, 将以下式

$$[0062] \quad g(t) = 1 + (\sqrt{(I_{max}^2 + (i_2^*)^2)} - 1) \cdot \exp((-R_2/L_2)(t/t1 - 1))$$

$$[0063] \quad (t1 < t \leq T) \quad (6)$$

[0064] 而决定的函数 g(t) 作为放大系数 K。在公式 (6) 中计算的放大系数 $K = g(t)$ 与 $\exp((-R_2/L_2)(t/t1 - 1))$ 成正比, 取收敛于 1 的值。

[0065] 另外, f(x) 以及 g(t) 除了如上述作为函数来计算值以外, 可以通过预先准备表格, 从该表格提取对应于偏差 x 或者时间 t 的值作为 (x) 以及 g(t) 的值来实现。

[0066] 接着, 参照图 5 ~ 8, 说明应用本发明的具体例子。在以下说明的具体例子中也是省略了用于说明与磁通的增大处理或者磁通的变更处理对应的励磁电流控制的结构以外的结构, 例如关于转矩电流控制、dq-uvw 的坐标转换等的结构。

[0067] 图 5 是说明从不要求应答性的速度控制模式切换到要求应答性的位置控制模式时的感应电动机的控制的图。作为控制对象的感应电动机 7 具有检测感应电动机 7 的速度速度传感器 71、检测感应电动机 7 的主轴 8 的旋转位置的位置传感器 81。输出用于控制感应电动机 7 的指令值的控制指令部 1 输出切换速度控制模式和位置控制模式的控制模式信号, 并且输出速度指令和位置指令。

[0068] 从不要求转矩输出的应答性的速度控制切换到被要求转矩输出的应答性的位置控制时, 从控制指令部 1 输出位置控制模式, 可以通过切换单元 11 进行位置控制, 并且增强磁通来确保转矩的应答性。

[0069] 当成为位置控制模式时, 从控制指令部 1 被输出的位置指令中减去来自位置传感器 81 的位置反馈而得的位置偏差输入到位置控制器 2。位置控制器 2 输出对应于所输入

的位置偏差的速度指令。将从输出的速度指令中减去由速度传感器 71 获得的速度反馈而得到的速度偏差,输入到速度控制器 3。速度控制器 3 根据所输入的速度偏差,输出转矩指令。转矩指令输入到电流控制器 5。另一方面,为了增强磁通,根据转矩指令经由磁通指令计算器 4 计算得到磁通指令,输入到电流控制器 5。电流控制器 5 将一次电流指令输出到功率转换装置 6,通过率转换装置 6 的输出来驱动控制感应电动机。

[0070] 在图 5 的电流控制器 5 中,采用根据磁通指令与反馈的磁通之间的偏差 x 的函数 $f(x)$ 来决定放大系数(图 2)的结构、或者采用根据从磁通增大时刻开始的时间 t 的函数 $g(t)$ 来决定放大系数(图 4)的结构,对励磁电流指令乘以通过某个方式算出的放大系数。

[0071] 根据磁通指令与被反馈的磁通之间的偏差 x 的函数 $f(x)$ 来求放大系数 K 时,如图 2 所示,配置放大系数计算部 56 和磁通计算部 57。然后,根据从磁通指令计算部 4 输入到电流控制部 5 的磁通指令与由输入励磁电流反馈的磁通计算部 57 进行计算后输出的磁通估计值之间的偏差 x ,来求函数 $f(x)$,决定放大系数 K 。对由励磁电流计算部 51 算出的励磁电流上乘以放大系数 K ,成为励磁电流指令。

[0072] 决定放大系数 K 的函数 $f(x)$,如公式 (3) 中规定,在根据对感应电动机供给功率的功率转换装置的最大容许电流而计算的值 $\sqrt{(I_{\max}^2 - (i_2^*)^2)}/i_d^*$ 、或者根据偏差 x 计算的值 $f(x) = G \cdot x + 1$ 中,取较小的值。

[0073] 从磁通增大时刻开始的时间 t 的函数 $g(t)$ 求放大系数 K 时,如图 4 中记载,配置具有函数 $g(t)$ 的放大系数计算部 58,向放大系数计算部 58 输入从磁通增大时刻开始的时间 t ,由函数 $g(t)$ 来决定放大系数 K 。然后,对对应于磁通指令的励磁电流上乘以放大系数 K ,求励磁电流指令。

[0074] 决定放大系数的函数 $g(t)$,如公式 (5)、公式 (6) 中规定,由下式所决定:

[0075] 当 $t \leq t_1$ 时,

[0076] $g(t) = \sqrt{(I_{\max}^2 - (i_2^*)^2)}/i_d^*$

[0077] 当 $t_1 < t \leq T$ 时,

[0078] 由

$g(t) = 1 + (\sqrt{(I_{\max}^2 + (i_2^*)^2)} - 1) \cdot \exp((-R_2/L_2)(t/t_1 - 1))$

[0079] ($t_1 < t \leq T$)

[0080] 即使是从不要求转矩输出的应答性的速度控制切换到要求转矩输出的应答性的位置控制的情况下,也可以通过使用这样的放大系数 K 来快速进行磁通的增大、而且还可以避免过冲,因此不存在收敛于磁通指令值的时间延迟等现象。

[0081] 图 6 是说明从非励磁状态切换到励磁状态时的感应电动机的励磁电流控制的图。

[0082] 作为控制对象的感应电动机 7 用于旋转驱动主轴 8,具有检测感应电动机 7 的速度速度传感器 71。输出用于控制感应电动机 7 的指令值的控制指令部 1 被构成为输出驱动指令和速度指令。

[0083] 从不产生磁通的非励磁状态切换到励磁状态时,从控制指令部 1 输出开启励磁的励磁指令,并且输出速度指令。

[0084] 从输出的速度指令中减去由速度传感器 1 取得的速度反馈,来算出速度偏差,将该速度偏差输入到速度控制器 3。速度控制器 3 根据所输入的速度偏差,输出转矩指令。转

矩指令输入到电流控制器 5,而且为了产生规定的磁通,从转矩指令经由磁通指令计算器 4 计算得到的磁通指令,输入到电流控制器 5。

[0085] 在图 6 的控制装置中,也可以与图 5 相同地,采用根据磁通指令与被反馈的磁通之间的偏差 x 的函数 $f(x)$ 来求出放大系数的结构(图 2)、或者采用根据从磁通增大时开始的时间 t 的函数 $g(t)$ 来求出放大系数的结构(图 4)。电流控制部 5 的结构与图 5 的控制装置相同所以省略说明。

[0086] 使用任意一种放大系数,都可以使从非励磁状态增大到励磁状态的时间提早,并且可以向功率转换装置 6 输出不产生磁通的过冲的一次电流指令。

[0087] 图 7 是表示变更速度指令时的感应电动机的励磁电流控制的图。

[0088] 在图 7 中,控制指令部 1 不是输出开(ON)、关(OFF)励磁的控制指令、而是具有检测速度指令的变更的速度指令变更检测部 9,在这一点上与图 6 不同而其它结构相同。

[0089] 由控制指令部 1 变更速度指令时,从变更的速度指令中减去由感应电动机的速度传感器 71 得到的速度反馈,来算出速度偏差,将该速度偏差输入到速度控制器 3。速度控制器 3 根据所输入的速度偏差,输出转矩指令。磁通指令计算器 4 根据转矩指令,减去速度反馈,输出用于产生变更后的磁通的磁通指令,该磁通指令输入到电流控制器 5。

[0090] 另一方面,从控制指令部 1 输出变更后的速度指令时,速度指令变更检测部 9 检测到速度指令已变更,将速度指令变更检测信号输入到电流控制部 5。电流控制部 5 根据速度指令变更信号的输入,开始对励磁电流乘以基于本实施方式的放大系数 K 的磁通增大处理,增强磁通来产生转矩,尽早结束到达变更后的速度为止的加减速。

[0091] 在图 7 的控制装置中,也可以与图 5、6 相同地采用根据磁通指令与被反馈的磁通之间的偏差 x 的函数 $f(x)$ 来求出放大系数的结构(图 2)、或者采用根据从磁通增大时开始的时间(t)的函数 $g(t)$ 来求出放大系数的结构(图 4)。电流控制部 5 的结构以及功能与图 5 的控制装置相同,因此省略说明。

[0092] 使用任意一种放大系数,在变更速度指令的情况下由于可以使励磁增大时间提早、并且可以控制成不产生磁通的过冲,因此都可以尽早结束到达变更后的速度为止的加减速。

[0093] 图 8 是表示预先知道进行要求瞬间转矩的应答性的加工或者动作时的励磁电流控制的图。在图 8 中所示的控制装置被构成为控制指令部 1 向电流控制器 5 输出磁通放大信号。与图 6 相比,在图 6 中控制指令部 1 向电流控制器 5 输出开、关励磁的控制指令,而在图 8 中,向电流控制器 5 输出磁通放大信号。其它结构相同。

[0094] 在预先知道进行要求瞬时转矩的应答性的加工或者动作的情况下,当成为该时刻时,控制指令部 1 输出磁通放大信号,输入到电流控制器 5。

[0095] 电流控制器 5 根据磁通放大信号的输入,开始对励磁电流乘以基于本实施方式的放大系数 K 的磁通增大处理,增强磁通产生转矩。

[0096] 在图 8 的控制装置中,可以与图 5 ~ 7 相同地采用根据磁通指令与被反馈的磁通之间的偏差 x 的函数 $f(x)$ 来求出放大系数的结构(图 2)、或者采用根据从磁通增大时开始的时间(t)的函数 $g(t)$ 来求出放大系数的结构(图 4)。电流控制部 5 的结构以及功能与参照图 2、4、5 说明过的电流控制部相同,因此省略说明。

[0097] 使用任意一种放大系数,在磁通放大信号输入到电流控制器 5 时,由于可以使励

磁的增大时间提早、并且能够控制成不产生磁通的过冲,因此都可以尽早结束所期望的转矩变更。

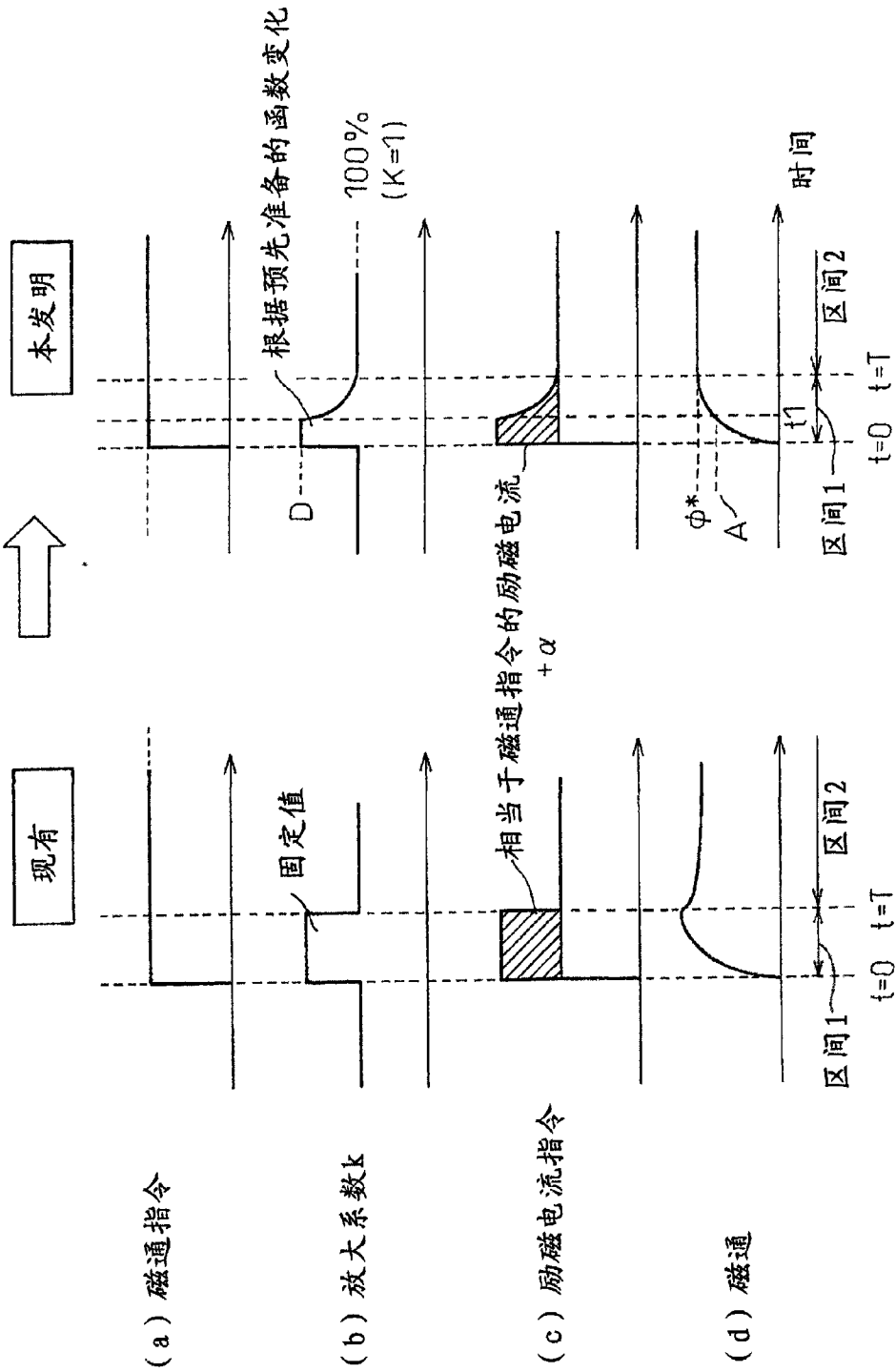


图 1

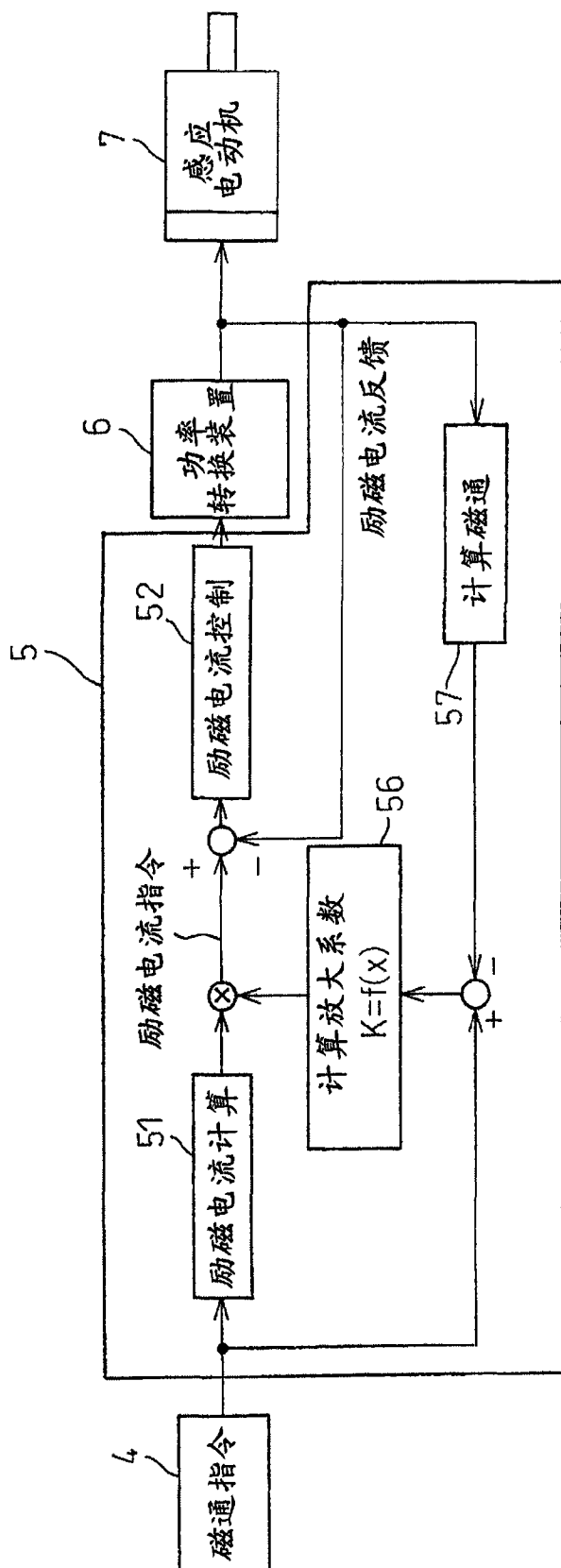
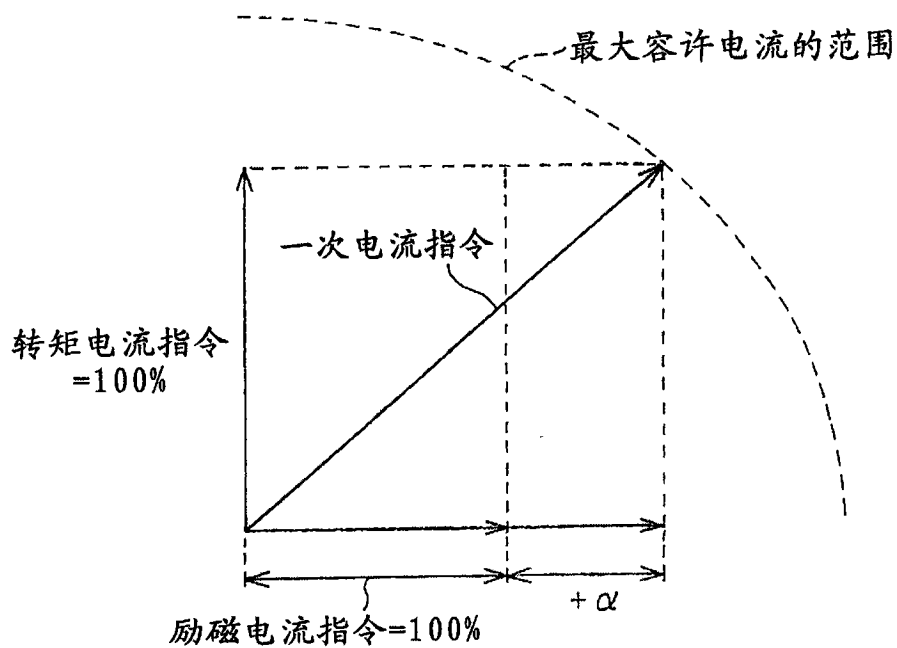


图 2

(a) 磁通增大时 (区间1) 的电流指令



(b) 磁通增大后 (区间2) 的电流指令

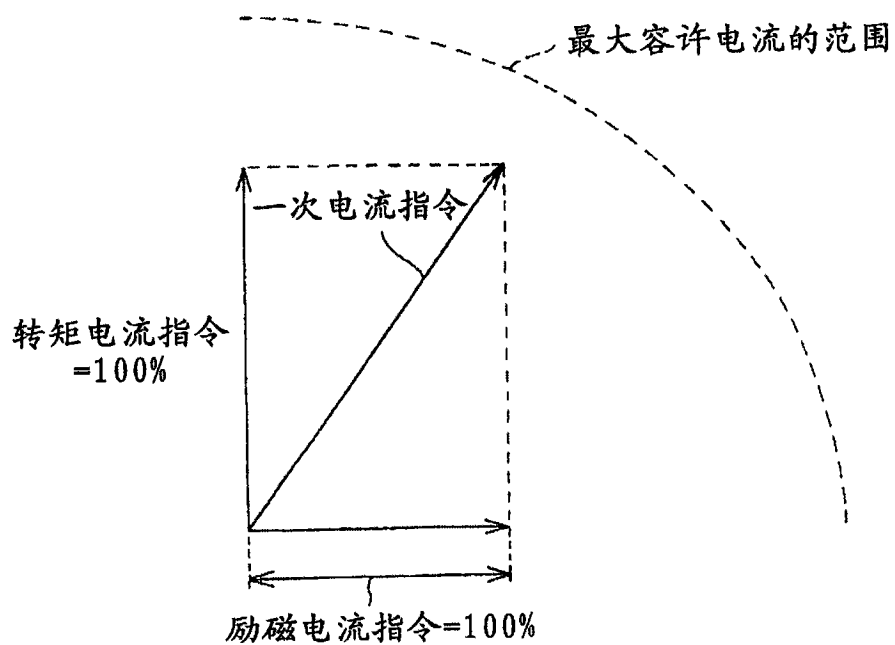


图 3

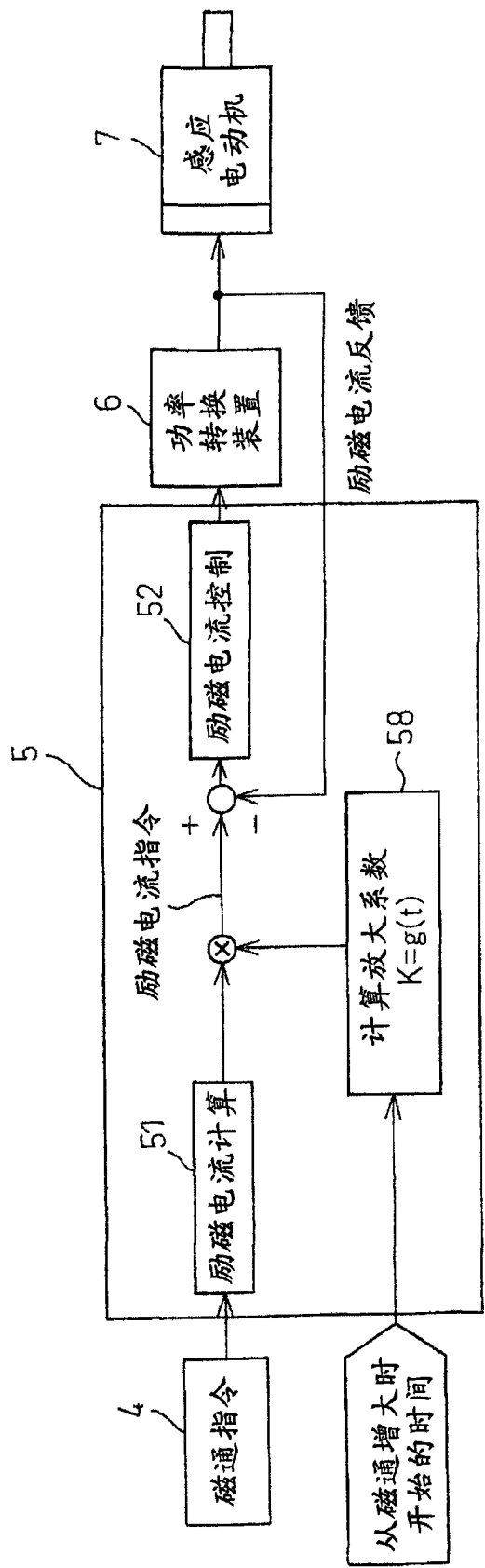


图 4

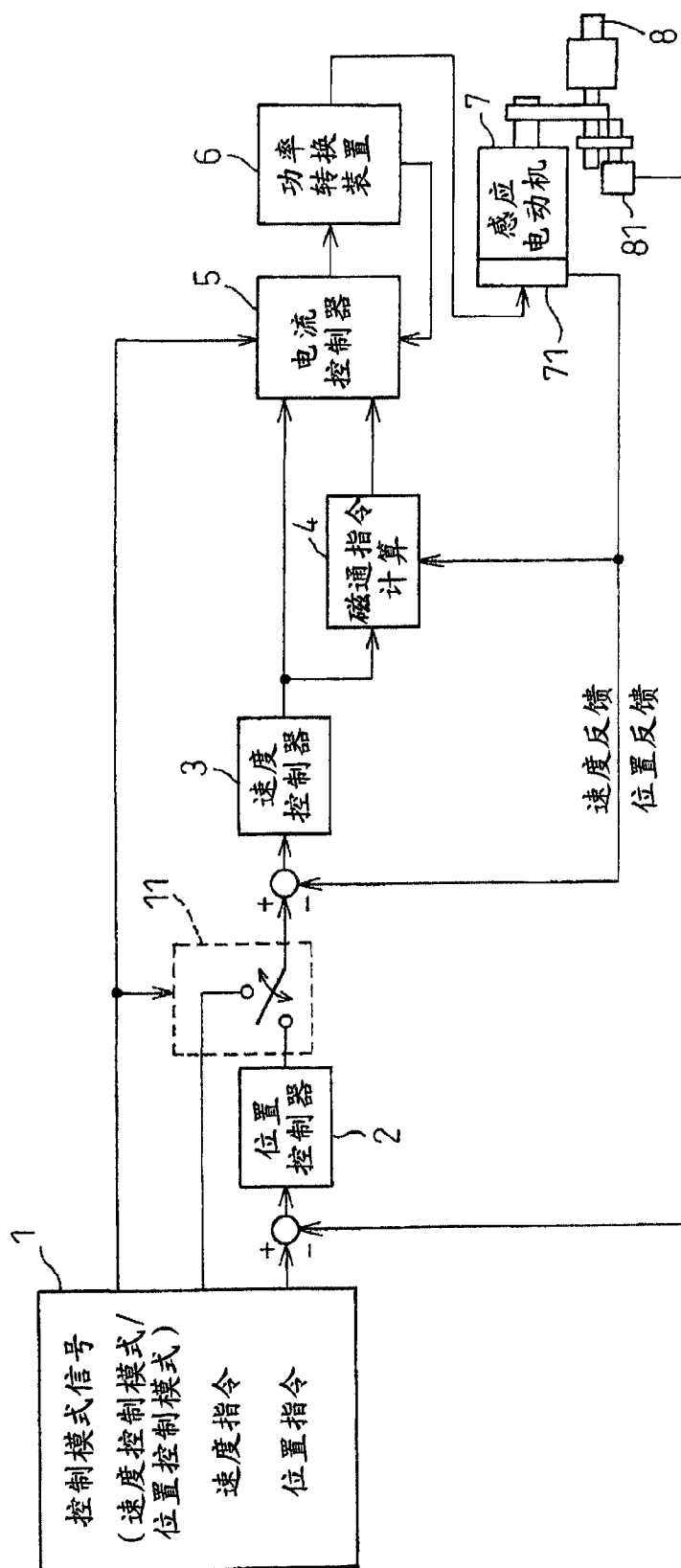


图 5

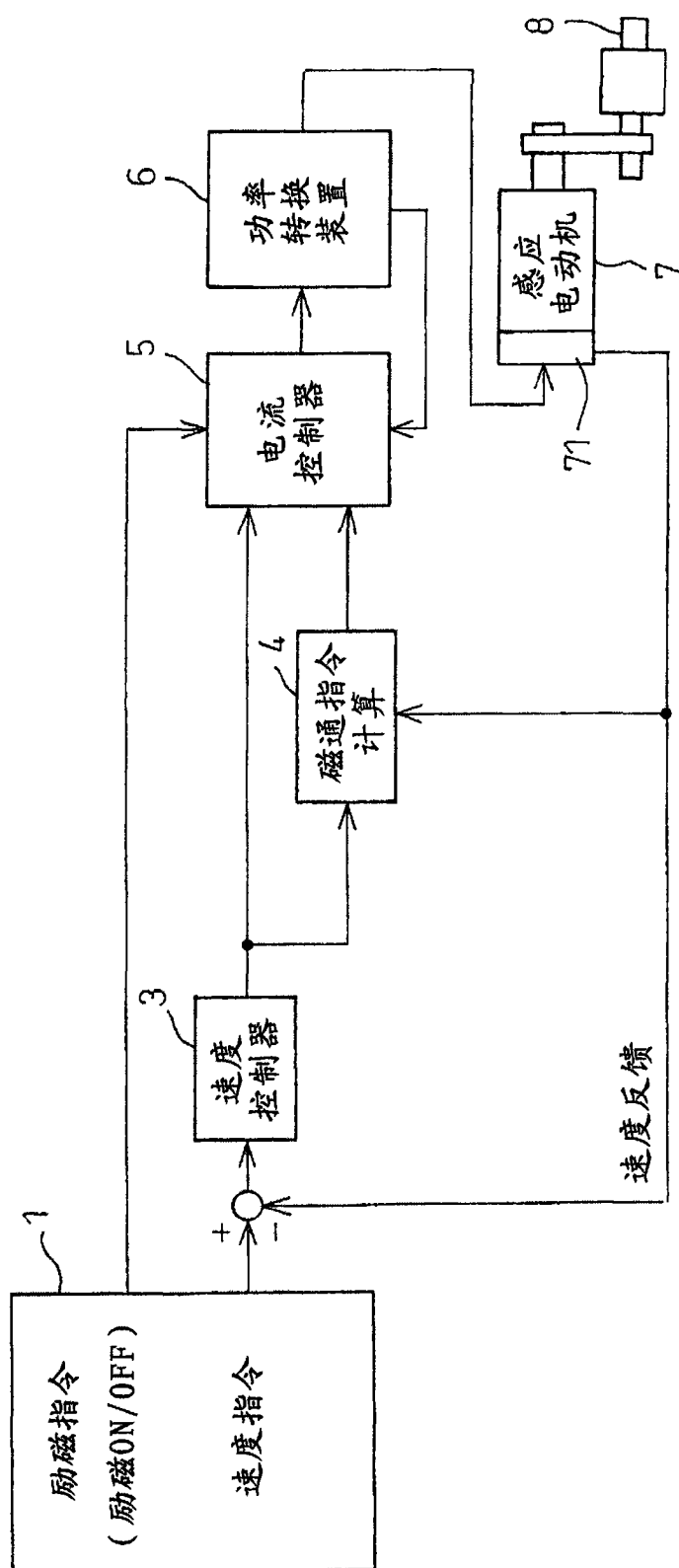


图 6

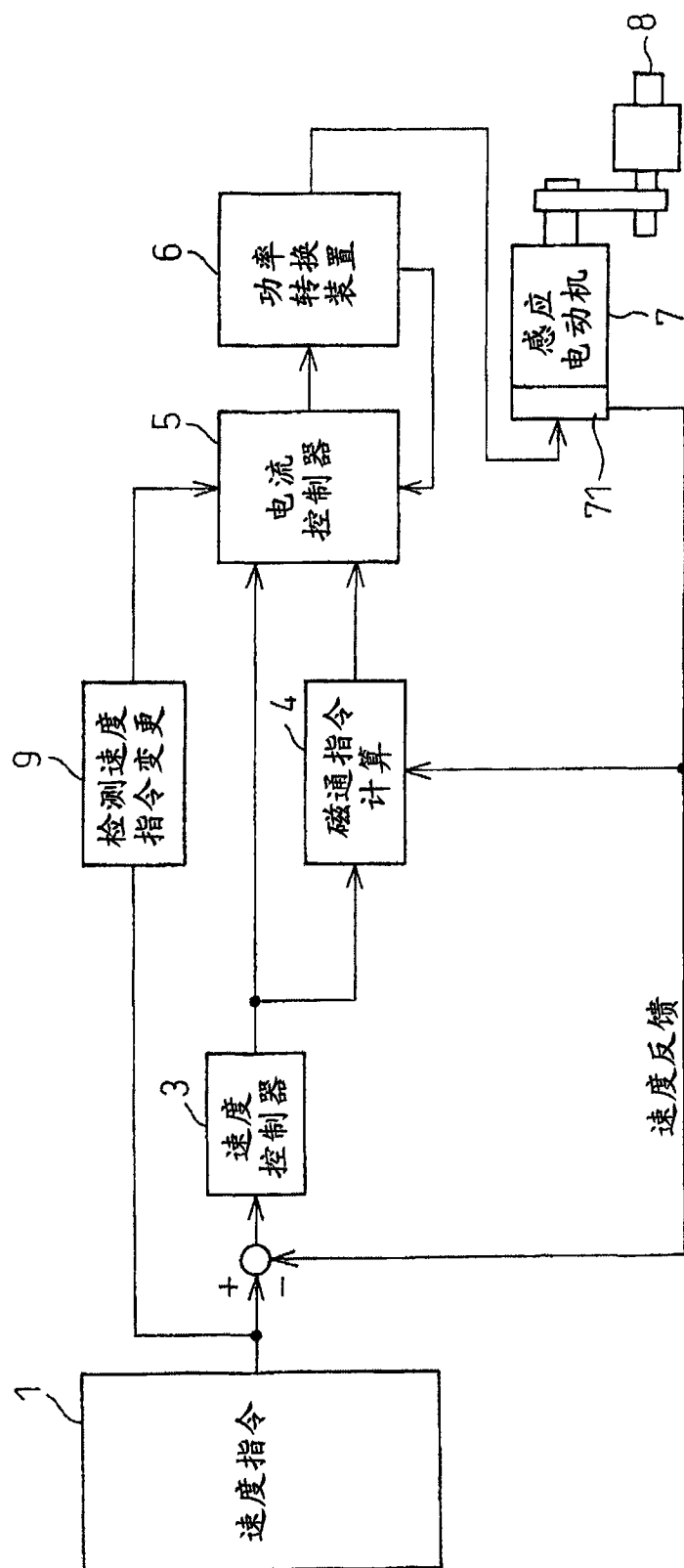


图 7

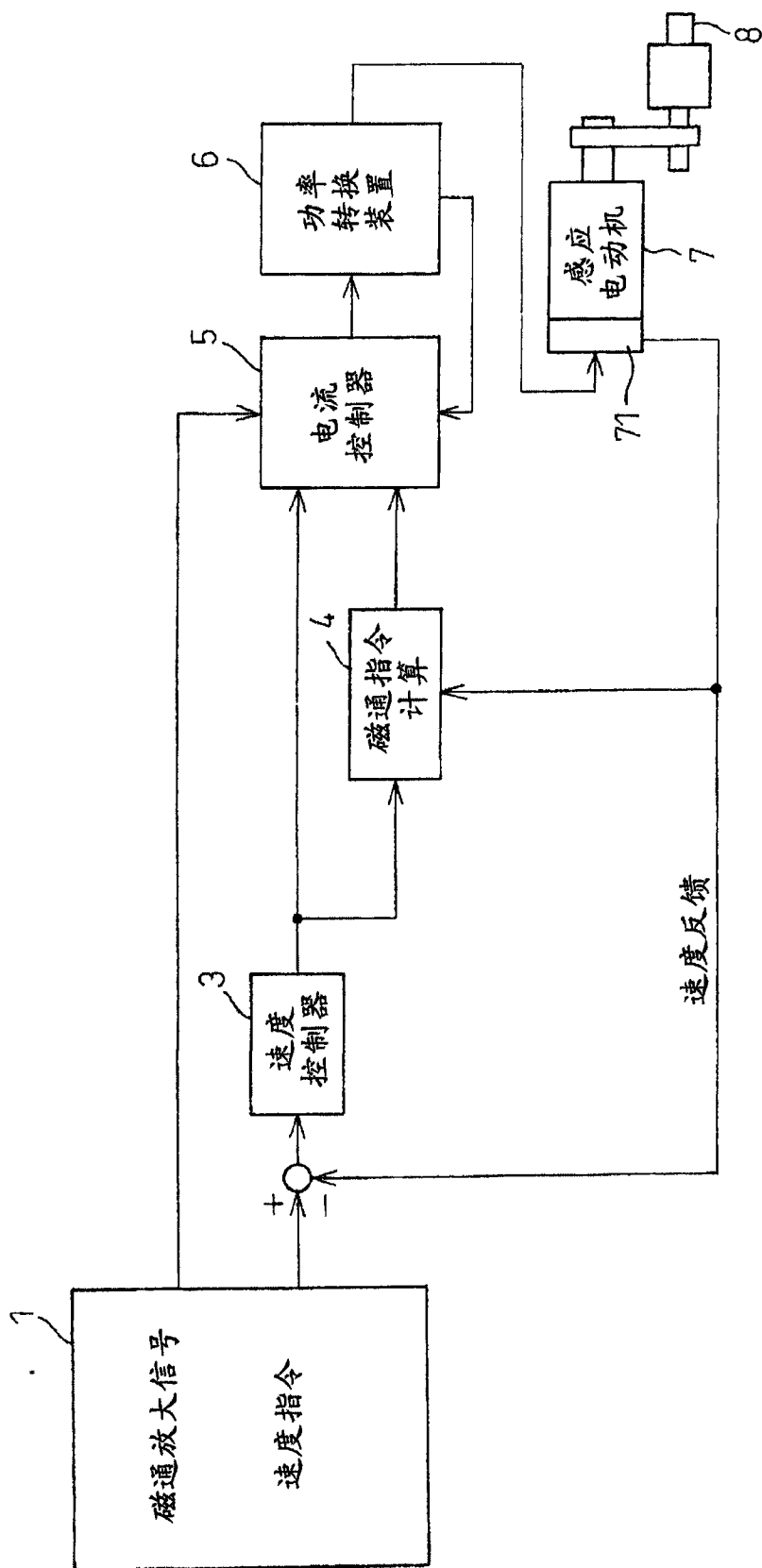


图 8

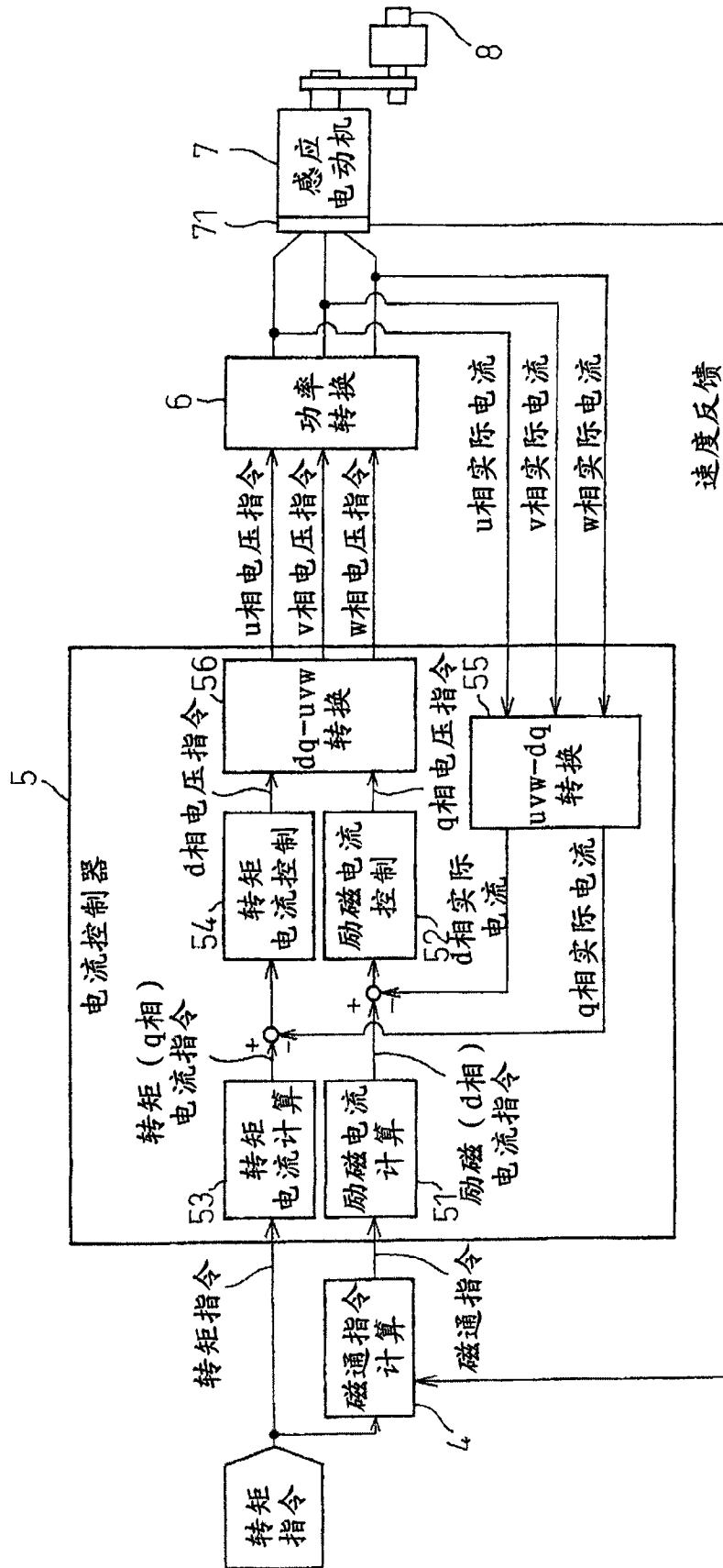


图 9