

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年2月8日(08.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/025664 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 8/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/026466

(22) 国際出願日: 2017年7月21日(21.07.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-153171 2016年8月3日(03.08.2016) JP

(71) 出願人: ミネベアミツミ株式会社(MINEBEA MITSUMI INC.) [JP/JP]; 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 Nagano (JP).

(72) 発明者: 高田 和夫(TAKADA Kazuo); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP).
土方 英俊(HIJIKATA Hidetoshi); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP).

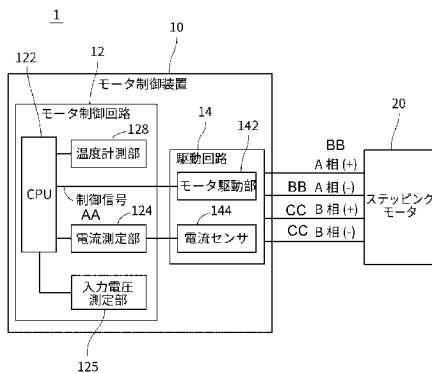
(74) 代理人: アインゼル・フェリックス＝ラインハルト, 外(EINSEL Felix-Reinhard et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 新丸の内センタービルディング ゾンデルホフ & アインゼル法律特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: MOTOR CONTROL CIRCUIT, MOTOR CONTROL DEVICE, ACTUATOR, AND METHOD FOR CONTROLLING STEPPING MOTOR

(54) 発明の名称: モータ制御回路、モータ制御装置、アクチュエータ及びステッピングモータの制御方法



10 Motor control device
12 Motor control circuit
14 Driving circuit
20 Stepping motor
124 Current measurement unit
125 Input voltage measurement unit
128 Temperature measurement unit
142 Motor driving unit
144 Current sensor
AA Control signal
BB A phase
CC B phase

(57) Abstract: Provided is a motor control circuit capable of driving a motor by stable driving torque. A motor control circuit (12) is provided with an input voltage measurement unit (125), a temperature measurement unit (128), a current setting unit, and a current control unit. The input voltage measurement unit (125) measures an input voltage inputted to a motor control device (10). The temperature measurement unit (128) measures a temperature. The current setting unit sets a target value of a driving current to be applied to a coil of a stepping motor (20), on the basis of the result of measurement performed by the input voltage measurement unit (125) and the result of measurement performed by the temperature measurement unit (128), and also on the basis of a set value of a driving current preset for each of multiple partial regions that are defined in a matrix form by a threshold about the input voltage and a threshold about the temperature. The current control unit controls the driving current according to the target value of the driving current set by the current setting unit.



ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：安定した駆動トルクでモータを駆動することができるモータ制御回路を提供する。モータ制御回路（12）は、入力電圧測定部（125）と、温度計測部（128）と、電流設定部と、電流制御部とを備える。入力電圧測定部（125）は、モータ制御装置（10）に輸入される入力電圧を測定する。温度計測部（128）は、温度を計測する。電流設定部は、入力電圧測定部（125）の測定結果と温度計測部（128）の計測結果とに基づいて、また、入力電圧に関する閾値と温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定された駆動電流の設定値に基づいて、ステッピングモータ（20）のコイルに流す駆動電流の目標値を設定する。電流制御部は、電流設定部で設定された駆動電流の目標値に応じて、駆動電流を制御する。

明 細 書

発明の名称：

モータ制御回路、モータ制御装置、アクチュエータ及びステッピングモータの制御方法

技術分野

[0001] この発明は、モータ制御回路、モータ制御装置、アクチュエータ及びステッピングモータの制御方法に関し、特に、ステッピングモータを利用したアクチュエータに用いられるモータ制御回路、モータ制御装置、アクチュエータ及びステッピングモータの制御方法に関する。

背景技術

[0002] ステッピングモータは、その制御が容易であることなど種々の特長を有するものであり、各種アクチュエータなどに広く用いられている（例えば、下記特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7－170790号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来のモータ制御装置において、定電流制御が行われる場合には、モータのコイルに流れる駆動電流が所定の設定値になるようにモータの駆動電力のPWM（パルス幅変調）制御が行われるのが一般的である。このような場合、次のような問題がある。

[0005] すなわち、モータ制御装置に入力される電圧が比較的低いとき（低電圧であるとき）、PWM（パルス幅変調）制御によって駆動電流を調整できるようになるには（PWM信号のデューティ比が100パーセント未満になるようにするためには）、所定の設定値を比較的小さくしておく必要がある。し

かしながら、駆動電流の設定値が小さいと、駆動電流の制御を行うことはできるが、高電圧時にアクチュエータのトルクが制限されてトルク不足を招くという問題がある。

[0006] 他方、高電圧時にトルクが制限されないように、駆動電流の設定値を大きくしておく、低電圧時にPWM信号のデューティ比が100パーセントになってしまうことがある。デューティ比が100パーセントである状態では、駆動電流をそれ以上大きくできず、入力される電圧の変動等によって駆動電流の大きさが変動する。駆動電流の大きさが変動すると、それに応じてトルクが変動し、アクチュエータのトルクのばらつきが大きくなるという問題がある。

[0007] この発明はそのような問題点を解決するためになされたものであり、安定した駆動トルクでモータを駆動することができるモータ制御回路、モータ制御装置、アクチュエータ及びステッピングモータの制御方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するためこの発明のある局面に従うと、ステッピングモータを駆動させるモータ制御装置に用いられるモータ制御回路は、モータ制御装置に入力される入力電圧を測定する入力電圧測定部と、温度を計測する温度計測部と、入力電圧測定部の測定結果と温度計測部の計測結果とに基づいて、ステッピングモータのコイルに流す駆動電流の目標値を設定する電流設定部と、電流設定部で設定された駆動電流の目標値に応じて、駆動電流を制御する電流制御部とを備え、電流設定部は、入力電圧に関する閾値と温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定された駆動電流の設定値に基づいて、目標値の設定を行う。

[0009] 好ましくは、電流設定部は、入力電圧に関する2つの閾値と温度に関する2つの閾値とで3行3列のマトリクス状に区分される9個の部分領域毎に予め設定された設定値に基づいて、目標値の設定を行う。

[0010] 好ましくは、設定値は、入力電圧に対して、2つの閾値で区分される低電

圧、中電圧、高電圧の各範囲について、低電圧よりも中電圧のほうが大きくなり、中電圧よりも高電圧のほうが大きくなるように、設定されており、かつ、温度に対して、2つの閾値で区分される低温度、中温度、高温の各範囲について、中温度よりも高温のほうが大きくなり、高温よりも低温度のほうが大きくなるように、設定されている。

[0011] この発明の他の局面に従うと、モータ制御装置は、上記に記載のモータ制御回路と、ステッピングモータを駆動させるための駆動回路とを備え、モータ制御回路は、電流制御部から駆動電流を制御するための制御信号を出力し、駆動回路は、制御信号に基づいてステッピングモータのコイルに駆動電流を流す。

[0012] この発明のさらに他の局面に従うと、アクチュエータは、駆動力を発生させるステッピングモータと、上記に記載のモータ制御回路と、電流制御部から駆動電流を制御するために出力された制御信号に基づいてステッピングモータのコイルに駆動電流を流す駆動回路とを有する。

[0013] この発明のさらに他の局面に従うと、ステッピングモータの制御方法は、入力電圧を測定する入力電圧測定ステップと、温度を計測する温度計測ステップと、入力電圧測定ステップの測定結果と温度計測ステップの計測結果とに基づいて、ステッピングモータのコイルに流す駆動電流の目標値を設定する電流設定ステップと、電流設定ステップで設定された駆動電流の目標値に応じて、駆動電流を制御する電流制御ステップとを備え、電流設定ステップは、入力電圧に関する閾値と温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定された駆動電流の設定値に基づいて、目標値の設定を行う。

発明の効果

[0014] これらの発明に従うと、安定した駆動トルクでモータを駆動することができるモータ制御回路、モータ制御装置、アクチュエータ及びステッピングモータの制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施の形態におけるモータ制御装置が用いられるアクチュエータの一例を示す分解斜視図である。

[図2]本発明の実施の形態の1つにおけるアクチュエータの構成をなすモータとモータ制御装置のブロック図である。

[図3]ステッピングモータの回路構成を模式的に示す図である。

[図4]駆動電流の設定値の設定例を説明する図である。

[図5]モータ制御装置が行うステッピングモータの駆動電流の目標値設定処理を大まかに説明するフローチャートである。

[図6]駆動電流の設定値の設定例の一変型例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態の1つにおけるモータ制御装置について説明する。

[0017] モータ制御装置は、例えば、複数相のコイルを有するステッピングモータを駆動させるためのものである。モータ制御装置は、ステッピングモータを駆動させるために各相のコイルの通電状態を制御する。本実施の形態において、モータ制御装置は、ステッピングモータのコイルに通電する駆動回路と、駆動回路の制御を行うモータ制御回路とを有している。

[0018] モータ制御装置と、それにより駆動されるステッピングモータとその他の機構部品とで、アクチュエータが構成される。アクチュエータにおいて、ステッピングモータは、駆動回路から駆動電力が供給されることで駆動される。アクチュエータにおいて、モータ制御回路によって駆動回路が制御されることにより、ステッピングモータの駆動が制御される。

[0019] [実施の形態]

[0020] 図1は、本実施の形態におけるモータ制御装置が用いられるアクチュエータの一例を示す分解斜視図である。

[0021] 図1に示されるように、アクチュエータ1は、ケース51とカバー52とで覆われている。アクチュエータ1の内部には、モータ制御装置10、ステッピングモータ20、2次ギヤ31、3次ギヤ32、出力ギヤ33などが収

納されている。ケース 5 1 の底面には、出力ギヤ 3 3 に設けられている外部出力ギヤが露出し、この外部出力ギヤよりアクチュエータ 1 の駆動力が外部に伝達される。

[0022] ステッピングモータ 2 0 は、アクチュエータ 1 の駆動力を発生させる。ステッピングモータ 2 0 の出力軸 2 5 には、1 次ギヤ 2 6 が取り付けられている。ステッピングモータ 2 0 の 1 次ギヤ 2 6 は、2 次ギヤ 3 1 と噛み合う。2 次ギヤ 3 1 は、3 次ギヤ 3 2 と噛み合う。3 次ギヤ 3 2 は、出力ギヤ 3 3 と噛み合う。

[0023] モータ制御装置 1 0 は、プリント基板 4 2 や、プリント基板 4 2 とステッピングモータ 2 0 のモータ端子 2 9 とを接続するフレキシブルプリント基板 4 3 などを有している。プリント基板 4 2 には、ステッピングモータ 2 0 を駆動する駆動回路 1 4 (図 2 に示す) や、その制御を行うモータ制御回路 1 2 (図 2 に示す) などが設けられている。プリント基板 4 2 には、ケース 5 1 及びカバー 5 2 の外側に露出する外部接続端子 4 1 が設けられている。外部接続端子 4 1 を介して外部からモータ制御装置 1 0 に電圧が入力されたり、外部機器からの指示信号を受けたりすることで、モータ制御装置 1 0 が動作する。

[0024] モータ制御装置 1 0 は、入力された入力電圧に基づいてステッピングモータ 2 0 に駆動電力を供給し、ステッピングモータ 2 0 を駆動させる。ステッピングモータ 2 0 が駆動すると、出力軸 2 5 とともに 1 次ギヤ 2 6 が回転する。この回転の駆動力は、2 次ギヤ 3 1、3 次ギヤ 3 2、出力ギヤ 3 3、外部出力ギヤと順に伝達され、外部出力ギヤにより外部に出力される。

[0025] なお、ケース 5 1 及びカバー 5 2 の内部に収納されている回路は、例えば駆動回路 1 4 だけでもよい。この場合、モータ制御装置 1 0 は、ケース 5 1 及びカバー 5 2 の内部の駆動回路 1 4 と、その駆動回路 1 4 に接続された外部のモータ制御回路 1 2 によって構成されるようにしてもよい。

[0026] 図 2 は、本発明の実施の形態の 1 つにおけるアクチュエータの構成をなすモータとモータ制御装置のブロック図である。

- [0027] 図2に示されるように、アクチュエータ1は、モータ制御装置10と、ステッピングモータ20とを有している。ステッピングモータ20は、例えば、A相及びB相の2相励磁で駆動される。ステッピングモータ20は、A相のコイル及びB相のコイル（図3に示す。）を有している。ステッピングモータ20は、モータ制御装置10から各相のコイルに駆動電力が供給されて駆動される。ステッピングモータ20は、例えば、車両に搭載される空調装置用のアクチュエータとして利用される。なお、ステッピングモータ20及びアクチュエータ1の用途はこれに限られるものではない。
- [0028] モータ制御装置10は、モータ制御回路12と、駆動回路14とを有している。
- [0029] 駆動回路14は、モータ駆動部142と、電流センサ144とを有している。駆動回路14は、ステッピングモータ20に駆動電力を供給し、ステッピングモータ20を駆動する。
- [0030] モータ制御回路12は、CPU（中央演算処理装置；電流設定部の一例、電流制御部の一例）122と、電流測定部124と、入力電圧測定部125と、温度計測部128とを有している。モータ制御回路12は、駆動回路14の制御を行うことで、ステッピングモータ20の駆動を制御する。本実施の形態において、モータ制御回路12は、IC（集積回路）としてパッケージ化されている。
- [0031] モータ駆動部142は、ステッピングモータ20の各相のコイルに電圧を印加する。モータ駆動部142には、CPU122から制御信号が送られる。モータ駆動部142は、制御信号に基づいて、電圧を印加する。本実施の形態では、駆動回路14とステッピングモータ20とは、A相の正極（+）、A相の負極（-）、B相の正極（+）、B相の負極（-）の4つのラインで接続されている。モータ駆動部142は、制御信号に応じて、これらの各ラインを介して、ステッピングモータ20に駆動電力を供給する。制御信号は、PWM信号であり、PWM信号のデューティ比に応じて駆動電力が変化する。

- [0032] 電流センサ 144 は、ステッピングモータ 20 の各相のコイルに流れる電流（コイル電流）をセンシングする。電流センサ 144 は、コイル電流のセンシング結果を、電流測定部 124 に出力する。
- [0033] 電流測定部 124 は、ステッピングモータ 20 のコイル電流を測定する。電流測定部 124 には、電流センサ 144 から出力されたコイル電流のセンシング結果が入力される。電流測定部 124 は、入力されたセンシング結果に基づいて、コイル電流を測定する。電流測定部 124 は、コイル電流の測定結果を、CPU 122 に出力する。
- [0034] 入力電圧測定部 125 は、モータ制御装置 10 に入力される入力電圧を測定する。入力電圧測定部 125 は、入力電圧の測定結果を、CPU 122 に出力する。
- [0035] 温度計測部 128 は、例えば、モータ制御回路 12 の IC 内部温度を測定する温度センサである。温度計測部 128 は、モータ制御回路 12 の温度を示す温度情報を CPU 122 に出力する。
- [0036] CPU 122 は、本実施の形態において、電流設定部および電流制御部としての機能を備えている。CPU 122 は、電流設定部として、電流測定部 124 から出力されたコイル電流の測定結果と、入力電圧測定部 125 から出力された入力電圧の測定結果と、温度計測部 128 から出力された温度情報とが入力される。電流設定部は、入力電圧測定部 125 の測定結果と温度計測部 128 の計測結果とに基づいて、ステッピングモータ 20 のコイルに流す駆動電流の目標値を設定する。また、電流設定部は、入力電圧に関する閾値と温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定された設定値に基づいて、目標値の設定を行う。そして、CPU 122 は、電流制御部として、電流設定部で設定された目標値とコイル電流の測定結果に応じて、ステッピングモータ 20 の駆動電流を制御するための制御信号を生成する。CPU 122 は、生成した制御信号を、モータ駆動部 142 に出力する。
- [0037] 図 3 は、ステッピングモータ 20 の回路構成を模式的に示す図である。

- [0038] 図3に示されるように、ステッピングモータ20は、2つのコイル21a, 21bと、ロータ22と、複数のステータヨーク（図示せず）とを有している。
- [0039] コイル21a, 21bは、それぞれ、ステータヨークを励磁するコイルである。コイル21a, 21bは、それぞれ、駆動回路14に接続されている。コイル21aは、A相のコイルである。コイル21bは、B相のコイルである。コイル21a, 21bには、それぞれ異なる位相のコイル電流が流される。
- [0040] ロータ22は、円周方向に沿って、S極22sとN極22nとが交互に回転するように多極着磁された永久磁石を備える。なお、図3においては、ロータ22は、S極22sとN極22nとが1つずつ設けられているように簡略化されて示されている。ステータヨークは、ロータ22の周囲に、ロータ22の外周部に接近して配置されている。ロータ22は、コイル21a, 21bのそれぞれに流れるコイル電流の位相が周期的に切り替えられることで回転する。
- [0041] 本実施の形態において、CPU122は、以下のようにして、温度の計測結果と、入力電圧の測定結果とに基づいて、コイル21a, 21bに流す駆動電流の目標値を設定する。そして、CPU122は、電流測定部124から入力されたコイル電流の測定結果に基づいて、コイル21a, 21bに流れる駆動電流が目標値となるように、制御信号を生成する。駆動電流が目標値となるようにステッピングモータ20が駆動されるので、ステッピングモータ20のトルクを安定させることができる。
- [0042] CPU122は、電流設定部として、予め設定された駆動電流の設定値に基づいて、駆動電流の目標値を設定する。駆動電流の設定値は、入力電圧に関する閾値と、温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定されている。本実施の形態においては、入力電圧に関する2つの閾値と、温度に関する2つの閾値とで、3行3列（3×3）のマトリクス状に区分される9個の部分領域毎に、駆動電流の設定値が予め設定され

ている。

[0043] 図4は、駆動電流の設定値の設定例を説明する図である。

[0044] 図4においては、上述のように3行3列の部分領域a a, a b, a c, b a, b b, b c, c a, c b, c cのそれぞれについて1個の設定値l a a, l a b, l a c, l b a, l b b, l b c, l c a, l c b, l c cが設定されている例が示されている。すなわち、9個の部分領域a aからc cのそれぞれに1個ずつ、合計9個の設定値l a aからl a cが設定されている。

[0045] 各部分領域a aからc cは、入力電圧に関する閾値V 2, V 3と、温度に関する閾値T 2, T 3とでマトリクス状に区分されている。すなわち、閾値V 2, V 3によって、入力電圧V 1からV 4までの範囲が、3つの電圧範囲（区分領域）V a, V b, V cに区切られている。低電圧範囲V aは、V 1以上V 2未満の範囲である。中電圧範囲V bは、V 2以上V 3未満の範囲である。高電圧範囲V cは、V 3以上V 4未満の範囲である。また、閾値T 2, T 3によって、入力温度T 1からT 4までの範囲が、3つの温度範囲（区分領域）T a, T b, T cに区切られている。低温度範囲T aは、T 1以上T 2未満の範囲である。中温度範囲T bは、T 2以上T 3未満の範囲である。高温範囲T cは、T 3以上T 4未満の範囲である。この3つの電圧範囲V a, V b, V cと3つの温度範囲T a, T b, T cとの組合せによって、9個の部分領域a aからc cがマトリクス状に形成されている。

[0046] CPU122は、入力された温度の計測結果と入力電圧の測定結果とに基づいて、9個の部分領域a aからc cのうち、現在の状態に対応する部分領域を制御領域として特定する。そして、特定した制御領域に対応する設定値を読み出し、その設定値を駆動電流の目標値として設定する。これにより、CPU122は、温度と入力電圧とに応じた設定値と同じ大きさの駆動電流がコイル21 a, 21 bに流れるように、駆動回路14に制御信号を出力し、ステッピングモータ20の制御を行う。

[0047] 駆動電流の設定値は、入力電圧に対して、2つの閾値で区分される低電圧

、中電圧、高電圧の各範囲について、低電圧よりも中電圧のほうが大きくなり、中電圧よりも高電圧のほうが大きくなるように、設定されており、かつ、温度に対して、2つの閾値で区分される低温度、中温度、高温の各範囲について、中温度よりも高温のほうが大きくなり、高温よりも低温度のほうが大きくなるように、設定されている。

[0048] 具体的には、設定値 I_{aa} から I_{cc} は、入力電圧に対して、低電圧範囲 V_a よりも中電圧範囲 V_b のほうが大きくなり、中電圧範囲 V_b よりも高電圧範囲 V_c のほうが大きくなるように、設定されており、かつ、温度に対して、中温度範囲 T_b よりも高温範囲 T_c のほうが大きくなり、高温範囲 T_c よりも低温度範囲 T_a のほうが大きくなるように、設定されている。

[0049] すなわち、駆動電流の大きさすなわち設定値 I_{aa} から I_{ac} の大きさは、以下のような関係になる。

[0050] 入力電圧について、（電圧範囲 V_a の場合） $\leq$ （ V_b の場合） $\leq$ （ V_c の場合）

[0051] 温度について、（温度範囲 T_b の場合） $\leq$ （ T_c の場合） $\leq$ （ T_a の場合）

[0052] 例えば、低温度範囲 T_1 の状況下で比較すると、以下のような関係になっている。

[0053] （低電圧低温度領域 a_a の設定値 I_{aa} ） $\leq$ （中電圧低温度領域 b_a の設定値 I_{ba} ） $\leq$ （高電圧低温度領域 c_a の設定値 I_{ca} ）

[0054] また、例えば、低電圧範囲 V_1 の状況下で比較すると、以下のような関係になっている。

[0055] （低電圧中温度領域 a_b の設定値 I_{ab} ） $\leq$ （低電圧高温領域 a_c の設定値 I_{ac} ） $\leq$ （低電圧低温度領域 a_a の設定値 I_{aa} ）

[0056] 本実施の形態において、入力電圧と駆動電流の設定値との関係性が次のようになるように、各設定値が設定されている。

[0057] すなわち、低電圧範囲 V_a では、設定値が比較的小さくなるように設定されている。これにより、入力電圧が低くても、PWM信号である制御信号の

デューティ比が100パーセントにならない範囲で、定電流制御を行うことができ、ステッピングモータ20のトルクを安定させることができる。

[0058] 他方、高電圧範囲V_cでは、設定値が比較的大きくなるように設定されている。これにより、入力電圧が高くても、十分な大きさの駆動電流がコイル21a, 21bに流れるようにしてステッピングモータ20を駆動させることができるため、ステッピングモータ20のトルクを十分に確保することができる。

[0059] また、温度と駆動電流の設定値との関係性が次のようになるように、各設定値が設定されている。

[0060] すなわち、低温度範囲T_aでは、設定値が比較的大きい値に設定されている。低温度環境においては、アクチュエータ1において、ギヤ26, 31, 32, 33等の可動部に塗布されているグリスが固くなり、ステッピングモータ20にとって負荷が大きくなる。設定値は、このように負荷が大きくなる環境下でも十分なトルクが得られるように、負荷が大きくなる分だけ大きい値に設定されている。これにより、十分なトルクでステッピングモータ20が駆動するように、駆動電流をコイル21a, 21bに流すことができる。

[0061] また、高温度範囲T_cでも、設定値が比較的大きい値に設定されている。高温度環境においては、ギヤ26, 31, 32, 33等の樹脂が膨張してギヤ間が詰まり、ステッピングモータ20にとって負荷が大きくなる。そのため、低温度環境の場合と同様に、設定値が大きく設定されている。なお、ステッピングモータ20の負荷が増大する程度は、温度が高くなることにより素材が膨張する場合よりも、温度が低くなることによりグリスの粘度が増大する場合のほうが大きい。そのため、高温度範囲T_cよりも低温度範囲T_aのほうが、設定値を大きくすることが望ましい。

[0062] 本実施の形態において、入力電圧と、温度と、駆動電流の設定値とは、例えば次のような値に設定されている。ここでは、基準となる入力電圧が略12Vである場合であって、室温環境で用いられるアクチュエータ1を想定す

る。

[0063] 閾値について、入力電圧の下限值 V_1 や上限値 V_4 、温度の下限值 T_1 や上限値 T_4 は、適宜設定可能である。これらの下限値 V_1 、 T_1 や上限値 V_4 、 T_4 は、設定されていなくてもよく、その場合には、低電圧範囲 V_a は閾値 V_2 以下のすべての電圧の範囲となり、高電圧範囲 V_c は閾値 V_3 以上のすべての電圧の範囲となる。また、低温度範囲 T_a は閾値 T_2 以下のすべての温度の範囲となり、高温範囲 T_c は閾値 T_3 以上のすべての温度の範囲となる。

[0064] なお、設定値や閾値の具体的な値は、アクチュエータ 1 やステッピングモータ 20 の用途や仕様、入力電圧の大きさ、入力電圧の変動量、想定される温度等に応じて、適宜実験結果やシミュレーション結果などを利用して設定することができる。

[0065] 図 5 は、モータ制御装置 10 が行うステッピングモータ 20 の駆動電流の目標値設定処理を大まかに説明するフローチャートである。

[0066] 図 5 に示されるように、ステップ S 11 において、入力電圧測定部 125 により、入力電圧が測定される（入力電圧測定ステップ）。

[0067] ステップ S 12 において、温度計測部 128 により、温度が計測される（温度計測ステップ）。なお、ステップ S 11 とステップ S 12 とは、同時に行われたり、順序が入れ替わったりしてもよい。

[0068] ステップ S 13 において、CPU 122 は、温度の計測結果と、入力電圧の測定結果とに基づいて、9 個の部分領域 a_a から c_c のうち現在の状態を含む部分領域を制御領域として特定する。

[0069] ステップ S 14 において、CPU 122 は、電流設定部として、特定した制御領域に対応する駆動電流の設定値を読み出し、その設定値を駆動電流の目標値として設定する（電流設定ステップ）。

[0070] ステップ S 15 において、CPU 122 は、電流制御部として、設定された駆動電流の目標値と、コイル電流の測定結果に応じて、制御信号を出力する（電流制御ステップ）。

[0071] 例えば、図5において示される処理は、ステッピングモータ20を駆動するためのコマンドをCPU122が受け付けてから行われる。そして、図5において示される処理が終了し、駆動電流の目標値の設定が行われると、モータが目標地点に到達するまで駆動電流が調整される。

[0072] [実施の形態における効果]

[0073] 以上のように構成されたモータ制御装置10を用いたアクチュエータ1では、入力電圧と温度との関係で定まる部分領域毎に予め設定された、駆動電流の設定値に基づいて、駆動電流の目標値を設定できるので、様々な環境下で適切な駆動トルクが安定して得られるように、ステッピングモータ20の制御を行うことができる。

[0074] すなわち、入力電圧の範囲に応じて、駆動電流の設定値が設定されている。そのため、比較的低電圧である状況においてトルクのばらつきが小さくなるようにし、かつ、比較的高電圧である状況において、トルク制限を回避して十分なトルクが得られるようになる。また、入力電圧の範囲を区分する閾値を任意に設定でき、各電圧範囲に対応して細かく駆動電流を調整することが可能となる。

[0075] また、温度の範囲に応じて、駆動電流の設定値が設定されている。そのため、特に高温である場合や低温である場合に、温度の影響によるトルク不足がなくなる。特に、本実施の形態では、ICの内部温度が計測され、駆動電流の目標値の決定に利用される。駆動により温度が変動することがあるステッピングモータ20から若干離れた、温度の影響による負荷の増大の要因となる部位の温度に近い温度を計測し、その計測結果を利用して駆動電流の目標値を決定することができるので、状況に応じた適切な駆動電流でステッピングモータ20を駆動することができる。なお、温度はIC内部温度にかかわらず、他の部位の温度が計測されるようにしてもよい。

[0076] [その他]

[0077] マトリクスの分割数は、2行2列(2×2)以上であればよく、また、入力電圧についての閾値の数と温度についての閾値の数とが異なってもよ

い。例えば、 2×3 、 2×4 、 4×4 など、適宜設定することができる。

[0078] 図6は、駆動電流の設定値の設定例の一変型例を説明する図である。

[0079] 図6においては、上述の図4に示されるマトリクスについて、さらに、特に低電圧範囲 V_a が3つに分割され、領域 a_a が領域 a_{1a} 、 a_{2a} 、 a_{3a} に、領域 a_b が領域 a_{1b} 、 a_{2b} 、 a_{3b} に、領域 a_c が領域 a_{1c} 、 a_{2c} 、 a_{3c} にそれぞれ分割されている例が示されている。すなわち、3行5列のマトリクス状の部分領域が設けられている。換言すると、図6に示される例においては、温度についての2つの閾値 T_2 、 T_3 と入力電圧についての4つの閾値 V_{2a} 、 V_{2b} 、 V_2 、 V_3 とでマトリクス状に区分される15個の部分領域が設けられている。このように、特に低電圧の範囲を細かく区分し、各状況下でできるだけ大きな駆動電流がコイル $21a$ 、 $21b$ に流れるように設定値 I_{a1a} 、 I_{a2a} 、 I_{a3a} 、 I_{a1b} 、 I_{a2b} 、 I_{a3b} 、 I_{a1c} 、 I_{a2c} 、 I_{a3c} を設定することができる。そのため、各状況下でできるだけ大きなトルクでステッピングモータ20を駆動させることができるようになる。

[0080] 上述のアクチュエータの構成は一例であり、上述とは異なる構成であってもよい。

[0081] 制御回路の一部分のみが集積回路として構成されていてもよい。また、モータ制御装置のうち、制御回路とは異なる部分の一部が集積回路として構成されていてもよい。モータ制御装置の全部が集積回路として構成されていてもよい。

[0082] ステッピングモータやモータ制御装置など、アクチュエータのハードウェア構成は上述に限られるものではない。

[0083] 上述の実施の形態における処理は、ソフトウェアによって行っても、ハードウェア回路を用いて行ってもよい。

[0084] 上述の実施の形態における処理を実行するプログラムを提供することもできるし、そのプログラムをCD-ROM、フレキシブルディスク、ハードディスク、ROM、RAM、メモリカードなどの記録媒体に記録してユーザに

提供することにしてもよい。プログラムはインターネットなどの通信回線を介して、装置にダウンロードするようにしてもよい。上記のフローチャート及び文章で説明された処理は、そのプログラムに従ってCPUなどにより実行される。

[0085] 上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

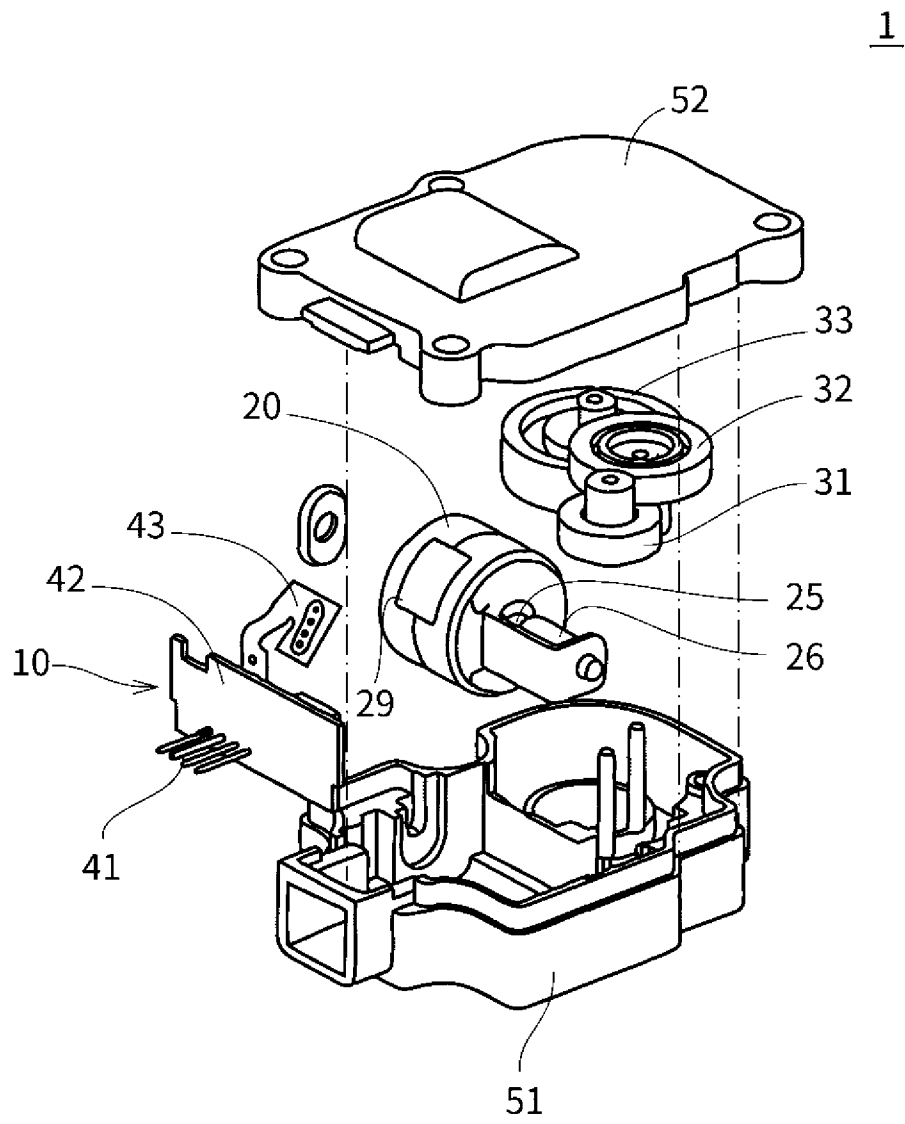
- [0086] 1 アクチュエータ
- 1 0 モータ制御装置
- 1 2 モータ制御回路
- 1 4 駆動回路
- 2 0 ステッピングモータ
- 2 1 a, 2 1 b コイル
- 1 2 2 CPU（中央演算処理装置；電流設定部の一例、電流制御部の一例）
- 1 2 4 電流測定部
- 1 2 5 入力電圧測定部
- 1 2 8 温度計測部
- 1 4 2 モータ駆動部
- 1 4 4 電流センサ

請求の範囲

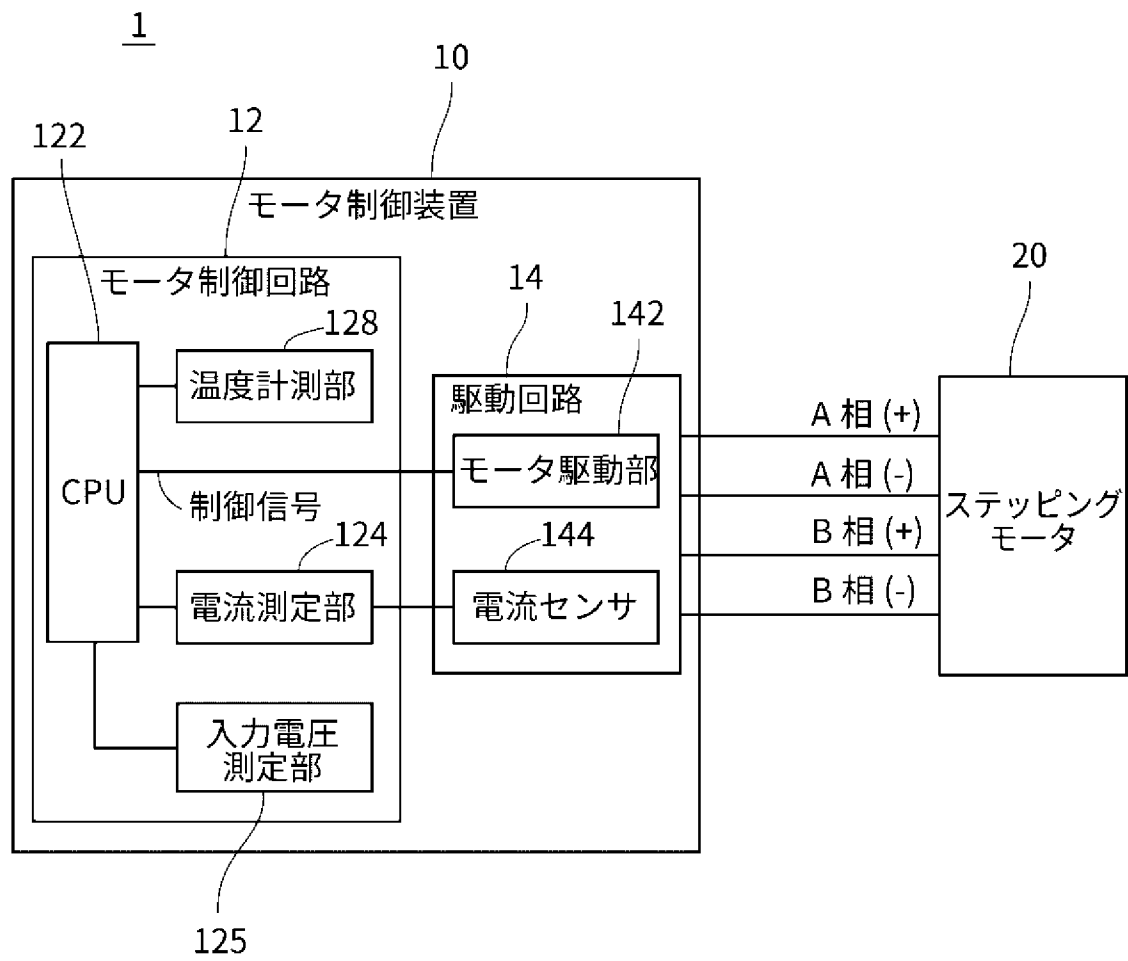
- [請求項1] ステッピングモータを駆動させるモータ制御装置に用いられるモータ制御回路であって、
- 前記モータ制御装置に入力される入力電圧を測定する入力電圧測定部と、
- 温度を計測する温度計測部と、
- 前記入力電圧測定部の測定結果と前記温度計測部の計測結果とに基づいて、前記ステッピングモータのコイルに流す駆動電流の目標値を設定する電流設定部と、
- 前記電流設定部で設定された前記駆動電流の前記目標値に応じて、前記駆動電流を制御する電流制御部とを備え、
- 前記電流設定部は、前記入力電圧に関する閾値と前記温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定された前記駆動電流の設定値に基づいて、前記目標値の設定を行う、モータ制御回路。
- [請求項2] 前記電流設定部は、前記入力電圧に関する2つの閾値と前記温度に関する2つの閾値とで3行3列のマトリクス状に区分される9個の部分領域毎に予め設定された前記設定値に基づいて、前記目標値の設定を行う、請求項1に記載のモータ制御回路。
- [請求項3] 前記設定値は、
- 前記入力電圧に対して、前記2つの閾値で区分される低電圧、中電圧、高電圧の各範囲について、前記低電圧よりも前記中電圧のほうが大きくなり、前記中電圧よりも前記高電圧のほうが大きくなるように、設定されており、かつ、
- 前記温度に対して、前記2つの閾値で区分される低温度、中温度、高温の各範囲について、前記中温度よりも前記高温のほうが大きくなり、前記高温よりも前記低温のほうが大きくなるように、設定されている、請求項2に記載のモータ制御回路。

- [請求項4] 請求項1 から3 のいずれか1 項に記載のモータ制御回路と、
前記ステッピングモータを駆動させるための駆動回路とを備え、
前記モータ制御回路は、前記電流制御部から前記駆動電流を制御するための制御信号を出力し、
前記駆動回路は、前記制御信号に基づいて前記ステッピングモータのコイルに前記駆動電流を流す、モータ制御装置。
- [請求項5] 駆動力を発生させるステッピングモータと、
請求項1 から3 のいずれか1 項に記載のモータ制御回路と、
前記電流制御部から前記駆動電流を制御するために出力された制御信号に基づいて前記ステッピングモータのコイルに前記駆動電流を流す駆動回路とを有する、アクチュエータ。
- [請求項6] 入力電圧を測定する入力電圧測定ステップと、
温度を計測する温度計測ステップと、
前記入力電圧測定ステップの測定結果と前記温度計測ステップの計測結果とに基づいて、前記ステッピングモータのコイルに流す駆動電流の目標値を設定する電流設定ステップと、
前記電流設定ステップで設定された前記駆動電流の前記目標値に応じて、前記駆動電流を制御する電流制御ステップとを備え、
前記電流設定ステップは、前記入力電圧に関する閾値と前記温度に関する閾値とでマトリクス状に区分される複数の部分領域毎に予め設定された前記駆動電流の設定値に基づいて、前記目標値の設定を行う、ステッピングモータの制御方法。

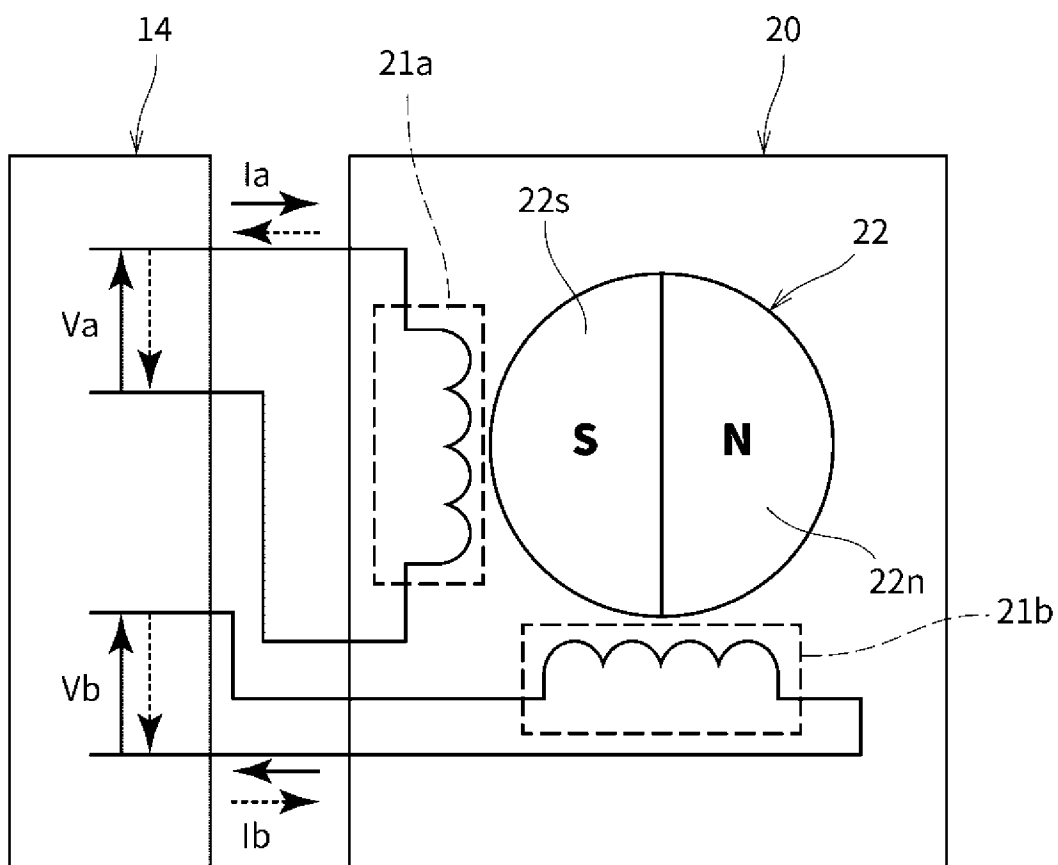
[図1]



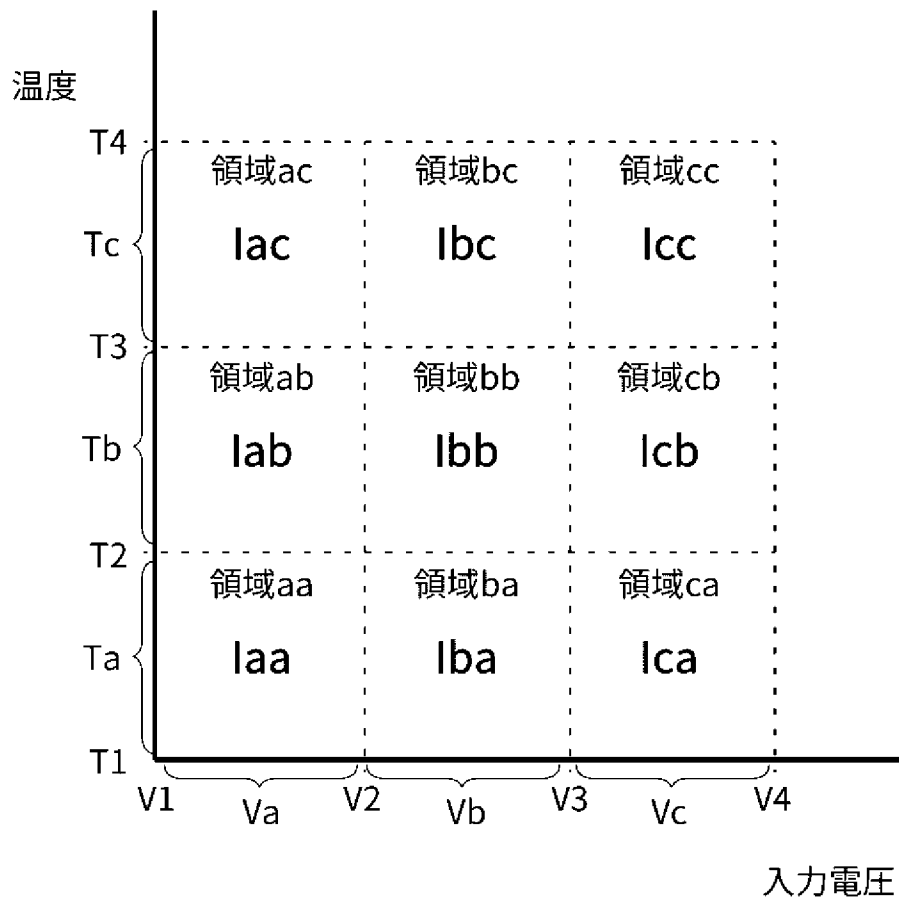
[図2]



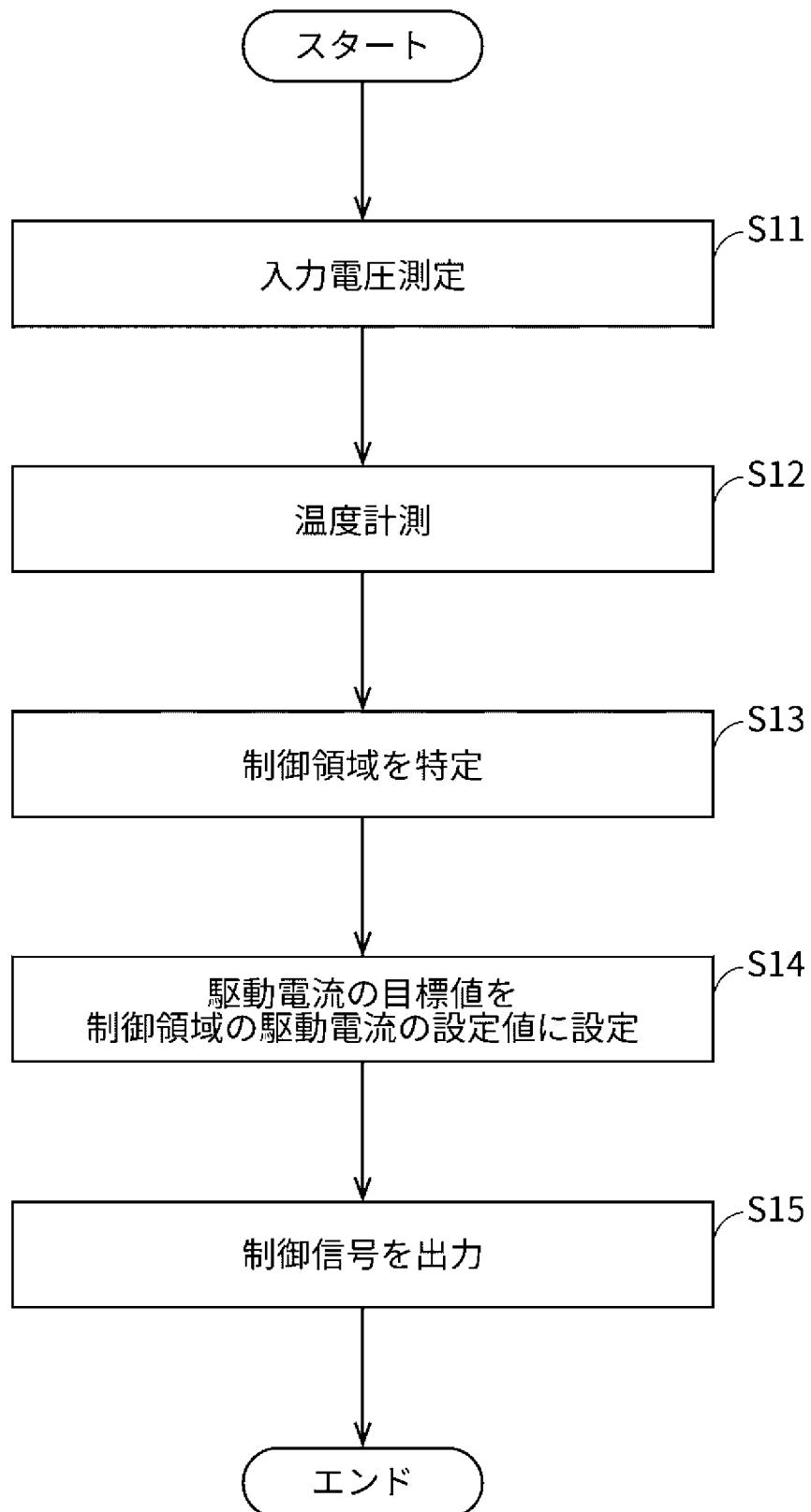
[図3]



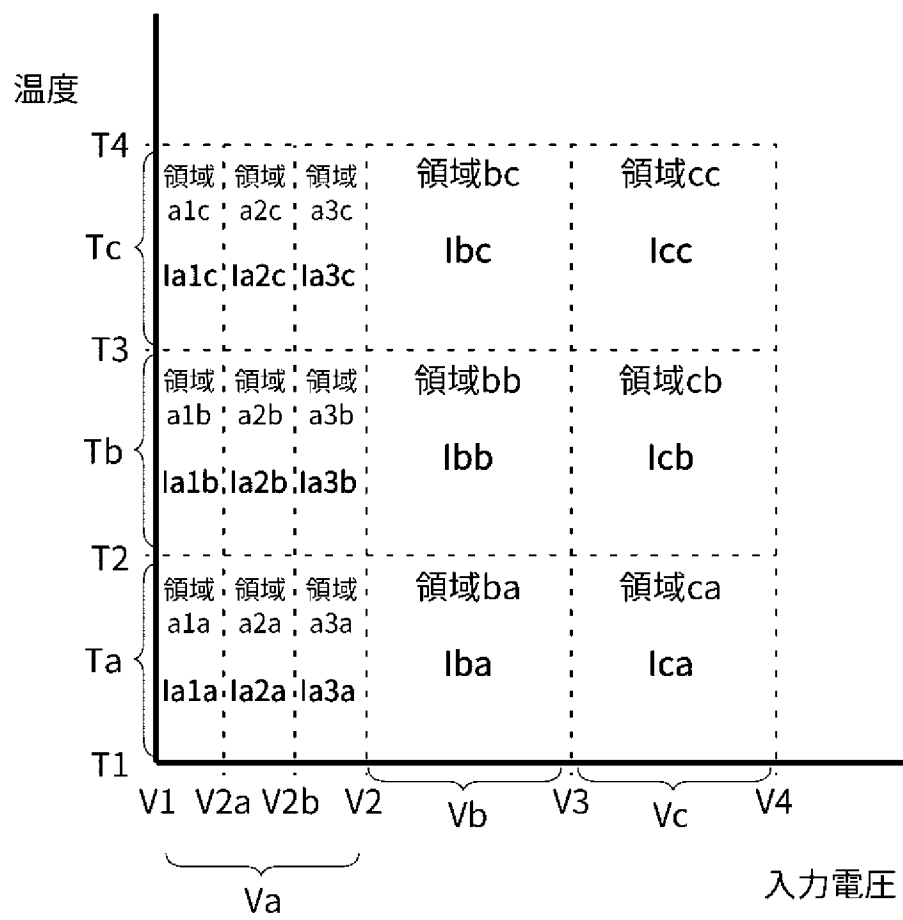
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/026466

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P8/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P8/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-18491 A (Sanden Corp.), 22 January 1999 (22.01.1999), paragraphs [0004] to [0012], [0018] to [0026]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2, 4-6 3
Y	JP 61-30999 A (Ricoh Co., Ltd.), 13 February 1986 (13.02.1986), specification, page 3, lower right column, line 19 to page 4, lower right column, line 13 (Family: none)	1-2, 4-6
Y	JP 11-294196 A (Toyota Motor Corp.), 26 October 1999 (26.10.1999), fig. 12 & EP 887534 A2 fig. 20	1-2, 4-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 August 2017 (21.08.17)

Date of mailing of the international search report
29 August 2017 (29.08.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P8/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P8/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 11-18491 A（サンデン株式会社） 1999.01.22, 段落 [0004] - [0012]、[0018] - [0026]、図1-5 (ファミリーなし)	1-2, 4-6 3
Y	JP 61-30999 A（株式会社リコー） 1986.02.13, 明細書第3ページ右下欄第19行-第4ページ右下欄 第13行 (ファミリーなし)	1-2, 4-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

- * 引用文献のカテゴリー
- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.08.2017

国際調査報告の発送日

29.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

▲桑▼原 恭雄

3 V

4484

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-294196 A (トヨタ自動車株式会社) 1999.10.26, 図 1 2 & EP 887534 A2, 図 2 0	1-2, 4-6