

(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
2023年6月8日(08.06.2023)



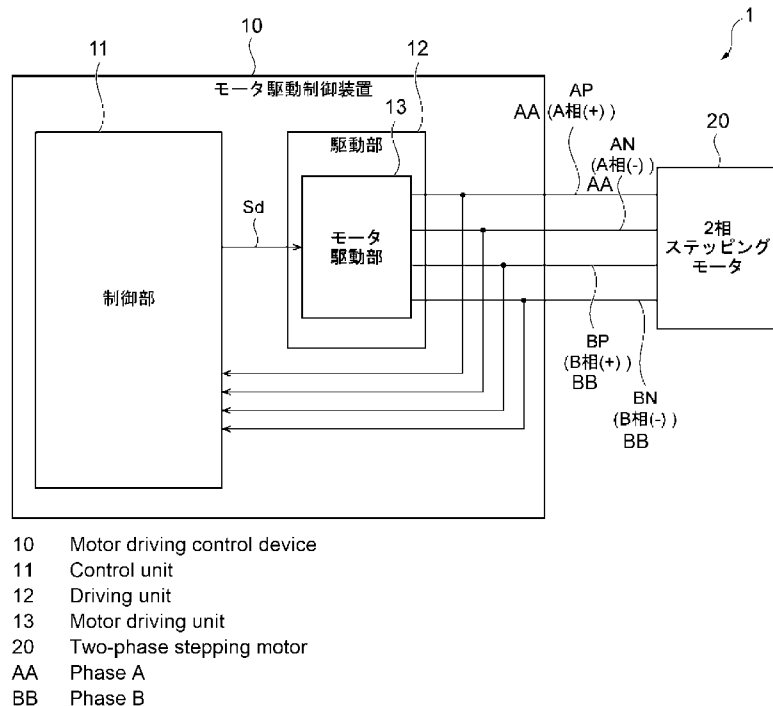
(10) 国際公開番号

WO 2023/100549 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 8/10 (2006.01) H02P 6/21 (2016.01)
H02P 6/182 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/040076
- (22) 国際出願日: 2022年10月27日(27.10.2022)
- (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 2021-196737 2021年12月3日(03.12.2021) 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
ー 7 3 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 和田 直之(WADA Naoyuki); 〒3890293
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 ー
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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: MOTOR DRIVING CONTROL DEVICE, MOTOR UNIT, AND MOTOR DRIVING CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: モータ駆動制御装置、モータユニット、およびモータ駆動制御方法



(57) Abstract: The present invention improves operation stability when the driving of a stepping motor starts. A motor driving control device (10) comprises: a control unit (11) that generates a control signal (Sd) for controlling the driving of a two-phase stepping motor (20); and a driving unit (12) that drives coils of two phases in the two-phase stepping motor (20) on the basis of the control signal (Sd). The control unit (11) has, as control modes, a first commutation control mode in which the commutation of the coils is carried out according to a target current supply time that is based on a preset

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, 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, ME, 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))

commutation condition and a second commutation control mode in which the commutation of the coils is carried out on the basis of the result of detecting the zero crossing point of a reverse voltage of the coils. When the activation of the two-phase stepping motor (20) is started, the control unit generates the control signal (Sd) in the first commutation control mode. When the result of detecting the zero crossing point meets a prescribed condition, the control unit generates the control signal (Sd) in the second commutation control mode.

- (57) 要約: ステッピングモータの駆動開始時における動作の安定性を高める。モータ駆動制御装置 (10) は、2相ステッピングモータ (20) の駆動を制御するための制御信号 (Sd) を生成する制御部 (11) と、制御信号 (Sd) に基づいて、2相ステッピングモータ (20) の2相のコイルを駆動する駆動部 (12) と、を備え、制御部 (11) は、制御モードとして、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがってコイルの転流を行う第1転流制御モードと、コイルの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいてコイルの転流を行う第2転流制御モードと、を有し、制御部は、2相ステッピングモータ (20) の起動開始時には、第1転流制御モードにおいて制御信号 (Sd) を生成し、ゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、第2転流制御モードにおいて制御信号 (Sd) を生成する。

明 細 書

発明の名称：

モータ駆動制御装置、モータユニット、およびモータ駆動制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、モータ駆動制御装置、モータユニット、およびモータ駆動制御方法に関し、例えば、ステッピングモータを駆動するためのモータ駆動制御装置に関する。

背景技術

[0002] ステッピングモータとして、2つの相を有する2相ステッピングモータが知られている。

2相ステッピングモータの駆動方式としては、1相励磁方式、2相励磁方式、1－2相励磁方式が知られている。

[0003] 例えば、特許文献1には、2相ステッピングモータを1相励磁方式で駆動する場合に、ステッピングモータのコイルの逆起電圧が0Vになる点（ゼロクロス点）を検出し、検出した逆起電圧のゼロクロス点に基づいてステッピングモータを転流させる位置センサレス方式のモータ駆動制御技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-38213号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般に、ステッピングモータの駆動開始時には、逆起電圧が発生しない。また、ステッピングモータが低速で動作しているときには、逆起電圧が小さい。そのため、1相励磁方式または1－2相励磁方式において従来の逆起電圧のゼロクロス点を検出してステッピングモータを転流させる手法では、例えば、ステッピングモータの駆動開始時において、逆起電圧のゼロクロス点

を検出することができず、ステッピングモータを適切に駆動することができない虞がある。特に、ステッピングモータの負荷が大きい場合には、ステッピングモータが脱調する虞が高くなる。

[0006] 本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、ステッピングモータの駆動開始時における動作の安定性を高めることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の代表的な実施の形態に係るモータ駆動制御装置は、2相ステッピングモータの駆動を制御するための制御信号を生成する制御部と、前記制御信号に基づいて、前記2相ステッピングモータの2相のコイルを駆動する駆動部と、を備え、前記制御部は、制御モードとして、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがって前記コイルの転流を行う第1転流制御モードと、前記コイルの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第2転流制御モードと、を有し、前記制御部は、前記2相ステッピングモータの起動開始時には、前記第1転流制御モードにおいて前記制御信号を生成し、前記ゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、前記第2転流制御モードにおいて前記制御信号を生成することを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明に係るモータ駆動制御装置によれば、ステッピングモータの駆動開始時における動作の安定性を高めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係るモータユニットの構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態1に係る2相ステッピングモータの構成を模式的に示す図である。

[図3]実施の形態1に係るモータ駆動制御装置における速度特性の一例を示す図である。

[図4]2相ステッピングモータにおける通電角とコイルの励磁期間との関係を説明するための図である。

[図5A]実施の形態1に係るモータ駆動制御装置における通電角特性の一例を示す図である。

[図5B]実施の形態1に係るモータ駆動制御装置における通電角特性の一例を示す図である。

[図6]実施の形態1に係るモータ駆動制御装置における制御部の機能ブロック構成の一例を示す図である。

[図7]実施の形態1に係る転流制御の流れを示すフローチャートである。

[図8]実施の形態1に係るモータ駆動制御装置による第1転流制御モードの処理（ステップS2）の流れを示す図である。

[図9]実施の形態1に係るモータ駆動制御装置による第2転流制御モードの処理（ステップS3）の流れを示す図である。

[図10]2相ステッピングモータの駆動開始後の速度の変化の一例を示す図である。

[図11]2相ステッピングモータの負荷に対する速度の変化の一例を示す図である。

[図12]実施の形態2に係るモータ駆動制御装置における制御部の機能ブロック構成の一例を示す図である。

[図13]実施の形態2に係るモータ駆動制御装置における速度特性の一例を示す図である。

[図14A]負荷判定テーブルの一例を示す図である。

[図14B]負荷判定テーブルの一例を示す図である。

[図14C]負荷判定テーブルの一例を示す図である。

[図15]実施の形態2に係るモータ駆動制御装置による第1転流制御モードの処理の流れを示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 1. 実施の形態の概要

先ず、本願において開示される発明の代表的な実施の形態について概要を説明する。なお、以下の説明では、一例として、発明の構成要素に対応する

図面上の参照符号を、括弧を付して記載している。

- [0011] 〔１〕本発明の代表的な実施の形態に係るモータ駆動制御装置（１０，１０Ａ）は、２相ステッピングモータ（２０）の駆動を制御するための制御信号（Ｓｄ）を生成する制御部（１１，１１Ａ）と、前記制御信号に基づいて、前記２相ステッピングモータの２相のコイルを駆動する駆動部（１２）と、を備え、前記制御部は、制御モードとして、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがって前記コイルの転流を行う第１転流制御モードと、前記コイルの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第２転流制御モードと、を有し、前記制御部は、前記２相ステッピングモータの起動開始時には、前記第１転流制御モードにおいて前記制御信号を生成し、前記ゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、前記第２転流制御モードにおいて前記制御信号を生成することを特徴とする。
- [0012] 〔２〕上記〔１〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記転流条件として、前記２相ステッピングモータの速度と、前記２相のコイルのうち一つの相のコイルを一方向に連続して通電する電気角の大きさを示す通電角（ θ ）と、が設定され、前記制御部は、前記速度と前記通電角とに基づいて前記目標通電時間を決定してもよい。
- [0013] 〔３〕上記〔２〕のモータ駆動制御装置において、前記第１転流制御モードにおける前記速度は、時間の経過とともに高くなってもよい。
- [0014] 〔４〕上記〔２〕または〔３〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記第１転流制御モードにおける前記通電角は、時間の経過とともに所定値まで低下してもよい。
- [0015] 〔５〕上記〔２〕乃至〔４〕の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置において、前記制御部には、前記２相ステッピングモータの駆動量と前記速度との対応関係を示す速度特性（１２１）の情報が記憶され、前記制御部は、前記第１転流制御モードにおいて、前記速度特性に基づいて、前記駆動量に応じた前記速度を決定してもよい。

- [0016] 〔6〕上記〔2〕乃至〔4〕の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置（10A）において、前記制御部（11A）は、前記第1転流制御モードにおいて前記2相ステッピングモータの転流制御を開始する場合に、直前に前記2相ステッピングモータの駆動を停止したときの前記2相ステッピングモータの負荷の大きさに基づいて、前記速度の変化の割合を決定してもよい。
- [0017] 〔7〕上記〔6〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記2相ステッピングモータの負荷の大きさに対応する前記2相ステッピングモータの駆動量と前記速度との関係を示す速度特性（121__1, 121__2）の情報が複数記憶され、複数の前記速度特性は、互いに前記速度の変化の割合が相違し、前記制御部は、前記第1転流制御モードにおいて、直前に前記2相ステッピングモータの駆動を停止したときの前記2相ステッピングモータの負荷が大きいほど、前記速度の変化の割合が小さい前記速度特性を選択し、選択した前記速度特性に基づいて前記速度を決定してもよい。
- [0018] 〔8〕上記〔6〕または〔7〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記制御部は、直前に前記2相ステッピングモータの駆動を停止したときの前記2相ステッピングモータの前記速度と駆動方向の少なくとも一つの情報に基づいて、前記負荷の大きさを推定してもよい。
- [0019] 〔9〕上記〔5〕または〔7〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記速度特性は、前記速度が一定の割合で変化する第1区間（A）と、前記第1区間よりも大きい割合で前記速度が変化する前記第1区間の後の第2区間（B）と、前記第2区間よりも小さい割合で前記速度が変化する前記第2区間の後の第3区間（C）と、を含んでもよい。
- [0020] 〔10〕上記〔1〕乃至〔9〕の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置において、前記所定の条件は、前記ゼロクロス点の検出回数に関する閾値（125）を含み、前記制御部は、前記ゼロクロス点の検出回数が前記閾値以上となった場合に、前記制御モードを前記第1転流制御モードから前記第2転流制御モードに切り替えてもよい。
- [0021] 〔11〕本発明の代表的な実施の形態に係るモータユニット（1）は、上

記〔１〕乃至〔１０〕の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置（１０）と、前記２相ステッピングモータ（２０）と、を備えることを特徴とする。

[0022] 〔１２〕本発明の代表的な実施の形態に係る、２相ステッピングモータの駆動を制御するためのモータ駆動制御方法は、前記２相ステッピングモータの起動開始時に、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがって前記２相ステッピングモータの２相のコイルの転流を行う第１ステップ（Ｓ２）と、前記コイルの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たしているか否かを判定する第２ステップ（Ｓ２８）と、前記ゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たしている場合に、前記ゼロクロス点の検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第３ステップ（Ｓ３）と、を含むことを特徴とする。

[0023] ２．実施の形態の具体例

以下、本発明の実施の形態の具体例について図を参照して説明する。なお、以下の説明において、各実施の形態において共通する構成要素には同一の参照符号を付し、繰り返しの説明を省略する。

[0024] ≪実施の形態１≫

図１は、実施の形態１に係るモータユニットの構成を示すブロック図である。

図１に示すように、モータユニット１は、２相ステッピングモータ２０と、２相ステッピングモータ２０を駆動するモータ駆動制御装置１０とを備えている。モータユニット１は、例えば、車載用途の空調ユニットとしてのＨＶＡＣ（Ｈｅａｔｉｎｇ Ｖｅｎｔｉｌａｔｉｏｎ ａｎｄ Ａｉｒ－Ｃｏｎｄｉｔｉｏｎｉｎｇ）で使用可能なアクチュエータ等のモータを動力源として用いる各種装置に適用可能である。

[0025] 図２は、実施の形態１に係る２相ステッピングモータ２０の構成を模式的に示す図である。

[0026] ２相ステッピングモータ２０は、例えば、２相のコイルを有するステッピングモータである。図２に示されるように、２相ステッピングモータ２０は

、A相のコイル21Aと、B相のコイル21Bと、ロータ22と、2相のステータヨーク（図示せず）とを有している。

[0027] コイル21A、21Bは、それぞれ、ステータヨーク（不図示）を励磁するコイルである。コイル21A、21Bは、それぞれ、後述する駆動部12に接続されている。コイル21A、21Bには、それぞれ異なる位相の電流（コイル電流）が流れる。

[0028] なお、以下の説明において、コイル21A、21Bをそれぞれ区別しない場合には、単に、「コイル21」と表記する場合がある。

[0029] 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ている。なお、図2では、ロータ22が2極である場合が一例として示されている。

[0030] ステータヨークは、ロータ22の周囲に、ロータ22の外周部に近接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により、回転する。ロータ22には、出力軸（図示せず）が接続されており、ロータ22の回転力により、出力軸が駆動される。

[0031] モータ駆動制御装置10は、2相ステッピングモータ20を駆動させるための装置である。モータ駆動制御装置10は、例えば上位装置（図示せず）からの駆動指令に基づいて、2相ステッピングモータ20の各相のコイル21A、21Bの通電状態を制御することにより、2相ステッピングモータ20の回転および停止を制御する。

[0032] 図1に示すように、モータ駆動制御装置10は、制御部11と駆動部12を有している。

駆動部12は、2相ステッピングモータ20のコイル21A、21Bに通電して、2相ステッピングモータ20を駆動する。駆動部12は、モータ駆動部13を有している。

[0033] モータ駆動部13は、制御部11によって生成された制御信号Sdに基づいて、2相ステッピングモータ20に駆動電力を供給する。図2に示すよう

に、モータ駆動部 13 は、コイル 21 A の正極側の端子 A P、コイル 21 A の負極側の端子 A N、コイル 21 B の正極側の端子 B P、およびコイル 21 B の負極側の端子 B N にそれぞれ接続されており、各端子 A P、A N、B P、B N に電圧を印加することにより、コイル 21 A、21 B を通電させる。

[0034] モータ駆動部 13 は、例えば、4 つのスイッチング素子（例えばトランジスタ）から構成された Hブリッジ回路等（図示せず）によって構成されている。モータ駆動部 13 は、例えば、Hブリッジ回路を構成する各スイッチング素子を選択的にオン・オフさせることにより、コイル 21 A、21 B を転流させる。

[0035] 図 2 に示すように、A 相のコイル 21 A に電流 $+I_a$ を流す場合には、モータ駆動部 13 は、例えば、コイル 21 A の端子 A N と端子 A P との両端間に “ $+V_a$ ” の電圧を印加する。一方、A 相のコイル 21 A に電流 $-I_a$ を流す場合には、モータ駆動部 13 は、コイル 21 A の端子 A N と端子 A P との両端間に “ $-V_a$ ” の電圧を印加する。B 相のコイル 21 B についても同様に、電流 $+I_b$ を流す場合には、モータ駆動部 13 は、例えば、コイル 21 B の端子 B N と端子 B P との両端間に “ $+V_b$ ” の電圧を印加し、B 相のコイル 21 B に電流 $-I_b$ を流す場合には、モータ駆動部 13 は、コイル 21 B の端子 B N と端子 B P との両端間に “ $-V_b$ ” の電圧を印加する。

[0036] モータ駆動部 13 は、制御部 11 から与えられる、2 相ステッピングモータ 20 の駆動を制御するための制御信号 S d に基づいて、上述したように各コイル 21 A、21 B の端子間に印加する電圧を切り替えることにより、各コイル 21 A、21 B の通電状態（通電方向）を切り替えて、各コイル 21 A、21 B を転流させる。

[0037] 制御部 11 は、モータ駆動制御装置 10 の統括的な制御を行う機能部である。制御部 11 は、例えば、CPU 等のプロセッサと、RAM、ROM 等の各種記憶装置と、タイマ（カウンタ）、A/D 変換回路、D/A 変換回路、および入出力 I/F 回路等の周辺回路とがバスを介して互いに接続された構成を有するプログラム処理装置（例えば、マイクロコントローラ）である。

本実施の形態において、制御部 11 は、IC（集積回路）としてパッケージ化されているが、これに限られるものではない。

[0038] 制御部 11 は、2 相ステッピングモータ 20 のコイル 21 A、21 B の転流を行うための制御モードとして、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがってコイル 21 A、21 B の転流を行う第 1 転流制御モードと、コイル 21 A、21 B の逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいてコイル 21 A、21 B の転流を行う第 2 転流制御モードと、を有している。

[0039] 制御部 11 は、第 1 転流制御モードにおいて、2 相励磁方式または 1-2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 20 を駆動するように制御信号 Sd を生成する。制御部 11 は、第 2 転流制御モードにおいて、1-2 相励磁方式または 1 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 20 を駆動するように制御信号 Sd を生成する。

[0040] 以下の説明では、一例として、制御部 11 は、第 1 転流制御モードおよび第 2 転流制御モードにおいて、1-2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 20 を駆動するものとして説明する。

[0041] 先に述べたように、2 相ステッピングモータの駆動開始時、すなわち停止している 2 相ステッピングモータの駆動開始直後において、2 相ステッピングモータの負荷が大きい場合に、ロータの位置に対してコイルの励磁位置が遅れることにより、逆起電圧のゼロクロス点を適切なタイミングで検出できない虞がある。1 相励磁方式または 1-2 相励磁方式において逆起電圧のゼロクロス点を検出できない場合、コイルの通電切替を適切に行うことができず、2 相ステッピングモータが脱調する可能性が高まる。

[0042] そこで、本実施の形態に係るモータ駆動制御装置 10 において、制御部 11 は、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始直後は、制御モードを第 1 転流制御モードに設定して、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果によらず、予め設定した転流条件に基づく目標通電時間にしたがってコイル 21 A、21 B を転流させ、その後、コイル 21 A、21 B の逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、制御モードを第 1 転流制御モード

から第2転流制御モードに切り替え、コイル21A, 21Bの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいてコイル21A, 21Bを転流させる。

[0043] ここで、上記の所定の条件は、例えば、逆起電圧のゼロクロス点の検出回数に関する閾値を含む。制御部11は、例えば、逆起電圧のゼロクロス点の検出回数が閾値以上となった場合に、制御モードを第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替える。

[0044] 制御部11には、転流条件として、2相ステッピングモータ20の速度と、2相のコイルのうち一つの相のコイルを一方向に連続して通電する電気角の大きさを示す通電角と、が設定される。制御部11は、第1転流制御モードにおいて、設定された速度と通電角とに基づいて目標通電時間を決定し、その目標通電時間にしたがってコイル21A, 21Bの通電切替を行う。

[0045] ここで、目標通電時間とは、一つの通電パターン（通電状態）を継続させる期間の長さの目標値である。例えば、第1転流制御モードにおいて、1-2相励磁方式によって2相ステッピングモータ20を駆動する場合、制御部11は、1相励磁の目標通電時間と2相励磁の目標通電時間とを夫々算出し、それらの目標通電時間にしたがって1相励磁と2相励磁を交互に切り替える。なお、目標通電時間の算出方法の詳細については、後述する。

[0046] 第1転流制御モードにおける速度は、予め設定された速度特性に基づいて、決定される。

[0047] 図3は、実施の形態1に係るモータ駆動制御装置10における速度特性の一例を示す図である。

[0048] 図3において、横軸は2相ステッピングモータ20の駆動量を表している。

本実施の形態において、2相ステッピングモータ20の単位駆動量を1ステップとする。例えば、1ステップは電気角90°分に相当し、2相ステッピングモータ20を4ステップ分駆動すると、電気角は360°回転する。

[0049] 図3において、縦軸は、2相ステッピングモータ20の速度を表している。

速度は、2相ステッピングモータ20の駆動に関する速度である。速度は、例えば、2相ステッピングモータのコイル21A、21Bを駆動する速度、すなわち、コイル21A、21Bの励磁状態（通電パターン）を切り替える速度（転流速度）である。なお、速度は、2相ステッピングモータ20のロータの回転速度であってもよい。図3の縦軸には、2相ステッピングモータ20の速度として、1相換算の駆動周波数〔pps〕が示されている。

[0050] 図3において、参照符号121は、2相ステッピングモータ20の駆動量と速度との対応関係を示す速度特性を表している。本実施の形態において、速度特性121は、2相ステッピングモータ20の駆動量（ステップ数）が増えるほど、速度が高くなるように設定されている。換言すれば、第1転流制御モードにおいて、速度は時間の経過とともに高くなる。

[0051] 例えば、図3に示すように、速度特性121は、速度が一定の割合で変化する第1区間Aと、第1区間Aよりも大きい割合で速度が変化する第1区間Aの後の第2区間Bと、第2区間Bよりも小さい割合で速度が変化する第2区間Bの後の第3区間Cと、を含む。

[0052] 制御部11は、例えば、速度特性121に沿って速度（駆動周波数）を変化させながら、コイル21A、21Bの転流を制御する。

例えば、上述したように2相ステッピングモータ20の起動開始直後は脱調が発生し易いため、制御部11は、先ず、第1区間Aに示すように、速度を緩やかに上昇させる。その後、脱調の発生する可能性が低下する速度領域に到達したら、制御部11は、第2区間Bに示すように、第1区間Aよりも速度の変化の割合を上げる。逆起電圧のゼロクロス点が検出可能な速度領域に到達したら、逆起電圧のゼロクロス点をより確実に検出して脱調を回避するために、制御部11は、第3区間Cに示すように、再び速度の変化の割合を下げる。その後、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替え、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づく転流制御を行う。

[0053] 図3に示すように、第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替

わるタイミング a , b , c は、2相ステッピングモータ 20 の負荷に応じて変化する。詳細は後述するが、負荷が大きいほど、第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替わるタイミングが速くなる。すなわち、負荷が大きいほど、より低い速度において第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替わる。

[0054] なお、図3には、駆動量に応じて速度が折れ線状に変化する速度特性 121 を例示したが、これに限られない。例えば、駆動量に応じて速度が曲線的に変化する速度特性であってもよい。

[0055] 第1転流制御モードにおける通電角は、予め設定された通電角特性に基づいて、決定される。

ここで、2相ステッピングモータにおける通電角と励磁期間との関係について説明する。

[0056] 図4は、2相ステッピングモータにおける通電角とコイルの励磁期間との関係を説明するための図である。

図4において、横軸は電気角を表している。同図の上側から1段目には通電角 $\theta = 180^\circ$ としたときのA相およびB相のコイルの励磁状態がそれぞれ示され、同図の上側から二段目には通電角 $\theta = 120^\circ$ としたときのA相およびB相のコイルの励磁状態がそれぞれ示され、同図の上側から三段目には通電角 $\theta = 100^\circ$ としたときのA相およびB相のコイルの励磁状態がそれぞれ示され、同図の上側から4段目には通電角 $\theta = 90^\circ$ としたときのA相およびB相のコイルの励磁状態がそれぞれ示されている。

[0057] 一般に、2相ステッピングモータの励磁方式は、2相のコイルのうち一つの相のコイルを一方向に連続して通電する電気角の大きさを示す通電角 θ によって決まる。

[0058] 図4に示すように、通電角 θ を 180° に設定した場合、2相励磁方式となり、2相ステッピングモータ 20 の2相のコイル 21 のうち2相分のコイル 21 が励磁され、 90° 毎に通電パターンが切り替わる。

[0059] また、図4に示すように、通電角 θ を $90^\circ < \theta < 180^\circ$ の範囲に設定

した場合、1－2相励磁方式となり、2相ステップングモータ20における2相のコイル21のうち1相分のコイル21を励磁する1相励磁と2相のコイル21のうち2相分のコイル21を励磁する2相励磁とが交互に繰り返される。

[0060] 更に、図4に示すように、通電角 θ を 90° に設定した場合、1相励磁方式となり、2相ステップングモータ20の2相のコイル21のうち1相分のコイル21が交互に励磁され、 90° 毎に通電パターンが切り替わる。

[0061] 1－2相励磁方式において、通電角が 120° である場合、1相励磁の期間が 60° 、2相励磁の期間が 30° となり、通電角が 100° である場合、1相励磁の期間が 80° 、2相励磁の期間が 10° となる。すなわち、通電角 θ が小さくなるほど、1相励磁の期間が長くなる一方で、2相励磁の期間が短くなる。また、2相励磁の期間が長いほど2相ステップングモータ20のトルクが大きくなり、脱調し難くなる。

[0062] そこで、本実施の形態に係るモータ駆動制御装置10において、第1転流制御モードにおいて1－2相励磁方式によって2相ステップングモータ20を駆動するとき、2相ステップングモータ20の起動直後は通電角 θ を大きい値に設定して脱調を回避しつつ、時間の経過とともに、通電角 θ を第2転流制御モードにおいて設定される値まで低下させる。

[0063] 図5Aおよび図5Bは、実施の形態1に係るモータ駆動制御装置10における通電角特性の一例を示す図である。

図5Aおよび図5Bにおいて、横軸は2相ステップングモータ20の駆動量（ステップ数）を表し、縦軸は、通電角 θ [degree]を表している。図5Aには、第2転流制御モードにおいて1相励磁方式によって2相ステップングモータ20を駆動する場合における、2相ステップングモータ20の駆動量と通電角との対応関係を示す通電角特性122__1が示されている。図5Bには、第2転流制御モードにおいて1－2相励磁方式によって2相ステップングモータ20を駆動する場合における、2相ステップングモータ20の駆動量と通電角との対応関係を示す通電角特性122__2が示されて

いる。

[0064] 通電角特性 1 2 2 __ 1, 1 2 2 __ 2 は、2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動量（ステップ数）が増えるほど、通電角が所定値（第 2 転流制御モードでの通電角）まで低下するように設定されている。換言すれば、第 1 転流制御モードにおいて、通電角は、時間の経過とともに所定値まで低下する。

[0065] 第 1 転流制御モードにおいて 1 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する場合、例えば、図 5 A に示すように、2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動開始直後には、制御部 1 1 は、通電角 θ を 150° （初期値）に設定して 1 - 2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する。その後、制御部 1 1 は、駆動量（ステップ数）の増加に応じて通電角 θ を 150° から徐々に低下させる。駆動量（ステップ数）が“15”に到達したとき、通電角 θ を 90° に固定し、1 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する。そして、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、制御部 1 1 は、第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替え、1 相励磁方式（通電角 $\theta = 90^\circ$ ）によって、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に応じたコイル 2 1 A, 2 1 B の通電切替を行う。

[0066] 第 1 転流制御モードにおいて 1 - 2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する場合、例えば、図 5 B に示すように、2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動開始直後には、脱調を回避するために、制御部 1 1 は、通電角 θ を比較的大きい値、例えば 150° （初期値）に設定して 1 - 2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する。その後、制御部 1 1 は、駆動量（ステップ数）の増加に応じて通電角 θ を 150° から徐々に低下させる。駆動量（ステップ数）が“15”に到達したとき、制御部 1 1 は、通電角 θ を 120° に固定し、通電角 120° の 1 - 2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する。その後、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、制御部 1 1 は、第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替え、1 - 2 相励磁方式（通電角

$\theta = 120^\circ$) において、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に応じたコイル 21 A, 21 B の通電切替を行う。

なお、以下の説明において、通電角特性 122__1, 122__2 を区別しない場合には、「通電角特性 122」と表記する場合がある。

[0067] このように、本実施の形態に係るモータ駆動制御装置 10 において、制御部 11 は、上述した 2 つの制御モードを切り替えることにより、2 相ステッピングモータ 20 のコイル 21 A, 21 B の転流制御を行う。以下、転流制御を行うための制御部 11 の具体的な機能ブロック構成について、説明する。

[0068] 図 6 は、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 における制御部 11 の機能ブロック構成の一例を示す図である。

なお、説明の便宜上、図 6 には転流制御の機能を実現するための構成が図示され、その他の機能に関する構成の図示を省略している。

[0069] 図 6 に示すように、制御部 11 は、例えば、制御モード決定部 111、第 1 転流制御部 112、第 2 転流制御部 113、ゼロクロス点検出部 114、逆起電圧監視部 115、制御信号生成部 116、および記憶部 120 を有している。

[0070] これらの機能部は、例えば、上述した制御部 11 としてのプログラム処理装置（マイクロコントローラ）において、プロセッサが記憶装置に記憶されたプログラムに従って各種演算を実行し、A/D 変換回路やタイマ等の周辺回路を制御することによって、実現される。

[0071] 逆起電圧監視部 115 は、各相のコイル 21 A, 21 B に発生する逆起電圧を監視する機能部である。

[0072] ゼロクロス点検出部 114 は、逆起電圧監視部 115 の監視結果に基づいて、2 相ステッピングモータ 20 のコイル 21 A, 21 B に発生する逆起電圧のゼロクロス点を検出するための機能部である。ゼロクロス点検出部 114 は、非励磁のコイル 21 の逆起電圧のゼロクロス点を検出した場合に、ゼロクロス点を検出されたことを示す検出信号 S_z を出力する。

[0073] 記憶部 120 は、通電切替制御を行うために必要な各種データを記憶するための機能部である。記憶部 120 には、例えば、上述した速度特性 121 および通電角特性 122 の情報と、上記所定の条件としての逆起電圧のゼロクロス点の検出回数に関する閾値（ゼロクロス検出閾値）125 の情報が記憶されている。また、記憶部 120 には、ゼロクロス点検出部 114 によって検出された逆起電圧のゼロクロス点の検出回数（ゼロクロス検出カウント値）124 の情報が記憶される。更に、記憶部 120 には、2 相ステッピングモータ 20 の駆動量、すなわちステップ数 126 が記憶される。

[0074] なお、記憶部 120 には、通電角特性 122__1, 122__2 が共に記憶されていてもよいし、第 2 転流制御モードにおける励磁方式が予め決まっている場合には、その励磁方式に対応する通電角特性 122 のみが記憶部 120 に記憶されていてもよい。

[0075] 制御信号生成部 116 は、2 相ステッピングモータ 20 の駆動を制御するための制御信号 Sd を生成する機能部である。制御信号生成部 116 は、後述する第 1 転流制御部 112 および第 2 転流制御部 113 からの指示に応じて制御信号 Sd を生成し、駆動部 12 に与える。制御信号 Sd は、例えば、PWM (Pulse Width Modulation) 信号である。

[0076] 制御モード決定部 111 は、2 相ステッピングモータ 20 のコイル 21A, 21B の転流を制御するための制御モードを決定する機能部である。制御モード決定部 111 は、例えば、図示されない上位装置から 2 相ステッピングモータ 20 の駆動指示を受け付けた場合に、ステップ数（駆動量）のカウントを開始し、その値をステップ数 126 として記憶部 120 に記憶するとともに、第 1 転流制御モードと第 2 転流制御モードの何れか一方を選択して、第 1 転流制御部 112 または第 2 転流制御部 113 に転流制御の実行を指示する。

[0077] 制御モード決定部 111 は、例えば、上位装置からの駆動指示に応じて 2 相ステッピングモータ 20 の駆動を開始するとき、第 1 転流制御モードを選択し、第 1 転流制御部 112 に対して転流制御の実行を指示する。このとき

、第2転流制御部113は転流制御を停止している。

[0078] 制御モード決定部111は、第1転流制御モードの期間に、ゼロクロス点検出部114によってコイル21の逆起電圧のゼロクロス点が検出されたか否かを監視する。制御モード決定部111は、第1転流制御モードの期間に、コイル21の逆起電圧のゼロクロス点が検出された回数をカウントし、その値をゼロクロス検出カウント値124として記憶部120に記憶する。

[0079] 制御モード決定部111は、第1転流制御モードの期間に、ゼロクロス検出カウント値124とゼロクロス検出閾値125とを比較し、ゼロクロス検出カウント値124がゼロクロス検出閾値125以上となった場合に、制御モードを第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替えて、第1転流制御部112に対して転流制御の停止を指示するとともに、第2転流制御部113に対して転流制御の実行を指示する。

[0080] 第1転流制御部112は、第1転流制御モードにおいて2相ステップングモータ20のコイル21A、21Bの転流制御を行う機能部である。第1転流制御部112は、制御モード決定部111から転流制御の実行が指示された場合に第1転流制御モードによる転流制御を開始する。

[0081] 具体的には、まず、第1転流制御部112は、記憶部120に記憶されている速度特性121に基づいて、そのときのステップ数126に対応する速度を決定する。また、第1転流制御部112は、記憶部120に記憶されている通電角特性122に基づいて、そのときのステップ数126に対応する通電角 θ を決定する。

[0082] 次に、第1転流制御部112は、決定した速度および通電角 θ に基づいて、1相励磁の目標通電時間と2相励磁の目標通電時間とをそれぞれ算出し、算出した目標通電時間に基づいて、制御信号生成部116に対して通電切替の指示を出力する。

[0083] 図4に示したように、通電角 θ が決まると、1相励磁の期間に相当する角度と2相励磁の期間に相当する角度とがそれぞれ定まる。したがって、例えば、1相励磁の期間に対応する角度を速度で除算することにより、1相励磁

の目標通電時間を求めることができる。同様に、2相励磁の期間に対応する角度を速度で除算することにより、2相励磁の目標通電時間を求めることができる。

[0084] 例えば、第1転流制御部112は、1相励磁を開始するとき、上述した手法により、そのときのステップ数126に応じて決定した速度および通電角 θ に基づいて1相励磁の目標通電時間を算出するとともに、時間の計測を開始し、制御信号生成部116に対して1相励磁の実行を指示する。次に、計測時間が1相励磁の目標通電時間に到達したとき、第1転流制御部112は、そのときのステップ数126に応じて決定した速度および通電角 θ に基づいて、2相励磁の目標通電時間を算出し、時間の計測を開始するとともに、制御信号生成部116に対して2相励磁の実行を指示する。そして、計測時間が2相励磁を行うための目標通電時間に到達したとき、第1転流制御部112は、1相励磁を実行するための上記処理を再び実行する。

[0085] このように、第1転流制御部112は、速度特性121および通電角特性122に基づいてステップ数毎に速度（駆動周波数）および通電角 θ を決定し、決定した速度および通電角 θ に基づいて1相励磁および2相励磁の目標通電時間をそれぞれ算出し、算出した目標通電時間に基づいて、コイル21A、21Bの転流を制御する。

[0086] 第2転流制御部113は、第2転流制御モードにおいて2相ステッピングモータ20のコイル21A、21Bの転流制御を行う機能部である。第2転流制御部113は、制御モード決定部111から転流制御の実行が指示された場合に第2転流制御モードによる転流制御（逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づく転流制御）を開始する。

例えば、第2転流制御モードにおいて、1-2相励磁方式によって2相ステッピングモータ20を駆動する場合を考える。

[0087] 第2転流制御部113は、1相励磁を開始するとき、制御信号生成部116に対して1相励磁の実行を指示するとともに、ゼロクロス点検出部114による逆起電圧のゼロクロス点の検出の有無を監視する。1相励磁の期間に

において、ゼロクロス点検出部 114 が逆起電圧のゼロクロス点を検出した場合に、第 2 転流制御部 113 は、制御信号生成部 116 に対して 2 相励磁の実行を指示する。

[0088] 2 相励磁が行われている期間では、A 相のコイル 21A と B 相のコイル 21B がともに励磁されているので、A 相のコイル 21A、B 相のコイル 21B のいずれの逆起電圧も測定することはできない。そこで、第 2 転流制御部 113 は、例えば、2 相ステッピングモータ 20 が励磁されているとき（例えば、1 相励磁の期間）の単位角度当たりの経過時間と設定された通電角 θ （例えば、図 5B の場合、 120° ）とに基づいて、2 相励磁を行うための目標通電時間を算出し、その目標通電時間が経過したときに、2 相ステッピングモータ 20 の励磁状態を 2 相励磁から 1 相励磁に切り替えるように制御信号生成部 116 に対して指示する。

[0089] このように、第 2 転流制御部 113 は、第 2 転流制御モードにおいて、コイル 21 の逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいてコイル 21A、21B の転流を制御することにより、2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさに応じた適切な速度によってコイル 21 の通電切替を行うことができる。これにより、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が変動した場合であっても、脱調を回避しつつ、より安定した 2 相ステッピングモータ 20 の駆動が可能となる。

[0090] 次に、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 による 2 相ステッピングモータ 20 の転流制御の処理の流れについて説明する。

[0091] 図 7 は、実施の形態 1 に係る転流制御の流れを示すフローチャートである。

以下の説明において、例えば、モータ駆動制御装置 10 の電源投入後または 2 相ステッピングモータ 20 の駆動停止後において、制御部 11 には、制御モードの初期設定として第 1 転流制御モードが設定されるものとする。

[0092] 例えば、モータ駆動制御装置 10 が上位装置から 2 相ステッピングモータ 20 に対する駆動開始の指示を受け付けた場合、制御部 11 は、先ず、ステ

ップ数（駆動量）のカウントを開始し、その値をステップ数 126 として記憶部 120 に記憶するとともに、制御モードが第 2 転流制御モードであるかを判定する（ステップ S1）。

[0093] 例えば、モータ駆動制御装置 10 の起動開始時には制御モードが第 1 転流制御モードに設定されているため（ステップ S1：NO）、制御部 11 は、第 1 転流制御モードにおいて 2 相ステッピングモータ 20 の駆動制御を行う（ステップ S2）。

[0094] 制御モードが第 2 転流制御モードである場合（ステップ S1：YES）、制御部 11 は、第 2 転流制御モードにおいて 2 相ステッピングモータ 20 の駆動制御を行う（ステップ S3）。

[0095] ステップ S2、S3 の後、制御部 11 は、例えば、上位装置等から 2 相ステッピングモータ 20 の駆動停止の指示を受け付けたか否かを判定する（ステップ S4）。制御部 11 は、駆動停止の指示を受け付けた場合には（ステップ S4：YES）、2 相ステッピングモータ 20 を停止させる。一方、駆動停止の指示を受け付けていない場合には（ステップ S4：NO）、制御部 11 は、再びステップ S1 に戻り、2 相ステッピングモータ 20 の駆動制御を継続する。

[0096] 次に、第 1 転流制御モードにおける処理（ステップ S2）の流れについて説明する。

[0097] 図 8 は、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 による第 1 転流制御モードの処理（ステップ S2）の流れを示す図である。

[0098] 第 1 転流制御モードにおいて、まず、制御部 11 の制御モード決定部 111 が、ゼロクロス点検出部 114 によってコイル 21 の逆起電圧のゼロクロス点が発出されたかを判定する（ステップ S21）。逆起電圧のゼロクロス点が発出されていない場合には（ステップ S21：NO）、制御モード決定部 111 が、ゼロクロス検出カウント値 124 をリセットする（ステップ S22）。

[0099] ステップ S22 の後、制御部 11 の第 1 転流制御部 112 が速度を決定す

る（ステップS 2 3）。具体的には、第1 転流制御部 1 1 2 が、上述した手法により、速度特性 1 2 1 に基づいて、その時点でのステップ数 1 2 6 に対応する速度を決定する。

[0100] また、第1 転流制御部 1 1 2 は、通電角 θ を決定する（ステップS 2 4）。具体的には、第1 転流制御部 1 1 2 は、上述した手法により、通電角特性 1 2 2 に基づいて、その時点でのステップ数 1 2 6 に対応する通電角 θ を決定する。

[0101] 次に、第1 転流制御部 1 1 2 は、上述した手法により、ステップS 2 3 において決定した速度とステップS 2 4 において決定した通電角 θ とに基づいて、次に行われる1 相励磁または2 相励磁の目標通電時間を決定する（ステップS 2 5）。

[0102] 第1 転流制御部 1 1 2 は、ステップS 2 5 において決定した目標通電時間に基づいて、制御信号生成部 1 1 6 に対して転流の指示を行う（ステップS 2 6）。その後、制御部 1 1 は上述した図 7 の処理フローに戻る。

[0103] ステップS 2 1 において、逆起電圧のゼロクロス点が検出された場合には（ステップS 2 1 : Y E S）、制御モード決定部 1 1 1 が、ゼロクロス検出カウンタ値 1 2 4 を+1 インクリメントする（ステップS 2 7）。

[0104] 次に、制御モード決定部 1 1 1 が、ゼロクロス検出カウンタ値 1 2 4 がゼロクロス検出閾値 1 2 5 以上であるか否かを判定する（ステップS 2 8）。ゼロクロス検出カウンタ値 1 2 4 がゼロクロス検出閾値 1 2 5 未満である場合には（ステップS 2 8 : N O）、制御モード決定部 1 1 1 は、ステップS 2 3 に移行し、その時点でのステップ数 1 2 6 に対応する速度および通電角 θ を決定するとともに、次に行われる1 相励磁または2 相励磁の目標通電時間を設定して、制御信号生成部 1 1 6 に対して転流の指示を行う（ステップS 2 3 ~ S 2 6）。

[0105] 一方、ステップS 2 8 においてゼロクロス検出カウンタ値 1 2 4 がゼロクロス検出閾値 1 2 5 以上である場合には（ステップS 2 8 : Y E S）、制御モード決定部 1 1 1 が、制御モードを第1 転流制御モードから第2 転流制御

モードに切り替える（ステップS 2 9）。具体的には、制御モード決定部 1 1 1 は、第 1 転流制御部 1 1 2 に対して第 1 転流制御モードによる転流制御の停止を指示するとともに、第 2 転流制御部 1 1 3 に対して第 2 転流制御モードによる転流制御の実行を指示する。

[0106] 次に、第 2 転流制御モードにおける処理（ステップS 3）の流れについて説明する。

[0107] 図 9 は、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 1 0 による第 2 転流制御モードの処理（ステップS 2）の流れを示す図である。

[0108] 第 2 転流制御モードにおいて、第 2 転流制御部 1 1 3 が、ゼロクロス点検出部 1 1 4 によってコイル 2 1 の逆起電圧のゼロクロス点が検出されたか否かを判定する（ステップS 3 1）。逆起電圧のゼロクロス点が検出された場合には（ステップS 3 1：Y E S）、第 2 転流制御部 1 1 3 は、上述した手法により、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づく 1－2 相励磁方式（または 1 相励磁方式）による転流制御を行う（ステップS 3 2）。その後、制御部 1 1 は、上述した図 7 の処理フローに戻る。

[0109] 一方、逆起電圧のゼロクロス点が検出されなかった場合には（ステップS 3 1：N O）、例えば、2 相ステッピングモータ 2 0 の脱調等、何等かの異常が発生している可能性が高いため、制御部 1 1（例えば、制御モード決定部 1 1 1）は、異常が発生したと判定し、例えば、上位装置にその旨を通知する（ステップS 3 3）。

[0110] 以上、モータ駆動制御装置 1 0 は、上述した処理手順にしたがって 2 相ステッピングモータ 2 0 の転流制御を行う。

[0111] 次に、第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替えるときの速度（駆動周波数）の変化について説明する。

[0112] 図 1 0 は、2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動開始後の速度の変化の一例を示す図である。

図 1 0 において、横軸は 2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動量（ステップ数）を表し、縦軸は、コイル 2 1 A，2 1 B の速度としての駆動周波数〔p

p s] を表している。参照符号 401 は、負荷の大きさが 5.5 L [N c m] である場合における、モータ駆動制御装置 10 による 2 相ステッピングモータの駆動開始後の 2 相ステッピングモータの駆動量（ステップ数）に対する速度の変化を表している。

[0113] 2 相ステッピングモータ 20 の駆動を開始するとき、制御部 11 は、上述したように、第 1 転流制御モードにおいて 2 相ステッピングモータ 20 の転流制御を開始し、図 10 に示すように、2 相ステッピングモータ 20 の駆動量（ステップ数）の増加に応じて速度（駆動周波数）を上げていく。その後、第 1 転流制御モードの期間中にコイル 21 の逆起電圧のゼロクロス点の検出回数が閾値以上（ゼロクロス検出カウント値 124 がゼロクロス検出閾値 125 以上）となったとき、制御部 11 は、制御モードを第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替えて、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づく転流制御を開始する。第 2 転流制御モードでは、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が一定の場合、速度は一定となる。

[0114] 図 11 は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷に対する速度の変化の一例を示す図である。

図 11 において、横軸は 2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさ [N c m] を表し、縦軸は、コイル 21 A, 21 B の速度としての駆動周波数 [p p s] を表している。参照符号 501 は、モータ駆動制御装置 10 による第 2 転流制御モードにおいて 1-2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 20 を駆動しているときの 2 相ステッピングモータ 20 の負荷の変化に対する速度の変化を表している。言い換えると、符号 501 は、負荷に対する、第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替わる速度（駆動周波数）を表している。

[0115] 図 11 に示すように、第 2 転流制御モードにおいて、上述した手法により、逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づく 1-2 相励磁方式の転流制御を行った場合、1 相励磁の期間に逆起電圧のゼロクロス点が検出されるタイミングは、負荷の大きさに応じて変化する。具体的には、図 11 に示すよう

に、第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替わる速度（駆動周波数）は、負荷が大きくなるほど低くなる。

[0116] このように、第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替わる速度が負荷に応じて変化するので、第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替わるタイミングも負荷に応じて変化する。

例えば、図11に示すように、負荷の大きさが5.5 L [Ncm] である場合、第2転流制御モードにおいて1-2相励磁方式によって2相ステッピングモータ20を駆動した場合の速度は600 [pps] となる。したがって、図10に示すように、負荷の大きさが5.5 L [Ncm] である場合には、第1転流制御モードにおいて速度が600 [pps] に到達したときに、制御モードが第2転流制御モードに切り替え、負荷の大きさが5.5 L [Ncm] で一定であれば、速度は600 [pps] で安定する。

[0117] 以上、実施の形態1に係るモータ駆動制御装置10は、2相ステッピングモータ20の起動開始直後には、第1転流制御モードにおいて予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがってコイル21A, 21Bの転流を行い、コイル21の逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、第2転流制御モードにおいて逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいてコイル21A, 21Bの転流を行う。

これによれば、2相ステッピングモータ20の起動開始直後には、目標通電時間が決められているので、逆起電圧が小さい場合や逆起電圧のゼロクロス点が適切なタイミングにおいて検出できない場合であっても、2相ステッピングモータ20を適切に駆動することができる。これにより、2相ステッピングモータ20の負荷が大きい場合であっても、2相ステッピングモータ20の起動直後における2相ステッピングモータ20の脱調の発生を抑制することが可能となる。

[0118] また、モータ駆動制御装置10において、転流条件として、2相ステッピングモータの速度と、2相のコイルのうち一つの相のコイルを一方向に連続して通電する電気角の大きさを示す通電角 θ とが設定される。モータ駆動制

御装置 10 は、第 1 転流制御モードにおいて、速度と通電角 θ とに基づいて目標通電時間を決定する。

これによれば、第 1 転流制御モードにおける目標通電時間を容易に算出することができる。

[0119] また、モータ駆動制御装置 10 は、第 1 転流制御モード中に逆起電圧のゼロクロス点の検出回数が閾値以上となった場合に、制御モードを第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替える。

これによれば、逆起電圧のゼロクロス点が安定して検出できるようになった状態において制御モードが第 1 転流制御モードから第 2 転流制御モードに切り替わるので、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始直後における脱調の発生をより確実に回避し、2 相ステッピングモータ 20 の安定した駆動が可能となる。

[0120] また、第 1 転流制御モードにおいて、速度は時間の経過とともに高くなる。

これによれば、上述したように、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始直後には低い速度で 2 相ステッピングモータ 20 を駆動することにより脱調の発生を抑制しつつ、時間の経過とともに速度を上げることにより、2 相ステッピングモータ 20 を目標とする駆動状態まで速やかに到達させることが可能となる。

[0121] また、第 1 転流制御モードにおいて、通電角 θ は時間の経過とともに所定値まで低下する。

これによれば、上述したように、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始直後には 2 相励磁の期間を長く設定して 2 相ステッピングモータ 20 を駆動することにより脱調の発生を抑制しつつ、時間の経過とともに 2 相励磁の期間が短くなり、1 相励磁の期間が長くなることにより、2 相ステッピングモータ 20 を目標とする駆動状態まで速やかに到達させることが可能となる。

[0122] また、モータ駆動制御装置 10 の制御部 11 には、2 相ステッピングモータ 20 の駆動量と速度との対応関係を示す速度特性 121 の情報が記憶され

、制御部 11 は、第 1 転流制御モードにおいて、速度特性 121 に基づいて、駆動量に応じた速度を決定する。

これによれば、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始後に、時間の経過とともに速度を変化させることが容易となる。

[0123] また、速度特性 121 は、図 3 に示したように、速度が一定の割合で変化する第 1 区間 A と、第 1 区間 A よりも大きい割合で速度が変化する第 1 区間 A の後の第 2 区間 B と、第 2 区間 B よりも小さい割合で速度が変化する第 2 区間 B の後の第 3 区間 C と、を含む。

これによれば、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始直後における脱調の発生をより確実に回避しつつ、2 相ステッピングモータ 20 を目標とする駆動状態まで、より速やかに到達させることが可能となる。

[0124] 以上のように、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 によれば、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時における動作の安定性を高めることが可能となる。

[0125] ≪実施の形態 2≫

図 12 は、実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 10A における制御部 11A の機能ブロック構成の一例を示す図である。

[0126] 実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 10A は、2 相ステッピングモータ 20 の直前の駆動停止時の負荷の大きさに基づいて駆動開始時に使用する速度特性を切り替える点において、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 と相違し、その他の点においては、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 と同様である。

[0127] 具体的には、制御部 11A は、第 1 転流制御モードにおいて 2 相ステッピングモータ 20 の転流制御を開始する場合に、直前に 2 相ステッピングモータ 20 の駆動を停止したときの 2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさに基づいて、速度の変化の割合を決定する。

[0128] より具体的には、制御部 11A の制御モード決定部 111A は、第 1 転流制御モードにおいて、直前に 2 相ステッピングモータ 20 の駆動を停止した

ときの2相ステップングモータ20の負荷が大きいほど、速度の変化の割合が小さい速度特性121を選択し、選択した速度特性121に基づいて速度を決定する。

[0129] 図13は、実施の形態2に係るモータ駆動制御装置10Aにおける速度特性121__1, 121__2の一例を示す図である。

図13において、横軸は2相ステップングモータ20の駆動量（ステップ数）を表し、縦軸は、コイル21A, 21Bの速度としての駆動周波数〔pps〕を表している。

[0130] 制御部11Aには、2相ステップングモータ20の負荷の大きさに対応する2相ステップングモータ20の駆動量（ステップ数）と速度との関係を示す速度特性121の情報が複数記憶される。

[0131] 例えば、図12および図13に示すように、高負荷に対応する速度特性121__1と低負荷に対応する速度特性121__2とが記憶部120Aにそれぞれ記憶される。

[0132] 図13に示すように、2つの速度特性121__1, 121__2は、互いに速度の変化の割合が相違する。例えば、低負荷に対応する速度特性121__2は、高負荷に対応する速度特性121__1よりも速く速度が変化し、より速やかに制御モードを第1転流制御モードから第2転流制御モードに切り替えることができる。

[0133] なお、以下の説明において、速度特性121__1と速度特性121__2をそれぞれ区別しない場合には、速度特性121と表記する。

[0134] 制御部11Aの第1転流制御部112Aは、第1転流制御モードにおいて転流制御を開始するとき、直前に2相ステップングモータ20の駆動を停止したときの2相ステップングモータ20の負荷の大きさを判定する。

[0135] 図11に示したように、負荷の大きさと、第2転流制御モードにおいて2相ステップングモータ20を駆動しているときの速度（駆動周波数）とは、互いに相関がある。

そこで、例えば、制御部11Aの制御モード決定部111Aは、2相ステ

ッピングモータ 20 を駆動しているときの速度の値を、速度の情報 131 と
して記憶部 120A に記憶し、定期的に更新する。

[0136] また、2相ステッピングモータ 20 による駆動対象が回転系である場合には、2相ステッピングモータ 20 の出力軸の回転方向（駆動方向）によって負荷を駆動するためのトルクが変わる。そこで、例えば、制御モード決定部 111A は、2相ステッピングモータ 20 の回転方向を駆動方向の情報 132 として記憶部 120A に記憶し、定期的に更新する。

[0137] なお、速度の情報 131 および駆動方向の情報 132 は、例えば、2相ステッピングモータ 20 の出力軸の回転速度および回転方向の情報であってもよい。例えば、2相ステッピングモータ 20 の出力軸にエンコーダ等の検出装置が設けられている場合に、制御部 11 の制御モード決定部 111A が、検出装置によって検出された出力軸の回転速度の情報および回転方向の情報を取得し、速度の情報 131 および駆動方向の情報 132 として記憶部 120A にそれぞれ記憶してもよい。

[0138] 速度の情報 131 および駆動方向の情報 132 は、2相ステッピングモータ 20 の駆動中に逐次更新され、最新の値が記憶部 120A に記憶される。例えば、上位装置等からの指示により、制御部 11 が2相ステッピングモータ 20 の駆動を停止した場合、2相ステッピングモータ 20 の駆動が停止する直前の速度および駆動方向の情報が記憶部 120A に記憶されることになる。

[0139] なお、速度の情報 131 および駆動方向の情報 132 は、モータ駆動制御装置 10A（制御部 11A）の電源供給が停止した場合に消去されてもよいし、不揮発性メモリに速度の情報 131 および駆動方向の情報 132 を記憶しておき、電源供給の有無に関わらず消去されないようにしてもよい。

[0140] 第1転流制御部 112A は、第1転流制御モードにおいて2相ステッピングモータ 20 の駆動を開始するとき、直前に2相ステッピングモータ 20 の駆動を停止したときの2相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさを、記憶部 120A に記憶されている速度の情報 131 および駆動方向の情報 132

の少なくとも一つの情報に基づいて判定する。

[0141] 例えば、第1転流制御部112Aは、記憶部120Aに予め記憶されている、速度および駆動方向の少なくとも一つと負荷の大きさとの対応関係を示す情報である負荷判定テーブル133を用いて、負荷の大きさを判定する。

[0142] 図14A乃至図14Cは、負荷判定テーブルの一例を示す図である。

図14Aには、速度と負荷の大きさとの対応関係を示す負荷判定テーブル133が示されている。図14Bおよび図14Cには、速度および駆動方向と負荷の大きさとの対応関係を示す負荷判定テーブル133が示されている。

[0143] 例えば、速度の情報131のみを用いて2相ステップングモータ20の負荷の大きさを判定する場合には、第1転流制御部112Aは、図14Aに示す負荷判定テーブル133に基づいて、記憶部120Aに記憶されている速度 R が閾値 R_{th} よりも大きいかなかを判定する。速度 R が閾値 R_{th} より小さい場合（ $R < R_{th}$ ）には、2相ステップングモータ20の負荷が“高負荷”であると判定し、“高負荷”に対応する速度特性121__1を選択する。一方、速度 R が閾値 R_{th} 以上である場合（ $R \geq R_{th}$ ）には、2相ステップングモータ20の負荷が“低負荷”であると判定し、“低負荷”に対応する速度特性121__2を選択する。

[0144] また、駆動対象が回転系であることが予めわかっている場合には、第1転流制御部112Aは、図14Bに示す負荷判定テーブル133に基づいて、速度の情報131と駆動方向の情報132を用いて2相ステップングモータ20の負荷の大きさを判定する。

[0145] 具体的には、速度 R が閾値 R_{th} より小さく（ $R < R_{th}$ ）、且つ2相ステップングモータ20の駆動開始時の駆動方向と記憶部120Aに記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致する（駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と同方向である）場合には、第1転流制御部112Aは、2相ステップングモータ20の負荷が“高負荷”であると判定し、“高負荷”に対応する速度特性121__1を選択する。

- [0146] 一方、速度 R が閾値 R_{th} 以上 ($R \geq R_{th}$) であり、且つ 2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時の駆動方向と記憶部 120A に記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致する（駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と同方向である）場合には、第 1 転流制御部 112A は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“低負荷”であると判定し、“低負荷”に対応する速度特性 121__2 を選択する。
- [0147] また、速度 R が閾値 R_{th} より小さく ($R < R_{th}$)、且つ 2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時の駆動方向と記憶部 120A に記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致しない（駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と逆方向である）場合には、第 1 転流制御部 112A は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“低負荷”であると判定し、“低負荷”に対応する速度特性 121__2 を選択する。
- [0148] 一方、速度 R が閾値 R_{th} 以上 ($R \geq R_{th}$) であり、且つ 2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時の駆動方向と記憶部 120A に記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致しない（駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と逆方向である）場合には、第 1 転流制御部 112A は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“高負荷”であると判定し、“高負荷”に対応する速度特性 121__1 を選択する。
- [0149] 駆動対象が回転系であるか否かが不明である場合には、第 1 転流制御部 112A は、図 14C に示す負荷判定テーブル 133 に基づいて、速度の情報 131 と駆動方向の情報 132 を用いて 2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさを判定する。
- [0150] 具体的には、速度 R が閾値 R_{th} より小さく ($R < R_{th}$)、且つ 2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時の駆動方向と記憶部 120A に記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致する（駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と同方向である）場合には、第 1 転流制御部 112A は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“高負荷”であると判定し、“高負荷”に対応する速度特性 121__1 を選択する。

[0151] 速度 R が閾値 R_{th} 以上 ($R \geq R_{th}$) であり、且つ 2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時の駆動方向と記憶部 120A に記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致する (駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と同方向である) 場合には、第 1 転流制御部 112A は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“低負荷”であると判定し、“低負荷”に対応する速度特性 121__2 を選択する。

[0152] 一方、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始時の駆動方向と記憶部 120A に記憶されている直前停止時の駆動方向とが一致しない (駆動開始時の駆動方向が直前の駆動停止時と逆方向である) 場合には、第 1 転流制御部 112A は、速度 (速度 R と閾値 R_{th} の大小) に関わらず、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“不明”であると判定する。この場合には、第 1 転流制御部 112A は、“高負荷”に対応する速度特性 121__1 を選択する。このように、2 相ステッピングモータ 20 の負荷が“不明”であると判定した場合、“高負荷”に対応する速度特性 121__1 を選択することにより、2 相ステッピングモータ 20 の実際の負荷が“高負荷”、低負荷”のどちらであったとしても、速度の変化の割合を小さくすることで、2 相ステッピングモータ 20 の駆動開始直後における脱調の発生を回避し、安定した 2 相ステッピングモータ 20 の駆動が可能となる。

以上、図 14A、図 14B、および図 14C を用いて、負荷判定方法の一例を説明したが、制御対象物によっては、負荷判定に上記以外の方法を用いることもあり得る。

[0153] 次に、実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 10A における第 1 転流制御モードによる処理の流れについて説明する。

[0154] 図 15 は、実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 10A による第 1 転流制御モードの処理の流れを示す図である。

[0155] 実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 10A は、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 と同様に図 7 に示したフローチャートにしたがって転流制御を行い、図 7 に示したフローチャートのステップ S2 において図 15

に示す処理を行う。

[0156] 制御モード決定部 111A は、2 相ステッピングモータ 20 の駆動を開始するとき、実施の形態 1 に係るモータ駆動制御装置 10 と同様に、制御モードを第 1 転流制御モードに設定する。

[0157] 第 1 転流制御モードにおいて、先ず、第 1 転流制御部 112A は、負荷に応じた速度特性 121 が決定されているか否かを判定する（ステップ S 41）。負荷に応じた速度特性が既に決定されている場合には（ステップ S 41：YES）、第 1 転流制御部 112A は、ステップ S 21 に移行し、実施の形態 1 に係る処理フロー（図 8）と同様の手順にしたがって転流制御を行う（ステップ S 21～S 29）。

[0158] 一方、例えば、起動開始直後等のように、負荷に応じた速度特性が決定されていない場合には（ステップ S 41：NO）、第 1 転流制御部 112A は、2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさを推定する（ステップ S 42）。具体的には、第 1 転流制御部 112A は、記憶部 120A に記憶されている速度の情報 131 および駆動方向の情報 132 の少なくとも一つの情報と負荷判定テーブル 133 とに基づいて、上述した手法により、2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさを推定する。

[0159] 次に、第 1 転流制御部 112A は、ステップ S 42 において推定した負荷の大きさに基づいて速度特性 121__1, 121__2 の何れか一方を選択する（ステップ S 43）。

[0160] その後、第 1 転流制御部 112A は、ステップ S 43 において選択した速度特性 121 を用いて、実施の形態 1 に係る処理フロー（図 8）と同様の手順にしたがって転流制御を行う（ステップ S 21～S 29）。

[0161] 以上、実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 10A は、第 1 転流制御モードにおいて 2 相ステッピングモータ 20 の転流制御を開始する場合に、直前に 2 相ステッピングモータ 20 の駆動を停止したときの 2 相ステッピングモータ 20 の負荷の大きさに基づいて、速度の変化の割合を決定する。具体的には、モータ駆動制御装置 10A は、互いに速度の変化の割合が相違する

複数の速度特性 1 2 1 __ 1, 1 2 1 __ 2 を記憶部 1 2 0 A に記憶しておき、直前に 2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動を停止したときの負荷が大きいほど、速度の変化の割合が小さい速度特性 1 2 1 を選択して、第 1 転流制御モードでの転流制御を行う。

[0162] これによれば、2 相ステッピングモータ 2 0 の負荷に応じた適切な速度で 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動させることができる。すなわち、2 相ステッピングモータ 2 0 の負荷が“高負荷”である場合には、速度が緩やかに変化する速度特性 1 2 1 __ 1 を用いて転流制御を行うことにより、高負荷時の脱調の発生を回避し、より安定した 2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動が可能となる。一方、2 相ステッピングモータ 2 0 の負荷が“低負荷”である場合には、“高負荷”の場合に比べて脱調が発生し難いため、速度が速やかに変化する速度特性 1 2 1 __ 2 を用いて転流制御を行うことにより、2 相ステッピングモータ 2 0 を目標とする駆動状態に速やかに到達させることが可能となる。

[0163] また、実施の形態 2 に係るモータ駆動制御装置 1 0 A は、直前に 2 相ステッピングモータ 2 0 の駆動を停止したときの 2 相ステッピングモータ 2 0 の速度と駆動方向の少なくとも一つの情報に基づいて、2 相ステッピングモータ 2 0 の負荷の大きさを推定する。

これによれば、2 相ステッピングモータ 2 0 の負荷の大きさを、正確且つ容易に推定することが可能となる。

[0164] ≪実施の形態の拡張≫

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づいて具体的に説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。

[0165] 例えば、上記実施の形態では、第 1 転流制御モードおよび第 2 転流制御モードにおいて、1 - 2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動する場合を例示したが、これに限られない。例えば、第 1 転流制御モードでは 1 - 2 相励磁方式によって 2 相ステッピングモータ 2 0 を駆動し、第 2

転流制御モードでは1相励磁方式によって2相ステップングモータ20を駆動してもよい。

[0166] 図5Aおよび図5Bにおいて、通電角特性122__1, 122__2における通電角 θ の初期値を 150° に設定する場合を例示したが、通電角の初期値は $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ の範囲で任意に設定可能である。

例えば、より確実に脱調を回避したい場合には、通電角 θ の初期値を 180° に設定して、2相励磁方式によって2相ステップングモータ20の駆動を開始し、その後、通電角 θ を低下させて1-2相励磁方式に切り替えてもよい。また、2相ステップングモータ20の駆動開始後に、より速やかに2相ステップングモータ20を目標とする駆動状態に遷移させたい場合には、通電角 θ の初期値を例えば 120° に設定し、通電角 θ を 120° から低下させてもよい。あるいは、通電角 θ を固定値（第2転流制御モードと同じ値）に設定し、速度のみを変化させてもよい。

[0167] また、2相ステップングモータ20において、ロータ22の極数が2極である場合を例示したが、ロータ22の極数は特に限定されない。

[0168] また、モータユニット1は、図1に開示した構成に限定されない。例えば、駆動部12が、上述したモータ駆動部13の他に、コイル21A, 21Bのコイル電流を検出するための電流検出回路等を有していてもよい。

[0169] また、上述のフローチャートは、動作を説明するための一例を示すものであって、これに限定されない。すなわち、フローチャートの各図に示したステップは具体例であって、このフローに限定されるものではない。例えば、一部の処理の順番が変更されてもよいし、各処理間に他の処理が挿入されてもよいし、一部の処理が並列に行われてもよい。

符号の説明

[0170] 1…モータユニット、10, 10A…モータ駆動制御装置、11, 11A…制御部、12…駆動部、13…モータ駆動部、20…2相ステップングモータ、21, 21A, 21B…コイル、22…ロータ、111, 111A…制御モード決定部、112, 112A…第1転流制御部、113…第2転流

制御部、114…ゼロクロス点検出部、115…逆起電圧監視部、116…
制御信号生成部、120, 120A…記憶部、121, 121__1, 121__2…速度特性、122, 122__1, 122__2…通電角特性、124…
ゼロクロス検出カウント値、125…ゼロクロス検出閾値、126…ステッ
プ数、131…速度の情報、132…駆動方向の情報、133…負荷判定テ
ーブル、401…駆動量に対する速度の変化、501…負荷の変化に対する
速度の変化、Sd…制御信号、Sz…検出信号、 θ …通電角。

請求の範囲

〔請求項1〕 2相ステッピングモータの駆動を制御するための制御信号を生成する制御部と、

前記制御信号に基づいて、前記２相ステッピングモータの２相のコイルを駆動する駆動部と、を備え、

前記制御部は、制御モードとして、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがって前記コイルの転流を行う第１転流制御モードと、前記コイルの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第２転流制御モードと、を有し、

前記制御部は、前記２相ステッピングモータの起動開始時には、前記第１転流制御モードにおいて前記制御信号を生成し、前記ゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たした場合に、前記第２転流制御モードにおいて前記制御信号を生成する。

モ一夕駆動制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載のモータ駆動制御装置において、

前記転流条件として、前記 2 相ステッピングモータの速度と、前記 2 相のコイルのうち一つの相のコイルを一方向に連続して通電する電気角の大きさを示す通電角と、が設定され、

前記制御部は、前記第 1 転流制御モードにおいて、前記速度と前記通電角とに基づいて前記目標通電時間を決定する

モ一夕駆動制御装置。

【請求項3】 請求項2に記載のモータ駆動制御装置において、

前記第 1 転流制御モードにおける前記速度は、時間の経過とともに高くなる

モ一夕駆動制御装置。

【請求項4】 請求項2または3に記載のモータ駆動制御装置において、

前記第 1 転流制御モードにおける前記通電角は、時間の経過とともに所定値まで低下する

モータ駆動制御装置。

[請求項5] 請求項2乃至4の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置において

、

前記制御部には、前記2相ステッピングモータの駆動量と前記速度との対応関係を示す速度特性の情報が記憶され、

前記制御部は、前記第1転流制御モードにおいて、前記速度特性に基づいて、前記駆動量に応じた前記速度を決定する

モータ駆動制御装置。

[請求項6] 請求項2乃至4の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置において

、

前記制御部は、前記第1転流制御モードにおいて前記2相ステッピングモータの転流制御を開始する場合に、直前に前記2相ステッピングモータの駆動を停止したときの前記2相ステッピングモータの負荷の大きさに基づいて、前記速度の変化の割合を決定する

モータ駆動制御装置。

[請求項7] 請求項6に記載のモータ駆動制御装置において、

前記制御部には、前記2相ステッピングモータの負荷の大きさに対応する前記2相ステッピングモータの駆動量と前記速度との関係を示す速度特性の情報が複数記憶され、

複数の前記速度特性は、互いに前記速度の変化の割合が相違し、

前記制御部は、前記第1転流制御モードにおいて、直前に前記2相ステッピングモータの駆動を停止したときの前記2相ステッピングモータの負荷が大きいほど、前記速度の変化の割合が小さい前記速度特性を選択し、選択した前記速度特性に基づいて前記速度を決定する

モータ駆動制御装置。

[請求項8] 請求項6または7に記載のモータ駆動制御装置において、

前記制御部は、直前に前記2相ステッピングモータの駆動を停止したときの前記2相ステッピングモータの前記速度と駆動方向の少なく

とも一つの情報に基づいて、前記負荷の大きさを推定する
モータ駆動制御装置。

[請求項9] 請求項5または7に記載のモータ駆動制御装置において、
前記速度特性は、前記速度が一定の割合で変化する第1区間と、前記第1区間よりも大きい割合で前記速度が変化する前記第1区間の後の第2区間と、前記第2区間よりも小さい割合で前記速度が変化する前記第2区間の後の第3区間と、を含む
モータ駆動制御装置。

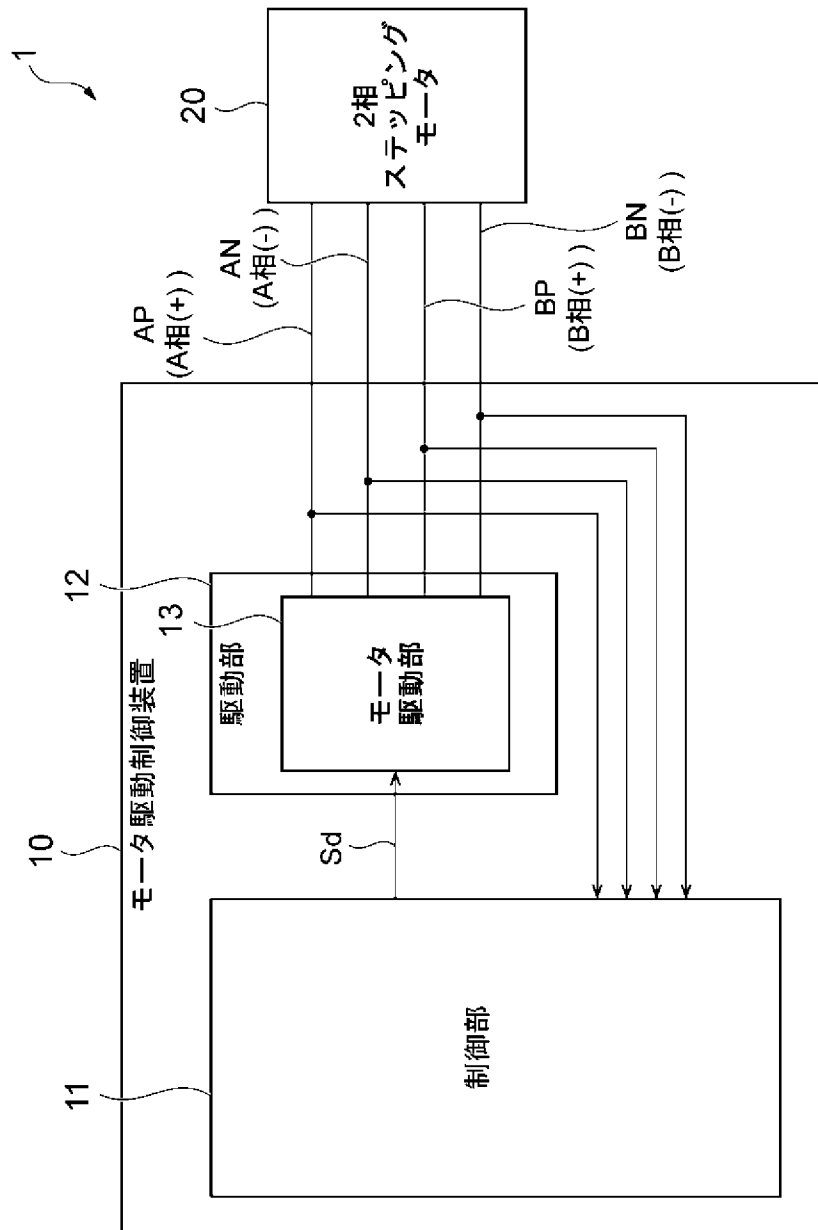
[請求項10] 請求項1乃至9の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置において、
前記所定の条件は、前記ゼロクロス点の検出回数に関する閾値を含み、
前記制御部は、前記ゼロクロス点の検出回数が前記閾値以上となった場合に、前記制御モードを前記第1転流制御モードから前記第2転流制御モードに切り替える
モータ駆動制御装置。

[請求項11] 請求項1乃至10の何れか一項に記載のモータ駆動制御装置と、
前記2相ステッピングモータと、を備える
モータユニット。

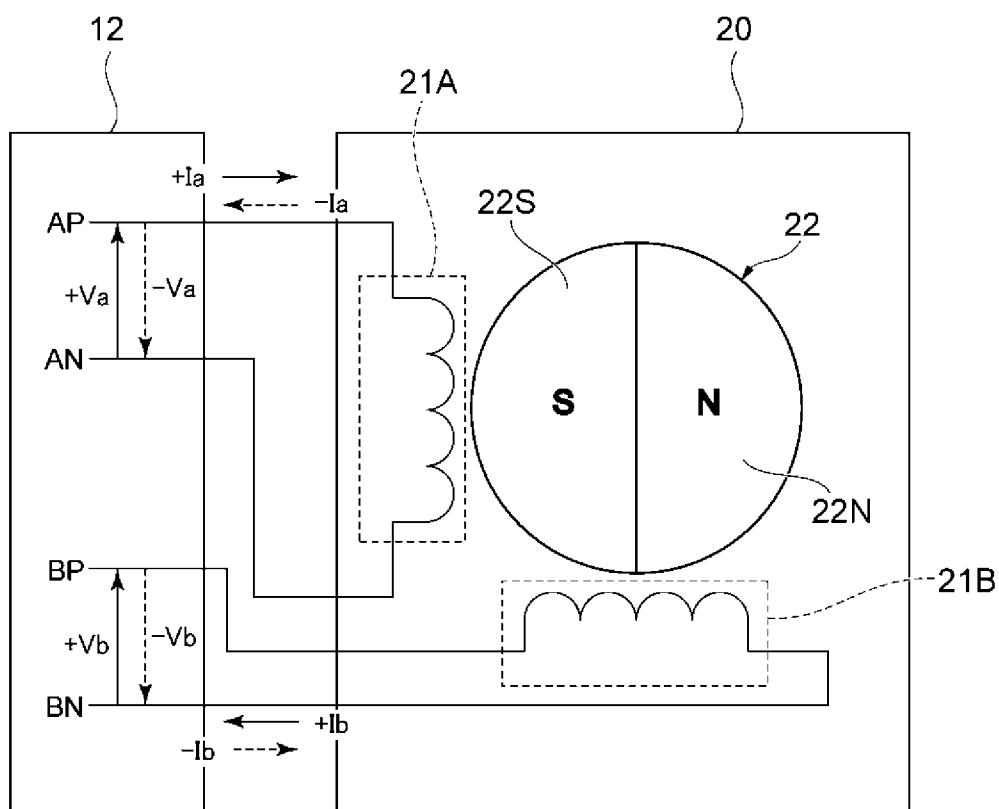
[請求項12] 2相ステッピングモータの駆動を制御するためのモータ駆動制御方法であって、
前記2相ステッピングモータの起動開始時に、予め設定された転流条件に基づく目標通電時間にしたがって前記2相ステッピングモータの2相のコイルの転流を行う第1ステップと、
前記コイルの逆起電圧のゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たしているか否かを判定する第2ステップと、
前記ゼロクロス点の検出結果が所定の条件を満たしている場合に、前記ゼロクロス点の検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第3

ステップと、を含む
モータ駆動制御方法。

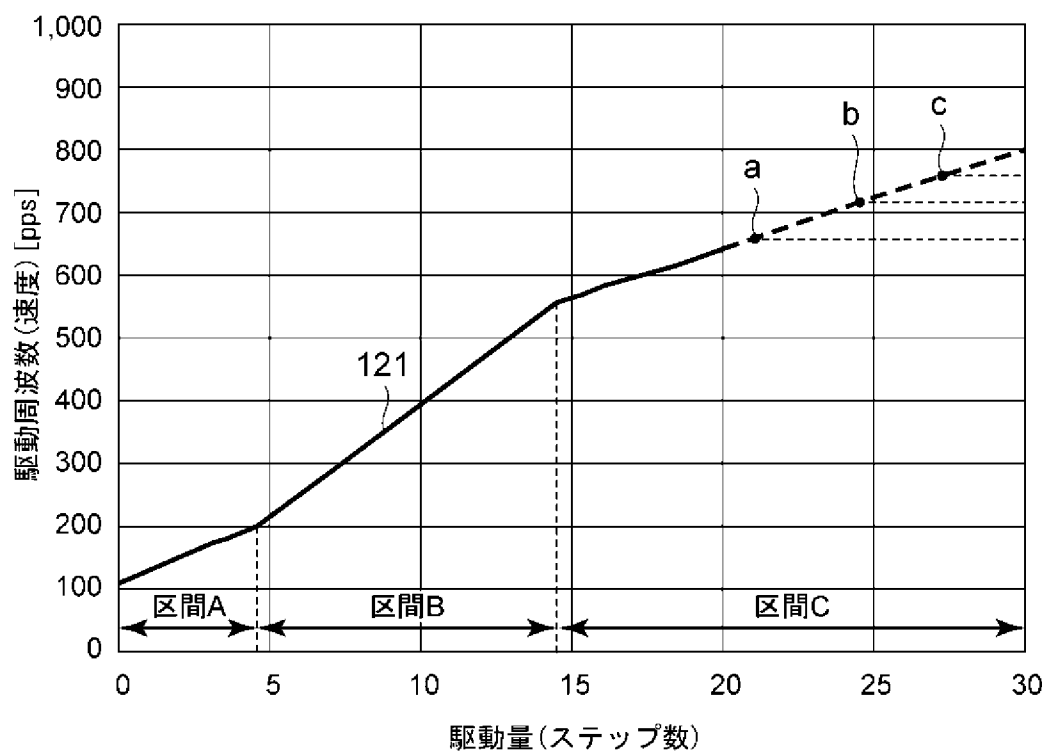
[図1]



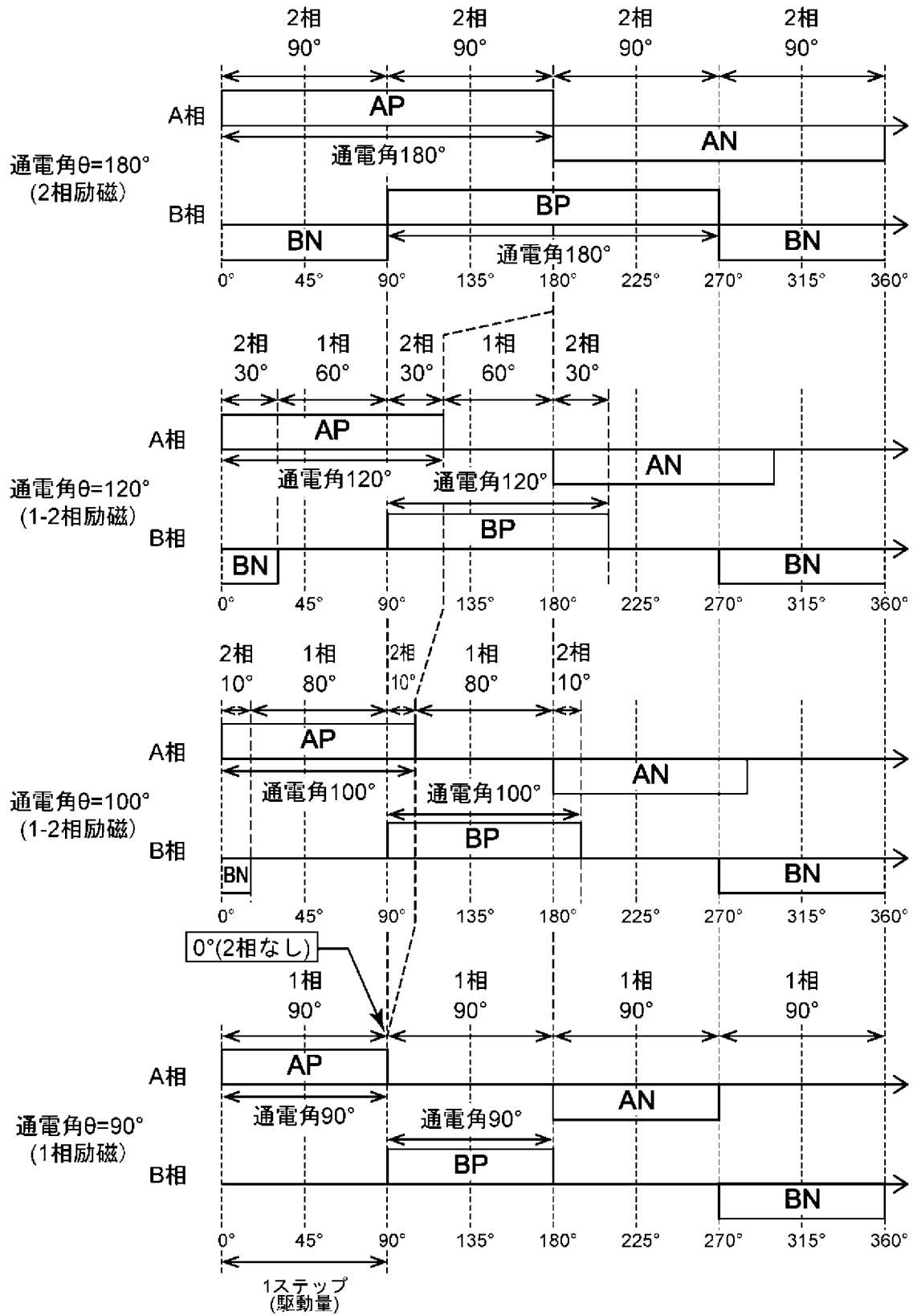
[図2]



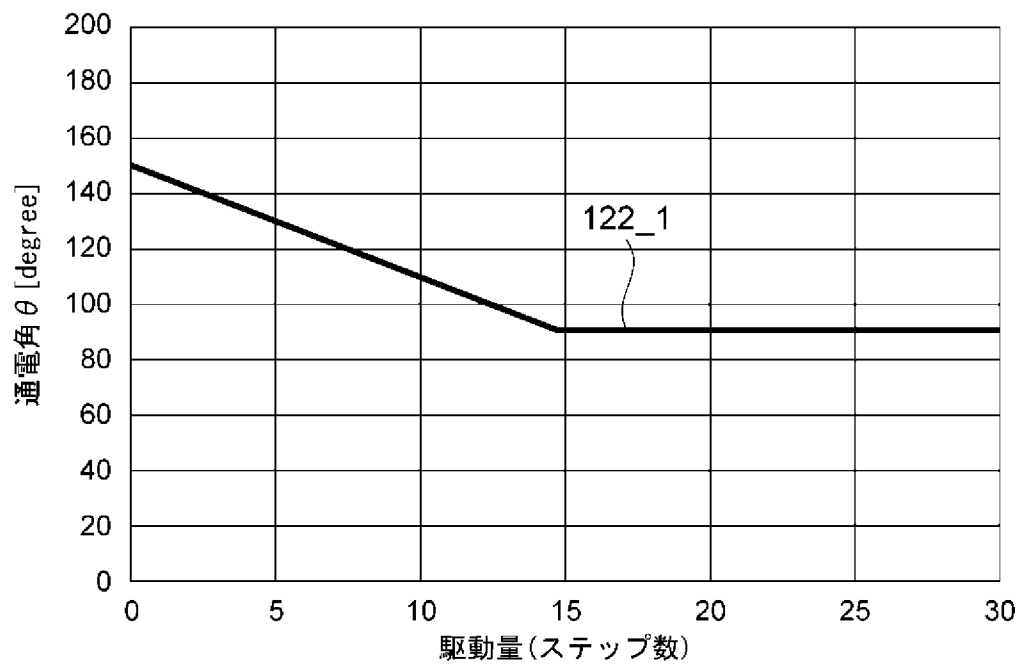
[図3]



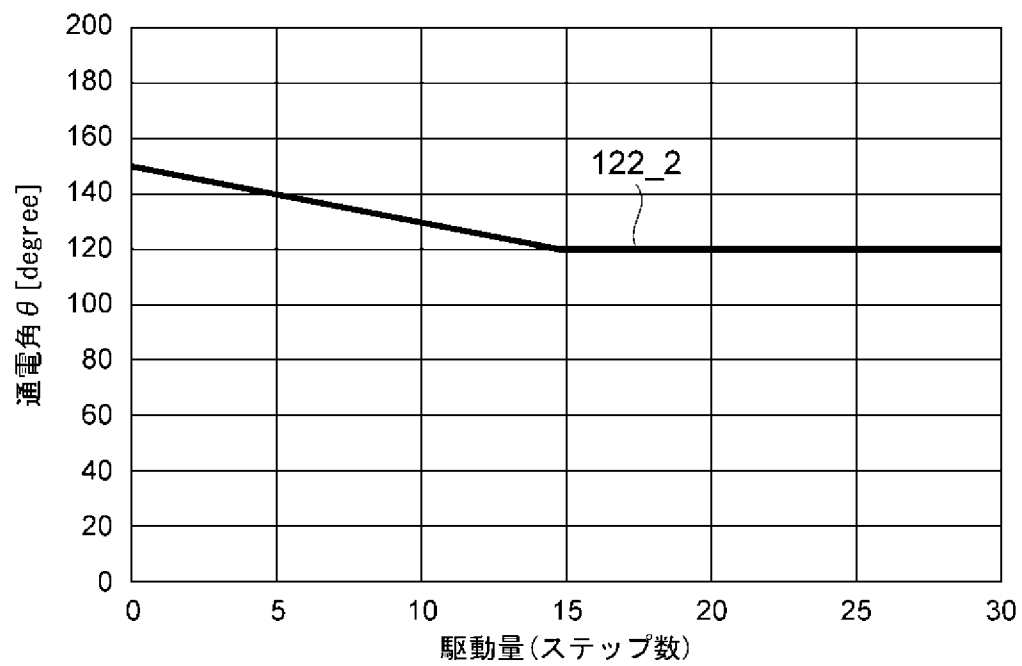
[図4]



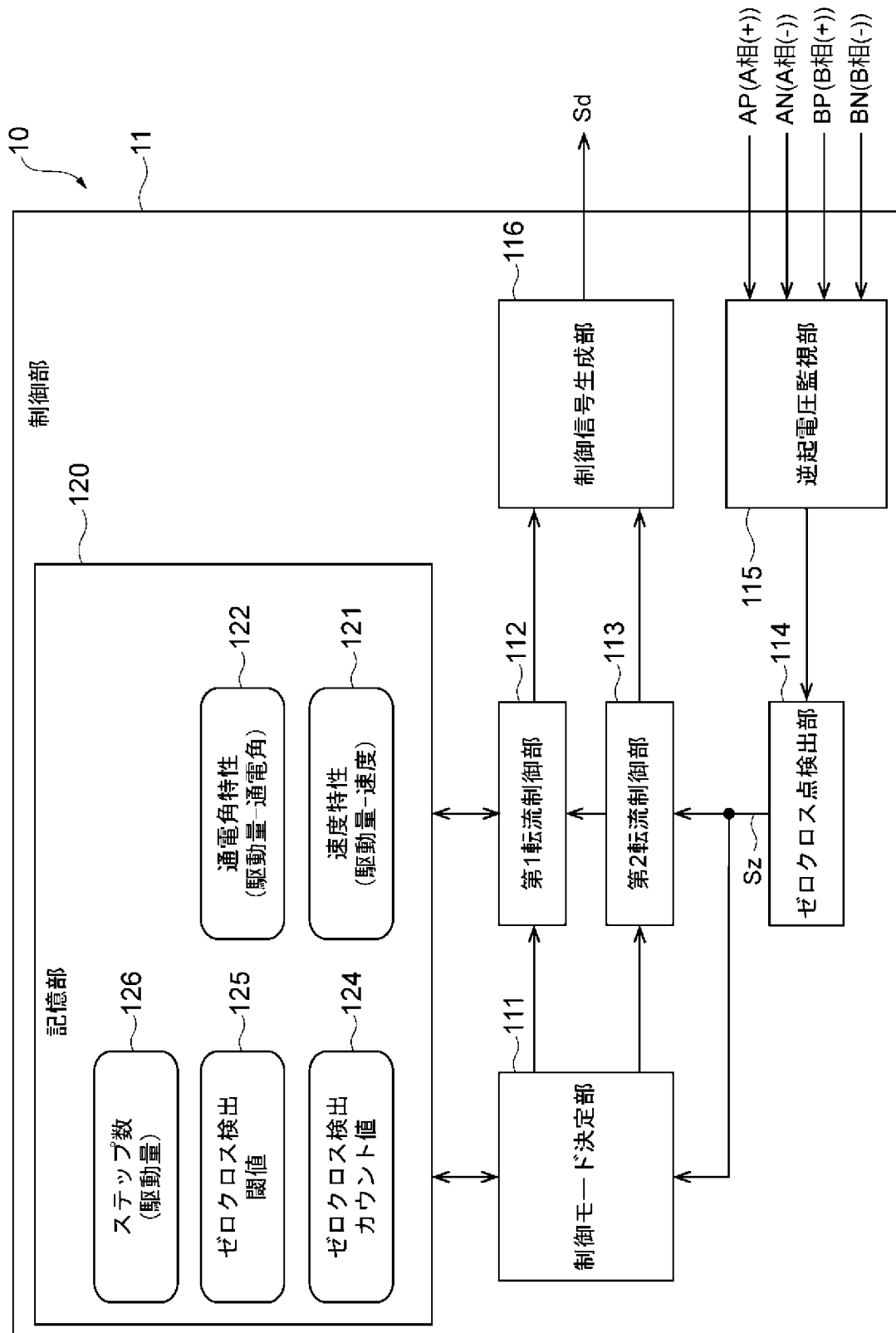
[図5A]



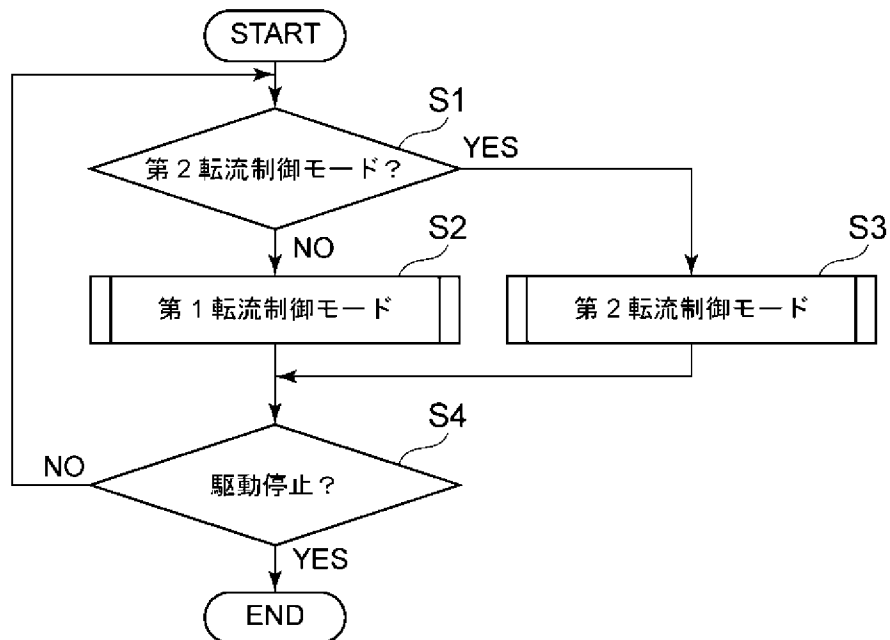
[図5B]



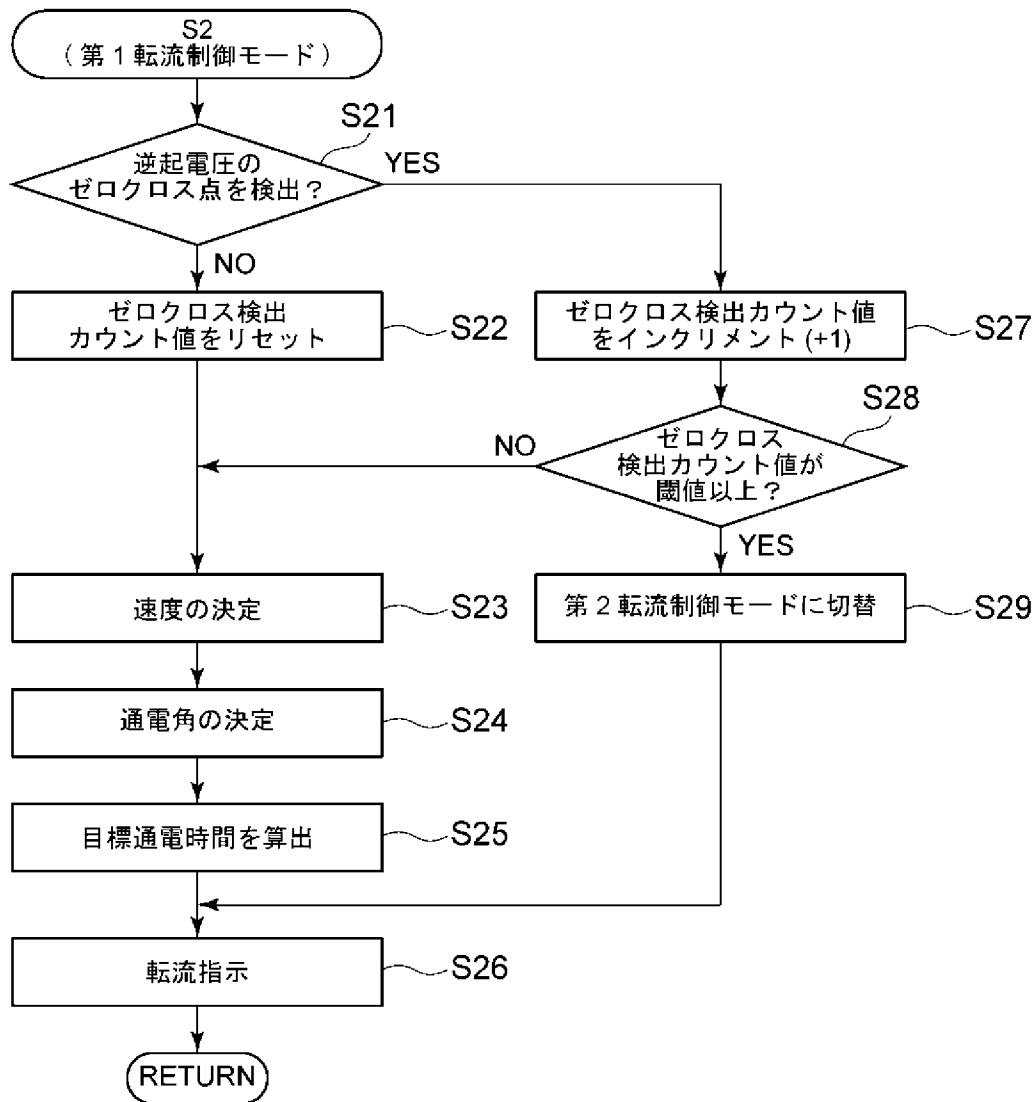
[図6]



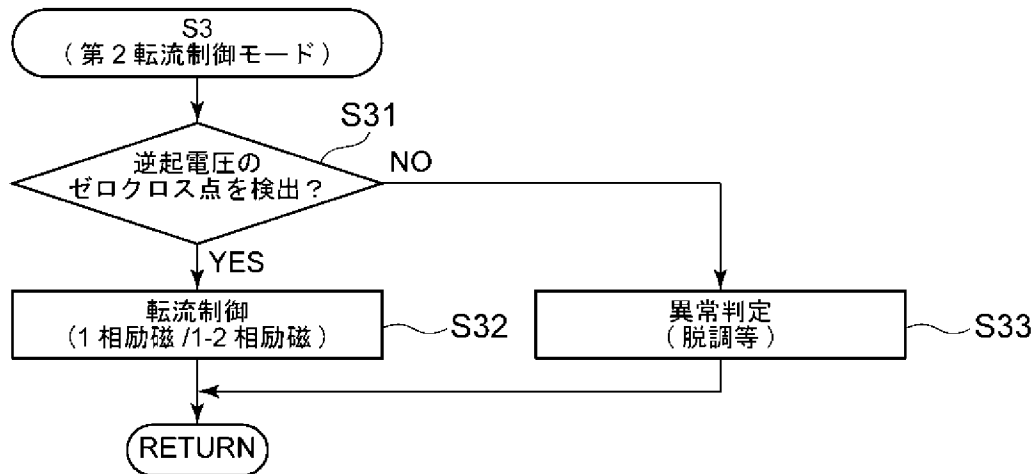
[図7]



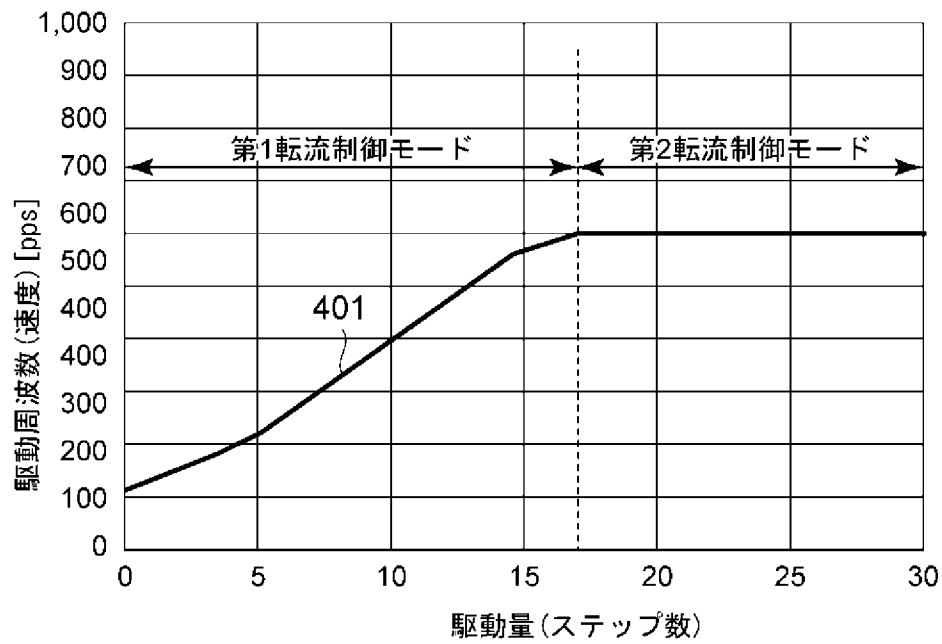
[図8]



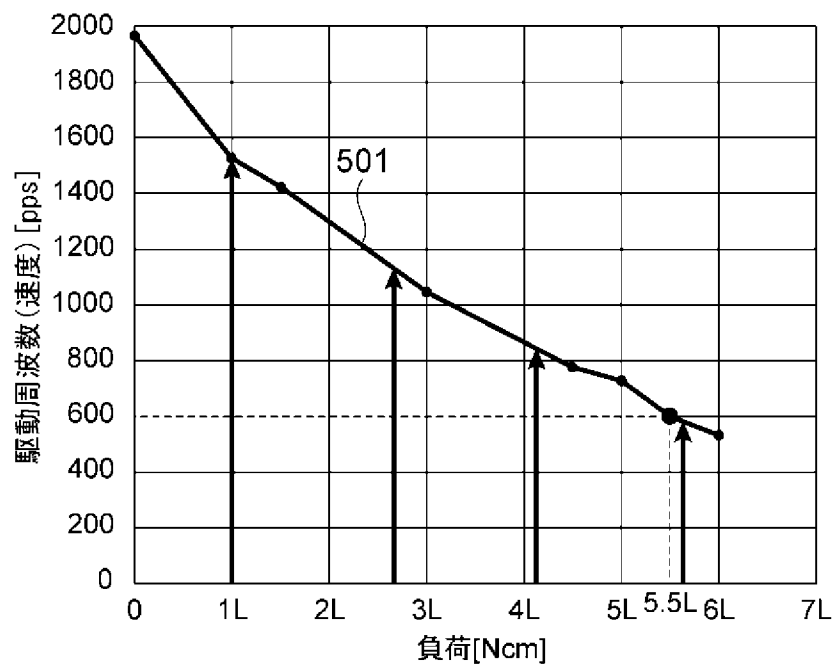
[図9]



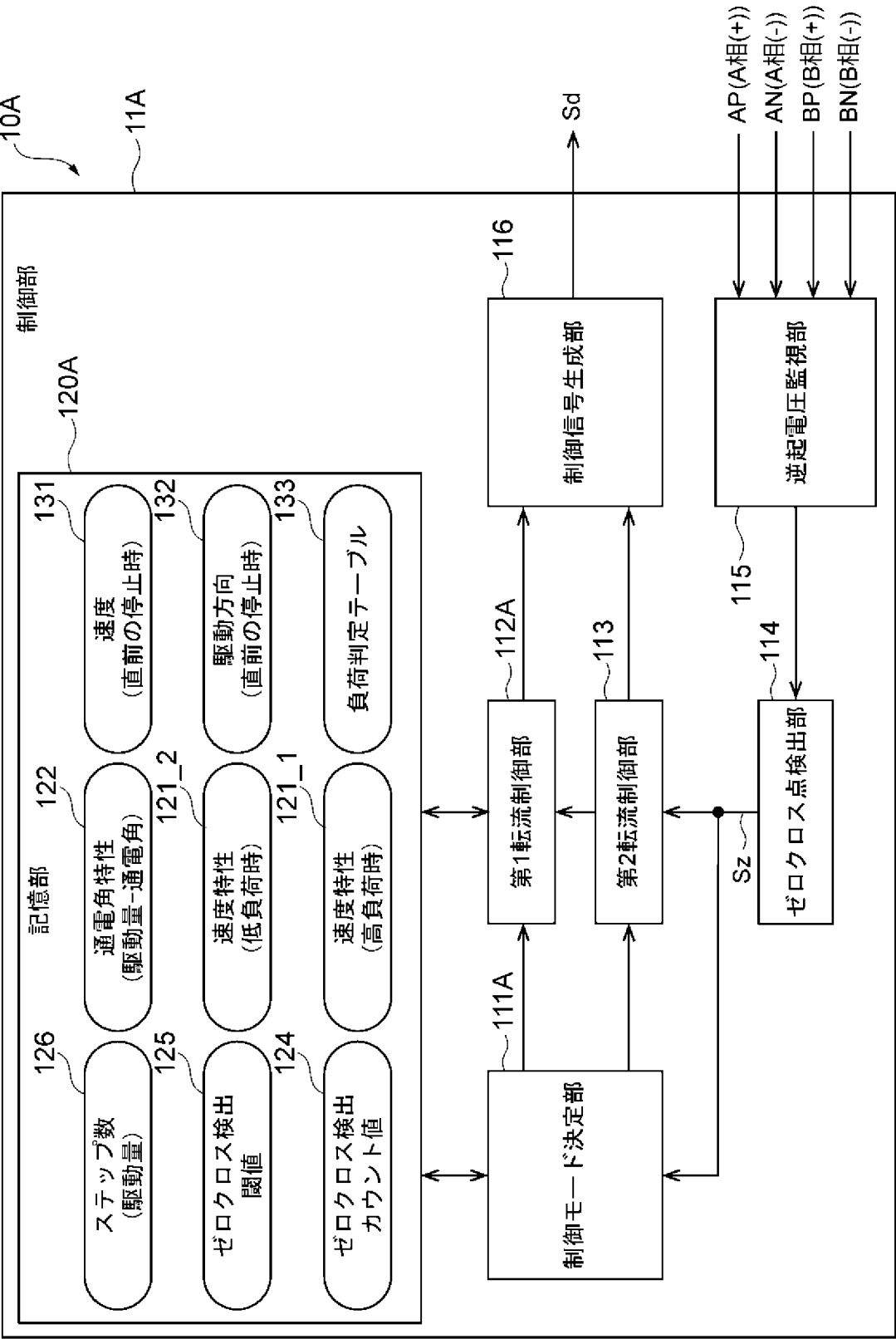
[図10]



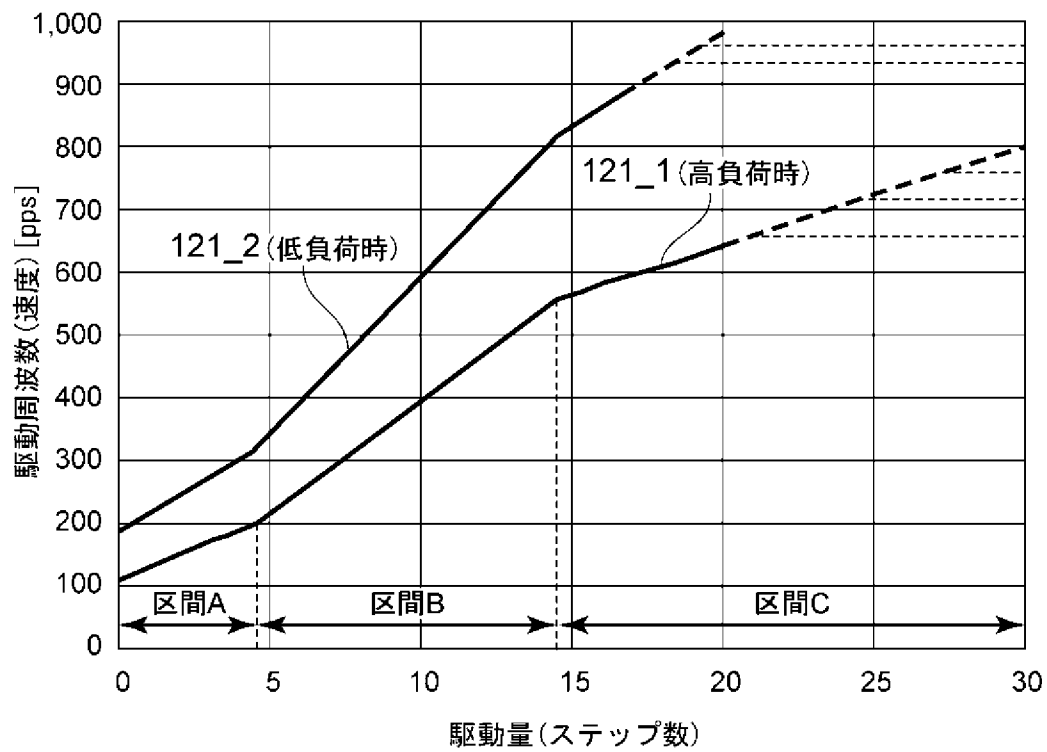
[図11]



[図12]



[図13]



[図14A]

直前の駆動停止時の速度	
速度 $R < R_{th}$	速度 $R \geq R_{th}$
高負荷	低負荷

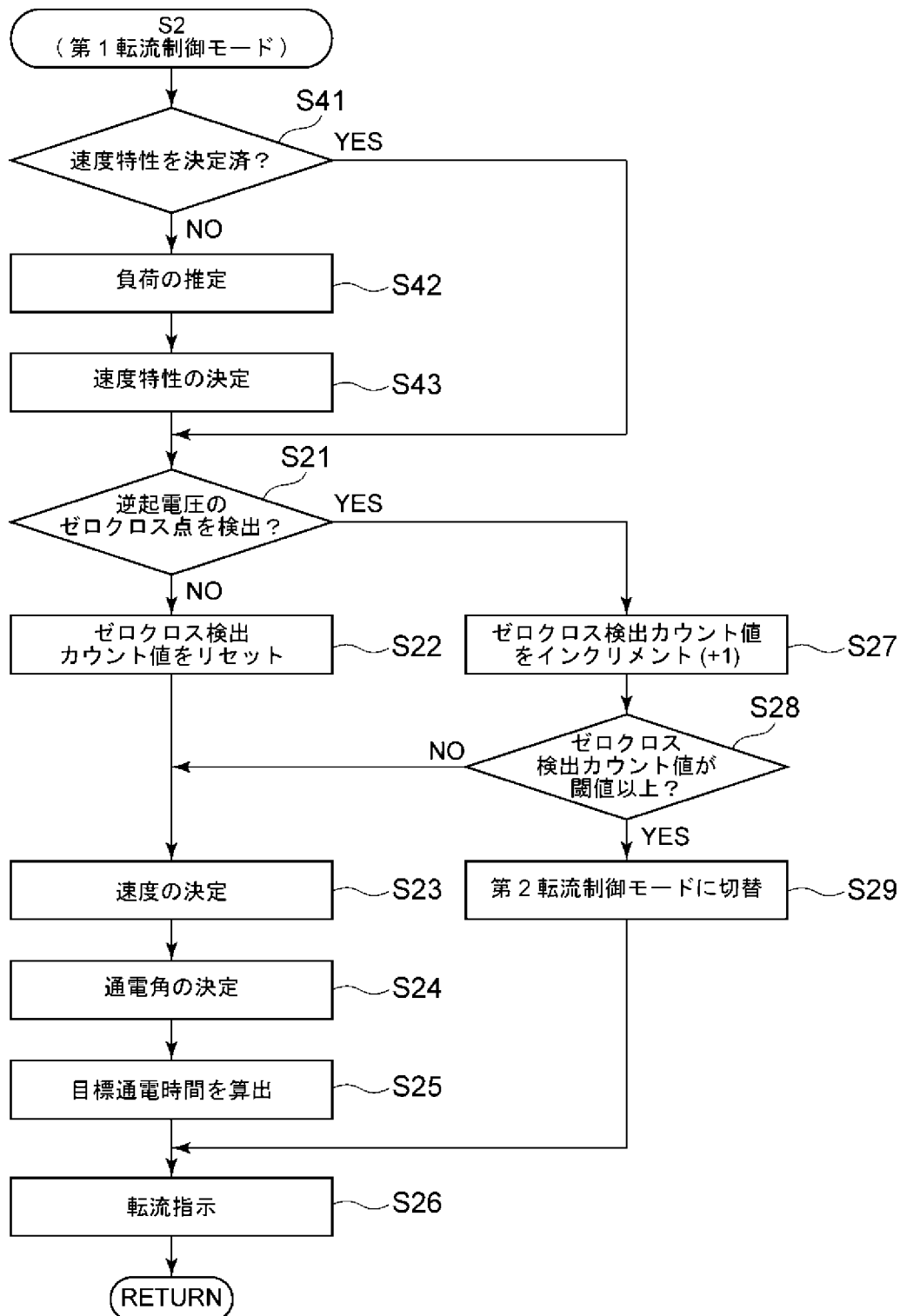
[図14B]

駆動対象が回転系		
駆動開始時の 駆動方向	直前の駆動停止時の速度	
	速度 $R < R_{th}$	速度 $R \geq R_{th}$
直前の駆動 停止時と同方向	高負荷	低負荷
直前の駆動 停止時と逆方向	低負荷	高負荷

[図14C]

駆動対象が不明		
駆動開始時の 駆動方向	直前の駆動停止時の速度	
	速度 $R < R_{th}$	速度 $R \geq R_{th}$
直前の駆動 停止時と同方向	高負荷	低負荷
直前の駆動 停止時と逆方向	(不明)	(不明)

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/040076

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02P 8/10 (2006.01)i; H02P 6/182 (2016.01)i; H02P 6/21 (2016.01)i FI: H02P8/10; H02P6/182; H02P6/21 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) H02P8/10; H02P6/182; H02P6/21 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2018-38213 A (MINEBEAMITSUMI INC.) 08 March 2018 (2018-03-08) paragraphs [0012]-[0105], fig. 1-15</td> <td>1-3, 10-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>4-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-278320 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 06 October 2005 (2005-10-06) paragraphs [0001]-[0006], [0018]-[0039], fig. 1-4</td> <td>1-3, 10-12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2018-38213 A (MINEBEAMITSUMI INC.) 08 March 2018 (2018-03-08) paragraphs [0012]-[0105], fig. 1-15	1-3, 10-12	A		4-9	Y	JP 2005-278320 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 06 October 2005 (2005-10-06) paragraphs [0001]-[0006], [0018]-[0039], fig. 1-4	1-3, 10-12
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	JP 2018-38213 A (MINEBEAMITSUMI INC.) 08 March 2018 (2018-03-08) paragraphs [0012]-[0105], fig. 1-15	1-3, 10-12												
A		4-9												
Y	JP 2005-278320 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 06 October 2005 (2005-10-06) paragraphs [0001]-[0006], [0018]-[0039], fig. 1-4	1-3, 10-12												
☐ 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 27 December 2022		Date of mailing of the international search report 17 January 2023												
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/040076

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-38213	A	08 March 2018	US 2019/0190415 A1 paragraphs [0028]-[0198], fig. 1-15 WO 2018/043077 A1 DE 112017004395 T5	
JP	2005-278320	A	06 October 2005	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 8/10(2006.01)i; H02P 6/182(2016.01)i; H02P 6/21(2016.01)i FI: H02P8/10; H02P6/182; H02P6/21														
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）） H02P8/10; H02P6/182; H02P6/21														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 2018-38213 A（ミネベアミツミ株式会社）08.03.2018（2018 - 03 - 08） 段落0012-0105, 図1-15	1-3, 10-12 4-9												
Y	JP 2005-278320 A（光洋精工株式会社）06.10.2005（2005 - 10 - 06） 段落0001-0006, 0018-0039, 図1-4	1-3, 10-12												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 27. 12. 2022	国際調査報告の発送日 17. 01. 2023													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 谿花 正由輝 3V 3120 電話番号 03-3581-1101 内線 3357													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/040076

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-38213	A	08.03.2018	US 2019/0190415 A1 段落0028-0198, 図1-15 WO 2018/043077 A1 DE 112017004395 T5	
JP	2005-278320	A	06.10.2005	(ファミリーなし)	