

(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11月30日(30.11.2023)



(10) 国際公開番号

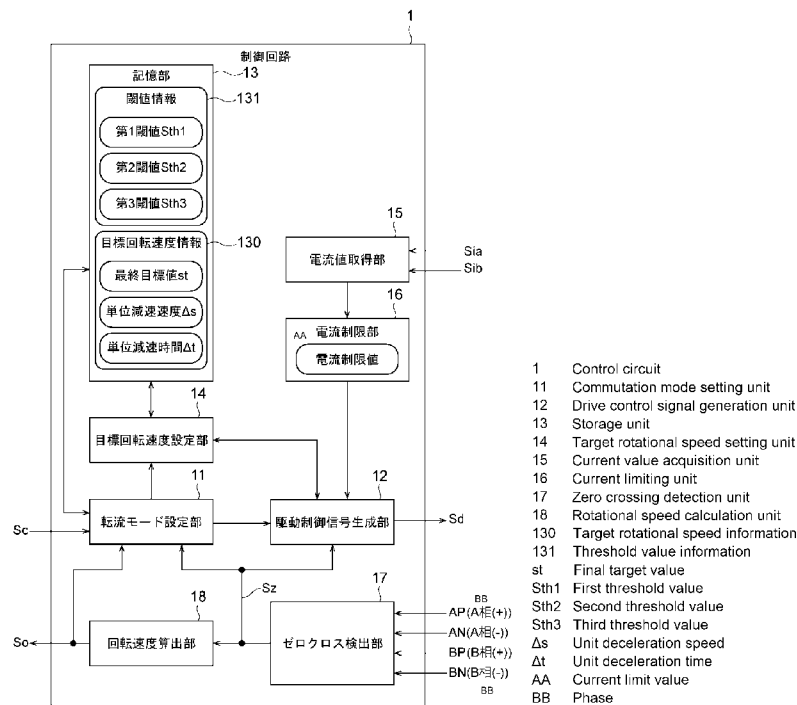
WO 2023/228945 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 8/14 (2006.01) H02P 6/182 (2016.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/019180
(22) 国際出願日: 2023年5月23日(23.05.2023)
(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 2022-086016 2022年5月26日(26.05.2022) 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: 池上 梓 (IKEGAMI Azusa); 〒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). 宮路 永 (MIYAJI Haruka); 〒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). 島田 彩加 (SHIMADA Ayaka); 〒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). 藤井 順平 (FUJII Jumpei); 〒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

(54) Title: MOTOR DRIVE CONTROL DEVICE, MOTOR UNIT, AND MOTOR DRIVE 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 the stability of the operation of a motor when a commutation mode is switched. This motor drive control device (3) comprises: a control circuit (1) that generates a drive control signal (Sd); and a drive circuit (2) that drives the coil (41) of a motor (4) on the basis of the drive control signal (Sd). The control circuit (1) includes: a commutation mode setting unit (11) that sets as a communication mode, a first commutation mode in which the coil (41) is commutated on the basis of the detection result of zero crossing of a back electromotive force of

号 新丸の内センタービルディング ソンデルホフ & 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, 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, MU, 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, SC, 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))

the coil (41) or a second commutation mode in which the coil (41) is commutated so that the rotational speed of the motor (4) does not exceed a target rotational speed; a target rotational speed setting unit (14) that sets the target rotational speed; and a drive control signal generation unit (12) that generates the drive control signal (Sd) on the basis of the commutation mode set by the commutation mode setting unit (11). The target rotational speed setting unit (14) gradually reduces the target rotational speed to a final target value (st) when the commutation mode is switched from the first commutation mode to the second commutation mode.

(57) 要約: 転流モードの切り替わり時におけるモータの動作の安定性を高める。モータ駆動制御装置(3)は、駆動制御信号(Sd)を生成する制御回路(1)と、駆動制御信号(Sd)に基づいてモータ(4)のコイル(41)を駆動する駆動回路(2)とを備える。制御回路(1)は、コイル(41)の逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいてコイル(41)の転流を行う第1転流モード、または、モータ(4)の回転速度が目標回転速度を超えないようにコイル(41)の転流を行う第2転流モードを転流モードとして設定する転流モード設定部(11)と、目標回転速度を設定する目標回転速度設定部(14)と、転流モード設定部(11)によって設定された転流モードに基づいて駆動制御信号(Sd)を生成する駆動制御信号生成部(12)とを有する。目標回転速度設定部(14)は、転流モードが第1転流モードから第2転流モードに切り替わった場合に、目標回転速度を最終目標値(st)まで段階的に低下させる。

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] 従来、モータのコイルの逆起電圧のゼロクロスを検出して、コイルの転流を行うモータ駆動制御装置が知られている（例えば、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2018-38213号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本願発明者は、本願に先立って、新たなモータ駆動制御技術を検討した。

具体的には、モータの回転速度が閾値より低い場合には、モータのコイルの逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいてコイルの転流を行う第1転流モードによってモータの駆動を制御し、モータの回転速度が閾値以上となった場合には、モータの回転速度が目標回転速度を超えないようにコイルの転流を行う第2転流モードによってモータの駆動を制御するモータ駆動制御技術を本願発明者は検討した。

[0005] このモータ駆動制御技術によれば、モータの回転速度が閾値より低い場合には、第1転流モードにより、モータの負荷に応じた適切なトルクおよび回転速度でモータを回転させることができる。一方で、モータの負荷が小さくなり、モータの回転速度が閾値を超えた場合には、第2転流モードによって目標回転速度を超えないようにモータを回転させることで、モータの回転速

度の上昇を抑えることができる。

[0006] しかしながら、上記モータ駆動制御技術には、以下に示す課題があることを本願発明者は見出した。

[0007] すなわち、上記モータ駆動制御技術によれば、モータの負荷が軽くなり、モータの回転速度が閾値を超えた後に、転流モードが第1転流モードから第2転流モードに切り替わる。このとき、回転速度が速やかに目標回転速度以下になるようにモータが制御されるため、モータのロータの動作が異常となり、回転速度が閾値よりも大幅に低下し、転流モードが第1転流モードに戻ってしまう場合がある。この場合、逆起電圧も乱れるため、逆起電圧のゼロクロスが発生せず、第1転流モードによるコイルの転流が適切に行われないうことにより、モータが停止してしまう虞がある。

[0008] 本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、転流モードの切り替わり時におけるモータの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

[0009] 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、モータの駆動を制御するための駆動制御信号を生成する制御回路と、前記駆動制御信号に基づいて、前記モータのコイルを駆動する駆動回路と、を備え、前記制御回路は、前記コイルの逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第1転流モード、または、前記モータの回転速度が前記モータの回転速度の目標値である目標回転速度を超えないように前記コイルの転流を行う第2転流モードを、前記モータの回転速度に基づいて選択し、転流モードとして設定する転流モード設定部と、前記目標回転速度を設定する目標回転速度設定部と、前記転流モード設定部によって設定された前記転流モードに基づいて、前記駆動制御信号を生成する駆動制御信号生成部と、を有し、前記目標回転速度設定部は、前記転流モードが前記第1転流モードから前記第2転流モードに切り替わった場合に、前記目標回転速度を最終目標値まで段階的に低下させることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明に係るモータ駆動制御装置によれば、転流モードの切り替わり時におけるモータの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

[0011] [図1]実施の形態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]モータの構成を模式的に示す図である。

[図3]実施の形態に係るモータ駆動制御装置における制御回路の構成を示す図である。

[図4]各転流モードにおけるモータの負荷の大きさと回転速度との関係を示す図である。

[図5]実施の形態に係るモータ駆動制御装置による減速処理の一例を示す図である。

[図6]実施の形態に係るモータ駆動制御装置によるモータの回転速度の制御の一例を示すタイミングチャートである。

[図7]実施の形態に係るモータ駆動制御装置による転流モードの切り替え処理の流れを示すフローチャートである。

[図8]図7のステップS5（減速処理）の流れを示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 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。

[0013] [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(3)は、モータ(4)の駆動を制御するための駆動制御信号(Sd)を生成する制御回路(1)と、前記駆動制御信号に基づいて、前記モータのコイル(41, 41A, 41B)を駆動する駆動回路(2)と、を備え、前記制御回路は、前記コイルの逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第1転流モード、または、前記モータの回転速度が前記モータの回転速度の目標値である目標回転速度を超えないように前記コイルの転流を行う

第2転流モードを、前記モータの回転速度に基づいて選択し、転流モードとして設定する転流モード設定部（11）と、前記目標回転速度を設定する目標回転速度設定部（14）と、前記転流モード設定部によって設定された前記転流モードに基づいて、前記駆動制御信号を生成する駆動制御信号生成部（12）と、を有し、前記目標回転速度設定部は、前記転流モードが前記第1転流モードから前記第2転流モードに切り替わった場合に、前記目標回転速度を最終目標値（ s_t ）まで段階的に低下させることを特徴とする。

[0014] 〔2〕上記〔1〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記目標回転速度設定部は、前記目標回転速度を最終目標値まで段階的に低下させるときの、時間に対する前記目標回転速度の変化の割合を一定にしてもよい。

[0015] 〔3〕上記〔1〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記目標回転速度設定部は、前記目標回転速度を最終目標値まで段階的に低下させるときの、時間に対する前記目標回転速度の変化の割合を変化させてもよい。

[0016] 〔4〕上記〔1〕乃至〔3〕の何れかに記載のモータ駆動制御装置において、前記制御回路は、前記目標回転速度を減速させる時間の単位を示す単位減速時間（ Δt ）と、前記目標回転速度を減速させる速度の単位を示す単位減速速度（ Δs ）と、前記最終目標値（ s_t ）とを記憶する記憶部（13）を、更に有し、前記目標回転速度設定部は、前記記憶部に記憶されている前記単位減速時間および前記単位減速速度に基づく割合で、前記目標回転速度を前記最終目標値まで変化させてもよい。

[0017] 〔5〕上記〔1〕乃至〔4〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記転流モード設定部は、前記モータの回転速度が第1閾値（ S_{th1} ）を超えた状態が所定時間（ N ステップ）継続した場合に、前記転流モードを前記第1転流モードから前記第2転流モードに切り替えてもよい。

[0018] 〔6〕上記〔5〕に記載のモータ駆動制御装置において、前記転流モード設定部は、前記モータの回転速度が、前記第1閾値より小さい第2閾値（ S_{th2} ）より低下した場合に、前記転流モードを前記第2転流モードから前記第1転流モードに切り替えてもよい。

[0019] [7] 本発明の代表的な実施の形態に係るモータユニット（５）は、前記モータ（４）と、上記〔１〕乃至〔６〕の何れかに記載されたモータ駆動制御装置（３）と、を備えることを特徴とする。

[0020] [8] 本発明の代表的な実施の形態に係る方法は、モータ駆動制御装置（３）によってモータ（４）の駆動を制御するためのモータ駆動制御方法である。当該方法は、前記モータ駆動制御装置が、前記モータのコイルの逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第１転流モード、または前記モータの回転速度が前記モータの回転速度の目標値である目標回転速度を超えないように前記コイルの転流を行う第２転流モードを、前記モータの回転速度に基づいて選択し、転流モードとして設定する第１ステップ（Ｓ１～Ｓ４，Ｓ７，Ｓ８）と、前記モータ駆動制御装置が、前記目標回転速度を設定する第２ステップ（Ｓ５）と、前記モータ駆動制御装置が、前記第１ステップにおいて設定された前記転流モードにしたがって、モータの駆動を制御するための駆動制御信号を生成する第３ステップと、を含み、前記第１ステップは、前記モータ駆動制御装置が、前記転流モードが前記第１転流モードから前記第２転流モードに切り替わった場合に、前記目標回転速度を段階的に低下させるステップ（Ｓ５０１～Ｓ５０３）を含むことを特徴とする。

[0021] 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。

[0022] ≪実施の形態≫

図１は、実施の形態に係るモータユニット５の構成を示すブロック図である。

[0023] 図１に示すように、モータユニット５は、モータ４と、モータ４を駆動するモータ駆動制御装置３と、を備えている。モータユニット５は、例えば、車載用途の空調ユニットとしてのHVAC（Heating Ventil

ation 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。

[0024] モータ 4 は、例えば、ステッピングモータである。本実施の形態では、一例として、モータ 4 が 2 相ステッピングモータであるとする。

[0025] 図 2 は、モータ 4 の構成を模式的に示す図である。

[0026] 図 2 に示すように、2 相ステッピングモータとしてのモータ 4 は、A 相のコイル 4 1 A と、B 相のコイル 4 1 B と、ロータ 4 2 と、を有している。コイル 4 1 A、4 1 B は、図示されないステータヨークに巻回され、当該ステータヨークとともにステータを構成している。なお、本実施の形態において、コイル 4 1 A、4 1 B をそれぞれ区別しない場合には、単に、「コイル 4 1」と表記する場合がある。

[0027] 図 2 に示すように、ロータ 4 2 は、円周方向に沿って、S 極 4 2 S と N 極 4 2 N とが交互に配置され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 4 2 が 2 極である場合が一例として示されているが、ロータ 4 2 の極数は特に限定されない。

[0028] A 相のコイル 4 1 A に電流が流れることにより、A 相のステータヨークが励磁され、B 相のコイル 4 1 B に電流が流れることにより、B 相のステータヨークが励磁される。コイル 4 1 A、4 1 B のそれぞれに流れる電流の位相が周期的に切り替えられることにより、ロータ 4 2 が回転する。ロータ 4 2 には、出力軸（図示せず）が接続されており、ロータ 4 2 の回転力によって出力軸が駆動されることにより、例えば、上述したアクチュエータとしての機能が実現される。

[0029] モータ駆動制御装置 3 は、モータ 4 を駆動するための装置である。モータ駆動制御装置 3 は、例えば、上位装置 6 からの駆動指令信号 S_cに基づいて、モータ 4 の各相のコイル 4 1 A、4 1 B の通電状態を制御することにより、モータ 4 の回転および停止を制御する。

[0030] 図 1 に示すように、モータ駆動制御装置 3 は、制御回路 1 と駆動回路 2 を有している。

駆動回路 2 は、モータ 4 のコイル 4 1 A、4 1 B に通電して、モータ 4 を駆動する回路である。駆動回路 2 は、制御回路 1 から出力される駆動制御信号 S d に基づいて、モータ 4 のコイル 4 1 A、4 1 B を励磁することにより、モータ 4 のロータ 4 2 を回転させる。

[0031] 駆動回路 2 は、例えば、A 相のコイル 4 1 A を励磁するためのインバータ回路 2 1 A と、B 相のコイル 4 1 B を励磁するためのインバータ回路 2 1 B と、A 相のコイル 4 1 A の電流を検出する電流検出回路 2 0 A と、B 相のコイル 4 1 B の電流を検出する電流検出回路 2 0 B と、を有している。

[0032] インバータ回路 2 1 A、2 1 B 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 ブリッジ回路等によって構成されている。以下、インバータ回路 2 1 A を「H ブリッジ回路 2 1 A」、インバータ回路 2 1 B を「H ブリッジ回路 2 1 B」とも称する。また、H ブリッジ回路 2 1 A と H ブリッジ回路 2 1 B とを区別しない場合には、単に、「H ブリッジ回路 2 1」と表記する。

[0033] H ブリッジ回路 2 1 A と H ブリッジ回路 2 1 B は、例えば、互いに同一の回路構成を有している。図示はしないが、H ブリッジ回路 2 1 は、駆動制御信号 S d によってオン・オフが制御される複数のスイッチング素子（例えば、トランジスタ）を有している。

[0034] なお、駆動回路 2 は、駆動制御信号 S d に基づいて各 H ブリッジ回路 2 1 A、2 1 B のスイッチング素子を駆動するためのプリドライブ回路を有してもよい。

[0035] 図 2 に示すように、H ブリッジ回路 2 1 A は、コイル 4 1 A の正極側の端子 A P と、コイル 4 1 A の負極側の端子 A N とに接続されている。H ブリッジ回路 2 1 B は、コイル 4 1 B の正極側の端子 B P と、コイル 4 1 B の負極側の端子 B N とに接続されている。

[0036] H ブリッジ回路 2 1 A、2 1 B は、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 4 1 A、4 1 B を通電させる。具体的には、H ブリッジ回路 2 1 は、制御回路 1 から供給された駆動制御信号 S d に応じ

てHブリッジ回路21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、励磁するコイル41を切り替えるとともにコイル41の通電方向を切り替える。

[0037] 例えば、図2に示すように、A相のコイル41Aの端子APから端子ANに電流 $+I_a$ を流す“A相(+)励磁期間”には、Hブリッジ回路21Aが、例えば、コイル41Aの端子ANに対して端子APに“ $+V_a$ ”の電圧を印加する。一方、A相のコイル41Aの端子ANから端子APに電流 $-I_a$ を流す“A相(-)励磁期間”には、Hブリッジ回路21Aが、コイル41Aの端子ANに対して端子APに“ $-V_a$ ”の電圧を印加する。B相のコイル41Bの端子BPから端子BNに電流 $+I_b$ を流す“B相(+)励磁期間”には、Hブリッジ回路21Bが、例えば、コイル41Bの端子BNに対して端子BPに“ $+V_b$ ”の電圧を印加する。B相のコイル41Bの端子BNから端子BPに電流 $-I_b$ を流す“B相(-)励磁期間”には、Hブリッジ回路21Bが、コイル41Bの端子BNに対して端子BPに“ $-V_b$ ”の電圧を印加する。

[0038] 電流検出回路20Aは、Hブリッジ回路21Aと接続され、コイル41Aに流れる電流を検出し、検出した電流の大きさに応じた電流検出信号 S_{ia} を出力する。電流検出回路20Bは、Hブリッジ回路21Bと接続され、コイル41Bに流れる電流を検出し、検出した電流の大きさに応じた電流検出信号 S_{ib} を出力する。

[0039] 電流検出回路20A、20Bは、例えば、シャント抵抗を含む。シャント抵抗は、例えば、Hブリッジ回路21毎に、Hブリッジ回路21の電源電圧とグラウンド電圧との間にHブリッジ回路21と直列に接続され、シャント抵抗の両端に発生した電圧を電流検出信号 S_{ia} 、 S_{ib} として出力する。なお、電流検出回路20A、20Bは、モータ4のコイル41A、41Bに流れる電流を検出可能な公知の種々の回路構成を採用することができ、上述のシャント抵抗を含む回路構成に限定されるものではない。

[0040] 制御回路1は、モータ駆動制御装置3の統括的な制御を行う回路である。

制御回路 1 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、制御回路 1 は、例えば、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。なお、制御回路 1 と駆動回路 2 とが一つにパッケージ化されていてもよい。

[0041] 制御回路 1 は、例えば、駆動制御信号 S_d を生成して駆動回路 2 に与えることによりモータ 4 の駆動を制御する機能を有している。

[0042] 図 3 は、実施の形態に係るモータ駆動制御装置 3 における制御回路 1 の構成を示す図である。

[0043] 図 3 に示すように、制御回路 1 は、上述した機能を実現するための機能部として、転流モード設定部 11、駆動制御信号生成部 12、記憶部 13、目標回転速度設定部 14、電流値取得部 15、電流制限部 16、ゼロクロス検出部 17、および回転速度算出部 18 を有している。

[0044] これらの機能部は、例えば、上述した制御回路 1 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したがって記憶装置に記憶された各種パラメータを用いて演算を実行し、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り、実現される。なお、これらの機能部の一部または全部が専用回路（ハードウェア）によって実現されていてもよい。

[0045] 記憶部 13 は、制御回路 1 によるモータ駆動制御に必要な各種データを記憶するための機能部である。例えば、記憶部 13 には、後述する、単位減速速度 Δs 、単位減速時間 Δt 、および最終目標値 s_t を含む目標回転速度情報 130 と、第 1 閾値 S_{th1} 、第 2 閾値 S_{th2} 、および第 3 閾値 S_{th3} を含む閾値情報 131 と、が記憶されている。

[0046] 転流モード設定部 11 は、モータ 4 の転流の方法を指定する転流モードを設定するための機能部である。

[0047] 本実施の形態に係るモータ駆動制御装置 3 は、転流モードとして、少なくとも 2 つのモードを有している。一つは、コイル 4 1 A、4 1 B の逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいてコイル 4 1 A、4 1 B の転流を行う第 1 転流モードであり、もう一つは、モータ 4 の回転速度がモータ 4 の回転速度の目標値である目標回転速度を超えないようにコイル 4 1 の転流を行う第 2 転流モードである。

[0048] 例えば、転流モード設定部 1 1 は、モータ駆動制御装置 3 の外部（例えば、上位装置 6）から入力されたモータ 4 に対する駆動指令信号 S c を取得する。駆動指令信号 S c は、例えば、モータ 4 の回転位置を指定する情報やモータ 4 の回転の停止を指示する情報等が含まれる。駆動指令信号 S c は、例えば、PWM 信号である。転流モード設定部 1 1 は、例えば、駆動指令信号 S c を解析することにより、モータ 4 の目標とする回転位置の情報（目標回転位置）を取得し、転流モードを第 1 転流モードまたは第 2 転流モードに設定した上で、駆動制御信号生成部 1 2 に対して、モータ 4 の駆動を指示する。なお、転流モード設定部 1 1 による転流モードの設定方法の詳細については後述する。

[0049] 目標回転速度設定部 1 4 は、目標回転速度を設定するための機能部である。目標回転速度設定部 1 4 は、転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替わる場合に、目標回転速度を設定する。なお、目標回転速度の設定方法の詳細については、後述する。

[0050] ゼロクロス検出部 1 7 は、コイル 4 1 A、4 1 B の電圧を監視し、コイル 4 1 A、4 1 B に発生した逆起電圧のゼロクロスを検出するための機能部である。ここで、逆起電圧のゼロクロスとは、励磁されていないコイル 4 1 の両端に発生した逆起電圧が、正から負、または負から正に切り替わる状態をいう。

[0051] ゼロクロス検出部 1 7 は、コイル 4 1 A の電圧として端子 A P と端子 A N の間の電圧を監視するとともに、コイル 4 1 B の電圧として端子 B P と端子 B N の間の電圧を監視し、コイル 4 1 A、4 1 B の逆起電圧のゼロクロスを

検出した場合に、ゼロクロスを検出したことを示すゼロクロス検出信号 S_z を出力する。

[0052] 回転速度算出部 18 は、モータ 4 の回転速度を算出する機能部である。回転速度算出部 18 は、コイル 41 の逆起電圧のゼロクロスが周期的に検出されている場合には、ゼロクロス検出部 17 から出力されるゼロクロス検出信号 S_z に基づいて、モータ 4 の回転速度を算出する。例えば、回転速度算出部 18 は、第 1 転流モードにおいて、ゼロクロス検出信号 S_z が出力される周期に基づいて、モータ 4 の回転速度を算出する。一方、第 2 転流モードにおいて逆起電圧が検出されていない場合には、回転速度算出部 18 は、例えば、第 2 転流モードにおいて予め設定された目標回転速度（目標通電時間）に基づいて、モータ 4 の回転速度を算出する。回転速度算出部 18 は、算出した回転速度の情報を含む出力信号 S_o を生成する。出力信号 S_o は、例えば、モータ駆動制御装置 3 の外部（例えば、上位装置 6）に出力されるとともに、転流モード設定部 11 に入力される。

[0053] 駆動制御信号生成部 12 は、転流モード設定部 11 によって設定された転流モードに基づいて、駆動制御信号 S_d を生成する。駆動制御信号 S_d は、Hブリッジ回路 21A、21B の各スイッチング素子のオン・オフを制御するための信号であり、例えば、PWM 信号である。

[0054] 駆動制御信号生成部 12 は、ロータ 42 を目標回転位置あるいは目標待機位置まで移動させるために、所定の励磁方式に基づく所定のタイミングで A 相のコイル 41A と B 相のコイル 41B を励磁するように、駆動制御信号 S_d を生成して出力する。ここで、所定の励磁方式とは、コイル 41 の逆起電圧の検出が可能な励磁方式であればよく、例えば、公知の、1 相励磁方式または 1-2 相励磁方式である。

[0055] 1 相励磁方式によって駆動制御信号 S_d を生成する場合、駆動制御信号生成部 12 は、例えば、“A 相（+）励磁期間”、“B 相（+）励磁期間”、“A 相（-）励磁期間”、“B 相（-）励磁期間”の順に A、B 相のコイル 41A、41B の通電状態が切り替わるように、駆動制御信号 S_d を生成し

て出力する。

[0056] このとき、各励磁期間の切り替え、すなわちコイル41A、41Bの転流は、転流モード設定部11によって設定された転流モードにしたがって行われる。

具体的には、転流モードとして第1転流モードが指定されている場合には、駆動制御信号生成部12は、ゼロクロス検出部17によって逆起電圧のゼロクロスが検出される毎に、コイル41A、41Bの転流を行う。上述の例のように、1相励磁方式でモータ4を駆動している場合において、例えば、“A相(+)励磁期間”においてゼロクロス検出部17がゼロクロス検出信号S_zを出力したとき、駆動制御信号生成部12は、“A相(+)励磁期間”から“B相(+)励磁期間”に切り替える。

[0057] 一方、転流モードとして第2転流モードが指定されている場合には、駆動制御信号生成部12は、モータ4の回転速度が目標回転速度を超えないように、目標回転速度にしたがってコイル41A、41Bの転流を行う。

[0058] 例えば、駆動制御信号生成部12は、タイマ(カウンタ)を有する。駆動制御信号生成部12は、例えば、後述する目標回転速度設定部14によって設定された目標回転速度に対応する目標通電時間の情報を取得する。ここで、目標通電時間とは、一つの通電パターン(コイル41の励磁状態)を継続させる期間の長さの目標値である。

[0059] 目標通電時間に関し、目標回転速度設定部14が、設定した目標回転速度に基づいて目標通電時間を算出し、駆動制御信号生成部12に与えてもよい。あるいは、駆動制御信号生成部12が、目標回転速度設定部14から与えられた目標回転速度の情報に基づいて目標通電時間を算出してもよい。本実施の形態では、後述するように、目標回転速度設定部14が、目標回転速度に基づいて目標通電時間を算出し、駆動制御信号生成部12に与えるものとして説明する。

[0060] 例えば、第2転流モードにおいて“A相(+)励磁期間”を開始するとき、駆動制御信号生成部12は、A相のコイル41Aを正極性に励磁するとと

もに、タイマによって時間の計測を開始する。そして、計測時間が目標通電時間に到達したとき、駆動制御信号生成部12は、“A相(+)励磁期間”から“B相(+)励磁期間”に切り替える。このように、第2転流モードにおいて、駆動制御信号生成部12が、計測時間と目標通電時間との比較結果に基づいてコイル41の転流を行うことにより、モータ4は目標回転速度で回転する。

[0061] なお、第2転流モードにおいて逆起電圧のゼロクロスが検出されている場合には、駆動制御信号生成部12は、第1転流モードと同様に、逆起電圧のゼロクロスの検出（ゼロクロス検出信号 S_z の入力）に応じて、コイル41A、41Bの転流を行ってもよい。すなわち、駆動制御信号生成部12は、第2転流モードにおいて逆起電圧のゼロクロスが検出されていない場合には、目標回転速度（目標通電時間）に基づいてコイル41A、41Bの転流を行い、第2転流モードにおいて逆起電圧のゼロクロスが検出されている場合には、第2転流モードであっても、逆起電圧のゼロクロスの検出に応じてコイル41A、41Bの転流を行ってもよい。このとき、モータ4の回転速度は、第1転流モード時と同様に負荷の大きさに応じて変化するが、駆動制御信号生成部12が目標通電時間の計測も行っているため、目標回転速度を超えることはない。

[0062] 電流値取得部15は、モータ4の各相のコイル41A、41Bに流れる電流の値を取得する機能部である。電流値取得部15には、駆動回路2の電流検出回路20A、20Bから出力された電流検出信号 S_{ia} 、 S_{ib} が入力される。電流値取得部15は、例えば、A/D変換回路を含み、A/D変換回路によって、電流検出信号 S_{ia} としての電圧をデジタル値に変換し、A相のコイル41Aの電流値として出力する。同様に、電流値取得部15は、例えば、A/D変換回路によって、電流検出信号 S_{ib} としての電圧をデジタル値に変換し、B相のコイル41Bの電流値として出力する。

[0063] 電流制限部16は、モータ4のコイル41に流れる電流を監視し、当該電流が電流制限値を超えないように制御する機能部である。

- [0064] ここで、電流制限値は、モータ４のコイル４１に流れる電流を制限するための基準となる値であり、換言すれば、コイル４１の電流の上限を定める値である。電流制限値の情報は、例えば、電流制限部１６に予め設定されている。
- [0065] 電流制限部１６による電流の監視は、モータ４の相毎に行われる。例えば、Ａ相のコイル４１Ａが励磁される“Ａ相（＋）励磁期間”および“Ａ相（－）励磁期間”には、電流制限部１６は、Ａ相のコイル４１Ａの電流（電流検出信号Ｓｉａ）を監視し、Ｂ相のコイル４１Ｂが励磁される“Ｂ相（＋）励磁期間”および“Ｂ相（－）励磁期間”には、電流制限部１６は、Ｂ相のコイル４１Ｂの電流（電流検出信号Ｓｉｂ）を監視する。
- [0066] 電流制限部１６は、コイル４１に流れる電流の値と電流制限値とを比較する。電流制限部１６は、コイル４１に流れる電流が電流制限値に到達した場合に、コイル４１の励磁を停止することを駆動制御信号生成部１２に指示する。例えば、電流制限部１６は、Ａ相のコイル４１Ａが励磁されている期間において、電流値取得部１５から出力されたコイル４１Ａの電流値（絶対値）と電流制限値とを比較する。電流制限部１６は、コイル４１Ａの電流値が電流制限値以上となった場合に、コイル４１Ａの励磁を停止すること、すなわち駆動制御信号ＳｄによるＨブリッジ回路２１Ａの各スイッチング素子をオフすることを指示する信号を所定の期間出力する。電流制限部１６は、Ｂ相のコイル４１Ｂが励磁されている期間においても同様の手法により、Ｂ相のコイル４１Ｂの電流を制限する。
- [0067] 駆動制御信号生成部１２は、電流制限部１６からコイル４１の励磁を停止することを指示する信号が出力されている間、コイル４１の励磁を停止するように駆動制御信号Ｓｄを生成する。例えば、“Ａ相（＋）励磁期間”において、電流制限部１６がＡ相のコイル４１Ａの励磁を停止することを指示する信号を出力した場合、駆動制御信号生成部１２は、Ａ相のＨブリッジ回路２１Ａにおける各スイッチング素子をオフするように、駆動制御信号Ｓｄを生成する。これにより、Ａ相のコイル４１Ａへの電力供給が停止するため、

A相のコイル4 1 Aの電流が低下し、電流制限値を超えないように制限される。B相のコイル4 1 Bの電流についても同様の手法により、制限される。

[0068] ここで、転流モードの設定方法について説明する。

[0069] 転流モード設定部1 1は、モータ4の回転速度に基づいて、第1転流モードまたは第2転流モードを選択し、転流モードとして設定する。具体的には、転流モード設定部1 1は、モータ4の回転速度と閾値とを比較し、回転速度が閾値を超えた場合に転流モードを第2転流モードとし、回転速度が閾値より低下した場合に転流モードを第1転流モードとする。ここで、モータ4の回転速度の値は、上述したように、回転速度算出部1 8によって算出される。

[0070] 好ましくは、転流モード設定部1 1は、モータ4の回転速度が第1閾値 S_{th1} を超えた状態が所定時間（転流モード移行期間）継続した場合に、転流モードを第1転流モードから第2転流モードに切り替える。例えば、ステッピングモータの駆動量の単位を“1ステップ”としたとき、Nステップ（Nは1以上の整数）連続してモータ4の回転速度が第1閾値 S_{th1} を超えている状態が継続した場合には、転流モード設定部1 1は、転流モードを第1転流モードから第2転流モードに切り替える。ここで、第1閾値 S_{th1} は、例えば、予め、閾値情報1 3 1として記憶部1 3に記憶されている。また、転流モード移行期間の長さを指定する情報（Nステップ）も記憶部1 3に記憶されていてもよい。

[0071] また、好ましくは、転流モード設定部1 1は、モータ4の回転速度が第1閾値 S_{th1} より小さい第2閾値 S_{th2} より低下した場合に、転流モードを第2転流モードから第1転流モードに切り替える。ここで、第2閾値 S_{th2} は、例えば、第1閾値 S_{th1} と同様に、予め、閾値情報1 3 1として記憶部1 3に記憶されている。

[0072] なお、転流モード設定部1 1は、モータ4の回転速度に基づいて、モータ4の異常の有無を検出し、モータ4の回転動作を停止させてもよい。例えば、モータ4にある一定以上の負荷が加えられて脱調した場合、モータ4の回

転速度が急激に低下する傾向がある。そこで、転流モード設定部 11 は、例えば、モータ 4 の回転速度が第 2 閾値 S_{th2} より小さい第 3 閾値 S_{th3} より低下した場合に、モータ 4 が異常（例えば、脱調等）であると判定し、駆動制御信号生成部 12 に対してモータ 4 の回転を停止するように指示してもよい。ここで、第 3 閾値 S_{th3} は、例えば、第 1 閾値 S_{th1} および第 2 閾値 S_{th2} と同様に、閾値情報 131 として予め記憶部 13 に記憶されていてもよい。

[0073] 図 4 は、各転流モードにおけるモータ 4 の負荷の大きさと回転速度との関係を示す図である。

[0074] 図 4 において、横軸はモータ 4 の負荷の大きさを表し、縦軸はモータ 4 の回転速度を表している。

[0075] 上述したように、転流モードが第 1 転流モードである場合には、コイル 41 の逆起電圧のゼロクロスの検出に応じてコイル 41 の転流が行われる。これにより、モータ 4 は、モータ 4 の負荷の大きさに応じた回転速度で回転することになる。すなわち、図 4 の参照符号 400 に示すように、負荷が軽く（小さく）なるほど、モータ 4 の回転速度が上昇することになる。

[0076] 図 4 に示すように、負荷が更に軽くなり、モータ 4 の回転速度が第 1 閾値 S_{th1} を超えた状態が所定時間継続したとき、転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替わり、モータ 4 は、目標回転速度設定部 14 によって設定された目標回転速度で回転するように制御される。

[0077] 転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替わったとき、回転速度が目標回転速度（例えば、第 1 閾値 S_{th1} ）になるようにモータ 4 が制御され、参照符号 401 に示すように負荷によらず回転速度が一定になることが理想である。

[0078] しかしながら、転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替わったときに回転速度が速やかに目標回転速度になるようにモータ 4 を制御した場合、上述したように、モータ 4 のロータ 42 の動作が異常となり、図 4 に示す点線 403 のように、回転速度が第 2 閾値 S_{th2} よりも低下し、

転流モードが第1転流モードに戻ってしまう場合がある。この場合、逆起電圧も乱れているため、逆起電圧のゼロクロスが発生せず、第1転流モードによるコイル41の転流が適切に行われないことにより、更に回転速度が低下し、第3閾値 S_{th3} 以下となった場合、モータ4が異常状態であると判定され、モータ4が停止してしまう虞がある。

[0079] そこで、本実施の形態に係るモータ駆動制御装置3は、転流モードを第1転流モードから第2転流モードに切り替えるときに、目標回転速度を段階的に変化させる減速処理を行う。

[0080] 図5は、実施の形態に係るモータ駆動制御装置3による減速処理の一例を示す図である。

[0081] 図5において、横軸は、ステッピングモータの駆動量の単位を“1ステップ”としたときのステップ数を表し、“経過時間”に相当する。また、縦軸は回転速度（目標回転速度）を表している。

[0082] 図5に示すように、モータ駆動制御装置3において、目標回転速度設定部14は、転流モードが第1転流モードから第2転流モードに切り替わった場合に、目標回転速度を最終目標値 s_t まで段階的に低下させる減速処理を行う。ここで、最終目標値 s_t とは、第2転流モードにおけるモータ4の回転速度の上限値である。

[0083] 以下に減速処理の一例を示す。

例えば、目標回転速度を減速させる時間の単位を示す単位減速時間 Δt と、目標回転速度を減速させる速度の単位を示す単位減速速度 Δs と、最終目標値 s_t とを目標回転速度情報130として、予め記憶部13に記憶しておく。目標回転速度設定部14は、記憶部13に記憶された目標回転速度情報130に基づいて、目標回転速度を、単位減速時間 Δt および単位減速速度 Δs に基づく割合で最終目標値 s_t まで変化させる。

[0084] 例えば、単位減速時間 $\Delta t = 1$ ステップ、単位減速速度 $\Delta s = v$ （例えば、 100pps とする。）、最終目標値 $s_t =$ 第1閾値 S_{th1} に設定した場合、目標回転速度設定部14は、参照符号500に示すように、転流モー

ドが第1 転流モードから第2 転流モードに切り替わったときのモータ4 の回転速度を目標回転速度の初期値とし、その初期値から1 ステップ毎に“ v ($=100\text{ pps}$)” ずつ、最終目標値 s_t (第1 閾値 S_{th1}) まで目標回転速度を低下させる。

[0085] また、例えば、単位減速時間 $\Delta t = 4$ ステップ、単位減速速度 $\Delta s = 400\text{ pps}$ ($=4 \times v$)、最終目標値 $s_t =$ 第1 閾値 S_{th1} と設定した場合、目標回転速度設定部14 は、参照符号501 に示すように、転流モードが第1 転流モードから第2 転流モードに切り替わったときのモータ4 の回転速度を目標回転速度の初期値とし、その初期値から4 ステップ毎に“ 400 pps ” ずつ、最終目標値 s_t (第1 閾値 S_{th1}) まで目標回転速度を低下させる。

[0086] このように、目標回転速度を最終目標値 s_t まで段階的に低下させるときの、時間に対する目標回転速度の変化の割合を一定にすることにより、転流モードが第1 転流モードから第2 転流モードに切り替わったとき、モータ4 の回転速度を直線的に低下させることができる。

[0087] また、例えば、参照符号502 に示すように、最終目標値 s_t を第1 閾値 S_{th1} とした上で、1 回目の単位減速時間 $\Delta t = 1$ ステップ、単位減速速度 $\Delta s = v$ 、2 回目の単位減速時間 $\Delta t = 1$ ステップ、単位減速速度 $\Delta s = 2v$ 、3 回目の単位減速時間 $\Delta t = 2$ ステップ、単位減速速度 $\Delta s = 3v \dots$ というように、単位減速時間 Δt および単位減速速度 Δs を変化させる。

[0088] これにより、目標回転速度を最終目標値 s_t まで段階的に低下させるときの、時間に対する目標回転速度の変化の割合を変化させることができるので、参照符号503 に示すように、転流モードが第1 転流モードから第2 転流モードに切り替わったとき、モータ4 の回転速度を曲線的に低下させることができる。

[0089] 目標回転速度設定部14 は、例えば、設定した目標回転速度を目標通電時間に換算して、駆動制御信号生成部12 に与える。例えば、励磁方式に応じた、一つの相のコイル41 を一方向に連続して通電する電気角の大きさを示

す通電角の情報を記憶部 1 3 に予め記憶しておく。目標回転速度設定部 1 4 は、記憶部 1 3 から読み出した通電角の情報と、上述した手法により設定したモータ 4 の目標回転速度の情報とに基づいて、目標通電時間（＝通電角／目標回転速度）を算出し、駆動制御信号生成部 1 2 に与える。なお、上述したように、目標通電時間の算出は、駆動制御信号生成部 1 2 が行ってもよい。

[0090] 図 6 は、実施の形態に係るモータ駆動制御装置 3 によるモータ 4 の回転速度の制御の一例を示すタイミングチャートである。

[0091] 図 6 において、横軸は時間 t を表している。また、図 6 において、紙面の上側から下側に向かって、モータ 4 の回転速度、転流モードがそれぞれ示されている。また、参照符号 6 0 0 は、第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替える際に上述した減速処理を行った場合のモータ 4 の回転速度の時間的な変化を示している。参照符号 6 0 1, 6 0 2 は、第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替える際に上述した減速処理を行わない場合のモータ 4 の回転速度の時間的な変化を示している。

[0092] 例えば、図 6 に示すように、時刻 0 においてモータ駆動制御装置 3 は、第 1 転流モードによってモータ 4 の駆動を開始する。その後、時刻 t_1 において、モータ 4 の回転速度が第 1 閾値 S_{th1} に到達する。モータ 4 の回転速度が第 1 閾値 S_{th1} 以上となった状態が一定期間（転流モード移行期間）継続し、時刻 t_2 において、モータ駆動制御装置 3 は、転流モードを第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替える。このとき、上述した減速処理を行わなかった場合、ロータ 4 2 の動作が不安定になってモータ 4 が脱調し、参照符号 6 0 2 に示すように、回転速度が第 3 閾値 S_{th3} より低下してモータ 4 が停止する虞がある。

[0093] これに対し、時刻 t_2 において減速処理を開始した場合、参照符号 6 0 0 に示すように、目標回転速度の段階的な変化に応じて、モータ 4 の回転速度が緩やかに変化する（減速処理区間）。これにより、モータ 4 のロータの 4 2 動作が不安定になることを回避することができる。

[0094] 時刻 t_4 において目標回転速度が最終目標値 s_t に到達すると、モータ駆動制御装置 3 は、モータ 4 の回転速度が最終目標値 s_t を超えないように制御される。その後、時刻 t_5 において、例えば、モータ 4 の負荷の増加によりモータ 4 の回転速度が低下し、時刻 t_6 において回転速度が第 2 閾値 S_{th2} 以下となると、モータ駆動制御装置 3 は、転流モードを第 2 転流モードから第 1 転流モードに切り替えて、モータ 4 の駆動を制御する。

[0095] その後、再び負荷が軽くなり、モータ 4 の回転速度が上昇し、時刻 t_7 において、モータ 4 の回転速度が第 1 閾値 S_{th1} に到達する。モータ 4 の回転速度が第 1 閾値 S_{th1} 以上となった状態が一定期間（転流モード移行期間）継続し、時刻 t_8 において、モータ駆動制御装置 3 は、転流モードを第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替える。このとき、上述した減速処理を行わなかった場合、ロータ 42 の動作が不安定になってモータ 4 が脱調し、参照符号 601 に示すように、回転速度が第 3 閾値 S_{th3} より低下してモータ 4 が停止する虞がある。

[0096] これに対し、時刻 t_8 において減速処理を開始した場合、参照符号 600 に示すように、目標回転速度の段階的な変化に応じて、モータ 4 の回転速度が緩やかに変化する（減速処理区間）。これにより、モータ 4 のロータ 42 の動作が不安定になることを回避することができる。

[0097] なお、転流モードの切り替わりの閾値として第 1 閾値 S_{th1} および第 2 閾値 S_{th2} を設定し、ヒステリシス特性を実現することにより、図 6 の時刻 t_{10} から時刻 t_{12} までの期間に示すように、モータ 4 の負荷の変動等により回転速度が変動した場合であっても、転流モードの不要な切り替わりを防止することができる。

[0098] 次に、転流モードの切り替え処理の流れについて、説明する。

[0099] 図 7 は、実施の形態に係るモータ駆動制御装置 3 による転流モードの切り替え処理の流れを示すフローチャートである。

[0100] 例えば、モータ 4 の駆動の開始を指示する駆動指令信号 S_c がモータ駆動制御装置 3 に入力されたとき、まず、制御回路 1 の転流モード設定部 11 が

、転流モードを第1転流モードに設定するとともに、モータ4の駆動開始を駆動制御信号生成部12に指示する（ステップS1）。

[0101] 次に、転流モード設定部11が、モータ4の回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上であるか否かを判定する（ステップS2）。回転速度が第1閾値 S_{th1} 未満である場合（ステップS2：NO）、転流モード設定部11は、転流モードを第1転流モードに維持する。

[0102] 一方、回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上である場合（ステップS2：YES）、転流モード設定部11が、回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上である状態が所定時間（Nステップ；Nは任意の正の整数とする）継続したか否かを判定する（ステップS3）。例えば、回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上である状態が所定時間継続していない、すなわち回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上である状態がNステップ連続していない場合（ステップS3：NO）、転流モード設定部11は、転流モードを第1転流モードに維持する。

[0103] 一方、回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上である状態が所定時間継続した、すなわち回転速度が第1閾値 S_{th1} 以上である状態がNステップ連続した場合（ステップS3：YES）、転流モード設定部11が、転流モードを第1転流モードから第2転流モードに切り替える（ステップS4）。

[0104] 次に、目標回転速度設定部14が、減速処理を開始する（ステップS5）。

[0105] 図8は、図7のステップS5（減速処理）の流れを示す図である。

[0106] 図8に示すように、減速処理において、まず、目標回転速度設定部14が、記憶部13から目標回転速度情報130（単位減速時間 Δt 、単位減速速度 Δs 、および最終目標値 s_t ）を読み出す（ステップS501）。

[0107] 次に、目標回転速度設定部14が、例えば、単位減速時間 Δt および単位減速速度 Δs に基づく割合で目標回転速度を低下させる処理を開始する（ステップS502）。例えば、単位減速時間 $\Delta t = 4$ ステップ、単位減速速度 $\Delta s = 400 \text{ pps}$ とした場合、目標回転速度設定部14は、転流モードが第1転流モードから第2転流モードに切り替わったとき（ステップS4）の

モータ４の回転速度を目標回転速度の初期値とし、４ステップ経過後に目標回転速度を“４００ｐｐｓ”だけ低下させる。

[0108] 次に、目標回転速度設定部１４が、目標回転速度が最終目標値 s_t （例えば、第１閾値 S_{th1} ）に到達したか否かを判定する（ステップＳ５０３）。目標回転速度が最終目標値 s_t に到達していない場合（ステップＳ５０３：ＮＯ）、目標回転速度設定部１４が、引き続き、単位減速時間 Δt および単位減速速度 Δs に基づく割合で目標回転速度を低下させる（ステップＳ５０２）。一方、目標回転速度が最終目標値 s_t に到達した場合（ステップＳ５０３：ＹＥＳ）、目標回転速度設定部１４が減速処理を終了する。

[0109] 図７に示すように、ステップＳ５の減速処理の終了後、制御回路１は、第２転流モードによってモータ４の回転速度が最終目標値 s_t （第１閾値 S_{th1} ）以下になるようにモータ４を制御する（ステップＳ６）。

[0110] 第２転流モードによりモータ４が駆動しているとき、転流モード設定部１１は、モータ４の回転速度が第２閾値 S_{th2} 以下であるか否かを判定する（ステップＳ７）。モータ４の回転速度が第２閾値 S_{th2} より大きい場合（ステップＳ７：ＮＯ）、制御回路１は、引き続き、第２転流モードによってモータ４の回転速度が最終目標値 s_t （第１閾値 S_{th1} ）以下になるようにモータ４を制御する（ステップＳ６）。一方、モータ４の回転速度が第２閾値 S_{th2} 以下である場合（ステップＳ７：ＹＥＳ）、転流モード設定部１１が、転流モードを第２転流モードから第１転流モードに切り替える（ステップＳ８）。その後、制御回路１は、上述したステップＳ２～Ｓ８の処理を繰り返す。

[0111] 以上、本実施の形態に係るモータ駆動制御装置３は、転流モードが第１転流モードから第２転流モードに切り替わった場合に、目標回転速度を最終目標値 s_t まで段階的に低下させて、モータ４を駆動する。

これによれば、上述した本願発明者による先行検討例のように、第１転流モードから第２転流モードへの転流モードの切り替わり時において、モータ４の回転速度の急激な低下が起こらないので、モータ４の動作の安定性を高

めることが可能となる。

[0112] また、モータ駆動制御装置 3 は、図 5 の参照符号 500, 501 に示したように、目標回転速度を最終目標値 s_t まで段階的に低下させるときの、時間に対する目標回転速度の変化の割合を一定にしてもよい。これによれば、上述したように、転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替わったとき、モータ 4 の回転速度を直線的に低下させることができる。

[0113] また、モータ駆動制御装置 3 は、図 5 の参照符号 502 に示したように、目標回転速度を最終目標値 s_t まで段階的に低下させるときの、時間に対する目標回転速度の変化の割合を変化させてもよい。これによれば、図 5 の参照符号 503 に示したように、転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替わったとき、モータ 4 の回転速度を曲線的に低下させることが可能となる。

[0114] また、モータ駆動制御装置 3 は、単位減速時間 Δt および単位減速速度 Δs に基づく割合で、目標回転速度を最終目標値 s_t まで変化させる。これによれば、目標回転速度を所望の傾きで変化させることが容易となる。

[0115] また、モータ駆動制御装置 3 は、モータ 4 の回転速度が第 1 閾値 S_{th1} を超えた状態が所定時間継続した場合に、転流モードを第 1 転流モードから第 2 転流モードに切り替える。これによれば、負荷変動等の何等かの要因により回転速度が瞬間的に変動した場合に、転流モードが第 1 転流モードから第 2 転流モードに容易に切り替わることを防止することができる。

[0116] また、モータ駆動制御装置 3 は、モータ 4 の回転速度が、第 1 閾値 S_{th1} より小さい第 2 閾値 S_{th2} より低下した場合に、転流モードを第 2 転流モードから第 1 転流モードに切り替える。これによれば、上述したように、転流モードの切り替わり制御にヒステリシス特性を持たせることができるので、モータ 4 の負荷の変動等により回転速度が変動した場合であっても、転流モードが頻繁に切り替わることを回避することができる。

[0117] 《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。

[0118] 例えば、上記実施の形態におけるモータ4としてのステッピングモータの相数は、2相に限定されない。また、上記実施の形態におけるモータ4は、ステッピングモータに限られない。例えば、モータは、ブラシレスDCモータであってもよい。

[0119] 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

[0120] 1…制御回路、2…駆動回路、3…モータ駆動制御装置、4…モータ、5…モータユニット、6…上位装置、11…転流モード設定部、12…駆動制御信号生成部、13…記憶部、14…目標回転速度設定部、15…電流値取得部、16…電流制限部、17…ゼロクロス検出部、18…回転速度算出部、20A、20B…電流検出回路、21、21A、21B…Hブリッジ回路（インバータ回路）、42…ロータ、42S…S極、42N…N極、41、41A、41B…コイル、130…目標回転速度情報、131…閾値情報、AP、AN…コイル41Aの端子、BP、BN…コイル41Bの端子、 Δt …単位減速時間、 Δs …単位減速速度、 s_t …最終目標値、 S_c …駆動指令信号、 S_d …駆動制御信号、 S_{ia} 、 S_{ib} …電流検出信号、 S_o …出力信号、 S_{th1} …第1閾値、 S_{th2} …第2閾値、 S_{th3} …第3閾値、 S_z …ゼロクロス検出信号。

請求の範囲

- [請求項1] モータの駆動を制御するための駆動制御信号を生成する制御回路と、
、
 前記駆動制御信号に基づいて、前記モータのコイルを駆動する駆動回路と、を備え、
 前記制御回路は、
 前記コイルの逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第1転流モード、または、前記モータの回転速度が前記モータの回転速度の目標値である目標回転速度を超えないように前記コイルの転流を行う第2転流モードを、前記モータの回転速度に基づいて選択し、転流モードとして設定する転流モード設定部と、
 前記目標回転速度を設定する目標回転速度設定部と、
 前記転流モード設定部によって設定された前記転流モードに基づいて、前記駆動制御信号を生成する駆動制御信号生成部と、を有し、
 前記目標回転速度設定部は、前記転流モードが前記第1転流モードから前記第2転流モードに切り替わった場合に、前記目標回転速度を最終目標値まで段階的に低下させる
 モータ駆動制御装置。
- [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、
 前記目標回転速度設定部は、前記目標回転速度を最終目標値まで段階的に低下させるときの、時間に対する前記目標回転速度の変化の割合を一定にする
 モータ駆動制御装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のモータ駆動制御装置において、
 前記目標回転速度設定部は、前記目標回転速度を最終目標値まで段階的に低下させるときの、時間に対する前記目標回転速度の変化の割合を変化させる
 モータ駆動制御装置。

- [請求項4] 請求項1に記載のモータ駆動制御装置において、
前記制御回路は、
前記目標回転速度を減速させる時間の単位を示す単位減速時間と、
前記目標回転速度を減速させる速度の単位を示す単位減速速度と、前記最終目標値とを記憶する記憶部を、更に有し、
前記目標回転速度設定部は、前記記憶部に記憶されている前記単位減速時間および前記単位減速速度に基づく割合で、前記目標回転速度を前記最終目標値まで変化させる
モータ駆動制御装置。
- [請求項5] 請求項1に記載のモータ駆動制御装置において、
前記転流モード設定部は、前記モータの回転速度が第1閾値を超えた状態が所定時間継続した場合に、前記転流モードを前記第1転流モードから前記第2転流モードに切り替える
モータ駆動制御装置。
- [請求項6] 請求項5に記載のモータ駆動制御装置において、
前記転流モード設定部は、前記モータの回転速度が、前記第1閾値より小さい第2閾値より低下した場合に、前記転流モードを前記第2転流モードから前記第1転流モードに切り替える
モータ駆動制御装置。
- [請求項7] 前記モータと、
請求項1乃至6の何れか一項に記載されたモータ駆動制御装置と、
を備えるモータユニット。
- [請求項8] モータ駆動制御装置によって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、
前記モータ駆動制御装置が、前記モータのコイルの逆起電圧のゼロクロスの検出結果に基づいて前記コイルの転流を行う第1転流モード、または前記モータの回転速度が前記モータの回転速度の目標値である目標回転速度を超えないように前記コイルの転流を行う第2転流モ

ードを、前記モータの回転速度に基づいて選択し、転流モードとして設定する第1ステップと、

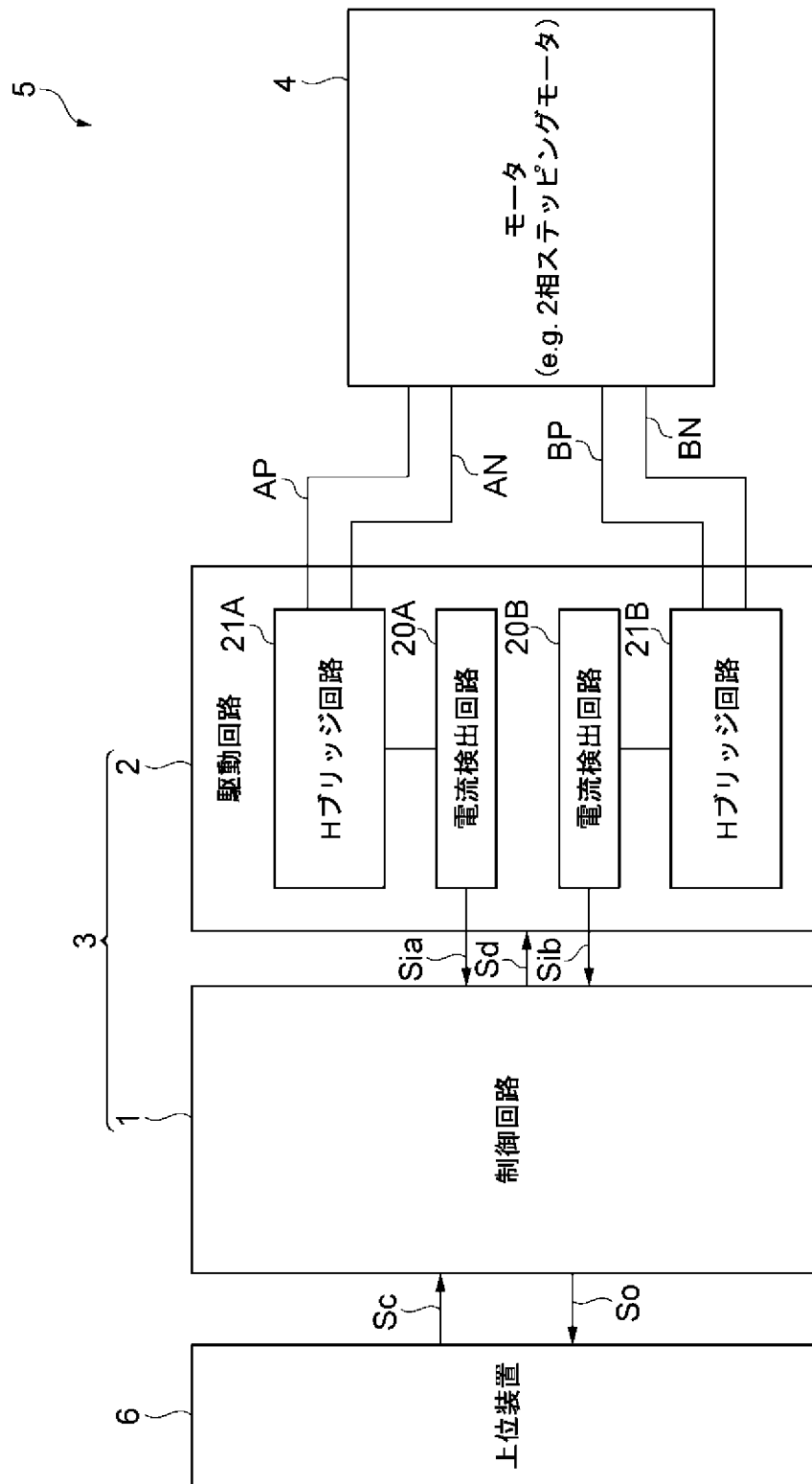
前記モータ駆動制御装置が、前記目標回転速度を設定する第2ステップと、

前記モータ駆動制御装置が、前記第1ステップにおいて設定された前記転流モードにしたがって、モータの駆動を制御するための駆動制御信号を生成する第3ステップと、を含み、

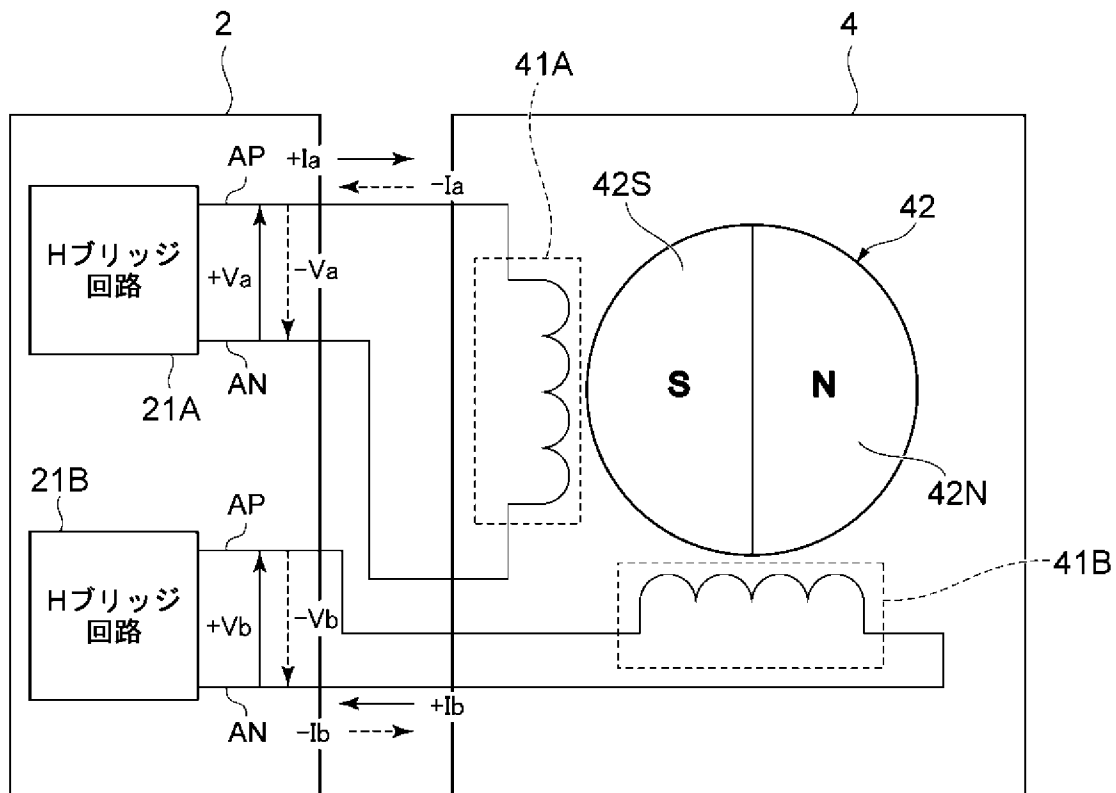
前記第1ステップは、前記モータ駆動制御装置が、前記転流モードが前記第1転流モードから前記第2転流モードに切り替わった場合に、前記目標回転速度を段階的に低下させるステップを含む

モータ駆動制御方法。

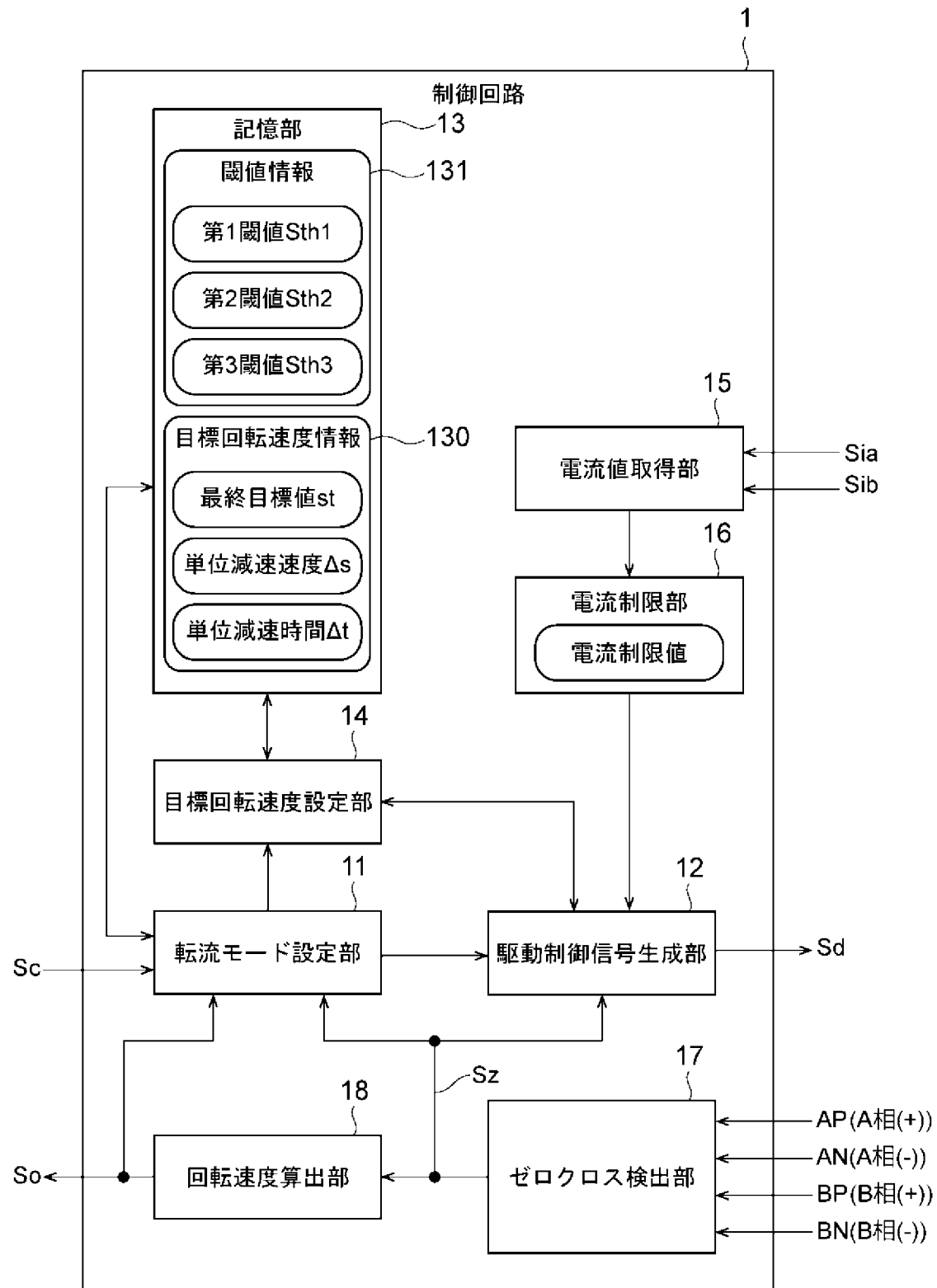
[図1]



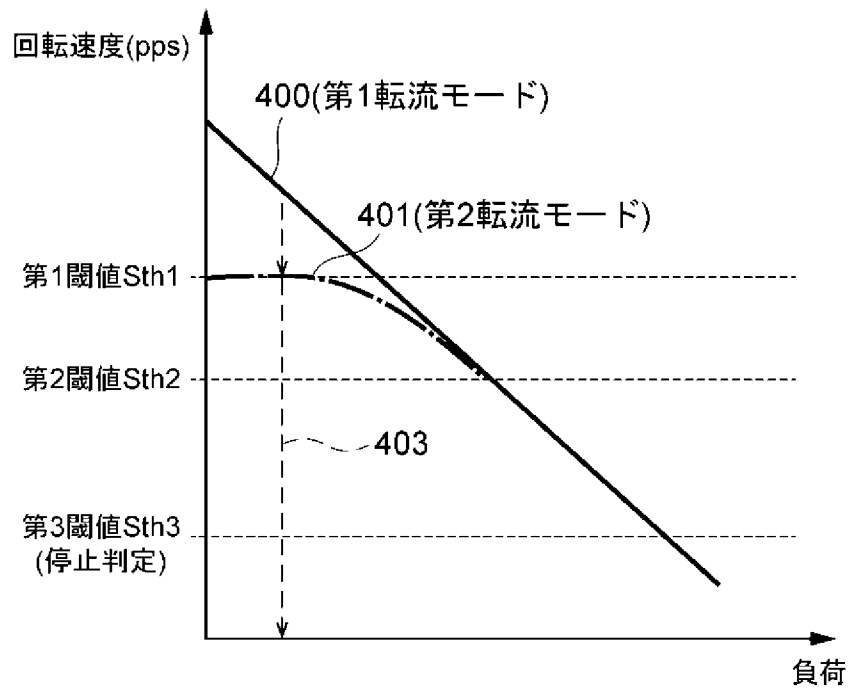
[図2]



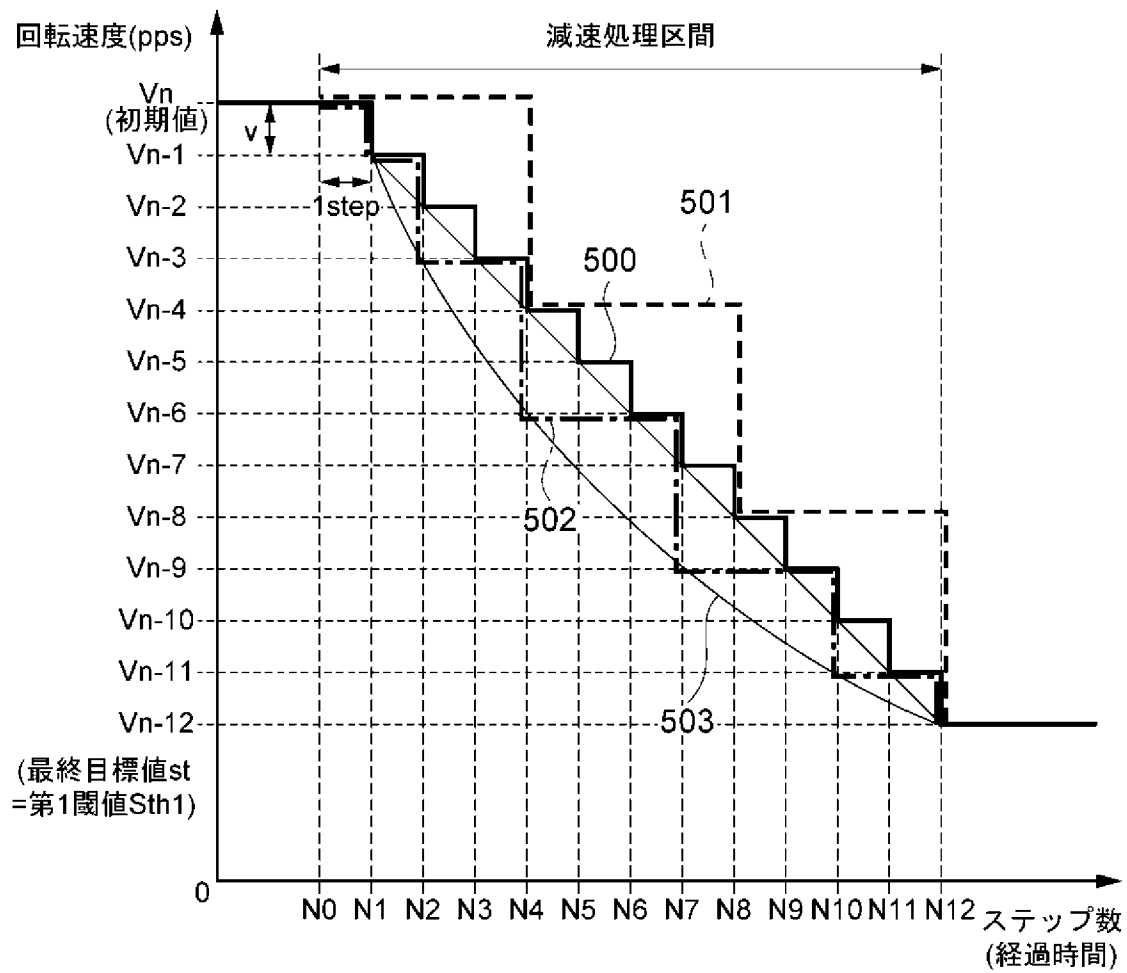
[図3]



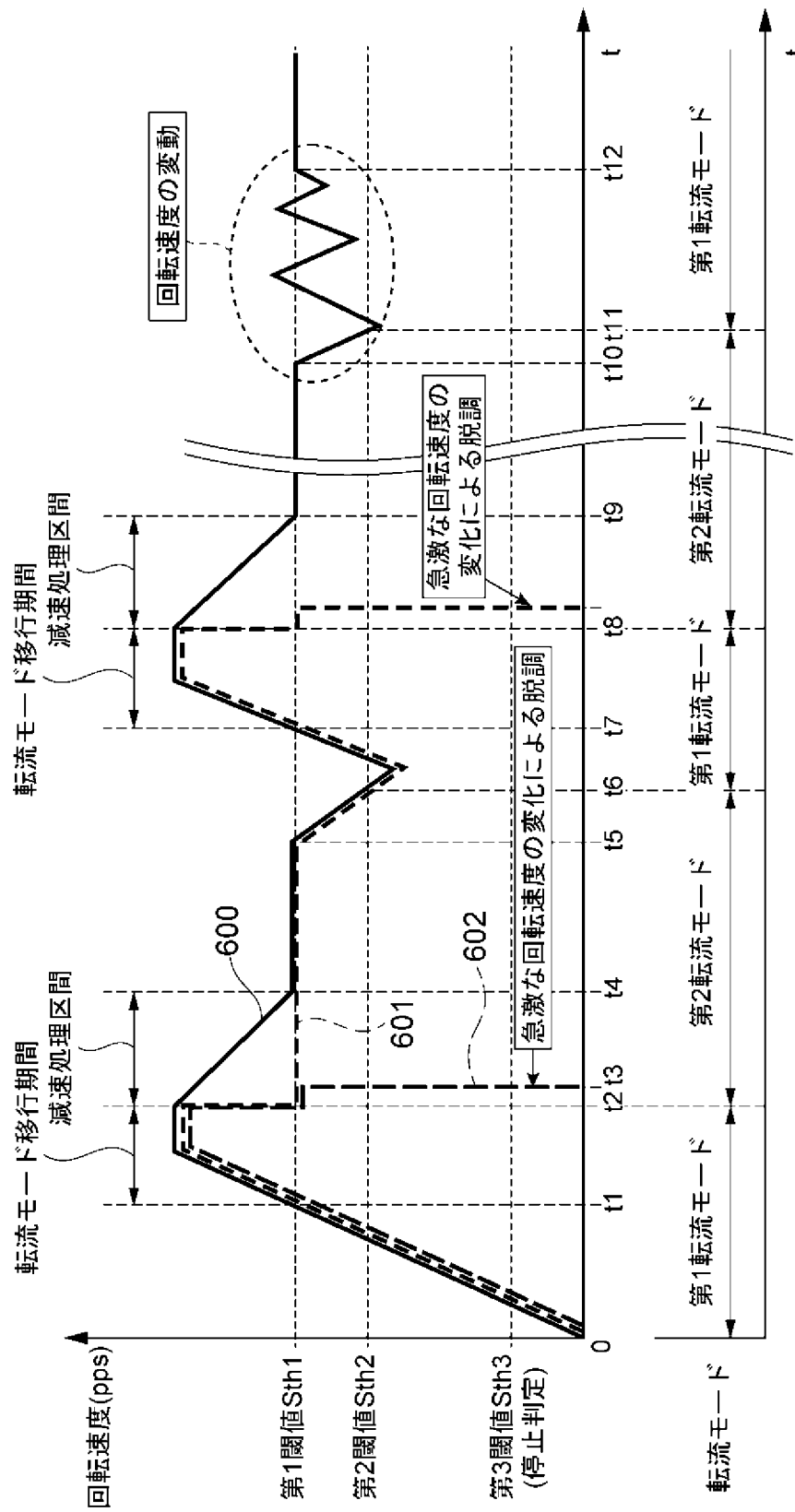
[図4]



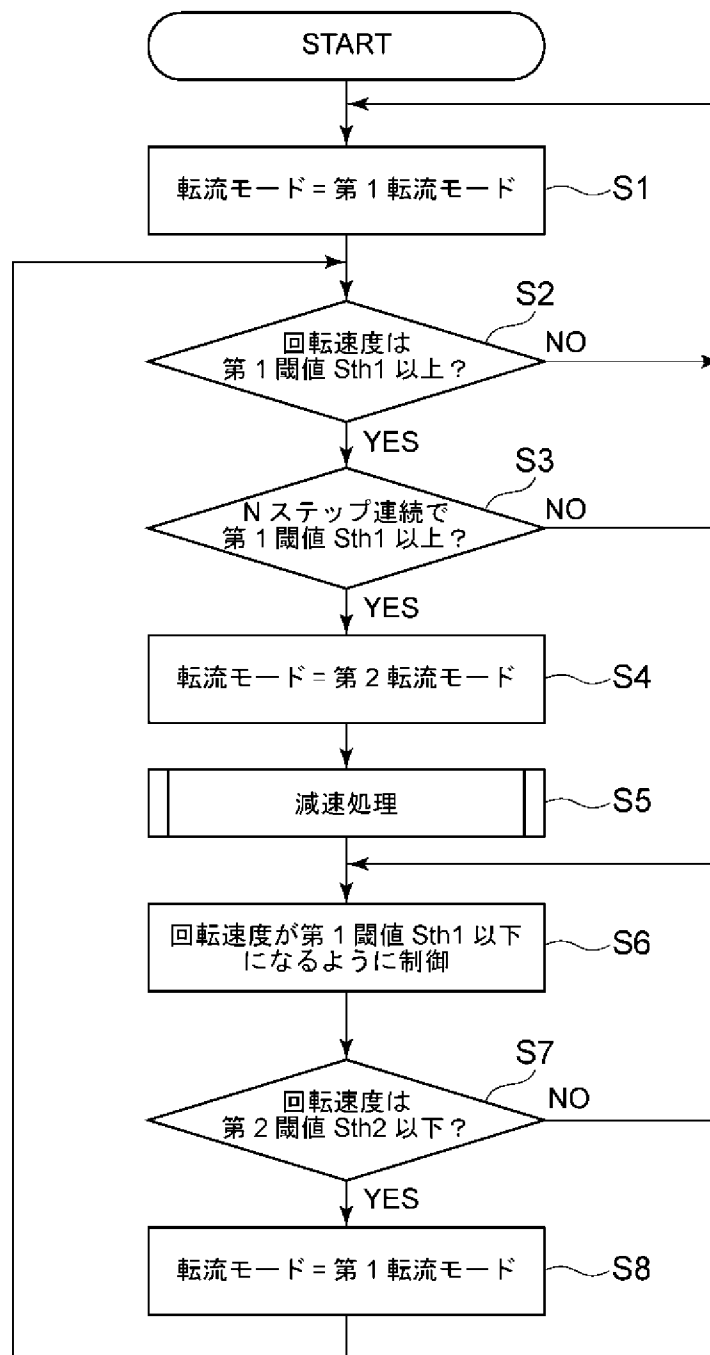
[図5]



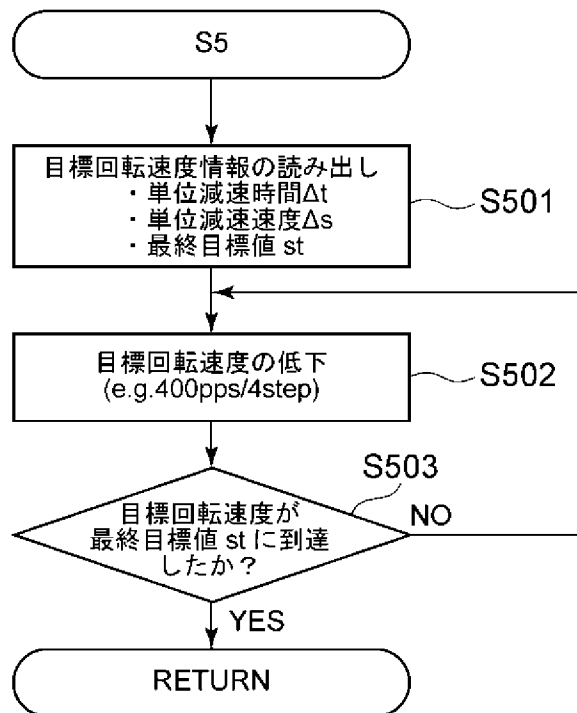
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/019180

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 8/14**(2006.01)i; **H02P 6/182**(2016.01)i

FI: H02P8/14; H02P6/182

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; H02P6/182

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	JP 2018-38213 A (MINEBEAMITSUMI INC) 08 March 2018 (2018-03-08) paragraphs [0001]-[0105], fig. 1-15	1-8
A	JP 2018-174605 A (BROTHER IND LTD) 08 November 2018 (2018-11-08) paragraphs [0001]-[0089], fig. 1-14	1-8



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

10 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 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/JP2023/019180

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 [0001]-[0198], fig. 1-15			
				DE	112017004395	T5	
JP	2018-174605	A	08 November 2018	US	2018/0287524	A1	
				paragraphs [0001]-[0097], fig. 1-14			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 8/14(2006.01)i; H02P 6/182(2016.01)i FI: H02P8/14; H02P6/182										
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）） H02P8/14; H02P6/182										
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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
A	JP 2018-38213 A（ミネベアミツミ株式会社）08.03.2018（2018 - 03 - 08） 段落[0001]-[0105], 図1-15	1-8								
A	JP 2018-174605 A（ブラザー工業株式会社）08.11.2018（2018 - 11 - 08） 段落[0001]-[0089], 図1-14	1-8								
☐ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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の日の後に公表された文献 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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の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 “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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の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 “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 10.07.2023	国際調査報告の発送日 08.08.2023									
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） 池田 貴俊 3V 9256 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/JP2023/019180

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[0001]- [0198], FIG. 1-15 DE 112017004395 T5	
JP	2018-174605	A	08.11.2018	US 2018/0287524 A1 段落[0001]- [0097], FIG. 1-14	