

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-101783

(P2022-101783A)

(43)公開日 令和4年7月7日(2022.7.7)

(51)国際特許分類

H 0 2 P 21/16 (2016.01)

F I

H 0 2 P 21/16

テーマコード(参考)

5 H 5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全9頁)

(21)出願番号	特願2020-216075(P2020-216075)	(71)出願人	000114215 ミネベアミツミ株式会社 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3
(22)出願日	令和2年12月25日(2020.12.25)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
		(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
		(72)発明者	大澤 進 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
		F ターム(参考)	5H505 AA06 AA15 BB10 DD06 EE41 EE49 GG02 GG04 HB01 JJ04 JJ25 LL01 LL22 LL41

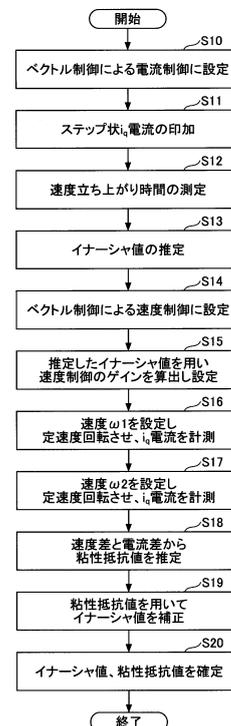
(54)【発明の名称】 制御装置、モータシステム及び同定方法

(57)【要約】

【課題】モータのイナーシャと粘性係数を推定する計算処理を低減可能な制御装置、モータシステム及び同定方法を提供すること。

【解決手段】モータのq軸電流をステップ状に変化させることで前記モータの速度の立ち上がり時間を測定し、前記立ち上がり時間の測定値に応じて、前記モータのイナーシャを推定し、第1回転速度と第2回転速度のそれぞれにおける前記モータのq軸電流を測定し、前記第1回転速度と前記第2回転速度との速度差と、前記第1回転速度における前記q軸電流の測定値と前記第2回転速度における前記q軸電流の測定値との電流差に基づいて、前記モータの粘性抵抗を推定し、前記イナーシャの推定値を前記粘性抵抗の推定値を用いて補正する、同定方法。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータの q 軸電流をステップ状に変化させることで前記モータの速度の立ち上がり時間を測定する測定部と、

前記立ち上がり時間の測定値に応じて、前記モータのイナーシャを推定するイナーシャ推定部と、

第 1 回転速度と第 2 回転速度のそれぞれにおける前記モータの q 軸電流を計測する計測部と、

前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度との速度差と、前記第 1 回転速度における前記 q 軸電流の測定値と前記第 2 回転速度における前記 q 軸電流の測定値との電流差とに基づいて、前記モータの粘性抵抗を推定する粘性抵抗推定部と、

前記イナーシャの推定値を前記粘性抵抗の推定値を用いて補正する補正部と、を備える、制御装置。

10

【請求項 2】

前記計測部は、前記イナーシャの推定値を用いて前記モータの速度制御の制御ゲインを設定し、前記制御ゲインで前記モータを前記第 1 回転速度及び前記第 2 回転速度で回転させ、前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度のそれぞれにおける前記モータの q 軸電流を計測する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記モータの速度指令値と前記モータの速度検出値との差が零に収束するように q 軸電流指令値を生成し、前記 q 軸電流指令値と前記モータの q 軸電流検出値との差が零に収束するように前記モータを制御する制御部を備え、

前記測定部は、前記 q 軸電流指令値をステップ状に変化させることで、前記立ち上がり時間を測定する、請求項 1 又は 2 に記載の制御装置。

20

【請求項 4】

前記補正部は、前記粘性抵抗の推定値に対応する補正量を導出し、前記イナーシャの推定値に前記補正量を加えることで、前記イナーシャを補正する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置と、前記モータと、を備える、モータシステム。

30

【請求項 6】

モータの q 軸電流をステップ状に変化させることで前記モータの速度の立ち上がり時間を測定し、

前記立ち上がり時間の測定値に応じて、前記モータのイナーシャを推定し、

第 1 回転速度と第 2 回転速度のそれぞれにおける前記モータの q 軸電流を測定し、

前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度との速度差と、前記第 1 回転速度における前記 q 軸電流の測定値と前記第 2 回転速度における前記 q 軸電流の測定値との電流差に基づいて、

前記モータの粘性抵抗を推定し、

前記イナーシャの推定値を前記粘性抵抗の推定値を用いて補正する、同定方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、制御装置、モータシステム及び同定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

モータの発生トルクからモータ速度への伝達関数の係数を最小二乗法により推定することで、モータのイナーシャと粘性係数を同定する同定装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。また、トルク指令とモータ位置情報に基づき最小二乗推定処理を行い、イナーシャ推定値及び粘性摩擦係数推定値を出力する技術が知られている（例えば、特許文献

50

2 参照)。さらに、q 軸の電流指令値をステップ状に変化させることで上昇する角速度推定値の上昇カーブから角加速度を算出し、角加速度の算出値を用いてモータの全慣性モーメントを算出する技術が知られている（例えば、特許文献 3 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 220197 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2014 / 156164 号

【特許文献 3】特開 2004 - 242430 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、モータのイナーシャと粘性係数を推定するため、最小二乗法による同定方法を用いると、計算処理が増大する場合がある。

【0005】

本開示は、モータのイナーシャと粘性係数を推定する計算処理を低減可能な制御装置、モータシステム及び同定方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様では、

モータの q 軸電流をステップ状に変化させることで前記モータの速度の立ち上がり時間を測定する測定部と、

前記立ち上がり時間の測定値に応じて、前記モータのイナーシャを推定するイナーシャ推定部と、

第 1 回転速度と第 2 回転速度のそれぞれにおける前記モータの q 軸電流を計測する計測部と、

前記第 1 回転速度と前記第 2 回転速度との速度差と、前記第 1 回転速度における前記 q 軸電流の測定値と前記第 2 回転速度における前記 q 軸電流の測定値との電流差とに基づいて、前記モータの粘性抵抗を推定する粘性抵抗推定部と、

前記イナーシャの推定値を前記粘性抵抗の推定値を用いて補正する補正部と、を備える、制御装置が提供される。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、モータのイナーシャと粘性係数を推定する計算処理を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本開示の実施の形態 1 に係るモータシステムの構成例を示す図である。

【図 2】モータの機械的パラメータを同定する同定部の一例を示す機能ブロック図である。

【図 3】同定方法 1 を示すフローチャートである。

【図 4】粘性抵抗の推定方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して、本開示の実施の形態に係るモータ制御装置、モータシステム及びモータ制御方法について詳細に説明する。

【0010】

図 1 は、本開示の実施の形態 1 に係るモータシステム 1 の構成例を示す図である。図 1 に示すモータシステム 1 は、モータ 4 のロータと同期して回転する直交回転座標軸である d q 軸上でモータ 4 を制御することで、高性能なトルク制御や速度制御を実現する。

【0011】

10

20

30

40

50

d 軸は、ロータの実際の磁極位置を表す実角度方向（ロータの磁石により発生する磁束の方向）に伸びる軸であり、q 軸は、d 軸から電気角で 90° 進んだ方向に伸びる軸である。d 軸及び q 軸は、合わせて、d q 軸又は d , q 軸と称することがある。d q 軸は、ベクトル制御におけるモデル上の軸である。ロータの磁極位置は、モータの基準コイル（例えば、U 相コイル）の位置を基準に、d 軸が進む角度で表される。なお、d 軸及び q 軸は、ベクトル制御におけるモデル上の軸であり、各種センサの有無にかかわらず、d 軸及び q 軸を用いることができる。

【0012】

モータシステム 1 が搭載される機器は、例えば、コピー機、パーソナルコンピュータ、冷蔵庫、ポンプ等であるが、当該機器は、これらに限られない。モータシステム 1 は、モータ 4 と、モータ制御装置 100 とを少なくとも備える。

10

【0013】

モータ 4 は、複数のコイルを有するモータである。モータ 4 は、例えば、U 相コイルと V 相コイルと W 相コイルとを含む 3 相コイルを有する。モータ 4 の具体例として、3 相のブラシレス直流モータ、ステッピングモータなどが挙げられる。モータ 4 は、少なくとも一つの永久磁石が配置されるロータと、ステータとを有する。モータ 4 は、例えば、送風用のファンを回すファンモータである。モータ 4 は、ロータの磁石の角度位置（磁極位置）を検出する位置センサを使用しないモータ（センサレス型モータ）でも、位置センサを使用するモータ（センサ付きモータ）でもよい。

【0014】

モータ制御装置 100 は、モータ 4 が 3 相のブラシレス直流モータの場合、3 相ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を 3 相の PWM 信号を含む通電パターンに従いオンオフ（ON、OFF）制御することで、インバータ 12 を介してモータ 4 を駆動する。モータ制御装置 100 は、モータ 4 がステッピングモータの場合、例えば 2 相接続された複数のスイッチング素子を 2 相の PWM 信号を含む通電パターンに従いオンオフ制御することで、インバータ 12 を介してモータ 4 を駆動する。

20

【0015】

モータ制御装置 100 は、例えば、インバータ 12、PWM 回路 13、電流検出部 11、位置・速度検出部 19、速度制御部 20、電流制御部 30、電流座標変換器 14、電圧座標変換器 15 及び同定部 40 を備える。同定部 40 等の各部の機能は、メモリに記憶されたプログラムに従って CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサが動作することにより実現される。

30

【0016】

インバータ 12 は、モータ 4 が 3 相のブラシレス直流モータの場合、直流電源から供給される直流を複数のスイッチング素子のスイッチングによって 3 相交流に変換し、3 相交流の駆動電流をモータ 4 に流すことによって、モータ 4 のロータを回転させる回路である。インバータ 12 は、PWM 回路 13 によって生成される複数の通電パターン（より具体的には、3 相の PWM 信号）に基づいて、モータ 4 を駆動する。PWM とは、Pulse Width Modulation（パルス幅変調）を意味する。インバータ 12 は、モータ 4 がステッピングモータの場合、直流電源から供給される直流を複数のスイッチング素子のスイッチングによって複数の交流に変換し、複数の駆動電流をモータ 4 に流すことによって、モータ 4 のロータを回転させる回路である。

40

【0017】

電流検出部 11 は、モータ 4 が 3 相のブラシレス直流モータの場合、PWM 回路 13 によって生成される複数の通電パターン（より具体的には、3 相の PWM 信号）に基づいて、モータ 4 に流れる U、V、W 各相の相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出する。例えば、電流検出部 11 は、インバータ 12 の直流側に設けられる 1 つのシャント抵抗に発生する電圧に基づいて、各相の相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出する。電流検出部 11 は、インバータ 12 とモータ 4 との間に流れる電流を検出する電流センサによって、相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出してもよい。電流検出部 11 は、モータ 4 がステッピングモータの場合、PWM

50

回路 13 によって生成される複数の通電パターンに基づいて、モータ 4 に流れる各相の相電流を検出する。

【0018】

位置・速度検出部 19 は、電流座標変換器 14 により生成された d 軸電流検出値 i_d 及び q 軸電流検出値 i_q と、電流制御部 30 により生成された d 軸電圧指令値 v_d^* 及び q 軸電圧指令値 v_q^* とに基づいて、ロータの磁極位置 及び回転速度 を検出する。位置・速度検出部 19 は、モータ 4 に位置センサが取り付けられている場合、当該位置センサの出力信号に基づいて、磁極位置 及び回転速度 を検出してもよい。磁極位置 は、モータ 4 のロータの磁極位置（電気角）を表し、回転速度 は、モータ 4 のロータの電気角速度を表す。位置・速度検出部 19 により検出される回転速度 の検出値を、速度検出値

10

【0019】

速度制御部 20 は、外部からの速度指令値 v^* と位置・速度検出部 19 によって検出される速度検出値 との差が零に収束するように、d - q 座標系における d 軸電流指令値 i_d^* 及び q 軸電流指令値 i_q^* を生成する。速度指令値 v^* は、モータ 4 のロータの電気角速度で表される回転速度の指令値を表す。速度制御部 20 は、例えば、減算器 16、速度調節器 17 及び電流指令演算部 18 を有する。

【0020】

減算器 16 は、速度指令値 v^* と速度検出値 との偏差を演算する。速度調節器 17 は、減算器 16 により演算された偏差を増幅することで、電流指令値 i^* を演算する。トルク指令値 T^* は、電流指令値 i^* に係数を掛けたもので、電流値に比例する値と等価であり、モータ 4 のトルク T の指令値を表す。

20

【0021】

電流指令演算部 18 は、電流指令値 i^* 及び速度検出値 に基づき、モータ 4 の d 軸方向に流す d 軸電流の指令値である d 軸電流指令値 i_d^* とモータ 4 の q 軸方向に流す q 軸電流の指令値である q 軸電流指令値 i_q^* を演算する。モータ 4 に生じるトルク T は、q 軸電流指令値 i_q^* に比例して大きくなる。

【0022】

電流制御部 30 は、d 軸電流指令値 i_d^* と d 軸電流検出値 i_d との差が零に収束するように、モータ 4 の d 軸方向に生じる d 軸電圧の指令値である d 軸電圧指令値 v_d^* を生成する。電流制御部 30 は、q 軸電流指令値 i_q^* と q 軸電流検出値 i_q との差が零に収束するように、モータ 4 の q 軸方向に生じる q 軸電圧の指令値である q 軸電圧指令値 v_q^* を生成する。

30

【0023】

モータ 4 がブラシレスモータ直流モータの場合、電圧座標変換器 15 は、位置・速度検出部 19 によって検出された磁極位置 を用いて、d 軸電圧指令値 v_d^* 及び q 軸電圧指令値 v_q^* を、U、V、W 各相の相電圧指令 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* に変換する。電流座標変換器 14 は、位置・速度検出部 19 によって検出された磁極位置 を用いて、電流検出部 11 により検出された 3 相の相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を、2 相の d 軸電流検出値 i_d 及び q 軸電流検出値 i_q に変換する。

40

【0024】

モータ 4 がステッピングモータの場合、電圧座標変換器 15 は、位置・速度検出部 19 によって検出された磁極位置 を用いて、d 軸電圧指令値 v_d^* 及び q 軸電圧指令値 v_q^* を、各相の相電圧指令値に変換する。電流座標変換器 14 は、位置・速度検出部 19 によって検出された磁極位置 を用いて、電流検出部 11 により検出された各相の相電流を、2 相の d 軸電流検出値 i_d 及び q 軸電流検出値 i_q に変換する。

【0025】

同定部 40 は、モータ 4 の機械的パラメータ（イナーシャ、粘性抵抗など）を同定する。モータ 4 に機械的負荷が接続されている場合、同定部 40 は、その機械的負荷とモータ 4 を合わせた状態での機械的パラメータ（イナーシャ J と粘性係数 D ）を同定する。同定部

50

40は、モータ制御装置100の内部又は外部にある。

【0026】

図2は、モータの機械的パラメータを同定する同定部の一例を示す機能ブロック図である。図2に示す同定部40は、測定部55、イナーシャ推定部56、計測部58、粘性抵抗推定部59及び補正部50を備える。

【0027】

測定部55は、モータ4のq軸電流をステップ状に変化させることでモータ4の回転速度の立ち上がり時間 t_r を測定する。イナーシャ推定部56は、測定部55により得られた立ち上がり時間 t_r の測定値に応じて、モータ4のイナーシャ J を推定する。計測部58は、第1回転速度 ω_1 と第2回転速度 ω_2 のそれぞれにおけるモータ4のq軸電流を計測する。粘性抵抗推定部59は、第1回転速度 ω_1 と第2回転速度 ω_2 との速度差と、第1回転速度 ω_1 におけるq軸電流の計測値 I_{q1} と第2回転速度 ω_2 におけるq軸電流の計測値 I_{q2} との電流差とに基づいて、粘性抵抗 D を推定する。補正部50は、イナーシャ推定部56により得られたイナーシャ J の推定値を粘性抵抗推定部59により得られた粘性抵抗 D の推定値を用いて補正する。

10

【0028】

補正部50は、イナーシャ J の補正後の推定値及び粘性抵抗 D の推定値を同定値としてメモリに保存する。イナーシャ J 及び粘性抵抗 D の各々の同定値は、速度制御部20(図1)の制御ゲインの設定に利用される。なお、制御ゲインを設定するにあたり、必ずしもイナーシャ J 及び粘性抵抗 D の各々の同定値を速度制御部20に用いなくてもよい。例えば、同定部40は、イナーシャ J 及び粘性抵抗 D の各々の同定値をユーザに提示し、ユーザから入力される情報に応じて、制御ゲインを設定してもよい。

20

【0029】

<同定方法1>

図3は、同定方法1を示すフローチャートである。最初に、同定部40は、モータ制御装置100をベクトル制御による電流制御に設定し、d軸電流指令値 i_d^* を零に固定した状態でq軸電流を制御する電流制御に設定する(ステップS10)。

【0030】

次に、同定部40は、ステップ状のq軸電流(I_q 電流)の電流値を設定し、 I_q 電流が零から所定の電流値に変化するステップ状のq軸電流を印加する(ステップS11)。同定部40は、モータ4の回転速度を観測し、回転速度が所定の速度に上昇するまでの立ち上がり時間 t_r を測定する(ステップS12)。例えば、同定部40の測定部55は、q軸電流指令値 i_q^* をステップ状に変化させることで、立ち上がり時間 t_r を測定する。

30

【0031】

同定部40のイナーシャ推定部56は、立ち上がり時間 t_r とイナーシャに相関関係があることから(実際のイナーシャが大きいほど立ち上がり時間 t_r は長くなる)、立ち上がり時間 t_r の測定値に対応するイナーシャ J を推定する(ステップS13)。同定部40のイナーシャ推定部56は、例えば、立ち上がり時間 t_r とイナーシャとの関係則(例えば、対応テーブルや演算式など)に基づいて、立ち上がり時間 t_r の測定値に対応するイナーシャ J を推定する。対応テーブル等の関係則又は関係則を導出するためのデータは、予め、メモリ等に記憶されている。

40

【0032】

次に、同定部40は、モータ制御装置100をベクトル制御による速度制御に設定する(ステップS14)。このとき、同定部40の計測部58は、ステップS13で得られたイナーシャ J の推定値を用いて、速度制御部20の制御ゲインを算出して設定する(ステップS15)。

【0033】

計測部58は、d軸電流指令値 i_d^* を零に固定した状態で、ステップS15で設定した制御ゲインで、互いに相違する複数の回転速度(例えば、第1回転速度 ω_1 及び第2回転

50

速度 2) でモータ 4 を定速度回転させる。計測部 58 は、複数の回転速度のそれぞれにおけるモータ 4 の q 軸電流を計測する。例えば、計測部 58 は、第 1 回転速度 1 における q 軸電流検出値 i_q を計測し (ステップ S16)、第 2 回転速度 2 における q 軸電流検出値 i_q を計測する (ステップ S17)。

【0034】

粘性抵抗推定部 59 は、第 1 回転速度 1 と第 2 回転速度 2 との速度差と、第 1 回転速度 1 における q 軸電流検出値 i_q の計測値 I_q1 と第 2 回転速度 2 における q 軸電流検出値 i_q の計測値 I_q2 との電流差とに基づいて、粘性抵抗 D を推定する (ステップ S18)。

【0035】

粘性抵抗 D の推定についてより詳細に説明する。モータ 4 のトルクを T 、モータ 4 の回転速度を ω 、モータ 4 の加速度を a 、モータ 4 の粘性抵抗を D とすると、

$$T = J \times a + D \times \omega \quad \dots \text{式 1}$$

という関係式が成立する。回転速度 ω を等速度とすると、加速度 a は零であるから、イナーシャ J の成分を無視できるので、

$$T = D \times \omega \quad \dots \text{式 2}$$

という関係式が成立する。トルク T は q 軸電流 I_q に比例するので、モータ 4 のトルク定数を K_t とすると、

$$T = K_t \times I_q \quad \dots \text{式 3}$$

となるので、式 2 及び式 3 より、粘性抵抗 D は、

$$D = K_t \times I_q / \omega \quad \dots \text{式 4}$$

という関係式で表される。したがって、図 4 及び式 4 によれば、測定点 (ω_1, I_q1) と測定点 (ω_2, I_q2) とを通る直線の傾きから、粘性抵抗 D を精度良く求められる。

よって、粘性抵抗推定部 59 は、

$$D = K_t \times (I_q2 - I_q1) / (\omega_2 - \omega_1) \quad \dots \text{式 5}$$

に従って、粘性抵抗 D を算出できる。つまり、式 5 によれば、粘性抵抗推定部 59 は、第 1 回転速度 1 と第 2 回転速度 2 との速度差と、第 1 回転速度 1 における q 軸電流の計測値 I_q1 と第 2 回転速度 2 における q 軸電流の計測値 I_q2 との電流差とに基づいて、粘性抵抗 D を推定できる (ステップ S18)。

【0036】

補正部 50 は、ステップ S18 で得られた粘性抵抗 D の推定値に対応する補正量 C を導出し、ステップ S13 で得られたイナーシャ J の推定値に補正量 C を加えることで、ステップ S13 で得られたイナーシャ J を補正する (ステップ S19)。これにより、粘性抵抗 D に違いによるイナーシャ J の推定値のずれを抑制できる。補正部 50 は、例えば、粘性抵抗 D と補正量 C との関係則 (例えば、対応テーブルや演算式など) に基づいて、粘性抵抗 D の推定値に対応する補正量 C を導出する。対応テーブル等の関係則又は関係則を導出するためのデータは、予め、メモリ等に記憶されている。

【0037】

補正部 50 は、ステップ S19 で得られたイナーシャ J の補正後の推定値及びステップ S18 で得られた粘性抵抗 D の推定値を同定値として確定し、メモリに保存する (ステップ S20)。

【0038】

このように、同定方法 1 では、同定部 40 は、モータ 4 を複数の回転速度で定速度回転させることで粘性抵抗を推定でき、ステップ状の q 軸電流の入力に対する回転速度 ω の立ち上がり時間の測定によってイナーシャを推定できる。したがって、最小二乗法による同定方法に比べて、イナーシャ及び粘性抵抗を推定する計算処理を低減することが可能となる。

【0039】

なお、同定方法 1 では、回転速度のステップ応答によってイナーシャを推定してから、モータを定速度回転させることで粘性抵抗を推定している。しかしながら、順序を逆にして

10

20

30

40

50

、モータを定速度回転させることで粘性抵抗を推定してから、回転速度のステップ応答によってイナーシャを推定してもよい。例えば、計測部 58 は、d 軸電流指令値 i_d^* を零に固定した状態で、速度制御部 20 のデフォルトの制御ゲインで、互いに相違する複数の回転速度でモータ 4 を定速度回転させることで、粘性抵抗 D を推定する。その後、測定部 55 は、d 軸電流指令値 i_d^* を零に固定した状態で q 軸電流を制御する電流制御に設定して、ステップ状の q 軸電流の入力に対する回転速度の立ち上がり時間の測定によってイナーシャ J を推定する。補正部 50 は、粘性抵抗 D の推定値を用いてイナーシャ J を補正する。

【0040】

以上、制御装置、モータシステム及び同定方法を実施形態により説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。他の実施形態の一部又は全部との組み合わせや置換などの種々の変形及び改良が、本発明の範囲内で可能である。

10

【0041】

例えば、ステップ状の q 軸電流の電流値は、予め決められた固定値でも、ユーザ等により調整される値でも、モータ 4 の定格値に応じて設定される値でもよい。定格値は、モータの特性を表す値（特性値）の一例である。定格値には、例えば、モータの容量、電圧又は電流などがある。

【0042】

同定部 40 は、電流値（ステップの高さ）が異なる複数のステップ状の q 軸電流を複数回印加して得られる複数の立ち上がり時間 T_r の平均値又は中央値を算出し、当該平均値又は中央値に対応するイナーシャを推定してもよい。

20

【符号の説明】

【0043】

- 1 モータシステム
- 4 モータ
- 11 電流検出部
- 12 インバータ
- 13 PWM 回路
- 14 電流座標変換器
- 15 電圧座標変換器
- 16 減算器
- 17 速度調節器
- 18 電流指令演算部
- 19 位置・速度検出部
- 20 速度制御部
- 30 電流制御部
- 33 モータ速度系
- 34 機械系モデル
- 40 同定部
- 50 補正部
- 55 測定部
- 56 イナーシャ推定部
- 58 計測部
- 59 粘性抵抗推定部
- 100 モータ制御装置

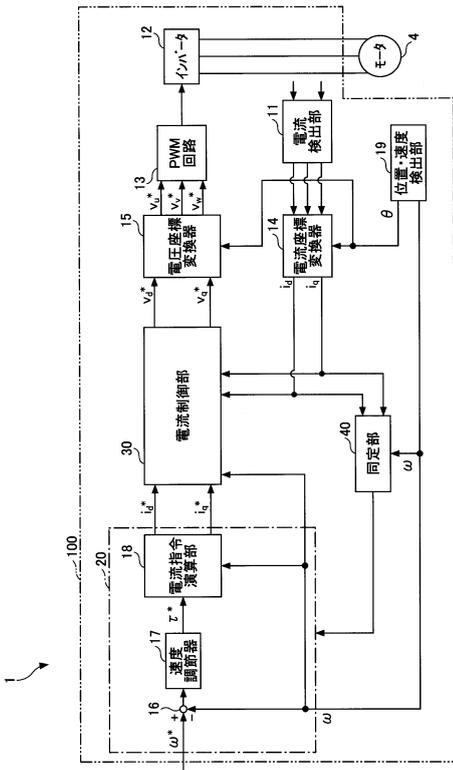
30

40

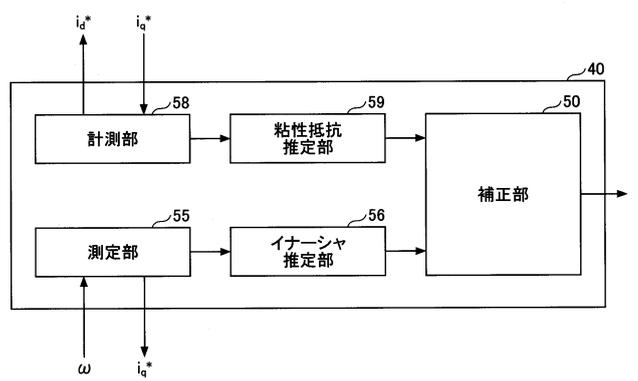
50

【 図 面 】

【 図 1 】



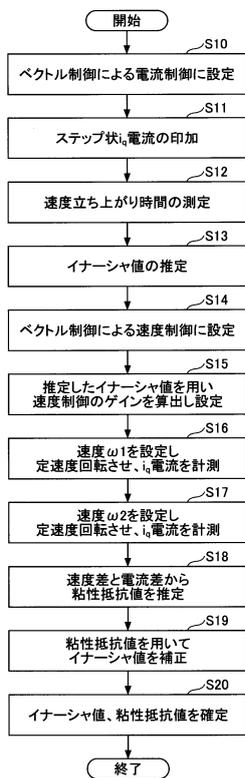
【 図 2 】



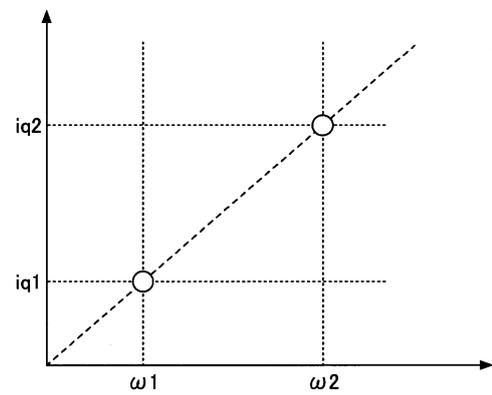
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】



30

40

50