

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-69175

(P2021-69175A)

(43) 公開日 令和3年4月30日(2021.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02P 6/18 (2016.01)	H02P 6/18	5H505
H02P 21/26 (2016.01)	H02P 21/26	5H560

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2019-192137 (P2019-192137)
 (22) 出願日 令和1年10月21日 (2019.10.21)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 110003281
 特許業務法人大塚国際特許事務所
 (72) 発明者 磯見 優介
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 Fターム(参考) 5H505 AA15 BB09 DD08 EE41 EE49
 FF01 GG04 HA01 HA05 HA09
 HA16 HB02 JJ03 JJ16 JJ17
 LL14 LL22 LL41
 5H560 AA10 BB04 BB07 BB12 DA14
 DB20 DC04 DC12 EB01 HA08
 HA09 RR10 TT11 TT15 UA05
 XA12 XA13 XB04

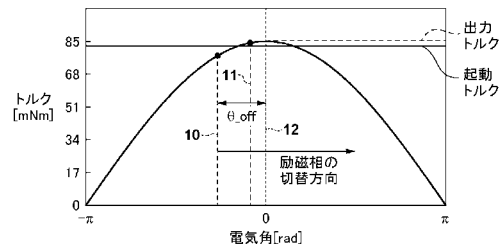
(54) 【発明の名称】 モータ制御装置及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】モータを安定して起動するための制御技術を提供する。

【解決手段】モータ制御装置は、モータの複数のコイルに印加する電圧を制御することで前記複数のコイルに電流を供給する電流供給手段と、停止している前記モータのロータの電気角である停止角を検知する検知手段と、停止している前記ロータの回転を開始する際、前記停止角からオフセット量を減じた初期角に基づき強制転流制御を開始する様に前記電流供給手段を制御する制御手段と、を備えている。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モータの複数のコイルに印加する電圧を制御することで前記複数のコイルに電流を供給する電流供給手段と、

前記モータの停止しているロータの電気角である停止角を検知する検知手段と、

停止している前記ロータの回転を開始する際、前記停止角からオフセット量を減じた初期角に基づき強制転流制御を開始する様に前記電流供給手段を制御する制御手段と、を備えていることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記初期角に基づき前記強制転流制御を開始する際に前記複数のコイルそれぞれに印加する交流電圧の位相を決定して前記電流供給手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ制御装置。

10

【請求項 3】

前記制御手段は、前記初期角に基づき回転座標系の電圧指令値を静止座標系の電圧指令値に変換することで、前記強制転流制御を開始する際に前記複数のコイルそれぞれに印加する交流電圧を決定して前記電流供給手段を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記オフセット量を保持する保持手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

20

【請求項 5】

前記制御手段は、前記電流に基づき前記オフセット量を設定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記ロータの回転速度が一定である間の前記電流に基づき前記オフセット量を設定することを特徴とする請求項 5 に記載のモータ制御装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記ロータの回転速度が所定速度より大きくなると前記強制転流制御からフィードバック制御に切り替えを行い、前記フィードバック制御を行っている間の前記電流に基づき前記オフセット量を設定することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のモータ制御装置。

30

【請求項 8】

前記制御手段は、前記電流から、前記モータの出力トルクに寄与するトルク分電流と、前記複数のコイルに生じる磁束に寄与する励磁分電流を求め、前記トルク分電流に基づき前記オフセット量を設定することを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記トルク分電流が大きくなると、前記オフセット量を大きくすることを特徴とする請求項 8 に記載のモータ制御装置。

【請求項 10】

前記オフセット量の絶対値は、前記電気角で未満であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

40

【請求項 11】

シートに画像を形成する画像形成手段と、

前記画像形成手段の部材の動力を生成するモータと、

前記モータの複数のコイルに印加する電圧を制御することで前記複数のコイルに電流を供給する電流供給手段と、

前記モータの停止しているロータの電気角である停止角を検知する検知手段と、

停止している前記ロータの回転を開始する際、前記停止角からオフセット量を減じた初期角から強制転流制御を開始する様に前記電流供給手段を制御する制御手段と、

50

を備えていることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

画像形成装置の駆動源として、ロータ位置を検知するセンサを搭載しないセンサレスタイプのDCブラシレスモータ（以下、センサレスモータ）が使用されている。センサレスモータの制御装置は、例えば、強制転流制御によりセンサレスモータを起動し、センサレスモータの回転速度が十分な誘起電圧を発生させる速度に達すると、フィードバック制御に切り替えを行う。ここで、特許文献1は、負荷トルクが大きい場合等においても脱調を起さず安定的にモータを起動するため、起動時においては、連続通電が可能な電流より大きなコイル電流をセンサレスモータに流す構成を開示している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-236081号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の構成では、コイル電流を供給する回路の電流定格を大きくする必要がありコストアップに繋がる。

【0005】

本発明は、モータを安定して起動するための制御技術を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によると、モータ制御装置は、モータの複数のコイルに印加する電圧を制御することで前記複数のコイルに電流を供給する電流供給手段と、停止している前記モータのロータの電気角である停止角を検知する検知手段と、停止している前記ロータの回転を開始する際、前記停止角からオフセット量を減じた初期角に基づき強制転流制御を開始する様に前記電流供給手段を制御する制御手段と、を備えていることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によると、モータを安定して起動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施形態による画像形成装置の構成図。

【図2】一実施形態によるモータ制御部の構成図。

【図3】一実施形態によるモータの構成図。

40

【図4】一実施形態によるモータ制御に関する機能ブロック図。

【図5】一実施形態による電気角と電圧指令値との関係を示す図。

【図6】オフセット量を使用する理由の説明図。

【図7】オフセット量を使用する理由の説明図。

【図8】一実施形態によるモータ制御に関する機能ブロック図。

【図9】トルク分電流とトルクとの関係を示す図。

【図10】トルク分電流とオフセット量との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求

50

の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0010】

<第一実施形態>

以下では、モータ制御装置の一例として、画像形成装置を使用して、本実施形態の説明を行う。なお、本発明は、画像形成装置に限定されず、センサレスモータを制御する任意のモータ制御装置に対して適用することができる。図1は、本実施形態による画像形成装置の構成図である。画像形成装置は、例えば、プリンタ、複写機、複合機、ファクシミリ等であり得る。画像形成ユニット101は、感光体102にトナー像を形成する。画像形成ユニット101は、感光体102にトナー像を形成するための、帯電ユニット、露光ユニット及び現像ユニット等を有する。画像形成ユニット101は、カセット104から搬送されたシートに感光体102のトナー像を転写する。シートは、その後、定着ユニット105において加熱・加圧され、トナー像の定着が行われる。トナー像の定着後、シートは、画像形成装置外に排出される。センサレスモータ（以下、単に、モータと表記する。）103は、感光体102を駆動するための駆動力を生成する駆動源である。しかしながら、モータ103が駆動する負荷には制限はなく、任意の負荷（部材）を駆動するモータ103の制御に本発明は適用され得る。

10

【0011】

図2は、モータ103の制御構成を示している。プリンタ制御部107は、画像形成装置全体を制御する。モータ制御部110は、プリンタ制御部107と通信し、プリンタ制御部107の制御の下、モータ103を制御する。マイクロコンピュータ（マイコン）201の不揮発性メモリ205には、マイコン201が実行するプログラムや、モータ103の制御に使用する各種データが格納される。メモリ207は、一時的なデータの記憶のためにマイコン201が使用する。PWMポート208は、モータ103の3つの相（U、V、W）それぞれに対して2つのPWM信号（ハイ側、ロー側）を出力するための計6つの端子を有する。つまり、PWMポート208は、ハイ側の3つの端子（U-H、V-H、W-H）と、ロー側の3つの端子（U-L、V-L、W-L）を有する。

20

【0012】

インバータ211は、モータ103の3つの相それぞれについて、ハイ側のスイッチング素子M1、M3及びM5と、ロー側のスイッチング素子M2、M4及びM6を有する。図2において、M1及びM2はU相のスイッチング素子であり、M3及びM4はV相のスイッチング素子であり、M5及びM6はW相のスイッチング素子である。スイッチング素子としては、例えば、トランジスタやFETを使用できる。ゲートドライバ210は、PWMポート208からのPWM信号に基づき、対応するスイッチング素子のON/OFFを制御する。例えば、ゲートドライバ210は、U-H端子から出力されるPWM信号に基づきスイッチング素子M1のゲートG1への印加電圧を制御することにより、スイッチング素子M1のON/OFFを制御する。

30

【0013】

インバータ211のU、V、W相の出力217は、モータ103のコイル213（U相）、214（V相）、215（W相）に接続される。各スイッチング素子のON/OFFを制御することで、各コイル213、214、215に流れるコイル電流を制御することができる。この様に、インバータ211は、コイル電流を各コイル213、214及び215に供給する電流供給部として機能する。各コイル213、214、215に流れたコイル電流は、電流検出抵抗219、220、221により電圧に変換される。アンプ218は、コイル電流に対応する電流検出抵抗219、220、221の電圧を増幅して、マイコン201のADコンバータ203に出力する。ADコンバータ203は、アンプ218が出力する電圧をデジタル値に変換する。電流値算出部209は、ADコンバータ203が出力するデジタル値に基づき各相のコイル電流を判定する。

40

50

【 0 0 1 4 】

図 3 は、モータ 1 0 3 の構成図である。本実施形態において、ロータ 5 0 2 の極数を 4 とする。また、図 3 に示す様に、ロータ 5 0 2 の S 極がコイル 2 1 3 に対向している状態を電気角 0 とし、反時計回り方向に電気角が増加するものとする。本実施形態では、ロータ 5 0 2 の極数が 4 であるため、ロータが図 3 の状態から反時計回り方向に機械角で $\frac{1}{2}$ だけ回転した場合、電気角は $\frac{1}{2}$ となる。

【 0 0 1 5 】

図 4 は、モータ制御に関するマイコン 2 0 1 の機能ブロック図である。なお、本実施形態において、マイコン 2 0 1 は、モータ 1 0 3 をベクトル制御する。電流制御部 3 0 2 は、不揮発性メモリ 2 0 5 に予め格納されている指令値 I_{d_ref} 及び I_{q_ref} を取得する。また、電流制御部 3 0 2 には、座標変換部 3 0 6 から、励磁分電流 I_d 及びトルク分電流 I_q が入力される。なお、励磁分電流 I_d はコイル電流の内、磁束の生成に寄与する成分に対応し、トルク分電流 I_q はコイル電流の内、出力トルクに寄与する成分に対応する。電流制御部 3 0 2 は、これら値に基づき、回転座標系における電圧指令値 V_{d_ref} 及び V_{q_ref} を出力する。座標変換部 3 0 5 は、回転座標系から静止座標系への座標変換を行い、さらに、2 相 - 3 相変換を行うことで、U 相、V 相及び W 相の電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w を生成して出力する。なお、回転座標系から静止座標系への座標変換は、角度演算部 3 0 3 から出力される電気角 θ_{ref} に基づき行われる。マイコン 2 0 1 は、電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w に基づきゲートドライバ 2 1 0 に出力する PWM 信号を生成する。

10

20

【 0 0 1 6 】

また、電流値算出部 2 0 9 が検出した U 相、V 相及び W 相のコイル電流の電流値 I_u 、 I_v 及び I_w は、座標変換部 3 0 6 に入力される。座標変換部 3 0 6 は、3 相 - 2 相変換により、電流値 I_u 、 I_v 及び I_w を静止座標系の電流値に変換し、さらに、静止座標系から回転座標系への座標変換を行うことで、励磁分電流 I_d 及びトルク分電流 I_q を求める。なお、静止座標系から回転座標系への座標変換は、角度演算部 3 0 3 から出力される電気角 θ_{ref} に基づき行われる。座標変換部 3 0 6 は、励磁分電流 I_d 及びトルク分電流 I_q を電流制御部 3 0 2 に出力する。

【 0 0 1 7 】

モータ 1 0 3 の起動時、検出部 3 0 1 は、ロータ 5 0 2 の停止時の電気角（以下、停止角） θ_{std} を判定する。各コイル 2 1 3、2 1 4 及び 2 1 5 のインダクタンスは、外部磁界に応じて変化し、外部磁界は、ロータの停止角 θ_{std} により変化する。つまり、各コイル 2 1 3、2 1 4 及び 2 1 5 のインダクタンスはロータ 5 0 2 の停止角に応じて変化する。したがって、検出部 3 0 1 は、各コイル 2 1 3、2 1 4 及び 2 1 5 のインダクタンスを検出することで、停止角 θ_{std} を検出することができる。

30

【 0 0 1 8 】

なお、インダクタンスは、コイル 2 1 3、2 1 4、2 1 5 に、ロータ 5 0 2 が回転しない程度の電圧を印加した際の、U 相、V 相及び W 相のコイル電流の立ち上がりの速さ等から判定することができる。検出部 3 0 1 は、検出した停止角 θ_{std} を減算器 3 0 7 に出力する。オフセット設定部 3 0 4 は、不揮発性メモリ 2 0 5 が保持しているオフセット量 θ_{off} を減算器 3 0 7 に出力する。減算器 3 0 7 は、停止角 θ_{std} からオフセット量 θ_{off} を減じた電気角を初期角 θ_{ini} として角度演算部 3 0 3 に出力する。

40

【 0 0 1 9 】

角度演算部 3 0 3 は、初期角 θ_{ini} に対して、プリンタ制御部 1 0 7 から入力された速度指令値 ω_{ref} を所定周期毎に積算することで、ロータ 5 1 2 の電気角 θ_{ref} を求め、座標変換部 3 0 5 及び 3 0 6 に通知する。なお、強制転流制御の間、指令値 I_{d_ref} を 0 とし、トルクに関する指令値 I_{q_ref} を制御することでモータ 1 0 3 を回転させる。

【 0 0 2 0 】

50

図5は、ロータ502の電気角と、電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w との関係を示している。図5に示す様に、ロータ502の電気角に応じて電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w を正弦波上に変化させる。マイコン201が出力する各相のPWM信号のデューティ比は、この電圧指令値に応じて決定される。以下の説明において、ロータ502の電気角がであるときの交流電圧である電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w の位相を"励磁相の位相"又は"励磁相の電気角"と表現する。モータ制御部110は、ロータ502の電気角に応じて励磁相の位相を変化させることでロータ502を回転させる。

【0021】

続いて、検出部301が検出した停止角 θ_{std} ではなく、停止角 θ_{std} からオフセット量 θ_{off} を減じた電気角を初期角 θ_{ini} とする理由について説明する。図6は、停止角 $\theta_{std} = 0$ である場合において、オフセット量 $\theta_{off} = 0$ 、つまり、初期角 θ_{ini} を停止角 θ_{std} と同じ0としたときの、励磁相の電気角とモータ103の出力トルクとの関係を示している。

10

【0022】

図6(A)は、負荷が想定される最小値(以下、最小負荷)のときを示し、その起動に必要な起動トルクの値は41である。なお、起動トルクは、モータ103の負荷の負荷トルクと、加速に必要な加速トルクとの和である。図6(B)は、負荷が想定される最大値(以下、最大負荷)のときを示し、その起動トルクの値は82である。起動の開始により、励磁相の電気角は、ロータの初期角 θ_{ini} である0から増加されることになる。

20

【0023】

但し、起動の開始により、モータ103の負荷にトルクは直ちに伝わらず、実際には、所定の遅れ量の後にトルクが伝わる。遅れ量は、モータ103の速度変化量の傾き、モータ103に力が伝達してメカ的に動作し始めるまでの時間、ギアのバックラッシュ等に依存する。また、負荷が回転し始めるまでの時間は、当該負荷の大きさにも依存する。つまり、負荷トルクが大きい程、遅れ量は大きくなる。図6の参照符号10は、起動を開始する起動タイミングを示し、参照符号11は、負荷にトルクが伝わるタイミングを示している。起動タイミング10において、マイコン201は、初期角 θ_{ini} に基づき求めた電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w に応じたPWM信号を出力する。つまり、マイコン201は、起動開始時の励磁相の電気角を初期角 θ_{ini} とする。一方、タイミング11において、マイコン201は、そのときの電気角 θ_{ref} に基づき求めた電圧指令値 V_u 、 V_v 及び V_w に応じたPWM信号を出力する。つまり、マイコン201は、起動開始時の励磁相の電気角を電気角 θ_{ref} とする。

30

【0024】

参照符号10と参照符号11との間の距離(電気角)が遅れ量に対応する。図6(A)においては、タイミング11におけるモータ103の出力トルクの値は80であり、起動トルク(値41)より大きいため起動できる。一方、図6(B)において、タイミング11におけるモータ103の出力トルクの値は78であり、起動トルク(値82)より小さい。従って、モータ103を起動することができず、モータ103は脱調する。なお、起動タイミング10における出力トルクは、指令値 I_{q_ref} が示す84である。

40

【0025】

脱調を防ぐ方法の1つは、指令値 I_{q_ref} を大きくすることである。しかしながら、指令値 I_{q_ref} を大きくすると、コイル電流を供給するインバータ211の電流定格を大きくする必要がありコストアップに繋がる。脱調を防ぐ他の方法として、起動時における速度変化の傾きを緩やかにする方法もある。しかしながら、速度変化を緩やかにすることは、モータ103により回転される回転体が定常回転速度となるまでの時間が長くなることを意味し、First Print Out Time(FPOT)に影響を与える。

【0026】

このため、本実施形態では、停止角 θ_{std} からオフセット量 θ_{off} を減じた電気角を初期角 θ_{ini} とすることで、起動時の脱調を防ぐ。図7は、図6(B)に示す

50

最大負荷の場合において、オフセット量 $_o f f = \quad / 3$ とした場合を示している。参照符号 1 2 で示す様に停止角 $_s t d$ は 0 であるが、オフセット量 $_o f f = \quad / 3$ であるため、起動タイミング 1 0 において、モータ制御部 1 1 0 は、励磁相の電気角を $- / 3$ とする。したがって、負荷にトルクが伝わるタイミング 1 1 の出力トルクの値は 8 4 となり、起動可能となる。

【 0 0 2 7 】

オフセット量 $_o f f$ は、モータ 1 0 3 の負荷が最大のときの最大負荷トルクと、モータ 1 0 3 の負荷が最小のときの最小負荷トルクに基づき決定する。最大負荷の観点から、オフセット量 $_o f f$ の絶対値は、モータ 1 0 3 が逆回転しない範囲で十分大きい値とすることが望ましい。つまり、オフセット量 $_o f f$ の絶対値が 未満となる範囲で十分大きな値とすることが望ましい。しかしながら、負荷トルクが小さい場合において、オフセット量 $_o f f$ を大きな値に設定すると、強制転流制御からフィードバック制御に切り替えるタイミングにおいて電圧指令値 $V u$ 、 $V v$ 及び $V w$ が大きく変化する。これにより、ロータ 5 0 2 の回転の安定性が損なわれる。このため、モータ 1 0 3 の負荷の最大値と最小値とに基づき、最適なオフセット量 $_o f f$ を求めて、不揮発性メモリ 2 0 5 に格納しておく。

10

【 0 0 2 8 】

以上、強制転流制御による起動時の励磁相の初期角を、ロータ 5 0 2 の停止角よりオフセット量だけ遅らせる。つまり、起動時の電圧指令値 $V u$ 、 $V v$ 及び $V w$ を求めるために座標変換部 3 0 5 が座標変換に使用する電気角を実際の電気角 $_s t d$ とするのではなく、オフセット量 $_o f f$ だけ遅らせる。この構成により、強制転流制御において脱調が生じることを抑え、モータを安定して起動することができる。また、本実施形態の構成では、コイル電流を供給する回路の電流定格を、モータに連続通電できない値の様に大きくする必要はなく、コストアップは生じない。また、F P O T が長くなることもない。

20

【 0 0 2 9 】

< 第二実施形態 >

続いて、第二実施形態について第一実施形態との相違点を中心に説明する。第一実施形態において、オフセット量 $_o f f$ は固定値であった。オフセット量 $_o f f$ を固定値とすることでマイコン 2 0 1 における処理は簡易になる。しかしながら、負荷トルクの範囲が広い場合、強制転流制御からフィードバック制御に切り替えるタイミングにおいて、推定したロータ 5 0 2 の電気角と実際の電気角とのズレが大きくなり、ロータ 5 0 2 の回転の安定性が損なわれ得る。このため、本実施形態では、オフセット量 $_o f f$ を動的に設定、つまり、可変値とする。

30

【 0 0 3 0 】

具体的には、最初のオフセット量 $_o f f$ 、つまり、オフセット量 $_o f f$ の初期値については、予め決定して不揮発性メモリ 2 0 5 に格納しておく。初回の起動後、トルク分電流 $I q$ をモータ制御部 1 1 0 は取得し、このトルク分電流 $I q$ に基づきオフセット量 $_o f f$ を更新する。第一実施形態で説明した様に、オフセット量 $_o f f$ の設定には負荷トルクを考慮する必要がある。例えば、ロータ 5 0 2 を一定速度で回転させている際の出力トルクは、略負荷トルクに等しい。したがって、モータ制御部 1 1 0 は、ロータ 5 0 2 を所定速度で回転させている際のトルク分電流 $I q$ に基づきオフセット量 $_o f f$ を決定することができる。例えば、モータ制御部 1 1 0 は、フィードバック制御において、誘起電圧からロータ 5 0 2 の回転速度を判定してモータ 1 0 3 を所定の目標速度で回転させている際のトルク分電流 $I q$ に基づきオフセット量 $_o f f$ を決定することができる。以後、同様に、モータ制御部 1 1 0 は、所定の速度で回転させている際のトルク分電流 $I q$ に基づきオフセット量 $_o f f$ を更新していく。

40

【 0 0 3 1 】

図 8 は、本実施形態におけるモータ制御に関するマイコン 2 0 1 の機能ブロック図である。なお、図 4 に示す第一実施形態の機能ブロック図と同様の機能ブロックについては、同じ参照符号を付与して、その説明については省略する。推定部 8 0 1 は、フィードバッ

50

ク制御の間、コイル電流の電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と、電圧指令値 V_d_ref 及び V_q_ref と、に基づきロータ 512 の回転速度 ω_{est} と、ロータ 512 の電気角 θ_{est} の推定を行う。また、速度制御部 802 は、速度指令値 ω_{ref} と、推定部 801 で推定した回転速度 ω_{est} に基づき、指令値 I_d_ref 及び I_q_ref を算出する。なお、本実施形態では、効率を重視し、指令値 I_d_ref を 0 に設定する。なお、電気角 θ_{est} は、第一実施形態の電気角 θ_{ref} に対応し、座標変換部 305 及び 306 は、電気角 θ_{est} に基づき静止座標系と回転座標系との座標変換を行う。

【0032】

また、推定部 801 は、第一実施形態の検出部 301 と同様に、起動時、停止角 θ_{std} を検出する。さらに、推定部 801 は、定速回転時のトルク分電流 I_q を取得して、不揮発性メモリ 205 に保存する。モータ 103 の起動時、推定部 801 は、不揮発性メモリ 205 に格納されている、前回の定速回転時のトルク分電流 I_q に基づきオフセット量 off を求める。そして、検出した停止角 θ_{std} から、求めたオフセット量 off を減じた値を、起動時の電気角 θ_{est} として出力する。なお、不揮発性メモリ 205 に、トルク分電流 I_q を格納するのではなく、トルク分電流 I_q に基づき求めたオフセット量 off を格納する構成であっても良い。この場合、推定部 801 は、モータ 103 の起動時、検出した停止角 θ_{std} から、前回の定速回転時のトルク分電流 I_q に基づき求めたオフセット量 off を減じた値を出力する。

【0033】

図 9 は、モータ 103 のトルク分電流 I_q と、出力トルクとの関係を示している。起動時において、図 9 は、起動トルクとトルク分電流 I_q との関係を示すものとなる。そして、各負荷トルクとオフセット量 off との関係を予め決定し、決定した関係と起動時に必要な加速トルクとに基づき、図 10 に示す、トルク分電流 I_q とオフセット量 off との関係を決定する。図 10 においては、トルク分電流 I_q を x とし、オフセット量 off を y とすると、

$$y = 0.7782 \times x - 0.5625 \quad (1)$$

と決定している。例えば、トルク分電流 $I_q = 2$ であると、オフセット量 off は約 1.0 となる。式 (1) を推定部 801 に格納しておくことで、推定部 801 は、トルク分電流 I_q に基づきオフセット量 off を動的に更新することができる。

【0034】

モータ 103 を所定の目標速度で定速回転させている際の出力トルクは、負荷トルクに略等しいため、定速回転時のトルク分電流 I_q が大きいことは、負荷トルクが大きいことを意味する。よって、図 10 は、負荷トルクが大きい程、オフセット量 off を大きくすることを意味している。

【0035】

以上、本実施形態では、フィードバック制御における定速回転中のトルク分電流 I_q に基づきオフセット量 off を設定する。この構成により、使用環境や経時変化により負荷トルクが変動した場合でも適切なオフセット量 off を設定することができる。よって、強制転流制御において脱調が生じることを抑え、モータを安定して起動することができる。

【0036】

[その他の実施形態]

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路 (例えば、ASIC) によっても実現可能である。

【0037】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

10

20

30

40

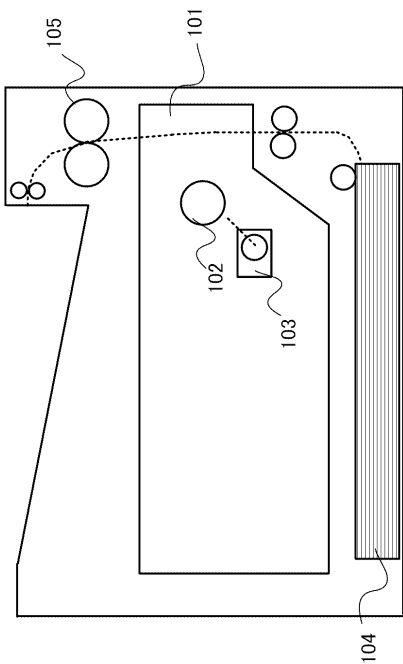
50

【符号の説明】

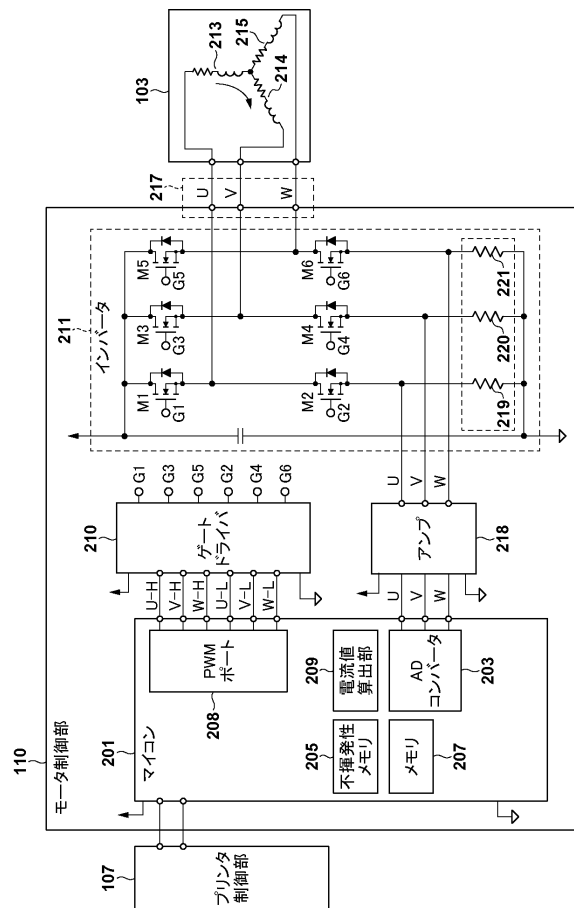
【0038】

211：インバータ、301：検出部、201：マイクロコンピュータ

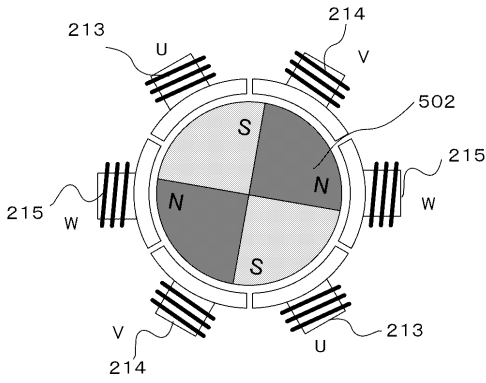
【図1】



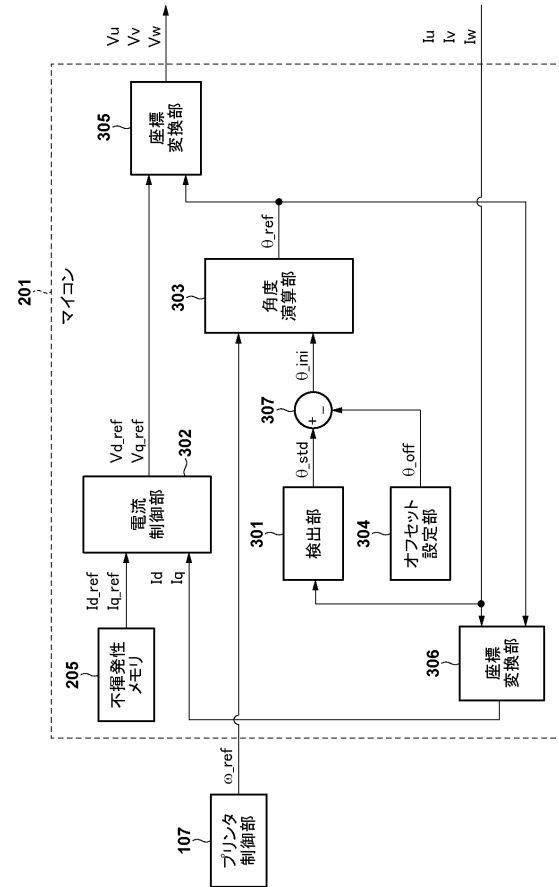
【図2】



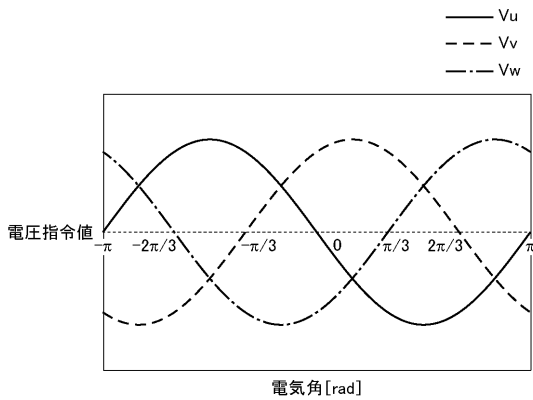
【図3】



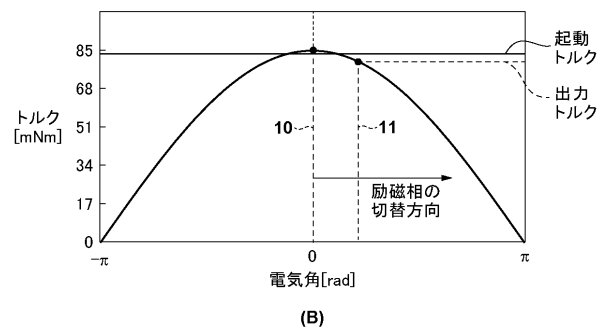
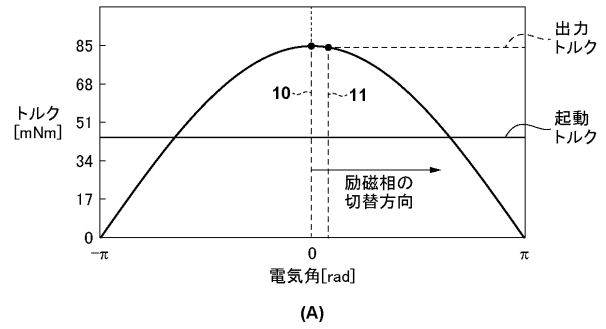
【図4】



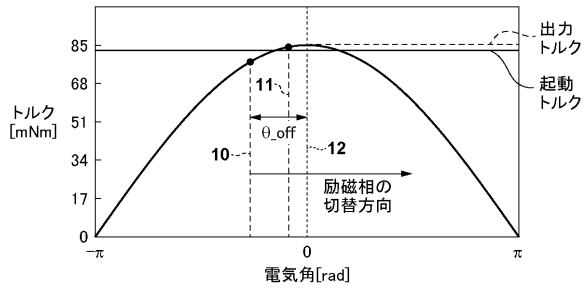
【図5】



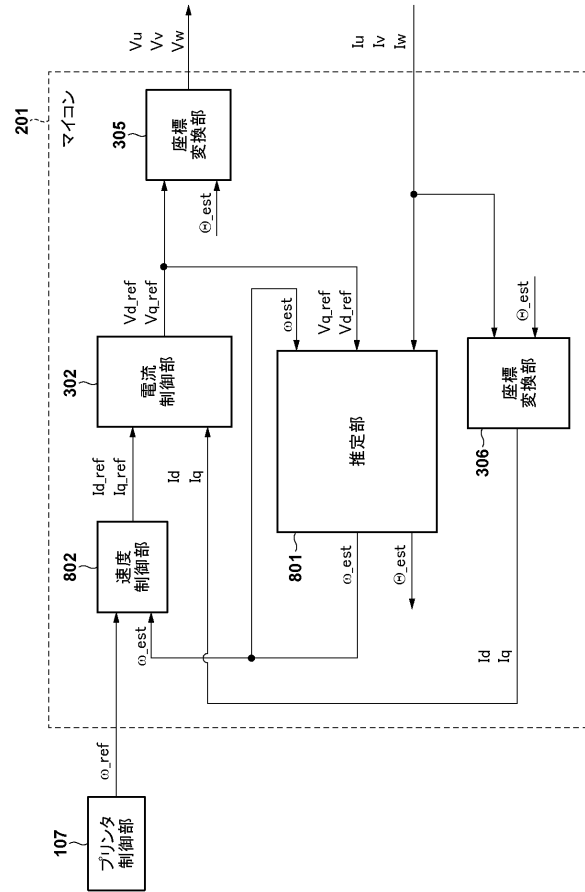
【図6】



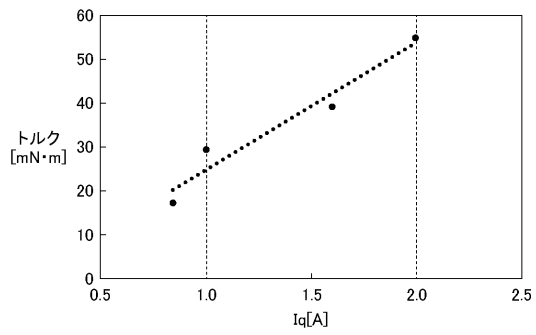
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

