

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4196660号  
(P4196660)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int. Cl. F I  
 HO2P 6/10 (2006.01) HO2P 6/02 371G  
 HO2P 21/00 (2006.01) HO2P 5/408 C  
 HO2P 27/04 (2006.01)

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-354815 (P2002-354815)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成14年12月6日(2002.12.6)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2004-187464 (P2004-187464A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成16年7月2日(2004.7.2)	(74) 代理人	100075513
審査請求日	平成17年10月26日(2005.10.26)		弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100084537
			弁理士 松田 嘉夫
		(72) 発明者	石井 宏
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		審査官	天坂 康種

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動機に電流を供給するインバータと、電動機のロータの回転位相を検出する複数のセンサと、ロータの回転位相の検出値に応じた電流を電動機に供給するようインバータへ指令信号を送出するコントローラを備え、

前記コントローラは、所定速度以下の電動機の低速回転時では該複数のセンサの信号からロータ位相が位置する位相区間の判別を実行し、該位相区間内の所定位相にロータの回転位相の検出値を設定し、所定速度以上の電動機の通常回転時は、位相推定演算を実行することによりロータの回転位相と回転速度を検出し、目標トルクと前記回転速度をもとにステータコイルに印加する電流を決定する、電動機の制御装置において、

前記位相区間の判別はコギングトルクの周期の半周期の位相毎で行われ、かつ隣接する位相判別区間の境界の位相はコギングトルクが最大になる位相および最小となる位相になるように前記複数のセンサが配置されると共に、

前記コントローラは、各位相区間において、コギングトルクが最小になる位相から位相区間の幅に比較して小さい所定値だけ離れた位相において電磁トルクが最大となるように、電流指令ベクトル位相を設定することを特徴とする電動機の制御装置。

【請求項2】

前記コントローラは、目標トルクが所定トルク値よりも大きい場合は、位相判別区間の略中心において電磁トルクが最大となるように電流指令ベクトル位相を設定することを特徴とする請求項1記載の電動機の制御装置。

## 【請求項 3】

所定のトルク値が、コギングトルク最小となる位相から前記所定値だけ離れた位相において電磁トルクが最大になるように電流指令ベクトルを設定した状態での、可能な最大トルク値近傍の値もしくはそれ以上の値であることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の制御装置。

## 【請求項 4】

前記所定値は、ロータの回転位相の検出誤差による電磁トルクの降下がモータの総合的なトルクの変動を増幅しないように決定されることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の制御装置。

## 【請求項 5】

前記複数のセンサがそれぞれ電動機のステータのスロット中心に対峙して設けられることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、電動機（モータ）の制御装置に関し、特に同期電動機の起動時等の低速時の制御に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

モータの制御装置として、モータの回転位置を示す回転位置信号に基づき、電気角 $60^\circ$ 毎の回転位置信号の時間間隔を測定し、時間間隔に基づき回転角度を補間して推定回転角度を作成し、推定回転角度に基づき、ステータ巻線に流す電流もしくはステータ巻線に印加する電圧を算出する装置が知られている（例えば、特許文献 1、2 及び 3 参照。）。 20

## 【0003】

この従来の方法により、回転位置信号の角度間隔が大きくても、補間演算にて間の角度情報を補うので、回転位置信号発生装置を簡素化しつつ検出精度を保つことができるという効果があり、さらに演算回数を減らして演算負荷を低減できるという効果があった。また、信号検出位相幅が大きいほど、信号の検出時間のばらつきによる誤差の影響を相対的に小さく出来るという効果もある。

## 【0004】

## 【特許文献 1】

特開平 10 - 243689 号公報

## 【特許文献 2】

特開 2002 - 272166 号公報

## 【特許文献 3】

特開 2002 - 112579 号公報

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来の技術では、補間演算が出来ない低回転では角度検出精度が低いため、トルク変動が生じる。またコギングトルクの正確な角度検出が必要であるという問題があった。 40

## 【0006】

この発明はこのような従来の問題点に着目してなされたもので、角度検出分解能の低い低速時において演算負荷をかけずにモータ出力トルクの変動を軽減することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の電動機の制御装置は、電動機に電流を供給するインバータと、ロータの回転位相を検出する複数のセンサと、ロータの回転位相の検出値に応じた電流を電動機に供給するようインバータへ指令信号を送出するコントローラを備えている。前記コントローラは、所定速度以下の電動機の低速回転時では該複数のセンサの信号からロータ位相が位置する 50

10

20

30

40

50

位相区間の判別を実行し、該位相区間内の所定位相にロータの回転位相の検出値を設定し、所定速度以上の電動機の通常回転時は、位相推定演算を実行することによりロータの回転位相と回転速度を検出し、目標トルクと前記回転速度をもとにステータコイルに印加する電流を決定する。

【0008】

前記位相区間の判別はコギングトルクの周期の半周期の位相毎で行われ、かつ隣接する位相判別区間の境界の位相はコギングトルクが最大になる位相および最小となる位相になるように前記複数のセンサが配置される。さらに、前記コントローラは、コギングトルクが最小になる位相から位相区間の幅に比較して小さい所定値だけ離れた位相において電磁トルクが最大となるように、各位相区間において、電流指令ベクトル位相を設定する。

10

【0009】

【作用・効果】

位相区間判別は、コギングトルクの周期の1/2倍の位相毎に行われ、かつ位相判別の境界位相はコギングトルクが最大になる位相および最小となる位相の近傍になるように構成され、各検出角度区間において、電流指令ベクトルの位相は、コギングトルクが最小になる位相の近傍において電磁トルクが最大となるように設定される。こうして、電磁トルク変動とコギングトルクが逆相となり互いに打ち消しあう作用でモータの総合トルクの変動を低減できる。

【0010】

【発明の実施の形態】

20

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0011】

以下本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明による電動機制御装置で同期モータのロータの位相を検出する実施形態を示している。図において、同期モータ1は、バッテリー3の直流電力を交流に変換するインバータ2からの三相交流電力を受けて回転駆動される。なお、同期モータ1をジェネレータとして使用する場合は、発電された電力がインバータ2を介してバッテリー3に供給される。同期モータ1のロータ21には、非磁性体の検出プレート4が取付けられており、この検出プレート4上に、位相信号発生手段としての3つのホールセンサ5u、5v、5w（ホールICセンサ）が配設されている。なお、検出プレート4を設けずにロータの周囲にホールセンサ5u、5v、5wを直接配設した構成としてもよい。

30

【0012】

インバータ2へ指令信号（例えばPWM信号）を供給して同期モータ1の回転を制御するコントローラ10は、互いに結合されている一つ以上の中央演算装置（CPU）、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）及び入出力インタフェース（I/Oインタフェース）を有するマイクロコンピュータから構成されている。コントローラ10は、同期モータ1に対する外部からの操作量を受けて目標トルク $t_T$ を発生させるトルク指令発生部11、ホールセンサ5u、5v、5wからの位相信号を受けて現在の位相を算出する位相検出部12、トルク指令発生部11からの目標トルク $t_T$ と位相検出部12からの検出位相 $k$ を受けてインバータ2への指令信号を作成する指令信号作成部13を備えている。位相検出部12とトルク指令発生部11は、メモリ及びCPUで構成されてよいし、マイクロコンピュータが実行するプログラムの機能から構成される仮想的な部材を表すものであってもよい。さらに、位相検出部12は、時間計測手段としてのタイマカウンタと記憶手段としてのメモリと各種の演算処理を行うCPUとを備えており、回転角速度算出手段、位相算出手段等がCPUの実行するプログラムとしてソフトウェア的に構成されている。

40

【0013】

図2は、本発明の同期モータ1の構成を示す軸方向の部分断面図である。同期モータ1には円筒形状のロータ21とステータ26が、空隙（エアギャップ）を介して設けられる。ロータ21は、回転中心28の周りで回転可能な状態で図示しないケースに支持される。

50

ロータ 2 1 は、出力軸に相当する回転軸 3 4 に固定され、その周りに配置される。ロータ 2 1 には隣り合う磁極が異極となるように磁石 2 2 が設置される。同期モータ 1 のロータ 2 1 と連動して回る検出プレート 4 に対向してラッチタイプのホールセンサ 5 が設置される。

【 0 0 1 4 】

図 3 は、ロータ 2 1 の軸方向垂直な端面図である。以下、4 極対モータの場合を例にとり説明する。ロータ 2 1 には、磁石 2 2 が回転軸 3 4 の周りで周方向に  $45^\circ$  間隔で配置される。これに対応して、磁石 2 2 上には、磁性体片 3 0 を周方向に  $45^\circ$  間隔で埋め込んだ検出プレート 4 が設置されている。検出プレート 4 の磁性体片 3 0 は、磁石 2 2 の極に対応して N 極・S 極となるよう各磁石 2 2 上に配置されている。磁性体片 3 0 を固定する固定ピン 3 2 による磁界乱れが位相検出に影響しない程度に、ホールセンサ 5 の検出プレート 4 上での検出位置を連ねた円状の軌跡からピンを離して配置する。

10

【 0 0 1 5 】

図 4 は、ステータ 2 6 の図示しないティースに巻かれたコイル 2 3 とホールセンサ 5 の位置との関係を示す。ホールセンサ 5 u、5 v、5 w は、U 相、V 相、W 相にそれぞれ対応し電気角  $120^\circ$  ( 実際 の 角 度 で  $30^\circ$  ) おきに検出プレート 4 直上に設置される。このときコイル 2 3 の中心位置 ( つまりティースの中心位置 ) とホールセンサ 5 の位置との円周方向における角度間隔は  $15^\circ$  となる (  $= 15^\circ$  ) 。別な表現をすると、回転中心 2 8 とホールセンサ 5 を結ぶ半径方向の平面が、ステータ 2 6 のスロット 2 7 の中心を通るような位置、つまりスロット 2 7 の中心にホールセンサ 5 に対峙する位置に、ホールセン

20

【 0 0 1 6 】

これらのホールセンサ 5 u、5 v、5 w は、電気角によるロータ 2 1 の回転位相 ( ロータ位相 ) に応じて図 5 に示す信号を出力する。なお、図 3 のロータの位置を回転位相  $0^\circ$  にとりあてられている。ホールセンサ 5 u、5 v、5 w は、ロータの回転によって、オン・オフ信号を出力する。すなわち、第 1 ホールセンサ 5 u はロータ位相が  $-30^\circ \sim 150^\circ$  の間でオンとなり、第 2 ホールセンサ 5 v はロータ位相が  $90^\circ \sim 270^\circ$  の間でオンとなり、第 3 ホールセンサ 5 w はロータ位相が  $210^\circ \sim 390^\circ$  (  $30^\circ$  ) の間でオンとなる。よって、第 2 ホールセンサ 5 v は第 1 ホールセンサ 5 u より  $120^\circ$  位相が遅れた信号を出力し、第 3 ホールセンサ 5 w は第 2 ホールセンサ 5 v よりさらに  $120^\circ$  位相が遅れた信号を出力する。

30

【 0 0 1 7 】

この 3 つの出力信号の組合わせから、 $60^\circ$  の分解能でロータ位相 ( ロータの回転角 ) を検出することができる。例えば、第 1 ホールセンサ 5 u の出力がオンで、第 2 ホールセンサ 5 v の出力がオフで、第 3 ホールセンサ 5 w の出力がオフのときは、ロータ位相は  $30^\circ$  から  $90^\circ$  の間にあることが分かる。このようにして図 5 において  $\theta = 7.5^\circ \times 4$  ( 極対数 ) =  $30^\circ$  となるように、位相判別区間 1 ~ 6 が構成される。ここで、位相判別区間 m は、 $\{ 30^\circ + ( m - 1 ) \times 60^\circ \}$  から  $\{ 30^\circ + m \times 60^\circ \}$  の区間である。また、位相判別区間 m の始点を  $a ( m ) = 30^\circ + ( m - 1 ) \times 60^\circ$  と定義する。

【 0 0 1 8 】

図 6 を参照して、位相判別区間とコギングトルクとの関係について説明する。コギングトルクは、ロータ 2 1 の磁石 2 2 の中心がコイル 2 3 の中心またはスロット 2 7 の中心に直面する位置にきた時、ゼロであり、ロータ 2 1 の磁石と磁石の境界がスロット中心に位置した時、最大または最小になる。従って、図 6 のように、ロータの電気角位相に関して  $120^\circ$  周期で変動し、 $60^\circ$  間隔で、最大と最小を繰り返す。

40

【 0 0 1 9 】

上記のように三相のホールセンサ 5 u、5 v、5 w を配置することにより、隣り合う位相判別区間の境界位相はコギングトルクが最大になる位相および最小となる位相になるように構成される。なお、ホールセンサ 5 u、5 v、5 w の配置を電気角で  $60^\circ$  ( 実際 の 角 度 で  $15^\circ$  ) 円周方向にずらしても、位相判別区間の境界位相をコギングトルクが最大に

50

なる位相および最小となる位相に設定可能である。

【0020】

本発明では、同期モータ1の始動時は3相のホールセンサ5の信号の組み合わせから図6のような区間判別を行い、各位相判別区間に対応して電流指令ベクトル位相(回転角)を設定する。各位相判別区間(区間1~区間6)と各区間での設定される電流指令ベクトル位相(1~6)との対応は制御モードにより異なる。なお、電流指令ベクトル位相(1~6)は、ロータ回転速度が0且つロータ位相が0°のときに最大の電磁トルクを生じる電流ベクトル位相を基準(0°)として測られる電流指令ベクトルの回転角である。

【0021】

ロータ21がある程度の回転速度No以上で回転していれば、各位相判別区間での位相をロータ回転速度の利用による補間演算によりロータ21のほぼ正確な位相が推定できる(これは後述の通常制御モードに相当する)が、回転速度が非常に低いロータ21の停止時または始動時においては、区間内のどこにロータ位相があるかは判別できない。このため、このような場合には、区間m(m=1~6)内でロータ位相を固定位置m(固定位相)にあるとして検出して、検出値k=mとし、最大トルクを狙った電流ベクトル位相がm(=1~6)に設定される。従って、図6(又は図7)に示すように、固定位置からの実際のロータ位相のずれ(位相検出誤差)に伴い実際に発生する電磁トルクが変動(低下)する。なお、ロータ位相の検出誤差による電磁トルクの変動については、特開2002-272166に詳述されている。

【0022】

制御モード1では、図6のように、位相判別区間mにおける電流指令ベクトル位相mはコギングトルクが最小になる位相(c1~c3)の近傍に設定される。なお、制御モード1は、後述するようにモータ1の始動直後の低トルク、低回転時に実行される。

【0023】

制御モード1では、区間1と2において、電流指令ベクトル位相1と2は区間1と区間2の境界位相c1(=90°)の近傍に、区間3と4において、電流指令ベクトル位相3と4は区間3と区間4の境界位相c2(=210°)の近傍に、区間5と6において、電流指令ベクトル位相5と6は、区間5と区間6の境界位相c3(=330°)の近傍に設定される。ここで、電磁トルクの降下代Tdがモータの総合的なトルクの変動を増幅しないことを考慮して、電流指令ベクトル位相のコギングトルクが最小になる位相からの所定の変位offが決定される。所定の変位offは、位相判別区間の幅(60°)に比して極小さな値である。また、ここで、総合的なトルクとは、電磁トルクにコギングトルクを加えたものである。

【0024】

区間mにおいて、実際のロータ位相がm(m=1~6)の時、ロータ位相の検出値kをmとして、電流指令ベクトル位相を電磁トルク最大とする位相mに設定することにより、電磁トルクは最大値となる。しかし、実際のロータ位相がmからはずれた場合、ロータ位相の検出値をmとし電流指令ベクトル位相をmに設定することは適切でなく、電磁トルクは最大値から減少する。つまり、この場合、ロータ位相の検出誤差により電磁トルクが変動する。

【0025】

しかし、制御モード1では、電磁トルク変動とコギングトルクが逆相となり互いに打ち消しあうように、つまりコギングトルクが最小になるロータ位相近傍において電磁トルクが最大となるように、電流指令ベクトル位相mが区間mにおいて設定されているので、モータ1の総合トルクの変動を低減することができる。

【0026】

制御モード2での電流指令ベクトル位相は図6のように、位相判別区間の中間位相(a(m)+30°)とする。なお、制御モード2は、後述するようにモータ1の始動直後の高トルク、低回転時に、制御モード1に続いて実行される。目標トルクtTがトルク境界

10

20

30

40

50

値  $T_s$  よりも大きい場合に、電流指令ベクトル位相を区間の中心近傍にすることにより、モータの最大出力が低減されることを防止し、低速・高負荷下での動作性能を確保できる。

【0027】

始動後のモータ1の通常運転時は、通常制御モードとして、位相の検出時のタイマカウンタ値（時間）をもとに、位相補間演算により位相を推定検出する。図7のように、位相補間演算では、現在のロータ位相  $\theta$  が属する位相判別区間  $m$  の始点を  $a(m)$  とすると、ロータ位相が  $a(m)$  となった時刻  $t_m$  と現在の時刻  $t_i$  との差にロータ回転速度  $N$  を乗じ、これに  $a(m)$  を加えた値をロータ位相  $\theta$  と推定する。つまり、式  $\theta = a(m) + N \times (t_i - t_m)$  のようにロータ位相は推定される。

10

【0028】

コントローラ10の位相検出部12は、ロータ回転速度算出処理を、例えば、図9のフローチャートに従って実行する。この場合、ロータ回転速度算出処理は、第1～第3ホールセンサ  $5u \sim 2w$  の何れかの出力が変化（オフからオン又はオンからオフに変化）する毎に、すなわち、ロータが  $60^\circ$  回転する毎に実行される。

【0029】

一定微小時間毎に加算されるタイマカウンタから現在のカウント値を取得し、その値を  $t_0$  とする ( $S1$ )。そして、 $t_1$  の値を  $t_2$  へ入力し、ステップ  $S1$  で取得した  $t_0$  の値を  $t_1$  へ入力する。この入力は  $t_2 \rightarrow t_1$ 、 $t_1 \rightarrow t_0$  の順で行う。よって、 $t_1$  は現在の時刻を表し、 $t_2$  はこのロータ回転速度算出処理が前回実行されたときの時刻を表す。そして、 $60^\circ$  を  $(t_1 - t_2)$  で除し、ロータ回転速度  $V$  を算出する。

20

【0030】

すなわち、 $t_2$  は、前回ロータの  $60^\circ$  の回転が検出された時間であり、 $t_1$  は、今回ロータの  $60^\circ$  の回転が検出された時間である。よって、 $t_2 \sim t_1$  の間にロータは  $60^\circ$  回転しているので、 $N = 60 / (t_1 - t_2)$  でロータ回転速度が求まる。

【0031】

なお、通常モードでの、位相補間演算については、本発明の主題から外れるため概略だけ説明したが、特開2002-272166と特開2002-112579において詳述されている。

【0032】

図10は、本発明の実施の形態のメイン処理を示すフローチャートである。このメイン処理は、コントローラ10の指令信号作成部13により所定周期毎に実行され、このメイン処理によりインバータ5を制御し、モータ1の電流が制御される。

30

【0033】

まず、ステップ  $S10$  において、ロータ位相  $\theta$  を検出（算出）する、つまりロータ位相の検出値  $k$  が設定される。ロータ位相  $\theta$  の検出方法の詳細は図11にて後述する。そして、このロータ位相の検出値  $k$  に応じて、電磁トルク最大となるように電流指令ベクトル位相を設定する ( $S20$ )。そして、電流振幅  $I$  を算出する ( $S30$ )。この電流振幅  $I$  は、ロータ21の回転速度  $N$  と目標トルク  $t_T$  から記憶されているマップに従って算出される。

40

【0034】

そして、電流指令ベクトル位相と電流振幅  $I$  とに基づき、目標  $d$  軸電流  $t_{Id}$  と目標  $q$  軸電流  $t_{Iq}$  とを算出する ( $S40$ )。その後、目標  $d$  軸電流  $t_{Id}$ 、目標  $q$  軸電流  $t_{Iq}$  及び検出されたロータ位相  $k$  に基づき、インバータ5へのPWM信号を生成し、インバータ5のスイッチングセンサがこのPWM信号に応じてオン・オフすることでモータ1のステータコイルに流れる電流が制御される。

【0035】

図11は、本発明の実施の形態のロータ位相の算出（検出）処理を示すフローチャートである。このロータ位相算出処理は、インバータ5への指令値を算出するための前述したメイン処理（図10のステップ  $S10$ ）から呼び出されるサブルーチンである。

50

## 【0036】

まず、ロータ位相検出器2の第1～第3ホールセンサ5u～5wのオン・オフ信号の組合わせから、ロータ位相がどの位相判別区間mにあるかを判別して、判別されたロータ位相の区間mが始まる位相  $a(m)$  を求める(S100)。

## 【0037】

そして、タイマカウンタから現在のカウント値を取得し、その値を  $t_i$  とする(S101)。次に、ロータ回転速度算出処理(図9のステップS3)で算出したロータ回転速度Nと、所定値  $N_o$  とを比較する(S102)。この  $N_o$  は、ロータが停止状態又はロータが極めて低速の回転状態にあるか否かを判断するため、予め定められている閾値である。所定値  $N_o$  以上では、通常制御モードでの位相補間演算が過大な誤差を生じることなく行える

10

## 【0038】

ステップS102で回転速度Nが始動モード境界回転速度  $N_o$  に対して  $N > N_o$  であると、ステップS106で通常制御モードに遷移する。通常制御モードでは、ロータ位相測定点の間のロータ位相を推定する補間演算によってロータ位相  $k$  を検出(算出)する。つまり、式  $k = a(m) + N \times (t_i - t_m)$  よりロータ位相の検出値  $k$  を設定する。ステップS102で、 $N = N_o$  である場合は、ステップS103で目標トルク  $t_T$  とトルク境界値  $T_s$  を比較する。ここでトルク境界値  $T_s$  は制御モード1の状態における最大トルク近傍の値またはそれ以上とする。簡単には、トルク境界値  $T_s$  は制御モード1の状態の最大トルクとしてよい。ステップS103で、 $T_c = T_s$  の場合はステップS104で制御モード1に遷移する。ステップS103で、 $T_c > T_s$  の場合は制御モード2へ遷移する

20

## 【0039】

前述のように制御モード1では、ロータ位相の検出値  $k$  を固定位相  $m$  に設定する(つまり  $k = m$ )。なお、固定位相  $m$  は、コギングトルクが最小になる位相( $c_1 \sim c_3$ )の近傍の位相である。この場合、図10のステップS20において、電流指令ベクトル位相も固定位相  $m$  に設定されている。

## 【0040】

前述のように制御モード2では、ステップS100で選択した  $a(m)$  に  $30^\circ$  を加算した値をロータ位相  $k$  の検出値として設定する。ここでは、位相判別区間の中間位相  $a(m) + 30^\circ$  にロータ位相の検出値  $k$  を設定する。(  $k = a(m) + 30^\circ$  ) この場合、図10のステップS20において、位相判別区間m内で電流指令ベクトル位相も位相判別区間の中間位相  $a(m) + 30^\circ$  に設定されている。

30

## 【0041】

図12のタイムチャートにより本発明の作用を示す。時間  $t_a$  で発進し、このときロータ回転速度  $N = N_o$  かつ目標トルク  $t_T = T_s$  であり、制御モード1が選択される。時間  $t_b$  で目標トルク  $t_T > T_s$  となり制御モード2へと遷移する。時間  $t_c$  でロータ回転速度  $N > N_o$  となり通常制御モードが選択される。こうして、コギングトルクの悪影響を防止しながら、スムーズなモータ1の始動が行われる。

## 【0042】

以上説明してきたように、この発明によれば、始動時に、制御モード1により、モータの電磁トルクの変動とコギングトルクとを逆相にしたためにモータの出力トルクの変動を低減できる。また高付加時に、制御モード2により、区間中心位相をロータ位相の検出値  $k$  としたので、最大トルク性能も確保しつつ広い運転範囲でトルク変動の軽減が可能となる。

40

## 【0043】

上記の実施形態の形態は極数が4極のものであるが、他の極数の電動機にも本発明は適用可能である。さらに、本実施形態では、本発明を電動機に適用したが、発電機に適用してもかまわない。

## 【0044】

50

本発明は上記の実施の形態に限定されずに、その技術的な思想の範囲内において種々の変更がなしうことは明白である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】電動機の制御装置の全体構成概要図である。

【図 2】電動機の構成を示す軸方向の部分断面図である。

【図 3】電動機のロータの軸方向垂直な部分端面図である。

【図 4】電動機のロータ及びステータの端面を示す図である。

【図 5】ホールセンサ出力信号を示すタイムチャートである。

【図 6】制御モード 1 における電流指令ベクトル位相を示す図である。

【図 7】制御モード 2 における電流指令ベクトル位相を示す図である。

【図 8】位相補間演算の概要を示す図である。

【図 9】ロータ回転速度算出処理のフローチャートである。

【図 10】コントローラが実行するメイン処理を示すフローチャートである。

【図 11】ロータ位相の検出処理を示すフローチャートである。

【図 12】ロータの始動時のロータ回転数と制御モードの経過時間依存性を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

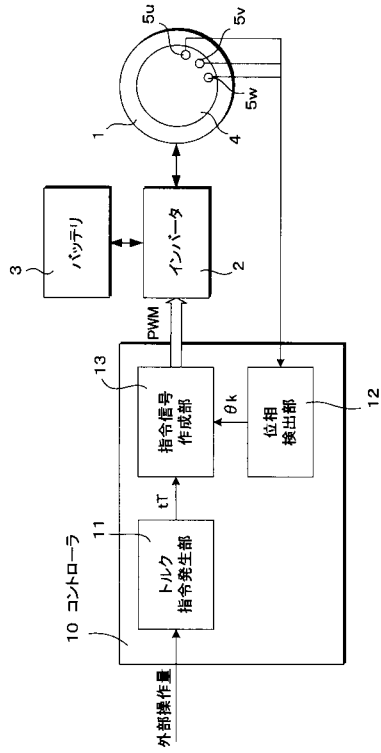
- 1 同期モータ
- 2 インバータ
- 3 バッテリ
- 4 検出プレート
- 5 u、5 v、5 w ホールセンサ
- 10 コントローラ
- 21 ロータ
- 23 コイル
- 26 ステータ

10

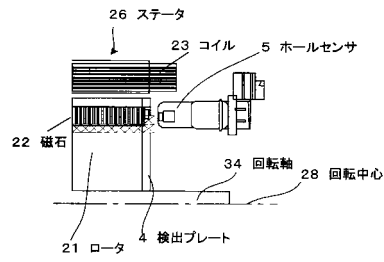
20



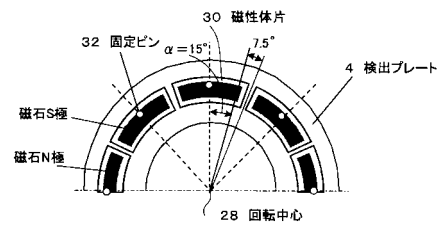
【図1】



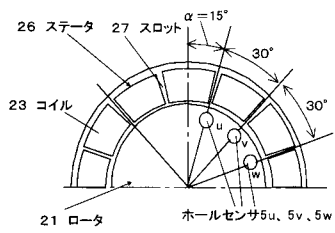
【図2】



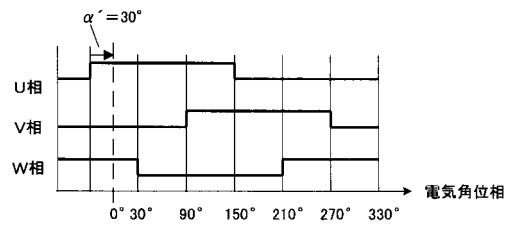
【図3】



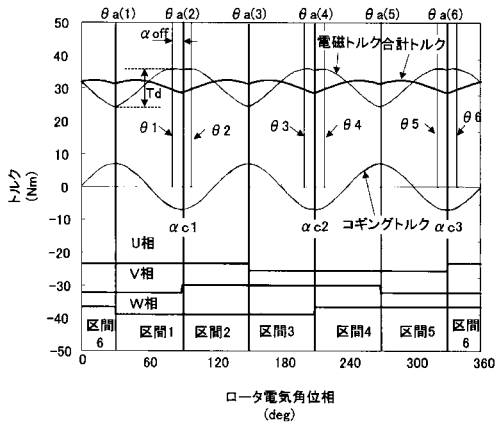
【図4】



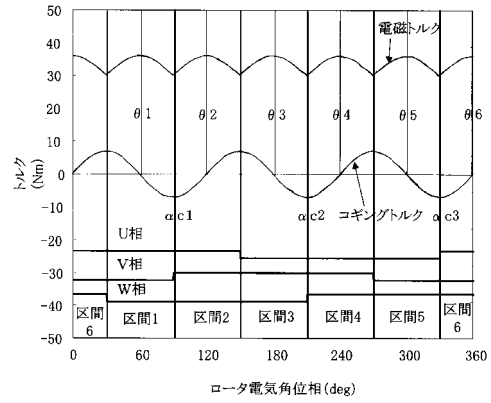
【図5】



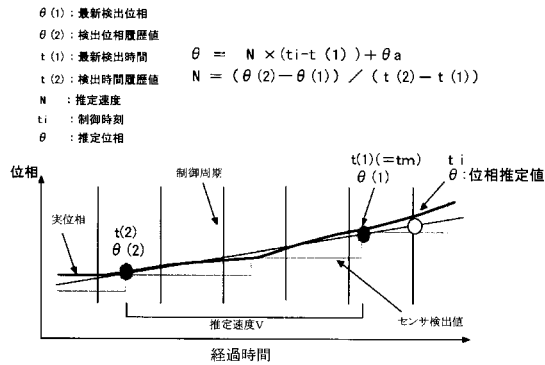
【図6】



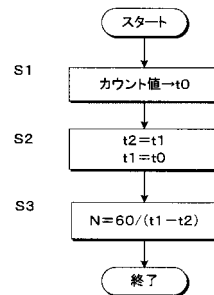
【図7】



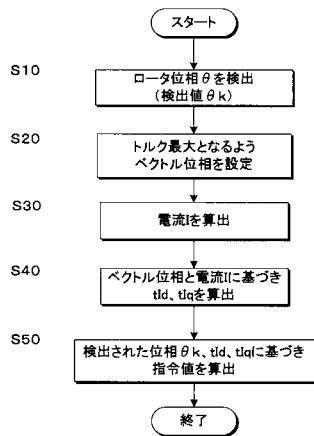
【図8】



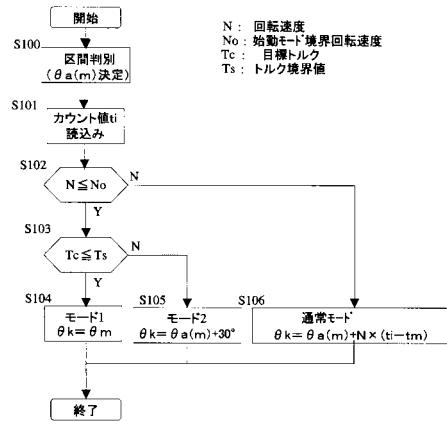
【図9】



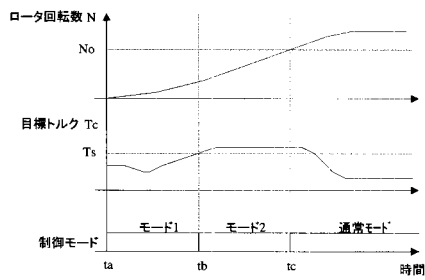
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-272166(JP,A)  
特開2000-232796(JP,A)  
特開平07-311210(JP,A)  
特開平10-243689(JP,A)  
特開2002-112579(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 6/10

H02P 21/00

H02P 27/04