

(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2009-17613

(P2009-17613A)

(43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H02P 27/06	(2006.01)	H02P 7/63	303V		5H505
H02P 6/10	(2006.01)	H02P 6/02	351G		5H560

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-173200 (P2007-173200)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成19年6月29日 (2007. 6. 29)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

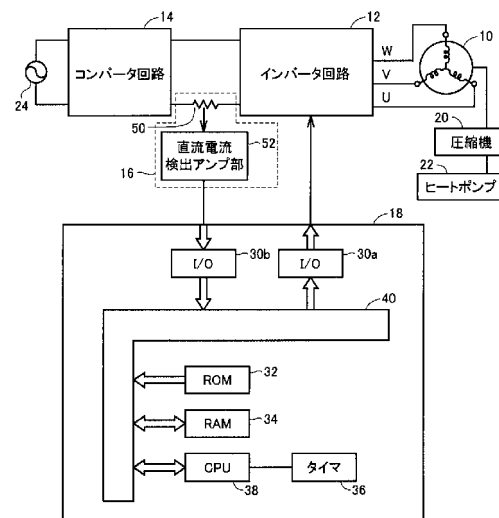
(54) 【発明の名称】 制御装置、駆動システム、および熱移動システム

(57) 【要約】

【課題】電流を検出するための制約が少なくし、簡易な演算処理によりロータの機械角に応じたトルク制御を実現する。

【解決手段】 制御装置18の生成部は、I/O30aがPWM波形信号を出力した後にI/O30bが受付けた直流電力の電流値に基づいて、同期モータ10のロータが少なくとも1回転する期間における交流電力の電流値を推定する。生成部は、電気角に対応するロータの機械角を交流電力の電圧と電流との位相差に基づいて判定する。PWM作成部は、生成部がロータの機械角を判定すると、ロータの機械角と交流電力の電圧値とに応じたPWM波形信号を生成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータを有する同期モータと、直流電力の供給を受けて前記同期モータに交流電力を供給するインバータと、前記直流電力の電流値を測定する測定装置と、前記直流電力の電流値に基づいて前記インバータを制御する制御装置とを含む駆動システムに用いられる前記制御装置であって、

前記制御装置は、前記インバータに出力する制御信号を生成するための生成手段を含み、

前記生成手段は、

前記交流電力の電圧値を示す電圧情報を生成するための情報生成手段と、

前記電圧情報に応じた前記制御信号を生成するための信号生成手段とを含み、

前記制御装置は、

前記インバータに前記制御信号を出力するための出力手段と、

前記測定装置から、前記直流電力の電流値の入力を受付けるための受付手段とをさらに含み、

前記生成手段は、

前記出力手段が前記制御信号を出力した後に前記受付手段が受付けた前記直流電力の電流値に基づいて、前記ロータが少なくとも 1 回転する期間である対象期間における前記交流電力の電流値を推定するための推定手段と、

前記電圧情報が示す前記電圧値と前記推定手段が推定した前記電流値とに基づいて、前記交流電力における電圧と電流との位相差である交流位相差を検出するための位相差検出手段とをさらに含み、

前記制御装置は、前記交流電力における電圧値と電流値とのうち予め定められた一方の電気角に対応付けて前記位相差検出手段が算出した前記交流位相差を記憶するための記憶手段をさらに含み、

前記生成手段は、前記電気角に対応する前記ロータの機械角を前記交流位相差に基づいて判定するための機械角判定手段をさらに含み、

前記信号生成手段は、前記機械角判定手段が前記ロータの機械角を判定すると、前記ロータの機械角と前記電圧情報が示す前記電圧値とに応じた前記制御信号を生成するための手段を含む、制御装置。

【請求項 2】

ロータを有する同期モータと、直流電力の供給を受けて前記同期モータに交流電力を供給するインバータと、前記直流電力の電流値を測定する測定装置と、前記直流電力の電流値に基づいて前記インバータを制御する制御装置とを含む駆動システムに用いられる前記制御装置であって、

前記制御装置は、前記インバータに出力する制御信号を生成するための生成手段を含み、

前記生成手段は、

前記交流電力の電圧値を示す電圧情報を生成するための情報生成手段と、

前記電圧情報に応じた前記制御信号を生成するための信号生成手段とを含み、

前記制御装置は、

前記インバータに前記制御信号を出力するための出力手段と、

前記測定装置から、前記直流電力の電流値の入力を受付けるための受付手段とをさらに含み、

前記生成手段は、

前記出力手段が前記制御信号を出力した後に前記受付手段が受付けた前記直流電力の電流値に基づいて、前記ロータが少なくとも 1 回転する期間である対象期間における前記交流電力の電流値を推定するための推定手段と、

前記電圧情報が示す前記電圧値と前記推定手段が推定した前記電流値とに基づいて、前記交流電力における電圧と電流との位相差である交流位相差を検出するための位相差検出

10

20

30

40

50

手段とをさらに含み、

前記制御装置は、前記交流電力における電圧値の電気角に対応付けて前記位相差検出手段が算出した前記交流位相差を記憶するための記憶手段をさらに含み、

前記生成手段は、

前記対象期間における少なくとも２種類の前記電気角を前記記憶手段が記憶した前記交流位相差に基づいて選択するための電気角選択手段と、

予め定められた前記電気角と前記機械角との対応関係に基づいて特定される前記機械角の中から、前記電気角選択手段が選択した前記電気角それぞれに対応する前記交流位相差に基づいて、前記電気角選択手段が選択した前記電気角に対応する前記ロータの機械角を選択するための機械角選択手段とをさらに含み、

前記信号生成手段は、前記機械角選択手段が前記ロータの機械角を選択すると、前記ロータの機械角と前記電圧情報が示す前記電圧値とに応じた前記制御信号を生成するための手段を含む、制御装置。

【請求項 3】

前記対象期間は、前記ロータが複数回回転する期間であり、

前記機械角選択手段は、同一の前記電気角に対応する前記交流位相差の平均値同士の大小関係に基づいて、前記ロータの機械角を選択するための手段を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記同期モータは 3 相 4 極モータであり、

前記電気角選択手段は、位相差が 2 ラジアンである 2 種類の前記電気角を選択するための対応選択手段を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記対応選択手段は、前記位相差が 2 ラジアンである 2 種類の電気角のうち、前記記憶手段において対応付けられた前記交流位相差同士の差が最大になる前記電気角を選択するための手段を含む、請求項 4 に記載の制御装置。

【請求項 6】

前記機械角選択手段は、前記対象期間における前記交流位相差の最大値と最小値との差が閾値を越えると、前記ロータの機械角を選択するための手段を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 7】

前記記憶手段は、前記交流位相差に加え、補正値を前記ロータの機械角に対応付けて予め記憶するための手段を含む、

前記信号生成手段は、

前記機械角選択手段が前記機械角を選択するまで、前記電圧情報に応じた前記制御信号を生成するための手段と、

前記電圧情報が示す前記電圧値と前記記憶手段が記憶した前記補正値のうち前記機械角選択手段が選択した前記機械角に対応する値とに応じた前記制御信号を生成するための手段とを含む、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 8】

ロータを有する同期モータと、直流電力の供給を受けて前記同期モータに交流電力を供給するインバータと、前記直流電力の電流値を測定する測定装置と、前記直流電力の電流値に基づいて前記インバータを制御する制御装置とを含む駆動システムであって、

前記制御装置は、前記インバータに出力する制御信号を生成するための生成手段を含み、

前記生成手段は、

前記交流電力の電圧値を示す電圧情報を生成するための情報生成手段と、

前記電圧情報に応じた前記制御信号を生成するための信号生成手段とを含み、

前記制御装置は、

前記インバータに前記制御信号を出力するための出力手段と、

10

20

30

40

50

前記測定装置から、前記直流電力の電流値の入力を受付けるための受付手段とをさらに含み、

前記生成手段は、

前記出力手段が前記制御信号を出力した後に前記受付手段が受付けた前記直流電力の電流値に基づいて、前記ロータが少なくとも1回転する期間である対象期間における前記交流電力の電流値を推定するための推定手段と、

前記電圧情報が示す前記電圧値と前記推定手段が推定した前記電流値とに基づいて、前記交流電力における電圧と電流との位相差である交流位相差を検出するための位相差検出手段とを含み、

前記制御装置は、前記交流電力における電圧値の電気角に対応付けて前記位相差検出手段が算出した前記交流位相差を記憶するための記憶手段をさらに含み、

前記生成手段は、前記電気角に対応する前記ロータの機械角を前記交流位相差に基づいて判定するための機械角判定手段をさらに含み、

前記信号生成手段は、前記機械角判定手段が前記ロータの機械角を判定すると、前記ロータの機械角と前記電圧情報が示す前記電圧値とに応じた前記制御信号を生成するための手段を含む、駆動システム。

【請求項9】

圧縮機を有するヒートポンプと、ロータを有し、かつ前記ロータにより前記圧縮機を駆動する同期モータと、直流電力の供給を受けて前記同期モータに交流電力を供給するインバータと、前記直流電力の電流値を測定する測定装置と、前記直流電力の電流値に基づいて前記インバータを制御する制御装置とを含む熱移動システムであって、

前記圧縮機は、1回転の負荷変動に周期性を有し、

前記制御装置は、前記インバータに出力する制御信号を生成するための生成手段を含み、

前記生成手段は、

前記交流電力の電圧値を示す電圧情報を生成するための情報生成手段と、

前記電圧情報に応じた前記制御信号を生成するための信号生成手段とを含み、

前記制御装置は、

前記インバータに前記制御信号を出力するための出力手段と、

前記測定装置から、前記直流電力の電流値の入力を受付けるための受付手段とをさらに含み、

前記生成手段は、

前記出力手段が前記制御信号を出力した後に前記受付手段が受付けた前記直流電力の電流値に基づいて、前記ロータが少なくとも1回転する期間である対象期間における前記交流電力の電流値を推定するための推定手段と、

前記電圧情報が示す前記電圧値と前記推定手段が推定した前記電流値とに基づいて、前記交流電力における電圧と電流との位相差である交流位相差を検出するための位相差検出手段とを含み、

前記制御装置は、前記交流電力における電圧値の電気角に対応付けて前記位相差検出手段が算出した前記交流位相差を記憶するための記憶手段をさらに含み、

前記生成手段は、前記電気角に対応する前記ロータの機械角を前記交流位相差に基づいて判定するための機械角判定手段をさらに含み、

前記信号生成手段は、前記機械角判定手段が前記ロータの機械角を判定すると、前記ロータの機械角と前記電圧情報が示す前記電圧値とに応じた前記制御信号を生成するための手段を含む、熱移動システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御装置、駆動システム、および熱移動システムに関し、特に、トルク脈動を制御できる制御装置、駆動システム、および熱移動システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、負荷変動を伴う負荷要素を駆動する同期モータの可変速制御にはインバータが用いられている。周期的な大きな負荷トルク変動を有するものとして、シングルロータリ型圧縮機あるいはレシプロ型圧縮機などが挙げられる。シングルロータリ型圧縮機あるいはレシプロ型圧縮機などは、空気調和機や冷蔵庫などの商品の圧縮機として広く使用されているものである。以下の説明では、これら圧縮機の呼称として、単にシングルロータリ型圧縮機として説明する。

【0003】

図9はシングルロータリ型圧縮機の特性を示す図である。図9において、実線はロータの機械角（ロータ表面上のある1点に着目したとき、その1点がどこを向いているかを、その向きと、所定の向きと、ロータの中心とでなす角度として示す値。）と負荷トルクとの関係を示す。粗い破線はロータ（モータの回転子）の機械角とモータトルクとの関係を示す。細かい破線はロータの機械角とロータの角速度との関係を示す。シングルロータリ型圧縮機の特徴は、構造が簡単で製造コストが安価であることと、負荷トルク変動が非常に大きいこととである。

【0004】

シングルロータリ型圧縮機は、冷媒の吸入、圧縮、吐出という圧縮サイクルをロータが1回転している間に順次繰返す。したがって、冷媒が圧縮されているので吐出直前は負荷トルクが大きくなり、冷媒が抜けているので吐出直後は負荷トルクが小さくなる。図9に示すようにモータトルクが一定であると、モータトルクと負荷トルクとの間に差が生じるので、ロータの角速度の変動と圧縮機の大きな振動とが生じる。これらはいずれもシングルロータリ型圧縮機を使用する場合に発生する課題である。

【0005】

これらの課題を解決するため、ロータの機械角に応じてモータトルクを変化させることが行われている。この対策により、吸入、圧縮、吐出のうちいずれであるかに応じてモータトルクを変化させることが可能となるので、負荷トルクの変動の影響の低減ひいては低圧縮機の振動化を図ることができる。

【0006】

そのような方法として、特許文献1～5が知られている。

特許文献1は、4極の同期電動機と、インバータと、回転子位置検出回路と、回転速度検出回路と、トルクパターン記憶部と、機械的位置決定回路と、トルク制御部とを含む制御装置を開示する。4極の同期電動機は負荷を駆動する。インバータは、同期電動機に交流電力を供給する。回転子位置検出回路は、同期電動機の回転子の位置を検出する。回転速度検出回路は、回転子位置検出回路の出力により回転子の速度を算出する。トルクパターン記憶部は、同期電動機の1回転あたりの負荷トルクパターンを記憶する。機械的位置決定回路は、回転速度検出回路の出力により回転子の機械的位置を決定する。トルク制御部は、負荷トルクパターンに基づいて同期電動機の出力トルクを制御する。負荷トルクパターンは、回転子位置検出回路の出力と機械的位置決定回路の出力とに基づいてトルク制御部により選択される。

【0007】

特許文献1に開示された発明によると、圧縮機の振動検出器を必要としない安価な4極の同期電動機のトルク制御を実現できる。

【0008】

特許文献2は、電動機と、インバータと、電流値を求める装置と、電動機の回転子位置を検出する装置と、トルク制御装置とを含む電動機のトルク制御装置を開示する。電動機は、周期的な負荷トルク変動を有する負荷要素を駆動する。インバータは、電動機を駆動する。電流値を求める装置は、電動機に流れる電流を検出して、d軸電流とq軸電流とを求める。d軸電流は、励磁電流成分である。q軸電流は、トルク電流成分である。電動機の回転子位置を検出する装置は、q軸電流の変動が負荷トルク変動に起因する周期性を有

10

20

30

40

50

することを利用して電動機の回転子位置を検出する。トルク制御装置は、回転子位置情報を用いて周期的にd軸電流を変化させてトルク制御を行う。

【0009】

特許文献2に開示された発明によると、新たな装置を付加することなく、振動を抑制できる。

【0010】

特許文献3は、1回転の負荷変動がある周期性を持つ圧縮機と、圧縮機の出力軸を駆動する機械角に対して電気角が m 倍(m は2以上の整数)となるロータ極数が $2 \times m$ 極のブラシレスモータと、ブラシレスモータを駆動するためのインバータ電源と、ブラシレスモータの予め測定された負荷トルクの変動パターンに基づいたトルクパターンを記憶する記憶部と、ブラシレスモータの誘起電圧を検出してロータ位置を検出するロータ位置検出部と、ロータ位置検出部の位置検出信号に基づいてブラシレスモータの転流タイミングを決定し、目標速度と記憶手段に記憶されているトルクパターンに応じて印加電圧または電流を可変する制御部とを備えたトルク制御装置を開示する。ロータ位置検出部は、比較検出部と、機械角決定部とを含む。比較検出部は、ブラシレスモータの各相巻線を接続した仮想中性点から得られる基準電圧と複数極の磁石を有するロータが回転することで発生する各相誘起電圧とを比較してロータ位置情報を検出する。機械角決定部は、ロータの1回転を複数区間に分割して、区間毎に位置検出間隔 T_n を検出し、インバータ電源の駆動信号パターンが同一となる電気角でラジアン $\times m$ 離れた区間同士の位置検出間隔のうち1組あるいは複数組の大小比較を行ない、その比較結果からロータの機械角を決定する。制御部は、ロータの機械角に適したトルクパターンのデータを記憶部から読み出し、このトルクパターンに基づいてブラシレスモータの印加電圧または電流を補正する。

【0011】

特許文献3に開示された発明によると、速度差が小さい隣り合う位置検出間隔同士の速度の大小判定を行う必要がなく、速度差が大きくなるインバータ電源の駆動信号パターンが同一となる電気角でラジアン $\times m$ (m は自然数)離れた区間同士の位置検出間隔の大小判定を行うため、容易かつ正確に機械角を決定できる。

【0012】

特許文献4は、複数相のコイルを備えた同期モータを制御するための制御装置を開示する。制御装置は、第1検出部と、第2検出部と、作成部と、通電部と、第1記憶部と、制御部とを含む。第1検出部は、複数相のうちのいずれかの特定相の電流を検出する。第2検出部は、電流の脈動に基づいて同期モータの回転子の機械角を検出する。作成部は、各相における、補正前の電圧データを各相について作成する。通電部は、複数のスイッチング素子を含み、制御データに基づいて、各スイッチング素子の導通を制御し、各コイルに通電する。第1記憶部は、第1の補正值を記憶する。第1の補正值は、機械角に対応した、電圧データを補正する値である。制御部は、通電部を制御する。制御部は、第1算出部と、第2算出部と、第3算出部とを含む。第1算出部は、特定相の電圧において、予め定められた位相を基準とした、同じ長さの期間における、特定相の電流の積算値同士の比率を算出する。第2算出部は、第2の補正值を算出する。第2の補正值は、第1算出部により算出された比率を目標の比率に制御するように電圧データを補正する値である。第3算出部は、各相の電圧データと第1の補正值と第2の補正值とに基づいて、各相についての制御データを算出する。

【0013】

特許文献4に開示された発明によると、ロータ位置を検知するセンサを用いずに、負荷トルクの変動が大きい負荷に接続されたモータを高い効率で制御できる。

【0014】

特許文献5は、直結された同期電動機により圧縮機を可変速駆動する電動圧縮機の制御装置を開示する。電動圧縮機の制御装置は、圧縮機の1回転角度範囲を複数の単位区間に分割し、1回転角度範囲における単位区間の通過所要時間を計測し、通過所要時間の長短比較により負荷トルク脈動位相を検出することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

特許文献 5 に開示された発明によると、直結された同期電動機によって駆動される圧縮機の振動と騒音を低減できる。

【特許文献 1】特開平 6 - 9 0 5 8 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 3 3 9 1 9 7 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 4 4 9 8 5 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 2 7 4 8 4 1 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 0 1 - 4 1 1 6 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 1 6 】

しかし、特許文献 1 に開示された発明では、次に述べる 2 つの問題点がある。第 1 の問題点は、非通電区間におけるトルク制御が行えないという問題点である。この問題点は、3 相に対しそれぞれ 1 2 0 度通電するために生じる。3 相に対しそれぞれ 1 2 0 度通電するのは、誘起電圧がゼロになる時期を検出してモータを駆動するためである。第 2 の問題点は、騒音が大きくなるという問題点である。騒音が大きくなるのは、1 2 0 度通電のモータ電流の変化が正弦波通電に比べ急峻となるためである。

【 0 0 1 7 】

特許文献 2 に開示された発明では、制御装置が高価になるという問題点がある。制御装置が高価になるのは、複雑かつ高速な演算処理が必要となるためである。複雑かつ高速な演算処理が必要となるのは、複数のモータ電流を検出して座標変換を行い、d 軸および q 軸電流を求めるためである。ただし、特許文献 2 に開示された発明においては、1 8 0 度通電が可能である。

20

【 0 0 1 8 】

特許文献 3、4 および 5 に開示された発明では、ロータの機械角を検出するため、インバータの出力側に様々な回路を設けなくてはならないという問題点がある。

【 0 0 1 9 】

本発明は上述の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、電流を検出するための制約が少なく、かつ簡易な演算処理によりロータの機械角に応じたトルク制御を実現できる制御装置を提供することにある。

30

【 0 0 2 0 】

また、本発明の他の目的は、簡単な構成であっても容易に制御できる駆動システムおよび熱移動システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するために、本発明のある局面に従うと、制御装置は、駆動システムに用いられる。駆動システムは、ロータを有する同期モータと、インバータと、測定装置と、制御装置とを含む。インバータは、直流電力の供給を受けて同期モータに交流電力を供給する。測定装置は、直流電力の電流値を測定する。制御装置は、直流電力の電流値に基づいてインバータを制御する。制御装置は、生成手段を含む。生成手段は、インバータに出力する制御信号を生成する。生成手段は、情報生成手段と、信号生成手段とを含む。情報生成手段は、電圧情報を生成する。電圧情報は、交流電力の電圧値を示す。信号生成手段は、電圧情報に応じた制御信号を生成する。制御装置は、出力手段と、受付手段とをさらに含む。出力手段は、インバータに制御信号を出力する。受付手段は、測定装置から、直流電力の電流値の入力を受付ける。生成手段は、推定手段と、位相差検出手段とをさらに含む。推定手段は、出力手段が制御信号を出力した後に受付手段が受付けた直流電力の電流値に基づいて、対象期間における交流電力の電流値を推定する。対象期間は、ロータが少なくとも 1 回転する期間である。位相差検出手段は、電圧情報が示す電圧値と推定手段が推定した電流値とに基づいて、交流位相差を検出する。交流位相差は、交流電力における電圧と電流との位相差である。制御装置は、記憶手段をさらに含む。記憶手段は、交

40

50

流電力における電圧値と電流値とのうち予め定められた一方の電気角に対応付けて位相差検出手段が算出した交流位相差を記憶する。生成手段は、機械角判定手段をさらに含む。機械角判定手段は、電気角に対応するロータの機械角を交流位相差に基づいて判定する。信号生成手段は、制御信号を生成するための手段を含む。制御信号を生成するための手段は、機械角判定手段がロータの機械角を判定すると、ロータの機械角と電圧情報が示す電圧値とに応じた制御信号を生成する。

【0022】

本発明の他の局面に従うと、制御装置は、駆動システムに用いられる。駆動システムは、ロータを有する同期モータと、インバータと、測定装置と、制御装置とを含む。インバータは、直流電力の供給を受けて同期モータに交流電力を供給する。測定装置は、直流電力の電流値を測定する。制御装置は、直流電力の電流値に基づいてインバータを制御する。制御装置は、生成手段を含む。生成手段は、インバータに出力する制御信号を生成する。生成手段は、情報生成手段と、信号生成手段とを含む。情報生成手段は、電圧情報を生成する。電圧情報は、交流電力の電圧値を示す。信号生成手段は、電圧情報に応じた制御信号を生成する。制御装置は、出力手段と、受付手段とをさらに含む。出力手段は、インバータに制御信号を出力する。受付手段は、測定装置から、直流電力の電流値の入力を受け付ける。生成手段は、推定手段と、位相差検出手段とをさらに含む。推定手段は、出力手段が制御信号を出力した後に受付手段が受付けた直流電力の電流値に基づいて、対象期間における交流電力の電流値を推定する。対象期間は、ロータが少なくとも1回転する期間である。位相差検出手段は、電圧情報が示す電圧値と推定手段が推定した電流値とに基づいて、交流位相差を検出する。交流位相差は、交流電力における電圧と電流との位相差である。制御装置は、記憶手段をさらに含む。記憶手段は、交流電力における電圧値の電気角に対応付けて位相差検出手段が算出した交流位相差を記憶する。生成手段は、電気角選択手段と、機械角選択手段とをさらに含む。電気角選択手段は、対象期間における少なくとも2種類の電気角を記憶手段が記憶した交流位相差に基づいて選択する。機械角選択手段は、予め定められた電気角と機械角との対応関係に基づいて特定される機械角の中から、電気角選択手段が選択した電気角それぞれに対応する交流位相差に基づいて、電気角選択手段が選択した電気角に対応するロータの機械角を選択する。信号生成手段は、制御信号を生成するための手段を含む。制御信号を生成するための手段は、機械角選択手段がロータの機械角を選択すると、ロータの機械角と電圧情報が示す電圧値とに応じた制御信号を生成する。

【0023】

また、上述の対象期間は、ロータが複数回転する期間であることが望ましい。併せて、機械角選択手段は、同一の電気角に対応する交流位相差の平均値同士の大小関係に基づいて、ロータの機械角を選択するための手段を含むことが望ましい。

【0024】

また、上述の同期モータは3相4極モータであることが望ましい。併せて、電気角選択手段は、対応選択手段を含むことが望ましい。対応選択手段は、位相差が2ラジアンである2種類の電気角を選択する。

【0025】

もしくは、上述の対応選択手段は、位相差が2ラジアンである2種類の電気角のうち、記憶手段において対応付けられた交流位相差同士の差が最大になる電気角を選択するための手段を含むことが望ましい。

【0026】

また、上述の機械角選択手段は、対象期間における交流位相差の最大値と最小値との差が閾値を越えると、ロータの機械角を選択するための手段を含むことが望ましい。

【0027】

また、上述の記憶手段は、交流位相差に加え、補正値をロータの機械角に対応付けて予め記憶するための手段を含むことが望ましい。併せて、信号生成手段は、機械角選択手段が機械角を選択するまで、電圧情報に応じた制御信号を生成するための手段と、電圧情報

が示す電圧値と記憶手段が記憶した補正值のうち機械角選択手段が選択した機械角に対応する値とに応じた制御信号を生成するための手段とを含むことが望ましい。

【 0 0 2 8 】

本発明の他の局面にしたがうと、駆動システムは、ロータを有する同期モータと、インバータと、測定装置と、制御装置とを含む。インバータは、直流電力の供給を受けて同期モータに交流電力を供給する。測定装置は、直流電力の電流値を測定する。制御装置は、直流電力の電流値に基づいてインバータを制御する。制御装置は、生成手段を含む。生成手段は、インバータに出力する制御信号を生成する。生成手段は、情報生成手段と、信号生成手段とを含む。情報生成手段は、電圧情報を生成する。電圧情報は、交流電力の電圧値を示す。信号生成手段は、電圧情報に応じた制御信号を生成する。制御装置は、出力手段と、受付手段とをさらに含む。出力手段は、インバータに制御信号を出力する。受付手段は、測定装置から、直流電力の電流値の入力を受付ける。生成手段は、推定手段と、位相差検出手段とを含む。推定手段は、出力手段が制御信号を出力した後に受付手段が受付けた直流電力の電流値に基づいて、対象期間における交流電力の電流値を推定する。対象期間は、ロータが少なくとも1回転する期間である。位相差検出手段は、電圧情報が示す電圧値と推定手段が推定した電流値とに基づいて、交流位相差を検出する。交流位相差は、交流電力における電圧と電流との位相差である。制御装置は、記憶手段をさらに含む。記憶手段は、交流電力における電圧値の電気角に対応付けて位相差検出手段が算出した交流位相差を記憶する。前記生成手段は、機械角判定手段をさらに含む。機械角判定手段は、電気角に対応するロータの機械角を交流位相差に基づいて判定する。信号生成手段は、制御信号を生成するための手段を含む。制御信号を生成するための手段は、機械角判定手段がロータの機械角を判定すると、ロータの機械角と電圧情報が示す電圧値とに応じた制御信号を生成する。

10

20

【 0 0 2 9 】

本発明の他の局面にしたがうと、熱移動システムは、圧縮機を有するヒートポンプと、ロータを有し、かつロータにより圧縮機を駆動する同期モータと、インバータと、測定装置と、制御装置とを含む。インバータは、直流電力の供給を受けて同期モータに交流電力を供給する。測定装置は、直流電力の電流値を測定する。制御装置は、直流電力の電流値に基づいてインバータを制御する。圧縮機は、1回転の負荷変動に周期性を有する。制御装置は、生成手段を含む。生成手段は、インバータに出力する制御信号を生成する。生成手段は、情報生成手段と、信号生成手段とを含む。情報生成手段は、電圧情報を生成する。電圧情報は、交流電力の電圧値を示す。信号生成手段は、電圧情報に応じた制御信号を生成する。制御装置は、出力手段と、受付手段とをさらに含む。出力手段は、インバータに制御信号を出力する。受付手段は、測定装置から、直流電力の電流値の入力を受付ける。生成手段は、推定手段と、位相差検出手段とを含む。推定手段は、出力手段が制御信号を出力した後に受付手段が受付けた直流電力の電流値に基づいて、対象期間における交流電力の電流値を推定する。対象期間は、ロータが少なくとも1回転する期間である。位相差検出手段は、電圧情報が示す電圧値と推定手段が推定した電流値とに基づいて、交流位相差を検出する。交流位相差は、交流電力における電圧と電流との位相差である。制御装置は、記憶手段をさらに含む。記憶手段は、交流電力における電圧値の電気角に対応付けて位相差検出手段が算出した交流位相差を記憶する。前記生成手段は、機械角判定手段をさらに含む。機械角判定手段は、電気角に対応するロータの機械角を交流位相差に基づいて判定する。信号生成手段は、制御信号を生成するための手段を含む。制御信号を生成するための手段は、機械角判定手段がロータの機械角を判定すると、ロータの機械角と電圧情報が示す電圧値とに応じた制御信号を生成する。

30

40

【発明の効果】

【 0 0 3 0 】

本発明に係る制御装置は、電流を検出するための制約が少なく、かつ簡易な演算処理によりロータの機械角に応じたトルク制御を実現できる。

【 0 0 3 1 】

50

また、本発明に係る駆動システムおよび熱移動システムは、簡単な構成であっても容易に制御できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【0033】

図1は、本実施の形態にかかる熱移動システムの構成を示す図である。本実施の形態にかかる熱移動システムは、冷凍庫の内部や室内の気温を制御する。図1を参照して、本実施の形態にかかる熱移動システムは、3相4極の同期モータ10と、インバータ回路12と、コンバータ回路14と、測定装置16と、制御装置18と、圧縮機20と、ヒートポンプ22を含む。なお、本実施の形態にかかる熱移動システムのうち、同期モータ10と、インバータ回路12と、コンバータ回路14と、測定装置16と、制御装置18と、圧縮機20とは、ヒートポンプ22を駆動するための駆動システムを構成している。

10

【0034】

本実施の形態の場合、同期モータ10がインバータ回路12の出力側に接続されている。同期モータ10は、図示しないロータを有し、インバータ回路12が供給する交流電力によって動作する。インバータ回路12にはコンバータ回路14から直流電力が供給される。この直流電力は、交流電力から変換された電力である。その交流電力は、AC電源24から供給される。

20

【0035】

インバータ回路12は、図示しない6個の半導体スイッチング素子が3相ブリッジ状に結線されている。なお、インバータ回路12には回生電流が流され、素子保護のために各々の半導体スイッチング素子に対して図示しないダイオードが並列接続されている。

【0036】

測定装置16は、インバータ回路12とコンバータ回路14との間に接続された電線（この電線は、コンバータ回路14が出力した直流電力をインバータ回路12に供給する。）の一方に流れる直流電流の大きさ（すなわち直流電流の電流値）を測定する。

30

【0037】

圧縮機20は、冷媒となる気体を圧縮する。本実施の形態の場合、圧縮機20はシングルロータリ型圧縮機である。圧縮機20がシングルロータリ型圧縮機なので、同期モータ10に供給される交流電力の任意の相における電圧と電流との位相差（本実施の形態の場合、この位相差を「交流位相差」と称する。）には周期的な変動が現れる。通常、シングルロータリ型圧縮機の負荷トルクは周期的に変動するためである。

【0038】

ヒートポンプ22は、圧縮機20が圧縮した冷媒を用いて熱を移動させる。

測定装置16は、電流検出抵抗50と、直流電流検出アンプ部20を含む。電流検出抵抗50は、インバータ回路12とコンバータ回路14との間に接続された電線の一方に設けられる。電流検出抵抗50の両端に発生する電圧に基づいて、直流電流検出アンプ部52は、インバータ回路12を流れる直流電流の大きさ（すなわち直流電流の電流値）を測定する。直流電流検出アンプ部52は、制御装置18に接続される。直流電流検出アンプ部52は、直流電流信号を制御装置18に出力する。直流電流信号は、直流電流検出アンプ部52が測定した直流電流の電流値を示す信号である。

40

【0039】

制御装置18は、インバータ回路12を制御する。制御装置18は、マイクロコンピュータによって実現される。制御装置18は、インバータ回路12に制御信号を出力するI/O（input/output）ポート30aと、直流電流信号の入力を測定装置16から受付けるI/Oポート30bと、ROM（Read Only Memory）32と、RAM（Random Access Memory）34と、タイマ36と、CPU（Central Processing Unit）38と、バス40と

50

を含む。なお、以下の説明においては、I/Oポート30aとI/Oポート30bとを「I/Oポート30」と総称する。

【0040】

ROM32は、CPU38が実行するプログラムなどを記憶する。ROM32が記憶したプログラムをCPU38が実行することにより、制御装置18は、本実施の形態にかかる発明を実現する装置となる。RAM34は、CPU38が利用するデータを一時的に記憶する。タイマ36は、時刻を測定する。CPU38は、制御装置18を構成する各部を制御する。また、CPU38は、各種の演算を行う。バス40は、制御装置18を構成する各部の間において情報を伝達する。

【0041】

図2は、CPU38とROM32とRAM34とにより実現される生成部の機能ブロック図である。生成部は、インバータ回路12に出力する制御信号を生成する。

【0042】

図2を参照して、生成部は、モータ電流推定部60と、位相差検出部62と、位相差情報記憶部64と、平均化部66と、目標位相差格納部68と、加算器70と、PI(Proportional Integral)演算部72と、ロータ機械的位置判定部74と、トルクパターン記憶部76と、乗算器78と、正弦波データテーブル80と、回転数設定部82と、正弦波データ作成部84と、PWM(Pulse Width Modulation control)作成部86とを含む。

【0043】

モータ電流推定部60は、I/Oポート30aが制御信号を出力した後に、直流電流検出アンプ部52がI/Oポート30bに入力した直流電流信号(上述したように、これは、直流電力の電流値を示す)に基づいて、直流電流の変化量を求める。直流電流の変化量が求められると、モータ電流推定部60は、インバータ回路12の各駆動素子のスイッチングのタイミングに応じてその変化量を分配し、同期モータ10に供給される交流電力の各相の電流値を得る。直流電流の変化量を求めるための具体的な方法と各相の電流値を得るための具体的な方法とは、特開平8-19263号公報に記載されている。これにより、モータ電流推定部60は、PWM作成部86が信号を出力した後にI/O30bが受付けた直流電力の電流値に基づいて、対象期間(同期モータ10のロータが少なくとも1回転する期間)におけるインバータ回路12の出力側の電流値(すなわち、同期モータ10に供給される電流値)を各相について推定できる。同期モータ10に供給される電流値を各相について推定できるため、それらの電流値を測定するための電流センサ(コイルおよびホール素子で構成されたものやカレントトランスなどのモータ電流を検出するためのもの)は不要になる。電流センサが不要になるので、駆動システムひいては熱移動システムの生産コストを削減することができる。なお、モータ電流推定部60は、インバータ回路12の各駆動素子のスイッチングのタイミングを、PWM作成部86がPWM波形信号(これについては後述する。)をどの駆動素子に出力したかに基づいて検知する。

【0044】

位相差検出部62は、インバータ回路12が供給する交流電力の電圧(本実施の形態においては、これを「モータ電圧」と称する。)と電流(本実施の形態においては、これを「モータ電流」と称する。)との位相差すなわち交流位相差を検出し、交流位相差を示す位相差情報を出力する。位相差検出部62は、正弦波データ作成部84により信号として出力された電圧情報とモータ電流推定部60により信号として出力された電流情報とを用いて、交流位相差を検出する。交流位相差を検出するための方法には様々な方法があるが、本実施の形態においては、モータ電圧の値が「0」になった時点からモータ電流の値が「0」になった時点までの経過時間にモータ電圧の周波数と2とを乗算することで、交流位相差を検出する。なお、同期モータ10の電圧情報は正弦波データ作成部84が作成するため、モータ電圧の値をセンサにより検出する必要はない。また、本実施の形態の場合、位相差情報は、モータ電圧の位相がモータ電流の位相に対して進んでいる場合は正の値を示し、遅れている場合は負の値を示し、同相の場合は「0」を示すこととする。

【0045】

10

20

30

40

50

なお、上述した方法で交流位相差を検出する場合、位相差検出部 62 は、モータ電圧の電気角が 360 度 (2 ラジアン) 変化する間に 2 回、交流位相差を検出することができる。交流電力の 1 相において、電気角が 360 度 (2 ラジアン) 変化する間のゼロクロス点 (値が「0」となる位相) には 0 度 (0 ラジアン) と 180 度 (ラジアン) との 2 種類が存在するためである。そのように交流位相差を検出することができるため、同期モータ 10 が 3 相 4 極同期モータである場合、1 相あたり 4 回交流位相差を検出することができる。同期モータ 10 の 1 回転は電気角が 720 度 (4 ラジアン) 変化するに相当するためである。1 相あたり 4 回交流位相差を検出することができるため、3 相分について位相差検出部 62 が交流位相差を検出できる回数は 12 回である。このため、位相差検出部 62 は、同期モータ 10 の 1 回転を 12 分割した区間 (すなわち、ロータの機械角が $2 / 12 = / 6$ ラジアン変化する区間) 毎に交流位相差を検出し、位相差情報を出力する。

10

【0046】

なお、本実施の形態において、「電気角」とは、電圧や電流の位相を角度で示したものである。本実施の形態においては、位相が一巡して元の位相に戻ったとき、電気角が 2 ラジアン変化したとみなす。

【0047】

位相差情報記憶部 64 は、位相差検出部 62 が出力した位相差情報を記憶する。図 3 は、本実施の形態における、位相差情報記憶部 64 が記憶した同期モータ 10 の 1 回転における位相差情報の一例を示す概念図である。

20

【0048】

図 3 を参照して、本実施の形態における位相差情報は、電気角を示す情報と、機械角を示す情報と、位相差を示す情報と、補足を示す情報とを含む。これらの情報は対応付けられている。

【0049】

電気角を示す情報は、次に述べる 2 種類の位相のうち一方を示す。第 1 種類目は、モータ電圧のゼロクロス点を基準としたモータ電圧の同期モータ 10 における位相である。第 2 種類目は、モータ電流のゼロクロス点を基準としたモータ電流の同期モータ 10 における位相である。電気角を示す情報がこれらの位相のうちいずれを示すかは制御装置 18 の設計者が定める。

30

【0050】

機械角を示す情報は、同期モータ 10 が有するロータの機械角を示す。

補足を示す情報は、どの相についての電圧と電流との位相差を「位相差を示す情報」が示しているかを示す。

【0051】

再び図 2 を参照して、平均化部 66 は、位相差情報が示すロータ 1 回転分の交流位相差の平均値を算出し、その平均値を加算器 70 に出力する。

【0052】

目標位相差格納部 68 は、目標として予め設定された交流位相差を示す情報を格納する。この位相差 (以下、「目標位相差」と称する) は、同期モータ 10 を高効率駆動するように制御装置 18 の設計者などによって予め決定されている。決定のための具体的な方法の例には、実験やシミュレーションなどがある。

40

【0053】

加算器 70 は、平均化部 66 が算出した位相差の平均値と目標位相差との差を算出する。本実施の形態においては、この差を「位相差誤差量」と称する。

【0054】

PI 演算部 72 は、加算器 70 により算出された位相差誤差量に基づいて比例誤差 (P) および積分誤差 (I) を算出し、それらを示す PI 制御信号を乗算器 78 に出力する。

【0055】

ロータ機械的位置判定部 74 は、同期モータ 10 のロータの機械角を特定し、その機械

50

角を示す情報をトルクパターン記憶部 76 に出力する。ロータ機械的位置判定部 74 は、同期モータ 10 のロータが 1 回転する間における位相差の脈動と上述した電気角（すなわち、モータ電圧の位相を示す電気角とモータ電流の位相を示す電気角とのうち予め定められた一方）とに基づいてロータの機械角を特定する。位相差の脈動は、位相差情報格納部 30 に格納されている位相差情報に基づいて検出される。

【0056】

図 4 を参照して、ロータ機械的位置判定部 74 の動作について具体的に説明する。図 4 は、本実施の形態に係る同期モータ 10 に加わる負荷トルクの推移と、モータ電圧の推移と、モータ電流の推移と、電気角の推移と、機械角の推移とを示す図である。なお、図 4 においては、「U 相モータ電圧と U 相モータ電流」欄の実線が U 相におけるモータ電圧を示す。粗い破線が U 相におけるモータ電流を示す。電圧のゼロクロス点と電流のゼロクロス点との間に付された矢印が交流位相差を示す。

【0057】

同期モータの構造上、機械角と電気角とは対応している（モータ電圧の電気角であってもモータ電流の電気角であっても同様である）。たとえば、本実施の形態における同期モータ 10 は 4 極同期モータである。4 極同期モータでは、機械角が 360 度（2 ラジアン）変化する間に電気角は 720 度（4 ラジアン）変化する。これにより、同期モータ 10 のロータの機械角が定められると、それに対応する電気角は、0 度（0 ラジアン）から 360 度（2 ラジアン）までの 1 つあるいは 360 度（2 ラジアン）から 720 度（4 ラジアン）までの 1 つになる。

【0058】

そのようになるので、4 極同期モータを制御する場合、図 4 に示した区間 S の範囲に電気角が含まれるのか、それとも図 4 に示した区間 T の範囲に電気角が含まれるのかの判別さえできれば、ロータの機械角を判定できる。

【0059】

一方、シングルロータリ型圧縮機のような周期的なトルク変動を有する負荷に同期モータ 10 が接続されている場合、同一の相における交流位相差は、ロータの機械角に対応する。

【0060】

交流位相差がロータの機械角に対応し、かつ交流位相差と電気角とは位相差情報として対応付けられているので、位相差情報格納部 30 に記憶されている位相差情報に基づき、同位相の電気角に対応する交流位相差同士を比較し、その結果に応じて電気角と機械角とを対応付けると、電気角に基づいて機械角を特定することが可能になる。例えば、4 極同期モータの場合、電気角 0 度（0 ラジアン）に対応する交流位相差（図 3 では 40 度すなわち $\pi/9$ ラジアン）と電気角 360 度（2 ラジアン）に対応する交流位相差と（図 3 では 10 度すなわち $\pi/36$ ラジアン）を比較し、大きい位相差に対応する電気角（0 ラジアン）を機械角 0 度（0 ラジアン）に対応付け、小さい位相差に対応する電気角（2 ラジアン）を機械角 180 度（ π ラジアン）に対応付けると、これらの対応関係と、予め知られている機械角と電気角との関係とに基づいて、任意の電気角に対応する機械角を特定できる。ロータ機械的位置判定部 74 は、これらの処理を行うことにより、ロータの機械角を検出する。

【0061】

これらの処理を実施するため、ロータ機械的位置判定部 74 は、電気角選択部 90 と、機械角選択部 92 とを含む。

【0062】

電気角選択部 90 は、ロータが 1 回転する期間における 2 種類の電気角を選択する。これらの電気角は、位相差情報格納部 30 が記憶した交流位相差に基づいて選択される。本実施の形態の場合、電気角選択部 90 は、電気角同士の位相差が 2 ラジアンとなる 2 種類の電気角のうち、交流位相差同士の差が最大になる組合せを選択する。対応付けに対する信頼性が向上するためである。

【 0 0 6 3 】

機械角選択部 9 2 は、電気角選択部 9 0 が選択した電気角それぞれに対応する交流位相差と制御装置 1 8 の設計者により予め定められた規則とに基づいて、それらの電気角に対応するロータの機械角を選択する。これにより機械角と電気角とが対応付けられる。制御装置 1 8 の設計者は、任意の規則を対応付けのための規則として採用できる。たとえば、同期モータ 1 0 4 極同期モータであれば、上述したように、大きい交流位相差に対応する電気角 (0 ラジアン) を機械角 0 度 (0 ラジアン) に対応付け、小さい交流位相差に対応する電気角 (2 ラジアン) を機械角 1 8 0 度 (ラジアン) に対応付けてもよい。

【 0 0 6 4 】

いったん対応付けが行われると、同期モータ 1 0 への電力の供給を停止するまで、機械角選択部 9 2 は、正弦波データ作成部 8 4 が出力した電圧情報に基づいて電気角を算出し、算出された電気角と機械角選択部 9 0 が行った対応付けとに基づいてロータの機械角を算出する。機械角を算出するための方法は特に限定されるものではないが、たとえば、機械角選択部 9 0 が対応付けを行った電気角と電圧情報に基づいて算出した電気角との位相差を算出し、その位相差を機械角の位相差 (機械角が 1 ラジアン変化するとき電気角が何ラジアン変化するかは予め定められていることとする) に換算し、換算により得られた値を機械角選択部 9 0 が電気角と対応付けた機械角に加算するという方法がある。

【 0 0 6 5 】

トルクパターン記憶部 7 6 は、トルク補正量を記憶する。トルク補正量は、ロータの機械角の範囲に対応付けられている。トルクパターン記憶部 7 6 は、自らが記憶したトルク補正量のうちロータ機械的位置判定部 7 4 が算出した機械角に応じたトルク補正量を乗算器 7 8 に出力する。図 5 は、本実施の形態における、トルクパターン記憶部 7 6 に記憶されたトルク補正量の一例を示す概念図である。

【 0 0 6 6 】

乗算器 7 8 は、P I 演算部 7 2 からの P I 制御信号が示す値とトルクパターン記憶部 7 6 からのトルク補正量とに基づいて算出された値 (デューティ基準値) を P W M 作成部 8 6 に出力する。

【 0 0 6 7 】

正弦波データテーブル 8 0 は、所定のデータの組合せとして構成された正弦波データを予め記憶する。図 6 は、本実施の形態において正弦波データテーブル 8 0 に記憶される正弦波データを示す概念図である。本実施の形態においては、正弦波データは、電気角に対応付けられている。正弦波データテーブル 8 0 は、正弦波データ作成部 8 4 に正弦波データを出力する。

【 0 0 6 8 】

回転数設定部 8 2 は、R O M 3 2 に記憶されたプログラムに基づき、強制励磁周波数を選択し、正弦波データ作成部 8 4 に出力する。回転数設定部 8 2 が選択する強制励磁周波数は、回転数指令値に対応する。

【 0 0 6 9 】

正弦波データ作成部 8 4 は、正弦波データテーブル 8 0 が記憶した正弦波データを読み出す。正弦波データ作成部 8 4 は、回転数設定部 8 2 が選択した強制励磁周波数に基づいて、同期モータ 1 0 の U 相、V 相、および W 相に対応するように、読み出す正弦波データを選択する。正弦波データ作成部 8 4 は、読み出した正弦波データを P W M 作成部 8 6 に出力する。また、正弦波データ作成部 8 4 は、同期モータ 1 0 の U 相、V 相、および W 相に対応した正弦波データ (すなわち、正弦波データテーブル 8 0 から読み出した正弦波データ) から U 相、V 相、および W 相の電圧値を示す電圧情報を作成し、位相差検出部 6 2 に出力する。

【 0 0 7 0 】

P W M 作成部 8 6 は、モータ電圧を示す P W M 波形信号 (パルスの集合体) を生成し、インバータ回路 1 2 の各駆動素子 (上述したように、本実施の形態の場合、これらは図示しない 6 個の半導体スイッチング素子である。これらが動作することで、同期モータ 1 0

10

20

30

40

50

のU相，V相，およびW相の交流電力が生成される。)にそれを出力する。本実施の形態の場合、PWM作成部86は、正弦波データとデューティ基準値とからデューティ比をいったん算出し、算出されたデューティ比に基づいてPWM波形信号を生成する。インバータ回路12がそのPWM波形信号に基づいて同期モータ10の巻線に電圧を印加することで(すなわち、インバータ回路12の各駆動素子がPWM波形信号に応じてONになったりOFFになったりすることで)同期モータ10が駆動される。この時、インバータ回路12が供給する交流電力の電圧はPWM波形信号のデューティ比に対応している。

【0071】

本実施の形態の場合、PWM作成部86は、初期生成部94と、一般生成部96とを含む。

【0072】

初期生成部94は、機械角選択部92が機械角と電気角との対応付けを行うまで、電圧情報に応じたPWM波形信号を生成する。

【0073】

一般生成部96は、電圧情報が示す電圧値とトルクパターン記憶部76が出力したトルク補正量とに応じたPWM波形信号を生成する。

【0074】

図7を参照して、以上のような構造に基づく、制御装置18の動作について説明する。

正弦波データテーブル80は、正弦波データ作成部84に正弦波データを出力する。正弦波データ作成部84は、同期モータ10のU相，V相，およびW相に対応した正弦波データからU相，V相，およびW相の電圧についての電圧情報を作成し、位相差検出部62とPWM作成部86とに出力する。PWM作成部86の初期生成部94は、電圧情報に応じたPWM波形信号を生成する。PWM波形信号は、I/O30aを介してインバータ回路12に出力される。インバータ回路12は、PWM波形信号に応じて交流電力を同期モータ10に供給する。測定装置16は、インバータ回路12にこの時供給される直流電流の値を測定する。

【0075】

モータ電流推定部60は、測定装置16の直流電流検出アンプ部52が入力した直流電流信号に基づいて同期モータ10に供給される交流電力の各相の電流値を得、その電流量を示す電流情報を生成する。同期モータ10のロータが少なくとも1回転する期間分の電流情報が生成される。位相差検出部62は、正弦波データ作成部84により出力された電圧情報とモータ電流推定部60により出力された電流情報とを用いてモータ電圧とモータ電流との交流位相差を検出し、位相差情報を作成し、出力する。出力された位相差情報は位相差情報記憶部64が記憶する。位相差情報が記憶されると、ロータ機械的位置判定部74による機械角と電気角との対応付けが行われる(ステップS100)。

【0076】

対応付けが行われると、平均化部66は、機械角が360度(2ラジアン)変化する期間における交流位相差の平均値を算出し、その平均値を加算器70に出力する(ステップS102)。

【0077】

平均値が出力されると、加算器70は誤差を算出する(ステップS104)。

誤差が算出されると、PI演算部72は、加算器70により算出された誤差に基づいて比例誤差(P)および積分誤差(I)を算出し、それらを示すPI制御信号を乗算器78に出力する(ステップS106)。

【0078】

一方、ロータ機械的位置判定部74は、同期モータ10のロータの機械角を算出し、その機械角を示す情報をトルクパターン記憶部76に出力する。トルクパターン記憶部76は、自らが記憶したトルク補正量のうちロータ機械的位置判定部74が特定した機械角に応じたトルク補正量を乗算器78に出力する(ステップS108)。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

トルク補正量が出力されると、乗算器 7 8 はデューティ基準値を P W M 作成部 8 6 に出力する（ステップ S 1 1 0）。デューティ基準値が出力されると、P W M 作成部 8 6 は、P W M 波形信号を生成し、インバータ回路 1 2 の各駆動素子にそれを出力する。インバータ回路 1 2 は、その P W M 波形信号に基づいて同期モータ 1 0 の巻線に電圧を印加する（ステップ S 1 1 2）。

【 0 0 8 0 】

その後、C P U 3 8 は、同期モータ 1 0 の制御を終了するか否かを判断する（ステップ S 1 1 4）。同期モータ 1 0 の制御を終了する場合（ステップ S 1 1 4 にて Y E S）、処理は終了する。もしそうでないと（ステップ S 1 1 4 にて N O）、処理はステップ S 1 0 0 へと移される。

10

【 0 0 8 1 】

以上のようにして、本実施の形態にかかる制御装置 1 8 は、交流位相差に基づいて電気角と機械角とを 1 対 1 に対応付けた後、電気角に基づいて同期モータ 1 0 のトルクの補正値を選択し、その補正値に応じたトルクで同期モータ 1 0 のロータを回転させる。これにより、予め実験により測定したロータの機械角と負荷トルクとの関係に基づき、ロータの機械角に応じたトルク制御を実現できる。そのための処理はごく簡単である。

【 0 0 8 2 】

しかも、本実施の形態にかかる制御装置 1 8 は、上述したようにして同期モータ 1 0 のロータを回転させるので、1 8 0 度通電が可能である。1 8 0 度通電が可能なので、電流を検出するための制約が少ない。

20

【 0 0 8 3 】

また、1 8 0 度通電が可能なので、本実施の形態にかかる駆動システムは、電流を検出するための制約が少ない。

【 0 0 8 4 】

また、電気角が同一のときのロータの機械角（機械角の位相は ラジアン異なる）の判別を行なうので、機械角と記憶させていたトルク補正値との対応が狂ってしまう危険性がない。

【 0 0 8 5 】

冷凍・空調装置などで使用される圧縮機 2 0 の内部は高温になる。その内部が高温になるので、圧縮機 2 0 にホール I C などの位置センサ（ロータ位置を検出するもの）を設けることは困難である。位置センサを設けることが困難なため、位置センサレスで同期モータ 1 0 を駆動する必要がある。そこで、上述した制御装置 1 8 を使用すると、位置センサは不要となる。そして、このモータ制御装置を備えた圧縮機駆動装置を冷凍・空調装置に搭載すると、冷蔵庫、冷凍庫、空気調和機といった冷凍・空調装置を位置センサなしに運転することが可能となる。また、交流電流を検出するための電流センサ（コイルおよびホール素子で構成された電流センサやカレントトランス）が不要となる。

30

【 0 0 8 6 】

なお、本実施の形態の第 1 の変形例において、ロータ機械的位置判定部 7 4 は、電気角 0 度に対応付けられた 2 つの位相差（図 3 では、位相差 4 0 度と 1 0 度）の比較に加え、電気角 6 0 度に対応付けられた 2 つの位相差（図 3 では、位相差 3 5 度と 1 5 度）を比較し、かつ、電気角 1 2 0 度に対応付けられた 2 つの位相差（図 3 では、位相差 3 0 度と 2 0 度）を比較して、ロータの機械角と電気角との対応付けを行ってもよい。対応付けのための規則が任意であることは上述した実施例と同様である。多くの電気角についての比較に基づき機械角と電気角との対応付けを行うことで、その対応付けに誤りが生じる可能性が低下する。

40

【 0 0 8 7 】

また、本実施の形態の第 2 の変形例において、ロータ機械的位置判定部 7 4 は、機械角が 3 6 0 度（2 ラジアン）変化する間における交流位相差の変動が閾値を越えるとき、機械角と電気角との対応付けおよび機械角の出力を行ってもよい。圧縮機 2 0 の負荷トル

50

クが十分大きくなっていない運転状態においては、交流位相差の変動が小さいこともある。このような状態で機械角と電気角との対応付けを行うと誤った対応付けが行われる危険がある。これを防止し、信頼性を向上させるためである。閾値の具体的な値は特に限定されない。たとえば、 10 度 ($\pi/18$ ラジアン) であってもよい。

【0088】

また、本実施の形態の第3の変形例において、ロータ機械的位置判定部74は、同一の電気角に対応する交流位相差の平均値を用いて機械角と電気角との対応付けを行ってもよい。図8は、本変形例にかかる位相差情報の概念図である。図8に示す位相差情報は、最後に算出された交流位相差(図8においては「今回」と記載された欄の位相差)と、3回転前までの交流位相差と、それらの平均値(すなわち、最後に算出された交流位相差から3回転前の交流位相差までの平均値)とを含む。ロータ機械的位置判定部74は、その平均値を用いて機械角と電気角との対応付けを行うことができる。これにより、機械角と電気角との対応付けを行う際のノイズの影響を除去できる。

【0089】

また、本実施の形態にかかる駆動システムは、冷凍・空調装置などで使用される熱移動システムに適用されているが、本実施の形態の第4の変形例においては、本実施の形態にかかる駆動システムをその他の負荷に接続しても良い。同期モータ10の回転に同期した所定周期の脈動を負荷が有するとき、本実施の形態にかかる駆動システムは、高効率で安定した駆動を実現することができる。

【0090】

また、本実施の形態の第5の変形例において、同期モータ10は、3相4極の同期モータでなくてもよい。この場合、ロータの機械角が定められると、それに対応する電気角の数は、極数に応じて変化する。たとえば、同期モータが3相8極のとき、ある機械角に対応する電気角は、 0 度 (0 ラジアン) から 360 度 (2 ラジアン) までの1つと、 360 度 (2 ラジアン) から 720 度 (4 ラジアン) までの1つと、 720 度 (4 ラジアン) から 1080 度 (6 ラジアン) までの1つと、 1080 度 (6 ラジアン) から 1440 度 (8 ラジアン) までの1つとなる。電気角の数が極数に応じて変化するので、ロータ機械的位置判定部74が比較する交流位相差の数は、同期モータの極数に応じて変化する。それが変化したときにも交流位相差はロータの機械角に対応するので、交流位相差同士の大小関係に基づいた機械角と電気角との対応付けは可能である。

【0091】

また、本実施の形態の第6の変形例において、PWM波形信号の生成は、正弦波データテーブル80が出力した正弦波データを元とする生成に限られない。たとえば、PWM波形信号は、演算によって生成されても構わない。

【0092】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の実施の形態に係る熱移動システムの構成図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る生成部の機能ブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る位相差情報の概念図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る負荷トルクの推移と、モータ電圧の推移と、モータ電流の推移と、電気角の推移と、機械角の推移とを示す図である。

【図5】本発明の実施の形態に係るトルクパターン記憶部に記憶されたトルク補正量の概念図である。

【図6】本発明の実施の形態において正弦波データテーブルに記憶される正弦波データを示す概念図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明の実施の形態に係る同期モータの駆動処理の制御の手順を示すフローチャートである。

【図 8】本発明の実施の形態の第 3 の変形例に係る位相差情報の概念図である。

【図 9】シングルロータリ型圧縮機の特性を示す図である。

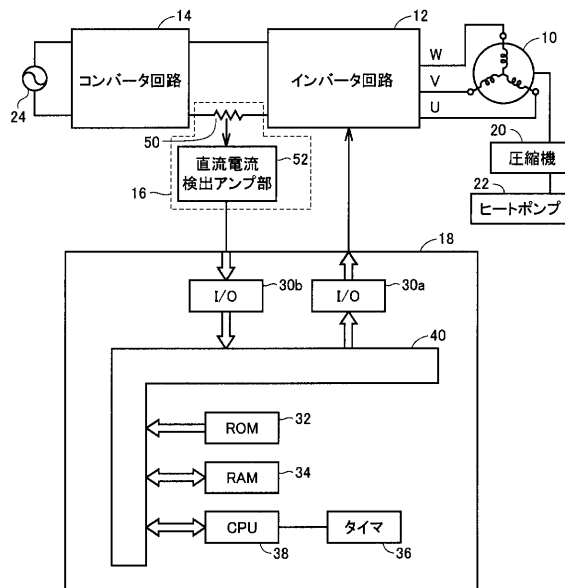
【符号の説明】

【0094】

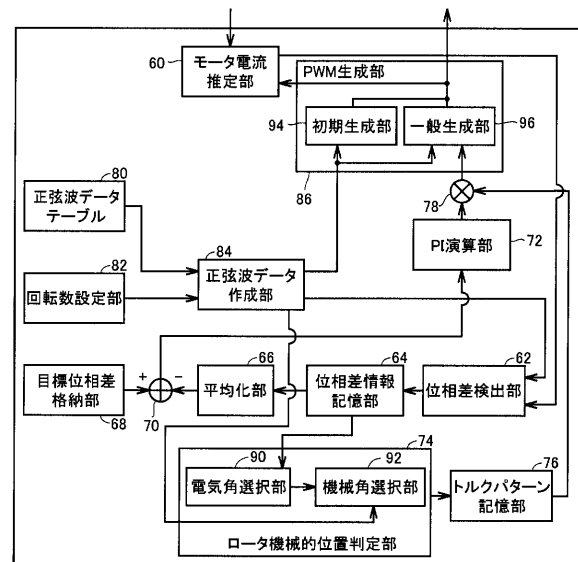
10 同期モータ、12 インバータ回路、14 コンバータ回路、16 測定装置、18 制御装置、24 AC 電源、30 I/Oポート、32 ROM、34 RAM、36 タイマ、38 CPU、40 バス、50 電流検出抵抗、52 直流電流検出アンプ部、60 モータ電流推定部、62 位相差検出部、64 位相差情報記憶部、66 平均化部、68 目標位相差格納部、70 加算器、72 PI演算部、74 ロータ機械的位置判定部、76 トルクパターン記憶部、78 乗算器、80 正弦波データテーブル、82 回転数設定部、84 正弦波データ作成部、86 PWM作成部、90 電気角選択部、92 機械角選択部、94 初期生成部、96 一般生成部。

10

【図 1】



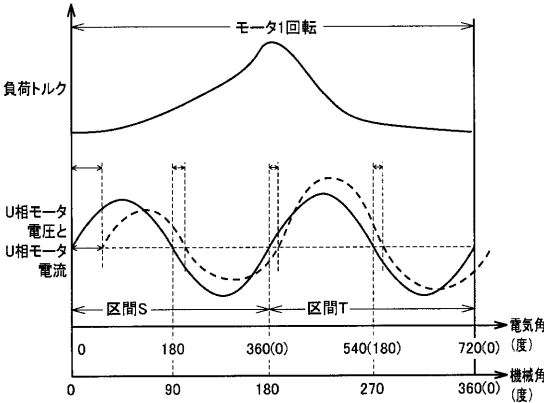
【図 2】



【図 3】

電気角(度)	機械角(度)	位相差(度)	補足
0	0	40	U相電圧とU相電流の位相差
60	30	35	V相電圧とV相電流の位相差
120	60	30	W相電圧とW相電流の位相差
180	90	25	U相電圧とU相電流の位相差
240	120	20	V相電圧とV相電流の位相差
300	150	15	W相電圧とW相電流の位相差
360(0)	180	10	U相電圧とU相電流の位相差
420(60)	210	15	V相電圧とV相電流の位相差
480(120)	240	20	W相電圧とW相電流の位相差
540(180)	270	25	U相電圧とU相電流の位相差
600(240)	300	30	V相電圧とV相電流の位相差
660(300)	330	35	W相電圧とW相電流の位相差

【 図 4 】



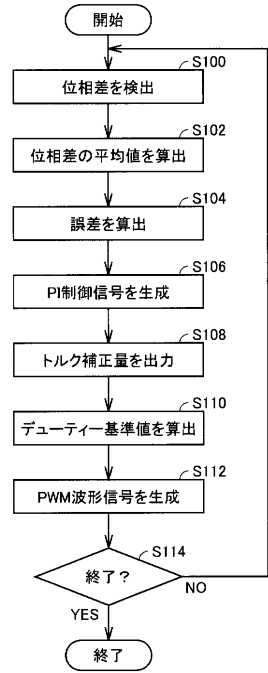
【 図 5 】

機械角(度)	トルク補正量
0～30	0.8
30～60	0.9
60～90	1.0
90～120	1.0
120～150	1.1
150～180	1.2
180～210	1.2
210～240	1.1
240～270	1.0
270～300	1.0
300～330	0.9
330～360	0.8

【 図 6 】

電気角(度)	正弦波データ
0	0.00
10	0.17
20	0.34
30	0.50
40	0.64
50	0.77
60	0.87
70	0.94
80	0.98
90	1.00
100	0.98
110	0.94
120	0.87
130	0.77
140	0.64
150	0.50
160	0.34
170	0.17
180	0.00
190	-0.17
200	-0.34
210	-0.50
220	-0.64
230	-0.77
240	-0.87
250	-0.94
260	-0.98
270	-1.00
280	-0.98
290	-0.94
300	-0.87
310	-0.77
320	-0.64
330	-0.50
340	-0.34
350	-0.17
360	0.00

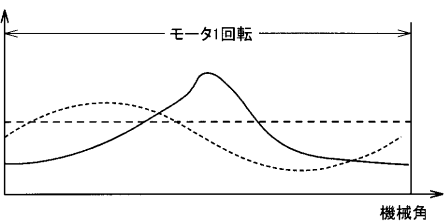
【 図 7 】



【 図 8 】

電気角(度)	機械角(度)	位相差(度)				
		3回転前	2回転前	1回転前	今回	平均値
0	0	41	41	39	39	40
60	30	34	33	37	36	35
120	60	30	31	30	29	30
180	90	24	25	25	26	25
240	120	19	22	18	21	20
300	150	16	15	14	15	15
360(0)	180	10	11	10	9	10
420(60)	210	13	14	17	16	15
480(120)	240	21	20	19	20	20
540(180)	270	26	24	25	25	25
600(240)	300	31	32	29	28	30
660(300)	330	35	33	35	37	35

【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 亀山 浩幸

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 5H505 AA06 BB04 DD03 DD06 EE49 HB01 KK06 LL22

5H560 AA02 BB04 BB12 EB01 RR01 TT11