

(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2009-89599
(P2009-89599A)

(43) 公開日 平成21年4月23日(2009.4.23)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
HO2P 6/18	(2006.01)	HO2P	6/02	371S		5H505
HO2P 6/08	(2006.01)	HO2P	6/02	371H		5H560
HO2P 27/06	(2006.01)	HO2P	7/63	303V		

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-13987 (P2009-13987)
 (22) 出願日 平成21年1月26日 (2009.1.26)
 (62) 分割の表示 特願2003-570460 (P2003-570460) の分割
 原出願日 平成15年2月25日 (2003.2.25)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-47546 (P2002-47546)
 (32) 優先日 平成14年2月25日 (2002.2.25)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000002853
 ダイキン工業株式会社
 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
 梅田センタービル
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (74) 代理人 100103229
 弁理士 福市 朋弘
 (72) 発明者 前田 敏行
 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の
 2 株式会社ダイキン空調技術研究所内

最終頁に続く

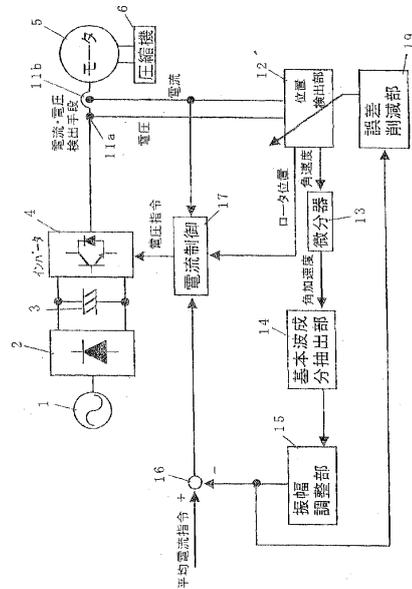
(54) 【発明の名称】 電動機制御方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 電動機のロータ位置を、ロータリーエンコーダなどを用いることなく、電圧、電流の検出値および電動機の機器定数から検出するに当たって、機器定数を同定することにより、ロータ位置検出精度を高める。

【解決手段】 誤差削減部 19 は、圧縮機 6 のトルク変動量の予め設定された大きさを有しており、振幅調整部 15 からのトルク変動量出力とこの設定値を比較して Lq 補正指令を出力する。位置検出部 12 は、Lq 補正指令にตอบสนองして Lq を補正し、補正後の Lq を用いてロータ位置、角速度を出力する。圧縮機 6 のトルク変動量は圧縮機 6 の構造によりほぼ定まるため、圧縮機 6 の持つトルク変動量と制御が出力するトルク変動の大きさを比較することによって Lq 補正指令を出力し、位置検出部 12 における Lq の補正を実現する。

【選択図】 図 12



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動機(5)に印加される電流、電圧と電動機(5)の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出し、算出された情報に基づいて電動機(5)に印加する電圧または電流を制御する電動機制御方法において、負荷の特徴的特性から電動機(5)の機器定数の誤差または電流、電圧検出用のセンサー(11a)(11b)の誤差の影響を軽減することを特徴とする電動機制御方法。

【請求項 2】

前記電動機(5)の機器定数の誤差または前記センサー(11a)(11b)の誤差の影響の軽減は通常の負荷駆動時に行われる請求項1に記載の電動機制御方法。

10

【請求項 3】

前記電動機(5)の負荷は圧縮機(6)であり、圧縮機(6)のトルク脈動を利用して前記電動機(5)の機器定数の誤差または前記センサー(11a)(11b)の誤差の影響を軽減する請求項1または請求項2に記載の電動機制御方法。

【請求項 4】

電動機(5)に印加される電流、電圧と電動機(5)の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出する部分からみた平均トルクに対するトルク脈動比があらかじめ設定された設定値になるように機器定数を調整する請求項3に記載の電動機制御方法。

【請求項 5】

前記トルク脈動比の設定値は、少なくとも回転速度、トルクまたは電流に対応して設定される値である請求項3に記載の電動機制御方法。

20

【請求項 6】

電動機(5)に印加される電流、電圧と電動機(5)の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出し、算出された情報に基づいて電動機(5)に印加する電圧または電流を制御する電動機制御装置において、負荷(6)の特徴的特性から電動機(5)の機器定数の誤差または電流、電圧検出用のセンサー、(11a)(11b)の誤差の影響を軽減する影響低減手段(19)を含むことを特徴とする電動機制御装置。

【請求項 7】

前記影響低減手段(19)は、前記電動機(5)の機器定数の誤差または前記センサー(11a)(11b)の誤差の影響の軽減を通常の負荷駆動時に行うものである請求項6

30

【請求項 8】

前記電動機(5)の負荷は圧縮機(6)であり、前記影響低減手段(19)は、圧縮機(6)のトルク脈動を利用して前記電動機(5)の機器定数の誤差または前記センサー(11a)(11b)の誤差の影響を軽減するものである請求項6または請求項7に記載の電動機制御装置。

【請求項 9】

前記影響低減手段(19)は、電動機(5)に印加される電流、電圧と電動機(5)の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出する部分からみた平均トルクに対するトルク脈動比があらかじめ設定された設定値になるように機器定数を調整するものである請求項8に記載の電動機制御装置。

40

【請求項 10】

前記影響低減手段(19)は、前記トルク脈動比の設定値を、少なくとも回転速度、トルクまたは電流に対応して設定される値に設定するものである請求項8に記載の電動機制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、周期性負荷を駆動する電動機を、回転速度変動を抑制するように制御するための方法およびその装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来から、周期性負荷を駆動する電動機を、回転速度変動を抑制するように制御するための方法として、負荷トルク変動による速度変動を打ち消すように電圧、電流を繰り返し制御する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平1-218380号公報

【特許文献2】特開平1-133585号公報

【特許文献3】特開2001-37281号公報

【特許文献4】特開平11-55986号公報

【特許文献5】特開平8-223993号公報

【特許文献6】特開平11-18436号公報

【特許文献7】特開平2-79793号公報

【特許文献8】特開2003-92895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、この方法を採用した場合において、忠実性を高めると高次調波で不安定になり、逆に忠実性が低ければ位相ずれを生じてしまうという不都合がある。

【0005】

また、忠実性を高めると電流が大きくなりすぎ、パワーデバイスや電動機として大容量のものを用いなければならなくなり、ひいてはコストアップを招いてしまうという不都合もある。

【0006】

さらに、電動機のロータ位置を、ロータリーエンコーダなどを用いることなく、電圧、電流の検出値および電動機の機器定数から検出することも提案されているが、機器定数としては設計値をそのまま使用するか、または生産時に調整された値を使用することになるので、前者の場合にはばらつきにより運転できないエリアが発生するという不都合、後者の場合にはコストアップを招いてしまうという不都合を生じることになる。

【0007】

特に、負荷トルク変動に起因する速度変動を打ち消すように電圧、電流を制御する場合には、電動機のロータ位置を検出する処理が発散してしまう可能性があるという不都合もある。

【0008】

この発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、電動機のロータ位置を、ロータリーエンコーダなどを用いることなく、電圧、電流の検出値および電動機の機器定数から検出するに当たって、機器定数を同定することにより、ロータ位置検出精度を高めることができる電動機制御方法およびその装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明にかかる電動機制御方法の第1の態様は、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出し、算出された情報に基づいて電動機に印加する電圧または電流を制御する電動機制御方法において、負荷の特徴的特性から電動機の機器定数の誤差または電流、電圧検出用のセンサーの誤差の影響を軽減する方法である。

【0010】

本発明にかかる電動機制御方法の第2の態様は、前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響の軽減を通常の負荷駆動時に行う方法である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

本発明にかかる電動機制御方法の第3の態様は、前記電動機の負荷として圧縮機を採用し、圧縮機のトルク脈動を利用して前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響を軽減する方法である。

【 0 0 1 2 】

本発明にかかる電動機制御方法の第4の態様は、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出する部分からみた平均トルクに対するトルク脈動比があらかじめ設定された設定値になるように機器定数を調整する方法である。

【 0 0 1 3 】

本発明にかかる電動機制御方法の第5の態様は、前記トルク脈動比の設定値として、少なくとも回転速度、トルクまたは電流に対応して設定される値を採用する方法である。

【 0 0 1 4 】

本発明にかかる電動機制御装置の第1の態様は、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出し、算出された情報に基づいて電動機に印加する電圧または電流を制御する電動機制御装置において、負荷の特徴的特性から電動機の機器定数の誤差または電流、電圧検出用のセンサーの誤差の影響を軽減する影響低減手段を含むものである。

【 0 0 1 5 】

本発明にかかる電動機制御装置の第2の態様は、前記影響低減手段として、前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響の軽減を通常の負荷駆動時に行うものを採用するものである。

【 0 0 1 6 】

本発明にかかる電動機制御装置の第3の態様は、前記電動機の負荷として圧縮機を採用し、前記影響低減手段として、圧縮機のトルク脈動を利用して前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響を軽減するものを採用するものである。

【 0 0 1 7 】

本発明にかかる電動機制御装置の第4の態様は、前記影響低減手段として、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出する部分からみた平均トルクに対するトルク脈動比があらかじめ設定された設定値になるように機器定数を調整するものを採用するものである。

【 0 0 1 8 】

本発明にかかる電動機制御装置の第5の態様は、前記影響低減手段として、前記トルク脈動比の設定値を、少なくとも回転速度、トルクまたは電流に対応して設定される値に設定するものを採用するものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

電動機制御方法の第1の態様によれば、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出し、算出された情報に基づいて電動機に印加する電圧または電流を制御するに当たって、負荷の特徴的特性から電動機の機器定数の誤差または電流、電圧検出用のセンサーの誤差の影響を軽減するのであるから、ロータ位置検出精度を高めることができ、ひいては電動機の制御精度を高めることができる。

【 0 0 2 0 】

電動機制御方法の第2の態様によれば、前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響の軽減を通常の負荷駆動時に行うのであるから、誤差の影響の低減を精度よく達成することができ、ひいては電動機制御方法の第1の態様と同様の効果を達成することができる。

【 0 0 2 1 】

電動機制御方法の第3の態様によれば、前記電動機の負荷として圧縮機を採用し、圧縮機のトルク脈動を利用して前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響

10

20

30

40

50

を軽減するのであるから、トルク脈動に基づいて電動機制御方法の第1の態様又は第2の態様と同様の効果を達成することができる。

【0022】

電動機制御方法の第4の態様によれば、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出する部分からみた平均トルクに対するトルク脈動比があらかじめ設定された設定値になるように機器定数を調整するのであるから、平均トルクに対するトルク脈動比に基づいて電動機制御方法の第3の態様と同様の効果を達成することができる。

【0023】

電動機制御方法の第5の態様によれば、前記トルク脈動比の設定値として、少なくとも回転速度、トルクまたは電流に対応して設定される値を採用するのであるから、外部条件に応じて電動機制御方法の第3の態様と同様の効果を達成することができる。

10

【0024】

電動機制御装置の第1の態様によれば、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出し、算出された情報に基づいて電動機に印加する電圧または電流を制御するに当たって、影響低減手段によって、負荷の特徴的特性から電動機の機器定数の誤差または電流、電圧検出用のセンサーの誤差の影響を軽減することができる。したがって、ロータ位置検出精度を高めることができ、ひいては電動機の制御精度を高めることができる。

【0025】

電動機制御装置の第2の態様によれば、前記影響低減手段として、前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響の軽減を通常の負荷駆動時に行うものを採用するのであるから、誤差の影響の低減を精度よく達成することができ、ひいては電動機制御装置の第1の態様と同様の効果を達成することができる。

20

【0026】

電動機制御装置の第3の態様によれば、前記電動機の負荷として圧縮機を採用し、前記影響低減手段として、圧縮機のトルク脈動を利用して前記電動機の機器定数の誤差または前記センサーの誤差の影響を軽減するものを採用するのであるから、トルク脈動に基づいて電動機制御装置の第1の態様又は第2の態様と同様の効果を達成することができる。

【0027】

電動機制御装置の第4の態様によれば、前記影響低減手段として、電動機に印加される電流、電圧と電動機の機器定数を用いてロータ位置に関する情報を算出する部分からみた平均トルクに対するトルク脈動比があらかじめ設定された設定値になるように機器定数を調整するものを採用するのであるから、平均トルクに対するトルク脈動比に基づいて電動機制御装置の第3の態様と同様の効果を達成することができる。

30

【0028】

電動機制御装置の第5の態様によれば、前記影響低減手段として、前記トルク脈動比の設定値を、少なくとも回転速度、トルクまたは電流に対応して設定される値に設定するものを採用するのであるから、外部条件に応じて電動機制御装置の第3の態様と同様の効果を達成することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】この発明の電動機制御装置の一実施態様を示すブロック図である。

【図2】各部波形を示す図である。

【図3】位置検出部の一例を示すブロック図である。

【図4】この発明の電動機制御装置の他の実施態様を示すブロック図である。

【図5】圧縮機1回転中の圧縮機負荷変動の変化を示す図である。

【図6】圧縮機の代表的トルク波形を説明する図である。

【図7】この発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様の要部を示す電気回路図である。

50

- 【図 8】 マイナストルク出力時の波形を示す図である。
- 【図 9】 インバータの詳細構成を示す図である。
- 【図 10】 この発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。
- 【図 11】 クリップ前後の電流指令を示す図である。
- 【図 12】 この発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。
- 【図 13】 図 3 の位置検出部 12 においてモータ 5 の q 軸インダクタンス L_q が位置検出部 12 に設定された L_q よりも 10% だけ小さい場合の角度誤差推移を表す図である。
- 【図 14】 位置検出部を用いて 1 回転毎に繰り返すトルク変動のある圧縮機を負荷変動に合わせて出力トルクを振りながら駆動した場合の各部の概略波形を示す図である。
- 【図 15】 この発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。 10
- 【発明を実施するための形態】
- 【0030】
- 以下、添付図面を参照して、この発明の電動機制御方法およびその装置の実施の態様を詳細に説明する。
- 【0031】
- 図 1 はこの発明の電動機制御装置の一実施態様を示すブロック図である。
- 【0032】
- この電動機制御装置は、交流電源 1 をコンバータ 2 に供給して直流電源を得、平滑用コンデンサ 3 で平滑化し、インバータ 4 により交流電源化して電動機 5 に供給している。そして、この電動機（モータ）5 により圧縮機 6 を駆動するようにしている。 20
- 【0033】
- また、電動機 5 に供給される電圧、および電流を電圧検出部 11a、電流検出部 11b により検出し、位置検出部 12 に供給する。この位置検出部 12 から出力される角速度を微分器 13 に供給して角加速度を出力し、基本波成分抽出部 14 によって角加速度の基本波成分を抽出し、振幅調整部 15 に供給する。そして、減算部 16 によって、平均電流指令から振幅調整部 15 の出力を減算し、この減算結果、電流検出値、および位置検出部 12 からのロータ位置を電流制御部 17 に供給して電流制御演算を行い、電流指令をインバータ 4 に供給する。
- 【0034】
- 前記圧縮機 6 は、1 回転に 1 回または 2 回程度の周期負荷変動を有するものである。 30
- 【0035】
- 前記位置検出部 12 は、電動機 5 の電圧・電流および磁石磁束や d 軸及び q 軸インダクタンス (L_d 、 L_q) 等の機器定数を用いて、ロータの回転位置、回転角速度を算出するものである。
- 【0036】
- 前記微分器 13 は角速度を微分して角加速度を算出するものである。
- 【0037】
- 前記基本波成分抽出部 14 は角加速度の基本波成分を抽出するものである。したがって、基本波成分抽出部 14 の出力としては、圧縮機 6 の負荷変動が電動機 1 回転に 1 度の場合には電動機回転数と同じ周波数の角加速度変動が、1 回転に 2 度の場合には電動機回転数の倍の周波数の角加速度変動が抽出出力される。 40
- 【0038】
- 前記振幅調整部 15 は、角加速度の基本波成分を増幅し出力するものである。ここで、振幅調整部 15 においては、通常基本波成分の振幅を積分するなどにより増幅度を無限大に設定してある。
- 【0039】
- 図 2 に示す各部波形を参照してさらに説明する。なお、図 2 中 (A) は 1 シリンダ圧縮機の軸トルクを、図 2 中 (B) は平均トルクで駆動した場合の電動機角速度を、図 2 中 (C) は電動機角加速度を、図 2 中 (D) は図 1 の制御を行った場合の電動機出力トルクを、それぞれ示している。また、これらの図において、横軸は、ロータの回転角度（機械角 50

)である。

【0040】

平均トルク{図2中(A)(D)の破線参照}で駆動した場合、平均トルクよりも圧縮機の軸トルクが大きな場合には減速し、逆に圧縮機の軸トルクが小さな場合には加速する。このため角加速度はおおむね圧縮トルクを上下逆にしたような形になり、角加速度の基本波成分は図2中(C)に示したようになる。そこで、電動機の出力トルクを角加速度の基本波成分と逆相になるように変動させることによって、速度変動の基本波成分を削減できる。ここで、図2中(D)に破線で示したように電動機出力トルクとして速度変動の基本波成分を打ち消すのに十分な振幅が得られていない場合には、角加速度の基本波成分が依然として残るため振幅調整部においてさらに大きな振幅が出力されるように調整され、結局角加速度の基本波成分が0になる振幅で安定化する。

10

【0041】

また、何らかの遅れなどによって出力トルクの位相と角加速度の位相が若干ずれている場合においても、圧縮機軸トルクと電動機出力トルクとの残差トルクによる角加速度の基本波成分を検出し、これを打ち消すように制御されるので、最終的には角加速度の基本波成分は0に制御される。

【0042】

このような制御により、速度変動の基本波数成分を削減できることから振動を効果的に削減できる。

【0043】

図1の実施態様においては電流指令に基本波成分を重畳しているが、前述したように若干の位相ずれなどはフィードバック制御により無視できるため、電流制御を持たない制御などでは電圧指令に直接基本波成分を重畳することも可能である。また、内部的にトルク指令を持つ制御の場合にはトルク指令に基本波成分を重畳することが有効であることは言うまでもない。

20

【0044】

この制御によれば基本波成分のみを削減するため制御遅れ等の影響を受けにくく、従来知られている繰り返し制御などに比して安定な制御が実現可能である。また、圧縮機等を駆動する場合には基本波成分の削減のみで十分な制振効果が得られる。

【0045】

さらに、上記の説明では基本波成分のみを対象にしたが、基本波成分に加えて2次など高次の角加速度成分を抽出し、トルク変動を打ち消すように制御してもよいことは明らかである。しかし、この場合には、制御が複雑になること、発散の可能性が高まることというデメリットを有する反面、制振性はさほど高まらないことから、要求仕様とのトレードオフで制御対象とすべき高次成分を選択する必要がある。

30

【0046】

図3は位置検出部の一例を示すブロック図であり、3相分の検出電圧を入力として2相電圧に変換する第1変換部121と、3相分の検出電流を入力として2相電流に変換する第2変換部122と、巻線抵抗Rによる電圧降下を算出する電圧降下算出部123と、2相電圧から算出された電圧降下を減算する第1減算部124と、第1減算部124による減算結果を積分する積分部125と、q軸インダクタンス L_q による磁束を算出する磁束算出部126と、積分結果から算出された磁束を減算する第2減算部127と、第2減算部127による減算結果からロータ位置を算出するロータ位置算出部128と、ロータ位置を微分して角速度を算出する微分部129とを有している。

40

【0047】

ただし、他の構成の位置検出部を採用することも可能である。

【0048】

図4はこの発明の電動機制御装置の他の実施態様を示すブロック図である。

【0049】

この電動機制御装置が図1の電動機制御装置と異なる点は、減算部16に代えて加算部

50

16 を採用した点、および振幅調整部 15 と加算部 16 との間に波形発生部 18 を介在させた点のみである。

【0050】

前記波形発生部 18 は、圧縮機の各吐出圧力、吸入圧力におけるトルク波形とその基本波の位相とが予め設定されており、瞬時毎の吐出圧力、吸入圧力、および振幅調整部 15 からの基本波成分の波形を元に、出力波形の基本波成分の位相が振幅調整部 15 からの位相を反転した位相、出力波形の基本波成分の振幅が振幅調整部 15 からの振幅となるようにトルク波形を出力するものである。これは、例えば波形発生部 18 において各波形ごとに基本波成分の位相、振幅が同じになる形で保持し、入力された位相、振幅にあわせて増幅しながら読み出すことで容易に実現できる。

10

【0051】

図 5 は圧縮機 1 回転中の圧縮機負荷変動の変化を示す図であり、図 5 中 (A) は吸入圧力が低く内部の圧力が上がりにくい場合のトルク変化を、図 5 中 (B) は吸入圧力が高く内部の圧力が急峻に上昇する場合のトルク変化を、それぞれ示しており、何れも吐出圧力はほぼ同じとした場合を模式的に表している。

【0052】

吸入圧力、吐出圧力は、空気調和機に用いられる圧縮機の場合には凝縮温度、蒸発温度により予測できるため、これらを用いて出力トルクパターンを制御することでより緻密な制御が可能となる。

【0053】

ただし、この場合には、必要な波形データの量が膨大になる。この不都合を解消させる場合には、例えば、図 6 に示すように、圧縮機の代表的トルク波形を、図 5 中 (A) (B) のような波形の各ポイントでの平均として求めることによってデータ量を低減することができ、しかも吐出圧力、吸入圧力の入力を不要にして構成を簡単化することができる。

20

【0054】

図 7 はこの発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様の要部を示す電気回路図である。

【0055】

この電動機制御装置は、交流電源 1 をコンバータ 2 に供給して直流電源を得、平滑用コンデンサ 3 で平滑化し、インバータ 4 により交流電源化して電動機 5 に供給している。そして、この電動機 5 により圧縮機 6 を駆動するようにしている。また、コンバータ 2 の出力端子間に回生抵抗 7 を接続している。

30

【0056】

また、電動機 5 に供給される電圧、電流および電流指令を入力として電圧指令を生成し、インバータ 4 に供給する制御部 20 を有している。

【0057】

前記回生抵抗 7 は著しく大きい抵抗値を有するものであり、前記制御部 20 は、例えば、図 1、図 4 に示す構成を有するものである。

【0058】

通常、回生が発生する可能性のあるインバータにおいては、電動機から回生されてきた電力により DC 電圧が過電圧となって、コンデンサやインバータ素子が破壊されないように回生抵抗を設け、回生電力を消費してしまう構成が採用されている。また、省エネルギー化のために回生抵抗に直列にスイッチを設け、回生動作時のみ回生抵抗を接続する構成が採用されることもある。

40

【0059】

一方、周期的負荷変動に伴って回転速度変動を削減するために部分的に回生動作を行う場合には、1 回転平均における電力の流れはインバータから電動機の向きであって、回生により DC 電圧が上がり続けるということはない。このため、インバータ入力に設けられるコンデンサの容量を適当に選ぶことによって、回生抵抗によるエネルギー消費なしにインバータ運転しつづけることが可能である。そこで、回生抵抗 7 を極めて大きく (消費工

50

エネルギーは著しく小さくなるように)選ぶかもしくは回生抵抗を設けないことで、回生された電力を再び電動機駆動に用い、省電力化を達成することが可能となる。

【0060】

図8はマイナストルク出力時の波形を示す図であり、デッドタイム補正を行わない場合の電流指令{図8中(A)参照}と出力電流{図8中(B)参照}とを示している。図8では誘起電圧ベクトルの向きと同じ向きであるq軸方向に軸をとった回転座標系上での電流(q軸電流)を示している。電流指令を図8中(A)とするとデッドタイム補正がない場合には電流指令が小さくなるに伴って、デッドタイムの影響で電圧がかからなくなり、電流0の近辺で指令電流をクリップした図8中(B)の波形が観測される。電流制御部を持つ構成の場合(例えば、図1、図4などを参照)、電流指令と実電流との差により適宜電流を制御するため遅い変化であればデッドタイムの影響を無視することができるが、1回転中に1回または2回程度の高速な変化に対しては十分なゲインを得ることができず、やはり図8中(B)のような波形になってしまう。このようなことが起こると、周期負荷変動による回転速度変動をなくすための制御部が不安定になってしまうことがあるため、出力を行う際にデッドタイム補正を行うことが好ましい。

10

【0061】

図9はインバータの詳細構成を示す図であり、ここでは3相のものを示している。デッドタイムは例えばu相のスイッチングを行う T_{u+} 、 T_{u-} が同時にONしないようにするために T_{u+} の入力をオフした後デッドタイム期間をあけて T_{u-} の入力をオンするように制御することである。このためデッドタイムがあると2つのトランジスタがオフする期間が作られることになるが、このとき例えば電動機に向けて電流が流れていると T_{u-} に並列に接続されたダイオードがオンし、結局 T_{u-} がオンしたのと同じ結果となる。逆に電流が電動機からインバータに向けて流れているときには T_{u+} に並列に接続されたダイオードがオンするため、出力電圧が見かけ上変化するように見える。そこで、PWMの出力時に電動機に向けて電流が流れている場合にはプラスに接続される期間を長くし、逆に電動機から電流が流れ込んでいる場合にはマイナスに接続される期間を長くすることで、デッドタイムによる電圧の変化を抑えることができる。

20

【0062】

図10はこの発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。

【0063】

この電動機制御装置が図1の電動機制御装置と異なる点は、検出電流を入力とするピーク電流制御部18をさらに設けた点、および振幅調整部15に代えて、ピーク電流制御部18からの出力に基づいて制御される振幅調整部15を採用した点のみである。

30

【0064】

前記ピーク電流制御部18は、モータ電流のピーク値を検出し、ピーク値がインバータやモータの限界電流を考慮して予め設定された値を越えることが予想される場合に、振幅を抑制する指令を出力するものである。

【0065】

前記振幅調整部15は、振幅抑制指令を入力として、それまでは角加速度の基本波成分が0になるように積分などで無限大のゲインを実現していたところを積分値からある一定割合の値を除去するなどによりゲインを下げる処理を行う。

40

【0066】

したがって、角加速度の基本波成分は0にはならなくなるが、電流指令の振幅が小さくなるためピーク電流が削減され、インバータデバイスやモータの限界電流以下で駆動しつづけることが可能となる。

【0067】

換言すれば、電流容量が小さいインバータデバイスやモータを使用することができるので、コストダウンを達成することができる。

【0068】

図11はクリップ前後の電流指令を示す図であり、図11中(A)がクリップ前の電流

50

指令波形を、図 1 1 中 (B) がクリップ後の電流指令波形を、それぞれ示している。なお、この波形は、電流指令に周期トルク変動を除去するための信号を印加した後のものである。また、クリップすることによりピーク電流の低い形に偏向された電流指令を得る処理は、例えば、振幅調整部において実現することができる。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 中 (A) の波形がさらに大きくなりピーク電流設定値に到達すると、電流指令をクリップすることでピーク電流を削減する。この際平均電流がそのままであると平均トルクが低下し速度が低下する。このため、速度制御ループなどで平均電流指令値を上昇させ、さらにクリップを行うことで、平均速度は維持しながらピーク電流の削減が可能となる。この場合には前述した振幅を調整する場合よりも等価的に大きな基本波成分を出力できることから、ピーク電流を守りながら基本波成分 0 を達成するトルク変動量を拡大することができる。

10

【 0 0 7 0 】

図 1 2 はこの発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。

【 0 0 7 1 】

この電動機制御装置が図 1 の電動機制御装置と異なる点は、振幅調整部 1 5 からの出力を入力とする誤差削減部 1 9 をさらに設けた点、および位置検出部 1 2 に代えて、誤差削減部 1 9 からの出力に基づいて制御される振幅調整部 1 2 を採用した点のみである。

【 0 0 7 2 】

前記誤差削減部 1 9 は、例えば、予め設定された圧縮機のトルク変動量の大きさを有しており、振幅調整部 1 5 からのトルク変動量出力とこの設定値を比較して Lq 補正指令を出力するものである。前記位置検出部 1 2 は、例えば、 Lq 補正指令に応答して Lq を補正し、補正後の Lq を用いてロータ位置、角速度を出力するものである。

20

【 0 0 7 3 】

図 1 3 は、図 3 の位置検出部 1 2 においてモータ 5 の q 軸インダクタンス Lq が位置検出部 1 2 に設定された Lq よりも 1 0 % だけ小さい場合の角度誤差推移を表す図である。この図では時間とともに負荷を徐々に上げた場合を示している。この図から分かるように負荷の増大に伴って推定角度は遅れていく。この位置検出部 1 2 を用いて 1 回転毎に繰り返すトルク変動のある圧縮機 6 を負荷変動に合わせて出力トルクを振りながら駆動した場合の各部の概略波形を図 1 4 に示す。誤差がない場合には負荷トルクの増大に伴って出力トルクが増えるため回転速度は大きく変動することなく一定回転を保つことができる { 図 1 4 中 (A) 参照 }。しかし、 Ld が小さな場合には、出力トルク増大に伴って位置検出部 1 2 がマイナス方向に誤差を生じるため、出力トルクと同位相の角加速度誤差が生じトルクの大きな部分で角加速度が大きく観測される { 図 1 4 中 (B) 参照 }。そして、この情報に基づいてトルク制御が行われるため、実際の所要トルクよりも小さなトルク変動を行うことになる。

30

【 0 0 7 4 】

一方、圧縮機 6 のトルク変動量は圧縮機 6 の構造によりほぼ定まるため、圧縮機 6 の持つトルク変動量と制御が出力するトルク変動の大きさを比較し、制御の出力するトルク変動量が小さな場合には位置検出部 1 2 に設定された Lq が実モータの Lq よりも小さいことが分かる。

40

【 0 0 7 5 】

したがって、図 1 2 の誤差削減部 1 9 において、両トルク変動量を比較することによって Lq 補正指令を出力し、位置検出部 1 2 における Lq の補正を実現することができる。

【 0 0 7 6 】

ここでは Lq の誤差削減のみについて述べたが、例えば図 3 の位置検出部の場合、他の機器定数や電流検出器や電圧検出器のゲイン等に誤差がある場合にも同様の動作を行うので、これらについても同様の方法で誤差削減を行うことが可能である。また、複数のパラメータに誤差が生じている場合にはそれぞれの誤差を削減することはできないが、それら

50

の結果生じる位置検出誤差を例えばLqを調整することによって削減することが可能である。

【0077】

図3以外の位置検出部を採用した場合にも、通常、出力トルクに応じて生じる位置検出誤差の符号とパラメータの誤差の符号とに相関があるため、それを利用してパラメータの誤差を削減できる。

【0078】

図15はこの発明の電動機制御装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。

【0079】

この電動機制御装置が図12の電動機制御装置と異なる点は、誤差削減部19に代えて、振幅調整部15からの出力、検出電流、および角速度を入力とする誤差削減部19を採用した点のみである。

10

【0080】

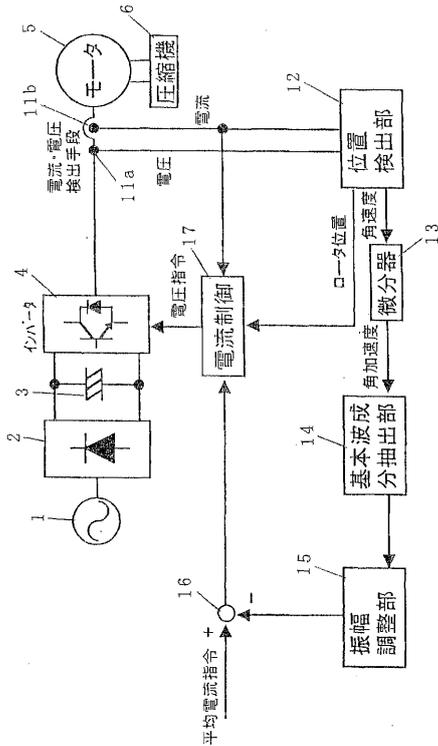
前記誤差削減部19は、予め角速度、電流に応じて最適なトルク変動比が設定されており、角速度、電流に応じて設定されたトルク変動比になるようにパラメータ調整指令を出力するものである。

【0081】

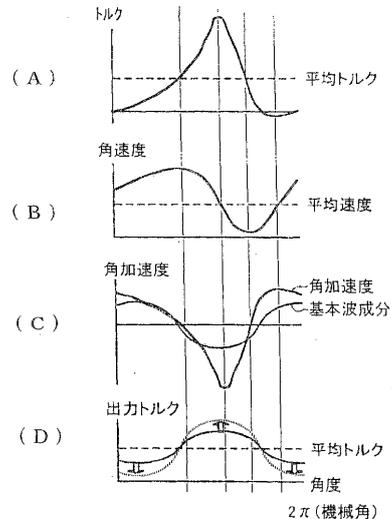
圧縮機6の負荷変動は圧縮機の構造によりほぼ決まるが、図5に示したように外部条件によっても変化する。そこで、電流、角速度などの情報を用い負荷変動比率を変化させることでより正確な位置検出誤差の削減を実施することができる。すなわち、角速度、電流に合わせて設定されたトルク変動比になるように位置検出部12のパラメータを調整することで、位置検出誤差を削減し、速度変動を防止することができる。

20

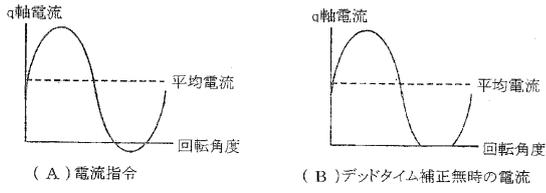
【図1】



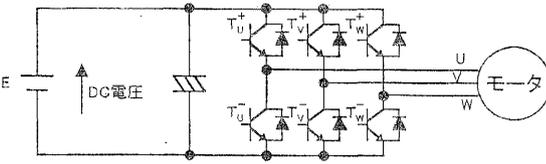
【図2】



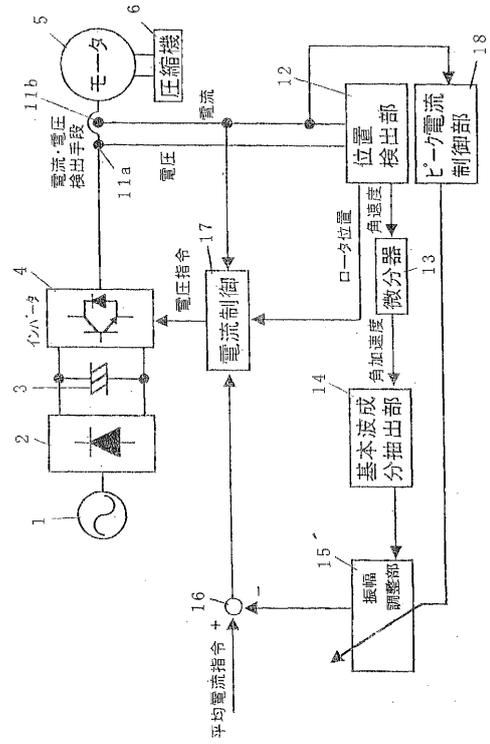
【 図 8 】



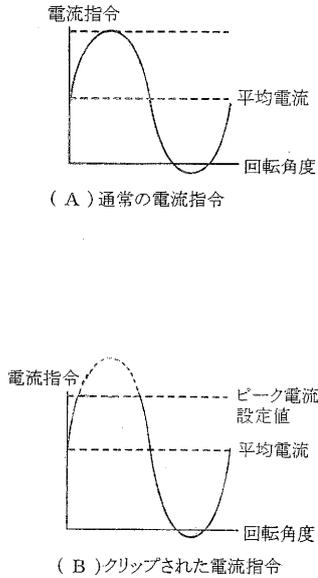
【 図 9 】



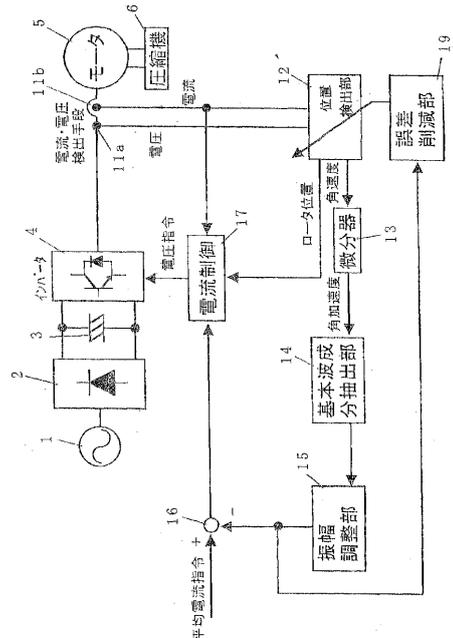
【 図 10 】



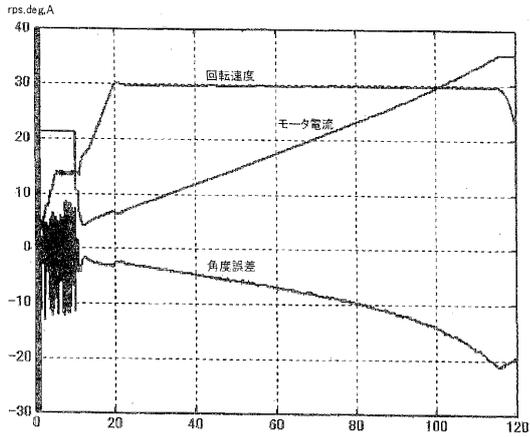
【 図 11 】



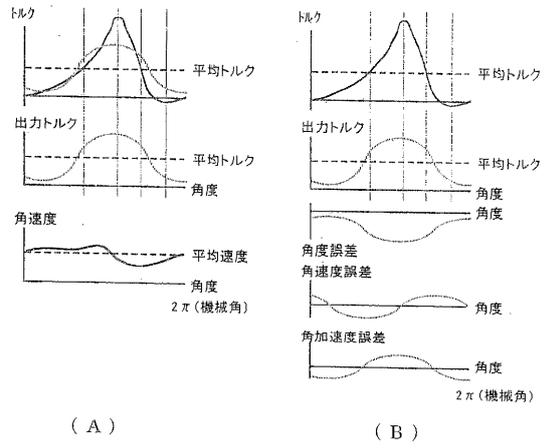
【 図 12 】



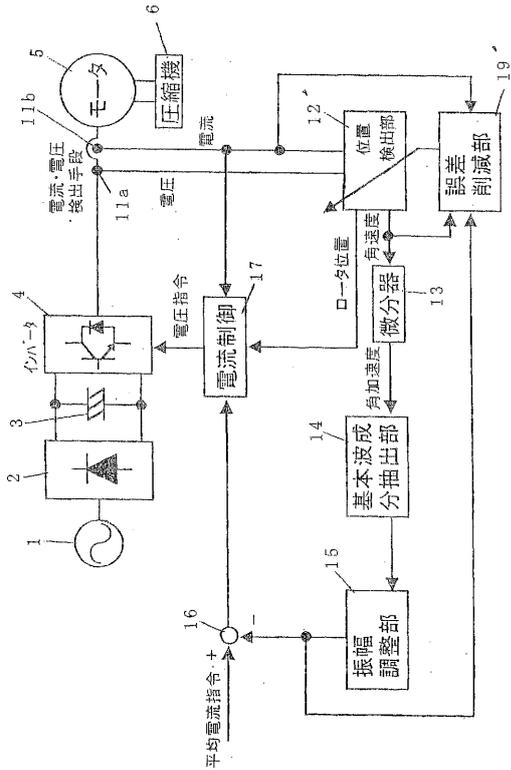
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H505 AA06 BB04 CC05 DD03 DD06 EE41 GG04 GG08 HA08 HB02
JJ04 JJ25 JJ28 LL14 LL16 LL22 LL24 LL40 MM17
5H560 AA02 BB04 DA13 DA14 DB13 DB14 DC12 DC13 DC20 EB01
RR01 SS07 UA02 XA02 XA13 XB04