

图 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機を駆動する電動機の回転数偏差に対応する平均電圧指令に、前記電動機の 1 回転中の負荷トルクの変化パターンに対応して変化するトルク制御パターンを乗算することにより前記電動機の駆動電圧を制御する圧縮機用電動機の制御装置であって、
前記圧縮機の圧縮開始位置を検出する圧縮開始位置検出部と、
前記電動機の回転数の変動幅を検出する回転数変動幅検出部と、
前記圧縮開始位置検出部で検出された圧縮開始位置を、前記回転数変動幅検出部で検出された回転数の変動幅に基づいて補正する補正部と、
前記トルク制御パターンを記憶したトルク制御パターン記憶部、とを備え、
前記補正部で補正された圧縮開始位置のタイミングで前記トルク制御パターン記憶部から前記トルク制御パターンを読み出して前記平均電圧指令に乗算することにより前記電動機の駆動電圧を制御する圧縮機用電動機の制御装置。

10

【請求項 2】

前記補正部は、
前記回転数変動幅検出部からの回転数の変動幅に基づいて補正値を発生する圧縮開始位置補正部と、
前記圧縮開始位置補正部で発生された補正値を、前記圧縮開始位置検出部で検出された圧縮開始位置に加算することにより圧縮開始位置を補正する加算器、
とを備えた請求項 1 に記載の圧縮機用電動機の制御装置。

20

【請求項 3】

前記圧縮開始位置補正部は、
前記電動機が一定負荷の状態で、前記圧縮開始位置補正部で発生された補正値を、前記圧縮開始位置検出部で検出された圧縮開始位置に加算する、請求項 2 に記載の圧縮機用電動機の制御装置。

30

【請求項 4】

前記電動機の負荷状態を検出する負荷状態検出部を更に備え、
前記圧縮開始位置補正部は、前記負荷状態検出部で検出された負荷状態が一定である状態で、前記圧縮開始位置補正部で発生された補正値を、前記圧縮開始位置検出部で検出された圧縮開始位置に加算する、請求項 3 に記載の圧縮機用電動機の制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧縮機用電動機の制御装置に関し、特に圧縮機を駆動する電動機の振動を低減する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、圧縮機を駆動するための電動機を制御する制御装置が知られている。このような制御装置として、例えば特開 2001-295769 は、圧縮機の駆動トルクと負荷トルクの不平衡に起因して発生する回転振動を低減することができる「圧縮機用モータの制御装置」を開示している。

40

【0003】

この圧縮機用モータの制御装置は、圧縮機の 1 回転中の負荷トルクの変化パターンに対応したパターンで変化する係数を、トルク制御パターンとして予め記憶させた記憶手段を備えている。そして、モータの回転角度を検出し、この検出された回転角度に対応する係数を記憶手段から読み出し、この読み出した係数をモータの回転数偏差に対応する平均電圧指令に乗算して新たな電圧指令を生成し、この生成された新たな電圧指令に基づいてモータを駆動することにより、モータのトルクを 1 回転中における負荷トルクの変化に追従させている。

【0004】

50

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した圧縮機用モータの制御装置は、圧縮機の圧縮開始位置を検出し、この検出された圧縮開始位置を基準にしてトルク制御パターンの読み出しを開始する。そして、このトルク制御パターンに基づいて新たな電圧指令を生成してモータを駆動する。

【0005】

しかしながら、圧縮開始位置は機械的に決定されるため、圧縮機製造時において、モータのステータを圧縮機に組み込む際に、組み込み角度にバラツキが生じて組み込み誤差が発生する。その結果、圧縮開始位置にズレが発生して回転振動の原因になっている。

【0006】

そこで、本発明の目的は、圧縮機の圧縮開始位置に誤差が生じてても回転振動を抑えることができる圧縮機用電動機の制御装置を提供することにある。 10

【0007】**【課題を解決するための手段】**

以下に、[発明の実施の形態]で使用する番号・符号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号・符号は、[特許請求の範囲]の記載と[発明の実施の形態]の記載との対応関係を明らかにするために付加されたものであるが、[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0008】

本発明に係る圧縮機用電動機の制御装置は、上記目的を達成するために、圧縮機を駆動する電動機(3)の回転数偏差に対応する平均電圧指令に、電動機(3)の1回転中の負荷トルクの変化パターンに対応して変化するトルク制御パターンを乗算することにより電動機(3)の駆動電圧を制御する圧縮機用電動機の制御装置であって、圧縮機の圧縮開始位置を検出する圧縮開始位置検出部(11)と、電動機(3)の回転数の変動幅を検出する回転数変動幅検出部(20)と、圧縮開始位置検出部(11)で検出された圧縮開始位置を、回転数変動幅検出部(20)で検出された回転数の変動幅に基づいて補正する補正部(21、22)と、トルク制御パターンを記憶したトルク制御パターン記憶部(12)、とを備え、補正部(21、22)で補正された圧縮開始位置のタイミングでトルク制御パターン記憶部(12)からトルク制御パターンを読み出して平均電圧指令に乗算することにより電動機(3)の駆動電圧を制御するように構成されている。 20

【0009】

この圧縮機用電動機の制御装置によれば、圧縮開始位置検出部(11)で検出された圧縮開始位置を、回転数変動幅が最も小さくなるように補正した後に圧縮機の運転を行うので、圧縮機製造時において、電動機(3)のステータを圧縮機に組み込む際に、組み込み角度にバラツキが生じて組み込み誤差が発生しても、回転振動を抑えることができる。 30

【0010】

また、本発明に係る圧縮機用電動機の制御装置において、補正部(21、22)は、回転数変動幅検出部(20)からの回転数の変動幅に基づいて補正值を発生する圧縮開始位置補正部(21)と、圧縮開始位置補正部(21)で発生された補正值を、圧縮開始位置検出部(11)で検出された圧縮開始位置に加算することにより圧縮開始位置を補正する加算器(22)、とを備えて構成できる。 40

【0011】

また、本発明に係る圧縮機用電動機の制御装置において、圧縮開始位置補正部(21)は、電動機(3)が一定負荷の状態で、圧縮開始位置補正部(21)で発生された補正值を、圧縮開始位置検出部(11)で検出された圧縮開始位置に加算するように構成できる。

【0012】

更に、本発明に係る圧縮機用電動機の制御装置は、電動機(3)の負荷状態を検出する負荷状態検出部(30)を更に備え、圧縮開始位置補正部(21)は、負荷状態検出部(30)で検出された負荷状態が一定である状態で、圧縮開始位置補正部(21)で発生された補正值を、圧縮開始位置検出部(11)で検出された圧縮開始位置に加算するように構成できる。 50

【0013】

この構成によれば、負荷状態検出部（30）によって負荷状態が一定であるかどうかを判断することができるので、負荷が安定するまでの時間として所定の待機時間が経過するのを待つ必要がなく、圧縮開始位置の補正値を迅速に決定することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、この実施の形態に係る圧縮機用電動機の制御装置は、上述した特開2001-295769に開示された圧縮機用モータの制御装置を改良したものである。従って、以下では、重複部分の説明は簡略化するので必要に応じて特開2001-295769を参照されたい。

10

【0015】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1に係る圧縮機用電動機の制御装置の構成を示す図である。この圧縮機用電動機の制御装置は、コンバータ回路1、インバータ回路2、DCブラシレスモータ3、回転数・回転角度検出部10、圧縮開始位置検出部11、トルク制御パターン記憶部12、加算器13、比例・積分定数部14、切替スイッチ15、定数発生部16、乗算器17、インバータUVW波形制御部18、回転数変動幅検出部20、圧縮開始位置補正部21及び加算器22から構成されている。

【0016】

コンバータ回路1は、交流電源からの電力を直流電力に変換してインバータ回路2に供給する周知の回路である。インバータ回路2は、コンバータ回路1からの直流電力を、インバータUVW波形制御部18からの制御信号に応じて、3相の電力に変換し、DCブラシレスモータ3に供給する。DCブラシレスモータ3は、図示しない圧縮機を駆動する直流モータである。

20

【0017】

回転数・回転角度検出部10は、DCブラシレスモータ3の誘起電圧に基づいて、その回転数及び回転角度を検出する。具体的には、回転数・回転角度検出部10は、誘起電圧のゼロクロス点の間隔、つまり、誘起電圧の周期に基づいてDCブラシレスモータ3の回転数を検出すると共に、誘起電圧がゼロクロス点を通過する毎に回転角度が0°、90°、180°及び270°であることを検出する。この回転数・回転角度検出部10で検出された回転数は、加算器13及び回転数変動幅検出部20に送られ、回転角度は、圧縮開始位置検出部11及びインバータUVW波形制御部18に送られる。

30

【0018】

圧縮開始位置検出部11は、DCブラシレスモータ3に結合されている図示しない圧縮機が圧縮動作を開始する圧縮動作開始タイミングを検出する。圧縮機が圧縮動作を開始するときのDCブラシレスモータ3のロータの回転角度は予め機械的に決定されている。圧縮開始位置検出部11は、回転数・回転角度検出部10で検出されたDCブラシレスモータ3の回転角度が、予め決定されている回転角度になるタイミングを圧縮機の圧縮動作開始タイミングとして検出し、その旨を表す信号を加算器22に送る。

【0019】

加算器22は、圧縮開始位置検出部11からの圧縮動作開始タイミングを表す信号に、後述する圧縮開始位置補正部21からの補正値を加算し、新たな圧縮開始位置を算出する。この加算器22から出力される新たな圧縮開始位置を表す信号は、トルク制御パターン記憶部12に送られる。

40

【0020】

トルク制御パターン記憶部12は、トルク制御パターン偏差テーブルを記憶している。図2に示すトルクT1～T6は、60°の間隔で分割した6つの回転角度区間の各々における圧縮機の負荷トルクの平均値を示している。各負荷トルクT1～T6の発生に必要なインバータ回路2の出力電圧は、演算やシミュレーションによって求めることができる。また、圧縮機が1回転する間での平均負荷トルクTavも演算やシミュレーションによって

50

求めることができる。

【0021】

上記トルク $T_1 \sim T_6$ の発生に必要なインバータ回路 2 の出力電圧をそれぞれ $V_1 \sim V_6$ 、平均負荷トルク T_{av} の発生に必要なインバータ回路 2 の出力電圧を V_{av} とすると、トルク制御パターン偏差テーブルは、図 3 に示す関係、つまり、上記電圧 $V_1 \sim V_6$ の各々を電圧 V_{av} で除算した制御係数値 $(V_1 / V_{av}) \sim (V_6 / V_{av})$ と、これらの制御係数値に対応する各回転角度間隔との関係を記憶している。このトルク制御パターン記憶部 12 に記憶されている制御計数値は、切替スイッチ 15 を経由して乗算器 17 に送られる。

【0022】

加算器 13 は、外部から回転数指令として与えられる圧縮機の目標回転数（DC ブラシレスモータ 3 の目標回転数）と、回転数・回転角度検出部 10 で検出された圧縮機の実際の回転数との偏差（回転数偏差）を算出する。この加算器 13 から出力される回転数偏差は、比例・積分定数部 14 に送られる。

【0023】

比例・積分定数部 14 は、加算器 13 からの回転数偏差に比例・積分補償を施し、圧縮機の回転数偏差の平均値に対応する電圧 V_{av} を平均電圧指令として出力する。この比例・積分定数部 14 から出力される平均電圧指令は、乗算器 17 に送られる。

【0024】

切替スイッチ 15 は、圧縮機の目標回転数が所定の低回転数域の回転数である場合にオンにされる。そして、オンにされた状態でトルク制御パターン記憶部 12 の出力を選択する。一方、オフにされた状態では、定数発生部 16 で発生された制御係数値「1」を選択して出力する。

【0025】

乗算器 17 は、比例・積分定数部 14 から出力される平均電圧指令に切替スイッチ 15 で選択された制御係数値を乗算し、その乗算結果を電圧指令としてインバータ UVW 波形制御部 18 に送る。

【0026】

インバータ UVW 波形制御部 18 は、PWM 信号生成機能を有し、回転数・回転角度検出部 10 によって検出された回転角度と乗算器 17 からの電圧指令とに基づいて、該電圧指令を UVW 電圧制御信号に変換する。この UVW 電圧制御信号は、インバータ回路 2 に送られる。

【0027】

回転数変動幅検出部 20 は、回転数・回転角度検出部 10 で検出された回転数に基づいて、1 回転中の最大回転数と最小回転数との差を示す回転数変動幅 r_1 を検出する。この検出された回転数変動幅 r_1 は、圧縮開始位置補正部 21 に送られる。

【0028】

圧縮開始位置補正部 21 は、回転数変動幅検出部 20 からの回転数変動幅 r_1 に基づいて、圧縮開始位置検出部 11 で検出された圧縮開始位置を補正するための補正値を発生する。この発生された補正値は、加算器 22 に送られる。この圧縮開始位置補正部 21 から出力される補正値は、図示しない固定信号をアクティブにすることにより固定できるように構成されている。

【0029】

次に、以上のように構成される本発明の実施の形態 1 に係る圧縮機用電動機の制御装置の動作を説明する。

【0030】

まず、圧縮機の圧縮開始位置を補正する動作を説明する。この場合、DC ブラシレスモータ 3 を一定負荷且つ一定回転数で回転させる。一定負荷の条件としては、一定回転数（或る周波数）で負荷が安定するまでの待機時間を採用することができる。

【0031】

10

20

30

40

50

この状態で、回転数・回転角度検出部 10 は、DC ブラシレスモータ 3 の回転数を検出し、回転数変動幅検出部 20 に送る。回転数変動幅検出部 20 は、受け取った回転数に基づいて、回転数変動幅 r_1 を検出し、圧縮開始位置補正部 21 に送る。これにより、圧縮開始位置補正部 21 は、回転数変動幅 r_1 が最小となるような補正値を生成し、加算器 22 に送る。

【0032】

ここで、圧縮開始位置補正部 21 において、回転数変動幅 r_1 が最小となるような補正値は、以下の手順で求めることができる。即ち、圧縮開始位置補正部 21 は、複数の補正値を加算器 22 に送り、回転数変動幅検出部 20 で検出された補正値毎の回転数変動幅を収集する。そして、収集された回転変動数幅の中の最も小さいものに対応する補正値を、回転数変動幅 r_1 が最小となる補正値として決定する。以後は固定信号がアクティブにされ、圧縮開始位置補正部 21 は、この決定された補正値を固定的に出力する。圧縮機のステータの組み込み角度は、その圧縮機の構造によって固有に決定されるので、上述した動作は、圧縮機を運転中に 1 回だけ実行すればよい。

10

【0033】

次に、圧縮機用電動機の制御装置の動作を説明する。この場合、上述した動作によって圧縮開始位置補正部 21 は回転数変動幅 r_1 が最小となる補正値を出力するように設定されているものとする。

【0034】

今、目標回転数が低回転数域の回転数よりも高い回転数に設定されているとすると、切替スイッチ 15 がオフにされる。その結果、乗算器 17 において比例・積分定数部 14 の出力に、定数発生部 16 からの係数「1」が乗算される。従って、比例・積分定数部 14 の出力がインバータ UVW 波形制御部 18 に直接送られる。

20

【0035】

即ち、比例・積分定数部 14 からは、加算器 13 から出力される回転数偏差を平均した平均電圧指令が出力されるので、切替スイッチ 15 がオフにされた状態では、この平均電圧指令が電圧指令としてインバータ UVW 波形制御部 18 に直接入力される。これにより、インバータ UVW 波形制御部 18 は、平均電圧指令に対応する UVW 電圧制御信号をインバータ回路 2 に送り、その結果、DC ブラシレスモータ 3 が平均トルク T_{av} を発生するように駆動される。

30

【0036】

次に、目標回転数が低回転数域の回転数に設定されている場合は、切替スイッチ 15 がオンにされる。従って、乗算器 17 において、比例・積分定数部 14 から出力される平均電圧指令にトルク制御パターン記憶部 12 から出力されるトルク制御パターンが乗算される。

【0037】

圧縮開始位置検出部 11 は、予め決定されている回転角度になるタイミングを圧縮機の圧縮動作開始タイミングとして検出し、その旨を表す信号を加算器 22 に送る。一方、圧縮開始位置補正部 21 は、上記固定された補正値を加算器 22 に送る。加算器 22 は、上記圧縮開始位置検出部 11 からの信号と圧縮開始位置補正部 21 からの補正値を表す信号とを加算し、トルク制御パターン記憶部 12 に送る。その結果、圧縮機の回転角度が正確な制御開始角度になるタイミングで、トルク制御パターン記憶部 12 の記憶内容の読み出しが開始される。これにより、トルク制御パターン偏差テーブルから、回転角度が制御開始角度から 60° 増す度にトルク制御パターン偏差 α 、つまり、図 3 に示す制御係数値 V_1/V_{av} 、 V_2/V_{av} 、 $\dots$ 、 V_6/V_{av} が順次出力される。

40

【0038】

上述したように、比例・積分定数部 14 は平均トルク T_{av} に対応する電圧 V_{av} を出力し、トルク制御パターン記憶部 12 はトルク制御パターン α を出力するので、乗算器 17 からは電圧 V_1 、 V_2 、 $\dots$ 、 V_6 が新たな電圧指令として順次出力されることになる。この結果、DC ブラシレスモータ 3 のトルクは、圧縮機が 1 回転する間、図 2 に示すよう

50

に、T 1, T 2, . . . T 6という態様で変化することになる。つまり、負荷トルクの大
きさに応じて且つ負荷トルクの変動に追従して変化することになる。

【0039】

以上説明した本発明の実施の形態1に係る圧縮機用電動機の制御装置によれば、圧縮開始
位置検出部11で検出された圧縮開始位置を、回転数振動幅が最も小さくなるように補正
した後に圧縮機の運転を行うので、圧縮機製造時において、DCブラシレスモータ3のス
テータを圧縮機に組み込む際に、組み込み角度にバラツキが生じて組み込み誤差が発生し
ても、回転振動を抑えることができる。

【0040】

(実施の形態2)

本発明の実施の形態2に係る圧縮機用電動機の制御装置は、上述した実施の形態1に係る
圧縮機用電動機の制御装置に負荷状態検出部30が追加されて構成されている。

【0041】

負荷状態検出部30は、インバータUVW波形制御部18で生成された一定回転数におけ
るPWM信号を入力する。そして、入力されたPWM信号のデューティ比が所定範囲以内
であるかどうかを調べ、所定範囲内であることを検出すると、一定回転数で一定負荷状態
にあることを表す一定負荷信号を圧縮開始位置補正部21に送る。

【0042】

圧縮開始位置補正部21は、負荷状態検出部30から一定負荷信号が送られてきた場合に
、一定負荷の条件が成立したものとして、実施の形態1で説明した圧縮機の圧縮開始位置
を補正する動作を行う。

【0043】

この実施の形態2に係る圧縮機用電動機の制御装置によれば、負荷状態検出部30によっ
て一定負荷の条件が成立したかどうかを判断することができるので、負荷が安定するまで
の時間として所定の待機時間が経過するのを待つ必要がない。従って、圧縮開始位置の補
正值を迅速に決定することができる。

【0044】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、圧縮機の圧縮開始位置に誤差が生じてても回転振動
を抑えることができる圧縮機用電動機の制御装置を提供できる。

【0045】

より詳しくは、本発明に係る圧縮機用電動機の制御装置によれば、圧縮開始位置検出部で
検出された圧縮開始位置を、回転数振動幅が最も小さくなるように補正した後に圧縮機の
運転を行うので、圧縮機製造時において、電動機のステータを圧縮機に組み込む際に、組
み込み角度にバラツキが生じて組み込み誤差が発生しても、回転振動を抑えることができ
る。

【0046】

また、負荷状態検出部によって負荷状態が一定であるかどうかを判断することができると
、負荷が安定するまでの時間として所定の待機時間が経過するのを待つ必要がなく、圧
縮開始位置の補正值を迅速に決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る圧縮機用電動機の制御装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る圧縮機用電動機の制御装置における負荷トルクの変
動パターンに対する駆動トルクの変化パターンを示す図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る圧縮機用電動機の制御装置におけるトルク制御パ
ターン偏差テーブルの記憶内容を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態2に係る圧縮機用電動機の制御装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 コンバータ回路
- 2 インバータ回路

10

20

30

40

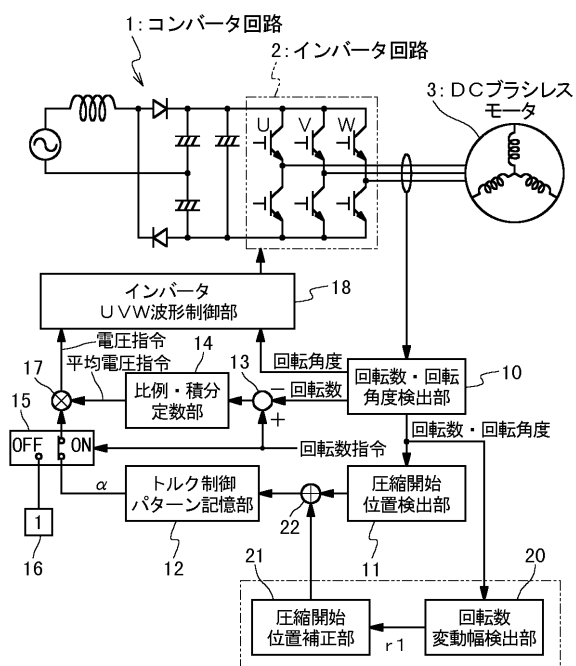
50

3 DC ブラシレスモータ

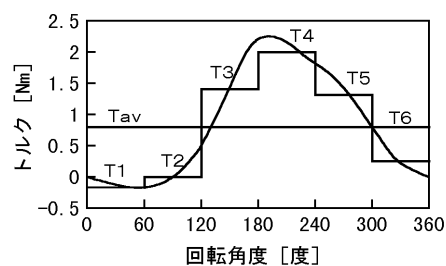
- 10 回転数・回転角度検出部
- 11 圧縮開始位置検出部
- 12 トルク制御パターン記憶部
- 13 加算器
- 14 比例・積分定数部
- 15 切替スイッチ
- 16 定数発生部
- 17 乗算器
- 18 インバータU V W波形制御部
- 20 回転数変動幅検出部
- 21 圧縮開始位置補正部
- 22 加算器

10

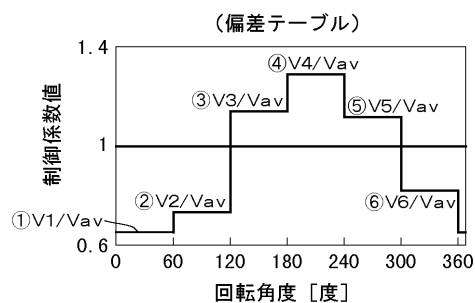
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

