

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第4区分

【発行日】平成24年4月5日(2012.4.5)

【公開番号】特開2010-213557(P2010-213557A)

【公開日】平成22年9月24日(2010.9.24)

【年通号数】公開・登録公報2010-038

【出願番号】特願2009-60252(P2009-60252)

【国際特許分類】

H 02 P 21/00 (2006.01)

H 02 P 27/04 (2006.01)

【F I】

H 02 P 5/408 A

【手続補正書】

【提出日】平成24年2月20日(2012.2.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

三相同期電動機の固定子に対する回転子の回転子位置 mを検出して回転子位置検出信号を出力する位置検出部と、

前記三相同期電動機の速度を示すフィードバック速度信号を発生するフィードバック速度信号発生部と、

速度指令と前記フィードバック速度信号とに基づいてトルク指令を発生するトルク指令発生部と、

前記トルク指令に基づいてd軸電流指令及びq軸電流指令を出力する電流指令発生部と、

前記三相同期電動機の電機子巻線を流れる少なくとも二相分の電流を検出して該二相分の電流を示す電流信号を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力される前記電流信号および前記回転子位置信号に基づいて、直交二軸変換によりd軸電流フィードバック信号及びq軸電流フィードバック信号を演算して出力する直交二軸変換部と、

前記d軸電流指令及びq軸電流指令と前記d軸電流フィードバック信号及びq軸電流フィードバック信号とに基づいて、前記電機子巻線に電機子電流を供給する電機子電流供給装置とを具備し、

前記電機子電流供給装置が、前記位置検出部が検出する前記回転子位置 mに基づいて、前記電機子電流の位相を決定するように構成されている三相同期電動機の制御装置において、

前記q軸電流フィードバック信号、前記フィードバック速度信号及び前記q軸電流指令に基づいて、三相動力線の誤配線があると、前記q軸電流指令が飽和状態になること、前記q軸電流フィードバック信号が所定の値以上になること、前記q軸電流フィードバック信号及びフィードバック速度信号が逆極性になる状況が発生することを利用して前記電機子電流供給装置と前記三相同期電動機との間の三相動力線の誤配線を検出すると、アラーム信号を出力する誤配線検出部を更に備えている誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置。

【請求項2】

前記誤配線検出部は、

前記q軸電流指令が飽和している状態にあるか否かを判定する飽和状態判定部と、

前記q軸電流フィードバック信号の大きさが所定の値以上あるか否かを判定するq軸電流フィードバック信号判定部と、

前記フィードバック速度信号の極性と前記q軸電流フィードバック信号の極性とが逆の状態にある時間を積算して積算値を出力する積算部と、前記積算値が予め定めた累積時間以上になると誤配線と判定して前記アラーム信号を出力する判定部とを備えている請求項1に記載の誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置。

### 【請求項3】

前記所定の値が、定格電流の10%以上の値である請求項2に記載の誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置。

### 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、動力線の誤配線を検出できる機能を備えた三相同期電動機の制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許第2797882号公報（特許文献1）に示された誤配線検出機能では、電動機を駆動する電力変換器のパワートランジスタの任意の二つを順次オンさせる手段を発生するオン・オフパターンから想定される電流フィードバック信号とサーボモータの制御装置の三相または多相出力の出力電流とを比較する手段によりサーボモータとサーボモータの制御装置とが接続しているかどうかを判断する。また従来の三相同期電動機の動力線誤配線時の保護方法としては、電流指令を与えてq軸電流フィードバックと速度の振動を見て誤配線を検出する方式がある。また、直流励磁を行い、モータが停止する位置が正しい位置でない場合には、誤配線として検出するものもある。さらに、ダイナミックブレーキ動作時の相電流を検出し、その相電流の順番が違うと誤配線として検出するものなどがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第2797882号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

図5～図7は、一般的な同期電動機制御装置にて三相同期電動機の動力線を正常に配線したとき、二相誤配線にしたとき及び三相誤配線にしたときの各指令の波形である。図5～図7から、二相が誤配線した場合はしばらくの間、q軸電流フィードバックに振動を生ずるが、三相が誤配線した場合はq軸電流フィードバックに振動はないことがわかる。このことから、q軸電流フィードバックと速度の振動を見て誤配線を検出する方法で、誤配線の状況によっては、誤配線を検出できないことがわかる。また、直流励磁を用いる方法では、特別に誤配線検出モードを設けて、直流励磁を行って誤配線を検出する必要があり、モータは直流励磁により動いてしまう。機械によっては、移動距離をあまり取れない機械もあり、余分な動きを生じないことが要求される。また、ダイナミックブレーキを用いる方法では、モータを回転させてからダイナミックブレーキを動作させる必要があり、誤

配線でモータがうまく動かないのに、モータの回転を前提とするのは難しい。また、三相のダイナミックブレーキが必要であり、単相のダイナミックブレーキを用いる装置の場合には、適用できないという問題がある。このように、従来の誤配線検出技術では、三相誤配線を正しく検出できなかったり、専用の検出モードを設けないと検出できない場合や、回路条件により適用できない場合など、いくつかの問題があった。またモータの動力線に誤配線があると、モータが指令と逆方向に回転したり、振動したりして、本来の指令通りに正しく動いてくれないため、早急に配線を直す必要がある。しかし、従来の誤配線検出技術では、正しく検出できなかったりしたため、原因の特定が遅れ、システムの立ち上げに時間がかかるといった問題があった。

#### 【0005】

本発明の目的は、三相誤配線を誤配線として検出し、また、直流励磁のような特別な動作や、三相のダイナミックブレーキのような特別な回路を用いることなく、三相同期電動機の誤配線を正しく検出できる誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

本発明の誤配線検出機能を備えた三相同期電動機は、位置検出部と、フィードバック速度信号発生部と、トルク指令発生部と、電流指令発生部と、電流検出器と、直交二軸変換部と、電機子電流供給装置と、誤配線検出部とを備えている。

#### 【0007】

位置検出部は、三相同期電動機の固定子に対する回転子の回転子位置  $m$  を検出して回転子位置を示す回転子位置検出信号を出力する。フィードバック速度信号発生部は、三相同期電動機の速度を示すフィードバック速度信号を発生する。トルク指令発生部は、速度指令とフィードバック速度信号とに基づいてトルク指令を発生する。電流指令発生部は、トルク指令に基づいて  $d$  軸電流指令及び  $q$  軸電流指令を出力する。電流検出器は、電機子巻線を流れる少なくとも二相分の電流を検出して該二相分の電流を示す電流信号を出力する。直交二軸変換部は、電流検出器から出力される電流信号および回転子位置信号に基づいて、直交二軸変換により  $d$  軸電流フィードバック信号及び  $q$  軸電流フィードバック信号を演算して出力する。電機子電流供給装置は、 $d$  軸電流指令及び  $q$  軸電流指令と  $d$  軸電流フィードバック信号及び  $q$  軸電流フィードバック信号とに基づいて、電機子巻線に電機子電流を供給する。また電機子電流供給装置は、位置検出部が検出する回転子位置  $m$  に基づいて、電機子電流の位相を決定するように構成されている。

#### 【0008】

誤配線検出部は、 $q$  軸電流フィードバック信号、フィードバック速度信号及び  $q$  軸電流指令に基づいて、三相動力線の誤配線があると、 $q$  軸電流指令が飽和状態になること、 $q$  軸電流フィードバック信号が所定の値以上になること、 $q$  軸電流フィードバック信号及びフィードバック速度信号が逆極性になる状況が発生することを利用して、電機子電流供給装置と三相同期電動機との間の三相動力線の誤配線を検出すると、アラーム信号を出力する。すなわち誤配線検出部は、二相誤配線及び三相誤配線が発生したときに、 $q$  軸電流フィードバック信号、フィードバック速度信号及び  $q$  軸電流指令に特有の現象が現れることに着目して、これらの現象に基づいて三相動力線の誤配線を検出する。その結果、本発明によれば、従来のように、直流励磁のような特別な動作や、三相のダイナミックブレーキのような特別な回路を用いることなく、三相同期電動機の誤配線を正しく検出できる。

#### 【0009】

より具体的には、誤配線検出部を、飽和状態判定部と、 $q$  軸電流フィードバック信号判定部と、積算部と、判定部とから構成することができる。飽和状態判定部は、 $q$  軸電流指令が飽和している状態にあるか否かを判定する。 $q$  軸電流フィードバック信号判定部は、 $q$  軸電流フィードバック信号の大きさが所定の値以上あるか否かを判定する。積算部は、フィードバック速度信号の極性と  $q$  軸電流フィードバック信号の極性とが逆の状態にある時間を積算して積算値を出力する。判定部は、積算値が予め定めた累積時間以上になると

誤配線と判定してアラーム信号を出力する。q 軸電流指令は、二相誤配線及び三相誤配線のいずれの場合でも飽和状態になる。しかし飽和状態だけでは、誤配線が原因で飽和状態になっているのか否かを断定できない。また q 軸電流フィードバック信号は、二相誤配線及び三相誤配線のいずれの場合でも所定値より小さくなることがない。すなわち q 軸電流フィードバック信号は、極性が変動するような大きな変動を示すことがない。二相誤配線が発生すると、フィードバック速度信号は、一方の極性から他方の極性へと変化する。また三相誤配線が発生すると、フィードバック速度信号の極性は、一方の極性と他方の極性とを交互に繰り返す。フィードバック速度信号の極性が変化することを一つの条件として誤配線を判定すると、ノイズの発生等を考えると、誤った判断をする。そこで積算部は、フィードバック速度信号の極性と q 軸電流フィードバック信号の極性とが逆の状態にある時間を積算して積算値を出力する。ここで「時間を積算する」とは、ある期間  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3 \dots$  の間逆極性の関係が成立しているとした場合には、 $t_1 + t_2 + t_3 \dots$  のように各期間を加算することを意味する。常に極性が逆の状態にある場合には、積算を開始してからの経過時間が、そのまま積算値となる。このようにすると極性が変化しないフィードバック速度信号を判断基準として、q 軸電流フィードバック信号の極性の変化を見るため、確実に極性が変化している区間を判定することができる。

#### 【0010】

そして判定部は、積算値が予め定めた累積時間以上になると誤配線と判定してアラーム信号を出力するので、予め定めた累積時間を適宜の長さに定めることにより、ノイズの影響を受けることなく、確実に誤配線を判定できる。

#### 【0011】

前述の q 軸電流フィードバック信号の「所定の値」は、定格電流の 10 % 以上の値が好みしい。この値以上あれば、誤検出を防止できる。

#### 【0012】

三相誤配線の場合と二相誤配線の場合とでは、三相誤配線の方が二相誤配線の場合よりも、積算動作が早くから行われ且つ積算値の増加率が一定で早く積算値が予め定めた累積時間に達するという傾向がある。そこで前述の予め定めた累積時間は、二相誤配線の場合における積算値の変化状況を考慮して定めるのが好みしい。ちなみに、予め定めた累積時間を、30 msec とすれば、二相誤配線及び三相誤配線の両方を検出できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図1】本発明の誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。

#### 【図2】誤配線検出部の具体例の一例を示す図である。

【図3】(A)乃至(D)は、三相誤配線が発生した場合の状態及び図2の誤配線検出部の動作を説明するために用いる波形図である。

【図4】(A)乃至(D)は、二相誤配線が発生した場合の状態及び図2の誤配線検出部の動作を説明するために用いる波形図である。

#### 【図5】(A)及び(B)は、正常配線時の状態を説明するために用いる波形図である。

【図6】(A)及び(B)は、二相誤配線が発生した場合の状態を説明するために用いる波形図である。

【図7】(A)及び(B)は、三相誤配線が発生した場合の状態を説明するために用いる波形図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明の誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。この誤配線検出機能を備えた三相同期電動機の制御装置は、トルク指令発生部1と、電流指令発生部2と、電機子電流供給装置3と、電流検出器4と、直交二軸変換部5と、位置検出部6と、フィードバック速度信号発生部7と、誤配線検出部8とを備えている

。

### 【 0 0 1 5 】

トルク指令発生部1は、速度指令 $V_c$ とフィードバック速度信号 $V_{cF}$ に基づいてトルク指令TCMDを発生する。電流指令発生部2は、トルク指令TCMDに基づいてd軸電流指令 $I_{dC}$ 及びq軸電流指令 $I_{qC}$ を出力する。電機子電流供給装置3は、d軸電流指令 $I_{dC}$ 及びq軸電流指令 $I_{qC}$ と後述するd軸電流フィードバック信号 $I_{dF}$ 及びq軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ に基づいて、三相同期電動機Mの電機子巻線に電機子電流を供給する。電機子電流供給装置3は、2つの電流制御器31及び32と、座標変換器33と、PWM制御器34と、電力変換器35とを備えている。2つの電流制御器31及び32は、d軸電流指令 $I_{dC}$ 及びq軸電流指令 $I_{qC}$ とd軸電流フィードバック信号 $I_{dF}$ 及びq軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ との電流偏差をd軸電圧指令 $V_{dC}$ 及びq軸電圧指令 $V_{qC}$ に変換する。座標変換器33は、位置検出器6を構成するエンコーダの回転子位置( m )に応じたsin信号及びcos信号を発生する信号発生手段OSCからの信号に基づいて、d軸電圧指令 $V_{dC}$ 及びq軸電圧指令 $V_{qC}$ を直交座標変換及び二相三相変換して、三相電圧指令 $V_{UC}, V_{VC}$ 及び $V_{WC}$ を出力する。PWM制御器34は、PWM制御指令 $V_{UC}, V_{VC}$ 及び $V_{WC}$ に基づいて、三相インバータ回路を含む電力変換器35をPWM制御する。電力変換器35は、直流電力を三相交流電力に変換し、三相電機子電流を三相同期電動機Mに供給する。なお電機子電流供給装置3は、位置検出部6を構成するエンコーダが検出する回転子位置信号 mに基づいて、電機子電流の位相を決定する。

### 【 0 0 1 6 】

電流検出器4は、三相同期電動機Mの電機子巻線を流れる少なくとも二相分の電流を検出して該二相分の電流を示す電流信号 $I_U$ 及び $I_V$ を出力する。座標変換部からなる直交二軸変換部5は、電流検出器4から出力される電流信号 $I_U$ 及び $I_V$ を、回転子位置信号 mに基づいて信号発生手段OSCが発生したsin信号及びcos信号に基づいて座標変換して、d軸電流フィードバック信号 $I_{dF}$ 及びq軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ を出力する。

### 【 0 0 1 7 】

エンコーダからなる位置検出部6は、固定子に対する回転子の回転子位置 mを検出して回転子位置を示す回転子位置検出信号 mを出力する。フィードバック速度信号発生部7は、回転子位置検出信号 mに基づいて、三相同期電動機Mの移動子の速度を示すフィードバック速度信号 $V_{cF}$ を発生する。

### 【 0 0 1 8 】

誤配線検出部8は、q軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ 、フィードバック速度信号 $V_{cF}$ 及びq軸電流指令 $I_{qC}$ に基づいて、電力変換器35と三相同期電動機Mとの間を電気的に接続する三相動力線の誤配線を検出する。誤配線検出部8は、二相誤配線または三相誤配線があると、(1) q軸電流指令 $I_{qC}$ が飽和状態になること、(2) q軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ が所定の値以上になること、(3) q軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ 及びフィードバック速度信号 $V_{cF}$ が逆極性になる状況が発生することを利用して、電機子電流供給装置3と三相同期電動機Mとの間の三相動力線の誤配線を検出して、アラーム信号ASを出力する。アラーム信号ASをどのように活用するかは任意である。例えば、アラーム信号ASで警報を発生してもよいし、電力変換器の動作を遮断してモータへの電力の供給を停止するようにしてもよい。

### 【 0 0 1 9 】

図2には、誤配線検出部8の具体的な構成の一例を示してある。また図3(A)乃至(D)には、三相誤配線(UVW WUV)が発生しているときの、速度指令 $V_c$ と速度(フィードバック速度信号 $V_{cF}$ )との関係；q軸電流指令 $I_{qC}$ と、d軸電流指令 $I_{dC}$ と、q軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ と、d軸電流フィードバック信号 $I_{dF}$ との関係；積算部83が積算する積算値 $I_V$ ；及びアラーム信号ASを示してある。また図4(A)乃至(D)には、二相誤配線(UVW UWV)が発生しているときの、速度指令 $V_c$ と速度(フィードバック速度信号 $V_{cF}$ )との関係；q軸電流指令 $I_{qC}$ と、d軸電流指令 $I_{dC}$ と、q軸電流フィードバック信号 $I_{qF}$ と、d軸電流フィードバック信号 $I_{dF}$ との関係；積算部83

が積算する積算値  $I_V$  ; 及びアラーム信号  $A_S$  を示してある。

#### 【0020】

図2の誤配線検出部8は、飽和状態判定部81と、q軸電流フィードバック信号判定部82と、積算部83と、判定部84とから構成される。飽和状態判定部81は、図3(B)及び図4(B)に示されるように、q軸電流指令  $I_{qC}$  が飽和している状態にあるか否かを判定する。誤配線が無い状態(図5参照)では、q軸電流指令  $I_{qC}$  が飽和することはないからである。またq軸電流フィードバック信号判定部82は、q軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の大きさが所定の値以上あるか否かを判定する。これはq軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の極性を正しく判断するためである。そのため、判定誤動作を防止する目的で、このような条件を附加している。なお好ましくは、q軸電流フィードバック信号の大きさが定格電流の10%以上であれば、判定誤差を防止することができる。

#### 【0021】

積算部83は、フィードバック速度信号  $V_{cF}$  の極性とq軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の極性とが逆の状態にある時間を積算して積算値  $I_V$  を出力する。積算部83は、時間の積算のために、内部時計またはタイマを備えている。三相誤配線の場合には、図3(B)に示すように、フィードバック速度信号  $V_{cF}$  は、当初よりマイナスの極性を示しており、q軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の極性は常時プラスの極性を示している。したがってq軸電流フィードバック信号判定部82が、q軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の大きさが所定の値以上あることを判定した後から、積算部8は逆極性になっている時間を積算して積算値を出力する。この場合には、逆極性の関係が連続して続くため、積算値はq軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の大きさが所定の値以上あることを判定した後からの経過時間と一致する。二相誤配線の場合には、図4(B)に示すように、フィードバック速度信号  $V_{cF}$  は、ゼロ値を中心にして振動するため、マイナスの極性とプラスの極性を繰り返している。これに対して、q軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の極性はプラスの極性を常時示している。したがってq軸電流フィードバック信号判定部82が、q軸電流フィードバック信号  $I_{qF}$  の大きさが所定の値以上あることを判定した後から、積算部8はフィードバック速度信号  $V_{cF}$  がマイナスの極性にある期間の時間を積算する。

#### 【0022】

判定部は、積算値が予め定めた累積時間  $R_T$  以上になると誤配線と判定してアラーム信号を出力する。q軸電流指令は、二相誤配線及び三相誤配線のいずれの場合でも飽和状態になる。予め定めた累積時間を適宜の長さに定めることにより、ノイズの影響を受けることなく、確実に誤配線を判定できる。なお三相誤配線の場合と二相誤配線の場合とでは、三相誤配線の方が二相誤配線の場合よりも、積算動作が早くから行われ且つ積算値の増加率が一定で早く積算値が予め定めた累積時間  $R_T$  に達するという傾向がある。そこで前述の予め定めた累積時間  $R_T$  は、二相誤配線の場合における積算値の変化状況を考慮して定めるのが好ましい。ちなみに、予め定めた累積時間  $R_T$  を、30 msecとすれば、二相誤配線及び三相誤配線の両方を検出できる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0023】

本発明によれば、本発明によれば、従来のように、直流励磁のような特別な動作や、三相のダイナミックブレーキのような特別な回路を用いることなく、三相同期電動機の誤配線を正しく検出できる。

#### 【符号の説明】

#### 【0024】

- 1 トルク指令発生部
- 2 電流指令発生部
- 3 電機子電流供給装置
- 4 電流検出器
- 5 直交二軸変換部
- 6 位置検出部

- 7 フィードバック速度信号発生部
- 8 誤配線検出部