

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4772116号

(P4772116)

(45) 発行日 平成23年9月14日 (2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日 (2011.7.1)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 P 6/12 (2006.01)

H O 2 P 6/02 3 7 1 D

H O 2 P 21/00 (2006.01)

H O 2 P 5/408 C

H O 2 P 27/04 (2006.01)

H O 2 P 7/63 3 O 3 V

H O 2 P 27/06 (2006.01)

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-514309 (P2008-514309)
 (86) (22) 出願日 平成18年4月20日 (2006.4.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2006/308323
 (87) 国際公開番号 W02007/129359
 (87) 国際公開日 平成19年11月15日 (2007.11.15)
 審査請求日 平成20年7月22日 (2008.7.22)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100073759
 弁理士 大岩 増雄
 (74) 代理人 100093562
 弁理士 児玉 俊英
 (74) 代理人 100088199
 弁理士 竹中 岑生
 (74) 代理人 100094916
 弁理士 村上 啓吾
 (72) 発明者 冢造坊 勲
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

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】

電動機の各相に流れる電流を検出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータを備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を備えており、

異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した前記異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、前記電動機の回転角度が電流をゼロにするべき角度範囲にある場合に、一時的に1つ以上の相のスイッチング素子にオフ状態を指令する選択的スイッチング素子オフ手段を備えたことを特徴とする電動機制御装置。

【請求項2】

電動機の各相に流れる電流を算出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータを備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を備えており、

異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、電動機の誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難い電動機の回転角度において異常時電流指令を零にすることを特徴とする電動機制御装置。

【請求項 3】

電動機の各相に流れる電流を算出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータを備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を備えており、

異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、相電流指令整形手段からの相電流指令と前記電流検出回路で検出された検出電流との偏差が入力され、正常な相の電流偏差と、異常な相の電流偏差とを加減算した値に応じて、前記異常時電圧指令を生成することを特徴とする電動機制御装置。

【請求項 4】

電動機の各相に流れる電流を算出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータを備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を備えており、

異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、電動機の出力トルクが零になるか逆方向にしか発生できない電動機の回転角度近傍において、前記異常時電圧指令または異常時電流指令を増大させることを特徴とする電動機制御装置。

【請求項 5】

電動機の各相に流れる電流を算出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータを備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を備えており、

10

異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、異常が発生した相の誘起電圧が増大する前記電動機の回転角度近傍で、前記異常時電圧指令または異常時電流指令を増大させることを特徴とする電動機制御装置。

20

【請求項 6】

前記異常時電流制御手段は、前記電動機の回転角速度と回転角度のいずれかまたは両方を用いて、前記異常時電圧指令、または、前記異常時電流指令を補正することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電動機制御装置。

【請求項 7】

前記異常時電流制御手段は、トルク電流指令とモータ回転角度に応じて d 軸電流指令と q 軸電流指令を生成する d q 軸電流指令整形手段と、この d、q 軸電流指令と二相変換手段から出力される d、q 軸検出電流との電流偏差が入力され、この偏差入力に基づいて d、q 軸電圧指令を生成する d 軸制御器および q 軸制御器を備え、前記 d 軸制御器と q 軸制御器には、前記電流偏差を積分する積分器の出力に積分ゲインが乗算される積分項出力に対し、積分項の値を小さく制限する積分項制限手段を設けたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電動機制御装置。

30

【請求項 8】

前記異常判定手段は、3 相以上の前記検出電流の値を相対的に評価し異常状態を判定するものであって、いずれかの相の検出電流の大きさが事前に定められた値以上に留まり、かつ、他の相の検出電流は事前に定められた値以下に留まっている時間の長さが、事前に定めた値に達した時に、その相は異常状態であると判定することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の電動機制御装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

この発明は、電動機を駆動する電動機制御装置に関し、特に、多相電動機またはインバータの 1 相、もしくは 2 相間に、地絡、短絡などの異常が発生しても、異常状態に適した制御方式で電動機を駆動することのできる電動機の制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来装置の例として、例えば、下記特許文献 1 に示されるものがある。
この特許文献 1 に記載のものは、インバータの各相にヒューズを備えており、スイッチング素子が短絡する異常時に、短絡経路に正常時よりも大きな電流を流してヒューズを溶断

50

し、短絡箇所を介した閉回路を開放することで、誘起電力によるブレーキトルクを防止している。

また、他の従来装置の例として、下記特許文献2に示されるものがある。

この特許文献2に記載のものは、3相電動機とスイッチング素子との間を接続する3相の配線のうち2相間が短絡する異常時に、この配線に設置されたモータリレーを開放することなく閉じたままにして、制御可能状態を継続するものである。また、短絡した2相の上側スイッチング素子と下側スイッチング素子が同時にオン状態にならないようにデューティを制限することにより、過電流を抑制している。

【0003】

【特許文献1】特開2003-81099号公報

10

【特許文献2】特開2005-153570号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来、電動機またはインバータの異常時に制御を継続するものとして、1相が開放状態になる異常時、または、2相間が短絡する異常時における制御方式はある。

しかしながら、その他の異常、例えば、1相の地絡、1相巻線の短絡、スイッチング素子の短絡などが発生した場合に、異常時にのみ使用するハードウェアの装置を使用すること無く、トルク出力を継続する制御方式に関するものはない。

前記特許文献1のような例では、スイッチング素子が短絡する異常時に、ヒューズを溶断しているが、ヒューズというハードウェアを追加する必要があるので、インバータのサイズとコストが増大する。また、誘起電力によるブレーキトルクは防止できるが、制御は継続していない。

20

【0005】

前記特許文献2のような例では、2相間が短絡する異常時に、モータリレーを閉じたままにし、異常な相のデューティを制限しているが、過電流を抑制しつつ制御可能状態を継続させているに過ぎず、電流制御方法を工夫して、異常によるトルク脈動を抑制し、モータの動作を改善しようとするものではない。したがって、異常によるモータのトルク脈動が大きいという問題がある。

また、前記特許文献2の過電流の防止はデューティの制限によるものであり、制限はするもののデューティによりスイッチング素子は駆動されるので、複数のスイッチング素子の応答遅れの誤差や、スイッチング素子の駆動回路のタイミングの誤差によって、短絡経路ができ過電流が発生する恐れがあるという問題がある。

30

【0006】

この発明は、上記のような従来装置の問題点に鑑みてなされたもので、電動機またはインバータの異常発生時、例えば、1相の地絡、1相巻線の短絡、スイッチング素子の短絡、2相間の短絡などが発生した場合に、過電流を防止し、さらに、異常状態に適した制御方式に変更することによって、異常によるトルク脈動を抑制し、モータの動作を改善できるようにした電動機の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

この発明に係わる、電動機制御装置は、電動機の各相に流れる電流を検出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータ、を備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を

50

備えており、異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した前記異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、前記電動機の回転角度が電流をゼロにするべき角度範囲にある場合に、一時的に1つ以上の相のスイッチング素子にオフ状態を指令する選択的スイッチング素子オフ手段を備えたものである。

【0008】

また、この発明の電動機制御装置は、電動機の各相に流れる電流を算出する電流検出回路、電動機が発生するトルクの目標値に相当するトルク電流指令と前記電流検出回路からの各相の検出電流に応じて多相電圧指令を決定する電流制御手段、この電流制御手段からの多相電圧指令に基づいてインバータへスイッチング操作を指示するスイッチング素子駆動回路、このスイッチング素子駆動回路からのスイッチング操作信号を受けて動作し、前記電動機の各相に供給される電流を制御するスイッチング素子から成るインバータ、を備え、前記電流制御手段は、さらに、正常時に使用する正常時電流制御手段、異常時に使用する異常時電流制御手段、前記電動機の配線または、前記インバータ、または前記電動機と前記インバータを結ぶ配線の異常状態を判定する異常判定手段、および切替え手段を備えており、異常が発生した場合において、前記異常時電流制御手段は、前記異常判定手段が判定した異常状態に応じた異常時電圧指令を発生し、前記切替え手段は、前記異常時電流制御手段からの異常時電圧指令を多相電圧指令として出力し、前記正常時電流制御手段の代わりに前記異常時電流制御手段によって電流制御を実行する多相交流電動機の電動機制御装置であって、

前記異常時電流制御手段は、電動機の誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難い電動機の回転角度において異常時電流指令を零にするように構成したものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明の電動機制御装置によれば、電動機の配線または、インバータ、または電動機とインバータを結ぶ配線に地絡、短絡等の異常が生じた場合であっても、電動機の誘起電力によるブレーキトルクの発生が避け難いモータ回転角度において、ブレーキトルクを小さくすることができ、電動機のトルク出力を継続させて、異常によるトルク脈動を抑制し、モータの動作を改善することができる効果がある。

【0010】

また、この発明の電動機制御装置によれば、電動機の配線または、インバータ、または電動機とインバータを結ぶ配線に地絡、短絡等の異常が生じた場合であっても、異常時電流制御手段が、電動機の回転角度が電流をゼロにするべき角度範囲にある場合に、一時的に1つ以上の相のスイッチング素子にオフ状態を指令する選択的スイッチング素子オフ手段を備えているので、誘起電力によるブレーキトルクの発生が避け難いモータ回転領域において、電流経路を減らし、ブレーキトルクの発生を抑え、異常によるトルク脈動を抑制し、モータの動作を改善することができる。

【0011】

さらにまた、この発明の電動機制御装置によれば、電動パワーステアリング装置の駆動用に用いられる3相ブラシレスモータの制御装置として好適な電動機の制御装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

実施の形態1.

この発明の実施の形態1を図に基づいて説明する。

なお、以下の説明ではこの発明を、3相ブラシレスモータに適用した場合を例に説明する

が、この発明は、これに限らず、多相交流により回転駆動する電動機に対して使用することができるものである。

図1は、この発明の実施の形態1による電動機制御装置の全体構成を示す概略ブロック図である。

図1において、10は電動機制御装置であり、この電動機制御装置10を用いて、U、V、W相の3相の巻線を備えたブラシレスモータ（以下モータとも言う）5を制御する。

電動機制御装置10は、モータ5の回転角度を検出するモータ角度センサ6からの信号を受け、モータ回転角度検出回路21によりモータの回転角度を算出する。また、電流検出回路22によりモータ5の各相に流れる電流を算出する。

電流制御手段23は、後述するように、モータトルクの目標値に相当するトルク電流指令、モータ各相の検出電流、モータ回転角度に応じて3相電圧指令を決定する。スイッチング素子駆動回路24は、この電流制御手段23で決定された3相電圧指令をPWM変調してインバータ25へスイッチング操作を指示する。

インバータ25は、スイッチング素子駆動回路24からのスイッチング操作信号を受けて、出力アームを構成するスイッチング素子61A～63A、61B～63Bのチョップパ制御を実現し、バッテリー11から供給される電力により、モータ5の各相に電流を流す。各相に流れるこの電流によって、モータトルクが発生する。

【0013】

次に、電流制御手段23について、図2のブロック図を用いて説明する。

電流制御手段23は、図2で示すように、正常時に使用する通常の制御方式を実行する正常時電流制御手段31、異常時に使用する異常時電流制御手段30、異常判定手段32、切替え手段33、異常相切離し手段34を備えており、この2つの電流制御手段30と31を切替えることが可能とされている。

異常判定手段32は、電流検出回路22から供給される3相検出電流に基づいて以下の判定を行う。すなわち、異常判定手段32は、いずれかの相の検出電流の大きさが事前に定められた値以上に留まり、かつ、他の相の検出電流は事前に定められた値以下に留まっている時間の長さが、事前に定めた値に達した時に、その相は異常状態であると判定する。このような異常判定手段ならば、各相独立に異常を判定するのではなく、3相の検出電流に基づいて相対的また総合的に異常を判定するので、誤判定の恐れを小さくできる。

また、異常判定手段32は、異常の有無と異常な相を知らせるべく異常判定信号を、異常時電流制御手段30と切替え手段33と異常相切離し手段34に供給する。

【0014】

異常時電流制御手段30は、異常判定手段32からの異常判定信号を受け、正常時には機能を停止し、ある相から異常が検出された場合には、その異常な相に対応した制御を実行する。

切替え手段33は、異常判定手段32からの異常判定信号を受け、正常時の信号を検出した場合は、正常時電流制御手段31からの3相正常時電圧指令を3相電圧指令として出力し、異常時の信号を検出した場合は、異常時電流制御手段30からの3相異常時電圧指令を3相電圧指令として出力する。

異常相切離し手段34は、異常判定手段32からの異常判定信号を受け、過電流を防ぐため異常な相を切り離すべく、異常な相のスイッチング素子を駆動停止する指令をスイッチング素子駆動回路24に送る。

【0015】

なお、正常時電流制御手段31は、例えば、国際公開WO2005/091488公報の図17に示されるような公知のもので構成すればよく、正常時において通常のd-q制御を実行し、滑らかなモータトルクの発生を実現するものであって、この発明の要旨とは直接には関係しないので、詳細説明は省略する。

【0016】

次に、モータやインバータの1相に異常が生じた場合、例えば、モータ配線のV相か、インバータ配線のV相か、モータとインバータを結ぶ配線のV相が、バッテリーの負電位に

10

20

30

40

50

繋がる配線に短絡する異常、または、インバータの出力アームの1相、例えば、V相の下側スイッチング素子が短絡する異常、すなわち1相の地絡が発生した場合について説明する。

【0017】

このような異常が発生した場合、図2において、異常判定手段32は、「V相が異常である」という異常判定信号を、異常時電流制御手段30と切替え手段33と異常相切離し手段34に供給する。異常相切離し手段34は、異常が生じたV相に過電流が発生するのを防ぐべく、V相のスイッチング素子62A、62Bの駆動を停止する指令をスイッチング素子駆動回路24に送る。この指令を受けたスイッチング素子駆動回路24により、V相スイッチング素子62A、62Bはオフ状態を継続し、駆動停止状態になる。

10

また、異常判定信号によって、異常時電流制御手段30が作動し、3相異常時電圧指令が切替え手段33を介して3相電圧指令としてスイッチング素子駆動回路24に供給される。異常時電流制御手段30は、異常が生じた相を考慮した電流制御を行うべく、図3で示す制御方式を実行する。

【0018】

以下異常時電流制御手段30の制御動作について、図3、図4を用いて説明する。

図3は、前述のV相が地絡の場合の異常時電流制御手段30aの制御ブロック線図であり、この制御方式を以下「地絡時三相個別制御」と呼ぶこととする。

図3において、相電流指令整形手段50は、トルク電流指令と、モータ回転角度と、微分手段51でモータ回転角度を近似的に微分して得たモータ回転角速度に応じて、各相の相電流指令を発生する。減算器44、45、46はそれぞれ、U、V、W相電流指令から、電流検出回路22で得られたU、V、W相検出電流を減算し、各相の電流偏差を算出する。次に、減算器72、73は、地絡した相を基準とした各相の電流制御を実施するために、正常なU、W相の電流偏差から、異常の発生したV相の電流偏差を減算し、PI制御などで構成されたU相制御器41、W相制御器43に供給する。

20

正常な相の電圧指令を、バッテリー負電圧に陥っている地絡した相の電圧に、オフセットさせて適切な指令にするために、加算器74、75は、U相制御器41、W相制御器43から出力されたU、W相の指令に、負電圧回路54のバッテリー負電圧値VNをそれぞれ加算し、U、W相電圧指令を生成する。ここでいうバッテリー負電圧値は、バッテリー電圧VBの2分の1の値を負値にしたもの、すなわち、 $VN = -VB/2$ である。

30

このようにして、図3に示す異常時制御手段30aは、V相に発生した地絡に応じて、正常な相を個別に制御する。

【0019】

相電流指令整形手段50は、例えば図4に示すような構成である。

単位相電流指令発生手段501は、トルク電流指令と、モータ回転角度、モータ回転角速度に応じて各相の単位相電流指令を決定する。

乗算手段502U、502V、502Wは、トルク電流指令と各相の単位相電流指令をそれぞれ乗算し、各相の相電流指令を算出する。この単位相電流指令は、トルク電流指令の大きさが1のときの、各相の相電流指令を意味している。

単位相電流指令発生手段501において、トルク電流指令と、モータ回転角度と、モータ回転角速度に対する単位相電流指令の関係は、例えば、図5で示す関係である。

40

図5(a)の関係をj用いて、単位相電流指令を生成し、このような相電流指令が各相巻線の電流として実現できれば、図5(b)に示すようなモータトルク波形を得ることができる。これは、前述のような1相が地絡する異常時に、可能な限り正方向の平坦なトルクを出力しようとする指令である。横軸のモータ回転角度はモータの電気角のスケールである。

なお、この単位目標相電流の算出において、モータ回転角速度を使用していないが、モータ回転角速度を使用した例については後述の実施の形態6で説明する。

【0020】

また、異常時電流制御手段30aは、選択的スイッチング素子オフ手段53を設けてお

50

り、モータ回転角度に応じて、一時的に正常な相のスイッチング素子をオフするようにスイッチング素子駆動回路24に指令することができる。

例えば、図5(a)に示す単位相電流指令を用いる場合は、電流をゼロにしたいモータ回転角度(0~60°)において、U相スイッチング素子61A、61BとW相スイッチング素子63A、63Bをオフすることにより、電流経路を減らすことができる。

なお、図3はV相に異常が生じた場合の地絡時三相個別制御の制御ブロック線図を示しているが、U、W相に異常が発生した場合も、同様な地絡時三相個別制御が、異常時電流制御手段30aに備わっており、異常が生じた相によって切り替えることができる。

【0021】

ここで、この発明の効果を示すため、以下で、前述のように1相が地絡する異常時における問題点を述べておく。

1相が前述のように地絡する異常時には、地絡箇所を介した閉回路ができるため、モータの誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難いモータ回転角度が存在する。このブレーキトルクは、モータの回転を妨げる方向に働くトルクである。仮に、スイッチング素子を全てオフした場合でも、正常な相のダイオードを介して閉回路は維持されるので、図6に示すように、誘起電力による電流が流れ、ブレーキトルクが発生する。

なお、このダイオードは、図1に示すように、通常、インバータ25において、それぞれのスイッチング素子と並列に備えられるものである。

図5において、モータ回転角度(0~60°)では、単位相電流指令とモータトルク波形をゼロにしているが、これは、ブレーキトルクの発生を防げない領域であり、少しでも電流を小さくして、ブレーキトルクを小さくするのが狙いである。

本来、正のトルクを出力するには、この角度領域では、V相の電圧を最も高くするべきであるが、今、V相が地絡して電圧が最低値すなわちバッテリーの負電圧になっているため、正のトルクの発生は不可能である。さらに、地絡箇所を介した閉回路があるためブレーキトルクが発生し、これを防止するのは困難である。

また、1相が前述のように地絡する異常時において、正常時に使用する制御方式、例えばdq制御を用いて制御を実行すると、制御が異常に適したものではないので、図7に示すように、負値の部分すなわちブレーキトルクが大きく、また、トルク脈動も大きくなるという問題がある。

【0022】

これに対し、この発明の実施の形態1の地絡時三相個別制御を使用すれば、相電流指令整形手段50により異常状態に適した各相の電流指令を生成し、この電流指令を実現するよう構成された制御になっているので、図8に示したモータトルク波形のように、できるだけブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。

また、選択的スイッチング素子オフ手段53により、ブレーキトルクの発生を避け難い領域で電流経路を減らし、ブレーキトルクを最小化することができる。

また、仮に、異常判定手段32が、各相独立に検出電流の大きさにより異常を判定した場合には、例えば、判定の閾値に近い大きな電流値に制御している時などに、ノイズや他の相の異常の影響を受けて、誤って異常判定してしまう恐れがある。

しかしながら、この実施の形態1に記載の異常判定手段ならば、各相の検出電流の値をそれぞれの絶対値で評価するだけでなく、3相の検出電流の値を相対的に評価し異常を判定するので、誤判定の恐れを小さくできる。

【0023】

以上のように、この発明の実施の形態1の制御装置によれば、電動機の配線または、インバータ、または電動機と前記インバータを結ぶ配線に異常が生じ、この異常により過電流が発生する恐れのある場合であっても、異常相切離し手段34によって、異常が生じた相を切離し、さらに、切離されずに残った相を用いて、正常時電流制御手段31の代わりに異常時電流制御手段30によって電流制御を継続し、異常状態に応じた電流指令と電圧指令に基づき各相を個別に制御することができる。

従って、過電流を防止した上で、電動機のトルク出力を継続させ、異常によるトルク脈動

10

20

30

40

50

を抑制し、モータの動作を改善することができる。

【0024】

実施の形態2.

図9は、この発明の実施の形態2による異常時電流制御手段30bの制御ブロック線図である。

実施の形態1の図3の地絡時三相個別制御の異常時電流制御手段30aにおいては、異常が発生したV相に対しても相電流指令を生成し、V相検出電流も用いて制御したが、実施の形態2においては、図9に示すように、相電流指令整形手段50はU、W相電流指令のみを生成し、減算器44、46によって、U、W相電流指令から、U、W相検出電流をそれぞれ減算し、この電流偏差をU相制御器44、W相制御器46に供給し、各相を個別に制御するようにしたものである。

10

図9の構成によっても、実施の形態1の地絡時三相個別制御とほぼ等価な制御が可能であり、V相の地絡時において、地絡時三相個別制御と同じ効果を得ることができる。

【0025】

実施の形態3.

図10は、この発明の実施の形態3による異常時電流制御手段30cの制御ブロック線図である。

実施の形態1においては、異常時電流制御手段として図3の地絡時三相個別制御を用いたが、dq座標上での制御系を用いても同様な制御が可能である。その一つの形態を実施の形態3として以下で説明する。

20

異常時電流制御手段は、実施の形態1において用いた図3の地絡時三相個別制御の代わりに、図10に示す異常時電流制御手段30cを実行する。

この図10に示す制御方式は、正常時に用いるdq制御とほぼ同様であるが、d、q軸制御器の積分項を制限することを特徴とする。

以下で図10を詳しく説明する。

【0026】

dq軸電流指令整形手段80は、トルク電流指令とモータ回転角度に応じて、d、q軸電流指令を生成する。次に、減算器83、84により、d、q軸電流指令から、二相変換手段86から出力されたd、q軸検出電流をそれぞれ減算し、d、q軸電流偏差を算出し、d軸制御器81、q軸制御器82に供給する。d、q軸電流制御器81、82では、それぞれ、d、q軸電流偏差に、比例ゲイン111d、111qを乗算する比例項と、d、q軸電流偏差を積分器113d、113qにより積分したものに、積分ゲイン112d、112qを乗算する積分項があり、これらをそれぞれ加算して、d、q軸電圧指令を生成する。積分項には、積分項の出力部分に積分項制限手段114d、114qが備えられており、積分項の値を正常時よりも小さく制限することができる。

30

なお、ここでは、積分項制限手段114d、114qにより、積分項出力を制限するものを示しているが、積分項の積分ゲイン112d、112qを小さく制限しても同様である。また、積分項を零にしてもよい。

三相変換手段85は、d、q軸電圧指令を、モータ回転角度に応じて三相変換し、U、V、W相電圧指令を発生する。

40

また、dq軸電流指令整形手段80により、トルク電流指令をモータ回転角度に応じて整形したが、このdq軸電流指令整形手段を用いず、トルク電流指令を整形せずにq軸電流指令としてもよい。

【0027】

このようにして、積分項を制限し、さらに、場合によっては、q軸電流指令をdq軸電流指令整形手段により整形することで、基本的にはdq制御を用いながら、異常時電流制御手段を構成することができる。

また、実施の形態3では図10のような例を示したが、dq座標上での制御系を用いた異常時電流制御手段は、制御ブロックの線形性に基づく変形により他の形態も存在する。

【0028】

50

この発明の実施の形態 3 の制御装置を使用すれば、積分項を正常時よりも小さく制限し、さらに、 dq 軸電流指令整形手段 80 により、 d 、 q 軸電流指令を整形することで、正常時の dq 制御をそのまま継続するよりも、ブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。

【0029】

なお、以上の実施の形態では、1相が地絡する異常について述べたが、1相が天絡する異常、つまり、モータ配線か、インバータ配線か、モータとインバータを結ぶ配線のうち一箇所が、バッテリーの正電位に繋がる配線に短絡する異常、または、インバータの 1 相の上側スイッチング素子が短絡する異常においても、わずかな変形で同様な制御が可能であり、同様な効果が得られる。

10

【0030】

実施の形態 4.

実施の形態 1 は、V 相の、モータ配線か、インバータ配線か、モータとインバータを結ぶ配線のうち一箇所が、バッテリーの負電位に繋がる配線に短絡する異常、または、インバータの V 相の下側スイッチング素子が短絡する異常、すなわち 1 相の地絡が発生した場合であり、この異常に応じた異常時電流制御手段を説明した。この実施の形態 4 では、2 つの相の間を短絡する異常すなわち相間短絡が発生した場合について説明する。

以下では、例えば、U 相の、モータ配線か、インバータ配線か、モータとインバータを結ぶ配線のうち一箇所が、V 相の、モータ配線か、インバータ配線か、モータとインバータを結ぶ配線のうち一箇所に短絡する異常、すなわち UV 間短絡について説明する。

20

【0031】

このような異常が発生した場合、図 2 において、異常判定手段 32 は、「U 相と V 相が異常である」という異常判定信号を、異常時電流制御手段 30 と切替え手段 33 と異常相切離し手段 34 に供給する。

異常相切離し手段 34 は、相間短絡が生じた U 相と V 相を介して過電流が発生するのを防ぐべく、U 相のスイッチング素子 61A、61B の駆動を停止する指令をスイッチング素子駆動回路 24 に送る。この指令を受けたスイッチング素子駆動回路 24 により、U 相スイッチング素子 61A、61B はオフ状態を継続し、駆動停止状態になる。U 相と V 相のうち、どちらでもいいが、ここでは、U 相を駆動停止状態とした。

また、異常判定信号によって、異常時電流制御手段 30 が作動し、3 相異常時電圧指令が切替え手段 33 を介して 3 相電圧指令としてスイッチング素子駆動回路 24 に供給される。異常時電流制御手段 30 は、異常が生じた相を考慮した電流制御を行うべく、図 11 で示す制御方式を実行する。

30

【0032】

以下異常時電流制御手段 30 の制御動作について、図 11、図 4 を用いて説明する。図 11 は、UV 間短絡発生時に U 相スイッチング素子を駆動停止状態にした場合の異常時電流制御手段 30 d の制御ブロック線図であり、この制御方式を以下「UV 間短絡時三相個別制御」と呼ぶこととする。

この図 11 の相電流指令整形手段 50 の構成は、図 4 と同様であるが、W 相電流指令のみ出力する構成でよい。単位相電流指令発生手段 501 における、トルク電流指令と、モータ回転角度と、モータ回転角速度に対する単位相電流指令の関係は、例えば、図 12 で示す関係である。

40

【0033】

2 相間短絡時にはモータトルクが零になるか逆方向にしか発生できないモータ回転角度が存在する。図 12 でいうと、60 度と 240 度である。この角度近傍では、順方向のトルクを発生するのに、他の角度領域より大きな電流が必要となる。このため、この角度近傍で、相電流指令を増大することで相電圧指令を増大して、より大きな電流を流す。これによって、正常な W 相において、図 12 (b) のようなトルクを発生することができる。

また、モータ回転角速度に比例して増大するブレーキトルクを抑制するために、モータ

50

回転角速度に比例して、単位相電流指令を増大させてもよい。

【0034】

このように前記相間短絡が生じた場合、正常時電流制御手段の代わりに異常時電流制御手段によって電流制御を継続することで、異常状態に応じた電流指令と電圧指令によって、各相を個別に制御することができる。

【0035】

ここで、この発明の実施の形態4の効果を示すため、以下で前記相間短絡する異常時における問題点を述べておく。

前記相間短絡する異常時には、短絡箇所と短絡した2相のモータ巻線を介して閉回路ができるため、モータの誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難いモータ回転角度が存在する。このブレーキトルクは、モータの回転を妨げる方向に働くトルクである。

モータ回転角速度がゼロで誘起電力が働かない場合でも、モータトルクが零になるモータ回転角度が存在する。この角度の近傍では、短絡している2相間の誘起電力が特に大きく、また、この誘起電力によるブレーキトルクを打ち消すには電流を増大させる必要があるが、流せる電流には通常上限があるので、ブレーキトルクの発生を抑えるのは困難である。

また、前記相間短絡する異常時に、正常時に使用する制御方式、例えばd q制御を用いて制御を実行すると、制御が異常に適したものではないので、図13に示すように、負値の領域すなわちブレーキトルクの領域が広く、また、トルク脈動が大きくなるという問題がある。

【0036】

これに対し、この発明の実施の形態4の制御装置を使用すれば、相電流指令整形手段50により異常状態に適した各相の電流指令を生成し、この電流指令を実現するよう構成された制御になっているので、前記モータトルクが零になるモータ回転角度近傍で正常な相によるトルクを増大できるので、図14に示したモータトルク波形のように、できるだけブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。

【0037】

また、前記相間短絡する異常時においては、短絡箇所とU相、V相スイッチング素子を介して過電流が発生する恐れがあるが、この発明の実施の形態4の制御装置によれば、異常相切離し手段によって、異常が検出された2相のうちどちらか一方のスイッチング素子を駆動停止状態にできるので、過電流を防止することができる。

【0038】

実施の形態5.

この実施の形態5では、モータ巻線の1相が短絡する異常すなわち1相短絡が発生した場合について説明する。以下では、例えば、U相の巻線が短絡する異常、すなわちU相短絡が発生した場合について説明する。

図15は、この発明の実施の形態5における電流制御手段23aの構成を示すブロック図である。

このような異常が発生した場合、図15において、異常判定手段32は、「U相が異常である」という異常判定信号を、異常時電流制御手段30と切替え手段33に供給する。

異常判定信号によって、異常時電流制御手段30が作動し、3相異常時電圧指令が切替え手段33を介して3相電圧指令としてスイッチング素子駆動回路24に供給される。

異常時電流制御手段30は、異常が生じた相を考慮した電流制御を行うべく、図16で示す制御方式を実行する。

【0039】

以下異常時電流制御手段30の制御動作について、図16、図4を用いて説明する。

図16は、U相短絡発生時にU相スイッチング素子を駆動停止状態にした場合の異常時電流制御手段30eの制御ブロック線図であり、この制御方式を以下「U相短絡時三相個別制御」と呼ぶこととする。

図16において、相電流指令整形手段50は、トルク電流指令と、モータ回転角度と、

10

20

30

40

50

モータ回転角速度に応じて、V、W相電流指令を生成する。減算器45、46はそれぞれ、V、W相電流指令から、電流検出回路22で得られたV、W相検出電流を減算して各相の電流偏差を算出し、PI制御などで構成されたV相制御器42、W相制御器43に供給する。V、W相制御器42、43はV、W相電圧指令を出力する。U相短絡時は、U相電流検出回路で検出できる電流は、短絡箇所とU相巻線を通る電流の合計であり、U相巻線に流れる電流を検出できないので、U相電流には制御器を設けなくてよい。

ただし、U相電圧指令は、V、W相を電圧効率よく制御するために、減算器76により、V、W相電圧指令の符号を変え加算したものをU相電圧指令として出力する。

このようにして、図16に示す異常時制御手段30eは、U相短絡の異常に応じて、正常な相について個別に制御を実施する。

10

【0040】

相電流指令整形手段50は、例えば実施の形態1の図4に示すような構成である。ただし、この実施の形態5では、U相電流指令は不要である。

単位相電流指令発生手段501において、トルク電流指令と、モータ回転角度と、モータ回転角速度に対する単位相電流指令の関係は、例えば、図17で示す関係である。

図17(a)の関係を用いて、V、W相単位相電流指令を生成し、このような相電流指令が各相巻線の電流として実現できれば、誘起電力がなければ、図17(b)に示すようなモータトルク波形を得ることができる。

図17(a)の電流指令は、モータ回転角度が60度から120度の辺りと240度から300度の辺りで、大きな値になっている。この角度領域近傍は、短絡したU相の誘起電力が増大する領域であり、U相で発生するブレーキトルク成分の影響を抑えるため、正常なV、W相の電流を増大させ、V、W相による順方向トルク成分を増大させることを目指した電流指令になっている。

20

横軸のモータ回転角度はモータの電気角のスケールである。

【0041】

ここで、この発明の実施の形態5の効果を示すため、以下で前記相短絡する異常時における問題点を述べておく。

前記1相短絡する異常時には、短絡箇所と短絡した巻線を介して閉回路ができるため、モータの誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難いモータ回転角度が存在する。このブレーキトルクは、モータの回転を妨げる方向に働くトルクである。

30

前記1相短絡する異常時に、正常時に使用するd-q制御を用いて制御を実行すると、制御が異常に適したものではないので、図18に示すように、ブレーキトルクが大きく、また、トルク脈動も大きくなるという問題がある。

【0042】

これに対し、この発明の実施の形態5の制御装置を使用すれば、相電流指令整形手段50により異常状態に適した各相の電流指令を生成し、この電流指令を実現するよう構成された制御になっているので、図19に示したモータトルク波形のように、できるだけブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。

【0043】

実施の形態6.

40

実施の形態1～5における単位相電流指令発生手段501においては、モータ回転角度に対する単位相電流指令の关系到図5で示す関係を適用したが、さらに、この指令値を、モータ回転角速度に応じて、変化させてもよい。例えば、モータ回転角速度の増加に比例して、図5の単位相電流指令を増加させる。

ブレーキトルクの発生が避け難い角度領域においては、ブレーキトルクはモータ回転角速度に比例して増大するので、この実施の形態における単位相電流指令によって、正方向のトルクが可能な角度領域で、モータトルクを増大させることで、平均的にモータ出力を確保することができる。そのため、モータ出力不足になり難くできる。

【0044】

実施の形態7.

50

以上の実施の形態で説明した異常時電流制御手段の制御ブロック線図については、それぞれ、構成要素の線形性に基づいた変形が可能であり、線形性に基づいた変形をしても変形前と等価な制御を実施できるので、等価な効果を得ることができる。

図20は、このような線形性に基づいて、図3に示した異常時電流制御手段30aを変形したこの発明の実施の形態7の異常時電流制御手段30fの制御ブロック線図である。

図中、図3との同一符号は、同一もしくは相当部分を示している。

図20は、図3のU相制御器41とV相制御器42が線形で同じものである場合に、その要素の入力での加減算はそれぞれ計算した後の出力での加減算と等価であるという線形要素の性質より、図3と等価になるよう変形したものである。

【0045】

なお、以上の実施の形態1～7においては、主に、3相モータの場合で述べているが、4相以上のモータに対しても各相個別に目標相電流を指定し、個別に制御器を設けることにより、同様に本発明が適用可能であり、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0046】

実施の形態8.

図21、図22はこの発明の実施の形態8を示すもので、上記実施の形態で示したこの発明の電動機制御装置を電動パワーステアリング装置に適用した一例を示すものである。なお、電動パワーステアリング装置が3相ブラシレスモータを備えている場合を例に説明するが、この発明は、多相交流により回転駆動する電動機を動力とする他の装置に対しても使用することができるものである。

図21はこの発明の実施の形態8による電動パワーステアリング装置の概略構成図である。図21において、図示しない運転者からステアリングホイール1に加えられた操舵力は、ステアリングシャフト2を通り、ラック・ピニオンギヤ12を介して、ラックに伝達され、車輪3、4を転舵させる。U、V、W相の3相の巻線を備えたブラシレスモータ5（以下モータとも言う）は、モータ減速ギア7を介してステアリングシャフト2と連結している。モータから発生するモータトルク（以下補助力とも言う）は、モータ減速ギア7を介してステアリングシャフト2に伝達され、操舵時に運転者が加える操舵力を軽減する。

トルクセンサ8は、運転者がステアリングホイール1を操舵することによりステアリングシャフト2に加わった操舵力を検出する。コントローラユニット9は、トルクセンサ8で検出した操舵力に応じて、モータ5が付与する補助力の方向と大きさを決定し、この補助力を発生させるべく電源11からモータに流れる電流を制御する。なお、6は、モータの回転角度を検出するモータ角度センサである。

【0047】

図22は、コントローラユニット9の構成を示すブロック図である。

図22において、コントローラユニット9は、モータトルクの目標値に相当するトルク電流指令を算出するマップ20と、電動機制御装置10で構成される。

出力すべきモータトルクをあらかじめ記憶しているマップ20は、トルクセンサ8で検出した操舵力に応じたモータトルクの方向と大きさを決定し、トルク電流指令を算出する。電動機制御装置10は、トルク電流指令を実現すべく、モータ各相に流れる電流を制御する。この電流によって、モータ5による補助力が発生する。

この電動機制御装置10は、例えば、実施の形態1～3のいずれかで示したものである。

【0048】

ここで、電動パワーステアリング装置における1相が地絡する異常時の問題点について説明する。

実施の形態1においても述べたが、1相が前記地絡する異常時には、地絡箇所を介した閉回路ができるため、モータの誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難いモータ回転角度が存在する。このブレーキトルクは、モータの回転を妨げる方向に働くトルクである。また、1相が前記地絡する異常時において、正常時に使用するd-q制御を用いて制御を

10

20

30

40

50

実行すると、制御が異常に適したものではないので、ブレーキトルクが大きく、また、正負にトルク脈動が大きくなるという問題がある。

したがって、電動パワーステアリング装置の場合、運転者の感じる違和感が大きい。

一方、上記のように構成された電動パワーステアリング装置によれば、1相が前記地絡する異常の場合、できるだけブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。また、選択的スイッチング素子オフ手段により、ブレーキトルクの発生を避け難い領域で、ブレーキトルクを最小化することができる。そのため、運転者の感じる違和感を小さくできる。

【0049】

なお、以上で述べた電動機制御装置は、実施の形態1～3で示したものであったが、実施の形態4で示した電動機制御装置を用いてもよい。以下では、2相が相間短絡する異常が発生した場合について述べる。

また、電動パワーステアリング装置における2相が相間短絡する異常時の問題点について説明する。

前記相間短絡する異常時には、短絡箇所と短絡した2相のモータ巻線を介して閉回路ができるため、モータの誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難いモータ回転角度が存在する。このブレーキトルクは、モータの回転を妨げる方向に働くトルクである。モータ回転角速度がゼロで誘起電力が働かない場合でも、モータトルクが零になるモータ回転角度が存在する。この角度の近傍では、短絡している2相間の誘起電力が特に大きく、また、この誘起電力によるブレーキトルクを打ち消すには電流を増大させる必要があるが、流

また、前記相間短絡する異常時に、正常時に使用するd q制御を用いて制御を実行すると、制御が異常に適したものではないので、ブレーキトルクが大きく、また、正負にトルク脈動が大きくなるという問題がある。

したがって、電動パワーステアリング装置の場合、運転者の感じる違和感が大きい。

一方、上記のように実施の形態4で示された電動機制御装置により構成された電動パワーステアリング装置を用いれば、2相が相間短絡する異常の場合、できるだけブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。そのため、運転者の感じる違和感を小さくできる。

【0050】

また、実施の形態1～4で示した電動機制御装置を用いる代わりに、実施の形態5で示した電動機制御装置を用いてもよい。以下では、1相短絡の異常が発生した場合について述べる。

電動パワーステアリング装置における1相短絡する異常時の問題点について説明する。

前記1相短絡する異常時には、短絡箇所と短絡した巻線を介して閉回路ができるため、モータの誘起電力によるブレーキトルクの発生を避け難いモータ回転角度が存在する。

このブレーキトルクは、モータの回転を妨げる方向に働くトルクである。

前記1相短絡する異常時に、正常時に使用するd q制御を用いて制御を実行すると、制御が異常に適したものではないので、ブレーキトルクが大きく、また、正負にトルク脈動が大きくなるという問題がある。

したがって、電動パワーステアリング装置の場合、運転者の感じる違和感が大きい。

一方、上記のように実施の形態5で示された電動機制御装置により構成された電動パワーステアリング装置を用いれば、1相短絡の異常が発生した場合、できるだけブレーキトルクの発生を抑え、トルク脈動を小さくすることができる。そのため、運転者の感じる違和感を小さくできる。

【0051】

また、実施の形態6で示した電動機制御装置を用いると、正方向のトルクが可能な角度領域で、モータトルクを増大させることで、平均的にモータ出力を確保することができるので、運転者の感じる違和感を小さくできる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の実施の形態1による電動機制御装置の全体構成を示す概略ブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態1における電流制御手段の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態1における異常時電流制御手段の制御ブロック線図である。

【図4】本発明の実施の形態1における相電流指令整形手段の構成の一例を示すブロック図である。

【図5】本発明の実施の形態1における単位目標相電流とモータトルク波形の一例を示す図である。

【図6】電動機制御装置において1相が地絡する異常時の電流波形とブレーキトルクの一例を示す図である。

10

【図7】従来の制御を用いた場合の、1相が地絡する異常時におけるモータトルク波形図である。

【図8】本発明の実施の形態1による電動機制御装置を用いた場合の、1相が地絡する異常時におけるモータトルク波形図である。

【図9】本発明の実施の形態2における異常時電流制御手段の制御ブロック線図である。

【図10】本発明の実施の形態3における異常時電流制御手段の制御ブロック線図である。

。

【図11】本発明の実施の形態4における異常時電流制御手段の制御ブロック線図である。

。

20

【図12】本発明の実施の形態4における単位目標相電流とモータトルク波形の一例を示す図である。

【図13】従来の制御を用いた場合の、2相間が短絡する異常時におけるモータトルク波形図である。

【図14】本発明の実施の形態4による電動機制御装置を用いた場合の、2相間が短絡する異常時におけるモータトルク波形図である。

【図15】本発明の実施の形態5における電流制御手段の構成を示すブロック図である。

【図16】本発明の実施の形態5における異常時電流制御手段の制御ブロック線図である。

。

【図17】本発明の実施の形態5における単位目標相電流とモータトルク波形の一例を示す図である。

30

【図18】従来の制御を用いた場合の、1相が短絡する異常時におけるモータトルク波形図である。

【図19】本発明の実施の形態5による電動機制御装置を用いた場合の、1相が短絡する異常時におけるモータトルク波形図である。

【図20】本発明における異常時電流制御手段の制御ブロック線図である。

【図21】本発明の実施の形態8による電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

。

【図22】本発明の実施の形態8におけるコントローラユニットの構成を示すブロック図である。

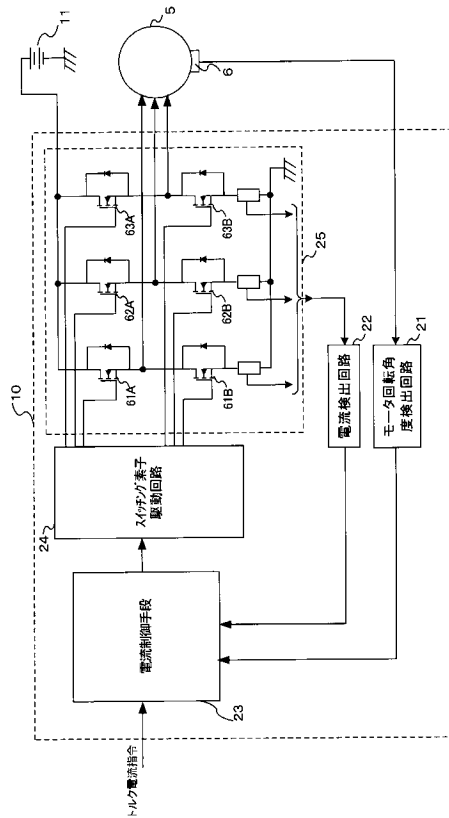
40

【符号の説明】

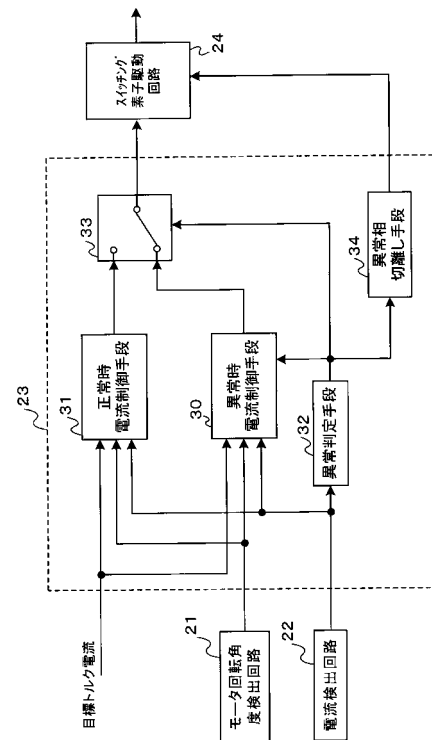
【0053】

- 5：モータ 10：電動機制御装置 11：バッテリー
- 21：モータ回転角度検出回路
- 22：電流検出回路 23：電流制御手段 24：スイッチング素子駆動回路
- 25：インバータ 30：異常時電流制御手段 31：正常時電流制御手段
- 32：異常判定手段 33：切替え手段 34：異常相切離し手段
- 41、42、43：U相、V相、W相制御器 50：相電流指令整形手段
- 61A、62A、63A、61B、62B、63B：スイッチング素子

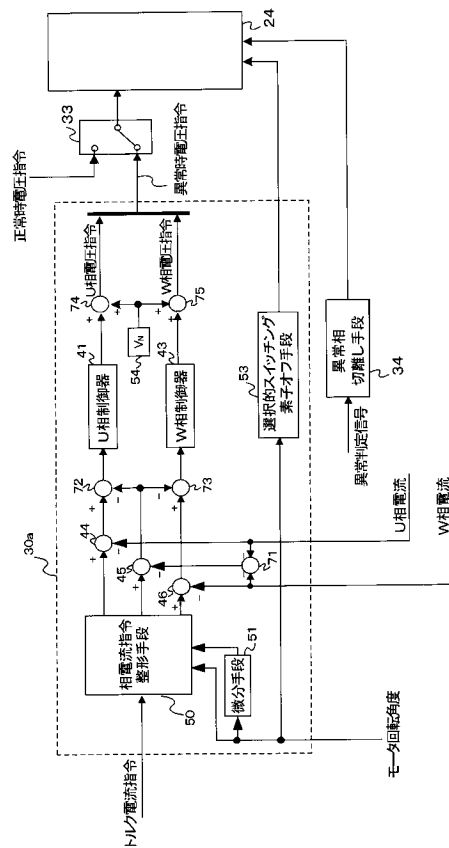
【図 1】



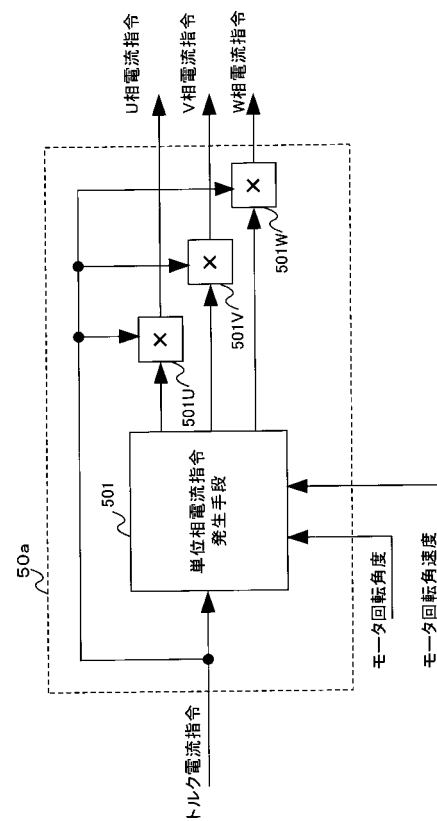
【図 2】



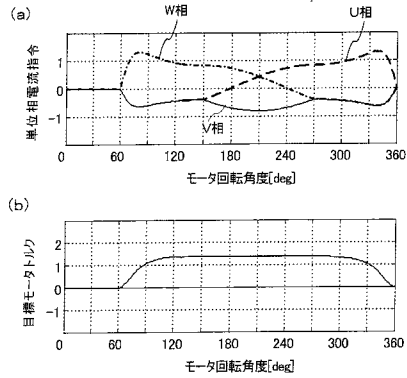
【図 3】



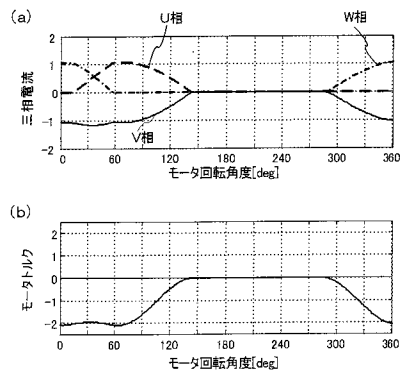
【图 4】



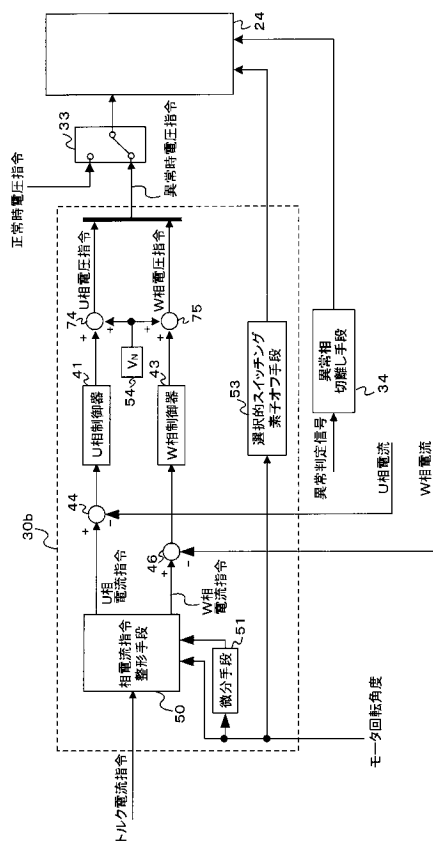
【図 5】



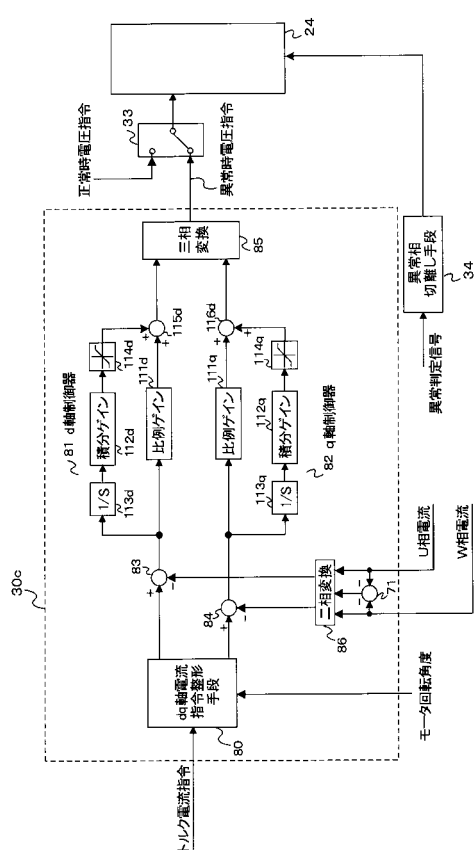
【図 6】



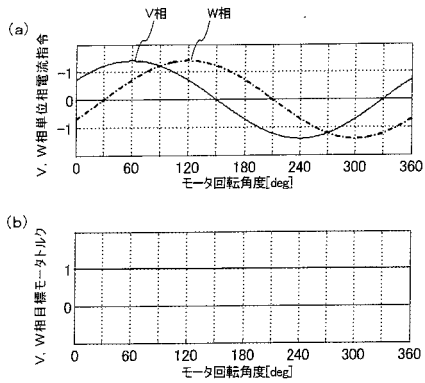
【图 9】



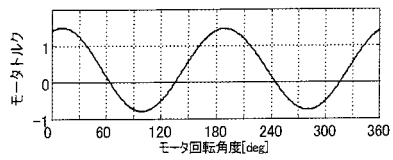
【図 10】



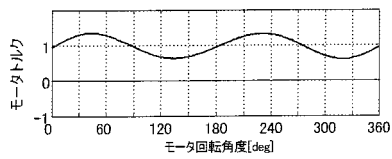
【図 17】



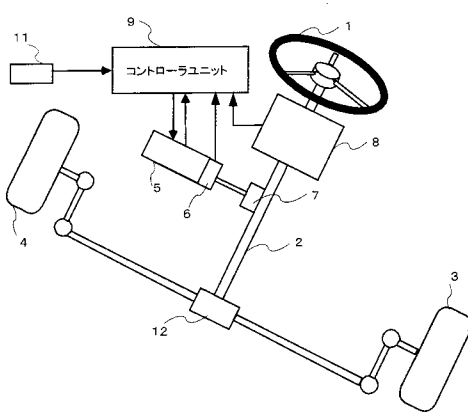
【図 18】



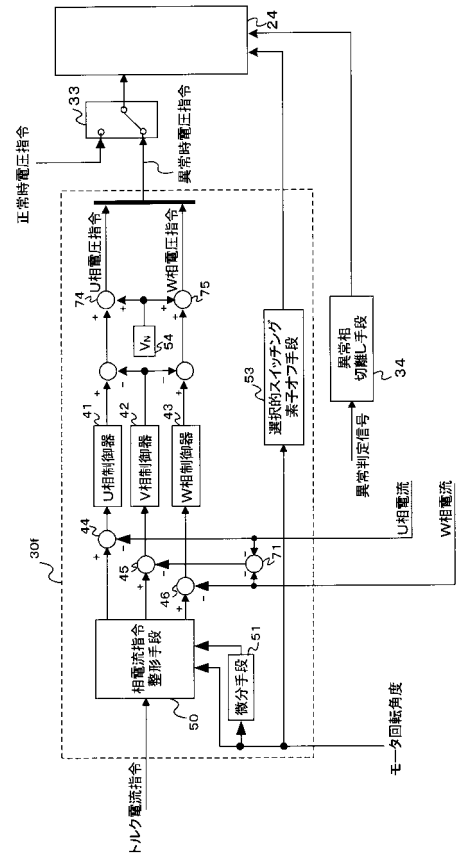
【図 19】



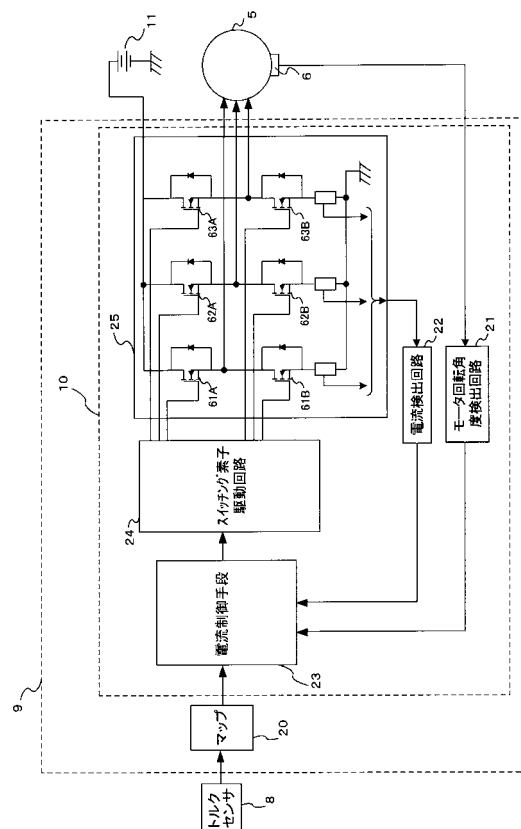
【図 2 1】



【図 20】



【图 2 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 木全 政弘
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 喜福 隆之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 堤 和道
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 藤本 千明
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 井上 知之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 齋藤 健児

- (56)参考文献 特開平11-220884 (JP, A)
特開2005-153570 (JP, A)
特開2005-313807 (JP, A)
特開2005-051901 (JP, A)
国際公開第2005/091488 (WO, A1)
特開2005-218215 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 6/12
H02P 21/00
H02P 27/04
H02P 27/06