(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5070867号
(P5070867)
(45)発行日　平成24年11月14日(2012.11.14)　(24)登録日　平成24年8月31日(2012.8.31)

(51)Int.Cl.		F I		
H02P 21/00	(2006.01)	H02P	5/408	C
H02P 27/04	(2006.01)	B62D	5/04	
B62D 5/04	(2006.01)	B62D	6/00	
B62D 6/00	(2006.01)	H02P	6/02	371P
H02P 6/12	(2006.01)	B62D	101:00	

請求項の数 2　(全 10 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2007-25538(P2007-25538)
(22)出願日　平成19年2月5日(2007.2.5)
(65)公開番号　特開2008-193808(P2008-193808A)
(43)公開日　平成20年8月21日(2008.8.21)
審査請求日　平成22年1月28日(2010.1.28)

(73)特許権者　000001247
株式会社ジェイテクト
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(72)発明者　鈴木　浩
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
株式会社ジェイテクト内

審査官　仁科　雅弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】モータ制御装置及び電動パワーステアリング装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
モータ制御信号を出力するモータ制御信号出力手段と、前記モータ制御信号に基づいてモータに三相の駆動電力を供給する駆動回路とを有し、前記モータ制御信号出力手段は、電流指令値としてｄ／ｑ座標系のｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値を演算する電流指令値演算手段と、検出されるモータの各相電流値を前記ｄ／ｑ座標系のｄ軸電流値及びｑ軸電流値に変換し該ｄ軸電流値及びｑ軸電流値を前記演算されたｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値に追従させるべくフィードバック制御を実行することにより前記モータ制御信号を生成するモータ制御信号生成手段とを備えるとともに、前記モータの回転角速度に応じて前記ｄ軸電流指令値を負の値とする弱め界磁制御を行うモータ制御装置であって、
前記モータの何れかの相に通電不良が発生した場合に、該異常の発生を検出可能な異常検出手段を備え、
前記モータ制御信号出力手段は、前記異常が検出された場合には、該異常発生相以外の相を通電相として前記フィードバック制御を実行することにより前記モータ制御信号の出力を実行するとともに、該異常検出時には、前記ｄ軸電流指令値が０となるように制御すること、を特徴とするモータ制御装置。
【請求項２】
請求項１に記載のモータ制御装置を備えた電動パワーステアリング装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、モータ制御装置及び電動パワーステアリング装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来、電動パワーステアリング装置（ＥＰＳ）等に用いられるモータ制御装置の多くには、電力供給線の断線や駆動回路の接点故障等によってモータの何れかの相（Ｕ，Ｖ，Ｗの何れか）に通電不良が生じた場合に、該異常の発生を検出可能な異常検出手段が設けられている。そして、当該異常の発生を検出した場合には、速やかにモータ制御を停止してフェールセーフを図る構成が一般的となっている。
【０００３】
しかしながら、ＥＰＳにおいては、こうしたモータ制御の停止に伴い、そのステアリング特性が大きく変化する。即ち、運転者が的確なステアリング操作を行うためには、より大きな操舵力が要求されることになる。この点を踏まえ、従来、上記のように通電不良相の発生を検出した場合であっても、当該通電不良発生相以外の相を通電相としてモータ制御を継続するモータ制御装置がある（例えば、特許文献１）。そして、このような構成を採用することで、通電相の減少に伴うトルクリップルの発生はあるものの、操舵系に対するアシスト力の付与を継続して、フェールセーフに伴う運転者の負担の増大を回避することができる。
【特許文献１】特開２００３－２６０２０号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、ＥＰＳにおいては、素早いステアリング操作の発生時等には、その基底速度を超えた高速領域でのモータ回転が要求される場合があり、このような場合、弱め界磁制御を実行することによって、その高速操舵時の追従性を確保する方法がある。
【０００５】
即ち、ＥＰＳのような高い静粛性が要求される用途におけるモータ駆動は、通常、所謂正弦波通電により行われ、当該正弦波通電を行うためのモータ制御信号の生成・出力は、多くの場合、検出された各相の相電流値をｄ／ｑ座標系のｄ，ｑ軸電流値に変換し、当該ｄ／ｑ座標系でのフィードバック制御を実行することにより行われる。そして、上記弱め界磁制御は、そのフィードバック制御におけるｄ軸電流指令値を、モータの回転角速度に応じた負の値とすることにより行われる。つまり、負方向のｄ軸電流を流すことにより生ずるｄ軸電機子反作用による減磁起磁力を利用し、永久磁石磁束の存在するｄ軸方向の磁束を減少させることにより、基底速度を超えた高速領域までモータの運転範囲を拡大するのである。
【０００６】
しかしながら、上記従来例のように、通電不良相の発生時に当該通電不良発生相以外の相を通電相としてモータ制御を継続する構成では、こうした弱め界磁制御の実行により、モータが逆回転する可能性がある。即ち、上記従来例は、ｄ軸電流指令値を「０」とするｄ軸非干渉制御を前提としているが、図５に示すような二相駆動時（同図に示される例は、Ｕ相異常、Ｖ，Ｗ相通電時）に、負方向のｄ軸電流指令値に基づくフィードバック制御を実行した場合には、図６に示すように、負方向のｑ軸電流が発生することになる（領域αに示す部分）。その結果、ステアリング操作の方向と逆方向にアシスト力が付与されるおそれがあり、この点において、なお改善の余地を残すものとなっていた。
【０００７】
本発明は、上記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、運転可能な回転速度領域が広く且つ通電不良相発生時の非通常制御においてもモータに逆回転の生じないモータ制御装置及び電動パワーステアリング装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】

上記問題点を解決するために、請求項１に記載の発明は、モータ制御信号を出力するモータ制御信号出力手段と、前記モータ制御信号に基づいてモータに三相の駆動電力を供給する駆動回路とを有し、前記モータ制御信号出力手段は、電流指令値としてｄ／ｑ座標系のｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値を演算する電流指令値演算手段と、検出されるモータの各相電流値を前記ｄ／ｑ座標系のｄ軸電流値及びｑ軸電流値に変換し該ｄ軸電流値及びｑ軸電流値を前記演算されたｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値に追従させるべくフィードバック制御を実行することにより前記モータ制御信号を生成するモータ制御信号生成手段とを備えるとともに、前記モータの回転角速度に応じて前記ｄ軸電流指令値を負の値とする弱め界磁制御を行うモータ制御装置であって、前記モータの何れかの相に通電不良が発生した場合に、該異常の発生を検出可能な異常検出手段を備え、前記モータ制御信号出力手段は、前記異常が検出された場合には、該異常発生相以外の相を通電相として前記フィードバック制御を実行することにより前記モータ制御信号の出力を実行するとともに、該異常検出時には、前記ｄ軸電流指令値が０となるように制御すること、を要旨とする。

【０００９】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載のモータ制御装置を備えた電動パワーステアリング装置であることを要旨とする。

上記構成によれば、通常時には、弱め界磁制御の実行により、モータの運転範囲を拡張することができ、且つ通電不良相の発生時における非通常制御（二相を通電相とするモータ駆動）には、ｄ軸電流値が０となるように制御し、弱め界磁制御を停止することで、モータの逆回転を回避することができる。そして、このようなモータ制御装置を電動パワーステアリング装置に適用することにより、通電不良相の発生時においても、ステアリング操作の方向と逆方向にアシスト力を付与する状況を発生させることなく、アシスト力の付与を継続して運転者の負担を軽減することができる。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、運転可能な回転速度領域が広く且つ通電不良相発生時の非通常制御においてもモータの逆回転が生じないモータ制御装置及び電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、本発明を電動パワーステアリング装置（ＥＰＳ）に具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

図１は、本実施形態のＥＰＳ１の概略構成図である。同図に示すように、ステアリングホイール（ステアリング）２が固定されたステアリングシャフト３は、ラックアンドピニオン機構４を介してラック５に連結されており、ステアリング操作に伴うステアリングシャフト３の回転は、ラックアンドピニオン機構４によりラック５の往復直線運動に変換される。そして、このラック５の往復直線運動により操舵輪６の舵角が変更されるようになっている。

【００１２】

また、ＥＰＳ１は、操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する操舵力補助装置としてのＥＰＳアクチュエータ１０と、該ＥＰＳアクチュエータ１０の作動を制御する制御手段としてのＥＣＵ１１とを備えている。

【００１３】

本実施形態のＥＰＳアクチュエータ１０は、その駆動源であるモータ１２がラック５と同軸に配置された所謂ラック型のＥＰＳアクチュエータであり、モータ１２が発生するアシストトルクは、ボールねじ機構（図示略）を介してラック５に伝達される。尚、本実施形態のモータ１２は、ブラシレスモータであり、ＥＣＵ１１から三相（Ｕ，Ｖ，Ｗ）の駆動電力の供給を受けることにより回転する。そして、モータ制御装置としてのＥＣＵ１１は、このモータ１２が発生するアシストトルクを制御することにより、操舵系に付与する

アシスト力を制御する（パワーアシスト制御）。

【００１４】

本実施形態では、ＥＣＵ１１には、トルクセンサ１４及び車速センサ１５が接続されている。そして、ＥＣＵ１１は、これらトルクセンサ１４及び車速センサ１５によりそれぞれ検出される操舵トルクτ及び車速Ｖに基づいて、ＥＰＳアクチュエータ１０の作動、即ちパワーアシスト制御を実行する。

【００１５】

次に、本実施形態のＥＰＳの電気的構成について説明する。

図２は、本実施形態のＥＰＳの制御ブロック図である。同図に示すように、ＥＣＵ１１は、モータ制御信号を出力するモータ制御信号出力手段としてのマイコン１７と、モータ制御信号に基づいてモータ１２に三相の駆動電力を供給する駆動回路１８とを備えている。

【００１６】

尚、本実施形態の駆動回路１８は、直列に接続された一対のスイッチング素子を基本単位（アーム）として各相に対応する３つのアームを並列接続してなる周知のＰＷＭインバータであり、マイコン１７の出力するモータ制御信号は、駆動回路１８を構成する各スイッチング素子のオンｄｕｔｙ比を規定するものとなっている。そして、モータ制御信号が各スイッチング素子のゲート端子に印加され、同モータ制御信号に応答して各スイッチング素子がオン／オフすることにより、車載電源（図示略）の直流電圧が三相（Ｕ，Ｖ，Ｗ）の駆動電力に変換されてモータ１２に供給されるようになっている。

【００１７】

本実施形態では、ＥＣＵ１１には、モータ１２に通電される各相電流値Ｉu，Ｉv，Ｉwを検出するための電流センサ２１ｕ，２１ｖ，２１ｗ、及びモータ１２の回転角θを検出するための回転角センサ２２が接続されている。そして、マイコン１７は、これら各センサの出力信号に基づき検出されたモータ１２の各相電流値Ｉu，Ｉv，Ｉw及び回転角θ、並びに上記操舵トルクτ及び車速Ｖに基づいて駆動回路１８にモータ制御信号を出力する。

【００１８】

さらに詳述すると、マイコン１７は、操舵系に付与するアシスト力の制御目標量として電流指令値を演算する電流指令値演算手段としての電流指令値演算部２３と、電流指令値演算部２３により算出された電流指令値に基づいてモータ制御信号を生成するモータ制御信号生成手段としてのモータ制御信号生成部２４とを備えている。

【００１９】

電流指令値演算部２３は、上記トルクセンサ１４及び車速センサ１５により検出された操舵トルクτ及び車速Ｖに基づいて、ｄ軸電流指令値Ｉd*及びｑ軸電流指令値Ｉq*を演算し、モータ制御信号生成部２４に出力する。一方、モータ制御信号生成部２４には、電流指令値演算部２３により算出されたこれらｄ軸電流指令値Ｉd*及びｑ軸電流指令値Ｉq*とともに、各電流センサ２１ｕ，２１ｖ，２１ｗにより検出された各相電流値Ｉu，Ｉv，Ｉw、及び回転角センサ２２により検出された回転角θが入力される。そして、モータ制御信号生成部２４は、これら各相電流値Ｉu，Ｉv，Ｉw、及び回転角θ（電気角）に基づいて、ｄ／ｑ座標系における電流フィードバック制御を実行することによりモータ制御信号を生成する。

【００２０】

即ち、モータ制御信号生成部２４において、各相電流値Ｉu，Ｉv，Ｉwは、回転角θとともに３相／２相変換部２５に入力され、同３相／２相変換部２５によりｄ／ｑ座標系のｄ軸電流値Ｉd及びｑ軸電流値Ｉqに変換される。また、電流指令値演算部２３の出力するｑ軸電流指令値Ｉq*は、上記ｑ軸電流値Ｉqとともに減算器２６ｑに入力され、ｄ軸電流指令値Ｉd*は、ｄ軸電流値Ｉdとともに減算器２６ｄに入力される。尚、本実施形態では、電流指令値演算部２３は、後述する弱め界磁制御を行わない場合には、ｄ軸電流値Ｉdとして「０」を出力する（Ｉd*＝０）。これら減算器２６ｄ，２６ｑにおいて演算された

ｄ軸電流偏差ΔＩd及びｑ軸電流偏差ΔＩqは、それぞれ対応するＦ／Ｂ制御部２７ｄ，２７ｑに入力される。そして、これら各Ｆ／Ｂ制御部２７ｄ，２７ｑにおいて、電流指令値演算部２３が出力するｄ軸電流指令値Ｉd*及びｑ軸電流指令値Ｉq*に実電流であるｄ軸電流値Ｉd及びｑ軸電流値Ｉqを追従させためのフィードバック制御が行われる。

【００２１】

具体的には、Ｆ／Ｂ制御部２７ｄ，２７ｑは、入力されたｄ軸電流偏差ΔＩd及びｑ軸電流偏差ΔＩqに所定のＦ／Ｂゲイン（ＰＩゲイン）を乗ずることにより、ｄ軸電圧指令値Ｖd*及びｑ軸電圧指令値Ｖq*を演算する。そして、各Ｆ／Ｂ制御部２７ｄ，２７ｑにより演算されたこれらｄ軸電圧指令値Ｖd*及びｑ軸電圧指令値Ｖq*は、回転角θとともに２相／３相変換部２８に入力され、同２相／３相変換部２８において三相の電圧指令値Ｖu*，Ｖv*，Ｖw*に変換される。

【００２２】

２相／３相変換部２８において演算された各電圧指令値Ｖu*，Ｖv*，Ｖw*は、ＰＷＭ変換部３０に入力され、同ＰＷＭ変換部３０において、該各電圧指令値Ｖu*，Ｖv*，Ｖw*に対応するｄｕｔｙ指令値αu，αv，αwが生成される。そして、モータ制御信号生成部２４は、これら各ｄｕｔｙ指令値αu，αv，αwに示されるオンｄｕｔｙ比を有するモータ制御信号を生成し、マイコン１７は、そのモータ制御信号を、駆動回路１８を構成する各スイッチング素子（のゲート端子）に出力することにより、同駆動回路１８の作動、即ちモータ１２への駆動電力の供給を制御する。

【００２３】

また、本実施形態では、電流指令値演算部２３には、モータ１２の回転角速度ωが入力される。そして、電流指令値演算部２３は、この入力される回転角速度ωに応じてｄ軸電流指令値Ｉd*を負の値とする弱め界磁制御を実行する。即ち、モータ１２の回転角速度ωが増加するに従い各相のモータコイル１２ｕ，１２ｖ，１２ｗに生ずる逆起電力もまた増大するため、モータの回転速度には上限（基底速度）がある。しかしながら、ｄ軸電流指令値Ｉd*を負の値として負方向のｄ軸電流を流すことで、ｄ軸電機子反作用による減磁起磁力を利用して、ｄ軸方向の磁束を減少させることが可能である。そして、本実施形態では、モータ１２の回転角速度ωに応じて、このような弱め界磁制御を実行することにより、基底速度を超えた高速領域までモータ１２の運転範囲を拡張する構成となっている。

【００２４】

（異常発生時の制御態様）

次に、本実施形態のＥＣＵにおける異常発生時の制御態様について説明する。

図２に示すように、本実施形態のＥＣＵ１１では、マイコン１７には、ＥＰＳ１に何らかの異常が生じた場合に、該異常の態様を特定するための異常判定部３１が設けられている。そして、ＥＣＵ１１（マイコン１７）は、この異常判定部３１により特定（判定）された異常の態様に応じて、モータ１２の制御モードを変更する。

【００２５】

詳述すると、異常判定部３１には、ＥＰＳアクチュエータ１０の機械的構成の異常を検出するための異常信号Ｓ_trが入力されるようになっており、同異常判定部３１は、この入力される異常信号Ｓ_trに基づいて、ＥＰＳ１における機械系統の異常を検出する。また、異常判定部３１には、モータ１２の各相電流値Ｉu，Ｉv，Ｉw、及び回転角速度ω、並びに各相のｄｕｔｙ指令値αu，αv，αw等が入力される。そして、異常判定部３１は、これら各状態量に基づいて、トルクセンサ１４の異常、或いはモータ１２への電力供給系統における異常、即ち、過電流の発生や、動力線（モータコイルを含む）の断線や駆動回路１８の接点不良等に起因する通電不良相の発生等を検出する。

【００２６】

例えば、通電不良相発生の検出は、Ｘ相（Ｘ＝Ｕ，Ｖ，Ｗ）の相電流値ＩxがＩth以下（|Ｉx|≦Ｉth）、且つ回転角速度ωが断線判定の対象範囲内（|ω|≦ω０）である場合に、該相に対応するｄｕｔｙ指令値αxが所定値Ｉth及び判定対象範囲を規定する閾値ω０に対応する所定範囲（αLo≦αx≦αHi）にない状態が継続するか否かにより行わ

れる。

【００２７】

即ち、図３のフローチャートに示すように、異常判定部３１は、検出される相電流値Ｉx（の絶対値）が所定値Ｉth以下であるか否かを判定し（ステップ１０１）、所定値Ｉth以下である場合（|Ｉx|≦Ｉth、ステップ１０１：ＹＥＳ）には、続いて回転角速度ω（の絶対値）が所定の閾値ω０以下であるか否かを判定する（ステップ１０２）。そして、回転角速度ωが所定の閾値ω０以下である場合（|ω|≦ω０、ステップ１０２）には、ｄｕｔｙ指令値αxが上記の所定範囲（αLo≦αx≦αHi）内にあるか否かを判定し（ステップ１０３）、所定範囲内にない場合（ステップ１０３：ＮＯ）には、該Ｘ相に通電不良が生じているものと判定する（ステップ１０４）。

【００２８】

そして、相電流値Ｉxが所定値Ｉthよりも大きい場合（|Ｉx|＞Ｉth、ステップ１０１：ＮＯ）、回転角速度ωが閾値ω０よりも大きい場合（|ω|＞ω０、ステップ１０２：ＮＯ）、又はｄｕｔｙ指令値αxが上記所定範囲内にある場合（αLo≦αx≦αHi、ステップ１０３：ＹＥＳ）には、Ｘ相に通電不良が生じていないと判定する（Ｘ相正常、ステップ１０５）。

【００２９】

つまり、相電流値Ｉxが所定値Ｉth以下となるほどの回転角速度ωではないにも関わらず、極端なｄｕｔｙ指令値αxが出力されている場合には、当該Ｘ相に通電不良が生じているものと判定することができる。そして、本実施形態では、異常判定部３１が、Ｕ，Ｖ，Ｗの各相について、上記判定を実行することにより、通電不良が発生した相を特定する構成となっている。

【００３０】

尚、説明の便宜のため図３のフローチャートでは省略したが、上記判定は、電源電圧がモータ１２を駆動するために必要な規定電圧以上である場合を前提として行われる。そして、最終的な異常検出の判断は、所定ステップ１０４において通電不良が生じているものと判定される状態が所定時間以上継続したか否かにより行われる。

【００３１】

本実施形態では、ＥＣＵ１１（マイコン１７）は、この異常判定部３１における異常判定の結果に基づいて、モータ１２の制御モードを切り替える。具体的には、異常判定部３１は、上記のような通電不良検出を含む異常判定の結果を異常検出信号Ｓ_tmとして出力し、電流指令値演算部２３及びモータ制御信号生成部２４は、その入力される異常検出信号Ｓ_tmに応じたｄ軸電流指令値Ｉd*及びｑ軸電流指令値Ｉq*の演算、及びモータ制御信号の生成を実行する。そして、これにより、マイコン１７におけるモータ１２の制御モードが切り替えられるようになっている。

【００３２】

さらに詳述すると、本実施形態のＥＣＵ１１は、通常時の制御モードである「通常制御モード」、及びモータ１２の駆動を停止すべき異常が発生している場合の制御モードである「アシスト停止モード」、並びにモータ１２の各相の何れかに通電不良が生じた場合の制御モードである「二相駆動モード」、以上の大別して３つの制御モードを有している。そして、異常判定部３１の出力する異常検出信号Ｓ_tmが「通常制御モード」に対応するものである場合には、電流指令値演算部２３及びモータ制御信号生成部２４は、上記のような通常時のｄ軸電流指令値Ｉd*及びｑ軸電流指令値Ｉq*の演算、及びモータ制御信号の生成を実行する。

【００３３】

一方、異常判定部３１の出力する異常検出信号Ｓ_tmが「アシスト停止モード」である場合には、電流指令値演算部２３及びモータ制御信号生成部２４は、モータ１２の駆動を停止すべく、ｄ軸電流指令値Ｉd*及びｑ軸電流指令値Ｉq*の演算、及びモータ制御信号の生成を実行する。尚、「アシスト停止モード」が選択される場合としては、機械系統の異常や、トルクセンサ１４に異常が発生した場合のほか、電力供給系統における異常発生時

については、過電流が生じた場合等が挙げられる。また、「アシスト停止モード」には、直ちにモータ１２の駆動を停止する場合のほか、モータ１２の出力を徐々に低減する、即ちアシスト力を徐々に低減した後に停止させる場合があり、この場合、モータ制御信号生成部２４は、その出力するｑ軸電流指令値Ｉq*の値（絶対値）を徐々に低減する。そして、マイコン１７は、モータ１２の停止後、駆動回路１８を構成する各スイッチング素子を開状態とし、図示しない電源リレーを開放する構成となっている。

【００３４】

また、「二相駆動モード」に対応する異常検出信号Ｓ_tmには、通電不良発生相を特定する情報が含まれている。そして、異常判定部３１の出力する異常検出信号Ｓ_tmがこの「二相駆動モード」に対応するものである場合、モータ制御信号生成部２４は、当該通電不良発生相以外の二相を通電相とするモータ制御信号の生成を実行する（例えば、Ｕ相が通電不良相である場合には、Ｖ，Ｗ相、図５参照）。また、電流指令値演算部２３は、「二相駆動モード」に対応する異常検出信号Ｓ_tmが入力された場合には、上記弱め界磁制御を実行しない、即ちその出力するｄ軸電流指令値Ｉd*の値を「０」とする（Ｉd*＝０）。そして、これにより、負方向のｑ軸電流の発生（図６参照）、即ちモータ１２が逆回転しステアリング操作の方向と逆方向にアシスト力が付与される状況の発生を回避する構成となっている。

【００３５】

次に、マイコンによる上記異常判定及び制御モードの切り替え処理について説明する。

図４のフローチャートに示すように、マイコン１７は、先ず何らかの異常が発生したか否かを判定し（ステップ２０１）、異常が発生したと判定した場合（ステップ２０１：ＹＥＳ）には、続いてその異常が電力供給系統の異常であるか否かを判定する（ステップ２０２）。次に、ステップ２０２において、電力供給系統の異常が発生したと判定した場合（ステップ２０２：ＹＥＳ）、マイコン１７は、当該電力供給系統の異常が、通電不良相の発生であるか否かを判定する（ステップ２０３）。そして、通電不良相が発生したと判定した場合（ステップ２０３：ＹＥＳ）には、上記弱め界磁制御を停止（禁止）して、当該通電不良相以外の残る二相を通電相とするモータ制御信号の出力を実行する（二相駆動モード、ステップ２０４）。

【００３６】

尚、上記ステップ２０１において、特に異常はないと判定した場合（ステップ２０１：ＮＯ）には、マイコン１７は、通常のモータ制御信号の出力を実行する（通常制御モード、ステップ２０５）。そして、上記ステップ２０２において、電力供給系統以外の異常が発生したと判定した場合（ステップ２０２：ＮＯ）、又は上記ステップ２０３において、通電不良相の発生以外の異常が発生したと判定した場合（ステップ２０３：ＮＯ）には、モータ１２の駆動を停止するためのモータ制御信号の出力、及び電源リレーの開放等を実行する。

【００３７】

以上、本実施形態によれば、以下のような作用・効果を得ることができる。

○マイコン１７（電流指令値演算部２３）は、モータ１２の回転角速度ωに応じてｄ軸電流指令値Ｉd*を負の値とする弱め界磁制御を実行する。また、マイコン１７は、ＥＰＳ１における異常判定を実行し、該異常判定において、電力供給系統の異常が発生したと判定した場合（ステップ２０２：ＹＥＳ）には、当該電力供給系統の異常が、通電不良相の発生であるか否かを判定する（ステップ２０３）。そして、通電不良相が発生したと判定した場合には、上記弱め界磁制御を停止（禁止）して、当該通電不良相以外の残る二相を通電相とするモータ制御信号の出力を実行する（二相駆動モード、ステップ２０４）。

【００３８】

上記構成によれば、通常時には、弱め界磁制御の実行により、モータの運転範囲を拡張することができ、且つ通電不良相の発生時には、残る二相を通電相としてモータ駆動を継続することにより、アシスト力の付与を継続して運転者の負担を軽減することができる。そして、当該二相を通電相とする二相駆動時には、弱め界磁制御を停止することで、モー

タ１２の逆回転に伴うステアリング操作の方向と逆方向へのアシスト力付与の発生を回避することができる。

【００３９】

なお、本実施形態は以下のように変更してもよい。

・本実施形態では、本発明を電動パワーステアリング装置（ＥＰＳ）に具体化したが、ＥＰＳ以外の用途に用いられるモータ制御装置に具体化してもよい。

【００４０】

・本実施形態では、モータ制御装置としてのＥＣＵ１１は、大別して、「通常制御モード」、「アシスト停止モード」、及び「二相駆動モード」の３つの制御モードを有することとした。しかし、異常発生時におけるモータ制御の形態は、これらのモードに限るものではない。つまり、通電不良相発生時に該通電不良発生相以外の二相を通電相としてモータ制御を実行する場合において、弱め界磁制御を実行しない構成であればよい。また、異常検出（判定）の方法についても、本実施形態の構成に限るものではない。

【図面の簡単な説明】

【００４１】

【図１】電動パワーステアリング装置（ＥＰＳ）の概略構成図。

【図２】ＥＰＳの電気的構成を示すブロック図。

【図３】通電不良相検出の処理手順を示すフローチャート。

【図４】異常判定及び制御モードの切り替えの処理手順を示すフローチャート。

【図５】通電不良発生相以外の二相を通電相とする二相駆動の態様を示す説明図。

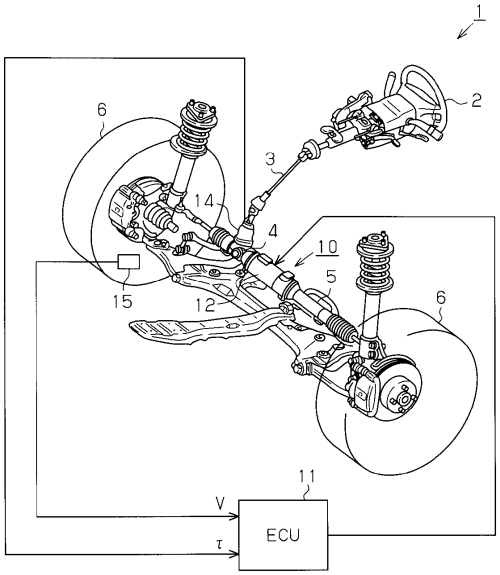
【図６】二相駆動時におけるモータの逆転を示す説明図。

【符号の説明】

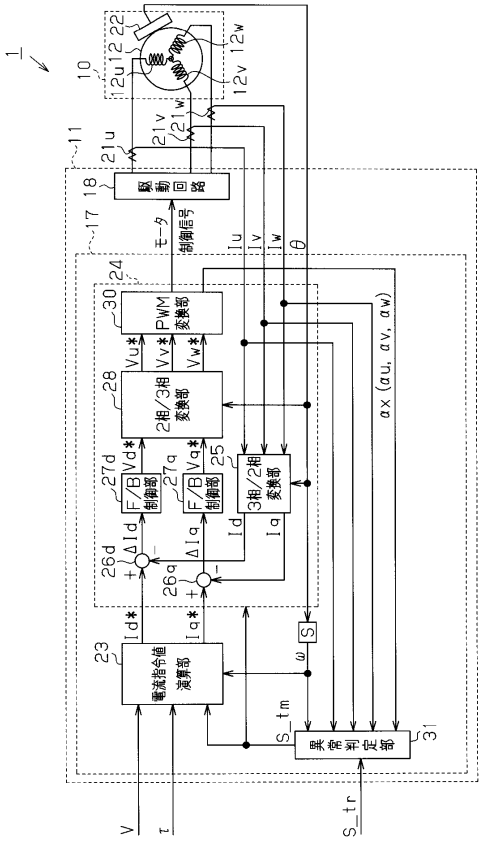
【００４２】

１…電動パワーステアリング装置（ＥＰＳ）、１０…ＥＰＳアクチュエータ、１１…ＥＰＳＥＣＵ、１２…モータ、１２ｕ，１２ｖ，１２ｗ…モータコイル、１７…マイコン、１８…駆動回路、２３…電流指令値演算部、２４…モータ制御信号生成部、３１…異常判定部、Ｉｘ，Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗ…相電流値、Ｉｄ…ｄ軸電流値、Ｉｑ…ｑ軸電流値、Ｉｄ*…ｄ軸電流指令値、Ｉｑ*…ｑ軸電流指令値、ω…回転角速度。

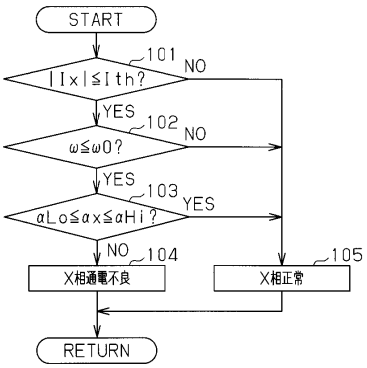
【図１】



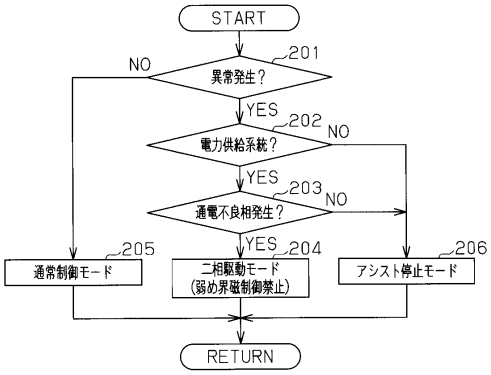
【図２】



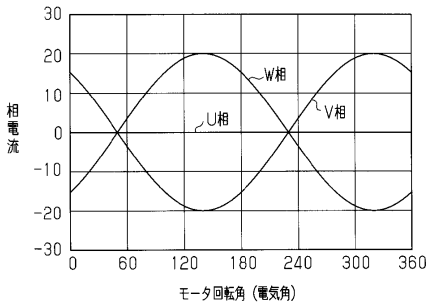
【図３】



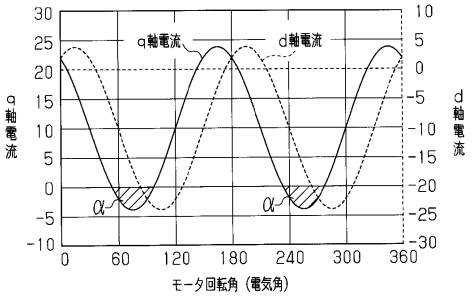
【図４】



【図５】



【図６】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI
B62D 101/00	*(2006.01)*	B62D 119:00
B62D 119/00	*(2006.01)*	B62D 137:00
B62D 137/00	*(2006.01)*	

(56)参考文献 特開２００５－０９４８７３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／０９１４８８（WO，Ａ１）
特開２００３－０２６０２０（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１９９２１２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｐ２１／００ － ２１／１４
Ｈ０２Ｐ ６／００ － ６／２４