

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6848239号
(P6848239)

(45) 発行日 令和3年3月24日(2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月8日(2021.3.8)

(51) Int.Cl.

H02P 5/74 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01)

F 1

H02P 5/74
B62D 5/04

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-141796 (P2016-141796)
(22) 出願日	平成28年7月19日 (2016.7.19)
(65) 公開番号	特開2018-14798 (P2018-14798A)
(43) 公開日	平成30年1月25日 (2018.1.25)
審査請求日	令和1年7月17日 (2019.7.17)

(73) 特許権者	000232302 日本電産株式会社 京都府京都市南区久世殿城町338番地
(72) 発明者	前島 修 神奈川県川崎市幸区新川崎2-8 日本電 産エレシス株式会社内

審査官 安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モータ制御装置およ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】

多相電動モータを制御するモータ制御装置であって、

第1および第2の制御回路と、それぞれインバータ回路およびコイルを含む少なくとも2以上のモータ回路と、を少なくとも有し、

前記第1および第2の制御回路のそれぞれは、第1および第2の監視回路を有し、

前記それぞれの制御回路と監視回路との間には、相互の回路が正常に動作しているか否かを検査する監視用通信路があり、

前記第1の制御回路と前記第2の制御回路との間には、相互の制御回路が正常に動作しているか否かを検査する制御回路間通信路があり、

前記第1および第2の制御回路と、前記少なくとも2以上のモータ回路との間には、前記第1の制御回路が前記少なくとも2以上のモータ回路の全てを制御する第1の配線と、前記第2の制御回路が前記少なくとも2以上のモータ回路の全てを制御する第2の配線と、

のいずれかを選択できる切替(switching)回路を有し、

本モータ制御装置の基本稼働状態では、前記切替回路は、前記第1の配線が選択されている状態であり、

前記基本稼働状態において、前記第1の監視回路が前記第1の制御回路の異常を検出したとき、前記第1の監視回路は前記第1の制御回路をリセットし、前記第2の制御回路がこのリセット状態を前記制御回路間通信路により検出することで前記第1の制御回路が正

10

20

常でないと認識し、前記第2の制御回路は前記切替回路に前記第2の配線を選択させることで、前記第2の制御回路が前記少なくとも2以上のモータ回路の全てを制御し、

前記リセットにより、前記第1の制御回路が正常な状態に復帰した場合、この情報を、前記第2の制御回路が前記制御回路間通信路により受け取り、前記第2の制御回路内で記憶し、その後第2の制御回路が異常を示した場合に第1の制御回路に切り替えるモータ制御装置。

【請求項2】

前記第1の監視回路には、前記第2の制御回路または前記第2の監視回路から参照できる、前記第1の監視回路が書き込み可能な記憶領域、または前記第1の監視回路から出力できる通信路であって、前記第2の制御回路または前記第2の監視回路に繋がる通信路があり、

前記第1の監視回路は、前記リセットに代えて、前記記憶領域への書き込み、または前記通信路への出力信号により、前記第1の制御回路が異常である旨を、前記第2の制御回路に伝える、請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項3】

前記制御装置は、更に表示装置を有し、

前記第1の制御回路が異常状態であることを、前記第2の制御回路が、前記表示装置に表示する、請求項1から2のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項4】

前記第1および第2の制御回路、前記第1および第2の監視回路、のそれぞれには、少なくとも他の制御回路または他の監視回路が正常であるか否かを記憶する状態記憶部を有し、

少なくとも前記基本稼働状態において、それぞれの制御回路または監視回路は、前記状態記憶部を用いて、他の制御回路およびまたは他の監視回路が正常に稼働しているか否かを記憶している、請求項1から3のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項5】

前記基本稼働状態において、前記第1の監視回路が、前記第2の制御回路の異常を認識した場合で且つ第1の制御回路の異常も認識した場合、前記第1の監視回路は、前記少なくとも2以上のモータ回路の全てについて、フェールセーフ状態に移行して、モータ制御を停止する、請求項1から4のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項6】

前記フェールセーフ状態は、前記第1の監視回路が、前記第1の制御回路に対してリセットをかけることで実現する、請求項5に記載のモータ制御装置。

【請求項7】

前記少なくとも2以上のモータ回路は、第1のモータ回路と、これ以外の他のモータ回路とに分かれており、

前記切替回路は、前記第1の制御回路が前記第1のモータ回路を制御し且つ前記第2の制御回路が前記他のモータ回路を制御する第三の配線を有し、前記基本稼働状態は、前記切替回路が第三の配線を選択している状態である、請求項1から6のいずれかに記載のモータ制御装置。

【請求項8】

運転者のハンドル操作を補助する電動パワーステアリング装置であって、ハンドル操作によるトルクを検出するトルクセンサと、請求項1から請求項7までのいずれか1項に記載のモータ制御装置と、前記モータ制御装置により駆動されるモータと、を有する、電動パワーステアリング装置。

【請求項9】

多相電動モータを制御するモータ制御装置であって、第1および第2の制御回路と、それぞれインバータ回路およびコイルを含む少なくとも2以上のモータ回路と、を少なくとも有し、

10

20

30

40

50

前記第1および第2の制御回路のそれぞれは、第1および第2の監視回路を有し、

前記それぞれの制御回路と監視回路との間には、相互の回路が正常に動作しているか否かを検査する監視用通信路があり、

前記第1の制御回路と前記第2の制御回路との間には、相互の制御回路が正常に動作しているか否かを検査する制御回路間通信路があり、

前記第1および第2の制御回路と、前記少なくとも2以上のモータ回路との間には、前記第1の制御回路が前記少なくとも2以上のモータ回路の全てを制御する第1の配線と、前記第2の制御回路が前記少なくとも2以上のモータ回路の全てを制御する第2の配線と、

のいずれかを選択できる切替(switching)回路を有し、

10

本モータ制御装置の基本稼働状態では、前記切替回路は、前記第1の配線が選択されている状態であり、

前記基本稼働状態において、前記第1の監視回路が前記第1の制御回路の異常を検出したとき、前記第1の監視回路は前記第1の制御回路をリセットし、前記第2の制御回路がこのリセット状態を前記制御回路間通信路により検出することで前記第1の制御回路が正常でないと認識し、前記第2の制御回路は前記切替回路に前記第2の配線を選択させることで、前記第2の制御回路が前記少なくとも2以上のモータ回路の全てを制御し、

前記第1の監視回路には、前記第2の制御回路または前記第2の監視回路から参照できる、前記第1の監視回路が書き込み可能な記憶領域、または前記第1の監視回路から出力できる通信路であって、前記第2の制御回路または前記第2の監視回路に繋がる通信路があり、

20

前記第1の監視回路は、前記リセットに代えて、前記記憶領域への書き込み、または前記通信路への出力信号により、前記第1の制御回路が異常である旨を、前記第2の制御回路に伝える、モータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置および電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

30

近年、社会の交通安全要求等の高まりから、車両等の信頼性の向上が求められている。例えば車両を構成する部位に故障があつても、これを克服できる機能や構造を有する車両が求められている。これに対応する1つの手段として、車両を構成する部位であつて、通常ひとつの中構造体で構成されている部位について、信頼性向上のために、同一の中構造体を2以上持つことが行われている。これを本明細書では「冗長である」と表現することがある。そして一つの中構造体の故障を検出すると、冗長に設けられた正常な他の中構造体に切り替えることで、早期に、車両を正常な稼働状態に回復させる。これにより車両の信頼性を向上させる。

【0003】

従来、車両には、運転者のハンドル操作(steering)を補助する電動パワーステアリング装置が搭載されている。この電動パワーステアリング装置でも、上記の冗長性を有する装置が提案されている。例えば特許文献1の電動パワーステアリング装置は、2組のインバータと、これにそれぞれ対応する2組のモータ巻線とを有する。更にこれらを制御する2つの制御演算装置を有する構成も示されている(特許文献1の明細書の図11等)。そして一方の制御演算装置が故障しても、他方の正常な制御演算装置が、2組のインバータの何れかを選択して、モータ巻線を制御することで、故障に対する冗長性を持たせている。しかし具体的に、制御装置の故障をどの様に検出し、正常な制御演算装置に切り替えるのかの詳細については記載されていない。

40

【0004】

また特許文献2では、実施形態として車両エンジンの動作を制御する一つのモータジェ

50

ネレータ（即ち 1 つのインバータと 1 つの巻線）に対して、2 つの制御用マイコンを有する冗長構造が開示されている。すなわち 2 つの制御用マイコンにより、1 つのインバータ等が制御される。またこれらの 2 つのマイコンにはそれぞれ監視装置が接続され、各監視装置で、それぞれのマイコンの誤動作を監視している。しかしこの技術を、2 以上の制御装置を有する電動パワーステアリング装置に応用する場合、そのまま適用することはできない。即ち、一方の制御装置の誤動作に対して、具体的にどの様に切換制御を行うかについては、明確ではなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献 1】特開 2014 - 176215 号公報

【特許文献 2】特許 5246230 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

20

近年、車両に対して一層高い信頼性が求められる中、電動パワーステアリング装置では、インバータやモータ巻線の故障のみならず、制御装置の故障に対する回復機能も求められている。これに対応するために、2 組以上のインバータと、それにそれぞれ対応する 2 組以上のモータ巻線を有するモータ回路に対して、2 以上の制御装置を有する構成が採用されつつある。その際、何れかの制御装置の故障が検出された場合、その状況に応じて、的確な回復処理を行うことが課題であった。

【課題を解決するための手段】

【0007】

30

本開示の一様に係る多相電動モータを制御するモータ制御装置は、第 1 および第 2 の制御回路と、それぞれインバータ回路およびコイルを含む少なくとも 2 以上のモータ回路と、を少なくとも有する。前記第 1 および第 2 の制御回路のそれぞれは、第 1 および第 2 の監視回路を有する。前記それぞれの制御回路と監視回路との間には、相互の回路が正常に動作しているか否かを検査する監視用通信路がある。前記第 1 の制御回路と前記第 2 の制御回路との間には、相互の制御回路が正常に動作しているか否かを検査する制御回路間通信路がある。前記第 1 および第 2 の制御回路と、前記少なくとも 2 以上のモータ回路との間には、前記第 1 の制御回路が前記少なくとも 2 以上のモータ回路の全てを制御する第 1 の配線と、前記第 2 の制御回路が前記少なくとも 2 以上のモータ回路の全てを制御する第 2 の配線と、のいずれかを選択できる切替（switching）回路を有する。本モータ制御装置の基本稼働状態では、前記切替回路は、前記第 1 の配線が選択されている状態であり、前記基本稼働状態において、前記第 1 の監視回路が前記第 1 の制御装置の異常を検出したとき、前記第 1 の監視回路は前記第 1 の制御回路をリセットし、前記第 2 の制御回路がこのリセット状態を前記制御回路間通信路により検出することで前記第 1 の制御回路が正常でないと認識し、前記第 2 の制御回路は前記切替回路に前記第 2 の配線を選択することで、前記第 2 の制御回路が前記少なくとも 2 以上のモータ回路の全てを制御する。

【発明の効果】

40

【0008】

本開示の例示的な実施形態によれば、2 以上の制御装置を有するモータ制御装置において、何れかの制御装置の故障が検出された場合、その状況に応じて的確な回復処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】図 1 は、電動パワーステアリング装置の概要図である。

【図 2】図 2 は、2 つの制御装置があるモータ制御装置の構成を示したブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0010】

以下、モータ駆動装置および電動パワーステアリング装置の例について、図面を参照しながら説明する。

<電動パワーステアリング装置の構成>

【0011】

図1に、電動パワーステアリング装置の概要図を示す。電動パワーステアリング装置1は、自動車等の輸送機器において、運転者のハンドル操作を補助する装置である。本実施形態の電動パワーステアリング装置1は、トルクセンサ94、モータ200、およびモータ制御装置300を有する。

10

【0012】

トルクセンサ94は、ステアリングシャフト92に取り付けられている。運転者がステアリングホイール（以下「ハンドル」ともいう）91を操作してステアリングシャフト92を回転させると、トルクセンサ94は、ステアリングシャフト92にかかるトルクを検出する。トルクセンサ94の検出信号であるトルク信号は、トルクセンサ94からモータ制御装置300へ出力される。モータ制御装置300は、トルクセンサ94から入力されるトルク信号に基づいて、モータ200を駆動させる。なお、モータ制御装置300は、トルク信号だけではなく、他の情報（例えば車速など）を併せて参照していくてもよい。

【0013】

モータ制御装置300は、電力供給源400から得られる電力を利用して、モータ200に駆動電流を供給する。モータ200から生じる駆動力は、ギアボックス500を介して車輪93に伝達される。これにより、車輪93の舵角が変化する。このように、電動パワーステアリング装置1は、ステアリングシャフト92のトルクを、モータ200により増幅させて、車輪93の舵角を変化させる。したがって、運転者は、軽い力でステアリングホイール91を操作することができる。

20

<第1の実施形態>

【0014】

図2は、本実施形態のモータ制御装置の内部構造を示すブロック図である。このモータ制御装置300は、2つのモータ回路100, 110と、2つの制御回路10, 20、および切替回路40により構成される。

30

【0015】

モータ回路100, 110には、それぞれ、第1インバータ101および第1モータコイル102と、第2インバータ111および第2モータコイル112が含まれる。制御回路10, 20には、それぞれの制御回路が正常であるか否かを監視する第1監視回路13, 第2監視回路23が含まれる。またこれらの正常であるか否かを監視のために、制御回路と監視回路との間には、監視用通信14, 24がある。更に第1制御回路10には、第2制御回路20が正常に動作しているか否かの監視を行う第2制御回路監視部11を含み、第2制御回路20には、第1制御回路10が正常に動作しているか否かの監視を行う第1制御回路監視部21を含む。そしてこれらの正常であるか否かを監視のために、制御回路間には制御回路間通信路30がある。

40

[切替モード]

【0016】

第1制御回路10と第2制御回路20からは、それぞれモータ回路を制御する第1制御配線12と第2制御配線22とが、切替回路40の一方側に接続されている。また第1モータ回路100と第2モータ回路110からは、それぞれ制御回路に向かう第1モータ配線50と第2モータ配線51とが、切替回路40の他方側に接続されている。なおこれらのモータ配線は、インバータのオンオフを制御する制御線を想定している。モータコイルに電力を供給する動力線は、公知の方法で配線されており、図示を省略している。

50

【0017】

切替回路40は、何れかの制御回路からの指示に基づき、次の4つのモードの何れかへの切替を実現する。

(1) 切替モード1：このモードでは、第1制御配線12は、第1モータ配線50と第2モータ配線51とに接続される。他方第2制御配線22は、何れのモータにも接続されない。この切替モードの実行により、第1モータ回路100と第2モータ回路110は、第1制御回路10により制御される。

(2) 切替モード2：このモードでは、第2制御配線22は、第1モータ配線50と第2モータ配線51とに接続される。他方第1制御配線12は、何れのモータにも接続されない。この切替モードの実行により、第1モータ回路100と第2モータ回路110は、第2制御回路20により制御される。10

(3) 切替モード3：このモードでは、第1制御配線12は第1モータ配線50に接続され、第2制御配線22は第2モータ配線51に接続される。この切替モードの実行により、第1モータ回路100は第1制御回路10により制御され、第2モータ回路110は第2制御回路20により制御される。

(4) 切替モード4：このモードでは、第1制御配線12、第2制御配線22、第1モータ配線50、第2モータ配線51は何れにも接続されず、且つ第1モータ回路100及び第2モータ回路110は、駆動力を発揮しない状態に置かれ、モータの回転軸は外力により自由に回転できる状態、即ちセーフティモードに置かれる。

【0018】

なおこれらの切替を行う制御回路からの指示は、それぞれの制御配線12、22に含まれていても良い。即ち切替専用の配線として割り当てられても良い。または、切替回路40に対するコマンド授受等により、切替動作が実現されても良い。

【0019】

以上が、図2の、本実施形態のモータ制御装置の内部構造を示すブロック図の説明である。なおこのモータ制御装置には、上記説明に加えて、図示しない付加的部位が含まれる。これについては以下の詳細な動作説明において、追加して説明する。

[基本稼働状態]

【0020】

次に、第1の実施形態における基本動作について説明する。まず基本稼働状態を定義する。基本稼働状態では、切替回路40は、切替モード1が選択されており、従って第1制御回路10が、第1モータ回路100と第2モータ回路110を制御している。そして制御回路と監視回路との間、および制御回路間は、一定の短い周期で相互に「正常に動作している状態」を確認している状態である。

[第1制御回路の異常]

【0021】

この基本稼働状態にあるモータ制御装置が、次の時点で、例えば第1制御回路10が異常であることを、第1監視回路13が検出した場合を考える。この時、第1監視回路13は、図示しない付加回路、または第1監視用通信路14に含まれる配線等により、第1制御回路10をリセットする。この場合のリセットとは、通常、第1制御回路10に含まれるマイクロコンピュータのリセット端子に、リセットのための信号を送付することにより実現できる。あるいは第1制御回路10のみに対して電源を供給している図示しない電源装置がある場合、この電源をオフすることでも良い。即ち「第1制御回路10をリセットする」とは、制御回路のマイクロコンピュータを初期状態に戻し、検出された誤動作を中断させる作用を含むと考えることができる。

【0022】

第1制御回路10がリセットされると、第2制御回路20は、制御回路間通信路30を介してその状態を検出し、第1制御回路10が正常でないことを認識する。そして第2制

10

20

30

40

50

御回路 20 は、切替回路 40 に指示し、切替モード 2 に切り替える。これにより、第 2 制御回路 20 が 2 つのモータ回路 100, 110 を制御することになる。その結果、切替前には第 1 制御回路の故障により、2 つのモータ回路 100, 110 への制御が変調をきたしていた故障状態が、瞬時に、例えば 10 ms で程度の時間で、第 2 制御回路により正常な制御状態に移行することができる。これによりこのモータ制御装置 300 が搭載された電動パワーステアリング装置 1 は、これを操作する運転者の第 1 制御装置の故障に起因する違和感を最小にして、正常なアシスト状態に移行することができる。特に切替後の状態は、2 つのモータ回路の双方が正常に稼働する状態で動作可能であり、パワーステアリングのモータによるアシストは、100% 状態で遂行される。故に、運転者の負担が少なく、違和感なくスムーズに故障状態から脱却できる。これにより安全性が一段と向上する。

10

【 0023 】

一方リセットされた第 1 制御回路 10 は、このリセットにより正常機能が回復する場合がある。その場合、第 2 制御回路 20 は、制御回路間通信路 30 を介してその状態を検出し、第 1 制御回路 10 が正常に復帰したことを認識する。この状態は、第 2 制御回路 20 の状態記憶部に記憶される。更にこの情報は、第 2 監視用通信路 24 を介して第 2 監視回路 23 の状態記憶部にも記憶される。なお第 1 制御回路がリセットされ且つ正常状態に復帰しない場合も、同様にその状態がこれらの記憶部に記憶される。これらの記憶情報は、後述する通り、次に第 2 制御回路が故障した場合に参照され、的確な復帰動作につなぐことが可能となる。

20

【 0024 】

また第 1 制御回路 10 がリセットから正常状態に復帰せず、故障状態が継続している場合、第 2 制御回路 20 は、モータ制御装置 300 の一部が故障していることを、運転者や、ネットワークを介してこの車両を管理している外部の管理システム等に知らせるために、第 1 制御回路 10 が故障である旨を、通知し、あるいは図示していない異常ランプの点灯や表示モニターへの警告表示等により知らせることができる。これにより、動作は正常であるが、冗長部品の一部が故障であることを外部に知らせることで、早期の故障修理を可能にする。

[第 1 監視回路の異常]

30

【 0025 】

次に上記の基本稼働状態のときに、第 1 監視回路 13 が異常になった場合の動作について説明する。この場合、第 1 制御回路 10 が、第 1 監視回路 13 の異常を検出し、第 1 制御回路 10 の状態記憶部に記憶される。更に第 1 制御回路 10 は、「第 1 監視回路が異常である」ことを、制御回路間通信路 30 を介して第 2 制御回路 20 の状態記憶部にも記憶させる。

【 0026 】

なお第 1 制御回路 10 は、第 1 監視回路 13 に対してリセットを発することができる。このリセットにより、第 1 監視回路 13 が正常復帰した場合は、第 1 制御回路 10 はこれを検出し、これが第 1 制御回路 10 の状態記憶部に記憶される。一方正常復帰しない場合は、これが第 1 制御回路 10 の状態記憶部に記憶されている「第 1 監視回路が異常である」旨の記憶は維持される。

40

【 0027 】

この状況下で、第 1 制御回路 10 が異常となった場合、この異常状態は、第 2 制御回路 20 が、制御回路間通信路 30 を介して検出する。そして第 2 制御回路 20 は、切替回路 40 を切替モード 1 から切替モード 2 に切替る。これにより、第 1 モータ回路 100 と第 2 モータ回路 110 とは、故障した第 1 制御回路 10 から切り離され、第 2 制御回路 20 により制御されることになる。この切替は瞬時に行われるため、運転者は、第 1 制御回路 10 の異常に影響されることなく、安全な運行を継続できる。更に第 2 制御回路 20 は、「第 1 制御回路 10 が異常である」旨を、自己の状態記憶部に記録する。

50

【0028】

なお上記の第1制御回路10が異常となった場合に、第1制御回路10をリセットすることができる。このリセットにより、第1制御回路10が正常復帰した場合、これを第2制御回路20が検出し、「第1制御回路10が正常である」旨を、自己の状態記憶部に記録する。この場合、その後第2制御回路20が異常状態になった場合、モータ回路100、110の制御を、第1制御回路10に切り替えることで、正常復帰することが可能になる。

[第2監視回路の異常]

【0029】

10

次に基本稼働状態のときに、第2監視回路23が異常になった場合の動作について説明する。この場合、第2制御回路20が、この異常を検出し、その状態を自己の状態記憶に記録する。その後、第2制御回路20は、第2監視回路23をリセットする。これにより第2監視回路23の異常が、正常復帰した場合、第2制御回路20は、この「第2監視回路23が正常である」旨を自己の状態記憶に再度記録する。これにより、このモータ駆動装置は、基本稼働状態に戻る。

[第2制御回路の異常]

【0030】

20

次に基本稼働状態のときに、第2制御回路20が異常になった場合の動作について説明する。この場合、第2監視回路23がこの異常を検出し、その状態を自己の状態記憶に記録する。その後第2監視回路23は、第2制御回路20をリセットする。このリセット動作は、第1制御回路10により検出され、「第2制御回路20が異常である」旨を自己の状態記憶に記録する。更にこの「第2制御回路20が異常である」旨の情報は、第1制御回路10を介して、あるいは図示しない第2制御回路20と第1監視回路13との間の通信路を介して、第1監視回路13の状態記憶に記録される。

【0031】

なおこの第2制御回路20の異常を、第1制御回路10が先に検出した場合、第1制御回路10は、「第2監視回路23が正常である」旨を自己の状態記憶で確認し、第2監視回路23に、第2制御回路20の管理を委ねる。また第2監視回路23によるリセットにより、第2制御回路20が正常復帰した場合は、その状態が、関係する回路の状態記憶に記録される。

30

【0032】

基本稼働状態のときに、第2制御回路20の異常が検出され、この異常状態が、第1監視回路13の状態記憶に記録されている状態、に説明を戻す。この状態で、第1制御回路10の異常を第1監視回路13が検出した場合、第1監視回路13は、次の2つの操作の何れかを実行する。

【0033】

(1) 第1の操作

運転者に「制御回路の異常」を伝え、モータ回路100、110をフェールセーフ状態にして、モータ制御装置300を停止する。ここで「フェールセーフ状態」とは、少なくとも車両ハンドル91のモータ駆動補助(アシスト状態)を解除し、手動操作状態にすることをいう。

40

(2) 第2の操作：第1の操作に加えて、更に第1の監視回路が第1の制御回路10をリセットし、正常回復しないかどうかを観察する。正常復帰した場合は、運転者に「正常になったこと」を伝え、運転者の指示操作、即ち「再度アシスト状態にするか否かの指示」を待って、第1制御回路10によるモータ回路100、110への制御を再開させる。

[異常の検出]

【0034】

50

次に、制御回路および監視回路のそれぞれの間での異常検出方法について説明する。主に次の方法により、異常が検出される。それぞれの回路間には、相互間で設けられた通信路を有するものとする。なお以下に説明する以外の公知の異常検出方法を用いても良い。

【0035】

この方法は、一方回路から他方回路の方向で、双方回路で認識されている一定周期のデータ伝送を、通信路を介して行う。他方回路は、定期的に送信されたデータを受理し確認することで、一方回路が正常に動作していることを検出する。加えてこれとは独立に、他方回路から一方回路の方向で、同様のデータ伝送および検出を行う。これにより、このデータ伝送が正常に行われないことで、何れかの回路が異常であることを検出することができる。

10

<他の実施形態>

【0036】

[第2基本稼働状態]

第一の実施形態で説明した基本稼働状態を、次の第2基本稼働状態に置き換えることができる。この第2基本稼働状態では、切替回路40は切替モード3が選択されており、第1制御配線12は第1モータ配線50に接続され、第2制御配線22は第2モータ配線51に接続されている。この切替モードが選択された状態では、第1モータ回路100は第1制御回路10により制御され、第2モータ回路110は第2制御回路20により制御されている。

20

【0037】

この第2基本稼働状態において、例えば第1制御回路10が異常になった場合、切替回路40は切替モード2が選択され、第2制御回路20がモータ回路全てを制御するように切り替えられる。これにより、モータ制御は早期に正常な状態に戻される。

【0038】

第1制御回路10が異常になった場合の切替について、第一の実施形態と比較する。第一の実施形態では、第1モータ回路100と第2モータ回路110が、共に第2制御回路に切り替えられる。これに対して、本実施形態では、第1モータ回路100のみが、第2制御回路に切替えられる。故に第一の実施形態と比較して、切替える信号線の数が少なくて済み、切替えをより迅速に行うことができる。また切替えの際のノイズ等も低減できる。

30

[通信路の追加]

【0039】

第一の実施形態に追加して、更に検討する。まず基本稼働状態において、各制御回路および各監視回路は、他の制御回路及び他の監視回路が正常であるか否かを、常時、自己の状態記憶に記憶している。この情報を得る為に、監視用通信路14、24および制御回路間通信路30が用いられる。

【0040】

この通信をより的確に行う為に、図2の構成に追加して、第1および第2監視回路間に監視回路間通信を増設することもできる。これにより、例えば第1監視回路13は、第2監視回路23および第2制御回路20の状態を、この監視回路間通信を介して確認し、且つ自己の状態記憶に記録することができる。

40

【0041】

更に第1監視回路13と第2制御回路20との間の通信路、およびまたは、第2監視回路13と第1制御回路20との間の通信路を追加することもできる。これにより、相互の状態を直接確認することができ、冗長制御の融通性が向上する。これにより一層の信頼性を確保することができる。

[回路のリセット]

50

【0042】

次に制御回路または監視回路のリセットについて説明する。以上述べてきた説明において、制御回路または監視回路は、通常、マイクロコンピュータ等により構成されている。その場合、これらの回路をリセットするには、これを構成しているマイクロコンピュータのリセット端子に、リセット信号を送ることで実現することができる。

【0043】

あるいは制御回路または監視回路がそれぞれ、またはその一部について、独立の電源回路を有している場合がある。電源回路を有する制御回路または監視回路をリセットしたい場合、その電源回路をオフにすることで、対象とする制御回路または監視回路を停止させ、次にその電源回路をオンにすることで、対象とする制御回路または監視回路を再起動させることで、実現することの可能である。10

【0044】

また制御回路または監視回路が、上記を含めたいずれかの方法でリセットされた場合、これに対応してこれらの制御回路または監視回路の出力状態が、モータ回路に影響しない状態、即ちフェールセーフ状態を実現にすることも、必要となる。これにより、異常となった制御回路または監視回路が、モータ回路に影響を与えないようにすることができ、運転者は、少なくとも車両ハンドル 91 のモータ駆動補助（アシスト状態）を解除し、手動操作状態にすることが必要となる。これにより制御回路等の異常時でも、モータはロックされず、運転者はハンドルを手動で操作することができる。20

[3 以上のモータ回路または制御回路]**【0045】**

以上説明したモータ制御装置は、2つの制御回路 10、20 と、2つのモータ回路 100、200 の構成について、例示的に説明した。しかしこの構成は、適宜拡張可能である。。10

【0046】

例えば、モータ回路を 3 以上有する構成も可能である。この場合、例えば基本稼働状態では、第 1 制御回路 10 が 3 以上のモータ回路全てを制御する。第 1 制御回路 10 が異常になった場合、切替回路 40 により、第 2 制御回路 20 が、3 以上のモータ回路全てを制御するように切り替えられる。これによりモータ回路の冗長性が増し、より故障に対する信頼性が向上する。30

【0047】

また例えば、制御回路を 3 以上有する構成も可能である。この場合、例えば基本稼働状態では、第 1 制御回路がモータ回路全てを制御する。第 1 制御回路が異常になった場合、切替回路 40 により、第 2 制御回路が、モータ回路全てを制御するように切り替えられる。更に第 1 制御回路および第 2 制御回路がともに異常となった場合、第 3 制御回路がモータ回路全てを制御するように切り替えられる。これによりモータ回路の冗長性が増し、故障に対する信頼性が一層向上する。。40

【産業上の利用可能性】**【0048】**

本開示の実施形態は、電動パワーステアリング装置などに幅広く利用され得る。

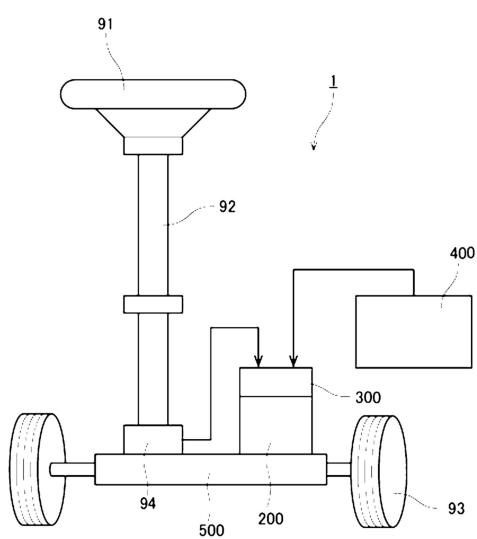
【符号の説明】**【0049】**

- 1 電動パワーステアリング装置
- 10 第 1 制御回路
- 13 第 1 監視回路
- 14 第 1 監視用通信路
- 20 第 2 制御回路

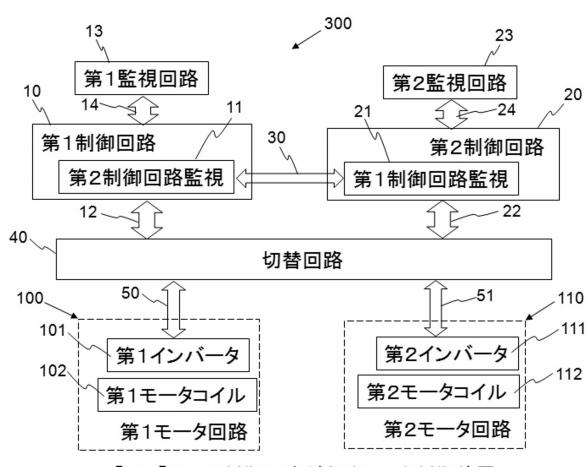
2 3 第2監視回路
 2 4 第2監視用通信路
 3 0 制御回路間通信路
 4 0 切替回路
 1 0 0 第1モータ回路
 1 1 0 第2モータ回路
 2 0 0 モータ
 3 0 0 モータ制御装置

10

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2016-096709(JP,A)
特開2010-137860(JP,A)
特開2009-062009(JP,A)
特開2004-291877(JP,A)
特開2012-224298(JP,A)
特開2014-187747(JP,A)
特開2006-335157(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 5/74
H02P 27/06
H02P 29/028
B62D 5/04