

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-201199

(P2014-201199A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	3 D 3 3 3
H 0 2 P 27/06 (2006.01)	H 0 2 P 7/63 3 O 3 V	5 H 5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-78785 (P2013-78785)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成25年4月4日 (2013.4.4)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	坂口 友一
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	3D232 CC34 DA03 DA15 DA63 DA64
			DD10 DD17 EA01 EB11 EC23
			GG01
			3D333 CB02 CB17 CC15 CC30 CC43
			CD53 CE30 CE32
			最終頁に続く

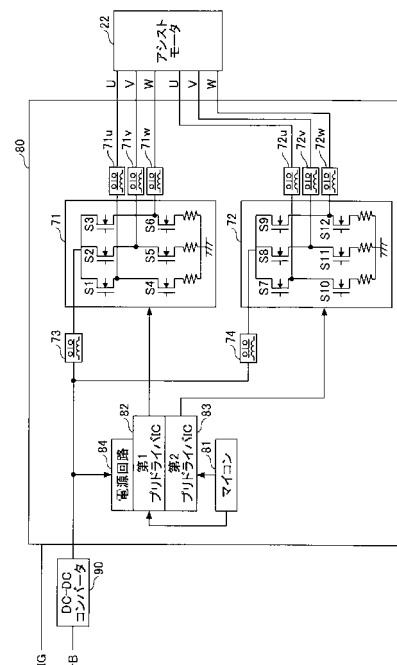
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 2系統の巻線に対する通電を行いつつアシストモータの回転を低減することができる電動パワーステアリング装置の提供。

【解決手段】 電動パワーステアリング装置は、第1系統の巻線と、第2系統の巻線とを備え、アシストトルクを発生するアシストモータと、前記アシストモータの第1系統の巻線を通電する第1系統の駆動回路と、前記アシストモータの第2系統の巻線を通電する第2系統の駆動回路と、前記第1系統の巻線に対する通電により発生される回転磁界と前記第2系統の巻線に対する通電により発生される回転磁界とが打ち消しあうように、前記第1系統の駆動回路及び前記第2系統の駆動回路を制御する制御装置とを含む。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 系統の巻線と、第 2 系統の巻線とを備え、アシストトルクを発生するアシストモータと、

前記アシストモータの第 1 系統の巻線に通電する第 1 系統の駆動回路と、

前記アシストモータの第 2 系統の巻線に通電する第 2 系統の駆動回路と、

前記第 1 系統の巻線に対する通電により発生される回転磁界と前記第 2 系統の巻線に対する通電により発生される回転磁界とが打ち消しあうように、前記第 1 系統の駆動回路及び前記第 2 系統の駆動回路を制御する制御装置とを含む、電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、所定の場合のみ、前記制御を行う、請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記所定の場合は、前記第 1 系統の巻線への通電中に異常に起因して前記第 1 系統の巻線への通電停止が不能となった場合、又は、前記第 2 系統の巻線への通電中に異常に起因して前記第 2 系統の巻線への通電停止が不能となった場合を含む、請求項 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】

前記所定の場合は、前記アシストモータの温度を上昇させるべき状況が検出された場合を含む、請求項 2 又は 3 に記載の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】**

本開示は、電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、複数対の磁極をもつロータと、夫々電気角で 60 度離れて円周上に巻装された 2 組の 3 相巻線をもつステータを有する AC サーボモータと、前記各 3 相巻線に夫々、個別に 3 相交流電流を供給する制御装置一式を 2 台用いて二重冗長構成としたことを特徴とする AC サーボモータ駆動装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この装置では、通常運転時は、2 組の 3 相巻線に通電して、それらによる合成トルクをモータに発生させている。また、モータを定格運転中に、一方の制御装置、あるいは、ステータ 3 相巻線が故障して、一方の 3 相巻線が形成する回転磁界が消滅するような場合は、他方の制御装置が定格電力を出力し、モータの定格運転を継続させている。

【0003】

また、直流電力を 3 相交流電力に変換するインバータと、このインバータの 3 相交流出力端子に 3 相出力線を介して接続される永久磁石同期電動機と、前記インバータと前記永久磁石同期電動機との間の前記 3 相出力線を開放する開放手段と、通常時に前記開放手段を閉成させ、前記インバータの故障を検出した際に前記開放手段を開放する制御手段とを有する電気車制御装置が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2003-102189 号公報

【特許文献 2】特開平 08-182105 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記の特許文献 1 に記載の構成では、2 組の 3 相巻線に通電して、それらによる合成トルクをモータに発生させているが、3 相巻線への通電を行いつつモータの

10

20

30

40

50

回転を停止させることは行われていない。3相巻線への通電を行いつつモータの回転を停止させることができれば、例えばスイッチング素子の故障に起因して巻線への通電停止が不能となった場合でも、モータの回転を停止させることができるので有用である。

【0006】

そこで、本開示は、2系統の巻線に対する通電を行いつつアシストモータの回転を低減することができる電動パワーステアリング装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一面によれば、第1系統の巻線と、第2系統の巻線とを備え、アシストトルクを発生するアシストモータと、

10

前記アシストモータの第1系統の巻線を通電する第1系統の駆動回路と、

前記アシストモータの第2系統の巻線を通電する第2系統の駆動回路と、

前記第1系統の巻線に対する通電により発生される回転磁界と前記第2系統の巻線に対する通電により発生される回転磁界とが打ち消しあうように、前記第1系統の駆動回路及び前記第2系統の駆動回路を制御する制御装置とを含む、電動パワーステアリング装置が提供される。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、2系統の巻線に対する通電を行いつつアシストモータの回転を低減することができる電動パワーステアリング装置が得られる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】電動パワーステアリング装置に関連した車両用操舵装置10の一例を概略的に示す全体図である。

【図2】ECU80における入出力の一例を示す図である。

【図3】電動パワーステアリング装置20に係る電力供給系の概要の一例を示す図である。

【図4】アシストモータ22の構成の一例と共に、第1インバータ71及び第2インバータ72とアシストモータ22との間の接続態様の一例を示す図である。

【図5】正常時におけるアシストモータ22の巻線全体に対する通電パターンの一例を示す図である。

30

【図6】正常時におけるアシストモータ22の第1系統の巻線に対する通電パターンの一例を示す図である。

【図7】正常時におけるアシストモータ22の第2系統の巻線に対する通電パターンの一例を示す図である。

【図8】正常時におけるアシストモータ22の第1系統の巻線に対する通電パターンの他の一例を示す図である。

【図9】正常時におけるアシストモータ22の第2系統の巻線に対する通電パターンの他の一例を示す図である。

【図10】マイコン81により実行される処理の一例を示すフローチャートである。

40

【図11】異常発生に関連したアシストモータ22の第1系統の巻線に対する通電パターンを示す図である。

【図12】異常発生時に実行されるアシストモータ22の第2系統の巻線に対する通電パターンを示す図である。

【図13】マイコン81により実行される処理の他の一例を示すフローチャートである。

【図14】アシストモータ22の第1系統の巻線に対する通電パターン（逆相通電時の通電パターン）を示す図である。

【図15】アシストモータ22の第2系統の巻線に対する通電パターン（逆相通電時の通電パターン）を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 0 】

以下、添付図面を参照しながら各実施例について詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、車両用操舵装置 1 0 の一例を概略的に示す全体図である。車両用操舵装置 1 0 は、運転者が操作するステアリングホイール 1 1 を含むステアリングコラム 1 2 を備える。ステアリングコラム 1 2 は、ステアリングホイール 1 1 の回転軸となるステアリングシャフト 1 4 を回転可能に支持する。ステアリングシャフト 1 4 は、ゴムカップリング 1 3 等を介して中間シャフト（インターミディエイトシャフト）1 6 に接続される。中間シャフト 1 6 はピニオンシャフト（出力軸）に接続され、ステアリングギアボックス 3 1 内でピニオンシャフトのピニオン 1 7 がステアリングラック（ラックバー）1 8 に噛合される。ステアリングラック 1 8 の両端には、それぞれタイロッド 1 9 の一端が接続されると共に各タイロッド 1 9 の他端にはナックルアーム等（図示せず）を介して転舵輪（図示せず）が接続されている。また、中間シャフト 1 6 又はステアリングシャフト 1 4 には、ステアリングホイール 1 1 の操舵角に応じた信号を発生する舵角センサ 2 6 や、ステアリングシャフト 1 4 に付与される操舵トルクに応じた信号を発生するトルクセンサ 1 5 が設けられる。尚、トルクセンサ 1 5 は、例えば、トーションバーで結合された中間シャフト 1 6（入力軸）とピニオンシャフト（出力軸）にそれぞれ設けられ、これらの軸の回転角度差に基づいてトルクを検出する計 2 個のレゾルバセンサから構成されてもよい。

10

【 0 0 1 2 】

尚、図 1 に示す車両用操舵装置 1 0 の構成はあくまで一例であり、車両用操舵装置 1 0 の構成自体は、後述の電動パワーステアリング装置 2 0 を備える限り、任意であってよい。

20

【 0 0 1 3 】

車両用操舵装置 1 0 は、電動パワーステアリング装置 2 0 を備える。電動パワーステアリング装置 2 0 は、操舵補助用のアクチュエータ 2 2（以下、「アシストモータ 2 2」という）を備える。アシストモータ 2 2 は、例えば 3 相ブラシレスモータで構成されてよい。アシストモータ 2 2 は、ステアリングギアボックス 3 1 内にステアリングラック 1 8 と同軸に設けられてよい。例えば、アシストモータ 2 2 は、ボールねじナットを介してステアリングラック 1 8 に噛合されてよい。アシストモータ 2 2 は、その駆動力によりステアリングラック 1 8 の移動を助勢する。即ち、アシストモータ 2 2 の作動時、ロータの回転によりボールねじナットが回転し、これにより、ステアリングラック 1 8 を軸方向移動に移動（助勢）させる。電動パワーステアリング装置 2 0 の機械的な構成自体は、アシストモータ 2 2 の配置場所を含め、任意であってよい。例えば、アシストモータ 2 2 は、ステアリングシャフト（ピニオンシャフト等）に噛合されてもよいし、油圧装置を介して助成力を伝達してもよい。電動パワーステアリング装置 2 0 のアシストモータ 2 2 は、後述の ECU 8 0 により制御される。アシストモータ 2 2 の制御態様については、後述する。

30

【 0 0 1 4 】

図 2 は、ECU 8 0 における入出力の一例を示す図である。車両用操舵装置 1 0 は、以下で説明する各種制御を行う ECU 8 0 を備える。ECU 8 0 は、マイクロコンピュータによって構成されており、例えば、CPU、制御プログラムを格納する ROM、演算結果等を格納する読書き可能な RAM、タイマ、カウンタ、入力インターフェイス、及び出力インターフェイス等を有する。

40

【 0 0 1 5 】

ECU 8 0 は、操舵システムを統括する単一の ECU により実現されてもよいし、2 つ以上の ECU により協働して実現されてもよい。ECU 8 0 には、以下で説明する各種制御を実現するための情報ないしデータが入力される。例えば、ECU 8 0 には、トルクセンサ 1 5、回転角センサ 2 4、舵角センサ 2 6、車速センサ（図示せず）等から各種のセンサ値が所定周期毎に入力されてよい。また、ECU 8 0 には、後述する U - V、V - W 及び W - U 通電経路のそれぞれに流れる電流を検出する電流センサが接続又は内蔵される。また、ECU 8 0 には、制御対象としてアシストモータ 2 2 が接続されている。

50

【 0 0 1 6 】

ＥＣＵ８０は、トルクセンサ１５や回転角センサ２４等の出力信号に基づいて、アシストモータ２２で発生させるべきアシストトルク（アシスト力）に関する目標値を決定する。アシストトルクに関する目標値は、電流や電圧等を含む任意の物理量であってよく、例えば、アシストモータ２２に印加するアシストモータ電流値（モータ駆動デューティ）であってよい。アシストトルクに関する目標値は、任意の態様で決定されてもよい。例えば、アシストトルクに関する目標値は、運転者による操舵トルクの増加に応じてアシストトルクが大きくなるように決定され、車速が大きい場合は小さい場合よりアシストトルクが小さくなるように決定されてもよい。また、アシストモータ２２に印加されるアシストモータ電流値は、アシストモータ２２（ロータ）の回転角度を検出する回転角センサ２４の出力信号に基づいてフィードバック制御されてよい。

10

【 0 0 1 7 】

図３は、電動パワーステアリング装置２０に係る電力供給系の概要の一例を示す図である。

【 0 0 1 8 】

図３に示すように、アシストモータ２２には、第１インバータ７１及び第２インバータ７２が並列に接続される。尚、第１インバータ７１及び第２インバータ７２は、それぞれ、第１系統の駆動回路及び第２系統の駆動回路の一例である。第１インバータ７１及び第２インバータ７２は、それぞれ、電源電圧（＋Ｂ）に接続される。尚、電源電圧は、車載バッテリーやオルタネータ等であってよい。

20

【 0 0 1 9 】

第１インバータ７１は、６個のスイッチング素子Ｓ１乃至Ｓ６で構成される３相ブリッジ回路を含んでよい。スイッチング素子Ｓ１乃至Ｓ６は、トランジスタ等の任意のスイッチング素子であってよい。第１インバータ７１に印加される直流電流は、３相ブリッジ回路により３相交流電力に変換される。第１インバータ７１のスイッチング素子Ｓ１乃至Ｓ６は、マイコン８１及び第１ブリッドライバＩＣ８２により制御される。具体的には、マイコン８１は、アシストトルクに関する目標値を決定し、第１ブリッドライバＩＣ８２は、その目標値に対応するスイッチングパターン（目標値に対応するデューティのスイッチングパターン）をスイッチング素子Ｓ１乃至Ｓ６に印加する。

【 0 0 2 0 】

同様に、第２インバータ７２は、６個のスイッチング素子Ｓ７乃至Ｓ１２で構成される３相ブリッジ回路を含んでよい。スイッチング素子Ｓ７乃至Ｓ１２は、トランジスタ等の任意のスイッチング素子であってよい。第２インバータ７２に印加される直流電流は、３相ブリッジ回路により３相交流電力に変換される。第２インバータ７２のスイッチング素子Ｓ７乃至Ｓ１２は、マイコン８１及び第２ブリッドライバＩＣ８３により制御される。具体的には、マイコン８１は、アシストトルクに関する目標値を決定し、第２ブリッドライバＩＣ８３は、その目標値に対応するスイッチングパターンをスイッチング素子Ｓ７乃至Ｓ１２に印加する。尚、第１ブリッドライバＩＣ８２及び第２ブリッドライバＩＣ８３は、一体化されてもよい。

30

【 0 0 2 1 】

尚、図３に示す例では、第１インバータ７１、第２インバータ７２、マイコン８１、第１ブリッドライバＩＣ８２、第２ブリッドライバＩＣ８３及び電源回路８４は、ＥＣＵ８０の構成要素である。但し、ＥＣＵ８０は、その他の構成要素を含んでもよいし、一部が外部に設けられてもよい。例えば、第１インバータ７１及び第２インバータ７２は、ＥＣＵ８０の外部に設けられてもよい。更に、ＥＣＵ８０は、アシストモータ２２と一体的にモジュール化されるものであってもよい。

40

【 0 0 2 2 】

第１インバータ７１と電源電圧の間には、第１スイッチ７３が設けられる。第１スイッチ７３は、図３に示すように、リレー式のスイッチ（機械的なスイッチ）であってよく、或いは、トランジスタ等のような半導体のスイッチング素子であってよい。

50

【 0 0 2 3 】

同様に、第 2 インバータ 7 2 と電源電圧の間には、第 2 スイッチ 7 4 が設けられる。第 2 スイッチ 7 4 は、図 3 に示すように、リレー式のスイッチ（機械的なスイッチ）であってもよく、或いは、トランジスタ等のような半導体のスイッチング素子であってもよい。第 1 スイッチ 7 3 及び第 2 スイッチ 7 4 は、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 に対応して、電源電圧に並列に接続される。尚、第 1 スイッチ 7 3 及び第 2 スイッチ 7 4 は、省略されてもよい。

【 0 0 2 4 】

尚、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 と電源電圧の間には、任意的な構成として DC - DC コンバータ 9 0 が接続されてもよい。DC - DC コンバータ 9 0 は、電源電圧を昇圧して、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 側に出力する。DC - DC コンバータ 9 0 は、任意の構成であってもよく、例えば同期整流型の非絶縁型 DC / DC コンバータであってもよい。

【 0 0 2 5 】

また、第 1 インバータ 7 1 とアシストモータ 2 2 の間には、開放リレー 7 1 u , 7 1 v , 7 1 w が設けられてよい。開放リレー 7 1 u , 7 1 v , 7 1 w は、スイッチング素子 S 1 乃至 S 6 の故障等に起因してアシストモータ 2 2 への通電停止が不能となった場合に、開放されてよい。また、第 2 インバータ 7 2 とアシストモータ 2 2 の間には、開放リレー 7 2 u , 7 2 v , 7 2 w が設けられてよい。開放リレー 7 2 u , 7 2 v , 7 2 w は、スイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 の故障等に起因してアシストモータ 2 2 への通電停止が不能となった場合に、開放されてよい。但し、これらの開放リレー 7 1 u , 7 1 v , 7 1 w 及び 7 2 u , 7 2 v , 7 2 w は、後述の如く省略することも可能である。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、アシストモータ 2 2 の構成の一例と共に、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 とアシストモータ 2 2 との間の接続態様の一例を示す図である。尚、図 4 においては、電源回路 8 4 等の図示が省略されている。また、図 4 において、各端子 U 1 は、互いに電氣的に接続されており、各端子 V 1 は、互いに電氣的に接続されており、各端子 W 1 は、互いに電氣的に接続されている。同様に、図 4 において、各端子 U 2 は、互いに電氣的に接続されており、各端子 V 2 は、互いに電氣的に接続されており、各端子 W 2 は、互いに電氣的に接続されている。

【 0 0 2 7 】

アシストモータ 2 2 は、図 4 に示すように、2 系統の巻線（2 重巻構成）を有する。具体的には、アシストモータ 2 2 は、互いに独立した第 1 系列の巻線と第 2 系統の巻き線とを含む。例えば、第 1 系列の巻線と第 2 系統の巻き線とは、それぞれ、アシストモータ 2 2 のステータに巻回される。尚、巻き方は、任意であり、例えば集中巻、分布巻ないし重ね巻のような巻き方が採用されてもよい。

【 0 0 2 8 】

第 1 系列の巻線は、第 1 インバータ 7 1 を介して通電される U 相コイル U - V 1 と、V 相コイル V - W 1 と、W 相コイル W - U 1 とを含む。第 2 系列の巻線は、第 2 インバータ 7 2 を介して通電される U 相コイル U - V 2 と、V 相コイル V - W 2 と、W 相コイル W - U 2 とを含む。尚、図 4 に示す例では、第 1 系列の巻線と第 2 系統の巻き線は、それぞれ、スター結線で構成されているが、デルタ結線のような他の構成であってもよい。U 相コイル U - V 1、V 相コイル V - W 1、W 相コイル W - U 1、及び、U 相コイル U - V 2、V 相コイル V - W 2、W 相コイル W - U 2 は、全て同一の特性（例えばインダクタンス等）のコイルから形成されてよい。以下では、U 相コイル U - V 1、V 相コイル V - W 1、W 相コイル W - U 1、及び、U 相コイル U - V 2、V 相コイル V - W 2、W 相コイル W - U 2 は、全て同一の特性のコイルであるとして説明を続ける。

【 0 0 2 9 】

図 4 に示す構成によれば、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 がアシストモータ 2 2 に並列に接続されているので、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 のうち

のいずれか一方を作動させるだけで、アシストモータ 2 2 を作動させることができる。

【 0 0 3 0 】

第 1 インバータ 7 1 を作動させる場合、マイコン 8 1 は、上述の如くアシストモータ 2 2 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値を決定すると、第 1 スイッチ 7 3 をオンとし且つ第 2 スイッチ 7 4 をオフとすると共に、第 1 ブリドライバ IC 8 2 を介して、目標値に対応するスイッチングパターンをスイッチング素子 S 1 乃至 S 6 に印加する。かかるスイッチングパターンがスイッチング素子 S 1 乃至 S 6 に印加されると、スイッチング素子 S 1 乃至 S 6 がスイッチングパターンに従ってオン / オフし、U - V、V - W 及び W - U の各通電状態が順次切り替わる。

【 0 0 3 1 】

第 2 インバータ 7 2 を作動させる場合、マイコン 8 1 は、上述の如くアシストモータ 2 2 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値を決定すると、第 1 スイッチ 7 3 をオフとし且つ第 2 スイッチ 7 4 をオンとすると共に、第 2 ブリドライバ IC 8 3 を介して、目標値に対応するスイッチングパターンをスイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 に印加する。かかるスイッチングパターンがスイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 に印加されると、スイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 がスイッチングパターンに従ってオン / オフし、U - V、V - W 及び W - U の各通電状態が順次切り替わる。

【 0 0 3 2 】

また、図 4 に示す構成によれば、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 は、双方が同時に作動することも可能である。この場合、マイコン 8 1 は、第 1 スイッチ 7 3 をオンとし且つ第 2 スイッチ 7 4 をオンとすると共に、アシストトルクに関する目標値を決定し、その目標値を所定比率で分配した分配目標値を、第 1 ブリドライバ IC 8 2 及び第 2 ブリドライバ IC 8 3 に与える。例えば、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 を 1 : 9 の比率で作動させる場合、目標値の 1 0 % に対応するスイッチングパターンをスイッチング素子 S 1 乃至 S 6 に印加すると共に、目標値の 9 0 % に対応するスイッチングパターンをスイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 に印加する。この際、第 1 インバータ 7 1 に係る U - V 通電経路、V - W 通電経路及び W - U 通電経路を流れる電流と、第 2 インバータ 7 2 に係る U - V 通電経路、V - W 通電経路及び W - U 通電経路を流れる電流とは、互いに独立して流されるが、これらが協働して回転磁界を形成する。これにより、全体として、目標値の 1 0 0 % が実現されるような通電が実行されることになる。

【 0 0 3 3 】

尚、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 は、好ましくは、同一の定格であり、単独でアシストトルクの最大値（設計で意図される最大値）を発生させることができる能力を備える。即ち、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 は、いずれも、単独の作動時に、アシストトルクの最大値を発生させることができる。尚、アシストトルクの最大値は、アシストトルクに関する目標値の取りうる最大値に対応する。以下では、第 1 インバータ 7 1 及び第 2 インバータ 7 2 が同一の定格であり、単独でアシストトルクの最大値を発生させることができる能力を備えることを前提として、説明を続ける。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、正常時におけるアシストモータ 2 2 の U 相コイルと、V 相コイルと、W 相コイルに対する通電パターンの一例を示す図である。ここでは、U 相コイルとは、U 相コイル U - V 1 及び U 相コイル U - V 2 の全体（合計）を指し、V 相コイル及び W 相コイルについても同様である。

【 0 0 3 5 】

図 5 に示す例では、U 相コイルの通電パターンは、機械角で 0 ~ 3 6 0 度の範囲で示され、1 2 0 度の正方向通電と、6 0 度の非通電と、1 2 0 度の負方向通電と、6 0 度の非通電の繰り返しからなる。V 相コイル及び W 相コイルの通電パターンについても同様である。但し、U 相コイル、V 相コイル及び W 相コイルの通電パターンは、互いに対して 1 2 0 度ずつずらされる。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

尚、図 5 において、期間 t_1 においては、U 相端子から V 相端子方向の通電が実現され、期間 t_2 においては、U 相端子から W 相端子方向の通電が実現され、期間 t_3 においては、V 相端子から W 相端子方向の通電が実現され、期間 t_4 においては、V 相端子から U 相端子方向の通電が実現され、期間 t_5 においては、W 相端子から U 相端子方向の通電が実現され、期間 t_6 においては、W 相端子から V 相端子方向の通電が実現される。

【0037】

図 6 は、正常時におけるアシストモータ 22 の第 1 系統の巻線（U 相コイル U - V 1、V 相コイル V - W 1 及び W 相コイル W - U 1）に対する通電パターンの一例を示す図である。図 7 は、正常時におけるアシストモータ 22 の第 2 系統の巻線（U 相コイル U - V 2、V 相コイル V - W 2 及び W 相コイル W - U 2）に対する通電パターンの一例を示す図である。アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線に対する通電パターンは、スイッチング素子 S 1 乃至 S 6 にスイッチングパターンを印加することにより発生される。換言すると、スイッチング素子 S 1 乃至 S 6 に印加されるスイッチングパターンは、以下で説明する第 1 系統の巻線に対する通電パターンが実現されるように決定される。同様に、アシストモータ 22 の第 2 系統の巻線に対する通電パターンは、スイッチング素子 S 7 乃至 S 12 にスイッチングパターンを印加することにより発生される。換言すると、スイッチング素子 S 7 乃至 S 12 に印加されるスイッチングパターンは、以下で説明する第 2 系統の巻線に対する通電パターンが実現されるように決定される。尚、第 1 系統の巻線に対する通電パターンと第 2 系統の巻線に対する通電パターンとを足し合わせると、図 5 に示した通電パターン（合計の通電パターン）になる。尚、図 6 及び図 7 に示す通電パターン（図 5 に示す通電パターンについても同様）は、機械角で $0 \sim 360$ 度の範囲で示されており、機械角 360 度毎に同一のパターンが周期的に発生するものとする。

【0038】

アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線に対する通電パターンと、アシストモータ 22 の第 2 系統の巻線に対する通電パターンとは、図 6 及び図 7 に示すように、互いにオーバーラップしつつ交互に発生する。図 6 及び図 7 に示す例では、第 1 系統の巻線は、アシストモータ 22 のロータの機械角 $0 \sim 180$ 度の範囲を受け持ち、第 2 系統の巻線は、アシストモータ 22 のロータの機械角 $180 \sim 360$ 度の範囲を受け持つ。

【0039】

より具体的には、第 1 系統の巻線に対する通電パターンについて、期間 t_1 においては、U 相端子（U 1）から V 相端子（V 1）方向の通電が実現され、期間 t_2 においては、U 相端子（U 1）から W 相端子（W 1）方向の通電が実現され、期間 t_3 においては、V 相端子（V 1）から W 相端子（W 1）方向の通電が実現され、期間 t_4 においては、V 相端子（V 1）から U 相端子（U 1）方向の通電が実現され、期間 t_5 においては、W 相端子（W 1）から U 相端子（U 1）方向の通電が実現され、期間 t_6 においては、W 相端子（W 1）から V 相端子（V 1）方向の通電が実現される。期間 $t_2 \sim t_6$ における第 1 系統の巻線に対する通電パターンは、目標値（アシストモータ 22 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値）の 100% が実現されるような通電パターンとされる。期間 $t_8 \sim t_{12}$ までは、第 1 系統の巻線には通電が実行されない。但し、例えば異常検知用に非常に僅かな通電が維持されてもよい。

【0040】

第 2 系統の巻線に対する通電パターンについて、期間 $t_2 \sim t_6$ までは、第 2 系統の巻線には通電が実行されない。但し、例えば異常検知用に非常に僅かな通電が維持されてもよい。期間 t_7 においては、U 相端子（U 2）から V 相端子（V 2）方向の通電が実現され、期間 t_8 においては、U 相端子（U 2）から W 相端子（W 2）方向の通電が実現され、期間 t_9 においては、V 相端子（V 2）から W 相端子（W 2）方向の通電が実現され、期間 t_{10} においては、V 相端子（V 2）から U 相端子（U 2）方向の通電が実現され、期間 t_{11} においては、W 相端子（W 2）から U 相端子（U 2）方向の通電が実現され、期間 t_{12} においては、W 相端子（W 2）から V 相端子（V 2）方向の通電が実現される。期間 $t_8 \sim t_{12}$ における第 1 系統の巻線に対する通電パターンは、目標値（アシスト

モータ 22 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値) の 100% が実現されるような通電パターンとされる。

【0041】

また、第 1 系統の巻線に対する通電パターンと、アシストモータ 22 の第 2 系統の巻線に対する通電パターンとは、区間 t_1 (機械角 $0 \sim 30$ 度) と区間 t_7 (機械角 $180 \sim 210$ 度) でオーバーラップしている。即ち、区間 t_1 及び区間 t_7 においては、第 1 系統の巻線及び第 2 系統の巻線の双方に同時に通電が実行される。このオーバーラップ区間においては、好ましくは、双方で目標値 (アシストモータ 22 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値) の 100% が実現されるような通電パターンとされる。この際、第 1 系統及び第 2 系統間の分配比率は、任意であってよく、例えば図 6 に示すように、50% であってもよい。

10

【0042】

このようにして図 6 及び図 7 に示す例では、アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線に対する通電と、アシストモータ 22 の第 2 系統の巻線に対する通電とは、実質的に (オーバーラップ区間を除いて) 機械角 180 度毎に交互に実行される。従って、図 6 及び図 7 に示す例によれば、アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線と第 2 系統の巻線が交互に通電されるので、発熱を分散することができる。また、アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線と第 2 系統の巻線への各通電は、オーバーラップ区間を介して切り替わるので、アシストモータ 22 の巻線全体に対する通電の途切れ (無通状態) の発生を防止することができる。これにより、アシストモータ 22 の駆動力の平滑性を維持することができる。

20

【0043】

尚、図 6 及び図 7 に示す例では、アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線と第 2 系統の巻線に対する通電の切り替え周期は、機械角で 180 度毎であるが、切り替え周期は、 180 度に限定されず、任意である。また、切り替え周期は、動的に可変されてもよい。また、第 1 系統の巻線に対する通電時間と第 2 系統の巻線に対する通電時間とが周期的に同一である必要は無く、一方が他方より長く通電される態様で切換えが実現されてもよい。

【0044】

また、図 6 及び図 7 に示す例では、オーバーラップ区間は、機械角で 30 度であるが、オーバーラップ区間の長さは任意である。また、図 6 及び図 7 に示す例では、オーバーラップ区間内における通電パターンは、一定であるが、オーバーラップ区間内で可変されてもよい。

30

【0045】

図 8 は、正常時におけるアシストモータ 22 の第 1 系統の巻線 (U 相コイル $U - V_1$ 、V 相コイル $V - W_1$ 及び W 相コイル $W - U_1$) に対する通電パターンの他の一例を示す図である。図 9 は、正常時におけるアシストモータ 22 の第 2 系統の巻線 (U 相コイル $U - V_2$ 、V 相コイル $V - W_2$ 及び W 相コイル $W - U_2$) に対する通電パターンの他の一例を示す図である。尚、第 1 系統の巻線に対する通電パターンと第 2 系統の巻線に対する通電パターンとを足し合わせると、図 5 に示した通電パターン (合計の通電パターン) になる。尚、図 8 及び図 9 に示す通電パターンは、機械角で $0 \sim 360$ 度の範囲で示されており、機械角 360 度毎に同一のパターンが周期的に発生するものとする。

40

【0046】

アシストモータ 22 の第 1 系統の巻線に対する通電パターンと、アシストモータ 22 の第 2 系統の巻線に対する通電パターンとは、図 8 及び図 9 に示すように、互いにオーバーラップせず交互に発生する。図 8 及び図 9 に示す例では、第 1 系統の巻線は、アシストモータ 22 のロータの機械角 $0 \sim 180$ 度の範囲を受け持ち、第 2 系統の巻線は、アシストモータ 22 のロータの機械角 $180 \sim 360$ 度の範囲を受け持つ。

【0047】

より具体的には、第 1 系統の巻線に対する通電パターンについて、期間 t_1 においては、U 相端子 (U_1) から V 相端子 (V_1) 方向の通電が実現され、期間 t_2 においては、U 相端子 (U_1) から W 相端子 (W_1) 方向の通電が実現され、期間 t_3 においては、V

50

相端子（V 1）からW相端子（W 1）方向の通電が実現され、期間 t 4 においては、V 相端子（V 1）からU相端子（U 1）方向の通電が実現され、期間 t 5 においては、W相端子（W 1）からU相端子（U 1）方向の通電が実現され、期間 t 6 においては、W相端子（W 1）からV相端子（V 1）方向の通電が実現される。期間 t 1 ~ t 6 における第 1 系統の巻線に対する通電パターンは、目標値（アシストモータ 2 2 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値）の 1 0 0 % が実現されるような通電パターンとされる。期間 t 7 ~ t 1 2 までは、第 1 系統の巻線には通電が実行されない。但し、例えば異常検知用に非常に僅かな通電が維持されてもよい。

【 0 0 4 8 】

第 2 系統の巻線に対する通電パターンについて、期間 t 1 ~ t 6 までは、第 2 系統の巻線には通電が実行されない。但し、例えば異常検知用に非常に僅かな通電が維持されてもよい。期間 t 7 においては、U 相端子（U 2）からV相端子（V 2）方向の通電が実現され、期間 t 8 においては、U 相端子（U 2）からW相端子（W 2）方向の通電が実現され、期間 t 9 においては、V 相端子（V 2）からW相端子（W 2）方向の通電が実現され、期間 t 1 0 においては、V 相端子（V 2）からU相端子（U 2）方向の通電が実現され、期間 t 1 1 においては、W相端子（W 2）からU相端子（U 2）方向の通電が実現され、期間 t 1 2 においては、W相端子（W 2）からV相端子（V 2）方向の通電が実現される。期間 t 7 ~ t 1 2 における第 1 系統の巻線に対する通電パターンは、目標値（アシストモータ 2 2 で発生させるべきアシストトルクに関する目標値）の 1 0 0 % が実現されるような通電パターンとされる。

【 0 0 4 9 】

尚、正常時における通電パターンは、図 5 乃至図 9 に示す例に限られず、任意である。例えば、発熱の分散ができなくなる点で不利となるが、上述のような交互通電でなく、双方の系統への常時通電が採用されてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は、マイコン 8 1 により実行される処理の一例を示すフローチャートである。図 1 0 に示す処理ルーチンは、例えばアシストトルクに関する目標値がゼロより大きい間、所定周期毎に繰り返し実行されてよい。

【 0 0 5 1 】

ステップ 1 0 0 0 では、アシストモータ 2 2 の第 1 系統の巻線又は第 2 系統の巻線に対する通電停止が不可となったか否か、即ち通電停止が不可となる異常が発生したか否かを判定する。通電停止が不可となる異常は、例えばスイッチング素子 S 1 乃至 S 6 のオン固着故障や、スイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 のオン固着故障、第 1 プリドライバ IC 8 2、第 2 プリドライバ IC 8 3 の故障等によって生じうる。尚、このような異常は、例えば、第 1 系統又は第 2 系統の巻線の各相を流れる電流（相電流）を検出する電流センサの出力値を監視することで検出されてよい。アシストモータ 2 2 の第 1 系統の巻線又は第 2 系統の巻線に対する通電停止が不可となった場合には、ステップ 1 5 0 2 に進む。アシストモータ 2 2 の第 1 系統の巻線又は第 2 系統の巻線に対する通電停止が不可でない場合、即ち正常である場合は、今回周期の処理はそのまま終了する（即ち、所定周期毎に異常発生を監視する状態のままとなる）。

【 0 0 5 2 】

ステップ 1 0 0 2 では、アシストモータ 2 2 の回転が停止されるように、第 1 系統及び第 2 系統の巻線のうちの、正常な方の系統の巻線への逆相通電を実行する。尚、この際、異常な系統の巻線への通電であって、停止可能な通電は停止される。この正常な方の系統の巻線への逆相通電は、異常な系統の巻線への通電に起因して発生する回転磁界を打ち消すような通電パターン（図 1 1 及び図 1 2 参照）で実行される。

【 0 0 5 3 】

図 1 0 に示す処理によれば、アシストモータ 2 2 の第 1 系統の巻線又は第 2 系統の巻線に対する通電停止が不可となる異常発生時においても、正常な方の系統の巻線へ逆相通電を行うことで、アシストモータ 2 2 の回転を停止させることができる。従って、アシスト

モータ 22 の第 1 系統の巻線又は第 2 系統の巻線に対する通電停止が不可となる異常発生時において機能する開放リレー 71u, 71v, 71w 及び 72u, 72v, 72w を省略し、低コスト化を図ることも可能である。但し、フェールセール機能の冗長性を高めるため、開放リレー 71u, 71v, 71w 及び 72u, 72v, 72w を維持することも可能である。

【0054】

図 11 及び図 12 は、図 10 に示した処理の説明図である。図 11 及び図 12 は、第 1 系統の巻線に対する通電中に第 1 系統の巻線に対する通電停止が不能となった場合の制御方法の説明図であり、図 11 は、異常発生に関連したアシストモータ 22 の第 1 系統の巻線に対する通電パターンを示し、図 12 は、異常発生時に実行されるアシストモータ 22 の第 2 系統の巻線に対する通電パターンを示す。尚、ここでは、第 1 系統の巻線に対する通電が不能となった場合を説明するが、第 2 系統の巻線に対する通電が不能となった場合についても同様である。

10

【0055】

図 11 に示す例では、第 1 系統の巻線に対する通電中の期間 t5 の途中で異常が発生し、それ以後、第 1 系統の巻線に対する通電停止が不能となっている。即ち、W 相端子 (W1) から U 相端子 (U1) 方向の通電が停止不能となっている。この場合、図 15 に示したステップ 1502 の処理が実行される。この結果、図 12 に示すように、期間 t5 の途中 (異常発生時点又はその直後) から第 2 系統の巻線に対する逆相通電が開始される。第 2 系統の巻線に対する逆相通電は、第 1 系統における W 相端子 (W1) から U 相端子 (U1) 方向の通電に起因して発生する回転磁界を打ち消すような通電パターンで実行される。具体的には、U 相端子 (U2) から W 相端子 (W2) 方向の通電が継続的に実行される。尚、この際、第 2 系統の巻線に対する逆相通電に係る通電電流は、第 1 系統の巻線に対する通電電流に対して、大きさが同じで向きが逆である関係となる。

20

【0056】

尚、図 11 及び図 12 に示す例では、一例として、W 相端子 (W1) から U 相端子 (U1) 方向の通電が停止不能となった場合を説明したが、U 相端子 (U1) から V 相端子 (V1) 方向の通電が停止不能となった場合等、他の方向の通電が停止不能となった場合も同様である。

【0057】

また、図 11 及び図 12 に示す例では、図 11 に示すように、第 1 系統の巻線に対する通電であって、停止可能な通電 (V 相端子 (V1) から U 相端子 (U1) 方向の通電や、W 相端子 (W1) から V 相端子 (V1) 方向の通電) は停止されているが、かかる通電が維持されてもよい。この場合、第 2 系統の巻線に対する逆相通電は、同様に、第 1 系統の巻線に対する通電により生じる回転磁界を打ち消すような通電パターンで実行されればよい。

30

【0058】

図 13 は、マイコン 81 により実行される処理の他の一例を示すフローチャートである。図 13 に示す処理ルーチンは、アシストトルクに関する目標値がゼロである間、所定周期毎に繰り返し実行されてよい。図 13 に示す処理ルーチンは、図 10 に示した処理ルーチンと相反せず、従って、図 13 に示す処理ルーチンと図 10 に示した処理ルーチンとは、別々に双方が実行されてもよいし、いずれか一方のみが実行されてもよい。

40

【0059】

ステップ 1300 では、アシストモータ 22 の温度 (第 1 系統の巻線及び / 又は第 2 系統の巻線の温度) を上昇させる必要があるか否かを判定する。アシストモータ 22 の温度を上昇させる必要があるか否かは、任意の基準で判定されてもよい。例えば、アシストモータ 22 の動作停止期間 (IG オフ中を含む) が所定時間以上である場合に、アシストモータ 22 の温度を上昇させる必要があると判定してもよい。この際、外気温や気候 (季節)、日時等が考慮されてもよい。また、IG オン時は常に、アシストモータ 22 の温度を上昇させる必要があると判定してもよい。或いは、アシストモータ 22 の温度を検出する

50

温度センサが存在する場合は、当該温度センサからの信号に基づいて判定されてもよい。アシストモータ22の温度を上昇させる必要があると判定した場合は、ステップ1302に進み、それ以外の場合、今回周期の処理はそのまま終了する。

【0060】

ステップ1302では、車速が0であるか否かを判定する。車速が0である場合は、ステップ1304に進み、車速が0以外である場合（即ち走行中である場合）は、今回周期の処理はそのまま終了する。

【0061】

ステップ1304では、アシストモータ22の回転が発生しない態様で、第1系統及び第2系統の巻線への逆相通電を実行する。この逆相通電は、第1系統の巻線への通電に起因して発生する回転磁界と、第2系統の巻線への通電に起因して発生する回転磁界とを打ち消し合うような通電パターン（図14及び図15参照）で実行される。ステップ1304の処理は、アシストモータ22の温度が上昇するのに十分な所定時間のみ実行されてよい。

【0062】

図14及び図15は、図13に示した処理の説明図である。図14は、アシストモータ22の第1系統の巻線に対する通電パターン（逆相通電時の通電パターン）を示し、図15は、アシストモータ22の第2系統の巻線に対する通電パターン（逆相通電時の通電パターン）を示す。

【0063】

第1系統の巻線に対する通電パターンについて、期間 t_1 においては、U相端子（U1）からV相端子（V1）方向の通電が実現され、期間 t_2 においては、U相端子（U1）からW相端子（W1）方向の通電が実現され、期間 t_3 においては、V相端子（V1）からW相端子（W1）方向の通電が実現され、期間 t_4 においては、V相端子（V1）からU相端子（U1）方向の通電が実現され、期間 t_5 においては、W相端子（W1）からU相端子（U1）方向の通電が実現され、期間 t_6 においては、W相端子（W1）からV相端子（V1）方向の通電が実現される。期間 $t_1 \sim t_6$ における第1系統の巻線に対する通電パターンは、目標値（アシストモータ22で発生させるべきアシストトルクに関する目標値）の100%が実現されるような通電パターンとされる。期間 $t_7 \sim t_{12}$ についても、期間 $t_1 \sim t_6$ と同様の通電が実行される。

【0064】

第2系統の巻線に対する通電パターンについて、期間 t_1 においては、V相端子（V2）からU相端子（U2）方向の通電が実現され、期間 t_2 においては、W相端子（W2）からU相端子（U2）方向の通電が実現され、期間 t_3 においては、W相端子（W2）からV相端子（V2）方向の通電が実現され、期間 t_4 においては、U相端子（U2）からV相端子（V2）方向の通電が実現され、期間 t_5 においては、U相端子（U2）からW相端子（W2）方向の通電が実現され、期間 t_6 においては、V相端子（V2）からW相端子（W2）方向の通電が実現される。期間 $t_1 \sim t_6$ における第2系統の巻線に対する通電パターンは、目標値（アシストモータ22で発生させるべきアシストトルクに関する目標値）の100%が実現されるような通電パターンとされる。期間 $t_7 \sim t_{12}$ についても、期間 $t_1 \sim t_6$ と同様の通電が実行される。

【0065】

図13乃至図15に示す処理によれば、アシストモータ22の第1系統の巻線及び第2系統の巻線に対して逆相通電を行うことで、アシストモータ22の回転を発生させることなく、アシストモータ22の温度（第1系統の巻線及び第2系統の巻線の温度）を高めることができる。これにより、その後のアシストモータ22による動作能力（例えば、応答性）を高めることができる。

【0066】

以上、各実施例について詳述したが、特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。また、前述し

10

20

30

40

50

た実施例の構成要素を全部又は複数を組み合わせることも可能である。

【 0 0 6 7 】

例えば、上述の実施例では、好ましい実施例として、アシストモータ 2 2 の回転を停止させる態様で逆相通電を実行しているが、アシストモータ 2 2 の回転が低減される態様（例えば所定回転数未満まで低減される態様）で逆相通電を実行してもよい。

【 0 0 6 8 】

また、上述の実施例では、故障時やアシストモータ 2 2 の温度を高める際に、逆相通電を実行しているが、他の場合に、逆相通電を実行してもよい。例えば、車載バッテリーの状態検知時に、アシストモータ 2 2 の駆動による車載バッテリーからの持ち出し電流を検出するために、図 1 4 及び図 1 5 に示したような通電パターンに基づく逆相通電を実行してもよい。また、I G オン時等において、アシストモータ 2 2 に対する通電異常の有無の検知のために、図 1 4 及び図 1 5 に示したような通電パターンに基づく逆相通電を実行してもよい。

10

【 0 0 6 9 】

また、図 1 3 に示す例では、走行時に逆相通電を行わないようにステップ 1 3 0 2 の判定処理が実行されているが、逆相通電によってアシストトルクが発生することは無いことから、ステップ 1 3 0 2 の判定処理は省略されてもよい。

【 0 0 7 0 】

また、図 5 乃至図 9 及び図 1 1、図 1 2、図 1 5 に示す例では、簡易的に矩形波形の通電パターンを示しているが、アシストモータ 2 2 の U 相コイルと、V 相コイルと、W 相コイルの各相電流が互いに 1 2 0 度位相がずれた正弦波波形となるような通電パターンが使用されてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

また、図 5 乃至図 9 及び図 1 1、図 1 2、図 1 5 に示すパターンは、通電パターンとして説明したが、スイッチング素子 S 1 乃至 S 6、及び、スイッチング素子 S 7 乃至 S 1 2 に対して印加されるスイッチングパターンと考えることもできる。この場合、プラス側のパルス波形は、上アームのスイッチング素子のオン信号と考え、マイナス側のパルス波形は、下アームのスイッチング素子のオン信号と考えてよい。この際、パルス波形の高さ（振幅）は、目標値の 1 0 0 % が実現されるようなデューティに対する割合を表すものと考えてよい。例えば、図 6 において、振幅が半分の期間 t 1 は、目標値の 1 0 0 % が実現されるようなデューティに対して 5 0 % のデューティで駆動されることを意味する。

30

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

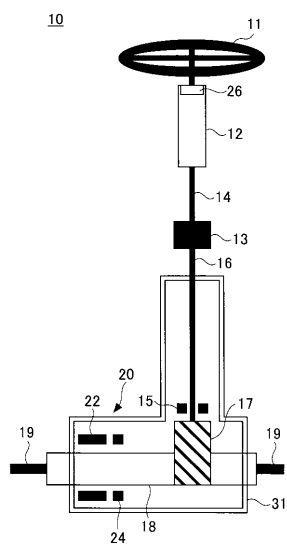
- 1 0 車両用操舵装置
- 1 1 ステアリングホイール
- 1 2 ステアリングコラム
- 1 3 ゴムカップリング
- 1 4 ステアリングシャフト
- 1 5 トルクセンサ
- 1 6 中間シャフト
- 1 7 ピニオン
- 1 8 ステアリングラック
- 1 9 タイロッド
- 2 0 電動パワーステアリング装置
- 2 2 アシストモータ
- 2 4 回転角センサ
- 2 6 舵角センサ
- 7 1 第 1 インバータ
- 7 2 第 2 インバータ
- 7 3 第 1 スイッチ

40

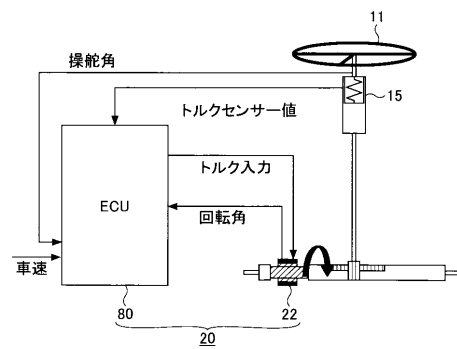
50

7 4 第 2 スイッチ
 8 0 E C U
 8 1 マイコン
 9 0 D C - D C コンバータ

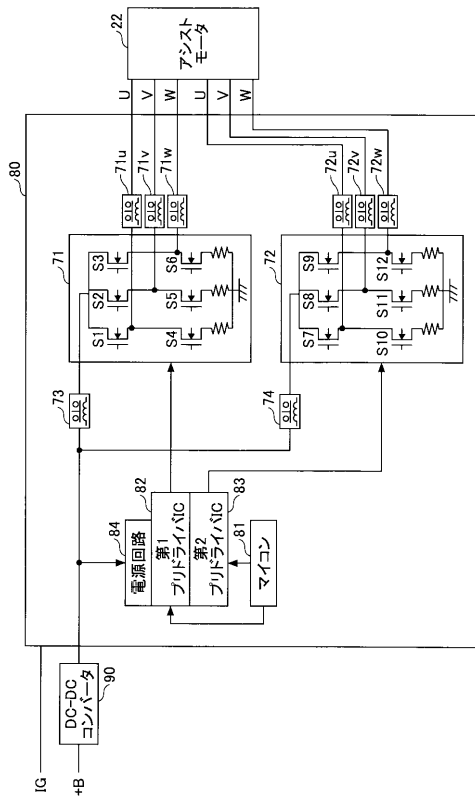
【 図 1 】



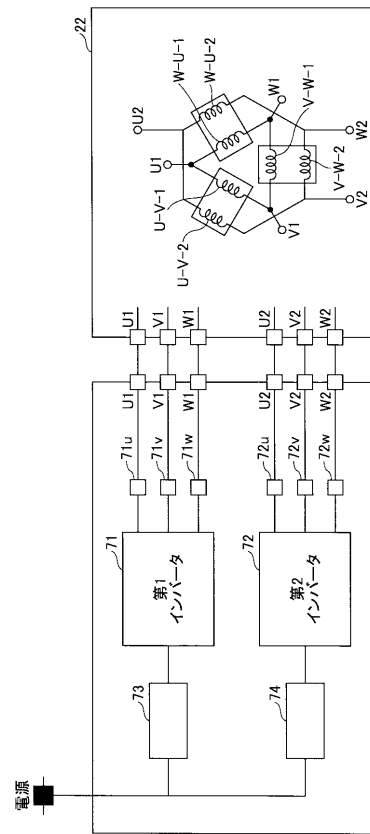
【 図 2 】



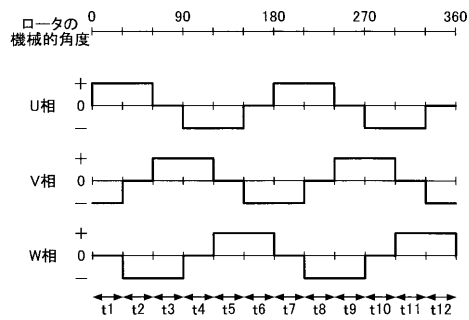
【図 3】



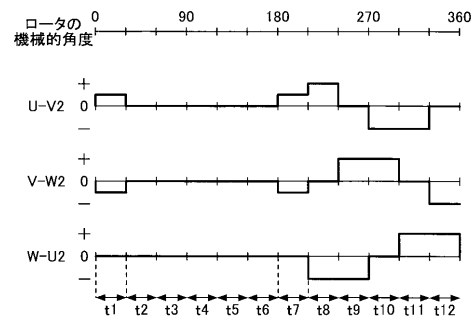
【図 4】



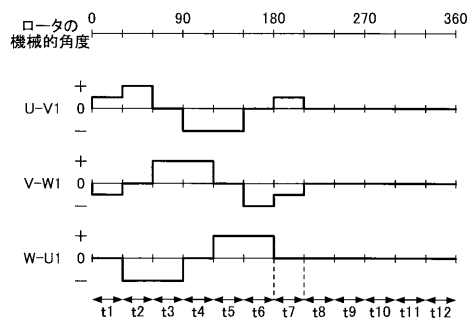
【図 5】



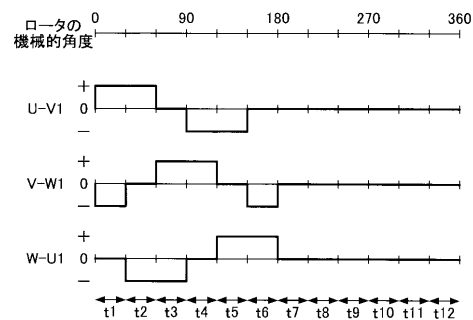
【図 7】



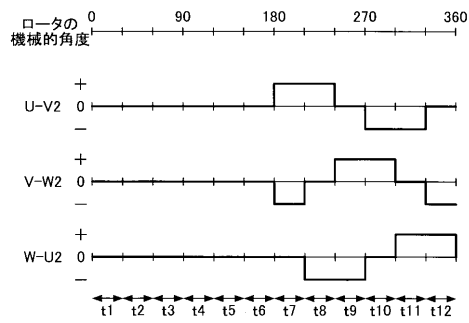
【図 6】



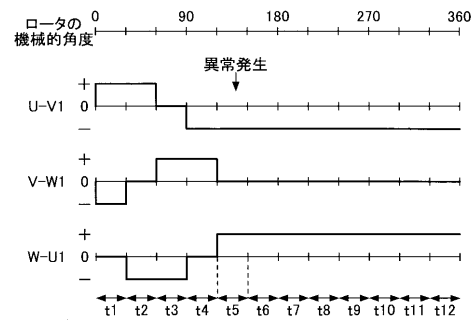
【図 8】



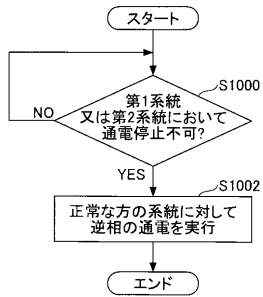
【図 9】



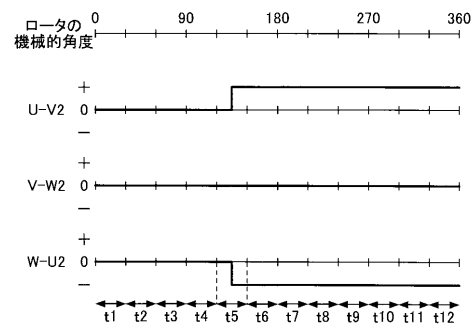
【図 1 1】



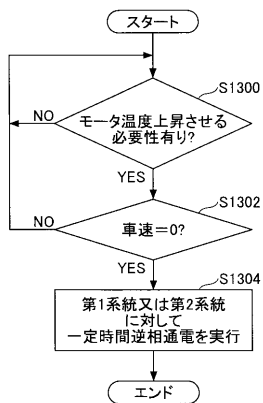
【図 1 0】



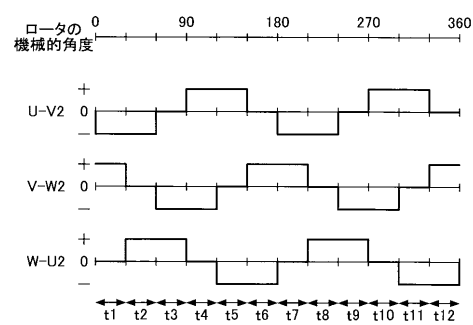
【図 1 2】



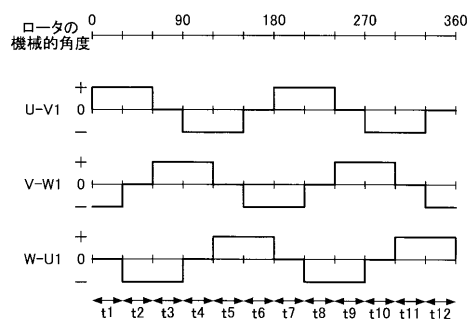
【図 1 3】



【図 1 5】



【図 1 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H505 AA16 CC04 DD03 DD06 DD10 EE08 HA09 HB01 HB05 JJ03
JJ17 LL22 LL38 LL41 LL45 LL54