

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4971039号  
(P4971039)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2P 21/00	(2006.01)	HO2P	5/408	C	
HO2P 27/04	(2006.01)	HO2K	16/02		
HO2K 16/02	(2006.01)	HO2K	21/14	M	
HO2K 21/14	(2006.01)				

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-151672 (P2007-151672)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成19年6月7日(2007.6.7)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-306846 (P2008-306846A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年12月18日(2008.12.18)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成21年11月27日(2009.11.27)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いの相対位相を変更可能な複数のロータを備えるモータと、

前記相対位相を変更する位相変更手段と、

前記相対位相に係る位相位置を検出する位相位置センサと、

前記位相位置センサの異常を検知する異常検知手段と、

前記位相位置センサの異常時に前記モータの回転速度に応じて、前記相対位相を前記位相変更手段による位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定する切換設定手段とを備えることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】

前記異常検知手段による前記位相位置センサの異常の検知直後に前記モータに対するトルク指令値にゼロを設定するトルク設定手段を備えることを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項3】

互いの相対位相を変更可能な複数のロータを備えるモータと、

前記相対位相を変更する位相変更手段と、

前記相対位相に係る位相位置を検出する位相位置センサと、

前記位相位置センサの異常を検知する異常検知手段と、

前記位相位置センサの異常時に界磁弱め電流指令に応じて、前記相対位相を前記位相変更手段による位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定する切換設定手段とを備

えることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 4】

互いの相対位相を変更可能な複数のロータを備えるモータと、

前記相対位相を変更する位相変更手段と、

前記相対位相に係る位相位置を検出する位相位置センサと、

前記位相位置センサの異常を検知する異常検知手段と、

前記位相位置センサの異常時に前記モータを搭載する車両の回転状態量に応じて、前記相対位相を前記位相変更手段による位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定する切換設定手段とを備えることを特徴とするモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば電動機の回転軸の周囲に同心円状に設けた第1および第2回転子を備え、電動機の回転速度に応じて、あるいは、固定子に発生する回転磁界の速度に応じて第1および第2回転子の周方向の相対位置つまり位相差を制御する永久磁石回転電動機が知られている（例えば、特許文献1参照）。

また、従来、例えばサーボ圧により互いの位相位置を変更可能な第1永久磁極片および第2永久磁極片を具備し、界磁磁束量を変更可能なモータが知られている（例えば、特許文献2参照）。

20

【特許文献1】特開2002-204541号公報

【特許文献2】特開昭55-153300号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上記従来技術に係るモータにおいて、位相位置を検出するセンサの検出値に基づきモータの出力を制御する状態では、位相位置を検出するセンサに異常が生じた場合に、モータの出力を適切に制御することが困難となる虞がある。

30

これに対して、例えば異常状態のセンサの利用を停止し、位相制御の実行を禁止してしまうと、位相位置を把握することができず、位相位置に応じたモータの出力可能範囲を把握することができず、制御可能な出力可能範囲が過剰に減少してしまい、所望の出力を確保することができなくなるという問題が生じる。

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、位相位置を検出するセンサに異常が生じた場合であっても、モータの出力を適切に制御することが可能なモータ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】

【0004】

上記課題を解決して係る目的を達成するために、本発明の第1態様に係るモータ制御装置は、互いの相対位相を変更可能な複数のロータ（例えば、実施の形態での外周側回転子5と内周側回転子6）を備えるモータと、前記相対位相を変更する位相変更手段（例えば、実施の形態での位相変更手段12）と、前記相対位相に係る位相位置を検出する位相位置センサ（例えば、実施の形態での位相位置センサ84）と、前記位相位置センサの異常を検知する異常検知手段（例えば、実施の形態でのステップS01～ステップS04）と、前記位相位置センサの異常時に前記モータの回転速度に応じて、前記相対位相を前記位相変更手段による位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定する切換設定手段（例えば、実施の形態での異常判定制御部67）とを備える。

40

【0005】

さらに、本発明の第2態様に係るモータ制御装置は、前記異常検知手段による前記位相

50

位置センサの異常の検知直後に前記モータに対するトルク指令値にゼロを設定するトルク設定手段（例えば、実施の形態でのステップS24）を備える。

【0006】

また、本発明の第3態様に係るモータ制御装置は、互いの相対位相を変更可能な複数のロータ（例えば、実施の形態での外周側回転子5と内周側回転子6）を備えるモータと、前記相対位相を変更する位相変更手段（例えば、実施の形態での位相変更手段12）と、前記相対位相に係る位相位置を検出する位相位置センサ（例えば、実施の形態での位相位置センサ84）と、前記位相位置センサの異常を検知する異常検知手段（例えば、実施の形態でのステップS01～ステップS04）と、前記位相位置センサの異常時に界磁弱め電流指令に応じて、前記相対位相を前記位相変更手段による位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定する切換設定手段（例えば、実施の形態での異常判定制御部67）とを備える。

10

【0007】

また、本発明の第4態様に係るモータ制御装置は、互いの相対位相を変更可能な複数のロータ（例えば、実施の形態での外周側回転子5と内周側回転子6）を備えるモータと、前記相対位相を変更する位相変更手段（例えば、実施の形態での位相変更手段12）と、前記相対位相に係る位相位置を検出する位相位置センサ（例えば、実施の形態での位相位置センサ84）と、前記位相位置センサの異常を検知する異常検知手段（例えば、実施の形態でのステップS01～ステップS04）と、前記位相位置センサの異常時に前記モータを搭載する車両の回転状態量に応じて、前記相対位相を前記位相変更手段による位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定する切換設定手段（例えば、実施の形態での異常判定制御部67）とを備える。

20

【発明の効果】

【0008】

第1態様に係るモータ制御装置によれば、位相位置センサの異常時に位相位置の検出値を適切に取得することができない状態であっても、位相変更手段によって位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに突き当てるようにして切換可能に設定することができる。これにより、位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定される位相位置に基づきモータの出力を制御することができ、モータの出力可能範囲が過剰に減少することを防止して、所望の出力を確保することが可能となる。

30

しかも、モータの回転速度に応じて、位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定することから、例えば、モータの回転速度が相対的に速い場合には、弱め界磁側の位相位置を設定し、モータの回転速度が相対的に遅い場合には、強め界磁側の位相位置を設定することにより、所望の出力を適切に確保することが可能となる。

【0009】

さらに、第2態様に係るモータ制御装置によれば、位相位置センサの異常の検知直後にモータに対するトルク指令値にゼロを設定することにより、例えばモータのトルクの過剰な増大や振動等の不適切な挙動が生じることを防止することができる。

【0010】

また、第3態様に係るモータ制御装置によれば、位相位置センサの異常時に位相位置の検出値を適切に取得することができない状態であっても、位相変更手段によって位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに突き当てるようにして切換可能に設定することができる。これにより、位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定される位相位置に基づきモータの出力を制御することができ、モータの出力可能範囲が過剰に減少することを防止して、所望の出力を確保することが可能となる。

40

しかも、界磁弱め電流指令に応じて、位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定することから、例えば、界磁弱め電流指令が相対的に大きい場合には、弱め界磁側の位相位置を設定し、界磁弱め電流指令が相対的に小さい場合には、強め界磁側の位相位置を設定することにより、所望の出力を適切に確保することが可能となる。

【0011】

50

また、第4態様に係るモータ制御装置によれば、位相位置センサの異常時に位相位置の検出値を適切に取得することができない状態であっても、位相変更手段によって位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに突き当てるようにして切換可能に設定することができる。これにより、位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定される位相位置に基づきモータの出力を制御することができ、モータの出力可能範囲が過剰に減少することを防止して、所望の出力を確保することが可能となる。

しかも、車両の回転状態量（例えば、駆動軸の回転速度等）に応じて、位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定することから、例えば、駆動軸の回転速度が相対的に速い場合には、弱め界磁側の位相位置を設定し、駆動軸の回転速度が相対的に遅い場合には、強め界磁側の位相位置を設定することにより、所望の出力を適切に確保す

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明のモータ制御装置の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。

この実施の形態によるモータ制御装置は、例えば走行駆動源としてモータを備えるハイブリッド車や電動車両等の車両に制御装置として搭載されている。具体的には、図1に示すように、モータ制御装置100a（以下、単に、制御装置100aと呼ぶ）を搭載する車両100は、モータ1および内燃機関Eを駆動源として備えるパラレルハイブリッド車両であり、モータ1と、内燃機関Eと、トランスミッションT/Mとは直列に直結され、少なくともモータ1または内燃機関Eの駆動力は、クラッチCおよびトランスミッションT/Mを介して車両100の駆動輪Wに伝達されるようになっている。

20

【0013】

そして、この車両100の減速時に駆動輪W側からモータ1に駆動力が伝達されると、モータ1は発電機として機能して、いわゆる回生制動力を発生し、車体の運動エネルギーを電気エネルギー（回生エネルギー）として回収する。また、内燃機関Eの出力がモータ1に伝達された場合にもモータ1は発電機として機能して発電エネルギーを発生する。

ここで、制御装置100aが設けられた車両100には、例えばアクセルペダル開度センサ（図示略）、ブレーキペダルスイッチセンサ（図示略）、車輪速センサNW、液温センサTo等の各種センサが設けられており、制御装置100aはこれら各種センサの検出結果に基づいて、内燃機関E、モータ1、クラッチC、トランスミッションT/Mのそれぞれの制御系に対して制御指令を出力する。

30

【0014】

モータ1は、例えば図2～図5に示すように、円環状の固定子2の内周側に回転子ユニット3が配置されたインナロータ型のブラシレスモータとされている。

固定子2は複数相の固定子巻線2aを有し、回転子ユニット3は軸芯部に回転軸4を有している。モータ1の回転力はクラッチCおよびトランスミッションT/Mを介して駆動輪Wに伝達される。

【0015】

回転子ユニット3は、例えば円環状の外周側回転子5と、この外周側回転子5の内側に同軸に配置される円環状の内周側回転子6を備え、外周側回転子5と内周側回転子6とが所定の設定角度の範囲で相対的に回動可能とされている。

40

【0016】

外周側回転子5と内周側回転子6は、各回転子本体である円環状のロータ鉄心7, 8が例えば焼結金属によって形成され、その各ロータ鉄心7, 8の外周側に偏寄した位置に、複数の磁石装着スロット7a, 8aが円周方向等間隔に形成されている。各磁石装着スロット7a, 8aには、厚み方向に磁化された2つの平板状の永久磁石9, 9が並列に並んで装着されている。同じ磁石装着スロット7a, 8a内に装着される2つの永久磁石9, 9は同方向に磁化され、各隣接する磁石装着スロット7a, 7a、及び、8a, 8aに装着される永久磁石9の対同士は磁極の向きが逆向きになるように設定されている。即ち、

50

各回転子5, 6においては、外周側がN極とされた永久磁石9の対と、S極とされた永久磁石9の対が円周方向に交互に並んで配置されている。なお、各回転子5, 6の外周面の隣接する磁石装着スロット7a, 7a、及び、8a, 8aの各間には、永久磁石9の磁束の流れを制御（例えば、磁路短絡の抑制等）するための切欠き部10が回転子5, 6の軸方向に沿って形成されている。

【0017】

外周側回転子5と内周側回転子6の磁石装着スロット7a, 8aは夫々同数設けられ、両回転子5, 6の永久磁石9, ..., 9が夫々1対1で対応するようになっている。したがって、外周側回転子5と内周側回転子6の各磁石装着スロット7a, 8a内の永久磁石9の対を互いに同極同士で対向させる（異極配置にする）ことにより、回転子ユニット3全体の界磁が最も弱められる弱め界磁の状態（例えば、図5, 図6(b)参照）を得ることができるとともに、外周側回転子5と内周側回転子6の各磁石装着スロット7a, 8a内の永久磁石9の対を互いに異極同士で対向させる（同極配置にする）ことにより、回転子ユニット3全体の界磁が最も強められる強め界磁の状態（例えば、図3, 図6(a)参照）を得ることができる。

10

【0018】

また、回転子ユニット3は、外周側回転子5と内周側回転子6を相対回動させるための回動機構11を備えている。この回動機構11は、両回転子5, 6の相対位相を任意に変更するための位相変更手段12の一部を構成するものであり、非圧縮性の作動流体である作動液（例えば、トランスミッションT/M用の潤滑油、エンジンオイル等でもよい）の圧力によって操作されるようになっている。

20

位相変更手段12は、例えば図7に示すように、回動機構11と、この回動機構11に供給する作動液の圧力を制御する油圧制御装置13とを主要な要素として備えて構成されている。

【0019】

回動機構11は、例えば図2～図5に示すように、回転軸4の外周に一体回轉可能にスプライン嵌合されるベーンロータ14と、ベーンロータ14の外周側に相対回動可能に配置される環状ハウジング15とを備え、この環状ハウジング15が内周側回転子6の内周面に一体に嵌合固定されるとともに、ベーンロータ14が、環状ハウジング15と内周側回転子6の両側の側端部を跨ぐ円板状の一对のドライブプレート16, 16を介して外周側回転子5に一体に結合されている。したがって、ベーンロータ14は回転軸4と外周側回転子5に一体化され、環状ハウジング15は内周側回転子6に一体化されている。

30

【0020】

ベーンロータ14は、回転軸4にスプライン嵌合される円筒状のボス部17の外周に、径方向外側に突出する複数の羽根部18が円周方向等間隔に設けられている。一方、環状ハウジング15は、内周面に円周方向等間隔に複数の凹部19が設けられ、この各凹部19にベーンロータ14の対応する羽根部18が収容配置されるようになっている。各凹部19は、羽根部18の先端部の回転軌道にほぼ合致する円弧面を有する底壁20と、隣接する凹部19, 19同士を隔成する略三角形の断面形状を有する突出部21によって構成され、ベーンロータ14と環状ハウジング15の相対回動時に、羽根部18が隣り合う一方の突出部21と他方の突出部21の間を変位し得るようになっている。

40

この実施の形態においては、突出部21は羽根部18と当接することにより、ベーンロータ14と環状ハウジング15の相対回動を規制する規制部材としても機能する。なお、各羽根部18の先端部と突出部21の先端部には、軸方向に沿うようにシール部材22が設けられ、これらのシール部材22によって羽根部18と凹部19の底壁20、突出部21とボス部17の外周面の各間が液密にシールされている。

【0021】

また、内周側回転子6に固定される環状ハウジング15のベース部15aは一定厚みの円筒状に形成されるとともに、例えば図2に示すように、内周側回転子6や突出部21に対して軸方向外側に突出している。このベース部15aの外側に突出した各端部は、ドラ

50

イブプレート 16 に形成された環状のガイド溝 16a に摺動自在に保持され、環状ハウジング 15 と内周側回転子 6 が、外周側回転子 5 や回転軸 4 にフローティング状態で支持されるようになっている。

【0022】

外周側回転子 5 とベーンロータ 14 を連結する両側のドライブプレート 16, 16 は、環状ハウジング 15 の両側面（軸方向の両端面）に摺動自在に密接し、環状ハウジング 15 の各凹部 19 の側方を夫々閉塞する。したがって、各凹部 19 は、ベーンロータ 14 のボス部 17 と両側のドライブプレート 16, 16 によって夫々独立した空間部を形成し、この空間部は、作動液が導入される導入空間 23 となっている。各導入空間 23 内は、ベーンロータ 14 の対応する各羽根部 18 によって夫々 2 室に隔成され、一方の部屋が進角側作動室 24、他方の部屋が遅角側作動室 25 とされている。

10

進角側作動室 24 は、内部に導入された作動液の圧力によって内周側回転子 6 を外周側回転子 5 に対して進角方向に相対回動させ、遅角側作動室 25 は、内部に導入された作動液の圧力によって内周側回転子 6 を外周側回転子 5 に対して遅角方向に相対回動させる。この場合、「進角」とは、内周側回転子 6 を外周側回転子 5 に対して、図 3, 図 5 中の矢印 R で示すモータ 1 の回転方向に進めることを言い、「遅角」とは、内周側回転子 6 を外周側回転子 5 に対して、モータ 1 の回転方向 R と逆側に進めることを言うものとする。

【0023】

また、各進角側作動室 24 と遅角側作動室 25 に対する作動液の給排は回転軸 4 を通して行われるようになっている。具体的には、進角側作動室 24 は、例えば図 7 に示す油圧制御装置 13 の進角側給排通路 26 に接続され、遅角側作動室 25 は同油圧制御装置 13 の遅角側給排通路 27 に接続されている。さらに、進角側給排通路 26 と遅角側給排通路 27 の一部は、例えば図 2 に示すように、夫々回転軸 4 に軸方向に沿って形成させた通路孔 26a, 27a によって構成されている。そして、各通路孔 26a, 27a の端部は、回転軸 4 の外周面の軸方向にオフセットした 2 位置に形成された環状溝 26b と環状溝 27b に夫々接続され、その各環状溝 26b, 27b は、ベーンロータ 14 のボス部 17 に略半径方向に沿って形成された複数の導通孔 26c, ..., 26c, 27c, ..., 27c に接続されている。進角側給排通路 26 の各導通孔 26c は環状溝 26b と各進角側作動室 24 とを接続し、遅角側給排通路 27 の各導通孔 27c は環状溝 27b と各遅角側作動室 25 とを接続している。

20

30

【0024】

この実施の形態のモータ 1 において、内周側回転子 6 が外周側回転子 5 に対して最遅角位置にあるときに、外周側回転子 5 と内周側回転子 6 の永久磁石 9 が異極同士で対向して強め界磁の状態（例えば、図 3, 図 6 (a) 参照）になり、内周側回転子 6 が外周側回転子 5 に対して最進角位置にあるときに、外周側回転子 5 と内周側回転子 6 の永久磁石 9 が同極同士で対向して弱め界磁の状態（例えば、図 5, 図 6 (b) 参照）になるように設定されている。

なお、このモータ 1 は、進角側作動室 24 と遅角側作動室 25 に対する作動液の給排制御によって、強め界磁の状態と弱め界磁の状態を任意に変更し得るものであるが、このように磁界の強さが変更されると、これに伴って誘起電圧定数  $K_e$  が変化し、この結果、モータ 1 の特性が変更される。即ち、強め界磁によって誘起電圧定数  $K_e$  が大きくなると、モータ 1 として運転可能な許容回転速度は低下するものの、出力可能な最大トルクは増大し、逆に、弱め界磁によって誘起電圧定数  $K_e$  が小さくなると、モータ 1 の出力可能な最大トルクは減少するものの、運転可能な許容回転速度は上昇する。

40

【0025】

油圧制御装置 13 は、例えば図 7 に示すように、オイルタンク（図示略）から作動液を吸い上げて通路に吐出する電動のオイルポンプ（EOP）32 と、このオイルポンプ 32 から吐出された作動液の油圧を調整して高圧のライン通路 33 に導入し、余剰分の作動液を各種機器の潤滑や冷却のための低圧通路 34 に流出させるレギュレータバルブ 35 と、ライン通路 33 に導入された作動液を進角側給排通路 26 と遅角側給排通路 27 に振り分

50

けるとともに、進角側給排通路 2 6 と遅角側給排通路 2 7 で不要な作動液をドレン通路 3 6 に排出する流路切換弁 3 7 とを備えている。

レギュレータバルブ 3 5 は、ライン通路 3 3 の圧力を制御圧として受け、反力スプリング 3 8 とのバランスによって作動液の振り分けを行う。

また、流路切換弁 3 7 は、制御スプール 3 7 a を進退操作する電磁ソレノイド 3 7 b を有し、この電磁ソレノイド 3 7 b が制御装置 1 0 0 a によって制御されるようになっている。

#### 【 0 0 2 6 】

制御装置 1 0 0 a は、例えば図 1 に示すように、モータ制御部 4 0 と、P D U ( パワードライブユニット ) 4 1 と、バッテリー 4 2 とを備えて構成されている。

10

#### 【 0 0 2 7 】

P D U 4 1 は、例えばトランジスタのスイッチング素子がブリッジ接続されたブリッジ回路を用いてパルス幅変調 ( P W M ) を行う P W M インバータを備え、モータ 1 と電気エネルギーの授受を行う高圧系のバッテリー 4 2 に接続されている。

そして、P W M インバータは、例えばモータ 1 の駆動時等において、モータ制御部 4 0 から入力されるスイッチング指令であるゲート信号 ( つまり、パルス幅変調信号 ) に基づき、P W M インバータにおいて各相毎に対を成す各トランジスタのオン ( 導通 ) / オフ ( 遮断 ) 状態を切り換えることによって、バッテリー 4 2 から供給される直流電力を 3 相交流電力に変換し、モータ 1 の固定子巻線 2 a への通電を順次転流させることによって、各相の固定子巻線 2 a に交流の U 相電流  $I_u$ 、V 相電流  $I_v$  および W 相電流  $I_w$  を通電する。

20

#### 【 0 0 2 8 】

モータ制御部 4 0 は、例えば図 1 に示すように、回転直交座標をなす d q 座標上で電流のフィードバック制御を行うものであり、例えば運転者のアクセル操作に係るアクセル開度を検出するアクセルペダル開度センサの検出結果に基づいて算出されるトルク指令値  $T_q$  に基づき d 軸目標電流  $I_{dc}$  及び q 軸目標電流  $I_{qc}$  を演算し、d 軸目標電流  $I_{dc}$  及び q 軸目標電流  $I_{qc}$  に基づいて各相出力電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  を算出し、各相出力電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  に応じて P D U 4 1 へゲート信号である P W M 信号を入力すると共に、実際に P D U 4 1 からモータ 1 に供給される各相電流  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$  の何れか 2 つの相電流を d q 座標上の電流に変換して得た d 軸電流  $I_d$  及び q 軸電流  $I_q$  と、d 軸目標電流  $I_{dc}$  及び q 軸目標電流  $I_{qc}$  との各偏差がゼロとなるように制御を行う。

30

#### 【 0 0 2 9 】

このモータ制御部 4 0 は、例えば、目標電流設定部 5 1 と、電流偏差算出部 5 2 と、界磁制御部 5 3 と、電力制御部 5 4 と、電流制御部 5 5 と、d q - 3 相変換部 5 6 と、P W M 信号生成部 5 7 と、フィルタ処理部 5 8 と、3 相 - d q 変換部 5 9 と、回転数演算部 6 0 と、誘起電圧定数算出部 6 2 と、誘起電圧定数指令出力部 6 3 と、誘起電圧定数差分算出部 6 4 と、位相制御部 6 5 と、記憶部 6 6 と、異常判定制御部 6 7 とを備えて構成されている。

#### 【 0 0 3 0 】

そして、このモータ制御部 4 0 には、P D U 4 1 からモータ 1 に出力される 3 相の各相電流  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$  のうち、2 相の U 相電流  $I_u$  および W 相電流  $I_w$  を検出する各電流センサ 8 1、8 1 から出力される各検出信号  $I_{us}$ 、 $I_{ws}$  と、バッテリー 4 2 の端子電圧 ( 電源電圧 )  $V_B$  を検出する電圧センサ 8 2 から出力される検出信号と、モータ 1 のロータの回転角  $M$  ( つまり、所定の基準回転位置からの回転子ユニット 3 の磁極の回転角度であって、例えばレゾルバ等により検出される回転軸 4 と一体回転する外周側回転子 5 の回転角度 ) を検出する回転センサ 8 3 から出力される検出信号と、内周側回転子 6 と外周側回転子 5 との相対位相に係る位相位置 ( 例えば、レゾルバ等により検出される内周側回転子 6 の回転角度に基づき算出される外周側回転子 5 に対する内周側回転子 6 の相対位相等 ) を検出する位相位置センサ 8 4 から出力される検出信号と、車両 1 0 0 の各車輪の回転速度 ( 車輪速 ) を検出する複数の車輪速センサ  $NW$  から出力される検出信号と、回動機構 1 1 の作動液の温度 ( 例えば、油温 ) を検出する液温センサ  $To$  から出力される検出

40

50

信号等とが入力されている。

なお、位相位置センサ 8 4 は、各種の異常状態の発生を検知可能であって、この検知結果に基づくフェール情報を出力する。

【 0 0 3 1 】

目標電流設定部 5 1 は、例えば外部の制御装置（図示略）から入力されるトルク指令  $T_q$ （例えば、運転者によるアクセルペダル A P の踏み込み操作量を検出するアクセルペダル開度センサの出力に応じて必要とされるトルクをモータ 1 に発生させるための指令値）と、回転数演算部 6 0 から入力されるモータ 1 の回転数  $N_M$  とに基づき、P D U 4 1 からモータ 1 に供給される各相電流  $I_u$  ,  $I_v$  ,  $I_w$  を指定するための電流指令を演算しており、この電流指令は、回転する直交座標上での d 軸目標電流  $I_{dc}$  及び q 軸目標電流  $I_{qc}$  として電流偏差算出部 5 2 へ出力されている。

10

【 0 0 3 2 】

この回転直交座標をなす d q 座標は、例えば回転子ユニット 3 の外周側回転子 5 の永久磁石 9 による界磁極の磁束方向を d 軸（界磁軸）とし、この d 軸と直交する方向を q 軸（トルク軸）としており、モータ 1 の回転子ユニット 3 の回転位相に同期して回転している。これにより、P D U 4 1 からモータ 1 の各相に供給される交流信号に対する電流指令として、直流的な信号である d 軸目標電流  $I_{dc}$  および q 軸目標電流  $I_{qc}$  を与えるようになっている。

【 0 0 3 3 】

さらに、目標電流設定部 5 1 は、後述する異常判定制御部 6 7 からフェールモード指令が入力された場合には、トルク指令  $T_q$  にゼロを設定する。

20

【 0 0 3 4 】

電流偏差算出部 5 2 は、界磁制御部 5 3 から入力される d 軸補正電流が加算された d 軸目標電流  $I_{dc}$  と、d 軸電流  $I_d$  との偏差  $I_d$  を算出する d 軸電流偏差算出部 5 2 a と、電力制御部 5 4 から入力される q 軸補正電流が加算された q 軸目標電流  $I_{qc}$  と、q 軸電流  $I_q$  との偏差  $I_q$  を算出する q 軸電流偏差算出部 5 2 b とを備えて構成されている。

なお、界磁制御部 5 3 は、例えばモータ 1 の回転数  $N_M$  の増大に伴う逆起電圧の増大を抑制するために回転子ユニット 3 の界磁量を等価的に弱めるようにして電流位相を制御する弱め界磁制御の弱め界磁電流に対する目標値を d 軸補正電流として d 軸電流偏差算出部 5 2 a へ出力する。

30

また、電力制御部 5 4 は、例えばバッテリー 4 2 の残容量等に応じた適宜の電力制御に応じて q 軸目標電流  $I_{qc}$  を補正するための q 軸補正電流を q 軸電流偏差算出部 5 2 b へ出力する。

【 0 0 3 5 】

電流制御部 5 5 は、例えばモータ 1 の回転数  $N_M$  に応じた P I（比例積分）動作により、偏差  $I_d$  を制御増幅して d 軸電圧指令値  $V_d$  を算出し、偏差  $I_q$  を制御増幅して q 軸電圧指令値  $V_q$  を算出する。

【 0 0 3 6 】

d q - 3 相変換部 5 6 は、回転数演算部 6 0 から入力される回転子ユニット 3 の回転角  $M$  を用いて、d q 座標上での d 軸電圧指令値  $V_d$  および q 軸電圧指令値  $V_q$  を、静止座標である 3 相交流座標上での電圧指令値である U 相出力電圧  $V_u$  および V 相出力電圧  $V_v$  および W 相出力電圧  $V_w$  に変換する。

40

【 0 0 3 7 】

P W M 信号生成部 5 7 は、例えば、正弦波状の各相出力電圧  $V_u$  ,  $V_v$  ,  $V_w$  と、三角波からなるキャリア信号と、スイッチング周波数とに基づくパルス幅変調により、P D U 4 1 の P W M インバータの各スイッチング素子をオン/オフ駆動させる各パルスからなるスイッチング指令であるゲート信号（つまり、P W M 信号）を生成する。

【 0 0 3 8 】

フィルタ処理部 5 8 は、各電流センサ 8 1 , 8 1 により検出された各相電流に対する検

50

出信号  $I_{us}$ ,  $I_{ws}$  に対して、高周波成分の除去等のフィルタ処理を行い、物理量としての各相電流  $I_u$ ,  $I_w$  を抽出する。

【0039】

3相-dq変換部59は、フィルタ処理部58により抽出された各相電流  $I_u$ ,  $I_w$  と、回転数演算部60から入力される回転子ユニット3の回転角  $M$  とにより、モータ1の回転位相による回転座標すなわちdq座標上でのd軸電流  $I_d$  およびq軸電流  $I_q$  を算出する。

【0040】

回転数演算部60は、回転センサ83から出力される検出信号からモータ1の回転子ユニット3の回転角  $M$  を抽出すると共に、この回転角  $M$  に基づき、モータ1の回転数  $N$  10  
 $M$  を算出する。

誘起電圧定数算出部62は、位相位置センサ84から出力される位相位置  $\theta$  に基づき、内周側回転子6と外周側回転子5との相対位相に応じた誘起電圧定数  $K_e$  を算出する。

【0041】

誘起電圧定数指令出力部63は、例えばトルク指令  $T_q$  と、モータ1の回転数  $NM$  と、電源電圧  $V_B$  とに基づき、モータ1の誘起電圧定数  $K_e$  に対する指令値(誘起電圧定数指令)  $K_{ec}$  を出力する。

さらに、誘起電圧定数指令出力部63は、後述する異常判定制御部67からフェールモード指令が入力された場合には、相対位相を位相可変範囲において最も強い強め界磁の状態に対応した最強め位相あるいは最も弱い弱め界磁の状態に対応した最弱め位相の何れかに設定するためのフェール時制御指令を出力すると共に、相対位相を後述する誘起電圧定数差分  $K_e$  に応じていわば無段階的に変更する通常の制御(位相無段階制御)の実行を中止するオフ指令を出力する。 20

【0042】

誘起電圧定数差分算出部64は、誘起電圧定数指令出力部63から出力される誘起電圧定数指令値  $K_{ec}$  から、誘起電圧定数算出部62から出力される誘起電圧定数  $K_e$  を減算して得た誘起電圧定数差分  $K_e$  を出力する。

【0043】

位相制御部65は、例えば、誘起電圧定数差分算出部64から出力される誘起電圧定数差分  $K_e$  に応じて、この誘起電圧定数差分  $K_e$  をゼロとするようにして相対位相を制御するための制御指令  $c$  を出力する。 30

さらに、位相制御部65は、誘起電圧定数指令出力部63からオフ指令が入力された場合には、誘起電圧定数差分  $K_e$  に応じた制御指令  $c$  の出力を停止する。

【0044】

記憶部66は、例えば、後述する異常判定制御部67での各種の判定処理において参照される判定閾値等のデータを記憶している。

異常判定制御部67は、例えば、位相位置センサ84から出力されるフェール情報(例えば、位相位置センサ84の異常状態を示すセンサフェールフラグのフラグ値を「1」とする情報等)に基づき、フェールモード指令(例えば、後述する位相センサフェールモードの実行を示すセンサフェールモードフラグのフラグ値を「1」とする指令等)を出力する。 40

【0045】

この実施の形態によるモータ制御装置(つまり、制御装置100a)は上記構成を備えており、次に、この制御装置100aの動作、特に、位相位置センサ84の異常状態での位相制御の処理について説明する。

以下に、位相センサフェール判断の処理について説明する。

まず、例えば図8に示すステップS01においては、位相位置センサ84において断線が発生した状態であるセンサ断線異常を検出したか否かを判定する。

この判定結果が「YES」の場合には、ステップS02に進み、このステップS02においては、センサフェールフラグのフラグ値に「1」を設定して、一連の処理を終了する 50

。一方、この判定結果が「NO」の場合には、ステップS03に進む。  
次に、ステップS03においては、位相位置センサ84により検出される位相位置に基づく速度あるいは加速度が所定範囲外の値となるセンサ加速度異常を検出したか否かを判定する。

この判定結果が「YES」の場合には、上述したステップS02に進む。

一方、この判定結果が「NO」の場合には、ステップS04に進む。

次に、ステップS04においては、位相位置センサ84の温度が所定範囲外の値となるセンサ温度異常を検出したか否かを判定する。

この判定結果が「YES」の場合には、上述したステップS02に進む。

一方、この判定結果が「NO」の場合には、一連の処理を終了する。

#### 【0046】

以下に、位相センサフェール時処理について説明する。

まず、例えば図9に示すステップS11においては、センサフェールフラグのフラグ値を取得する。

次に、ステップS12においては、センサフェールフラグのフラグ値が「1」であるか否かを判定する。

この判定結果が「NO」の場合には、一連の処理を終了する。

一方、この判定結果が「YES」の場合には、ステップS13に進む。

次に、ステップS13においては、相対位相を誘起電圧定数差分  $K_e$  に応じていわば無段階的に変更する通常の制御（位相無段階制御）の実行を中止するオフ指令を出力し、一連の処理を終了する。

#### 【0047】

以下に、センサフェールモードの処理について説明する。

まず、例えば図10に示すステップS21においては、センサフェールフラグのフラグ値を取得する。

次に、ステップS22においては、センサフェールフラグのフラグ値が「1」であるか否かを判定する。

この判定結果が「NO」の場合には、一連の処理を終了する。

一方、この判定結果が「YES」の場合には、ステップS33に進む。

#### 【0048】

次に、ステップS32においては、センサフェールモードフラグのフラグ値が「1」であるか否かを判定する。

この判定結果が「YES」の場合には、後述するステップS34に進む。

一方、この判定結果が「NO」の場合には、ステップS24に進む。

次に、ステップS24においては、トルク指令  $T_q$  にゼロを設定する。

#### 【0049】

次に、ステップS25においては、この時点での回転数  $N_M$  は所定の回転数閾値よりも大きいか否かを判定する。

この判定結果が「NO」の場合には、後述するステップS30に進む。

一方、この判定結果が「YES」の場合には、ステップS26に進む。

次に、ステップS26においては、減算タイマのタイマ値である位相移行中タイマ  $T_S$  に所定時間（例えば、3秒等）を設定する。

次に、ステップS27においては、相対位相を位相可変範囲において最も弱い弱め界磁の状態に対応した最弱め位相に設定するための位相位置を位相指令値として設定する。

次に、ステップS28においては、位相移行中タイマ  $T_S$  がゼロであるか否かを判定する。

この判定結果が「NO」の場合には、上述したステップS27に戻る。

一方、この判定結果が「YES」の場合には、ステップS29に進み、このステップS29においては、フェールモードフラグのフラグ値に「1」を設定して、一連の処理を終

10

20

30

40

50

了する。

【 0 0 5 0 】

また、ステップ S 3 0 においては、減算タイマのタイマ値である位相移行中タイマ T S に所定時間（例えば、3 秒等）を設定する。

次に、ステップ S 3 1 においては、相対位相を位相可変範囲において最も強い強め界磁の状態に対応した最強め位相に設定するための位相位置を位相指令値として設定する。

次に、ステップ S 3 2 においては、位相移行中タイマ T S がゼロであるか否かを判定する。

この判定結果が「 N O 」の場合には、上述したステップ S 3 1 に戻る。

一方、この判定結果が「 Y E S 」の場合には、ステップ S 3 3 に進み、このステップ S 3 3 においては、フェールモードフラグのフラグ値に「 1 」を設定して、一連の処理を終了する。

10

【 0 0 5 1 】

また、ステップ S 3 4 においては、この時点での回転数 N M は所定の回転数閾値よりも大きいか否かを判定する。

この判定結果が「 N O 」の場合には、後述するステップ S 3 8 に進む。

一方、この判定結果が「 Y E S 」の場合には、ステップ S 3 5 に進む。

次に、ステップ S 3 5 においては、減算タイマのタイマ値である位相移行中タイマ T S に所定時間（例えば、位相位置を変更するのに要する時間であって、3 秒等）を設定する。

20

次に、ステップ S 3 6 においては、相対位相を位相可変範囲において最も弱い弱め界磁の状態に対応した最弱め位相に設定するための位相位置を位相指令値として設定する。

次に、ステップ S 3 7 においては、位相移行中タイマ T S がゼロであるか否かを判定する。

この判定結果が「 N O 」の場合には、上述したステップ S 3 6 に戻る。

一方、この判定結果が「 Y E S 」の場合には、一連の処理を終了する。

【 0 0 5 2 】

また、ステップ S 3 8 においては、減算タイマのタイマ値である位相移行中タイマ T S に所定時間（例えば、3 秒等）を設定する。

次に、ステップ S 3 9 においては、相対位相を位相可変範囲において最も強い強め界磁の状態に対応した最強め位相に設定するための位相位置を位相指令値として設定する。

30

次に、ステップ S 4 0 においては、位相移行中タイマ T S がゼロであるか否かを判定する。

この判定結果が「 N O 」の場合には、上述したステップ S 3 9 に戻る。

一方、この判定結果が「 Y E S 」の場合には、一連の処理を終了する。

【 0 0 5 3 】

上述した位相センサフェールモードの処理において、例えば図 1 1 に示すように、所定の最強め位相での最高回転数を回転数閾値として設定することにより、位相位置センサ 8 4 の異常状態において、モータ 1 の出力可能範囲を最強め位相または最弱め位相の何れかに対応した範囲に設定することができる。

40

【 0 0 5 4 】

上述したように、この実施の形態によるモータ制御装置によれば、位相位置センサ 8 4 の異常時に位相位置の検出値を適切に取得することができない状態であっても、位相変更手段 1 2 によって位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値（最強め位相または最弱め位相）の何れかに突き当てるようにして切換可能に設定することができる。これにより、位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定される位相位置に基づきモータ 1 の出力を制御することができ、モータ 1 の出力可能範囲が過剰に減少することを防止して、所望の出力を確保することが可能となる。

しかも、モータ 1 の回転数 N M に応じて、位相位置を位相可変範囲の最大値または最小値の何れかに設定することから、例えば、モータ 1 の回転数 N M が相対的に速い場合に

50

は、弱め界磁側の位相位置を設定し、モータ 1 の回転数  $N_M$  が相対的に遅い場合には、強め界磁側の位相位置を設定することにより、所望の出力を適切に確保することが可能となる。

さらに、位相位置センサ 8 4 の異常の検知直後にモータ 1 に対するトルク指令値  $T_q$  にゼロを設定することにより、例えばモータ 1 のトルクの過剰な増大や振動等の不適切な挙動が生じることを防止することができる。

【 0 0 5 5 】

なお、上述した実施の形態においては、位相位置センサ 8 4 の異常時にモータ 1 の回転数  $N_M$  に応じて位相位置 を最強め位相または最弱め位相の何れかに切り換えるとしたが、これに限定されず、例えば界磁弱め電流指令（つまり、 $d$  軸目標電流  $I_{dc}$ ）または車両 1 0 0 の回転状態量（例えば、駆動軸の回転速度）等に応じて位相位置 を最強め位相または最弱め位相の何れかに切り換えてもよい。

【 0 0 5 6 】

なお、この発明は上述した実施の形態に限られるものではなく、例えば、ハイブリッド車両以外に電気自動車等に適用してもよいし、車両に適用する場合に限らず、適宜の装置に搭載されるモータに適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 7 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る車両の概略構成図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係るモータの要部断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係るモータの最遅角位置に制御されている回転子ユニットの一部部品を省略した側面図である。

【図 4】本発明の実施の形態に係るモータの回転子ユニットの分解斜視図である。

【図 5】本発明の実施の形態に係るモータの最進角位置に制御されている回転子ユニットの一部部品を省略した側面図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係るモータの内周側回転子の永久磁石と外周側回転子の永久磁石とが同極配置された強め界磁状態を模式的に示す図（ $a$ ）と、内周側回転子の永久磁石と外周側回転子の永久磁石とが異極配置された弱め界磁状態を模式的に示す図（ $b$ ）を併せて記載した図である。

【図 7】本発明の実施の形態に係る油圧制御装置の構成図である。

【図 8】本発明の実施の形態に係る位相センサフェール判断の処理を示すフローチャートである。

【図 9】本発明の実施の形態に係る位相センサフェール時処理を示すフローチャートである。

【図 1 0】本発明の実施の形態に係る位相センサフェールモードの処理を示すフローチャートである。

【図 1 1】本発明の実施の形態に係る位相可変範囲の最大値または最小値（最強め位相または最弱め位相）に対応したモータの出力可能範囲の一例を示すグラフ図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

- 1 モータ
- 5 外周側回転子（ロータ）
- 6 内周側回転子（ロータ）
- 1 2 位相変更手段
- 6 7 異常判定制御部（切換設定手段）
- 8 4 位相位置センサ
- ステップ S 0 1 ~ ステップ S 0 4 異常検知手段
- ステップ S 2 4 トルク設定手段

10

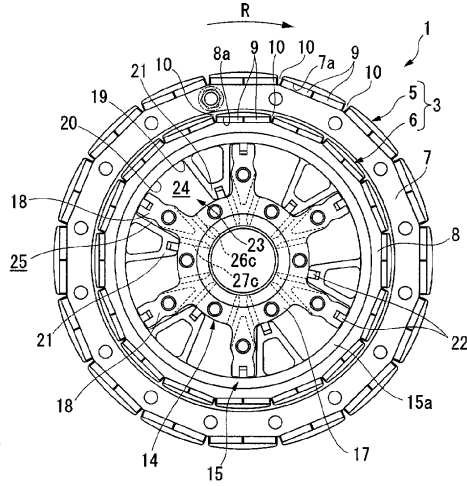
20

30

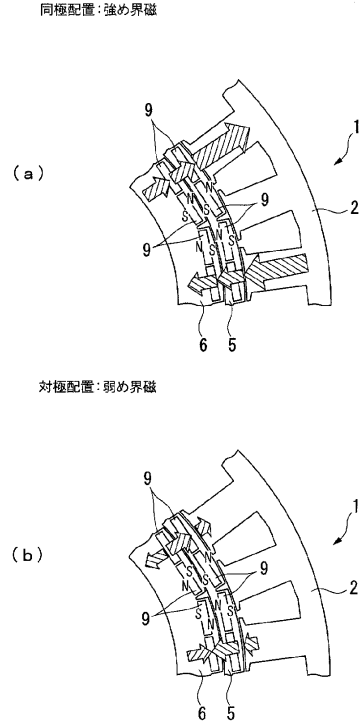
40



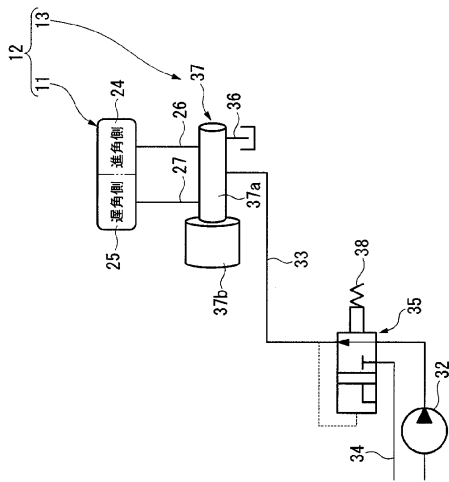
【図5】



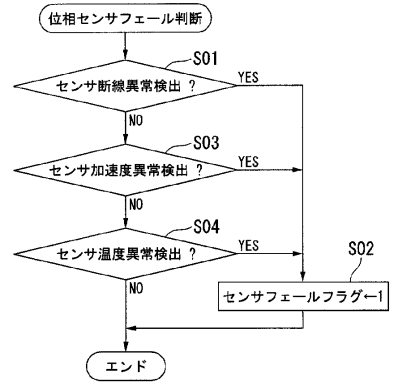
【図6】



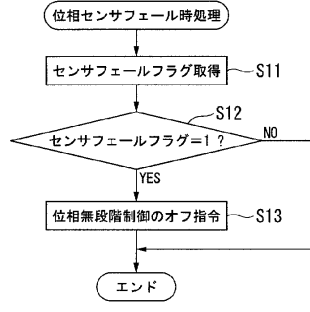
【図7】



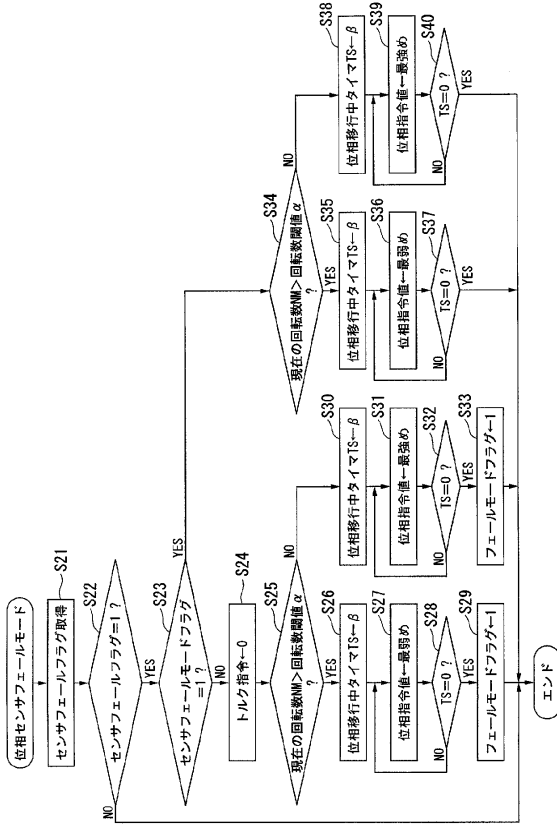
【図8】



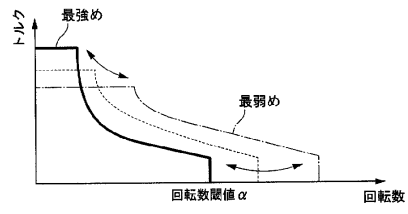
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 藤代 直樹

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2006-271031(JP,A)

特表平6-500457(JP,A)

特開2001-314068(JP,A)

特開2002-165426(JP,A)

特開2004-72978(JP,A)

特開平10-155262(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 21/00

H02K 16/02

H02K 21/14

H02P 27/04