

(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2014-148303

(P2014-148303A)

(43) 公開日 平成26年8月21日(2014.8.21)

(51) Int.Cl.	F I	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 6/12 (2006.01)	H 0 2 P 6/02 3 5 1 P	5 H 5 6 0
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2014-14622 (P2014-14622)
(22) 出願日 平成26年1月29日 (2014.1.29)
(31) 優先権主張番号 10 2013 201 468.6
(32) 優先日 平成25年1月30日 (2013.1.30)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 500396654
ツェットエフ、レンクシステム、ゲゼルシ
ャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフ
ツング
Z F L E N K S Y S T E M E G M B H
ドイツ・D-73527・シュベビシュ・
グミュント・リヒャルト・ブリンガー・シ
ュトラーセ・77
(74) 代理人 100117787
弁理士 勝沼 宏仁
(74) 代理人 100107537
弁理士 磯貝 克臣
(72) 発明者 トーマス、キューンヘーファー
ドイツ連邦共和国ホイバツハ、シュルトハ
イス・シュミット・シュトラーセ、7
最終頁に続く

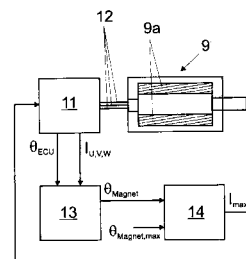
(54) 【発明の名称】 電気モータの作動方法

(57) 【要約】

【課題】動作中の電気モータの磁石要素が温度依存の消磁から保護される、という方法を提供すること。

【解決手段】本発明は、パワーステアリングシステム(1)において、電気的なサーボ駆動部(8)として搭載される電気モータ(9)の作動方法である。電気モータ(9)は、複数の磁石要素及び位相コイルを介して利用され、電子的な制御装置(11)によって制御される。電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の温度(θ_{Magnet})が、当該電気モータ(9)の動作中、連続的に温度モデル(13)によって決定される。温度モデル(13)によって決定された電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の温度(θ_{Magnet})に依存して、電気モータ(9)の位相コイルの少なくとも1つを流れる電流($I_{U,V,W}$)が、電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の特定可能な制限温度($\theta_{\text{Magnet,max}}$)を考慮して、制限される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パワーアシストのための自動車の電子的なパワーステアリングシステム(1)において、電気的なサーボ駆動部(8)として搭載される電気モータ(9)の作動方法であって、前記電気モータ(9)は、複数の磁石要素及び位相コイルを介して利用され、電子的なパワーステアリングシステム(1)の電子的なフォワード制御装置及び/またはフィードバック制御装置(11)によって制御ないし調整され、

電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の温度($Magnet$)が、当該電気モータ(9)の動作中、連続的に温度モデル(13)によって決定され、

前記温度モデル(13)によって決定された電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の温度($Magnet$)に依存して、電気モータ(9)の位相コイルの少なくとも1つを流れる電流(I_U, V, W)が、電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の特定可能な制限温度($Magnet, max$)を考慮して、制限される

ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

電気モータ(9)の少なくとも1つの磁石要素(9a)の温度($Magnet$)の決定のための温度モデル(13)は、入力量として、電気モータ(9)の位相コイルの少なくとも1つを流れる電流(I_U, V, W)または当該電流(I_U, V, W)を特徴付ける量、及び/または、

電気的なサーボ駆動部(8)の領域にて存在する、捕捉される、ないし計算される温度(ECU)、の少なくとも1つを受け取る

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

電気的なサーボ駆動部(8)の領域に存在する前記少なくとも1つの温度は、電子的なフォワード制御装置及び/またはフィードバック制御装置(11)の内部、特に、電子的なフォワード制御装置及び/またはフィードバック制御装置(11)の回路基板上、及び/または、電子的なフォワード制御装置及び/またはフィードバック制御装置(11)の出力段階の領域内、において支配的な環境温度(ECU)である

ことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

電気的なサーボ駆動部(8)の領域に存在する前記少なくとも1つの温度は、電気モータ(9)の位相コイルの少なくとも1つにおいて支配的な温度である

ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の方法。

【請求項 5】

電気モータ(9)の位相コイルの少なくとも1つにおいて支配的な温度は、計測技術的に検知されるか、あるいは、電気モータ(9)の位相コイルの少なくとも1つにおける電気抵抗に依存して計算される

ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の方法。

【請求項 6】

操舵可能な少なくとも1つの自動車の車輪(5a、5b)用の所望の車輪操舵角(F_M)のための量として操舵角がステアリングハンドル(3)によって与えられ、パワーアシストのために電気モータ(9)を有する電気的なサーボ駆動部(8)が搭載されている、という自動車の電子的なパワーステアリングシステム(1)の作動方法であって、

前記電気モータ(9)は、電子的なパワーステアリングシステム(1)の電子的なフォワード制御装置及び/またはフィードバック制御装置(11)によって制御ないし調整され、

前記電気モータ(9)は、請求項 1 乃至 5 のいずれかによる方法によって作動されることを特徴とする方法。

【請求項 7】

電子的なパワーステアリングシステム（１）の電氣的なサーボ駆動部（８）の電気モータ（９）の制御ないし調整のための、自動車の電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置（１１）であって、

請求項１乃至５のいずれかによる電気モータ（９）の作動方法、及び／または、請求項６による自動車の電子的なパワーステアリングシステム（１）の作動方法、を実施するように適応されている

ことを特徴とする電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置（１１）。

【請求項８】

電気モータを有する電氣的なサーボ駆動部（８）と、

10

請求項７に記載の電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置（１１）と、

を備えたことを特徴とする、自動車の電子的なパワーステアリングシステム（１）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、特許請求の範囲の請求項１の上位概念部分に従う電気モータの作動方法に関する。本発明は、同様に、自動車の電子的なパワーステアリングシステムの作動方法に関する。更に、本発明は、自動車の電子的なパワーステアリングシステムや、そのような電子的なパワーステアリングシステムの電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置に関する。

20

【背景技術】

【０００２】

DE 1 001 371 1 A 1 から、とりわけトルク支援（パワーステアリング）のためのサーボ駆動部を有するステアリングシステムが知られている。トルク支援の程度は、前述のステアリングシステムの場合、車速に依存する。遅い車速の場合、トルク支援は大きい（例えば、自動車の操作の際、大きな力を要せずに車輪を操作可能とするため）、高い車速の場合、トルク支援は低減される（例えば、高速道路走行時、走行安定性を高めるため）。サーボ駆動部は、電気式または油圧式に作動し得る。DE 1 001 371 1 A 1 に開示されたステアリングシステムは、サーボ駆動部の他に、オーバーラップ手段も有しており、それは、追加角を生成して、ステアリングハンドルから与えられる操舵角を当該追加角と重畳させる。

30

【０００３】

電子的なパワーステアリングシステムにおける電氣的なサーボ駆動部として、電気モータを作動することが知られている。これは、一般的に、出力段階駆動回路及びインバータによって行われる。搭載される電気モータは、通常、高性能永久磁石を有している。このような高性能永久磁石の磁力特性は、強い温度依存性がある。とりわけ、永久磁石ないし磁石要素は、対応する温度及び電流により生成される対向磁場に曝される時、その磁力特性を全体的または部分的に不可逆に失う。従って、電気モータの磁石は、温度または対向磁場に関して、限界ないし最大の環境要件で設計されなければならない。磁石要素の温度は、通常、電子的なパワーステアリングシステムの動作中に直接に測定できない。レアアース磁石は、高温ですばやく消磁され、フェライト磁石は、低温ですばやく消磁される。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

本発明の課題は、冒頭部分に述べた類の方法であって、動作中の電気モータの磁石要素が温度依存の消磁から保護される、という方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の課題は、以下のような電気モータの作動方法によって解決される。すなわち、

50

パワーアシストのための自動車の電子的なパワーステアリングシステムにおいて、電氣的なサーボ駆動部として搭載される電気モータの作動方法であって、前記電気モータは、複数の磁石要素及び位相コイルを介して利用され、電子的なパワーステアリングシステムの電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置によって制御ないし調整され、

- 電気モータの少なくとも１つの磁石要素の温度が、当該電気モータの動作中、連続的に温度モデルによって決定され、

- 前記温度モデルによって決定された電気モータの少なくとも１つの磁石要素の温度に依存して、電気モータの位相コイルの少なくとも１つを流れる電流が、電気モータの少なくとも１つの磁石要素の特定可能な制限温度を考慮して、制限される、

という方法によって解決される。

10

【０００６】

有利な態様では、磁石温度は、磁石要素の温度を電気モータの動作中に連続的に決定ないし判別する温度モデルによって、決定され得る。更に、磁石温度は、電気モータの位相電流の制限によって、特定可能な磁石要素の制限温度を考慮して、制限される。少なくとも１つの磁石要素の制限温度として、超えられるべきでない最大温度が利用され得るか、あるいは、超えられるべきでない最小温度が利用され得る。

【０００７】

電気モータの位相コイルないしモータコイル内を流れる電流の制限により、電気モータの電力損失、電気モータにおいて生じるトルク、及び／または、電流によって生成される対向磁場が、制限され得る。対向磁場の制限は、特に極めて低温の場合に、少なくとも１つの磁石要素の最小温度が超えられるべきでない時に、役割を果たす。この制限は、同様に、温度モデルの助けの下で行われ得る。温度モデルは、このために、対応する特性図、特性線、関数、または、テーブルを有し得る。それらは、例えば、予め試験によって得られる。本発明による対処によれば、電気モータの磁石要素の消磁からの有効な保護が達成され得る。これにより、クオリティが本質的に改善される。更に、より小さい保磁強度ないしより小さい消磁耐性を有するコスト的に有利な磁石が搭載され得る。

20

【０００８】

電気モータの少なくとも１つの磁石要素の温度の決定のための温度モデルは、入力量として、電気モータの位相コイルの少なくとも１つを流れる電流または当該電流を特徴付ける量、及び／または、電氣的なサーボ駆動部の領域にて存在する、捕捉される、ないし計算される温度、の少なくとも１つを受け取る時、有利である。電氣的なサーボ駆動部の領域に存在する前記少なくとも１つの温度は、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置の内部、特に、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置の回路基板上、及び／または、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置の出力段階の領域内、において支配的な環境温度であり得る。

30

【０００９】

温度モデルは、入力量として、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置（ＥＣＵ／電子制御装置）における、例えばその回路基板上や出力段階において、ライン電流や温度を利用可能である。これらの量は、ＥＣＵによって、一般的に、制御ないし保護のために測定技術的に得られる。磁石温度の決定は、従って、既に存在する測定量を引き合いに出し得る。有利な態様では、追加のセンサ等は必要とされない。

40

【００１０】

電氣的なサーボ駆動部の領域に存在する前記少なくとも１つの温度は、電気モータの位相コイルの少なくとも１つにおいて支配的な温度であり得る。電気モータの位相コイルの少なくとも１つにおいて支配的な温度は、計測技術的に検知されるか、あるいは、電気モータの位相コイルの少なくとも１つにおける電気抵抗に依存して計算され得る。電気抵抗の計算のために、電気モータの位相コイルの少なくとも１つにおける電流及び電圧が、引き合いに出され得る。

【００１１】

50

電気モータとしては、永久磁石同期機、好適には３つの位相コイルを有する永久磁石同期機、が投入可能である。電子的、ないし、電気機械的なパワーステアリング装置は、通常、サーボモータとして永久磁石同期機を有している。

【００１２】

請求項６は、自動車の電子的なパワーステアリングシステムの作動方法に関する。

【００１３】

請求項７では、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置が提供される。

【００１４】

請求項８は、自動車の電子的なパワーステアリングシステムに関する。

10

【００１５】

本発明による電気モータの作動方法、及び／または、自動車の電子的なパワーステアリングシステムの作動方法は、好適には、１つの、あるいは、分散された複数の電子的なパワーステアリングシステムのフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置において、コンピュータプログラムとして実現される。勿論、他の解決手法も可能である。このために、コンピュータプログラムは、フォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置の少なくとも１つの記憶要素に記憶される。フォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置のマイクロプロセッサでの実行により、本方法は実施される。コンピュータプログラムは、コンピュータ読取可能なデータキャリア（ディスク、ＣＤ、ＤＶＤ、ハードディスク、ＵＳＢメモリスティック、ＳＤカード等）あるいはインターネットサーバにコンピュータプログラム製品として記憶され、そこからフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置の記憶要素に伝送され得る。

20

【００１６】

有利な実施の形態及び更なる実施の形態が、従属請求項から明らかである。以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態が原理的に説明される。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本発明による方法によって作動される、本発明による電子的なパワーステアリングシステムの概略図である。

【図２】本発明による電気モータの作動方法の説明のための概略図である。

30

【発明を実施するための形態】

【００１８】

図１には、不図示の自動車の、本発明による電子的ないし電気機械的なパワーステアリングシステム１が、極めて簡略化されて図示されている。電子的なパワーステアリングシステム１は、ステアリングホイールとして形成されたステアリングハンドル２を有している。ステアリングハンドル２は、ステアリングコラムないし駆動シャフト３を介して、ステアリング変速機４に結合されている。ステアリング変速機４は、駆動シャフト３の回転角を、自動車の操舵可能な車輪５ａ、５ｂの操舵角 θ_{FM} に変換するために役立つ。ステアリング変速機４は、このために、ギヤラック６とピニオン７とを有している。当該ピニオンに、駆動シャフト３が作用する。更に、電子的なパワーステアリングシステム１は、電氣的なサーボ駆動部８を有している。当該サーボ駆動部８は、とりわけ、可変のトルク支援に役立つ。電氣的なサーボ駆動部８は、ベルト式変速機１０を介して、トルク支援の実現のための電気モータ９を有している。ベルト式変速機１０は、ボール循環変速機（図１では不図示）を介しての電子的なパワーステアリングシステム１のギヤラック６へのトルク支援の伝達のために、駆動ピニオンとベルトプーリとを有している。更に、電気モータ９の制御及び／または調整のために、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置１１が設けられている。本発明は、例えばＤＥ１００５２２７５Ａ１から知られるような、支援力のギヤラック６への伝達のためのベルト式変速機１０と別個のボール循環変速機とを有する電子的なパワーステアリングシステム１に基づいて、以下に説明される。更なるトルク支援ないしステアリング支援に関する電氣的なステアリングシ

40

50

ステム技術のために、僅かな変更を伴って、本発明による同様の実現が達成され得る。また、本発明によるパワーステアリングシステムにおいて、オーバーラップステアリングシステムが取り扱われる際には（不図示）、電気モータはオーバーラップ角度調整器であり得る。

【 0 0 1 9 】

図面内において、機能的に同じ構成要素には同じ参照符号が付されている。

【 0 0 2 0 】

図 2 には、不図示の電気モータ 9 の位相コイルに至るモータ位相ライン 1 2 を介した電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 による電気モータ 9 の制御が、極めて簡略化されて図示されている。電気モータ 9 は、永久磁石ないし磁石要素 9 a を有している。

10

【 0 0 2 1 】

図 2 に示されるように、電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 において、電気モータ 9 の作動方法が行われ得る。ここで、電気モータ 9 は、パワーアシストのための自動車の電子的なパワーステアリングシステム 1 において、電氣的なサーボ駆動部 8 として搭載されており、複数の磁石要素 9 a 及び位相コイルを介して利用され、電子的なパワーステアリングシステム 1 の電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 によって制御ないし調整される。また、電気モータ 9 の少なくとも 1 つの磁石要素 9 a の温度 $M a g n e t$ が、当該電気モータ 9 の動作中、連続的に温度モデル 1 3 によって決定される。そして、前記温度モデル 1 3 によって決定された電気モータ 9 の少なくとも 1 つの磁石要素 9 a の温度 $M a g n e t$ に依存して、電気モータ 9 の位相コイルの少なくとも 1 つを流れる電流 I_U, V, W が、電気モータ 9 の少なくとも 1 つの磁石要素 9 a の特定可能な制限温度としての最大温度 $M a g n e t, m a x$ を考慮して、制限される。更なる実施の形態では、超えられるべきでない制限温度として最小温度も利用され得る。

20

【 0 0 2 2 】

当該制限は、機能ブロック部 1 4 において行われる。温度モデル 1 3 と制限部 1 4 とは、例えば、電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 上にて実現され得る。

【 0 0 2 3 】

図 2 から更に明らかなように、電気モータ 9 の少なくとも 1 つの磁石要素 9 a の温度 $M a g n e t$ の決定のための温度モデル 1 3 は、入力量として、電気モータ 9 の位相コイルの少なくとも 1 つを流れる電流 I_U, V, W 、及び / または、電氣的なサーボ駆動部 8 の領域にて存在する、測定技術的に捕捉される、ないし計算される温度 $E C U$ 、の少なくとも 1 つを受け取る。

30

【 0 0 2 4 】

電氣的なサーボ駆動部 8 の領域に存在する前記少なくとも 1 つの温度は、電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 の内部、特に、電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 の回路基板上、及び / または、電子的なフォワード制御装置及び / またはフィードバック制御装置 1 1 の出力段階の領域内、において支配的な環境温度 $E C U$ であり得る。

40

【 0 0 2 5 】

更に不図示の実施の形態では、電氣的なサーボ駆動部 8 の領域に存在する前記少なくとも 1 つの温度は、電気モータ 9 の位相コイルの少なくとも 1 つにおいて支配的な温度であり得る。電気モータ 9 の位相コイルの少なくとも 1 つにおいて支配的な温度は、計測技術的に検知され得るか、あるいは、電気モータ 9 の位相コイルの少なくとも 1 つにおける電気抵抗に依存して計算され得る。

【 0 0 2 6 】

電気モータ 9 の位相コイルないしモータコイルを流れる電流 I_U, V, W の制限によって、電気モータ 9 の電気モータの電力損失、電気モータ 9 において生じるトルク、及び /

50

または、電流によって生成される対向磁場が、制限され得る。

【 0 0 2 7 】

このために、電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置 1 1 は、本実施の形態においては、制限部 1 4 によって、電気モータ 9 の位相コイルを流れる少なくとも 1 つの最大許容電流 I_{max} を保持する。

【 0 0 2 8 】

本発明による電気モータ 9 の作動方法、及び／または、自動車の電子的なパワーステアリングシステム 1 の作動方法は、好適には、1 つの、あるいは、分散された複数の電子的なパワーステアリングシステム 1 のフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置 1 1 において、コンピュータプログラムとして実現される。勿論、他の解決手法も可能である。このために、コンピュータプログラムは、フォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置 1 1 の少なくとも 1 つの記憶要素に記憶される。フォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置 1 1 のマイクロプロセッサ μC での実行により、本方法は実施される。コンピュータプログラムは、コンピュータ読取可能なデータキャリア（ディスク、CD、DVD、ハードディスク、USB メモリスティック、SD カード等）あるいはインターネットサーバにコンピュータプログラム製品として記憶され、そこからフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置 1 1 の記憶要素に伝送され得る。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

20

- 1 パワーステアリングシステム
- 2 ステアリングホイール
- 3 駆動シャフト／ステアリングコラム
- 4 ステアリング変速機
- 5 a、5 b 操舵可能な車輪
- 6 ギヤラック
- 7 ピニオン
- 8 電氣的なサーボ駆動部
- 9 電気モータ
- 9 a 磁石要素
- 1 0 ベルト式変速機
- 1 1 電子的なフォワード制御装置及び／またはフィードバック制御装置
- 1 2 モータ位相ライン
- 1 3 温度モデル
- 1 4 制限部
- E C U 環境温度
- M a g n e t 磁石要素の温度
- M a g n e t , m a x 最大温度
- I m a x 最大位相電流
- I U , V , W 位相電流
- F M 操舵角

30

40

フロントページの続き

(72)発明者 アレクサンダー、クラウトシュトゥルンク

ドイツ連邦共和国ドルランゲン、イム、グロースアッカー、7

Fターム(参考) 3D232 CC34 DA15 DA23 DA64 DA65 DA67 DC08 DD01 DD08 DD17

DD18 DE05 EB11 EC23 GG01

3D333 CB02 CB19 CC15 CC18 CE15 CE32

5H560 AA08 BB04 DC05 DC12 JJ01 RR10 TT15 XA01