

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3671136号

(P3671136)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005.7.13)

(24) 登録日 平成17年4月22日(2005.4.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

B 6 2 D 6/00  
 B 6 2 D 5/07  
 // B 6 2 D 101:00  
 B 6 2 D 113:00

B 6 2 D 6/00  
 B 6 2 D 5/07  
 B 6 2 D 101:00  
 B 6 2 D 113:00

B

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-177353 (P2000-177353)  
 (22) 出願日 平成12年6月13日(2000.6.13)  
 (65) 公開番号 特開2001-354151 (P2001-354151A)  
 (43) 公開日 平成13年12月25日(2001.12.25)  
 審査請求日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(73) 特許権者 000001247  
 光洋精工株式会社  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 100087701  
 弁理士 稲岡 耕作  
 (74) 代理人 100101328  
 弁理士 川崎 実夫  
 (72) 発明者 森村 太  
 大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
 精工株式会社内

審査官 柳田 利夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動モータにより駆動されるポンプの発生油圧によって操舵補助力を発生させるパワーステアリング装置において、

上記電動モータに電力を供給する電源の電圧を検出する電源電圧検出手段と、

上記電動モータに流れるモータ電流の値を検出するための電流検出手段と、

上記電源電圧検出手段によって検出された電源電圧に基づいて、上記電動モータを停止または所定のアイドル回転速度に減速するときのモータ電流値に関するしきい値である電流しきい値を可変設定する電流しきい値設定手段と、

上記電流検出手段により検出されたモータ電流値が上記電流しきい値設定手段によって設定された電流しきい値以下である状態が所定時間にわたって継続したことを条件に、上記電動モータを停止させるか、または、上記電動モータを上記アイドル回転速度に減速するモータ制御手段とを含み、

上記電流しきい値設定手段は、上記電源電圧検出手段によって検出された電源電圧が低いほど上記電流しきい値を大きく設定するものであることを特徴とするパワーステアリング装置。

【請求項2】

舵角速度を検出するための舵角速度検出手段をさらに含み、

上記モータ制御手段は、上記舵角速度検出手段により検出された舵角速度が所定の舵角速度しきい値以下であって、かつ、上記電流検出手段により検出されたモータ電流値が上

10

20

記電流しきい値設定手段によって設定された電流しきい値以下である状態が所定時間にわたって継続したことを条件に、上記電動モータを停止させるか、または、上記電動モータを上記アイドル回転速度に減速するものであることを特徴とする請求項1記載のパワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動モータにより駆動されるポンプの発生油圧によりステアリング機構に操舵補助力を与えるパワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ステアリング機構に結合されたパワーシリンダにオイルポンプからの作動油を供給することによって、ステアリングホイールの操作を補助するパワーステアリング装置が知られている。オイルポンプは、たとえば、直流モータからなる電動モータによって駆動され、その回転速度に応じた操舵補助力がパワーシリンダから発生される。

【0003】

電動モータの駆動制御は、たとえば、ステアリングホイールの舵角速度に基づいて行われる。すなわち、ステアリングホイールに関連して設けられた舵角センサの出力に基づいて舵角速度が求められ、この舵角速度に基づいて電動モータの目標回転速度が設定される。この目標回転速度が達成されるように、電動モータに電圧が供給される。さらに具体的には、舵角速度が極めて小さい場合には、ステアリングホイールの操作がわずかであるから、操舵補助が不要であるとみなされ、電動モータが停止される。一方、舵角速度が大きければ、ステアリングホイールが大きく操作されていると見なされ、そのときの舵角速度に応じて電動モータが駆動され、操舵補助力が発生される。

【0004】

車両が車幅方向に傾斜を有する直線道路を走行している場合には、車両を安定させるためには、ステアリングホイールにトルクを加えて一定の舵角で保持する必要がある。したがって、舵角速度のみに基づいて電動モータの停止制御を行うと、上記のような場合に操舵補助が行われないから、操舵フィーリングが悪くなるおそれがある。

そこで、従来では、舵角速度が所定の舵角速度しきい値以下であって、かつ、電動モータに流れるモータ電流が所定の電流しきい値以下である状態が一定時間にわたって継続することを条件に、電動モータを停止するようにしている（たとえば、W099/08922参照）。

【0005】

ステアリングホイールにトルクが加えられていると、電動モータに負荷がかかるから、目標回転速度を達成するために、電動モータの負荷電流が増大する。すなわち、モータ電流は、ステアリングホイールに加えられるトルクに対応している。上述の従来技術は、この点に着目し、モータ電流が電流しきい値以下であることを、電動モータを停止する際の必要条件としている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

電動モータは、車両に搭載されたバッテリーからの給電を受けて作動する。この車載バッテリーは、発生電圧（バッテリー電圧）が必ずしも安定していない。とくに、バッテリー電圧が低下すると、電動モータの停止制御に不具合が生じる。

すなわち、バッテリー電圧が低下すると、電動モータへの供給電力が減少し、電動モータの回転速度が低下する。そこで、電動モータを制御するコントローラは、目標回転速度を達成するために、バッテリー電圧の低下による電力不足分を、モータ電流を増加させて補おうとする。その結果、電動モータの負荷が小さいときにも、モータ電流が大きな値をとることになる。

【0007】

10

20

30

40

50

したがって、無負荷状態であっても、モータ電流が電流しきい値以下とならなくなり、電動モータを停止させることができなくなる。これにより、電力が無駄に消費されてしまう。

そこで、この発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、電源電圧の変動によらずに電動モータの停止または減速制御を良好に行うことができるパワーステアリング装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、電動モータ(27)により駆動されるポンプ(26)の発生油圧によって操舵補助力を発生させるパワーステアリング装置において、上記電動モータに電力を供給する電源(40)の電圧(VB)を検出する電源電圧検出手段(30, S12)と、上記電動モータに流れるモータ電流の値を検出するための電流検出手段(12, S11)と、上記電源電圧検出手段によって検出された電源電圧に基づいて、上記電動モータを停止または所定のアイドル回転速度(Ri)に減速するときのモータ電流値に関するしきい値である電流しきい値(Istop)を可変設定する電流しきい値設定手段(30, S13)と、上記電流検出手段により検出されたモータ電流値が上記電流しきい値設定手段によって設定された電流しきい値以下である状態が所定時間にわたって継続したことを条件に、上記電動モータを停止させるか、または、上記電動モータを上記アイドル回転速度に減速するモータ制御手段(30, S14, S16, S17)とを含み、上記電流しきい値設定手段は、上記電源電圧検出手段によって検出された電源電圧が低いほど上記電流しきい値を大きく設定するものであることを特徴とするパワーステアリング装置である。括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等の符号を表す。以下、この項において同じ。

【0009】

この発明によれば、電源電圧の変動に応じて電流しきい値が可変設定される。具体的には、電源電圧が低いほど電流しきい値が大きく設定される。そして、モータ電流値がこの可変設定される電流しきい値以下となることが、電動モータを停止またはアイドル回転速度に減速させるための必要条件となっている。

したがって、電源電圧が変動しても、電動モータに対する負荷が小さい状態となると、モータ電流値が確実に電流しきい値以下となる。とくに、電源電圧が低下したときに、電動モータを目標回転速度で回転させるためにモータ電流値が大きくなった場合であっても、モータ電流値を電流しきい値以下の値とすることができる。これにより、確実に、電動モータを停止または減速させることができる。

【0010】

これにより、無駄な電力消費を省くことができ、パワーステアリング装置の省エネルギー性を向上することができる。

【0011】

電動モータのモータ電流値は、その負荷、すなわち操舵トルクに応じて変化する。したがって、モータ電流値が操舵補助が不要な操舵トルク範囲に相当する電流しきい値以下の値を有する状態が一定時間継続したことを条件に電動モータを停止または減速することとすれば、操舵トルクが小さいときに電動モータを停止または減速させることができる。

請求項2記載の発明は、舵角速度を検出するための舵角速度検出手段(11, 30, S1)をさらに含み、上記モータ制御手段は、上記舵角速度検出手段により検出された舵角速度が所定の舵角速度しきい値(Vb)以下であって、かつ、上記電流検出手段により検出されたモータ電流値が上記電流しきい値設定手段によって設定された電流しきい値以下である状態が所定時間にわたって継続したことを条件に、上記電動モータを停止させるか、または、上記電動モータを上記アイドル回転速度に減速するものである(30, S10, S14, S16, S17)ことを特徴とする請求項1記載のパワーステアリング装置である。

【0012】

10

20

30

40

50

この発明では、舵角速度に関する条件が付加されているので、電動モータの停止または減速制御をより適切に行うことができる。

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係るパワーステアリング装置の基本的な構成を示す概念図である。このパワーステアリング装置は、車両のステアリング機構 1 に関連して設けられ、このステアリング機構 1 に操舵補助力を与えるためのものである。

【 0 0 1 4 】

ステアリング機構 1 は、ドライバによって操作されるステアリングホイール 2 と、このステアリングホイール 2 に連結されたステアリング軸 3 と、ステアリング軸 3 の先端に設けられたピニオンギア 4 と、ピニオンギア 4 に噛合するラックギア部 5 a を有し、車両の左右方向に延びたラック軸 5 とを備えている。ラック軸 5 の両端にはタイロッド 6 がそれぞれ結合されており、このタイロッド 6 は、それぞれ、操舵輪としての前左右輪 F L、F R を支持するナックルアーム 7 に結合されている。ナックルアーム 7 は、キングピン 8 まわりに回動可能に設けられている。

10

【 0 0 1 5 】

この構成により、ステアリングホイール 2 が操作されてステアリング軸 3 が回転されると、この回転がピニオンギア 4 およびラック軸 5 によって車両の左右方向に沿う直線運動に変換される。この直線運動は、ナックルアーム 7 のキングピン 8 まわりの回動に変換され、これによって、前左右輪 F L、F R の転舵が達成される。

20

ステアリング軸 3 には、ステアリングホイール 2 に加えられた操舵トルクの方角および大きさに応じてねじれを生じるトーションバー 9 と、トーションバー 9 のねじれの方角および大きさに応じて開度に変化する油圧制御弁 2 3 とが組み込まれている。油圧制御弁 2 3 は、ステアリング機構 1 に操舵補助力を与えるパワーシリンダ 2 0 に接続されている。パワーシリンダ 2 0 は、ラック軸 5 に一体的に設けられたピストン 2 1 と、ピストン 2 1 によって区画された一対のシリンダ室 2 0 a、2 0 b とを有しており、シリンダ室 2 0 a、2 0 b は、それぞれ、オイル供給 / 帰還路 2 2 a、2 2 b を介して、油圧制御弁 2 3 に接続されている。

【 0 0 1 6 】

油圧制御弁 2 3 は、さらに、リザーバタンク 2 5 およびオイルポンプ 2 6 を通るオイル循環路 2 4 の途中部に介装されている。オイルポンプ 2 6 は、電動式のモータ 2 7 によって駆動され、リザーバタンク 2 5 に貯留されている作動油を汲み出して油圧制御弁 2 3 に供給する。余剰分の作動油は、油圧制御弁 2 3 からオイル循環路 2 4 を介してリザーバタンク 2 5 に帰還される。

30

油圧制御弁 2 3 は、トーションバー 9 に一方方向のねじれが加わった場合には、オイル供給 / 帰還路 2 2 a、2 2 b のうちの一方を介してパワーシリンダ 2 0 のシリンダ室 2 0 a、2 0 b のうちの一方に作動油を供給する。また、トーションバー 9 に他方方向のねじれが加えられた場合には、オイル供給 / 帰還路 2 2 a、2 2 b のうちの他方を介してシリンダ室 2 0 a、2 0 b のうちの他方に作動油を供給する。トーションバー 9 にねじれがほとんど加わっていない場合には、油圧制御弁 2 3 は、いわば平衡状態となり、作動油はパワーシリンダ 2 0 に供給されることなく、オイル循環路 2 4 を循環する。

40

【 0 0 1 7 】

パワーシリンダ 2 0 のいずれかのシリンダ室に作動油が供給されると、ピストン 2 1 が車幅方向に沿って移動する。これにより、ラック軸 5 に操舵補助力が作用することになる。油圧制御弁に関連する構成例は、たとえば、特開昭 5 9 - 1 1 8 5 7 7 号公報に詳しく開示されている。

電動モータ 2 7 は、たとえば直流モータからなり、駆動回路 2 8 を介して、電子制御ユニット 3 0 によって制御される。駆動回路 2 8 は、たとえば、パワートランジスタのブリッジ回路からなり、電源としての車載バッテリー 4 0 からの電力を、電子制御ユニット 3 0 が

50

ら与えられる制御信号に応じて電動モータ 27 に供給する。

【0018】

電子制御ユニット 30 は、車載バッテリー 40 からの電力供給を受けて動作するマイクロコンピュータを含み、このマイクロコンピュータは、CPU 31 と、CPU 31 のワークエリアなどを提供する RAM 32 と、CPU 31 の動作プログラムを記憶した ROM 33 と、CPU 31、RAM 32 および ROM 33 を相互接続するバス 34 とを備えている。CPU 31 は、制御周期毎に車載バッテリー 40 の発生電圧（以下「バッテリー電圧」という。）VB を検出する。

【0019】

電子制御ユニット 30 には、舵角センサ 11 から出力される舵角データが与えられるようになっている。舵角センサ 11 は、ステアリングホイール 2 に関連して設けられており、イグニッションキースイッチが導通されてエンジンが始動したときのステアリングホイール 2 の舵角を初期値「0」として、この初期値からの相対舵角に対応し、かつ操舵方向に応じた符号の舵角データを出力する。CPU 31 は、この舵角データに基づいて、車両が直進状態のときの舵角である舵角中点を求め、さらに、この舵角中点と舵角センサ 11 が出力する舵角データとに基づいて、車輪 FR, FL の方向に対応した絶対舵角を求める。舵角中点の検出は、たとえば、舵角センサ 11 から出力される舵角データをサンプリングし、舵角データの値のヒストグラムを作成し、所定のサンプリング数のデータが収集された後に最頻出舵角データを舵角中点の舵角データとして求めることにより達成される。

【0020】

電子制御ユニット 30 には、さらに、電動モータ 27 に流れる電流を検出する電流検出回路 12 からの電流データが与えられるようになっている。電流データは、電動モータ 27 の消費電流値（モータ電流）に比例した値を有する。

さらに、電子制御ユニット 30 には、車速センサ 13 から出力される車速データが与えられるようになっている。車速センサ 13 は、車両の速度 Vf を直接的に検出するものでもよく、また、車輪に関連して設けられた車輪速センサの出力パルスに基づいて車両の速度 Vf を計算により求めるものであってもよい。

【0021】

電子制御ユニット 30 は、舵角センサ 11、電流検出回路 12 および車速センサ 13 からそれぞれ与えられる舵角データ、電流データおよび車速データに基づいて、電動モータ 27 の駆動を制御する。

図 2 は、電動モータ 27 の駆動制御を説明するためのフローチャートであり、図 3 は、舵角速度とモータ回転速度との対応関係を示す特性図である。CPU 31 は、舵角センサ 11 から出力される舵角データに基づいて、ステアリングホイール 2 の舵角の時間変化率である舵角速度 V および車両の速度 Vf を求める（ステップ S1）。その後、CPU 31 は、電動モータ 27 が停止しているか否かを判断する（ステップ S2）。この判断は、たとえば、電動モータ 27 が起動されたときにセットされ、電動モータ 27 が停止されたときにリセットされるフラグを用いて行うことができる。

【0022】

電動モータ 27 が停止していれば（ステップ S2 の YES）、CPU 31 は、電動モータ 27 を起動すべきか否かを調べるために、上記求められた舵角速度 V が所定の起動しきい値 Va（たとえば  $Va = 5$  (degree/sec)）以上であるか否かを判断する（ステップ S3）。舵角速度 V が起動しきい値 Va 未満であれば（ステップ S3 の NO）、プログラムはステップ S1 に戻る。舵角速度 V が起動しきい値 Va 以上であれば（ステップ S3 の YES）、CPU 31 は、電動モータ 27 を起動する（ステップ S4）。この場合、CPU 31 は、上記求められた舵角速度 V の値に基づいてモータ回転速度 R を決定する。

【0023】

CPU 31 は、モータ回転速度 R の決定に際し、舵角速度 V が所定の第 1 しきい値 VT1（たとえば  $VT1 = 10$  (degree/sec)）以下であるか否かを判断する（ステップ S5）。舵角速度 V が第 1 しきい値 VT1 以下であれば（ステップ S5 の YES）、モータ回転

10

20

30

40

50

速度  $R$  が所定の第 1 回転速度  $R_1$  (たとえば  $R_1 = 1800(\text{rpm})$ ) になるように、電動モータ 27 を駆動する (ステップ S 6)。すなわち、舵角速度  $V$  が起動しきい値  $V_a$  以上で、かつ第 1 しきい値  $V_{T1}$  以下であれば、電動モータ 27 は、舵角速度  $V$  の値によらずに、一定の第 1 回転速度  $R_1$  で駆動される。

【0024】

舵角速度  $V$  が第 1 しきい値  $V_{T1}$  を超えている場合には (ステップ S 5 の NO)、CPU 31 は、舵角速度  $V$  が第 1 しきい値  $V_{T1}$  よりも大きな第 2 しきい値  $V_{T2}$  (たとえば  $V_{T2} = 600(\text{degree}/\text{sec})$ ) 未満であるか否かを判断する (ステップ S 7)。舵角速度  $V$  が第 2 しきい値  $V_{T2}$  未満であれば (ステップ S 7 の YES)、CPU 31 は、舵角速度  $V$  の値に応じたモータ回転速度  $R$  で電動モータ 27 を駆動する (ステップ S 8)。すなわち、舵角速度  $V$  が第 1 しきい値  $V_{T1}$  よりも大きく、かつ、第 2 しきい値  $V_{T2}$  未満である領域では、CPU 31 は、舵角速度  $V$  に対してモータ回転速度  $R$  が第 1 回転速度  $R_1$  と第 2 回転速度  $R_2$  ( $R_2 > R_1$ ) との間でほぼリニアに変化するように、モータ回転速度  $R$  を決定する。

10

【0025】

舵角速度  $V$  が第 2 しきい値  $V_{T2}$  以上であるならば (ステップ S 7 の NO)、CPU 31 は、モータ回転速度  $R$  が所定の第 2 回転速度  $R_2$  (たとえば  $R_2 = 6000(\text{rpm})$ ) になるように、電動モータ 27 を駆動する (ステップ S 9)。すなわち、舵角速度  $V$  が第 2 しきい値  $V_{T2}$  以上であれば、電動モータ 27 は、舵角速度  $V$  の値によらずに、一定の第 2 回転速度  $R_2$  で駆動される。

20

図 3 に示されているように、第 2 しきい値  $V_{T2}$  は、車速域に応じて可変設定される。すなわち、車両の速度  $V_f$  が大きいほど、第 2 しきい値  $V_{T2}$  は大きな値に設定される。これにより、車両の速度  $V_f$  が大きいほどモータ回転速度  $R$  が小さく設定されることになり、操舵補助力が小さくなる。こうして、車両の速度  $V_f$  に応じた適切な操舵補助力を発生するための車速感応制御が行われる。

【0026】

ステップ S 2 において、電動モータ 27 が駆動されていると判断されれば、CPU 31 は、舵角速度  $V$  が所定の停止しきい値 (第 2 所定値)  $V_b$  (たとえば  $V_b = 8(\text{degree}/\text{sec})$ ) 以下であるか否かを判断する (ステップ S 10)。舵角速度  $V$  が停止しきい値  $V_b$  を超えていれば (ステップ S 10 の NO)、プログラムはステップ S 5 に移行し、CPU 31 は、求められた舵角速度  $V$  の値に基づいてモータ回転速度  $R$  を決定し、この決定されたモータ回転速度  $R$  で電動モータ 27 を駆動する。

30

【0027】

舵角速度  $V$  が停止しきい値  $V_b$  (舵角しきい値) 以下であれば (ステップ S 10 の YES)、CPU 31 は、電流検出回路 12 から出力される電流データに基づいてモータ電流値  $I_m$  を求める (ステップ S 11)。さらに、CPU 31 は、最新のバッテリー電圧  $V_B$  を検出し (ステップ S 12)、この検出されたバッテリー電圧  $V_B$  および車速センサ 13 によって検出される車速  $V_f$  に基づいて、モータ停止判定電流値  $I_{\text{stop}}$  (電流しきい値) を求める (ステップ S 13)。そして、CPU 31 は、この求められたモータ電流値  $I_m$  がモータ停止判定電流値  $I_{\text{stop}}$  以下か否かを判断する (ステップ S 14)。

40

【0028】

モータ停止判定電流値  $I_{\text{stop}}$  は、操舵補助が不要な状態のときのモータ電流の上限値である。このモータ停止判定電流値  $I_{\text{stop}}$  は、モータ停止電流初期値  $I_{\text{stop}}(0)$  に対して、バッテリー電圧  $V_B$  および車速  $V_f$  に基づく補正を加えることによって求められる。モータ停止電流初期値  $I_{\text{stop}}(0)$  は、後述するモータ停止電流初期値演算処理によって定められる。

モータ電流値  $I_m$  がモータ停止判定電流値  $I_{\text{stop}}$  以下の値を有するならば (ステップ S 13 の YES)、CPU 31 は、さらに、上述のようにして検出される絶対舵角  $\theta$  が、舵角中点付近の停止可能範囲  $\theta_{\text{stop}}$  内 (たとえば、舵角中点を中心とした  $\pm 3$  度程度の範囲) の値かどうかを調べる (ステップ S 15)。この判断が肯定されると、CPU 31 は、舵角

50

速度  $V$  が停止しきい値  $V_b$  以下であって、モータ電流値  $I_m$  がモータ停止判定電流値  $I_{stop}$  以下であり、かつ、絶対舵角  $\theta$  が停止可能範囲  $\theta_{stop}$  の範囲内の値である状態が一定時間（たとえば 1 ~ 3 秒）継続したか否かを判断する（ステップ S 16）。この判断が肯定されれば（ステップ S 16 の YES）、ステアリングホイール 2 はほとんど操舵されていないと考えることができるから、CPU 31 は、電動モータ 27 を停止させる（ステップ S 17）。一方、上記ステップ S 10, S 14 ~ S 16 の判断のいずれかが否定されれば、CPU 31 は、ステップ S 5 からの処理を行ってモータ回転速度  $R$  を求め、その回転速度で電動モータ 27 を駆動する。

#### 【0029】

図 4 は、モータ停止電流初期値  $I_{stop}(0)$  の演算処理を説明するためのフローチャートである。CPU 31 は、ステアリングホイール 2 に加えられる操舵トルク  $T$  に応じてモータ電流値  $I_m$  が変化することを利用し、モータ電流値  $I_m$  を常時モニタする（ステップ U 1）。このモータ電流値  $I_m$  に基づいて、CPU 31 は、電動モータ 27 が無負荷状態である場合のモータ電流値である無負荷電流値  $I_0$  を求める（ステップ U 2）。そして、この求められた無負荷電流値  $I_0$  に、車両の仕様に応じて予め定められた所定値  $dI$  を加算した値  $I_0 + dI$  をモータ停止電流初期値  $I_{stop}(0)$  として設定する。

#### 【0030】

図 5 は、操舵トルク  $T$  とモータ電流値  $I_m$  との対応関係を示す特性図である。横軸に操舵トルク  $T$  がとられ、縦軸にモータ電流値  $I_m$  がとられている。モータ電流値  $I_m$  は、操舵トルク  $T$  が 0 の付近では、 $T = 0$  の点を頂点とする曲線で表すことができる。操舵トルク  $T$  が 0 の場合には電動モータ 27 は無負荷状態であるから、モータ電流値  $I_m$  の極小値が無負荷電流値  $I_0$  に対応する。

一方、ステアリングホイール 2 に対して操舵補助力を与える必要のないトルクの範囲は、車両の仕様により定まる。このトルク範囲が、0 を中心にトルクしきい値  $T_1$ 、 $-T_1$  によって挟まれた範囲である場合、これらのトルクしきい値  $T_1$ 、 $-T_1$  に対応するモータ電流値と無負荷電流値  $I_0$  との差が予め求められて上記所定値  $dI$  として設定される。そして、無負荷電流値  $I_0$  に所定値  $dI$  を加算した値  $I_0 + dI$  ( $= I_{stop}(0)$ ) 以下の範囲を、ステアリングホイール 2 が操舵されていない範囲と判断することができる。上記所定値  $dI$  は、たとえば車種ごとに予め求められて ROM 33 に格納されている。

#### 【0031】

無負荷電流値  $I_0$  は、主として作動油の温度によって変動する。すなわち、たとえば作動油の温度が低い場合には、作動油の粘性は高いから、作動油の温度が高い場合に比べて電動モータ 27 の負荷は大きくなる。したがって、モータ電流値  $I_m$  は、作動油の温度が低い場合には大きな値をとる。つまり、図 5 の  $I_m - T$  曲線は、上方にスライドし、無負荷電流値  $I_0$  も大きくなる。

そこで、この実施形態では、無負荷電流値  $I_0$  を演算により求め、求められた無負荷電流値  $I_0$  に ROM 33 に格納されている所定値  $dI$  を加算した値  $I_0 + dI$  が、モータ停止電流初期値  $I_{stop}(0)$  として設定される。

#### 【0032】

無負荷電流値  $I_0$  の演算は、たとえば、サンプリングしたモータ電流値  $I_m$  のうち最頻出電流値を求めることによって達成される。より具体的には、CPU 31 は、モータ回転速度  $R$  が一定であることを条件として、電流検出回路 12 から出力される電流データを一定時間（たとえば 10 (min) ~ 1 (hour)）にわたってサンプリングする。このサンプリングによって得られた電流データに基づいて求められるモータ電流値  $I_m$  は、正規分布をなす。この場合、操舵トルク  $T$  が 0 の場合のモータ電流値  $I_m$  が最頻出電流値となるから、この最頻出電流値を無負荷電流値  $I_0$  として求める。

#### 【0033】

このような演算以外に、たとえば、モータ回転速度  $R$  が一定であることを条件として、一定時間または一定回数にわたってサンプリングされたモータ電流値  $I_m$  の中から最小値を求め、この求められた最小値を無負荷電流値  $I_0$  としてもよい。

10

20

30

40

50

図6は、図2のステップS13におけるモータ停止判定電流値  $I_{stop}$  の演算処理を説明するための図である。図6(a)にはバッテリー電圧  $V_B$  とモータ停止判定電流値  $I_{stop}$  との関係が示されており、図6(b)には車速  $V_f$  とモータ停止判定電流値  $I_{stop}$  との関係が示されている。より具体的には、モータ停止判定電流値  $I_{stop}$  は、モータ停止電流初期値  $I_{stop}(0)$ 、バッテリー電圧  $V_B$  および車速  $V_f$  の関数として定められる。

【0034】

図6(a)に示されているように、モータ停止判定電流値  $I_{stop}$  は、バッテリー電圧  $V_B$  が高いほど小さく設定され、バッテリー電圧  $V_B$  が低いほど大きく設定される。電動モータ27は、その回転速度が設定回転速度  $R$  に等しくなるようにフィードバック制御される。バッテリー電圧  $V_B$  が低下すると、電動モータ27への供給電力が不足するから、電子制御ユニット30は、その不足分をモータ電流を増加させて補おうとする。その結果、ステアリングホイール2にトルクが加えられていない無負荷状態においても、モータ電流値  $I_m$  が大きな値をとることになる。

10

【0035】

そこで、この実施形態では、バッテリー電圧  $V_B$  が低下したときには、モータ停止判定電流値  $I_{stop}$  を大きく設定することとしている。これにより、無負荷状態のときには、モータ電流値  $I_m$  が大きな値をとる場合であっても、図2のステップS14において肯定的な判定がされることになり、電動モータ27の適切な停止制御を行える。これにより、無駄な電力消費を低減できるから、パワーステアリング装置の省エネルギー性を向上できる。

【0036】

一方、図6(b)に示されているように、車速  $V_f$  の増加に伴って、モータ停止判定電流値  $I_{stop}$  は大きく設定される。高速走行時には、操舵補助はさほど必要にならない。そこで、この実施形態では、車速  $V_f$  が大きいときには、モータ停止判定電流値  $I_{stop}$  を大きく設定することにより、電動モータ27を可能な限り停止状態とし、省エネルギー性の向上が図られている。

20

以上のようにこの第1実施形態によれば、バッテリー電圧  $V_B$  の変動に応じてモータ停止判定電流値  $I_{stop}$  が可変設定されるから、電動モータ27の停止制御を適切に行える。これにより、無駄なエネルギー消費を抑制できる。

【0037】

また、舵角速度  $V$  が第1しきい値  $V_{T1}$  以下の領域では、舵角速度  $V$  とモータ回転速度  $R$  とは、いわゆるヒステリシス特性を有している。すなわち、モータ起動のためのしきい値  $V_a$  は、モータ停止のためのしきい値  $V_b$  よりも小さくなっている。これにより、操舵が開始されたときには操舵補助力を速やかに発生させることができるとともに、操舵終了時には操舵補助を速やかに停止させることができる。これにより、操舵フィーリングの向上と省エネルギー性の向上とを併せて達成できる。

30

【0038】

図7は、この発明の第2の実施形態を説明するための図であり、舵角速度  $V$  とモータ回転速度  $R$  との関係が示されている。この図7の説明において、上述の図1および図2を再び参照する。

この実施形態では、無負荷状態においては、電動モータ27を停止させるのではなく、電動モータ27の回転速度  $R$  をアイドル回転速度  $R_i$  ( $R_i < R_1$ ) に減速することとしている。すなわち、図2のステップS10, S14~S16のすべての条件が成立したときに、電動モータ27を停止する代わりに、その回転速度をアイドル回転速度  $R_i$  に減速する。

40

【0039】

この構成は、操舵補助が必要になったときに、電動モータ27の回転速度を速やかに立ち上げて必要な油圧を発生させることができるので、操舵補助の応答性に優れているという利点がある。この構成を採用することで、操舵補助が不要なときには、アイドル回転速度  $R_i$  での回転により省エネルギー化を図り、かつ、操舵補助が必要になったときには速やかな立ち上がりを実現できるので、操舵フィーリングを向上できる。

50

## 【 0 0 4 0 】

そして、図2のステップS13の処理によって、バッテリー電圧 $V_B$ の変動に応じて、モータ停止判定電流値 $I_{stop}$ が適切に可変設定されるから、無負荷状態のときには、バッテリー電圧 $V_B$ の変動によらずに、電動モータ27の回転をアイドル回転速度 $R_i$ に減速することができる。

以上、本発明の実施の2つの形態について説明しているが、本発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、上述の実施形態では、絶対舵角が舵角中点付近の値であることを電動モータ27の停止またはアイドル回転速度 $R_i$ への減速のための必要条件としているが、この条件は省かれてもよい。その他、特許請求の範囲に記載された技術的事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図1 】本発明の第1実施形態に係るパワーステアリング装置の基本的な構成を示す概念図である。

【 図2 】モータの駆動制御を説明するためのフローチャートである。

【 図3 】舵角速度に対するモータ回転速度の設定例を示す特性図である。

【 図4 】モータ停止電流初期値設定処理を示すフローチャートである。

【 図5 】モータ停止電流初期値設定処理を説明するための図である。

【 図6 】モータ停止判定電流値の演算処理を説明するための図である。

【 図7 】本発明の第2実施形態における舵角速度とモータ回転速度との関係を示す特性図である。

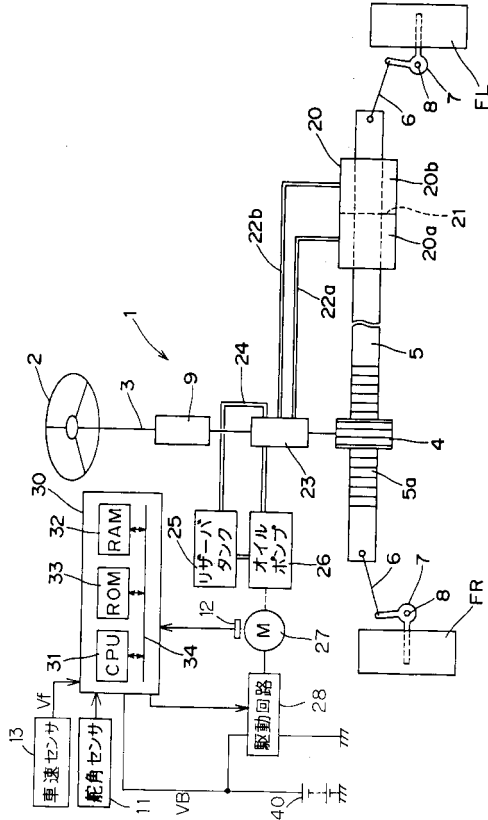
20

## 【 符号の説明 】

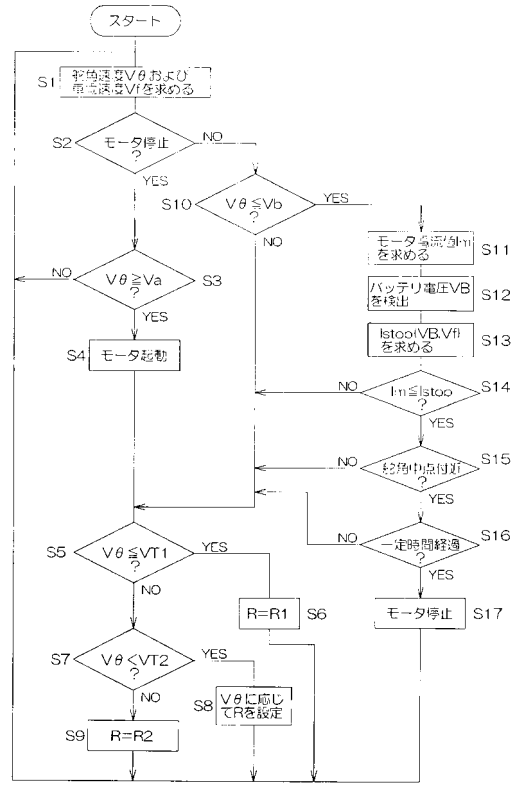
- 1 ステアリング機構
- 2 ステアリングホイール
- 11 舵角センサ
- 12 電流検出回路
- 13 車速センサ
- 20 パワーシリンダ
- 23 油圧制御弁
- 26 オイルポンプ
- 27 電動モータ
- 28 駆動回路
- 30 電子制御ユニット
- 40 車載バッテリー

30

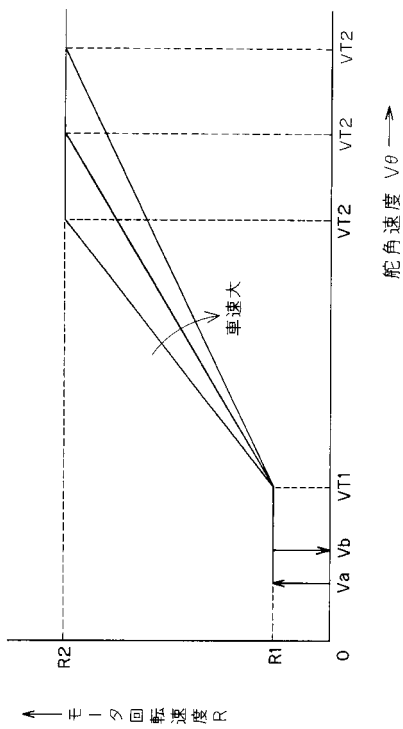
【図1】



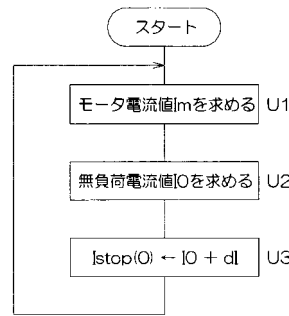
【図2】



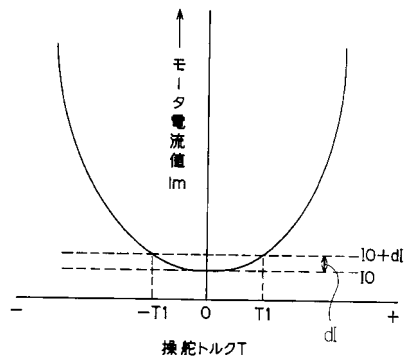
【図3】



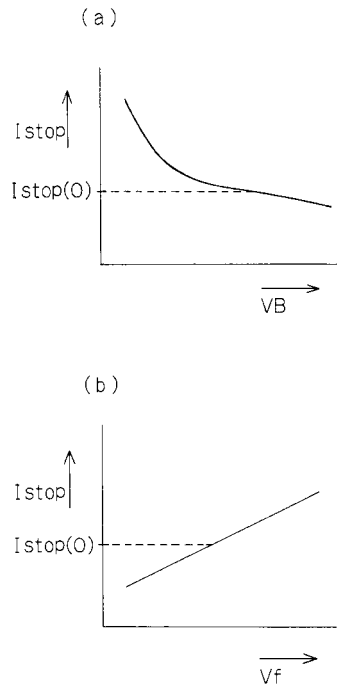
【図4】



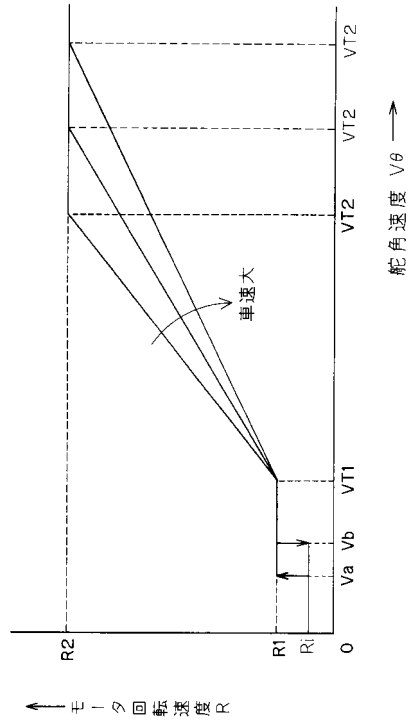
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第99/008922(WO,A1)  
特開2000-025632(JP,A)  
特開平09-226616(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

B62D 6/00  
B62D 5/07  
B62D101:00  
B62D113:00