

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6222427号  
(P6222427)

(45) 発行日 平成29年11月1日(2017.11.1)

(24) 登録日 平成29年10月13日(2017.10.13)

(51) Int. Cl. F I  
**B 6 2 D 5/06 (2006.01)** B 6 2 D 5/06 Z  
**B 6 2 D 5/04 (2006.01)** B 6 2 D 5/04

請求項の数 2 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-131977 (P2013-131977)                  (22) 出願日 平成25年6月24日 (2013. 6. 24)                  (65) 公開番号 特開2015-6816 (P2015-6816A)                  (43) 公開日 平成27年1月15日 (2015. 1. 15)                  審査請求日 平成28年5月20日 (2016. 5. 20)</p>	<p>(73) 特許権者 000001247                  株式会社ジェイテクト                  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                  (74) 代理人 100086391                  弁理士 香山 秀幸                  (72) 発明者 米谷 豪朗                  大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号                  株式会社ジェイテクト内                   審査官 鈴木 敏史</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1のトーションバーおよび第2のトーションバーを含み、操舵部材に連結されるステアリングシャフトと、

前記ステアリングシャフトの回転に連動して転舵輪を転舵する転舵機構と、

電動パワーステアリング装置と、

油圧式パワーステアリング装置とを含み、

前記電動パワーステアリング装置は、

前記第1のトーションバーと、

前記第1のトーションバーのねじれ方向および大きさに基づいて、操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、

前記ステアリングシャフトまたは前記転舵機構に連結され、操舵補助力を発生するための電動モータと、

前記操舵トルク検出手段によって検出された操舵トルクを用いて、前記電動モータを制御する制御手段とを含み、

前記油圧式パワーステアリング装置は、

前記第2のトーションバーと、

操舵補助力を発生するための油圧ポンプと、

前記転舵機構に結合されたパワーシリンダと、

前記第2のトーションバーのねじれ方向および大きさに基づいて、前記油圧ポンプか

10

20

ら前記パワーシリンダへの作動油の供給を制御するコントロールバルブとを含み、

前記操舵部材に加えられる操舵トルクに対して、前記第1のトーションバーが前記第2のトーションバーよりもねじれにくくなるように、前記第1のトーションバーのばね定数は、前記第2のトーションバーのばね定数よりも大きな値に設定されており、

前記第1のトーションバーのばね定数は、前記油圧式パワーステアリング装置が正常に働いている場合には、前記第1のトーションバーにねじれがほとんど発生しないような値に設定されている、車両用操舵装置。

【請求項2】

前記第2のトーションバーのばね定数が1 Nm / deg以上3 Nm / deg以下であり、前記第1のトーションバーのばね定数が10 Nm / deg以上30 Nm / deg以下である、請求項1に記載の車両用操舵装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両用操舵装置に関する。

【背景技術】

【0002】

操舵補助力を車両の転舵機構に伝達し、これにより運転者のステアリング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。パワーステアリング装置には、電動モータによって操舵補助力を発生させる電動パワーステアリング装置と、油圧ポンプによって操舵補助力を発生させる油圧式パワーステアリング装置とがある。また、電動パワーステアリング装置と油圧式パワーステアリング装置との両方が搭載された車両も提案されている。

20

【0003】

たとえば、特許文献1には、車速が所定値より高いときには、電動パワーステアリング装置のみによって操舵補助を行い、車速が所定値よりも低い場合には、電動パワーステアリング装置および油圧式パワーステアリング装置の両方によって操舵補助を行う車両用操舵装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-111141号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この発明の目的は、通常時は油圧式パワーステアリング装置のみを働かせ、油圧式パワーステアリング装置に故障が発生したときには、そのことを検出するための特別な装置を設けることなしに、電動パワーステアリング装置を働かせることができるようになる車両用操舵装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1記載の発明は、第1のトーションバー(12)および第2のトーションバー(32)を含み、操舵部材(2)に連結されるステアリングシャフト(3)と、前記ステアリングシャフトの回転に連動して転舵輪(7)を転舵する転舵機構(4)と、電動パワーステアリング装置(40)と、油圧式パワーステアリング装置(50)とを含み、前記電動パワーステアリング装置は、前記第1のトーションバー(12)と、前記第1のトーションバーのねじれの方向および大きさに基づいて、操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段(41)と、前記ステアリングシャフトまたは前記転舵機構に連結され、操舵補助力を発生するための電動モータ(43)と、前記操舵トルク検出手段によって検出された操舵トルクを用いて、前記電動モータを制御する制御手段(42)とを含み、前記油圧式パワーステアリング装置は、前記第2のトーションバー(32)と、操舵補助力を発生する

40

50

ための油圧ポンプ(53)と、前記転舵機構に結合されたパワーシリンダ(52)と、前記第2のトーションバーのねじれの方向および大きさに基づいて、前記油圧ポンプから前記パワーシリンダへの作動油の供給を制御するコントロールバルブ(51)とを含み、前記操舵部材に加えられる操舵トルクに対して、前記第1のトーションバーが前記第2のトーションバーよりもねじれにくくなるように、前記第1のトーションバーのばね定数は、前記第2のトーションバーのばね定数よりも大きな値に設定されており、前記第1のトーションバーのばね定数は、前記油圧式パワーステアリング装置が正常に働いている場合には、前記第1のトーションバーにねじれがほとんど発生しないような値に設定されている、車両用操舵装置(1)である。なお、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を表すが、むろん、この発明の範囲は当該実施形態に限定されない。以下、この項において同じ。

10

## 【0007】

この発明では、操舵部材に加えられる操舵トルクに対して、第1のトーションバーが第2のトーションバーよりもねじれにくくなるように、第1のトーションバーのばね定数は、第2のトーションバーのばね定数よりも大きな値に設定されており、第1のトーションバーのばね定数は、油圧式パワーステアリング装置が正常に働いている場合には、第1のトーションバーにねじれがほとんど発生しないような値に設定されている。これにより、通常時は油圧式パワーステアリング装置のみを働かせることができる。油圧式パワーステアリング装置に故障が発生したときには、油圧式パワーステアリング装置によって操舵補助力が発生しなくなるため、車両を操向するためには運転者は通常よりも大きな操舵力を操作部材に加える必要がある。大きな操舵力が操作部材に加えられると、第1のトーションバーにねじれが発生するので、電動パワーステアリング装置が働くようになる。

20

## 【0008】

つまり、この発明によれば、油圧式パワーステアリング装置に故障が発生したときには、そのことを検出するための特別な装置を設けることなしに、電動パワーステアリング装置を働かせることができるようになる。

請求項2記載の発明は、前記第2のトーションバーのばね定数が $1\text{ Nm / deg}$ 以上 $3\text{ Nm / deg}$ 以下であり、前記第1のトーションバーのばね定数が $10\text{ Nm / deg}$ 以上 $30\text{ Nm / deg}$ 以下である、請求項1に記載のパワーステアリング装置である。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。

【図2】図2は、主としてコントロールバルブの構成を示す構成図である。

【図3】図3は、ECUの電氣的構成を示す概略図である。

【図4】図4は、電動モータの構成を図解的に示す模式図である。

【図5】図5は、検出操舵トルク $T_h$ に対するq軸電流指令値 $I_q^*$ の設定例を示すグラフである。

【図6】図6は、ステアリングホイールに加えられる実際の操舵トルクと、トルクセンサによって検出される検出操舵トルク $T_h$ との関係を説明するための模式図である。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

以下では、この発明の実施形態を、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車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。

車両用操舵装置1は、ステアリングホイール(操舵部材)2と、ステアリングシャフト3と、転舵機構4と、電動パワーステアリング装置40と、油圧パワーステアリング装置50とを含む。

## 【0011】

ステアリングシャフト3は、第1のステアリングシャフト10と、中間軸20と、第2

50

のステアリングシャフト30とを含む。第1のステアリングシャフト10は、ステアリングホイール2に連結された入力軸11と、中間軸20に連結された出力軸13とを含む。入力軸11と出力軸13とは、第1のトーションバー12を介して同一軸線上で相対回転可能に連結されている。すなわち、ステアリングホイール2が回転されると、入力軸11および出力軸13は、互いに相対回転しつつ同一方向に回転するようになっている。

【0012】

第2のステアリングシャフト30は、中間軸20に連結された入力軸31と、出力軸(ピニオン軸)32とを含む。入力軸31と出力軸33とは、第2のトーションバー32を介して同一軸線上で相対回転可能に連結されている。すなわち、ステアリングホイール2が回転されると、入力軸31および出力軸33は、互いに相対回転しつつ同一方向に回転するようになっている。

10

【0013】

転舵機構4は、ステアリングシャフト30の回転に連動して転舵輪7を転舵する機構である。転舵機構4は、出力軸33の先端部に設けられたピニオン33aと、ピニオン33aに噛合するラック5aを有するラック軸5とを含んでいる。ラック軸5は、車両の左右方向(直進方向に直交する方向)に延びている。ラック軸5の各端部には、タイロッド6およびナックルアーム(図示略)を介して転舵輪7が連結されている。ピニオン33aおよびラック5aによって、出力軸33の回転がラック軸5の軸方向移動に変換される。ラック軸5を軸方向に移動させることによって、転舵輪7を転舵することができる。

【0014】

20

ステアリングホイール2が操作されてステアリングシャフト3が回転されると、この回転が、ピニオン33aおよびラック5aによって、ラック軸5の軸方向に沿う直線運動に変換される。これにより、転舵輪7が転舵される。

第1のステアリングシャフト10の周囲には、トルクセンサ41が設けられている。トルクセンサ41は、入力軸11および出力軸13の相対回転変位量に基づいて、ステアリングホイール2に与えられた操舵トルク $T_h$ を検出する。つまり、トルクセンサ41は、第1のトーションバー12のねじれの方向および大きさに基づいて、操舵トルク $T_h$ を検出する。トルクセンサ11によって検出される操舵トルク $T_h$ は、ECU(電子制御ユニット:Electronic Control Unit)42に入力される。

【0015】

30

電動パワーステアリング装置40は、この実施形態ではコラムアシスト式であり、第1のトーションバー12と、トルクセンサ41と、ECU42と、電動モータ43と、減速機構44とを含む。電動モータ43は、操舵補助力を発生するものであり、この実施形態では、三相ブラシレスモータからなる。減速機構44は、電動モータ43の出力トルクを出力軸13に伝達するものである。減速機構44は、ウォーム軸45と、このウォーム軸45と噛み合うウォームホイール46とを含むウォームギヤ機構からなる。ウォームホイール46は、出力軸13に一体回転可能に連結されている。減速機構44は、伝達機構ハウジングとしてのギヤハウジング47内に収容されている。

【0016】

電動モータ43によってウォーム軸45が回転駆動されると、ウォームホイール46が回転駆動され、出力軸13が回転する。そして、出力軸13の回転は、中間軸20を介して第2のステアリングシャフト30に伝達される。そして、第2のステアリングシャフト30の回転は、ピニオン33aおよびラック5aによって、ラック軸5の軸方向に沿った直線運動に変換される。これにより、転舵輪7が転舵される。すなわち、電動モータ43によってウォーム軸45が回転駆動されると、転舵輪7が転舵される。

40

【0017】

電動モータ43のロータの回転角(ロータ回転角) $\theta_s$ は、レゾルバ等の回転角センサ48によって検出される。回転角センサ48の出力信号は、ECU42に入力される。電動モータ43は、モータ制御装置としてのECU42によって制御される。ECU42は、トルクセンサ41によって検出される検出操舵トルク $T_h$ に基づいて、電動モータ43

50

を制御する。具体的には、ECU 42は、トルクセンサ41によって検出される検出操舵トルク $T_h$ の方向に応じて電動モータ43の回転方向を決定し、検出操舵トルクの絶対値が大きくなるほど電動モータ43の出力トルク大きくなるように、電動モータ43を駆動する。ECU 42の動作の詳細について、後述する。

#### 【0018】

油圧式パワーシリンダ装置50は、第2のトーションバー32と、コントロールバルブ51と、パワーシリンダ52と、油圧ポンプ53とを含む。パワーシリンダ52は、ラック軸5に結合されている。具体的には、パワーシリンダ52は、ラック軸5に一体的に設けられたピストン61と、このピストン61によって区画された一対のシリンダ室62, 63とを有している。これらのシリンダ室62, 63は、それぞれ、油路64, 65を介して、コントロールバルブ51に接続されている。

10

#### 【0019】

コントロールバルブ51は、リザーバタンク54および油圧ポンプ53を通る油循環路66の途中部に介装されている。油圧ポンプ53は、たとえば、図示しないエンジンによって駆動され、リザーバタンク54に貯留されている作動油をくみ出してコントロールバルブ51に供給する。余剰分の作動油は、コントロールバルブ51から油循環路66を介してリザーバタンク54に帰還される。コントロールバルブ51は、第2のトーションバー32のねじれ方向および大きさに基づいて、油圧ポンプ53からパワーシリンダ52への作動油の供給を制御する。

#### 【0020】

20

図2は、主としてコントロールバルブ51の構成を示す構成図である。

コントロールバルブ51は、ピニオンハウジング71に結合されたバルブハウジング81を含んでいる。ピニオンハウジング71には、第2のステアリングシャフト30の出力軸33の大部分が収容されている。バルブハウジング81には、第2のステアリングシャフト30の入力軸31の大部分、第2のトーションバー32および出力軸33の一部が収容されている。第2のトーションバー32の一端部は、ピン34を介して入力軸31に連結されている。第2のトーションバー32の他端部は、セレクション35を介して出力軸33に連結されている。

#### 【0021】

ピニオンハウジング71の一端部71aの内周72にバルブハウジング81の一端部81aの外周82が嵌め合わされている。ピニオンハウジング71の一端部71aの内周72とバルブハウジング81の一端部81aの外周82との間は、リング73によって封止されている。

30

ピニオンハウジング71およびバルブハウジング81の一端部71a, 81aには、それぞれ環状フランジ74, 83が形成されている。これらの環状フランジ74, 83は、互いに突き合わされた状態で、複数のボルト75により締結されている。

#### 【0022】

入力軸31は、軸受84を介してバルブハウジング81に回転自在に支持されている。出力軸33は、第1および第2の軸受76, 77を介してピニオンハウジング71に回転自在に支持されている。出力軸33の外周とバルブハウジング81の一端部81aの内周との間をシールするオイルシール85が、出力軸33に形成された環状段部と第1の軸受76との間に設けられている。

40

#### 【0023】

コントロールバルブ51は、バルブハウジング81に相対回転可能に挿入された筒状の第1バルブ部材91と、第1バルブ部材91に同軸中心に相対回転可能に挿入された第2バルブ部材92とを含んでいる。第1バルブ部材91は、ピン93によって、出力軸33に一体回転可能に連結されている。第2バルブ部材92は、入力軸31の外周部に一体的に形成されており、入力軸31と一体的に回転する。したがって、第1バルブ部材91および第2バルブ部材92は、第2のトーションバー32がねじれることにより、同軸中心に相対的に回転する。

50

## 【 0 0 2 4 】

両バルブ部材 9 1、9 2 の間は、弁間油路 9 4 を構成している。この弁間油路 9 4 は、バルブハウジング 8 1 に設けられたポート 1 0 1、1 0 2、1 0 3 および 1 0 4 をそれぞれ介して、パワーシリンダ 5 2 のシリンダ室 6 2、パワーシリンダ 5 2 のシリンダ室 6 3、油圧ポンプ 5 3 およびリザーバタンク 5 4 に個別に接続されている。

第 1 バルブ部材 9 1 の外周面とバルブハウジング 8 1 の内周面とは、出力軸 3 3 と同心の円筒面に沿うとともに微小隙間を介して互いに対向している。その微小隙間は各ポート 1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 の間においてシールリング 9 5 によりシールされている。弁間油路 9 4 には、両バルブ部材 9 1、9 2 の相対回転量に応じて開度に変化する絞りが設けられている。この絞りによって、作動油の流通方向および流通量が制御される。

10

## 【 0 0 2 5 】

第 2 のトーシヨンバー 3 2 に一方の方向のねじれが発生したときには、コントロールバルブ 5 1 は、パワーシリンダ 5 2 のシリンダ室 6 2、6 3 のうちの一方に作動油を供給するとともに、他方の作動油をリザーバタンク 5 4 に戻す。また、第 2 のトーシヨンバー 3 2 に他方の方向のねじれが発生したときには、パワーシリンダ 5 2 のシリンダ室 6 2、6 3 のうちの他方に作動油を供給するとともに、一方の作動油をリザーバタンク 5 4 に戻す。

## 【 0 0 2 6 】

第 2 のトーシヨンバー 3 2 にねじれがほとんど発生していない場合には、コントロールバルブ 5 1 は、いわば平衡状態となり、操舵中立でパワーシリンダ 5 2 の両シリンダ室 6 2、6 3 は等圧に維持され、作動油は油循環路 6 6 を循環する。操舵により、第 2 のトーシヨンバー 3 2 にねじれが発生し、コントロールバルブ 5 1 の両バルブ部材 9 1、9 2 が相対回転すると、パワーシリンダ 5 2 のシリンダ室 6 2、6 3 のうちのいずれかに作動油が供給され、ピストン 6 1 が車幅方向に移動する。こりにより、ラック軸 5 に操舵補助力が作用することになる。コントロールバルブ 5 1 としては、一般的な油圧式パワーステアリング装置に用いられている公知のものを用いることができる。

20

## 【 0 0 2 7 】

前述の油圧式パワーステアリング装置 5 0 に用いられている第 2 のトーシヨンバー 3 2 のばね定数は、一般的な油圧式パワーステアリング装置に用いられているトーシヨンバーのばね定数とほぼ同様である。具体的には、第 2 のトーシヨンバー 3 2 のばね定数は、1 Nm / deg 以上 3 Nm / deg 以下である。この実施形態では、第 2 のトーシヨンバー 3 2 のばね定数は、たとえば、2 Nm / deg である。

30

## 【 0 0 2 8 】

これに対して、前述の電動パワーステアリング装置 4 0 に用いられている第 1 のトーシヨンバー 1 2 のばね定数は、第 2 のトーシヨンバー 3 2 のばね定数よりも大きい。具体的には、第 1 のトーシヨンバー 1 2 のばね定数は、油圧式パワーステアリング装置 5 0 が正常に働いている場合には、ねじれがほとんど発生しないような値に設定されている。より具体的には、第 1 のトーシヨンバー 1 2 のばね定数は、1 0 Nm / deg 以上 3 0 Nm / deg 以下である。この実施形態では、第 1 のトーシヨンバー 1 2 のばね定数は、たとえば、1 5 Nm / deg である。

40

## 【 0 0 2 9 】

図 3 は、E C U 4 2 の電氣的構成を示す概略図である。

E C U 4 2 は、マイクロコンピュータ 1 1 0 と、マイクロコンピュータ 1 1 0 によって制御され、電動モータ 4 3 に電力を供給する駆動回路（インバータ回路）1 2 1 と、電動モータ 4 3 に流れるモータ電流を検出する電流検出部 1 2 2 とを備えている。

電動モータ 4 3 は、例えば三相ブラシレスモータであり、図 4 に図解的に示すように、界磁としてのロータ 2 0 0 と、U 相、V 相および W 相のステータ巻線 2 0 1、2 0 2、2 0 3 を含むステータ 2 0 5 とを備えている。電動モータ 4 3 は、ロータの外部にステータを対向配置したインナーロータ型のものであってもよいし、筒状のロータの内部にステータを対向配置したアウトロータ型のものであってもよい。

50

## 【0030】

各相のステータ巻線201, 202, 203の方向にU軸、V軸およびW軸をとった三相固定座標(UVW座標系)が定義される。また、ロータ200の磁極方向にd軸(磁極軸)をとり、ロータ200の回転平面内においてd軸と直角な方向にq軸(トルク軸)をとった二相回転座標系(dq座標系。実回転座標系)が定義される。dq座標系は、ロータ200とともに回転する回転座標系である。dq座標系では、q軸電流のみがロータ200のトルク発生に寄与するので、d軸電流を零とし、q軸電流を所望のトルクに応じて制御すればよい。ロータ200の回転角(電気角) $\theta_s$ は、U軸に対するd軸の回転角である。dq座標系は、ロータ角 $\theta_s$ に従う実回転座標系である。このロータ角 $\theta_s$ を用いることによって、UVW座標系とdq座標系との間での座標変換を行うことができる。

10

## 【0031】

図3に戻り、マイクロコンピュータ110は、CPUおよびメモリ(ROM、RAM、不揮発性メモリなど)を備えており、所定のプログラムを実行することによって、複数の機能処理部として機能するようになっている。この複数の機能処理部には、電流指令値設定部111と、電流偏差演算部112と、PI(比例積分)制御部113と、dq/UVW変換部114と、PWM(Pulse Width Modulation)制御部115と、UVW/dq変換部116と、回転角演算部117とを含む。

## 【0032】

回転角演算部117は、回転角センサ48の出力信号に基づいて、電動モータ43のロータの回転角(電気角。以下、「ロータ角 $\theta_s$ 」という。)を演算する。

20

電流指令値設定部111は、dq座標系の座標軸に流すべき電流値を電流指令値として設定する。具体的には、電流指令値設定部111は、d軸電流指令値 $I_d^*$ およびq軸電流指令値 $I_q^*$ (以下、これらを総称するときには「二相電流指令値 $I_{dq}^*$ 」という。)を設定する。さらに具体的には、電流指令値設定部111は、q軸電流指令値 $I_q^*$ を有意値とする一方で、d軸電流指令値 $I_d^*$ を零とする。より具体的には、電流指令値設定部111は、トルクセンサ41によって検出される操舵トルク(検出操舵トルク) $T_h$ に基づいて、q軸電流指令値 $I_q^*$ を設定する。

## 【0033】

検出操舵トルク $T_h$ に対するq軸電流指令値 $I_q^*$ の設定例は、図5に示されている。検出操舵トルク $T_h$ は、たとえば、右方向への操舵のためのトルクが正の値にとられ、左方向への操舵のためのトルクが負の値にとられている。また、q軸電流指令値 $I_q^*$ は、電動モータ43から右方向操舵のための操作補助力を発生させるべきときには正の値とされ、電動モータ43から左方向操舵のための操作補助力を発生させるべきときには負の値とされる。q軸電流指令値 $I_q^*$ は、検出操舵トルク $T_h$ の正の値に対しては正をとり、検出操舵トルク $T_h$ の負の値に対しては負をとる。検出操舵トルク $T_h$ が零のときには、q軸電流指令値 $I_q^*$ は零とされる。そして、検出操舵トルク $T_h$ の絶対値が大きくなるほど、q軸電流指令値 $I_q^*$ の絶対値が大きくなるように、q軸電流指令値 $I_q^*$ が設定されている。

30

## 【0034】

前述したように第1のトーシヨンバー12のばね定数は、10Nm/deg以上30Nm/deg以下という大きな値である。このため、図6に示すように、ステアリングホイール2に加えられる実際の操舵トルクの絶対値が所定値A(A>0)である場合には、第1のトーシヨンバー12にねじれが発生しないため、トルクセンサ41によって検出される検出操舵トルク $T_h$ は零となる。このため、実際の操舵トルクの絶対値が所定値A以下である場合には、q軸電流指令値 $I_q^*$ は零となる。第1のトーシヨンバー12のばね定数が15Nm/degである場合には、所定値Aは、例えば、15Nm/deg程度となる。

40

## 【0035】

電流指令値設定部111によって設定された二相電流指令値 $I_{dq}^*$ は、電流偏差演算部112に与えられる。

50

電流検出部 1 2 2 は、電動モータ 4 3 の U 相電流  $I_U$ 、V 相電流  $I_V$  および W 相電流  $I_W$  (以下、これらを総称するときは、「三相検出電流  $I_{UVW}$ 」という。)を検出する。電流検出部 1 2 2 によって検出された三相検出電流  $I_{UVW}$  は、UVW/dq 変換部 1 1 6 に与えられる。

【0036】

UVW/dq 変換部 1 1 6 は、電流検出部 1 2 2 によって検出される UVW 座標系の三相検出電流  $I_{UVW}$  (U 相電流  $I_U$ 、V 相電流  $I_V$  および W 相電流  $I_W$ ) を、dq 座標系の二相検出電流  $I_d$  および  $I_q$  (以下総称するときには「二相検出電流  $I_{dq}$ 」という。)に座標変換する。この座標変換には、回転角演算部 1 1 7 によって演算されたロータ角  $\theta_s$  が用いられる。

10

【0037】

電流偏差演算部 1 1 2 は、電流指令値設定部 1 1 1 によって設定される二相電流指令値  $I_{dq}^*$  と、UVW/dq 変換部 1 1 6 から与えられる二相検出電流  $I_{dq}$  との偏差を演算する。より具体的には、電流偏差演算部 1 1 2 は、d 軸電流指令値  $I_d^*$  に対する d 軸検出電流  $I_d$  の偏差および q 軸電流指令値  $I_q^*$  に対する q 軸検出電流  $I_q$  の偏差を演算する。これらの偏差は、PI 制御部 1 1 3 に与えられる。

【0038】

PI 制御部 1 1 3 は、電流偏差演算部 1 1 2 によって演算された電流偏差に対する PI 演算を行なうことにより、電動モータ 4 3 に印加すべき二相電圧指令値  $V_{dq}^*$  (d 軸電圧指令値  $V_d^*$  および q 軸電圧指令値  $V_q^*$ ) を生成する。この二相電圧指令値  $V_{dq}^*$  は、dq/UVW 変換部 1 1 4 に与えられる。

20

dq/UVW 変換部 1 1 4 は、二相電圧指令値  $V_{dq}^*$  を三相電圧指令値  $V_{UVW}^*$  に座標変換する。この座標変換には、回転角演算部 1 1 7 によって演算されたロータ角  $\theta_s$  が用いられる。三相電圧指令値  $V_{UVW}^*$  は、U 相電圧指令値  $V_U^*$ 、V 相電圧指令値  $V_V^*$  および W 相電圧指令値  $V_W^*$  からなる。この三相電圧指令値  $V_{UVW}^*$  は、PWM 制御部 1 1 5 に与えられる。

【0039】

PWM 制御部 1 1 5 は、U 相電圧指令値  $V_U^*$ 、V 相電圧指令値  $V_V^*$  および W 相電圧指令値  $V_W^*$  にそれぞれ対応するデューティの U 相 PWM 制御信号、V 相 PWM 制御信号および W 相 PWM 制御信号を生成し、駆動回路 1 2 1 に供給する。

30

駆動回路 1 2 1 は、U 相、V 相および W 相に対応した三相インバータ回路からなる。このインバータ回路を構成するパワー素子が PWM 制御部 1 1 5 から与えられる PWM 制御信号によって制御されることにより、三相電圧指令値  $V_{UVW}^*$  に相当する電圧が電動モータ 4 3 の各相のステータ巻線 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3 に印加されることになる。

【0040】

電流偏差演算部 1 1 2 および PI 制御部 1 1 3 は、電流フィードバック制御手段を構成している。この電流フィードバック制御手段の働きによって、電動モータ 4 3 に流れるモータ電流が、電流指令値設定部 1 1 1 によって設定された二相電流指令値  $I_{dq}^*$  に近くように制御される。

この実施形態では、前述したように、第 1 のトーションバー 1 2 のばね定数は、第 2 のトーションバー 3 2 のばね定数よりも大きい。より具体的には、第 1 のトーションバー 1 2 のばね定数は、油圧式パワーステアリング装置 5 0 が正常に働いている場合には、ねじれがほとんど発生しないような値に設定されている。このため、通常時は、油圧式パワーステアリング装置 5 0 のみが働き、電動パワーステアリング装置 4 0 は働かない。つまり、通常時は、油圧式パワーステアリング装置 5 0 のみによって操舵補助力が発生される。

40

【0041】

油圧式パワーステアリング装置 5 0 に故障が発生したときには、油圧式パワーステアリング装置 5 0 によって操舵補助力が発生しなくなるので、車両を操向するためには運転者は通常時より大きな操舵力をステアリングホイール 2 に加えなければならなくなる。通常時より大きな操舵力がステアリングホイール 2 に加えられると、第 1 のトーションバー 1

50

2 にねじれが発生し、電動パワーステアリング装置 40 が働くようになる。

【0042】

つまり、この実施形態によれば、油圧式パワーステアリング装置 50 に故障が発生したときには、そのことを検出するための特別の装置を設けることなしに、電動パワーステアリング装置 40 を働かせることができるようになる。

以上、この発明の実施形態について説明したが、この発明はさらに他の形態で実施することもできる。例えば、前記実施形態では、電流指令値設定部 111 は、トルクセンサ 41 によって検出される操舵トルク  $T_h$  のみに基づいて  $q$  軸電流指令値  $I_{q^*}$  を設定しているが、車速を検出するための車速センサを設け、トルクセンサ 41 によって検出される操舵トルク  $T_h$  と車速センサによって検出される車速とに基づいて、 $q$  軸電流指令値  $I_{q^*}$  を設定してもよい。この場合、基本的には、操舵トルク  $T_h$  の絶対値が大きいほど  $q$  軸電流指令値  $I_{q^*}$  の絶対値が大きくなるように  $q$  軸電流指令値  $I_{q^*}$  が設定されるが、車速が大きくなるほど  $q$  軸電流指令値  $I_{q^*}$  の絶対値が小さくされる。

10

【0043】

前記実施形態では、電動パワーステアリング装置 40 はコラムアシスト式であるが、ラックアシスト式であってもよい。電動パワーステアリング装置がラックアシスト式である場合には、操舵補助力を発生する電動モータは、たとえば、ボールねじ機構を介してラック軸 5 に連結される。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

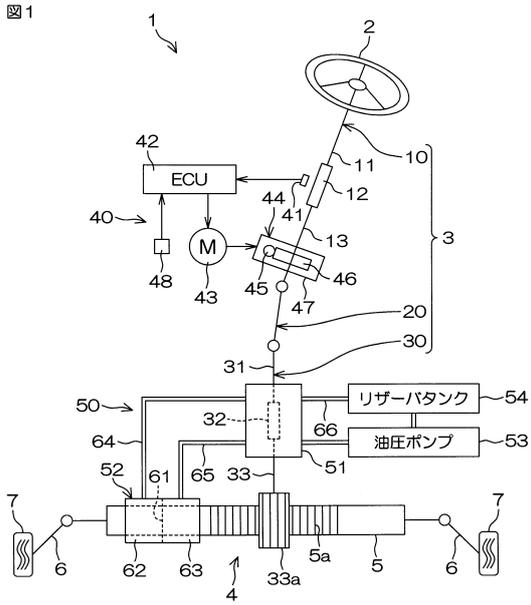
20

【符号の説明】

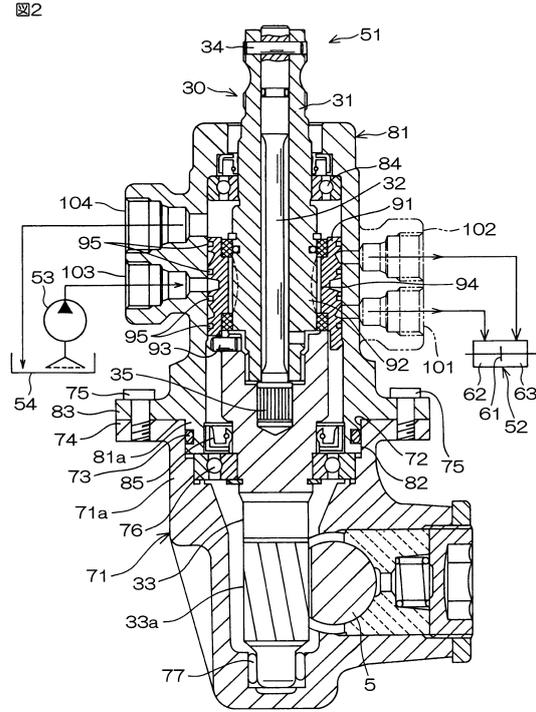
【0044】

1 ... 車両用操舵装置、2 ... ステアリングホイール、3 ... ステアリングシャフト、4 ... 転舵機構、7 ... 転舵輪、12 ... 第1のトーションバー、32 ... 第2のトーションバー、41 ... トルクセンサ、45 ... ECU、43 ... 電動モータ、40 ... 電動パワーステアリング装置、50 ... 油圧式パワーステアリング装置、51 ... コントロールバルブ、52 ... パワーシリンダ、53 ... 油圧ポンプ

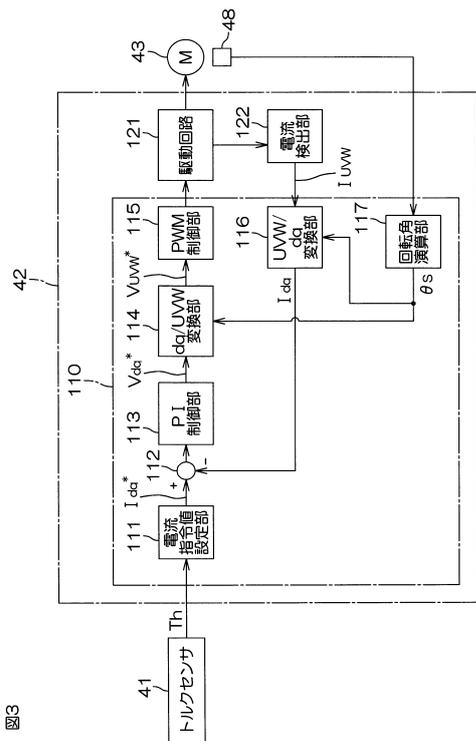
【図1】



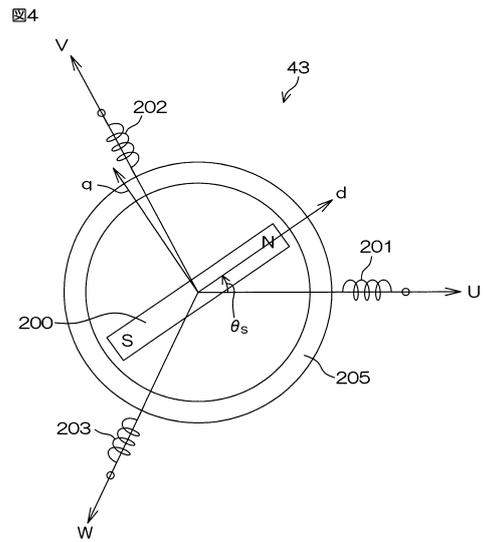
【図2】



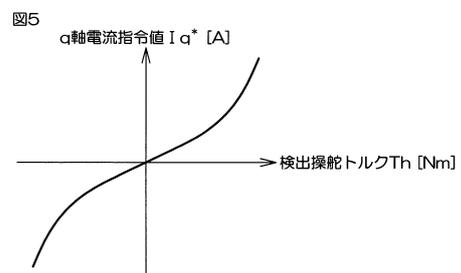
【図3】



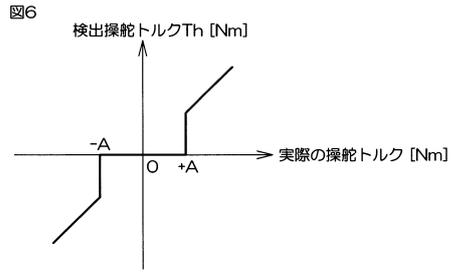
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-184049(JP,A)  
特開平05-139322(JP,A)  
特開2006-312410(JP,A)  
特開2005-306317(JP,A)  
特開2006-264622(JP,A)  
特開2014-051263(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 5/06  
B62D 5/04