

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5617455号
(P5617455)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

| | |
|--------------|-----------------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| B62D 6/00 | (2006.01) B62D 6/00 |
| B62D 5/04 | (2006.01) B62D 5/04 |
| H02P 7/06 | (2006.01) H02P 7/06 B |
| B62D 101/00 | (2006.01) B62D 101:00 |
| B62D 113/00 | (2006.01) B62D 113:00 |

請求項の数 3 (全 20 頁) 最終頁に続く

| | |
|-----------|------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-199041 (P2010-199041) |
| (22) 出願日 | 平成22年9月6日(2010.9.6) |
| (65) 公開番号 | 特開2012-56353 (P2012-56353A) |
| (43) 公開日 | 平成24年3月22日(2012.3.22) |
| 審査請求日 | 平成25年8月21日(2013.8.21) |

| | |
|-----------|--|
| (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 | 100068755 弁理士 恩田 博宣 |
| (74) 代理人 | 100105957 弁理士 恩田 誠 |
| (72) 発明者 | 前田 真悟 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 |
| (72) 発明者 | 狩集 裕二 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 | 水野 治彦 |

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

操舵系にアシスト力を付与するモータの電流および電圧の少なくとも一方の検出値と、ステアリングの操舵速度とに基づいて、前記ステアリングの操舵状態を判定する電動パワーステアリング装置において、

前記ステアリングが中立位置以外の位置で保持されている状態を保舵状態とし、前記ステアリングが中立位置にある状態を中立状態として、

前記操舵速度が判定値よりも小さく、かつ前記検出値が基準値よりも大きく、かつ前回判定時に前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態にある旨判定しているとき、前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態にある旨判定する

ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】

操舵系にアシスト力を付与するモータの電流および電圧の少なくとも一方の検出値と、ステアリングの操舵速度とに基づいて、前記ステアリングの操舵状態を判定する電動パワーステアリング装置において、

前記ステアリングが中立位置以外の位置で保持されている状態を保舵状態とし、前記ステアリングが中立位置にある状態を中立状態として、

前記操舵速度が判定値よりも小さく、かつ前記検出値が基準値よりも大きく、かつ前回判定時に前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態にない旨判定しているとき、前記ステアリングの操舵状態が前記保舵状態にある旨判定する

10

20

ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

請求項 2に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記モータの抵抗を示す値であるモータ抵抗を更新する処理を行うとともに、前記ステアリングの操舵状態が前記保舵状態にある旨判定したとき、前記モータの電流および電圧に基づいて前記モータの抵抗を算出し、この算出した抵抗を新たなモータ抵抗として設定する

ことを特徴とする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】

10

【0001】

本発明は、操舵系にアシスト力を付与するモータの電流および電圧の少なくとも一方の検出値と、ステアリングの操舵速度とに基づいて、ステアリングの操舵状態を判定する電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1に記載の電動パワーステアリング装置では、ステアリングの操舵速度が所定値未満であることに基づいて、ステアリングの操舵状態が保舵状態にある旨判定する。また、操舵状態が保舵状態にある旨判定したことに併せて、モータの電流が所定値よりも小さい旨判定したとき、ステアリングの操舵状態が中立状態にある旨判定する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-120741号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、車両に横風が作用している状態においてステアリングの操舵状態を中立状態に維持しているときには、比較的大きなアシスト力がモータから操舵系に付与され、モータの電流が所定値よりも大きくなることがある。しかし、特許文献1の操舵状態の判定方法によれば、ステアリングの操舵状態が中立状態にあるにもかかわらずモータの電流が所定値以上となることに起因して、操舵状態が保舵状態である旨判定されるおそれがある。

30

【0005】

本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、ステアリングの操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度を少なくすることのできる電動パワーステアリング装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下、上記目的を達成するための手段およびその作用効果について記載する。

本技術は、操舵系にアシスト力を付与するモータの電流および電圧の少なくとも一方の検出値と、ステアリングの操舵速度とに基づいて、前記ステアリングの操舵状態を判定する電動パワーステアリング装置において、前記ステアリングが中立位置以外の位置で保持されている状態を保舵状態とし、前記ステアリングが中立位置にある状態を中立状態として、前記操舵速度が判定値よりも小さく、かつ前記検出値が基準値よりも大きいとき、前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態か否かを判定する。

40

【0007】

従来の操舵状態の判定方法によれば、操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きいとき、ステアリングの操舵状態が保舵状態にある旨判定される。しかし、操舵状態が中立状態にあるときに上記の条件が成立することもある。上記技術ではこの点に鑑み、操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きいとき、ステ

50

アーリングの操舵状態が中立状態か否かを判定している。すなわち、上記の条件が成立していることに基づいて操舵状態が保舵状態である旨の判定結果を出す前に、操舵状態が中立状態か否かの確認をしている。このため、ステアリングの操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度を少なくすることができる。

【0008】

上記電動パワーステアリング装置において、前記操舵速度が前記判定値よりも小さく、かつ前記検出値が前記基準値よりも大きいとき、前回判定時の前記ステアリングの操舵状態に基づいて、前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態および前記保舵状態のいずれかを判定する。

【0009】

ステアリングの操舵状態が中立状態と保舵状態との間を遷移するときには必ず、ステアリングが回転している最中の状態である回転状態を経ることになる。このため、操舵状態についての前回判定時の結果が中立状態のとき、今回の判定を行う時点では実際の操舵状態が保舵状態にある可能性は低い。すなわち、操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きいとき、操舵状態についての前回判定時の結果を参照することにより、現在の操舵状態が中立状態および保舵状態のいずれかを特定することができる。

【0010】

上記技術ではこの点に鑑み、操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きいとき、前回判定時のステアリングの操舵状態を参照しているため、操舵状態が中立状態および保舵状態のいずれかを精確に判定することができる。

【0011】

請求項1に記載の発明は、操舵系にアシスト力を付与するモータの電流および電圧の少なくとも一方の検出値と、ステアリングの操舵速度とに基づいて、前記ステアリングの操舵状態を判定する電動パワーステアリング装置において、前記ステアリングが中立位置以外の位置で保持されている状態を保舵状態とし、前記ステアリングが中立位置にある状態を中立状態として、前記操舵速度が判定値よりも小さく、かつ前記検出値が基準値よりも大きく、かつ前回判定時に前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態にある旨判定しているとき、前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態にある旨判定することを要旨としている。

【0012】

操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きいとき、操舵状態は中立状態および保舵状態のいずれかにあると推定される。一方、操舵状態についての前回判定時の結果が中立状態のとき、現在の操舵状態は中立状態および回転状態のいずれかにあると推定される。

【0013】

上記発明ではこの点に鑑み、操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きく、かつ前回判定時に操舵状態が中立状態にある旨判定しているとき、今回の判定において操舵状態が中立状態にある旨判定するため、ステアリングの操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度をより少なくすることができる。

【0014】

請求項2に記載の発明は、操舵系にアシスト力を付与するモータの電流および電圧の少なくとも一方の検出値と、ステアリングの操舵速度とに基づいて、前記ステアリングの操舵状態を判定する電動パワーステアリング装置において、前記ステアリングが中立位置以外の位置で保持されている状態を保舵状態とし、前記ステアリングが中立位置にある状態を中立状態として、前記操舵速度が判定値よりも小さく、かつ前記検出値が基準値よりも大きく、かつ前回判定時に前記ステアリングの操舵状態が前記中立状態にない旨判定しているとき、前記ステアリングの操舵状態が前記保舵状態にある旨判定することを要旨としている。

【0015】

操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きいとき、操舵状態は中

10

20

30

40

50

立状態および保舵状態のいずれかにあると推定される。一方、操舵状態についての前回判定時の結果が中立状態以外のとき、現在の操舵状態は保舵状態および回転状態のいずれかにあると推定される。

【0016】

上記発明ではこの点に鑑み、操舵速度が判定値よりも小さく、かつ検出値が基準値よりも大きく、かつ前回判定時に操舵状態が中立状態にない旨判定しているとき、今回の判定において操舵状態が保舵状態にある旨判定するため、ステアリングの操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度をより少なくすることができる。

【0017】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の電動パワーステアリング装置において、前記モータの抵抗を示す値であるモータ抵抗を更新する処理を行うとともに、前記ステアリングの操舵状態が前記保舵状態にある旨判定したとき、前記モータの電流および電圧に基づいて前記モータの抵抗を算出し、この算出した抵抗を新たなモータ抵抗として設定することを要旨としている。

10

【0018】

実際のモータの抵抗は変化するため、モータ抵抗を用いて各種の演算を行う場合には、モータ抵抗を更新することが望ましい。一方、ステアリングの操舵状態が中立状態にあるときには、基本的には保舵状態のときに比べてモータの電流および電圧が小さいため、モータの電流および電圧に基づいてモータ抵抗を適切に更新することが難しい。上記発明ではこの点に鑑み、ステアリングの操舵状態が保舵状態にある旨判定したときにモータ抵抗の更新を行うため、モータ抵抗と実際のモータの抵抗とが大きく乖離することを抑制することができる。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、ステアリングの操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度を少なくすることのできる電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態の電動パワーステアリング装置について、その全体構造を模式的に示す模式図。

30

【図2】同実施形態の電動パワーステアリング装置について、その制御系の構成を示すブロック図。

【図3】同実施形態の操舵トルクシフト制御に用いられるモータ速度と遷移係数との関係を規定したマップ。

【図4】同実施形態の電子制御装置により実行される「モータ抵抗更新処理」について、その手順を示すフローチャート。

【図5】同実施形態の電子制御装置により実行される「操舵状態判定処理」について、その手順を示すフローチャート。

【図6】同実施形態の「モータ抵抗更新処理」の実行態様の一例を示すタイミングチャート。

40

【図7】同実施形態の「モータ抵抗更新処理」の実行態様の一例を示すタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1～図7を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

図1に、電動パワーステアリング装置1の全体構成を示す。

電動パワーステアリング装置1は、ステアリング2の回転を転舵輪3に伝達する操舵角伝達機構10と、ステアリング2の操作を補助するための力（以下、「アシスト力」）を操舵角伝達機構10に付与するE P S アクチュエータ20と、E P S アクチュエータ20を制御する電子制御装置30と、各装置の動作状態等を検出する複数のセンサとを含む。

50

【0022】

操舵角伝達機構10は、ステアリング2とともに回転するステアリングシャフト11と、ステアリングシャフト11の回転をラック軸17に伝達するラックアンドピニオン機構16と、タイロッド18を操作するラック軸17と、ナックルを操作するタイロッド18とを含む。

【0023】

ステアリングシャフト11は、先端部にステアリング2が固定されるコラムシャフト12と、ラックアンドピニオン機構16を介してラック軸17を軸方向に移動させるピニオンシャフト14と、コラムシャフト12とピニオンシャフト14とを互いに接続するインターミディエイトシャフト13を含む。コラムシャフト12の中間部には、トーションバー15が設けられている。10

【0024】

EPSアクチュエータ20は、ステアリングシャフト11(コラムシャフト12)にトルクを付与するモータ21と、モータ21の回転を減速する減速機構22とを含む。モータ21としては、ブラシ付きの直流モータが設けられている。モータ21の回転は減速機構22により減速されてステアリングシャフト11に伝達される。このときにモータ21からステアリングシャフト11に付与されるトルクがアシスト力として作用する。

【0025】

操舵角伝達機構10は次のように動作する。すなわち、ステアリング2が操作されたとき、これにともないステアリングシャフト11も回転する。ステアリングシャフト11の回転は、ラックアンドピニオン機構16によりラック軸17の直線運動に変換される。ラック軸17の直線運動は、同軸17の両端に連結されたタイロッド18を介してナックルに伝達される。そして、ナックルの動作にともない転舵輪3の舵角が変更される。20

【0026】

ステアリング2の操舵角は、ステアリング2が中立位置にあるときを基準として定められる。すなわち、ステアリング2が中立位置にあるときの操舵角を「0」として、ステアリング2が中立位置から右方向または左方向に回転したとき、中立位置からの回転角度に応じて操舵角が増加する。なお以下では、操舵角の変化速度すなわちステアリング2の回転速度を「操舵速度」として示す。

【0027】

電動パワーステアリング装置1には、複数のセンサとして、トルクセンサ101およびステアリングセンサ102および車速センサ103が設けられている。これらのセンサは、それぞれ次のように監視対象の状態の変化に応じた信号を出力する。30

【0028】

トルクセンサ101は、ステアリング2の操作によりステアリングシャフト11に付与されたトルクの大きさに応じた信号(以下、「出力信号SA」)を電子制御装置30に出力する。ステアリングセンサ102は、ステアリング2の操舵角すなわち中立位置を基準としたステアリングシャフト11の回転量に応じた信号(以下、「出力信号SB」)を電子制御装置30に出力する。車速センサ103は、車両の後輪としての転舵輪の回転速度に応じた信号(以下、「出力信号SC」)を電子制御装置30に出力する。40

【0029】

トルクセンサ101の具体的な構成を以下に示す。

トルクセンサ101は、トーションバー15を介して互いに対向する位置に設けられた2つのセンサ素子、すなわちセンサ素子101Aおよびセンサ素子101Bと、トーションバー15の捩れに応じて磁束の変化を生ずるセンサコア(図示略)とにより構成されている。各センサ素子101A, 101Bは、センサコアの外周に配置されているとともに、トーションバー15の捩れに応じて出力が変化する磁気検出素子を含めて構成されている。

【0030】

トルクセンサ101の出力は次のように変化する。50

ステアリング 2 の操作にともないコラムシャフト 1 2 にトルクが入力されたとき、トルクの大きさに応じてトーションバー 1 5 に捻れが生じる。これにより、トルクセンサ 1 0 1 の各センサ素子 1 0 1 A, 1 0 1 B を通過する磁束が変化するため、各センサ素子 1 0 1 A, 1 0 1 B から出力される電圧、すなわちトルクセンサ 1 0 1 の出力信号 S A も磁束の変化に応じて変化する。

【0031】

車速センサ 1 0 3 の具体的な構成を以下に示す。

車速センサ 1 0 3 は、右側の後輪および左側の後輪のそれぞれに対応して設けられた 2 つのセンサ、すなわち右後輪センサ 1 0 3 A および左後輪センサ 1 0 3 B により構成されている。各センサ 1 0 3 A, 1 0 3 B は、対応する後輪が 1 回転する毎に 1 パルスを出力信号 S C として出力する。すなわち車速センサ 1 0 3 は、右側の後輪の回転速度に応じた信号および左側の後輪の回転速度に応じた信号を出力する。10

【0032】

電子制御装置 3 0 は、各センサの出力に基づいて以下の各演算値を算出する。

トルクセンサ 1 0 1 の出力信号 S A に基づいて、ステアリング 2 の操作にともないステアリングシャフト 1 1 に入力されたトルクの大きさに相当する演算値（以下、「操舵トルク」）を算出する。

【0033】

ステアリングセンサ 1 0 2 の出力信号 S B に基づいて、ステアリング 2 の操舵角に相当する演算値（以下、「操舵角 s」）を算出する。また、算出した操舵角 s に基づいて、ステアリングシャフト 1 1 の回転速度に相当する演算値（以下、「操舵速度 s」）を算出する。20

【0034】

車速センサ 1 0 3 の出力信号 S C に基づいて、すなわち右後輪センサ 1 0 3 A の出力信号 S C と左後輪センサ 1 0 3 B の出力信号 S C とにに基づいて、車両の走行速度に相当する演算値（以下、「車速 V」）を算出する。

【0035】

電子制御装置 3 0 は、車両の走行状態およびステアリング 2 の操舵状態に応じてアシスト力を調整するためのパワーアシスト制御と、パワーアシスト制御に用いられる操舵トルク を補正するための操舵トルクシフト制御とを行う。30

【0036】

ステアリング 2 の操舵状態は、「回転状態」および「中立状態」および「保舵状態」の 3 つに分類される。「回転状態」は、ステアリング 2 が回転している最中の状態を示す。「中立状態」は、ステアリング 2 が中立位置にある状態を示す。「保舵状態」は、ステアリング 2 が中立位置から右方向または左方向に回転した位置にあり、かつその位置に保持されている状態を示す。また「回転状態」は、操舵角が増大する方向への操作である「切り込み状態」と、操舵角が減少する方向への操作である「切り戻し状態」との 2 つに分類される。

【0037】

操舵トルクシフト制御では、トルクセンサ 1 0 1 の出力信号 S A に基づいて算出された操舵トルク をステアリング 2 の操舵状態に基づいて補正し、補正後の操舵トルク を「補正操舵トルク a」として出力する。40

【0038】

パワーアシスト制御では、操舵トルクシフト制御により算出された補正操舵トルク a と、車速センサ 1 0 3 の出力信号 S C に基づいて算出された車速 V とにに基づいて、アシスト力の目標値（以下、「目標アシスト力」）を算出する。そして、この目標アシスト力に対応した駆動電力をモータ 2 1 に供給する。これにより、E P S アクチュエータ 2 0 は目標アシスト力に対応したトルクをステアリングシャフト 1 1 に付与する。

【0039】

図 2 を参照して、電子制御装置 3 0 の詳細な構成について説明する。50

電子制御装置 30 は、モータ 21 に供給する駆動電力の大きさを指示する信号（以下、「モータ制御信号 Sm」）を出力するマイコン 40 と、モータ制御信号 Sm に応じた駆動電力をモータ 21 に供給する駆動回路 50 とを含む。

【0040】

駆動回路 50 には、モータ 21 の端子間電圧（以下、「モータ電圧 Vm」）を検出する電圧センサ 51 と、モータ 21 に供給される電流（以下、「モータ電流 Im」）を検出する電流センサ 52 とが設けられている。なお、マイコン 40 内に設けられる各制御プロックはコンピュータプログラムにより構成されている。

【0041】

マイコン 40 は、以下の各制御要素を含む。

10

すなわち、目標アシスト力に相当するトルクを EPS アクチュエータ 20 に生じさせるために必要となる電流値（以下、「電流指令値 Ia」）、すなわちモータ 21 に供給する電流の目標値を算出する電流指令値演算部 70 と、電流指令値 Ia およびモータ電流 Im に基づいてモータ制御信号 Sm を生成するモータ制御信号出力部 60 とを含む。

【0042】

また、モータ電圧 Vm およびモータ電流 Im に基づいてステアリング 2 の操舵状態を判定する操舵状態判定部 41 と、モータ抵抗 Rm を更新するモータ抵抗更新部 42 と、モータ 21 の回転速度（以下、「モータ速度 m」）を算出するモータ速度推定部 43 と、操舵角 s を微分処理することにより操舵速度 s を算出する微分器 53 とを含む。

【0043】

さらに、トルクセンサ 101 の出力信号 SA に基づいて操舵トルク を算出するための操舵トルク検出部と、各種の演算により得られた結果等を記憶するための記憶部とを含む（いずれも図示略）。

20

【0044】

電流指令値演算部 70 は、車速 V および操舵トルク に基いて目標アシスト力の基礎成分（以下、「基本制御量 Ias」）を算出する基本アシスト制御部 80 と、車速 V およびモータ速度 m に基いて操舵トルク を補正するトルクシフト制御部 90 とを含む。

【0045】

基本アシスト制御部 80 は、次のように基本制御量 Ias を算出する。

30

- ・トルクシフト制御部 90 により算出された補正操舵トルク a が大きくなるにつれて基本制御量 Ias としてより大きな値を算出する。すなわち、補正操舵トルク a が大きくなるにつれて目標アシスト力を大きくする。
- ・車速 V が小さくなるにつれて基本制御量 Ias としてより大きな値を算出する。すなわち、車速 V が小さくなるにつれて目標アシスト力を大きくする。

【0046】

モータ制御信号出力部 60 は、電流指令値 Ia およびモータ電流 Im に基いて電流指令値 Ia のフィードバック制御を実行し、その結果に基づいてモータ制御信号 Sm を生成する。また、生成したモータ制御信号 Sm を駆動回路 50 に出力する。

【0047】

モータ速度推定部 43 は、モータ方程式としての下記（1）式に基づいて、モータ速度 m を算出する。

40

$$m = (Vm - Im \times Rm) / Ke \quad \dots \quad (1)$$

「Vm」は、電圧センサ 51 から入力されるモータ電圧 Vm を示す。

【0048】

「Im」は、電流センサ 52 から入力されるモータ電流 Im を示す。

「Rm」は、記憶部に予め記憶されているモータ抵抗 Rm を示す。モータ抵抗 Rm としては、モータ 21 に固有の抵抗に相当する値が用いられる。

【0049】

50

「 K_e 」は、記憶部に予め記憶されているモータ21の逆起電力定数 K_e を示す。逆起電力定数 K_e としてはモータ21に固有の逆起電力定数 K_e に相当する値が用いられる。

【0050】

操舵状態判定部41は、下記の（判定条件1）～（判定条件3）に基づいてステアリング2の操舵状態を判定する。

（判定条件1）操舵速度 s が判定値 a よりも大きい。

（判定条件2）モータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きい。

（判定条件3）前回演算周期の操舵状態の判定結果が「中立状態」である。

【0051】

10

判定値 a は、ステアリング2の操舵状態が「中立状態」または「保舵状態」にあるとみなすことのできる操舵速度 s の最大値、またはこれに相当する値として予め設定されている。

【0052】

基準値 I_x は、外部から車両に対して大きな負荷が加えられていない条件のもと、ステアリング2の操舵状態が「中立状態」のときにおいて、EPSアクチュエータ20からステアリングシャフト11に付与される可能性のある最大のアシスト力、またはこれに相当する値として予め設定されている。

【0053】

20

操舵状態の判定は具体的には次のように行われる。

（判定条件1）が成立のとき、ステアリング2の操舵状態が「回転状態」にある旨判定される。（判定条件1）が不成立のとき、ステアリング2の操舵状態が「中立状態」または「保舵状態」にある旨判定される。

【0054】

（判定条件2）が成立のとき、EPSアクチュエータ20からステアリングシャフト11に比較的大きなアシスト力が付与されている旨判定される。（判定条件2）が不成立のとき、EPSアクチュエータ20からステアリングシャフト11へのアシスト力の付与が行われていない、または相対的に小さいアシスト力が付与されている旨判定される。

【0055】

30

（判定条件3）が成立のとき、現在のステアリング2の操舵状態が「中立状態」または「回転状態」にある旨判定する。（判定条件3）が不成立のとき、現在のステアリング2の操舵状態が「保舵状態」または「回転状態」のいずれかである旨判定する。

【0056】

（判定条件1）が不成立のときには、上記のとおり「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを特定することができない。このため、（判定条件1）が不成立のときには、（判定条件2）および（判定条件3）との組み合わせにより、ステアリング2の操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを判定する。

【0057】

モータ抵抗更新部42は、ステアリング2の操舵状態および下記(2)式に基づいてモータ抵抗 R_m を算出する。

40

$$E_X = V_m - R_m \times I_m + L \times (d I_m / d s) \quad \dots \quad (2)$$

「 V_m 」は、電圧センサ51から入力されるモータ電圧 V_m を示す。

【0058】

「 I_m 」は、電流センサ52から入力されるモータ電流 I_m を示す。

「 L 」は、モータ21のインダクタンスを示す。

「 $d I_m / d s$ 」は、モータ21の電流変化率を示す。

【0059】

「 E_X 」は、モータ21の誘起電圧を示す。

50

ステアリング 2 が保舵状態にあるとき、「 $d I_m / d s$ 」および「EX」を「0」とみなすことができるため、(2)式は下記(3)式に変形することができる。

【0060】

$$R_m = V_m / I_m \dots (3)$$

すなわちモータ抵抗更新部 42 は、ステアリング 2 が保舵状態のとき、モータ電圧 V_m およびモータ電流 I_m に基づいて、モータ 21 のモータ抵抗 R_m を算出する。算出されたモータ抵抗 R_m は、そのときに記憶部に記憶されているモータ抵抗 R_m に代わる新たなモータ抵抗 R_m として記憶部に記憶される。10

【0061】

トルクシフト制御部 90 は、操舵トルクシフト制御の補償成分（以下、「トルクシフト制御量 $E_{t b}$ 」）を演算するトルクシフト制御量演算部 91 と、トルクシフト制御量 $E_{t b}$ の急峻な変動を抑制するフィルタ処理を行う急変防止処理部 96 と、操舵トルク T にトルクシフト制御量 $E_{t c}$ を重畠して補正操舵トルク a を算出する加算器 97 とを含む。

【0062】

トルクシフト制御量演算部 91 は、操舵トルクシフト制御の基礎補償成分となる基礎シフト制御量 $E_{t a}$ を算出する基礎シフト演算部 92 と、車速 V に基づいて基礎シフト制御量 $E_{t a}$ のゲイン（以下、「車速ゲイン K_v 」）を算出する車速ゲイン演算部 93 と、ステアリング 2 の操舵状態を示す遷移係数 K_{ss} を算出する遷移係数演算部 94 とを含む。さらに、基礎シフト制御量 $E_{t a}$ と車速ゲイン K_v と遷移係数 K_{ss} とを乗算してトルクシフト制御量 $E_{t b}$ を算出する乗算器 95 を含む。20

【0063】

基礎シフト演算部 92 は、次のように基礎シフト制御量 $E_{t a}$ を算出する。

- ・操舵トルク T が大きくなるにつれて基礎シフト制御量 $E_{t a}$ としてより大きな値を算出する。すなわち、操舵トルク T が大きくなるにつれて目標アシスト力を大きくする。
- ・操舵トルク T が所定値以上のときには、操舵トルク T に対して基礎シフト制御量 $E_{t a}$ を一定値に維持する。

【0064】

車速ゲイン演算部 93 は、次のように車速ゲイン K_v を算出する。30

- ・車速 V が大きくなるにつれて車速ゲイン K_v としてより大きな値を算出する。
- ・車速 V が所定値以上のとき、車速 V に対して車速ゲイン K_v を一定値に維持する。

【0065】

遷移係数演算部 94 は、操舵トルク T の方向およびモータ速度 m に基づいて、ステアリング 2 の操舵状態すなわち、「切り込み状態」および「切り戻し状態」および「保舵状態」のそれぞれに対応した遷移係数 K_{ss} を算出する。なお、モータ速度 m は、ステアリングシャフト 11 およびステアリング 2 の回転角速度である操舵速度 s に相当する。

【0066】

急変防止処理部 96 は、トルクシフト制御量演算部 91 が出力したトルクシフト制御量 $E_{t b}$ をローパスフィルタによりフィルタ処理し、その結果をトルクシフト制御量 $E_{t c}$ として加算器 97 に出力する。ローパスフィルタは、トルクシフト制御量 $E_{t b}$ の急峻な変動を低減するためのフィルタとして構成されている。40

【0067】

図 3 を参照して、遷移係数 K_{ss} の算出方法の詳細について説明する。

遷移係数演算部 94 は、操舵トルク T の方向およびモータ速度 m と遷移係数 K_{ss} とが関連付けられた 2 つのマップを用いて遷移係数 K_{ss} を算出する。すなわち、操舵トルク T の符号が正のときのマップ（図 3 (a)）、および操舵トルク T の符号が負のときのマップ（図 3 (b)）を用いて遷移係数 K_{ss} を算出する。

【0068】

図3(a)に示されるように、操舵トルクの符号が正のときのマップにおいては、判定値 a および判定値 $-a$ によりモータ速度 m の領域が3つに区分されている。すなわち、モータ速度 m が判定値 a 以上の領域 R A と、モータ速度 m が判定値 $-a$ 以下の領域 R B と、モータ速度 m が判定値 a よりも小さくかつ判定値 $-a$ よりも大きい領域 R C とに区分されている。

【0069】

領域 R A は、ステアリング2の操舵状態が「切り込み状態」にあるときの領域として設定されている。領域 R B は、ステアリング2の操舵状態が「切り戻し状態」にあるときの領域として設定されている。領域 R C は、ステアリング2の操舵状態が「保舵状態」にあるときの領域として設定されている。10

【0070】

領域 R A においては、遷移係数 K_{ss} が「0」に設定されている。領域 R B においては、遷移係数 K_{ss} が「1」に設定されている。領域 R C においては、モータ速度 m が判定値 a から判定値 $-a$ に向けて減少するにつれて「0」から「1」に向けて増加するように遷移係数 K_{ss} が設定されている。

【0071】

図3(b)に示されるように、操舵トルクの符号が負のときのマップにおいては、判定値 a および判定値 $-a$ によりモータ速度 m の領域が3つに区分されている。すなわち、モータ速度 m が判定値 $-a$ 以下の領域 R A と、モータ速度 m が判定値 a 以上の領域 R B と、モータ速度 m が判定値 a よりも小さくかつ判定値 $-a$ よりも大きい領域 R C とに区分されている。20

【0072】

領域 R A は、ステアリング2の操舵状態が「切り込み状態」にあるときの領域として設定されている。領域 R B は、ステアリング2の操舵状態が「切り戻し状態」にあるときの領域として設定されている。領域 R C は、ステアリング2の操舵状態が「保舵状態」にあるときの領域として設定されている。

【0073】

領域 R A においては、遷移係数 K_{ss} が「0」に設定されている。領域 R B においては、遷移係数 K_{ss} が「1」に設定されている。領域 R C においては、モータ速度 m が判定値 $-a$ から判定値 a に向けて増加するにつれて「0」から「1」に向けて増加するように遷移係数 K_{ss} が設定されている。30

【0074】

以上のように遷移係数演算部94は、操舵トルクの方向(操舵トルクの符号)と操舵速度 s の方向(モータ速度 m の符号)に基づいて、ステアリング2の操舵状態を判定する。すなわち、操舵トルクの符号とモータ速度 m の符号とが一致するときには「切り込み状態」にある旨判定する。また、操舵トルクの符号とモータ速度 m の符号とが不一致のときには「切り戻し状態」にある旨判定する。また、「中立状態」以外のときにモータ速度 m が「0」またはその近傍にあるときには「保舵状態」にある旨判定する。

【0075】

操舵トルクシフト制御においては、ステアリング2の操舵状態が「保舵状態」または「切り戻し状態」のとき、その補正操舵トルク a により基本制御量 I_{as} が増大するようトルクシフト制御量 E_{tc} を算出する。これにより、「保舵状態」を維持するために必要となる運手者の力が軽減されるとともに、「保舵状態」から「切り戻し状態」への移行時に運転者に違和感を与えることが抑制される。また、「切り込み状態」のときにはトルクシフト制御量 E_{tc} として「0」を算出するため、すなわちトルクシフト制御量 E_{tc} による操舵トルクの補正を行わないと、過度に大きなアシスト力が付与されることに起因して運転者が違和感を覚える現象、すなわち運転者が「ステアリングが軽い」と感じる現象の発生が抑制される。40

【0076】

10

20

30

40

50

ところで、上述のとおり操舵トルクシフト制御において用いられるモータ速度 m は、モータ電圧 V_m およびモータ電流 I_m およびモータ抵抗 R_m に基づいて算出される。このため、操舵トルクシフト制御を精確に行うためには、モータ速度 m としてより実際の値に近いものを算出することが求められる。

【0077】

しかし、モータ抵抗 R_m はモータ 21 の温度やモータ電流 I_m 等の影響を受けて変化するため、こうした影響が反映されていないモータ抵抗 R_m に基づいてモータ速度 m が算出された場合には、モータ速度 m が実際のモータ速度から大きく乖離しているおそれがある。

【0078】

そこで電子制御装置 30 は、モータ電圧 V_m およびモータ電流 I_m に基づいてモータ抵抗 R_m を更新し、各種の演算に用いるモータ抵抗 R_m と実際のモータ抵抗との乖離を小さくするための処理として「モータ抵抗更新処理」を行う。

【0079】

図 4 を参照して、「モータ抵抗更新処理」の手順について説明する。なおこの処理は、マイコン 40 により所定の演算周期毎に繰り返し実行される。

ステップ S110 において、ステアリング 2 の操舵状態を判定するための図 5 の「操舵状態判定処理」を行う。この処理では、操舵速度 s およびモータ電流 I_m および前回演算周期の操舵状態の判定結果に基づいて、ステアリング 2 の操舵状態が「回転状態」および「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを判定する。

【0080】

ステップ S120 において、図 5 の「操舵状態判定処理」により判定された操舵状態が「保舵状態」の旨判定したとき、次のステップ S130 においてモータ電流 I_m およびモータ電圧 V_m を取得し、次のステップ S140 において(3)式に基づいてモータ抵抗 R_m を算出する。

【0081】

ステップ S150 では、ステップ S140 で算出したモータ抵抗 R_m を新たなモータ抵抗 R_m として設定する。すなわち、そのときに記憶部に記憶されているモータ抵抗 R_m に代えて、ステップ S140 で算出したモータ抵抗 R_m を記憶部に記憶する。

【0082】

「操舵状態判定処理」の考え方について説明する。

ステアリング 2 の操舵状態が「中立状態」または「保舵状態」のとき、いずれも操舵速度 s の絶対値が判定値 a よりも小さくなる。すなわち、操舵速度 s が「0」またはその近傍の値を示す。このため、操舵速度 s だけに基づく判定では、操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれであるかを特定することはできない。一方、「保舵状態」のときには、モータ電流 I_m が「中立状態」のときよりも大きくなる傾向にある。

【0083】

このため、操舵速度 s の絶対値が判定値 a よりも小さいとき、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、ステアリング 2 の操舵状態が「保舵状態」にある旨推定することができる。

【0084】

しかし、車両に横風が加えられている場合、あるいは車両が傾斜した路面を走行している場合のように、転舵輪 3 の舵角を中立位置から変化させる方向の負荷が転舵輪 3 に加えられているときには、ステアリング 2 を中立位置に保持する操作にともない E P S アクチュエータ 20 により比較的大きなアシスト力がステアリングシャフト 11 に付与される。すなわち、ステアリング 2 の操舵状態が「中立状態」のときにおいて、モータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きくなることがある。

【0085】

このように、ステアリング 2 の「中立状態」には、E P S アクチュエータ 20 のアシスト力が「0」または十分に小さい「第 1 中立状態」と、E P S アクチュエータ 20 のアシ

10

20

30

40

50

スト力が相対的に大きい「第2中立状態」とが含まれる。

【0086】

このため、ステアリング2の操舵状態を判定するにあたり、操舵速度 s およびモータ電流 I_m の2つを考慮するだけでは操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを精確に特定することができない。

【0087】

一方、「保舵状態」が中立位置とは別のところにステアリング2が保持されている状態であることを考慮すると、操舵状態が「中立状態」と「保舵状態」との間を遷移するときには必ず「回転状態」を経ることになる。

【0088】

このため、操舵状態判定部41による操舵状態の判定において、仮に「中立状態」の旨判定結果が得られた次の判定により「保舵状態」の判定結果が得られたとき、後者の結果は実際の操舵状態の遷移として通常では生じ得る可能性が低いものを示していることになる。

10

【0089】

「操舵状態判定処理」では上記のことと鑑み、先の（判定条件1）～（判定条件3）に基づいてステアリング2の操舵状態の判定を行う。具体的には、操舵速度 s が判定値 a よりも小さい旨、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きい旨判定したとき、すなわち操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれかである旨推定されるとき、前回演算周期の操舵状態の判定結果を参照し、これに基づいて操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを判定する。

20

【0090】

上述した操舵状態の遷移の関係からすると、前回演算周期の判定結果が「中立状態」のときに今回の操舵状態が「保舵状態」となる可能性は低いため、この場合には操舵状態が「中立状態」にある旨判定する。一方、前回演算周期の判定結果が「中立状態」ではないときに今回の操舵状態が「中立状態」となる可能性は低いため、この場合には操舵状態が「保舵状態」にある旨判定する。

【0091】

図5を参照して、「操舵状態判定処理」の具体的な手順について説明する。

ステップS210では、操舵速度 s の絶対値が判定値 a よりも大きいか否かを判定する。すなわち、（判定条件1）が成立しているか否かを判定する。

30

【0092】

ステップS220では、モータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいか否かを判定する。すなわち、（判定条件2）が成立しているか否かを判定する。

ステップS230では、前回演算周期における操舵状態の判定結果が「中立状態」か否かを判定する。すなわち、（判定条件3）が成立しているか否かを判定する。

【0093】

そして、ステップS210～S230の判定処理の1つまたは複数の結果に基づいて、以下の（A）～（D）のようにステアリング2の操舵状態が「回転状態」および「中立状態」および「保舵状態」のいずれであるかを判定する。

40

【0094】

（A）ステップS210で（判定条件1）が成立の旨判定したとき、ステップS270においてステアリング2の操舵状態が「回転状態」にある旨判定する。

（B）ステップS210で（判定条件1）が不成立、かつステップS220で（判定条件2）が不成立の旨判定したとき、ステップS240においてステアリング2の操舵状態が「中立状態」にある旨判定する。このときの「中立状態」は、トルクアシストが行われていない「第1中立状態」に相当する。

【0095】

（C）ステップS210で（判定条件1）が不成立、かつステップS220で（判定条件2）が成立、かつステップS230で（判定条件3）が成立の旨判定したとき、ステッ

50

PS250でステアリング2の操舵状態が「中立状態」にある旨判定する。このときの「中立状態」は、トルクアシストが行われている「第2中立状態」に相当する。

【0096】

(D)ステップS210で(判定条件1)が不成立、かつステップS220で(判定条件2)が成立、かつステップS230で(判定条件3)が不成立の旨判定したとき、ステップS260でステアリング2の操舵状態が「保舵状態」にある旨判定する。

【0097】

操舵状態判定部41は、ステップS240～S270のいずれかの処理によりステアリング2の操舵状態を判定した後、ステップS280において判定結果をマイコン40の記憶部に記憶する。ステップS280で記憶された判定結果は、次回の演算周期において(判定条件3)の成否を判定するにあたり、前回演算周期の操舵状態の判定結果として参照される。10

【0098】

図6を参照して、ステアリング2の操舵状態の判定様の一例について説明する。同図では、時刻t11～t15の期間にわたり車両に対して横風が作用している状態において、運転者が車両を直進させようとしている状況を想定している。

【0099】

時刻t11すなわち、横風により車両に負荷が加えられたとき、モータ電流Imが増大する。このとき、操舵速度sの絶対値が判定値aよりも小さく、かつモータ電流Imが基準値Ixよりも小さいため、「操舵状態判定処理」によりステアリング2の操舵状態が「中立状態」にある旨判定される。20

【0100】

時刻t12すなわち、横風により車両に加え得られる負荷が大きくなり、モータ電流Imの値が基準値Ixを超える直前まで増大したとき、「操舵状態判定処理」によりステアリング2の操舵状態が「中立状態」にある旨判定される。

【0101】

時刻t13すなわち、横風により車両に加えられる負荷がさらに大きくなり、モータ電流Imが基準値Ixを超えたとき、操舵速度sの絶対値が判定値aよりも小さいこと、モータ電流Imが基準値Ixよりも大きいこと、および時刻t12の判定(前回判定)において操舵状態が「中立状態」にある旨判定されていることの3つの条件が成立する。このため、「操舵状態判定処理」により操舵状態が「中立状態」にある旨判定される。30

【0102】

時刻t14すなわち、横風により車両に加えられる負荷が小さくなり、モータ電流Imが基準値Ixを下回るとき、「操舵状態判定処理」によりステアリング2の操舵状態が「中立状態」にある旨判定される。

【0103】

時刻t15すなわち、横風により車両に加えられる負荷が「0」となり、モータ電流Imが十分に小さいとき、「操舵状態判定処理」によりステアリング2の操舵状態が「中立状態」にある旨判定される。

【0104】

図7を参照して、ステアリング2の操舵状態の判定様の一例について説明する。同図では、時刻t21～t22の期間においてステアリング2の切り戻しが行われ、時刻t23～t24の期間においてステアリング2の操舵角が一定に保持され、その後にステアリング2の切り込みが行われた状況を想定している。40

【0105】

時刻t21すなわち、ステアリング2の回転にともない操舵速度sが増大しているとき、操舵速度sの絶対値が判定値aよりも大きくなるため、「操舵状態判定処理」によりステアリング2の操舵状態が「回転状態」にある旨判定される。

【0106】

時刻t22すなわち、ステアリング2の回転にともない操舵速度sが最大となるとき50

、操舵速度 s の絶対値が判定値 a より大きいため、「操舵状態判定処理」によりステアリング 2 の操舵状態が「回転状態」にある旨判定される。

【0107】

時刻 t_{23} すなわち、ステアリング 2 の操舵角が一定に保持されているとき、操舵速度 s が略「0」となる。このとき、操舵速度 s の絶対値が判定値 a より小さいこと、モータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいこと、および時刻 t_{22} の判定（前回判定）において操舵状態が「回転状態」にある旨判定されていることの 3 つの条件が成立しているため、「操舵状態判定処理」によりステアリング 2 の操舵状態が「保舵状態」にある旨判定される。

【0108】

時刻 t_{24} のとき、すなわちステアリング 2 が一定角度に保持されることにより操舵速度 s が略「0」のとき、時刻 t_{23} と同様に「操舵状態判定処理」によりステアリング 2 の操舵状態が「保舵状態」にある旨判定される。

【0109】

時刻 t_{25} のとき、すなわちステアリング 2 の回転にともない操舵速度 s が増大しているとき、操舵速度 s の絶対値が判定値 a よりも大きくなるため、「操舵状態判定処理」によりステアリング 2 の操舵状態が「回転状態」にある旨判定される。

【0110】

ところで「操舵状態判定処理」では、操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを判定するために前回演算周期の判定結果を参照しているが、これに代えて、基準値 I_x を「操舵状態判定処理」よりも十分に大きい値（仮想基準値 I_y ）に変更し、これにより操舵状態を判定する方法も考えられる。

【0111】

図 7 を参照して、上記方法に基づく操舵状態の判定様について説明する。

図中の実線は、ステアリング 2 の操舵状態が「回転状態」から「保舵状態」に至るまでのモータ電流 I_m の変化を示している。また破線は、ステアリング 2 の操舵状態が「第 1 中立状態」から「第 2 中立状態」に至るまでのモータ電流 I_m の変化を示している。

【0112】

仮想基準値 I_y は、ステアリング 2 の操舵状態が「第 2 中立状態」のときに E P S アキュエータ 20 からステアリングシャフト 11 に付与される可能性のある最大のアシスト力よりも大きいアシスト力に対応した値に設定されている。

【0113】

この場合には、操舵速度 s が判定値 a よりも小さくかつモータ電流 I_m が仮想基準値 I_y よりも小さいとき、ステアリング 2 の操舵状態が「第 2 中立状態」にある旨判定することができる。

【0114】

しかし、仮想基準値 I_y が過度に大きな値として設定されていることに起因して、図 7 において実線で示されるように実際には操舵状態が「保舵状態」にあるときにも、「操舵状態判定処理」により操舵状態が「中立状態」にある旨判定される。

【0115】

このように、仮想基準値 I_y を用いた判定方法、すなわちモータ電流 I_m の判定値を基準値 I_x に対して十分に大きく設定する判定方法によれば、操舵状態が実際には「保舵状態」にあるにもかかわらず「中立状態」にある旨判定する頻度が高くなる。このため、「モータ抵抗更新処理」においてモータ抵抗 R_m を更新する頻度が少なくなる。

【0116】

この点、本実施形態の「操舵状態判定処理」では、モータ電流 I_m に対して基準値 I_x を設定するとともに、ステップ S 230 の処理を行うことにより、操舵状態が「中立状態」および「保舵状態」のいずれかを判定しているため、上述のように操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度は少なくなる。このため、「モータ抵抗更新処理」によりモータ抵抗 R_m の更新が行われなくなる頻度も少なくなる。

10

20

30

40

50

【0117】

本実施形態によれば以下の作用効果を奏することができる。

(1) 本実施形態では、操舵速度 s が判定値 a よりも小さくかつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、ステアリング 2 の操舵状態が中立状態か否かを判定する。

【0118】

従来の操舵状態の判定方法によれば、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、ステアリング 2 の操舵状態が保舵状態にある旨判定される。しかし、操舵状態が中立状態にあるときに、上記の条件が成立することもある。

【0119】

上記構成ではこの点に鑑み、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、ステアリング 2 の操舵状態が中立状態か否かを判定する。すなわち、上記の条件が成立していることに基づいて操舵状態が保舵状態である旨の判定結果を出す前に、操舵状態が中立状態か否かの確認をしている。このため、ステアリング 2 の操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度を少なくすることができる。

【0120】

(2) 本実施形態では、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、前回判定時のステアリング 2 の操舵状態に基づいて、ステアリング 2 の操舵状態が中立状態および保舵状態のいずれの状態にあるかを判定する。

【0121】

ステアリング 2 の操舵状態が中立状態と保舵状態との間を遷移するときには必ず、ステアリング 2 が回転している最中の状態である回転状態を経ることになる。このため、操舵状態についての前回判定時の結果が中立状態のとき、今回の判定を行う時点で実際の操舵状態が保舵状態にある可能性は低い。すなわち、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、操舵状態についての前回判定時の結果を参照することにより、現在の操舵状態が中立状態および保舵状態のいずれかを特定することができる。

【0122】

上記構成ではこの点に鑑み、操舵速度 s が判定値 a よりも小さくかつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、前回判定時のステアリング 2 の操舵状態を参照しているため、操舵状態が中立状態および保舵状態のいずれかを精確に判定することができる。

【0123】

(3) 本実施形態では、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きく、かつ前回判定時にステアリング 2 の操舵状態が中立状態にある旨判定しているとき、今回の判定においてステアリング 2 の操舵状態が中立状態にある旨判定する。

【0124】

操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、操舵状態は中立状態および保舵状態のいずれかにあると推定される。一方、操舵状態についての前回判定時の結果が中立状態のとき、現在の操舵状態は中立状態および回転状態のいずれかにあると推定される。

【0125】

上記構成ではこの点に鑑み、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きく、かつ前回判定時に操舵状態が中立状態にある旨判定しているとき、今回の判定において操舵状態が中立状態にある旨判定するため、ステアリング 2 の操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度をより少なくすることができる。

【0126】

(4) 本実施形態では、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きく、かつ前回判定時にステアリング 2 の操舵状態が中立状態にない旨判定しているとき、今回の判定においてステアリング 2 の操舵状態が保舵状態にある

10

20

30

40

50

旨判定する。

【0127】

操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、操舵状態は中立状態および保舵状態のいずれかにあると推定される。一方、操舵状態についての前回判定時の結果が中立状態以外のとき、現在の操舵状態は保舵状態および回転状態のいずれかにあると推定される。

【0128】

上記構成ではこの点に鑑み、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きく、かつ前回判定時に操舵状態が中立状態にない旨判定しているとき、今回の判定において操舵状態が保舵状態にある旨判定するため、ステアリング 10 2 の操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度をより少なくすることができる。

【0129】

(5) 本実施形態では、ステアリング 2 の操舵状態が保舵状態にある旨判定したとき、モータ電流 I_m およびモータ電圧 V_m に基づいてモータ抵抗 R_m を算出し、この算出したモータ抵抗 R_m を新たなモータ抵抗 R_m として設定する。

【0130】

実際のモータ 2 1 の抵抗は変化するため、この抵抗に相当するものとして記憶されているモータ抵抗 R_m を用いて各種の演算を行う場合には、モータ抵抗 R_m を更新することが望ましい。一方、ステアリング 2 の操舵状態が中立状態にあるときには、基本的には保舵状態のときに比べてモータ電流 I_m およびモータ電圧 V_m が小さいため、モータ電流 I_m 20 およびモータ電圧 V_m に基づいてモータ抵抗 R_m を適切に更新することが難しい。

【0131】

上記構成ではこの点に鑑み、ステアリング 2 の操舵状態が保舵状態にある旨判定したときにモータ抵抗 R_m の更新を行うため、モータ抵抗 R_m と実際のモータ 2 1 の抵抗とが大きく乖離することを抑制することができる。

【0132】

(その他の実施形態)

なお、本発明の実施態様は上記実施形態にて例示した態様に限られるものではなく、これを例えば以下に示すように変更して実施することもできる。また以下の各変形例は、上記実施形態についてのみ適用されるものではなく、異なる変形例同士を互いに組み合わせて実施することもできる。

【0133】

・上記実施形態の「操舵状態判定処理」では、操舵速度 s が判定値 a よりも小さく、かつモータ電流 I_m が基準値 I_x よりも大きいとき、ステアリング 2 の操舵状態が中立状態か否かを判定することにより、ステアリング 2 の操舵状態が「中立状態」か否かの確認をしているが、確認のための判定処理を次のように変更することもできる。すなわち、モータ電流 I_m が所定範囲内に維持されている状態が所定時間以上にわたり継続されているか否か基づいて、ステアリング 2 の操舵状態が「中立状態」か否かを確認することができる。「第 2 中立状態」のときには、「保舵状態」のときに比べてモータ電流 I_m の変動幅が大きくなる傾向にあるため、上記の条件が成立しないときには、「第 2 中立状態」にある旨推定される。したがって、確認のための判定処理を上記のように変更した場合にも、ステアリング 2 の操舵状態の判定結果について誤りが生じる頻度を少なくすることができる。

【0134】

・上記実施形態の「操舵状態判定処理」では、ステップ S 2 2 0 においてモータ電流 I_m に基づいてステアリング 2 の操舵状態が「中立状態」にあるか否か判定しているが、モータ電流 I_m に代えてモータ電圧 V_m に基づいて「中立状態」にあるか否か判定することもできる。

【0135】

・上記実施形態の「操舵状態判定処理」では、ステップ S 2 3 0 において前回判定時の

10

20

30

40

50

操舵状態についての判定結果を参照しているが、これに代えてまたは加えて、前回判定時よりもさらに前の判定時の操舵状態についての判定結果を参照することもできる。

【0136】

・上記実施形態では、E P S アクチュエータ 2 0 のモータ 2 1 としてブラシ付きモータを備えているが、ブラシ付きモータに代えてブラシレスモータを備えることもできる。

・上記実施形態では、コラム型の電動パワーステアリング装置 1 に本発明を適用したが、ピニオン型およびラックアシスト型の電動パワーステアリング装置に対して本発明を適用することもできる。この場合にも、上記実施形態に準じた構成を採用することにより、同実施形態の効果に準じた効果が得られる。

【符号の説明】

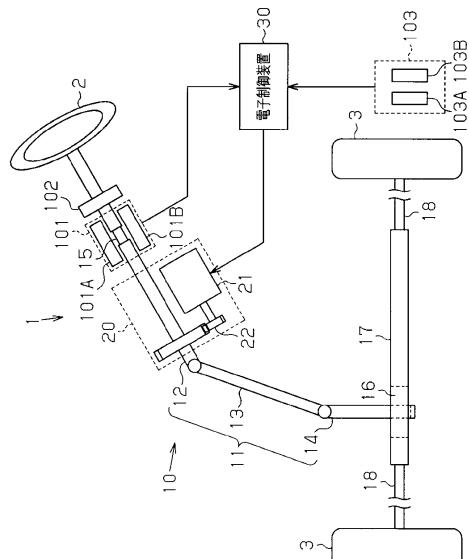
【0137】

1 ... 電動パワーステアリング装置、2 ... ステアリング、3 ... 転舵輪、10 ... 操舵角伝達機構（操舵系）、11 ... ステアリングシャフト、12 ... コラムシャフト、13 ... インターミディエイトシャフト、14 ... ピニオンシャフト、15 ... トーションバー、16 ... ラックアンドピニオン機構、17 ... ラック軸、18 ... タイロッド、20 ... E P S アクチュエータ、21 ... モータ、22 ... 減速機構、30 ... 電子制御装置、40 ... マイコン、41 ... 操舵状態判定部、42 ... モータ抵抗更新部、43 ... モータ速度推定部、50 ... 駆動回路、51 ... 電圧センサ、52 ... 電流センサ、53 ... 微分器、60 ... モータ制御信号出力部、70 ... 電流指令値演算部、80 ... 基本アシスト制御部、90 ... トルクシフト制御部、91 ... トルクシフト制御量演算部、92 ... 基礎シフト演算部、93 ... 車速ゲイン演算部、94 ... 遷移係数演算部、95 ... 乗算器、96 ... 急変防止処理部、97 ... 加算器、101 ... トルクセンサ、101A ... センサ素子、101B ... センサ素子、102 ... ステアリングセンサ、103 ... 車速センサ、103A ... 右後輪センサ、103B ... 左後輪センサ。

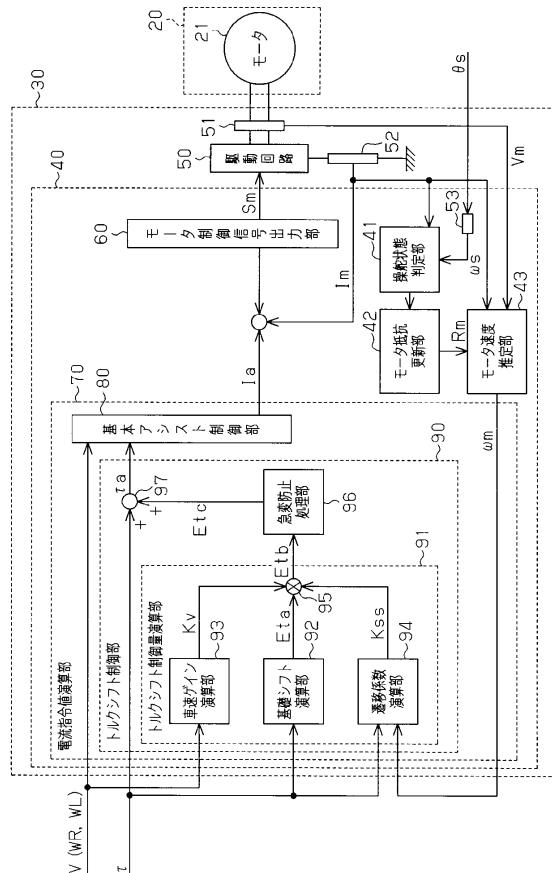
10

20

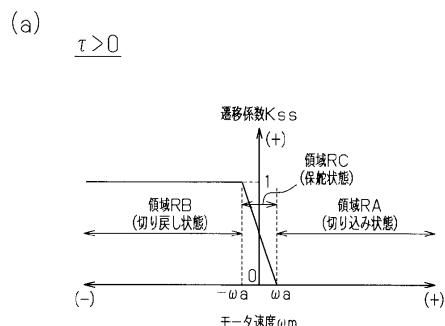
【図1】



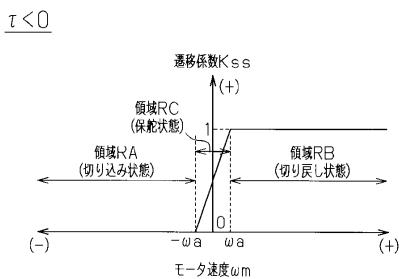
【図2】



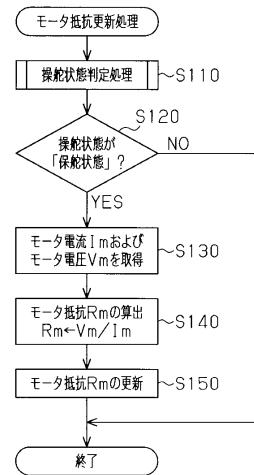
【図3】



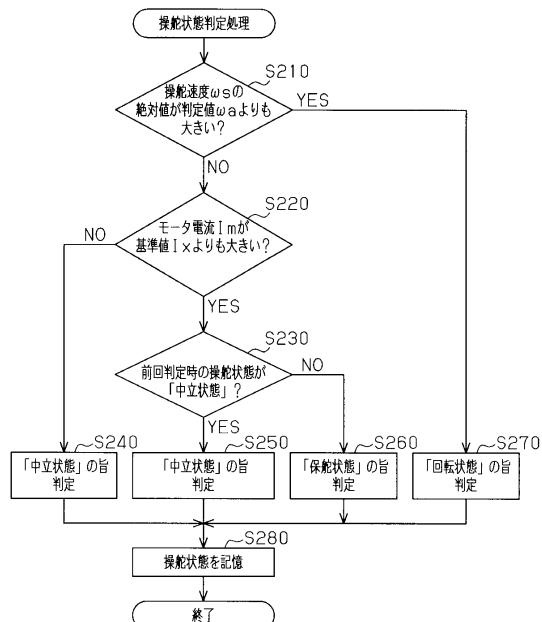
(b)



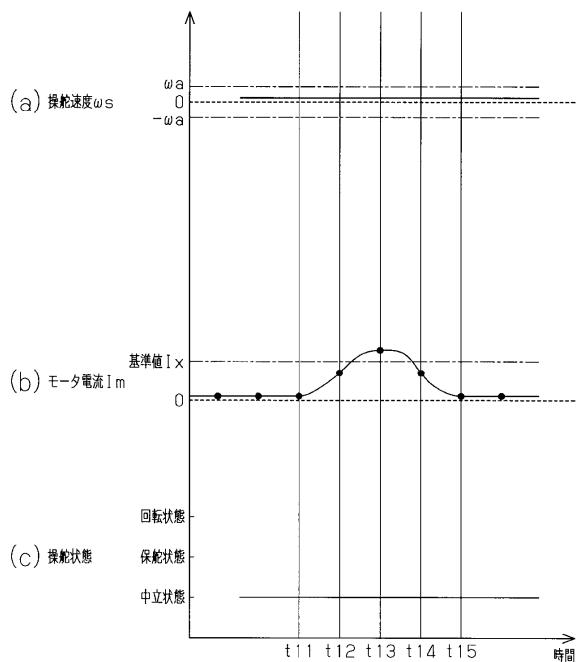
【図4】



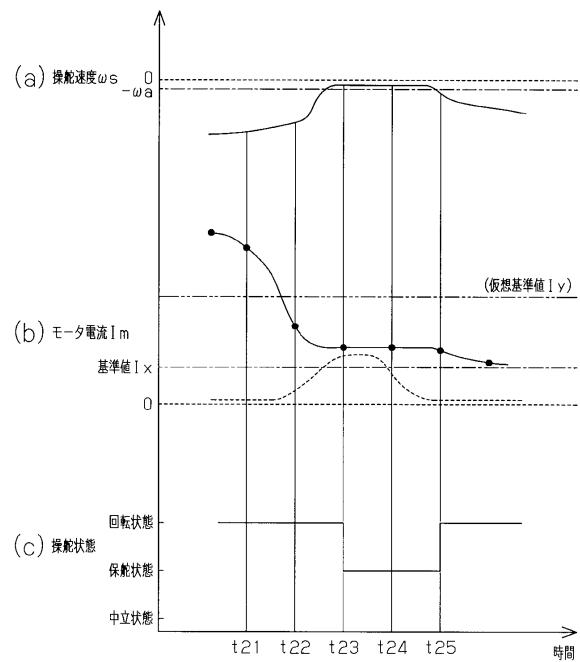
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 119/00 (2006.01) B 6 2 D 119:00

(56)参考文献 特開2002-127922(JP,A)
特開2001-233234(JP,A)
特開2002-120741(JP,A)
特開2008-149961(JP,A)
特開2007-022170(JP,A)
特開2007-062499(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 2 D 6 / 0 0
B 6 2 D 5 / 0 4
H 0 2 P 7 / 0 6
B 6 2 D 1 0 1 / 0 0
B 6 2 D 1 1 3 / 0 0
B 6 2 D 1 1 9 / 0 0