

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5381536号
(P5381536)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

| | | |
|---------------------|------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | | F 1 |
| B 6 2 D 6/00 | (2006.01) | B 6 2 D 6/00 |
| B 6 2 D 5/04 | (2006.01) | B 6 2 D 5/04 |
| B 6 2 D 101/00 | (2006.01) | B 6 2 D 101:00 |
| B 6 2 D 113/00 | (2006.01) | B 6 2 D 113:00 |
| B 6 2 D 117/00 | (2006.01) | B 6 2 D 117:00 |

請求項の数 5 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-211768 (P2009-211768)
 (22) 出願日 平成21年9月14日(2009.9.14)
 (65) 公開番号 特開2011-57163 (P2011-57163A)
 (43) 公開日 平成23年3月24日(2011.3.24)
 審査請求日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(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 並河 勲
 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 柳元 八大

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】

ステアリングシャフトの途中に設けられたトーションバーの捻れに基づき操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記トーションバーよりも転舵輪側において操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する操舵力補助装置と、検出される操舵トルクに基づいて前記操舵力補助装置の作動を制御する制御手段と、前記トルクセンサの異常を検出する異常検出手段と、前記トーションバーよりもステアリング側の第1の舵角を検出する第1舵角検出手段と、前記トーションバーよりも転舵輪側の第2の舵角を検出する第2舵角検出手段とを備え、前記制御手段は、前記トルクセンサの異常が検出された場合には、検出される第1の舵角に基づく代替アシスト制御を実行するとともに、前記第1の舵角の変化に対して前記第2の舵角の変化が先行する場合には、前記操舵系に対するアシスト力の付与を停止する電動パワーステアリング装置において、

前記ステアリングの回転状態に基づき前記ステアリング操作の状態が切り戻し状態であるか否かを判定する判定手段を備え、

前記制御手段は、前記ステアリング操作の状態が切り戻し状態である場合には、前記操舵系に付与するアシスト力を低減すること、を特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記制御手段は、前記操舵系に付与するアシスト力をゼロに低減すること、

を特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行するか否かの判定は、前記第 1 の舵角と前記第 2 の舵角との差分値に基づき行なわれるものであって、

前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行する場合において、その先行状態を解消すべく実行されるアシスト力付与の停止及びその先行状態の解消によるアシスト力付与の再開により生ずる前記トーションバーの共振に対応する周波数帯域について、その制御の安定化を図るべく、前記差分値の位相補償制御を行なう位相補償手段を備えたこと、を特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記位相補償手段は、その位相補償制御として、位相進み遅れ補償を行なうこと、を特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】

ステアリングシャフトの途中に設けられたトーションバーの捻れに基づき操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記トーションバーよりも転舵輪側において操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する操舵力補助装置と、検出される操舵トルクに基づいて前記操舵力補助装置の作動を制御する制御手段と、前記トルクセンサの異常を検出する異常検出手段と、前記トーションバーよりもステアリング側の第 1 の舵角を検出する第 1 舵角検出手段と、前記トーションバーよりも転舵輪側の第 2 の舵角を検出する第 2 舵角検出手段とを備え、前記制御手段は、前記トルクセンサの異常が検出された場合には、検出される第 1 の舵角に基づく代替アシスト制御を実行するとともに、前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行する場合には、前記操舵系に対するアシスト力の付与を停止する電動パワーステアリング装置において、

前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行するか否かの判定は、前記第 1 の舵角と前記第 2 の舵角との差分値に基づき行なわれるものであって、

前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行する場合において、その先行状態を解消すべく実行されるアシスト力付与の停止及びその先行状態の解消によるアシスト力付与の再開により生ずる前記トーションバーの共振に対応する周波数帯域について、その制御の安定化を図るべく、前記差分値の位相補償制御を行なう位相補償手段を備えたこと、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】****【0001】**

本発明は、電動パワーステアリング装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、車両用のパワーステアリング装置には、モータを駆動源とする電動パワーステアリング装置（EPS）がある。通常、このような EPS では、ステアリングシャフトの途中にトルクセンサが設けられており、操舵系に付与するアシスト力の制御は、その検出される操舵トルクに基づいて行なわれる。そのため、トルクセンサに何らかの異常が生じた場合、何の手立てもないとすれば、そのパワーアシスト制御を停止せざるを得なくなる。

【0003】

そこで、従来、このようにトルクセンサに異常が生じた場合には、ステアリングセンサにより検出される操舵角に基づいて、代替的なアシスト制御を実行する様々な方法が提案されている。

【0004】

例えば、特許文献 1 に記載の EPS は、操舵角及び操舵速度に基づいて操舵トルクに代替する制御目標値を演算する。また、特許文献 2 には、操舵角及びモータ角からトーションバーの捻れ角を演算することにより代替的に操舵トルクを検出する構成が開示されてい

10

20

30

40

50

る。そして、このような操舵角に基づく代替アシスト制御を実行することにより、トルクセンサ異常時においても、継続して操舵系にアシスト力を付与することが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-338562号公報

【特許文献2】特開2005-219573号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

ところで、通常、ステアリングセンサによる操舵角の検出精度は、トルクセンサを構成する各回転角センサの検出精度と比較して著しく粗いものとなっている。これは、操舵角の微小変化が車両の走行状態に与える影響は極めて限定的であるため、一般的な車両制御においては、その検出精度が問題となることは極めて稀だからである。従って、上記特許文献2のように操舵角からトーションバーの捻れ角を演算しようとするれば、そのステアリングセンサに、通常時には過剰ともいえる検出精度を求めざるをえないことになる。

【0007】

一方、上記特許文献1のように操舵角に基づいて代替的な制御目標値を演算する構成では、その制御目標値の演算は、主として、操舵角（及び操舵速度、並びにこれらの変化）に示される操舵状態を推定することにより行なわれる。このため、上記一般的な車両制御の場合と同様、そのステアリングセンサに過度の検出精度を要求とせず、その結果、検出精度を確保するためのコスト増を回避することができるという利点がある。

20

【0008】

ところが、このような操舵状態の推定による制御目標値を用いた代替アシスト制御では、操舵系に付与したアシスト力が制御にフィードバックされないため、当該アシスト力に過不足が生ずる可能性がある。そして、特に、アシスト力が過剰である場合には、転舵がステアリング操作に先行する所謂セルフステアの発生により、運転者に不安を与えてしまうおそれがある。

【0009】

30

そこで、例えば、駆動源であるモータに設けられた回転角センサ（レゾルバ等）により、トーションバーよりも転舵輪側の回転角を検出する。そして、当該回転角の変化が操舵角の変化よりも先行する場合には、上記セルフステアが発生したものと判定して、その操舵系に対するアシスト力の付与を停止する方法が考えられる。

【0010】

しかしながら、このような対策を施したとしても、その代替的なアシスト制御が操舵角に基づくものである以上、アシスト力付与の停止によるセルフステアの解消とともに、操舵系に対するアシスト力の付与が再開される。このため、そのアシスト力付与の再開によりセルフステアが再発した場合には、こうしたアシスト力の付与の停止及び再開が繰り返し行なわれることになる。その結果、ステアリングシャフトに設けられた上記トーションバーが共振し、ステアリングの振動を伴いつつ、そのセルフステアが進行してしまうおそれがあり、この点において、なお改善の余地を残すものとなっていた。

40

【0011】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、トルクセンサ異常時の代替的なアシスト制御時においても過剰アシストの発生を抑えて安定的にアシスト力付与を継続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】

【0012】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、ステアリングシャフトの途中

50

に設けられたトーションバーの捻れに基づき操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記トーションバーよりも転舵輪側において操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する操舵力補助装置と、検出される操舵トルクに基づいて前記操舵力補助装置の作動を制御する制御手段と、前記トルクセンサの異常を検出する異常検出手段と、前記トーションバーよりもステアリング側の第1の舵角を検出する第1舵角検出手段と、前記トーションバーよりも転舵輪側の第2の舵角を検出する第2舵角検出手段とを備え、前記制御手段は、前記トルクセンサの異常が検出された場合には、検出される第1の舵角に基づく代替アシスト制御を実行するとともに、前記第1の舵角の変化に対して前記第2の舵角の変化が先行する場合には、前記操舵系に対するアシスト力の付与を停止する電動パワーステアリング装置において、前記ステアリングの回転状態に基づき前記ステアリング操作の状態が切り戻し状態であるか否かを判定する判定手段を備え、前記制御手段は、前記ステアリング操作の状態が切り戻し状態である場合には、前記操舵系に付与するアシスト力を低減すること、を要旨とする。

10

【0013】

請求項2に記載の発明は、前記制御手段は、前記操舵系に付与するアシスト力をゼロに低減すること、を要旨とする。

即ち、トーションバーの共振により第1の舵角の変化に対して前記第2の舵角の変化が先行する状況、即ちセルフステアが進行する場合には、そのステアリング操作の状態が、第1の舵角の絶対値を増大させる所謂「切り込み」と、同第1の舵角の絶対値を減少させる上記「切り戻し」との間で小刻みに切り替わる。ところが、通常、第1の舵角に基づく代替アシスト制御の実行時には、その第1の舵角の発生方向に対してアシスト力が付与される。そのため、ステアリング操作の方向に関わらず、セルフステアの解消とほぼ同時に、切り込み方向のアシスト力が付与されることになり、その結果、トーションバーの共振が助長される。

20

【0014】

この点、上記各構成によれば、少なくとも切り戻し状態である場合には、その切り込み方向にセルフステアの発生させるアシスト力が低減される。その結果、トーションバーの共振を抑えることができ、ひいては、その切り込み方向におけるセルフステアの進行を抑制することができる。特に、請求項2のように、操舵系に付与するアシスト力をゼロに低減、或いは略ゼロに低減し、実質的にそのアシスト力付与を停止することで、より顕著な効果を得ることができる。そして、これにより、トルクセンサ異常時の代替的なアシスト制御時においても、安定的にアシスト力付与を継続することができるようになる。

30

【0015】

請求項3に記載の発明は、前記第1の舵角の変化に対して前記第2の舵角の変化が先行するか否かの判定は、前記第1の舵角と前記第2の舵角との差分値に基づき行なわれるものであって、前記第1の舵角の変化に対して前記第2の舵角の変化が先行する場合において、その先行状態を解消すべく実行されるアシスト力付与の停止及びその先行状態の解消によるアシスト力付与の再開により生ずる前記トーションバーの共振に対応する周波数帯域について、その制御の安定化を図るべく、前記差分値の位相補償制御を行なう位相補償手段を備えたこと、を要旨とする。

40

【0016】

即ち、セルフステア抑制制御の基礎となる第1の舵角と前記第2の舵角との差分値について、その急峻な変化を抑えるように位相補償制御を行なうことで、制御の安定性を高めることができる。従って、上記構成によれば、トーションバーの共振を抑えて、セルフステアの進行を抑制することができる。

【0017】

請求項4に記載の発明は、前記位相補償手段は、その位相補償制御として、位相進み遅れ補償を行なうこと、を要旨とする。

上記構成によれば、応答性の悪化を招くことなく、差分値の急峻な変化を抑えることができる。その結果、より効果的にトーションバーの共振を抑えて、セルフステアの進行を

50

抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 5 に記載の発明は、ステアリングシャフトの途中に設けられたトーションバーの捻れに基づき操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記トーションバーよりも転舵輪側において操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する操舵力補助装置と、検出される操舵トルクに基づいて前記操舵力補助装置の作動を制御する制御手段と、前記トルクセンサの異常を検出する異常検出手段と、前記トーションバーよりもステアリング側の第 1 の舵角を検出する第 1 舵角検出手段と、前記トーションバーよりも転舵輪側の第 2 の舵角を検出する第 2 舵角検出手段とを備え、前記制御手段は、前記トルクセンサの異常が検出された場合には、検出される第 1 の舵角に基づく代替アシスト制御を実行するとともに、前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行する場合には、前記操舵系に対するアシスト力の付与を停止する電動パワーステアリング装置において、前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行するか否かの判定は、前記第 1 の舵角と前記第 2 の舵角との差分値に基づき行なわれるものであって、前記第 1 の舵角の変化に対して前記第 2 の舵角の変化が先行する場合において、その先行状態を解消すべく実行されるアシスト力付与の停止及びその先行状態の解消によるアシスト力付与の再開により生ずる前記トーションバーの共振に対応する周波数帯域について、その制御の安定化を図るべく、前記差分値の位相補償制御を行なう位相補償手段を備えたこと、を要旨とする。

10

【 0 0 1 9 】

即ち、セルフステア抑制制御の基礎となる第 1 の舵角と前記第 2 の舵角との差分値について、その急峻な変化を抑えるように位相補償制御を行なうことで、制御の安定性を高めることができる。従って、上記構成によれば、トーションバーの共振を抑えて、セルフステアの進行を抑制することができる。その結果、トルクセンサ異常時の代替的なアシスト制御時においても、安定的にアシスト力付与を継続することができるようになる。

20

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、トルクセンサ異常時の代替的なアシスト制御時においても過剰アシストの発生を抑えて安定的にアシスト力付与を継続することが可能な電動パワーステアリング装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】電動パワーステアリング装置 (EPS) の概略構成図。

【図 2】EPS の制御ブロック図。

【図 3】(a) (b) 舵角差分値と抑制ゲインとが関連付けられたマップの概略構成図。

【図 4】(a) 位相遅れフィルタのゲイン特性を示す説明図、(b) 位相進みフィルタの位相特性を示す説明図。

【図 5】切り戻し時におけるアシスト力の停止についての処理手順を示すフローチャート。

【図 6】切り戻し時におけるアシスト力の低減についての処理手順を示すフローチャート。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

図 1 に示すように、本実施形態の電動パワーステアリング装置 (EPS) 1 において、ステアリング 2 が固定されたステアリングシャフト 3 は、ラックアンドピニオン機構 4 を介してラック軸 5 と連結されており、ステアリング操作に伴うステアリングシャフト 3 の回転は、ラックアンドピニオン機構 4 によりラック軸 5 の往復直線運動に変換される。尚、本実施形態のステアリングシャフト 3 は、コラムシャフト 3 a、インターミディエイトシャフト 3 b、及びピニオンシャフト 3 c を連結してなる。そして、このステアリングシ

50

シャフト3の回転に伴うラック軸5の直線運動が、同ラック軸5の両端に連結されたタイロッド6を介して図示しないナックルに伝達されることにより、転舵輪7の舵角、即ち車両の進行方向が変更される。

【0023】

また、EPS1は、操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与する操舵力補助装置としてのEPSアクチュエータ10と、該EPSアクチュエータ10の作動を制御する制御手段としてのECU11とを備えている。

【0024】

本実施形態のEPSアクチュエータ10は、駆動源であるモータ12が減速機構13を介してコラムシャフト3aと駆動連結された所謂コラム型のEPSアクチュエータとして構成されている。そして、EPSアクチュエータ10は、モータ12の回転を減速してコラムシャフト3aに伝達することにより、そのモータトルクをアシスト力として操舵系に付与する構成となっている。

【0025】

一方、ECU11には、トルクセンサ14、車速センサ15及び第1舵角検出手段としてのステアリングセンサ(操舵角センサ)16が接続されている。そして、ECU11は、これら各センサの出力信号に基づいて、車速V、操舵トルク及び操舵角 δ を検出する。

【0026】

詳述すると、本実施形態では、コラムシャフト3aの途中、詳しくは、上記EPSアクチュエータ10を構成する減速機構13よりもステアリング2側にトーションバー17が設けられている。そして、本実施形態のトルクセンサ14は、このトーションバー17の捩れに基づいて、ステアリングシャフト3を介して伝達される操舵トルクを検出可能なセンサ信号Sa, Sbを出力するセンサ素子14a, 14bを備えて構成されている。

【0027】

尚、このようなトルクセンサは、例えば、特開2003-149062号公報に示されるように、トーションバー17の捩れに基づき磁束変化を生ずるセンサコア(図示略)の外周に、二つの磁気検出素子(本実施形態ではホールIC)を上記各センサ素子14a, 14bとして配置することにより形成することが可能である。

【0028】

即ち、回転軸であるステアリングシャフト3に対するトルク入力によりトーションバー17が捻れることで、その各センサ素子14a, 14bを通過する磁束が変化する。そして、本実施形態のトルクセンサ14は、その磁束変化に伴い変動する各センサ素子14a, 14bの出力電圧を、それぞれセンサ信号Sa, Sbとして、ECU11に出力する構成となっている。

【0029】

また、本実施形態のステアリングセンサ16は、トルクセンサ14よりもステアリング2側においてコラムシャフト3aに固定された回転子18と、該回転子18の回転に伴う磁束変化を検出するセンサ素子(ホールIC)19とを備えた磁気式の回転角センサにより構成されている。

【0030】

そして、ECU11は、これら検出される各状態量に基づいて目標アシスト力を演算し、当該目標アシスト力をEPSアクチュエータ10に発生させるべく、その駆動源であるモータ12への駆動電力の供給を通じて、該EPSアクチュエータ10の作動、即ち操舵系に付与するアシスト力を制御する構成となっている。

【0031】

次に、本実施形態のEPSにおけるアシスト制御の態様について説明する。

図2に示すように、ECU11は、モータ制御信号を出力するマイコン21と、そのモータ制御信号に基づいて、EPSアクチュエータ10の駆動源であるモータ12に駆動電力を供給する駆動回路22とを備えて構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

本実施形態では、ECU 11には、モータ12に通電される実電流値 I を検出するための電流センサ23、及びモータ12の回転角 θ を検出するための回転角センサ24（図1参照）が接続されている。そして、マイコン21は、上記各車両状態量、並びにこれら電流センサ23及び回転角センサ24の出力信号に基づき検出されたモータ12の実電流値 I 及び回転角 θ に基づいて、駆動回路22に出力するモータ制御信号を生成する。

【 0 0 3 3 】

尚、以下に示す各制御ブロックは、マイコン21が実行するコンピュータプログラムにより実現されるものである。そして、同マイコン21は、所定のサンプリング周期で上記各状態量を検出し、所定周期毎に以下の各制御ブロックに示される各演算処理を実行することにより、モータ制御信号を生成する。

10

【 0 0 3 4 】

詳述すると、マイコン21は、モータ12に対する電力供給の目標値である電流指令値 I^* を演算する電流指令値演算部25と、電流指令値演算部25により算出された電流指令値 I^* に基づいてモータ制御信号を出力するモータ制御信号出力部26とを備えている。

【 0 0 3 5 】

電流指令値演算部25には、上記アシスト力目標値の基礎成分としての基本アシスト制御量 I_{as}^* を演算する基本アシスト制御部27が設けられており、本実施形態では、この基本アシスト制御部27には、車速 V 及び操舵トルク T が入力されるようになっている。

20

【 0 0 3 6 】

ここで、本実施形態では、トルクセンサ14が出力するセンサ信号 S_a 、 S_b は、マイコン21に設けられた操舵トルク検出部29に入力されるようになっており、基本アシスト制御部27には、同操舵トルク検出部29において各センサ信号 S_a 、 S_b に基づき検出される操舵トルク T が入力されるようになっている。そして、基本アシスト制御部27は、当該操舵トルク T の絶対値が大きいほど、また車速 V が小さいほど、より大きなアシスト力を付与すべき旨の基本アシスト制御量 I_{as}^* を演算する構成となっている。

【 0 0 3 7 】

また、本実施形態では、上記操舵トルク検出部29には、トルクセンサ14の出力するセンサ信号 S_a 、 S_b に基づき同トルクセンサ14の異常を検出する異常検出手段としての機能が備えられており、同操舵トルク検出部29は、その検出結果を示す異常検出信号 S_{tr} を電流指令値演算部25に出力する。そして、電流指令値演算部25は、その入力される異常検出信号 S_{tr} が正常である旨を示すものである場合、即ちトルクセンサ14が正常に作動している通常時には、この基本アシスト制御量 I_{as}^* に基づく値を上記電流指令値 I^* として、モータ制御信号出力部26に出力する構成となっている。

30

【 0 0 3 8 】

一方、モータ制御信号出力部26には、この電流指令値演算部25が出力する電流指令値 I^* とともに、電流センサ23により検出された実電流値 I 、及び回転角センサ24により検出されたモータ12の回転角 θ が入力される。そして、モータ制御信号出力部26は、この電流指令値 I^* に実電流値 I を追従させるべくフィードバック制御を実行することによりモータ制御信号を演算する。

40

【 0 0 3 9 】

具体的には、本実施形態では、モータ12には、三相（ U 、 V 、 W ）の駆動電力の供給により回転するブラシレスモータが用いられている。そして、モータ制御信号出力部26は、実電流値 I として検出されたモータ12の相電流値（ I_u 、 I_v 、 I_w ）を d/q 座標系の d 、 q 軸電流値に変換（ d/q 変換）することにより、上記電流フィードバック制御を行う。

【 0 0 4 0 】

即ち、電流指令値 I^* は、 q 軸電流指令値としてモータ制御信号出力部26に入力され、モータ制御信号出力部26は、回転角センサ24により検出された回転角 θ に基づい

50

て相電流値 (I_u, I_v, I_w) を d/q 変換する。また、モータ制御信号出力部 26 は、その d, q 軸電流値及び q 軸電流指令値に基づいて d, q 軸電圧指令値を演算する。そして、その d, q 軸電圧指令値を d/q 逆変換することにより相電圧指令値 (V_u^*, V_v^*, V_w^*) を演算し、当該相電圧指令値に基づいてモータ制御信号を生成する。

【0041】

このようにして生成されたモータ制御信号は、マイコン 21 から駆動回路 22 へと出力され、同駆動回路 22 により当該モータ制御信号に基づく三相の駆動電力がモータ 12 へと供給される。そして、その操舵トルク T に基づくアシスト力目標値としての電流指令値 I^* に相当するモータトルクが発生することにより、当該アシスト力目標値に対応するアシスト力が操舵系に付与される構成となっている。

10

【0042】

また、本実施形態では、上記電流指令値演算部 25 には、ステアリングセンサ 16 により検出される操舵角 δ に基づいて代替アシスト制御量 I_{sb}^* を演算する代替アシスト制御部 30 が設けられている。そして、本実施形態の電流指令値演算部 25 は、トルクセンサ 14 に何らかの異常が発生した場合には、この代替アシスト制御部 30 が演算する代替アシスト制御量 I_{sb}^* に基づく値を、上記電流指令値 I^* としてモータ制御信号出力部 26 に出力する構成となっている。

【0043】

詳述すると、本実施形態の代替アシスト制御部 30 には、操舵角 δ に加え、操舵速度 s 及び車速 V が入力されるようになっている。そして、代替アシスト制御部 30 は、これらの各状態量に基づいて、その代替アシスト制御量 I_{sb}^* の演算を実行する。尚、この代替アシスト制御量 I_{sb}^* の演算の詳細については、例えば上記特許文献 1 に記載の内容を参照されたい。

20

【0044】

また、本実施形態の電流指令値演算部 25 には、切替制御部 31 が設けられており、代替アシスト制御部 30 において演算された代替アシスト制御量 I_{sb}^* は、上記基本アシスト制御部 27 において演算された基本アシスト制御量 I_{as}^* 及び上記操舵トルク検出部 29 の出力する異常検出信号 S_{tr} とともに、この切替制御部 31 に入力される。そして、同切替制御部 31 は、その入力される異常検出信号 S_{tr} がトルクセンサ 14 の異常を示すものである場合には、上記基本アシスト制御量 I_{as}^* に代えて、代替アシスト制御量 I_{sb}^* を出力する構成となっている。

30

【0045】

ここで、上述のように、この操舵角 δ に基づく代替アシスト制御は、基本的に当該操舵角 δ を介した操舵状態の推定により、その操舵角 δ の発生方向に対してアシスト力を付与するものである。このため、その操舵系に付与したアシスト力が当該代替アシスト制御にフィードバックされず、結果として、そのアシスト力に過不足が生ずる可能性がある。

【0046】

そこで、本実施形態の電流指令値演算部 25 には、そのアシスト力過剰が引き起こす問題、即ち過剰アシスト力により転舵がステアリング操作に先行する所謂セルフステアの発生を抑制すべくセルフステア抑制制御部 32 が設けられている。そして、セルフステアの発生時には、このセルフステア抑制制御部 32 の実行するセルフステア抑制制御によって、操舵系に対するアシスト力付与を停止することにより、そのセルフステアの抑制を図る構成となっている。

40

【0047】

詳述すると、本実施形態のマイコン 21 には、モータ 12 の回転角 θ_m を、ステアリングシャフト 3 におけるトーションバー 17 よりも転舵輪 7 側の回転角、即ち第 2 の舵角に換算した換算舵角 θ_{cnv} を演算する換算舵角演算部 33 が設けられている。即ち、本実施形態では、この換算舵角演算部 33 及びモータ 12 に設けられた回転角センサ 24 により第 2 舵角検出手段が構成されている。そして、本実施形態のセルフステア抑制制御部 32

50

は、この換算舵角演算部 33 により演算される換算舵角 cnv と、トーシヨンバー 17 よりもステアリング 2 側の第 1 の舵角、即ち上記ステアリングセンサ 16 により検出される操舵角 s とに基づいて、上記のようなセルフステアが発生しているか否かを判定する（セルフステア判定）。

【0048】

即ち、セルフステアは、アシスト力の過剰によって、転舵がステアリング操作に先行する現象であり、当該セルフステアの発生時には、ステアリングシャフト 3 は、そのトーシヨンバー 17 の転舵輪 7 側が、そのステアリング 2 側に先立って操舵方向に捩れることになる。従って、第 1 の舵角としての操舵角 s の変化と第 2 の回転角である換算舵角 cnv の変化との比較において、当該換算舵角 cnv の変化がトーシヨンバー 17 を挟んでステ
10
アリング 2 側の回転角である操舵角 s の変化に先行する場合には、セルフステアが発生していると判定することが可能である。

【0049】

また、セルフステア抑制制御部 32 は、上記のようなセルフステア判定の結果に基づいて、セルフステアを抑制すべく操舵系に付与するアシスト力を低減可能な抑制ゲイン $Kslf$ を演算する。そして、本実施形態では、このセルフステア抑制制御部 32 が出力する抑制ゲイン $Kslf$ を、乗算器 34 において、上記代替アシスト制御部 30 の出力する代替アシスト制御量 I_{sb}^* の乗算することにより、そのセルフステア抑制制御として、セルフステア発生時におけるアシスト力の停止が実行されるようになっている。

【0050】

具体的には、本実施形態のセルフステア抑制制御部 32 は、そのセルフステア判定の結果がセルフステアの発生を示すものである場合には、抑制ゲイン $Kslf$ として「0」を演算する。そして、その判定結果が、セルフステアの発生を否定するものである場合には、抑制ゲイン $Kslf$ として「1」を演算する。

【0051】

即ち、セルフステアの発生時には、その抑制ゲイン $Kslf$ を乗じた後の代替アシスト制御量 I_{sb}^* が「0」となることで、電流指令値演算部 25 の出力する電流指令値 I^* も基本的に「0」となる。そして、この駆動電力の停止により操舵系に付与するアシスト力を急
30
漸減し、そのセルフステアを引き起こす要因となるアシスト力過剰を解消することにより、当該セルフステアの発生を抑制する構成となっている。

【0052】

尚、本実施形態では、セルフステア抑制制御部 32 には、上記操舵トルク検出部 29 の出力する異常検出信号 Str が入力されるようになっており、セルフステア抑制制御部 32 は、この異常検出信号 Str に基づいて、トルクセンサ 14 の異常を検知する。そして、トルクセンサ 14 に異常のない場合、即ち上記基本アシスト制御部 27 が出力する基本アシスト制御量 I_{as}^* に基づき電流指令値 I^* が演算される通常制御時には、抑制ゲイン $Kslf$ として「1」を出力するように構成されている。

【0053】

さらに詳述すると、本実施形態のセルフステア抑制制御部 32 には、上記操舵トルク検出部 29 が出力する異常検出信号 Str 、操舵角 s 及び換算舵角 cnv が入力される。また
40
、本実施形態では、減算器 35 において、操舵角 s から換算舵角 cnv を減算することにより舵角差分値 df が演算されるようになっており（ $df = s - cnv$ ）、セルフステア抑制制御部 32 には、上記異常検出信号 Str 、操舵角 s 及び換算舵角 cnv とともに、この舵角差分値 df （ df' ）が入力される。そして、セルフステア抑制制御部 32 は、この舵角差分値 df に示されるセルフステアの発生状態、即ち第 1 の舵角である操舵角 s の変化に対して第 2 の舵角である換算舵角 cnv の変化が先行する状況にあるか否かに基づいて、上記抑制ゲイン $Kslf$ を演算する構成となっている。

【0054】

具体的には、本実施形態のセルフステア抑制制御部 32 は、図 3（a）（b）に示されるような上記舵角差分値 df と抑制ゲイン $Kslf$ とが関連付けられたマップ 32a、32
50

bを備えている。本実施形態では、図3(a)に示すマップ32aは、操舵角 s の発生方向が「右」である場合(右切り、操舵角 s の符号は「+」)に対応して設計され、図3(b)に示すマップ32bは、その操舵角 s の発生方向が「左」である場合(左切り、操舵角 s の符号は「-」)に対応して設計されている。そして、セルフステア抑制制御部32は、その操舵角 s の発生方向に応じて、これらの各マップ32a, 32bを用いたマップ演算を行なうことにより、その抑制ゲイン K_{slf} を演算する。

【0055】

即ち、セルフステアの発生を示す換算舵角 cnv の変化が操舵角 s の変化に「先行」する状態としては、例えば、「右切り時」、その操舵角 s 及び換算舵角 cnv の変化方向がともに「右」である場合において、操舵角 s よりも換算舵角 cnv の方が「右」側にある場合がこれに該当する。そして、「右切り時」における操舵角 s 及び換算舵角 cnv の符号はともに「+」であることから、上記のようなセルフステアが発生している状態においては、その舵角差分値 df の符号は「-」となる。

10

【0056】

本実施形態では、図3(a)に示される上記「右切り時」用のマップ32aは、このような状況に対応して、その舵角差分値 df の符号が「-」である場合($df < 0$)には、抑制ゲイン K_{slf} が「0」となるように、また、その符号が「+」又はその値が「0」である場合($df = 0$)には、抑制ゲイン K_{slf} が「1」となるように設計されている。

【0057】

同様に、「左切り時」には、その操舵角 s 及び換算舵角 cnv の変化方向がともに「左」、且つ操舵角 s よりも換算舵角 cnv の方が「左」側にある場合が、セルフステアの発生を示す状態となり、「左切り時」に対応する符号は「-」であることから、この場合における舵角差分値 df の符号は「+」となる。そして、図3(b)に示される上記「左切り時」用のマップ32bは、このような状況に対応して、その舵角差分値 df の符号が「+」である場合($df > 0$)には、抑制ゲイン K_{slf} が「0」となるように、また、その符号が「-」又はその値が「0」である場合($df = 0$)には、抑制ゲイン K_{slf} が「1」となるように設計されている。

20

【0058】

そして、本実施形態のセルフステア抑制制御部32は、このように構成された各マップ32a, 32bを用いたマップ演算の実行により、そのセルフステア判定と抑制ゲイン K_{slf} の演算とを同時に処理する構成となっている。

30

【0059】

(共振抑制制御)

次に、セルフステア抑制制御実行時におけるトーションバーの共振抑制制御について説明する。

【0060】

上述のように、上記のようなセルフステア抑制制御の実行により、アシスト力の付与の停止及び再開が繰り返されることで、ステアリングシャフト3に設けられたトーションバー17が共振し、その結果、ステアリング2の振動を伴いつつ、そのセルフステアが進行してしまう可能性がある。

40

【0061】

この点を踏まえ、図2に示すように、本実施形態のマイコン21(電流指令値演算部25)には、そのセルフステア抑制制御の基礎となる舵角差分値 df の位相補償制御を実行する位相補償手段としての位相補償制御部36が設けられている。そして、本実施形態では、その位相補償後の舵角差分値 df' に基づいて、上記セルフステア抑制制御を実行することにより、その安定性を高める構成となっている。

【0062】

詳述すると、本実施形態の位相補償制御部36は、図4(a)に示されるようなゲイン特性を有する位相遅れフィルタ36a、及び図4(b)に示されるような位相特性を有する位相進みフィルタ36bを備えている。具体的には、図4(a)に示すように、位相遅

50

れフィルタ36aは、トーショナルバー17の共振点（同図中、実線Lに示される周波数）を中心とする所定の周波数帯域（共振周波数帯域）において、そのゲインが下がるように設計されている。また、図4（b）に示すように、位相進みフィルタ36bは、同共振周波数帯域において、その位相が進むように設計されている。尚、本実施形態では、これらの共振点及び共振周波数帯域は、実験或いはシミュレーション等により、その車両（車種）毎に設定されている。そして、位相補償制御部36は、上記舵角差分値dfに対し、これら位相遅れフィルタ36a及び位相進みフィルタ36bを用いた位相進み遅れ補償を実行することにより、上記のようなトーショナルバー17の共振が顕著となる共振周波数帯域における制御の安定化を図る構成となっている。

【0063】

また、本実施形態では、上記セルフステア抑制制御部32は、その各マップ32a, 32bを用いたセルフステア判定及び抑制ゲインKslfの演算に先立って、そのステアリング操作の状態（操舵状態）が、操舵角sの絶対値を減少させる所謂「切り戻し」状態であるか否かを判定する。そして、切り戻し状態であると判定した場合には、セルフステアの如何に関わらず上記抑制ゲインKslfとして「0」を出力することにより、そのアシスト力付与を停止させるようになっている。

【0064】

即ち、トーショナルバー17の共振によりステアリング2の振動を伴いつつセルフステアが進行する場合には、そのステアリング操作の状態が、操舵角sの絶対値を増大させる所謂「切り込み」と上記「切り戻し」との間で小刻みに切り替わる状況となる。ここで、本来、「切り戻し」方向のステアリング操作は、切り込み方向に生じたセルフステアを解消させる作用を有している。ところが、操舵角sに基づく代替アシスト制御の実行時には、そのステアリング操作の方向に関わらず、操舵角sの発生方向に対してアシスト力が付与されるため、そのセルフステアの解消とほぼ同時に、切り込み方向のアシスト力が付与されることになる。そして、これにより、トーショナルバー17の共振が助長される結果、その切り込み方向のセルフステアが、より一層、進行してしまうのである。

【0065】

しかしながら、上記のように、切り戻し状態である場合には、セルフステアの如何に関わらずアシスト力の付与を停止することで、その切り込み方向にセルフステアを発生させるアシスト力が低減される。そして、本実施形態では、これにより、トーショナルバーの共振を抑え、ひいては、その切り込み方向におけるセルフステアの進行を抑制することが可能となっている。

【0066】

詳述すると、図5のフローチャートに示すように、セルフステア抑制制御部32は、操舵角sの発生方向を判定すると（ステップ101）、続いて、そのステアリング操作の状態を判定する（操舵状態判定、ステップ102及びステップ103）。具体的には、この操舵状態判定を実行する判定手段としてのセルフステア抑制制御部32は、前回の演算周期において取得した操舵角sの値を操舵角前回値s_bとして保持する機能を有している。そして、上記ステップ102及びステップ103における操舵状態判定は、その操舵角sと操舵角前回値s_bとの差分（s - s_b）を求めることにより行なわれる。

【0067】

即ち、上記ステップ101において、「右切り」と判定された場合（s > 0、ステップ101：YES）、そのステアリング操作の状態は、操舵角sと操舵角前回値s_bとの差分が「正」である場合（s - s_b > 0）には「切り込み」であり、「負」である場合（s - s_b < 0）には「切り戻し」となる。

【0068】

また、上記ステップ101において、「左切り」と判定された場合（s < 0、ステップ101：NO）、そのステアリング操作の状態は、操舵角sと操舵角前回値s_bとの差分が「負」である場合（s - s_b < 0）には「切り込み」であり、「正」である場合（s - s_b > 0）には「切り戻し」となる。尚、本実施形態では、その差分の値が「0

10

20

30

40

50

」である場合には、ステアリング操作の状態は「切り戻し」であるものとして取り扱われる。

【 0 0 6 9 】

そして、セルフステア抑制制御部 3 2 は、このステップ 1 0 2 及びステップ 1 0 3 の操舵状態判定において、ステアリング操作の状態が「切り戻し」であると判定した場合（ステップ 1 0 2 : N O、又はステップ 1 0 3 : N O）には、その抑制ゲイン K_{slf} として「0」を演算する（ステップ 1 0 4）。

【 0 0 7 0 】

また、右切り時（ステップ 1 0 1 : Y E S）、ステアリング操作の状態が「切り込み」であると判定した場合（ステップ 1 0 2 : Y E S）には、上記「右切時」用のマップ 3 2 a（図 3（a）参照）を用いたマップ演算の実行により、抑制ゲイン K_{slf} を演算する（ステップ 1 0 5）。そして、左切り時（ステップ 1 0 1 : N O）、ステアリング操作の状態が「切り込み」であると判定した場合（ステップ 1 0 3 : Y E S）には、上記「左切時」用のマップ 3 2 b（図 3（b）参照）を用いたマップ演算の実行により、抑制ゲイン K_{slf} を演算する（ステップ 1 0 6）。

【 0 0 7 1 】

そして、本実施形態では、このようにして上記ステップ 1 0 4 ~ ステップ 1 0 6 の何れかにおいて演算された抑制ゲイン K_{slf} が、上記代替アシスト制御量 I_{sb}^* に乗算されることにより、トーションバー 1 7 の共振を抑えつつ、そのセルフステア抑制制御が実行されるようになっている。

【 0 0 7 2 】

以上、本実施形態によれば、以下のような作用・効果を得ることができる。

（1）マイコン 2 1（セルフステア抑制制御部 3 2）は、過剰アシスト力により転舵がステアリング操作に先行する所謂セルフステアの有無を判定し、当該セルフステアが発生している場合には、抑制ゲイン K_{slf} として「0」を演算することにより、その操舵系に付与するアシスト力を停止する。また、マイコン 2 1 は、上記セルフステア判定及び抑制ゲイン K_{slf} の演算に先立って、そのステアリング操作の状態（操舵状態）が、操舵角 s の絶対値を減少させる所謂「切り戻し」状態であるか否かを判定する。そして、切り戻し状態であると判定した場合には、セルフステアの如何に関わらず上記抑制ゲイン K_{slf} として「0」を演算することにより、そのアシスト力付与を停止する。

【 0 0 7 3 】

即ち、トーションバー 1 7 の共振によりステアリング 2 の振動を伴いつつセルフステアが進行する場合には、そのステアリング操作の状態が、操舵角 s の絶対値を増大させる所謂「切り込み」と上記「切り戻し」との間で切り替わる状況となる。しかしながら、操舵角 s に基づく代替アシスト制御の実行時には、その操舵角 s の発生方向に対してアシスト力が付与される。このため、ステアリング操作の方向に関わらずセルフステアの解消とほぼ同時に、切り込み方向のアシスト力が付与されることになり、その結果、トーションバー 1 7 の共振が助長され、その切り込み方向のセルフステアが、より一層、進行してしまう。

【 0 0 7 4 】

この点、上記構成によれば、少なくとも切り戻し状態である場合には、その切り込み方向にセルフステアの発生させるアシスト力は付与されない。その結果、トーションバーの共振を抑えることができ、ひいては、その切り込み方向におけるセルフステアの進行を抑制することができる。また、併せて、転舵輪 7 に作用する逆入力応力により生ずる操舵系の振動も抑えることができる。

【 0 0 7 5 】

（2）セルフステア抑制制御部 3 2 は、操舵角 s から換算舵角 cnv を減算した値である舵角差分値 df に基づいて（ $df = s - cnv$ ）、上記セルフステア判定及び抑制ゲイン K_{slf} を演算する。そして、マイコン 2 1 は、その舵角差分値 df に対し、位相遅れフィルタ 3 6 a 及び位相進みフィルタ 3 6 b を用いた位相補償制御（位相進み遅れ補償）を

10

20

30

40

50

実行する位相補償制御部 36 を備える。

【0076】

上記構成によれば、そのトーションバー 17 の共振が顕著となる共振周波数帯域における舵角差分値 df' の急峻な変化を抑えることができ、これにより、制御の安定化を図ることができる。その結果、トーションバーの共振を抑えて、セルフステアの進行を抑制することができる。また、併せて、転舵輪 7 に作用する逆入力応力により生ずる操舵系の振動も抑えることができる。

【0077】

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

・上記実施形態では、本発明を所謂コラム型の EPS 1 に具体化した但、本発明は、所謂ピニオン型やラックアシスト型の EPS に適用してもよい。

【0078】

・上記実施形態では、切り戻し状態であると判定した場合には、セルフステアの如何に関わらず上記抑制ゲイン K_{slf} として「0」を演算することにより、そのアシスト力付与を停止することとした。しかし、「停止」に限らず、そのアシスト力付与の「低減」によっても、その低減の程度に応じた同様の効果を得ることができる。具体的には、その付与するアシスト力を「ゼロ」、即ち、停止に近い状態にまで低減した場合に、より顕著な効果を得ることができる。

【0079】

また、その実行手順は、例えば、図 6 のフローチャートに示すようにするとよい。即ち、同図に示すように、操舵角 s に基づく代替アシスト制御が実行されている場合には（ステップ 201：YES）、先ず、そのステアリング操作の状態が「切り込み」「切り戻し」（或いは「保舵」）の何れであるかを判定する（操舵状態判定、ステップ 202）。そして、その操舵状態判定の結果が「切り戻し」である場合（ステップ 203：YES）には、上記のようなアシスト力を低減する制御を実行する（ステップ 204）。

【0080】

尚、このステップ 204 におけるアシスト力の低減は、上記代替アシスト制御量 I_{sb}^* に乗算する抑制ゲイン K_{slf} として適当な値（1.0 ~ 0）を演算してもよく、当該抑制ゲイン K_{slf} を乗算する前の段階において、別途、同様の低減ゲインを演算して掛け合わせる等、その他の方法により行なってもよい（図 2 参照）。

【0081】

そして、セルフステア判定を実行し（ステップ 205）、その判定結果がセルフステアの発生を示す場合（ステップ 206：YES）には、操舵系に対するアシスト力付与を停止し（ステップ 207）、セルフステアの発生を否定する場合には、そのアシスト力付与を継続するとよい（ステップ 208）。

【0082】

また、上記ステップ 203 において、その操舵状態判定の結果が「切り戻し」以外であると判定した場合（ステップ 203：NO）には、上記ステップ 204 の処理は実行しない。そして、上記ステップ 201 において、通常制御中であると判定した場合（ステップ 201：NO）には、上記ステップ 202 ~ ステップ 207 の処理を実行することなく、ステップ 208 において、その操舵系に対するアシスト力付与を継続する（ステップ 208）。尚、この場合において継続されるアシスト制御は、操舵トルク T_s を基礎として演算される基本アシスト制御量 I_{as}^* に基づくものであることはいうまでもない。

【0083】

・上記実施形態では、操舵角 s の発生方向に対応して設計された二つのマップ 32a、32b を用いてマップ演算を行なうことにより、そのセルフステア判定と抑制ゲイン K_{slf} とを同時に処理する構成とした。しかし、これに限らず、その他の任意の方法により、セルフステア判定、及び抑制ゲイン K_{slf} の演算を含むアシスト力の低減をそれぞれ行なう構成であってもよい。

【0084】

10

20

30

40

50

・上記実施形態では、モータ12の回転角センサ24を用いて、トーションバー17よりも転舵輪7側の第2の舵角を検出する第2舵角検出手段を構成した。しかし、これに限らず、例えば、トルクセンサ14として、トーションバーの両端に設けられた一对のレゾルバからなる所謂ツインレゾルバ型を採用している場合において、その転舵輪7側の回転角センサが正常であることの確認が可能であれば、その回転角センサを用いて第2舵角検出手段を構成してもよい。

【0085】

・上記実施形態では、操舵角 s の符号 ($s = 0$ がステアリング中立位置) に基づいて、「右切り」「左切り」を判定することとした。しかし、これに限らず、例えば、ステアリング中立位置付近に不感帯を設定する等、その値を判定条件に用いてもよい。また、トルクセンサ14に異常が発生した後においても、その暫定的に操舵トルクの検出が可能である場合には、その暫定的に検出された操舵トルクを判定に用いてもよい。尚、このような状況は、例えば、特開2003-149062号公報に示されるような磁気検出素子とセンサ素子に用いたトルクセンサを採用し、且つそのセンサ素子の多重化により検出精度を担保している場合に起こり得る。即ち、このような構成であれば、何れかのセンサ素子が故障し、高精度の操舵トルク検出ができなくなった状況においても、精度さえ問わなければ、残るセンサ素子の出力信号を用いて暫定的に操舵トルクを検出することが可能である。

【0086】

・上記実施形態では、そのステアリング操作の状態が、操舵角 s の絶対値を減少させる所謂「切り戻し」状態であるか否かの判定(操舵状態判定)は、前回の演算周期において取得した操舵角 s の値を操舵角前回値 s_b として保持し、操舵角 s とその操舵角前回値 s_b との差分 ($s - s_b$) を求めることにより行なうこととした。しかし、これに限らず、操舵速度 s 、或いは上記暫定的に検出された操舵トルク等を操舵状態判定に用いてもよい。これにより、その判定精度を向上させることができる。

【0087】

・上記実施形態では、切り戻し状態である場合には、アシスト力付与を停止させるとともに、そのセルフステア判定及び抑制ゲイン演算の基礎とする舵角差分値 df について ($df = s - cnv$)、位相遅れフィルタ36a及び位相進みフィルタ36bを用いた位相補償制御(位相進み遅れ補償)を実行することとした。しかし、これに限らず、上記切り戻し状態におけるアシスト力付与の停止、又は舵角差分値 df についての位相補償制御の何れか一方のみを行なう構成としてもよい。

【0088】

・また、位相補償制御を行なわない場合には、必ずしも、そのセルフステア判定及び抑制ゲイン K_{slf} の演算に舵角差分値 df を用いなくともよい。即ち、セルフステア判定は、第1の舵角としての操舵角 s の変化と第2の回転角である換算舵角 cnv の変化との比較において、当該換算舵角 cnv の変化がトーションバー17を挟んでステアリング2側の回転角である操舵角 s の変化に先行する否かに基づいて実行可能であるからである。

【0089】

・上記実施形態では、舵角差分値 df に対する位相補償制御として位相進み遅れ補償を実行することとした。この点について、位相進み遅れ補償の方が、より好ましい結果が得られることはいうまでもないが、ローパスフィルタ等を用いた位相遅れ補償のみを行なうこととしても、舵角差分値 df の急峻な変化を抑えて、トーションバーの共振防止、及びそれに伴うセルフステアの進行について、一定の効果を得ることができる。

【0090】

・上記実施形態では、EPSアクチュエータ10の駆動源であるモータ12には、ブラシレスモータを用いることとした。しかし、これに限らず、ブラシ付の直流モータを用いる構成に適用してもよい。尚、その場合、第2舵角検出手段については、ツインレゾルバ型トルクセンサの転舵輪側の回転角センサを用いる、或いは車輪速に基づき推定される転舵輪の舵角を用いる等とすればよい。

10

20

30

40

50

【0091】

・上記実施形態では、操舵角 s から換算舵角 cnv を減算することにより舵角差分値 df が演算される ($df = s - cnv$) こととしたが、反対に、換算舵角 cnv から操舵角 s を減算することにより舵角差分値 df を演算 ($df = cnv - s$) する構成としてもよい。尚、この場合、上記実施形態との比較において、その符号の取り扱いが反転することはいうまでもない。

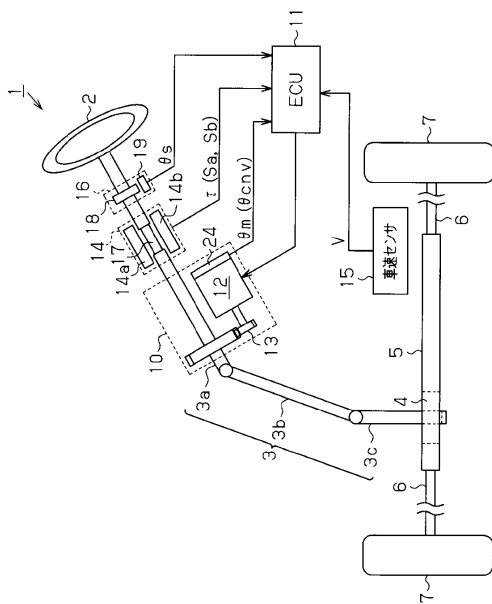
【符号の説明】

【0092】

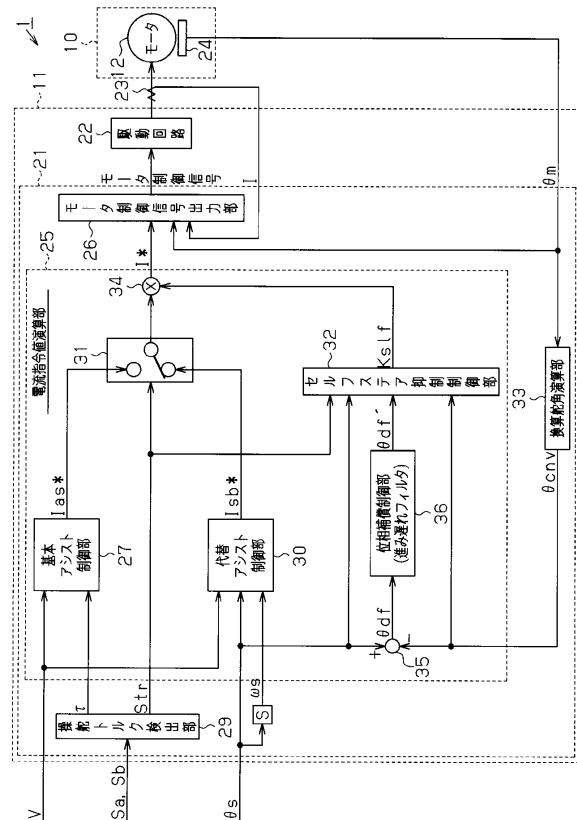
1 ... 電動パワーステアリング装置 (EPS)、2 ... ステアリング、3 ... ステアリングシャフト、3a ... コラムシャフト、10 ... EPSアクチュエータ、11 ... ECU、12 ... モータ、14 ... トルクセンサ、14a, 14b ... センサ素子、16 ... ステアリングセンサ、17 ... トーションバー、21 ... マイコン、22 ... 駆動回路、24 ... 回転角センサ、25 ... 電流指令値演算部、26 ... モータ制御信号出力部、27 ... 基本アシスト制御部、29 ... 操舵トルク検出部、30 ... 代替アシスト制御部、31 ... 切替制御部、32 ... セルフステア抑制制御部、32a, 32b ... マップ、33 ... 換算舵角演算部、34 ... 乗算器、35 ... 減算器、36 ... 位相補償制御部、36a ... 位相遅れフィルタ、36b ... 位相進みフィルタ、 I^* ... 電流指令値、 Ias^* ... 基本アシスト制御量、 Isb^* ... 代替アシスト制御量、 T ... 操舵トルク、 Sa, Sb ... センサ信号、 Str ... 異常検出信号、 $Kslf$... 抑制ゲイン、 s ... 操舵角、 s_b ... 操舵角前回値、 m ... 回転角、 cnv ... 換算舵角、 df, df' ... 舵角差分値。

10

【図1】

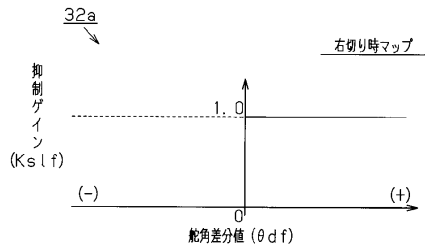


【図2】

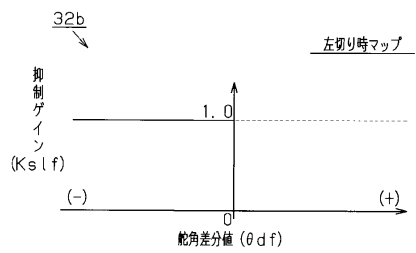


【図3】

(a)

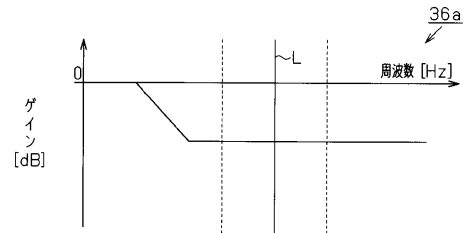


(b)

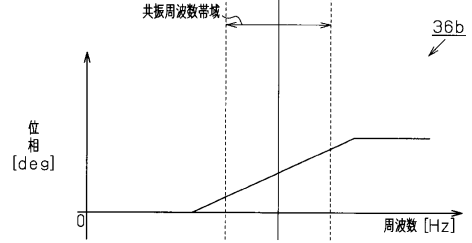


【図4】

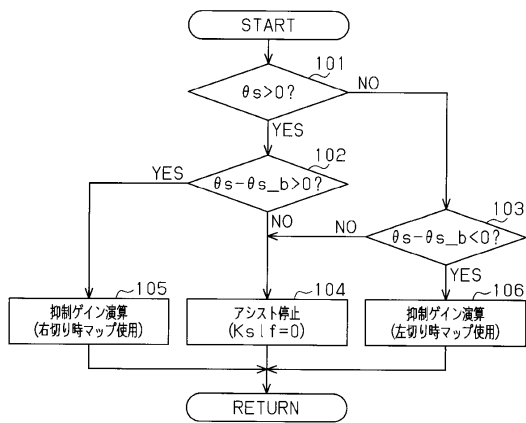
(a)



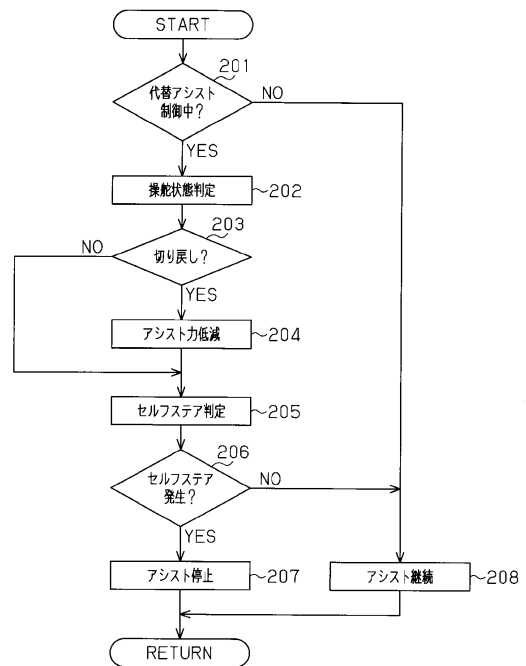
(b)



【図5】



【図6】



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2006-143151(JP,A)
特開平9-58505(JP,A)
特開2003-170844(JP,A)
特開2004-196127(JP,A)
特開2008-183987(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
B 6 2 D 1 0 1 / 0 0
B 6 2 D 1 1 3 / 0 0
B 6 2 D 1 1 7 / 0 0
B 6 2 D 1 1 9 / 0 0