

(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2011-1005
(P2011-1005A)

(43) 公開日 平成23年1月6日(2011.1.6)

(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 2 3 3
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 109/00 (2006.01)	B 6 2 D 109:00	
B 6 2 D 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-146666 (P2009-146666)
(22) 出願日 平成21年6月19日 (2009. 6. 19)

(71) 出願人 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 西村 昭彦
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 玉泉 晴天
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

最終頁に続く

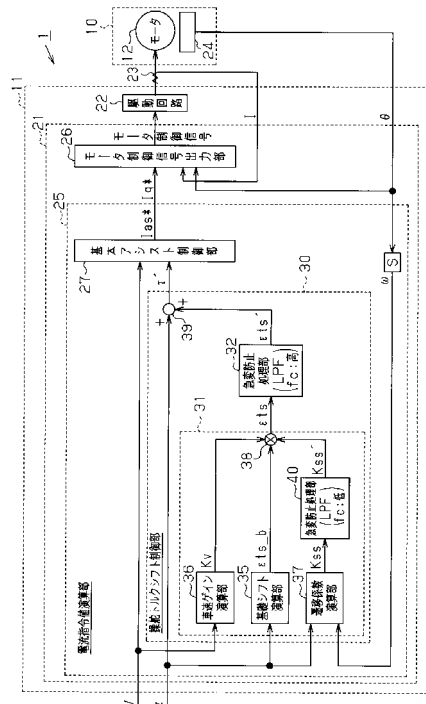
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 操舵状態の遷移過程における優れた操舵フィーリングを実現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。

【解決手段】 操舵トルクシフト制御量演算部 3 1 は、基礎補償成分としての基礎シフト量 ts_b に対し、遷移係数 Kss を乗ずることにより操舵トルクシフト制御量 ts を演算する。そして、この操舵トルクシフト制御量 ts には、急変防止処理部 3 2 において、ローパスフィルタ処理が施される。また、操舵トルクシフト制御量演算部 3 1 内にも、急変防止処理部 4 0 が設けられ、遷移係数 Kss には、当該急変防止処理部 4 0 によるローパスフィルタ処理が施される。そして、この急変防止処理部 4 0 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数は、上記操舵トルクシフト制御量 ts に対応した急変防止処理部 3 2 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数よりも低く設定される。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータを駆動源とし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、該操舵力補助装置の作動を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、操舵トルクに基づき前記操舵系に付与するアシスト力の基礎成分を演算するとともに、操舵状態が切り戻し又は保舵である場合には、前記操舵系に付与するアシスト力を増大させるべく前記基礎成分の演算に用いる前記操舵トルクを補正する補償制御を実行する電動パワーステアリング装置であって、

前記制御手段は、前記アシスト力を増大させるべく前記操舵トルクを補正する基礎補償成分に対し、操舵速度に示される前記操舵状態の遷移に応じて連続的に変化する遷移係数を乗ずることにより、前記操舵状態に応じた補償成分を演算するとともに、前記補償成分及び前記遷移係数に対するローパスフィルタ処理を実行し、且つ前記遷移係数に対するローパスフィルタ処理のカットオフ周波数は、前記補償成分に対するローパスフィルタ処理のカットオフ周波数よりも低く設定されること、

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、前記操舵状態が切り込みである場合には、前記ローパスフィルタ処理のカットオフ周波数を高くすること、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、

前記制御手段は、前記操舵速度に応じて、前記カットオフ周波数を変更すること、を特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 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、

前記制御手段は、前記操舵速度が速いほど、前記カットオフ周波数を高くすること、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】

【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、モータを駆動源とした電動パワーステアリング装置（EPS）がある。そして、通常、こうしたEPSでは、より優れた操舵フィーリングを実現すべく様々な補償制御が行われている。

【0003】

例えば、運転者によるステアリング操作の状態（操舵状態）には、大別すると、操舵角を増大させる「切り込み」、その操舵角を維持する「保舵」、及び操舵角を減少させる「切り戻し」の3つの操舵状態があり、操舵フィーリングは、これらの各操舵状態毎に変化する。そして、その操舵フィーリングの変化は、上記各操舵状態が切り替わる移行時において、より顕著に現れる傾向がある。

【0004】

この点を踏まえ、特許文献1に記載のEPSは、上記基本アシスト制御量を演算する前段階において、その演算の基礎となる操舵トルクの値を、上記操舵状態に応じて補正する（操舵トルクシフト制御）。即ち、基本アシスト制御量を演算する前段階における操舵トルクを補正する構成とすることで、簡素な構成にて、その操舵状態に応じた異なるアシスト特性を実現することが可能になる。具体的には、「保舵」及び「切り戻し」時には、その基本アシスト制御量（の絶対値）が大きくなるように、当該操舵トルクシフト制御を実行する。そして、これにより、「保舵」に要する運転者の負担を軽減するとともに、「保

10

20

30

40

50

舵」から「切り戻し」への移行時における違和感の発生を抑えて、より良好な操舵フィーリングの実現を図る構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-142932号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記特許文献1に開示された従来技術では、その操舵トルクシフト制御において、アシスト力を増大させるべく操舵トルクをシフトする基礎補償成分に対し、操舵速度に示される操舵状態の遷移に応じて連続的に変化する遷移係数を乗ずることにより、当該操舵状態に応じた補償成分が演算される。また、その補償成分には、ローパスフィルタ(LPF)等を用いた急変防止処理が施される。そして、これにより、そのアシスト力の急峻な変化を抑えて操舵状態の遷移過程においても良好な操舵フィーリングの実現を図る構成となっている。

10

【0007】

しかしながら、そのステアリング操作に対する追従性等、基本性能の向上を図ろうとすれば、必然的に、上記遷移係数の勾配(変化の傾き)は、極めて急峻なものとなる。その結果、操舵速度の僅かな変化によって出力が大きく変動しやすくなり、これにより、ノイズの影響を受けやすい、或いはその出力がハンチングする等といった問題が生じやすくなる。そして、更に、この遷移係数は、上記のように当該遷移係数を基礎補償成分に乗ずることにより得られる補償成分とは、その周波数帯域が異なることから、上記のような補償成分に対するフィルタ処理では有効に対処できないという課題があり、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。

20

【0008】

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、操舵状態の遷移過程における優れた操舵フィーリングを実現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】

30

【0009】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、モータを駆動源とし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、該操舵力補助装置の作動を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、操舵トルクに基づき前記操舵系に付与するアシスト力の基礎成分を演算するとともに、操舵状態が切り戻し又は保舵である場合には、前記操舵系に付与するアシスト力を増大させるべく前記基礎成分の演算に用いる前記操舵トルクを補正する補償制御を実行する電動パワーステアリング装置であって、前記制御手段は、前記アシスト力を増大させるべく前記操舵トルクを補正する基礎補償成分に対し、操舵速度に示される前記操舵状態の遷移に応じて連続的に変化する遷移係数を乗ずることにより、前記操舵状態に応じた補償成分を演算するとともに、前記補償成分及び前記遷移係数に対するローパスフィルタ処理を実行し、且つ前記遷移係数に対するローパスフィルタ処理のカットオフ周波数は、前記補償成分に対するローパスフィルタ処理のカットオフ周波数よりも低く設定されること、を要旨とする。

40

【0010】

即ち、遷移係数の周波数帯域は、補償成分の周波数帯域よりも低い。従って、上記構成によれば、遷移係数の周波数帯域に合わせたローパスフィルタ処理の実行により、当該遷移係数の急峻な出力変動を有効に抑えることができる。その結果、出力のハンチングを抑制し、及びノイズの影響を排除することができ、これにより、操舵状態の遷移過程においても優れた操舵フィーリングを実現することができる。

【0011】

50

請求項 2 に記載の発明は、前記制御手段は、前記操舵状態が切り込みである場合には、前記ローパスフィルタ処理のカットオフ周波数を高くすること、を要旨とする。

即ち、現実には、ステアリング中立での十分な時間経過を経ることなく、「保舵」又は「切り戻し」から直接的に「切り込み」へとその操舵状態が変化することがあり、このような場合には、その急変防止処理の実行により「保舵」又は「切り戻し」時に増大したアシスト力の低減が遅延されることになる。そして、その遅延により生ずるアシスト力の過剰によって、当該「再切り込み」時における「手応えの軽さ」、及びこれに付随する「所謂ロードインフォメーションの減少」や「切り増し感の少なさ」等といった操舵フィーリングの悪化が引き起こされる可能性がある。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、上記構成によれば、操舵状態が「切り戻し」及び「保舵」である場合には、そのフィルタ効果を大として操舵トルクシフト制御量の立ち上がりを遅くすることにより、アシスト力の急峻な変化が抑制される。また、操舵状態が「切り込み」である場合には、そのフィルタ効果を小として操舵トルクシフト制御量の立ち下がり速くすることにより、上記のような「再切り込み」時のアシスト力過剰、及びそれにより生ずる操舵フィーリング悪化が抑えられる。従って、急変防止制御の効果を損ねることなく、「再切り込み」時においても、その「保舵」又は「切り戻し」時に増大したアシスト力を速やかに低減して当該アシスト力の過剰を抑制することができる。その結果、「手応えの軽さ」、及びこれに付随する「所謂ロードインフォメーションの減少」や「切り増し感の少なさ」等の発生を防止して優れた操舵フィーリングを実現することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 に記載の発明は、前記制御手段は、前記操舵速度に応じて、前記カットオフ周波数を変更すること、を要旨とする。

請求項 4 に記載の発明は、前記制御手段は、前記操舵速度が速いほど、前記カットオフ周波数を高くすること、を要旨とする。

【 0 0 1 4 】

即ち、一般に、操舵速度は、その操舵状態が「切り込み」である場合には、「切り戻し」又は「保舵」である場合よりも速くなる。従って、上記各構成のように、その操舵速度に応じてカットオフ周波数を変更することにより、請求項 2 の効果と同様の効果を得ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、操舵状態の遷移過程における優れた操舵フィーリングを実現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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 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 】 基礎シフト量演算の態様を示す説明図。

【 図 4 】 車速ゲイン演算の態様を示す説明図。

【 図 5 】 (a) (b) 遷移係数演算の態様を示す説明図。

【 図 6 】 第 2 の実施形態における操舵トルクシフト制御部の概略構成図。

【 図 7 】 カットオフ周波数変更の処理手順を示すフローチャート。

【 図 8 】 別例の操舵トルクシフト制御部の概略構成図。

【 図 9 】 別例のカットオフ周波数変更の処理手順を示すフローチャート。

【 図 10 】 操舵速度とカットオフ周波数との関係を示す説明図。

【 図 11 】 別例の操舵トルクシフト制御部の概略構成図。

【 図 12 】 別例の操舵トルクシフト制御部の概略構成図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

〔第1の実施形態〕

以下、本発明を具体化した第1の実施形態を図面に従って説明する。

図1は、本実施形態の電動パワーステアリング装置(EPS)1の概略構成図である。同図に示すように、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5に連結されており、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5の往復直線運動に変換される。そして、このラック5の往復直線運動により転舵輪6の舵角、即ち転舵角が可変することにより、車両の進行方向が変更されるようになっている。

【0018】

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。

10

【0019】

本実施形態のEPSアクチュエータ10は、その駆動源であるモータ12がラック5と同軸に配置された所謂ラックアシスト型のEPSアクチュエータであり、モータ12が発生するモータトルクは、ボール送り機構(図示略)を介してラック5に伝達される。尚、本実施形態のモータ12は、ブラシレスモータであり、ECU11から三相(U, V, W)の駆動電力の供給を受けることにより回転する。

【0020】

一方、ECU11には、トルクセンサ14及び車速センサ15が接続されており、同ECU11は、これらの各センサの出力信号に基づいて、操舵トルク及び車速Vを検出する。そして、ECU11は、その検出される操舵トルク及び車速V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。

20

【0021】

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は、本実施形態のEPSの制御ブロック図である。同図に示すように、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とを備えている。

30

【0022】

本実施形態では、ECU11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の回転角を検出するための回転角センサ24が接続されている。そして、マイコン21は、これら各センサ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、並びに上記操舵トルク及び車速Vに基づいて、駆動回路22にモータ制御信号を出力する。尚、以下に示す制御ブロックは、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。

【0023】

詳述すると、本実施形態のマイコン21は、EPSアクチュエータ10に発生させるべき目標アシスト力に対応した電流指令値 I_q^* 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_q^* 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。

40

【0024】

電流指令値演算部25は、目標アシスト力の基礎成分である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を備えており、同基本アシスト制御部27には、操舵トルク()及び車速V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、これら操舵トルク及び車速Vに基づいて、基本アシスト制御量 I_{as}^* を演算する。具体的には、その入力される操舵トルク(の絶対値)が大きいほど、また車速Vが小さいほど、より絶対値の大きな基本アシスト制御量 I_{as}^* を演算する。そして、電流

50

指令値演算部 25 は、この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}^* に基づく値を、そのパワーアシスト制御における目標アシスト力となる電流指令値 I_{q^*} としてモータ制御信号出力部 26 に出力する。

【0025】

モータ制御信号出力部 26 には、電流指令値演算部 25 により演算された電流指令値 I_{q^*} 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、目標アシスト力に対応する電流指令値 I_{q^*} に実電流値 I を追従させるべく電流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。

【0026】

具体的には、本実施形態では、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。

【0027】

即ち、電流指令値 I_{q^*} は、 q 軸電流指令値としてモータ制御信号出力部 26 に入力される。また、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 に基づいて相電流値 (I_u, I_v, I_w) を d/q 変換し、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。

【0028】

そして、本実施形態の ECU 11 は、上記のように生成されたモータ制御信号をマイコン 21 が駆動回路 22 に出力し、該駆動回路 22 がそのモータ制御信号に基づく三相の駆動電力をモータ 12 に供給することにより、EPS アクチュエータ 10 の作動を制御する構成となっている。

【0029】

(操舵トルクシフト制御)

次に、本実施形態のマイコン 21 (電流指令値演算部 25) により実行される操舵トルクシフト制御の態様について説明する。

【0030】

本実施形態のマイコン 21 は、操舵角を増大させる「切り込み」、その操舵角を維持する「保舵」、及び操舵角を減少させる「切り戻し」という 3 つの操舵状態 (ステアリング操作の状態) に応じて、そのパワーアシスト制御の基礎となる操舵トルク T_{steer} を補正する補償制御 (操舵トルクシフト制御) を実行する。

【0031】

詳述すると、本実施形態の電流指令値演算部 25 には、上記操舵トルク T_{steer} の補正を実行する操舵トルクシフト制御部 30 が設けられており、この操舵トルクシフト制御部 30 には、操舵トルク T_{steer} に加え、車速 V 、及びモータ 12 の回転角速度 ω が入力されるようになっている。そして、上記基本アシスト制御部 27 には、この操舵トルクシフト制御部 30 において、これらの各状態量に基づき実行される操舵トルクシフト制御により補正された後の操舵トルク T_{steer} が入力される構成となっている。

【0032】

さらに詳述すると、本実施形態の操舵トルクシフト制御部 30 は、操舵トルクシフト制御を実行するための補償成分である操舵トルクシフト制御量 T_{comp} を演算する操舵トルクシフト制御量演算部 31 と、当該操舵トルクシフト制御量 T_{comp} の急峻な変動を抑制すべくフィルタ処理を施す急変防止処理部 32 とを備えている。

【0033】

そして、操舵トルクシフト制御量演算部 31 は、操舵トルク T_{steer} に基づく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量 T_{ts_b} を演算する基礎シフト演算部 35、及び車速 V に応じた車速ゲイン K_v を演算する車速ゲイン演算部 36、並びに運転者の操舵状

10

20

30

40

50

態を示す遷移係数 K_{ss} を演算する遷移係数演算部 37 を備えて構成されている。

【0034】

図3に示すように、本実施形態の基礎シフト演算部35は、入力される操舵トルク（の絶対値）が大きいほど、より大きな値（同じく絶対値）を有する基礎シフト量 ts_b 、即ちアシスト力を増大させるべく操舵トルクを補正する基礎補償成分を演算する。尚、この基礎シフト演算部35による基礎シフト演算は、操舵トルクと基礎シフト量 ts_b とが関連付けられたマップに基づくマップ演算により実行される。そして、その出力される基礎シフト量 ts_b の符号は、入力される操舵トルクの符号と同一となっている。また、図4に示すように、本実施形態の車速ゲイン演算部36は、入力される車速 V が大きいほど、より大きな車速ゲイン K_v を演算する。

10

【0035】

さらに、本実施形態では、遷移係数演算部37には、操舵トルク及びモータ12の回転角速度が入力されるようになっている。ここで、同モータ12の回転角速度は、同モータ12と連動して回転するステアリングシャフト3及びステアリング2の回転角速度、即ち操舵速度の代理変数として用いられている。そして、遷移係数演算部37は、その入力される操舵トルクの方向及び回転角速度に基づいて、上述のような「切り込み」「保舵」「切り戻し」の3つ操舵状態に対応した値を有する遷移係数 K_{ss} を演算する。つまり、遷移係数演算部37は、操舵速度に示される操舵状態の遷移に応じて連続的に変化する遷移係数 K_{ss} を演算する。

20

【0036】

具体的には、本実施形態の遷移係数演算部37は、図5(a)(b)に示されるような操舵トルクの方向 (> 0 , < 0) 及び回転角速度と遷移係数 K_{ss} とが関連付けられたマップ37aを備えている。そして、このマップ37aを用いたマップ演算の実行により遷移係数 K_{ss} を演算する構成となっている。

【0037】

より具体的には、図5(a)に示すように、上記マップ37aにおいて、操舵トルクの符号が「正 (> 0)」である場合、モータ12の回転角速度が「0」近傍の所定速度「0」以上の領域が「切り込み」に対応する領域に設定され、所定速度「-0」以下の領域が「切り戻し」に対応する領域に設定されている。

30

【0038】

一方、図5(b)に示すように、上記マップ37aにおいて、操舵トルクの符号が「負 (< 0)」である場合は、反対に、モータ12の回転角速度が「0」近傍の所定速度「0」以上の領域が「切り戻し」に対応する領域に設定され、所定速度「-0」以下の領域が「切り込み」に対応する領域に設定されている。

【0039】

即ち、本実施形態の遷移係数演算部37は、基本的に、操舵トルクの方向（符号）とモータ12の回転角速度の符号、つまり操舵速度の方向とが一致する場合を「切り込み」、不一致である場合を「切り戻し」とし、「 $= 0$ 」近傍の所定範囲 ($-0 < < 0$) を「保舵」として判定する。

【0040】

そして、上記のように構成されたマップ37aに基づいて、その入力される回転角速度が「切り込み」に対応する領域にある場合 (> 0 且つ 0 、又は < 0 且つ -0) には「0」を、「切り戻し」に対応する領域にある場合 (> 0 且つ -0 、又は < 0 且つ 0) には「1」を、遷移係数 K_{ss} として演算する構成となっている。

40

【0041】

尚、回転角速度が「保舵」に対応する領域にある場合 ($-0 < < 0$)、遷移係数 K_{ss} は、その回転角速度に応じ、「切り戻し」側から「切り込み」側に向かって、「1」から「0」へと減少する方向に変化するように設定されている。

【0042】

50

図 2 に示すように、本実施形態では、これら基礎シフト演算部 35 により演算された基礎シフト量 ts_b 、車速ゲイン演算部 36 により演算された車速ゲイン Kv 、及び遷移係数演算部 37 により演算された遷移係数 Kss (Kss') は、乗算器 38 に入力される。そして、操舵トルクシフト制御量演算部 31 は、これら基礎シフト量 ts_b 、遷移係数 Kss 、及び車速ゲイン Kv を乗算した値を操舵トルクシフト制御量 ts として出力する。

【0043】

一方、本実施形態の急変防止処理部 32 は、ローパスフィルタ (LPF) により構成されており、操舵トルクシフト制御量演算部 31 の出力する操舵トルクシフト制御量 ts は、この急変防止処理部 32 を通過することにより、その急峻な変動を抑制するためのフィルタ処理が施される (急変防止処理)。そして、操舵トルクシフト制御部 30 は、この急変防止処理部 32 によりフィルタ処理が施された後の操舵トルクシフト制御量 ts' を、加算器 39 において操舵トルク T に重畳することにより、当該入力された操舵トルク T の補正、即ち操舵トルクシフト制御を実行し、その補正後の操舵トルク T' を基本アシスト制御部 27 へと出力する構成となっている。

10

【0044】

このように、本実施形態では、上記操舵トルクシフト制御の実行により、操舵状態が「保舵」又は「切り戻し」である場合には、その補正後の操舵トルク T' によって基本アシスト制御量 Ias^* が増大するような操舵トルクシフト制御量 ts が演算される。その結果、「保舵」に要する運転者の負担が軽減されるとともに、「保舵」から「切り戻し」への移行時における違和感の発生が抑えられる。また、その操舵状態が「切り込み」である場合には、操舵トルクシフト制御量 ts は「0」となる。そして、これにより、過剰アシストの発生による所謂「ステアリングの軽さ」の発生を抑制して、優れた操舵フィーリングを確保する構成となっている。

20

【0045】

更に、本実施形態では、操舵トルクシフト制御量演算部 31 内にも、ローパスフィルタ (LPF) により構成された急変防止処理部 40 が設けられており、上記乗算器 38 には、同急変防止処理部 40 を通過することによりフィルタ処理が施された後の遷移係数 Kss' が入力されるようになっている。そして、本実施形態では、この急変防止処理部 40 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) は、上記補償成分である操舵トルクシフト制御量 ts に対応した急変防止処理部 32 を構成するローパスフィルタのカット

30

【0046】

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) 即ち、遷移係数の周波数帯域 Kss は、補償成分である操舵トルクシフト制御量 ts の周波数帯域よりも低い。上記構成によれば、遷移係数 Kss の周波数帯域に合わせたローパスフィルタ処理の実行により、当該遷移係数 Kss の出力変動を有効に抑えることができる。その結果、出力のハンチングを抑制し、及びノイズの影響を排除することができ、これにより、操舵状態の遷移過程においても優れた操舵フィーリングを実現することができる。

40

【0047】

[第2の実施形態]

以下、本発明を具体化した第2の実施形態を図面に従って説明する。

尚、説明の便宜上、第1の実施形態と同一の部分については同一の符号を付すこととして、その説明を省略する。

【0048】

図6に示すように、本実施形態は、上記第1の実施形態と比較して、その操舵トルクシフト制御部30の構成、詳しくは、当該操舵トルクシフト制御量演算部31内に設けられた急変防止処理部41の構成が相違する。

【0049】

詳述すると、同図に示すように、本実施形態の急変防止処理部41には、遷移係数演算

50

部 3 7 により演算された遷移係数 K_{ss} が入力されるようになっている。そして、急変防止処理部 4 1 は、当該遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) を変更する。

【 0 0 5 0 】

具体的には、遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態が「切り戻し」又は「保舵」である場合には、そのカットオフ周波数を低く設定する。そして、その操舵状態が「切り込み」である場合には、当該カットオフ周波数を高く設定する。

【 0 0 5 1 】

尚、急変防止処理部 4 1 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数と操舵トルクシフト制御量 t_s に対応した急変防止処理部 3 2 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数とを比較した場合、上記第 1 の実施形態と同様、両者の関係は、基本的に急変防止処理部 4 1 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数の方が低く設定されている。

10

【 0 0 5 2 】

より具体的には、図 7 のフローチャートに示すように、急変防止処理部 4 1 は、その入力される遷移係数 K_{ss} が「0」である否か、即ちその遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態が「切り込み」であるか否かを判定する (ステップ 1 0 1)。そして、遷移係数 K_{ss} が「0」ではない場合 ($K_{ss} \neq 0$ 、ステップ 1 0 1 : NO)、即ちその遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態が「切り戻し」又は「保舵」である場合には、そのローパスフィルタのカットオフ周波数を低く設定する (ステップ 1 0 2)。

20

【 0 0 5 3 】

尚、この場合におけるカットオフ周波数は、上記第 1 の実施形態において急変防止処理部 4 0 を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) と同様、その遷移係数 K_{ss} の急変を抑制するフィルタ効果の大きい値が設定される。

【 0 0 5 4 】

また、上記ステップ 1 0 1 において、遷移係数 K_{ss} が「0」である場合 ($K_{ss} = 0$ 、ステップ 1 0 1 : YES)、即ち遷移係数 K_{ss} に示される「切り込み」である場合には、そのフィルタ効果が小さくなるように、ローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) を高く設定する。そして、本実施形態では、これにより、ローパスフィルタを用いた急変防止処理の実行に伴う弊害の抑制を図る構成となっている。

30

【 0 0 5 5 】

即ち、運転者のステアリング操作は、通常、ステアリング中立位置からの「切り込み」、「保舵」、そして再びステアリング中立位置への「切り戻し」という手順で行なわれる。従って、上記のようなローパスフィルタを用いた急変防止処理は、その操舵状態が「保舵」から「切り戻し」へと移行する際に増大するアシスト力の急変を抑制する意味において有効に機能する。

【 0 0 5 6 】

しかしながら、現実には、ステアリング中立での十分な時間経過を経ることなく、「保舵」又は「切り戻し」から直接的に「切り込み」へとその操舵状態が変化することがあり、このような場合には、その急変防止処理の実行により、上記「保舵」又は「切り戻し」時に増大したアシスト力の低減が遅延されることになる。そして、その遅延により生ずるアシスト力の過剰によって、当該「再切り込み」時における「手応えの軽さ」、及びこれに付随する「所謂ロードインフォメーションの減少」や「切り増し感の少なさ」等といった操舵フィーリングの悪化が引き起こされる可能性がある。

40

【 0 0 5 7 】

この点を踏まえ、本実施形態では、上記のように、急変防止処理部 4 1 は、当該遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) を変更するように構成される。そして、この第 2 の実施形態の構成によれば、上記第 1 の実施形態において記載した作用・効果に加えて以下の作用・効果を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

50

(2) 即ち、操舵状態が「切り戻し」及び「保舵」である場合には、そのフィルタ効果を大として操舵トルクシフト制御量 ts' の立ち上がりを遅くすることにより、アシスト力の急峻な変化が抑制される。また、操舵状態が「切り込み」である場合には、そのフィルタ効果を小として操舵トルクシフト制御量 ts' の立ち下がりを速くすることにより、上記のような「再切り込み」時のアシスト力過剰、及びそれにより生ずる操舵フィーリング悪化が抑えられる。従って、急変防止制御の効果を損ねることなく、「再切り込み」時においても、その「保舵」又は「切り戻し」時に増大したアシスト力を速やかに低減して当該アシスト力の過剰を抑制することができる。その結果、「手応えの軽さ」、及びこれに付随する「所謂ロードインフォメーションの減少」や「切り増し感の少なさ」等の発生を防止して優れた操舵フィーリングを実現することができる。

10

【0059】

なお、上記各実施形態は以下のように変更してもよい。

・上記各実施形態では、本発明を所謂ラックアシスト型のEPS1に具体化した但、その他、所謂ピニオン型やコラム型のEPSに適用してもよい。

【0060】

・上記各実施形態では、操舵トルクシフト制御量演算部31は、基礎シフト量 ts_b 及び車速ゲイン K_v に対して遷移係数 K_{ss} を乗ずることにより操舵トルクシフト制御量 ts を演算することとした。しかし、これに限らず、少なくとも基礎補償成分である基礎シフト量 ts_b に遷移係数 K_{ss} を乗ずる構成であればよく、例えば、車速ゲイン K_v を省略してもよく、また、同車速ゲイン K_v に代えてその他の成分を乗ずるものに具体化してもよい。

20

【0061】

・上記各実施形態では、モータ12の回転角速度を操舵速度の代理変数として遷移係数 K_{ss} を演算することとした。しかし、これに限らず、ステアリングセンサ等を用いてステアリング2の回転角、即ち操舵角を検出し、当該操舵角を微分する等により直接的に検出される操舵速度に基づき遷移係数 K_{ss} を演算する構成に具体化してもよい。

【0062】

・上記第2の実施形態では、急変防止処理部41は、当該遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) を変更することとした。しかし、これに限らず、図8に示される急変防止処理部42のように、操舵速度、詳しくは、その代理変数であるモータ12の回転角速度に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) を変更する構成としてもよい。

30

【0063】

即ち、一般に、操舵状態が「切り込み」である場合、操舵速度は速くなる。従って、その操舵速度(の絶対値)が「切り込み」である可能性が高い所定速度を超える場合に、そのカットオフ周波数を高く設定する、つまりそのフィルタ効果を下げること、上記第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0064】

具体的には、図9のフローチャートに示すように、操舵速度の代理変数であるモータ12の回転角速度(の絶対値)が所定速度を超えるか否かを判定する(ステップ201)。そして、モータ12の回転角速度が所定速度以下である場合(| |、ステップ201:NO)、即ち操舵状態が「切り戻し」又は「保舵」である可能性の高い場合には、そのローパスフィルタカットオフ周波数を低く設定する(ステップ202)。尚、この場合におけるカットオフ周波数は、上記第2の実施形態と同様、第1の実施形態において急変防止処理部40を構成するローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) と同様、その遷移係数 K_{ss} の急変を抑制するフィルタ効果の大きい値が設定される。そして、上記ステップ201において、モータ12の回転角速度が所定速度を超える場合(| | >、ステップ201:YES)、即ち操舵状態が「切り込み」である可能性の高い場合には、そのフィルタ効果が小さくなるように、ローパスフィルタのカットオフ周波数 (f_c) を高く設定する(ステップ203)ようにすればよい。

40

50

【 0 0 6 5 】

・更に、上記のように、操舵速度（の代理変数であるモータ12の回転角速度）に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数（ f_c ）を変更する構成とした場合、図10に示すように、操舵速度が速いほど、そのカットオフ周波数を高くする構成としてもよい。これより、より優れた操舵フィーリングを実現することができる。尚、同図は、操舵速度の上昇に応じて高くなるカットオフ周波数を概念的に示すものであり、必ずしも両者は比例関係になくともよい。また、その変化についても必ずしも連続的ではなくともよく、例えば、ステップ状に変化するものであってもよい。

【 0 0 6 6 】

・また、図11に示すように、補償成分としての操舵トルクシフト制御量 ts に対応した急変防止処理部43についても、上記第2の実施形態において遷移係数 K_{ss} に対応する急変防止処理部41と同様、遷移係数 K_{ss} に示される操舵状態に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数（ f_c ）を変更する構成（図7参照）としてもよい。これにより、より優れた操舵フィーリングを実現することができる。

10

【 0 0 6 7 】

・更に、図12に示すように、操舵速度（の代理変数であるモータ12の回転角速度）に基づいて、そのローパスフィルタのカットオフ周波数（ f_c ）を変更するように（図9参照）、補償成分としての操舵トルクシフト制御量 ts に対応する急変防止処理部44を構成してもよい。このような構成としても、より優れた操舵フィーリングを実現することができる。

20

【 0 0 6 8 】

次に、以上の実施形態から把握することのできる技術的思想を効果とともに記載する。

（イ）請求項1～請求項4の何れか一項に記載の電動パワーステアリング装置において、前記ローパスフィルタ処理におけるカットオフ周波数の増大は、少なくとも前記遷移係数に対するローパスフィルタ処理について行なわれること、を特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 6 9 】

即ち、変化の傾きは、基礎補償成分を乗じた後の補償成分よりも、遷移係数単体の方が大きい。従って、少なくとも当該遷移係数に対するローパスフィルタ処理について、そのカットオフ周波数を高めることで、効果的に操舵フィーリングの改善を図ることができる。

30

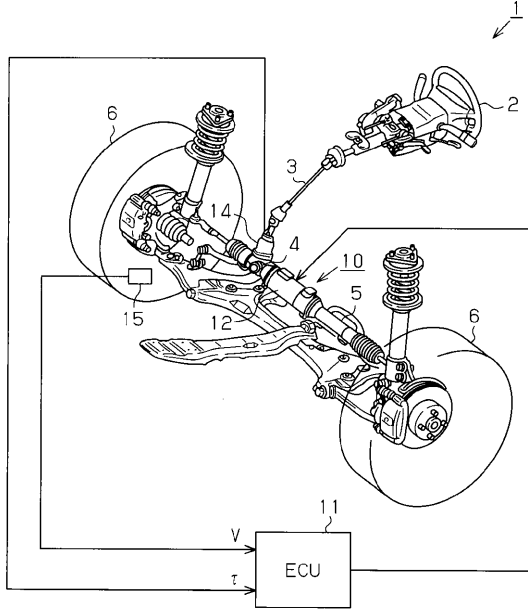
【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

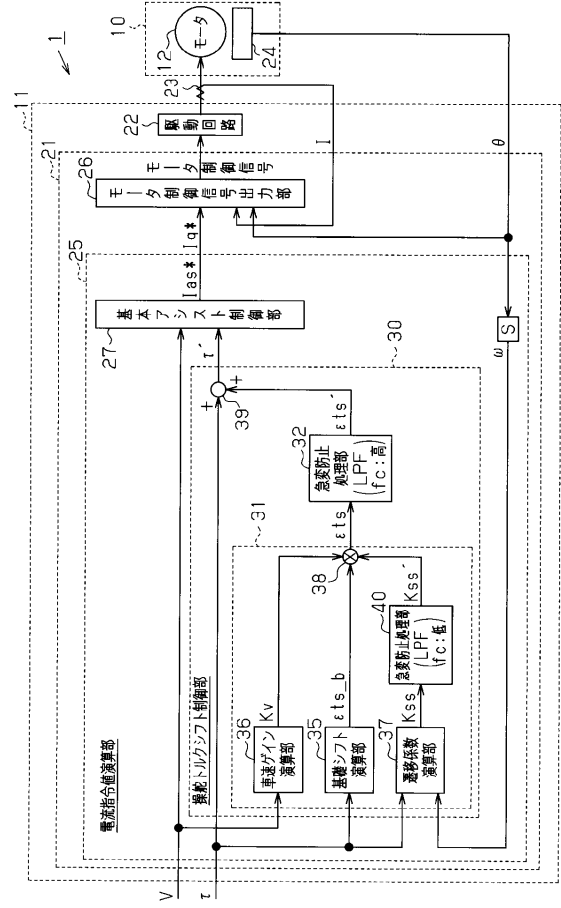
1 ... 電動パワーステアリング装置（EPS）、2 ... ステアリング、6 ... 転舵輪、10 ... EPSアクチュエータ、11 ... ECU、12 ... モータ、14 ... トルクセンサ、15 ... 車速センサ、21 ... マイコン、22 ... 駆動回路、25 ... 電流指令値演算部、27 ... 基本アシスト制御部、30 ... 操舵トルクシフト制御部、31 ... 操舵トルクシフト制御量演算部、32、40、41、42、43、44 ... 急変防止処理部、35 ... 基礎シフト演算部、36 ... 車速ゲイン演算部、37 ... 遷移係数演算部、37a ... マップ、 ω 、 ω' ... 操舵トルク、 I_{as} 、 I_{as}^* ... 基本アシスト制御量、 ts 、 ts' ... 操舵トルクシフト制御量、 ts_b ... 基礎シフト量、 K_{ss} 、 K_{ss}' ... 遷移係数、 ω_r ... 回転角速度、 v ... 所定速度。

40

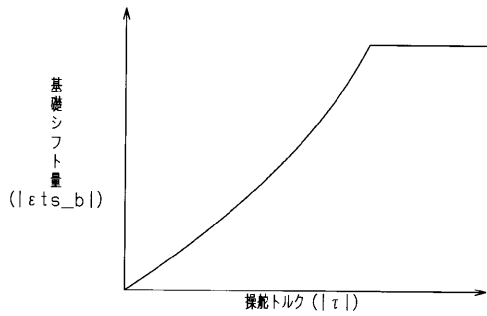
【図 1】



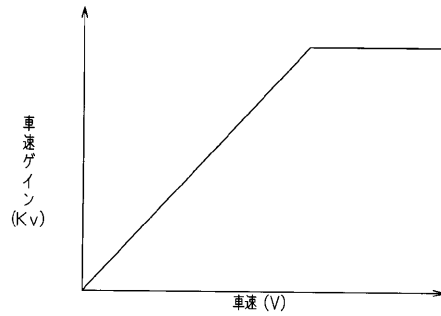
【図 2】



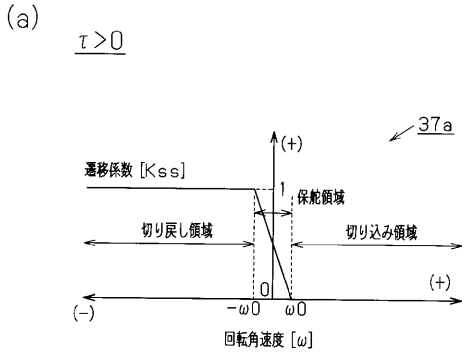
【図 3】



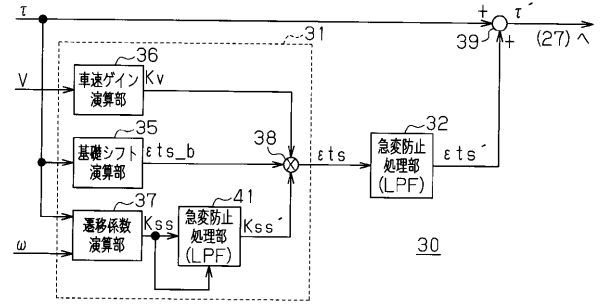
【図 4】



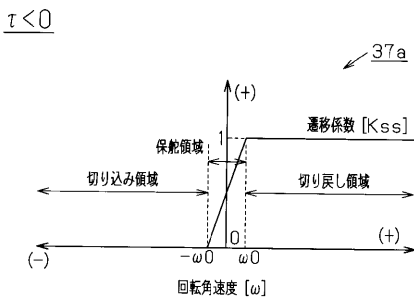
【 図 5 】



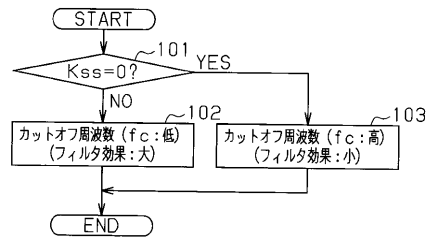
【 図 6 】



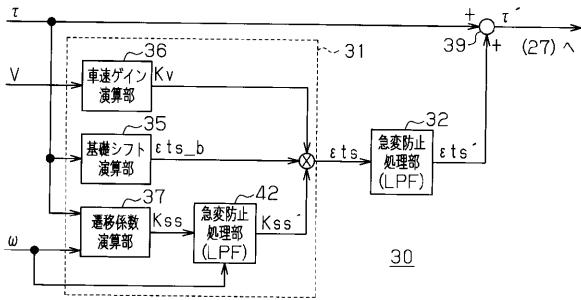
(b)



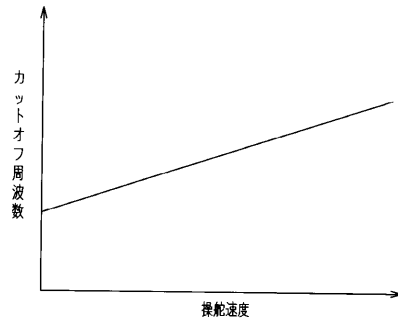
【 図 7 】



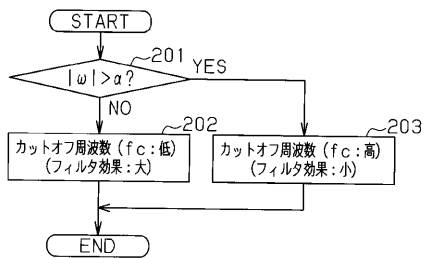
【 図 8 】



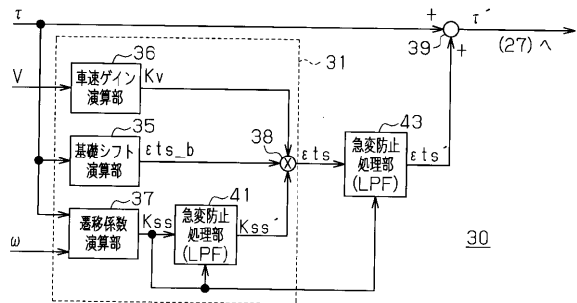
【 図 10 】



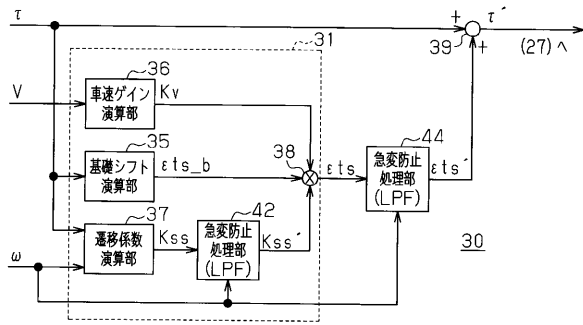
【 図 9 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00		
(72)発明者	喜多 政之			
	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	青野 慎也			
	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	長谷川 純			
	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	南部 彰			
	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		
Fターム(参考)	3D232 CC02 CC08 CC42 DA15 DA20 DA23 DA63 DA64 DB02 DB03			
	DB11 DC07 DC08 DC12 DC31 DD01 DD05 DD17 DE03 EA01			
	EB11 EC23 GG01			
	3D233 CA02 CA03 CA13 CA16 CA20 CA21			