

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4123158号
(P4123158)

(45) 発行日 平成20年7月23日(2008.7.23)

(24) 登録日 平成20年5月16日(2008.5.16)

(51) Int.Cl.	F I
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00 Z Y W
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 111/00 (2006.01)	B 6 2 D 111:00
B 6 2 D 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00

請求項の数 5 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-31251 (P2004-31251)	(73) 特許権者	000006286 三菱自動車工業株式会社 東京都港区芝五丁目33番8号
(22) 出願日	平成16年2月6日(2004.2.6)	(74) 代理人	100092978 弁理士 真田 有
(65) 公開番号	特開2005-219681 (P2005-219681A)	(72) 発明者	田島 一親 東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内
(43) 公開日	平成17年8月18日(2005.8.18)	(72) 発明者	太田 貴志 東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内
審査請求日	平成18年3月24日(2006.3.24)	(72) 発明者	鈴木 裕二 東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用パワーステアリング装置及び車両用外乱推定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載され操舵系に操舵アシストトルクを付与するアクチュエータと、該車両の車速を検出する車速検出手段と、該車両に加えられる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、該車速検出手段及び該操舵トルク検出手段からの検出情報に基づいて該アクチュエータを制御する制御手段とをそなえた、パワーステアリング装置であって、

該車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、

該車両のヨーレイトを検出するヨーレイト検出手段と、

該車両の横加速度を検出する横加速度検出手段と、

該車両の操舵 - 車両系モデルに基づいて、該車速検出手段、該操舵角検出手段、該ヨーレイト検出手段、該横加速度検出手段によりそれぞれ検出された該車両の車速 V と操舵角とヨーレイト と横加速度 G_y とから、該車両の横方向外乱を、該車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 m_o と走行路面の横傾斜によって該車両に作用する横勾配外乱 r_b とに分離して推定する推定手段とをそなえ、

該制御手段には、該推定手段による推定結果から、該車両の横方向外乱のうち主としてヨーモーメント外乱 m_o を抑制するように該アクチュエータで付与する該操舵アシストトルクを補正する補正手段をそなえている

ことを特徴とする、車両用パワーステアリング装置。

【請求項2】

該車両の操舵角速度を検出する操舵角速度検出手段をさらにそなえ、

該推定手段は、該車両のヨーレート及び横速度をさらに推定するように構成され、

該補正手段は、該操舵角速度検出手段と該操舵角検出手段と該車速検出手段とによりそれぞれ検出された操舵角と舵角速度と車速と、該推定手段により推定されたヨーレートと横速度とから第1補正トルクを算出し、該推定手段により推定された上記のヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とから第2補正トルクを算出して、該第1補正トルクと第2補正トルクとに基づいて該操舵アシストトルクを補正することを特徴とする、請求項1記載の車両用パワーステアリング装置。

【請求項3】

該推定手段は、該車速検出手段と該操舵角検出手段と該ヨーレート検出手段と該横加速度検出手段とによりそれぞれ検出された車速 V と操舵角 δ とヨーレート $\dot{\delta}$ と横加速度 G_y との各状態量から、状態量である上記のヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とを推定するオブザーバをそなえている

10

ことを特徴とする、請求項1又は2記載の車両用パワーステアリング装置。

【請求項4】

該補正手段は、操舵角と舵角速度とヨーレートと横速度とのそれぞれに、車速に応じてそれぞれ設定されるゲインを乗算して該第1補正トルクを算出するとともに、上記のヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とのそれぞれに、車速に応じてそれぞれ設定されるゲインを乗算して該第2補正トルクを算出して、該第1補正トルクと第2補正トルクとに基づいて該操舵アシストトルクを補正する

ことを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載の車両用パワーステアリング装置

20

【請求項5】

車両の車速 V を検出する車速検出手段と、

該車両の操舵角 δ を検出する操舵角検出手段と、

該車両のヨーレート $\dot{\delta}$ を検出するヨーレート検出手段と、

該車両の横加速度 G_y を検出する横加速度検出手段と、

該車両の操舵 - 車両系モデルに基づいて、該車速検出手段と該操舵角検出手段と該ヨーレート検出手段と該横加速度検出手段とによりそれぞれ検出された該車両の車速 V と操舵角 δ とヨーレート $\dot{\delta}$ と横加速度 G_y との各状態量から、該車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 m_o と走行路面の横傾斜によって該車両に作用する横勾配外乱 r_b との各状態量を推定するオブザーバをそなえ、該車両の横方向外乱を、該ヨーモーメント外乱 m_o と該横勾配外乱 r_b とに分離して推定する推定手段とをそなえている

30

ことを特徴とする、車両用外乱推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に対して横方向に加わる外乱を考慮して車両の操舵のアシスト状態を制御する車両用パワーステアリング装置、及び、この外乱について推定する車両用外乱推定装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

自動車の走行時には、様々な外乱を受けるため操舵に影響が及ぶことが多い。このような点に着目して、走行中に車両が受ける外乱に応じて、車両の操舵系を制御する技術が開発されている。

例えば特許文献1には、電動パワーステアリング装置を用いた操舵アシスト制御により、車両に加わる横風等の外乱がドライバの操舵操作に影響しないようにする、いわゆる外乱抑制性能を高めることができるようにするものが提案されている。

【0003】

50

この技術では、操舵反力（操舵アシスト力に対応する）の制御においては、操舵角に基づく操舵反力の舵角成分 T_1 （＝操舵角にゲインをかけたもの）と、操舵角速度に基づくダンピング成分 T_2 （＝操舵角速度にゲインをかけたもの）と、車両のヨーレイトに基づく第 1 の車両挙動抑制成分 T_3 （＝ヨーレイトにゲインをかけたもの）と、車両の横加速度に基づく第 2 の車両挙動抑制成分 T_4 （＝横加速度にゲインをかけたもの）と、転舵反力に基づく路面成分 T_5 （＝転舵反力にゲインをかけたもの）とを算出し、次式のように、これら操舵反力の成分 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 を加算して目標操舵反力 T_s を決定し、反力モータ（操舵アシスト用電動モータに対応する）の出力トルク、すなわち操向ハンドルの操舵反力をこの目標操舵反力 T_s に帰還制御する。

【0004】

$$T_s = T_1 + T_3 + T_4 + T_5 - T_2$$

一方、自動操舵の技術であるが、特許文献 2 には、自車両の横位置が走行車線区分線から定まる基準位置に近づくようにステアリング装置の操舵力をフィードバック制御する自動操舵制御において、自車両に横風やバンク等の外乱が作用したときに、自車両に働く横力とヨーイングモーメントとを演算により推定して、外乱による横力とヨーイングモーメントとを相殺するようにフィードバック制御における操舵量にフィードフォワードによる操舵量を加えた値に基づいてステアリング装置を自動操舵すると共に、自車両の走行状態に応じて外乱の判定しきい値を変更する技術が提案されている。

【0005】

また、特許文献 3 には、車両の直線走行状態が検出された時は、車両に作用している外乱ヨーモーメント量を検出し、これに応じて外乱抑制ヨーモーメント量を求め、この外乱抑制ヨーモーメント量をヨーモーメント発生装置で発生させるための制御指令値を設定し、設定された制御指令値をヨーモーメント発生装置に出力する。したがって、制御指令値に基づいてヨーモーメント発生装置で発生する外乱抑制ヨーモーメントにより、横風外乱や路面外乱に対し車両姿勢を安定させるようにする技術が提案されている。

【特許文献 1】特開平 5 - 105100 号公報。

【特許文献 2】特開 2001 - 97234 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 211380 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述の各文献では、いずれも車両挙動に応じて操舵アシスト状態や操舵状態を制御しているが、車両挙動に影響を及ぼす外乱には、操舵の妨害になる外乱と、寧ろ操舵を助けるための外乱とがある。

つまり、車両の横方向運動に作用する外乱要因には、横風や轍路など車両挙動に悪影響を及ぼすもののほか、路面の横勾配等の車両の走行性を考慮した道路構造などによる寧ろ操舵を助けるためのものがある。前者の要因による外乱に対しては、できるだけ操舵に対する影響を抑制したいが、後者の重力加速度成分等に起因した横勾配外乱については、一般にカーブ路をスムーズに走行するために必要なものであり、この影響については抑制すべきでない。

【0007】

しかし、特許文献 1 の技術では、これらの外乱を分別できず、カーブ路をスムーズに走行するために必要な重力加速度成分をも外乱として除去してしまうことになり、適切な制御にはならない。

また、特許文献 2 には、外乱に起因して自車両に働く横力 Y_w とヨーイングモーメント N_w とを演算により推定する点は記載されているが、車両の横方向外乱を、操舵の妨害になる外乱と、寧ろ操舵を助けるための外乱とに分離して制御しようとする技術思想は見られない。

【0008】

特許文献 3 にも、横風外乱や路面外乱に対し車両姿勢を安定させるとの記載はあるが、

10

20

30

40

50

横方向外乱を、操舵の妨害になる外乱と、寧ろ操舵を助けるための外乱とに分離して制御しようとする技術思想は見られない。

本発明は、上述の課題に鑑み創案されたもので、車両の横方向外乱を、操舵の妨害になる外乱と、寧ろ操舵を助けるための外乱とに分離して推定することにより、カーブ路のスムーズな走行性能を確保しながら、操舵への横方向外乱の影響を抑制できるように操舵アシストを適切に実施して、アクティブ・セーフティを向上させることができるようにした、車両用パワーステアリング装置及び車両用外乱推定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目標を達成するため、本発明の車両用パワーステアリング装置は、車両に搭載され操舵系に操舵アシストトルクを付与するアクチュエータと、該車両の車速を検出する車速検出手段と、該車両に加えられる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、該車速検出手段及び該操舵トルク検出手段からの検出情報に基づいて該アクチュエータを制御する制御手段とをそなえた、パワーステアリング装置であって、該車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、該車両のヨーレイトを検出するヨーレイト検出手段と、該車両の横加速度を検出する横加速度検出手段と、該車両の操舵-車両系モデルに基づいて、該車速検出手段、該操舵角検出手段、該ヨーレイト検出手段、該横加速度検出手段によりそれぞれ検出された該車両の車速 V と操舵角 δ とヨーレイト $\dot{\delta}$ と横加速度 G_y とから、該車両の横方向外乱を、該車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 M_o と走行路面の横傾斜によって該車両に作用する横勾配外乱 r_b とに分離して推定する推定手段とをそなえ、該制御手段には、該推定手段による推定結果から、該車両の横方向外乱のうち主としてヨーモーメント外乱 M_o を抑制するように該アクチュエータで付与する該操舵アシストトルクを補正する補正手段をそなえていることを特徴としている。

【0010】

なお、上記のアクチュエータとしては、きめの細かい操舵アシスト制御を実施するのに有利な電動モータが適している。

また、該車両の操舵角速度を検出する操舵角速度検出手段をさらにそなえ、該推定手段は、該車両のヨーレイト及び横速度をさらに推定するように構成され、該補正手段は、該操舵角速度検出手段と該操舵角検出手段と該車速検出手段とによりそれぞれ検出された操舵角と舵角速度と車速と、該推定手段により推定されたヨーレイトと横速度とから第1補正トルクを算出し、該推定手段により推定された上記のヨーモーメント外乱 M_o と横勾配外乱 r_b とから第2補正トルクを算出して、該第1補正トルクと第2補正トルクとに基づいて該操舵アシストトルクを補正することが好ましい(請求項2)。

【0011】

さらに、該推定手段は、該車速検出手段と該操舵角検出手段と該ヨーレイト検出手段と該横加速度検出手段とによりそれぞれ検出された車速 V と操舵角 δ とヨーレイト $\dot{\delta}$ と横加速度 G_y との各状態量から、状態量である上記のヨーモーメント外乱 M_o と横勾配外乱 r_b とを推定するオブザーバをそなえていることが好ましい(請求項3)。

さらに、該補正手段は、操舵角と舵角速度とヨーレイトと横速度とのそれぞれに、車速に応じてそれぞれ設定されるゲインを乗算して該第1補正トルクを算出するとともに、上記のヨーモーメント外乱 M_o と横勾配外乱 r_b とのそれぞれに、車速に応じてそれぞれ設定されるゲインを乗算して該第2補正トルクを算出して、該第1補正トルクと第2補正トルクとに基づいて該操舵アシストトルクを補正することが好ましい(請求項4)。

【0012】

また、本発明の車両用外乱推定装置は、車両の車速 V を検出する車速検出手段と、該車両の操舵角 δ を検出する操舵角検出手段と、該車両のヨーレイト $\dot{\delta}$ を検出するヨーレイト検出手段と、該車両の横加速度 G_y を検出する横加速度検出手段と、該車両の操舵-車両系モデルに基づいて、該車速検出手段と該操舵角検出手段と該ヨーレイト検出手段と該横加速度検出手段とによりそれぞれ検出された該車両の車速 V と操舵角 δ とヨーレイト $\dot{\delta}$ と横加速度 G_y との各状態量から、該車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 M_o と

10

20

30

40

50

走行路面の横傾斜によって該車両に作用する横勾配外乱 r_b との各状態量を推定するオブザーバをそなえ、該車両の横方向外乱を、該ヨーモーメント外乱 m_o と該横勾配外乱 r_b とに分離して推定する推定手段とをそなえていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

本発明の車両用パワーステアリング装置によれば、車両の横方向外乱を、車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 m_o と走行路面の横傾斜によって車両に作用する横勾配外乱 r_b とに分離して推定し、この推定結果から、車両の横方向外乱のうち主としてヨーモーメント外乱 m_o を抑制するように操舵アシストトルクを付与するので、操舵アシストを適切に付与することができる。

10

【0014】

つまり、横風や轍路などに起因した車両挙動としては、ヨーモーメント外乱 m_o として把握でき、車両の横方向外乱のうち、主としてこのヨーモーメント外乱 m_o とを抑制するように操舵アシストトルクを付与することで、カーブ路をスムーズに走行できるようにするために設けられた路面の横勾配等に起因する横勾配外乱 r_b については影響を抑制することなく、横風や轍路などに起因してヨーモーメント外乱 m_o として車両挙動に影響を及ぼし操舵の妨害になる外乱については影響を抑制することができ、例えばカーブ路のスムーズな走行性能を確保しながら、操舵への横力外乱の影響を抑制して、アクティブ・セーフティを向上させることができるようになる。

【0015】

20

さらに、該車両の操舵角速度を検出する操舵角速度検出手段を設け、推定手段で車両のヨーレート及び横速度 v を推定するように構成し、補正手段で、操舵角速度検出手段と操舵角検出手段と車速検出手段とによりそれぞれ検出された操舵角と舵角速度と車速 V と、推定手段により推定されたヨーレートと横速度 v とから第1補正トルクを算し、推定手段により推定されたヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とから第2補正トルクを算出して、第1補正トルクと第2補正トルクとに基づいて操舵アシストトルクを補正すれば、操舵アシストを適切に行なうことができる（請求項2）。

【0016】

また、推定手段では、オブザーバによって、操舵角検出手段とヨーレート検出手段と横加速度検出手段と車速検出手段とによりそれぞれ検出された操舵角とヨーレートと横加速度 G_y と車速 V との各状態量から、状態量であるヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とを推定することで、ヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とを確実に分離して推定することができ、操舵の妨害になる外乱と寧ろ操舵を助けるための外乱とを確実に分離して把握することができる（請求項3）。

30

【0017】

さらに、補正手段が、操舵角、舵角速度、ヨーレート、横速度 v のそれぞれに、車速 V に応じてそれぞれ設定されるゲインを乗算して該第1補正トルクを算出するとともに、ヨーモーメント外乱 m_o と横勾配外乱 r_b とのそれぞれに、車速 V に応じてそれぞれ設定されるゲインを乗算して該第2補正トルクを算出して、該第1補正トルクと第2補正トルクとに基づいて該操舵アシストトルクを補正することにより、操舵アシストをより適切に行なうことができる（請求項4）。

40

【0018】

本発明の車両用外乱推定装置によれば、オブザーバによって、操舵 - 車両系モデルに基づいて、車両の車速 V と操舵角とヨーレートと横加速度 G_y とから、車両の横方向外乱を、車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 m_o と走行路面の横傾斜によって車両に作用する横勾配外乱 r_b とに分離して推定するので、操舵の妨害になる外乱と寧ろ操舵を助けるための外乱とを確実に分離して把握することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面により、本発明の実施の形態について説明する。

50

図 1 ~ 図 8 は本発明の一実施形態としての車両用パワーステアリング装置及び車両用外乱推定装置について示すもので、これらの図に基づいて説明する。

本実施形態にかかる車両用パワーステアリング装置は、図 1 に示すように、操舵アクチュエータとして電動モータ（ここでは、DCモータ）11をそなえ、車両の操舵操作状態や車両の状態を検出してこれらの検出結果からECU（電子制御ユニット）30により目標とする操舵アシスト量を設定し、この目標操舵アシスト量が得られるようにDCモータ11を制御するようになっている。

【0020】

DCモータ11は、例えば図3に示すように、ステアリングホイール1，ステアリングシャフト2，ラックアンドピニオン3，タイロッド4，操舵輪（前輪）5L、5R等からなる操舵系（ここでは、ラックアンドピニオン3）に付設されている。もちろん、本装置は、ピニオンタイプの電動パワステだけでなく、油圧パワステに小型モータを追加する場合やラックアシストタイプの電動パワステにも適用することができる。

【0021】

また、操舵操作状態及び車両状態を検出する手段としては、操舵角速度（前輪舵角速度） f_{s} を検出する操舵速度検出手段（前輪舵角速度検出手段）としてのハンドル角速度センサ21と、操舵角度（前輪舵角） f_{s} を検出する操舵角検出手段（前輪舵角検出手段）としてのハンドル角センサ22と、車両のヨーレイト r_s を検出するヨーレイト検出手段としてのヨーレイトセンサ（ヨー角速度センサ）23と、車両の横加速度 G_{y_s} を検出する横加速度検出手段としての横加速度センサ24と、車速 V を検出する車速検出手段25と、ドライバがステアリングホイール（ハンドル）を通じて加える操舵トルク（入力操舵トルク） T_{h_s} を検出する操舵トルク検出手段（操舵トルクセンサ）26とがそなえられる。

【0022】

ECU30には、その機能要素として、基本操舵アシスト量（基本アシストトルク） T_{m_base} を算出する基本操舵アシスト量演算部（電動パワステ制御演算部）31と、車両に加わる横方向外乱等を推定する推定手段としてのオブザーバ32と、操舵系に加わる外乱成分に応じた操舵アシスト補正量（アシストトルク補正量）を算出して、これに応じて操舵アシスト量（外乱抑制制御量）を補正する補正手段（外乱抑制補正手段）33とが設けられている。

【0023】

電動パワステ制御演算部31では、操舵トルク検出手段26で検出された入力操舵トルク T_{h_s} と車速検出手段25で検出された車速 V とに基づいて基本操舵アシスト量（基本アシストトルク） T_{m_base} を算出する。

オブザーバ32では、前輪舵角検出手段22，ヨーレイト検出手段23，横加速度検出手段24，車速検出手段25でそれぞれ検出された前輪舵角 f_{s} ，ヨーレイト r_s ，横加速度 G_{y_s} ，車速 V に基づいて、車両に加わる横方向外乱等〔具体的には、ヨーモーメント外乱推定値（横力によって車両を回転させようとするヨーモーメント外乱 m_o の推定値） m_{o_e} ，横勾配外乱推定値（走行路面の横傾斜による重量によって車両を横方向に移動させようとする横勾配外乱 r_b の推定値） r_{b_e} ，横速度推定値 v_e ，ヨーレイト推定値 r_e 〕を推定する。この横方向外乱等を推定する機能（推定手段）と、上記の前輪舵角検出手段22，ヨーレイト検出手段23，横加速度検出手段24，車速検出手段25とから、本実施形態としての車両用外乱推定装置が構成される。補正手段33には、補正用操舵アシスト量（補正アシストトルク） T_{m_add} を算出する操舵アシスト補正量演算部（外乱抑制制御演算部）34と、を加算する基本アシストトルク T_{m_base} に補正アシストトルク T_{m_add} を加算する加算部35とがそなえられる。

【0024】

操舵アシスト補正量演算部34は、オブザーバ32で推定されたヨーモーメント外乱推定値（以下、単に、モーメント外乱推定値ともいう） m_{o_e} ，横勾配外乱推定値 r_{b_e} ，横速度推定値 v_e ，ヨーレイト推定値 r_e と、前輪舵角速度検出手段21で検出された前輪

10

20

30

40

50

舵角速度 $f_{_s}$ と、前輪舵角速度検出手段 2 1 で検出された前輪舵角 $f_{_s}$ と、車速検出手段 2 5 で検出された車速 V とに基づいて、操舵系に加わる外乱成分に応じた補正アシストトルク T_{m_add} を算出する。

【 0 0 2 5 】

つまり、操舵アシスト補正量演算部 3 4 では、前輪舵角速度 $f_{_s}$ にゲイン k を掛けて前輪舵角速度対応補正量 ($= k f_{_s}$) を、前輪舵角 $f_{_s}$ にゲイン K を掛けて前輪舵角対応補正量 ($= K f_{_s}$) を、横速度推定値 v_e にゲイン k_v を掛けて横速度対応補正量 ($= k_v v_e$) を、ヨーレイト推定値 r_e にゲイン K_r を掛けてヨーレイト対応補正量 ($= K_r r_e$) を、それぞれ算出し、これらの補正量の加算値 T_{m_fb} ($= k f_{_s} + K f_{_s} + k_v v_e + K_r r_e$) により基本アシストトルク T_{m_base} をフィードバック補正する。

10

【 0 0 2 6 】

また、モーメント外乱推定値 mo_e にゲイン $k_{_mo}$ を掛けて横方向外乱対応補正量 T_{m_mo} ($= k_{_mo} mo_e$) を算出し、この補正量 T_{m_mo} により基本アシストトルク T_{m_base} をフィードフォワード補正する。なお、図 1 中に示すように、横勾配外乱推定値 rb_e にゲイン $k_{_rb}$ ($=$ 微小値) を掛けて横勾配外乱対応補正量 T_{m_rb} ($= k_{_rb} rb_e$) を算出し、この補正量により基本アシストトルク T_{m_base} をフィードフォワード補正してもよいが、基本的には、モーメント外乱推定値 mo_e のみに応じて、横方向外乱の影響が解消されるように、基本アシストトルク T_{m_base} をフィードフォワード補正することが肝要である。

【 0 0 2 7 】

20

したがって、オブザーバ 3 2 の推定によって分離された横勾配外乱と横風外乱 (横力外乱とも言う) のうち、横風外乱の影響のみを抑制するように制御系が構成されている。

つまり、図 4 に示すように、一般に、カーブ路における道路の横勾配はカーブを曲がることによって生じる遠心力を打ち消してカーブでの旋回走行を容易にするために設けられている。また、直線路における横勾配は、2 ~ 3 % 程度の小さい値であるが排水のために設けられている。オブザーバ 3 2 では、横方向外乱のうちこのような横勾配外乱については外乱抑制対象から除外して横風外乱の影響のみを抑制するように制御系を構成しているのである。

【 0 0 2 8 】

オブザーバ 3 2 による推定についてさらに説明すると、DC モータ 1 1 に関する各変数の関係は、図 2 に示すように制御ブロックにモデル化することができる。

30

なお、図 1 及び図 2 における各パラメータについては以下の表 1 に示す。

【 0 0 2 9 】

【表 1】

符号	パラメータ
v	横速度[m/s]
γ	ヨーレート[rad/s]
V	車速[m/s]
K_f	前輪コーナリングパワー[N/rad]
K_r	後輪コーナリングパワー[N/rad]
l_f	車両重心と前輪との距離[m]
l_r	車両重心と後輪との距離[m]
m	車両の質量[kg]
I	車両の慣性モーメント[kg・m ²]
I_s	ステアリングシステムの等価慣性モーメント[kg・m ²]
C_s	ステアリングシステムの等価減衰係数[Nm/(rad/s)]
K_t	トーションバー剛性[Nm/rad]
N_t	ステアリングギア比[-]
N_m	モータギア比[-]
ξ	前輪トレール[m]

10

20

【 0 0 3 0 】

図 2 に示す関係から、オブザーバの状態方程式として次式 (A) が導出される。

【 0 0 3 1 】

【数 1】

$$\begin{bmatrix} \dot{v}_e \\ \dot{\gamma}_e \\ \dot{\phi}_{cw_e} \\ \dot{\phi}_{rb_e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} - a_1 l_{11} & a_{21} - (a_{21} + V) l_{11} - l_{12} & l_{11} & 1 \\ a_{11} - a_1 l_{21} & a_{22} - (a_{21} + V) l_{21} - l_{22} & 1 - l_{21} & 0 \\ -a_1 l_{31} & -(a_{21} + V) l_{31} - l_{32} & -l_{31} & 0 \\ -a_1 l_{41} & -(a_{21} + V) l_{41} - l_{42} & -l_{41} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_e \\ \gamma_e \\ \phi_{mo_e} \\ \phi_{rb_e} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 - b_1 l_{11} & l_{11} & l_{12} \\ b_2 - b_2 l_{21} & l_{21} & l_{22} \\ -b_1 l_{31} & l_{31} & l_{32} \\ -b_1 l_{41} & l_{41} & l_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_{f_s} \\ G_{y_s} \\ \gamma_s \end{bmatrix} \quad \dots(A)$$

但し、

$$a_{11} = \frac{2(K_f + K_r)}{mV}, a_{12} = -\frac{2(K_f l_f - K_r l_r)}{mV} - V, a_{21} = -\frac{2(K_f l_f - K_r l_r)}{IV}$$

$$a_{22} = -\frac{2(K_f l_f^2 + K_r l_r^2)}{IV}, b_1 = -\frac{2K_f}{m}, b_2 = -\frac{2K_f l_f}{I}$$

40

【 0 0 3 2 】

上式 (A) において、ゲイン a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , b_1 , b_2 はいずれも車速に応じて決定し、ゲイン l_{11} , l_{12} , l_{21} , l_{22} , l_{31} , l_{32} , l_{41} , l_{42} はいずれもモータの周波数特性を考慮して数式演算により適正值を設定することができる。

したがって、オブザーバ 3 2 では、前輪舵角 δ_{f_s} , ヨーレート r_s , 横加速度 G_{y_s} , 車速 V の各状態量を入力量として、横速度推定値 v_e とヨーレート推定値 r_e とモーメント外乱推定値 ϕ_{mo_e} と横勾配外乱推定値 ϕ_{rb_e} との各状態量を推定することができる。

【 0 0 3 3 】

ここで、横勾配外乱と横風外乱とを推定するオブザーバ 3 2 について、さらに詳細に説明する。

50

オブザーバ 32 を設計するにあたって、ロバストな横制御システムを構成する必要があり、次の仮定 (a) ~ (d) を基本とする。

(a) センサ信号は、ステアリング角、ステアリンクトルク、ヨーレイト、横加速度を仮定する。

(b) タイヤとサスペンションの非線形性は考慮しない。

(c) 横外乱に対してロバストな制御系を設計するためドライバの操作を想定しない ($T_h = 0$)。

(d) 車両に生じる勾配以外の横力外乱は想定しないので、勾配以外の横力外乱はモーメント外乱推定値に含まれる。

【 0 0 3 4 】

10

図 5 に示すように、実際の操舵系は機械的な系と DC モータの系とで構成される。また、慣性系は、ステアリングホイール、DC モータ、タイヤから成り、弾性系はトーションバーとタイヤから成る。ここで、キングピン回りに微分方程式をたてると次式 (1) ~ (3) のようになる。

【 0 0 3 5 】

【数 2】

$$\begin{cases} I_s \dot{\omega} + C_s \dot{\delta}_f = T_s + N_t N_m T_m + N_t T_h & \dots(1) \\ T_h = K_t (\alpha - N_t \delta_f) & \dots(2) \\ T_s = 2\xi K_f \left(\frac{1}{V} v + \frac{l_f}{V} \gamma - \delta_f \right) & \dots(3) \end{cases}$$

20

【 0 0 3 6 】

ここで、 δ_f は前輪実舵角、 α はハンドル角 (コラム軸回り)、 T_s は路面からのセルフアライメントトルク、 T_m は DC モータの付加トルク、 T_h はドライバトルク (トルクセンサ値) である。なお、系のパラメータ I_s 、 C_s 、 N_t 、 N_m 、 K_t については前記の表 1 に記載する。

ここで、前輪実舵角 δ_f は、センサ値であるドライバトルク T_h とハンドル角 α とから計測可能である。

30

【 0 0 3 7 】

前式 (2) を変形すると、次式 (4) となる。

【 0 0 3 8 】

【数 3】

$$\delta_f = \frac{1}{N_t} (\alpha - \frac{T_h}{K_t}) \quad \dots(4)$$

【 0 0 3 9 】

さらに、ここでは、図 6 に示すような二輪モデルを車両モデルとする。前輪実舵角 δ_f をシステム入力として定義すると、かかるモデルの車両系の運動方程式を次式のように記述できる。

40

【 0 0 4 0 】

【数 4】

$$\dot{v} = -\frac{2K_f}{m} \left(\frac{v}{V} + \frac{l_f}{V} \gamma - \delta_f \right) - \frac{2K_r}{m} \left(\frac{v}{V} - \frac{l_r}{V} \gamma \right) - V_r + \phi_{rb} \quad \dots(5)$$

$$\dot{\gamma} = -\frac{2K_f l_f}{I} \left(\frac{v}{V} + \frac{l_f}{V} \gamma - \delta_f \right) - \frac{2K_r l_r}{I} \left(\frac{v}{V} - \frac{l_r}{V} \gamma \right) + \phi_{rb} \quad \dots(6)$$

【 0 0 4 1 】

50

ここで、 v は車両の横速度、 γ は車両のヨーレート、 ϕ_{rb} は横方向外乱要素である。系のパラメータ I_s 、 C_s 、 N_t 、 N_m 、 K_t は前記表 1 に記載する。

車両の横運動とヨー運動を表す微分方程式を示す上記の式 (5)、(6) は、一般によく知られているものである。

これらのモーメント外乱推定値 ϕ_{mo_e} 、横勾配外乱 ϕ_{rb} は式 (5)、(6) に外部入力として与えられるが、直接計測することはできない。そこで、これらの横方向外乱の対策として、図 7 に示すように、オブザーバで外乱を推定し、コントローラ (ECU 30 内の制御指令系) ではフィードフォワードループによって外乱の影響を近似的に打ち消す制御手法をとった。この手法では、外乱が一定値の場合積分制御と等価である。計測される出力信号である横加速度センサ値は、次式に示すように車両の状態量と横勾配外乱 ϕ_{rb} とで表現されるが、モーメント外乱 ϕ_{mo} は含まれない。なお、コントローラ 30 では横外乱以外の外乱については、車両の各状態量をフィードバックして外乱の影響を抑制している。

【0042】

ところで、 G センサの検出値 G_{y_s} は、左右に勾配のない平坦路 s では、式 (7) のようになるが、横勾配の外乱 ϕ_{rb} が含まれると、式 (8) のようになる。

【0043】

【数 5】

$$G_y = \dot{v} + V\gamma \quad \dots(7)$$

$$G_y = \dot{v} + V\gamma - \phi_{rb} \quad \dots(8)$$

【0044】

上記の式 (7)、(8) は、2 つの横方向外乱 ϕ_{mo} 、 ϕ_{rb} を分離可能であることを示しており、式 (5)、(6)、(8) を整理すると、次の状態方程式が得られる。

【0045】

【数 6】

$$\begin{bmatrix} \dot{v} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \gamma \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} \delta_f + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{mo} \\ \phi_{rb} \end{bmatrix} \quad \dots(9)$$

$$y = \begin{bmatrix} G_y \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} + V \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \gamma \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ 0 \end{bmatrix} \delta_f + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{mo} \\ \phi_{rb} \end{bmatrix} \quad \dots(10)$$

但し、

$$a_{11} = \frac{2(K_f + K_r)}{mV}, a_{12} = -\frac{2(K_f l_f - K_r l_r)}{mV} - V, a_{21} = -\frac{2(K_f l_f - K_r l_r)}{IV}$$

$$a_{22} = -\frac{2(K_f l_f^2 + K_r l_r^2)}{IV}, b_1 = -\frac{2K_f}{m}, b_2 = -\frac{2K_f l_f}{I}$$

【0046】

ここで、未知の状態量 v と横方向外乱 ϕ_{mo} 、 ϕ_{rb} を同時に推定するオブザーバを設計するために、次式に示すように 2 つの横方向外乱 ϕ_{mo} 、 ϕ_{rb} を状態量として拡張したモデルを定義する。

【0047】

10

20

30

40

【数 7】

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{v} \\ \dot{\gamma} \\ \dot{\phi}_{mo} \\ \dot{\phi}_{rb} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 1 \\ a_{21} & a_{22} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \gamma \\ \phi_{mo} \\ \phi_{rb} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \delta_f + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\phi}_{mo} \\ \dot{\phi}_{rb} \end{bmatrix} & \dots(11) \\ y = \begin{bmatrix} G_y \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} + V \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \gamma \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ 0 \end{bmatrix} \delta_f + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{mo} \\ \phi_{rb} \end{bmatrix} & \dots(12) \end{cases}$$

10

【0048】

上式(11)、(12)は $v, \gamma, \phi_{mo}, \phi_{rb}$ の係数行列 A, C (下式)にかかる階級($\text{rank}[C \quad CA \quad \dots \quad CA^{n-1}]^T$)が状態数(状態量の種類) n を満たすので、可観測であり、未知の状態量 v と未知の外乱 ϕ_{mo}, ϕ_{rb} をオブザーバによって推定することができる。ここで、 $v, \gamma, \phi_{mo}, \phi_{rb}$ は推定結果であり、以下の L は推定ゲイン行列である。

【0049】

【数 8】

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{21} & l_{31} & l_{41} \\ l_{12} & l_{22} & l_{32} & l_{42} \end{bmatrix}^T \quad \dots(13)$$

20

【0050】

このようなオブザーバのブロック図を模式的に示すと、図8のようになる。

線形ロバスタを制御するにあたり、4次の微分方程式を制御対象モデルとして適用すると、この4次モデルは、操舵系モデルの2つの状態変数である前輪実舵角 δ_f と前輪実舵角速度 $\dot{\delta}_f$ および車両系の2つの状態変数である横速度 v とヨーレート $\dot{\gamma}$ とで構成される。ここで、外乱 ϕ_{mo}, ϕ_{rb} は外部入力として制御対象に与えられる。なお、前式(1)におけるドライバトルクはゼロと仮定する($T_h = 0$)。

【0051】

【数 9】

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_f \\ \dot{\delta}_f \\ \dot{v} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{C_s}{I_s} & -\frac{2\xi K_f}{I_s} & \frac{2\xi K_f}{I_s V} & \frac{2\xi K_f l_f}{I_s V} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_1 & a_{11} & a_{12} \\ 0 & b_2 & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f \\ \delta_f \\ v \\ \gamma \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{N_f N_m}{I_s} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_m + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{mo} \\ \phi_{rb} \end{bmatrix} \quad \dots(14)$$

30

【0052】

そして、本ロバスタ制御システムは、状態フィードバックループと外乱抑制フィードフォワードループとから構成する。状態フィードバックループは、十分な系の応答性と安定性を確保する。外乱抑制フィードフォワードループは、横風外乱の定常状態における影響を抑制する。式(14)における制御入力は、次式により定める。

40

【0053】

【数 1 0】

$$\begin{cases} T_m = T_{m_fb} + T_{m_ff} & \dots(15) \\ T_{m_fb} = -(k_\omega \omega_f + k_\delta \delta_f + k_v v + k_\gamma \gamma) & \dots(16) \\ T_{m_ff} = k_{ff} \phi_{mo} & \dots(17) \end{cases}$$

【0054】

ここで、 $[k_\omega, k_\delta, k_v, k_\gamma]$ は状態フィードバックゲインであり、LG制御理論によって得られる。状態フィードバックループは、主に系を安定化させることを目的とする。前輪実舵角速度 $\dot{\delta}_f$ は、モータの付加電圧と電流から計算することができる。前輪実舵角 δ_f は前式(4)から得られる。

10

$v, \phi_{mo}, \gamma_{rb}$ は前記のように、外乱オブザーバから推定される。一方、外乱抑制フィードフォワードループは、横風等により車両に発生するヨー運動の影響を低減することを目的し、具体的にはモーメント外乱推定値 ϕ_{mo_e} によって生じるヨーレイトの定常値をゼロにするようにフィードフォワードゲインを定める。このフィードフォワードゲイン k_{ff} を定める際、式(14)において $\gamma_{rb} = 0$ と仮定する。

【0055】

以上の仮定から次の状態方程式が得られる。

20

【0056】

【数 1 1】

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_f \\ \dot{\delta}_f \\ \dot{v} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{C_s}{I_s} - k_\omega & -\frac{2\xi K_f}{I_s} - k_\delta & \frac{2\xi K_f}{I_s V} - k_v & \frac{2\xi K_f l_f}{I_s V} - k_\gamma \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_1 & a_{11} & a_{12} \\ 0 & b_2 & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_f \\ \delta_f \\ v \\ \gamma \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{I_s} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{m_ff} \\ \phi_{mo} \end{bmatrix} \dots(18)$$

【0057】

定常状態 ($d x / d t = 0$) において式(18)は次式のように変形される。

30

【0058】

【数 1 2】

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{C_s}{I_s} - k_\omega & -\frac{2\xi K_f}{I_s} - k_\delta & \frac{2\xi K_f}{I_s V} - k_v & \frac{2\xi K_f l_f}{I_s V} - k_\gamma \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_1 & a_{11} & a_{12} \\ 0 & b_2 & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \delta_{fss} \\ v_{ss} \\ \gamma_{ss} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{I_s} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{m_ff} \\ \phi_{mo} \end{bmatrix} \dots(19)$$

【0059】

ここで、 $\delta_{fss}, v_{ss}, \gamma_{ss}$ は、 ϕ_{mo} に対する δ_f, v, γ の定常値である。従って、この方程式を直接解く次式が得られる。

40

【0060】

【数 1 3】

$$\begin{bmatrix} \delta_{fss} \\ v_{ss} \\ \gamma_{ss} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} -\frac{2\xi K_f}{I_s} - k_\delta & \frac{2\xi K_f}{I_s V} - k_v & \frac{2\xi K_f l_f}{I_s V} - k_\gamma \\ b_1 & a_{11} & a_{12} \\ b_2 & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \frac{1}{I_s} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{m_ff} \\ \phi_{mo} \end{bmatrix} \dots(20)$$

50

【 0 0 6 1 】

ここでは、定常値を 0 とする制御量なので、 $s_s = 0$ とすることができる。したがって、

【 0 0 6 2 】

【 数 1 4 】

$$0 = -\alpha_{11} T_{m_ff} - \alpha_{33} \phi_{mo} \quad \dots(21)$$

ただし

$$\begin{bmatrix} -\frac{2sK_f}{I_s} - k_\delta & \frac{2sK_f}{I_s V} - k_v & \frac{2sK_f l_f}{I_s V} - k_y \\ b_1 & a_{11} & a_{12} \\ b_2 & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} \end{bmatrix}$$

10

【 0 0 6 3 】

式 (2 1) は、次式 (2 1 ') のように変形することができ、フィードフォワードゲイン $K_{ff} (= K_{_mo})$ は次式 (2 2) から得られる。

【 0 0 6 4 】

【 数 1 5 】

$$T_{m_ff} = -\frac{\alpha_{33}}{\alpha_{11}} \phi_{mo} \quad \dots(21')$$

$$K_{ff} = -\frac{\alpha_{33}}{\alpha_{11}} \quad \dots(22)$$

20

【 0 0 6 5 】

本発明の一実施形態としての車両用パワーステアリング装置は、上述のように構成されているので、操舵アシスト補正手段 (操舵アシスト補正量演算部 3 4 及び演算部 3 5) 3 3 により、前輪舵角速度対応補正量 (= k_{f_s})、前輪舵角対応補正量 (= k_{f_s})、横速度対応補正量 (= $k_v v_e$)、ヨーレート対応補正量 (= $k_r r_e$) の加算値 T_{m_fb} (= $k_{f_s} + k_{f_s} + k_v v_e + k_r r_e$) により基本アシストトルク T_{m_base} をフィードバック補正するとともに、横方向外乱対応補正量 T_{m_mo} (= $k_{_mo} mo_e$) により基本アシストトルク T_{m_base} をフィードフォワード補正するので、横方向外乱のうちから横勾配外乱を除去した横方向外乱 (横風外乱等) mo を抑制するように電動モータを制御して操舵アシストトルクを与えるので、カーブ路のスムーズな走行性能を確保しながら、操舵への横風外乱の影響を抑制して、アクティブ・セーフティを向上させることができるようになる。

30

【 0 0 6 6 】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、各ゲイン k_{f_s} 、 k_v 、 k_r 、 $k_{_mo}$ については、系の安定性や操舵フィーリングを向上させることができるように、車速に応じて適宜設定することが重要である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】本発明の一実施形態としての車両用パワーステアリング装置の機能構成を示すブロック図である。

【 図 2 】本発明の一実施形態としての車両用パワーステアリング装置にかかるモータ制御系の状態量を推定するオブザーバのブロック図である。

40

50

【図3】本発明の一実施形態としての車両用パワーステアリング装置を説明する模式図である。

【図4】走行する車両への横方向外乱を説明する図であり、(a)は走行する車両の模式的平面図、(b)は走行する車両の模式的後面図である。

【図5】本発明の一実施形態にかかる操舵系モデルを示す模式図である。

【図6】本発明の一実施形態にかかる車両系モデルを示す模式図である。

【図7】本発明の一実施形態にかかるステアリング制御を説明するブロック図である。

【図8】本発明の一実施形態にかかるステアリング制御を説明するオブザーバのブロック図である。

【符号の説明】

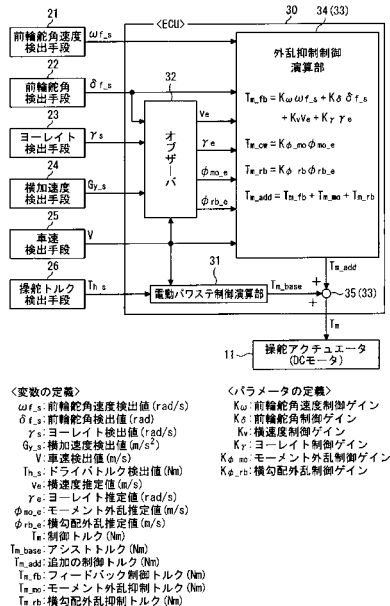
10

【0068】

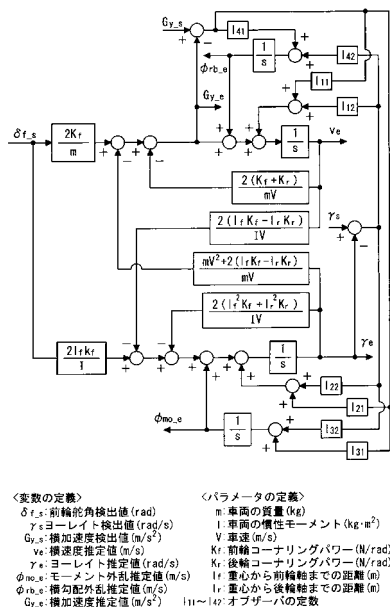
- 1 1 DCモータ
- 2 1 前輪舵角速度検出手段(操舵角速度検出手段)
- 2 2 前輪舵角検出手段(操舵角検出手段)
- 2 3 ヨーレイト検出手段
- 2 4 横加速度検出手段
- 2 5 車速検出手段
- 2 6 操舵トルク検出手段
- 3 0 制御手段としての電子制御ユニット(ECU)
- 3 1 推定手段(オブザーバ)
- 3 2 基本制御量設定部(電動パワステ制御演算部)
- 3 3 補正手段(外乱抑制補正手段)
- 3 4 操舵アシスト補正量演算部(外乱抑制制御演算部)
- 3 5 演算部

20

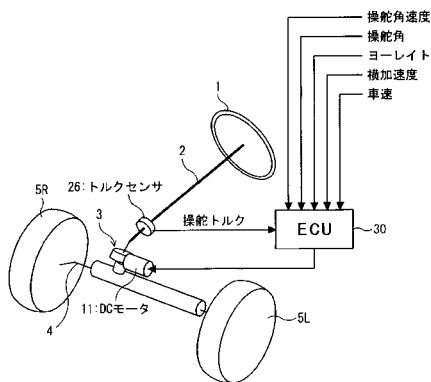
【図1】



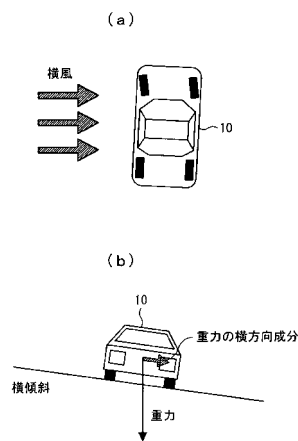
【図2】



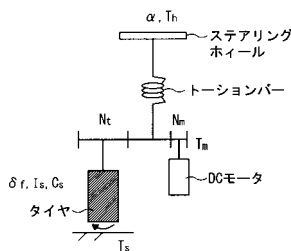
【図3】



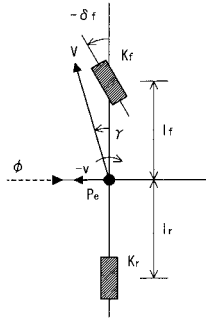
【図4】



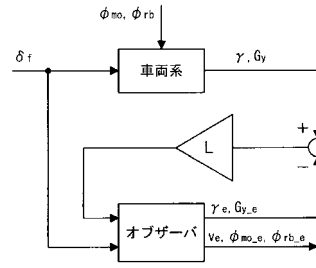
【図5】



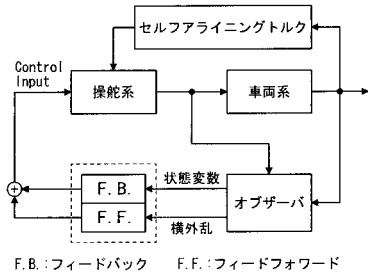
【図6】



【図8】



【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
B 6 2 D 133/00 (2006.01) B 6 2 D 133:00
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(72)発明者 石毛 高博
東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内

審査官 佐々木 智洋

(56)参考文献 特開平02-151568(JP,A)
特開平05-105100(JP,A)
特開平07-242179(JP,A)
特開平11-014353(JP,A)
特開平11-020725(JP,A)
特開2001-097234(JP,A)
特開2003-081122(JP,A)
特開2003-291840(JP,A)
特開2004-098796(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