

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4715212号
(P4715212)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(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 117/00 (2006.01)	B 6 2 D 117:00
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 4 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-15003 (P2005-15003)	(73) 特許権者	000004204
(22) 出願日	平成17年1月24日 (2005.1.24)		日本精工株式会社
(65) 公開番号	特開2006-199219 (P2006-199219A)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(43) 公開日	平成18年8月3日 (2006.8.3)	(74) 代理人	100078776
審査請求日	平成20年1月18日 (2008.1.18)		弁理士 安形 雄三
		(74) 代理人	100114269
			弁理士 五十嵐 貞喜
		(74) 代理人	100093090
			弁理士 北野 進
		(72) 発明者	小林 秀行
			群馬県前橋市鳥羽町78番地 NSKステアリングシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	遠藤 修司
			群馬県前橋市鳥羽町78番地 NSKステアリングシステムズ株式会社内
			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の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基づいて演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流検出値とから演算した電流指令値に基づいて、前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置において、モータ回転角速度、モータ回転角加速度、操舵補助力及び操舵信号を入力してセルフアライニングトルクの推定若しくはセンサによる測定を行うSATフィードバック部を設け、前記SATフィードバック部で求められたSAT値を、ハイパスフィルタを含む伝達関数部及びゲイン部を通して前記操舵補助指令値に加算すると共に、前記ハイパスフィルタ及びゲイン部の特性が車速信号に感応して変化するようになっていることを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

10

【請求項2】

前記車速信号が高中低速であり、高速時に前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数を高くすると共に、前記ゲイン部のゲインを大きくし、低速時に前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数を低くすると共に、前記ゲイン部のゲインを小さくしている請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項3】

ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基づいて演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流検出値とから演算した電流指令値に基づいて、前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置

20

において、モータ回転角速度、モータ回転角加速度、操舵補助力及び操舵信号を入力してセルフライニングトルクの推定若しくはセンサによる測定を行うSATフィードバック部と、前記SATフィードバック部で求められたSAT値を入力するQフィルタ及び第1のゲイン部で成る第1の系と、前記SAT値を入力するハイパスフィルタを含む伝達関数部及び第2のゲイン部で成る第2の系と、前記第1の系及び第2の系の出力を加算する加算器とを具備し、前記加算器の出力を前記操舵補助指令値に加算されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

【請求項4】

前記ハイパスフィルタが、前記Qフィルタの入力及び出力の差を演算する減算部で構成されている請求項3に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車や車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、特に高周波数領域で路面情報及び外乱等の信号処理を行うことによりチューニングし易く、安全で快適な操舵性能が得られる電動パワーステアリング装置の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車や車両のステアリング装置をモータの回転力で補助負荷付勢する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を、減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に補助負荷付勢するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシストトルク（操舵補助トルク）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流指令値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的にPWM（パルス幅変調）制御のデューティ比の調整で行っている。

20

【0003】

ここで、電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図4に示して説明すると、操向ハンドル1の軸2は減速ギア3、ユニバーサルジョイント4a及び4b、ピニオンラック機構5を経て操向車輪のタイロッド6に連結されている。軸2には、操向ハンドル1の操舵トルクを検出するトルクセンサ10が設けられており、操向ハンドル1の操舵力を補助するモータ20が減速ギア3を介して軸2に連結されている。パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット100には、バッテリー14からイグニッションキー11を経て電力が供給され、コントロールユニット100は、トルクセンサ10で検出された操舵トルク信号Trと車速センサ12で検出された車速信号Velとに基づいてアシスト指令の操舵補助指令値Iの演算を行い、演算された操舵補助指令値Iに基づいてモータ20に供給する電流を制御する。

30

【0004】

このような電動パワーステアリング装置において、従来は例えば特開平8-290778号公報（特許文献1）に示すように、コントロールユニット100内のロバスト安定化補償器により、システムの安定性と路面情報及び外乱情報の感度特性が同時に設計されるようになっている。

40

【0005】

しかしながら、かかる従来の制御装置では、ステアリング中立点付近の操舵時の反力が小さいため、摩擦の影響により、路面情報をドライバに正確に伝えることが困難である。また、従来の電動パワーステアリング装置では、操舵角と操舵力との間のヒステリシス特性を、油圧式パワーステアリング並みの特性にすることが困難である。

【0006】

このような問題を解決する装置として、特開2002-369565号公報（特許文献

50

2) に開示されているものがある。

【0007】

特許文献2に開示されている装置の概略を、図4に対応させた図5に示して説明する。ステアリング装置の補助操舵力を発生するモータ20はモータ駆動部21によって駆動され、モータ駆動部21は二点鎖線で示すコントロールユニット100で制御され、コントロールユニット100にはトルクセンサからのトルク信号 T_r 及び車速検出系からの車速信号 $V_e l$ が入力される。モータ20では、モータ端子間電圧 V_m 及びモータ電流値 i が計測されて出力される。

【0008】

コントロールユニット100はトルク信号 T_r を用いて制御を行う破線で示すトルク系制御部110と、モータ20の駆動に関連した制御を行う一点鎖線で示すモータ系制御部120とで構成されている。トルク系制御部110はアシスト量演算部111、微分制御器112、ヨーレート収れん性制御部113、ロバスト安定化補償部114及びセルフアラニングトルク(SAT)推定フィードバック部115によって構成され、加算器116A及び116B、減算器116Cを具備している。また、モータ系制御部120は補償器121、外乱推定器122、モータ角速度推定部123、モータ角加速度推定部(微分器)124及びモータ特性補償部125で構成され、加算器126A及び126Bを具備している。

【0009】

トルク信号 T_r はアシスト量演算部111、微分制御器112、ヨーレート収れん性制御部113及びSAT推定フィードバック部115に入力され、いずれも車速信号 $V_e l$ をパラメータ入力としている。アシスト量演算部111はトルク信号 T_r に基づいてアシストトルク量を演算し、ヨーレート収れん性制御部113はトルク信号 T_r 及びモータ角速度の推定値 $\dot{\theta}$ を入力とし、車両のヨーの収れん性を改善するために、ハンドルが振れ回る動作に対してブレーキをかけるようになっている。また、微分制御器112はステアリングの中立点付近の制御の応答性を高め、滑らかでスムーズな操舵を実現するようになり、SAT推定フィードバック部115はトルク信号 T_r と、アシスト量演算部111の出力に微分制御器112の出力を加算器116Aで加算した信号と、モータ角速度推定部123で推定された角速度推定値 $\dot{\theta}$ と、モータ角加速度推定部124からの角加速度推定値 $\ddot{\theta}$ とを入力してSATを推定し、推定したSATをフィードバックフィルタを用いて信号処理し、ハンドルに適切な路面情報を反力として与えるようになっている。

【0010】

また、アシスト量演算部111の出力に微分制御器112の出力を加算器116Aで加算した信号に、ヨーレート収れん性制御部113の出力を加算器116B7で加算した信号をアシスト量 A_Q としてロバスト安定化補償部114に入力している。ロバスト安定化補償部114は例えば特開平8-290778号公報に示されている補償部であり、検出トルクに含まれる慣性要素とばね要素で成る共振系の共振周波数におけるピーク値を除去し、制御系の応答性と安定性を阻害する共振周波数の位相のズレを補償するものである。ロバスト安定化補償部114の出力からSAT推定フィードバック部115の出力を減算器116Cで減算することで、路面情報を反力としてハンドルに伝えることができるアシスト量 I_a が得られる。

【0011】

更に、モータ角速度推定部123はモータ端子間電圧 V_m 及びモータ電流値 i に基づいてモータ角速度 $\dot{\theta}$ を推定するものであり、モータ角速度 $\dot{\theta}$ はモータ角加速度推定部124、ヨーレート収れん性制御部113及びSAT推定フィードバック部115に入力される。モータ角加速度推定部124では、入力されたモータ角速度 $\dot{\theta}$ に基づいてモータ角加速度を推定し、推定したモータ角加速度 $\ddot{\theta}$ はモータ特性補償部125に入力される。モータ特性補償部125の出力 I_c に、ロバスト安定化補償部114の出力からSAT推定フィードバック部115の出力を減算したアシスト量 I_a を加算器126Aで加算され、その加算信号が電流指令値 I_r として微分補償器等で成る補償器121に入力される。補償

10

20

30

40

50

器 1 2 1 で補償された電流指令値 I_{ra} に外乱推定器 1 2 2 の出力を加算器 1 2 6 B で加算した信号がモータ駆動部 2 1 及び外乱推定器 1 2 2 に入力される。外乱推定器 1 2 2 は特開平 8 - 3 1 0 4 1 7 号公報で示されるような装置であり、モータ出力の制御目標である補償器 1 2 1 で補償された電流指令値 I_{ra} に外乱推定器 1 2 2 の出力を加算した信号と、モータ電流値 i とに基づいて、制御系の出力基準における希望するモータ制御特性を維持することができ、制御系の安定性を失うことがないようにしている。

【 0 0 1 2 】

ここで、路面からステアリングまでの間に発生するトルクの様子を図 6 に示して説明する。ドライバが操向ハンドル 1 を操舵することによって操舵トルク T_h が発生し、その操舵トルク T_h に従ってモータ 2 0 がアシストトルク T_m を発生する。その結果、車輪が転舵され、反力として SAT が発生する。また、その際、モータ 2 0 の慣性 J 及び摩擦（静摩擦） F_r によってハンドル操舵の抵抗となるトルクが生じる。これらの力の釣り合いを考えると、下記（ 1 ）式のような運動方程式が得られる。

$$J \cdot \ddot{\theta} + F_r \cdot \text{sign}(\dot{\theta}) + SAT = T_m + T_h \quad \dots(1)$$

ここで、上記（ 1 ）式を初期値ゼロとしてラプラス変換し、 SAT について解くと下記（ 2 ）式が得られる。

$$SAT(s) = T_m(s) + T_h(s) - J \cdot \ddot{\theta}(s) + F_r \cdot \text{sign}(\dot{\theta}(s)) \quad \dots(2)$$

上記（ 2 ）式から分るように、モータ 2 0 の慣性 J 及び静摩擦 F_r を定数として予め求めておくことで、モータ回転角速度、回転角加速度 $\ddot{\theta}$ 、操舵補助力及び操舵信号より SAT を推定することができる。かかる理由より、 SAT 推定フィードバック部 1 1 5 にはトルク信号 T_r 、角速度 $\dot{\theta}$ 、角加速度 $\ddot{\theta}$ 、アシスト量演算部 1 1 1 の出力がそれぞれ入力されている。

【 0 0 1 3 】

また、 SAT 推定フィードバック部 1 1 5 で推定した SAT 情報をそのままフィードバックした場合、ステアリングが重くなり過ぎるため、操舵感覚を向上することはできない。そのため図 7 に示すように、車速感応ゲインと周波数特性を有するフィードバックフィルタ 1 1 5 A を用いて SAT の推定値を信号処理し、操舵感覚を向上するのに必要十分な情報のみをフィードバックする。ここで用いるフィードバックフィルタは静特性ゲインとして、推定した SAT の大きさを必要十分な値に減少させるゲインを持つ Q フィルタ（位相遅れ）1 1 5 B と、図 8 に示すような車速に感応したゲイン部 1 1 5 C を持ち、据え切りや低速走行といった路面情報の重要性が比較的低い場合には、フィードバックする路面情報を小さくしている。

【特許文献 1】特開平 8 - 2 9 0 7 7 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 3 6 9 5 6 5 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 1 4 5 0 7 5 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 2 - 1 6 1 9 6 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

上述の特許文献 2 に記載の装置では、抑制したい外乱が存在する周波数帯域と、伝えたい外乱が存在する周波数帯域とを両立するように SAT 推定のフィードバックを構成しているが、抑制したい外乱を積極的に打ち消すという機能はない。

【 0 0 1 5 】

一方、車両では、通常制動時及び定常走行時に、乗員に不快感を与えるブレーキジャダーとシミーが発生する。ブレーキジャダーは車両の制動時に発生するフロア・ペダル振動のことで、ステアリング回転方向に振動を伴う場合もある。ブレーキディスクの $DTV(D$

10

20

30

40

50

isk Thickness Variation)により発生する制動トルク変動が起振源で、車輪の回転の1次成分及び高次成分を有する。これがサスペンションの前後の共振などで増幅され、車体やステアリングシステムを伝達して、フロア・ペダル振動やステアリング振動となる。また、シミーは車両走行時にステアリング回転方向に発生する振動のことであり、タイヤ・ホイールなどの回転部分のアンバランスやノユニフォミティが起振源となり、サスペンション共振で増幅され、ステアリングシステムを介してステアリング回転方向の振動となる。

【0016】

このようなブレーキジャダーやシミーについて特許文献2の装置では何ら考慮しておらず、また、特開2002-145075(特許文献3)や特開2002-161969(特許文献4)ではブレーキジャダーやシミーの振動を減衰させる装置を開示しているが、いずれも機械的な対応であり、コストアップになると共に、車速感応といったきめ細かな抑制ができないという問題がある。

10

【0017】

更に、ステアリング系の慣性や摩擦が大きい場合はブレーキジャダーによる振動はステアリング・ホイールまで伝わらないが、良好な操舵フィーリングや車両安定性のためには、ステアリング系の慣性や摩擦は極力小さいことが望ましい。

【0018】

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、高周波数領域で路面情報及び外乱等の信号処理を行うことにより、チューニングしやすくし、ブレーキジャダーやシミーの抑制を図って安全で快適な操舵性能が得られる電動パワーステアリング装置の制御装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明は、ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基づいて演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流検出値とから演算した電流指令値に基づいて、前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、本発明の上記目的は、モータ回転角速度、モータ回転角加速度、操舵補助力及び操舵信号を入力してセルフライニングトルクの推定若しくはセンサによる測定を行うSATフィードバック部を設け、前記SATフィードバック部で求められたSAT値を、ハイパスフィルタを含む伝達関数部及びゲイン部を通して前記操舵補助指令値に加算すると共に、前記ハイパスフィルタ及びゲイン部の特性が車速信号に感応して変化するようにしていることにより達成される。前記車速信号が高中低速であり、高速時に前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数を高くすると共に、前記ゲイン部のゲインを大きくし、低速時に前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数を低くすると共に、前記ゲイン部のゲインを小さくしていることにより、より効果的に達成される。

30

【0022】

また、本発明は、ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基づいて演算された操舵補助指令値と、ステアリング機構に操舵補助力を与えるモータの電流検出値とから演算した電流指令値に基づいて、前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、本発明の上記目的は、モータ回転角速度、モータ回転角加速度、操舵補助力及び操舵信号を入力してセルフライニングトルクの推定若しくはセンサによる測定を行うSATフィードバック部と、前記SATフィードバック部で求められたSAT値を入力するQフィルタ及び第1のゲイン部で成る第1の系と、前記SAT値を入力するハイパスフィルタを含む伝達関数部及び第2のゲイン部で成る第2の系と、前記第1の系及び第2の系の出力を加算する加算器とを設け、前記加算器の出力を前記操舵補助指令値に加算することにより達成され、前記ハイパスフィルタが、前記Qフィルタの入力及び出力の差を演算する減算部で構成されていることにより、より効果的に達成される。

40

【発明の効果】

【0023】

50

本発明によれば、セルフライニングトルク (SAT) の推定を行う SAT 推定部若しくはセンサによる測定を行う SAT 測定部を設け、この SAT 推定部で推定された SAT 推定値若しくは SAT 測定部で測定された SAT 値を、ハイパスフィルタ及びゲイン部で成るフィードバック部を通して操舵補助指令値に加算するようになっており、高周波数領域で路面情報及び外乱等の信号処理を実行することができるので、ブレーキジャダーやシミの抑制を図ることができ、チューニングし易く、安全で快適な操舵性能を得ることができる。

【0024】

また、本発明の補正機能を使用するとブレーキジャダーやシミは勿論、キックバックのようなハンドルの挙動も低減することができ、快適な操舵フィーリングを提供できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

SAT は電動パワーステアリングへの外乱のように見えるため、外乱オブザーバ構成で SAT の推定若しくは測定を行う。外乱オブザーバでは、推定若しくは測定された外乱をフィードバックしたときに発散しないように Q フィルタ (位相遅れ) を有しているが (例えば特許文献 2)、SAT のフィードバックは SAT を外乱として打ち消すことが目的ではないため、外乱オブザーバと全く同一の構成にする必要はない。

【0026】

本発明では SAT 推定値にハイパスフィルタを介挿し、外部から入力されるラック反力を推定 (SAT 推定値) し、ドライバに伝えたくない反力を打ち消すようにモータを制御し、ブレーキジャダーやシミの抑制を図るようにしている。SAT 推定値を外乱として積極的に打ち消すために、操舵フィーリングが向上する。また、遅れを補償するために位相進み要素を介挿しても良く、車速 (高中低) で SAT の特性やドライバに伝えたくない路面情報の特性が変化するため、車速に応じてフィードバック特性を変化させても良い。

20

【0027】

以下に本発明の実施例を、図 5 に対応させて図 1 に示して説明する。図 5 と同一部には同一符号を付して、説明を省略する。

【0028】

本発明では、SAT 推定部 117 はトルク信号 T_r 、角速度、角加速度 * 及び加算器 116A の加算結果 (アシスト量演算結果) を入力して SAT を推定し、その SAT 推定値 * SAT をフィードバック部 118 を経て加算器 116C に加算している。フィードバック部 118 の構成は例えば図 2 に示すようになっており。即ち、SAT 推定値 * SAT を入力して高周波成分を出力する車速感応型のハイパスフィルタ 118-1 と、ゲイン K を乗算する車速感応型のゲイン部 118-3 とで構成されている。なお、ハイパスフィルタ 118-1 は、ハイパスフィルタを含む伝達関数で構成することができる。

30

【0029】

このような構成において、SAT 推定部 117 はトルク信号 T_r 、角速度、角加速度 * 及び加算器 116A の加算結果を入力して SAT を推定するが、その推定は前述した (2) 式の手法による。推定された SAT 推定値 * SAT はフィードバック部 118 のハイパスフィルタ 118-1 に入力され、これによりブレーキジャダーやシミに関連した高周波成分のみが通過し、ブレーキジャダーやシミの抑制を行うことができる。高周波成分のみが通過したハイパスフィルタ 118-1 の出力はゲイン部 118-3 に入力されてゲイン G 倍され、SAT 推定値 * SAT_c として出力される。SAT 推定値 * SAT_c は加算器 116D でロバスト安定化補償部 114 の出力 (電流指令値) と加算され、モータ系制御部 120 に入力される。

40

【0030】

従来 (特許文献 2) は外乱をフィードバックしたときに発散しないように Q フィルタ (位相遅れ) を介挿し、路面からの不快な振動をモータが増幅しないようになっているが、これは不快な振動 (ブレーキジャダーやシミ) を打ち消すことにはならない。そのため、本発明では、反力推定値としての SAT 推定値 * SAT にハイパスフィルタ 118-1

50

を通過させ、ドライバに伝えたくない反力成分を抽出して電流指令値に加算して補正する。これにより、ドライバに伝えたくない反力成分を打ち消すことができる。SAT推定値 * SATをそのまま加算すると良好に低減できないため、ゲインGを乗じて加算している。また、SAT推定値 * SATに位相補償を行っても良い。更に、不要な外乱やノイズの影響が無視できない場合は、ローパスフィルタを配設することで不要な外乱やノイズを除去することができる。

【0031】

また、車両の低速走行、中速走行或いは高速走行時ではSATの特性や不快な振動、ドライバに感受させたくない路面情報の特性がタイヤの回転数(速度)に応じて変化するため、車速信号V_{e1}に応じてフィルタ特性やゲインGを切替えるようにしても良い。つまり、車速感応型のフィードバック部を構成しても良い。この場合、高速時はハイパスフィルタ118-1のカットオフ周波数を高くすると共に、ゲインGも大きくし、低速時はハイパスフィルタ118-1のカットオフ周波数を低くすると共に、ゲインGも小さくする。このようなアクティブな振動制御は、制御系をうまく設計しないと振動を助長してしまう。そのため、外部のコントローラ(例えばABSコントローラ)からの信号を利用して、高速走行時の制動など振動が発生し易い状況のときにのみ補正を行うようにしても良い。

10

【0032】

以上説明したように本発明では、SAT推定値 * SATにハイパスフィルタ118-1を介挿し、更にゲイン部118-3でゲイン調整してSATフィードバックをしているので、ブレーキジャダーやシミーを抑制することができる。

20

【0033】

図3は本発明に係るフィードバック部118の他の構成例を示しており、従来と同様なQフィルタ118-2及びゲイン部(ゲインG1)118-4で成る系と、Qフィルタ118-2の入出力で成るハイパスフィルタ118-1及びゲイン部(ゲインG2)118-5で成る系とが並列に接続され、各系の出力を加算器118-6で加算して電流指令値に加算する。本例によれば、従来の低周波の補正による効果とハイパスフィルタ118-1に基づく効果、つまりドライバに伝えたくない路面情報を抑制し、ドライバに伝えたい路面情報を確保し、快適な操舵感を得ることができる。

【0034】

本例においても、Qフィルタ118-2、ゲイン部118-4及び118-5を車速感応型とすることも可能である。

30

【0035】

なお、上述の各実施例ではSATをSAT推定部117で推定するようにしているが、センサによる測定でSATを求めるようにしても良い。

【0036】

また、ゲイン部(118-3、118-4、118-5)のみをトルク感応型としても良い。これによっても、快適な操舵感を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の実施例を示すブロック構成図である。

【図2】本発明に使用するフィードバック部の構成例を示すブロック構成図である。

【図3】本発明に使用するフィードバック部の他の構成例を示すブロック構成図である。

【図4】一般的なステアリン機構例を示す図である。

【図5】従来装置の構成例を示すブロック図である。

【図6】路面からステアリングまでの間に発生するトルクの様子を示す模式図である。

【図7】フィードバック部の構成例を示す図である。

【図8】フィードバックフィルタの特性例を示す図である。

【符号の説明】

【0038】

40

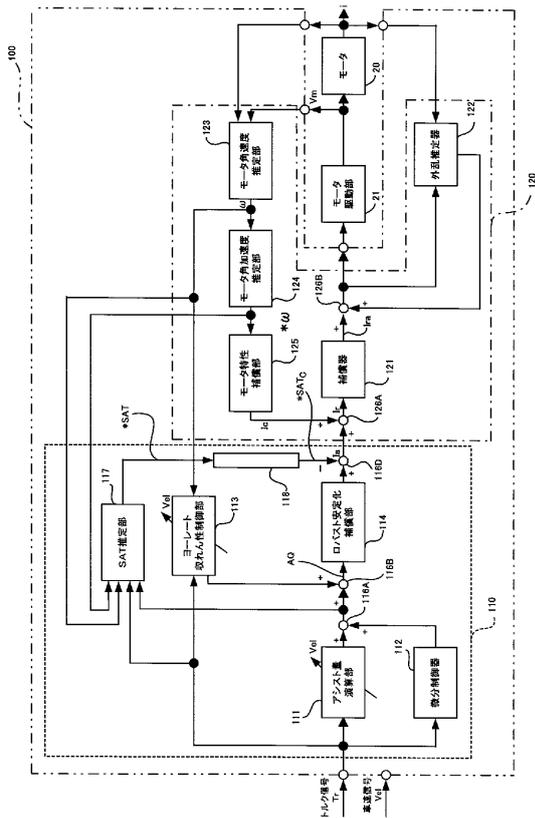
50

- 1 操向ハンドル
- 3 減速ギア
- 1 0 トルクセンサ
- 1 2 车速センサ
- 2 0 モータ
- 2 1 モータ駆動部
- 1 0 0 コントロールユニット
- 1 1 0 トルク系制御部
- 1 1 1 アシスト量演算部
- 1 1 2 微分制御器
- 1 1 3 ヨーレート収れん性制御器
- 1 1 4 ロバスト安定化補償器
- 1 1 5 SAT推定フィードバック部
- 1 1 7 SAT推定部
- 1 1 8 フィードバック部
- 1 2 0 モータ系制御部
- 1 2 1 補償器
- 1 2 2 外乱推定器
- 1 2 3 モータ角速度推定部
- 1 2 4 モータ角加速度推定部
- 1 2 5 モータ特性補償部

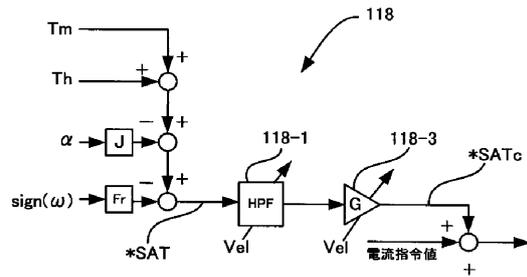
10

20

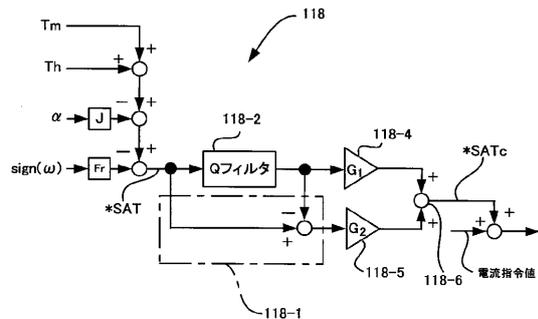
【図1】



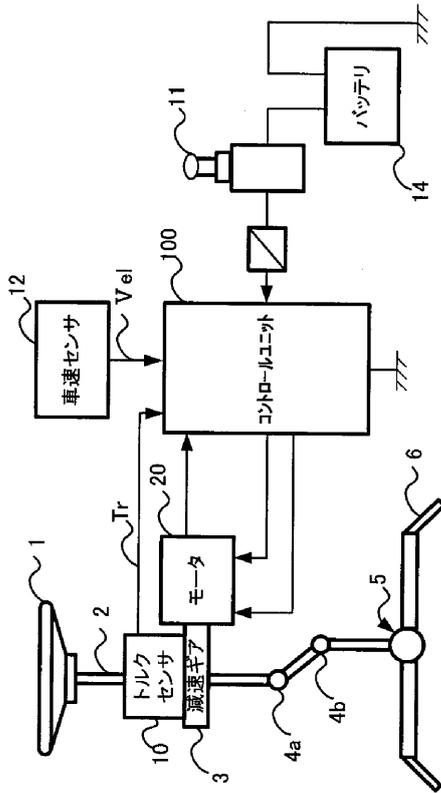
【図2】



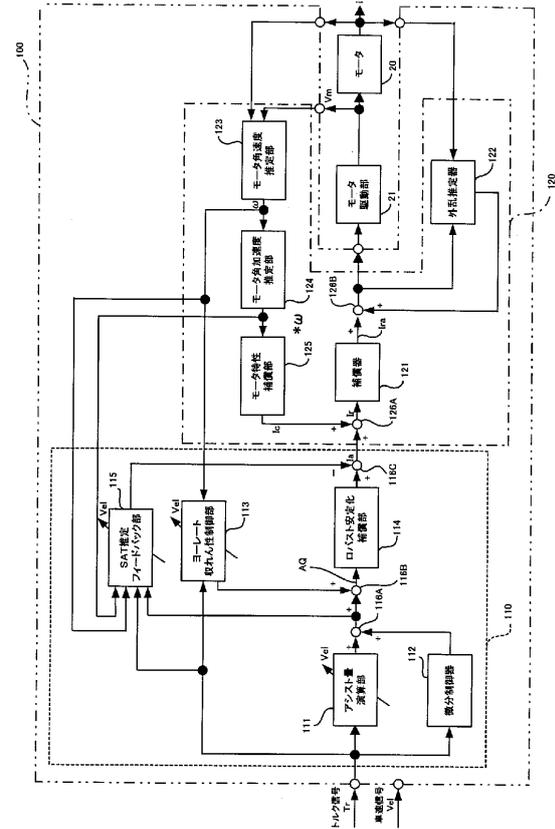
【図3】



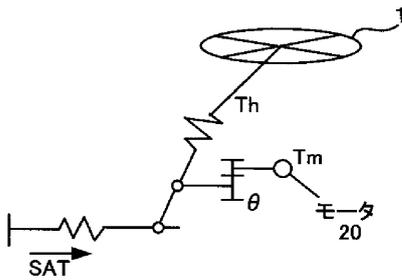
【 図 4 】



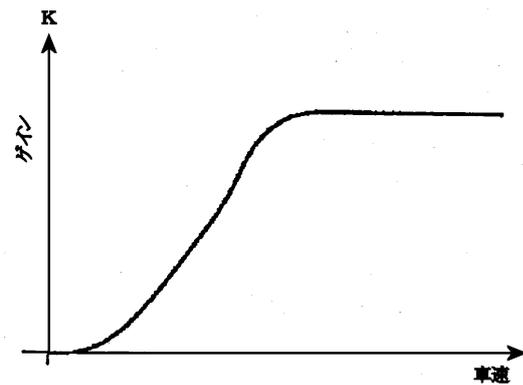
【 図 5 】



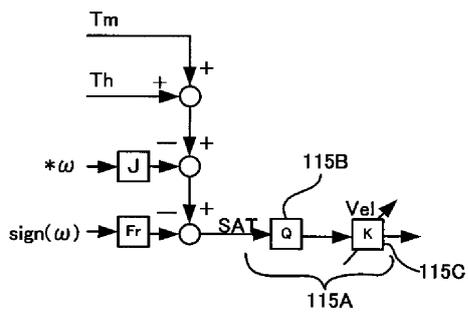
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

審査官 佐々木 智洋

(56)参考文献 特開2002-369565(JP,A)
特開2000-168600(JP,A)
特開2003-175835(JP,A)
特開2004-314716(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