(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3838101号
(P3838101)
(45)発行日　平成18年10月25日(2006.10.25)　(24)登録日　平成18年8月11日(2006.8.11)

(51)Int.Cl.		F I	
B62D 6/00	(2006.01)	B62D	6/00
B62D 5/04	(2006.01)	B62D	5/04
B62D 101/00	(2006.01)	B62D	101:00
B62D 119/00	(2006.01)	B62D	119:00

請求項の数 5　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2002-1935(P2002-1935)
(22)出願日　平成14年1月9日(2002.1.9)
(65)公開番号　特開2003-200844(P2003-200844A)
(43)公開日　平成15年7月15日(2003.7.15)
審査請求日　平成16年9月17日(2004.9.17)

(73)特許権者　000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎１丁目６番３号
(74)代理人　100078776
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　遠藤　修司
群馬県前橋市鳥羽町７８番地　日本精工株式会社内
(72)発明者　エスティコ・リジャント
群馬県前橋市鳥羽町７８番地　日本精工株式会社内

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

(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手段で演算された電流指令値と、モータの電流値とから演算した電流制御値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を与える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において、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値に基づいて操舵反力の定義を行って前記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを具備し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２】

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手段で演算された電流指令値と、モータの電流値とから演算した電流制御値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を与える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において、モータ回転信号又は角速度信号と前記電流指令値とからセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値に基づいて操舵反力の定義を行って前記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを具備し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３】

前記操舵トルクフィードバック部の静特性の定義を、前記操舵反力及び前記セルフアライ

ニングトルク推定値に基づいて決めるようになっている請求項１又は２に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項４】

前記操舵トルクフィードバック部操舵反力の動特性の定義を、ドライバに伝えたい情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを大きくし、ドライバに伝えたくない情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを小さくするようになっている請求項１乃至３のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項５】

前記操舵トルクと前記操舵トルクフィードバック部からの出力との偏差を入力するコントローラの特性を積分要素を含まず、低域において比例要素とし、高域において遮断要素としている請求項１乃至４のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ドライバの操作に応じて自動車の転舵用の車輪を転舵させるためのパワーステアリング装置に関し、特に路面情報、外乱情報等の加工と操舵安全性の設計を独立して設計でき、チューニングし易く、かつ安全で快適な操舵性能を得られる電動パワーステアリング装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

自動車のステアリング（舵取り）は、車室の内部に配された操舵手段の操作（一般的にはステアリングホイールの回転操作）を、ステアリング用の車輪（一般的には前輪）の操向のために車室の外部に配された舵取機構に伝えて行われる。

【０００３】

自動車用のステアリング機構としては、ボールねじ式、ラック・ピニオン式等の種々の形式のものが実用化されている。例えば、車体の前部に左右方向に延設されたラック軸の軸長方向の摺動を、左右の前輪に付設されたナックルアームにタイロッドを介して伝える構成としたラック・ピニオン式のステアリング機構は、車室外に延びるステアリングホイールの回転軸（ステアリングコラム）の先端に嵌着されたピニオンをラック軸の中途に形成されたラック歯に噛合させ、ステアリングホイールの回転をラック軸の軸長方向の摺動に変換して、ステアリングホイールの回転操作に応じたステアリングを行わせる構成となっている。

【０００４】

また、近年においては、ステリング機構の中途に油圧シリンダ、電動モータ等の操舵補助用のアクチュエータを配設し、このアクチュエータを、舵取りのためにステアリングホイールに加えられる操舵力の検出結果に基づいて駆動し、ステアリングホイールの回転に応じたステアリング機構の動作（駆動）をアクチュエータの出力によって補助し、運転者の労力負担を軽減する構成としたパワーステアリング装置が広く普及している。

【０００５】

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８に示して説明すると、ステアリングホイール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に結合されている。軸２には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、ステアリングホイール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に結合されている。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３０には、バッテリ１４からイグニションキー１１及びリレー１３を経て電力が供給され、コントロールユニット３０は、トルクセンサ１０で検出された操舵トルクＴ、車速センサ１２で検出された車速Ｖに基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に基いてモータ２０に供給する電流を制御する。

【０００６】

コントロールユニット３０は主としてＣＰＵで構成されるが、そのＣＰＵ内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと、図９のようになる。

【０００７】

コントロールユニット３０の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ１０で検出されて入力される操舵トルクＴは、操舵系の安定性を高めるために位相補償器３１で位相補償され、位相補償された操舵トルクTAが操舵補助指令値演算器３２に入力される。また、車速センサ１２で検出された車速Ｖも操舵補助指令値演算器３２に入力される。操舵補助指令値演算器３２は、入力された操舵トルクＴＡ及び車速Ｖに基いてモータ２０に供給する電流の制御目標値である操舵補助指令値Ｉを決定する。操舵補助指令値Ｉは減算器３０Ａに入力されると共に、応答速度を高めるためのフィードフォワード系の微分補償器３４に入力され、減算器３０Ａの偏差（Ｉ－ｉ）は比例演算器３５に入力されると共に、フィードバック系の特性を改善するための積分演算器３６に入力される。微分補償器３４及び積分補償器３６の出力も加算器３０Ｂに加算入力され、加算器３０Ｂでの加算結果である電流制御値Ｅが、モータ駆動信号としてモータ駆動回路３７に入力される。モータ２０のモータ電流値ｉはモータ電流検出回路３８で検出され、モータ電流値ｉは減算器３０Ａに入力されてフィードバックされる。

【０００８】

一方、図８の機構を伝達関数で表すと図１０のようになる。図１０において、ブロック３０１はコントロールユニット３０の伝達関数Ｋ（ｓ）であり、ブロック２０１は１次遅れ関数の特性を有するモータ２０の伝達関数であり、ブロック２０２はモータ２０のトルク係数K_tを示している。ブロック３Ａは減速ギア３のギア比G_rであり、ギア比G_rの出力と操舵トルクThが減算器４１に入力され、加算器４２を経てピニオンラック機構５の伝達関数５０１に入力される。伝達関数５０１の出力である角速度ωは積分要素５０２を経て角度θとなり、角度θが車両のダイナミック特性Kv(s)のブロック４３を経て減算器４２にフィードバックされている。また、角度θはステアリングホイール角度θ_hと共に減算器４４に入力され、その加算結果はトーションバーのバネ係数（K_{tb}）５０３を経て、操舵補助指令値演算器３２に相当するMAP４０に入力され、MAP４０の出力がコントロールユニット３０１に入力されている。

【０００９】

コントロールユニット３０１の周波数応答特性は図１１のようになっており、同図（Ａ）はゲイン特性であり、同図（Ｂ）は位相特性である。更にトーションバーのトルク特性は図１２（Ａ）であり、角度は同図（Ｂ）であり、それぞれMAP40のゲイン１／１５０、１、１０、５０に従ってそれぞれ図示（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）のように変化する。図１２は図１０でチューニングした結果を示しており、フィードバック信号のMAP40のゲインを１／１５０、１、１０、５０で変えた様子を示している。この結果から、ゲイン１／１５０、１、１０、５０によって、その結果に余り差異がないのでチューニングし難いことが分かる。

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】

従来の電動パワーステアリング装置では、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、外乱情報に対する処理とを同時に設計するようになっている。ロバスト安定化補償器は例えば特開平８－２９０７７８号公報に示されているような補償器であり、ｓをラプラス演算子とする特性式$G(s) = (s^2 + a1 \cdot s + a2)/(s^2 + b1 \cdot s + b2)$を有し、操舵トルクＴに含まれる慣性要素とバネ要素から成る共振系の共振周波数のピーク値を除去し、制御系の安定性と応答性を阻害する共振周波数の位相のずれを補償している。

【００１１】

しかしながら、１つの補償器で複数の情報と複数の周波数領域の信号を処理することは、チューニング上では困難である。特に機械的又は電気的な特性が少しでも変わると、チューニングの時間が多くかかるという問題がある。また、かなり経験豊富な技術者でないと、同じ性能の装置が得られないという問題もある。

【００１２】
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、チューニングし易く、安価な構成で、安定かつ快適な操舵フィーリングが得られる電動パワーステアリング装置を提供することにある。
【００１３】
【課題を解決するための手段】
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手段で演算された電流指令値と、モータの電流値とから演算した電流制御値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を与える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において、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値に基づいて操舵反力の定義を行って前記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを設けることにより、或いはモータ回転信号又は角速度信号と前記電流指令値とからセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値に基づいて操舵反力の定義を行って前記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを設けることにより達成される。
本発明の上記目的は、前記操舵トルクフィードバック部の静特性の定義を、前記操舵反力及び前記セルフアライニングトルク推定値に基づいて決めることにより、或いは前記操舵トルクフィードバック部操舵反力の動特性の定義を、ドライバに伝えたい情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを大きくし、ドライバに伝えたくない情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを小さくすることにより、或いは前記操舵トルクと前記操舵トルクフィードバック部からの出力との偏差を入力するコントローラの特性を積分要素を含まず、低域において比例要素とし、高域において遮断要素とすることにより、より効果的に達成される。
【００１４】
【発明の実施の形態】
本発明では、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部を設け、セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値とモータ回転（角度）信号又は角速度信号に基づいて操舵反力の定義を行って操舵トルクにフィードバックしている。また、本発明ではセルフアライニングトルクを推定し、そのセルフアライニングトルク推定値をトーションバーのトルク情報と共に操舵トルクにフィードバックしている。本発明のコントロールユニットは、システムの特性変動（例えば共振周波数）があってもシステムの安定性が確保できることで、ロバスト性を有している。そして、操舵反力の静特性の定義を、必要操舵力及びセルフアライニングトルク推定値に基づいて決め、操舵反力の動特性の定義を、ドライバに伝えたい情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを大きくし、ドライバに伝えたくない情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを小さくするようにしている。このため、必要な操舵反力の定義を容易に行うことができ、安価な構成で安定かつ快適な操舵フィーリングを実現することができる。
【００１５】
また、セルフアライニングトルクの推定にモータ回転信号（又は角速度信号）及びモータ電流指令値を用いるようになっているので、モータ制御に使用されるモータ回転信号（又は角速度信号）を利用し、高精度かつ安価なセルフアライニングトルク推定部の構成を実現できる。
【００１６】
図１は本発明のブロック線図構成例を示しており、操舵トルクThはコントロールユニット１００（伝達関数：K(s)）に入力され、その出力であるモータ電流指令値Irが１次遅れ関数のモータ１０２（伝達関数：1/(T1・s＋１)）、モータのトルク係数１０３（伝達関数：K_t）、減速ギアのギア比１０４（伝達関数：G_r）を経て加算器１０５に入力される。加算器１０５の加算結果は減算器１０６を経てピニオンラック機構１３０（伝達関数：1/

(J_{pt}・s＋C_{pt}))に入力される。ピニオンラック機構１３０の出力であるモータ角速度ωは積分要素１３１を経て角度θとなり、角度θが車両のダイナミック特性１３２（伝達関数：Kv(s)）を経て減算器１０６にフィードバックされている。ピニオンラック機構１３０のJptはピニオンベース慣性モーメントであり、Cptはピニオンベースダンピング係数である。また、角度θはステアリングホイール角度θ_hと共に減算器１３３に入力され、その加算結果はトーションバーのバネ係数１３４（伝達関数：K_{tb}）を経て加算器１３５に入力され、加算器１３５にはセルフアライニングトルク推定部１１０からのセルフアライニングトルク推定値ESが入力されている。セルフアライニングトルク推定部１１０は、モータ電流指令値Irとモータ角速度ωからセルフアライニングトルク（SAT）の推定を行い、セルフアライニングトルク推定部１１０で推定されたセルフアライニングトルク推定値ESに基づいて操舵反力（味付け成分）ATの定義を行って、操舵トルクThに減算器１０１を介してフィードバックする操舵トルクフィードバック部１２０が設けられている。

【００１７】

セルフアライニングトルク推定部１１０は、モータ角速度ωを入力して処理する要素１１１(Q/Pn)と、モータ電流指令値Irを入力して処理する要素１１２(M・Q)とを有し、要素１１１と要素１１２との偏差を減算器１１３で求めてセルフアライニングトルク推定値ESとして出力するようになっている。Q(s)は低域通過フィルタを表しており、Pn(s)はラック・ピニオンの理論上のモデルである。要素１１１は伝達関数Q(s)と伝達関数Pn^{-1}で構成され、Mはモータの伝達関数（ = 1/(T_1・s＋１)）であり、Q(s)との乗算で要素１１２が形成されている。

【００１８】

要素１１２のM・Qはモータの電気的特性Mに低域通過フィルタQを乗算するものであり、要素１１１のQ/Pnは低域通過フィルタQを理想上のモデルPnで除算したもである。セルフアライニングトルク推定部１１０がセルフアライニングトルク推定値ESを演算できる根拠は、下記の通りである。トルクTmは下記（１）式で表される。

【００１９】

Tm = M(s)×Ir　　…（１）

ただし、M(s) = (Kt×Gr)/(T1・s＋１)

また、モータ角速度ωは下記（２）式で表される。

【００２０】

ω = P(s)×[Tm＋Ttb - SAT]　　…（２）

ただし、P(s) = 1/(Jpt・s + Cpt)

そして、セルフアライニングトルク推定部１１０の構成より、セルフアライニングトルク推定値ESは下記（３）式で表される。

【００２１】

ES = M・Q - Q/Pn　　…（３）

従って、（３）式に上記（１）式及び（２）式を代入すると、下記（４）式となる。

【００２２】

$$ES = Q(s)\times Tm - Q(s)\times P(s)\times[Tm+Ttb - SAT]/Pn(s)$$
$$= \{Q(s)\times Tm - Q(s)\times[P(s)/Pn(s)\times Tm]\}$$
$$\times\{Q(s)\times[P(s)/Pn(s)]\times[SAT - Ttb]\} \quad \cdots (4)$$

そして、Pn(s)＝P(s)となるようにピニオンラック機構１３０のピニオンベース慣性モーメントJpt及びピニオンベースダンピング係数Cptの値を決めれば、次の関係が得られる。

【００２３】

ES = Q(ｓ)×[SAT - Ttb]　　…（５）

従って、操舵フィードバック部１２０に入力されるのは加算器１３５の加算結果であるので、下記（６）式となる。

【００２４】

$$SatE = ES + Ttb$$
$$= Q(s) \times SAT + [1 - Q(s)] \times Ttb \quad \cdots (6)$$

従って、Q(s) = 1の領域においては次式となる。

【００２５】

SatE = SAT　　…（７）

以上より、セルフアライニングトルクSATとセルフアライニングトルク推定値ESとの関係は（５）式で表され、セルフアライニングトルクSATと加算結果SatEとの関係は（７）式で表される。

【００２６】

また、フィルタQ、モータ特性M、モデルPnの特性はそれぞれ下記のように表せる。フィルタQ(s)は角速度ωを使用した場合、Tqを時定数として

Q(s) = 1/(Tq・s + 1)　　…(8)

で表され、角度θを使用した場合、b0, b1を定数として

$Q(s) = b1/(s^2 + b0 \cdot s + b1)$　　…(9)

で表され、いずれも高域遮断フィルタである。そして、モータ特性M(s)とモデルP(s)は

M(s) = Kt×Gr/(T1・s + 1)　　…(10)

P(s) = 1/(Jpn・s + Cpn)　　…(11)

で表せる。

【００２７】

以上のように操舵フィードバック部１２０に入力されるのは加算結果SatEで、コントロールユニット１００に入力されるのは操舵トルクThと操舵フィードバック部１２０の出力である操舵反力ATとの偏差(AT-Th)で、本制御システムでは操舵トルクTh及びＳＡＴ情報をフィードバック制御に利用している。

【００２８】

また、本発明ではコントロールユニット１００の特性を、積分要素を含まない図２のゲイン及び位相特性としており、低域では比例要素となっており、高域は遮断特性となっている。セルフアライニングトルク推定部１１０の特性は図３に示すようになっている。図３では実際のセルフアライニングトルクSAT（実線）と推定したセルフアライニングトルクES（破線）とを示している。更に、操舵トルクフィードバック部１２０は動的特性部１２１及び静的特性部１２２で構成されており、動的構成部１２１は図４に示す特性を有しており、静的特性部１２２は図５に示す特性を有している。静的特性部１２２はドライバが感じるトルクの味付けを行い、フィーリング特性部の機能を有しており、本例ではゲインｇを表すものと曲線パターンを表すものとに分けている。図４において、領域AR2（角周波数ω_1～ω_2）はドライバに伝えたい情報の周波数帯域を示し、領域AR1（角周波数ω_1以下）及び領域AR3（角周波数ω_2以上）は抑制したい外乱情報の周波数帯域を示している。図５は目的とする静的特性であるが、実際には図５の特性をカバーするようにゲインｇを適当な範囲（1/150, 1, 10, 50）において変動させている。

【００２９】

上述のような構成において、操舵トルクThと操舵トルクフィードバック部１２０の出力である操舵反力ATとの偏差(AT-Th)は減算器１０１で求められ、その偏差(AT-Th)がコントロールユニット１００に入力され、その出力であるモータ電流指令値Irがモータ１０２を駆動すると共に、外乱オブザーバ構成のセルフアライニングトルク推定部１１０に入力される。コントロールユニット１００はシステム全体の安定性を補償し、システムの特性変動（例えば共振周波数）があってもシステムの安定性を確保できることでロバスト特性を有している。コントロールユニット１００の伝達関数K(s)の決定はＰＩＤでも良く、試行錯誤でも構わない。モータ１０２の出力はモータトルク係数１０３（Kt）、ギア比１０４（Gr）を経て加算器１０５に入力され、その加算値が減算器１０６を経てピニオンラック機構１３０(1/(Jpt・ｓ＋Cpt))に入力される。ピニオンラック機構１３０の出力は積分要素１３１（１／ｓ）を経て加算器１３３に入力されると共に、車両のダイナミック特性を示

す要素１３２に入力され、その出力であるセルフアライニングトルクSATが減算器１０６に入力される。また、加算器１３３の加算結果は、トーションバーのバネ係数１３４（Ktb）を経て出力される。

【００３０】

バネ係数１３４（Ktb）からの出力Ttbは加算器１３５に入力されると共に加算器１０５にフィードバックされ、ピニオンラック機構１３０の出力であるモータ角速度ωはセルフアライニングトルク推定部１１０に入力されている。そして、セルフアライニングトルク推定部１１０からのセルフアライニングトルク推定値ESは、加算器１３５を経て操舵トルクフィードバック部１２０に入力される。操舵トルクフィードバック部１２０は、動的特性部１２１と人間が感じるトルクのフィーリング特性の静的特性部１２２とで構成されている。

【００３１】

本発明は電動パワーステアリング用のセルフアライニングトルク及び操舵トルクを用いたフィードバック制御系を利用しており、その要旨となるフィードバックのコントロールユニット１００は図２に示す周波数特性（ゲイン・位相）に特徴付けられて積分要素を持たず、低域で比例特性を、高域で遮断特性を有している。操舵トルクThはトーションバーのトルクセンサで測定され、セルフアライニングトルクＳＡＴは測定をしないで、オブザーバ構成のセルフアライニングトルク推定部１１１で推定される。推定されたセルフアライニングトルクES及び測定したセルフアライニングトルクSATは図３に示すようになる。

【００３２】

コントロールユニット１００の特性K(s)を図２にした場合の結果は図６のようになり、良好なものとなった。従来装置の結果を示している特性に比べ、ゲインの変化による差異が大きくなっており、チューニングし易いことが分かる。これに対し、コントロールユニット１００の特性K(s)を図２３にすると、その結果は図７となり好ましくないことが分かる。つまり、図７ではゲインｇを変えたときにトーションバーのトルクが変わりますが、ピニオン角度も大きく変わってステアリングの追従性が悪くなり、チューニングし難くなる。図６ではゲインｇを変えたときにトーションバーのトルクが規則正しく変わった上、ピニオン角度が大きく変化しないため、ステアリングの追従性が劣化することなく、チューニングし易い。

【００３３】

上述の例では角速度ωをセルフアライニングトルク推定に用いているが、角度を用いて推定することも可能である。

【００３４】

【発明の効果】

上述したように、本発明の自動車のパワーステアリング装置によれば、路面情報、外乱情報等の加工と操舵安定性の設計を独立的に設計できるようにしており、チューニングし易く、安定で安価であると共に、快適な操舵フィーリングが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明によるＳＡＴ及び操舵トルクを用いたフィードバック制御系パワーステアリング装置の構成例（伝達関数）を示すブロック線図である。

【図２】コントロールユニットの周波数応答例を示す図である。

【図３】ＳＡＴ推定部の周波数特性例を示す線図である。

【図４】フィーリング特性部の静的特性部の特性例を示す図である。

【図５】フィーリング特性部の動的特性部の特性例を示す図である。

【図６】本発明の効果を説明するための図である。

【図７】本発明の効果を説明するための図である。

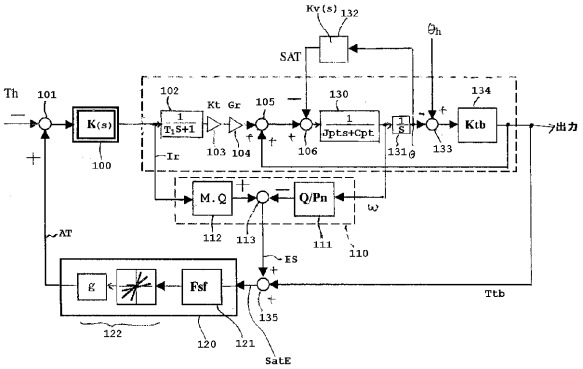
【図８】一般的な電動パワーステアリング装置の機構図である。

【図９】電動パワーステアリング装置のコントロールユニット構成例を示すブロック図である。

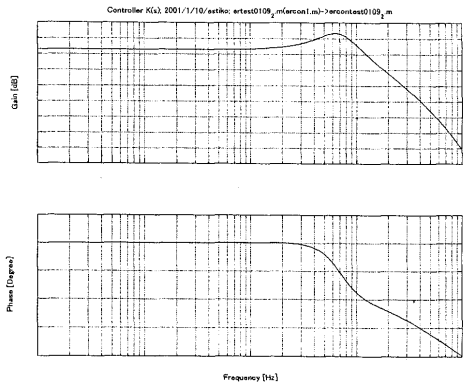
【図１０】図８で示すパワーステアリング装置の伝達関数系を示すブロック線図である。

【図１１】従来のコントロールユニットの周波数特性を示す図である。
【図１２】従来のトーションバー特性を示す図である。
【符号の説明】
1　　ステアリングホイール
2　　軸
１０　　トルクセンサ
１１　　イグニションキー
１２　　車速センサ
３０　　コントロールユニット
１００　　コントロールユニット
１１０　　セルフアライニングトルク推定部
１２０　　操舵トルクフィードバック部

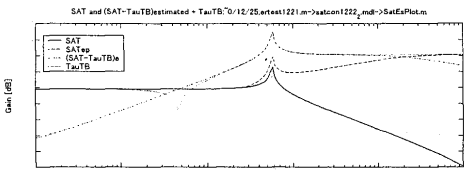
【図１】



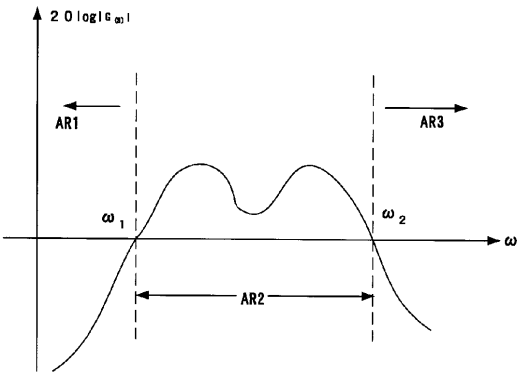
【図２】



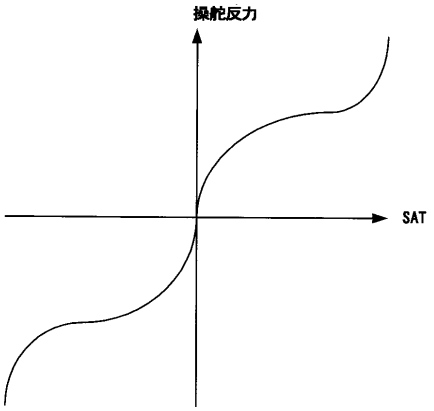
【図３】



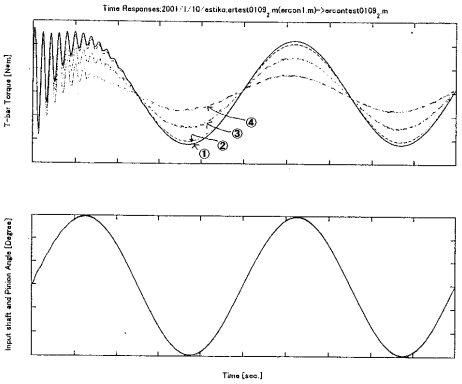
【図４】



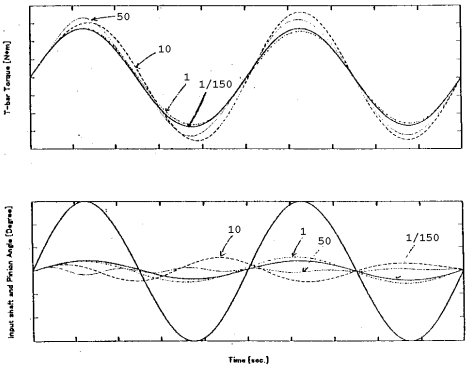
【図５】


操舵反力
SAT

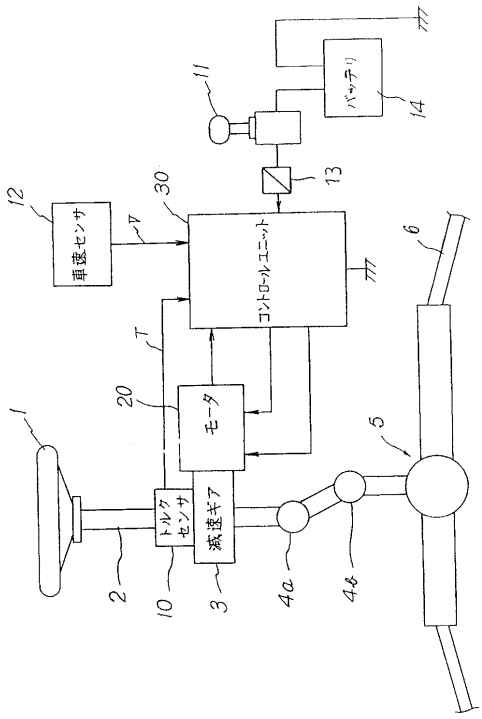
【図６】


Time Responses:2001-1-10-estika.artest0108_m(ercon1.m)->ercontest0108_m
T-bar Torque [Nnm]
Input shaft and Pinion Angle [Degree]
Time [sec.]

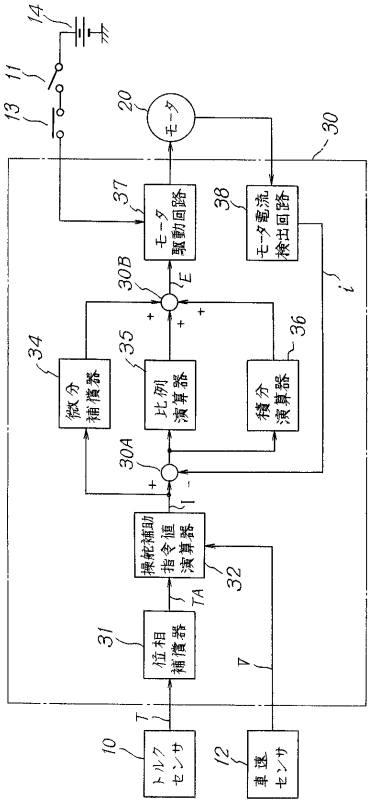
【図７】


T-bar Torque [Nnm]
50
10
1
1/150
Input shaft and Pinion Angle [Degree]
10
1
50
1/150
Time [sec.]

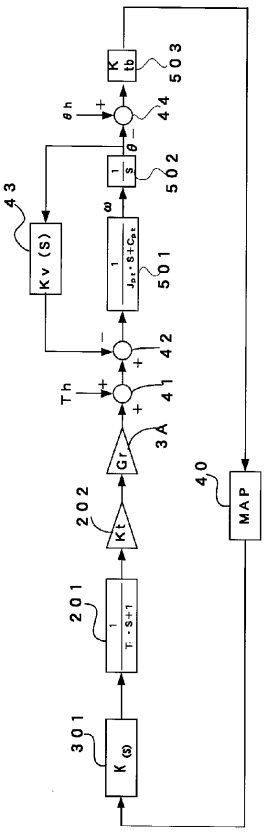
【図８】


バッテリ
車速センサ
コントロールユニット
モータ
トルクセンサ
減速ギア

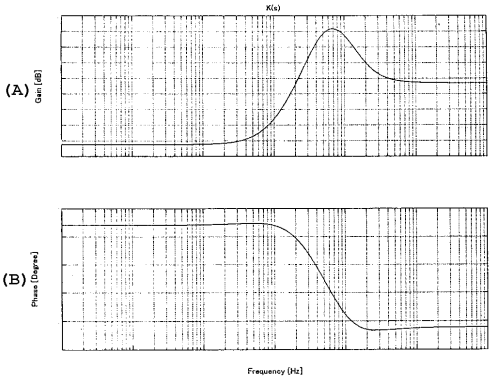
【図９】


モータ
モータ駆動回路
モータ電流検出回路
微分補償器
比例演算器
積分演算器
操舵補助指令値演算器
位相補償器
トルクセンサ
車速センサ

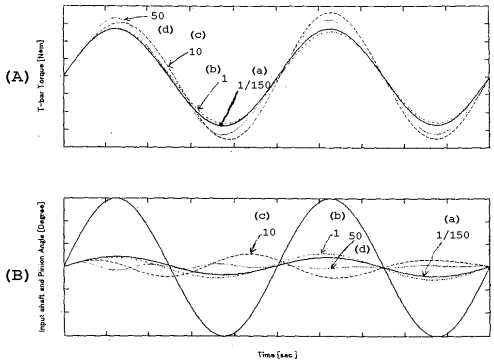
【図１０】


Ktb
503
θh
44
θ
502
ω
43
Kv (S)
501
42
Th
41
3A
Gr
40
MAP
202
Kt
201
T・S+1
301
K (ω)

【図１１】


K(ω)
(A)
Gain [dB]
(B)
Phase [Degree]
Frequency [Hz]

【図１２】


(A)
T-Bar Torque [N•m]
50
(d)
(c)
10
(b)
1
(a)
1/150
(B)
Input shaft and Pinion Angle [Degree]
(c)
10
(b)
1
50
(d)
(a)
1/150
Time [sec]

フロントページの続き

(72)発明者　陳　　慧
群馬県前橋市鳥羽町７８番地　日本精工株式会社内

審査官　大谷　謙仁

(56)参考文献　特開２００１－２３３２３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B62D　6/00
B62D　5/04