

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5109342号
(P5109342)

(45) 発行日 平成24年12月26日 (2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月19日 (2012.10.19)

(51) Int. Cl.	F I
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
<i>H O 2 P 27/08</i> (2006.01)	<i>H O 2 P 5/41</i> 3 O 2 L
<i>B 6 2 D 101/00</i> (2006.01)	<i>B 6 2 D 101:00</i>
<i>B 6 2 D 119/00</i> (2006.01)	<i>B 6 2 D 119:00</i>

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-309307 (P2006-309307)	(73) 特許権者	000004204
(22) 出願日	平成18年11月15日 (2006.11.15)		日本精工株式会社
(65) 公開番号	特開2008-120343 (P2008-120343A)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(43) 公開日	平成20年5月29日 (2008.5.29)	(74) 代理人	100078776
審査請求日	平成21年11月13日 (2009.11.13)		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	原 雄志
			群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内
		審査官	水野 治彦

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】

操舵トルク及び車速に基づいて演算された操舵補助指令値とモータの電流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付与す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、

路面反力を検出する路面反力検出手段と、

前記モータの角速度を検出する角速度検出手段と、

前記路面反力、前記角速度、前記操舵トルク及び前記車速に基づいて戻り角速度制御信号を演算する戻り角速度制御部とを具備し、

前記戻り角速度制御部が、

前記路面反力に基づいてモータ角速度目標値を設定するモータ角速度目標値設定部と、

前記車速に応じて目標値ゲイン調整する第1ゲイン調整部と、

前記モータ角速度目標値に前記第1ゲイン調整部の第1ゲインを乗算した値と前記角速度の偏差を求める減算部と、

前記操舵トルクに応じてゲイン調整する第3ゲイン調整部とで構成され、

前記偏差に前記第3ゲイン調整部の第3ゲインを乗算して前記戻り角速度制御信号とし

、前記戻り角速度制御信号で前記操舵補助指令値を補正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】

操舵トルク及び車速に基づいて演算された操舵補助指令値とモータの電流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付与す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、

路面反力を検出する路面反力検出手段と、

前記モータの角速度を検出する角速度検出手段と、

前記路面反力、前記角速度、前記操舵トルク及び前記車速に基づいて戻り角速度制御信号を演算する戻り角速度制御部とを具備し、

前記戻り角速度制御部が、

前記路面反力に基づいてモータ角速度目標値を設定するモータ角速度目標値設定部と、

前記車速に応じて目標値ゲイン調整する第1ゲイン調整部と、

前記車速に応じてゲイン調整する第2ゲイン調整部と、

前記モータ角速度目標値に前記第1ゲイン調整部の第1ゲインを乗算した値と前記角速度の偏差を求める減算部と、

前記操舵トルクに応じてゲイン調整する第3ゲイン調整部とで構成され、

前記偏差に前記第2ゲイン調整部の第2ゲインを乗算し、その乗算値に前記第3ゲイン調整部の第3ゲインを乗算して前記戻り角速度制御信号とし、

前記戻り角速度制御信号で前記操舵補助指令値を補正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】

前記路面反力検出手段が路面反力検出器である請求項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】

前記路面反力検出手段がSAT推定手段であり、前記SAT推定手段で推定されたSAT推定値を前記路面反力とする請求項1又は2に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項5】

前記角速度検出手段が、前記モータの端子間電圧及びモータ電流に基づいて前記角速度を検出若しくは推定するようになっている請求項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。

【請求項6】

前記モータ角速度目標値がゲイン調整される請求項1又は2に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両のステアリング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に関し、特に操舵角の代わりに路面反力（セルフライニングトルク（SAT）を含む）を用いてモータ角速度目標値を設定して収れん電流を求め、操舵補助指令値を補正して操舵機能を向上した電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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（アシスト）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をアシスト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、一般にPWM（パルス幅変調）制御のデュティ比の調整で行っている。

【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12に示して説明すると、操

10

20

30

40

50

向ハンドル1のコラム軸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。コラム軸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の操舵力をアシストするモータ20が減速ギア3を介してコラム軸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30には、バッテリー14から電力が供給されると共に、イグニッションキー11からイグニッションキー信号が入力され、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値Tと車速センサ12で検出された車速Vとに基づいて、アシストマップ等を用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。

10

【0004】

コントロールユニット30は主としてCPU(MPU(Micro Processor Unit)やMCU(Micro Controller Unit)も含む)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13のようになる。

【0005】

図13を参照して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で検出された操舵トルクT及び車速センサ12で検出された車速Vは、操舵補助指令値Iref1を演算する操舵補助指令値演算部31に入力される。操舵補助指令値演算部31は、入力された操舵トルクT及び車速Vに基づいてアシストマップ等を用いて、モータ20に供給する電流の制御目標値となる操舵補助指令値Iref1を決定する。操舵補助指令値Iref1は特性改善の位相補償部32を経て加算部33に入力され、操舵トルクTを微分補償部35で補償した操舵トルクTAと加算され、操舵補助指令値Iref3として減算部34に入力される。減算部34で、フィードバックされているモータ電流Imとの偏差Iref4(=Iref3-Im)が演算され、その偏差Iref4が操舵動作の特性改善のためのPI制御部36に入力される。PI制御部36で特性改善された電圧指令値VrefがPWM制御部37に入力され、インバータ38を経てモータ20がPWM駆動される。モータ20の電流値Imはモータ電流検出器で検出され、減算部34にフィードバックされる。

20

【0006】

上述のような一般的な電動パワーステアリング装置では、減速ギア等の摩擦などでハンドルの戻りが悪く、種々のハンドル戻り制御が開発されている。その中で、路面状況に拘わらず確実に中立点までハンドルを戻し、かつ戻り速度が速くなり過ぎないように制御する手段の一つとして、例えば特開昭62-241768号公報(特許文献1)に開示された動力舵取装置が知られている。特許文献1に記載の装置は、操舵系を直進状態に戻すことができる戻しアシスト機構を有する動力舵取装置であり、戻し速度の目標値を決定する戻し速度目標値決定手段と、戻し速度目標値に基づき制御信号を出力して戻しアシスト機構を駆動制御する制御手段とを設け、操舵角に応じて戻し方向の操舵角速度目標値を設定し、実際の操舵角速度がそれに追従する方向に収れん電流を付与している。しかしながら、特許文献1に記載の装置では、路面反力の状況に応じた戻り方を反映し難い問題がある。

30

40

【0007】

かかる問題を解決するものとして、特許第3788906号公報(特許文献2)に開示された電動パワーステアリング装置の制御装置がある。特許文献2に開示された装置は、操舵角及び車速に基づいてハンドルを中立位置へ戻すための目標操舵角を設定する目標操舵角設定手段と、目標操舵角と操舵角の偏差及び車速に基づいて目標操舵角速度を設定する目標操舵角速度設定手段と、目標操舵角速度と操舵角速度の偏差に基づいて目標収斂電流を設定する目標収斂電流設定手段と、路面反力を検出する路面反力検出手段とを備え、目標操舵角速度設定手段が路面反力検出手段が検出した路面反力情報に基づいて目標操舵角速度を補正するものである。

【特許文献1】特開昭62-241768号公報

50

【特許文献2】特許第3788906号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献2に記載の装置では舵角センサを必要とするため、コストアップになる問題がある。特許文献1に記載の装置も同様である。

【0009】

本発明は上述のような事情からなされたものであり、本発明の目的は、舵角センサを使用することなくコストアップを回避すると共に、路面状況に拘わらず確実に中立点までハンドルを戻し、かつ戻り速度が速くなり過ぎないようにした電動パワーステアリング装置

10

を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、操舵トルク及び車速に基づいて演算された操舵補助指令値とモータの電流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付与す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関し、本発明の上記目的は、路面反力を検出する路面反力検出手段と、前記モータの角速度を検出する角速度検出手段と、前記路面反力、前記角速度、前記操舵トルク及び前記車速に基づいて戻り角速度制御信号を演算する戻り角速度制御部とを設け、前記戻り角速度制御部が、前記路面反力に基づいてモータ角速度目標値を設定するモータ角速度目標値設定部と、前記車速に応じて 目標値ゲイン調整する第1ゲイン調整部と、前記モータ角速度目標値に前記第1ゲイン調整部の第1ゲインを乗算した値と前記角速度の偏差を求める減算部と、前記操舵トルクに応じてゲイン調整する第3ゲイン調整部とで構成され、前記偏差に前記第3ゲイン調整部の第3ゲインを乗算して前記戻り角速度制御信号とし、前記戻り角速度制御信号で前記操舵補助指令値を補正することにより、 或いは、路面反力を検出する路面反力検出手段と、前記モータの角速度を検出する角速度検出手段と、前記路面反力、前記角速度、前記操舵トルク及び前記車速に基づいて戻り角速度制御信号を演算する戻り角速度制御部とを具備し、前記戻り角速度制御部が、前記路面反力に基づいてモータ角速度目標値を設定するモータ角速度目標値設定部と、前記車速に応じて目標値ゲイン調整する第1ゲイン調整部と、 前記車速に応じてゲイン調整する第2ゲイン調整部と、前記モータ角速度目標値に前記 第1ゲイン調整部の第1ゲインを乗算した値と前記角速度の偏差を求める減算部と、前記操舵トルクに応じてゲイン調整する第3ゲイン調整部とで構成され、前記偏差に前記第2 ゲイン調整部の第2ゲインを乗算し、その乗算値に前記第3ゲイン調整部の第3ゲインを乗算して前記戻り角速度制御信号とし、前記戻り角速度制御信号で前記操舵補助指令値を補正することにより、達成される。

20

30

【0011】

また、本発明の上記目的は、前記路面反力検出手段が路面反力検出器であることにより、或いは前記路面反力検出手段がS A T推定手段であり、前記S A T推定手段で推定されたS A T推定値を前記路面反力とすることにより、 或いは前記角速度検出手段が、前記モータの端子間電圧及びモータ電流に基づいて前記角速度を検出若しくは推定することにより、 或いは前記モータ角速度目標値をゲイン調整することにより、より効果的に達成される。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、路面反力若しくはS A T推定値を用いてモータ角速度目標値を設定しているので、舵角センサを用いることなく、通常の路面では舵角を用いてモータ角速度目標値を設定した場合とほぼ同じ作用効果が得られる。また、路面の摩擦係数が小さい場合、舵角に対する路面反力若しくはS A T推定値の増加は通常より小さくなるので、モータ角速度目標値も摩擦係数が小さくなるのに対応して小さく設定している。これによって、路面の摩擦が小さいときはハンドル戻り速度を抑え、

50

かつ中立点までハンドルを確実に戻すことができる。逆に路面の摩擦係数が大きいときも、同じ理由で適切な戻り速度を設定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

舵角（操舵角）と路面反力の関係は、図1及び図2に示すように線形な特性となっている。図1は車速をパラメータとした特性であり、図2は摩擦係数をパラメータとした特性である。いずれの場合も、舵角に比例して路面反力が大きくなる特性である。路面反力は、図3に示すように操舵軸に設けた路面反力検出器7によって検出されるが、セルフライニングトルク（SAT）と同等である。そのため、路面反力の代わりにSAT推定値を用いることも可能であり、SAT推定値の算出は例えば特開2003-200844号公報に示される手法で行うことができる。舵角と路面反力の線形関係は、平坦でない路面や極低速を除けば維持される。従って、舵角の代わりに路面反力若しくはSAT推定値を用いてモータ角速度目標値を設定し、収れん電流を演算することができる。収れん電流は、特に手放してハンドルを戻したときにハンドルが中立点で収まるように、ハンドルの回転速度にブレーキをかける電流であり、収れん電流がないと、特に高速でハンドルを手放したときにハンドルが左右に振れ、中立点に収まらないことになる。

10

【0014】

通常収れん性は、回転運動であれば角速度に比例したブレーキ力を与えることによって向上する。つまり、直線運動の場合には質量とバネだけで振動し続けるが、ダッシュポッドで粘性力（速度に比例した抵抗力）を加えると収れんするのと同様である。従って、パワーステアリング装置の場合、角速度に比例したブレーキ力を与えることになるが、換言すれば角速度ゼロの目標値に対する比例制御を行うことと同じである。本発明は、この目標値をハンドル戻り方向に設定してしまうことによって、ハンドル戻り改善の機能も同時に持たせる。つまり、比例制御の目標値がハンドルを中立点に戻す方向に設定されているので、中立点に戻るまで中立点方向に動くように制御され、かつその制御量は粘性力のように出力される。更に、電動パワーステアリングのコラム軸とモータは減速ギアを介して結合しているので、コラム軸の回転速度とモータ回転速度は比例関係にあり、モータ角速度に対して同様の制御をすることによって、上記目的は達成される。

20

【0015】

よって、本発明では、図4に示すように路面反力を用いてモータ角速度目標値を設定し、収れん電流を演算する手段を設ければ、通常の路面では舵角を用いてモータ角速度目標値を設定した場合とほぼ同じ作用効果が得られる。摩擦係数をパラメータとした場合の舵角とモータ角速度目標値の関係は図5に示すような関係となっており、路面の摩擦係数が小さいような場合、舵角に対する路面反力の増加は通常より小さくなり、モータ角速度目標値も摩擦係数が小さくなるのに対応して小さく設定される。

30

【0016】

これによって、路面の摩擦が小さいときはハンドル戻り速度を抑え、かつ中立点までハンドルを確実に戻すことができる。逆に路面の摩擦係数が大きいときも、同じ理由で適切な戻り速度を設定することができる。これは、車速の変化に応じて路面反力が変化する場合にも同様のことが言える。ただし、高車速であまりハンドル戻りを速くしたくない場合には、車速感応ゲインなどで調整すれば良い。また、この機能による粘性感が操舵感に悪影響を与える場合などは、トルク感応ゲインでドライバの意志による操舵中、この機能を抑えることも可能である。

40

【0017】

以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0018】

図6は本発明の実施の形態を図13に対応させて示しており、戻り角速度制御信号 r を演算する戻り角速度制御部40を設け、演算された戻り角速度制御信号 r を加算部33に加算し、操舵補助指令値 I_{ref2} を補正している。戻り角速度制御部40には、トルクセンサからの操舵トルク T 、路面反力検出部からの路面反力 RR 、検出若しくは推定

50

された角速度 ω が入力されている。また、モータ 20 には端子間電圧検出部 50 が接続され、検出された端子間電圧 V_m は角速度検出部 51 に入力される。角速度検出部 51 は、モータ電流 I_m 及び端子間電圧 V_m に基づいて角速度 ω を検出して戻り角速度制御部 40 に入力する。

【0019】

戻り角速度制御部 40 は図 7 に示すように、車速 V を入力して車速感応ゲイン G_2 を出力する車速感応出力ゲイン部 41 と、車速 V を入力して車速感応目標値ゲイン G_1 を出力する車速感応目標値ゲイン部 42 と、路面反力 R_R を所定ゲイン G_0 倍するゲイン部 43 と、ゲイン部 43 でゲイン G_0 倍された路面反力 $R_R a$ を入力して、例えば図 4 に示す特性でモータ角速度目標値 M_t を出力するモータ角速度目標値設定部 44 と、モータ角速度目標値 M_t に車速感応目標値ゲイン G_1 を乗算する乗算部 45 と、乗算部 45 からの乗算結果 ($= M_t \cdot G_1$) から角速度 ω を減算する減算部 46 と、減算部 46 の減算結果 ($= M_t \cdot G_1 - \omega$) に車速感応ゲイン G_2 を乗算する乗算部 47 と、操舵トルク T を入力してトルク感応ゲイン G_3 を出力するトルク感応出力ゲイン部 48 と、乗算部 47 からの乗算結果 ($= (M_t \cdot G_1 - \omega) G_2$) にトルク感応ゲイン G_3 を乗算する乗算部 49 とで構成されている。

10

【0020】

車速感応出力ゲイン部 41 の出力特性は図 8 に示すようになっており、車速感応目標値ゲイン部 42 の出力特性は図 9 に示すようになっており、トルク感応出力ゲイン部 48 の出力特性は図 10 に示すようになっている。

20

【0021】

このような構成において、その動作例を図 11 のフローチャートを参照して説明する。

【0022】

先ず操舵トルク T 及び車速 V を入力し (ステップ S10)、操舵補助指令値 $I_{ref1} \sim I_{ref4}$ を演算し、更に電圧指令値 V_m を求めて (ステップ S11)、図 13 で説明したと同様な制御でモータ 20 を駆動する (ステップ S12)。モータ 20 のモータ電流 I_m は電流検出器 (図示せず) で検出されて角速度検出部 51 に入力され、端子間電圧 V_m は端子間電圧検出部 50 で検出されて角速度検出部 51 に入力される (ステップ S13)。角速度検出部 51 は入力されたモータ電流 I_m 及び端子間電圧 V_m に基づいて角速度 ω を検出し (ステップ S14)、戻り角速度制御部 40 に入力する。戻り角速度制御部 40 は車速 V に基づいて車速感応ゲイン部 41 はゲイン G_2 を出力し、車速感応ゲイン部 42 はゲイン G_1 を出力する (ステップ S20)。

30

【0023】

また、トルク感応出力ゲイン部 48 は操舵トルク T に応じてゲイン G_3 を出力し (ステップ S21)、路面反力 R_R を入力し (ステップ S22)、ゲイン部 43 及びモータ角速度目標値設定部 44 によってモータ角速度目標値 M_t を設定する (ステップ S23)。そして、乗算部 45 でモータ角速度目標値 M_t に車速感応目標値ゲイン G_1 を乗算し、この乗算値 ($= M_t \cdot G_1$) から角速度 ω を減算し、この減算値に車速感応ゲイン G_2 を乗算し、この乗算値 ($= (M_t \cdot G_1 - \omega) G_2$) にトルク感応出力ゲイン G_3 を乗算して戻り角速度制御信号 r を演算する (ステップ S24)。即ち、戻り角速度制御部 40 は下記 (1) 式の演算によって戻り角速度制御信号 r を演算する。

40

$$r = (M_t \cdot G_1 - \omega) G_2 \cdot G_3 \quad \dots (1)$$

なお、ステップ S20 ~ ステップ S23 の順番は任意に変更可能である。戻り角速度制御部 40 で演算された戻り角速度制御信号 r が加算部 33 に入力され、操舵補助指令値 I_{ref2} が路面反力 R_R に対応して補正される (ステップ S25)。この補正された操舵補助指令値 I_{ref3} に従ってモータ 20 は駆動される。

【0024】

なお、図 6 及び図 7 では、路面反力検出器からの路面反力 R_R を入力して戻り角速度制

50

御信号 r を求めているが、特開 2003 - 200844 号公報に示されるように操舵トルク、電流指令値、モータ角速度及びモータ角加速度から推定した SAT 推定値を入力して演算するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】車速をパラメータとした場合の舵角と路面反力の関係の一例を示す特性図である。

【図2】摩擦係数をパラメータとした場合の舵角と路面反力の関係の一例を示す特性図である。

【図3】路面反力検出器を具備した電動パワーステアリング装置の構成例を示す図である。

【図4】路面反力に対するモータ角速度目標値の設定例を示す図である。

【図5】摩擦係数をパラメータとした場合の舵角とモータ角速度目標値設定値の関係の一例を示す特性図である。

【図6】本発明の実施の形態の一例を示すブロック図である。

【図7】戻り角速度制御部の構成例を示すブロック図である。

【図8】車速感応ゲイン部の特性例を示す図である。

【図9】車速感応目標値ゲイン部の特性例を示す図である。

【図10】トルク感応出力ゲイン部の特性例を示す図である。

【図11】本発明の動作例を示すフローチャートである。

【図12】一般的な電動パワーステアリング装置の構成例を示す図である。

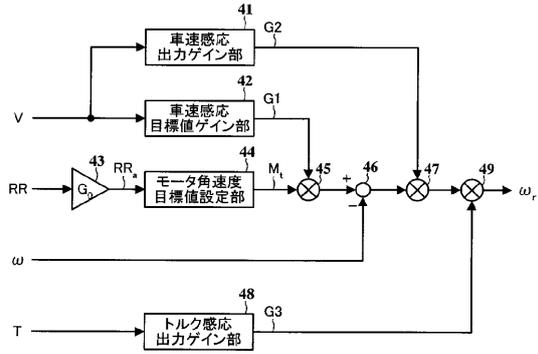
【図13】コントロールユニットの一例を示すブロック構成図である。

【符号の説明】

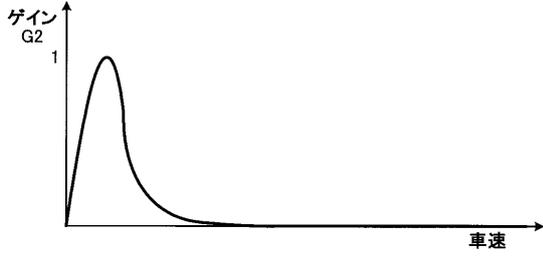
【0026】

1	操向ハンドル	
2	コラム軸	
3	減速ギア	
7	路面反力検出器	
10	トルクセンサ	30
11	イグニションキー	
12	車速センサ	
14	バッテリー	
20	モータ	
30	コントロールユニット	
31	操舵補助指令値演算部	
32	位相補償部	
35	微分補償部	
36	PI制御部	
37	PWM制御部	40
40	戻り角速度制御部	
41	車速感応出力ゲイン部	
42	車速感応目標値ゲイン部	
43	ゲイン部	
44	モータ角速度目標値設定部	
48	トルク感応出力ゲイン部	
50	端子間電圧検出部	
51	角速度検出部	

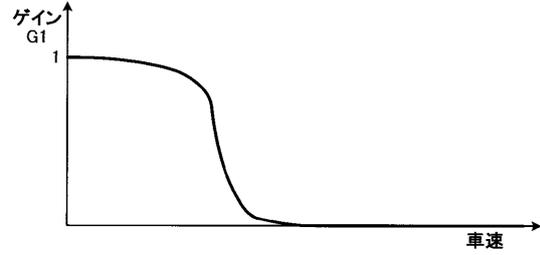
【図7】



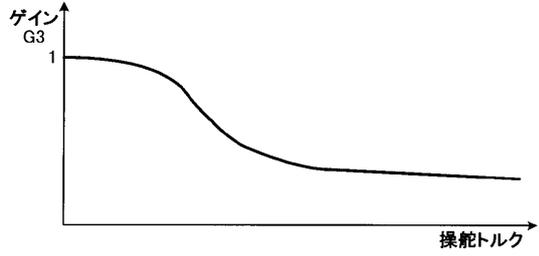
【図8】



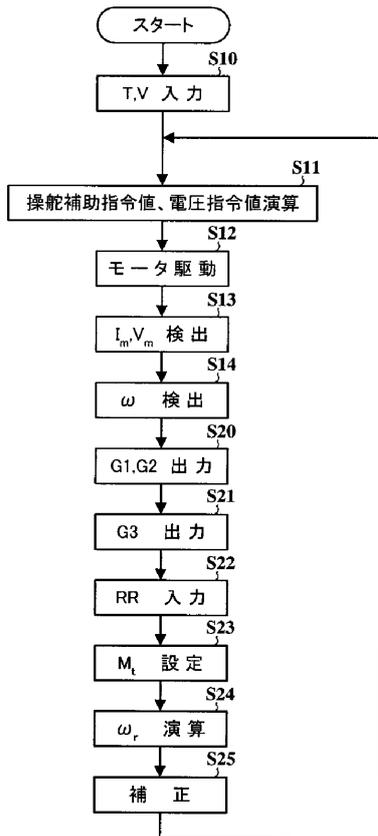
【図9】



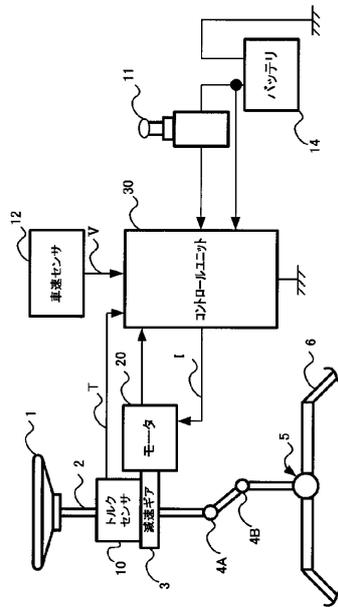
【図10】



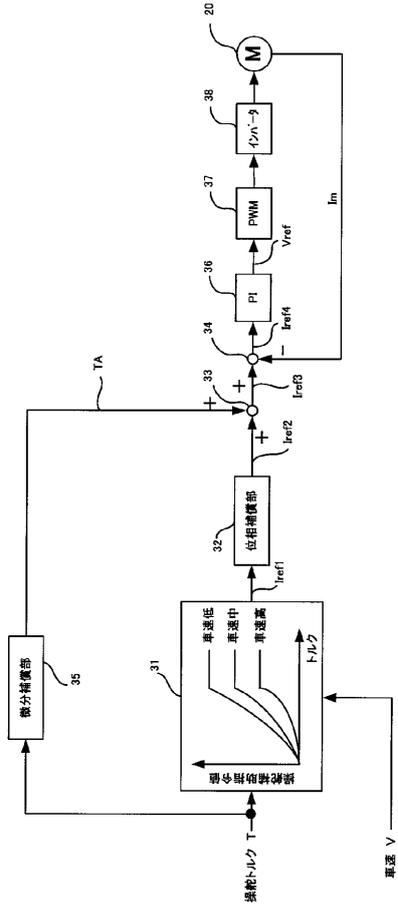
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-199219(JP,A)
特開2001-239951(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00

B62D 5/04

B62D 101/00

B62D 119/00

H02P 27/08