

(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2013-184622
(P2013-184622A)

(43) 公開日 平成25年9月19日(2013.9.19)

(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 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 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-52526 (P2012-52526)
(22) 出願日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(71) 出願人 301041449
日立オートモティブシステムズステアリング株式会社
埼玉県比企郡滑川町都25-10
(74) 代理人 100086232
弁理士 小林 博通
(74) 代理人 100092613
弁理士 富岡 潔
(74) 代理人 100096459
弁理士 橋本 剛
(72) 発明者 古田土 雅樹
秋田県横手市安本字下御所野1-2 ユニシアジェーケーシーステアリングシステム株式会社内

最終頁に続く

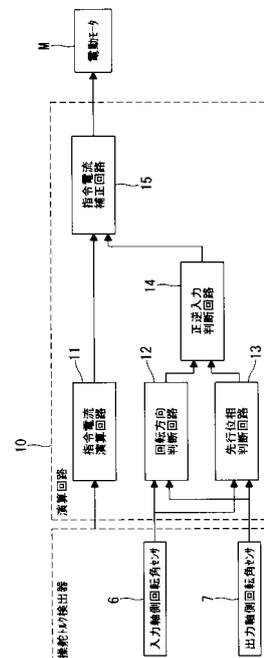
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置及び電動パワーステアリング装置の制御装置

(57) 【要約】

【課題】より確実に正入力か逆入力かを判断し、電動モータからステアリング機構に適切な操舵補助力を与え、操舵感、操舵安定性を向上させる。

【解決手段】正逆入力判断回路14は、回転方向判断回路12において入力軸と出力軸の回転方向が一致と判断し、かつ、先行位相判断回路13において入力軸が出力軸よりも先行して回転していると判断するとき、正入力であると判断すると共に、回転方向判断回路12において入力軸と出力軸の回転方向が一致と判断し、かつ、先行位相判断回路13が出力軸が入力軸よりも先行して回転していると判断するとき、逆入力であると判断する。指令電流補正回路15は、正逆入力判断回路14において正入力と判断されるときは逆入力と判断されるときよりも、入力軸の回転方向と同一方向への電動モータMによる発生トルクが大きくなるように指令電流を補正する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステアリングホイールの操舵操作に伴い回転する入力軸と、前記入力軸とトーションバーを介して接続され、前記入力軸の回転が伝達される出力軸と、前記出力軸の回転を転舵輪の転舵動作に変換する変換機構と、を備えた操舵機構と、

前記入力軸側に設けられ、前記入力軸の回転角を検出する入力軸側回転角センサと、前記出力軸側に設けられ、前記出力軸の回転角を検出または推定する出力軸回転角センサと、

前記操舵機構に操舵補助力を付与する電動モータと、

車両の運転状態に基づき、前記電動モータへの指令電流値を演算する演算回路と、

前記演算回路に設けられ、前記入力軸の回転方向と前記出力軸の回転方向が一致か不一致かを判断する回転方向判断回路と、

前記演算回路に設けられ、前記入力軸側回転角センサの出力信号である入力軸側回転角信号と前記出力軸側回転角センサの出力信号である出力軸側回転角信号のうち、どちらの位相が先行するかを判断する先行位相判断回路と、

前記演算回路に設けられ、前記回転方向判断回路が一致と判断し、かつ前記入力軸側回転角信号の位相が先行すると前記先行位相判断回路が判断するとき、前記トーションバーの捻れが前記入力軸側からの入力である正入力であると判断すると共に、前記回転方向判断回路が一致と判断し、かつ前記出力軸側回転角信号の位相が先行すると前記先行位相判断回路が判断するとき、前記トーションバーの捻れが前記出力軸側からの入力である逆入力であると判断する正逆入力判断回路と、

前記演算回路に設けられ、前記正逆入力判断回路によって前記正入力と判断されるときは前記逆入力と判断されるときよりも、前記入力軸の回転方向と同方向への前記電動モータによる発生トルクが大きくなるように前記指令電流値を補正する指令電流補正回路と

、
を有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】

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、前記回転方向判断回路は、前記入力軸側回転角信号が同一回転方向へ連続して変化し、かつ前記出力軸側回転角信号が前記入力軸側回転角信号と同一回転方向へ連続して変化するとき、前記一致と判断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 2 に記載の電動パワーステアリング装置において、前記回転方向判断回路は、所定時間内において、前記入力軸側回転角信号が同一方向へ連続して変化し、かつ前記出力軸側回転角信号が前記入力軸側回転角信号と同一回転方向へ連続して変化するとき、前記一致と判断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】

ステアリングホイールの操舵操作に伴い電動モータによって転舵輪に操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置の制御装置であって、

車両の運転状態に基づき、前記電動モータへの指令電流値を演算する演算回路と、

前記演算回路に設けられ、ステアリングホイールの操舵操作に伴い回転する入力軸の回転角に関する信号である入力軸側回転角信号および前記入力軸とトーションバーを介して接続され前記入力軸の回転が伝達される出力軸の回転角に関する信号である出力軸側回転角信号を受信する回転角信号受信部と、

前記演算回路に設けられ、前記入力軸側回転角信号および前記出力軸側回転角信号に基づき、前記入力軸の回転方向と前記出力軸の回転方向が一致か不一致かを判断する回転方向判断回路と、

前記演算回路に設けられ、前記入力軸側回転角信号と前記出力軸側回転角信号のうち、どちらの位相が先行するかを判断する先行位相判断回路と、

10

20

30

40

50

前記演算回路に設けられ、前記回転方向判断回路が一致と判断し、かつ前記入力軸側回転角信号の位相が先行すると前記先行位相判断回路が判断するとき、前記トーシヨンバーの捻れが前記入力軸側からの入力である正入力であると判断すると共に、前記回転方向判断回路が一致と判断し、かつ前記出力軸側回転角信号の位相が先行すると前記先行位相判断回路が判断するとき、前記トーシヨンバーの捻れが前記出力軸側からの入力である逆入力であると判断する正逆入力判断回路と、

前記演算回路に設けられ、前記正逆入力判断回路によって前記正入力と判断されるときは前記逆入力と判断されるときよりも、前記入力軸の回転方向と同一方向への前記電動モータによる発生トルクが大きくなるように前記指令電流値を補正する指令電流補正回路と、

10

を有す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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動モータを駆動源として車両のステアリング機構に操舵補助力を与える電動パワーステアリング装置およびその制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ステアリングホイールの操舵操作に伴い回転する入力軸の回転角と前記入力軸の回転が伝達される出力軸の回転角とをトルクセンサ等の検出部で検出し、このトルクセンサの検出信号に基づいて電動モータから車両の操舵機構にトルクを伝達することにより、操舵の補助を行う電動パワーステアリング装置が知られている。

20

【0003】

上記のようなパワーステアリング装置としては、トルクセンサおよび舵角センサにおける検出信号の変化率によりトルクセンサや舵角センサの検出が運転者の意思による正入力なのか、外乱による出力軸側からの逆入力なのかを判定し、外乱による逆入力と判定した際には、電動モータから外乱補償トルクをステアリング機構に付与し、車両挙動の安定化と操舵感の向上を図った技術が従来から提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献1】特開2010-36720号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、トルクセンサや舵角センサにおける検出信号の変化率のみでは、トルクセンサや舵角センサにおける検出が運転者の意思による正入力なのか、外乱による逆入力なのかを正確に判定できず、電動モータからステアリング機構に適切な操舵補助力を与えることができなかった。

【0006】

40

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであって、より確実に正入力か逆入力かを判断し、電動モータからステアリング機構に適切な操舵補助力を与え、操舵感、操舵安定性を向上させることが課題となる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、ステアリングホイールの操舵操作に伴い回転する入力軸と、前記入力軸とトーシヨンバーを介して接続され、前記入力軸の回転が伝達される出力軸と、前記出力軸の回転を転舵輪の転舵動作に変換する変換機構と、を備えた操舵機構を有する電動パワーステアリング装置であって、とりわけ、前記入力軸と出力軸の回転方向が一致と判断し、かつ、前記入力軸が出力軸よりも先行して回転していると判断するとき、前記トーシヨンバ

50

一の捻れが前記入力軸側からの入力である正入力であると判断すると共に、前記入力軸と出力軸の回転方向が一致と判断し、かつ前記出力軸が入力軸よりも先行して回転していると判断するとき、前記トーションバーの捻れが前記出力軸側からの入力である逆入力であると判断し、前記正入力と判断されるときは前記逆入力と判断されるときよりも、前記入力軸の回転方向と同一方向への電動モータによる発生トルクが大きくなるように指令電流値を補正することを特徴としている。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、より確実に正入力か逆入力かを判断し、電動モータからステアリング機構に適切な操舵補助力を与え、操舵感，操舵安定性を向上させることが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態1における電動パワーステアリング装置を示す概略図である。

【図2】実施形態1におけるステアリングシャフトの構成を示す断面図である。

【図3】実施形態1における演算回路の構成を示すブロック図である。

【図4】実施形態1における演算回路の各処理ステップを示すフローチャートである。

【図5】正逆入力判断回路における正逆入力判断基準を示すタイムチャートである。

【図6】実施形態1におけるフリクション補償値を示すタイムチャートである。

【図7】実施形態2におけるフリクション補償値（正入力時）を示すタイムチャートである。

20

【図8】実施形態2におけるフリクション補償値（逆入力時）を示すタイムチャートである。

【図9】実施形態3におけるシミー制御量を示すタイムチャートである。

【図10】実施形態4における操舵補助力を示すタイムチャートである。

【図11】実施形態5におけるダンピング制御量を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明に係る電動パワーステアリング装置の各実施形態1～5を図面に基づいて詳述する。

【0011】

30

[実施形態1]

図1は、本実施形態1における電動パワーステアリング装置を示す概略図である。図1に示す電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールSW，ステアリングシャフト1，ピニオン軸2，ラック軸3により基本的な操舵機構を構成している。この操舵機構は、運転者によってステアリングホイールSWが回転操作されると、そのステアリングホイールSWの回転がステアリングシャフト1を介してピニオン軸2に伝達されるとともに、そのピニオン軸2の回転運動がラック軸3の直線運動に変換され、ラック軸3の両端に連結された左右の転舵輪W1，W2が転舵するようになっている。つまり、ラック軸3には、ピニオン軸2が噛み合いするラック歯（図示省略）が形成されており、そのラック歯とピニオン軸2との噛み合いをもつてステアリングシャフトの回転を転舵動作に変換する変換機構が構成される。

40

【0012】

また、ステアリングシャフト1にはステアリングシャフト1の回転角を検出するトルクセンサTSが設けられており、トルクセンサTSの出力電圧およびモータ回転センサ信号に基づいて制御装置（以下、ECUと称する）4により電動モータMの電流制御を行い、電動モータMからピニオン軸2に対して操舵補助力を付与するように構成されている。

【0013】

図2に示すように、ステアリングシャフト1は、ステアリングホイールSW側の入力軸1aとラック軸3側の出力軸1bとに軸方向で分割されている。入力軸1aと出力軸1bは、それぞれ中空状に形成されているとともに、入力軸1a，出力軸1bの内周側に設け

50

られたトーシヨンバー 1 c を介して互いに同軸連結されている。なお、入力軸 1 a とトーシヨンバー 1 c、出力軸 1 b とトーシヨンバー 1 c は中立ピンや圧入等により連結されている。これにより、入力軸 1 a と出力軸 1 b とがトーシヨンバー 1 c の捩れ変形を持って相対回転可能になっている。

【 0 0 1 4 】

ステアリングシャフト 1 の外周側には、外部使用環境に対応できるように、ステアリングシャフト 1 の外周側を囲繞しつつ車体に固定されたケーシング 5 が設けられていて、当該ケーシング 5 の内周面と入力軸 1 a の外周面との間に入力軸 1 a の回転変位を検出する入力軸側回転角センサ（例えば、レゾルパ）6 が設けられている。また、ケーシング 5 の内周面と出力軸 1 b の外周面との間には、出力軸 1 b の回転変位を検出する出力側回転角センサ（例えば、レゾルパ）7 が設けられている。すなわち、トーシヨンバー 1 c の捩れ変形に基づく入力軸 1 a と出力軸 1 b との相対回転変位量を両回転角センサ 6, 7 によって検出することにより、運転者がステアリングホイール S W を回転操作する操舵トルクを検出するようになっている。換言すれば、ステアリングシャフト 1 に作用するトルクを検出するためのトルクセンサ T S が両回転角センサ 6, 7 をもって構成されている。

10

【 0 0 1 5 】

両回転角センサ 6, 7 は、ステータにのみコイルが設けられ、ロータにはコイルが設けられていない周知の変りラクタンス（V R）型のものであって、入力軸側回転角センサ 6 は、入力軸 1 a の外周面に一体的に嵌着された環状の入力軸側ロータ 6 a と、その入力軸側ロータ 6 a の外周面に所定の径方向の隙間を介して外挿され、ケーシング 5 に対して固定された環状の入力軸側ステータ 6 b と、を有している。一方、出力軸側回転角センサ 7 は、出力軸 1 b の外周面に一体に嵌着された環状の出力軸側ロータ 7 a と、その出力軸側ロータ 7 a の外周側に所定の径方向隙間を介して外挿され、ケーシング 5 に対して固定された環状の出力軸側ステータ 7 b と、を有している。

20

【 0 0 1 6 】

入力軸側回転角センサ 6, 出力軸側回転角センサ 7 からの出力電圧は、ハーネス（クロックケーブルやスリップリング等）、無線通信等により E C U 4 に取り込まれる。E C U 4 では、入力軸側回転角センサ 6 と、出力軸側回転角センサ 7 と、の出力値の差分からトーシヨンバー 1 c の捩れ角を算出する。そして、トーシヨンバー捩れ角から、下記式によりトーシヨンバー 1 c に発生する操舵トルクを検出する。

30

$$(\text{トーシヨンバートルク}) = (\text{トーシヨンバー捩れ角}) \times (\text{トーシヨンバー剛性})$$

E C U 4 には、その他に、モータ回転センサ信号、車速信号、舵角信号が入力され、電動モータ M の電流制御を行う。トルクセンサ T S によるトーシヨンバー捩れ角と電動モータ M の回転角を監視することで、運転者の意思による正入力か転舵輪 W 1, W 2 側からの逆入力かを判断することができる。

【 0 0 1 7 】

次に、本実施形態 1 における E C U 4 に設けられた演算回路 1 0 の構成を図 3 に基づいて説明する。図 3 に示すように、演算回路 1 0 は、指令電流演算回路 1 1 と、回転方向判断回路 1 2 と、先行位相判断回路 1 3 と、正逆入力判断回路 1 4 と、指令電流補正回路 1 5 と、を備える。

40

【 0 0 1 8 】

指令電流演算回路 1 1 には、トルクセンサ T S 出力、モータ回転センサ信号、車速信号、舵角信号等が入力され（図示省略）、電動モータ M に対する指令電流を演算し、指令電流補正回路 1 5 に出力する。この指令電流は電流モータ M からピニオン軸 2 に付与する基本的な操舵補助力を発生させるための値である。

【 0 0 1 9 】

回転方向判断回路 1 2 は、回転角受信部（図示省略）を介して入力された入力軸側回転角センサ 6 の出力信号である入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角センサ 7 の出力信号である出力軸側回転角信号 S 2 に基づき、入力軸 1 a の回転方向と出力軸 1 b の回転方向が一致か不一致か（すなわち、同一方向に回転しているか否か）を判定する。

50

【 0 0 2 0 】

本実施形態 1 では、所定時間ごとに区切って回転方向が一致しているか否かを判定しており、所定時間内において、入力軸側回転角信号 S 1 が同一方向へ連続して変化し、かつ、出力軸側回転角信号 S 2 が入力軸側回転角信号 S 1 と同一回転方向へ連続して変化するとき、同一方向に回転していると判定する。

【 0 0 2 1 】

先行位相判断回路 1 3 は、回転角度受信部（図示省略）を介して入力された入力軸側回転角信号 S 1 と、出力軸側回転角信号 S 2 のうち、どちらの位相が先行するかを判断する。

【 0 0 2 2 】

正逆入力判断回路 1 4 は、回転方向判断回路 1 2 と先行位相判断回路 1 3 の判定に基づき、入力軸 2 a 側からの入力によりトーションバー 2 c の擦れが発生する正入力（以下、単に正入力と称する）か、出力軸 2 b からの入力によりトーションバー 2 c の擦れが発生する逆入力（以下、単に逆入力と称する）かを判定する。

【 0 0 2 3 】

指令電流補正回路 1 5 は、前記正逆入力判断回路 1 4 における正入力、逆入力の判定に基づいて、指令電流演算回路 1 1 で算出された指令電流を補正する。

【 0 0 2 4 】

次に、図 4 のフローチャートに基づき、本実施形態 1 における演算回路 1 0 の各処理ステップ（S 1 1 ~ S 1 7）を説明する。

【 0 0 2 5 】

S 1 1：回転角受信部において、入力軸側回転角信号 S 1 および出力軸側回転角信号 S 2 を読み込む。

【 0 0 2 6 】

S 1 2：先行位相判断回路 1 3 により、入力軸側回転角信号 S 1 が出力軸側回転角信号 S 2 よりも先んじて動いているか否かを判定する。入力軸側回転角信号 S 1 が出力側回転角信号 S 2 よりも先んじて動いていると判定された場合は Yes として S 1 3 へ移行し、出力側回転角信号 S 2 が入力側回転角信号 S 1 よりも先んじて動いていると判定された場合は、No として S 1 5 へ移行する。

【 0 0 2 7 】

S 1 3：正逆入力判断回路 1 4 において、運転者の意思による操舵（正入力）と判断する。

【 0 0 2 8 】

S 1 4：指令電流補正回路 1 5 において、操舵速度に応じた補償量を算出する。

【 0 0 2 9 】

S 1 5：正逆入力判断回路 1 4 において、転舵輪側からの逆入力と判断する。

【 0 0 3 0 】

S 1 6：指令電流補正回路 1 5 において、操舵速度に応じた補償量を算出する。

【 0 0 3 1 】

S 1 7：指令電流補正回路 1 5 において、S 1 4、S 1 6 で算出した補正量を、指令電流に加算して、電動モータ M に出力する。

【 0 0 3 2 】

次に、正逆入力判断回路 1 4 における正逆入力の判断基準について図 5 に基づいて説明する。

【 0 0 3 3 】

図 5 (a) では、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が差分をもって同一方向に変化し、かつ、入力軸側回転角信号 S 1 が出力軸側回転角信号 S 2 よりも先んじて変化している。このような場合、運転者によるステアリングホイール S W の操舵により入力軸 1 a が回転し、出力軸 1 b はフリクションにうちかって入力軸 1 a に追従していると判断し、正入力と判定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 5 (c) では、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が差分をもって同一方向に変化し、かつ、出力軸側回転角信号 S 2 が入力軸側回転角信号 S 1 に先んじて変化している。このような場合、転舵輪 W 1 , W 2 に対する外乱により出力軸 1 b が回転し、入力軸 1 a は出力軸 1 b に追従していると判断し、逆入力と判定する。

【 0 0 3 5 】

図 5 (a) , (c) に示すように、正逆入力判断回路 1 4 では、基本的に、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が同一方向へ変化している場合において、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 のどちらが先に変化するか、に基づいて正入力か逆入力かを判断している。

10

【 0 0 3 6 】

次に、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が同一方向へ変化していないときの正逆入力判断について説明する。

【 0 0 3 7 】

図 5 (b) では、入力軸側回転角信号 S 1 および出力軸側回転角信号 S 2 がある差分を持って同一方向に変化しており、その後、入力軸側回転角信号 S 1 が逆方向に変化したのに追従して出力軸側回転角信号 S 2 も逆方向に変化し、そのままある差分を持って同一方向に変化している。このような場合、運転者がステアリングホイール S W を切り返していると判断し、運転者の意思による操舵（正入力）と判定する。すなわち、正入力と判断している状態から一時的に入力軸側回転角信号 S 1 が出力軸側回転角信号 S 2 と逆方向に変化しても、運転者の意思による操舵として正入力と判定する。

20

【 0 0 3 8 】

図 5 (d) では、入力軸側回転角信号 S 1 は変化せず、出力軸側回転角信号 S 2 のみが変化している。このような場合、外乱の影響により転舵輪 W 1 , W 2 の回転方向は脈動しているが、運転者がステアリングホイール S W を強く保持しているため、入力軸側は回転していない状態と判断し、逆入力と判定する。

【 0 0 3 9 】

次に、図 6 に基づいて、指令電流補正回路 1 5 における指令電流の補正について詳細に説明する。

【 0 0 4 0 】

指令電流補正回路 1 5 では、図 6 (a) に示すように、正逆入力判断回路 1 4 で正入力と判断されて運転者意思判断フラグが立った場合、指令電流演算回路 1 1 で算出された基本的な操舵補助力を発生させるための指令電流に対して、操舵機構のフリクションを軽減するように、指令電流を増大補正するフリクション補償値を加算する。ここで、フリクション補償値は、メカフリクションやグリス等の粘性のフリクション等、操舵機構トータルのフリクションとし、実測値等により算出した値を用いるものとする。

30

【 0 0 4 1 】

一方、図 6 (b) に示すように、正逆入力判断回路 1 4 で逆入力と判断された場合、指令電流補正回路 1 5 は、指令電流演算回路 1 1 で算出された基本的な操舵補助力を発生させるための指令電流に対して正入力と判断された場合よりも小さいフリクション補償値を加算する。また、フリクション補償値を 0 としても良く、図 6 (b) に示すように、基本となる操舵補助力と逆方向のフリクション補償値を加算しても良い。

40

【 0 0 4 2 】

以下、本実施形態 1 における電動パワーステアリング装置の作用効果を説明する。

【 0 0 4 3 】

走行中の車両が横風を受けたり、転舵輪 W 1 , W 2 が轍（わだち）に入ってしまったたり、車道が砂利道のような凹凸のある路面を走行したりすると、路面からの逆入力によって、転舵輪 W 1 , W 2 が運転者の意図しない方向へと向けられることがある。このような外乱に対してもトーションバー 1 c に捩れが発生し、トルクセンサ T S が捩れを検出してしまいうため、電動モータ M から操舵機構に操舵補助力が付与されてしまう恐れがあった。

50

【 0 0 4 4 】

本実施形態 1 における電動パワーステアリング装置によれば、以下の (a) ~ (c) により、上記のような外乱によるトルクセンサ T S の検出に対しても正確に正逆入力 of 判定を行うことが可能となり、適切な操舵補助力を与え、操舵感，操舵安定性を向上させることが可能となる。

【 0 0 4 5 】

(a) 本実施形態 1 における電動パワーステアリング装置によれば、回転方向判断回路 1 2 において、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が同一方向へ連続して変化するとき回転方向が一致していると判断することにより、高度な回転方向判断を行うことができ、より高度な正逆入力判断を行うことが可能となる。

10

【 0 0 4 6 】

(b) 回転方向判断回路 1 2 が、所定時間ごとに区切って回転方向が一致しているか否かを判定し、所定時間内において、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が同一方向へ連続して変化するとき回転方向が一致していると判断することによって、直近の運転者による操舵操作または路面等からの逆入力の変化に基づいて高精度に回転方向の判断を行うことができ、高度な正逆入力判断を行うことが可能となる。

【 0 0 4 7 】

(c) 正逆入力判断回路 1 4 において、正入力と判断している状態から、入力軸側回転角信号 S 1 の回転方向が反転したことにより、一時的に回転方向判断回路 1 2 の判断が不一致となった場合も、出力側回転角信号 S 2 が入力側回転角信号 S 1 に追従した際に正入力と判断することにより、運転者による切り返しの状態も正入力と判断され、より適切に正逆入力 of 判定を行うことが可能となる。

20

【 0 0 4 8 】

また、正入力と判断したときは、指令電流補正回路 1 5 において、操舵機構によるフリクションを軽減するように指令電流値を増大補正することにより、運転者の操舵負荷を軽減することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

さらに、逆入力と判断した時は、正入力と判断した時よりもフリクション補償値を小さく (または 0 もしくは逆方向のフリクション補償値と) することにより、逆入力時における運転者の意志を反映していない操舵補助力に対して操舵機構のフリクションが働き、操舵感，操舵安定性を向上させることが可能となる。

30

【 0 0 5 0 】

すなわち、電動パワーステアリング装置では、トルクセンサ T S の出力に基づく基本的な操舵補助力のみを電動モータ M によりピニオン軸 2 に付加した場合、ステアリング機構のフリクション分は運転者が負担しなければならない。そのため、正入力と判定された際には、基本的な操舵補助力にフリクション補償値を加算した値を電動モータ M からピニオン軸 2 に付与し、運転者の負担を軽減している。ここで、逆入力と判断された時は、図 6 (b) に示すように、正入力と判断された時よりもフリクション補償値を小さく (または 0 か逆向きのフリクション補償値に) 設定することによって、逆入力時における操舵補助力に対してフリクションが働くため、運転者の意思を反映していない操舵補助力により転舵輪 W 1 ， W 2 が回転することが抑制され、操舵感，操舵安定性を高めることができる。

40

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態 1 のように、入力軸側回転角センサ 6 ，出力軸側回転角センサ 7 としてトルクセンサを用いることにより、別途回転角センサを設ける必要がなく、部品点数を削減することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

[実施形態 2]

本実施形態 2 における電動パワーステアリング装置について説明する。本実施形態 2 における電動パワーステアリング装置， E C U 4 は実施形態 1 と同様の構成であるため、説明は省略する。本実施形態 2 はフリクション補償値が実施形態 1 と異なる。

50

【 0 0 5 3 】

図 7 , 図 8 は、本実施形態 2 におけるフリクション補償値を示すタイムチャートである。

【 0 0 5 4 】

図 7 は、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が差分を持って同一方向に変化し、かつ、入力軸側回転角信号 S 1 が出力軸側回転角信号 S 2 に対して先んじて変化した場合を示している。このような場合、実施形態 1 と同様に、運転者の意思による操舵と判断され、運転者意思判断フラグが立ち、正入力と判定される。

【 0 0 5 5 】

前記指令電流補正回路 1 5 は、前記入力軸の回転速度（舵角速度）が予め定められた閾値以下のとき、入力軸の回転速度が増大するのに応じてフリクション補償値も増大するように変化させる。また、入力軸の回転速度が前記閾値よりも大きいときは、入力軸の回転速度に拘らずフリクション補償値を一定値とする。

10

【 0 0 5 6 】

図 8 は、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が差分を持って同一方向に変化し、かつ、出力軸側回転角信号 S 2 が入力軸側回転角信号 S 1 に対して先んじて変化した場合を示している。このような場合、実施形態 1 と同様に、外乱により転舵輪 W 1 , W 2 の回転角が変化したと判断され、運転者意思判断フラグは立たず、逆入力と判定される。

【 0 0 5 7 】

図 8（逆入力）の場合も図 7（正入力）の場合と同様に、電流補正回路 1 5 は、入力軸または出力軸の回転速度が予め定められた閾値以下のとき、前記入力軸または出力軸の回転速度が増大するのに応じてフリクション補償値も増大するように変化させる。また、入力軸または出力軸の回転速度が前記閾値よりも大きいときは、入力軸または出力軸の回転速度に拘わらずフリクション補償値を一定値とする。なお、実施形態 1 と同様に逆入力と判定された場合は、正入力と判定された場合よりも小さなフリクション補償値に設定するものとする。

20

【 0 0 5 8 】

操舵機構に塗布されるグリス等の粘性のフリクション値は、これを挟んで相対移動する部材間の相対速度によって変化する。この粘性フリクション値の変化の影響が大きいのは部材間における相対速度が小さい領域である。そのため、本実施形態 2 のように入力軸または出力軸の回転速度が小さいときは、粘性のフリクション値にうちかつように入力軸または出力軸の回転速度が増大するのに応じてフリクション補償値を大きくしていき、入力軸または出力軸の回転速度が閾値よりも大きくなったら粘性のフリクション値は考慮せず、メカフリクションのみを考慮してフリクション補償値を一定とする。

30

【 0 0 5 9 】

これにより、本実施形態 2 における電動パワーステアリング装置は、実施形態 1 の作用効果に加え、粘性のフリクション値の変化の影響が大きい領域では粘性のフリクション値に応じたフリクション補償値を付与することができ、より適切な操舵補助力の付与を行うことが可能となる。また、粘性のフリクション値の変化の影響が小さい領域においても適切な操舵補助力の付与を行うことができる。

40

【 0 0 6 0 】

〔 実施形態 3 〕

本実施形態 3 における電動パワーステアリング装置，E C U 4 は実施形態 1 と同様の構成であるため、説明は省略する。本実施形態 3 は指令電流の補正が実施形態 1 と異なる。

【 0 0 6 1 】

図 9 は、本実施形態 3 における指令電流の補正を示すタイムチャートである。図 9 に示すように、入力軸側回転角信号 S 1 は変化せず、出力軸側回転角信号 S 2 が脈動している。すなわち、外乱の影響により転舵輪 W 1 , W 2 は脈動しているが、運転者がステアリングホイール S W を強く保持しているため入力軸 1 a 側は回転していない状態である。この

50

とき、正逆入力判断回路 14 では、外乱による逆入力と判断されるため、運転者意思判断フラグは立っていない。

【0062】

このような場合も、トーションバー 1c に捩れが生じ、トルクセンサ TS が捩れを検出してしまうため、電動モータ M からピニオン軸 2 に操舵補助力が付与されてしまう。

【0063】

そこで、本実施形態 3 では指令電流補正回路 15 において、指令電流演算回路 11 で演算された基本的な操舵補助力を発生させるための指令電流に対して、その操舵補助力を打ち消すシミ制御量を加算する。

【0064】

そのため、本実施形態 3 における電動パワーステアリング装置によれば、外乱の影響によって発生した操舵補助力が抑制されると共に、運転者がステアリングホイール SW を強く保持することが不要となる。その結果、運転者の操舵負荷を低減するとともに、操舵安定性を高めることが可能となる。

【0065】

[実施形態 4]

本実施形態 4 における電動パワーステアリング装置について説明する。本実施形態 4 における電動パワーステアリング装置、ECU 4 は実施形態 1～3 と同様の構成であるため、ここでの説明は省略する。

【0066】

図 10 は、本実施形態 4 における操舵補助力を示すタイムチャートである。図 10 (a) は、入力軸側回転角信号 S1 と出力軸側回転角信号 S2 が差分を持って同一方向に変化し、かつ、入力軸側回転角信号 S1 が出力軸側回転角信号 S2 に先んじて変化の様子を示している。このような場合、正逆入力判断回路 14 により運転者の意思による操舵と判断され、運転者意思判定フラグが立ち、正入力と判定される。正入力と判断された場合は、実施形態 1 や 2 のように、指令電流補正回路 15 において指令電流演算回路 11 で算出された基本的な操舵補助力を発生させるための指令電流に対してフリクション補償値が加算される。

【0067】

一方、図 10 (b) は、入力軸側回転角信号 S1 と出力側回転角信号 S2 が差分を持って同一方向に変化し、かつ、出力側回転角信号 S2 が入力側回転角信号 S1 に先んじて変化の様子を示している。

【0068】

前記指令電流補正回路 15 は、正逆入力判断回路 14 が逆入力と判断するとき、電動モータ M の発生トルク減少するように、指令電流を補正する。すなわち、本実施形態 4 では、実施形態 1～3 のように基本的な操舵補助力に加算するフリクション補償値を調整することにより操舵安定性を向上させるのではなく、逆入力と判定された場合、基本的な操舵補助力自体を小さくし、操舵安定性を向上させるものである。なお、逆入力と判定された場合は、指令電流補正回路 15 において、フリクション補償値は加算しないものとする。

【0069】

以上のように、本実施形態 4 によれば、逆入力と判定された場合、操舵補助力を低減することにより、運転者の意思を反映していない操舵補助力によって転舵輪 W1, W2 が回転することが抑制され、操舵安定性、操舵感を向上させることが可能となる。

【0070】

[実施形態 5]

本実施形態 5 における電動パワーステアリング装置を説明する。本実施形態 5 における電動パワーステアリング装置、ECU 4 は実施形態 1～4 と同様の構成であるため、ここでの説明は省略する。

【0071】

図 11 は、本実施形態 5 におけるダンピング制御量を示すタイムチャートである。図 1

10

20

30

40

50

1 (a) は、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が差分を持って同一方向に変化し、かつ、入力軸側回転角信号 S 1 が出力軸側回転角信号 S 2 に先んじて変化の様子を示している。このような場合、正逆入力判断回路 1 4 により、運転者の意思による操舵と判断され、運転者意思判定フラグが立ち、正入力と判定される。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 (b) は、入力軸側回転角信号 S 1 と出力軸側回転角信号 S 2 が差分を持って同一方向に変化し、かつ、出力軸側回転角信号 S 2 が入力軸側回転角信号 S 1 に先んじて変化の様子を示している。図 1 1 (b) では、転舵輪 W 1 , W 2 からの入力と判断され、運転者意思判定フラグは立たず、逆入力と判定される。

【 0 0 7 3 】

本実施形態 5 では、指令電流演算回路 1 1 で演算された基本的な操舵補助力を発生させるための指令電流に対して、その指令電流とは逆方向の補正值（以下、ダンピング制御量と称する）を加算する。このダンピング制御量は、転舵輪 W 1 , W 2 の急な加速度を抑制するものであり、落ち着きを持たせるものである。

【 0 0 7 4 】

ここで、図 1 1 (a) のように正入力と判定された時よりも図 1 1 (b) のように逆入力と判定された時の方がダンピング制御量を大きくする。これは、図 1 1 (a) のように正入力と判定された場合、操舵補助力は運転者の意思を反映したものであり、転舵輪 W 1 , W 2 の急な加速度を抑制し落ち着きを持たせることのみを目的としているためである。それに対し、図 1 1 (b) のように逆入力と判定された場合、操舵補助力は運転者の意思を反映していないものであるため、ダンピング制御量を大きくして転舵輪 W 1 , W 2 の急な加速度を抑制するとともに、操舵補助力を抑制している。

【 0 0 7 5 】

なお、このダンピング制御量は、電動モータ M の回転数やステアリングホイール S W の転舵速度等に基づいて演算されるものであり、演算回路 1 0 とは別の装置により演算されるものとする。

【 0 0 7 6 】

本実施形態 5 によれば、ダンピング制御を行うことにより、転舵輪 W 1 , W 2 の急な加速度を抑制し落ち着きを持たせることが可能となる。また、逆入力時にダンピング制御量を大きくすることにより、外乱に起因する運転者の意思を反映していない操舵補助力を抑制し、操舵安定性、操舵感を向上させることができる。さらに、正入力時と逆入力時における操舵安定性のバランスを図ることが可能となる。

【 0 0 7 7 】

以上、本発明において、記載された具体例に対してのみ詳細に説明したが、本発明の技術思想の範囲で多彩な変形および修正が可能であることは、当業者にとって明白なことであり、このような変形および修正が特許請求の範囲に属することは当然のことである。

【 0 0 7 8 】

例えば、本発明における電動パワーステアリング装置は、コラムアシストタイプ、ラックアシストタイプであっても良く、ステアリングホイール S W 側からの部材の順番がトルクセンサ T S 、電動モータ M の順番であれば適用可能である。

【 0 0 7 9 】

また、トルクセンサ T S は、入力軸側と出力軸側の回転角センサ 6 , 7 と C P U とが一体でトルクセンサ T S を成し、C P U により、デジタル処理された入力軸回転角信号 S 1 , 出力軸回転角信号 S 2 をハーネス（クロックケーブル、スリップリング等）無線通信等により E C U 4 と通信を行うものでもよい。

【 0 0 8 0 】

さらに、実施形態 1 では、出力軸側回転角センサ 7 をトーションバー 1 c の出力軸 1 b 側に設けているが、出力軸側回転角センサ 7 は、電動モータ M の回転角センサを用いても良い。これにより、出力軸側回転角センサを別途設ける必要がなくなり、部品点数の削減を図ることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

ここで、上述した各実施形態から把握される技術的思想であって、特許請求の範囲に記載した以外のものについて、その効果とともに以下に記載する。

【 0 0 8 2 】

(1) 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、前記正逆入力判断回路は、前記正入力と判断している状態から、前記入力軸側回転角信号の回転方向が反転したことにより前記回転方向判断回路の判断が不一致となった場合、前記正入力であると判断することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 8 3 】

(1) に記載の技術的思想によれば、運転者による切り返し操舵の状態も正入力と判断され、より適切に正逆入力判断を行うことが可能となる。

10

【 0 0 8 4 】

(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、前記指令電流補正回路は、前記正逆入力判断回路が前記正入力と判断するとき、前記操舵機構のフリクションを軽減するように前記指令電流を増大補正するフリクション補償制御を行うことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 8 5 】

(2) に記載の技術的思想によれば、操舵機構によるフリクションを軽減するように指令電流値を補正することにより、運転者の操舵負荷を軽減し、操舵感の向上を図ることができる。

20

【 0 0 8 6 】

(3) (2) に記載の電動パワーステアリング装置において、前記電流補正回路は、前記入力軸の回転速度が予め定めた閾値以下のとき、前記入力軸の回転速度が増大するのに応じてフリクション補償制御におけるフリクション補償値が大きくなるように変化させることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 8 7 】

(3) に記載の技術的思想によれば、操舵機構に塗布されるグリス等は、これを挟んで相対移動する部材間の相対速度によって粘性のフリクション値が変化する。この粘性のフリクション値の変化の影響が大きいのは相対速度が小さい領域であるため、上記のように構成することにより、粘性のフリクション値の変化に応じたフリクション補償値を付与することができる、より適切な操舵補助力の付与を行うことができる。

30

【 0 0 8 8 】

(4) (3) に記載の電動パワーステアリング装置において、前記指令電流補正回路は、前記入力軸の回転速度が前記閾値よりも大きいとき、前記入力軸の回転速度に拘らず前記フリクション補償値を一定値とすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 8 9 】

(4) に記載の技術的思想によれば、粘性のフリクション値の変化の影響が小さい領域においても適切な操舵補助力の付与を行うことができる。

【 0 0 9 0 】

(5) 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、前記指令電流補正回路は、前記正逆入力判断回路が前記逆入力と判定するとき、前記操舵機構のフリクションを軽減するフリクション補償制御における前記指令電流に対するフリクション補償値を、前記正入力と判断されるときよりも小さくするか、または 0 とすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

40

【 0 0 9 1 】

(5) に記載の技術的思想によれば、逆入力時は操舵機構のフリクションによって操舵安定性を高めることができる。

【 0 0 9 2 】

(6) (5) に記載の電動パワーステアリング装置において、前記指令電流補正回路は、前記入力軸または前記出力軸の回転速度が予め定めた閾値以下のとき、前記入力軸ま

50

たは前記出力軸の回転速度が増大するのに応じて前記フリクション補償値が大きくなるように変化させることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【0093】

(6)に記載の技術的思想によれば、粘性のフリクション値の変化の影響に応じたフリクション補償値とすることができ、より適切な操舵補助力の与えることができる。

【0094】

(7)(6)に記載の電動パワーステアリング装置において、前記指令電流補正回路は、前記入力軸または前記出力軸の回転速度が前記閾値よりも大きいとき、前記入力軸または前記出力軸の回転速度に拘らず前記フリクション補償値を一定値とすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

【0095】

(7)に記載の技術的思想によれば、粘性のフリクション値の変化の影響が小さい領域においても適切な操舵補助力を与えることができる。

【0096】

(8)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、前記指令電流補正回路は、前記正逆入力判断回路が前記逆入力と判断するとき、前記電動モータの発生トルクが減少するように前記指令電流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。

【0097】

(8)に記載の技術的思想によれば、電動モータの発生トルクを減少させることにより操舵安定性を高めることができる。

20

【0098】

(9)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、前記指令電流補正回路は、前記正逆入力判断回路が前記逆入力と判断するとき、基本的な操舵補助力のための指令電流とは逆方向の補正值を加算することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【0099】

(9)に記載の技術的思想によれば、逆入力時において所謂ダンピング制御を行うことにより、外乱に起因する運転者の意図しない操舵補助力を低減するとともに、転舵輪W1, W2における回転の急な加速度を抑制し、操舵安定性を高めることができる。

【0100】

(10)(9)に記載の電動パワーステアリング装置において、前記指令電流補正回路は、前記正逆入力判断回路が前記逆入力と判断するときは、基本的な操舵補助力のための指令電流に加算する逆方向の補正值を、前記正入力と判断されるときよりも大きな値とすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

30

【0101】

(10)に記載の技術的思想によれば、正入力時は、転舵輪W1, W2における回転の急な加速度を抑制し、逆入力時は転舵輪W1, W2における回転の急な加速度を抑制すると共に、外乱に起因する運転者の意図しない操舵補助力を低減することにより、正入力時と逆入力時における操舵安定性のバランスを図ることができる。

【0102】

(11)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、前記出力軸側回転角センサは、前記電動モータの出力軸の回転角を検出する回転角センサとすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

40

【0103】

(11)に記載の技術的思想によれば、出力軸側回転角センサを別途設ける必要が無く、部品点数の削減を図ることができる。

【0104】

(12)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、前記入力軸側回転角センサおよび前記出力軸側回転角センサは、前記入力軸側回転角信号と前記出力軸側回転角信号の角度差に基づき前記トーションバーに発生する操舵トルクを検出するトルクセ

50

ンサとすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【0105】

(12)に記載の技術的思想によれば、トルクセンサを兼用することで別途回転角センサを設ける必要が無く、部品点数の削減を図ることができる。

【0106】

(13)請求項4に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記回転方向判断回路は、前記入力軸側回転角信号が同一回転方向へ連続して変化し、かつ前記出力軸側回転角信号が前記入力軸側回転角信号と同一回転方向へ連続して変化するとき、前記一致と判断す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。

【0107】

(13)に記載の技術的思想によれば、入力軸側からの操舵操作が出力軸側に伝達されている状態を正入力と判断することにより、より高精度な正逆入力判断を行うことができる。

【0108】

(14)(13)に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記回転方向判断回路は、所定時間内において、前記入力軸側回転角信号が同一回転方向へ連続して変化し、かつ前記出力軸側回転角信号が前記出力軸側回転角信号と同一回転方向へ連続して変化するとき、前記一致と判断す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。

【0109】

(14)に記載の技術的思想によれば、直近の運転者による操舵操作または路面等からの逆入力の変化をより高精度に判断することができる。

【0110】

(15)(14)に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記正逆入力判断回路は、前記正入力と判断している状態から、前記入力軸側回転角信号の回転方向が反転したことにより前記回転方向判断回路の判断が不一致となった場合、前記正入力であると判断す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。

【0111】

(15)に記載の技術的思想によれば、運転者による切り返し操舵の状態も正入力と判断され、より適切に正逆入力判断を行うことが可能となる。

【0112】

(16)請求項4に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、前記指令電流補正回路は、前記正逆入力判断回路が前記正入力と判断するとき、前記操舵機構のフリクションを軽減するように前記指令電流値を増大補正するフリクション補償制御を行う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。

【0113】

(16)に記載の技術的思想によれば、操舵機構によるフリクションを軽減するように指令電流を補正することにより、運転者の操舵負荷を軽減し、操舵感の向上を図ることができる。

【符号の説明】

【0114】

- 10...演算回路
- 11...指令電流演算回路
- 12...回転方向判断回路
- 13...先行位相判断回路
- 14...正逆入力判断回路
- 15...指令電流補正回路

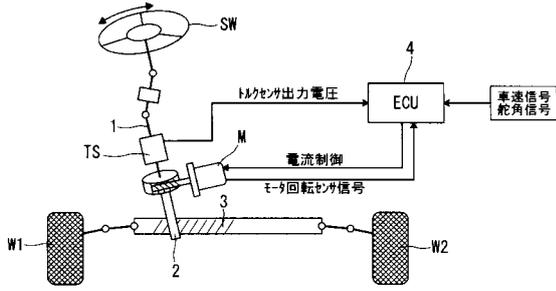
10

20

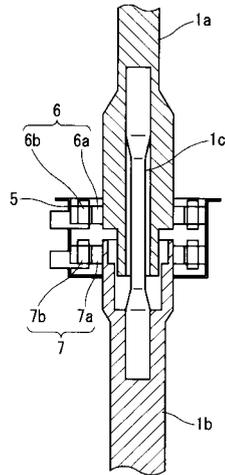
30

40

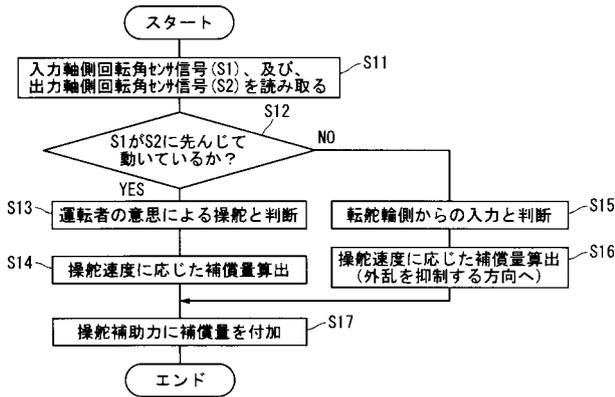
【図1】



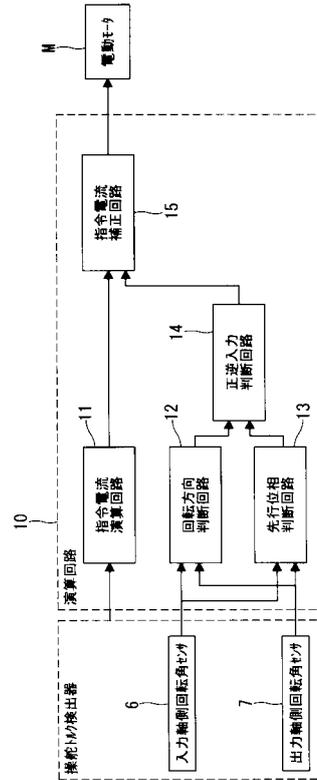
【図2】



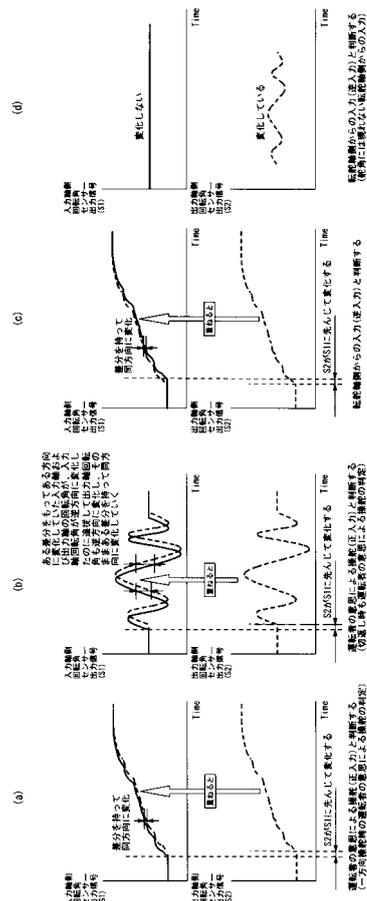
【図4】



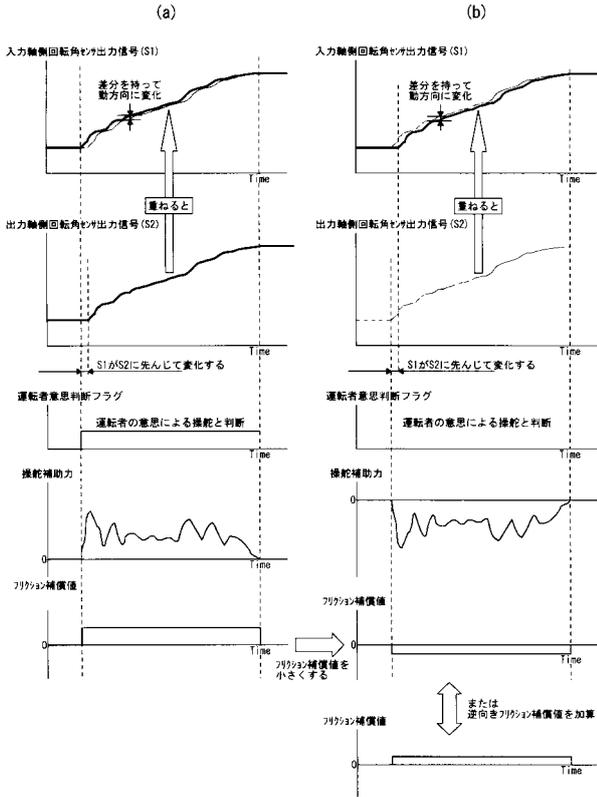
【図3】



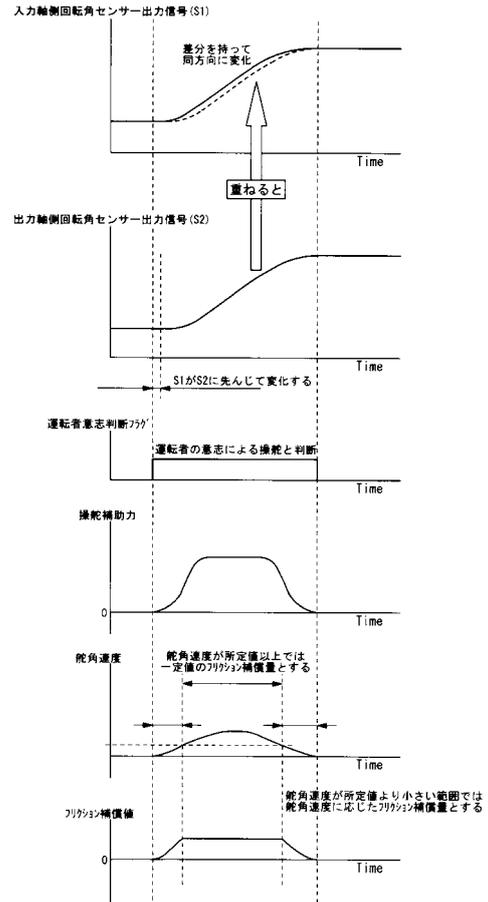
【図5】



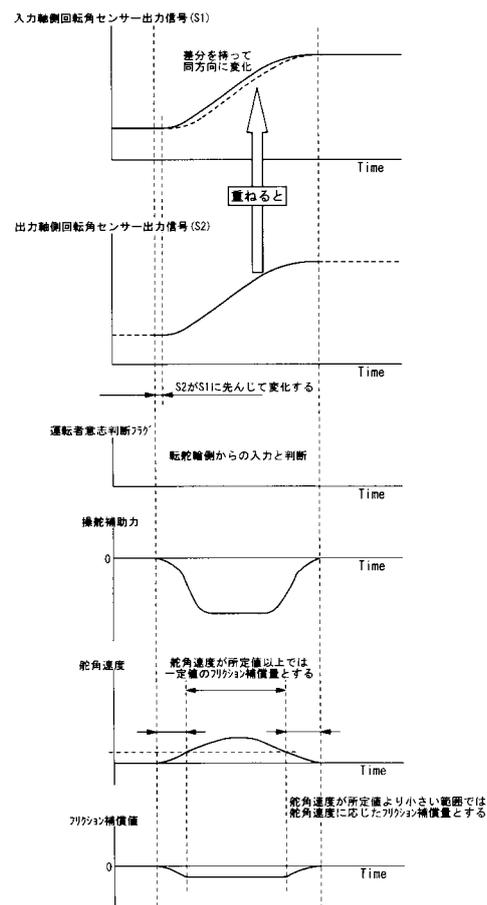
【図6】



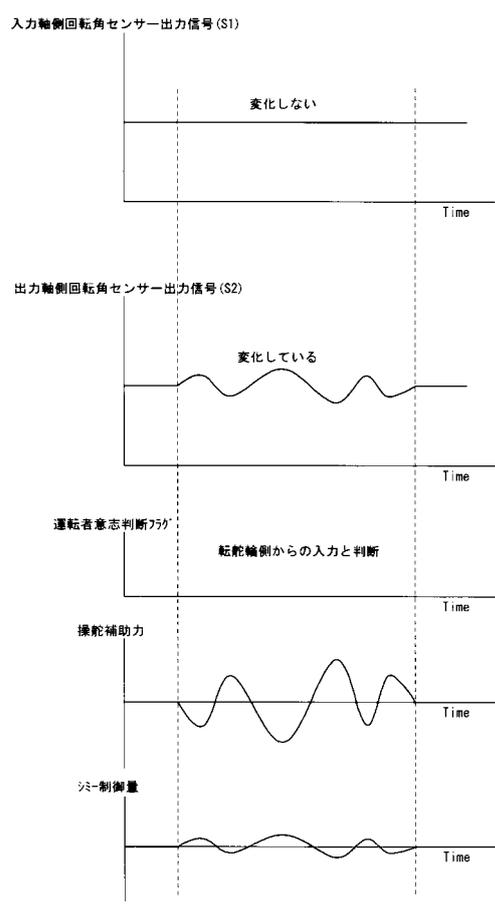
【図7】



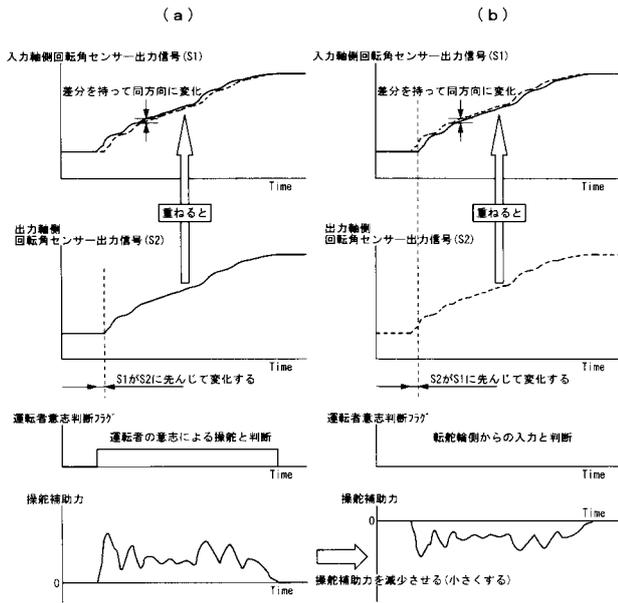
【図8】



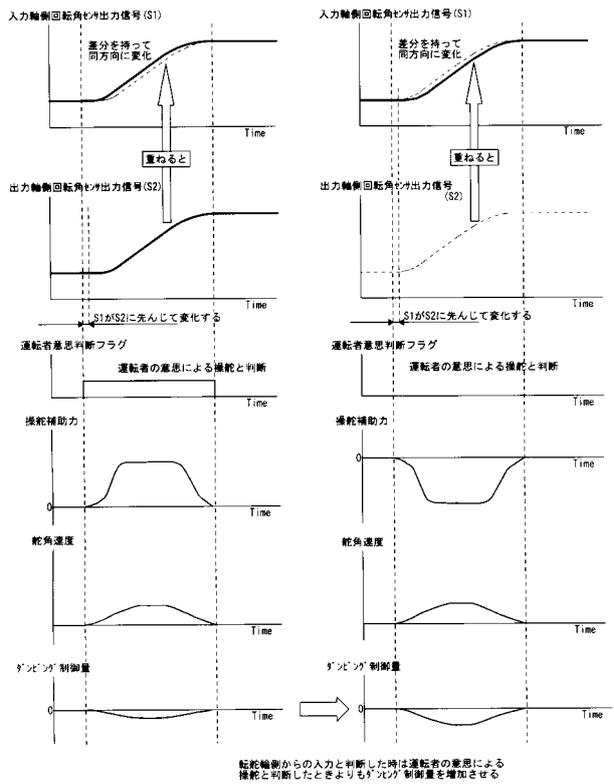
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者 山野 和也
秋田県横手市安本字下御所野 1 - 2 ユニシアジェーケーシーステアリングシステム株式会社内
- (72)発明者 杉山 吉隆
秋田県横手市安本字下御所野 1 - 2 ユニシアジェーケーシーステアリングシステム株式会社内
- (72)発明者 吉武 敦
秋田県横手市安本字下御所野 1 - 2 ユニシアジェーケーシーステアリングシステム株式会社内
- F ターム(参考) 3D232 CC04 CC05 CC06 CC08 CC09 CC10 DA03 DA04 DA09 DA10
DA15 DA23 DA63 DC09 DC28 DC33 DC34 DC36 DD02 DD06
EA01 EB11 EB12 EB13 EC23 GG01
3D233 CA02 CA03 CA04 CA13 CA16 CA17 CA18 CA19 CA20 CA21