

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3966274号

(P3966274)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日(2007.6.8)

(51) Int. Cl.		F I
<b>B 6 2 D 6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 2 D 6/00
<b>B 6 2 D 5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 2 D 5/04
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
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-406234 (P2003-406234)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成15年12月4日 (2003.12.4)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2005-162105 (P2005-162105A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成17年6月23日 (2005.6.23)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成16年10月12日 (2004.10.12)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100089978
			弁理士 塩田 辰也
		(72) 発明者	土屋 義明
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	大谷 謙仁
		(56) 参考文献	特開2002-104220 (JP, A)
			)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステアリング系の操舵状態を検出する操舵状態検出手段と、

前記操舵状態検出手段で検出した操舵状態に基づいて、ステアリング系が左方向又は右方向に操舵されていることを検出した後に当該検出した操舵方向への操舵状態が変化したか否かを検出する戻り判定手段と、

前記戻り判定手段で操舵状態が変化したことを検出した場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを付与するトルク付与手段と

を備え、

前記トルク付与手段によるトルクの付与が所定時間以上継続して行われた場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了することを特徴とする操舵制御装置

。

【請求項2】

前記操舵状態検出手段は、ステアリング系における操舵角速度を検出する操舵角速度検出手段であり、

前記戻り判定手段は、操舵状態の変化を操舵角速度が減少したことにより検出することを特徴とする請求項1に記載する操舵制御装置。

【請求項3】

前記操舵状態検出手段は、ステアリング系における操舵角を検出する操舵角検出手段であり、

10

20

前記戻り判定手段は、操舵状態の変化を操舵角が中立方向に減少したことにより検出することを特徴とする請求項 1 に記載する操舵制御装置。

【請求項 4】

前記操舵状態検出手段は、ステアリング系に及ぼされるトルクを検出するトルク検出手段であることを特徴とする請求項 1 に記載する操舵制御装置。

【請求項 5】

ステアリング系における操舵角が所定角よりも小さい場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載する操舵制御装置。

【請求項 6】

ステアリング系に及ぼされるトルクが所定トルクよりも小さいかつ前記トルク付与手段によるトルクの付与が前記所定時間より短い第 2 所定時間以上継続して行われた場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載する操舵制御装置。

【請求項 7】

前記ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを、車速が高い場合は低い場合より小さいトルクとすることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載する操舵制御装置。

【請求項 8】

前記ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを、ステアリング系における操舵角が大きい場合は小さい場合より大きいトルクとすることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載する操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハンドル等を中立方向に戻すためのトルクを付与する操舵制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車では、ステアリング系の摩擦が大きいほどあるいはタイヤの戻り性能が低いほど、ステアリング系の摩擦とタイヤの戻り力とが大きな舵角域まで釣り合い、ハンドルの戻り性能が低下する。特に、電動式パワーステアリング装置を搭載した場合、モータで発生させたトルクをステアリング系に伝達するためのギア間の摩擦やモータの慣性等のため、ハンドルの戻り性能が低下する。ハンドルの戻り性能を向上させるために、電動式パワーステアリング装置には、ハンドルを戻そうとしているときにハンドルを中立方向に戻すための戻しトルクを付与するものがある（特許文献 1 参照）。操舵したハンドルを中立方向に戻そうとしているか否かの戻り判定では、操舵トルクの方角と操舵角速度の方角とを比較し、この 2 つの方角が異なる場合にハンドルを戻そうとしていると判定する。

【特許文献 1】特許第 3 0 8 2 4 8 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来の戻り判定では判定精度が低下する場合があります。戻しトルクが不要なときに付与したり、あるいは、戻しトルクが必要なときに付与しなかったりする可能性がある。戻しトルクを不要なときに付与した場合にはドライバがそのトルクに対応する操舵トルクを与える必要があり、戻しトルクを必要なときに付与しなかった場合には戻り性能が低下し、ドライバが受ける操舵フィーリングが悪化する。例えば、操舵角が小さい場合には操舵角速度及び操舵トルク共に小さく、また、ドライバがハンドルを操舵後に手放した場合には操舵トルクが急激に低下するので、操舵トルクの方角と操舵角速度の方角とが異なる領域の見極めが非常に難しい。

10

20

30

40

50

## 【0004】

そこで、本発明は、ステアリング系の戻り判定の精度を向上させる操舵制御装置を提供することを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明に係る操舵制御装置は、ステアリング系の操舵状態を検出する操舵状態検出手段と、操舵状態検出手段で検出した操舵状態に基づいて、ステアリング系が左方向又は右方向に操舵されていることを検出した後に当該検出した操舵方向への操舵状態が変化したか否かを検出する戻り判定手段と、戻り判定手段で操舵状態が変化したことを検出した場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを付与するトルク付与手段とを備え、トルク付与手段によるトルクの付与が所定時間以上継続して行われた場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了することを特徴とする。

10

## 【0006】

この操舵制御装置では、戻り判定手段において、操舵状態検出手段によって検出した操舵状態（例えば、操舵角、操舵角速度、操舵トルク）に基づいて左方向又は右方向に操舵されていることを検出し、操舵されたことを検出した後に検出した操舵方向への操舵状態が変化したか否かを検出する。つまり、ドライバによるハンドル操作によってステアリング系が操舵された場合には操舵状態が変化し、その操舵したハンドルを中立方向に戻す操作が行われると、その操舵によって変化した操舵状態が異なる操舵状態に変化する。そこで、いずれかの方向への操舵後の操舵状態の変化を見極めることによって、中立方向への戻り判定を行うことができる。例えば、操舵角速度の場合、ハンドルがいずれかの方向に操舵されると操舵角速度が増加し、その後、ハンドルが中立方向に操舵されると増加した操舵角速度が一旦ゼロになる。そして、操舵制御装置では、戻り判定手段で操舵状態の変化を検出した場合（すなわち、ステアリング系が操舵した状態から中立方向に戻ろうとしていることを検出した場合）、トルク付与手段によりステアリング系（例えば、ハンドル、転舵輪）を中立方向に戻すためのトルクを付与し、ステアリング系における戻り性能を向上させる。このように、この操舵制御装置では、ステアリング系が操舵した状態から中立方向に戻ろうとしていることを高精度に検出でき、中立方向に戻ろうとしている場合に戻りをアシストするためのトルクを確実に付与することができる。その結果、ステアリング系には必要な場合にだけ戻りトルクが付与され、操舵フィーリングが向上する。

20

30

## 【0007】

本発明の上記操舵制御装置では、操舵状態検出手段は、ステアリング系における操舵角速度を検出する操舵角速度検出手段であり、戻り判定手段は、操舵状態の変化を操舵角速度が減少したことにより検出する構成としてもよい。

## 【0008】

この操舵制御装置では、操舵角速度検出手段により操舵状態として操舵角速度を検出し、戻り判定手段において操舵状態の変化として操舵角速度が減少したか否かを検出する。つまり、いずれかの方向に操舵されたハンドルが中立方向に戻されると、増加した操舵角速度が一旦ゼロになるので、操舵角速度が減少するか否かを検出することによってハンドルの戻りを判定できる。

40

## 【0009】

本発明の上記操舵制御装置では、操舵状態検出手段は、ステアリング系における操舵角を検出する操舵角検出手段であり、戻り判定手段は、操舵状態の変化を操舵角が中立方向に減少したことにより検出する構成としてもよい。

## 【0010】

この操舵制御装置では、操舵角検出手段により操舵状態として操舵角を検出し、戻り判定手段において操舵状態の変化として操舵角が中立方向に減少したか否かを検出する。つまり、いずれかの方向に操舵されたハンドルが中立方向に戻されると、左方向又は右方向に増加した操舵角が減少していくので、操舵角が中立方向に減少するか否かを検出することによってハンドルの戻りを判定できる。

50

## 【 0 0 1 1 】

本発明の上記操舵制御装置では、操舵状態検出手段は、ステアリング系に及ぼされるトルクを検出するトルク検出手段としてもよい。

## 【 0 0 1 2 】

この操舵制御装置では、トルク検出手段により操舵状態としてステアリング系に及ぼされるトルクを検出し、戻り判定手段において操舵状態の変化としてトルクの変化を検出する。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の上記操舵制御装置では、ステアリング系における操舵角が所定角よりも小さい場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了する構成としてもよい

10

## 【 0 0 1 4 】

この操舵制御装置では、ハンドルが中立状態に戻ると操舵角が0かあるいは0近傍になるので、ステアリング系における操舵角が所定角よりも小さくなった場合には中立状態になったと判定し、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了し、ステアリング系に不要なトルクを付与しない。なお、所定角は、ハンドルが中立状態かあるいは中立状態近傍であることを示す小さい操舵角である。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の上記操舵制御装置では、ステアリング系に及ぼされるトルクが所定トルクよりも小さいかつ前記トルク付与手段によるトルクの付与が前記所定時間より短い第2所定時間以上継続して行われた場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了する構成としてもよい。

20

## 【 0 0 1 6 】

この操舵制御装置では、ハンドルが中立状態に戻っていれば操舵トルクが小さくなるので、ステアリング系における操舵トルクが所定トルクよりも小さくなった場合には中立状態になっていると判定し、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了し、ステアリング系に不要なトルクを付与しない。なお、所定トルクは、ハンドルが中立状態に戻っていることを示す小さい操舵トルクである。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の上記操舵制御装置では、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを、車速が高い場合は低い場合より小さいトルクとすると好適である。

30

## 【 0 0 1 8 】

この操舵制御装置では、高車速ほどステアリング系の戻り性能が高いので、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを小さくする。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の上記操舵制御装置では、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを、ステアリング系における操舵角が大きい場合は小さい場合より大きいトルクとすると好適である。

## 【 0 0 2 0 】

この操舵制御装置では、操舵角が大きいほどステアリング系を中立方向に戻すためのトルクが必要となるので、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクを大きくする。

40

## 【 0 0 2 1 】

本発明の上記操舵制御装置では、トルク付与手段によるトルクの付与が所定時間以上継続して行われた場合、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を終了する構成としてもよい。

## 【 0 0 2 2 】

この操舵制御装置では、ステアリング系を中立方向に戻すためのトルクの付与を継続してもステアリング系が中立状態に戻らないときには何れかが異常なので、トルクの付与が所定時間以上継続して行われた場合には異常と判定し、トルクの付与を終了する。このフェイルアンドセーフにより、不要なトルクがステアリング系に付与され続けるのを防止す

50

る。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、ハンドル等のステアリング系の戻り判定の精度が向上し、必要な場合だけ中立方向に戻すためのトルクをステアリング系に付与することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、図面を参照して、本発明に係る操舵制御装置の実施の形態を説明する。

【0025】

本実施の形態では、本発明に係る操舵制御装置を、コラムアシストタイプの電動式パワーステアリング装置に適用する。本実施の形態に電動式パワーステアリング装置は、ドライバがハンドルを操舵した場合にはステアリング系にアシストトルクを付与し、ドライバがハンドルを中立方向に戻そうとしている場合には戻しトルクも付与する。なお、本実施の形態では、角度、角速度やトルクを方向を正負で表し、正值を左方向とし、負値を右方向とする。

【0026】

図1を参照して、電動式パワーステアリング装置1について説明する。図1は、本実施の形態に係る電動式パワーステアリング装置の構成図である。

【0027】

まず、電動式パワーステアリング装置1が作用するステアリング系Sについて説明しておく。ステアリング系Sでは、操舵輪としての左右前輪WL, WRがタイロッドTL, TLを介してステアリングギアボックスSGに連結されている。ステアリングギアボックスSGには、ラックRK及びピニオンPN等が備えられている。ラックRKは、その両端にタイロッドTL, TLが連結され、ステアリングギアボックスSGに対して摺動可能に設けられている。ピニオンPNは、ステアリングシャフトSHを介してハンドルHLが取り付けられている。さらに、このステアリング系Sには、電動式パワーステアリング装置1が設けられる。このように構成されるステアリング系Sでは、ドライバがハンドルHLに操舵力を加えると、ステアリングシャフトSHに操舵トルクが与えられる。この操舵トルクによりピニオンPNが回転させられ、それによって、ラックRKがステアリングギアボックスSGに対して摺動させられ、タイロッドTL, TLを介して左右前輪WL, WRが

【0028】

電動式パワーステアリング装置1は、モータによるアシストトルクをステアリング系Sに与え、ドライバによる操舵力をアシストする。さらに、電動式パワーステアリング装置1は、モータによる戻しトルクをステアリング系Sに与え、ハンドルHLの戻り特性を向上させる。特に、電動式パワーステアリング装置1では、ドライバがハンドルHLを中立方向に戻そうとしているか否かを高精度に判定でき、戻しトルクが必要な場合にだけ戻しトルクを付与することができる。そのために、電動式パワーステアリング装置1は、減速機2、モータ3、操舵トルクセンサ4、操舵角センサ5、車速センサ6、ECU[Electronic Control Unit]7等を備えられている。

【0029】

減速機2は、ステアリングシャフトSHの中間部に取り付けられ、モータ3による回転トルクをステアリングシャフトSHに伝達する。モータ3は、ECU7が接続され、ECU7によって制御された制御電流CIが供給される。そして、モータ3では、制御電流CIに応じた方向に回転駆動し、制御電流CIに応じた回転トルクを発生する。ちなみに、モータ3には電流センサ(図示せず)や電圧センサ(図示せず)が設けられ、モータ電流やモータ電圧が検出され、ECU7に送信される。

【0030】

操舵トルクセンサ4は、ステアリングシャフトSHの中間部に設けられ、ドライバがハンドルHLに入力した操舵トルクを方向と大きさを検出するセンサである。操舵トルクセ

10

20

30

40

50

ンサ4は、その方向と大きさを示す操舵トルク信号TSをECU7に送信する。操舵角センサ5は、ステアリングシャフトSHの中間部に設けられ、ドライバがハンドルHLから入力した操舵角の方向と大きさを検出するセンサである。操舵角センサ5は、その方向と大きさを示す操舵角信号ASをECU7に送信する。車速センサ6は、4輪に各々設けられ、各車輪の回転速度を検出するセンサである。車速センサ6は、その回転速度を示す車速信号SSをECU7に送信する。なお、ECU7において各輪の回転速度に基づいて車速を演算するが、車速センサ6以外の他の車速センサを用いてもよい。

#### 【0031】

図2及び図3も参照して、ECU7について説明する。図2は、図1のECUで保持する車速ゲインマップである。図3は、図1のECUで保持する操舵角ゲインマップである。

10

#### 【0032】

ECU7は、CPU[Central Processing Unit]、ROM[Read Only Memory]、RAM[Random Access Memory]、モータ駆動回路等からなる電子制御ユニットである。ECU7では、各種センサ4, 5, 6からの検出信号TS, AS, SSに基づいて操舵アシスト制御、モータ制御やハンドル戻し制御等を行い、モータ3の駆動を制御する。

#### 【0033】

操舵アシスト制御について説明する。ECU7では、車速信号SSによる車速及び操舵トルク信号TSによる操舵トルク等に基づいて、アシストトルク(方向と大きさ)を設定する。この際、ECU7では、車速信号SSによる各輪の回転速度から車速を演算する。

20

#### 【0034】

モータ制御について説明する。ECU7では、ハンドル戻し制御で戻しトルクが設定されている場合にはその戻しトルクをアシストトルクに加えて目標トルクとし、戻しトルクが設定されていない場合にはアシストトルクをそのまま目標トルクとする。そして、ECU7では、目標トルクの方向と大きさを発生するために必要な目標電流(方向と大きさ)を設定する。そして、ECU7のモータ駆動回路において、その目標電流となるように制御電流CIを発生し、その発生した制御電流CIをモータ3に供給する。この際、ECU7では、目標電流となるように、モータ3に実際に流れるモータ電流に基づいてフィードバック制御を行う。

#### 【0035】

30

ハンドル戻し制御について説明する。ECU7では、まず、モータ3によるハンドル戻し制御を開始して良いか否かを判定するために、ハンドルHLが右方向か又は左方向かに確実に操舵されているか否かを判定する。具体的には、ECU7では、操舵方向を判別するために、操舵トルク信号TSによる操舵トルク、操舵角信号ASによる操舵角及び操舵角速度が全て同一方向か否かを判定する。そして、ECU7では、操舵トルク、操舵角及び操舵角速度が全て負値の場合には右方向操舵と判定し、全て正值の場合には左方向操舵と判定し、それ以外の場合にはハンドル戻し制御の開始を禁止する。いずれかの方向に操舵していると判定した場合、ECU7では、戻しトルクが必要な程度まで操舵していることを判定するために、操舵トルクの絶対値が $T_1$ 以上、操舵角の絶対値が $\theta_1$ 以上、操舵角速度の絶対値が $\omega_1$ 以上の状態が $t_1$ 時間継続しているか否かを判定する。そして、ECU7では、この条件を満たしている場合にはハンドル戻し制御の開始を許可し、この条件を満たしていない場合にはハンドル戻し制御の開始を禁止する。 $T_1$ 、 $\theta_1$ 、 $\omega_1$ は、ドライバがハンドルHLをいずれかの方向に確実に操舵していることを判別できる値であり、戻しトルクが必要な程度まで操舵でされていることを示す値である。このように、ニュートラル位置のずれ等に問題がある操舵角センサ5による操舵角だけでなく、操舵トルク及び操舵角速度を判定に用いることによって、操舵したか否かを高精度に判定できる。なお、操舵角速度は、ECU7において操舵角信号ASによる操舵角から演算によって求められる。

40

#### 【0036】

ハンドル戻し制御の開始を許可した場合、ECU7では、ハンドルHLがいずれかの方

50

向に操舵された状態からハンドルHLが中立方向に戻されようとしているか否かを判定する。具体的には、ECU7では、操舵角速度の絶対値が $\theta_2$ より小さいか否かを判定し、小さい場合にはハンドル戻し制御量を求める処理に移る。ハンドルHLを戻すときには操舵角速度が一旦0になるので、操舵角速度が0あるいは0に極めて近い値になった場合には中立方向への戻しを開始したと判定し、戻しトルクの付与を開始する。 $\theta_2$ は、操舵角速度が0かあるいは0に極めて近い小さい値であることを判別可能な値である。このように、 $\theta_1$ より大きくなった操舵角速度が一旦0になったことを検出することによって、中立方向への戻し開始を確実に判定できる。さらに、操舵角速度の変化によって操舵状態の変化を検出することによって、ハンドル手放しで操舵トルクが急激に低下した場合でも、中立方向への戻し開始を判定でき、また、操舵トルク方向と操舵角速度方向とが異なることを判別する必要がないので、小舵角の場合でも中立方向への戻し開始を判定できる。

10

#### 【0037】

中立方向に戻し開始と判定した場合、ECU7では、ハンドル戻し制御量を求める前に、このハンドル戻し制御量を求める処理の終了判定を行う。具体的には、ECU7では、戻す必要のない操舵角(中立状態近傍)までハンドルHLが戻されたか否かを判定するために、操舵角の絶対値が $\theta_2$ ( $< \theta_1$ )より小さいか否かを判定し、 $\theta_2$ より小さい場合にはハンドル戻し制御量を求める処理を終了する。 $\theta_2$ は、ハンドルHLが中立状態あるいは中立状態近傍であることを示す非常に小さい値である。さらに、ECU7では、フェイルアンドセーフとして、操舵トルクの絶対値が $T_2$ ( $< T_1$ )より小さくかつハンドル戻し制御量を求める処理が $t_2$ 時間以上継続したか否かを判定し、継続している場合にはハンドル戻し制御量を求める処理を終了する。というのは、ハンドルHLが中立状態に戻ってれば操舵トルクが小さくなるので、その操舵トルクが小さい状態においてハンドル戻し制御量を求める処理が継続している場合には何らかの異常が発生している可能性があるからである。 $T_2$ は、ハンドルHLが中立状態あるいは中立状態近傍に戻っていることを示す非常に小さい操舵トルクの値である。さらに、ECU7では、フェイルアンドセーフとして、ハンドル戻し制御量を求める処理が $t_3$ ( $> t_2$ )時間以上継続したか否かを判定し、継続している場合にはハンドル戻し制御量を求める処理を終了する。というのは、ハンドル戻しトルクを長時間連続して付与してもハンドルHLが中立状態に戻らない場合には何らかの異常が発生している可能性があるからである。 $t_3$ は、ハンドルHLが中立状態に戻るために必要な十分な時間より更に長い時間を示す時間である。

20

30

#### 【0038】

ハンドル戻し制御量を求める場合、まず、ECU7では、車速に基づいて、車速ゲインマップSMから車速ゲイン(0~1)を設定する(図2参照)。車速ゲインマップSMは、ステアリング系Sの特性等から予め求められ、ROMに記憶されている。低速ほどハンドルHLの戻り性能が低く、高速ほど戻り性能が高くなるので、車速ゲインは、低速では大きな値(=1)が設定され、高速になるほど小さな値が設定される。次に、ECU7では、操舵角に基づいて、操舵角ゲインマップAMから操舵角ゲイン(0~1)を求める(図3参照)。操舵角ゲインマップAMは、ステアリング系Sの特性等から予め求められ、ROMに記憶されている。操舵角が大きいほど多くの戻りトルクが必要となるので、操舵角ゲインは、操舵角が大きくなるほど大きな値が設定される。また、ハンドルHLが中立状態近傍では戻りトルクを付与する必要がないので、不感帯を設定するために、操舵角ゲインは、操舵角が0近傍( $\theta_2$ より少し大きい程度の角度以下の領域)では0が設定される。そして、ECU7では、基本戻しトルクに車速ゲインと操舵角ゲインを乗算し、戻しトルク(ハンドル戻し制御量)を演算する。基本戻しトルクは、戻しトルクの最大値であり、ステアリング系Sにおけるハンドル戻し性能等から予め求められ、ROMに記憶されている。

40

#### 【0039】

なお、本実施の形態では、操舵トルクセンサ4が特許請求の範囲に記載するトルク検出手段(操舵状態検出手段)に相当し、操舵角センサ5が特許請求の範囲に記載する操舵角

50

検出手段（操舵状態検出手段）に相当し、操舵角センサ5及びECU7における操舵角速度演算処理が特許請求の範囲に記載する操舵角速度検出手段（操舵状態検出手段）に相当し、ECU7におけるハンドル戻し制御の一部が特許請求の範囲に記載する戻り判定手段に相当し、減速機2、モータ3及びECU7におけるハンドル戻し制御の一部が特許請求の範囲に記載するトルク付与手段に相当する。

【0040】

図1～図3を参照して、電動式パワーステアリング装置1の動作について説明する。特に、ECU7におけるハンドル戻し制御については図4に示すフローチャートに沿って説明する。図4は、図1のECUにおけるハンドル戻し制御を示すフローチャートである。ここでの説明では、所定の速度で走行中に交差点を左折するために、ドライバが左方向にハンドルHLを操舵し、その後、ハンドルHLを中立状態に戻す場合について説明する。

10

【0041】

ドライバがハンドルHLに操舵力を加えると、ステアリングシャフトSHに操舵トルクが与えられる。操舵トルクセンサ4では、この操舵トルクを検出し、ECU7に操舵トルク信号TSを送信している。また、操舵角センサ5では、操舵角を検出し、ECU7に操舵角信号ASを送信している。ここでは、ドライバは左方向に操舵しているので、操舵トルク、操舵角、操舵角速度共に所定の正值を有している。また、車速センサ6では、各輪の回転速度を各々検出し、ECU7に車速信号SSを各々送信している。ECU7では、この検出した回転速度から車速を演算している。

【0042】

まず、ECU7では、ハンドル戻し制御を開始許可するか否かを判定する(S1)。ちなみに、デフォルトは、ハンドル戻し制御の開始禁止である。

20

【0043】

デフォルトかあるいはS13の処理でハンドル戻し制御開始禁止が設定されている場合、ECU7では、操舵トルクが0より小さいかつ操舵角速度が0より小さいかつ操舵角が0より小さいか（すなわち、ドライバがハンドルHLを右方向に操舵しているか）を判定し(S2)、S2の条件を満たす場合にはS4の処理に移行し、S2の条件を満たさない場合にはS3の処理に移行する。

【0044】

ここでは、ドライバが左方向に操舵しているので、S2の条件を満たさない。そこで、ECU7では、操舵トルクが0より大きいかつ操舵角速度が0より大きいかつ操舵角が0より大きいか（すなわち、ドライバがハンドルHLを左方向に操舵しているか）を判定し(S3)、S3の条件を満たす場合にはS4の処理に移行し、S3の条件を満たさない場合にはS1の処理に戻る。ドライバが左方向に操舵しているのでS4の処理に移行し、ECU7では、操舵トルクの絶対値がT1以上かつ操舵角速度の絶対値が1以上かつ操舵角の絶対値が1以上の状態がt1時間以上継続しているか否かを判定し(S4)、S4の条件を満たす場合にはハンドル戻し制御の開始を許可し(S5)、S4の条件を満たさない場合にはS1の処理に戻る。

30

【0045】

操舵開始時には、S4の条件を満たさないので、ECU7では、S1の判定でハンドル戻し制御の開始を禁止と判定し続け、ハンドル戻し制御量（戻しトルク）を演算しない。したがって、ECU7では、アシストトルクをそのまま目標トルクとし、この目標トルクに応じた目標電流を設定する。ちなみに、ECU7では、操舵トルク及び車速等に基づいてアシストトルクを設定している。そして、ECU7では、フィードバック制御により目標電流となるように、制御電流CIをモータ3に供給する。モータ3に制御電流CIが供給されると、モータ3では回転駆動し、その制御電流CIに応じた回転トルクを減速機2を介してステアリングシャフトSHに付与する。そのため、ステアリングシャフトSHには、ハンドルHLに加えられたドライバによる操舵トルクの他に、モータ3によるアシストトルクが与えられる。そのため、ドライバは、小さな操舵力を加えるだけでハンドルHLを操舵することができる。

40

50

## 【 0 0 4 6 】

ドライバが左方向に操舵を開始してから操舵力を所定時間与えつづけ、S 4 の条件を満たすと、E C U 7 では、ハンドル戻し制御の開始を許可する ( S 5 )。すると、E C U 7 では、S 1 の判定においてハンドル戻し制御の開始が許可されていると判定し、S 6 の処理に移行する。そして、E C U 7 では、操舵角速度の絶対値が  $\theta_2$  より小さいか否かを判定し ( S 6 )、小さい場合には S 7 の処理に移行し、小さくない場合には S 6 の処理に戻る。

## 【 0 0 4 7 】

ドライバが左方向の操舵から中立方向に戻すハンドル操作に移るまでは、操舵角速度が 0 にならないので、E C U 7 では、S 6 の判定を繰り返し実行する。この場合、E C U 7 では戻しトルクを演算しないので、モータ 3 からはステアリングシャフト S H にアシストトルクのみを付与する。

10

## 【 0 0 4 8 】

やがて、ドライバが左方向の操舵から中立方向に戻すハンドル操作に移ると、操舵角速度が一旦 0 になるので、S 6 の条件を満たし、E C U 7 では、S 7 の処理に移行する。

## 【 0 0 4 9 】

E C U 7 では、操舵角の絶対値が  $\theta_2$  より小さいか否かを判定し ( S 7 )、小さい場合にはハンドル戻し制御の開始を禁止し ( すなわち、ハンドル戻し制御量の演算処理を終了し ) ( S 1 3 )、小さくない場合には S 8 の処理に移行する。

## 【 0 0 5 0 】

S 7 の条件を満たさない場合、E C U 7 では、操舵トルクの絶対値が T 2 より小さくかつハンドル戻し制御量を演算している状態が t 2 時間以上継続しているか否かを判定し ( S 8 )、S 8 の条件を満たす場合にはハンドル戻し制御の開始を禁止し ( S 1 3 )、S 8 の条件を満たさない場合には S 9 の処理に移行する。

20

## 【 0 0 5 1 】

S 8 の条件を満たさない場合、E C U 7 では、ハンドル戻し制御量を演算している状態が t 3 時間以上継続しているか否かを判定し ( S 9 )、S 9 の条件を満たす場合にはハンドル戻し制御の開始を禁止し ( S 1 3 )、S 9 の条件を満たさない場合には S 1 0 の処理に移行する。

## 【 0 0 5 2 】

S 7 ~ S 9 の終了条件を全て満たさない場合、E C U 7 では、車速ゲインマップ S M から車速に応じた車速ゲインを設定するとともに ( S 1 0 )、操舵角ゲインマップ A M から操舵角に応じた操舵角ゲインを設定する ( S 1 1 )。そして、E C U 7 では、基本戻しトルクに車速ゲイン及び操舵角ゲインを乗算し、ハンドル戻し制御量 ( 戻しトルク ) を演算し ( S 1 2 )、演算後に S 7 の処理に戻る。このように、E C U 7 では、S 7 ~ S 9 の終了条件のいずれかの条件を満たすまで、ハンドル戻し制御量を演算し続ける。

30

## 【 0 0 5 3 】

戻りトルクを演算した場合、E C U 7 では、その戻しトルクをアシストトルクに加えて目標トルクとする。そして、E C U 7 では、この目標トルクに応じた目標電流を設定し、制御電流 C I をモータ 3 に供給する。したがって、モータ 3 からは、ステアリングシャフト S H にアシストトルクだけでなく、戻しトルクも付与する。そのため、ハンドル H L の戻り性能が向上し、操舵角及び車速に応じた最適な戻りトルクによりハンドル H L がスムーズに戻る。

40

## 【 0 0 5 4 】

やがて、ハンドル H L が中立状態に戻ると、E C U 7 では、操舵角の絶対値が  $\theta_2$  より小さくなったことを判定し ( S 7 )、ハンドル戻し制御の開始を禁止する ( S 1 3 )。そして、E C U 7 ではハンドル戻し制御量の演算を終了し、モータ 3 による戻しトルクの付与を終了する。

## 【 0 0 5 5 】

電動式パワーステアリング装置 1 によれば、操舵状態を示す 3 つの要素 ( 操舵トルク、

50

操舵角速度及び操舵角)によりいずれかの方向に操舵されたことを確実に判定し、かつ、操舵角速度の変化によりその操舵した状態から中立方向に戻ろうとしていることを判定することによって、高精度にハンドルの戻り判定をでき、戻りトルクを必要としている場合にのみ戻りトルクを付与することができる。さらに、電動式パワーステアリング装置1によれば、車速及び操舵角に応じて戻りトルクを設定することによって、最適な戻りトルクを付与することができる。その結果、ハンドルHLの戻り性能が向上し、ドライバが受ける操舵フィーリングが向上する。

【0056】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されることなく様々な形態で実施される。

10

【0057】

例えば、本実施の形態では電動式パワーステアリング装置を搭載する自動車に適用したが、油圧式パワーステアリング装置を搭載する自動車やパワーステアリング装置を搭載しない自動車にも適用可能がある。また、本実施の形態ではコラムアシストタイプの電動式パワーステアリング装置に適用したが、ラックアシストタイプ等の他の電動式パワーステアリング装置にも適用可能である。

【0058】

また、本実施の形態ではハンドルを中立方向に戻すための戻しトルクを付与する構成としたが、転舵輪等のステアリング系を構成する他の構成要素を中立方向に戻すための戻しトルクを付与する構成としてもよい。

20

【0059】

また、本実施の形態では操舵角、操舵トルク及び操舵角速度により操舵方向を検出する構成としたが、このうちの2つにより検出するなどの他の構成でもよい。また、本実施の形態では操舵角速度が0になることにより操舵状態が変化したことを検出する構成としたが、操舵角や操舵トルクの変化を検出することにより操舵状態が変化したことを検出する構成としてもよい。

【0060】

また、本実施の形態では車速ゲインを高速側ほど小さなゲインとし、操舵角ゲインを操舵角が大きい側ほど大きなゲインとしたが、ステアリング系における特性や他の制御等を考慮して車速ゲインや操舵角ゲインを適宜設定してよい。

30

【0061】

また、本実施の形態では車速と操舵角に応じて戻しトルクを設定する構成としてが、操舵角速度等の他のパラメータも考慮して戻しトルクを設定する構成としたもよい。また、本実施の形態では車速ゲイン及び操舵角ゲインを設定し、各ゲインを基本戻しトルクに乗算することにより戻しトルクを求める構成としたが、操舵角に応じて基本戻しトルクを設定し、車速に応じて可変にするなどの他の求め方でもよい。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本実施の形態に係る電動式パワーステアリング装置の構成図である。

【図2】図1のECUで保持する車速ゲインマップである。

【図3】図1のECUで保持する操舵角ゲインマップである。

【図4】図1のECUにおけるハンドル戻し制御を示すフローチャートである。

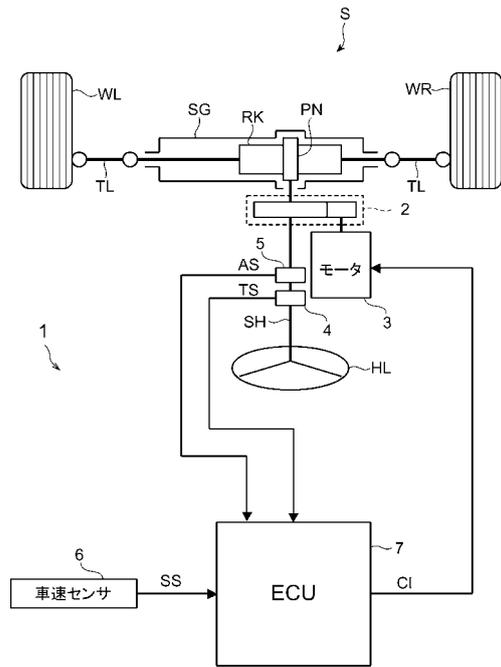
40

【符号の説明】

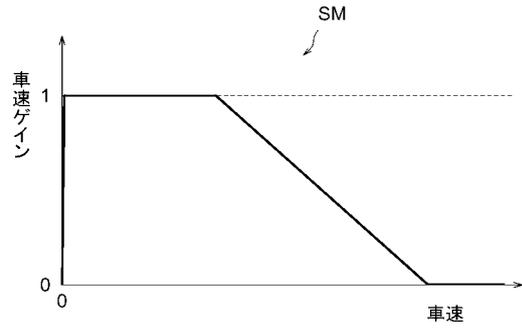
【0063】

1...電動式パワーステアリング装置、2...減速機、3...モータ、4...操舵トルクセンサ、5...操舵角センサ、6...車速センサ、7...ECU

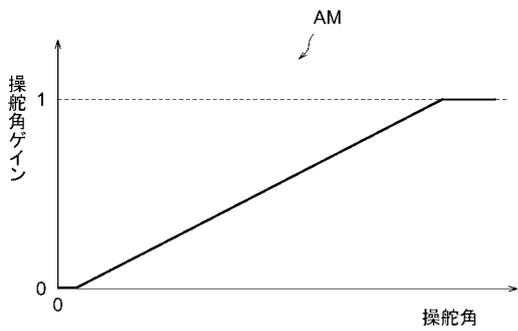
【図1】



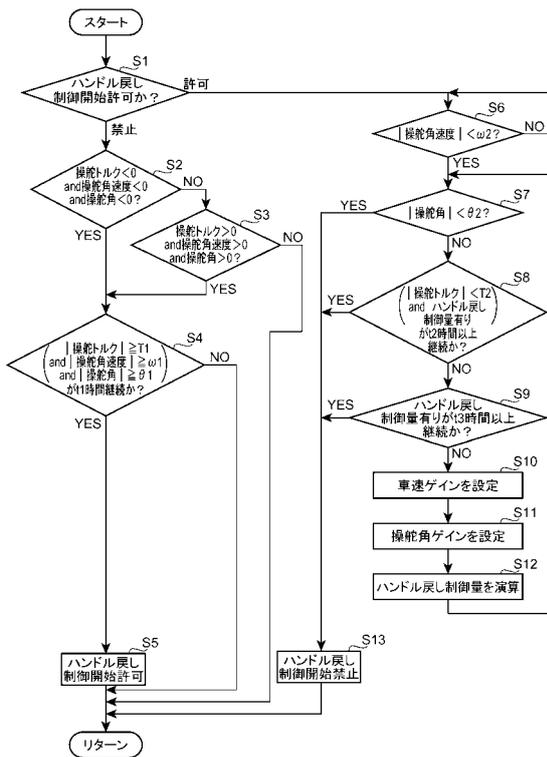
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(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