

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5003427号
(P5003427)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(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 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 16 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-300932 (P2007-300932)
 (22) 出願日 平成19年11月20日(2007.11.20)
 (65) 公開番号 特開2009-126244 (P2009-126244A)
 (43) 公開日 平成21年6月11日(2009.6.11)
 審査請求日 平成21年2月24日(2009.2.24)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 山崎 一平
 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 佐々木 智洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵制御装置及びこれを用いた車両用操舵装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両状態を表す情報に基づいて、ステアリングに付与すべき摩擦トルク値 (T t) を設定する摩擦トルク設定手段と、

前記設定された摩擦トルク値 (T t) に基づいて目標操舵角 (t) を設定する目標操舵角設定手段と、

前記設定された目標操舵角 (t) と操舵角 () との偏差に基づいて、付加摩擦トルク値 (T c) を設定する付加摩擦トルク設定手段と、

前記設定された付加摩擦トルク値 (T c) に基づいて、アクチュエータによりステアリングに付与される摩擦トルクを制御する操舵摩擦トルク制御手段とを備える、操舵制御装置。

10

【請求項2】

車両状態を表す情報は、車速を表す情報を含み、

前記摩擦トルク設定手段において、車速が第1の車速のときに設定される摩擦トルク値 (T t) は、車速が第1の車速より小さい第2の車速のときに設定される摩擦トルク値 (T t) よりも大きい、請求項1に記載の操舵制御装置。

【請求項3】

車両状態を表す情報は、操舵角 () を表す情報を含み、

前記摩擦トルク設定手段において、操舵角 () が第1の操舵角のときに設定される摩擦トルク値 (T t) は、操舵角 () が第1の操舵角より小さい第2の操舵角のときに設

20

定される摩擦トルク値 (T_t) よりも大きい、請求項 1 又は 2 に記載の操舵制御装置。

【請求項 4】

前記付加摩擦トルク設定手段において、付加摩擦トルク値 (T_c) は、操舵角 (δ) と、前記設定された目標操舵角 (δ_t) との偏差に、ゲインを乗じることで算出される、請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

【請求項 5】

前記ゲインを乗じて得られた付加摩擦トルク値 (T_c) を、ローパスフィルタで処理してフィルタ後の付加摩擦トルク値 (T_{cf}) を算出するフィルタ手段を更に備え、

前記操舵摩擦トルク制御手段は、前記設定された付加摩擦トルク値 (T_c) に代えて、前記フィルタ後の付加摩擦トルク値 (T_{cf}) に基づいて、摩擦トルクを制御する、請求項 4 に記載の操舵制御装置。

10

【請求項 6】

前記ローパスフィルタのカットオフ周波数は、車両のヨー共振周波数に略対応した固定値とされ、又は、車速に応じて可変される、請求項 5 に記載の操舵制御装置。

【請求項 7】

前記目標操舵角設定手段において、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) に基づいて偏差上限値 (Δ) が設定され、前記設定された目標操舵角 (δ_t) と操舵角 (δ) との偏差の絶対値が、前記設定された偏差上限値 (Δ) よりも大きい場合は、前記偏差の絶対値が減少する方向に目標操舵角 (δ_t) を変更し、同偏差の絶対値が、前記設定された偏差上限値 (Δ) 以下の場合は、目標操舵角 (δ_t) を変更せずに維持する、請求項 1 ~ 6 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

20

【請求項 8】

前記目標操舵角設定手段において、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) を前記ゲインで除することで偏差上限値 (Δ) が設定され、前記設定された目標操舵角 (δ_t) から操舵角 (δ) を引いた偏差が、前記設定された偏差上限値 (Δ) よりも大きい場合は、目標操舵角 (δ_t) が、前記操舵角 (δ) に前記偏差上限値 (Δ) を足した値 ($\delta + \Delta$) に変更され、同偏差が、前記設定された偏差上限値 (Δ) の負の値 ($-\Delta$) よりも小さい場合は、目標操舵角 (δ_t) が、前記操舵角 (δ) から前記偏差上限値 (Δ) を引いた値 ($\delta - \Delta$) に変更され、同偏差の絶対値が、前記設定された偏差上限値 (Δ) 以下の場合は、目標操舵角 (δ_t) が変更されずに維持される、請求項 4 又は 5 に記載の操舵制御装置。

30

【請求項 9】

車両状態を表す情報に基づいて、ステアリングに付与すべき摩擦トルク値 (T_t) を設定する摩擦トルク設定手段と、

操舵角 (δ) に基づいて目標操舵角 (δ_t) を設定する目標操舵角設定手段と、

前記設定された目標操舵角 (δ_t) と操舵角 (δ) との偏差に基づいて、付加摩擦トルク値 (T_c) を設定する付加摩擦トルク設定手段と、

前記設定された付加摩擦トルク値 (T_c) に基づいて、アクチュエータによりステアリングに付与される摩擦トルクを制御する操舵摩擦トルク制御手段とを備え、

前記付加摩擦トルク設定手段において、前記設定された目標操舵角 (δ_t) と操舵角 (δ) との偏差の絶対値が、所定の偏差上限値 (Δ) より大きい場合には、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) が、前記付加摩擦トルク値 (T_c) として設定され、同偏差の絶対値が、前記所定の偏差上限値 (Δ) 以下の場合には、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) 以下のトルク値が、前記付加摩擦トルク値 (T_c) として設定される、操舵制御装置。

40

【請求項 10】

前記付加摩擦トルク設定手段において、前記設定された目標操舵角 (δ_t) と操舵角 (δ) との偏差の絶対値が、前記所定の偏差上限値 (Δ) 以下の場合には、前記設定された目標操舵角 (δ_t) と操舵角 (δ) との偏差にゲインを乗じたトルク値が、前記付加摩擦トルク値 (T_c) として設定され、該ゲインは、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) を前記所定の偏差上限値 (Δ) で除した値 (T_t / Δ) が用いられる、請求項 9 に記載の操舵制御装置。

50

【請求項 1 1】

前記設定された付加摩擦トルク値 (T_c) を、ローパスフィルタで処理してフィルタ後の付加摩擦トルク値 (T_{cf}) を算出するフィルタ手段を更に備え、

前記操舵摩擦トルク制御手段は、前記設定された付加摩擦トルク値 (T_c) に代えて、前記フィルタ後の付加摩擦トルク値 (T_{cf}) に基づいて、摩擦トルクを制御する、請求項 9 又は 10 に記載の操舵制御装置。

【請求項 1 2】

前記所定の偏差上限値 () は、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) に基づいて設定される可変値である、請求項 9 ~ 11 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

【請求項 1 3】

前記所定の偏差上限値 () は、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) を前記ゲインで除することで設定される固定値である、請求項 9 ~ 12 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

【請求項 1 4】

前記目標操舵角設定手段において、前記設定された目標操舵角 (δ_t) から操舵角 () を引いた偏差が、前記所定の偏差上限値 () よりも大きい場合は、目標操舵角 (δ_t) が、前記操舵角 () に前記偏差上限値 () を足した値 (+) に変更され、同偏差が、前記所定の偏差上限値 () の負の値 (-) よりも小さい場合は、目標操舵角 (δ_t) が、前記操舵角 () から前記偏差上限値 () を引いた値 (-) に変更され、同偏差の絶対値が、前記所定の偏差上限値 () 以下の場合は、目標操舵角 (δ_t) が変更されずに維持される、請求項 9 ~ 13 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

【請求項 1 5】

操舵トルクに基づいて目標操舵トルク (T_a) を演算する基本操舵アシストトルク演算手段と、

前記演算された目標操舵トルク (T_a) に基づいて、前記アクチュエータによりステアリングに付与される操舵アシストトルクを制御する操舵アシストトルク制御手段とを更に備える、請求項 1 ~ 14 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 14 のうちのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置と、

前記操舵制御装置により制御される前記アクチュエータを備える電動パワーステアリング装置とを備えた車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータによりステアリングに付与される摩擦トルクを制御する操舵制御装置及びこれを用いた車両用操舵装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、モータ電流指令値に基づいてモータを駆動制御する制御手段を備えた電動パワーステアリング装置の制御装置において、操舵角及び車速に基づいて目標操舵トルクを設定する目標操舵トルク設定手段と、操舵トルク、前記目標操舵トルク、及び前記モータのモータ電流とに基づいてアシスト電流指令値を演算するアシスト電流演算手段と、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、前記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、前記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、操舵トルクに基づいてハンドルの手放し判定を行う手放し判定手段を備え、前記手放し判定手段の判定結果に基づいて、目標収斂電流設定手段の目標収斂電流の出力を、有効にし或いは抑制して、前記アシスト電流指令値に加算してモータ電流指令値とする電動パワーステアリング装置の制御装置が知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特許第3901928号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述の特許文献1に記載の発明では、ハンドルの手放し状態が検出された場合に、ハンドルを中立位置へ戻すための目標操舵角と操舵角の偏差に基づいて設定された目標収斂電流を、アシスト電流指令値に加算してモータ電流指令値とするので、操舵トルクが発生しない状況下でも、ハンドルを中立位置へ戻すための目標収斂電流相当分のトルクが付加的に発生して、中立位置へのハンドル戻り性能が向上する。

【0004】

ところで、操舵保舵時の保舵力低減・安定性向上を図るために、操舵系に摩擦トルクを機械的な構成で付与することも可能であるが、車速や操舵角などのような車両状態によって適切な摩擦トルクは異なるため、摩擦トルクは、主として機械的ではなく制御的に発生させることが望ましい。

【0005】

この点、特許文献1に記載の発明では、ハンドルの手放し状態という状況に限られるものの、目標収斂電流により制御的に摩擦トルクを発生させている。しかしながら、その摩擦トルクは、操舵速度（操舵角速度）をパラメータとして生成しているため、静止摩擦は再現できない。即ち、静止状態では操舵速度がゼロであるため、摩擦トルクを発生させることができない。このため、特許文献1に記載の発明では、操舵保舵時の保舵力低減・安定性向上を図ることや、直進時の車両流れを抑制することができない。

【0006】

そこで、本発明は、操舵保舵時の保舵力低減・安定性向上を図ると共に、車両流れを抑制することができる態様で、制御的に摩擦トルクを付与することが可能な操舵制御装置及びこれを用いた車両用操舵装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、第1の発明は、操舵制御装置に関し、車両状態を表す情報に基づいて、ステアリングに付与すべき摩擦トルク値（ T_t ）を設定する摩擦トルク設定手段と、

前記設定された摩擦トルク値（ T_t ）に基づいて目標操舵角（ δ ）を設定する目標操舵角設定手段と、

前記設定された目標操舵角（ δ ）と操舵角（ δ_c ）との偏差に基づいて、付加摩擦トルク値（ T_c ）を設定する付加摩擦トルク設定手段と、

前記設定された付加摩擦トルク値（ T_c ）に基づいて、アクチュエータによりステアリングに付与される摩擦トルクを制御する操舵摩擦トルク制御手段とを備えることを特徴とする。

【0008】

第2の発明は、第1の発明に係る操舵制御装置において、

車両状態を表す情報は、車速を表す情報を含み、

前記摩擦トルク設定手段において、車速が第1の車速のときに設定される摩擦トルク値（ T_t ）は、車速が第1の車速より小さい第2の車速のときに設定される摩擦トルク値（ T_t ）よりも大きいことを特徴とする。

【0009】

第3の発明は、第1又は2の発明に係る操舵制御装置において、

車両状態を表す情報は、操舵角（ δ ）を表す情報を含み、

前記摩擦トルク設定手段において、操舵角（ δ ）が第1の操舵角のときに設定される摩擦トルク値（ T_t ）は、操舵角（ δ ）が第1の操舵角より小さい第2の操舵角のときに設定される摩擦トルク値（ T_t ）よりも大きいことを特徴とする。

【0010】

10

20

30

40

50

第4の発明は、第1～3のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置において、前記付加摩擦トルク設定手段において、付加摩擦トルク値(T_c)は、操舵角(δ)と、前記設定された目標操舵角(δ_t)との偏差に、ゲインを乗じることで算出されることを特徴とする。

【0011】

第5の発明は、第4の発明に係る操舵制御装置において、前記ゲインを乗じて得られた付加摩擦トルク値(T_c)を、ローパスフィルタで処理してフィルタ後の付加摩擦トルク値(T_{cf})を算出するフィルタ手段を更に備え、前記操舵摩擦トルク制御手段は、前記設定された付加摩擦トルク値(T_c)に代えて、前記フィルタ後の付加摩擦トルク値(T_{cf})に基づいて、摩擦トルクを制御することを特徴とする。

10

【0012】

第6の発明は、第5の発明に係る操舵制御装置において、前記ローパスフィルタのカットオフ周波数は、車両のヨー共振周波数に略対応した固定値とされ、又は、車速に応じて可変されることを特徴とする。

【0013】

第7の発明は、第1～6のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置において、前記目標操舵角設定手段において、前記設定された摩擦トルク値(T_t)に基づいて偏差上限値(Δ)が設定され、前記設定された目標操舵角(δ_t)と操舵角(δ)との偏差の絶対値が、前記設定された偏差上限値(Δ)よりも大きい場合は、前記偏差の絶対値が減少する方向に目標操舵角(δ_t)を変更し、同偏差の絶対値が、前記設定された偏差上限値(Δ)以下の場合は、目標操舵角(δ_t)を変更せずに維持することを特徴とする。

20

【0014】

第8の発明は、第4又は5の発明に係る操舵制御装置において、前記目標操舵角設定手段において、前記設定された摩擦トルク値(T_t)を前記ゲインで除することで偏差上限値(Δ)が設定され、前記設定された目標操舵角(δ_t)から操舵角(δ)を引いた偏差が、前記設定された偏差上限値(Δ)よりも大きい場合は、目標操舵角(δ_t)が、前記操舵角(δ)に前記偏差上限値(Δ)を足した値($\delta + \Delta$)に変更され、同偏差が、前記設定された偏差上限値(Δ)の負の値($-\Delta$)よりも小さい場合は、目標操舵角(δ_t)が、前記操舵角(δ)から前記偏差上限値(Δ)を引いた値($\delta - \Delta$)に変更され、同偏差の絶対値が、前記設定された偏差上限値(Δ)以下の場合は、目標操舵角(δ_t)が変更されずに維持されることを特徴とする。

30

【0015】

第9の発明は、操舵制御装置に関し、車両状態を表す情報に基づいて、ステアリングに付与すべき摩擦トルク値(T_t)を設定する摩擦トルク設定手段と、操舵角(δ)に基づいて目標操舵角(δ_t)を設定する目標操舵角設定手段と、前記設定された目標操舵角(δ_t)と操舵角(δ)との偏差に基づいて、付加摩擦トルク値(T_c)を設定する付加摩擦トルク設定手段と、前記設定された付加摩擦トルク値(T_c)に基づいて、アクチュエータによりステアリングに付与される摩擦トルクを制御する操舵摩擦トルク制御手段とを備え、前記付加摩擦トルク設定手段において、前記設定された目標操舵角(δ_t)と操舵角(δ)との偏差の絶対値が、所定の偏差上限値(Δ)より大きい場合には、前記設定された摩擦トルク値(T_t)が、前記付加摩擦トルク値(T_c)として設定され、同偏差の絶対値が、前記所定の偏差上限値(Δ)以下の場合には、前記設定された摩擦トルク値(T_t)以下のトルク値が、前記付加摩擦トルク値(T_c)として設定されることを特徴とする。

40

【0016】

第10の発明は、第9の発明に係る操舵制御装置において、前記付加摩擦トルク設定手段において、前記設定された目標操舵角(δ_t)と操舵角(δ)との偏差の絶対値が、前記所定の偏差上限値(Δ)以下の場合には、前記設定された

50

目標操舵角 (δ_t) と操舵角 (δ) との偏差にゲインを乗じたトルク値が、前記付加摩擦トルク値 (T_c) として設定され、該ゲインは、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) を前記所定の偏差上限値 (δ_{lim}) で除した値 (T_t / δ_{lim}) が用いられることを特徴とする。

【0017】

第11の発明は、第9又は10の発明に係る操舵制御装置において、

前記設定された付加摩擦トルク値 (T_c) を、ローパスフィルタで処理してフィルタ後の付加摩擦トルク値 (T_{cf}) を算出するフィルタ手段を更に備え、

前記操舵摩擦トルク制御手段は、前記設定された付加摩擦トルク値 (T_c) に代えて、前記フィルタ後の付加摩擦トルク値 (T_{cf}) に基づいて、摩擦トルクを制御することを特徴とする。

10

【0018】

第12の発明は、第9～11のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置において、

前記所定の偏差上限値 (δ_{lim}) は、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) に基づいて設定される可変値であることを特徴とする。

【0019】

第13の発明は、第9～12のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置において、

前記所定の偏差上限値 (δ_{lim}) は、前記設定された摩擦トルク値 (T_t) を前記ゲインで除することで設定される固定値であることを特徴とする。

【0020】

第14の発明は、第9～13のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置において、

前記目標操舵角設定手段において、前記設定された目標操舵角 (δ_t) から操舵角 (δ) を引いた偏差が、前記所定の偏差上限値 (δ_{lim}) よりも大きい場合は、目標操舵角 (δ_t) が、前記操舵角 (δ) に前記偏差上限値 (δ_{lim}) を足した値 ($\delta + \delta_{lim}$) に変更され、同偏差が、前記所定の偏差上限値 (δ_{lim}) の負の値 ($-\delta_{lim}$) よりも小さい場合は、目標操舵角 (δ_t) が、前記操舵角 (δ) から前記偏差上限値 (δ_{lim}) を引いた値 ($\delta - \delta_{lim}$) に変更され、同偏差の絶対値が、前記所定の偏差上限値 (δ_{lim}) 以下の場合は、目標操舵角 (δ_t) が変更されずに維持されることを特徴とする。

20

【0021】

第15の発明は、第1～14のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置において、

操舵トルクに基づいて目標操舵トルク (T_a) を演算する基本操舵アシストトルク演算手段と、

前記演算された目標操舵トルク (T_a) に基づいて、前記アクチュエータによりステアリングに付与される操舵アシストトルクを制御する操舵アシストトルク制御手段とを更に備えることを特徴とする。

30

【0022】

第16の発明は、車両用操舵装置に関し、該車両用操舵装置は、第1～14のうちのいずれかの発明に係る操舵制御装置と、

前記操舵制御装置により制御される前記アクチュエータを備える電動パワーステアリング装置とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0023】

本発明によれば、操舵保舵時の保舵力低減・安定性向上を図ると共に、直進時の車両流れを抑制することができる態様で、制御的に摩擦トルクを付与することが可能な操舵制御装置及びこれを用いた車両用操舵装置が得られる。

【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、本発明を実施するための最良の形態の説明を行う。

【0025】

図1は、本発明による車両用操舵装置の一実施例を概略的に示す全体図である。車両用操舵装置10は、運転者が操作するステアリングホイール11を含むステアリングコラム

50

12を備える。ステアリングコラム12は、ステアリングホイール11の回転軸となるステアリングシャフト14を回転可能に支持する。ステアリングシャフト14は、ゴムカップリング13等を介して中間シャフト(インターミディエイトシャフト)16に接続される。中間シャフト16はピニオンシャフト(出力軸)に接続され、ステアリングギアボックス31内でピニオンシャフトのピニオン17がステアリングラック(転舵ロッド)18に噛合される。ステアリングラック18の両端には、それぞれタイロッド19の一端が接続されると共に各タイロッド19の他端にはナックルアーム等(図示せず)を介して転舵輪(図示せず)が接続されている。また、中間シャフト16又はステアリングシャフト14には、ステアリングホイール11の操舵角に応じた信号を発生する舵角センサ74や、ステアリングシャフト14に付与される操舵トルクに応じた信号を発生するトルクセンサ15が設けられる。尚、トルクセンサ15は、例えば、トーションバーで結合された中間シャフト16(入力軸)とピニオンシャフト(出力軸)にそれぞれ設けられ、これらの軸の回転角度差に基づいてトルクを検出する計2個のレゾルバセンサから構成されてもよい。

10

【0026】

車両用操舵装置10は、パワーステアリング装置20を備える。パワーステアリング装置20は、主要な構成要素として、操舵補助用のアクチュエータ22(以下、「アシストモータ22」という)、及び、アシストモータ22の回転角(以下、「転舵モータ回転角」ともいう)を検出する回転角センサ24を備える。アシストモータ22は、例えば3相交流モータで構成される。アシストモータ22は、ステアリングギアボックス31内にステアリングラック18と同軸に設けられ、その駆動力によりステアリングラック18の移動を助勢する。パワーステアリング装置20の構成自体は、配置場所を含め、任意であってよい。パワーステアリング装置20のアシストモータ22は、後述のECU80により制御される。アシストモータ22の制御態様については、後述する。

20

【0027】

次に、上述の車両用操舵装置10の主要動作について説明する。車両用操舵装置10は、以下で説明する各種制御を行うECU80を備える。ECU80は、マイクロコンピュータによって構成されており、例えば、CPU、制御プログラムを格納するROM、演算結果等を格納する読書き可能なRAM、タイマ、カウンタ、入力インターフェイス、及び出力インターフェイス等を有する。

30

【0028】

ECU80は、操舵システムを統括する単一のECUにより実現されてもよいし、2つ以上のECUにより協働して実現されてもよい。ECU80には、以下で説明する各種制御を実現するための情報ないしデータが入力される。より具体的には、ECU80には、トルクセンサ15、回転角センサ24、舵角センサ74、車速センサ(図示せず)等から各種のセンサ値が所定周期毎に入力される。また、ECU80には、パワーステアリング装置20のアシストモータ22の作動電流(以下、「アシストモータ電流」という)を検出する電流センサ(図示せず)が接続され、アシストモータ電流を表す信号が所定周期毎に入力される。また、ECU80には、制御対象としてパワーステアリング装置20が接続されている。

40

【0029】

図2は、ECU80により実現される主要な制御内容を模式的に示す図である。ECU80は、パワーステアリング装置20により摩擦トルク付加型の操舵反力制御を行う。この摩擦トルク付加型の操舵反力制御は、図2に模式的に示すように、ECU80の操舵反力制御部82及び摩擦トルク付加部84により実現される。

【0030】

図3は、ECU80の操舵反力制御部82及び摩擦トルク付加部84の機能ブロックの一例である。摩擦トルク付加部84の各処理は、後に詳説する。

【0031】

操舵反力制御部82では、図3に示すように、トルクセンサ15から入力される操舵ト

50

トルク T_r と車速センサから入力される車速 v とに基づいて、目標操舵トルク (T_r^*) が演算される。目標操舵トルク (T_r^*) は、例えば図 4 に示すようなマップを用いられてもよい。この場合、車速 v が高速域、中速域及び低速域のいずれに属するかを判定し、車速 v の属する速度域に応じた曲線を用いて、操舵トルク T_r に応じた目標操舵トルク (T_r^*) が演算される。尚、目標操舵トルク (T_r^*) の正負の符号の定義として、ここでは便宜上、左回りのトルクを正とする。次いで、摩擦トルク付加部 84 から入力される付加摩擦トルク (T_{cf}) と目標操舵トルク (T_r^*) との和に基づいて、目標反力モータ電流 (I_{eps}^*) が演算される。尚、摩擦トルク付加部 84 における付加摩擦トルク (T_{cf}) の演算方法については後に詳説する。次いで、アシストモータ電流 (検出値) と目標反力モータ電流 (I_{eps}^*) と差に基づいて、モータ駆動デューティ (DUTY_{eps}) が演算される。この際、モータ駆動デューティ (DUTY_{eps}) は、回転角センサ 24 からのアシストモータ回転角 (θ_{eps}) を考慮して決定される。パワーステアリング装置 20 のアシストモータ 22 は、このようにして演算・出力されるモータ駆動デューティ (DUTY_{eps}) に従って制御され、操舵反力制御が実現される。尚、例えばステアリングホイール 11 に運転者が手を軽く触れている程度、又は手放ししている状態の場合には、操舵トルク T_r 及びそれに伴い目標操舵トルク (T_r^*) がゼロ又は実質的にゼロとなるので、アシストモータ 22 で生成されるトルク (即ちステアリングホイール 11 に付与されるトルク) は、摩擦トルク付加部 84 から入力される付加摩擦トルク (T_{cf}) からなる。

【0032】

次に、図 3 の摩擦トルク付加部 84 の機能ブロックを中心に参照しつつ、図 5 以降を適宜参照して摩擦トルク付加部 84 の主要機能について説明する。

【0033】

摩擦トルク付加部 84 では、図 3 に示すように、先ず、舵角センサ 74 から入力される操舵角 δ と車速センサから入力される車速 v とに基づいて、ステアリングホイール 11 に付与されるべき摩擦トルク T_t が演算 (設定) される。

【0034】

図 5 は、摩擦トルク付加部 84 における摩擦トルク演算方法の好ましい一例を示す図である。摩擦トルク T_t は、好ましくは、図 5 に示すような特性のマップを用いて算出される。図 5 には、横軸を操舵角 δ とし、縦軸を摩擦トルク T_t としたときの、高速域 V_2 、中速域 V_1 及び低速域 V_0 に対応した摩擦トルク T_t の曲線が示されている。尚、操舵角 δ の正負の符号の定義は、ここでは便宜上、ステアリングホイール 11 の中立位置 (操舵角 δ のゼロ点) から左回転方向を正とする。

【0035】

図 5 に示すマップを用いる場合、車速 v が高速域 V_2 、中速域 V_1 及び低速域 V_0 のいずれに属するかが判定され、車速 v の属する速度域に応じた曲線を用いて、操舵角 δ に応じた摩擦トルク T_t の大きさが決定 (演算) される。尚、ここで決定する摩擦トルク T_t は、正確には大きさだけの物理量であり、その付与方向 (即ち、符号、本例では、上述の如く左方向を正、右方向を負) は、後段にて決定される。

【0036】

図 5 に示すマップでは、同一の操舵角 δ の場合、車速が大きいときの方が、車速が小さいときよりも大きな値の摩擦トルク T_t が設定される。これは、高速域 V_2 や中速域 V_1 では、直進安定性向上や、操舵保舵時の保舵力低減・安定性向上を図る観点からある程度の摩擦トルクが発生する方が好ましい一方、低速域 V_0 では、摩擦トルクが大きいと運転者に摩擦感を与え、操舵感が悪化するからである。また、図 5 に示すマップでは、車速が同一である又は同一車速域にある場合、操舵角 δ の大きさが大きいときの方が、操舵角 δ の大きさが小さいときよりも大きな値の摩擦トルク T_t が設定される。これは、操舵角 δ の大きさが大きいときは、操舵角 δ の大きさが小さいときよりも、車輪の転舵角が大きいために大きい横力が発生し易く、それ故に、操舵保舵時の保舵力低減・安定性向上を図る観点から、より大きな摩擦トルクが必要となるからである。

【 0 0 3 7 】

摩擦トルク付加部 8 4 では、上述の摩擦トルク T_t の演算処理に続いて、図 3 に示すように、目標操舵角 t が演算（設定）される。摩擦トルク付加部 8 4 における目標操舵角演算方法は、例えば図 6 に示すような方法であってよい。尚、目標操舵角 t の正負の符号の定義は、ここでは便宜上、中立位置（ゼロ点）から左回転方向を正とする。

【 0 0 3 8 】

図 6 は、摩擦トルク付加部 8 4 における目標操舵角演算方法の好ましい一例を示すフローチャートである。尚、図 6 に示す処理ルーチンは、所定の演算周期（例えば 5 m s e c）毎に実行されてよい。

【 0 0 3 9 】

図 6 に示す方法では、先ず、ステップ 1 0 0 にて、目標操舵角 t が初期化されているか否か、即ち今回周期が初回周期であるか否かが判定される。

目標操舵角 t が初期化されていない場合（ステップ 1 0 0 で N O の場合）には、ステップ 1 0 2 に進み、今回周期が初回周期でない場合、即ち目標操舵角 t が前回周期以前に初期化されている場合（ステップ 1 0 0 で Y E S の場合）には、そのまま、ステップ 1 0 4 に進む。

【 0 0 4 0 】

ステップ 1 0 2 では、目標操舵角 t の初期値が、操舵角（今回周期の値、以下同じ）に設定される。尚、目標操舵角 t の初期値はゼロであってよい。

【 0 0 4 1 】

ステップ 1 0 4 では、偏差上限値 Δ が演算される。偏差上限値 Δ は、上述の如く演算された摩擦トルク T_t と、ゲイン K を用いて、 $\Delta = T_t / K$ として演算される。ゲイン K は、操舵系の剛性等を考慮して決定される任意の固定値であってよい。尚、ゲイン K は、例えば操舵系の一番剛性が低いと考えられる部位（一般的にはトーションバー）の捻り剛性よりも高い方が望ましい。尚、 T_t 及び K は正の値であるので、偏差上限値 Δ は正の値である。

【 0 0 4 2 】

ステップ 1 0 6 では、操舵角 θ と、上記ステップ 1 0 4 で演算された偏差上限値 Δ と、現在の目標操舵角 t とが、 $\theta > t + \Delta$ なる関係であるか否かが判定され、 $\theta > t + \Delta$ である場合（ステップ 1 0 6 で Y E S の場合）には、ステップ 1 0 8 に進み、 $\theta > t + \Delta$ である場合（ステップ 1 0 6 で N O の場合）、ステップ 1 1 0 に進む。

【 0 0 4 3 】

ステップ 1 0 8 では、目標操舵角 t が、操舵角 θ と上記ステップ 1 0 4 で演算された偏差上限値 Δ とを用いて、 $t = \theta - \Delta$ なる式により、新たな値に変更される。即ち、目標操舵角 t から操舵角 θ を引いた偏差 $(= \theta - \Delta)$ が、 $\theta - \Delta < t$ の場合には、目標操舵角 t が、 $t = \theta - \Delta$ に変更（更新）される。

【 0 0 4 4 】

ステップ 1 1 0 では、操舵角 θ （今回周期の値）と、上記ステップ 1 0 4 で演算された偏差上限値 Δ と、現在の目標操舵角 t とが、 $\theta < t - \Delta$ なる関係であるか否かが判定される。 $\theta < t - \Delta$ である場合（ステップ 1 1 0 で Y E S の場合）には、ステップ 1 1 2 に進む。

【 0 0 4 5 】

ステップ 1 1 2 では、目標操舵角 t が、操舵角 θ と上記ステップ 1 0 4 で演算された偏差上限値 Δ とを用いて、 $t = \theta + \Delta$ なる式により、新たな値に変更される。即ち、目標操舵角 t から操舵角 θ を引いた偏差 $(= \theta - \Delta)$ が、 $\theta - \Delta > t$ の場合には、目標操舵角 t が、 $t = \theta + \Delta$ に変更（更新）される。なお、上記のステップ 1 1 0 で、 $\theta < t - \Delta$ である場合（ステップ 1 1 0 で N O の場合）、今回周期の処理はそのまま終了する。従って、この場合には、現在の目標操舵角 t が変更されずに維持される。即ち、目標操舵角 t から操舵角 θ を引いた偏差 $(= \theta - \Delta)$ が、 $\theta - \Delta < t$ の場合には、目標操舵角 t が変更されずに維持される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

図7は、操舵角 δ の変化態様と目標操舵角 δ_d の変化態様の関係の一例を時系列で示す図である。図7の操舵角 δ の変化態様では、時刻 t_1 までステアリングホイール11が左に切られ、時刻 t_1 から右に戻されている。これに応じて、目標操舵角 δ_d は、時刻 t_1 までは、 $\delta_d > \delta$ なる関係となり、それ故に、 $\delta_d = \delta$ の関係で変更される（ステップ108参照）。また、目標操舵角 δ_d は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までは、 $\delta_d = \delta$ 、且つ、 $\delta_d < \delta$ なる関係となるので、変更されずに維持される（ステップ110のNO判定）。また、目標操舵角 δ_d は、時刻 t_2 以降は、 $\delta_d < \delta$ なる関係となり、それ故に、 $\delta_d = \delta$ の関係で変更される（ステップ112参照）。

【 0 0 4 7 】

摩擦トルク付加部84では、上述の目標操舵角 δ_d の演算処理に続いて、図3に示すように、付加摩擦トルク T_c が演算（設定）される。付加摩擦トルク T_c の正負の定義は、目標操舵トルク（ T_r^* ）と同様、左回りのトルクを正とする。

【 0 0 4 8 】

付加摩擦トルク T_c は、操舵角 δ と、上述の如く演算された目標操舵角 δ_d と、ゲイン K （ $= T_t / \delta$ ）とを用いて、 $T_c = K \cdot (\delta_d - \delta)$ なる式、即ち $T_c = K \cdot (\delta_d - \delta)$ なる式により演算される。尚、ここで用いられるゲイン K は、上述の目標操舵角演算で用いられたゲイン K と同一である（図6のステップ104の説明参照）。

【 0 0 4 9 】

図8は、上述の如く演算される付加摩擦トルク T_c の特性の説明図である。図8では、横軸を操舵角 δ とし、縦軸を付加摩擦トルク T_c としている。図8では、代表として、上述の如く演算される摩擦トルク T_t が T_{t1} の場合と、摩擦トルク T_t が T_{t2} （ $< T_{t1}$ ）の場合とが示されている。即ち、例えば、高速域 V_2 又は中速域 V_1 のときの摩擦トルク T_{t1} の場合と、低速域 V_0 のときの摩擦トルク T_{t2} の場合とが示されている。また、図8では、 T_{t1} 及び T_{t2} のいずれの場合も、理解の容易化のため、便宜上、目標操舵角 δ_d が同一で、操舵角 δ の変化に応じて変化しないものとする。尚、目標操舵角 δ_d が変化した場合には、それに応じてグラフが新たな目標操舵角 δ_d を中心として横軸方向に平行移動するだけである。

【 0 0 5 0 】

図8に示すように、偏差上限値 δ_{lim} は、 $\delta_{lim} = T_t / K$ であることから、摩擦トルク T_t が大きいほど大きくなる（例えば、 T_{t1} のときの偏差上限値 δ_{lim1} は、 T_{t2} のときの偏差上限値 δ_{lim2} よりも大きい）。また、 δ_{lim} の範囲では、目標操舵角 δ_d が変更されずに維持され、 $T_c = K \cdot (\delta_d - \delta)$ 、即ち $T_c = K \cdot (\delta_d - \delta)$ から、付加摩擦トルク T_c の大きさは、 δ_{lim} に比例して増加する。そして、 $\delta > \delta_{lim}$ 、及び、 $\delta < -\delta_{lim}$ の範囲では、目標操舵角 δ_d が上述の如く変更されて δ_{lim} の大きさが一定の大きさとなるので、 $T_c = K \cdot (\delta_{lim} - \delta)$ 及び $T_c = T_t / K$ から、付加摩擦トルク T_c の大きさは、摩擦トルク T_t の大きさに対応した一定値となる。即ち、 δ_{lim} の範囲では、ステアリングホイール11に付与されるべき摩擦トルク T_t は、実際にはステアリングホイール11に付与されず、 δ_{lim} の絶対値が偏差上限値以上となって初めて、付加摩擦トルク T_c の大きさが、ステアリングホイール11に付与されるべき摩擦トルク T_t の大きさに設定されることになる。これは、図9に示すように δ_{lim} の範囲でも、付加摩擦トルク T_c の大きさが、ステアリングホイール11に付与されるべき摩擦トルク T_t の大きさに設定されると、摩擦トルクが過敏に振動し易くなり、操舵感が悪化するためである。尚、図9に示す特性は、ゲイン K を無限大にした場合にも同様となる。

【 0 0 5 1 】

図10は、付加摩擦トルク T_c の特性を可視的なモデルで表すイメージ図である。図10(A)は、 δ_{lim} の範囲に相当する図であり、この場合には、目標操舵角 δ_d は変化せず、力 T （例えば車輪への入力に起因して発生する外力）に対して釣り合うような力、即ちバネ定数 K （ $=$ ゲイン K ）のバネが変位量（ $\delta_d - \delta$ ）で変位したときの弾性力（ $= K \cdot (\delta_d - \delta)$ ）が、生成される。図10(B)は、 $\delta > \delta_{lim}$ 、及び、 $\delta < -\delta_{lim}$ の範囲

10

20

30

40

50

の範囲に相当する図であり、この場合には、目標操舵角 δ_t は力 T を受ける方向に変化し、力 T に対向する方向に一定の摩擦力 T_t' ($< T$) が生成される。尚、摩擦力 T_t' は、摩擦トルク T_t を力に変換した値に相当する。

【 0 0 5 2 】

摩擦トルク付加部 8 4 では、上述の付加摩擦トルク T_c の演算処理に続いて、好ましくは、図 3 に示すように、付加摩擦トルク T_c がローパスフィルタによりフィルタ処理される。ここでは、フィルタ処理後の付加摩擦トルクを、記号 T_{cf} で表す。ローパスフィルタは、例えば、以下のような一次のローパスフィルタであってもよいし、他の形式であってもよい（例えば次数を上げてよい）。

$$T_{cf} = 1 / (f_c \cdot s + 1) \cdot T_c$$

ここで、 f_c はカットオフ周波数であり、約 1 ~ 2 Hz の範囲内の固定値又は可変値であること望ましい。これは、かかる周波数範囲に車両のヨー共振周波数があり、摩擦トルクの変化が適切にフィルタリングされ操舵感が良好となるからである。尚、車両のヨー共振周波数は、車速に応じて変化するので、カットオフ周波数 f_c は車速に応じて可変されてもよい。或いは、カットオフ周波数 f_c は、簡易的に、代表車速（例えば 80 km/h）での車両のヨー共振周波数に相当する固定値であってもよい。

【 0 0 5 3 】

尚、摩擦トルク付加部 8 4 における上述の付加摩擦トルク T_c の演算処理及びローパスフィルタの処理は、目標操舵角 δ_t の演算周期と同一であってもよいが、好ましくは、応答性などを考慮して、目標操舵角 δ_t の演算周期よりも十分短い演算周期毎に実行される。例えば、目標操舵角 δ_t の演算周期が 5 msec の場合に、付加摩擦トルク T_c （及び T_{cf} ）の演算周期が 400 μ sec であってもよい。

【 0 0 5 4 】

このようにして、摩擦トルク付加部 8 4 から出力される付加摩擦トルク T_{cf} は、上述の如く及び図 3 に示す如く、操舵反力制御部 8 2 に入力される。そして、操舵反力制御部 8 2 においては、上述の如く、ステアリングホイール 1 1 に付加摩擦トルク T_{cf} がアシストモータ 2 2 により付与される。

【 0 0 5 5 】

以上説明した本実施例によれば、とりわけ、以下のような優れた効果が奏される。

【 0 0 5 6 】

本実施例によれば、上述の如く、制御的に付加摩擦トルク（ T_c ないし T_{cf} ）を生成するので、車速 v や操舵角 δ のような車両状態に応じて最適な大きさ・方向の付加摩擦トルクを生成することができる。例えば、低速域では摩擦感が低減される態様で付加摩擦トルクを生成しつつ、中高速域では比較的大きい付加摩擦トルクを生成して、直進時の安定性や操舵保舵時の保舵力低減・安定性を図ることができる。また、本実施例では、操舵トルク T_r の無関係な態様（アシストトルク制御とは無関係な態様）で最適な付加摩擦トルクを生成することができる。また、操舵角 δ と目標操舵角 δ_t との偏差に応じた付加摩擦トルクを生成するので、操舵角 δ が実質的に変化しない期間中（即ち操舵速度が実質的にゼロとなる期間中）も付加摩擦トルクを生成することが可能であり、静止摩擦を再現でき、保舵力低減・安定性を図ることができる。また、図 6 に示した如く操舵角 δ と目標操舵角 δ_t との偏差に応じて適切に目標操舵角 δ_t を変化させることで、図 8 で示した如く、スムーズで違和感（振動）の無い摩擦特性を実現することができる。また、図 6 に示した如く操舵角 δ と目標操舵角 δ_t との偏差に応じて適切に目標操舵角 δ_t を変化させることで、中立位置に限らず任意の操舵位置で保舵性能を高めることができる。

【 0 0 5 7 】

ここで、更に、本実施例による効果の一例を示す試験結果について説明する。

【 0 0 5 8 】

図 1 1 は、上述の摩擦トルク付加部 8 4 を有していない従来構成による走行試験結果を示す図であり、図 1 1 (A) は操舵角 δ の変化を示す時系列であり、図 1 1 (B) は操舵トルク T_r の変化を示す時系列である。この従来構成は、図 3 において、操舵反力制御部

10

20

30

40

50

82への付加摩擦トルク T_{cf} の入力が常にゼロである構成に相当する。この走行試験では、路面が右に傾斜している道路を時速60km/hで車両が走行された。この道路は、右への傾斜が徐々に緩くなる傾斜特性を有していた。運転者は、できる限り操舵トルクを入れずに（即ち、手放しで）直進状態を維持するように運転を行った。

【0059】

従来構成では、図11に示すように、操舵トルクを抜くと、路面が右に傾斜しているが故に右方向への車両流れが生じ、操舵角 δ も右方向（負の方向）に変化していく。このため、直進状態を維持するために、 $X_1 \sim X_6$ の計6回、左方向への操舵が必要となったことが分かる。

【0060】

図12は、本実施例による走行試験結果を示す図であり、図12(A)は操舵角 δ の変化を示す時系列であり、図12(B)は操舵トルク T_r の変化を示す時系列であり、図12(C)は、付加摩擦トルク T_{cf} の変化を示す時系列である。道路の傾斜や走行区間等の試験条件は、図11の試験結果と同一である。

【0061】

本実施例では、走行区間の前半では、図12に示すように、操舵トルクを抜くと、路面が右に比較的急に傾斜しているが故に右方向への車両流れが生じ、操舵角 δ も右方向（負の方向）に変化していく。このため、直進状態を維持するために、 X_1 及び X_2 の計2回、左方向への操舵が必要となったことが分かる。但し、本実施例では、操舵トルクを抜いている間に図12(C)に示す如く付加摩擦トルク T_{cf} が左方向に働くために、車両の右流れが抑制されており、修正操舵トルク及び修正操舵角は、図11に示した従来構成の場合よりも小さくて済んでいる。また、本実施例では、図12に示すように、走行区間の後半では、路面の傾斜がある程度緩くなるので、操舵トルクを抜いても、付加摩擦トルク T_{cf} の作用により車両の右流れが完全に抑制され、修正操舵トルク及び修正操舵角が不要となったことが分かる。

【0062】

次に、上述の実施例（以下、「第1実施例」ともいう）に対する変形例として、本発明によるその他の実施例（以下、「第2実施例」ともいう）について説明する。

【0063】

第2実施例は、第1実施例に対して、偏差上限値 δ_{lim} が所定の固定値であり、その代わり、ゲイン K が可変値となる点が主に異なる。以下では、第2実施例に特有に構成について主に説明するが、その他の構成は第1実施例と同様であってよい。

【0064】

図13は、第2実施例により実現される付加摩擦トルク T_c の特性を示す図であり、第1実施例の図8に相当する図である。第2実施例では、図13に示すように、偏差上限値 δ_{lim} が所定の固定値であり、ゲイン K が可変される。尚、第2実施例では、第1実施例と同様、ゲイン K と偏差上限値 δ_{lim} との関係は、 $\delta_{lim} = T_t / K$ である。従って、第2実施例では、ゲイン K は、摩擦トルク T_t が大きくなるにつれて大きくなる。このため、

の範囲では、摩擦トルク T_t が大きくなるにつれて、同一の δ_{lim} に対する付加摩擦トルク T_c の変化量が大きくなる。尚、 $\delta_{lim} > \delta_{lim}$ 、及び、 $\delta_{lim} < \delta_{lim}$ の範囲では、付加摩擦トルク T_c の大きさは、摩擦トルク T_t の大きさとなり一定となるのは、第1実施例と同様である。但し、偏差上限値 δ_{lim} は固定であることから、摩擦トルク T_t の如何に関らず、 $\delta_{lim} > \delta_{lim}$ 、及び、 $\delta_{lim} < \delta_{lim}$ の範囲は固定され、この範囲で、付加摩擦トルク T_c の大きさが、摩擦トルク T_t の大きさで一定となる。

【0065】

尚、第2実施例では、目標操舵角 δ_t の演算方法及び付加摩擦トルク T_c の演算方法のみが第1実施例と異なることになり、摩擦トルク T_t の演算方法やローパスフィルタの処理は同様であってよい。以下、第2実施例における目標操舵角 δ_t の演算方法及び付加摩擦トルク T_c の演算方法のみについて説明する。

【0066】

10

20

30

40

50

図14は、第2実施例における目標操舵角演算方法の好ましい一例を示すフローチャートである。この目標操舵角演算方法は、図6で示した第1実施例における目標操舵角演算方法に対して、ステップ104の処理が無い点のみが異なる。即ち、第2実施例では、偏差上限値が所定の固定値であるので、偏差上限値を摩擦トルク T_t に応じて演算する必要が無く、当該固定値がステップ106以降でそのまま用いられる。

【0067】

図15は、第2実施例における付加摩擦トルク T_c の演算処理の一例を示すフローチャートである。

【0068】

ステップ200では、ゲイン K が演算(設定)される。ゲイン K は、上述の如く演算された摩擦トルク T_t と、偏差上限値(固定値)を用いて、 $K = T_t /$ として演算される。

10

【0069】

ステップ202では、操舵角 δ と、目標操舵角 δ_t と、上記ステップ200で設定したゲイン K とを用いて、 $T_c = K \cdot$ なる式、即ち $T_c = K (\delta - \delta_t)$ なる式により演算される。

【0070】

以上説明した第2実施例によれば、上述の第1実施例と略同様の効果が得られる。但し、第2実施例では、ゲイン K が大きすぎると振動し易くなるので、かかる振動が発生しないように、偏差上限値を適切に決定することが望ましい。

20

【0071】

尚、上述の各実施例においては、添付の特許請求の範囲の「操舵摩擦トルク制御手段」及び「操舵アシストトルク制御手段」は、操舵反力制御部82により一体的に実現されている。

【0072】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0073】

例えば、上述の実施例では、好ましい実施例として、 T_c の範囲では、 T_c の絶対値の増加に応じて比例的に付加摩擦トルク T_c の大きさが増加しているが、 T_c の範囲において、 T_c の絶対値の増加に応じて非線形的に付加摩擦トルク T_c の大きさを増加させることとしてもよいし、 T_c の範囲において、付加摩擦トルク T_c の大きさを T_t に無関係な一定値としてもよい。この場合、一定値は、摩擦トルク T_t よりも小さい値であればよく、ゼロであってもよい。

30

【0074】

また、上述では、目標操舵角 δ_t の好ましい設定方法を開示しているが、目標操舵角 δ_t は、その他の方法で設定(演算)されてもよい。例えば、目標操舵角 δ_t は、操舵角の前回値、又は、所定周期前の操舵角、若しくは、直前の所定周期間での操舵角の平均値として、所定周期毎に設定されてもよい。

40

【0075】

また、上述の実施例では、好ましい実施例として、摩擦トルク T_t は、速度 v 及び操舵角 δ の2つのパラメータに基づいて設定されているが、いずれか1つのパラメータに基づいて設定されてもよい。また、上述の実施例では、好ましい実施例として、ローパスフィルタ処理した付加摩擦トルク T_{cf} を用いているが、ローパスフィルタ処理は省略されてもよい。また、所定周期間の付加摩擦トルク T_c を平均化して用いてもよい。

【0076】

また、上述の実施例では、好ましい実施例として、操舵系に摩擦トルクを制御的に付与するだけで、摩擦トルクを機械的な構成で積極的に付与していないが、機械的な構成で付与される摩擦トルクの影響が小さい限り、操舵系に摩擦トルクを機械的な構成で付与する

50

構成と組み合わせることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本発明による車両用操舵装置1の一実施例を概略的に示す全体図である。

【図2】ECU80により実現される主要な制御内容を模式的に示す図である。

【図3】ECU80の操舵反力制御部82及び摩擦トルク付加部84の機能ブロックの一例を示す図である。

【図4】操舵トルク T_r 及び車速 v をパラメータとして目標操舵トルク(T_r^*)を算出するマップの一例を示す図である。

【図5】操舵トルク T_r 及び車速 v をパラメータとして、ステアリングホイール11に付与すべき摩擦トルク(T_t)を算出するマップの一例を示す図である。摩擦トルク演算方法の一例を示す図である。

【図6】摩擦トルク付加部84における目標操舵角演算方法の好ましい一例を示すフローチャートである。

【図7】操舵角 δ の変化態様と目標操舵角 δ_t の変化態様の関係の一例を時系列で示す図である。

【図8】演算される付加摩擦トルク T_c の特性の説明図である。

【図9】ゲイン K を無限大にした場合等の付加摩擦トルク T_c の特性を示す図である。

【図10】付加摩擦トルク T_c の特性を可視的なモデルで表す図である。

【図11】従来構成による走行試験結果を示す図である。

【図12】本実施例による走行試験結果を示す図である。

【図13】第2実施例により実現される付加摩擦トルク T_c の特性を示す図である。

【図14】第2実施例における目標操舵角演算方法の好ましい一例を示すフローチャートである。

【図15】第2実施例における付加摩擦トルク T_c の演算処理の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0078】

- | | | |
|----|-------------|--|
| 10 | 車両用操舵装置 | |
| 11 | ステアリングホイール | |
| 12 | ステアリングコラム | |
| 13 | ゴムカップリング | |
| 14 | ステアリングシャフト | |
| 15 | トルクセンサ | |
| 16 | 中間シャフト | |
| 17 | ピニオン | |
| 18 | ステアリングラック | |
| 19 | タイロッド | |
| 20 | パワーステアリング装置 | |
| 22 | アシストモータ | |
| 24 | 回転角センサ | |
| 74 | 舵角センサ | |
| 80 | ECU | |
| 82 | 操舵反力制御部 | |
| 84 | 摩擦トルク付加部 | |

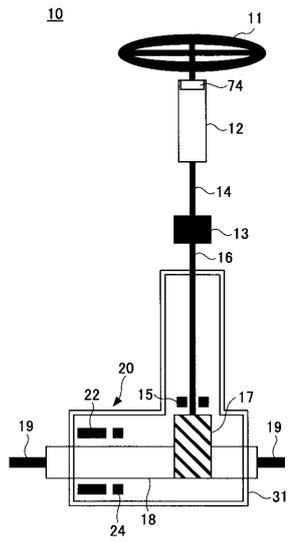
10

20

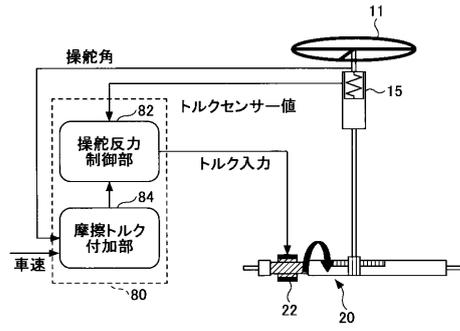
30

40

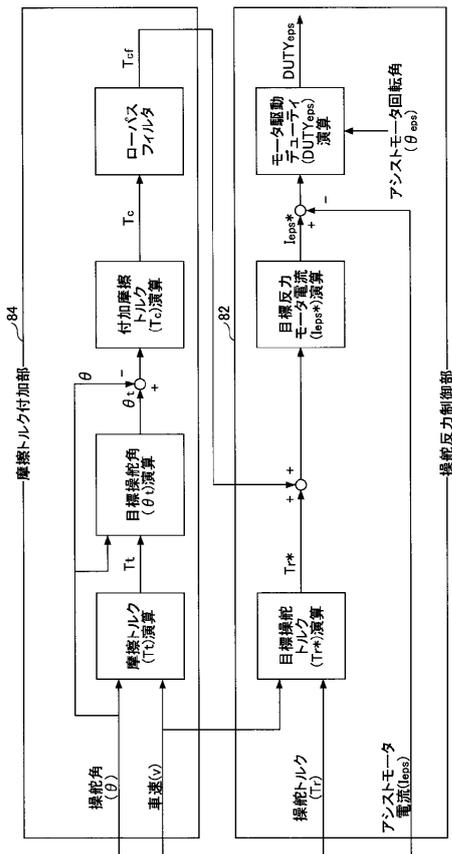
【図1】



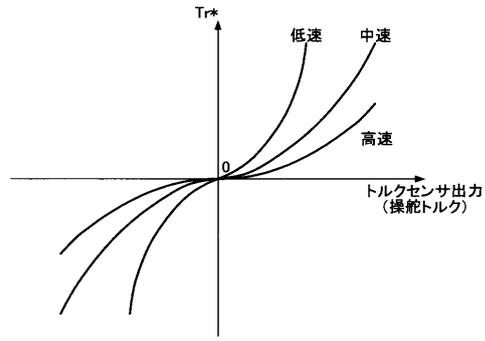
【図2】



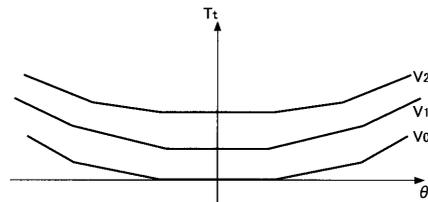
【図3】



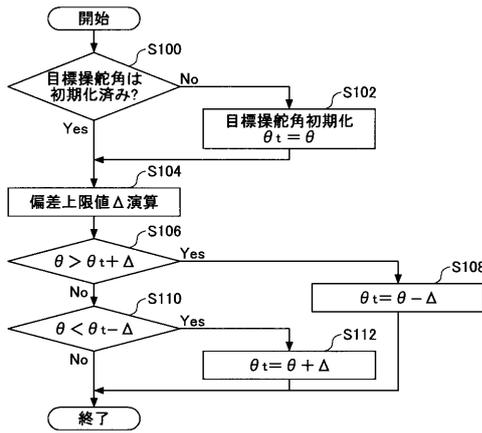
【図4】



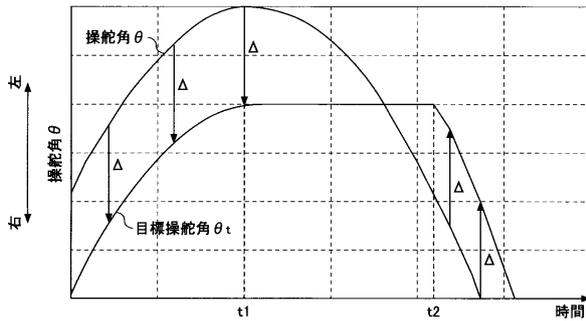
【図5】



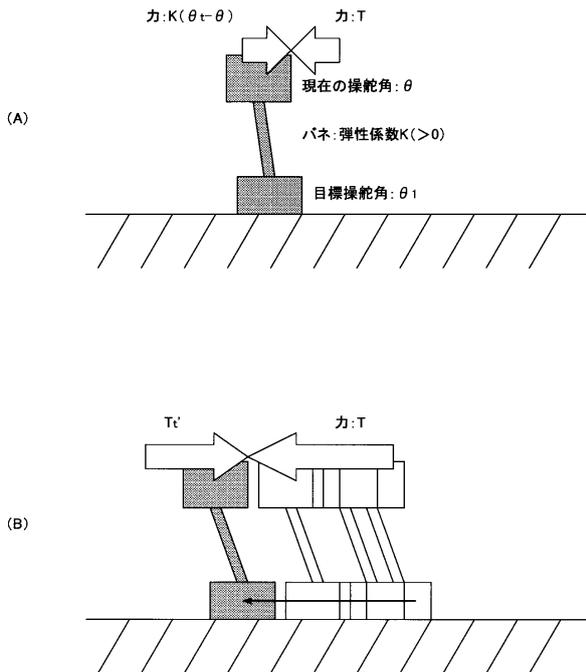
【図6】



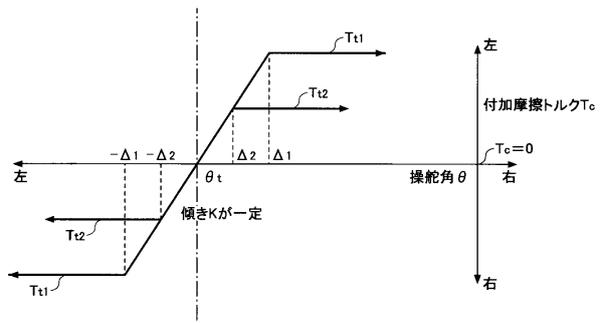
【図7】



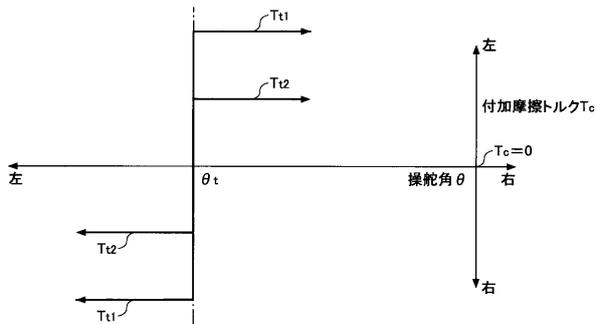
【図10】



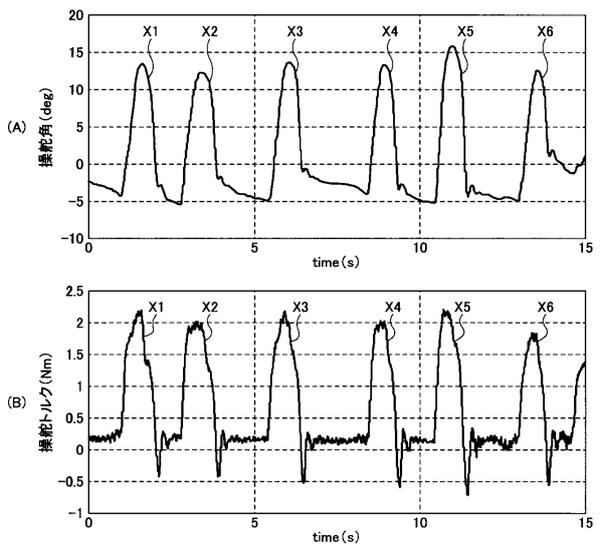
【図8】



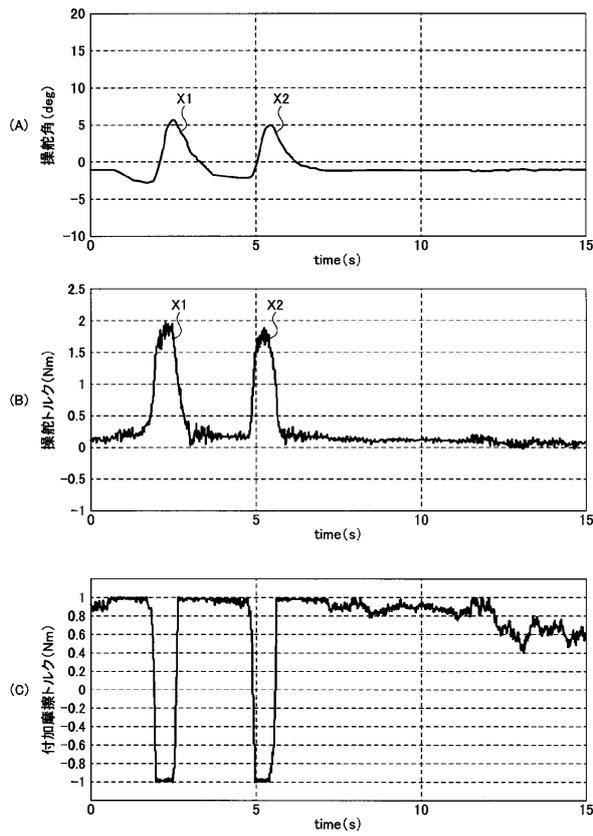
【図9】



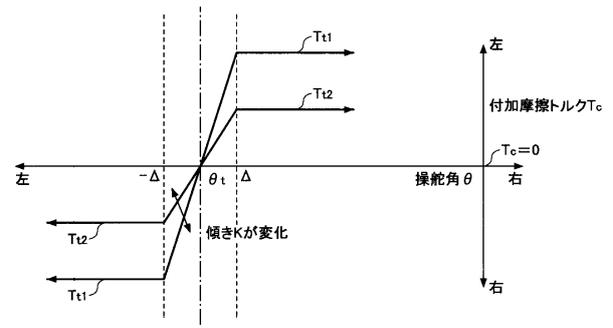
【図11】



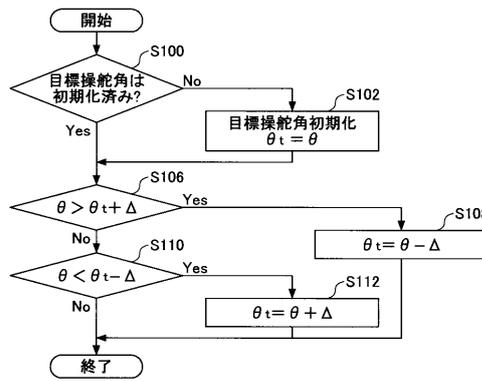
【図12】



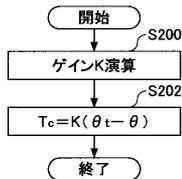
【図13】



【図14】



【図15】



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

(56) 参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 8 7 3 0 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 0 4 2 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 8 5 7 5 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 7 5 9 8 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 6 9 7 5 7 (J P , A)
特表 2 0 0 7 - 5 1 3 0 0 8 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 2 D 6 / 0 0
B 6 2 D 5 / 0 4