

(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2005-262926
(P2005-262926A)

(43) 公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00	B 6 2 D 6/00 Z Y W	3 D 0 3 2
B 6 2 D 5/04	B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 101:00	B 6 2 D 101:00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 109:00	B 6 2 D 109:00	3 D 2 3 3
B 6 2 D 113:00	B 6 2 D 113:00	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-74989 (P2004-74989)
(22) 出願日 平成16年3月16日 (2004.3.16)

(71) 出願人 000003470
豊田工機株式会社
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地
(74) 代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣
(74) 代理人 100105957
弁理士 恩田 誠
(72) 発明者 加藤 博章
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

最終頁に続く

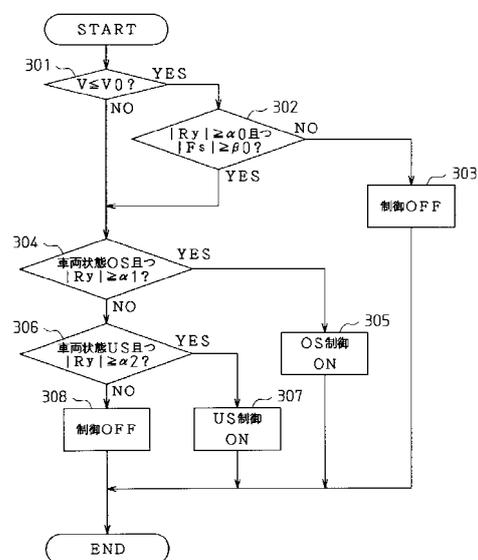
(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【要約】

【課題】 車速にかかわらず車両姿勢を安定させることができる車両用操舵装置を提供すること。

【解決手段】 制御ON/OFF判定部は、ヨーレートRyの絶対値が所定値α1以上、且つ横方向加速度Fsの絶対値が所定値β1以上であるか否かについて判定する(ステップ302)。そして、ヨーレートRyの絶対値が所定値α1以上、且つ横方向加速度Fsの絶対値が所定値β1以上であると判定した場合(ステップ302: YES)には、その車速Vが所定速度V0以下である場合(ステップ301: YES)においても、OS制御を行うか否かの判定を行う。そして、車両状態がOS制御を行うべきオーバーステア状態にあると判定した場合(ステップ304: YES、ステップ305)にはOS制御が実行される。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ステアリングホイールと操舵輪との間の操舵伝達系の途中に設けられ前記操舵輪の舵角を変更可能な駆動手段と、該駆動手段を制御する制御手段と、車両モデルに基づいて前記舵角の制御目標量を演算する演算手段とを備え、前記制御手段は、前記演算結果に基づいて前記舵角を変更すべく前記駆動手段を制御する車両用操舵装置であって、

車速が所定速度以下である場合に、ヨーレート及び横方向加速度の少なくとも一つについて、その絶対値が所定値以上であるか否かを判定する判定手段を備え、

前記制御手段は、前記絶対値が前記所定値以上ではない場合には前記演算結果に基づく制御を行わないこと、を特徴とする車両用操舵装置。

10

【請求項 2】

ステアリングホイールと操舵輪との間の操舵伝達系の途中に設けられ前記操舵輪の舵角を変更可能な駆動手段と、該駆動手段を制御する制御手段と、車両モデルに基づいて前記舵角の制御目標量を演算する演算手段とを備え、前記制御手段は、前記演算結果に基づいて前記舵角を変更すべく前記駆動手段を制御する車両用操舵装置であって、

ヨーレート及び横方向加速度の少なくとも一つに基づいて前記制御目標量を減少させる補正ゲインを演算するゲイン演算手段と、

前記補正ゲインに基づいて前記演算結果を補正する補正手段とを備え、

前記制御手段は、車速が所定速度以下である場合には、前記補正された演算結果に基づいて前記舵角を変更すべく前記駆動手段を制御すること、

を特徴とする車両用操舵装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の車両用操舵装置において、

車両モデルに基づいてステア特性を判定する第 2 の判定手段を備え、

前記制御手段は、前記ステア特性がオーバーステアであると判定された場合にはヨーモーメントの方向と逆方向の前記舵角を与えるよう前記駆動手段を制御し、前記ステア特性がアンダーステアであると判定された場合には前記舵角を小さくするよう前記駆動手段を制御すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のうちの何れか一項に記載の車両用操舵装置において、

前記駆動手段は、前記ステアリングホイールの操作に基づく前記操舵輪の第 1 の舵角にモータ駆動に基づく前記操舵輪の第 2 の舵角を上乗せすることにより、前記ステアリングホイールの操舵角に対する操舵輪の伝達比を可変させる伝達比可変装置であること、

を特徴とする車両用操舵装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、車両用操舵装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、車速やヨーレート等の車両状態量と車両の運動状態との関係をモデル化した車両モデル（車両運動モデル）に基づいて車両のヨーモーメントを制御すべく操舵輪の舵角を制御する操舵制御システムが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。そして、こうした操舵制御システムの一つに I F S システム（Intelligent Front Steering System）がある。

40

【0003】

I F S システムは、複数の車両状態量に基づいて、ステアリングホイールの舵角（操舵角）に対する操舵輪の伝達比（ギヤ比）を可変するギヤ比可変制御、或いは操舵系にアシスト力を付与するパワーアシスト制御といった操舵輪に関連する電子制御を統合的に行うシステムである。

50

【0004】

そして、例えば、車両モデルに基づいて車両状態量の目標値（目標ヨーレート等）を演算し、その目標値に基づいてステア特性の判定、及び操舵輪の制御量の決定を行う。そして、アンダーステア状態にある場合には、操舵輪の切れ角を小さくするよう操舵輪を制御し（アンダーステア制御）、オーバーステア状態にある場合には、ヨーモーメントの方向と逆方向の舵角、即ちカウンタステアをあてるよう操舵輪を制御する（オーバーステア制御）。これにより、車両姿勢が不安定になりやすい低 μ 路等においても、車両姿勢を安定させることができる。

【特許文献1】特開2002-254964号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、車速が極めて低速（例えば5 Km/h以下）となる領域においては、車両モデル演算に誤差が生じやすい。そのため、こうした車速の低い領域では、過剰制御状態となりやすく、特に車両姿勢に乱れが生じないような通常の直進状態にあるにもかかわらず車両に横揺れが発生するおそれがある。従って、従来、こうした低速領域では、上記オーバーステア制御やアンダーステア制御のような車両モデルに基づく操舵輪の舵角の制御は行われていなかった。

【0006】

しかし、車速が極めて低速である場合にも、車両姿勢が不安定となる状況がある。従って、例えば、オーバーステア制御等により車両姿勢が保たれているにもかかわらず、車速の低下によりその制御を停止した場合、車両姿勢が不安定となるおそれがあり、この点において、なお改善の余地を残すものとなっていた。

【0007】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、車速にかかわらず車両姿勢を安定させることができる車両用操舵装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、ステアリングホイールと操舵輪との間の操舵伝達系の途中に設けられ前記操舵輪の舵角を変更可能な駆動手段と、該駆動手段を制御する制御手段と、車両モデルに基づいて前記舵角の制御目標量を演算する演算手段とを備え、前記制御手段は、前記演算結果に基づいて前記舵角を変更すべく前記駆動手段を制御する車両用操舵装置であって、車速が所定速度以下である場合に、ヨーレート及び横方向加速度の少なくとも一つについて、その絶対値が所定値以上であるか否かを判定する判定手段を備え、前記制御手段は、前記絶対値が前記所定値以上ではない場合には前記演算結果に基づく制御を行わないことを要旨とする。

【0009】

上記構成によれば、車速が所定速度以下である場合には、ヨーレート又は横方向加速度の少なくとも一方の絶対値が所定値以上とならない限り、車両モデル演算に基づく操舵輪の舵角制御は行われぬ。従って、所定速度を車両モデル演算に誤差が発生しやすい極低速領域に設定し、ヨーレート又は横方向加速度に関する前記所定値をこうした領域でも車両姿勢が不安定になるおそれがあると推定される値に設定することにより、車両姿勢の安定時には、車両モデル演算に基づく操舵輪の舵角制御を停止して車両の横揺れを防止することができる。そして、車両姿勢に乱れが生じるおそれがある場合には、車両モデル演算に基づく操舵輪の舵角制御により車両姿勢を安定させることができる。その結果、車速にかかわらず車両姿勢を安定させることができるようになる。

【0010】

請求項2に記載の発明は、ステアリングホイールと操舵輪との間の操舵伝達系の途中に設けられ前記操舵輪の舵角を変更可能な駆動手段と、該駆動手段を制御する制御手段と、車両モデルに基づいて前記舵角の制御目標量を演算する演算手段とを備え、前記制御手段

10

20

30

40

50

は、前記演算結果に基づいて前記舵角を変更すべく前記駆動手段を制御する車両用操舵装置であって、ヨーレイト及び横方向加速度の少なくとも一つに基づいて前記制御目標量を減少させる補正ゲインを演算するゲイン演算手段と、前記補正ゲインに基づいて前記演算結果を補正する補正手段とを備え、前記制御手段は、車速が所定速度以下である場合には、前記補正された演算結果に基づいて前記舵角を変更すべく前記駆動手段を制御すること、を要旨とする。

【0011】

上記構成によれば、車速が所定速度以下である場合には、補正ゲインにより前記舵角の制御目標量が減少される。従って、所定速度を車両モデル演算に誤差が発生しやすい極低速領域に設定することにより、こうした極低速領域においては、過剰制御による車両の横揺れを抑制しつつ、車両モデル演算に基づく操舵輪の舵角制御により車両姿勢を安定させることができる。その結果、車速にかかわらず車両姿勢を安定させることができるようになる。

10

【0012】

請求項3に記載の発明は、車両モデルに基づいてステア特性を判定する第2の判定手段を備え、前記制御手段は、前記ステア特性がオーバーステアであると判定された場合にはヨーモーメントの方向と逆方向の前記舵角を与えるよう前記駆動手段を制御し、前記ステア特性がアンダーステアであると判定された場合には前記舵角を小さくするよう前記駆動手段を制御することを要旨とする。

【0013】

上記構成によれば、そのステア特性がニュートラルステアとなるように操舵輪の舵角が制御されるため、車両姿勢が安定する。

20

請求項4に記載の発明は、前記駆動手段は、前記ステアリングホイールの操作に基づく前記操舵輪の第1の舵角にモータ駆動に基づく前記操舵輪の第2の舵角を上乗せすることにより前記ステアリングホイールの操舵角に対する操舵輪の伝達比を可変させる伝達比可変装置であることを要旨とする。

【0014】

上記構成によれば、伝達比可変装置を備えた車両用操舵装置にて、上記請求項1～請求項3に記載の発明を具体化することができる。

【発明の効果】

30

【0015】

本発明によれば、車速にかかわらず車両姿勢を安定させることが可能な車両用操舵装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

(第1の実施形態)

以下、本発明をギヤ比可変システムを備えた車両用操舵装置(ステアリング装置)に具体化した第1の実施形態を図面に従って説明する。

【0017】

図1は、本実施形態のステアリング装置1の概略構成図である。同図に示すように、ステアリングホイール(ステアリング)2が固定されたステアリングシャフト3は、ラックアンドピニオン機構4を介してラック5に連結されており、ステアリング操作に伴うステアリングシャフト3の回転は、ラックアンドピニオン機構4によりラック5の往復直線運動に変換される。そして、このラック5の往復直線運動により操舵輪6の舵角、即ちタイヤ角が可変することにより、車両の進行方向が変更される。

40

【0018】

本実施形態のステアリング装置1は、ステアリングホイール2の舵角(操舵角)に対する操舵輪6の伝達比(ギヤ比)を可変させる伝達比可変装置としてのギヤ比可変アクチュエータ7と、該ギヤ比可変アクチュエータ7の作動を制御する第1ECU(IFSECU)8とを備えている。そして、本実施形態では、ギヤ比可変アクチュエータ7が駆動手段

50

を構成し、第1 ECU 8が制御手段を構成する。

【0019】

詳述すると、ステアリングシャフト3は、ステアリング2が連結された第1シャフト9とラックアンドピニオン機構4に連結される第2シャフト10とからなり、ギヤ比可変アクチュエータ7は、第1シャフト9及び第2シャフト10を連結する差動機構11と、該差動機構11を駆動するモータ12とを備えている。そして、ギヤ比可変アクチュエータ7は、ステアリング操作に伴う第1シャフト9の回転に、モータ駆動による回転を上乗せして第2シャフト10に伝達することにより、ラックアンドピニオン機構4に入力されるステアリングシャフト3の回転を増速(又は減速)する。

【0020】

つまり、図2及び図3に示すように、ギヤ比可変アクチュエータ7は、ステアリング操作に基づく操舵輪6の舵角(ステア転舵角 t_s)にモータ駆動に基づく操舵輪の舵角(AC T角 t_a)を上乗せすることにより、操舵角 s に対する操舵輪6のギヤ比を可変させる。そして、第1 ECU 8は、モータ12の作動を制御することによりギヤ比可変アクチュエータ7を制御する。即ち、第1 ECU 8は、AC T角 t_a を制御することにより、そのギヤ比を可変させる(ギヤ比可変制御)。

【0021】

尚、この場合における「上乗せ」とは、加算する場合のみならず減算する場合をも含むものと定義し、以下同様とする。また、「操舵角 s に対する操舵輪6のギヤ比」をオーバーオールギヤ比(操舵角 s /タイヤ角 t)で表した場合、ステア転舵角 t_s と同方向のAC T角 t_a を上乗せすることによりオーバーオールギヤ比は小さくなる(タイヤ角 t 大、図2参照)。そして、逆方向のAC T角 t_a を上乗せすることによりオーバーオールギヤ比は大きくなる(タイヤ角 t 小、図3参照)。そして、本実施形態では、ステア転舵角 t_s が第1の舵角を構成し、AC T角 t_a が第2の舵角を構成する。

【0022】

また、図1に示すように、ステアリング装置1は、操舵系にステアリング操作を補助するためのアシスト力を付与するEPSアクチュエータ17と、該EPSアクチュエータ17の作動を制御する第2 ECU (EPSECU) 18とを備えている。

【0023】

本実施形態のEPSアクチュエータ17は、その駆動源であるモータ22がラック5と同軸に配置される所謂ラック型のEPSアクチュエータであり、モータ22が発生するアシストトルクは、ボール送り機構(図示略)を介してラック5に伝達される。そして、第2 ECU 18は、このモータ22が発生するアシストトルクを制御することにより、操舵系に付与するアシスト力を制御する(パワーアシスト制御)。

【0024】

本実施形態では、上記のギヤ比可変アクチュエータ7を制御する第1 ECU 8、及びEPSアクチュエータ17を制御する第2 ECU 18は、車内ネットワーク(CAN: Controller Area Network) 23を介して接続されており、該車内ネットワーク23には、車両状態量を検出するための複数のセンサが接続されている。具体的には、車内ネットワーク23には、操舵角センサ24、トルクセンサ25、車輪速センサ26a, 26b、タイヤ角センサ27、スリップ角センサ28、車速センサ29、ブレーキセンサ30、ヨーレイトセンサ31、及び横方向加速度(横G)センサ32が接続されている。そして、上記各センサにより検出される複数の車両状態量、即ち操舵角 s 、操舵トルク T 、車輪速 V_{tr} , V_{tl} 、タイヤ角 t 、スリップ角 sp 、車速 V 、ブレーキ信号 S_{bk} 、ヨーレイト R_y 、及び横方向加速度 F_s は、車内ネットワーク23を介して第1 ECU 8及び第2 ECU 18に入力される。また、第1 ECU 8及び第2 ECU 18は、車内ネットワーク23を介した相互通信により、制御信号の送受信を行う。

【0025】

そして、第1 ECU 8及び第2 ECU 18は、車内ネットワーク23を介して入力された上記各車両状態量及び制御信号に基づいて、上記のギヤ比可変制御及びパワーアシスト

10

20

30

40

50

制御を統合的に実行する。

【0026】

次に、本実施形態のステアリング装置1の電氣的構成、及びその制御態様について説明する。

図4は、本実施形態のステアリング装置1の制御ブロック図である。同図に示すように、第1ECU8は、モータ制御信号を出力するマイコン33と、モータ制御信号に基づいてモータ12に駆動電力を供給する駆動回路34とを備えている。

【0027】

尚、本実施形態では、ギヤ比可変アクチュエータ7及びEPSアクチュエータ17の駆動源である各モータ12, 22は、ともにブラシレスモータであり、駆動回路34、及び後述する第2ECU18の駆動回路44は、入力されるモータ制御信号に基づいて、それぞれ対応するモータ12, 22に三相(U, V, W)の駆動電力を供給する。また、以下に示す各制御ブロックは、マイコン33(43)が実行するコンピュータプログラムにより実現されるものである。

【0028】

マイコン33は、演算手段としてのIFS制御演算部35、ギヤ比可変制御演算部36、Lead Steer制御演算部37を備え、これら各制御演算部は、それぞれ入力される車両状態量に基づいてACT角 θ_a の制御目標成分(及び制御信号)を演算する。

【0029】

詳述すると、IFS制御演算部35には、操舵角 δ_s 、操舵トルク T_s 、車輪速 V_{tr} , V_{tl} 、タイヤ角 θ_t 、スリップ角 θ_{sp} 、車速 V 、ブレーキ信号 S_{bk} 、ヨーレート R_y 、及び横方向加速度 F_s が入力される。そして、IFS制御演算部35は、これらの車両状態量に基づいて、ACT角 θ_a の制御目標成分及び制御信号の演算を行う。具体的には、車両のヨーモーメントを制御しその姿勢を安定させるべく、ACT角 θ_a の制御目標成分としてIFS__ACT指令角 θ_{ifs}^{**} を演算し、制御信号としてUS制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} 、ドライバ操舵状態及びOS/US特性値の演算を行う(IFS制御演算)。

【0030】

ここで、ヨー方向の車両姿勢は「ステア特性」として表現される。ステア特性とは、運転者がステアリング操作を行ったときに、運転者の想定する車両旋回角度と実際の車両旋回角度との差異についての特性であり、「車両旋回角度」は、車両が定常旋回状態にある場合には車両進行方向と言い換えることもできる。そして、想定する車両旋回角度よりも実際の車両旋回角度が大きい場合をオーバーステア(OS)、小さい場合をアンダーステア(US)、その差異がない場合をニュートラルステア(NS)という。そして、この「運転者の想定する車両旋回角度」は、車両モデルでは理論値と置き換えることができる。

【0031】

本実施形態では、IFS制御演算部35は、ステア特性がオーバーステアである場合に、操舵輪6にヨーモーメントの方向と逆方向の舵角(カウンタステア)を与えるためのACT角 θ_a の制御目標成分としてIFS__ACT指令角 θ_{ifs}^{**} を算出する。そして、ステア特性がアンダーステアである場合に、操舵輪6の切れ角を小さくするための制御信号としてUS制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} を算出する。尚、ドライバ操舵状態及びOS/US特性値については、IFS制御演算部35における内部演算処理に用いられるとともに、車内ネットワーク23を介して第2ECU18に送信される(図1参照)。そして、第2ECU18によるパワーアシスト制御に用いられる。

【0032】

ギヤ比可変制御演算部36には、操舵角 δ_s 、タイヤ角 θ_t 及び車速 V 、並びにIFS制御演算部35により算出されたUS制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} が入力される。そして、ギヤ比可変制御演算部36は、これらの車両状態量(及び制御信号)に基づいて、車速 V に応じてギヤ比を可変させるための制御目標成分としてギヤ比可変ACT指令角 θ_{gr}^* を演算する(ギヤ比可変制御演算)。

【0033】

10

20

30

40

50

尚、本実施形態では、ステア特性がアンダーステア状態の場合には、U S 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} に基づいて操舵輪 6 の切れ角が小さくなるようなギヤ比可変 A C T 指令角 gr^* が算出される。

【0034】

L e a d S t e e r 制御演算部 37 には、車速 V 及び操舵速度 s が入力される。尚、操舵速度 s は、操舵角 δ を微分することにより算出される（以下同様）。そして、L e a d S t e e r 制御演算部 37 は、これら車速 V 及び操舵速度 s に基づいて操舵速度に応じて、車両の応答性を向上させるための制御目標成分として L S _ A C T 指令角 ls^* を演算する（L e a d S t e e r 制御演算）。

【0035】

I F S 制御演算部 35、ギヤ比可変制御演算部 36 及び L e a d S t e e r 制御演算部 37 は、上記各演算により算出された各制御目標成分、即ち I F S _ A C T 指令角 ifs^* 、ギヤ比可変 A C T 指令角 gr^* 、及び L S _ A C T 指令角 ls^* を加算器 38 a に出力する。そして、この加算器 38 a において、これら I F S _ A C T 指令角 ifs^* 、ギヤ比可変 A C T 指令角 gr^* 、及び L S _ A C T 指令角 ls^* が重畳されることにより A C T 角 ta の制御目標である A C T 指令角 ta^* が算出される。

【0036】

加算器 38 a にて算出された A C T 指令角 ta^* は、F F 制御演算部 39 及び F B 制御演算部 40 に入力される。また、F B 制御演算部 40 には、モータ 12 に設けられた回転角センサ 41 により検出される A C T 角 ta が入力される。そして、F F 制御演算部 39 は、入力された A C T 指令角 ta^* に基づくフィードフォワード演算により制御量 ff を算出し、F B 制御演算部 40 は、A C T 指令角 ta^* 及び A C T 角 ta に基づくフィードバック演算により制御量 fb を算出する。

【0037】

F F 制御演算部 39 及び F B 制御演算部 40 は、算出された制御量 ff 及び制御量 fb を加算器 38 b に出力する。そして、制御量 ff 及び制御量 fb は、加算器 38 b において重畳され電流指令としてモータ制御信号出力部 42 に入力される。そして、モータ制御信号出力部 42 は、入力された電流指令に基づいてモータ制御信号を生成し駆動回路 34 に出力する。

【0038】

即ち、図 5 のフローチャートに示すように、マイコン 33 は、車両状態量として上記各センサからセンサ値を取り込むと（ステップ 101）、先ず I F S 制御演算を行い（ステップ 102）、続いてギヤ比可変制御演算（ステップ 103）、及び L e a d S t e e r 制御演算を行う（ステップ 104）。そして、マイコン 33 は、上記ステップ 102 ~ ステップ 104 の各演算処理を実行することにより算出された I F S _ A C T 指令角 ifs^* 、ギヤ比可変 A C T 指令角 gr^* 、及び L S _ A C T 指令角 ls^* を重畳することにより、制御目標である A C T 指令角 ta^* を算出する。

【0039】

そして、マイコン 33 は、この算出された A C T 指令角 ta^* に基づいてフィードフォワード演算（ステップ 105）及びフィードバック演算（ステップ 106）を行うことにより電流指令を算出し、その電流指令に基づいてモータ制御信号の出力を行う（ステップ 107）。

【0040】

一方、図 4 に示すように、第 2 E C U 18 は、第 1 E C U 8 と同様に、マイコン 43 と、駆動回路 44 とを備えている。マイコン 43 は、アシスト制御部 45、トルク慣性補償制御部 46、ステアリング戻し制御部 47、及びダンパ補償制御部 48 を備え、これら各制御部は、それぞれ入力される車両状態量に基づいてモータ 22 が発生するアシストトルクの制御目標成分を演算する。

【0041】

詳述すると、アシスト制御部 45 及びトルク慣性補償制御部 46 には、それぞれ車速 V

10

20

30

40

50

及び操舵トルク τ が入力される。そして、アシスト制御部 45 は、ベースとなる制御目標成分として基本アシスト電流指令 I_{as}^* を演算し、トルク慣性補償制御部 46 は、モータ 22 の慣性を補償する制御目標成分である慣性補償電流指令 I_{ti}^* を演算する。

【0042】

ステアリング戻し制御部 47 には、車速 V 、操舵トルク τ 、及びタイヤ角 δ が入力され、ダンパ補償制御部 48 には、車速 V 及び操舵速度 $\dot{\delta}$ が入力される。そして、ステアリング戻し制御部 47 は、ステアリング 2 の戻り特性を改善するための制御目標成分であるステアリング戻し電流指令 I_{sb}^* を演算し、ダンパ補償制御部 48 は、高速走行時のパワーアシスト特性を改善するための制御目標成分であるダンパ補償電流指令 I_{dp}^* を演算する。

10

【0043】

また、マイコン 43 は、IFS トルク補償制御部 49 を備え、該 IFS トルク補償制御部 49 には、上記 IFS 制御演算部 35 において演算された IFS__ACT 指令角 δ_{ifs}^* 、US 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} 、ドライバ操舵状態、及び OS / US 特性値が入力される。そして、IFS トルク補償制御部 49 は、これら IFS__ACT 指令角 δ_{ifs}^* 、US 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} 、ドライバ操舵状態、及び OS / US 特性値に基づいて、IFS 制御時のステアリングフィールを改善するための IFS トルク補償ゲイン K_{ifs} を演算する。

【0044】

トルク慣性補償制御部 46、ステアリング戻し制御部 47、及びダンパ補償制御部 48 により算出された慣性補償電流指令 I_{ti}^* 、ステアリング戻し電流指令 I_{sb}^* 、及びダンパ補償電流指令 I_{dp}^* は、加算器 50 に入力される。また、アシスト制御部 45 において算出された基本アシスト電流指令 I_{as}^* は、IFS トルク補償制御部 49 において算出された IFS トルク補償ゲイン K_{ifs} が乗せられた後、加算器 50 に入力される。そして、この加算器 50 において、これらの各制御目標成分が重畳されることにより、モータ 22 が発生するアシストトルクの制御目標である電流指令が算出される。

20

【0045】

加算器 50 において算出された電流指令は、モータ制御信号出力部 51 に入力される。また、モータ制御信号出力部 51 には、モータ 22 に設けられた電流センサ 52 及び回転センサ 53 により検出される実電流及び回転角が入力される。そして、モータ制御信号出力部 51 は、これら電流指令、実電流及び回転角に基づいてフィードバック制御を行うことによりモータ制御信号を生成する。そして、そのモータ制御信号を駆動回路 44 に出力する。

30

【0046】

次に、IFS 制御演算部における IFS 制御演算処理について詳述する。

図 6 は、IFS 制御演算部の制御ブロック図である。同図に示すように、IFS 制御演算部 35 は、車両モデル演算部 61、跨ぎ路判定部 62、ステア特性演算部 63、ドライバ操舵状態演算部 64、OS 制御演算部 65、US 制御演算部 66、制御 ON / OFF 判定部 67、IFS__ACT 指令角演算部 68、及びカウンタ補正演算部 69 を備えている。尚、本実施形態では、制御 ON / OFF 判定部 67 が判定手段を構成し、ステア特性演算部 63 が第 2 の判定手段を構成する。

40

【0047】

車両モデル演算部 61 には、操舵角 δ 及び車速 V が入力される。そして、車両モデル演算部 61 は、この操舵角 δ 及び車速 V に基づいて車両モデル演算を行い、目標ヨーレート R_{y0} 及び目標スリップ角 δ_{sp0} を算出する。

【0048】

尚、本実施形態の車両モデル演算部 61 における車両モデル演算、即ち車両モデルに基づいて、操舵角 δ 及び車速 V から目標ヨーレート R_{y0} 及び目標スリップ角 δ_{sp0} を算出する演算方法は、例えば前述の特許文献 1 等にて公知であるため、その説明を省略する。

【0049】

50

跨ぎ路判定部 6 2 には、車輪速 V_{tr} 、 V_{tl} 、タイヤ角 δ 、車速 V 、及びブレーキ信号 S_{bk} が入力される。そして、跨ぎ路判定部 6 2 は、これらの車両状態量に基づいて、車両が跨ぎ路、即ち車両の左右の車輪がそれぞれ路面抵抗の著しく異なる 2 つの路面 (μ スプリット路面) 上にあるか否かの判定を行う。詳しくは、 μ スプリット状態における制動、即ち μ スプリット制動状態にあるか否かの判定を行う (跨ぎ路判定)。

【0050】

ステア特性演算部 6 3 には、操舵角 δ 、車速 V 、及びヨーレイト R_y 、並びに車両モデル演算部 6 1 において算出された目標ヨーレイト R_{y0} が入力される。そして、ステア特性演算部 6 3 は、これらの車両状態量に基づいて、車両のステア特性、即ち、車両がオーバーステア、アンダーステア、又はニュートラルステアの何れの状態にあるかを演算し、その特性を示す $O S / U S$ 特性値を算出する (ステア特性演算)。

10

【0051】

ドライバ操舵状態演算部 6 4 には、操舵トルク T 、操舵角 δ 及び操舵速度 $\dot{\delta}$ が入力される。そして、ドライバ操舵状態演算部 6 4 は、この操舵トルク T 、操舵角 δ 及び操舵速度 $\dot{\delta}$ に基づいて、運転者の操舵状態、即ち運転者のステアリング操作が、操舵角 δ の絶対量を増加させる「切り込み」であるか、又は操舵角 δ の絶対量を減少させる「切り戻し」であるかを演算する (ドライバ操舵状態演算)。

【0052】

$O S$ 制御演算部 6 5 は、ヨーレイト $F B$ 演算部 7 1、スリップ角 $F B$ 演算部 7 2、及びヨー角 $F B$ 演算部 7 3 により構成され、これら各 $F B$ 演算部は、それぞれ対応する車両状態量がその目標値に追従するようフィードバック演算を行う。

20

【0053】

詳述すると、ヨーレイト $F B$ 演算部 7 1 には、ヨーレイト R_y 、及び車両モデル演算部 6 1 において算出された目標ヨーレイト R_{y0} が入力される。そして、ヨーレイト $F B$ 演算部 7 1 は、その偏差 R_y に基づいてフィードバック演算を行う。具体的には、偏差 R_y に比例 $F B$ ゲイン K_P を乗ずることによりヨーレイト比例 $F B$ 指令角 R_{yp}^* を算出し、偏差 R_y の微分量に微分 $F B$ ゲイン K_D を乗ずることによりヨーレイト微分 $F B$ 指令角 R_{yd}^* を算出する (ヨーレイト $F B$ 演算)。

【0054】

スリップ角 $F B$ 演算部 7 2 には、スリップ角 s_p 、及び車両モデル演算部 6 1 において算出された目標スリップ角 s_{p0} が入力される。そして、スリップ角 $F B$ 演算部 7 2 は、その偏差 s_p にスリップ角 $F B$ ゲイン K_{slip} を乗ずることにより、スリップ角 $F B$ 指令角 s_{p}^* を算出する (スリップ角 $F B$ 演算)。

30

【0055】

ヨー角 $F B$ 演算部 7 3 には、目標ヨーレイト R_{y0} 及びヨーレイト R_y が入力される。ヨー角 $F B$ 演算部 7 3 は、目標ヨー角演算部 7 3 a 及びヨー角演算部 7 3 b を備え、各目標ヨー角演算部 7 3 a 及びヨー角演算部 7 3 b は、それぞれ入力された目標ヨーレイト R_{y0} 及びヨーレイト R_y を積分することにより目標ヨー角 γ_0 及びヨー角 γ を算出する。そして、ヨー角 $F B$ 演算部 7 3 は、その偏差 γ にヨー角 $F B$ ゲイン K_{yaw} を乗ずることにより、ヨー角 $F B$ 指令角 γ^* を算出する (ヨー角 $F B$ 演算)。

40

【0056】

尚、本実施形態では、ヨー角 $F B$ 演算部 7 3 には、上記跨ぎ路判定部 6 2 における判定結果がトリガとして入力される。そして、跨ぎ路判定部 6 2 において車両が μ スプリット制動状態にないと判定された場合には、このヨー角 $F B$ 演算部 7 3 におけるヨー角 $F B$ 演算は行われぬ。

【0057】

ヨーレイト $F B$ 演算部 7 1、スリップ角 $F B$ 演算部 7 2、及びヨー角 $F B$ 演算部 7 3 において算出された各車両状態量に関する上記各制御目標成分、即ちヨーレイト比例 $F B$ 指令角 R_{yp}^* 、ヨーレイト微分 $F B$ 指令角 R_{yd}^* 、スリップ角 $F B$ 指令角 s_{p}^* 、及びヨー角 $F B$ 指令角 γ^* は、加算器 7 4 に入力される。そして、 $O S$ 制御演算部 6 5 は、この加

50

算器 7 4 において、これらの各制御目標成分を重畳することにより、ステア特性がオーバーステアである場合の A C T 角 θ_a の制御目標成分、即ち操舵輪 6 にヨーモーメントの方向と逆方向の舵角（カウンタステア）を与える制御目標成分として、O S 制御時 A C T 指令角 θ_{os}^* を算出する（O S 制御演算）。

【 0 0 5 8 】

U S 制御演算部 6 6 には、操舵角 δ 及び操舵速度 $\dot{\delta}$ 、並びにステア特性演算部 6 3 において算出された O S / U S 特性値が入力される。そして、U S 制御演算部 6 6 は、これら車両状態量に基づいて U S 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} を算出する（U S 制御演算）。

【 0 0 5 9 】

また、U S 制御演算部 6 6 には、制御 O N / O F F 判定部 6 7 における制御 O N / O F F 判定（後述）の判定結果として制御 O N / O F F 信号が入力される。そして、U S 制御演算部 6 6 は、その制御 O N / O F F 信号が「U S 制御 O N」である場合には、上記 U S 制御演算により算出した U S 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} をギヤ比可変制御演算部 3 6 に出力する。尚、制御 O N / O F F 判定部 6 7 から入力される制御 O N / O F F 信号が「U S 制御 O N」ではない場合には、U S 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} を「1」としてギヤ比可変制御演算部 3 6 に出力する。

【 0 0 6 0 】

本実施形態では、制御 O N / O F F 判定部 6 7 には、車速 V 、ヨーレート R_y 、及び横方向加速度 F_s 、並びにステア特性演算部 6 3 において算出された O S / U S 特性値が入力される。そして、制御 O N / O F F 判定部 6 7 は、これら車両状態量に基づいて、上記 O S 制御演算部 6 5 で算出された O S 制御時 A C T 指令角 θ_{os}^* に基づくオーバーステア制御（O S 制御）、或いは U S 制御演算部 6 6 で算出された U S 制御時ギヤ比可変ゲイン K_{us} に基づくアンダーステア制御（U S 制御）を行うか否かを判定する（制御 O N / O F F 判定）。

【 0 0 6 1 】

そして、制御 O N / O F F 判定部 6 7 は、この制御 O N / O F F 判定の判定結果、即ち O S 制御を行う「O S 制御 O N」、又は U S 制御を行う「U S 制御 O N」、或いはこれらの制御を行わない「制御 O F F」を制御 O N / O F F 信号として、U S 制御演算部 6 6 及び I F S __ A C T 指令角演算部 6 8 に出力する。

【 0 0 6 2 】

I F S __ A C T 指令角演算部 6 8 には、上記制御 O N / O F F 信号、及び O S 制御演算部 6 5 により算出された O S 制御時 A C T 指令角 θ_{os}^* が入力される。そして、I F S __ A C T 指令角演算部 6 8 は、これら O S 制御時 A C T 指令角 θ_{os}^* 及び制御 O N / O F F 信号に基づいて I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* を演算する（I F S __ A C T 指令角演算）。

【 0 0 6 3 】

具体的には、入力された制御 O N / O F F 信号が「O S 制御 O N」である場合には、O S 制御時 A C T 指令角 θ_{os}^* を I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* とし、制御 O N / O F F 信号が「O S 制御 O N」ではない場合には、I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* を「0」とする。

【 0 0 6 4 】

カウンタ補正演算部 6 9 には、I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* 、及び上記ドライバ操舵状態演算部 6 4 において演算された「ドライバ操舵状態」が入力される。そして、カウンタ補正演算部 6 9 は、入力されたドライバ操舵状態に基づいて I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* を補正演算を実行し、その補正後の I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^{**} を出力する（カウンタ補正演算）。尚、本実施形態では、上記「ドライバ操舵状態」は、カウンタ補正ゲインとして入力され、カウンタ補正演算部 6 9 は、カウンタ補正演算において、そのカウンタ補正ゲインを I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* に乗ずることにより I F S __ A C T 指令角 θ_{ifs}^* を算出する。

【 0 0 6 5 】

そして、I F S 制御演算部 3 5 は、上記各演算部（判定部）による演算処理（判定処理）を以下のように実行することにより I F S 制御演算を行う。

10

20

30

40

50

即ち、図7のフローチャートに示すように、IFS制御演算部35は、先ず、車両モデル演算を実行し(ステップ201)、次に跨ぎ路判定を実行する(ステップ202)。そして、ステア特性演算を実行し(ステップ203)、続いてドライバ操舵状態演算を実行する(ステップ204)。

【0066】

次に、IFS制御演算部35は、上記ステップ201の車両モデル演算において算出された目標ヨーレート $Ry0$ 及び目標スリップ角 $sp0$ に基づいてヨーレートFB演算及びスリップ角FB演算を実行し(ステップ205)、上記ステップ202における跨ぎ路判定の判定結果をトリガとしてヨー角FB演算を実行する(ステップ206)。

【0067】

そして、IFS制御演算部35は、このステップ205、206における上記の各FB演算により各車両状態量に対応する制御目標成分を算出し、これらの各制御目標成分を重畳することにより、OS制御のベースとなるACT角 ta の制御目標成分としてOS制御時ACT指令角 os^* を算出する。

【0068】

次に、IFS制御演算部35は、US制御演算を実行し(ステップ207)、続いて制御ON/OFF判定を実行する(ステップ208)。そして、ステップ208の判定結果に基づいてIFS__ACT指令角演算を実行し、OS制御のためのACT角 ta の制御目標成分としてIFS__ACT指令角 ifs^* を算出する(ステップ209)。そして、ステップ204において演算されたドライバ操舵状態に基づいてカウンタ補正演算を実行することによりIFS__ACT指令角 ifs^{**} を出力する(ステップ210)。

【0069】

次に、制御ON/OFF判定部67における制御ON/OFF判定について詳述する。

図8は、制御ON/OFF判定部による制御ON/OFF判定処理のフローチャートである。同図に示すように、制御ON/OFF判定部67は、先ず、車速 V が予め設定された所定速度 $V0$ 以下であるか否かについて判定する(ステップ301)。尚、本実施形態では、この所定速度 $V0$ は、極低速(例えば5Km/h)、即ち上記の車両モデル演算において演算誤差が生じやすくなる領域に設定されている。

【0070】

そして、制御ON/OFF判定部67は、このステップ301において、車速 V が所定速度 $V0$ 以下であると判定した場合(ステップ301: YES)、続いてヨーレート Ry の絶対値が予め設定された所定値 0 以上、且つ横方向加速度 Fs の絶対値が予め設定された所定値 0 以上であるか否かについて判定する(ステップ302)。尚、本実施形態では、実験やシミュレーション等により、車速 V が極めて低い領域においても車両姿勢が不安定になる(車両姿勢に乱れが生ずる)と推定されるヨーレート Ry 及び横方向加速度 Fs が求められ、その値が各所定値 0 、 0 として設定されている。

【0071】

そして、制御ON/OFF判定部67は、このステップ302において、ヨーレート Ry の絶対値が所定値 0 以上、且つ横方向加速度 Fs の絶対値が所定値 0 以上ではないと判定した場合(ステップ302: NO)には、上記OS制御及びUS制御を行わない、即ち「制御OFF」と判定する(ステップ303)。

【0072】

一方、上記ステップ301において車速 V が所定速度 $V0$ 以下ではないと判定した場合(ステップ301: NO)、即ち車速 V が極低速領域にない場合には、制御ON/OFF判定部67は、ステップ304以下の処理を実行し、OS制御を行うか否か、或いはUS制御を行うか否かの判定を行う。

【0073】

同様に、上記ステップ302においてヨーレート Ry の絶対値が所定値 0 以上、且つ横方向加速度 Fs の絶対値が所定値 0 以上であると判定した場合(ステップ302: YES)もまた、制御ON/OFF判定部67は、ステップ304以下の処理を実行し、O

10

20

30

40

50

S制御を行うか否か、或いはUS制御を行うか否かの判定を行う。

【0074】

即ち、本実施形態では、制御ON/OFF判定部67は、そのヨーレイトRy及び横方向加速度Fsの絶対値が所定値(0, 0)以上である場合には、その車速Vが所定速度V0以下である場合においても、OS制御を行うか否か、或いはUS制御を行うか否かの判定を行う。

【0075】

そして、制御ON/OFF判定部67は、先ず、車両状態OS、且つヨーレイトRyの絶対値が予め設定された所定値1以上であるか否かを判定する(ステップ304)。そして、車両状態OS、且つヨーレイトRyの絶対値が所定値1以上であると判定した場合(ステップ304: YES)には、OS制御を行うべきオーバーステア状態にある、即ち「OS制御ON」と判定する(ステップ305)。

10

【0076】

また、制御ON/OFF判定部67は、上記ステップ304において、車両状態OS、且つヨーレイトRyの絶対値が所定値1以上ではないと判定した場合(ステップ304: NO)、続いて車両状態US、且つヨーレイトRyの絶対値が予め設定された所定値2以上であるか否かを判定する(ステップ306)。そして、車両状態US、且つヨーレイトRyの絶対値が所定値2以上であると判定した場合(ステップ306: YES)には、US制御を行うべきアンダーステア状態にある、即ち「US制御ON」と判定する(ステップ307)。

20

【0077】

そして、制御ON/OFF判定部67は、上記ステップ306において車両状態US、且つヨーレイトRyの絶対値が所定値2以上ではないと判定した場合(ステップ306: NO)には、上記OS制御及びUS制御を行わない、即ち「制御OFF」と判定する(ステップ308)。

【0078】

以上、本実施形態によれば、以下のような特徴を得ることができる。

(1) 制御ON/OFF判定部67は、車速Vが所定速度V0以下であるか否かについて判定し(ステップ301)、車速Vが所定速度V0以下であると判定した場合には、続いてヨーレイトRyの絶対値が所定値0以上、且つ横方向加速度Fsの絶対値が所定値0以上であるか否かについて判定する(ステップ302)。そして、制御ON/OFF判定部67は、このステップ302において、ヨーレイトRyの絶対値が所定値0以上、且つ横方向加速度Fsの絶対値が所定値0以上ではないと判定した場合(ステップ302: NO)には、上記OS制御及びUS制御を行わない、即ち「制御OFF」と判定する(ステップ303)。

30

【0079】

このような構成とすれば、車速Vが所定速度V0以下、即ち極低速である場合には、ヨーレイトRy及び横方向加速度Fsの絶対値が所定値(0, 0)以上、即ち特に車両姿勢が不安定になると推定される値を超えない限り、OS制御又はUS制御、即ち車両モデルに基づく操舵輪6の舵角制御は実行されない。従って、こうした車速Vが極低速な領域にある場合において、車両姿勢の安定時には、OS制御又はUS制御を停止して車両モデル演算の演算誤差に起因する車両の横揺れを防止することができる。そして、車速Vが極低速な領域にある場合においても、車両姿勢に乱れが生じるおそれがある場合には、OS制御又はUS制御により車両姿勢を安定させることができる。その結果、車速にかかわらず車両姿勢を安定させることができるようになる。

40

【0080】

(第2の実施形態)

以下、本発明をギヤ比可変システムを備えた車両用操舵装置に具体化した第2の実施形態を図面に従って説明する。尚、説明の便宜上、第1の実施形態と同一の部分については同一の符号を付して説明を省略する。

50

【0081】

本実施形態のステアリング装置のハードウェア構成は、上記第1の実施形態のステアリング装置1と同一であり、第1ECU8内の制御ブロック、詳しくは、そのIFS制御演算部の構成のみが相違する。

【0082】

詳述すると、図9に示すように、本実施形態のIFS制御演算部85は、低速時補正ゲイン演算部86を備えている。低速時補正ゲイン演算部86には、車速 V 、ヨーレート R_y 及び横方向加速度 F_s が入力される。そして、低速時補正ゲイン演算部86は、入力されたヨーレート R_y 及び横方向加速度 F_s に基づいて、OS制御のためのACT角 θ_a の制御目標成分、即ちIFS__ACT指令角 θ_{ifs^*} を減少させる低速時補正ゲイン K_{slow} を演算する。

10

【0083】

尚、本実施形態では、低速時補正ゲイン K_{slow} とヨーレート R_y 及び横方向加速度 F_s との関係は、予め実験やシミュレーション等により求められ、マップ形式でメモリ(図示略)内に記憶されている。そして、IFS制御演算部85は、そのマップを参照することにより低速時補正ゲイン K_{slow} を算出する。

【0084】

また、本実施形態では、低速時補正ゲイン演算部86は、入力された車速 V が所定速度 V_0 以下であるか否かを判定する。そして、車速 V が所定速度 V_0 以下である場合には、上記のように低速時補正ゲイン K_{slow} の演算を行い、該演算により算出された低速時補正ゲイン K_{slow} をIFS__ACT指令角演算部88に出力する。尚、車速 V が所定速度 V_0 以下ではない場合、低速時補正ゲイン演算部86は、低速時補正ゲイン K_{slow} を「1」としてIFS__ACT指令角演算部88に出力する。

20

【0085】

IFS__ACT指令角演算部88には、上記第1の実施形態のIFS__ACT指令角演算部68と同様に、OS制御演算部65により算出されたOS制御時ACT指令角 θ_{os^*} 、及び制御ON/OFF判定部87の判定結果である制御ON/OFF信号が入力される。そして、IFS__ACT指令角演算部88は、OS制御時ACT指令角 θ_{os^*} に低速時補正ゲイン K_{slow} を乗ずることにより、IFS__ACT指令角 θ_{ifs^*} を算出する。即ち、本実施形態では、低速時補正ゲイン演算部86がゲイン演算手段を構成し、IFS__ACT指令角演算部88が補正手段を構成する。

30

【0086】

尚、本実施形態の制御ON/OFF判定部87は、上記第1の実施形態の制御ON/OFF判定部67のような、車速 V 、並びにヨーレート R_y 及び横方向加速度 F_s に基づく条件判定は行わない(図8、ステップ301~ステップ303参照)。そのため、本実施形態では、制御ON/OFF判定部87には、車速 V 及び横方向加速度 F_s は入力されない。

【0087】

次に、上記のように構成されたIFS制御演算部によるIFS制御演算について、図10及び図11のフローチャートを参照して説明する。尚、図10のフローチャート中、ステップ401~ステップ407、及びステップ410の各演算処理については、図5に示す上記第1の実施形態におけるIFS制御演算処理のフローチャート中のステップ201~ステップ207、及びステップ210の各演算処理と同一であるため、その説明を省略する。

40

【0088】

図10のフローチャートに示すように、本実施形態のIFS制御演算部85は、ステップ401~ステップ407の各演算処理に加え、ステップ407aにおいて低速時補正ゲイン演算を行う。そして、このステップ407aにおいて算出された低速時補正ゲイン K_{slow} に基づいて、ステップ409のIFS__ACT指令角演算を実行することにより、OS制御のためのACT角 θ_a の制御目標成分、即ちIFS__ACT指令角 θ_{ifs^*} を算出す

50

る。

【0089】

更に詳述すると、図11のフローチャートに示すように、IFS制御演算部85は、ステップ407aの低速時補正ゲイン演算において、先ず、車速Vが予め設定された所定速度V0以下であるか否かについて判定する(ステップ501)。尚、この所定速度V0は、上記第1の実施形態と同様に、極低速(例えば5Km/h)、即ち上記の車両モデル演算において演算誤差が生じやすくなる領域に設定されている。

【0090】

そして、このステップ501において、車速Vが所定速度V0以下であると判定した場合(ステップ501: YES)には、IFS__ACT指令角 ifs*を減少させる低速時補正ゲインKslowを演算する(ステップ502)。また、車速Vが所定速度V0以下ではないと判定した場合(ステップ501: NO)には、低速時補正ゲインKslowを「1」とする(ステップ503)。

【0091】

次に、IFS制御演算部85は、ステップ408において制御ON/OFF判定を行う(ステップ504~ステップ508)。尚、上述のように、本実施形態の制御ON/OFF判定では、車速V、並びにヨーレートRy及び横方向加速度Fsに基づく条件判定は行わない。また、このステップ504~ステップ508の処理は、図8のフローチャート中のステップ304~ステップ308の処理と同一であるため、その説明を省略する。

【0092】

次に、IFS制御演算部85は、ステップ409のIFS__ACT指令角演算において、先ず、ステップ408における制御ON/OFF判定の判定結果が「OS制御ON」であるか否かについて判定する(ステップ509)。そして、判定結果が「OS制御ON」である場合(ステップ509: YES)には、OS制御時ACT指令角 os*に低速時補正ゲインKslowを乗ずることによりIFS__ACT指令角 ifs*を算出する(ステップ510)。また、判定結果が「OS制御ON」ではない場合(ステップ509: NO)には、IFS__ACT指令角 ifs*を「0」とする(ステップ511)。

【0093】

以上、本実施形態によれば、以下のような特徴を得ることができる。

(1) IFS制御演算部85は、低速時補正ゲイン演算部86を備え、低速時補正ゲイン演算部86は、車速Vが所定速度V0以下である場合に、ヨーレートRy及び横方向加速度Fsに基づいてIFS__ACT指令角 ifs*を減少させる低速時補正ゲインKslowを演算する。そして、IFS__ACT指令角演算部88は、OS制御時ACT指令角 os*に低速時補正ゲインKslowを乗ずることにより、IFS__ACT指令角 ifs*を算出する。

【0094】

このような構成とすれば、車速Vが所定速度V0以下、即ち極低速である場合には、低速時補正ゲインKslowにより、OS制御のためのACT角 taの制御目標成分、即ち車両モデルに基づく制御目標成分が低減される。従って、こうした車速Vが極めて低速領域にある場合にも、車両モデル演算の演算誤差に起因する車両の横揺れを抑制しつつ、OS制御により車両姿勢を安定に維持することができる。その結果、車速にかかわらず車両姿勢を安定させることができるようになる。

【0095】

なお、上記各実施形態は以下のように変更してもよい。

・上記各実施形態では、本発明をギヤ比可変システムを備えた車両用操舵装置に具体化した。ステアリングホイールと操舵輪との間の機械的連結部を有しない所謂ステアバイワイヤシステムを採用する車両用操舵装置に具体化してもよい。

【0096】

・上記各実施形態では、IFS制御演算部35(85)は、ギヤ比可変アクチュエータ7を制御する第1ECU8側に設けたが、EPSアクチュエータ17を制御する第2ECU

10

20

30

40

50

U 1 8 側に設けてもよい。

【 0 0 9 7 】

・上記第 1 の実施形態では、制御 ON / OFF 判定部 6 7 は、車速 V が所定速度 V 0 以下である場合の条件判定 (図 8 、ステップ 3 0 2 参照) において、ヨーレート Ry 及び横方向加速度 Fs の絶対値が予め設定された所定値 (0 , 0) 以上であるか否かについて判定することとした。しかし、これに限らず、この条件判定においては、ヨーレート Ry 又は横方向加速度 Fs の少なくとも一方について判定するものであればよく、例えば、ヨーレート Ry 又は横方向加速度 Fs の何れか一方のみについて判定するものでも、或いは、少なくとも何れか一方が所定値以上であるか否かを判定するものであってもよい。

【 0 0 9 8 】

・上記第 2 の実施形態では、低速時補正ゲイン演算部 8 6 は、ヨーレート Ry 及び横方向加速度 Fs に基づいて低速時補正ゲイン K slow を演算することとしたが、ヨーレート Ry 又は横方向加速度 Fs の少なくとも何れか一方に基づいて低速時補正ゲイン K slow を演算する構成としてもよい。

【 0 0 9 9 】

・上記第 2 の実施形態では、低速時補正ゲイン演算部 8 6 において、車速 V が所定速度 V 0 以下であるか否かを判定する構成としたが、IFS _ ACT 指令角演算部 8 8 において、上記速度判定を行う構成としてもよい。即ち、車速 V が所定速度 V 0 以下である場合に、低速時補正ゲイン K slow により補正された IFS _ ACT 指令角 ifs* に基づいて OS 制御が行われる構成であればよい。

【 0 1 0 0 】

次に、以上の実施形態から把握することができる請求項以外の技術的思想を記載する。

(イ) 車両モデルに基づいて操舵輪の舵角の制御目標量を演算し、その演算結果に基づいて前記舵角を制御する操舵制御方法であって、車速が所定速度以下である場合に、ヨーレート及び横方向加速度の少なくとも一つについて、その絶対値が所定値以上であるか否かを判定し、前記絶対値が前記所定値以上ではない場合には前記演算結果に基づく前記舵角の制御を行わないこと、を特徴とする操舵制御方法。

【 0 1 0 1 】

(ロ) 車両モデルに基づいて操舵輪の舵角の制御目標量を演算し、その演算結果に基づいて前記舵角を制御する操舵制御方法であって、ヨーレート及び横方向加速度の少なくとも一つに基づいて前記制御目標量を減少させる補正ゲインを演算し、車速が所定速度以下である場合には前記補正ゲインに基づいて前記演算結果を補正すること、を特徴とする操舵制御方法。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 2 】

【 図 1 】ステアリング装置の概略構成図。

【 図 2 】ギヤ比可変制御の説明図。

【 図 3 】ギヤ比可変制御の説明図。

【 図 4 】ステアリング装置の制御ブロック図。

【 図 5 】第 1 の実施形態における第 1 ECU 側の演算処理を示すフローチャート。

【 図 6 】第 1 の実施形態における IFS 制御演算部の制御ブロック図。

【 図 7 】第 1 の実施形態における IFS 制御演算処理のフローチャート。

【 図 8 】第 1 の実施形態における制御 ON / OFF 判定処理のフローチャート。

【 図 9 】第 2 の実施形態における IFS 制御演算部の制御ブロック図。

【 図 1 0 】第 2 の実施形態における IFS 制御演算処理のフローチャート。

【 図 1 1 】第 2 の実施形態における IFS 制御演算処理のフローチャート。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 3 】

1 ... ステアリング装置、 2 ... ステアリングホイール (ステアリング) 、 6 ... 操舵輪、 7 ... ギヤ比可変アクチュエータ、 8 ... 第 1 ECU (IFS ECU) 、 3 5 , 8 5 ... IFS 制

10

20

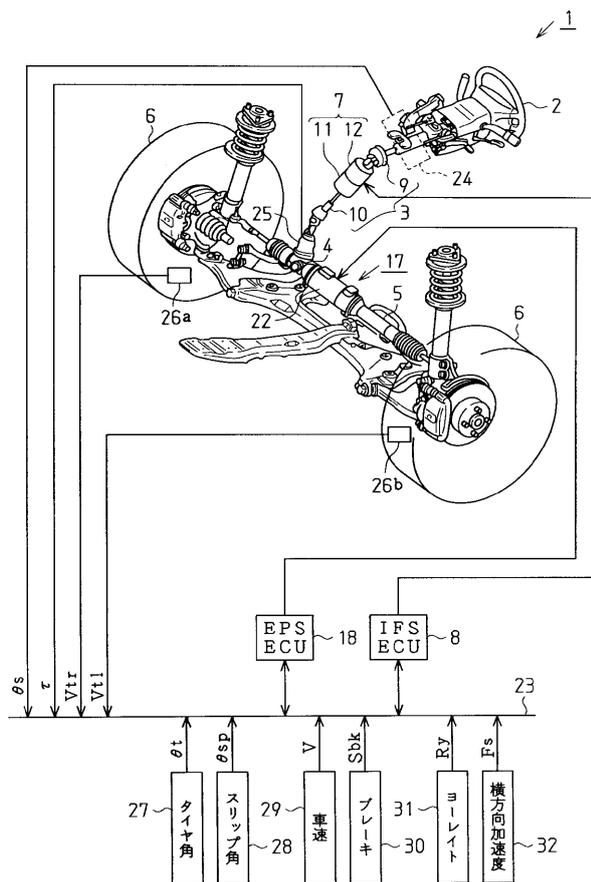
30

40

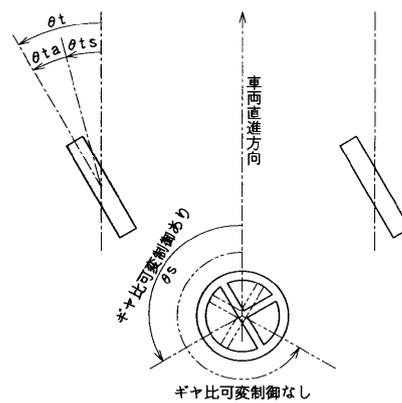
50

御演算部、61...車両モデル演算部、63...ステア特性演算部、67, 87...制御ON/OFF判定部、86...低速時補正ゲイン演算部、V...車速、V0...所定速度、Ry...ヨーレート、Fs...横方向加速度、 θ_0 ...所定値、 θ_0 ...所定値、 t ...タイヤ角、 t_s ...ステア転舵角、 t_a ...ACT角、 i_{fs}^* , i_{fs}^{**} ...IFS_ACT指令角、Kslow...低速時補正ゲイン。

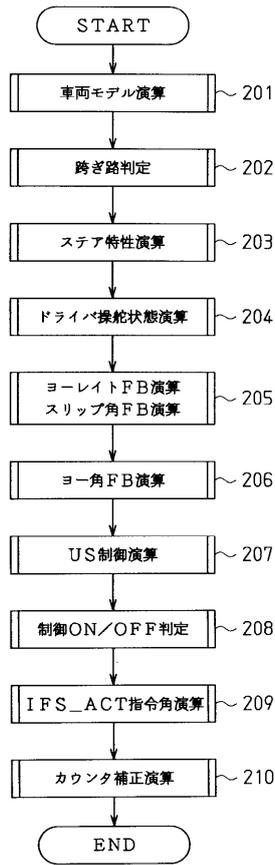
【図1】



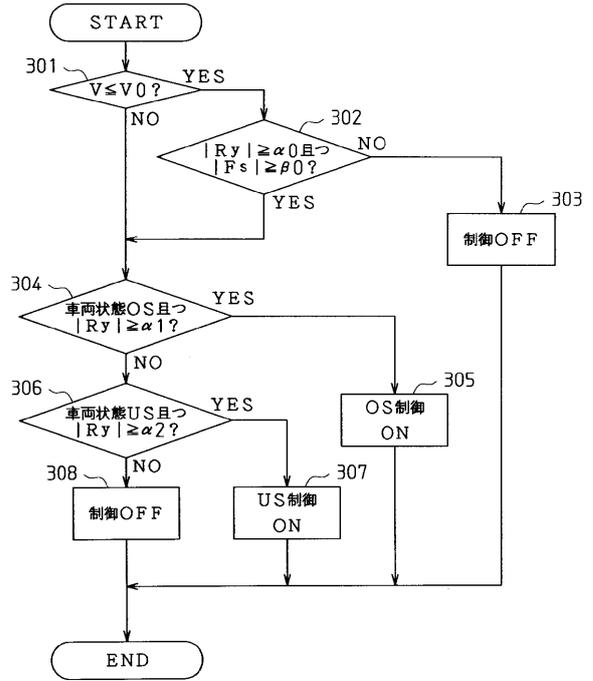
【図2】



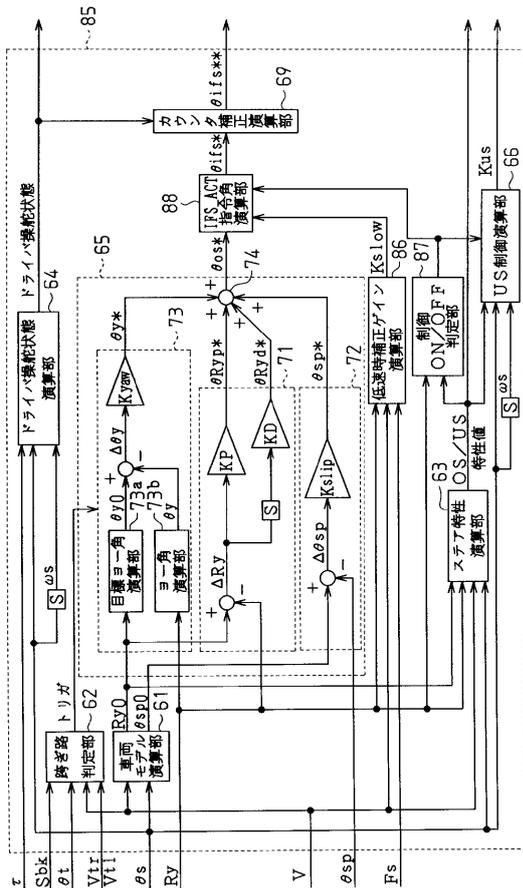
【 図 7 】



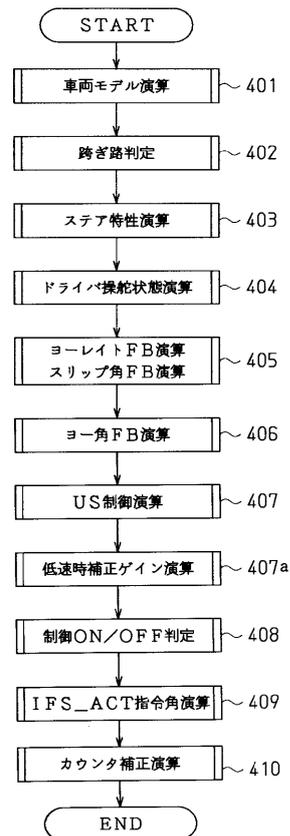
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

