

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3748334号  
(P3748334)

(45) 発行日 平成18年2月22日(2006.2.22)

(24) 登録日 平成17年12月9日(2005.12.9)

(51) Int. Cl.

F I

<b>B60W 40/10</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/00	460
<b>B60W 30/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/00	464
<b>B60R 16/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/00	612D
<b>B60T 8/66</b>	<b>(2006.01)</b>	B60R 16/02	661A
<b>B60T 8/172</b>	<b>(2006.01)</b>	B60R 16/02	661D

請求項の数 2 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-278159  
 (22) 出願日 平成10年9月30日(1998.9.30)  
 (65) 公開番号 特開平11-180274  
 (43) 公開日 平成11年7月6日(1999.7.6)  
 審査請求日 平成15年2月20日(2003.2.20)  
 (31) 優先権主張番号 特願平9-282201  
 (32) 優先日 平成9年10月15日(1997.10.15)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005463  
 日野自動車株式会社  
 東京都日野市日野台3丁目1番地1  
 (74) 代理人 100078237  
 弁理士 井出 直孝  
 (74) 代理人 100083518  
 弁理士 下平 俊直  
 (72) 発明者 宮崎 清明  
 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野  
 自動車工業株式会社内  
 (72) 発明者 北沢 啓一  
 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野  
 自動車工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の姿勢制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の質量  $M$ 、その車両の重心から前輪軸までの距離  $L_f$ 、その車両の重心から後輪軸までの距離  $L_r$ 、およびその車両の重心まわりの慣性モーメント  $I$  を含む定数を車両モデルとして記憶する手段と、車両の前後方向および横方向の加速度  $G_x$ 、 $G_y$ 、車輪の回転速度から求められる車両速度  $V'$  および車両のヨーレイト を電気信号として計測する手段と、前記車両モデルおよび前記電気信号からその車両の挙動を演算する手段と、その演算する手段の演算結果に基づき個別にかつ自動的に各車輪に与える制動力または駆動力を制御する手段とを備えた車両の姿勢制御装置において、

前記演算する手段は、車両の進行方向における車輪と路面との間のスリップ率を推定し、そのスリップ率の下でその車両の各車輪に加わる前後方向および横方向の力  $F_x$ 、 $F_y$  を求める車輪力演算手段を含み、

路面摩擦係数の違いにおける制動時に発生する車両の前後方向の加速度  $G_x$  と車輪のスリップ率  $s$  との対応関係を記述したマップを備え、

前記車輪力演算手段は、車輪回転速度の大きい車輪に対応する車両速度  $V$  を求め、計測された前後方向の加速度  $G_x$  から前記マップを参照してその車輪のスリップ率  $s$  を求め、このスリップ率  $s$  を用いて前記車両速度  $V'$  を補正することにより真の車速  $V$  を求め、この真の車速  $V$  と各車輪の回転速度とから各車輪のスリップ率を算出して、各車輪に加わる前後方向の力  $F_x$  を求める手段を含む

ことを特徴とする車両の姿勢制御装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記車輪力演算手段は、真の車速  $V$ 、車両の横方向の加速度  $G_y$ 、車両のヨーレート、車両の重心から前輪軸および後輪軸までのそれぞれの距離  $L_f$ 、 $L_r$ 、および舵角 から前輪および後輪のそれぞれの横滑り角  $\delta_f$ 、 $\delta_r$  を求め、これらの横滑り角  $\delta_f$ 、 $\delta_r$  と前記各車輪に実際に作用する制動力または駆動力とから、各車輪に実際に作用する横方向の力  $F_r$  を求める手段を含む請求項 1 記載の車両の姿勢制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車に搭載して利用する。本発明は、車両の姿勢を自動的に検出し、車両に横すべりが発生しているとき、あるいは横すべりが発生する可能性があるときに、横すべりを防止するように車両の姿勢を演算制御する装置として利用する。本発明は、走行中の自動車に計測可能な値を取り込んでリアルタイムに演算を行い、車輪にスリップが発生しないように、あるいは車輪のスリップ状態が制御されるように車輪に与える駆動力または制動力を自動的に制御する装置に関する。

10

## 【0002】

## 【従来の技術】

滑りやすい路面で駆動輪に大きい駆動力を与えると、駆動輪がスリップを起こす。このとき車両が横方向にスピンすることがある。ブレーキの場合も同様であり、滑りやすい路面で車輪に大きい制動力を与えると、車輪がスリップ状態となり制動ができなくなる。さらに、滑りやすい路面では、操舵を行うことにより車両が横すべりを起こすことがある。車両の操縦安定性を失うのは、このように駆動輪がスリップをはじめ、あるいは制動輪がスリップをはじめ、もしくは急な操舵が行われるなどに起因することが多い。したがって、駆動に際しては駆動輪がスリップすることのないように、スリップ限界以下の駆動力を与え、制動に際しては制動輪がスリップすることのないように、スリップ限界以下の制動力を与え、さらに急な操舵をしないように制御することが望ましい。

20

## 【0003】

従来からブレーキの電子制御装置や車両安定化制御装置（VSC、Vehicle Stability Control）などが知られている。ブレーキにかかわる電子制御装置の代表的なシステムはABS（Antilock Brake System）である。これは車輪に回転センサを設けて車輪回転を検出し、ブレーキ圧力が大きいときに車輪回転が停止すると、車輪と路面との間にスリップがあったものとして、ブレーキ圧力を断続制御するものである。ABSは乗用車あるいは貨物車に広く普及し、ブレーキをかけながらもハンドルがきく装置として広く知られるところとなった。車両安定化制御装置（VSC）の代表的な装置としては、横すべり防止装置が知られている。これは、運転者が操作入力する操舵角（ハンドル角度）から、運転者が進もうとしている針路を読み取り、その針路に対して車速が大きすぎると、運転者がブレーキペダルを踏まなくとも自動的に減速のための制御がなされ、さらに針路から外れないように左右のブレーキ圧力を配分するなどの制御が行われる装置である。

30

## 【0004】

すでに知られている車両姿勢安定化装置（VSC）（特開昭63-279976号公報、特開平2-112755号公報など）をさらに説明すると、車両の走行中に運転者が操舵を行うと、車両の向きが変化し車両にロールが生じる。このとき操舵による旋回内輪のタイヤが路面のグリップ限界に達すると、内輪がいわゆるホイール・リフト傾向となり、車両が横すべりを始める。例えば、直線走行状態から運転者が左に操舵を行うと車両は右に傾斜する。このとき、正常な状態ではその操舵に応じて車両が旋回するが、走行速度に対して操舵の速さが大きすぎると、車両は右に傾斜しながら左車輪が浮きぎみな状態となり、運転者の意図する方向より右寄りに進行することになる。このような車両の挙動は、走行レーンの逸脱や、極端な場合には車両の横転を招く原因となる。

40

## 【0005】

通常走行状態において、操舵の大きさと速さ、車両の速度、車両の横移動の速さ、および

50

車両の向きの変化の速さ（ヨーレート、車両の重心における垂直軸まわりの車両の回転加速度）を検出して演算することにより、車輪の横すべり開始点または内輪のホイールリフト開始点を予測し、横すべりあるいはホイールリフトが始まる前に車輪のブレーキ圧力を制御する装置が開発された。この車輪のブレーキ圧力制御は、必ずしも全輪同一のブレーキ圧力ではなく、一つの車輪について大きいあるいは小さいブレーキ圧力を印加して、車両の横すべりを防止するものである。このような装置は、原理的な構造や設計のみならず、経済性および耐久性などもよく検討され、乗用車については市販品に実装される段階に達した。

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

このような従来例装置は、現在の操舵および制動を含む運転操作に係るパラメータと、現在の車両の挙動に係るパラメータから、すなわち現時点のパラメータからヨーレートを演算し、これがあらかじめその車両について設定記憶された横すべりの可能性があるヨーレートに達すると判定されたときに、自動的に車両のブレーキ圧力を制御するように構成されている。この横すべりの可能性は、運転操作入力および各種センサ出力である車両の挙動データからリアルタイムに演算が実行され判定される。

【 0 0 0 7 】

例えば、高速度で緩やかな右カーブを通行中に運転者が右方向に操舵をしたところ車両が横すべりをはじめて、運転者が意図するレーンから逸脱して、左のレーンに入り込むような状態が発生したものと仮定する。運転者はブレーキ操作を行い車輪に制動力が働くが、同時に姿勢制御装置はその制動力を各車輪に対して均一に配分するのではなく、右側の車輪の制動力が大きくなるように自動的に制御する。これにより、車両には右方向に引き戻されるような力が働く。

【 0 0 0 8 】

上の説明は、運転者がブレーキ操作を行うものとして説明したが、まだ走行レーンの逸脱がなく、車両に設けられたセンサからその車両が横すべりをはじめめる可能性が高くなったことが検出されたときにも、姿勢制御装置は自動的にこれを検出して一部の車輪に対して姿勢が安定する方向に自動的に制動力を与える。

【 0 0 0 9 】

しかし、車両の進行方向において車輪と路面との間にスリップがある場合、操舵の大きさに対して車両の向きの変化は小さくなり、車両に横すべりを生じさせる力はその分だけ弱くなる。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような背景に行われたものであって、精度の高い車両の姿勢制御を行うことができる装置を提供することを目的とする。本発明は、車輪のスリップ限界を予測演算して、車輪のスリップ状態が制御されるように、制動力あるいは駆動力を与えることができる車両安定化制御を行う装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の走行状態を安定化させる自動制御装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の横転に結びつくような危険な状態を未然に防止する安定化制御装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は、車両走行時の姿勢を自動的に検出し、横すべりが発生しているとき、あるいは横すべり発生の可能性があるときに、車輪のスリップを推定配慮して横すべりを防止するように車両の姿勢を制御することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

すなわち、本発明は、車両の質量  $M$ 、その車両の重心から前輪軸までの距離  $L_f$ 、その車両の重心から後輪軸までの距離  $L_r$ 、およびその車両の重心まわりの慣性モーメント  $I$  を含む定数を車両モデルとして記憶する手段と、車両の前後方向および横方向の加速度  $G_x$ 、 $G_y$ 、車輪の回転速度から求められる車両速度  $V'$  および車両のヨーレートを電気信号として計測する手段と、前記車両モデルおよび前記電気信号からその車両の挙動を演算

10

20

30

40

50

する手段と、その演算する手段の演算結果に基づき個別にかつ自動的に各車輪に与える制動力または駆動力を制御する手段とを備えた車両の姿勢制御装置において、前記演算する手段は、車両の進行方向における車輪と路面との間のスリップ率を推定し、そのスリップ率の下でその車両の各車輪に加わる前後方向および横方向の力  $F_x$ 、 $F_y$  を求める車輪力演算手段を含むことを特徴とする。

【0013】

車両の前後方向の加速度  $G_x$  と車両速度  $V'$  を計測している車輪のスリップ率  $s$  との関係が既知であり、前記車輪力演算手段は、計測された前後方向の加速度  $G_x$  からその車輪のスリップ率  $s$  を求め、このスリップ率  $s$  を用いて車両速度  $V'$  を補正することにより真の車速  $V$  を求め、この真の車速  $V$  と各車輪の回転速度とから各車輪のスリップ率を算出して、各車輪に加わる前後方向の力  $F_x$  を求める手段を含むことが望ましい。

10

【0014】

前記車輪力演算手段はさらに、真の車速  $V$ 、車両の横方向の加速度  $G_y$ 、車両のヨーレイト、車両の重心から前輪軸および後輪軸までのそれぞれの距離  $L_f$ 、 $L_r$ 、および舵角から前輪および後輪のそれぞれの横滑り角  $\delta_f$ 、 $\delta_r$  を求め、これらの横滑り角  $\delta_f$ 、 $\delta_r$  と前記各車輪に実際に作用する制動力または駆動力とから、各車輪に実際に作用する横方向の力を求める手段を含むことが望ましい。

【0015】

車両の前後方向の加速度  $G_x$  とスリップ率  $s$  との関係（これを以下「車輪特性」という）は、車輪と路面との摩擦係数によって異なる。したがって、複数の摩擦係数に対してそれぞれの場合の車輪特性をあらかじめ記録しておき、路面状態に応じて、そのいずれかの車輪特性を選択して用いることがよい。実用的には、高、中、低の三つの摩擦係数に対して車輪特性を記録しておけば十分である。

20

【0016】

実際の路面状態を判断するには、特開平4-135923号公報に開示された技術を用いることができる。すなわち、車輪に与えた制動力または駆動力から、車輪が路面に対してスリップしたことにより、その路面の状態をリアルタイムにかつ自動的に検出する。また、この技術を本願発明者らがさらに改良して本願とは別に特許出願した、リアルタイムに路面の摩擦係数を推定する方法および装置を利用することができる。この技術について以下に説明する。

30

【0017】

走行中の車両に生じる横方向加速度  $G_y$  については数式

$$G_y = V \left( \frac{d}{dt} \delta + \dots \right)$$

$V$  : 車両速度

$\delta$  : 車両の横すべり角

$\frac{d}{dt} \delta$  : 横すべり角の時間微分値

$\gamma$  : ヨーレイト

がなりたつので、横方向加速度センサ、車速センサおよびヨーレイトセンサから横方向加速度  $G_y$ 、車両速度  $V$  およびヨーレイト  $\gamma$  を電気信号として取込み、この数式により車両の横すべり角の時間微分値

40

$$\frac{d}{dt} \delta = \left( G_y / V \right) - \dots$$

を求め、この横すべり角の時間微分値  $\frac{d}{dt} \delta$  を時間積分して横すべり角  $\delta$  を演算する。なお、この段階では、車両速度  $V$  として実際には車輪の回転速度から求めた車両速度  $V'$  を用いる。得られた横すべり角  $\delta$  と車両の重心から前輪軸までの距離  $L_f$  とから、前輪の横すべり角  $\delta_f$  が

$$\delta_f = \delta + (L_f / V) \dot{\gamma} \quad (\gamma : \text{前輪舵角})$$

と求められる。

【0018】

一方、前輪に生じる横力を  $F_f$ 、後輪に生じる横力  $F_r$  とすると、車両の重心を中心とする回転方向について、

50

$$I \left( \frac{d}{dt} \right) = 2 F_f \cdot L_f - 2 F_r \cdot L_r$$

車両の横方向について、

$$M \cdot G_y = 2 F_f + 2 F_r$$

の関係があるので、この両式および記憶した数値から前輪の横力  $F_f$  を数式

$$F_f = \left( I \left( \frac{d}{dt} \right) + M \cdot G_y \cdot L_r \right) / 2 \left( L_f + L_r \right)$$

により演算する。

#### 【0019】

このようにして得られた  $f$ 、 $F_f$  から、車両前輪の路面摩擦係数  $\mu$  が、タイヤの諸元から求めたコーナリングパワーの定数を  $K_f$  として、数式

$$\mu = F_f / (K_f \cdot f)$$

により求められる。なお、上記摩擦係数推定の手法は望ましい一例であり、これ以外の手法でも同様に本発明を実施することができる。

#### 【0020】

このように、本発明によれば、車両の進行方向において車輪と路面との間にスリップがある場合でも、車両に横すべりを生じさせる力を正確に推定でき、高い精度で姿勢安定化制御を行うことができる。

#### 【0021】

#### 【発明の実施の形態】

#### 【0022】

#### 【実施例】

次に、本発明実施例装置を図面に基づいて説明する。図1は本発明実施例装置のシステム構成を示す図、図2は本発明実施例装置の車両への実装例を示す斜視図である。

#### 【0023】

本発明実施例姿勢制御装置1には、車両の質量  $M$ 、その車両の重心から前輪軸までの距離  $L_f$ 、その車両の重心から後輪軸までの距離  $L_r$ 、およびその車両の重心まわりの慣性モーメント  $I$  を含む定数を車両モデルとして記憶する手段と、前後方向加速度センサ18、横方向加速度センサ4、車速センサ5およびヨーレートセンサ6からの出力を取込み、車両の前後方向および横方向の加速度  $G_x$ 、 $G_y$ 、車輪の回転速度から求められる車両速度  $V'$  および車両のヨーレート( )を電気信号として計測する手段と、車両モデルおよび電気信号からその車両の挙動を演算する手段と、その演算する手段の演算結果に基づき個別にかつ自動的に各車輪に与える制動力または駆動力を制御する手段とが備えられる。さらに、本発明の特徴として、前記演算する手段には、車両の進行方向における車輪と路面との間のスリップ率を推定し、そのスリップ率の下でその車両の各車輪に加わる前後方向および横方向の力  $F_x$ 、 $F_y$  を求める車輪力演算手段が含まれる。

#### 【0024】

車輪力演算手段としてタイヤ力演算部2が備えられ、車両の前後方向の加速度  $G_x$  と車両速度  $V'$  を計測している車輪のスリップ率  $s$  との関係が既知であり、前記車輪力演算手段には、計測された前後方向の加速度  $G_x$  からその車輪のスリップ率  $s$  を求め、このスリップ率  $s$  を用いて車両速度  $V'$  を補正することにより真の車速  $V$  を求め、この真の車速  $V$  と各車輪の回転速度とから各車輪のスリップ率を算出して、各車輪に加わる前後方向の力  $F_x$  を求める手段と、真の車速  $V$ 、車両の横方向の加速度  $G_y$ 、車両のヨーレート、車両の重心から前輪軸および後輪軸までのそれぞれの距離  $L_f$ 、 $L_r$ 、および舵角 から前輪および後輪のそれぞれの横滑り角  $f$ 、 $r$  を求め、これらの横滑り角  $f$ 、 $r$  と前記各車輪に実際に作用する制動力または駆動力とから、各車輪に実際に作用する横方向の力を求める手段とが備えられる。

#### 【0025】

さらに、本発明実施例姿勢制御装置1には、その制御出力装置の一部として、前輪8および後輪9に設けられた車輪回転速度センサ10およびブレーキ・ブースタ・アクチュエータ11に備えられたブレーキ圧センサ12の検出出力を取込み、スリップが発生したときにブレーキ圧力を断続的に制御するABS(自動制動制御装置)3が含まれる。

10

20

30

40

50

## 【0026】

姿勢制御装置1には、姿勢安定制御に必要とされるその他の制御情報として、操舵ハンドル13の操舵角を検出する操舵角センサ14、電子ガバナ15に備えられたガバナセンサ16、および車両のロールレイトを検出するロールレイトセンサ17の出力が接続される。また、姿勢制御装置1からブレーキ・ブースタ・アクチュエータ11および電子ガバナ15には制御信号が送出される。

## 【0027】

本実施例では図1に示すように2軸構造の車両を例にその構成を説明したが、大型車両の場合には3軸あるいは4軸構造が用いられる。本発明は3軸あるいは4軸構造であっても、必要とされる制御情報を取込むことができ、スリップ率 $s$ を同様に推定し、そのスリップ率 $s$ を制御情報として行われる自動制動制御、姿勢安定制御、その他の制御を2軸構造の車両同様に行うことができる。

10

## 【0028】

次に、このように構成された本発明実施例姿勢制御装置1による姿勢制御動作について説明する。

## 【0029】

姿勢制御装置1はプログラム制御されるコンピュータ回路を含む電子装置であり、車両の運転操作入力およびその車両の挙動データを入力としてその車両の運動状態を演算出力し、この演算出力にしたがって運転操作入力および外乱入力を安全側に修正する修正入力をその車両に与え姿勢の安定制御を行う。すなわち、その車両の物理特性を数値として保持する数値モデルと、その車両の運転操作入力をデータとして取込み数値モデルを参照して伝達関数によりその車両の応答を推測演算するオブザーバが含まれ、伝達関数は $k$ 時点のデータ $X(k)$ がその $M$ 時点前までの過去のデータに各時点毎に重み係数 $A(m)$ を乗じた値で表されるという自己回帰法(AR法)により求める。

20

## 【0030】

例えば積載重量が変化したとき、積載荷姿が変化したとき、搭乗者数が変化したときなどに、その車両の実際の挙動と数値モデルの挙動とが一致しなくなる。このときに、車両の数値モデルにあらかじめ保持されているパラメタを自動的にその挙動に一致するように変更する。この更新は、運転操作入力あるいは外乱入力に対する車両の挙動が危険な程度より十分小さい安全な走行が行われているときに実行される。

30

## 【0031】

姿勢制御装置1の制御フローの一例は、通常制御について図3に示すとおりである。

## 【0032】

また、積荷の状態が変わり、あるいは搭乗者の数が変わると、図4に例示する制御が行われて、車両モデルのパラメタが更新される。この更新は常に修正の要否を監視することにより自動的に実行される。この車両データの更新は自己回帰法(AR法)で求めた伝達関数に基づき実行される。図4に示す更新モードのプロセスは図3に示すステップS4の中で実行される。このように自己回帰法(AR法)を利用することにより現状に適する制御を行うことができる。

## 【0033】

図5は本発明実施例にかかわる入力データの一例を示したもので、(a)には操舵角、(b)にはヨーレイト、(c)には横すべり角が示されている。横軸は時間(秒)である。横軸は(a)、(b)、(c)に共通である。操舵ハンドル13が操作されると、操舵角センサ14がこれを検出し(a)に示す操作データを姿勢制御装置1に送出する。この操舵操作にともなってヨーレイトセンサ6がヨーレイトを検出し(b)に示す操作データを姿勢制御装置1に送出する。同時に横方向加速度センサ4が横加速度を検出し(c)に示す操作データを姿勢制御装置1に送出する。すなわち図5に示す(a)は入力であり、同(b)および(c)は車両の振る舞い(ビヘービア)を表す応答である。

40

## 【0034】

姿勢制御装置1はこれらのデータに基づいてこの車両の伝達関数を演算する。伝達関数は

50

複素関数であり、現実的な一例を示すと、横軸に周波数を取り縦軸に振幅および位相を表示することにより表示することができる。比較的単純なモデルで考えると、振幅特性は周波数に対してなだらかな右下がりの曲線になり、位相特性は対応して右下がりの曲線になる。図6(a)および(b)はヨーレートについて振幅および位相の周波数特性を例示する図である。図7(a)および(b)は横加速度について振幅および位相の周波数特性を例示する図である。これらは実際のデータに基づいて演算された伝達関数を示す図である。

#### 【0035】

ここで車両の姿勢制御および更新について述べる。このようにして伝達関数が定まると、この伝達関数を用いて車両の動特性を演算し、あらかじめ設定した一定の基準を越える異常な動きが予測される場合に、各車輪に異なるブレーキ圧力を与えて、車両の異常な動きを抑圧するような姿勢制御が行われる。これは従来から乗用車で実用化されている手法と同様であるので、ここでは詳しい説明を省略する。この技術は商用車(トラック・バス)に実施するものであり、商用車では、積み荷の状況、乗客の人数配置などにより、車両の応答を表す伝達関数そのものが変動するので伝達関数の更新を行う。

#### 【0036】

図6はこれを説明する図であり、すでに数値モデルに伝達関数として破線で示す特性の関数が蓄積されているものとする。これは積み荷が最大積載量の約3分の1程度の標準的な形態の場合のモデルである。これに対して新たに追加の積み荷が積載されたとしよう。そうすると、総重量も重心位置も変化する。これにより当然に同じ操舵に対する車両の応答はちがってくる。すなわちすでに蓄積されている伝達関数は変更しなければならない。そこで、センサに現れる車両の振る舞いにしたがって伝達関数を改めて演算すると実線で示すように、すでに蓄積されている伝達関数とは異なる特性が現れる。この演算は図4で説明したように自動的に実行される。そしてその差分つまり図6に斜線を施す領域があらかじめ設定された限界値より大きいときには、蓄積されているモデルそのものを実線で示すように、現在の状態を示す新たな演算値に更新する。これは図4で説明したとおり自動的に実行される。このような自動的に蓄積されている伝達関数の数値モデルを更新することにより、積み荷が変動したときや搭乗人員が変動したときなどにも、適正な姿勢制御を実行することができるようになる。

#### 【0037】

ここで、本発明の特徴とするところの制動力または駆動力の制御動作について説明する。この動作は図3に示すステップS4の中で実行される。図8は本発明実施例姿勢制御装置による制動力または駆動力制御動作の流れを示すフローチャートである。

#### 【0038】

姿勢制御装置1は、ブレーキ圧センサ12の出力からブレーキが操作されたことを検出すると、ヨーレートセンサ6および操舵角センサ14からの出力を取込むとともに、左右の前輪8および左右の後輪9の車輪回転速度センサ10からの検出出力を取込み、前輪8の車輪回転速度の大きい方から車両速度 $V$ を求める。すなわち、車輪回転速度の大きい車輪に対応する車両速度 $V$ が真の車両速度 $V$ に近いものとする。

#### 【0039】

次いで、前後方向加速度センサ18からの検出出力 $G_x$ を取込み、タイヤ力演算部2において、スリップ率( $s_f$ )を演算する。図9は、ある路面摩擦係数において、制動時に発生する加速度 $G_y$ とスリップ率 $s_f$ との関係を示す特性図である。同図(a)には1G制動時のスリップ率 $s_f$ の求め方を示し、(b)には、同じ曲線を用いて、0.6G制動時のスリップ率 $s_f$ の求め方を示す。このようなタイヤ特性を路面摩擦係数の違いによりマップとして記憶しておき、測定された加速度 $G_x$ から、スリップ率 $s_f$ を求める。

#### 【0040】

このスリップ率 $s_f$ の値を用いて、真の車両速度 $V$ を次式により演算する。

#### 【0041】

$$V = V / (1 - s_f)$$

10

20

30

40

50

$$0 < s_f < 1$$

0 : 転がり、1 : すべり

次に、演算された真の車両速度、検出された横方向加速度  $G_y$  およびヨーレイト  $\dot{\psi}$  を用いて、車両の真の横すべり角  $\delta$  を数式

$$\delta = \left( (G_r / V) - \dot{\psi} \right) dt$$

により演算し、さらに、取込んだ前輪舵角  $\delta_f$  と、記憶された車両の重心から前輪軸までの距離  $L_f$  および車両の重心から後輪軸までの距離  $L_r$  とを用いて、前輪横すべり角  $\delta_f$  および後輪横すべり角  $\delta_r$  を数式

$$\delta_f = \delta + (L_f / V) \dot{\psi}$$

$$\delta_r = \delta - (L_r / V) \dot{\psi}$$

により演算する。

#### 【0042】

同時に、真の車速  $V$  と各輪の回転速度とから各輪のスリップ率を算出して各輪の実際の制動力を求め、これを前後力  $F_x$  として車両モデルの入力とする。

#### 【0043】

図10(a)は横すべり角  $\delta$  と横力  $F_y$  との関係を示した特性曲線であり、同図(b)はある横すべり角における制動時の加速度  $G_x$  と横力  $F_y$  との関係を示した特性曲線である。

#### 【0044】

この特性曲線に、演算した前輪の横すべり角  $\delta_f$ 、後輪の横すべり角  $\delta_r$  および〔前後方向の加速度  $G_x$  を対応させて〕前後力  $F_x$  から得られる制動加速度から、スリップによる目減り分を加味した横力  $F_r$  を求め車両モデルの入力とする。

#### 【0045】

測定された前後方向の加速度  $G_x$  からスリップ率  $s$  を求めるためには、路面摩擦係数 ( $\mu$ ) を知る必要がある。これをリアルタイムに推定する方法について以下に説明する。図11は路面摩擦係数推定動作の流れを示すフローチャートである。

#### 【0046】

路面摩擦係数の推定のためには、その車両に関する物理的な定数として、その車両の質量  $M$ 、その車両の重心から前輪軸までの距離  $L_f$ 、その車両の重心から後輪軸までの距離  $L_r$ 、およびその車両の重心まわりの慣性モーメント  $I$  があらかじめ記憶されている。また、横方向加速度センサ4、車速センサ5およびヨーレイトセンサ6からの検出出力を電気信号として取込み、車両の横方向加速度  $G_y$ 、車両速度  $V$  および車両のヨーレイト  $\dot{\psi}$  を計測する。ここで、車両速度  $V$  としては、車輪の回転速度から求められる値で充分である。

#### 【0047】

車両の横すべり角  $\delta$ 、この横すべり角  $\delta$  の時間微分値を  $d\delta/dt$  とすると、横方向の加速度は、

$$G_y = V \left( (d\delta/dt) + \dot{\psi} \right)$$

の関係があるので、この数式により計測値を用いて横すべり角  $\delta$  の時間微分値

$$d\delta/dt = (G_y / V) - \dot{\psi}$$

を演算し、この横すべり角  $\delta$  の時間微分値を時間積分して横すべり角  $\delta$  を算出する。

#### 【0048】

その車両の重心軸まわりの慣性モーメント  $I$ 、ヨーレイト  $\dot{\psi}$  の時間微分値  $d\dot{\psi}/dt$ 、前輪の横力  $F_f$ 、重心から前輪軸までの距離  $L_f$ 、後輪の横力  $F_r$ 、重心から後輪軸までの距離  $L_r$ 、車両の質量  $M$ 、および車両の横方向加速度  $G_y$  は、車両の回転方向について、

$$I (d\dot{\psi}/dt) = 2 F_f \cdot L_f - 2 F_r \cdot L_r$$

の関係があり、車両の並進方向について、

$$M \cdot G_y = 2 F_f + 2 F_r$$

の関係がある。

#### 【0049】

この二つの関係式から前輪8に生じる横力  $F_f$  は、

10

20

30

40

50



$$F_f = (I(d/dt) + M \cdot G_y \cdot L_r) / 2 (L_f + L_r)$$

により求められる。

【0050】

また、前輪 8 の正味の横すべり角  $\delta$  は、図 12 に示すように、車両が速度  $V$  で走行中に車両の重心まわりに生じるヨーレートが  $\dot{\psi}$  であるとする、前輪に生じる横すべり角は車両の重心から前輪軸までの距離が  $L_f$  であるので、操舵が行われない状態では横すべり角は

$$\delta = \dot{\psi} \cdot (L_f / V)$$

となるが、舵角  $\delta_c$  で操舵が行われたときには、前記横すべり角は、操舵が行われない状態から舵角  $\delta_c$  を差し引いて

$$\delta = \dot{\psi} \cdot (L_f / V) - \delta_c$$

の関係式で示される。

【0051】

タイヤの諸元から求められるコーナリングパワーの定数  $K_f$  とすると、前輪 8 の路面摩擦係数  $\mu$  は数式

$$\mu = F_f / (K_f \cdot \delta)$$

で求められる。

【0052】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、車両の進行方向における車輪のスリップを考慮して車両に横すべりを生じさせる力を正確に推定し、その推定に基づいて制動力または駆動力を適応的に制御することができるので、精度の高い車両の姿勢安定制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明実施例装置のシステム構成を示す図。

【図 2】本発明実施例装置の車両への実装例を示す斜視図。

【図 3】本発明実施例姿勢制御装置による通常制御を説明するフローチャート。

【図 4】本発明実施例姿勢制御装置による車両モデルのパラメタ更新を説明するフローチャート。

【図 5】(a)、(b) および (c) は本発明実施例姿勢制御装置の制御における操舵角、ヨーレートおよび横すべり角の入力データを示す図。

【図 6】(a) および (b) は本発明実施例姿勢制御装置の制御における利得および位相によって表された伝達関数の一例を示す図。

【図 7】(a) および (b) は本発明実施例姿勢制御装置の制御における利得および位相によって表された伝達関数の別の例を示す図。

【図 8】本発明実施例姿勢制御装置による制動力または駆動力制御動作の流れを示すフローチャート。

【図 9】(a) および (b) はスリップ率と前後力との関係を示す特性図。

【図 10】(a) は横すべり角と横力との関係を示す特性図、(b) は〔重力〕加速度と横力との関係を示す特性図。

【図 11】本発明実施例姿勢制御装置の路面摩擦係数推定装置による路面摩擦係数推定動作の流れを示すフローチャート。

【図 12】本発明実施例において路面摩擦係数推定に用いられる横すべり角を説明する図。

【符号の説明】

- 1 姿勢制御装置
- 2 タイヤ力演算部
- 3 ABS (自動制動制御装置)
- 4 横方向加速度センサ
- 5 車速センサ

10

20

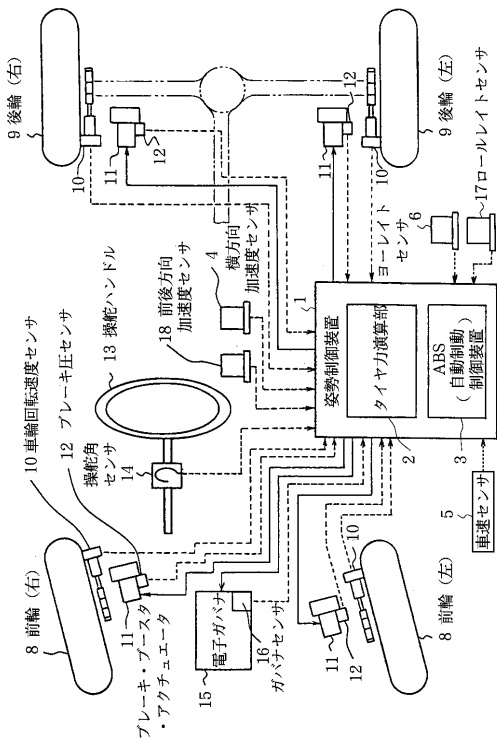
30

40

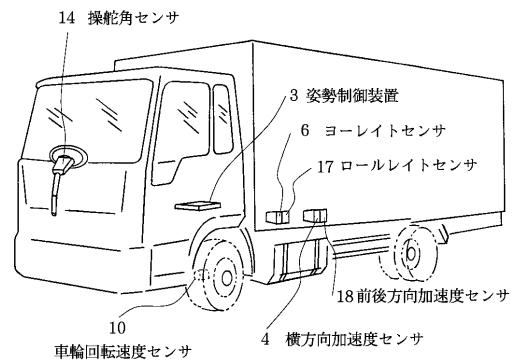
50

- 6 ヨーレイトセンサ
- 8 前輪
- 9 後輪
- 10 車輪回転速度センサ
- 11 ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ
- 12 ブレーキ圧センサ
- 13 操舵ハンドル
- 14 操舵角センサ
- 15 電子ガバナ
- 16 ガバナセンサ
- 17 ロールレイトセンサ
- 18 前後方向加速度センサ

【 図 1 】

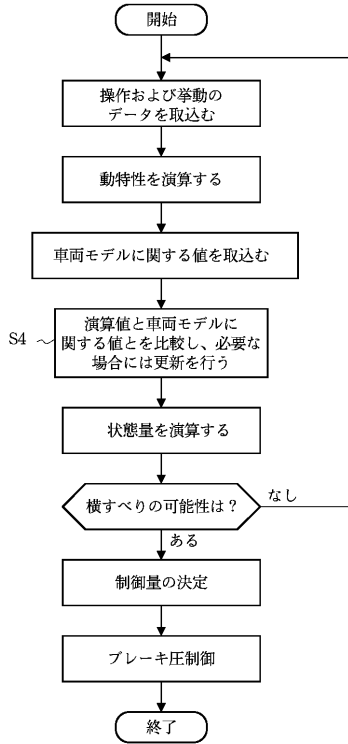


【 図 2 】



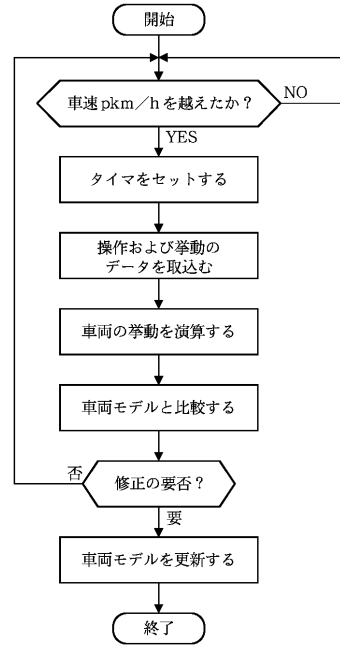
【 図 3 】

通常制御モード

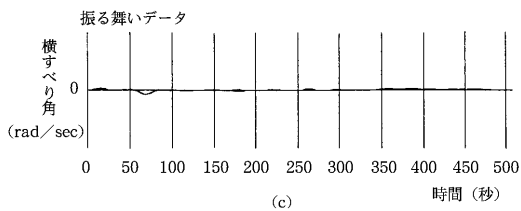
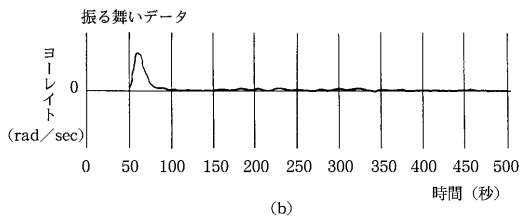
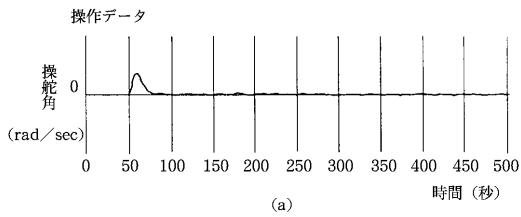


【 図 4 】

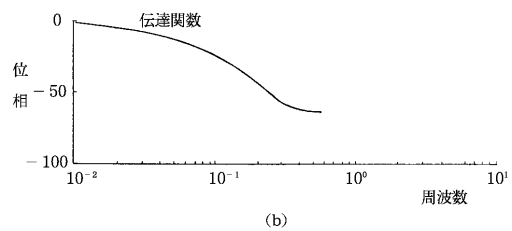
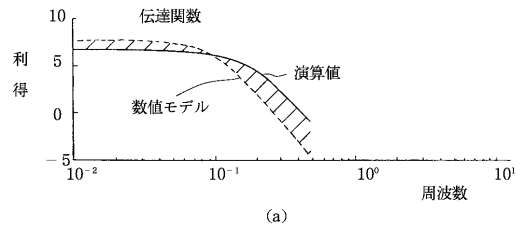
更新モード



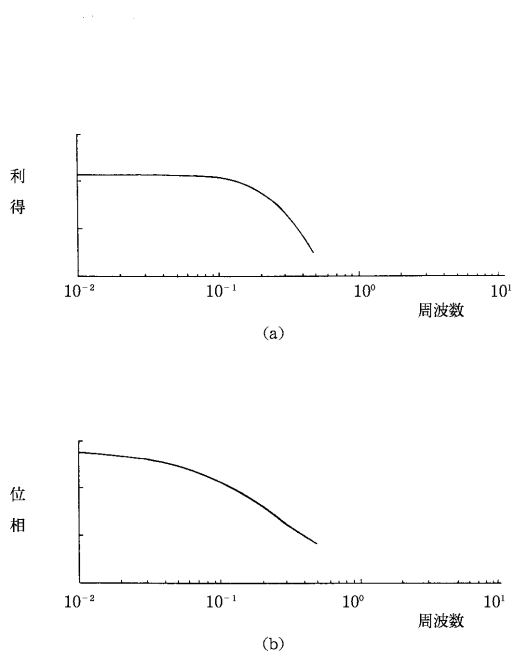
【 図 5 】



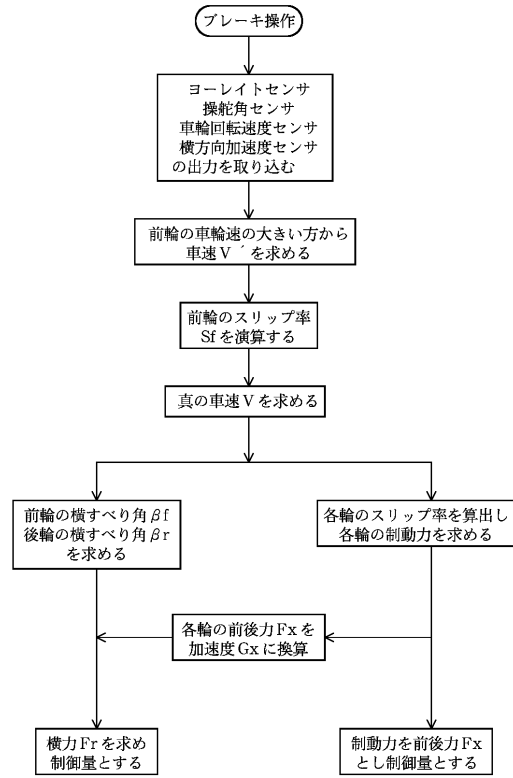
【 図 6 】



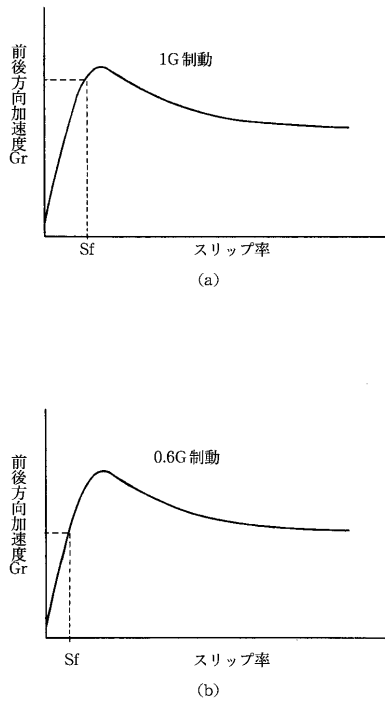
【 図 7 】



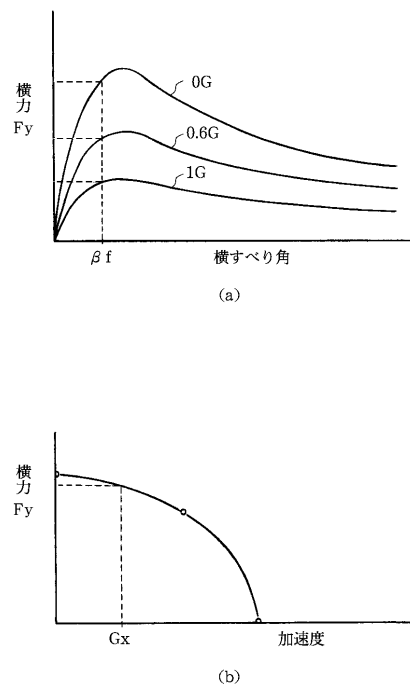
【 図 8 】



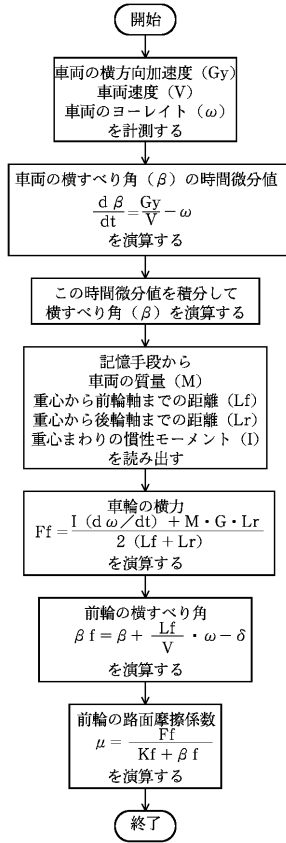
【 図 9 】



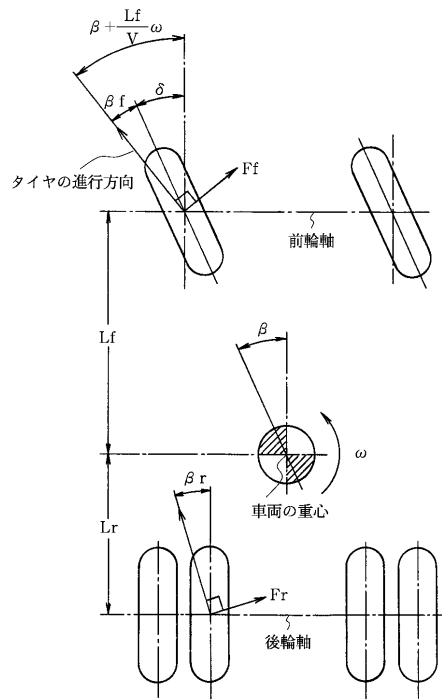
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I  
B 6 0 T 8/66 Z  
B 6 0 T 8/172 Z  
B 6 0 T 8/172 D  
B 6 0 T 8/172 A

(72)発明者 津曲 一郎  
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野自動車工業株式会社内

(72)発明者 初山 富士男  
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野自動車工業株式会社内

(72)発明者 奥山 宏和  
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野自動車工業株式会社内

審査官 森本 康正

(56)参考文献 特開平07-246925(JP,A)  
特開平08-230646(JP,A)  
安部正人, 自動車の運動と制御, 日本, 株式会社山海堂, 1996年 5月31日, 第3刷, p  
24, 30-37, 54, 55

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60K 41/00

B60R 16/02

B60T 7/12- 8/96