

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月9日(09.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/108084 A1

- (51) 国際特許分類:
B60T 8/172 (2006.01) B60W 40/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053362
- (22) 国際出願日: 2010年3月2日(02.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大久保 良輔 (OKUBO, Ryosuke) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号

霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

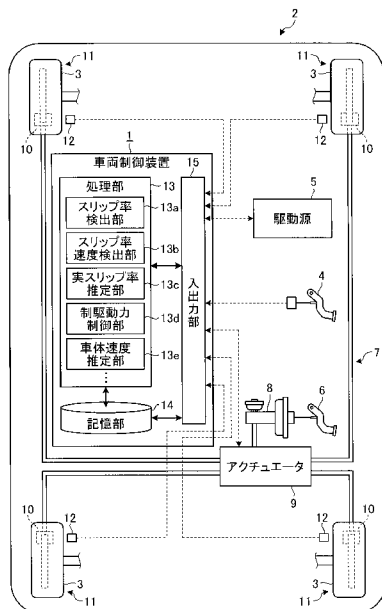
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: VEHICLE STATE COMPUTING DEVICE AND VEHICLE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 車両状態演算装置及び車両制御装置

(図1)



- 1 VEHICLE CONTROL DEVICE
5 DRIVING SOURCE
9 ACTUATOR
13 PROCESSING UNIT
13a SKIDDING RATE DETECTING SECTION
13b SKIDDING RATE SPEED DETECTING SECTION
13c ACTUAL SKIDDING RATE ESTIMATING SECTION
13d BRAKING/DRIVING FORCE CONTROL SECTION
13e VEHICLE BODY SPEED ESTIMATING SECTION
14 STORAGE UNIT
15 INPUT/OUTPUT UNIT

(57) Abstract: Disclosed is a vehicle state computing device that estimates the actual skidding rate of wheels (3) of a vehicle (2) from the skidding rate speed of the wheels (3) calculated in accordance with the travelling state of the vehicle (2) on the basis of a predetermined relationship between the skidding rate of the wheels (3) and the skidding rate speed of the wheels (3). Typically, the actual skidding rate is estimated by assuming that the skidding rate of the wheels (3) calculated in accordance with the travelling state of the vehicle (2) when the rate of change in the skidding rate speed exceeds a predetermined value is a reference skidding rate determined in advance in accordance with the predetermined relationship between the skidding rate and the skidding rate speed. With this, for example, the influence of drivers' operation or states of road surfaces is reduced, and accuracy in controlling the state of the vehicle (2) can be improved.

(57) 要約: 予め設定される車両(2)の車輪(3)のスリップ率と車輪(3)のスリップ率速度との関係に基づいて、車両(2)の走行状態に応じて算出される車輪(3)のスリップ率速度から当該車輪の実際のスリップ率を推定することを特徴とする。典型的には、スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた際に車両(2)の走行状態に応じて算出される車輪(3)のスリップ率が、予め設定されるスリップ率とスリップ率速度との関係に応じて予め定まる基準スリップ率であるものとして、実際のスリップ率を推定する。したがって、例えば、運転者による操作や路面の影響などを低減して、車両(2)の状態を制御する際の制御精度を向上することができる。

WO 2011/108084 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 車両状態演算装置及び車両制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両状態演算装置及び車両制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の車両状態演算装置あるいは車両制御装置として、例えば、特許文献 1 には車輪速度検出手段で検出した車輪速度ならびに車輪加減速度演算手段で算出した車輪加減速度に基づいて推定車体速度を演算し、推定車体速度、車輪速度に基づいて車輪のスリップ率を判断し、この判断結果に基づいてブレーキ液圧調整手段の作動制御量を定める車両のアンチロックブレーキ制御装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 9－3 0 1 1 5 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述のような特許文献 1 に記載されている車両のアンチロックブレーキ制御装置は、例えば、車輪のスリップ状態等の車両の状態を制御する際の制御精度にさらなる改善の余地があった。

[0005] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、車両の状態を制御する際の制御精度を向上することができる車両状態演算装置及び車両制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明に係る車両状態演算装置は、予め設定される車両の車輪のスリップ率と前記車輪のスリップ率速度との関係に基づいて、前記車両の走行状態に応じて算出される前記車輪のスリップ率速度から当該車輪の実際のスリップ率を推定することを特徴とする。

[0007] また、上記車両状態演算装置では、前記スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた際に前記車両の走行状態に応じて算出される前記車輪のスリップ率が、予め設定される前記スリップ率と前記スリップ率速度との関係に応じて予め定まる基準スリップ率であるものとして、前記実際のスリップ率を推定するものとすることができる。

[0008] また、上記車両状態演算装置では、前記スリップ率速度の微分値に相当するパラメータが予め設定される所定値を超えた際に前記車両の走行状態に応じて算出される前記車輪のスリップ率が、予め設定される前記スリップ率と前記スリップ率速度との関係に応じて定まる基準スリップ率であるものとして、前記実際のスリップ率を推定するものとすることができる。

[0009] また、上記車両状態演算装置では、前記推定した前記実際のスリップ率と前記車輪の車輪速度とに基づいて前記車両の車体速度を算出するものとすることができる。

[0010] 上記目的を達成するために、本発明に係る車両制御装置は、予め設定される車両の車輪のスリップ率と前記車輪のスリップ率速度との関係に基づいて、前記車両の走行状態に応じた前記車輪のスリップ率速度から推定される前記車輪の実際のスリップ率を用いて、前記車輪に生じる制駆動力を制御して前記車輪のスリップ状態を制御することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明に係る車両状態演算装置、車両制御装置は、車両の状態を制御する際の制御精度を向上することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1] 図1は、実施形態に係る車両制御装置の概略構成図である。

[図2] 図2は、スリップ率に対する車輪加速度を表す線図である。

[図3] 図3は、スリップ率に対するスリップ率速度を表す線図である。

[図4] 図4は、スリップ率に対するスリップ率速度を表す線図である。

[図5] 図5は、スリップ率に対するスリップ率速度を表す線図である。

[図6] 図6は、実施形態に係る車両制御装置の制御の一例を説明するフローチ

ャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明に係る車両状態演算装置及び車両制御装置の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、或いは実質的に同一のものが含まれる。

[0014] [実施形態]

図 1 は、実施形態に係る車両制御装置の概略構成図、図 2 は、スリップ率に対する車輪加速度を表す線図、図 3、図 4、図 5 は、スリップ率に対するスリップ率速度を表す線図、図 6 は、実施形態に係る車両制御装置の制御の一例を説明するフローチャートである。

[0015] 本実施形態の車両制御装置 1 は、図 1 に示すように、車両 2 に搭載され、車両 2 の車輪 3 に生じる制駆動力を制御して車輪 3 のスリップ状態を制御するものである。なおここでは、車両制御装置 1 は、車両状態演算装置としての機能も有している。すなわち、以下の説明では、車両制御装置 1 は、車両状態演算装置としても兼用されるものとして説明するが、これに限らず、車両状態演算装置と車両制御装置とが別個に構成されていてもよい。

[0016] 車両 2 は、車両制御装置 1、車輪 3、アクセルペダル 4、駆動源 5、ブレーキペダル 6、制動装置 7などを備える。車両 2 は、運転者によるアクセルペダル 4 の操作に応じて駆動源 5 が動力（トルク）を発生させ、この動力が変速機、差動装置、ドライブシャフトなどの動力伝達装置（不図示）を介して車輪 3 に伝達され、この車輪 3 に駆動力を発生させる。また、車両 2 は、運転者によるブレーキペダル 6 の操作に応じて制動装置 7 が作動することで車輪 3 に制動力を発生させる。

[0017] 駆動源 5 は、内燃機関や電動機などの走行用の動力源である。制動装置 7 は、マスタシリンダ 8 からアクチュエータ 9 を介してホイールシリンダ 10 に接続する油圧経路に作動流体であるブレーキオイルが充填された種々の公知の油圧ブレーキ装置である。制動装置 7 は、基本的には運転者がブレーキ

ペダル6を操作することで、ブレーキペダル6に作用するペダル踏力（操作力）に応じてマスタシリンダ8によりブレーキオイルにマスタシリンダ圧（操作圧力）が付与される。そして、制動装置7は、このマスタシリンダ圧が各ホイールシリンダ10にてホイールシリンダ圧（制動圧力）として作用することで、キャリパ、ブレーキパッド、ディスクロータなどを含んで構成される油圧制動部11が作動し車輪3に圧力制動力を発生させる。この間、制動装置7は、アクチュエータ9によってホイールシリンダ圧が運転状態に応じて適宜調圧される。

[0018] より具体的に言うと、アクチュエータ9は、例えば、車両制御装置1により制御される油圧制御装置（油圧制御回路）によって構成される。アクチュエータ9は、複数の配管、オイルリザーバ、オイルポンプ、各車輪3にそれぞれ設けられた各ホイールシリンダ10に接続する各油圧配管、各油圧配管の油圧を各々に増圧、減圧、保持するための複数の電磁弁などを含んで構成される。

[0019] アクチュエータ9は、通常の運転時には、例えば、車両制御装置1の制御指令にしたがってオイルポンプや所定の電磁弁が駆動することで、運転者によるブレーキペダル6の操作量（踏み込み量）に応じてホイールシリンダ10に作用するホイールシリンダ圧を調圧することができる。また、アクチュエータ9は、後述する車両制御時には、例えば、車両制御装置1の制御指令にしたがってオイルポンプや所定の電磁弁が駆動することで、ホイールシリンダ10に作用するホイールシリンダ圧を増圧する増圧モード、ほぼ一定に保持する保持モード、減圧する減圧モードなどで作動可能である。アクチュエータ9は、車両制御装置1による制御によって、車両2の走行状態に応じて各車輪3にそれぞれ設けられたホイールシリンダ10ごとに個別に上記モードを設定することができる。すなわち、アクチュエータ9は、運転者によるブレーキペダル6の操作とは無関係に車両2の走行状態に応じて各車輪3に作用する制動力を個別に調節することができる。

[0020] ここで、車両制御装置1は、CPU、ROM、RAM及びインターフェー

スを含む周知のマイクロコンピュータを主体とする電子回路を含んで構成される。車両制御装置 1 は、車両 2 の各所に取り付けられた種々のセンサ、例えば、各車輪 3 の車輪速度をそれぞれ検出する各車輪速度センサ 12 などが検出した検出結果に対応した電気信号が入力される。車両制御装置 1 は、各種センサから入力された各種入力信号や各種マップに基づいて、格納されている制御プログラムを実行することにより駆動源 5 やアクチュエータ 9 を制御する。

[0021] 本実施形態の車両制御装置 1 は、車両 2 の走行状態に応じて駆動源 5 やアクチュエータ 9 を制御することで、車両 2 の ABS (Anti-lock Brake System) 機能や TRC (Traction Control System) 機能などを実現することができる。すなわち、車両制御装置 1 は、運転者によるアクセルペダル 4 の踏み込み操作（加速操作）やブレーキペダル 6 の踏み込み操作（制動操作）に伴って車輪 3 がスリップしたとき、そのスリップ状態にある車輪 3 の制駆動力を調節することで、車両 2 の走行状態に応じた最適な制駆動力を車輪 3 に対して付与するようにする。車両制御装置 1 は、駆動源 5 の出力や制動装置 7 の制動圧力としてのホイールシリンダ圧（以下、特に断りのない限り「ブレーキ圧」という）を調節し車輪 3 に生じる制駆動力を制御することで、車輪 3 のスリップ状態、例えば、車輪 3 のタイヤと路面とのスリップ（滑り）をあらわす指標である車輪 3 のスリップ率を制御する。車両制御装置 1 は、実際のスリップ率が目標のスリップ率になるように車輪 3 に生じる制駆動力を制御する。ここで、目標のスリップ率は、例えば、車輪 3 のタイヤの摩擦係数が最大となるピーク μ スリップ率の近傍のスリップ率である。この目標のスリップ率は、所定の範囲を有していてもよい。車両制御装置 1 は、車両 2 の ABS 機能や TRC 機能を実現するべく、車両 2 の走行状態に応じてこのスリップ率の制御（スリップ率制御）を実行する。

[0022] 例えば、車両制御装置 1 は、運転者によるブレーキペダル 6 の踏み込み操作に応じて制動装置 7 が作動した際に車輪 3 に生じうるスリップを抑制する

ためにABS機能が作動したときの制動力制御として上記スリップ率制御を実行する。この場合、車両制御装置1は、実際のスリップ率が目標のスリップ率になるように制動装置7のブレーキ圧を調節し車輪3に生じる制動力を制御する。車両制御装置1は、実際のスリップ率が目標のスリップ率より大きくなった場合にブレーキ圧を減圧し制動力を低減する一方、実際のスリップ率が目標のスリップ率より小さくなった場合にブレーキ圧を増圧し制動力を増加する。車両制御装置1は、これを繰り返すことでブレーキロックを防止しつつ車両2の制動距離を短くすることができると共に車両安定性や操舵性を向上することができる。

[0023] ところで、車両制御装置1は、例えば、車輪3のスリップ率やこれに相当するパラメータに基づいて上記のようなスリップ率制御の開始を判定する場合、例えば、判定に用いる車輪3のスリップ率やこれを算出するための車両2の車体速度などのパラメータ自体が、例えば、各車輪3の車輪速度の平均値などに基づいて推定した推定値であることから、これらの検出精度によっては制御の開始の判定にバラツキが生じるおそれがある場合がある。このため、車両制御装置1は、例えば、車両2の走行状態に応じて変動する所定の物理量が制御開始値を超えたことを制御開始トリガーとしこれに応じてスリップ率を修正する場合がある。この場合、車両制御装置1は、例えば、スリップ率制御の開始のタイミングの適正化を図ることができる。

[0024] ところが、例えば、車両2の走行状態に応じて変動する所定の物理量として車輪3の車輪加速度などを上記スリップ率の基準の設定や制御開始トリガーに用いた場合、例えば、基準となるスリップ率にバラツキが生じるおそれがあり、これにより、制御精度が安定しない運転領域が存在するおそれがある。これは、所定の物理量として用いる車輪3の車輪加速度は、図2に例示するS-dVW（スリップ率－車輪加速度）線図に示すように、スリップ率に対するバラツキが相対的に大きく、外乱や設計誤差などによるスリップ率の不確定な変動に対するいわゆるロバスト性が相対的に低く、例えば、走行している路面 μ （例えば雪道とか）や車両2の車体速度、荷重などの影響を

受け易いためであると考えられる。この図2では路面 μ 、車両2の車体速度、荷重、タイヤの空気圧、ブレーキペダル6の踏み込み方などの条件が異なる複数のS-d VW線を図示している。

[0025] そこで、本実施形態の車両制御装置1は、車両2の走行状態に応じて算出される車輪3のスリップ率速度からこの車輪3の実際のスリップ率を推定することで、車両2の状態を制御する際の制御精度の向上を図っている。ここでの車両制御装置1は、上記のように推定される車輪3の実際のスリップ率に基づいて、車輪3に生じる制駆動力を制御して車輪3のスリップ状態を制御することで、車両2の状態として、車輪3のスリップ状態を制御する際の制御精度の向上を図っている。なお、以下の説明では、ABS機能が作動したときのスリップ率制御（制動力制御）について説明する。

[0026] 車両制御装置1は、種々の処理を行う処理部13、車両2の各部を制御するコンピュータプログラムなどが格納された記憶部14及び車両2の各部を駆動する不図示の駆動回路、各種センサが接続される入出力部15を含んで構成され、これらが互いに接続され、互いに信号の受け渡しが可能になっている。そして、車両制御装置1は、処理部13に機能概念的に、車両2の走行状態に応じて車輪3のスリップ率を求めるスリップ率検出部13aと、車両2の走行状態に応じて車輪3のスリップ率速度を求めるスリップ率速度検出部13bと、車輪3の実際のスリップ率である実スリップ率を推定する実スリップ率推定部13cと、車両2の車輪3に作用する制駆動力を制御する制駆動力制御部13dとが設けられる。

[0027] スリップ率検出部13aは、種々の公知の手法を用いて車輪3のスリップ率を求める。スリップ率検出部13aは、例えば、車輪速度センサ12が検出した各車輪3の車輪速度と、各車輪3の車輪速度の平均値などから推定される車両2の車体速度とに基づき、下記の数1に示す数式(1)を用いてスリップ率を求める。この数式(1)において、Sはスリップ率、 V_w は車輪速度、 V_r は車体速度を表す。なお、スリップ率は、各車輪速度センサ12による各検出値に基づいて各車輪3に対応してそれぞれ演算されている。

以下、特に断りのない限り、このスリップ率に関する演算、判定、制御などは、各車輪 3 に応じてそれぞれ行われているものとして説明する。

[0028] [数1]

$$S = \frac{V_r - V_w}{V_r} \quad \dots(1)$$

[0029] スリップ率速度検出部 13b は、種々の公知の手法を用いて車輪 3 のスリップ率速度を求める。スリップ率速度検出部 13b は、例えば、スリップ率検出部 13a が求めたスリップ率の時間微分値を演算することで車輪 3 のスリップ率速度（言い換えればスリップ率の変化速度） dS/dt を求めることができる。

[0030] なお、スリップ率速度検出部 13b は、スリップ率 S の単位時間当たりの変化量を演算することでスリップ率速度 dS/dt を求めてもよい。また、スリップ率速度検出部 13b は、下記の数 2 に示す数式 (2) を用いて、スリップ率 S にかかわらず、車輪 3 の車輪加速度 dV_w と車両 2 の車体速度 V_r とに基づいて近似的にスリップ率速度 dS/dt を算出してもよい。この数式 (2) において、 α は車両 2 の制動時の平均減速度、 dV_w は車輪 3 の車輪加速度、 V_r は車両 2 の車体速度を表す。この場合、車輪 3 の車輪加速度 dV_w 、車両 2 の車体速度 V_r は、例えば、各車輪速度センサ 12 による検出値に基づいて算出されればよい。また、平均減速度 α は、例えば、試験の結果等に応じて予め設定しておけばよい。

[0031] [数2]

$$\frac{dS}{dt} \approx -\frac{0.9\alpha + dV_w}{V_r} \quad \dots(2)$$

[0032] なお、ここで上記のようにしてスリップ率速度検出部 13b によって求められたスリップ率速度は、例えば、スリップ率を微分することにより車体速度の寄与度が相対的に小さくなり、車輪速度の値の寄与度が相対的に大きくなる。車輪速度自体は、各車輪速度センサ 12 による検出値が用いられるこ

とから、各車輪 3 の車輪速度の平均値などから推定される車体速度と比較して相対的に信頼性が高い。このため、数式 (1) などによって求められるスリップ率の推定精度とスリップ率速度の推定精度とでは、スリップ率速度の推定精度の方が、相対的に信頼性が高くなる傾向にある。

[0033] そして、実スリップ率推定部 13c は、予め設定されるスリップ率とスリップ率速度との関係に基づいて、車両 2 の走行状態に応じて算出される車輪 3 のスリップ率速度から車輪 3 の実際のスリップ率である実スリップ率を推定する。

[0034] ここで、予め設定されるスリップ率とスリップ率速度との関係は、例えば、図 3 の $S - dS/dt$ (スリップ率-スリップ率速度) 線図に示すような関係にある。本図に示すように、スリップ率速度は、スリップ率が 0 近傍の範囲にある場合にはスリップ率の変化に対して変動せずほぼ一定に維持される。そして、スリップ率速度は、スリップ率が所定のスリップ率 S_{R1} に達するとスリップ率の変化に応じて変動するようになる。言い換えれば、所定のスリップ率 S_{R1} は、スリップ率速度がスリップ率の変化に対して変動せずほぼ一定に維持される状態からスリップ率の変化に応じて変動する状態になった際のスリップ率である。そして、この所定のスリップ率 S_{R1} は、車両 3 の車両特性や車輪 3 のタイヤ特性などに応じてほぼ一定である傾向にある。ここでは、この所定のスリップ率 S_{R1} を基準スリップ率 S_{R1} とする。

[0035] この基準スリップ率 S_{R1} は、基本的には、車両 3 の車両特性や車輪 3 のタイヤ特性などに応じて定まる絶対的な値であり、比較的にロバスト性の高い値である。ここで図 4、図 5 では路面 μ 、車両 2 の車体速度、荷重、タイヤの空気圧、ブレーキペダル 6 の踏み込み方などの条件が異なる複数の $S - dS/dt$ 線を図示している。この図 4、図 5 に例示する $S - dS/dt$ 線図に示すように、車輪 3 のスリップ率は、どのような条件 (荷重、車体速度、空気圧、運転者によるブレーキペダル 6 の踏み方などの操作等) であっても、基本的には数%まではほぼ線形、すなわち、スリップ率速度がほぼ一定

で変化する傾向にある。そして、スリップ率速度が一定でなくなる点、すなわち、上記の基準スリップ率 $SR1$ は、スリップ率に対するバラツキが相対的に小さく、外乱や設計誤差などによるスリップ率の不確定な変動に対するロバスト性が相対的に高く、例えば、走行している路面 μ や車両 2 の車体速度、荷重などの影響を受けにくい傾向にある。つまり、スリップ率速度が変化する点に応じた基準スリップ率 $SR1$ は、路面 μ 、車両 2 の車体速度、荷重、タイヤの空気圧、ブレーキペダル 6 の踏み込み方などの条件によらず、車輪 3 のタイヤ特性に応じてほぼ同じスリップ率となる傾向にある。

[0036] 実スリップ率推定部 13c は、この現象を利用し、スリップ率速度が一定でなくなるスリップ率を基準スリップ率 $SR1$ として予め設定、記憶しておき、この基準スリップ率 $SR1$ を、スリップ率制御の制御量（制御において望ましい値に調節すべき値）であるスリップ率を校正するための基準となる値として用いる。そして、車両制御装置 1 は、この基準スリップ率を基準として修正されたスリップ率を用いてスリップ率制御を実行することで、絶対的な車体速度やスリップ率を正確に検出することが困難な構成であっても、種々の条件の変動に対してロバスト性が高い制御を実行することができるようになる。なお、図 3 に相当する $S - dS/dt$ 線図や基準スリップ率 $SR1$ は、上述したように車両 2 の車両特性や車輪 3 のタイヤ特性などに応じてある程度定まる値であり、実験によって予め設定され記憶部 14 に記憶させておいてもよいし、種々の学習制御によって学習、更新するようにしてもよい。

[0037] 実スリップ率推定部 13c は、基準スリップ率 $SR1$ を基準として、スリップ率検出部 13a が求めたスリップ率を校正し、実際のスリップ率である実スリップ率を推定することで、実スリップ率の推定精度を相対的に向上させる。

[0038] ここでは、実スリップ率推定部 13c は、スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた際に、スリップ率検出部 13a によって車両 2 の走行状態に応じて算出される車輪 3 のスリップ率が、上記のように予め設定

されるスリップ率とスリップ率速度との関係に応じて予め定まる基準スリップ率 SR_1 であるものとして、車輪3の実際のスリップ率である実スリップ率を推定する。

[0039] 具体的には、実スリップ率推定部13cは、スリップ率速度検出部13bが求めたスリップ率速度を監視し、スリップ率速度が一定の状態から変化するポイント（時点）を検出する。実スリップ率推定部13cは、上記のようにスリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた際に、スリップ率速度が一定の状態から変化したことを検出することができる。この場合、実スリップ率推定部13cは、スリップ率速度検出部13bが求めたスリップ率速度 dS/dt の時間微分値を演算することでスリップ率速度 dS/dt の微分値に相当するパラメータとしてスリップ率速度の変化率 d^2S/dt^2 を求めてもよいし、スリップ率速度 dS/dt の単位時間当たりの変化量を演算することでスリップ率速度の変化率 d^2S/dt^2 を求めてもよい。ここでの予め設定される所定値は、スリップ率の変化に対してスリップ率速度が変動したか否かを判定するためにスリップ率速度の変化率に対して設定されるスリップ率基準判定閾値であり、典型的には「0」あるいは「0」近傍の値である。

[0040] 実スリップ率推定部13cは、スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた時点、すなわち、スリップ率速度が一定の状態から変化した時点において、スリップ率検出部13aによって算出されたスリップ率が、基準スリップ率 SR_1 と同じスリップ率であるものとして、当該スリップ率検出部13aによって算出されたスリップ率を修正して実スリップ率を推定する。つまり、実スリップ率推定部13cは、スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた時点において、スリップ率検出部13aによって算出されたスリップ率を、基準スリップ率 SR_1 を基準として校正し、すなわち、算出されたスリップ率と基準スリップ率 SR_1 とのずれを把握し、このずれに応じて前記算出されたスリップ率を補正し実スリップ率を推定する。そして、実スリップ率推定部13cは、スリップ率速度が一定の状態か

ら変化した時点以降においては、上記把握されたずれに応じて、スリップ率検出部 13 a によって算出されたスリップ率を逐次補正し、実スリップ率を推定するようにすればよい。この結果、実スリップ率推定部 13 c は、実スリップ率の推定精度を相対的に向上することができる。

[0041] なお、この車両制御装置 1 は、車体速度を推定する車体速度推定部 13 e を備えていてもよい。車体速度推定部 13 e は、例えば、上記のように実スリップ率推定部 13 c によって推定される実スリップ率と車輪速度センサ 12 が検出した車輪速度とに基づいて、数式 (1) から車両 2 の車体速度を算出することができる。例えば、車体速度推定部 13 e は、スリップ率速度が一定の状態から変化した時点において、スリップ率検出部 13 a によって算出されたスリップ率を基準スリップ率 S_{R1} により校正、修正した実スリップ率に基づいて、当該時点における車両 2 の実際の車体速度を推定するようにしてもよい。これにより、この車両制御装置 1 は、例えば、各車輪 3 の車輪速度の平均値などに基づいて推定する場合と比較して、この車体速度の推定精度も向上することができ、この車体速度を用いた種々の制御の制御精度を向上することができる。

[0042] なお、実スリップ率推定部 13 c は、車体速度推定部 13 e によって推定された車両 2 の実際の車体速度に応じてスリップ率速度が一定の状態から変化した時点以降の実スリップ率を再度推定するようにしてもよいし、スリップ率速度検出部 13 b が求めたスリップ率速度と予め設定された図 3 に相当する $S - dS / dt$ 線図とに基づいて実スリップ率を逐次推定するようにしてもよい。

[0043] そして、制駆動力制御部 13 d は、実スリップ率推定部 13 c が推定した実スリップ率の変化を監視し、この実スリップ率が予め設定される目標のスリップ率（減圧閾値）を超えた際に、車輪 3 に生じる制駆動力を制御して車輪 3 のスリップを抑制するスリップ率制御を ON とする。目標のスリップ率は、図 4 に示すように、例えば、基準スリップ率 S_{R1} に対して、上述したピーク μ スリップ率 $S_{\mu max}$ に応じて設定される狙いのスリップ率である

。

[0044] 制駆動力制御部 13 d は、車輪 3 に生じる制駆動力を制御して車輪 3 のスリップを抑制する制御を ON とした場合、実スリップ率推定部 13 c が検出した基準スリップ率を基準として、スリップ率を所定の範囲におさめるように制駆動力を制御する。ここでは制駆動力制御部 13 d は、制動装置 7 のアクチュエータ 9 を制御することで、スリップ率が基準スリップ率を基準として設定された目標のスリップ率より大きくなった場合にブレーキ圧を減圧し制動力を低減する一方、スリップ率が目標のスリップ率より小さくなった場合にブレーキ圧を増圧し制動力を増加する。

[0045] 上記のように構成される車両制御装置 1 は、予め設定されるスリップ率とスリップ率速度との関係に基づいて、スリップ率速度検出部 13 b が算出したスリップ率速度から実際のスリップ率である実スリップ率を推定することで、実スリップ率の推定精度を向上することができる。さらに言えば、車両制御装置 1 は、路面 μ 、車両 2 の車体速度、荷重、タイヤの空気圧、ブレーキペダル 6 の踏み込み方などの条件によらず、常に車輪 3 のタイヤ特性に応じたほぼ同一の値となる基準スリップ率を基準として、スリップ率検出部 13 a が算出したスリップ率を校正し実スリップ率を推定することで、この実スリップ率の推定精度を向上することができる。そして、車両制御装置 1 は、この推定精度の高い実スリップ率を用いてスリップ率制御を実行することで、スリップ率制御の開始の判定にバラツキが生じることを防止することができ、種々の条件の変動に対してロバスト性が高いスリップ率制御を実行することができ、結果的に制動距離も短くすることができる。さらに、スリップ率速度が変化する時点でのスリップ率、すなわち、基準スリップ率は、必ずピーク μ スリップ率よりも小さいスリップ率となる。このため、この車両制御装置 1 は、スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えたことの検出、すなわち、スリップ率速度が一定の状態から変化したことの検出自体をスリップ率制御の制御開始トリガーとして利用できる。よって、車両制御装置 1 は、例えば、早すぎるタイミングでスリップ率制御が実行される

ことに対するガード機能のように作用し、スリップ率制御の開始のタイミングを適正化することができる。したがって、この車両制御装置 1 は、適正にスリップ率制御を行うことができ、車輪 3 のスリップ状態を制御する際の制御精度を向上することができる。

[0046] 次に、図 6 のフローチャートを参照して車両制御装置 1 における制御の一例を説明する。これらの制御ルーチンは、数 ms ないし数十 ms 毎の制御周期で繰り返し実行される。

[0047] まず、車両制御装置 1 の実スリップ率推定部 13c は、スリップ率基準判定として、スリップ率速度の変化率 d^2S/dt^2 が 0 であるか否かを判定する (S100)。

[0048] 実スリップ率推定部 13c は、スリップ率速度の変化率 d^2S/dt^2 が 0 であると判定した場合 (S100: Yes)、スリップ率基準を満足した点のスリップ率、すなわち、スリップ率速度の変化率 d^2S/dt^2 が 0 であると判定した時点のスリップ率を予め設定された基準スリップ率 $SR1$ であるものとして実スリップ率を推定し (S102)、現在の制御周期を終了し、次の制御周期に移行する。実スリップ率推定部 13c は、スリップ率速度の変化率 d^2S/dt^2 が 0 でないと判定した場合 (S100: No)、0 であると判定されるまでこの判定を繰り返し実行する。この場合、実スリップ率推定部 13c は、最後に置き換えられたスリップ率と基準スリップ率 $SR1$ との関係に応じて以降の実スリップ率を推定する。そして、制駆動力制御部 13d は、実スリップ率推定部 13c が推定した実スリップに基づいてスリップ率制御を実行する。なお、上記 S100 の判定は、例えば、スリップ率基準判定閾値 $a \neq 0$ とした場合に $|d^2S/dt^2| \leq a$ であるか否かの判定であってもよい。

[0049] 以上で説明した実施形態に係る車両制御装置 1 によれば、予め設定される車両 2 の車輪 3 のスリップ率と車輪 3 のスリップ率速度との関係に基づいて、車両 2 の走行状態に応じて算出される車輪 3 のスリップ率速度から当該車輪 3 の実際のスリップ率を推定する。また、以上で説明した実施形態に係る

車両制御装置 1 によれば、予め設定される車両 2 の車輪 3 のスリップ率と車輪 3 のスリップ率速度との関係に基づいて、車両 2 の走行状態に応じた車輪 3 のスリップ率速度から推定される車輪 3 の実際のスリップ率を用いて、車輪 3 に生じる制駆動力を制御して車輪 3 のスリップ状態を制御する。したがって、車両制御装置 1 は、例えば、運転者によるブレーキペダル 6 の踏み方などの操作や路面の影響などを低減して、車両 2 の状態を制御する際の制御精度、ここでは、車輪 3 のスリップ状態を制御する際の制御精度を向上することができる。

[0050] なお、上述した本発明の実施形態に係る車両状態演算装置及び車両制御装置は、上述した実施形態に限定されず、請求の範囲に記載された範囲で種々の変更が可能である。

[0051] 以上の説明では、制動装置 7 は、油圧を用いた圧力制動を行う油圧ブレーキ装置であるものとして説明したがこれに限らない。制動装置 7 は、車輪 3 に制動力を作用させることができるものであればなんでもよく、例えば、発電機として作動可能な電動機などによっていわゆる回生制動により車輪 3 に制動力を発生させるものであってもよい。

[0052] また、以上の説明では、車両制御装置 1 は、運転者によるブレーキペダル 6 の踏み込み操作に応じて制動装置 7 が作動した際に車輪 3 に生じうるスリップを抑制するために A B S 機能が作動したときの制動力制御としてスリップ率制御を説明したが制動力制御に限定されるものではなく、駆動力制御としてのスリップ率制御に適用することもできる。すなわち、車両制御装置 1 は、運転者によるアクセルペダル 4 の踏み込み操作に応じて駆動源 5 の出力が増加した際に車輪 3 が空転することで生じうるスリップを抑制するために T R C 機能が作動したときの駆動力制御として上記スリップ率制御を実行することもできる。

産業上の利用可能性

[0053] 以上のように本発明に係る車両状態演算装置及び車両制御装置は、車両の状態を制御する種々の車両状態演算装置及び車両制御装置に適用して好適で

ある。

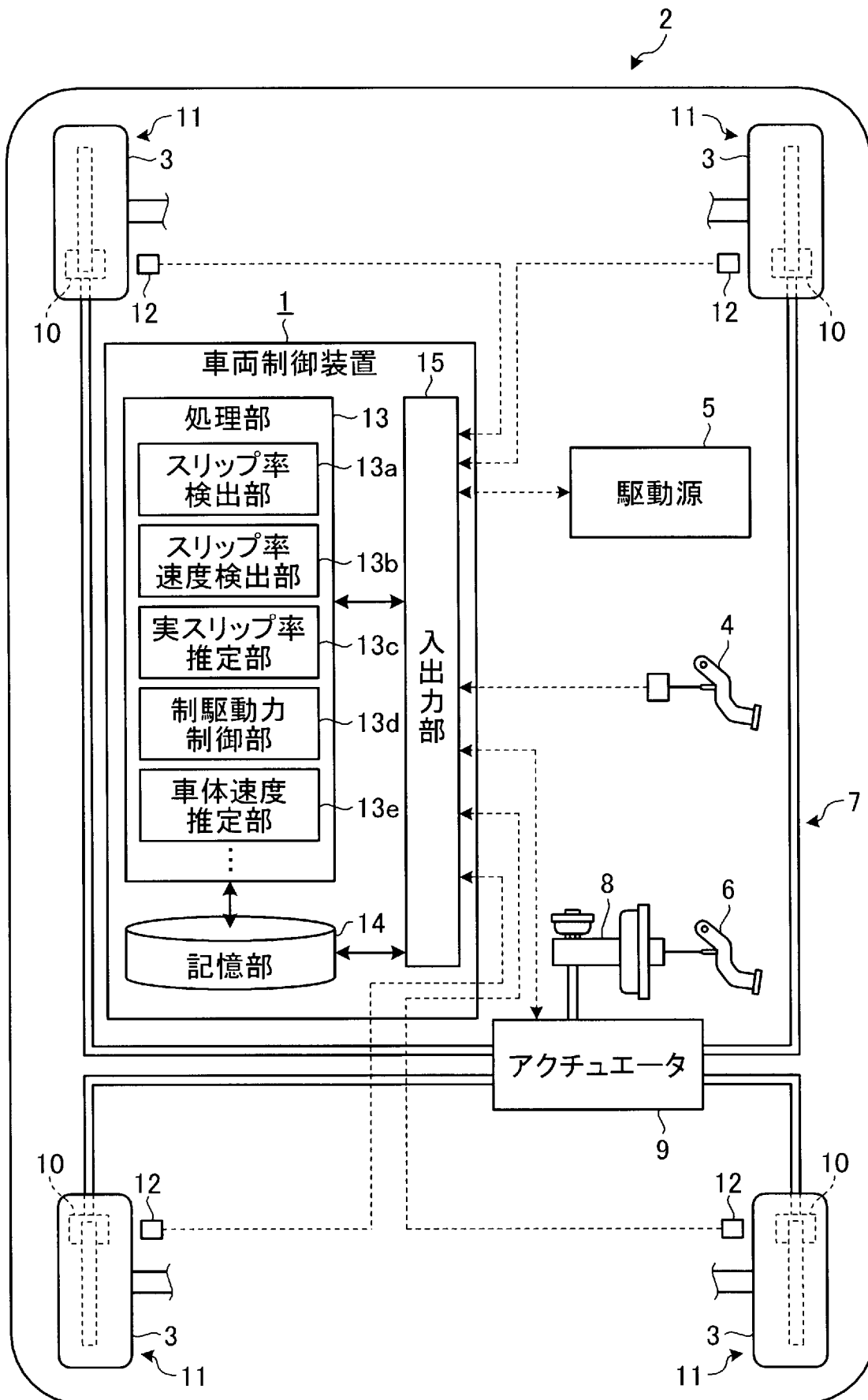
符号の説明

- [0054]
- | | |
|------|------------|
| 1 | 車両制御装置 |
| 2 | 車両 |
| 3 | 車輪 |
| 4 | アクセルペダル |
| 5 | 駆動源 |
| 6 | ブレーキペダル |
| 7 | 制動装置 |
| 8 | マスタシリンダ |
| 9 | アクチュエータ |
| 10 | ホイールシリンダ |
| 11 | 油圧制動部 |
| 12 | 車輪速度センサ |
| 13 a | スリップ率検出部 |
| 13 b | スリップ率速度検出部 |
| 13 c | 実スリップ率推定部 |
| 13 d | 制駆動力制御部 |
| 13 e | 車体速度推定部 |

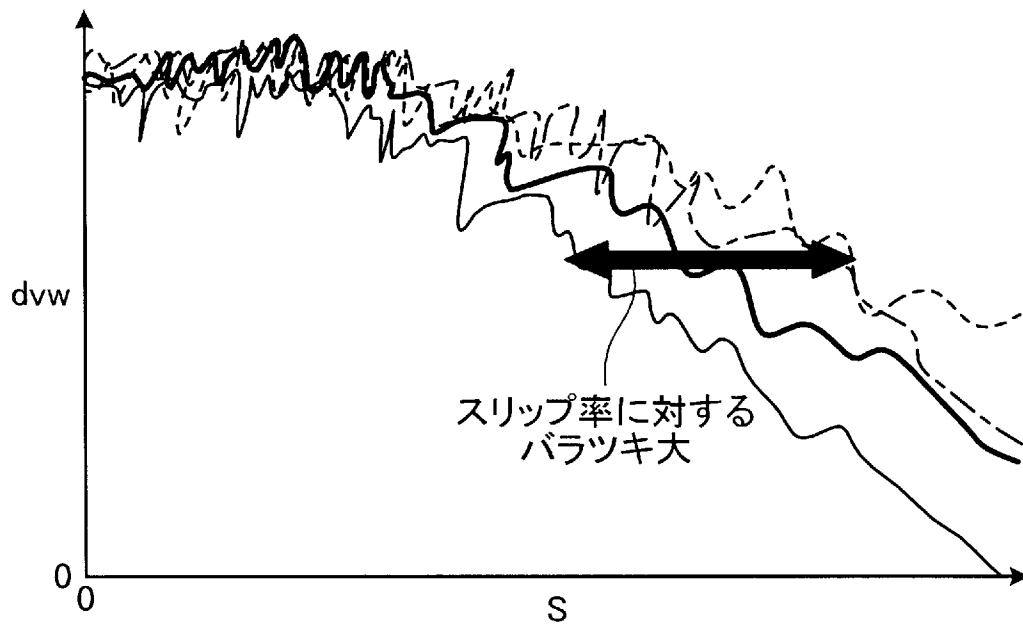
請求の範囲

- [請求項1] 予め設定される車両の車輪のスリップ率と前記車輪のスリップ率速度との関係に基づいて、前記車両の走行状態に応じて算出される前記車輪のスリップ率速度から当該車輪の実際のスリップ率を推定することを特徴とする、
 車両状態演算装置。
- [請求項2] 前記スリップ率速度の変化率が予め設定される所定値を超えた際に前記車両の走行状態に応じて算出される前記車輪のスリップ率が、予め設定される前記スリップ率と前記スリップ率速度との関係に応じて予め定まる基準スリップ率であるものとして、前記実際のスリップ率を推定する、
 請求項 1 に記載の車両状態演算装置。
- [請求項3] 前記スリップ率速度の微分値に相当するパラメータが予め設定される所定値を超えた際に前記車両の走行状態に応じて算出される前記車輪のスリップ率が、予め設定される前記スリップ率と前記スリップ率速度との関係に応じて定まる基準スリップ率であるものとして、前記実際のスリップ率を推定する、
 請求項 1 又は請求項 2 に記載の車両状態演算装置。
- [請求項4] 前記推定した前記実際のスリップ率と前記車輪の車輪速度とに基づいて前記車両の車体速度を算出する、
 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の車両状態演算装置。
- [請求項5] 予め設定される車両の車輪のスリップ率と前記車輪のスリップ率速度との関係に基づいて、前記車両の走行状態に応じた前記車輪のスリップ率速度から推定される前記車輪の実際のスリップ率を用いて、前記車輪に生じる制駆動力を制御して前記車輪のスリップ状態を制御することを特徴とする、
 車両制御装置。

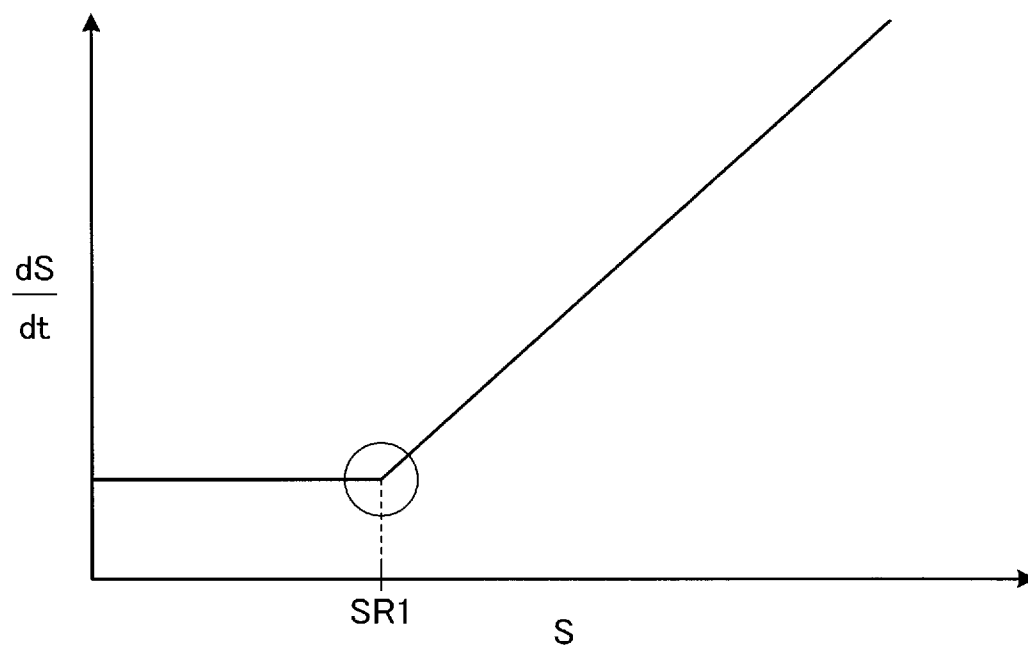
[図1]



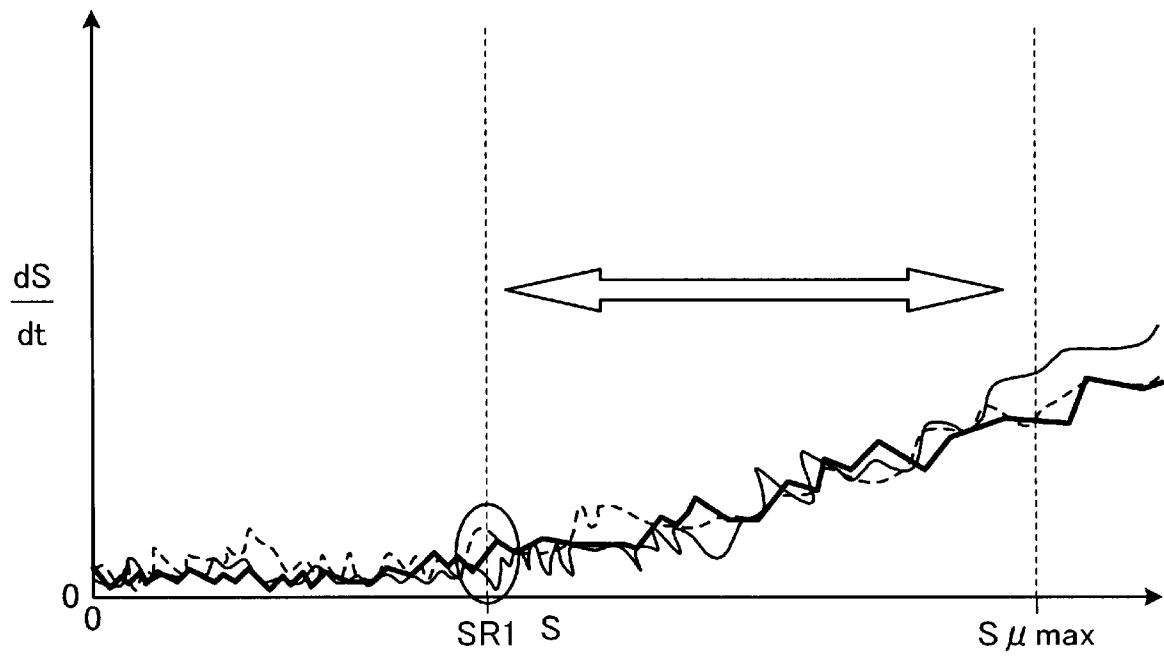
[図2]



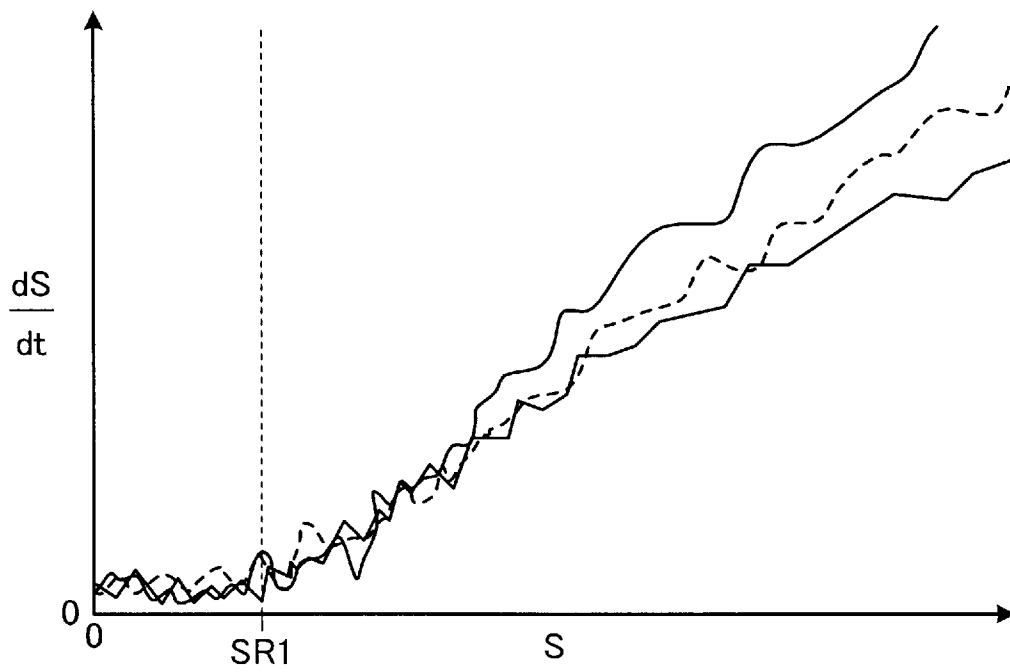
[図3]



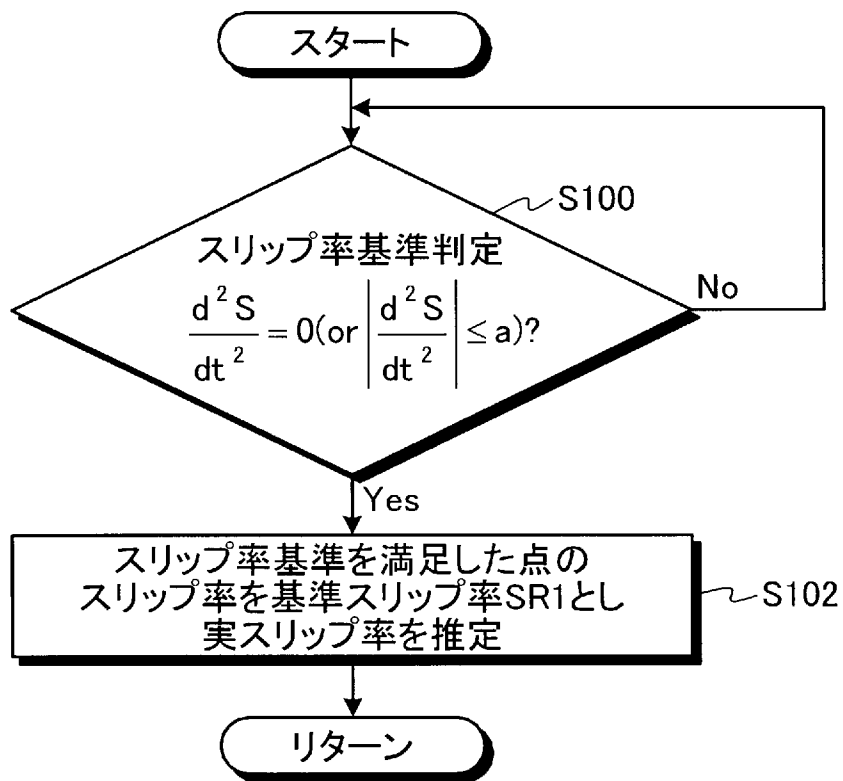
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T8/172(2006.01) i, B60W40/06(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60T8/172, B60W40/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 61-282160 A (Nippondenso Co., Ltd.), 12 December 1986 (12.12.1986), page 8, lower left column, line 4 to page 9, upper left column, line 13 & US 4774667 A & EP 200379 A2	1, 4-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 March, 2010 (30.03.10)

Date of mailing of the international search report
13 April, 2010 (13.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053362

In claims 2 and 3, it is unclear that there is what relationship between "standard slip ratio" and "actual slip rate", and that "standard slip rate" is defined by what technical meaning.

Consequently, the search has been carried out with respect vehicle state operation device for estimating "actual slip rate" by use of determined "standard slip rate" as disclosed in the description.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B60T8/172 (2006.01)i, B60W40/06 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B60T8/172, B60W40/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 61-282160 A (日本電装株式会社) 1986.12.12, 第 8 ページ左下欄第 4 行-第 9 ページ左上欄第 13 行 & US 4774667 A & EP 200379 A2	1, 4-5

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田 達志

3 W

4 0 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 8

請求項2及び3において、「基準スリップ率」と「実際のスリップ率」とがどのような関係を有するのか不明であり、「基準スリップ率」を定める技術的意義が不明である。

よって、調査は、明細書に開示されているとおり、定めた「基準スリップ率」を用いて「実際のスリップ率」を推定する車両状態演算装置について行った。