(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
2022年8月4日(04.08.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/163471 A1

(51) 国際特許分類:
B60W 40/10 (2012.01) *B60W 40/107* (2012.01)
B60G 17/015 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/001879

(22) 国際出願日： 2022年1月20日(20.01.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2021-011007 2021年1月27日(27.01.2021) JP

(71) 出願人: 日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社(**HITACHI ASTEMO, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 吉田 祐貴(**YOSHIDA, Yuki**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社内 Ibaraki (JP). 平尾 隆介(**HIRAO, Ryusuke**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社内 Ibaraki (JP). 奈須 真吾(**NASU, Shingo**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

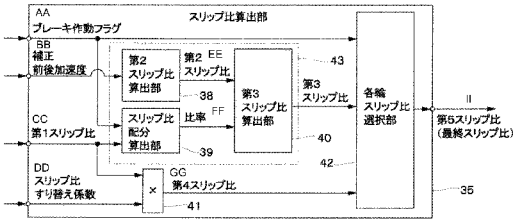
(74) 代理人: 山本 修，外 (**YAMAMOTO, Osamu** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 新大手町ビル２０６区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** SLIP STATE DETECTION DEVICE AND SUSPENSION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： スリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置

[図7]



JJ 第2スリップ比算出部:タイヤ特性に基づくスリップ比算出部
KK 第2スリップ比:タイヤ特性に基づくスリップ比
LL スリップ比配分算出部:各輪スリップ比配分算出部
MM 比率:各輪のスリップ比の比率
NN 第3スリップ比算出部:各輪の前後加速度に基づくスリップ比算出部
OO 第3スリップ比:前後加速度に基づくスリップ比
PP 第4スリップ比:スリップ比切換え係数が乗算された車輪速に基づくスリップ比
QQ 第1スリップ比:車輪速に基づくスリップ比

35 Slip ratio calculation unit
38 Second slip ratio calculation unit
39 Slip ratio distribution calculation unit
40 Third slip ratio calculation unit
42 Selection unit for slip ratio of each wheel
AA Brake actuation flag
BB Corrected longitudinal acceleration
CC First slip ratio
DD Slip ratio replacement coefficient
EE Second slip ratio
FF Proportion
GG Fourth slip ratio
HH Third slip ratio
II Fifth slip ratio (final slip ratio)
JJ Second slip ratio calculation unit: slip ratio calculation unit based on tire characteristics
KK Second slip ratio: slip ratio based on tire characteristics
LL Slip ratio distribution calculation unit: calculation unit for slip ratio distribution for each wheel
MM Proportion: proportion of slip ratio of each wheel
NN Third slip ratio calculation unit: slip ratio calculation unit based on longitudinal acceleration of each wheel
OO Third slip ratio: slip ratio based on longitudinal acceleration
PP Fourth slip ratio: slip ratio based on wheel speed multiplied by slip ratio replacement coefficient
QQ First slip ratio: slip ratio based on wheel speed

(57) **Abstract:** A suspension control unit comprises a slip state detection device for detecting a slip state of a wheel. The slip state detection device is provided with a second slip ratio calculation unit, a slip ratio distribution calculation unit, and a third slip ratio calculation unit. The second slip ratio calculation unit obtains a slip ratio with consideration of tire characteristics (second slip ratio) according to longitudinal acceleration of a vehicle (longitudinal acceleration) detected by a longitudinal acceleration sensor and tire characteristics (slip ratio coefficient). The slip ratio distribution calculation unit calculates a proportion of the slip ratio of each wheel. The third slip ratio calculation unit corrects the slip ratio with consideration of tire characteristics (second slip ratio) with the proportion of the slip ratio of each wheel obtained according to a rotational speed signal of each wheel, to obtain a corrected slip ratio (third slip ratio) of each wheel.

WO 2022/163471 A1

[続葉有]

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：サスペンション制御ユニットは、車輪のスリップ状態を検出するためのスリップ状態検出装置を有している。スリップ状態検出装置は、第２スリップ比算出部と、スリップ比配分算出部と、第３スリップ比算出部とを備えている。第２スリップ比算出部は、前後加速度センサで検出された車両の前後加速度（前後加速度）とタイヤ特性（スリップ比係数）とに応じてタイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）を求める。スリップ比配分算出部は、各輪のスリップ比の比率を算出する。第３スリップ比算出部は、タイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）を、各車輪の回転速度信号に応じて求められる各車輪のスリップ比の比率で補正して、各車輪の補正スリップ比（第３スリップ比）を求める。

明　細　書

発明の名称 ：

スリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、例えば、自動車等の車両に搭載されるスリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、車体の加減速度、車輪の回転速度を検出し、タイヤ捻ればね要素およびサスペンション前後ばね要素を考慮して、タイヤの状態を判定するタイヤ状態判定装置が記載されている。特許文献２には、車輪のスリップ率変化量を求め、車輪速変動量のゲインを補正するサスペンション制御装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００３－３０６０９３号公報

特許文献2：特開２０１５－０５１７１９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、車輪速センサの検出値等の車輪速度の変化から車体の上下方向の状態（例えば、サスペンションのストローク、上下加速度）を推定する場合、わずかなスリップが発生しても推定精度が低下するおそれがある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一実施形態の目的は、スリップ比、延いては、車体の上下方向の状態の推定精度を向上できるスリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置を提供することにある。

[0006] 本発明の一実施形態は、スリップ状態検出装置であって、前後加速度検出

部で検出された車両の前後加速度とタイヤ特性とに応じてタイヤ特性考慮スリップ比を求めるタイヤ特性考慮スリップ比確定部と、前記タイヤ特性考慮スリップ比を、各車輪の回転速度信号に応じて求められる各車輪のスリップ比で補正して、各車輪の補正スリップ比を求める補正スリップ比確定部と、を有する。

[0007] また、本発明の一実施形態は、サスペンション制御装置であって、車両の前後加速度を検出して、前後加速度信号を出力する前後加速度検出部と、各車輪の回転速度を検出して、各車輪の回転速度信号を出力する車輪回転速度検出部と、前記前後加速度信号と前記各車輪の回転速度信号とを入力し、入力された前記前後加速度信号とタイヤ特性とからタイヤ特性考慮スリップ比を求め、前記タイヤ特性考慮スリップ比を、前記各車輪の回転速度信号に応じて補正して各車輪の補正スリップ比を求め、前記各車輪の回転速度信号に基づいて車体の上下動を推定し、推定された車体の上下動を前記各車輪の補正スリップ比に基づいて補正し、補正された車体の上下動に基づいた制御信号を出力する制御装置と、車体と車輪側部材との間に設けられ、前記制御信号に応じて、前記車輪側部材からの入力に対する車体の状態を変化させるアクチュエータと、を有する。

[0008] 本発明の一実施形態によれば、スリップ比、延いては、車体の上下方向の状態の推定精度を向上できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態によるスリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置が搭載された４輪自動車を示す全体構成図である。

[図2]図１中のコントローラ（ＥＣＵ）、減衰力可変型緩衝器（制御ダンパ）等を示すブロック図である。

[図3]図２中の車両状態推定部を示すブロック図である。

[図4]図３中の車両上下状態推定部を示すブロック図である。

[図5]図４中の車輪速推定部を示すブロック図である。

[図6]図５中の第２車輪速算出部を示すブロック図である。

[図7]図６中のスリップ比算出部を示すブロック図である。

[図8]図６中のスリップ比すり替え係数算出部を示すブロック図である。

[図9]タイヤ前後力の和Ｆｘ、タイヤ上下力の和Ｆｚ、車体前後加速度（補正前後加速度Ｇｘｆ）、車両重量ｍ、重力加速度ｇを示す説明図である。

[図10]各輪の車輪速ＶwFL，ＶwFR，ＶwRL，ＶwRR、車体前後速ＶBxを示す説明図である。

[図11]「スリップ比」と「タイヤ前後力／タイヤ上下力」との関係の一例を示す特性線図である。

[図12]「前後加速度／ｇ（＝タイヤ前後力／タイヤ上下力）」と「スリップ比」との関係の一例を示す特性線図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態によるスリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置を、車両としての自動車（より具体的には、４輪自動車）に用いる場合を例に挙げ、添付図面を参照しつつ説明する。

[0011] 図１において、自動車である車両１のボディを構成する車体２の下側には、例えば左右の前輪３と左右の後輪４（一方のみ図示）との合計４個の車輪３，４が設けられている。左右の前輪３と車体２との間には、それぞれ前輪側のサスペンション５，５（以下、前輪サスペンション５という）が介装して設けられている。前輪サスペンション５は、懸架ばね６（以下、ばね６という）、および、ばね６と並列に設けられた減衰力調整式緩衝器７（以下、緩衝器７という）を備えている。

[0012] 左右の後輪４と車体２との間には、それぞれ後輪側のサスペンション８，８（以下、後輪サスペンション８という）が介装して設けられている。後輪サスペンション８は、懸架ばね９（以下、ばね９という）、および、ばね９と並列に設けられた減衰力調整式緩衝器１０（以下、緩衝器１０という）を備えている。緩衝器７，１０は、例えば、減衰力の調整が可能な油圧式のシリンダ装置（減衰力可変式ショックアブソーバ）となるセミアクティブダンパにより構成されている。即ち、車両１は、減衰力可変式ショックアブソー

バを用いたセミアクティブサスペンションシステムが搭載されている。

[0013] ここで、緩衝器７，１０は、車両１の車体２と車輪３，４（より具体的には、車輪３，４を支持する車輪側部材）との間に設けられた減衰力可変型の減衰力発生装置（減衰力可変型緩衝器）である。緩衝器７，１０は、車両１の姿勢を制御する車体姿勢制御装置に相当する。即ち、緩衝器７，１０は、後述するサスペンション制御ユニット２１によって発生減衰力の特性（減衰力特性）が可変に制御される。このために、緩衝器７，１０には、減衰力特性をハードな特性（硬特性）からソフトな特性（軟特性）に連続的（ないし多段階）に調整するため、減衰力調整バルブおよびソレノイド等からなる減衰力調整アクチュエータ（図示せず）が付設されている。緩衝器７，１０は、サスペンション制御ユニット２１から減衰力調整アクチュエータへ供給される指令電流（制御信号、制御指令）に応じて減衰力特性が可変に調整される。

[0014] なお、減衰力調整バルブとしては、減衰力発生バルブのパイロット圧を制御する圧力制御方式や通路面積を制御する流量制御方式等、従来から知られている構造を用いることができる。また、緩衝器７，１０は、減衰力を連続的（ないし多段階）に調整できればよく、例えば、空圧ダンパや電磁ダンパ、電気粘性流体ダンパ、磁性流体ダンパであってもよい。また、緩衝器７，１０は、エアばね（空気ばね）を用いたエアダンパ（エアサス）、前後左右の油圧シリンダを配管で接続した油圧ダンパ（車高調整装置）、左右の車輪の動きに対して力を与えるスタビライザ等であってもよい。さらに、緩衝器７，１０は、推力を発生できる液圧式アクチュエータ、電動式アクチュエータまたは気圧式アクチュエータにより構成されるフルアクティブダンパでもよい。即ち、車両１にフルアクティブダンパを用いたフルアクティブサスペンションシステムを搭載してもよい。

[0015] 次に、車両１の状態を検出する各種のセンサ１１，１２，１３，１４，１５およびスイッチ１６について説明する。

[0016] 図１に示すように、車両１には、前後加速度センサ１１、横加速度センサ

１２、車輪速センサ１３、操舵角センサ１４、ヨーレイトセンサ１５、および、ブレーキスイッチ１６が設けられている。これらのセンサ１１，１２，１３，１４，１５およびスイッチ１６は、車両１に一般的に搭載されているセンサおよびスイッチ、より具体的には、車両１の制動、駆動、操舵の制御に主として用いられるセンサおよびスイッチである。

[0017] 前後加速度検出手段としての前後加速度センサ１１は、例えば車両１のばね上側となる車体２に設けられている。前後加速度センサ１１は、車両１（車体２）の前後方向の加速度（減速度、加速度）を検出する。前後加速度センサ１１の検出情報（前後加速度に対応する信号）は、例えば車内ＬＡＮ通信であるＣＡＮ１７（後述の図２）を介して車両１に搭載された各種のコントローラ（ＥＣＵ）に出力される。例えば、図示は省略するが、前後加速度センサ１１の情報（前後加速度）は、ＣＡＮ１７を介して、車両１の制駆動システム（制動システム、駆動システム）のコントローラ（制駆動用ＥＣＵ、制動用ＥＣＵ、駆動用ＥＣＵ）、車両１の操舵システムのコントローラ（操舵用ＥＣＵ）等に出力される。また、後述の図２に示すように、前後加速度センサ１１の情報（前後加速度センサ値）は、ＣＡＮ１７を介して車両１のサスペンションシステムのコントローラとなるサスペンション制御ユニット２１（サスペンション用ＥＣＵ）に出力される。

[0018] 横加速度センサ１２は、例えば車両１のばね上側となる車体２に設けられている。横加速度センサ１２は、車両１（車体２）の左右方向の加速度（横加速度、左右加速度）を検出する。横加速度センサ１２の検出情報（横加速度に対応する信号）は、例えばＣＡＮ１７を介して各種のコントローラ（ＥＣＵ）に出力される。例えば、後述の図２に示すように、横加速度センサ１２の情報（横加速度センサ値）は、ＣＡＮ１７を介して、サスペンション制御ユニット２１（サスペンション用ＥＣＵ）に出力される。

[0019] 車輪回転速度検出手段としての車輪速センサ１３は、例えば車輪３，４を支持する車輪支持用ハブユニットに設けられている。車輪速センサ１３は、それぞれの車輪３，４に対応して設けられている。車輪速センサ１３は、車

輪３，４の回転速度（車輪速）を検出する。車輪速センサ１３の検出情報（車輪速に対応する信号）は、例えばＣＡＮ１７を介して各種のコントローラ（ＥＣＵ）に出力される。例えば、後述の図２に示すように、車輪速センサ１３の情報（車輪速センサ値×４）は、ＣＡＮ１７を介してサスペンション制御ユニット２１（サスペンション用ＥＣＵ）に出力される。

[0020] 操舵角センサ１４は、例えば車両１の操舵装置（図示せず）に設けられている。操舵角センサ１４は、車両１を運転するドライバのステアリング操作によって生じる操舵角（回転角）または車輪（前輪３）の舵角を検出する。操舵角センサ１４の検出情報（操舵角に対応する信号）は、例えばＣＡＮ１７を介して各種のコントローラ（ＥＣＵ）に出力される。例えば、後述の図２に示すように、操舵角センサ１４の情報（操舵角センサ値）は、ＣＡＮ１７を介してサスペンション制御ユニット２１（サスペンション用ＥＣＵ）に出力される。

[0021] ヨーレイトセンサ１５は、例えば車両１のばね上側となる車体２に設けられている。ヨーレイトセンサ１５は、車両１（車体２）の上下方向に延びるヨー軸（鉛直軸）周りの回転角速度であるヨーレイト（車体ヨーレイト）を検出する。ヨーレイトセンサ１５の検出情報（ヨーレイトに対応する信号）は、例えばＣＡＮ１７を介して各種のコントローラ（ＥＣＵ）に出力される。例えば、後述の図２に示すように、ヨーレイトセンサ１５の情報（ヨーレイトセンサ値）は、ＣＡＮ１７を介して、サスペンション制御ユニット２１（サスペンション用ＥＣＵ）に出力される。

[0022] ブレーキスイッチ１６は、例えばブレーキペダル（図示せず）に設けられている。ブレーキスイッチ１６は、ブレーキペダルの操作の有無を検出する。例えば、ブレーキスイッチ１６は、ブレーキペダルが操作される（踏み込まれる）と、ブレーキ作動フラグに対応するＯＮ信号を出力する。ブレーキスイッチ１６の検出情報（ブレーキ操作ありに対応するＯＮ信号）は、例えばＣＡＮ１７を介して各種のコントローラ（ＥＣＵ）に出力される。例えば、後述の図２に示すように、ブレーキスイッチ１６のＯＮ信号（ブレーキ作

動状態に対応するブレーキ作動フラグ）は、ＣＡＮ１７を介してサスペンション制御ユニット２１（サスペンション用ＥＣＵ）に出力される。

[0023] 次に、緩衝器７，１０を制御するサスペンション制御ユニット２１について説明する。

[0024] 制御装置としてのサスペンション制御ユニット２１は、マイクロコンピュータ、電源回路、駆動回路を含んで構成されており、ＥＣＵ（Electronic Control Unit）とも呼ばれている。サスペンション制御ユニット２１は、サスペンションシステム用のコントローラ（制御装置）、即ち、サスペンション用ＥＣＵ（緩衝器用ＥＣＵ）である。サスペンション制御ユニット２１は、センサ１１，１２，１３，１４，１５、スイッチ１６等により検出される情報、即ち、センサ情報およびスイッチ情報等に基づいて、緩衝器７，１０を制御（減衰力を調整）する。この場合、サスペンション制御ユニット２１は、センサ情報およびスイッチ情報に基づいて車両１の状態を推定し、推定された車両１の状態に応じて緩衝器７，１０を制御する。

[0025] 図２に示すように、サスペンション制御ユニット２１は、ＣＡＮ１７に接続されている。これにより、サスペンション制御ユニット２１には、ＣＡＮ１７を介して、前後加速度センサ１１の信号（前後加速度センサ値）、横加速度センサ１２の信号（横加速度センサ値）、車輪速センサ１３の信号（車輪速センサ値×４）、操舵角センサ１４の信号（操舵角センサ値）、ヨーレイトセンサ１５の信号（ヨーレイトセンサ値）、ブレーキスイッチ１６の信号（ブレーキ作動状態に対応するブレーキ作動フラグ）がＣＡＮ信号として入力される。また、サスペンション制御ユニット２１には、運転支援システム動作状態に対応する信号（ＡＢＳ、ＴＣＳ、ＶＳＣ等の制動に関するシステムがブレーキ操作している状態に対応するブレーキ作動フラグ）がＣＡＮ信号として入力される。一方、サスペンション制御ユニット２１の出力側は、制御ダンパである緩衝器７，１０に接続されている。サスペンション制御ユニット２１は、緩衝器７，１０の減衰力調整アクチュエータ（例えば、減衰力調整バルブの開弁圧を調整するソレノイド）に制御信号（指令電流、制

御指令）を出力する。

[0026] 図１に示すように、サスペンション制御ユニット２１は、ＣＰＵ（演算処理装置）等の演算処理を行うコントロール部２１Ａ、および、ＲＯＭ、ＲＡＭ、不揮発性メモリ等のメモリからなる記憶部２１Ｂを備えている。記憶部２１Ｂには、センサ１１，１２，１３，１４，１５、スイッチ１６等の情報（入力信号）から車両状態（車両運動、車両挙動）を演算（推定）する処理プログラム、車両の状態（車両運動、車両挙動）から緩衝器７，１０で発生すべき減衰力を演算する処理プログラム、発生すべき減衰力に対応する制御信号（制御指令）を出力する処理プログラム等が格納されている。

[0027] 緩衝器７，１０の減衰力を演算する制御則（乗り心地の制御則、操縦安定性の制御則）としては、例えば、スカイフック制御則、ＢＬＱ制御則（双線形最適制御則）またはＨ∞制御則等を用いることができる。サスペンション制御ユニット２１は、例えば、ばね上となる車体２の運動（挙動）を緩衝器７，１０の減衰力によって減速させる場合は、緩衝器７，１０の減衰力を大きくし、ばね上となる車体２の運動（挙動）を緩衝器７，１０の減衰力によって加速させる場合は、緩衝器７，１０の減衰力を抑制する。減衰力可変ダンパである緩衝器７，１０は、減衰力を可変させて適切に各車輪３，４の上下動を減衰させることにより、車体２の振動を抑制する働きを持っている。

[0028] ところで、前述の特許文献２に記載されたサスペンション制御装置は、車輪速度（車輪速）の変動量からばね上（車体側）とばね下（車輪側）との相対変位速度を算出し、算出した相対変位速度に基づいて減衰力可変ダンパの減衰力を制御する。この場合に、特許文献２のサスペンション制御装置は、駆動トルク等を用いて車輪速変動量に乗じるゲインを変化させることにより、車輪のスリップ率の変化に起因する車輪速度変量を除去する。

[0029] このような車輪速から相対変位速度を算出する場合、即ち、車輪速から車両（車体）の上下運動を推定（算出）する場合、車輪速センサで検出される車輪速（車輪速センサ信号）から車両（車体）の上下運動に起因する車輪速（上下運動起因車輪速）を抽出する。この場合、上下運動起因車輪速は、例

えば、「車輪速センサ信号」から「車両の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速（制駆動車輪速）」および「車輪のスリップに起因する車輪速（車輪スリップ起因車輪速）」を減じることにより求めることができる。

[0030] ここで、車両が定速で直進走行している場合は、車輪（タイヤ）のスリップ比が微小である。このため、上下運動起因車輪速は、車輪スリップ起因車輪速を無視して求めることが考えられる。即ち、上下運動起因車輪速は、「車輪速センサ信号」から「車両の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速（制駆動車輪速）」を減じることにより求めることが考えられる。より具体的には、上下運動起因車輪速を「Ｖwz」とし、車輪速センサ信号による車輪速を「Ｖwse」とし、制駆動車輪速（制動駆動車輪速）に対応する前後加速度を「Ｇx」とした場合に、上下運動起因車輪速Ｖwzを次の数１式で求めることが考えられる。

[0031] [数1]

$$Vwz = \int \left(\dot{V}wse - Gx \right) dt$$

[0032] しかし、車輪スリップ起因車輪速が大きい場合は、上下運動起因車輪速の推定誤差が大きくなり、上下運動状態量が発散する可能性がある。そこで、これを抑制するために、上下運動起因車輪速の推定に、例えば、ある１輪の車輪速で閾値以上のスリップが発生した場合は、左右反対の車輪速を用い、左右どちらの輪も閾値以上のスリップが発生した場合は、車体速（車速）を用いることが考えられる。しかし、この場合は、スリップを想定していないため、加減速によって生じるスリップに伴って上下運動起因車輪速の推定精度が低下する可能性がある。また、小スリップ発生時は、左右反対輪の車輪速を用いるため、例えば、入力に左右差のある路面で推定精度が低下する可能性がある。また、車体速を用いる場合、車体速に上下運動起因の成分が含まれないため、車体の上下運動の推定が困難になる可能性がある。

[0033] そこで、実施形態では、タイヤ特性（例えば、事前にタイヤ特性試験で取

得した既知のタイヤ特性）と車体前後加速度とからスリップ比を求める。この場合、車体の前後加速度を用いるため、各タイヤ（それぞれの車輪）のスリップ比は、同じもの（同じ値）として求められる。このため、実施形態では、車輪速から計算した各輪のスリップ比から各輪のスリップの比率を計算する。そして、「車体前後加速度から求めた各輪のスリップ比（同じ値）」を「車輪速から計算した各輪のスリップの比率」で配分することにより、各輪のスリップ比を算出（補正）する。実施形態では、このように求めた各輪のスリップ比を用いて、各輪の車輪スリップ起因車輪速を求める。このため、車輪スリップ起因車輪速を精度よく求めることができる。

[0034] そして、実施形態では、このような車輪スリップ起因車輪速を用いて、車輪速センサで検出される車輪速（車輪速センサ信号）から不要な成分となる車輪スリップ起因車輪速を減じる（除去する）。即ち、車輪速センサで検出される車輪速（車輪速センサ信号）から上下運動起因車輪速を抽出するときに、車輪速センサで検出される車輪速（車輪速センサ信号）から上述のように求めた車輪スリップ起因車輪速を減じる（除去する）。このため、上下運動起因車輪速の推定精度を向上することができる。

[0035] また、実施形態では、上述のように算出した各輪のスリップ比をスリップが小さいとき（小スリップ時）に用いる。例えば、スリップ比が０．０２以下等の小さい場合は、上述のように算出した各輪のスリップ比、即ち、車体前後加速度とタイヤ特性とに基づくスリップ比を補正（各輪に配分）して求めた各輪のスリップ比（以下、「前後加速度に基づくスリップ比」ともいう）を用いる。これに対して、小スリップよりも大きい中スリップ時、例えば、スリップ比が０．０２以上０．０８以下の場合は、そのときのスリップに応じて、前後加速度に基づくスリップ比から、車輪速と車体速度とに基づいて算出したスリップ比（以下、「車輪速に基づくスリップ比」ともいう）に切換える。具体的には、車輪速に基づくスリップ比を入力としてスリップ比切換え係数を算出し、この算出したスリップ比切換え係数を用いて、前後加速度に基づくスリップ比と車輪速に基づくスリップ比とを徐々にすり替える

。

[0036] なお、小スリップの上限（＝中スリップの下限）となるスリップ比（例えば、０．０２）は、タイヤ特性に応じて設定することができる。例えば、小スリップの上限は、後述するように、タイヤ特性が線形の範囲のスリップ比に基づいて設定することができる。また、中スリップの上限となるスリップ比（例えば、０．０８）は、トラクションコントロールシステム等の運転支援システムが作動を開始するスリップ比に基づいて設定することができる。また、小スリップの範囲および中スリップの範囲（即ち、スリップ比「０．０２」および「０．０８」）は例示であり、これらの値は、車両１の種類、仕様、タイヤの種類、仕様等に応じて変化する。換言すれば、スリップ比を求めるためのタイヤ特性は、車両１の種類毎、仕様毎、タイヤの種類毎、仕様毎に設定される。

[0037] 以下、スリップ比の算出（推定）、車輪スリップ起因車輪速の算出（推定）を含む車両状態（車両運動、車両挙動）の算出（推定）を行うと共に、算出（推定）された車両状態（車両運動、車両挙動）に基づいて緩衝器７，１０の制御を行うサスペンション制御ユニット２１について、図１に加え、図２ないし図１２も参照しつつ説明する。

[0038] 実施形態のサスペンションシステムは、緩衝器７，１０と、緩衝器７，１０に制御信号（制御指令）を出力するサスペンション制御ユニット２１と、車両１に搭載されたセンサとなる前後加速度センサ１１および車輪速センサ１３とを含んで構成されている。サスペンションシステムは、前後加速度センサ１１の前後加速度情報、車輪速センサ１３の車輪速情報等から車両１の状態（より具体的には、ばね上速度、ピストン速度、ピストン変位、ロールレイト、ピッチレイト）を推定し、推定された車両１の状態に応じて緩衝器７，１０の減衰力を制御する。

[0039] サスペンション制御ユニット２１（コントロール部２１Ａ）は、車両１に設けられた前後加速度センサ１１、車輪速センサ１３等のセンサのセンサ値から車両１の状態を推定し、推定された車両１の状態に応じて緩衝器７，１

０に制御信号（制御指令）を出力する。このために、図１に示すように、車両１は、前後加速度センサ１１、横加速度センサ１２、車輪速センサ１３、操舵角センサ１４、ヨーレイトセンサ１５、および、ブレーキスイッチ１６を備えている。図２に示すように、サスペンション制御ユニット２１には、ＣＡＮ１７を介して、前後加速度センサ値に対応する信号、横加速度センサ値に対応する信号、車輪速センサ値に対応する信号（×４）、操舵角センサ値に対応する信号、ヨーレイトセンサ値に対応する信号、ブレーキ作動状態に対応する信号、運転支援システム動作状態に対応する信号が入力される。

[0040] 図２に示すように、サスペンション制御ユニット２１は、車両状態推定部２２（車体状態推定部）と、サスペンション制御部２３（制御信号出力部）とを備えている。車両状態推定部２２は、ＣＡＮ１７を介して入力される入力信号に基づいて車両状態（車体状態）を推定する。即ち、車両状態推定部２２は、前後加速度、横加速度、車輪速（×４）、操舵角、ヨーレイト等に対応する入力信号に基づいて、ばね上速度（車体上下速度）、ピストン速度（相対速度）、ピストン変位（相対変位）、ロールレイト（車体ロールレイト）、ピッチレイト（車体ピッチレイト）等の車両状態を演算（推定）する。ばね上速度は、例えば、車輪３，４の位置での車体２の上下速度に対応し、ピストン速度は、緩衝器７，１０のピストンの速度（伸縮速度、相対速度）に対応し、ピストン変位は、緩衝器７，１０のピストンの変位量（伸縮量）に対応する。車両状態推定部２２は、推定した車両状態（ばね上速度、ピストン速度、ピストン変位、ロールレイト、ピッチレイト等）をサスペンション制御部２３に出力する。

[0041] サスペンション制御部２３には、車両状態推定部２２（車両上下状態推定部２５、より具体的には、上下運動推定部２７）から、ばね上速度、ピストン速度、ピストン変位、ロールレイト、ピッチレイトが入力される。また、図示は省略するが、サスペンション制御部２３には、必要に応じて、車体速度、車輪速度、前後加速度、横加速度、操舵角等が入力される。制御ロジック部であるサスペンション制御部２３は、これらの入力と制御則とに基づい

て、緩衝器７，１０で発生すべき減衰力を算出する。即ち、サスペンション制御部２３は、車両状態となるばね上速度、ピストン速度、ピストン変位、ロールレイト、ピッチレイト、車体速度、車輪速度、前後加速度、横加速度、操舵角に応じて、緩衝器７，１０で発生すべき減衰力を演算する。サスペンション制御部２３は、緩衝器７，１０で発生すべき減衰力に応じた制御信号（制御指令、指令電流）を制御ダンパである緩衝器７，１０に出力する。即ち、サスペンション制御部２３は、車両１が適切に制御されるダンパ指令値に対応する制御信号（制御指令、指令電流）を緩衝器７，１０の減衰力調整アクチュエータ（例えば、減衰力調整バルブの開弁圧を調整するソレノイド）に出力する。また、サスペンション制御部２３の制御信号（ダンパ制御電流値）は、車両状態推定部２２に入力される。

[0042] このように、実施形態のセミアクティブサスペンションシステムは、ＣＡＮ１７と、サスペンション制御ユニット２１と、セミアクティブサスペンションの緩衝器７，１０とから構成されている。サスペンション制御ユニット２１は、各輪３，４の車輪速や車体２の前後加速度等の車載センサの検出信号をＣＡＮ１７から取得可能である。サスペンション制御ユニット２１は、ＣＡＮ１７から取得した情報に基づいて緩衝器７，１０の制御に必要な相対速度やばね上上下速度等の車両運動状態量を推定する車両状態推定部２２と、車両状態推定部２２が推定した車両運動状態量に基づいて緩衝器７，１０を制御するセミアク制御ロジックとしてのサスペンション制御部２３とを備えている。緩衝器７，１０は、サスペンション制御部２３からの制御指令値（制御指令）に基づいて、減衰力が制御される。

[0043] 後述する図３に示すように、車両状態推定部２２は，相対速度等の上下運動状態を推定するＶＳＥアルゴリズム（上下方向ＶＳＥアルゴリズム）としての車両上下状態推定部２５と、横すべり角等の平面運動状態を推定するＶＳＥアルゴリズム（平面方向ＶＳＥアルゴリズム）としての車両ＸＹ平面状態推定部２４とを統合した３次元の車両運動状態推定アルゴリズム（即ち、３次元の車両運動状態を推定するアルゴリズム）である。そして、後述する

図４に示すように、車両上下状態推定部２５は、車輪速およびピッチレイト推定部２６と、上下運動推定部２７とから構成されている。車輪速およびピッチレイト推定部２６は、ＣＡＮ１７から取得した車輪速や前後加速度等と車両ＸＹ平面状態推定部２４で推定された横すべり角等を入力として、車両１の上下運動によって生じる車輪速である上下運動起因車輪速（第３車輪速）やピッチレイト等を推定する。

[0044] 上下運動推定部２７は、上下運動起因車輪速（第３車輪速）やピッチレイトを観測値ｙ、前後加速度等を入力値ｕとして、相対速度やばね上上下速度等の上下運動状態量を推定する。ここで、上下運動推定部２７は、演算負荷低減を目的として線形カルマンフィルタを用いており、サスペンション減衰力や上下運動起因車輪速を線形化できる定常成分と線形化できない非定常成分を分離しており、非定常成分は上下運動推定部２７内において１計算周期前の上下運動推定部２７の出力（前回値）やサスペンション制御部２３から取得した制御指令値、車輪速およびピッチレイト推定部２６で推定した車両１の平面運動に起因する車輪速を入力として推定し、入力値ｕとして上下運動状態量の推定に用いている。

[0045] このような車両運動状態の推定（算出）を行う車両状態推定部２２について、図２に加え図３も参照しつつ説明する。

[0046] 車両状態推定部２２には、ＣＡＮ１７を介して、前後加速度センサ値、横加速度センサ値、車輪速センサ値（×４）、操舵角センサ値、ヨーレイトセンサ値、ブレーキ作動状態、運転支援システム動作状態等が入力される。また、車両状態推定部２２には、サスペンション制御部２３から制御信号（制御指令）が入力される。車両状態推定部２２は、これらの入力に基づいて、車両１のＸＹ平面方向の状態を推定（算出）すると共に、車両１の上下方向（Ｚ方向）の状態を推定（算出）する。Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向は、車両１の座標系（車両座標系）である（図１）。

[0047] 即ち、車両状態推定部２２は、車両１のＸＹ平面方向の状態として、車速、第１スリップ比等の車両１のＸＹ平面方向に関する状態値を推定する。ま

た、車両状態推定部２２は、車両１の上下方向の状態として、相対速度（ピストン速度）、車体上下速度（ばね上速度）、相対変位（ピストン変位）、ロールレイト、ピッチレイト等の車両１の上下方向に関する状態値を推定する。このために、図３に示すように、車両状態推定部２２は、車両１のＸＹ平面方向の状態を推定（算出）する車両ＸＹ平面状態推定部２４と、車両１の上下方向の状態を推定（算出）する車両上下状態推定部２５とを備えている。

[0048] 車両ＸＹ平面状態推定部２４には、ＣＡＮ１７を介して、前後加速度センサ値、横加速度センサ値、車輪速センサ値（×４）、操舵角センサ値、ヨーレイトセンサ値、ブレーキ作動状態、運転支援システム動作状態等が入力される。また、車両ＸＹ平面状態推定部２４には、車両上下状態推定部２５からばね上速度（車体上下速度）、ピストン速度（相対速度）、ピストン変位（相対変位）、ロールレイト、ピッチレイトが入力される。車両ＸＹ平面状態推定部２４は、例えば、車両１の速度（車体前後速）となる車速を算出する。車速は、例えば、車輪速センサ値（×４）から算出（推定）する。また、車両ＸＹ平面状態推定部２４は、例えば、車輪速に基づくスリップ比となる第１スリップ比を算出する。

[0049] 第１スリップ比は、例えば、車速と車輪速センサ値とから算出する。ここで、図１０に示すように、車速（車体前後速）を「ＶBx」とし、左側の前輪３の車輪速センサ値を「ＶwFL」とし、右側の前輪３の車輪速センサ値を「ＶwFR」とし、左側の後輪４の車輪速センサ値を「ＶwRL」とし、右側の後輪４の車輪速センサ値を「ＶwRR」とする。この場合、車輪速センサ値を「Ｖw」とし、添え字の「FL」、「FR」、「RL」、「RR」は、それぞれ車輪３，４の位置に対応する。そして、車輪速に基づくスリップ比である第１スリップ比を「λ」とすると、車輪速に基づくスリップ比となる第１スリップ比λは、次の数２式で算出することができる。

[0050]

[数2]

$$\lambda = \frac{V_w - V_{Bx}}{\max(V_w, V_{Bx})}$$

[0051] 車両ＸＹ平面状態推定部２４は、数２式に基づいて、それぞれの車輪３，４毎に第１スリップ比λを算出する。車両ＸＹ平面状態推定部２４は、算出した車速および第１スリップ比を車両上下状態推定部２５に出力する。なお、数２式の分母が０近傍（例えば、絶対値が0.000001m/s以下）の場合は、分母をスリップ比０割防止値となる0.000001m/sに置き換える。さらに、車速（車体前後速）ＶBxが２km/h以下では、ＣＡＮ信号に車輪速が出力されないため、スリップ比は推定せず「０」を出力する。スリップ比は、絶対値１を超えないため、求めたスリップ比は飽和処理（最大値：１、最小値：－１）を行った後、出力する。

[0052] 次に、車両上下状態推定部２５について、図３に加え図４も参照しつつ説明する。

[0053] 車両上下状態推定部２５には、サスペンション制御部２３から制御信号（制御指令）が入力される。また、車両上下状態推定部２５には、ＣＡＮ１７を介して、前後加速度センサ値、横加速度センサ値、車輪速センサ値（×４）、操舵角センサ値、ヨーレイトセンサ値、ブレーキ作動状態、運転支援システム動作状態等が入力される。さらに、車両上下状態推定部２５には、車両ＸＹ平面状態推定部２４から車速、第１スリップ比等が入力される。車両上下状態推定部２５は、これらの入力に基づいて、ばね上速度（車体上下速度）、ピストン速度（相対速度）、ピストン変位（相対変位）、ロールレイト、ピッチレイトを推定する。このために、図４に示すように、車両上下状態推定部２５は、車輪速およびピッチレイト推定部２６と、上下運動推定部２７とを備えている。

[0054] 車輪速およびピッチレイト推定部２６には、サスペンション制御部２３か

ら制御信号が入力される。また、車輪速およびピッチレイト推定部２６には、ＣＡＮ１７を介して、横加速度（横加速度センサ値）、前後加速度（前後加速度センサ値）、その他の必要なＬＡＮ信号（ＣＡＮ信号）が入力される。さらに、車輪速およびピッチレイト推定部２６には、車両ＸＹ平面状態推定部２４から車速、第１スリップ比が入力される。車輪速およびピッチレイト推定部２６は、これらの入力に基づいて、車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速である上下運動起因車輪速（第３車輪速）を推定（算出）する。また、車輪速およびピッチレイト推定部２６は、車両（車体２）の左右方向に延びるピッチ軸周りの回転角速度に対応するピッチレイトを推定（算出）する。車輪速およびピッチレイト推定部２６は、推定した上下運動起因車輪速（第３車輪速）およびピッチレイトを上下運動推定部２７に出力する。

[0055] 上下運動推定部２７には、サスペンション制御部２３から制御信号が入力される。また、上下運動推定部２７には、ＣＡＮ１７を介して、横加速度（横加速度センサ値）、前後加速度（前後加速度センサ値）が入力される。さらに、上下運動推定部２７には、車輪速およびピッチレイト推定部２６から上下運動起因車輪速（第３車輪速）およびピッチレイトが入力される。上下運動推定部２７は、これらの入力に基づいて、ばね上速度（車体上下速度）、ピストン速度（相対速度）、ピストン変位（相対変位）、ロールレイト、ピッチレイトを推定する。上下運動推定部２７は、車両１をモデル化した車両モデル（運動方程式）を用いて計測できない情報を推定するオブザーバ、例えば、前回推定値と観測値を元に今回値を推定するカルマンフィルタに対応する。

[0056] 図４に示すように、車輪速およびピッチレイト推定部２６は、上下運動起因車輪速（第３車輪速）を推定（算出）する車輪速推定部２８と、ピッチレイトを推定（算出）するピッチレイト推定部２９とを備えている。また、後述の図５に示すように、車輪速およびピッチレイト推定部２６は、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０を備えている。ピッチレイト推定部２９は

、例えば、「ＣＡＮ１７から取得したセンサ値」と「車両ＸＹ平面状態推定部２４で推定された車両１の平面方向に関する状態量」とを入力として、ピッチレイトを推定する。ピッチレイト推定部２９は、推定したピッチレイトを上下運動推定部２７に出力する。

[0057] 次に、車輪速推定部２８、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０について、図４に加え図５も参照しつつ説明する。

[0058] 図５に示すように、車輪速推定部２８には、ＣＡＮ１７からの前後加速度（前後加速度センサ値）およびブレーキ操作フラグ（ブレーキ作動状態）と、車両ＸＹ平面状態推定部２４からの車速および第１スリップ比と、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０からの第１車輪速（ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速）およびタイヤ上下力（ドライバ操作起因タイヤ上下力）とが入力される。車輪速推定部２８は、これらの入力に基づいて、車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速である上下運動起因車輪速（第３車輪速）を推定（算出）する。車輪速推定部２８は、推定した上下運動起因車輪速（第３車輪速）を上下運動推定部２７に出力する。

[0059] 実施形態では、上下運動起因車輪速（第３車輪速）は、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速」、より具体的には、「路面変位に起因する車輪速（路面入力による上下運動起因車輪速）」に対応する。即ち、「車輪速センサ１３の車輪速（車輪速センサ値）」は、「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速（制駆動起因車輪速）」と、「ドライバの操作に基づく上下運動に起因する車輪速（ドライバ操作対応上下運動起因車輪速）」と、「各車輪３，４のスリップに起因する車輪速（スリップ起因車輪速）」と、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速（路面変位に起因する車輪速）」とが含まれる。上下運動起因車輪速（第３車輪速）は、「車輪速センサ１３の車輪速（車輪速センサ値）」から、「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速」と「ドライバの操作に基づく上下運動に起因する車輪速」と「各車輪３，４のスリップに起因する車輪速」とを減じた車輪速に対応する。

[0060] 車輪速推定部２８には、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０から「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」が入力される。後述するように、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０では、「車輪速センサ１３の車輪速（車輪速センサ値）」から「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速」を減じた「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」を算出する。第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、算出した「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」を車輪速推定部２８に出力する。車輪速推定部２８は、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」から「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速」と「各車輪３，４のスリップに起因する車輪速」とを減じることにより、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速（路面変位に起因する車輪速）」となる上下運動起因車輪速（第３車輪速）を算出する。車輪速推定部２８の説明に先立って、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０について説明する。

[0061] 第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」と「ドライバ操作によって生じるタイヤ上下力（ドライバ操作起因タイヤ上下力）」を算出する。第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、算出した第１車輪速およびタイヤ上下力を車輪速推定部２８（第２車輪速算出部３１）に出力する。「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」は、「内輪差を考慮した車輪速（重心位置換算車輪速）」と「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」の差から求める。「内輪差を考慮した車輪速（重心位置換算車輪速）」は、「操舵角（操舵角センサ値）」と「車体ヨーレイト（ヨーレイトセンサ値）」と「車輪速センサ１３の車輪速（車輪速センサ値）」とから求めることができる。このために、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０には、操舵角センサ値とヨーレイトセンサ値と車輪速センサ値（×４）とが入力される。

[0062] ここで、車両１の旋回時には、旋回半径の内径側の車輪（内輪）と外径側

の車輪（外輪）とに回転差が発生する。その対策として、内輪差を考慮した車輪速を算出する。即ち、４輪の車輪速（車輪速センサ値）を、車両１の重心位置での車輪速ＶWcgfl，ＶWcgfr，ＶWcgrl，ＶWcgrrに換算する。具体的には、次の数３式～数６式を用いて、それぞれの車輪（４輪）の重心位置換算車輪速ＶWcgfl，ＶWcgfr，ＶWcgrl，ＶWcgrrを算出する。なお、下記の数３式～数６式では、車輪速を求めた後、精度向上のため四輪共通と考えられる有効回転半径で除算し、フロントとリアとで異なる有効回転半径を乗算することにより、重心位置換算車輪速を求めている。

[0063] 添え字の「fl」、「fr」、「rl」、「rr」は、それぞれ車輪３，４の位置に対応する。数式中、「ＶWfl」、「ＶWfr」、「ＶWrl」、「ＶWrr」は、４輪の車輪速（センサ車輪速センサ値）であり、「δ」は、タイヤ角であり、「ｄf」は、前輪のトレッド幅であり、「ｄr」は、後輪のトレッド幅であり、「ｒsen」は、ヨーレイトセンサ値であり、「Ｒrollo」は、タイヤ実行半径初期値であり、「Ｒrollf」は、前輪タイヤ実行半径であり、「Ｒrollr」は、前輪タイヤ実行半径である。

[0064] [数3]

$$VW_{cgfl} = \left(VW_{fl} \cdot \cos\delta + \frac{1}{2} d_f \cdot r_{sen} \right) \frac{R_{rollf}}{R_{rollo}}$$

[0065] [数4]

$$VW_{cgfr} = \left(VW_{fr} \cdot \cos\delta - \frac{1}{2} d_f \cdot r_{sen} \right) \frac{R_{rollf}}{R_{rollo}}$$

[0066] [数5]

$$VW_{cgrl} = \left(VW_{rl} + \frac{1}{2} d_r \cdot r_{sen} \right) \frac{R_{rollr}}{R_{rollo}}$$

[0067]

[数6]

$$VW_{cgrr} = \left(VW_{rr} - \frac{1}{2} d_r \cdot r_{sen} \right) \frac{R_{rollr}}{R_{rollo}}$$

[0068] 一方、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」は、「ドライバ操作によって生じる車体ピッチレイト」と、「ドライバ操作によって生じるダンパ相対変位・相対速度」と、「ドライバ操作によって生じるタイヤ上下力」と、「車体速度（車速）」とから求める。「ドライバ操作によって生じる車体ピッチレイト」は、「車体前後加速度（前後加速度センサ値）」から求める。また、「ドライバ操作によって生じるダンパ相対変位・相対速度」は、「ドライバ操作によって生じる車体ピッチレイト」と、「ドライバ操作によって生じる車体ロールレイト」とから求める。「ドライバ操作によって生じる車体ロールレイト」は、「車体速度（車速）」と「車体ヨーレイト（ヨーレイトセンサ値）」と「操舵角（操舵角センサ値）」とから求める。また、「ドライバ操作によって生じるタイヤ上下力」は、「ドライバ操作によって生じるダンパ相対変位・相対速度」と、「ダンパ指令値から求めたダンパ減衰力」と、「車体前後加速度（前後加速度センサ値）」と、「車体横加速度（横加速度センサ値）」とから求める。このために、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０には、操舵角センサ値とヨーレイトセンサ値と車輪速センサ値（×４）の他、車速と前後加速度センサ値とダンパ指令値（ダンパ制御電流値）と横加速度センサ値が入力される。

[0069] 第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、車速と前後加速度センサ値とヨーレイトセンサ値と操舵角センサ値とダンパ指令値（ダンパ制御電流値）と横加速度センサ値とに基づいて、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」を算出する。この場合、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」は、「ドライバ入力によるピッチ変動起因の車輪速」と「ドライバ

入力によるサス変位起因の車輪速」と「ドライバ入力による荷重変動起因の車輪速」とから算出することができる。

[0070] 「ドライバ入力によるピッチ変動起因の車輪速」は、次のように算出する。即ち、ドライバ入力によるピッチ変動起因の車輪速を「ＶＷza」とし、車体重心高さを「ｈ」とし、ドライバ入力によるピッチレイトをθydとした場合、ＶＷzaは、下記の数７式を用いて算出する。

[0071] [数7]

$$VW_{za} = -h\dot{\theta}_{yd}$$

[0072] 「ドライバ入力によるサス変位起因の車輪速」は、次のように算出する。即ち、ドライバ入力によるサス変位起因の車輪速を「ＶＷzb」とし、サスペンション（緩衝器）の相対変位を「Z_{21}」とし、サスペンション（緩衝器）の相対速度を「V_{21}」とした場合、ＶＷzbは、下記の数８式を用いて算出する。数８式中、α１，α２は、車輪前後変位と相対変位の関係の近似曲線の２次と１次，０次の係数である。「α」は、車高センサを用いた実測相当の上下運動起因車輪速から合わせ込むことができる。

[0073] [数8]

$$VW_{zb} = \left(2\alpha_1 \cdot Z_{21} + \alpha_2\right)V_{21}$$

[0074] 「ドライバ入力による荷重変動起因の車輪速」は、次のように算出する。即ち、ドライバ入力による荷重変動起因の車輪速を「ＶＷzc」とし、推定車体前後速である車速を「Ｖｂｘ」とし、タイヤに作用するサスペンション起因の上下力を「ＤＦtz」とし、タイヤ有効回転半径を「r_{tire}」とし、タイヤ上下ばね定数を「ｋｔ」とし、接地荷重に対するタイヤ有効回転半径の近似直線の傾きを「η」とした場合、ＶＷzcは、下記の数９式を用いて算出する。「η」は、タイヤ仕様から線形化して求める。

[0075] [数9]

$$VW_{zc} = \frac{\eta \cdot Vbx}{Kt \cdot r_{tire}} DF_{tz}$$

[0076] 「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」は、算出した「ドライバ入力によるピッチ変動起因の車輪速」、「ドライバ入力によるサス変位起因の車輪速」および「ドライバ入力による荷重変動起因の車輪速」を足し合わせることで算出することができる。

[0077] このように、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」を算出する。第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、前述の「内輪差を考慮した車輪速（重心位置換算車輪速）」から上述の「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速（ドライバ入力による上下運動起因車輪速）」を減算することにより、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」を算出する。また、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、「ドライバ操作によって生じるダンパ相対変位・相対速度」と、「ダンパ指令値から求めたダンパ減衰力」と、「車体前後加速度（前後加速度センサ値）」と、「車体横加速度（横加速度センサ値）」とから「ドライバ操作によって生じるタイヤ上下力」を算出する。第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０は、算出した「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」および「ドライバ操作によって生じるタイヤ上下力」を車輪速推定部２８に出力する。

[0078] 次に、車輪速推定部２８について説明する。

[0079] 図５に示すように、車輪速推定部２８は、第２車輪速算出部３１と、第３車輪速算出部３２とを備えている。第２車輪速算出部３１には、ＣＡＮ１７からの前後加速度（前後加速度センサ値）およびブレーキ操作フラグ（ブレーキ作動状態）と、車両ＸＹ平面状態推定部２４からの車速および第１スリ

ップ比と、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０からの第１車輪速（ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速）およびタイヤ上下力（ドライバ操作起因タイヤ上下力）とが入力される。

[0080] 即ち、第２車輪速算出部３１には、前後加速度と、ブレーキ作動フラグと、車速と、それぞれの車輪３，４毎のタイヤ上下力と、それぞれの車輪３，４毎の第１車輪速と、それぞれの車輪３，４毎の第１スリップ比が入力される。第２車輪速算出部３１は、前後加速度と、ブレーキ作動フラグと、車速と、タイヤ上下力（ドライバ操作起因タイヤ上下力）と、第１車輪速（ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速）と、第１スリップ比（車輪速に基づくスリップ比）とに基づいて、第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）を算出する。第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）は、スリップ起因車輪速およびドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速に対応する。

[0081] 即ち、第２車輪速算出部３１は、「ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速（第１車輪速）」から「各車輪３，４のスリップに起因する車輪速」を減じることにより、第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）を算出し、この算出した第２車輪速を第３車輪速算出部３２に出力する。第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）は、「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速」と、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速（路面変位に起因する車輪速）」とが含まれた車輪速に対応する。

[0082] 第３車輪速算出部３２には、前後加速度と、それぞれの車輪３，４毎の第２車輪速が入力される。第３車輪速算出部３２は、前後加速度と、第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）とに基づいて、第３車輪速（上下運動起因車輪速）を算出する。即ち、第３車輪速算出部３２は、前後加速度に基づいて、車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速を算出する。第３車輪速算出部３２は、「車輪スリップ考慮車輪速（第２車輪速）」から「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速」を減じることにより、第３車輪速（上下運動起因車輪速）を算出し、この算出した第３車輪速を上下運動推定

部２７に出力する。第３車輪速（上下運動起因車輪速）は、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速（路面変位に起因する車輪速）」に対応する。

[0083] 次に、第２車輪速算出部３１について、図６を参照しつつ説明する。

[0084] 第２車輪速算出部３１は、第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）、即ち、「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速」と、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速（路面変位に起因する車輪速）」とが含まれた車輪速を算出する。具体的には、第２車輪速算出部３１は、第１車輪速（ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速）からスリップに起因する車輪速を減じることにより、車輪スリップ考慮車輪速となる第２車輪速を算出する。このために、第２車輪速算出部３１は、補正前後加速度算出部３３と、スリップ比すり替え係数算出部３４と、スリップ比算出部３５と、スリップ起因車輪速算出部３６と、減算部３７とを備えている。

[0085] 補正前後加速度算出部３３には、前後加速度とタイヤ上下力（ドライバ操作起因タイヤ上下力）とブレーキ作動フラグが入力される。補正前後加速度算出部３３は、車両１を２輪駆動車とした場合に、駆動時に生じる前後加速度を４輪駆動車相当に補正する処理を行う。これは、後述する前後加速度に基づくスリップ比の算出処理（図７の第２スリップ比算出部３８、スリップ比配分算出部３９、第３スリップ比算出部４０）が４輪による制駆動を前提としたスリップ比の算出（推定）であるためである。即ち、補正前後加速度算出部３３は、前後加速度を４輪駆動車相当の前後加速度に換算する処理を行う。

[0086] 補正前後加速度算出部３３は、前後加速度とタイヤ上下力（ドライバ操作起因タイヤ上下力）とブレーキ作動フラグを入力として、補正前後加速度を出力する。ブレーキ作動フラグが「１」の制動時は、４輪で制動を行っているため、補正は不要である。この場合、前後加速度を「Ｇｘ」とすると、補正前後加速度「Ｇｘｆ」は、次の数１０式で表される。

[0087]

[数10]

$$Gxf = Gx$$

[0088] 次に、ブレーキ作動フラグが「０」の駆動時は、前輪駆動の車両１では、補正が必要である。この場合、ドライバ操作起因タイヤ上下力を「ＦzoFL」、「ＦzoFR」、「ＦzoRL」、「ＦzoRR」とすると、補正前後加速度「Ｇｘｆ」は、次の数１１式で表される。なお、「Ｆzo」はドライバ操作起因タイヤ上下力に対応し、添え字の「FL」、「FR」、「RL」、「RR」は、それぞれ車輪３，４の位置に対応する。

[0089] [数11]

$$Gxf = Gx\left(\frac{FzoFL + FzoFR + FzoRL + FzoRR}{FzoFL + FzoFR}\right)$$

[0090] タイヤ前後力の上限は、タイヤ上下力の大きさに比例する。つまり、２輪駆動車と４輪駆動車の加速度の比は、駆動輪に作用するタイヤ上下力の比と同じと考えられる。補正前後加速度算出部３３では、この関係に基づいて、４輪と駆動輪のタイヤ上下力の比を求め、それに２輪駆動車の駆動時の前後加速度を乗算することにより、４輪駆動車相当の前後加速度を推定（算出）している。補正前後加速度算出部３３は、算出した補正前後加速度Ｇｘｆをスリップ比算出部３５に出力する。

[0091] スリップ比すり替え係数算出部３４には、第１スリップ比、即ち、車両ＸＹ平面状態推定部２４で算出された車輪速に基づくスリップ比が入力される。図８に示すように、スリップ比すり替え係数算出部３４は、「第１スリップ比」と「スリップ比すり替え係数」との関係（図８中の特性線３４Ａ）に基づいて、入力された第１スリップ比の値に対応するスリップ比すり替え係数を算出する。即ち、スリップ比すり替え係数算出部３４は、車輪速から推定したスリップ比となる第１スリップ比を入力として、図８に示す特性線３

４Ａの関係に基づいて、スリップ比すり替え係数を算出する。後述するように、スリップ比すり替え係数は、前後加速度に基づくスリップ比（後述の第３スリップ比）と車輪速に基づくスリップ比（第１スリップ比）を徐々にすり替える処理に使用する。

[0092] 図８に示すように、スリップ比すり替え係数は、スリップ比が小さい側の閾値以下のときは「０」、大きい側の閾値以上のときは「１」となり、その間は、線形補間される。小さい側の閾値（例えば、０．０２）は、後述の前後加速度とタイヤ特性とに基づくスリップ比（後述の第３スリップ比）で車輪スリップ考慮車輪速を算出するスリップ比の上限として設定することができる。一方、大きい側の閾値（例えば、０．０８）は、トラクションコントロールシステム等の運転支援システムが作動を開始するスリップ比に基づいて設定することができる。

[0093] 即ち、実施形態では、例えば、第１スリップ比が０．０２以下の場合は、スリップ比すり替え係数として「０」を算出し、第１スリップ比が０．０８以上の場合は、スリップ比すり替え係数として「１」を算出する。第１スリップ比が０．０２以上０．０８以下の場合は、線形補間された比例関係の特性に基づいてスリップ比すり替え係数を算出する。スリップ比すり替え係数は、そのときの車輪速に基づくスリップ比に応じて、後述の前後加速度とタイヤ特性とに基づくスリップ比（第３スリップ比）と車輪速に基づくスリップ比（第１スリップ比）とを切換えるための係数となる。スリップ比すり替え係数算出部３４は、算出したスリップ比すり替え係数をスリップ比算出部３５に出力する。

[0094] スリップ比算出部３５には、補正前後加速度Ｇｘｆと、ブレーキ作動フラグと、第１スリップ比（車輪速に基づくスリップ比）と、スリップ比すり替え係数が入力される。スリップ比算出部３５は、補正前後加速度Ｇｘｆとブレーキ作動フラグと第１スリップ比とスリップ比すり替え係数とに基づいて、スリップ比（第５スリップ比）を算出する。スリップ比算出部３５は、算出したスリップ比（第５スリップ比）をスリップ起因車輪速算出部３６に出

力する。スリップ比算出部３５の詳細については後述する。

[0095] スリップ起因車輪速算出部３６には、第１車輪速と、車速と、スリップ比（第５スリップ比）とが入力される。スリップ起因車輪速算出部３６は、スリップ比算出部３５で推定（算出）したスリップ比（第５スリップ比）と、第１車輪速およびタイヤ上下力算出部３０で算出したドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速である第１車輪速と、車速とを入力として、スリップ起因車輪速を算出する。スリップ起因車輪速を「Ｖwslip」とし、第５スリップ比を「λｍ」とし、第１車輪速を「Ｖwno」とし、車速を「Ｖb」とした場合に、スリップ起因車輪速Ｖwslipは、次の数１２式で表される。スリップ起因車輪速算出部３６は、数１２式に基づいてスリップ起因車輪速Ｖwslipを算出し、算出したスリップ起因車輪速Ｖwslipを減算部３７に出力する。

[0096] [数12]

$$Vwslip = \lambda m \cdot \max(V_{wno}, V_b)$$

[0097] 減算部３７には、第１車輪速と、スリップ起因車輪速Ｖwslipが入力される。減算部３７は、ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速である第１車輪速Ｖwnoからスリップ起因車輪速Ｖwslipを減じることにより、第２車輪速を算出する。車輪スリップ考慮車輪速となる第２車輪速は、「車両１の制駆動（制動、駆動）に起因する車輪速」と、「車両１（車体２）の上下運動に起因する車輪速（路面変位に起因する車輪速）」とが含まれた車輪速に対応する。減算部３７は、算出した第２車輪速（車輪スリップ考慮車輪速）を第３車輪速算出部３２に出力する。

[0098] 次に、スリップ比算出部３５について、図７を参照しつつ説明する。

[0099] スリップ比算出部３５は、第２スリップ比算出部３８と、スリップ比配分算出部３９と、第３スリップ比算出部４０と、乗算部４１と、各輪スリップ比選択部４２とを備えている。第２スリップ比算出部３８には、補正前後加速度が入力される。第２スリップ比算出部３８は、補正前後加速度算出部３

３で算出された補正前後加速度からタイヤ特性に基づくスリップ比（第２スリップ比）を算出する。即ち、第２スリップ比算出部３８は、車両１の車体２の前後加速度（車体前後加速度）とタイヤ特性（例えば、事前にタイヤ特性試験で取得した既知のタイヤ特性）とから各輪のスリップ比（スリップ成分）を算出する。より具体的には、スリップ比算出部３５では、前後加速度（車体前後加速度）に対してタイヤ前後特性に基づくスリップ比乗算係数（スリップ比係数）を乗算してスリップ比を推定する。

[0100] 図１１および図１２にタイヤ前後特性を示す。図１１の特性線４４は、「スリップ比」と「タイヤ前後力／タイヤ上下力」との関係の一例を示している。図１２の特性線４５は、「前後加速度／ｇ（＝タイヤ前後力／タイヤ上下力）」と「スリップ比」との関係の一例を示している。図１２は、図１１の縦軸と横軸とを入れ換えて以下で説明する式を用いて表記を変えている。また、図１２の特性線４５は、図１１の特性線４４のうちのスリップ比が０～０．１の範囲に対応する。なお、図１１および図１２に示す特性は、車両１の種類、仕様、タイヤの種類、仕様等に応じて変化する。実施形態では、図１１および図１２に示す特性を有する車両１およびタイヤを例として説明する。

[0101] 図９に示すように、タイヤ前後力の和を「Ｆｘ」とし、車両１に生じているタイヤ上下力の和を「Ｆｚ」とし、車両重量を「ｍ」とし、重力加速度を「ｇ」とし、加速度を「Ｇx」とし、摩擦係数を「μ」とする。この場合、運動方程式より下記の数１３式が得られる。

[0102] [数13]

$$Fx = m \cdot Gx = m \cdot (\mu \cdot g)$$

[0103] そして、タイヤ前後力をタイヤ上下力で除算した値は、次の数１４式で表される。

[0104]

[数14]

$$\frac{Fx}{Fz} = \frac{m \cdot Gx}{Fz}$$

[0105] さらに、タイヤ上下力が車体の荷重のみと仮定すると、次の数１５式となる。

[0106] [数15]

$$\frac{Fx}{Fz} = \frac{m \cdot Gx}{Fz} = \frac{m \cdot Gx}{m \cdot g} = \frac{Gx}{g}$$

[0107] そして、図１２の傾きをスリップ比係数「ｋws」とし、補正前後加速度を「Ｇｘｆ」とし、スリップ比を「λgx」とすると、スリップ比λgxは、次の数１６式で表される。

[0108] [数16]

$$\lambda gx = kws \frac{Fx}{Fz} = kws \frac{Gxf}{g} = \frac{\Delta \lambda}{g \cdot \Delta Gx} Gxf$$

[0109] この数１６式より、例えば、図１２では、スリップ比係数ｋwsは、０．０４となる。スリップ比算出部３５は、各輪の補正前後加速度Ｇｘｆとスリップ比係数ｋwsとを乗算することにより、タイヤ特性に基づく各輪のスリップ比（第２スリップ比）を算出する。実施形態では、実用領域を線形範囲、例えば、スリップ比０．０２（小スリップ領域）までとしている。即ち、この実用領域では、スリップ比係数ｋwsは線形であるため、スリップ比係数ｋwsを線形に近似して使用する。

[0110] 一方、数１６式では、全ての車輪のスリップ比が同じものと仮定しているため、各輪のスリップ比の配分を行う必要がある。このため、スリップ比配

分算出部３９で、配分率を算出し、第２スリップ比算出部３８で算出した第２スリップ比を第３スリップ比算出部４０で各輪に配分する。このために、第２スリップ比算出部３８は、算出したスリップ比、即ち、図１１に示すタイヤ特性（スリップ比係数）と前後加速度（補正前後加速度）とに基づいて算出した第２スリップ比を第３スリップ比算出部４０に出力する。

[0111] スリップ比配分算出部３９には、ブレーキ作動フラグと、第１スリップ比が入力される。スリップ比配分算出部３９は、第１スリップ比、即ち、車輪速から算出した各輪のスリップ比に基づいて、各輪のスリップ比の比率を算出する。スリップ比配分算出部３９では、スリップ比を求めるのではなく、各輪のスリップ比の配分（比率）のみを計算する。即ち、前述の数２式を用いて車両ＸＹ平面状態推定部２４で算出される第１スリップ比は、各輪毎に算出できるが、上下運動起因車輪速を含むため、車輪スリップ起因車輪速を求めるためには精度が低い。しかし、各輪のスリップ比の大まかな配分は、大きくずれていない。そこで、スリップ比配分算出部３９では、各輪の第１スリップ比から各輪のスリップ比率を算出する。

[0112] 具体的には、スリップ比配分算出部３９は、下記の数１７式を用いて、各輪のスリップ比の比率（配分）を算出する。数１７式中、「R_{λ}」は比率、「λ」はスリップ比（第１スリップ比）に対応する。また、添え字の「oo」は、車輪３，４の位置となる「FL」、「FR」、「RL」、「RR」のいずれかに対応する。例えば、左側の前輪３の比率Ｒλは「$R_{\lambda FL}$」となり、スリップ比（第１スリップ比）は「λ_{FL}」となる。

[0113] [数17]

$$R_{\lambda oo} \equiv \frac{\lambda_{oo}}{\left(\lambda_{FR}+\lambda_{FL}+\lambda_{RR}+\lambda_{RL}\right)/4}$$

[0114] また、車両１は２輪駆動であるため、減速時は４輪に振り分け、それ以外は、駆動輪に振り分け、従動輪のスリップ比は０とする。減速時であるかそ

れ以外であるかは、ブレーキ作動フラグにより判定する。スリップ比配分算出部３９は、算出した各輪のスリップ比の比率（配分）、即ち、比率$R_{\lambda FL}$、比率$R_{\lambda FR}$、比率$R_{\lambda RL}$、比率$R_{\lambda RR}$を第３スリップ比算出部４０に出力する。

[0115] 第３スリップ比算出部４０には、第２スリップ比と各輪のスリップ比の比率（$R_{\lambda FL}$，$R_{\lambda FR}$，$R_{\lambda RL}$，$R_{\lambda RR}$）とが入力される。第３スリップ比算出部４０は、第２スリップ比算出部３８で算出した第２スリップ比（タイヤ特性に基づく各輪のスリップ比）とスリップ比配分算出部３９で算出した比率（各輪のスリップ比の比率）とに基づいて、各輪のスリップ比を算出する。具体的には、各輪のそれぞれで第２スリップと比率とを乗算することにより、各輪のスリップ比（第３スリップ比）を算出する。第３スリップ比算出部４０で算出されるスリップ比は、車体前後加速度とタイヤ特性とに基づくスリップ比（第２スリップ比）を補正（各輪に配分）して求めた各輪のスリップ比、即ち、前後加速度とタイヤ特性とから算出したスリップ比（第３スリップ比）に対応する。第３スリップ比算出部４０は、算出した第３スリップ比を各輪スリップ比選択部４２に出力する。

[0116] 第３スリップ比は、中スリップ（例えば、０．０２以上）となった場合に、上下運動起因車輪速の推定誤差が大きくなり、上下運動状態量が発散する可能性がある。そこで、実施形態では、そのときのスリップ比に応じて、前後加速度とタイヤ特性とから算出したスリップ比（第３スリップ比）を車輪速に基づくスリップ比（第１スリップ比）に徐々にすり替える。このために、実施形態では、前述のスリップ比すり替え係数算出部３４と、乗算部４１と、各輪スリップ比選択部４２とを備えている。これにより、スリップ比が中スリップ（例えば、０．０２以上）となった場合の上下運動状態量の発散を防止する。

[0117] 即ち、乗算部４１および各輪スリップ比選択部４２では、前後加速度に基づくスリップ比（第３スリップ比）を車輪速で求めたスリップ比に応じて車輪速に基づくスリップ比（第１スリップ比）に切換える。乗算部４１には、車輪速に基づくスリップ比（第１スリップ比）とスリップ比すり替え係数と

が入力される。乗算部４１は、車輪速に基づくスリップ比（第１スリップ比）とスリップ比すり替え係数とを乗算することにより、すり替え用の車輪速に基づくスリップ比（第４スリップ比）を算出する。乗算部４１は、算出した第４スリップ比（すり替え用第１スリップ比）を各輪スリップ比選択部４２に出力する。

[0118] 各輪スリップ比選択部４２には、ブレーキ作動フラグと、第３スリップ比と、第４スリップ比とが入力される。各輪スリップ比選択部４２は、ブレーキ操作状況に応じて、第３スリップ比と第４スリップ比とのいずれかを選択し、選択したスリップ比を最終的なスリップ比（第５スリップ比）として、スリップ起因車輪速算出部３６に出力する。即ち、各輪スリップ比選択部４２は、第３スリップ比と第４スリップ比とを比較し、ブレーキ非作動中は値が大きいスリップ比を選択し、ブレーキ作動中は値が小さいスリップ比を選択する。各輪スリップ比選択部４２は、選択したスリップ比（第３スリップ比または第４スリップ比）を第５スリップ比としてスリップ起因車輪速算出部３６に出力する。

[0119] ブレーキ作動状態で大小を分ける理由は、ブレーキ作動状態によって加速度の正負が変わっても、より大きなスリップ比（絶対値の大きなスリップ比）を選択できるようにするためである。また、各輪スリップ比選択部４２で第３スリップ比と第４スリップ比とを選択する理由、換言すれば、車輪速から求めたスリップ比を常に採用しない理由は、車輪速から求めたスリップ比は上下運動成分（上下運動起因車輪速）も含まれるためである。即ち、車輪速から求めたスリップ比は上下運動成分（上下運動起因車輪速）も含まれるため、車輪速から求めたスリップ比を１００％採用すると、上下運動の状態推定が困難になるためである。

[0120] このように、実施形態によれば、サスペンション制御ユニット２１は、車輪３，４のスリップ状態を検出するためのスリップ状態検出装置４３を有している。スリップ状態検出装置４３は、タイヤ特性考慮スリップ比確定手段としての第２スリップ比算出部３８と、補正スリップ比確定手段としてのス

リップ比配分算出部３９および第３スリップ比算出部４０とを備えている。第２スリップ比算出部３８は、前後加速度センサ１１で検出された車両１の前後加速度信号（前後加速度）とタイヤ特性（スリップ比係数）とに応じてタイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）を求める。スリップ比配分算出部３９および第３スリップ比算出部４０は、タイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）を、各車輪３，４の回転速度信号（車輪速）に応じて求める各輪のスリップ比（より具体的には、スリップ比の比率）で補正して各輪の補正スリップ比（第３スリップ比）を求める。このため、各車輪３，４のスリップ比、延いては、スリップ比に基づいて算出されるスリップ起因車輪速の精度を向上できる。

[0121] また、実施形態によれば、前後加速度検出手段としての前後加速度センサ１１と、車輪回転速度検出手段としての車輪速センサ１３と、制御装置としてのサスペンション制御ユニット２１と、アクチュエータとしての緩衝器７，１０（減衰力を調整する減衰力調整バルブ、ソレノイド等の減衰力調整機構）とを備えている。前後加速度センサ１１は、車両１の前後加速度を検出して、前後加速度信号を出力する。車輪速センサ１３は、各車輪３，４の回転速度を検出して、各車輪３，４の回転速度信号を出力する。

[0122] サスペンション制御ユニット２１は、前後加速度信号と各車輪３，４の回転速度信号を入力する。サスペンション制御ユニット２１（例えば、第２スリップ比算出部３８）は、入力された前後加速度信号（前後加速度）とタイヤ特性（スリップ比係数）とからタイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）を求める。サスペンション制御ユニット２１（例えば、スリップ比配分算出部３９および第３スリップ比算出部４０）は、タイヤ特性考慮スリップ比を、各車輪３，４の回転速度信号（車輪速）に応じて補正（配分）して各輪の補正スリップ比（第３スリップ比）を求める。

[0123] サスペンション制御ユニット２１（例えば、スリップ起因車輪速算出部３６、減算部３７、第３車輪速算出部３２、上下運動推定部２７）は、各車輪３，４の回転速度信号（車輪速）に基づいて、推定された車体２の上下動を

各輪の補正スリップ比に基づいて補正する。サスペンション制御ユニット２１（例えば、サスペンション制御部２３）は、補正された車体２の上下動に基づいた制御信号を出力する。緩衝器７，１０（減衰力調整機構）は、車体２および車輪３，４側部材間に設けられている。緩衝器７，１０（減衰力調整機構）は、サスペンション制御ユニット２１の制御信号に応じて、車輪３，４側部材からの入力に対する車体２の状態を変化させる。このため、実施形態では、車体２の上下方向の状態の推定精度を向上でき、車両１の乗り心地、操縦安定性を向上できる。

[0124] 実施形態によるスリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置（サスペンションシステム）は、上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

[0125] 車両１の走行等に伴って車両１の挙動（状態）が変化すると、その挙動の変化は、車両１に搭載された前後加速度センサ１１、横加速度センサ１２、車輪速センサ１３、ヨーレイトセンサ１５等により検出される。また、車両１の運転者であるドライバの操作は、操舵角センサ１４、ブレーキスイッチ１６等により検出される。これらのセンサ１１，１２，１３，１４，１５およびスイッチ１６の検出信号は、ＣＡＮ１７を介して緩衝器７，１０を制御するサスペンション制御ユニット２１に入力される。サスペンション制御ユニット２１は、入力された信号に基づいて緩衝器７，１０の減衰力を制御する制御信号を緩衝器７，１０に出力する。これにより、車両１の乗り心地、操縦安定性を向上できる。

[0126] ここで、実施形態によれば、サスペンション制御ユニット２１のスリップ状態検出装置４３は、車両１の前後加速度とタイヤ特性とに応じて「タイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）」を求め、この「タイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）」を各車輪３，４の回転速度（車輪速）に応じて求めた各輪のスリップ比で補正することにより、各輪の「補正スリップ比（第３スリップ比）」を求める。このため、各輪のスリップ比を「補正スリップ比（第３スリップ比）」として精度よく求めることができる。これによ

り、スリップ比の推定精度を向上できる。

[0127] また、実施形態によれば、サスペンション制御ユニット２１は、車両１の前後加速度とタイヤ特性とから求めた「タイヤ特性考慮スリップ比（第２スリップ比）」を各車輪３，４の回転速度（車輪速）に応じて補正して各輪の「補正スリップ比（第３スリップ比）」を求め、この「補正スリップ比（第３スリップ比）」に基づいて、各車輪３，４の回転速度から推定された「車体２の上下動」を補正する。このため、車体２の上下方向の状態を精度よく求めることができる。これにより、車体２の上下方向の状態の推定精度を向上できる。しかも、サスペンション制御ユニット２１は、補正された車体２の上下動に基づいて、車体２の状態を変化させる緩衝器７，１０（減衰力調整機構）を制御するため、車両１の乗り心地、操縦安定性を向上できる。

[0128] なお、実施形態では、タイヤ特性として、事前にタイヤ特性試験で取得した既知のタイヤ特性を用いる場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、車両１の走行中に検出される車輪速、車速、加速度等の検出値に基づいてタイヤ特性を学習（機械学習）し、学習結果に応じてタイヤ特性を可変としてもよい。また、タイヤ特性は、車両１のタイヤを交換したとき、例えば、標準タイヤ（夏タイヤ）からスタッドレスタイヤ（冬タイヤ）、エコタイヤまたはスポーツ走行タイヤ（ハイグリップタイヤ）等に交換したときに、変化する可能性がある。このため、タイヤ交換を行ったとき（即ち、タイヤ特性が変わったとき）は、必要に応じて、新たなタイヤの種類、仕様等に対応したタイヤ特性に設定を変更する。

[0129] 実施形態では、緩衝器７，１０として、減衰力調整式油圧緩衝器、即ち、油圧式のセミアクティブダンパを用いる場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、緩衝器（アクチュエータ）は、例えば、ＥＲダンパ（電気粘性流体ダンパ）等の他の型式のセミアクティブダンパを用いてもよい。また、緩衝器（アクチュエータ）は、例えば、フルアクティブダンパの油圧アクチュエータ、エアサスペンション装置のエアばね、スタビライザとこのスタビライザの効力を調整する調整用アクチュエータ、電磁サスペンションを

構成するリニアモータ等、車体と車輪（車輪側部材）との間に設けられる各種の力発生装置を用いることができる。

[0130] 以上説明した実施形態に基づくスリップ状態検出装置およびサスペンション制御装置として、例えば下記に述べる態様のものが考えられる。

[0131] 第１の態様としては、スリップ状態検出装置であって、前後加速度検出部で検出された車両の前後加速度とタイヤ特性とに応じてタイヤ特性考慮スリップ比を求めるタイヤ特性考慮スリップ比確定部と、前記タイヤ特性考慮スリップ比を、各車輪の回転速度信号に応じて求められる各車輪のスリップ比で補正して、各車輪の補正スリップ比を求める補正スリップ比確定部と、を有する。

[0132] この第１の態様によれば、車両の前後加速度とタイヤ特性とに応じて「タイヤ特性考慮スリップ比」を求め、この「タイヤ特性考慮スリップ比」を各車輪の回転速度に応じて求めた各輪のスリップ比で補正することにより、各輪の「補正スリップ比」を求める。このため、各輪のスリップ比を「補正スリップ比」として精度よく求めることができる。これにより、スリップ比の推定精度を向上できる。

[0133] 第２の態様としては、サスペンション制御装置であって、車両の前後加速度を検出して、前後加速度信号を出力する前後加速度検出部と、各車輪の回転速度を検出して、各車輪の回転速度信号を出力する車輪回転速度検出部と、前記前後加速度信号と前記各車輪の回転速度信号とを入力し、入力された前記前後加速度信号とタイヤ特性とからタイヤ特性考慮スリップ比を求め、前記タイヤ特性考慮スリップ比を、前記各車輪の回転速度信号に応じて補正して各車輪の補正スリップ比を求め、前記各車輪の回転速度信号に基づいて車体の上下動を推定し、推定された車体の上下動を前記各車輪の補正スリップ比に基づいて補正し、補正された車体の上下動に基づいた制御信号を出力する制御装置と、車体と車輪側部材との間に設けられ、前記制御信号に応じて、前記車輪側部材からの入力に対する車体の状態を変化させるアクチュエータと、を有する。

[0134] この第２の態様によれば、車両の前後加速度とタイヤ特性とから求めた「タイヤ特性考慮スリップ比」を各車輪の回転速度に応じて補正して各輪の「補正スリップ比」を求め、この「補正スリップ比」に基づいて、各車輪の回転速度から推定された「車体の上下動」を補正する。このため、車体の上下方向の状態を精度よく求めることができる。これにより、車体の上下方向の状態の推定精度を向上できる。しかも、補正された車体の上下動に基づいて、車体の状態を変化させるアクチュエータを制御するため、車両の乗り心地、操縦安定性を向上できる。

[0135] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0136] 本願は、２０２１年１月２７日付出願の日本国特許出願第２０２１－０１１００７号に基づく優先権を主張する。２０２１年１月２７日付出願の日本国特許出願第２０２１－０１１００７号の明細書、特許請求の範囲、図面、および要約書を含む全開示内容は、参照により本願に全体として組み込まれる。

符号の説明

[0137] １ 車両 ２ 車体 ３ 前輪（車輪） ４ 後輪（車輪） ７，１０ 緩衝器（アクチュエータ） １１ 前後加速度センサ（前後加速度検出手段） １２ 横加速度センサ １３ 車輪速センサ（車輪回転速度検出手段） １４ 操舵角センサ １５ ヨーレイトセンサ １６ ブレーキスイッチ １７ ＣＡＮ ２１ サスペンション制御ユニット（制御装置） ２３ サスペンション制御部 ２７ 上下運動推定部 ３８ 第２スリップ比算出部（タイヤ特性考慮スリップ比確定手段） ３９ スリップ比配分算出部（

補正スリップ比確定手段）　４０　第３スリップ比算出部（補正スリップ比確定手段）　４３　スリップ状態検出装置

請求の範囲

[請求項1] スリップ状態検出装置であって、

前後加速度検出部で検出された車両の前後加速度とタイヤ特性とに応じてタイヤ特性考慮スリップ比を求めるタイヤ特性考慮スリップ比確定部と、

前記タイヤ特性考慮スリップ比を、各車輪の回転速度信号に応じて求められる各車輪のスリップ比で補正して、各車輪の補正スリップ比を求める補正スリップ比確定部と、

を有するスリップ状態検出装置。

[請求項2] サスペンション制御装置であって、

車両の前後加速度を検出して、前後加速度信号を出力する前後加速度検出部と、

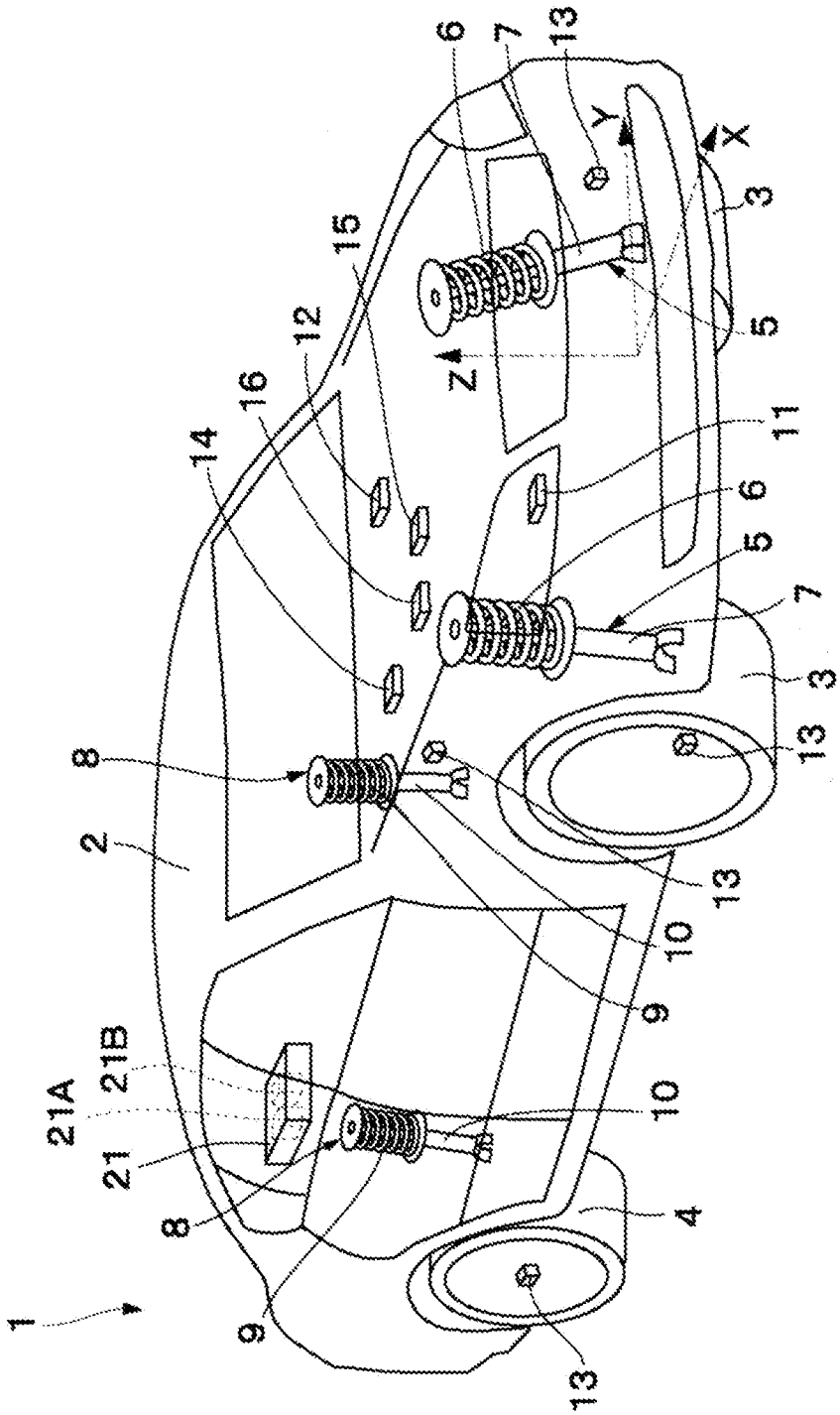
各車輪の回転速度を検出して、各車輪の回転速度信号を出力する車輪回転速度検出部と、

前記前後加速度信号と前記各車輪の回転速度信号とを入力し、入力された前記前後加速度信号とタイヤ特性とからタイヤ特性考慮スリップ比を求め、前記タイヤ特性考慮スリップ比を、前記各車輪の回転速度信号に応じて補正して各車輪の補正スリップ比を求め、前記各車輪の回転速度信号に基づいて車体の上下動を推定し、推定された車体の上下動を前記各車輪の補正スリップ比に基づいて補正し、補正された車体の上下動に基づいた制御信号を出力する制御装置と、

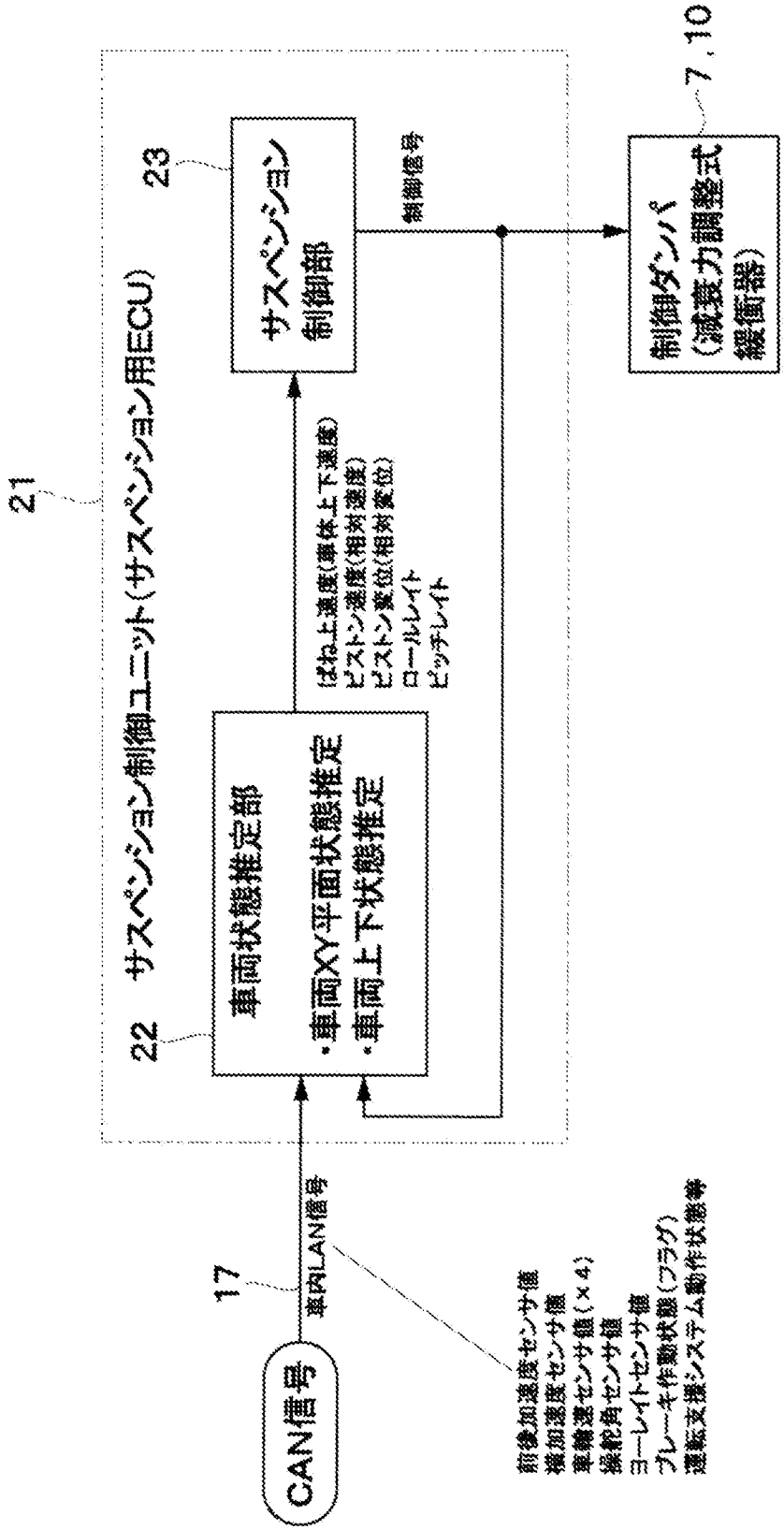
車体と車輪側部材との間に設けられ、前記制御信号に応じて、前記車輪側部材からの入力に対する車体の状態を変化させるアクチュエータと、

を有するサスペンション制御装置。

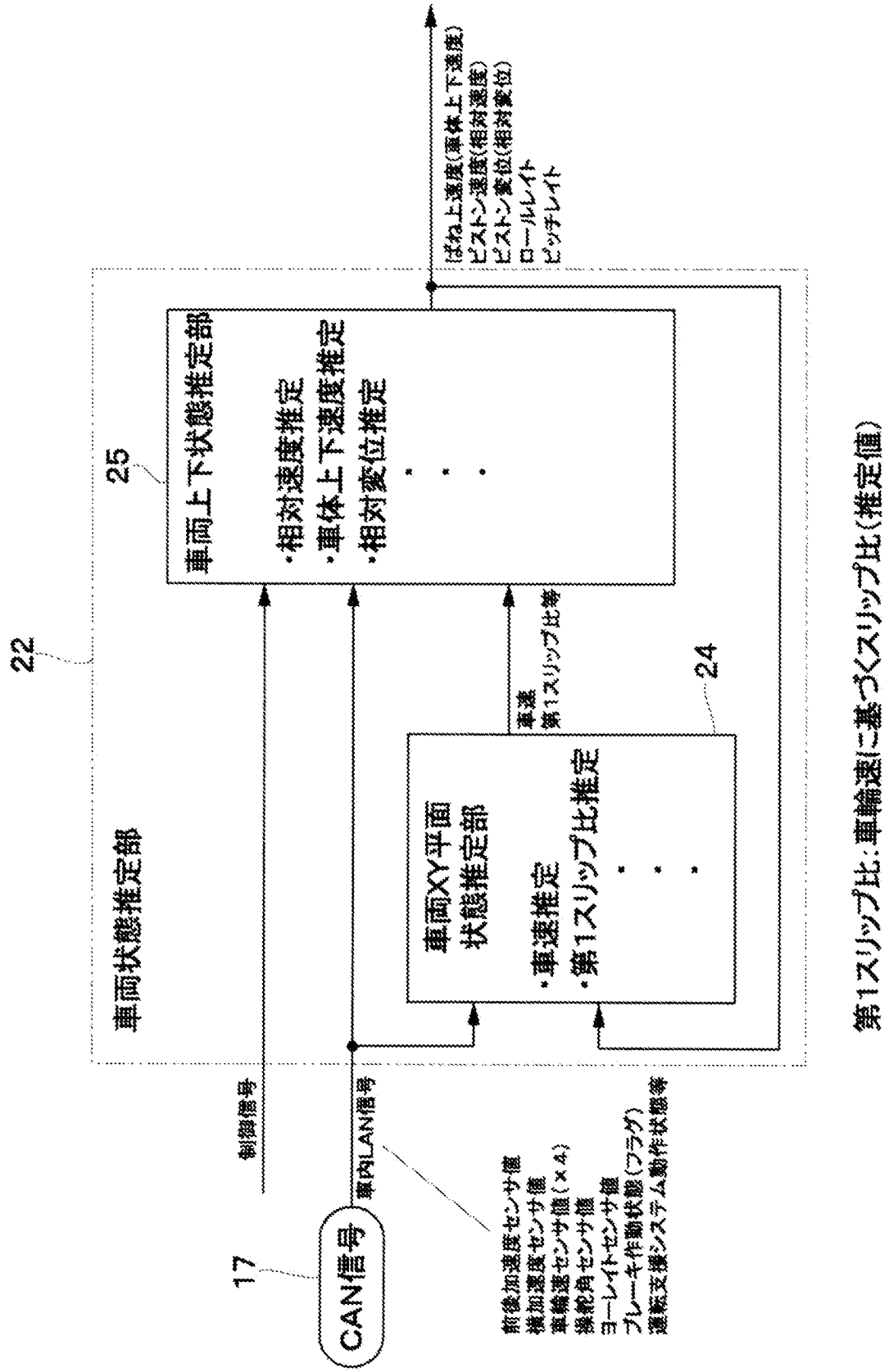
[図1]



[図2]

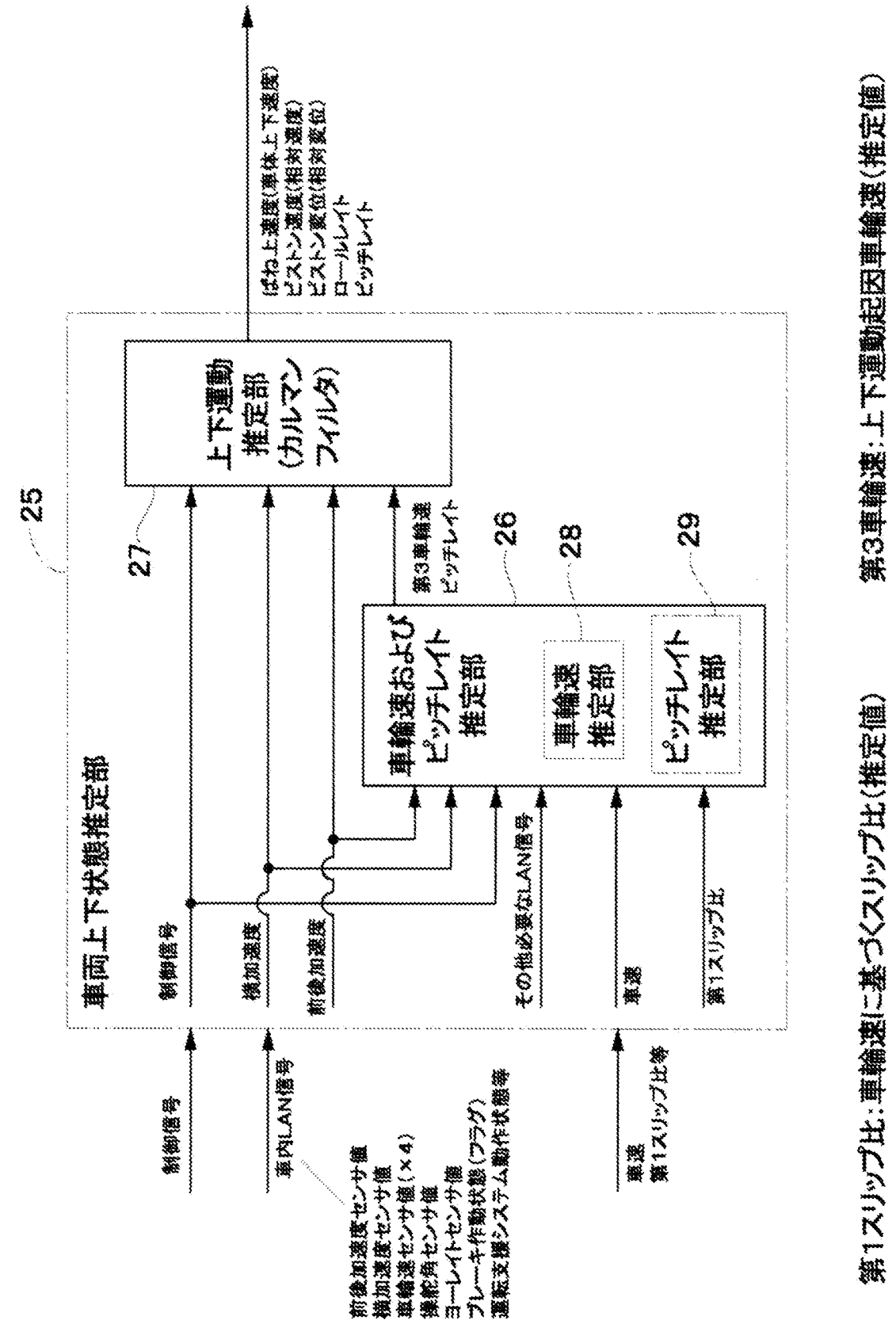

21
サスペンション制御ユニット(サスペンション用ECU)
22
車両状態推定部
・車両XY平面状態推定
・車両上下状態推定
23
サスペンション
制御部
7,10
制御ダンパ
(減衰力調整式
緩衝器)
制御信号
ばね上速度(車体上下速度)
ピストン速度(相対速度)
ピストン変位(相対変位)
ロールレイト
ピッチレイト
17
車内LAN信号
CAN信号
前後加速度センサ値
横加速度センサ値
車輪速センサ値(×4)
操舵角センサ値
ヨーレイトセンサ値
ブレーキ作動状態(フラグ)
運転支援システム動作状態等

[図3]

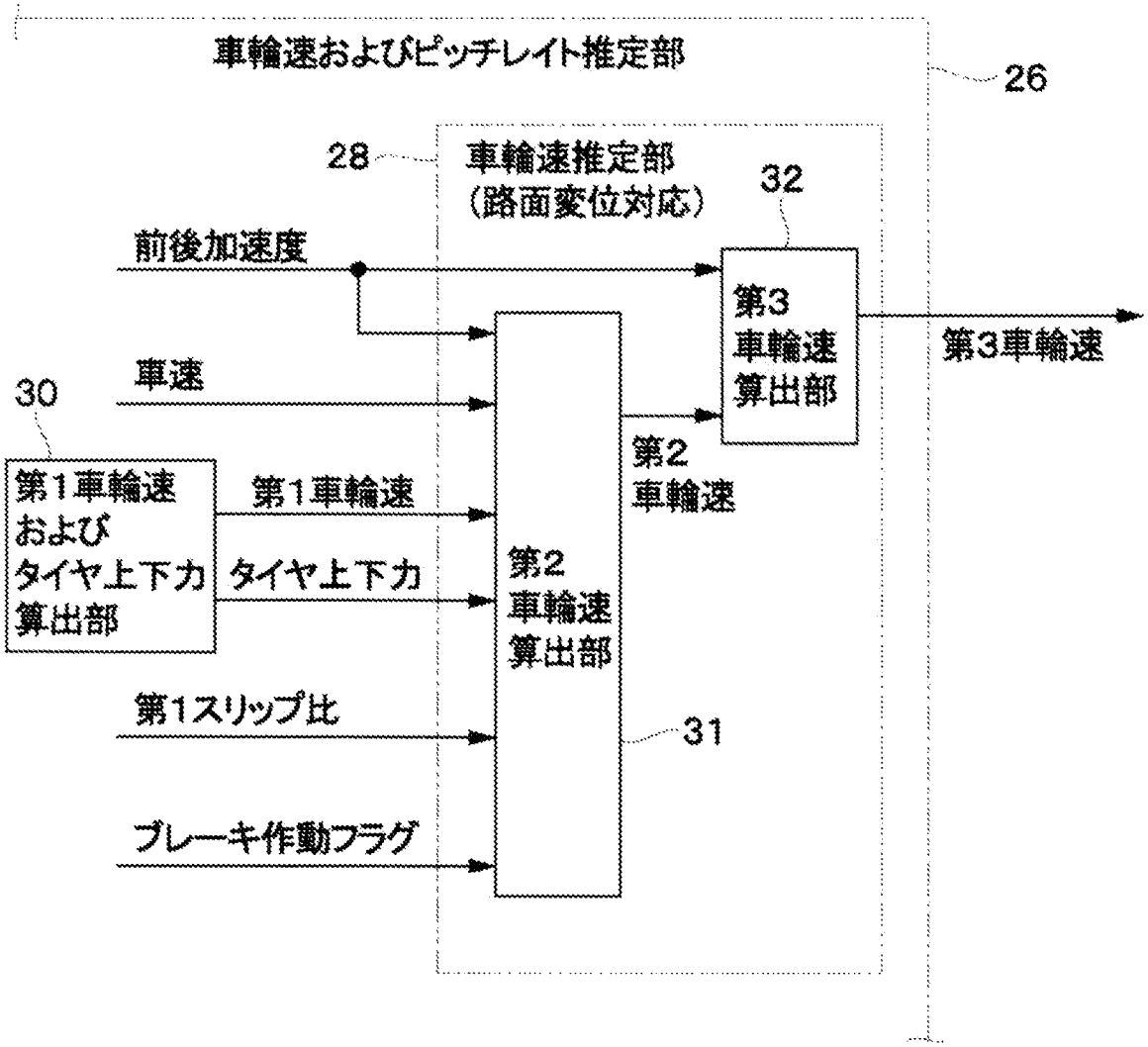


第1スリップ比:車輪速に基づくスリップ比(推定値)

[図4]


車両上下状態推定部
25
上下運動
推定部
(カルマン
フィルタ)
27
車輪速および
ピッチレイト
推定部
26
車輪速
推定部
28
ピッチレイト
推定部
29
制御信号
前後加速度
前後加速度
その他必要なLAN信号
車速
第1スリップ比
第3車輪速
ピッチレイト
ばね上速度(車体上下速度)
ピストン速度(相対速度)
ピストン変位(相対変位)
ロールレイト
ピッチレイト
制御信号
車内LAN信号
前後加速度センサ値
横加速度センサ値
車輪速センサ値(×4)
操舵角センサ値
ヨーレイトセンサ値
ブレーキ作動状態(フラグ)
運転支援システム動作状態等
車速
第1スリップ比等
第1スリップ比:車輪速に基づくスリップ比(推定値)
第3車輪速:上下運動起因車輪速(推定値)

[図5]



第1車輪速算出部:ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速算出部

タイヤ上下力算出部:ドライバ操作起因タイヤ上下力算出部

第1車輪速:ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速(推定値)

タイヤ上下力:ドライバ操作起因タイヤ上下力(推定値)

第1スリップ比:車輪速に基づくスリップ比(推定値)

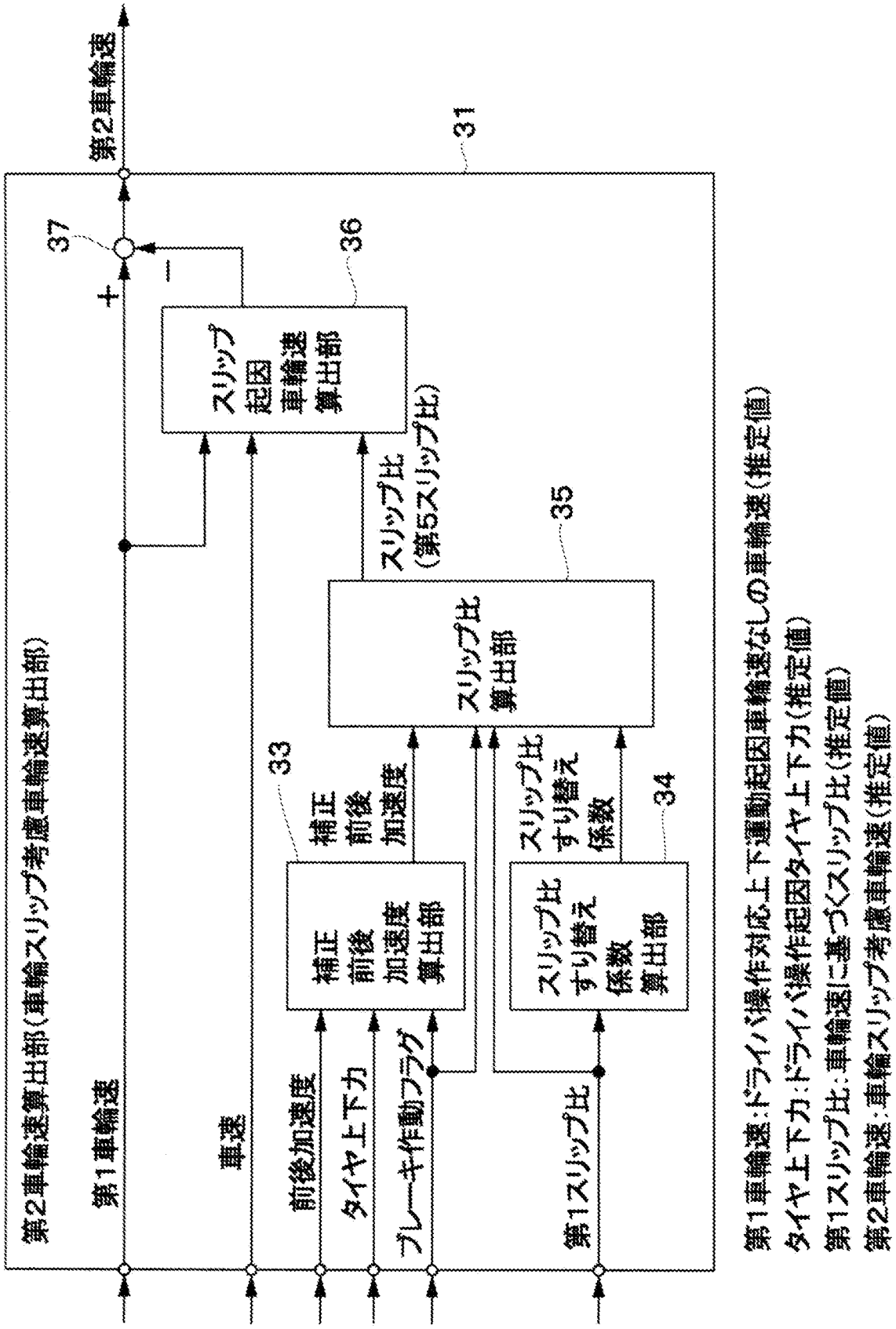
第2車輪速算出部:車輪スリップ考慮車輪速算出部

第2車輪速:車輪スリップ考慮車輪速(推定値)

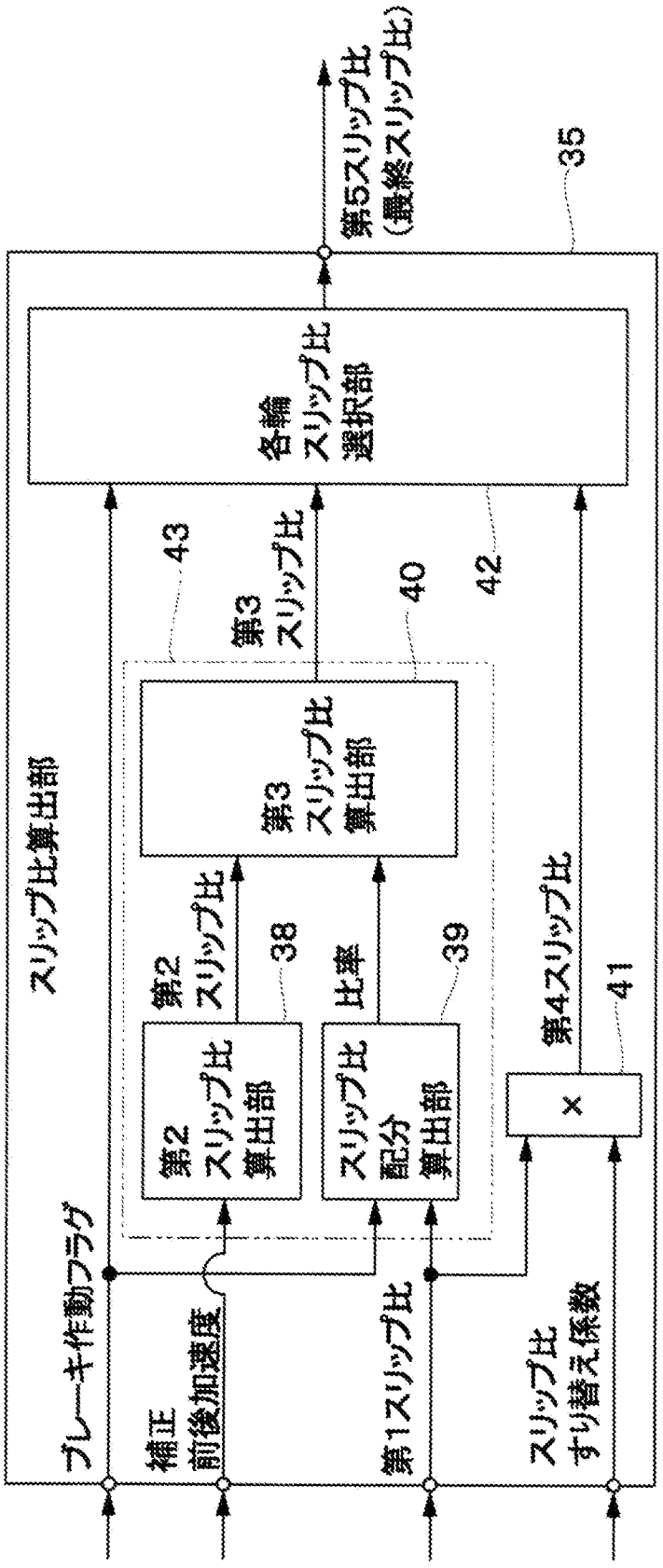
第3車輪速算出部:上下運動起因車輪速算出部

第3車輪速:上下運動起因車輪速(推定値)

[図6]

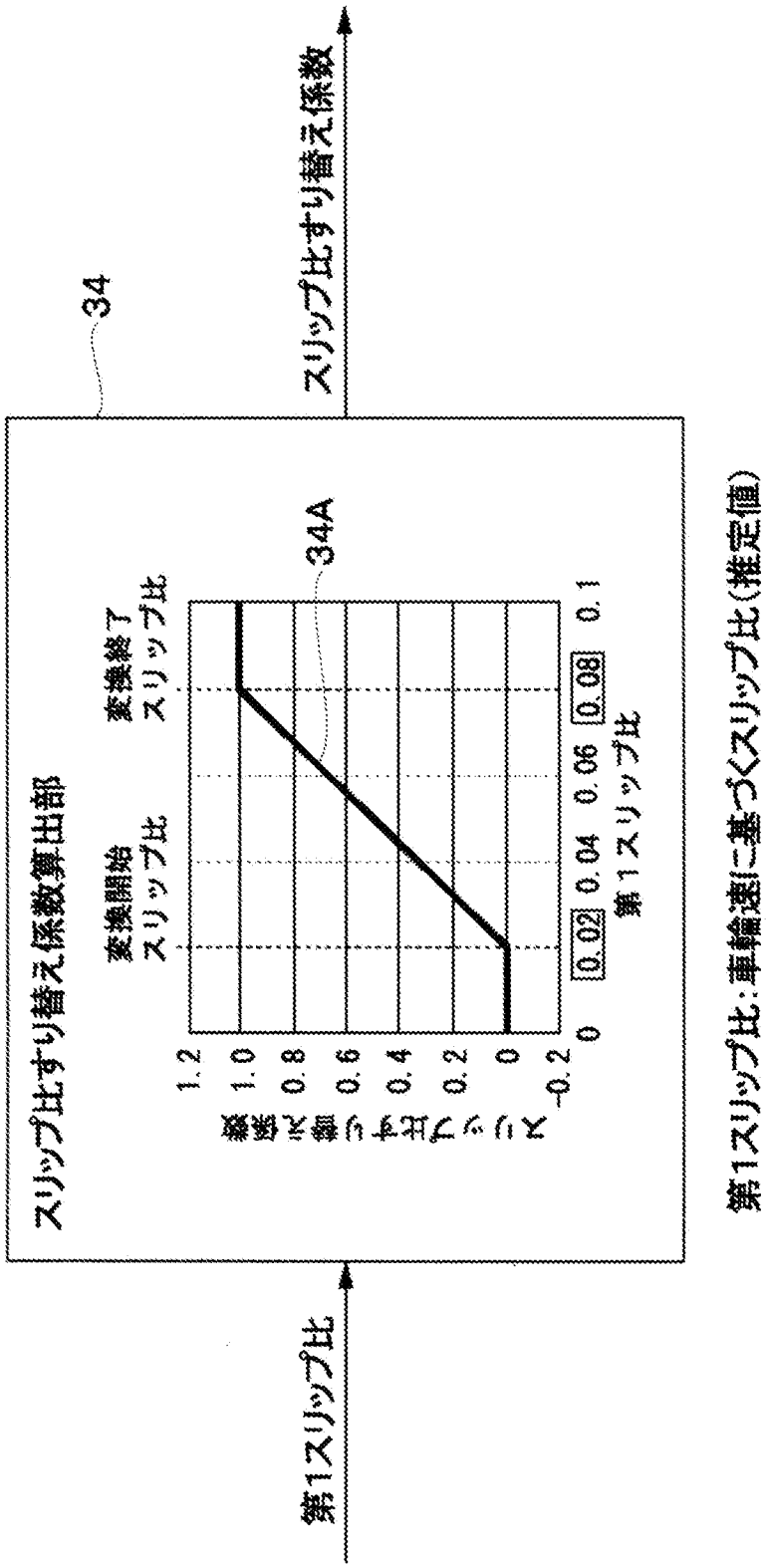

第2車輪速
31
37
+
−
36
スリップ
起因
車輪速
算出部
スリップ比
(第5スリップ比)
35
スリップ比
算出部
33
補正
前後
加速度
スリップ比
すり替え
係数
34
補正
前後
加速度
算出部
スリップ比
すり替え
係数
算出部
第2車輪速算出部(車輪スリップ考慮車輪速算出部)
第1車輪速
車速
前後加速度
タイヤ上下力
ブレーキ作動フラグ
第1スリップ比
第1車輪速:ドライバ操作対応上下運動起因車輪速なしの車輪速(推定値)
タイヤ上下力:ドライバ操作起因タイヤ上下力(推定値)
第1スリップ比:車輪速に基づくスリップ比(推定値)
第2車輪速:車輪スリップ考慮車輪速(推定値)

[図7]

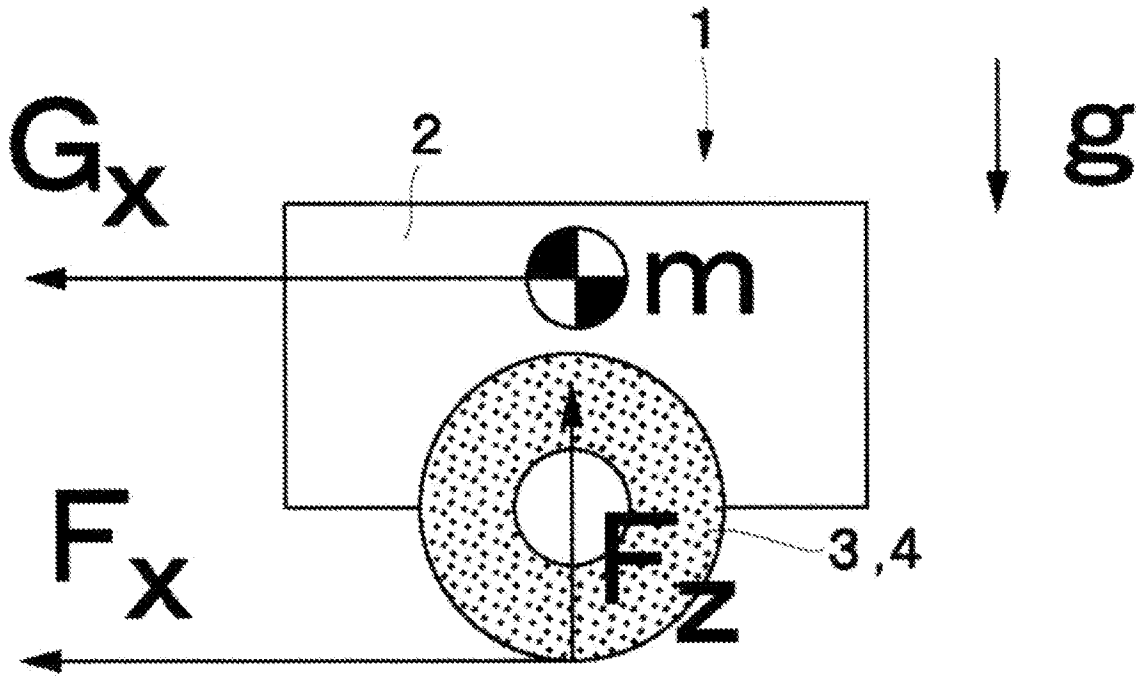


第2スリップ比算出部:タイヤ特性に基づくスリップ比算出部
第2スリップ比:タイヤ特性に基づくスリップ比
スリップ比配分算出部:各輪スリップ比配分算出部
比率:各輪のスリップ比の比率
第3スリップ比算出部:各輪の前後加速度に基づくスリップ比算出部
第3スリップ比:前後加速度に基づくスリップ比
第4スリップ比:スリップ比切換え係数が乗算された車輪速に基づくスリップ比
第1スリップ比:車輪速に基づくスリップ比

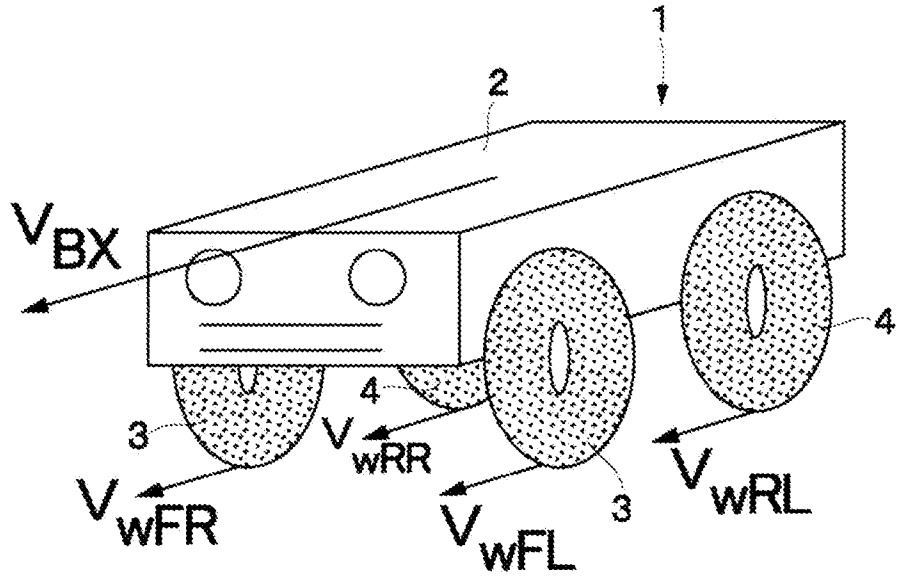
[図8]


34
スリップ比すり替え係数
スリップ比すり替え係数算出部
34A
変換開始
スリップ比
変換終了
スリップ比
スリップ比すり替え係数
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
第1スリップ比
第1スリップ比
第1スリップ比：車輪速に基づくスリップ比（推定値）

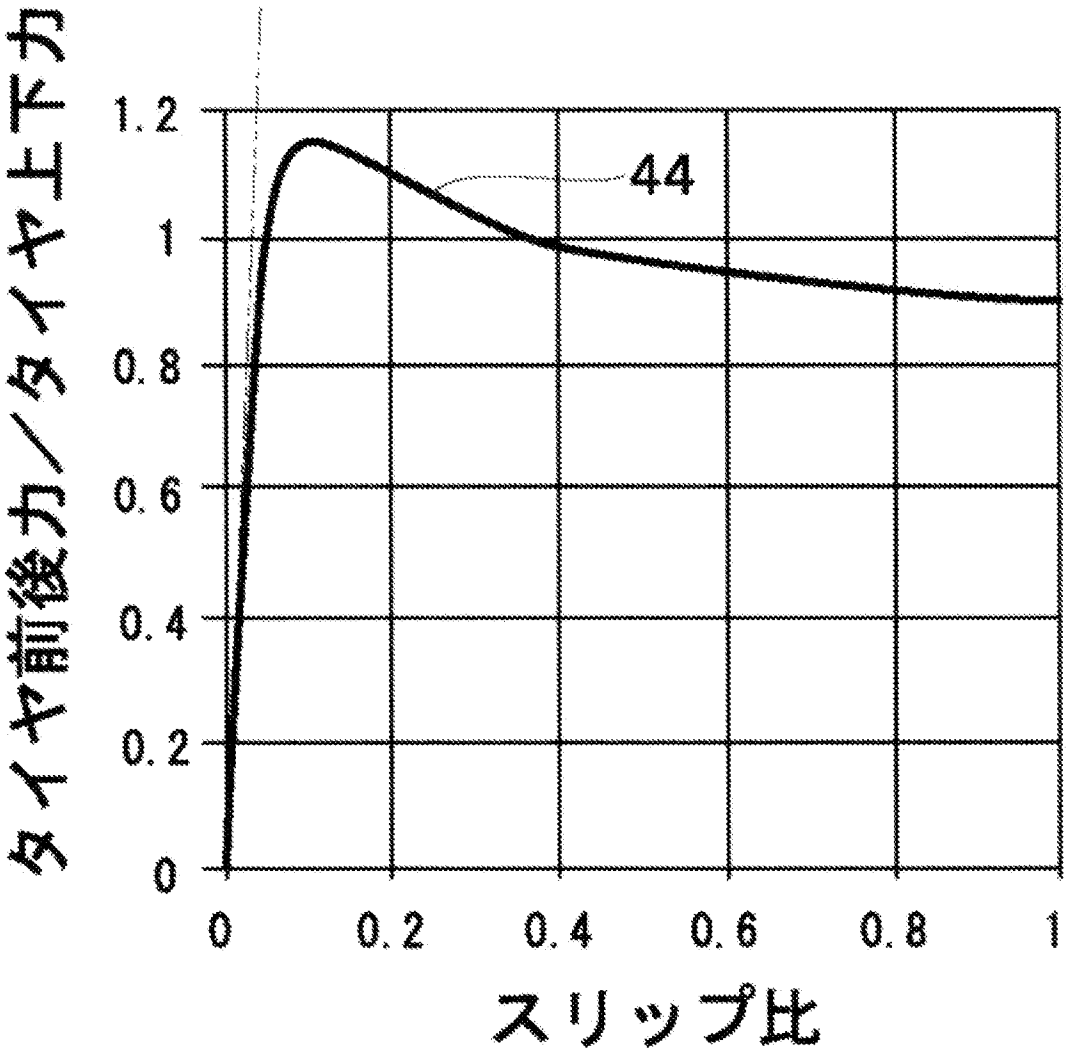
[図9]



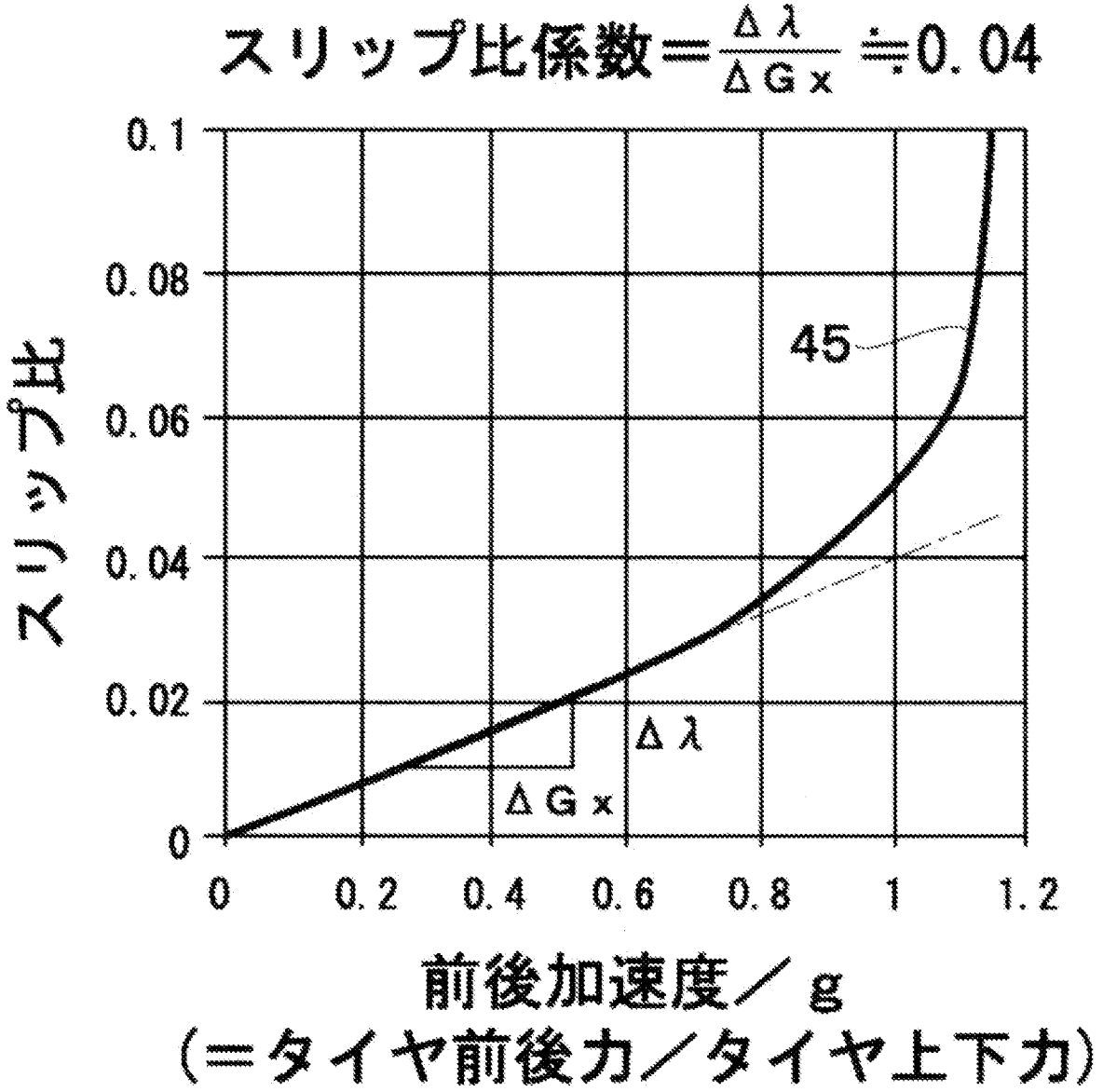
[図10]



[図11]



[図12]


スリップ比係数＝Δλ／ΔGx ≒0.04
スリップ比
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
45
Δλ
ΔGx
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
前後加速度／g
（＝タイヤ前後力／タイヤ上下力）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/001879

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W 40/10(2012.01)i; ***B60G 17/015***(2006.01)i; ***B60W 40/107***(2012.01)i
FI: B60W40/10; B60G17/015 A; B60W40/107

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)

B60W40/10; B60G17/015; B60W40/107

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	WO 2014/045365 A1 (PIONEER CORPORATION) 27 March 2014 (2014-03-27) paragraphs [0015]-[0101], fig. 1-10	1-2
A	JP 2020-117196 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 06 August 2020 (2020-08-06) entire text, all drawings	1-2

☐ 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	Date of mailing of the international search report
14 February 2022	**01 March 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/001879

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2014/045365 A1	27 March 2014	US 2015/0251658 A1 paragraphs [0043]-[0134], fig. 1-10 EP 2899086 A1	
JP 2020-117196 A	06 August 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/001879

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B60W 40/10(2012.01)i; B60G 17/015(2006.01)i; B60W 40/107(2012.01)i
FI: B60W40/10; B60G17/015 A; B60W40/107

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（ＩＰＣ））

B60W40/10; B60G17/015; B60W40/107

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
A	WO 2014/045365 A1 (パイオニア株式会社) 27.03.2014 (2014-03-27) 段落[0015]-[0101], 図1-10	1-2
A	JP 2020-117196 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 06.08.2020 (2020-08-06) 全文, 全図	1-2

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
14.02.2022	01.03.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
岡澤　洋 3Z 3320
電話番号 03-3581-1101 内線 3395

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/001879

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2014/045365 A1	27.03.2014	US 2015/0251658 A1 段落[0043]-[0134], 図1-10 EP 2899086 A1	
JP 2020-117196 A	06.08.2020	（ファミリーなし）	