

(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
2013年4月11日(11.04.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/051690 A1

- (51) 国際特許分類:
B60G 17/018 (2006.01) B60R 21/013 (2006.01)
B60G 17/015 (2006.01) B60R 21/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/075926
- (22) 国際出願日: 2012年10月5日(05.10.2012)
- (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 2011-222872 2011年10月7日(07.10.2011) JP
- (71) 出願人: いすゞ自動車株式会社 (ISUZU MOTORS LIMITED) [JP/JP]; 〒1408722 東京都品川区南大井6丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤巻 由太 (FUJIMAKI, Yuta); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP). 降幡 健一 (FURIHATA, Kenichi); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内

Kanagawa (JP). 岩間 俊彦 (IWAMA, Toshihiko); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内 Kanagawa (JP). 佐々木 智秋 (SASAKI, Tomoaki); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP).

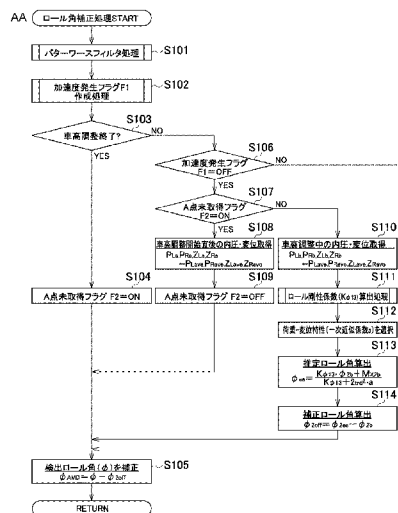
(74) 代理人: 米山 尚志 (YONEYAMA, Hisashi); 〒1010041 東京都千代田区神田須田町1丁目7番地 神田ミハマビル8階 米山国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: VEHICLE ROLL ANGLE ESTIMATION METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: 車両のロール角推定方法及び装置



(57) Abstract: When an acceleration which occurs in a vehicle is greater than or equal to a predetermined prescribed acceleration, a determination is made that an update prohibition state applies, while when the acceleration is less than the prescribed acceleration, the determination is made that the update prohibition state does not apply. When it is determined that the update prohibition state does not apply, a derived corrected roll angle ϕ_{2off} is updated and stored, while when it is determined that the update prohibition state does apply, the update of the corrected roll angle ϕ_{2off} is not executed.

(57) 要約: 車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する。更新禁止状態ではないと判定した場合、求めた補正ロール角 ϕ_{2off} を更新して記憶し、更新禁止状態であると判定した場合、補正ロール角 ϕ_{2off} の更新を実行しない。

- AA Start roll angle correction process
S101 Butterworth filter process
S102 Acceleration occurrence flag (F1) creation process
S103 Vehicle height adjustment completed?
S104 Point A not acquired flag (F2) = ON
S105 Correct detected roll angle (ϕ); $\phi_{AMD} = \phi - \phi_{2off}$
S106 Acceleration occurrence flag (F1) = OFF?
S107 Point A not acquired flag (F2) = ON?
S108 Acquire internal pressure, displacement, immediately after commencing vehicle height adjustment; PLa, PRa, ZLa, ZRa <- PLave, PRave, ZLave, ZRave
S109 Point A not acquired flag (F2) = OFF
S110 Acquire internal pressure, displacement, during vehicle height adjustment; PLb, PRb, ZLb, ZRb <- PLave, PRave, ZLave, ZRave
S111 Roll stiffness coefficient ($K\Phi13$) computation process
S112 Select load-displacement characteristic (first approximation coefficient (a))
S113 Compute estimated roll angle; $\phi_{es} = K\Phi13 \cdot \phi_{2b} + MX2b / K\Phi13 + 2trd2 \cdot a$
S114 Compute corrected roll angle; $\phi_{2off} = \phi_{2es} - \phi_{2b}$

WO 2013/051690 A1



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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：車両のロール角推定方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両のロール角推定方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 特開 2 0 0 9 - 2 2 7 2 6 5 号公報には、車高調整非実行時のロール角を推定することが可能な方法及び装置が記載されている。この方法及び装置では、左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までの任意の異なる 2 つの時点の各々において測定した各変位及び各内圧値から、それぞれ第 1 及び第 2 のロール角と左右サスペンションによる第 1 及び第 2 のロールモーメントとを算出し、ロール角及びロールモーメントから、サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出する。サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の変位特性の内、左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する変位特性を、自動車高調整非実行時の左右サスペンションに共通の変位特性として選択する。第 2 のロール角及びロールモーメント、ロール剛性係数、及び上記選択した変位特性に基づき自動車高調整非実行時のロール角を求め、この自動車高調整非実行時のロール角を用いて自動車高調整による補正ロール角を決定する。そして、決定した補正ロール角によって検出ロール角を補正する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2 0 0 9 - 2 2 7 2 6 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来の方方法及び装置において、車両状態量を利用して自動車高調整非実行時のロール角を精度良く推定するためには、左右輪のロールモーメントが変化しないという前提が成立し、且つ積荷の荷重を正確に推定することが

必要である。

[0005] しかし、車両が加減速中や旋回中の場合や、坂道或いはカント（横断勾配）を有する路面上にある場合、積荷の荷重が前後や左右に配分されたり、積荷に慣性力が発生するため、積荷の荷重を正確に推定することが難しく、また左右輪のロールモーメントが変化してしまう可能性が生じる。従って、このような環境下では、自動車高調整非実行時のロール角を精度良く推定することができず、検出ロール角の補正精度が低下する。

[0006] 本発明は、上記実状に鑑みてなされたものであって、検出ロール角の補正精度の低下を抑制可能なロール角推定方法及び装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成すべく、本発明の第1の態様の車両のロール角推定方法は、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する第1ステップと、同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち上記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と上記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、算出した第1及び第2のロール角並びに第1及び第2のロールモーメントから、上記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出し、上記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、上記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、上記自動車高調整が行われなかった場合の上記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、上記算出した第2のロール角及び第2のロールモーメントと、上記算出したロール剛性係数と、上記選択した荷重－変位特性とに基づき、上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求める第2ステップ

と、上記第2ステップで求めた上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から上記第2ステップで算出した上記第2のロール角を減算することにより、上記自動車高調整による補正ロール角を求める第3ステップと、上記第1ステップで上記更新禁止状態ではないと判定した場合、上記第3ステップで求めた補正ロール角を更新して記憶し、上記第1ステップで上記更新禁止状態であると判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない第4ステップと、を備える。

[0008] 本発明の第2の態様の車両のロール角推定方法は、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する第1ステップと、同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの任意の時点において測定された変位及び内圧値から、ロール角と上記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、上記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、上記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、上記自動車高調整が行われなかった場合の上記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、上記算出したロール角及びロールモーメントと、上記選択した荷重－変位特性と、上記サスペンションを装着した車両固有の値として上記変位及び内圧値の測定前に記憶されたロール剛性係数とに基づき、上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求める第2ステップと、上記第2ステップで求めた上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から上記第2ステップで算出したロール角を減算することにより、上記自動車高調整による補正ロール角を求める第3ステップと、上記第1ステップで上記更新禁止状態ではないと判定した場合、上記第3ステップで求めた補正ロール角を更新して記憶し、上記第1ステップで上記更新禁止状態であると判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない第4ステップと、を備える。

[0009] 上記第1又は第2の態様の方法において、上記第1ステップは、上記第2

及び第3ステップの前後の何れに実行してもよく、上記第2及び第3ステップと並行して実行してもよい。なお、上記第1ステップを上記第2及び第3ステップの前に実行し、且つ上記第1ステップで更新禁止状態であると判定した場合には、上記第2及び第3ステップの処理を実行しなくてもよい。

[0010] 本発明の第1の態様の車両のロール角推定装置は、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する判定部と、同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち上記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と上記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、算出した第1及び第2のロール角並びに第1及び第2のロールモーメントから、上記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出し、上記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、上記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、上記自動車高調整が行われなかった場合の上記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、上記算出した第2のロール角及び第2のロールモーメントと、上記算出したロール剛性係数と、上記選択した荷重－変位特性とに基づき、上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求めるロール角決定部と、上記ロール角決定部が求めた上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から上記ロール角決定部が算出した上記第2のロール角を減算することにより、上記自動車高調整による補正ロール角を求める補正ロール角決定部と、上記更新禁止状態ではないと上記判定部が判定した場合、上記補正ロール角決定部が求めた補正ロール角を記憶部に更新して記憶し、上記更新禁止状態であると上記判定部が判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない記憶制御部と、を備える

。

[0011] 本発明の第2の態様の車両のロール角推定装置は、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する判定部と、同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの任意の時点において測定された変位及び内圧値から、ロール角と上記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、上記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、上記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、上記自動車高調整が行われなかった場合の上記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、上記算出したロール角及びロールモーメントと、上記選択した荷重－変位特性と、上記サスペンションを装着した車両固有の値として上記変位及び内圧値の測定前に記憶されたロール剛性係数とに基づき、上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求めるロール角決定部と、上記ロール角決定部が求めた上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から上記ロール角決定部が算出したロール角を減算することにより、上記自動車高調整による補正ロール角を求める補正ロール角決定部と、上記更新禁止状態ではないと上記判定部が判定した場合、上記補正ロール角決定部が求めた補正ロール角を記憶部に更新して記憶し、上記更新禁止状態であると上記判定部が判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない記憶制御部と、を備える。

[0012] 上記所定加速度は、加減速、旋回走行、坂道或いはカント（横断勾配）を有する路面の走行などにおいて、自動車高調整非実行時のロール角を所望の精度で推定可能に積荷状態を維持する加速度（加速度が正負の方向で検出される場合には、加速度の絶対値）の上限閾値として、予め設定され記憶される。

[0013] 上記第1又は第2の態様の方法及び装置では、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度未満である場合に限り、補正ロール角を更新し、所

定加速度以上の場合には、補正ロール角の更新を実行しない。このため、常に信頼性の高い補正ロール角を用いて検出ロール角を補正することができ、検出ロール角の補正精度の低下を抑制することができる。

[0014] 本発明の第3の態様のロール角推定方法は、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する第1ステップと、同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち上記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と上記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、上記第1及び第2のロール角並びに上記第1及び第2のロールモーメントから、上記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出する第2ステップと、上記第1ステップで上記更新禁止状態ではないと判定したとき、上記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶し、上記第1ステップで上記更新禁止状態であると判定したとき、上記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶しない第3ステップと、上記第3ステップでロール剛性係数を更新して記憶した後の任意の時点において測定された上記左右サスペンションの変位及び内圧値から、ロール角と上記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、上記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、上記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、上記自動車高調整が行われなかった場合の上記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、上記算出したロール角及びロールモーメントと、上記選択した荷重－変位特性と、上記第3ステップで記憶した最新のロール剛性係数とに基づき、上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求める第4ステップと、を備える。

[0015] 上記第3の態様の方法において、上記第1ステップは、上記第2ステップの前後の何れに実行してもよく、上記第2ステップと並行して実行してもよい。なお、上記第1ステップを上記第2ステップの前に実行し、且つ上記第1ステップで更新禁止状態であると判定した場合には、上記第2ステップの処理を実行しなくてもよい。

[0016] 本発明の第3の態様のロール角推定装置は、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する判定部と、同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち上記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と上記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、上記第1及び第2のロール角並びに上記第1及び第2のロールモーメントから、上記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出するロール剛性係数算出部と、上記第1ステップで上記更新禁止状態ではないと判定したとき、上記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶し、上記第1ステップで上記更新禁止状態であると判定したとき、上記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶しない記憶制御部と、上記第3ステップでロール剛性係数を更新して記憶した後の任意の時点において測定された上記左右サスペンションの変位及び内圧値から、ロール角と上記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、上記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、上記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、上記自動車高調整が行われなかった場合の上記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、上記算出したロール角及びロールモーメントと、上記選択した荷重－変位特性と、上記第3ステップで記

憶した最新のロール剛性係数とに基づき、上記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求めるロール角決定部と、を備える。

[0017] 上記所定加速度は、加減速、旋回走行、坂道或いはカントを有する路面の走行などにおいて、ロール剛性係数を所望の精度で推定可能に積荷状態を維持する加速度（加速度が正負の方向で検出される場合には、加速度の絶対値）の上限閾値として、予め設定され記憶される。

[0018] 上記第3の態様の方法及び装置では、車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度未満である場合に限り、ロール剛性係数を算出された値に更新し、所定加速度以上の場合には、ロール剛性係数を算出された値に更新しない。このため、常に信頼性の高いロール剛性係数を用いて検出ロール角を補正することができ、検出ロール角の補正精度の低下を抑制することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、検出ロール角の補正精度の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の一実施形態を示したブロック図である。

[図2]図1の処理部と横転危険度判定装置との相互動作例を示したフローチャート図である。

[図3]図1の横転危険度判定装置に用いられる二次元マップを示したグラフ図である。

[図4]図1の車両に生じるロールモーメントの一例を示した図である。

[図5]サスペンションの荷重－変位特性例を示したグラフ図である。

[図6]サスペンションの荷重－内圧特性例を示した図である。

[図7]サスペンションの内圧と変位特性係数の関係を示したグラフ図である。

[図8]本発明の一実施形態に用いる処理部のロール角補正処理例〔1〕を示したフローチャート図である。

[図9]図8のバターワースフィルタ処理を示したフローチャートである。

[図10]図8の加速度発生フラグ生成処理を示したフローチャートである。

[図11]図8のロール剛性係数算出処理を示したフローチャートである。

[図12]本発明の一実施形態に用いる処理部のロール角補正処理例〔2〕を示したフローチャートである。

[図13]図12のキーON処理を示したフローチャート図である。

[図14]図12のコントロールフラグ生成処理を示したフローチャートである。

[図15]図12の車高調整処理を示したフローチャートである。

[図16]図15の車高調整ON処理を示したフローチャートである。

[図17]図16の状態量算出処理を示したフローチャートである。

[図18]図15の車高調整OFF処理を示したフローチャートである。

[図19]車両のロール角推定方法及び装置の連結車両への適用例を示したブロック図である。

[図20]連結車両に生じるロールモーメントの例を示した図である。

発明を実施するための形態

[0021] [非連結車両の実施形態：図1～図18]

＜構成例：図1＞

図1に示すように、本実施形態に係る車両のロール角推定装置10は、車両1の左後輪2L及び右後輪2R付近にそれぞれ設けたサスペンション（以下、符号3で総称することがあり、またエアバネと称することがある）3L及び3Rの変位 Z_L 及び Z_R を検出する変位検出部11L及び11R（以下、符号11で総称することがある）と、サスペンション3L及び3Rの内圧 P_L 及び P_R を測定する圧力測定部12L及び12R（以下、符号12で総称することがある）と、内圧 P_L 、 P_R と変位 Z_L 、 Z_R とに基づき自動車高調整が行われなかった場合（以下、車高調整非実行時と称することがある）のロール角（ ϕ_{2es} ）を推定すると共に、この推定したロール角（ ϕ_{2es} ）を用いて横転危険度判定装置20内のロール角・ロール角速度検出部21で検出されたロール角 ϕ を補正し、補正後のロール角 ϕ_{AMD} を横転危険度判定部22に対して与え

る処理部 1 3 と、車両 1 に発生する加速度を測定して処理部 1 3 へ出力する加速度測定部 1 4 とを備えている。

[0022] 変位検出部 1 1 L 及び 1 1 R で検出した変位 Z_L 及び Z_R は、車高調整装置 3 0 にも入力されており、車高調整装置 3 0 は、例えば旋回時、変位 Z_L 及び Z_R に基づきサスペンション 3 L 及び 3 R の一方の内圧を加圧（エア A P を注入）すると共に他方の内圧を減圧（エア A P を排出）することにより、サスペンション 3 L 及び 3 R の荷重－変位特性をそれぞれ強制的に変化させて車両 1 の左右車高差（ $Z_L - Z_R$ ）を調整（補正）する。

[0023] すなわち、車両 1 においては、サスペンション 3 L 及び 3 R のみが車高調整の対象となり、左前輪 4 L 及び右前輪 4 R 付近にそれぞれ設けたサスペンション 5 L 及び 5 R については何ら車高調整が行われない。従って、以下の説明では、荷重 F 及び内圧 P はサスペンション 3 L 及び 3 R に対する値である。

[0024] また、処理部 1 3 と車高調整装置 3 0 とが相互接続されており、処理部 1 3 は、車高調整装置 3 0 から車高調整の開始タイミング及び終了タイミングをそれぞれ示す信号 S_{G_S} 及び S_{G_F} を受信する。

[0025] 加速度測定部 1 4 は、車両 1 に固定され、車両 1 に発生（作用）する加速度を所定時間毎に逐次測定（検出）し、測定した加速度を検出加速度として処理部 1 3 へ送信する。測定する加速度は、車両 1 の前後方向、上下方向又は左右方向の少なくとも一方向の加速度であってもよく、これらの複合的な方向の加速度であってもよい。複数の方向の加速度を個別に測定する場合、後述する加速度判定において、各方向の加速度に対して個別の閾値を設定し、各加速度と対応する閾値との大小を判定してもよく、角加速度のベクトルの総和量に対して 1 つの閾値を設定し、ベクトルの総和量と 1 つの閾値との大小を判定してもよい。

[0026] また、加速度測定部 1 4 は、加速度センサのように加速度を直接検出するものであってもよく、速度センサ（例えば車速センサ）が検出した速度の時間微分値を加速度として算出してもよく、変位センサが検出した変位の 2 階

時間微分値を加速度として算出してもよい。

[0027] なお、処理部 1 3 及び横転危険度判定部 2 2 は、所定のプログラムが予め記憶されると共に取得及び算出したデータを記憶可能な R O M (Read Only Memory) や R A M (Random Access Memory) などの記憶部や、記憶部から読み出したプログラムに従って処理を実行する C P U (Central Processing Unit) 等を備えた E C U (Electronic Central Unit) によって構成される。

[0028] <横転危険度判定処理：図 2>

次に、横転危険度判定装置 2 0 が実行する横転危険度判定・制御処理の一例を、図 2 及び図 3 を参照して説明する。

[0029] 図 1 に示す横転危険度判定装置 2 0 は、ロール角・ロール角速度検出部 2 1 が検出した車両 1 のロール角 ϕ 及びロール角速度 ω に基づき車両 1 の横転危険度 H を判定すると共に、この横転危険度 H から目標減速度 G_{target} を算出する横転危険度判定部 2 2 と、この目標減速度 G_{target} に応じてブレーキ制御を行うブレーキコントローラ 2 3 とで構成されている。

[0030] 図 2 は、横転危険度判定装置 2 0 とロール角推定装置 1 0 の相互動作を示している。図 2 に示すように、ロール角・ロール角速度検出部 2 1 は、車両 1 のロール角 ϕ 及びロール角速度 ω を検出し、ロール角速度 ω を横転危険度判定部 2 2 に与えるとともに、ロール角 ϕ を処理部 1 3 に与える(ステップ S 9 0 1)。

[0031] 処理部 1 3 は、ロール角 ϕ を補正し、補正後のロール角 ϕ_{AMD} を横転危険度判定部 2 2 に対して与える(ステップ S 9 0 2)。

[0032] 次に、横転危険度判定部 2 2 は、予め記憶されている図 3 に示すようなロール角 ϕ とロール角速度 ω の関係を示す二次元マップを用い、この二次元マップ中に設けられた 2 本の境界線 T 1 及び T 2 の各々からロール角 ϕ 及びロール角速度 ω によって特定される点 S までの距離 L 1 及び L 2 を、下記の式(1)及び(2)に従って算出する(ステップ S 9 0 3)。ここで、上記の境界線 T 1 及び T 2 は、車両 1 に横転する危険性が無いことを示す安定領域 R 1 と、車両 1 が左に横転する危険性が有ることを示す左横転危険領域 R 2 L

及び右に横転する危険性が有ることを示す右横転危険領域 R 2 R とをそれぞれ区分けするものである。

[0033] [数1]

$$L1 = \frac{(B1 \cdot \phi_{AMD} + A1 \cdot \omega - A1 \cdot B1)}{\sqrt{(A1^2 + B1^2)}} \quad \cdots \text{式(1)}$$

[0034] [数2]

$$L2 = \frac{(-B2 \cdot \phi_{AMD} - A2 \cdot \omega + A2 \cdot B2)}{\sqrt{(A2^2 + B2^2)}} \quad \cdots \text{式(2)}$$

[0035] なお、図3に示す如く、上記の式(1)中のA1及びB1は境界線T1のφ軸切片及びω軸切片であり、上記の式(2)中のA2及びB2は境界線T2のφ軸切片及びω軸切片である。

[0036] ここで、境界線T1及びT2を基準に左横転危険領域R2L側及び右横転危険領域R2R側をそれぞれ正とし、いずれの場合も、安定領域R1側を負と定めるものとする、距離L1及びL2の組み合わせは以下の通りである。

- [0037] (A) $L1 \leq 0$ 且つ $L2 \leq 0$ の場合、横転の危険性無し。
- (B) $L1 > 0$ 且つ $L2 \leq 0$ の場合、左横転の危険性有り。
- (C) $L1 \leq 0$ 且つ $L2 > 0$ の場合、右横転の危険性有り。
- (D) $L1 > 0$ 且つ $L2 > 0$ の場合、システム・エラー。

[0038] 従って、上記(A)が成立する場合(ステップS904: YES)、横転危険度判定部22は、横転の危険性無し(安定領域R1内)と判定し、何ら制御を行わない(ステップS907)。

[0039] 一方、上記(B)が成立する場合(ステップS905: YES)、横転危険度判定部22は、左横転の危険性有り(左横転危険領域R2L内)と判定し、距離L1を横転危険度Hとする(ステップS908)。

[0040] また、上記(C)が成立する場合(ステップS906: YES)、横転危険

度判定部 22 は、右横転の危険性有り(右横転危険領域 R 2 R 内)と判定し、距離 L 2 を横転危険度 H とする(ステップ S 9 0 9)。

[0041] このように、左横転の危険がある場合には距離 L 1 を、右横転の危険がある場合には距離 L 2 を横転危険度 H の値として採用する。

[0042] そして、横転危険度判定部 22 は、横転危険度 H から車両 1 の横転を防止するために必要な目標減速度 G_{target} を算出してブレーキコントローラ 23 に与える(ステップ S 9 1 0)。目標減速度 G_{target} は、図示のような横転危険度 H に係数 K を乗じて算出するものに限らず、横転危険度 H の増減に応じて変化するものであればよい。

[0043] ブレーキコントローラ 23 は、目標減速度 G_{target} となるように各車輪に必要なブレーキ圧を演算してブレーキ制御を行う(ステップ S 9 1 2)。

[0044] また、上記 (D) が成立する場合、横転危険度判定部 22 は、システム・エラーと判定し、横転危険度判定装置 20 の内部にエラーフラグを記録する(ステップ S 9 1 1)。

[0045] なお、この横転危険度判定装置 20 は、横転危険度判定部 22 が横転危険度 H を外部に出力し、上記のブレーキコントローラ 23 に代えて、横転危険度 H に応じて警報制御を行う警報装置(図示せず)とすることもできる。この場合も上記の説明は同様に適用される。

[0046] このように、車両 1 の走行状態に応じて連続的に変化するロール角及びロール角速度に基づいて横転危険度を判定すると共に、横転危険度に応じたブレーキ制御や警報制御等を行うことができ、以て車両 1 の横転を防止することが可能となる。

[0047] また、横転危険度判定装置 20 が、ロール角補正処理により得られた補正後ロール角 ϕ_{AMD} を利用して距離 L 1 及び L 2 を算出するので、車高調整が行われた場合であっても、横転危険度判定装置 20 は、車両 1 の横転危険度 H を正確に判定することができる。

[0048] <ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の説明>

次に、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の定義を、図 4 を参照して以下に説明する。

[0049] 図4に示す如く車両1に荷物偏積（或いは一定の遠心加速度）によるロールモーメント M_x が生じているとすると、車両1の前輪側（車高調整の対象とならないサスペンション5L及び5R側）におけるロールモーメントの釣り合いの式は、下記の式（3）で表すことができる。

[0050] [数3]

$$K_{\phi 1}\phi_1 + K_{\phi 12}(\phi_1 - \phi_2) = 0 \quad \cdots \text{式(3)}$$

[0051] 上記の式（3）中の $K_{\phi 1}$ 、 ϕ_1 、 $K_{\phi 12}$ 、及び ϕ_2 は、それぞれ、設計条件等によって決定されるサスペンション5L及び5Rに共通の既知の固定ロール剛性係数、サスペンション5L及び5Rの変位差によって生じた未知の（測定しない）ロール角、荷物の材質やその固定状況によって変化する車両フレーム（図示せず）の未知の捩じり剛性係数、及び車高調整の対象となる後輪側のサスペンション3L及び3Rの変位差によって生じた測定可能なロール角である。

[0052] また、サスペンション3L及び3R側におけるロールモーメントの釣り合いの式は、下記の式（4）で表すことができる。

[0053] [数4]

$$M_{x2} + K_{\phi 2}\phi_2 - K_{\phi 12}(\phi_1 - \phi_2) - M_x = 0 \quad \cdots \text{式(4)}$$

[0054] 上記の式（4）中の M_{x2} 及び $K_{\phi 2}$ は、それぞれ、車高調整に伴ってサスペンション3L及び3Rにより生じた未知のロールモーメント、及び設計条件等によって決定されるサスペンション3L及び3Rに共通の既知の固定ロール剛性係数である。

[0055] 上記の式（3）をロール角 ϕ_1 について整理すると、下記の式（5）が得られる。

[0056] [数5]

$$\phi_1 = \left(\frac{K_{\phi 12}}{K_{\phi 1} + K_{\phi 12}} \right) \phi_2 \quad \cdots \text{式(5)}$$

[0057] この式（５）を上記の式（４）に更新し、荷物偏積によるロールモーメント M_x について整理すると、下記の式（６）が得られる。

[0058] [数6]

$$M_x = M_{x2} + \left(K_{\phi 2} + \frac{K_{\phi 1} K_{\phi 12}}{K_{\phi 1} + K_{\phi 12}} \right) \phi_2 \quad \cdots \text{式(6)}$$

[0059] ここで、下記の式（７）に示す如く、ロール剛性係数 $K_{\phi 1}$ 、 $K_{\phi 2}$ 及びフレーム振じり剛性係数 $K_{\phi 12}$ による車両固有のロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を定義し、上記の式（６）で表されるロールモーメント M_x が荷物の積載条件が変化しない限り一定であることに着目すると、車高調整（調整開始時から終了時までの少なくとも一部）が間に介在する任意の２つの時点において、第１の時点（例えば車高調整開始時）におけるサスペンション ３Ｌ及び３Ｒによるロールモーメント M_{x2a} 及びその変位差によって生じるロール角 ϕ_{2a} と、第２の時点（例えば車高調整終了時）におけるロールモーメント M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2b} とには下記の式（８）に示す等号関係が成立する。

[0060] [数7]

$$K_{\phi 13} = K_{\phi 2} + \frac{K_{\phi 1} K_{\phi 12}}{K_{\phi 1} + K_{\phi 12}} \quad \cdots \text{式(7)}$$

[0061] [数8]

$$M_{x2a} + K_{\phi 13} \phi_{2a} = M_{x2b} + K_{\phi 13} \phi_{2b} \quad \cdots \text{式(8)}$$

[0062] 上記の式（８）をロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ について整理すると、下記の式（９）が得られる。

[0063] [数9]

$$K_{\phi 13} = \frac{M_{x2a} - M_{x2b}}{\phi_{2b} - \phi_{2a}} \quad \cdots \text{式(9)}$$

[0064] すなわち、フレーム捩じり剛性係数 $K_{\phi 12}$ が如何なる値であっても、ロールモーメント M_{x2a} 及び M_{x2b} とロール角 ϕ_{2a} 及び ϕ_{2b} とが分かればロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を求めることができる。

[0065] ここで、サスペンション3 L 及び3 R に対する荷重 F_{La} 及び F_{Ra} は、第1の時点における内圧 P_{La} 及び P_{Ra} から、下記の式(10)に従って算出される。

[0066] [数10]

$$\left. \begin{array}{l} F_{La} = k \cdot P_{La} + m \\ F_{Ra} = k \cdot P_{Ra} + m \end{array} \right\} \quad \cdots \text{式(10)}$$

[0067] 上記の式(10)は、サスペンション3 L 及び3 R 自体が共通に呈する荷重－内圧特性を示す線形近似式(k 及び m は設計条件等で決定される係数)であり、図5に示す如く、内圧 P_L 及び P_R から荷重 F_L 及び F_R がそれぞれ一意に特定される。

[0068] また、サスペンション3 L 及び3 R に対する荷重 F_{Lb} 及び F_{Rb} は、第2の時点における内圧 P_{Lb} 及び P_{Rb} から、下記の式(11)に従って算出される。

[0069] [数11]

$$\left. \begin{array}{l} F_{Lb} = k \cdot P_{Lb} + m \\ F_{Rb} = k \cdot P_{Rb} + m \end{array} \right\} \quad \cdots \text{式(11)}$$

[0070] 第1の時点におけるサスペンション3 L 及び3 R によるロールモーメント M_{x2a} は、下記の式(12)に従い、上記の式(10)で算出した荷重 F_{La} 及び F_{Ra} を用いて算出される。同様に、第2の時点におけるサスペンション3 L 及び3 R によるロールモーメント M_{x2b} は、下記の式(12)に従い、上記の式(11)で算出した荷重 F_{Lb} 及び F_{Rb} を用いて算出される。

[0071]

[数12]

$$\left. \begin{array}{l} M_{x2a} = \text{trd}(F_{La} - F_{Ra}) \\ M_{x2b} = \text{trd}(F_{Lb} - F_{Rb}) \end{array} \right\} \quad \cdots \text{式(12)}$$

[0072] 上記の式(12)中のtrdは、各サンペンション3L及び3Rーロールセンタ(図示せず)間の距離(トレッド長、左右中心から各サンペンション3L及び3Rまでの距離)である。

[0073] 第1の時点におけるロール角 ϕ_{2a} は、下記の式(13)に従い、第1の時点での変位 Z_{La} 及び Z_{Ra} を用いて算出される。同様に、第2の時点におけるロール角 ϕ_{2b} は、下記の式(13)に従い、第2の時点での変位 Z_{Lb} 及び Z_{Rb} を用いて算出される。

[0074] [数13]

$$\left. \begin{array}{l} \phi_{2a} = (Z_{La} - Z_{Ra}) / 2\text{trd} \\ \phi_{2b} = (Z_{Lb} - Z_{Rb}) / 2\text{trd} \end{array} \right\} \quad \cdots \text{式(13)}$$

[0075] ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ は、上記の式(12)で算出したロールモーメント M_{x2a} 及び M_{x2b} と、上記の式(13)で算出したロール角 ϕ_{2a} 及び ϕ_{2b} とを用い、上記の式(9)に従って算出される。

[0076] <車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} の第1の推定方法>

次に、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を用いて車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定する第1の方法について説明する。

[0077] 図4に示した荷物偏積によるロールモーメント M_x は車高調整の前後を問わず一定であるため、車高調整終了時のロールモーメント M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2b} と、車高調整非実行時のロールモーメント($\text{trd}(F_{Les} - F_{Res})$)及びロール角 ϕ_{2es} とには下記の式(14)に示す等号関係が成立する。

[0078] [数14]

$$K_{\phi 13} \phi_{2b} + M_{x2b} = K_{\phi 13} \phi_{2es} + \text{trd}(F_{Les} - F_{Res}) \quad \cdots \text{式(14)}$$

[0079] 上記の式(14)中の F_{Les} 及び F_{Res} は、それぞれ、サスペンション3L及び3Rに対する車高調整非実行時の荷重である。

[0080] 上記の式(14)は、下記の式(15)に示すサスペンション3L及び3Rに共通の荷重－変位特性の線形近似式を用い、下記の式(16)で表すことができる。

[0081] [数15]

$$F = a \cdot Z + b \quad \cdots \text{式(15)}$$

[0082] [数16]

$$K_{\phi 13} \phi_{2b} + M_{x2b} = K_{\phi 13} \phi_{2es} + \frac{2trd^2 a (Z_{Les} - Z_{Res})}{2trd} \quad \cdots \text{式(16)}$$

[0083] 上記の式(16)中の Z_{Les} 及び Z_{Res} は、それぞれ、車高調整非実行時のサスペンション3L及び3Rの変位である。定数 b は変位 Z_{Les} 及び Z_{Res} の差分を取った時に消去されている。

[0084] また、上記の式(15)中の1次係数 a 及び定数 b は、例えば図6に示すようにして実験等により予め複数個求めておく。すなわち、実験段階において、基準長のときの内圧 P を $P_1, P_2, \dots, P_7$ ($P_1 < P_2 < \dots < P_7$)にそれぞれ固定して空気を封じ込めた状態でサスペンション3L又は3Rに対する荷重 F を順次変化させ、その時々の変位 Z を計測する。これにより同図(1)に点線で示す実際の荷重－変位特性 $CF_1 \sim CF_7$ がプロットされる。

[0085] この後、同図(1)に示すように変位特性 $CF_1 \sim CF_7$ をそれぞれ線形近似して、線形近似式 EXP_1 (荷重 $F = 1$ 次係数 $a_1 \cdot$ 変位 $Z +$ 定数 b_1)、 EXP_2 ($F = a_2 \cdot Z + b_2$)、 EXP_3 ($F = a_3 \cdot Z + b_3$)、 EXP_4 ($F = a_4 \cdot Z + b_4$)、 EXP_5 ($F = a_5 \cdot Z + b_5$)、 EXP_6 ($F = a_6 \cdot Z + b_6$)、及び EXP_7 ($F = a_7 \cdot Z + b_7$)を得る。

[0086] 同図（２）に示す表は、内圧 P と、上記の各線形近似式 $E \times P_1 \sim E \times P_7$ 中の１次係数 $a_1 \sim a_7$ 及び定数 $b_1 \sim b_7$ の値とをそれぞれ対応付けて記載したものである。図示の如く１次係数 a 及び定数 b は内圧 P にそれぞれ比例する。これをグラフ上に示したものが図７（１）及び（２）であり、１次係数 a 及び定数 b は、下記の式（１７）で表される。

[0087] [数17]

$$\left. \begin{array}{l} a = c_1 \cdot P + d_1 \\ b = c_0 \cdot P + d_0 \end{array} \right\} \quad \cdots \text{式(17)}$$

[0088] 上述した通り、車高調整装置 30 はサスペンション 3L 及び 3R の一方の内圧を加圧し、その加圧分だけ他方の内圧を減圧する。このため、内圧 P_{Lb} 及び P_{Rb} 間の平均値（図示せず）は、第２の時点のサスペンション 3L 及び 3R の内圧平均値に等しく、内圧 P_{Lb} 及び P_{Rb} 間の平均値から第２の時点での１次係数 a を図６（２）のデータ表又は図６（１）のグラフから一意に特定することができる。

[0089] なお、第１の時点での内圧 P_{La} 及び P_{Ra} を用いて１次係数 a を選択してもよい。

[0090] 一方、ロール角 ϕ_{2es} は、下記の式（１８）で表すことができる。

[0091] [数18]

$$\phi_{2es} = \frac{Z_{Les} - Z_{Res}}{2trd} \quad \cdots \text{式(18)}$$

[0092] この式（１８）を上記の式（１６）に更新すると、下記の式（１９）が得られる。

[0093] [数19]

$$K_{\phi 13} \phi_{2b} + M_{x2b} = \phi_{2es} (K_{\phi 13} + 2trd^2 a) \quad \cdots \text{式(19)}$$

[0094] 上記の式（１９）をロール角 ϕ_{2es} について整理すると、下記の式（２０）が得られる。

[0095] [数20]

$$\phi_{2es} = \frac{K_{\phi 13} \phi_{2b} + M_{x2b}}{K_{\phi 13} + 2trd^2 a} \quad \cdots \text{式(20)}$$

[0096] 上記の式(20)のロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ は、上記の式(9)で算出されるため、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} は、下記の式(21)によって表される。

[0097] [数21]

$$\phi_{2es} = \frac{\phi_{2b}(M_{x2a} - M_{x2b}) + M_{x2b}(\phi_{2b} - \phi_{2a})}{(M_{x2a} - M_{x2b}) + 2trd^2 \cdot a(\phi_{2b} - \phi_{2a})} \quad \cdots \text{式(21)}$$

[0098] このように、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} は、第1の時点及び第2の時点におけるサスペンション3L及び3Rによるロールモーメント M_{x2a} , M_{x2b} と、第1の時点及び第2の時点でのロール角 ϕ_{2a} , ϕ_{2b} と、トレッド長 $t r d$ と、上記の式(17)中の1次係数 a とを用いて、上記の式(21)に従って算出される。

[0099] <車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} の第2の推定方法>

次に、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を用いて車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定する第2方法について説明する。

[0100] 上記第1の推定方法では、上記の式(9)に従って算出したロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を用いて車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定したが、車両の始動から車高調整が開始されるまでの間(始動直後の期間)は、サスペンション3の状態が異なる2つの時点での内圧 P 及び変位 Z を検出することができず、上記の式(9)に従ってロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を算出し、上記の式(21)に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定することができない。また、積荷重量が軽い空車状態や、積荷重心が左右のほぼ中央である中荷状態や、車高調整中の積荷の荷重状態の変化(荷重変化や積荷崩れなど)によってモーメント M_x が変化する積荷移動状態では、上記の式(9)に従って算出

されるロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の精度が低下し、上記の式 (21) に従って算出される車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} の精度も低下する。さらに、異なる2つの時点でのサスペンション3の状態変化が小さい場合 (上記の式 (21) の分母 $((M_{x2a} - M_{x2b}) + 2 \times t r d^2 \times a (\phi_{2b} - \phi_{2a}))$ の絶対値が小さい場合) も、上記の式 (21) に従って算出される車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} の精度が低下する。

[0101] 第2の推定方法は、第1の推定方法の不都合が生じる上述の各場合においても比較的精度の高いロール角 ϕ_{2es} を算出するための方法であり、上記の式 (9) に従ってロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を算出せず、これに代えて、予め設定され記憶されたデフォルトのロール剛性係数 $K_{\phi 13def}$ 、或いはデフォルトから更新して記憶されたロール剛性係数 $K_{\phi 13new}$ を用いて、上記の式 (20) に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出する。すなわち、上記第1の推定方法では、異なる2つの時点 (第1及び第2の時点) でのロールモーメント M_{x2a} 、 M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2a} 、 ϕ_{2b} を用いてロール角 ϕ_{2es} を算出するのに対し、第2の推定方法では、任意の1つの時点でのロールモーメント M_{x2} 及びロール角 ϕ_2 と、これらの検出値を取得する前に記憶されたロール剛性係数 $K_{\phi 13def}$ 或いは $K_{\phi 13new}$ とを用いてロール角 ϕ_{2es} を算出する。すなわち、第2の推定方法の補正ロール角 ϕ_{2off} は、2つの異なる時点でのロールモーメント M_{x2a} 、 M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2a} 、 ϕ_{2b} ではなく、1つの時点でのロールモーメント M_{x2} 及びロール角 ϕ_2 と所定のロール剛性係数 $K_{\phi 13def}$ (又は $K_{\phi 13new}$) と用いて、上記の式 (20) に従って算出される。デフォルトのロール剛性係数 $K_{\phi 13def}$ は、実験やシミュレーションなどによって予め求められ車両毎に記憶される。

[0102] 第1の推定方法では、算出されるロール角 ϕ_{2es} の信頼性の差がエアサスペンション3の変動状態や積荷の状態変化などの検出環境に起因して生じ易く、好適な検出環境であれば、信頼性の高い高精度なロール角 ϕ_{2es} を得ることができる。一方、第2の推定方法では、好適な検出環境下での信頼性は第1の推定方法よりも低い、検出環境に起因した信頼性の差は第1の推定方法よりも生じ難く、信頼性において安定したロール角 ϕ_{2es} を得ることができる。

。

[0103] 本発明では、このような2つの方法の特性に鑑み、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を第1の方法によって所望の精度で求めることが可能な第1状態である場合は、第1の方法に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を求める。一方、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を第1の方法を用いて所望の精度で求めることが不可能な第2状態である場合は、第2の方法に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を求める。すなわち、第1の方法と第2の方法とを、サスペンション3の変動状態や積荷の状態変化に応じて適宜選択して用いる。

[0104] <補正後ロール角 ϕ_{AMD} の算出方法>

次に、補正後ロール角 ϕ_{AMD} の算出方法について説明する。

[0105] 補正ロール角 ϕ_{2off} は、下記の式(22)に従い、ロール角 ϕ_{2es} 及び第2の時点でのロール角 ϕ_{2b} から算出される。なお、補正ロール角 ϕ_{2off} の初期値には「0」が設定されている。

[0106] [数22]

$$\phi_{2off} = \phi_{2es} - \phi_{2b} \quad \cdots \text{式(22)}$$

[0107] 補正後ロール角 ϕ_{AMD} は、下記の式(23)に従い、検出ロール角 ϕ に補正ロール角 ϕ_{2off} を加算することによって算出される。

[0108] [数23]

$$\phi_{AMD} = \phi + \phi_{2off} (\text{初期値 "0"}) \quad \cdots \text{式(23)}$$

[0109] <ロール角補正処理例[1]: 図8～図11>

次に、ロール角推定装置10が実行するロール角補正処理の一例を、図8～図16を参照して説明する。この処理例[1]では、第1の推定方法のみによって車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定する。

[0110] 図8に示すように、本処理を開始した処理部13は、圧力測定部12により測定された内圧 P_L 及び P_R 並びに変位検出部11により検出された変位 Z_L

及び Z_R （検出データ）が入力する度毎に、図9に示すバターワースフィルタ処理を実行する（ステップS101）。

[0111] 図9に示すバターワースフィルタ処理において、処理部13は、本処理を開始すると（ステップS101）、検出データ（ P_L , P_R , Z_L , Z_R ）を取得し（ステップS201）、これらの検出データに対してバターワースフィルタ処理を施し、フィルタ処理後の各検出値を時系列に蓄積して記憶し、最新の検出データを取得する度に、最新の検出データを含む直近の所定のサンプル数 n （ n は1以上の自然数）のデータの平均値を算出し、算出した平均値（ P_{Lave} , P_{Rave} , Z_{Lave} , Z_{Rave} ）を補正処理で用いる内圧 P_L , P_R 及び変位 Z_L , Z_R として更新して記憶する（ステップS202）。

[0112] バターワースフィルタ処理の後、処理部13は、図10に示す加速度発生フラグ作成処理を実行する（ステップS101）。

[0113] 図10に示す加速度発生フラグ生成処理において、処理部13は、本処理を開始すると（ステップS102）、加速度測定部14から取得した最新の検出加速度が所定加速度（閾値A）未満であるか否かを判定する（ステップS301）。

[0114] 検出加速度が所定加速度未満である場合（ステップS301：YES）、処理部13は、更新禁止状態ではないと判定し、加速度発生フラグF1を「0」（オフ）に設定して（ステップS302）、図8のステップS102へ移行する。

[0115] 一方、検出加速度が所定加速度以上である場合（ステップS301：NO）、処理部13は、更新禁止状態であると判定し、加速度発生フラグF1を「1」（オン）に設定して（ステップS303）、図8のステップS102へ移行する。

[0116] この所定加速度は、加減速、旋回走行、坂道或いはカント（横断勾配）を有する路面の走行などにおいて、自動車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を所望の精度で推定可能に積荷状態を維持する加速度（加速度が正負の方向で検出される場合には、加速度の絶対値）の上限閾値として、予め設定され記憶

される。

[0117] 従って、加速度発生フラグ F_1 がオンに設定される更新禁止状態では、自動車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を精度良く推定することができない可能性が高いため、処理部13は、後述する補正ロール角 ϕ_{2off} の更新を実行しない。

[0118] 次に、処理部13は、図8に示すように、車高調整が終了しているか否かを判定する（ステップS103）。具体的には、車高調整装置30から車高調整開始信号 SG_S を受信した後であって、車高調整終了信号 SG_F を受信する前の場合、車高調整が終了していない（車高調整中である）と判定し、それ以外の場合、車高調整が終了していると判定する。

[0119] 車高調整が終了していると判定すると（ステップS103：YES）、処理部13は、A点未取得フラグ F_2 を「1」（オン）に設定し（ステップS104）、本処理の開始前に記憶された最新の補正ロール角 ϕ_{2off} を検出ロール角 ϕ に加算することによって補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出し（ステップS105）、本処理を終了する。このように算出した補正後ロール角 ϕ_{AMD} は、横転危険度判定部22（図1に示す）に提供される。

[0120] A点未取得フラグ F_2 とは、車高調整開始直後（第1の時点）の内圧 P_{La} 、 P_{Ra} 及び変位 Z_{La} 、 Z_{Ra} を未だ取得していない状態であることを示すフラグである。

[0121] 車高調整中であると判定すると（ステップS103：NO）と、処理部13は、加速度発生フラグ F_1 がオフであるか否かを判定する。

[0122] 加速度発生フラグ F_1 がオフである場合（ステップS106：YES）、処理部13は、A点未取得フラグがオンであるかオフであるかを判定し（ステップS107）、A点未取得フラグがオンである場合（ステップS107：YES）、バターワースフィルタ処理（ステップS101）で記憶した内圧 P_L 、 P_R 及び変位 Z_L 、 Z_R を車高調整開始直後（第1の時点）の内圧 P_{La} 、 P_{Ra} 及び変位 Z_{La} 、 Z_{Ra} として取得して記憶し（ステップS108）、A点未取得フラグを「0」（オフ）に設定し（ステップS109）、本処理の

開始前に記憶された最新の補正ロール角 ϕ_{2off} を検出ロール角 ϕ に加算することによって補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出し（ステップ S 105）、本処理を終了する。

[0123] また、A 点未取得フラグがオフである場合（ステップ S 107 : NO）、バタースフィタ処理（ステップ S 101）で記憶した内圧 P_L , P_R 及び変位 Z_L , Z_R を車高調整中（第 2 の時点）の内圧 P_{Lb} , P_{Rb} 及び変位 Z_{Lb} , Z_{Rb} として取得し（ステップ S 110）、図 11 に示すロール剛性係数算出処理を実行する（ステップ S 111）。

[0124] 図 11 に示すロール剛性係数算出処理において、処理部 13 は、本処理を開始すると（ステップ S 111）、前回のステップ S 108 で記憶した車高調整開始直後の内圧 P_{La} , P_{Ra} を用いて、上記の式（10）に従って車高調整開始直後の荷重 F_{La} , F_{Ra} を算出し（ステップ S 401）、ステップ S 110 で取得した車高調整中の内圧 P_{Lb} , P_{Rb} を用いて、上記の式（11）に従って車高調整中の荷重 F_{Lb} , F_{Rb} を算出し（ステップ S 402）、算出した荷重 F_{La} , F_{Ra} , F_{Lb} , F_{Rb} を用いて、上記の式（12）に従ってサスペンション 3 によるロールモーメント M_{x2a} , M_{x2b} を算出する（ステップ S 403）。続いて、処理部 13 は、前回のステップ S 108 で記憶した車高調整開始直後の変位 Z_{La} , Z_{Ra} と、ステップ S 110 で取得した車高調整中の変位 Z_{Lb} , Z_{Rb} とを用いて、上記の式（13）に従ってロール角 ϕ_{2a} , ϕ_{2b} を算出し（ステップ S 404）、算出したロールモーメント M_{x2a} , M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2a} , ϕ_{2b} を用いて、上記の式（9）に従ってロール剛性係数 $K_{\phi13}$ を算出し（ステップ S 405）、図 8 のステップ S 112 へ移行する。

[0125] ロール剛性係数 $K_{\phi13}$ を算出した処理部 13 は、図 8 に示すように、内圧 P_{La} , P_{Ra} , P_{Lb} , P_{Rb} を用いて荷重－変位特性（1 次近似係数 a ）を選択し（ステップ S 112）、算出したロール剛性係数 $K_{\phi13}$ と選択した 1 次係数 a とを用いて、上記の式（20）に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出し（ステップ S 113）、算出したロール角 ϕ_{2b} とロール角 ϕ_{2es} とを用いて、上記の式（22）に従って、補正ロール角 ϕ_{2off} を算出し、算出した補正

ロール角 ϕ_{2off} を更新して記憶し（ステップ S 1 1 4）、ステップ S 1 1 4 で算出した補正ロール角 ϕ_{2off} を検出ロール角 ϕ に加算することによって補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出し（ステップ S 1 0 5）、本処理を終了する。

[0126] 加速度発生フラグ F 1 がオンである場合（ステップ S 1 0 6 : NO）、処理部 1 3 は、ステップ S 1 0 7 ~ S 1 1 4 の処理（補正ロール角 ϕ_{2off} を算出して更新する処理）を実行せず、本処理の開始前に記憶された最新の補正ロール角 ϕ_{2off} を検出ロール角 ϕ に加算することによって補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出し（ステップ S 1 0 5）、本処理を終了する。

[0127] <ロール角補正処理例 [2] : 図 9、図 1 0、図 1 2 ~ 図 1 8 >

次に、ロール角推定装置 1 0 が実行するロール角補正処理の他の例を、図 9、図 1 0 及び図 1 2 ~ 図 1 8 を参照して説明する。なお、この処理例 [2] では、第 1 の推定方法と第 2 の推定方法とを併用して、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定する。

[0128] すなわち、ロールモーメント M_{x2} 及びロール角 ϕ_2 を検出するときのエアサスペンション 3 の状態（検出環境）が理想的な検出環境であって、算出されるロール角 ϕ_{2es} の信頼性が高い場合（所定の判定基準を満たす場合）には、第 1 の推定方法によってロール角 ϕ_{2es} を算出し、第 1 の推定方法ではロール角 ϕ_{2es} を算出できない場合や、算出されるロール角 ϕ_{2es} の信頼性が低下する場合には、第 2 の推定方法によってロール角 ϕ_{2es} を算出する。また、本処理例 [2] では、所定の判定基準を満たす場合は、ロール剛性係数 $K_{\phi13}$ を更新し、判定基準を満たさない場合は、ロール剛性係数 $K_{\phi13}$ を更新しない。以下、上記所定の判定基準について説明する。

[0129] ロール剛性係数 $K_{\phi13}$ は、上記の式 (9) に示されるように、2 つの異なる時点間のロールモーメントの変化量 ΔM ($\Delta M = M_{x2a} - M_{x2b}$) とロール角の変化量 $\Delta \phi$ ($\Delta \phi = \phi_{2a} - \phi_{2b}$) とを、 $K_{\phi13} = \Delta M / \Delta \phi$ に代入することによって算出される値である。

[0130] このため、積荷重量が軽い空車状態や、積荷重心が左右のほぼ中央である中荷状態では、 ΔM 及び $\Delta \phi$ の値がともに小さく、算出されるロール剛性係

数 $K_{\phi 13}$ の値が発散する傾向が強くなり、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出精度が低下する。

[0131] また、車高調整中に積荷荷重変化や積荷崩れによってモーメント M_x が変化する積荷移動状態では、 ΔM や $\Delta \phi$ の発生要因に荷重移動が含まれてしまうため、算出されるロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出精度が低下する。

[0132] さらに、異なる2つの時点でのサスペンション3の状態変化が小さい場合（上記の式（21）の分母（ $(M_{x2a} - M_{x2b}) + 2 \times t_r d^2 \times a (\phi_{2b} - \phi_{2a})$ ）の絶対値が小さい場合）にも、算出されるロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の精度が低下する。

[0133] 従って、第1の推定方法によって算出されるロール角 ϕ_{2es} の信頼性を維持するため、空車状態や中荷状態や積荷移動状態以外の場合で、且つサスペンション3の状態変化が大きい場合には、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を第1の推定方法によって所望の精度で求めることが可能な第1状態であると判定し、第1の推定方法によって車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を求める。一方、空車状態や中荷状態や積荷移動状態の場合やサスペンション3の状態変化が小さい場合には、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を第1の方法を用いて所望の精度で求めることが不可能な第2状態であると判定し、第2の方法に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を求める。

[0134] また、同様の理由から、空車状態や中荷状態や積荷移動状態の場合、或いはサスペンション3の状態変化が小さい場合には、更新禁止状態であると判定してロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を更新せず、これら以外の場合に限ってロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を更新する。

[0135] 空車状態か否かの判定（空車判定）では、本判定時（車高調整終了時）の内圧 P_{Lb} 、 P_{Rb} を用いて、上記の式（11）に従って左右の後輪に作用する輪荷重 F_{Lb} 及び F_{Rb} を算出する。

[0136] 次に、後輪軸に作用するリヤ軸重 F_{Rr} を、下記の式（24）に従って算出する。

[0137]

[数24]

$$F_{Rr} = F_{Lb} + F_{Rb} \quad \cdots \text{式(24)}$$

[0138] リヤ軸重 F_{Rr} が予め設定された所定の閾値 B 以下の場合 ($F_{Rr} \leq B$) は、空車状態であると判定し、リヤ軸重 F_{Rr} が閾値 B を超えている場合 ($F_{Rr} > B$) は、空車状態ではないと判定する。

[0139] 中荷状態か否かの判定 (中荷判定・偏積状態判定) では、本判定時の内圧 P_{Lb} , P_{Rb} を用いて、上記の式 (11) 及び式 (12) に従ってロールモーメント M_{x2b} を算出する。

[0140] 次に、積荷偏積によるロールモーメント M_{xb} を、下記の式 (25) に従って算出する。式 (25) において使用するロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ は、後述するステップ S43 において更新して記憶された最新のロール剛性係数 $K_{\phi 13\text{new}}$ である。

[0141] [数25]

$$M_{xb} = M_{x2b} + K_{\phi 13} \cdot \phi_{2b} \quad \cdots \text{式(25)}$$

[0142] ロールモーメント M_{xb} が予め設定された閾値 C 以下の場合 ($M_{xb} \leq C$) は、中荷状態であると判定し、ロールモーメント M_{xb} が閾値 C を超えている場合 ($M_{xb} > C$) は、中荷状態ではないと判定する。

[0143] 積荷移動状態か否かの判定 (積荷移動判定) では、車高調整開始時の内圧 P_{La} , P_{Ra} と本判定時の内圧 P_{Lb} , P_{Rb} とを用いて、上記の式 (10) ~ 式 (12) に従って2つの時点でのロールモーメント M_{x2a} 及び M_{x2b} をそれぞれ算出する。

[0144] 次に、車高調整終了時の積荷偏積によるロールモーメント M_{xb} と車高調整開始時の積荷偏積によるロールモーメント M_{xa} との差を、偏積モーメント差 ΔM_x として、ロールモーメント M_{x2a} 及び M_{x2b} を用いて下記の式 (26) に従って算出する。

[0145]

[数26]

$$\begin{aligned}\Delta M_x &= M_{xb} - M_{xa} \\ &= (M_{x2b} + K_{\phi 13} \cdot \phi_{2b}) - (M_{x2a} + K_{\phi 13} \cdot \phi_{2a}) \quad \cdots \text{式(26)}\end{aligned}$$

[0146] 上記の式(26)の偏積モーメント差 ΔM_x は、ロールモーメントの変化量 ΔM ($\Delta M = M_{x2a} - M_{x2b}$) 及びロール角の変化量 $\Delta \phi$ ($\Delta \phi = \phi_{2a} - \phi_{2b}$) によって、下記の式(27)として表される。式(26)及び式(27)において使用するロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ は、後述するステップS807又はステップS808において更新して記憶された最新のロール剛性係数 $K_{\phi 13\text{new}}$ である。

[0147] [数27]

$$\Delta M_x = \Delta M - K_{\phi 13} \cdot \Delta \phi \quad \cdots \text{式(27)}$$

[0148] 偏積モーメント差 ΔM_x の絶対値が予め設定された閾値D以上の場合 ($\Delta M_x \geq D$) は、積荷移動状態であると判定し、偏積モーメント差 ΔM_x の絶対値が閾値D未満の場合 ($\Delta M_x < D$) は、積荷移動状態ではないと判定する。

[0149] 異なる2つの時点でのサスペンション3の状態変化が大きいかな否か(信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション3の状態が変化したかな否か)の判定では、上記の式(21)の分母の絶対値 ($|\Delta M + 2 \times t \cdot r \cdot d^2 \times a \times \Delta \phi|$) をサスペンション3の所定の状態値として算出し、その算出値が予め設定された所定の閾値Hを超えているかな否かを判定する。上記の式(21)の分母の絶対値が閾値Hを超えている場合は、信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション3の状態が変化したと判定し、閾値H以下の場合は、サスペンション3の状態変化が上記程度に達していないと判定する。

[0150] なお、第1又は第2の推定方法の何れを用いるかを決定するための推定方法判定と、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を更新するかな否かを決定するための更新判定とにおいて、空車判定、中荷判定、積荷移動判定及びサスペンション3の状

態変化判定の各々で使用する閾値は、共通していてもよく、相違していてもよい。本処理例〔2〕では、空車判定、中荷判定、積荷移動判定及びサスペンション3の状態変化判定の各々で使用する閾値を、推定方法判定と更新判定とで相違させている。このため、推定方法判定時の空車判定閾値を「B」、中荷判定閾値を「C」、積荷移動判定閾値を「D」、サスペンション3の状態変化判定閾値を「H」と表し、更新判定時の空車判定閾値を「E」、中荷判定閾値を「F」、積荷移動判定閾値を「G」、サスペンション3の状態変化判定閾値を「I」と表して、両者を区別する。

[0151] また、車両1に発生する加速度（検出加速度）が所定加速度以上の場合には、処理例〔1〕と同様に更新禁止状態であると判定し、補正ロール角 ϕ_{2off} の更新（後述するステップS611）を実行しない。さらに、本処理例〔2〕では、検出加速度が所定加速度以上の場合（更新禁止状態であると判定した場合）、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出及び更新（後述するステップS807）を実行しない。すなわち、所定加速度は、加減速、旋回走行、坂道或いはカント（横断勾配）を有する路面の走行などにおいて、ロール角 ϕ_{2es} 及びロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を、ともに所望の精度で推定可能に積荷状態を維持する加速度（加速度が正負の方向で検出される場合には、加速度の絶対値）の上限閾値となる。

[0152] 図12に示すように、処理部13におけるロール角補正処理は、（1）変位検出部11及び圧力測定部12から取得した出力値（測定値）からノイズを除去した結果（変位 Z_L 、 Z_R 及び内圧 P_L 、 P_R ）を常時更新するバターフースフィルタ処理（ステップS151）と、（2）キーON（車両1の始動）直後のロール角 ϕ_{2es} を推定するキーON処理（ステップS152）と、（3）加速度発生フラグを設定する加速度発生フラグ生成処理（ステップS153）と、（4）コントロールフラグを設定するコントロールフラグ生成処理（ステップS154）と、（5）車高調整中のロール角 ϕ_{2es} を推定し、推定したロール角 ϕ_{2es} に基づき補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出する車高調整処理（ステップS155）とから成る。

[0153] 以下、これらの処理（１）～（５）を順に説明する。

[0154] （１）バターワースフィルタ処理：図 9

処理部 13 は、圧力測定部 12 により測定された内圧 P_L 及び P_R 並びに変位検出部 11 により検出された変位 Z_L 及び Z_R （検出データ）が入力する度毎に、図 9 に示すバターワースフィルタ処理を実行する。なお、処理の内容は上記処理例 [1] と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0155] （２）キー ON 処理：図 10

上記の処理（１）の後、処理部 13 は、キー ON 処理を実行する。キー ON 処理とは、車両 1 の始動から車高調整が開始までのキー ON フェーズで実行される処理である。処理部 13 は、車両 1 のエンジンの始動（例えばイグニッションスイッチ ON）の検出時にキー ON モードフラグを「1」（オン）に設定し、車高調整開始信号 SG_s の受信時にキー ON モードフラグを「0」（オフ）に設定する。キー ON フェーズでは、車高調整開始前であり、上記第 1 の推定方法によって車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定することができないため、第 2 の推定方法によって車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定する。

[0156] 処理部 13 は、本処理を開始すると（ステップ S 152）、キー ON フェーズか否かを判定する（ステップ S 251）。具体的には、キー ON モードフラグがオンのときキー ON フェーズであると判定し、オフのときキー ON フェーズではないと判定する。キー ON フェーズではないと判定すると（ステップ S 251：NO）、本処理を終了する。

[0157] キー ON フェーズであると判定すると（ステップ S 251：YES）、処理部 13 は、フィルタ処理（ステップ S 151）で記憶した内圧 P_L 、 P_R 及び変位 Z_L 、 Z_R をキー ON 直後の内圧 P_{L0} 、 P_{R0} 及び変位 Z_{L0} 、 Z_{R0} として取得し（ステップ S 252）、取得した内圧 P_{L0} 、 P_{R0} を用いて、上記の式（10）に従ってキー ON 直後の荷重 F_{L0} 、 F_{R0} を算出し（ステップ S 253）、算出した荷重 F_{L0} 、 F_{R0} を用いて、上記の式（12）に従ってサスペンション 3 によるロールモーメント M_{x20} を算出し（ステップ S 254）、上

記取得した変位 Z_{L0} , Z_{R0} を用いて、上記の式 (13) に従ってロール角 ϕ_{20} を算出する (ステップ S 255)。続いて、処理部 13 は、内圧 P_{L0} , P_{R0} を用いて荷重-変位特性 (1 次近似係数 a) を選択し (ステップ S 256)、上記算出したロールモーメント M_{x20} 及びロール角 ϕ_{20} と、記憶されているロール剛性係数 $K_{\phi13}$ と、選択した 1 次係数 a とを用いて、上記の式 (20) に従って車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出する (ステップ S 257)。ロール剛性係数 $K_{\phi13}$ は、後述する車高調整 OFF 処理 (ステップ S 554) のステップ S 807 において更新して記憶された最新のロール剛性係数 $K_{\phi13ne}$ を使用する。なお、車高調整 OFF 処理を省略する場合には、予め設定され記憶されたデフォルトのロール剛性係数 $K_{\phi13def}$ を使用する。

[0158] ロール角 ϕ_{20} と車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} とを算出した処理部 13 は、上記の式 (22) に従って、補正ロール角 ϕ_{2off} を算出し、算出した補正ロール角 ϕ_{2off} を更新して記憶し (ステップ S 258)、本処理を終了する。

[0159] (3) 加速度発生フラグ生成処理：図 10

上記の処理 (2) の後、処理部 13 は、加速度発生フラグ生成処理を実行する。なお、処理の内容は上記処理例 [1] と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0160] (4) コントロールフラグ生成処理：図 14

上記の処理 (3) の後、処理部 13 は、コントロールフラグ生成処理を実行する。このコントロールフラグ生成処理において、処理部 13 は、車高調整装置 30 が車高調整を実行中か否か、サスペンション 3 が線形近似可能な変位領域で変形しているか否か、及びサスペンションが線形近似可能な圧力領域で変形しているか否かを判定する。

[0161] 例えば、内圧一定の場合のエアサス特性 (バネ特性) では、サスペンション 3 の基準長付近では変位 Z に対する荷重の値はほぼ一定値となるが、変位 Z が大きく伸びると、荷重が一定ではなくなり、線形近似可能な範囲から外れる。

[0162] また、封じ込めの特性 (エアを封じ込めた状態でのバネ特性) では、図 6

(1) に示すように(図中、測定値を破線で示し、線形近似直線を実線で示す)、内圧(圧力) P が高いときの荷重誤差と内圧 P が低いときの荷重誤差とを比較すると、誤差の大きさは両者ともほぼ同等となるため、内圧 P が低いときの方が推定荷重(内圧から推定する荷重)に内在する誤差の割合が大きくなり、結果として、線形近似可能な範囲から外れることになる。また、変位 Z が極めて小さい場合や内圧 P が極めて大きい場合も、線形近似直線からの測定値の乖離が大きく、線形近似可能な範囲から外れる。

[0163] このように、サスペンション3の変位 Z 又は内圧 P が過大又は過小の場合、サスペンション3のバネ特性が線形近似可能な範囲から外れる傾向を示す。従って、線形近似が不可能となるエアサスペンション3の変位 Z の上限閾値 Z_{High} 及び下限閾値 Z_{Low} と、エアサスペンション3の内圧 P の上限閾値 P_{High} 及び下限閾値 P_{Low} とを予め設定することにより、変位 Z が所定の上限閾値 Z_{High} 以上 ($Z \geq Z_{High}$) 或いは所定の下限閾値 Z_{Low} 以下 ($Z \leq Z_{Low}$) の場合(変位 Z が所定の変位範囲から外れた場合)、又は内圧 P が所定の上限閾値 P_{High} 以上 ($P \geq P_{High}$) 或いは所定の下限閾値 P_{Low} 以下 ($P \leq P_{Low}$) の場合(内圧 P が所定の圧力範囲から外れた場合)に、エアサスペンション3のバネ特性が線形近似可能な範囲から外れた更新禁止状態であると判定することができる。

[0164] 上記第1の推定方法及び第2の推定方法の何れにおいても、エアサスペンション3が線形近似可能な変位及び内圧の範囲で変形することを前提として、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ や車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出するため、左右のサスペンション3の少なくとも一方のバネ特性が線形近似可能な範囲から外れていると、これらの算出値の精度が低下する。

[0165] このため、バネ特性が線形近似可能な範囲から外れている場合、処理部13は、更新禁止状態であると判定し、コントロールフラグを「0」(オフ)に設定して、後述するロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の更新処理や補正ロール角 ϕ_{2off} の更新処理の実行を禁止する。

[0166] また、車高調整の非実行時も、コントロールフラグを「0」(オフ)に設定して、後述するロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の更新処理や補正ロール角 ϕ_{2off} の更新

処理の実行を禁止する。

- [0167] 図 14 に示すように、処理部 13 は、本処理を開始すると（ステップ S 154）、車高調整装置 30 が車高調整中か否か（車高調整の開始から終了までの期間内であるか否か）を、車高調整開始信号 S_{G_S} 及び車高調整終了信号 S_{G_F} の受信に基づいて判定する（ステップ S 451）。
- [0168] 車高調整を実行していないと判定すると（ステップ S 451 : NO）、処理部 13 は、コントロールフラグをオフに設定して（ステップ S 455）、本処理を終了する。
- [0169] 車高調整を実行していると判定すると（ステップ S 451 : YES）、処理部 13 は、フィルタ処理（ステップ S 151）で記憶した変位 Z_L , Z_R を読み込み、読み込んだ変位 Z_L , Z_R がともに下限閾値 Z_{Low} を超え且つ上限閾値 Z_{High} 未満の範囲内であるか（ $Z_{Low} < Z_L$, $Z_R < Z_{High}$ ）を判定する（ステップ S 452）。
- [0170] 変位 Z_L , Z_R の少なくとも一方が上記範囲外であると判定すると（ステップ S 452 : NO）、処理部 13 は、コントロールフラグをオフに設定して（ステップ S 455）、本処理を終了する。
- [0171] 変位 Z_L , Z_R がともに上記範囲内であると判定すると（ステップ S 452 : YES）、処理部 13 は、フィルタ処理（ステップ S 151）で記憶した内圧 P_L , P_R を読み込み、読み込んだ内圧 P_L , P_R がともに下限閾値 P_{Low} を超え且つ上限閾値 P_{High} 未満の範囲内であるか（ $P_{Low} < P_L$, $P_R < P_{High}$ ）を判定する（ステップ S 453）。
- [0172] 内圧 P_L , P_R の少なくとも一方が上記範囲外であると判定すると（ステップ S 453 : NO）、処理部 13 は、コントロールフラグをオフに設定して（ステップ S 455）、本処理を終了する。
- [0173] 内圧 P_L , P_R がともに上記範囲内であると判定すると（ステップ S 453 : YES）、処理部 13 は、コントロールフラグをオンに設定して（ステップ S 454）、本処理を終了する。
- [0174] なお、エアサスペンション 3 のストロークが最大となるフルリバウンドで

は、エアサスペンション 3 のバネ特性が線形近似可能な範囲から外れる。また、エアサスペンション 3 のストロークが最小となるフルバンプでは、バン普拉バーがアスクールに当接し、バネ上荷重は、エアサスペンション 3 とバン普拉バーとによって分担して支持される。このため、エアサスペンション 3 のみによってバネ上荷重を支持することを前提として設定された図 6 のバネ特性が成立せず、エアサスペンション 3 のバネ特性が線形近似可能な範囲から外れる。また、このように、フルリバウンドとなるエアサスペンション 3 の最大変位とフルバンプとなる最小変位とは、車両の設計仕様から予め求めることが可能である。従って、フルリバウンド時及びフルバンプ時の何れかの場合に、更新禁止状態であると判定し、コントロールフラグをオフに設定してもよい。

[0175] (5) 車高調整処理：図 1 5～図 1 8

上記の処理 (4) の後、処理部 1 3 は、車高調整処理を実行する。

[0176] 図 1 5 に示すように、処理部 1 3 は、本処理を開始すると (ステップ S 1 5 5)、コントロールフラグがオンであるか否かを判定する (ステップ S 5 5 1)。

[0177] 処理部 1 3 は、コントロールフラグがオンの場合 (ステップ S 5 5 1 : Y E S)、図 1 6 に示す車高調整 O N 処理 (ステップ S 5 5 2) を実行し、オフの場合 (ステップ S 5 5 1 : N O)、図 1 8 に示す車高調整 O F F 処理 (ステップ S 5 5 4) を実行する。

[0178] 図 1 6 に示す車高調整 O N 処理において、処理部 1 3 は、本処理を開始すると (ステップ S 5 5 2)、加速度発生フラグ F 1 がオフであるか否かを判定し (ステップ S 6 0 1)、加速度発生フラグ F 1 がオフであると判定した場合 (ステップ S 6 0 1 : Y E S)、A 点未取得フラグ F 2 がオンであるか否かを判定する (ステップ S 6 0 2)。

[0179] A 点未取得フラグ F 2 がオンであると判定した場合 (ステップ S 6 0 2 : Y E S)、処理部 1 3 は、バターワースフィルタ処理 (ステップ S 1 5 1) で記憶した内圧 P_L 、 P_R 及び変位 Z_L 、 Z_R を車高調整開始直後 (第 1 の時点

）の内圧 P_{La} 、 P_{Ra} 及び変位 Z_{La} 、 Z_{Ra} として取得して記憶し（ステップS603）、A点未取得フラグをオフに設定し（ステップS604）、図15のステップS553へ移行する。

[0180] ステップS602において、A点未取得フラグがオフであると判定した場合（ステップS602：NO）、バターワースフィルタ処理（ステップS151）で記憶した内圧 P_L 、 P_R 及び変位 Z_L 、 Z_R を車高調整中（第2の時点）の内圧 P_{Lb} 、 P_{Rb} 及び変位 Z_{Lb} 、 Z_{Rb} として取得し（ステップS605）、図17に示す状態量算出処理を実行する（ステップS606）。

[0181] 図17に示す状態量算出処理において、処理部13は、本処理を開始すると（ステップS606）、前回のステップS603で記憶した車高調整開始直後の内圧 P_{La} 、 P_{Ra} を用いて、上記の式（10）に従って車高調整開始直後の荷重 F_{La} 、 F_{Ra} を算出し（ステップS701）、ステップS605で取得した車高調整中の内圧 P_{Lb} 、 P_{Rb} を用いて、上記の式（11）に従って車高調整中の荷重 F_{Lb} 、 F_{Rb} を算出し（ステップS702）、車高調整開始直後のサスペンション3の支持荷重 F_a を、算出した荷重 F_{La} 、 F_{Ra} の総和として算出し、車高調整中のサスペンション3の支持荷重 F_b を、算出した荷重 F_{Lb} 、 F_{Rb} の総和として算出する（ステップS703）。

[0182] 次に、処理部13は、算出した荷重 F_{La} 、 F_{Ra} 、 F_{Lb} 、 F_{Rb} を用いて、上記の式（12）に従ってサスペンション3によるロールモーメント M_{x2a} 、 M_{x2b} を算出し、2つの異なる時点間のロールモーメントの変化量 ΔM （ $\Delta M_{x2} = M_{x2a} - M_{x2b}$ ）を算出する（ステップS704）。

[0183] 次に、処理部13は、前回のステップS603で記憶した車高調整開始直後の変位 Z_{La} 、 Z_{Ra} と、ステップS605で取得した車高調整中の変位 Z_{Lb} 、 Z_{Rb} とを用いて、上記の式（13）に従ってロール角 ϕ_{2a} 、 ϕ_{2b} を算出し、2つの異なる時点間のロール角の変化量 $\Delta \phi$ （ $\Delta \phi = \phi_{2a} - \phi_{2b}$ ）を算出する（ステップS705）。

[0184] 次に、処理部13は、算出したロールモーメントの変化量 ΔM （ ΔM_{x2} ）とロール角の変化量 $\Delta \phi$ とを用いて、上記の式（27）に従ってロールモー

メントの変化量（偏積モーメント差） ΔM_x （ $\Delta M_x = \Delta M - K_{\phi 13} \times \Delta \phi$ ）を算出し（ステップS 7 0 7）、内圧 P_{La} 、 P_{Ra} 、 P_{Lb} 、 P_{Rb} を用いて荷重—変位特性（1次近似係数 a ）を選択し（ステップS 7 0 7）、図16のステップS 6 0 7へ移行する。

[0185] 状態量算出処理を終了した処理部13は、図16に示すように、空車状態であるか否かを判定し（ステップS 6 0 7）、空車状態ではないと判定すると（ステップS 6 0 7：YES）、中荷状態であるか否かを判定し（ステップS 6 0 8）、中荷状態ではないと判定すると（ステップS 6 0 8：YES）、積荷移動状態であるか否かを判定し（ステップS 6 0 9）、積荷移動状態ではないと判定すると（ステップS 6 0 9：YES）、信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション3の状態が変化したか否かを判定する（ステップS 6 1 3）。

[0186] 空車状態、中荷状態及び積荷移動状態の何れでもなく、信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション3の状態が変化したと判定すると（ステップS 6 1 3：YES）、処理部13は、第1の推定方法によって車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出する（ステップS 6 1 0）。具体的には、ステップS 7 0 4及びステップS 7 0 5で算出したロールモーメント M_{x2b} 、ロール角 ϕ_{2b} 、ロールモーメントの変化量 ΔM 及びロール角の変化量 $\Delta \phi$ と、ステップS 7 0 7で選択した1次近似係数 a とを用いて、上記の式（21）に従ってロール角 ϕ_{2es} を算出する。

[0187] 一方、空車状態、中荷状態又は積荷移動状態の何れかである、或いは信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション3の状態が変化していないと判定すると（ステップS 6 0 7：NO、ステップS 6 0 8：NO、ステップS 6 0 9：NO、又はステップS 6 1 3：NO）、処理部13は、第2の推定方法によって車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出する（ステップS 6 1 2）。具体的には、上記算出したロールモーメント M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2b} と、ステップS 7 0 7で選択した1次近似係数 a と、記憶されているロール剛性係数 $K_{\phi 13new}$ とを用いて、上記の式（20）に従っ

て車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出する。

[0188] 車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出した処理部 13 は、上記の式 (2) に従って、補正ロール角 ϕ_{2off} を算出し、算出した補正ロール角 ϕ_{2off} を更新して記憶して (ステップ S 611)、図 15 のステップ S 553 へ移行する。

[0189] また、ステップ S 601 において、加速度発生フラグ F1 がオンであると判定した場合 (ステップ S 601 : NO)、処理部 13 は、ステップ S 602 ~ S 611 の補正ロール角 ϕ_{2off} の算出及び更新処理を実行せず、図 15 のステップ S 553 へ移行する。

[0190] また、図 18 に示す車高調整 OFF 処理において、処理部 13 は、本処理を開始すると (ステップ S 554)、コントロールフラグの立ち下がりエッジ (立ち下がり時) であるか否かを判定する (ステップ S 801)。

[0191] コントロールフラグの立ち下がりエッジであると判定すると (ステップ S 801 : YES)、処理部 13 は、A 点未取得フラグ F2 を「1」 (オン) に設定し (ステップ S 802)、加速度発生フラグ F1 がオフであるか否かを判定する。

[0192] 加速度発生フラグ F1 がオフである場合 (ステップ S 803 : YES)、処理部 13 は、空車状態であるか否かを判定し (ステップ S 804)、空車状態ではないと判定すると (ステップ S 804 : YES)、中荷状態であるか否かを判定し (ステップ S 804)、中荷状態ではないと判定すると (ステップ S 804 : YES)、積荷移動状態であるか否かを判定し (ステップ S 806)、積荷移動状態ではないと判定すると (ステップ S 6806 : YES)、信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション 3 の状態が変化したか否かを判定する (ステップ S 809)。

[0193] 空車状態、中荷状態及び積荷移動状態の何れでもなく、信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション 3 の状態が変化したと判定すると (ステップ S 809 : YES)、処理部 13 は、ステップ S 704 及び S 705 で算出したロールモーメントの変化量 ΔM とロール角の

変化量 $\Delta\phi$ とを、 $K_{\phi 13} = \Delta M / \Delta\phi$ に代入することによって、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を算出し、算出した $K_{\phi 13}$ を最新のロール剛性係数 $K_{\phi 13\text{new}}$ として更新して記憶し（ステップS807）、図15のステップS553へ移行する。

[0194] 一方、加速度発生フラグF1がオンである、空車状態、中荷状態又は積荷移動状態の何れかである、或いは信頼性の高いロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の算出が可能な程度以上にサスペンション3の状態が変化していないと判定すると（ステップS803～S806、S809の何れか：NO）、処理部13は、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ をデフォルト値（ $K_{\phi 13\text{def}}$ ）に更新して記憶し（ステップS808）、図15のステップS553へ移行する。

[0195] 図15のステップS553において、処理部13は、更新された最新の補正ロール角 $\phi_{2\text{off}}$ を検出ロール角 ϕ に加算することによって補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出し、本処理を終了する。このように算出した補正後ロール角 ϕ_{AMD} は、横転危険度判定部22（図1に示す）に提供される。また、補正ロール角 $\phi_{2\text{off}}$ は、ステップS258又はステップS611において更新して記憶された最新の補正ロール角 $\phi_{2\text{off}}$ が使用される。

[0196] <ロール角補正処理例[1]及び[2]の連結車両への適用例：図19及び図20>

ロール角推定装置10は、図1に示したような単体車両に限らず連結車両にも適用することができる。以下、連結車両への適用例を、図19及び図20を参照して説明する。

[0197] 図19に示す車両1は、左右後輪2L及び2R並びに左右前輪4L及び4R付近にそれぞれサスペンション3L及び3R並びに5L及び5Rを設けたトラクタ100と、このトラクタ100にカプラ（図示せず）等を介して連結され、左右輪6L及び6R付近にそれぞれサスペンション7L及び7Rを設けたトレーラ200から成り、サスペンション3L及び3Rが車高調整（車高調整装置30によるエアAPの注入又は排出）対象となっている。

[0198] このため、図1と同様のロール角推定装置10内の変位検出部11L及び圧力測定部12Lをサスペンション3Lに接続し、変位検出部11R及び圧

力測定部 1 2 R をサスペンション 3 R に接続している。

[0199] この車両 1 においても、ロール角推定装置 1 0 内の処理部 1 3 は、図 1 に示す非連結車両と同様に、上述の第 1 の推定方法及び第 2 の推定方法によって、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定して、補正ロール角 ϕ_{2off} 、及び補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出することができる。

[0200] これについて、図 2 0 を参照して以下に説明する。

[0201] すなわち、図 2 0 に示す如く車両 1 全体に荷重偏積によるロールモーメント M_x が生じているとすると、トラクタ 1 0 0 の前輪側（サスペンション 5 L 及び 5 R 側）におけるロールモーメントの釣り合いの式は、上記の式（3）で表すことができる。

[0202] 一方、トラクタ 1 0 0 の後輪側（サスペンション 3 L 及び 3 R 側）におけるロールモーメントの釣り合いの式は、下記の式（28）で表すことができる。

[0203] [数28]

$$M_{x2} + K_{\phi 2} \phi_2 - K_{\phi 12} (\phi_1 - \phi_2) + K_{\phi 23} (\phi_2 - \phi_3) = 0 \quad \cdots \text{式(28)}$$

[0204] ここで、上記の式（28）中の $K_{\phi 23}$ 及び ϕ_3 は、それぞれ、トレーラ 2 0 0 のフレーム捩じり剛性係数（荷物の材質や固定状況により変化する。）、及びトレーラ 2 0 0 側のサスペンション 7 L 及び 7 R の変位差によって生じた未知の（測定しない）ロール角である。

[0205] また、トレーラ 2 0 0 側（サスペンション 7 L 及び 7 R 側）におけるロールモーメントの釣り合いの式は、下記の式（29）で表すことができる。

[0206] [数29]

$$K_{\phi 3} \phi_3 - K_{\phi 23} (\phi_2 - \phi_3) - M_x = 0 \quad \cdots \text{式(29)}$$

[0207] ここで、上記の式（29）中の $K_{\phi 3}$ は、設計条件等によって決定されるサスペンション 7 L 及び 7 R に共通の既知の固定ロール剛性係数である。

[0208] 上記の式（28）に、上記の式（5）（式（3）をロール角 ϕ_1 について整

理したもの)を更新してロール角 ϕ_3 について整理すると、下記の式(30)が得られる。

[0209] [数30]

$$\phi_3 = \frac{M_{x2}}{K_{\phi 23}} + \left\{ \frac{K_{\phi 2}}{K_{\phi 23}} + \frac{K_{\phi 1} K_{\phi 12}}{K_{\phi 23} (K_{\phi 1} + K_{\phi 12})} + 1 \right\} \phi_2 \quad \cdots \text{式(30)}$$

[0210] 上記の式(30)は、下記の式(31)に示す如く定義した係数 $K_{\phi 1}^*$ を用いて下記の式(32)で表すことができる。

[0211] [数31]

$$K_{\phi 1}^* = K_{\phi 2} + \frac{K_{\phi 1} K_{\phi 12}}{K_{\phi 1} + K_{\phi 12}} \quad \cdots \text{式(31)}$$

[0212] [数32]

$$\phi_3 = \frac{M_{x2}}{K_{\phi 23}} + \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right) \phi_2 \quad \cdots \text{式(32)}$$

[0213] この式(32)を上記の式(29)に更新し、荷物偏積によるロールモーメント M_x について整理すると、下記の式(33)が得られる。

[0214] [数33]

$$\begin{aligned} M_x &= K_{\phi 3} \left\{ \frac{M_{x2}}{K_{\phi 23}} + \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right) \phi_2 \right\} - K_{\phi 23} \left[\phi_2 - \left\{ \frac{M_{x2}}{K_{\phi 23}} + \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right) \phi_2 \right\} \right] \\ &= (K_{\phi 3} - K_{\phi 23}) \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right) \phi_2 + \left(1 + \frac{K_{\phi 3}^*}{K_{\phi 23}} \right) M_{x2} \quad \cdots \text{式(33)} \end{aligned}$$

[0215] ここで、上記の式(33)で表されるロールモーメント M_x も上記の単体車両の例と同様に荷物の積載条件が変化しない限り一定であることに着目すると、車高調整開始時におけるサスペンション3L及び3Rによるロールモーメント M_{x2a} 及びその変位差によって生じるロール角 ϕ_{2a} と、車高調整終了時に

おけるロールモーメント M_{x2b} 及びロール角 ϕ_{2b} には下記の式 (34) に示す等号関係が成立する。

[0216] [数34]

$$\begin{aligned} & (K_{\phi 3} - K_{\phi 23}) \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right) \phi_{2a} + \left(1 + \frac{K_{\phi 3}^*}{K_{\phi 23}} \right) M_{x2a} \\ & = (K_{\phi 3} - K_{\phi 23}) \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right) \phi_{2b} + \left(1 + \frac{K_{\phi 3}^*}{K_{\phi 23}} \right) M_{x2b} \end{aligned} \quad \cdots \text{式 (34)}$$

[0217] この式 (34) に、下記の式 (35) に示す如くロール剛性係数 $K_{\phi 1}$, $K_{\phi 2}$, $K_{\phi 3}$ 及びフレーム振り剛性係数 $K_{\phi 12}$, $K_{\phi 23}$ により定義した車両固有のロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を更新し、係数 $K_{\phi 13}$ について整理すると、下記の式 (36) が得られる。

[0218] [数35]

$$K_{\phi 13} = \frac{(K_{\phi 3} - K_{\phi 23}) \left(1 + \frac{K_{\phi 1}^*}{K_{\phi 23}} \right)}{1 + \frac{K_{\phi 3}}{K_{\phi 23}}} \quad \cdots \text{式 (35)}$$

[0219] [数36]

$$K_{\phi 13} = \frac{M_{x2a} - M_{x2b}}{\phi_{2b} - \phi_{2a}} \quad \cdots \text{式 (36)}$$

[0220] すなわち、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ は、上記単体車両の場合 (式 (7)) と同様、車高調整開始時及び終了時におけるロールモーメント M_{x2a} 及び M_{x2b} とロール角 ϕ_{2a} 及び ϕ_{2b} とから求めることができる。

[0221] また、上記の式 (33) は、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を用いて下記の式 (37) で表すことができる。

[0222]

[数37]

$$\frac{K_{\phi 23}}{K_{\phi 23} + K_{\phi 3}} M_x = K_{\phi 13} \phi_2 + M_{x2} \quad \cdots \text{式(37)}$$

[0223] 上記の式(37)の左辺は同一の積載条件下においては変化せず一定であるため、図19に示した車両1においても、上記の式(14)に示した車高調整終了時のロール角 ϕ_{2b} 及びロールモーメント M_{x2b} と、車高調整非実行時のロールモーメント($t_{rd}(F_{Les} - F_{Res})$)及びロール角 ϕ_{2es} とにロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ を用いた等号関係が成立する。

[0224] 従って、処理部13は、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を、第1の時点及び第2の時点におけるサスペンション3L及び3Rによるロールモーメント M_{x2a} 、 M_{x2b} と、第1の時点及び第2の時点でのロール角 ϕ_{2a} 、 ϕ_{2b} と、トレッド長 t_{rd} と、上記の式(17)中の1次係数 a とを用いて算出し、補正ロール角 ϕ_{2off} 、及び補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出することができる。すなわち、上述の第1の推定方法によって、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定して、補正ロール角 ϕ_{2off} 、及び補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出することができる。

[0225] また、上記第1の推定方法と同様の理由から、1つの時点でのロールモーメント M_{x2} 及びロール角 ϕ_2 と、これらの検出値を取得する前に記憶されたロール剛性係数 $K_{\phi 13def}$ 或いは $K_{\phi 13new}$ とを用いてロール角 ϕ_{2es} を算出することも可能である。すなわち、上述の第2の推定方法によっても、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を推定して、補正ロール角 ϕ_{2off} 、及び補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出することができる。

[0226] 従って、処理部13は、単体車両の場合と同様の処理を実行することによって、補正後ロール角 ϕ_{AMD} を算出することができる。

[0227] 以上、本発明者によってなされた発明を適用した実施形態について説明したが、この実施形態による本発明の開示の一部をなす論述及び図面により本発明は限定されることはない。すなわち、この実施形態に基づいて当業者等

によりなされる他の実施形態、実施例及び運用技術等は全て本発明の範疇に含まれることは勿論である。

[0228] 例えば、処理例〔2〕において、ステップS607～S609、S613の1つ又は複数を省略してもよく、ステップS804～S806、S809の1つ又は複数を省略してもよい。

[0229] また、加速度発生フラグF1がオフか否かの判定（検出加速度が所定加速度未満であるか否かの判定）は、ロール剛性係数 $K_{\phi 13}$ の更新処理前や補正ロール角 ϕ_{2off} の更新処理前の任意のタイミングで行えばよい。

[0230] また、ロール角推定装置10は、車高調整非実行時のロール角 ϕ_{2es} を算出する度に、算出したロール角 ϕ_{2es} を運転者に対して視認可能な状態で報知してもよい。例えば、車室内の運転席前方に表示部を設け、算出したロール角 ϕ_{2es} を所定の表示態様で表示部に表示してもよい。所定の表示態様は、ロール角 ϕ_{2es} の数値表示であってもよく、ロール角 ϕ_{2es} の数値に応じて状態が変化（例えば伸縮、移動、変色等）するインジケータなどであってもよい。

産業上の利用可能性

[0231] 本発明は、エアサスペンションを備えた車両に広く適用可能である。

符号の説明

[0232] 1：車両

3L, 3R, 5L, 5R, 7L, 7R：サスペンション

10：ロール角推定装置

11L, 11R：変位検出部

12L, 12R：圧力測定部

13：処理部

14：加速度測定部

20：横転危険度判定装置

21：ロール角・ロール角速度検出部

22：横転危険度判定部

30：車高調整装置

$Z, Z_L, Z_{La}, Z_{Lb}, Z_R, Z_{Ra}, Z_{Rb}$: エアバネ変位

$P, P_L, P_{La}, P_{Lb}, P_R, P_{Ra}, P_{Rb}$: エアバネ内圧

ϕ : 検出口ール角

ϕ_{2a} : ロール角 (車高調整開始時)

ϕ_{2b} : ロール角 (車高調整中又は車高調整終了時)

ϕ_{2es} : 車高調整非実行時のロール角

ϕ_{2off} : 補正ロール角

ϕ_{AMD} : 補正後ロール角

$K_{\phi 1}, K_{\phi 2}, K_{\phi 3}, K_{\phi 13}, K_{\phi 13new}, K_{\phi 13def}$: ロール剛性係数

$K_{\phi 12}, K_{\phi 23}$: フレーム振じり剛性係数

M_{x2} : サスペンションによるロールモーメント

M_{x2a} : 車高調整開始時のサスペンションによるロールモーメント

M_{x2b} : 車高調整終了時のサスペンションによるロールモーメント

M_x : 荷物偏積によるロールモーメント

$CF1 \sim CF7$: 荷重-変位特性

$EXP1 \sim EXP7$: 線形近似式

a : 1次係数

b : 定数

SG_S : 車高調整開始信号

SG_F : 車高調整終了信号

AP : エア

請求の範囲

[請求項1]

車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する第1ステップと、

同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち前記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と前記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、算出した第1及び第2のロール角並びに第1及び第2のロールモーメントから、前記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出し、前記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、前記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、前記自動車高調整が行われなかった場合の前記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、前記算出した第2のロール角及び第2のロールモーメントと、前記算出したロール剛性係数と、前記選択した荷重－変位特性とに基づき、前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求める第2ステップと、

前記第2ステップで求めた前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から前記第2ステップで算出した前記第2のロール角を減算することにより、前記自動車高調整による補正ロール角を求める第3ステップと、

前記第1ステップで前記更新禁止状態ではないと判定した場合、前記第3ステップで求めた補正ロール角を更新して記憶し、前記第1ステップで前記更新禁止状態であると判定した場合、補正ロール角の更

新を実行しない第4ステップと、を備えた

ことを特徴とする車両のロール角推定方法。

[請求項2]

車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する第1ステップと、

同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの任意の時点において測定された変位及び内圧値から、ロール角と前記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、前記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、前記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、前記自動車高調整が行われなかった場合の前記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、前記算出したロール角及びロールモーメントと、前記選択した荷重－変位特性と、前記サスペンションを装着した車両固有の値として前記変位及び内圧値の測定前に記憶されたロール剛性係数とに基づき、前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求める第2ステップと、

前記第2ステップで求めた前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から前記第2ステップで算出したロール角を減算することにより、前記自動車高調整による補正ロール角を求める第3ステップと、

前記第1ステップで前記更新禁止状態ではないと判定した場合、前記第3ステップで求めた補正ロール角を更新して記憶し、前記第1ステップで前記更新禁止状態であると判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない第4ステップと、を備えた

ことを特徴とする車両のロール角推定方法。

[請求項3]

車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁

止状態ではないと判定する第1ステップと、

同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち前記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と前記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、前記第1及び第2のロール角並びに前記第1及び第2のロールモーメントから、前記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出する第2ステップと、

前記第1ステップで前記更新禁止状態ではないと判定したとき、前記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶し、前記第1ステップで前記更新禁止状態であると判定したとき、前記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶しない第3ステップと、

前記第3ステップでロール剛性係数を更新して記憶した後の任意の時点において測定された前記左右サスペンションの変位及び内圧値から、ロール角と前記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、前記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、前記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、前記自動車高調整が行われなかった場合の前記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、前記算出したロール角及びロールモーメントと、前記選択した荷重－変位特性と、前記第3ステップで記憶した最新のロール剛性係数とに基づき、前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求める第4ステップと、を備える

ことを特徴とする車両のロール角推定方法。

[請求項4] 車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する判定部と、

 同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち前記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と前記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、算出した第1及び第2のロール角並びに第1及び第2のロールモーメントから、前記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出し、前記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、前記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、前記自動車高調整が行われなかった場合の前記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、前記算出した第2のロール角及び第2のロールモーメントと、前記算出したロール剛性係数と、前記選択した荷重－変位特性とに基づき、前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求めるロール角決定部と、

 前記ロール角決定部が求めた前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から前記ロール角決定部が算出した前記第2のロール角を減算することにより、前記自動車高調整による補正ロール角を求める補正ロール角決定部と、

 前記更新禁止状態ではないと前記判定部が判定した場合、前記補正ロール角決定部が求めた補正ロール角を記憶部に更新して記憶し、前記更新禁止状態であると前記判定部が判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない記憶制御部と、を備えた

ことを特徴とする車両のロール角推定装置。

[請求項5]

車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する判定部と、

同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの任意の時点において測定された変位及び内圧値から、ロール角と前記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、前記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数の荷重－変位特性のうち、前記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、前記自動車高調整が行われなかった場合の前記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、前記算出したロール角及びロールモーメントと、前記選択した荷重－変位特性と、前記サスペンションを装着した車両固有の値として前記変位及び内圧値の測定前に記憶されたロール剛性係数とに基づき、前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求めるロール角決定部と、

前記ロール角決定部が求めた前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角から前記ロール角決定部が算出したロール角を減算することにより、前記自動車高調整による補正ロール角を求める補正ロール角決定部と、

前記更新禁止状態ではないと前記判定部が判定した場合、前記補正ロール角決定部が求めた補正ロール角を記憶部に更新して記憶し、前記更新禁止状態であると前記判定部が判定した場合、補正ロール角の更新を実行しない記憶制御部と、を備えた

ことを特徴とする車両のロール角推定装置。

[請求項6]

車両に発生する加速度が予め設定された所定加速度以上である場合、更新禁止状態であると判定し、所定加速度未満である場合、更新禁止状態ではないと判定する判定部と、

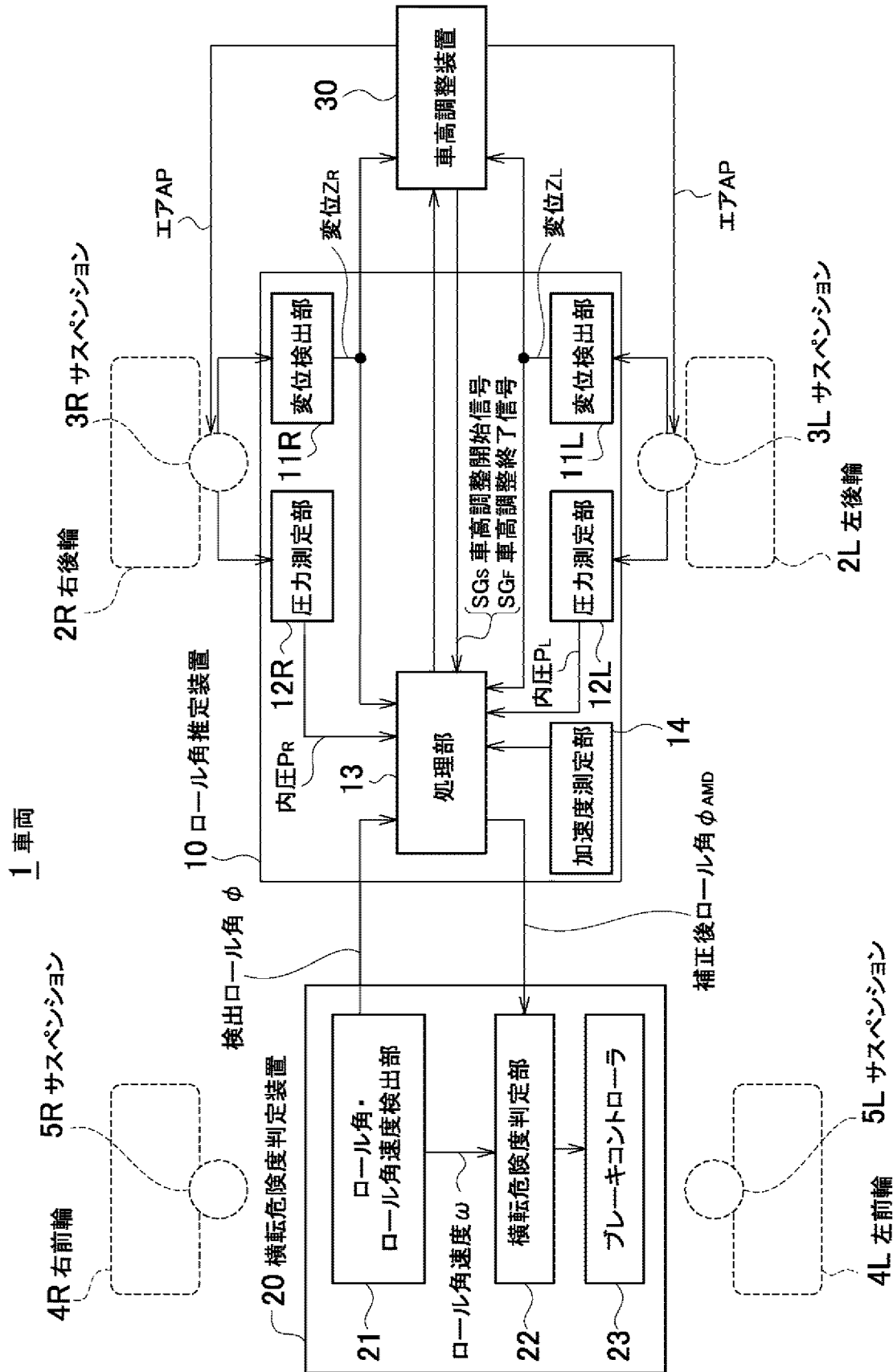
同一の荷重－変位特性及び荷重－内圧特性を有し、且つ自動車高調整の対象となる一部の左右サスペンションの自動車高調整開始時の一定時間前から終了時の一定時間後までのうち前記自動車高調整の少なくとも一部が間に介在する任意の異なる第1及び第2の時点の各々において測定された第1及び第2の変位並びに第1及び第2の内圧値から、第1及び第2のロール角と前記左右サスペンションによる第1及び第2のロールモーメントとをそれぞれ算出し、前記第1及び第2のロール角並びに前記第1及び第2のロールモーメントから、前記サスペンションを装着した車両固有のロール剛性係数を算出するロール剛性係数算出部と、

前記第1ステップで前記更新禁止状態ではないと判定したとき、前記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶し、前記第1ステップで前記更新禁止状態であると判定したとき、前記第2ステップで算出したロール剛性係数を更新して記憶しない記憶制御部と、

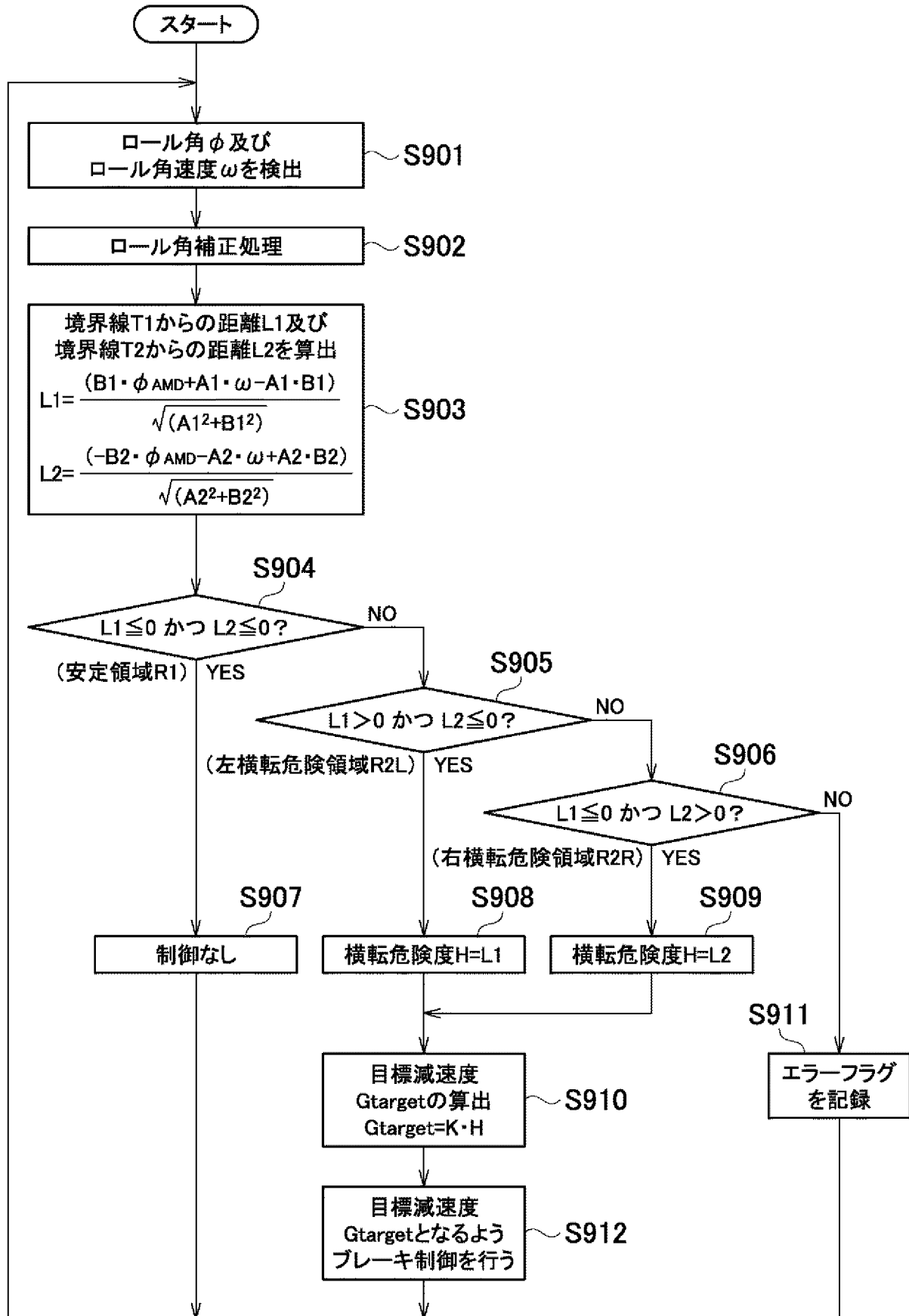
前記第3ステップでロール剛性係数を更新して記憶した後の任意の時点において測定された前記左右サスペンションの変位及び内圧値から、ロール角と前記左右サスペンションによるロールモーメントとをそれぞれ算出し、前記サスペンションが示し得る内圧値をパラメータとして予め求めた複数個の荷重－変位特性のうち、前記左右サスペンションの測定内圧平均値に対応する荷重－変位特性を、前記自動車高調整が行われなかった場合の前記左右サスペンションに共通の荷重－変位特性として選択し、前記算出したロール角及びロールモーメントと、前記選択した荷重－変位特性と、前記第3ステップで記憶した最新のロール剛性係数とに基づき、前記自動車高調整が行われなかった場合のロール角を求めるロール角決定部と、を備える

ことを特徴とする車両のロール角推定装置。

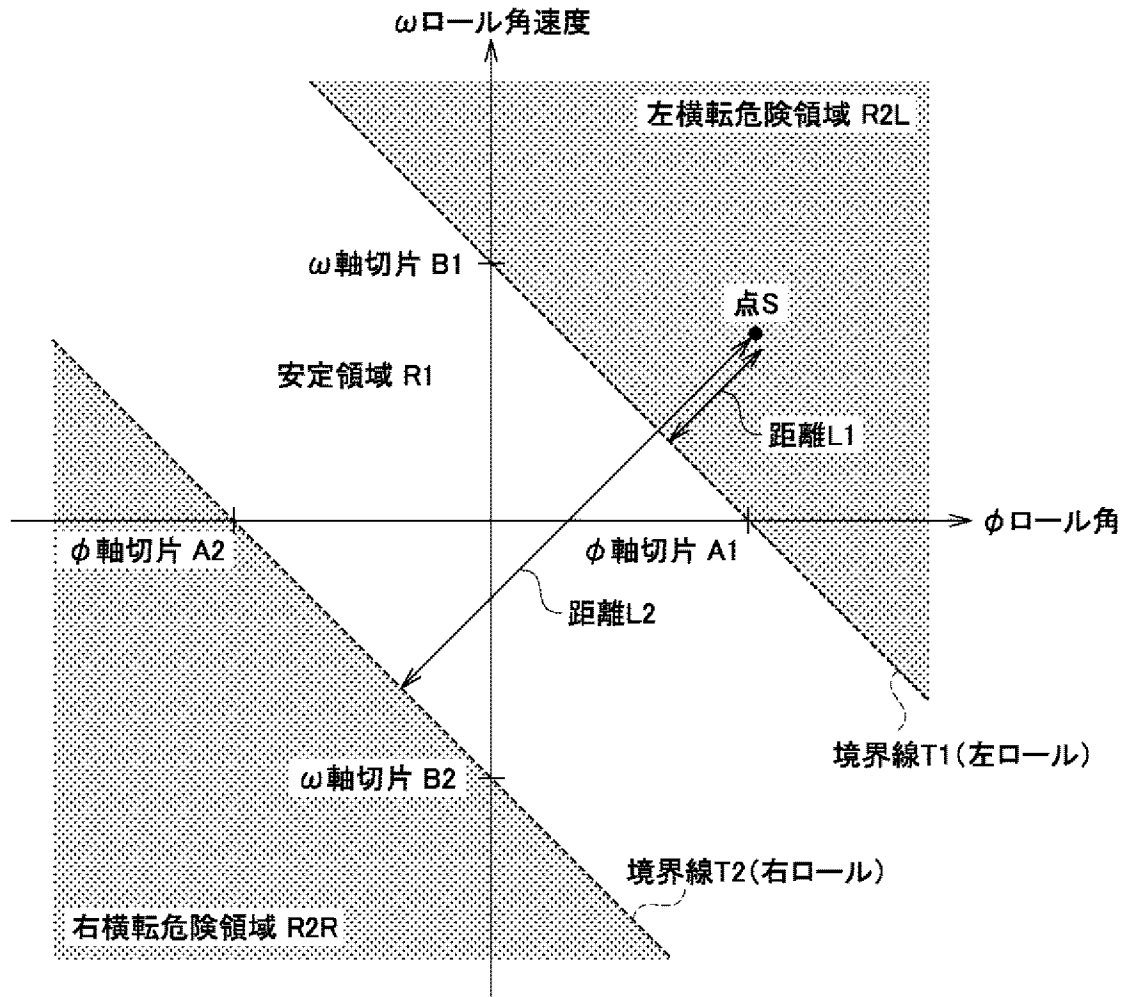
[図1]



[図2]

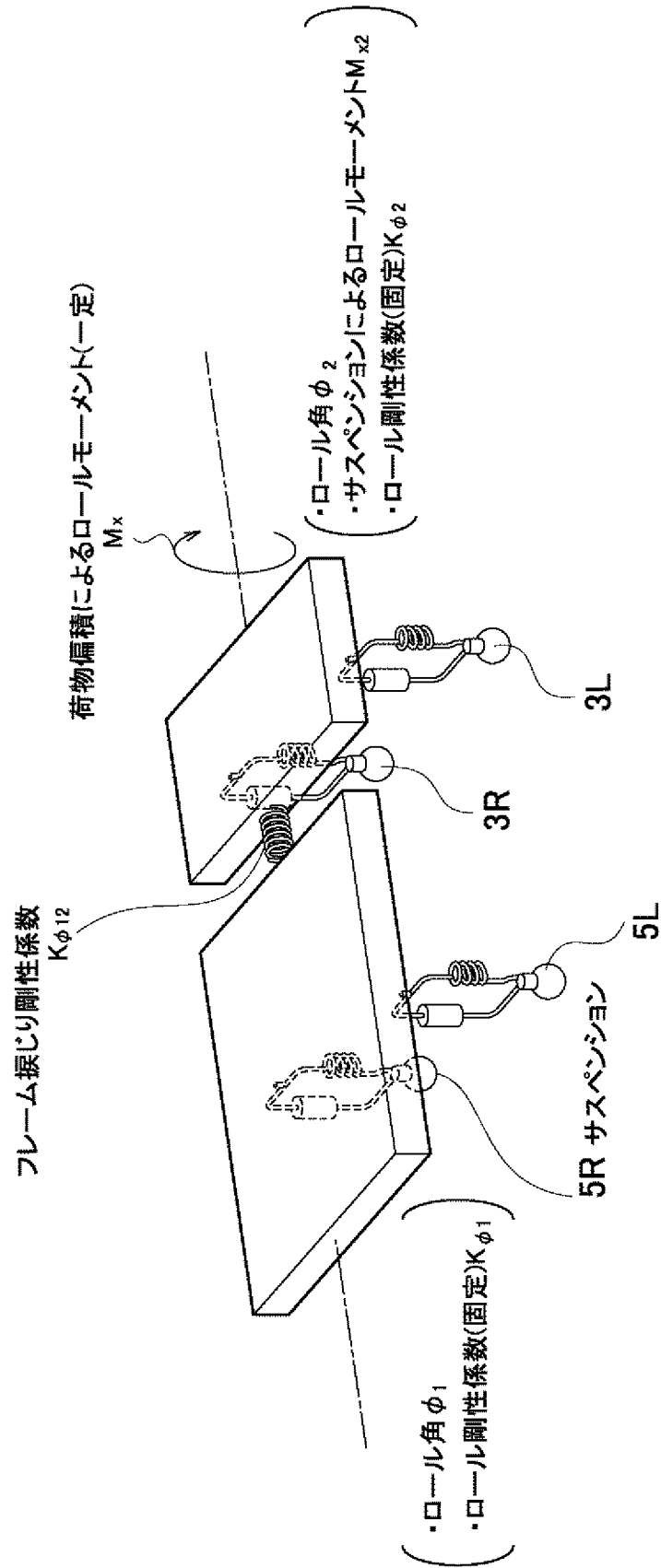


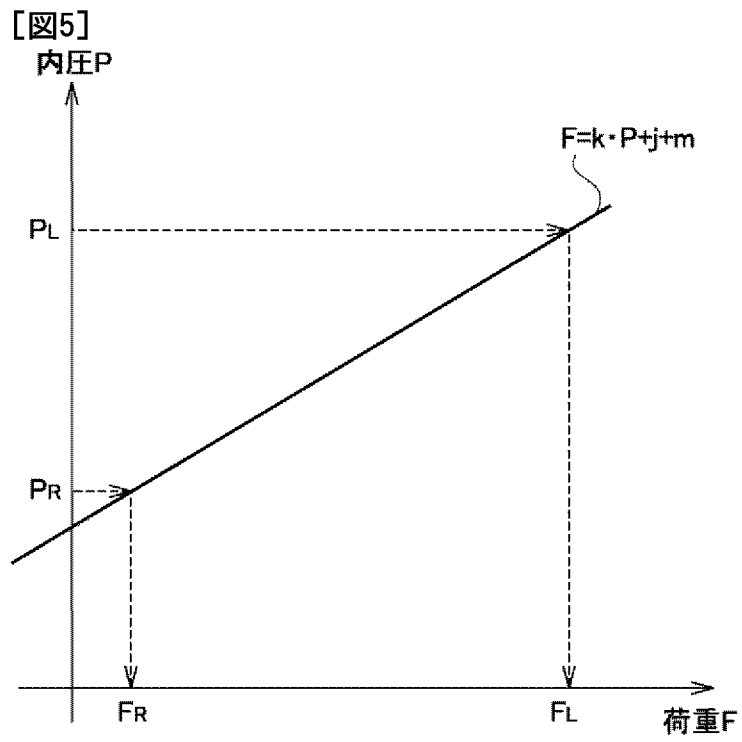
[図3]



[図4]

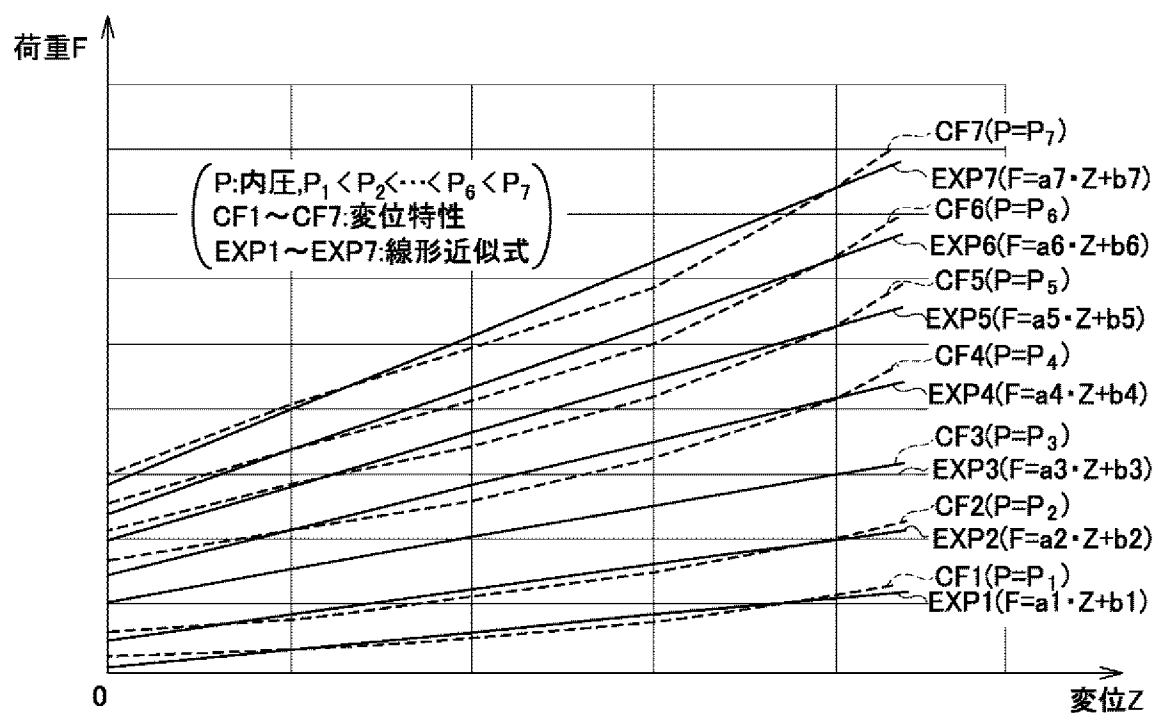
1 車両





[図6]

(1)

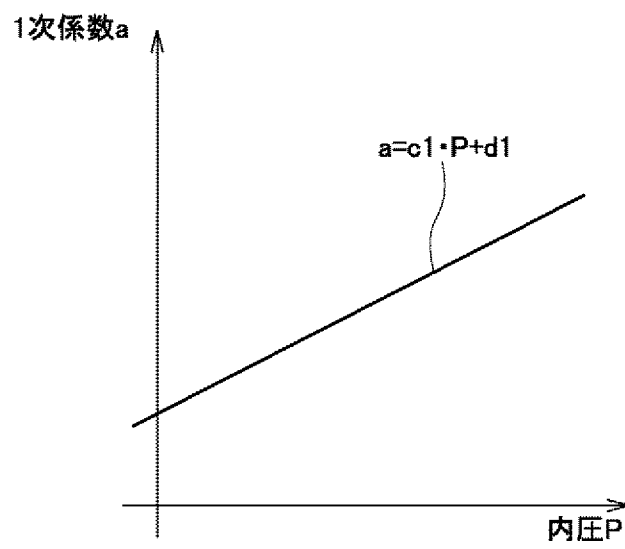


(2)

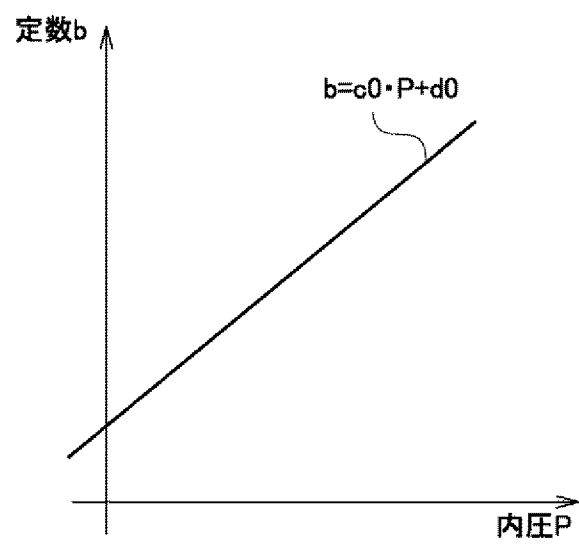
内圧P	1次係数a	定数b
P ₁	a ₁	b ₁
P ₂	a ₂	b ₂
P ₃	a ₃	b ₃
P ₄	a ₄	b ₄
P ₅	a ₅	b ₅
P ₆	a ₆	b ₆
P ₇	a ₇	b ₇

[図7]

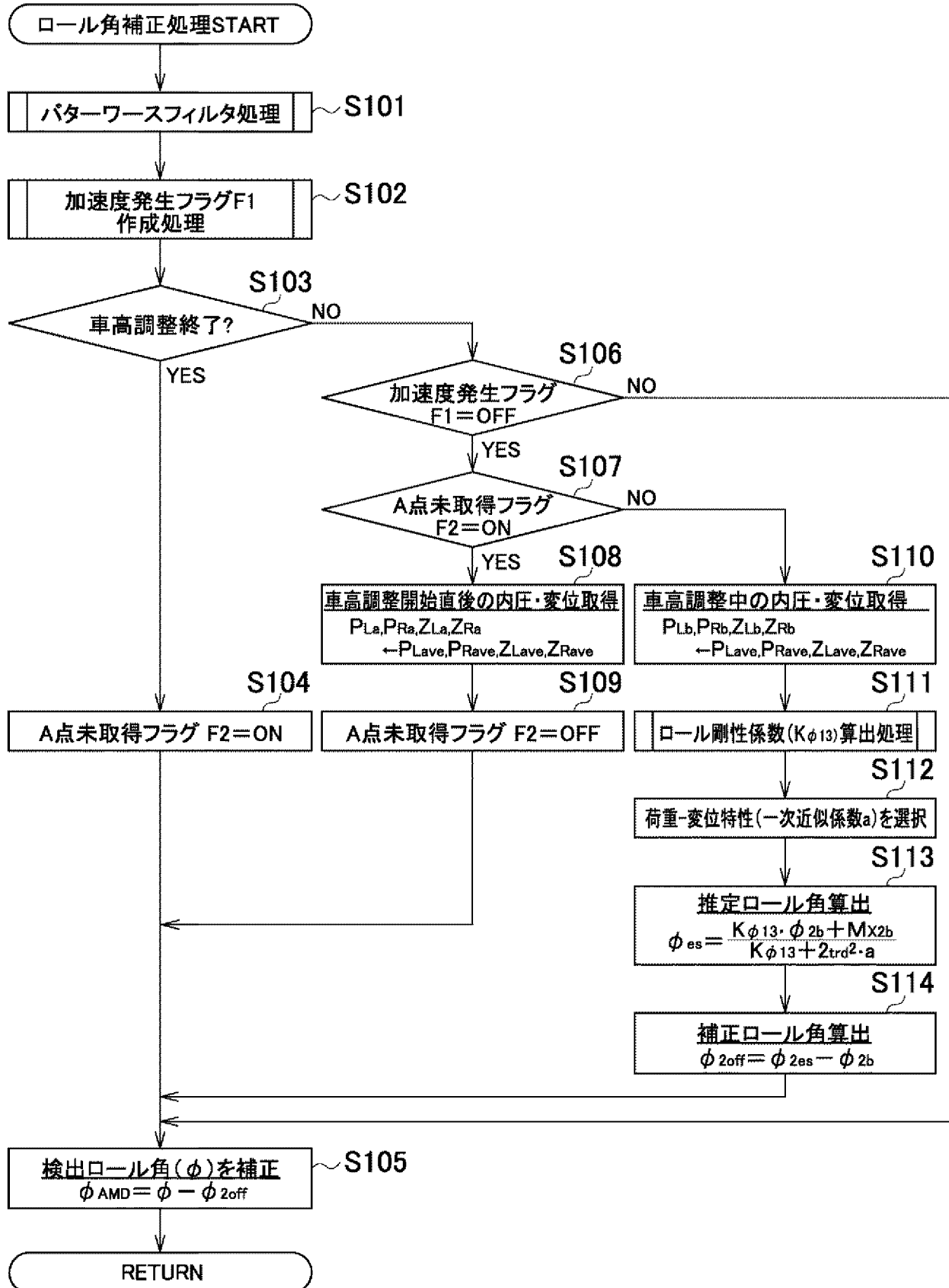
(1)



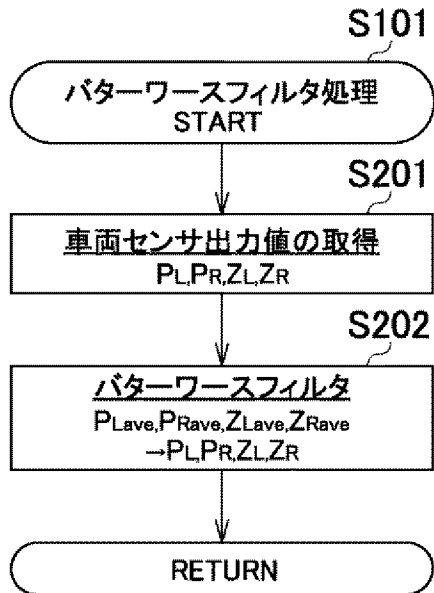
(2)



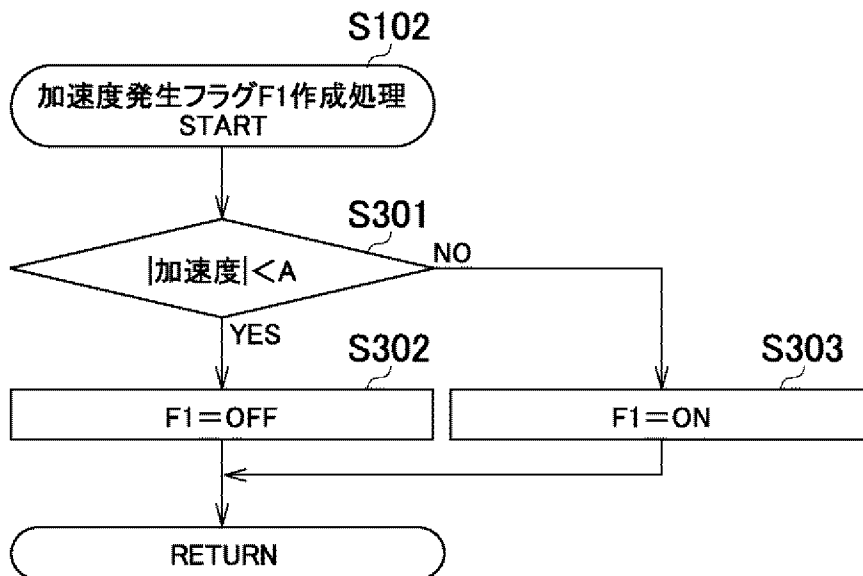
[図8]



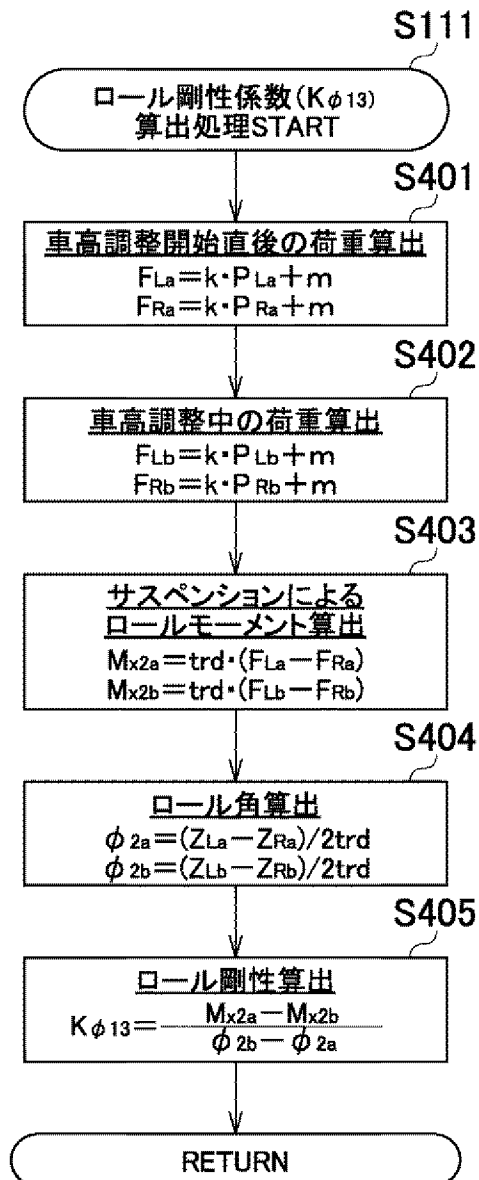
[図9]



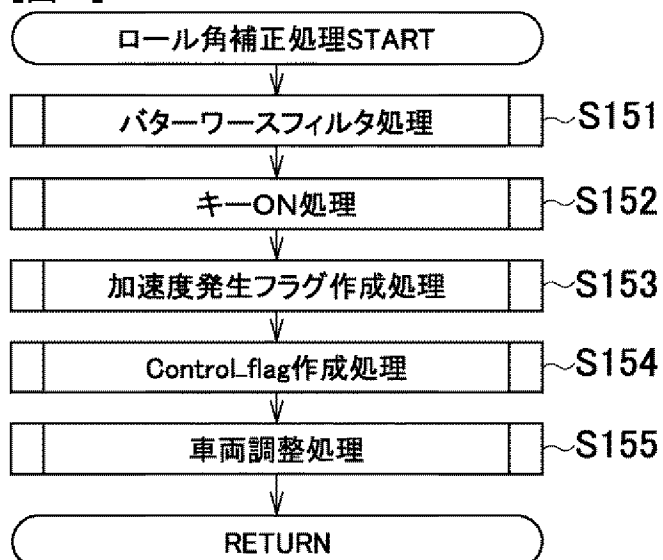
[図10]



[図11]



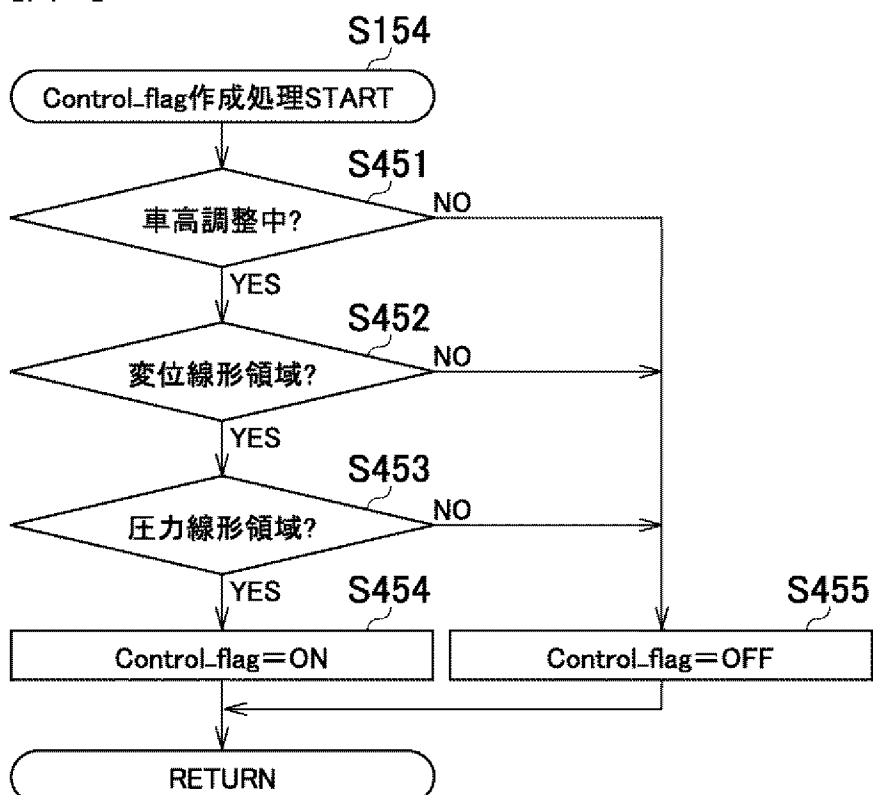
[図12]



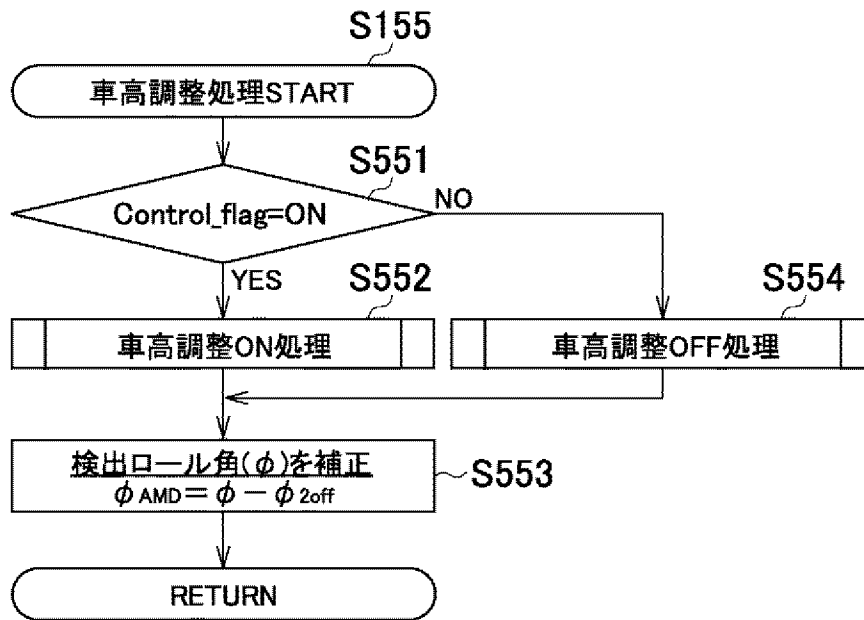
[図13]



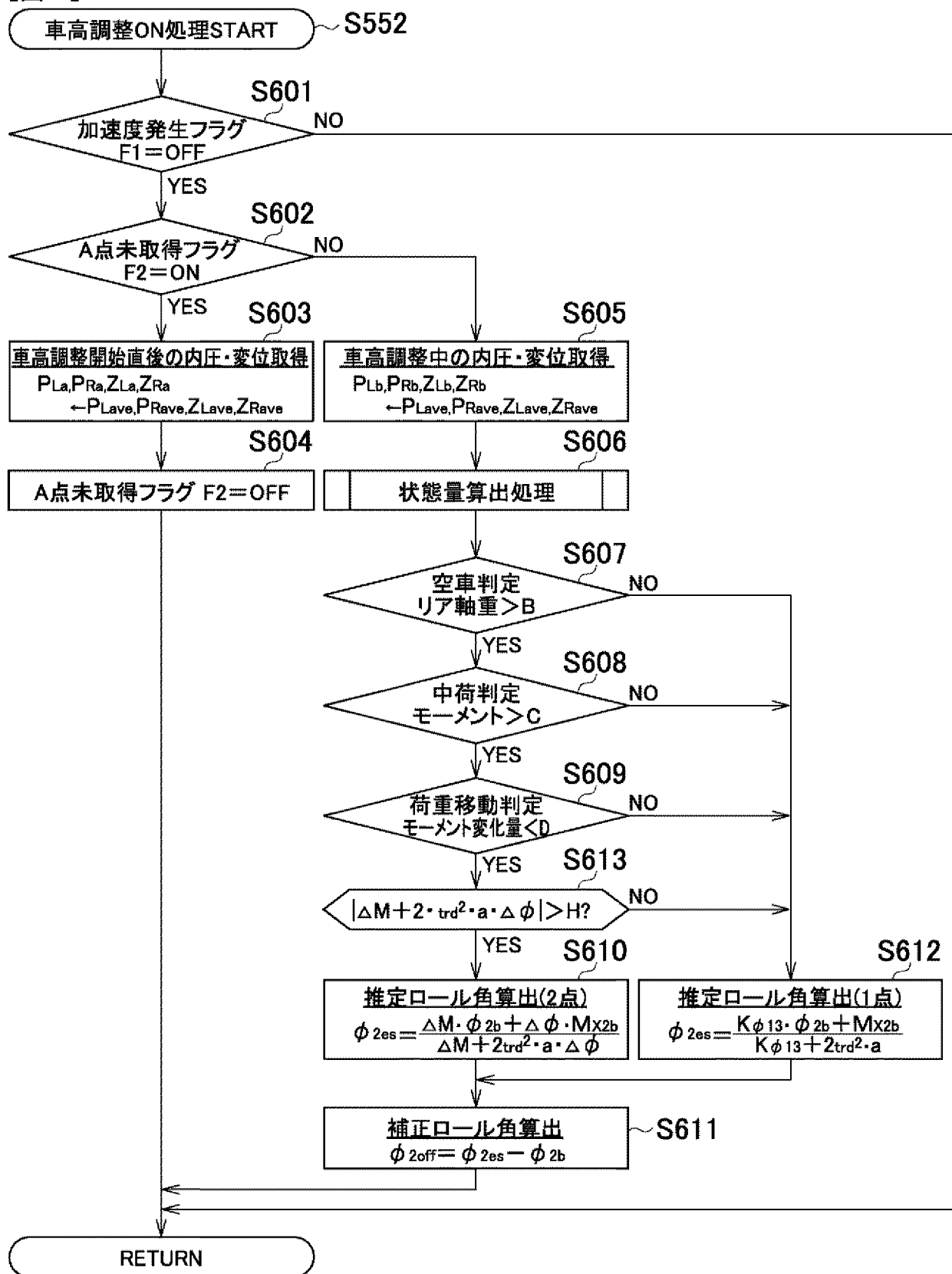
[図14]



[図15]



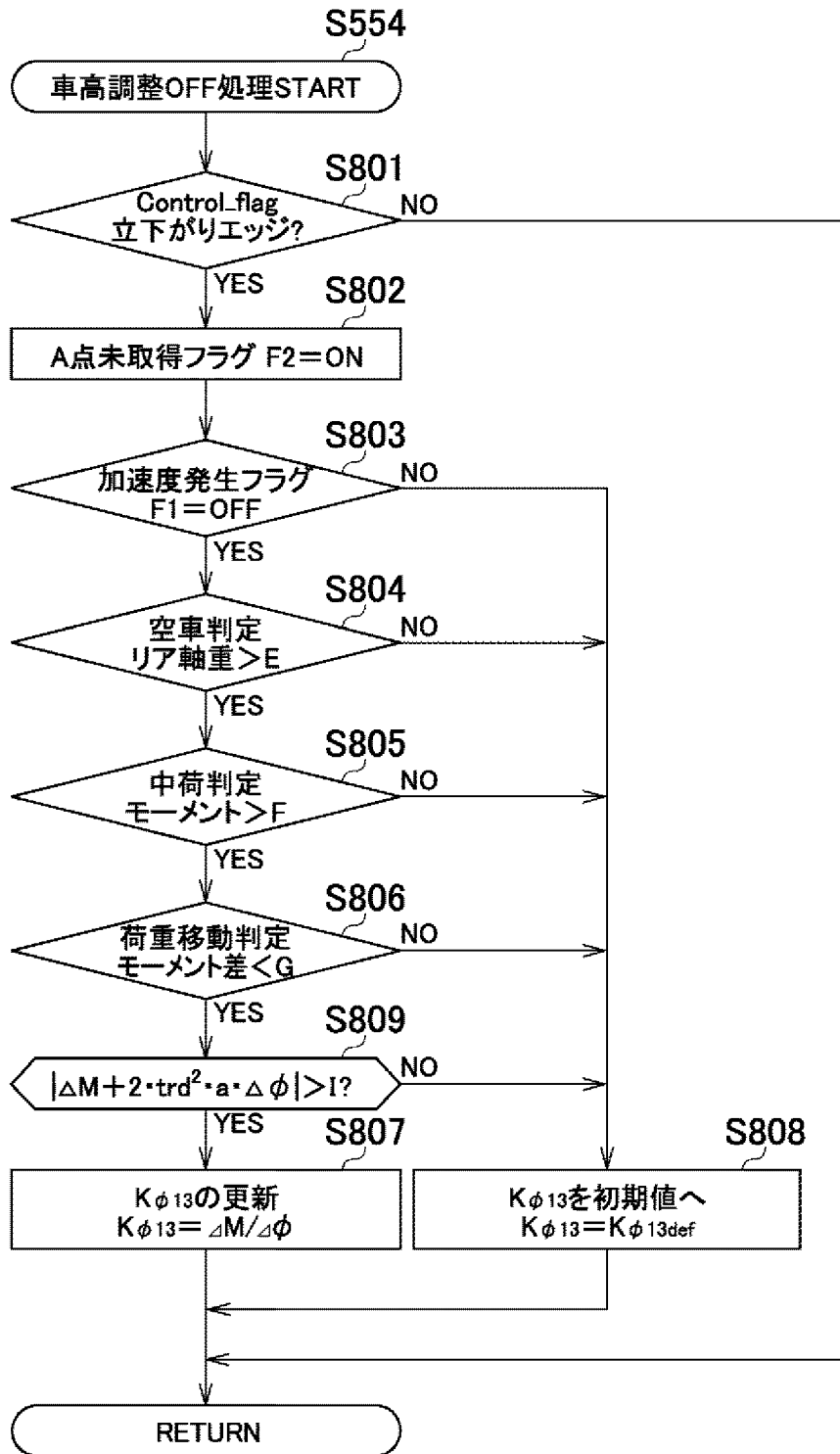
[図16]



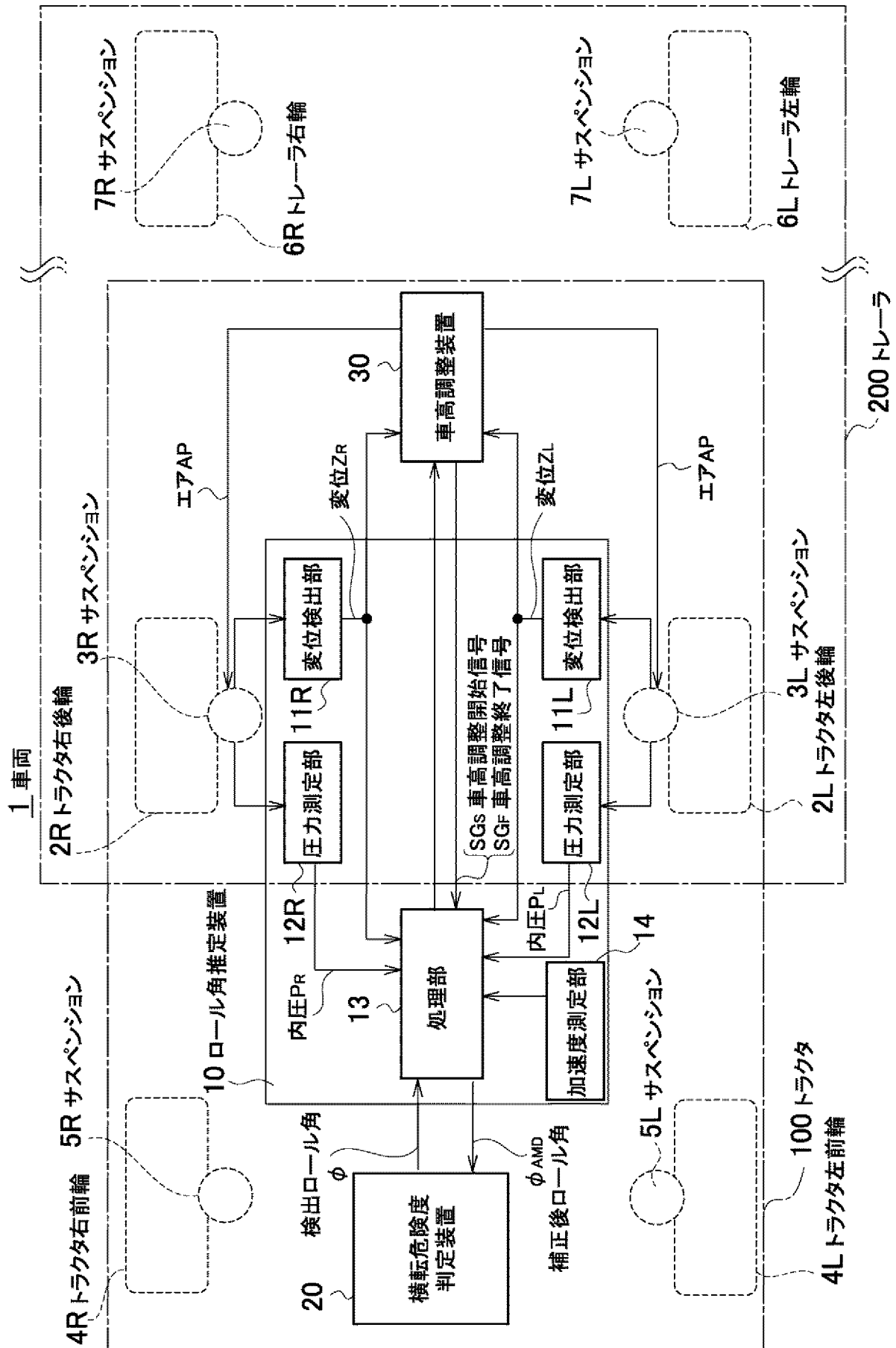
[図17]



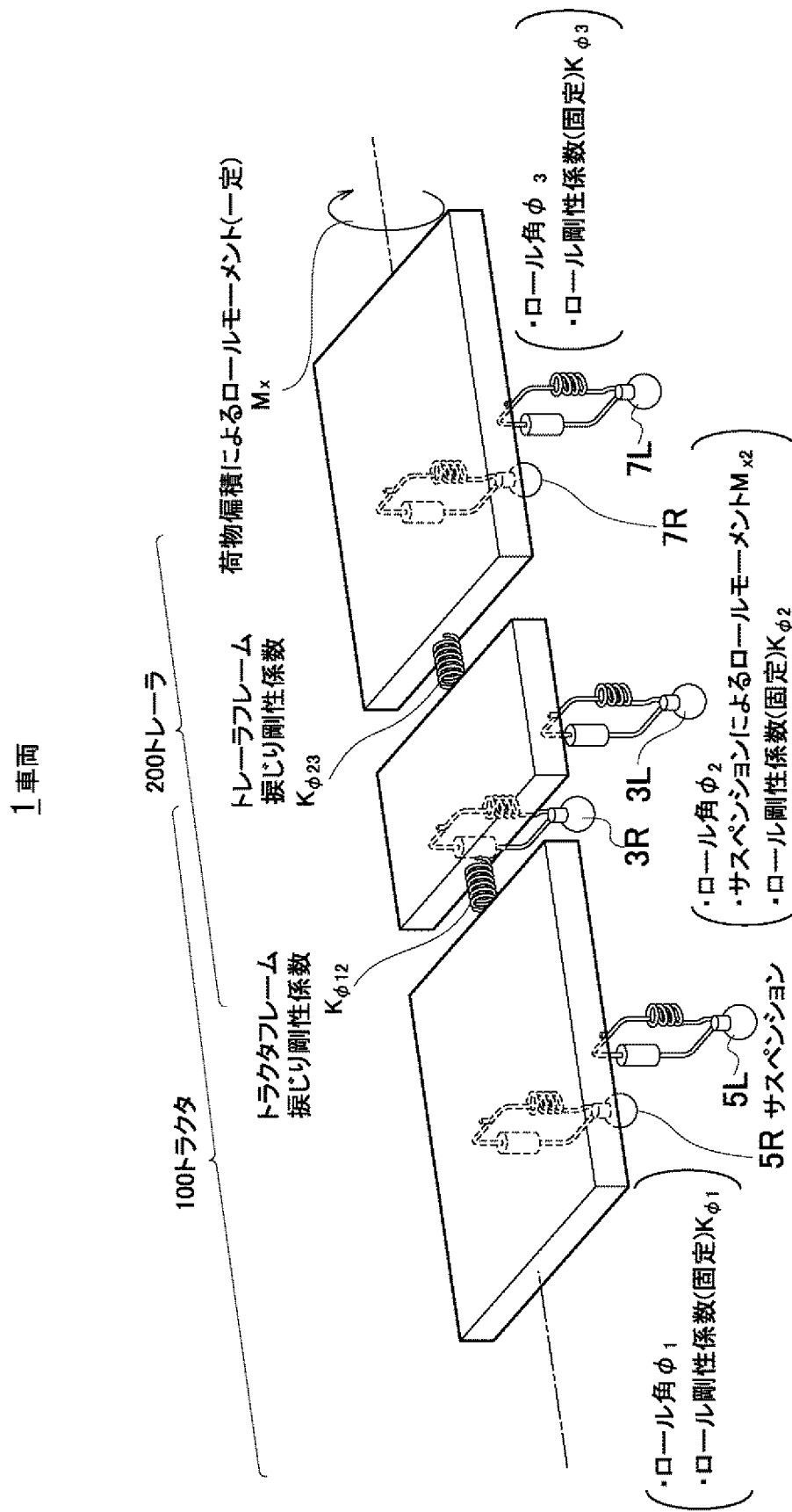
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60G17/018(2006.01)i, B60G17/015(2006.01)i, B60R21/013(2006.01)n,
B60R21/13(2006.01)n

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)

B60G17/018, B60G17/015, B60R21/013, B60R21/13

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2009-227265 A (Isuzu Motors Ltd.), 08 October 2009 (08.10.2009), entire text; all drawings & WO 2009/072231 A1	1-6
A	WO 2008/149607 A1 (Isuzu Motors Ltd.), 11 December 2008 (11.12.2008), paragraphs [0060], [0063], [0076] to [0082] & JP 2008-302865 A & JP 4169082 B	1-6
A	JP 2008-307942 A (Isuzu Motors Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), entire text; all drawings & WO 2008/152863 A1	1-6



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
05 November, 2012 (05.11.12)

Date of mailing of the international search report
13 November, 2012 (13.11.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/075926

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2011-240792 A (Isuzu Motors Ltd.), 01 December 2011 (01.12.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60G17/018(2006.01)i, B60G17/015(2006.01)i, B60R21/013(2006.01)n, B60R21/13(2006.01)n

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. B60G17/018, B60G17/015, B60R21/013, B60R21/13

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2009-227265 A（いすゞ自動車株式会社）2009.10.08, 全文, 全図 & WO 2009/072231 A1	1 - 6
A	WO 2008/149607 A1（いすゞ自動車株式会社）2008.12.11, 段落[0060], [0063], [0076]-[0082] & JP 2008-302865 A & JP 4169082 B	1 - 6
A	JP 2008-307942 A（いすゞ自動車株式会社）2008.12.25, 全文, 全図 & WO 2008/152863 A1	1 - 6

☒ 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

0 5 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 1 . 2 0 1 2

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100-8915

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）

岡▲さき▼ 潤

3 Q

3 3 3 0

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

C (続き) . 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
P, A	JP 2011-240792 A (いすゞ自動車株式会社) 2011.12.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6