

(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
2014年9月18日(18.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/142268 A1

- (51) 国際特許分類:
B60G 17/015 (2006.01) B60G 17/018 (2006.01)
B60G 17/0165 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056767
- (22) 国際出願日: 2014年3月13日(13.03.2014)
- (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 2013-050132 2013年3月13日(13.03.2013) JP
- (71) 出願人: カヤバ工業株式会社 (KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 窪田 友夫(KUBOTA, Tomoo); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内 Tokyo (JP). 奥村 昌利(OKUMURA, Masatoshi); 〒1056111 東京

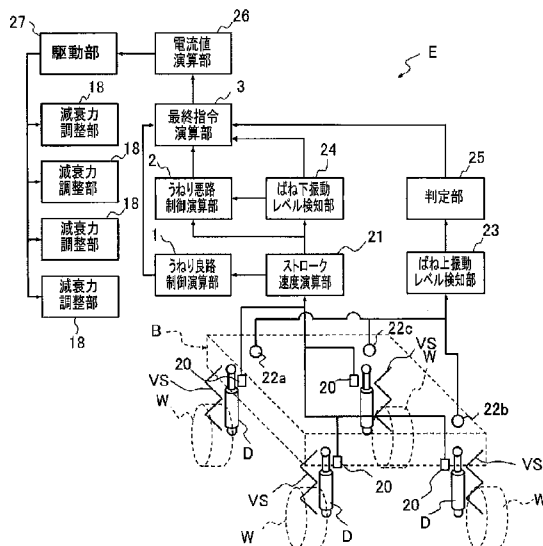
都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 後藤 政喜, 外(GOTO, Masaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号尚友会館 後藤特許事務所 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: DAMPER CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: ダンパ制御装置



(57) Abstract: A damper control device that controls the damping force of each damper that is interposed between a vehicle body and each of a plurality of wheels in a vehicle is provided with: an undulating good road control calculation unit that determines, for each damper, an undulating good road control command that is suitable for an undulating good road that is an undulating road surface; an undulating bad road control calculation unit that, for each damper, determines an undulating bad road control command that is suitable for an undulating bad road that is more uneven than the undulating good road; and a final command calculation unit that determines, for each damper, a final control command on the basis of the undulating good road control command and the undulating bad road control command.

(57) 要約: 車両における車体と複数の車輪との間のそれぞれに介装される各ダンパの減衰力を制御するダンパ制御装置は、うねりを有する路面であるうねり良路に適するうねり良路制御指令をダンパ毎に求めるうねり良路制御演算部と、うねり良路より凹凸の多いうねり悪路に適するうねり悪路制御指令をダンパ毎に求めるうねり悪路制御演算部と、うねり良路制御指令とうねり悪路制御指令とに基づいてダンパ毎の最終制御指令を求める最終指令演算部と、を備える。

- 1 Undulating good road control calculation unit
2 Undulating bad road control calculation unit
3 Final command calculation unit
18 Damping force adjustment unit
21 Stroke speed calculation unit
23 Above-spring vibration level detection unit
24 Below-spring vibration level detection unit
25 Determination unit
26 Electrical current value calculation unit
27 Drive unit



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ダンパ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ダンパ制御装置に関する。

背景技術

[0002] J P 2 0 0 8 - 2 3 8 9 2 1 Aには、車両のばね上部材とばね下部材との間に介装されるダンパの減衰力を制御するダンパ制御装置が開示されている。ダンパ制御装置は、ばね上部材のばね上共振周波数帯における振動の実効値と、ばね上部材のばね下共振周波数帯における振動の実効値と、ばね上部材のばね上共振周波数とばね下共振周波数との間の中間周波数帯における振動の実効値と、から車両が走行中の路面状態を推定する。ダンパ制御装置は、推定した路面状態に適した減衰力をダンパに出力させる。

[0003] このようなダンパ制御装置は、路面状態を判定できるので、路面状態に適した減衰力をダンパに発生させることで、車両における乗り心地を向上させることができる。

発明の概要

[0004] しかし、上記のようなダンパ制御装置は、波状路、こぶ状路、良路、簡易舗装路のうち走行中の路面がどの区分に一致するかを判定しているが、波状であるが路面表面がでこぼこであるような、複数の区分に該当する路面状態は判定することができない。したがって、この場合には、ダンパ制御装置は、ダンパに最適な減衰力を発揮させることが難しい。

[0005] また、乗用車等の場合、四輪各輪におけるダンパは、一種類の路面状態に適した減衰力を発揮する。しかし、四輪各輪が必ずしも同一状態の路面を走行するわけではない。したがって、車両が各輪毎に状態の異なる路面を走行する場合、各輪の全ダンパが実際に走行中の路面状態に最適な減衰力を発揮することはできない。よって、車両における乗り心地及び路面追従性が低下する。

[0006] 本発明の目的は、各輪のダンパ全てが路面状態に最適な減衰力を発揮して、路面追従性及び車両における乗り心地を向上させることが可能なダンパ制御装置を提供することである。

[0007] 本発明のある態様によれば、車両における車体と複数の車輪との間のそれぞれに介装される各ダンパの減衰力を制御するダンパ制御装置は、うねりを有する路面であるうねり良路に適するうねり良路制御指令をダンパ毎に求めるうねり良路制御演算部と、うねり良路より凹凸の多いうねり悪路に適するうねり悪路制御指令をダンパ毎に求めるうねり悪路制御演算部と、うねり良路制御指令とうねり悪路制御指令とに基づいてダンパ毎の最終制御指令を求める最終指令演算部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るダンパ制御装置の構成図である。

[図2]図2は、ダンパの概略断面図である。

[図3]図3は、振動レベル検知対象の物体の系を説明する図である。

[図4]図4は、第一参照値と第二参照値との合成ベクトルを説明する図である。

[図5]図5は、第一参照値と第二参照値との軌跡及び第一参照値と第三参照値との軌跡を説明する図である。

[図6]図6は、ばね上振動レベル検知部を示す構成図である。

[図7]図7は、ばね上振動レベル検知部の構成の一部の詳細図である。

[図8]図8は、ばね下振動レベル検知部を示す構成図である。

[図9]図9は、判定部を示す構成図である。

[図10]図10は、うねり良路演算部を示す構成図である。

[図11]図11は、速度補正部における速度ゲインマップを示す図である。

[図12]図12は、うねり悪路演算部を示す構成図である。

[図13]図13は、ダンパの減衰特性を示す図である。

[図14]図14は、うねり悪路演算部を示す構成図である。

[図15]図15は、うねり悪路演算部で使用するゲインマップを示す図である。

。

[図16]図 1 6、うねり悪路演算部の構成の一部の変形例を示す詳細図である。

。

[図17]図 1 7は、うねり悪路演算部の構成の一部の変形例を示す詳細図である。

[図18]図 1 8は、最終指令演算部を示す構成図である。

[図19]図 1 9は、うねり良路及びうねり悪路を示す模式図である。

[図20]図 2 0は、ダンパ制御装置が行う処理内容を示すフローチャートである。

[図21]図 2 1は、図 2 0のステップS 3において行われるうねり路の判定処理を示すフローチャートである。

[図22]図 2 2は、図 2 0のステップS 6において行われるうねり良路制御指令F gの演算処理を示すフローチャートである。

[図23]図 2 3は、図 2 0のステップS 8において行われるうねり悪路制御指令F bの演算処理を示すフローチャートである。

[図24]図 2 4は、図 2 0のステップS 9において行われる最終制御指令F fの演算処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

[0010] 図 1 に示すように、ダンパ制御装置Eは、車両における車体Bと四つの車輪Wとの間に介装される四つの各ダンパDにおける減衰力を制御する。ダンパ制御装置Eは、各ダンパD毎にうねり良路に適するうねり良路制御指令F gを求めるうねり良路制御演算部1と、各ダンパD毎にうねり悪路に適するうねり悪路制御指令F bを求めるうねり悪路制御演算部2と、各ダンパD毎にうねり良路制御指令F gとうねり悪路制御指令F bとに基づいて最終制御指令F fを求める最終指令演算部3と、を備える。

[0011] なお、波状の路面をもつ道路を「うねり路」と称し、路面に凹凸の少ない滑らかな道路を「良路」と称し、路面に凹凸の多い不整路を「悪路」と称す

る。図 19 に示すように、「うねり良路」とは、うねり路と良路とが複合された路面であり、うねりを有する路面をもつ道路であり、「うねり悪路」とは、うねり路と悪路とが複合された路面であり、うねり良路より凹凸の多い路面をもつ道路である。

[0012] ダンパ D は、車両における車体 B と車輪 W との間に介装され、車体 B を弾性支持する懸架ばね V S に並列に配置される。なお、車輪 W は、車体 B に揺動可能に取り付けられたリンク（図示せず）によって車体 B に連結され、車体 B に対して上下方向へ往復動することができる。

[0013] ダンパ D は、図 2 に示すように、シリンダ 12 と、シリンダ 12 内に摺動自在に挿入されるピストン 13 と、シリンダ 12 内に移動自在に挿入されてピストン 13 に連結されるピストンロッド 14 と、シリンダ 12 内に画成されピストン 13 によって区画される二つの圧力室 15、16 と、圧力室 15、16 同士を連通する通路 17 と、通路 17 を通過する流体の流れに抵抗を与える減衰力調整部 18 と、を備える流体圧ダンパである。ダンパ D は、伸縮作動に応じて圧力室 15、16 内に充填された流体が通路 17 を通過する際、減衰力調整部 18 によって流体に抵抗を与えて伸縮作動を抑制する減衰力を発揮する。これにより、ばね上部材とばね下部材との相対移動が抑制される。

[0014] 流体は、磁気粘性流体であり、圧力室 15、16 内に充填される。減衰力調整部 18 は、通路 17 に磁界を作用させることができる。減衰力調整部 18 は、ダンパ制御装置 E から供給される電流量によって磁界の大きさを調整することで、通路 17 を通過する磁気粘性流体の流れに与える抵抗を変化させ、ダンパ D の減衰力を変化させることができる。ダンパ制御装置 E は、減衰力調整部 18 に与える電流を増減することでダンパ D の減衰力を制御する。

[0015] なお、流体として磁気粘性流体の代わりに電気粘性流体を用いてもよい。この場合、減衰力調整部 18 は、通路 17 に電界を作用させることができるものであればよい。減衰力調整部 18 は、ダンパ制御装置 E から与えられる

電圧によって電界の大きさを調整することで、通路 17 を通過する電気粘性流体の流れに与える抵抗を変化させ、ダンパ D の発生減衰力を変化させることができる。

[0016] 流体は、上記した磁気粘性流体や電気粘性流体の他に、作動油、水、水溶液、気体等を利用することができる。この場合、減衰力調整部 18 は、ダンパ D の通路 17 の流路面積を可変にする減衰弁と、減衰弁の弁体を駆動して通路 17 の流路面積を調節することができるソレノイド等の制御応答性の高いアクチュエータと、で構成される。減衰力調整部 18 は、アクチュエータへ与える電流量を増減させることで、通路 17 の流路面積を調整して、通路 17 を通過する流体の流れに与える抵抗を変化させ、ダンパ D が発生する減衰力を調整することができる。

[0017] 流体が液体であって、ダンパ D が片ロッド型ダンパである場合、ダンパ D は、シリンダ 12 内に入り出すピストンロッド 14 の体積を補償するための気体室やリザーバを備える。流体が気体である場合には、ダンパ D は、気体室やリザーバを備えなくてもよい。ダンパ D がリザーバを備え、伸長しても収縮してもシリンダ 12 内からリザーバへ通じる通路を介して流体が排出されるユニフロー型である場合、シリンダ 12 からリザーバへ通じる通路の途中に減衰力調整部 18 を設け、流体の流れに抵抗を与えて減衰力を発揮させてもよい。

[0018] ダンパ D は、電磁力でばね上部材とばね下部材との相対移動を抑制する減衰力を発揮する電磁ダンパであってもよい。電磁ダンパは、例えば、モータとモータの回転運動を直線運動に変換する運動変換機構とを備えるものや、リニアモータ等である。ダンパ D が電磁ダンパである場合には、減衰力調整部 18 がモータ又はリニアモータに流れる電流を調節するモータ駆動装置として機能することで、ダンパ D の発生減衰力を調整することができる。

[0019] ダンパ制御装置 E は、図 1 に示すように、ダンパ D のストローク変位を検出するストロークセンサ 20 と、ストロークセンサ 20 で検知したダンパ D のストローク変位からストローク速度 V_d を求めるストローク速度演算部 2

1 と、車体 B の上下方向の加速度を検知する三つの加速度センサ 22 a、22 b、22 c と、加速度センサ 22 a、22 b、22 c のそれぞれが検知した車体 B の上下方向の加速度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ から車体 B のばね上振動レベル $L B$ を求めるばね上振動レベル検知部 23 と、ストロークセンサ 20 で検知したダンパ D のストローク変位から車輪 W の上下方向の振動の大きさであるばね下振動レベル $L W$ を求めるばね下振動レベル検知部 24 と、ばね上振動レベル $L B$ から車両が走行中の路面がうねり路であるか否かを判定する判定部 25 と、各ダンパ D 毎にうねり良路に適するうねり良路制御指令 $F g$ を求めるうねり良路制御演算部 1 と、各ダンパ D 毎にうねり悪路に適するうねり悪路制御指令 $F b$ を求めるうねり悪路制御演算部 2 と、判定部 25 における判定結果と各ダンパ D 毎のうねり良路制御指令 $F g$ 及びうねり悪路制御指令 $F b$ とに基づいて最終制御指令 $F f$ を求める最終指令演算部 3 と、最終制御指令 $F f$ に基づいて減衰力調整部 18 へ与える電流値 I を求める電流値演算部 26 と、電流値演算部 26 で求めた電流値 I 通りの電流量を減衰力調整部 18 へ供給する駆動部 27 と、を備える。

[0020] 図 20 は、ダンパ制御装置 E が行う処理内容を示すフローチャートである。ステップ S1 においてダンパ制御装置 E は、車両の上下方向の加速度を検知する加速度センサ 22 a、22 b、22 c から車体の上下方向の加速度を検知する。ステップ S2 においてダンパ制御装置 E は、ステップ S1 において検知された上下方向の加速度からばね上振動レベル $L B$ を演算する。ステップ S3 においてダンパ制御装置 E は、ばね上振動レベル $L B$ からうねり路であるか否かを判定する。ステップ S4 においてダンパ制御装置 E は、ダンパ D の変位を検出するストロークセンサからダンパ D のストローク変位を読み込む。ステップ S5 においてダンパ制御装置 E は、ステップ S4 において読み込まれたストローク変位からストローク速度 $V d$ を演算する。ステップ S6 においてダンパ制御装置 E は、ストローク速度 $V d$ からうねり良路制御指令 $F g$ を求める。ステップ S7 においてダンパ制御装置 E は、ストローク速度 $V d$ からばね下振動レベル $L W$ を演算する。ステップ S8 においてダン

パ制御装置Eは、ストローク速度 V_d とばね下振動レベル L_W からうねり悪路制御指令 F_b を求める。ステップS9においてダンパ制御装置Eは、うねり良路制御指令 F_g とうねり悪路制御指令 F_b から最終制御指令 F_f を求める。

[0021] ストローク速度演算部21は、図1に示すように、ストロークセンサ20で検出したダンパDのストローク変位を微分してダンパDのストローク速度 V_d を演算する。

[0022] 加速度センサ22a、22b、22cは、それぞれ車体Bの上下方向の加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 を検知して、検知結果をばね上振動レベル検知部23に入力する。加速度センサ22a、22b、22cは、図示しない車体Bの同一水平面上であって同一直線上にない任意の3箇所に設置される。ばね上振動レベル検知部23は、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 を処理して、車体Bのばね上振動レベル L_B を演算する。なお、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 の符号は、上向きを正とする。

[0023] ストローク速度演算部21において演算されたストローク速度 V_d は、ばね下振動レベル検知部24に入力される。ばね下振動レベル検知部24は、ストローク速度 V_d からばね下部材の振動の大きさを示すばね下振動レベル L_W を求める。

[0024] 以下、ばね上振動レベル検知部23及びばね下振動レベル検知部24について説明する。

[0025] まず、ばね上振動レベル検知部23及びばね下振動レベル検知部24における振動レベルの検知手法を原理的に説明する。

[0026] 図3に示すように、物体MをばねSで支承する系における物体Mの振動レベルを検知する場合について考える。物体Mは、ベースTに鉛直に取り付けられたばねSによって図中下方から弾性支持されるばねマス系を構成する。物体Mの図3中上下方向の振動レベル L は、物体Mの上下方向の速度を第一参照値 a とし、第一参照値 a の微分値又は積分値に相当する値を第二参照値 b とした上で、第一参照値 a と第二参照値 b とに基づいて演算される。

[0027] 物体Mの上下方向の速度である第一参照値 a は、例えば、物体Mに取り付けられた加速度センサで検出された物体Mの上下方向加速度を積分することで演算される。

[0028] 次に、物体Mの上下方向の変位を第二参照値 b にする場合、第二参照値 b は第一参照値 a を積分することによって演算される。なお、第二参照値 b を第一参照値 a の微分値相当の値とする場合、つまり、物体Mの上下方向の加速度を第二参照値 b とする場合、第二参照値 b は加速度センサで検出された上下方向の加速度に設定されてもよいし、第一参照値 a を微分器によって微分することで演算されるようにしてもよい。

[0029] また、検知したい物体Mの振動レベルのうち任意の周波数帯の振動レベルを検知することができるよう、第一参照値 a 及び第二参照値 b から検知したい周波数成分を抽出する。具体的には、帯域フィルタ等を用いて第一参照値 a 及び第二参照値 b を濾波することで、第一参照値 a 及び第二参照値 b の検知したい周波数成分が演算される。基本的には、物体MとばねSとのばねマス系の固有振動数をフィルタで抽出する周波数に設定することで、物体Mのスペクトル密度の高い振動を抽出することができる。なお、帯域フィルタは、評価したい周波数帯の振動を抽出でき物体Mの振動に重畳されるノイズなどを除去できるので有用であるが、例えば、物体Mが単一の周期で振動するような場合には、省略してもよい。

[0030] 物体Mの任意の周波数の振動は正弦波で表すことができる。物体Mの速度である第一参照値 a の任意の周波数成分は正弦波で表すことができる。例えば、第一参照値 a の任意の周波数成分を $\sin \omega t$ (ω は角周波数、 t は時間) で表す場合、これを積分すると $-(1/\omega) \cos \omega t$ となり、第一参照値 a の振幅と積分値の振幅とを比較すると、積分値の振幅は第一参照値 a の $1/\omega$ 倍となる。

[0031] したがって、第二参照値 b が第一参照値 a の積分値相当の値である場合には、フィルタで抽出する周波数に一致する角周波数 ω を用いて、第一参照値 a の積分値相当の値を ω 倍することで、第一参照値 a と第二参照値 b との振

幅を等しくすることができる。また、第二参照値 b が第一参照値 a の微分値相当の値である場合には、第一参照値 a の微分値相当の値を $1/\omega$ 倍することで、第一参照値 a と第二参照値 b との振幅を等しくすることができる。このように、第一参照値 a と第二参照値 b との振幅を等しくするためには、振動レベルを得るに当たって、第二参照値 b が第一参照値 a の積分値相当の値である場合には、検知対象となる振動の角周波数 ω を用いて、積分値相当の値を ω 倍することで第二参照値 b が調整され、第二参照値 b が第一参照値 a の微分値相当の値である場合には、微分値相当の値を $1/\omega$ 倍することで第二参照値 b が調整される。

[0032] 続いて、このように処理された第一参照値 a と第二参照値 b とを、図4に示すように、直交座標にとった際の第一参照値 a と第二参照値 b との合成ベクトル U の長さが演算され、これを振動レベル L として求める。なお、合成ベクトル U の長さは、 $(a^2 + b^2)^{1/2}$ で演算されるが、ルート演算を省いて $(a^2 + b^2)$ 、つまり、合成ベクトル U の長さの二乗の値を合成ベクトル U の長さを判断可能な値とし、振動レベル L としてもよい。これにより、負荷の高いルート演算を回避することができ、演算時間を短縮することができる。また、直接的には合成ベクトル U の長さとは一致しないが、合成ベクトル U の長さを z 乗 (z は任意の値) した値や当該長さに任意の係数を乗じた値は、合成ベクトル U の長さを認識可能であるので、このような値を振動レベルとしてもよい。すなわち、合成ベクトル U の長さを認識可能な値を振動レベル L とすればよい。

[0033] ここで、ベース T を上下動させて物体 M に振動を与えたり、物体 M に変位を与えて解放したりして物体 M に振動を与えると、ばね S が伸縮してばね S の弾性エネルギーと物体 M の運動エネルギーとが交互に変換される。したがって、外乱がない場合には、中立位置からの変位が最大となる物体 M の速度は 0 となり、中立位置にあるときに物体 M の速度が最大となる。なお、中立位置とは、物体 M がばね S によって弾性支持され静止状態にある場合の位置である。

[0034] 第一参照値 a と第二参照値 b とは、上記手順の調整によって、両者の振幅が等しくなり、第一参照値 a と第二参照値 b との位相は 90 度ずれている。従って、物体 M の振動が減衰せず同じ振動を繰り返す場合、第一参照値 a と第二参照値 b との理想的な軌跡は、図 4 に示すように、円を描くことになる。振動レベル L は、この円の半径に等しい。なお、実際には、フィルタの抽出精度や物体 M に作用する外乱、第一参照値 a や第二参照値 b に含まれるノイズ等によって、両者の振幅を完全一致させることができない場合もあるが、振動レベル L の値は、ほぼ上記した円の半径に等しくなる。

[0035] このように、振動レベル L は、速度である第一参照値 a が 0 でも、変位である第二参照値 b の絶対値は最大値となり、反対に、第二参照値 b が 0 でも第一参照値 a の絶対値は最大値となる。これにより、振動レベル L は、物体 M の振動状況が変化しない場合には一定値となる。つまり、振動レベル L は、物体 M がどの程度の振幅で振動しているかを示す指標となる値であり、振動の大きさを表している。振動レベル L は、物体 M の一周分の変位、速度、加速度のいずれかをサンプリングして波高を求めることなく、物体 M の変位と速度とに基づいて求めることができる。よって、振動レベル L は、タイムリーに求めることができる。このように振動レベルを検知すれば、物体 M の振動の大きさをタイムリーかつリアルタイムに検知することが可能である。

[0036] なお、振動レベル L は、第一参照値 a と第二参照値 b とを、物体 M の速度と加速度、加速度と加速度の変化率、変位と変位の積分値相当の値として求めてもよい。この場合でも、第一参照値 a と第二参照値 b との位相は互いに 90 度ずれ、検知したい振動の角周波数 ω で第二参照値 b を調整することで、第一参照値 a と第二参照値 b とを直交座標にとった場合の軌跡は円となるので、振動レベル L が振動の大きさを表す指標となる。つまり、第一参照値 a を物体 M の検知したい振動方向に一致する方向の変位、速度、加速度のうちいずれか一つとし、第二参照値 b を第一参照値 a の積分値相当又は微分値相当の値とすれば振動レベル L を求めることができる。

- [0037] 第一参照値 a は、センサから直接得ることなく、センサ出力を微分や積分して得るようにしてもよい。第二参照値 b は、第一参照値 a の微分値相当の値又は積分値相当の値として求めることなく、別途センサを設けて当該センサから直接得るようにしてもよい。
- [0038] また、第一参照値 a の積分値相当の値を第二参照値 b とする場合、第一参照値 a の微分値相当の値を第三参照値 c とし、第一参照値 a と第二参照値 b とで上記手順によって振動レベルに相当する値を求めて第一振動レベル L_1 とし、第二参照値 b の代わりに第三参照値 c を使用して第一参照値 a と第三参照値 c とで上記手順によって振動レベルに相当する値を求めて第二振動レベル L_2 としてもよい。この場合、第一振動レベル L_1 と第二振動レベル L_2 とを加算して2で割ることで算出される第一振動レベル L_1 と第二振動レベル L_2 との平均値が振動レベル L となる。なお、第一参照値 a の微分値相当の値を第二参照値 b とする場合、第一参照値 a の積分値相当の値を第三参照値 c とすればよい。
- [0039] この場合、図5に示すように、第一参照値 a を横軸にとり、第二参照値 b と第三参照値 c とを縦軸にとる直交座標を考える。物体Mの振動レベルのうち検出した周波数帯の振動レベルを求めるため、第一参照値 a 、第二参照値 b 及び第三参照値 c を帯域フィルタで濾波する。
- [0040] しかし、物体Mの振動周波数と帯域フィルタで抽出する周波数との間にずれが生じている場合、第一振動レベル L_1 は第一参照値 a の最大値以上の値をとって、第一参照値 a と第二参照値 b との軌跡 J は、図5中破線で示すように、第一参照値 a の最大値を半径とした円 H より長辺が大きい楕円形で示される。第二振動レベル L_2 は第一参照値 a の最大値以下の値をとって、第一参照値 a と第三参照値 c との軌跡 K は、短辺が円 H よりも小さい楕円形で示される。
- [0041] つまり、物体Mの振動周波数と検知したい振動周波数とが一致しない場合、上記手順の調整をする際に使用する角周波数 ω と実際の角周波数 ω' とがずれている。これにより、第一参照値 a の積分値相当の値である第二参照値

bを調整した際に、第二参照値bの最大値は、第一参照値aの最大値の ω / ω' 倍となり、第一参照値aの微分値相当の値である第三参照値cの最大値は、第一参照値aの最大値の ω' / ω 倍となる。

[0042] このように、第一振動レベルL1が第一参照値aより大きな値をとる場合、その分、第二振動レベルL2は第一参照値aよりも小さな値をとる。したがって、これらを平均して振動レベルLを求めることで、振動レベルLの変動が緩和され、物体Mの振動周波数と検知したい振動周波数とが一致していなくても、安定した振動レベルLを求めることができ、振動レベルLを精度よく検知することができる。また、このように振動レベルLの変動の緩和を行っても、振動レベルLにうねりが生じる場合には、振動レベルLに物体Mの振動周波数の2倍の周波数成分のノイズが重畳することが分かっている。この場合、重畳されるノイズを取り除くフィルタを設けて振動レベルLを濾波すればよい。

[0043] なお、上記した例では、第一参照値aに対して積分値相当の値と微分値相当の値とを第二参照値bと第三参照値cとして振動レベルLを求めたが、例えば、変位を第一参照値aとし、速度を第二参照値bとして、振動レベルLを求めることに加えて、加速度を第一参照値aとし、加速度の変化率を第二参照値bとして、別途振動レベルLを求めてもよい。この場合、変位と速度とから得た振動レベルLと、加速度と加速度の変化率とから得た振動レベルLと、の平均値が最終的な振動レベルとして求められる。つまり、異なる第一参照値と第二参照値とで得た複数の振動レベルに基づいて、最終的な振動レベルを得ることも可能である。

[0044] 次に、ばね上振動レベル検知部23において、車両における車体Bの振動レベルであるばね上振動レベルLBを検知する手法について具体的に説明する。

[0045] ばね上振動レベル検知部23は、図6に示すように、車体Bの上下方向の速度であるバウンス速度Vb、ローリング方向の速度であるロール速度Vr及びピッチング方向の速度であるピッチング速度Vpを得る第一参照値取得

部 2 3 a と、第一参照値取得部 2 3 a で得た値を第一参照値として第一参照値の微分値に相当する値である第二参照値を得る第二参照値取得部 2 3 b と、第一参照値と第二参照値とからばね上部材の共振周波数成分を抽出するフィルタ 2 3 c と、調整部 2 3 d と、ばね上振動レベル L_B を求める振動レベル演算部 2 3 e と、を備える。

[0046] 第一参照値取得部 2 3 a は、図 7 に示すように、加速度センサ 2 2 a、2 2 b、2 2 c で検知した加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 からバウンス速度 V_b を求めるバウンス速度演算部 4 1 と、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 からロール速度 V_r を求めるロール速度演算部 4 2 と、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 からピッチング速度 V_p を求めるピッチング速度演算部 4 3 と、を備える。

[0047] 加速度センサ 2 2 a、2 2 b、2 2 c は、検出した車体 B の上下方向の加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 に応じた電圧信号をバウンス速度演算部 4 1、ロール速度演算部 4 2 及びピッチング速度演算部 4 3 に出力する。バウンス速度演算部 4 1、ロール速度演算部 4 2 及びピッチング速度演算部 4 3 は、加速度センサ 2 2 a、2 2 b、2 2 c の信号を処理して、ばね上部材のバウンス速度 V_b 、ロール速度 V_r 及びピッチング速度 V_p を演算する。なお、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 の符号は、上向きを正とする。

[0048] バウンス速度演算部 4 1 は、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 からばね上部材のバウンス方向の加速度 α_b を得て、加速度 α_b を積分して車体 B のバウンス速度 V_b を求め、バウンス速度 V_b をバウンス方向の振動レベル L_b を得るための第一参照値 a_b とする。バウンス速度 V_b は、車体 B の重心における上下方向の速度である。

[0049] ロール速度演算部 4 2 は、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 から車体 B のローリング方向の加速度 α_r 、つまり、角加速度を得て、加速度 α_r を積分してロール速度 V_r を求め、ロール速度 V_r をローリング方向の振動レベル L_r を得るための第一参照値 a_r とする。ロール速度 V_r は、車体 B の重心におけるローリング方向の角速度である。

[0050] ピッチング速度演算部 4 3 は、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 から車体 B のピッ

チング方向の加速度 α_p 、つまり、角加速度を得て、加速度 α_p を積分してピッチング速度 V_p を求め、ピッチング速度 V_p をピッチング方向の振動レベル L_p を得るための第一参照値 a_p とする。ピッチング速度 V_p は、車体 B の重心におけるピッチング方向の角速度である。

[0051] バウンス加速度 α_b 、ロール加速度 α_r 及びピッチング方向の加速度 α_p は、加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 と、各加速度センサ 22a、22b、22c の設置位置と、車体 B の重心位置と、から求められる。すなわち、車体 B を剛体と見なして、車体 B の同一水平面上の同一直線上にない任意の 3 箇所の上下方向の加速度 α_1 、 α_2 、 α_3 を得れば、車体 B の任意の位置におけるバウンス速度 V_b 、ロール速度 V_r 及びピッチング速度 V_p は一義的に決まるので、変位及び加速度についても同様に求めることができる。また、物体の振動が回転方向である場合の振動レベルを求める場合には、第一参照値を物体の回転方向の変位である回転角、回転方向の速度である角速度、回転方向の加速度である角加速度としてもよい。

[0052] 車両における車体 B のローリング方向、ピッチング方向及びバウンス方向の振動を抑制する制御をする場合、一般的には、車体 B の重心位置における各方向の振動を評価して、制御することが多い。したがって、本実施形態でも車体 B の重心位置におけるバウンス方向の振動レベル L_b 、ローリング方向の振動レベル L_r 及びピッチング方向の振動レベル L_p を求めることとする。

[0053] 第二参照値取得部 23b は、バウンス速度 V_b を微分することでバウンス方向の加速度に相当する第二参照値 b_b を求め、ロール速度 V_r である第一参照値 a_r を微分することでばね上部材のローリング方向の加速度に相当する第二参照値 b_r を求め、ピッチング速度 V_p である第一参照値 a_p を微分することでばね上部材のピッチング方向の加速度に相当する第二参照値 b_p を求める。なお、各第二参照値 b_b 、 b_r 、 b_p は、第一参照値 a_b 、 a_r 、 a_p の微分値相当の値であり、バウンス速度 V_b 、ロール速度 V_r 、ピッチング速度 V_p を求める際に第二参照値 b_b 、 b_r 、 b_p に相当する値が算

出されているので、これを第二参照値としてもよい。

- [0054] フィルタ 2 3 c は、バウンス方向の第一参照値 a_b 、バウンス方向の第二参照値 b_b 、ローリング方向の第一参照値 a_r 、ローリング方向の第二参照値 b_r 、ピッチング方向の第一参照値 a_p 及びピッチング方向の第二参照値 b_p をフィルタ処理して、車体 B の共振周波数の成分を抽出する。
- [0055] 調整部 2 3 d は、バウンス方向の第二参照値 b_b 、ローリング方向の第二参照値 b_r 及びピッチング方向の第二参照値 b_p を、車体 B の共振周波数に一致する角周波数 ω を用いて調整する。
- [0056] 振動レベル演算部 2 3 e は、バウンス方向の第一参照値 a_b と調整後のバウンス方向の第二参照値 b_b とから上記した物体 M の振動レベル L を求める演算方法を用いることで、車体 B におけるバウンス方向の振動レベル L_b を求める。また、振動レベル演算部 2 3 e は、ローリング方向の第一参照値 a_r と調整後のローリング方向の第二参照値 b_r とから、上記した演算方法を用いることで、車体 B におけるローリング方向の振動レベル L_r を求める。さらに、振動レベル演算部 2 3 e は、ピッチング方向の第一参照値 a_p と調整後のピッチング方向の第二参照値 b_p とから上記した演算方法を用いることで、車体 B におけるピッチング方向の振動レベル L_p を求める。
- [0057] ばね上振動レベル検知部 2 3 は、バウンス方向の振動レベル L_b とローリング方向の振動レベル L_r とピッチング方向の振動レベル L_p とを加算して、車体 B のばね上振動レベル L_B を求める。ローリング方向の振動レベル L_r 及びピッチング方向の振動レベル L_p は、車体 B の重心位置における回転方向の振動レベルである。
- [0058] そこで、ばね上振動レベル検知部 2 3 は、ローリング方向の振動レベル L_r に、車体 B の重心位置から四つのダンパ D の直上に位置する部分までの横方向距離の平均値を乗じて、四つのダンパ D の直上でのロール振動レベルの平均値を算出する。また、ばね上振動レベル検知部 2 3 は、ピッチング方向の振動レベル L_p に、車体 B の重心位置から四つのダンパ D の直上に位置する部分までの前後方向距離の平均値を乗じて、四つのダンパ D の直上でのピ

ッティング振動レベルの平均値を算出する。

[0059] ばね上振動レベル検知部23は、これらの平均値をバウンス方向の振動レベル L_b に加算することでばね上振動レベル L_B を求める。なお、横方向距離の平均値は、前輪トレッド幅の半分の値と後輪トレッド幅の半分の値とを平均した値であるが、これらが大きく異なっていない場合は、いずれか一方の値を採用してもよい。また、前後方向距離の平均値は、前輪位置と重心位置との前後方向距離と、後輪位置と重心位置との前後方向距離とを平均した値であるが、これらの値が大きく異なっていない場合には、いずれか一方の値を採用してもよい。このようにして求められたばね上振動レベル L_B は、判定部25に入力される。

[0060] ばね下振動レベル検知部24は、図8に示すように、ストローク速度演算部21から得たダンパDのストローク速度 V_d を第一参照値として第一参照値の微分値に相当する値である第二参照値を得る第二参照値取得部24aと、第一参照値の積分値に相当する値である第三参照値を得る第三参照値取得部24bと、第一参照値、第二参照値及び第三参照値からばね下部材の共振周波数成分を抽出するフィルタ24cと、調整部24dと、車輪Wの振動の大きさであるばね下振動レベル L_W を求める振動レベル演算部24eと、を備える。

[0061] なお、ダンパ制御装置Eにはストローク速度演算部21が設けられ、ストローク速度演算部21で求めたストローク速度 V_d を第一参照値としているので、ばね下振動レベル検知部24は第一参照値取得部を備えていない。しかし、車輪Wにセンサを取り付けて直接車輪Wの上下方向加速度、速度、変位を検出して第一参照値とする場合には、ばね下振動レベル検知部24は、車輪Wの上下方向加速度、速度、変位を第一参照値として取得する第一参照値取得部を備えていてもよい。

[0062] 第二参照値取得部24aは、ダンパDのストローク速度 V_d である第一参照値を微分することで、ダンパDのストローク加速度 α_d を求める。第三参照値取得部24bは、ストローク速度 V_d である第一参照値を積分すること

で、ダンパDのストローク変位であるダンパ変位 X_d を求めて、これを第三参照値とする。なお、ダンパ変位 X_d は、ストロークセンサ20で検出されるので、検出されるダンパ変位 X_d をそのまま第三参照値としてもよい。

[0063] フィルタ24cは、第一参照値であるダンパDのストローク速度 V_d 、第二参照値であるストローク加速度 α_d 及び第三参照値であるダンパ変位 X_d を濾波し、ストローク速度 V_d 、ストローク加速度 α_d 及びダンパ変位 X_d に含まれる車輪Wの共振周波数帯の周波数成分のみを抽出する。

[0064] なお、車輪Wの変位、速度、加速度を求めることができればよいので、第二参照値と第三参照値とを得る際に第一参照値を微分及び積分する場合、フィルタ24cの処理は、第一参照値を得る前のダンパ変位 X_d に対してのみ行ってもよい。つまり、濾波処理は、ストロークセンサ20の出力に対して直接行われてもよく、第二参照値と第三参照値とを得る前に第一参照値のみに対して行われてもよい。

[0065] 調整部24dは、こうして得られた第一参照値、第二参照値及び第三参照値を、車輪Wの共振周波数に一致する角周波数 ω を用いて調整する。

[0066] 振動レベル演算部24eは、第一参照値と第二参照値とから第一振動レベル L_{W1} を求め、第一参照値と第三参照値とから第二振動レベル L_{W2} を求め、これらの平均値である車輪Wのばね下振動レベル L_W を求める。なお、第三参照値取得部24bを設けることなく、第一参照値と第二参照値とからばね下振動レベル L_W を求めてもよい。しかし、第三参照値取得部24bを設けてばね下振動レベル L_W を求めることで、ばね下振動レベル L_W をより精度よく検知することができる。ばね下振動レベル L_W は、うねり悪路制御演算部2及び最終指令演算部3に入力される。

[0067] 判定部25は、ばね上振動レベル L_B が所定のばね上振動レベル閾値以上である場合、車両が走行中の路面がうねり路であると判定し、ばね上振動レベル閾値未満である場合、うねり路ではないと判定する。つまり、判定部25は、車体Bが大きく振動している場合に、うねり路と判定する。なお、判定部25における判断において、車両の速度に応じてばね上振動レベル L_B

は補正される。

[0068] 判定部25は、図9に示すように、車両の速度に基づいて補正係数を求め補正係数をばね上振動レベルLBに乘じてばね上振動レベルLBを補正する補正演算部25aと、補正後のばね上振動レベルLBとばね上振動レベル閾値とを比較して上記判定を行う判定演算部25bと、を備える。判定部25は、ばね上振動レベルLBに車両の速度が高くなるほど大きくなる補正係数を乘じてばね上振動レベルLBを補正し、補正後のばね上振動レベルLBがばね上振動レベル閾値以上であるか否かでうねり路であるか否かを判定する。これにより、車速が高くなるとばね上振動レベル閾値が低くなるので、車体Bの振動が小さくてもうねり路であると判定しやすくなる。車速が高くなると、ダンパDにうねり路に適した減衰力を発揮させて車体Bの路面追従性を向上させた方が搭乗者に安心感を与えることができるので、うねり路と判定しやすくすることで、車両における乗り心地を向上させることができる。

[0069] 図21は、図20のステップS3において行われるうねり路の判定処理を示すフローチャートである。ステップS11においてダンパ制御装置Eは、車両の速度に基づいて補正係数を求める。ステップS12においてダンパ制御装置Eは、ステップS11において求められた補正係数にばね上振動レベルLWを乘じてばね上振動レベルを補正する。ステップS13においてダンパ制御装置Eは、補正後のばね上振動レベルと所定の閾値を比較する。補正後のばね上振動レベルが閾値以上の場合には処理がステップS14に進み、うねり路であると判定される。補正後のばね上振動レベルが閾値より小さい場合には処理がステップS15に進み、うねり路でないと判定される。

[0070] このような補正が必要なければ、判定部25の構成から補正演算部25aを廃止してもよい。また、判定部25では、ばね上振動レベルLBをパラメータとしてうねり路であるか否かを判定しているが、ばね上振動レベルLB以外にも、例えば、車体Bの上下方向加速度や速度、変位等をパラメータとしてうねり路であるか否かを判定してもよい。但し、ばね上振動レベルLBは車体Bの振動の大きさを表わしているので、ばね上振動レベルLBをパラ

メータとした方が、車体Bが大きく振動しているか否かを精度よく検知することができる。例えば、車体Bの速度をパラメータとして車体Bの振動が大きいか否かを判断する場合、車体Bの振動そのものが大きくても車体Bが最大変位する場合には車体Bの速度は0となり、車体Bが振動中心にある場合に車体Bの速度は最大となることから、車体Bの振動の大きさを精度よく検知することが難しい。したがって、ばね上振動レベル L_B を使用することで、車体Bの振動の大きさを正確に判断することができる。

[0071] 続いて、図1に示すうねり良路制御演算部1は、図10に示すように、ストローク速度演算部21で求めたダンパDのストローク速度 V_d の入力を受けてストローク速度 V_d の低周波成分である低周波ダンパ速度 V_{Low} を抽出するフィルタ1aと、ダンパDのストローク速度 V_d の入力を受けてストローク速度 V_d の変化率であるストローク加速度 α_d を求める微分部1bと、ローパスフィルタ1aで抽出した低周波ダンパ速度 V_{Low} に基づいてうねり良路用の目標減衰力であるうねり良路制御指令 F_g を求める制御指令生成部1cと、判定部25における補正演算部25aにて補正されたばね上振動レベル L_B と車両の速度に基づいてうねり良路制御指令 F_g を補正する速度補正部1dと、ダンパDのストローク加速度 α_d に基づいてうねり良路制御指令 F_g を補正する加速度補正部1eと、を備える。

[0072] フィルタ1aは、ダンパDのストローク速度 V_d に含まれる車体Bの共振周波数帯を含んだ低周波成分を抽出することで低周波ダンパ速度 V_{Low} を得る。フィルタ1aは、例えば、懸架ばねVSに弾性支持された車体Bの共振周波数よりも少し高い周波数をカットオフ周波数とするローパスフィルタである。なお、フィルタ1aは、車体Bの共振周波数帯の成分の透過を許容するバンドパスフィルタであってもよい。

[0073] 微分部1bは、ストローク速度 V_d を微分することでストローク加速度 α_d を求める。微分部1bは、ハイパスフィルタ処理することで疑似的に微分演算してもよい。

[0074] 制御指令生成部1cは、低周波ダンパ速度 V_{Low} とうねり良路用の目標

減衰力との関係を示す所定のマップを保有しており、低周波ダンパ速度 V_{Low} からマップを利用したマップ演算を行うことにより目標減衰力を求め、目標減衰力をうねり良路制御指令 F_g として出力する。マップは、任意に設計することができる。

[0075] 速度補正部 1 d は、補正演算部 2 5 a にて補正されたばね上振動レベル L_B と車両の速度とに基づいて、制御指令生成部 1 c が出力するうねり良路制御指令 F_g を補正する。速度補正部 1 d は、車速に応じて、予め用意された三つの速度ゲインマップから一つを選択する。速度ゲインマップは、図 1 1 に示すように、車速に応じて、低速用、中速用、高速用の三つが用意される。各速度ゲインマップは、ばね上振動レベル L_B と速度ゲインとの関係をそれぞれマップ化したものである。ばね上振動レベル L_B が同じであれば、速度ゲインは低速用の速度ゲインマップが選択されている場合に一番小さな値となり、高速用の速度ゲインマップが選択される場合に最大となる。

[0076] 速度補正部 1 d は、うねり良路制御指令 F_g に速度ゲインを乗じて、うねり良路制御指令 F_g を補正する。ばね上振動レベル L_B が同じ値であっても、車速が高い場合、低い場合に比較してうねり良路制御指令 F_g は大きくなる。したがって、うねり良路制御指令 F_g が後述する最終指令演算部 3 にて有効である場合、車速が高くなると、車速が低い場合と比較してダンパ D が発生する減衰力は大きくなって、車両における車体姿勢の安定に寄与することができる。なお、うねり良路制御指令 F_g を車速に感応させる速度補正部 1 d は、必要が無ければ廃止してもよい。

[0077] 加速度補正部 1 e は、微分部 1 b で求めたストローク加速度 α_d に基づいて、うねり良路制御指令 F_g を補正する。加速度補正部 1 e は、ストローク加速度 α_d が高くなると値が小さくなる加速度ゲインを求め、うねり良路制御指令 F_g に加速度ゲインを乗じてうねり良路制御指令 F_g を補正する。ストローク加速度 α_d が大きい場合、ストローク加速度 α_d が小さい場合と比較してうねり良路制御指令 F_g は小さくなる。したがって、うねり良路制御指令 F_g が後述する最終指令演算部 3 にて有効である場合、ストローク加速

度 αd が大きくなると、ストローク加速度 αd が小さい場合と比較してダンパDが発生する減衰力は小さくなるので、ダンパDの減衰力の急変が緩和されて、車両における乗り心地の悪化を防止することができる。なお、うねり良路制御指令 F_g をストローク加速度 αd に感応させる加速度補正部1eは、必要が無ければ廃止してもよい。

[0078] 図22は、図20のステップS6において行われるうねり良路制御指令 F_g の演算処理を示すフローチャートである。ステップS21においてダンパ制御装置Eは、ダンパDのストローク速度 V_d を読み込む。ステップS22においてダンパ制御装置Eは、ステップS21において読み込まれたストローク速度 V_d をフィルタ処理して低周波ダンパ速度 V_{Low} を求める。ステップS23においてダンパ制御装置Eは、低周波ダンパ速度 V_{Low} とうねり良路用の目標減衰力との関係を示すマップからうねり良路制御指令 F_g を求める。ステップS24においてダンパ制御装置Eは、ばね上振動レベルL_Bと車両の速度の関係を示す速度ゲインマップから速度ゲインを求め、うねり良路制御指令 F_g に速度ゲインを乗じてうねり良路制御指令を補正する。ステップS25においてダンパ制御装置Eは、ストローク速度 V_d を微分してストローク加速度 a_d を求める。ステップS26においてダンパ制御装置Eは、ステップS25において求められたストローク加速度 a_d に基づいて加速度ゲインを求め、うねり良路制御指令に加速度ゲインを乗じてうねり良路制御指令を補正する。

[0079] 続いて、図1に示すうねり悪路制御演算部2は、図12に示すように、予め用意されたばね下部材の制振に適する減衰特性とダンパDのストローク速度 V_d とから減衰力目標値を求める減衰力目標値演算部2aと、ストローク速度 V_d の低周波成分である低周波ダンパ速度 V_{Low} に基づいてダンパDの減衰力目標値 F を補正してうねり悪路制御指令 F_b を求める制御指令生成部2bと、を備える。

[0080] 減衰力目標値演算部2aは、予め用意された減衰特性と、ストローク速度演算部21で求めたストローク速度 V_d と、から目標減衰力を求める。減衰

力目標値演算部 2 a は、図 1 3 に示した減衰特性マップを参照して、現在のストローク速度 V_d に対応する減衰力を減衰力目標値 F として求める。図 1 3 に示す減衰特性は、ストローク速度 V_d に対するばね下部材の振動を抑制するのに適した減衰力を示す。なお、図 1 3 の破線は、ダンパ D の減衰力の出力下限を示し、一点鎖線は、ダンパ D の減衰力の出力上限を示す。ダンパ D は、出力下限から出力上限までの範囲で減衰力を変化させることができる。また、減衰特性を、例えば、ソフト、ミディアム、ハードの三つ用意しておき、ばね下振動レベル LW の大きさに応じて最適な減衰特性を選択し、選択された減衰特性を用いて減衰力目標値 F を求めるようにしてもよい。このように減衰特性を選択することで、車輪 W の振動抑制効果を高めることができる。減衰特性は、例えば、ストローク速度 V_d 等といったばね下振動レベル LW 以外のパラメータを基準として選択されてもよい。

[0081] 制御指令生成部 2 b は、図 1 4 に示すように、ダンパ D が低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制する減衰力を発揮することができるか否かを判断する判断部 6 0 と、ばね下振動レベル LW が上限値又は下限値を超えるとばね下振動レベル LW の値を飽和させる飽和演算部 6 1 と、ストローク速度 V_d とばね下振動レベル LW との入力を受けてストローク速度 V_d をばね下振動レベル LW で割る割算部 6 2 と、割算部 6 2 の結果及び判断部 6 0 の判断結果から減衰特性に乗じる補正ゲイン G を求めるゲイン演算部 6 3 と、減衰力目標値 F に補正ゲイン G を乗じてうねり悪路制御における最終的な減衰力目標値であるうねり悪路制御指令 F_b を求める乗算部 6 4 と、を備える。

[0082] 判断部 6 0 は、低周波ダンパ速度 V_{Low} とダンパ D の振動情報とから、ダンパ D がストローク速度 V_d のばね上共振周波数成分を抑制する減衰力を発揮できるか否かを判断する。なお、ダンパ D の振動情報としては現在の減衰力の向きが分かる情報であればよい。

[0083] よって、判断部 6 0 は、ダンパ D のストローク速度 V_d の速度方向とストローク速度 V_d の低周波成分である低周波ダンパ速度 V_{Low} の方向を得る。判断部 6 0 は、ストローク速度演算部 2 1 からストローク速度 V_d が入力

されると、ストローク速度 V_d の低周波成分である低周波ダンパ速度 V_{Low} を得る処理を行って、ストローク速度 V_d の低周波成分を得る。この処理は、うねり良路制御演算部 1 におけるフィルタ 1 a における処理と共通するので、この処理はフィルタ 1 a で行ってもよい。

[0084] また、ダンパ D の振動情報としては、現在の減衰力の向きが分かる情報であればよいので、ダンパ D のストローク速度 V_d 、変位、圧力室 15、16 の圧力といった情報であればよい。このような情報は、ダンパ D の振動状況をセンシングするセンサから直接得てもよいし、ダンパ制御装置 E の上位の制御装置がある場合、当該制御装置から得てもよい。この場合、ダンパ制御装置 E でストローク速度 V_d を求めるので、図 1 に示すように、ダンパ D の振動情報としてストローク速度演算部 21 で求めたストローク速度 V_d を判断部 60 へ入力するか、或いは、ストロークセンサ 20 で得られるダンパ D の変位を判断部 60 へ入力すれば、別途ダンパ D の振動情報を得るためのセンサを設ける必要はない。

[0085] 判断部 60 は、ダンパ D が低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制する減衰力を発揮できるか否かを判断するが、具体的には、低周波ダンパ速度 V_{Low} の方向とダンパ D の伸縮方向とが一致しているか否かを判断している。例えば、低周波ダンパ速度 V_{Low} とストローク速度 V_d とを利用する場合、低周波ダンパ速度 V_{Low} の方向のうち上方向の速度を正とし、ダンパ D の伸長側のストローク速度 V_d を正とすると、低周波ダンパ速度 V_{Low} とストローク速度 V_d との符号の一致をもって、或いは、低周波ダンパ速度 V_{Low} とストローク速度 V_d との乗算結果が正の値であることをもって、ダンパ D が低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制する減衰力を発揮できると判断する。

[0086] なお、低周波ダンパ速度 V_{Low} のうち上方向の速度を正とし、ダンパ D の伸長側のストローク速度 V_d を負とするか、低周波ダンパ速度 V_{Low} のうち上方向の速度を負とし、ダンパ D の伸長側のストローク速度 V_d を正とする場合には、低周波ダンパ速度 V_{Low} とストローク速度 V_d との符号の不一致をもって、或いは、低周波ダンパ速度 V_{Low} とストローク速度 V_d

との乗算結果が負の値であることをもって、ダンパDが低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制する減衰力を発揮できると判断すればよい。

[0087] 飽和演算部61は、ばね下振動レベルLWの値が下限値を下回ると下限値に、上限値を上回ると上限値にそれぞれ制限する処理を行う。例えば、ばね下振動レベルLWの下限値を0.3とし、上限値を0.6とすると、ばね下振動レベルLWの値が0.3未満である場合にはばね下振動レベルLWの値を0.3とし、ばね下振動レベルLWの値が0.6より大きい場合にはばね下振動レベルLWの値を0.6とする。ばね下振動レベルLWの値が0.3以上、0.6以下である場合には、ばね下振動レベルLWの値をそのまま出力する。

[0088] 割算部62は、ストローク速度Vdと飽和演算部61とが出力したばね下振動レベルLWの入力を受けてストローク速度Vdをばね下振動レベルLWで割る割算を実行する。こうして得られた値は、判断部60の判断結果とともにゲイン演算部63に入力される。例えば、ストローク速度Vdが0.6 m/s以上である場合、ばね下振動レベルLWは0.6に制限されるので、割算部62は1以上の値を出力する。ばね下振動レベルLWが0.6でありストローク速度Vdが0.3である場合、割算部62は0.5を出力し、ストローク速度Vdが0である場合、割算部62は0を出力する。なお、ストローク速度VdはダンパDの伸縮の方向で符号が反転し、ばね下振動レベルLWは常に正の値を採るため、割算部62の演算結果はダンパDの伸長側と収縮側とで符号が反転する。このように割算部62を設けることで、ゲイン演算部63におけるマップ演算においてストローク速度Vdが正規化される。

[0089] ゲイン演算部63は、ダンパDが低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制する減衰力を発揮できる場合に採用すべきゲインマップM1と、ダンパDが低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制する減衰力を発揮できない場合に採用すべきゲインマップM2と、を有する。ゲイン演算部63は、判断部60の判断結果から二つのゲインマップM1、M2のうち的一方を選択し、割算部62に

より正規化されたストローク速度 $V_d / L W$ から加算ゲインを求め、加算ゲインに 1 を加算して最終的に減衰力目標値 F に乗じるべき補正ゲイン G を得る。つまり、ゲインの値が 1 から乖離すればするほど、減衰力目標値 F が大きく補正される。

[0090] ゲインマップ M_1 、 M_2 は、縦軸に加算ゲインを採り、横軸に正規化されたストローク速度 $V_d / L W$ を採ったグラフ上に設定される。ゲインマップ M_1 は、図 15 中実線で示すように、横軸の -1 から 1 までの値を採る正規化されたストローク速度 $V_d / L W$ に対して加算ゲインが 0 から 0.3 の間の値をとるようになっている。ゲインマップ M_2 は、図 15 中破線で示すように、正規化されたストローク速度 $V_d / L W$ に対して加算ゲインが -0.3 から 0 の間の値をとるようになっている。なお、割算部 62 の演算結果が 1 以上又は -1 以下の値の場合、加算ゲインは、ゲインマップ M_1 、 M_2 の終端の値である -0.3 又は 0.3 を採る。

[0091] ゲイン演算部 63 は、ゲインマップ M_1 、 M_2 を利用してマップ演算して得た加算ゲイン値に 1 を加算した値を補正ゲイン G として出力する。ストローク速度 V_d の絶対値がばね下振動レベル $L W$ 以上の値となっても、加算ゲインは下限値の -0.3 又は上限値の 0.3 に制限され、補正ゲイン G の値は飽和する。また、補正ゲイン G がダンパ D のストローク速度 V_d に応じて変化し、ストローク速度 V_d が増加すると補正ゲイン G も増加する。なお、ゲインマップ M_1 、 M_2 の縦軸に補正ゲインを採って、正規化されたストローク速度 $V_d / L W$ から直接的に補正ゲイン G を求めてもよい。

[0092] 乗算部 64 は、減衰力目標値 F に補正ゲイン G を乗じて、最終的な減衰力目標値であるうねり悪路制御指令 F_b を求める。ここで、ばね下振動レベル $L W$ が大きい場合、振動中のダンパ D のストローク速度 V_d の振幅も大きくなるため、ばね下振動レベル $L W$ が小さい場合と比較して、ストローク速度 V_d の変化率が大きくなる。よって、ばね下振動レベル $L W$ が大きい場合は、ばね下振動レベル $L W$ が小さい場合と比較して、ダンパ D の減衰力の変化率も大きくなり、特に、ストローク速度 V_d が低速域にある場合に減衰力変

化が著しくなる。したがって、ばね下振動レベル LW の大きさによらず、ストローク速度 Vd のみによって補正ゲイン G を決定すると、ばね下振動レベル LW が大きい場合にゲインの値の1からの乖離が大きくなりすぎてストローク速度 Vd が低速域にある場合のダンパ D の減衰力を急変させる可能性がある。

[0093] そこで、ばね下振動レベル LW の大きさ毎に補正ゲインマップを用意する。例えば、ばね下振動レベル LW が0.3及び0.6の場合の最低二つの補正ゲインマップを用意しておき、ばね下振動レベル LW が他の値を採る場合には、補正ゲインマップ間を線形補間する等して補正ゲイン G を求める。なお、ばね下振動レベル LW が大きければ大きいほど、ストローク速度 Vd が低速域にある場合の補正ゲイン G が大きいと減衰力の急変の影響を受けやすいため、補正ゲイン G の値が上記のように飽和するまでは、ばね下振動レベル LW が大きければ大きいほど、任意のストローク速度 Vd に対して補正ゲイン G の値の1からの乖離が小さくなるように設定される。

[0094] 図23は、図20のステップS8において行われるうねり悪路制御指令 Fb の演算処理を示すフローチャートである。ステップS31においてダンパ制御装置Eは、ストローク速度 Vd を読み込む。ステップS32においてダンパ制御装置Eは、予め用意された減衰特性とストローク速度 Vd から減衰力目標値 F を求める。ステップS33においてダンパ制御装置Eは、ダンパ D が低周波ダンパ速度 $VLow$ を抑制する減衰力を発揮できるか否かを判定する。ステップS34においてダンパ制御装置Eは、ばね下振動レベル LW を読み込む。ステップS35においてダンパ制御装置Eは、ばね下振動レベル LW の値が下限値を下回ると下限値に、上限値を上回ると上限値に制限する処理を行う。ステップS36においてダンパ制御装置Eは、ストローク速度 Vd をステップS35において処理されたばね下振動レベルで除算する。ステップS37においてダンパ制御装置Eは、ステップS33の判断結果とステップS36の演算結果とゲインマップ $M1$ 、 $M2$ とに基づいて加算ゲインを求める。ステップS39においてダンパ制御装置Eは、減衰力目標値 F

と補正ゲインを乗算してうねり悪路制御指令 F_b を求める。

[0095] なお、上述のように、割算部 62 を設けてゲイン演算部 63 のマップ演算におけるストローク速度 V_d を正規化することで、ばね上部材の振動方向とダンパ D の振動方向とが一致する場合のゲインマップ M1 と両者が一致しない場合のゲインマップ M2 とをそれぞれ一つ用意しておけば、ばね下振動レベル LW に応じた補正ゲインマップを多数用意する必要はない。これにより、演算が容易となり、ダンパ制御装置 E における記憶容量を小さくすることができる。

[0096] また、減衰力の急変を回避する必要がある場合には、ばね下振動レベル LW に応じた補正ゲインマップを用意するのではなく、ばね下振動レベル LW によって正規化せず、ストローク速度 V_d から加算ゲイン又は補正ゲイン G を求めるマップを用意して、補正ゲイン G を求めてもよい。なお、ゲインマップ M1、M2 は、縦軸を中心として線対称となっているが、これに限られるものではない。

[0097] なお、ゲインマップ M1、M2 は、縦軸 O のラインを中心として線対称になっており、任意の正規化されたストローク速度 V_d / LW の値に対して、ゲインマップ M1、M2 に基づいてマップ演算された値は、互いに符号を反転させた値となる。これらの値に 1 を加えた値が補正ゲイン G となり、両者を加算すると 2 となる。本実施形態では、ダンパ D の減衰特性が任意のストローク速度 V_d に対してダンパ D の伸長側と収縮側とで減衰力の絶対値が同じであって、伸側減衰力と圧側減衰力との比である伸圧比が 1 となっている。したがって、上記のように補正ゲイン G を求めると、任意のストローク速度 V_d に対するダンパ D の伸側減衰力の値と圧側減衰力の値との和は、減衰力目標値 F に補正ゲイン G を乗じる前後で同じ値となる。このようにすることで、ダンパ D のストローク一周期で出力する減衰力とストローク速度 V_d で演算されるエネルギー吸収量とは、減衰力目標値 F に補正ゲイン G を乗じた場合と乗じる前とで等しくなる。ばね下部材の制振を考えると、ダンパ D のエネルギー吸収量が同じであれば、ばね下部材の振動を充分抑制できるので、

上記したように減衰力目標値 F に補正ゲイン G を乗じる前後で減衰力のトータル量を等しくすることで、ばね下部材の振動抑制に必要な充分な振動減衰量が確保されるため、ばね下部材の制振に悪影響を与えずに済む。

[0098] なお、本実施形態では、減衰力目標値 F に補正ゲイン G を乗じて実際にダンパ D の減衰力調整部 18 を駆動する駆動部 27 へ与えるうねり悪路制御指令 F_b を求めているが、減衰特性を補正ゲイン G 倍することで減衰特性のマップを補正した後に、ストローク速度 V_d と補正後のマップとからうねり悪路制御指令 F_b を求めてもよい。さらに、例えば、減衰特性をいくつか用意しておき、ばね下振動レベル L_W の値に応じて、ばね下部材の制振に最も適する減衰特性を選択し、選択された減衰特性に基づいて減衰力目標値 F を求め、補正ゲイン G にて補正するようにしてもよい。

[0099] ゲイン演算部 63 によって求められるゲインは、低周波ダンパ速度 V_{Low} の値によって補正してもよい。例えば、図 16 に示すように、制御指令生成部 2b は、ゲイン演算部 63 の後にゲイン補正部 65 を有し、ゲイン補正部 65 は、低周波ダンパ速度 V_{Low} の値が低い場合に、ゲイン演算部 63 によって求められるゲインに 1 以下の値を採る補正ゲインを乗じる。これにより、低周波ダンパ速度 V_{Low} が低い場合のゲインを小さくして減衰係数の変更度合いを小さくし、特に、ダンパ D のストローク速度 V_d の低周波成分の速度方向が逆転する際のダンパ D の減衰力の急減を緩和して、車両における乗り心地をさらに向上させることが可能である。

[0100] さらに、上記補正ゲイン G とは、別個独立して、車両の速度に応じてゲイン演算部 63 によって求められるゲインを補正するようにしてもよい。例えば、図 17 に示すように、制御指令生成部 2b は、ゲイン演算部 63 の後にゲイン速度補正部 66 を有し、ゲイン速度補正部 66 は、ゲイン演算部 63 によって求められるゲインに車両の速度が高くなると徐々に大きくなる速度補正ゲインを乗じて上記ゲインを補正する。これにより、車両の速度に適した低周波ダンパ速度 V_{Low} の振動を抑制して、車両における乗り心地をさらに向上させることが可能である。なお、この車両の速度による上記ゲイン

の補正と低周波ダンパ速度 V_{Low} の値による上記ゲインの補正とは、互いに独立して設けて、両補正を実施するようにしてもよい。

[0101] うねり良路制御指令 F_g 及びうねり悪路制御指令 F_b は、四つのダンパ D 毎に求められる。最終指令演算部 3 は、うねり良路制御指令 F_g とうねり悪路制御指令 F_b とに基づいてダンパ D 毎の最終制御指令 F_f を求める。つまり、最終指令演算部 3 は、一つのダンパ D について求められたうねり良路制御指令 F_g とうねり悪路制御指令 F_b とに基づいて当該ダンパ D の最終制御指令 F_f を求める。例えば、車両の右前方の車輪 W と車体 B との間に介装されるダンパ D を右前ダンパとすると、右前ダンパについて求められたうねり良路制御指令 F_g とうねり悪路制御指令 F_b とに基づいて右前ダンパの最終制御指令 F_f を求める。最終指令演算部 3 は、他のダンパ D についても同様にして、全てのダンパ D について最終制御指令 F_f を求める。

[0102] 最終指令演算部 3 は、図 18 に示すように、ばね下振動レベル LW の入力に対して 1 から 0 に変化する良路ゲイン G_g と悪路ゲイン G_b とを求める路面ゲイン生成部 3 a と、路面ゲイン生成部 3 a で求めた良路ゲイン G_g とうねり良路制御指令 F_g とを乗じた値と悪路ゲイン G_b とうねり悪路制御指令 F_b とを乗じた値とを加算して最終制御指令 F_f を求める最終指令生成部 3 b と、判定部 25 の判定結果が入力され最終制御指令 F_f を有効とするか無効とするかを決定する決定部 3 c と、を備える。

[0103] 路面ゲイン生成部 3 a は、ばね下振動レベル LW と良路ゲイン G_g との関係を示すマップを保有しており、ばね下振動レベル LW が入力されるとマップ演算を行って良路ゲイン G_g を求める。路面ゲイン生成部 3 a は、良路ゲイン G_g を求めると、1 からこの良路ゲイン G_g を減算して悪路ゲイン G_b を求める。良路ゲイン G_g は、ばね下振動レベル LW が大きくなると値が小さくなるようになっており、ばね下振動レベル LW の値が任意に設定される下方値以上になるまでは 1 をとり、ばね下振動レベル LW の値が任意に設定される下方値よりも大きい上方値以上になると 0 をとり、下方値と上方値との間ではばね下振動レベル LW の値の増加に対して 1 から 0 へと変化する。

[0104] 最終制御指令 F_f は、良路ゲイン G_g とうねり良路制御指令 F_g とを乗じた値と悪路ゲイン G_b とうねり悪路制御指令 F_b とを乗じた値とを加算して求められる。つまり、ばね下振動レベル LW の値が下方値よりも小さく、路面が良路であると推定される場合には、うねり良路制御指令 F_g が有効となる一方、うねり悪路制御指令 F_b が無効となる。ばね下振動レベル LW の値が上方値以上となり、路面が悪路であると推定される場合には、うねり良路制御指令 F_g が無効となる一方、うねり悪路制御指令 F_b が有効となる。ばね下振動レベル LW の値が下方値以上であって上方値未満となり、路面が良路と悪路の間であると推定される場合には、ばね下振動レベル LW の大きさに応じてうねり良路制御指令 F_g とうねり悪路制御指令 F_b との比率を変化させることで最終制御指令 F_f を求める。このように最終制御指令 F_f を求めるので、路面状況によってうねり良路制御とうねり悪路制御とをフェードインフェードアウトさせて切換えるような制御が可能となり、路面状況が良路と悪路との中間の状況であってもダンパ D の発する減衰力を路面に最適なものとすることができる。

[0105] 決定部 3c は、判定部 25 において路面がうねり路であると判定された場合には、最終制御指令 F_f をそのまま有効とし、路面がうねり路でないと判定された場合には、最終制御指令 F_f の値を 0 として、電流値演算部 26 へ出力する。つまり、最終指令演算部 3 は、うねり路である場合には、うねり路に適した最終制御指令 F_f を有効とし、うねり路でない場合には、上記したうねり路用の制御を無効とすべく最終制御指令 F_f を 0 として電流値演算部 26 へ指令を送る。

[0106] 図 24 は、図 20 のステップ S9 において行われる最終制御指令 F_f の演算処理を示すフローチャートである。ステップ S41 においてダンパ制御装置 E は、ばね下振動レベル LW に基づいて 1 から 0 に変化する良路ゲイン G_d と悪路ゲイン G_b を求める。ステップ S42 においてダンパ制御装置 E は、うねり良路制御指令 F_g と良路ゲイン G_b とを乗じた値とうねり悪路制御指令 F_b と悪路ゲイン G_b とを乗じた値とを加算して最終制御指令 F_f を求

める。ステップS 4 3においてダンパ制御装置Eは、うねり路であるか否か判定を行う。うねり路である場合は、最終制御指令F fはそのままの値とする。うねり路でない場合は、ステップS 4 4に進み、最終制御指令F fを0とする。

[0107] なお、上記したうねり路用の制御以外の制御指令は、判定部2 5において、うねり路であると判定された場合に0となり、うねり路以外であると判定された場合にうねり路以外の制御則に則って求められた値となり、前述の最終制御指令F fとともに電流値演算部2 6に入力される。

[0108] 電流値演算部2 6は、うねり路用以外の制御指令と最終制御指令F fとを比較して高い方を選択するハイセレクトした結果に基づいて減衰力調整部1 8へ与える電流値Iを求める。判定部2 5におけるうねり路判定とうねり路以外の判定との切り替えは、うねり路制御及びうねり路以外の制御の有効又は無効の判断に基づいて行われ、当該判断はフェードインフェードアウトさせるので、ダンパDの減衰力の急変を緩和することができる。

[0109] 駆動部2 7は、例えば、PWM回路などを備え、電流値演算部2 6で求めた電流値I通りの電流量を減衰力調整部1 8へ供給する。各ダンパDは、うねり路判定がなされる場合、最終制御指令F f通りの減衰力を発揮する。駆動部2 7は、P I補償、P I D補償等の補償器を備え、減衰力調整部1 8に流れる電流をフィードバック制御し、減衰力調整部1 8へ電流値I通りに電流を供給する。なお、駆動部2 7がフィードバック制御を行わないようにしてもよい。

[0110] ダンパ制御装置Eは、うねり路では、車両に設けられた複数のダンパD毎にうねり良路制御指令F gとうねり悪路制御指令F bとに基づいて最終制御指令F fを求めるので、車輪W毎に異なる路面状態を走行する場合であっても、全ダンパDが各車輪Wが走行する路面状況に適した減衰力を発揮することができる。よって、路面追従性と車両における乗り心地を向上させることができる。

[0111] さらに、ダンパ制御装置Eは、最終指令演算部3がうねり良路制御指令F

gに乘じる良路ゲイン G_g とうねり悪路制御指令 F_b に乘じる悪路ゲイン G_b とを求め、うねり良路制御指令 F_g に良路ゲイン G_g を乗じて得た値とうねり悪路制御指令 F_b に悪路ゲイン G_b を乗じて得た値とに基づいて最終制御指令 F_f を求める。これにより、路面状況が良路と悪路との中間の状況にあっても路面状況に最適な減衰力をダンパDに出力させることができるとともに、路面状況に応じてうねり良路制御とうねり悪路制御とをフェードインフェードアウトさせてダンパDの減衰力の急変を緩和することができる。よって、より一層、路面追従性と乗心地を向上することができる。

[0112] さらに、ダンパ制御装置Eでは、良路ゲイン G_g と悪路ゲイン G_b とを加算すると1となるように設定されるので、最終制御指令 F_f が過剰となったり過少となったりすることを防止することができる。

[0113] さらに、うねり悪路制御を実施中であって、車両がフラットな路面を走行中に単発的な突起や凹部を通過する場合、ばね下部材の振動がばね上部材へ伝達されてばね上部材にばね上共振周波数帯の振動が励起される。このとき、ダンパ制御装置Eでは、ダンパDのストローク速度 V_d の低周波ダンパ速度 V_{Low} を抑制してばね上部材の振動を抑制できるとともに、フラットな路面にばね上部材を追従させることができるので、スカイフック制御を行わなくてもスカイフック制御を実施した場合と同レベルのばね上部材の制振が可能である。

[0114] さらに、ダンパ制御装置Eは、うねり路を走行中であるか否かを判定する判定部25を備え、車両がうねり路を走行中であると判定される場合に、最終制御指令 F_f を有効とするので、うねり路に適した制御をタイムリーに実行することができる。

[0115] さらに、ダンパ制御装置Eでは、判定部25の判定において、車体Bの振動の大きさであるばね上振動レベル L_B に基づいてうねり路を走行中であるか否かを判定するので、車両がうねり路を走行中であるか否かを正確に判定することができ、うねり路制御とうねり路以外の制御との切り分けを正確に行うことができる。

- [0116] さらに、ダンパ制御装置Eは、ばね上振動レベルL B及び車両の速度に基づいてうねり良路制御指令F gを補正する速度補正部1 dを備えるので、ばね上振動レベルL Bが同じ値であっても、車速が高い場合は低い場合と比較してうねり良路制御指令F gが大きくなり、車速が高くなると車速が低い場合と比較してダンパDが発生する減衰力が大きくなり、車両における車体姿勢を安定化させることができる。
- [0117] さらに、ダンパ制御装置Eは、各ダンパDのストローク加速度 αd に基づいてうねり良路制御指令F gを補正する加速度補正部1 eを備えるので、ストローク加速度 αd が大きい場合には小さい場合と比較してうねり良路制御指令F gが小さくなり、ダンパDの減衰力の急変が緩和されて、車両における乗り心地の悪化を防止することができる。
- [0118] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一つを示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。
- [0119] 例えば、ダンパ制御装置Eは、ハードウェア資源としては、センサ部が出力する信号を取り込むためのA/D変換器と、振動レベル検知と電流値Iの演算に必要な処理に使用されるプログラムが格納されるROM (Read Only Memory) 等の記憶装置と、プログラムに基づいた処理を実行するCPU (Central Processing Unit) などの演算装置と、CPUに記憶領域を提供するRAM (Random Access Memory) 等の記憶装置と、を備える。CPUがプログラムを実行することで、ダンパ制御装置Eの動作が実現されればよい。
- [0120] さらに、上記実施形態では、ダンパDの減衰特性が、任意のストローク速度V dに対するダンパDの伸長側と収縮側との減衰力の大きさが同一となるように設定されているが、このような減衰特性をもたないダンパに対しても上記実施形態を適用可能である。この場合、うねり悪路制御指令F bの生成に当たり、ダンパDの伸長時に出力される減衰力量と収縮時に出力される減衰力量とのトータルが同じになるように減衰特性を変更すれば、車輪Wの振

動抑制に必要な充分な減衰力量が確保されるため、車輪Wの制振に悪影響を与えることはない。

[0121] さらに、車輪Wのばね下振動レベルL_Wを検知するには、ストロークセンサ20で検出したシリンダ12とピストンロッド14との相対変位を検知する以外にも、車輪Wを車体Bに揺動可能に取り付けるアーム等にセンサを取り付けて、直接車輪Wの上下方向加速度を検出し、上下方向加速度を用いて第一参照値を求めてもよい。また、ダンパDにストロークセンサ20を組み込んでもよい。

[0122] さらに、上記実施形態では、四輪車両をモデルに説明したが、車両が四輪以上の車輪Wを備えている場合にも、同様に適用することができる。また、うねり良路制御演算部1及びうねり悪路制御演算部2は、一例であって、上記に限定されるものではない。

[0123] さらに、上記実施形態では、ダンパ制御装置Eは、車両が走行中の路面がうねり良路であるかうねり悪路であるかを判定しているが、この判定は、路面を判定しているのではなく、ばね上振動レベルL_Bとばね下振動レベルL_Wとを用いて、ばね上部材及びばね下部材の振動状況を評価して路面状況を推定しているのである。したがって、路面が実際にうねり路である場合にのみうねり良路制御とうねり悪路制御とが実行されるのではなく、ばね上振動レベルL_Bが大きくなる状況であれば路面がうねり路でなくても上記制御が実行さればね上部材の路面追従性が向上する。

[0124] 本願は、2013年3月13日に日本国特許庁に出願された特願2013-050132に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 車両における車体と複数の車輪との間のそれぞれに介装される各ダンパの減衰力を制御するダンパ制御装置であって、
- うねりを有する路面であるうねり良路に適するうねり良路制御指令を前記ダンパ毎に求めるうねり良路制御演算部と、
- 前記うねり良路より凹凸の多いうねり悪路に適するうねり悪路制御指令を前記ダンパ毎に求めるうねり悪路制御演算部と、
- 前記うねり良路制御指令と前記うねり悪路制御指令とに基づいて前記ダンパ毎の最終制御指令を求める最終指令演算部と、
- を備える、
- ダンパ制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のダンパ制御装置であって、
- 前記最終指令演算部は、前記うねり良路制御指令に乗じる良路ゲインと前記うねり悪路制御指令に乗じる悪路ゲインとを求め、前記うねり良路制御指令に前記良路ゲインを乗じて得た値と前記うねり悪路制御指令に前記悪路ゲインを乗じて得た値とに基づいて前記最終制御指令を求める、
- ダンパ制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のダンパ制御装置であって、
- 前記最終制御指令演算部は、前記車輪の各輪の振動の大きさであるばね下振動レベルに基づいて前記良路ゲインと前記悪路ゲインとを求める、
- ダンパ制御装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のダンパ制御装置であって、
- 前記良路ゲインと前記悪路ゲインとを加算すると1になる、
- ダンパ制御装置。
- [請求項5] 請求項1に記載のダンパ制御装置であって、
- 前記車両がうねり路を走行中であるか否かを判定する判定部をさら

に備え、

前記車両がうねり路を走行中であると判定される場合に、前記最終制御指令を有効とする、

ダンパ制御装置。

[請求項6] 請求項5に記載のダンパ制御装置であって、

前記判定部は、前記車体の振動の大きさであるばね上振動レベルに基づいて前記車両がうねり路を走行中であるか否かを判定する、

ダンパ制御装置。

[請求項7] 請求項1に記載のダンパ制御装置であって、

前記車体の振動の大きさであるばね上振動レベル及び前記車両の速度に基づいて前記うねり良路制御指令を補正する速度補正部をさらに備える、

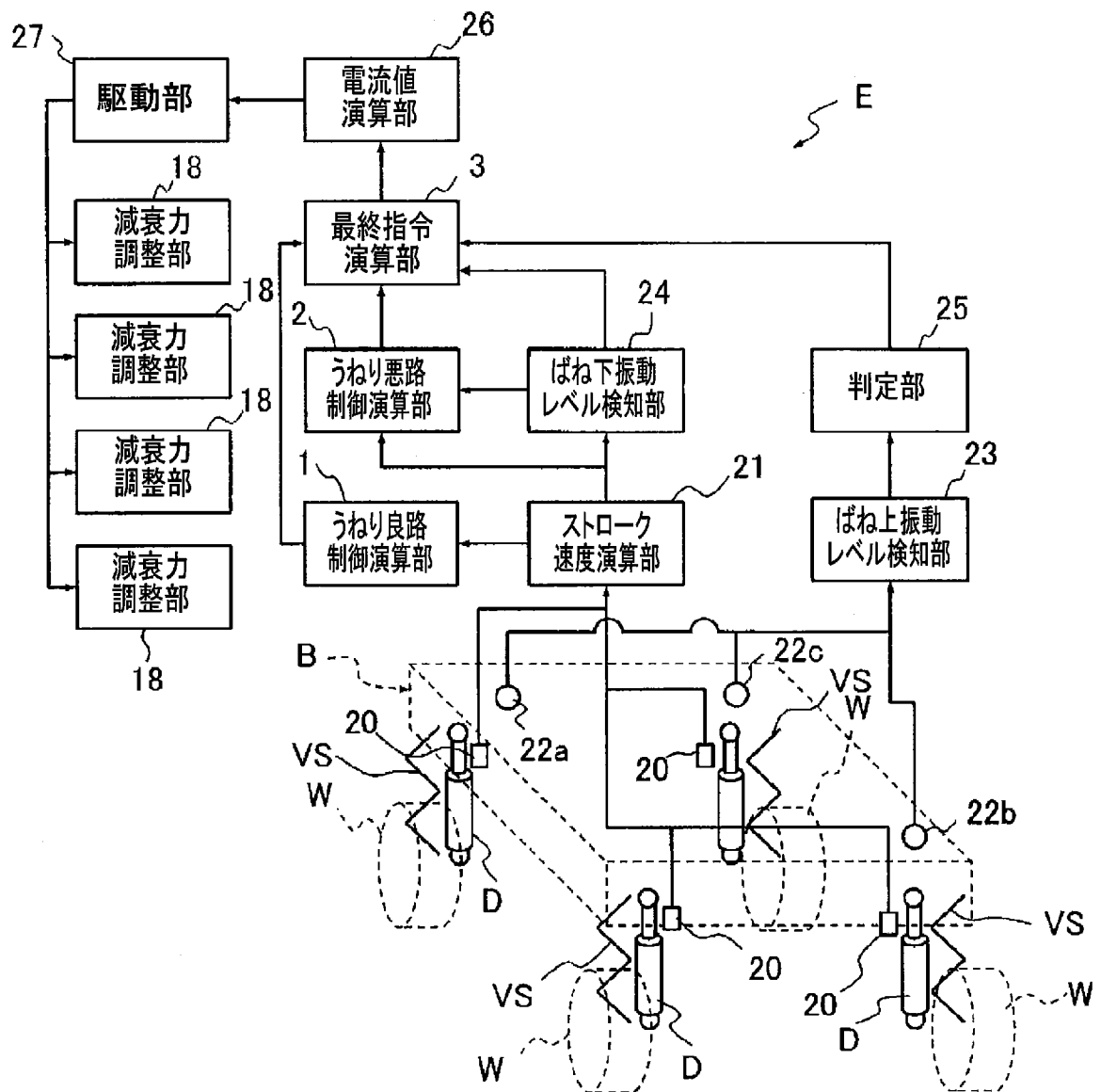
ダンパ制御装置。

[請求項8] 請求項1に記載のダンパ制御装置であって、

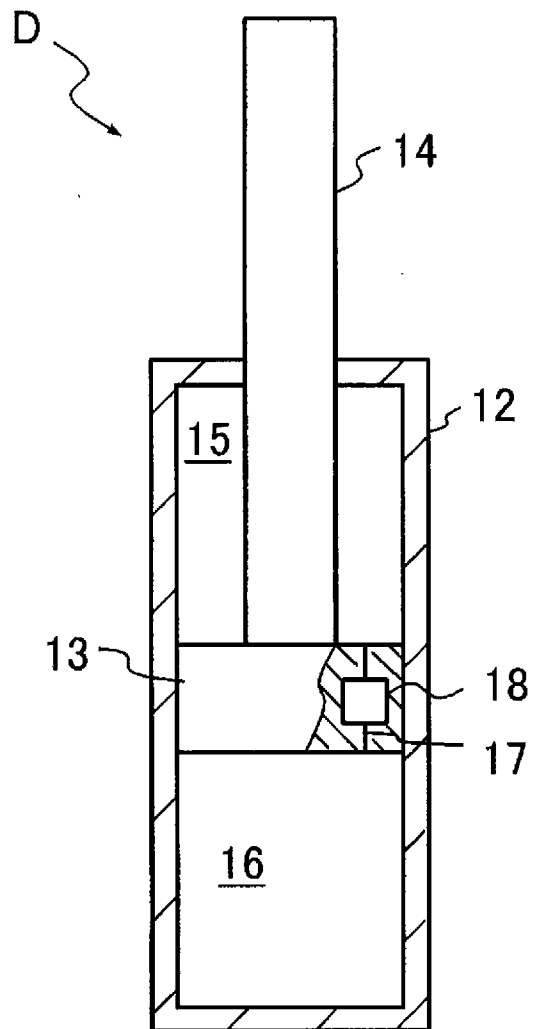
前記各ダンパのストローク加速度に基づいて前記うねり良路制御指令を補正する加速度補正部をさらに備える、

ダンパ制御装置。

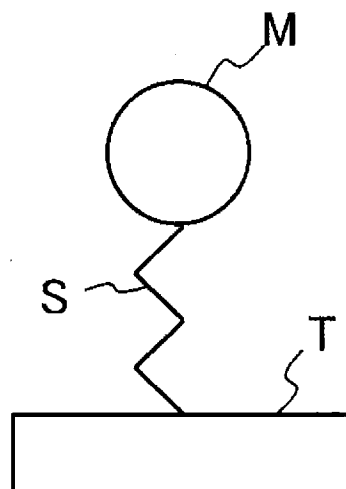
[図1]



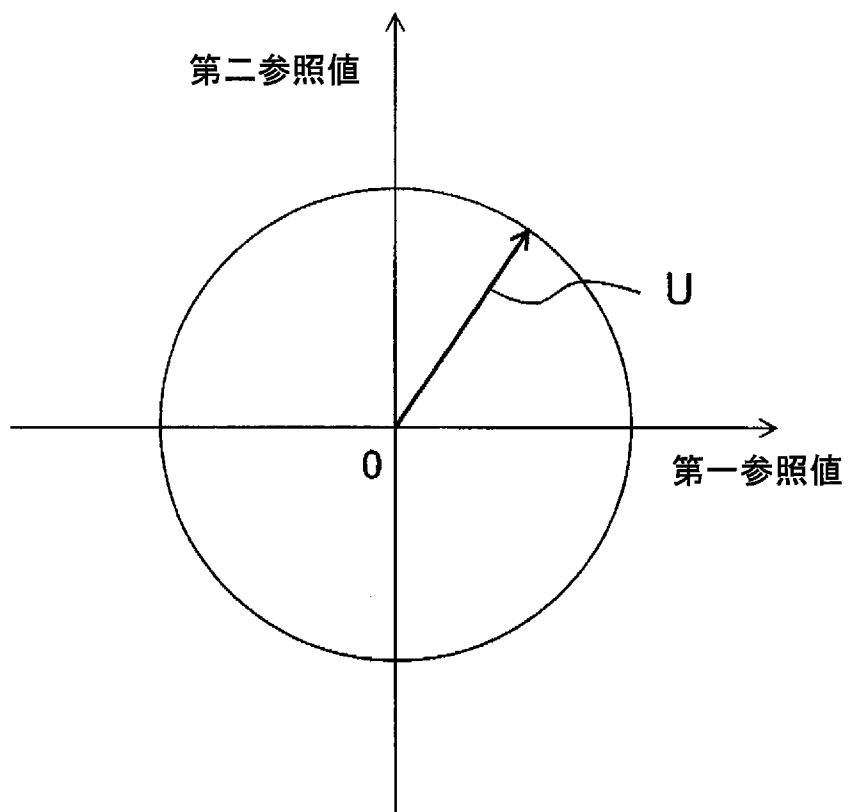
[図2]



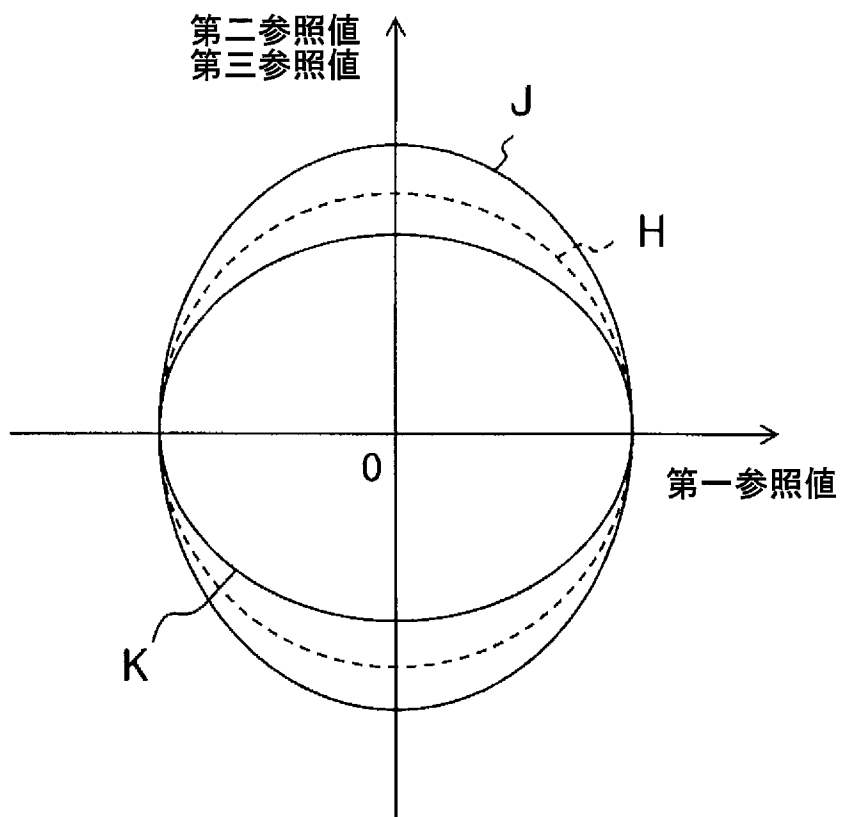
[図3]



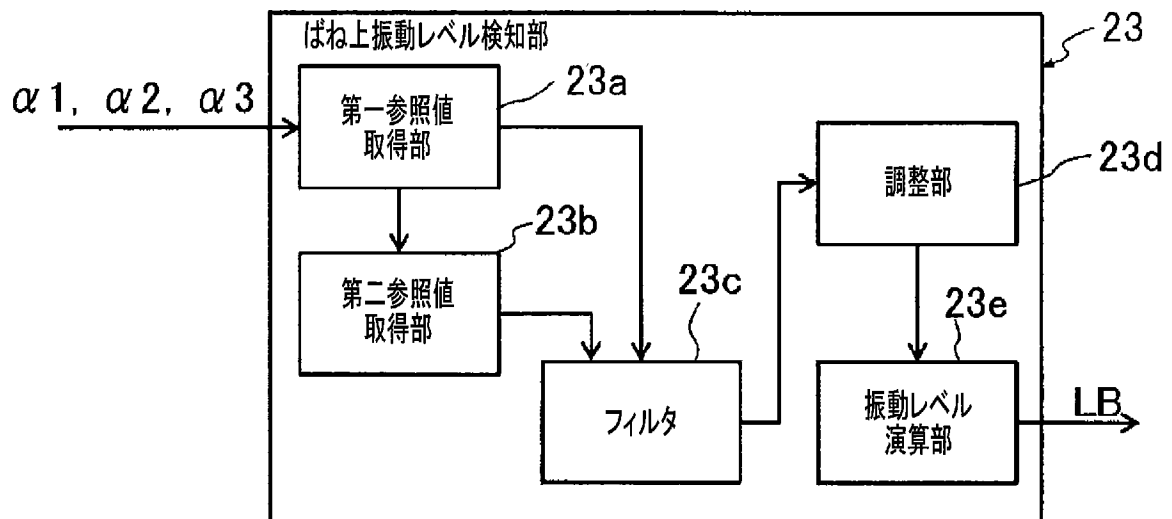
[図4]



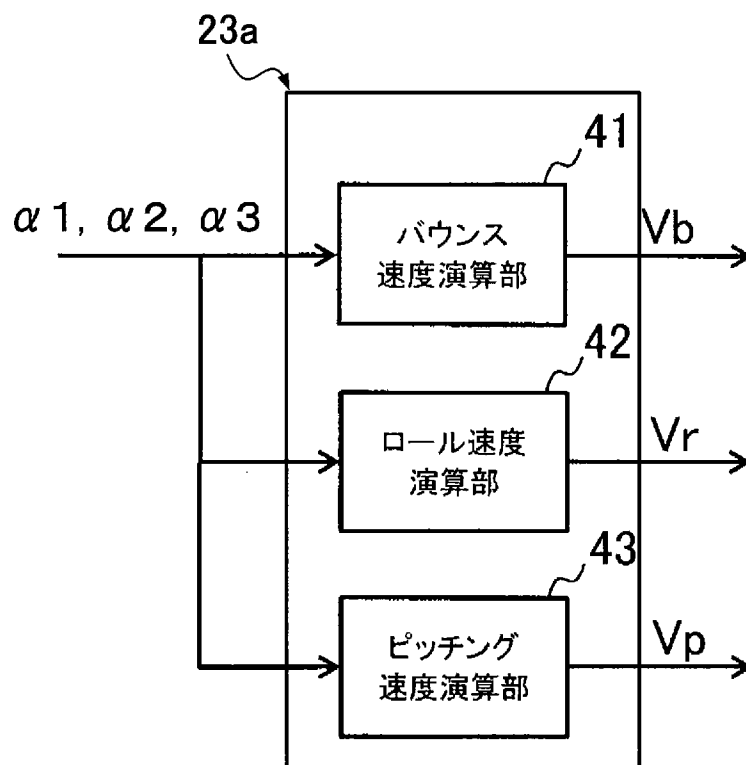
[図5]



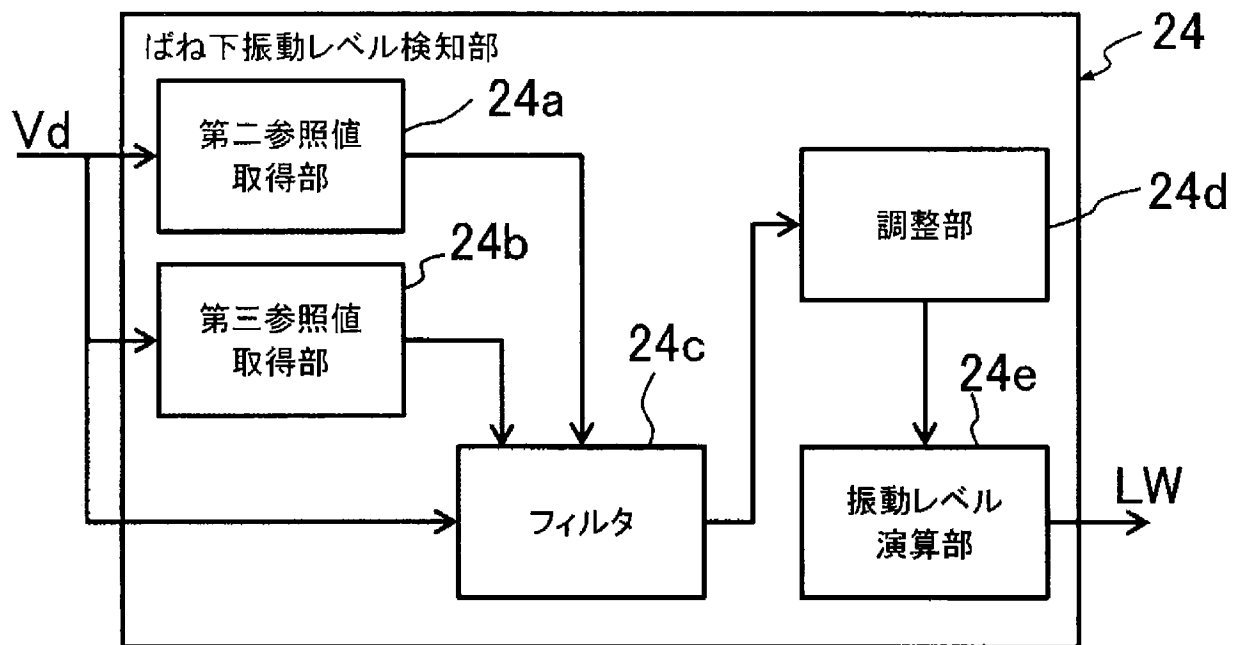
[図6]



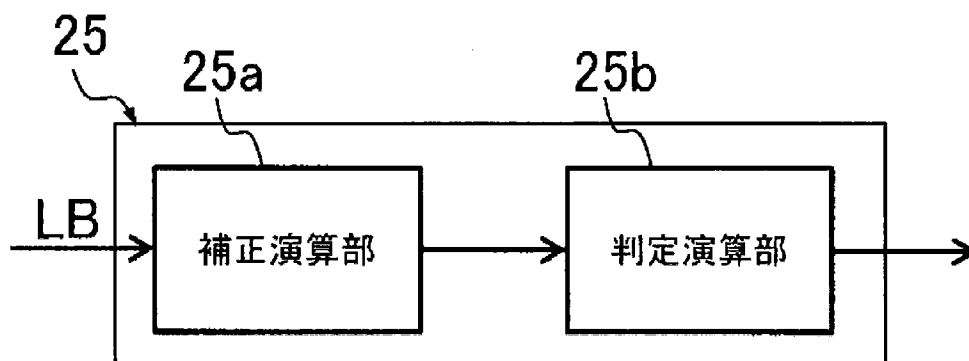
[図7]



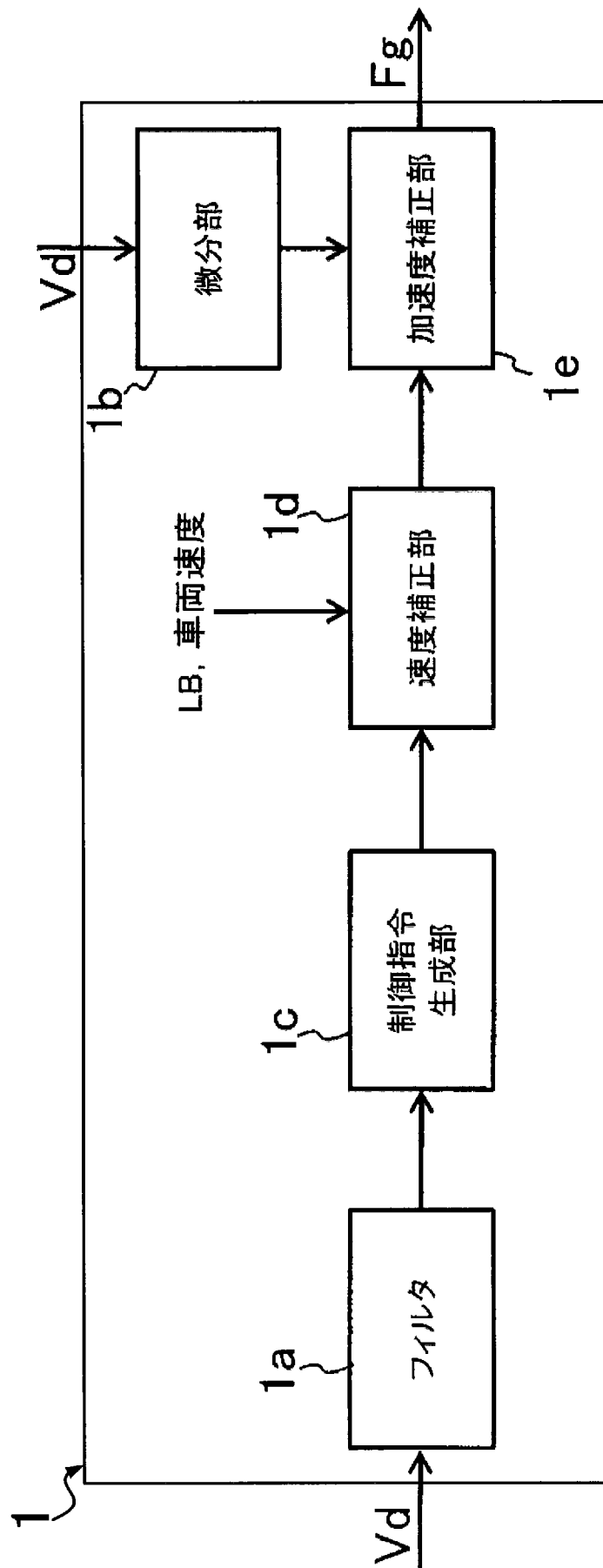
[図8]



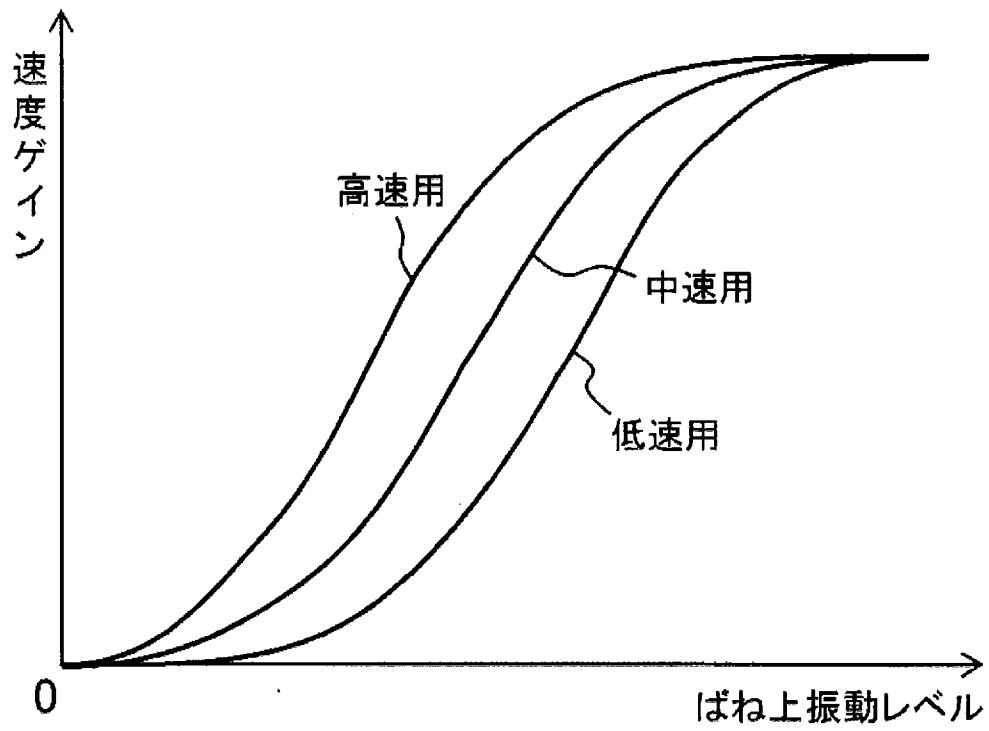
[図9]



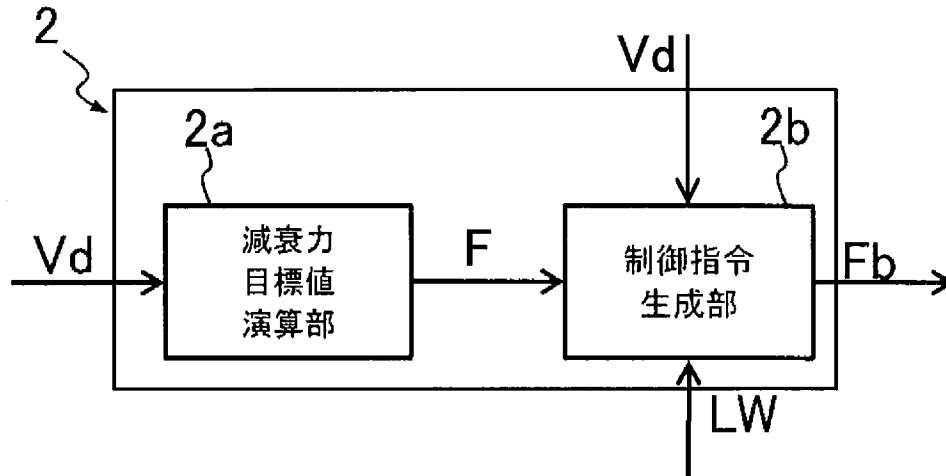
[図10]



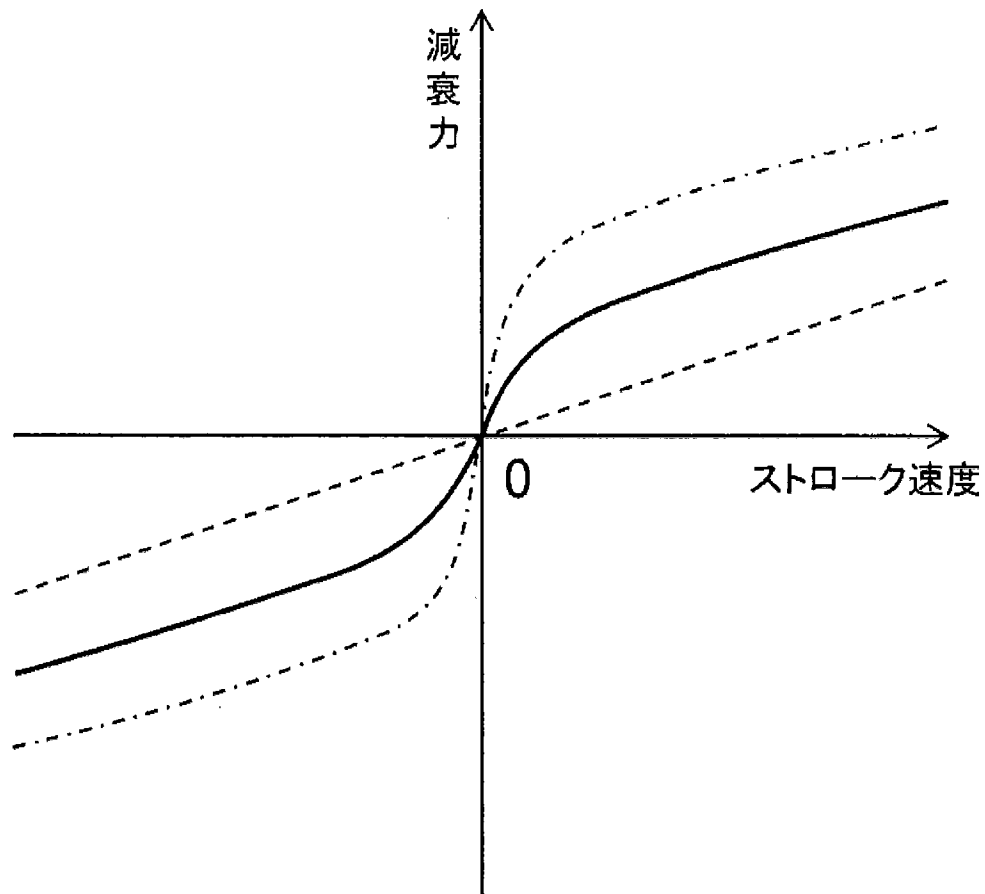
[図11]



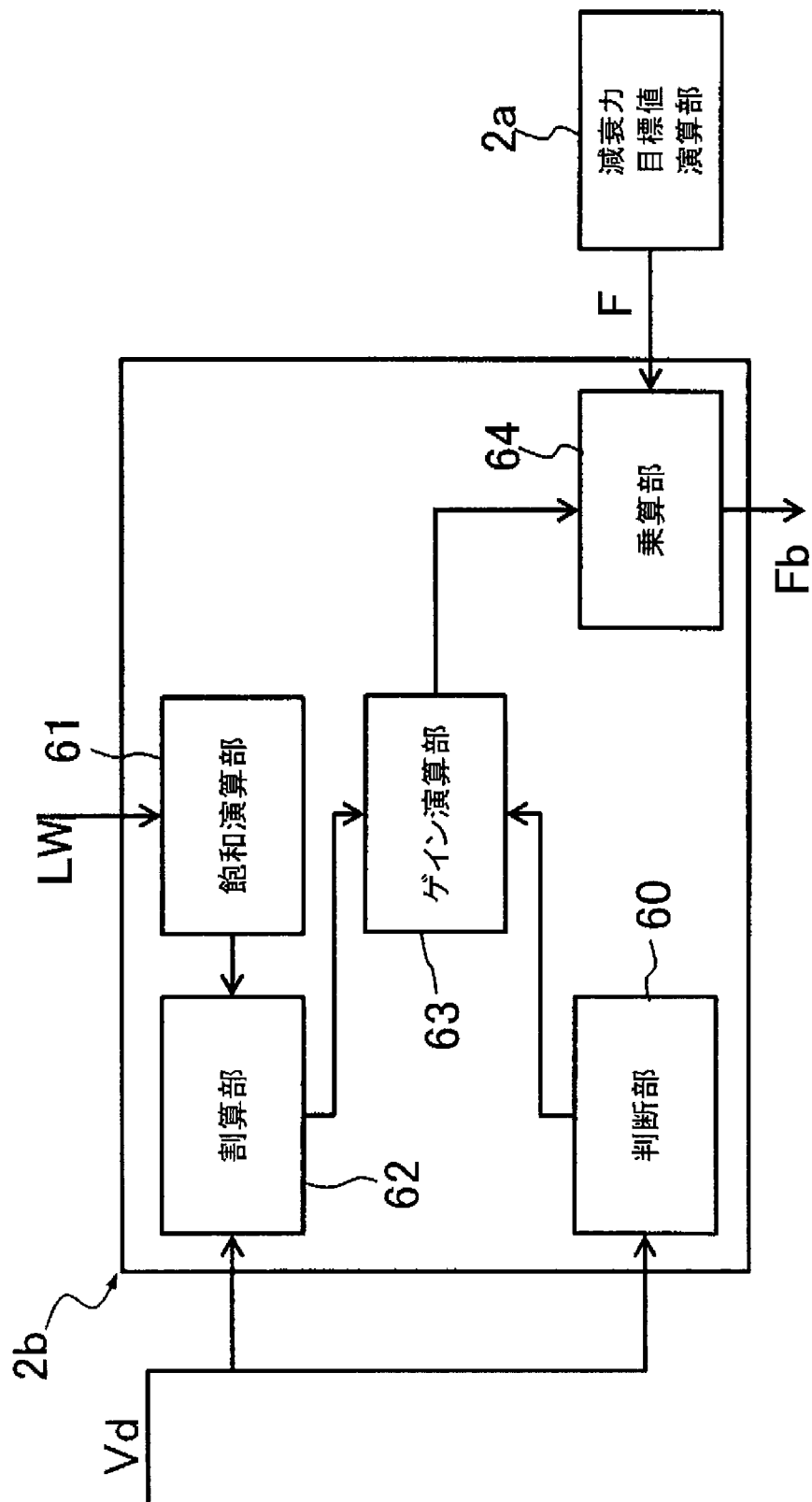
[図12]



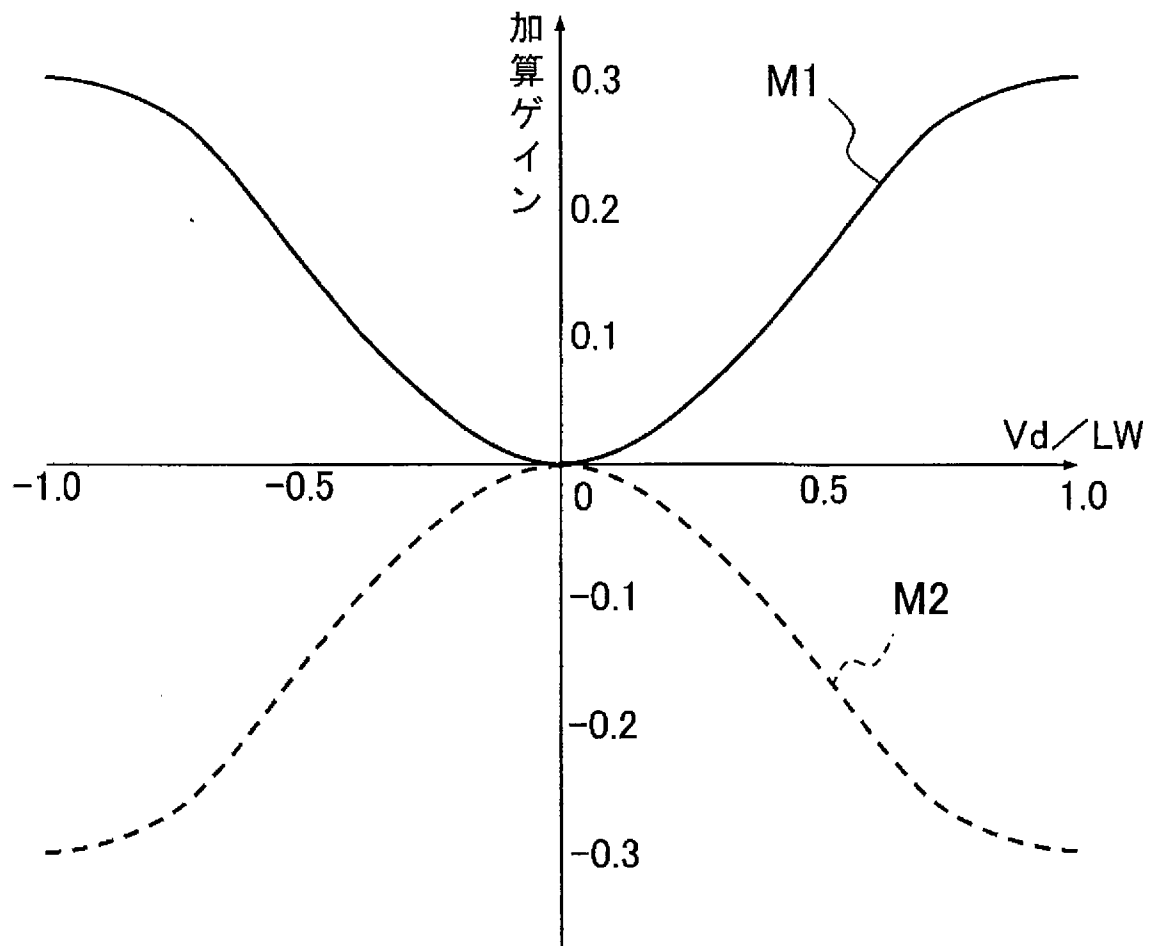
[図13]



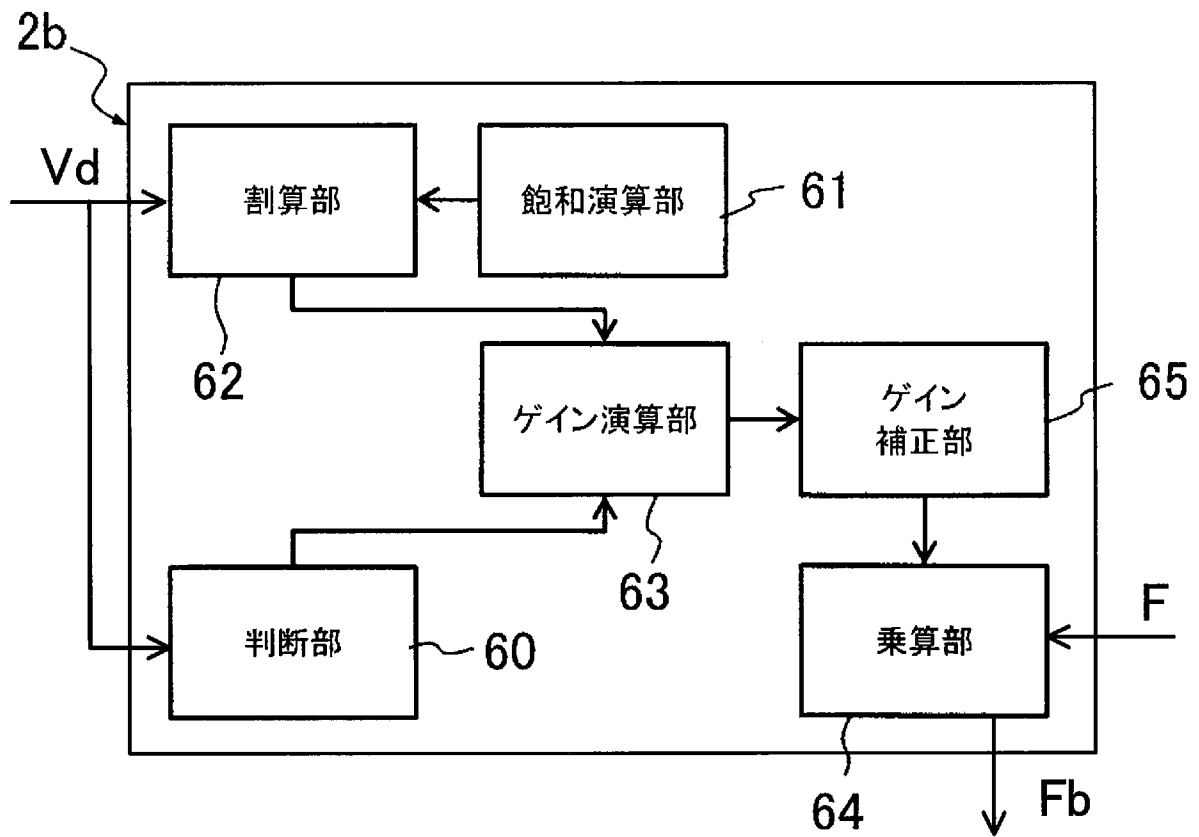
[図14]



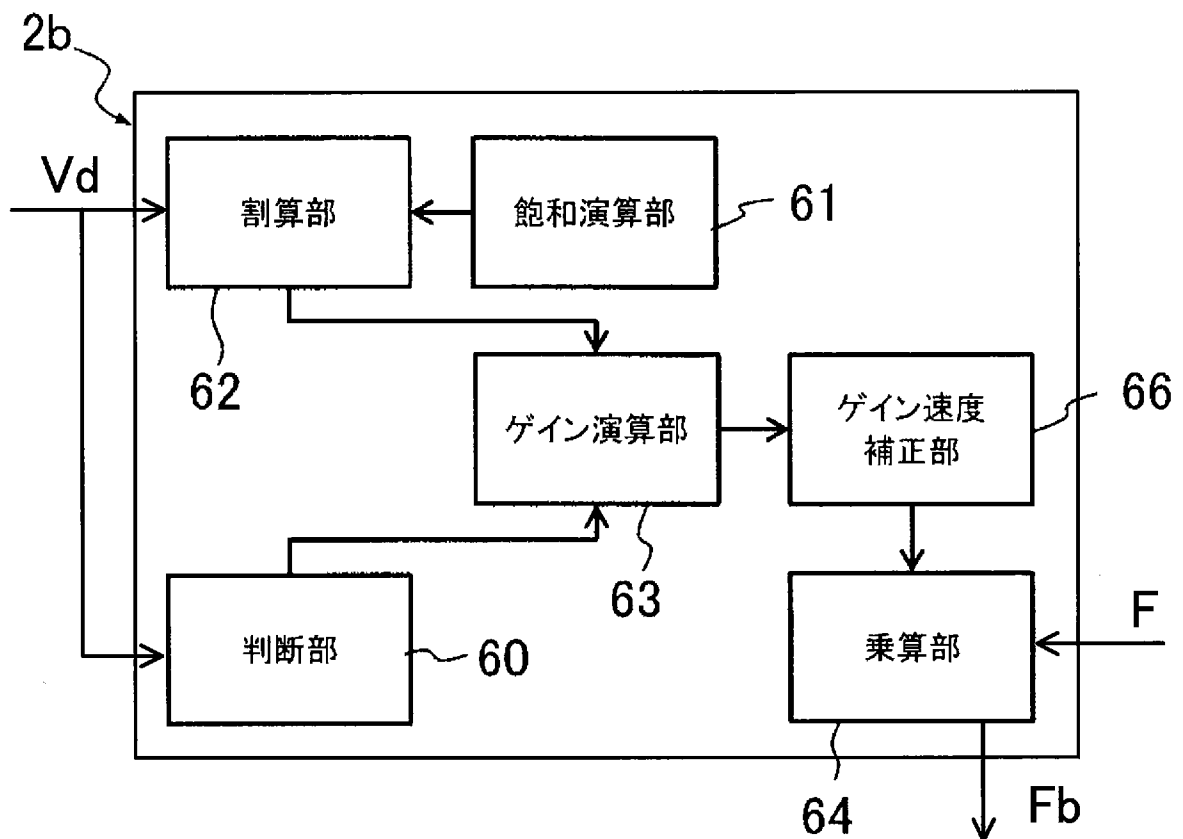
[図15]



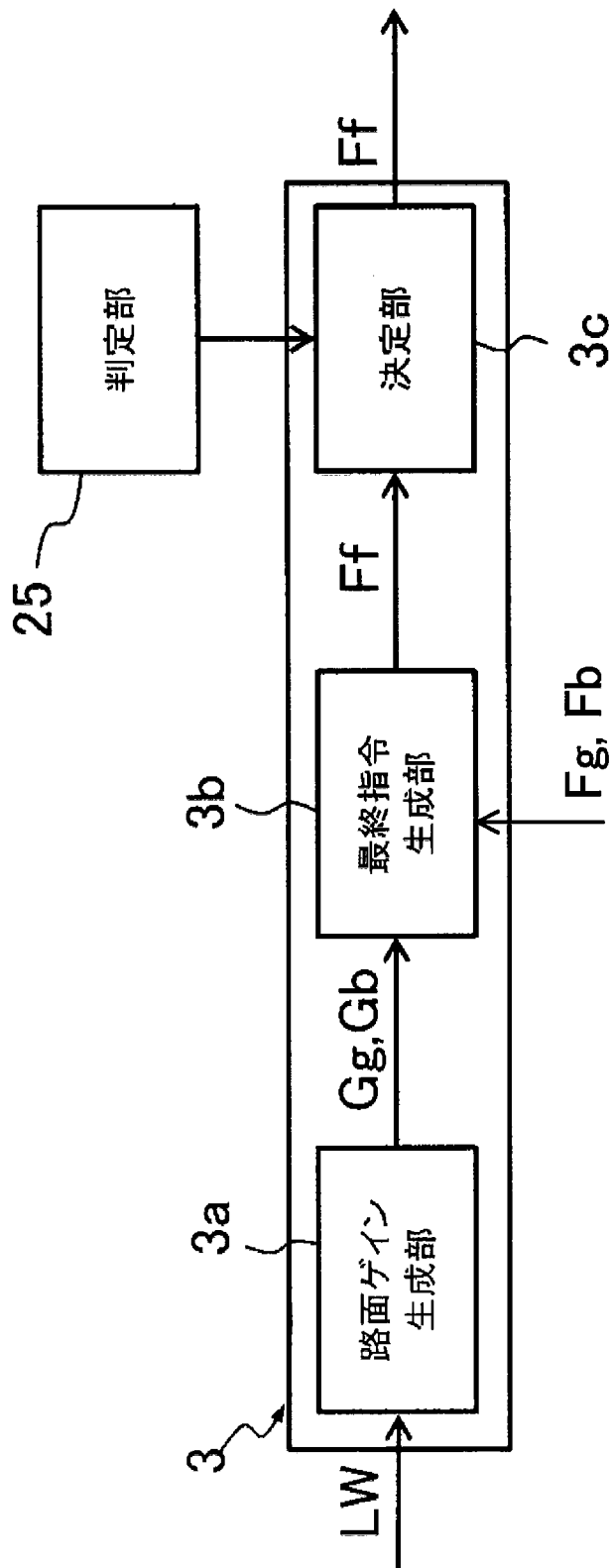
[図16]



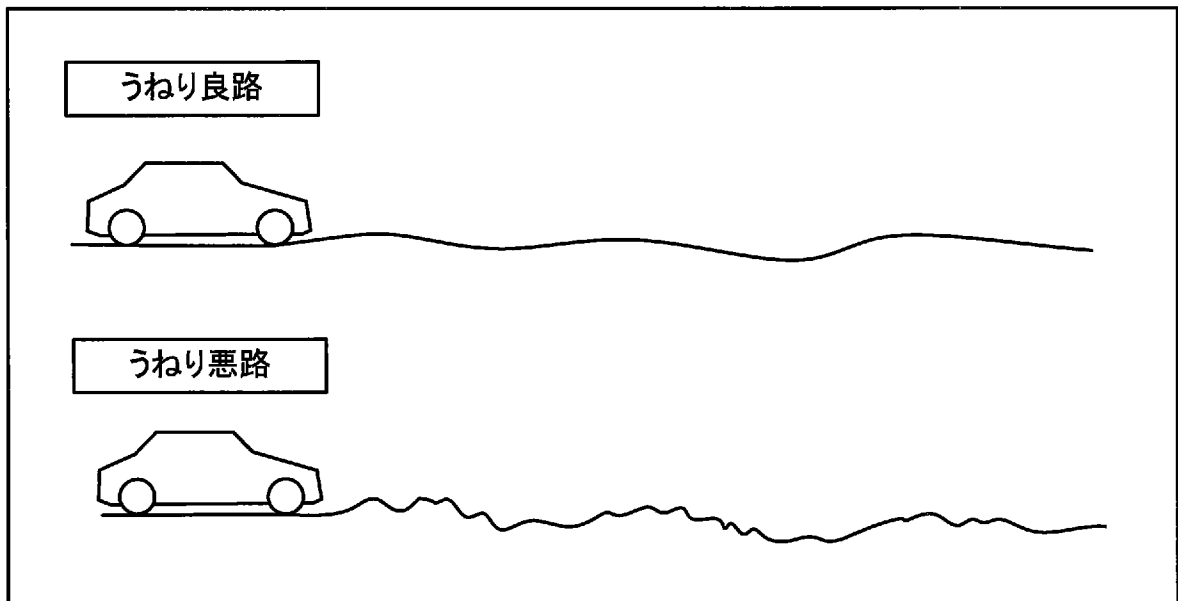
[図17]



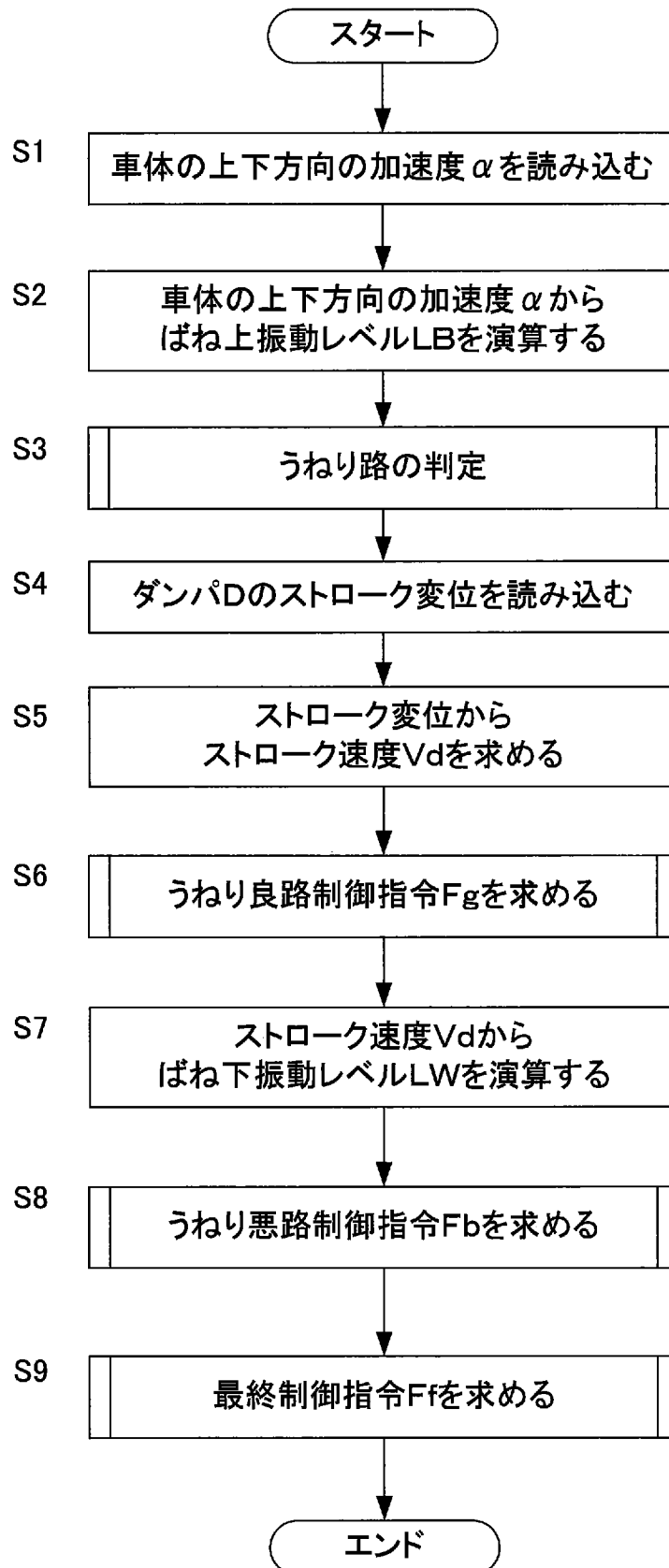
[図18]



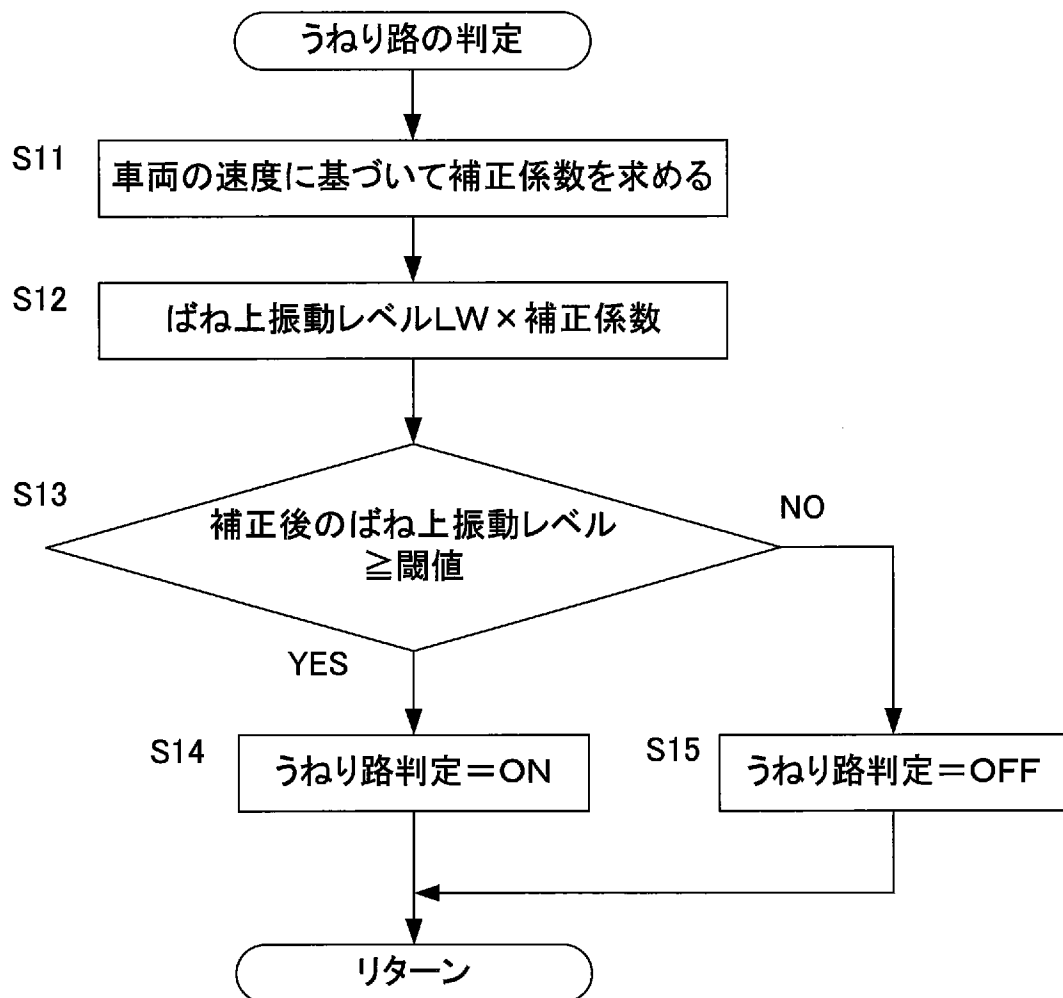
[図19]



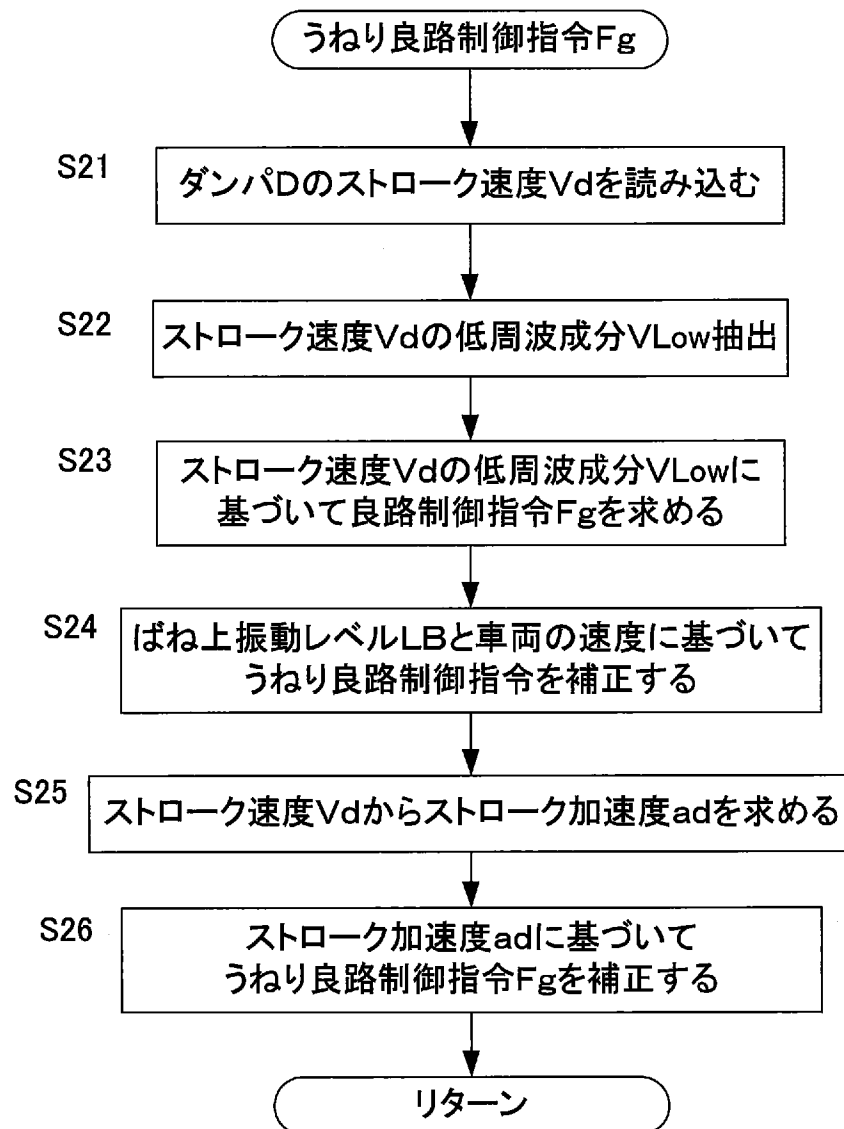
[図20]



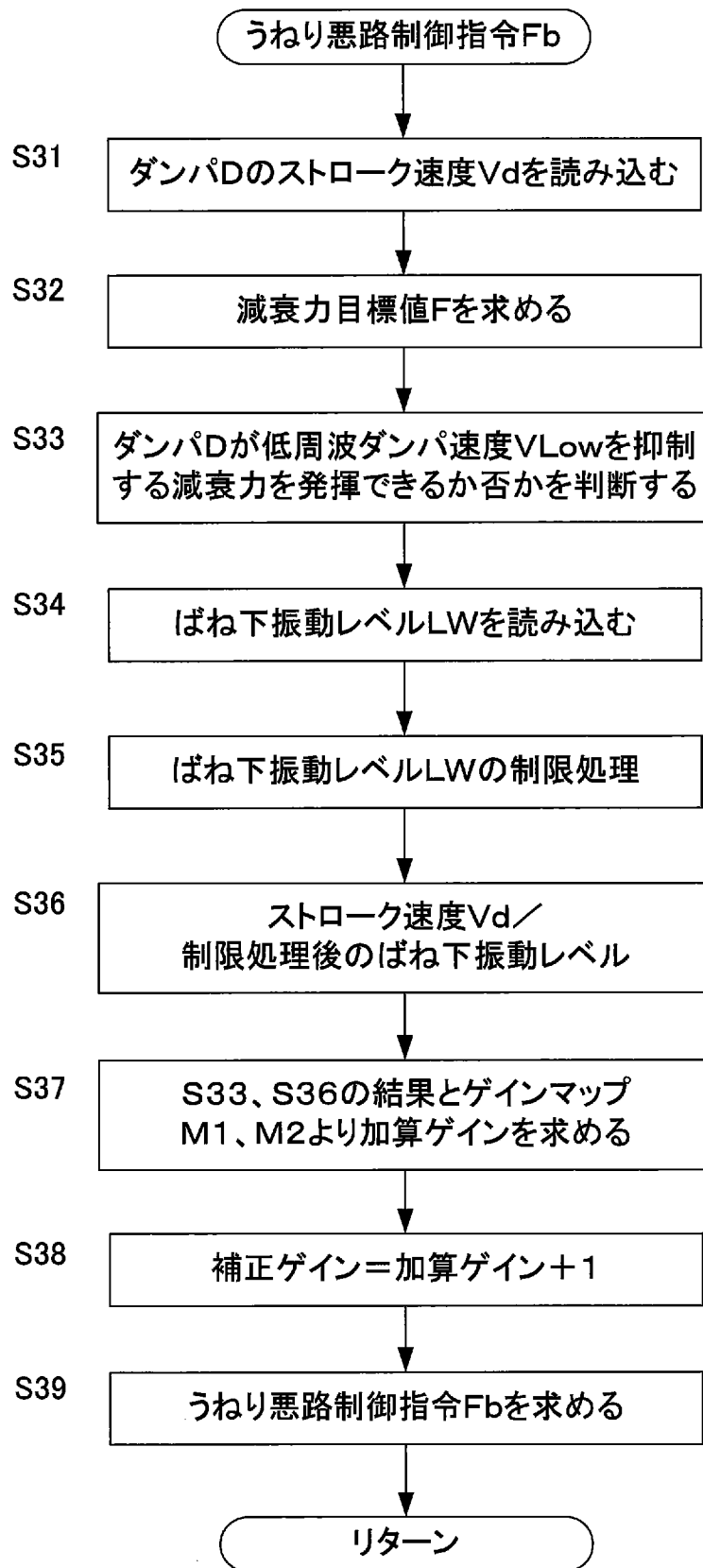
[図21]



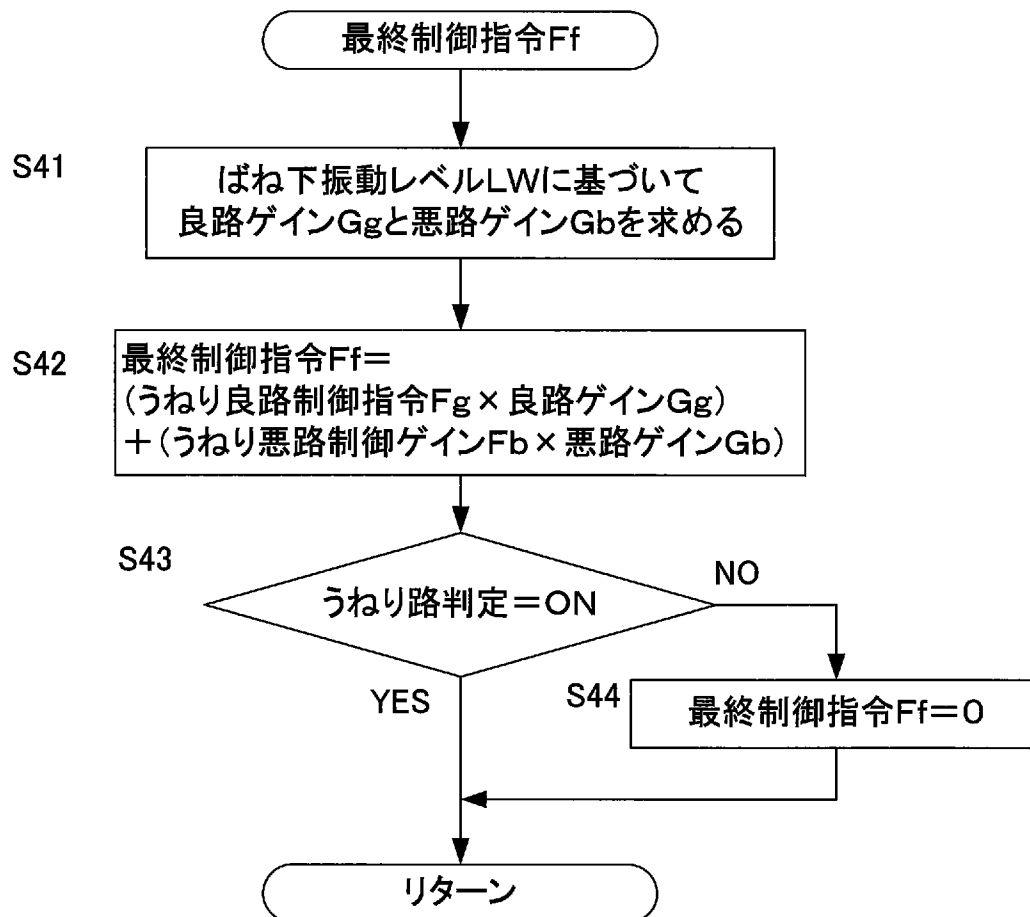
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056767

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60G17/015(2006.01)i, B60G17/0165(2006.01)i, B60G17/018(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60G17/015, B60G17/0165, B60G17/018

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 7-117433 A (Toyota Motor Corp.), 09 May 1995 (09.05.1995), paragraphs [0094] to [0096]; fig. 2 (Family: none)	1-8
Y	JP 2007-83813 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 05 April 2007 (05.04.2007), paragraphs [0071] to [0072], [0075] (Family: none)	1-8
Y	JP 2012-206560 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 25 October 2012 (25.10.2012), paragraph [0011] (Family: none)	3-4

☒ 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
09 April, 2014 (09.04.14)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2014 (22.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056767

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-280720 A (Tokico, Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), paragraphs [0027], [0035] & US 6412788 B1	5-7
Y	JP 2010-185528 A (Toyota Motor Corp.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraph [0031] (Family: none)	8
A	JP 11-192826 A (Tokico, Ltd.), 21 July 1999 (21.07.1999), paragraph [0015] & US 6176494 B1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60G17/015(2006.01)i, B60G17/0165(2006.01)i, B60G17/018(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60G17/015, B60G17/0165, B60G17/018

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y	JP 7-117433 A（トヨタ自動車株式会社） 1995.05.09, 【0094】－【0096】, 図2 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2007-83813 A（カヤバ工業株式会社） 2007.04.05, 【0071】－【0072】, 【0075】 (ファミリーなし)	1-8

☒ 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 9 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 4 . 2 0 1 4

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）

倉田 和博

3 Q

5 0 7 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
Y	JP 2012-206560 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012. 10. 25, 【0 0 1 1】 (ファミリーなし)	3-4
Y	JP 2000-280720 A (トキコ株式会社) 2000. 10. 10, 【0 0 2 7】, 【0 0 3 5】 & US 6412788 B1	5-7
Y	JP 2010-185528 A (トヨタ自動車株式会社) 2010. 08. 26, 【0 0 3 1】 (ファミリーなし)	8
A	JP 11-192826 A (トキコ株式会社) 1999. 07. 21, 【0 0 1 5】 & US 6176494 B1	1-8