

(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
2020年2月6日(06.02.2020)



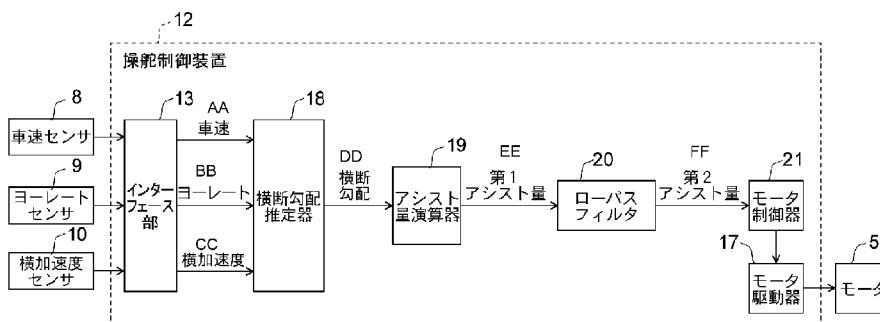
(10) 国際公開番号

WO 2020/026342 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 5/04 (2006.01) Masaya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/028665 (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2018年7月31日(31.07.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 戸田 泰蔵(TODA, Taizo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 遠藤 雅也(ENDO, Masaya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: STEERING CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 操舵制御装置



- 5 Motor
- 8 Vehicle speed sensor
- 9 Yaw rate sensor
- 10 Lateral acceleration rate sensor
- 12 Steering control system
- 13 Interface unit
- 17 Motor driver
- 18 Transverse gradient estimator
- 19 Assist amount calculator
- 20 Low pass filter
- 21 Motor controller
- AA Vehicle speed
- BB Yaw rate
- CC Lateral acceleration rate
- DD Transverse gradient
- EE First assist amount
- FF Second assist amount

(57) Abstract: This steering control system comprises a transverse gradient estimator that estimates the transverse gradient of a road surface, an assist amount calculator that calculates a first assist amount on the basis of the estimated transverse gradient, a low pass filter that outputs as a second assist amount the first assist amount after a low pass filter process has been performed on the calculated first assist amount, and a motor controller that uses the outputted second assist amount to control a motor. The low pass filter, depending on whether the second assist amount increases or the second assist



WO 2020/026342 A1

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, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

amount is decreasing, switches a cutoff frequency of the low pass filter between a first cutoff frequency and a second cutoff frequency set to a higher value than the first cutoff frequency.

(57) 要約 : 操舵制御装置は、路面の横断勾配を推定する横断勾配推定器と、推定された横断勾配に基づいて第1アシスト量を演算するアシスト量演算器と、演算された第1アシスト量に対して施したローパスフィルタ処理後の第1アシスト量を、第2アシスト量として出力するローパスフィルタと、出力される第2アシスト量を用いて、モータを制御するモータ制御器と、を備え、ローパスフィルタは、第2アシスト量が増加変化する場合と、第2アシスト量が減少変化する場合とに応じて、ローパスフィルタのカットオフ周波数を、第1カットオフ周波数と、第1カットオフ周波数よりも高い値に設定される第2カットオフ周波数との間で切り替える。

明 細 書

発明の名称：操舵制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、操舵アシストトルクを発生させるモータを制御する操舵制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来において、横断勾配路を走行する車両の偏向を抑制するように運転者の操舵をアシストする技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。具体的には、特許文献1に記載の従来技術は、横断勾配による外乱と、横風等に起因した横方向外乱とを推定し、その推定結果に基づいて、横方向外乱を抑制するように操舵アシストトルクを制御するよう構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-219681号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、特許文献1に記載に従来技術では、車両が走行する路面の横断勾配による外乱が推定されるので、横断勾配の変化に対応して運転者の操舵をアシストすることが可能である。しかしながら、その推定に含まれるノイズが影響して、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉する可能性がある。

[0005] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、車両が走行する路面の横断勾配の変化に対応して運転者の操舵をアシストしつつ、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる操舵制御装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明における操舵制御装置は、車両が走行する路面の横断勾配を推定す

る横断勾配推定器と、横断勾配推定器によって推定された横断勾配に基づいて第1アシスト量を演算するアシスト量演算器と、アシスト量演算器によって演算された第1アシスト量に対して、ローパスフィルタ処理を施し、ローパスフィルタ処理後の第1アシスト量を、第2アシスト量として出力するローパスフィルタと、ローパスフィルタによって出力される第2アシスト量を用いて、操舵アシストトルクを発生させるモータを制御するモータ制御器と、を備え、ローパスフィルタは、第2アシスト量が増加変化する場合と、第2アシスト量が減少変化する場合とに応じて、ローパスフィルタのカットオフ周波数を、第1カットオフ周波数と、第1カットオフ周波数よりも高い値に設定される第2カットオフ周波数との間で切り替えるものである。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、車両が走行する路面の横断勾配の変化に対応して運転者の操舵をアシストしつつ、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる操舵制御装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態1における操舵制御装置とその周辺装置の構成を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態1における操舵制御装置の構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の実施の形態1における車両に作用する横断勾配による外乱を模式的に示す図である。

[図4]本発明の実施の形態1におけるローパスフィルタの構成を示すブロック図である。

[図5]本発明の実施の形態1における操舵制御装置の一連の動作を示すフローチャートである。

[図6]本発明の実施の形態2における操舵制御装置の構成を示すブロック図である。

[図7]本発明の実施の形態2におけるアシスト量補正器の構成を示すブロック

図である。

[図8]本発明の実施の形態2におけるアシスト量補正器の構成の第1の別例を示すブロック図である。

[図9]本発明の実施の形態2におけるアシスト量補正器の構成の第2の別例を示すブロック図である。

[図10]本発明の実施の形態3における操舵制御装置の構成を示すブロック図である。

[図11]本発明の実施の形態3におけるカットオフ周波数調整器の構成を示すブロック図である。

[図12]本発明の実施の形態3におけるカットオフ周波数調整器の構成の第1の別例を示すブロック図である。

[図13]本発明の実施の形態3におけるカットオフ周波数調整器の構成の第2の別例を示すブロック図である。

[図14]本発明の実施の形態4における操舵制御装置の構成を示すブロック図である。

[図15]本発明の実施の形態4における車両に作用する横断勾配による外乱および遠心力による外乱を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明による操舵制御装置を、好適な実施の形態にしたがって図面を用いて説明する。なお、図面の説明においては、同一部分または相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1における操舵制御装置12とその周辺装置の構成を示す図である。

[0011] 図1において、自動車などの車両のステアリング機構は、ハンドル1とステアリング軸2とを備える。車両の左右の転舵輪3は、車両を運転する運転者がハンドル1を操作することによって回転するステアリング軸2の回転に応じて転舵される。

- [0012] ステアリング軸 2 には、操舵トルクセンサ 4 が設けられている。操舵トルクセンサ 4 は、運転者がハンドル 1 を操作することでハンドル 1 を介してステアリング軸 2 に作用する操舵トルクを検出する。
- [0013] モータ 5 は、減速機構 6 を介してステアリング軸 2 に連結されている。モータ 5 は、後述する操舵制御装置 1 2 によってモータ 5 に流れる電流が制御されることで、ステアリング軸 2 に付与する操舵アシストトルクを発生させる。これにより、運転者の操舵をアシストすることが可能になる。
- [0014] モータ回転角度センサ 7 は、モータ 5 の回転角度を検出する。ハンドル 1 の操舵速度は、モータ回転角度センサ 7 によって検出されるモータ 5 の回転角度の微分値から演算される。電流センサ 1 1 は、モータ 5 に流れる電流を検出する。
- [0015] 車両には、車速センサ 8、ヨーレートセンサ 9 および横加速度センサ 1 0 が設けられている。車速センサ 8 は、車両の走行速度である車速を検出する。ヨーレートセンサ 9 は、車両の回転角速度に相当するヨーレートを検出する。横加速度センサ 1 0 は、車両の横加速度を検出する。
- [0016] 操舵制御装置 1 2 は、上述した各種センサの検出結果を取得し、その取得結果に基づいて、操舵アシストトルクの目標値である目標トルクを演算する。操舵制御装置 1 2 は、演算した目標トルクと、モータ 5 が発生させる操舵アシストトルクとが一致するように、モータ 5 を制御する。
- [0017] 操舵制御装置 1 2 は、例えば、図 1 に示すハードウェア構成によって実現される。すなわち、操舵制御装置 1 2 は、各種センサの検出結果を取得するインターフェース部 1 3 と、演算処理を実行するマイクロコンピュータと、モータ 5 に電流を供給することでモータ 5 を駆動するモータ駆動器 1 7 とによって実現される。マイクロコンピュータは、CPU (Central Processing Unit) 1 4 と、ROM (Read Only Memory) 1 5 と、RAM (Random Access Memory) 1 6 とを含んで構成される。
- [0018] 次に、操舵制御装置 1 2 の機能構成について、図 2 を参照しながら説明す

る。図2は、本発明の実施の形態1における操舵制御装置12の構成を示すブロック図である。

[0019] 図2において、操舵制御装置12は、インターフェース部13、横断勾配推定器18、アシスト量演算器19、ローパスフィルタ20、モータ制御器21およびモータ駆動器17を備える。

[0020] 横断勾配推定器18は、インターフェース部13を介して、車速センサ8から車速を取得し、ヨーレートセンサ9からヨーレートを取得し、横加速度センサ10から横加速度を取得する。横断勾配推定器18は、取得した車速、ヨーレートおよび横加速度に基づいて、横断勾配を推定し、その横断勾配をアシスト量演算器19に出力する。

[0021] ここで、横断勾配推定器18が横断勾配を推定する方法の例について、図3を参照しながら説明する。図3は、本発明の実施の形態1における車両に作用する横断勾配による外乱を模式的に示す図である。ただし、 m は車両の質量を示し、 g は重力加速度を示し、 θ は車両が走行する路面の横断勾配を示す。

[0022] 図3に示すように、車両が走行する路面の傾きが横断勾配 θ に相当する。横断勾配推定器18は、車速センサ8から取得した車速 V と、ヨーレートセンサ9から取得したヨーレート γ と、横加速度センサ10から取得した横加速度 G_y とを用いて、以下の式(1)に従って横断勾配 θ を演算して推定する。

$$\begin{aligned}\theta &= \arcsin \left((dv_y / dt + V \cdot \gamma - G_y) / g \right) \\ &\doteq \arcsin \left((V \cdot \gamma - G_y) / g \right)\end{aligned}\quad (1)$$

[0023] ただし、式(1)において、 dv_y / dt は車両の横速度の時間変化を示し、ここでは、車両が直進走行に近い定常走行をしていると考え、 $dv_y / dt = 0$ としている。

[0024] なお、横断勾配推定器18が横断勾配を推定する方法は、上述した方法に限定されない。例えば、横断勾配推定器18は、特許文献1に記載の公知の方法を用いて、横断勾配を推定するように構成されていてもよい。また、横

断勾配推定器 18 は、車両が走行する路面に関する情報を地図情報として予め記憶し、車両の走行地点に応じた横断勾配を、地図情報から求めるように構成されていてもよい。

[0025] このように、横断勾配推定器 18 は、車両が走行する路面の横断勾配を推定するように構成されている。具体例として、横断勾配推定器 18 は、車速センサ 8 によって検出された車速と、ヨーレートセンサ 9 によって検出されたヨーレートと、横加速度センサ 10 によって検出された横加速度に基づいて、横断勾配を推定するように構成されている。

[0026] アシスト量演算器 19 は、横断勾配推定器 18 から入力された横断勾配に基づいて、第 1 アシスト量を演算し、その第 1 アシスト量をローパスフィルタ 20 に出力する。

[0027] ここで、アシスト量演算器 19 が第 1 アシスト量を演算する方法の例について説明する。

[0028] 車両運動モデルで一般的に用いられている 2 輪モデルにて、車両が直進走行していることを想定する。

[0029] この場合、フロントタイヤ 2 輪に発生する横力 $2F_y$ は、以下の式 (2) に従って求められる。

$$[0030] \quad 2F_y = -l_r / (l_f + l_r) m g \sin \theta \quad (2)$$

[0031] ただし、式 (2) において、 l_f は、車両重心から前輪軸までの距離を示し、 l_r は、車両重心から後輪軸までの距離を示す。

[0032] ここで、車両のキャストトレールを L_c [m] とし、ニューマチックトレールを L_p [m] とし、オーバーオールステアリングギア比を G_{rp} とすると、ステアリング軸換算の横断勾配による外乱トルク T_{cant} は、以下の式 (3) に従って求められる。

$$[0033] \quad T_{cant} = 2F_y \times (L_c + L_p) \times G_{rp} \quad (3)$$

[0034] したがって、補償トルク T_{comp1} によって、外乱トルク T_{cant} がキャンセルされるようにするため、補償トルク T_{comp1} は、以下の式 (4) に従って求められる。補償トルク T_{comp1} は、横断勾配 θ にほぼ比

例した補償量となる。補償トルク T_{comp1} が第1アシスト量に相当する。

[0035]
$$T_{comp1} = -T_{cant} \quad (4)$$

[0036] アシスト量演算器19は、横断勾配推定器18から入力された横断勾配 θ を用いて、上述の式(2)、式(3)および式(4)に従って第1アシスト量を演算する。

[0037] なお、アシスト量演算器19が第1アシスト量を演算する方法は、上述した方法に限定されない。例えば、第1アシスト量は、横断勾配にほぼ比例した補償量になることを利用して、実車で適合を行うことによって求められてもよい。

[0038] なお、外乱トルク T_{cant} が完全にキャンセルされるようにする必要がない場合には、式(4)の右辺の項に1よりも小さいゲインを乗算することで、補償トルク T_{comp1} を補正してもよい。これにより、運転者の負担を軽減しつつ、横断勾配路を走行している感覚を運転者に伝えることが可能となる。また、式(4)の右辺の項に車速に応じて変化するゲインを乗算することで、補償トルク T_{comp1} を補正してもよい。これにより、車速に応じて第1アシスト量を調整することが可能となる。

[0039] このように、アシスト量演算器19は、横断勾配推定器18によって推定された横断勾配に基づいて第1アシスト量を演算するように構成されている。

[0040] ローパスフィルタ20は、アシスト量演算器19によって演算された第1アシスト量に対して、ローパスフィルタ処理を施し、ローパスフィルタ処理後の第1アシスト量を、第2アシスト量として、モータ制御器21に出力する。

[0041] ここで、ローパスフィルタ20の構成について、図4を参照しながら説明する。図4は、本発明の実施の形態1におけるローパスフィルタ20の構成を示すブロック図である。

[0042] 図4において、ローパスフィルタ20は、減算部201、ゲイン部202

、ゲイン部203、判定部204、切り替え部205、加算部206および遅延部207を備える。

[0043] 減算部201は、アシスト量演算器19の出力値である第1アシスト量から、遅延部207の出力値である第2アシスト量の前回値を減算することで得られる値をゲイン部202およびゲイン部203に出力する。

[0044] ゲイン部202は、減算部201の出力値に、ゲインである $2\pi T_s f_{c_A}$ を乗算することで得られる値を切り替え部205に出力する。ゲイン部203は、減算部201の出力値に、ゲインである $2\pi T_s f_{c_B}$ を乗算することで得られる値を切り替え部205に出力する。

[0045] 上述のパラメータに関して、 f_{c_A} は、ローパスフィルタ20に設定される第1カットオフ周波数を示し、 f_{c_B} は、ローパスフィルタ20に設定される第2カットオフ周波数を示す。第2カットオフ周波数 f_{c_B} は、第1カットオフ周波数 f_{c_A} よりも高い値に設定される。 T_s は、ローパスフィルタ20の制御周期を示す。

[0046] 判定部204は、アシスト量演算器19の出力値である第1アシスト量と、遅延部207の出力値である第2アシスト量の前回値とを比較し、第1アシスト量が第2アシスト量の前回値よりも大きいかなかを判定する。判定部204は、その判定結果を切り替え部205に出力する。

[0047] 切り替え部205は、判定部204の出力値である判定結果に基づいて、ゲイン部202の出力値およびゲイン部203の出力値のいずれかを選択し、選択した方の値を加算部206に出力する。

[0048] 切り替え部205は、判定部204によって第1アシスト量が第2アシスト量の前回値よりも大きいと判定された場合には、ゲイン部202の出力値を加算部206に出力する。一方、切り替え部205は、判定部204によって第1アシスト量が第2アシスト量の前回値よりも小さいと判定された場合には、ゲイン部203の出力値を加算部206に出力する。

[0049] このように、切り替え部205によって、ローパスフィルタ20のカットオフ周波数を、第1カットオフ周波数 f_{c_A} と、第2カットオフ周波数 f

c__Bとの間で切り替え可能となる。

- [0050] 第1アシスト量が第2アシスト量の前回値よりも大きい場合、すなわち、第2アシスト量が増加変化する場合には、ローパスフィルタ20のカットオフ周波数は、第1カットオフ周波数 f_{c_A} に設定される。一方、第1アシスト量が第2アシスト量の前回値よりも小さい場合、すなわち、第2アシスト量が減少変化する場合には、ローパスフィルタ20のカットオフ周波数は、第2カットオフ周波数 f_{c_B} に設定される。
- [0051] 加算部206は、切り替え部205の出力値と、遅延部207の出力値である第2アシスト量の前回値とを加算することで得られる値を、第2アシスト量として出力する。
- [0052] 遅延部207は、第2アシスト量の前回値を、加算部206および減算部201に出力する。ここで、 z は z 変換を示し、 $1/z$ は前回値を示す。
- [0053] このように、ローパスフィルタ20は、第2アシスト量が増加変化する場合と、第2アシスト量が減少変化する場合とに応じて、ローパスフィルタ20のカットオフ周波数を、第1カットオフ周波数 f_{c_A} と、第2カットオフ周波数 f_{c_B} との間で切り替える。
- [0054] ローパスフィルタ20は、第2アシスト量が増加変化する場合には、ローパスフィルタ20のカットオフ周波数を第1カットオフ周波数 f_{c_A} にする。また、ローパスフィルタ20は、第2アシスト量が減少変化する場合には、ローパスフィルタ20のカットオフ周波数を第2カットオフ周波数 f_{c_B} にする。
- [0055] 次に、第1カットオフ周波数 f_{c_A} および第2カットオフ周波数 f_{c_B} の設定について説明する。上述したように、第2カットオフ周波数 f_{c_B} は、第1カットオフ周波数 f_{c_A} よりも高い値に設定される。例えば、第1カットオフ周波数 f_{c_A} および第2カットオフ周波数 f_{c_B} について、 $f_{c_A} = 1$ [Hz] となり、 $f_{c_B} = 3$ [Hz] となるように設定される。
- [0056] 上述したように、第2アシスト量が増加変化する場合には、ローパスフィ

ルタ 20 のカットオフ周波数が第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} に設定される。そのため、第 2 アシスト量は、緩慢に増加する。一方、第 2 アシスト量が減少変化する場合には、ローパスフィルタ 20 のカットオフ周波数が第 2 カットオフ周波数 f_{c_B} に設定される。そのため、第 2 アシスト量は、急激に減少する。

[0057] ここで、第 2 カットオフ周波数 f_{c_B} の値が大きく設定されるほど、第 2 アシスト量は、より急激に減少する。第 2 アシスト量の急激な減少変化は、第 2 アシスト量が不連続に変化しているように運転者に伝わり、その結果、運転者が違和感を持つ。そのため、第 2 カットオフ周波数 f_{c_B} は、例えば、5 Hz 以下に設定されることが望ましい。

[0058] このようなローパスフィルタ 20 の構成によって、横断勾配推定器 18 によって推定される横断勾配の推定値に含まれるノイズを低減することができる。なお、横断勾配の推定値に含まれるノイズの周波数は、例えば、10 Hz 以上である。

[0059] また、このようなローパスフィルタ 20 の構成において、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を第 2 カットオフ周波数 f_{c_B} よりも低い値にすることによって、横断勾配に対応して操舵アシストトルクをより滑らかに出力することができる。その結果、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することが可能となる。

[0060] 比較例として、ローパスフィルタ 20 のカットオフ周波数が固定となる構成である場合、横断勾配がゼロになっても、第 2 アシスト量がすぐに減少せず、操舵トルクのアシストが継続され、その結果、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉する可能性がある。

[0061] これに対して、実施の形態 1 のようにローパスフィルタ 20 のカットオフ周波数が可変となる構成によって、第 2 アシスト量が速やかに減少する。したがって、上述したように、横断勾配の推定値に含まれるノイズを低減しつつ、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することが可能となる。

- [0062] モータ制御器 21 は、ローパスフィルタ 20 によって出力される第 2 アシスト量を用いて、操舵アシストトルクを発生させるモータ 5 を制御する。具体的には、モータ制御器 21 は、ローパスフィルタ 20 から入力された第 2 アシスト量を、目標トルクとし、その目標トルクと、モータ 5 が発生させる操舵アシストトルクとが一致するようにモータ駆動器 17 にモータ 5 を駆動させる。なお、モータ制御器 21 は、第 2 アシスト量と、その他公知の操舵制御が適用される場合に演算されるアシスト量とを足し合わせることで得られる値を、目標トルクとするように構成されていてもよい。
- [0063] 次に、操舵制御装置 12 の動作について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は、本発明の実施の形態 1 における操舵制御装置 12 の一連の動作を示すフローチャートである。図 5 に示すフローチャートの処理は、例えば、予め設定される制御周期で繰り返し実行される。
- [0064] ステップ S1 において、横断勾配推定器 18 は、インターフェース部 13 を介して、車速センサ 8 から車速を取得し、ヨーレートセンサ 9 からヨーレートを取得し、横加速度センサ 10 から横加速度を取得する。その後、処理がステップ S2 へと進む。
- [0065] ステップ S2 において、横断勾配推定器 18 は、ステップ S1 で取得された車速、ヨーレートおよび横加速度を用いて、横断勾配を推定する。その後、処理がステップ S3 へと進む。
- [0066] ステップ S3 において、アシスト量演算器 19 は、ステップ S2 で推定された横断勾配を用いて、第 1 アシスト量を演算する。その後、処理がステップ S4 へと進む。
- [0067] ステップ S4 において、ローパスフィルタ 20 は、ステップ S3 で演算された第 1 アシスト量に対してローパスフィルタ処理を施すことで、第 2 アシスト量を演算する。その後、処理がステップ S5 へと進む。
- [0068] ステップ S5 において、モータ制御器 21 は、ステップ S4 で演算された第 2 アシスト量を用いて、モータ 5 を制御する。具体的には、モータ制御器 21 は、ステップ S4 で演算された第 2 アシスト量を用いて、モータ 5 に流

れるモータ電流を制御する。これにより、モータ5は、モータ電流に応じた操舵アシストトルクを発生させ、横断勾配路を走行するために必要な運転者の操舵をアシストする。その後、処理が終了となる。

[0069] 以上、本実施の形態1によれば、操舵制御装置は、路面の横断勾配を推定する横断勾配推定器と、横断勾配推定器によって推定された横断勾配に基づいて第1アシスト量を演算するアシスト量演算器と、アシスト量演算器によって演算された第1アシスト量に対して、ローパスフィルタ処理を施すことで、ローパスフィルタ処理後の第1アシスト量を、第2アシスト量として出力するローパスフィルタと、ローパスフィルタによって出力される第2アシスト量を用いて、操舵アシストトルクを発生させるモータを制御するモータ制御器と、を備えて構成されている。

[0070] また、ローパスフィルタは、第2アシスト量が増加変化する場合と、第2アシスト量が減少変化する場合とに応じて、ローパスフィルタのカットオフ周波数を、第1カットオフ周波数と、第1カットオフ周波数よりも高い値に設定される第2カットオフ周波数との間で切り替えるように構成されている。

[0071] このように、車両が走行する路面の横断勾配を推定し、推定された横断勾配に基づいた第2アシスト量を加味した操舵アシストトルクをモータが発生させるように構成されているので、路面の横断勾配の変化に対応して運転者の操舵をアシストすることができる。また、カットオフ周波数が可変であるローパスフィルタが用いられることによって、アシスト量の変化が調整されるので、横断勾配の推定値に含まれるノイズを低減しつつ、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することが可能となる。

[0072] つまり、上述のように操舵制御装置を構成することで、路面の横断勾配の変化に対応して運転者の操舵をアシストしつつ、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。

[0073] 実施の形態2.

本発明の実施の形態2では、先の実施の形態1の構成に対して、処理器2

4 およびアシスト量補正器 22 を備えて構成されている操舵制御装置 12 について説明する。なお、実施の形態 2 では、先の実施の形態 1 と同様である点の説明を省略し、先の実施の形態 1 と異なる点を中心に説明する。

[0074] 図 6 は、本発明の実施の形態 2 における操舵制御装置 12 の構成を示すブロック図である。図 6 において、操舵制御装置 12 は、インターフェース部 13、横断勾配推定器 18、処理器 24、アシスト量演算器 19、アシスト量補正器 22、ローパスフィルタ 20、モータ制御器 21 およびモータ駆動器 17 を備える。

[0075] 処理器 24 は、横断勾配推定器 18 によって推定された横断勾配に対して、後述するレートリミッタ処理および不感帯処理を施し、これらの処理後の横断勾配をアシスト量演算器 19 に出力する。アシスト量演算器 19 は、処理器 24 から入力された横断勾配を用いて、先の実施の形態 1 と同様に、第 1 アシスト量を演算する。

[0076] ここで、処理器 24 によって行われるレートリミッタ処理について説明する。通常、路面の横断勾配は、急激な変化を抑えるために、すりつけ部によって連続的に変化するようになっている。レートリミッタの閾値は、このすりつけ部相当の値に設定される。これにより、横断勾配推定器 18 によって推定される横断勾配の急激な変化をレートリミッタ処理によって制限することが可能となる。横断勾配の急激な変化は、車両が悪路等を走行した場合に生じる。

[0077] このように、処理器 24 は、横断勾配推定器 18 によって推定された横断勾配に対してレートリミッタ処理を施すように構成されている。このような構成によって、路面の横断勾配の変化が法規で決まっており、推定された横断勾配の変化が、レートリミッタの閾値として設定する横断勾配の変化よりも大きい場合であっても、横断勾配の急激な変化を抑えることができる。これにより、アシスト量の急激な変化を抑制することができ、結果として、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。

- [0078] 続いて、処理器 24 によって行われる不感帯処理について説明する。不感帯処理によって、横断勾配の微小な変化に対するアシスト量の変化を抑制することができる。
- [0079] すなわち、横断勾配の微小な変化に対してアシスト量が増加する場合、運転者は、ハンドル中立付近にてハンドルの変動を感じてしまう。その結果、運転者が煩わしさを感じる可能性がある。これに対して、不感帯処理によって、運転者が煩わしさを感じることを抑制することができ、結果として、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。
- [0080] なお、処理器 24 は、横断勾配推定器 18 から入力された横断勾配に対して、レートリミッタ処理および不感帯処理のいずれか一方の処理を施すように構成されていてもよい。
- [0081] このように、処理器 24 は、横断勾配推定器 18 によって推定された横断勾配に対して、レートリミッタ処理および不感帯処理の少なくとも一方の処理を施すように構成されている。
- [0082] アシスト量補正器 22 は、インターフェース部 13 を介して、操舵トルクセンサ 4 から操舵トルクを取得する。アシスト量補正器 22 は、ローパスフィルタ 20 から第 2 アシスト量の前回値を取得する。
- [0083] アシスト量補正器 22 は、取得した操舵トルクおよび第 2 アシスト量の前回値に基づいて、アシスト量演算器 19 によって演算された第 1 アシスト量を補正し、補正後の第 1 アシスト量をローパスフィルタ 20 に出力する。ローパスフィルタ 20 は、アシスト量補正器 22 から入力された第 1 アシスト量に対して、先の実施の形態 1 で説明したローパスフィルタ処理を施すことで、第 2 アシスト量を演算する。
- [0084] アシスト量補正器 22 の構成について、図 7 を参照しながら説明する。図 7 は、本発明の実施の形態 2 におけるアシスト量補正器 22 の構成を示すブロック図である。
- [0085] 図 7 において、アシスト量補正器 22 は、補正部 221、出力部 222、

判定部 223、切り替え部 224 および乗算部 225 を備える。

- [0086] 補正部 221 は、操舵トルク／補正ゲインマップに従って、操舵トルクセンサ 4 から入力された操舵トルクの大きさに対応する補正ゲインを演算する。補正部 221 は、演算した補正ゲインを切り替え部 224 に出力する。なお、操舵トルク／補正ゲインマップは、操舵トルクの大きさと、対応する補正ゲインとが関連付けられたマップであり、操舵トルクの大きさが大きくなるにつれて補正ゲインが 1 から 0 に減少するように予め設定される。
- [0087] 出力部 222 は、固定値である 1 を切り替え部 224 に出力する。判定部 223 は、操舵トルクセンサ 4 から入力された操舵トルクの符号と、ローパスフィルタ 20 から入力された第 2 アシスト量の前回値の符号とを比較する。判定部 223 は、その比較によって、操舵トルクの符号と第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であるか否かを判定する。判定部 223 は、その判定結果を切り替え部 224 に出力する。
- [0088] 切り替え部 224 は、判定部 223 の出力値である判定結果に基づいて、補正部 221 の出力値と出力部 222 の出力値とのいずれかを選択し、選択した方の値を乗算部 225 に出力する。
- [0089] 切り替え部 224 は、操舵トルクの符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であると判定された場合には、補正部 221 の出力値を乗算部 225 に出力する。一方、切り替え部 224 は、操舵トルクの符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆でない、すなわち、これらの符号が互いに同符号であると判定された場合には、出力部 222 の出力値を乗算部 225 に出力する。
- [0090] 乗算部 225 は、アシスト量演算器 19 から入力された第 1 アシスト量に、切り替え部 224 の出力値を乗算することで得られる値をローパスフィルタ 20 に出力する。
- [0091] このように、アシスト量補正器 22 は、操舵トルクの符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに同符号である場合には、第 1 アシスト量を補正することなく、ローパスフィルタ 20 に出力する。操舵トルクの符号と第

2アシスト量の前回値の符号とが互いに同符号であることは、運転者の操舵の方向と、操舵アシストトルクの方向とが同じであることと等価である。

[0092] 一方、アシスト量補正器22は、操舵トルクの符号と、第2アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆である場合には、操舵トルクの大きさに応じて第1アシスト量が小さくなるように補正し、その補正後の第1アシスト量をローパスフィルタ20に出力する。

[0093] 操舵トルクの符号と第2アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆である場合、車両が横断勾配路を下る方向に運転者が操舵していると考えられる。この場合、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉する可能性がある。

[0094] そこで、アシスト量補正器22は、操舵トルクの符号と、第2アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆である場合、操舵トルクの大きさに応じて第1アシスト量が小さくなるように補正するように構成されている。このような構成によって、第1アシスト量を小さくすることができ、その結果、第2アシスト量も小さくすることができる。これにより、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。

[0095] このように、アシスト量補正器22は、アシスト量演算器19によって演算された第1アシスト量を、車両の操舵状態に応じて補正するように構成されている。具体的には、アシスト量補正器22は、操舵トルクセンサ4によって検出された操舵トルクを、車両の操舵状態として取得し、取得した操舵トルクに応じて、第1アシスト量を補正するように構成されている。

[0096] なお、アシスト量補正器22は、図8に示すように、車両のギア位置が後退ギアであるか否かを示す後退ギア判定を、車両の操舵状態として取得し、取得した後退ギア判定に応じて、第1アシスト量を補正するように構成されていてもよい。図8は、本発明の実施の形態2におけるアシスト量補正器22の構成の第1の別例を示すブロック図である。

[0097] 図8に示すアシスト量補正器22は、出力部221a、出力部222a、切り替え部223aおよび乗算部224aを備える。

- [0098] 出力部221aは、固定値である0を切り替え部223aに出力する。出力部222aは、固定値である1を切り替え部223aに出力する。
- [0099] 切り替え部223aには、上述した後退ギア判定が入力される。切り替え部223aは、入力される後退ギア判定に基づいて、出力部221aの出力値および出力部222aの出力値のいずれかを選択し、選択した方の値を乗算部224aに出力する。
- [0100] 切り替え部223aは、後退ギア判定において、車両のギア位置が後退ギアであることを示す場合には、出力部221aの出力値を切り替え部223aに出力する。一方、切り替え部223aは、後退ギア判定において、車両のギア位置が後退ギアであることを示さない場合には、出力部222aの出力値を切り替え部223aに出力する。
- [0101] 乗算部224aは、アシスト量演算器19から入力された第1アシスト量に、切り替え部223aの出力値を乗算することで得られる値をローパスフィルタ20に出力する。
- [0102] このように、アシスト量補正器22は、車両のギア位置が後退ギアである場合、すなわち、車両が後退する場合には、第1アシスト量を0に補正する。これにより、車両が後退する場合、横断勾配に対応するアシストを停止することができる。
- [0103] なお、アシスト量補正器22は、図9に示すように、モータ回転角度センサ7によって検出されたモータ5の回転角度を微分することで得られる操舵速度を、車両の操舵状態として取得し、取得した操舵速度に応じて、第1アシスト量を補正するように構成されていてもよい。図9は、本発明の実施の形態2におけるアシスト量補正器22の構成の第2の別例を示すブロック図である。
- [0104] 図9に示すアシスト量補正器22は、補正部221b、出力部222b、判定部223b、切り替え部224bおよび乗算部225bを備える。
- [0105] 補正部221bは、操舵速度／補正ゲインマップに従って、入力された操舵速度の大きさに対応する補正ゲインを演算し、その補正ゲインを切り替え

部 2 2 4 b に出力する。なお、操舵速度／補正ゲインマップは、操舵速度の大きさと、対応する補正ゲインとが関連付けられたマップであり、操舵速度の大きさが大きくなるにつれて補正ゲインが 1 から 0 に減少するように予め設定される。

[0106] 補正部 2 2 1 b および判定部 2 2 3 b に入力される操舵速度は、操舵制御装置 1 2 によって演算される。この操舵速度は、上述したように、モータ回転角度センサ 7 によって検出されるモータ 5 の回転角度を微分することで得られる。

[0107] 出力部 2 2 2 b は、固定値である 1 を切り替え部 2 2 4 に出力する。判定部 2 2 3 b は、入力された操舵速度の符号と、ローパスフィルタ 2 0 から入力された第 2 アシスト量の前回値の符号とを比較する。判定部 2 2 3 b は、その比較によって、操舵速度の符号と第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であるか否かを判定する。判定部 2 2 3 b は、その判定結果を切り替え部 2 2 4 b に出力する。

[0108] 切り替え部 2 2 4 b は、判定部 2 2 3 b の出力値である判定結果に基づいて、補正部 2 2 1 b の出力値と出力部 2 2 2 b の出力値とのいずれかを選択し、選択した方の値を乗算部 2 2 5 b に出力する。

[0109] 切り替え部 2 2 4 b は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であると判定された場合には、出力部 2 2 2 b の出力値を乗算部 2 2 5 b に出力する。一方、切り替え部 2 2 4 b は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆でない、すなわち、これらの符号が互いに同符号であると判定された場合には、補正部 2 2 1 b の出力値を乗算部 2 2 5 b に出力する。

[0110] 乗算部 2 2 5 b は、アシスト量演算器 1 9 から入力された第 1 アシスト量に、切り替え部 2 2 4 b の出力値を乗算することで得られる値をローパスフィルタ 2 0 に出力する。

[0111] このように、アシスト量補正器 2 2 は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆である場合には、第 1 アシスト量を補正

することなく、ローパスフィルタ 20 に出力する。

[0112] 操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに同符号である場合、車両が横断勾配路を登る方向に運転者が操舵していると考えられる。この場合、横断勾配に対応するアシストが不要である。

[0113] そこで、アシスト量補正器 22 は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに同符号である場合、操舵速度の大きさに応じて第 1 アシスト量が小さくなるように補正するように構成されている。このような構成によって、車両が横断勾配路を登る方向に運転者が操舵している状況での横断勾配に対応するアシスト量を低減させることができる。

[0114] 以上、本実施の形態 2 によれば、操舵制御装置は、先の実施の形態 1 の構成に対して、アシスト量演算器によって演算された第 1 アシスト量を、車両の操舵状態に応じて補正するアシスト量補正器をさらに備えて構成されている。これにより、先の実施の形態 1 と同様の効果が得られるとともに、さらに、車両の操舵状態によって必要に応じて横断勾配に対応するアシスト量を低減させることができる。

[0115] 実施の形態 3.

本発明の実施の形態 3 では、先の実施の形態 2 の構成に対して、アシスト量補正器 22 の代わりに、カットオフ周波数調整器 23 を備えて構成されている操舵制御装置 12 について説明する。なお、実施の形態 3 では、先の実施の形態 1 および 2 と同様である点の説明を省略し、先の実施の形態 1 および 2 と異なる点を中心に説明する。

[0116] 図 10 は、本発明の実施の形態 3 における操舵制御装置 12 の構成を示すブロック図である。図 10 において、操舵制御装置 12 は、インターフェース部 13、横断勾配推定器 18、処理器 24、アシスト量演算器 19、カットオフ周波数調整器 23、ローパスフィルタ 20、モータ制御器 21 およびモータ駆動器 17 を備える。

[0117] カットオフ周波数調整器 23 は、インターフェース部 13 を介して、操舵トルクセンサ 4 から操舵トルクを取得する。カットオフ周波数調整器 23 は

、ローパスフィルタ20から第2アシスト量の前回値を取得する。

[0118] カットオフ周波数調整器23は、取得した操舵トルクおよび第2アシスト量の前回値に基づいて、ローパスフィルタ20の第1カットオフ周波数 f_{c_A} を調整し、調整後の第1カットオフ周波数 f_{c_A} をローパスフィルタ20に与える。ローパスフィルタ20は、カットオフ周波数調整器23から与えられた調整後の第1カットオフ周波数 f_{c_A} を用いて、アシスト量演算器19から入力された第1アシスト量に対して、先の実施の形態1で説明したローパスフィルタ処理を施すことで、第2アシスト量を演算する。

[0119] カットオフ周波数調整器23の構成について、図11を参照しながら説明する。図11は、本発明の実施の形態3におけるカットオフ周波数調整器23の構成を示すブロック図である。

[0120] 図11において、カットオフ周波数調整器23は、出力部231、出力部232、判定部233、切り替え部234および乗算部235を備える。

[0121] 出力部231は、固定値である0を切り替え部234に出力する。出力部232は、固定値である1を切り替え部234に出力する。

[0122] 判定部233は、操舵トルクセンサ4から入力された操舵トルクの符号と、ローパスフィルタ20から入力された第2アシスト量の前回値の符号とを比較する。判定部233は、その比較によって、操舵トルクの符号と第2アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であるか否かを判定する。判定部233は、その判定結果を切り替え部234に出力する。

[0123] 切り替え部234は、判定部233の出力値である判定結果に基づいて、出力部231の出力値と出力部232の出力値とのいずれかを選択し、選択した方の値を乗算部235に出力する。

[0124] 切り替え部234は、操舵トルクの符号と、第2アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であると判定された場合には、出力部231の出力値を乗算部235に出力する。一方、切り替え部234は、操舵トルクの符号と、第2アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆でない、すなわち、これらの符号が互いに同符号であると判定された場合には、出力部232の出力

値を乗算部 235 に出力する。

- [0125] 乗算部 235 は、ローパスフィルタ 20 の第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} に、切り替え部 234 の出力値を乗算することで得られる値をローパスフィルタ 20 に与える。
- [0126] このように、カットオフ周波数調整器 23 は、操舵トルクの符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆である場合には、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を 0 に調整する。これにより、車両が横断勾配路を下る方向に運転者が操舵していると考えられる場合に第 2 アシスト量が増加することを抑制することができる。その結果、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。
- [0127] カットオフ周波数調整器 23 は、操舵トルクの符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆である場合、第 2 カットオフ周波数 f_{c_B} を予め設定される設定値になるように大きく調整してもよい。これにより、アシスト量の減少を早めることができ、結果として、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。
- [0128] なお、カットオフ周波数調整器 23 は、図 12 に示すように、車両のギア位置が後退ギアであるか否かを示す後退ギア判定を、車両の操舵状態として取得し、取得した後退ギア判定に応じて、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を調整するように構成されていてもよい。図 12 は、本発明の実施の形態 3 におけるカットオフ周波数調整器 23 の構成の第 1 の別例を示すブロック図である。
- [0129] 図 12 に示すカットオフ周波数調整器 23 は、出力部 231 a、出力部 232 a、切り替え部 233 a および乗算部 234 a を備える。
- [0130] 出力部 231 a は、固定値である 0 を切り替え部 233 a に出力する。出力部 232 a は、固定値である 1 を切り替え部 233 a に出力する。
- [0131] 切り替え部 233 a には、上述した後退ギア判定が入力される。切り替え部 233 a は、入力される後退ギア判定に基づいて、出力部 231 a の出力値および出力部 232 a の出力値のいずれかを選択し、選択した方の値を乗

算部 234 a に出力する。

[0132] 切り替え部 233 a は、後退ギア判定において、車両のギア位置が後退ギアであることを示す場合には、出力部 231 a の出力値を切り替え部 233 a に出力する。一方、切り替え部 233 a は、後退ギア判定において、車両のギア位置が後退ギアであることを示さない場合には、出力部 232 a の出力値を切り替え部 233 a に出力する。

[0133] 乗算部 234 a は、ローパスフィルタ 20 の第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} に、切り替え部 233 a の出力値を乗算することで得られる値をローパスフィルタ 20 に出力する。

[0134] このように、カットオフ周波数調整器 23 は、車両のギア位置が後退ギアである場合、すなわち、車両が後退する場合には、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を 0 に調整する。これにより、車両が後退する場合、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} が 0 になるので、第 2 アシスト量の増加が停止する。

[0135] なお、カットオフ周波数調整器 23 は、図 13 に示すように、モータ回転角度センサ 7 によって検出されたモータ 5 の回転角度を微分することで得られる操舵速度を、車両の操舵状態として取得し、取得した操舵速度に応じて、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を調整するように構成されていてもよい。図 13 は、本発明の実施の形態 3 におけるカットオフ周波数調整器 23 の構成の第 2 の別例を示すブロック図である。

[0136] 図 13 に示すカットオフ周波数調整器 23 は、出力部 231 b、出力部 232 b、判定部 233 b、切り替え部 234 b および乗算部 235 b を備える。

[0137] 判定部 233 b に入力される操舵速度は、操舵制御装置 12 によって演算される。この操舵速度は、モータ回転角度センサ 7 によって検出されるモータ 5 の回転角度を微分することで得られる。

[0138] 判定部 233 b は、入力された操舵速度の符号と、ローパスフィルタ 20 から入力された第 2 アシスト量の前回値の符号とを比較する。判定部 233 b は、その比較によって、操舵速度の符号と第 2 アシスト量の前回値の符号

とが互いに正負逆であるか否かを判定する。判定部 233 b は、その判定結果を切り替え部 234 b に出力する。

[0139] 切り替え部 234 b は、判定部 233 b の出力値である判定結果に基づいて、出力部 231 b の出力値と出力部 232 b の出力値とのいずれかを選択し、選択した方の値を乗算部 235 b に出力する。

[0140] 切り替え部 234 b は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆であると判定された場合には、出力部 232 b の出力値を乗算部 235 b に出力する。一方、切り替え部 234 b は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに正負逆でない、すなわち、これらの符号が互いに同符号であると判定された場合には、出力部 231 b の出力値を乗算部 235 b に出力する。

[0141] 乗算部 235 b は、ローパスフィルタ 20 の第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} に、切り替え部 234 b の出力値を乗算することで得られる値をローパスフィルタ 20 に与える。

[0142] このように、カットオフ周波数調整器 23 は、操舵速度の符号と、第 2 アシスト量の前回値の符号とが互いに同符号である場合には、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を 0 に調整する。これにより、車両が横断勾配路を登る方向に運転者が操舵していると考えられる場合、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} が 0 になるので、第 2 アシスト量の増加が停止する。

[0143] なお、カットオフ周波数調整器 23 は、演算される操舵速度および検出されるヨーレートに基づいて、車両が直進走行しているか否かを判定し、その判定結果に基づいて、ローパスフィルタ 20 の第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を調整するように構成されていてもよい。なお、操舵速度閾値およびヨーレート閾値は、予め設定される値である。

[0144] この場合、カットオフ周波数調整器 23 は、操舵速度が操舵速度閾値よりも小さく、かつ、ヨーレートがヨーレート閾値よりも小さい場合には、車両が直進走行していると判定し、そうでない場合には、車両が直進走行していないと判定する。

[0145] カットオフ周波数調整器 23 は、車両が直進走行してないと判定した場合、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} を 0 に調整する一方、車両が直進走行していると判定した場合には、第 1 カットオフ周波数 f_{c_A} の調整を行わない。これにより、横断勾配路を車両が直進走行している場合には、アシスト量を増加させることができ、横断勾配路を車両が直進走行していない場合には、アシスト量の増加を停止させることができる。その結果、操舵トルクのアシストが運転者の操舵と干渉することを抑制することができる。

[0146] 以上、本実施の形態 3 によれば、操舵制御装置は、先の実施の形態 2 の構成に対して、アシスト量補正器の代わりに、ローパスフィルタの第 1 カットオフ周波数を、車両の操舵状態に応じて調整するカットオフ周波数調整器をさらに備えて構成されている。このように構成した場合であっても、先の実施の形態 2 と同様の効果が得られる。

[0147] 実施の形態 4.

本発明の実施の形態 4 では、先の実施の形態 1 ~ 3 と異なる方法によってアシスト量演算器 19 が第 1 アシスト量を演算するように構成されている操舵制御装置 12 について説明する。なお、実施の形態 4 では、先の実施の形態 1 ~ 3 と同様である点の説明を省略し、先の実施の形態 1 ~ 3 と異なる点を中心に説明する。

[0148] 図 14 は、本発明の実施の形態 4 における操舵制御装置 12 の構成を示すブロック図である。図 14 において、操舵制御装置 12 は、インターフェース部 13、横断勾配推定器 18、アシスト量演算器 19、ローパスフィルタ 20、モータ制御器 21 およびモータ駆動器 17 を備える。

[0149] 横断勾配推定器 18 は、インターフェース部 13 を介して、車速センサ 8 から車速を取得し、自車位置推定器 25 から自車位置を取得する。自車位置推定器 25 は、自車が走行している位置である自車位置を、公知の方法によって推定し、その自車位置を出力する。

[0150] 横断勾配推定器 18 は、走行路情報を記憶している。走行路情報は、自車位置と、自車位置に対応する横断勾配および路面曲率とが関連付けられたデ

ータであり、予め設定される。なお、横断勾配推定器 18 は、ナビゲーションシステムを用いて構成されていてもよい。

[0151] 横断勾配推定器 18 は、自車位置推定器 25 から取得した自車位置に対応する横断勾配および路面曲率を、走行路情報から決定し、決定した横断勾配および路面曲率をアシスト量演算器 19 に出力する。横断勾配推定器 18 は、車速センサ 8 から取得した車速をアシスト量演算器 19 に出力する。

[0152] なお、横断勾配推定器 18 は、車両に設けられた加速度センサおよび角速度センサのそれぞれの検出値を用いて、公知の手法によって、横断勾配および路面曲率を推定するように構成されていてもよい。

[0153] アシスト量演算器 19 は、横断勾配推定器 18 から入力された横断勾配、路面曲率および車速に基づいて、第 1 アシスト量を演算し、演算した第 1 アシスト量をローパスフィルタ 20 に出力する。ローパスフィルタ 20 は、アシスト量演算器 19 から入力された第 1 アシスト量に対して、先の実施の形態 1 で説明したローパスフィルタ処理を施すことで、第 2 アシスト量を演算する。

[0154] ここで、アシスト量演算器 19 が第 1 アシスト量を演算する方法の例について、図 15 を参照しながら説明する。図 15 は、本発明の実施の形態 4 における車両に作用する横断勾配による外乱および遠心力による外乱を模式的に示す図である。

[0155] アシスト量演算器 19 は、横断勾配推定器 18 から入力された横断勾配 θ 、路面曲率 ρ および車速 V を用いて、以下の式 (6) に従って、車両の横方向に作用する外乱 F_{y_dist} を求める。

$$[0156] \quad F_{y_dist} = mg \sin \theta - m \rho V^2 \cos \theta \quad (6)$$

[0157] アシスト量演算器 19 は、上述の外乱 F_{y_dist} をキャンセルするように、先の実施の形態 1 と同様の方法で、補償トルク T_{comp1} を求める。この補償トルク T_{comp1} が第 1 アシスト量に相当する。

[0158] このように、アシスト量演算器 19 は、横断勾配推定器 18 から入力された横断勾配、路面曲率および車速に基づいて第 1 アシスト量を演算するよう

に構成されている。このような構成によって、車速が低く、横断勾配による外乱と遠心力による外乱が釣り合わない結果として、車両が偏向する場合であっても、その偏向を抑えるように運転者の操舵をアシストすることが可能となる。

[0159] 以上、本実施の形態4によれば、先の実施の形態1～3とは異なり、横断勾配推定器は、自車位置推定器によって推定された自車位置に対応する横断勾配および路面曲率を、走行路情報から推定するように構成されている。また、アシスト量演算器は、車速センサによって検出された車速と、横断勾配推定器によって推定された横断勾配および路面曲率とに基づいて、第1アシスト量を演算するように構成されている。これにより、先の実施の形態1～3と同様の効果が得られるとともに、車両が偏向する場合にも対応して運転者の操舵をアシストすることが可能となる

[0160] なお、本発明の実施例として実施の形態1～4を説明したが、本発明は実施の形態1～4の各構成に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、実施の形態1～4の各構成を適宜組み合わせたり、各構成に一部変形を加えたり、各構成を一部省略したりすることが可能である。

符号の説明

[0161] 1 ハンドル、2 ステアリング軸、3 転舵輪、4 操舵トルクセンサ、5 モータ、6 減速機構、7 モータ回転角度センサ、8 車速センサ、9 ヨーレートセンサ、10 横加速度センサ、11 電流センサ、12 操舵制御装置、13 インターフェース部、14 CPU、15 ROM、16 RAM、17 モータ駆動器、18 横断勾配推定器、19 アシスト量演算器、20 ローパスフィルタ、201 減算部、202 ゲイン部、203 ゲイン部、204 判定部、205 切り替え部、206 加算部、207 遅延部、21 モータ制御器、22 アシスト量補正器、221 補正部、222 出力部、223 判定部、224 切り替え部、225 乗算部、221a 出力部、222a 出力部、223a 切り替え部、224a 乗算部、221b 補正部、222b 出力部、223b

判定部、224b 切り替え部、225b 乗算部、23 カットオフ周波数調整器、231 出力部、232 出力部、233 判定部、234 切り替え部、235 乗算部、231a 出力部、232a 出力部、233a 切り替え部、234a 乗算部、231b 出力部、232b 出力部、233b 判定部、234b 切り替え部、235b 乗算部、24 処理器、25 自転車位置推定器。

請求の範囲

- [請求項1] 車両が走行する路面の横断勾配を推定する横断勾配推定器と、
前記横断勾配推定器によって推定された前記横断勾配に基づいて第1アシスト量を演算するアシスト量演算器と、
前記アシスト量演算器によって演算された前記第1アシスト量に対して、ローパスフィルタ処理を施し、前記ローパスフィルタ処理後の前記第1アシスト量を、第2アシスト量として出力するローパスフィルタと、
前記ローパスフィルタによって出力される前記第2アシスト量を用いて、操舵アシストトルクを発生させるモータを制御するモータ制御器と、
を備え、
前記ローパスフィルタは、
前記第2アシスト量が増加変化する場合と、前記第2アシスト量が減少変化する場合とに応じて、前記ローパスフィルタのカットオフ周波数を、第1カットオフ周波数と、前記第1カットオフ周波数よりも高い値に設定される第2カットオフ周波数との間で切り替える
操舵制御装置。
- [請求項2] 前記ローパスフィルタは、
前記第2アシスト量が増加変化する場合には、前記カットオフ周波数を前記第1カットオフ周波数にし、前記第2アシスト量が減少変化する場合には、前記カットオフ周波数を前記第2カットオフ周波数にする
請求項1に記載の操舵制御装置。
- [請求項3] 前記アシスト量演算器によって演算された前記第1アシスト量を、前記車両の操舵状態に応じて補正するアシスト量補正器をさらに備えた
請求項1または2に記載の操舵制御装置。

- [請求項4] 前記アシスト量補正器は、前記車両のハンドルを介してステアリング軸に作用する操舵トルクを検出する操舵トルクセンサによって検出された前記操舵トルクを、前記操舵状態として取得し、取得した前記操舵トルクに応じて、前記第1アシスト量を補正する
請求項3に記載の操舵制御装置。
- [請求項5] 前記アシスト量補正器は、前記モータの回転角度を検出するモータ回転角度センサによって検出された前記回転角度を微分することで得られる操舵速度を、前記操舵状態として取得し、取得した前記操舵速度に応じて、前記第1アシスト量を補正する
請求項3に記載の操舵制御装置。
- [請求項6] 前記アシスト量補正器は、前記車両のギア位置が後退ギアであるか否かを示す後退ギア判定を、前記操舵状態として取得し、取得した前記後退ギア判定に応じて、前記第1アシスト量を補正する
請求項3に記載の操舵制御装置。
- [請求項7] 前記ローパスフィルタの前記第1カットオフ周波数を、前記車両の操舵状態に応じて調整するカットオフ周波数調整器をさらに備えた
請求項1または2に記載の操舵制御装置。
- [請求項8] 前記カットオフ周波数調整器は、前記車両のハンドルを介してステアリング軸に作用する操舵トルクを検出する操舵トルクセンサによって検出された前記操舵トルクを、前記操舵状態として取得し、取得した前記操舵トルクに応じて、前記第1カットオフ周波数を調整する
請求項7に記載の操舵制御装置。
- [請求項9] 前記カットオフ周波数調整器は、前記モータの回転角度を検出するモータ回転角度センサによって検出された前記回転角度を微分することで得られる操舵速度を、前記操舵状態として取得し、取得した前記操舵速度に応じて、前記第1カットオフ周波数を調整する
請求項7に記載の操舵制御装置。
- [請求項10] 前記カットオフ周波数調整器は、前記車両のギア位置が後退ギアで

あるか否かを示す後退ギア判定を、前記操舵状態として取得し、取得した前記後退ギア判定に応じて、前記第1カットオフ周波数を調整する

請求項7に記載の操舵制御装置。

[請求項11] 前記横断勾配推定器によって推定された前記横断勾配に対して、レートリミッタ処理および不感帯処理の少なくとも一方の処理を施す処理器をさらに備えた

請求項1から10のいずれか1項に記載の操舵制御装置。

[請求項12] 前記横断勾配推定器は、前記車両の車速を検出する車速センサによって検出された前記車速と、前記車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサによって検出された前記ヨーレートと、前記車両の横加速度を検出する横加速度センサによって検出された前記横加速度とに基づいて、前記横断勾配を推定する

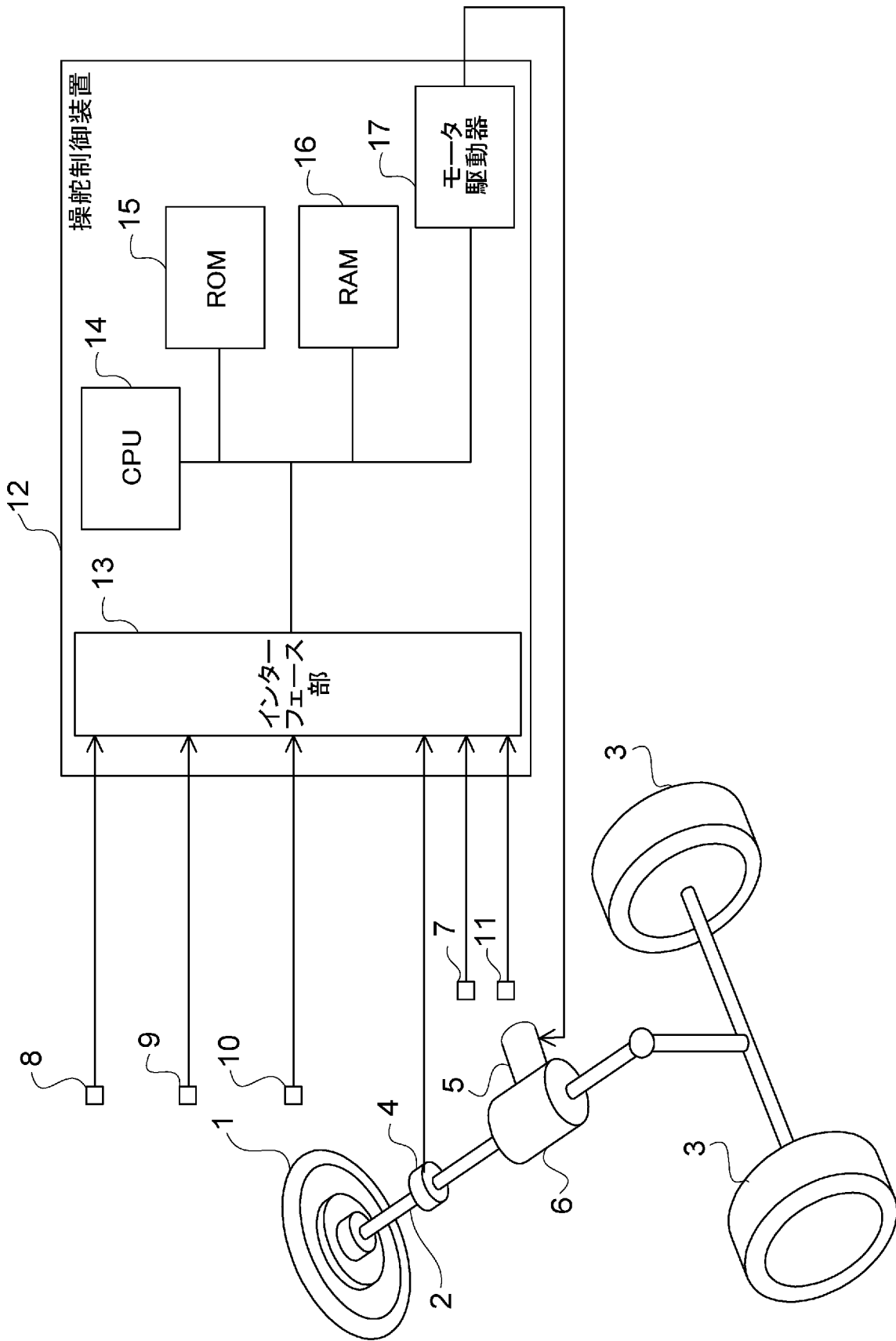
請求項1から11のいずれか1項に記載の操舵制御装置。

[請求項13] 前記横断勾配推定器は、前記車両の自車位置と、前記自車位置に対応する横断勾配および路面曲率とが関連付けられた走行路情報を記憶し、前記自車位置推定器によって推定された前記自車位置に対応する前記横断勾配および前記路面曲率を、前記走行路情報から推定し、

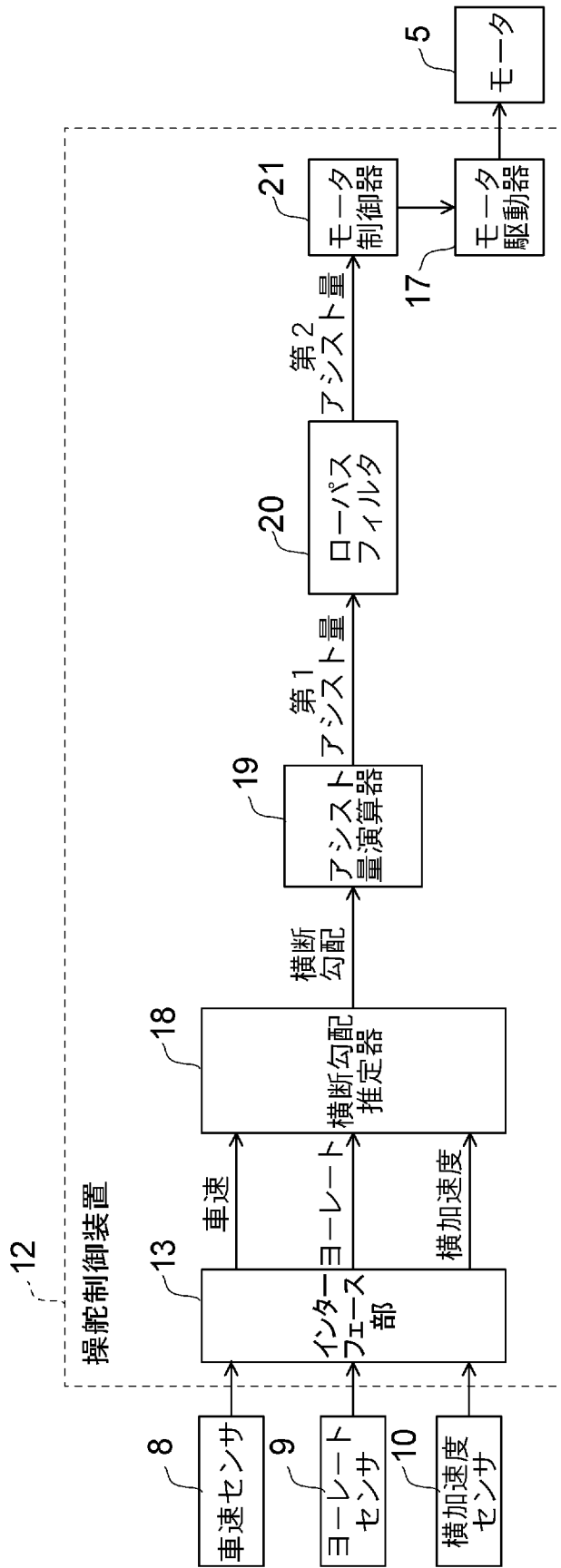
前記アシスト量演算器は、前記車両の車速を検出する車速センサによって検出された前記車速と、前記横断勾配推定器によって推定された前記横断勾配および前記路面曲率とに基づいて、前記第1アシスト量を演算する

請求項1から11のいずれか1項に記載の操舵制御装置。

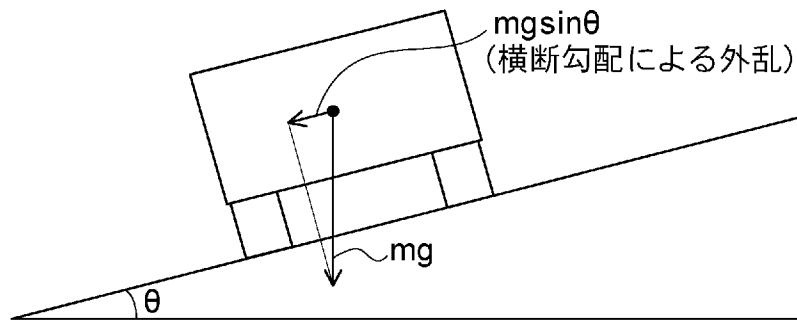
[図1]



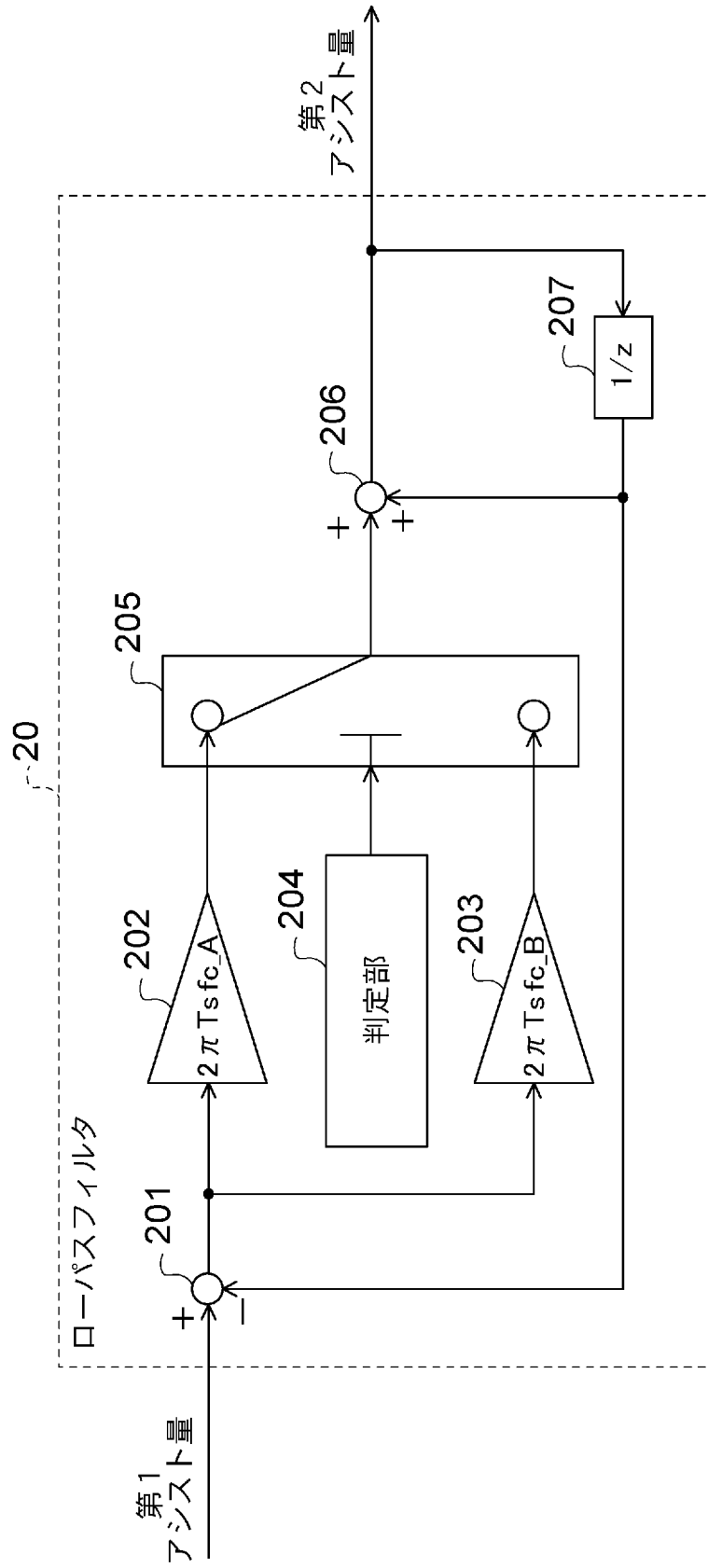
[図2]



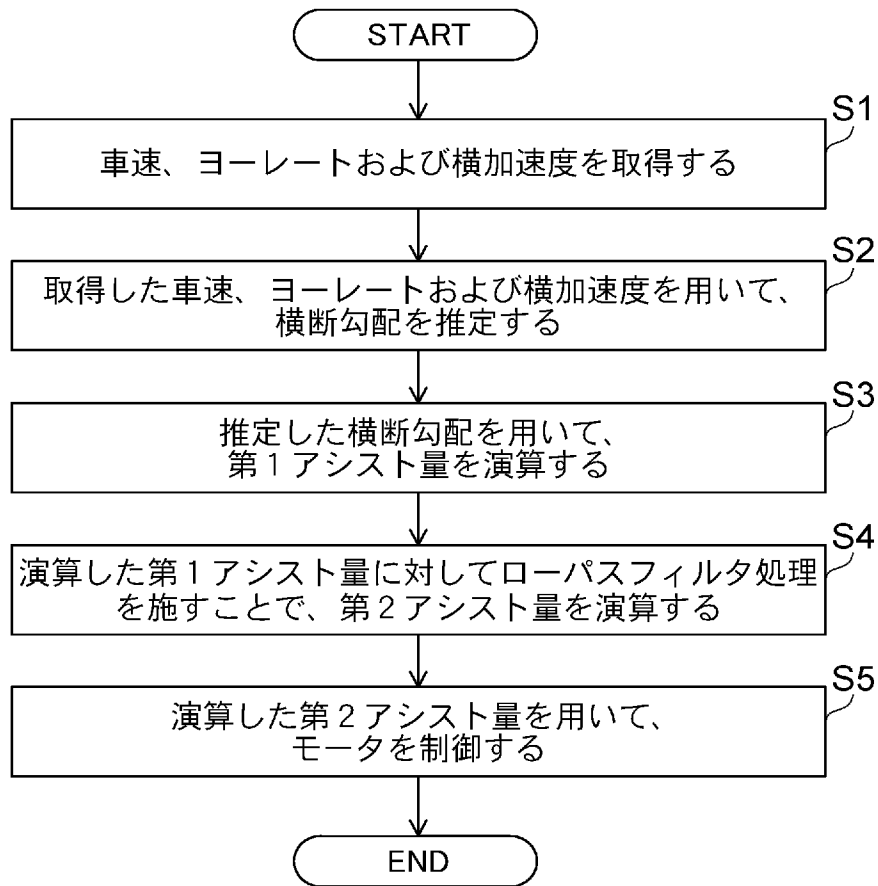
[図3]



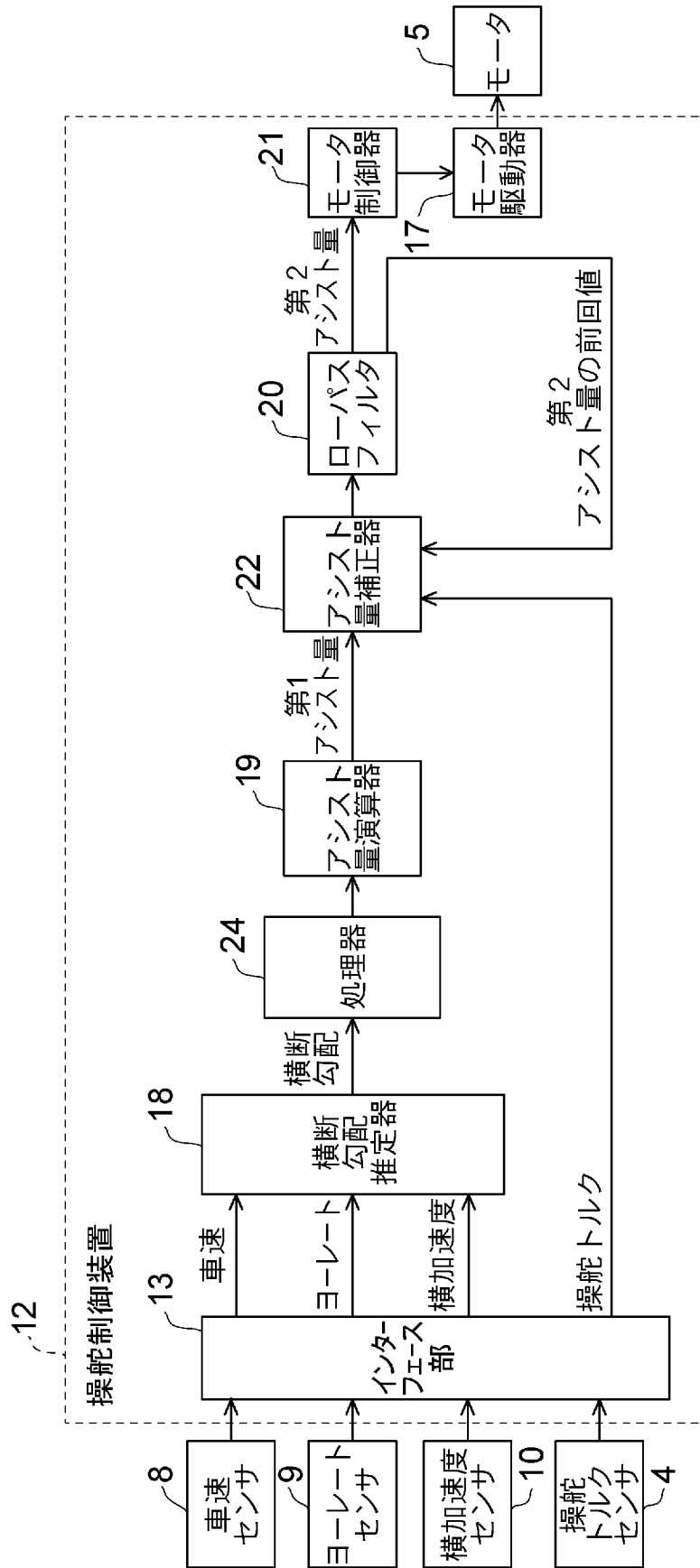
[図4]



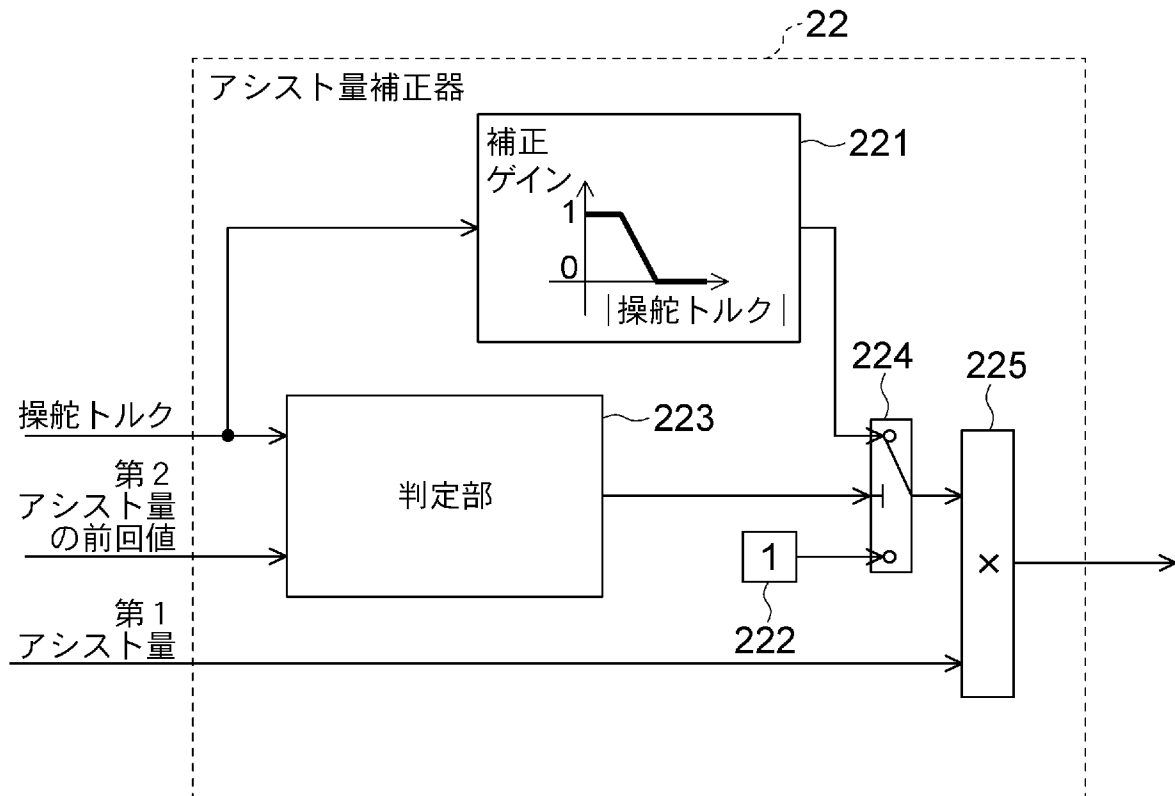
[図5]



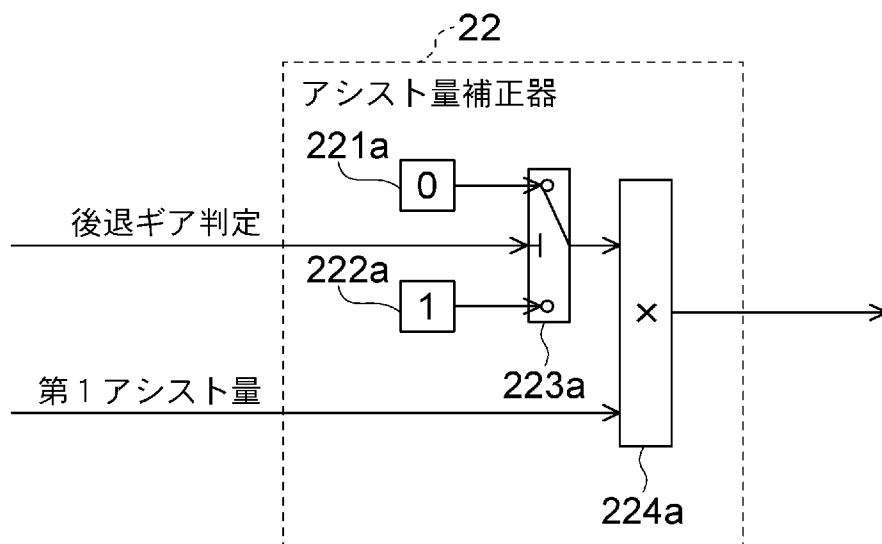
[図6]



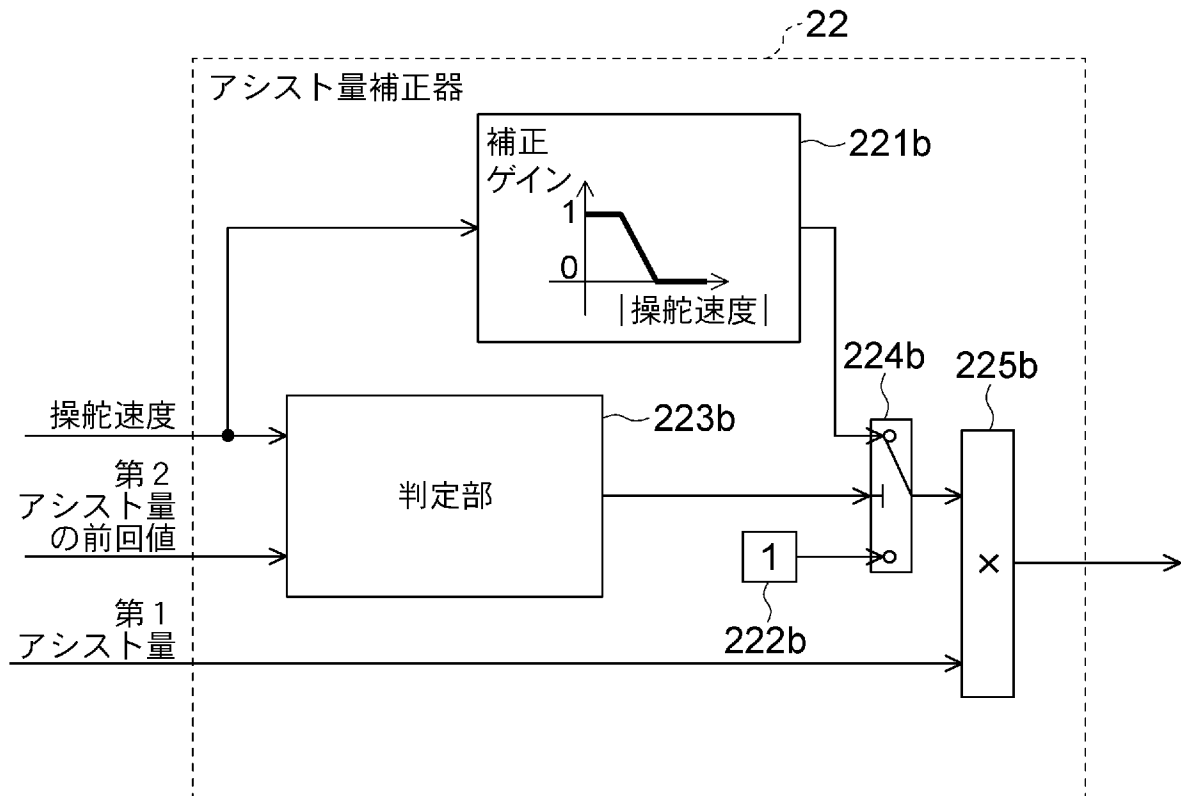
[図7]



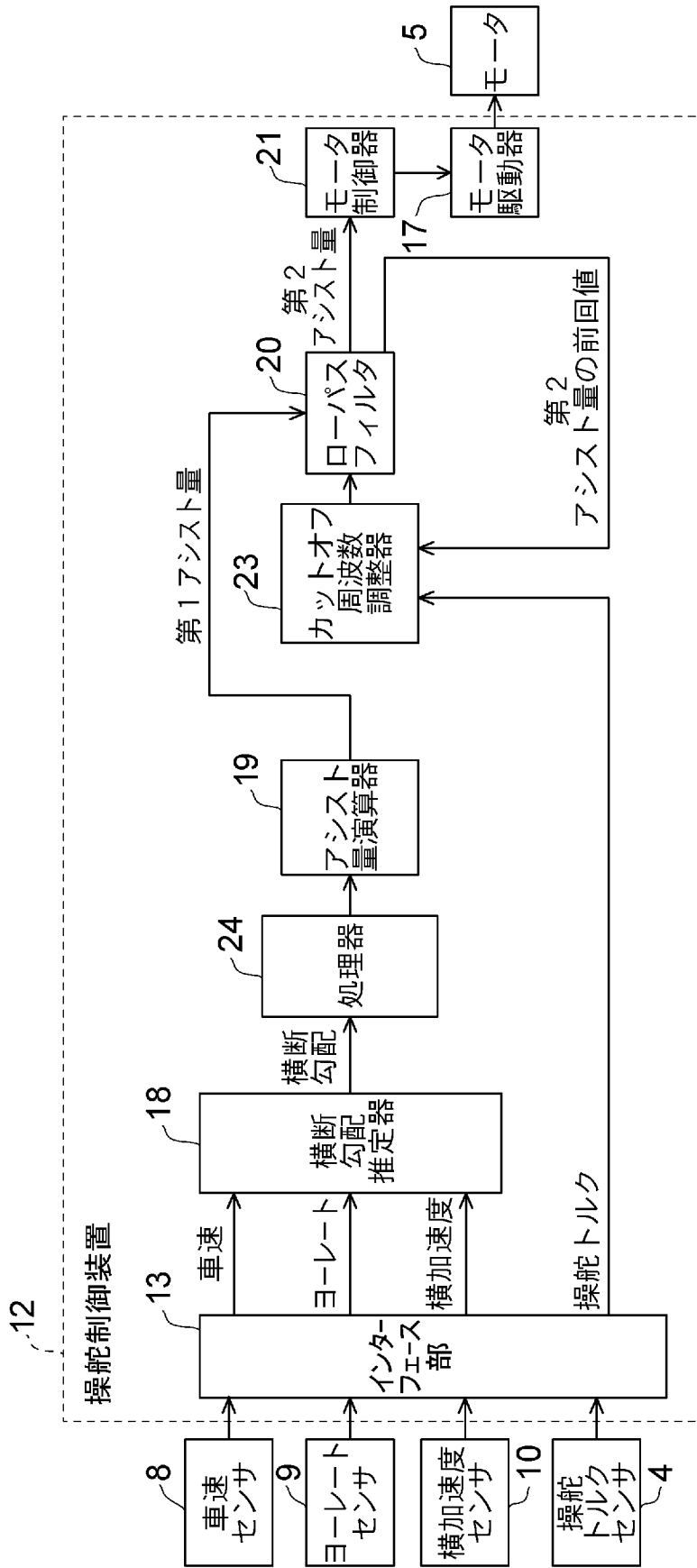
[図8]



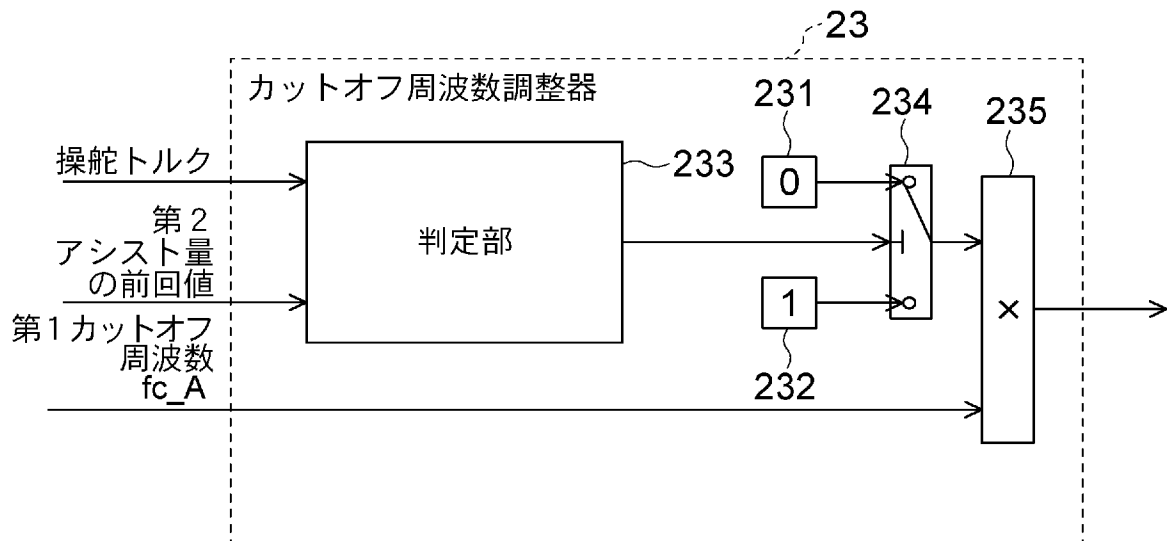
[図9]



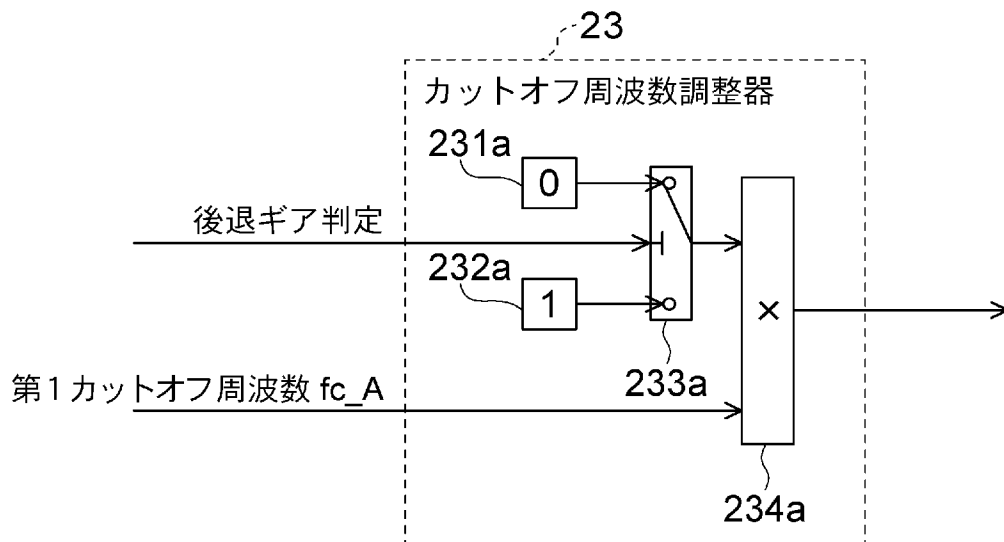
[図10]



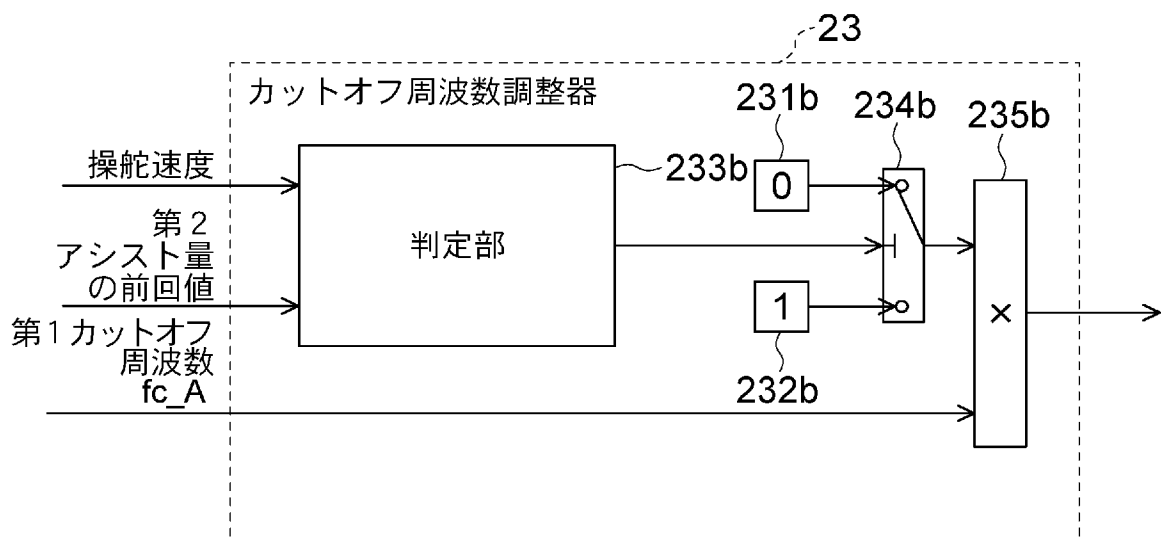
[図11]



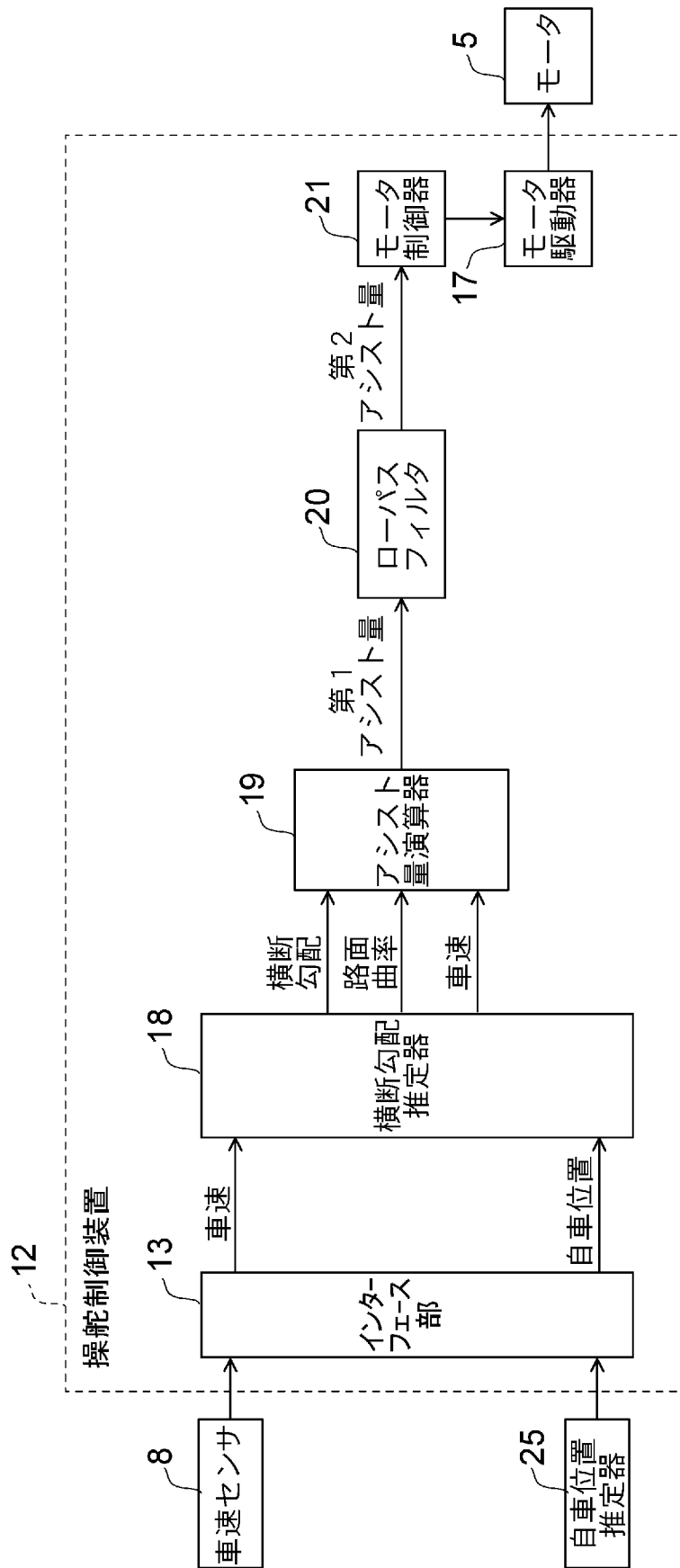
[図12]



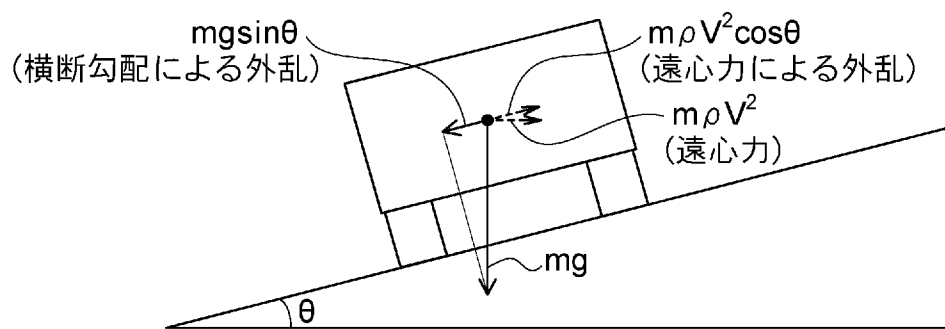
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028665

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B62D6/00 (2006.01) i, B62D5/04 (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)

Int. Cl. B62D6/00, B62D5/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2006-44505 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 16 February 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2018-114934 A (JTEKT CORP.) 26 July 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	WO 2014/054476 A1 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 10 April 2014, entire text, all drawings & EP 2905207 A1 & CN 104736416 A & US 2015/0225014 A1, entire text, all drawings	1-13
A	JP 2000-142433 A (DENSO CORP.) 23 May 2000, entire text, all drawings & DE 19919374 A1 & US 6134490 A, entire text, all drawings	1-13

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
17.10.2018

Date of mailing of the international search report
30.10.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2018/028665

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-112366 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 10 May 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2012-101791 A (DENSO CORP.) 31 May 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2007-153249 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 21 June 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(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（IPC））

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2006-44505 A（本田技研工業株式会社）2006.02.16, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-13
A	JP 2018-114934 A（株式会社ジェイテクト）2018.07.26, 全文、全 図（ファミリーなし）	1-13
A	WO 2014/054476 A1（日産自動車株式会社）2014.04.10, 全文、全図 & EP 2905207 A1 & CN 104736416 A & US 2015/0225014 A1, 全文、 全図	1-13

☑ 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

17.10.2018

国際調査報告の発送日

30.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

鈴木 敏史

3Q

1178

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

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
A	JP 2000-142433 A (株式会社デンソー) 2000. 05. 23, 全文、全図 & DE 19919374 A1 & US 6134490 A, 全文、全図	1-13
A	JP 2007-112366 A (日産自動車株式会社) 2007. 05. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2012-101791 A (株式会社デンソー) 2012. 05. 31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2007-153249 A (トヨタ自動車株式会社) 2007. 06. 21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13