

(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10月16日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/167629 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 113/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/060634
- (22) 国際出願日: 2013年4月8日(08.04.2013)
- (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: 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). 金原 義彦(KIMPARA, Yoshihiko); 〒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). 小川 賢二(OGAWA, Kenji); 〒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). 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).
- (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).
- (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, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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

[続葉有]

(54) Title: STEERING CONTROL DEVICE, AND STEERING CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 操舵制御装置および操舵制御方法

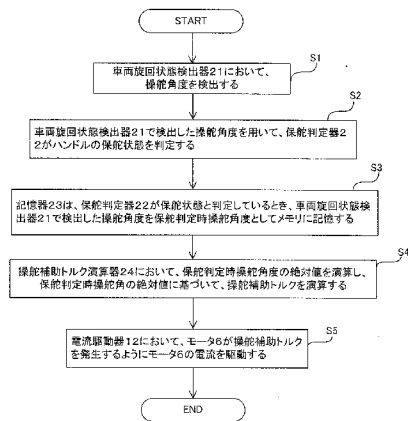


FIG. 3:
 S1 Vehicle-turning-state detector (21) detects steering angle
 S2 Hold-steering determination unit (22) uses steering angle detected by vehicle-turning-state detector (21) to determine hold-steering state of steering wheel
 S3 When hold-steering determination unit (22) determines that hold-steering state is present, the storage unit (23) stores, in the memory thereof, as the hold-steering-determination steering angle, the steering angle detected by the vehicle-turning-state detector (21)
 S4 Steering-auxiliary-torque calculation unit (24) calculates absolute value of hold-steering-determination steering angle, and calculates steering auxiliary torque on the basis of the absolute value of the hold-steering-determination steering angle
 S5 Current drive unit (12) drives current of motor (6) such that motor (6) generates steering auxiliary torque

(57) Abstract: This steering control device is provided with: an actuator which imparts steering auxiliary torque to a steering system of a vehicle; a vehicle-turning-state detector which detects a state quantity indicating a turning state of the vehicle; a hold-steering determination unit which determines a hold-steering state of the steering system; a storage unit in which, when the hold-steering determination unit determines that a hold-steering state is present, the state quantity detected by the vehicle-turning-state detector is stored as a hold-steering-determination state quantity; a steering-auxiliary-torque calculation unit which calculates the steering auxiliary torque on the basis of the absolute value of the hold-steering-determination state quantity; and an actuator controller which controls the actuator in accordance with the calculated steering auxiliary torque.

(57) 要約: 車両の操舵系に操舵補助トルクを付与するアクチュエータと、前記車両の旋回状態を示す状態量を検出する車両旋回状態検出部と、操舵系の保舵状態を判定する保舵判定部と、前記保舵判定部が保舵状態と判定したときに、前記車両旋回状態検出部が検出した状態量を保舵判定時状態量として記憶する記憶部と、前記保舵判定時状態量の絶対値に基づいて前記操舵補助トルクを演算する操舵補助トルク演算部と、演算された操舵補助トルクに従って前記アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、を備えた操舵制御装置。



WO 2014/167629 A1

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

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

明 細 書

発明の名称：操舵制御装置および操舵制御方法

技術分野

[0001] この発明は、運転者の操舵をアシストする操舵制御装置等に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の操舵制御装置では、低車速におけるハンドル手放し時のハンドル戻り特性を改善するために、モータでハンドル戻しトルクを発生させている。

[0003] 下記特許文献1によれば、平均送り速度と車速に応じて、予め規定した操舵角度に対する目標戻り速度の関数が選択され、ハンドルの戻り速度が演算された目標戻り速度となるように補助力発生手段の駆動制御が行われる。また、平均送り速度は、送り操舵開始時の操舵角度と送り操舵の終了時の操舵角度との偏差と経過時間から演算している。

このような操舵制御装置においては、目標戻り速度を送り操舵によって変更する。

[0004] また上記特許文献2によれば、操舵トルクと操舵速度からハンドルの保舵を判定し、保舵判定時にハンドル戻し制御の出力をゼロとしている。これにより、ハンドル保舵状態時に操舵トルクの増大を防止している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平10-264833号公報(3～4頁、段落0015～0027、図2、図4)

特許文献2：特開2012-166769号公報(2～3頁、段落0002～0011、図3)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、これら従来の操舵制御装置においては、ハンドルを手放し

した時、または、ハンドルを切返した時の車両の旋回状態を示す状態量の大きさ、例えば、ハンドルを手放した時の操舵角の大きさに応じて、目標戻り速度や、戻しトルクを適切に調整することはできなかった。

そのため、送り速度が同じである場合、手放し時の操舵角度が大きいと、ハンドルが中立位置に戻るまでに時間がかかるという課題があった。

[0007] また、上記特許文献1の図4に示される目標戻り速度を用いた場合、手放し時の舵角が小さいと、ハンドルを中立位置に戻そうとする路面反力トルクが小さく、さらに、目標戻り速度の初期値が0に設定されるため、ハンドルが中立位置に戻らないおそれがある。

[0008] また、上記特許文献1のように、操舵角の大きさに対して目標戻り速度が大きくなるように、目標戻り速度を設定している場合は、大舵角からの手放しにおいては、ハンドルを中立位置に戻す方向に作用する路面反力トルクが大きくなるため、路面反力トルクと戻しトルクが両方作用し、実操舵速度が急激に増加するおそれがある。

また、保舵判定時は操舵トルクの増加を抑えられるが、戻し操舵を開始した時に戻しトルクが増加し、運転者に違和感を与えるおそれがある。

[0009] この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、ハンドルを切返した時やハンドルを手放した時のハンドル位置によらず、好適な操舵補助トルクを得ることができる操舵制御装置等を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] この発明は、車両の操舵系に操舵補助トルクを付与するアクチュエータと、前記車両の旋回状態を示す状態量を検出する車両旋回状態検出部と、操舵系の保舵状態を判定する保舵判定部と、前記保舵判定部が保舵状態と判定したときに、前記車両旋回状態検出部が検出した状態量を保舵判定時状態量として記憶する記憶部と、前記保舵判定時状態量の絶対値に基づいて前記操舵補助トルクを演算する操舵補助トルク演算部と、演算された操舵補助トルクに従って前記アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、を備えた

ことを特徴とする操舵制御装置等にある。

発明の効果

[0011] この発明によれば、保舵判定時状態量の大きさに応じて操舵補助トルクを変更することが可能となり、ハンドルを切返した時やハンドルを手放した時のハンドル位置によらず、好適な操舵補助トルクを得ることができ、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングを実現できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明による操舵制御装置の構成の一例を示す図である。

[図2]この発明の実施の形態1等による操舵制御装置の要部の構成の一例を示すブロック図である。

[図3]この発明の実施の形態1による操舵制御装置の要部の動作の一例を示す動作フローチャートである。

[図4]この発明の実施の形態1における操舵補助トルク演算器の構成の一例を示すブロック図である。

[図5]この発明の実施の形態1における操舵補助トルク演算器の動作の一例を示す動作フローチャートである。

[図6]この発明の実施の形態1における第1の目標操舵速度設定器のマップ情報の一例を示す図である。

[図7]この発明の実施の形態1における第2の目標操舵速度設定器のマップ情報の一例を示す図である。

[図8]この発明の実施の形態1における重み付け器で用いる重みの一例を示す図である。

[図9]この発明の実施の形態1におけるゲイン補正器で用いる補正ゲインの一例を示す図である。

[図10]この発明の実施の形態1におけるアシストマップの一例を示す図である。

[図11]この発明の実施の形態2における操舵補助トルク演算器の構成の一例を示すブロック図である。

[図12]この発明の実施の形態2における操舵補助トルク演算器の動作の一例を示す動作フローチャートである。

[図13]この発明の実施の形態2における第1の操舵補助トルク1設定器のマップ情報の一例を示す図である。

[図14]この発明の実施の形態2における第2の操舵補助トルク1設定器のマップ情報の一例を示す図である。

[図15]この発明の実施の形態3による操舵制御装置の要部の構成の一例を示すブロック図である。

[図16]この発明の実施の形態3による操舵制御装置の要部の動作の一例を示す動作フローチャートである。

[図17]この発明の実施の形態3における操舵補助トルク演算器の構成の一例を示すブロック図である。

[図18]この発明の実施の形態4における操舵補助トルク演算器の構成の一例を示すブロック図である。

[図19]この発明の実施の形態4における操舵補助トルク演算器の動作の一例を示す動作フローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、この発明による操舵制御装置等を各実施の形態に従って図面を用いて説明する。なお、各実施の形態において、同一もしくは相当部分は同一符号で示し、重複する説明は省略する。

[0014] 実施の形態1.

図1はこの発明による操舵制御装置の構成の一例を示す図である。ハンドル1に連結したステアリング軸2の回転に応じて左右の転舵輪3が転舵される。ハンドル1には、操舵角度を検出する操舵角度センサ4が配置されている。ステアリング軸2には、トルクセンサ5が配置され、ステアリング軸2に作用する操舵トルクを検出する。モータ6は減速機構7を介してステアリング軸2に連結しており、モータ6が発生する操舵補助トルクをステアリング軸2に付与することができる。車両の車速は車速センサ8で検出する。ま

たモータ6に流れる電流は電流センサ9で検出する。モータ6の端子間電圧は電圧センサ10で検出する。

[0015] 制御ユニット11は、例えばモータ6が発生させる操舵補助トルクを演算し、操舵補助トルクを発生するために必要なモータ6の電流を制御するものであり、後述するROM、RAMを含むメモリを設けたマイクロコンピュータ(CPU)、モータ電流を駆動(所望の電流を流す)する電流駆動器等を備える。

[0016] 次にこの実施の形態の要部である制御ユニット11での操舵補助トルクの演算について、図2に示すブロック図と図3に示す動作フローチャートに従って説明する。なお動作フローチャートに示す動作は所定時間の制御周期で繰り返し実行される。

[0017] 図2において、制御ユニット11は、マイクロコンピュータで構成される保舵判定器22、操舵補助トルク演算器24、記憶器23、電流駆動器12と、メモリ(装置)Mを含む。そして、例えば操舵角度センサ4を含む車両旋回状態検出器21、車速センサ8、トルクセンサ5が制御ユニット11に接続されている。記憶器23は必要なデータの記憶媒体であるメモリMへの書き込み、読み出しを行う。

[0018] 図3の動作フローチャートにおいて、ステップS1において、車両旋回状態検出器21として、操舵角度センサ4を用いて、操舵角度を検出する。すなわち、この実施の形態においては、車両の旋回状態を示す状態量として操舵角度を用いる。

[0019] ステップS2では、保舵判定器22において、車両の操舵系の保舵状態、すなわち、ハンドル1がほぼ一定操舵角度で留まっている状態か否かを判定する。保舵判定は、車両旋回状態検出器21で検出した操舵角度を用い、操舵角度から操舵速度を演算し、操舵速度の大きさが、所定の操舵速度閾値より小さい状況を保舵状態と判定する。

[0020] ステップS3では、記憶器23において、保舵判定器22が保舵状態と判定した時の車両旋回状態検出器21の検出値を保舵判定時状態量としてメモ

りMに記憶する。すなわち、この実施の形態では、保舵判定器22が保舵状態と判定した時の操舵角度センサ4が検出した操舵角度を保舵判定時操舵角度(第1記憶値)としてメモリMに記憶する。

[0021] 保舵判定器22が、初めて保舵状態を判定するまでの期間においては、保舵判定時操舵角度の初期値として、所定の記憶値をメモリMに予め記憶させておく。例えば、所定の記憶値を零とする。

記憶器23は、保舵判定器22が新たに保舵状態と判定した時、記憶していた保舵判定時状態量を更新し、記憶する。

[0022] 保舵判定器22は、保舵判定器22が新たに保舵状態と判定していない状態においても、ある一定の条件がそろった場合、保舵判定時状態量を所定の第2記憶値に更新し、記憶する。例えば、所定の第2記憶値を零とし、操舵速度が操舵速度閾値より大きい状況においても、操舵角度がほぼ零付近である状況と判定可能な所定の零判定用閾値以下であれば、保舵判定時状態量を零として第2記憶値に更新し、記憶する。

[0023] ステップ4では、操舵補助トルク演算器24において、保舵判定時状態量の大きさ、すなわち、保舵判定時操舵角度の絶対値を演算し、保舵判定時操舵角の絶対値に基づいて、操舵補助トルクを演算する。

[0024] 操舵補助トルク演算器24のブロック図を図4、および、動作フローチャートを図5に示す。なお動作フローチャートに示す動作は所定時間の制御周期で繰り返し実行される。この実施の形態では、操舵補助トルク演算器24で用いる入力信号として、操舵角度を用いる。

[0025] 図4において、操舵補助トルク演算器24は、絶対値演算器31、状態量補正器32、第1の目標操舵速度設定器33、第2の目標操舵速度設定器34、重み付け器35、ゲイン補正器36、符号補正器37、操舵速度演算器38、速度制御器39、操舵補助トルク2演算器40、加算器41を含む。

[0026] 図5において、ステップS21では、絶対値演算器31において、保舵判定時状態量の大きさを演算する。すなわち、保舵判定時状態量の絶対値を演算する。この実施の形態では、記憶器23によりメモリに記憶された保舵判

定時操舵角度の絶対値を演算する。

ステップS 2 2では、状態量補正器3 2において、操舵角度を保舵判定時状態量の絶対値に基づいて補正し、補正後の操舵角度を演算する。具体的な補正の方法として、下記式(1)に示す処理を実施する。

$$[0027] \quad \theta_{h1} = \theta_h \times (\theta_n / |\theta_s|) \quad (1)$$

[0028] ここで、

θ_h : 操舵角度、

θ_n : 予め設定した基準操舵角度、

$|\theta_s|$: 保舵判定時操舵角度の絶対値、

θ_{h1} : 補正後の操舵角度

である。 θ_n は予めメモリに記憶しておいて、これを使用してもよい。

式(1)は、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ を基準操舵角度 θ_n に一致するように縮小・拡大補正した場合に対応する操舵角度を演算することを表している。

[0029] ステップS 2 3では、第1の目標操舵速度設定器3 3において、補正後の操舵角度に対応する第1の目標操舵速度を設定する。第1の目標操舵速度設定器3 3では、予め、零から基準操舵角度までの操舵角度に対する第1の目標操舵速度情報をマップ情報としてメモリMに記憶してある。次に、補正後の操舵角度 θ_{h1} に対応する第1の目標操舵速度 $d\theta_{ref1}$ を演算する。

[0030] 第1の目標操舵速度情報のマップ情報の一例を図6に示す。第1の目標操舵速度情報のマップ情報は、車速 V_{el} に応じて、目標操舵速度がメモリに記憶されており、補正後の操舵角度と車速に応じて、第1の目標操舵速度が設定される。図6の3本の曲線が3種類の車速(下から上の順で車速が小さくなる)でのそれぞれの、操舵角度が零から基準操舵角度までに対する第1の目標操舵速度を示す。第1の目標操舵速度は操舵角度の増加に応じて、目標操舵速度が増加する特性となっている。車速の増加に応じて、第1の目標操舵速度は減少する特性となっている。

[0031] なお、マップ情報の代わりに、下記式(2)のように関数として第1の目標

操舵速度を設定してもよい。

$$[0032] \quad d\theta_{ref1} = f_1(\theta_{h1}, Vel) \quad (2)$$

[0033] ステップS24では、第2の目標操舵速度設定器34において、補正後の操舵角度に対応する第2の目標操舵速度 $d\theta_{ref2}$ を設定する。第2の目標操舵速度設定器34では、予め、零から基準操舵角度までの操舵角度に対する第2の目標操舵速度情報をマップ情報としてメモリMに記憶してある。次に、補正後の操舵角度 θ_{h1} に対応する第2の目標操舵速度 $d\theta_{ref2}$ を演算する。

[0034] 第2の目標操舵速度情報のマップ情報の一例を図7に示す。第2の目標操舵速度情報のマップ情報は、車速 Vel に応じて、目標操舵速度がメモリに記憶されており、補正後の操舵角度と車速に応じて、第2の目標操舵速度が設定される。車速の増加に応じて、第2の目標操舵速度は減少する特性となっている。図7の3本の曲線が3種類の車速(下から上の順で車速が小さくなる)でのそれぞれの、操舵角度が零から基準操舵角度までに対する第2の目標操舵速度を示す。第2の目標操舵速度は、同じ車速においては、操舵角度の増加に従い、はじめは増加する特性であるが、その後、最大目標操舵速度に達したあと、減少する特性となっている。

[0035] なお、マップ情報の代わりに、下記式(3)のように関数として第2の目標操舵速度を設定してもよい。

$$[0036] \quad d\theta_{ref2} = f_2(\theta_{h1}, Vel) \quad (3)$$

[0037] なお、ステップS22、ステップS23、ステップS24の処理では、マップに入力する操舵角度を補正したが、この処理の代替として、操舵角度の代わりに、マップ情報で予め設定している横軸の操舵角度、すなわち、零から基準操舵角度までの操舵角度を補正するようにしてもよい。これは、演算する入力信号を保舵判定時状態量の大きさに応じて補正し、補正後の入力信号に基づいて操舵補助トルクを演算することになる。

[0038] ステップS25では、重み付け器35において、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて第1の目標操舵速度と第2の目標操舵速度を重み付け

し、第3の目標操舵速度を演算する。重み付け器35で用いる重みW1の一例を図8に示す。このような重みW1に関するデータは例えばメモリMに予め格納されている。図8のデータは例えばメモリMに予め格納されている。保舵判定時操舵角度の絶対値が小さい領域では、重みW1は1に設定しており、保舵判定時操舵角度の絶対値が大きくなるにつれ、重みW1は0近づくように設定している。さらに、車速に応じて、W1は変更するようになっている。図8の3本の曲線が3種類の車速(左から右の順で車速が小さくなる)でのそれぞれの重みを示す。同じ保舵判定時操舵角度の大きさを比較すると、車速が小さいほど、重みW1が大きくなる。第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ は式4で演算される。

$$[0039] \quad d\theta_{ref3} = W1 \times d\theta_{ref1} + (1 - W1) \times d\theta_{ref2} \quad (4)$$

[0040] すなわち、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ が小さい領域では、主に第1の目標操舵速度 $d\theta_{ref1}$ で第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ が設定され、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ が大きい領域では、主に第2の目標操舵速度 $d\theta_{ref2}$ で第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ が設定される。また、例えば、 $W1 = 0.5$ であれば、第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ は第1の目標操舵速度 $d\theta_{ref1}$ と第2の目標操舵速度 $d\theta_{ref2}$ とを平均化した目標戻し速度となる。

[0041] なお、この実施の形態では、重みW1は連続的に0から1に変化する重みであるが、スイッチ(図示省略)を用いて、または保舵判定時操舵角度と所定の閾値との比較により、保舵判定時操舵角度の大きさに応じて、第1の目標操舵速度 $d\theta_{ref1}$ と第2の目標操舵速度 $d\theta_{ref2}$ から一方を選択し、第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ を設定してもよい。

[0042] ステップS26では、ゲイン補正器36において、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて補正ゲインを設定し、補正ゲインに基づいて第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ を補正し、第4の目標操舵速度 $d\theta_{ref4}$ を演算する。ゲイン補正器36で用いる補正ゲインW2の一例を図9に示す。こ

のような補正ゲイン W_2 に関するデータは例えばメモリ M に予め格納されている。図9では、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ が大きくなるにつれ、補正ゲイン W_2 が大きくなるように設定している。第4の目標操舵速度 $d\theta_{ref4}$ は下記式(5)で演算される。

$$[0043] \quad d\theta_{ref4} = W_2 \times d\theta_{ref3} \quad (5)$$

[0044] ステップS27では、符号補正器37において、操舵角度の符号から、第4の目標操舵速度 $d\theta_{ref4}$ の符号を設定し、第5の目標操舵速度 $d\theta_{ref5}$ とする。この実施の形態では、目標操舵速度は、ハンドル1を、手放した時、および、切り戻した時(ある操舵角からハンドルを中立位置の方向に戻す操舵の時)に、ハンドルを好適に中立位置に戻すことを目的としているため、操舵角度の符号に対して、目標操舵速度の符号が逆符号になるように設定する。

[0045] ステップS28では、操舵速度演算器38において、操舵角度 θ_h から操舵速度 $d\theta_{act}$ を演算する。すなわち、操舵角度センサ4で検出した操舵角度を微分して操舵速度を演算する。なお、操舵速度は、モータ6の回転角度を微分した後、減速機構7の減速比を考慮し、操舵速度を演算してもよい。また、モータ6の誘起電圧(電圧センサ10から得る)等から、操舵速度を推定してもよい。

[0046] ステップS29では、速度制御器39において、操舵速度が第5の目標操舵速度 $d\theta_{ref5}$ に追従するように、操舵補助トルク1を演算する。例えば、下記式(6)に示すように、目標操舵速度 $d\theta_{ref5}$ と操舵速度 $d\theta_{act}$ の偏差にフィードバックゲイン K_p を掛けて、操舵補助トルク1(T_{a1})を演算する。

$$[0047] \quad T_{a1} = K_p \times (d\theta_{ref5} - d\theta_{act}) \quad (6)$$

[0048] さらに、操舵補助トルク1(T_{a1})は、上記式(6)の計算結果後、大きさを制限する。例えば、大きさが閾値 T_{a1_max} 以上である場合、大きさを T_{a1_max} に制限する。 T_{a1_max} は運転者が操舵補助トルク1(T_{a1})に抵抗して、ハンドル1を操舵できる大きさに設定している。

- [0049] ステップS30では、操舵補助トルク2演算器40において、少なくとも操舵トルクに基づく操舵補助トルク2を演算する。例えば、図10に示すアシストマップのように車速 V_e1 と操舵トルクに対する操舵補助トルク2の関係が予めメモリMに記憶されており、トルクセンサ5からの操舵トルクと車速センサ8からの車速 V_e1 とに応じて、操舵補助トルク2(T_a2)を設定する。
- [0050] そしてステップS31では、加算器41において、操舵補助トルク1(T_a1)と操舵補助トルク2(T_a2)を足し合わせて、最終的にモータ6が発生する操舵補助トルクを演算する。
- [0051] 図3に戻り、ステップS4で上述のように操舵補助トルク演算器24で最終的にモータ6が発生する操舵補助トルクを演算した後、ステップS5では電流駆動器12において、モータ6が演算した操舵補助トルクを発生するようにモータ6の電流を駆動する。すなわちモータ6の電流制御を行う。実際には減速機構7を介して操舵系に演算した操舵補助トルクが伝達されるようにモータ6の電流制御を行う。
- [0052] すなわちこの実施の形態1の操舵補助トルク演算器24では、保舵判定時状態量である例えば保舵判定時操舵角度の大きさを示す絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて操舵角度 θ_h を補正する。そして補正後の操舵角度 θ_{h1} から、操舵角度が大きい程および車速が遅い程、大きくなるように設定される保舵判定時操舵角度が小さい時用の、所定の第1の操舵角度—目標操舵速度変換、により第1の目標操舵速度 θ_{dref1} と、車速が遅い程大きくなると共に操舵角度零と基準操舵角度の間で中間点で最大値になるように増減するように設定された保舵判定時操舵角度が大きい時用の、所定の第2の操舵角度—目標操舵速度変換、により第2の目標操舵速度 θ_{dref2} が設定される。
- [0053] さらに第1および第2の目標操舵速度 θ_{dref1} 、 θ_{dref2} が、重み $W1$ により、保舵判定時操舵角度の絶対値が小さい領域では第1の目標操舵速度 θ_{dref1} が、大きい領域では第2の目標操舵速度 θ_{dref2} が、それぞれ主になるように重み付けされて加算されて第3の目標操舵速度 θ

d_{ref3} が設定される。第3の目標操舵速度 θ_{dref3} はさらに、保舵判定時操舵角度の絶対値が大きくなるにつれて大きくなる補正ゲイン $W2$ で補正されて第4の目標操舵速度 θ_{dref4} が設定され、さらに逆符号に変換された第5の目標操舵速度 θ_{dref5} が設定される。

[0054] そして第5の目標操舵速度 θ_{dref5} と、操舵角度 θ_h から演算された操舵速度 d_{act} の偏差にフィードバックゲイン K_p を掛けて、第5の目標操舵速度 θ_{dref5} に追従するように操舵補助トルク1(T_{a1})を求める。そして、操舵補助トルク1(T_{a1})と、車速および操舵トルクに基づきアシストマップ(図10)から求まる操舵補助トルク2(T_{a2})を加算してモータ6が発生する操舵補助トルクを演算する。

[0055] 以上のようなこの実施の形態では、ハンドル1を中立位置から切り増して、ある操舵角で手放した場合、または、切り戻した場合、必ず、操舵速度が零になるため、保舵判定器22で、手放しを含めた切り戻し操舵の開始、すなわち、切返しを検出することが可能であり、切り戻し操舵開始時の操舵角度を保舵判定時操舵角度として記憶することで、切り戻し操舵開始時の旋回状態を認識することができる。

[0056] 重み付け器35において、保舵判定時操舵角度の絶対値に基づいて第1の目標操舵速度 d_{ref1} と第2の目標操舵速度 d_{ref2} を重み付けし、第3の目標操舵速度 d_{ref3} を演算する構成としたため、切り戻し操舵時の旋回状態に応じて、適切な目標操舵速度を設定することが可能となる。

[0057] まず、保舵判定時操舵角度が小さい領域で選択される第1の目標操舵速度 d_{ref1} は、手放した時から、目標操舵速度が零でないため、路面反力トルクが小さくハンドル1が中立位置に戻らない領域においても、ハンドル1を中立位置に戻すことが可能になる。また、保舵判定時操舵角度が小さい領域から切り戻し操舵を実施した場合、図10に示すアシストマップの勾配が小さく、操舵補助トルク2(T_{a2})が小さい領域であるため、第1の目標操舵速度 d_{ref1} によって設定される操舵補助トルク1(T_{a1})が運

転者に伝わりやすくなる。第1の目標操舵速度 $d\theta_{ref1}$ は操舵角度の増加に応じて、目標操舵速度が増加する特性としているため、操舵角度が小さくなるにつれて、運転者の操舵トルクも滑らかに減少し、好適な操舵フィーリングを実現することができる。

[0058] 次に、保舵判定時操舵角度が大きい領域で選択される第2の目標操舵速度 $d\theta_{ref2}$ は、手放した時は、目標操舵速度を零、または、零付近に設定できるため、路面反力トルクが大きく戻り速度が大きくなる状況において、操舵速度を抑制するための操舵補助トルク1 (T_{a1}) を演算することが可能となり、手放し時の、戻り速度の急激な増加を抑えることができる。さらに、操舵角度が大きい領域で保舵した場合は、目標操舵速度が零付近で、操舵速度も零付近であるため、操舵補助トルク1 (T_{a1}) が小さくなり、運転者の操舵トルクを変化させないため、好適な操舵フィーリングを実現できる。また、戻し操舵を開始した時にも、目標操舵速度が零付近から徐々に増加するため、戻しトルクの急な増加を防止でき、滑らかな操舵トルク変化を実現でき、好適な操舵フィーリングを得ることができる。

[0059] また、 $W1$ で重み付けを行うため、上記の中間の操舵角度からの切り戻しにおいても、適切な目標操舵速度1に設定できる。すなわち、すべての操舵領域において、適切な目標操舵速度を設定することができ、ひいては、適切な操舵補助トルクを設定することができる。

[0060] さらに、ゲイン補正器36において、保舵判定時操舵角度の絶対値に基づいて補正ゲイン $W2$ を設定し、補正ゲインに基づいて第3の目標操舵速度 $d\theta_{ref3}$ を補正し、第4の目標操舵速度 $d\theta_{ref4}$ を演算する構成とするため、手放し時の操舵角度に応じて、目標操舵速度の大きさを調整することが可能となる。その結果、手放し時の操舵角度に応じて、中立位置に戻るまでの時間を調整することができ、例えば、大きな操舵角度からの手放しと、小さい操舵角度からの手放しで、中立位置に戻るまでの時間をほぼ等しくすることで、好適なハンドル1の戻りが実現できる。

すなわち、この実施の形態の構成により、ハンドルを切返した時やハンド

ルを手放しした時のハンドル位置に対して、好適な操舵補助トルクを得ることができ、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0061] また、第1の目標操舵速度設定器33、第2の目標操舵速度設定器34においては、状態量補正器32において保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて補正した操舵角 θ_{h1} に対応した目標操舵速度($d\theta_{ref1}$ 、 $d\theta_{ref2}$)を設定する構成としているため、目標操舵速度情報のメモリ量を大幅に削減できる。本方式を用いない場合、保舵判定時操舵角度の大きさの各々に応じた、目標操舵速度情報を持つ、または、関数を設定する必要があり、メモリ量が増える。

[0062] また、速度制御器39は、操舵補助トルク1(T_{a1})を、運転者が抵抗してハンドル1を操舵できる大きさに制限することで、常に運転者が操舵可能である状態を保障することができる。

[0063] また、保舵判定器22は、操舵速度が操舵速度閾値より大きい状況においても、操舵角度がほぼ零付近である状況であれば(操舵角度がほぼ零付近である状況と判定可能な所定の零判定用閾値以下であれば)、保舵判定時操舵角度を零として記憶値2に更新し、記憶する構成にしているため、切り戻し操舵で、ハンドル1が中立位置に戻った後、続いて、切り増し操舵を実施した場合、保舵判定時操舵角度を零に設定でき、目標操舵速度を零に設定することができる。その結果、切り増し操舵時に、目標操舵速度が零より大きく設定されることが防止でき、運転者の操舵トルク増加を抑制できる。

[0064] なお、この実施の形態では、保舵判定器22で用いる信号として、操舵状態検出器(車両旋回状態検出器)21で検出した操舵角度を用いたが、それに限定するものではない。モータ6の回転角度や回転速度を用いることが可能なのももちろんである。さらに左右の車輪速差や、車両のヨーレート、横加速度から操舵角度を推定することは公知技術であり、推定した操舵角度の変化量が小さいときを保舵状態と判定することも可能である。さらに、トルクセンサ5で検出した操舵トルクの変化量が小さいときに、保舵状態と判定す

る構成としてもよい。

上記のような場合、図2に示すように、車両旋回状態検出器21は上記各ファクタを検出するセンサ4aと、該センサからの検出信号から操舵角度等の所望のファクタを演算する演算部4bとを、所望の数含む(以下同様)。

[0065] さらにこの実施の形態では、操舵補助トルク演算器24で用いる入力信号と、車両旋回状態検出器21で検出する状態量とを同一のものを用いた。その結果、状態量補正器32での状態量の拡大・縮小補正が容易に実施でき、演算負荷を軽減することができる。

[0066] 実施の形態2.

この発明の実施の形態2における操舵補助トルク演算器のブロック図を図11に、操舵補助トルク演算器の動作フローチャートを図12に示す。その他の部分は上記実施の形態のものと同基本的なものである。この実施の形態では、操舵補助トルク演算器で用いる入力信号として、操舵角度を用いる。

[0067] 図4と比べて図11の操舵補助トルク演算器24では、第1の目標操舵速度設定器33、第2の目標操舵速度設定器34の代わりに、第1の操舵補助トルク1設定器33__2、第2の操舵補助トルク1設定器34__2が設けられている。また、操舵速度演算器38、速度制御器39は含まれていない。

[0068] 図12において、ステップS23__2では、第1の操舵補助トルク1設定器33__2において、補正後の操舵角度 θ_{h1} に対応する第1の操舵補助トルク1(T_{a1-1})を設定する。第1の操舵補助トルク1設定器33__2では、予め、零から基準操舵角度までの操舵角度に対する第1の操舵補助トルク1の情報をマップ情報としてメモリMに記憶してある。第1の操舵補助トルク1のマップ情報の一例を図13に示す。そして、補正後の操舵角度 θ_{h1} に対応する第1の操舵補助トルク1を演算する。

[0069] 図13に示すように、第1の操舵補助トルク1(T_{a1-1})のマップ情報は、車速に応じて、メモリMに記憶されており、補正後の操舵角度と車速に応じて、第1の操舵補助トルク1が設定される。図13の3本の曲線が3種類の車速(下から上の順で車速が小さくなる)でのそれぞれの、操舵角度が零

から基準操舵角度までに対する第1の操舵補助トルク1を示す。第1の操舵補助トルク1は操舵角度の増加に応じて、操舵補助トルク1が増加する特性となっている。車速の増加に応じて、第1の操舵補助トルク1は減少する特性となっている。

なお上記実施の形態と同様に、マップ情報でなく、関数として第1の操舵補助トルク1を設定してもよい。

[0070] ステップS24__2では、第2の操舵補助トルク1設定器34__2において、補正後の操舵角度に対応する第2の操舵補助トルク1(T_{a1-2})を設定する。第2の操舵補助トルク1設定器34__2では、予め、零から基準操舵角度までの操舵角度に対する第2の操舵補助トルク1の情報をマップ情報としてメモリMに記憶してある。第2の操舵補助トルク1のマップ情報の一例を図14に示す。そして、補正後の操舵角度 θ_{h1} に対応する第2の操舵補助トルク1を演算する。

[0071] 図14に示すように、第2の操舵補助トルク1(T_{a1-2})のマップ情報は、車速に応じて、メモリMに記憶されており、補正後の操舵角度と車速に応じて、第2の操舵補助トルク1が設定される。図14の3本の曲線が3種類の車速(下から上の順で車速が小さくなる)でのそれぞれの、操舵角度が零から基準操舵角度までに対する第2の操舵補助トルク1を示す。車速の増加に応じて、第2の操舵補助トルク1は減少する特性となっている。さらに、第2の操舵補助トルク1は、同じ車速においては、操舵角度の増加に従い、はじめは増加する特性であるが、その後、最大操舵補助トルクに達したあと、減少する特性となっている。

なお上記実施の形態と同様に、マップ情報でなく、関数として第2の操舵補助トルク1を設定してもよい。

[0072] なお、ステップS22、ステップS23__2、ステップS24__2の処理では、マップに入力する操舵角度を補正したが、この処理の代替として、操舵角度の代わりに、マップ情報で予め設定している横軸の操舵角度、すなわち、零から基準操舵角度までの操舵角度を補正するようにしてもよい。

- [0073] ステップS 2 5 __ 2では、重み付け器 3 5において、上記実施の形態のステップS 2 5に習って、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて第1の操舵補助トルク1 (T_{a1-1})と第2の操舵補助トルク1 (T_{a1-2})を重み付けし、第3の操舵補助トルク1 (T_{a1-3})を演算する。
- [0074] ステップS 2 6 __ 2では、ゲイン補正器 3 6において、上記実施の形態のステップS 2 6に習って、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて補正ゲインを設定し、補正ゲインに基づいて第3の操舵補助トルク1 (T_{a1-3})を補正し、第4の操舵補助トルク1 (T_{a1-4})を演算する。
- [0075] ステップS 2 7 __ 2では、符号補正器 3 7において、上記実施の形態のステップS 2 7に習って、操舵角度 θ_h の符号より、第4の操舵補助トルク1 (T_{a1-4})の符号を設定し、第5の操舵補助トルク1 (T_{a1-5})とする。この実施の形態ではこの第5の操舵補助トルク1 (T_{a1-5})が操舵補助トルク1 T_{a1} となる。この実施の形態では、目標操舵速度は、ハンドル1を、手放しした時、および、切り戻した時に、ハンドルを好適に中立位置に戻すことを目的としているため、操舵角度の符号に対して、操舵補助トルク1の符号が逆符号になるように設定する。
- [0076] ステップS 3 0では、操舵補助トルク2演算器 4 0において、上記実施の形態のステップS 3 0に習って、例えば図10のアシストマップに従って少なくともトルクセンサ5からの操舵トルクに基づく操舵補助トルク2 (T_{a2})を演算する。
- [0077] ステップS 3 1では、加算器 4 1において、第5の操舵補助トルク1 (T_{a1})と操舵補助トルク2 (T_{a2})を足し合わせて、最終的にモータ6が発生する操舵補助トルクを演算する。
- [0078] その後は上記実施の形態1の図3に戻る。図11, 12に従った上記説明は図3のステップS 4に相当し、ステップS 4で操舵補助トルク演算器 2 4で最終的にモータ6が発生する操舵補助トルクを演算した後、ステップ5では図2の電流駆動器 1 2において、モータ6が操舵補助トルクを発生するようにモータ6の電流を駆動する。

- [0079] すなわちこの実施の形態2の操舵補助トルク演算器24では、実施の形態1の第1の目標操舵速度 θ_{dref1} と第2の目標操舵速度 θ_{dref2} の代わりに、対応する方法で第1の操舵補助トルク1と第2の操舵補助トルク1が設定される。そして対応する方法で第3~5の目標操舵速度に相当する第3~5の操舵補助トルク1がそれぞれ設定される。そして第5の操舵補助トルク1が実施の形態1の操舵補助トルク1(T_{a1})となり、操舵補助トルク2(T_{a2})が加算されてモータ6が発生する操舵補助トルクを演算する。
- [0080] 以上のようなこの実施の形態では、実施の形態1に比べて、ステップS28、ステップS29の処理が不要となり、CPUの演算負荷を軽減することができるが、以下に示すように、実施の形態1と同様の効果も得ることができる。
- [0081] 重み付け器35において、保舵判定時操舵角度の絶対値に基づいて第1の操舵補助トルク1(T_{a1-1})と第2の操舵補助トルク1(T_{a1-2})を重み付けし、第3の操舵補助トルク1(T_{a1-3})を演算する構成のため、切り戻し操舵時の旋回状態に応じて、適切な操舵補助トルク1を設定することが可能となる。
- [0082] まず、保舵判定時操舵角度が小さい領域で選択される第1の操舵補助トルク1(T_{a1-1})は、手放した時から、目標操舵速度が零でないため、路面反力トルクが小さくハンドル1が中立位置に戻らない領域においても、ハンドル1を中立位置に戻すことが可能になる。また、保舵判定時操舵角度が小さい領域から切り戻し操舵を実施した場合、図10に示すアシストマップの勾配が小さく、操舵補助トルク2(T_{a2})が小さい領域であるため、第1の操舵補助トルク1(T_{a1-1})によって設定される第5の操舵補助トルク1である操舵補助トルク1(T_{a1})が運転者に伝わりやすくなる。第1の操舵補助トルク1(T_{a1-1})は操舵角度の増加に応じて、増加する特性としているため、操舵角度が小さくなるにつれて、運転者の操舵トルクも滑らかに減少し、好適な操舵フィーリングを実現することができる。
- [0083] 次に、保舵判定時操舵角度が大きい領域で選択される第2の操舵補助トル

ク1 (T a 1 - 2) は、手放しした時は、操舵補助トルク1を零、または、零付近に設定できるため、路面反力トルクが大きく戻り速度が大きくなる状況において、手放し時の、戻り速度の急激な増加を抑えることができる。さらに、操舵角度が大きい領域で保舵した場合は、操舵補助トルク1が零付近に設定されるため、運転者の操舵トルクを変化させず、好適な操舵フィーリングを実現できる。また、戻し操舵を開始した時にも、目標操舵速度が零付近から徐々に増加するため、戻しトルクの急な増加を防止でき、滑らかな操舵トルク変化を実現でき、好適な操舵フィーリングを得ることができる。

[0084] また、W1で重み付けを行うため、上記の中間の操舵角度からの切り戻しにおいても、適切な操舵補助トルク1に設定できる。すなわち、すべての操舵領域において、適切な操舵補助トルクを設定することができる。

[0085] さらに、ゲイン補正器36において、保舵判定時操舵角度の絶対値に基づいて補正ゲインW2を設定し、補正ゲインに基づいて第3の操舵補助トルク1 (T a 1 - 3) を補正し、第4の操舵補助トルク1 (T a 1 - 4) を演算する構成とするため、手放し時の操舵角度に応じて、操舵補助トルク1の大きさを調整することが可能となる。その結果、手放し時の操舵角度に応じて、中立位置に戻るまでの時間を調整することができ、例えば、大きな操舵角度からの手放しと、小さい操舵角度からの手放しで、中立位置に戻るまでの時間をほぼ等しくすることで、好適なハンドル1の戻りが実現できる。

すなわち、この実施の形態の構成により、ハンドルを切返した時やハンドルを手放しした時のハンドル位置によらず、好適な操舵補助トルクを得ることができ、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0086] また、第1の操舵補助トルク1設定器33__2、第2の操舵補助トルク1設定器34__2においては、状態量補正器32において保舵判定時操舵角度の大きさに基づいて補正した補正後の操舵角 θ_{h1} に対応した操舵補助トルク1を設定する構成としているため、操舵補助トルク1情報のメモリ量を大幅に削減できる。本方式を用いない場合、保舵判定時操舵角度の大きさの各

々に応じた、操舵補助トルク 1 の情報を持つ、または、関数を設定する必要があり、メモリ量が増える。

[0087] また、保舵判定器 22 は、操舵速度が操舵速度閾値より大きい状況においても、操舵角度がほぼ零付近である状況であれば(操舵角度がほぼ零付近である状況と判定可能な所定の零判定用閾値以下であれば)、保舵判定時操舵角度を零として記憶値 2 に更新し、記憶する構成にしているため、切り戻し操舵で、ハンドル 1 が中立位置に戻った後、続いて、切り増し操舵を実施した場合、保舵判定時操舵角度を零に設定でき、操舵補助トルク 1 を零に設定することができる。その結果、切り増し操舵時に、操舵補助トルク 1 が零より大きく設定されることが防止でき、運転者の操舵トルク増加を防止できる。

[0088] なお、この実施の形態では、車両旋回状態検出器 21 として操舵角度センサ 4 を用い、操舵補助トルク演算器 24 で用いる入力信号としても操舵角度センサ 4 を用いたが、操舵角度センサ 4 の代わりに、車両の旋回状態を示す別の状態量を用いてもよい。

例えば、車両旋回状態検出器 21、および操舵補助トルク演算器 24 で用いる入力信号として、車両に備えたヨーレートセンサが検出したヨーレートを用いる。この構成により、ハンドル 1 の戻しのための操舵補助トルクを、切り戻し開始時のヨーレート、または、手放し開始時のヨーレートに応じて適切に調整することが可能となり、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。また、横断勾配がある走行路面を直進走行している場合、(操舵角度は直進走行のためにオフセット量が生じるため、戻しのための操舵補助トルクが発生するおそれがあるが、)ヨーレートを用いた場合は、ヨーレートが零付近であるため、戻しのための操舵補助トルクが発生しない。その結果、運転者の操舵トルク変動が生じず、好適な操舵フィーリングが実現できる効果がある。

[0089] また、操舵角度センサ 4 の代わりに車両の横加速度や、左右の転舵輪 3 に作用する路面反力トルクや、操舵トルクを用いてもよい。この構成により、ハンドル 1 の戻しのための操舵補助トルクを、切り戻し開始時、または、手

放し開始時の横加速度や、路面反力トルクや、操舵トルクに応じて適切に調整することが可能となり、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。横加速度や、路面反力トルクや、操舵トルクは、ハンドル1を中立位置に戻そうとするトルクに関連する状態量であり、操舵角度が大きく、ハンドル1を中立位置に戻そうとするトルクが大きい領域においては、戻しのための操舵補助トルクを小さく設定することが可能になる。また、操舵角度が小さく、ハンドル1を中立位置に戻そうとするトルクが小さい領域においては、戻しのための操舵補助トルクを大きく設定することが可能になる。その結果、ハンドルを切返した時やハンドルを手放した時のハンドル位置によらず、好適な操舵補助トルクを得ることができ、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0090] また、操舵角度と同様に、車両のヨーレート、横加速度、左右の転舵輪3に作用する路面反力トルク、操舵トルクは、車両の旋回状態を示す状態量であるが、さらに、転舵輪の横滑り角の増加に応じて変化量が減少する特性がある。よって、滑りやすい路面を走行している時に、横滑り角が増加し車両が不安定になった場合、これらの状態量の変化量は小さくなる。よって、滑りやすい路面を走行している時に、横滑り角が増加した場合には、横滑り角が小さく車両が安定に走行している時に比べ、保舵判定時状態量が小さく設定され、操舵補助トルク1における第1の操舵補助トルク1の割合が高くなる。その結果、切り戻し開始時、または、手放し開始時に中立点にハンドル1を戻す操舵補助トルク1が生じるため、車両を安定にするためのハンドル1を中立点に戻す操舵がしやすくなる効果がある。

[0091] 実施の形態3.

この発明の実施の形態3における操舵制御装置の要部である制御ユニットのブロック図を図15に、制御ユニットの動作フローチャートを図16に示す。その他の部分は上記実施の形態のものと基本的に同じである。この実施の形態では、実施の形態1と比較して、車両旋回状態検出器21として操舵角度センサ4の代わりに、車両の旋回状態を示す別の状態量を用いた構成と

なっている。

[0092] 図2と比べて図15の制御ユニット11では、車両旋回状態検出器21がヨーレートセンサ4cを備え、また操舵角度センサ4が別途設けられている。

[0093] 図16において、ステップS1__3において、車両旋回状態検出器21として、ヨーレートセンサ4cを用いて、ヨーレートを検出する。すなわち、この実施の形態においては、車両の旋回状態を示す状態量としてヨーレートをを用いる。

[0094] ステップS2__3では、保舵判定器22において、車両の操舵系の保舵状態、すなわち、ハンドル1がほぼ一定操舵角で留まっている状態か否かを判定する。保舵判定は、操舵角度センサ4で検出した操舵角度を用い、操舵角度から操舵速度を演算し、操舵速度の大きさが、所定の操舵速度閾値より小さい状況を保舵状態と判定する。

[0095] ステップS3__3では、記憶器23において、保舵判定器22が保舵状態と判定した時の車両旋回状態検出器21の検出値を保舵判定時状態量としてメモリMに記憶する。すなわち、この実施の形態では、保舵判定器22が保舵状態と判定した時のヨーレートを保舵判定時ヨーレートとしてメモリMに記憶する。

[0096] ステップS4__3では、操舵補助トルク演算器24において、保舵判定時状態量の大きさ、すなわち、保舵判定時ヨーレートの絶対値を演算し、保舵判定時ヨーレートの絶対値に基づいて、操舵補助トルクを演算する。

[0097] 操舵補助トルク演算器24のブロック図を図17に示す。実施の形態1との違いは、操舵状態検出器(車両旋回状態検出器)21がヨーレートセンサである点(図17には現れていない)、および状態量補正器32において、車速を用いる点である。操舵補助トルク演算器24で用いる入力信号としては操舵角度を用いている。

[0098] 状態量補正器32において、操舵角度 θ_h を保舵判定時状態量の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて補正し、補正後の操舵角度 θ_{h1} を演算する。ただし、実施の

形態 1 と異なり、保舵判定時状態量がヨーレートであるため、車速と保舵判定時ヨーレートから、保舵判定時ヨーレートに対応する操舵角度を演算し、その操舵角度を保舵判定時操舵角度とする。その結果、上記式(1)を用いて、第 1 の目標操舵速度設定器 33 および第 2 の目標操舵速度設定器 34 で用いる操舵角度を補正することができる。すなわち補正後の操舵角度 θ_{h1} を得る。

[0099] この実施の形態 3 の操舵補助トルク演算器 24 では、実施の形態 1 の車両旋回状態検出器 21 として、操舵角度センサ 4 の代わりに車両の旋回状態を示すヨーレートセンサ 4c を使用している。その他の部分は基本的に同じである。なお、ヨーレートセンサ 4c を使用することは他の実施の形態にも適用可能である。

[0100] 以上のようなこの実施の形態では、実施の形態 1 に記載の効果を得られるとともに、横断勾配がある走行路面を直進走行している場合、ヨーレートを用いた場合は、ヨーレートが零付近であるため、保舵判定時ヨーレートがオフセットしないため、ゲイン補正器 36 で設定する補正ゲイン $W2$ が小さくなり、戻しのための操舵補助トルクが発生しない。その結果、運転者の操舵トルク変動が生じず、好適な操舵フィーリングが実現できる効果が得られる。

[0101] なお、この実施の形態では、車両旋回状態検出器 21 として、ヨーレートセンサ 4c を用いたが、その限りではない。車両の旋回状態を示す別の状態量を用いることが可能であり、例えば、車両の横加速度や、左右の転舵輪 3 に作用する路面反力トルクや、操舵トルクを用いてもよい。この構成により、横加速度や、路面反力トルクや、操舵トルクに応じて、ハンドル 1 の戻しのための操舵補助トルクを、車両の旋回状態に応じて適切に調整することが可能となり、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0102] 横加速度や、路面反力トルクや、操舵トルクは、ハンドル 1 を中立位置に戻そうとするトルクに関連する状態量であり、操舵角度が大きく、ハンドル

1 を中立位置に戻そうとするトルクが大きい領域においては、戻しのための操舵補助トルクを小さく設定することが可能になる。また、操舵角度が小さく、ハンドル1を中立位置に戻そうとするトルクが小さい領域においては、戻しのための操舵補助トルクを大きく設定することが可能になる。その結果、ハンドルを切返した時やハンドルを手放した時のハンドル位置によらず、好適な操舵補助トルクを得ることができ、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0103] また、操舵角度と同様に、車両のヨーレート、横加速度、左右の転舵輪3に作用する路面反力トルク、操舵トルクは、車両の旋回状態を示す状態量であるが、さらに、転舵輪の横滑り角の増加に応じて変化量が減少する特性がある。よって、滑りやすい路面を走行している時に、横滑り角が増加し車両が不安定になった場合、これらの状態量の変化量は小さくなる。よって、滑りやすい路面を走行している時に、横滑り角が増加した場合には、横滑り角が小さく車両が安定に走行している時に比べ、保舵判定時状態量が小さく設定され、操舵補助トルク1における第1の操舵補助トルク1の割合が高くなる。その結果、切り戻し開始時、または、手放し開始時に中立点にハンドル1を戻す操舵補助トルク1が生じるため、車両を安定にするためのハンドル1を中立点に戻す操舵がしやすくなる効果がある。

[0104] なお、この実施の形態は、実施の形態1と比較して、相違点について説明したが、この実施の形態を実施の形態2に組み合わせ、操舵状態検出器(車両旋回状態検出器)21として、ヨーレートセンサ等、車両の旋回状態を示す別の状態量を用いることは、当然可能である。

[0105] また、操舵状態検出器(車両旋回状態検出器)21として、車両の旋回状態を示す複数の状態量を用いてもよい。例えば、操舵角度とヨーレートを用いた場合の効果を説明する。ヨーレートは、転舵輪の横滑り角の増加に応じて変化量が減少する特性がある。よって、滑りやすい路面を走行している時に、横滑り角が増加し、ヨーレートの変化量が減少した場合には、保舵判定時操舵角度と保舵判定時ヨーレートの関係が変化し、横滑り角が大きいと保舵

判定時操舵角度に対する保舵判定時ヨーレートの比が小さくなる。つまり、保舵判定時操舵角度に対する保舵判定時ヨーレートの比を用いれば、横滑り角が増加し車両が不安定な状況を判定でき、車両の不安定な状況に応じて操舵補助トルクを変更することが可能になる。

[0106] 実施の形態4.

この発明の実施の形態4における操舵補助トルク演算器のブロック図を図18に、操舵補助トルク演算器の動作フローチャートを図19に示す。その他の部分は上記実施の形態のものと同様である。この実施の形態は、上記実施の形態1～3と比較して、操舵補助トルク演算器24において、保舵判定時状態量の大きさに基づいて、操舵補助トルク2を補正する構成である。

[0107] 車両旋回状態検出器21として、操舵角度センサ4(図2参照)を用いて、操舵角度を検出する。すなわち、この実施の形態においては、車両の旋回状態を示す状態量として操舵角度を用いる。

[0108] 図18の操舵補助トルク演算器24において、保舵判定時状態量の大きさ、すなわち、保舵判定時操舵角度の絶対値を演算し、保舵判定時操舵角度の絶対値に基づいて、操舵補助トルクを演算する。操舵補助トルク演算器24の動作フローチャートを図19に示す。操舵補助トルク演算器24では入力信号としては操舵トルクを用いている。

[0109] 図19のステップS21では、絶対値演算器31において、記憶器23で記憶した保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ が演算される。

[0110] ステップS30__4では、操舵補助トルク3演算器42において、少なくとも操舵トルクに基づく操舵補助トルク2を演算する。例えば、図10に示すアシストマップのように車速と操舵トルクに対する操舵補助トルク2が予めメモリMに記憶されており、操舵トルクと車速に応じて、操舵補助トルク2を設定する。

[0111] ステップS31__4では、操舵補助トルク3演算器42において、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて補正ゲインW2を設定し、補正ゲイ

ンW2と操舵補助トルク2とを掛けたものを最終的な操舵補助トルクとする。補正ゲインW2は、例えば、図9と同様のものを用いる。

[0112] この実施の形態4の操舵補助トルク演算器24では、保舵判定時操舵角度の絶対値 $|\theta_s|$ に基づいて補正ゲインW2を設定し、補正ゲインW2と操舵補助トルク2とを掛けたものを最終的な操舵補助トルクとする。

[0113] 次にこの実施の形態の効果を、運転者がハンドル1を中立位置から切り増し、ある舵角で切り返し、ハンドル1を中立位置に戻す操舵を想定して説明する。なお、この実施の形態では、操舵補助トルク2は、図10に示すアシストマップを用いて、操舵トルクに応じて設定されるため、運転者の操舵トルクを軽減する方向の操舵補助トルクとなる。

[0114] 中立位置から切り増す場合、保舵判定時操舵角度は零付近となるため、補正ゲインW2はほぼ零となるため、中立位置から切り増し時は、従来技術と同じ操舵補助トルク2が操舵補助トルクとして演算される。次に、ある舵角で切り返し、ハンドル1を中立位置に戻す操舵の場合は、零でない保舵判定時操舵角度が設定され、零でない補正ゲインW2が設定される。その結果、従来技術より大きい、操舵補助トルク2が操舵補助トルクとして演算される。その結果、切り増し時に対して、切り戻し時の操舵補助トルクを変更できるとともに、ハンドル1を切返した操舵角度や手放した時の操舵角度に対して、好適な操舵補助トルクを得ることができ、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0115] なお、この実施の形態では、操舵補助トルク3演算器42として、操舵トルクに基づく操舵補助トルク2を演算する構成としたが、その限りではない。例えば、従来の操舵制御装置が演算する操舵補助トルクを、保舵判定時操舵角度の大きさ(絶対値)で補正してもよい。この構成により、ハンドル1を切返した操舵角度や手放した時の操舵角度に対して、従来の操舵制御装置が演算する操舵補助トルクを好適に設定することができ、ひいては、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0116] なお、この実施の形態では、保舵判定時状態量として、操舵角度を用いる

構成としたが、その限りではない。操舵角度の代わりに、車両の旋回状態を示す別の状態量を用いた構成でもよい。例えば、路面反力トルクを用いて、保舵判定時路面反力トルクに応じて、補正ゲイン W_2 を設定する。この構成により、切り戻し開始時の路面反力トルク、または、手放し開始時の路面反力トルクに応じて適切に調整することが可能となり、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。路面反力トルクは、転舵輪の横滑り角の増加に応じて変化量が飽和する特性がある。よって、滑りやすい路面を走行している時に、横滑り角が増加し、路面反力トルクが飽和した場合には、補正ゲイン W_2 が小さく設定されるため、操舵補助トルク 2 が過大に設定されることを防ぐことができる。

[0117] なお、以上の実施の形態 1 空では、目標操舵速度設定器または操舵補助トルク 1 設定器を 2 個備えた構成を示したが、その限りではない。

例えば、1 個だけ備えた構成とし、重み付け器 3 5 を備えない構成としてもよい。この場合、操舵補助トルクの調整範囲は限定されるが、演算負荷が軽減でき、また、保舵判定時状態量による、操舵補助トルクの大きさを調整することが可能となる。

また 3 個以上の目標操舵速度設定器または操舵補助トルク 1 設定器を備えてもよい。その結果、ハンドルを切返した時やハンドルを手放した時のハンドル位置に応じて、より細やかな操舵補助トルク調整が可能となり、ひいては、好適なハンドル戻しや、好適な操舵フィーリングが実現できる。

[0118] なお、モータ 6 および減速機構 7 がアクチュエータを構成し、車両旋回状態検出器 2 1 が車両旋回状態検出部を構成し、保舵判定器 2 2 が保舵判定部を構成し、記憶器 2 3 およびメモリ M が記憶器 2 3 を構成し、操舵補助トルク演算器 2 4 が操舵補助トルク演算部を構成し、車速センサ 8 が車速検出部を構成し、電流駆動器 1 2 がアクチュエータ制御部を構成する。

また第 1 の操舵補助トルク設定情報が第 1 の目標操舵速度または第 1 の操舵補助トルクからなり、第 2 の操舵補助トルク設定情報が第 2 の目標操舵速度または第 2 の操舵補助トルクからなり、基準操舵補助トルクが操舵補助ト

ルク2からなる。第1～5の目標操舵速度が目標戻し速度に相当する。

[0119] この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、これらの可能組み合わせを全て含むことは云うまでもない。

産業上の利用の可能性

[0120] この発明による操舵制御装置等は各種操舵装置に適用可能であり、同様な効果を奏する。

符号の説明

[0121] 1 ハンドル、2 ステアリング軸、3 転舵輪、4 操舵角度センサ、4 a センサ、4 b 演算部、4 c ヨーレートセンサ、5 トルクセンサ、6 モータ、7 減速機構、8 車速センサ、9 電流センサ、10 電圧センサ、11 制御ユニット、12 電流駆動器、21 車両旋回状態検出器、22 保舵判定器、23 記憶器、24 操舵補助トルク演算器、31 絶対値演算器、32 状態量補正器、33 第1の目標操舵速度設定器、33__2 第1の操舵補助トルク1設定器、34 第2の目標操舵速度設定器、34__2 第2の操舵補助トルク1設定器、35 重み付け器、36 ゲイン補正器、37 符号補正器、38 操舵速度演算器、39 速度制御器、40 操舵補助トルク2演算器、41 加算器、42 操舵補助トルク3演算器。

請求の範囲

- [請求項1] 車両の操舵系に操舵補助トルクを付与するアクチュエータと、前記車両の旋回状態を示す状態量を検出する車両旋回状態検出部と、
- 、
- 操舵系の保舵状態を判定する保舵判定部と、
- 前記保舵判定部が保舵状態と判定したときに、前記車両旋回状態検出部が検出した状態量を保舵判定時状態量として記憶する記憶部と、
- 前記保舵判定時状態量の絶対値に基づいて前記操舵補助トルクを演算する操舵補助トルク演算部と、
- 演算された操舵補助トルクに従って前記アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、
- を備えたことを特徴とする操舵制御装置。
- [請求項2] 前記操舵補助トルク演算部は、入力信号を前記保舵判定時状態量の大きさに応じて補正し、補正後の入力信号に基づいて操舵補助トルクを演算することを特徴とする請求項1に記載の操舵制御装置。
- [請求項3] 前記操舵補助トルク演算部は、少なくとも、保舵判定時の操舵角度が小さい時に影響を与える第1の操舵補助トルク設定情報と大きい時に影響を与える第2の操舵補助トルク設定情報とを予め備え、前記第1の操舵補助トルク設定情報および第2の操舵補助トルク設定情報を前記保舵判定時状態量に応じて選択または重み付けして操舵補助トルクを演算することを特徴とする請求項1または2に記載の操舵制御装置。
- [請求項4] 前記記憶部は、前記保舵判定部が保舵状態と判定していない場合においても、操舵角度がほぼ零付近である状況と判定可能な所定の零判定用閾値以下であれば、保舵判定時状態量を所定値に更新することを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の操舵制御装置。
- [請求項5] 前記車両の車速を検出する車速検出部を備え、

前記操舵補助トルク演算部は、前記車速検出部で検出した車速に基づいて操舵補助トルクを演算することを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

[請求項6] 前記操舵補助トルク演算部は、操舵補助トルクの大きさを、運転者が操舵補助トルクに抵抗して操舵系を操舵できる大きさである所定値以下に制限することを特徴とする請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

[請求項7] 前記車両旋回状態検出部が、前記操舵系の操舵角度を検出することを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

[請求項8] 前記車両旋回状態検出部が、前記操舵系の操舵トルク、前記車両の横加速度、前記車両の路面反力トルクのうちの少なくとも 1 つを検出することを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

[請求項9] 前記車両旋回状態検出部が、前記車両のヨーレートを検出することを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

[請求項10] 前記操舵補助トルク演算部は、
前記操舵角度に対応した目標戻し速度を演算し、演算した目標戻し速度に操舵系の操舵速度が追従するように操舵補助トルクを演算することを特徴とする請求項 7 に記載の操舵制御装置。

[請求項11] 前記操舵補助トルク演算部が、操舵トルクと車速に従って決まる基準操舵補助トルクを演算し、演算した前記操舵補助トルクで前記基準操舵補助トルクを補正した操舵補助トルクを出力する、
ことを特徴とする請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項に記載の操舵制御装置。

[請求項12] 車両の旋回状態を示す状態量を検出する工程と、
操舵系の保舵状態を判定する工程と、

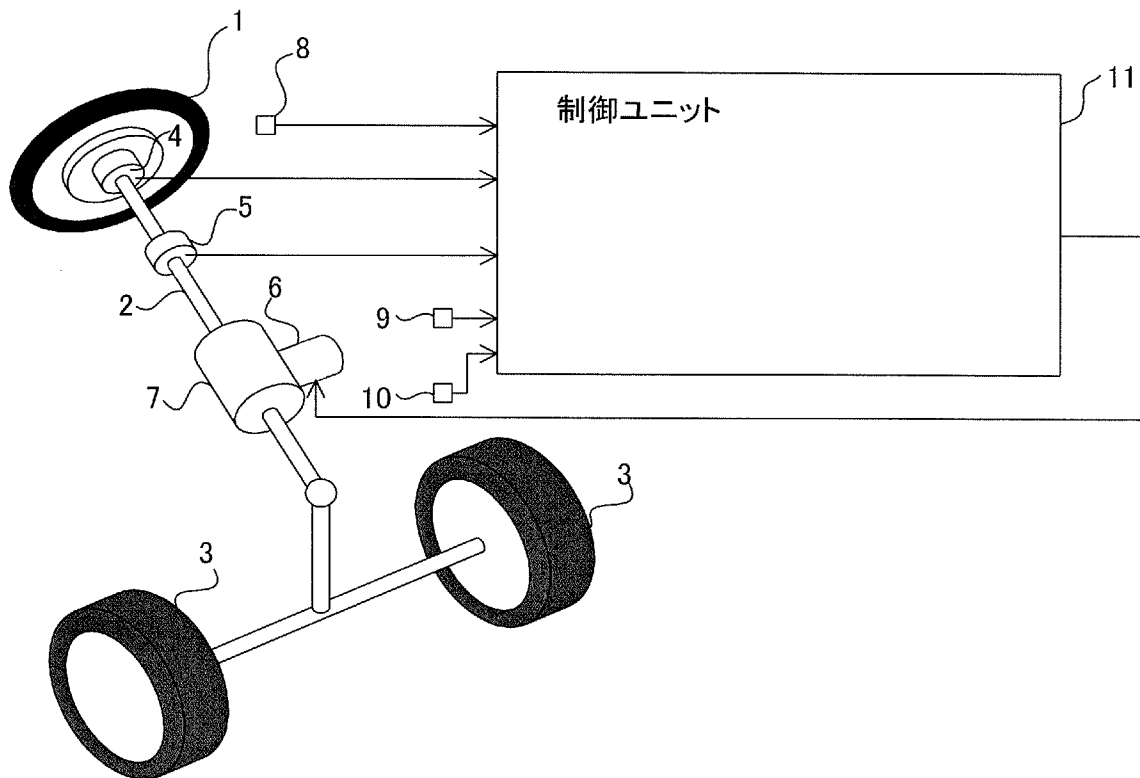
保舵状態と判定したときの前記状態量を保舵判定時状態量として記憶する工程と、

前記保舵判定時状態量の絶対値に基づいて操舵補助トルクを演算する工程と、

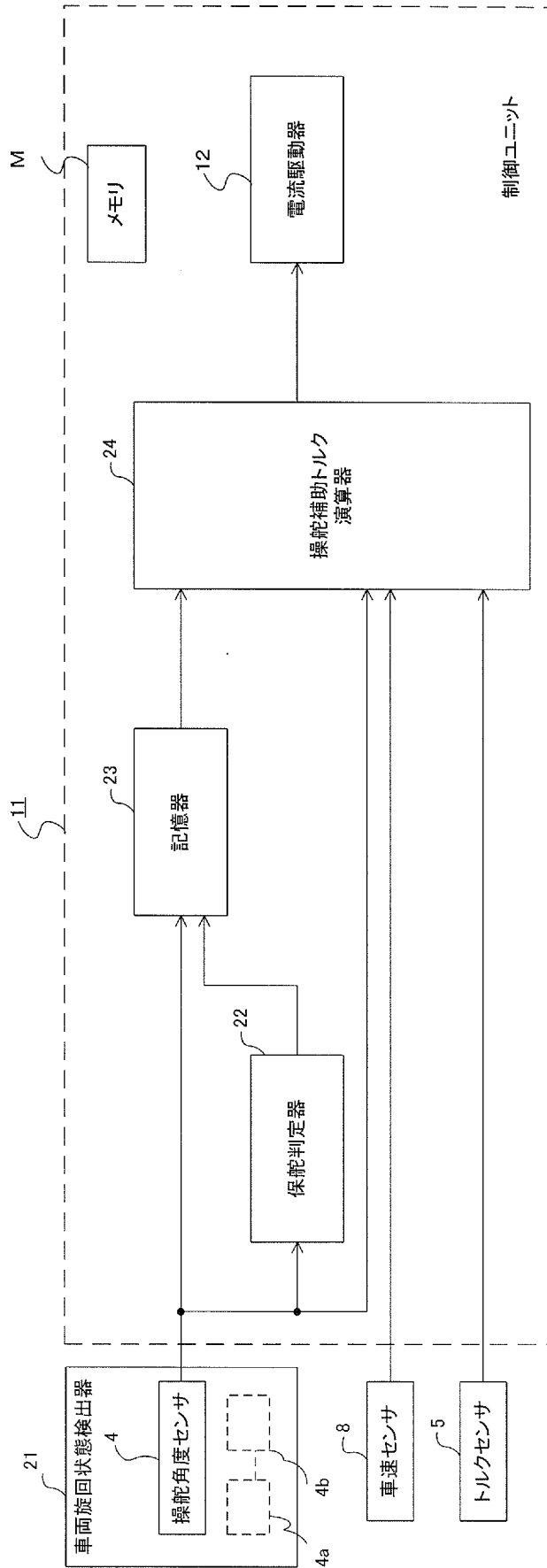
前記車両の操舵系に演算された前記操舵補助トルクを付与するようにアクチュエータを制御する工程と、

を備えたことを特徴とする操舵制御方法。

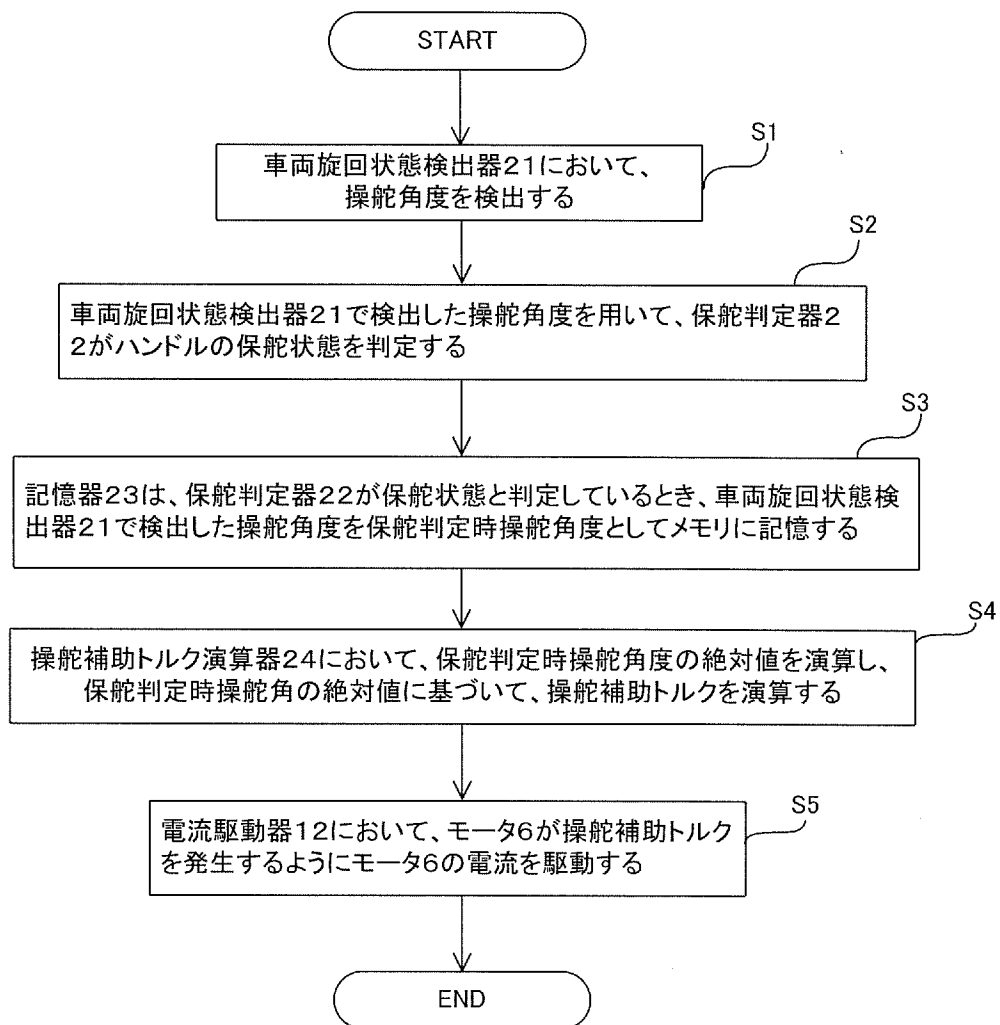
[図1]



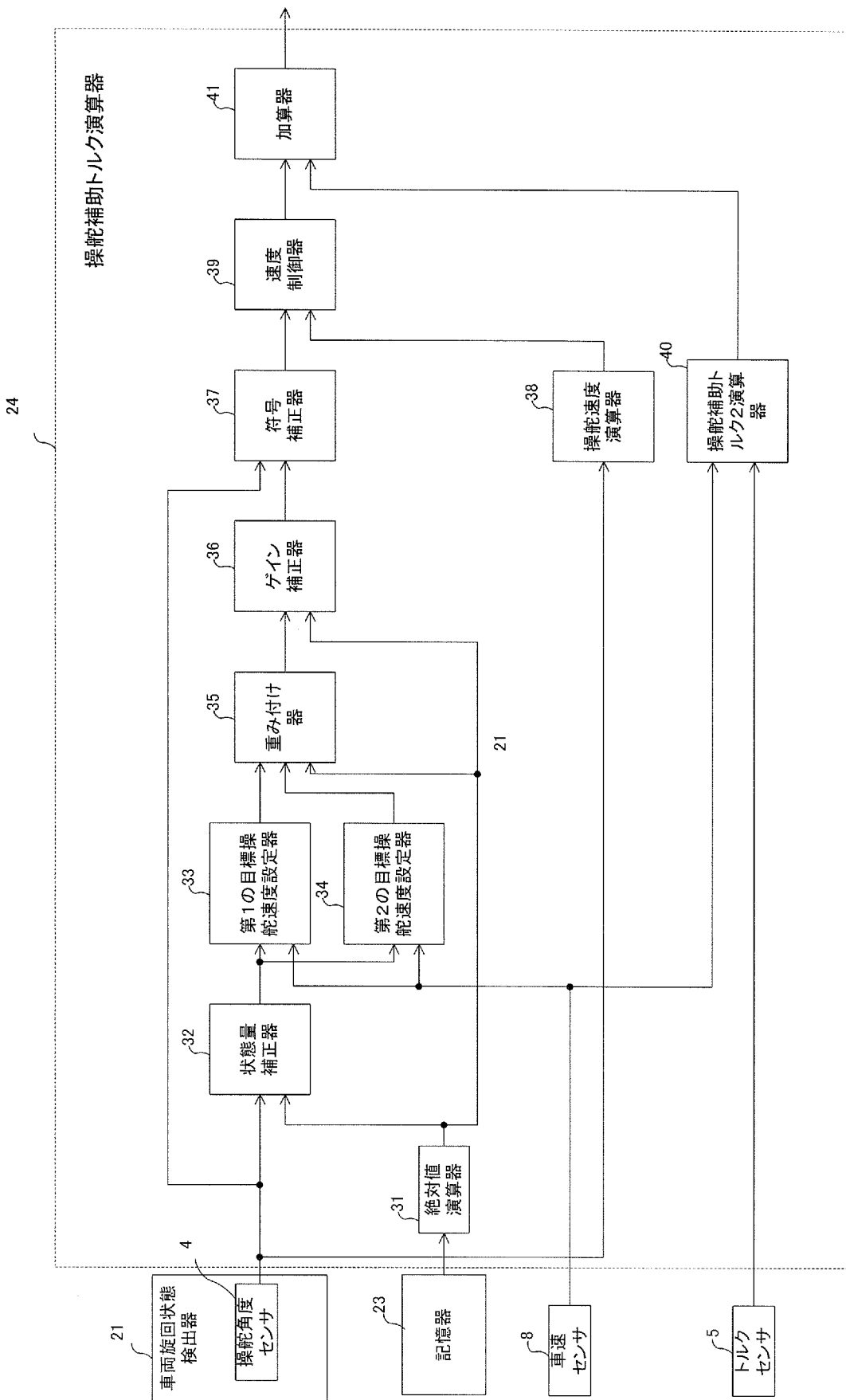
[図2]



[図3]



[図4]



24

21

4

32

33

35

36

37

39

41

23

31

8

5

21

31

32

33

35

36

37

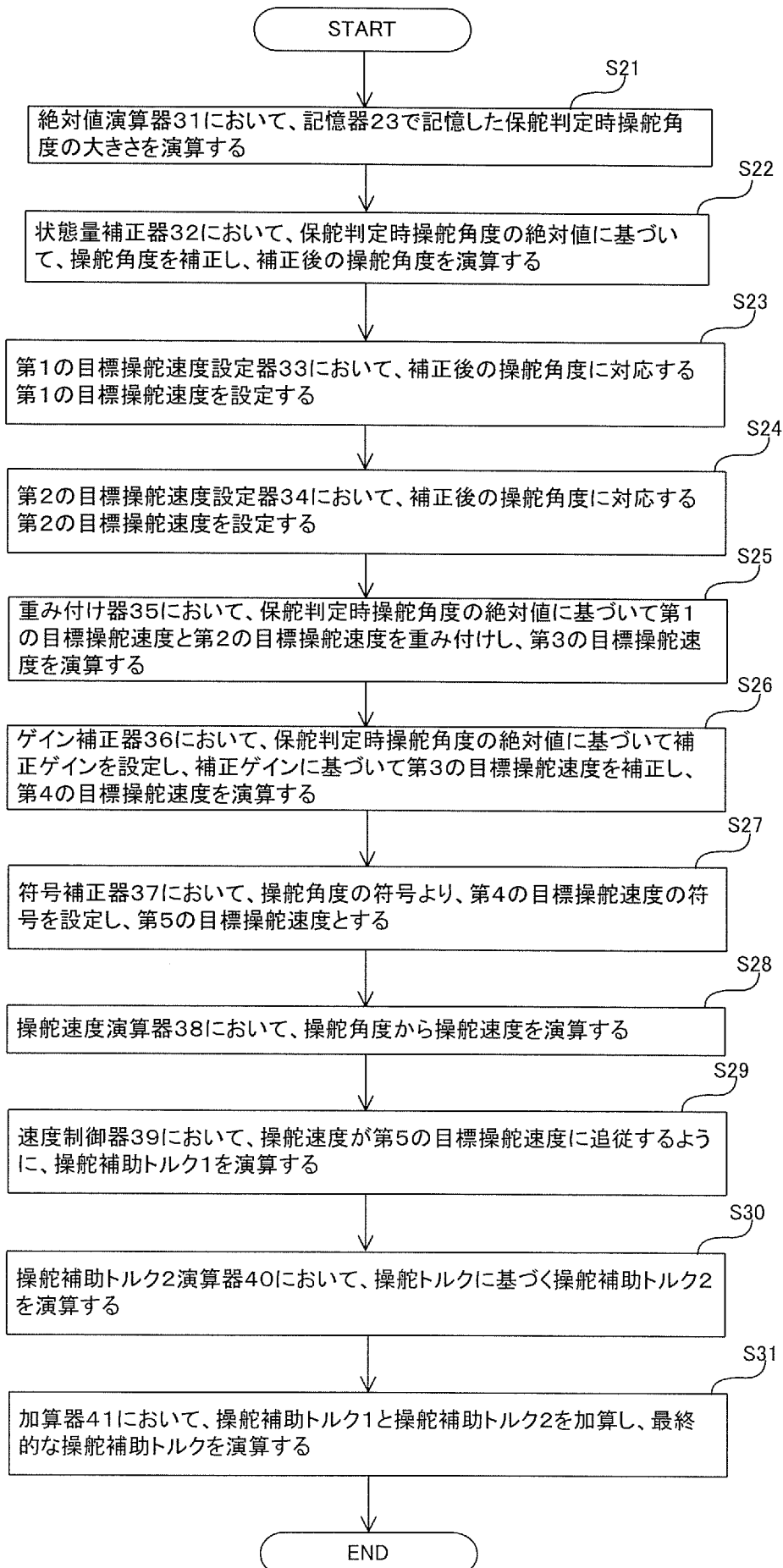
39

41

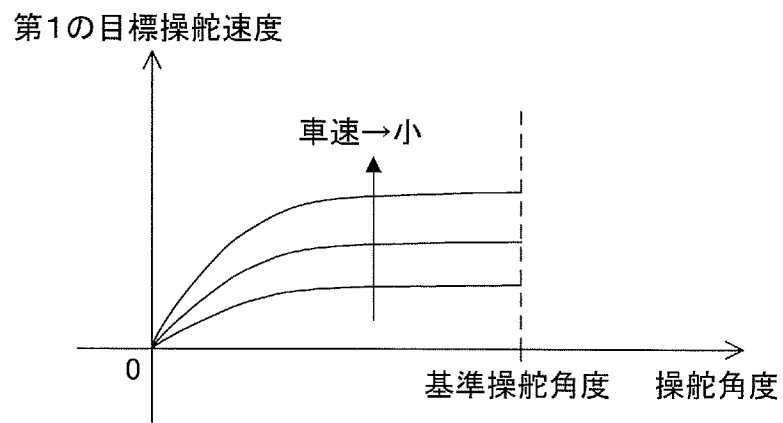
38

40

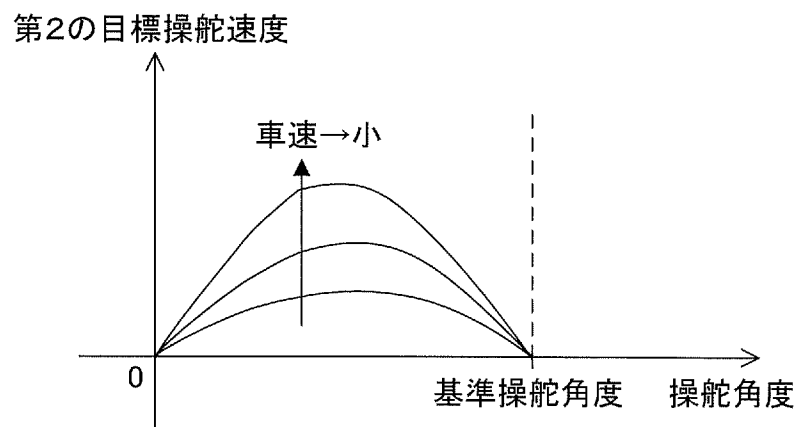
[図5]



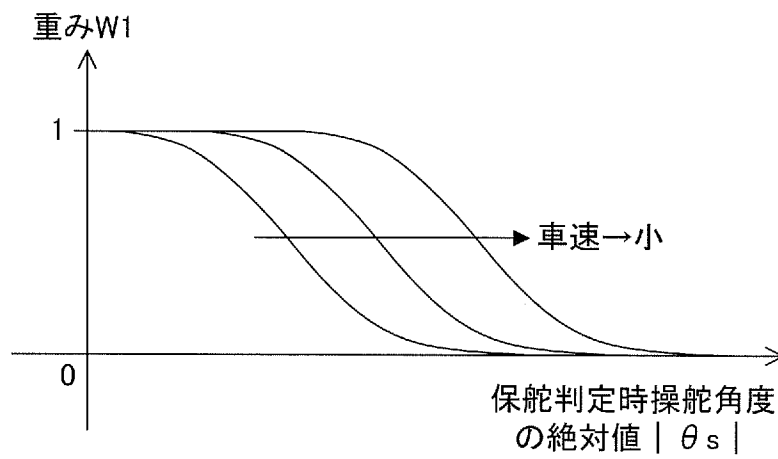
[図6]



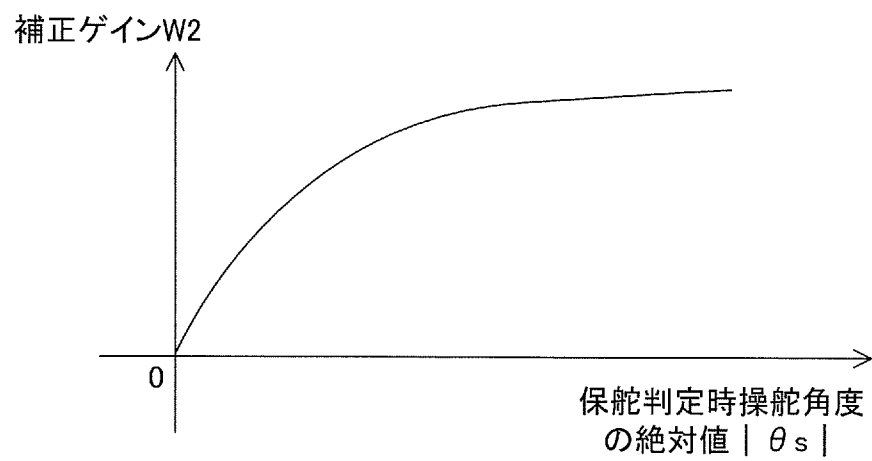
[図7]



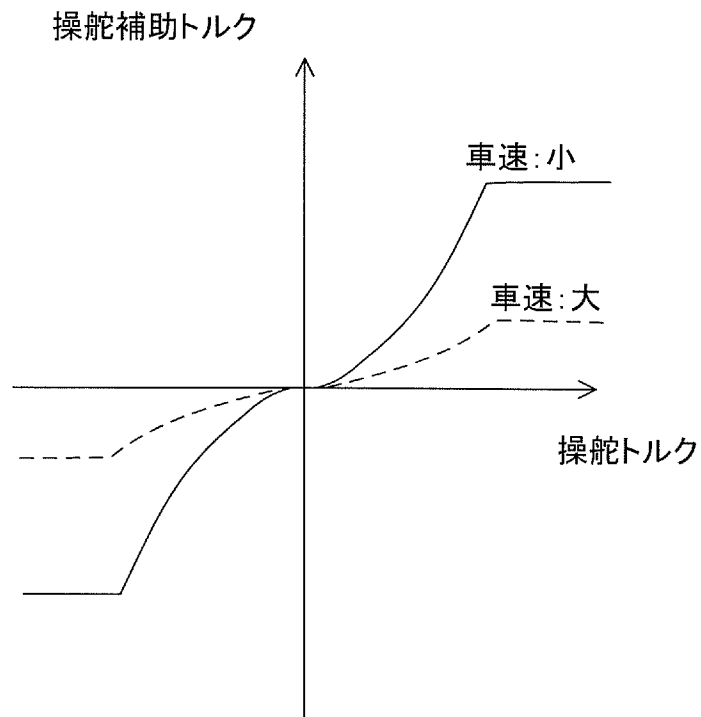
[図8]



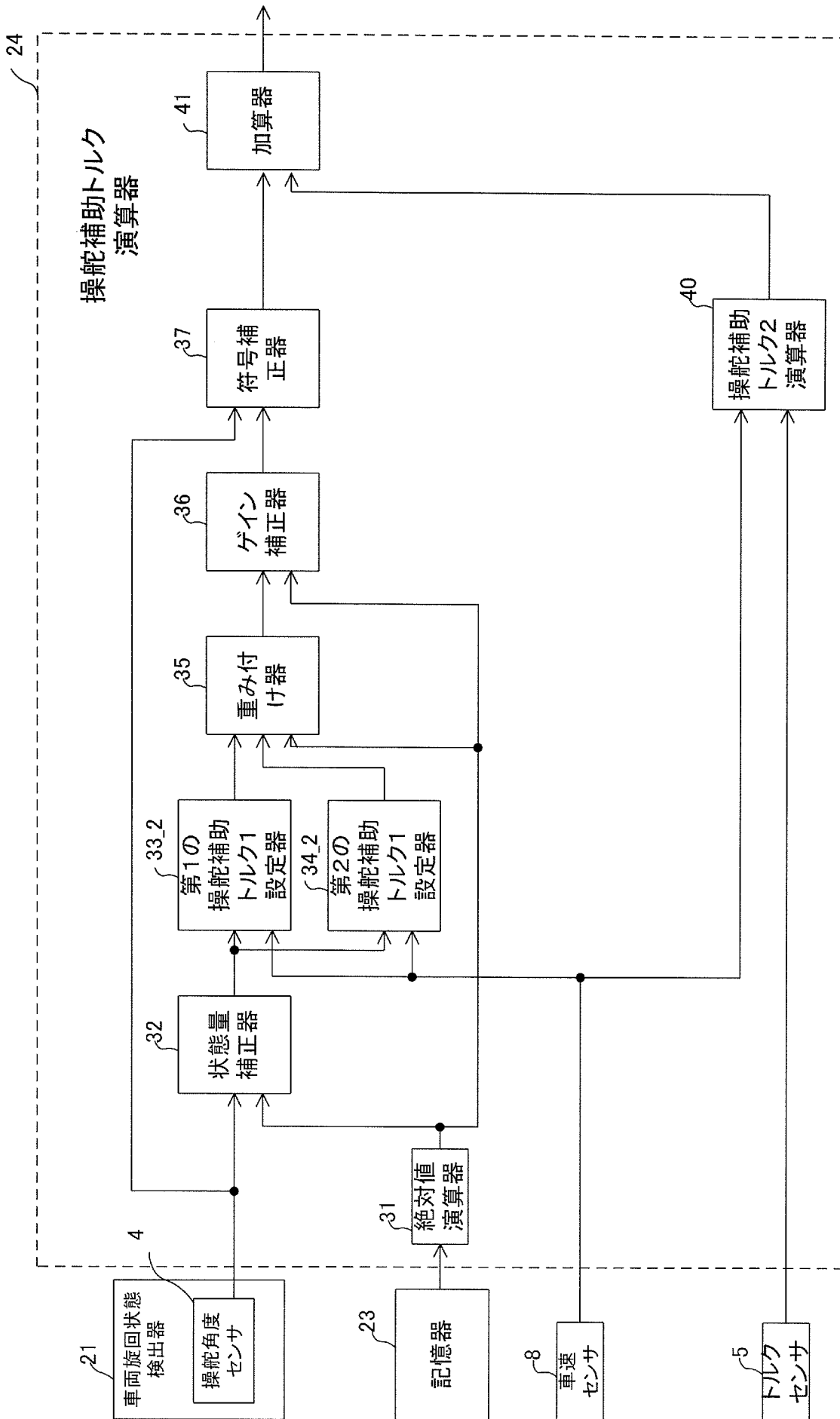
[図9]



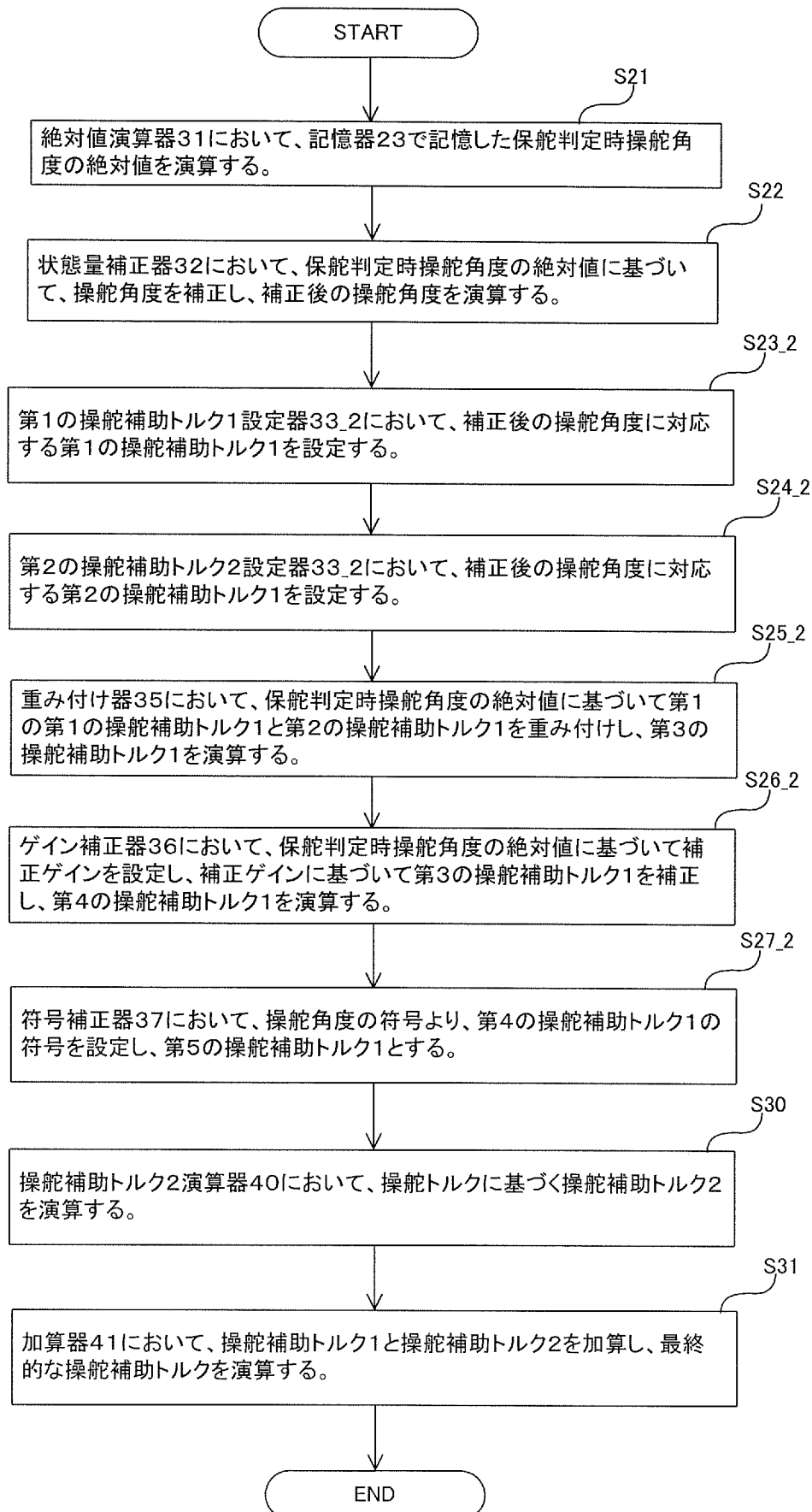
[図10]



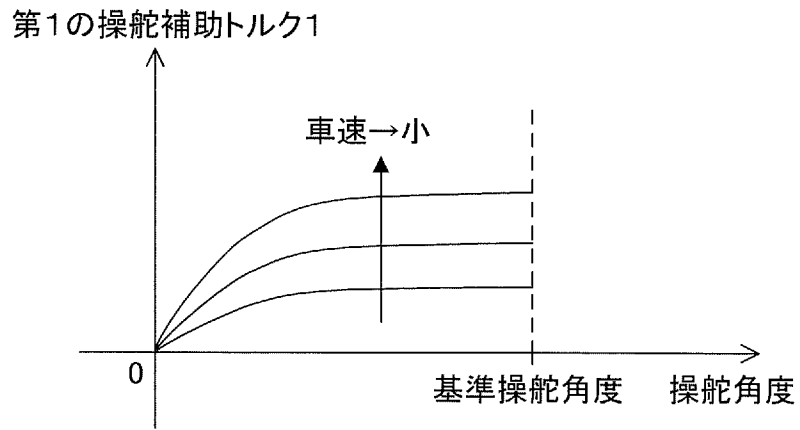
[図11]



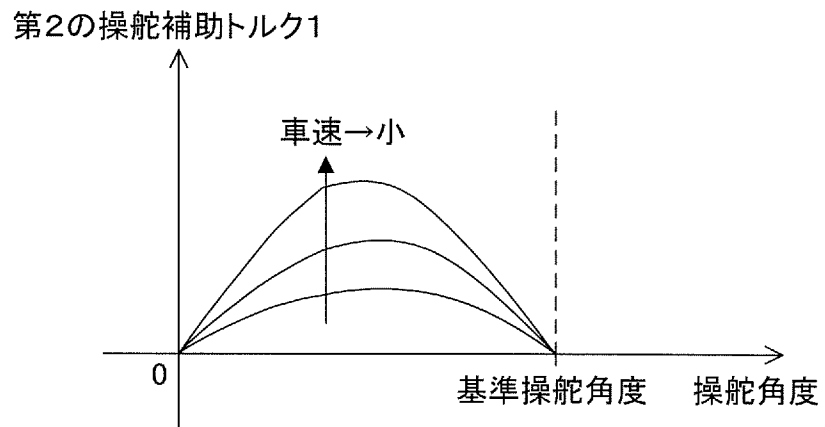
[図12]



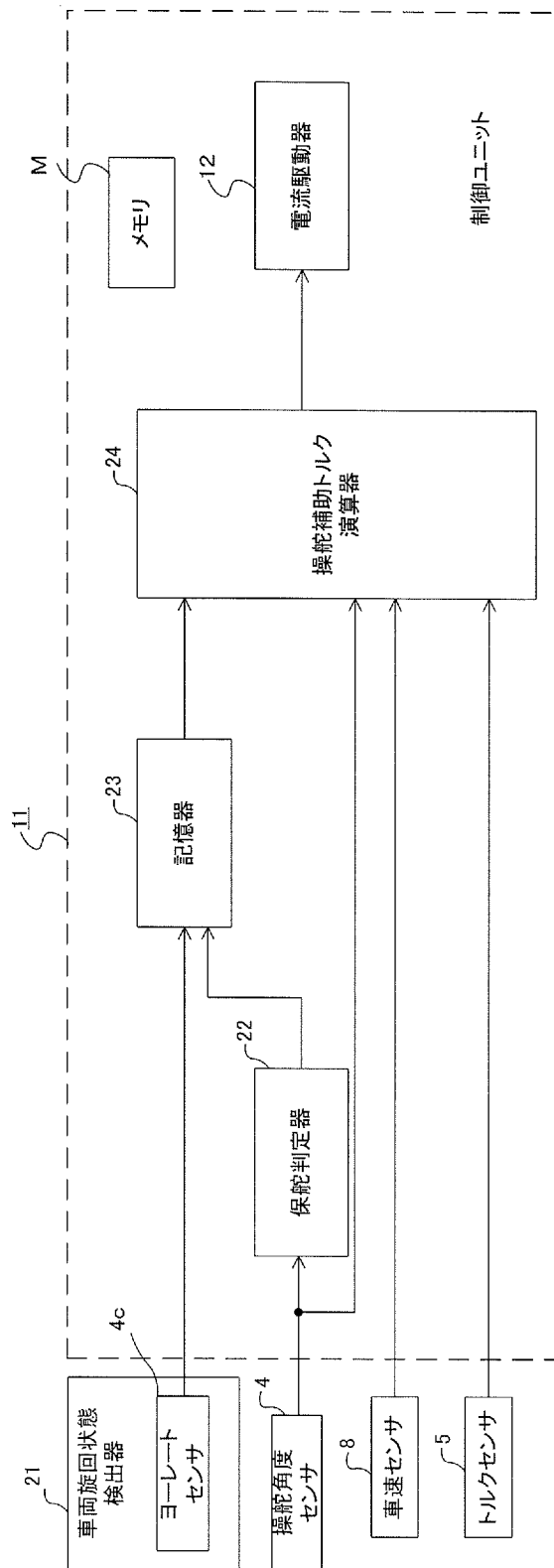
[図13]



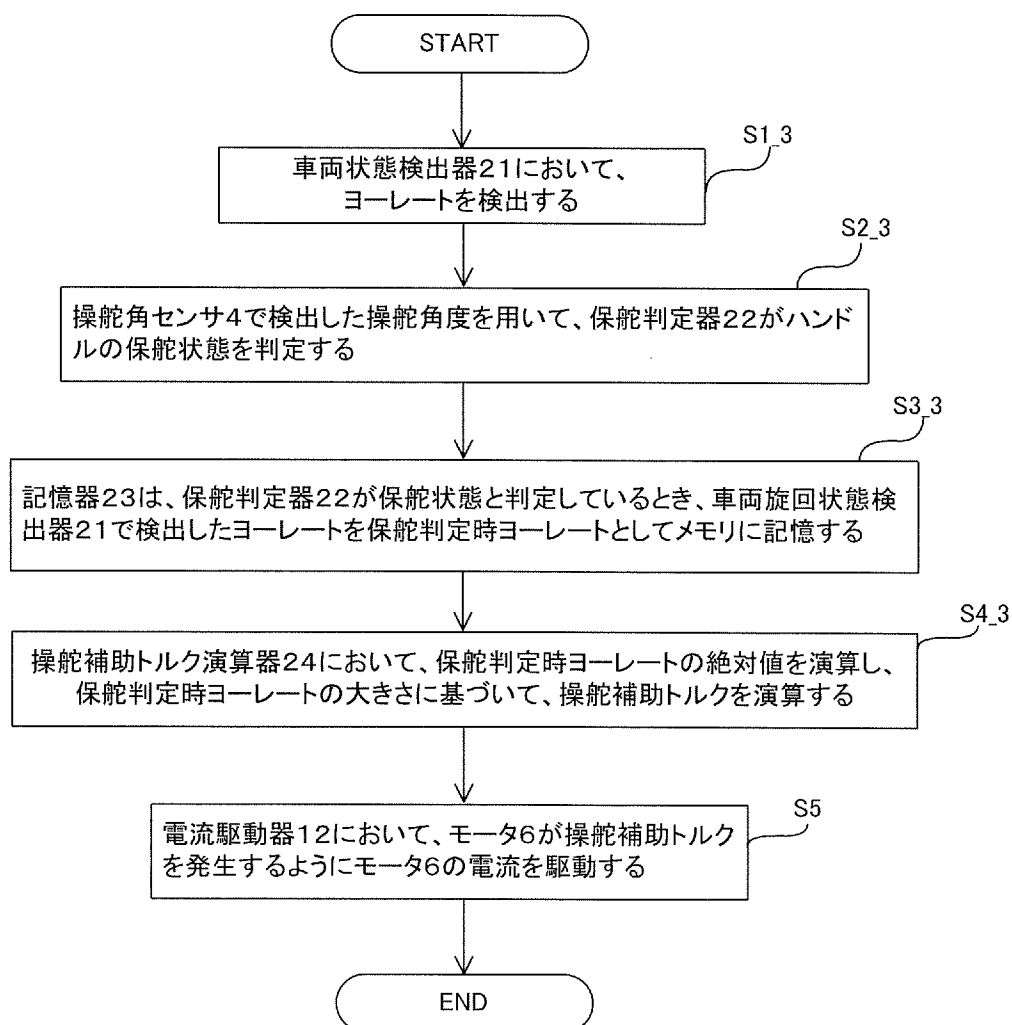
[図14]



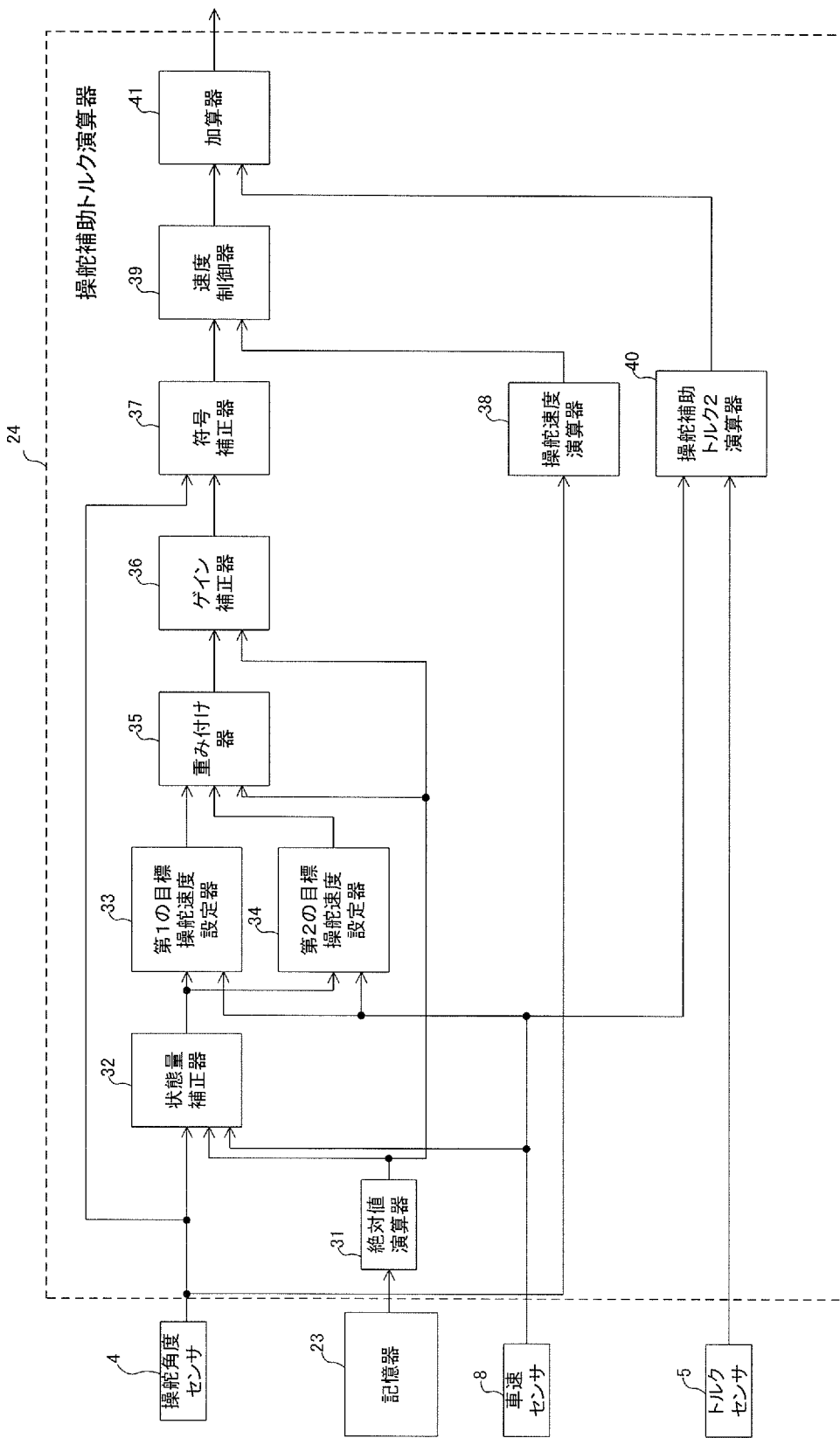
[図15]



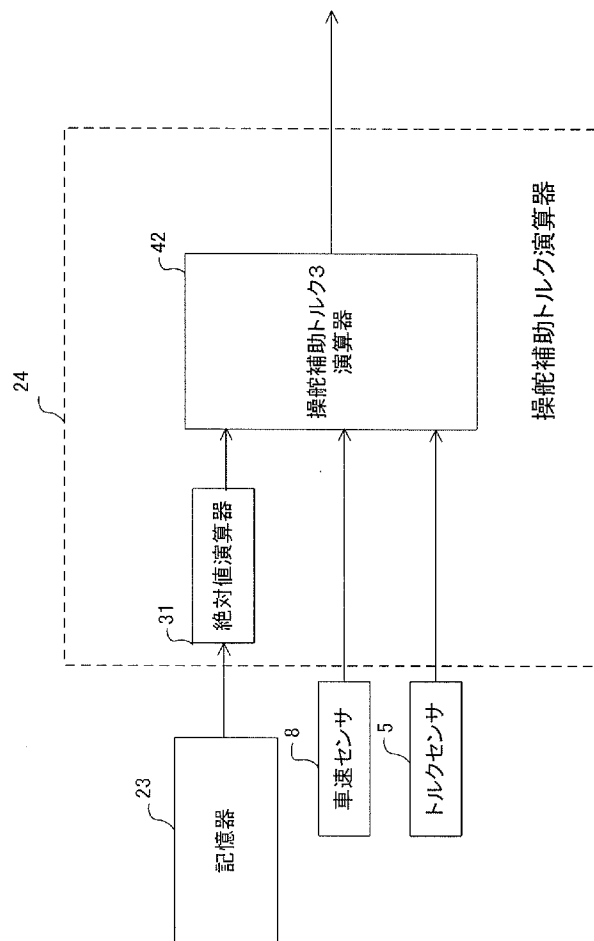
[図16]



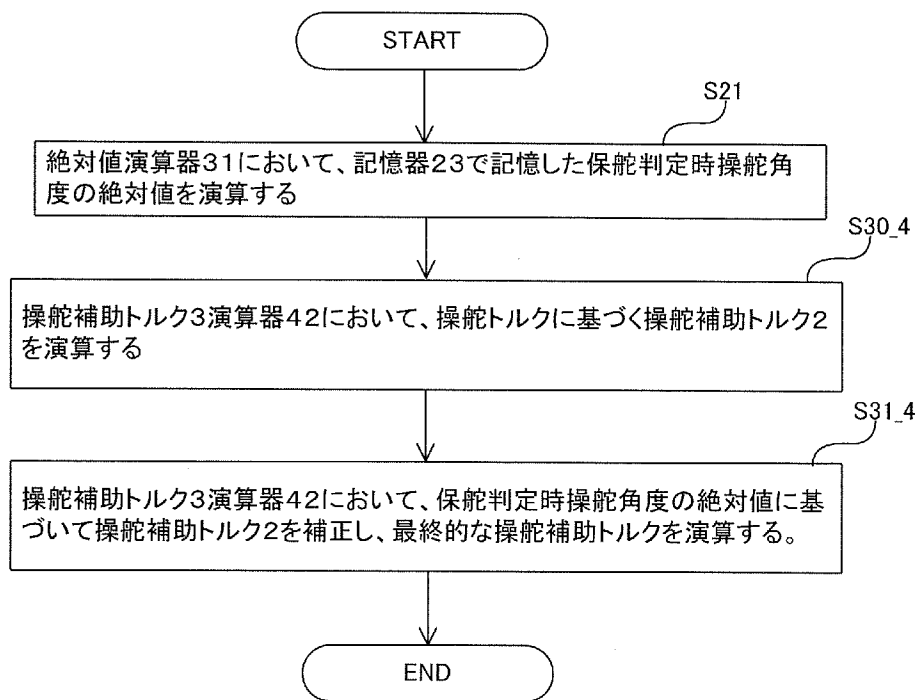
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060634

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00 (2006.01) i, *B62D5/04* (2006.01) i, *B62D113/00* (2006.01) n, *B62D119/00* (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)

B62D6/00, *B62D5/04*

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-14271 A (Toyota Motor Corp.), 24 January 2013 (24.01.2013), paragraphs [0020] to [0083], [0126]; fig. 1 to 14, 20 & WO 2013/005092 A1	1-2, 5-10, 12 3-4, 11
A	JP 2005-162105 A (Toyota Motor Corp.), 23 June 2005 (23.06.2005), paragraph [0038] & US 2005/0121252 A1 & EP 1538065 A2	1-11
A	JP 2007-118839 A (NSK Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraphs [0024] to [0044]; fig. 1 to 7 & US 2009/0192679 A1 & EP 1837266 A1	1-11

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
20 May, 2013 (20.05.13)

Date of mailing of the international search report
28 May, 2013 (28.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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, B62D113/00(2006.01)n, B62D119/00(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 (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 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2013-14271 A (トヨタ自動車株式会社) 2013.01.24, 段落【0020】 - 【0083】, 【0126】, 図 1-14, 20 & WO 2013/005092 A1	1-2, 5-10, 12 3-4, 11
A	JP 2005-162105 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.06.23, 段落【0038】 & US 2005/0121252 A1 & EP 1538065 A2	1-11
A	JP 2007-118839 A (日本精工株式会社) 2007.05.17, 段落【0024】 - 【0044】, 図 1-7 & US 2009/0192679 A1 & EP 1837266 A1	1-11

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 20.05.2013	国際調査報告の発送日 28.05.2013
--------------------------	--------------------------

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) 木原 裕二	3 Q	4 6 5 0
	電話番号 03-3581-1101 内線 3381		