(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
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/163051 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 117/00* (2006.01)
B62D 101/00 (2006.01) *B62D 119/00* (2006.01)
B62D 113/00 (2006.01) *B62D 137/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/058263

(22) 国際出願日: 2015 年 3 月 19 日(19.03.2015)

(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 2014-091416 2014 年 4 月 25 日(25.04.2014) JP

(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). 池田 英俊(IKEDA, Hidetoshi); 〒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(KINPARA, 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). 北野 弘明(KITANO, Hiroaki); 〒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).

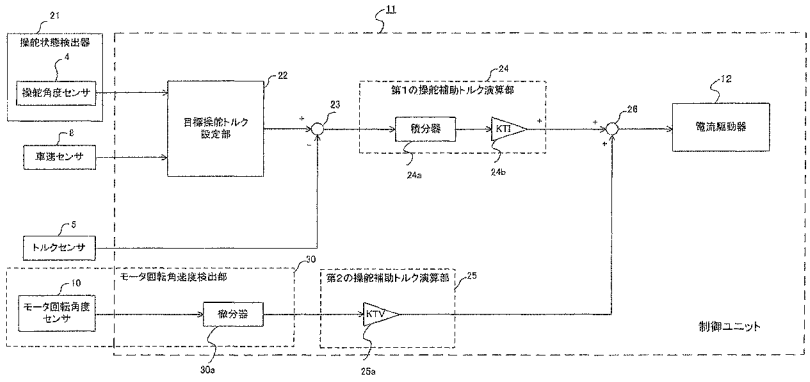
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) **Title**: STEERING CONTROL DEVICE AND STEERING-ASSISTING TORQUE CONTROL METHOD THEREOF

(54) 発明の名称 : 操舵制御装置およびその操舵補助トルク制御方法

[図2]



4 Steering angle sensor
5 Torque sensor
8 Vehicle speed sensor
10 Motor rotational angle sensor
11 Control unit
12 Current driver
21 Steering state detector
22 Target steering torque setter
24 First steering-assisting torque computation unit
24a Integrator
25 Second steering-assisting torque computation unit
30 Motor rotational angular velocity detection unit
30a Differentiation unit

(57) **Abstract**: Provided is a steering control device that, when a driver is steering by means of a steering wheel, can achieve smooth steering by means of the steering torque tracking a target steering torque, when the steering wheel is released, can adjust in a manner such that the steering wheel returns to a neutral position at an appropriate speed, and can achieve a favorable steering feeling both during steering and when released. A motor (6) is controlled by means of a motor steering-assisting torque that is the sum of: a first steering-assisting torque proportional to the integral value of the difference betwen the target steering torque and the steering torque; and a second steering-assisting torque proportional to the motor rotational angular velocity and acting in a direction that suppresses the speed of resturn of the steering wheel (1) when the steering wheel (1) returns to a neutral position.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/163051 A1

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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

運転者がステアリングホイールを持って操舵している場合には、操舵トルクが目標操舵トルクに追従することで、滑らかな操舵を実現するとともに、ステアリングホイールを手放しした時には、適切な速度でハンドルが中立点に戻るように調整ができ、操舵時と手放し時で良好な操舵フィーリングを両立できる操舵制御装置を提供する。 目標操舵トルクと操舵トルクの偏差の積分値に比例した第１の操舵補助トルクと、モータ回転角速度に比例し、ステアリングホイール１が中立点に戻る時にステアリングホイール１の戻り速度を抑える方向に作用する第２の操舵補助トルクとの和であるモータ操舵補助トルクによりモータ６を制御する。

明　細　書

発明の名称 ： 操舵制御装置およびその操舵補助トルク制御方法

技術分野

[0001] この発明は、モータで操舵補助トルクを発生することで、運転者の操舵トルクを調整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、ステアリングの操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、操舵状況に応じて目標操舵トルクを設定する目標操舵トルク設定手段と、目標操舵トルク設定手段で設定した目標操舵トルクに、操舵トルク検出手段で検出した操舵トルクが追従するようにモータの操舵補助トルクを発生させる操舵制御装置が提案されている(例えば特許文献１、２)。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平５－３０１５７５号公報(図１)

特許文献2：特開２００２－１２０７４３号公報(図１０)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような操舵制御装置にあっては、目標操舵トルク設定手段で設定した目標操舵トルクと、操舵トルク検出手段で検出した操舵トルクとの偏差に応じて、モータの補助操舵トルクを設定する操舵制御装置となっているが、運転者がステアリングホイールを保舵して操舵している場合のみを想定して設計されているため、運転者がステアリングホイールから手を放した、手放し状態において、ステアリングホイールが中立点に戻らない、または、逆に戻りすぎるといった課題があった。

[0005] 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、運転者がステアリングホイールを持って操舵している場合には、操舵トルクが目標操舵トルクに追従することで、滑らかな操舵を実現するとともに、ス

テアリングホイールを手放しした時には、適切な速度でステアリングを中立点に戻すことができ、操舵時と手放し時の良好な操舵フィーリングを両立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

[0006] この発明は、ステアリング軸に操舵補助トルクを与えるモータと、前記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検出部と、目標操舵トルクを設定する目標操舵トルク設定部と、前記目標操舵トルクと前記操舵トルクの偏差の積分値に比例した第１の操舵補助トルクを演算する第１の操舵補助トルク演算部と、前記モータの回転角速度を検出するモータ回転角速度検出部と、前記モータの回転角速度に比例し、ステアリングホイールが中立点に戻る時にステアリングホイールの戻り速度を抑える方向に作用する第２の操舵補助トルクを演算する第２の操舵補助トルク演算部と、前記第１の操舵補助トルクと前記第２の操舵補助トルクの和により前記モータのモータ操舵補助トルクを演算する加算部と、前記モータの前記操舵補助トルクを演算された前記モータ操舵補助トルクに合わせるように前記モータの電流を制御する電流駆動器と、を備える操舵制御装置等にある。

発明の効果

[0007] この発明によれば、運転者がステアリングホイールを持って操舵している場合には、操舵トルクが目標操舵トルクに追従することで、滑らかな操舵を実現することができ、かつ、ステアリングホイールを手放しした時には、操舵トルクが適度な追従偏差を持って目標操舵トルクに追従するため、適切な速度でステアリングホイールを中立点に戻すことができ、操舵時と手放し時の良好な操舵フィーリングを両立できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]この発明の一実施の形態による操舵制御装置を示す構成図である。

[図2]この発明の実施の形態１による操舵制御装置の要部の構成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を示すフロー

チャートである。

[図4]この発明の実施の形態１による操舵制御装置の運転者によるステアリングホイール操舵時の操舵角度と路面反力トルクおよび目標操舵トルクとの関係を示した図である。

[図5]この発明の実施の形態１による操舵制御装置の運転者がステアリングホイールを手放しした時の操舵角度と操舵トルクの関係を示した図である。

[図6]この発明の実施の形態２による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図7]この発明の実施の形態２による操舵制御装置の要部の動作を示すフローチャートである。

[図8]この発明の実施の形態３による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図9]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を示すフローチャートである。

[図10]この発明の実施の形態４による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図11]この発明の実施の形態５による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図12]この発明の実施の形態６による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図13]この発明の実施の形態１による操舵制御装置の運転者がステアリングホイールを手放しした時の操舵角度の動作を説明するための図である。

[図14]この発明の実施の形態２による操舵制御装置の運転者がステアリングホイールを手放しした時の操舵角度の動作を説明するための図である。

[図15]この発明の実施の形態３による操舵制御装置の操舵トルクの応答性を説明するための図である。

[図16]この発明の実施の形態４から６による操舵制御装置の運転者がステアリングホイールを手放しした時の操舵角度と操舵トルクの関係を示した図で

ある。

[図17]この発明の実施の形態７による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図18]この発明の実施の形態７による操舵制御装置の要部の動作を示すフローチャートである。

[図19]この発明の実施の形態８による操舵制御装置の要部を示すブロック図である。

[図20]この発明の実施の形態８による操舵制御装置の要部の動作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、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。

[0010] 実施の形態１.

図１はこの発明の一実施の形態による操舵制御装置を示す構成図である。ステアリングホイール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。ステアリングホイール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にはさらに、操舵トルク検出部であるトルクセンサ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。車両の車速は車速検出部である車速センサ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の回転角度はモータ回転角度センサ１０で検出する。

[0011] 制御ユニット１１はモータ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、ＲＯＭ、ＲＡＭを含むメモリ(図示省略)を設けたマイコン(図２の制御ユニッ

ト１１内の電流駆動器１２以外の部分)と、モータ電流を駆動する電流駆動器１２(図２参照)を備える。

[0012] 次にこの発明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、要部の構成を示す図２のブロック図と要部の動作を示す図３のフローチャートとで説明する。なおフローチャートに示す動作は設定時間の制御周期で繰り返し実行される。

[0013] ステップＳ１において、車両の横運動に関する状態量を検出する操舵状態検出器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。

車速センサ８で車速を検出する。

トルクセンサ５で操舵トルクを検出する。

モータ回転角度センサ１０でモータ回転角度を検出する。モータ回転角速度検出部３０では、モータ回転角度センサ１０で検出したモータ回転角度を微分器３０ａで微分してモータ回転角速度を演算する。

[0014] ステップＳ２では、目標操舵トルク設定部２２において、検出した操舵角度と車速から第１の目標操舵トルクを演算する。

[0015] ステップＳ３では、減算器２３において、目標操舵トルク設定部２２で設定した目標操舵トルクと、トルクセンサ５で検出した操舵トルクの偏差を演算する。

[0016] ステップＳ４では、第１の操舵補助トルク演算部２４において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差を積分器２４ａで積分後、乗算器２４ｂで積分制御ゲインＫＴＩを掛けて第１の操舵補助トルクを演算する。

[0017] ステップＳ５では、第２の操舵補助トルク演算部２５において、モータ回転角速度に乗算器２５ａにより速度制御ゲインＫＴＶを掛けて第２の操舵補助トルクを演算する。

[0018] ステップＳ６では、加算部である加算器２６において、第１の操舵補助トルクと第２の操舵補助トルクを加算して、モータ６を制御するモータ操舵補助トルク(以下単に操舵補助トルクともいう)とする。

[0019] ステップＳ７では、電流駆動器１２において、モータ６がモータ操舵補助

トルクを発生するようにモータ６の電流を駆動する、すなわち求められたモータ操舵補助トルクに従ってモータ６の電流を制御して駆動させる。

[0020] 次に、このように構成された操舵制御装置の効果を説明する。

車両の操舵制御装置では、運転者がステアリングホイール１を持って操舵している状態と、運転者がステアリングホイール１から手を放した手放し状態と、の両方を考慮する必要がある。

[0021] 例えば、車速が低い(遅い)走行においては、転舵輪３と路面との間に発生する路面反力トルクがステアリングホイール１を中立点に戻そうとするが、路面反力トルクが、ステアリング機構に内在する摩擦より小さいとステアリングホイール１が中立点に戻らない。

[0022] 図４に、この発明の実施の形態１による操舵制御装置の運転者によるステアリングホイール操舵時の操舵角度ＳＡと路面反力トルクＲＣＴおよび目標操舵トルクＴＳＴとの関係を示す。

図４において、Ｔはトルク、ＳＡは操舵角度、ＲＣＴは路面反力トルク、ＴＳＴは目標操舵トルク、ＳＣＲが操舵反力トルクを示す。

図４において、このような車速が低い(遅い)走行時において、運転者がステアリングホイール１を操舵した時の、操舵角度ＳＡと路面反力トルクＲＣＴの関係が破線で示されている。操舵角度変化に対する路面反力トルク変化の傾きが小さいため、運転者がステアリングホイール１を操舵しても、操舵反力トルクＳＣＴが伝わらない。目標操舵トルク設定部２２で設定した図４に実線で示す目標操舵トルクＴＳＴに、トルクセンサ５で検出した操舵トルクが追従するようにモータ６の操舵補助トルクを発生させる操舵制御装置では、目標操舵トルクを図４に示すように設定することで、操舵補助トルクで操舵反力トルクを生み出し、運転者に操舵した時の手ごたえを伝えることができ、反力感を向上させることができる。

[0023] ただし、上記特許文献１に記載のような、目標操舵トルク設定手段で設定した目標操舵トルクと、操舵トルク検出手段で検出した操舵トルクとの偏差に対して、比例制御ゲインを掛けた操舵補助トルク比例制御成分と、偏差を

積分して積分制御ゲインを掛けた操舵補助トルク積分制御成分と、偏差を微分して微分制御ゲインを掛けた操舵補助トルク微分制御成分との和から操舵補助トルクを演算する操舵制御装置では、運転者は、ステアリングホイールを保舵している時は、操舵補助トルク積分制御成分により、運転者の操舵トルクが目標操舵トルクに追従し、運転者は適度な反力感を得ることができるが、手放しした場合にも操舵補助トルク積分制御成分により、操舵トルクが目標操舵トルクに追従してしまうため、ステアリングホイールが中立点に戻りすぎ、戻り速度が過大になってしまう恐れがあった。

[0024] 図５に、この発明の実施の形態１による操舵制御装置の運転者がステアリングホイールを手放しした時の操舵角度と操舵トルクの関係を示す。Ａが本願の動作軌跡、Ｂが特許文献１の軌跡、Ｃが特許文献２の軌跡を示す。また図１３には、本願発明と従来技術の操舵角度の動作を示す。

[0025] すなわち、図５に示すように、手放しポイントＨＰで運転者がステアリングホイールを手放しすると、運転者はステアリングホイールを保舵していないため、トルクセンサ５で検出する操舵トルクを目標操舵トルクＴＳＴに追従させるためには、モータ６を中立点方向に向けて加速させて、ステアリングホイールに作用する慣性モーメントにより、トルクセンサ５で検出する操舵トルクを発生させる必要があり、ステアリングホイールを中立点に戻す方向の操舵補助トルクが過大になる。その結果、図１３に太い実線で示すように、ステアリングホイール１が中立点に戻り過ぎ、戻り速度が過大になってしまう。なお、このような手放しの定常状態においては、偏差の微分から演算する微分制御成分は値が小さくなるため、戻り速度過大に対して改善効果がない。また、偏差の微分は、ノイズが生じ易い、あるいは、モータ６とトルクセンサ５の位置が離れている場合、制御の安定性を確保し難い課題もある。

[0026] また、上記特許文献２に記載のような、目標操舵トルク設定手段で設定した目標操舵トルクと、操舵トルク検出手段で検出した操舵トルクとの偏差に対して、比例制御ゲインを掛けた操舵補助トルク比例制御成分と、偏差を微

分して微分制御ゲインを掛けた操舵補助トルク微分制御成分と、モータ回転角速度に速度制御ゲインを掛けたモータ速度制御成分との和から操舵補助トルクを演算した場合、操舵補助トルク積分制御成分がないため、運転者がステアリングホイールを持っている時においても、操舵トルクが目標操舵トルクに追従せず、運転者は適度な反力感を得ることができない。また、手放しした場合は、積分制御成分がないため操舵補助トルクが小さく、図５のＣで示すように、操舵トルクがほぼ零となる。その結果、その結果、図１３の破線で示すように、操舵補助トルクによる戻しトルクが小さいため、ステアリングホイールが中立点に戻らない、または、戻り速度が過少になってしまう恐れがある。

[0027] 本実施の形態１による操舵制御装置では、操舵補助トルク積分制御成分(第１の操舵補助トルク)を含んでいるため、ステアリングホイール１を持っている時、運転者の操舵トルクが目標操舵トルクに追従し、運転者は適切な反力感を得ることができる。手放しした場合には、モータ回転角速度に速度制御ゲインを掛けたモータ速度制御成分(第２の操舵補助トルク)により、図５のＡで示すように、操舵トルクを目標操舵トルクと零との間の値に調整することが可能となり、その結果、図１３の細い実線で示すように、ステアリングホイール１の戻し速度を抑えることができる。すなわち、操舵トルクをある適度な追従誤差を維持して目標操舵トルクに追従させることができる。その結果、運転者がステアリングホイールを持って操舵している場合には、操舵トルクが目標操舵トルクに追従することで、滑らかな操舵を実現するとともに、ステアリングホイールを手放しした時には、適切な速度でハンドルを中立点に戻すことができ、操舵時と手放し時の操舵フィーリングを両立できる。また、モータ速度制御成分(第２の操舵補助トルク)を用いることで、モータ６とトルクセンサ５の位置が離れている場合においても、制御の安定性を確保でき、目標操舵トルクの微分が不要であるため、ノイズを抑えられ、滑らかなで安定した操舵を実現できる。

なお第１の操舵補助トルク演算部２４は減算器２３も含むものとする。

[0028] 実施の形態２.

次に実施の形態２について、この発明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、要部の構成を示す図６のブロック図と要部の動作を示す図７のフローチャートとで説明する。

[0029] 実施の形態１に対する実施の形態２の違いは図６に示す第３の操舵補助トルク演算部２７を追加した点である。図７に示すフローチャートにおいて、ステップＳ２６では、操舵補助トルク演算部２７において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差に、乗算器２７ａで比例制御ゲインＫＴＰを掛けて第３の操舵補助トルクを演算する。ステップＳ２７では、加算器２６において、第１の操舵補助トルクと第２の操舵補助トルクと第３の操舵補助トルクを加算して、モータ操舵補助トルクとする。

[0030] この構成により、実施の形態１に示す効果が得られると同時に、操舵補助トルク比例制御成分(第３の操舵補助トルク)は、操舵補助トルク積分制御成分(第１の操舵補助トルク)に比べて応答性が速いため、実施の形態１に比べ、追従応答性を早くでき、オーバーシュートを低減できる。その結果、運転者がステアリングホイール１を持って操舵している時に、操舵トルクが目標操舵トルクに安定的に追従し、より滑らかな操舵を実現することができる。

[0031] 図１４は、実施の形態１と２の、運転者がステアリングホイールを手放した時の操舵角度の動作を示すが、操舵トルクを目標操舵トルクに追従させる追従応答性が、細い実線で示す実施の形態１のものに比べ、太い実線で示す施の形態２のものの方が早くなるため、戻りの応答性を早くし、かつ、中立点に戻った後のオーバーシュート量を低減できる。

なお、第３の操舵補助トルク演算部２７は第１の操舵補助トルク演算部２４と減算器２３を共有する。

[0032] 実施の形態３.

次に実施の形態３について、この発明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、要部の構成を示す図８のブロック図と要部の動作を示す図９のフローチャートとで説明する。

[0033] 実施の形態２に対する実施の形態３の違いは図８に示す第３の操舵補助トルク演算部２７で用いる操舵トルク偏差の演算処理が異なる。図９に示すフローチャートにおいて、ステップＳ３６では、乗算器２８において、第１の目標操舵トルクに補正ゲインαを掛けて、第２の目標操舵トルクを演算する。αは０以上１未満の値であり、目標操舵トルク２は目標操舵トルクよりも大きさが小さい値となる。

[0034] そしてステップＳ３７では、減算器２９において、目標操舵トルク２と、トルクセンサ５で検出した操舵トルクの偏差を演算する。ステップＳ３８では、乗算器２７ａにおいて、目標操舵トルク２と操舵トルクとの偏差に、比例制御ゲインＫＴＰを掛けて第３の操舵補助トルクを演算する。

そしてステップＳ２７では、加算器２６において、第１の操舵補助トルクと第２の操舵補助トルクと第３の操舵補助トルクを加算して、モータ操舵補助トルクとする。

[0035] この構成により、実施の形態１に示す効果が得られると同時に、実施の形態１に示す構成に比べ、操舵トルクを目標操舵トルクに追従させる追従応答性を早くでき、実施の形態２に示す構成よりもさらにオーバーシュートを低減できる。

[0036] 図１５に目標操舵トルクをステップ上に変化させたときの、実施の形態２と３での操舵トルクの応答性を示す。上側の実施の形態２の場合に比べて下側の実施の形態３の場合に、オーバーシュートを低減できている。なお、実施の形態２、３の構成ともに目標操舵トルクに対して、操舵トルクが追従していることも確認できる。その結果、運転者がステアリングホイールを持って操舵している時に、操舵トルクが目標操舵トルクに安定的に追従し、より滑らかな操舵を実現することができる。さらに、αを変更しても、転舵輪３から入力される路面外乱トルクを抑える性能は変化しないため、実施の形態２と同等に路面外乱トルクを抑える性能を維持したまま、オーバーシュートを調整することができる。この結果、運転者がステアリングホイールを操舵した時の操舵トルクの目標操舵トルク追従性を適切に調整し、さらに、わだ

ちで転舵輪３が取られて発生する路面外乱トルクによる操舵トルク変化を低減でき、より滑らかな操舵を得ることができる。

[0037] また、ステアリングホイール１の操舵角度と転舵輪３の転舵角度の関係を任意に変更できる機構を備えたステアリングシステムに適用した場合、ステアリングシステムが転舵輪の転舵角度を変更することで変化する路面反力トルクが運転者に外乱トルクとして伝わる恐れがあるが、本実施の形態の構成により、外乱トルクに対する操舵トルクの変化を低減でき、より滑らかな操舵を得ることができる。

[0038] 実施の形態４．

次に実施の形態４について、この発明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、要部の構成を示す図１０のブロック図で説明する。

[0039] 本実施の形態では、積分制御ゲインＫＴＩ、速度制御ゲインＫＴＶ、比例制御ゲインＫＴＰ、補正ゲインαが、車速に対して可変になっている。

[0040] この構成により、車速によって変化する路面反力トルクの特性に対応して、適切な制御ゲインが設定でき、車速に応じて、安定、かつ、高い応答性で操舵トルクを目標操舵トルクに追従させることができ、滑らかな操舵を実現できる。さらに、ステアリングホイールを手放しした時には、適切な速度でステアリングホイールを中立点に戻すことができ、操舵時と手放し時の操舵フィーリングを両立することができる。

[0041] 例えば、低車速では路面反力トルクが小さいため、ステアリングホイールが中立点に戻りにくく、高車速では路面反力トルクが大きいため、ステアリングホイールが過大な戻り速度で戻る。よって、積分制御ゲインＫＴＩの絶対値を低車速より高車速で小さく設定する。または、速度制御ゲインＫＴＶの絶対値を低車速より高車速で大きく設定する。ゲインの絶対値を小さくすることは、その制御成分の影響度を小さくすることを意味する。この結果、図５に対応する図１６の、上記実施の形態の場合の動作軌跡Ａに対して、破線の積分制御ゲインＫＴＩ→大、積分制御ゲインＫＴＩ→小で示すように、

戻り速度を調整することが可能となり、低車速におけるステアリングホイール手放し時の、中立点への戻り速度を高めることが可能となり、また、高車速では中立点への戻り速度を抑えることが可能となる。

[0042] さらに、積分制御ゲインＫＴＩまたは速度制御ゲインＫＴＶを車速に応じて変更した場合、比例制御ゲインＫＴＰや補正ゲインαも車速に応じて変更することで、追従応答性や、オーバーシュート量を適切に調整することができる。

なお、全てのゲインを車速に対して可変にする必要はなく、各ゲインのうち、少なくとも１つ以上を車速に対して可変にしてもよい。

[0043] 実施の形態５.

次に実施の形態５について、この発明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、要部の構成を示す図１１のブロック図で説明する。

[0044] 本実施の形態では、積分制御ゲインＫＴＩ、速度制御ゲインＫＴＶ、比例制御ゲインＫＴＰ、補正ゲインαがモータ回転角速度に対して可変になっている。なお、図１１に示すように本実施の形態では、モータ回転角度センサ１０で検出したモータ回転角度を微分したものをモータ回転角速度として用いるが、モータ回転角速度は操舵角度センサ４で検出した操舵角度を微分した操舵角速度から演算してもよい。

[0045] この構成により、モータ回転角速度または操舵角速度によって適切な制御ゲインが設定でき、モータ回転角速度または操舵角速度に応じて、安定、かつ、高い応答性で操舵トルクが目標操舵トルクに追従することができ、滑らかな操舵を実現するとともに、ステアリングホイールを手放しした時には、適度な速度でハンドルが中立点に戻るように調整ができ、操舵時と手放し時の操舵フィーリングを両立できる操舵制御装置を得ることができる。

[0046] 例えば、上述のように図１６に示すように、戻り速度を調整することが可能となり、中立点への戻り速度が過大である場合、すなわち、モータ回転角速度が過大である場合は、積分制御ゲインＫＴＩの絶対値を低モータ回転角

速度より高モータ回転角速度で小さく設定する。または、速度制御ゲインＫＴＶの絶対値を低モータ回転角速度より高モータ回転角速度で大きく設定する。この結果、中立点への戻り速度が過大である場合に、戻り速度を抑えることができる。

[0047] さらに、積分制御ゲインＫＴＩや速度制御ゲインＫＴＶをモータ回転角速度に応じて変更した場合、比例制御ゲインＫＴＰや補正ゲインαもモータ回転角速度に応じて変更することで、追従応答性や、オーバーシュート量を適切に調整することができる。

[0048] なお、全てのゲインをモータ回転角速度で可変にする必要はなく、各ゲインのうち、少なくとも１つ以上をモータ回転角速度可変にしてもよい。

[0049] 実施の形態６．

次に実施の形態６について、この発明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、要部の構成を示す図１２のブロック図で説明する。

[0050] 本実施の形態では、積分制御ゲインＫＴＩ、速度制御ゲインＫＴＶ、比例制御ゲインＫＴＰ、補正ゲインαが、操舵トルクに対して可変になっている。

[0051] この構成により、操舵トルクに応じて、適切なゲインが設定でき、操舵トルクに応じて、安定、かつ、高い応答性で操舵トルクが目標操舵トルクに追従することができ、滑らかな操舵を実現するとともに、ステアリングホイールを手放しした時には、適度な速度でステアリングホイールを中立点に戻すことができ、操舵時と手放し時の操舵フィーリングを両立できる操舵制御装置を得ることができる。

[0052] 例えば、上述のように図１６に示すように、戻り速度を調整することが可能となり、操舵トルクが大きい場合は、運転者がステアリングホイールを操舵している状況であると判断できるため、積分制御ゲインＫＴＩの絶対値を低操舵トルクより高操舵トルクで大きく設定する。または、速度制御ゲインＫＴＶの絶対値を高操舵トルクより低操舵トルクで大きく設定する。この結

果、運転者がステアリングホイールを操舵している状況であると判断できる状況においては、操舵トルクの目標操舵トルクへの追従性を確保し、中立点への戻り速度が過大である場合に、戻り速度を抑えることができる。

[0053] また、比例制御ゲインＫＴＰや補正ゲインαを操舵トルクに応じて変更することで、追従応答性や、オーバーシュート量を適切に調整することができる。例えば、中立点付近で操舵トルクが小さい領域では補正ゲインαを小さくし、オーバーシュートを抑え、操舵トルクが大きい領域では、補正ゲインαを大きくし、操舵トルクの目標トルクへの追従性を高めるようにする。

[0054] なお、全てのゲインを操舵トルク可変にする必要はなく、各ゲインのうち、少なくとも１つ以上を操舵トルク可変にしてもよい。

[0055] また、本実施の形態では、操舵トルクの大きさで運転者がステアリングホイールを操舵している状況であるかどうかを判断したが、操舵トルク、操舵角速度、操舵角度等を複合的に用いて、運転者の操舵状態判断し、その操舵状態に応じて、各ゲインを変更する構成としてもよい。その結果、運転者がステアリングホイールを操舵している状況であると判断できる状況においては、操舵トルクの目標操舵トルクへの追従性を確保し、中立点への戻り速度が過大である場合に戻り速度を抑え、中立点への戻り速度が過少である場合には、戻り速度を増加することができる。

[0056] なお、各実施の形態は、目標操舵トルクを操舵角度と車速から設定する構成としたが、この構成に限定するものではない。車両の横運動に関する状態量を検出する操舵状態検出器２１として、操舵角度センサ４の他、トルクセンサ５、車両のヨーレートセンサ、横加速度センサ、路面反力トルクなどを用いてもよい。

[0057] 実施の形態７．

次に実施の形態７について、この発明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、要部の構成を示す図１７のブロック図と要部の動作を示す図１８のフローチャートとで説明する。

[0058] 実施の形態２と実施の形態３に対する実施の形態７の違いは図１７に示す

第４の操舵補助トルク演算部３２を追加した点である。図１８に示すフローチャートにおいて、ステップＳ４０では、操舵角速度検出部３１において、操舵角度センサ４で検出した操舵角度を微分器３１ａで微分して操舵角速度を演算する。さらに操舵角速度にローパスフィルタＬＰＦでローパスフィルタ処理を行う。ここでローパスフィルタのカットオフ周波数は運転者の操舵周波数を含む設定された周波数成分を抽出できる値に設定する。一般的に運転者の限界操舵周波数は５Ｈｚ以下であり、ステアリング軸の共振周波数は１０数Ｈｚ付近にあるため、カットオフ周波数は０より大きく、１０Ｈｚ以下の値に設定する。ステップＳ４１では、第４の操舵補助トルク演算部３２において、ローパスフィルタ処理後の操舵角速度に速度制御ゲインＫＴＶ２を掛けて第４の操舵補助トルクを演算する。なお、速度制御ゲインＫＴＶ２は、速度制御ゲインＫＴＶと符号が逆である。ステップＳ４２では、加算器２６において、第１の操舵補助トルクと第２の操舵補助トルクと第３の操舵補助トルクと第４の操舵補助トルクを加算して、モータ操舵補助トルクとする。

[0059] この構成により、実施の形態２および実施の形態３に記載の効果に加え、運転者が高周波操舵、例えば、急なレーンチェンジ操舵を行った場合においても、操舵トルクの目標操舵トルクへの追従性が改善し、より滑らかな操舵を実現することができる。

[0060] すなわち、運転者がステアリングホイール１を高周波操舵した場合、高周波操舵によるトルクセンサ５のねじれが大きくなり、操舵制御装置に対しては外乱として作用するため、操舵トルクの目標操舵トルクへの追従性が低下し、運転者は操舵時に抵抗力を感じてしまう。本実施の形態に示す構成により、運転者の高周波操舵に生じてしまう外乱の影響を低減することができ、高周波操舵においても、操舵トルクの目標操舵トルクへの追従性が改善し、滑らかな操舵を実現することができる。

[0061] また、操舵角速度には運転者の操舵周波数成分が含まれ、ステアリング軸の共振周波数成分を低減するローパスフィルタ処理をすることで、微分によ

るノイズの影響を除去することができ、さらに、共振周波数を加振することを防ぐため、制御系の安定性の劣化させることなく、滑らかな操舵を実現できる。

[0062] なお、操舵状態検出部２１と微分器３１ａが操舵角速度検出部３１を構成する。

[0063] 実施の形態８.

次に実施の形態８について、この発明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、要部の構成を示す図１９のブロック図と要部の動作を示す図２０のフローチャートとで説明する。

[0064] 実施の形態７に対する実施の形態８の違いは、図１９に示す第５の操舵補助トルク演算部３３に、操舵角速度ではなく、操舵トルクの微分値を用いた点である。図２０に示すフローチャートにおいて、ステップＳ４３では、操舵トルク微分値検出部３４において、トルクセンサ５で検出した操舵トルクを微分器３４ａで微分して操舵トルク微分値を演算する。さらに操舵トルク微分値にローパスフィルタＬＰＦでローパスフィルタ処理を行う。ここでローパスフィルタのカットオフ周波数は運転者の操舵周波数を含む設定された周波数成分を抽出できる値に設定する。一般的に運転者の限界操舵周波数は５Ｈｚ以下であり、ステアリング軸の共振周波数は１０数Ｈｚ付近にあるため、カットオフ周波数は０より大きく、１０Ｈｚ以下の値に設定する。ステップＳ４４では、第５の操舵補助トルク演算部３３において、ローパスフィルタ処理後の操舵トルク微分値にトルク微分値ゲインＫＴＤを掛けて第５の操舵補助トルクを演算する。ステップＳ４５では、加算器２６において、第１の操舵補助トルクと第２の操舵補助トルクと第３の操舵補助トルクと第５の操舵補助トルクを加算して、モータ操舵補助トルクとする。

[0065] この構成により、実施の形態７と同様に、運転者が高周波操舵を行った場合においても、操舵トルクの目標操舵トルクへの追従性が改善し、より滑らかな操舵を実現することができる。また、操舵トルク微分値には運転者の操舵周波数成分が含まれ、ステアリング軸の共振周波数成分を低減するローパ

スフィルタ処理をすることで、微分によるノイズの影響を除去することができ、さらに、共振周波数を加振することを防ぐため、制御系の安定性の劣化させることなく、滑らかな操舵を実現できる。

なお、実施の形態８の構成により、実施の形態７と同様の効果を得られる点について、説明をする。操舵角速度ｄθｈ、モータ回転角速度ｄθｍ、操舵トルク微分値ｄＴｓ、トルクセンサ５のトルク定数Ｋｓ、減速機構７の減速比Ｒとすると、下記の式(１)の関係が成り立つ。

[0066] ｄθｈ＝ｄθｍ／Ｒ＋ｄＴｓ／Ｋｓ （１）

[0067] 上記式(１)はモータ回転角速度ｄθｍ、操舵トルク微分値ｄＴｓから操舵角速度を推定することを意味している。すなわち、式(１)を用いて演算した操舵角速度推定値を、実施の形態７の操舵角速度の代わりに用いることで、実施の形態７と同様の効果を得ることが可能になる。特に、式(１)右辺の第１項は、第２の操舵補助トルクと同等の作用をするため、操舵トルク微分値ｄＴｓに補正ゲインＫＴＤを掛けて第５の操舵補助トルクを演算することで、実施の形態７と同様の効果を得ることが可能である。

[0068] また、式(１)右辺の第１項を残した場合、式(１)右辺の第１項による第５の操舵補助トルクの成分と第２の操舵補助トルクの和は、ハイパスフィルタ、または、一次進みフィルタ処理をしたモータ回転角速度に比例する操舵補助トルクとなる。つまり、第２の操舵補助トルクの演算に用いるモータ回転角速度にハイパスフィルタ、または、一次進みフィルタ処理をしたモータ回転角速度を用いても、実施の形態７と同様の効果を得ることができる。

[0069] なお、トルク微分値ゲインＫＴＤは速度制御ゲインＫＴＶと符号が逆である。また、

[0070] ｜ＫＴＤ｜＜＝｜ＫＴＶ×Ｒ／Ｋｓ｜

[0071] とすることで制御系の安定性の劣化させることなく、滑らかな操舵を実現できる。

[0072] なお、トルクセンサ５と微分器３４ａが操舵トルク微分値検出部３４を構成する。

[0073] またこの発明は、上記各実施の形態に限定されるものではなく、これらの可能な全ての組み合わせを含に、各実施の形態で示される効果を得ることができる。

産業上の利用の可能性

[0074] この発明による操舵制御装置およびその操舵補助トルク制御方法は種々の分野の操舵制御装置に適用可能である。

請求の範囲

[請求項1] ステアリング軸に操舵補助トルクを与えるモータと、

前記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検出部と、

目標操舵トルクを設定する目標操舵トルク設定部と、

前記目標操舵トルクと前記操舵トルクの偏差の積分値に比例した第１の操舵補助トルクを演算する第１の操舵補助トルク演算部と、

前記モータの回転角速度を検出するモータ回転角速度検出部と、

前記モータの回転角速度に比例し、ステアリングホイールが中立点に戻る時にステアリングホイールの戻り速度を抑える方向に作用する第２の操舵補助トルクを演算する第２の操舵補助トルク演算部と、

前記第１の操舵補助トルクと前記第２の操舵補助トルクの和により前記モータのモータ操舵補助トルクを演算する加算部と、

前記モータの前記操舵補助トルクを演算された前記モータ操舵補助トルクに合わせるように前記モータの電流を制御する電流駆動器と、

を備える操舵制御装置。

[請求項2] 前記目標操舵トルクと前記操舵トルクの偏差に比例した第３の操舵補助トルクを演算する第３の操舵補助トルク演算部を備え、

前記加算部が、前記第１の操舵補助トルクと前記第２の操舵補助トルクと前記第３の操舵補助トルクの和から前記モータ操舵補助トルクを演算する、

請求項１に記載の操舵制御装置。

[請求項3] 前記第３の操舵補助トルク演算部が、前記目標操舵トルク設定部で設定した前記目標操舵トルクに補正ゲインを掛け算したものと前記操舵トルクとの偏差に比例した前記第３の操舵補助トルクを演算する請求項２に記載の操舵制御装置。

[請求項4] 車両の車速を検出する車速検出部を備え、前記第１の操舵補助トルクが積分制御ゲインを掛けたものであり、前記第２の操舵補助トルク

が速度制御ゲインを掛けたものであり、前記ゲインのうちの１つ以上を前記車速検出部で検出した車速に基づいて変更する請求項１に記載の操舵制御装置。

[請求項5] 前記第１の操舵補助トルクが積分制御ゲインを掛けたものであり、前記第２の操舵補助トルクが速度制御ゲインを掛けたものであり、前記ゲインのうちの１つ以上を前記モータの回転角速度に基づいて変更する請求項１に記載の操舵制御装置。

[請求項6] 前記第１の操舵補助トルクが積分制御ゲインを掛けたものであり、前記第２の操舵補助トルクが速度制御ゲインを掛けたものであり、前記ゲインのうちの１つ以上を前記操舵トルクに基づいて変更する請求項１に記載の操舵制御装置。

[請求項7] 車両の車速を検出する車速検出部を備え、前記第１の操舵補助トルクが積分制御ゲインを掛けたものであり、前記第２の操舵補助トルクが速度制御ゲインを掛けたものであり、前記第３の操舵補助トルクが比例制御ゲインを掛けたものであり、前記ゲインのうちの１つ以上を前記車速検出部で検出した車速に基づいて変更する請求項２または３に記載の操舵制御装置。

[請求項8] 前記第１の操舵補助トルクが積分制御ゲインを掛けたものであり、前記第２の操舵補助トルクが速度制御ゲインを掛けたものであり、前記第３の操舵補助トルクが比例制御ゲインを掛けたものであり、前記ゲインのうちの１つ以上を前記モータの回転角速度に基づいて変更する請求項２または３に記載の操舵制御装置。

[請求項9] 前記第１の操舵補助トルクが積分制御ゲインを掛けたものであり、前記第２の操舵補助トルクが速度制御ゲインを掛けたものであり、前記第３の操舵補助トルクが比例制御ゲインを掛けたものであり、前記ゲインのうちの１つ以上を前記操舵トルクに基づいて変更する請求項２または３に記載の操舵制御装置。

[請求項10] ステアリングホイールの操舵角速度を検出する操舵角度速度検出部

と、前記操舵角速度に比例した第４の操舵補助トルクを演算する第４の操舵補助トルク演算部と、を備え、

前記加算部が、前記第１の操舵補助トルクと前記第２の操舵補助トルクと前記第３の操舵補助トルクと第４の操舵補助トルクの和から前記モータ操舵補助トルクを演算する、

請求項２または３に記載の操舵制御装置。

[請求項11] 前記操舵トルクの微分値を求める操舵トルク微分値検出部と、

前記操舵トルク微分値から運転者の操舵周波数を含む設定された周波数成分を抽出するローパスフィルタと、

抽出した周波数成分の操舵トルク微分値に比例した第５の操舵補助トルクを演算する第５の操舵補助トルク演算部と、

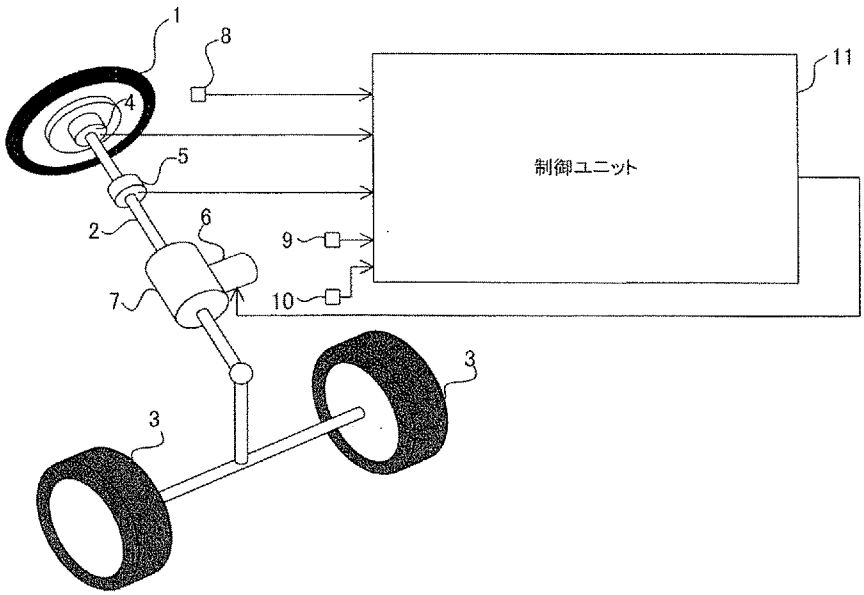
を備え、

前記加算部が、前記第１の操舵補助トルクと前記第２の操舵補助トルクと前記第３の操舵補助トルクと第５の操舵補助トルクの和から前記モータ操舵補助トルクを演算する、

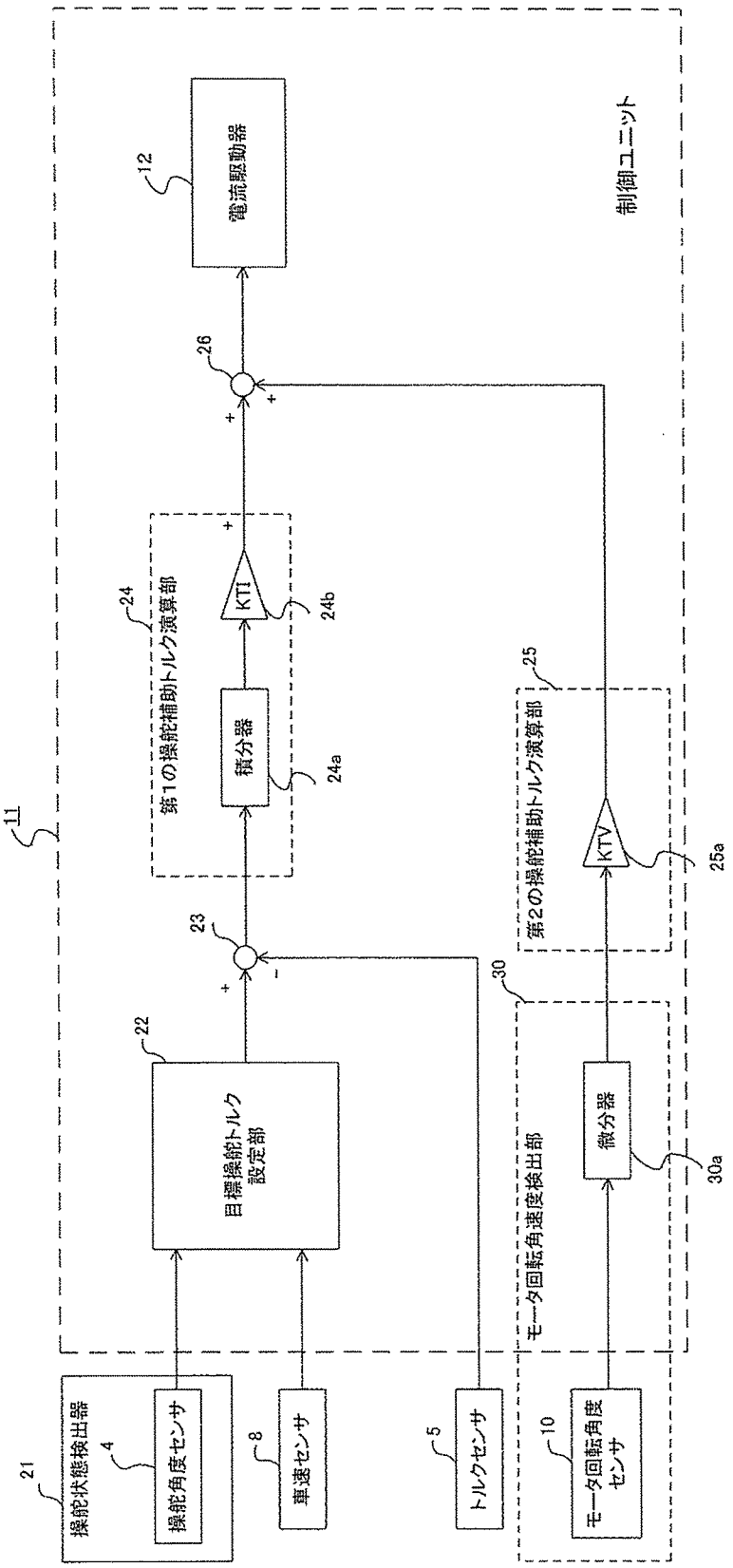
請求項２または３に記載の操舵制御装置。

[請求項12] 設定された目標操舵トルクと検出された操舵トルクとの偏差に応じて、ステアリング軸に操舵補助トルクを与えるモータの補助操舵トルクを設定する操舵制御装置において、前記目標操舵トルクと前記操舵トルクの偏差の積分値に比例した第１の操舵補助トルクと、前記モータの回転角速度に比例し、ステアリングホイールが中立点に戻る時にステアリングホイールの戻り速度を抑える方向に作用する第２の操舵補助トルクとを加算した値に従って前記モータの補助操舵トルクを設定する、操舵制御装置における操舵補助トルク制御方法。

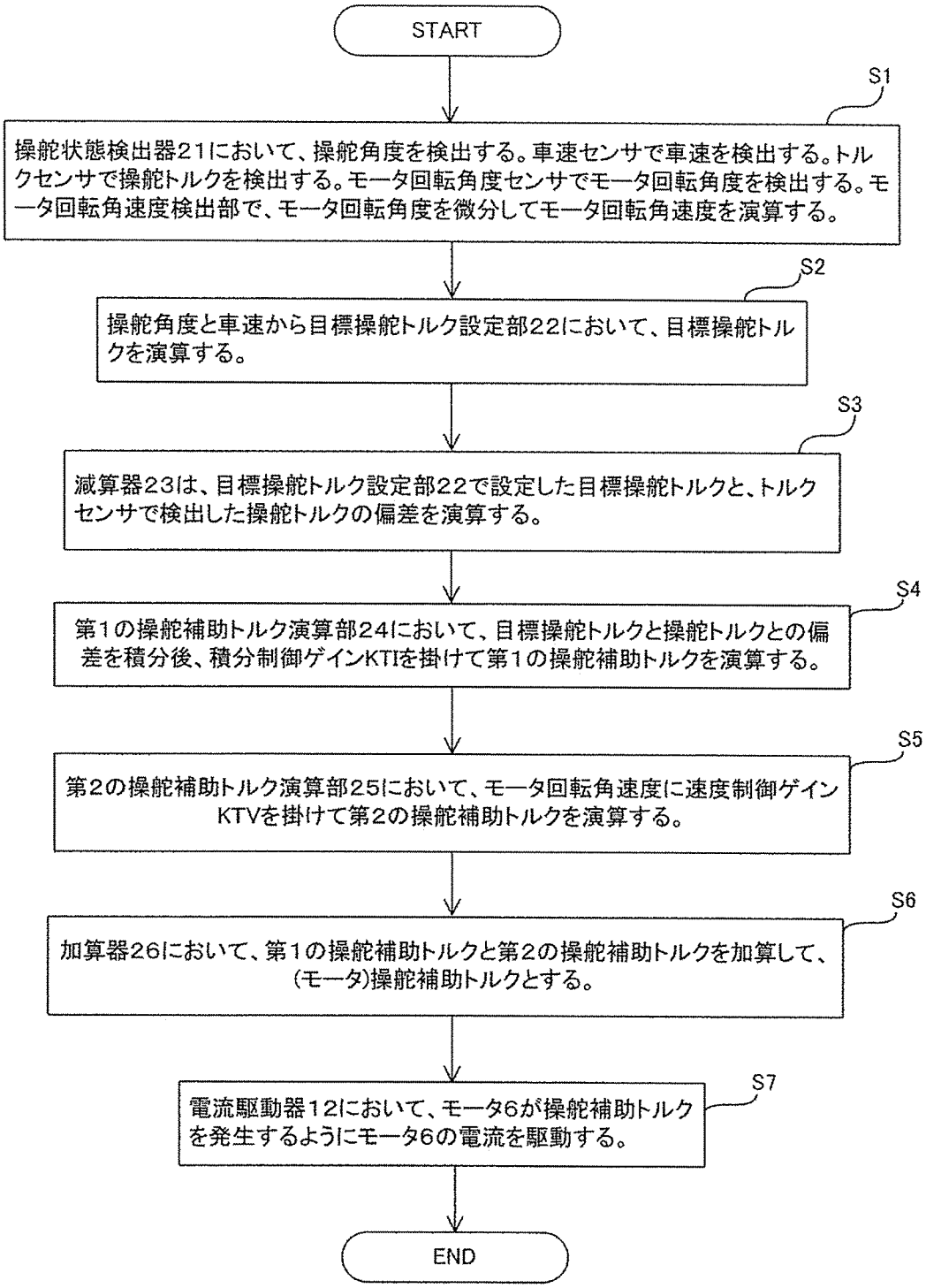
[図1]



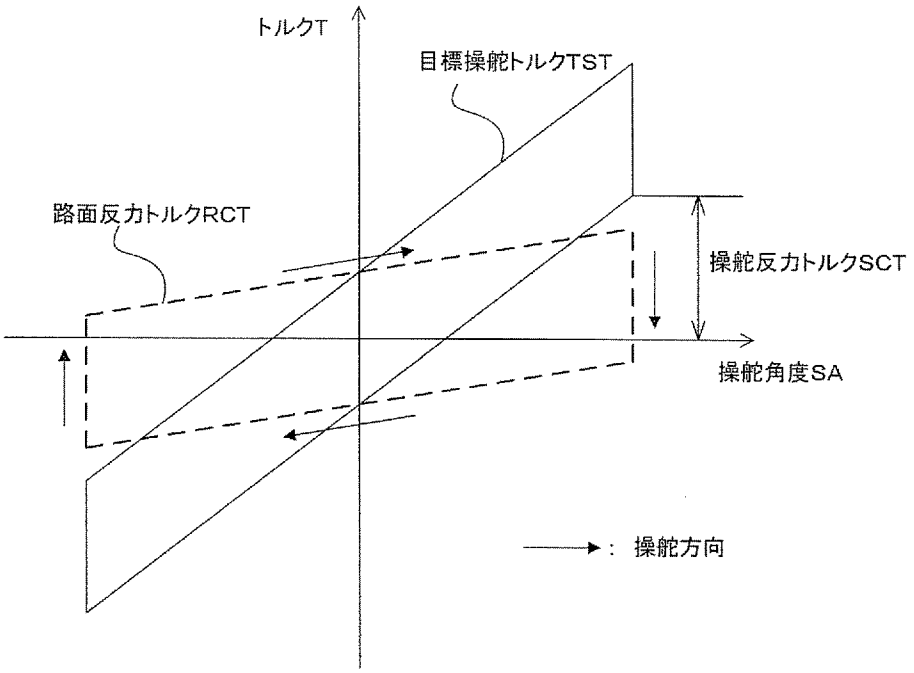
[図2]


制御ユニット
11
電流駆動器
12
26
第1の操舵補助トルク演算部
24
KTI
24b
積分器
24a
第2の操舵補助トルク演算部
25
KTV
25a
23
目標操舵トルク
設定部
22
モータ回転角速度検出部
30
微分器
30a
操舵状態検出器
21
操舵角度センサ
4
車速センサ
8
トルクセンサ
5
モータ回転角度
センサ
10

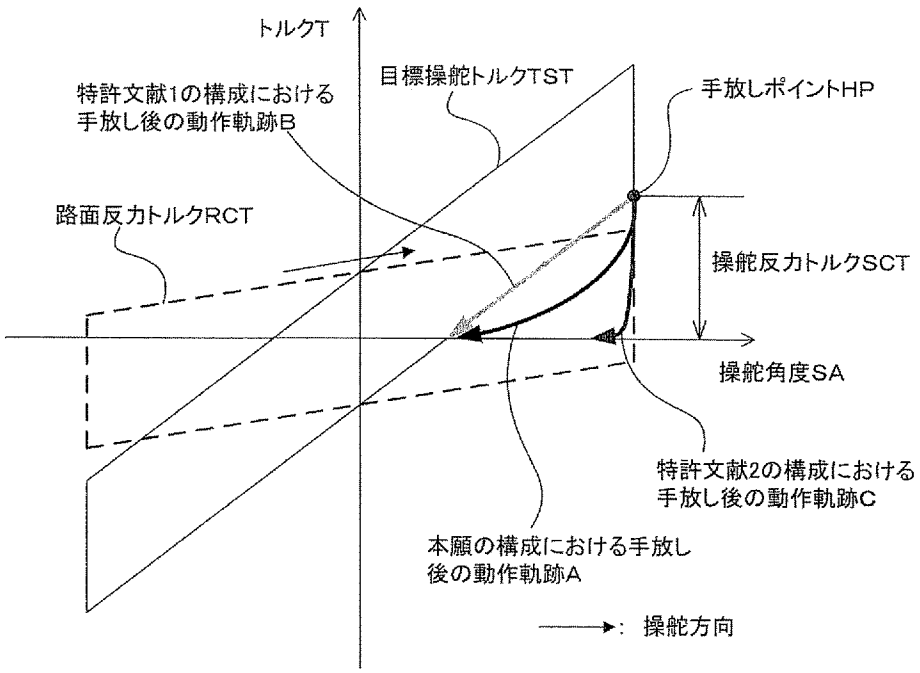
[図3]


START
S1
操舵状態検出器21において、操舵角度を検出する。車速センサで車速を検出する。トルクセンサで操舵トルクを検出する。モータ回転角度センサでモータ回転角度を検出する。モータ回転角速度検出部で、モータ回転角度を微分してモータ回転角速度を演算する。
S2
操舵角度と車速から目標操舵トルク設定部22において、目標操舵トルクを演算する。
S3
減算器23は、目標操舵トルク設定部22で設定した目標操舵トルクと、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S4
第1の操舵補助トルク演算部24において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差を積分後、積分制御ゲインKTIを掛けて第1の操舵補助トルクを演算する。
S5
第2の操舵補助トルク演算部25において、モータ回転角速度に速度制御ゲインKTVを掛けて第2の操舵補助トルクを演算する。
S6
加算器26において、第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トルクを加算して、(モータ)操舵補助トルクとする。
S7
電流駆動器12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。
END

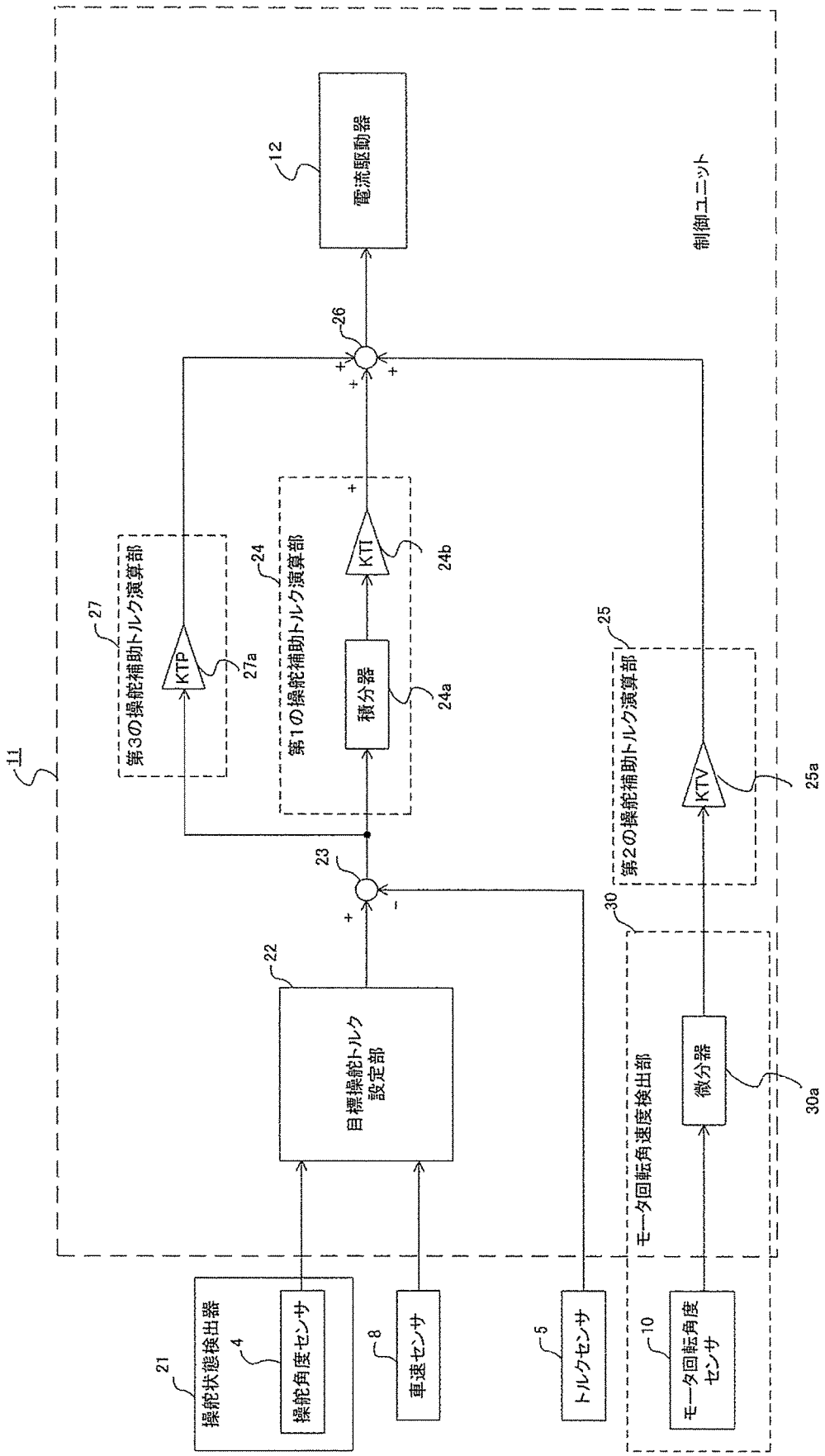
[図4]


トルクT
目標操舵トルクTST
路面反力トルクRCT
操舵反力トルクSCT
操舵角度SA
：操舵方向

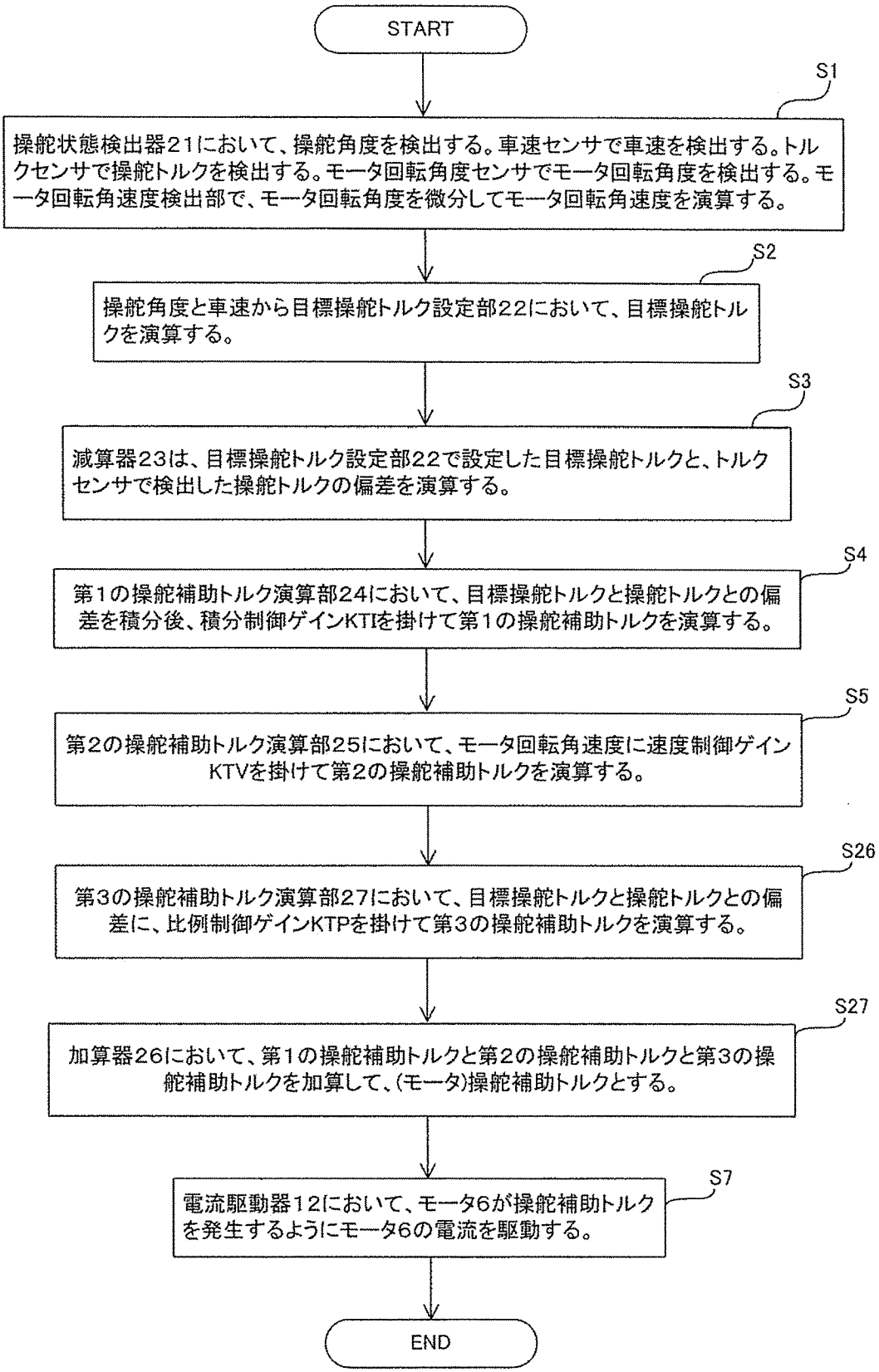
[図5]


トルクT
目標操舵トルクTST
特許文献1の構成における
手放し後の動作軌跡B
手放しポイントHP
路面反力トルクRCT
操舵反力トルクSCT
操舵角度SA
特許文献2の構成における
手放し後の動作軌跡C
本願の構成における手放し
後の動作軌跡A
：操舵方向

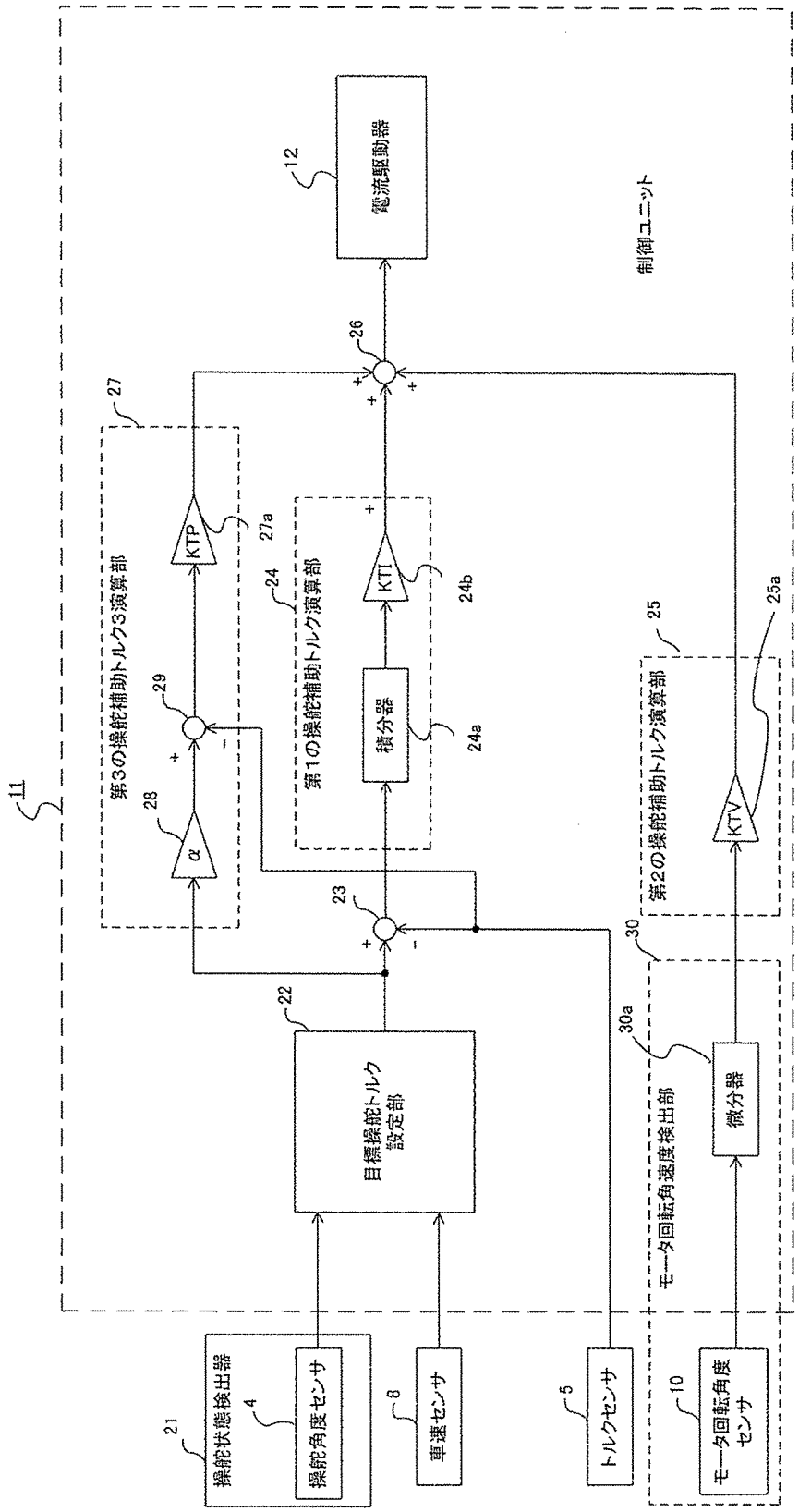
[図6]


制御ユニット
11
電流駆動器
12
26
第3の操舵補助トルク演算部
27
KTP
27a
第1の操舵補助トルク演算部
24
積分器
24a
KTI
24b
第2の操舵補助トルク演算部
25
KTV
25a
23
自標操舵トルク設定部
22
モータ回転角速度検出部
30
微分器
30a
操舵状態検出器
21
操舵角度センサ
4
車速センサ
8
トルクセンサ
5
モータ回転角度センサ
10

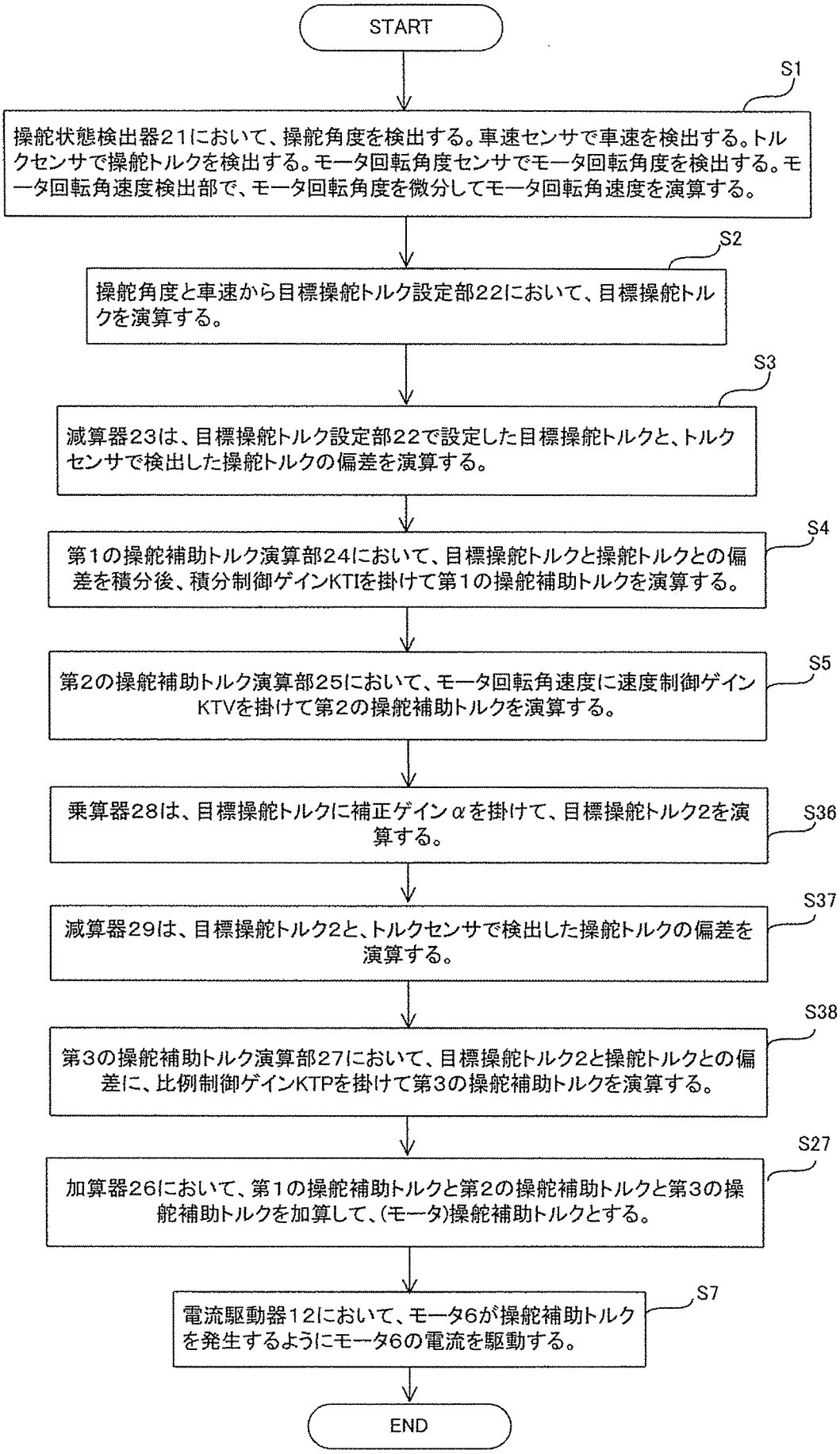
[図7]


START
S1
操舵状態検出器21において、操舵角度を検出する。車速センサで車速を検出する。トルクセンサで操舵トルクを検出する。モータ回転角度センサでモータ回転角度を検出する。モータ回転角速度検出部で、モータ回転角度を微分してモータ回転角速度を演算する。
S2
操舵角度と車速から目標操舵トルク設定部22において、目標操舵トルクを演算する。
S3
減算器23は、目標操舵トルク設定部22で設定した目標操舵トルクと、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S4
第1の操舵補助トルク演算部24において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差を積分後、積分制御ゲインKTIを掛けて第1の操舵補助トルクを演算する。
S5
第2の操舵補助トルク演算部25において、モータ回転角速度に速度制御ゲインKTVを掛けて第2の操舵補助トルクを演算する。
S26
第3の操舵補助トルク演算部27において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差に、比例制御ゲインKTPを掛けて第3の操舵補助トルクを演算する。
S27
加算器26において、第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トルクと第3の操舵補助トルクを加算して、(モータ)操舵補助トルクとする。
S7
電流駆動器12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。
END

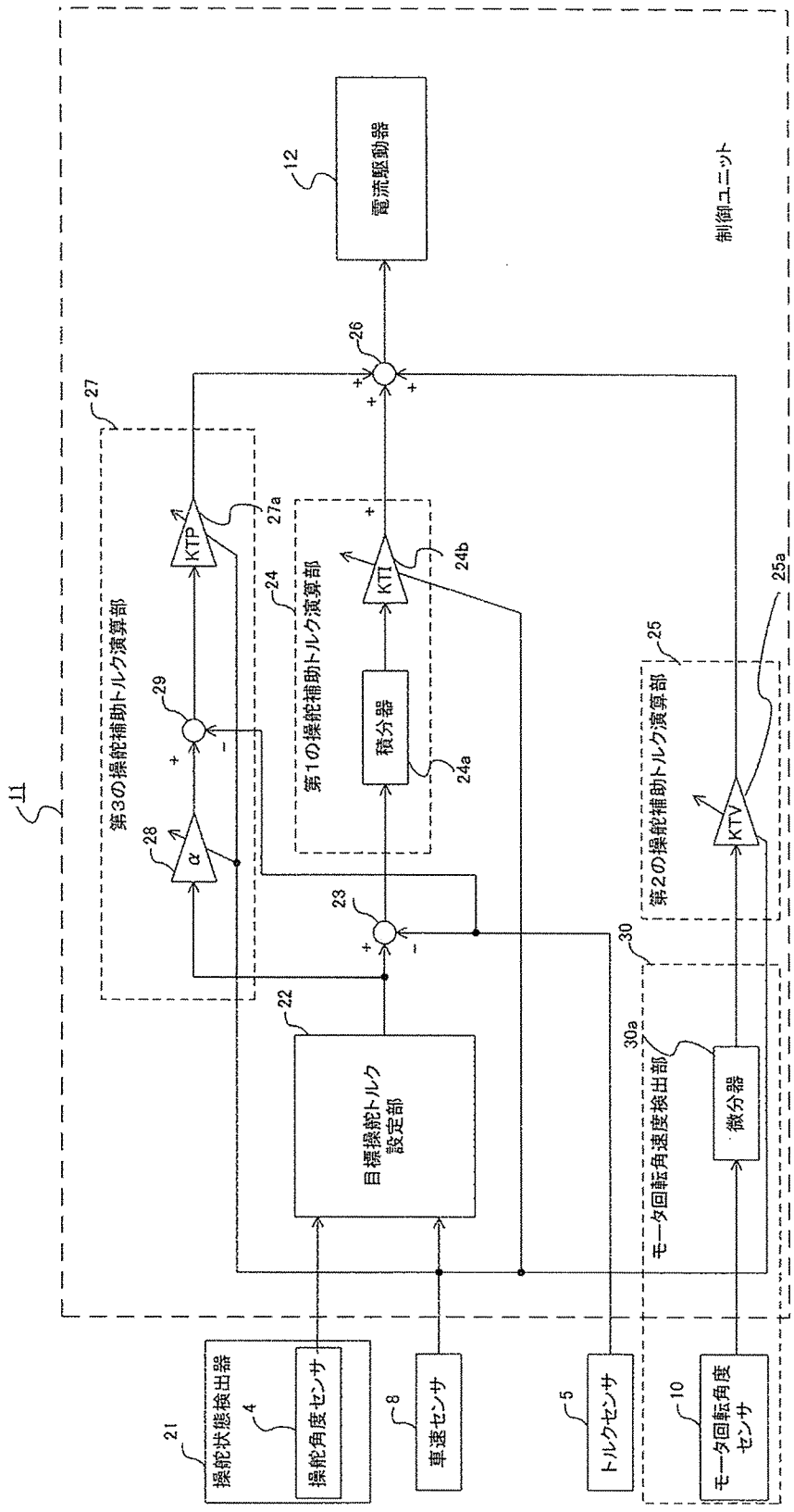
[図8]


制御ユニット
11
電流駆動器
12
第3の操舵補助トルク3演算部
27
KTP
27a
第1の操舵補助トルク演算部
24
積分器
24a
KTI
24b
第2の操舵補助トルク演算部
25
KTV
25a
α
28
29
26
23
22
目標操舵トルク設定部
モータ回転角速度検出部
30
30a
微分器
操舵状態検出器
21
操舵角度センサ
4
車速センサ
8
トルクセンサ
5
モータ回転角度センサ
10

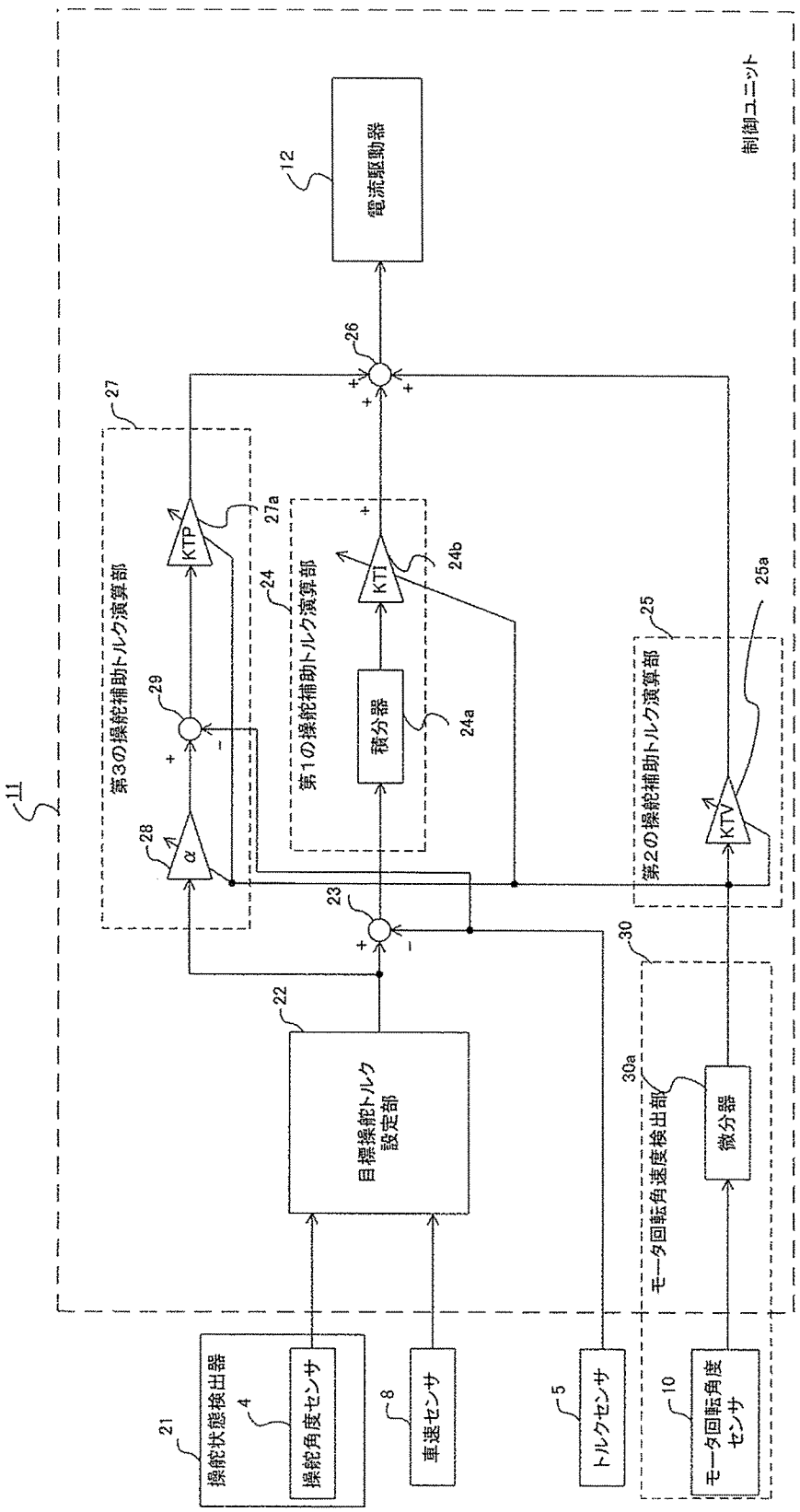
[図9]


START
S1
操舵状態検出器21において、操舵角度を検出する。車速センサで車速を検出する。トルクセンサで操舵トルクを検出する。モータ回転角度センサでモータ回転角度を検出する。モータ回転角速度検出部で、モータ回転角度を微分してモータ回転角速度を演算する。
S2
操舵角度と車速から目標操舵トルク設定部22において、目標操舵トルクを演算する。
S3
減算器23は、目標操舵トルク設定部22で設定した目標操舵トルクと、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S4
第1の操舵補助トルク演算部24において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差を積分後、積分制御ゲインKTIを掛けて第1の操舵補助トルクを演算する。
S5
第2の操舵補助トルク演算部25において、モータ回転角速度に速度制御ゲインKTVを掛けて第2の操舵補助トルクを演算する。
S36
乗算器28は、目標操舵トルクに補正ゲインαを掛けて、目標操舵トルク2を演算する。
S37
減算器29は、目標操舵トルク2と、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S38
第3の操舵補助トルク演算部27において、目標操舵トルク2と操舵トルクとの偏差に、比例制御ゲインKTPを掛けて第3の操舵補助トルクを演算する。
S27
加算器26において、第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トルクと第3の操舵補助トルクを加算して、(モータ)操舵補助トルクとする。
S7
電流駆動器12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。
END

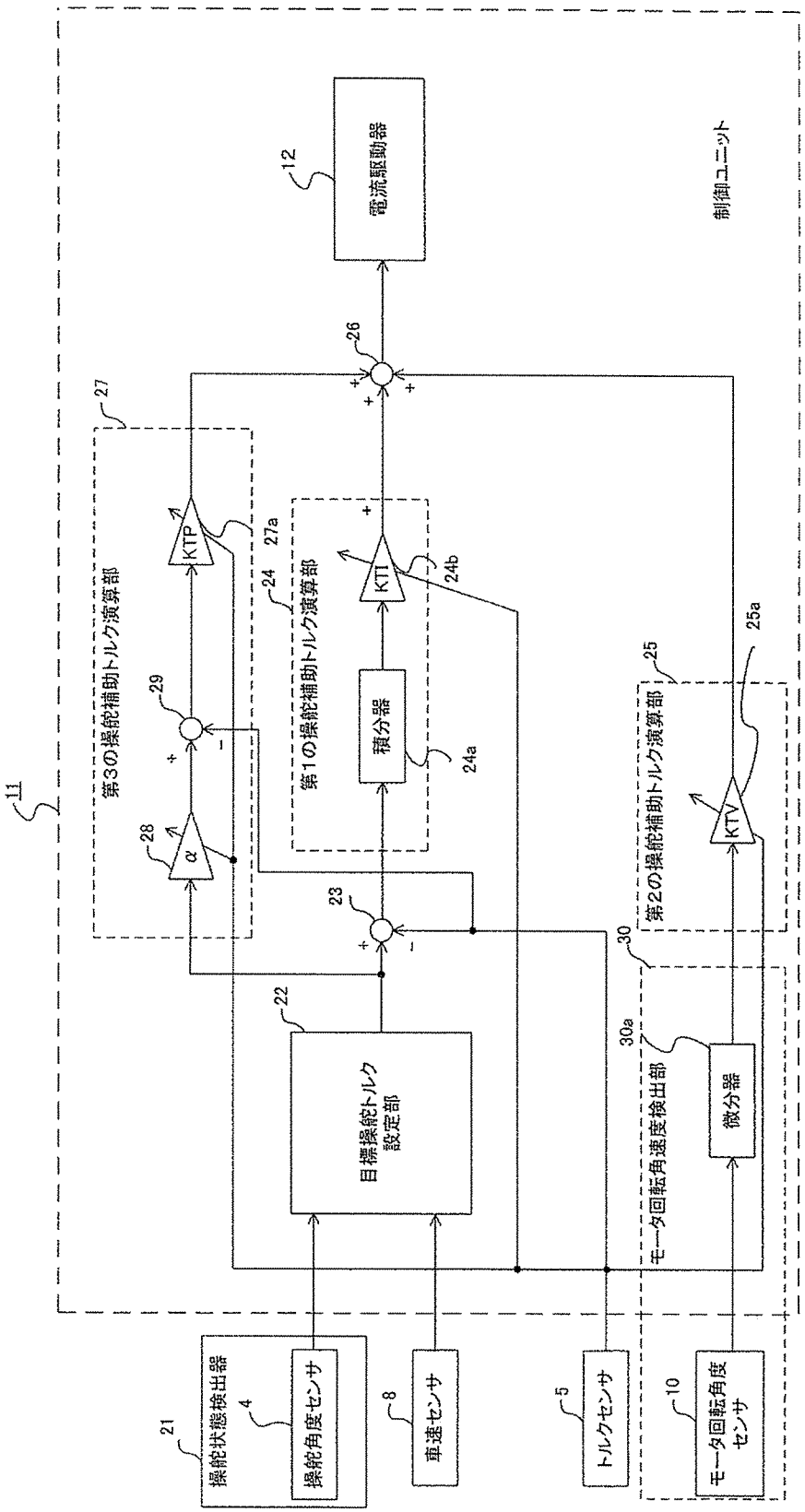
[図10]


11
制御ユニット
12
電流駆動器
26
27
第3の操舵補助トルク演算部
KTP
27a
24
第1の操舵補助トルク演算部
KTI
24b
積分器
24a
25a
25
第2の操舵補助トルク演算部
KTV
29
28
α
23
22
目標操舵トルク設定部
30
30a
モータ回転角速度検出部
微分器
21
操舵状態検出器
4
操舵角度センサ
8
車速センサ
5
トルクセンサ
10
モータ回転角度センサ

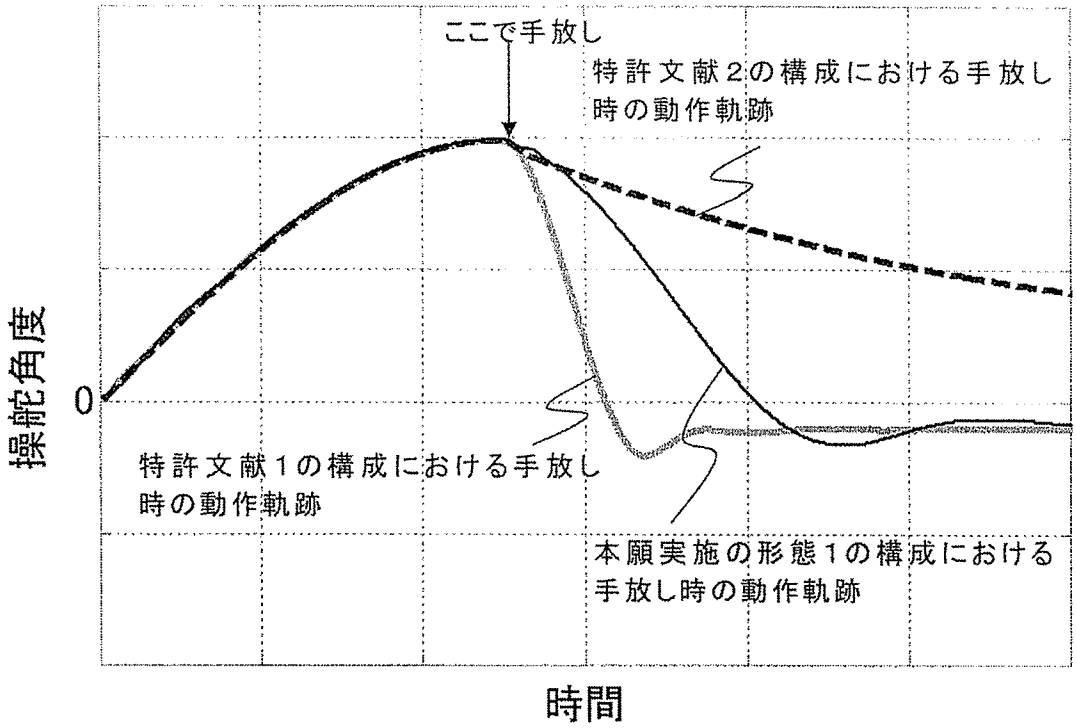
[図11]


制御ユニット
11
電流駆動器
12
第3の操舵補助トルク演算部
27
第1の操舵補助トルク演算部
24
第2の操舵補助トルク演算部
25
積分器
24a
24b
25a
27a
KTP
KTI
KTV
α
26
29
28
23
22
目標操舵トルク
設定部
30
モータ回転角速度検出部
30a
微分器
操舵状態検出器
21
操舵角度センサ
4
車速センサ
8
トルクセンサ
5
モータ回転角度
センサ
10

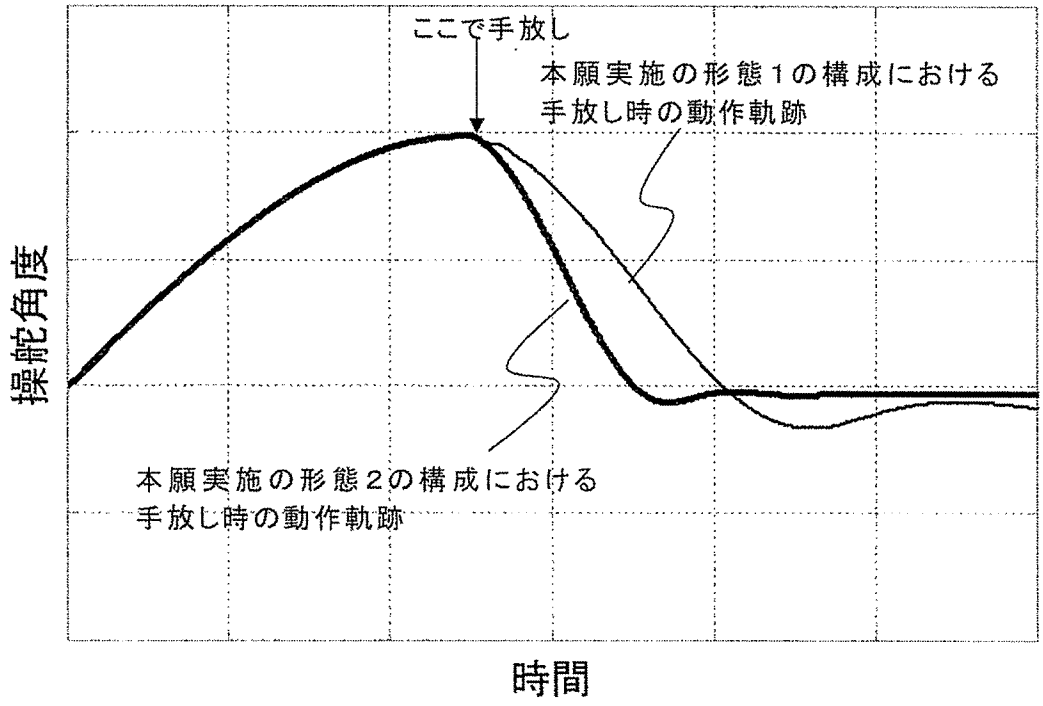
[図12]


制御ユニット
11
電流駆動器
12
第3の操舵補助トルク演算部
27
KTP
27a
第1の操舵補助トルク演算部
24
KTI
24b
積分器
24a
第2の操舵補助トルク演算部
25
KTV
25a
モータ回転角速度検出部
30
30a
微分器
目標操舵トルク設定部
22
α
28
29
23
26
操舵状態検出器
21
操舵角度センサ
4
車速センサ
8
トルクセンサ
5
モータ回転角度センサ
10

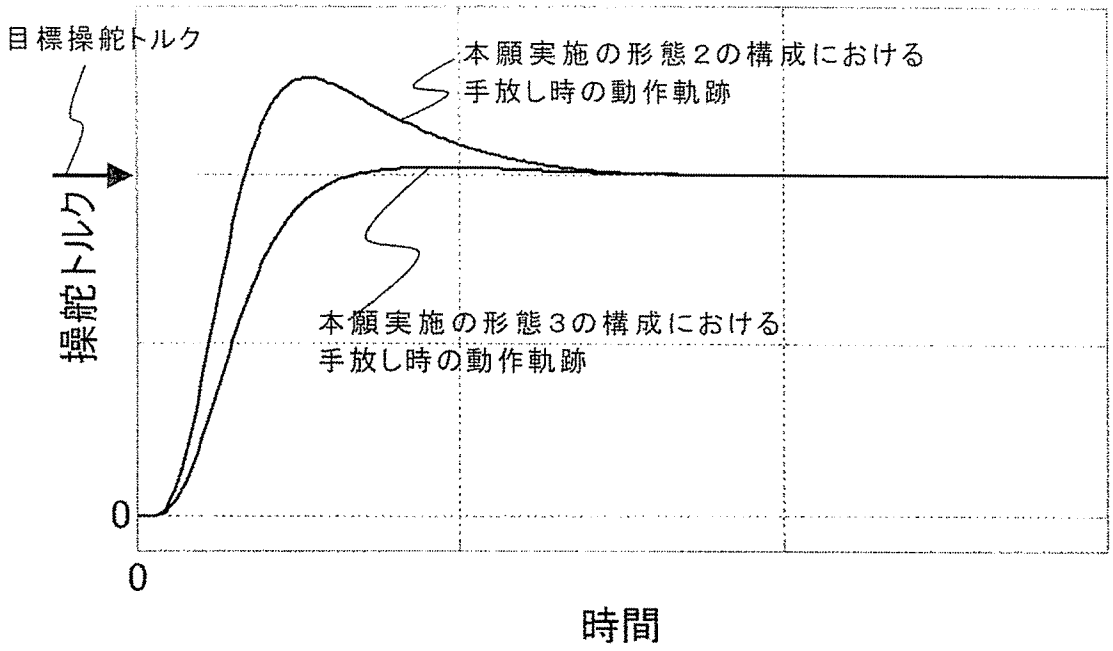
[図13]


ここで手放し
特許文献２の構成における手放し時の動作軌跡
操舵角度
0
特許文献１の構成における手放し時の動作軌跡
本願実施の形態１の構成における手放し時の動作軌跡
時間

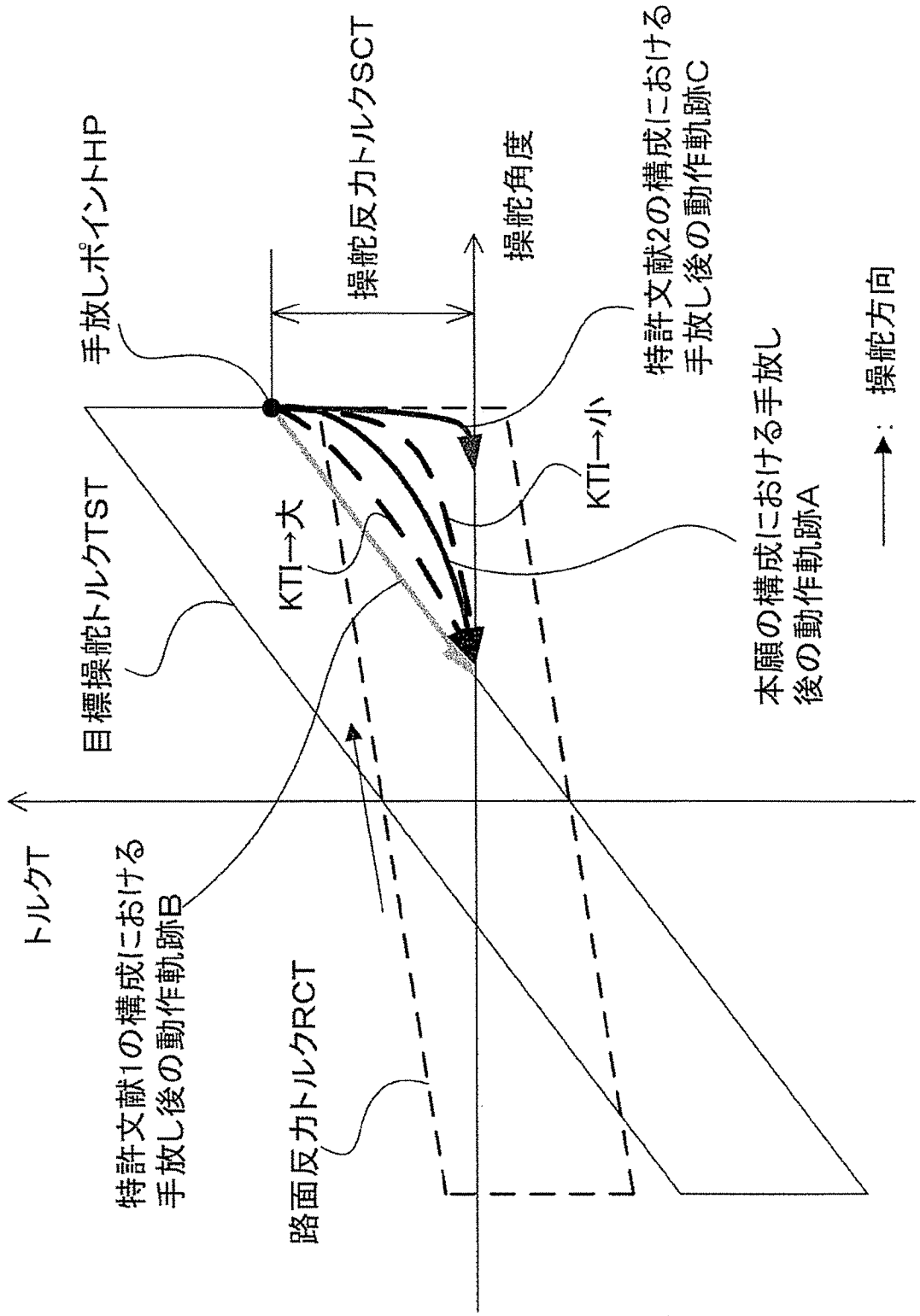
[図14]


ここで手放し
本願実施の形態１の構成における手放し時の動作軌跡
操舵角度
本願実施の形態２の構成における手放し時の動作軌跡
時間

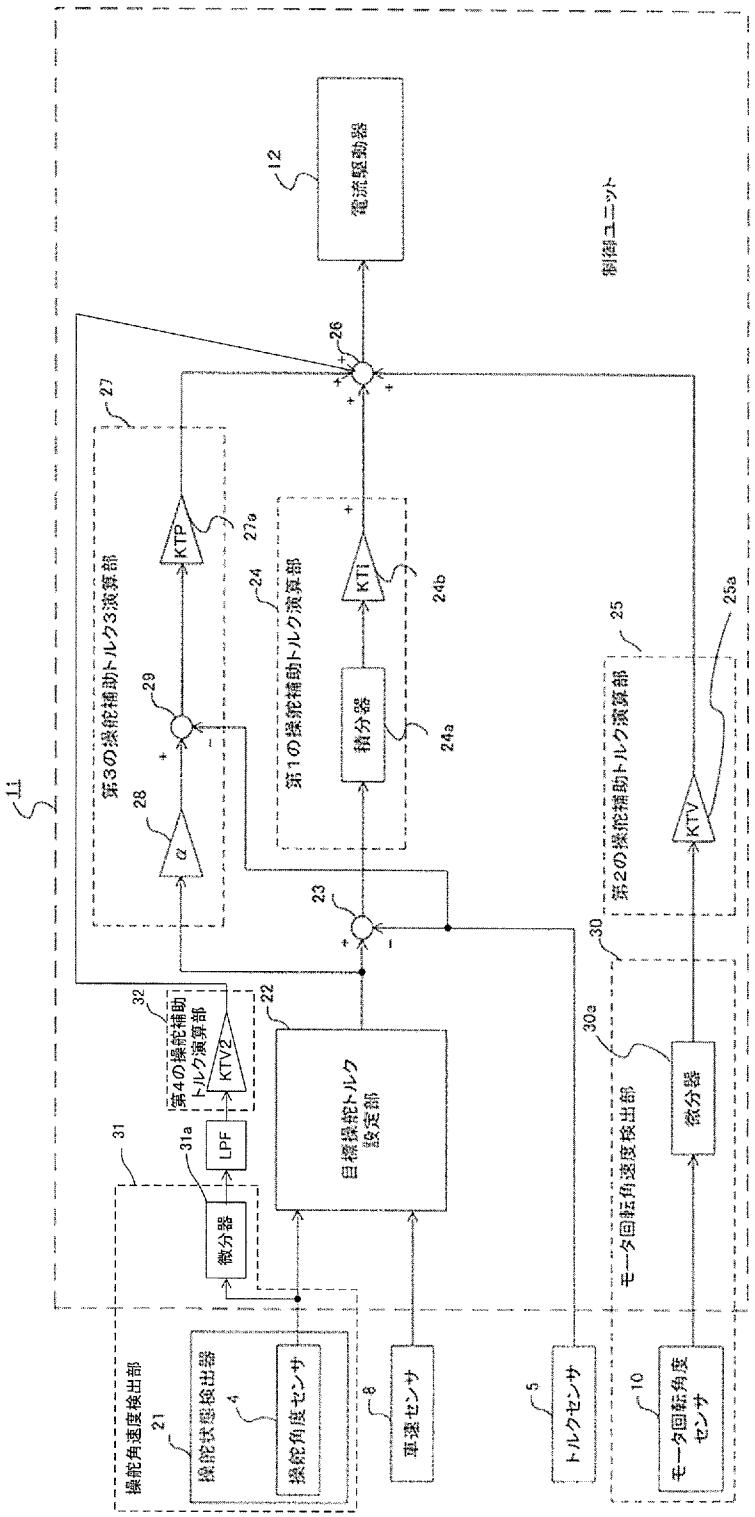
[図15]


目標操舵トルク
本願実施の形態２の構成における
手放し時の動作軌跡
操舵トルク
本願実施の形態３の構成における
手放し時の動作軌跡
0
0
時間

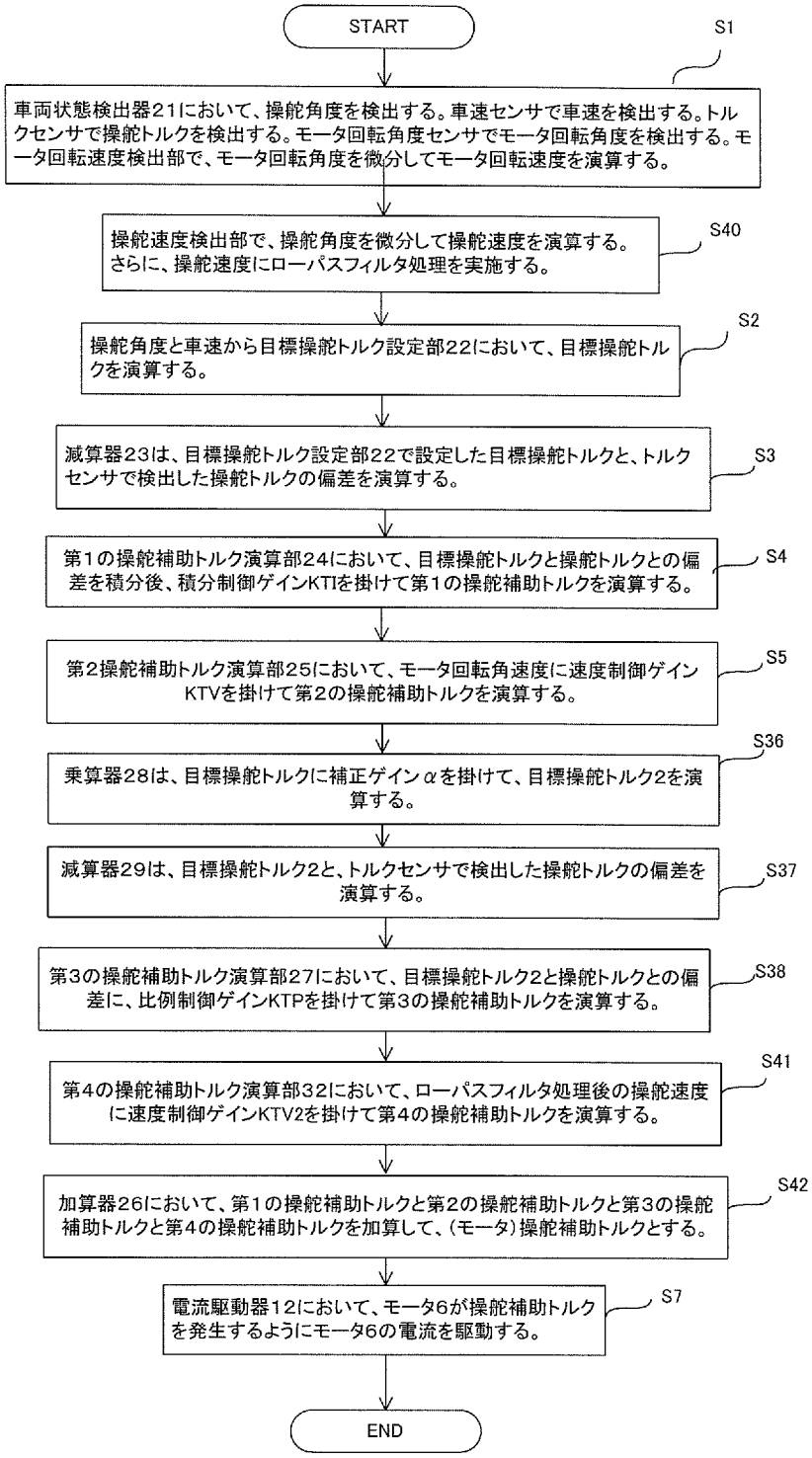
[図16]


手放しポイントHP
操舵反力トルクSCT
操舵角度
特許文献2の構成における
手放し後の動作軌跡C
目標操舵トルクTST
KTI→大
KTI→小
本願の構成における手放し
後の動作軌跡A
トルクT
特許文献1の構成における
手放し後の動作軌跡B
路面反力トルクRCT
：操舵方向

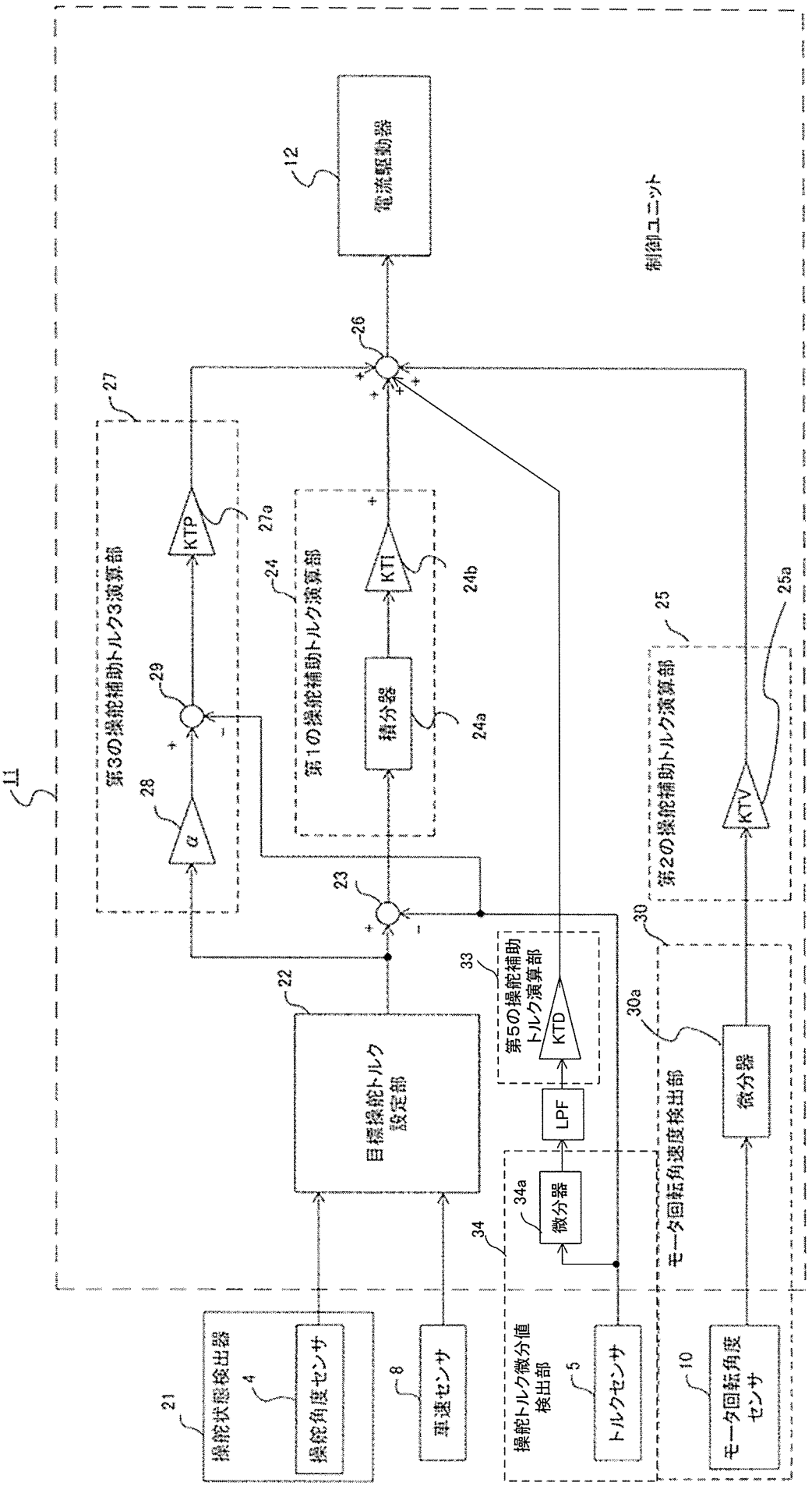
[図17]


11
制御ユニット
12
電流駆動器
26
27
第3の操舵補助トルク3演算部
KTP
27a
24
第1の操舵補助トルク演算部
KTI
24b
積分器
24a
29
28
α
23
25
第2の操舵補助トルク演算部
KTV
25a
30
モータ回転角速度検出部
微分器
30a
22
目標操舵トルク設定部
32
第4の操舵補助トルク演算部
KTV2
31
LPF
31a
操舵角速度検出部
21
操舵状態検出器
4
操舵角度センサ
8
車速センサ
5
トルクセンサ
10
モータ回転角度センサ

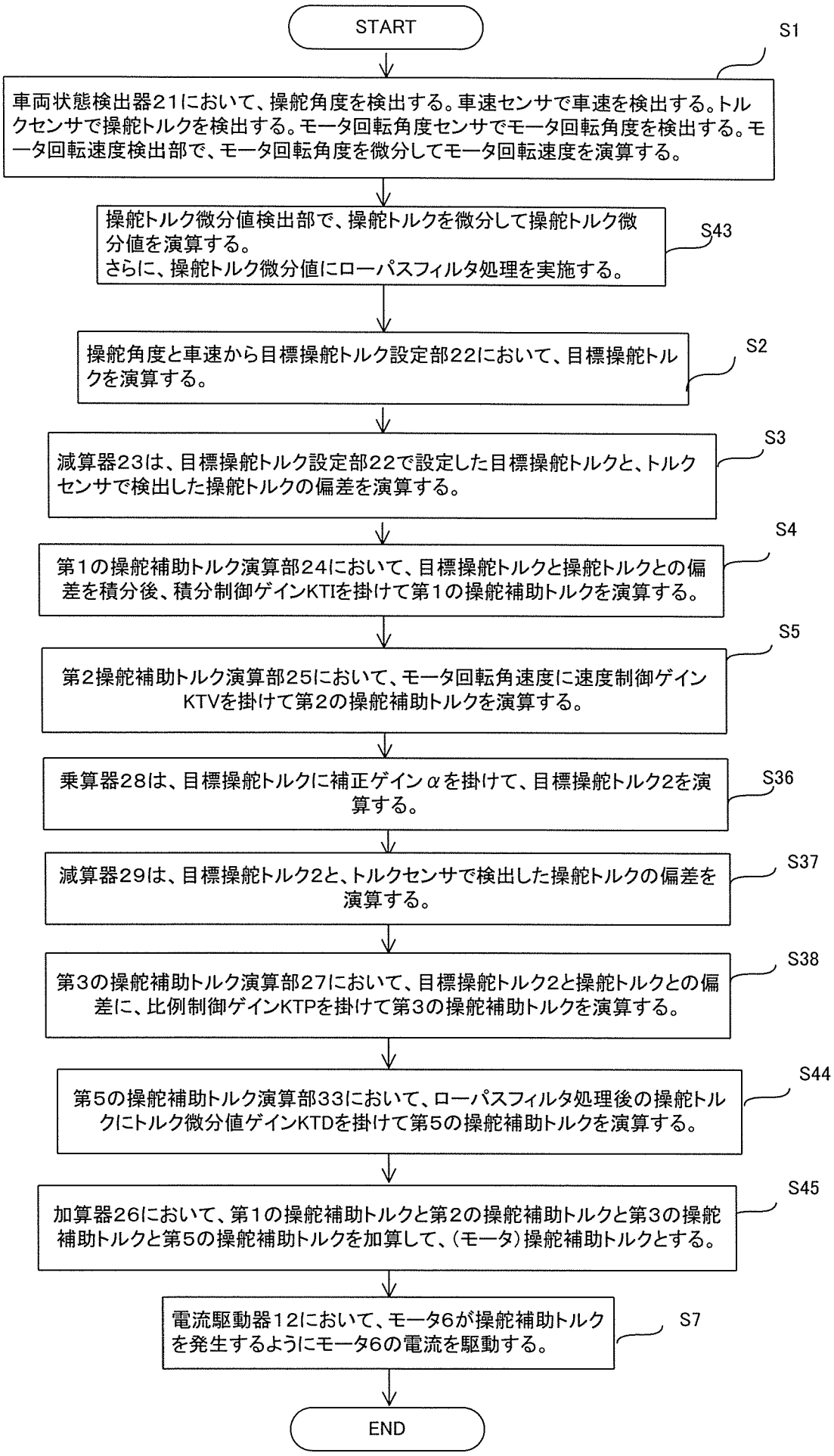
[図18]


START
S1
車両状態検出器21において、操舵角度を検出する。車速センサで車速を検出する。トルクセンサで操舵トルクを検出する。モータ回転角度センサでモータ回転角度を検出する。モータ回転速度検出部で、モータ回転角度を微分してモータ回転速度を演算する。
操舵速度検出部で、操舵角度を微分して操舵速度を演算する。さらに、操舵速度にローパスフィルタ処理を実施する。
S40
S2
操舵角度と車速から目標操舵トルク設定部22において、目標操舵トルクを演算する。
減算器23は、目標操舵トルク設定部22で設定した目標操舵トルクと、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S3
第1の操舵補助トルク演算部24において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差を積分後、積分制御ゲインKTIを掛けて第1の操舵補助トルクを演算する。
S4
第2操舵補助トルク演算部25において、モータ回転角速度に速度制御ゲインKTVを掛けて第2の操舵補助トルクを演算する。
S5
乗算器28は、目標操舵トルクに補正ゲインαを掛けて、目標操舵トルク2を演算する。
S36
減算器29は、目標操舵トルク2と、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S37
第3の操舵補助トルク演算部27において、目標操舵トルク2と操舵トルクとの偏差に、比例制御ゲインKTPを掛けて第3の操舵補助トルクを演算する。
S38
第4の操舵補助トルク演算部32において、ローパスフィルタ処理後の操舵速度に速度制御ゲインKTV2を掛けて第4の操舵補助トルクを演算する。
S41
加算器26において、第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トルクと第3の操舵補助トルクと第4の操舵補助トルクを加算して、(モータ)操舵補助トルクとする。
S42
電流駆動器12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。
S7
END

[図19]


11
制御ユニット
12
電流駆動器
26
27
第3の操舵補助トルク3演算部
KTP
27a
24
第1の操舵補助トルク演算部
KTI
24b
積分器
24a
29
28
α
23
22
目標操舵トルク
設定部
33
第5の操舵補助
トルク演算部
KTD
LPF
34a
微分器
34
操舵トルク微分値
検出部
5
トルクセンサ
30
第2の操舵補助トルク演算部
25
25a
KTV
30a
モータ回転角速度検出部
微分器
10
モータ回転角度
センサ
21
操舵状態検出器
4
操舵角度センサ
8
車速センサ

[図20]


START
S1
車両状態検出器21において、操舵角度を検出する。車速センサで車速を検出する。トルクセンサで操舵トルクを検出する。モータ回転角度センサでモータ回転角度を検出する。モータ回転速度検出部で、モータ回転角度を微分してモータ回転速度を演算する。
操舵トルク微分値検出部で、操舵トルクを微分して操舵トルク微分値を演算する。
さらに、操舵トルク微分値にローパスフィルタ処理を実施する。
S43
操舵角度と車速から目標操舵トルク設定部22において、目標操舵トルクを演算する。
S2
減算器23は、目標操舵トルク設定部22で設定した目標操舵トルクと、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S3
第1の操舵補助トルク演算部24において、目標操舵トルクと操舵トルクとの偏差を積分後、積分制御ゲインKTIを掛けて第1の操舵補助トルクを演算する。
S4
第2操舵補助トルク演算部25において、モータ回転角速度に速度制御ゲインKTVを掛けて第2の操舵補助トルクを演算する。
S5
乗算器28は、目標操舵トルクに補正ゲインαを掛けて、目標操舵トルク2を演算する。
S36
減算器29は、目標操舵トルク2と、トルクセンサで検出した操舵トルクの偏差を演算する。
S37
第3の操舵補助トルク演算部27において、目標操舵トルク2と操舵トルクとの偏差に、比例制御ゲインKTPを掛けて第3の操舵補助トルクを演算する。
S38
第5の操舵補助トルク演算部33において、ローパスフィルタ処理後の操舵トルクにトルク微分値ゲインKTDを掛けて第5の操舵補助トルクを演算する。
S44
加算器26において、第1の操舵補助トルクと第2の操舵補助トルクと第3の操舵補助トルクと第5の操舵補助トルクを加算して、(モータ)操舵補助トルクとする。
S45
電流駆動器12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。
S7
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/058263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B62D6/00(2006.01)i, *B62D101/00*(2006.01)n, *B62D113/00*(2006.01)n, *B62D117/00*(2006.01)n, *B62D119/00*(2006.01)n, *B62D137/00*(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, B62D101/00, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00, B62D137/00

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 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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 2002-145101 A (NSK Ltd.), 22 May 2002 (22.05.2002), fig. 15 & US 2002/0060538 A1 & DE 10156369 A1	1-12
A	JP 2011-109733 A (JTEKT Corp.), 02 June 2011 (02.06.2011), fig. 1 & US 2011/0112724 A1 & EP 2323250 A2	1-12
A	JP 2009-262652 A (Honda Motor Co., Ltd.), 12 November 2009 (12.11.2009), fig. 2 & US 2009/0266641 A1 & EP 2112050 A1 & EP 2463177 A1	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 May 2015 (28.05.15)	09 June 2015 (09.06.15)
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 REPORT

International application No.
PCT/JP2015/058263

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 2003-81112 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 March 2003 (19.03.2003), fig. 8 & US 6450287 B1 & EP 1077171 A2	1-12
A	JP 2002-104210 A (Toyoda Machine Works, Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), fig. 2 (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５８２６３

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, B62D101/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n, B62D137/00(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, B62D101/00, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00, B62D137/00

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2002-145101 A (日本精工株式会社) 2002.05.22, 図 15 & US 2002/0060538 A1 & DE 10156369 A1	1-12
A	JP 2011-109733 A (株式会社ジェイテクト) 2011.06.02, 図 1 & US 2011/0112724 A1 & EP 2323250 A2	1-12
A	JP 2009-262652 A (本田技研工業株式会社) 2009.11.12, 図 2 & US 2009/0266641 A1 & EP 2112050 A1 & EP 2463177 A1	1-12

☑　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 ２８．０５．２０１５	国際調査報告の発送日 ０９．０６．２０１５
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｑ　４８５４ 杉▲崎▼　覚 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 2003-81112 A (三菱電機株式会社) 2003.03.19, 図 8 & US 6450287 B1 & EP 1077171 A2	1-12
A	JP 2002-104210 A (豊田工機株式会社) 2002.04.10, 図 2 (ファミリーなし)	1-12