

(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6月26日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/097541 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 117/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
B62D 101/00 (2006.01) B62D 121/00 (2006.01)
B62D 111/00 (2006.01) B62D 137/00 (2006.01)
B62D 113/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/006884
- (22) 国際出願日: 2013年11月22日(22.11.2013)
- (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 2012-276887 2012年12月19日(19.12.2012) JP
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 片平 祐香(KATAHIRA, Yuka); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車

株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 山村 智弘(YAMAMURA, Tomohiro); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).

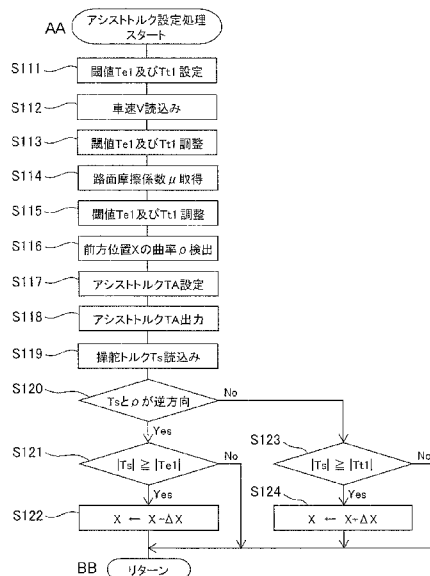
(74) 代理人: 森 哲也, 外(MORI, Tetsuya et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー32階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

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

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: ステアリング制御装置、ステアリング制御方法



S111 Set thresholds (Te1, Tt1)
S112 Read vehicle speed (V)
S113, S115 Adjust thresholds (Te1, Tt1)
S114 Obtain road surface friction coefficient (μ)
S116 Detect curvature (ρ) at forward position (X)
S117 Set assist torque (TA)
S118 Output assist torque (TA)
S119 Read steering torque (Ts)
S120 (Ts) and (ρ) opposite directions?
AA Start assist-torque-setting process
BB Return

(57) Abstract: The present invention improves operator feeling by adjusting timing when imparting assist torque to a steering mechanism according to the curvature of the road. In order to turn and drive along a vehicle route, assist torque (TA) in the turning direction is imparted according to the curvature (ρ) of the road at a forward position (X). When imparting the assist torque (TA) in the turning direction, the forward position (X) changes according to the orientation and size of the steering torque (Ts). For example, when transitioning from driving straight to driving along a curve, the forward position (X) changes to a position near the vehicle when the steering torque (Ts) is opposite the turning direction and the absolute value of the steering torque (Ts) reaches or exceeds a pre-set first threshold (Te1). In addition, when transitioning from driving straight to driving along a curve, the forward position (X) changes to a position far from the vehicle when the steering torque (Ts) is the same as the turning direction and the absolute value of the steering torque (Ts) reaches or exceeds a pre-set first threshold (Tt1).

(57) 要約: 道路曲率に応じてステアリング機構にアシストトルクを付与する際のタイミングを調整し、操作フィーリングを向上させる。自車進路に沿って旋回走行するために、前方位置Xの道路曲率 ρ に応じて、旋回方向のアシストトルクTAを付与する。旋回方向のアシストトルクTAを付与する際に、操舵トルクTsの向き及び大きさに応じて前方位置Xを変更する。例えば、直進走行からカーブ走行に移行する場合、操舵トルクTsが旋回方向と逆であり、且つ操舵トルクTsの絶対値が予め定めた第一閾値Te1以上となったときには、前方位置Xを自車両に近い位置に変更する。また、直進走行からカーブ走行に移行する場合、操舵トルクTsが旋回方向と同じであり、且つ操舵トルクTsの絶対値が予め定めた第一閾値Tt1以上となったときには、前方位置Xを自車両から遠い位置に変更する。

WO 2014/097541 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ステアリング制御装置、ステアリング制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ステアリング制御装置、及びステアリング制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、自車両が走行車線から大きく逸脱し、走行車線に対する横ずれ量が閾値よりも大きくなったときに、車線逸脱防止の制御を停止することが記載されており、横ずれ量に対する閾値は、操舵トルクに応じて設定されている。例えば、操舵トルクが大きいときには、意図的な操作であると考えられるため、閾値を小さい値に設定することで、制御の停止タイミングを早めている。一方、操舵トルクが小さいときには、意図的な操作とは限らないため、閾値を大きい値に設定することで、制御の停止タイミングを遅らせている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-168194号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の技術は、制御の停止タイミングの改善を図るものであるが、制御を実行しているときのタイミングについても検討する必要がある。例えばカーブを走行する際に、カーブの曲率に応じてステアリング機構にアシストトルクを付与する構成においては、そのアシストトルクと運転者のステアリング操作のタイミングがずれると、操作フィーリングが低下してしまう。

本発明の課題は、道路曲率に応じてステアリング機構にアシストトルクを付与する際のタイミングを調整し、操作フィーリングを向上させることである。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の一態様に係るステアリング制御装置は、自車進路前方の道路曲率を検出し、自車進路に沿って旋回走行するために、予め定めた前方位置の道路曲率に応じて、旋回方向のアシストトルクをステアリング機構に付与する。また、運転者の操舵トルクを検出し、旋回方向のアシストトルクを制御する際に、操舵トルクの向き及び大きさに応じて、前方位置を変更する。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、旋回方向のアシストトルクを制御する際に、操舵トルクの向き及び大きさに応じて、前方位置を変更するので、アシストトルクを付与する際のタイミングを調整し、操作フィーリングを向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]ステアリングバイワイヤによるステアリング装置の概略構成図である。
[図2]コントローラ20の概略構成である。
[図3]車速Vに応じた舵角比Rの算出に用いるマップである。
[図4]操舵角 θ_s に応じた舵角比Rの算出に用いるマップである。
[図5]操作側モータ制御部22を示すブロック図である。
[図6]操舵反力設定処理を示すフローチャートである。
[図7]第1実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。
[図8]操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示すグラフである。
[図9]車速Vに応じた操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示す図である。
[図10]路面摩擦係数 μ に応じた操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示す図である。
[図11]運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。
[図12]運転者が遅過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。
[図13]第2実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

[図14]第2実施形態で運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

[図15]第3実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

[図16]第3実施形態で運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

[図17]第3実施形態で運転者が遅過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

[図18]第4実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

[図19]第4実施形態で運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

[図20]第5実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

[図21]第5実施形態における操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示すグラフである。

[図22]第6実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

[図23]第7実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

[図24]第8実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである

。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

《第1実施形態》

《構成》

本実施形態は、運転者のステアリング操作を誘導することで、運転操作支

援を行うものであり、特に極低速で或る程度の大きな操作量と操作精度が求められるようなシーンにおいて、適切なステアリング操作を促すものである。

図 1 は、ステアリングバイワイヤによるステアリング装置の概略構成図である。

ステアリングホイール 1 は、ステアリングシャフト 2 に連結され、転舵輪（操舵輪）3 L 及び 3 R は、ナックルアーム 4、タイロッド 5、及びラックアンドピニオン 6 を順に介してピニオンシャフト 7 に連結される。ステアリングシャフト 2 及びピニオンシャフト 7 は、クラッチ 10 を介して断続可能な状態で連結されている。

したがって、クラッチ 10 を接続（締結）した状態では、ステアリングホイール 1 を回転させると、ステアリングシャフト 2、クラッチ 10、及びピニオンシャフト 7 が回転する。ピニオンシャフト 7 の回転運動は、ラック & ピニオン 6 によってタイロッド 5 の進退運動となり、ナックルアーム 4 を介して転舵輪 3 L 及び 3 R が転舵される。

[0009] ピニオンシャフト 7 には、転舵側モータ 9 を連結しており、クラッチ 10 を遮断した状態で、転舵側モータ 9 を駆動すると、ピニオンシャフト 7 が回転することで、転舵輪 3 L 及び 3 R が転舵される。したがって、ステアリングホイール 1 の操舵角 θ_s を検出し、検出した操舵角 θ_s に応じて転舵側モータ 9 を駆動制御することで、転舵輪 3 L 及び 3 R の転舵角 θ_w が制御される。

ステアリングシャフト 2 には、操作側モータ 8 を連結しており、クラッチ 10 を遮断した状態で、操作側モータ 8 を駆動すると、ステアリングシャフト 2 に反力トルクが付与される。したがって、転舵輪 3 L 及び 3 R を転舵したときに路面から受ける反力を検出又は推定し、検出又は推定した反力に応じて操作側モータ 8 を駆動制御することで、運転者のステアリング操作に対して操作反力が付与される。

[0010] 通常は、クラッチ 10 を遮断した状態で、転舵側モータ 9 を駆動制御する

と共に、操作側モータ 8 を駆動制御することで、ステアバイワイヤを実行し、所望のステアリング特性や旋回挙動特性を実現し、且つ良好な操作フィーリングを実現する。一方、システムに異常が生じた場合には、ステアバイワイヤを中止し、フェイルセーフとしてクラッチ 10 を締結状態に戻すことで、機械的なバックアップを確保する。

転舵側モータ 9 及び操作側モータ 8 は、例えばマイクロコンピュータで構成されたコントローラ 20 によって駆動制御される。コントローラ 20 は、操舵角センサ 11、転舵角センサ 12、ハブセンサ 13、車速センサ 14、ヨーレートセンサ 15、トルクセンサ 31、横加速度センサ 32 で検出される各種信号を入力する。さらに、コントローラ 20 は、前方カメラ 33、及びナビゲーションシステム 34 から各種データを入力する。

[0011] 操舵角センサ 11 は、ステアリングシャフト 2 の操舵角 θ_s を検出する。この操舵角センサ 11 は、例えばステアリングシャフト 2 と同期して回転する検出ギヤに内蔵された磁石の回転を、二つの MR (ferro-Magneto Resistance) 素子で検出し、ステアリングシャフト 2 の回転に伴う磁界方向のベクトル変化を電気信号に変換してコントローラ 20 に入力する。コントローラ 20 は、入力された電気信号からステアリングシャフト 2 の操舵角 θ_s を判断する。なお、操舵角センサ 11 は、右旋回を正の値として検出し、左旋回を負の値として検出する。

[0012] 転舵角センサ 12 は、ピニオンシャフト 7 の転舵角 θ_w を検出する。この転舵角センサ 12 は、例えばピニオンシャフト 7 と同期して回転する検出ギヤに内蔵された磁石の回転を、二つの MR (ferro-Magneto Resistance) 素子で検出し、ピニオンシャフト 7 の回転に伴う磁界方向のベクトル変化を電気信号に変換してコントローラ 20 に入力する。コントローラ 20 は、入力された電気信号からピニオンシャフト 7 の転舵角 θ_w を判断する。なお、転舵角センサ 12 は、右旋回を正の値として検出し、左旋回を負の値として検出する。

[0013] ハブセンサ 13 は、タイヤ横力 F_y を検出する。このハブセンサ 13 は、

左右輪の夫々のハブユニットに設けられ、例えばホール素子と着磁式のエンコーダを用いて、ハブユニット内の軸受における内輪と外輪の変位差の変化を電気信号に変換してコントローラ 20 に入力する。コントローラ 20 は、入力された電気信号からタイヤ横力を判断する。なお、タイヤ横力 F_y は、ハブセンサ 13 で検出された左右輪のタイヤ横力の合計値とする。

車速センサ 14 は、車体速度（以下、車速と称す） V を検出する。この車速センサ 14 は、例えばトランスミッションにおける出力側のドリブンギヤに設けられ、センサロータの磁力線を検出回路によって検出しており、センサロータの回転に伴う磁界の変化をパルス信号に変換してコントローラ 20 に入力する。コントローラ 20 は、入力されたパルス信号から車速 V を判断する。

[0014] ヨーレートセンサ 15 は、車体のヨーレート γ を検出する。このヨーレートセンサ 15 は、バネ上となる車体に設けられ、例えば水晶音叉からなる振動子を交流電圧によって振動させ、そして角速度入力時のコリオリ力によって生じる振動子の歪み量を電気信号に変換してコントローラ 20 に入力する。コントローラ 20 は、入力された電気信号から車両のヨーレート γ を判断する。なお、ヨーレートセンサ 15 は、右旋回を正の値として検出し、左旋回を負の値として検出する。

トルクセンサ 31 は、ステアリングシャフト 2 に入力されるトルク T_s を検出する。このトルクセンサ 31 は、ステアリングシャフト 2 の入力側と出力側との間に介在させたトーションバーの捩れ角を、例えばホール素子で検出し、多極磁石とヨークとの相対角度変位としてによって生じる磁束密度の変化を電気信号に変換してコントローラ 20 に入力する。なお、トルクセンサ 31 は、運転者の右操舵を正の値として検出し、左操舵を負の値として検出する。

[0015] 横加速度センサ 32 は、車両の横加速度を検出する。この横加速度センサ 9 は、例えば固定電極に対する可動電極の位置変位を静電容量の変化として検出しており、横加速度と方向に比例した電圧信号に変換してコントローラ

6に入力する。コントローラ6は、入力された電圧信号から横加速度を判断する。

なお、コントローラ20は、センサ類から各検出信号を直接入力しているが、これに限定されるものではない。コントローラ20を他のコントロールユニットと接続し、例えばCSMA/CA方式の多重通信（CAN: Controller Area Network）やフレックスレイ（Flex Ray）等の車載通信ネットワーク（車載LAN）を介して各種データを受信してもよい。

前方カメラ33は、車体の前方を撮像する。この前方カメラ33は、車室内のフロントウィンドウ上部に設けられた例えばCCDの広角カメラからなり、撮像した車体前方の画像データをコントローラ20に入力する。

[0016] ナビゲーションシステム17は、自車両の現在位置と、その現在位置における道路情報を認識する。このナビゲーションシステム17は、GPS受信機を有し、四つ以上のGPS衛星から到着する電波の時間差に基づいて自車両の位置（緯度、経度、高度）と進行方向とを認識する。そして、DVD-ROMドライブやハードディスクドライブに記憶された道路種別、道路線形、車線幅員、車両の通行方向等を含めた道路情報を参照し、自車両の現在位置における道路情報を認識しコントローラ20に入力する。なお、安全運転支援システム（DSSS: Driving Safety Support Systems）として、双方向無線通信（DSRC: Dedicated Short Range Communication）を利用し、各種データをインフラストラクチャから受信してもよい。

[0017] 図2は、コントローラ20の概略構成である。

コントローラ20は、図2に示すように、転舵側モータ9を駆動制御する転舵側モータ制御部21と、操作側モータ8を駆動制御する操作側モータ制御部22と、を備える。

転舵側モータ制御部21は、操舵角 θ_s に対する転舵角 θ_w の舵角比 R （ $=\theta_s/\theta_w$ ）を決定してから、転舵側モータ9を駆動することで転舵角 θ_w を制御する。

舵角比 R は、例えば下記の要領で決定する。

例えば、図3のマップを参照し、車速 V に応じて舵角比 R を算出する。

図3は、車速 V に応じた舵角比 R の算出に用いるマップである。

このマップによれば、車速 V が低いほど舵角比 R が小さくなる。したがって、据え切り時や低速走行時には、小さな操舵角 θ_s で大きな転舵角 θ_w が得られるので、運転者の操作負担が軽減される。一方、高速走行時には、操舵角 θ_s の変化に対する転舵角 θ_w の変化が抑制されるので、過敏な車両挙動が抑制され、走行安定性が確保される。

[0018] また、図4のマップを参照し、操舵角 θ_s に応じて舵角比 R を算出してもよい。

図4は、操舵角 θ_s に応じた舵角比 R の算出に用いるマップである。

このマップによれば、操舵角 θ_s が小さいほど舵角比 R が大きくなる。したがって、操舵角 θ_s を切り増しするほど、大きな転舵角 θ_w が得られるので、運転者の操作負担が軽減される。一方、略直進走行しているときのようなシーンでは、操舵角 θ_s の変化に対する転舵角 θ_w の変化が抑制されるので、過敏な車両が抑制され、走行安定性が確保される。

なお、車速 V 及び操舵角 θ_s の双方に応じて舵角比 R を決定してもよい。すなわち、車速 V に応じた舵角比 R_v 、及び操舵角 θ_s に応じた舵角比 R_s を個別に算出し、これらの平均を算出したり、夫々に重み付けをしてから加算したりする等して、最終的な舵角比 R を決定すればよい。

上記のように、舵角比 R を決定してから、操舵角 θ_s 及び舵角比 R に応じて、目標転舵角 θ_w^* を算出し、この目標転舵角 θ_w^* に転舵角 θ_w が一致するように、例えばロバストモデルマッチング手法などを用いて転舵側モータ9を駆動制御する。

[0019] 図5は、操作側モータ制御部22を示すブロック図である。

操作側モータ制御部22は、操舵反力設定部23と、アシストトルク設定部24と、加算部25と、駆動制御部26と、を備える。

操舵反力設定部23は、運転者のステアリング操作に対する操舵反力 T_R を設定する。また、アシストトルク設定部24は、自車進路に沿って旋回走

行するためのアシストトルク T_A を設定する。また、加算部 25 は、操舵反力 T_R とアシストトルク T_A とを加算して最終的な駆動トルク T_D を設定する。また、駆動制御部 26 は、駆動トルク T_D に応じて操作側モータ 8 を駆動制御する。

[0020] 次に、操舵反力設定部 23 で実行する操舵反力設定処理について説明する。

図 6 は、操舵反力設定処理を示すフローチャートである。

先ずステップ S101 では、操舵角 θ_s を時間微分して操舵速度 $d\theta_s$ を算出する。

続くステップ S102 では、下記 (1) に示すように、操舵角 θ_s にゲイン K_a を乗じて角度項トルク T_{Ra} を算出する。

$$T_{Ra} = K_a \times \theta_s \quad \dots\dots\dots (1)$$

続くステップ S103 では、下記 (2) 式に示すように、操舵速度 $d\theta_s$ にゲイン K_s を乗じて速度項トルク T_{Rs} を算出する。

$$T_{Rs} = K_s \times d\theta_s \quad \dots\dots\dots (2)$$

続くステップ S104 では、下記 (3) 式に示すように、角度トルク T_{Ra} と速度項トルク T_{Rs} とを加算して操舵反力 T_r を算出する。

$$T_R = T_{Ra} + T_{Rs} \quad \dots\dots\dots (3)$$

[0021] 続くステップ S105 では、例えば車速 V 、ヨーレート γ 、及び横加速度 Y_g に基づいて路面摩擦係数 μ を算出する。また、各輪の制駆動力とスリップ率との関係に従い、路面摩擦係数 μ を推定してもよいし、路面摩擦係数 μ をインフラストラクチャから入手可能であれば、それを用いればよい。

続くステップ S106 では、車速 V 、操舵角 θ_s 、及び路面摩擦係数 μ に基づいて操舵反力の上限值 T_L を算出する。

続くステップ S107 では、操舵反力 T_R と上限値 T_L とのうち、小さい方の値を最終的な操舵反力 T_R として算出してから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が操舵反力設定処理である。

[0022] 次に、アシストトルク設定部24で実行するアシストトルク設定処理について説明する。

図7は、第1実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

先ずステップS111では、アシストトルク T_A を制御する際の、操舵トルク T_s に対する第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を設定する。第一閾値 T_{e1} は、アシストトルク T_A が早過ぎると判断するための閾値であり、例えば ± 1 Nm程度とする。第一閾値 T_{t1} は、アシストトルク T_A が遅過ぎると判断するための閾値であり、例えば ± 1 Nm程度とする。これら第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} は、同じの値でなくともよい。

[0023] ここで、第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の設定に関するアシストトルク T_A と操舵トルク T_s との関係について説明する。

図8は、操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示すグラフである。

操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係は、操舵角 θ_s を横軸とし、操舵トルク T_s を縦軸とする座標で表し、右旋回を正の値とし、左旋回を負の値としている。

先ず、アシストトルク T_A を付与しないコンベンショナルなステアリング機構で、ステアリング操作を行った場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_n で示す。特性線 L_n によれば、操舵トルク T_s を0から正方向に増加させると、操舵角 θ_s が0（初期操舵角）から正方向に増加し、操舵トルク T_s を負方向に減少させると、操舵角 θ_s が0から負方向に減少する。なお、操舵角 θ_s の絶対値を増加させるとき、そのステアリング操作の初期に比較的大きな操舵トルク T_s を要する。

[0024] 次に、アシストトルク T_A を付与した状態の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_a で示す。ここでは、右方向のカーブに沿って走行するシーンを例に説明する。先ずカーブに沿って走行するための操舵角 θ_s を必要操舵角とし、この必要操舵角を得るための操舵トルク T_s を必要トルクとし、この必要トルク分をアシストトルク T_A とする。このアシストトルク T_A

Aにより、運転者の操舵トルク T_s が0でも必要操舵角が達成される。

このアシストトルク T_A を付与した状態の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_a で示す。この特性線 L_a は、特性線 L_n を横軸に沿って必要操舵角分だけ正方向に平行移動させたものとなる。この特性線 L_a によれば、操舵トルク T_s を0から正方向に増加させると、操舵角 θ_s が必要操舵角から正方向に増加し、操舵トルク T_s を0から負方向に減少させると、操舵角 θ_s が必要操舵角から負方向に減少する。

[0025] 次に、直進走行からカーブ走行に移行する際に、予め定めた前方位置の道路曲率 ρ に応じたアシストトルク T_A を付与し、操舵角 θ_s が0から必要操舵角まで増加するときの操舵トルク T_s に着目する。ここでは、運転者はステアリングホイール1を把持しているものとする。

まず、正方向のアシストトルク T_A の制御と、運転者のステアリング操作とが略同時に（同期して）なされる場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_s で示す。この特性線 L_s では、運転者が操舵角 θ_s の正方向への増加を望んで自らステアリング操作を行うが、それと略同時にアシストトルク T_A が制御されるので、操舵トルク T_s は略0となり、そのまま操舵角 θ_s が正方向へと増加し必要操舵角が達成される。このように、旋回方向のアシストトルク T_A の制御が運転者のステアリング操作と略同時になされる場合、操舵トルク T_s は略0となる。

[0026] 一方、正方向のアシストトルク T_A の制御に対して、運転者が早過ぎると感じる場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_e で示す。この特性線 L_e では、まず正方向のアシストトルク T_A が付与され始めると、運転者はまだ操舵角 θ_s の正方向への増加を望んでいないので、正方向のアシストトルク T_A に抗して保舵するため、操舵トルク T_s の向きは負方向に発生する。しかし、さらに車両が前進すると、運転者が操舵角 θ_s の正方向への増加を望むようになるため、今度は負方向の操舵トルク T_s を緩め、アシストトルク T_A に従う（任せる）ようになる。したがって、負方向の操舵トルク T_s は特性線 L_a に沿って正方向に増加するようになり、やがて0と

なり、このとき必要操舵角が達成される。

このように、旋回方向へのアシストトルク T_A の制御が早過ぎると運転者が感じている場合、操舵トルク T_s の向きは旋回方向と逆になる。したがって、本実施形態では、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上であるときには、アシストトルク T_A の制御に対して、運転者が早過ぎると感じていると判断する。

[0027] 逆に、正方向のアシストトルク T_A の制御に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_t で示す。この特性線 L_t では、アシストトルク T_A よりも先に運転者が操舵角 θ_s の正方向への増加を望むので、運転者が自ら正方向へ操舵トルク T_s を増加させる。このとき、操舵トルク T_s は特性線 L_n に沿って正方向に増加する。しかし、さらに車両が前進すると、正方向のアシストトルク T_A が付与され始めるので、今度は正方向の操舵トルク T_s を緩め、アシストトルク T_A に従う（任せる）ようになる。なお、正方向に操舵トルク T_s を増加させていた状態から、さらに正方向のアシストトルク T_A が付与されることで、操舵角 θ_s が必要操舵角を上回ってオーバーシュートする傾向がある。したがって、切り過ぎた分だけ操舵角 θ_s を戻す修正操舵を行うため、正方向の操舵トルク T_s は特性線 L_a に沿って減少するようになり、やがて 0 となり、このとき必要操舵角が達成される。

[0028] このように、旋回方向へのアシストトルク T_A の制御が遅過ぎると運転者が感じている場合、操舵トルク T_s の向きは旋回方向と同じになる。したがって、本実施形態では、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} 以上であるときには、アシストトルク T_A の制御に対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断する。

上記が第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の設定に関するアシストトルク T_A と操舵トルク T_s との関係である。

続くステップ S 1 1 2 では、車速 V を読み込む。

続くステップ S 1 1 3 では、車速 V に応じて閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を調整

する。

ここでは、車速 V が高いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を大きな値に調整し、車速 V が低いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を小さな値に調整する。これは、走行している状態では、同じの操舵角 θ_s を得るのに、車速 V が高いほど大きな操舵トルク T_s を要するからである。

[0029] 図9は、車速 V に応じた操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示す図である。

例えば、操舵角 θ_s を3deg程度にする場合、車速 V が100km/h程度のときには操舵トルク T_s は1.0Nm程度であるが、車速 V が120km/h程度のときには操舵トルク T_s は1.3Nm程度となり、車速 V が60km/h程度のときには操舵トルク T_s が0.7Nm程度となる。したがって、車速 V が高いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を大きな値に調整し、車速 V が低いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を小さな値に調整する。

[0030] 続くステップS114では、路面摩擦係数 μ を取得する。

例えば、車速 V 、ヨーレート γ 、及び横加速度 Yg に基づいて路面摩擦係数 μ を算出する。また、各輪の制駆動力とスリップ率との関係に従い、路面摩擦係数 μ を推定してもよいし、路面摩擦係数 μ をインフラストラクチャから入手可能であれば、それを用いればよい。

続くステップS115では、路面摩擦係数 μ に応じて閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を調整する。

ここでは、路面摩擦係数 μ が低いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を小さな値に調整し、路面摩擦係数 μ が高いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を大きな値に調整する。これは、同じの操舵角 θ_s を得るのに、路面摩擦係数 μ が低いほど小さな操舵トルク T_s で済むからである。

[0031] 図10は、路面摩擦係数 μ に応じた操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示す図である。

例えば、操舵角 θ_s を3deg程度にする場合、例えば乾燥路等、路面摩擦係数 μ の高い通常の路面のときには操舵トルク T_s は1.0Nm程度である

が、例えば降雨路、雪路、凍結路等、路面摩擦係数 μ の低い滑りやすい路面のときには操舵トルク T_s は0.7 Nm程度となる。したがって、路面摩擦係数 μ が低いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を小さな値に調整し、路面摩擦係数 μ が高いほど閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値を大きな値に調整する。

続くステップS 1 1 6では、前方位置Xの道路曲率 ρ を検出する。ここで、前方位置Xとは、自車両からの距離である。

ここでは、前方カメラ33で撮像した画像データから算出したり、ナビゲーションシステム17で認識した自車両の現在位置と、その現在位置における道路情報とに基づいて取得したりする。

[0032] 続くステップS 1 1 7では、前方位置Xの道路曲率 ρ に応じて、アシストトルク T_A を設定する。

ここでは、前方位置Xの道路曲率 ρ に応じた必要操舵角を算出し、例えば前述した特性線 L_n に従い、必要操舵角を達成するのに必要となる必要トルクを算出し、この必要トルク分をアシストトルク T_A として設定する。

続くステップS 1 1 8では、アシストトルク T_A を加算部25へと出力する。これにより、駆動制御部26は、操舵反力 T_R 及びアシストトルク T_A とを加算した最終的な駆動トルク T_D に応じて操作側モータ8を駆動制御する。

続くステップS 1 1 9では、操舵トルク T_s を読み込む。

続くステップS 1 2 0では、操舵トルク T_s 及び道路曲率 ρ の符号を判定し、操舵トルク T_s の向きと道路曲率 ρ の向きとが逆方向であるか否かを判定する。ここで、操舵トルク T_s と道路曲率 ρ とが逆方向であるときには、運転者のステアリング操作よりもアシストトルク T_A の付与がタイミングが早いと判断してステップS 1 2 1に移行する。一方、操舵トルク T_s と道路曲率 ρ とが同じ方向であるときには、運転者のステアリング操作よりもアシストトルク T_A の付与がタイミングが遅いと判断してステップS 1 2 3に移行する。

[0033] ステップS 1 2 1では、操舵トルク T_s の絶対値が、前述した第一閾値 T

e_1 の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎると感じていると判断してステップ S_{122} に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。

ステップ S_{122} では、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を手前に補正する。すなわち、下記に示すように、前方位置 X から予め定めた距離 ΔX だけ手前に近づけた位置($X - \Delta X$)を、新たな前方位置 X に補正してから所定のメインプログラムに復帰する。次回以降の演算では、補正した前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込む。なお、前方位置 X の急変を避けるために、前方位置 X に対して、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

$$X \leftarrow X - \Delta X$$

[0034] ステップ S_{123} では、操舵トルク T_s の絶対値が、前述した第一閾値 T_{t1} の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断してステップ S_{124} に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。

ステップ S_{124} では、アシストトルク T_A を付与するタイミングを早めるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を遠方に補正する。すなわち、前方位置 X から予め定めた距離 ΔX だけ遠方に遠ざけた位置($X + \Delta X$)を、新たな前方位置 X に補正してから所定のメインプログラムに復帰する。次回以降の演算では、補正した前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込む。なお、前方位置 X の急変を避けるために、前方位置 X に対して、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

$$X \leftarrow X + \Delta X$$

上記がアシストトルク設定処理である。

[0035] 《作用》

次に、第1実施形態の作用について説明する。

本実施形態は、直進走行からカーブ走行に移行するシーンを想定したものである。

まず、予め定めた前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込み（ステップS116）、その道路曲率 ρ に応じたアシストトルク T_A を設定する（ステップS117）。アシストトルク T_A は、道路曲率 ρ に従った必要操舵角を得るための必要トルクに相当するので、このアシストトルク T_A を出力することで（ステップS118）、運転者の操舵トルク T_s を略0としながらも必要操舵角を実現することができる。すなわち、ステアリングホイール1に手を添えているだけの状態で、自転車進路に沿って旋回走行できるので、操作負担を軽減することができる。

[0036] しかしながら、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A を付与する場合、そのアシストトルク T_A を付与するタイミングと運転者の感覚とがずれていると、運転者に違和感を与えてしまう。そこで、本実施形態では、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化を図っている。すなわち、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎると感じる場合、また遅過ぎると感じる場合に、夫々、アシストトルク T_A のタイミングを調整している。

[0037] まず、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が早過ぎると感じる場合について説明する。

図11は、運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

まず正方向のアシストトルク T_A が付与され始めると、運転者はまだ操舵角 θ_s の正方向への増加を望んでいないので、正方向のアシストトルク T_A に抗して保舵するため、操舵トルク T_s の向きは負方向に発生する。すなわ

ち、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と逆となる（ステップ S 1 2 0 の判定が “Yes”）。そして、負方向の操舵トルク T_s が第一閾値 T_{e1} 以下となるときに、つまり操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となるときに（ステップ S 1 2 1 の判定が “Yes”）、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が早過ぎると感じていると判断する。

[0038] この場合には、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を、 ΔX だけ手前に近づけた位置（ $X - \Delta X$ ）に補正し（ステップ S 1 2 2）、次回以降の演算では、補正した後の前方位置 X における道路曲率 ρ を読み込む。これにより、アシストトルク T_A が減少してゆくの、それに抗する操舵トルク T_s も減少する。そして、補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つまりアシストトルク T_A のタイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略 0 となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略 0 の状態を維持する。

[0039] このように、アシストトルク T_A に対して、運転者が早過ぎると感じる場合には、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を手前に補正してゆくことで、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを遅らせて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の付与が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール 1 に手を添えているだけのような状態で、自転車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

なお、前方位置 X を ΔX だけ手前に近づけても、依然として操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上であるときには、さらに前方位置 X を ΔX だけ手前に近づける。すなわち、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となる度に、 ΔX ずつ手前に補正してゆく。したがって、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値未満となるまで、前方位置 X の調整が継続して行われるので、アシストトルク T_A を付与する際

のタイミングを最適化することができる。

[0040] 次に、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合について説明する。

図 12 は、運転者が遅過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

ここでは、アシストトルク T_A よりも先に運転者が自ら正方向へ操舵トルク T_s を増加させる。すなわち、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と同じとなる（ステップ S 120 の判定が “No”）。そして、正方向の操舵トルク T_s が第一閾値 T_{t1} 以上となるときに（ステップ S 123 の判定が “Yes”）、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断する。

[0041] この場合には、アシストトルク T_A を付与するタイミングを早めるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を、 ΔX だけ遠方に遠ざけた位置（ $X + \Delta X$ ）に補正し（ステップ S 124）、次回以降の演算では、補正した後の前方位置 X における道路曲率 ρ を読込む。これにより、アシストトルク T_A が付与され始め増加するので、運転者はそのアシストトルク T_A に従う（任せる）ようになり操舵トルク T_s が減少する。そして、補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つまりアシストトルク T_A のタイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略 0 となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略 0 の状態を維持する。

[0042] このように、アシストトルク T_A に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合には、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を遠方に補正してゆくことで、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを早めて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の付与が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール 1 に手を添えているだけの様な状態で、自転車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作

負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

なお、前方位置 X を ΔX だけ遠方に遠ざけても、依然として操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} の絶対値以上であるときには、さらに前方位置 X を ΔX だけ遠方に遠ざける。すなわち、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} の絶対値以上となる度に、 ΔX ずつ遠方に補正してゆく。したがって、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} の絶対値未満となるまで、前方位置 X の調整が継続して行われるので、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

[0043] 《応用例》

本実施形態では、ステアリングバイワイヤに適用した構成について説明したが、これに限定されるものではなく、ステアリング機構にアシストトルク T_A を付与できる構成であれば、他の如何なる構成に適用してもよい。例えば、電動パワーステアリング装置で本実施形態を適用してもよい。また、ステアリングバイワイヤの構成であっても、フェイルセーフでクラッチ 10 を接続したときに、操作側モータ 8 又は転舵側モータ 9 の少なくとも一方によって電動パワーステアリング制御を実行する場合でも適用することができる。

本実施形態では、操舵反力 T_R とアシストトルク T_A とを加算して最終的な駆動トルク T_D を設定する構成について説明したが、これに限定されるものではない。操舵反力設定部 23 で設定した操舵反力 T_R 、及びアシストトルク設定部 24 で設定したアシストトルク T_A のうち、例えば運転者がスイッチ操作で何れか一方を選択できるような構成にしてもよい。これによれば、通常のステアリングバイワイヤ制御を実行するか、又はカーブに沿ってアシストトルク T_A を付与するアシスト制御を実行するかを、運転者が任意に選ぶことができる。

[0044] 本実施形態では、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、前方位置 X を変更しているが、これに限定されるものではない。すなわち、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、前方位置 X を変更した場合と等しくなるように、道路曲率 ρ 及びアシストトルク T_A の何れか一方を直接変更するよう

にしてもよい。これによれば、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、前方位置 X を変更する場合と同様の効果が得られる。

以上、ステップ $S116$ の処理が「曲率検出部」に対応し、ステップ $S119$ が「トルク検出部」に対応し、ステップ $S117$ 、 $S118$ 、 $S120 \sim S124$ の処理が「アシスト制御部」に対応する。また、ステップ $S112$ の処理が「車速検出部」に対応し、ステップ $S114$ の処理が「摩擦係数取得部」に対応する。

[0045] 《効果》

次に、第1実施形態における主要部の効果を記す。

(1) 本実施形態のステアリング制御装置では、自車進路前方の道路曲率 ρ を検出し、自車進路に沿って旋回走行するために、予め定めた前方位置 X の道路曲率 ρ に応じて、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する。そして、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する際に、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、前方位置 X を変更する。

このように、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する際に、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を変更するので、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0046] (2) 本実施形態のステアリング制御装置では、直進走行からカーブ走行に移行する場合、操舵トルク T_s が旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が予め定めた第一閾値 T_{e1} 以上となったときには、前方位置 X を自車両に近い位置に変更する。

このように、操舵トルク T_s が旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎると感じていると判断できる。したがって、前方位置 X を自車両に近い位置に変化させて、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせることにより、アシストトルク T_A を付与

する際のタイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0047] (3) 本実施形態のステアリング制御装置では、直進走行からカーブ走行に移行する場合、操舵トルク T_s が旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が予め定めた第一閾値 T_{t1} 以上となったときには、前方位置 X を自車両から遠い位置に変更する。

このように、操舵トルク T_s が旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} 以上であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断できる。したがって、前方位置 X を自車両から遠い位置に変化させて、アシストトルク T_A を付与するタイミングを早めることにより、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0048] (4) 本実施形態のステアリング制御装置では、前方位置 X を、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

このように、前方位置 X を変更する際に、単位時間値に予め定めた許容量ずつ変更することで、前方位置 X の急変を抑制することができる。したがって、アシストトルク T_A が急変することを抑制できるので、運転者に違和感を与えることがない。

(5) 本実施形態のステアリング制御装置では、前方位置 X を予め定めた距離 ΔX だけ変更する。

このように、前方位置 X を変更する際に、前方位置 X を予め定めた距離 ΔX だけ変更するので、前方位置 X が不必要に変化してしまうことを抑制できる。すなわち、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるときに、前方位置 X を手前に近づけ過ぎたり、アシストトルク T_A を付与するタイミングを早めるときに、前方位置 X を遠方に遠ざけ過ぎたりする過応答を抑制できる。

[0049] (6) 本実施形態のステアリング制御装置では、車速 V が高いほど、第一

閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を大きな値に設定する。

このように、車速 V が高いほど第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を大きな値に設定することで、走行シーンに最適な第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を設定することができる。

(7) 本実施形態のステアリング制御装置では、路面摩擦係数 μ が低いほど、第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を小さな値に設定する。

このように、路面摩擦係数 μ が低いほど第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を小さな値に設定することで、走行シーンに最適な第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} を設定することができる。

[0050] (8) 本実施形態のステアリング制御装置では、自車進路前方の道路曲率 ρ を検出し、自車進路に沿って旋回走行するために、予め定めた前方位置 X の道路曲率 ρ に応じて、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する。そして、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する際に、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、前方位置 X を変更した場合と等しくなるように、道路曲率 ρ 及びアシストトルク T_A の一方を変更する。

このように、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する際に、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、道路曲率 ρ 及びアシストトルク T_A の一方を変更するので、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0051] (9) 本実施形態のステアリング制御方法では、自車進路前方の道路曲率 ρ を検出し、自車進路に沿って旋回走行するために、予め定めた前方位置 X の道路曲率 ρ に応じて、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する。そして、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する際に、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、前方位置 X を変更する。

このように、旋回方向のアシストトルク T_A をステアリング機構に付与する際に、操舵トルク T_s の向き及び大きさに応じて、道路曲率 ρ を読込む前

方位置 X を変更するので、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0052] 《第2実施形態》

《構成》

本実施形態は、直進走行からカーブ走行へ移行する際、操舵トルク T_s が旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となったときに、その時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持してから、前方位置 X を自車両に近い位置に変更するものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図13は、第2実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第1実施形態におけるステップ S_{122} の処理を、新たなステップ S_{201} の処理に変更しており、他のステップ $S_{111} \sim S_{121}$ 、 S_{123} 、 S_{124} の処理については、前述した第1実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

[0053] ステップ S_{201} では、その時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持する。その後、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を手前に補正する。すなわち、下記に示すように、前方位置 X から予め定めた距離 ΔX だけ手前に近づけた位置 $(X - \Delta X)$ を、新たな前方位置 X に補正してから所定のメインプログラムに復帰する。次回以降の演算では、補正した前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込む。なお、前方位置 X の急変を避けるために、前方位置 X に対して、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

$$X \leftarrow X - \Delta X$$

上記が第2実施形態のアシストトルク設定処理である。

[0054] 《作用》

次に、第2実施形態の作用について説明する。

図14は、第2実施形態で運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

先ず正方向のアシストトルク T_A が付与され始めると、運転者はまだ操舵角 θ_s の正方向への増加を望んでいないので、正方向のアシストトルク T_A に抗して保舵するため、操舵トルク T_s の向きは負方向に発生する。すなわち、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と逆となる（ステップS120の判定が“Yes”）。そして、負方向の操舵トルク T_s が第一閾値 T_{e1} 以下となるときに、つまり操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となるときに（ステップS121の判定が“Yes”）、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が早過ぎると感じていると判断する。

[0055] この場合には、先ずその時点のアシストトルク T_A を Δt の間だけ維持する。その後、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を、 ΔX だけ手前に近づけた位置（ $X - \Delta X$ ）に補正し（ステップS201）、次回以降の演算では、補正した後の前方位置 X における道路曲率 ρ を読込む。これにより、少なくともアシストトルク T_A の増加が抑制されるので、それに抗する操舵トルク T_s の増加も抑制できる。しかも、アシストトルク T_A が固定されるので、 Δt の前後でのアシストトルク T_A の増減が抑制され、操作フィーリングへの影響も少なくなる。そして、 Δt が経過した後、アシストトルク T_A が減少してゆくので、それに抗する操舵トルク T_s も減少する。そして、補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つまりアシストトルク T_A のタイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略0となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略0の状態を維持する。

[0056] このように、アシストトルク T_A に対して、運転者が早過ぎると感じる場合には、先ずその時点のアシストトルク T_A を一定の時間 Δt だけ維持し、それから道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を手前に補正してゆくことで、アシ

ストトルク T_A の変動を抑制しながら、それを付与する際のタイミングを遅らせて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の付与が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール 1 に手を添えているだけの状態で、自車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

[0057] なお、前方位置 X を ΔX だけ手前に近づけても、依然として操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上であるときには、さらに前方位置 X を ΔX だけ手前に近づける。すなわち、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となる度に、 ΔX ずつ手前に補正してゆく。したがって、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値未満となるまで、前方位置 X の調整が継続して行われるので、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

その他、前述した第 1 実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

以上、ステップ $S117$ 、 $S118$ 、 $S120$ 、 $S121$ 、 $S201$ 、 $S123$ 、 $S124$ の処理が「アシスト制御部」に対応する。

[0058] 《効果》

次に、第 2 実施形態における主要部の効果を記す。

(1) 本実施形態のステアリング制御装置では、前方位置 X を自車両に近い位置に変更する場合、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持してから、前方位置 X を自車両に近い位置に変更する。

このように、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持し、それから前方位置 X を手前に補正してゆくことで、アシストトルク T_A の増減を抑制しながら、それを付与するタイミングを遅らせて最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0059] 《第3実施形態》

《構成》

本実施形態は、直進走行からカーブ走行へ移行する際、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} 及び T_{t2} の絶対値未満となった時点で、前方位置 X を固定にするものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図15は、第3実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第1実施形態におけるステップ $S121 \sim S124$ の処理を、新たなステップ $S301 \sim S312$ の処理に変更しており、他のステップ $S111 \sim S120$ の処理については、前述した第1実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

[0060] ステップ $S301$ では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎると感じていると判断してステップ $S302$ に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎるとは感じていないと簡易的に判断してステップ $S304$ に移行する。

ステップ $S302$ では、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を、徐々に手前になるように減少補正する。ここでは、前方位置 X の急変を避けるために、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変化させて、新たな前方位置 X としてから所定のメインプログラムに復帰する。

[0061] 続くステップ $S303$ では、補正フラグを $f_r = 1$ にセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。補正フラグ f_c は、前方位置 X に対して補

正を実行したか否かを表すフラグであり、 $f_c = 0$ にリセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行していないことを表し、 $f_c = 1$ にセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行したことを表す。なお、初期状態では $f_c = 0$ にリセットされている。

ステップS304では、補正フラグ f_c が1にセットされているか否かを判定する。判定結果が『 $f_c = 0$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正は実行されておらず、したがってアシストトルク T_A に対して運転者が早過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。一方、判定結果が『 $f_c = 1$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正が既に実行されており、先刻までアシストトルク T_A に対して運転者が早過ぎると感じていたことを意味するため、ステップS305に移行する。

[0062] ステップS305では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} の絶対値よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} 以上であるか否かを判定する。第二閾値 T_{e2} は、その値でアシストトルク T_A の調整をやめてもハンチングを起こさないような値であり、例えば $\pm 0.6 \text{ Nm}$ 程度である。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{e2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、依然として運転者が早過ぎると感じている可能性があると判断して前述したステップS302に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{e2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、もはや運転者が早過ぎるとは感じていないと判断してステップS306に移行する。

ステップS306では、補正フラグを $f_r = 0$ にリセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。

[0063] ステップS307では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{t1} の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断してステップS308に移行する。

一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎるとは感じていないと簡易的に判断してステップ $S310$ に移行する。

ステップ $S308$ では、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を、徐々に遠方になるように増加補正する。ここでは、前方位置 X の急変を避けるために、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変化させて、新たな前方位置 X としてから所定のメインプログラムに復帰する。

[0064] 続くステップ $S309$ では、補正フラグを $f_r = 1$ にセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。補正フラグ f_c は、前方位置 X に対して補正を実行したか否かを表すフラグであり、 $f_c = 0$ にリセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行していないことを表し、 $f_c = 1$ にセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行したことを表す。なお、初期状態では $f_c = 0$ にリセットされている。

ステップ $S310$ では、補正フラグ f_c が 1 にセットされているか否かを判定する。判定結果が『 $f_c = 0$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正は実行されておらず、したがってアシストトルク T_A に対して運転者が遅過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。一方、判定結果が『 $f_c = 1$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正が既に実行されており、先刻までアシストトルク T_A に対して運転者が遅過ぎると感じていたことを意味するため、ステップ $S311$ に移行する。

[0065] ステップ $S311$ では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{t1} の絶対値よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{t2} 以上であるか否かを判定する。第二閾値 T_{t2} は、その値でアシストトルク T_A の調整をやめてもハンチングを起こさないような値であり、例えば $\pm 0.6 \text{ Nm}$ 程度である。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{t2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、依然として運転者が遅過ぎると感じて

いる可能性があるとは判断して前述したステップS308に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{t2}|$ 』であるときには、アシストトルクTAを付与するタイミングに対して、もはや運転者が遅過ぎるとは感じていないと判断してステップS312に移行する。

ステップS312では、補正フラグを $f_r = 0$ にリセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が第3実施形態のアシストトルク設定処理である。

[0066] 《作用》

次に、第3実施形態の作用について説明する。

先ず、アシストトルクTAの付与に対して、運転者が早過ぎると感じる場合について説明する。

図16は、第3実施形態で運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルクTA及び操舵トルクTsを示すタイムチャートである。

先ず正方向のアシストトルクTAが付与され始めると、運転者はまだ操舵角 θ_s の正方向への増加を望んでいないので、正方向のアシストトルクTAに抗して保舵するため、操舵トルクTsの向きは負方向に発生する。すなわち、操舵トルクTsの向きが旋回方向と逆となる（ステップS120の判定が“Yes”）。そして、負方向の操舵トルクTsが第一閾値Te1以下となるときに、つまり操舵トルクTsの絶対値が第一閾値Te1の絶対値以上となるときに（ステップS301の判定が“Yes”）、アシストトルクTAの付与に対して、運転者が早過ぎると感じていると判断する。

[0067] この場合には、アシストトルクTAを付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置Xを、徐々に手前に近づけるように減少補正する（ステップS302）。これにより、アシストトルクTAが減少してゆくので、それに抗する操舵トルクTsも減少する。このとき、操舵トルクTsの絶対値が、単に第一閾値Te1未満となるだけで、前方位置Xの減少補正をやめてしまうと、ハンチングを起こす可能性がある。そこで、本実施形態では、操舵トルクTsの絶対値が第二閾値Te2未満となるまで、前方位

置 X の減少補正を実行する。そして、減少補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つまりアシストトルク T_A のタイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略 0 となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略 0 の状態を維持する。

[0068] このように、アシストトルク T_A に対して、運転者が早過ぎると感じる場合には、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を手前に補正してゆくことで、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを遅らせて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の付与が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール 1 に手を添えているだけのような状態で、自転車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

また、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{e2} の絶対値未満となるまで、前方位置 X を徐々に手前に補正してゆく。これにより、ハンチングを抑制しながら、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

[0069] 次に、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合について説明する。

図 17 は、第 3 実施形態で運転者が遅過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

ここでは、アシストトルク T_A よりも先に運転者が自ら正方向へ操舵トルク T_s を増加させる。すなわち、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と同じとなる（ステップ $S120$ の判定が“ No ”）。そして、正方向の操舵トルク T_s が第一閾値 T_{t1} 以上となるときに（ステップ $S307$ の判定が“ Yes ”）、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断する。

[0070] この場合には、アシストトルク T_A を付与するタイミングを早めるため、

道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を、徐々に遠方に遠ざけるように増加補正する（ステップS308）。これにより、アシストトルク T_A が付与され始め増加するので、運転者はそのアシストトルク T_A に従う（任せる）ようになり操舵トルク T_s が減少する。このとき、操舵トルク T_s の絶対値が、単に第一閾値 T_{t1} 未満となるだけで、前方位置 X の増加補正をやめてしまうと、ハンチングを起こす可能性がある。そこで、本実施形態では、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{t2} 未満となるまで、前方位置 X の増加補正を実行する。そして、補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つまりアシストトルク T_A のタイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略0となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略0の状態を維持する。

[0071] このように、アシストトルク T_A に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合には、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を遠方に補正してゆくことで、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを早めて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の付与が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール1に手を添えているだけの様な状態で、自車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

また、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{t2} の絶対値未満となるまで、前方位置 X を徐々に手前に補正してゆく。これにより、ハンチングを抑制しながら、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

その他、前述した第1実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

以上、ステップS117、S118、S120、S301～S312の処理が「アシスト制御部」に対応する。

[0072] 《効果》

次に、第3実施形態における主要部の効果を記す。

(1) 本実施形態のステアリング制御装置では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} 及び T_{t2} 未満となった時点で、前方位置 X を固定にする。

このように、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{e2} 及び T_{t2} の絶対値未満となるまで、前方位置 X を徐々に手前に補正してゆくことで、ハンチングを抑制しながら、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

[0073] 《第4実施形態》

《構成》

本実施形態は、直進走行からカーブ走行へ移行する際、操舵トルク T_s が旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となったときには、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} よりも小さい範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} の絶対値未満となるまで、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となった時点のアシストトルク T_A を維持するものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図18は、第4実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第3実施形態におけるステップS302の処理を、新たなステップS401の処理に変更しており、他のステップS111～S120、S301、S303～S312の処理については、前述した第3実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

ステップS401では、それ以降は、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を維持する。

上記が第4実施形態のアシストトルク設定処理である。

[0074] 《作用》

次に、第4実施形態の作用について説明する。

図19は、第4実施形態で運転者が早過ぎると感じる場合のアシストトルク T_A 及び操舵トルク T_s を示すタイムチャートである。

先ず正方向のアシストトルク T_A が付与され始めると、運転者はまだ操舵角 θ_s の正方向への増加を望んでいないので、正方向のアシストトルク T_A に抗して保舵するため、操舵トルク T_s の向きは負方向に発生する。すなわち、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と逆となる（ステップS120の判定が“Yes”）。そして、負方向の操舵トルク T_s が第一閾値 T_{e1} 以下となるときに、つまり操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となるときに（ステップS301の判定が“Yes”）、アシストトルク T_A の付与に対して、運転者が早過ぎると感じていると判断する。

[0075] この場合には、その時点のアシストトルク T_A を維持する。これにより、少なくともアシストトルク T_A の増加が抑制されるので、それに抗する操舵トルク T_s の増加も抑制できる。しかも、アシストトルク T_A が固定されるので、 Δt の前後でのアシストトルク T_A の増減が抑制され、操作フィーリングへの影響も少なくなる。このアシストトルク T_A は、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{e2} 未満となるまで維持される。

そして、車両が前進し、現在維持しているアシストトルク T_A に合った地点まで到達するときに、アシストトルク T_A のタイミングと運転者の感覚とが略一致することになり、操舵トルク T_s が略0となる。その後は、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{e2} 未満となった時点の前方位位置 X を用いる。そして、アシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略0の状態に維持される。

[0076] このように、アシストトルク T_A に対して、運転者が早過ぎると感じる場合には、その時点のアシストトルク T_A を維持することで、アシストトルク T_A の変動を抑制しながらアシストトルク T_A を付与する際のタイミングを遅らせて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の付与が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリ

ングホイール 1 に手を添えているだけの様な状態で、自車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

また、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{e2} の絶対値未満となるまで、前方位置 X を徐々に手前に補正してゆく。これにより、ハンチングを抑制しながら、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

その他、前述した第 3 実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

以上、ステップ $S117$ 、 $S118$ 、 $S120$ 、 $S301$ 、 $S401$ 、 $S303 \sim S312$ の処理が「アシスト制御部」に対応する。

[0077] 《効果》

次に、第 4 実施形態における主要部の効果を記す。

(1) 本実施形態のステアリング制御装置では、前方位置 X を自車両に近い位置に変更する場合、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を維持する。

このように、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を維持することで、アシストトルク T_A の増減を抑制しながら、それを付与するタイミングを遅らせて最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0078] 《第 5 実施形態》

《構成》

本実施形態は、カーブ走行から直進走行に移行する場合を示すものである。

装置構成は、前述した第 1 実施形態と同様である。

次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図 20 は、第 5 実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第1実施形態におけるステップS120～S124の処理を、新たなステップS501～S505の処理に変更しており、他のステップS111～S119の処理については、前述した第1実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

ステップS501では、操舵トルク T_s 及び道路曲率 ρ の符号を判定し、操舵トルク T_s の向きと道路曲率 ρ の向きとが同じ方向であるか否かを判定する。ここで、操舵トルク T_s と道路曲率 ρ とが同じ方向であるときには、運転者のステアリング操作よりもアシストトルク T_A の付与がタイミングが早いと判断してステップS502に移行する。一方、操舵トルク T_s と道路曲率 ρ とが逆方向であるときには、運転者のステアリング操作よりもアシストトルク T_A の付与がタイミングが遅いと判断してステップS504に移行する。

[0079] ステップS502では、操舵トルク T_s の絶対値が、前述した第一閾値 T_{e1} の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎると感じていると判断してステップS503に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が早過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。

ステップS503では、アシストトルク T_A を付与するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を手前に補正する。すなわち、下記に示すように、前方位置 X から予め定めた距離 ΔX だけ手前に近づけた位置($X - \Delta X$)を、新たな前方位置 X に補正してから所定のメインプログラムに復帰する。次回以降の演算では、補正した前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込む。なお、前方位置 X の急変を避けるために、前方位置 X に対して、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

$$X \leftarrow X - \Delta X$$

[0080] ステップS504では、操舵トルク T_s の絶対値が、前述した第一閾値 T

t_1 の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断してステップ $S505$ に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を付与するタイミングに対して、運転者が遅過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。

ステップ $S505$ では、アシストトルク T_A を付与するタイミングを早めるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を遠方に補正する。すなわち、前方位置 X から予め定めた距離 ΔX だけ遠方に遠ざけた位置 ($X + \Delta X$) を、新たな前方位置 X に補正してから所定のメインプログラムに復帰する。次回以降の演算では、補正した前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込む。なお、前方位置 X の急変を避けるために、前方位置 X に対して、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

$$X \leftarrow X + \Delta X$$

上記が第5実施形態のアシストトルク設定処理である。

[0081] 《作用》

次に、第5実施形態の作用について説明する。

本実施形態は、カーブ走行から直進走行に復帰するシーンを想定したものである。

ここで、第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の設定に関するアシストトルク T_A と操舵トルク T_s との関係について説明する。

図21は、第5実施形態における操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を示すグラフである。

操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係は、操舵角 θ_s を横軸とし、操舵トルク T_s を縦軸とする座標で表し、右旋回を正の値とし、左旋回を負の値としている。

ここでは、ステアリングホイール1を切った状態が初期操舵角となり、操舵角 $\theta_s = 0$ が必要操舵角となる。

先ず、正方向のアシストトルク T_A の付与と、運転者のステアリング操作とが略同時になされる場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_s で示す。この特性線 L_s では、運転者が操舵角 θ_s の減少を望んで自らステアリング操作を行うが、それと略同時にアシストトルク T_A が抜けてゆくので、操舵トルク T_s は略0となり、そのまま操舵角 θ_s が減少し必要操舵角が達成される。このように、アシストトルク T_A の減少が運転者のステアリング操作と略同時になされる場合、操舵トルク T_s は略0となる。

[0082] 一方、アシストトルク T_A の減少に対して、運転者が早過ぎると感じる場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_e で示す。この特性線 L_e では、先ず正方向のアシストトルク T_A が減少し始めると、運転者はまだ操舵角 θ_s の減少を望んでいないので、アシストトルク T_A の減少に抗して保舵するため、操舵トルク T_s の向きは正方向に発生する。しかし、さらに車両が前進すると、運転者が操舵角 θ_s の減少を望むようになるため、今度は操舵トルク T_s を緩め、アシストトルク T_A の減少に従う（任せる）ようになる。したがって、正方向の操舵トルク T_s は特性線 L_n に沿って減少するようになり、やがて0となり、このとき必要操舵角が達成される。

このように、アシストトルク T_A の減少が早過ぎると運転者が感じている場合、操舵トルク T_s の向きは旋回方向と同じになる。したがって、本実施形態では、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と同じであり（ステップS501の判定が“Yes”）、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上であるときには（ステップS502の判定が“Yes”）、アシストトルク T_A の減少に対して、運転者が早過ぎると感じていると判断する。

[0083] この場合には、アシストトルク T_A を減少するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を、 ΔX だけ手前に近づけた位置（ $X - \Delta X$ ）に補正し（ステップS503）、次回以降の演算では、補正した後の前方位置 X における道路曲率 ρ を読込む。これにより、アシストトルク T_A の減少が抑制されるので、それに抗する操舵トルク T_s も減少する。そして、補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つま

リアシストトルク T_A の減少タイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略 0 となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略 0 の状態を維持する。

[0084] このように、アシストトルク T_A の減少に対して、運転者が早過ぎると感じる場合には、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を手前に補正してゆくことで、アシストトルク T_A を減少する際のタイミングを遅らせて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の減少が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール 1 に手を添えているだけのような状態で、自転車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

なお、前方位置 X を ΔX だけ手前に近づけても、依然として操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上であるときには、さらに前方位置 X を ΔX だけ手前に近づける。すなわち、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となる度に、 ΔX ずつ手前に補正してゆく。したがって、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値未満となるまで、前方位置 X の調整が継続して行われるので、アシストトルク T_A の減少タイミングを最適化することができる。

[0085] 次に、アシストトルク T_A の減少に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合の操舵角 θ_s と操舵トルク T_s との関係を特性線 L_t で示す。この特性線 L_t では、アシストトルク T_A よりも先に運転者が操舵角 θ_s の減少を望むので、運転者が自ら負方向へ操舵トルク T_s を減少させる。このとき、操舵トルク T_s は特性線 L_a に沿って負方向に減少する。しかし、さらに車両が前進すると、アシストトルク T_A が減少し始めるので、今度は負方向の操舵トルク T_s を緩め、アシストトルク T_A の減少に従う（任せる）ようになる。こうして、負方向の操舵トルク T_s は増加するように、やがて 0 となり、このとき必要操舵角が達成される。

このように、アシストトルク T_A の減少が遅過ぎると運転者が感じている

場合、操舵トルク T_s の向きは旋回方向と逆になる。したがって、本実施形態では、操舵トルク T_s の向きが旋回方向と逆であり（ステップ S 5 0 1 の判定が “No”）、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} 以上であるときには（ステップ S 5 0 4 の判定が “Yes”）、アシストトルク T_A の減少に対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断する。

[0086] この場合には、アシストトルク T_A を減少するタイミングを早めるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を、 ΔX だけ遠方に遠ざけた位置（ $X + \Delta X$ ）に補正し（ステップ S 5 0 5）、次回以降の演算では、補正した後の前方位置 X における道路曲率 ρ を読み込む。これにより、アシストトルク T_A が減少し始めるので、運転者はそのアシストトルク T_A の減少に従う（任せる）ようになり操舵トルク T_s が減少する。そして、補正した後の前方位置 X と運転者の注視する前方位置とが略一致する、つまりアシストトルク T_A の減少タイミングと運転者の感覚とが略一致すると、操舵トルク T_s が略 0 となる。その後は、道路曲率 ρ に応じてアシストトルク T_A が増減しても、そのタイミングが運転者の感覚と略一致している限り、操舵トルク T_s は略 0 の状態を維持する。

[0087] このように、アシストトルク T_A の減少に対して、運転者が遅過ぎると感じる場合には、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を遠方に補正してゆくことで、アシストトルク T_A の減少タイミングを早めて最適化することができる。これにより、アシストトルク T_A の減少が運転者のステアリング操作と略同時になされるようになるので、ステアリングホイール 1 に手を添えているだけのような状態で、自転車進路に沿って旋回走行できる。したがって、操作負担を軽減でき、操作フィーリングも向上する。

[0088] なお、前方位置 X を ΔX だけ遠方に遠ざけても、依然として操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} の絶対値以上であるときには、さらに前方位置 X を ΔX だけ遠方に遠ざける。すなわち、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} の絶対値以上となる度に、 ΔX ずつ遠方に補正してゆく。したがって、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} の絶対値未満となるまで、前

方位置 X の調整が継続して行われるので、アシストトルク T_A を付与する際のタイミングを最適化することができる。

その他、前述した第1実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

以上、ステップ $S117$ 、 $S118$ 、 $S501 \sim S505$ の処理が「アシスト制御部」に対応する。

[0089] 《効果》

次に、第5実施形態における主要部の効果を記す。

(1) 本実施形態のステアリング制御装置では、カーブ走行から直進走行に移行する場合、操舵トルク T_s が旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が予め定めた第一閾値 T_{e1} 以上となったときには、前方位置 X を自車両に近い位置に変更する。

このように、操舵トルク T_s が旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上であるときには、アシストトルク T_A の減少タイミングに対して、運転者が早過ぎると感じていると判断できる。したがって、前方位置 X を自車両に近い位置に変化させて、アシストトルク T_A を減少させるタイミングを遅らせることにより、アシストトルク T_A の減少タイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0090] (2) 本実施形態のステアリング制御装置では、カーブ走行から直進走行に移行する場合、操舵トルク T_s が旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が予め定めた第一閾値 T_{t1} 以上となったときには、前方位置 X を自車両から遠い位置に変更する。

このように、操舵トルク T_s が旋回方向と逆であり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{t1} 以上であるときには、アシストトルク T_A の減少させるタイミングに対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断できる。したがって、前方位置 X を自車両から遠い位置に変化させて、アシストトルク T_A を減少させるタイミングを早めることにより、アシストトルク T_A の減少タイミングを最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

[0091] 《第6実施形態》

《構成》

本実施形態は、カーブ走行から直進走行に移行する際、操舵トルク T_s が旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となったときに、その時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持してから、前方位置 X を自車両に近い位置に変更するものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図22は、第6実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第5実施形態におけるステップ $S503$ の処理を、新たなステップ $S601$ の処理に変更しており、他のステップ $S111 \sim S119$ 、 $S501$ 、 $S502$ 、 $S504$ 、 $S505$ の処理については、前述した第5実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

[0092] ステップ $S601$ では、その時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持する。その後、アシストトルク T_A を減少するタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を手前に補正する。すなわち、下記に示すように、前方位置 X から予め定めた距離 ΔX だけ手前に近づけた位置 ($X - \Delta X$) を、新たな前方位置 X に補正してから所定のメインプログラムに復帰する。次回以降の演算では、補正した前方位置 X の道路曲率 ρ を読み込む。なお、前方位置 X の急変を避けるために、前方位置 X に対して、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更する。

$$X \leftarrow X - \Delta X$$

上記が第6実施形態のアシストトルク設定処理である。

[0093] 第6実施形態では、前述した第2実施形態と同様に、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を予め定めた時間 Δt だけ維持し、それから前方位置 X を手前に補正してゆくことで、ア

シストルク T_A の増減を抑制しながら、それを減少させるタイミングを遅らせて最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

その他、前述した第5実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

[0094] 《第7実施形態》

《構成》

本実施形態は、カーブ走行から直進走行に移行する際、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} 及び T_{t1} の絶対値よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} 及び T_{t2} の絶対値未満となった時点で、前方位置 X を固定にするものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図23は、第7実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第5実施形態におけるステップ $S502 \sim S505$ の処理を、新たなステップ $S701 \sim S712$ の処理に変更しており、他のステップ $S111 \sim S119$ 、 $S501$ の処理については、前述した第5実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

[0095] ステップ $S701$ では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、運転者が早過ぎると感じていると判断してステップ $S702$ に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{e1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、運転者が早過ぎるとは感じていないと簡易的に判断してステップ $S704$ に移行する。

ステップ $S702$ では、アシストトルク T_A を減少させるタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読込む前方位置 X を、徐々に手前になるように減少補正する。ここでは、前方位置 X の急変を避けるために、単位時間当たり

に予め定めた許容量ずつ変化させて、新たな前方位置 X としてから所定のメインプログラムに復帰する。

[0096] 続くステップS703では、補正フラグを $f_r = 1$ にセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。補正フラグ f_c は、前方位置 X に対して補正を実行したか否かを表すフラグであり、 $f_c = 0$ にリセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行していないことを表し、 $f_c = 1$ にセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行したことを表す。なお、初期状態では $f_c = 0$ にリセットされている。

ステップS704では、補正フラグ f_c が1にセットされているか否かを判定する。判定結果が『 $f_c = 0$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正は実行されておらず、したがってアシストトルク T_A に対して運転者が早過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。一方、判定結果が『 $f_c = 1$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正が既に実行されており、先刻までアシストトルク T_A に対して運転者が早過ぎると感じていたことを意味するため、ステップS705に移行する。

[0097] ステップS705では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{e1} の絶対値よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} 以上であるか否かを判定する。第二閾値 T_{e2} は、その値でアシストトルク T_A の調整をやめてもハンチングを起こさないような値であり、例えば $\pm 0.6 \text{ Nm}$ 程度である。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{e2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、依然として運転者が早過ぎると感じている可能性があるとして判断して前述したステップS702に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{e2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、もはや運転者が早過ぎるとは感じていないと判断してステップS706に移行する。

[0098] ステップS706では、補正フラグを $f_r = 0$ にリセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。

ステップS707では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{t1} の絶対値以上であるか否かを判定する。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、運転者が遅過ぎると感じていると判断してステップS708に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{t1}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、運転者が遅過ぎるとは感じていないと簡易的に判断してステップS710に移行する。

[0099] ステップS708では、アシストトルク T_A を減少させるタイミングを遅らせるため、道路曲率 ρ を読み込む前方位置 X を、徐々に遠方になるように増加補正する。ここでは、前方位置 X の急変を避けるために、単位時間当たり予め定めた許容量ずつ変化させて、新たな前方位置 X としてから所定のメインプログラムに復帰する。

続くステップS709では、補正フラグを $f_r = 1$ にセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。補正フラグ f_c は、前方位置 X に対して補正を実行したか否かを表すフラグであり、 $f_c = 0$ にリセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行していないことを表し、 $f_c = 1$ にセットされているときには、前方位置 X に対して補正を実行したことを表す。なお、初期状態では $f_c = 0$ にリセットされている。

[0100] ステップS710では、補正フラグ f_c が1にセットされているか否かを判定する。判定結果が『 $f_c = 0$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正は実行されておらず、したがってアシストトルク T_A に対して運転者が遅過ぎるとは感じていないと判断して、そのまま所定のメインプログラムに復帰する。一方、判定結果が『 $f_c = 1$ 』であるときには、前方位置 X に対する補正が既に実行されており、先刻までアシストトルク T_A に対して運転者が遅過ぎると感じていたことを意味するため、ステップS711に移行する。

[0101] ステップS711では、操舵トルク T_s の絶対値が、第一閾値 T_{t1} の絶対値よりも小さな範囲で予め定めた第二閾値 T_{t2} 以上であるか否かを判定

する。第二閾値 T_{t2} は、その値でアシストトルク T_A の調整をやめてもハンチングを起こさないような値であり、例えば $\pm 0.6 \text{ Nm}$ 程度である。ここで、判定結果が『 $|T_s| \geq |T_{t2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、依然として運転者が遅過ぎると感じている可能性があると判断して前述したステップ $S708$ に移行する。一方、判定結果が『 $|T_s| < |T_{t2}|$ 』であるときには、アシストトルク T_A を減少させるタイミングに対して、もはや運転者が遅過ぎるとは感じていないと判断してステップ $S712$ に移行する。

[0102] ステップ $S712$ では、補正フラグを $f_r = 0$ にリセットしてから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が第7実施形態のアシストトルク設定処理である。

第7実施形態では、前述した第3実施形態と同様に、操舵トルク T_s の絶対値が第二閾値 T_{e2} 及び T_{t2} の絶対値未満となるまで、前方位置 X を徐々に手前に補正してゆくことで、ハンチングを抑制しながら、アシストトルク T_A を減少させる際のタイミングを最適化することができる。

その他、前述した第5実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

[0103] 《第8実施形態》

《構成》

本実施形態は、カーブ走行から直進走行に移行する際、操舵トルク T_s が旋回方向と同じであり、且つ操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となったときには、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} よりも小さい範囲で予め定めた第二閾値 T_{e2} の絶対値未満となるまで、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} の絶対値以上となった時点のアシストトルク T_A を維持するものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

[0104] 次に、アシストトルク設定処理について説明する。

図24は、第8実施形態のアシストトルク設定処理を示すフローチャート

である。

ここでは、前述した第7実施形態におけるステップS702の処理を、新たなステップS801の処理に変更しており、他のステップS111～S119、S501、S701、S703～S712の処理については、前述した第7実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

ステップS801では、それ以降は、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を維持する。

上記が第8実施形態のアシストトルク設定処理である。

[0105] 第8実施形態では、前述した第4実施形態と同様に、操舵トルク T_s の絶対値が第一閾値 T_{e1} 以上となった時点のアシストトルク T_A を維持することで、アシストトルク T_A の増減を抑制しながら、それを減少させるタイミングを遅らせて最適化し、操作フィーリングを向上させることができる。

その他、前述した第7実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

以上、本願が優先権を主張する日本国特許出願P2012-276887（2012年12月19日出願）の全内容は、ここに引用例として包含される。

ここでは、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく実施形態の改変は、当業者にとって自明のことである。

符号の説明

- [0106] 1 ステアリングホイール
2 ステアリングシャフト
3 L、3 R 転舵輪
4 ナックルアーム
5 タイロッド
6 ラックアンドピニオン

- 7 ピニオンシャフト
- 8 操作側モータ
- 9 転舵側モータ
- 10 クラッチ
- 11 操舵角センサ
- 12 転舵角センサ
- 13 ハブセンサ
- 14 車速センサ
- 15 ヨーレートセンサ
- 20 コントローラ
- 21 転舵側モータ制御部
- 22 操作側モータ制御部
- 23 操舵反力設定部
- 24 アシストトルク設定部
- 25 切替え部
- 26 駆動制御部
- 31 トルクセンサ
- 32 横加速度センサ
- 33 前方カメラ
- 34 ナビゲーションシステム
- 35 レーダ装置

請求の範囲

- [請求項1] 自車進路前方の道路曲率を検出する曲率検出部と、
- 自車進路に沿って旋回走行するために、前記曲率検出部で検出した道路曲率のうち、予め定めた前方位置の道路曲率に応じて、旋回方向のアシストトルクをステアリング機構に付与するアシスト制御部と、
- 運転者の操舵トルクを検出するトルク検出部と、を備え、
- 前記アシスト制御部は、
- 旋回方向のアシストトルクを制御する際に、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向き及び大きさに応じて、前記前方位置を変更することを特徴とするステアリング制御装置。
- [請求項2] 前記アシスト制御部は、
- 直進走行からカーブ走行に移行する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向きが旋回方向と逆であり、且つ操舵トルクの絶対値が予め定めた第一の閾値以上となったときには、前記前方位置を自車両に近い位置に変更することを特徴とする請求項1に記載のステアリング制御装置。
- [請求項3] 前記アシスト制御部は、
- 直進走行からカーブ走行に移行する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向きが旋回方向と同じであり、且つ操舵トルクの絶対値が予め定めた第一の閾値以上となったときには、前記前方位置を自車両から遠い位置に変更することを特徴とする請求項1又は2に記載のステアリング制御装置。
- [請求項4] 前記アシスト制御部は、
- カーブ走行から直進走行に移行する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向きが旋回方向と同じであり、且つ操舵トルクの絶対値が予め定めた第一の閾値以上となったときには、前記前方位置を自車両に近い位置に変更することを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載のステアリング制御装置。

- [請求項5] 前記アシスト制御部は、
- カーブ走行から直進走行に移行する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向きが旋回方向と逆であり、且つ操舵トルクの絶対値が予め定めた第一の閾値以上となったときには、前記前方位置を自車両から遠い位置に変更することを特徴とする請求項1～4の何れか一項に記載のステアリング制御装置。
- [請求項6] 前記アシスト制御部は、
- 前記前方位置を、単位時間あたりに予め定めた許容量ずつ変更することを特徴とする請求項1～5の何れか一項に記載のステアリング制御装置。
- [請求項7] 前記アシスト制御部は、
- 前記前方位置を予め定めた距離だけ変更することを特徴とする請求項6に記載のステアリング制御装置。
- [請求項8] 前記アシスト制御部は、
- 前記前方位置を自車両に近い位置に変更する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの絶対値が前記第一の閾値以上となった時点の前記アシストトルクを予め定めた時間だけ維持してから、前記前方位置を自車両に近い位置に変更することを特徴とする請求項2～7の何れか一項に記載のステアリング制御装置。
- [請求項9] 前記アシスト制御部は、
- 前記トルク検出部で検出した操舵トルクの絶対値が、前記第一の閾値よりも小さな範囲で予め定めた第二の閾値未満となった時点で、前記前方位置を固定にすることを特徴とする請求項6～8の何れか一項に記載のステアリング制御装置。
- [請求項10] 前記アシスト制御部は、
- 直進走行からカーブ走行に移行する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向きが旋回方向と逆であり、且つ操舵トルクの絶対値が予め定めた第一の閾値以上となったときには、前記操舵トルクが

前記第一の閾値よりも小さな範囲で予め定めた第二の閾値未満となるまで、前記操舵トルクの絶対値が前記第一閾値以上となった時点の前記アシストトルクを維持することを特徴とする請求項 1 に記載のステアリング制御装置。

[請求項11]

前記アシスト制御部は、

カーブ走行から直進走行に移行する場合、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向きが旋回方向と同じであり、且つ操舵トルクの絶対値が予め定めた第一の閾値以上となったときには、前記操舵トルクが前記第一の閾値よりも小さな範囲で予め定めた第二の閾値未満となるまで、前記操舵トルクの絶対値が前記第一閾値以上となった時点の前記アシストトルクを維持することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステアリング制御装置。

[請求項12]

車速を検出する車速検出部を備え、

前記アシスト制御部は、

前記車速検出部で検出した車速が高いほど、前記第一の閾値を大きな値に設定することを特徴とする請求項 1 ～ 11 の何れか一項に記載のステアリング制御装置。

[請求項13]

路面摩擦係数を取得する摩擦係数取得部を備え、

前記アシスト制御部は、

前記摩擦係数取得部で取得した路面摩擦係数が低いほど、前記第一の閾値を小さな値に設定することを特徴とする請求項 1 ～ 12 の何れか一項に記載のステアリング制御装置。

[請求項14]

自車進路前方の道路曲率を検出する曲率検出部と、

自車進路に沿って旋回走行するために、前記曲率検出部で検出した道路曲率のうち、予め定めた前方位置の道路曲率に応じて、旋回方向のアシストトルクをステアリング機構に付与するアシスト制御部と、

運転者の操舵トルクを検出するトルク検出部と、を備え、

前記アシスト制御部は、

旋回方向のアシストトルクを制御する際に、前記トルク検出部で検出した操舵トルクの向き及び大きさに応じて、前記前方位置を変更した場合と等しくなるように、前記道路曲率及び前記アシストトルクの一方を変更することを特徴とするステアリング制御装置。

[請求項15]

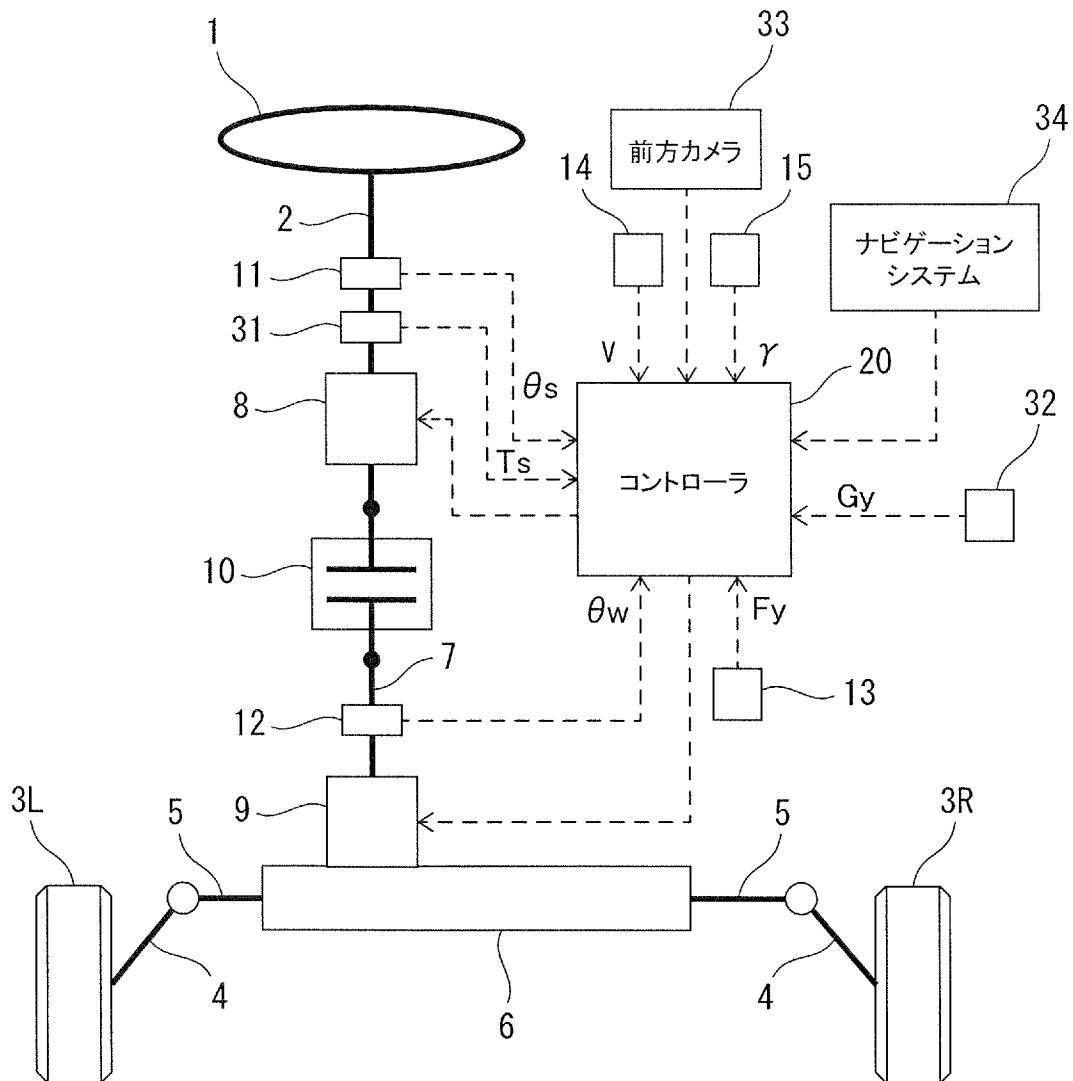
自車進路前方の道路曲率を検出し、

自車進路に沿って旋回走行するために、予め定めた前方位置の道路曲率に応じて、旋回方向のアシストトルクをステアリング機構に付与し、

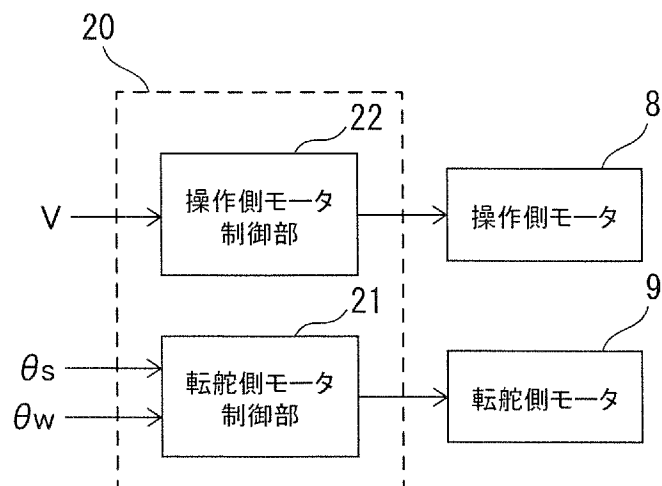
運転者の操舵トルクを検出し、

旋回方向のアシストトルクを制御する際に、操舵トルクの向き及び大きさに応じて、前記前方位置を変更することを特徴とするステアリング制御方法。

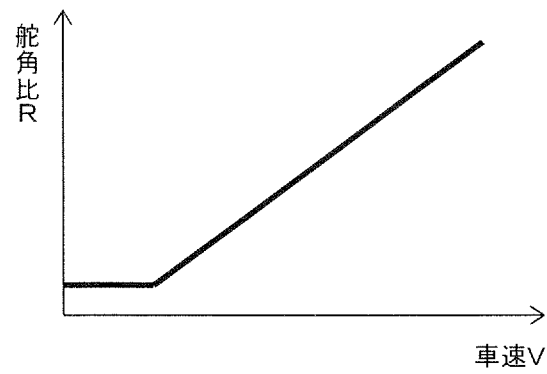
[図1]



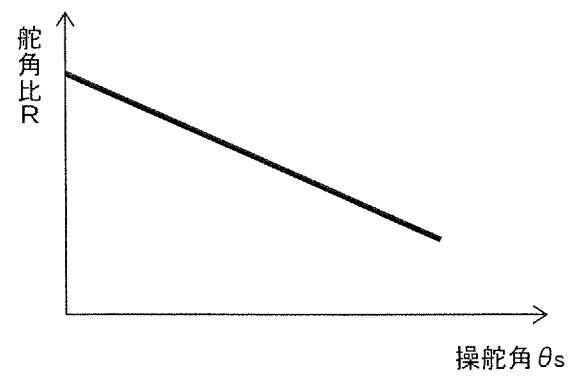
[図2]



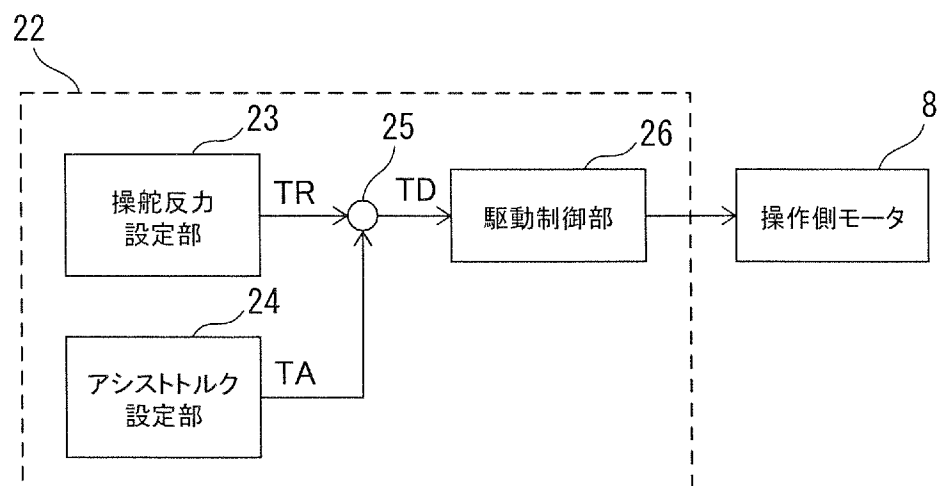
[図3]



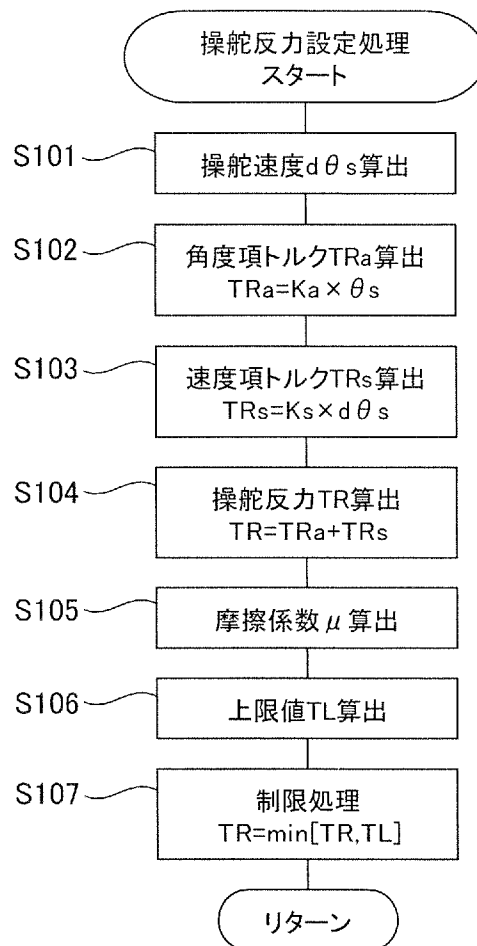
[図4]



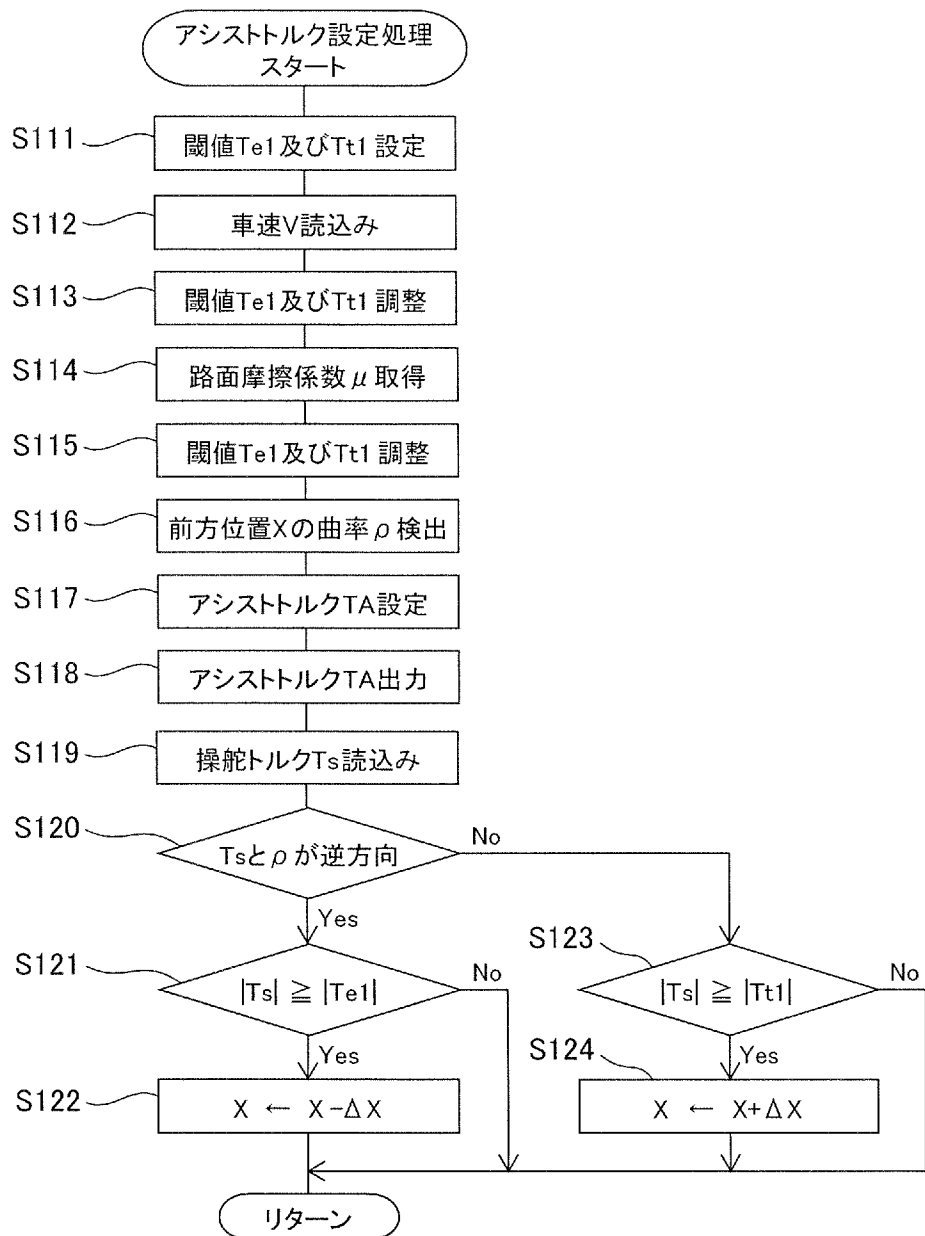
[図5]



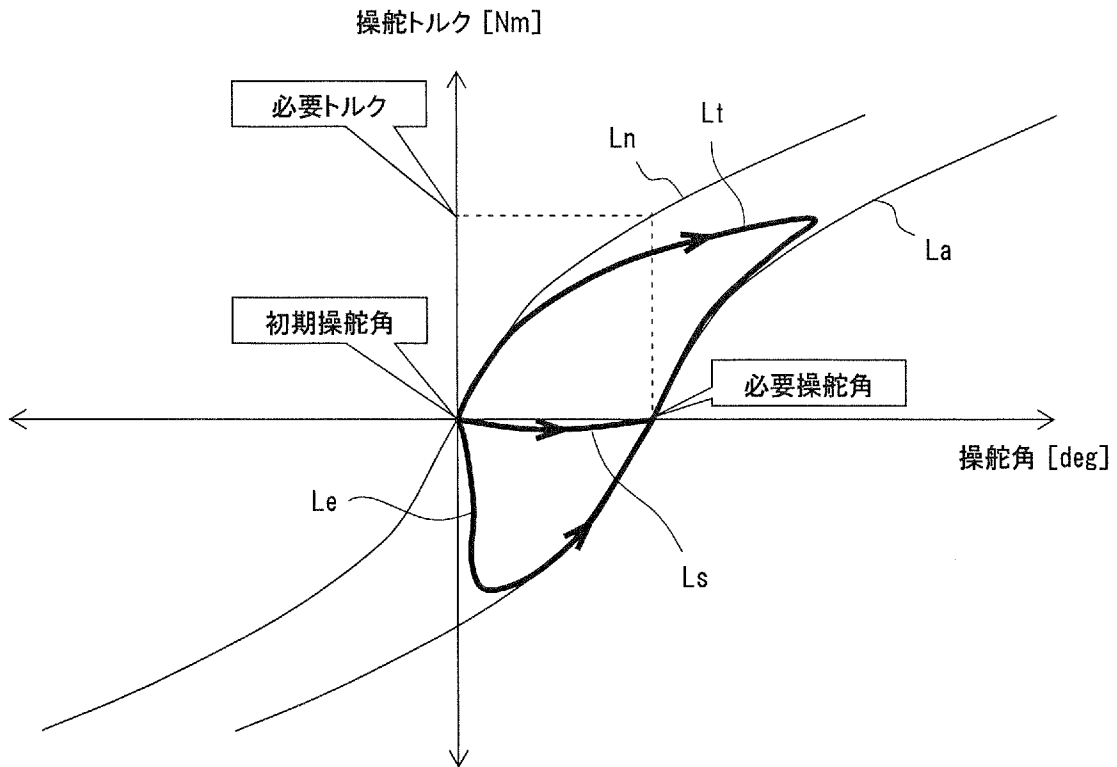
[図6]



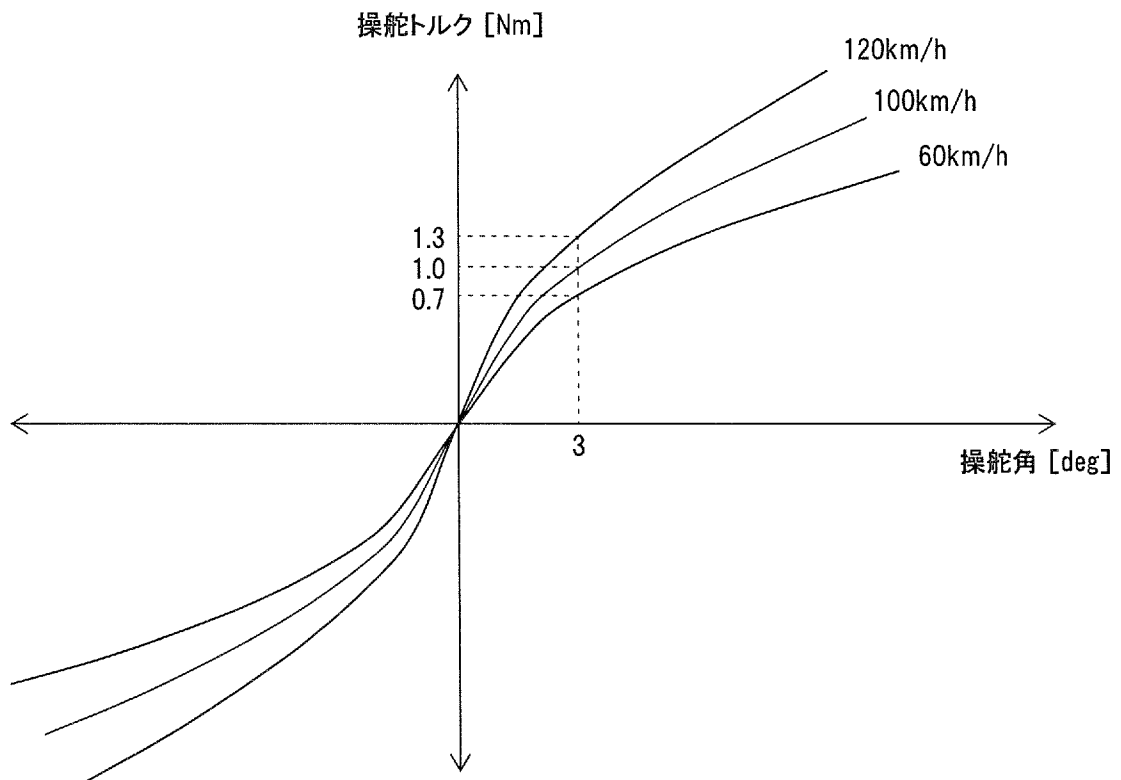
[図7]



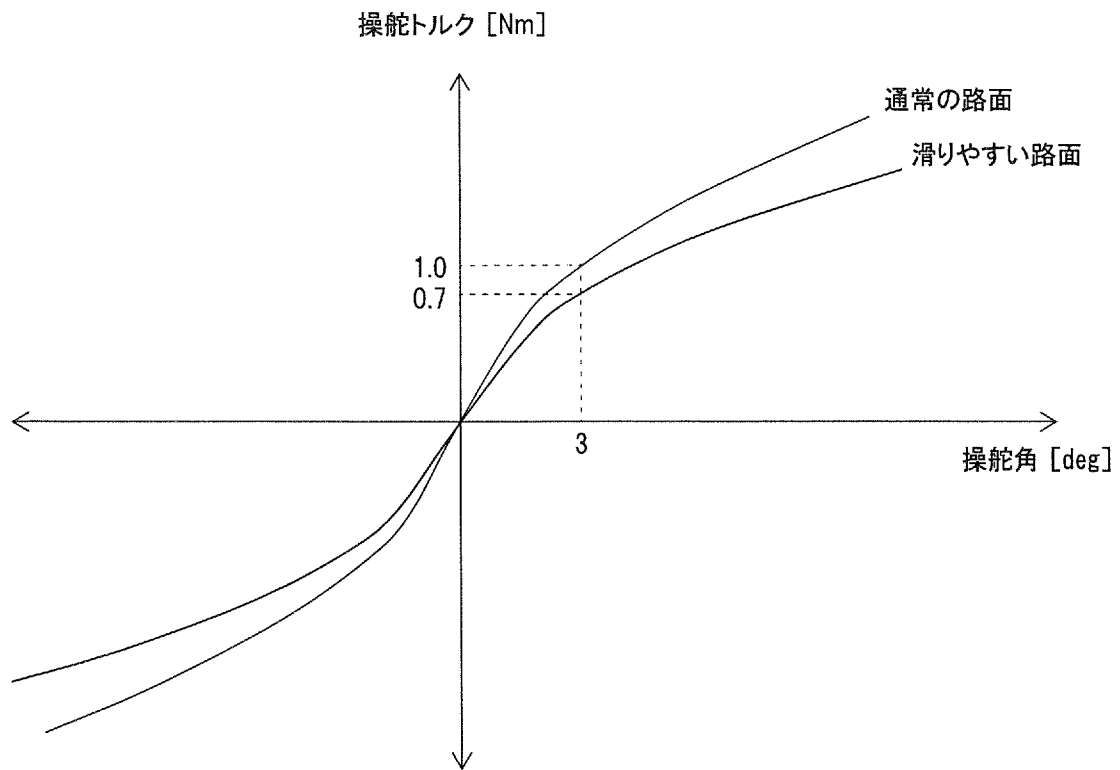
[図8]



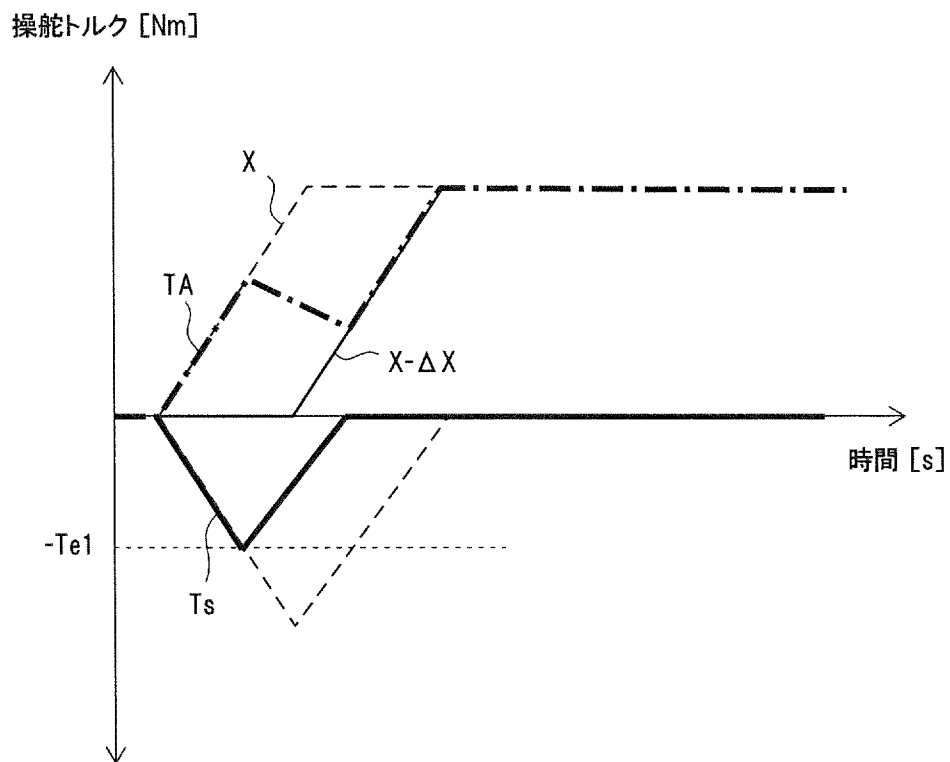
[図9]



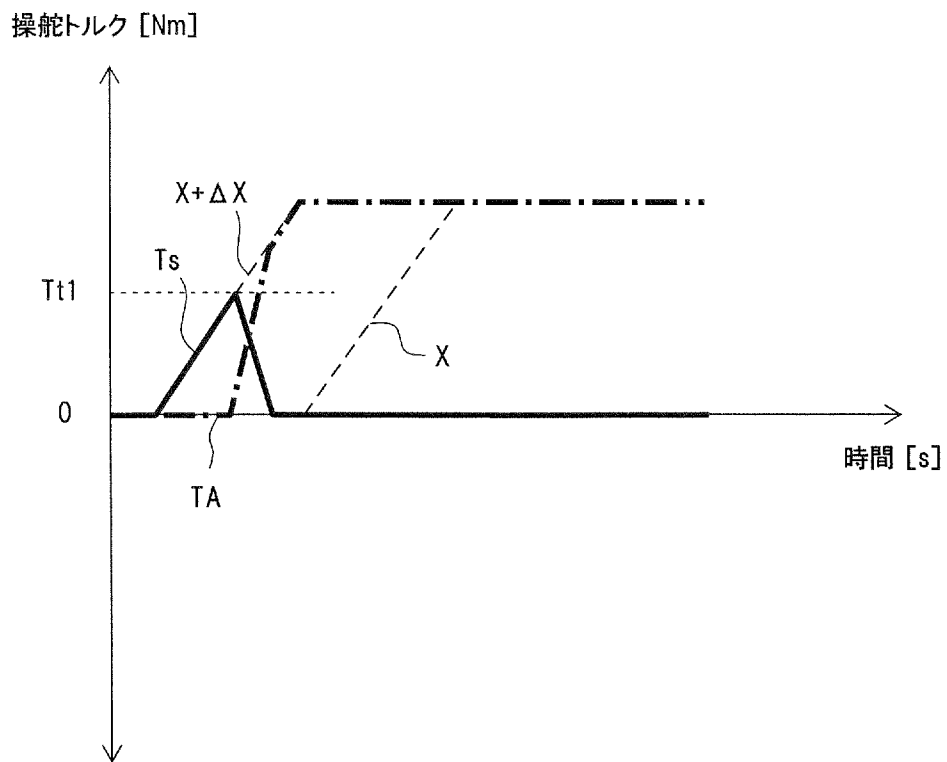
[図10]



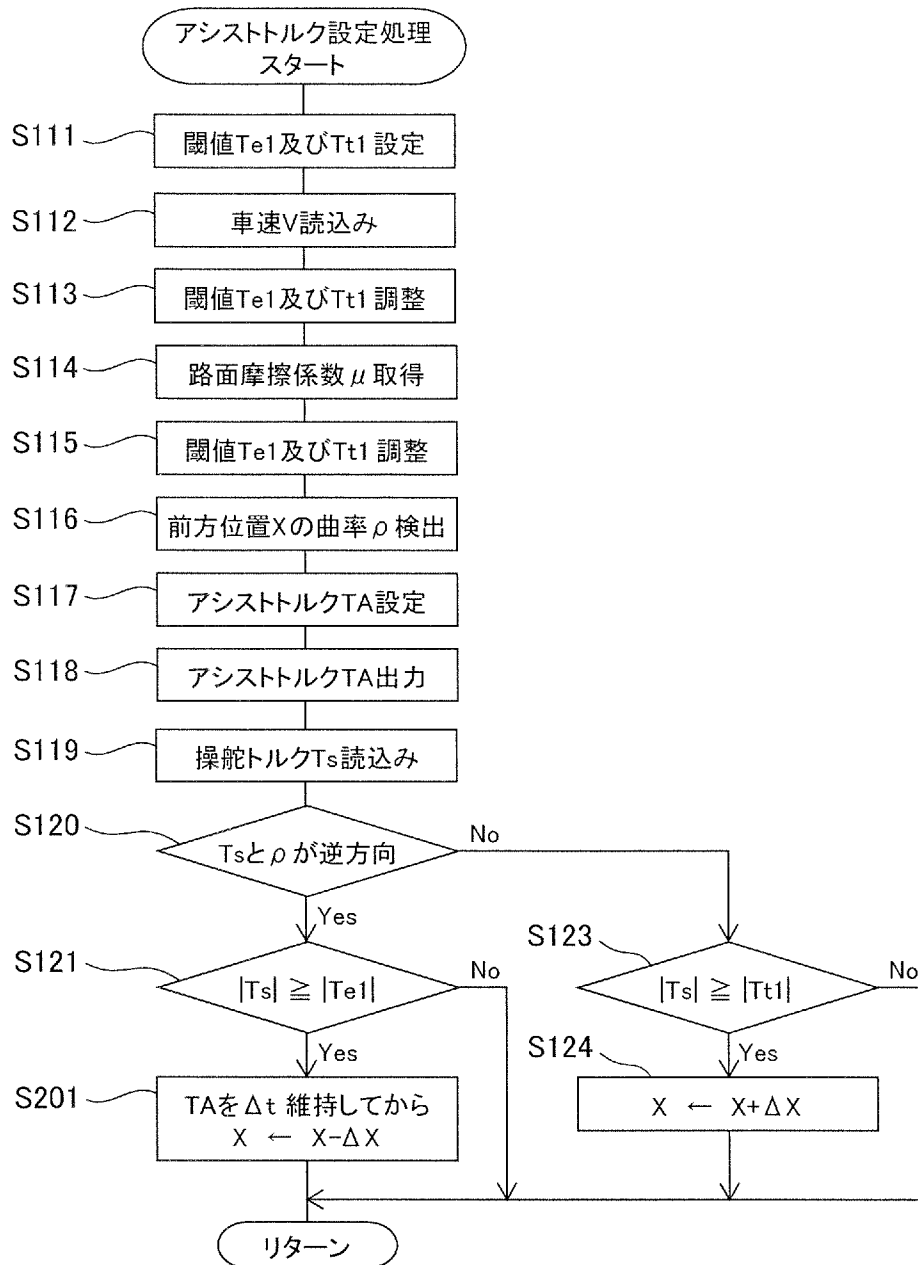
[図11]



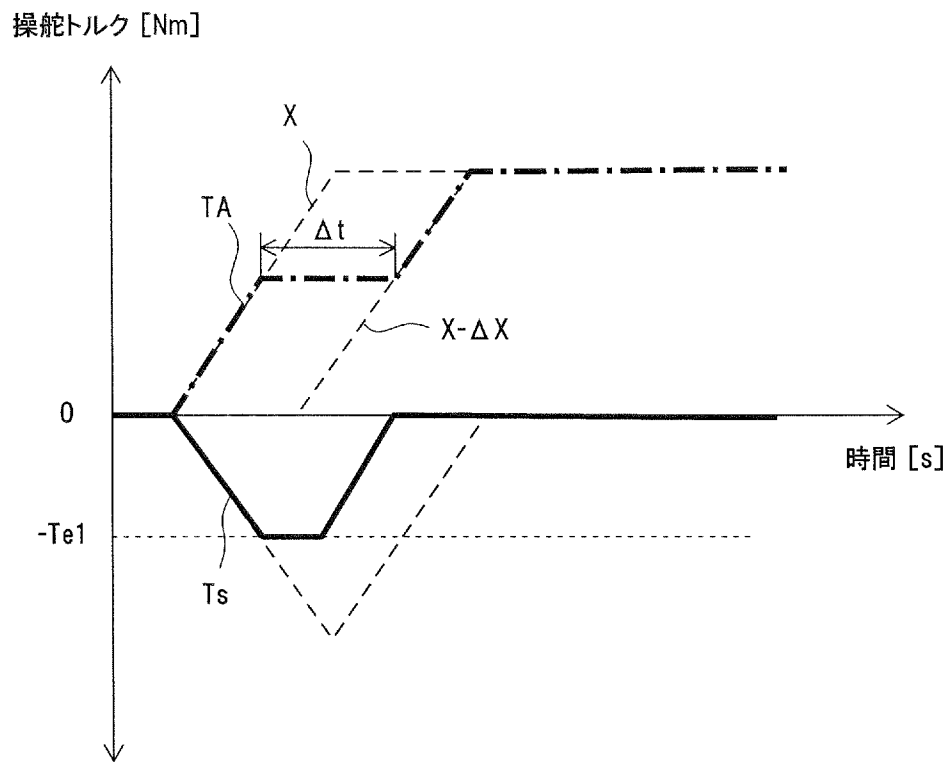
[図12]



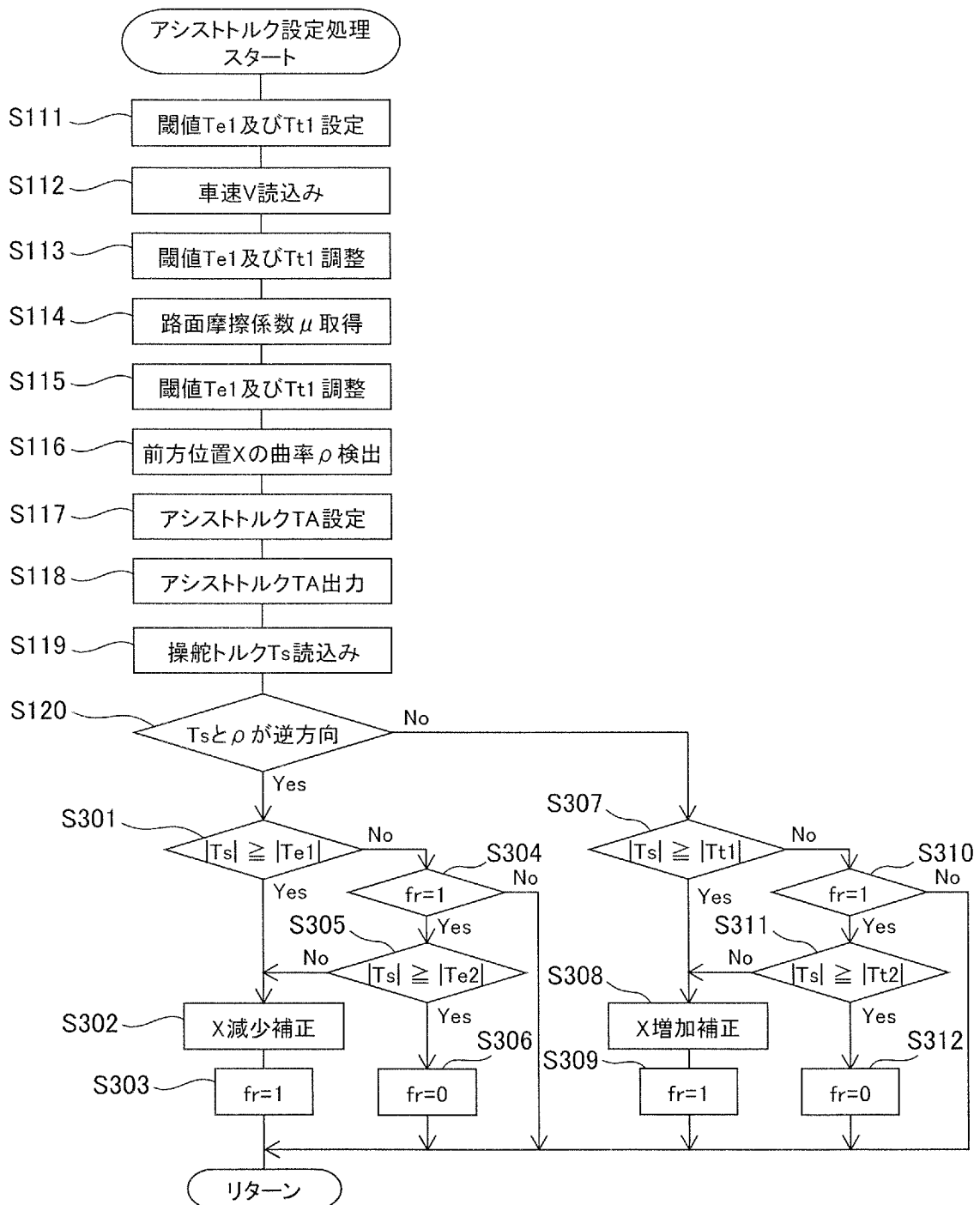
[図13]



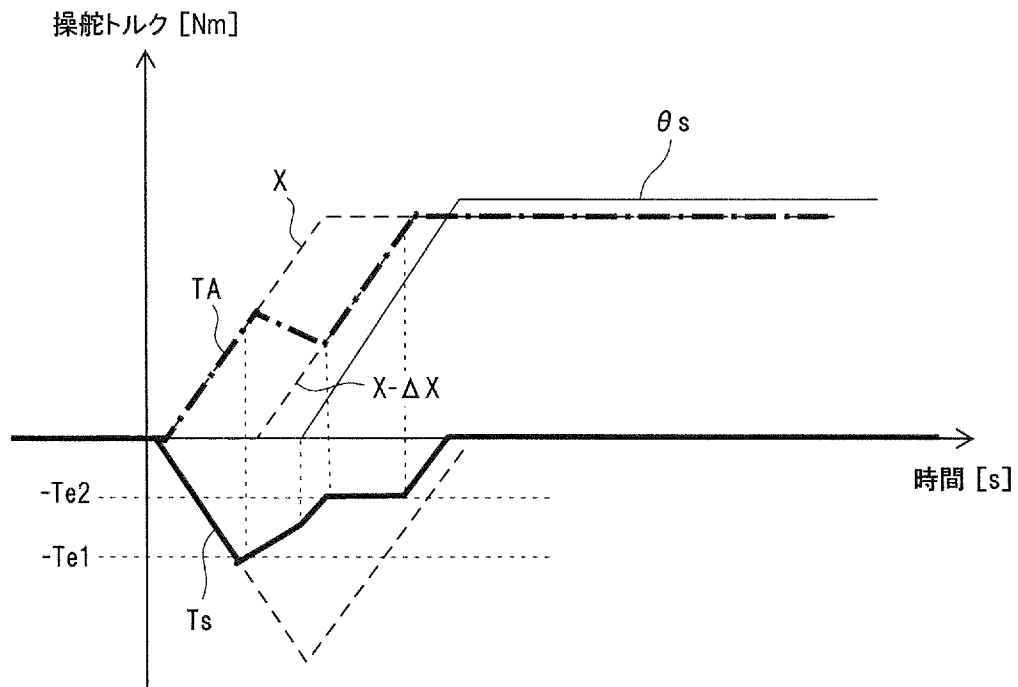
[図14]



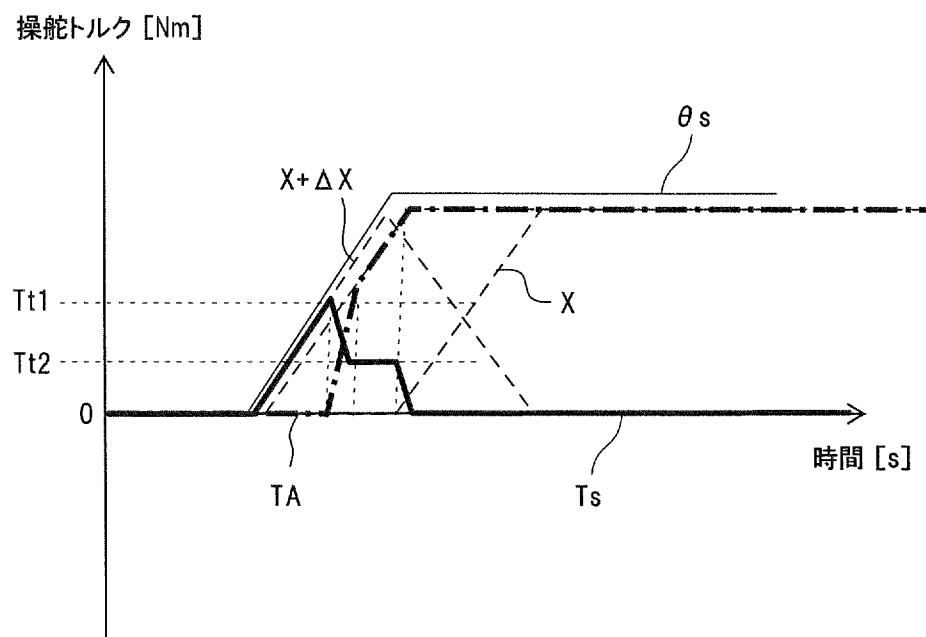
[図15]



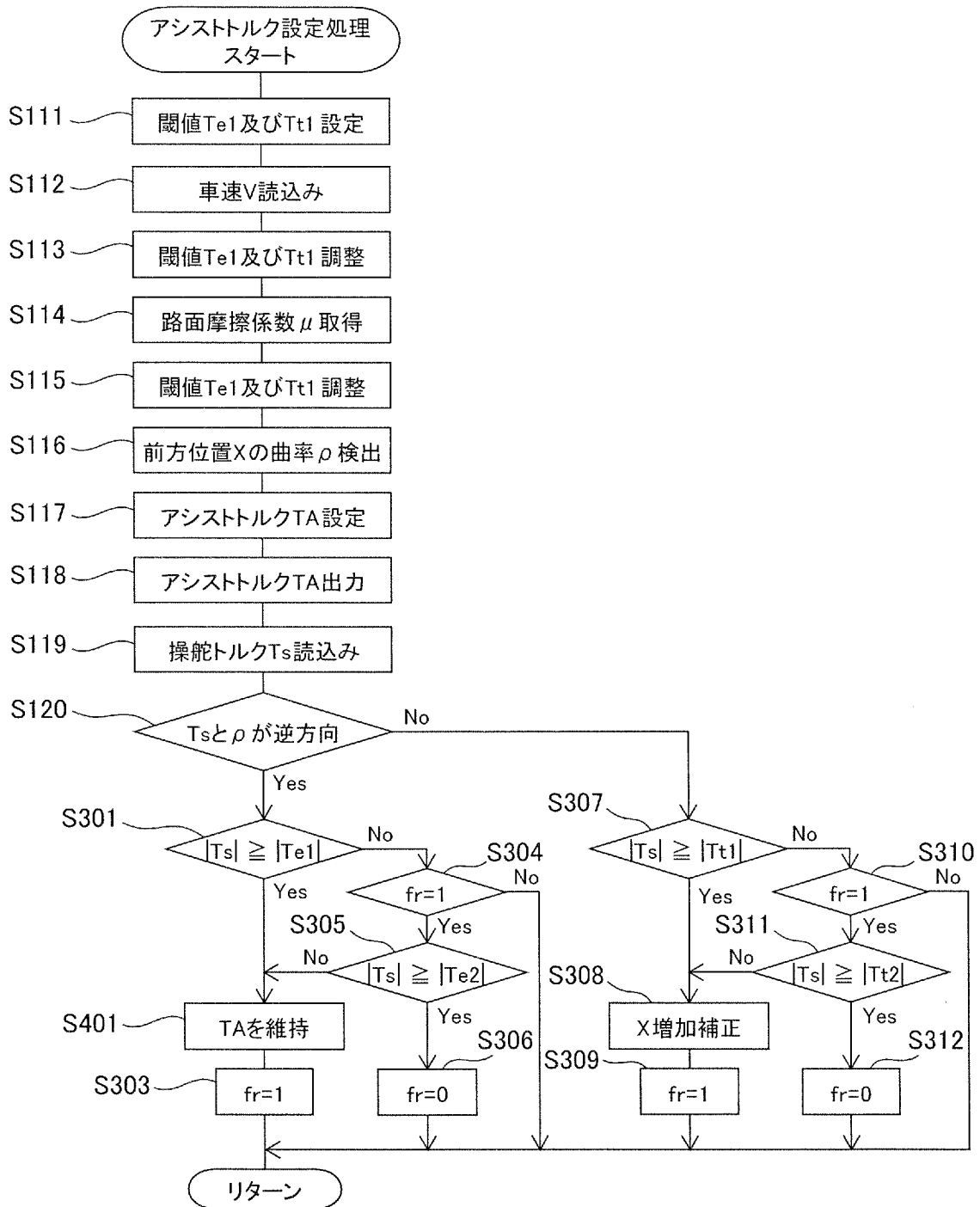
[図16]



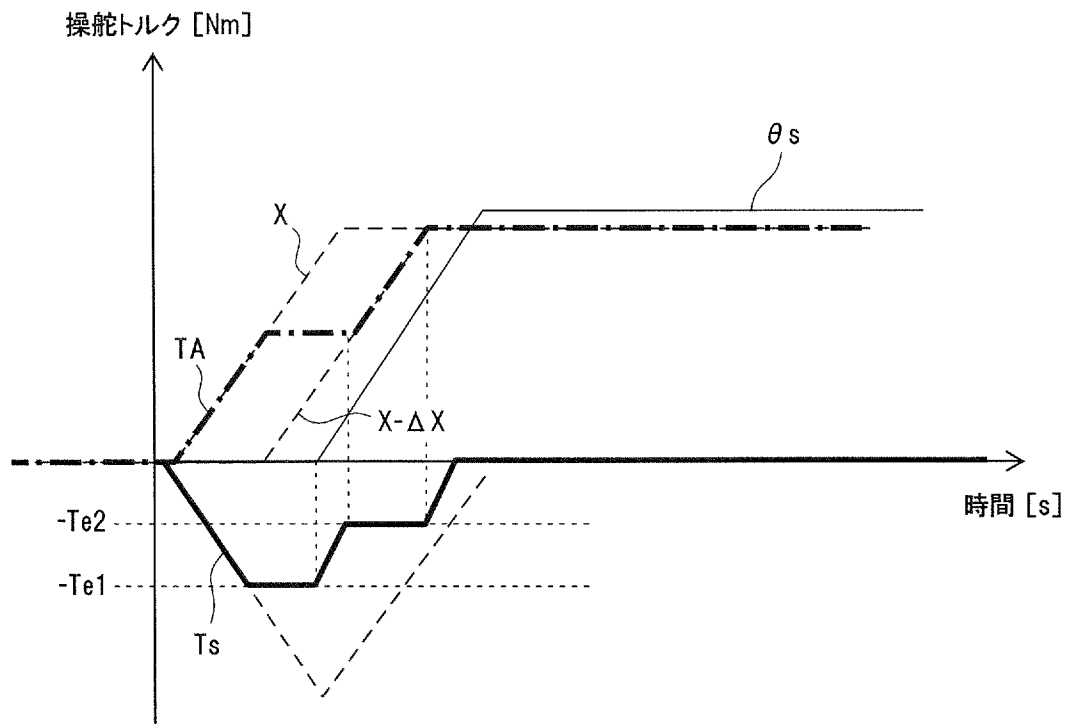
[図17]



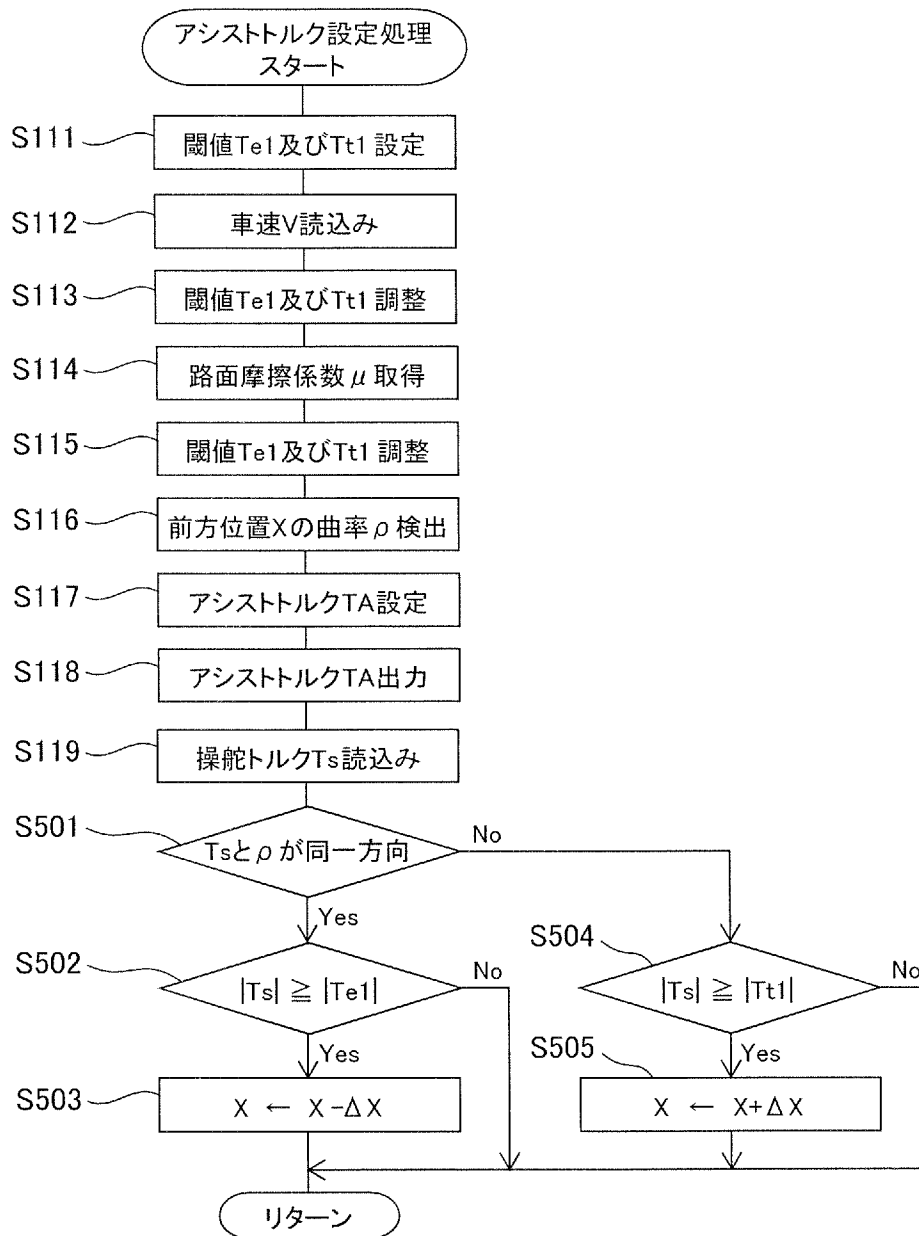
[図18]



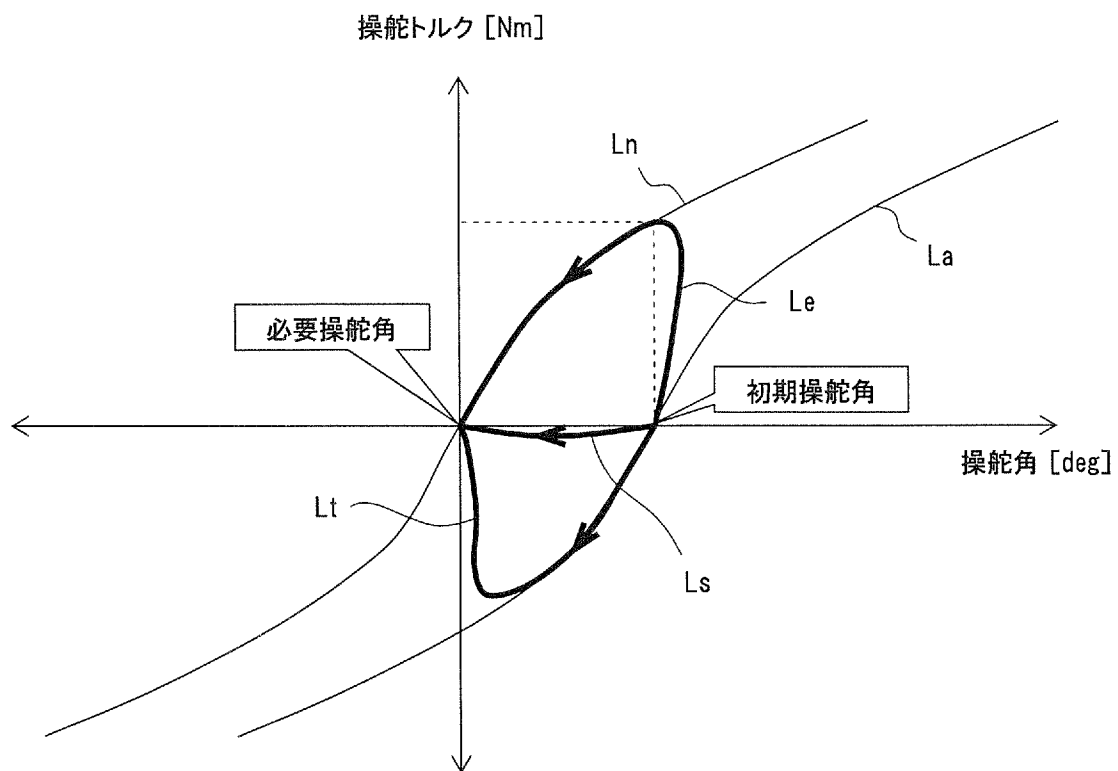
[図19]



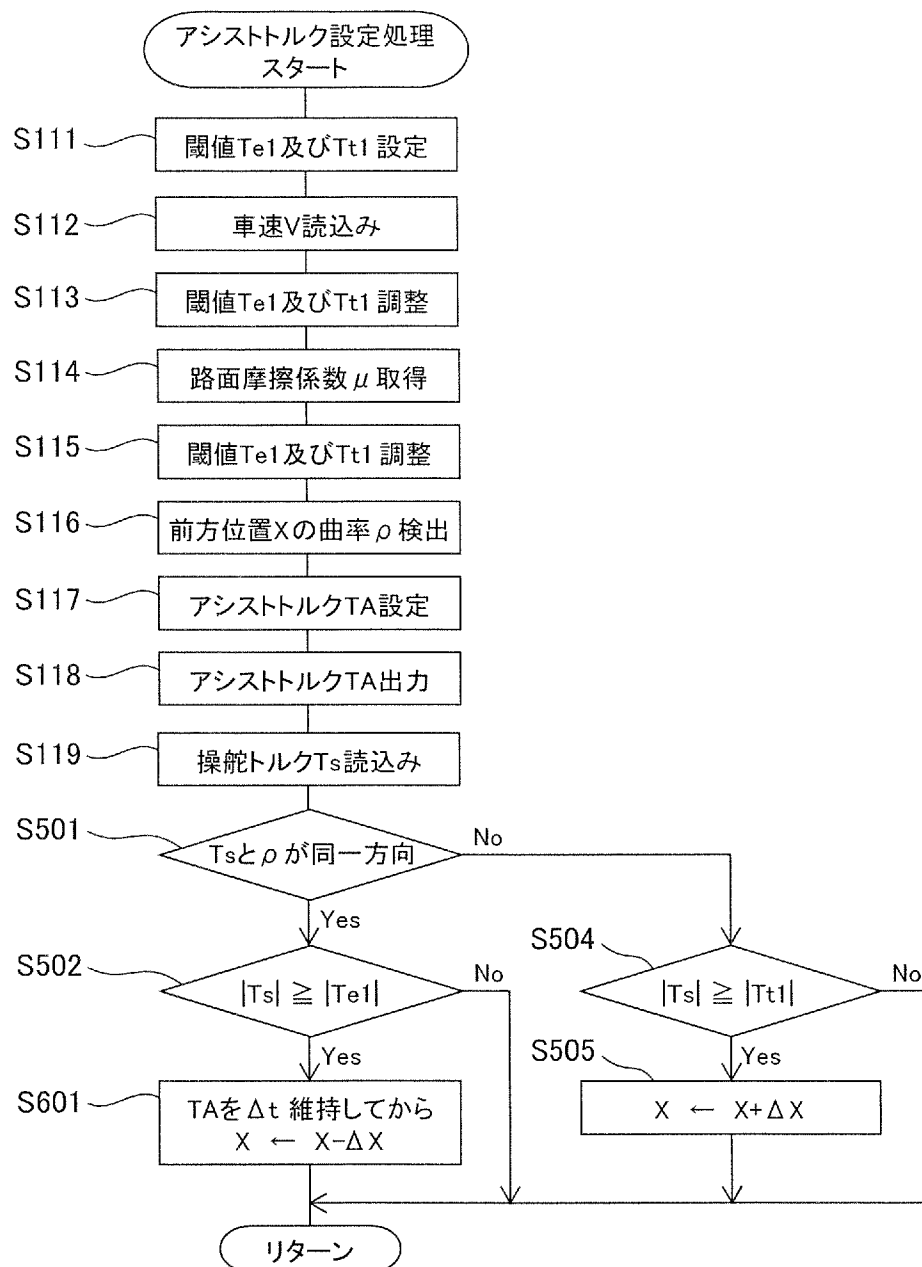
[図20]



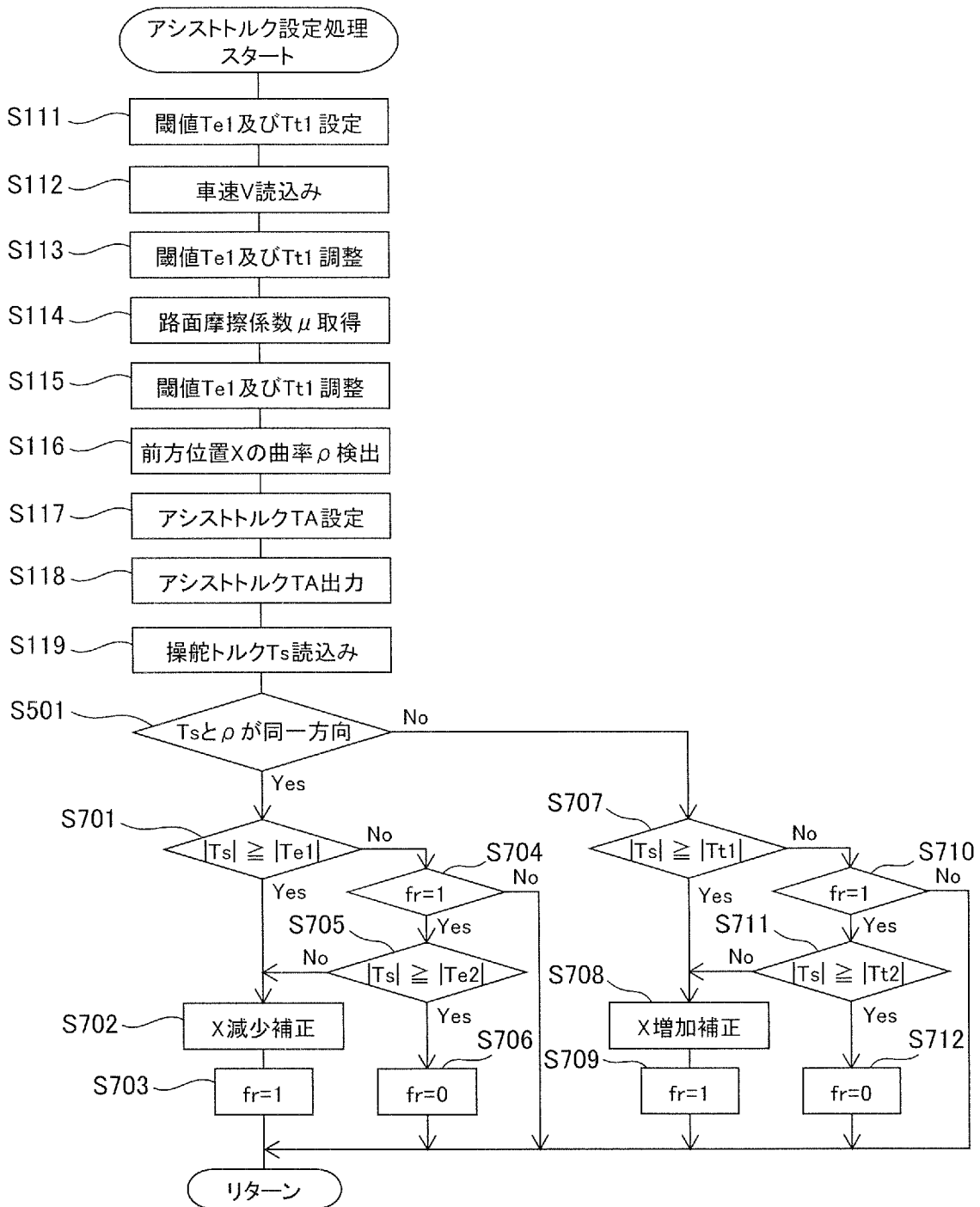
[図21]



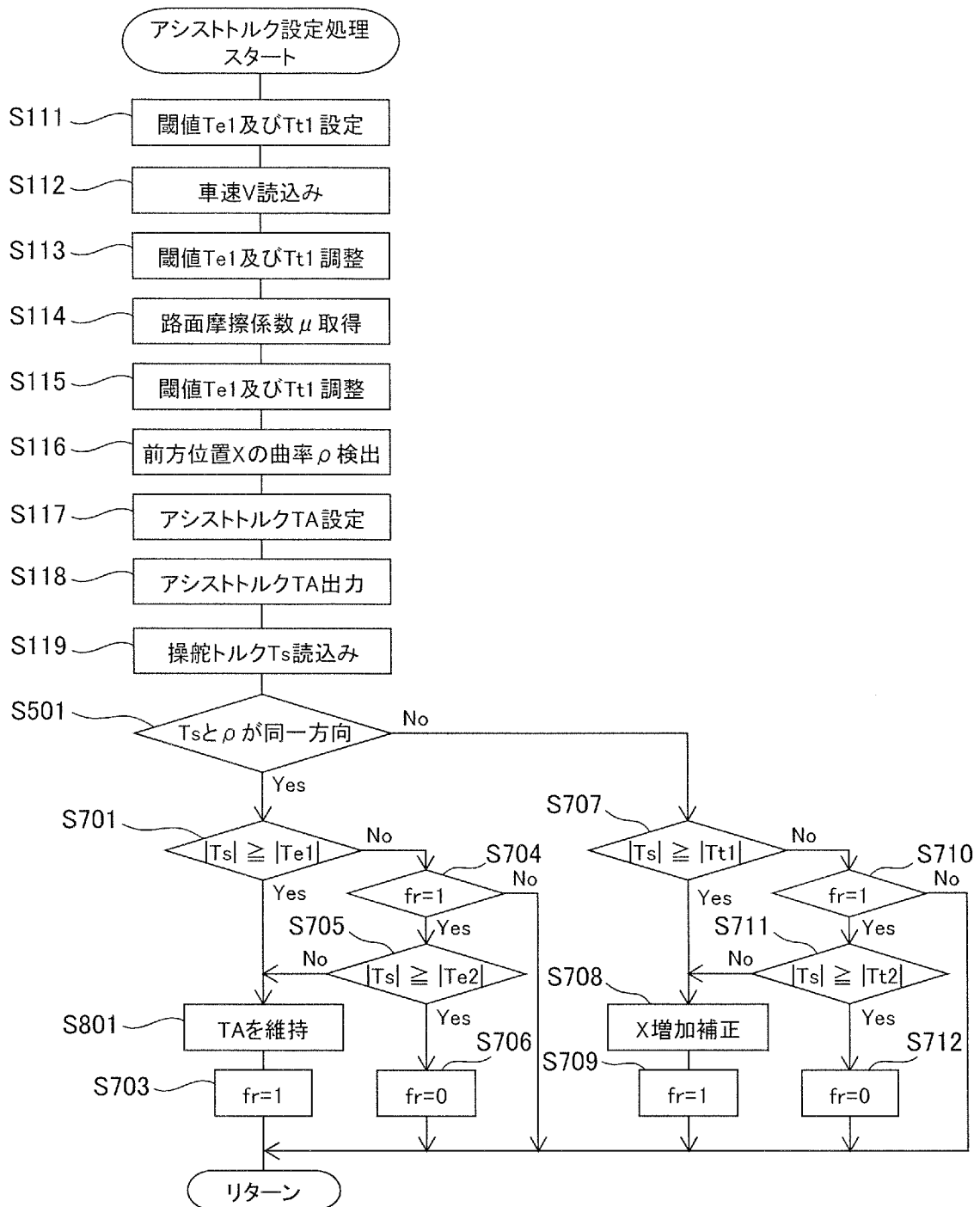
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006884

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D111/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n, B62D121/00(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, B62D5/04, B62D101/00, B62D111/00, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00, B62D121/00, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-81603 A (Mitsubishi Motors Corp.), 28 March 1995 (28.03.1995), claims; paragraphs [0001] to [0081]; fig. 1 to 21	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 2009-190464 A (Toyota Motor Corp.), 27 August 2009 (27.08.2009), claims; paragraphs [0001] to [0071]; fig. 1 to 5	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 2004-182058 A (Toyoda Machine Works, Ltd.), 02 July 2004 (02.07.2004), claims; paragraphs [0001] to [0123]; fig. 1 to 25	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11

☒ 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
21 January, 2014 (21.01.14)

Date of mailing of the international search report
04 February, 2014 (04.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006884

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-168784 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 24 July 2008 (24.07.2008), claims; paragraphs [0001] to [0043]; fig. 1 to 5	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 2003-312505 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 November 2003 (06.11.2003), claims; paragraphs [0001] to [0025]; fig. 1 to 9	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 10-167100 A (Toyota Motor Corp.), 23 June 1998 (23.06.1998), claims; paragraphs [0001] to [0071]; fig. 1 to 5	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	WO 2012/014707 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 02 February 2012 (02.02.2012), paragraphs [0001] to [0189]; claims; fig. 1 to 22	12-13 2-5, 10-11
A	JP 2011-168194 A (Toyota Motor Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), entire text; all drawings	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2013/006884

JP 7-81603 A	1995.03.28	(Family: none)		
JP 2009-190464 A	2009.08.27	(Family: none)		
JP 2004-182058 A	2004.07.02	US 2008/0319612 A1	2008.12.25	
		DE 102008003804 A1	2008.08.14	
JP 2008-168784 A	2008.07.24	US 2005/0060074 A1	2005.03.17	
		EP 1426267 A2	2004.06.09	
JP 2003-312505 A	2003.11.06	(Family: none)		
JP 10-167100 A	1998.06.23	(Family: none)		
WO 2012/014707 A1	2012.02.02	JP 2012-30674 A	2012.02.16	
		US 2013/0131947 A1	2013.05.23	
		EP 2599676 A1	2013.06.05	
JP 2011-168194 A	2011.09.01	(Family: none)		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D111/00(2006.01)n,
B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n, B62D121/00(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（I P C））

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04, B62D101/00, B62D111/00, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00, B62D121/00,
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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 7-81603 A（三菱自動車工業株式会社）1995.03.28, 【特許請求の範囲】, 【0001】－【0081】, 【図1】－【図21】	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 2009-190464 A（トヨタ自動車株式会社）2009.08.27, 【特許請求の範囲】, 【0001】－【0071】, 【図1】－【図5】	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 2004-182058 A（豊田工機株式会社）2004.07.02, 【特許請求の範囲】, 【0001】－【0123】, 【図1】－【図25】	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11

☒ 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

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

2 1 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田々井 正吾

3 Q

9 0 2 9

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-168784 A (富士重工業株式会社) 2008.07.24, 【特許請求の範囲】, 【0001】－【0043】, 【図1】－【図5】	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 2003-312505 A (三菱電機株式会社) 2003.11.06, 【特許請求の範囲】, 【0001】－【0025】, 【図1】－【図9】	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	JP 10-167100 A (トヨタ自動車株式会社) 1998.06.23, 【特許請求の範囲】, 【0001】－【0071】, 【図1】－【図5】	1, 6-9, 12-15 2-5, 10-11
Y A	WO 2012/014707 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012.02.02, [0001]－[0189], 請求の範囲, [図1]－ [図22]	12-13 2-5, 10-11
A	JP 2011-168194 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.09.01, 全文, 全 図	1-15

JP 7-81603 A	1995. 03. 28	ファミリーなし	
JP 2009-190464 A	2009. 08. 27	ファミリーなし	
JP 2004-182058 A	2004. 07. 02	US 2008/0319612 A1	2008. 12. 25
		DE 102008003804 A1	2008. 08. 14
JP 2008-168784 A	2008. 07. 24	US 2005/0060074 A1	2005. 03. 17
		EP 1426267 A2	2004. 06. 09
JP 2003-312505 A	2003. 11. 06	ファミリーなし	
JP 10-167100 A	1998. 06. 23	ファミリーなし	
WO 2012/014707 A1	2012. 02. 02	JP 2012-30674 A	2012. 02. 16
		US 2013/0131947 A1	2013. 05. 23
		EP 2599676 A1	2013. 06. 05
JP 2011-168194 A	2011. 09. 01	ファミリーなし	