

(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
2016 年 12 月 29 日(29.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/208608 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 111/00* (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01) *B62D 133/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/068461
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 22 日(22.06.2016)
- (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 2015-128887 2015 年 6 月 26 日(26.06.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 達川 淳平(TATSUKAWA, Junpei); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 東田 潔(TOHTA, Kiyoshi); 〒1020083 東京都千代田区麹町 4-3-30 麹町MKビル 3 階 PDI 特許商標事務所 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, 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, 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).

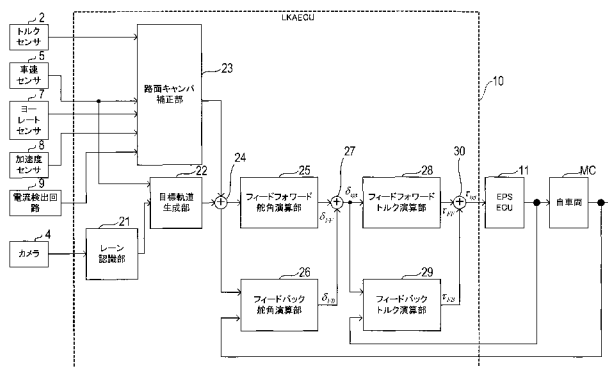
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LANE KEEPING ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 車線維持支援装置

[図2]



- 2 Torque sensor
4 Camera
5 Vehicle speed sensor
7 Yaw rate sensor
8 Acceleration sensor
9 Current detection circuit
21 Lane recognition unit
22 Target trajectory generation unit
23 Road-surface-camber correction unit
25 Feedforward steering angle calculation unit
26 Feedback steering angle calculation unit
28 Feedforward torque calculation unit
29 Feedback torque calculation unit
MC Vehicle

(57) Abstract: In an LKAECU 10, a lane recognition unit 21 recognizes a travel lane along which a vehicle is traveling. Furthermore, a target trajectory generation unit 22, a first adder 24, a feedforward steering angle calculation unit 25, a feedback steering angle calculation unit 26, a second adder 27, a feedforward torque calculation unit 28, a feedback torque calculation unit 29, and a third adder 30 calculate a request torque τ_{tgt} for controlling the steering of the vehicle such that departure of the vehicle from the travel lane is inhibited. Moreover, a road-surface-camber correction unit 23 detects an estimated camber angle θ_G , i.e. the inclination angle of the road surface of the travel lane along which the vehicle is traveling. Furthermore, the road-surface-camber correction unit 23 calculates the yaw rate difference $\Delta\omega$ to detect the drift of the vehicle. The road-surface-camber correction unit 23 corrects the request torque τ_{tgt} on the basis of the estimated camber angle θ_G and the yaw rate difference $\Delta\omega$.

(57) 要約: LKAECU 10 では、レーン認識部 21 が、自車両が走行する走行レーンを認識する。また、目標軌道生成部 22、第一加算器 24、フィードフォワード舵角演算部 25、フィードバック舵角演算部 26、第二加算器 27、フィードフォワードトルク演算部 28、フィードバックトルク演算部 29 および第三加算器 30 は、走行レーンから自車両が逸脱するのを抑制するように自車両の操舵を制御するための要求トルク τ_{tgt} を算出する。また路面キャンバ補正部 23

3 は、自車両が走行している走行レーンの路面の傾斜角であるキャンバ推定角度 θ_G を検出する。また路面キャンバ補正部 23 は、ヨーレート差分 $\Delta\omega$ を算出することにより、自車両の横流れを検出する。そして路面キャンバ補正部 23 は、キャンバ推定角度 θ_G と、ヨーレート差分 $\Delta\omega$ とに基づいて、要求トルク τ_{tgt} を補正する。

WO 2016/208608 A1

明 細 書

発明の名称：車線維持支援装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両が走行車線から逸脱しない状態を維持する車線維持支援装置に関する。

背景技術

[0002] 車両が走行車線から逸脱しないように車両の操舵を制御する車線維持支援装置が知られている（例えば、特許文献1を参照）。この装置は、走行車線の路面の傾斜を検知し、路面の傾斜に応じて操舵制御量を補正することにより、路面の傾斜に関わらず車両を走行車線内に維持するものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-236238号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、傾斜している道路を車両が走行している場合において、走行車線の路面の傾斜の検知結果に基づいた補正のみでは、車両を走行車線内に維持するのが困難になる場合があるという問題があった。

[0005] 本発明は、こうした問題に鑑みてなされたものであり、車両を走行車線内に維持する維持性能を向上させる技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するためになされた本発明の車線維持支援装置は、走行車線認識手段と、制御量算出手段と、傾斜角検出手段と、横流れ検出手段と、補正手段とを備える。

走行車線認識手段は、自車両が走行する走行車線を認識する。制御量算出手段は、走行車線認識手段により認識された走行車線から自車両が逸脱するのを抑制するように自車両の操舵を制御するための操舵制御量を算出する。

傾斜角検出手段は、自車両が走行している走行車線の路面の傾斜角である路面傾斜角を検出する。横流れ検出手段は、自車両の横流れを検出する。補正手段は、傾斜角検出手段の検出結果と、横流れ検出手段の検出結果とに基づいて、操舵制御量を補正する。

[0007] このように構成された本発明の車線維持支援装置は、走行車線の路面傾斜角だけではなく、自車両の横流れを検出する。そして、路面傾斜角と横流れに基づいて、走行車線から自車両が逸脱するのを抑制するように自車両の操舵を制御するための操舵制御量を算出する。これにより、本発明の車線維持支援装置は、走行車線から自車両が逸脱するのを抑制して車両を走行車線内に維持する維持性能を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]走行支援システムの概略構成を示す図である。
[図2] L K A E C Uが行う処理の流れを示すブロック図である。
[図3]目標軌道を示す図である。
[図4]路面キャンバ補正処理を示すフローチャートである。
[図5]傾斜している道路を走行している車両を示す背面図である。
[図6]接地点と着力点を示すタイヤの平面図である。
[図7]接地点と着力点を示すタイヤの側面図である。
[図8] θ_G , θ_{std} , θ_{CAL} の時間経過に伴う変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に本発明の実施形態を図面とともに説明する。

図1に示すように、本実施形態の走行支援システム1は車両に搭載され、トルクセンサ2、モータ3、カメラ4、車速センサ5、ヨーレートセンサ6、加速度センサ7、舵角センサ8、電流検出回路9、車線維持支援電子制御装置10および電動パワーステアリング電子制御装置11を備える。以下、車線維持支援電子制御装置10をL K A E C U (Lane Keep Assist Electronic Control Unit) 10という。また、電動パワーステアリング電子制御装置11をE P S E C U (Electric Power Steering Electronic Cont

rol Unit) 11 という。まさに、走行支援システム 1 を搭載する車両を自車両という。

[0010] 走行支援システム 1 は、自車両が車線から逸脱しそうになった場合にその逸脱を回避するための制御を行う。

自車両のハンドル 101 は、ステアリングシャフト 102 の第一端に固定される。トルクセンサ 2 の第一端はステアリングシャフト 102 の第二端に接続され、トルクセンサ 2 の第二端はインターミディエイトシャフト 103 の第一端に接続される。

[0011] トルクセンサ 2 は、操舵トルクを検出するためのセンサである。具体的には、トルクセンサ 2 は、ステアリングシャフト 102 とインターミディエイトシャフト 103 とを連結するトーションバーを有し、このトーションバーのねじれ角に基づいてそのトーションバーに加えられているトルクを検出する。

[0012] モータ 3 は、その回転軸の先端にウォームギアを備える。このウォームギアは、インターミディエイトシャフト 103 に設けられたウォームホイールと噛み合っている。これにより、モータ 3 の回転がインターミディエイトシャフト 103 に伝達される。

[0013] インターミディエイトシャフト 103 の第二端は、ステアリングギアボックス 104 に接続されている。ステアリングギアボックス 104 は、ラックとピニオンギアからなるギア機構にて構成されており、インターミディエイトシャフト 103 の第二端に設けられたピニオンギアに、ラックの歯が噛み合っている。そのため、運転者がハンドル 101 を回すと、インターミディエイトシャフト 103 が回転（すなわち、ピニオンギアが回転）し、これによりラックが左右に移動する。ラックの両端にはそれぞれタイロッド 105 が取り付けられており、ラックとともにタイロッド 105 が左右の往復運動を行う。これにより、タイロッド 105 がその先のナックルアーム 106 を引っ張ったり押したりすることで、タイヤ 107 の向きが変わる。

[0014] カメラ 4 は、詳細には図示しないが、自車両の前側に取り付けられている

。このカメラ4は、自車両の前方の路面を繰り返し撮影し、その撮影画像を示す画像データを出力する。

車速センサ5は、自車両の走行速度を検出し、その検出結果を示す車速信号を出力する。ヨーレートセンサ6は、自車両のヨーレートを検出し、その検出結果を示すヨーレート信号を出力する。加速度センサ7は、自車両の横加速度を検出し、その検出結果を示す横加速度信号を出力する。舵角センサ8は、自車両の舵角を検出し、その検出結果を示す舵角信号を出力する。電流検出回路9は、モータ3に流れる電流を検出する。

[0015] L K A E C U 1 0 は、C P U、R O M、R A M、I / O 及びこれらの構成を接続するバスラインなどからなる周知のマイクロコンピュータを中心に構成される。C P U は、R A M の一時記憶機能を利用しつつ、R O M などの非遷移的実体的記録媒体(non-transitory tangible storage media)に記憶されているプログラムに基づいて各種処理を実行する。L K A E C U 1 0 は、トルクセンサ2、カメラ4、車速センサ5、ヨーレートセンサ6、加速度センサ7、舵角センサ8および電流検出回路9から入力される情報に基づいて、自車両が車線から逸脱するのを回避するための演算を行う。そしてL K A E C U 1 0 は、この演算結果に基づいて、モータ3へ要求するトルクを示す要求トルク τ_{tgt} をE P S E C U 1 1 へ出力する。

[0016] E P S E C U 1 1 は、C P U、R O M、R A M、I / O 及びこれらの構成を接続するバスラインなどからなる周知のマイクロコンピュータを中心に構成される。C P U は、R A M の一時記憶機能を利用しつつ、R O M などの非遷移的実体的記録媒体(non-transitory tangible storage media)に記憶されているプログラムに基づいて各種処理を実行する。E P S E C U 1 1 は、L K A E C U 1 0 からの要求トルク τ_{tgt} に応じた駆動電圧をモータ3へ印加することにより、両タイヤ107を操舵するための力をモータ3に発生させる。

[0017] L K A E C U 1 0 は、図2に示すように、レーン認識部21、目標軌道生成部22、路面キャンバ補正部23、第一加算器24、フィードフォワード

舵角演算部 25、フィードバック舵角演算部 26、第二加算器 27、フィードフォワードトルク演算部 28、フィードバックトルク演算部 29 および第三加算器 30 を備える。

[0018] レーン認識部 21 は、カメラ 4 から入力された画像データを画像処理することにより、自車両が走行している走行レーンの左側と右側とを区画する白線を認識する。そしてレーン認識部 21 は、画像データ内において白線が写っている位置に基づいて、自車両の横位置、横速度および逸脱角度を算出する。自車両の横位置は、走行レーン内において走行レーンの進行方向に対して垂直な方向に沿った自車両の位置である。自車両の横速度は、走行レーンの進行方向に対して垂直な方向に沿った自車両の移動速度である。逸脱角度は、走行レーンの進行方向に対して自車両の進行方向が傾いている角度である。

[0019] 目標軌道生成部 22 は、レーン認識部 21 が認識した白線の位置と、レーン認識部 21 が算出した自車両の横位置および逸脱角度と、車速センサ 5 から入力される車速信号とに基づいて、自車両が走行レーンから逸脱するか否かを判断する。そして目標軌道生成部 22 は、走行レーンから逸脱すると判断した場合に、レーン認識部 21 が算出した横位置および逸脱角度と、車速センサ 5 からの車速信号により特定される車速とに基づいて、目標軌道データの生成を開始する。

[0020] 目標軌道は、図 3 に示すように、自車両の進行方向を走行レーンの外側から走行レーンの内側に向かうように徐々に変化させ、最終的に走行レーンの中央を自車両が走行するように設定される軌道である。目標軌道データは、現時点を基点とした複数の時間と、複数の時間のそれぞれに対応した目標軌道を示す横位置と、複数の横位置のそれぞれに対応して算出された複数の横速度と、複数の横位置のそれぞれに対応して算出された複数の横加速度とを備える。

[0021] 路面キャンバ補正部 23 は、図 2 に示すように、トルクセンサ 2、車速センサ 5、ヨーレートセンサ 6、加速度センサ 7 および電流検出回路 9 から入

力される情報に基づいて、横加速度補正值 a_{CAL} （後述）を算出する。横加速度補正值 a_{CAL} の算出方法は後述する。

[0022] 第一加算器 24 は、目標軌道生成部 22 から出力される目標軌道データを構成する横位置、横速度および横加速度のうち横加速度と、路面キャンバ補正部 23 から出力される横加速度補正值 a_{CAL} とを加算した加算値（以下、補正横加速度という）を、フィードフォワード舵角演算部 25 とフィードバック舵角演算部 26 へ出力する。また第一加算器 24 は、目標軌道生成部 22 から出力される目標軌道データを構成する横位置、横速度および横加速度のうち横位置および横速度をフィードバック舵角演算部 26 へ出力する。

[0023] フィードフォワード舵角演算部 25 は、横加速度と舵角との関係を示す演算式に基づいて、第一加算器 24 から出力される補正横加速度が自車両に作用するときの舵角を算出し、この舵角をフィードフォワード舵角 δ_{FF} として出力する。

[0024] フィードバック舵角演算部 26 は、自車両 MC の横位置、横速度および横加速度がそれぞれ、第一加算器 24 から入力される横位置、横速度および横加速度に一致するようにフィードバック制御するためのフィードバック舵角 δ_{FB} を算出して出力する。なお、自車両 MC の横位置と横速度は、レーン認識部 21 により算出される。また、自車両 MC の横加速度は、ヨーレートセンサ 6 で検出されるヨーレートと、車速センサ 5 で検出される車速とに基づいて算出される。

[0025] 第二加算器 27 は、フィードフォワード舵角演算部 25 から出力されるフィードフォワード舵角 δ_{FF} と、フィードバック舵角演算部 26 から出力されるフィードバック舵角 δ_{FB} とを加算した加算値を、要求舵角 δ_{tgt} として出力する。

[0026] フィードフォワードトルク演算部 28 は、第二加算器 27 から出力される要求舵角 δ_{tgt} をトルクへ変換し、このトルクをフィードフォワードトルク τ_{FF} として出力する。横加速度とトルクとの関係（以下、横加速度ートルク換算関係という）は車両諸元から予め求められており、フィードフォワードト

ルク演算部28は、この横加速度－トルク換算関係と、要求舵角 δ_{tgt} に対応する横加速度とに基づいて、要求舵角 δ_{tgt} に対応するトルクを算出する。なお、要求舵角 δ_{tgt} に対応する横加速度は、横加速度と舵角との関係を示す演算式に基づいて算出される。

[0027] フィードバックトルク演算部29は、舵角センサ8で検出される舵角が、第二加算器27から出力される要求舵角 δ_{tgt} に一致するようにフィードバック制御するためのフィードバックトルク τ_{FB} を算出して出力する。

[0028] 第三加算器30は、フィードフォワードトルク演算部28から出力されるフィードフォワードトルク τ_{FF} と、フィードバックトルク演算部29から出力されるフィードバックトルク τ_{FB} とを加算した加算値を、要求トルク τ_{tgt} としてE P S E C U 1 1へ出力する。

[0029] E P S E C U 1 1は、第三加算器30から出力された要求トルク τ_{tgt} に基づいてモータ3を制御する。これにより、自車両MCが、目標軌道に沿って走行する。

[0030] 次に、路面キャンバ補正部23が実行する路面キャンバ補正処理を説明する。

路面キャンバ補正処理は、L K A E C U 1 0の動作中において繰り返し実行される処理である。

この路面キャンバ補正処理が実行されると、L K A E C U 1 0のCPUは、図4に示すように、まずS10にて、演算に用いるセンサが故障しているか否かを判断する。なお、演算に用いるセンサは、トルクセンサ2、車速センサ5、ヨーレートセンサ6、加速度センサ7および電流検出回路9である。

[0031] ここで、演算に用いるセンサが故障している場合には（S10：YES）、路面キャンバ補正処理を一旦終了する。一方、演算に用いるセンサが故障していない場合には（S10：NO）、S20にて、自車両の車速が予め設定された演算可能車速（本実施形態では、例えば40km/h）以上であるか否かを判断する。ここで、自車両の車速が演算可能車速未満である場合に

は（S20：NO）、路面キャンバ補正処理を一旦終了する。一方、自車両の車速が演算可能車速以上である場合には（S20：YES）、S30にて、路面キャンバ推定演算を行う。

[0032] ここで、自車両の車速を v [m/s]、重力加速度を g [m/s²]と表記する。また図5に示すように、キャンバ角度を θ [rad]、遠心加速度を a_{CF} [m/s²]、鉛直軸Xgに対するヨーレートを ω [rad/s]、車両鉛直軸Xcに対するヨーレートを ω_s [rad/s]、加速度センサ7が検出した横加速度を a_s [m/s²]と表記する。なお、ヨーレート ω_s は、ヨーレートセンサ6が検出するヨーレートである。

[0033] キャンバ角度が θ である道路を自車両が車速 v で定常円旋回している場合に、自車両の遠心加速度 a_{CF} 、ヨーレート ω_s 、横加速度 a_s は、下式（1）、（2）、（3）で算出される。なお、下式（1）、（2）、（3）では、縦勾配の影響は少ないと仮定して無視している。

[0034] [数1]

$$a_{CF} = v \cdot \omega \quad \cdots(1)$$

$$\omega_s = \omega \cos \theta \quad \cdots(2)$$

$$\begin{aligned} a_s &= a_{CF} \cos \theta - g \sin \theta \\ &= v \cdot \omega \cos \theta - g \sin \theta \\ &= v \cdot \omega_s - g \sin \theta \\ &= v \cdot \omega_s - g \sin \theta \quad \cdots(3) \end{aligned}$$

したがって、キャンバ角度 θ は、車速センサ5で検出される車速 v と、ヨーレートセンサ6で検出されるヨーレート ω_s と、加速度センサ7で検出される横加速度 a_s とを用いて、下式（4）で算出される。

[0035] [数2]

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{v \cdot \omega_s - a_s}{g} \right) \quad \cdots(4)$$

S30では、上式（4）で算出されるキャンバ角度 θ を、ヨーレートセン

サ6と加速度センサ7によるキャンバ推定角度 θ_g として算出して、処理を終了する。

[0036] なお、上式(2)に示すように、キャンバ角度が θ である道路では、ヨーレートセンサ6で検出されるヨーレート ω_s は、鉛直軸Xgに対するヨーレート ω の $\cos \theta$ 倍である。すなわち、キャンバ角度が大きくなるほど、ヨーレート ω_s が小さくなる。このため、ヨーレートセンサ6で検出されるヨーレートに基づいて、自車両が走行している道路の旋回半径を推定すると、この推定旋回半径は、実際の旋回半径よりも大きくなってしまう。

[0037] また、ヨーレートセンサ6で検出されるヨーレート ω_s から推定される推定横加速度を a_E [m/s^2]と表記すると、推定横加速度 a_E は、下式(5)で算出される。

[0038] [数3]

$$a_E = v \cdot \omega_s \quad \cdots (5)$$

上式(3)、(5)より、ヨーレート ω_s から推定される推定横加速度 a_E は、加速度センサ7で検出される横加速度 a_s より $g \times \sin \theta$ だけ大きい。すなわち、キャンバ角度が大きくなるほど、ヨーレート ω_s から推定される推定横加速度 a_E と、加速度センサ7で検出される横加速度 a_s との差が大きくなる。

[0039] なお、路面キャンバに起因した横加速度を a_{CMB} [m/s^2]と表記すると、横加速度 a_{CMB} は、下式(6)で算出される。

[0040] [数4]

$$\begin{aligned} a_{CMB} &= a_s - a_E \\ &= a_s - v \cdot \omega_s \quad \cdots (6) \end{aligned}$$

S30の処理が終了すると、図4に示すように、S40にて、車両の横流れ推定演算を行う。

[0041] 図6と図7に示すように、フロントコーナリングフォース $2 \times F_f$ は、タイヤ107の接地点Pgよりも後方の着点Pcに作用する。タイロッド軸力 F_t は、タイロッド105とナックルアーム106との連結点Pnに作用する

。そして、フロントコーナリングフォース $2 \times F_f$ [N] とタイロッド軸力 F_t [N] との関係は、キングピン軸 K P 周りのモーメントで求めることが可能であり、下式 (7) で表される。下式 (7) において、有効ナックルアーム半径を R_n [m]、キャスト角が θ_c であるときのキャストトレールを n_0 [m]、ニューマテックトレールを n_f [m] と表記している。

[0042] [数5]

$$2F_f(n_0 + n_f) = F_t \times R_n \quad \cdots(7)$$

このため、フロントコーナリングフォース $2 \times F_f$ [N] は、下式 (8) で表される。

[0043] [数6]

$$2F_f = \frac{F_t \times R_n}{(n_0 + n_f)} \quad \cdots(8)$$

また、有効ナックルアーム半径 R_n [m] は、下式 (9) で表される。下式 (9) において、ステアリングオーバーウォールギヤ比を N_g [ー]、ストロークレシオ (比スト) を S_r [m / rev] と表記している。

[0044] [数7]

$$R_n = \frac{S_r \times N_g}{2\pi} \quad \cdots(9)$$

そして、ストロークレシオ (比スト) S_r は、下式 (10) で表される。下式 (10) において、ロック・ツー・ロック回転数を θ 、ラックストロークを L_r [m] と表記している。

[0045] [数8]

$$S_r = \frac{L_r \times 2}{\theta} \quad \cdots(10)$$

また、タイロッド軸力 F_t [N] は、下式 (11) で表される。下式 (11) において、ハンドル 101 が操舵されることにより発生する操舵トルクを M_T [Nm]、トルク伝達効率を η_w [ー]、モータ 3 の定格トルクを定格電流で除した値を k_t [Nm / A]、モータ 3 に流れる電流を I_m [A]、モータ 3 の定格電流を I_{m0} [A] と表記している。

タのギア比を i_w [－]、ステアリングギアボックス 104 のラックとピニオンギアからなるギア機構の効率を η_p [－] と表記している。

[0046] [数9]

$$F_t = [MT + \eta_w \times (k_t \times I_m \times i_w)] \times \eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \quad \cdots(11)$$

また、インターミディエイトシャフト 103 のトルク T_i (以下、インターミディエイトシャフトトルク T_i という) は、下式 (12) で表される。

[0047] [数10]

$$T_i = [MT + \eta_w \times (k_t \times I_m \times i_w)] \quad \cdots(12)$$

したがって、タイロッド軸力 F_t [N] は、下式 (13) で表される。

[0048] [数11]

$$F_t = T_i \times \eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \quad \cdots(13)$$

さらに、上式 (13) を上式 (8) に代入すると、下式 (14) が得られる。

[0049] [数12]

$$2F_f = \frac{T_i \times \eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \times R_n}{(n_0 + n_f)} \quad \cdots(14)$$

次に、前輪コーナリングフォース F_f と後輪コーナリングフォース F_r との関係は、下式 (15) で表される。下式 (15) において、車両重心と前輪軸との間の距離を l_f 、車両重心と後輪軸との間の距離を l_r と表記している。

[0050] [数13]

$$2F_f \times l_f = 2F_r \times l_r \quad \cdots(15)$$

また、車両重心と前輪軸との間の距離 l_f と、車両重心と後輪軸との間の距離 l_r はそれぞれ、下式 (16) と下式 (17) で表される。下式 (16) と

下式（１７）において、車両のホイールベースを l 、車両重心に対して前側の車両質量を m_f 、車両重心に対して後側の車両質量を m_r と表記している。

[0051] [数14]

$$l_f = \frac{m_r}{m_f + m_r} l \quad \cdots (16)$$

$$l_r = \frac{m_f}{m_f + m_r} l \quad \cdots (17)$$

さらに、上式（１６）と上式（１７）を上式（１５）に代入すると、下式（１８）が得られる。このため、前輪コーナリングフォース F_f と後輪コーナリングフォース F_r との関係は、下式（１９）で表される。

[0052] [数15]

$$2F_f \times \frac{m_r}{m_f + m_r} = 2F_r \times \frac{m_f}{m_f + m_r} \quad \cdots (18)$$

$$2F_f \times m_r = 2F_r \times m_f \quad \cdots (19)$$

上式（１４）と上式（１９）により、後輪コーナリングフォース F_r は下式（２０）で表される。

[0053] [数16]

$$2F_r = \frac{m_r}{m_f} \frac{T_i \times \eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \times R_n}{(n_0 + n_f)} \quad \cdots (20)$$

また、車両の質量と、車両の横加速度と、車両に作用する力 F_{cent} との関係式は、下式（２１）で表される。そして、車両に作用する力 F_{cent} に、前輪コーナリングフォース F_f と後輪コーナリングフォース F_r を代入すると、下式（２２）が得られる。

[0054]

[数17]

$$(m_f + m_r)\ddot{y}_c = F_{cent} \quad \cdots(21)$$

$$\ddot{y}_c = \frac{2F_f + 2F_r}{m_f + m_r} \quad \cdots(22)$$

したがって、車両の横加速度は、下式（23）で表される。

[0055] [数18]

$$\ddot{y}_c = \frac{1}{m_f + m_r} \left(\frac{T_i \times \eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \times R_n}{(n_0 + n_f)} + \frac{m_r}{m_f} \frac{T_i \times \eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \times R_n}{(n_0 + n_f)} \right) \quad \cdots(23)$$

このため、車両の横加速度と、インターミディエイトシャフトトルク T_i との関係は、下式（24）で表される。

[0056] [数19]

$$\ddot{y}_c = \frac{1 + \frac{m_r}{m_f}}{m_f + m_r} \left(\frac{\eta_w \times \eta_p \times \frac{2\pi}{S_r} \times R_n}{(n_0 + n_f)} \right) \times T_i \quad \cdots(24)$$

そして、下式（25）に示すように、インターミディエイトシャフトトルク T_i から算出される横加速度を車速 V で除することによって、車両が平面路で定常円旋回を行っているときのヨーレート ω_{std} （以下、平面ヨーレート ω_{std} という）を算出することができる。

[0057] [数20]

$$\omega_{std} = \frac{\ddot{y}_c}{V} \quad \cdots(25)$$

S40では、電流検出回路9で検出されたモータ電流値と、トルクセンサ2で検出された操舵トルクと、上式（12）とに基づいて、インターミディエイトシャフトトルク T_i を算出する。その後、S40では、上式（24）と上式（25）に基づいて、平面ヨーレート ω_{std} を算出する。そして、S4

0では、平面ヨーレート ω_{std} と、ヨーレートセンサ6で検出されるヨーレート ω_s とのヨーレート差分 $\Delta\omega$ を算出し、下式(26)により、ヨーレート差分 $\Delta\omega$ に相当する横加速度 Δa (以下、差分横加速度 Δa という)を算出する。

[0058] [数21]

$$\Delta a = \Delta\omega \times V \quad \cdots(26)$$

そしてS40では、差分横加速度 Δa に相当する推定角度 θ_{std} を下式(27)により算出し、S40の処理を終了する。

[0059] [数22]

$$\theta_{std} = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta a}{g}\right) \quad \cdots(27)$$

次に、図4に示すように、S50にて、下式(28)に示すように、S40で算出された推定角度 θ_{std} から、S30で算出されたキャンバ推定角度 θ_G を減算した推定角度差分 $\Delta\theta$ を算出する。

[0060] [数23]

$$\Delta\theta = \theta_{std} - \theta_G \quad \cdots(28)$$

そしてS60にて、S50で算出された推定角度差分 $\Delta\theta$ の平均値 θ_{ave} (以下、差分平均 θ_{ave} という)を算出する。さらにS70にて、下式(29)に示すように、S30で算出されたキャンバ推定角度 θ_G と、S60で算出された差分平均 θ_{ave} とを加算した加算値をキャンバ補正值 θ_{CAL} として算出する。

[0061] [数24]

$$\theta_{CAL} = \theta_G + \theta_{AVE} \quad \cdots(29)$$

そしてS80にて、下式(30)に示すように、S70で算出されたキャンバ補正值 θ_{CAL} を、横加速度補正值 a_{CAL} に換算し、路面キャンバ補正処理を一旦終了する。

[0062]

[数25]

$$a_{CAL} = g \times \sin \theta_{CAL} \quad \cdots (30)$$

図8は、キャンバ推定角度 θ_G 、推定角度 θ_{std} およびキャンバ補正值 θ_{CAL} の算出結果の時間経過に伴う変化を示すグラフである。図8に示すように、キャンバ推定角度 θ_G の算出結果は、時間経過に対して安定しているものの、加速度センサ7のゼロ点ズレなどの影響でオフセットしている。また推定角度 θ_{std} の算出結果は、車両モデル誤差の影響で時間経過に応じて変動する。一方、キャンバ補正值 θ_{CAL} の算出結果は、キャンバ推定角度 θ_G よりもオフセット量が低減されるとともに、推定角度 θ_{std} よりも時間経過に対する変動量が低減されている。

[0063] このように構成されたLKAECU10では、レーン認識部21が、自車両が走行する走行レーンを認識する。また、目標軌道生成部22、第一加算器24、フィードフォワード舵角演算部25、フィードバック舵角演算部26、第二加算器27、フィードフォワードトルク演算部28、フィードバックトルク演算部29および第三加算器30は、走行レーンから自車両が逸脱するのを抑制するように自車両の操舵を制御するための要求トルク τ_{tgt} を算出する。

[0064] また路面キャンバ補正部23は、自車両が走行している走行レーンの路面の傾斜角であるキャンバ推定角度 θ_G を検出する(S30)。また路面キャンバ補正部23は、ヨーレート差分 $\Delta\omega$ を算出することにより、自車両の横流れを検出する(S40)。そして路面キャンバ補正部23は、キャンバ推定角度 θ_G と、ヨーレート差分 $\Delta\omega$ とに基づいて、横加速度補正值 a_{CAL} を算出することにより、要求トルク τ_{tgt} を補正する(S60~S80)。

[0065] このようにLKAECU10は、走行レーンの路面キャンバだけではなく、自車両の横流れを検出し、路面キャンバと横流れに基づいて、走行レーンから自車両が逸脱するのを抑制するように自車両の操舵を制御するための要求トルク τ_{tgt} を算出することができる。これにより、LKAECU10は、走行レーンから自車両が逸脱するのを抑制して車両を走行レーン内に維持す

る維持性能を向上させることができる。

[0066] なお、車両の横流れとは、運転者の意図に反して車両が右側または左側に向かって移動してしまう現象である。例えば、車両が平坦な直線道路を直進しているにも関わらず運転者がハンドルを右側または左側に操舵している状態が継続しているときには、車両の横流れが発生している。車両の横流れの原因としては、車両の幅方向に沿って流れる横風および車両アライメントのズレなどが考えられる。

[0067] またLKAECU10は、インターミディエイトシャフト103に加えられるインターミディエイトシャフトトルク T_i に基づいて推測されるヨーレートである平面ヨーレート ω_{std} と、ヨーレートセンサ6で検出されるヨーレート ω_s との差分であるヨーレート差分 $\Delta\omega$ に基づいて、自車両の横流れを検出する(S40)。すなわち、LKAECU10は、横風および車両アライメントのズレなどにより自車両が横に流れるのを抑制するように運転者が操舵することで発生するトルクにより、自車両の横流れを検出する。

[0068] またLKAECU10は、ヨーレート差分 $\Delta\omega$ に相当する傾斜角を推定角度 θ_{std} として算出する(S40)。そしてLKAECU10は、キャンバ推定角度 θ_G と、キャンバ推定角度 θ_G と推定角度 θ_{std} との差分の平均値である差分平均 θ_{ave} との加算値(キャンバ補正值 θ_{CAL})に基づいて、要求トルク τ_{tgt} を補正する(S60~S80)。

[0069] これにより、LKAECU10は、加速度センサ7のゼロ点ズレなどの影響と、車両モデル誤差の影響を低減し、時間経過に対して値が安定した要求トルク τ_{tgt} を算出することができる。

[0070] 以上説明した実施形態において、LKAECU10は本発明における車線維持支援装置である。また、レーン認識部21は本発明における走行車線認識手段である。

また、目標軌道生成部22、第一加算器24、フィードフォワード舵角演算部25、フィードバック舵角演算部26、第二加算器27、フィードフォワードトルク演算部28、フィードバックトルク演算部29および第三加算

器 30 は本発明における制御量算出手段である。

[0071] また、S30 の処理は本発明における傾斜角検出手段である。さらに、S40 の処理は本発明における横流れ検出手段である。そして、S60～S80 の処理は本発明における補正手段である。

また、走行レーン は本発明における走行車線ある。さらに、要求トルク τ_{tgt} は本発明における操舵制御量ある。さらにまた、キャンバ推定角度 θ_G は本発明における路面傾斜角ある。また、平面ヨーレート ω_{std} は本発明における推測ヨーレートある。そして、推定角度 θ_{std} は本発明における横流れ傾斜角である。

[0072] また、ハンドル 101、ステアリングシャフト 102、インターミディエイトシャフト 103、ステアリングギアボックス 104、タイロッド 105 およびナックルアーム 106 は本発明における操舵装置である。

[0073] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の形態を採ることができる。

(変形例 1)

例えば上記実施形態では、LKAECU10 が要求トルク τ_{tgt} を算出して EPSECU11 を出力するものを示した。しかしながら、自車両の操舵を制御するための操舵制御量はこれに限定されるものではない。

[0074] また、上記実施形態における 1 つの構成要素が有する機能を複数の構成要素として分散させたり、複数の構成要素が有する機能を 1 つの構成要素に統合させたりしてもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、同様の機能を有する公知の構成に置き換えてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加または置換してもよい。なお、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本発明の実施形態である。

符号の説明

[0075] 1…走行支援システム

10…L K A E C U

21…レーン認識部

22…目標軌道生成部

23…路面キャンバ補正部

24…加算器

25…フィードフォワード舵角演算部

26…フィードバック舵角演算部

27…加算器

28…フィードフォワードトルク演算部

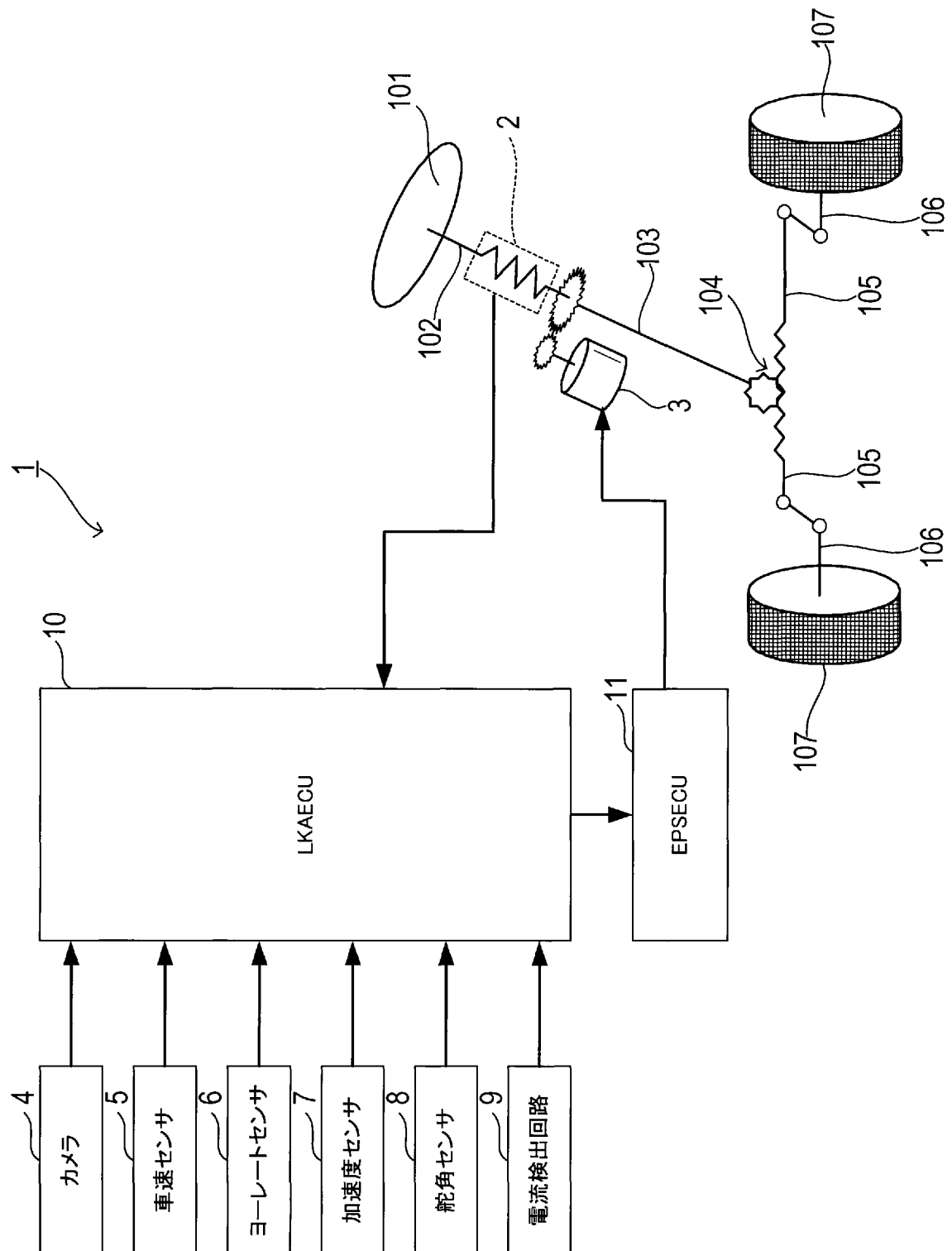
29…フィードバックトルク演算部

30…加算器

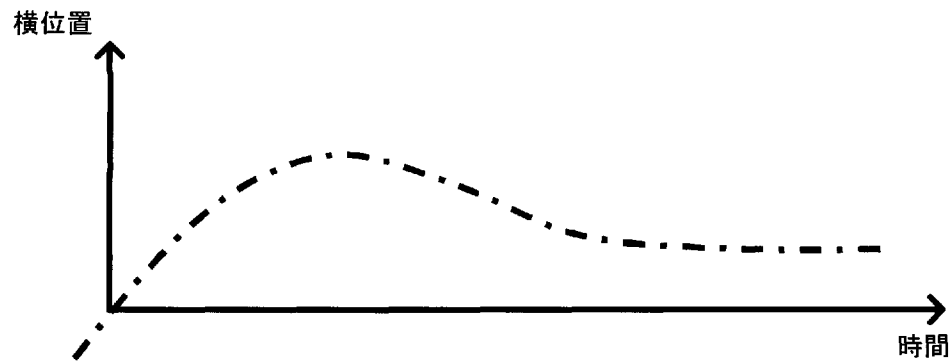
請求の範囲

- [請求項1] 自車両が走行する走行車線を認識する走行車線認識手段（21）と、
- 、
- 前記走行車線認識手段により認識された前記走行車線から前記自車両が逸脱するのを抑制するように前記自車両の操舵を制御するための操舵制御量を算出する制御量算出手段（22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30）と、
- 前記自車両が走行している前記走行車線の路面の傾斜角である路面傾斜角を検出する傾斜角検出手段（23, S30）と、
- 前記自車両の横流れを検出する横流れ検出手段（23, S40）と、
- 、
- 前記傾斜角検出手段の検出結果と、前記横流れ検出手段の検出結果とに基づいて、前記操舵制御量を補正する補正手段（23, S60～S80）とを備える
- ことを特徴とする車線維持支援装置（10）。
- [請求項2] 前記横流れ検出手段は、前記自車両の操舵装置に加えられるトルクに基づいて推測されるヨーレートである推測ヨーレートと、前記自車両のヨーレートとの差分であるヨーレート差分に基づいて、前記自車両の前記横流れを検出する
- ことを特徴とする請求項1に記載の車線維持支援装置。
- [請求項3] 前記横流れ検出手段は、前記ヨーレート差分に相当する傾斜角を、横流れ傾斜角として算出し、
- 前記補正手段は、前記傾斜角検出手段および前記横流れ検出手段の検出結果として、前記傾斜角検出手段が検出した前記路面傾斜角と、前記路面傾斜角と前記横流れ傾斜角との差分の平均値との加算値に基づいて、前記操舵制御量を補正する
- ことを特徴とする請求項2に記載の車線維持支援装置。

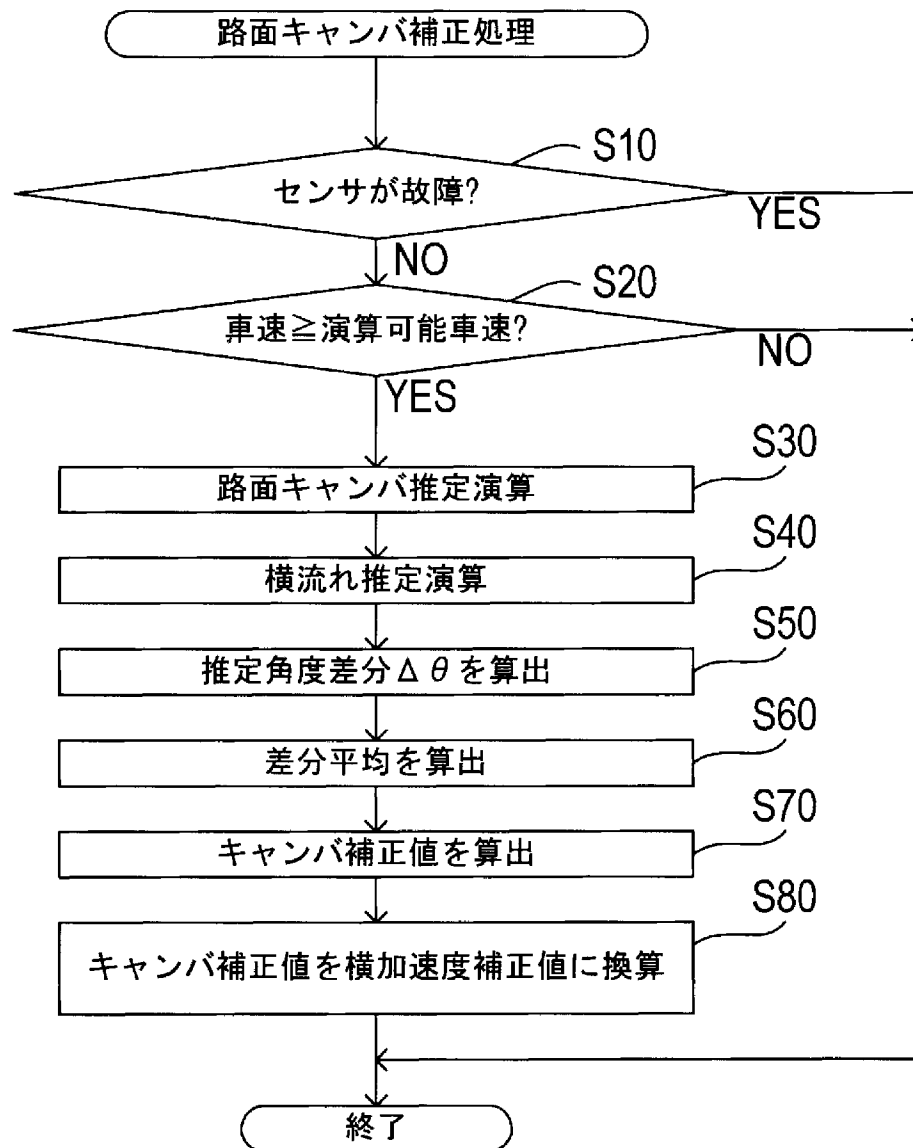
[図1]



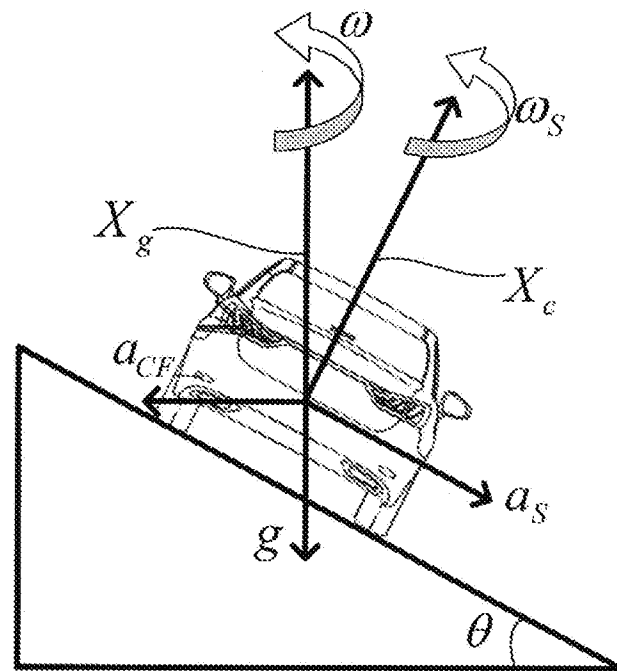
[図3]



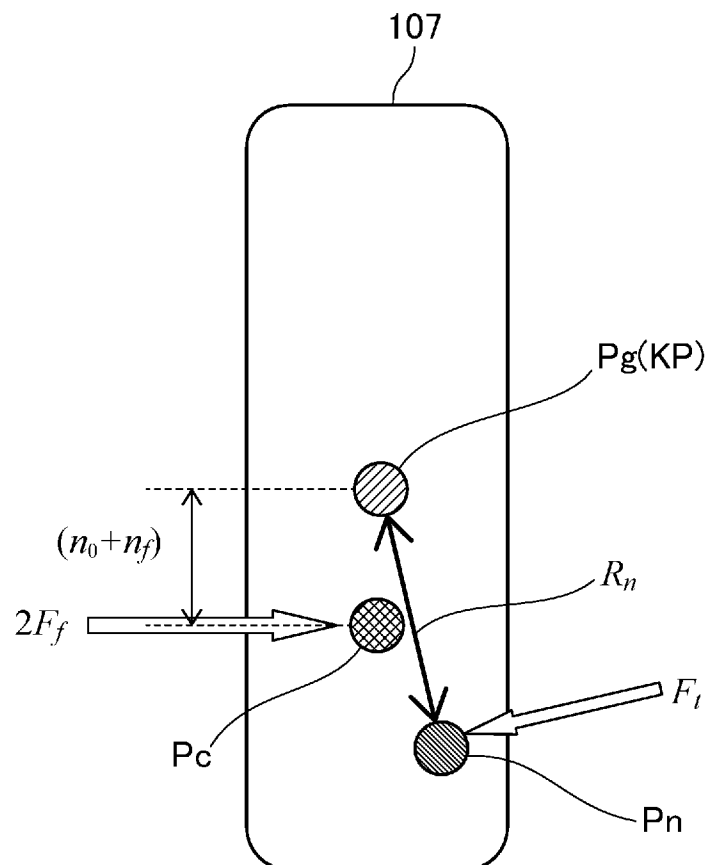
[図4]



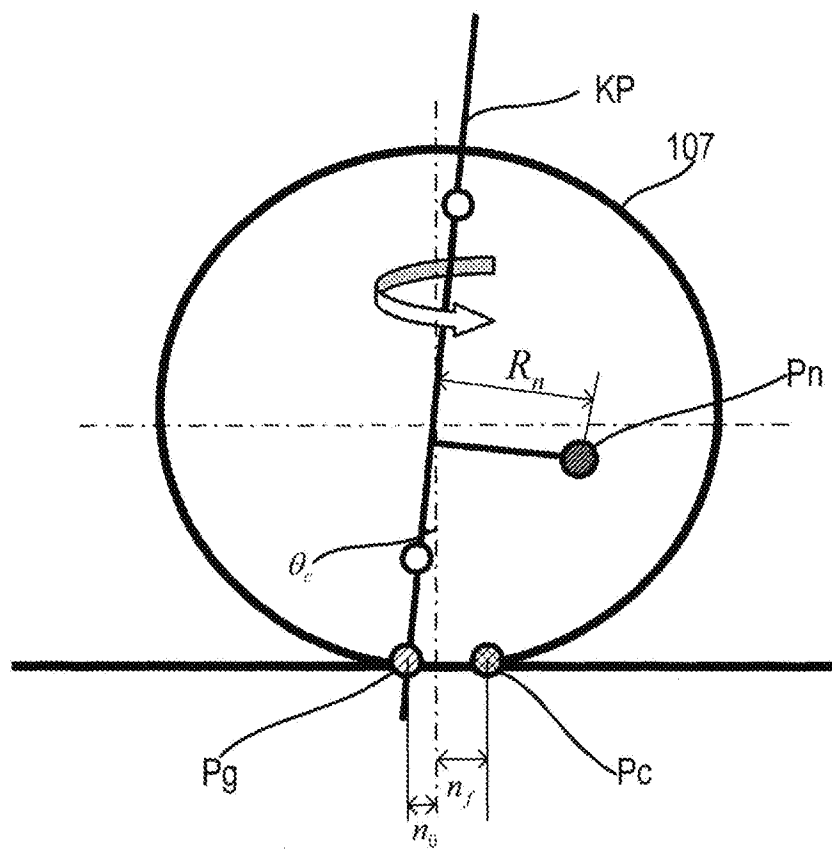
[図5]



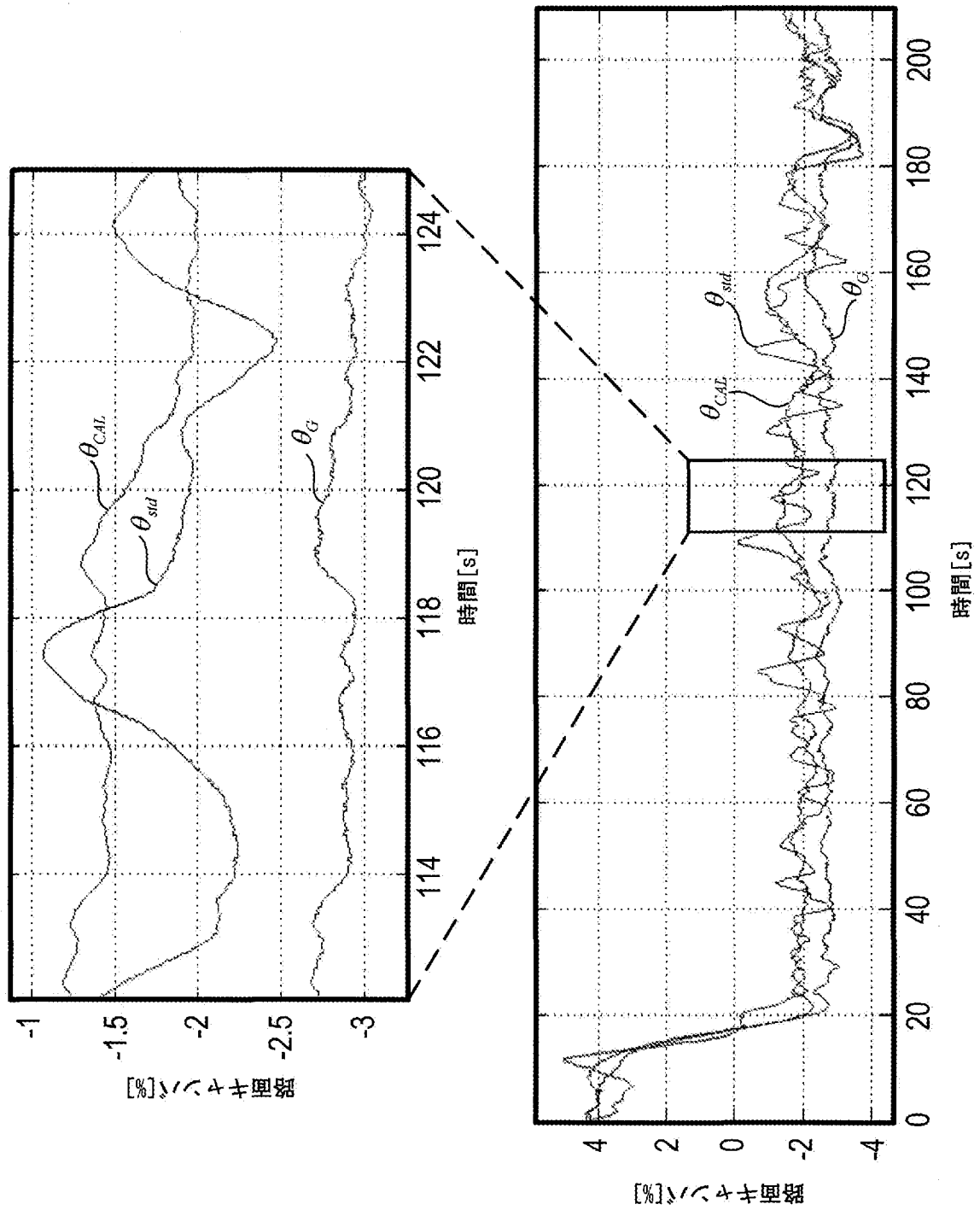
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B62D111/00(2006.01)n, B62D133/00(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)

B62D6/00-6/10, G08G1/16, B62D111/00, B62D133/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2005-280368 A (Mitsubishi Motors Corp.), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0001] to [0075]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1 2-3
Y	JP 2006-236238 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 07 September 2006 (07.09.2006), abstract; all drawings (Family: none)	1
A	JP 2014-024448 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 06 February 2014 (06.02.2014), (Family: none)	1-3

☐ 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
10 August 2016 (10.08.16)

Date of mailing of the international search report
23 August 2016 (23.08.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B62D111/00(2006.01)n, B62D133/00(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. B62D6/00-6/10, G08G1/16, B62D111/00, B62D133/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2005-280368 A（三菱自動車工業株式会社）2005.10.13, 段落[0001]-[0075], 図1-9（ファミリーなし）	1 2-3
Y	JP 2006-236238 A（アイシン精機株式会社）2006.09.07, [要約], 全図（ファミリーなし）	1
A	JP 2014-024448 A（富士重工業株式会社）2014.02.06, （ファミリーなし）	1-3

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

10.08.2016

国際調査報告の発送日

23.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官（権限のある職員）

三宅 龍平

3Q

4020

電話番号 03-3581-1101 内線 3381