

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-6768

(P2020-6768A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00 Z Y W	3 D 2 3 2
B 6 0 W 30/12 (2020.01)	B 6 0 W 30/12	3 D 2 4 1
B 6 0 W 50/14 (2020.01)	B 6 0 W 50/14	
B 6 0 W 50/035 (2012.01)	B 6 0 W 50/035	
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2018-128228 (P2018-128228)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成30年7月5日 (2018.7.5)		トヨタ自動車株式会社
		(74) 代理人	110000213
			特許業務法人プロスペック特許事務所
		(72) 発明者	渡 裕司
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	田代 貴文
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	国弘 洋司
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		最終頁に続く	

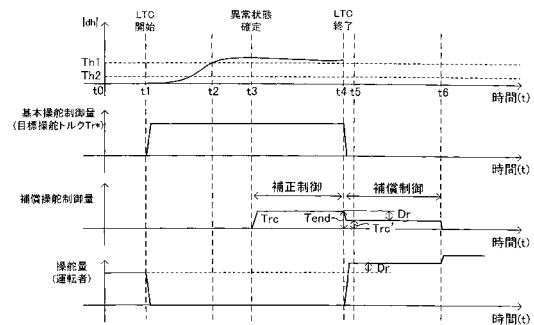
(54) 【発明の名称】 車両走行支援装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 走行支援制御実行中に異常が発生し手動運転に移行させた場合の運転者の運転負荷を軽減させる。

【解決手段】 車両が走行している道路に沿って走行するように走行支援制御を実行する通常制御部と、走行支援制御の実行中に車両の状態が異常状態になったと判定した場合、補正制御を走行支援制御に加えて実行する補正制御部と、補正制御の実行中に所定の終了条件が成立したか否かを判定し、終了条件が成立したと判定した場合、走行支援制御及び補正制御の両方を停止し、且つ、補償制御を実行する補償制御部とを備える。終了条件が成立した時点以降において、補償制御における補償制御量の値は、終了条件が成立した時点以降において補正制御を継続したと仮定した場合に補正制御部によって決定される補償制御量の第1の値により前記車両に発生する旋回運動と同じ向きの旋回運動を前記車両に発生させ且つ前記第1の値よりも小さい大きさを有する値である。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両が当該車両の走行している道路に沿って走行するように前記車両の進行方向を変更可能な旋回制御量を前記道路に関する情報に基いて変更する走行支援制御を実行する通常制御部を備える車両走行支援装置であって、

前記走行支援制御の実行中に前記車両の状態が前記走行支援制御によっては前記車両を前記道路に沿って走行させることができる可能性が低い異常状態になったか否かを判定し、前記車両の状態が前記異常状態になったと判定した場合、前記車両の進行方向を変更可能であり且つ前記可能性を高める補償制御量の第 1 の値を前記車両の走行状況を示すパラメータに応じて変更する補正制御を、前記走行支援制御に加えて実行する補正制御部と、

前記補正制御の実行中に所定の終了条件が成立したか否かを判定し、前記終了条件が成立したと判定した場合、前記終了条件が成立した時点以降において、前記走行支援制御及び前記補正制御の両方を停止し、且つ、前記車両の運転者が前記車両を前記道路に沿って走行させるように操舵操作を行う場合に前記車両の進行方向を変更可能であり且つ前記車両の前記道路に沿う走行を容易にする前記補償制御量の第 2 の値を前記車両の走行状況を示すパラメータに応じて変更する補償制御を実行する補償制御部と、

を備え、

前記補償制御部は、前記補償制御量の前記第 2 の値が、前記終了条件が成立した時点以降において前記補正制御を継続したと仮定した場合に前記補正制御部によって決定される前記補償制御量の前記第 1 の値により前記車両に発生する旋回運動と同じ向きの旋回運動を前記車両に発生させ且つ前記第 1 の値の大きさよりも小さい大きさを有する値になるように、前記補償制御量の前記第 2 の値を変更するように構成された、

車両走行支援装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両走行支援装置において、

前記通常制御部は、前記旋回制御量として、前記車両の操舵トルクに対応する制御量を使用するように構成され、

前記補正制御部は、前記補償制御量として、前記旋回制御量を補正する操舵トルクに対応する制御量を使用するように構成され、

前記補償制御部は、前記補償制御量として、前記車両の操舵トルクに対応する制御量を使用するように構成された、

車両走行支援装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の車両走行支援装置において、

前記通常制御部は、少なくとも前記道路に関する情報に基いて目標走行ラインを決定し、前記車両が前記目標走行ラインに沿って走行するように前記旋回制御量を変更するように構成され、

前記補正制御部は、前記車両と前記目標走行ラインとの間の距離の大きさが第 1 閾値以上である状態が第 1 時間閾値以上継続した場合、前記車両の状態が前記異常状態になったと判定するように構成された、

車両走行支援装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の車両走行支援装置において、

前記補償制御部は、前記補正制御の開始時点から、前記車両と前記目標走行ラインとの間の距離の大きさが前記第 1 閾値よりも小さい第 2 閾値以下とならない状態が第 2 時間閾値以上継続した場合、前記終了条件が成立したと判定するように構成された、

車両走行支援装置。

【請求項 5】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の車両走行支援装置において、

前記補正制御部は、前記走行状況を示すパラメータとして前記車両と前記目標走行ライ

10

20

30

40

50

ンとの間の距離を使用するように構成され、

前記補償制御部は、前記補償制御量の前記第2の値として、前記補正制御部が算出する前記補償制御量の前記第1の値と1未満の正のゲインとの積を採用するように構成された、
車両走行支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の走行を支援する車両走行支援装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、車両の周辺状況（区画線及び他車両等）に関する車両周辺情報を取得し、車両周辺情報に基いて設定される目標走行ラインに沿って車両が走行するように、車両の操舵を自動的に制御する制御装置が知られている。このような制御は、走行支援制御の一つであり、車線維持制御とも称呼される。

【0003】

一方、このような走行支援制御を行う従来の装置の一つ（以下、「従来装置」と称呼する。）は、走行支援制御の実行中に操舵系の異常が発生した場合、異常時走行制御を実行する（例えば、特許文献1を参照。）。具体的には、従来装置は、操舵系に異常が発生すると、車両にヨーモーメントを付与するための制動力の制御を異常時走行制御として実行する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2016-094038号公報

【発明の概要】

【0005】

ところで、操舵系に異常が発生した場合のみならず、例えば、左右のタイヤ空気圧の差が大きくなった場合及びホイールアライメントが変化した場合等においても、車両の進行方向が左右の何れかに偏る。このような状態が走行支援制御の実行中に発生すると、「走行支援制御によって車両を目標走行ラインに沿って走行させることができる可能性」が低くなる。そのため、車両走行支援制御を実行する装置（車両走行支援装置）は、このような異常状態が走行支援制御の実行中に発生すると、車両の進行方向の偏りを補償するための補正制御を行う。例えば、実際の操舵トルクを目標操舵トルクに一致させることによって走行支援制御を行う装置は、異常状態が発生した場合、実際の操舵トルクが「目標操舵トルクを所定の補償制御量により補正した操舵トルク」に一致するように操舵アクチュエータを駆動する制御を補正制御として実行する。なお、補正制御は、上述した異常時走行制御のように、車両にヨー運動を生じさせる制御であってもよい。

30

【0006】

更に、この補正制御を実行した場合であっても、例えば、車両と目標走行ラインとの間の距離が次第に大きくなるような場合、走行支援制御を停止し、車両の操舵を運転者による操作に委ねることが考えられる。

40

【0007】

この場合、車両は大きく偏向する状態となっているので、走行支援制御の停止とともに補正制御を停止すると、運転者による操舵操作の負担が大きくなるという問題がある。一方、走行支援制御の停止後において補正制御と同等の制御を継続すると（即ち、例えば、実際の操舵トルクが「補償制御量に対応する操舵トルク」に一致するように操舵アクチュエータを駆動すると）、操舵操作に対する車両の旋回特性が、異常状態が発生する前と比べて大きくなり難い。この場合、運転者による操舵操作の負担は小さくなるが、運転者は

50

操舵操作を行う際に違和感を感じ難くなるので、車両に異常が生じていることを認識し難いという問題が生じる。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされた。即ち、本発明の目的の一つは、走行支援制御（自動運転制御）の実行中に異常が発生し、その結果、走行支援制御から運転者の手動運転に移行させた場合に、運転者の運転負荷を軽減させるとともに、走行支援制御中に車両に異常が発生したことを運転者に認知させることができる車両走行支援装置を提供することである。

【0009】

本発明の車両走行支援装置（以下、「本発明装置」と称呼される場合がある。）は、車両が当該車両の走行している道路に沿って走行するように前記車両の進行方向を変更可能な旋回制御量を前記道路に関する情報に基いて変更する走行支援制御を実行する通常制御部（10b）を備える。

車両走行支援装置は、更に、

前記走行支援制御の実行中に前記車両の状態が前記走行支援制御によっては前記車両を前記道路に沿って走行させることができる可能性が低い異常状態になったか否かを判定し、前記車両の状態が前記異常状態になったと判定した場合、前記車両の進行方向を変更可能であり且つ前記可能性を高める補償制御量の第1の値（ Trc 、 Mrc 、 Yrb ）を前記車両の走行状況を示すパラメータに応じて変更する補正制御を、前記走行支援制御に加えて実行する補正制御部（10c）と、

前記補正制御の実行中に所定の終了条件が成立したか否かを判定し、前記終了条件が成立したと判定した場合、前記終了条件が成立した時点以降において、前記走行支援制御及び前記補正制御の両方を停止し、且つ、前記車両の運転者が前記車両を前記道路に沿って走行させるように操舵操作を行う場合に前記車両の進行方向を変更可能であり且つ前記車両の前記道路に沿う走行を容易にする前記補償制御量の第2の値（ Trc' 、 Mrc' 、 Yrb' ）を前記車両の走行状況を示すパラメータに応じて変更する補償制御を実行する補償制御部（10d）と、

を備える。

【0010】

前記補償制御部は、前記補償制御量の前記第2の値が、前記終了条件が成立した時点以降において前記補正制御を継続したと仮定した場合に前記補正制御部によって決定される前記補償制御量の前記第1の値により前記車両に発生する旋回運動と同じ向きの旋回運動を前記車両に発生させ且つ前記第1の値の大きさよりも小さい大きさを有する値になるように、前記補償制御量の前記第2の値を変更するように構成されている。

【0011】

本発明装置は、走行支援制御が終了した時点以降において、補償制御量の第2の値に基いて補償制御を実行する。従って、車両の運転者が車両を道路に沿って走行させるように操舵操作を行う場合に、運転者の運転負荷（操舵に要する負担）を補償制御量の第2の値に相当する分だけ軽減することができる。

【0012】

更に、本発明装置によれば、終了条件が成立した時点（即ち、走行支援制御が終了した時点）以降において、補償制御における補償制御量の第2の値が、終了条件が成立した時点以降において補正制御を継続したと仮定した場合に補正制御部によって決定される補償制御量の第1の値により車両に発生する旋回運動と同じ向きの旋回運動を前記車両に発生させる値であって、前記第1の値の大きさよりも小さい大きさを有する値に設定される。例えば、運転者は、走行支援制御が終了した以降のある特定時点において、その特定時点での走行状況（道路の曲率及び車速等）に基いて、「経験上、必要と思われる操舵量（以降、「経験に基く操舵量」と称呼する。）」にて操舵ハンドルを操作しようとする。しかし、走行支援制御が終了した以降の補償制御における補償制御量の第2の値の大きさは、その特定時点での補正制御を実行したと仮定した場合に決定される補償制御量の第1の値

の大きさよりも小さくなる。従って、運転者は、経験に基く操舵量よりも大きい操舵量で操舵ハンドルを操作する必要があるが生じる。よって、運転者は違和感を感じる。このように、本発明置は、運転者に対して自車両に異常が発生していることを認知させることができる。

【0013】

本発明装置の一の態様において、前記通常制御部は、前記旋回制御量として、前記車両の操舵トルクに対応する制御量を使用するように構成され、

前記補正制御部は、前記補償制御量として、前記旋回制御量を補正する操舵トルクに対応する制御量を使用するように構成され、

前記補償制御部は、前記補償制御量として、前記車両の操舵トルクに対応する制御量を使用するように構成されている。

10

【0014】

本態様の車両走行支援装置は、車両の操舵トルクに対応する制御量を用いて、走行支援制御、補正制御及び補償制御を実行することができる。

【0015】

本発明装置の一の態様において、前記通常制御部は、少なくとも前記道路に関する情報に基いて目標走行ライン（TL）を決定し、前記車両が前記目標走行ラインに沿って走行するように前記旋回制御量を変更するように構成され、

前記補正制御部は、前記車両と前記目標走行ラインとの間の距離の大きさが第1閾値（Th1）以上である状態が第1時間閾値（Tm1）以上継続した場合（ステップ1020：Yes）、前記車両の状態が前記異常状態になったと判定するように構成されている。

20

【0016】

例えば、車両が走行している間に、左右のタイヤ空気圧の差が大きくなったり又はホイールアライメントが変化したりする異常が生じる場合がある。この場合、車両の道路幅方向における位置が目標走行ラインに対して左右の何れかに偏る可能性が高い。本態様の車両走行支援装置は、車両と走行支援制御のための目標走行ラインとの間の距離の大きさに基いて、上述の異常が発生したか否かを判定することができる。

【0017】

本発明装置の一の態様において、前記補償制御部は、前記補正制御の開始時点から、前記車両と前記目標走行ラインとの間の距離の大きさが前記第1閾値よりも小さい第2閾値（Th2）以下とならない状態が第2時間閾値（Tm2）以上継続した場合（ステップ1035：Yes）、前記終了条件が成立したと判定するように構成されている。

30

【0018】

車両は一時的な横風及び／又は道路の路面状況の一時的な変化等により目標走行ラインに対して左右の何れかにずれる可能性がある。このような異常は一時的な異常であり、一定時間が経過した後に解消される可能性が高い。本態様の車両走行支援装置は、車両と目標走行ラインとの間の距離の大きさが第1閾値よりも小さい第2閾値以下とならない状態が第2時間閾値以上継続した場合にのみ、終了条件が成立したと判定する。従って、車両の異常状態が一時的である場合、本態様の車両走行支援装置は、走行支援制御及び補正制御を継続して実行できる。

40

【0019】

本発明装置の一の態様において、前記補正制御部は、前記走行状況を示すパラメータとして前記車両と前記目標走行ラインとの間の距離を使用するように構成され、

前記補償制御部は、前記補償制御量の前記第2の値として、前記補正制御部が算出する前記補償制御量の前記第1の値と1未満の正のゲインとの積を採用するように構成されている。

【0020】

本態様の車両走行支援装置は、終了条件が成立した時点以降において、補正制御における補償制御量の第1値に対してゲインを乗算して補償制御量の第2の値を算出することにより、補償制御をも実行することができる。

50

【0021】

上記説明においては、本発明の理解を助けるために、後述する実施形態に対応する発明の構成に対し、その実施形態で用いた名称及び／又は符号を括弧書きで添えている。しかしながら、本発明の各構成要素は、前記名称及び／又は符号によって規定される実施形態に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の本実施形態に係る車両走行支援装置の概略構成図である。

【図2】走行レーンの中央ラインに基いて決定される目標走行ラインを用いた車線維持制御を説明するための平面図である。

【図3】先行車軌跡に基いて決定される目標走行ラインを用いた車線維持制御を説明するための平面図である。

【図4】先行車の先行車軌跡を走行レーンの中央ラインに基いて補正する処理を説明するための図である。

【図5】本発明の本実施形態に係る走行支援装置の補正制御を説明するための平面図である。

【図6】車両が目標走行ラインに対して右側に偏向した状況を説明するための平面図である。

【図7】図6の状況において本実施形態に係る走行支援ECUの作動を説明する図である。

【図8】本発明の本実施形態に係る走行支援ECUが実行する「LTC開始／終了判定ルーチン」を示したフローチャートである。

【図9】本発明の本実施形態に係る走行支援ECUが実行する「LTC実行ルーチン」を示したフローチャートである。

【図10】本発明の本実施形態に係る走行支援ECUが実行する「補正制御開始／終了判定ルーチン」を示したフローチャートである。

【図11】本発明の本実施形態に係る走行支援ECUが実行する「補償制御実行ルーチン」を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、添付図面は本発明の原理に則った具体的な実施形態を示しているが、これらは本発明を理解するための例であり、本発明を限定的に解釈するために用いられるべきでない。

【0024】

<構成>

本発明の実施形態に係る車両走行支援装置（以下、「本実施装置」と称呼される場合がある。）は、車両（自動車）に適用される。本実施装置が適用される車両は、他の車両と区別するために「自車両」と称呼される場合がある。本実施装置は、図1に示したように、走行支援ECU10、エンジンECU20、ブレーキECU30、ステアリングECU40、及び、表示ECU50を備えている。

【0025】

これらのECUは、マイクロコンピュータを主要部として備える電気制御装置（Electric Control Unit）であり、図示しないCAN（Controller Area Network）を介して相互に情報を送信可能及び受信可能に接続されている。本明細書において、マイクロコンピュータは、CPU、RAM、ROM及びインターフェース（I/F）等を含む。例えば、走行支援ECU10は、CPU10v、RAM10w、ROM10x及びインターフェース（I/F）10y等を含むマイクロコンピュータを備える。CPU10vはROM10xに格納されたインストラクション（プログラム、ルーチン）を実行することにより各種機能を実現するようになっている。

【0026】

走行支援 ECU 10 は、以下に列挙するセンサ（スイッチを含む。）と接続されていて、それらのセンサの検出信号又は出力信号を受信するようになっている。なお、各センサは、走行支援 ECU 10 以外の ECU に接続されていてもよい。その場合、走行支援 ECU 10 は、センサが接続された ECU から CAN を介してそのセンサの検出信号又は出力信号を受信する。

【0027】

アクセルペダル操作量センサ 11 は、自車両のアクセルペダル 11a の操作量（アクセル開度）を検出し、アクセルペダル操作量 AP を表す信号を出力するようになっている。

ブレーキペダル操作量センサ 12 は、自車両のブレーキペダル 12a の操作量を検出し、ブレーキペダル操作量 BP を表す信号を出力するようになっている。

10

【0028】

操舵角センサ 13 は、自車両の操舵角を検出し、操舵角 θ を表す信号を出力するようになっている。操舵角 θ の値は、操舵ハンドル SW を所定の基準位置（即ち、中立位置）から第 1 方向（左方向）に回転させた場合に正の値となり、操舵ハンドル SW を所定の基準位置から第 1 方向とは反対の第 2 方向（右方向）に回転させた場合に負の値になる。

操舵トルクセンサ 14 は、操舵ハンドル SW の操作により自車両のステアリングシャフト US に加わる操舵トルクを検出し、操舵トルク Tra を表す信号を出力するようになっている。なお、操舵トルク Tra の値は、操舵ハンドル SW を第 1 方向（左方向）に回転させようとするトルクである場合に正の値となり、操舵ハンドル SW を第 2 方向（右方向）に回転させようとするトルクである場合に負の値になる。

20

車速センサ 15 は、自車両の走行速度（車速）を検出し、車速 SPD を表す信号を出力するようになっている。

【0029】

周囲センサ 16 は、少なくとも自車両の前方の道路に関する情報、及び、その道路に存在する立体物に関する情報を取得するようになっている。立体物は、例えば、歩行者、自転車及び自動車などの移動物、並びに、電柱、樹木及びガードレールなどの固定物を表す。以下、これらの立体物は「物標」と称呼される場合がある。周囲センサ 16 は、レーダセンサ 16a 及びカメラセンサ 16b を備えている。

【0030】

レーダセンサ 16a は、例えば、ミリ波帯の電波（以下、「ミリ波」と称呼する。）を少なくとも自車両の前方領域を含む自車両の周辺領域に放射し、放射範囲内に存在する物標によって反射されたミリ波（即ち、反射波）を受信する。更に、レーダセンサ 16a は、物標の有無について判定し、且つ、自車両と物標との相対関係を示すパラメータ（即ち、自車両に対する物標の位置、自車両と物標との間の距離、及び、自車両と物標との相対速度等）を演算して出力するようになっている。

30

【0031】

より具体的に述べると、レーダセンサ 16a はミリ波送受信部及び処理部を備えている。その処理部は、ミリ波送受信部から送信したミリ波とミリ波送受信部が受信した反射波との位相差、反射波の減衰レベル及びミリ波を送信してから反射波を受信するまでの時間等に基づいて、自車両と物標との相対関係を示すパラメータを所定時間の経過毎に取得する。このパラメータは、検出した各物標（ n ）に対する、車間距離（縦距離） $Dfx(n)$ 、相対速度 $Vfx(n)$ 、横距離 $Dfy(n)$ 及び相対横速度 $Vfy(n)$ 等を含む。

40

【0032】

車間距離 $Dfx(n)$ は、自車両と物標（ n ）（例えば、先行車）との間の自車両の中心軸（自車両の幅方向の中心を通り且つ自車両の前後方向に延びる軸、即ち、後述する x 軸）に沿った距離である。

相対速度 $Vfx(n)$ は、物標（ n ）（例えば、先行車）の速度 Vs と自車両の速度 Vj との差（ $=Vs - Vj$ ）である。物標（ n ）の速度 Vs は自車両の進行方向（即ち、後述する x 軸の方向）における物標（ n ）の速度である。

横距離 $Dfy(n)$ は、「物標（ n ）の中心位置（例えば、先行車の車幅中心位置）」

50

の、自車両の中心軸と直交する方向（即ち、後述する y 軸方向）における同中心軸からの距離である。横距離 $Dfy(n)$ は「横位置」とも称呼される。

相対横速度 $Vfy(n)$ は、物標 (n) の中心位置（例えば、先行車の車幅中心位置）の、自車両の中心軸と直交する方向（即ち、後述する y 軸方向）における速度である。

【0033】

カメラセンサ 16b は、ステレオカメラ及び画像処理部を備え、車両前方の左側領域及び右側領域の風景を撮影して左右一对の画像データを取得する。カメラセンサ 16b は、その撮影した左右一对の画像データに基いて、物標の有無について判定し、且つ、自車両と物標との相対関係を示すパラメータを演算し、判定結果及び演算結果を出力するようになっている。この場合、走行支援 ECU10 は、レーダセンサ 16a によって得られた自
10
車両と物標との相対関係を示すパラメータと、カメラセンサ 16b によって得られた自車両と物標との相対関係を示すパラメータと、を合成することにより、自車両と物標との相対関係を示すパラメータを決定する。

【0034】

更に、カメラセンサ 16b は、その撮影した左右一对の画像データに基いて、道路（自車両が走行している走行レーン）の左及び右の区画線を認識し、道路の形状（例えば、道路の曲率）、及び、道路と自車両との位置関係を表すパラメータを算出する。道路と自車両との位置関係を表すパラメータは、例えば、自車両が走行しているレーンの左端又は右端から自車両の車幅方向の中心位置までの距離である。この距離は、「自車両横位置」と称呼される。道路の形状及び道路と自車両との位置関係等を含む車線に関する情報は「車
20
線情報」と称呼される。なお、区画線は、白線及び黄色線等を含むが、以下では、区画線が白線であると仮定して説明する。

【0035】

周囲センサ 16 によって取得された物標に関する情報（自車両と物標との相対関係を示すパラメータを含む。）は「物標情報」と称呼される。周囲センサ 16 は、所定のサンプリング時間が経過するたびに、物標情報及び車線情報を走行支援 ECU10 に送信する。なお、周囲センサ 16 は、必ずしも、レーダセンサ及びカメラセンサの両方を備える必要はなく、例えば、カメラセンサのみを含んでいてもよい。

【0036】

操作スイッチ 17 は、運転者により操作されるスイッチである。運転者は、操作スイッチ 17 を操作することにより、後述する追従車間距離制御を実行するか否かを選択することができる。更に、運転者は、操作スイッチ 17 を操作することにより、後述する車線維持制御を実行するか否かを選択することができる。
30

【0037】

ヨーレートセンサ 18 は、自車両のヨーレートを検出し、実ヨーレート YRt を出力するようになっている。なお、ヨーレートは、自車両のヨー角の単位時間あたりの変化量がゼロであるときにゼロになり、自車両のヨー角が左旋回方向へ変化するときには正の値となり、自車両のヨー角が右旋回方向へ変化するときには負の値になる。

【0038】

エンジン ECU20 は、エンジンアクチュエータ 21 に接続されている。エンジンアクチュエータ 21 は、内燃機関 22 のスロットル弁の開度を変更するスロットル弁アクチュエータを含む。エンジン ECU20 は、エンジンアクチュエータ 21 を駆動することによって、内燃機関 22 が発生するトルクを変更することができる。内燃機関 22 が発生するトルクは、図示しない変速機を介して図示しない駆動輪に伝達されるようになっている。従って、エンジン ECU20 は、エンジンアクチュエータ 21 を制御することによって、自車両の駆動力を制御し加速状態（加速度）を変更することができる。なお、自車両が、ハイブリッド車両である場合、エンジン ECU20 は、車両駆動源としての「内燃機関及び電動機」の何れか一方又は両方によって発生する自車両の駆動力を制御することができる。更に、自車両が電気自動車である場合、エンジン ECU20 は、車両駆動源としての電動機によって発生する自車両の駆動力を制御することができる。
40
50

【0039】

ブレーキECU30は、ブレーキアクチュエータ31に接続されている。ブレーキアクチュエータ31は、ブレーキペダル12aの踏力によって作動油を加圧する図示しないマスタシリンダと、左右前後輪に設けられる摩擦ブレーキ機構32との間の油圧回路に設けられている。ブレーキアクチュエータ31は、ブレーキECU30からの指示に応じて、摩擦ブレーキ機構32のブレーキキャリパ32bに内蔵されたホイールシリンダに供給する油圧を調整する。その油圧によりホイールシリンダが作動することによりブレーキパッドがブレーキディスク32aに押し付けられて摩擦制動力が発生する。従って、ブレーキECU30は、ブレーキアクチュエータ31を制御することによって、自車両の制動力を制御し加速状態（減速度、即ち、負の加速度）を変更することができる。

10

【0040】

ステアリングECU40は、周知の電動パワーステアリングシステムの制御装置であって、モータドライバ41に接続されている。モータドライバ41は、転舵用モータ42に接続されている。転舵用モータ42は、車両の「操舵ハンドルSW、操舵ハンドルSWに連結されたステアリングシャフトUS及び操舵用ギア機構等を含む、図示しないステアリング機構」に組み込まれている。転舵用モータ42は、モータドライバ41を介して図示しない車両のバッテリーから供給される電力によってトルクを発生し、このトルクによって操舵アシストトルクを発生したり、左右の操舵輪を転舵したりすることができる。即ち、転舵用モータ42は、自車両の舵角（操舵角）を変更することができる。

20

【0041】

表示ECU50は、ブザー51及び表示器52に接続されている。表示ECU50は、走行支援ECU10からの指示に応じ、ブザー51を鳴動させて運転者への注意喚起を行うことができる。更に、表示ECU50は、走行支援ECU10からの指示に応じて、表示器52に注意喚起用のマーク（例えば、ウォーニングランプ）を点灯させたり、警報画像を表示したり、警告メッセージを表示したり、走行支援制御の作動状況を表示したりすることができる。なお、表示器52はヘッドアップディスプレイであるが、他のタイプのディスプレイであってもよい。

【0042】

次に、走行支援ECU10の作動の概要について説明する。走行支援ECU10は、「追従車間距離制御」及び「車線維持制御」を実行できるようになっている。

30

【0043】

<追従車間距離制御（ACC：Adaptive Cruise Control）>

追従車間距離制御は、物標情報に基いて、自車両の前方領域であって自車両の直前を走行している先行車（後述するACC追従対象車）と自車両との車間距離を所定の距離に維持しながら、自車両を先行車に追従させる制御である。追従車間距離制御自体は周知である（例えば、特開2014-148293号公報、特開2006-315491号公報、特許第4172434号明細書、及び、特許第4929777号明細書等を参照。）。従って、以下、簡単に説明する。

【0044】

走行支援ECU10は、操作スイッチ17の操作によって追従車間距離制御が要求されている場合、追従車間距離制御を実行する。

40

【0045】

より具体的に述べると、走行支援ECU10は、追従車間距離制御が要求されている場合、周囲センサ16により取得した物標情報に基いてACC追従対象車を選択する。例えば、走行支援ECU10は、検出した物標（n）の横距離 $Dfy(n)$ と車間距離 $Dfx(n)$ とから特定される物標（n）の相対位置が追従対象車両エリア内に存在するか否かを判定する。追従対象車両エリアは、自車両の車速及び自車両のヨーレートに基いて推定される自車両の進行方向における距離が長くなるほど、その進行方向に対する横方向の距離の絶対値が小さくなるように予め定められたエリアである。そして、走行支援ECU10は、物標（n）の相対位置が追従対象車両エリア内に所定時間以上に渡って存在する場

50

合、その物標（ n ）をACC追従対象車として選択する。なお、相対位置が追従対象車両エリア内に所定時間以上に渡って存在する物標が複数存在する場合、走行支援ECU10は、それらの物標の中から車間距離 $Dfx(n)$ が最小の物標をACC追従対象車として選択する。

【0046】

更に、走行支援ECU10は、目標加速度 $Gtgt$ を下記（1）式及び（2）式の何れかに従って算出する。（1）式及び（2）式において、 $Vfx(a)$ はACC追従対象車（ a ）の相対速度であり、 $k1$ 及び $k2$ は所定の正のゲイン（係数）であり、 $\Delta D1$ は「ACC追従対象車（ a ）の車間距離 $Dfx(a)$ 」から「目標車間距離 $Dtgt$ 」を減じることにより得られる車間偏差（ $=Dfx(a) - Dtgt$ ）である。なお、目標車間距離 $Dtgt$ は、運転者により操作スイッチ17を用いて設定される目標車間時間 $Ttgt$ に自車両100の車速 SPD を乗じることにより算出される（即ち、 $Dtgt = Ttgt \cdot SPD$ ）。

10

【0047】

走行支援ECU10は、値（ $k1 \cdot \Delta D1 + k2 \cdot Vfx(a)$ ）が正又は「0」の場合に下記（1）式を使用して目標加速度 $Gtgt$ を決定する。 $ka1$ は、加速用の正のゲイン（係数）であり、「1」以下の値に設定されている。

走行支援ECU10は、値（ $k1 \cdot \Delta D1 + k2 \cdot Vfx(a)$ ）が負の場合に下記（2）式を使用して目標加速度 $Gtgt$ を決定する。 $kd1$ は、減速用の正のゲイン（係数）であり、本例においては「1」に設定されている。

20

$$Gtgt \text{ (加速用)} = ka1 \cdot (k1 \cdot \Delta D1 + k2 \cdot Vfx(a)) \quad \cdots (1)$$

$$Gtgt \text{ (減速用)} = kd1 \cdot (k1 \cdot \Delta D1 + k2 \cdot Vfx(a)) \quad \cdots (2)$$

【0048】

なお、追従対象車両エリアに物標が存在しない場合、走行支援ECU10は、自車両の車速 SPD が「目標車間時間 $Ttgt$ に応じて設定される目標速度」に一致するように、目標速度と車速 SPD に基づいて目標加速度 $Gtgt$ を決定する。

【0049】

走行支援ECU10は、車両の加速度が目標加速度 $Gtgt$ に一致するように、エンジンECU20を用いてエンジンアクチュエータ21を制御するとともに、必要に応じてブレーキECU30を用いてブレーキアクチュエータ31を制御する。このように、走行支援ECU10は、機能上、CPUにより実現される「追従車間距離制御（ACC）を実行するACC制御部（追従車間距離制御手段）10a」を有している。

30

【0050】

<車線維持制御（LTC：Lane Trace Control）>

走行支援ECU10は、追従車間距離制御の実行中に、操作スイッチ17の操作によって車線維持制御が要求されている場合、車線維持制御を実行する。

【0051】

車線維持制御では、走行支援ECU10が、白線又は先行車の走行軌跡（即ち、先行車軌跡）、若しくは、これらの両方を活用して、目標走行ライン（目標走行路）を決定（設定）する。走行支援ECU10は、自車両横位置が目標走行ライン付近に維持されるように、操舵トルクをステアリング機構に付与して自車両の操舵角を変更し、以て、運転者の操舵操作を支援する（例えば、特開2008-195402号公報、特開2009-190464号公報、特開2010-6279号公報、及び、特許第4349210号等を参照。）。このような車線維持制御は、「TJA（Traffic Jam Assist）」とも称呼される場合がある。

40

【0052】

以下、白線に基づいて決定される目標走行ラインを用いた車線維持制御について説明を加える。図2に示したように、走行支援ECU10は、周囲センサ16から送信されてくる車線情報に基づいて、自車両100が走行しているレーンである走行レーンを規定する「左白線LL及び右白線RL」についての情報を取得する。走行支援ECU10は、取得した

50

左白線 L L と右白線 R L との道路幅方向における中央位置を結ぶラインを「走行レーンの中央ライン L M」として推定する。

【0053】

更に、走行支援 E C U 1 0 は、走行レーンの中央ライン L M のカーブ半径 R 及び曲率 C L (= 1 / R) と、左白線 L L と右白線 R L とで区画される走行レーンにおける自車両 1 0 0 の位置及び向きと、を演算する。より具体的に述べると、走行支援 E C U 1 0 は、図 2 に示したように、自車両 1 0 0 の車幅方向の中央位置と走行レーンの中央ライン L M との間の y 軸方向（実質的には道路幅方向）の距離 d L と、中央ライン L M の方向（接線方向）と自車両 1 0 0 の進行方向とのずれ角 θL （ヨー角 θL ）と、を演算する。これらのパラメータは、走行レーンの中央ライン L M を目標走行ライン T L として設定した場合の車線維持制御に必要な目標走路情報（目標走行ライン T L の曲率 C L、目標走行ライン T L に対するヨー角 θL 、並びに、目標走行ライン T L に対する道路幅方向の距離 d L）である。なお、図 2 に示した x - y 座標は、自車両 1 0 0 の前後方向に延びる中心軸を x 軸、これに直交する軸を y 軸とし、自車両 1 0 0 の現在位置を原点（x = 0、y = 0）とする座標である。

10

【0054】

走行支援 E C U 1 0 は、車線維持制御を実行する際、所定時間が経過するごとに、曲率 C L、車速 S P D、ヨー角 θL 及び距離 d L を下記の（3）式に適用することにより目標ヨーレート Y R c * を算出する。（3）式において、K 1、K 2 及び K 3 は制御ゲインである。

20

$$Y R c * = K 1 \times d L + K 2 \times \theta L + K 3 \times C L \times S P D \quad \cdots (3)$$

【0055】

更に、走行支援 E C U 1 0 は、目標ヨーレート Y R c *、実ヨーレート Y R t 及び車速 S P D をルックアップテーブル M a p (Y R c *、Y R t、S P D) に適用することにより、目標ヨーレート Y R c * を得るための目標操舵トルク T r * を求める（即ち、T r * = M a p (Y R c *、Y R t、S P D)）。そして、走行支援 E C U 1 0 は、実際の操舵トルク T r a が目標操舵トルク T r * に一致するように、ステアリング E C U 4 0 を用いて転舵用モータ 4 2 を制御する。ルックアップテーブル M a p (Y R c *、Y R t、S P D) は R O M 1 0 x に記憶されている。

30

【0056】

「目標操舵トルク T r *」は、自車両の進行方向を変更可能な制御量（即ち、自車両の舵角を変更可能な制御量）であり、便宜上、「旋回制御量」と称呼される場合がある。以上が、白線に基いて決定される目標走行ラインを用いた車線維持制御の概要である。

【0057】

次に、先行車軌跡に基いて決定される目標走行ラインを用いた車線維持制御について説明を加える。このような車線維持制御は「追従操舵制御」とも称呼される。目標走行ラインを決定するためにその先行車軌跡が用いられる先行車は、「操舵追従先行車」とも称呼される。走行支援 E C U 1 0 は、目標走行ラインを決定するための先行車軌跡の作成対象となる物標である先行車（即ち、操舵追従先行車）を A C C 追従対象車と同様に特定する。

40

【0058】

図 3 に示したように、走行支援 E C U 1 0 は、先行車軌跡 L 1 の作成対象となる物標である先行車 1 1 0 を特定して、自車両 1 0 0 の位置に対する所定時間毎の先行車 1 1 0 の位置情報を含む物標情報に基いて先行車軌跡 L 1 を作成する。例えば、走行支援 E C U 1 0 は、先行車 1 1 0 の位置情報を上述した x - y 座標の位置座標データに変換する。例えば、図 3 の (x 1、y 1)、(x 2、y 2)、(x 3、y 3) 及び (x 4、y 4) は、このように変換された先行車 1 1 0 の位置座標データの例である。走行支援 E C U 1 0 は、当該位置座標データに対して曲線フィッティング処理を実行することにより、先行車 1 1

50

0の先行車軌跡L1を作成する。フィッティング処理に用いられる曲線は3次関数 $f(x)$ である。フィッティング処理は、例えば、最小二乗法により実行される。

【0059】

走行支援ECU10は、先行車110の先行車軌跡L1と、自車両100の位置及び向きとに基づいて、先行車軌跡L1を目標走行ラインTLとして設定した場合の車線維持制御に必要な目標走路情報（以下の d_v 、 θ_v 、 C_v 及び C_v' ）を演算する。

【0060】

d_v ：現在位置（ $x=0$ 、 $y=0$ ）の自車両100の車幅方向の中央位置と先行車軌跡L1との間の y 軸方向（実質的には道路幅方向）の距離 d_v 。

θ_v ：自車両100の現在位置（ $x=0$ 、 $y=0$ ）に対応する先行車軌跡L1の方向（接線方向）と自車両100の進行方向（ x 軸の+の方向）とのずれ角（ヨー角）。

C_v ：自車両100の現在位置（ $x=0$ 、 $y=0$ ）に対応する位置（ $x=0$ 、 $y=d_v$ ）の先行車軌跡L1の曲率。

C_v' ：曲率変化率（先行車軌跡L1の任意の位置（ $x=x_0$ 、 x_0 は任意の値）での単位距離（ Δx ）当たりの曲率変化量）。

【0061】

そして、走行支援ECU10は、式（3）において、 d_L を d_v に置換し、 θ_L を θ_v に置換し、 C_L を C_v に置換することにより目標ヨーレート YRc^* を演算する。更に、走行支援ECU10は、目標ヨーレート YRc^* を得るための目標操舵トルク Tr^* を、ルックアップテーブルMap（ YRc^* 、 YRt 、 SPD ）を用いて演算する。走行支援ECU10は、実際の操舵トルク Tra が目標操舵トルク Tr^* に一致するように、ステアリングECU40を用いて転舵用モータ42を制御する。

以上が、先行車軌跡に基づいて決定される目標走行ラインを用いた車線維持制御の概要である。

【0062】

なお、走行支援ECU10は、先行車軌跡L1と走行レーンの中央ラインLMとの組み合わせによって目標走行ラインTLを作成してもよい。より具体的に述べると、例えば、図4に示すように、走行支援ECU10は、先行車軌跡L1が「先行車軌跡L1の形状（曲率）を維持した軌跡であって且つ自車両100の近傍における中央ラインLMの位置及び当該中央ラインLMの方向（接線方向）と一致した軌跡」となるように、先行車軌跡L1を補正する。そして、走行支援ECU10は、その「補正した先行車軌跡L2」を目標走行ラインTLとして決定してもよい。

【0063】

例えば、走行支援ECU10は、以下に述べる（a）乃至（d）のように、先行車の有無及び白線の認識状況に応じて目標走行ラインTLを設定して車線維持制御を実行する。

（a）左右の白線が遠方まで認識できている場合、走行支援ECU10は、走行レーンの中央ラインLMに基づいて目標走行ラインTLを設定して車線維持制御を実行する。

（b）自車両の前方に操舵追従先行車が存在し且つ左右の白線の何れもが認識できていない場合、走行支援ECU10は、操舵追従先行車の先行車軌跡L1に基づいて目標走行ラインTLを設定して車線維持制御（追従操舵制御）を実行する。

（c）自車両の前方に操舵追従先行車が存在し且つ自車両の近傍の左右の白線が認識できている場合、走行支援ECU10は、操舵追従先行車の先行車軌跡L1を白線により補正した補正先行車軌跡L2を目標走行ラインTLとして設定して車線維持制御を実行する。

（d）自車両の前方に操舵追従先行車が存在せず且つ道路の白線が遠方まで認識できていない場合、走行支援ECU10は、車線維持制御をキャンセルする。

【0064】

以上のように、走行支援ECU10は、機能上、CPUにより実現される「自車両が目標走行ラインに沿って走行するように、自車両の操舵角を変更する車線維持制御を実行するLTC制御部（通常制御部、車線維持制御部、走行支援制御部）10b」を有している

。

【0065】

＜補正制御及び補償制御＞

走行支援ECU10は、車線維持制御の実行中に自車両に異常が発生した場合、補正制御を実行する。以下、補正制御について図5を参照して説明する。

【0066】

走行支援ECU10は、車線維持制御の実行中に自車両100が所定の特定状態であるか否かを判定する。本例において、特定状態とは、自車両100の車幅方向の中央位置と目標走行ラインTLとの間のy軸方向の距離dhの大きさ（絶対値） $|dh|$ が所定の第1閾値Th1以上である状態である。距離dhは「横偏差」とも称呼される。横偏差dhの値は、自車両100が目標走行ラインTLに対して左側にずれた位置を走行しているとき正の値となり、自車両100が目標走行ラインTLに対して右側にずれた位置を走行しているとき負の値となる。

10

【0067】

更に、走行支援ECU10は、車線維持制御の実行中に所定の異常条件が成立するか否かを判定する。異常条件は、「車両の状態が、車線維持制御によって車両を目標走行ラインTLに沿って走行させることができる可能性が低い状態である」かを判定するための条件である。具体的には、異常条件は、特定状態が所定の第1時間閾値Tm1以上継続したときに成立する。走行支援ECU10は、異常条件が成立したと判定したとき、車両が異常状態にあると判定する。

20

【0068】

走行支援ECU10は、異常条件が成立したと判定した場合（即ち、自車両100が異常状態にあると判定した場合）、以下に述べる補正制御の実行を開始する。即ち、先ず、走行支援ECU10は、基本の操舵制御量（即ち、目標操舵トルク Tr^* ）を補正するための補償操舵制御量（即ち、補償操舵トルク Tr^c ）を算出する。具体的には、走行支援ECU10は、横偏差dhと車速SPDと補償操舵トルク Tr^c との関係を規定するルックアップテーブルMap Tr^c (dh, SPD)に、実際の横偏差dh及び実際の車速SPDを適用することにより補償操舵トルク Tr^c を算出する。ルックアップテーブルMap Tr^c (dh, SPD)はROM10xに記憶されている。上述のように、補償操舵トルク Tr^c は、「自車両100の進行方向を変更可能であり、且つ、自車両100を目標走行ラインTLに沿って走行させることができる可能性を高める」ための制御量である。補償操舵トルク Tr^c は、便宜上、「補償制御量の第1の値」と称呼される場合がある。

30

【0069】

テーブルMap Tr^c (dh, SPD)によれば、横偏差dhが正の値である場合（即ち、自車両100が目標走行ラインTLに対して左側にずれた位置を走行している場合）、補償操舵トルク Tr^c は負の値に設定される。一方、横偏差dhが負の値である場合（即ち、自車両100が目標走行ラインTLに対して右側にずれた位置を走行している場合）、補償操舵トルク Tr^c は正の値に設定される。

【0070】

従って、走行支援ECU10は、車線維持制御の実行中に自車両100が異常状態にあると判定した場合、基本の操舵制御量（目標操舵トルク Tr^* ）に補償操舵制御量（補償操舵トルク Tr^c ）を加えた値（ $=Tr^*+Tr^c$ ）を最終的な操舵制御量として求め、実際の操舵トルク Tr^a が最終的な操舵制御量（ $=Tr^*+Tr^c$ ）に一致するように転舵用モータ42を制御する。この制御が、補正制御と称呼される制御である。

40

【0071】

このように、走行支援ECU10は、機能上、CPUにより実現される「車線維持制御の実行中に車両の異常状態が発生した場合、補正制御を車線維持制御に加えて実行する補正制御部10c」を有している。

【0072】

更に、走行支援ECU10は、車線維持制御の実行中に車両の異常状態が発生したと判

50

定した時点（即ち、補正制御を開始した時点）から第2時間閾値 T_{m2} が経過する時点までに横偏差 d_h が第2閾値 T_{h2} 未満にならない場合、終了条件が成立したと判定する。なお、第2閾値 T_{h2} は第1閾値 T_{h1} よりも小さい値であって、自車両100の位置が目標走行ライン T_L の近傍の位置まで戻されたか否かを判定するための閾値である。走行支援ECU10は、終了条件が成立したと判定したとき、目標操舵トルク T_r^* を急激に「0」にまで減少させることにより車線維持制御を終了する。

【0073】

但し、終了条件が成立した時点以降においても、走行支援ECU10は、車両の操舵トルクに対応する制御量（補償操舵制御量）に基く制御を継続する。車線維持制御の終了以降に実行される当該制御は、便宜上、「補償制御」と称呼される。走行支援ECU10は、車線維持制御が終了した以降において、補償制御に用いられる補償操舵トルク T_{rc}' を以下に述べるように算出する。

10

【0074】

補償操舵トルク T_{rc}' は、車線維持制御が終了した時点の走行状況（横偏差 d_h 及び実際の車速 SPD ）に基いて演算される補償操舵トルク T_{rc} と同じ符号（正又は負）を有する。即ち、補償操舵トルク T_{rc}' は、車線維持制御が終了した時点の走行状況に基いて演算される補償操舵トルク T_{rc} に対応する自車両の旋回運動と同じ向きへの旋回運動を生じさせる値である。従って、補償操舵トルク T_{rc}' は、車線維持制御が終了した以降において運転者が車両を道路に沿って走行させるように操舵操作を行う場合に「自車両100の道路に沿う走行を容易にする」ための制御量である。

20

【0075】

更に、補償操舵トルク T_{rc}' の大きさ（絶対値）は、補償操舵トルク T_{rc} の大きさ（絶対値）よりも小さい。より具体的には、走行支援ECU10は、車線維持制御が終了した時点の補償操舵トルク T_{rc} に対して「0よりも大きく且つ1未満の制御ゲイン K_{rc} 」を乗じることによって、車線維持制御が終了した後の補償制御のための補償操舵トルク T_{rc}' を求める。なお、補償操舵トルク T_{rc}' は、便宜上、「補償制御量の第2の値」と称呼される場合がある。

【0076】

走行支援ECU10は、補償操舵トルク T_{rc}' を最終的な操舵制御量として決定し、実際の操舵トルク T_{ra} が最終的な操舵制御量（ $=T_{rc}'$ ）に一致するように転舵用モータ42を制御する。この制御が、補償制御と称呼される制御である。

30

【0077】

このように、走行支援ECU10は、機能上、CPUにより実現される「補正制御を実行している状況にて車線維持制御を終了させた場合、車線維持制御が終了した以降において補償制御を実行する補償制御部10d」を有している。

【0078】

<処理の内容>

次に、車線維持制御の実行中に自車両100が目標走行ライン T_L に対して右側に偏向した場合の走行支援ECU10の作動について図6及び図7に示した例に従って説明する。車両100は時間 t_0 以前から追従車間距離制御（ACC）を実行している。なお、図6において、ACC追従対象車は省略されている。

40

【0079】

時間 t_0 にて、車両100は左カーブ610を走行している。このとき、運転者は、操舵ハンドルSWを所定の基準位置から第1方向（左方向）に回転させている。従って、図7に示すように、時間 t_0 にて運転者の操舵量（運転者によって入力された操舵トルク）は正の値となる。

【0080】

時間 t_1 にて、運転者は、操作スイッチ17を操作して車線維持制御の実行を要求する。従って、走行支援ECU10は、時間 t_1 にて、目標走行ライン T_L を設定して車線維持制御を開始する。走行支援ECU10は、目標走行ライン T_L に基いて基本の操舵制御

50

量（目標操舵トルク T_r^* ）を演算する。この場合、車両100は左カーブ610を走行していて、且つ、目標走行ライン T_L の近傍を走行しているので、図7に示すように、目標操舵トルク T_r^* は正の値となる。走行支援ECU10は、実際の操舵トルク T_{ra} が目標操舵トルク T_r^* に一致するように転舵用モータ42を制御する（即ち、車線維持制御を実行する。）。なお、車線維持制御の開始に伴い、運転者の操舵量はゼロとなる。

【0081】

走行支援ECU10は、時間 t_1 以降において所定時間が経過するごとに横偏差 d_h を演算する。図6及び図7に示した例においては、時間 t_2 にて、横偏差 d_h の大きさ（絶対値） $|d_h|$ が第1閾値 T_{h1} 以上になる（即ち、自車両100が特定状態となる。）

10

【0082】

その後、時間 t_3 にて、上記の特定状態が所定の第1時間閾値 T_{m1} 以上継続したので、異常条件が成立する。従って、走行支援ECU10は、自車両100が異常状態であると判定する。このため、走行支援ECU10は、時間 t_3 から補正制御を開始する。走行支援ECU10は、上述したように、基本の操舵制御量（目標操舵トルク T_r^* ）を補正するための補償操舵制御量（補償操舵トルク T_{rc} ）を演算する。いま、自車両100が目標走行ライン T_L に対して右側にずれた位置を走行しているので、補償操舵トルク T_{rc} は正の値となる。走行支援ECU10は、目標操舵トルク T_r^* に補償操舵トルク T_{rc} を加えた値（ $=T_r^*+T_{rc}$ ）を最終的な操舵制御量として求め、実際の操舵トルク T_{ra} が最終的な操舵制御量（ $=T_r^*+T_{rc}$ ）に一致するように転舵用モータ42を制御する（即ち、車線維持制御に加えて補正制御を実行する。）。

20

【0083】

補正制御を開始した後も、走行支援ECU10は、所定時間が経過するごとに、横偏差 d_h を演算する。走行支援ECU10は、横偏差 d_h の大きさ $|d_h|$ が第2閾値 T_{h2} 未満になったか否かを判定する。横偏差 d_h の大きさ $|d_h|$ が第2閾値 T_{h2} 未満になった場合、走行支援ECU10は、補正制御を終了させる。

【0084】

図6及び図7の例においては、横偏差 d_h の大きさ $|d_h|$ が第2閾値 T_{h2} 未満になることなく、時間 t_4 にて、補正制御を開始した時点（時間 t_3 ）からの経過時間が第2時間閾値 T_{m2} 以上となる。従って、終了条件が成立する。走行支援ECU10は、時間 t_4 にて、車線維持制御を終了させ、車両100の操舵を運転者の手動運転による操舵へと移行させる。従って、図7に示すように、時間 t_4 の直後において基本の操舵制御量（目標操舵トルク T_r^* ）は急減してゼロとなる。これに伴い、運転者は操舵ハンドルSWの操作を開始する。

30

【0085】

一方で、車線維持制御を終了した以降（時間 t_4 以降）において、走行支援ECU10は、補償操舵トルク T_{rc} に基づく補正制御を停止し、補償操舵トルク T_{rc}' に基づく補償制御を実行する。このとき、走行支援ECU10は、車線維持制御が終了した時点の補償操舵トルク T_{rc} に制御ゲイン K_{rc} （ $0<K_{rc}<1$ ）を乗じることによって、車線維持制御が終了した後の補償制御のための補償操舵トルク T_{rc}' を求める。本例において、補償操舵トルク T_{rc}' は、車線維持制御が終了した時点の補償操舵トルク T_{rc} （ $=T_{end}$ ）よりも D_r （ $=(1-K_{rc})\cdot T_{end}$ ）だけ小さい値である。走行支援ECU10は、実際の操舵トルク T_{ra} が最終的な操舵制御量（ $=T_{rc}'$ ）に一致するように転舵用モータ42を制御する（即ち、補償制御を実行する。）。

40

【0086】

なお、本例においては、車線維持制御を終了した以降（時間 t_4 以降）において、走行支援ECU10は、補正制御によって算出された補償操舵トルク T_{rc} に基いて補償制御のための補償操舵トルク T_{rc}' を求める。従って、車線維持制御を終了した以降において、補正制御による補償操舵トルク T_{rc} の算出を継続させながら補償操舵トルク T_{rc} の値を制御ゲイン K_{rc} によって変化させることにより、補償制御を実行することができ

50

る。

【0087】

図6の例では、「車線維持制御の開始前の左カーブ610の曲率」と「車線維持制御の終了時点での左カーブ610の曲率」とがほぼ同じであると仮定する。この場合、自車両100の操舵が、車線維持制御による操舵から手動運転による操舵へと移行したとき、運転者は、自車両の走行状況（左カーブ610の曲率）を考慮して、車線維持制御が開始する前の操舵量（即ち、時間 t_0 から時間 t_1 までの操舵量）とほぼ同じ操舵量で操舵ハンドルSWを操作しようとする。しかし、上述したように、車線維持制御が終了した後の補償操舵トルク T_{rc}' が、車線維持制御を終了した時点での補償操舵トルク T_{rc} （= T_{end} ）に比べて D_r だけ小さくなる。従って、自車両100の位置を左カーブ610内に維持しようとする場合、運転者は、車線維持制御が開始する前の操舵量（即ち、時間 t_0 から時間 t_1 までの操舵量）に比べて、少なくとも D_r だけ大きい操舵量を操舵ハンドルSWに加える必要がある。従って、運転者は、違和感を感じるので、自車両100に異常が発生していることを認知することができる。その一方、本実施装置は、車線維持制御の終了後においても補償操舵トルク T_{rc}' をステアリング機構に付与するので、運転者の運転負荷（操舵に要する負担）を補償操舵トルク T_{rc}' に相当する分だけ軽減することができる。

10

【0088】

なお、「車線維持制御の開始前の左カーブ610の曲率」と「車線維持制御の終了以降のある特定の時点での左カーブ610の曲率」が異なる場合でも上記と同様の効果を奏する。即ち、運転者は、車線維持制御が終了した時点において、その時点での走行状況（左カーブ610の曲率及び車速SPD等）に基いて、「経験に基く操舵量」にて操舵ハンドルSWを操作しようとする。しかし、補償操舵トルク T_{rc}' は、車線維持制御が終了した時点の補償操舵トルク T_{rc} （= T_{end} ）よりも D_r （= $(1 - K_{rc}) \cdot T_{end}$ ）だけ小さい値であるので、運転者は、経験に基く操舵量よりも大きい操舵量で操舵ハンドルSWを操作する必要が生じる。よって、運転者は違和感を感じる。このように、本実施装置は、運転者に対して自車両に異常が発生していることを認知させることができる。

20

【0089】

その後、時間 t_6 にて、車線維持制御を終了した時点（時間 t_4 ）からの経過時間が所定の第3時間閾値 T_{m3} 以上となる。この場合、走行支援ECU10は補償制御を終了させる。

30

【0090】

なお、本実施装置は、時間 t_4 から時間 t_6 までの期間において所定時間が経過する毎に車線維持制御の実行中と同様に補償操舵トルク T_{rc} をルックアップテーブルMap $T_{rc}(dh, SPD)$ に基いて決定し、その決定した補償操舵トルク T_{rc} に制御ゲイン K_{rc} （ $0 < K_{rc} < 1$ ）を乗じることによって補償操舵トルク T_{rc}' を求める。

【0091】

<具体的作動>

次に、走行支援ECU10のCPU（単に「CPU」と称呼する場合がある。）の具体的作動について説明する。CPUは図示しないルーチンにより追従車間距離制御（ACC）を実行するようになっている。CPUは、この追従車間距離制御を実行している場合に図8に示した「LTC開始／終了判定ルーチン」を実行するようになっている。

40

【0092】

従って、所定のタイミングになると、CPUは、ステップ800から図8のルーチンを開始してステップ810に進み、LTC実行フラグF1の値が「0」であるか否かを判定する。LTC実行フラグF1は、その値が「1」であるとき車線維持制御が実行されていることを示し、その値が「0」であるとき車線維持制御が実行されていないことを示す。LTC実行フラグF1の値は、図示しないイグニッションスイッチがOFF位置からON位置へと変更されたときにCPUにより実行されるイニシャライズルーチンにおいて「0」に設定される。更に、LTC実行フラグF1の値は、後述するステップ860において

50

も「0」に設定される。

【0093】

いま、車線維持制御が実行されていないと仮定すると、LTC実行フラグF1の値は「0」である。この場合、CPUは、そのステップ810にて「Yes」と判定してステップ820に進み、所定の実行条件が成立しているか否かを判定する。この実行条件は「LTC実行条件」とも称呼される。

【0094】

LTC実行条件は、以下の条件1乃至条件3の総てが成立したときに成立する。

(条件1)：追従車間距離制御の実行中であり、且つ、操作スイッチ17の操作により車線維持制御を実行することが選択されている。

(条件2)：現在の状況が、カメラセンサ16bによって少なくとも自車両の近傍の左白線及び右白線が認識できていて、信頼度の高い目標走行ラインTLを決定できる状況である。

(条件3)：補正実行フラグF2の値が「0」である。補正実行フラグF2は、その値が「1」であるとき補正制御が実行されていることを示し、その値が「0」であるとき補正制御が実行されていないことを示す。なお、補正実行フラグF2の値は、上述のイニシャライズルーチンにおいて「0」に設定される。更に、補正実行フラグF2の値は、後述する図11のステップ1125においても「0」に設定される。

【0095】

なお、条件2は以下のような条件であってもよい。

・現在の状況が、カメラセンサ16bによって少なくとも自車両の近傍の左白線及び右白線が認識できているか、又は、操舵追従先行車（ACC追従対象車）が存在していて、信頼度の高い目標走行ラインTLを決定できる状況である。

【0096】

LTC実行条件が成立していない場合、CPUはステップ820にて「No」と判定し、ステップ895に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0097】

これに対し、LTC実行条件が成立している場合、CPUはステップ820にて「Yes」と判定してステップ830に進み、LTC実行フラグF1を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ895に進んで本ルーチンを一旦終了する。これにより、車線維持制御が開始される（図9のルーチンのステップ905の「Yes」の判定を参照。）。

【0098】

上述のように車線維持制御が開始された後、CPUが再び図8のルーチンをステップ800から開始すると、CPUは、ステップ810にて「No」と判定して、ステップ840に進む。CPUは、ステップ840にて、所定の終了条件が成立しているか否かを判定する。この終了条件は「LTC終了条件」とも称呼される。

【0099】

LTC終了条件は、以下の条件4乃至条件6の少なくとも1つが成立したときに成立する。

(条件4)：LTC終了フラグF3の値が「1」である。LTC終了フラグF3の値は、自車両が異常状態であることから、車線維持制御を終了させる必要がある状況にて「1」に設定される。具体的には、LTC終了フラグF3の値は、後述する図10のルーチンのステップ1040において「1」に設定される。なお、LTC終了フラグF3の値は、上述のイニシャライズルーチン及び後述するステップ860において「0」に設定される。

(条件5)：操作スイッチ17の操作により、車線維持制御の実行を終了することが選択されている。

(条件6)：現在の状況が、カメラセンサ16bによって、左白線及び右白線の何れもが認識できず、信頼度の高い目標走行ラインTLを決定できない状況である。即ち、車線維持制御に必要な情報が取得できない。

【0100】

なお、条件6は以下のような条件であってもよい。

・現在の状況が、自車両の前方に操舵追従先行車が存在しておらず、且つ、カメラセンサ16bによって左白線及び右白線の何れもが認識できず、その結果、信頼度の高い目標走行ラインTLを決定できない状況である。

【0101】

LTC終了条件が成立していない場合、CPUはステップ840にて「No」と判定し、ステップ895に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0102】

これに対して、LTC終了条件が成立している場合、CPUはステップ840にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ850及びステップ860の処理を順に行う。その後、CPUは、ステップ895に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0103】

ステップ850：CPUは、車線維持制御を終了させる旨を表示器52に表示させる。これにより、CPUは、運転者に対して車線維持制御の終了を通知する。

ステップ860：CPUは、LTC実行フラグF1の値及びLTC終了フラグF3の値を共に「0」に設定する。

【0104】

更に、CPUは、所定時間が経過する毎に、図9にフローチャートにより示した「LTC実行ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図9のステップ900から処理を開始してステップ905に進み、LTC実行フラグF1の値が「1」であるか否かを判定する。

【0105】

LTC実行フラグF1の値が「1」でない場合、CPUは、そのステップ905にて「No」と判定し、ステップ995に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0106】

これに対し、LTC実行フラグF1の値が「1」である場合、CPUは、そのステップ905にて「Yes」と判定して以下のステップ910乃至ステップ930の処理を順に行い、その後、ステップ935に進む。

【0107】

ステップ910：CPUは、先行車軌跡L1の作成対象となる先行車を選択する。具体的に述べると、CPUは、周囲センサ16からの物標情報に基づいて、各物標の物標情報を各物標に対応させてRAMに記憶している。CPUは、その物標情報の中から、自車両の進行方向に最も近い物標を「先行車軌跡L1の作成対象となる先行車」として選択する。

ステップ915：CPUは、上述したように、ステップ910にて選択された先行車の先行車軌跡L1を作成する。

【0108】

ステップ920：CPUは、周囲センサ16からの情報（車線情報）に基づいて、「左白線LL及び右白線RL」を認識する。CPUは、左白線LL及び右白線RLの中央位置を結ぶラインを推定し、当該ラインを「中央ラインLM」として決定する。

ステップ925：CPUは、図4に示したように、走行レーンの中央ラインLM及び先行車軌跡L1の両方に基づき作成された補正先行車軌跡L2を、目標走行ラインTLとして設定する。

ステップ930：CPUは、上述したように、基本の操舵制御量（即ち、目標操舵トルク Tr^* ）を演算する。

【0109】

CPUは、ステップ935に進むと、補正実行フラグF2の値が「0」であるか否かを判定する。補正実行フラグF2の値が「0」である場合、CPUは、そのステップ935にて「Yes」と判定してステップ940に進む。CPUは、ステップ940にて、基本の操舵制御量（目標操舵トルク Tr^* ）に基づいて操舵制御（車線維持制御）を前述したように実行する。具体的には、CPUは、実際の操舵トルク Tr_a が操舵制御量（ $=Tr^*$

10

20

30

40

50

）に一致するように、ステアリングECU40を用いて転舵用モータ42を制御する。その後、CPUは、ステップ995に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0110】

これに対し、補正実行フラグF2の値が「0」でない場合（即ち、「1」である場合）、CPUは、そのステップ935にて「No」と判定して以下のステップ950及びステップ955の処理を順に行う。その後、CPUは、ステップ995に進んで本ルーチンを一旦終了する。

ステップ950：CPUは、上述したように、補償操舵制御量（補償操舵トルク T_{rc} ）を演算する。

ステップ955：CPUは、基本の操舵制御量（目標操舵トルク T_{r*} ）に補償操舵制御量（補償操舵トルク T_{rc} ）を加えた値（ $=T_{r*}+T_{rc}$ ）を最終的な操舵制御量として求め、最終的な操舵制御量に基いて操舵制御（車線維持制御及び補正制御）を実行する。具体的には、CPUは、実際の操舵トルク T_{ra} が最終的な操舵制御量（ $=T_{r*}+T_{rc}$ ）に一致するように、ステアリングECU40を用いて転舵用モータ42を制御する。

【0111】

更に、CPUは、所定時間が経過する毎に、図10にフローチャートにより示した「補正制御開始／終了判定ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図10のステップ1000から処理を開始してステップ1005に進み、LTC実行フラグF1の値が「1」であるか否かを判定する。

【0112】

LTC実行フラグF1が「1」でない場合、CPUは、そのステップ1005にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0113】

これに対し、LTC実行フラグF1が「1」である場合、CPUは、そのステップ1005にて「Yes」と判定してステップ1010に進み、補正実行フラグF2が「0」であるか否かを判定する。

【0114】

いま、補正実行フラグF2が「0」であると仮定すると、CPUは、そのステップ1010にて「Yes」と判定してステップ1015に進み、上述の特定状態が生じているか否かを判定する。具体的には、CPUは、横偏差 d_h の大きさ $|d_h|$ が第1閾値 $Th1$ 以上であるか否かを判定する。

【0115】

横偏差 d_h の大きさ $|d_h|$ が第1閾値 $Th1$ 以上でない場合、CPUは、そのステップ1015にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0116】

これに対し、横偏差 d_h の大きさ $|d_h|$ が第1閾値 $Th1$ 以上である場合、CPUは、そのステップ1015にて「Yes」と判定してステップ1020に進み、所定の異常条件が成立するか否かを判定する。具体的には、CPUは、上述の特定状態が第1時間閾値 $Tm1$ 以上継続したか否かを判定する。

【0117】

特定状態が所定の第1時間閾値 $Tm1$ 以上継続していない場合、CPUは、そのステップ1020にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0118】

これに対し、特定状態が所定の第1時間閾値 $Tm1$ 以上継続している場合、CPUは、そのステップ1020にて「Yes」と判定して、自車両が異常状態であると判定する。次に、CPUは、ステップ1025に進んで、補正実行フラグF2を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。これにより、

10

20

30

40

50

図9のルーチンのステップ935にてCPUは「No」と判定してステップ950及びステップ955に進む。従って、操舵制御（車線維持制御）の実行中に補正制御が開始される。

【0119】

補正実行フラグF2を「1」に設定した後、CPUが再び図10のルーチンを開始すると、CPUはステップ1005にて「Yes」と判定し、ステップ1010にて「No」と判定して、ステップ1030に進む。CPUは、ステップ1030にて、横偏差dhの大きさ|dh|が第2閾値Th2以上であるか否かを判定する。

【0120】

横偏差dhの大きさ|dh|が第2閾値Th2以上である場合、CPUは、そのステップ1030にて「Yes」と判定してステップ1035に進み、補正制御を開始した時点（即ち、補正実行フラグF2が「1」に設定された時点）から補正制御が継続して実行されている時間（補正制御開始時点からの経過時間）が第2時間閾値Tm2以上になったか否かを判定する。

【0121】

補正制御開始時点からの経過時間が第2時間閾値Tm2以上になっていない場合、CPUは、そのステップ1035にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。従って、補正制御が継続される。

【0122】

これに対し補正制御開始時点からの経過時間が第2時間閾値Tm2以上になった場合、CPUは、そのステップ1035にて「Yes」と判定してステップ1040に進み、LTC終了フラグF3を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。これにより、CPUが、図8のルーチンのステップ840に進んだとき、LTC終了条件の条件4が成立する。従って、CPUはそのステップ840にて「Yes」と判定してステップ860に進む。その結果、LTC実行フラグF1の値が「0」に設定されるので、CPUはステップ905にて「No」と判定し、ステップ995に直接進むようになるので、車線維持制御が終了する。

【0123】

なお、CPUがステップ1030に進んだ時点にて、横偏差dhの大きさ|dh|が第2閾値Th2以上でない場合、CPUは、そのステップ1030にて「No」と判定してステップ1045に進み、補正実行フラグF2を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。従って、図9のルーチンのステップ935にてCPUは「Yes」と判定する。その結果、CPUは、補正制御を終了させる。

【0124】

更に、CPUは、所定時間が経過する毎に、図11にフローチャートにより示した「補償制御実行ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図11のステップ1100から処理を開始してステップ1105に進み、所定の補償制御実行条件が成立するか否かを判定する。

【0125】

補償制御実行条件は、車線維持制御に対する補正制御が実行されている状況において車線維持制御が終了されたかどうかを判定する条件である。具体的には、補償制御実行条件は、LTC実行フラグF1の値が「0」であり且つ補正実行フラグF2の値が「1」であるときに成立する。

【0126】

補償制御実行条件が成立していない場合、CPUはステップ1105にて「No」と判定し、ステップ1195に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0127】

これに対して、補償制御実行条件が成立している場合、CPUはステップ1105にて「Yes」と判定してステップ1110に進み、車線維持制御が終了した時点からの経過

10

20

30

40

50

時間が第3時間閾値 T_{m3} 未満であるか否かを判定する。

【0128】

いま、車線維持制御が終了した直後の時点であると仮定する。従って、車線維持制御が終了した時点からの経過時間が第3時間閾値 T_{m3} 未満である。よって、CPUは、そのステップ1110にて「Yes」と判定して以下のステップ1115及びステップ1120の処理を順に行う。その後、CPUは、ステップ1195に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0129】

ステップ1115：CPUは、車線維持制御が終了した後の補償制御における補償操舵制御量（以下、単に、「LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' 」と称呼する。）を演算する。具体的には、CPUは、上述のように、ルックアップテーブル $Map_{Trc}(dh, SPD)$ に、実際の横偏差 dh 及び実際の車速 SPD を適用することにより補償操舵制御量（補償操舵トルク T_{rc} ）を演算する。そして、CPUは、補償操舵トルク T_{rc} に対して「0より大きく且つ1より小さい制御ゲイン K_{rc} 」を乗じることによって、LTC終了後の補償操舵トルク $T_{rc}' (= K_{rc} \cdot T_{rc})$ を求める。

ステップ1120：CPUは、ステップ1115にて求められた補償操舵制御量（LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' ）に基づいて補償制御を実行する。即ち、CPUは、実際の操舵トルク T_{ra} が最終的な操舵制御量（＝補償操舵トルク T_{rc}' ）に一致するように転舵用モータ42を制御する。

【0130】

上記のようにCPUがステップ1110乃至ステップ1120を繰り返し実行している間に、車線維持制御が終了した時点からの経過時間が第3時間閾値 T_{m3} 以上となる。この状況においてCPUがステップ1110に進むと、CPUはそのステップ1110にて「No」と判定してステップ1125に進む。CPUは、ステップ1125にて、補正実行フラグ $F2$ を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ1195に進んで本ルーチンを一旦終了する。これにより、CPUが再び図11のルーチンを開始すると、CPUはステップ1105にて「No」と判定する。即ち、車線維持制御が終了した後の補償制御が終了される。

【0131】

<本実施装置の効果>

上述したように、本実施装置は、車線維持制御の実行中に異常状態が発生したと判定した場合、補正制御を開始する。更に、本実施装置は、補正制御を実行している状況にて車線維持制御を終了させた場合（換言すると、終了条件が成立したと判定した場合）、車線維持制御を終了させた以降において補償制御を実行する。本実施装置は、車線維持制御の終了後においても補償操舵トルク T_{rc}' をステアリング機構に付与するので、運転者の運転負荷（操舵に要する負担）を補償操舵トルク T_{rc}' に相当する分だけ軽減することができる。

【0132】

更に、本実施装置は、LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' が、車線維持制御が終了した以降において補正制御を継続したと仮定した場合に決定される補償操舵トルク T_{rc} と同じ符号を有し且つ補償操舵トルク T_{rc} の大きさよりも小さい大きさを有する値になるように、LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' を変更する。運転者は、車線維持制御が終了した以降のある特定時点において、その特定時点での走行状況（左カーブ610の曲率及び車速 SPD 等）に基づいて、「経験に基く操舵量」にて操舵ハンドル SW を操作しようとする。しかし、LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' の大きさは、その特定時点での補正制御を実行したと仮定した場合に決定される補償操舵トルク T_{rc} の大きさよりも小さくなる。従って、運転者は、経験に基く操舵量よりも大きい操舵量で操舵ハンドル SW を操作する必要が生じる。よって、運転者は違和感を感じる。このように、本実施装置は、運転者に対して自車両に異常が発生していることを認知させることができる。

【0133】

なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。

【0134】

LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' の演算方法は、上記の例に限定されない。例えば、走行支援ECU10は、上限値によって補償操舵トルクに制限を加えることにより、LTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' を求めてもよい。より具体的に述べると、走行支援ECU10は、車線維持制御を終了させる時点（または、終了時点の直前の時点）での補償操舵トルク T_{rc} （=Tend）に「0よりも大きく且つ1よりも小さい係数 K_h 」を乗じた値を上限値 T_{up} として記憶する。走行支援ECU10は、車線維持制御が終了した時点以降において、ルックアップテーブル $Map_{T_{rc}}(dh, SPD)$ に、実際の横偏差 dh 及び実際の車速 SPD を適用することにより補償操舵トルク T_{rc} を求める。そして、その補償操舵トルク T_{rc} の大きさが上限値 T_{up} の大きさよりも大きい場合、走行支援ECU10は、「その補償操舵トルク T_{rc} と同じ符号を有し且つ大きさが上限値 T_{up} の大きさと同じである値」をLTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' として求める。その補償操舵トルク T_{rc} の大きさが上限値 T_{up} の大きさ以下である場合、その補償操舵トルク T_{rc} をLTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' として求める。更に別の例によれば、走行支援ECU10は、車線維持制御が終了した時点の補償操舵トルク T_{rc} （=Tend）に補正係数 k_h を乗じた値を車線維持制御が終了した時点の直後のLTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' の初期値として使用する。更に、走行支援ECU10は、その初期値から、時間の経過とともに減少する値をLTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' として採用してもよい。

【0135】

「特定状態」は上記の例に限定されない。例えば、特定状態は、ドライバモデルにおける操舵制御量（目標操舵トルク T_r' ）と、現在の操舵制御量（目標操舵トルク T_r^* ）との差分が所定の閾値以上である状態であってもよい。「ドライバモデル」とは、道路形状（例えば、目標走行レーンの曲率）及び車速 SPD の組み合わせに対して予め定められた標準的な操舵制御量である。ドライバモデルは、多数の運転者の運転操作の情報から統計的にモデル化されたものであってもよい。ドライバモデルは、ルックアップテーブルの形式でROM10xに格納しておくことができる。なお、このような構成において、走行支援ECU10は、ドライバモデルにおける操舵制御量（目標操舵トルク T_r' ）と現在の操舵制御量（目標操舵トルク T_r^* ）との差分 d を補正制御における補償操舵制御量（補償操舵トルク T_{rc} ）として算出してもよく、更に、その差分 d に「0よりも大きく1よりも小さい係数 k_j 」を乗じた値を補償操舵制御量（補償操舵トルク T_{rc} ）として算出してもよい。更に、この場合、走行支援ECU10は、その差分を車線維持制御の終了後においても算出し、その差分に上記の制御ゲイン K_{rc} を乗じることによって得られる値をLTC終了後の補償操舵トルク T_{rc}' として求めてもよい。

【0136】

更に、「特定状態」は、自車両100が目標走行ライン TL に対して右側又は左側に偏向する可能性がある異常が検出された状態であってもよい。例えば、「特定状態」は、操舵系（例えば、ステアリング機構）の異常、周囲センサ16の異常、及び、制駆動力制御系の異常等が検出された状態であってもよい。

【0137】

本実施装置は、中央ライン LM 及び先行車軌跡 $L1$ の何れかのみを目標走行ライン TL として用いた車線維持制御を実行する場合にも適用できる。

【0138】

本実施装置では、車線維持制御を追従車間距離制御（ACC）の実行中にのみ実行するようになっているが、追従車間距離制御の実行中でなくても車線維持制御を実行してもよい。

【0139】

更に、走行支援ECU10は、通常の走行支援制御として車線維持制御（LTC）を実

10

20

30

40

50

行し、且つ、補正制御及び補償制御として、車両の左右輪の各々における制駆動力の大きさを調節する制駆動力配分制御を実行するように構成されてもよい。例えば、制駆動力配分機構として、内燃機関又は電動機から伝達される駆動力の左右輪に対する配分比を制御する差動機構、制動力の左右輪に対する配分比を制御する機構、或いは、インホイールモータにより左右輪の制駆動力を独立に制御できる機構が採用されてよい。更に具体的には、制駆動力配分制御を実行するためのアクチュエータとして、ブレーキアクチュエータ（左右の車輪に対する制動力の配分を行うためのアクチュエータ）及び／又はインホイールモータ（左右の車輪に対する駆動力の配分を行うためのアクチュエータ）が使用されてよい。

【0140】

上記の構成において、走行支援ECU10は、車線維持制御（LTC）における旋回制御量として、車両の操舵トルクに対応する制御量（目標操舵トルク T_r^* ）を使用するように構成される。更に、走行支援ECU10は、補正制御における補償制御量として、ヨーモーメント追加量を使用するように構成される。走行支援ECU10は、車線維持制御の実行中において自車両が異常状態であると判定した場合、車線維持制御（LTC）に加えて補正制御（制駆動力配分制御）を実行する。走行支援ECU10は、横偏差 d_h と車速SPDとヨーモーメント追加量 M_{rc} との関係を規定するルックアップテーブル $Map_{M_{rc}}(d_h, SPD)$ に、実際の横偏差 d_h 及び実際の車速SPDを適用することによりヨーモーメント追加量 M_{rc} を算出する。走行支援ECU10は、ヨーモーメント追加量 M_{rc} に基いてブレーキアクチュエータ及び／又はインホイールモータを制御することにより補正制御を実行する。更に、走行支援ECU10は、補償制御における補償制御量として、ヨーモーメント追加量を使用するように構成される。走行支援ECU10は、所定の終了条件が成立すると、車線維持制御及び補正制御を停止する。そして、車線維持制御を終了させた時点以降において、走行支援ECU10は、ルックアップテーブル $Map_{M_{rc}}(d_h, SPD)$ を用いてヨーモーメント追加量 M_{rc} を算出する。更に、走行支援ECU10は、ヨーモーメント追加量 M_{rc} に対して「0より大きく且つ1より小さい制御ゲイン K_{rd} 」を乗じることによって、LTC終了後のヨーモーメント追加量 $M_{rc}' (=K_{rd} \cdot M_{rc})$ を求める。走行支援ECU10は、ヨーモーメント追加量 M_{rc}' に基いてブレーキアクチュエータ及び／又はインホイールモータを制御することにより補償制御を実行する。なお、上述のヨーモーメント追加量 M_{rc} は「補償制御量の第1の値」の一例に相当し、ヨーモーメント追加量 M_{rc}' は「補償制御量の第2の値」一例に相当する。

【0141】

更に、走行支援ECU10は、上述の制駆動力配分制御を実行することにより、車線維持制御（走行支援制御）、補正制御及び補償制御を実行するように構成されてもよい。

【0142】

例えば、走行支援ECU10は、車両の走行状況に応じて、制駆動力配分制御を実行することにより車線維持制御（走行支援制御）を実行する。例えば、走行支援ECU10は、車速SPDと道路の曲率CLと基本目標ヨーレート Y_{ra} との関係を規定するルックアップテーブル $Map_{Y_{rc}}(SPD, CL)$ に、実際の車速SPD及び実際の曲率CLを適用することにより基本目標ヨーレート Y_{ra} を算出する。走行支援ECU10は、基本目標ヨーレート Y_{ra} に基いてブレーキアクチュエータ及び／又はインホイールモータを制御することにより車線維持制御（走行支援制御）を実行する。走行支援ECU10は、車線維持制御（走行支援制御）の実行中に自車両が異常状態であると判定した場合、補正制御を実行する。走行支援ECU10は、横偏差 d_h と車速SPDと追加目標ヨーレート Y_{rb} との関係を規定するルックアップテーブル $Map_{Y_{rd}}(d_h, SPD)$ に、実際の横偏差 d_h 及び実際の車速SPDを適用することにより追加目標ヨーレート Y_{rb} を算出する。走行支援ECU10は、基本の制御量（基本目標ヨーレート Y_{ra} ）に補償制御量（追加目標ヨーレート Y_{rb} ）を加えた値（ $=Y_{ra}+Y_{rb}$ ）を最終的な制御量として求める。走行支援ECU10は、最終的な制御量に基いてブレーキアクチュエータ及び

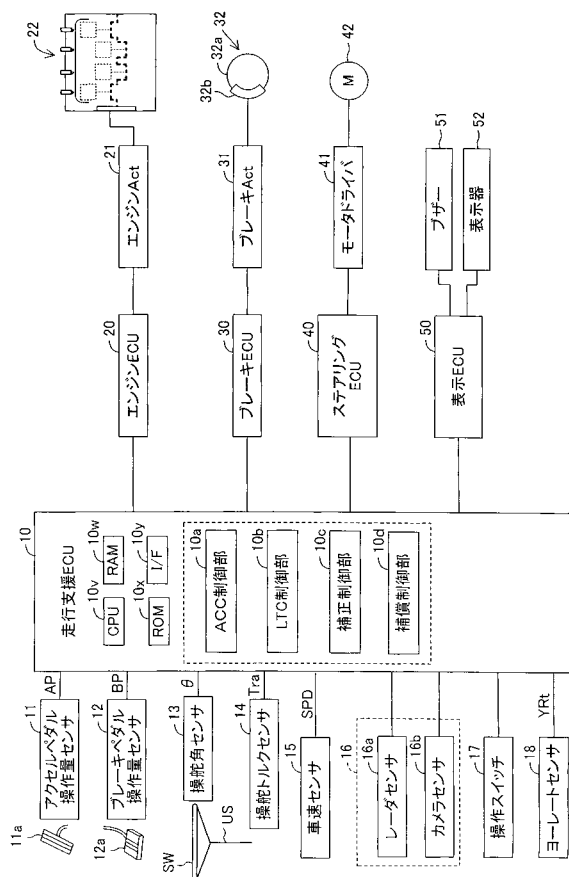
／又はインホイールモータを制御することにより、補正制御を車線維持制御（走行支援制御）に加えて実行する。走行支援ECU10は、所定の終了条件が成立すると、車線維持制御（走行支援制御）及び補正制御を停止する。そして、車線維持制御を終了させた時点以降において、走行支援ECU10は、ルックアップテーブルMapYrdを用いて追加目標ヨーレートYrbを算出する。走行支援ECU10は、追加目標ヨーレートYrbに対して「0より大きく且つ1より小さい制御ゲインKre」を乗じることによって、車線維持制御（走行支援制御）の終了後の追加目標ヨーレートYrb'（=Kre・Yrb）を求める。走行支援ECU10は、追加目標ヨーレートYrb'に基づいてブレーキアクチュエータ及び／又はインホイールモータを制御することにより補償制御を実行する。なお、上述の「基本目標ヨーレートYra」は「旋回制御量」の一例に相当し、上述の追加目標ヨーレートYrbは「補償制御量の第1の値」の一例に相当し、上述の追加目標ヨーレートYrb'は「補償制御量の第2の値」の一例に相当する。

【符号の説明】

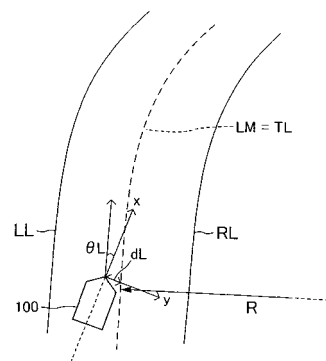
【0143】

10…走行支援ECU、11…アクセルペダル操作量センサ、12…ブレーキペダル操作量センサ、13…操舵角センサ、14…操舵トルクセンサ、15…車速センサ、16…周囲センサ、17…操作スイッチ、18…ヨーレートセンサ、20…エンジンECU、30…ブレーキECU、40…ステアリングECU、50…表示ECU。

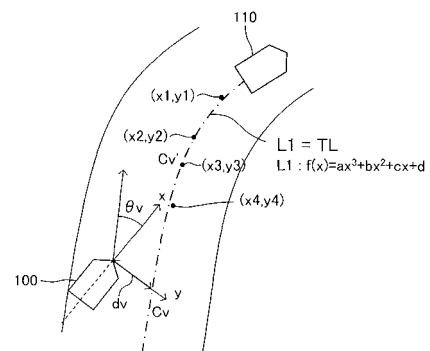
【図1】



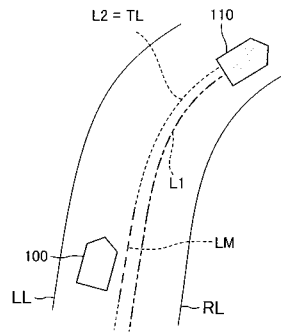
【図2】



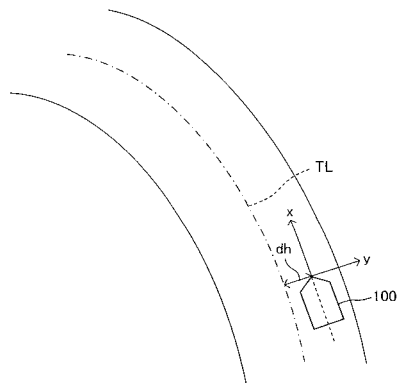
【図3】



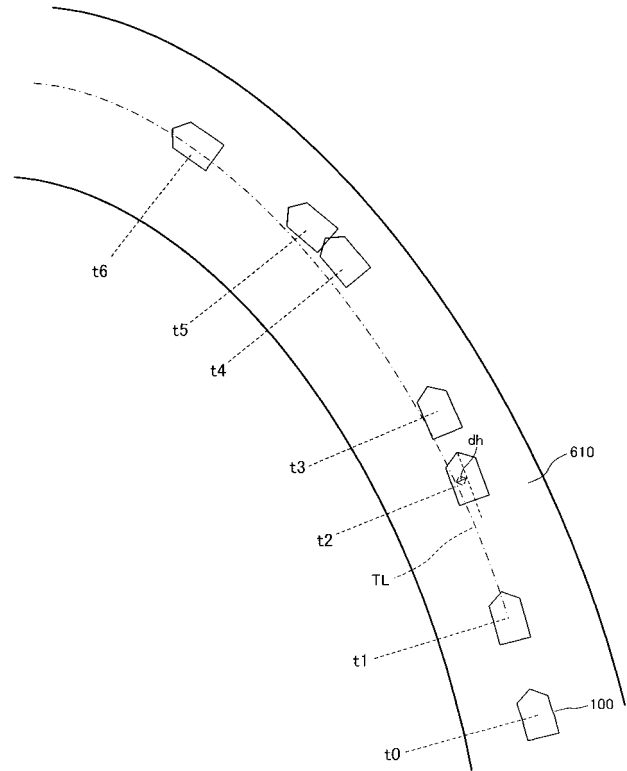
【図 4】



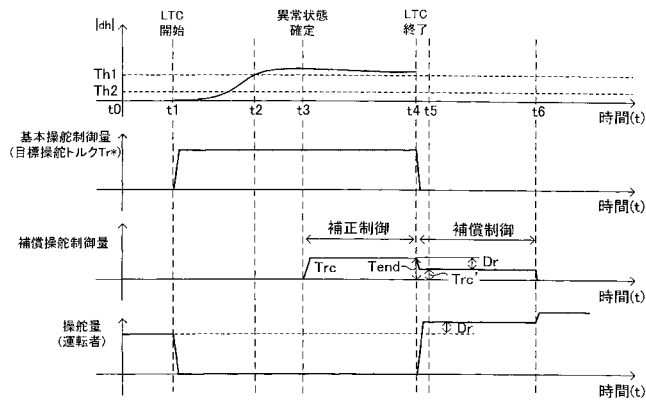
【図 5】



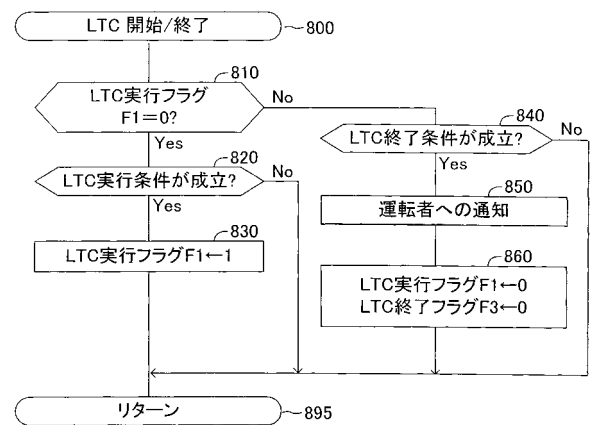
【図 6】



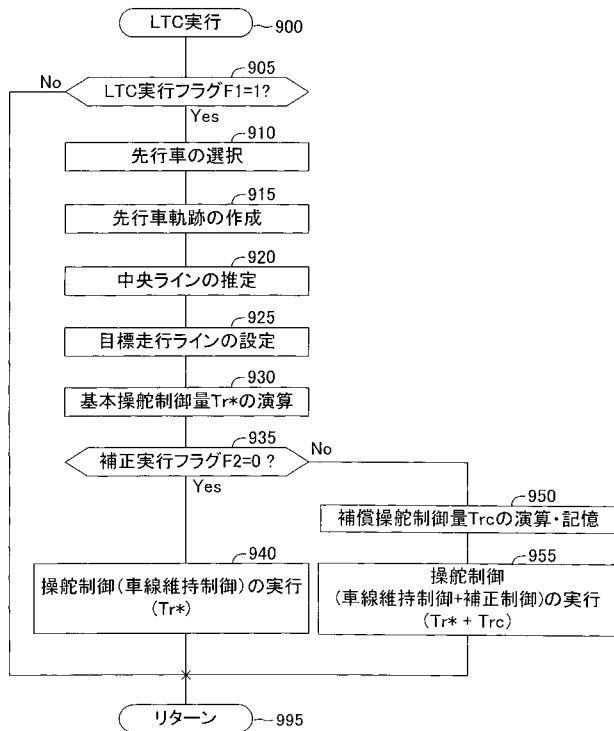
【図 7】



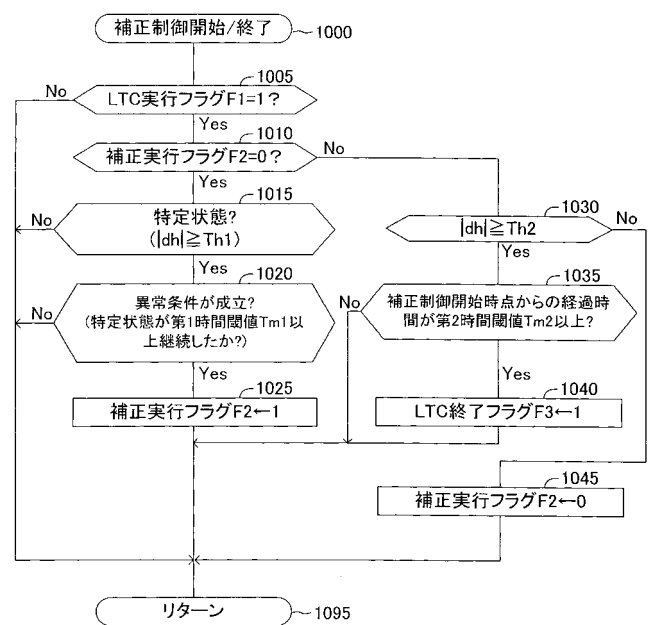
【図 8】



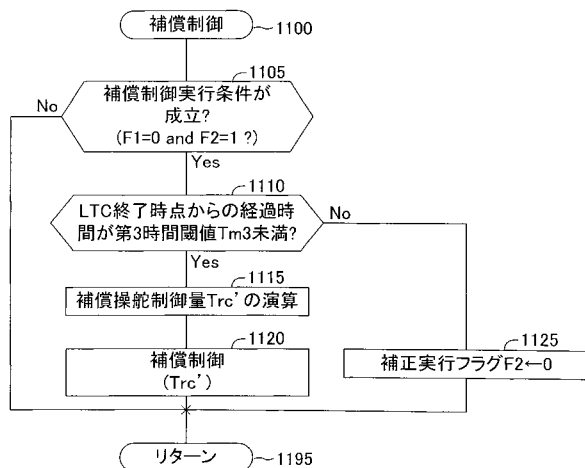
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00	

(72)発明者 小城 隆博
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 入江 亮
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 井戸 雄一郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 佐藤 雅弥
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 赤塚 久哉
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D232 CC20 CC32 CC37 CC40 DA03 DA15 DA23 DA33 DA74 DA77
DA78 DA84 DA92 DA93 DC08 DC09 DC33 DC34 DD01 DE02
DE09 EA01 EB11 EC22 EC34 FF01 FF07 GG01
3D241 BA12 BA51 BA58 BA60 BB72 BB74 BB76 BC01 BC02 CB08
CC17 CD07 CD11 CD12 CD24 CD28 CE05 DA13Z DA39Z DA52Z
DA58Z DB02Z DB12Z DC02Z DC03Z DC06Z DC07Z DC25Z DC31Z DC35Z
DC42Z DC43Z DC50Z