

(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2013-173519
(P2013-173519A)

(43) 公開日 平成25年9月5日(2013.9.5)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B62D	6/00	(2006.01)	B62D	6/00	ZYW	3D232		
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	C	3D246		
B60T	8/17	(2006.01)	B60T	8/17	D	5H181		
B62D	101/00	(2006.01)	B62D	101:00				
B62D	113/00	(2006.01)	B62D	113:00				

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-10422 (P2013-10422)
 (22) 出願日 平成25年1月23日 (2013.1.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-13276 (P2012-13276)
 (32) 優先日 平成24年1月25日 (2012.1.25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 中野 貴仁
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 達川 淳平
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 Fターム(参考) 3D232 CC20 DA03 DA23 DA33 DA34
 DA84 DC08 DC33 DC38 DD02
 DD08 EB16 GG01

最終頁に続く

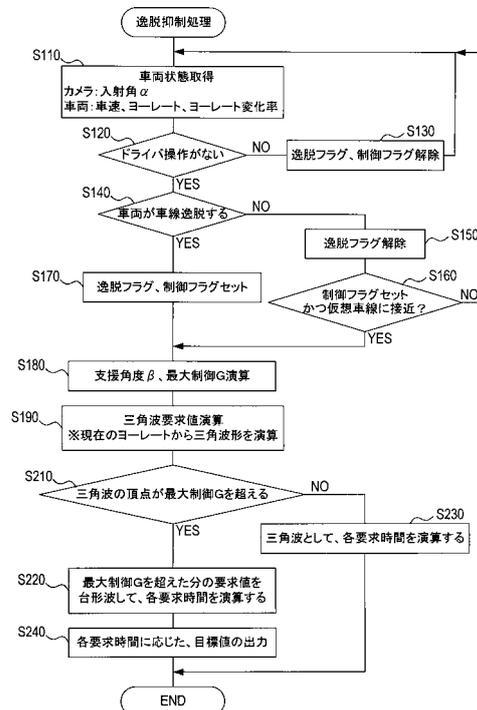
(54) 【発明の名称】 逸脱抑制装置および逸脱抑制プログラム

(57) 【要約】

【課題】車両が走行領域を逸脱することを抑制する逸脱抑制装置において、より乗り心地よく車両の進行方向を適切な方向に制御できるようにする。

【解決手段】逸脱抑制システムにおいては、自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、自車両の進行方向と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す抑制角度の分だけ自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させるための出力を行い。その後、走行領域内において境界線と平行な仮想線と自車両の進行方向とのなす角を表す最終角度の分だけ自車両の進行方向を仮想線に対して平行に変位させるための出力を行う (S190, S210 ~ S240)。この処理では、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を繰り返し出力し、自車両を仮想線に対して平行に変位させる際の旋回時角速度の変化率は、自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させる際の旋回時角速度の変化率よりも小さな値に設定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載され、自車両が走行領域を逸脱することを抑制する逸脱抑制装置（1）であって、

自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、自車両の進行方向と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す抑制角度を取得する抑制角度取得手段（S110、S180）と、

前記抑制角度の分だけ自車両の進行方向を前記走行領域の中心側に変位させるための出力を行う第1変位出力手段（S190、S210～S240）と、

前記第1変位出力手段により自車両の進行方向を前記走行領域の中心側に変位させた後において、前記走行領域内において前記境界線と平行な仮想線と自車両の進行方向とのなす角を表す最終角度を取得する最終角度取得手段（S110）と、

前記最終角度の分だけ自車両の進行方向を前記仮想線に対して平行に変位させるための出力を行う第2変位出力手段（S190、S210～S240）と、

を備え、

前記第1変位出力手段は、前記自車両の旋回時角速度を増加または減少させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を出力し、

前記第2変位出力手段は、前記自車両の旋回時角速度を増加または減少させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を出力し、

前記第2変位出力手段による旋回時角速度の変化率は、前記第1変位出力手段による旋回時角速度の変化率よりも小さな値に設定されていること

を特徴とする逸脱抑制装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の逸脱抑制装置において、

前記第1変位出力手段は、前記旋回時角速度が、予め設定された第1上限角速度を超えることがないようにするとともに、

前記第2変位出力手段は、前記旋回時角速度が、前記第1上限角速度以下の値に設定された第2上限角速度を超えることがないようにすること

を特徴とする逸脱抑制装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の逸脱抑制装置において、

前記抑制角度取得手段は、自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、走行領域の内外を区分する境界線と自車両の進行方向とのなす角を表す逸脱角度と、前記自車両を前記境界線よりも前記走行領域の中心側に戻す際において、前記境界線と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す支援角度とを取得し、前記逸脱角度と前記支援角度との和を前記抑制角度とすること

を特徴とする逸脱抑制装置。

【請求項 4】

請求項 1～請求項 3 の何れか 1 項に記載の逸脱抑制装置において、

前記第1変位出力手段および前記第2変位出力手段のうちの少なくとも前記第1変位出力手段による出力に応じて自車両の進行方向を制御する車両制御手段（30）、

を備えたことを特徴とする逸脱抑制装置。

【請求項 5】

請求項 1～請求項 4 の何れか 1 項に記載の逸脱抑制装置において、

自車両が境界線より逸脱しそうである場合に、自車両のヨーレートの現在値を取得するヨーレート取得手段（S110）と、

前記現在値から、前記境界線の曲率に従って自車両が走行するためのカーブヨーレートを減算した値であるヨーレートオフセットを算出し、時間を第1座標軸、自車両を操舵する際のヨーレートの目標値を第2座標軸とする直交座標における下記条件（1）～（3）の全てを満たす波形を作成する波形作成手段（S190、S350）と、

10

20

30

40

50

を備え、

前記第1変位出力手段は、前記逸脱角度と前記支援角度との和の分だけ自車両の進行方向を前記走行領域の中心側に変位させるための出力として、自車両のヨーレートが前記波形に沿って決定されるヨーレートの目標値になるように自車両を操舵するための出力を行うこと

を特徴とする逸脱抑制装置。

条件(1)：自車両の進行方向を変位させる出力を開始するときにヨーレートオフセットを表す第1のポイントがヨーレートの目標値となること

条件(2)：自車両の進行方向を変位させる出力を終了する予定のときに、カーブヨーレートを表す第2のポイントがヨーレートの目標値となること

条件(3)：前記第1のポイントから前記第2のポイントまでヨーレートの目標値を変化させ、かつカーブヨーレートを基準として前記第1のポイントから前記第2のポイントまでヨーレートの目標値を時間で積分した積分値が逸脱角度と支援角度の和になること

【請求項6】

請求項5に記載の逸脱抑制装置において、

前記波形作成手段は、下記条件(4)も満たす波形を作成すること

を特徴とする逸脱抑制装置。

条件(4)：前記第1のポイントから前記第2のポイントまで複数の線分で接続すること

【請求項7】

コンピュータを、請求項1～請求項6の何れか1項に記載の逸脱抑制装置を構成する各手段として機能させるための逸脱抑制プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両が走行領域を逸脱することを抑制する逸脱抑制装置および逸脱抑制プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

上記の逸脱抑制装置として、車両が走行領域を逸脱する際に、車両が走行領域に戻る方向に操舵し、その後、その反対方向に操舵することで、ドライバが操舵することなく自車両を走行領域が延びる方向(走行車線の方向)に向ける制御をするものが知られている(例えば、特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3800087号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記逸脱抑制装置では、走行領域の逸脱を抑制する際には、逸脱を早期に抑制するために比較的大きな目標ヨーモーメントを設定し、またその後、反対方向に操舵する際にも、同様の比較的大きな目標モーメントを設定するものと思われる。したがって、逸脱を防止する制御が開始されると、制御が終了するまで車両が横方向に大きく振られることになるため車両の乗員の乗り心地が悪くなるという問題点があった。

【0005】

そこでこのような問題点を鑑み、車両が走行領域を逸脱することを抑制する逸脱抑制装置において、より乗り心地よく車両の進行方向を適切な方向に制御できるようにすることを本発明の目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0006】

かかる目的を達成するためになされた第1の構成の逸脱抑制装置において、抑制角度取得手段は、自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、自車両の進行方向と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す抑制角度を取得し、第1変位出力手段は、抑制角度の分だけ自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させるための出力を行う。また、最終角度取得手段は、第1変位出力手段により自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させた後において、走行領域内において境界線と平行な仮想線と自車両の進行方向とのなす角を表す最終角度を取得し、第2変位出力手段は、最終角度の分だけ自車両の進行方向を仮想線に対して平行に変位させるための出力を行う。

【0007】

特に、第1変位出力手段は、自車両の旋回時角速度を増加または減少させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を出力し、第2変位出力手段は、自車両の旋回時角速度を増加または減少させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を出力する。そして、第2変位出力手段による旋回時角速度の変化率は、第1変位出力手段による旋回時角速度の変化率よりも小さな値に設定されている。

【0008】

このような逸脱抑制装置によれば、第1変位出力手段による制御中には、より早期に自車両を走行領域の中心側に向けるために旋回時角速度の変化率を比較的大きな値としてもよいが、第2変位出力手段による制御中には、第1変位出力手段による制御中と比較して早期に制御を完了させる必要がないので、旋回角速度の変化率をより小さくしている。この結果、ドライバへの身体への負担を軽減することができ、より乗り心地よく車両の進行方向を適切な方向に制御することができる。

【0009】

なお、本発明において「変化率が一定」とは、自車両の旋回時角速度を変化させる1または複数の区間（複数の時間の範囲内）のそれぞれにおいて、変化率が一定であればよい。つまり、前述の各区間において旋回時角速度の変化率が一定であれば、他の区間における旋回時角速度の変化率とは異なる値であってもよい。

【0010】

また、上記発明において、

ところで、上記逸脱抑制装置においては、第2の構成のように、第1変位出力手段は、旋回時角速度が、予め設定された第1上限角速度を超えることがないようにするとともに、第2変位出力手段は、旋回時角速度が、第1上限角速度以下の値に設定された第2上限角速度を超えることがないようにしてもよい。

【0011】

このような逸脱抑制装置によれば、第1変位出力手段は、旋回時角速度が、予め設定された第1上限角速度を超えることがないようにするので、過度な旋回が実施されることを抑制することができる。また、第2変位出力手段による制御中には旋回角速度をより小さくすることでドライバへの身体への負担を軽減することができる。このため、より乗り心地よく車両の進行方向を適切な方向に制御することができる。

【0012】

さらに、上記逸脱抑制装置においては、第3の構成のように、抑制角度取得手段は、自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、走行領域の内外を区分する境界線と自車両の進行方向とのなす角を表す逸脱角度と、自車両を境界線よりも走行領域の中心側に戻す際において、境界線と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す支援角度とを取得し、逸脱角度と支援角度との和を抑制角度としてもよい。

【0013】

このような逸脱抑制装置によれば、逸脱角度を取得してこの逸脱角度に応じて支援角度を決定し、逸脱角度と支援角度との和（抑制角度）に応じて旋回時角速度を指定する目標値を出力すればよいので、抑制角度を簡素な処理で決定することができる。

【0014】

また、上記逸脱抑制装置においては、自車両の進行方向を制御する構成は本発明の装置の外部に備えられていてもよいが、第4の構成のように、第1変位出力手段および第2変位出力手段のうちの少なくとも第1変位出力手段による出力に応じて自車両の進行方向を制御する車両制御手段、を備えていてもよい。

【0015】

このような逸脱抑制装置によれば、自車両の進行方向を逸脱角度と支援角度の和の分だけ適切に制御することができる。

さらに、上記逸脱抑制装置においては、第5の構成のように、自車両が境界線より逸脱しそうである場合に、自車両のヨーレートの現在値を取得するヨーレート取得手段と、現在値から、境界線の曲率に従って自車両が走行するためのカーブヨーレートを減算した値であるヨーレートオフセットを算出し、時間を第1座標軸、自車両を操舵する際のヨーレートの目標値を第2座標軸とする直交座標系において下記条件(1)~(3)の全てを満たす波形を作成する波形作成手段と、を備えていてもよい。

【0016】

条件(1)：自車両の進行方向を変位させる出力を開始するときにヨーレートオフセットを表す第1のポイントがヨーレートの目標値となること。

条件(2)：自車両の進行方向を変位させる出力を終了する予定のときに、カーブヨーレートを表す第2のポイントがヨーレートの目標値となること。

【0017】

条件(3)：前記第1のポイントから前記第2のポイントまでヨーレートの目標値を変化させ、かつカーブヨーレートを基準として前記第1のポイントから前記第2のポイントまでヨーレートの目標値を時間で積分した積分値が逸脱角度と支援角度の和になること。

【0018】

この構成において、第1変位出力手段は、逸脱角度と前記支援角度との和の分だけ自車両の進行方向を前記走行領域の中心側に変位させるための出力として、自車両のヨーレートが前記波形に沿って決定されるヨーレートの目標値になるように自車両を操舵するための出力を行う。

【0019】

このような逸脱抑制装置によれば、ヨーレートの目標値を徐々に変更し、カーブヨーレートと一致するときに出力を終了するので、急激にヨーレートが変更されることがない。したがって、制御の前後における運転者への負担を軽減させることができる。なお、このような制御を行う際には、カーブヨーレートが基準(ゼロ点)となるため、ヨーレートの目標値がカーブヨーレート未満の場合は、上記積分値は負の値となる。

【0020】

加えて、上記の逸脱抑制装置において、波形作成手段は、第7の構成のように、条件(4)「第1のポイントから第2のポイントまで複数の線分で接続すること」も満たす波形を作成するとよい。特に、カーブヨーレートを示す直線と、ヨーレートの目標値を示す複数の線分とが、三角形や台形を形成するとよい。

【0021】

このような逸脱抑制装置によれば、積分値が逸脱角度と支援角度との和となるようにする際の演算を容易に行うことができる。

次に、第8の構成は、コンピュータを、上記逸脱抑制装置を構成する各手段として機能させるための逸脱抑制プログラムであることを特徴としている。

【0022】

このような逸脱抑制プログラムによれば、上記逸脱抑制装置と同様の効果を楽しむことができる。

また、各請求項の記載は、可能な限りにおいて任意に組み合わせることができる。この際、発明の目的を達成できる範囲内において一部構成を除外してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0023】

10

20

30

40

50

【図 1】逸脱抑制システム 1 の概略構成を示すブロック図 (a)、および本発明の概要を示す鳥瞰図 (b) である。

【図 2】時間と目標ヨーレートとの関係を示すグラフである。

【図 3】逸脱抑制処理を示すフローチャートである。

【図 4】逸脱角度 と支援角度 との関係を示すグラフである。

【図 5】時間と目標ヨーレートとの関係 (三角波の頂点を求めるとき) を示すグラフである。

【図 6】時間と目標ヨーレートとの関係 (三角波の場合) を示すグラフである。

【図 7】時間と目標ヨーレートとの関係 (台形波の場合) を示すグラフである。

【図 8】カーブを走行するためのヨーレートの概念図である。

10

【図 9】変形例のパラメータ定義を示す鳥瞰図である。

【図 10】変形例の逸脱抑制処理を示すフローチャートである。

【図 11】変形例において時刻と目標ヨーレートとの関係を示す説明図である。

【図 12】時刻に対する、横方向加速度、横方向速度、横位置の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下に本発明にかかる実施の形態を図面と共に説明する。

[本実施形態の構成]

図 1 (a) は本発明が適用された逸脱抑制システム 1 の概略構成を示すブロック図である。逸脱抑制システム 1 は、例えば、乗用車等の車両に搭載され、自車両 (逸脱抑制システム 1 が搭載された車両) が左右の白線 (実車線) 内の領域である走行領域を逸脱することを抑制する制御を行うシステムである。

20

【0025】

詳細には、逸脱抑制システム 1 は、図 1 (a) に示すように、演算部 10 と、カメラ 20 と、車速センサ 21 と、ヨーレートセンサ 22 と、舵角センサ 23 と、パワステ制御部 30 と、ステアリングアクチュエータ 40 とを備えている。

【0026】

演算部 10 は、CPU、ROM、RAM等を備えた周知のマイコンとして構成されており、ROMに格納されたプログラム (逸脱抑制プログラムを含む) 等に従って、後述する逸脱抑制処理等の各種処理を実行する。また、演算部 10 は、カメラ 20 による撮像情報を取得し、旋回方向への回転角速度 (旋回角速度) の目標値である目標ヨーレートを演算し、出力する。

30

【0027】

カメラ 20 は、自車両の進行方向の路面を撮像し、周知の白線認識の技術を用いて、白線と自車両の進行方向とのなす角を表す逸脱角度 (白線から走行領域の内側に一定距離 (例えば 1 m) の位置にある仮想車線とのなす角を表す最終角度を含む)、白線までの距離、カーブ半径等を検出し、これらの情報を撮像情報として演算部 10 に送る。なお、カメラ 20 が撮像画像を得る機能のみを備えている場合には、演算部 10 が撮像画像に基づいて撮像情報を演算するようにしてもよい。

40

【0028】

車速センサ 21 は、自車両の走行速度を検出する周知の車速センサとして構成されており、走行速度の検出結果を演算部 10 に送る。また、ヨーレートセンサ 22 は、自車両の旋回方向への回転角速度 (YrSensor) を検出する周知のヨーレートセンサとして構成されており、ヨーレートの検出結果を演算部 10 に送る。また、舵角センサ 23 は、車両の舵角を検出する周知の舵角センサとして構成されており、舵角の検出結果を演算部 10 に送る。

【0029】

パワステ制御部 30 は、目標ヨーレートに基づき目標ヨーレートを満たすための舵角を演算する演算装置としての機能と、車両の舵角を制御するステアリングアクチュエータ 4

50

0 に対して舵角（制御トルク）の指令を送る制御装置としての機能とを備えている。演算装置としての機能では、目標ヨーレートを入力すると対応する舵角が出力されるよう設定され、かつROM等のメモリに予め記録されたマップを用いて、入力された目標ヨーレートに対応する舵角を求める。そして、制御装置としての機能では、この舵角になるようにステアリングアクチュエータ40を制御する。

【0030】

なお、目標ヨーレートに対する舵角を求める際には、等価2輪モデル等の車両モデルに目標ヨーレートを当てはめることで舵角または舵角を求めるためのパラメータを演算するようにしてもよい。また、ステアリングアクチュエータ40に換えて、右車輪または左車輪だけに制動を掛けることによって車両の進行方向を変更させるブレーキ機構を採用してもよい。つまり、ステアリングアクチュエータ40に換えて、車両の進行方向を変更させる機能を有するアクチュエータを採用することができる。

10

【0031】

[本実施形態の処理]

次に、図1(b)は、本実施形態での制御の概要を示す鳥瞰図である。また、図2は、時間と目標ヨーレートとの関係を示すグラフである。上記のような逸脱抑制システム1においては、図1(b)に示すように、自車両が実車線（左側の白線）に接近すると、実車線と自車両の進行方向とのなす角を表す逸脱角度と、自車両を実車線よりも走行領域の中心側に戻す際において、実車線と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す支援角度との和である抑制角度（+）分だけ自車両の進行方向を自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させる。

20

【0032】

その後、反対側の実車線（右側の白線）よりも走行領域の内側（左側）に位置する仮想車線とのなす角である最終角度の分だけ自車両の進行方向を仮想車線よりも手前側に戻すことで、仮想車線に沿って自車両を走行させる。ここで、走行領域の中心側とは、走行領域逸脱前において、実車線よりも手前側或いは実車線よりも反対側の実車線側を示し、走行領域の中心の位置を直接求める必要はない。

【0033】

なお、仮想車線は、反対側の実車線から所定距離の位置に設定され、反対側の実車線までの距離をカメラ20によって検出することで仮想車線までの距離が検出される。このような処理を実施すると、例えば図2に示すような目標ヨーレートが出力される。

30

【0034】

このような目標ヨーレートを出力する際の詳細処理について、図3以下の図面を用いて説明する。図3は、演算部10が実行する逸脱抑制処理を示すフローチャートである。

逸脱抑制処理は、例えば逸脱抑制システム1の電源が投入されると開始され、その後、一定時間毎（例えば50ms毎）に繰り返し実行される処理である。この処理では、まず、撮像情報をカメラ20から取得するとともに、自車両の走行速度、およびヨーレートを車速センサ21、ヨーレートセンサ22から取得するとともに、予め設定されたヨーレート変化率を取得する（S110）。

【0035】

ここで、ヨーレート変化率としては、目標ヨーレートを増減させる際の変化率を示し、逸脱回避時（後述する逸脱フラグがセットされている際）に使用される、逸脱時増加変化率および逸脱時減少変化率、仮想車線に沿って自車両を走行させるとき（逸脱フラグが解除されている際）に使用される平行時増加変化率および平行時減少変化率が個別に設定されている。なお、各増加変化率は、ヨーレートを増加させる際に利用する変化率であり、各減少変化率は、ヨーレートを減少させる際に利用する変化率である。これらの変化率は、後述する時間と目標ヨーレートとの関係を示す各グラフにおいて、線分の傾きの大きさに相当する。

40

【0036】

本実施形態においては、平行時減少変化率は平行時増加変化率以下の値に設定されてお

50

り、平行時増加変化率は逸脱時減少変化率以下の値に設定されている。また、逸脱時減少変化率は逸脱時増加変化率以下の値に設定されている。

【0037】

続いて、ドライバによる操作があるか否かを判定する(S120)。ここで、ドライバによる操作とは、ステアリングを接近している実車線から遠ざかる方向に変更する操作を示し、舵角センサ23による検出結果を繰り返し監視することでこの操作の有無を検出する。

【0038】

ドライバによる操作があれば(S120:NO)、車両が車線を逸脱する虞がある旨を示す逸脱フラグ、舵角の制御中である旨を示す制御フラグがセットされている場合にこれらを解除し(S130)、S110の処理に戻る。S130の処理は、ドライバによる操作がある場合には、ドライバによる操作を本処理による舵角の制御よりも優先して受け入れることを意味する。

10

【0039】

また、ドライバによる操作がなければ(S120:YES)、基準となる時間(例えば2秒間)以内に車両が車線(走行領域)を逸脱するか否かを判定する(S140)。この処理では、撮像情報として得られた逸脱角度、実車線までの距離、および自車両の走行速度に基づいて、自車両が実車線に到達するまでの時間を演算し、この時間が基準となる時間以内となるか否かを判定する。

【0040】

20

基準となる時間以内に車両が車線を逸脱しなければ(S140:NO)、逸脱の虞はないものとして逸脱フラグがセットされている場合にこれを解除し(S150)、制御フラグがセットされており、かつ仮想車線に接近しているか否かを判定する(S160)。ここで、仮想車線に接近しているか否かについては、S140の処理と同様に、基準となる時間(例えば1.5秒間)以内に、自車両が仮想車線に到達するか否かによって判定する。

【0041】

制御フラグが解除されている場合、または仮想車線に接近していない場合には(S160:NO)、S110の処理に戻る。また、制御フラグがセットされており、かつ仮想車線に接近している場合には(S160:YES)、後述するS180の処理に移行する。

30

【0042】

また、S140の処理にて、車両が逸脱する場合には(S140:YES)、制御フラグおよび逸脱フラグをセットし(S170)、支援角度を演算するとともに最大制御Gの設定を行う(S180)。ここで、最大制御Gは、目標ヨーレートの上限cntYrMax(例えば図6参照)に対応する横加速度を示す。なお、目標ヨーレートの上限cntYrMaxは、最大制御Gを自車両の走行速度Vで除すことで求められる。また、支援角度を演算する処理については、図4を用いて説明する。

【0043】

図4は、逸脱角度と支援角度との関係を示すグラフである。支援角度の設定には、種々の方法が考えられる。例えば、図4の(1)の破線に示すように、支援角度を逸脱角度以下の値に設定してもよい。このようにすれば、逸脱速度が遅いにも関わらず走行領域内に戻す際の速度が非常に速いという不自然な制御を抑制することができる。

40

【0044】

また、図4の(2)の一点鎖線に示すように、支援角度を一定の値に設定してもよい。この場合、支援角度を求めるための処理を省くことができる。

さらに、図4の(3)の実線に示すように、支援角度の上限値を設定しておき、支援角度の上限値に到達するまでは逸脱角度に応じた一次関数によって支援角度を求めるようにしてもよい。この場合、白線付近に減衰しながら反射させるダンパがあるイメージとなるので、制御イメージがドライバに分かりやすく制御に対する安心感を与えることができる。

50

【 0 0 4 5 】

また、図 4 の (4) の実線に示すように、走行領域外への逸脱距離が大きくなる場合には、より支援角度 を大きくするようにしてもよい。ここで、逸脱距離とは、図 1 (b) に示すように、現在位置での自車両 (外側の前輪等の基準位置) と最大に逸脱した場合に予想される自車両 (前述の基準位置) との距離を表す。このようにすると、早期に車両を走行領域内に戻すことができるので、ドライバに安心感を与えることができる。

【 0 0 4 6 】

なお、上記の逸脱抑制処理において、抑制角度 (+) だけ自車両の進行方向を変更した後において、逸脱フラグが解除された場合 (S 1 5 0 の処理が実施された場合) には、逸脱角度 を最終角度 (図 1 (b) 参照) に置換して設定するとともに、支援角度 を 0 とする。

10

【 0 0 4 7 】

つまり、最終角度 (図 1 (b) 参照) が目標制御量 (抑制角度) として設定される。なお、図 1 (b) に示すように道路が直線である例においては、最終角度 は支援角度 と一致するため以前に求めた支援角度 を最終角度 として設定すればよい。また、道路が曲線である場合には、以前に求めた支援角度 に対して道路の曲率を加味して最終角度 として設定すればよい。

【 0 0 4 8 】

また、最大制御 G は、走行領域が直線である場合 (例えば、カーブ半径が 3 0 0 0 m 以上である場合) と曲線である場合とで異なる値を採用してもよい。例えば、走行領域が直線である場合には、最大制御 G を 0 . 1 G に設定し、走行領域が曲線である場合には、車両の挙動を大きく変更する必要がある場合があるため、走行領域が直線である場合よりも大きな最大制御 G である 0 . 1 5 G に設定する。

20

【 0 0 4 9 】

さらに、最大制御 G は、自車両を仮想車線に対して平行に変位させる場合 (逸脱フラグが解除されている場合) よりも、自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させる場合 (逸脱フラグがセットされている場合) のほうが小さな値に設定される。自車両を仮想車線に対して平行に変位させる場合には、例えば、最大制御 G は、自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させる場合の半分程度の値に設定される。

【 0 0 5 0 】

続いて、三角波要求値を演算する (S 1 9 0)。この処理については、図 5 を用いて説明する。図 5 は時間と目標ヨーレートとの関係を示すグラフである。

30

この処理では、図 5 (a) および図 5 (b) に示すように、逸脱角度 に基づいて、自車両の進行方向を支援角度 に変更する際の最大ヨーレートを演算する。本処理では、制御時間を極力短く、かつ逸脱距離を極力小さくするために、時間と目標ヨーレートとの関係を示すグラフにおいて三角波となるように設定する。

【 0 0 5 1 】

つまり、目標ヨーレートが最大ヨーレートになるまでの時間については連続的に自車両のヨーレートの変化率が一定となるように増加させ (図 5 に示す直線 3 0 0 参照)、その後、ヨーレートが R _ Y r になるまでの時間については連続的に自車両のヨーレートの変化率が一定となるように減少させる (図 5 に示す直線 4 0 0 参照)。この際、目標ヨーレートと制御継続時間との積分値 (図 5 に示す面積 S _ r i s i n g と面積 S _ f a l l i n g との和) が抑制角度 (+) となるようにしている。

40

【 0 0 5 2 】

また、自車両のヨーレートの変化率が一定となる抑制角度の分だけ自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させたときに自車両のヨーレートが R _ Y r になるようにしている。なお、R _ Y r は、図 8 に示すように、自車両がカーブを走行している場合において、このカーブの形状に沿って自車両を走行させる際に必要となるヨーレートである必要ヨーレートを表し、カーブ半径と自車両の走行速度とに基づいて本処理において算出される。

50

【 0 0 5 3 】

ここで、制御開始時のヨーレートが、R_Yrを基準として正の値（R_Yrよりも大きい）であるか負の値（R_Yrよりも小さい）であるか（ここでは右旋回時のヨーレートを正とする）によって、最大ヨーレート（YrMax）の算出方法は異なる（図5（a）および図5（b）参照）。

【 0 0 5 4 】

【 数 1 】

1. YrOffset*YrMaxが正の場合

$$(YrMax + YrOffset)(YrMax - YrOffset) / 2 * reqYrJerkrising + YrMax^2 / (2 * reqYrJerkfalling) = \alpha + \beta \text{ より} \tag{10}$$

$$YrMax^2 = (2 * (\alpha + \beta) + YrOffset^2 / reqYrJerkrising) / ((1 / reqYrJerkrising) + (1 / reqYrJerkfalling)) \dots [1]$$

2. YrOffset*YrMaxが負の場合 *ただし、YrOffset = YrSensor - R_Yr*

$$YrOffset^2 / (2 * reqYrJerkrising) + ((YrMax / reqYrJerkrising) + YrMax^2 / (2 * reqYrJerkfalling)) = \alpha + \beta \text{ より} \tag{20}$$

$$YrMax^2 = (2 * (\alpha + \beta) - YrOffset^2 / reqYrJerkrising) / ((1 / reqYrJerkrising) + (1 / reqYrJerkfalling)) \dots [2]$$

ただし、YrOffset = YrSensor - R_Yr

【 0 0 5 5 】

上記式 [1] または式 [2] によって三角波の頂点（最大ヨーレート）が求められる。なお、上記式 [2] を採用する場合には、図5（b）に示すように、目標ヨーレートがR_Yrになるまで時間xの間は逸脱角度が増加し、さらに時間xが経過後に制御開始時の逸脱角度になる。このため、図5（b）では、制御開始後、時間2xが経過したときを基準に面積S_risingを図示している。

【 0 0 5 6 】

続いて、求めた三角波の頂点が上限ヨーレートに対応する上限ヨーレート（cntYrMax）を超えるか否かを判定する（S210）。求めた三角波の頂点が上限ヨーレートを超えない場合には（S210:NO）、三角波として各要求時間を演算する（S230）。詳細には、図6に示すように、目標ヨーレートを増加させる際の目標ヨーレートの変化率をreqYrJerkrising、目標ヨーレートを減少させる際の目標ヨーレートの変化率をreqYrJerkfallingとすると、目標ヨーレートを増加させる際の制御継続時間t_rising、および目標ヨーレートを減少させる際の制御継続時間t_fallingは、次式で求めることができる。

【 0 0 5 7 】

【 数 2 】

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{rising} = (YrOffset / reqYrJerkrising) + (YrMax / reqYrJerkrising) \dots [3] \\ t_{falling} = YrMax / reqYrJerkfalling \dots [4] \end{array} \right.$$

【 0 0 5 8 】

ところで、S210の処理において、三角波の頂点が上限ヨーレートを超える場合には（S210:YES）、上限ヨーレートを超える部分については最大値を上限ヨーレートとする台形波とし、各要求時間を演算する（S220）。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

具体的には、図 7 に示すように、三角波のうちの上限ヨーレート (cntYrMax) を超える部分の三角形 100 をこの三角形 100 を除去した台形部分のうち目標ヨーレートが上限ヨーレートで一定になる部分に長方形 200 の領域として加え、このときの制御継続時間をそれぞれ求める。なお、t_const は、上限ヨーレートの状態での制御継続時間を示す。

【 0 0 6 0 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned}
 \left. \begin{aligned}
 t_{\text{rising}} &= (\text{YrOffset} / \text{reqYrJerkrising}) + (\text{YrMax} / \text{reqYrJerkrising}) && \dots [5] \\
 t_{\text{const}} &= a + b + \text{■} = ((\text{YrMax} - \text{cntYrMax}) / \text{reqYrJerkrising}) && 10 \\
 &+ (((\text{YrMax} - \text{cntYrMax}) / \text{reqYrJerkfalling}) + \text{▲} / \text{cntYrMax}) \\
 &= (\text{YrMax} - \text{cntYrMax})((1 / \text{reqYrJerkrising}) + (1 / \text{reqYrJerkfalling})) \\
 &+ ((a + b)(\text{YrMax} - \text{cntYrMax}) / 2) / \text{cntYrMax} \\
 &= (\text{YrMax} - \text{cntYrMax})((1 / \text{reqYrJerkrising}) + (1 / \text{reqYrJerkfalling})) \\
 &+ (1 + ((\text{YrMax} - \text{cntYrMax}) / 2 * \text{cntYrMax})) && \dots [6] \\
 t_{\text{falling}} &= \text{YrMax} / \text{reqYrJerkfalling} && \dots [7]
 \end{aligned}
 \right\} && 20
 \end{aligned}$$

【 0 0 6 1 】

S 2 2 0 の処理または S 2 3 0 の処理が終了すると、各要求時間に応じて目標ヨーレートを生成し、この目標ヨーレートを出力する (S 2 4 0)。このような処理が終了すると、逸脱抑制処理を終了する。

【 0 0 6 2 】

なお、逸脱抑制処理では、逸脱フラグ解除時において制御終了時 (t_failing の経過時) または車両が実車線と平行 (例えば、± 0.5 deg 以内) になったときに制御フラグを解除する。また、このような処理が実施されると、パワステ制御部 30 では、目標ヨーレートに応じて舵角を設定し、舵角に応じたパワステアリングのアシストトルクを出力することで、目標ヨーレートに応じた車両制御が実現される。

【 0 0 6 3 】

[本実施形態による効果]

以上のように詳述した逸脱抑制システム 1 において、演算部 10 は、自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、自車両の進行方向と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す抑制角度を取得し、抑制角度の分だけ自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させるための出力を行う。演算部 10 は、自車両の旋回時角速度を変化させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を繰り返し出力する。

【 0 0 6 4 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、抑制角度を取得してこの抑制角度に応じて旋回時角速度を指定する目標値を出力すればよいので、ヨーモーメント等を演算により求める構成と比較して、より簡素な処理で走行領域の逸脱を抑制することができる。特に、本発明の逸脱抑制システム 1 によれば、自車両の旋回時角速度を変化させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率を一定とするので、目標値の出力の際の演算を容易にすることができる。

【 0 0 6 5 】

また、演算部 10 は、自車両が走行領域を逸脱しようとする際における、走行領域の内外を区分する境界線と自車両の進行方向とのなす角を表す逸脱角度と、自車両を境界線よりも走行領域の中心側に戻す際において、境界線と目標とする自車両の進行方向とのなす角を表す支援角度とを取得し、逸脱角度と支援角度との和を抑制角度とする。

【 0 0 6 6 】

このようにすると、支援角度を任意の値（固定値や逸脱角度等に応じた値）にする場合、逸脱角度だけを検出すれば抑制角度を設定することができる。よって、目標値の出力の際の演算をより簡素にすることができる。

【 0 0 6 7 】

また、上記の逸脱抑制システム 1 において演算部 1 0 は、抑制角度の分だけ自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させたときに自車両の旋回時角速度が 0 になるようにする。

【 0 0 6 8 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、旋回時角速度を 0 にしてからドライバによる操作に移行することができる。よって、ドライバによる操作に移行際のドライバの身体への負担を軽減することができる。

10

【 0 0 6 9 】

また、上記逸脱抑制システム 1 においては、演算部 1 0 は、旋回時角速度を一定時間連続的に増加させ、その後、一定時間連続的に減少させ、この際、旋回時角速度と制御継続時間との積分値が抑制角度となるようにする。

【 0 0 7 0 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、時間と旋回時角速度との関係をグラフ化した時に、三角波となるように旋回時角速度を設定することになる。したがって、旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を容易に設定することができる。

20

【 0 0 7 1 】

加えて、上記逸脱抑制システム 1 において演算部 1 0 は、旋回時角速度が、予め設定された第 1 上限角速度を超えることがないようにする。この場合、目標値は第 1 上限角速度で維持させればよい。このようにする場合、時間と旋回時角速度との関係をグラフ化した時に、台形波となるように旋回時角速度を設定することになる。

【 0 0 7 2 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、過度な旋回が実施されることを抑制することができる。よって、ドライバに制御時の恐怖感を与え難くすることができる。

また、上記逸脱抑制システム 1 において演算部 1 0 は、現在の旋回時角速度を基準とした目標値を出力する。

30

【 0 0 7 3 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、制御の開始時等に、現在の旋回時角速度とかけ離れた目標値が設定されることがないので、自車両を滑らかに制御することができる。この結果、乗員の乗り心地を向上させることができる。

【 0 0 7 4 】

さらに、上記逸脱抑制システム 1 において演算部 1 0 は、自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させた後において、走行領域内において境界線と平行な仮想車線と自車両の進行方向とのなす角を表す最終角度を取得し、最終角度の分だけ自車両の進行方向を仮想車線に対して平行に変位させるための出力を行う。

【 0 0 7 5 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、自車両を走行領域内において境界線と平行に戻すことができる。

40

また、上記逸脱抑制システム 1 において演算部 1 0 は、最終角度の分だけ自車両の進行方向を仮想車線に対して平行に変位させるための出力を行う際に、旋回時角速度が、第 1 上限角速度以下の値に設定された第 2 上限角速度を超えることがないようにする。

【 0 0 7 6 】

このような逸脱抑制システム 1 によれば、最終角度の分だけ自車両の進行方向を仮想車線に対して平行に変位させる制御中には旋回角速度をより小さくすることでドライバへの身体への負担を軽減することができる。このため、ドライバによる操作に移行し易くすることができる。

50

【0077】

また、上記逸脱抑制システム1において演算部10は、支援角度を逸脱角度に応じて設定する。

このような逸脱抑制システム1によれば、逸脱角度を取得してこの逸脱角度に応じて支援角度を決定し、逸脱角度と支援角度との和に応じて旋回時角速度を指定する目標値を出力すればよいので、ヨーモーメント等を演算により求める構成と比較して、より簡素な処理で走行領域の逸脱を抑制することができる。

【0078】

また、上記逸脱抑制装置において演算部10は、支援角度を逸脱角度以下の大きさに設定する。

このような逸脱抑制装置によれば、自車両の進行方向が走行領域の中心側に過度に向けられることを抑制することができる。

【0079】

さらに、上記逸脱抑制システム1において演算部10は、逸脱角度が大きくなるにつれて支援角度を大きく設定する。

このような逸脱抑制システム1によれば、自車両が走行領域をより大きく逸脱する虞がある場合に、より早期に走行領域内に戻れるように支援角度を大きくする。よって、自車両に対する安全性を向上させることができる。

【0080】

また、上記逸脱抑制システム1において演算部10は、自車両の旋回時角速度を変化させる際に、自車両の旋回時角速度の変化率が一定となるような目標値を繰り返し出力し、自車両を仮想車線に対して平行に変位させる際の旋回時角速度の変化率は、自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させる際の旋回時角速度の変化率よりも小さな値に設定されている。

【0081】

すなわち、自車両の進行方向を走行領域の中心側に変位させる制御中には、より早期に自車両を走行領域の中心側に向けるために旋回時角速度の変化率を比較的大きな値としてもよいが、自車両を仮想車線に対して平行に変位させる制御中には、早期に制御を完了させる必要がないので、旋回角速度の変化率をより小さくしている。このような逸脱抑制システム1によれば、ドライバへの身体への負担を軽減することができ、より乗り心地よく車両の進行方向を適切な方向に制御することができる。

【0082】

[その他の実施形態]

本発明の実施の形態は、上記の実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の形態を採りうる。

【0083】

例えば、上記実施形態においては、ヨーレート（旋回時角速度）の目標値を出力するようにしたが、舵角等のヨーレートに対応する値を出力するようにしてもよい。

また、上記実施形態において、逸脱角度と支援角度との関係は、例えば一次関数や指数関数等、逸脱角度が大きくなると支援角度も単調に増加する関数を用いて表現することができる。

【0084】

また、上記実施形態において、自車両を仮想車線と平行にする際には、反対側（図1（b）では右側）の実車線が確認できない場合を考慮して、以下のようにしてもよい。まず、図9に示すように、各パラメータを定義する。

【0085】

すなわち、図9において左側の境界線から右側の仮想車線までの距離をParaOffsetとし、左前輪の外側から右前輪の外側までの距離をTreadとしている。また、自車両の速度をV、境界線側の前輪と境界線との車幅方向の距離をDTLB、仮想車線側の前輪と仮想車線との車幅方向の距離をVirtDTLBとしている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

すると、仮想車線までの距離 (V i r t D T L B) は、左側の実車線を基準として、以下のように求めることができる。

【 0 0 8 7 】

【数 4】

$$\text{VirtDTLB} = \text{ParaOffset} / \cos \gamma - (\text{Tread} + \text{DTLB}) \quad \dots[8]$$

【 0 0 8 8 】

すると、仮想車線までの到達時間 T T L C は、以下のように求めることができる。

【 0 0 8 9 】

【数 5】

$$\text{TTLC} = (\text{VirtDTLB} / \tan \gamma) / V \quad \dots[9]$$

【 0 0 9 0 】

したがって、仮想車線の位置にて自車両を仮想車線と平行にする際の目標ヨーレート (R e q _ Y r) は、以下のように求めることができる。

【 0 0 9 1 】

【数 6】

$$\begin{aligned} \text{Req_Yr} &= \gamma / \text{TTLC} \\ &= V \gamma / (\text{VirtDTLB} / \tan \gamma) \end{aligned} \quad \dots[10]$$

【 0 0 9 2 】

このような目標ヨーレートを用いる場合、最終角度 が $\pm 0.5 \text{ deg}$ 以内になった場合や、V e r t D T L B が 0 未満になった場合に、制御を終了するようにすればよい。

このようにしても、車両の進行方向を実車線と平行に制御することができる。

【 0 0 9 3 】

また、S 1 8 0 の処理において、支援角度 を演算する際には、実車線から仮想車線に向かう際の横方向 (実車線と直交する方向) への速度 (V x) が一定 (例えば、 0.3 m/s) となるようにしてもよい。車両の走行速度 V とすると支援角度 は下記式 [1 1] から式 [1 2] として求めることができる。

【 0 0 9 4 】

【数 7】

$$V * \tan(\beta) = V_x \quad \dots[11]$$

$$\beta = \text{atan}(V_x / V) \quad \dots[12]$$

【 0 0 9 5 】

このような逸脱抑制システムによれば、速度 (V x) (境界線との相対速度) が一定になるように自車両を制御するので、乗員が安心できる制御とすることができる。

詳細には、図 1 0 に示す変形例の逸脱抑制処理を実施すればよい。なお、図 1 0 に示すフローチャートでは、図 3 の逸脱抑制処理でいう S 1 9 0 ~ S 2 3 0 の処理を波形演算処理と表示している。

【 0 0 9 6 】

変形例の逸脱抑制処理では、図 1 0 に示すように、波形演算処理 (S 3 1 0) の終了後 (つまり、S 2 2 0 または S 2 3 0 の処理の終了後)、波形演算処理の通りに自車両の進行方向を変更した場合の逸脱距離 X m a x を演算する (S 3 2 0)。なお、逸脱距離 X m a x の演算方法については後述する。

【 0 0 9 7 】

続いて、波形演算処理の通りに自車両の進行方向を変更した場合に自車両が走行領域を逸脱するか否かを判定する (S 3 3 0)。この処理では、逸脱距離 X m a x と現時点での

10

20

30

40

50

実車線または仮想車線までの距離とを比較することで判定することができる。

【0098】

自車両が走行領域を逸脱しない場合には (S 3 3 0 : N O)、S 2 4 0 の処理に移行する。また、自車両が走行領域を逸脱する場合には (S 3 3 0 : Y E S)、支援角度 の補正を行う (S 3 4 0)。

【0099】

ここで、補正係数 K (K > 0) とすると、補正後の支援角度 ' は、下記式 [1 3] で求めることができる。

【0100】

【数8】

$$\beta' = \beta + K (X_{max} - DTLB) \dots[13]$$

10

【0101】

このような処理が終了すると、補正後の支援角度 ' について波形演算処理を実施し (S 3 5 0)、その後、S 2 4 0 の処理に移行する。

次に、逸脱距離 X m a x の演算方法について説明する。ここで、以下の説明では、自車両の走行速度 V [m / s]、横方向の上限加速度 G [m / s 2]、ヨーレート変化率 A [r

a d / s 2] とする。また、図 1 1 は、時刻と目標ヨーレート (要求ヨーレート) との関係を示すグラフであり、図 1 1 (a) は目標ヨーレートが上限加速度 G に対応するヨーレートを超えない場合を示し、図 1 1 (b) は目標ヨーレートが上限加速度 G に対応するヨーレートを超える場合を示す。

20

【0102】

図 1 1 (a) に示す例では、時刻 0 から時刻 T までヨーレート変化率 A に沿って目標ヨーレートを増加させ、時刻 T から時刻 2 T までヨーレート変化率 - A に沿って目標ヨーレートを減少させている。また、図 1 1 (b) に示す例では、時刻 0 から時刻 T 1 までヨーレート変化率 A に沿って目標ヨーレートを増加させ、時刻 T 1 から時刻 T 2 まで目標ヨーレートを G / V で一定とし、時刻 T 2 から時刻 T 3 までヨーレート変化率 - A に沿って目標ヨーレートを減少させている。

【0103】

なお、逸脱距離 X m a x の演算方法を示す際には、説明を簡単にするため、ヨーレート変化率の絶対値を A として図 1 1 (a) に対応する例のみを説明するが、ヨーレート変化率の絶対値が、目標ヨーレートを増加させる場合と減少させる場合とで異なる場合や、図 1 1 (b) に対応する場合についても、当業者であれば以下に述べる例を応用することで逸脱距離 X m a x を求めることができる。

30

【0104】

図 1 1 (a) に示す例では、下記式 [1 4]、式 [1 5] が成立することから、式 [1 6]、式 [1 7] を得ることができる。なお、下記式では、目標ヨーレートを Y r と表記している。また、経過時間 (図 1 1 での横軸 T i m e) を t、図 1 1 (a) の例において Y r が Y r M a x になるときの経過時間を T としている。

40

【0105】

【数9】

$$Y_r = A t \dots[14]$$

ヨーレートの面積から

$$T \cdot A T = \alpha + \beta \dots[15]$$

$$T = \sqrt{((\alpha + \beta) / A)} \dots[16]$$

ヨーレートが三角形になる条件は

$$G \leq V \cdot Y_{rMax} = V A T \dots[17]$$

50

【 0 1 0 6 】

ここで、逸脱角度 β が十分小さいことを想定しており、この場合、横方向の加速度 g_x は、 $g_x = g \cdot \cos \beta = g$ であるので、

【 0 1 0 7 】

【 数 1 0 】

$$g_x = -V \cdot Y_r = \left\{ \begin{array}{ll} \cdot -VAt & (t < T) \\ \cdot -VAT + VA(t-T) \\ = VA(t - 2T) & (T < t < 2T) \\ \cdot 0 & (2T < t) \end{array} \right\} \dots\dots [18]$$

10

【 0 1 0 8 】

となる。このとき、横方向の速度 v_x は、

【 0 1 0 9 】

【 数 1 1 】

$$v_x = \int g_x = \left\{ \begin{array}{ll} \cdot -1/2 VAt^2 + V \sin \alpha & (t < T) \\ \cdot -1/2 VAT^2 + V \sin \alpha + VA(-T(t-T) + 1/2(t-T)^2) \\ = VA(1/2 t^2 - 2Tt + T^2) + V \sin \alpha & (T < t < 2T) \\ \cdot -1/2 VAT^2 + V \sin \alpha + VA\{-T(2T-T) + 1/2(2T-T)^2\} \\ = -VAT^2 + V \sin \alpha & (2T < t) \end{array} \right\} \dots\dots [19]$$

20

【 0 1 1 0 】

と表現できる。

したがって、横方向の位置 x は、

【 0 1 1 1 】

【 数 1 2 】

$$x = \int v_x = \left\{ \begin{array}{ll} \cdot -1/6 VAt^3 + V \sin \alpha t & (t < T) \\ \cdot -1/6 VAT^3 + V \sin \alpha T - 1/2 VAT^2(t-T) + V \sin \alpha (t-T) \\ -1/2 VAT(t-T)^2 + 1/6VA(t-T)^3 \\ = VA(1/6 t^3 - Tt^2 + T^2 t - 1/3 T^3) + V \sin \alpha t & (T < t < 2T) \\ \cdot -1/6 VAT^3 + V \sin \alpha T - 1/2 VAT^2(2T-T) + V \sin \alpha (2T-T) \\ -1/2 VAT(2T-T)^2 + 1/6VA(2T-T)^3 + (-VAT^3 + V \sin \alpha) t \\ = VAT^3 + (-VAT^2 + V \sin \alpha) t & (2T < t) \end{array} \right\} \dots\dots [20]$$

30

【 0 1 1 2 】

となる。そして、 $v_x = 0$ となる時刻 T_a は、

【 0 1 1 3 】

【 数 1 3 】

$$\alpha < \beta \text{ のとき: } -1/2 VAt^2 + V \sin \alpha = 0 \text{ より} \dots\dots [21]$$

$$T_a = \sqrt{\{2 \sin \alpha\} / A} \dots\dots [22]$$

$$\alpha > \beta \text{ のとき: } VA(1/2 T_a^2 - 2T \cdot T_a + T^2) + V \sin \alpha = 0 \text{ より} \dots\dots [23]$$

$$T_a = \{2AT - \sqrt{(2A^2 \cdot T^2 - 2A \sin \alpha)}\} / A \dots\dots [24]$$

40

【 0 1 1 4 】

となる。

最後に、 X_{max} は次式で求めることができる。

50

【 0 1 1 5 】

【 数 1 4 】

$x = X_{max}$ となる時刻は $t = T_a$ より

$$\alpha < \beta \text{ のとき: } X_{max} = -1/6 VA Ta^3 + V \sin \alpha Ta \quad \dots [25]$$

$$\alpha > \beta \text{ のとき: } X_{max} = VA(1/6 Ta^3 - T Ta^2 + T^2 Ta - 1/3 T^3) + V \sin \alpha Ta \quad \dots [26]$$

【 0 1 1 6 】

上記のような制御を実施すると、車両の走行速度 V が 100 km/h 、逸脱角度 が 1 deg の場合、図 12 に示すような、横方向加速度 (図 12 (a))、横方向速度 (図 12 (b))、横位置 (図 12 (c)) が得られる。より詳細には、図 12 (a) は、この条件において式 [18] によって得られる値を時系列に従ってプロットしたものを示し、図 12 (b) は、式 [19] によって得られる値を時系列に従ってプロットしたものを示す。

10

【 0 1 1 7 】

そして、図 12 (c) は、式 [20] によって得られる値を時系列に従ってプロットしたものを示す。ここで、式 [25] [26] にて X_{max} を求めることは、図 12 (c) にて示す曲線の極値を求めることに相当する。

【 0 1 1 8 】

以上のように詳述した逸脱抑制システムによれば、逸脱距離が大きい場合に、補正後の支援角度 β を大きくすることができるので、自車両を速やかに走行領域に戻すことができる。

20

【 0 1 1 9 】

[本発明の各手段と実施形態の構成との関係]

本実施形態においてパワステ制御部 30 は、本発明でいう車両制御手段に相当する。また、本実施形態の逸脱抑制処理において、S110 の処理は本発明でいう逸脱角度取得手段、最終角度取得手段、走行速度取得手段、およびヨーレート取得手段に相当し、S110 および S180 の処理は本発明でいう抑制角度取得手段に相当する。

【 0 1 2 0 】

また、S180 の処理は本発明でいう支援角度設定手段および支援角度取得手段に相当する。さらに、S190, S210 ~ S240 の処理は本発明でいう第 2 変位出力手段および第 1 変位出力手段に相当する。

30

【 0 1 2 1 】

また、S320 の処理は、本発明でいう逸脱距離取得手段に相当し、S340 の処理は本発明でいう支援補正手段に相当する。さらに、S190、S350 の処理は、本発明でいう波形作成手段に相当する。

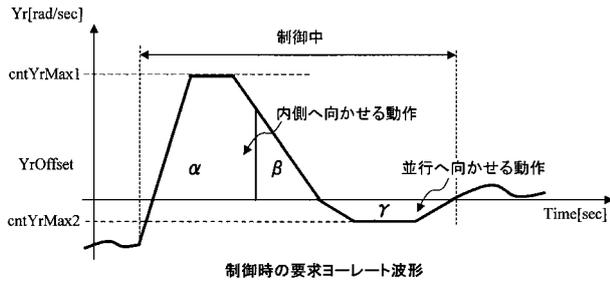
【 符号の説明 】

【 0 1 2 2 】

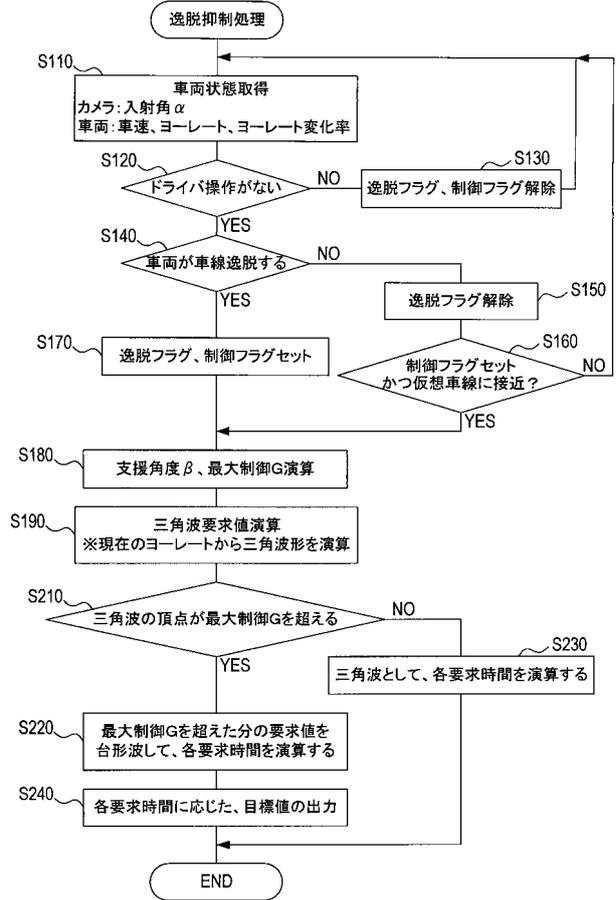
1 ... 逸脱抑制システム、10 ... 演算部、20 ... カメラ、21 ... 車速センサ、22 ... ヨーレートセンサ、23 ... 舵角センサ、30 ... パワステ制御部、40 ... ステアリングアクチュエータ。

40

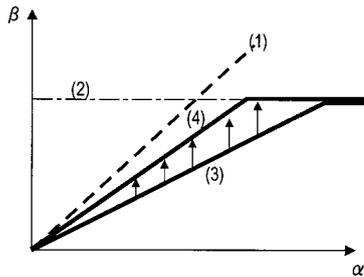
【 図 2 】



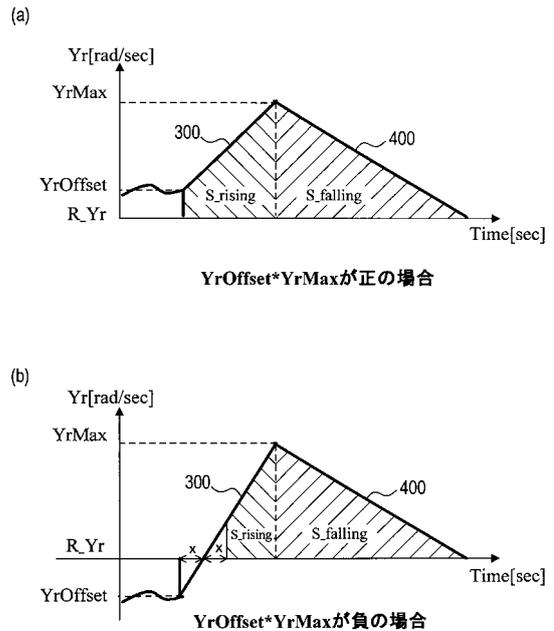
【 図 3 】



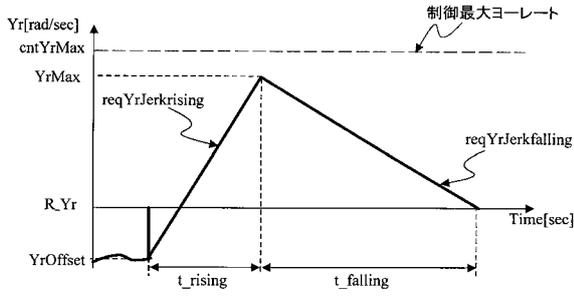
【 図 4 】



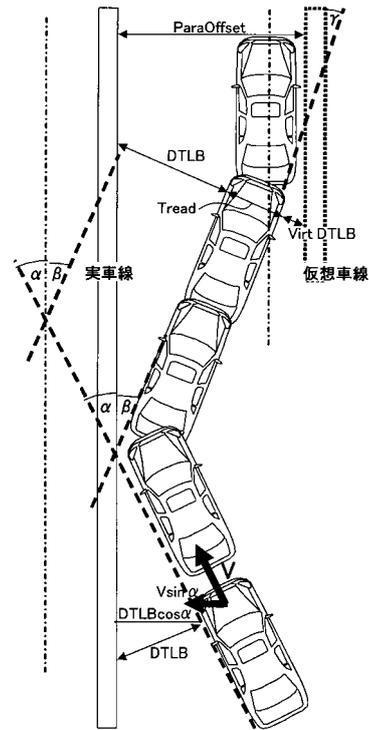
【 図 5 】



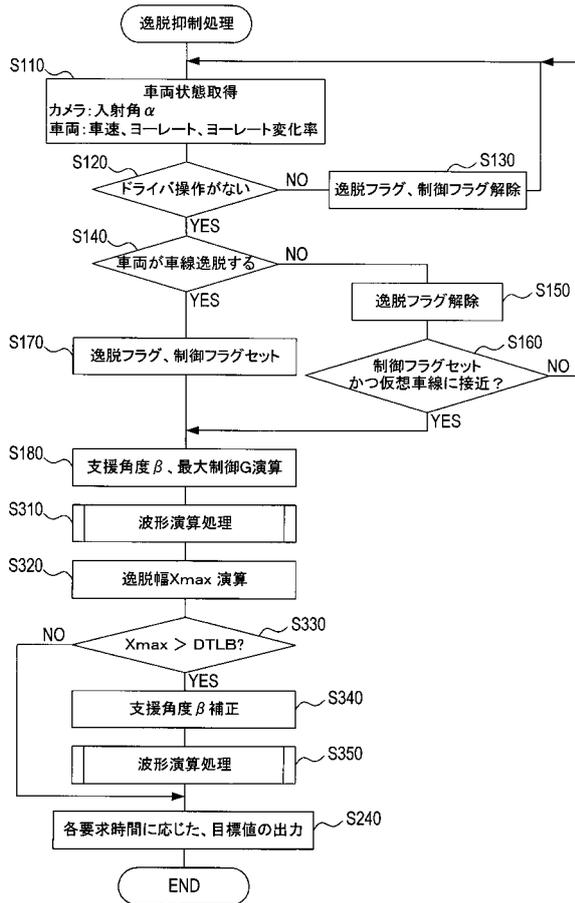
【 図 6 】



【 図 9 】

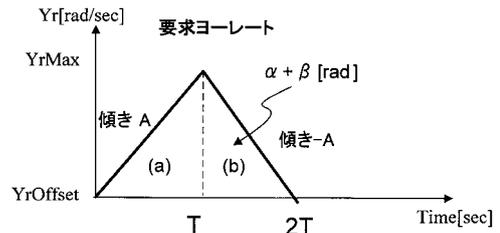


【 図 10 】

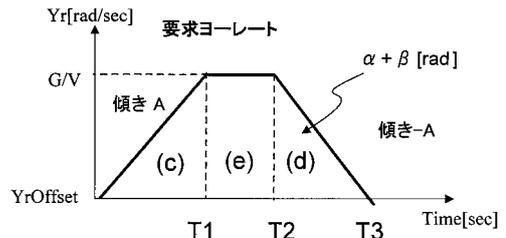


【 図 11 】

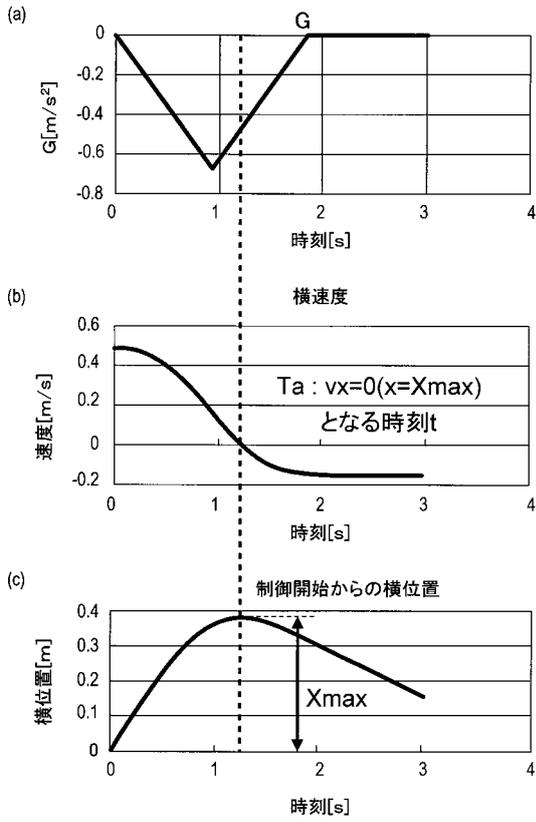
(a)



(b)

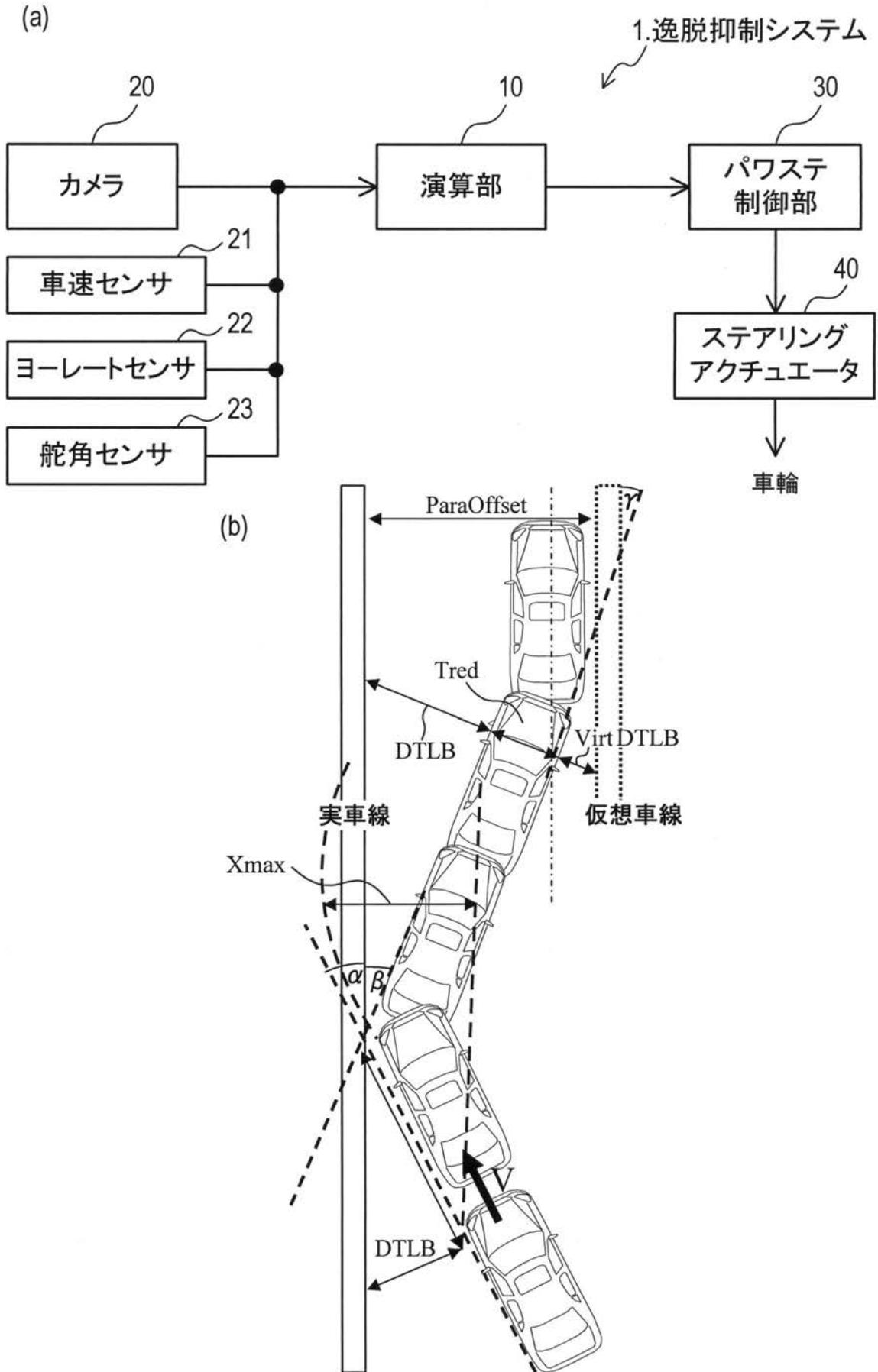


【 図 1 2 】

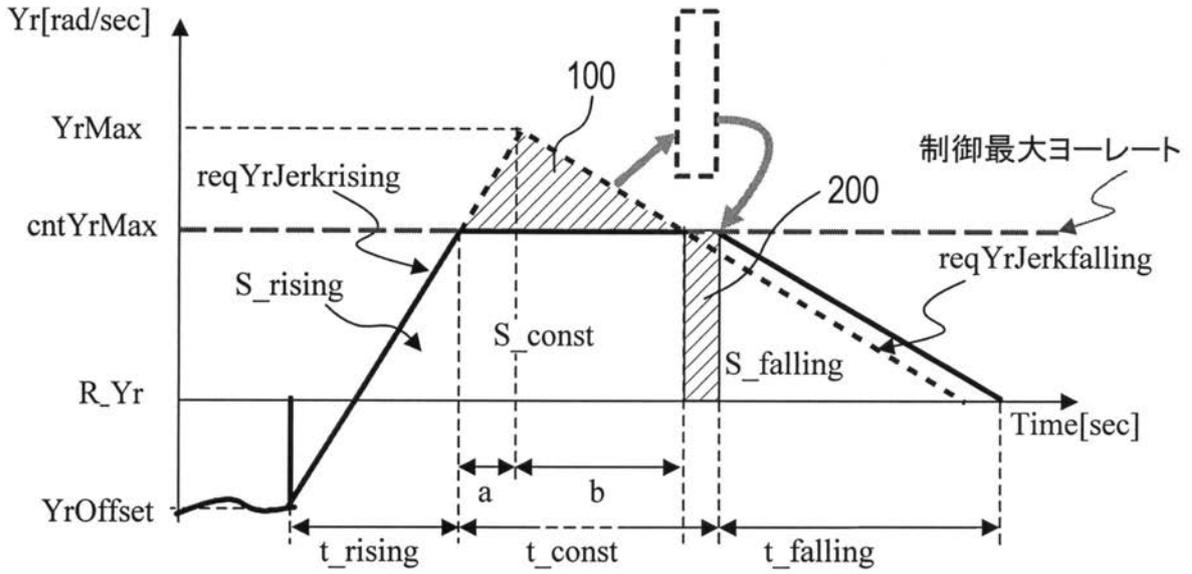


$V=100$ [km/h], $\alpha =1$ [deg] の例

【図1】



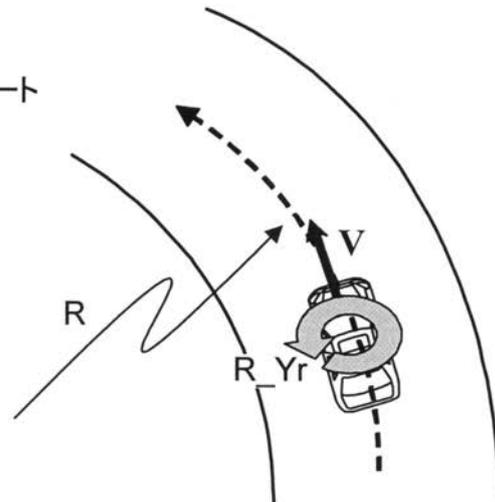
【 図 7 】



【 図 8 】

曲率 $1/R[1/m]$ 、車速 $V[m/s]$ より
カーブを走行するために必要なヨーレート
 R_{Yr} を算出する。

$$R_{Yr} = V * 1/R$$



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 137/00	(2006.01)	B 6 2 D 137:00		
Fターム(参考)	3D246 GA04 GB36 GC16 HA13A HA81A HA86A HB18A JA04			
	5H181 AA01 CC04 LL02 LL09			