

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3979382号
(P3979382)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年7月6日(2007.7.6)

(51) Int. Cl.	F I	
B60W 30/12 (2006.01)	B60K 41/00	332
B60W 10/20 (2006.01)	B60K 41/00	301G
B60W 10/18 (2006.01)	B60K 41/00	301F
B60W 30/00 (2006.01)	B60K 41/00	610J
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16	C

請求項の数 8 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-404633 (P2003-404633)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成15年12月3日(2003.12.3)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2005-165743 (P2005-165743A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成17年6月23日(2005.6.23)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成17年5月26日(2005.5.26)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100075579
			弁理士 内藤 嘉昭
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 崔 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	松本 真次
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	田家 智
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車線逸脱防止装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両が走行車線から逸脱傾向にあるかどうかを検出する逸脱傾向検出手段と、
当該逸脱傾向検出手段で自車両が走行車線から逸脱傾向にあることが検出されたとき、
前記逸脱傾向を回避するためのヨーモーメントを付与する逸脱回避制御手段と、を備えた
車線逸脱防止装置であって、

自車両の操舵量を検出する操舵量検出手段と、

当該操舵量検出手段で検出した操舵量によって自車両に生じる操舵ヨーモーメントを推
定する操舵ヨーモーメント推定手段と、を備え、

前記逸脱回避制御手段は、前記逸脱傾向検出手段で自車両が走行車線から逸脱傾向にあ
ることが検出されたとき、自車両が走行車線と平行な状態となる方向にヨーモーメントを
発生させる逸脱低減制御手段と、

当該逸脱低減制御手段により自車両を走行車線と平行な状態に制御した後、前記操舵ヨ
ーモーメント推定手段で推定された、前記車線逸脱方向への操舵ヨーモーメントと同等の
大きさであり且つ当該操舵ヨーモーメントを打ち消すヨーモーメントを発生させる車両方
向維持制御手段と、を備えることを特徴とする車線逸脱防止装置。

【請求項2】

自車両が車線区分線近傍又は車線区分線上に設けられている路面凹凸の上を走行してい
ることを検出する路面凹凸検出手段、を備え、

前記車両方向維持制御手段は、前記路面凹凸検出手段で自車両が路面凹凸の上を走行し

10

20

ていると判断され且つ前記自車両のヨー角が零とみなすことが可能となったとき、前記ヨー角の車線逸脱方向への増加を防止可能なヨーモーメントを発生させるようになっていることを特徴とする請求項 1 記載の車線逸脱防止装置。

【請求項 3】

自車両の車輪速度を検出する車輪速度検出手段を備え、前記路面凹凸検出手段は、前記車輪速度検出手段で検出された車輪速度に基づいて自車両が前記路面凹凸の上を走行しているかどうかを検出するようになっていることを特徴とする請求項 2 記載の車線逸脱防止装置。

【請求項 4】

前記車輪速度検出手段は左輪及び右輪の車輪速を検出し、前記路面凹凸検出手段は、前記左輪及び右輪のうちの何れか一方の車輪速のみが変動するときに、前記路面凹凸の上を走行していると判断するようになっていることを特徴とする請求項 3 記載の車線逸脱防止装置。

【請求項 5】

前記路面凹凸検出手段は、前記車輪速度検出手段で検出された車輪速度が自車両の走行速度に応じた予め設定した周期で変動するときに、前記路面凹凸の上を走行していると判断するようになっていることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の車線逸脱防止装置。

【請求項 6】

自車両のサスペンションの上下動の状態を検出するサスペンション状態検出手段を備え、前記路面凹凸検出手段は、前記サスペンション状態検出手段で検出されたサスペンションの上下動の状態に基づいて、自車両が前記路面凹凸の上を走行しているかどうかを検出するようになっていることを特徴とする請求項 2 記載の車線逸脱防止装置。

【請求項 7】

自車両前方の画像を撮像する撮像手段と、当該撮像手段で撮像された画像から車線区分線を検出する車線区分線検出手段と、を備え、前記逸脱傾向検出手段は、前記車線区分線検出手段で検出された車線区分線に基づいて自車両の走行車線からの逸脱量を検出し、当該逸脱量に基づいて自車両が走行車線から逸脱傾向にあるかどうかを検出するようになっていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の車線逸脱防止装置。

【請求項 8】

自車両の走行速度、自車両の走行車線に対するヨー角、自車両の走行車線に対する横変位、自車両の走行車線の曲率を検出する横変位推定用走行状態検出手段を備え、前記逸脱傾向検出手段は、前記横変位推定用走行状態検出手段の検出結果に基づいて将来の自車両の走行車線に対する横変位を前記逸脱量として推定し、当該将来の自車両の走行車線に対する横変位が予め設定した横変位限界値以上であるときに、自車両が走行車線から逸脱傾向にあると判断するようになっていることを特徴とする請求項 7 記載の車線逸脱防止装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走行中に自車両が走行車線から逸脱しそうになったときに、その逸脱を防止するようにした車線逸脱防止装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の技術としては、例えば、自車両が走行車線から逸脱傾向にあるときに、走行車線の基準位置から自車両の走行位置までの距離である横ずれ量に応じて、操舵アクチュエータを制御し、自車両の走行車線からの逸脱を防止するようにしたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開平11-180327号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、前述のような車線逸脱防止装置にあっては、ドライバの操舵操作に関わらず強制的に操舵アクチュエータを制御するようにしているため、車線逸脱を回避することができるという効果を得ることができる反面、ドライバが車線逸脱防止のための操作を行う必要がなくなってしまう場合があり、車線逸脱防止装置が本来の目的以上の役目を果たしてしまうという問題がある。

【0004】

特に、車線区分線上又は車線区分線近傍に人工的に配設された凹部又は凸部、いわゆるランブルストリップが配置された走行路においては、このランブルストリップ上を車輪が走行した場合に振動や音が発生することで、ドライバに車線逸脱を認識させることを目的としたものであるが、車線逸脱防止装置によって車線逸脱を回避する方向に制御した場合、場合によってはドライバに対して車線逸脱傾向にあることを認識させることができず、ランブルストリップを配設する本来の目的を達成することができないという問題がある。

そこで、この発明は、上記従来未解決の問題点に着目してなされたものであり、車線逸脱を回避しつつ、ドライバに対して車線逸脱を認識させドライバ自身に車線逸脱回避操作を行わせることの可能な車線逸脱防止装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明に係る車線逸脱防止装置は、自車両が車線を逸脱する傾向にあるときには、自車両が、走行車線と平行な状態となる方向にヨーモーメントを発生させて車線逸脱の防止を図り、自車両を走行車線と平行な状態に制御した後は、前記車線逸脱方向への操舵ヨーモーメントと同等の大きさであり、且つこの操舵ヨーモーメントを打ち消すヨーモーメントを発生させて、逸脱傾向の増加が抑制されたときの状態から、さらに逸脱傾向が増加しないように制御する。

【発明の効果】

【0006】

本発明に係る車線逸脱防止装置によれば、自車両が車線を逸脱する傾向にあるときにはは、自車両が、走行車線と平行な状態となる方向にヨーモーメントを発生させることで車線逸脱を防止することができると共に、その後は、前記車線逸脱方向への操舵ヨーモーメントと同等の大きさであり、且つこの操舵ヨーモーメントを打ち消すヨーモーメントを発生させて、自車両が走行車線と平行な状態から、さらに逸脱傾向が増加しないようにしたから、車線逸脱は防止するものの、車線逸脱傾向が回復しない状態を維持することで、ドライバに操舵操作を行わせるようしむけることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

図1は、第1の実施の形態における車線逸脱防止装置の一例を示す車両概略構成図である。なお、この車両は、自動変速機及びコンベンショナルディファレンシャルギヤを搭載した後輪駆動車両であり、制動装置は、前後輪とも、左右輪の制動力を独立に制御可能としている。

図1中の符号1はブレーキペダル、2はブースタ、3はマスタシリンダ、4はリザーバであり、通常は、ドライバによるブレーキペダル1の踏み込み量に応じて、マスタシリンダ3で昇圧された制動流体圧が、各車輪5FL~5RRの各ホイールシリンダ6FL~6RRに供給されるようになっているが、このマスタシリンダ3と各ホイールシリンダ6FL~6RRとの間には制動流体圧制御回路7が介挿されており、この制動流体圧制御回路7内で、各ホイールシリンダ6FL~6RRの制動流体圧を個別に制御することも可能となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

前記制動流体圧制御回路 7 は、例えばアンチスキッド制御やトラクション制御に用いられる制動流体圧制御回路を利用したものであり、この実施形態では、各ホイールシリンダ 6 F L ~ 6 R R の制動流体圧を、単独で増減圧することができるように構成されている。この制動流体圧制御回路 7 は、後述する車両状態コントロールユニット 8 からの制動流体圧指令値に応じて各ホイールシリンダ 6 F L ~ 6 R R の制動流体圧を制御する。

【 0 0 0 9 】

また、この車両は、エンジン 9 の運転状態、自動変速機 1 0 の選択変速比、並びにスロットルバルブ 1 1 のスロットル開度を制御することにより、駆動輪である後輪 5 R L、5 R R への駆動トルクを制御する駆動トルクコントロールユニット 1 2 が設けられている。前記エンジン 9 の運転状態制御は、例えば燃料噴射量や点火時期を制御することによって制御することができるし、同時にスロットル開度を制御することによっても制御することができる。

10

【 0 0 1 0 】

なお、この駆動トルクコントロールユニット 1 2 は、単独で、駆動輪である後輪 5 R L、5 R R の駆動トルクを制御することも可能であるが、前述した車両状態コントロールユニット 8 から駆動トルクの指令値が入力されたときには、その駆動トルク指令値を参照しながら駆動トルクを制御する。

また、この車両には、自車両の走行車線逸脱防止判断用に走行車線内の自車両の位置を検出するための前方外界認識センサとして、C C D カメラ等で構成される単眼カメラ 1 3 及びカメラコントローラ 1 4 を備えている。このカメラコントローラ 1 4 では、単眼カメラ 1 3 で捉えた自車両前方の撮像画像から、例えば白線等のレーンマーカを検出して走行車線を検出すると共に、その走行車線に対する自車両のヨー角、すなわち車線に対する自車両の向き、走行車線中央からの自車両の横変位 X、走行車線の曲率等を算出できるように構成されている。

20

【 0 0 1 1 】

また、悪天候等によってレーンマーカを検出することができない場合に備えて認識判断信号 F cr を出力するように構成されており、レーンマーカを適切に検出することができた場合には、認識判断信号を F cr = 1 とし、認識できない場合には認識判断信号を F cr = 0 とするようになっている。そして、レーンマーカを適切に検出することができなかった場合には、自車両のヨー角、自車両の横変移 X、走行車線の曲率は零として出力するようになっている。

30

なお、このカメラコントローラ 1 4 は、レーンマーカ等を検出するための走行車線検出エリアを用いて走行車線検出を行い、その検出された走行車線に対して前記各データを算出する。走行車線の検出には、例えば特開平 1 1 - 2 9 6 6 6 0 号公報に記載される手法を用いることができる。

【 0 0 1 2 】

具体的には、自車両が走行している走行車線の両側の白線等のレーンマーカを検出し、そのレーンマーカを用いて自車両が走行している走行車線を検出する。ここで、撮像された画像全域で白線等のレーンマーカを検出する（走査する）と、演算負荷も大きいし、時間もかかる。そこで、レーンマーカが存在しそうな領域に、更に小さな検出領域（いわゆるウィンドウ）を設定し、その検出領域内でレーンマーカを検出する。一般に、車線に対する自車両の向きが変わると、画像内に映し出されるレーンマーカの位置も変わるので、例えば前記特開平 1 1 - 2 9 6 6 6 0 号公報では、操舵角から車線に対する自車両の向きを推定し、画像内のレーンマーカが映し出されているであろう領域に検出領域を設定する。

40

【 0 0 1 3 】

そして、例えばレーンマーカと路面との境界を際立たせるフィルタ処理などを施し、各レーンマーカ検出領域内において、最もレーンマーカと路面との境界らしい直線を検出し、その直線上の一点（レーンマーカ候補点）をレーンマーカの代表的な部位として検出す

50

る。このようにして得られた各ウインドウのレーンマーカ候補点を連続すると、自車両前方に展開している走行車線を検出することができる。

【0014】

また、この車両には、自車両に発生する前後加速度 Xg 及び横加速度 Yg を検出する加速度センサ15、自車両に発生するヨーレート $\dot{\psi}$ を検出するヨーレートセンサ16、前記マスタシリンダ3の出力圧、いわゆるマスタシリンダ圧 Pm を検出するマスタシリンダ圧センサ17、アクセルペダルの踏込み量、即ちアクセル開度 Acc を検出するアクセル開度センサ18、ステアリングホイール21の操舵角 δ を検出する操舵角センサ19、各車輪5FL~5RRの回転速度、いわゆる車輪速度 Vwi ($i = FL \sim RR$) を検出する車輪速度センサ22FL~22RR、方向指示器による方向指示操作を検出する方向指示スイッチ20が備えられ、それらの検出信号は前記車両状態コントロールユニット8に出力される。

10

【0015】

また、前記カメラコントローラ14で検出された走行車線に対する自車両のヨー角 ψ 、走行車線中央からの自車両の横変位 X 、走行車線の曲率 κ 、駆動トルクコントロールユニット12で制御された駆動トルク Tw も合わせて車両状態コントロールユニット8に出力される。なお、検出された車両の走行状態データに左右の方向性がある場合には、何れも左方向を正方向とする。即ち、ヨーレート $\dot{\psi}$ や横加速度 Yg 、操舵角 δ 、ヨー角 ψ は、左旋回時に正值となり、横変位 X は、走行車線中央から左方にずれているときに正值となる。

20

【0016】

また、運転席近傍には、前記車両状態コントロールユニット8によって車線逸脱が検知された場合にこれをドライバに警告するための、警告用のモニタ23が設けられている。このモニタ23には、音声やブザー音を発生するためのスピーカが内蔵され、表示情報及び音声情報によってドライバに警告を発するようになっている。

次に、前記車両状態コントロールユニット8で行われる演算処理の処理手順を図2のフローチャートに従って説明する。この演算処理は、所定サンプリング時間 T 毎にタイマ割込によって実行される。なお、このフローチャートでは通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶されると共に、必要な情報は随時記憶装置から読出される。

30

【0017】

この演算処理では、まずステップS1で、前記各センサや各コントローラ、コントロールユニットからの各種データを読み込む。具体的には、前記各センサで検出された前後加速度 Xg 、横加速度 Yg 、ヨーレート $\dot{\psi}$ 、各車輪速度 Vwi 、アクセル開度 Acc 、マスタシリンダ圧 Pm 、操舵角 δ 、方向指示スイッチ信号、カメラコントローラ14からの走行車線に対する自車両のヨー角 ψ 、走行車線中央からの自車両の横変位 X 、走行車線の曲率 κ 、認識判断信号 Fcr 、また駆動トルクコントロールユニット12からの駆動トルク Tw を読み込む。

【0018】

次に、ステップS2に移行して、前記ステップS1で読み込まれた各車輪速度 Vwi ($i = FL \sim RR$) のうち、非駆動輪である前左右輪速度 $VwFL$ 、 $VwFR$ の平均値から自車両の走行速度 V を算出する。

40

なお、ここでは、前左右輪速度 $VwFL$ 、 $VwFR$ に基づいて走行速度 V を算出する場合について説明したが、例えば、車両に公知のアンチスキッド制御を行うABS制御手段が搭載されており、このABS制御手段によりアンチスキッド制御が行われている場合には、このアンチスキッド制御での処理過程で推定される推定車体速を用いるようにすればよい。

【0019】

次にステップS3に移行して、逸脱推定値として将来の推定横変位 Xs を算出する。具体的には、前記ステップS1で読み込んだ自車両の走行車線に対するヨー角 ψ 、走行車線中

50

中央からの自車両の横変位 X 、走行車線の曲率 及び前記ステップ S_2 で算出した自車両の走行速度 V を用い、下記 (1) に従って将来の推定横変位 X_S を算出する。

$$X_S = T_t \times V \times (\quad + T_t \times V \times \quad) + X \quad \dots \dots (1)$$

【0020】

なお、式 (1) において、 T_t は前方注視距離算出用の車頭時間であり、車頭時間 T_t に自車両の走行速度 V を乗じると前方注視距離になる。つまり、車頭時間 T_t 後の走行車線中央からの横変位推定値が将来の推定横変位 X_S となる。後述するように、本実施形態では、この将来の推定横変位 X_S が所定の横変位限界値以上となるとときに自車両は走行車線を逸脱する可能性がある、或いは逸脱傾向にあると判断する。また、前記認識判断信号が $F_{cr} = 0$ である場合には、推定横変移 X_S は $X_S = 0$ に設定する。

10

【0021】

次いで、ステップ S_4 に移行し、ドライバが車線変更をしているか否かのドライバの意図判断を行う。なお、本実施の形態では、後述のように、前方に障害物がある場合に回避動作を妨げないように逸脱制御の制御量を小さくするようにしているが、ここでは、前方に障害物がある無しに関わらず、ドライバの運転動作により意図的な車線変更であると判断される場合にも逸脱制御を制限する。

【0022】

具体的には、まず、前記ステップ S_1 で読込まれた方向指示スイッチ信号の方向と、同じくステップ S_1 で読込まれた走行車線中央からの自車両の横変位 X 、或いは前記ステップ S_3 で算出された逸脱推定値としての将来の推定横変位 X_S から得られる逸脱方向とが

20

同じであるときには、意識的な車線変更であるとして車線変更判断フラグを $FLC = 1$ にセットする。また、方向指示スイッチ信号がオフの状態、つまり方向指示スイッチ 20 が操作されていなくても、ドライバが逸脱方向に操舵し、そのときの操舵角 及び操舵角速度が所定値以上であるときには、ドライバは車線変更する意図があると判断して車線変更判断フラグを $FLC = 1$ にセットする。これら以外の場合には車線変更判断フラグを $FLC = 0$ にセットするが、前記方向指示スイッチ信号の方向と自車両の逸脱方向とが同じであって、車線変更判断フラグ $FLC = 1$ にセットされた状態であった場合には、この車線変更判断フラグを $FLC = 1$ にセットする条件を満足しない状態となった後も所定時間 (例えば4秒間) セット状態を維持する。これは、実際の車線変更中に方向指示スイッチが解除される場合を想定しており、そのような場合に逸脱防止制御が介入しないようにするためである。

30

【0023】

次にステップ S_5 に移行して、自車両が走行車線から逸脱傾向にあるか否かの判断を行う。具体的には、前記ステップ S_3 で算出した逸脱推定値としての将来の推定横変位 X_S と警報判断しきい値 X_w との比較結果に応じて判断する。この警報判断しきい値 X_w は、逸脱判断しきい値である横変移限界値 X_c と連動して、次式 (2) で算出される。

$$X_w = X_c - X_m \quad \dots \dots (2)$$

【0024】

なお、(2) 式中の X_m は、警報が作動してから逸脱防止制御が作動するまでのマージン (定数) である。

40

そして、前記ステップ S_4 で設定された車線変更判断フラグが $FLC = 0$ であり、且つ、 $X_S > X_w$ (左逸脱時) 又は $X_S < -X_w$ (右逸脱時) の場合に警報を発生させる必要があると判断し、モニタ 23 を作動し警報を発生させる。

また、一旦、警報を発生させた場合には、 $X_S > X_w - X_h$ (左逸脱時) 又は $X_S < -(X_w - X_h)$ (右逸脱時) を満足する状態となったときに警報を停止させる。ここで、 X_h は、警報のハンチングを避けるためのヒステリシスである。

【0025】

次いで、ステップ S_6 に移行し、車線認識による車線逸脱判断を行う。

ここでは、前記ステップ S_3 で算出した逸脱推定値としての将来の推定横変位 X_S と横変移限界値 X_c との比較結果に応じて判断する。

50

具体的には、推定横変位 X_S と横変移限界値 X_c とが、 $X_S > X_c$ である場合には、左に逸脱すると判断し、逸脱判断フラグを $FLD = 1$ に設定する。また、 $X_S < -X_c$ である場合には、右に逸脱すると判断し、逸脱判断フラグを $FLD = -1$ に設定する。また、 $X_S > X_c$ 及び $X_S < -X_c$ のいずれも満足しない場合には、逸脱していないと判断し、逸脱判断フラグを $FLD = 0$ に設定する。

【0026】

ここで、前記横変移限界値 X_c は定数であって、例えば、走行車線幅 L の半分値から自車両の車幅 L_0 の半分値を減じた値と、例えば、 0.8 [m] とのうちの何れか小さい方を用いることができる。前記走行車線幅 L は固定値（例えば高速道の車線幅 3.35 [m]）としてもよいし、ナビゲーション情報等により自車両の位置を地図データから車線幅の情報として取り込むことで、走行している道路に応じて変更するようにしてもよい。また、インフラシステムにより、道路に埋め込まれたマーカ等に基づいて検出した、逸脱方向の車線までの距離 " $L/2 - X_S$ " を、路車間通信等により得ることができる場合には、この情報を用いるようにしてもよい。

10

【0027】

そして、前記ステップ S_4 で設定した車線変更判断フラグ FLC に応じて逸脱判断及び道路端判断の修正を行う。つまり、前記車線変更判断フラグが $FLC = 1$ である場合には逸脱防止制御を行わないため、上記判断により逸脱判断フラグ FLD が " 1 又は -1 " であっても、これらを " 0 " に変更する。また、アンチスキッド制御 (ABS) や車両挙動制御 (VDC)、駆動力制御 (TCS) 等が作動しているときには、逸脱防止制御を行わないようにするために、前記逸脱判断フラグ FLD を強制的に " 0 " のリセット状態とするようにしてもよい。

20

【0028】

次いで、ステップ S_7 に移行し、操舵により発生している逸脱方向への操舵モーメント Mos の推定を行う。ここでは、前記逸脱判断フラグ FLD が " 1 又は -1 " であるときのみ、操舵角 δ に応じて、操舵角 δ と自車両の走行速度 V との関数 $f(\delta, V)$ に基づき操舵モーメント Mos を算出する。なお、前記操舵角 δ は、反時計周り方向を正とする。

つまり、前記逸脱判断フラグが $FLD = 0$ であって逸脱傾向にない場合には操舵モーメントは $Mos = 0$ とする。また、前記逸脱判断フラグが $FLD = 1$ 、つまり左逸脱時には、操舵角が $\delta > 0$ であって左方向への操舵が行われているときには、操舵モーメント $Mos = f(\delta, V)$ とし、操舵角が $\delta < 0$ であって逸脱方向とは逆の右方向への操舵が行われているときには操舵モーメント $Mos = 0$ とする。同様に、前記逸脱判断フラグ $FLD = -1$ 、つまり右逸脱時には、操舵角が $\delta < 0$ であって右方向への操舵が行われているときには、操舵モーメント $Mos = f(\delta, V)$ とし、操舵角が $\delta > 0$ であって左方向への操舵が行われているときには操舵モーメント $Mos = 0$ とする。

30

【0029】

なお、前記関数 $f(\delta, V)$ は、走行速度 V 、操舵角 δ で走行した場合に定常的に発生するヨーモーメントを算出する関数であって、車両諸元を考慮した車両モデルを用いて算出する。なお、例えば予め図3に示す制御マップを生成しておき、この制御マップから、操舵角 δ に対応する操舵ヨーモーメントを特定するようにしてもよい。

40

なお、図3において、横軸は操舵角 δ 、縦軸は操舵ヨーモーメント $f(\delta, V)$ であって、操舵ヨーモーメントは、操舵角 δ が増加するほど増加し、且つ、操舵角 δ が小さい領域ではその変化量がより大きくなるように設定される。また、走行速度 V が大きいほど、操舵ヨーモーメントはより大きな値に設定される。

【0030】

次いで、ステップ S_8 に移行し逸脱判断を行う。具体的には前記逸脱判断フラグが $FLD = 0$ であって、車線逸脱していないと判断されるときにはステップ S_9 に移行し、前記逸脱判断フラグが $FLD = 0$ であって車線逸脱していると判断されるときにはステップ S_{10} に移行する。

前記ステップ S_9 では、車線逸脱しておらず車線逸脱の制御を行う必要はないため目標

50

ヨーモーメント M_s を $M_s = 0$ に設定する。

一方、前記ステップ S 1 0 では、ヨー角 δ が零又は零近傍の値であって零とみなすことの可能な状態であるかどうかを判定する。そして、ヨー角 δ が略零である場合にはステップ S 1 1 に移行し、逆にヨー角 δ が略零でない場合にはステップ S 1 2 に移行する。

【 0 0 3 1 】

前記ステップ S 1 1 では、ヨー角 δ が零又は零近傍の値であって、車線逸脱制御によりヨー角 δ が零近傍まで小さくなったと判断することができるから、逸脱量に応じた制御ではなく走行車線に対する自車両のヨー角がこの状態よりも車線逸脱方向に変化しないように、操舵によるヨーモーメント分のみを打ち消すようにこれを達成し得る目標ヨーモーメント M_s を設定する。つまり、逸脱判断フラグが $FLD = 0$ であって、逸脱傾向にある場合には、前記ステップ S 7 で算出した操舵モーメント M_{os} と同じ大きさであり且つ逆方向のヨーモーメント ($-M_{os}$) を、目標ヨーモーメント M_s として設定する。一方、逸脱判断フラグが $FLD = 0$ であって逸脱傾向にない場合には、目標ヨーモーメントは $M_s = 0$ に設定する。

10

【 0 0 3 2 】

一方、前記ステップ S 1 2 では、自車両の逸脱量に応じた目標ヨーモーメントを算出する。ここでは、逸脱推定値 X_s と横変位限界値 X_c との偏差、つまり逸脱量に基づいて、次式 (3) にしたがって目標ヨーモーメント M_s を算出する。なお、反時計回り方向のヨーモーメントを正とする。)

$$M_s = -K_1 \times K_2 \times (X_s - X_c) \quad \dots \dots (3)$$

20

なお、(3) 式において、 K_1 は車両諸元から決まる比例係数、 K_2 は、図 4 に示す自車両の走行速度 V に応じて設定される比例係数である。

【 0 0 3 3 】

なお、前記図 4 において、横軸は自車両の走行速度 V 、縦軸は比例係数 K_2 である。比例係数 K_2 は、前記自車両の走行速度 V が比較的小さい領域では、比較的大きな一定値を維持し、走行速度 V が中程度の領域では走行速度 V が増加するに応じてこれに比例して比例係数 K_2 は低下し、自車両の走行速度 V が比較的大きい領域では比較的小さな一定値を維持するように設定される。

また、前記逸脱判断フラグ FLD が “ 0 ” である場合には、目標ヨーモーメントは $M_s = 0$ に設定する。

30

このようにして、ステップ S 9、S 1 1、S 1 2 で目標ヨーモーメント M_s を設定したならばステップ S 1 3 に移行し、各車輪への目標制動力及び駆動輪の目標駆動力を算出する。

【 0 0 3 4 】

具体的には、前記ステップ S 1 で読み込んだマスタシリンダ圧 P_m 、前記ステップ S 9、ステップ S 1 1、ステップ S 1 2 の何れかで設定した目標ヨーモーメント M_s に基づいて算出する。

まず、各車輪への目標制動流体圧 P_{si} を算出する。具体的には、前記ステップ S 1 で読み込んだマスタシリンダ圧 P_m に対し、前後制動力配分に基づく後輪用マスタシリンダ圧を P_{mR} としたとき、前記逸脱判断フラグが $FLD = 0$ である場合には、前左右輪 $5FL$ 、 $5FR$ のホイールシリンダ $6FL$ 、 $6FR$ への目標制動流体圧 P_{sFL} 、 P_{sFR} は共に、マスタシリンダ圧 P_m となり、後左右輪 $5RL$ 、 $5RR$ のホイールシリンダ $6RL$ 、 $6RR$ への目標制動流体圧 P_{sRL} 、 P_{sRR} は共に後輪用マスタシリンダ圧 P_{mR} となる。

40

【 0 0 3 5 】

一方、前記逸脱判断フラグが $FLD = 0$ でない場合には、前記目標ヨーモーメント M_s の大きさに応じて場合分けを行う。すなわち、前記目標ヨーモーメントの絶対値 $|M_s|$ が所定値 M_{s0} 未満であるときには後左右輪の制動力にだけ差を発生させ、前記目標ヨーモーメントの絶対値 $|M_s|$ が所定値 M_{s0} 以上であるときには前後左右輪の制動力に差を発生させる。したがって、前記目標ヨーモーメントの絶対値 $|M_s|$ が所定値 M_{s0} 未満であるときの前左右輪目標制動流体圧差 P_{sF} は “ 0 ” であり、後左右輪目標制動流体

50

圧差 P_{sR} は次式(4)で設定される。

【0036】

$$P_{sR} = 2 \times K_{bR} \times |M_s| / T \quad \dots\dots (4)$$

同様に、目標ヨーモーメントの絶対値 $|M_s|$ が所定値 M_{s0} 以上であるときの前左右輪目標制動流体圧差 P_{sF} は次式(5)で、また後左右輪目標制動流体圧差 P_{sR} は次式(6)で与えられる。

$$P_{sF} = 2 \times K_{bF} \times (|M_s| - M_{s0}) / T \quad \dots\dots (5)$$

$$P_{sR} = 2 \times K_{bR} \times M_{s0} / T \quad \dots\dots (6)$$

なお、式(4)~(6)中の T は、トレッド(前後輪で同じとする)、 K_{bF} 、 K_{bR} はそれぞれ、制動力を制動流体圧に換算するための換算係数であり、ブレーキ諸元によって

10

【0037】

なお、ここでは、前後輪をそれぞれ制御するようにした場合について説明したが、例えば前輪のみで制御するようにしてもよく、この場合には、 $P_{sF} = 2 \times K_{bF} \times |M_s| / T$ とするようによい。

したがって、前記目標ヨーモーメント M_s が負値であるとき、すなわち、前記逸脱判断フラグ FLD が “ 1 ” に設定され、自車両が左方向に車線逸脱しようとしているときの各ホイールシリンダ $6FL \sim 6RR$ への目標制動流体圧 P_{si} は次式(7)で与えられる。

$$P_{sFL} = P_m$$

$$P_{sFR} = P_m + P_{sF}$$

$$P_{sRL} = P_{mR}$$

$$P_{sRR} = P_{mR} + P_{sR} \quad \dots\dots (7)$$

20

【0038】

これに対し、前記目標ヨーモーメント M_s が正值であるとき、すなわち前記逸脱判断フラグ FLD が “ - 1 ” にセットされ、自車両が右方向に車線逸脱しようとしているときの各ホイールシリンダ $6FL \sim 6RR$ への目標制動流体圧 P_{si} は下記(8)式で与えられる。

$$P_{sFL} = P_m + P_{sF}$$

$$P_{sFR} = P_m$$

$$P_{sRL} = P_{mR} + P_{sR}$$

$$P_{sRR} = P_{mR} \quad \dots\dots (8)$$

30

【0039】

また、本実施形態では、前記逸脱判断フラグが $FLD = 0$ であり、逸脱防止制御が行われるときには、アクセル操作が行われていてもエンジンの出力を絞って加速できなくする。なお、その他の場合にはドライバのアクセル操作にしたがって、そのアクセル開度 Acc に応じて自車両を加速する駆動トルク分だけとなる。

つまり、逸脱防止制御が作動中は、前記ステップ $S1$ で読み込んだアクセル開度 Acc に応じた値から、前記前後輪の目標制動流体圧差 P_{sF} 、 P_{sR} に応じた値を減じた値を、前記目標駆動トルク T_{rqs} とする。前記アクセル開度 Acc に応じた値とは、当該アクセル開度 Acc に応じて自車両を加速する駆動トルクであり、前後輪の目標制動流体

40

【0040】

なお、ここでは、ドライバのアクセル操作よりも逸脱防止制御を優先するようにした場合について説明したが、ドライバの操作を優先し、例えば、アクセル開度に応じて逸脱防止制御による制御量を小さくするようにしてもよい。

次いで、ステップ $S14$ に移行し、前記ステップ $S13$ で算出された各車輪の目標制動流体圧を前記制動流体圧制御回路 7 に向けて出力すると共に、駆動輪の目標駆動トルクを前記駆動トルクコントロールユニット 12 に向けて出力してからメインプログラムに復帰

50

する。

【 0 0 4 1 】

次に、上記第 1 の実施の形態の動作を説明する。

今、自車両が走行車線中央を走行している場合には、前記ステップ S 3 で算出される逸脱推定値 $X S$ が、 $X S > X w$ 及び $X S < - X w$ の何れも満足しないから、ステップ S 5 で警報は発生されず、また、 $X S > X c$ 及び $X S < - X c$ のいずれも満足しないから、逸脱判断フラグは $F L D = 0$ に設定される（ステップ S 6）。

また、このときの操舵角 δ に基づいて操舵モーメントの推定が行われるが（ステップ S 7）、このとき、車線逸脱していないから、ステップ S 8 からステップ S 9 に移行し、逸脱判断フラグが $F L D = 0$ であって自車両は車線逸脱傾向にないから、目標ヨーモーメント $M s = 0$ に設定される。したがって、逸脱防止制御によるヨーモーメントは発生されず、つまり、自車両が車線逸脱傾向にない場合には、逸脱防止制御によるヨーモーメントが作用することはない、ドライバの運転操作に即した車両挙動となる。

【 0 0 4 2 】

そして、この状態から、自車両が例えば左に逸脱する傾向となり、逸脱推定値 $X S$ が増加すると、この逸脱推定値 $X S$ が $X S > X w$ となった時点で警報が発生され（ステップ S 5）、自車両が逸脱傾向にあることがドライバに警告されるが、この時点では、逸脱判断フラグは、 $F L D = 0$ に設定されるから（ステップ S 6）、逸脱防止制御によるヨーモーメントは発生されない。

なお、このとき、ドライバが方向指示スイッチ 2 0 を操作している場合には、ステップ S 4 の処理で車線変更フラグ $F L C$ が “ 1 ” に設定されるから警報が発生されることはなく、ドライバに車線変更意思がある状態で警報が発生されることはない。

【 0 0 4 3 】

そして、前述のように左に逸脱する傾向となった状態からさらに逸脱推定値 $X S$ が増加し、 $X S > X c$ となると、逸脱判断フラグが $F L D = 1$ に設定される（ステップ S 6）。したがって、ステップ S 8 からステップ S 1 0 を経てステップ S 1 2 に移行し、このときの推定横変移 $X S$ に応じて目標ヨーモーメント $M s$ が算出される。これによって、図 5 (a) の状態 t 1 に示すように、現時点における自車両の逸脱量を抑制し得るヨーモーメントが発生されることになって、走行車線に対する自車両の向きが、車線内側方向に向くように制御されることになって、車線逸脱が抑制されることになる。

【 0 0 4 4 】

このように自車両の逸脱量に応じた目標ヨーモーメント $M s$ を発生させることによって、走行車線に対する自車両の向きつまりヨー角が減少し、これが略零となると、ステップ S 1 0 からステップ S 1 1 に移行する。このとき、ドライバが操舵操作を行っていない場合、つまり操舵角 $\delta = 0$ であって、左操舵を行っている場合には操舵角 δ と走行速度 V とから操舵モーメント $M o s$ が算出され、この操舵モーメント $M o s$ と同一の大きさであり且つ逆方向のモーメントが目標モーメント $M s$ として設定される。

【 0 0 4 5 】

したがって、現時点における操舵角 δ により生じるヨーモーメントを打ち消す方向にモーメントが発生されることになり、このとき、操舵角 δ により生じるヨーモーメントと同一の大きさのモーメントが発生されるから、操舵角 δ による操舵モーメントが相殺されることになって、実際には、大きさ $M o s$ の操舵が行われてはいるが、自車両にはモーメントが作用していない状態と同等となる。このため、図 5 (a) の状態 t 2 に示すように、自車両の走行車線に対するヨー角は現時点のヨー角を維持することになりすなわち略零を維持することになる。したがって、自車両は走行車線の路肩よりを走行車線と平行に走行することになり、路肩よりを走行してはいるが車線逸脱をすることはない。

【 0 0 4 6 】

そして、自車両は車線逸脱をしなくても路肩よりを走行しており、逸脱推定値 $X S$ が横変位限界値 $X c$ 以上である間は、ステップ S 8 からステップ S 1 0 を経てステップ S 1 1 に移行し、操舵モーメントに応じたこれを打ち消し得る目標ヨーモーメント $M s$ が発生さ

10

20

30

40

50

れるから自車両は車線逸脱をすることないが、この間、逸脱推定値 X_s が警報判断しきい値 X_w を上回ることから、警報が発生され続ける。したがって、車線逸脱はしないが、ドライバに対して車線逸脱傾向にあることを認識させることができる。

【0047】

そして、この警報を受けてドライバが右方向に操舵を行うと、操舵角が0である間は、車線逸脱方向、つまり左方向へのモーメントが発生することからこれに抗し得る目標モーメント M_s が発生され、引き続き自車両は走行車線と平行に走行する。そして、操舵角が < 0 となると、車線逸脱方向へのモーメントは発生しないことから、目標モーメントは $M_s = 0$ に設定され、逸脱防止制御によるモーメントは発生されない。したがって、車両には、ドライバの操舵操作による操舵角に応じた右方向へのモーメントが発生するため、図5(a)の状態 t_3 に示すように自車両は車線中央方向に向かうことになり、ドライバの操舵操作によって車線逸脱傾向が回避されることになる。

10

【0048】

そして、自車両の車線逸脱傾向が回復し、逸脱推定値 X_s が横変位限界値 X_c を下回る状態となると、車線逸脱傾向にはないと判断され、逸脱判断フラグが $FLD = 0$ に設定される。

したがって、車線逸脱中ではないことから、ステップ S_8 からステップ S_9 に移行し、目標ヨーモーメントは $M_s = 0$ に設定される。このため、車線逸脱が回復した後は、逸脱防止制御による制御は行われないから、ドライバの操舵操作に関わらずヨーモーメントが発生されることはない。

20

【0049】

このように、自車両が車線逸脱傾向にあることが検出された場合には、その逸脱量に応じて逸脱を回避する方向に制御して自車両の走行車線に対するヨー角を回復させ、自車両のヨー角が走行車線と平行になった後には、この状態を維持するよう制御を行い、自車両を車線中央位置まで回復させるまでの制御は行わないようにすることによって、車線逸脱を回避しつつ、ドライバに対して逸脱回避操作を行わせることができる。したがって、ドライバが、車線逸脱制御に頼り過ぎる傾向となることを防止することができる。

【0050】

ここで、図5(b)に示すように、自車両の車線逸脱傾向を検出したときに、自車両を車線中央に移行させる制御を行うようにした場合、ドライバが逸脱回避操舵を行わなくても、ある程度車線逸脱を防止することができ、ドライバに回避操舵を行う機会を与えない場合がある。

30

しかしながら、上述のように、車線逸脱制御においては、自車両を車線逸脱しない程度に制御するまでを行うようにしたから、ドライバは自車両を車線中央まで戻す操作を必然的に行わなければならない状態となって、ドライバに車線逸脱傾向にあることを認識させることができると共に車線逸脱の回避操作を実行させることができる。

【0051】

また、このとき、逸脱量に応じた目標ヨーモーメント M_s を発生させることにより、ヨー角が略零となった後には、操舵角に基づいて操舵モーメントを算出し、この操舵モーメントを打ち消し得る目標ヨーモーメント M_s を発生させるようにしているから、操舵に伴うヨーモーメントが実際に車両に発生する以前に、この発生するヨーモーメントの大きさを予測し、これを打ち消す方向の目標ヨーモーメント M_s を発生させることができ、操舵状態に関わらず安定して目標ヨーモーメントを発生させることができると共に、万が一、ドライバが逸脱傾向に切り増す操舵を行ったような場合であっても、逸脱方向への車両の回頭を的確に安定して防止することができる。

40

【0052】

また、このとき、自車両の走行状態に基づいて、将来の自車両の車線中央からの横変位である推定横変位 X_s を推定し、これと横変位限界値 X_c とを比較することによって、自車両が逸脱傾向にあるかどうかを判定するようにしたから、車線逸脱傾向にあるかどうかの判断を的確に行うことができる。

50

なお、上記第1の実施の形態においては、左方向に車線逸脱をする場合について説明したが、右方向に車線逸脱する場合も同様であって、この場合も上記と同等の作用効果を得ることができる。

【0053】

次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。

この第2の実施の形態は、上記第1の実施の形態において、車両状態コントロールユニット8で実行される演算処理の処理手順が異なること以外は同様であるので同一部の詳細な説明は省略する。

この第2の実施の形態では、車両状態コントロールユニット8では図6に示す演算処理を行う。なお、上記第1の実施の形態における演算処理と同一部には同一符号を付与しその詳細な説明は省略する。

10

【0054】

図6に示すように、この第2の実施の形態における演算処理は、ステップS1からステップS3の処理は、上記第1の実施の形態と同様であって、前記各センサや各コントローラ、コントロールユニットからの各種データを読み込み(ステップS1)、前左右輪速度 V_{wFL} 、 V_{wFR} の平均値から自車両の走行速度 V を算出し(ステップS2)、さらに、逸脱推定値として将来の推定横変位 X_S を算出する(ステップS3)。そして、ステップS2に移行する。

【0055】

このステップS21では、自車両が走行路の車線区分線近傍又は車線区分線上に配設された凹凸部、いわゆるランブルストリップ上を走行しているかどうかを判断する。

20

このランブルストリップは、例えば図7に示すように、車線区分線上(図7(a))又は車線区分線近傍(図7(b))に人工的に凹部又は凸部(以後、凹凸部という。)を設けたものであって、車輪がその上にはみ出て走行した場合に振動や音が発生することで、ドライバに車線逸脱を認識させるようにしたものである。通常、この凹部又は凸部は等間隔に配設されている。

【0056】

そして、このステップS21では、車輪速度の変動状況に基づいて車輪が凹凸部を通過中であるか否かを判断する。

ここで、前述のように凹凸部は、ほぼ一定の間隔をもって設置されているため、その上を車輪が通過した場合には、車輪速度が一定の周期で変動するため、その加速度も図8の区間Dに示すように一定の周期で変動する。なお、図8は、車両が車線から逸脱しかけて、凹凸部上を左車輪が通過する場合の、左輪(図8(a))及び右輪(図8(b))の車輪速度の変動を表したものであって、縦軸は車輪加速度である。この車輪速度の変動は、凹凸部の間隔、車輪速度センサの分解能(例えば、コイル式の車輪速度センサの場合には、車輪1回転当たりに発生するパルス数、つまり歯数に依存する。)、タイヤやサスペンションの特性等により定まる。

30

【0057】

例えば、凹凸部の間隔が十分に広く、車輪速度センサの分解能も十分ある場合には、図9(a)に示すように車輪5iが凸部を通過した場合、凸部毎に、車輪速度(図9(b))に変動が生じ、したがって、車輪加速度にも変化が生じる(図9(c))。なお、図9では、凹凸部として凸部が配設されている場合について説明したが、凹部が配設されている場合も、同様に凹部を通過する際に車輪速に変動が生じる。

40

【0058】

ここで、図9の場合には、タイヤの特性等を考慮に入れていないが、凸部(又は凹部)の間隔が狭く、且つ走行速度が高い場合等には、車輪速度センサの分解能に対して、凹凸部からの入力周波数が高くなるため、各凸部又は凹部毎に車輪速度に変動が見られるわけではなく、また、タイヤやサスペンションの特性による影響も受け、凹凸部分からの入力周波数が高くても、車輪速の変動周期は遅くなり、変動幅は小さくなる傾向となる。ただし、車輪速度が周期的に変動することには替わりはないため、その周期的な変動に基

50

づいて人工的な凹凸部を通過したことを検出することができる。ここでは、この周期的な車輪速度の変動を車輪加速度の変動に基づいて、以下の手順で判断する。なお、この判断は前輪の左右輪それぞれについて行う。

【0059】

まず、次式(9)に基づいて車輪加速度 dV_{wi} を算出する。

$$dV_{wi} = K_g \times [V_{wi}(k-1) - V_{wi}(k)] / T \quad \dots\dots (9)$$

なお、(9)式において、 i はFL又はFRであって前左右輪を特定する変数である。また、 $V_{wi}(k)$ は今回計測した車輪速度、 $V_{wi}(k-1)$ は1演算周期前に計測した車輪速度、 K_g は単位換算係数、 T は演算周期であって例えば20 msecである。

【0060】

そして、算出した車輪加速度 dV_{wi} が判断しきい値 S_{limt} を超えた時点で、カウンタ T_{si} を初期セット値 T_{so} にセットすると共に ($T_{si} = T_{so}$)、路面判断開始フラグを $F_{rsi} = 1$ に設定し、凹凸判断タイマ T_{rsi} を作動させる。そして、演算周期毎にカウンタ T_{si} をデクリメントし、路面判断開始フラグが $F_{rsi} = 1$ である間、凹凸判断タイマ T_{rsi} をインクリメントする。

【0061】

そして、このカウンタ T_{si} がしきい値 T_{sL} 以下、且つ、“0”より大きい状態 ($0 < T_{si} \leq T_{sL}$) で、再度車輪加速度 dV_{wi} が判断しきい値 S_{limt} を超えたとき、つまり、ある一定の周期で車輪加速度の変動があった場合に、カウンタ T_{si} に初期セット値 T_{so} をセットする。したがって、車輪速度が周期的に変動する場合、つまり、車輪加速度が周期的に変動する場合には、凹凸判断タイマ T_{rsi} は大きくなり続けることになる。

【0062】

ここで、前記判断しきい値 S_{limt} は図10に示す特性図、初期セット値 T_{so} は図11に示す特性図に基づき、自車両の走行速度 V に応じて設定される。なお、図10において、横軸は自車両の走行速度 V 、縦軸は判断しきい値 S_{limt} であって、走行速度 V が比較的小さい領域では、判断しきい値 S_{limt} は比較的大きな一定値に設定され、走行速度 V が中程度領域では走行速度 V が増加するにつれてこれに比例して判断しきい値 S_{limt} は減少し、走行速度 V が比較的大きい領域では判断しきい値 S_{limt} は比較的小さな一定値に設定される。また、図11において、横軸は自車両の走行速度 V 、縦軸は初期セット値 T_{so} であって、この場合も走行速度 V が比較的小さい領域では、初期セット値 T_{so} は比較的大きな一定値に設定され、走行速度 V が中程度領域では走行速度 V が増加するにつれてこれに比例して初期セット値 T_{so} は減少し、走行速度 V が比較的大きい領域では初期セット値 T_{so} は比較的小さな一定値に設定される。

【0063】

つまり、前述したように、自車両の走行速度 V に応じて車輪速度の変動周期は遅くなり、またその変動幅は小さくなるという傾向になるため、この傾向に即して、判断しきい値 S_{limt} 及び初期セット値 T_{so} は前記図10及び図11に示す特性となるように設定される。

そして、前記凹凸判断タイマ T_{rsi} が判断しきい値 T_{rslimt} 以上になったとき、周期的な凹凸があると判断し、凹凸判断フラグを $F_{oti} = 1$ にセットする。また、前記凹凸判断タイマが $T_{rsi} = 0$ となった場合には周期的な凹凸はないと判断し、凹凸判断フラグを $F_{oti} = 0$ にセットする。また、前記路面判断開始フラグを $F_{rsi} = 0$ にセットする。

【0064】

このような構成とすることで、図12の区間Cに示すように、車輪加速度 dV_{wi} が判断しきい値 S_{limt} よりも大きくなると、カウンタ T_{si} が初期セット値 T_{so} に設定される。また、路面判断開始フラグが $F_{rsi} = 1$ にセットされる。そして、凹凸判断タイマ T_{rsi} が作動し、以後、演算周期毎に凹凸判断タイマ T_{rsi} はインクリメントされて増加し、カウンタ T_{si} はデクリメントされて減少する。

【0065】

10

20

30

40

50

そして、カウンタ $T_{s i}$ が $0 < T_{s i} < T_{s L}$ を満足する状態で、再度車輪加速度 $dV_{w i}$ がしきい値 S_{limt} よりも大きくなったとき、カウンタ $T_{s i}$ に再度初期セット値 $T_{s o}$ がセットされ、再度カウンタ $T_{s i}$ は初期セット値 $T_{s o}$ からデクリメントを開始する。つまり、カウンタ $T_{s i}$ が初期セット値 $T_{s o}$ から $0 < T_{s i} < T_{s L}$ を満足するまでの期間を周期として、車輪加速度 $dV_{w i}$ が判断しきい値 S_{limt} を超える間、前記路面判断開始フラグは $F_{r s i} = 1$ 状態を維持し、且つ、凹凸判断タイマ $T_{r s i}$ は増加し続け、この判断タイマ $T_{r s i}$ がしきい値 $T_{r s l i m t}$ を超えたとき、つまり、車輪加速度 $dV_{w i}$ が周期的に判断しきい値 S_{limt} を超える状態がしきい値 $T_{r s l i m t}$ に応じた期間継続したとき、車輪加速度 $dV_{w i}$ は、周期的に変動しているものと判断し、凹凸判断フラグを $F_{o t i} = 1$ にセットする。

10

【0066】

このとき、例えば、路面上の突起物等を踏む事等により、車輪速度が一時的に大きく変動した場合等には、図12の区間A及びBに示すように、その車輪加速度 $dV_{w i}$ は変動し、これが判断しきい値 S_{limt} を上回ると、カウンタ $T_{s i}$ 及び凹凸判断タイマ $T_{r s i}$ が作動することになるが、一時的に変動した場合には、カウンタ $T_{s i}$ が $0 < T_{s i} < T_{s L}$ を満足する状態で、再度車輪加速度 $dV_{w i}$ が判断しきい値 S_{limt} を上回る状態が繰り返し生じることはないから、カウンタが $T_{s i} = 0$ となった時点で、路面判断開始フラグは $F_{r s i} = 0$ にセットされ、また、凹凸判断タイマは $T_{r s i} = 0$ にリセットされる。したがって、凹凸判断フラグは $F_{o t i} = 0$ を維持することになって、凹凸路面を走行しているとは判断されない。

20

【0067】

このように、自車両の車輪速度 $V_{w i}$ が自車両の走行速度 V に応じたほぼ一定の周期（ $T_{s o}$ から「0」より大きく「 $T_{s L}$ 」以下の値」を減算した周期）で変動するときに、凹凸判断フラグを $F_{o t i} = 1$ とするため、凸部（又は凹部）を一定間隔で繰り返す路面凹凸の上に車輪があるときだけ、自車両が凹凸部上を走行していると判断される。ちなみに、単に自車両の車輪速度が変動したときに、自車両が凹凸部上を走行していると判断するようにした場合には、単なる突起物等を踏んだときにも、凹凸部上を走行していると誤判断する場合があるが、上述のように、車輪加速度の周期的な変化を考慮して、自車両が凹凸部上を走行しているかどうかを判断するようにしているから、凹凸部上を走行しているかどうかを的確に検出することができる。

30

【0068】

なお、ここでは、車線区分線上或いはその近傍に正確に配置された人工的な凹凸部を検知するために、周期的な振動である場合にのみ、凹凸部であると判断するようにした場合について説明したが、後述のステップS22の道路端であるか否かを判定する処理において、左右の片輪だけ凹凸部を走行中と判断したときにだけ、道路端であると判断するようにしているから、周期にとらわれず、単に車輪速度のある程度の振動が一定期間以上継続するときに、凹凸部を走行していると判断するようにしてもよい。このようにすることによって、例えば、車線逸脱防止用の人工的な凹凸部が配設されていない走行車線で、例えば、単に道路端が舗装されていない場合等であっても、道路端であると判断することができる。

40

【0069】

このようにして、ステップS21の処理で自車両が凹凸部上を走行しているかどうかを判断したならば、ステップS22に移行し自車両が走行車線の道路端、つまり左端側或いは右端側を走行している状態であるかどうかを判定する。ここでは、前輪の左右輪のうち、何れか一方が凹凸部を走行していると判断され、且つ他方が凹凸部を走行していないと判断されるとき、自車両が、凹凸部を走行していると判断されている車輪側の道路端にいると判断し、これに応じて道路端判断フラグ $F_{d w}$ を設定する。

【0070】

具体的には、前左右輪の凹凸判断フラグ $F_{o t F L}$ 及び $F_{o t F R}$ が、 $F_{o t F L} = 1$ 、 $F_{o t F R} = 0$ である場合には、自車両は左側の道路端に存在すると判断し、道路端判断フラグを $F_{d w} =$

50

1 に設定する。また、前左右輪の凹凸判断フラグ F_{otFL} 及び F_{otFR} が、 $F_{otFL} = 0$ 、 $F_{otFR} = 1$ である場合には、自車両は右側の道路端に存在すると判断し、道路端判断フラグを $F_{dw} = -1$ に設定する。そして、これらの何れも満足しない場合には、道路端にはいないと判断し、道路端判断フラグを $F_{dw} = 0$ とする。

【0071】

このようにして、自車両が道路端にいるか否かを判断したならば、続いてステップ S 4 に移行し、上記第 1 の実施の形態と同様にして、ドライバに車線変更する意図があるかどうかに基づいて車線変更判断フラグ F_{LC} をセットし、ステップ S 5 に移行して警報判断を行い、ステップ S 6 a に移行する。

このステップ S 6 a では、まず、上記第 1 の実施の形態におけるステップ S 6 の処理と同様にして車線認識による逸脱判断を行って逸脱判断フラグ F_{LD} を設定する。そして、車線変更判断フラグ F_{LC} に応じて前記逸脱判断フラグ F_{LD} 及び前記道路端判断フラグ F_{dw} の補正を行う。つまり、前記車線変更判断フラグが $F_{LC} = 1$ である場合には、ドライバに車線変更の意思があるものとして、前記逸脱判断フラグ F_{LD} 及び前記道路端判断フラグ F_{dw} を零に補正する。

【0072】

そして、このようにして前記逸脱判断フラグ F_{LD} 及び道路端判断フラグ F_{dw} を補正したならばステップ S 7 に移行し、上記第 1 の実施の形態と同様にして操舵モーメント M_{os} を設定し、逸脱判断フラグが $F_{LD} = 0$ であって、逸脱中でない場合には、ステップ S 9 に移行し、目標ヨーモーメントを $M_s = 0$ に設定する。一方、逸脱判断フラグが $F_{LD} = 0$ であって、自車両が逸脱傾向にある場合にはステップ S 2 3 に移行する。

このステップ S 2 3 では、ステップ S 6 a で補正を行った道路端判断フラグ F_{dw} が “ 1 又は - 1 ” である場合、つまり、道路端にいると判断されるときにはステップ S 1 0 に移行し、前記道路端判断フラグが $F_{dw} = 0$ である場合、つまり道路端にいないと判断されるときにはステップ S 1 2 に移行する。

【0073】

そして、ステップ S 1 0 では、上記第 1 の実施の形態と同様に、ヨー角 が零とみなすことができるかどうかを判断し、ヨー角 が零とみなすことができる場合にはステップ S 1 1 に移行して、操舵モーメントに応じた目標ヨーモーメント M_s を設定し、ヨー角 が零とみなすことができない場合にはステップ S 1 2 に移行し、逸脱量に応じた目標ヨーモーメント M_s を算出する。

そして、ステップ S 9、ステップ S 1 1、S 1 2 の何れかで目標ヨーモーメント M_s を設定したならば、ステップ S 1 3 に移行し、以後、上記第 1 の実施の形態と同様にして、目標ヨーモーメント M_s を発生するよう各部を駆動制御する。

【0074】

次に、この第 2 の実施の形態の動作を説明する。

今、自車両が図 1 3 (a) に示すように、車線区分線上或いはその近傍に凹凸部が配設された走行路を走行しているものとする。自車両が走行車線中央を走行している場合には、前記ステップ S 3 で算出される逸脱推定値 X_S が、 $X_S > X_w$ 及び $X_S < -X_w$ の何れも満足しないから、ステップ S 5 で警報は発生されず、また、 $X_S > X_c$ 及び $X_S < -X_c$ のいずれも満足しないから、逸脱判断フラグは $F_{LD} = 0$ に設定される (ステップ S 6 a)。そして、自車両のいずれの車輪も凹凸部上を走行していないから、その車輪加速度 dV_i が周期的に振動することはなく、凹凸判断フラグ F_{ot1} 、 F_{ot2} は共に “ 0 ” となり、自車両は道路端にいないと判断されて、道路端判断フラグは $F_{dw} = 0$ に設定される (ステップ S 2 1、S 2 2)。

【0075】

そして、このとき、自車両は車線逸脱傾向にないから、ステップ S 8 からステップ S 9 に移行し、目標ヨーモーメントは $M_s = 0$ に設定される。したがって、逸脱防止制御によるヨーモーメントは発生されず、つまり、自車両が車線逸脱傾向にない場合には、逸脱防止制御によるヨーモーメントが作用することはなく、ドライバの運転操作に即した車両挙

10

20

30

40

50

動となる。

そして、この状態から、自車両が例えば左に逸脱する傾向となり、逸脱推定値 X_S が増加すると、この逸脱推定値 X_S が $X_S > X_w$ となった時点で警報が発生され（ステップ S_5 ）、自車両が逸脱傾向にあることがドライバに警告されるが、この時点では、逸脱判断フラグは、 $FLD = 0$ に設定されるから、逸脱防止制御によるヨーモーメントは発生されない。

【0076】

なお、このとき、ドライバが方向指示スイッチ 20 を操作している場合には、車線変更フラグ FLC が “1” に設定されるから警報が発生されることはなく、ドライバに車線変更意思がある状態で警報が発生されることはない。

この状態からさらに逸脱推定値 X_S が増加し、 $X_S > X_c$ となると、逸脱判断フラグが $FLD = 1$ に設定される（ステップ S_6a ）。そして、このとき、自車両が左方向に車線逸脱傾向にあるが、まだ車線区分線内を走行しており、自車両のいずれの車輪も凹凸部上を走行する状態になっていない場合には、左前輪 $5FL$ の車輪加速度 dV_i に振動が生じないから、道路端ではないと判断され、道路端フラグは $F_{dw} = 0$ を維持する（ステップ S_22 ）。

【0077】

したがって、ステップ S_8 からステップ S_23 を経てステップ S_12 に移行し、ヨーモーメントによる逸脱防止制御のみが行われ、このときの推定横変移 X_S に応じて目標ヨーモーメント M_s が算出される。これによって、自車両を走行車線に対するヨー角を車線内側方向に向けるヨーモーメントが発生されることになって、自車両の左方向への車線逸脱が抑制されることになる。

【0078】

このように、自車両の左方向への逸脱を回避する方向へのヨーモーメントを発生させ、また、車線逸脱を通知するための警報を発生させることによって、自車両が車線中央より移動し、推定横変位 X_S が横変位限界値 X_c を下回る状態となると、逸脱判断フラグが $FLD = 0$ に設定されることから、ステップ S_8 からステップ S_9 に移行し、車線逸脱傾向にはないから目標ヨーモーメントは $M_s = 0$ に設定する。したがって、車線逸脱傾向が回復した状態で、車線逸脱制御によってヨーモーメントが発生されることはなく、不必要にヨーモーメントが発生されることはない。

【0079】

一方、車線逸脱傾向となりヨーモーメントを発生させた状態から、さらに、自車両の左方向への車線逸脱傾向が増加し、図13(a)の状態 t_{11} に示すように、自車両の左輪 $5FL$ が、車線区分線上又はその近傍の凹凸部上を走行する状態となると、前左輪 $5FL$ が凹凸部上を走行することからその車輪加速度 dV_i に周期的な振動が生じることになる。

【0080】

このため、ステップ S_21 の処理で自車両が凹凸部上を走行していることが検出され、さらにステップ S_22 で自車両が左側の道路端にいると判断されて道路端判断フラグが $F_{dw} = 1$ に設定される。

そして、車線逸脱中であり且つ自車両が道路端に位置することから、ステップ S_8 からステップ S_23 を経てステップ S_10 に移行するがヨー角が零ではない間、つまり、自車両の走行車線に対する向きが、車線逸脱が増加する方向にある場合にはステップ S_12 に移行し、引き続き、このときの逸脱量に応じた目標ヨーモーメントが発生される。

【0081】

そして、この逸脱量に応じた目標ヨーモーメントを発生させることによって、図13(a)の状態 t_{12} に示すように、自車両の走行車線に対するヨー角が零近傍に回復するとステップ S_10 からステップ S_11 に移行し、今度は、この時点における操舵角によって発生する操舵モーメントに抗し得る逆方向のモーメントが目標ヨーモーメント M_s として設定される。このように、操舵モーメント及びこれと逆方向の目標ヨーモーメントが作

10

20

30

40

50

用することによって、自車両は、操舵によるヨーモーメントが作用していない状態と同等の状態となるから、自車両は、状態 t_{12} に示す状態を維持することになり、すなわち、ランブルストリップの凹凸部上を走行し続けることになる。

【0082】

このように凹凸部上を走行することによって、振動が発生することからドライバは、自車両が車線逸脱傾向にあることを認識することができると共に、振動に不快感を覚え、線逸脱操作を行わざるを得ない状態となって、操舵操作を行うことになる。そして、これによって、図13(a)の状態 t_{13} に示すように、自車両のヨー角が車線内側方向に向かうようになり、これによって、自車両の逸脱推定値 X_S が横変位限界値 X_c を下回る状態となると、車線逸脱フラグが $FLD = 0$ となり、ステップ S_8 からステップ S_9 に移行し、目標ヨーモーメントは $M_s = 0$ に設定され、これによって、逸脱防止制御によるヨーモーメントの発生が終了する。

10

【0083】

したがって、この第2の実施の形態では、車線区分線上又はその近傍に配設された凹凸部上を走行していることを検出した場合には、この凹凸部上を走行し続けるようにヨーモーメントを発生させるようにしたから、車線逸脱を回避しつつ、凹凸部上を走行し続けることによる振動によってドライバに対して車線逸脱回避操作を促すことができる。

【0084】

また、この場合も、図13(b)に示すように、逸脱防止制御によりドライバの操舵操作に関わらずヨーモーメントを発生させるようにした場合、ランブルストリップ上を走行することによってドライバに車線逸脱傾向にあることを認識させることができるものの、ドライバが操舵操作を行わなくても、逸脱が回避される状態となる場合がある。しかしながら、上述のように、逸脱防止制御によって車線逸脱が増加することのみを回避するようにし、自車両を車線中央よりに戻す制御は行わないようにしているから、ドライバに対して車線逸脱を認識させることができると共に、車線逸脱回避操作を行わせることができる。

20

【0085】

なお、上記第2の実施の形態においては、車線区分線上又はその近傍に配設される凹凸部として凸部が形成されている場合について説明したが、凹凸部として凹部が形成されている場合であっても適用することができることはいうまでもなく、この場合も上記と同等の作用効果を得ることができる。

30

また、上記第2の実施の形態においては、前左右輪 5_{FL} 、 5_{FR} の車輪速度 V_{FL} 、 V_{FR} に基づいて道路端判断フラグ F_{dw} を設定するようにした場合について説明したが、これに限るものではなく、例えば、後輪 5_{RL} 、 5_{RR} の車輪速度 V_{RL} 、 V_{RR} に基づいて道路端判断フラグ F_{dw} を設定するようにしてもよい。また、前後左右輪のうちの何れかが凹凸部上を走行していると判定されるとき、これに応じて道路端判断フラグ F_{dw} を設定するようにしてもよい。

【0086】

また、上記各実施の形態においては、各車輪の車輪速度に基づいて車線区分線上又はその近傍に配設されている凹凸部上に車輪が位置するかどうかを検出するようにした場合について説明したが、これに限るものではなく、例えば、サスペンションの上下動の状態、つまり、サスペンションの上下動の加速度やストローク量等を検出するサスペンション状態検出手段を設け、このサスペンション状態検出手段での検出結果に基づいて凹凸部上を車輪が通過していることを検出するようにしてもよい。このようにすることによって、例えば、乗り心地向上等のために設けられているアクティブサスペンション用の加速度センサやストロークセンサの検出結果を利用することで、その分、逸脱防止制御専用の各種センサを設ける必要がないから、車線逸脱防止装置のコスト削減を図ることができる。

40

【0087】

また、例えば、カーナビゲーションシステム等によって、自車両が走行車線以外を走行していることが検出されたときには、逸脱防止制御を中止するようにしてもよく、このよ

50

うにすることによって、駐車場等、走行路以外の場所を自車両が走行しているときに、自車両が前記凹凸部上を走行していると誤検知することを回避することができる。

【0088】

なお、上記各実施の形態において、図2、図6のステップS6の処理において、推定横変位 X_s と横変移限界値 X_c に基づいて逸脱判断フラグFLDを設定する処理が逸脱傾向検出手段に対応し、図2のステップS8～S14、又は、図6のステップS8～S14、S23の処理が逸脱回避制御手段に対応し、図2、図6のステップS12の処理が逸脱低減手段に対応し、図2のステップS11の処理、又は図6のステップS23、S10、S11の処理が車両方向維持制御手段に対応し、操舵角センサ19が操舵量検出手段に対応し、図2、図6のステップS7の処理が操舵ヨーモーメント推定手段に対応している。また、図6のステップS21、S22の処理が路面凹凸検出手段に対応し、車輪速度センサ22FL～22RRが車輪速度検出手段に対応し、単眼カメラ13が撮像手段に対応し、カメラコントローラ14が車線区分線検出手段に対応し、図2、図6のステップS2の処理、カメラコントローラ14でヨー角、横変位、曲率を算出する処理が横変位推定用走行状態検出手段に対応している。

10

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】本発明における車線逸脱防止装置を搭載した車両の一例を示す概略構成図である。

【図2】図1の車両状態コントロールユニット内で実行される逸脱防止制御のための演算処理の第1実施形態を示すフローチャートである。

20

【図3】図2の演算処理に用いられる制御マップである。

【図4】図2の演算処理に用いられる制御マップである。

【図5】第1の実施の形態の動作説明に供する説明図である。

【図6】第2の実施の形態における逸脱防止制御のための演算処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】ランブルストリップを説明するための説明図である。

【図8】車輪速度の変動状況を説明するための説明図である。

【図9】車輪速度の変動状況を説明するための説明図である。

【図10】図6の演算処理に用いられる制御マップである。

30

【図11】図6の演算処理に用いられる制御マップである。

【図12】図6の演算処理の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図13】第2の実施の形態の動作説明に供する説明図である。

【符号の説明】

【0090】

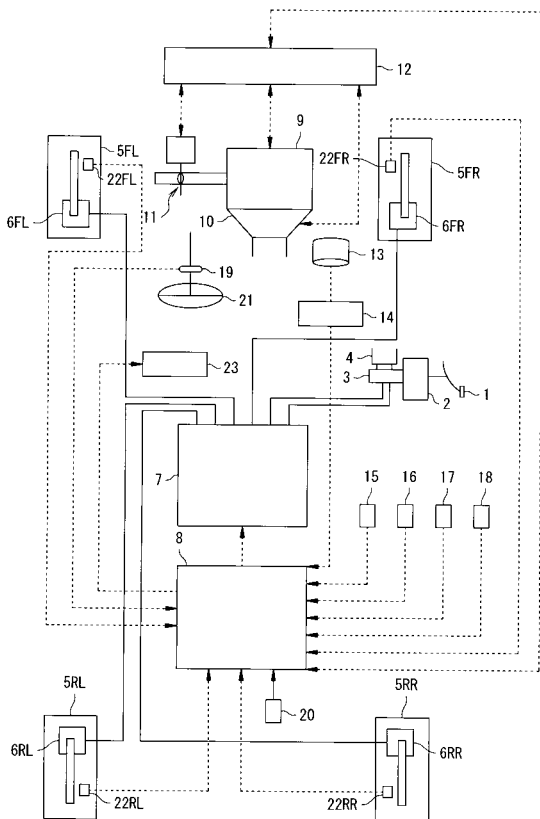
- 5FL～5RR 車輪
- 6FL～6RR ホイールシリンダ
- 7 制動流体圧制御回路
- 8 車両状態コントロールユニット
- 9 エンジン
- 12 駆動トルクコントロールユニット
- 13 単眼カメラ
- 14 カメラコントローラ
- 15 加速度センサ
- 16 ヨーレートセンサ
- 17 マスタシリンダ圧センサ
- 18 アクセル開度センサ
- 19 操舵角センサ
- 20 方向指示スイッチ
- 22FL～22RR 車輪速度センサ

40

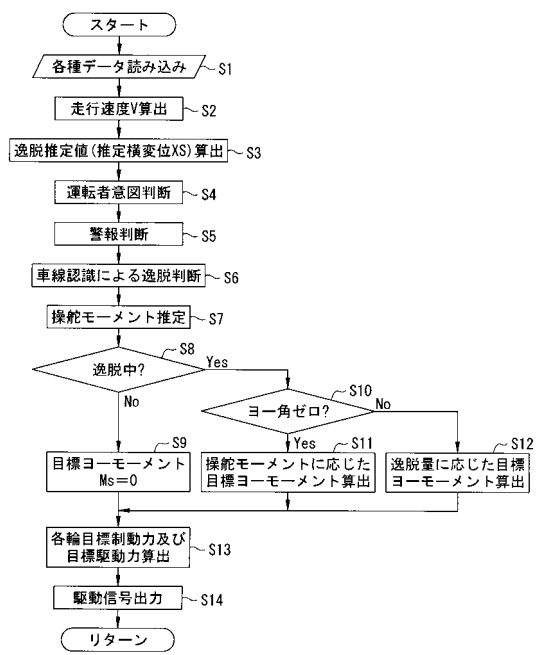
50

2 3 モニタ
3 1 自動操舵制御装置

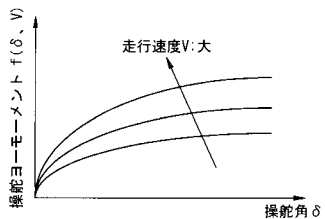
【図1】



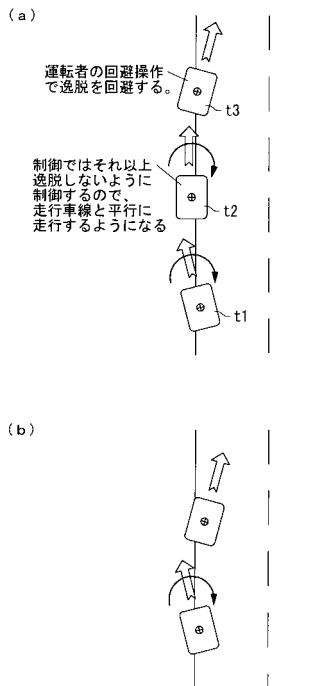
【図2】



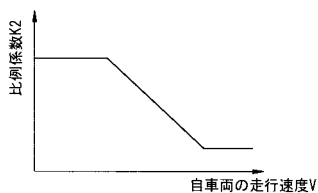
【 図 3 】



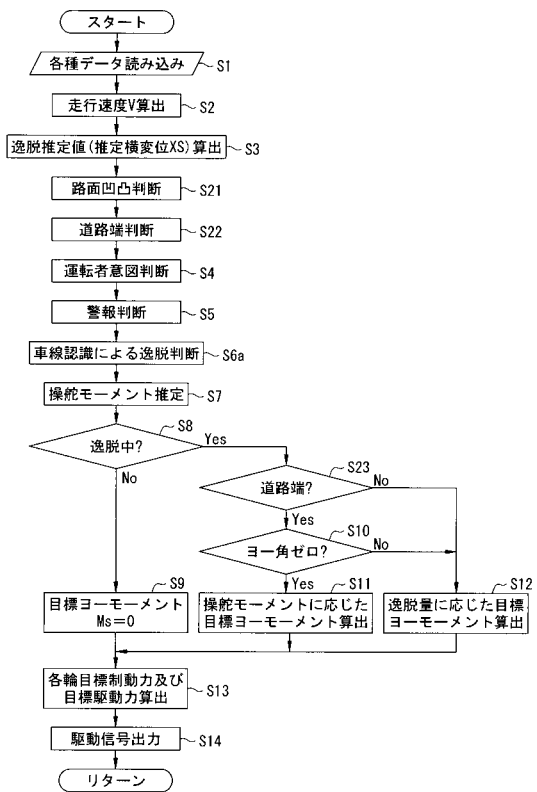
【 図 5 】



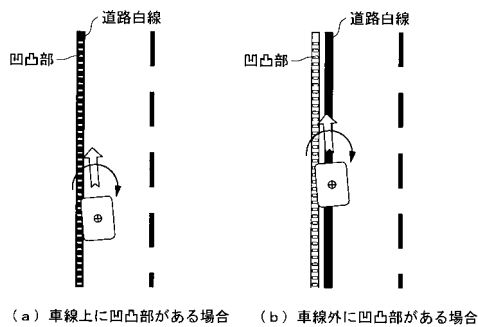
【 図 4 】



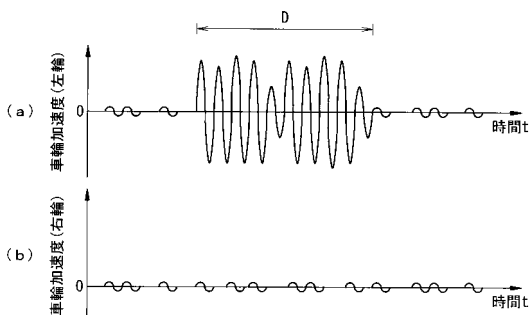
【 図 6 】



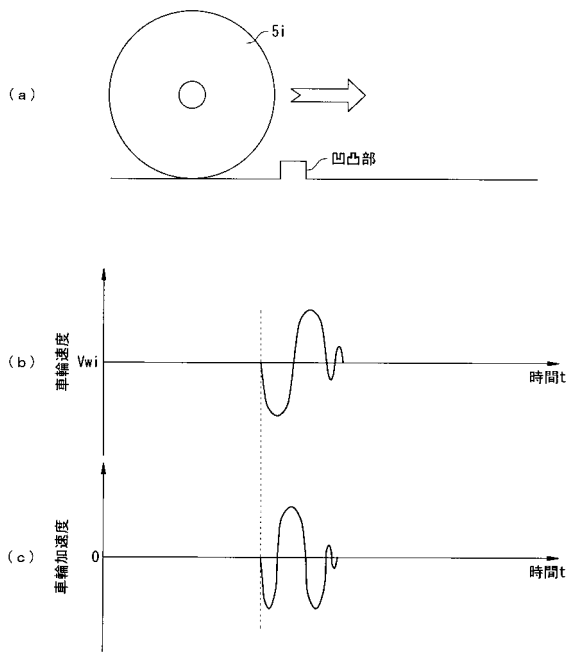
【 図 7 】



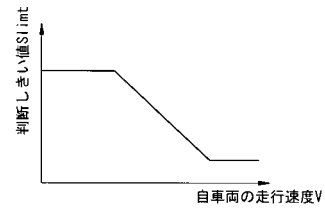
【 図 8 】



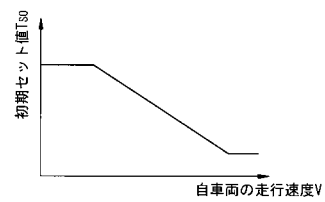
【 図 9 】



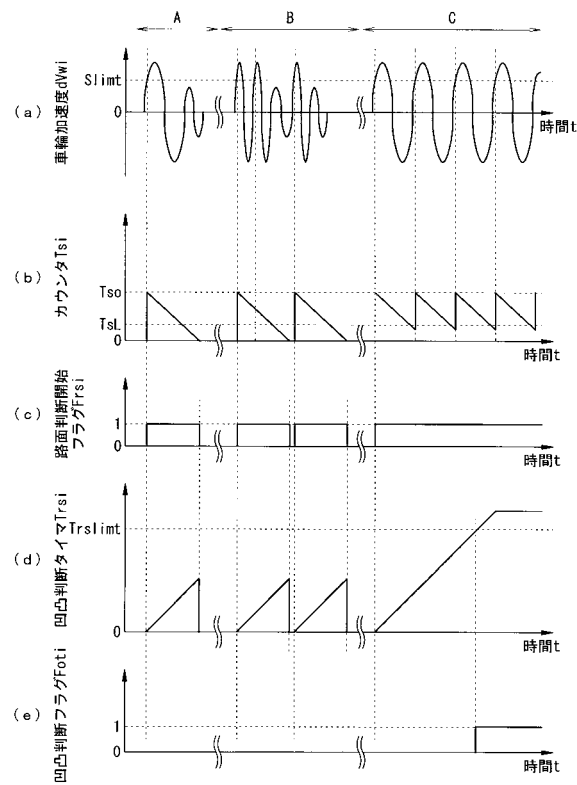
【 図 10 】



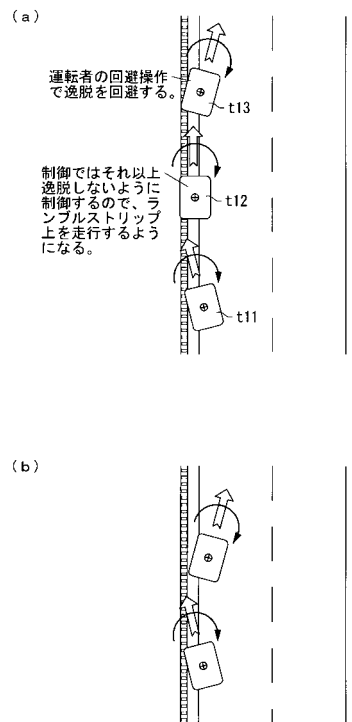
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I
B 6 0 R	21/00	(2006.01)
B 6 0 T	8/58	(2006.01)
B 6 2 D	6/00	(2006.01)
B 6 2 D	101/00	(2006.01)
B 6 2 D	111/00	(2006.01)
B 6 2 D	113/00	(2006.01)
		B 6 0 R 21/00 6 2 2 K
		B 6 0 R 21/00 6 2 4 C
		B 6 0 R 21/00 6 2 4 F
		B 6 0 R 21/00 6 2 6 B
		B 6 0 R 21/00 6 2 6 C
		B 6 0 R 21/00 6 2 6 E
		B 6 0 R 21/00 6 2 7
		B 6 0 T 8/58
		B 6 2 D 6/00
		B 6 2 D 101:00
		B 6 2 D 111:00
		B 6 2 D 113:00

(72)発明者 島影 正康
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 高木 真頭

(56)参考文献 特開平11-139335(JP,A)
 特開2002-032125(JP,A)
 特開平10-003598(JP,A)
 特開平11-189166(JP,A)
 特開2003-104091(JP,A)
 特開平07-160993(JP,A)
 特開2001-101565(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 W 3 0 / 1 2
 G 0 8 G 1 / 1 6
 B 6 2 D 6 / 0 0
 B 6 0 T 8 / 5 8
 B 6 0 R 2 1 / 0 0