

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3677061号
(P3677061)

(45) 発行日 平成17年7月27日(2005.7.27)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int.Cl.⁷

F I

G05D 1/02
B60K 31/00
B60R 21/00
B62D 6/00
G08G 1/16G05D 1/02 K
B60K 31/00
B60R 21/00 624F
B62D 6/00
G08G 1/16 C

請求項の数 4 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-203603
 (22) 出願日 平成6年8月29日(1994.8.29)
 (65) 公開番号 特開平7-104850
 (43) 公開日 平成7年4月21日(1995.4.21)
 審査請求日 平成13年6月14日(2001.6.14)
 (31) 優先権主張番号 9317983:6
 (32) 優先日 平成5年8月28日(1993.8.28)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

前置審査

(73) 特許権者 391012866
 ルーカス インダストリーズ リミテッド
 イギリス国, ビー90 4エルエイ, ソリ
 ハル, ウェスト・ミッドランズ、ストラッ
 トフォード ロード
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠武
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男
 (74) 代理人 100096013
 弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用運転者補助システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

道路の車線マーク間の意図された中心線を追跡する方法において、

前記の意図された中心線位置を追跡する際に運転者を補助するように操舵偏倚が車両の操舵システムに印加され、更に

車両が車線の境界に接近するに伴い、操舵トルクのリップルが前記操舵システムにより印加される

ことを特徴とする方法。

【請求項2】

車両の軌跡が前記の意図された中心線の近くにある時、操舵システムに印加される操舵偏倚のレベルが比較的小さく、また車両が前記車線マークにより規定される境界に接近するに伴い操舵偏倚が増大させられるよう構成されていることを特徴とする請求項1記載の方法。

10

【請求項3】

運転者に車線の境界の侵犯の可能性を警告するため可聴周波信号が生成されることを特徴とする請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】

車両の通常の可聴音システムが、可聴音信号を生じるため用いられることを特徴とする請求項3記載の方法。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、一般的に、予め定めた経路に沿って走行する車両の方向を制御するための車両用運転者補助システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

最近の米国の研究は、全ての道路事故の25%が意図せざる道路または車線から外れることによって生じることを示している。多くの運転者が認めないので証明することは困難ではあるが、事故の多くが居眠りした運転者によって起こされることを積み重なる証拠が示唆している。1985年以降、車道速度で動作する自動車線追従システムが提示されてきた。このようなシステムは、車線マークが存在する場合に車線からの逸脱を確実に防止するが、運転者の居眠りを防止するものではない。実際に、運転者の作業負荷が少ないと眠気を助長さえし得る危険が存在する。

10

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

現在では、特に路面の反り（そり）、道路の湾曲および横風の変化により、運転者は車線マーク間の中心位置を維持するため非常な注意集中と調整とを維持することが要求される。

【0004】

ヨーロッパ特許出願EP-A-0 514 343号は、操舵する車両を案内するための自動側方案内制御システムを開示している。このシステムは、車両の前方の領域を視認するための感知サブシステムと、ある予め定めた長さの道路に隣接して配置された複数のエネルギー放射装置またはエネルギー反射装置と、視認された領域からの放射情報または反射情報を道路に沿って予め定めた経路の近似値を表わす座標データへ変換する装置と、前記の近似化された経路に対する車両の向きを決定して当該近似化された経路に対する車両の向きを訂正する出力制御信号を提供する車両コントローラとを含んでいる。当該システムは、過去および現在の位置データを用いて車両に対する予め定めた経路を計算する。利得要因および快適要因が、システムの乗客に対する快適さを最大化してシステムの性能を最適化するように決定される。ヨーロッパ特許出願EP-A-0 514 343号の自動案内制御システムは、人間の介在の必要なしに走行する車両の方向を制御するためのものであり、当該システムは車両の運転者により行われる制御よりも更に応答性が高い。

20

30

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、道路の車線マーク間の意図された中心線を追跡する方法は、意図された中心線位置の追跡において運転者を補助するように操舵偏倚が車両の操舵システムに与えられることを特徴とする。

【0006】

意図された中心線は、例えば車道上の車線マーク間の真の中心線であり得て、あるいは、意図された中心線が更に経済的な追跡線を含む時、例えばカーブ即ち曲がりのやり繰りを容易にするため真の中心線からオフセットされ得る。

40

【0007】

好都合なことには、車両の軌跡は意図された中心線の近似値に近い時に操舵システムに与えられる操舵偏倚のレベルは比較的小さく、車両が車線マークにより規定される境界に接近するに伴い、操舵偏倚が増加するようになっている。

【0008】

好都合にも、車両が車線の境界に接近するに従って、操舵トルクのリップルが操舵システムに与えられる。更に、運転者に車線境界の侵犯が起こりそうなことを警告するため可聴周波信号が生じ得る。

【0009】

この可聴周波信号は、「ガラガラと音のする（rumble）」の帯状の交差部の可聴周

50

波信号あるいは交差する「キャッツアイ (cats eyes)」の可聴周波信号をシミュレートし得る。

【0010】

可聴周波信号の周波数は、車両の速度に比例し、あるいは当該速度に従ってある方法で変えられることができ、また侵犯領域から現れるよう生じるようにすることもできる。

【0011】

シミュレートされた侵犯信号を生じるため車両の従来の可聴音システムを利用することもできる。このような場合、従来の可聴音システムは、侵犯信号のシミュレーションの間は禁止することもでき、あるいはこの可聴音システムを従来の可聴周波信号出力と混合することもできる。

10

【0012】

車線マーク信号が失われると、運転者に対して警報が発せられ、このシステムは使用不可にされる。車線マーク信号が、先行する車両による信号のマスキングによって失われるならば、当該システムは、車線マーク信号が再確立されるまでは車両の追跡アプローチを用いる。

【0013】

このシステムは、車両の方向指示器が作動させられる時、信号バイアスを打消すための手段を内蔵している。望ましくは、指示の方向における操舵偏倚が打消されるのみで、操舵偏倚は依然として意図された中心線に対する車両の反対の運動方向に加えられる。

【0014】

操舵偏倚は、動力で補助され得る車両の現在ある通常の操舵システムと共働する電動モータの如き電氣的に動作される装置の使用によって、操舵システムへ与えられるようになっている。

20

【0015】

車線マークは、車両に搭載された「感光性」あるいは「赤外線」感応タイプであるビデオ・カメラまたは相等のセンサの使用によって検出することができる。関連する信号プロセッサが、車線マークに関して車両の側方位置を推定する。操舵機構に結合された電動モータが、運転者からの操舵トルクを助けるかあるいはこれに抗するトルク入力を操舵システムへ与えるために用いられる。この電動モータは、前記信号プロセッサからの信号に従って偏倚トルクを用いて車両を設定点に保持することにより、運転者が車線マークに対する車両の位置を維持することを助けるように設計される。この電動モータは、車線マークにより規定された車線の縁部に向かって上方に反った（そった）車線の影響をシミュレートする。しかし、運転者により操舵システムに加えられる操舵トルクが予め定めたトルク閾値を越えるならば、運転者はこの影響をオーバーライドするか又は打消すことができる。

30

【0016】

運転者は、車両に対する最終的な制御を有し、ステアリングホイールのトルクセンサの入力により偏倚作用力をオーバーライドすることができる。当該システムは、現在あるパワー操舵機構を補助する一方、エンジン・ストールまたはポンプ駆動ベルトの故障の場合に故障のバックアップをも提供する。

【0017】

前記電動モータは、ギアボックスを介し、またおそらくはクラッチを介して操舵機構に結合されることが望ましい。ステアリングホイールと電動モータとの間に位置されたトルクセンサが、運転者により与えられる操舵作用力を検出するようになっている。このトルクセンサは、典型的には、振れの角度および方向が光学的または誘導的に測定されるステアリングコラム・シャフトにおけるコンプライアンスな (compliant) 要素を含む。

40

【0018】

他のトルクの検出方法も可能である。

【0019】

前記運転者補助システムはまた、エンジン故障や、パワー操舵ポンプに対するベルト駆動

50

の故障、あるいはその他の問題の場合でも何らかの操舵の補助が依然として得られるように、従来の動力補助される操舵システムに対するバックアップとしても用いることができる。代替的に、運転者補助システムは、緊急の場合に類似のバックアップを提供することを伴うE P A S（電子的なパワー援助操舵機構）の一部として設けることが可能である。更に別の代替として、本システムは、先にパワー援助操舵機構を有しない操舵システムに付加されるユニットとして設けることが可能である。

【0020】

使用において、本発明は、運転者に対してより大きな快適さ、改善された操舵の安定性および安全性を提供する車線支持システムとして働く。

【0021】

10

車両の衝突回避方法は、

- a) 脅威となる障害物について車両の周囲を監視するステップと、
 - b) 脅威となる障害物が監視により検出されない場合車両の側方移動を許可するステップと、
 - c) 脅威となる障害物が監視により検出される場合車両の側方移動を禁止あるいは制止するステップと
- を備える。

【0022】

このようにして、例えば道路上の1つの車線から別の車線への側方移動は、移動のためのスペースが安全に得られるところでのみ許可される。脅威となる障害物は、それぞれの車両速度のため側方移動に要求されるスペースに侵入する筈のあるいはしそうな他の車両で有り得るか、又は、脅威となる障害物は、防壁、事故車等の残骸などのような動かしがたい対象物や、あるいは、追い越し禁止を通常知らせる二重ラインのような道路表面上の特別のパターンのマークでさえあり得る。

20

【0023】

所望ならば、本システムは、車両の運転者によりオーバライドされ得る。当該オーバライドは、警告を無視すること、あるいは十分なトルクを付与して本システムにより与えられた操舵偏倚に打ち勝つことからなり得る。

【0024】

好適には、側方移動は、車両が道路の車線マーク間の第1の意図された中心線を追跡する位置から、車両が道路の別の車線を規定する車線マーク間の第2の意図された中心線を追跡する位置への移動を含む。最も好適には、第2の意図された中心線は、第1の意図された中心線の車線に隣接した車線である。

30

【0025】

このようにして、道路上の車線を変更する安全な方法が、提供でき、あるいは、スリップ道路（slip road）により道路を離れる又は入るのに対してさえ提供できる。そのような環境においては、本システムは、車両が動くことができる安全なエンベロープ（範囲）を提供するため速度制御まで拡張さえし得る。

【0026】

側方移動の制止するための手段は、車両の運転者に可聴周波の警告又は可視警告の一つあるいはそれ以上の警告、あるいは、操舵システムに与えられる振動、あるいは運転者により与えられ得るように、望ましくない側方移動を生じさせるトルクに抵抗するため操舵システムに付与される操舵偏倚を含み得る。

40

【0027】

特に好適な形式においては、車両の方向指示器又は他のユーザ／システム・インターフェースを付勢することによるような側方に移動するため、運転者がその希望を指示することに応答して、側方移動が自動的に探索される。本システムは、障害物が検出される場合現在の横方向の位置を維持するように操舵偏倚を付与することが可能であり、また、脅威となる障害物が検出されない場合側方移動に作用するように操舵偏倚を付与し得る。そのようなシステムは、車線変更が要求された後当該車線変更を可能な限り早く行い、また安全

50

な移動を保証するため必要な限りその変更を遅らせる得る。

【0028】

監視は、車両の側方と後方に制限でき、好適には道路の車線に制限される。

【0029】

監視は、連続的にでき、また、要求又は車線変更の指示の際に、又は車線の縁部への接近により付勢され得る。

【0030】

電磁波、例えば、可視、レーダ、あるいは他の監視の形態を用い得る。

【0031】

車両の衝突を回避する装置は、

- a) 脅威となる障害物を車両の近傍で検出する車両上の監視手段と、
- b) 車両の側方移動に作用することを探索するための側方移動手段と、
- c) 監視手段からの信号に応答して車両の側方移動を制止する手段とを備える。

【0032】

本発明の幾つかの実施態様が添付図面に示される。

【0033】

【実施例】

図1のレイアウトに示された車線支持システムは、車両の従来の操舵システム1と共に使用されるためのものである。図示の如く、従来の操舵システムは、ステアリングホイール3の手動操作に응答して車両の前輪の操舵位置を制御するための操舵ラック2を含んでいる。電氣的に動作するモータ4は、電子制御ユニット5からの励起電流に응答し、更に、振れの角度と方向が光学的または誘導的に測定されるステアリングコラム・シャフト7にコンプライアントな要素を含むヨーロップ特許第0 5 5 5 9 8 7号に開示された如きトルクセンサ6からの信号に응答して、ステアリングホイール3からラック2に与えられる操舵作用力を増大するサーボ即ち動力補助を提供するためのものである。電動モータ4は、ある構成からは省略され得るギアボックス8とクラッチ9とを介して操舵機構に結合されている。

【0034】

車両には、道路上の車線マーク、例えば車道の車両を規定する離間された白色または黄色の線の存在を検出するため、車両の、例えば、ボンネットまたはグリルの中間に、あるいは内部の後方ミラーの付近に取付けされたビデオ・カメラ10が設けられている。このビデオ・カメラ10は、「感光性」あるいは「赤外線」に感応するタイプのものであり得る。このようなシステムは、1992年10月にIEEに提出された技術論文「センサの融合により生じる賦課された障害物の検出 (Imposed Obstacle Detection By Sensor Fusion)」に開示されている。信号イメージ・プロセッサ11は、ビデオ・カメラ10からの信号に응答して、車線マークに関する車両の側方位置を推定する。信号プロセッサ11からの対応する信号は電子制御ユニット5へ送られ、この制御ユニットは次に電動モータ4を付勢してトルクをステアリングシャフトに与え、適当な偏倚トルクの生成により車両を設定点に保持することにより、車線マークに対して車両の位置を維持する際に運転者を独立的に補助するように動作する。これは、図面の図2に示されるように、車線マークにより規定される車線の縁部に向かって上方に反った車線の影響をシミュレートする。

【0035】

電子制御ユニット5はまた、LCDディスプレイ13と作動スイッチ14とを含む添付図面の図4に示される運転者インターフェース12から信号を受取り、またこれへ信号を送る。

【0036】

電子制御ユニット5はまた、道路速度センサ16から信号を受取る。

【0037】

10

20

30

40

50

システムの構成要素間の相互関係は、図面の図3に示される。その最も簡単な形態では、ブロック20により示される車線マークを検出するためビデオ・イメージ22が用いられ、これらの検出された信号が電動モータ4を制御し、この電動モータ4が更に操舵ラック2を操作するためアクチュエータ21を制御する。更に、ビデオ・イメージは、ブロック25により示される道路の幾何学的形状、例えば不連続なあるいは使用不可にされた(d i s a b l e d) 車線マークに従ってブロック24により示される全ての目標が追跡できるように、衝撃および目標の状態に対して視覚的時間を検出するため検出手段23により用いられる。

【0038】

電子制御ユニット5は、イメージプロセッサ11からの信号に応答してより大または小の 10
大きさの信号を生じて、更に意図された中心線の位置から車両の変位に従って操舵システムに対して大または小の偏倚を与える。これは、先に述べた道路の反りの影響と等価であるが、更にその上、車両が車線の境界に接近するに従って、図2に示されるように、ステアリングホイールに対する振動の感触を誘起しあるいは加えるため人工的なガラガラ音のする带状体(s t r i p) 15を誘起することにより、運転者に車線マークの近いことを警告する。当該振動の周波数は車両速度に比例し得る。

【0039】

車線支持システムにより与えられる前記の操舵偏倚は、運転者インターフェースにおけるスイッチ14の使用によりオン／オフに切換えることができる。更に、当該システムは、 20
方向指示器が車両が車線から出つつあること、例えば前方の車両を追い越すことを示すように動作する時、自動的に一時的に使用不可にされる。例えば左へのこのような手動の車線変更が、車両の左側に人工的な反りがない図7に示されている。

【0040】

動作ステップおよび動作シーケンスが、添付図面の図5のフローチャートに示されている。

【0041】

図5に示されるように、当該システムは、スイッチ14の動作により最初にオンに切換えられ、ディスプレイ13がこの状態が生じたことを示す。次にシステムは、車線マークを探索する。この探索を行っている間、ディスプレイ13におけるメッセージが「探索」と読める。システムが車線マークを見出すと直ちに、ディスプレイ13が「受入れ」を表示 30
する。車線マークが失われるならば、ディスプレイ13は、マークを再び見つけ、ディスプレイ13が「受入れ」に戻るまで、「探索」へ戻る。「受入れ」のメッセージが現れると直ちに、次に運転者は「受入れ」ボタンを押して車線支持システムを付勢する。メッセージ「追従」がディスプレイ13上に表示される。このシステムは、意図された中心線に従うことにより車両の位置をチェックして、中心線位置からの如何なる逸脱運動に抗するためステアリング機構へ小さな偏倚を与える。ステアリングホイールを旋回することにより、運転者は偏倚に抗することはできるが、車両が車線マークに接近するに伴い抵抗されるべき偏倚が増加する。この状態が、操舵偏倚が反りの急峻さに従って増加して道路の反りの「感触」の表示を提供する。

【0042】

運転者がステアリングホイールを解放するならば、操舵偏倚は車両を再び意図された中心線位置へ自動的に戻すことになる。 40

【0043】

運転者が偏倚に抵抗して実際の車線境界自体へ更に近づくよう動かすならば、人工的に作られたガラガラ音を出す带状体からの振動がステアリングホイールで感じられることになる。更に、車両の従来の可聴音システムを用いることにより、車両が車線マークと交差する時に可聴音のメッセージが発せられる。この従来の可聴音システムは、侵犯信号のシミュレーション中は使用不可にされるか、あるいは従来の可聴周波信号出力と混合される。

【0044】

如何なる時にも、運転者は前記スイッチを操作することにより車線支持システムを打消す 50

ことができる。如何なる場合にも、当該システムは自動的に使用不可にされるか、あるいは先に述べたように、運転者が車線を通して運転する時にさえオフにすることができ、ある方向における車両の動きに対する交通指示器が動作させられる時、反りの抵抗が当該方向において打消される。

【0045】

本システムは、単にオフにされるか、あるいは「作動」モードに置くことができ、このモードでは先に述べた条件下で自動的にオフにされることになる。

【0046】

この車線支持システムは、車線マークが失われるならば使用不可とされ、インターフェースが「探索」モードの表示に戻り、「探索」が行われつつあることを示す可聴周波信号を

10

【0047】

修正例においては、本システムは、必要に応じて内側又は外側あるいはこれら双方の車線を連続的に監視して、車線の変更が明らかである時を運転者に指示することができる。もしこの変更が明らかであれば、運転者が図8における車線変更ボタンAまたはBを押す時、またさもなければ本システムを付勢する時に車両は自動的に車線を変更することになり、方向指示器が自動的に付勢され得る。操舵は、車両が車線を変更する時の外側が高く勾配を付けられたカーブにおける反りと同様に、図8に示されるように感じられる。運転者のオーバーライド措置は先に述べたと同じである。

【0048】

20

このような修正は、車線の変更中に運転者のストレスを低減し、より大きな安全性と便益を達成することになる。

【0049】

外側と内側の車線の監視もまた、運転者が合図をした後でさえ人工的に作られた反りを維持するためにも用いることができ、従って、所望の車線が明らかでなければ、この信号を通常使用不可にする。代替として、あるいは更に、運転者は危険の操舵のフィードバックまたは可聴音フィードバックのいずれかにより警告を受ける。前方視認時に用いられる形式の検出システム、例えばドップラー効果のマイクロ波レーダ装置を用いることもできる。

【0050】

30

先に述べたように聴覚警報もまた代替的または付加的に用いることもできるが、ステアリングホイールにおける触覚フィードバックの使用が聴覚警報よりも更に有効と見做される。当該システムは、2つの車線間に規定された車線のいずれかの側の道路の反りの人工的感触を与えるため、操舵における位置と関連する補助／抵抗を提供する。運転者は依然として車両を操舵することを予期されるが、「浴槽の底部」に沿って運転する感覚を経験する。このシステムは、指示器の使用によるか、あるいは運転者がステアリングホイールのトルク運動入力閾値を越えることによるかのいずれかによって消勢される。

【0051】

クラッチ9を設けることにより、車線支持の補助が必要とされない時、電動モータ4を消勢することにより前記感触を改善するという利点を有する。

40

【0052】

ビデオに基く支持システムは、60メートルの距離までの車両および車線マークを検出するためのものである。低い車線イメージの処理機構は、内部の後方ミラーの側に配置された小型CCDカメラからのイメージを捕捉する。縁部は2重のソーベル(Sobel)の畳み込みマスクとインテリジェントな閾値措置を用いて抽出される。この縁部は、次に添付図面の図9に示されるように、形態的手法(Morphological techniques)を用いて薄化される。イメージにおけるこれら薄い縁部が、直線をこれら縁部に適合させることにより追跡されて線ベクトルになり、これらベクトルが次に角度に基いて分類される。水平線が車両検出アルゴリズムにより用いられ、水平でない線の幾らかは車線マーク検出アルゴリズムによって用いられる。後端部の車両フィルタが、水平線の

50

パターンを処理することにより提示されるイメージに車両を見出す。車両の分類および角度の計算は良好である。平坦な地面を仮定することにより、道路から反りの形状への範囲が推定される。

【0053】

特定の実施例に含まれる動作、相互関係および計算は、省略の下記のまとめを用いて以下に示される。

【0054】

ABS	アンチ・ロック制動システム	
AICC	自律的インテリジェント走行制御	
CAN	車両領域ネットワーク	10
ECU	電子制御ユニット	
EPAS	電子パワー補助ステアリング機構	
HyPAS	流体圧パワー補助ステアリング機構	
ICAS	インテリジェント衝突回避システム	
IDS	インテリジェント運転者支援装置	
IDSラック	車線マーク検出エレクトロニクス回路を含むユニット	
LSB	最下位バイト	
LIMIT	制限関数の飽和	
MIL	誤動作指示灯	
MMI	マン・マシン・インターフェース	20
MSN	最上位ニブル	
SLEWLIM	旋回 (slew) 制限関数 (時間に依存)	
TBD	決定されるべき	
X	「ドント・ケア (Don't care)」 (論理的状态に対して)	

また、下記の定義を用いる。

【0055】

- ・ 正の操舵トルクは、ステアリングホイールを時計方向に回すよう働くものとする。
 - ・ 正の操舵速度は、ステアリングホイールの時計方向運動に対応するものとする。
 - ・ 側方向では、車両が前進中に右方へ運動すると正とし、左方へ運動すると負とする。
 - ・ ラックの割当 (ratio) は、直線前方位位置付近の道路車輪の角度変位により除 30
- されるステアリングホイールの角度変位として定義される。
- いずれかのこのようなシステムにおける多くのパラメータを決定しなければならず、それらの方法および相互関係は下記の如くである。

【0056】

車両速度センサ

車両の速度センサと EPAS ECU との間には直接的な関係はない。その代わり、車両速度は ABS センサにより測定され、この測定値は CAN バスに送出される。

【0057】

ステアリングコラム位置センサ

絶対的なステアリングコラム位置の測定は、コラム上のポテンショメータにより行われ、 40
EPAS ECU に接続される。この信号は、「コラム位置のポット読み取り (pot reading)」と呼ばれる。

【0058】

コントローラ入力信号

側方位置誤差の計算

側方位置誤差 100 は、車両の中心の側方位置 101 と車線の中心の側方位置 102 との間の差となるように定義される (図 10 参照)。この誤差は、操舵角度における正の変化が誤差を訂正するのに要求される時に正でなければならず、即ち、車両が車線の中心の左側にある時にこの誤差は正でなければならない。

この信号は、IDS ラックにより与えられる。

【0059】

側方位置誤差の変化率の計算

側方位置誤差の変化率は、I D S ラックから受取られた側方位置誤差の得られた最後の2つのサンプル間の差を用いて計算されねばならない。この変化率は、側方位置誤差が増加しつつある時に正でなければならない。

最初は、信号は用いられない。

【0060】

曲率の計算

この「曲率」は、コーナーの「局部」半径103（図10）の逆数であると定義される。即ち、

曲率 = $1 / (\text{局部半径})$

従って、道路がまっすぐである時、半径103は無限であり、曲率はゼロとなり、半径103が100mである時は、曲率は 0.01 m^{-1} 即ち、 10 km^{-1} となる。局部半径103は、I D S ラック情報から推定される。

曲率信号が妥当でなければ、曲率はゼロに設定されるべきである。

この信号がI D S ラックにより与えられる。

【0061】

向きの計算

向きは、図10に示されるように、車両の長手方向軸心105と車線方向106の接線との間の角度104として定義される。この向きは、車両が車線の中心107と平行に走行しつつある時はゼロでなければならない。車両が車線方向に対する接線の右側へ向きつつある時は、この向きは正でなければならない。

この信号は、I D S ラックにより与えられる。

【0062】

車線幅の計算

車線幅108は、I D S ラックにより測定された2つの車線の境界109間の距離である（図10参照）。車線幅は、常にゼロより大きいかゼロに等しくなければならない。

この信号は、I D S ラックにより与えられる。

【0063】

操舵角度の計算

操舵角度は、E P A S コラム位置の測定値とコラム位置ポテンショメータからの測定値との組合わせを用いて計算されねばならない。

【0064】

E P A S コラム位置の測定は、下記を与える標準的な方法で計算されねばならない。即ち、

E P A S 操舵角度推定値 = $f(\text{E P A S コラム位置}, \text{E P A S 操舵角度中心}, \text{時間})$

絶対的コラム位置の値を得るために、コラム位置ポテンショメータが用いられねばならない。この値に対して、ステアリング・ホイールを右方または左方へ何回回したかを示すオフセットが加算されねばならない。コラム位置のポット読みは、E P A S のコラム位置測定値と同じ単位を持つようにスケールされねばならない。

【0065】

ポット操舵角度推定値 = コラム位置のポット読み値 + コラム位置のポット旋回 of の大きさ × 旋回数 - コラム位置のポット・ゼロ・オフセット

この旋回数は、コラムが時計方向に回転しつつある時、コラム位置ポテンショメータのワイパーがそのトラックの終りに達する毎に増分されねばならない。この旋回数は、コラムが反時計方向に回りつつある時、このコラム位置ポテンショメータのワイパーがそのトラックの終りに達する毎に減分されねばならない。

【0066】

パワーアップ時に、「操舵角度が妥当」なるフラッグが偽に設定されねばならない。ステアリング・ホイールの旋回数の推定は、下記の条件が共に有効である時、ゼロに設定され

10

20

30

40

50

ねばならない。

【0067】

- ・ コラムのトルクの大きさは、コラム・トルクのラック中心の閾値よりは小さい
- ・ 車両速度は、車両速度のラック中心閾値より大きい
- ・ 向きの大きさは、向きのラック中心閾値より小さい（および、「車線マークが妥当である」）

【0068】

次に下記の手順を用いて、「操舵角度妥当」フラッグを真に設定することができ、操舵角度を設定することができる。

【0069】

”ポット操舵角度＝コラム位置のポット読み値－コラム位置のポット・ゼロのオフセット”を使用

次に、”E P A S 操舵角度中心＝E P A S コラム位置－ポット操舵角度”を使用

次に、E P A S 操舵角度の推定値とコラム位置センサの推定値との平均から操舵角度が計算される。即ち、

操舵角度＝ $(1/2) \times (\text{ポット操舵角度の推定値} + \text{E P A S 操舵角度の推定値})$

2つの推定値間の差の大きさが所与の閾値より大きければ、「操舵角度妥当」フラッグが偽に設定されねばならない。

【0070】

【表1】

仕 様	単位
コラム位置ポット旋回サイズ	ビット
コラム位置ポット・ゼロ・オフセット	ビット
コラム・トルクのラック中心閾値	N m
車両速度ラック中心閾値	k p h
操舵角度誤差閾値	度

【0071】

操舵トルク差の計算

操舵トルク差は、E P A S コラム・センサにより測定された案内トルクと運転者のトルク間の差である。

【0072】

操舵トルク差＝案内トルク－E P A S コラム・トルク

この差は、診断のために、また車線支持コントローラの動作ロジックに対して用いられる。

【0073】

状態間の転移

正常な動作下で状態間で転移する時はトルクの変化ができるだけ平滑であることが重要である。故障状態が生じると、車線支持制御装置はオフにされねばならず、E P A S システムは故障レベル3における如く遮断されねばならず、このレベル3は、E P A S システムが再び付勢できる前にこのE P A S システムの働きを必要とする。

【0074】

案内トルク要求は、以下に規定される時間における0と最大の案内トルクの大きさとの間にランプを呈するリミッタを介して送られる。

【0075】

【表2】

10

20

30

40

50

	初期状態	最終状態	案内トルクの変化
B	EPASオン	案内	1秒に最大値までの上限ランプ
C	案内	EPASオン	1秒にゼロまでの下限ランプ
D	案内	中断	1秒にゼロまでの下限ランプ
E	中断	案内	1秒に最大値までの上限ランプ
F	中断	EPASオン	案内トルクがゼロでなければならぬ
G	EPASオン、案内、中断	EPAS係合解除	案内トルク・ゼロへ急速に変化
H	EPAS係合解除	EPASオン	案内トルクがゼロでなければならぬ

10

【0076】

上表における文字B乃至Hは、図11に示される如き状態の遷移を示す。各状態の遷移に対する条件については以下に述べる。

【0077】

20

中間の条件

状態間の遷移の記述を簡単にするため、幾つかの中間的信号が規定されるものとする。

【0078】

「係合用意完了」条件は、以下の条件の全てが妥当である時に真となるものとする。

【0079】

- ・ 運転者のトルクの大きさは、係合閾値より小さい
- ・ 曲率の大きさは所与の閾値より小さい、即ち、道路は「直線」である
- ・ 車両が向いている向き角度の大きさは、所与の閾値より小さい、即ち、車両は「真っすぐ」である
- ・ 操舵角度の大きさは係合閾値より小さい
- ・ ステアリングコラム速度の大きさは係合閾値より小さい
- ・ 車線幅は係合閾値より大きい
- ・ 側方位置誤差の大きさは係合閾値より小さい

30

【表3】

仕 様	単位
運転者トルクの係合閾値	Nm
道路曲率の係合閾値	m ⁻¹
向き角度の係合閾値	度
操舵角度の係合閾値	度
コラム速度の係合閾値	回転/秒
最小車線幅の係合閾値	m
側方位置誤差の係合閾値	m

40

【0080】

50

「車線支持を強制的にオフ」の条件は、下記の条件のいずれかが妥当する時に真であるものとする。

【0081】

- ・ 運転者トルクの大きさが運転者トルク係合解除閾値を越える
- ・ コーナーの曲率が係合解除閾値より大きい
- ・ 向き角度が係合解除閾値より大きい
- ・ 操舵角度の大きさが係合解除閾値より大きい
- ・ コラム速度の大きさが閾値を越える
- ・ 車線幅が係合解除閾値より小さい
- ・ 操舵トルク差の大きさがトルク差の係合解除閾値を越える

10

【表4】

仕 様	単位
運転者トルクの係合解除閾値	N m
道路曲率の係合解除閾値	m^{-1}
向き角度の係合解除閾値	度
操舵角度の係合解除閾値	度
コラム速度の係合解除閾値	回転/秒
最小車線幅の係合解除閾値	m
トルク差の係合解除閾値	N m

20

【0082】

「車線支持データが妥当」の条件は、下記の条件の全てが妥当する時に真であるものとする。

【0083】

- ・ 車線マーク情報が妥当である
- ・ 操舵角度が妥当である
- ・ 車両速度が妥当である
- ・ C A N インターフェースがアクティブ状態である、即ち、「C A N メッセージ障害」が存在しない

30

【0084】

E P A S オン状態へのエントリ（遷移A）

システムがE P A S オン状態200に入り得る前に、以下の条件が全て妥当しなければならない。

【0085】

- ・ E P A S システムが、その正しい動作をチェックするためのこのシステムの内部診断の全てをパスしなければならない、また「正常動作」状態にならない
- ・ 車両は静止していなければならない

40

【0086】

E P A S オン状態から案内状態への遷移（遷移B）

システムが案内状態201に入り得る前に、以下の条件の全てが妥当しなければならない。

【0087】

- ・ 「車線支持オン」信号が真である
- ・ 全ての旋回信号がオフである

50

- ・ 「係合用意完了」条件が真でなければならない
- ・ 「車線支持データが妥当」の条件が真でなければならない

【0088】

案内状態からE P A S オン状態への遷移（遷移C）

以下の条件のいずれかが生じるならば、システムはE P A S オン状態200へ復帰しなければならない。

【0089】

- ・ 車線マークと交差する
- ・ 「車線支持オン」信号が偽になる
- ・ 「車線支持データが妥当」条件が偽になる
- ・ 「車線支持を強制的にオフ」の条件が真になる

10

【0090】

中断状態への遷移および中断状態からの遷移（遷移D、EおよびF）

車線支持は、以下に示す条件下で一時的に中断することができる。

【0091】

下記の状態ならば、案内状態201にある時、中断された状態202へ切換わる。

【0092】

- ・ 「真の信号がオン」信号が設定される

中断された状態202にある時、下記の条件の全てが妥当するならば、車線支持を再開する（即ち、案内状態へ切換わる）。

20

【0093】

- ・ 旋回信号がオフにされる
- ・ 「係合用意完了」条件が真でなければならない

中断状態202にある時、以下の条件の全てが適用するならば、E P A S オン状態200へ抜ける。

【0094】

- ・ 中断状態における時間が最大値を越える
- ・ 「車線支持オン」信号が偽になる
- ・ 「車線支持データが妥当」条件が偽になる
- ・ 「車線支持を強制的にオフ」の条件が真になる

30

【表5】

仕様	単位
中断状態における最大時間	秒

【0095】

E P A S 係合解除状態への遷移およびE P A S 係合解除状態からの遷移（遷移G、H）

下記の条件のいずれかが生じるならば、システムはE P A S 係合解除状態203へ移らねばならない。

40

【0096】

・ E P A S 係合解除フラッグがモニター・プログラムにより真に設定される下記の条件の全てが適用するならば、車線支持コントローラは、E P A S 係合解除状態からE P A S オン状態へ切換わらねばならない。即ち、

- ・ E P A S 係合解除フラッグがモニター・プログラムにより偽に設定される

【0097】

正常動作からの拔出し

E P A S の機能の仕様に規定される正常動作204からの標準的な拔出しが維持されねばならない（例えば、点火がオフにされる時）。

【0098】

50

車線支持診断のいずれかが故障を知らせる時、システムはE P A S故障レベル3まで遮断されねばならない、即ち、E P A Sはシステムが働くまでは使用不可にされる。運転者は、このような遮断が以下に論じるように生じる時に警告されねばならない。

【0099】

案内トルクが取除かれる方法は、円滑な除去が提供されるにも拘わらず、迅速であることが好ましい。

【0100】

【表6】

仕 様	単位
車線位置誤差の係合閾値	m
車線位置誤差の再開閾値	m
最小幅閾値	m
運転者トルク係合閾値	N m
運転者トルク係合解除閾値	N m
トルク差係合解除閾値	N m
コラム速度係合解除閾値	回転/秒
コラム速度係合閾値	回転/秒
道路曲率係合閾値	m^{-1}
道路曲率係合解除閾値	m^{-1}
向き角度係合閾値	度
向き角度係合解除閾値	度
案内時間切れ間隔	秒
中断状態の最大時間	秒
最大操舵角度閾値	度

【0101】

制御アルゴリズム

制御方策は、I D Sラックから車線位置の情報を取ってこれを車両速度と組合わせ、所望のステアリングホイール位置の推定値を生成する。所望のステアリングホイール位置と実際のステアリングホイール位置との間の誤差は、比例利得およびリミッタを通して案内トルク要求を生成する。

【0102】

コントローラのブロック図が図12に示される。コントローラは、多数のループから形成される。最も内側のループは操舵角度制御ループ300である。このループは、制限された操舵角度要求301を取り、測定された操舵角度302を用いて操舵角度誤差308を計算する。次に当該誤差は、操舵角度利得303を通して送られて案内トルク要求309を生じる。E P A S制御トルク306を増加するように送られる前に、案内トルク要求309は制限され(304)、旋回率(slew rate)制限を受ける(305)。案内トルク要求309および操舵角度要求301に対する制限は、車両速度と共に変化させ

られる。案内状態に入る時は常に、旋回率制限出力はゼロに設定されねばならない。

【0103】

操舵角度誤差＝制限（操舵角度要求）－操舵角度

案内トルク要求＝旋回率制限（制限（操舵角度利得×操舵角度誤差））

第2のループ310は、向き角度を制御する。向き要求311が制限される（312）。向き誤差313は、制限された向き要求312と測定された向き314との差から計算される。この差は、2つの利得を通される。第1の利得は車両因子315である。第2の利得は向き利得316である。向き利得316は、上記誤差を操舵角度要求317へ変換する。車両因子は、車両に依存する3つのパラメータ、即ち、ラック比と、ホイールベース長さと、アンダーステア因子とから較正される1つの定数である。

10

【0104】

向き誤差＝制限（向き要求）－向き

操舵角度要求＝向き誤差×向き利得×車両因子

車両因子＝ラック比×ホイールベース／アンダーステア因子

外側ループ320が、側方位置を制御する。側方位置誤差321は、車両速度の逆数により最初に乗じられて「正規化された」位置訂正向き322を生じる。この位置訂正向きは、制限されたカーブ平衡フィードフォワード323に加算され、向き要求311を生じる。

【0105】

位置訂正向き＝側方位置誤差×車両速度の逆数

向き要求＝位置訂正向き＋カーブ平衡フィードフォワード

車両速度の逆数の計算は、40 kph以上の速度でのみ生じるべきである。この速度より低い速度では、車両速度の逆数はアルゴリズムがゼロにより除算することを防止するため $1/40 \text{ kph}^{-1}$ に設定されねばならない。

20

【0106】

車両速度の逆数＝1／制限（車両速度）

先に述べたカーブ平衡フィードフォワード323は、曲率測定値324と車両速度325との積から計算される。この積は、カーブ平衡利得326を通され、次いで制限され（327）、カーブ平衡フィードフォワードを与える。（註）：カーブ平衡向き制限323は、曲率の測定値324が得られなければ、ゼロに設定されるようになる。

30

【0107】

カーブ平衡向き＝制限（曲率×車両速度×曲率訂正利得）

案内トルク要求および操舵角度要求に対する制限は、車両速度に関する範囲により決定される。

【0108】

自動車線変更

自動車線変更機能は、車線を変更する旋回信号を検出して盲点モニター（TBD）を用いて、移動する車両にとって車線が明らかであるかどうか立証する。車線が明らかであるならば、車両を円滑に操舵するため車線マークセンサからの情報を用いて、案内トルクが車両を隣接する車線へ移動するように加えられる。

40

【0109】

システムについて色々な安全の配慮ができる限り多く与えられるならば、最初および継続する診断的チェックを免れない。問題即ち異常が検出された場合は、警報が与えられ、あるいはシステムは一時的に遮断され得る。

【0110】

運転者への警報

システムにより認識されあるいは始められた事象を運転者に警報制御部330により警報する2つの手段がある。その第1は、「レバー（＝ステアリングホイール）を握る」ことにより、また第2は運転者に対して可聴警報332を発することである。

【0111】

50

触覚的なフィードバック信号

運転者は、ステアリングホイールの考慮された振動により警報を受ける。この機能は、触覚フィードバックと呼ばれる。

【0112】

触覚フィードバックは、案内トルク要求に加えられる対称的な三角波からなっている。この振動の振幅と周波数は固定される。

【0113】

【表7】

仕 様	単位
触覚フィードバックの周波数	Hz
触覚フィードバックの振幅	Nm pk-pk
触覚フィードバックの持続時間	秒

10

【0114】

可聴警報信号

メッセージがMM Iコントローラへ送られて運転者警報を要求する。（註）これは変化可能であり、多くの異なる可聴警報を与えるためIDSラックを用い得る。

20

【0115】

警報

警報については、以降の章において記述する。下表は、警報が出される動作モードと共に警報の全リストを示す。これら警報は、条件が真である限り所与の早さで繰返されねばならない。車線マークの警報の場合は、車線マークが有効でなければならない。警報は警報制御部に対する多くの入力の結果として生じ、これらの警報は速度333、車線幅334、側方位置の誤差335、車線のモールディング閾部336および車幅337である。

【0116】

【表8】

警 報	車線支持状態	警報手段	警報繰返し率
車線マークに近い	案内のみ	触覚フィードバック	3秒毎に1回
車線マークに非常に近い	案内のみ	触覚フィードバック	毎秒1回
実線の車線マークを交差	係合解除を除くもの	触覚フィードバック	1回のみ
車線支持係合解除	係合解除	可聴信号	1回のみ
遮断	何らかの状態	可聴信号	2回

30

【0117】

車線マークに近い

この警報は下記の条件により与えられる。

【0118】

$(1/2) \times (\text{車線幅} - \text{車幅}) - \text{側方位置の誤差の大きさ} < \text{車線マーク接近閾値}$

この警報は、車線の幅が小さい時、即ち、

車線幅 - 車幅 < 狭い車線閾値

狭い車線閾値前に車線幅における制御ロジック条件が破られるならば、狭い車線条件が呼出されることがない。

【0119】

【表9】

40

50

仕 様	単位
車線マークに近い閾値	m
狭い車線の閾値	m

【0120】

車線マークに非常に近い

この条件は、

$(1/2) \times (\text{車線幅} - \text{車幅}) - \text{側方位置誤差の大きさ} < \text{車線マーク交差閾値}$
である時に妥当する。

【0121】

この警報は、車線幅が先のように小さい時は使用不可にされねばならない。

【0122】

【表10】

仕 様	単位
車線マークに非常に近い閾値	m

【0123】

実線の車線マークを交差

これは、「車線マークに近い」条件と類似し、下記の条件によって与えられる。

【0124】

$(1/2) \times (\text{車線幅} - \text{車幅}) - \text{側方位置誤差の大きさ} < \text{車線マーク交差閾値}$
この警報は、車線幅が先のように小さい時に使用不可にされねばならない。この警報は、
車両速度が所与の値より大きい時にのみ生じねばならない。

【0125】

【表11】

仕様	単位
車線マークに非常に近い閾値	m
最小車両速度	k p h

【0126】

車線支持の係合解除

車線支持制御が何らかの理由により係合解除されると、警報が発せられねばならない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による車線支持システムの一実施例を示す構成図である。

【図2】図1の車線支持システムの使用時の効果を示す概略図である。

【図3】車線支持システムの構成要素間の相互関係を示すブロック図である。

【図4】図1の車線支持システムにおいて使用される典型的な自律的なインテリジェント
走行制御装置（A I C C）を示す図である。

【図5】図1の車線支持システムの動作上の特徴を示すフローチャートである。

【図6】車線支持システムにより誘起される仮想的な道路の反りを示す図である。

【図7】手動の車線変更の影響を示す図である。

【図8】自動的な車線変更の影響を示す図である。

【図9】生イメージおよび処理されたデータを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 10】車線案内の計算時に使用される変数を示す図である。

【図 11】システムに対する種々の状態および相互関係を示す図である。

【図 12】車線案内制御方策のブロック図である。

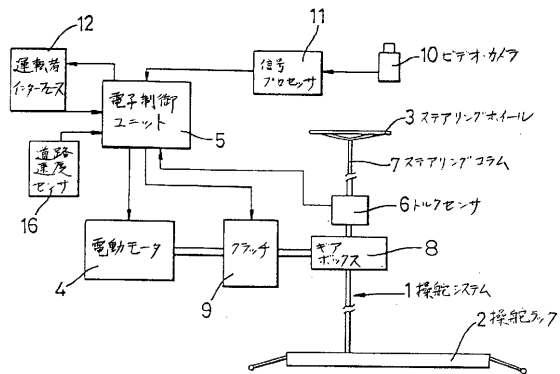
【符号の説明】

- 1 操舵システム
- 2 操舵ラック
- 3 ステアリングホイール
- 4 電動モータ
- 5 電子制御ユニット
- 6 トルクセンサ
- 7 ステアリングコラム
- 8 ギアボックス
- 9 クラッチ
- 10 ビデオ・カメラ
- 11 信号プロセッサ
- 12 運転者インターフェース
- 13 LCDディスプレイ
- 14 作動スイッチ
- 16 道路速度センサ
- 23 検出手段

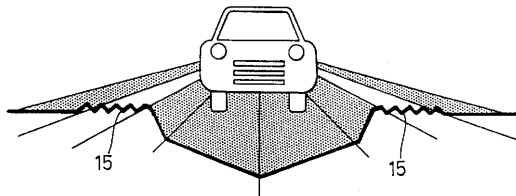
10

20

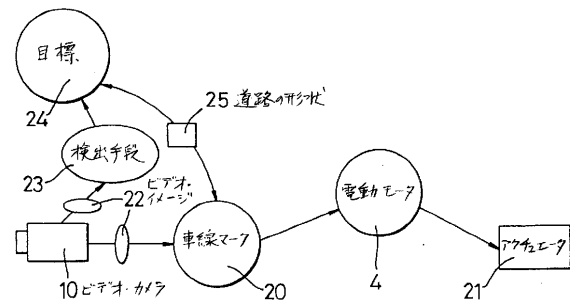
【図 1】



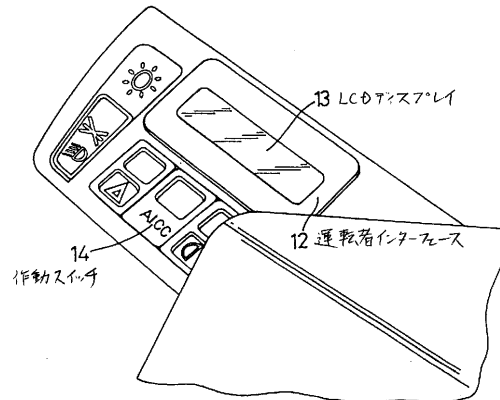
【図 2】



【図 3】

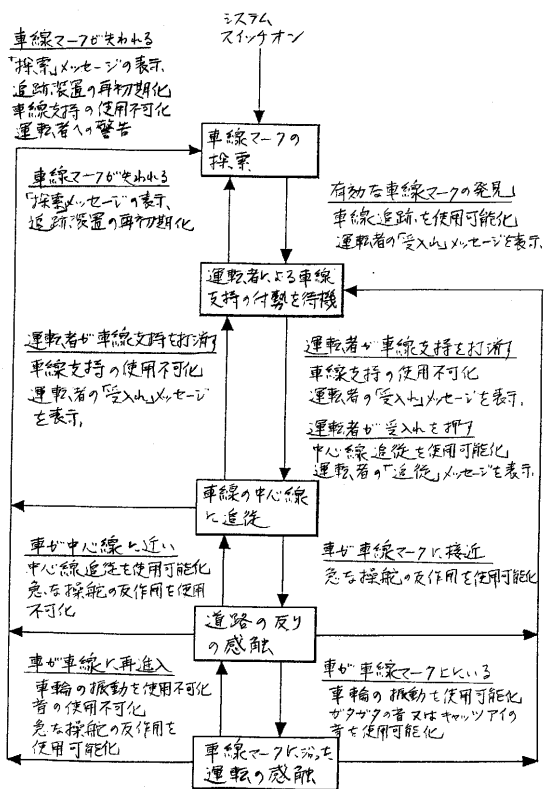


【図 4】

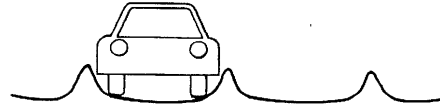


【図 5】

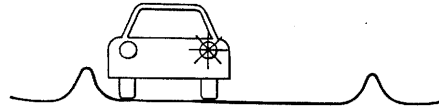
車線支持コントローラ



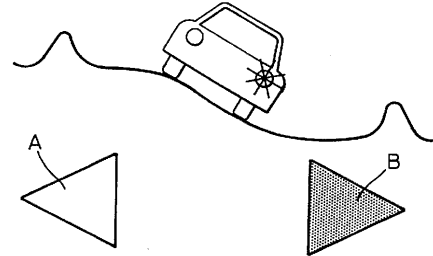
【図 6】



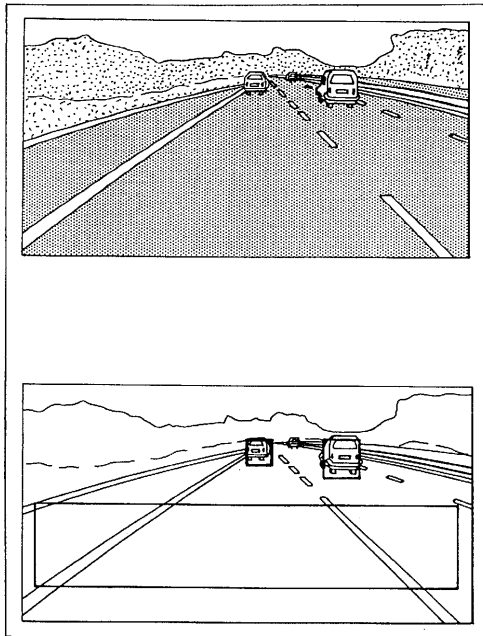
【図 7】



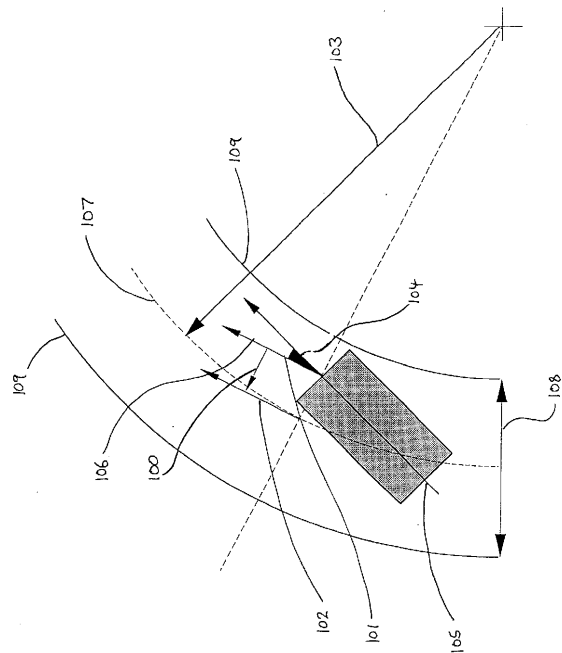
【図 8】



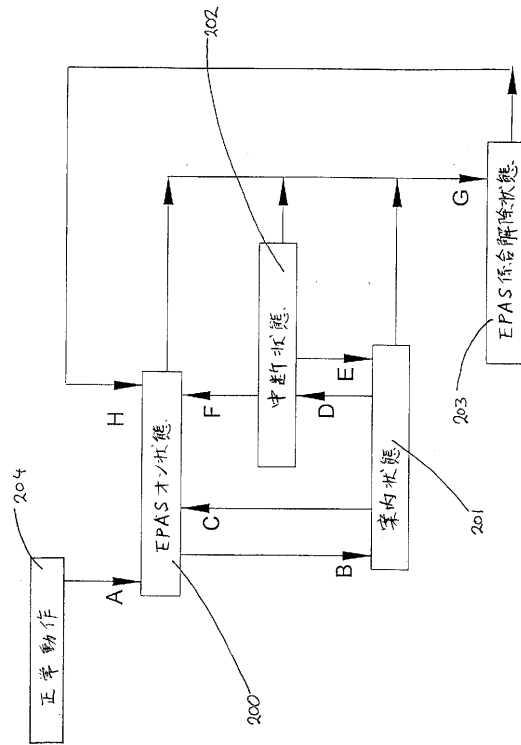
【図 9】



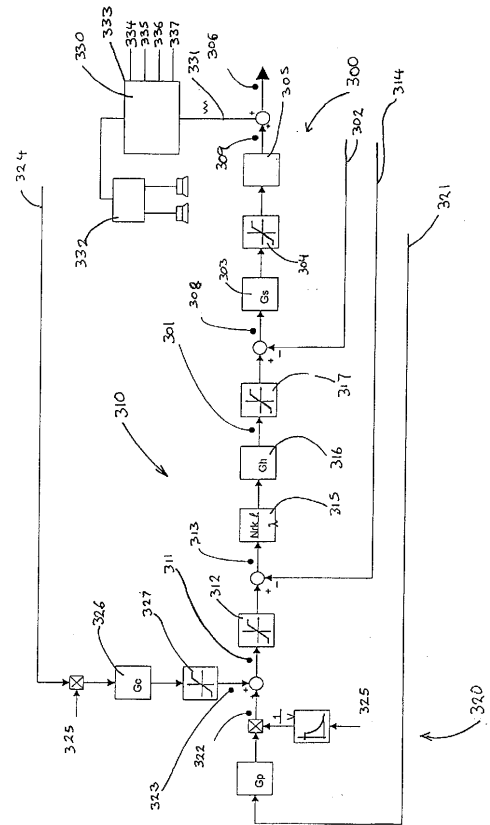
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

// B 6 2 D 101:00

G 0 8 G 1/16

F

B 6 2 D 113:00

B 6 2 D 101:00

B 6 2 D 137:00

B 6 2 D 113:00

B 6 2 D 137:00

(74)代理人 100091063

弁理士 田中 英夫

(72)発明者 ラッセル・ウィルソン・ジョーンズ

イギリス国ウォーリックシャー ストラットフォード・アポン・エイボン, モントゴメリー・クロ
ーズ 6

(72)発明者 ラグラン・ホラティオ・アンドリュー・ハロルド・トライブ

イギリス国ウエスト・ミッドランズ ビー93・9エイチワイ, ソリハル, ノール, ロングドン・
ロード 129

(72)発明者 マイケル・アップルヤード

イギリス国ランカシャー ピーアール7・1エックスジェイ, チョーリー, ジュードランド 31

審査官 ▲高▼木 真顕

(56)参考文献 特開平3-286315 (JP, A)

特開平4-293109 (JP, A)

特開平5-126948 (JP, A)

特開平5-170118 (JP, A)

特開平3-273405 (JP, A)

特開平5-113822 (JP, A)

特開昭63-214900 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G08G 1/16

B62D 6/00

G05D 1/02