

(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2010-201975
(P2010-201975A)

(43) 公開日 平成22年9月16日(2010.9.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60W 30/00 (2006.01)	B60K 41/00 382	3D041
B62D 6/00 (2006.01)	B62D 6/00 ZYW	3D232
B62D 5/04 (2006.01)	B62D 5/04	3D233
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 C	3D246
B60T 7/12 (2006.01)	B60T 7/12 C	3D301

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-46944 (P2009-46944)
(22) 出願日 平成21年2月27日 (2009.2.27)

(71) 出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(74) 代理人 100066980
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 田中 秀▲てつ▼
(74) 代理人 100116012
弁理士 宮坂 徹
(72) 発明者 木村 健
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

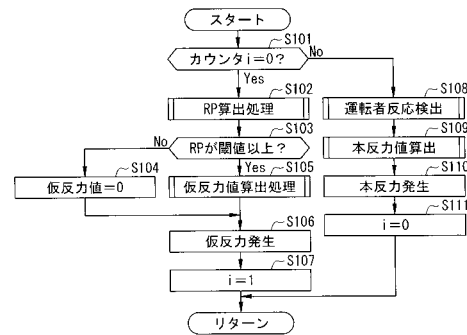
(54) 【発明の名称】 車両用運転操作補助装置、車両用運転操作補助方法および自動車

(57) 【要約】

【課題】より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うこと。

【解決手段】本発明に係る自動車では、制御仮値設定手段が、自車両のリスクが縮小する方向に車両制御手段における車両制御の仮値を設定し、仮値に基づいて車両制御手段が実行した車両制御に対する運転者の応答操作を応答検出手段が検出する。制御本値設定手段は、応答検出手段によって検出された運転者の応答操作に基づいて、車両制御の本値を設定する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両の走行環境を検出する走行環境検出手段と、
 自車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、
 自車両を制御する車両制御手段と、
 前記走行環境と、前記走行状態とに基づいて、自車両周囲におけるリスクポテンシャルを算出し、算出したリスクポテンシャルに基づいて、自車両のリスクが縮小する方向に前記車両制御手段における車両制御の仮値を設定する制御仮値設定手段と、
 前記仮値に基づいて前記車両制御手段が実行した車両制御に対する運転者の応答操作を検出する応答検出手段と、
 前記応答検出手段によって検出された運転者の応答操作に基づいて、車両制御の本値を設定する制御本値設定手段と、
 を備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

10

【請求項 2】

自車両の走行支援状態を検出する走行支援状態検出手段を備え、
 前記制御仮値設定手段は、前記走行支援状態検出手段によって検出された走行支援状態に基づいて、前記車両制御の仮値を設定することを特徴とする請求項 1 記載の車両用運転操作補助装置。

【請求項 3】

前記車両制御手段は、操舵操作を支援するための操舵反力を付与する制御を行い、
 前記制御仮値設定手段は、前記リスクポテンシャルと運転者の前記応答操作とに基づいて、前記車両制御の仮値を設定することを特徴とする請求項 1 記載の車両用運転操作補助装置。

20

【請求項 4】

前記車両制御手段は、操舵操作を支援するための操舵反力を付与する制御を行い、
 前記制御仮値設定手段は、前記リスクポテンシャルに基づいて、前記車両制御の仮値を設定することを特徴とする請求項 1 記載の車両用運転操作補助装置。

【請求項 5】

前記車両制御手段による車両制御および前記応答検出手段による検出結果の履歴を取得する履歴取得手段を備え、
 前記制御本値設定手段は、前記履歴取得手段が取得した履歴に基づいて、以後の車両制御における前記車両制御の本値を設定することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の車両用運転操作補助装置。

30

【請求項 6】

運転操作支援における車両制御の仮値による制御に対し、運転者が行った応答を基に補正量を決定し、前記車両制御の本値として制御を行うことを特徴とする車両用運転操作補助方法。

【請求項 7】

自車両の走行環境を検出する走行環境検出手段と、
 自車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、
 自車両を制御する車両制御手段と、
 前記走行環境と、前記走行状態とに基づいて、自車両周囲におけるリスクポテンシャルを算出し、算出したリスクポテンシャルに基づいて、自車両のリスクが縮小する方向に前記車両制御手段における車両制御の仮値を設定する制御仮値設定手段と、
 前記仮値に基づいて前記車両制御手段が実行した車両制御に対する運転者の応答操作を検出する応答検出手段と、
 前記応答検出手段によって検出された運転者の応答操作に基づいて、車両制御の本値を設定する制御本値設定手段と、
 を備えることを特徴とする自動車。

40

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置、車両用運転操作補助方法および自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の車両用運転操作補助装置として、操舵操作の反力や、アクセルペダルあるいはブレーキペダルの操作反力を制御する技術が知られている。

例えば、特許文献1には、車両周囲の状況（障害物）を検出し、その時点におけるリスクポテンシャルを求め、算出したリスクポテンシャルに基づいて操舵補助トルクを制御する技術が記載されている。

10

このような制御を行うことにより、特許文献1に記載された技術においては、運転者に車両周囲の状況を認識させ、適切な運転を支援することとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平10-211886号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

しかしながら、特許文献1に記載された技術を含め、従来の車両用運転操作補助装置においては、運転者に対して装置が行う支援制御の内容と、運転者の意図とが一致しない場合がある。

このような場合、例えば、運転者が明確な意思表示の下に操舵操作を行おうとしても、装置が付与する反力によって操舵操作が妨げられ、運転者の意図に沿わない制御となる。

このように、運転者の操作を補助する従来の技術においては、運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことが困難であった。

本発明の課題は、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

以上の課題を解決するため、本発明に係る車両用運転操作補助装置は、

制御仮値設定手段が、自車両のリスクが縮小する方向に車両制御手段における車両制御の仮値を設定し、仮値に基づいて車両制御手段が実行した車両制御に対する運転者の応答操作を応答検出手段が検出する。制御本値設定手段は、応答検出手段によって検出された運転者の応答操作に基づいて、車両制御の本値を設定する。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、車両制御手段による車両制御において、車両制御の仮値に対する運転者の応答を反映させた制御値に近づけることができる。

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態に係る車両用運転操作補助装置1を備えた自動車1Aの概略構成図である。

【図2】自動車1Aの制御システムを示すシステム構成図である。

【図3】操舵反力制御を行う際の減衰力算出制御マップを示す図である。

【図4】自動車1Aが有する能動型サスペンション機構の具体的な構成を示す図である。

【図5】コントローラ50が実行するリスクポテンシャル算出処理を示すフローチャートである。

【図6】コントローラ50が実行する操舵操作支援処理を示すフローチャートである。

50

【図 7】リスクポテンシャル R P と仮反力テーブルの値 F t b との関係を示す図である。

【図 8】リスクポテンシャル R P と反力補正ベース値との関係を示す図である。

【図 9】運転者の操舵速度と補正係数 との関係を示す図である。

【図 10】第 2 実施形態における操舵操作支援処理における制御量の変化を示す概念図である。

【図 11】図 10 に示す制御量の変化に対応する制御状態を示す模式図である。

【図 12】自車位置あるいは自車前方位位置における車線境界線との間隔の逆数を基にリスクポテンシャル R P を算出する場合の概念を示す図である。

【図 13】コントローラ 50 が実行する操舵操作支援処理を示すフローチャートである。

【図 14】リスクポテンシャル R P と仮反力テーブルの値 F t b との関係を示す図である

10

【図 15】リスクポテンシャル R P と反力補正ベース値との関係を示す図である。

【図 16】運転者の操舵速度と補正係数 との関係を示す図である。

【図 17】実施形態における操舵操作支援処理における制御量の変化を示す概念図である

【図 18】図 17 に示す制御量の変化に対応する制御状態を示す模式図である。

【図 19】コントローラ 50 が実行する操舵操作支援処理を示すフローチャートである。

【図 20】コントローラ 50 が実行する本反力値算出処理を示すフローチャートである。

【図 21】運転者の反応値と仮反力値とに対する補正值を格納した補正值テーブルを示す概念図である。

20

【図 22】第 3 実施形態における操舵操作支援処理における制御状態を示す模式図である

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図を参照して本発明を適用した自動車の実施の形態を説明する。

(第 1 実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る車両用運転操作補助装置 1 を備えた自動車 1 A の概略構成図である。

図 1 において、自動車 1 A は、車輪 2 F R , 2 F L , 2 R R , 2 R L と、車体 3 と、車体 3 と各車輪との間に設置された能動型のサスペンション 4 F R , 4 F L , 4 R R , 4 R L と、ステアリングホイール 5 と、ステアリングホイール 5 と操向輪である車輪 2 F R , 2 F L との間に設置されたステアリング装置 6 と、アクセルペダル 7 と、ブレーキペダル 8 と、車体 3 の前後左右それぞれに設置され、車両の周囲を撮影するカメラ 9 F , 9 R , 9 S R , 9 S L とを備えており、自動車 1 A に搭載された各種機器からの信号は、後述するコントローラ 50 に入力されている。

30

【0009】

図 2 は、自動車 1 A の制御系統を示すシステム構成図である。

図 2 において、自動車 1 A の制御系統は、レーザレーダ 10 と、カメラ 9 F , 9 R , 9 S R , 9 S L と、車速センサ 30 と、コントローラ 50 と、操舵反力制御装置 60 と、サーボモータ 61 , 81 , 91 と、舵角センサ 62 と、アクセルペダル反力制御装置 80 と、ブレーキペダル反力制御装置 90 と、駆動力制御装置 100 と、制動力制御装置 110 と、能動型のサスペンション 4 F R , 4 F L , 4 R R , 4 R L それぞれに備えられたアクチュエータ 120 F R , 120 F L , 120 R R , 120 R L および車体上下加速度検出器 130 F R , 130 F L , 130 R R , 130 R L と、車両状態検出器 140 とを備えている。

40

【0010】

なお、これらのうち、レーザレーダ 10、カメラ 9 F , 9 R , 9 S R , 9 S L、車速センサ 30、コントローラ 50、操舵反力制御装置 60、サーボモータ 61 , 81 , 91、舵角センサ 62、アクセルペダル反力制御装置 80、ブレーキペダル反力制御装置 90、駆動力制御装置 100、制動力制御装置 110、アクチュエータ 120 F R , 120 F L

50

、120RR、120RL、車体上下加速度検出器130FR、130FL、130RR、130RL、車両状態検出器140は、本発明に係る車両用運転操作補助装置1を構成している。

【0011】

レーザレーダ10は、車両の前方のグリル部もしくはバンパ部等に取り付けられ、水平方向に赤外光パルスを送査する。

レーザレーダ10は、前方にある複数の反射物（通常、前方車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を検出し、反射波の到達時間より、複数の前方車までの車間距離とその存在方向を検出する。検出した車間距離および存在方向はコントローラ50へ出力される。

10

【0012】

なお、本実施の形態において、前方物体の存在方向は、自車両正面に対する相対角度として表すことができる。レーザレーダ10によりスキャンされる前方の領域は、自車両正面に対して±6deg程度であり、この範囲内に存在する前方物体が検出される。

また、レーザレーダ10は、前方車両までの車間距離およびその存在方向だけでなく、自車両前方に存在する歩行者等の障害物までの相対距離およびその存在方向を検出する。

【0013】

カメラ9Fは、フロントウィンドウ上部に取り付けられた小型のCCD（Charge Coupled Devices）カメラ、またはCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）カメラ等の撮像装置であり、前方道路の状況を画像として検出し、検出した画像をコントローラ50へ出力する。カメラ9Fによる検知領域は水平方向に±30deg程度であり、この領域に含まれる前方道路風景が画像として取り込まれる。

20

【0014】

また、カメラ9SR、9SLは、それぞれ左右の後部ドア上部に取り付けられた小型のCCDカメラ、もしくはCMOSカメラ等の撮像装置である。カメラ9SR、9SLは、自車両側方の状況、特に隣接車線上の状況を画像として検出し、検出した画像をコントローラ50へ出力する。なお、カメラ9SR、9SLは、前方を撮影するカメラ9Fに比して、より広範な領域を撮影するため、その検知領域は水平方向に±60deg程度となっている。

【0015】

30

さらに、カメラ9Rは、リアウィンドウ上部に取り付けられた小型のCCDカメラ、またはCMOSカメラ等の撮像装置であり、後方道路の状況を画像として検出し、検出した画像をコントローラ50へ出力する。カメラ9Rによる検知領域は、カメラ9Fと同様に、水平方向に±30deg程度であり、この領域に含まれる後方道路風景が画像として取り込まれる。

車速センサ30は、車輪の回転数等から自車両の走行車速を検出し、検出した車速をコントローラ50へ出力する。

【0016】

コントローラ50は、CPU（Central Processing Unit）と、ROM（Read Only Memory）およびRAM（Random Access Memory）等のCPU周辺部品とから構成され、車両用運転操作補助装置1および自動車1Aの制御システム全体の制御を行う。

40

コントローラ50は、車速センサ30から入力される自車速と、レーザレーダ10から入力される距離情報と、カメラ9F、9R、9SR、9SLから入力される車両周辺の画像情報とから、自車両周囲の障害物状況を検出する。

なお、コントローラ50は、カメラ9F、9R、9SR、9SLから入力される画像情報を画像処理することにより自車両周囲の障害物状況を検出する。

【0017】

ここで、自車両周囲の障害物状況としては、自車両前方を走行する他車両までの車間距離、隣接車線を自車両後方から接近する他車両の有無と接近度合、および車線識別線（白線）に対する自車両の左右位置、つまり相対位置と角度、さらに車線識別線の形状などを

50

挙げることができる。また、自車両前方を横断する歩行者や二輪車等も障害物状況として検出される。

【0018】

コントローラ50は、検出した障害物状況に基づいて各障害物に対する自車両のリスクポテンシャル（障害物に対する自車両の接近度合を表す物理量）を算出する。さらに、コントローラ50は、それぞれの障害物に対するリスクポテンシャルを総合して自車両周囲の総合的なリスクポテンシャルを算出し、後述するようにリスクポテンシャルに応じて、車両の左右方向の制御（操舵反力あるいは操舵角の制御）、前後方向（制駆動力の制御あるいはアクセルペダルとブレーキペダルの操作反力の制御）、上下方向（能動型サスペンションの油圧あるいはサスペンションストロークの制御）について協調制御を行う。

10

【0019】

ここで、本実施形態においては、コントローラ50が、総合的なリスクポテンシャルに基づいて車両の前後および左右の制御を行うものである。このとき、コントローラ50は、運転操作支援を行う上で、車両用運転操作補助装置1が運転者に対して行う制御が運転者の意図に沿うものとなるよう運転操作支援を行う。

具体的には、コントローラ50は、自車両に発生する制駆動力、運転操作のために運転者が操作する運転操作機器に発生する操作反力を制御する。運転操作機器とは、例えば運転者が自車両を加速したり減速したりするときに操作するアクセルペダル7やブレーキペダル8、あるいは、運転者が自車両の方向転換を行うときに操作するステアリングホイール5である。

20

【0020】

能動型サスペンション4FR, 4FL, 4RR, 4RLの減衰特性について、コントローラ50は、能動型サスペンション4FR, 4FL, 4RR, 4RLに備えられたダンパの圧力制御あるいはサスペンションストロークの制御を行う。

即ち、コントローラ50には、車体上下加速度検出器130FR, 130FL, 130RR, 130RLから出力された上下加速度検出信号 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ が入力される。

【0021】

そして、コントローラ50は、車体上下加速度検出信号 X'' に所定のゲイン K_m を乗算する。

また、コントローラ50は、車体上下加速度について設定されたゲイン K_n と車体上下加速度検出信号の積分値 $\int dt$ とを乗算する。さらに、コントローラ50は、これらの乗算結果を加算し、この加算結果を各能動型サスペンション4FR, 4FL, 4RR, 4RLそれぞれのダンパにおける油圧制御用のアクチュエータ120FR, 120FL, 120RR, 120RLの指令値とする。

30

【0022】

操舵反力制御装置60は、車両の操舵系に組み込まれ、コントローラ50からの指令に応じて、サーボモータ61で発生させるトルクを制御する。サーボモータ61は、操舵反力制御装置60からの指令値に応じて発生させるトルクを制御し、運転者がハンドルを操作する際に発生する操舵反力を目標値に制御することができる。

ここで、コントローラ50は、リスクポテンシャルに応じた操舵反力制御を行うが、リスクポテンシャルに応じて操舵反力を付与する場合、図3に示す減衰力算出制御マップを用いることができる。

40

【0023】

この場合、操舵角速度 $\dot{\delta}$ および発生トルク T_H から、操舵反力 T_R に付加する減衰力 T_D を算出する。この減衰力算出制御マップは、図3に示すように、横軸に操舵角速度 $\dot{\delta}$ を、縦軸に減衰力 T_D をそれぞれとり、操舵角速度 $\dot{\delta}$ が0（零）から正方向に増加するときに、これに比例して減衰力 T_D が0（零）から負方向に減少し、一方、操舵角速度 $\dot{\delta}$ が0（零）から負方向に減少するときに、これに比例して減衰力 T_D が0（零）から正方向に増加するように設定されている。さらに、発生トルク T_H が大きいほど、操舵角速度 $\dot{\delta}$ の増加率（または減少率）に対する減衰力 T_D の減少率（又は増加率）が大きくなる

50

ように構成されている。

【 0 0 2 4 】

舵角センサ 6 2 は、ステアリングコラムもしくはステアリングホイール付近に取り付けられた角度センサ等であり、ステアリングシャフトの回転を操舵角として検出し、コントローラ 5 0 へ出力する。

アクセルペダル 7 には、アクセルペダル 7 の踏み込み量（操作量）を検出するアクセルペダルストロークセンサ（不図示）が設けられている。アクセルペダルストロークセンサによって検出されたアクセルペダル操作量はコントローラ 5 0 に出力される。

【 0 0 2 5 】

アクセルペダル反力制御装置 8 0 は、コントローラ 5 0 からの指令に応じて、アクセルペダル 8 2 のリンク機構に組み込まれたサーボモータ 8 1 で発生させるトルクを制御する。サーボモータ 8 1 は、アクセルペダル反力制御装置 8 0 からの指令値に応じて発生させる反力を制御し、運転者がアクセルペダル 8 2 を操作する際に発生する踏力を目標値に制御することができる。

【 0 0 2 6 】

ブレーキペダル 8 には、その踏み込み量（操作量）を検出するブレーキペダルストロークセンサ（不図示）が設けられている。ブレーキペダルストロークセンサによって検出されたブレーキペダル操作量もコントローラ 5 0 に出力される。

ブレーキペダル反力制御装置 9 0 は、コントローラ 5 0 からの指令に応じて、ブレーキブースタで発生させるブレーキアシスト力を制御する。ブレーキブースタは、ブレーキペダル反力制御装置 9 0 からの指令値に応じて発生させるブレーキアシスト力を制御し、運転者がブレーキペダル 8 を操作する際に発生する踏力を目標値に制御することができる。ブレーキアシスト力が大きいほどブレーキペダル操作反力は小さくなり、ブレーキペダル 8 を踏み込みやすくなる。

【 0 0 2 7 】

駆動力制御装置 1 0 0 は、エンジンコントローラを有し、コントローラ 5 0 からの指令に応じてエンジントルクを制御する。

制動力制御装置 1 1 0 は、ブレーキ液圧コントローラを有し、コントローラ 5 0 からの指令に応じてブレーキ液圧を制御する。

車両状態検出器 1 4 0 は、横加速度センサ、ヨーレートセンサ、アクセル開度センサ、ブレーキ圧センサ等、自車両の状態を検出する各種センサを備えており、検出した横加速度（以下、適宜「横 G」と称する。）、ヨーレート、アクセル開度 A C C およびブレーキ圧 B R K 等の検出値を、コントローラ 5 0 に出力する。

【 0 0 2 8 】

（能動型サスペンション機構の具体的構成）

図 4 は、自動車 1 A が有する能動型サスペンション機構の具体的な構成を示す図である。

図 4 において、能動型サスペンション 4 F R , 4 F L , 4 R R , 4 R L は、それぞれ車体側部材 1 2 と各車輪 2 F R , 2 F L , 2 R R , 2 R L を個別に支持する車輪側部材 1 4 との間に介装された能動型サスペンションであって、アクチュエータ 1 2 0 F R , 1 2 0 F L , 1 2 0 R R , 1 2 0 R L と、コイルスプリング 1 6 F R , 1 6 F L , 1 6 R R , 1 6 R L と、アクチュエータ 1 2 0 F R , 1 2 0 F L , 1 2 0 R R , 1 2 0 R L に対する作動油圧をコントローラ 5 0 からの指令値にのみ応動して制御する圧力制御弁 1 7 F R , 1 7 F L , 1 7 R R , 1 7 R L とを備えている。また、能動型サスペンション 4 F R , 4 F L , 4 R R , 4 R L は、圧力制御弁 1 7 F L ~ 1 7 R R と油圧源 2 4 との間の油圧配管 2 5 の途中に接続した高圧側アキュムレータ 2 8 H と、圧力制御弁 1 7 F L ~ 1 7 R R と油圧シリンダ 1 5 F L ~ 1 5 R R との間の油圧配管 2 7 に絞り弁 2 8 V を介して連通した低圧側アキュムレータ 2 8 L とを備えている。

【 0 0 2 9 】

ここで、アクチュエータ 1 2 0 F R , 1 2 0 F L , 1 2 0 R R , 1 2 0 R L のそれぞれ

は、そのシリンダチューブ 15 a が車体側部材 12 に取付けられ、ピストンロッド 15 b が車輪側部材 14 に取付けられ、ピストン 15 c によって閉塞された上側圧力室 B 内の作動油圧が圧力制御弁 17 FL ~ 17 RR によって制御される。また、コイルスプリング 16 FL ~ 16 RR のそれぞれは、車体側部材 12 と車輪側部材 14 との間にアクチュエータ 120 FR, 120 FL, 120 RR, 120 RL と並列に装着されて車体の静荷重を支持している。なお、これらコイルスプリング 16 FL ~ 16 RR は、車体の静荷重を支えるのみの低いバネ定数のものでよい。

【0030】

圧力制御弁 17 FL ~ 17 RR は、上側圧力室 B の圧力が上昇（又は減少）すると、これに応じて上側圧力室 B の圧力を減圧（又は昇圧）し、上向きの振動入力による上側圧力室 B の圧力上昇（又は下向きの振動入力による上側圧力室 B の圧力減少）を抑制する。これにより、車体側部材 12 に伝達される振動入力を低減することができる。

一方、車体 3 には、各車輪 2 FR, 2 FL, 2 RR, 2 RL の直上部に車体上下加速度検出器 130 FR, 130 FL, 130 RR, 130 RL が配設され、これら車体上下加速度検出器 130 FR, 130 FL, 130 RR, 130 RL の車体上下加速度検出信号 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ がコントローラ 50 に入力される。

【0031】

コントローラ 50 は、能動型サスペンション 4 FR, 4 FL, 4 RR, 4 RL の圧力制御を行うサスペンション制御部 50 a を有している。

サスペンション制御部は、車体上下加速度検出信号 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ それぞれに所定のゲイン K_m を乗算するゲイン調整機能と、所定のゲイン K_n と車体上下加速度検出信号 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ それぞれとの積分値 $\int dt$ とを乗算する車体上下速度算出兼ゲイン調整機能と、ゲイン調整機能および車体上下速度算出兼ゲイン調整機能の出力を加算する加算機能とを有しており、加算機能による加算出力が圧力制御弁 17 FL ~ 17 RR の指令値 $V_{4FL} \sim V_{4RR}$ として各圧力制御弁 17 FL ~ 17 RR に供給される。

【0032】

コントローラ 50 のサスペンション制御部 50 a においては、図 4 に示すように、車体上下加速度検出値 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ が積分器 51 に供給され、その積分値でなる車体上下速度検出値 $X'_{2FL} \sim X'_{2RR}$ が所定のゲイン K_n が設定された増幅器 52 で増幅される。一方、車体上下加速度検出値 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ は所定の増幅度 K_m が設定された増幅器 53 に供給されて増幅され、増幅器 52, 53 の増幅出力が加算器 54 に入力されて加算される。さらに、車体上下加速度検出値 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ は、例えばウインドコンパレータの構成を有する比較器 55 にも供給され、この比較器 55 で上下加速度検出値 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ が所定の上限値および下限値内に収まっているときに例えば論理値 "1" の比較出力が出力され、この比較出力がタイマ回路 56 に供給される。このタイマ回路 56 は、論理値 "1" の比較出力が所定時間継続しているか否かを判定し、所定時間継続している場合に、論理値 "1" のリセット信号 RS を積分器 51 に出力し、積分器 51 の蓄積データをリセットする。

【0033】

このような構成の能動型サスペンション 4 FR, 4 FL, 4 RR, 4 RL において、コントローラ 50 のサスペンション制御部 50 a が車体上下加速度検出信号 $X''_{2FL} \sim X''_{2RR}$ に関するゲイン K_m および車体上下速度検出値 $X'_{2FL} \sim X'_{2RR}$ に関するゲイン K_n を変更することで、路面から車体 3 に入力される振動をほぼ打ち消すように制御したり、路面から車体 3 に入力される振動をそのまま伝えたりすることができる。また、路面入力に抛らない圧力制御弁 17 FL ~ 17 RR の指令値 $V_{4FL} \sim V_{4RR}$ を生成することで、路面からの振動を抑制する以外の動作（例えば、車体のロールあるいはピッチの制御）を能動型サスペンション 4 FR, 4 FL, 4 RR, 4 RL に行わせることもできる。

【0034】

（コントローラ 50 における処理）

次に、コントローラ 50 が実行する各種処理について説明する。

本実施形態において、自動車 1 A は、リスクポテンシャル R P に応じて路面からのノイズを除去する度合いを変化させて、そのリスクポテンシャル R P に対応した車両前後方向および左右方向の運転操作補助を行う。

したがって、初めに、これらの制御において用いられるリスクポテンシャル R P を算出するためのリスクポテンシャル算出処理について説明する。

【 0 0 3 5 】

(リスクポテンシャル算出処理)

図 5 は、コントローラ 5 0 が実行するリスクポテンシャル算出処理を示すフローチャートである。

コントローラ 5 0 は、車両用運転操作補助装置 1 による運転操作補助の開始を運転者が指示入力することに対応して、リスクポテンシャル算出処理を開始する。

図 5 において、リスクポテンシャル算出処理を開始すると、コントローラ 5 0 は、まず、自車両の走行状態を読み込む (ステップ S 1)。

【 0 0 3 6 】

ここで、走行状態は、自車周囲の障害物状況を含む自車両の走行状況に関する情報である。具体的には、レーザレーダ 1 0 で検出される前方走行車までの相対距離および相対角度、また、前方カメラ 9 F からの画像入力に基づく自車両に対する白線の相対位置 (すなわち左右方向の変位と相対角度)、白線の形状および前方走行車までの相対距離と相対角度を読み込み、さらに、カメラ 9 R, 9 S R, 9 S L からの画像入力に基づく隣接車線後方に存在する走行車両までの相対距離および相対角度を読み込む。さらに、車速センサ 3 0 によって検出される車速を読み込む。また、カメラ 9 F, 9 R, 9 S R, 9 S L で検出される画像に基づいて、自車両周囲に存在する障害物の種別、つまり障害物が四輪車両、二輪車両、歩行者またはその他であることを認識する。

【 0 0 3 7 】

次に、コントローラ 5 0 は、ステップ S 1 で読み込んだ走行状態のデータ (走行状態データ) に基づいて、現在の車両周囲状況を認識する (ステップ S 2)。

ここでは、前回の処理周期以前に検出し、不図示のメモリに記憶している自車両に対する各障害物の相対位置やその移動方向・移動速度と、ステップ S 1 で得られた現在の走行状態データとにより、現在の各障害物の自車両に対する相対位置やその移動方向・移動速度を認識する。そして、自車両の走行に対して障害物となる他車両や白線が、自車両の周囲にどのように配置され、相対的にどのように移動しているかを認識する。

【 0 0 3 8 】

次に、コントローラ 5 0 は、ステップ S 2 において認識した各障害物に対する余裕時間 T T C (Time To Collision) を障害物毎に算出する (ステップ S 3)。

障害物 k に対する余裕時間 T T C k は、次式 (1) で求めることができる。

$$T T C k = (D k - (D k)) / (V r k + (V r k)) \quad (1)$$

ここで、 $D k$: 自車両から障害物 k までの相対距離、 $V r k$: 自車両に対する障害物 k の相対速度、 $(D k)$: 相対距離のばらつき、 $(V r k)$: 相対速度のばらつき、をそれぞれ示す。

【 0 0 3 9 】

相対距離、相対速度のばらつき $(D k)$ 、 $(V r k)$ は、検出器の不確定性や不測の事態が発生した場合の影響度合の大きさを考慮して、障害物 k を認識したセンサの種類や、認識された障害物 k の種別に応じて設定する。

レーザレーダ 1 0 は、カメラ、例えば C C D 等によるカメラ 9 F, 9 R, 9 S R, 9 S L による障害物の検出と比べて、検出距離、つまり自車両と障害物との相対距離の大きさによらず正しい距離を検出することができる。

【 0 0 4 0 】

そこで、レーザレーダ 1 0 で障害物 k までの相対距離 $D k$ を検出した場合は、相対距離 $D k$ によらず、そのばらつき $(D k)$ をほぼ一定値に設定する。

一方、カメラ 9 F, 9 R, 9 S R, 9 S L で相対距離 $D k$ を検出した場合は、相対距離

10

20

30

40

50

D_k が大きくなるほどばらつき (D_k)が指数関数的に増加するように設定する。ただし、障害物 k の相対距離 D_k が小さい場合、レーザレーダで相対距離 D_k を検出した場合に比べて、カメラによってより正確に相対距離を検出することができるので、相対距離のばらつき (D_k)を小さく設定する。

【0041】

例えば、レーザレーダ10で相対距離 D_k を検出した場合、相対速度 V_{rk} のばらつき (V_{rk})は、相対速度 V_{rk} に比例して大きくなるように設定する。一方、カメラ9F, 9R, 9SR, 9SLで相対距離 D_k を検出した場合、相対速度 V_{rk} が大きくなるほど相対速度のばらつき (V_{rk})が指数関数的に増加するように設定する。

カメラ9F, 9R, 9SR, 9SLによって障害物状況を検出した場合、検出画像に画像処理を行うことによって障害物の種別を認識することができる。そこで、カメラ20, 21によって障害物状況を検出した場合は、認識される障害物の種別に応じて相対距離、相対速度のばらつき (D_k)、 (V_{rk})を設定する。

【0042】

カメラ9F, 9R, 9SR, 9SLによる相対距離 D_k の検出は、障害物 k の大きさが大きいほどその検出精度が高いため、障害物が四輪車両である場合の相対距離のばらつき (D_k)を二輪車両や歩行者の場合のばらつき (D_k)に比べて小さく設定する。

一方、相対速度のばらつき (V_{rk})は、障害物 k 毎に想定される移動速度が大きいほど、ばらつき (V_{rk})が大きくなるように設定する。つまり、四輪車両の移動速度は二輪車両や歩行者の移動速度よりも大きいと想定されるので、相対速度 V_{rk} が同じ場合、障害物 k が四輪車両である場合のばらつき (V_{rk})は、二輪車両や歩行者の場合のばらつき (V_{rk})に比べて大きく設定する。

【0043】

なお、レーザレーダ10とカメラ9F, 9R, 9SR, 9SLの両方で障害物 k を検出した場合は、例えば、値の大きな方のばらつき (D_k)、 (V_{rk})を用いてその障害物 k に対する余裕時間 TTC_k を算出することができる。

次に、コントローラ50は、ステップS3で算出した余裕時間 TTC_k を用いて、各障害物 k に対するリスクポテンシャル RP_k を算出する(ステップS4)。

【0044】

ここで、各障害物 k に対するリスクポテンシャル RP_k は次式(2)で求められる。

$$RP_k = (1 / TTC_k) \times w_k \quad (2)$$

ここで、 w_k ：障害物 k の重みを示す。

(2)式に示すように、リスクポテンシャル RP_k は余裕時間 TTC_k の逆数を用いて、余裕時間 TTC_k の関数として表されており、リスクポテンシャル RP_k が大きいほど障害物 k への接近度合が大きいことを示している。

【0045】

障害物 k 毎の重み w_k は、検出された障害物の種別に応じて設定する。例えば、障害物 k が四輪車両、二輪車両あるいは歩行者である場合、自車両が障害物 k に近接した場合の重要度、つまり影響度が高いため、重み $w_k = 1$ に設定する。一方、障害物 k が、路面に設置されたレーンマーカー等、接触しない対象物である場合には、重み $w_k = 0.5$ に設定する。

【0046】

次に、コントローラ50は、ステップS4で算出した障害物 k 毎のリスクポテンシャル RP_k から、車両前後方向の成分を抽出して加算し、車両周囲に存在する全障害物に対する総合的な前後方向リスクポテンシャルを算出する(ステップS5)。

前後方向リスクポテンシャル $RP_{longitudinal}$ は、次式(3)で算出される。

$$RP_{longitudinal} = \sum_k (RP_k \times \cos \theta_k) \quad (3)$$

ここで、 θ_k ：自車両に対する障害物 k の存在方向を示し、障害物 k が車両前方向、つまり自車正面に存在する場合、 $\theta_k = 0$ とし、障害物 k が車両後方向に存在する場合、 $\theta_k = 180$ とする。

10

20

30

40

50

【0047】

続いて、コントローラ50は、ステップS4で算出した障害物k毎のリスクポテンシャル RP_k から、車両左右方向の成分を抽出して加算し、車両周囲に存在する全障害物に対する総合的な左右方向リスクポテンシャルを算出する(ステップS6)。

左右方向リスクポテンシャル $RP_{lateral}$ は、次式(4)で算出される。

$$RP_{lateral} = \sum_k (RP_k \times \sin \theta_k) \quad (4)$$

【0048】

さらに、コントローラ50は、ステップS4で算出した障害物k毎のリスクポテンシャル RP_k を全ての障害物kについて合計し、車両周囲の総合的なリスクポテンシャル RP を算出する(ステップS7)。

ステップS7の後、コントローラ50は、運転操作補助の終了を運転者が指示入力するまで、リスクポテンシャル算出処理を繰り返す。

なお、コントローラ50は、リスクポテンシャル算出処理において算出したリスクポテンシャル RP 等のパラメータを、不図示のメモリに格納し、他の処理において利用可能な状態とする。

【0049】

(操舵操作支援処理)

次に、コントローラ50が運転者の操舵操作を支援するために実行する操舵操作支援処理について説明する。

図6は、コントローラ50が実行する操舵操作支援処理を示すフローチャートである。

操舵操作支援処理は、運転者が車両用運転操作補助装置1による運転操作補助の開始を指示入力することに対応して開始され、設定時間(例えば10ms)毎に割込みによって実行される。

操舵操作支援処理が開始されると、コントローラ50は、操舵操作支援処理の制御に用いるカウンタ i が0であるか否かの判定を行う(ステップS101)。

【0050】

ここで、カウンタ i には、初期値として0が設定されている。

ステップS101において、カウンタ i が0であると判定した場合、コントローラ50は、リスクポテンシャル(RP)算出処理を実行する(ステップS102)。

次に、コントローラ50は、算出したリスクポテンシャル RP が閾値 RP_0 以上であるか否かの判定を行う(ステップS103)。

ステップS103において、リスクポテンシャル RP が閾値 RP_0 以上でないと判定した場合、コントローラ50は、操舵操作を支援するための操舵反力の仮制御値(以下、適宜「仮反力値」と称する。)を0に設定する(ステップS104)。

【0051】

一方、ステップS103において、リスクポテンシャル RP が閾値 RP_0 未満であると判定した場合、コントローラ50は、仮反力値 F_{tmp} の算出処理を実行する(ステップS105)。

ステップS105において、コントローラ50は、リスクポテンシャル RP を基に、予め記憶されている仮反力テーブルの値 F_{tb} と、前回の制御周期において算出された反力の補正值 F_a とを加算して、仮反力値 F_{tmp} を算出する。

【0052】

図7は、リスクポテンシャル RP と仮反力テーブルの値 F_{tb} との関係を示す図である。

図7に示すように、仮反力テーブルの値 F_{tb} は、リスクポテンシャル RP が増大するほど大きい値となるように設定されている。

ステップS104およびステップS105の後、コントローラ50は、算出した仮反力値 F_{tmp} に対応する制御量で操舵反力を発生させる(ステップS106)。

次いで、コントローラ50は、カウンタ i に1を設定し(ステップS107)、ステップS101に戻る。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

また、ステップ S 1 0 1 において、カウンタ i が 0 でないと判定した場合、コントローラ 5 0 は、既に付与している操舵反力に対する運転者の反応を検出する（ステップ S 1 0 8 ）。

具体的には、コントローラ 5 0 は、運転操作支援のために操舵反力を付与した状態で、運転者が行った操舵操作（ここでは操舵速度）を検出する。

【 0 0 5 4 】

次に、コントローラ 5 0 は、リスクポテンシャル $R P$ と、運転者の操舵操作（操舵速度）を基に、操舵操作支援で主とする操舵反力の制御値（以下、「本反力値」と称する。）を算出する（ステップ S 1 0 9 ）。

10

ステップ S 1 1 0 において、コントローラ 5 0 は、リスクポテンシャル $R P$ に応じて定まる反力補正ベース値と、運転者の操舵速度に応じて定まる補正係数 とを乗算することにより、補正值 $F a$ を算出し、仮反力値 $F t m p$ に補正值 $F a$ を加算することにより、本反力値 $F p$ を算出する。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、リスクポテンシャル $R P$ と反力補正ベース値との関係を示す図である。

図 8 に示すように、反力補正ベース値は、リスクポテンシャル $R P$ が増大するほど大きい値となるように設定されている。

また、図 9 は、運転者の操舵速度と補正係数 との関係を示す図である。

なお、図 9 おける操舵速度は、リスクポテンシャル $R P$ が増大する方向を正として定義している。

20

【 0 0 5 6 】

図 9 において、補正係数 は、リスクポテンシャル $R P$ が増大する方向への操舵速度が高くなるほど大きい値となり、リスクポテンシャル $R P$ が減少する方向への操舵速度が高くなるほど小さい値となる。

即ち、図 9 に示す補正係数 は、運転者がリスクポテンシャル $R P$ を減少させる方向に操作している場合、補正值 $F a$ が負の値となるように作用する。

【 0 0 5 7 】

次に、コントローラ 5 0 は、ステップ S 1 0 9 において算出した本反力値 $F p$ に対応する制御量で操舵反力を発生させる（ステップ S 1 1 0 ）。

30

次いで、コントローラ 5 0 は、カウンタ i に 0 を設定し（ステップ S 1 1 1 ）、ステップ S 1 0 1 に戻る。

このような処理を実行することにより、仮反力値および本反力値を交互に算出し、運転者の意図に沿う本反力値に近づけることができる。

【 0 0 5 8 】

（動作）

次に、動作を説明する。

図 1 0 は、本実施形態における操舵操作支援処理における制御量の変化を示す概念図である。

また、図 1 1 は、図 1 0 に示す制御量の変化に対応する制御状態を示す模式図である。

40

なお、図 1 0 において、リスクポテンシャル $R P$, 仮反力値 $F t m p$, 本反力値 $F p$, 補正值 $F a$ に付した数字は、第 n 回目（ n は任意の自然数）の値であることを示している。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 に示すように、第 1 回目の制御周期では、リスクポテンシャル $R P 1$ に対し、仮反力テーブル値 $F t b$ である $F t m p 1$ が第 1 回目の仮反力値として算出される。

この仮反力値 $F t m p 1$ で操舵反力を付与した後（図 1 1 の仮反力値 1 の出力）、運転者が操舵操作を行うことに対応して、第 1 回目の本反力値 $F p 1 = F t m p + F a 1$ が操舵反力として付与される（図 1 1 の本反力値 1 ）。

【 0 0 6 0 】

50

次に、第2回目の制御周期では、リスクポテンシャル $R P 2$ に対し、仮反力テーブル値 $F t b$ である $F t m p 2$ と前回の補正值 $F a 1$ とが加算された値が第2回目の仮反力値として算出される。

この仮反力値 $F t m p 2$ と補正值 $F a 1$ を加算した値で操舵反力を付与した後(図11の仮反力値2)、運転者が操舵操作を行うことに対応して、第2回目の本反力値 $F p 2 = F t m p 2 + F a 1 + F a 2$ が操舵反力として付与される(図11の本反力値2)。

【0061】

以下、車両用運転操作補助装置1は、同様の動作を繰り返す。

このように、仮反力値と本反力値とについての前回の補正值 $F a$ を累積的に加算していくことによって、制御周期毎の制御を滑らかにつなげることができる。

10

以上のように、本実施形態に係る自動車1Aは、リスクポテンシャル $R P$ を基に算出した仮反力を付与し、運転者による操作を検出して、それに対応する補正量を加えて本反力とする。また、次の周期における仮反力として、そのときのリスクポテンシャル $R P$ に基づく仮反力テーブルの値と、前回の周期における補正量とを加算した値に基づく反力値を付与する。

【0062】

そのため、車両用運転操作補助装置1が提示する操舵反力と、それに対する運転者の応答とを反映させた操舵反力値に近づけることができる。

また、仮反力値と本反力値とについての前回の補正值 $F a$ を累積的に加算していくことによって、制御周期毎の制御を滑らかにつなげることができる。

20

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことが可能となる。

【0063】

なお、本実施形態において、カメラ9F, 9R, 9SR, 9SLおよびコントローラ50が走行環境検出手段に対応し、車速センサ30および車両状態検出器140が走行状態検出手段に対応する。また、操舵反力制御装置60が車両制御手段に対応し、コントローラ50が制御仮値設定手段および制御本値設定手段に対応し、舵角センサ62およびコントローラ50が応答検出手段に対応する。また、コントローラ50が走行支援状態検出手段に対応する。

【0064】

(第1実施形態の効果)

30

(1) 制御仮値設定手段が、自車両のリスクが縮小する方向に車両制御手段における車両制御の仮値を設定し、仮値に基づいて車両制御手段が実行した車両制御に対する運転者の応答操作を応答検出手段が検出する。制御本値設定手段は、応答検出手段によって検出された運転者の応答操作に基づいて、車両制御の本値を設定する。

そのため、車両制御手段による車両制御において、車両制御の仮値に対する運転者の応答を反映させた制御値に近づけることができる。

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことができる。

【0065】

(2) 走行支援状態検出手段が走行支援状態を検出し、制御仮値設定手段が走行支援状態に応じて車両制御の仮値を設定する。

40

そのため、走行支援状態に対する運転者の意図を反映させて車両制御の仮値を設定することができる。

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことができる。

(3) 制御仮値設定手段は、リスクポテンシャルと運転者の応答操作とに基づいて、車両制御の仮値を設定する。

そのため、現在の走行状況に合致した車両制御の仮値としつつ、制御周期毎の制御を滑らかにつなげることができる。

【0066】

(応用例1)

本実施形態において、リスクポテンシャルの算出方法を以下のようにすることができる

50

。

即ち、前方車両から一定範囲に近接するまでの到達時間 T_x および前方車両との距離がゼロとなる接触時間 T_w の逆数を基に、 $RP = L_a / T_x + L_b / T_w$ としてリスクポテンシャル RP を算出することができる。

なお、 L_a 、 L_b は設定された係数である。

【0067】

(応用例2)

また、リスクポテンシャルは、自車位置あるいは自車前方位位置における車線境界線との間隔の逆数を基に算出することができる。

図12は、自車位置あるいは自車前方位位置における車線境界線との間隔の逆数を基にリスクポテンシャル RP を算出する場合の概念を示す図である。

図12において、車線において自車から距離 L の点に設定された自車前方位位置 P_s と、車線境界線との距離 Y を基に、 $RP = 1 / Y$ としてリスクポテンシャル RP を算出することができる。

【0068】

(応用例3)

さらに、運転者のペダル操作(踏み込み角、または踏み込み力)、あるいは、操舵操作(操舵角、操舵角速度、または操舵トルク)によって運転者の反応状態を検出し、反応が鈍いほどリスクポテンシャル RP を高く設定することができる。

【0069】

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

本実施形態に係る自動車1Aは、操舵操作支援処理の内容が第1実施形態と異なっている。

したがって、自動車1Aの構成については、第1実施形態を参照することとし、操舵操作支援処理について説明する。

【0070】

(操舵操作支援処理)

図13は、コントローラ50が実行する操舵操作支援処理を示すフローチャートである。

。

操舵操作支援処理は、運転者が車両用運転操作補助装置1による運転操作補助の開始を指示入力することに対応して開始され、設定時間(例えば10ms)毎に割込みによって実行される。

操舵操作支援処理が開始されると、コントローラ50は、操舵操作支援処理の制御に用いるカウンタ i が0であるか否かの判定を行う(ステップS201)。

【0071】

ここで、カウンタ i には、初期値として0が設定されている。

ステップS201において、カウンタ i が0であると判定した場合、コントローラ50は、リスクポテンシャル(RP)算出処理を実行する(ステップS202)。

次に、コントローラ50は、算出したリスクポテンシャル RP が閾値 RP_0 以上であるか否かの判定を行う(ステップS203)。

【0072】

ステップS203において、リスクポテンシャル RP が閾値 RP_0 以上でないと判定した場合、コントローラ50は、操舵操作を支援するための操舵反力の仮制御値(仮反力値)を0に設定する(ステップS204)。

一方、ステップS203において、リスクポテンシャル RP が閾値 RP_0 未満であると判定した場合、コントローラ50は、仮反力値 F_{tmp} の算出処理を実行する(ステップS205)。

ステップS205において、コントローラ50は、リスクポテンシャル RP を基に、予め記憶されている仮反力テーブルの値 F_{tb} によって、仮反力値 F_{tmp} を算出する。

【0073】

10

20

30

40

50

図14は、リスクポテンシャルRPと仮反力テーブルの値Ftbとの関係を示す図である。

図14に示すように、仮反力テーブルの値Ftbは、リスクポテンシャルRPが増大するほど大きい値となるように設定されている。

ステップS204およびステップS205の後、コントローラ50は、算出した仮反力値Ftmpに対応する制御量で操舵反力を発生させる(ステップS206)。

次いで、コントローラ50は、カウンタiに1を設定し(ステップS207)、ステップS201に戻る。

【0074】

また、ステップS201において、カウンタiが0でないと判定した場合、コントローラ50は、カウンタiが1であるか否かの判定を行う(ステップS208)。

ステップS208において、カウンタiが1でないと判定した場合、コントローラ50は、ステップS211の処理に移行し、カウンタiが1であると判定した場合、既に付与している操舵反力に対する運転者の反応を検出する(ステップS209)。

具体的には、コントローラ50は、運転操作支援のために操舵反力を付与した状態で、運転者が行った操舵操作(ここでは操舵速度)を検出する。

【0075】

次に、コントローラ50は、リスクポテンシャルRPと、運転者の操舵操作(操舵速度)を基に、操舵操作支援で主とする操舵反力の制御値(本反力値)を算出する(ステップS210)。

ステップS210において、コントローラ50は、リスクポテンシャルRPに応じて定まる反力補正ベース値と、運転者の操舵速度に応じて定まる補正係数とを乗算することにより、補正值Faを算出し、仮反力値Ftmpに補正值Faを加算することにより、本反力値Fpを算出する。

【0076】

図15は、リスクポテンシャルRPと反力補正ベース値との関係を示す図である。

図15に示すように、反力補正ベース値は、リスクポテンシャルRPが増大するほど大きい値となるように設定されている。

また、図16は、運転者の操舵速度と補正係数との関係を示す図である。

なお、図16における操舵速度は、リスクポテンシャルRPが増大する方向を正として定義している。

【0077】

図16において、補正係数は、リスクポテンシャルRPが増大する方向への操舵速度が高くなるほど大きい値となり、リスクポテンシャルRPが減少する方向への操舵速度であるときには0となる。

即ち、図16に示す補正係数は、運転者がリスクポテンシャルRPを減少させる方向に操作している場合、補正值Faが0となるように作用する。

次に、コントローラ50は、ステップS210において算出した本反力値Fpに対応する制御量で操舵反力を発生させる(ステップS211)。

【0078】

次いで、コントローラ50は、カウンタiをインクリメントし(ステップS212)、カウンタiが10であるか否かの判定を行う(ステップS213)。

ステップS213において、カウンタiが10でないと判定した場合、コントローラ50は、ステップS201に戻り、カウンタiが10であると判定した場合、カウンタiに0を設定し(ステップS214)、ステップS201に戻る。

このような処理を実行することにより、仮反力値に対して本反力値をより長い時間付与し、仮反力と本反力とを区別して運転者に伝達することができる。

これにより、運転者が車両用運転操作補助装置1に自身の意図を伝達しやすくなり、運転者の意図に沿う本反力値に近づけることができる。

【0079】

10

20

30

40

50

(動作)

次に、動作を説明する。

図17は、本実施形態における操舵操作支援処理における制御量の変化を示す概念図である。

また、図18は、図17に示す制御量の変化に対応する制御状態を示す模式図である。

なお、図17において、リスクポテンシャル $R P$ 、仮反力値 $F t m p$ 、本反力値 $F p$ 、補正值 $F a$ に付した数字は、第 n 回目(n は任意の自然数)の値であることを示している。

【0080】

図17に示すように、第1回目の制御周期では、リスクポテンシャル $R P 1$ に対し、仮反力テーブル値 $F t b$ である $F t m p 1$ が第1回目の仮反力値として算出される。 10

この仮反力値 $F t m p 1$ で操舵反力を付与した後(図18の仮反力値1の出力)、運転者が操舵操作を行うことに対応して、第1回目の本反力値 $F p 1 = F t m p + F a 1$ が操舵反力として付与される(図18の本反力値1)。このとき、仮反力値1の付与時間に対し、本反力値1の付与時間の方が長くなるように制御する。

【0081】

次に、第2回目の制御周期では、リスクポテンシャル $R P 2$ に対し、仮反力テーブル値 $F t b$ である $F t m p 2$ が第2回目の仮反力値として算出される。

この仮反力値 $F t m p 2$ で操舵反力を付与した後(図18の仮反力値2)、運転者が操舵操作を行うことに対応して、第2回目の本反力値 $F p 2 = F t m p 2 + F a 2$ が操舵反力として付与される(図18の本反力値2)。 20

【0082】

以下、車両用運転操作補助装置1は、同様の動作を繰り返す。

このように、現在のリスクポテンシャル $R P$ を基に仮反力値を算出することによって、制御周期毎の状況に適合した仮反力とすることができる。

以上のように、本実施形態に係る自動車1Aは、リスクポテンシャル $R P$ を基に算出した仮反力を付与し、運転者による操作を検出して、それに対応する補正量を加えて本反力とする。また、次の周期における仮反力として、そのときのリスクポテンシャル $R P$ に基づく仮反力テーブルの値を付与する。

【0083】

そのため、車両用運転操作補助装置1が提示する操舵反力と、それに対する運転者の応答とを反映させた操舵反力値に近づけることができる。 30

また、現在のリスクポテンシャル $R P$ を基に仮反力値を算出することによって、制御周期毎の状況に適合した仮反力とすることができる。

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことが可能となる。

【0084】

(第2実施形態の効果)

(1) 制御仮値設定手段は、リスクポテンシャルに基づいて、車両制御の仮値を設定する。 40

したがって、現在の走行状況に合致した車両制御の仮値を設定することができる。

(応用例1)

第2実施形態における仮反力値および本反力値の算出方法と、第1実施形態における仮反力値および本反力値の算出方法とを組み合わせる実行することができる。

例えば、リスクポテンシャルが閾値より高い場合には、第2実施形態の方法とし、リスクポテンシャルが閾値以下である場合、第1実施形態の方法とすることができる。

【0085】

これにより、状況に応じた適切な反力値の付与形態とすることができる。

【0086】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について説明する。 50

本実施形態に係る自動車 1 A は、操舵操作支援処理の内容が第 1 実施形態と異なっている。

したがって、自動車 1 A の構成については、第 1 実施形態を参照することとし、操舵操作支援処理について説明する。

【 0 0 8 7 】

(操舵操作支援処理)

図 1 9 は、コントローラ 5 0 が実行する操舵操作支援処理を示すフローチャートである。

操舵操作支援処理は、運転者が車両用運転操作補助装置 1 による運転操作補助の開始を指示入力することに対応して開始され、設定時間 (例えば 1 0 m s) 毎に割込みによって実行される。

10

操舵操作支援処理が開始されると、コントローラ 5 0 は、リスクポテンシャル (R P) 算出処理を実行する (ステップ S 3 0 1) 。

【 0 0 8 8 】

次に、コントローラ 5 0 は、算出したリスクポテンシャル R P が閾値 R P 0 以上であるか否かの判定を行う (ステップ S 3 0 2) 。

ステップ S 3 0 2 において、リスクポテンシャル R P が閾値 R P 0 以上でないと判定した場合、コントローラ 5 0 は、操舵操作を支援するための操舵反力の仮制御値 (仮反力値) を 0 に設定する (ステップ S 3 0 3) 。

一方、ステップ S 3 0 2 において、リスクポテンシャル R P が閾値 R P 0 未満であると判定した場合、コントローラ 5 0 は、仮反力値 F t m p の算出処理を実行する (ステップ S 3 0 4) 。

20

このとき、仮反力値 F t m p を算出する方法は、第 1 実施形態における方法および第 2 実施形態における方法のいずれも採用可能である。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 3 0 3 およびステップ S 3 0 4 の後、コントローラ 5 0 は、算出した仮反力値 F t m p に対応する制御量で操舵反力を発生させる (ステップ S 3 0 5) 。

次に、コントローラ 5 0 は、既に付与している操舵反力に対する運転者の反応を検出する (ステップ S 3 0 6) 。

具体的には、コントローラ 5 0 は、運転操作支援のために操舵反力を付与した状態で、運転者が行った操舵操作 (ここでは操舵速度) を検出する。

30

【 0 0 9 0 】

次に、コントローラ 5 0 は、運転者の操舵操作 (操舵速度) の履歴を基に、操舵操作支援で主とする操舵反力の制御値 (本反力値) を算出するための本反力値算出処理を実行する (ステップ S 3 0 7) 。

次に、コントローラ 5 0 は、ステップ S 3 0 7 において算出した本反力値 F p に対応する制御量で操舵反力を発生させる (ステップ S 3 0 8) 。

そして、コントローラ 5 0 は、操舵操作支援処理を繰り返す。

【 0 0 9 1 】

(本反力値算出処理)

次に、操舵操作支援処理のステップ S 3 0 7 における本反力値算出処理について説明する。

40

図 2 0 は、コントローラ 5 0 が実行する本反力値算出処理を示すフローチャートである。

図 2 0 において、本反力値算出処理が開始されると、コントローラ 5 0 は、カウンタ i が 5 であるか否かの判定を行う (ステップ S 4 0 1) 。

ステップ S 4 0 1 において、カウンタ i が 5 でないと判定した場合、コントローラ 5 0 は、運転者の操作を検出して反応値 (操舵入力の検出値) をメモリに記憶する (ステップ S 4 0 2) 。

次に、コントローラ 5 0 は、現在の仮反力値 F t m p をメモリに記憶する (ステップ S

50

403)。

さらに、コントローラ50は、補正值Faに前回の補正值Faを設定する(ステップS404)。

【0092】

そして、コントローラ50は、カウンタiをインクリメント($i = i + 1$)し(ステップS405)、ステップS410の処理に移行する。

また、ステップS401において、カウンタiが5であると判定した場合、コントローラ50は、カウンタ $i = 1 \sim 5$ における運転者の反応値をメモリから読み出し、これらの平均値を算出する(ステップS406)。

次に、コントローラ50は、カウンタ $i = 1 \sim 5$ における仮反力値をメモリから読み出し、これらの平均値を算出する(ステップS407)。

さらに、コントローラ50は、運転者の反応値と仮反力値とに対する補正值を格納した補正值テーブルから、ステップS407において算出した平均の反応値および平均の仮反力値に対応する補正值Faを読み出す(ステップS408)。

【0093】

図21は、運転者の反応値と仮反力値とに対する補正值を格納した補正值テーブルを示す概念図である。

図21において、(a)～(d)の領域について、以下のように特性が定められている。

(a)領域は、運転者の反応がないと推定できる領域である。この領域では、運転者が気づいていないため、下記の式に従い、制御を強める特性となっている。

補正值 = 最新の仮反力値 × 補正係数 1

(b)領域は、運転者が仮反力値に合わせて反応していると推定できる領域である。この領域では、運転者が気づいているため、下記の式に従い、制御を弱める特性となっている。

補正值 = 最新の仮反力値 × 補正係数 2

【0094】

(c)領域は、運転者が仮反力値に対して逆に反応していると推定できる領域である。この領域では、運転者が制御の意味を理解していないため、下記の式に従い、制御を強める特性となっている。

補正值 = 最新の仮反力値 × 補正係数 3

(d)領域は、運転者が仮反力値に対して逆に強く反応していると推定できる領域である。この領域では、ドライバが制御に逆らっているため、下記の式に従い、制御を弱める(オーバーライド)特性となっている。

補正值 = 最新の仮反力値 × 補正係数 4

ただし、(a)～(d)領域の補正式において、 $1 \sim 4$ は、 $1 > 3 > 1 > 2 > 4$ の関係となっている。

【0095】

次に、コントローラ50は、カウンタiに0を設定する(ステップS409)。

ステップS405およびステップS409の後、コントローラ50は、ステップS408において読み出した補正值Faと操舵操作支援処理のステップS304で算出した仮反力値によって、本反力値 $F_p = F_{tm_p} + F_a$ を算出する(ステップS410)。

このような処理を実行することにより、直近の一定期間内における運転者の反応を基に、仮反力値に対する補正量を決定することができる。

そのため、運転者の反応傾向を反映させて本反力を付与することができる。

【0096】

(動作)

次に、動作を説明する。

図22は、本実施形態における操舵操作支援処理における制御状態を示す模式図である。

。

10

20

30

40

50

図 2 2 に示すように、自動車 1 A は、第 1 回から第 5 回までの制御周期では、仮反力値を本反力値として操舵反力を付与し、この間に、仮反力値に対して運転者が行った反応の履歴を記憶している。

そして、自動車 1 A は、第 6 回目の制御周期に先立ち、第 1 回目から第 5 回目までの制御周期で記憶した運転者の反応の履歴を平均化し、反応値の履歴と、この間の仮反力値の平均値とを基に、新たな補正值を決定する。

【 0 0 9 7 】

この後、第 6 回目から第 1 0 回目までの制御周期においては、新たに決定した補正值によって、仮反力値に対する補正を行って本反力値を算出する。

これにより、直近の一定期間内における運転者の反応を基に、仮反力値に対する適切な補正量を決定することができる。

以上のように、本実施形態に係る自動車 1 A は、先行する一定期間の制御周期において、仮反力値に対して運転者が行った反応の履歴を記憶する。

【 0 0 9 8 】

そして、自動車 1 A は、後続の制御周期に先立ち、先行する一定期間の制御周期で記憶した運転者の反応の履歴を平均化し、反応値の履歴と、この間の仮反力値の平均値とを基に、新たな補正值を決定する。

この後、自動車 1 A は、この履歴に基づき補正值によって、仮反力値に対する補正を行って本反力値を算出する。

そのため、自動車 1 A においては、運転者の反応傾向を反映させて本反力を付与することができる。

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことが可能となる。

なお、本実施形態において、コントローラ 5 0 が履歴取得手段に対応する。

【 0 0 9 9 】

(第 3 実施形態の効果)

(1) 履歴取得手段が履歴を取得し、制御本値設定手段が履歴に基づいて車両制御の本値を設定する。

そのため、運転者の反応傾向を反映させて車両制御の本値を設定できる。

したがって、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことが可能となる。

【 0 1 0 0 】

(応用例 1)

上記第 1 ~ 第 3 実施形態において、仮の制御値と主とする制御値とを算出する対象として、操舵操作の支援を行う場合の操舵反力を例に挙げて説明した。

これに対し、車両前後方向の制駆動力操作支援を行う場合のペダル反力やブレーキアシスト力に本発明を適用することができる。

このような場合にも、運転者の制駆動操作における制御値を運転者の意図に沿うものとする。

即ち、車両前後方向の制駆動力操作支援を行う場合に、より運転者の意図に整合する運転操作支援を行うことができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

1 A 自動車、1 車両用運転操作補助装置、2 F R , 2 F L , 2 R R , 2 R L 車輪、3 車体、4 F R , 4 F L , 4 R R , 4 R L 能動型サスペンション、5 ステアリングホイール、6 ステアリング装置、7 アクセルペダル、8 ブレーキペダル、9 F , 9 R , 9 S R , 9 S L カメラ、1 0 レーザレーダ、1 2 車体側部材、1 4 車輪側部材、1 6 F R , 1 6 F L , 1 6 R R , 1 6 R L コイルスプリング、1 7 F R , 1 7 F L , 1 7 R R , 1 7 R L 圧力制御弁、3 0 車速センサ、5 0 コントローラ、6 0 操舵反力制御装置、6 1 , 8 1 , 9 1 サーボモータ、6 2 舵角センサ、8 0 アクセルペダル反力制御装置、9 0 ブレーキペダル反力制御装置、1 0 0 駆動力制御装置、1 1 0 制動力制御装置、1 2 0 F R , 1 2 0 F L , 1 2 0 R R , 1 2 0 R L アクチュエ

10

20

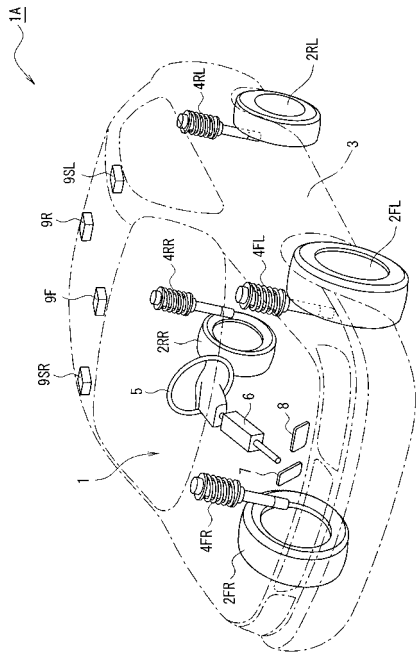
30

40

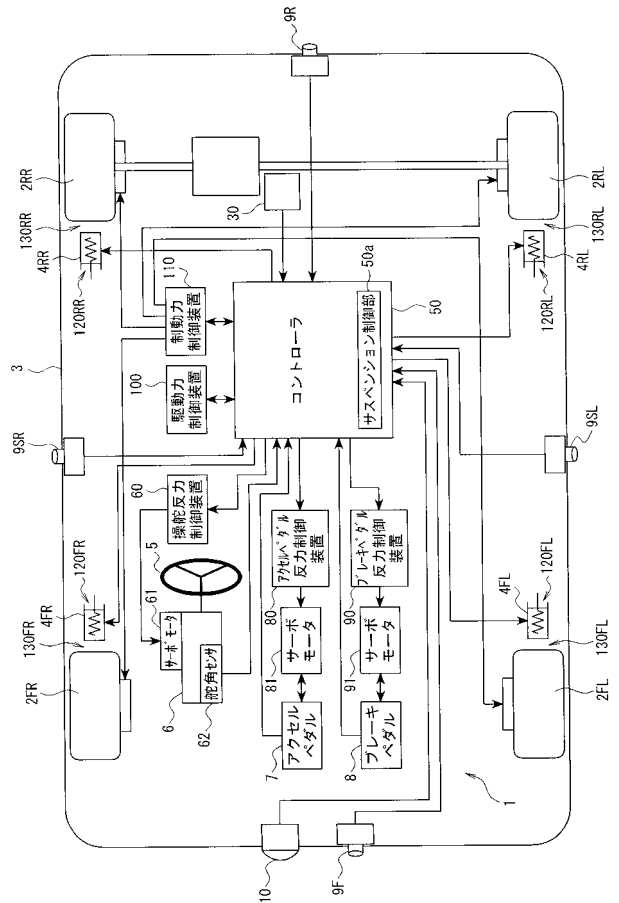
50

一タ、130FR, 130FL, 130RR, 130RL 車体上下加速度検出器、140 車両状態検出器

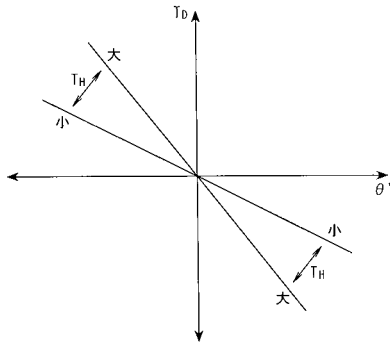
【図1】



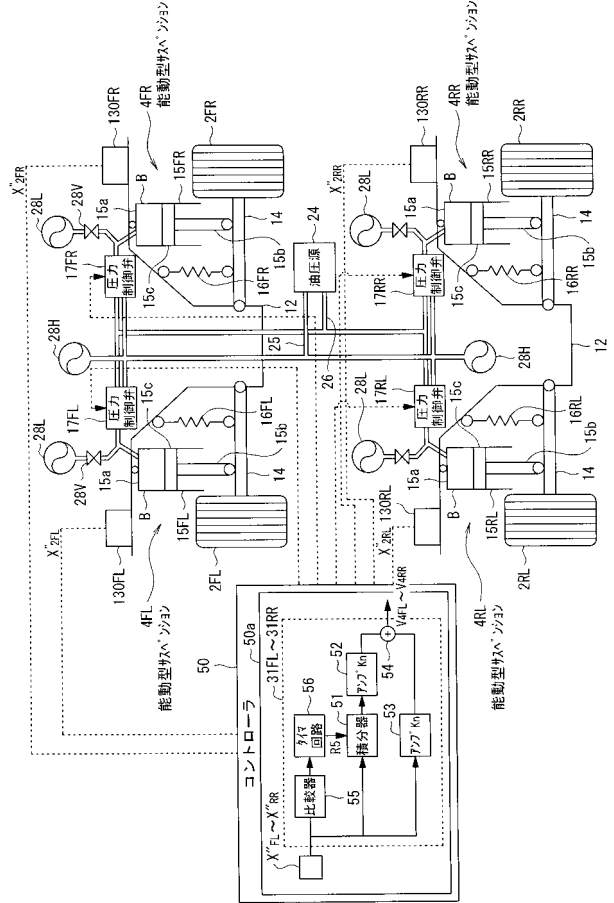
【図2】



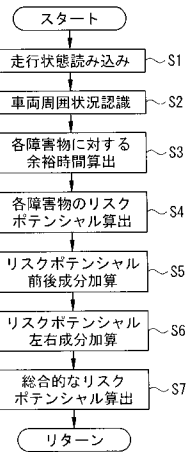
【図3】



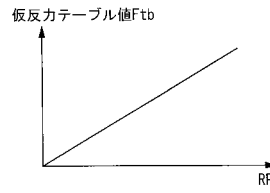
【図4】



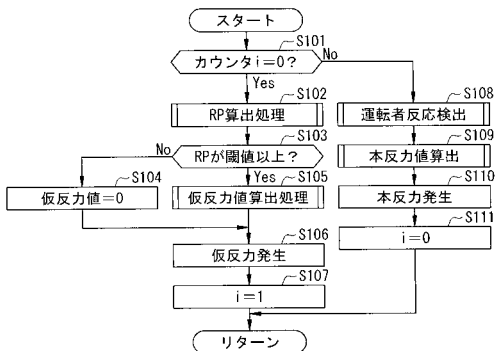
【図5】



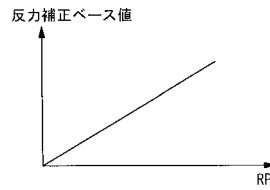
【図7】



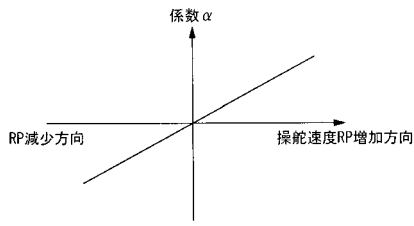
【図6】



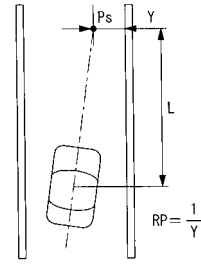
【図8】



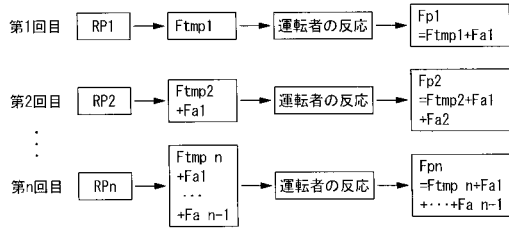
【 図 9 】



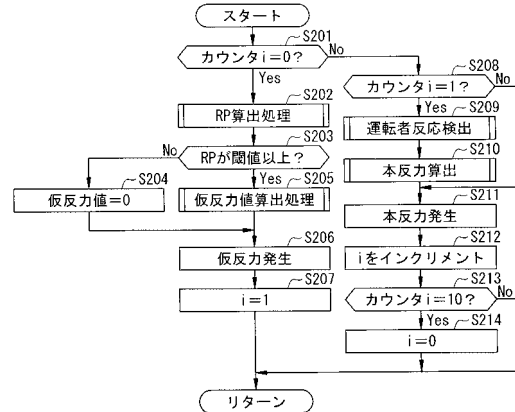
【 図 1 2 】



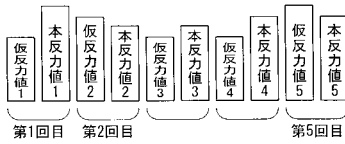
【 図 1 0 】



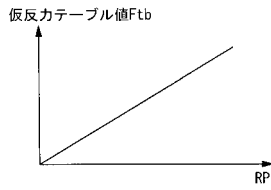
【 図 1 3 】



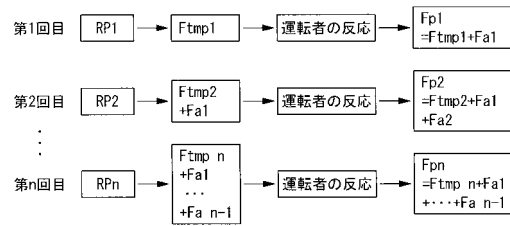
【 図 1 1 】



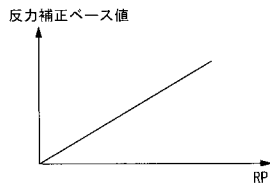
【 図 1 4 】



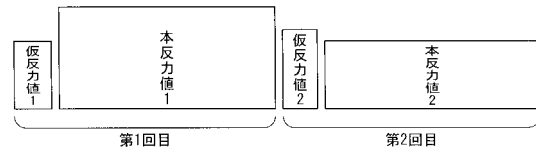
【 図 1 7 】



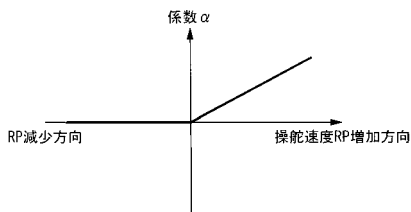
【 図 1 5 】



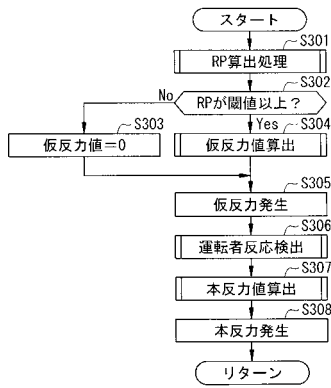
【 図 1 8 】



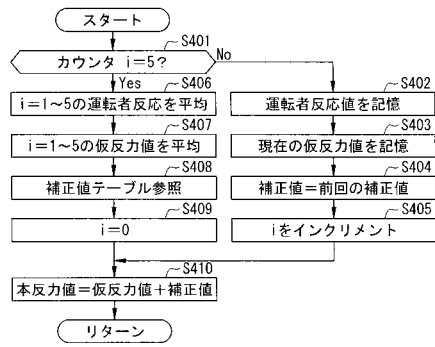
【 図 1 6 】



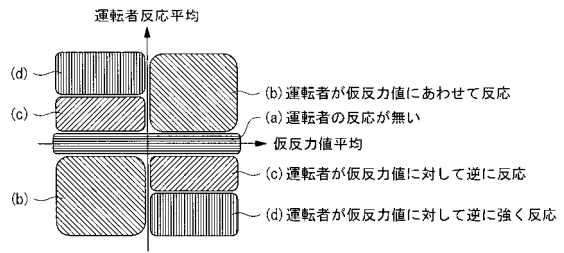
【 図 1 9 】



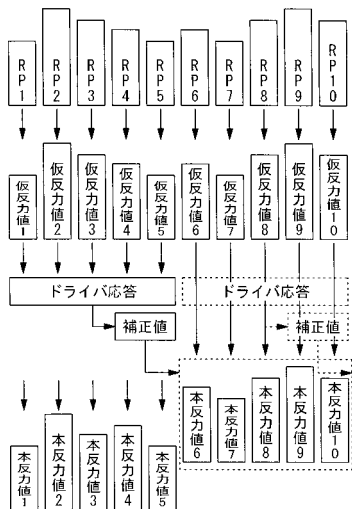
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



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 0 W 50/08 (2006.01)	B 6 0 K 41/00 3 9 0	5 H 1 8 0
B 6 0 W 10/20 (2006.01)	B 6 0 K 41/00 3 0 1 G	5 H 1 8 1
B 6 0 W 10/18 (2006.01)	B 6 0 K 41/00 3 0 1 F	
B 6 0 W 10/04 (2006.01)	B 6 0 K 41/00 3 0 1 A	
B 6 0 W 10/22 (2006.01)	B 6 0 K 41/00 3 0 1 H	
B 6 0 G 17/015 (2006.01)	B 6 0 G 17/015 B	
B 6 0 G 17/016 (2006.01)	B 6 0 G 17/016	
B 6 0 G 17/0195 (2006.01)	B 6 0 G 17/0195	
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 109/00 (2006.01)	B 6 2 D 109:00	
B 6 2 D 111/00 (2006.01)	B 6 2 D 111:00	
B 6 2 D 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 117/00 (2006.01)	B 6 2 D 117:00	
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	
B 6 2 D 137/00 (2006.01)	B 6 2 D 137:00	

- (72)発明者 内藤 原平
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 山村 智弘
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
- (72)発明者 鈴木 拓
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 小林 洋介
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 村田 隼之
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 柏谷 呂之
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 武田 裕也
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

Fターム(参考) 3D041 AA31 AA40 AA71 AB01 AC30 AD46 AD47 AE03 AE12 AE41
 3D232 CC08 CC20 CC27 DA03 DA09 DA15 DA23 DA29 DA33 DA43
 DA76 DA77 DA78 DA84 DA92 DA93 DA99 DC02 DC33 DC34
 DC38 DD06 EA01 EB12 EC22 EC34 FF01 FF03 FF07 GG01
 3D233 CA11 CA12 CA13 CA14 CA16 CA17 CA19 CA21
 3D246 DA01 EA02 EA17 EA18 GB29 HA13A HA86A HA93A HB11A MA37
 3D301 AA04 AA05 AA22 AA25 AA46 AA53 AA66 AB01 AB02 AB08
 AB10 AB29 AB30 CA09 DA08 DA15 DA16 DA22 DA23 DA27
 DB35 DB39 DB40 EA14 EA19 EA21 EA35 EA43 EA48 EA50
 EA52 EA82 EB03 EB07 EB08 EB09 EB43 EB44 EB45 EC01
 EC21 EC26 EC43 EC44
 5H180 AA01 CC03 CC04 CC14 LL01 LL04 LL09
 5H181 AA01 CC03 CC04 CC14 LL01 LL04 LL09