

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3823989号
(P3823989)

(45) 発行日 平成18年9月20日(2006.9.20)

(24) 登録日 平成18年7月7日(2006.7.7)

(51) Int.C1.

F 1

B6OW	50/08	(2006.01)	B 6 O K	41/00	3 9 O
B6OT	7/12	(2006.01)	B 6 O T	7/12	C
B6OR	21/00	(2006.01)	B 6 O R	21/00	6 2 4 B
			B 6 O R	21/00	6 2 7

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-227890 (P2004-227890)
(22) 出願日	平成16年8月4日 (2004.8.4)
(62) 分割の表示	特願2002-73878 (P2002-73878) の分割
原出願日	平成14年3月18日 (2002.3.18)
(65) 公開番号	特開2005-22647 (P2005-22647A)
(43) 公開日	平成17年1月27日 (2005.1.27)
審査請求日	平成17年3月15日 (2005.3.15)

(73) 特許権者	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	100084412 弁理士 永井 冬紀
(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
審査官 森本 康正	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】車両用減速補助装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両から自車両前方の障害物までの距離と相対速度とを検出する障害物検出手段と、前記障害物検出手段によって検出された距離と相対速度とから、前記自車両の前記障害物までの接近状態を検出する障害物接近状態検出手段と、

アクセルペダルの操作反力制御を開始するよう指令を出力するアクセルペダル反力制御開始手段と、

前記アクセルペダル反力制御開始手段からの指令に応じて前記アクセルペダルの操作反力を変化させるアクセルペダル反力制御手段と、

前記障害物検出手段によって検出された距離と相対速度とから、前記自車両の前記障害物までの接近状態を緩和するために必要な減速度を決定する減速度決定手段と、

自動減速制御を開始するよう指令を出力する自動減速制御開始手段と、

前記自動減速制御開始手段からの指令に応じて、前記減速度決定手段で決定された減速度を発生させる自動減速手段とを有し、

前記接近状態を緩和するために必要な減速度は、前記障害物までの距離がなくなるまでに現在の相対速度を吸収するために必要な減速度よりも小さい値であり、

前記障害物接近状態検出手段によって前記自車両と前記障害物とが接近状態であると検出された場合に、前記アクセルペダル反力制御開始手段はアクセルペダルの操作反力制御を開始するよう前記アクセルペダル反力制御手段に指令を出し、前記自動減速制御開始手段は前記自動減速制御を開始するよう前記自動減速手段に指令を出力することを特徴とす

10

20

る車両用減速補助装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダル操作量検出手段をさらに備え、
前記自動減速制御開始手段は、前記自車両と前記障害物とが接近状態である場合に、前記アクセルペダル操作量検出手段によって前記アクセルペダルが踏み込まれていることが検出されると、前記自動減速制御を開始するよう指令を出力することを特徴とする車両用減速補助装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダル操作量検出手段と、
前記アクセルペダル操作量検出手段によって前記アクセルペダルが操作されていないと検出されると、前記減速度決定手段によって決定された第 1 の減速度を補正して第 2 の減速度を設定する減速度補正手段とをさらに備え、
前記自動減速手段は、前記減速度決定手段によって決定された第 1 の減速度に代えて、前記減速度補正手段で補正して設定された第 2 の減速度を発生させることを特徴とする車両用減速補助装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の車両用減速補助装置において、
前記減速度補正手段は、前記減速度決定手段で決定された第 1 の減速度を増加補正することによって第 2 の減速度を設定することを特徴とする車両用減速補助装置。 20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
前記減速度決定手段は、前記自動減速制御開始手段によって前記自動減速制御開始の指令が出力される前に、前記接近状態を緩和するために必要な第 1 の減速度を決定し、前記自動減速制御開始の指令が出力された後は決定した第 1 の減速度を変更しないことを特徴とする車両用減速補助装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
ブレーキペダルの操作量を検出するブレーキペダル操作量検出手段と、
前記ブレーキペダル操作量検出手段によって検出される前記ブレーキペダルの操作量が大きくなった場合に、前記自動減速制御を解除する自動減速制御解除手段とをさらに備えることを特徴とする車両用減速補助装置。 30

【請求項 7】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
ブレーキペダルの操作量を検出するブレーキペダル操作量検出手段と、
前記ブレーキペダル操作量検出手段によって検出されるブレーキペダル操作量によって発生する第 3 の減速度を予測するブレーキ減速度予測手段と、
前記ブレーキ減速度予測手段によって予測される第 3 の減速度が、現在行われている自動減速制御における第 1 の減速度以上となった場合に、前記自動減速制御を解除する自動減速制御解除手段とをさらに備えることを特徴とする車両用減速補助装置。 40

【請求項 8】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
前記障害物接近状態検出手段によって前記自車両と前記障害物とが接近状態でなくなつたと検出された場合に、前記自動減速制御を解除する自動減速制御解除手段をさらに備えることを特徴とする車両用減速補助装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の車両用減速補助装置において、
前記アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダル操作量検出手段をさらに備え、
前記自動減速制御開始手段は、前記アクセルペダル反力制御開始手段によってアクセル 50

ペダル反力制御開始指令が出力された後、前記アクセルペダル操作量検出手段によって検出される前記アクセルペダルの操作量が小さくならない場合にのみ、前記自動減速制御開始の指令を出力することを特徴とする車両用減速補助装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の車両用減速補助装置において、

前記アクセルペダル反力制御手段は、前記アクセルペダル反力制御開始手段からの指令によって前記アクセルペダルの操作反力を増大させることを特徴とする車両用減速補助装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、運転者の減速操作を補助する車両用減速補助装置に関する。

【背景技術】

【0002】

運転者の減速操作を補助する装置として、特開平8-034326号公報や特開2001-90831号公報に開示された装置等が知られている。これらの装置は、車両周囲の状況（障害物）を検出し、前方障害物に接近する際に障害物までの衝突を防止するために必要な減速度を求める。そして、算出された必要とされる減速度を自動的に発生させるよう、減速を制御する。

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述したような従来の自動減速装置は、減速度を自動的に制御している各時点で、衝突を防止するために必要な減速度を刻一刻と計算し、自動減速装置の能力範囲内であれば必要な減速度を常時発生させる構成となっている。このため、障害物への接近場面の大半を占める比較的緩やかな接近の場合には、ドライバ自らの減速操作が無くても障害物への接近を回避できる。

【0004】

ところが、従来の自動減速装置において自動的に発生させることのできる減速度の能力には限界があり、装置の能力を超えた減速度が必要とされる場合には、ドライバ自らのブレーキ操作やハンドル操作による回避行動が必要となる。そこで、従来の自動減速装置では、装置の能力を超えた減速度を必要とするような場面においてドライバ自らの回避操作を促すため、警告音や表示などの報知・警告手段が必須であった。しかしながら、回避操作を促すための報知・警告は、自動減速装置の作動時に常に発生するものではなく、ドライバにとっては予期しない場面で警告が発生することとなり、煩わしいという問題があった。

【0005】

本発明は、障害物までの接近状態を緩和し、運転者の減速操作を補助することのできる車両用減速補助装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

上記目的を達成するために、本発明による車両用減速補助装置は、障害物検出手段によって自車両から自車両前方の障害物までの距離と相対速度とを検出し、検出された距離と相対速度とから、障害物接近状態検出手段によって前記自車両の前記障害物までの接近状態を検出し、減速度決定手段によって自車両の障害物までの接近状態を緩和するために必要な第1の減速度を決定する。接近状態を緩和するために必要な第1の減速度は、障害物までの距離がなくなるまでに現在の相対速度を吸収するために必要な減速度よりも小さい値である。自車両と障害物とが接近状態であると検出された場合には、アクセルペダル反力制御開始手段はアクセルペダルの操作反力制御を開始するようアクセルペダル反力制御手段に指令を出力し、自動減速制御開始手段は自動減速制御を開始するよう指令を出力し

50

、自動減速手段は自動減速制御開始手段からの指令に応じて第1の減速度を発生させる。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、自車両と障害物とが接近状態である場合に、接近状態を緩和するためには必要な第1の減速度で自動減速制御を行うので、運転者の回避操作を促すための報知・警告を発生させて運転者に煩わしさを与えることなく、衝突が予測されるまでの時間的余裕を増加させて運転者の減速操作を補助することができる。また、アクセルペダルの操作反力の変化によって運転者に接近状態を報知することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

図1は、本発明の一実施の形態による車両用減速補助装置1の構成を示すシステム図であり、図2は、車両用減速補助装置1を搭載する車両の構成図である。

【0009】

まず、車両用減速補助装置1の構成を説明する。障害物検出手段であるレーザレーダ10は、車両の前方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走査する。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計測し、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。検出した車間距離及び存在方向はコントローラ50へ出力される。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。車速センサ30は、自車両の走行車速を車輪の回転数等から検出し、検出した自車速をコントローラ50へと出力する。

【0010】

コントローラ50は、レーザレーダ10から入力される車間距離、および車速センサ30から入力される自車速の信号に基づいて、自車両前方の障害物までの車間距離および相対速度等の障害物接近状態を検出する。さらに、コントローラ50は、アクセルセンサ83およびブレーキセンサ93によって検出されるドライバのアクセルペダルおよびブレーキペダルの操作量に応じて、自動減速制御の開始および解除を行う。

【0011】

コントローラ50は、前方の障害物までの接近状況（自車両と障害物の車間距離、相対速度）とドライバの操作量（アクセルペダル操作量、ブレーキペダル操作量）とに応じて、自動減速制御で発生させる必要な減速度の大きさを決定し、自動減速制御の開始あるいは解除を行うかどうかを判断する。自動減速制御を行うと判断した場合は、決定した減速度を実現するよう自動減速手段であるスロットルアクチュエータ70およびブレーキアクチュエータ71に適切な指令値を出力する。また、コントローラ50は、自車両が前方障害物に接近する状況において、自動減速制御に先立ってアクセルペダルの操作反力を増加させるために、アクセルペダル反力制御装置80へ反力指令値を出力する。このように、コントローラ50は本願発明の障害物接近状態検出手段と、減速度決定手段と、自動減速制御開始手段とを構成している。

【0012】

アクセルペダル反力制御装置80は、例えば図3の構成図に示すように、アクセルペダル82のリンク機構に組み込まれたサーボモータ81を有している。アクセルペダル反力制御装置80は、コントローラ50からの反力指令値に応じた指令信号をサーボモータ81に出力し、サーボモータ81で発生させるトルクを制御する。これにより、ドライバがアクセルペダル82を操作する際に発生する踏力を任意に制御することができる。なお、アクセルペダル82のストローク量（操作量）はサーボモータ81に組み込まれたアクセルペダル操作量検出手段であるアクセルペダルセンサ83で常に検出されている。アクセルペダルセンサ83は、リンク機構を介してサーボモータ81の回転角に変換されたアクセルペダル82の踏み込み量を検出する。アクセルペダルセンサ83で検出される現在のアクセルペダル82の操作量は、コントローラ50へ出力される。

10

20

30

40

50

【0013】

ブレーキペダル 92（図2参照）の構成は、図3に示したアクセルペダル82の構成と同様であり、ブレーキペダル92のリンク機構に組み込まれたブレーキペダル操作量検出手段であるブレーキペダルセンサ93で検出される現在のブレーキペダル92の操作量は、コントローラ50へ出力される。

【0014】

次に、一実施の形態による車両用運転操作補助装置1の作用の概略を説明する。

コントローラ50は、自車両走行車線上の前方に存在する障害物までの距離D、障害物と自車両との相対速度V_rおよび自車両の走行車速Vといった走行状況を認識し、障害物までの接近状態を検出する。また、アクセルペダル82、ブレーキペダル92の操作量を検出する。コントローラ50は、自車両と障害物とが接近した接近状態であると検出された場合に、アクセルペダル反力を増加させる指令値をアクセルペダル反力制御装置80に出力する。アクセルペダル反力制御装置80は、入力された指令値に基づいてサーボモータ81を制御し、必要な反力をアクセルペダル82に発生させる。10

【0015】

アクセルペダル82に必要な反力を発生させた後、所定時間内にドライバがアクセルペダル82を開放する操作を行わない場合には、距離Dおよび相対速度V_rに基づいて、自車両と障害物との接近状態を緩和するために必要な減速度を算出する。そして、必要な減速度を発生するように、スロットルアクチュエータ70およびブレーキアクチュエータ71に適切な指令値を出力する（減速制御1）。スロットルアクチュエータ70およびブレーキアクチュエータ71を制御して必要な減速度を発生させた後、アクセルペダル82が開放された場合には、発生させた減速度に所定量だけ増加した減速度を発生させる（減速制御2）。20

【0016】

なお、もともとアクセルペダル82を踏み込んでいない場合にも、距離Dおよび相対速度V_rに基づいて自車両と障害物との接近状態を緩和するために必要な減速度を算出する。コントローラ50は、必要な減速度を発生するよう、スロットルアクチュエータ70およびブレーキアクチュエータ71に適切な指令値を出力する（減速制御3）。

【0017】

これらの減速制御1～3によって発生される減速度は、別途設定する所定の解除条件が成立するまで一定に保持される。なお、コントローラ50から減速度発生の指令値が出力されると、指令値に応じて必要な減速度を発生させるように、スロットルアクチュエータ70はエンジンの出力を制限し、ブレーキアクチュエータ71は自動的に制動を行う。30

【0018】

本発明の一実施の形態による車両用減速補助装置においては、上述したように接近状態に応じてアクセルペダル反力を増加させたり、減速制御1～3において車速Vや車間距離D等に基づいて算出される必要な減速度を発生させる。これらの制御は障害物と自車両との衝突を自動的に回避するためのものではなく、ドライバに減速操作を促したり減速度を認識させたりするものである。つまり、本発明の一実施の形態による車両用減速補助装置は、アクセルペダル反力を増加させたり、減速度を自動的に発生させることにより、ドライバの減速操作を補助するものである。そこで、本発明の一実施の形態による車両用減速補助装置において行う制御をまとめて減速補助制御と呼ぶ。40

【0019】

以下に、図4、図5のフローチャートを用いて減速補助制御の詳細について説明する。図4、図5は、一実施の形態による車両用減速補助装置のコントローラ50における減速補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャートである。本処理内容は、イグニッションスイッチIGがオンとなることによって開始され、一定間隔（例えば、50ms）毎に連続的に行われる。

【0020】

- コントローラ50における減速補助制御（図4） -

10

20

30

40

50

ステップ S 110 で、レーザレーダ 10 および車速センサ 30 で検出された現在の自車両の走行車速 V と、車間距離（自車両から障害物までの距離）D とを読み込む。ステップ S 120 で、前方障害物までの接近度合を算出する。接近度合は、ステップ S 110 で読み込んだ車間距離 D の所定時間内の変化量を意味する相対速度 V_r と、現在の車間距離 D とを用いて以下の（式 1）で表される。

$$\text{接近度合 } 1 / \text{TTC} = V_r / D \quad (\text{式 } 1)$$

【0021】

（式 1）に示すように接近度合 1 / TTC は、車間距離 D を相対速度 V_r で除した余裕時間 TTC の逆数として定義される。なお、余裕時間 TTC は現在の接近状態が継続した場合に何秒後に衝突に至るかを示す物理量である。余裕時間 TTC が小さくなるほど、前方障害物との衝突までの時間が短くなる。つまり余裕時間の逆数 1 / TTC が大きくなるほど、前方の障害物への接近度合は大きくなることを示している。10

【0022】

ステップ S 130 で、アクセルペダルセンサ 83 およびブレーキセンサ 93 からの入力信号により、ドライバのアクセルペダル操作量およびブレーキペダル操作量を検出する。ステップ S 140 で、ステップ S 130 で検出されたペダル操作量に基づいて、ドライバがアクセルペダル 82 を踏み込んでいるか否かを判定する。ステップ S 140 が肯定判定されてアクセルペダル 82 が踏み込まれている場合には、ステップ S 210 へと進む。一方、ステップ S 140 が否定判定されてアクセルペダル 82 が踏み込まれていない場合には、図 5 のフローチャートに示す処理へと進む。図 5 のフローチャートの処理については20後述する。

【0023】

ステップ S 210 では、現在アクセルペダル反力を増加させる制御を行っているか否かを判定する。ステップ S 210 が否定判定されてアクセルペダル反力制御を行っていない場合は、ステップ S 220 へ進む。ステップ S 220 では、自車両と前方障害物との接近度合が所定値以上で、自車両と障害物とが接近状態であるか否かを判定する。ステップ S 220 では、以下の（式 2）で表されるような判定式を用いる。

$$\text{接近度合 } 1 / \text{TTC} \quad (1 / \text{TTC}_{\text{A}} / \text{PDL}) \quad (\text{式 } 2)$$

【0024】

ここで、しきい値 (1 / TTC_A / PDL) の逆数 TTC_A / PDL は、障害物への接近時にアクセルペダル反力制御を開始するか否かを判定するためのしきい値（一定値）であり、例えば 6 秒程度に設定する。ステップ S 220 において（式 2）が成立する場合には、ステップ S 230 へ進み、アクセルペダル 82 の操作反力を所定値だけ増加するようアクセルペダル反力制御装置 80 に反力制御指令値を出力する。なお、アクセルペダル 82 に発生させる反力の増加量は、アクセルペダル反力の増加をドライバに感覚として認識させることができるものであればよく、予め実験等を行って適切な値を設定しておく。30

【0025】

ステップ S 240 では、アクセルペダル反力制御を開始した現在の時刻を不図示のメモリに記憶して今回の処理を終了し、一定間隔後の次回の処理へと継続する。40

【0026】

上述したステップ S 210 で、現在アクセルペダル反力を増加させる制御を行っていると肯定判定された場合は、ステップ S 250 へと進む。ステップ S 250 では、ステップ S 240 で記憶されたアクセルペダル反力制御開始時刻からの経過時間を所定時間 T_{wait} と比較・判定し、判定結果に応じて以降の処理内容を決定する。ここで、所定時間 T_{wait} は、アクセルペダル反力を増加することによってドライバに障害物の接近を報知したことに対して、ドライバが自ら減速行動を開始することを待機している時間である。所定時間 T_{wait} 内にドライバがアクセルペダル 82 を解放して減速行動を行えば、減速補助制御を行う必要はないと判断する。なお、所定時間 T_{wait} は、通常想定されるドライバの反応時間を考慮して、例えば T_{wait} = 1.5 秒程度に設定すればよい。50

【0027】

ステップS250でアクセルペダル反力制御開始時刻からの経過時間が所定時間Twait未満である場合には、ステップS260へ進む。ステップS260では、現在の接近度合 $1 / TTC$ が所定値以下で、自車両の障害物への接近度合が低くなっていく離脱状態であるか否かを判定する。ステップS260で用いる離脱状態の判定式は、以下の(式3)で示される。

$$\text{接近度合 } 1 / TTC \quad R_{separate} \quad (\text{式3})$$

【0028】

ここで、しきい値 $R_{separate}$ は、自車両と障害物との接近状態を判定し、アクセルペダル反力制御を解除するか否かを判定するためのしきい値(一定値)であり、例えばゼロに設定する。なお、上述した(式1)に示したように、接近度合 $1 / TTC$ は、自車両と障害物との相対速度 V_r を車間距離 D で除したものである。つまり、自車両と障害物との間が離脱状態にある場合は相対速度 V_r がマイナスの値となり、接近度合 $1 / TTC$ もマイナスの値となる。これにより、自車両と障害物との間が離脱状態にある場合は(式3)の判定式が成立し、ステップS260が肯定判定される。ステップS260が肯定判定されると、ステップS270へ進んでアクセルペダル反力制御を解除し、今回の処理を終了する。

【0029】

一方、ステップS260が否定判定されると、アクセルペダル反力制御を継続したまま20で今回の処理を終了する。

【0030】

ステップS250でアクセルペダル反力制御開始時刻からの経過時間が所定時間Twaitと一致する場合には、ステップS280へ進む。ステップS280では、自車両と障害物との接近度合が所定値以上で、自車両と障害物との間が接近状態にあるか否かを判定する。ここで用いる判定式は以下の(式4)で表される。

$$\text{接近度合 } 1 / TTC \quad 1 / TTC_{DEC1} \quad (\text{式4})$$

【0031】

ここで、しきい値($1 / TTC_{DEC1}$)の逆数 TTC_{DEC1} は、アクセルペダル反力制御を行ったにも関わらずドライバ自らの減速動作が行われない場合に、減速制御を開始するかどうかを判定するためのしきい値(一定値)である。しきい値の逆数 TTC_{DEC1} は、例えばステップS220でアクセルペダル反力制御開始の判定に用いた TTC_A / PDL と同じ値か、アクセルペダル反力制御の開始時よりもやや接近度合が大きい場合に減速制御を開始するように TTC_A / PDL よりも小さい値に設定する。

【0032】

ステップS280において(式4)が成立するような接近状態で、自車両が障害物に接近していると肯定判定されると、ステップS290へ進む。一方、ステップS280が否定判定されると、ステップS260へ進む。

【0033】

ステップS290では、このときの相対車速 V_r および車間距離 D の状況に応じて減速制御を行うときに発生させる減速度 1 (第1の減速度)を算出する。なお、減速度 1 は、以下の(式5)を必ず満足する値として設定する。

$$\text{減速度 } 1 < V_r^2 / 2D \quad (\text{式5})$$

【0034】

ここで、(式5)の右辺は、車間距離 D が無くなるまでに現在の相対速度 V_r を吸収する、つまり相対速度 V_r をゼロとするために必要な減速度を示している。減速制御を行って発生させる減速度 1 を(式5)の右辺以上の値に設定すると、本実施の形態による車両用減速補助装置の減速補助制御によって自動的に自車両と障害物との衝突を回避することになってしまう。発生させる減速度 1 を(式5)の右辺未満の値に抑えて自動減速制御を行うことにより、アクセルペダル反力増加に対するドライバの減速操作移行への反応速度が遅れたとしても、衝突までの時間的余裕を増加させることができる。また、(式5)

10

20

30

40

50

)を満たすような減速度 1を発生させて衝突までの時間的余裕を増加させたとしても自動減速制御だけでは衝突を回避することはできないため、ドライバの減速操作が必要となる。(式5)を成立するような減速度 1は、例えば以下の(式6)によって算出する。

$$\text{減速度 } 1 = K \cdot V r^2 / 2 D \quad (\text{式6})$$

ここで、Kは0~1の定数であり、例えばK=0.8に設定する。

【0035】

ステップS290で(式6)を用いて減速度 1を算出した後、ステップS300に進み、算出した減速度 1を発生させる減速制御1を開始するためにスロットルアクチュエータ70およびブレーキアクチュエータ71に適切な指令値を出力する。

【0036】

また、ステップS250でアクセルペダル反力制御開始時刻からの経過時間が所定時間Twaitより大きい場合には、ステップS310へ進む。ステップS310では、現在の接近度合1/TTCが所定値以下で、自車両と障害物との離脱状態であるか否かを判定する。ステップS310で用いる離脱状態の判定式は、上述したステップS260で用いた(式3)と同様であり、しきい値Rseparateは例えばゼロに設定する。ステップS310が肯定判定されて自車両と障害物との間はや接近していない場合には、ステップS320へ進む。ステップS320ではアクセルペダル反力制御を解除し、つづくステップS330では減速制御を解除する。これで今回の処理を終了し、次の処理へと継続する。

【0037】

- コントローラ50における減速補助制御(図5) -

上述した図4のフローチャートのステップS140においてアクセルペダル82を踏み込んでいないと否定判定されると、図5のフローチャートのステップS410へと進む。

【0038】

ステップS410では、アクセルペダル反力制御を行っているか否かを判定する。ステップS410が肯定判定されると、ステップS420へ進み、アクセルペダル反力制御を解除する。これは、ドライバは既にアクセルペダル82を踏み込んでいないのにアクセルペダル反力制御を行うという不必要な制御を解除するためである。ステップS420でアクセルペダル反力制御を解除した後、ステップS430へ進む。また、ステップS410でアクセルペダル反力制御を行っていないと判定された場合もステップS430へ進む。

【0039】

ステップS430では、減速制御を行っているか否かを判定する。ステップS430が否定判定されて減速制御を行っていない場合は、ステップS440へと進む。ステップS440では、自車両と障害物との接近状態(接近度合)が所定値以上であるか否かを判定する。ステップS440で用いる判定式は、以下の(式7)で示される。

$$\text{接近度合 } 1 / T T C \quad 1 / T T C_{DEC3} \quad (\text{式7})$$

【0040】

ここで、しきい値(1/TTC_{DEC3})の逆数TTC_{DEC3}は、アクセルペダル82が開放されている状況で、減速制御を開始するか否かを判定するためのしきい値(一定値)である。しきい値の逆数TTC_{DEC3}は、例えば図4のフローチャートのステップS250で減速制御1開始の判定に用いたTTC_{DEC1}とほぼ同じ値か、減速制御1の開始時よりもやや接近度合が大きい場合にここで減速制御を開始するようにTTC_{DEC1}よりも小さい値に設定する。

【0041】

ステップS440において(式7)が成立するような接近状態であると肯定判定されると、ステップS450へ進む。ステップS450では、このときの相対車速Vrおよび車間距離Dの状況に応じて、減速制御を行う際に発生させる減速度3を算出する。ここで算出する減速度3は、上述したステップS290で算出した減速度1と同様に、以下の(式8)を満足する値として設定され、例えば(式9)を用いて算出される。

$$\text{減速度 } 3 < V r^2 / 2 D \quad (\text{式8})$$

10

20

30

40

50

$$\text{減速度 } 3 = K \cdot V r^2 / 2 D$$

(式9)

【0042】

ここで、(式9)のKは、0~1の定数であり、例えばK=0.8に設定する。ステップS460では、ステップS450で算出した減速度3を発生させて減速制御3を開始するために、スロットルアクチュエータ70およびブレーキアクチュエータ71に適切な指令値を出力する。

【0043】

ステップS430で減速制御中であると肯定判定された場合は、ステップS470へ進む。ステップS470~ステップS490は減速度補正手段を構成するものであり、ステップS470では、現在行われている減速制御が減速制御1であるか、それ以外(減速制御2, 3)であるかを判定する。ステップS470で減速制御1が行われていると判定されると、ステップS480へ進み、減速制御2を行うための新たな減速度2(第2の減速度)を算出する。

【0044】

減速度2は、減速制御1を行っている状況からドライバがアクセルペダル82を開放した場合に発生させる減速度であり、現在発生させている減速度1に対して所定値(一定値)だけ減速度を増加させる。これにより、ドライバはアクセルペダル82を開放するという自らの操作によって減速度が増加し、障害物までの接近度合が変化したことを容易に認識することができる。なお、アクセルペダル82の開放後に行う減速制御2は、減速制御を行わない車両においてアクセルペダル開放時にエンジンブレーキによって減速度が増加する現象と同様である。

【0045】

減速度2は、以下の(式10)によって算出される。

$$\text{減速度 } 2 = 1 + f_{ix} \quad (\text{式10})$$

ここで、 f_{ix} は一定とし、例えば $f_{ix} = 0.5 \text{ m/s}^2$ とすればよい。なお、減速度の増加量 f_{ix} は、予め実験等により設定しておく。

【0046】

一方、ステップS470で減速制御1ではなく、減速制御2または減速制御3が行われていると判定された場合は、ステップS500へ進む。ステップS500では、現在の接近度合が所定値以下で、自車両と障害物とが離脱状態にあるか否かを判定する。なお、ステップS500で用いる判定式は、上述したステップS260, ステップS310で用いた(式3)と同様である。ステップS500が肯定判定されて自車両と障害物とが離脱状態にある場合は、ステップS520へ進む。

【0047】

一方、ステップS500が否定判定されると、ステップS510へ進む。ステップS510では、ドライバによるブレーキペダル92の操作量が現在の接近状態を解消するのに十分であるか否かを判定する。ここで、ブレーキセンサ93で検出されるブレーキペダル92の操作量が所定値以上であるか否かによって、ブレーキ操作が十分であるか否かを判定することができる。また、ドライバによるブレーキ操作量に伴って発生する減速度(第3の減速度)を推定し、推定した減速度が現在行われている減速制御2, 3の減速度2, 3を上回る場合にブレーキ操作が十分であると判定することもできる。ブレーキ操作量から推定される減速度を減速制御解除のためのパラメータとすることにより、より精度の高い解除条件を得ることができる。これで今回の処理を終了し、次回の処理へと継続する。なお、以上述べたステップS500~ステップS520はブレーキ減速度予測手段と自動減速制御解除手段とを構成する。

【0048】

図6~図9を用いて、具体的な運転者のペダル操作状況と接近状態に対して上述した減速補助制御によりどのような処理を行うかを説明する。図6~図9(a)は、以下の4つのケースについてそれぞれ運転者操作状況と障害物への接近状況の状況変化を示し、(b)は、それぞれのケースにおける接近度合、運転者操作量、アクセルペダル反力制御およ

10

20

30

40

50

び減速制御の時系列変化を示す。

【0049】

ケース1(図6(a)、(b))：アクセルペダル82を踏み込んだアクセルオン状態から前方障害物に接近し、接近度合 $1/TTC$ が所定値以上に増加して接近状態となる。アクセルペダル反力制御を開始してアクセルペダル反力を増加させ、運転者はアクセルペダル反力増加に反応して所定時間 T_{wait} 未満でアクセルペダル82を開放する。アクセルペダル82が操作されていないので接近度合 $1/TTC$ は徐々に低下し、自車両と障害物とは接近状態から離脱状態となる。

【0050】

ケース2(図7(a)、(b))：アクセルオン状態から前方障害物に接近し、接近度合 $1/TTC$ が所定値以上に増加すると、アクセルペダル反力制御によりアクセルペダル反力を増加させる。アクセルペダル反力制御開始から所定時間 T_{wait} 未満でアクセルペダル82が開放されないため、減速度1で減速制御1を開始する。その後、運転者がアクセルペダル82を解放すると、減速度2を発生させる減速制御2へと移行する。このケースでは、運転者がブレーキペダル92を十分に操作することにより、減速制御が解除される。

10

【0051】

ケース3(図8(a)、(b))：アクセルオン状態から前方障害物に接近し、接近度合 $1/TTC$ が所定値以上に増加して接近状態となると、アクセルペダル反力制御によりアクセルペダル反力を増加させる。運転者はアクセルペダル反力増加に反応して所定時間 T_{wait} 未満でアクセルペダル82を開放する。アクセルペダル82の解放後(アクセルペダル反力制御解除後)もさらに障害物に接近して接近度合 $1/TTC$ が増加すると、減速度3で減速制御3を開始する。このケースでは、運転者がブレーキペダル92を十分に操作することにより、減速制御が解除される。

20

【0052】

ケース4(図9(a)、(b))：アクセルオン状態から前方障害物に接近し、接近度合 $1/TTC$ が所定値以上に増加してアクセルペダル反力制御が開始される前に運転者がアクセルペダル82を開放する。アクセルペダル82の解放後もさらに障害物に接近して接近度合 $1/TTC$ が増加すると、減速度3で減速制御3を開始する。このケースでは、運転者がブレーキペダル92を十分に操作することにより、減速制御が解除される。

30

【0053】

以上説明したように、本発明の一実施の形態による車両用減速補助装置によれば、次のような作用効果を奏ることができる。

(1) 自車両と前方障害物までの距離Dと相対速度 V_r とを検出し、検出された値に基づいて自車両の障害物に対する接近状態(接近度合)を算出する。接近度合が所定値以上で自車両と障害物とが接近状態である場合には、第1の減速度で自動減速制御を開始する。第1の減速度は、自車両と障害物との接近状態を緩和するために必要な減速度であり、障害物との衝突が予測されるまでの時間的余裕を増加させるためのものである。そのため、自動減速制御を行った場合にも運転者の減速操作なしで自動的に衝突を防止するわけではなく、運転者が自動減速装置による自動減速制御の能力限界を理解する必要はない。これにより、自動減速制御の能力限界を知らせるための報知・警告を発生させて運転者に煩わしさを与えることがない。

40

(2) 自車両と障害物とが接近状態であると検出されると、アクセルペダル82の操作反力を変化させる。運転者はアクセルペダル82の操作反力の変化によって接近状態を認識し、迅速に減速操作に移行することができる。さらに、接近状態である場合には自動減速制御を行うので、運転者の減速操作を適切に補助することができる。

(3) 自車両と障害物とが接近状態であってアクセルペダル82が踏み込まれている場合に、第1の減速度を発生させて自動減速制御を行うようにした。これにより、運転者自らが回避操作に移行することが必要なアクセル操作中に減速補助制御を行い、衝突が予測されるまでの時間的余裕を増加させることができる。

50

(4) 第1の減速度による自動減速制御の開始後に運転者自らの操作でアクセルペダル82を開放した場合には、自動減速制御で発生させる減速度を補正した第2の減速度を発生させて自動減速制御を行う。これにより、衝突が予測されるまでの時間的余裕はさらに増加させるとともに、運転者のさらなる減速操作を補助することが可能となる。また、現在行われている自動減速制御による第1の減速度を増加させることによって第2の減速度を設定するので(第1の減速度<第2の減速度)、運転者は自らのアクセルペダル開放操作による減速度への影響を容易に認識することができ、その後に必要な減速操作を予測しやすくなる。

(5) 自動減速制御で発生させる減速度は、自動減速制御を開始する前までに決定し、自動減速制御開始後は一定の減速度を保って制御を行う。これにより、自動減速制御中は一定の減速度で減速し、運転者は衝突までの時間的余裕の增加分を容易に予測することができ、その後に必要な自らの操作がどの程度であるかを理解しやすくなる。10

(6) ブレーキペダル92の操作量を検出し、検出されるブレーキペダル92の操作量が所定値以上で十分に大きい場合には、自動減速制御を解除する。これにより、運転者自らの減速操作が行われた場合には不必要的減速補助制御を停止することができる。また、ブレーキペダル92の操作量に伴って発生する第3の減速度を予測し、第3の減速度が第1の減速度を上回った場合に自動減速制御を解除するので、運転者の減速操作が行われ、かつその減速が十分である場合には、不必要的減速補助制御を停止することができる。さらに、障害物への接近度合が所定値未満で自車両と障害物とが接近状態ではなくなったと検出された場合に、自動減速制御を解除するので、状況変化や運転者自らの操作によって自動減速制御が不要となった場合に不必要的減速補助制御を速やかに停止することができる。20

(7) 自車両と障害物とが接近状態となるとアクセルペダル操作反力を変化させて運転者にアクセルペダルの開放を促す。その後所定時間未満にアクセルペダル82が開放されない場合には自動減速制御を行う。つまり、障害物への接近時にはまず運転者自らの操作による減速行動を促し、運転者が減速操作を行わない場合のみ自動減速制御を行う。これにより、自車両が障害物に接近しすぎる前から運転者に接近状態を認識させ、速やかに減速操作へと移行させることができる。運転者による減速操作が行われない場合には自動減速制御を行うので、減速操作を補助することができる。さらに、アクセルペダルの開放を促すためにアクセルペダル反力を増大させることによって、運転者は、障害物への接近時にアクセルペダルを開放してブレーキペダルに踏み代えることの必要性を直感的に理解することができるとともに、増加するアクセルペダル反力に誘導されてアクセルペダル開放操作を容易に行うことができる。30

(8) 自車両と障害物とが接近状態となると運転者にアクセルペダルの開放を促し、その後アクセルペダルが開放されない場合には自動減速制御を行う。つまり、障害物への接近時にはまず運転者自らの操作による減速行動を促し、運転者が減速操作を行わない場合のみ自動減速制御を行う。これにより、自車両が障害物に接近しすぎる前から運転者に接近状態を認識させ、速やかに減速操作へと移行させることができる。さらに、アクセルペダルの開放を促すためにアクセルペダル反力を増大させることによって、運転者は、障害物への接近時にアクセルペダルを開放してブレーキペダルに踏み代えることの必要性を直感的に理解することができるとともに、増加するアクセルペダル反力に誘導されてアクセルペダル開放操作を容易に行うことができる。40

(9) 前方障害物への接近時にすでにアクセルペダル82を開放している状況においては、接近状態を緩和するために必要な減速度を決定し、決定した減速度を発生させて自動減速制御を開始するので、障害物との衝突が予測されるまでの時間的余裕を増加させることができる。

【0054】

以上、車両用減速補助装置の一実施の形態について説明したが、本発明による車両用減速補助装置は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、レーザレーダ10の代わりにCCDカメラを車両前方に設置し、CCDカメラ50

によって撮像された画像に画像処理を施すことにより、前方障害物までの距離や相対車速を検出するようにしてもよい。また、アクセルペダル 8 2 の操作量を検出するアクセルペダルセンサ 8 3 の代わりにリミットスイッチ等を用い、アクセルペダル 8 2 が所定量操作されたか否かを検出するようにしてもよい。この場合、例えばリミットスイッチがオンとなった場合にアクセルペダル 8 2 が操作されたと判断することができる。

【0055】

また、自車両と障害物とが接近状態であると検出された場合に、アクセルペダル反力を増加させる代わりに、例えば、アクセルペダル反力を急に減少させてから増加させるように操作反力を変化させてもよい。あるいは、アクセルペダル 8 2 自体を振動させるようにしてもよい。つまり、アクセルペダル反力を変化させたりアクセルペダル 8 2 を振動させることによって、運転者に接近状態を認識させ、アクセルペダル 8 2 の開放を促すことができればよい。

【0056】

なお、上述した一実施の形態において、レーザレーダ 1 0 および車速センサ 3 0 が請求項の障害物検出手段に対応し、コントローラ 5 0 が請求項の障害物接近状態検出手段、減速度決定手段および自動減速制御開始手段に対応し、スロットルアクチュエータ 7 0 およびブレーキアクチュエータ 7 1 が請求項の自動減速手段に対応する。また、コントローラ 5 0 が請求項のアクセルペダル反力制御開始手段に対応し、アクセルペダル反力制御装置 8 0 およびサーボモータ 8 1 が請求項のアクセルペダル反力制御手段に対応する。アクセルペダルセンサ 8 3 が請求項のアクセルペダル操作量検出手段に対応し、コントローラ 5 0 が減速度補正手段に対応する。さらに、アクセルペダル反力制御装置 8 0 およびサーボモータ 8 1 が請求項のアクセルペダル開放指示手段に対応し、コントローラ 5 0 が請求項のアクセルペダル開放指示開始手段に対応する。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】本発明の一実施の形態による車両用減速補助装置のシステム図。

【図 2】一実施の形態による車両用減速補助装置を搭載した車両の構成図。

【図 3】アクセルペダル反力制御装置の構成図。

【図 4】一実施の形態の車両用減速補助装置における減速補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 5】一実施の形態の車両用減速補助装置における減速補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 6】(a) 運転者操作状況と接近状況との状況変化を示す図、(b) 接近度合、運転者操作量、反力制御および減速制御の時系列変化を示す図。

【図 7】(a) 運転者操作状況と接近状況との状況変化を示す図、(b) 接近度合、運転者操作量、反力制御および減速制御の時系列変化を示す図。

【図 8】(a) 運転者操作状況と接近状況との状況変化を示す図、(b) 接近度合、運転者操作量、反力制御および減速制御の時系列変化を示す図。

【図 9】(a) 運転者操作状況と接近状況との状況変化を示す図、(b) 接近度合、運転者操作量、反力制御および減速制御の時系列変化を示す図。

【符号の説明】

【0058】

1 0 : レーザレーダ

3 0 : 車速センサ

5 0 : コントローラ

7 0 : スロットルアクチュエータ

7 1 : ブレーキアクチュエータ

8 0 : アクセルペダル反力制御装置

8 1 : サーボモータ

8 2 : アクセルペダル

10

20

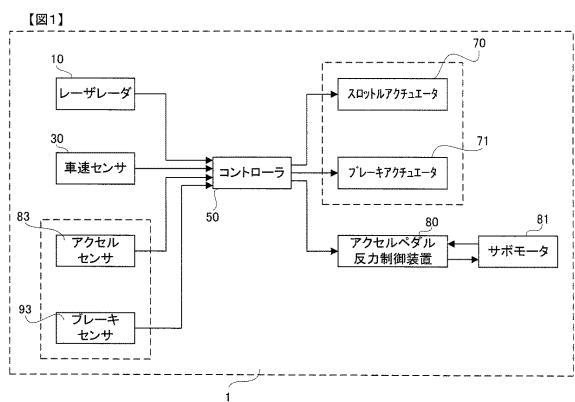
30

40

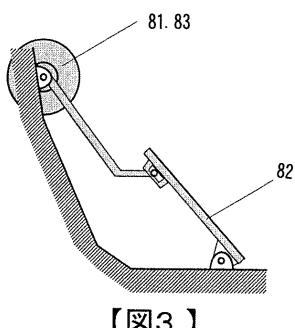
50

- 8 3 : アクセルペダルストロークセンサ
 9 2 : ブレーキペダル
 9 3 : ブレーキペダルストロークセンサ

【図1】

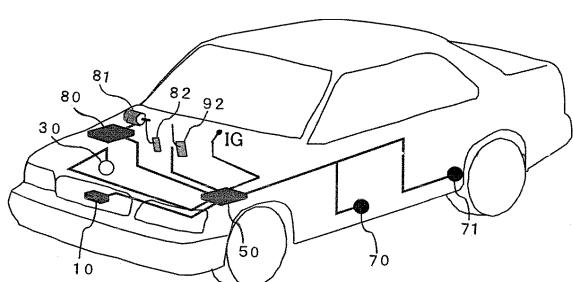


【図3】

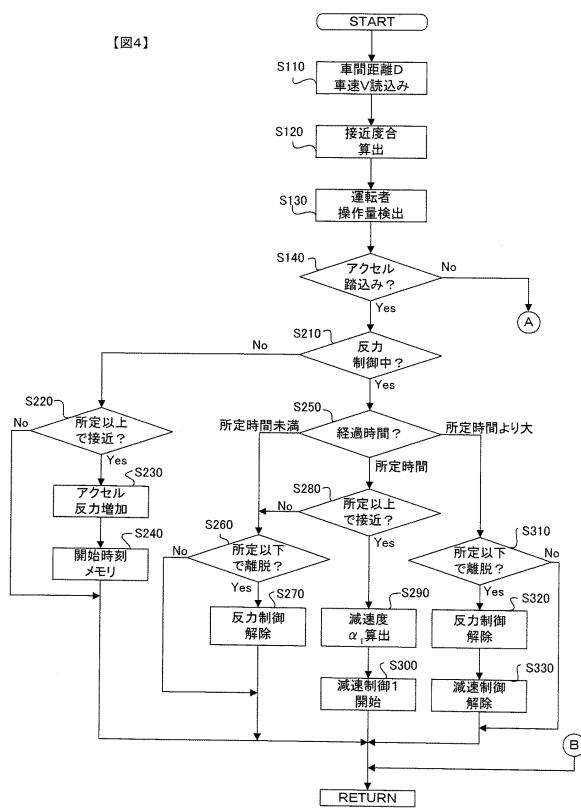


【図2】

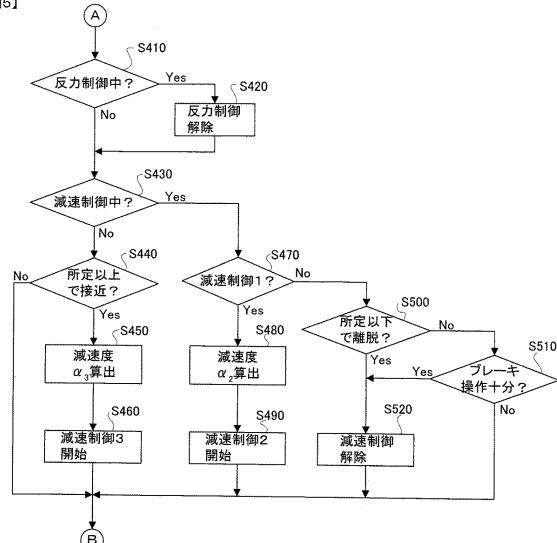
【図2】



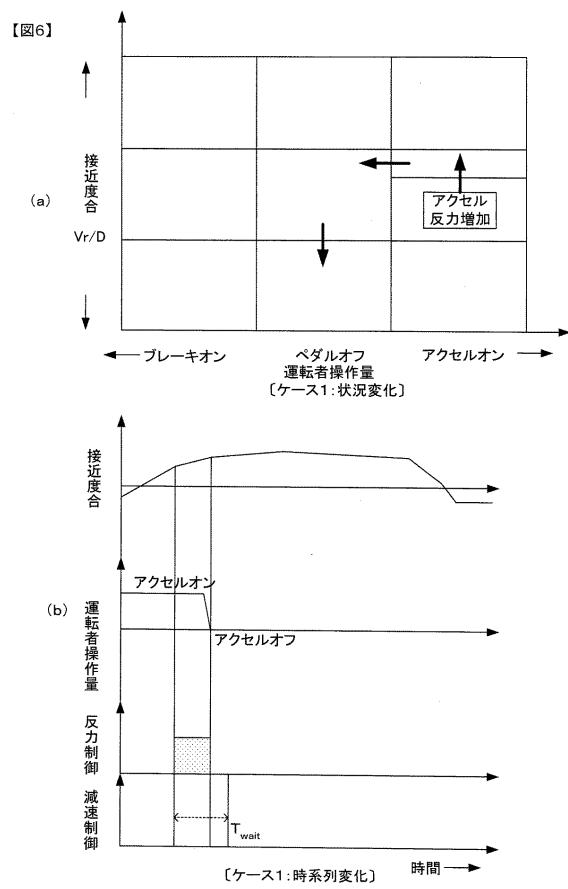
【図4】



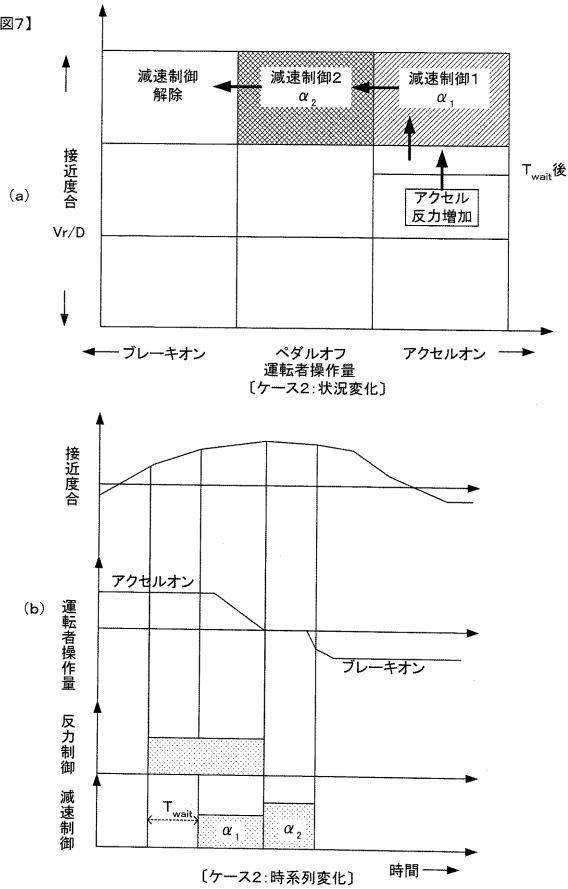
【図5】



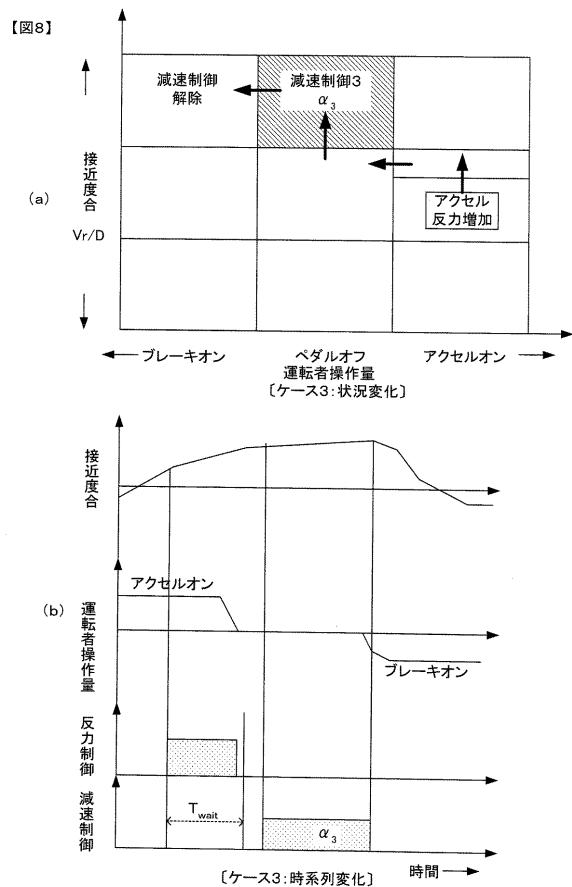
【図6】



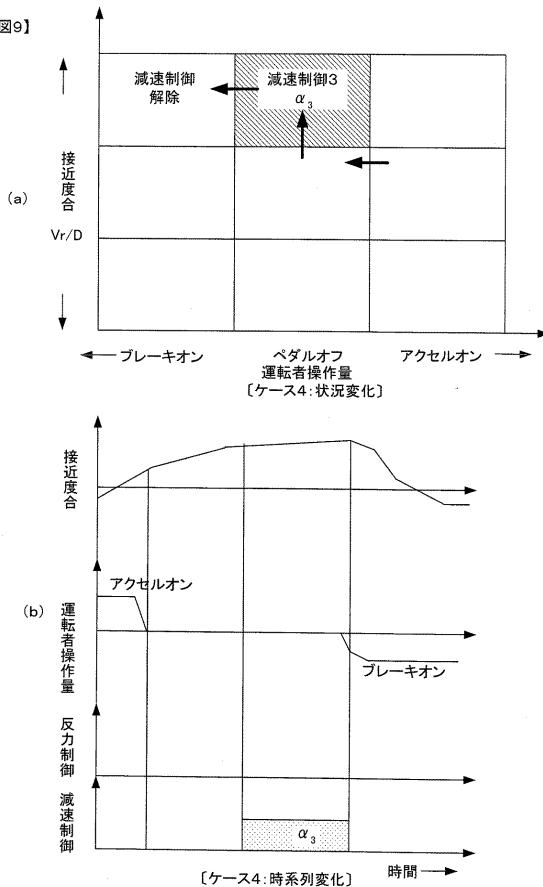
【図7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-227582(JP,A)
実開平04-112121(JP,U)
特開昭57-167845(JP,A)
特開昭57-033048(JP,A)
特開2002-059819(JP,A)
特開平10-338110(JP,A)
特開平10-166889(JP,A)
特開2002-059820(JP,A)
特開2002-067903(JP,A)
特開2002-067904(JP,A)
特開2001-347936(JP,A)
特開2002-013424(JP,A)
特開平11-268621(JP,A)
特開平08-034326(JP,A)
特開平07-069188(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60W 30/00 - 50/08
B60R 21/00
B60T 7/12 - 8/96