(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4558933号
(P4558933)

(45)発行日　平成22年10月6日(2010.10.6)　(24)登録日　平成22年7月30日(2010.7.30)

(51)Int.Cl.　F I
B60T 8/00 (2006.01)　B60T 8/00 C
B60T 13/72 (2006.01)　B60T 13/72

請求項の数 22　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2000-544540 (P2000-544540)
(86)(22)出願日　平成11年4月7日(1999.4.7)
(65)公表番号　特表2002-512148 (P2002-512148A)
(43)公表日　平成14年4月23日(2002.4.23)
(86)国際出願番号　PCT/EP1999/002354
(87)国際公開番号　WO1999/054179
(87)国際公開日　平成11年10月28日(1999.10.28)
審査請求日　平成18年4月6日(2006.4.6)
(31)優先権主張番号　198 17 326.1
(32)優先日　平成10年4月18日(1998.4.18)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　399023800
コンティネンタル・テーベス・アクチエンゲゼルシヤフト・ウント・コンパニー・オッフェネ・ハンデルスゲゼルシヤフト
ドイツ連邦共和国、６０４８８　フランクフルト・アム・マイン、ゲーリッケストラーセ，７
(74)代理人　100069556
弁理士　江崎　光史
(74)代理人　100092244
弁理士　三原　恒男
(74)代理人　100111486
弁理士　鍛冶澤　實

最終頁に続く

(54)【発明の名称】制動距離の短縮方法及びその装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ブレーキ倍力装置が標準ブレーキング中に運転者によって加えられるブレーキペダル圧力だけによって駆動され、重大な走行状況の場合に、標準ブレーキングよりも大きな増幅係数（Λ）がブレーキ倍力装置で定められる、ブレーキ倍力装置を備えた車両の制動距離を短縮するための方法において、
制動すべき車両が事故に巻き込まれる可能性を示す危険ポテンシャル（Δ）が、運転者によって影響を与えることができる１つまたは複数のパラメータ（運転者危険ポテンシャルΛ_{da}）及び、走行状況によって決まる１つまたは複数のパラメータ（走行状況危険ポテンシャルΛ_{ds}）、又はこれらのうちどちらか一方に基づいて決定され、これら各パラメータが、
【式１】

$$\Delta_{da} = \sum_{i=1}^{n} \left| Parameter_i \right| \cdot g_i$$

に従って重み係数（ｇｉ）によって重み付けされ、さらに、増幅係数（Λ）の増大が危険ポテンシャル（Δ）に応じて制御されることを特徴とする方法。
【請求項２】
危険ポテンシャル（Δ）の所定の閾値（Δ_{SCH}）を超えたときにのみ、増幅係数（Λ）が制御装置によって増大させられることを特徴とする請求項１記載の方法。

【請求項３】
制御装置によって増大した増幅係数（Λ）が閾値（Δ_{SCH}）の範囲において、標準ブレーキング中に生じる標準増幅係数（Λ_0）にほぼ一致し、増幅係数が危険ポテンシャルの増大につれて連続的に増大させられることを特徴とする請求項２記載の方法。
【請求項４】
危険ポテンシャル（Λ_{da}）を決定するために、運転者によって影響を与えることができるパラメータ、例えば次のうち少なくとも一つのパラメータ、
－　足がアクセルペダルから離れる速度、
－　アクセルペダルからブレーキペダルへの変更のために必要なペダル変更時間、
－　ブレーキペダル変位、
－　ブレーキペダル速度、
－　ブレーキ倍力装置内に配置されたダイヤフラムの変位（s_{mem}）及び時間によるこの変位の微分値、又はこれらのうちどちらか一方、
－　ブレーキペダル力、
－　ブレーキペダル力変化、
－　操舵角度変化
が使用されることを特徴とする請求項１記載の方法。
【請求項５】
例えば
【外１】
$s_{mem} \cdot \dot{s}_{mem}, \dot{F}_{ped} \cdot s_{mem}, \dot{F}_{ped} \cdot F_{ped}$　又は　$\dot{F}_{ped} \cdot \dot{s}_{mem}$

のような少なくとも２つのパラメータの組み合わせが危険ポテンシャルを決定するために使用されることを特徴とする請求項４記載の方法。
【請求項６】
危険ポテンシャル（Λ_{da}）が次式
【式２】

$$\Delta = \cos\left(\frac{\dot{F}_{ped}}{\dot{F}_{ped-panic}}\right)$$

に従って計算され、ここで
【外２】

$$\dot{F}_{ped-panic}$$

は危険状況を示すブレーキ力変化に一致し、F_{ped} が
【外３】

$$\dot{F}_{ped-panic}$$

よりも大きいときにΔ＝１が当てはまり、
【外４】

$$\dot{F}_{ped}$$

が０よりも小さいときに、Δ＝０が当てはまることを特徴とする請求項１～４のいずれか一つに記載の方法。
【請求項７】
危険ポテンシャル（Λ_{da}）が次式
【式３】

$$\Delta_{du} = \Delta_{du} = \frac{1}{2}\cdot\left\{1-\cos\left(\pi\cdot\min\left(\max\left(\frac{\dot{F}_{ped}}{1500},0\right),1\right)\right)\right\}$$

に従って計算され、ここで

【外５】

$$\dot{F}_{ped}$$

はブレーキ力変化であることを特徴とする請求項１～６のいずれか一つに記載の方法。

【請求項８】

危険ポテンシャル（Δ_{ds}）を決定するために、走行状況によって決まる、次のうち少なくとも一つのパラメータ、

－　車速（v_0）、

－　車両加速度（a_0）、

－　先行する車両との車間距離（d_0）、

－　先行する車両との相対速度

【外６】

$$(\dot{d}_0)$$

、

－　先行する車両との相対加速度

【外７】

$$(\ddot{d}_0)$$

、および／または

－　車輪スリップ情報のようなパラメータが使用されることを特徴とする請求項１～７のいずれか一つに記載の方法。

【請求項９】

危険ポテンシャル（Δ_{ds}）が許容最大加速度（a_{cva}）と現況の加速度（a_{cvo}）との差（a_{cve}）に基づいて決定されることを特徴とする請求項８記載の方法。

【請求項１０】

許容される最大加速度（a_{cva}）が次式

【式４】

$$a_{cva} \quad a_{cva} = -\frac{1}{2}\frac{\left(v_0 + a_{cv0}t_R\right)^2}{d_0 - v_0 t_R - \frac{1}{2}a_{cv0}t_R^2 - \frac{1}{2}\frac{\left(v_0 + \dot{d}_0\right)^2}{a_{cv0} + \ddot{d}_0}}$$

に従って計算され、ここでt_Rは反応時間、v_0は車速、

【外８】

$$d_0,\ \dot{d}_0,\ \ddot{d}_0$$

は先行する車両に対する車間距離または時間によるこの車間距離の微分値であることを特徴とする請求項９記載の方法。

【請求項１１】

危険ポテンシャルが次式

【式５】

$$\Delta_{acve}(a_{cve}) = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 - \cos\left(\pi \cdot \min\left(-\min\left(\frac{a_{cve}}{0{,}9 \cdot g}, 0 \right), 1 \right) \right) \right\}$$

によって計算されることを特徴とする請求項９または１０記載の方法。

【請求項１２】

危険ポテンシャルが許容最大加速度（a_{cva}）に直接依存することを特徴とする請求項８～１１のいずれか一つに記載の方法。

【請求項１３】

危険ポテンシャルが次式

【式６】

$$\Delta_{acva}(a_{cva}) = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 - \cos\left(\pi \cdot \min\left(\left(\frac{a_{cva} - a_0}{a_0 - a_m} \right), 0 \right), 1 \right) \right\}$$

によって計算され、ここでa_{cva}は許容最大加速度、a_mは可能な最大減速度、a_0は０．１～０．３ｇだけa_mよりも小さな減速度であることを特徴とする請求項１２記載の方法。

【請求項１４】

危険ポテンシャルを計算するための関数がその移行範囲において滑らかであることを特徴とする請求項１～１３のいずれか一つに記載の方法。

【請求項１５】

ブレーキペダルが操作されるときにのみ、増幅係数（Λ）が増大させられることを特徴とする請求項１～１４のいずれか一つに記載の方法。

【請求項１６】

増幅係数（Λ）の増大が、ブレーキペダル力（F_{ped}）またはそれに対応する量に比例して行われる（静的適応）ことを特徴とする請求項１～１５のいずれか一つに記載の方法。

【請求項１７】

増幅係数（Λ）の増大が、ブレーキペダル力（F_{ped}）の変化（＝時間による第１回目の微分）またはそれに対応する量に比例して行われる（動的適応）ことを特徴とする請求項１～１５のいずれか一つに記載の方法。

【請求項１８】

一旦決定された増幅係数（Λ_{ref}）が、ブレーキの操作の終了まで、すなわちブレーキペダルから足が離れるまで、低下しないことを特徴とする請求項１～１７のいずれか一つに記載の方法。

【請求項１９】

危険ポテンシャルが予め定めた予圧閾値よりも大きくなり、許容最大加速度（a_{cva}）が０よりも小さいときに、予圧機能が開始され、この予圧機能がブレーキ倍力装置内で所定の予圧（$P_{Preload}$）を生じ、この予圧がブレーキを操作するのに不充分なブレーキ圧力をブレーキ管路内に生じるような大きさであることを特徴とする請求項１～１８のいずれか一つに記載の方法。

【請求項２０】

危険ポテンシャル（Δ）が予め定めた警報信号閾値よりも大きいときに、車室内で警報信号が発せられることを特徴とする請求項１～１９のいずれか一つに記載の方法。

【請求項２１】

車両が事故に巻き込まれた可能性を示す危険ポテンシャル（Δ）が決定され、危険ポテンシャル（Δ）が交通警報信号閾値を上回ると、後続の交通に警報する信号が出力されることを特徴とする請求項１～２０のいずれか一つに記載の、交通で車両を制御するための方法。

【請求項２２】
ブレーキ倍力装置が標準ブレーキング中に運転者によって加えられるブレーキペダル圧力だけによって駆動され、重大な走行状況の場合に、標準ブレーキングよりも大きな増幅係数（Λ）がブレーキ倍力装置で定められる、ブレーキ倍力装置を備えた車両の制動距離を短縮するための装置において、
制動すべき車両が事故に巻き込まれる可能性を示す危険ポテンシャル（Δ）が、運転者によって影響を与えることができる１つまたは複数のパラメータ（運転者危険ポテンシャルΛ_{da}）及び、走行状況によって決まる１つまたは複数のパラメータ（走行状況危険ポテンシャルΛ_{ds}）、又はこれらのうちどちらか一方に基づいて決定され、これら各パラメータが、
【式１】

$$\Delta_{da} = \sum_{i=1}^{n} \left| Parameter_i \right| \cdot g_i$$

に従って重み係数（ｇｉ）によって重み付けされ、さらに、増幅係数（Λ）の増大が危険ポテンシャル（Δ）に応じて制御されることを特徴とする装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
本発明は、請求項１の上位概念に記載した制動距離を短縮するための方法に関する。
【０００２】
制動距離を短縮するための方法は、ドイツ連邦共和国実用新案登録第８９１１９６３号公報によって知られている。この方法の場合、２つの信号に基づいて、約０．５ｓの時間の間予備ブレーキングが開始される。その際、車両運転者によってスイッチが操作されることにより、第１の信号が発生させられる。このスイッチは、左側の足または手で操作されるように配置されている。この場合、手による操作の際に、ハンドルから手を離さないで済むようにスイッチが取付けられている。第２の信号は、運転者がアクセルペダルから足を離す速度を検出することによって発せられる。この速度が所定の閾値の上方にあると、予備ブレーキングが自動的に開始される。
【０００３】
この公知の方法の場合には、運転者が車両を操縦する際に普通でない操作を行わなければならない、すなわち左足または手でスイッチを操作しなければならないという欠点がある。
【０００４】
そこで、当該の方法を開示するドイツ連邦共和国特許第４０２８２９０号公報には、ブレーキペダルの操作速度が所定の値を上回るときに、ブレーキペダル位置から生じるブレーキ圧力よりも大きなブレーキ圧力を自動的に発生する方法が提案されている。これは、自動的なブレーキングを開始するために１つの判断基準である。この方法は、ドイツ連邦共和国実用新案登録第８９１１９６３号公報によって知られている方法と比べて有利である。なぜなら、いわゆる自動ブレーキングによって開始されるブレーキアシストを行う車両の場合、運転者がその行動を特別に調節する必要がなく、個々の操作要素、特にブレーキペダルを通常のごとく操作することができるからである。それにもかかわらず、パニック状況が認識され、相応する強い減速ブレーキングが行われる。
【０００５】
この方法はパニック状況でその有効性が実証された。なぜなら、制動距離を短縮することができ、事故を回避することができるからである。
【０００６】
この方法の場合、制動距離を最大限に短縮するために、自動ブレーキングの開始後、最大ブレーキ圧力がブレーキ倍力装置によって発生させられる。ブレーキペダルに作用するブレーキペダル圧力が低下するときに、自動ブレーキングが終了する。しかし、ブレーキ倍力装置が自動操作されるので、ブレーキペダル圧力は自動的に低下し得る。なぜなら、ペ

ダル抵抗が低下するからである。これによって、自動ブレーキングの不意の停止が生じ得る。従って、車両の運転者が意図しないで、自動ブレーキングが終了する。

【０００７】

他方では、自動ブレーキングは、変化する走行状況に迅速に反応する運転者によって不意に開始され得る。それによって、車両の最大減速が必要でないときおよび所望されないときに行われる。このような驚かされる不意の強いブレーキングは所定の走行状況、特に混んだ交通で、交通の流れを妨害することになるかあるいは後続の車両との交通事故を生じることになる。

【０００８】

制動距離を短縮するためのこの公知の方法は、或る車両の運転者には通常の方法で簡単に操作可能であるがしかし、所定の状況では、車両の意図しない小さすぎる減速または強すぎる減速を生じることになる。それによって、運転者はその車両を完全に制御することができるとは限らない。

【０００９】

制動距離を短縮するためのこのような方法に適していて、操作棒によって機械的におよび電磁石によって電気的に駆動可能なブレーキ倍力装置が、ドイツ連邦共和国特許出願公開第４３２４２０５号公報と同第１９５４８７０５号公報によって知られている。

【００１０】

本発明の根底をなす課題は、車両の運転者がその行動を切換える必要がなく、それにもかかわらずあらゆる走行状況で車両の適切な減速を行うことができ、強い減速ブレーキング中運転者が車両の確実なコントロールを行うことができる、制動距離を短縮するための方法を提供する。

【００１１】

この課題は請求項１記載の特徴を有する方法によって解決される。本発明の有利な実施形は従属請求項に記載されている。

【００１２】

本発明による方法に従って、制動すべき車両が事故に巻き込まれる可能性を示す危険ポテンシャルが決定される。危険状況において、危険ポテンシャルに応じてブレーキ倍力装置の増倍係数が高められる。

【００１３】

従って、本発明による方法は、自動ブレーキングの際に最大減速を達成する必要がなく、減速が小さな危険ポテンシャルの場合には大きな危険ポテンシャルよりも小さな異なる値を有することができる点が、ドイツ連邦共和国特許第４０２８２９０号公報によって知られている方法と異なっている。これによって、走行状況に適合したブレーキングが開始され、このブレーキングは運転者にとって、急に開始される最大減速よりもはるかにコントロールしやすい。

【００１４】

本発明の発明者は、本発明による方法を制御する装置を、いわゆる“アナログ式ブレーキアシスト装置”と呼ぶ。これにより、本発明による方法によって通常は無段階に変更可能な減速値で制動することが表現される。これに対して、ドイツ連邦共和国特許第４０２８２９０号公報によって知られている方法は、機械制御ブレーキングと自動フルブレーキングとを“デジタル”で切換える。

【００１５】

添付の図に基づいて本発明による方法を例示的に詳しく説明する。

【００１６】

車両の制動距離を短縮するための本発明による方法は、例えばドイツ連邦共和国特許出願公開第１９５４８７０５号公報によって知られているようなブレーキ倍力装置を制御する。このブレーキ倍力装置は操作棒で機械的に直接操作可能である。この場合、ブレーキペダルに加えられるブレーキペダル力F_{ped}が操作棒に伝達される。例えば危険な状況で、個々のブレーキ要素に加わるブレーキ圧力を高めるために、このブレーキ倍力装置は付加

的に、電磁石によって電気的に操作可能である。

【００１７】

車両の制動距離を短縮する本発明による方法を実施するために、ブレーキ倍力装置を電気的に駆動するための、いろいろなセンサに接続された電気制御装置が設けられている。

【００１８】

車両の制動距離を短縮するための方法は、普通の走行状態ではそれ自体知られているように作動する。この場合、ブレーキ倍力装置はブレーキペダルを用いて操作棒の操作によって機械的にのみ駆動される。危険な走行状態では、ブレーキ倍力装置の純機械的操作の際の増幅係数（倍力係数）Λ_0 よりも大きな増幅係数Λが、ブレーキ倍力装置の電気的な操作によってブレーキ倍力装置に生じるように、ブレーキ倍力装置が駆動される。そのために、本発明では、制動すべき車両の事故の危険性に一致する危険ポテンシャル（危険潜在性）Δが本発明に従って決定される。

【００１９】

このような事故の危険性は物理的な量ではないので、直接測定することはできない。危険ポテンシャルΔは数学的には確率であるので、０（事故の危険なし）と１（差し迫った事故の危険、緊急状況）の間の値をとる。勿論、危険ポテンシャルΔは他の数字範囲内で、例えば０～１００で目盛りを付けることができる。次の説明では、危険ポテンシャルΔのために数字範囲０～１を使用する。本発明にとって、危険ポテンシャルが複数の値をとり得ることと、例えば事故の危険の存在と事故の危険の非存在のような２つの状態だけで区別されないことが重要である。

【００２０】

危険ポテンシャルは、実質的に運転者によるブレーキ信号の確認と制動すべき車両の実際の走行状況とに基づく、入手可能な物理的な量と、例えば平均応答時間のような統計的な経験値とから評価される。

【００２１】

危険ポテンシャルはブレーキの操作時に決定されるデータに基づく運転者危険ポテンシャルΔ_{da}と、走行状況から決定されるデータに基づく走行状況危険ポテンシャルΛ_{ds}とは区別される。

【００２２】

危険状況を認識した運転者は、事故を回避するために車両の個々の操作要素を特有の方法で操作する。例えば、運転者は右足をアクセルペダルから非常に迅速に離し、ブレーキペダルを操作する。更に、普通では行わないような急激な操舵運動を行い得る。従って、運転者危険ポテンシャルΔ_{da}を決定するために、次の物理的な量のうち少なくとも一つを用いることができる：

－　アクセルペダルから足を離す速度、
－　運転者がアクセルペダルからブレーキペダルに変更するために必要なペダル変更時間、
－　ブレーキペダル変位、
－　ブレーキペダル速度、
－　ブレーキペダル力F_{ped}、
－　ブレーキペダル力の変化

$$\dot{F}_{ped}$$

－　操舵角度の変化。

【００２３】

測定可能なこれらのパラメータに基づいて、危険ポテンシャルΔ_{da}が評価される。この場合、評価は１つのパラメータまたは複数のパラメータの組み合わせに基づいて行うことができる。上記のパラメータのほかに、例えばブレーキペダル力F_{ped}に比例する、ブレー

キ倍力装置の操作棒に作用する力、ブレーキ倍力装置内に配置されたダイヤフラムの変位s_{mem}、アクセルペダルの変位またはその変化に一致する、時間によるこの変位の微分値等のような、検出可能な類似のパラメータを、危険ポテンシャルを決定するために用いることができる。

【００２４】

危険ポテンシャルを決定するためにブレーキペダル変位またはそれに対応する量を使用する場合、ブレーキ倍力装置の電気的な制御装置の使用時にブレーキ倍力装置の操作棒とペダルが自動的に操作され、それによってブレーキペダル変位が単独では妥当性のある客観的な評価のためにもはや役立たないことを考慮すべきである。更に、ブレーキペダルがしばしば速い速度で短時間だけ、および小さな力で操作されることが判った。この場合、速いペダル速度は危険ポテンシャルのための妥当な指示パラメータではない。ペダル速度を危険ポテンシャルを示すパラメータとして使用する場合には、このパラメータは好ましくは、例えばブレーキペダル力またはブレーキペダル変位のような他のパラメータと組み合わせられる。ブレーキペダル変位が低コストで測定できないので、ブレーキペダル変位に対応する、ブレーキ倍力装置内のダイヤフラムの移動s_{mem}を、危険ポテンシャルを示すパラメータとして使用すると合目的である。従って、簡単に測定可能で、危険ポテンシャルを実体的に評価する測定量として、次式

【００２５】

【式７】

$$P = F_{ped} \cdot \dot{s}_{mem}$$

を使用することができる。

【００２６】

運転者危険ポテンシャルΔ_{da}を決定するための他のパラメータは例えば

【００２７】

【外９】

$$s_{mem} \cdot \dot{s}_{mem}, \dot{F}_{ped} \cdot s_{mem}, \dot{F}_{ped} \cdot F_{ped}$$

または

【００２８】

【外１０】

$$\dot{F}_{ped} \cdot \dot{s}_{mem}$$

である。付加的にまたは代替的に、操舵角度、アクセルペダル変位および時間によるその微分値を使用することができる。

【００２９】

更に、次式によって、パラメータの組み合わせを使用することができる。

【００３０】

【式８】

$$\Delta_{da} = \sum_{i=1}^{n} \left| Parameter_i \right| \cdot g_i$$

ここで、g_iはそれぞれのパラメータｉの重み係数である。

【００３１】

更に、ペダル力をペダル変位またはダイヤフラム変位またはブレーキ倍力装置内の圧力と比較することによってあるいはダイヤフラム変位をブレーキ倍力装置内の圧力と比較することによって、エラーの識別を行うことができる。従って、本発明による方法にとって、圧力センサと力センサを備えたセンサ構造体が有利である。なぜなら、これによって、エ

ラーを識別する解決策が低コストで提供されるからである。

【００３２】

危険状況を決定するために、運転者によって行われる操作の代わりに、例えば運転者の心拍、目の動き等のような運転者自体の物理的な状態を用いることができる。このパラメータが非接触動作のセンサによって検出可能である場合には、パラメータは実際に意義がある。

【００３３】

次に、運転者危険ポテンシャルΔ_{da}を決定するための実施の形態について説明する。この場合、運転者危険ポテンシャルΔ_{da}はブレーキペダル力変化F_{ped}から決定される。すなわち、普通の走行状況では２００Ｎ／ｓのブレーキペダル力変化が運転者によって加えられ、危険状況ではブレーキペダル力変化１５００Ｎ／ｓまたはそれ以上まで達し得ることが判った。この値は運転者に大きく依存する。この場合、若干の運転者は危険状況で８０００Ｎ／ｓまで達するブレーキペダル力変化を加えることができる。小さなブレーキペダル力変化で充分強く制動しないと考えられるので、１５００Ｎ／ｓのブレーキペダル力変化についての運転者危険ポテンシャルΔ_{da}が１に等しい（$\Delta_{da}=1$）と仮定すると合目的である。マイナスのブレーキペダル力変化については、運転者危険ポテンシャルΔ_{da}が０に等しいと仮定する。値０～１５００Ｎ／ｓでは、運転者危険ポテンシャルΔ_{da}は０～１である。この過度期については特に余弦関数が選択される。なぜなら、余弦関数がブレーキペダル力変化F_{ped}＝０Ｎ／ｓからF_{ped}＝１５００Ｎ／ｓまでの範囲において連続的に移行するからである。それによって、Δ_{da}については

【００３４】

【式９】

$$\Delta_{da}=\frac{1}{2}\cdot\left\{1-\cos\left(\pi\cdot\min\left(\max\left(\frac{\dot{F}_{ped}}{1500},0\right),1\right)\right)\right\}$$

が当てはまる。この関数の変化は図１に示してある。

【００３５】

これに対して、走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}は、例えば制動すべき車両の車速V_0、車両加速度a_0、先行する車両との車間距離d_0、先行する車両との相対速度

【００３６】

【外１１】

$$\dot{d}_0$$

および先行する車両との相対加速度

【００３７】

【外１２】

$$\ddot{d}_0$$

（図２参照）のような走行状況を示す若干のパラメータによって評価される。

【００３８】

パラメータのこの列挙以外に、例えばインテリジェントブレーキシステムによって決定可能な車輪スリップ情報のような他のパラメータを用いることができる。

【００３９】

車間距離d_0やその時間的な微分値は、理論的な衝突時点t_cを決定することができる。この衝突時点の後で、両車両が一定の速度と一定の加速度で衝突する。$d_0<0$と

【００４０】

【式１０】

$$\ddot{d}_0 = 0$$

については
【００４１】
【式１１】

$$t_c = -\frac{d_0}{\dot{d}_0}$$

が当てはまる。
【００４２】
【式１２】

$$\ddot{d}_0 \neq 0$$

であると、次式
【００４３】
【式１３】

$$t_c = -\frac{-\dot{d}_0 - \sqrt{\dot{d}_0^2 - 2d_0\ddot{d}_0}}{\ddot{d}_0}$$

が当てはまる。
t_c がマイナスであるかまたは複素数である場合には、衝突は発生せず、t_c は無限大にセットされる。
【００４４】
しかし、一定の速度および一定の加速度のときに衝突が発生する場合には、車両を減速しなければならない。この場合、反応時間 t_R を考慮すべきである。反応時間 t_R は統計学的に正確に決定され、平均で１．３４ｓである。この場合、反応時間は次の成分からなっている。
－　危険状況または物体の認識（０．４８ｓ）、
－　神経単位のプロセスが適当な体の反応を開始するための基礎反応時間（０．４５ｓ）、
－　アクセルペダルからブレーキペダルに足を動かすための運動時間（０．１９ｓ）、
－　ブレーキペダルに接触した時点からブレーキ圧力を発生するまでの時間（０．０５ｓ）、
－　個々のブレーキ要素のブレーキ圧力の伝達（０．１７ｓ）。
【００４５】
$t_c < t_R$ が当てはまると、事故はもはや回避できない。$t_c \geqq t_R$ が当てはまると、制動すべき車両について加速度 a_{cva} が計算される。この加速度は事故を回避する際の最高加速度（または必要な最小減速度）を示す。この最高加速度 a_{cva} は次の式によって計算される。
【００４６】
【式１４】

$$a_{cva} = -\frac{1}{2}\frac{(v_0 + a_{cv0}t_R)^2}{d_0 - v_0 t_R - \frac{1}{2}a_{cv0}t_R^2 - \frac{1}{2}\frac{(v_0 + \dot{d}_0)^2}{a_{cv0} + \ddot{d}_0}}$$

計算された加速度は反応時間t_Rの後の許容最高加速度である。しかし、運転者は既に現況の加速度a_{cvo}によって制動可能であるので、それ以上の減速は不要である。危険ポテンシャルが許容最高加速度だけに基づいて決定されると、これは不必要な付加的な減速を生じる。従って、許容最高加速度a_{cva}と現況の加速度a_{cvo}の差a_{cve}が、危険ポテンシャルΔを決定するために基礎として使用されると合目的である（$a_{cve}=a_{cva}-a_{cvo}$）。これは、運転者が反応時間t_Rの経過後達成しなければならない付加的な減速度である。０．９ｇよりも大きな減速度は通常は達成不可能であるので、$a_{cve}=0.9g$についてΔ＝１が設定される。

【００４７】

$a_{cve}\geqq 0$の場合には事故の危険が小さいので、$a_{cve}\geqq 0$についてΔ＝０を設定することができる。これは、例えば０．２ｇの車両の加速度の場合、必要な減速度が０．７ｇであるときには、Δは１に等しい。なぜなら、そのときa_{cve}が－０．９ｇになるからである。

【００４８】

０～０．３ｇの減速度は日常の交通では普通であり、容易に達成可能である。この範囲において、危険ポテンシャルΔは０から大きく逸脱しない。０．６～０．９ｇの範囲内の減速は希である。従って、この範囲における危険ポテンシャルΔは約１とすべきである。０．３～０．６ｇの範囲では、Δは０から１に上昇すべきである。この要求を満足する関数は図３に示してあり、次式によって与えられる。

【００４９】

【式１５】

$$\Delta_{acve}(a_{cve})=\frac{1}{2}\cdot\left\{1-\cos\left(\pi\cdot\min\left(-\min\left(\frac{a_{cve}}{0{,}9\cdot g},0\right),1\right)\right)\right\}$$

例えば$a_{cve}=-0.9g$と$a_{cvo}=-0.7g$の場合、Δ_{acve}は小さな危険ポテンシャルを示す。しかし、０．９ｇの減速度が、車輪と道路の間の摩擦力の物理的な限界近くにある非常に大きな減速度であるので、事故の危険が非常に大きい。道路状態または車両の動きの小さな変化はすべて、物理的に可能である減速度よりも大きな減速度を必要とし得る。この理由から、車両は小さな減速度を必要とする走行状態に迅速に移行すべきである。従って、危険ポテンシャルΔがa_{cva}に直接依存することが合目的である。危険ポテンシャルΔ_{acve}（図４）は例えば可能な最高減速度a_mの範囲については１に設定され、a_mよりも小さな０．２ｇである減速度a_0については０に設定される。

【００５０】

【式１６】

$$\Delta_{acva}(a_{cva})=\frac{1}{2}\cdot\left\{1-\cos\left(\pi\cdot\min\left(\left(\frac{a_{cva}-a_0}{a_0-a_m}\right),0\right),1\right)\right\}$$

全体の危険ポテンシャルΔは少なくとも、Δ_{acva}とΔ_{acve}の最大値と同じ大きさにすべきである。Δ_{acva}とΔ_{acve}が０よりも大きい場合には、実際の危険は、個々の値が表現している危険よりも大きい。なぜなら、実際の危険が異なる２つの危険源に基づいているからである。というのは、Δ_{acva}が必要な加速度についての道路と車輪の間の限界付着力を示し、Δ_{acve}が必要な減速度を達成できないことを示すからである。従って、a_{cve}が０よりも小さい場合、走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}として好ましくはΔ_{acve}とΔ_{acva}の合計が使用される。

【００５１】

【式１７】

$$\Delta_{ds} = (a_{cve}, a_{cva}) = \min(1, \Delta_{acve} + \Delta_{acva})$$

空隙な制動トルク変化を回避するため、およびa_0よりも小さなa_{acva}について０に等しいa_{acve}での移行を滑らかにする（丸める）ために、a_{acve}＜０とaacva＜a_0についてΔ_{ds}は次のように定められる。

【００５２】

【式１８】

$$\Delta_{ds}(a_{cve}, a_{cva}) = \Delta_e \cdot \Delta_a$$

$$\Delta_e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 - \cos\left(\pi \cdot \min\left(-\min\left(\frac{a_{cve} - (a_0 - a_m)}{a_0 - a_m}, 0 \right), 1 \right) \right) \right\}$$

および

【００５３】

【式１９】

$$\Delta_a = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 - \cos\left(\pi \cdot \min\left(-\min\left(\frac{a_{cva} - a_1}{a_1 - a_m}, 0 \right), 1 \right) \right) \right\}$$

$$a_1 = a_m + \sqrt{(a_0 - a_m)^2 - a_{cve}^2}$$

それによって、Δ_{ds}はa_{acve}とa_{acva}の関数である（図６）。このa_{acve}とa_{acva}は両方とも－１～０．５ｇの範囲内にある。

【００５４】

このようにして得られた危険ポテンシャルΔ_{ds}またはΔ_{da}によって、ブレーキング中の減速度を、実際の危険状態に適合させることができる。しかし、ブレーキのブレーキングは、運転者によって常に予見可能であり、かついかなるときでも完全なコントロール下でブレーキの感覚を有するように調節すべきである。そこで、ブレーキペダルが操作されるときにのみ、ブレーキ圧力が上昇させられる。従って、ブレーキペダルの停止時には、危険ポテンシャルΔが１であっても、ブレーキ圧力を自動的に高めるべきではない。

【００５５】

次に、図７に示したブロック図と、図８に示した機能の変化に基づいて、本発明による静的ブレーキ適応の第１の実施の形態を説明する。この静的ブレーキ適応は上記の目的設定を満足する。

【００５６】

先ず最初に、運転者危険ポテンシャルΔ_{da}が上述のようにペダル力変化F_dから計算される。運転者危険ポテンシャルΔ_{da}から目標値増幅係数Λ_{ref}が計算される。危険ポテンシャルΔ_{da}が例えば０．２５の閾値よりも小さいと、目標値増幅係数Λ_{ref}は操作棒の機械式ブレーキ操作時のブレーキ倍力装置の標準増幅係数Λ_0よりも小さい。閾値の下方のこの範囲では、ブレーキングは操作棒の機械式操作によってのみ行われる。

【００５７】

危険ポテンシャルが閾値を上回ると、ブレーキの操作時に自動的なブレーキペダル適応が開始される。この場合、目標値増幅係数Λ_{ref}は危険ポテンシャルΔの増大につれて危険ポテンシャルΔに比例して高められる。適応した目標値増幅係数Λ_{ref}が閾値Λ_{SCH}の範囲内で標準増幅係数Λ_0に一致すると、それによって小さな危険ポテンシャルのときに増幅係数Λの大きすぎる変化が行われず、その都度の危険状況に適合した自動的な増幅係数変化が行われる。これは運転者によって良好にコントロール可能なブレーキングを生じる。

【００５８】
図７に示すように、目標値増幅係数Λ_{ref}、ペダル力F_{ped}およびブレーキ倍力装置内の圧力P_{TMC}から、目標圧力P_{ref}が決定され、ブレーキ倍力装置の圧力PTMCがこの目標圧力に調節される。ペダル位置または対応するペダル力F_{ped}を考慮することにより、対応する操作信号がブレーキペダルで発生するときにのみ、ブレーキ倍力装置内の圧力が高められる。
【００５９】
ブレーキング中にブレーキ特性は変化すべきではなく、少なくとも低下すべきではないので、好ましい実施の形態では、ブレーキの操作が終了するまで、すなわち足がブレーキペダルから離れるまで、一旦設定された目標値増幅係数Λ_{ref}は低下しない。
【００６０】
図９は、静的なブレーキ適応を行う実施の形態の他のブロック図である。この場合、危険ポテンシャルΔは上記の走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}に従って決定される。危険ポテンシャルが予め定めた、例えば０．４の予圧閾値よりも大きく、許容最高加速度a_{cva}が０よりも小さいと、予圧機能が開始される。この予圧機能は目標圧力P_{ref}を所定の予圧$P_{Preload}$に調節する。この予圧は、ブレーキを操作するために充分でない圧力がブレーキ管路内に発生するような大きさである。これにより、予想される後のブレーキ操作時に、ブレーキ管路内の圧力をもはや上昇させる必要がなく、それによってこのような危険状況でブレーキは迅速に応答する。
【００６１】
目標圧力P_{ref}は、図７に基づいて上述した実施の形態の場合と同様に決定される。この場合、アクティブ予圧機能の場合、決定された両目標圧力P_{ref}の大きな目標圧力がブレーキ倍力装置を制御するための目標圧力P_{ref}として使用される。
【００６２】
危険ポテンシャルΔが予め定めた警報信号閾値（本実施の形態では０．５に調節されている）よりも大きいと、車室内で警報信号が発せられる。この警報信号は運転者に危険状況を警報する。
【００６３】
危険ポテンシャルΔが、好ましくは警報信号閾値よりも大きく、本実施の形態では０．７に調節された交通警報信号閾値を上回ると、制動灯が後続の車両に知らせるために点灯する。普通のブレーキングと区別するために、制動灯は点滅するかまたは他の警報信号を発するので、危険状況が後続の交通に一義的に通知され、安全車間距離を保つことができる。
【００６４】
それによって、危険ポテンシャルの決定は、ブレーキ適応と組み合わせて、しかもブレーキ適応から独立して、運転者及び交通、又はこれらのうちどちらか一方に警告するために使用可能である。それによって、事故を回避するための予防策が提供される。
【００６５】
図１０に基づいて、動的なブレーキ適応を有する本発明の他の実施の形態を説明する。
【００６６】
危険ポテンシャルΔ_{ds}の決定は上記の方法で行われる。しかし、危険ポテンシャルから、目標値増幅係数Λ_{ref}が計算されないで、目標圧力P_{ref}がブレーキペダル位置、ブレーキ圧力等の変化（＝時間による１階微分値）に依存して直接計算されるので、例えばブレーキペダル圧力の増大につれて目標圧力P_{ref}が大きく増大する。この場合、目標圧力P_{ref}を決定するために、物理的な量の、時間による１階微分値が使用されることが重要である。この微分値は運転者によって行われるペダル操作と関連するので、ペダル操作の変化はブレーキ圧力の大きな上昇または低下を生じる。
【００６７】
図１１には、動的なブレーキ適応を行う本発明の他の実施の形態が示してある。この実施の形態は、警報信号を発するためまたは制動灯を点灯するための上記の付加的な機能を有

する。

【００６８】

上述の実施の形態の場合には、危険ポテンシャルは運転者危険ポテンシャルΔ_{da}または走行状況危険ポテンシャルΛに基づいて決定される。勿論、危険ポテンシャルは運転者危険ポテンシャルΔ_{da}と走行状況危険ポテンシャルΛ_{ds}を組み合わせて計算することができる。

【００６９】

本発明の成果は実質的に、危険ポテンシャルの意義のある評価を可能にする統計的な経験値と組み合わせて、実際の物理的なパラメータを評価することに基づいている。従って、本発明は種々の統計的な結果、特に電子記憶装置に記憶された事故統計の評価を含めることによって変形可能である。

【００７０】

この事故統計は、点火装置によって知られている特性グラフと類似して、速度、加速度、ブレーキペダルの操作等のような予め定めたパラメータに依存して呼び出される。

【図面の簡単な説明】

【図１】　運転者危険ポテンシャルΔ_{da}を計算するための関数を示す図である。

【図２】　その都度の物理的な量を表すための、続いて走行する２台の車両を示す図である。

【図３】　走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}を計算するための関数を示す図である。

【図４】　走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}を計算するための関数を示す図である。

【図５】　走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}を計算するための関数を示す図である。

【図６】　走行状況危険ポテンシャルΔ_{ds}を計算するための関数を示す図である。

【図７】　本発明による方法の第１の実施の形態を示すブロック図である。

【図８】　増幅係数Λと危険ポテンシャルΔの関係を表す関数を示すグラフである。

【図９】　本発明による方法の第１の実施の形態の変形を示すブロック図である。

【図１０】　本発明による方法の第２の実施の形態を示すブロック図である。

【図１１】　本発明による方法の第２の実施の形態の変形を示すブロック図である。

【図１】

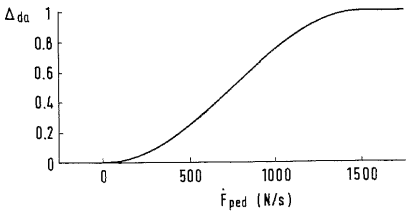


Fig.1

【図２】

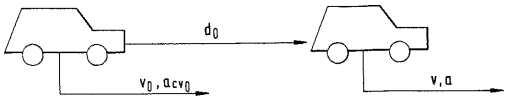
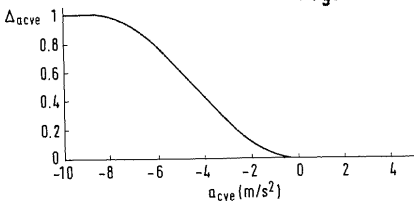


Fig.2

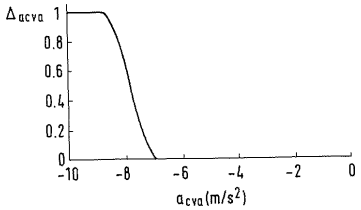
【図３】

Fig.3



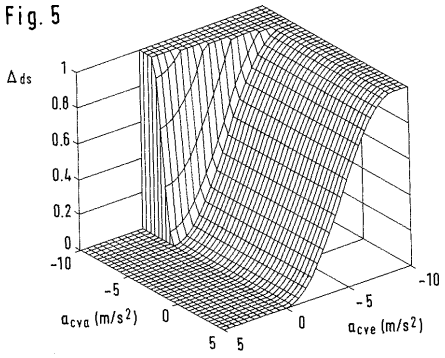
【図４】

Fig.4



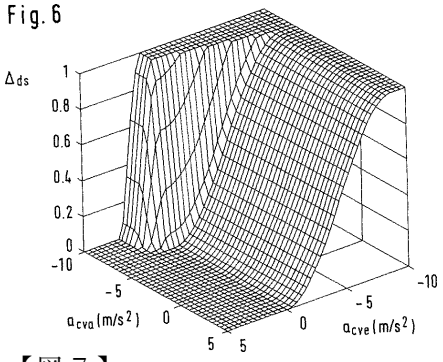
【図５】

Fig.5



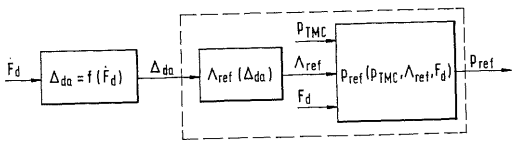
【図６】

Fig.6



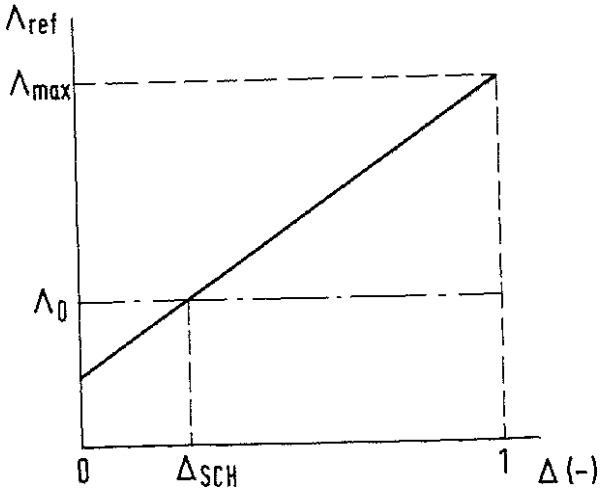
【図７】

Fig.7

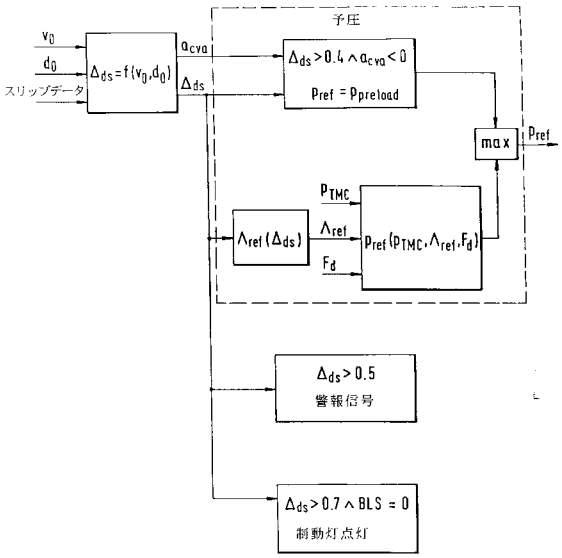


【図８】

Fig.8



【図９】



【図１０】

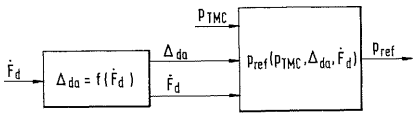
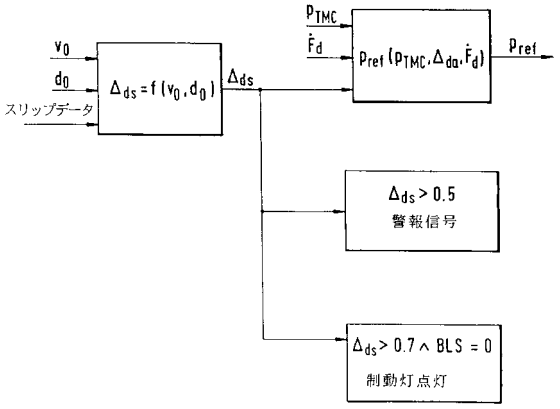


Fig. 10

【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　エッカート・アルフレート
ドイツ連邦共和国、５５１２９　マインツ、リオン－フォイヒトヴァンガー・ストラーセ、１３７
(72)発明者　ベルトホルト・トーマス
ドイツ連邦共和国、６４２９３　ダルムシュタット、ジーボルトストラーセ、１６
(72)発明者　ティーレマン・エルヴィーン
オランダ国、４５７１　ツェーカー　アクセル、カナルカーデ、１０

審査官　塚原　一久

(56)参考文献　特開平０８－０３４３２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０３０３９４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２９０７４５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１４２２０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B60T 7/12-8/1769、8/32-8/96、13/72