

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4211327号
(P4211327)

(45) 発行日 平成21年1月21日(2009.1.21)

(24) 登録日 平成20年11月7日(2008.11.7)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 O R 21/00 (2006.01)	B 6 O R 21/00 6 2 7
B 6 O T 7/12 (2006.01)	B 6 O R 21/00 6 2 4 B
	B 6 O R 21/00 6 2 4 D
	B 6 O R 21/00 6 2 6 A
	B 6 O T 7/12 C

請求項の数 1 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2002-251217 (P2002-251217)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成14年8月29日 (2002. 8. 29)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2004-90690 (P2004-90690A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成16年3月25日 (2004. 3. 25)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成17年6月24日 (2005. 6. 24)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100075579
			弁理士 内藤 嘉昭
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 崔 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	鈴木 達也
			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
		(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】 走行安全支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体への車両の接触を回避する制動制御を所定のタイミングで作動させる走行安全支援装置において、

前記車両と当該車両の前方にある物体との相対距離を前記車両の車速で割り算して得た第1の接触可能性指標が、当該第1の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を下回る場合、前記制動制御を行い、又は前記車両と当該車両の前方にある物体との相対距離を前記車両と前記物体との相対速度で割り算して得た第2の接触可能性指標が、当該第2の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を下回る場合、前記制動制御を行うものであり、それらの2つの制動制御を選択的に行う制動制御手段と、

10

前記車両が旋迴状態にある場合には、前記第1の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を変更するとともに、前記第2の接触可能性指標が当該第2の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を下回る場合に行う制動制御の制御ゲインを変更する変更手段と、を備え、

前記制御ゲインは、その値が大きくなるほど、当該制動制御の制動力を大きくするものであり、

前記変更手段は、前記車両の旋迴状態を示す舵角変化量が多くなるほど、前記第1の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を小さくするとともに、前記車両の旋迴状態を示す舵角変化量が多くなるほど、前記制御ゲインを大きくすることを特徴とする走行安全支援装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばレーザーレーダ等の物体検出装置によって自車両の前方に検出した物体との相対位置関係や相対速度に基づいて、その物体との接触を回避する車両の走行安全支援装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

車両がほぼ直進状態で走行している状況で、先行車両への接触の可能性が高い場合には、接触回避制御を行なうことは非常に有効であるが、コーナや車線変更時には運転者が十分に注意を払って走行しているため、前記通常走行中と同じタイミングで接触回避制御が行なわれると、ドライバビリティが悪く、運転者に違和感を与えるものとなっていた。

10

【0003】

例えば、特開2002-002426号公報には、そのような課題を解決する車両の走行安全支援装置が開示されている。この走行安全支援装置は、接触前の所定時間（衝突時間）を基準にして自動的に接触回避の制御を作動させるようにしており、さらに、車両が旋回状態であることを検出した場合に、その衝突時間を判別するための閾値を小さく補正することで、接触回避制御の介入を遅らせ、接触回避制御の作動頻度を減らし、ドライバビリティの向上を図るようにしている。

【0004】

20

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記閾値を補正することで接触回避制御の介入を遅らせることはできるが、その分、そのような補正をしていない場合に比較して接触回避制御の介入が短い車間距離でなされるようになるので、先行車両との接触を回避するための制動減速度が大きくなってしまふ。これでは、運転者に違和感を与えてしまふ。

【0005】

また、接触回避の介入タイミングを衝突時間を基準にとっており、すなわち、時間のみを接触の可能性の指標とし、接触回避制御を行なっているため、相対速度が小さく、自車両が徐々に先行車両に接近した場合には、前記特開2002-002426号公報に記載の技術では、接触回避制御の介入がなくなってしまう。

30

【0006】

そこで、本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであり、車両が旋回状態である場合に、最適タイミングで接触回避制御を介入させ、且つ介入した制御回避制御によって運転者に違和感を感じさせないことが可能な走行安全支援装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記問題を解決するために、本発明は、物体への車両の接触を回避する制動制御を所定のタイミングで作動させる走行安全支援装置において、前記車両と当該車両の前方にある物体との相対距離を前記車両の車速で割り算して得た第1の接触可能性指標が、当該第1の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を下回る場合、前記制動制御を行い、又は前記車両と当該車両の前方にある物体との相対距離を前記車両と前記物体との相対速度で割り算して得た第2の接触可能性指標が、当該第2の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を下回る場合、前記制動制御を行うものであり、それらの2つの制動制御を選択的に行っており、変更手段が、前記車両が旋回状態にある場合には、前記第1の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を変更するとともに、前記第2の接触可能性指標が当該第2の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を下回る場合に行う制動制御の制御ゲインを変更する。そして、前記制御ゲインが、その値が大きくなるほど、当該制動制御の制動力を大きくするものであり、前記変更手段が、前記車両の旋回状態を示す舵角変化量が多くなるほど、前記第1の接触可能性指標に対応して設定したしきい値を小さくするとともに、前記車両の旋回状態を示す舵角変化量が多くなるほど、前記制御ゲインを大き

40

50

くする。

【 0 0 0 9 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、接触回避のための制動制御が運転者に違和感を与えてしまうことを防止できる。

【 0 0 1 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

図 1 は、本発明に係る走行安全支援装置を搭載した車両の構成を示す。図 2 は、車両についての各制御を行う制御コントローラ 10 の構成を示す。

図 1 に示すように、車両には、レーダ 1、舵角センサ 2 及び各車輪の車輪速センサ 3 が搭載されている。レーダ 1 は、自車両前方の物体を認識するためのものであって、例えば、ミリ波タイプのレーダ或いはレーザタイプのレーダである。また、舵角センサ 2 は、ステアリングホイール 4 の舵角を検出するためのものである。また、車輪速センサ 3 は、車速を検出するためのものであって、車輪 5 の速度に応じてパルス信号 S 2 を出力するタイプのセンサである。そして、これらのレーダ 1、舵角センサ 2 及び各車輪速センサ 3 のセンサ信号 S 1, S 3, S 2 は制御コントローラ 10 に入力される。

【 0 0 1 2 】

制御コントローラ 10 は車両の各構成部を制御する。そして、制御コントローラ 10 による接触回避制御により走行安全支援を実現しており、以下の制御コントローラ 10 について、その接触回避制御の処理を中心に説明する。

図 2 に示すように、制御コントローラ 10 は、接触回避制御を実現する構成として、第 1 の接触可能性指標算出部 11、第 2 の接触可能性指標算出部 12 及び演算部 13 を備えている。図 3 を用いて、このような構成を有する制御コントローラ 10 の処理を説明する。

【 0 0 1 3 】

先ず、ステップ S 1 において、制御コントローラ 10 には、各種信号が入力される。すなわち、制御コントローラ 10 は、レーダ 1 からの信号 S 1 から先行車両との縦方向（走行方向）の相対距離、縦方向の相対速度及び横方向の相対距離を検出する。なお、相対速度を直接検知不可能な場合等は、相対距離から相対速度を算出するようにしてもよい。また、制御コントローラ 10 は、各車輪 5 の車輪速センサ 3 が出力するパルス信号 S 2 から自車両の速度を算出する。さらに、制御コントローラ 10 は、舵角センサ 5 からの信号 S 3 からステアリングホイール 4 のハンドル操作状態を検出する。そして、制御コントローラ 10 は、ウインカ切換スイッチ 6 のスイッチ切換信号 S 4 からウインカ作動状態を検出する。

【 0 0 1 4 】

そして、制御コントローラ 10 は、ステップ S 2 以降の処理で、これにして得た各情報に基づいてブレーキ制御ユニット 21 に出力するブレーキ液圧指令値を算出する。

先ず、ステップ S 2 では、制御コントローラ 10 は、第 1 の接触可能性指標 THW に対する第 1 の閾値 THW* を算出する。第 1 の閾値 THW* を次のように決定している。

【 0 0 1 5 】

図 4 は、縦軸に、第 1 の閾値 THW* をとり、横軸に、舵角変化量をとって、舵角変化量に対する第 1 の閾値 THW* の特性図を示す。例えば、舵角変化量は、舵角センサ 2 が検出した舵角の時間変化量に基づいて得た値であり、図 2 に示すように、演算部 13 が舵角センサ 2 からのセンサ信号 S 3 から得た値である。この図 4 に示すように、舵角変化量が増加するに従って、第 1 の閾値 THW* は減少し、ある舵角変化量以降では、第 1 の閾値 THW* は一定となる特性になる。

【 0 0 1 6 】

このような特性図に基づいて、舵角変化量に応じた第 1 の閾値 THW* を決定する。すなわち、車両が旋迴状態でない場合には舵角変化量が 0 の場合の値を第 1 の閾値 THW* と

10

20

30

40

50

して決定し、車両が旋迴状態の場合には、0以降の舵角変化量に対応する値を第1の閾値 THW^* として決定している。

なお、舵角変化量が増加するに従って第1の閾値 THW^* が減少する領域で、その傾きを自車両の車速に応じて変更してもよい。

【0017】

続く、ステップS3において、制御コントローラ10は、第1の接触可能性指標 THW に対する第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} を算出する。すなわち、先ず、第1の接触可能性指標算出部11は、前述のようにして得た自車両の速度を使用し、下記(1)式により第1の接触可能性指標 THW を算出する。

$$THW = L / V_c \cdots (1)$$

ここで、 L は相対距離であり、 V_c は自車両車速である。このような関係式から得られる値は一般に車間時間と呼ばれる値である。

【0018】

そして、第1の接触可能性指標算出部11は、この第1の接触可能性指標 THW を用いて、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} を下記(2)式により算出する。

$$F_{thw} = G_{THW} \times (THW - THW^*) \cdots (2)$$

ここで、 G_{THW} は第1の接触可能性指標 THW に対応する制御ゲインである。また、第1の閾値 THW^* は、前記図4に示す関係から舵角変化量に応じて得た値である。

【0019】

また、前記(2)式は、負の値として定義される。すなわち、前記(2)式中の $(THW - THW^*)$ の値が正の値になる場合はゼロとして定義される。このようにすることで、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* よりも大なるときには $(THW > THW^*)$ 、第1の接触可能性指標 THW によって制御しないようにしている。

【0020】

すなわち、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} は、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回ったときに、使用可能な制御値として発生するように定義した値である。つまり、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} は、(1)式で定義される第1の接触可能性指標 THW の関係から、自車速 V_c が大きい場合或いは相対距離 L が小さい場合に使用可能な制御値として発生するように定義した値である。

【0021】

一方、ステップS4では、制御コントローラ10は、第2の接触可能性指標 TTC に対する制御ゲイン G_{ttc} を算出する。制御ゲイン G_{ttc} は次のように決定する。図5は、縦軸に、制御ゲイン G_{ttc} をとり、横軸に、前述の舵角変化量を取り、舵角変化量に対する制御ゲイン G_{ttc} の特性図を示す。この図5に示すように、舵角変化量が増加するに従って、制御ゲイン G_{ttc} は増加し、ある舵角変化量以降では、制御ゲイン G_{ttc} は一定となる特性になる。このような特性図に基づいて、舵角変化量に応じた制御ゲイン G_{ttc} を決定する。すなわち、車両が旋迴状態でない場合には舵角変化量が0の場合の値を制御ゲイン G_{ttc} として決定し、車両が旋迴状態の場合には、0以降の舵角変化量に対応する値を制御ゲイン G_{ttc} として決定している。

【0022】

続く、ステップS5において、制御コントローラ10は、第2の接触可能性指標 TTC に対する第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} を算出する。すなわち、先ず、第2の接触可能性指標算出部12は、前述のように入っている縦方向の相対速度及び自車両の速度を使用し、下記(3)式により第2の接触可能性指標 TTC を算出する。

【0023】

$$TTC = L / V \cdots (3)$$

ここで、 L は相対距離であり、 V は自車両と先行車との相対速度である。このような関係式から得られる値は一般に車頭時間と呼ばれる値である。

そして、第2の接触可能性指標算出部12は、この第2の接触可能性指標 TTC を用いて、第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} を下記(4)式により算出する。

10

20

30

40

50

【0024】

$$F_{ttc} = G_{ttc} \times (TTC - TTC^*) \cdots (4)$$

ここで、 TTC^* は、第2の接触可能性指標 TTC に対する閾値である。この第2の閾値 TTC^* は、固定されたある所定値である。また、制御ゲイン G_{ttc} は、前記図5に示す関係から舵角変化量に応じて得た値である。

また、前記(4)式は、負の値として定義される。すなわち、前記(4)式中の $(TTC - TTC^*)$ の値が正の値になる場合は、ゼロとして定義される。このようにすることで、第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* よりも大なるときには $(TTC > TTC^*)$ 、第2の接触可能性指標 TTC によって制御しないようにしている。

【0025】

すなわち、第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} は、第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回ったときに、使用可能な制御値として発生するように定義した値である。つまり、第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} は、(3)式で定義される第2の接触可能性指標 TTC の関係から、相対速度 V が大きい場合或いは相対距離 L が小さい場合に使用可能な制御値として発生するように定義した値である。

【0026】

続いて、ステップS6において、制御コントローラ10は、前記ステップS3及びステップS5で算出した第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} 及び第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} のうちのいずれか一方を選択する。具体的には、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} よりも小さい $(F_{thw} < F_{ttc})$ か否かを判定する。

【0027】

この判定で、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} よりも小さい場合、すなわち、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} よりも絶対値として大きい場合、ステップS7に進み、最終ブレーキ液圧指令値 F を第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} とし $(F = F_{thw})$ 、一方、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} 以上である場合、すなわち、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} よりも絶対値として小さい場合、ステップS8に進み、最終ブレーキ液圧指令値 F を第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} とし $(F = F_{ttc})$ 、当該処理を終了する。

【0028】

なお、前記ステップS6、ステップS7及びステップS8の処理は、演算部13によって行う。

また、前記第1及び第2の接触可能性指標算出部11, 12は、自車両と当該自車両の前方にある物体である先行車両との関係及び自車両の挙動に基づいて、自車両と先行車両との接触可能性を評価する評価手段を構成している。また、前記ステップS3、ステップS5、ステップS6、ステップS7及びステップS8の処理は、そのような評価手段の評価結果に基づいて接触回避制御としての制動制御を行う制動制御手段を実現し、また、ステップS2及びステップS4の処理は、自車両が旋迴状態にある場合には、車両が直進走行状態にあるときよりも、制動制御のタイミングが遅くなるように、又は制動制御の制御ゲインが大きくなるように変更する変更手段を構成している。

【0029】

以上のように、制御コントローラ10は、走行安全支援のための処理により、最終ブレーキ液圧指令値 F を決定している。そして、制御コントローラ10は、この最終ブレーキ液圧指令値 F を、ブレーキ制御ユニット7に出力する。

ブレーキ制御ユニット7は、最終ブレーキ液圧指令値 F に基づいて各車輪5の制動装置8を制御する。制動装置8はブレーキキャリパ等であり、ブレーキ制御ユニット7は、ブレーキ液圧指令値 F に基づいてこのような制動装置8を動作させて、制動制御する。

【0030】

次に、以上のような接触回避制御に基づいて実現される車両動作及びその効果を説明する

10

20

30

40

50

。先ず、車両が旋迴状態ではない通常走行状態での車両の動作を説明する。

図6は、第1の接触可能性指標 THW に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両動作を示し、図7は、第2の接触可能性指標 TTC に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両動作を示す。

【0031】

なお、車両が旋迴状態でないことから、第1の閾値 THW^* は、図4の特性図で舵角変化量が0のときの値であり、制御ゲイン G_{ttc} は、図5の特性図で舵角変化量が0のときの値である（ステップ S_2 及びステップ S_4 ）。

先ず、図6を用いて、第1の接触可能性指標 THW に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両動作について説明する。

【0032】

ここで、自車両101が100 km/hの車速で走行し、先行車両102が95 km/hの車速で走行しており、相対速度 V は小さいものの、図6中(A)から図6中(B)への変化として示すように、自車両101は一定時間後には先行車両102に接近状態になる。

そして、自車両101が先行車両102にある程度接近した場合に、前記(1)式で得られる第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回ったとき、当該第1の接触可能性指標 THW により得られる第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が発生する（前記ステップ S_3 ）。

【0033】

一方、相対速度 V が小さく、この条件では、前記(3)式で得られる第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回ることがないとすれば、第2の接触可能性指標 TTC による第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} は発生しないことになる（前記ステップ S_5 ）。

ここで、この関係を、図6中で示す自車両101から前方に矢印 A_1 や矢印 A_2 の区間で説明する。

【0034】

自車両101から前方への矢印 A_1 や矢印 A_2 の区間は、車間距離を指標とした接触可能性指標との相対的な関係で示す閾値と等価となる。すなわち、第1の接触可能性指標 THW は、前記(1)式から車間距離 L 及び自車速 V_c の関数 ($THW = L / V_c$) として表され、よって、自車速 V_c が一定である場合、第1の接触可能性指標 THW は、車間距離 L を変数として変化する値になる。一方、第2の接触可能性指標 TTC は、前記(2)式から車間距離 L 及び相対速度 V の関数 ($TTC = L / V$) として表され、よって、相対速度 V が一定である場合、第2の接触可能性指標 TTC は、車間距離 L を変数として変化する値になる。

【0035】

よって、このような関係から、自車速 V_c が大きい場合、車間距離 L が大きな値でも、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回るようになり、その逆に、自車速 V_c が小さい場合、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回るためには、車間距離 L もそれなりに小さくなる必要がある。すなわち例えば、自車速 V_c が小さい場合には、自車両101が先行車両102にそれなりに近づかない限り、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回ることもない。

【0036】

一方、相対速度 V が大きい場合、車間距離 L が大きな値でも、第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回るようになり、その逆に、相対速度 V が小さい場合、第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回るためには、車間距離 L もそれなりに小さくなる必要がある。すなわち例えば、相対速度 V が小さい場合には、自車両101が先行車両102にそれなりに近づかない限り、第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回ることもない。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

このようなことから、自車両 1 0 1 から前方に矢印 A 1 や矢印 A 2 の区間は、車間距離 L を指標とした接触可能性指標との相対的な関係で示す閾値と等価となる。

よって、ここでの例のように、自車速 V_c が大きいものの、相対速度 V が小さいことから、第 2 の閾値 TTC^* に対応する矢印 A 2 で示す区間が、第 1 の閾値 THW^* に対応する矢印 A 1 で示す区間よりも短くなり、その結果、矢印 A 2 で示す区間よりも先に矢印 A 1 で示す区間内に先行車両 1 0 2 が入り、このときの車間距離 L は第 1 の閾値 THW^* を下回る第 1 の接触可能性指標 THW を得るような車間距離 L となる。

【 0 0 3 8 】

以上のような関係から、第 1 の接触可能性指標 THW により第 1 のブレーキ液圧指令値 F_{thw} を発生させている。 10

そして、第 1 のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が最終ブレーキ液圧指令値 F として与えられ（前記ステップ S 6 及びステップ S 7）、この第 1 のブレーキ液圧指令値 F_{thw} である最終ブレーキ液圧指令値 F によって、自車両 1 0 1 の減速制御が行われる。

【 0 0 3 9 】

そして、この減速制御はブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を運転者に促す効果として作用する。すなわち、減速制御が、接触可能性があることを運転者に知らせることになるので、これにより運転者は、ブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を余裕をもってすることができるようになる。

このように、第 1 の接触可能性指標 THW が第 1 の閾値 THW^* を下回ったとき、当該第 1 の接触可能性指標 THW により得られる第 1 のブレーキ液圧指令値 F_{thw} を発生させることで、すなわち、自車速 V_c を関数とするいわゆる車間時間からなる第 1 の接触可能性指標により接触の可能性を評価することで、相対速度が小さい状態で自車両が先行車両に接近した場合でも、走行安全支援として、接触回避制御を実施するとともに、運転者に先行車両への接触の可能性を知らせることができる。 20

【 0 0 4 0 】

次に、図 7 を用いて、第 2 の接触可能性指標 TTC に基づいた接触回避の制御が介入する場合の車両の動作について説明する。

ここで、自車両 1 0 1 が 100 km/h の車速で走行し、先行車両 1 0 2 が 80 km/h の車速で走行しており、相対速度 V が大きく、図 7 中 (A) から図 7 中 (B) への変化として示すように、自車両 1 0 1 は一定時間後には先行車両 1 0 2 に接近状態になる。 30

【 0 0 4 1 】

そして、自車両 1 0 1 が先行車両 1 0 2 にある程度接近した場合に、前記 (2) 式で得られる第 2 の接触可能性指標 TTC が第 2 の閾値 TTC^* を下回ったとき、当該第 2 の接触可能性指標 TTC により得られる第 2 のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} が発生する（前記ステップ S 5）。

一方、この条件では、前記 (1) 式で得られる第 1 の接触可能性指標 THW が第 1 の閾値 THW^* を下回ることがないとすれば、第 1 の接触可能性指標 THW による第 1 のブレーキ液圧指令値 F_{thw} は発生しないことになる（前記ステップ S 3）。

【 0 0 4 2 】

すなわち、相対速度 V が大きいことから、第 1 の閾値 THW^* に対応する矢印 A 1 で示す区間が、第 2 の閾値 TTC^* に対応する矢印 A 2 で示す区間よりも短くなり、その結果、矢印 A 1 で示す区間よりも先に矢印 A 2 で示す区間内に先行車両 1 0 2 が入り、すなわちその車間距離 L が第 2 の閾値 TTC^* を下回る第 2 の接触可能性指標 TTC を得るような車間距離 L となることで、第 2 の接触可能性指標 TTC により第 2 のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} を発生させている。 40

【 0 0 4 3 】

よって、最終ブレーキ液圧指令値 F は第 2 のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} として与えられ（前記ステップ S 6 及びステップ S 8）、この第 2 のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} である最終ブレーキ液圧指令値 F によって、自車両 1 0 1 の減速制御が行われる。 50

そして、この減速制御はブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を運転者に促す効果として作用する。すなわち、減速制御が、接触可能性があることを運転者に知らせることになるので、これにより運転者は、ブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を余裕をもってすることができるようになる。

【0044】

このように、第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回ったとき、当該第2の接触可能性指標 TTC により得られる第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} を発生させることで、すなわち、相対速度 V を関数とするいわゆる車頭時間からなる第2の接触可能性指標により接触の可能性を評価することで、相対速度が大きい状態で自車両が先行車両に接近した場合、走行安全支援として、接触回避制御を実施するとともに、運転者に先行車両への接触の可能性を知らせることができる。

10

【0045】

次に、車両が旋迴状態にある場合の車両の動作を説明する。

図8は、第1の接触可能性指標 $T HW$ に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両の動作を示し、図9はこの図8の比較例であり、図10は、第2の接触可能性指標 TTC に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両の動作を示す。

なお、車両が旋迴状態であることから、第1の閾値 $T HW^*$ は、図4の特性図で舵角変化量が0よりも大きい場合の値であり、制御ゲイン G_{thw} は、図5の特性図で舵角変化量が0よりも大きい場合の値である（ステップ $S2$ 及びステップ $S4$ ）。

【0046】

20

まず、図8及び図9を用いて、第1の接触可能性指標 $T HW$ に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両の動作について説明する。

ここで、前記図6と同様に、自車両101が100 km/hの車速で走行し、先行車両102が95 km/hの車速で走行しており、相対速度 V は小さいものの、図8中(A)から図8中(B)への変化として示すように、自車両101は一定時間後には先行車両102に接近状態になる。

【0047】

そして、図8中(B)に示すように自車両が旋迴状態にある場合には、直線走行状態の場合よりも第1の閾値 $T HW^*$ を減少させているので、自車両101が先行車両102にある程度接近し、その減少させた第1の閾値 $T HW^*$ を前記(1)式で得られる第1の接触可能性指標 $T HW$ が下回ったときに、当該第1の接触可能性指標 $T HW$ により得られる第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が発生する（前記ステップ $S5$ ）。

30

【0048】

すなわち、車両が旋迴状態にある場合の第1の閾値 $T HW^*$ に対応する矢印 $A1$ で示す区間が、直線走行状態にある場合の第1の閾値 TTC^* に対応する矢印 $A1$ で示す区間よりも短くなり、そのように短くなった区間内に先行車両102が入ったとき、第1の接触可能性指標 $T HW$ により第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} を発生させている。

【0049】

このように、最終ブレーキ液圧指令値 F は第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} として与えられ（前記ステップ $S7$ 及びステップ $S8$ ）、この第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} である最終ブレーキ液圧指令値 F によって、自車両101の減速制御が行われる。

40

そして、この減速制御はブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を運転者に促す効果として作用する。すなわち、減速制御が、接触可能性があることを運転者に知らせることになるので、これにより運転者は、ブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を余裕をもってすることができるようになる。

【0050】

さらに、旋迴状態にある場合において、第1の閾値 $T HW^*$ を補正する効果は次のようになる。

図9は、旋迴状態であっても第1の閾値 $T HW^*$ を固定としている比較例の車両動作を示す。すなわち、旋迴状態である場合の第1の接触可能性指標 $T HW$ に基づいて接触回避制

50

御が介入する場合の車両動作であるが、第1の閾値 THW^* を補正していない場合の車両動作である。

【0051】

この場合、図9中(A)から図9中(B)への変化として示すように、自車両101は一定時間後には先行車両102に接近状態になるが、第1の閾値 THW^* が固定されているので、車線変更をするときでも通常走行状態(直線走行状態)の場合と同じタイミングに先行車両102に対して減速制御を行ってしまい、自車両101はスムーズに車線変更をすることができない。すなわち、コーナや車線変更時には、通常走行状態とは違い運転者が十分に注意を払って走行しているので、通常走行状態と同じタイミングで接触回避制御が行われてしまうと、ドライバビリティが悪く、運転者に違和感を与えてしまい、その結果、運転者の意思に沿った車線変更にならなくなる。

10

これに対し、本発明の適用により、旋廻状態にある場合、第1の閾値 THW^* を減少する方向に補正し、接触回避制御の介入タイミングを通常走行状態の介入タイミングよりも遅くすることで、介入タイミングをコーナや車線変更時の運転者の注意力を考慮した最適な介入タイミングとし、ドライバビリティを良くし、運転者に違和感を与えずに、運転者の意思に沿った車線変更を実現することができるようになる。

【0052】

また、第1の閾値 THW^* は、図4に示したように、舵角変化量が増加するに従って減少するようになっている。このように、車線変更の際の舵角変化量に応じて第1の閾値 THW^* を決定することで、車線変更の際の舵角変化量に応じて接触回避制御の介入タイミングを変更できる。すなわち、舵角変化量がより大きい方が第1の閾値 THW^* がより小さい値となり、これにより、舵角変化量が大きいほど、接触回避制御の介入タイミングがより遅いタイミング、例えば車間距離がより短いとき或いは自車速 V_c がより速いときになる。

20

【0053】

また、前述したように、舵角変化量が増加するに従って第1の閾値 THW^* が減少する領域で、その傾きを自車両の車速に応じて変更してもよい。具体的には、自車速が小さい場合、傾きを小さくし、すなわち舵角変化量に対する第1の閾値 THW^* の変化量を少なくし、自車速が大きい場合、傾きを大きくし、すなわち舵角変化量に対する第1の閾値 THW^* の変化量を多くする。

30

【0054】

例えば、舵角変化量は、自車速が高速になるほど少なくなる。これは、高速時の車線変更では、運転者はゆっくりと操作するためであり、その結果、高速時の車線変更時の舵角変化量は比較的少ないものになる。

このようなことから、高速で車線変更する場合には、舵角変化量に対する第1の閾値 THW^* の変化量を多くすることで、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回り難くして、接触回避制御の介入タイミングをより遅くすることができる。

【0055】

次に、第2の接触可能性指標 TTC に基づいて接触回避制御が介入する場合の車両の動作について説明する。

40

図10は、自車両101が旋廻中に先行車両102が減速した場合の自車両101の動作を示す。図10中(A)から図10中(B)への変化として示すように、自車両101が先行車両102に接近していく途中で、自車両101が車線変更中に先行車両102が減速すると、相対速度 V が大きくなり、その結果、前記(3)式で得られる第2の接触可能性指標 TTC が第2の閾値 TTC^* を下回ったときに、当該第2の接触可能性指標 TTC により得られる第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} が発生する(前記ステップS5)。

【0056】

一方、旋廻状態であることで第1の閾値 THW^* を減少する方向に補正しているため、接触回避制御の介入タイミングを通常走行状態の介入タイミングよりも遅くなる。すなわち

50

、前記(1)式で得られる第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回り難くなった結果、第1の接触可能性指標 THW による第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} は発生しないことになる(前記ステップS5)。

【0057】

この結果、旋迴状態であることで補正されている制御ゲイン G_{ttc} によってその接触回避制御が作動される。これにより、接触回避制御が強い制動として実施されるので、先行車両102が減速したことで接触可能性があるを運転者に知らせることになり、これにより運転者は、ブレーキ操作やハンドル操作等の回避操作を余裕をもってすることができるようになる。

【0058】

例えば、レーンチェンジ、先行車回避及び合流の際には、第1の閾値 THW^* を減少させ、接触回避制御の介入タイミングを遅らせることによって、相対距離 L がある程度小さくならないと接触回避制御が介入しなくなる。その一方で、このような状況では、運転者の意識は左右の確認のために前方への意識が遠のく可能性がある。この場合、先行車の減速等によって相対速度が接近する方向に大きくなったことをドライバに知らせることは有意であることである。

【0059】

このようなことから、前記(3)式に示すように相対速度 V の関数である第2の接触可能性指標 TTC を評価するための第2の閾値 TTC^* を固定として、接触回避制御の介入タイミングが変更しないようにする一方で、制御ゲイン G_{ttc} を旋迴状態に応じて変更させた第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} で接触回避制御(制動制御)をすることで、相対速度 V が大きくなり先行車両が接近していることを運転者に知らせることができる。

【0060】

換言すれば、旋迴状態であることで第1の閾値 THW^* を減少する方向に補正している場合でも、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回る程度まで自車両101が先行車両102に接近すれば、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} を発生させて、この第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} により接触回避制御(制動制御)をすることはできる。しかし、旋迴状態であることで第1の閾値 THW^* を減少する方向に補正しているので、そのような補正をしていない場合に比較して接触回避制御の介入が短い車間距離でなされるようになるので、先行車両との接触を回避するための制動減速度が大きくなってしまい、運転者に違和感を与えてしまう。

【0061】

このようなことから、そのように短い車間距離で接触回避制御が介入する前に、制御ゲイン G_{ttc} を旋迴状態に応じて変更させた第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} で接触回避制御をすることで、運転者に違和感を与えてしまうことも防止することができる。以上のように、旋迴状態にある場合において、第1の閾値 THW^* や制御ゲイン G_{ttc} を補正するとともに、第1の接触可能性指標 THW と第2の接触可能性指標 TTC とに基づいて選択的にブレーキ液圧指令値を決定することで、種々の効果が得られる。

【0062】

また、第1の接触可能性指標 THW と第2の接触可能性指標 TTC とに基づいて選択的にブレーキ液圧指令値を決定する効果は例えば次のようになる。

前述したように、図3のステップS7～ステップS9の処理により、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} よりも小さい($F_{thw} < F_{ttc}$)か否かを判定し、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} よりも小さい場合、最終ブレーキ液圧指令値 F を第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} とし($F = F_{thw}$)、一方、第1のブレーキ液圧指令値 F_{thw} が第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} 以上である場合、最終ブレーキ液圧指令値 F を第2のブレーキ液圧指令値 F_{ttc} としている($F = F_{ttc}$)。

【0063】

10

20

30

40

50

前述したように、第1の接触可能性指標 THW や第2の接触可能性指標 TTC を基準においてブレーキ液圧指令値を決定し、接触回避制御を実施することは有意である。しかし、自車両と先行車両との関係によっては、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回ると同時に、第2の接触可能性指標 THW についても第2の閾値 TTC^* を下回るときがあり、この場合、この2つの接触可能性指標の両方を考慮して接触回避制御を行うと、その制御量が大きくなりすぎて、却ってドライバビリティを損なう可能性がある。

【0064】

このようなことから、いずれか一方の接触可能性指標に基づいて自車両が安全となる方向に接触回避制御することで、ドライバビリティを損なうことのない接触回避制御を実現できる。

10

以上、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、前述の実施の形態として実現されることに限定されるものではない。

【0065】

すなわち、前述の実施の形態では、図4を用いて説明したように、第1の閾値 THW^* を舵角変化量との関係で得ているが、これに限定されるものではない。図11は、そのような他の例であり、縦軸に、第1の閾値 THW^* をとり、横軸に、横変位置量（横相対距離）をとり、横変位置量に対する第1の閾値 THW^* の特性図を示す。例えば、横変位置量は、レーダ1により検出した横方向の相対距離であり、図2に示すように、演算部13によって得た値である。この図11に示すように、横変位置量が増加するに従って、第1の閾値 THW^* は減少し、ある横変位置量以降では、第1の閾値 THW^* は一定となる特性になる。このような特性図に基づいて、横変位置量に応じた第1の閾値 THW^* を決定する。

20

【0066】

このように、車線変更の際の横変位置量に応じて第1の閾値 THW^* を決定することで、車線変更の際の横変位置量に応じて接触回避制御の介入タイミングを変更できる。すなわち、横変位置量がより大きいほど（横方向の相対距離が大きいほど）、第1の閾値 THW^* がより小さい値となり、これにより、横変位置量が大きいほど、接触回避制御の介入タイミングをより遅くすることができる。

【0067】

また、横変位置量が増加するに従って第1の閾値 THW^* が減少する領域で、その傾きを先行車両の車幅に応じて変更してもよい。具体的には、先行車両の車幅が広い場合、傾きを小さくし、すなわち横変位置量に対する第1の閾値 THW^* の変化量を少なくし、先行車両の車幅が狭い場合、傾きを大きくし、すなわち横変位置量に対する第1の閾値 THW^* の変化量を多くする。

30

【0068】

例えば、横変位置量は、先行車両の車幅が狭くなるほど少なくなる。これは、車線変更では、先行車両の車幅が狭いと、横方向への回避量が少なくなるからである。このようなことから、先行車両の車幅が狭い場合には、第1の接触可能性指標 THW が第1の閾値 THW^* を下回り難くして、接触回避制御の介入タイミングをより遅くすることができる。

【0069】

さらに、図12は、他の例であり、縦軸に、第1の閾値 THW^* をとり、横軸に、ウインカ作動経過時間をとり、ウインカ作動経過時間に対する第1の閾値 THW^* の特性図を示す。例えば、ウインカ作動経過時間は、ウインカ切換スイッチ6の操作状態から検出したウインカの作動開始からの経過時間であり、図2に示すように、演算部13によって得た値である。この図12に示すように、ウインカ作動経過時間が経つにつれて、第1の閾値 THW^* は減少し、あるウインカ作動経過時間以降では、第1の閾値 THW^* は一定となる特性になる（実線で示す特性）。このような特性図に基づいて、ウインカ作動経過時間に応じた第1の閾値 THW^* を決定する。

40

【0070】

このように、ウインカ作動経過時間に応じて第1の閾値 THW^* を決定することで、車線

50

変更を予測して、ウインカ作動経過時間に応じて接触回避制御の介入タイミングを変更できる。すなわち、ウインカ作動経過時間が経つにつれて第1の閾値 THW^* がより小さい値となり、これにより、ウインカ作動経過時間が長いほど、接触回避制御の介入タイミングをより遅くすることができる。

【0071】

また、ウインカ作動経過時間が一定時間になった場合、第1の閾値 THW^* を増加させるようにしてもよい(破線で示す特性)。運転者が車線変更を躊躇して、ウインカをつけたまま直進走行する場合もあり、このような場合に、第1の閾値 THW^* を増加させ、接触回避制御の介入タイミングを変更することができる。

【0072】

また、前述の実施の形態では、図5を用いて説明したように、制御ゲイン G_{ttc} を舵角変化量との関係で得ているが、これに限定されるものではない。

図13は、そのような他の例であり、縦軸に、制御ゲイン G_{ttc} をとり、横軸に、前述の横変位量(横相対距離)をとり、横変位量に対する第1の閾値 THW^* の特性図を示す。この図13に示すように、横変位量が増加するに従って、制御ゲイン G_{ttc} は増加し、ある横変位量以降では、制御ゲイン G_{ttc} は一定となる特性になる。このような特性図に基づいて、横変位量に応じた制御ゲイン G_{ttc} を決定する。

【0073】

なお、横変位量が増加するに従って制御ゲイン G_{ttc} が増加する領域で、その傾きを先行車両の車幅に応じて変更してもよい。具体的には、先行車両の車幅が狭い場合、傾きを大きくし、すなわち横変位量に対する制御ゲイン G_{ttc} の変化量を多くし、先行車両の車幅が広い場合、傾きを小さくし、すなわち横変位量に対する制御ゲイン G_{ttc} の変化量を少なくする。

【0074】

さらに、図14は、他の例であり、縦軸に、制御ゲイン G_{ttc} をとり、横軸に、前述のウインカ作動経過時間をとり、ウインカ作動経過時間に対する制御ゲイン G_{ttc} の特性図を示す。この図14に示すように、ウインカ作動経過時間が経つにつれて、制御ゲイン G_{ttc} は増加し、あるウインカ作動経過時間以降では、制御ゲイン G_{ttc} は一定となる特性になる(実線で示す特性)。このような特性図に基づいて、ウインカ作動経過時間に応じた制御ゲイン G_{ttc} を決定する。なお、ウインカ作動経過時間が一定時間になった場合、制御ゲイン G_{ttc} を減少させるようにしてもよい(破線で示す特性)。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態である車両の走行安全支援装置を示す図である。

【図2】前記走行安全支援装置が備える制御コントローラの構成を示すブロック図である。

【図3】前記制御コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

【図4】舵角変化量から第1の閾値を得るために使用する特性図である。

【図5】舵角変化量から制御ゲインを得るために使用する特性図である。

【図6】第1の接触可能性指標 THW による接触回避制御の説明に使用した図である。

【図7】第2の接触可能性指標 THC による接触回避制御の説明に使用した図である。

【図8】車両が旋回状態にある場合の第1の接触可能性指標 THW による接触回避制御の説明に使用した図である。

【図9】第1の閾値を固定した、図8との比較例であり、車両が旋回状態にある場合の第1の接触可能性指標 THW による接触回避制御の説明に使用した図である。

【図10】車両が旋回状態にある場合の第2の接触可能性指標 THC による接触回避制御の説明に使用した図である。

【図11】横変位量から第1の閾値を得るために使用する特性図である。

【図12】ウインカ作動経過時間から第1の閾値を得るために使用する特性図である。

【図13】横変位量から制御ゲインを得るために使用する特性図である。

【図14】ウインカ作動経過時間から制御ゲインを得るために使用する特性図である。

10

20

30

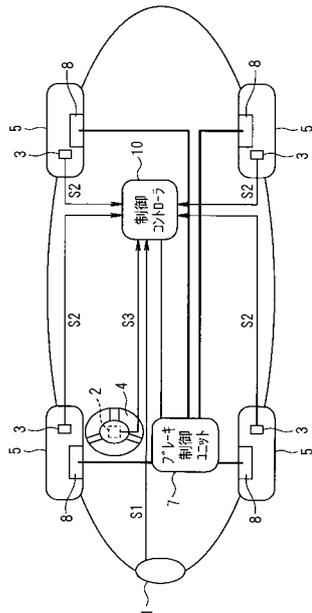
40

50

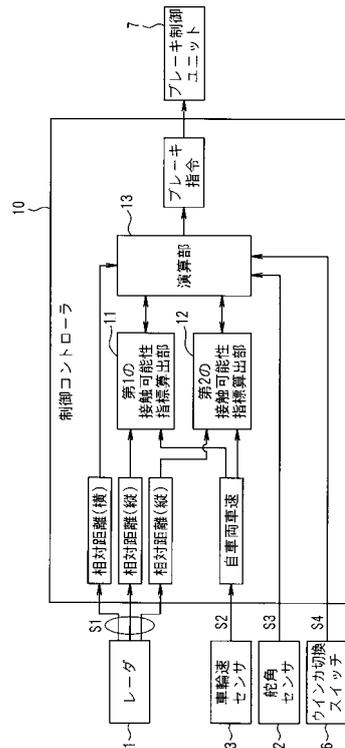
【符号の説明】

- 1 レーダ
- 2 舵角センサ
- 3 車輪速センサ
- 4 ステアリングホイール
- 5 車輪
- 6 ウィンカ切換スイッチ
- 7 ブレーキ制御ユニット
- 8 制動装置
- 10 制御コントローラ
- 11 第1の接触可能性指標算出部
- 12 第2の接触可能性指標算出部
- 13 演算部
- 101 自車両
- 102 先行車両

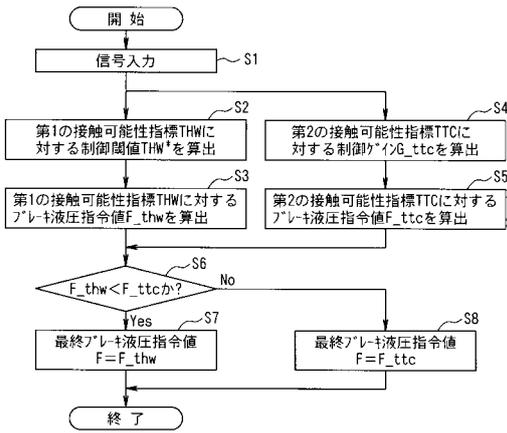
【図1】



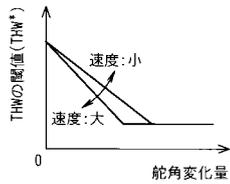
【図2】



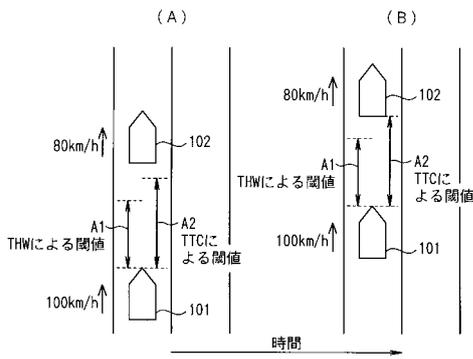
【図3】



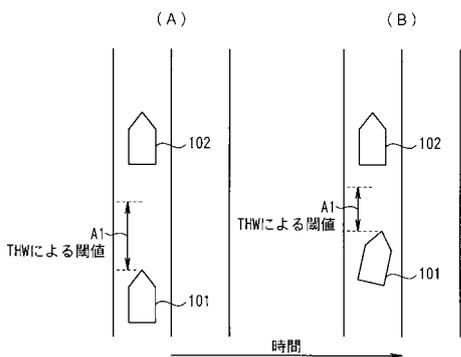
【図4】



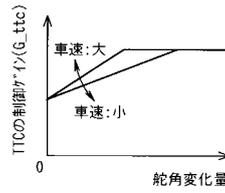
【図7】



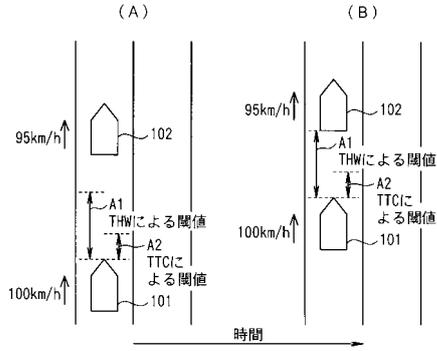
【図8】



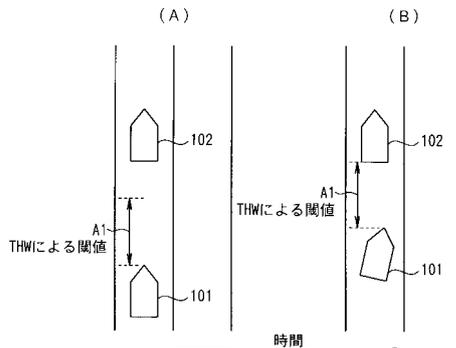
【図5】



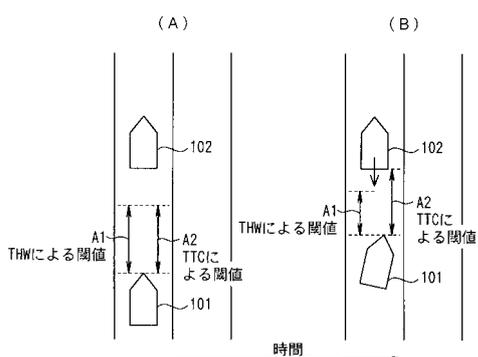
【図6】



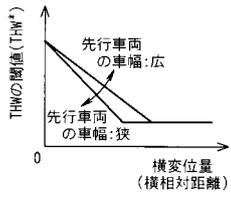
【図9】



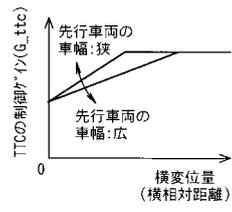
【図10】



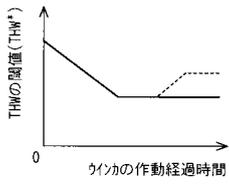
【図 1 1】



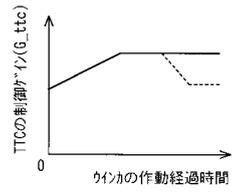
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



フロントページの続き

審査官 中村 則夫

(56)参考文献 特開2002-002426(JP,A)
特開2000-118368(JP,A)
特開2002-087109(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60R 21/00

B60T 7/12