

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7232100号
(P7232100)

(45)発行日 令和5年3月2日(2023.3.2)

(24)登録日 令和5年2月21日(2023.2.21)

(51)国際特許分類

F I

G 0 8 G	1/16 (2006.01)	G 0 8 G	1/16	E
G 0 8 G	1/09 (2006.01)	G 0 8 G	1/09	F
B 6 0 T	7/12 (2006.01)	B 6 0 T	7/12	C
B 6 0 W	30/095 (2012.01)	B 6 0 T	7/12	Z
B 6 0 W	30/09 (2012.01)	B 6 0 W	30/095	

請求項の数 2 (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-64498(P2019-64498)
 (22)出願日 平成31年3月28日(2019.3.28)
 (65)公開番号 特開2020-166392(P2020-166392
 A)
 (43)公開日 令和2年10月8日(2020.10.8)
 審査請求日 令和4年2月14日(2022.2.14)

(73)特許権者 000005348
 株式会社 S U B A R U
 東京都渋谷区恵比寿一丁目 2 0 番 8 号
 (74)代理人 110002907
 弁理士法人イートシン国際特許事務所
 (72)発明者 小山 哉
 東京都渋谷区恵比寿一丁目 2 0 番 8 号
 株式会社 S U B A R U 内
 審査官 上野 博史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両の走行制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両に搭載した自律センサを用いて自車走行路前方の走行環境を認識する第 1 の走行環境認識手段と、

外部通信により車外から受信した情報に基づいて前記自車走行路前方の走行環境を認識する第 2 の走行環境認識手段と、

前記第 1 の走行環境認識手段で認識した前記走行環境に基づいて前記自律センサによる視程距離を算出する視程距離算出手段と、

前記第 1 の走行環境認識手段によって渋滞最後尾車両が認識されているとき、第 1 の減速度で前記渋滞最後尾車両の手前で停車するための第 1 の制御目標距離を算出し、前記第 1 の制御目標距離に基づく第 1 の減速制御を行う第 1 の減速制御手段と、

前記第 2 の走行環境認識手段のみによって前記渋滞最後尾車両が認識されているとき、前記第 1 の減速度よりも小さい減速度である第 2 の減速度で前記渋滞最後尾車両の手前で停車するための第 2 の制御目標距離を算出し、前記第 2 の制御目標距離に基づく第 2 の減速制御を行う第 2 の減速制御手段と、

前記第 2 の走行環境認識手段に設定された距離の推定誤差と前記視程距離の和が、前記第 2 の走行環境認識手段で認識した前記渋滞最後尾車両までの距離よりも大きいとき、減速制御を前記第 2 の減速制御から前記第 1 の減速制御に引き継ぐまでに必要な減速必要距離を算出し、前記第 2 の制御目標距離よりも手前から前記減速必要距離を加味したタイミングにて前記第 2 の減速制御を開始する開始タイミング変更手段と、

10

20

を備えたことを特徴とする車両の走行制御装置。

【請求項 2】

前記開始タイミング変更手段は、前記視程距離と前記推定誤差と前記減速必要距離の和が、前記第 2 の走行環境認識手段によって認識した前記渋滞最後尾車両までの距離よりも大きいとき、前記第 2 の減速制御を開始することを特徴とする請求項 1 に記載の車両の走行制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、先行車等の前方障害物に対して衝突回避のための減速制御を行う車両の走行制御装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

最近の車両においては、運転者の負担を軽減し、快適且つ安全に運転できるようにするための運転支援の技術が種々提案され、一部は既に実用化されている。

【0003】

この種の運転支援は、追従車間距離制御（ACC：Adaptive Cruise Control）機能と車線維持制御（Lane Keeping）機能とを備えることで、先行車との車間を維持しつつ走行車線に沿って車両を自動走行させることができる。更に、ロケータ機能を備えることで、自車両を目的地まで自動走行させることもできる。

20

【0004】

ACC制御では、例えば車両に搭載されている車載カメラや各種レーダセンサ、或いはそれらの組み合わせからなる前方認識装置により、先行車との距離を認識し、先行車に追従して走行させるものである。そして、このACC制御では、先行車が停車した場合は所定車間距離を開けて自車両を停車させ、先行車の発進に従って自車両を発進させる全車速追従制御が行われる。

【0005】

ところで、自車両が先行車に追従して自動停車するに際しては、先行車と自車両との相対車速、及び車間距離に基づき、自車両が先行車に対して所定車間距離を開けて停車するように減速制御を行う。例えば、高速道路走行等において、自車両前方に事故渋滞や工事渋滞等、車両の流れをいきなり滞らせるような渋滞が発生している状態であっても、前方認識装置により、渋滞車列の最後尾車両が遠方から認識されていれば、減速制御では、急減速させることなく、自車両を最後尾車両に対し、所定車間距離を開けた状態で停車、或いは低速追従させることができる。

30

【0006】

しかし、例えば、高速道路走行において、自車両の前方がカーブ路等の場合、前方認識装置にて遠方から渋滞車列の最後尾を認識することができず、比較的近距离で渋滞車列の最後尾を認識した場合、減速制御では、自車両を急減速させて車間距離を確保することになる。

【0007】

渋滞車列の最後尾車両が遠方より認識することができない場合であっても、自車両を事前に減速させて、急減速を回避させる技術として、例えば、特許文献 1（特開 2001-216599 号公報）では、測位衛星からの測位信号等に基づいて取得した自車両の現在位置と、道路交通情報配信サービスから取得した自車両の進行方向の渋滞情報に含まれている渋滞車列の最後尾車両（先行車）の位置情報とに基づいて、最後尾までの距離を算出し、この距離が予め設定した一定距離以内の場合、運転者に減速を促す警告を発する技術が開示されている。

40

【0008】

更に、同文献には、最後尾までの距離が一定距離以内で、且つ車速が一定値以上の場合、上述した警告に加え、変速比のダウンシフトとブレーキ動作との双方或いは一方の制

50

御により車間距離が一定以上となるように強制的に減速させるようにした技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】特開2001-216599号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、道路交通情報配信サービス等から得られる情報（クラウド情報）は、所定時間毎（例えば、5秒毎）に更新されるものであるため、実際の最後尾車両の位置情報には、所定の誤差があることが想定される。

10

【0011】

従って、見通しの悪いカーブ（所謂ブラインドカーブ）等において、道路交通情報配信サービス等の情報にのみ基づいて減速を行った場合、前方認識装置によって最後尾車両を認識したときには当該最後尾車両に接近しすぎてしまい、急減速を余儀なくされる等の虞がある。

【0012】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、見通しの悪い道路等においても、急減速を行うことなく先行車に対する減速制御を行うことができる車両の走行制御装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様による車両の走行制御装置は、自車両に搭載した自律センサを用いて自車走行路前方の走行環境を認識する第1の走行環境認識手段と、外部通信により車外から受信した情報に基づいて前記自車走行路前方の走行環境を認識する第2の走行環境認識手段と、前記第1の走行環境認識手段で認識した前記走行環境に基づいて前記自律センサによる視程距離を算出する視程距離算出手段と、前記第1の走行環境認識手段によって渋滞最後尾車両が認識されているとき、第1の減速度で前記渋滞最後尾車両の手前で停車するための第1の制御目標距離を算出し、前記第1の制御目標距離に基づく第1の減速制御を行う第1の減速制御手段と、前記第2の走行環境認識手段のみによって前記渋滞最後尾車両が認識されているとき、前記第1の減速度よりも小さい減速度である第2の減速度で前記渋滞最後尾車両の手前で停車するための第2の制御目標距離を算出し、前記第2の制御目標距離に基づく第2の減速制御を行う第2の減速制御手段と、前記第2の走行環境認識手段に設定された距離の推定誤差と前記視程距離の和が、前記第2の走行環境認識手段で認識した前記渋滞最後尾車両までの距離よりも大きいとき、減速制御を前記第2の減速制御から前記第1の減速制御に引き継ぐまでに必要な減速必要距離を算出し、前記第2の制御目標距離よりも手前から前記減速必要距離を加味したタイミングにて前記第2の減速制御を開始する開始タイミング変更手段と、を備えたことをものである。

30

【発明の効果】

40

【0014】

本発明の車両の走行制御装置によれば、見通しの悪い道路においても、急減速を行うことなく先行車に対する減速制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】自動運転システムの概略構成図

【図2】渋滞前減速制御ルーチンを示すフローチャート

【図3】見通しの悪いカーブの具体例を示す説明図

【図4】見通しの悪いカーブにおいて自律センサによる認識が困難な領域を例示する説明図

【図5】減速制御時における各パラメータを示す説明図

50

【図 6】(a) は自律センサによる検知範囲が十分な場合の減速制御を示す説明図であって (b) は自律センサによる検知範囲が不十分な場合の減速制御を示す説明図

【図 7】カーブ走行時に道路側壁によって視界が遮られた場合の自律センサによる視程距離を示す説明図

【図 8】カーブ走行時に隣車線を走行する車両によって視界が遮られた場合の自律センサによる視程距離を示す説明図

【図 9】カーブ走行時に隣車線を走行する車両によって視界が遮られた場合の自律センサによる白線認識に基づく視程距離を示す説明図

【図 10】直進走行時に雨、霧、降雪、或いはトンネル入口等により視界が遮られた場合の視程距離を示す説明図

10

【図 11】直進走行時に逆光により視界が遮られた場合の視程距離を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面に基づいて本発明の一実施形態を説明する。図 1 に示す自動運転システム 1 は、自車両 100 (図 4 ~ 図 11 参照) に搭載されている。この自動運転システム 1 は、自車位置を検出する手段としてロケータユニット 11 と第 1 の走行環境情報取得手段としてのカメラユニット 21 とが搭載されている。

【0017】

ロケータユニット 11 は道路地図上の自車両 100 の位置 (自車位置) を推定すると共に、この自車位置の前方の道路地図データを取得する。一方、カメラユニット 21 は自車両 100 の前方の走行環境情報を取得して、走行車線の左右を区画する区画線、道路形状、先行車の有無等を認識すると共に、区画線中央の道路曲率、先行車との車間距離及び相対速度等を求める。

20

【0018】

ロケータユニット 11 は、ロケータ演算部 12 と記憶手段としての高精度道路地図データベース 18 とを有している。このロケータ演算部 12、後述する前方走行環境認識部 21d、及び自動運転制御部 22 は、CPU, RAM, ROM等を備える周知のマイクロコンピュータ、及びその周辺機器で構成されており、ROMにはCPUで実行するプログラムやベースマップ等の固定データ等が予め記憶されている。

【0019】

30

このロケータ演算部 12 の入力側に、自車両 100 に作用する前後加速度を検出する加速度センサ 13、前後左右各車輪の回転速度から車速を検出する車速検出手段としての車輪速センサ 14、自車両 100 の角速度或いは角加速度を検出するジャイロセンサ 15、複数の測位衛星から発信される測位信号を受信する GNSS (Global Navigation Satellite System) 受信機 16 等、自車両 100 の現在位置 (自車位置) を推定するに際し、必要とするパラメータを検出するセンサ類が接続されている。更に、ロケータ演算部 12 に対して道路地図上の目的地情報 (住所、電話番号、モニタに表示された登録一覧からの選択等) を入力する目的地情報入力装置 17 が接続されている。

【0020】

又、ロケータ演算部 12 は、道路地図情報取得部 12a、目標ルート作成演算部 12b を備えている。道路地図情報取得部 12a は GNSS 受信機 16 で受信した測位信号に基づき自車両 100 の位置座標 (緯度、経度) を取得し、この位置座標と目的地情報入力装置 17 を介して入力された目的地の位置座標 (緯度、経度) を、高精度道路地図データベース 18 に記憶されている道路地図上にマップマッチングして、両位置を特定し、現在の自車位置から目的地までの道路地図情報を目標ルート作成演算部 12b に送信する。

40

【0021】

尚、道路地図情報取得部 12a は、トンネル内走行等のように GNSS 受信機 16 の感度低下により測位衛星からの有効な測位信号を受信することができない環境では、車輪速センサ 14 で検出した車輪速に基づき求めた車速、ジャイロセンサ 15 で検出した角速度、加速度センサ 13 で検出した前後加速度に基づいて自車位置を推定する自律航法に切替

50

えて、道路地図上の自車位置を推定する。

【 0 0 2 2 】

ところで、上述した高精度道路地図データベース 1 8 は H D D 等の大容量記憶媒体であり、高精度な道路地図情報（ダイナミックマップ）が記憶されている。この高精度道路地図情報は、自動運転を行う際に必要とする車線データ（車線幅データ、車線中央位置座標データ、車線の進行方位角データ、制限速度等）を保有しており、この車線データは、道路地図上の各車線に数メートル間隔で格納されている。

【 0 0 2 3 】

目標ルート作成演算部 1 2 b は、道路地図情報取得部 1 2 a でマップマッチングした現在位置と目的地とを結ぶ目標ルートを道路地図上に作成すると共に、自車両 1 0 0 前方の目標ルート上に、自車両 1 0 0 を走行車線（3 車線であれば、左側車線、中央車線、右側車線の何れかの左右区画線の中央）に沿って自動走行させるための目標進行路を設定する。この目標進行路情報は自動運転制御部 2 2 で読み込まれる。

10

【 0 0 2 4 】

一方、カメラユニット 2 1 は、自車両 1 0 0 の車室内前部の上部中央に固定されており、車幅方向中央を挟んで左右対称な位置に配設されている自律センサとしてのメインカメラ 2 1 a 及びサブカメラ 2 1 b からなる車載カメラ（ステレオカメラ）と、画像処理ユニット（I P U）2 1 c、及び前方走行環境認識部 2 1 d とを有している。このカメラユニット 2 1 は、両カメラ 2 1 a、2 1 b で撮像した自車両 1 0 0 前方の走行環境画像情報を I P U 2 1 c にて所定に画像処理する。

20

【 0 0 2 5 】

前方走行環境認識部 2 1 d は、I P U 2 1 c で画像処理された走行環境画像情報を読み込み、この走行環境画像情報に基づき前方走行環境を認識する。認識する前方走行環境には、自車両 1 0 0 が走行する進行路（自車進行路）の道路形状（左右を区画する区画線の中央の道路曲率[1/m]、及び左右区画線間の幅（車幅））、自車進行路及び隣接する車線を走行する先行車が含まれている。更に、先行車を検出した場合は、この先行車との車間距離、及びこの車間距離の変化に基づいて求めた相対車速も前方走行環境に含まれる。この前方走行環境情報が自動運転制御部 2 2 に送信される。

【 0 0 2 6 】

自動運転制御部 2 2 は、渋滞情報取得部 2 2 a、車両制御演算部 2 2 b を備えており、入力側に、ロケータ演算部 1 2、前方走行環境認識部 2 1 d 以外に、渋滞情報取得手段としての渋滞情報受信機 3 2 が接続されている。この渋滞情報受信機 3 2 は、V I C S（V ehicle Information and Communication System：登録商標）センタに代表される道路交通情報配信センタから配信されるクラウド情報である走行環境情報としての道路交通情報を受信する。この道路交通情報の 1 つに渋滞情報がある。この渋滞情報は、所定時間（例えば、5 [sec]）毎に更新されて配信される。すなわち、本実施形態において、渋滞情報取得部 2 2 a は、渋滞情報受信機 3 2 とともに第 2 の走行環境認識手段としての機能を実現する。

30

【 0 0 2 7 】

又、この自動運転制御部 2 2 の出力側に、警報手段としての警報装置 3 1、自車両 1 0 0 を車線に沿って走行させる操舵制御部 3 3、強制ブレーキにより自車両 1 0 0 を減速させるブレーキ制御部 3 4、自車両 1 0 0 の車速を制御する加減速制御部 3 5 が接続されている。

40

【 0 0 2 8 】

自動運転制御部 2 2 の渋滞情報取得部 2 2 a は、渋滞情報受信機 3 2 で受信した渋滞情報を取得する。ところで、渋滞は、一般に走行速度が 2 0 ~ 4 0 [Km/h] 以下であって、車列が 1 [Km] 以上と定義されている。従って、所定時間経過後の渋滞車列は、渋滞停車が継続している場合を除けば進行方向に移動していることになる。この渋滞情報には、渋滞車列の距離、移動速度、及び先頭の車両と最後尾車両 P e との各位置座標等が含まれている。この渋滞情報は車両制御演算部 2 2 b で読み込まれる。

50

【 0 0 2 9 】

車両制御演算部 2 2 b は、A C C (Adaptive Cruise Control) 機能を有している。従って、カメラユニット 2 1 が目標進行路上に先行車を補足していない場合は、自車両 1 0 0 をセット車速で走行させ、先行車が補足された場合は、所定車間距離を維持した状態で先行車に追従走行させる。この A C C は自車両 1 0 0 が渋滞車列の最後尾車両 P e に接近する際に実行される渋滞前減速制御にも適用される。

【 0 0 3 0 】

この渋滞前減速制御において、車両制御演算部 2 2 b は、基本的には、自律センサであるカメラユニット 2 1 により取得した走行環境情報に基づいて最後尾車両 P e が検出 (捕捉) された場合には、第 1 の減速度として予め設定された減速度 (A C C 制御において予め設定された基本減速度 a_{acc}) を用いて最後尾車両 P e の手前で自車両 1 0 0 を停止させるために必要な第 1 の制御目標距離として追従停止距離 Z_{acc} を算出し、最後尾車両 P e までのセンサ車間距離 Z_{sensor} が追従停止距離 Z_{acc} を下回った場合には基本減速度 a_{acc} を用いた第 1 の減速制御 (追従減速制御) を行う。

【 0 0 3 1 】

その一方で、走行環境によっては、最後尾車両 P e に対して接近するまで、当該最後尾車両 P e を検出できない場合がある。このようなケースとして、例えば、図 3 , 4 , 7 に示すように、自車走行路 (自車走行レーン) の前方にカーブが存在し、且つ、当該カーブに沿って設けられた側壁により、カメラユニット 2 1 の検出範囲が一部遮られる場合等が該当する。或いは、例えば、図 8 , 9 に示すように、自車走行路前方にカーブが存在し、且つ、自車走行路よりも旋回方向内側の隣接車線を走行する車両等の障害物により、カメラユニット 2 1 の検出範囲が一部遮られる場合等が該当する。或いは、例えば、図 1 0 に示すように、自車走行路前方が直進路等であっても、雨、霧、降雪、またはトンネル入口等により前方の視界が遮られる場合が該当する。或いは、例えば、図 1 1 に示すように、自車走行路前方が直進路等であっても、逆光により前方の視界が遮られる場合が該当する。

【 0 0 3 2 】

これらの場合であって、渋滞情報取得部 2 2 a からのクラウド情報のみにより、カメラユニット 2 1 よりも先に最後尾車両 P e を検出 (捕捉) した場合には、車両制御演算部 2 2 b は、予め設定した第 2 の減速度 (基本減速度 a_{acc} よりも小さい予備的な減速度である予備減速度 a_{cloud}) を用いて最後尾車両 P e の手前で自車両 1 0 0 を停止させるために必要な第 2 の制御目標距離として予備減速距離 Z_{predec} を算出し、クラウド情報から捕捉した最後尾車両 P e までの道のり距離である車間距離 (クラウド車間距離 Z_{cloud}) が予備減速距離 Z_{predec} を下回った場合には予備減速度 a_{cloud} を用いた第 2 の減速制御 (予備減速制御) を行う。

【 0 0 3 3 】

ところで、このようなクラウド情報に基づく予備減速は、基本減速度 a_{acc} を用いた減速制御に引き継ぐことを前提とするものであり、そもそもクラウド車間距離 Z_{cloud} 自体が所定の誤差を有していることを前提とする。なお、このような誤差は、クラウド推定誤差 Z_{err} として、V I C S 等の精度からある程度予測可能であり、固定値として扱うことができる。

【 0 0 3 4 】

従って、カメラユニット 2 1 により走行環境情報を認識可能な距離である視程距離 Z_{vis} が短い場合であって、且つ、クラウド車間距離 Z_{cloud} の誤差が大きい場合、仮にクラウド情報に基づく予備減速を行っていたとしても、当該予備減速が不十分な場合がある。そこで、車両制御演算部 2 2 b は、カメラユニット 2 1 による視程距離 Z_{vis} を算出すると共に、算出した視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} の和が予備減速距離 Z_{predec} よりも大きいとき、現在の自車速 V_{acc} において、予備減速から追従減速に引き継ぐまでに必要な距離である減速必要距離 Z_{req} を算出する。そして、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} と減速必要距離 Z_{req} の和が、クラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きくなったとき、予備減速距離 Z_{predec} に到達していない場合であっても予備減速制御を

10

20

30

40

50

開始する。

【 0 0 3 5 】

このように、本実施形態において、車両制御演算部 2 2 b は、視程距離算出手段、第 1 の減速制御手段、第 2 の減速制御手段、及び開始タイミング変更手段としての各機能を実現する。

【 0 0 3 6 】

上述した車両制御演算部 2 2 b での渋滞前減速制御は、具体的には図 2 に示す渋滞前減速制御ルーチンのフローチャートに従って実行される。

【 0 0 3 7 】

このルーチンは設定時間毎に繰り返し実行されるものであり、ルーチンがスタートすると、車両制御演算部 2 2 b は、先ず、ステップ S 1 0 1 において、カメラユニット 2 1 により認識した走行環境情報から、渋滞の最後尾車両を検出しているか否かを調べる。

10

【 0 0 3 8 】

そして、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 0 1 において、最後尾車両を検出していないと判定した場合にはステップ S 1 0 2 に進み、最後尾車両を検出したと判定した場合にはステップ S 1 1 2 に進む。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 2 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、渋滞情報取得部 2 2 a から渋滞情報を読み込み、続くステップ S 1 0 3 において、自車両 1 0 0 の前方所定距離以内に渋滞が存在するか否かを調べる。

20

【 0 0 4 0 】

そして、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 0 3 において、所定距離以内に渋滞が存在すると判定した場合にはステップ S 1 0 4 に進み、所定距離以内に渋滞が存在しないと判定した場合にはそのままルーチンを抜ける。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 0 3 からステップ S 1 0 4 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、渋滞情報取得部 2 2 a から読み込んだ渋滞情報に基づく最後尾車両に対し、自車両 1 0 0 が現在の車速から予め設定された予備減速度 a_{cloud} のみを用いて予備的な減速を行ったときに、最後尾車両の手前で停止するのに必要な距離である予備減速距離 Z_{predec} を算出する。

【 0 0 4 2 】

この予備減速距離 Z_{predec} は、例えば、以下の (1) 式に基づいて算出される。

30

【 0 0 4 3 】

$$Z_{predec} = V_{acc}^2 / (2 \cdot a_{cloud}) \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 4 】

なお、(1) 式において、 V_{acc} は、追従者間距離制御における自車速である。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 0 4 からステップ S 1 0 5 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、カメラユニット 2 1 により認識した走行環境情報から、車載カメラによる視程距離 Z_{vis} を算出する。

【 0 0 4 6 】

この視程距離 Z_{vis} は、カメラユニット 2 1 により認識した走行環境情報に応じて、種々のパターンにより算出される。例えば、自車走行路前方にカーブが存在し、且つ、当該カーブに沿って設けられた側壁により、カメラユニット 2 1 の検出範囲が一部遮られる場合の視程距離 Z_{vis} としては、図 7 に示す関係に基づいて、自車走行路を 1 0 0 % 視認可能な地点までの視程距離 $Z_{vis}(100\%)$ と、自車走行路を 5 0 % 視認可能な地点までの視程距離 $Z_{vis}(50\%)$ と、自車走行路を視認不能な地点までの視程距離 $Z_{vis}(0\%)$ を、以下の (2) 式 ~ (4) 式を用いて算出することが可能である。

40

【 0 0 4 7 】

$$Z_{vis}(100\%) = (R_{lane}^2 - (R_{lane} - d_{wall})^2)^{1/2} \quad \dots (2)$$

【 0 0 4 8 】

50

$$Z_{\text{vis}}(50\%) = Z_{\text{vis}}(100\%) \cdot 2 \dots (3)$$

【0049】

$$Z_{\text{vis}}(0\%) = \left((R_{\text{lane}} + d_{\text{lane}})^2 - R_{\text{wall}}^2 \right)^{1/2} + Z_{\text{vis}}(100\%) \dots (4)$$

【0050】

ここで、式中において、 R_{lane} は道路半径、 R_{wall} は壁面半径、 d_{lane} は道路幅の半値、 d_{wall} は道路中心から壁面までの距離である。

【0051】

また、例えば、自車走行路前方にカーブが存在し、且つ、自車走行路よりも旋回方向内側の隣接車線を走行する車両等の障害物により、カメラユニット21の検出範囲が一部遮られる場合の視程距離 Z_{vis} としては、図8に示す関係に基づいて、自車走行路を100%視認可能な地点までの視程距離 $Z_{\text{vis}}(100\%)$ と、自車走行路を50%視認可能な地点までの視程距離 $Z_{\text{vis}}(50\%)$ と、自車走行路を視認不能な地点までの視程距離 $Z_{\text{vis}}(0\%)$ を、以下の(5)式～(7)式を用いて算出することが可能である。

10

【0052】

$$Z_{\text{vis}}(100\%) = \left(R_{\text{lane}}^2 - (R_{\text{lane}} - d_{\text{obs}})^2 \right)^{1/2} \dots (5)$$

【0053】

$$Z_{\text{vis}}(50\%) = Z_{\text{vis}}(100\%) \cdot 2 \dots (6)$$

【0054】

$$Z_{\text{vis}}(0\%) = \left((R_{\text{lane}} + d_{\text{lane}})^2 - R_{\text{obs}}^2 \right)^{1/2} + Z_{\text{vis}}(100\%) \dots (7)$$

【0055】

ここで、式中において、 R_{obs} はカーブ中心から障害物までの距離（例えば、障害物が車両である場合には車両の旋回半径）、 d_{obs} は道路中心から障害物までの距離である。

20

【0056】

或いは、例えば、図9に示すように、自車走行路を区画する旋回方向内側の白線及び旋回方向外側の白線に基づいて自車走行路を100%視認可能な地点までの視程距離 $Z_{\text{vis}}(100\%)$ と、自車走行路を50%視認可能な地点までの視程距離 $Z_{\text{vis}}(50\%)$ と、自車走行路を視認不能な地点までの視程距離 $Z_{\text{vis}}(0\%)$ を、以下の(8)式～(10)式を用いて算出することが可能である。

【0057】

$$Z_{\text{vis}}(100\%) = Z_{\text{linein}} \dots (8)$$

30

【0058】

$$Z_{\text{vis}}(50\%) = Z_{\text{vis}}(100\%) \cdot 2 \dots (9)$$

【0059】

$$Z_{\text{vis}}(0\%) = Z_{\text{lineout}} \dots (10)$$

【0060】

ここで、 Z_{linein} は旋回方向内側の白線の視認可能な距離、 Z_{lineout} は旋回方向外側の白線の視認可能な距離である。

【0061】

なお、このようなカーブにおける視程距離 Z_{vis} としては、何れを用いても構わないが、以下の制御において、例えば、視程距離 $Z_{\text{vis}}(50\%)$ を好適に用いることが可能である。

40

【0062】

また、例えば、図10, 11に示すように、自車走行路前方が直進路等であっても、雨、霧、降雪、またはトンネル入口等により前方の視界が遮られる場合、或いは、自車走行路前方が直進路等であっても、逆光により前方の視界が遮られる場合の視程距離 Z_{vis} としては、白線の視認可能な距離 Z_{line} を用いることが可能である。

【0063】

ステップS105からステップS106に進むと、車両制御演算部22bは、予め設定された基本減速度 a_{acc} を用いて自車両100を減速させた際に、視程距離内において停止することが可能な最大車速である視程内停止可能車速 V_{vis} を算出する。

【0064】

50

この視程内停止可能車速 V_{vis} は、例えば、以下の (1 1) 式に基づいて算出される。

【 0 0 6 5 】

$$V_{vis} = (2 \cdot a_{acc} \cdot Z_{vis})^{1/2} \dots (1 1)$$

【 0 0 6 6 】

そして、ステップ S 1 0 6 からステップ S 1 0 7 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} の和が、自車両 1 0 0 から渋滞情報取得部 2 2 a で取得した渋滞最後尾車両 P e までのクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きいかなかを調べる。

【 0 0 6 7 】

そして、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 0 7 において、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} の和がクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きいと判断した場合にはステップ S 1 0 8 に進み、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} の和がクラウド車間距離 Z_{cloud} 以下であると判断した場合にはステップ S 1 1 0 に進む。

10

【 0 0 6 8 】

なお、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} の和がクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きい場合は、渋滞情報取得部 2 2 a で現在取得されている渋滞最後尾車両 P e が次の瞬間にカメラユニット 2 1 によって突然検出される可能性がある場合である。一方、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} の和がクラウド車間距離 Z_{cloud} 以下である場合は、渋滞情報取得部 2 2 a で現在取得されている渋滞最後尾車両 P e が次の瞬間にカメラユニット 2 1 によって突然検出される可能性が低い場合である。

20

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 0 7 からステップ S 1 0 8 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、予備減速距離 Z_{predec} がクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きいかなかを調べる。

【 0 0 7 0 】

そして、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 0 8 において、予備減速距離 Z_{predec} がクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きいと判断した場合にはステップ S 1 0 9 に進み、予備減速距離 Z_{predec} がクラウド車間距離 Z_{cloud} 以下であると判断した場合にはそのままルーチンを抜ける。

【 0 0 7 1 】

また、ステップ S 1 0 7 からステップ S 1 1 0 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、渋滞情報取得部 2 2 a で取得されている位置に渋滞最後尾車両 P e が存在すると仮定した場合に、当該渋滞最後尾車両 P e に対する減速を行うに際し、基本減速度 a_{acc} による減速に引き継ぐ前に、予備減速度 a_{cloud} を用いた減速に必要な距離である減速必要距離 Z_{req} を算出する。換言すれば、ステップ S 1 1 0 において、車両制御演算部 2 2 b は、予備減速度 a_{cloud} を用いた減速により、自車速 V_{acc} を視程内停止可能車速 V_{vis} まで減速させるために必要な距離として、減速必要距離 Z_{req} を算出する。

30

【 0 0 7 2 】

この減速必要距離 Z_{req} は、例えば、以下の (1 2) 式に基づいて算出される。

【 0 0 7 3 】

$$Z_{req} = (V_{acc} - (2 \cdot a_{acc})^{1/2})^2 / (2 \cdot a_{cloud}) \dots (1 2)$$

40

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 1 0 からステップ S 1 1 1 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} と減速必要距離 Z_{req} の和がクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きいかなかを調べる。ここで、視程距離 Z_{vis} とクラウド推定誤差 Z_{err} と減速必要距離 Z_{req} の和とは、渋滞最後尾車両 P e に対する予備減速度 a_{cloud} による予備的な減速を開始した後、カメラユニット 2 1 により実際の渋滞最後尾車両 P e を検出して通常の追従減速を開始した場合にも基本減速度 a_{acc} よりも大きい減速度を用いることなく自車両 1 0 0 を渋滞最後尾車両 P e の手前で停止させるために必要な最小距離である。

【 0 0 7 5 】

そして、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 1 1 において、視程距離 Z_{vis} とクラ

50

ウド推定誤差 Z_err と減速必要距離 Z_req の和がクラウド車間距離 Z_cloud よりも大きいと判断した場合にはステップ S 1 0 9 に進み、視程距離 Z_vis とクラウド推定誤差 Z_err と減速必要距離 Z_req の和がクラウド車間距離 Z_cloud 以下であると判断した場合にはそのままルーチンを抜ける。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 0 8 あるいはステップ S 1 1 1 からステップ S 1 0 9 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、予備減速度 a_cloud による減速を行った後、ルーチンを抜ける。

【 0 0 7 7 】

また、ステップ S 1 0 1 からステップ S 1 1 2 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、カメラユニット 2 1 により検出した実際の最後尾車両 P e までの車間距離であるセンサ車間距離 Z_sensor を算出する。

10

【 0 0 7 8 】

続くステップ S 1 1 3 において、車両制御演算部 2 2 b は、基本減速度 a_acc を用いた減速により、自車速 V_acc で走行中の自車両 1 0 0 を渋滞最後尾車両 P e の手前で停止させるために必要な距離として、追従停止距離 Z_acc を算出する。

【 0 0 7 9 】

この追従停止距離 Z_acc は、例えば、以下の (1 3) 式に基づいて算出される。

【 0 0 8 0 】

$$Z_acc = (V_acc^2) / (2 \cdot a_acc) \dots (1 3)$$

【 0 0 8 1 】

20

続くステップ S 1 1 4 に進むと、車両制御演算部 2 2 b は、センサ車間距離 Z_sensor が追従停止距離 Z_acc よりも大きいかな否かを調べる。

【 0 0 8 2 】

そして、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 1 4 において、センサ車間距離 Z_sensor が追従停止距離 Z_acc 以下であると判断した場合には、そのままルーチンを抜ける。

【 0 0 8 3 】

一方、車両制御演算部 2 2 b は、ステップ S 1 1 4 において、センサ車間距離 Z_sensor が追従停止距離 Z_acc よりも大きいと判断した場合には、ステップ S 1 1 5 に進み、基本減速度 a_acc による減速を行った後、ルーチンを抜ける。

【 0 0 8 4 】

30

このような実施形態によれば、車両制御演算部 2 2 b は、カメラユニット 2 1 で認識した走行環境に基づいてステレオカメラによる視程距離 Z_vis を算出するとともに、自車走行路前方に渋滞最後尾車両 P e が認識されているとき基本減速度 a_acc を用いて自車速 V_acc を減速させて渋滞最後尾車両 P e の手前で停車させるための追従停止距離 Z_acc を算出し、追従停止距離 Z_acc に基づく減速制御を行うとともに、渋滞情報取得部 2 2 a のみによって渋滞最後尾車両 P e が認識されているとき基本減速度 a_acc よりも小さい予備減速度 a_cloud を用いて自車速 V_acc を減速させて渋滞最後尾車両 P e の手前で停車させるための予備減速距離 Z_predec を算出し、基本減速度 a_acc による減速に引き継ぐまでの間は予備減速距離 Z_predec に基づく減速制御を行う構成において、渋滞情報取得部 2 2 a に設定されたクラウド推定誤差 Z_err と視程距離 Z_vis の和が、渋滞情報取得部 2 2 a によって認識した渋滞最後尾車両 P e までの距離であるクラウド車間距離 Z_cloud よりも大きいとき、減速制御を予備減速度 a_cloud による減速制御から基本減速度 a_acc による減速に引き継ぐまでに必要な減速必要距離 Z_req を算出し、予備減速距離 Z_predec よりも手前から、減速必要距離 Z_req に基づくタイミングにて予備減速度 a_cloud による減速制御を行うことにより、見通しの悪い道路等においても、急減速を行うことなく先行車に対する減速制御を行うことができる。

40

【 0 0 8 5 】

すなわち、渋滞情報取得部 2 2 a によってのみ渋滞最後尾車両 P e が認識されている場合において、例えば、図 6 (a) に示すように、クラウド推定誤差 Z_err と視程距離 Z_vis の和がクラウド車間距離 Z_cloud 以下であるときは視程距離 Z_vis が十分な距離であり

50

、予備減速距離 Z_{predec} に基づくタイミングで予備減速度 a_{cloud} を用いた減速制御を開始することにより、不必要に早いタイミングで減速制御を開始することなく、カメラユニット 21 によって渋滞最後尾車両 P_e を検出した際に、適切な車速で基本減速度 a_{acc} を用いた減速制御に引き継ぐことができる。

【0086】

一方、例えば、図 6 (b) に示すように、クラウド推定誤差 Z_{err} と視程距離 Z_{vis} の和がクラウド車間距離 Z_{cloud} よりも大きいときは視程距離 Z_{vis} が不十分な距離である可能性を考慮し、減速必要距離 Z_{req} を加味したタイミング（すなわち、視程距離補正したタイミング）で予備減速度 a_{cloud} を用いた減速制御を開始することにより、カメラユニット 21 により渋滞最後尾車両 P_e を比較的近距离で検出した際にも、渋滞情報取得部 22 a による認識誤差に起因して予備減速度 a_{cloud} による減速が不十分となることを回避することができ、この場合においても、適切な車速で基本減速度 a_{acc} を用いた減速制御に引き継ぐことができる。

10

【0087】

なお、本発明は、以上説明した各実施形態に限定されることなく、種々の変形や変更が可能であり、それらも本発明の技術的範囲内である。例えば、上述の実施形態においては、自律センサとしてステレオカメラを用いた一例について説明したが、レーザーレーダ等の他のセンサを自律センサとして用いても良いことは勿論である。

【符号の説明】

【0088】

20

- 1 ... 自動運転システム
- 11 ... ロケータユニット
- 12 ... ロケータ演算部
- 12 a ... 道路地図情報取得部
- 12 b ... 目標ルート作成演算部
- 13 ... 加速度センサ
- 14 ... 車輪速センサ
- 15 ... ジャイロセンサ
- 16 ... GNSS受信機
- 17 ... 目的地情報入力装置
- 18 ... 高精度道路地図データベース
- 21 ... カメラユニット
- 21 a ... メインカメラ
- 21 b ... サブカメラ
- 21 c ... 画像処理ユニット (IPU)
- 21 d ... 前方走行環境認識部
- 22 ... 自動運転制御部
- 22 a ... 渋滞情報取得部
- 22 b ... 車両制御演算部
- 31 ... 警報装置
- 32 ... 渋滞情報受信機
- 33 ... 操舵制御部
- 34 ... ブレーキ制御部
- 35 ... 加減速制御部
- 100 ... 自車両
- V_{vis} ... 視程内停止可能車速
- V_{acc} ... 自車速
- Z_{cloud} ... クラウド車間距離
- Z_{vis} ... 視程距離
- Z_{err} ... クラウド推定誤差

30

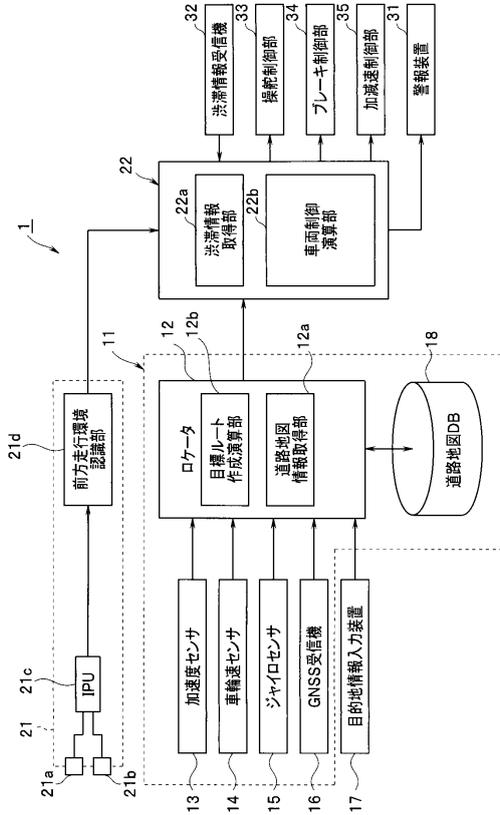
40

50

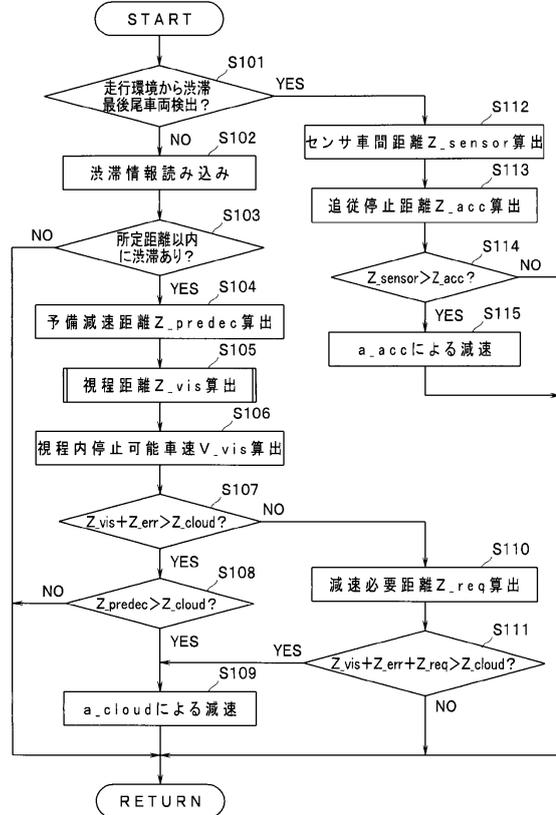
Z_predec ... 予備減速距離
 Z_req ... 減速必要距離
 Z_sensor ... センサ車間距離
 Z_acc ... 追従停止距離
 a_acc ... 基本減速度
 a_cloud ... 予備減速度

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

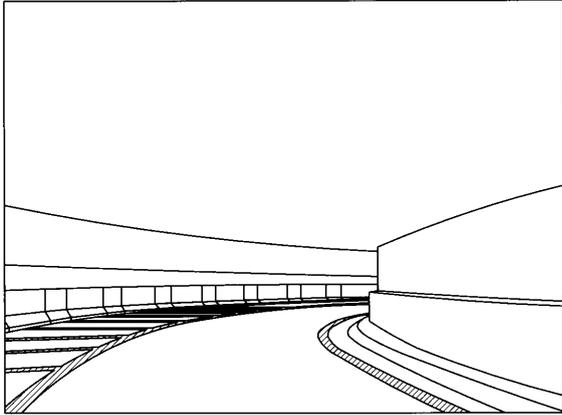
20

30

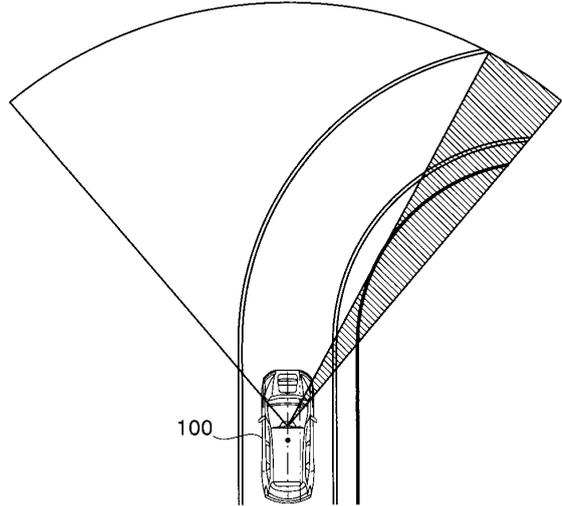
40

50

【 図 3 】

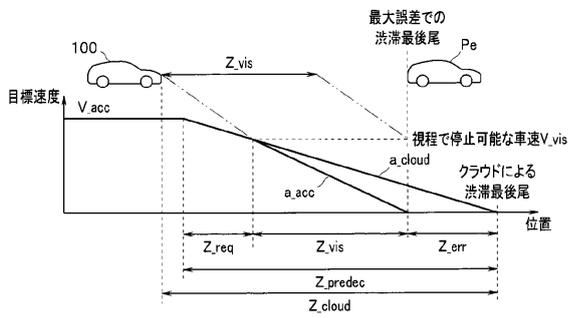


【 図 4 】

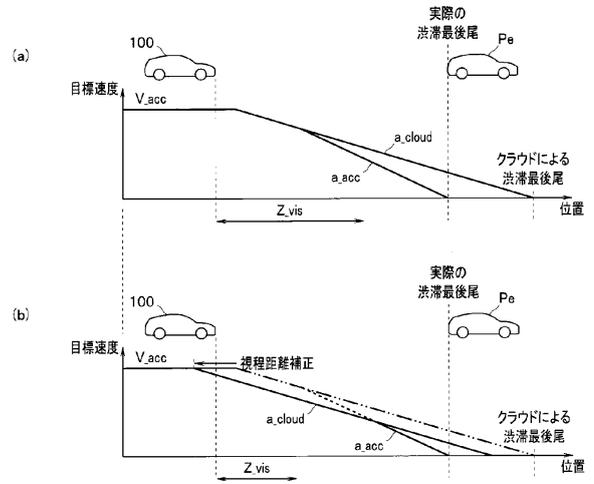


10

【 図 5 】



【 図 6 】



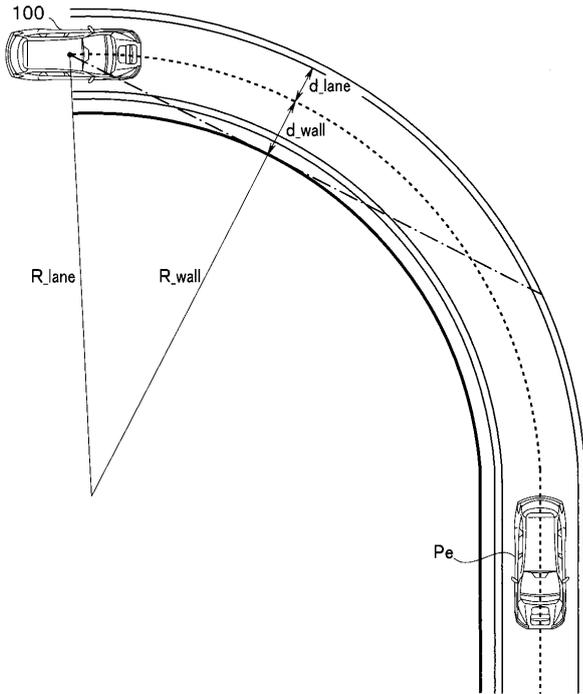
20

30

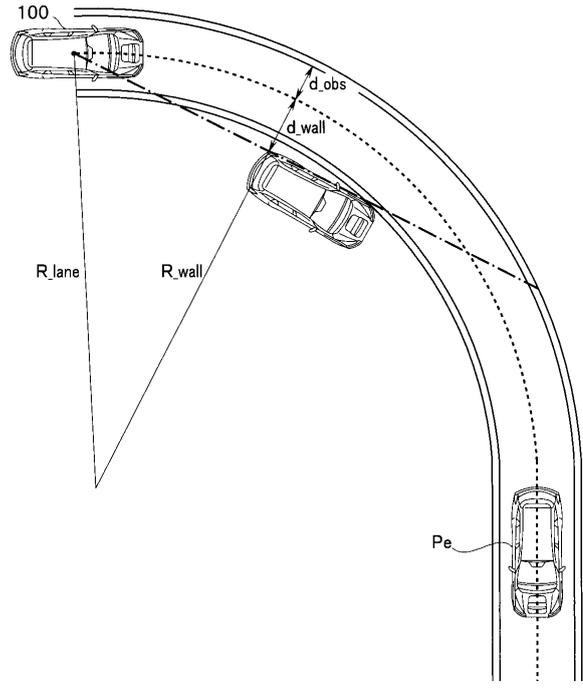
40

50

【 7 】



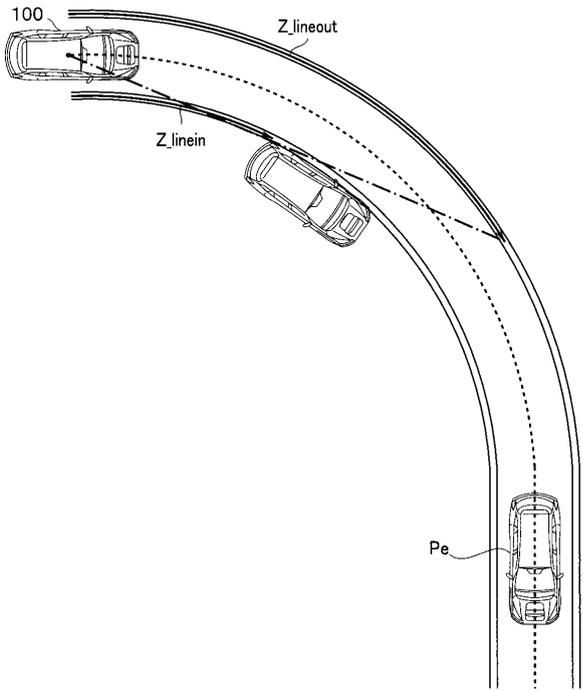
【 8 】



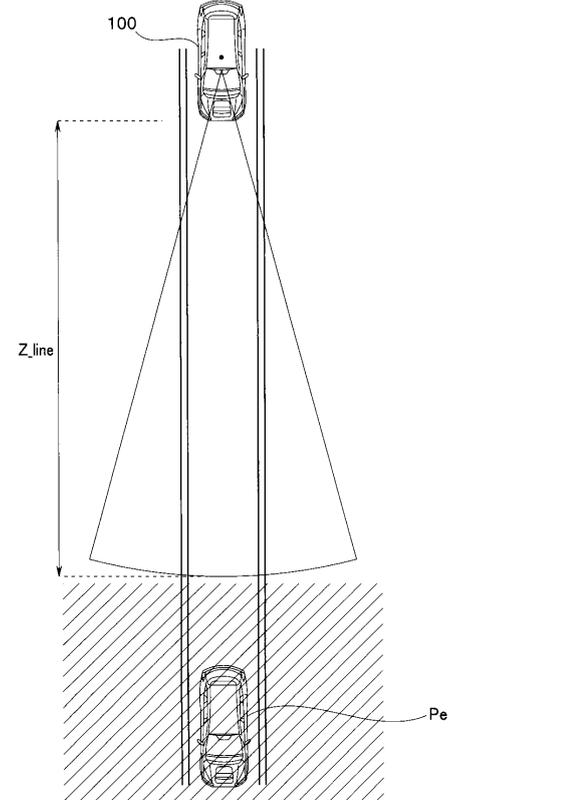
10

20

【 9 】



【 10 】

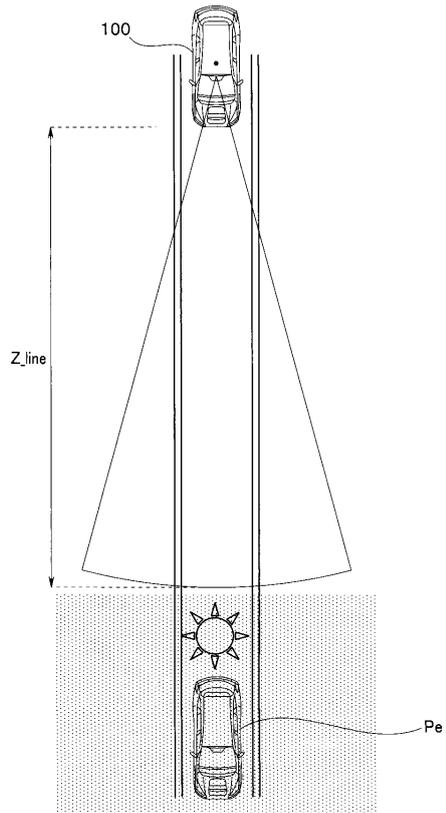


30

40

50

【 1 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
B 6 0 W 30/09

(56)参考文献

特開 2 0 1 9 - 2 1 5 7 3 0 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 0 9 8 9 1 4 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 1 3 4 5 3 5 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 1 4 2 6 8 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 8 G 1 / 1 6

G 0 8 G 1 / 0 9

B 6 0 T 7 / 1 2

B 6 0 W 3 0 / 0 9 5

B 6 0 W 3 0 / 0 9