

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6535537号
(P6535537)

(45) 発行日 令和1年6月26日(2019.6.26)

(24) 登録日 令和1年6月7日(2019.6.7)

(51) Int. Cl. F I
G08G 1/16 (2006.01) G08G 1/16 C
 B6OR 21/00 (2006.01) B6OR 21/00 991

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-150624 (P2015-150624)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成27年7月30日 (2015.7.30)		株式会社 S U B A R U
(65) 公開番号	特開2017-33152 (P2017-33152A)		東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(43) 公開日	平成29年2月9日 (2017.2.9)	(74) 代理人	110002907
審査請求日	平成30年4月26日 (2018.4.26)		特許業務法人イトーシン国際特許事務所
		(74) 代理人	100076233
			弁理士 伊藤 進
		(74) 代理人	100101661
			弁理士 長谷川 靖
		(74) 代理人	100135932
			弁理士 篠浦 治
		(72) 発明者	関口 弘幸
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の運転支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両前方の立体物を認識する前方立体物認識手段と、
 自車進行路を推定する自車進行路推定手段と、
 前記自車進行路上に前記立体物が存在するとき、当該立体物の中から制御対象物を選定する制御対象物選定手段と、
 自車速に応じて変化する前方注視点を前記自車進行路上に設定する前方注視点設定手段と、

前記制御対象物に対して自車両が衝突する可能性が高いと判定したとき、前記制御対象物に自車両との衝突予想面を設定し、前記衝突予想面において前記自車進行路及び前記前方注視点を反射させた反射進行路及び反射注視点を設定する反射手段と、

前記自車進行路に接し、且つ、前記反射注視点において前記反射進行路に接する接円の円弧を前記制御対象物との衝突回避のための走行軌跡として設定する走行軌跡設定手段と、を備えたことを特徴する車両の運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステレオカメラ、レーザーレーダ等で検出した前方の立体物に対して接触を回避するための制御を行う車両の運転支援装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

近年、自動車等の車両においては、カメラで撮像した画像やレーダ装置から発射された電波の反射波等を解析して車両の周囲に存在する物体を検出し、検出した物体の情報に基づいて自車両と他の物体との衝突の可能性の有無を判断し、衝突の可能性がある場合には警報を鳴らしてドライバーの注意を喚起したり、衝突を回避するように自動操舵や制動制御を行ったりする等の運転支援制御を行う技術が開示されている。

【 0 0 0 3 】

例えば、特許文献 1 には、進行方向前方に存在する物体を検知し、物体の検知結果と所定の接触判定条件とに基づき、自車両と物体との接触に係る判定を行い、その判定結果に応じてスロットルアクチュエータ、ブレーキアクチュエータ、ステアリングアクチュエータ、報知装置等を適切なタイミングで作動させる技術が開示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 2 6 0 5 0 4 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

ところで、この種の運転支援装置において、自車進行路上の障害物（制御対象物）との衝突回避を操舵によって行う場合、時々刻々と変化する物体との相対関係等に応じて、自車両が採るべき好適な走行軌跡を、簡便な方法によって設定することが重要となる。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、自車進行路上の制御対象物との衝突回避のために好適な走行軌跡を、簡便な方法によって設定することができる車両の運転支援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 】

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様による車両の運転支援装置は、自車両前方の立体物を認識する前方立体物認識手段と、自車進行路を推定する自車進行路推定手段と、前記自車進行路上に前記立体物が存在するとき、当該立体物の中から制御対象物を選定する制御対象物選定手段と、自車速に応じて変化する前方注視点を前記自車進行路上に設定する前方注視点設定手段と、前記制御対象物に対して自車両が衝突する可能性が高いと判定したとき、前記制御対象物に自車両との衝突予想面を設定し、前記衝突予想面において前記自車進行路及び前記前方注視点を反射させた反射進行路及び反射注視点を設定する反射手段と、前記自車進行路に接し、且つ、前記反射注視点において前記反射進行路に接する接円の円弧を前記制御対象物との衝突回避のための走行軌跡として設定する走行軌跡設定手段と、を備えたものである。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明の車両の運転支援装置によれば、自車進行路上の制御対象物との衝突回避のために好適な走行軌跡を、簡便な方法によって設定することができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 運転支援装置の概略構成図

【 図 2 】 立体物の選定領域を示す説明図

【 図 3 】 衝突予想面と回避走行軌跡を示す説明図

【 図 4 】 衝突予想面と回避走行軌跡を示す説明図

【 図 5 】 衝突回避制御ルーチンを示すフローチャート

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

50

以下、図面を参照して本発明の形態を説明する。図面は本発明の一実施形態に係り、図1は運転支援装置の概略構成図、図2は立体物の選定領域を示す説明図、図3, 4は衝突予想面と回避走行軌跡を示す説明図、図5は衝突回避制御ルーチンを示すフローチャートである。

【0011】

図1において、符号1は自動車等の車両（自車両）であり、この車両1には運転支援装置2が搭載されている。この運転支援装置2は、例えば、ステレオカメラ3、ステレオ画像認識装置4、制御ユニット5等を有して構成されている。

【0012】

また、自車両1には、自車速Vを検出する車速センサ11、ヨーレートを検出するヨーレートセンサ12、運転支援制御の各種機能のON-OFF切替等を行うメインスイッチ13、ステアリングホイールに連結するステアリング軸に対設されて舵角 δ を検出する舵角センサ14a、操舵トルクを T_{drv} を検出する操舵トルクセンサ14b、ドライバによるアクセルペダルの踏込量（アクセル開度） acc を検出するアクセル開度センサ15等が設けられている。

【0013】

ステレオカメラ3は、ステレオ画像光学系として、例えば電荷結合素子（CCD）等の固体撮像素子を用いた1組のCCDカメラで構成されている。これら左右のCCDカメラは、それぞれ車室内の天井前方に一定の間隔を持って取り付けられ、車外の対象を異なる視点からステレオ撮像し、画像データをステレオ画像認識装置4に出力する。なお、以下の説明において、ステレオ撮像された画像のうち一方の画像（例えば、右側の画像）を基準画像と称し、他方の画像（例えば、左側の画像）を比較画像と称す。

【0014】

ステレオ画像認識装置4は、まず、基準画像を 4×4 画素の小領域に分割し、それぞれの小領域の輝度或いは色のパターンを比較画像と比較して対応する領域を見つけ出し、基準画像全体に渡る距離分布を求める。さらに、ステレオ画像認識装置4は、基準画像上の各画素について隣接する画素との輝度差を調べ、これらの輝度差が閾値を超えているものをエッジ点として抽出するとともに、抽出した画素（エッジ点）に距離情報を付与することで、距離画像（距離情報を備えたエッジ点の分布画像）を生成する。そして、ステレオ画像認識装置4は、生成した距離画像に対して周知のグルーピング処理を行い、予め記憶しておいた3次元的な枠（ウィンドウ）と比較することで、自車前方の白線、側壁、立体物等を認識する。

【0015】

ここで、本実施形態において認識対象となる白線とは、例えば、単一の車線区画線で構成される白線（一重白線）や車線区画線の内側に補助区画線が併設される白線（二重白線）のように、道路上に延在して自車走行レーンを区画する線を総称するものであり、各線の形態としては、実線、破線等を問わず、さらに、黄色線等を含む。また、本実施形態の白線認識においては、道路上に実在する白線が二重白線であっても、左右それぞれ単一の近似線で近似して認識するものとする。

【0016】

また、ステレオ画像認識装置4は、立体物認識において、例えば、ウィンドウとの比較結果等に基づき、検出した立体物が普通車、大型車、歩行者、或いは、その他の立体物（側壁や路上落下物等）の何れの種別に属するかの認識を行うとともに、立体物幅等の認識を行う。なお、ステレオ画像認識装置4は、遠方において検出した立体物が普通車、大型車、或いは、歩行者等として区別できないと判断した場合、当該立体物をその他の立体物として認識する。このように、本実施形態において、ステレオ画像認識装置4は、ステレオカメラ3とともに、前方立体物認識手段としての機能を実現する。

【0017】

制御ユニット5には、ステレオ画像認識装置4で認識された自車両1前方の走行環境情報が入力される。さらに、制御ユニット5には、自車両1の走行情報として、車速センサ

10

20

30

40

50

11からの車速V、ヨーレートセンサ12からのヨーレート等が入力されるとともに、ドライバによる操作入力情報として、メインスイッチ13からの操作信号、舵角センサ14aからの舵角 δ 、操舵トルクセンサ14bからの操舵トルク T_{drv} 、アクセル開度センサ15からのアクセル開度 a_{cc} 等が入力される。

【0018】

自車両1前方の立体物情報を含む走行環境情報がステレオ画像認識装置4から入力されると、制御ユニット5は、各種運転支援制御の制御対象となる立体物の選定を行う。この立体物の選定に際し、制御ユニット5は、例えば、図2に示すように、先ず、自車進行路を推定し、推定した自車進行路に沿った所定幅の領域を立体物の選定領域 A_s として設定する。なお、自車進行路は、例えば、自車両1の車速Vとヨーレートとに基づいて設定される。そして、制御ユニット5は、設定した選定領域 A_s にラップしている立体物を自車進行路上の立体物として抽出し、抽出した立体物の中から自車両1に最も近い立体物を制御対象物として選定する。

10

【0019】

そして、例えば、ドライバによるメインスイッチ13の操作を通じて、運転支援制御の機能の1つであるACC(Adaptive Cruise Control)機能の実行が指示されると、制御ユニット5は、自車進行路上に制御対象物として先行車(普通車、或いは、大型車等)を選定しているか否かの判定を行う。その結果、制御対象物として先行車を選定されていない場合、制御ユニット5は、スロットル弁16の開閉制御(エンジンの出力制御)を通じて、ドライバが設定したセット車速に自車両1の車速Vを維持させる定速走行制御を実行する。一方、制御対象物として先行車を選定され、且つ、当該先行車の車速がセット車速以下の場合、制御ユニット5は、先行車との車間距離を目標車間距離に収束させながら追従する追従走行制御を実行する。この追従走行制御において、制御ユニット5は、基本的にはスロットル弁16の開閉制御(エンジンの出力制御)を通じて、先行車との車間距離を目標車間距離に収束させる。

20

【0020】

さらに、制御ユニット5は、制御対象物(先行車、歩行者、或いは、側壁等のその他の立体物)に対して衝突の可能性が高いと判断した場合、当該制御対象物に対する衝突回避制御を実行する。

【0021】

この衝突回避制御はACCの実行中においても適宜実行されるものであり、制御ユニット5は、基本的には、ブレーキの自動介入制御を用いて制御対象物との衝突回避制御を行う。但し、制御ユニット5は、操舵による制御対象物との衝突回避の可能性を判定し、操舵による衝突回避が可能であると判定した場合、操舵の自動介入制御を用いた衝突回避制御を、ブレーキの自動介入制御よりも優先して実行する。

30

【0022】

具体的に説明すると、制御ユニット5は、自車両1の前方に存在する制御対象物との衝突の可能性等を判定する。また、制御ユニット5は、自車進行路の前方に、例えば、車速Vに応じた前方注視点を設定する。そして、制御ユニット5は、制御対象物に対して自車両1が衝突する可能性が高いと判定したとき、当該制御対象物に自車両1との衝突予想面を設定し、衝突予想面において自車進行路及び前方注視点を反射させた反射進行路及び反射注視点を演算する。さらに、制御ユニット5は、自車進行路に接し、且つ、反射注視点において反射進行路に接する接円の円弧を、制御対象物との衝突回避のための走行軌跡として設定する。そして、制御ユニット5は、例えば、設定した走行軌跡の曲率半径が現在の自車両1の走行状態(車速V等)において安全に旋回し得る曲率半径であると判定した場合、電動パワーステアリングモータ18の出力制御(操舵の自動介入制御)を用いた旋回による衝突回避制御を行う。一方、制御ユニット5は、例えば、設定した走行軌跡の曲率半径が現在の自車両1の走行状態(車速V等)において安全に旋回し得る曲率半径でないと判定した場合、ブレーキブースタ17からの出力液圧の制御(ブレーキの自動介入制御)を用いた減速による衝突回避制御を行う。

40

50

【 0 0 2 3 】

このように、本実施形態において、制御ユニット5は、自車進行路推定手段、制御対象物選定手段、前方注視点設定手段、反射手段、及び、走行軌跡設定手段としての各機能を実現する。

【 0 0 2 4 】

次に、制御対象物に対する衝突回避制御について、図5に示す衝突回避制御ルーチンのフローチャートに従って説明する。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、制御ユニット5は、先ず、ステップS101において、現在、自車進行路上に制御対象物が存在するか否かを調べる。

【 0 0 2 5 】

そして、ステップS101において、自車進行路上に制御対象物が存在しないと判定した場合、制御ユニット5は、そのままルーチンを抜ける。

【 0 0 2 6 】

一方、ステップS101において、自車進行路上に制御対象物が存在すると判定した場合、制御ユニット5は、ステップs102に進み、自車両1と制御対象物との衝突の可能性を判定する。

【 0 0 2 7 】

すなわち、ステップS102において、制御ユニット5は、例えば、自車両1と制御対象物との相対距離 D_{rel} 及び相対速度 V_{rel} を算出し、相対距離 D_{rel} を相対速度 V_{rel} で除した値を衝突予測時間 TTC (Time To Collision) として算出する。そして、制御ユニット5は、ステップS102において、算出した衝突予測時間 TTC が予め設定された閾値 T_{th} 以上である場合、自車両1と制御対象物との衝突の可能性が低いと判定し、そのままルーチンを抜ける。

【 0 0 2 8 】

一方、制御ユニット5は、ステップS102において、算出した衝突予測時間 TTC が閾値 T_{th} 未満であると判定した場合、自車両1と制御対象物との衝突の可能性が高いと判定し、ステップS103に進む。

【 0 0 2 9 】

ステップS102からステップS103進むと、制御ユニット5は、自車進行路の前方に前方注視点を設定する。すなわち、ステップS103において、制御ユニット5は、例えば、現在の車速 V に設定時間 T_0 を乗算した距離を算出し、当該距離だけ前方に離間した自車進行路上の点を、前方注視点として設定する。

【 0 0 3 0 】

続くステップS104において、制御ユニット5は、制御対象物に対し、自車両1が衝突する際の衝突予想面を設定する。すなわち、制御ユニット5は、例えば、図3, 4に示すように、制御対象物を構成する距離画像上のエッジ点の点群のうち、自車両1に対向する側に分布するエッジ点の点群を用いて、衝突予想面を設定する。より具体的には、本実施形態において、制御ユニット5は、衝突予想面を路面上に二次元的に設定するものであり、制御対象物を構成する距離画像上の各エッジ点を路面上に投影し、投影した各エッジ点から求めたハフ直線等を衝突予想面として設定する。

【 0 0 3 1 】

続くステップS105において、制御ユニット5は、自車進行路及び前方注視点を衝突予想面において仮想的に反射させることにより、反射進行路及び反射注視点を設定する。すなわち、制御ユニット5は、例えば、図3, 4に示すように、自車進行路及び前方注視点を、衝突予想面に対する入射角 θ_i と等しい反射角 θ_r で反射させることにより、反射進行路及び反射注視点を設定する。

【 0 0 3 2 】

続くステップS106において、制御ユニット5は、自車進行路、反射進行路、及び、反射注視点に基づき、自車両1が制御対象物との衝突を回避するための走行軌跡を設定する。すなわち、制御ユニット5は、例えば、図3, 4に示すように、自車進行路に接し、

10

20

30

40

50

且つ、反射注視点において反射進行路に接する接円の円弧を、制御対象物との衝突回避のための走行軌跡として一義的に設定する。

【0033】

そして、ステップS106からステップS107に進むと、制御ユニット5は、ステップS106で設定した走行軌跡の曲率半径Rが、現在の自車両1の走行状態において安全に旋回し得る曲率半径であるか否かを調べる。すなわち、制御ユニット5には、例えば、自車両1が安全に旋回し得る車速V毎の曲率半径の閾値 $R_{th}(V)$ が予めマップ化されて格納されており、制御ユニット5は、走行軌跡の曲率半径Rと閾値 $R_{th}(V)$ との比較により、自車両1が走行軌跡に沿って安全に旋回し得るか否かを調べる。

【0034】

そして、ステップS107において、走行軌跡の曲率半径Rが閾値 $R_{th}(V)$ 以上であり、自車両1が安全に旋回可能であると判定した場合、制御ユニット5は、ステップS108に進み、電動パワーステアリングモータ18の出力制御（操舵の自動介入制御）を用いた旋回による衝突回避制御を行った後、ルーチンを抜ける。

【0035】

一方、ステップS107において、走行軌跡の曲率半径Rが閾値 $R_{th}(V)$ 未満であり、自車両1が安全に旋回できないと判定した場合、制御ユニット5は、ステップS109に進み、ブレーキブースタ17からの出力液圧の制御（ブレーキの自動介入制御）を用いた減速による衝突回避制御を行った後、ルーチンを抜ける。

【0036】

このような実施形態によれば、自車速に応じて変化する前方注視点を自車進行路上に設定する前方注視点設定手段と、自車進行路上の制御対象物に対して自車両1が衝突する可能性が高いと判定したとき、制御対象物に自車両1との衝突予想面を設定し、衝突予想面において自車進行路及び前方注視点を反射させた反射進行路及び反射注視点を設定する反射手段と、自車進行路に接し、且つ、反射注視点において反射進行路に接する接円の円弧を制御対象物との衝突回避のための走行軌跡として設定する走行軌跡設定手段と、を備えて制御ユニット5を構成することにより、自車進行路上の制御対象物との衝突回避のために好適な走行軌跡を、簡便な方法によって設定することができる。

【0037】

すなわち、制御対象物に対して自車進行路及び前方注視点を仮想的に反射させた反射進行路及び反射注視点という概念を導入し、これら反射進行路及び反射注視点と、自車進行路とに基づいて円弧による走行軌跡を一義的に設定することにより、時々刻々変化する制御対象物との相対関係に基づいて、衝突回避のための走行軌跡を簡便な方法によって設定することができる。

【0038】

この場合において、前方注視点が最適な位置に設定されるよう設定時間T0等をチューニングすることにより、反射注視点における接円弧によって定義される走行軌跡のチューニング等を容易に実現することができる。

【0039】

また、反射進行路及び反射注視点は自車両1に対する衝突予想面の傾斜状態に応じて変化するものであり、衝突予想面が自車両1に対して正対しているほど、反射進行路及び反射注視点の反射角が大きくなり、走行軌跡の曲率半径Rが小さく設定される。この場合、旋回による衝突回避制御がキャンセルされて制動による衝突回避制御が実行されるので、一般的に衝突予想面が自車両1に対して正対していることが想定される先行車等に対しては適切な追従停止制御等を実現することができる。逆に、衝突予想面が自車両1に対して大きく傾斜することが想定される側壁等に対しては、走行軌跡の曲率半径Rが大きく設定されるので、旋回による衝突回避制御を的確に実行することができる。

【0040】

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。

10

20

30

40

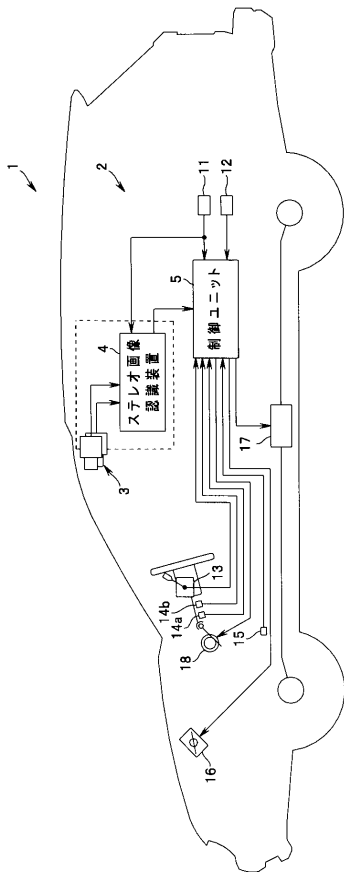
50

【符号の説明】

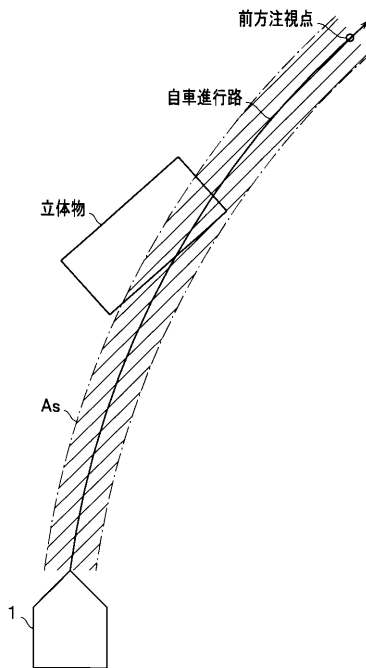
【0041】

- 1 ... 車両（自車両）
- 2 ... 運転支援装置
- 3 ... ステレオカメラ（前方立体物認識手段）
- 4 ... ステレオ画像認識装置（前方立体物認識手段）
- 5 ... 制御ユニット（自車進行路推定手段、制御対象物選定手段、前方注視点設定手段、反射手段、走行軌跡設定手段）
- 11 ... 車速センサ
- 12 ... ヨーレートセンサ
- 13 ... メインスイッチ
- 14 a ... 舵角センサ
- 14 b ... 操舵トルクセンサ
- 15 ... アクセル開度センサ
- 16 ... スロットル弁
- 17 ... ブレーキブースタ
- 18 ... 電動パワーステアリングモータ

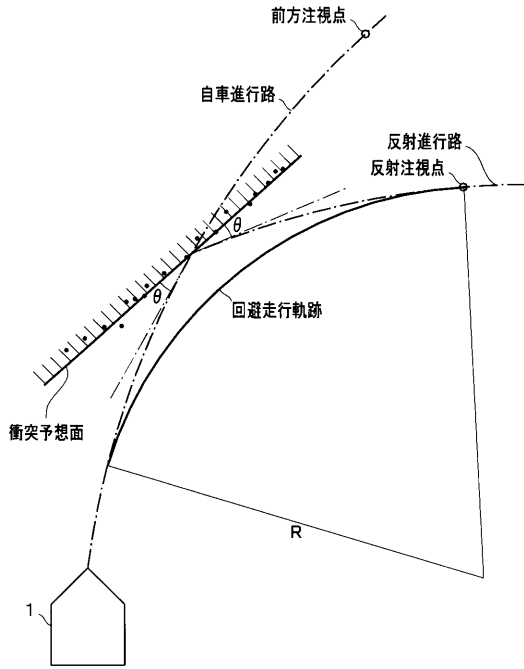
【図1】



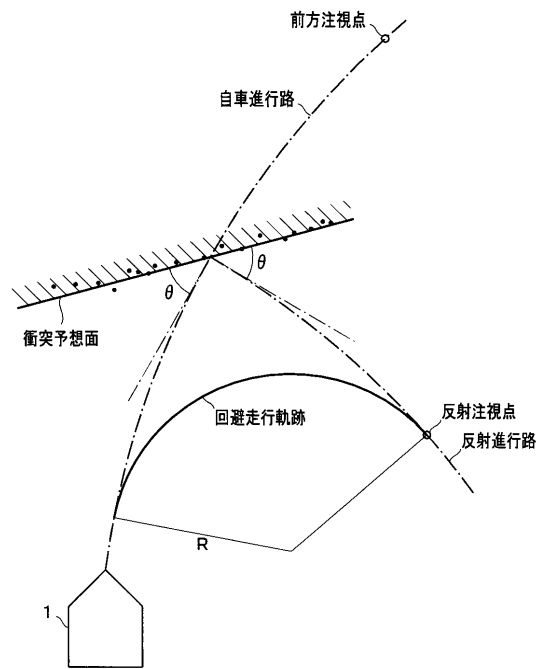
【図2】



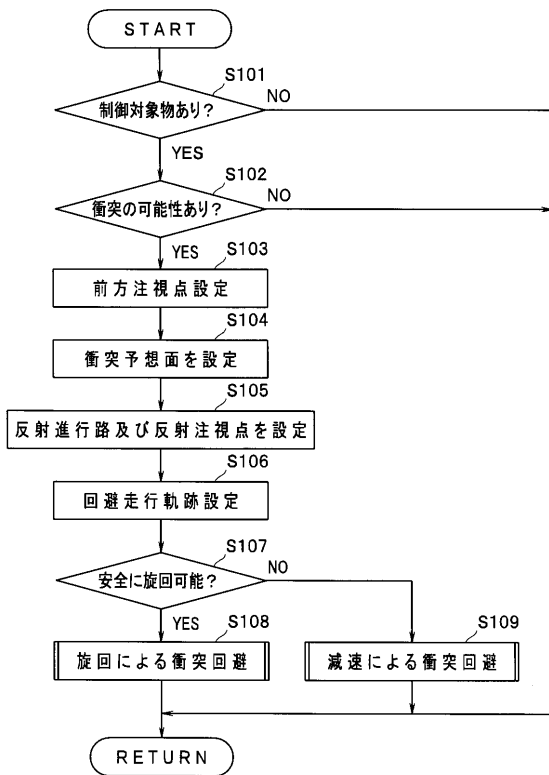
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 東 勝之

(56)参考文献 国際公開第2013/157111(WO, A1)
特開2010-163164(JP, A)
中国特許出願公開第103335658(CN, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00 - 1/16

B60R 21/00