

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-99713

(P2016-99713A)

(43) 公開日 平成28年5月30日(2016.5.30)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 A	3D241
B60Q 1/44 (2006.01)	B60Q 1/44 Z	3K339
B60W 30/095 (2012.01)	B60W 30/095	5H181
B60W 30/09 (2012.01)	B60W 30/09	
B60W 50/14 (2012.01)	B60W 50/14	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-234582 (P2014-234582)
 (22) 出願日 平成26年11月19日 (2014.11.19)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100113435
 弁理士 黒木 義樹
 (74) 代理人 100187311
 弁理士 小飛山 悟史
 (74) 代理人 100161425
 弁理士 大森 鉄平
 (72) 発明者 市川 健太郎
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

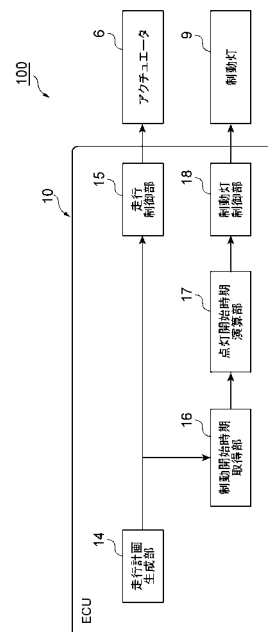
(54) 【発明の名称】 自動運転車両システム

(57) 【要約】

【課題】後続車両との衝突の可能性を低減することができる自動運転車両システムを提供する。

【解決手段】自動運転車両システム100は、車両Vの周辺情報である外部状況を検出する外部センサ1と、外部センサ1の検出結果と地図情報とに基づいて予め設定された目標ルートに沿った走行計画を生成する走行計画生成部14と、走行計画生成部14で生成した走行計画に基づいて車両Vの走行を制御する走行制御部15と、を備える。自動運転車両システム100は、走行計画における車両Vの制動の開始時期よりも前の点灯開始時期から、当該制動を後続車両へ報知する制動灯9を点灯させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両の周辺情報を検出する周辺情報検出部と、

前記車両の前記周辺情報と地図情報とに基づいて、予め設定された目標ルートに沿った走行計画を生成する走行計画生成部と、

前記走行計画生成部で生成した前記走行計画に基づいて、前記車両の走行を自動で制御する走行制御部と、を備え、

前記走行計画における前記車両の制動の開始時期よりも前の点灯開始時期から、当該制動を後続車両へ報知する警報灯を点灯させる、自動運転車両システム。

【請求項 2】

前記車両の乗員に入力操作及び前記車両の前記周辺情報の少なくとも何れかに基づいて、前記車両の走行の緊急度を設定する緊急度設定部と、

前記緊急度が高いほど、自動運転走行中に許容される前記車両の最大許容減速度を大きく設定する最大許容減速度設定部と、を備え、

前記走行計画生成部は、前記車両の減速度が前記最大許容減速度以下となるように前記走行計画を生成する、請求項 1 に記載の自動運転車両システム。

【請求項 3】

前記車両の周辺情報に基づいて、前記車両の前方の障害物に関する障害物情報を取得する障害物情報取得部と、

前記障害物情報に基づいて、前記車両の前方において移動障害物と前記車両とが衝突する衝突可能性を演算する衝突可能性演算部と、を備え、

前記走行計画生成部は、

前記衝突可能性が上限閾値以上の場合、前記移動障害物との衝突を回避するための制動を行う前記走行計画を生成し、

前記衝突可能性が下限閾値以下の場合、前記移動障害物との衝突を回避するための制動を行わない前記走行計画を生成し、

前記衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きい場合、前記衝突可能性が前記上限閾値以上の場合の前記制動と比べて制動の開始が遅い先送り制動を、前記移動障害物との衝突を回避するための制動として行う前記走行計画を生成する、請求項 1 又は 2 に記載の自動運転車両システム。

【請求項 4】

前記走行計画、前記地図情報及び前記車両の位置情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、

前記補正係数設定部は、前記車両の右左折時の制動における前記補正係数を、前記車両の直進時の制動における前記補正係数よりも大きくし、

前記車両の制動の開始時期よりも、前記基準早出し時間に前記補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の前記点灯開始時期から、前記警報灯を点灯させる、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の自動運転車両システム。

【請求項 5】

前記車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、

前記補正係数設定部は、後続車両が走行可能な一定量の走行スペースが前記車両の側方に無い場合の制動における前記補正係数を、当該走行スペースが前記車両の側方にある場合の制動における前記補正係数よりも大きくし、

前記車両の制動の開始時期よりも、前記基準早出し時間に前記補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の前記点灯開始時期から、前記警報灯を点灯させる、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の自動運転車両システム。

【請求項 6】

前記車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、

10

20

30

40

50

前記補正係数設定部は、前記車両の制動における前記補正係数を、後続車両に対する前記車両の衝突余裕時間が小さいほど大きくし、

前記車両の制動の開始時期よりも、前記基準早出し時間に前記補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の前記点灯開始時期から、前記警報灯を点灯させる、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の自動運転車両システム。

【請求項 7】

前記車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、

前記補正係数設定部は、前記車両の制動における前記補正係数を、前記車両が走行する路面の路面摩擦係数が小さいほど大きくし、

前記車両の制動の開始時期よりも、前記基準早出し時間に前記補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の前記点灯開始時期から、前記警報灯を点灯させる、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の自動運転車両システム。

【請求項 8】

前記車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、

前記補正係数設定部は、前記車両の制動における前記補正係数を、前記車両の周辺の見通し度合いが低いほど大きくし、

前記車両の制動の開始時期よりも、前記基準早出し時間に前記補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の前記点灯開始時期から、前記警報灯を点灯させる、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の自動運転車両システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動運転車両システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 に記載されているように、自車両と後続車両との相対距離及び相対速度に基づいて衝突余裕時間を演算する演算手段と、衝突余裕時間と警報用閾値との比較に基づいて後続車両への警報を行う警報手段と、を有する制動制御装置が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 085711 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術では、例えば交差点での右左折時やカーブ走行時等に、後続車両との相対距離及び相対速度の把握が困難になり得る。そのため、場合によっては、後続車両への警報が適切になされず、後続車両と衝突する可能性が高まることがある。一方、近年、自動運転車両の開発が進んでおり、例えば車両の周辺環境の把握が強化されていることから、後続車両への警報については更なる改善の余地がある。

【0005】

そこで本発明は、後続車両との衝突の可能性を低減することができる自動運転車両システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報を検出する周辺情報検出部と、車両の周辺情報と地図情報とに基づいて、予め設定された目標ルートに沿った走行計画を生成する走行計画生成部と、走行計画生成部で生成した走行計画に基づいて、車両の走行

10

20

30

40

50

を自動で制御する走行制御部と、を備え、走行計画における車両の制動の開始時期よりも前の点灯開始時期から、当該制動を後続車両へ報知する警報灯を点灯させる。

【0007】

この自動運転車両システムでは、車両の制動に先立って警報灯を点灯させることで、後続車両の運転者に対して当該制動を早期に把握させることができる。これにより、後続車両との衝突の可能性を低減することが可能となる。

【0008】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の乗員に入力操作及び車両の周辺情報の少なくとも何れかに基づいて、車両の走行の緊急度を設定する緊急度設定部と、緊急度が高いほど、自動運転走行中に許容される車両の最大許容減速度を大きく設定する最大許容減速度設定部と、を備え、走行計画生成部は、車両の減速度が最大許容減速度以下となるように走行計画を生成してもよい。このような構成によると、設定される緊急度が高いほど、大きい減速度で制動する場合があることから、後続車両との衝突の可能性は高まる。この場合において、後続車両との衝突の可能性を低減する本発明の上記効果は顕著となる。

【0009】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報に基づいて、車両の前方の障害物に関する障害物情報を取得する障害物情報取得部と、障害物情報に基づいて、車両の前方において移動障害物と車両とが衝突する衝突可能性を演算する衝突可能性演算部と、を備え、走行計画生成部は、衝突可能性が上限閾値以上の場合、移動障害物との衝突を回避するための制動を行う走行計画を生成し、衝突可能性が下限閾値以下の場合、移動障害物との衝突を回避するための制動を行わない走行計画を生成し、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きい場合、衝突可能性が上限閾値以上の場合の制動と比べて制動の開始が遅い先送り制動を、移動障害物との衝突を回避するための制動として行う走行計画を生成してもよい。このような構成によると、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定された場合、衝突可能性が上限閾値以上の場合の制動に比べて制動開始時期を遅らせた先送り制動を行う制動先送り走行計画に沿って、車両が自動走行される。これにより、旅行時間を無駄に増大させずに車両を走行させることができる。

【0010】

本発明に係る自動運転車両システムは、走行計画、地図情報及び車両の位置情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、補正係数設定部は、車両の右左折時の制動における補正係数を、車両の直進時の制動における補正係数よりも大きくし、車両の制動の開始時期よりも、基準早出し時間に補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の点灯開始時期から、警報灯を点灯させてもよい。このような構成によると、当該点灯開始時期を、車両の右左折時の場合に車両の直進時の場合よりも早めることが可能となる。

【0011】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、補正係数設定部は、後続車両が走行可能な一定量の走行スペースが車両の側方に無い場合の制動における補正係数を、当該走行スペースが車両の側方にある場合の制動における補正係数よりも大きくし、車両の制動の開始時期よりも、基準早出し時間に補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の点灯開始時期から、警報灯を点灯させてもよい。このような構成によると、当該点灯開始時期を、車両の側方に一定量の走行スペースが無い場合に一定量の走行スペースがある場合に比べて早めることが可能となる。

【0012】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、補正係数設定部は、車両の制動における補正係数を、後続車両に対する車両の衝突余裕時間が小さいほど大きくし、車両の制動の開始時期よりも、基準早出し時間に補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の点灯開始時期から、警報灯を点灯させてもよい。この場合、当該点灯開始時

10

20

30

40

50

期を衝突余裕時間が小さいほど早めることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、補正係数設定部は、車両の制動における補正係数を、車両が走行する路面の路面摩擦係数が小さいほど大きくし、車両の制動の開始時期よりも、基準早出し時間に補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の点灯開始時期から、警報灯を点灯させてもよい。この場合、当該点灯開始時期を路面摩擦係数が小さいほど早めることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報に基づいて、予め設定された基準早出し時間に乗じる補正係数を設定する補正係数設定部をさらに備え、補正係数設定部は、車両の制動における補正係数を、車両の周辺の見通し度合いが低いほど大きくし、車両の制動の開始時期よりも、基準早出し時間に補正係数を乗じてなる早出し時間だけ前の点灯開始時期から、警報灯を点灯させてもよい。この場合、当該点灯開始時期を、例えば霧や雨のために又は周囲が暗くなって視界が悪くなるほど早めることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、後続車両との衝突の可能性を低減することができる自動運転車両システムを提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係る自動運転車両システムの構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 図 1 の自動運転車両システムの ECU を説明するブロック図である。

【 図 3 】 (a) は、図 1 の自動運転車両システムの点灯開始時期演算部により演算される点灯開始時期の一例を説明するグラフである。(b) は、図 1 の自動運転車両システムの点灯開始時期演算部により演算される点灯開始時期の他の例を説明するグラフである。

【 図 4 】 (a) は、図 1 の自動運転車両システムの自動走行処理を示すフローチャートである。(b) は、図 1 の自動運転車両システムの制動灯点灯処理を示すフローチャートである。

【 図 5 】 (a) は、図 1 の自動運転車両システムにおける制動灯の点灯推移の一例を説明するための俯瞰図である。図 5 (b) は、図 1 の自動運転車両システムにおける制動灯の点灯推移の一例を説明するためのグラフである。

【 図 6 】 第 2 実施形態に係る自動運転車両システムの ECU を説明するブロック図である。

【 図 7 】 (a) は制約条件設定部が有するマップの例を示す図であり、(b) は図 6 の自動運転車両システムの自動走行処理を示すフローチャートである。

【 図 8 】 (a) は、図 6 の自動運転車両システムにおいて緊急度が「低」に設定された場合の制動灯の点灯推移を例示するグラフである。(b) は、図 6 の自動運転車両システムにおいて緊急度が「高」に設定された場合の制動灯の点灯推移を例示するグラフである。

【 図 9 】 第 3 実施形態に係る自動運転車両システムの ECU を説明するブロック図である。

【 図 1 0 】 図 9 の自動運転車両システムの自動走行処理を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 図 9 の自動運転車両システムの制動灯点灯処理を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】 (a) は、図 9 の自動運転車両システムにおける制動灯の点灯推移を説明するための俯瞰図である。(b) は、図 9 の自動運転車両システムにおける制動灯の点灯推移を説明するための他の俯瞰図である。

【 図 1 3 】 (a) は、図 9 の自動運転車両システムにおいて衝突可能性が下限閾値以下と判定された場合における制動灯の点灯推移を例示するグラフである。(b) は、図 9 の自動運転車両システムにおいて衝突可能性が上限閾値以上と判定された場合における制動灯の点灯推移を例示するグラフである。

10

20

30

40

50

【図14】図9の自動運転車両システムにおいて衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定された場合における制動灯の点灯推移を例示するグラフである。

【図15】第4実施形態に係る自動運転車両システムのECUを説明するブロック図である。

【図16】図15の自動運転車両システムの制動灯点灯処理を示すフローチャートである。

【図17】(a)は、第5実施形態に係る自動運転車両システムのECUを説明するブロック図である。(b)は、第6実施形態に係る自動運転車両システムのECUを説明するブロック図である。

【図18】(a)は、第7実施形態に係る自動運転車両システムのECUを説明するブロック図である。(b)は、第8実施形態に係る自動運転車両システムのECUを説明するブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

【0018】

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る自動運転車両システム100の構成を示すブロック図である。図2は、図1の自動運転車両システム100におけるECU10を説明するブロック図である。図1に示すように、自動運転車両システム100は、自動車等の車両Vに搭載される。自動運転車両システム100は、外部センサ(周辺情報検出部)1、GPS[Global Positioning System]受信部2、内部センサ3、地図データベース4、ナビゲーションシステム5、アクチュエータ6、補助機器U、ECU[Electronic Control Unit]10、及びHMI[HumanMachine Interface]7を備えている。

【0019】

外部センサ1は、車両Vの周辺情報である外部状況を検出する検出機器である。外部センサ1は、カメラ、レーダー[Radar]、及びライダー[LIDER:LaserImaging Detection and Ranging]のうち少なくとも一つを含む。カメラは、車両Vの外部状況を撮像する撮像機器である。

【0020】

カメラは、例えば、車両Vのフロントガラスの裏側に設けられている。カメラは、車両Vの外部状況に関する撮像情報をECU10へ送信する。カメラは、単眼カメラであってもよく、ステレオカメラであってもよい。ステレオカメラは、両眼視差を再現するように配置された二つの撮像部を有している。ステレオカメラの撮像情報には、奥行き方向の情報も含まれている。

【0021】

レーダーは、電波(例えばミリ波)を利用して車両Vの外部の障害物を検出する。レーダーは、電波を車両Vの周囲に送信し、障害物で反射された電波を受信することで障害物を検出する。レーダーは、検出した障害物情報をECU10へ送信する。ライダーは、光を利用して車両Vの外部の障害物を検出する。なお、後段においてセンサーフュージョンを行う場合には、電波の受信情報をECU10へ送信することが好ましい。

【0022】

ライダーは、光を利用して車両Vの外部の障害物を検出する。ライダーは、光を車両Vの周囲に送信し、障害物で反射された光を受信することで反射点までの距離を計測し、障害物を検出する。ライダーは、検出した障害物情報をECU10へ送信する。なお、後段においてセンサーフュージョンを行う場合には、反射された光の受信情報をECU10へ送信することが好ましい。カメラ、ライダー及びレーダーは、必ずしも重複して備える必要はない。

【0023】

10

20

30

40

50

G P S 受信部 2 は、3 個以上の G P S 衛星から信号を受信することにより、車両 V の位置（例えば車両 V の緯度及び経度）を測定する。G P S 受信部 2 は、測定した車両 V の位置情報を E C U 1 0 へ送信する。なお、G P S 受信部 2 に代えて、車両 V の緯度及び経度が特定できる他の手段を用いてもよい。また、車両 V の方位を測定する機能を持たせることは、センサの測定結果と後述する地図情報との照合のために好ましい。

【 0 0 2 4 】

内部センサ 3 は、車両 V の走行状態を検出する検出機器である。内部センサ 3 は、車速センサ、加速度センサ、及びヨーレートセンサのうち少なくとも一つを含む。車速センサは、車両 V の速度を検出する検出器である。車速センサとしては、例えば、車両 V の車輪又は車輪と一体に回転するドライブシャフト等に対して設けられ、車輪の回転速度を検出する車輪速センサが用いられる。車速センサは、検出した車速情報（車輪速情報）を E C U 1 0 に送信する。

10

【 0 0 2 5 】

加速度センサは、車両 V の加速度を検出する検出器である。加速度センサは、例えば、車両 V の前後方向の加速度を検出する前後加速度センサと、車両 V の横加速度を検出する横加速度センサとを含んでいる。加速度センサは、例えば、車両 V の加速度情報を E C U 1 0 に送信する。ヨーレートセンサは、車両 V の重心の鉛直軸周りのヨーレート（回転角速度）を検出する検出器である。ヨーレートセンサとしては、例えばジャイロセンサを用いることができる。ヨーレートセンサは、検出した車両 V のヨーレート情報を E C U 1 0 へ送信する。

20

【 0 0 2 6 】

地図データベース 4 は、地図情報を備えたデータベースである。地図データベースは、例えば、車両に搭載された H D D [Hard disk drive] 内に形成されている。地図情報には、例えば、道路の位置情報、道路形状の情報（例えばカーブ、直線部の種別、カーブの曲率等）、交差点及び分岐点の位置情報が含まれる。さらに、建物や壁等の遮蔽構造物の位置情報、S L A M (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を使用するために、地図情報に外部センサ 1 の出力信号を含ませることが好ましい。なお、地図データベースは、車両 V と通信可能な情報処理センター等の施設のコンピュータに記憶されていてもよい。

【 0 0 2 7 】

ナビゲーションシステム 5 は、車両 V の運転者によって設定された目的地まで、車両 V の運転者に対して案内を行う装置である。ナビゲーションシステム 5 は、G P S 受信部 2 の測定した車両 V の位置情報と地図データベース 4 の地図情報とに基づいて、車両 V の走行するルートを算出する。ルートは、複数車線の区間において好適な車線を特定したものであってもよい。ナビゲーションシステム 5 は、例えば、車両 V の位置から目的地に至るまでの目標ルートを演算し、ディスプレイの表示及びスピーカの音声出力により運転者に対して目標ルートの報知を行う。ナビゲーションシステム 5 は、例えば、車両 V の目標ルートの情報を E C U 1 0 へ送信する。なお、ナビゲーションシステム 5 は、車両 V と通信可能な情報処理センター等の施設のコンピュータに記憶されていてもよい。

30

【 0 0 2 8 】

アクチュエータ 6 は、車両 V の走行制御を実行する装置である。アクチュエータ 6 は、スロットルアクチュエータ、ブレーキアクチュエータ、及び操舵アクチュエータを少なくとも含む。スロットルアクチュエータは、E C U 1 0 からの制御信号に応じてエンジンに対する空気の供給量（スロットル開度）を制御し、車両 V の駆動力を制御する。なお、車両 V がハイブリッド車又は電気自動車である場合には、スロットルアクチュエータを含まず、動力源としてのモータに E C U 1 0 からの制御信号が入力されて当該駆動力が制御される。

40

【 0 0 2 9 】

ブレーキアクチュエータは、E C U 1 0 からの制御信号に応じてブレーキシステムを制御し、車両 V の車輪へ付与する制動力を制御する。ブレーキシステムとしては、例えば、

50

液圧ブレーキシステムを用いることができる。操舵アクチュエータは、電動パワーステアリングシステムのうち操舵トルクを制御するアシストモータの駆動を、ECU10からの制御信号に応じて制御する。これにより、操舵アクチュエータは、車両Vの操舵トルクを制御する。

【0030】

補助機器Uは、通常、車両Vの運転者によって操作され得る機器である。補助機器Uは、アクチュエータ6に含まれない機器を総称したものである。ここでの補助機器Uは、例えば方向指示灯、前照灯、ワイパー等を含む。

【0031】

図1及び図2に示すように、ECU10は、車両Vの自動走行を制御する。ECU10は、CPU[Central Processing Unit]、ROM[Read Only Memory]、RAM[Random Access Memory]等を有する電子制御ユニットである。ECU10では、ROMに記憶されているプログラムをRAMにロードし、CPUで実行することで、各種の制御を実行する。ECU10は、複数の電子制御ユニットから構成されていてもよい。

【0032】

ECU10は、車両位置認識部11、外部状況認識部12、走行状態認識部13、走行計画生成部14、走行制御部15、補助機器制御部19、制動開始時期取得部16、点灯開始時期演算部17及び制動灯制御部(警報灯制御部)18を有している。

【0033】

車両位置認識部11は、GPS受信部2で受信した車両Vの位置情報、及び地図データベース4の地図情報に基づいて、地図上における車両Vの位置(以下、「車両位置」という)を認識する。なお、車両位置認識部11は、ナビゲーションシステム5で用いられる車両位置を該ナビゲーションシステム5から取得して認識してもよい。車両位置認識部11は、道路等の外部に設置されたセンサで車両Vの車両位置が測定され得る場合、このセンサから通信によって車両位置を取得してもよい。

【0034】

外部状況認識部12は、外部センサ1の検出結果(例えばカメラの撮像情報、レーダーの障害物情報、ライダーの障害物情報等)に基づいて、車両Vの外部状況を認識する。外部状況は、例えば、車両Vに対する走行車線の白線の位置もしくは車線中心の位置及び道路幅、道路の形状(例えば走行車線の曲率、外部センサ1の見通し推定に有効な路面の勾配変化、うねり等)、車両Vの周辺の障害物の状況(例えば、固定障害物と移動障害物を区別する情報、車両Vに対する障害物の位置、車両Vに対する障害物の移動方向、車両Vに対する障害物の相対速度等)を含む。また、外部センサ1の検出結果と地図情報とを照合することにより、GPS受信部2等で取得される車両Vの位置及び方向の精度を補うことは好適である。

【0035】

走行状態認識部13は、内部センサ3の検出結果(例えば車速センサの車速情報、加速度センサの加速度情報、ヨーレートセンサのヨーレート情報等)に基づいて、車両Vの走行状態を認識する。車両Vの走行状態には、例えば、車速、加速度、ヨーレートが含まれる。

【0036】

走行計画生成部14は、例えば、ナビゲーションシステム5で演算された目標ルート、車両位置認識部11で認識された車両位置、及び、外部状況認識部12で認識された車両Vの外部状況(車両位置、方位を含む)に基づいて、車両Vの進路を生成する。進路は、目標ルートにおいて車両Vが進む軌跡である。走行計画生成部14は、目標ルート上において車両Vが安全、法令順守、走行効率等の基準に照らして好適に走行するように進路を生成する。このとき、走行計画生成部14は、車両Vの周辺の障害物の状況に基づき、障害物との接触を回避するように車両Vの進路を生成することはいうまでもない。

【0037】

なお、ここで言う目標ルートには、特許5382218号公報(WO2011/158

10

20

30

40

50

347号公報)に記載された「運転支援装置」、又は、特開2011-162132号公報に記載された「自動運転装置」における道なり走行ルートように、目的地の設定が運転者から明示的に行われていない際に、外部状況や地図情報に基づき自動的に生成される走行ルートも含まれる。

【0038】

走行計画生成部14は、生成した進路に応じた走行計画を生成する。すなわち、走行計画生成部14は、車両Vの周辺情報である外部状況と地図データベース4の地図情報とに少なくとも基づいて、予め設定された目標ルートに沿った走行計画を生成する。走行計画生成部14は、好ましくは、生成する走行計画を、車両Vの進路を車両Vに固定された座標系での目標位置pと各目標点での速度vとの二つの要素からなる組、すなわち配位座標(p、v)を複数持つものとして出力する。ここで、それぞれの目標位置pは、少なくとも車両Vに固定された座標系でのx座標、y座標の位置もしくはそれと等価な情報を有する。なお、走行計画は、車両Vの挙動を記すものであれば特に限定されるものではない。走行計画は、例えば速度vの代わりに目標時刻tを用いてもよいし、目標時刻tとその時点での車両Vの方位とを付加したものでよい。

10

【0039】

また、通常、走行計画は、概ね現在時刻から数秒先の将来のデータで充分であるが、交差点の右折、車両Vの追い越し等の状況によっては数十秒のデータが必要となるので、走行計画の配位座標の数は可変、且つ配位座標間の距離も可変とすることが好ましい。さらに、配位座標をつなぐ曲線をスプライン関数等で近似し、当該曲線のパラメータを走行計画としてもよい。走行計画の生成としては、車両Vの挙動を記すことができるものであれば、任意の公知方法を用いることができる。

20

【0040】

走行計画は、目標ルートに沿った進路を車両Vが走行する際における、車両Vの車速、加減速度及び操舵トルク等の推移を示すデータとしてもよい。走行計画は、車両Vの速度パターン、加減速度パターン及び操舵パターンを含んでいてもよい。ここでの走行計画生成部14は、旅行時間(車両Vが目的地に到着するまでに要される所要時間)が最も小さくなるように、走行計画を生成してもよい。

【0041】

ちなみに、速度パターンとは、例えば、進路上に所定間隔(例えば1m)で設定された目標制御位置に対して、目標制御位置ごとに時間に関連付けられて設定された目標車速からなるデータである。加減速度パターンとは、例えば、進路上に所定間隔(例えば1m)で設定された目標制御位置に対して、目標制御位置ごとに時間に関連付けられて設定された目標加減速度からなるデータである。操舵パターンとは、例えば、進路上に所定間隔(例えば1m)で設定された目標制御位置に対して、目標制御位置ごとに時間に関連付けられて設定された目標操舵トルクからなるデータである。

30

【0042】

走行制御部15は、走行計画生成部14で生成した走行計画に基づいて車両Vの走行を自動で制御する。走行制御部15は、走行計画に応じた制御信号をアクチュエータ6に出力する。これにより、走行制御部15は、走行計画に沿って車両Vが自動走行するように、車両Vの走行を制御する。補助機器制御部19は、走行計画生成部14で生成した走行計画にHMI7から出力される信号を統合して補助機器Uを制御する。

40

【0043】

制動開始時期取得部16は、走行計画生成部14で生成した走行計画から、車両Vの制動の開始時期を取得する。制動開始時期取得部16は、走行計画に基づいて将来に制動が行われるか否かを判定し、将来に制動が行われる場合に当該制動の開始時期を取得する。具体的には、制動開始時期取得部16は、将来において、車両Vが加速又は定速走行(エンジンブレーキ程度の緩減速を含む)の後に制動を必要とする減速を行うことが走行計画から予測される場合、その制動が開始される時期を制動開始時期として取得する。将来とは、例えば現在時刻以降からその数秒後までの間である。

50

【 0 0 4 4 】

将来に制動を行うとは、例えば走行計画が現在時刻以降の時刻 T_{start} からその数秒後の時刻 T_{end} までの間において、一定時間間隔で目標車両運動状態の配列として以下のように表現されていた場合、 X_{start} における目標車両運動状態が制動に相当するものではなく、且つ、 $X_{start+1}$ から X_{end} までの少なくとも1つの目標車両運動状態が制動に相当することである。将来に行われる制動としては、例えばカーブ進入時、交差点の右左折時、一時停止時等の制動が挙げられる。

目標車両運動状態の配列 =

$$(X_{start}, X_{start+1}, X_{start+2}, \dots, X_{end-2}, X_{end-1}, X_{end})$$

【 0 0 4 5 】

点灯開始時期演算部 17 は、制動開始時期取得部 16 で取得した制動開始時期よりも前の点灯開始時期を演算する。点灯開始時期は、制動灯 9 の点灯を開始する時期である。制動灯 9 は、点灯することにより車両 V の制動を後続車両へ報知する警報灯である。制動灯 9 は、例えば車両 V の後端部に設けられている。制動灯 9 は、ブレーキシステムに接続されており、車両 V が実際に制動している制動時にブレーキシステムから点灯指令が入力されて点灯する。点灯開始時期演算部 17 における点灯開始時期の演算手法について、以下に説明する。

【 0 0 4 6 】

図 3 (a) は、点灯開始時期演算部 17 により演算される点灯開始時期の一例を説明するグラフである。図中において、破線波形は標準減速度 a_n での制動時を示し、実線波形は走行計画における制動時を示す。図 3 (a) に示すように、点灯開始時期 t_{on} は、制動開始時期取得部 16 で予測された制動開始時期 t_v に対して早出し時間 H だけ早めたタイミングである。早出し時間 H は、当該制動の減速度が大きいほど、時間が長くなるように演算される。つまり、点灯開始時期 t_{on} は、制動の減速度が大きいほど、制動開始時期 t_v に対して早まるように演算される。

【 0 0 4 7 】

図 3 (a) に示す例では、走行計画における制動は、車速 v_0 で定速走行する車両 V が制動開始時期 t_v から減速度 a_s で減速し、制動終了時期 t_{off} で車速 v_1 となる制動である。点灯開始時期 t_{on} は、制動終了時期 t_{off} を基準に、標準減速度 a_n の制動で車速 v_1 まで減速した場合に要される制動時間と同じ時間長さだけ制動灯 9 が点灯するように演算される。標準減速度 a_n は、緩やかな減速となる減速度である。標準減速度 a_n としては、例えば $-0.15G \sim -0.1G$ 程度が想定される。「G」は、重力加速度である。

【 0 0 4 8 】

早出し時間 H は、標準減速度 a_n での制動時の制動時間 $((v_1 - v_0) / a_n)$ から、走行計画における制動時の制動時間 $((v_1 - v_0) / a_s)$ を減算した下式 (1) で表される。点灯開始時期 t_{on} は、制動開始時期 t_v に対して早出し時間 H だけ早まるように演算される。

$$H = (v_1 - v_0) / a_n - (v_1 - v_0) / a_s \quad \dots (1)$$

但し、 v_0 : 制動前の車速、 v_1 : 制動後の車速、

a_s : 走行計画における制動時の減速度、

$a_n < 0$ 、 $a_n < 0$ 、 $a_s < a_n$

【 0 0 4 9 】

図 3 (b) は、点灯開始時期演算部 17 により演算される点灯開始時期の他の例を説明するグラフである。図中において、破線波形は標準減速度 a_n での制動時を示し、実線波形は走行計画における制動時を示す。図 3 (b) に示すように、点灯開始時期 t_{on} は、走行計画における制動開始地点 s_{1b} よりも手前の点灯開始地点 s_{1a} を演算し、この点灯開始地点 s_{1a} に車両 V が到達する時期から求めることもできる。

【 0 0 5 0 】

図 3 (b) に示す例では、走行計画における制動は、車速 v_0 で定速走行する車両 V が

10

20

30

40

50

制動開始地点 $s_1 b$ から減速度 a_s で減速し、制動終了地点 s_2 で車速 v_1 となる制動である。点灯開始地点 $s_1 a$ は、制動開始地点 $s_1 b$ に対して早出し距離 K だけ手前の地点である。点灯開始地点 $s_1 a$ は、制動終了地点 s_2 を基準に、標準減速度 a_n で制動した場合の制動距離と同じ距離だけ手前の地点として求められる。この点灯開始地点 $s_1 a$ に車両 V が到達する時期が、点灯開始時期 t_{on} として演算される。

【0051】

早出し距離 K は、標準減速度 a_n で制動時の制動距離 $((v_1^2 - v_0^2) / (2 \times a_n))$ から、走行計画における制動時の制動距離 $((v_1^2 - v_0^2) / (2 \times a_s))$ を減算した下式 (2) で表される。

$$K = (v_1^2 - v_0^2) / (2 \times a_n) - (v_1^2 - v_0^2) / (2 \times a_s) \quad \dots (2)$$

10

【0052】

制動灯制御部 18 は、点灯開始時期演算部 17 で演算された点灯開始時期 t_{on} から制動灯 9 が点灯するように制動灯 9 を制御する。制動灯制御部 18 は、現時刻が点灯開始時期 t_{on} に達したとき、制動灯 9 へ点灯を開始させる点灯指令を出力する。これにより、制動灯 9 は、点灯開始時期 t_{on} から点灯する。点灯開始時期 t_{on} から制動開始時期 t_v に至るまでの時間の制動灯 9 の点灯方法を、制動開始時期 t_v から制動終了時期 t_f に至るまでの制動灯 9 の点灯方法とは異なる点灯方法とすることも好ましい。異なる点灯方法の例として、制動灯 9 を点滅させることや、制動灯 9 の光度を変えること、制動灯 9 の配光パターン (光の方向のパターン) を変えることがある。このように異なる点灯方法とした場合には、点灯開始時期 t_{on} から制動開始時期 t_v に近づくに連れて、その点灯方法を制動開始時期 t_v 以降の点灯方法に徐々に近づけることもまた好ましい。具体的には、制動灯 9 を点滅させる場合であれば、点滅における点灯状態と消灯状態の時間の比率を、点灯状態が徐々に長くなるように制動灯 9 を制御する。制動灯 9 の光度を変える場合であれば、点灯光度が制動開始時期 t_v 以降の点灯光度に徐々に近づくよう制動灯 9 を制御する。

20

【0053】

HMI 7 は、車両 V の乗員 (運転者を含む) と自動運転車両システム 100 との間で情報の出力及び入力をするためのインターフェイスである。HMI 7 は、例えば、乗員に画像情報を表示するためのディスプレイパネル、音声出力のためのスピーカ、及び乗員が入力操作を行うための操作ボタン又はタッチパネル等を備えている。HMI 7 は、乗員により自動走行の作動又は停止に係る入力操作がなされると、ECU 10 に信号を出力して自動走行を開始又は停止させる。HMI 7 は、自動運転を終了する目的地に到達する場合、乗員に目的地到達を通知する。HMI 7 は、無線で接続された携帯情報端末を利用して、乗員に対する情報の出力を行ってもよく、携帯情報端末を利用して乗員による入力操作を受け付けてもよい。HMI 7 は、補助機器制御部 19 を介さずに、補助機器 U を乗員の操作に基づき直接的に制御してもよい。

30

【0054】

次に、自動運転車両システム 100 で実行される処理について、図 4 のフローチャートを参照しつつ具体的に説明する。

【0055】

図 4 (a) は、自動運転車両システム 100 の自動走行処理を示すフローチャートである。自動運転車両システム 100 では、例えば運転者がナビゲーションシステム 5 で目的地を設定し、自動走行を作動させる入力操作を HMI 7 に行うと、ECU 10 において以下の自動走行処理を所定の処理周期で繰り返し実行する。

40

【0056】

まず、GPS 受信部 2 で受信した車両 V の位置情報及び地図データベース 4 の地図情報から、車両位置認識部 11 により車両位置を認識する。外部センサ 1 の検出結果から、外部状況認識部 12 により車両 V の外部状況を認識する。内部センサ 3 の検出結果から、走行状態認識部 13 により車両 V の走行状態を認識する (S1)。ナビゲーションシステム 5 の目標ルート、車両位置、車両 V の外部状況、及び車両 V の走行状態から、走行計画生

50

成部 14 により車両 V の走行計画を生成する (S2)。

【0057】

生成した走行計画に沿って車両 V が自動走行するように、走行制御部 15 により車両 V の走行を制御する (S3)。そして、次周期の自動走行処理へ移行する。このような自動走行処理の結果、車両 V が目的地に到着した場合、或いは、自動走行処理中に自動走行を停止させる入力操作が運転者により HMI7 に行われた場合、自動走行が終了する。

【0058】

図 4 (b) は、自動運転車両システム 100 の制動灯点灯処理を示すフローチャートである。自動運転車両システム 100 では、上記自動走行処理による自動走行の際に、ECU10 において以下の制動灯点灯処理を所定の処理周期で繰り返し実行する。

10

【0059】

まず、制動開始時期取得部 16 により、走行計画生成部 14 から走行計画を取得する (S11)。制動開始時期取得部 16 により、将来に制動を行うか否かを走行計画に基づき判定する (S12)。将来に制動を行うと判定された場合、制動開始時期取得部 16 により走行計画から制動開始時期 t_v を取得する (S13)。点灯開始時期演算部 17 により、制動開始時期 t_v よりも前の点灯開始時期 t_{on} を演算する (S14)。制動灯制御部 18 により、現時刻が点灯開始時期 t_{on} に達したか否かを判定する (S15)。

【0060】

上記 S15 において現時刻が点灯開始時期 t_{on} に達したと判定されたとき、制動灯制御部 18 により、点灯を開始させる点灯指令を制動灯 9 へ出力して制動灯 9 を点灯させる (S16)。その後、制動開始時期 t_v に達し、走行制御部 15 により車両 V が実際に制動されたとき、当該制動に応じて制動灯 9 を引き続き点灯させる。そして、制動終了時期 t_{off} に達し、車両 V の制動が終了した場合には、当該制動の終了に応じて制動灯 9 を消灯させ、制動灯点灯処理を終了する (S17, S18)。一方、上記 S12 において将来に制動を行うと判定されない場合、又は、上記 S15 において現時刻が点灯開始時期 t_{on} に達したと判定されない場合、次周期の制動灯点灯処理へ移行する。

20

【0061】

次に、自動運転車両システム 100 における制動灯 9 の点灯推移の一例について、図 5 を参照しつつ説明する。ここでの説明では、車両 V が交差点を左折する自動走行時における制動灯 9 の点灯推移を例示する。

30

【0062】

図 5 (a) は、制動灯 9 の点灯推移の一例を説明するための車両 V の俯瞰図である。図 5 (b) は、制動灯 9 の点灯推移の一例を説明するためのグラフである。図 5 に示すように、車両 V には、後続車両 Vb が存在する。図示する走行計画は、時刻 t_0 において地点 s_0 を車速 v_0 で走行させ、制動開始時期 t_v の制動開始地点 s_{1b} から制動終了時期 t_{off} の制動終了地点 s_2 まで減速度 a_s で制動させた後、車速 v_2 で交差点を左折して地点 s_3 を通過させる。

【0063】

このような走行計画に沿って車両 V が自動走行される際、自動運転車両システム 100 では、制動開始時期 t_v よりも早出し時間 H だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯 9 の点灯 (ON) が開始され、その後に制動開始時期 t_v から実際に車両 V が制動されたときにおいて制動灯 9 が引き続き点灯され、当該制動の制動終了時期 t_{off} に消灯 (OFF) される。

40

【0064】

以上、本実施形態の自動運転車両システム 100 では、走行計画に沿って車両 V を自動走行させる際、将来に制動することが分かっている場合には、車両 V の制動に先立って制動灯 9 を点灯させて後続車両 Vb へ車両 V の制動を警告し、後続車両 Vb の運転者に対して車両 V の制動を早期に把握させることができる。換言すると、制動灯 9 の点灯開始時期 t_{on} を実際の制動開始時期 t_v よりも早めることで、後続車両 Vb への制動の注意喚起を事前に行うことができる。これにより、後続車両 Vb との衝突の可能性 (後突リスク)

50

を低減することが可能となる。また、旅行時間を短縮しつつ早期に制動灯 9 を点灯させてより高い安全を確保（効率良い走行と後突の可能性低減との両立）が可能となる。

【 0 0 6 5 】

[第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 1 実施形態と異なる点について説明する。

【 0 0 6 6 】

図 6 は、第 2 実施形態に係る自動運転車両システム 2 0 0 における E C U 1 0 を説明するブロック図である。図 6 に示すように、本実施形態の自動運転車両システム 2 0 0 が第 1 実施形態と異なる点は、H M I 7 が緊急度設定部 2 1 を有し、E C U 1 0 が制約条件設定部（最大許容減速度設定部）2 2 を有する点である。

10

【 0 0 6 7 】

緊急度設定部 2 1 は、車両 V の走行の緊急度を設定する。緊急度は、車両 V の目的地への到着を急ぐ程度を表す急ぎ度合いである。緊急度が高いほど旅行時間は短く、緊急度が低いほど旅行時間は長い。緊急度は、車両 V が緊急車両の場合や乗員が到着を急ぐ場合、「高」に設定される。緊急度は、複数モード間の切り換え（例えば、「高」、「中」、「低」の間の切換え）で設定できる。緊急度は、例えば連続値（例えば、0 ~ 1 の値）で設定されてもよく、この場合、値が大きいほど緊急度が高くなる。

【 0 0 6 8 】

緊急度設定部 2 1 は、H M I 7 の操作ボタン又はタッチパネル等を介した乗員による入力操作に基づいて、緊急度を設定する。なお、緊急度設定部 2 1 として、H M I 7 と別の入力装置を用い、ダイヤル操作やレバー操作により緊急度を設定してもよい。緊急度設定部 2 1 は、ナビゲーションシステム 5 に目的地までの目標到着時間が設定されている場合、その目標到着時間に応じて自動的に緊急度を算出して設定するものであってもよい。なおこの場合、ナビゲーションシステム 5 に対する入力操作に基づき緊急度が設定され、H M I 7 に対する入力操作は不要となる。

20

【 0 0 6 9 】

制約条件設定部 2 2 は、走行計画生成部 1 4 で生成する走行計画における制約条件を、緊急度設定部 2 1 で設定された緊急度が高いほど緩和するように設定する。制約条件は、走行計画において許容される最大減速度及び最大加速度等を含む。制約条件設定部 2 2 は、具体的には、少なくとも走行計画において許容される最大減速度（以下、「最大許容減速度」という）を、緊急度が高いほど大きくなるように設定する。換言すると、制約条件設定部 2 2 は、緊急度が高いほど、自動運転走行中に許容される車両 V の最大許容減速度を大きく設定する。

30

【 0 0 7 0 】

図 7 (a) は、制約条件設定部 2 2 が有するマップの例を示す図である。図 7 (a) に示すように、制約条件設定部 2 2 は、例えば、予め設定され緊急度に制約条件が関連付けられたマップを有し、このマップを参照して、緊急度設定部 2 1 で設定された緊急度から制約条件を設定する。図 7 (a) で例示するマップでは、緊急度が「低」の場合に、最大許容減速度が「小」として、 -0.15 G 以上 -0.1 未満とされている。緊急度が「低」よりも高い「中」の場合に、最大許容減速度が「小」よりも大きい「中」として、 -0.3 G 以上 -0.15 未満とされている。緊急度が「中」よりも高い「高」の場合に、最大許容減速度が「中」よりも大きい「大」として、 -0.4 G 以上 -0.3 未満とされている。制約条件設定部 2 2 は、設定した制約条件を走行計画生成部 1 4 へ出力する。

40

【 0 0 7 1 】

走行計画生成部 1 4 は、制約条件設定部 2 2 で設定された制約条件下において、目標ルートに沿った走行計画を生成する。具体的には、走行計画生成部 1 4 は、車両 V の減速度が制約条件設定部 2 2 で設定された最大許容減速度以下となるように走行計画を生成する。

【 0 0 7 2 】

50

図7(b)は、自動運転車両システム200の自動走行処理を示すフローチャートである。自動運転車両システム200では、自動走行処理において、上記S1の後、緊急度設定部21で設定された緊急度を制約条件設定部22により取得する(S21)。制約条件設定部22により、生成する走行計画の制約条件を緊急度に応じて設定する(S22)。具体的には、緊急度が高いほど大きくなるように、走行計画の最大許容減速度を設定する。走行計画生成部14により、車両Vの減速度が最大許容減速度以下となるように走行計画を生成する(S23)。そして、生成した走行計画に沿って車両Vが自動走行するように、走行制御部15により車両Vの走行を制御する(S24)。

【0073】

次に、自動運転車両システム200における制動灯9の点灯推移の一例について、図8を参照しつつ説明する。ここでの説明では、図5(a)に示す状況と同様に、車両Vが交差点を左折する自動走行時における制動灯9の点灯推移を想定する。

【0074】

図8(a)は、自動運転車両システム200において緊急度が「低」に設定された場合の制動灯9の点灯推移を例示するグラフである。図8(a)に示す走行計画は、最大許容減速度が $-0.15G \sim -0.1G$ 程度に設定された制約条件下で生成されている。この走行計画は、時刻 t_0 において地点 s_0 を車速 v_0 で走行させ、制動開始時期 t_{v_1} から制動終了時期 t_{off} の間(制動開始地点 s_{1l} から制動終了地点 s_2 の間)、低減速度 a_{s_1} で制動させて車速 v_2 まで減速させる。その後、交差点を左折させて、時刻 t_{3a} において地点 s_3 を通過させる。

【0075】

このような走行計画に沿って車両Vが自動走行される際には、制動開始時期 t_{v_1} よりも前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯9の点灯が開始される。制動灯9は、制動開始時期 t_{v_1} から実際に車両Vが制動されたときにおいて引き続き点灯され、当該制動の制動終了時期 t_{off} に消灯される。

【0076】

図8(b)は、自動運転車両システム200において緊急度が「高」に設定された場合の制動灯9の点灯推移を例示するグラフである。図8(b)に示す走行計画は、最大許容減速度が $-0.4G \sim -0.3G$ 程度に設定された制約条件下で生成されている。この走行計画は、時刻 t_0 において地点 s_0 を車速 v_0 で走行させ、制動開始時期 t_{v_2} から制動終了時期 t_{off} の間(制動開始地点 s_{1h} から制動終了地点 s_2 の間)、低減速度 a_{s_1} よりも大きい高減速度 a_{s_2} で制動させて車速 v_2 まで減速させた後、時刻 t_{3b} において地点 s_3 を通過させる。

【0077】

このような走行計画に沿って車両Vが自動走行される際には、制動開始時期 t_{v_2} よりも前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯9の点灯が開始される。制動灯9は、制動開始時期 t_{v_2} から実際に車両Vが制動されたときにおいて引き続き点灯され、当該制動の制動終了時期 t_{off} に消灯される。

【0078】

なお、図8(a)及び図8(b)に示すように、緊急度が高い場合の早出し時間Hは、緊急度が低い場合よりも長くなる。結果的には、緊急度が高いほど制動開始時期に対して早く制動灯9が点灯開始されるように点灯開始時期 t_{on} が演算される。

【0079】

以上、本実施形態の自動運転車両システム200では、走行計画における最大許容減速度を、乗員により設定された緊急度が高いほど大きくなるように設定する。よって、平均速度を上げて効率良く(旅行時間を小さく)走行可能な走行計画を生成できる。また、緊急度が高いほど、大きい減速度で制動し得る(より急な減速を行う場合がある)ことから、後続車両Vbとの衝突の可能性は高まる。この場合、後続車両Vbとの衝突の可能性を低減するという上記効果は顕著となる。

【0080】

10

20

30

40

50

本実施形態では、結果的に、設定される緊急度が高いほど早出し時間Hが大きくなる。これにより、後続車両Vbとの衝突の可能性をより低減することができる。本実施形態では、結果的に、設定される緊急度が低いほど早出し時間Hが小さくなる。これにより、制動灯9の点灯で後続車両Vbの運転者に与える煩わしさを低減することができる。

【0081】

なお、本実施形態では、設定される緊急度が最も低い場合、早出し時間Hを0（点灯開始時期 t_{on} = 制動開始時期 t_{v1} ）としてもよい。上記S21における緊急度の取得は、走行計画の制約条件を設定する上記S22の処理前に実施すればよく、例えば上記S1の処理前に実施してもよい。また、緊急度設定部21において緊急度は運転者の入力操作に基づき設定されているが、これに代えてもしくは加えて、外部センサ1で検出した外部状況（周辺情報）に基づき設定されてもよく、例えば周辺環境に応じて自動的に設定されてもよい。

【0082】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第1実施形態と異なる点について説明する。

【0083】

図9は、第3実施形態に係る自動運転車両システム300におけるECU10を説明するブロック図である。図9に示すように、本実施形態の自動運転車両システム300が第1実施形態と異なる点は、ECU10が障害物情報取得部31及び衝突可能性演算部32を有する点である。

【0084】

障害物情報取得部31は、外部センサ1（例えば、レーダー又はライダー）で検出した障害物情報を取得する。障害物情報は、車両Vの前方に存在する移動障害物及び遮蔽構造物等の障害物に関する情報である。移動障害物は、障害物のうち、人間、動物、自動車、及び他のロボット等の移動可能な障害物である。遮蔽構造物は、車両Vに対して移動障害物を遮蔽可能な構造物である。遮蔽構造物は、車両Vの前方において移動障害物が存在する死角を形成する。遮蔽構造物としては、例えば建物や壁等が挙げられる。

【0085】

衝突可能性演算部32は、障害物情報取得部31で取得した障害物情報に基づいて、車両Vの前方において移動障害物と車両Vとが衝突する可能性である衝突可能性を演算する。衝突可能性は、例えば0～100%等の連続値で表すことができ、その値が大きいほど衝突する可能性が高いことを意味する。衝突可能性が上限閾値以上の場合、「車両Vと移動障害物との干渉が確信できる」と判断することができる。衝突可能性が下限閾値以下の場合、「車両Vと移動障害物との非干渉が確信できる」と判断することができる。衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きい場合、「車両Vと移動障害物との干渉が確信できない（不確定）」と判断することができる。上限閾値及び下限閾値は、例えば予め設定された一定値であり、経験的又は実験的に得ることができる。

【0086】

衝突可能性演算部32は、例えば、障害物情報から移動障害物の存在が認識される場合、移動障害物の挙動を予測し、当該予測結果と内部センサ3で検出された車両Vの走行状態とから衝突可能性を演算する。衝突可能性演算部32における衝突可能性の演算としては、公知の演算方法を採用することができる。衝突可能性演算部32は、当該移動障害物の挙動が予測できない場合、又は、障害物情報から遮蔽構造物の存在が認識される場合、上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きい衝突可能性を演算する。

【0087】

走行計画生成部14は、衝突可能性演算部32で演算された衝突可能性が上限閾値以上の場合、走行計画として、停止走行計画を生成する。停止走行計画は、移動障害物との衝突を回避するための制動を行う走行計画である。ここでの停止走行計画は、移動障害物との衝突を回避するための制動終了地点である停止位置s2（図11参照）に標準減速度で

10

20

30

40

50

停止させる制動を行う走行計画である。

【0088】

走行計画生成部14は、衝突可能性演算部32で演算された衝突可能性が下限閾値以下の場合、走行計画として、通過走行計画を生成する。通過走行計画は、移動障害物との衝突を回避するための制動を行わない走行計画である。ここでの通過走行計画は、減速せずに停止位置s2をそのまま通過する走行計画である。

【0089】

走行計画生成部14は、衝突可能性演算部32で演算された衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きい場合、走行計画として、制動先送り走行計画を生成する。制動先送り走行計画は、移動障害物との衝突を回避するための制動として先送り制動を行う走行計画である。先送り制動は、停止走行計画における制動と比べて制動開始時期 t_v が遅い制動であって、停止位置s2に最大減速度で停止させる。最大減速度は、車両Vが実現可能な最大の減速度であり、例えば $-0.6G \sim -0.5G$ 程度が想定される。

10

【0090】

図10は、自動運転車両システム300の自動走行処理を示すフローチャートである。自動運転車両システム300では、外部センサ1で障害物情報を検出すると、ECU10において以下の自動走行処理を所定の処理周期で繰り返し実行する。

【0091】

まず、障害物情報取得部31により、障害物情報を取得する(S31)。衝突可能性演算部32により、障害物情報取得部31で取得した障害物情報に基づいて衝突可能性を演算し、この衝突可能性が下限閾値以下か、又は上限閾値以上か、或いは上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいかを判定する(S32)。

20

【0092】

上記S32において、衝突可能性が下限閾値以下と判定された場合、走行計画生成部14により、通過走行計画を走行計画として生成する(S33)。上記S32において、衝突可能性が上限閾値以上と判定された場合、走行計画生成部14により、停止走行計画を走行計画として生成する(S34)。上記S32において、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定された場合、走行計画生成部14により、制動先送り走行計画を走行計画として生成する(S35)。上記S32、上記S33又は上記S34の後、生成した走行計画に沿って車両Vが自動走行するように、走行制御部15により車両Vの走行を制御する(S36)。

30

【0093】

図11は、自動運転車両システム300の制動灯点灯処理を示すフローチャートである。自動運転車両システム300では、制動灯点灯処理において、制動灯を点灯させる上記S16の後、制動開始時期 t_v に達したか否かを判定する(S37)。制動開始時期 t_v に達し、走行制御部15により車両Vが実際に制動されたとき、当該制動に応じて制動灯9を引き続き点灯させる。そして、制動終了時期 t_{off} に達し、車両Vの制動が終了した場合には、当該制動の終了に応じて制動灯9を消灯させ、制動灯点灯処理を終了する(S40A, S40B)。

【0094】

制動開始時期 t_v に達していない場合、制動開始時期取得部16により、走行計画生成部14から走行計画を取得する(S38)。制動開始時期取得部16により、走行計画に基づき将来に制動が行われるか否かを判定する(S39)。将来に制動が行われると判定された場合、上記S37の処理へ戻る一方、将来に制動が行われずと判定された場合、制動灯9を消灯し、次周期の制動灯点灯処理へ移行する(S40)。

40

【0095】

次に、自動運転車両システム300における制動灯9の点灯推移の例について、図12～図14を参照しつつ説明する。

【0096】

図12(a)は、移動障害物34が存在する場合の点灯推移の例を説明するための車両

50

Vの俯瞰図である。図12(b)は、遮蔽構造物36が存在する場合の点灯推移の例を説明するための車両Vの俯瞰図である。図13(a)は、衝突可能性が下限閾値以下と判定された場合における制動灯9の点灯推移を例示するグラフである。図13(b)は、衝突可能性が上限閾値以上と判定された場合における制動灯9の点灯推移を例示するグラフである。図14(a)、図14(b)及び図14(c)は、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定された場合における制動灯の点灯推移を例示するグラフである。

【0097】

図12(a)に示す例では、時刻 t_0 において、車両Vが地点 s_0 を車速 v_0 で自動走行中に、車両Vの前方における移動障害物34に関する障害物情報が検出される。図12(b)に示す例では、車両Vが地点 s_0 を車速 v_0 で自動走行中に、車両Vの前方における移動障害物34が隠れている可能性がある遮蔽構造物36に関する障害物情報が検出される。

10

【0098】

そして、衝突可能性が下限閾値以下と判定された場合、図13(a)に示すように、移動障害物34との衝突を回避する制動を行わずに車速 v_0 を維持させ、停止位置 s_2 をそのまま通過させる通過走行計画が生成される。通過走行計画に沿って車両Vが自動走行される際には、制動灯9の消灯状態が維持される。

【0099】

一方、衝突可能性が上限閾値以上と判定された場合、図13(b)に示すように、制動開始時期 t_v (制動開始地点 s_{1c})から標準減速度で制動させ、停止位置 s_2 に停止させる停止走行計画が生成される。停止走行計画に沿って車両Vが自動走行される際には、制動開始時期 t_v よりも前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯9の点灯が開始され、制動開始時期 t_v 後の実際の制動時において引き続き点灯される。ここでは、当該制動の制動終了時期 t_{off} 後にも車両Vの停止(車速=0)を維持する停止維持制動が実施されることから、制動終了時期 t_{off} を経て、停止維持制動に伴って点灯が維持される。

20

【0100】

他方、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定された場合、図14(a)に示すように、制動開始限界地点 s_{1d} に車両Vが到達する制動開始限界時期 t_{1d} まで車速 v_0 を維持させ、この制動開始限界時期 t_{1d} から最大減速度で制動させる先送り制動を行って停止位置 s_2 に停止させる制動先送り走行計画が生成される。制動先送り走行計画に沿って車両Vが自動走行される際には、制動開始限界時期 t_{1d} よりも早出し時間 H だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯9の点灯が開始され、点灯開始時期 t_{on} 後の最大減速度による先送り制動時において引き続き点灯され、当該制動の制動終了時期 t_{off} を経て、停止維持制動に伴って点灯が維持される。

30

【0101】

ここで、制動先送り走行計画に沿って車両Vが自動走行される際、図14(b)に示すように、例えば時刻 t_0 から制動開始限界時期 t_{1d} までの間の時刻 t' において、衝突可能性が下限閾値以下と判定された場合には、時刻 t' から車速 v_0 を維持させると共に、停止位置 s_2 をそのまま車速 v_0 で通過させる通過走行計画が生成される。このような制動先送り走行計画が時刻 t' から通過走行計画に切り替わってなる走行計画に沿って車両Vが自動走行されると、図示するように、制動開始限界時期 t_{1d} よりも早出し時間 H だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯9の点灯が開始され、時刻 t' に消灯される。つまり、先送り制動が行われる可能性が存在する点灯期間 H_1 の間のみ、制動灯9が点灯されることとなる。

40

【0102】

図14(c)に示すように、例えば時刻 t_0 から制動開始限界時期 t_{1d} までの間の時刻 t' において、衝突可能性が上限閾値以上と判定された場合には、現在位置から停止位置までの距離($s_2 - s_{1d}$)の間に制動を完了して車速が0となる停止走行計画が生成される。例えば、この間の減速度が一定であるとした場合には、減速度が $v_0^2 / (2 \times$

50

($s_2 - s_1 d$))となる停止走行計画が生成される。このような制動先送り走行計画が時刻 t' から停止走行計画に切り替わってなる走行計画に沿って車両 V が自動走行されると、図示するように、制動開始限界時期 t_{1d} よりも早出し時間 H だけ前（つまり、制動開始時期となる時刻 t' よりも早出し時間 H_2 だけ前）の点灯開始時期 t_{0n} から制動灯 9 の点灯が開始され、時刻 t' 後の実際の制動時において引き続き点灯され、当該制動の制動終了時期 t_{0ff} を経て、停止維持制動に伴って点灯が維持される。

【0103】

以上、本実施形態の自動運転車両システム 300 では、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定され、車両 V の前方における移動障害物 34 との衝突が不確定と判断されるとき、先送り制動を行う制動先送り走行計画に沿って車両 V が自動走行される。この間においては、図 14 (b) 及び図 14 (c) に示すように、その後の時刻 t' に衝突可能性が上限閾値以上又は下限閾値以下と判定され、停止走行計画又は通過走行計画に沿って車両 V が自動走行されるとしても（つまり、制動開始限界時期 t_{1d} に達する前に、移動障害物 34 に対して衝突しない又は衝突することが確信される場合であっても）、制動開始限界時期 t_{1d} よりも早出し時間 H だけ前の点灯開始時期 t_{0n} から制動灯 9 が点灯され、当該先送り制動が後続車両 V_b へ報知され得る。これにより、制動先送り走行計画に沿って自動走行する間、不確定な（減速するべきかどうか明らかでない）先送り制動について前もって制動灯 9 を点灯させて後続車両 V_b に警告でき、後続車両 V_b との衝突の可能性を低減することが可能となる。

10

【0104】

本実施形態では、衝突可能性が上限閾値未満で且つ下限閾値よりも大きいと判定された場合、車両 V の前方において移動障害物 34 との衝突が不確定と判断し、制動開始時期を制動開始限界時期 s_{1d} まで遅らせた先送り制動を行う制動先送り走行計画に沿って車両 V を自動走行し、制動開始限界時期 s_{1d} まで制動の判断を先送りする。これにより、旅行時間を無駄に増大させずに効率的に車両 V を走行させることができる。

20

【0105】

すなわち、本実施形態では、制動先送り走行計画に沿う自動走行を、万が一に後続車両 V_b が衝突する可能性を低減させた上で行うことができる。減速を行うことが確実でない状況であっても、後続車両 V_b からの衝突の可能性を抑えつつ、旅行時間を短くすることが可能となる。

30

【0106】

なお、本実施形態は、第 2 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 300 は、緊急度設定部 21 及び制約条件設定部 22（図 6 参照）をさらに備え、走行計画生成部 14 が自動運転車両システム 200 の上記機能を有していてもよい。

【0107】

[第 4 実施形態]

次に、第 4 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 1 実施形態と異なる点について説明する。

【0108】

図 15 は、第 4 実施形態に係る自動運転車両システム 400 における ECU 10 を説明するブロック図である。図 16 は、図 15 の自動運転車両システムにおける制動灯点灯処理を示すフローチャートである。図 15 に示すように、本実施形態の自動運転車両システム 400 が第 1 実施形態と異なる点は、補正係数 k を設定する補正係数設定部 41 を更に備える点である。

40

【0109】

補正係数設定部 41 は、走行計画、地図情報及び車両 V の位置情報に基づいて、補正係数 k を設定する。補正係数 k は、後述の基準早出し時間に乗じる係数であり、1 以上の正の実数である。具体的には、補正係数設定部 41 は、走行計画生成部 14 から取得した走行計画、地図データベース 4 の地図情報、及び GPS 受信部 2 の測定した車両 V の位置情報に基づいて、次のように補正係数 k を設定する。

50

【 0 1 1 0 】

補正係数設定部 4 1 は、車両 V の制動について、車両 V の右左折時の制動か、あるいは車両 V の直進時の制動かを判定する。補正係数設定部 4 1 は、車両 V の右左折時の制動における補正係数 k を、車両 V の直進時の制動における補正係数 k よりも大きくする。

【 0 1 1 1 】

一例として、補正係数設定部 4 1 は、車両 V が交差点で制動する際の状況を判別し、青信号の交差点に対する右左折のために車両 V が制動する場合、赤信号で停止するために制動する場合よりも、補正係数 k を大きくする。例えば、青信号の交差点に対する右左折のために車両 V が制動する場合に補正係数 k を 1 よりも大きい値とし、赤信号で停止するために制動する場合に補正係数 k を 1 とする。補正係数設定部 4 1 は、設定した補正係数 k を点灯開始時期演算部 1 7 へ出力する。

10

【 0 1 1 2 】

さらに、補正係数設定部 4 1 は、車両 V が車線を右左折して離脱する際における制動の態様を判別し、幹線道路（優先道路）から路地（非優先道路）へ離脱する際の右左折時の制動の場合、路地から路地もしくは幹線道路から幹線道路へ離脱する際の右左折時の制動の場合よりも、補正係数 k を大きくしてもよい。例えば、幹線道路から路地へ車両 V が離脱する場合に補正係数 k を 1 よりも大きい値とし、路地から路地もしくは幹線道路から幹線道路へ離脱する場合に補正係数 k を 1 とする。幹線道路とは、例えば地域的に骨格的な道路網を形成するものであり、広幅員な道路である。路地とは、例えば建物と建物との間に設けられるものであり、狭幅員な道路である。

20

【 0 1 1 3 】

点灯開始時期演算部 1 7 は、点灯開始時期 t_{0n} を演算する際、補正係数設定部 4 1 で設定された補正係数 k を基準早出し時間 H_0 に乗じてなる早出し時間 H' を求める。基準早出し時間 H_0 は、予め設定された時間である。ここでは、上記第 1 実施形態における演算と同様にして演算された早出し時間 H が基準早出し時間 H_0 として設定されている。点灯開始時期演算部 1 7 は、制動開始時期 t_v よりも早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{0n} を演算する。点灯開始時期演算部 1 7 は、例えば図 3 (a) に示す例では、早出し時間 H' を下式 (3) として求める。

$$k \times ((v_1 - v_0) / a_n) - ((v_1 - v_0) / a_s) \quad \dots (3)$$

【 0 1 1 4 】

図 1 6 に示すように、自動運転車両システム 4 0 0 では、上記 S 1 3 の処理後、補正係数設定部 4 1 により、制動開始時期 t_v に係る制動における補正係数 k を設定する (S 4 1)。その後、点灯開始時期演算部 1 7 により、制動開始時期 t_v よりも早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{0n} を演算する (S 4 2)。なお、上記 S 4 1 における補正係数 k の設定は、点灯開始時期 t_{0n} を演算する上記 S 1 4 の処理前に実施すればよく、例えば上記 S 1 3 の処理前に実施してもよい。

30

【 0 1 1 5 】

以上、本実施形態の自動運転車両システム 4 0 0 では、制動開始時期 t_v よりも、基準早出し時間 H_0 に補正係数 k を乗じてなる早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{0n} から制動灯 9 を点灯させる。そして、車両 V の右左折時の制動における補正係数 k は、車両 V の直進時の制動における補正係数 k よりも大きい。これにより、車両 V の挙動が周囲の他車両の流れと異なる挙動である場合に、点灯開始時期 t_{0n} を早めることが可能となる。

40

【 0 1 1 6 】

なお、本実施形態は、第 2 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 4 0 0 は、緊急度設定部 2 1 及び制約条件設定部 2 2 (図 6 参照) をさらに備え、走行計画生成部 1 4 が自動運転車両システム 2 0 0 の上記機能を有していてもよい。これに代えてもしくは加えて、本実施形態は、第 3 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 4 0 0 は、障害物情報取得部 3 1 及び衝突可能性演算部 3 2 (図 9 参照) をさらに備え、走行計画生成部 1 4 が上記自動運転車両システム 3 0 0 の上記機能を有し

50

ていてもよい。

【 0 1 1 7 】

[第 5 実施形態]

次に、第 5 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 4 実施形態と異なる点について説明する。

【 0 1 1 8 】

図 1 7 (a) は、第 5 実施形態に係る自動運転車両システム 5 0 0 における E C U 1 0 を説明するブロック図である。図 1 7 (a) に示すように、本実施形態の自動運転車両システム 5 0 0 が第 4 実施形態と異なる点は、隣接車線状態認識部 5 1 を備える点である。

【 0 1 1 9 】

隣接車線状態認識部 5 1 は、外部センサ 1 による検出結果に基づいて、車両 V が走行する車線に隣接する隣接車線の状態である隣接車線状態として、隣接車線の走行スペースを検出する。隣接車線状態認識部 5 1 は、認識した隣接車線状態を補正係数設定部 4 1 へ出力する。

【 0 1 2 0 】

補正係数設定部 4 1 は、隣接車線状態認識部 5 1 から隣接車線状態を取得し、隣接車線状態に基づいて補正係数 k を設定する。具体的には、補正係数設定部 4 1 は、隣接車線状態に基づいて、後続車両 V b にとって車両 V を回避可能な一定量の走行スペースが車両 V の側方にあるかどうかを判別する。補正係数設定部 4 1 は、一定量の走行スペースが車両 V の側方に無い場合の制動における補正係数 k を、当該一定量の走行スペースがある場合の制動における補正係数 k よりも大きくする。例えば、一定量の走行スペースがない場合の制動では、補正係数 k を 1 よりも大きい値とする一方、一定量の走行スペースがある場合の制動では、補正係数 k を 1 とする。

【 0 1 2 1 】

一定量の走行スペースとは、後続車両 V b が走行可能な十分な走行スペースであって、後続車両 V b がそのスペースを走行するような進路をとると仮定した場合に、後続車両 V b が他の周辺車両との衝突するおそれがなく、且つ、他の周辺車両に急減速や回避操作を行わせて走行の流れを妨害することなく走行可能なスペースである。一定量の走行スペースがある場合とは、例えば隣接車線に後続車両 V b 以外の周辺車両が全く走行していないことが確認できた場合、もしくは、当該周辺車両が走行していたとしても、後続車両 V b との相対速度を考慮して数秒後に十分に離れた距離を走行することが予想される場合である。一定量の走行スペースが無い場合とは、例えば隣接車線に後続車両 V b 以外の多数の周辺車両が走行していることが確認できた場合、もしくは、走行している周辺車両が少ない場合でも、後続車両 V b との相対速度を考慮して数秒後に接近した位置を走行することが予想される場合である。

【 0 1 2 2 】

本実施形態の自動運転車両システム 5 0 0 では、制動開始時期 t_v よりも、基準早出し時間 H_0 に補正係数 k を乗じてなる早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯 9 を点灯させる。そして、一定量の走行スペースが車両 V の側方に無い場合の制動における補正係数 k は、当該一定量の走行スペースがある場合の制動における補正係数 k よりも大きい。これにより、例えば、後続車両 V b が車両 V を追い越して通過するスペースがない場合、又は、スペースがあっても別のお車が存在するために車両 V を追い越すことができない場合において、点灯開始時期 t_{on} を早めることが可能となる。

【 0 1 2 3 】

[第 6 実施形態]

次に、第 6 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 4 実施形態と異なる点について説明する。

【 0 1 2 4 】

図 1 7 (b) は、第 6 実施形態に係る自動運転車両システム 6 0 0 における E C U 1 0 を説明するブロック図である。図 1 7 (b) に示すように、本実施形態の自動運転車両シ

10

20

30

40

50

ステム 600 が第 4 実施形態と異なる点は、後続車両走行状態認識部 61 を備える点である。

【0125】

後続車両走行状態認識部 61 は、外部センサ 1 による検出結果に基づいて、後続車両 V b に対する車間距離及び相対速度を検出する。隣接車線状態認識部 51 は、検出した車間距離及び相対速度を補正係数設定部 62 へ出力する。

【0126】

補正係数設定部 41 は、後続車両走行状態認識部 61 から車間距離及び相対速度を取得し、これら車間距離及び相対速度に基づいて補正係数 k を設定する。具体的には、補正係数設定部 41 は、後続車両 V b に対する衝突余裕時間 (T T C : Time To Collision) を車間距離及び相対速度から算出し、制動における補正係数 k を、衝突余裕時間が小さいほど衝突可能性が高いとして大きくする。補正係数設定部 41 は、例えば、予め設定され衝突余裕時間に補正係数 k が関連付けられたマップを有し、このマップを参照して、算出した衝突余裕時間から補正係数 k を設定する。

【0127】

本実施形態の自動運転車両システム 600 では、制動開始時期 t_v よりも、基準早出し時間 H_0 に補正係数 k を乗じてなる早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯 9 を点灯させる。当該補正係数 k は、衝突余裕時間が小さいほど大きい。これにより、後続車両 V b との衝突可能性が高いと予想されるほど点灯開始時期 t_{on} を早めることが可能となる。

【0128】

なお、本実施形態は、第 5 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 600 は、隣接車線状態認識部 51 (図 17 (a) 参照) をさらに備え、補正係数設定部 41 が自動運転車両システム 500 の上記機能を有していてもよい。

【0129】

[第 7 実施形態]

次に、第 7 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 4 実施形態と異なる点について説明する。

【0130】

図 18 (a) は、第 7 実施形態に係る自動運転車両システム 700 における E C U 10 を説明するブロック図である。図 18 (a) に示すように、本実施形態の自動運転車両システム 700 が第 4 実施形態と異なる点は、路面摩擦係数推定部 71 を備える点である。

【0131】

路面摩擦係数推定部 71 は、車両 V が走行する路面の路面摩擦係数を推定する。路面摩擦係数の推定としては、外部センサ 1 による検出結果 (例えば、路面の撮影画像) から推定する方法等の公知の推定方法を採用することができる。路面摩擦係数推定部 71 は、推定した路面摩擦係数を補正係数設定部 41 へ出力する。

【0132】

補正係数設定部 41 は、路面摩擦係数推定部 71 から路面摩擦係数を取得し、路面摩擦係数に基づいて補正係数 k を設定する。具体的には、補正係数設定部 72 は、車両 V の制動における補正係数 k を、路面摩擦係数が小さいほど大きくする。補正係数設定部 41 は、例えば、予め設定され路面摩擦係数に補正係数 k が関連付けられたマップを有し、このマップを参照して、路面摩擦係数推定部 71 で推定した路面摩擦係数から補正係数 k を設定する。

【0133】

本実施形態の自動運転車両システム 700 では、制動開始時期 t_v よりも、基準早出し時間 H_0 に補正係数 k を乗じてなる早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯 9 を点灯させる。当該補正係数 k は、路面摩擦係数が小さいほど大きい。これにより、例えば雨や雪で路面の摩擦力が低下し、平均的な制動距離が長くなるほど、点灯開始時期 t_{on} を早めることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 4 】

なお、本実施形態は、第 5 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 700 は、隣接車線状態認識部 51 (図 17 (a) 参照) をさらに備え、補正係数設定部 41 が自動運転車両システム 500 の上記機能を有していてもよい。これに代えてもしくは加えて、本実施形態は、第 6 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 700 は、後続車両走行状態認識部 61 (図 17 (b) 参照) をさらに備え、補正係数設定部 41 が自動運転車両システム 600 の上記機能を有していてもよい。

【 0 1 3 5 】

[第 8 実施形態]

次に、第 8 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 4 実施形態と異なる点について説明する。

10

【 0 1 3 6 】

図 18 (b) は、第 8 実施形態に係る自動運転車両システム 800 における ECU 10 を説明するブロック図である。図 18 (b) に示すように、本実施形態の自動運転車両システム 800 が第 4 実施形態と異なる点は、周辺視界状態認識部 81 を備える点である。

【 0 1 3 7 】

周辺視界状態認識部 81 は、外部センサ 1 による検出結果に基づいて、車両 V の周辺の見通し度合を認識する。見通し度合の検出としては、例えばカメラの撮像情報、ワイパーの作動情報、前照灯の向き (ハイビーム又はロービーム) に関する情報に基づく方法等の公知の方法を採用することができる。周辺視界状態認識部 81 は、認識した視界状態を補正係数設定部 41 へ出力する。見通し度合は、視界状態の良さを表すものであり、例えば連続値 (例えば、0 ~ 1 の値) で設定することができ、この場合、値が低いほど視界が悪いことを意味する。また、見通し度合は、例えば視程 (肉眼で物体がはっきりと確認できる最大の距離) に関連する値で設定することができ、この場合、値が低いほど視界が悪いことを意味する。見通し度合は、特に限定されるものではなく、公知の指標値を用いることができる。

20

【 0 1 3 8 】

補正係数設定部 41 は、周辺視界状態認識部 81 から見通し度合を取得し、見通し度合に基づいて補正係数 k を設定する。具体的には、補正係数設定部 72 は、車両 V の制動における補正係数 k を、見通し度合が低いほど大きくする。補正係数設定部 41 は、例えば、予め設定された見通し度合に補正係数 k が関連付けられたマップを有し、このマップを参照して、周辺視界状態認識部 81 で認識した見通し度合から補正係数 k を設定する。

30

【 0 1 3 9 】

本実施形態の自動運転車両システム 800 では、制動開始時期 t_v よりも、基準早出し時間 H_0 に補正係数 k を乗じてなる早出し時間 H' だけ前の点灯開始時期 t_{on} から制動灯 9 を点灯させる。当該制動における補正係数 k は、見通し度合が低いほど補正係数 k を大きい。これにより、例えば霧や雨のために又は周囲が暗くなって視界が悪くなるほど、点灯開始時期 t_{on} を早めることが可能となる。

【 0 1 4 0 】

なお、本実施形態は、第 5 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 800 は、隣接車線状態認識部 51 (図 17 (a) 参照) をさらに備え、補正係数設定部 41 が自動運転車両システム 500 の上記機能を有していてもよい。これに代えてもしくは加えて、本実施形態は、第 6 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 800 は、後続車両走行状態認識部 61 (図 17 (b) 参照) をさらに備え、補正係数設定部 41 が自動運転車両システム 600 の上記機能を有していてもよい。さらに、これに代えてもしくは加えて、本実施形態は、第 7 実施形態に適用してもよい。すなわち、自動運転車両システム 800 は、路面摩擦係数推定部 71 (図 18 (a) 参照) をさらに備え、補正係数設定部 41 が自動運転車両システム 700 の上記機能を有していてもよい。

40

【 0 1 4 1 】

50

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されことなく様々な形態で実施される。

【0142】

上記実施形態において、実際の制動開始時期 t_v に対して制動灯 9 の点灯開始時期を早めている早出し時間 H の間、制動力は厳密にゼロである必要はなく、車両 V の運動状態に大きな影響を与えないようなエンジンブレーキ等の微小な制動力で制動してもよい。

【0143】

上記実施形態では、後続車両 V_b への警報を行う警報灯として、制動灯 9 を採用したが、ハザードランプ等の他の既存灯火類を採用してもよい。制動灯 9 を作用する場合、後続車両 V_b の運転者に自然に減速を促し、与える違和感を低減できる。既存の灯火類を用いる場合、追加のコストが不要となる。警報灯として、新たな警報灯（LED表示灯など）を採用してもよい。

10

【0144】

上記実施形態において、ECU 10 の各機能の一部、すなわち、車両位置認識部 11、外部状況認識部 12、走行状態認識部 13、走行計画生成部 14、走行制御部 15、制動開始時期取得部 16、点灯開始時期演算部 17、制動灯制御部 18、制約条件設定部 22、障害物情報取得部 31、衝突可能性演算部 32、補正係数設定部 41、隣接車線状態認識部 51、後続車両走行状態認識部 61、路面摩擦係数推定部 71 及び周辺視界状態認識部 81 の一部は、車両 V と通信可能な情報処理センター等の施設のコンピュータにおいて実行されてもよい。

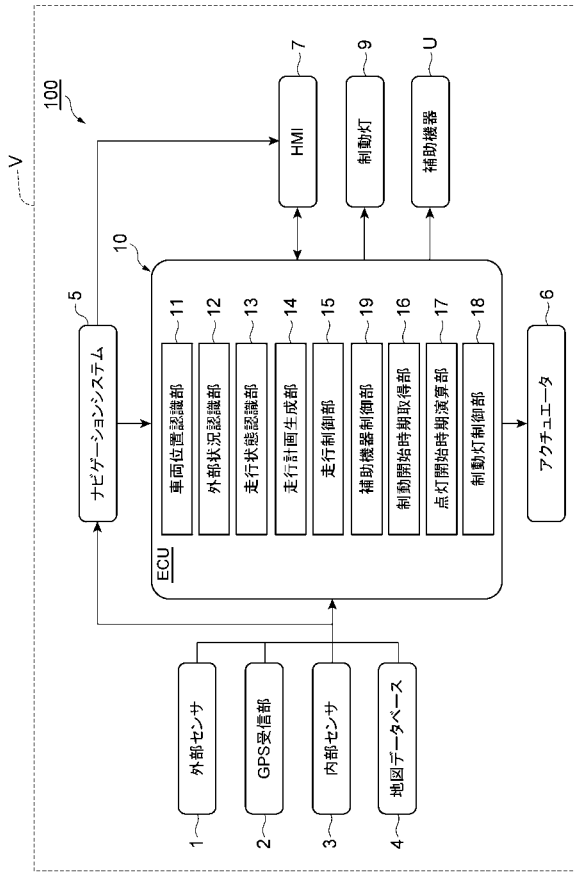
20

【符号の説明】

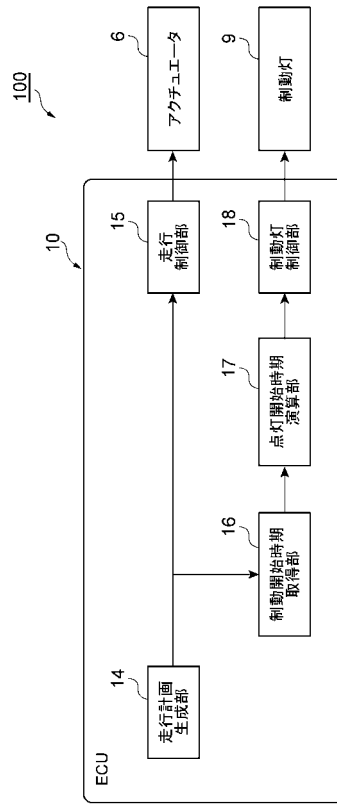
【0145】

1 ... 外部センサ（周辺情報検出部）、9 ... 制動灯（警報灯）、14 ... 走行計画生成部、15 ... 走行制御部、16 ... 制動開始時期取得部、17 ... 点灯開始時期演算部、18 ... 制動灯制御部（警報灯制御部）、21 ... 緊急度設定部、22 ... 制約条件設定部（最大許容減速度設定部）、31 ... 障害物情報取得部、32 ... 衝突可能性演算部、34 ... 移動障害物、36 ... 遮蔽構造物、41 ... 補正係数設定部、100 ... 自動運転車両システム、 V ... 車両、 V_b ... 後続車両。

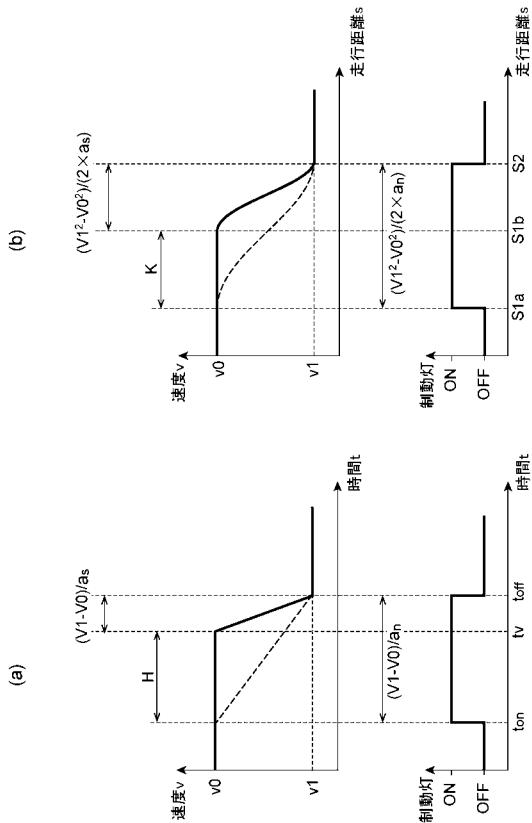
【 図 1 】



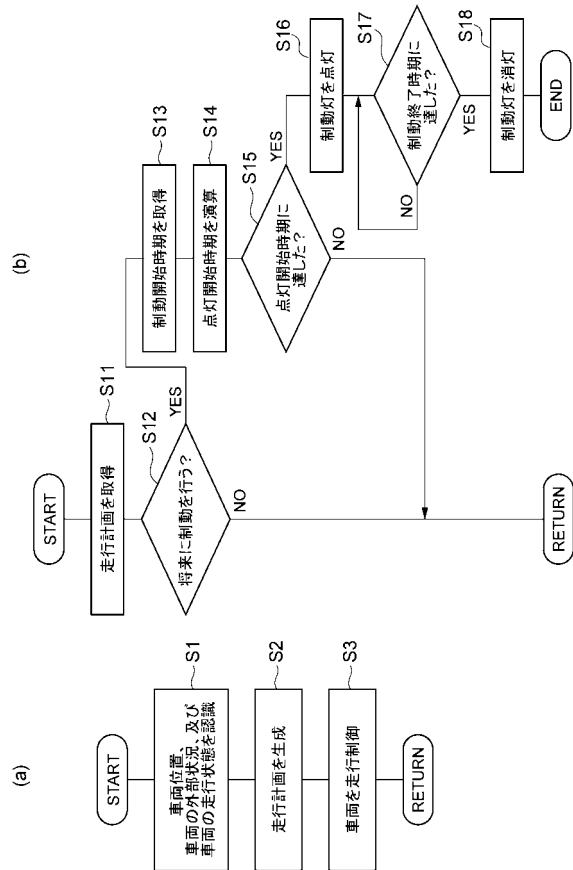
【 図 2 】



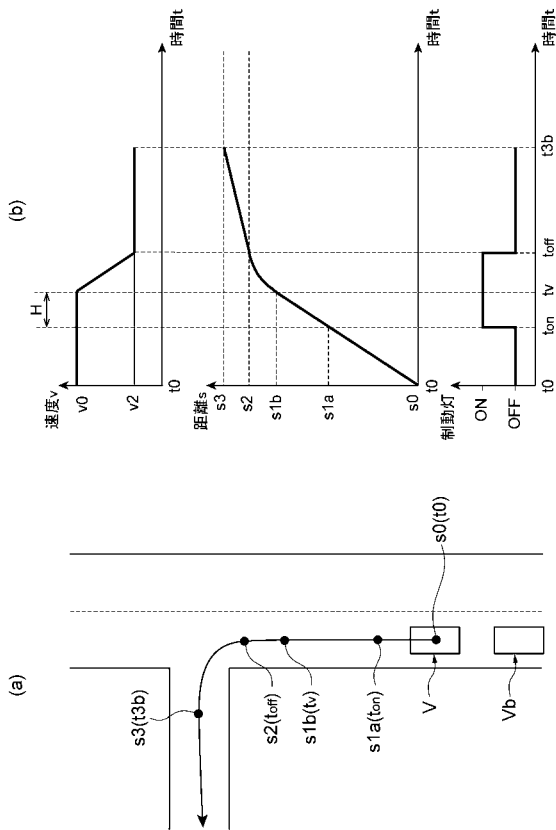
【 図 3 】



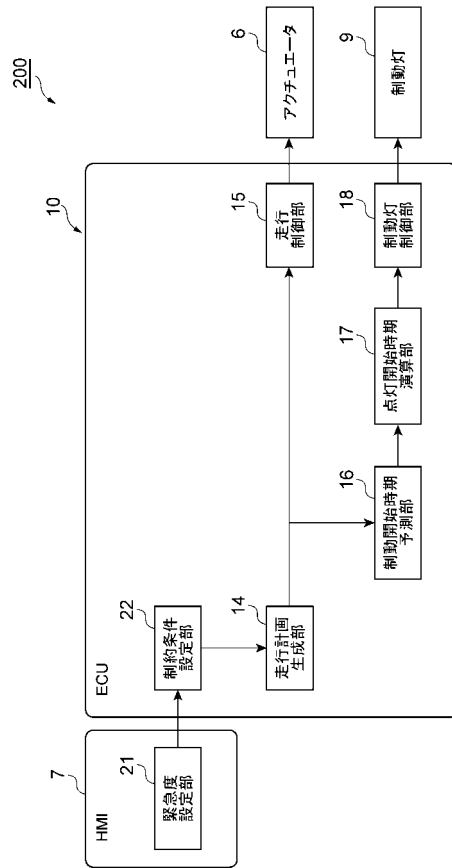
【 図 4 】



【図5】



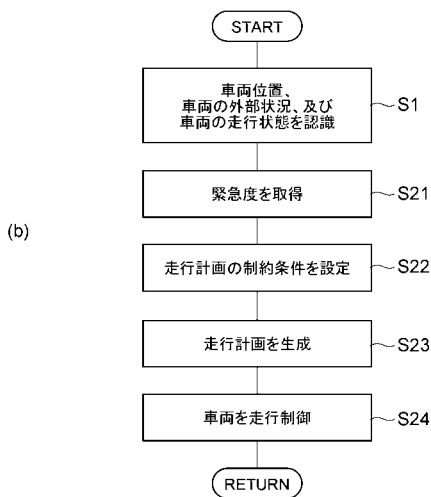
【図6】



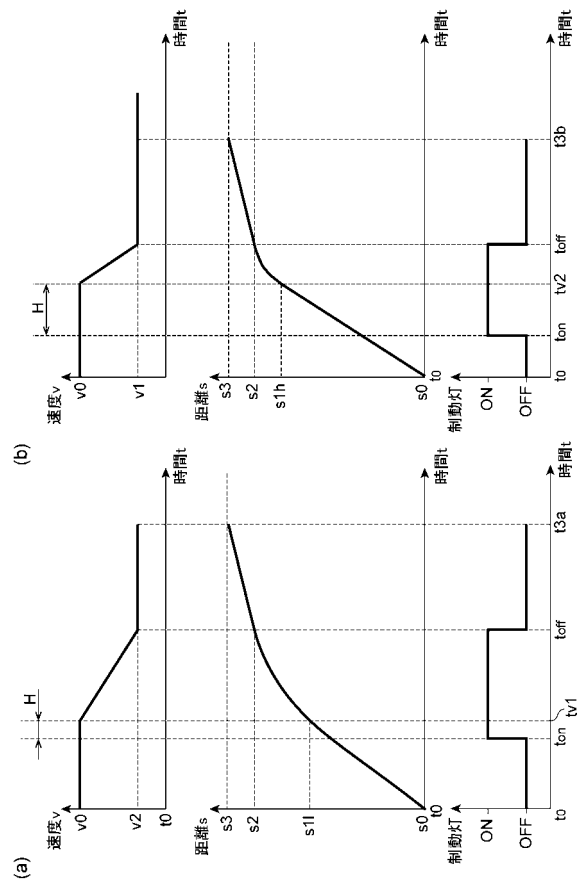
【図7】

(a)

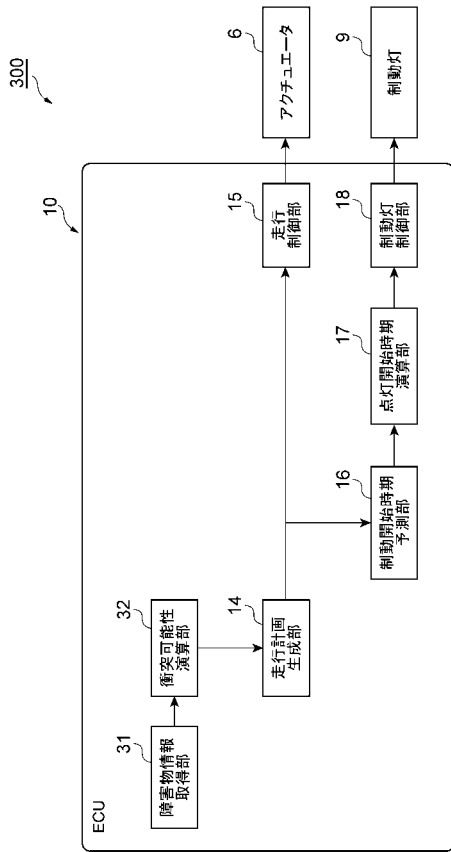
	緊急度		
	低	中	高
最大許容減速度	小 (-0.15G以上-0.1G未満)	中 (-0.3G以上-0.15G未満)	大 (-0.4G以上-0.3G未満)



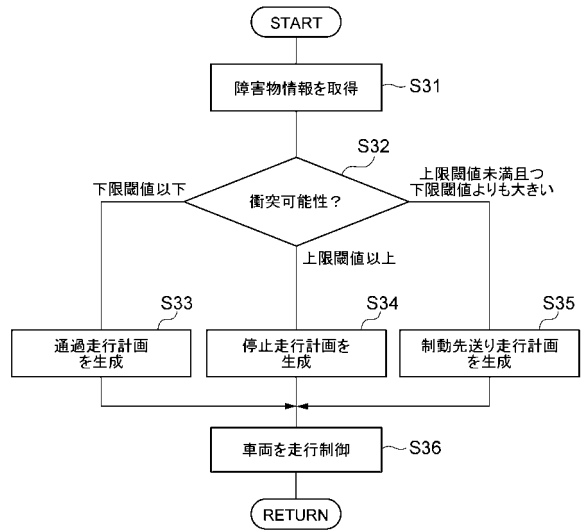
【図8】



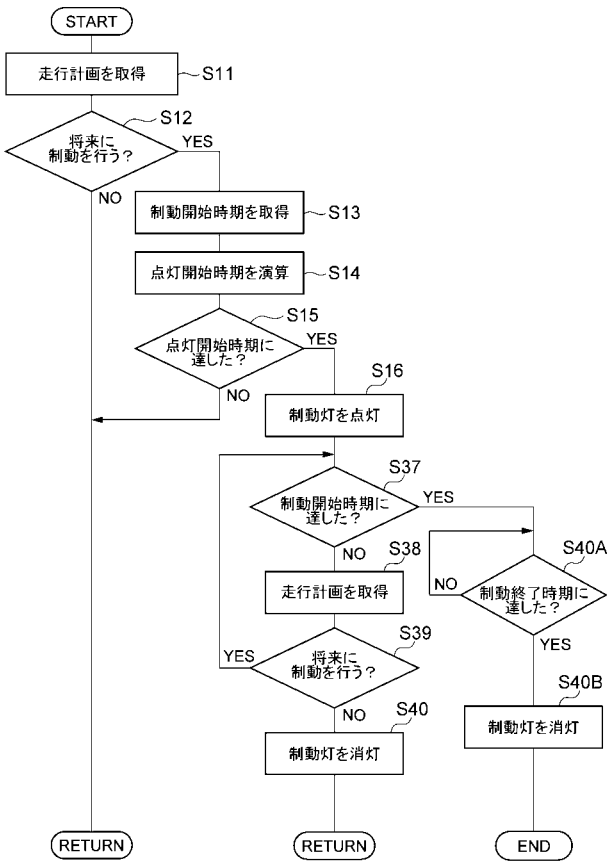
【図 9】



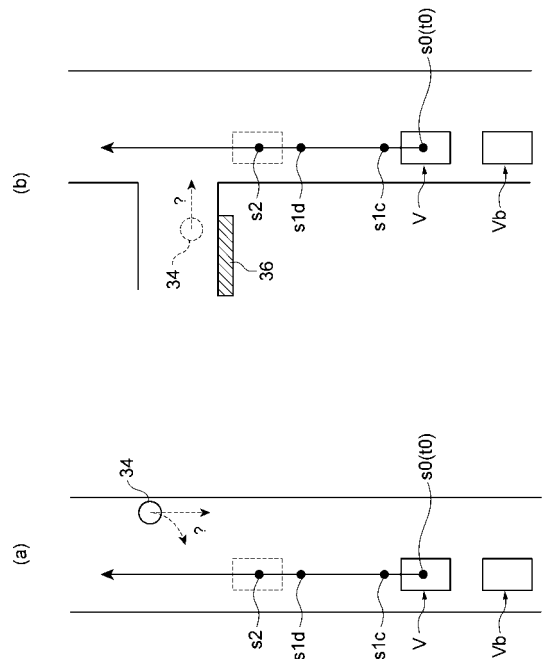
【図 10】



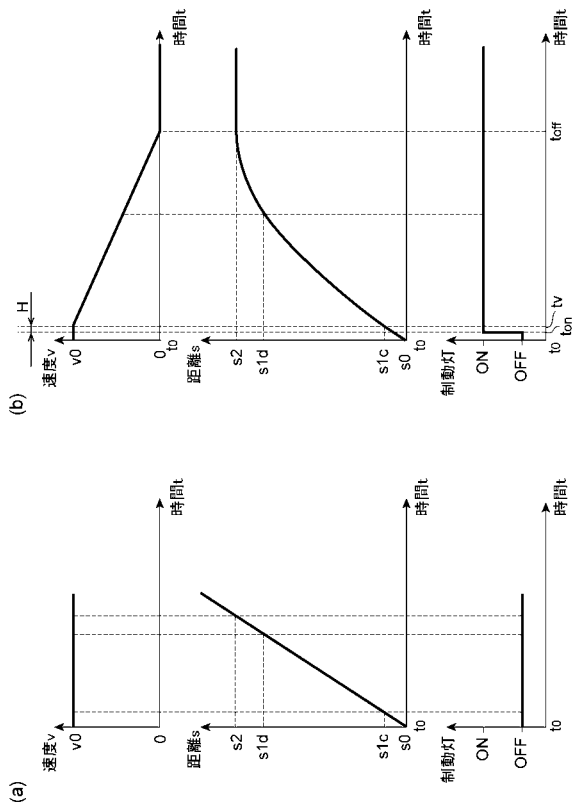
【図 11】



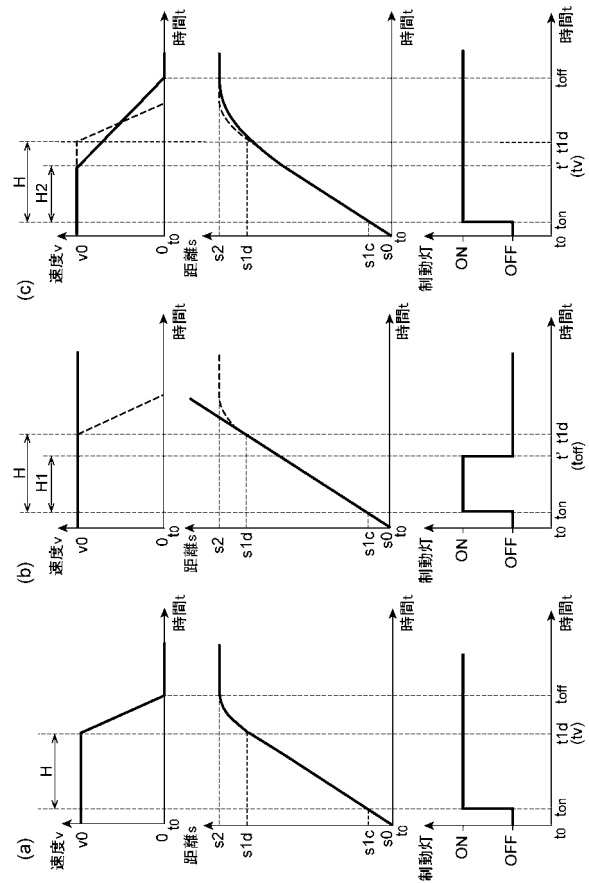
【図 12】



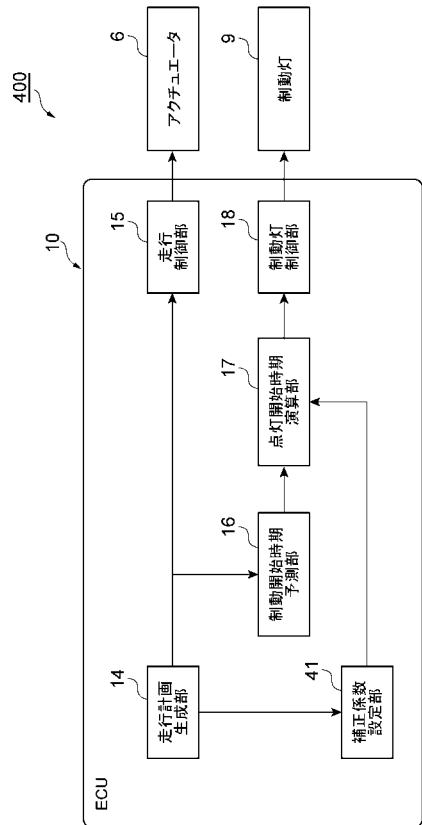
【図 13】



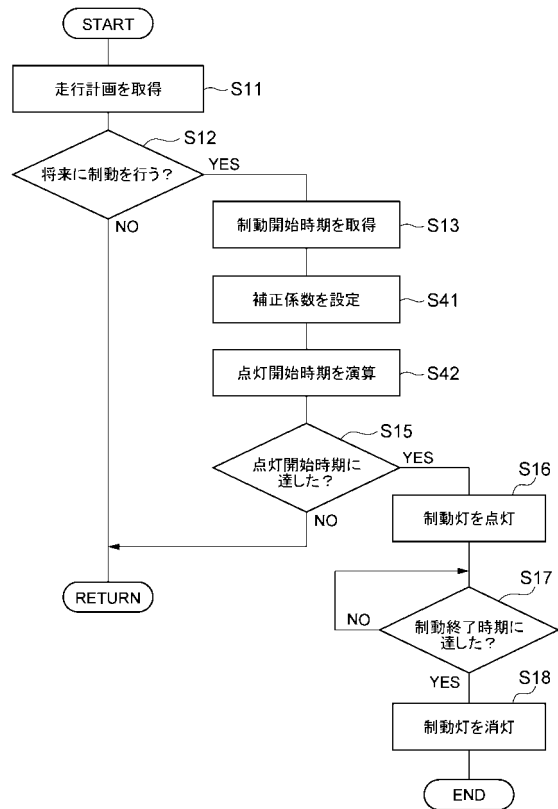
【図 14】



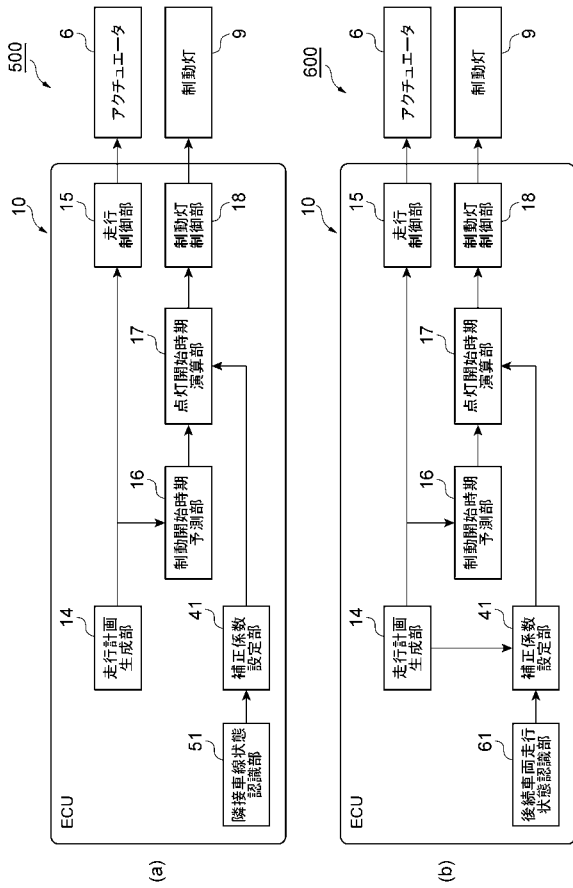
【図 15】



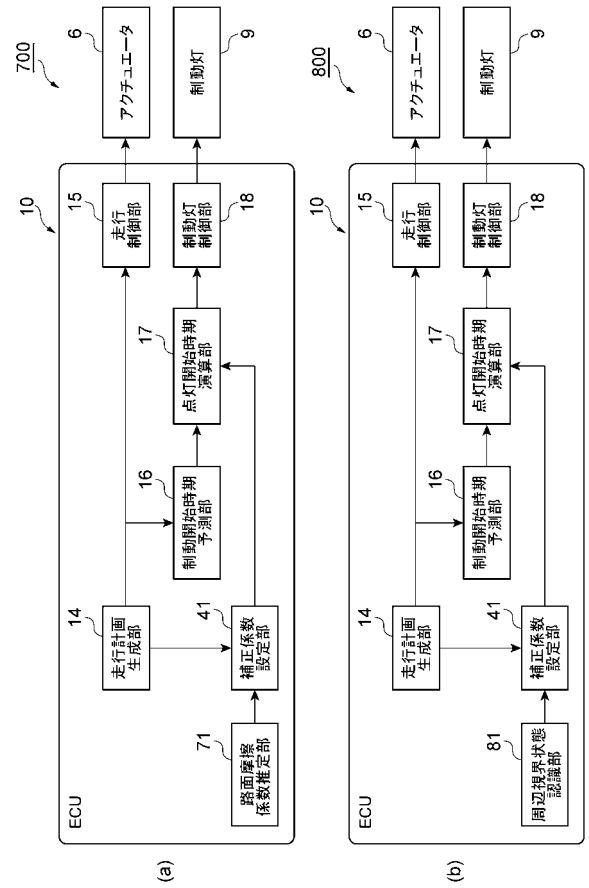
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
B 6 0 R 21/00 (2006.01)		B 6 0 R 21/00	6 2 4 G	
		B 6 0 R 21/00	6 3 0 G	

(72) 発明者 金道 敏樹
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 坂井 克弘
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 原田 将弘
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 浦野 博充
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム (参考) 3D241 AB01 AC30 BA32 BA33 BA60 BC01 DB01 DC02 DC03 DC22
DC26 DC27
3K339 AA24 AA29 BA01 BA02 BA09 BA28 CA11 CA12 CA13 DA01
EA06 EA09 FA09 FA10 GB01 GB21 KA02 KA04 KA06 KA11
KA14 KA39 LA01 MA02 MA07 MB02 MB04 MB05 MB06 MB10
MC01 MC02 MC03 MC13 MC21 MC22 MC23 MC24 MC26 MC27
MC31 MC35 MC36 MC41 MC46 MC48 MC52 MC53 MC58 MC73
MC77 MC85 MC90 MC92
5H181 AA01 CC04 CC12 CC14 FF04 FF05 LL01 LL04 LL08 LL09