

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7347375号  
(P7347375)

(45)発行日 令和5年9月20日(2023.9.20)

(24)登録日 令和5年9月11日(2023.9.11)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 C

請求項の数 4 (全15頁)

(21)出願番号	特願2020-145821(P2020-145821)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和2年8月31日(2020.8.31)	(74)代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65)公開番号	特開2022-40891(P2022-40891A)	(74)代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
(43)公開日	令和4年3月11日(2022.3.11)	(74)代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
審査請求日	令和3年10月11日(2021.10.11)	(74)代理人	100147555 弁理士 伊藤 公一
		(74)代理人	100123593 弁理士 関根 宣夫
		(74)代理人	100133835 弁理士 河野 努

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走行車線計画装置及び走行車線計画用コンピュータプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両が道路内で走行する走行予定車線を表す走行車線計画が、隣接車線上のイベント位置までに、前記車両の走行している走行車線から隣接車線へ前記車両が車線変更することを含む場合、地図情報と前記走行車線計画とに基づいて、前記イベント位置と前記車両の現在位置との間の前記隣接車線上に、前記走行車線とは異なる車線から他の車両が前記隣接車線へ進入してくる可能性のある進入区間があるか否かを判定する判定部と、

前記進入区間があると判定された場合、前記車両が前記隣接車線における前記進入区間の横を通過した後に、前記車両が前記走行車線から前記隣接車線へ移動する車線変更計画を生成する車線変更計画部と、

前記車線変更計画に基づいて、前記車両が前記隣接車線における前記進入区間の横の前記走行車線を走行している時に、前記車両の周囲に対して当該車両が前記走行車線から前記隣接車線へ車線変更することを予告する予告動作として、前記走行車線における前記車両の進行方向と直交する幅方向の中央よりも前記隣接車線側の位置で前記車両を走行させることを前記車両に実行させる予告動作制御部と、  
を有することを特徴とする走行車線計画装置。

【請求項2】

前記予告動作制御部は、前記車両が前記隣接車線における前記進入区間の横の前記走行車線を走行している時に、前記予告動作として方向指示器を点滅させる請求項1に記載の走行車線計画装置。

**【請求項 3】**

前記進入区間があると判定された場合、前記地図情報に基づいて、前記走行車線とは異なる車線が前記隣接車線との合流を開始する合流開始位置か、又は、前記走行車線とは異なる車線が前記隣接車線との合流を終了する合流終了位置に基づいて、前記進入区間の範囲を決定する区間決定部を有する請求項 1 又は 2 に記載の走行車線計画装置。

**【請求項 4】**

車両が道路内で走行する走行予定車線を表す走行車線計画が、隣接車線上のイベント位置までに、前記車両の走行している走行車線から隣接車線へ前記車両が車線変更することを含む場合、地図情報と前記走行車線計画とに基づいて、前記イベント位置と前記車両の現在位置との間の前記隣接車線上に、前記走行車線とは異なる車線から他の車両が前記隣接車線へ進入してくる可能性のある進入区間があるか否かを判定し、

10

前記進入区間があると判定された場合、前記車両が前記隣接車線における前記進入区間の横を通過した後に、前記車両が前記走行車線から前記隣接車線へ移動する車線変更計画を生成し、

前記車線変更計画に基づいて、前記車両が前記隣接車線における前記進入区間の横の前記走行車線を走行している時に、前記車両の周囲に対して当該車両が前記走行車線から前記隣接車線へ車線変更することを予告する予告動作として、前記走行車線における前記車両の進行方向と直交する幅方向の中央よりも前記隣接車線側の位置で前記車両を走行させることを前記車両に実行させる、

ことをプロセッサに実行させることを特徴とする走行車線計画用コンピュータプログラム。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、走行車線計画装置及び走行車線計画用コンピュータプログラムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

車両に搭載される自動制御装置は、車両の現在位置と、車両の目的位置と、地図とに基づいて、車両の走行ルートを生成して、車両をこの走行ルートに沿って走行するように制御する。

**【0003】**

30

車両が現在走行している走行道路から分岐、合流、左折、右折等を行うイベント位置が走行ルートに含まれる場合、自動制御装置は、イベント位置から所定の動作を行う様に、分岐位置において走行道路から分岐道路へ退出するように車両を制御する。

**【0004】**

車両が、2つ以上の車線を有する道路内の一の車線（走行車線）を走行しており、イベント位置から所定の動作を行う場合（例えば、分岐位置において分岐道路へ退出する場合）、一旦走行車線と隣接する車線（隣接車線）へ車線変更を行う場合がある。この場合、自動制御装置では、車両がイベント位置に到達するまでに、走行車線から隣接車線へ移動するように車両を制御する（例えば、特許文献1）。

**【0005】**

40

隣接車線上において、イベント位置よりも手前に他の道路（合流道路）が合流しており、この合流道路から他の車両が隣接車線へ進入してくる進入区間が存在する場合がある。このような場合、従前の自動制御装置では、進入区間を意識せずに、走行車線から隣接車線へ車線変更を行って、イベント位置へ到達するように、車両を制御してしまっていた。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0006】**

【文献】国際公開第2019/198481号

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】**

50

## 【 0 0 0 7 】

進入区間には合流道路からは他の車両が侵入してくるので、進入区間を走行する場合、又は、走行車線から隣接車線の進入区間へ車線変更する場合等では、他の車両との車間距離を十分に維持することが困難な状況が考えられる。そこで、自動制御装置では、進入区間の横を通過してから隣接車線へ車線変更し、その後イベント位置へ到達するように車両を制御することが好ましい。

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、隣接車線に進入区間が存在する場合でも、車両が走行車線から隣接車線へ安全に車線変更が行えるようにする走行車線計画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 9 】

一の実施形態によれば、走行車線計画装置が提供される。この走行車線計画装置は、車両が道路内で走行する走行予定車線を表す走行車線計画が、隣接車線上のイベント位置までに、車両の走行している走行車線から隣接車線へ車両が車線変更することを含む場合、地図情報と走行車線計画とに基づいて、イベント位置と車両の現在位置との間の隣接車線上に、走行車線とは異なる車線から他の車両が隣接車線へ進入してくる可能性のある進入区間があるか否かを判定する判定部と、進入区間があると判定された場合、車両が隣接車線における進入区間の横を通過した後に、車両が走行車線から隣接車線へ移動する車線変更計画を生成する車線変更計画部と、車線変更計画に基づいて、車両が隣接車線における進入区間の横の走行車線を走行している時に、車両の周囲に対して当該車両が走行車線から隣接車線へ車線変更することを予告する予告動作を車両に実行させる予告動作制御部と、を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

この走行車線計画装置において、予告動作制御部は、車両が隣接車線における進入区間の横の走行車線を走行している時に、予告動作として方向指示器を点滅させることが好ましい。

## 【 0 0 1 1 】

また、この走行車線計画装置において、予告動作制御部は、車両が隣接車線における進入区間の横の走行車線を走行している時に、予告動作として走行車線における車両の進行方向と直交する幅方向の中央よりも隣接車線側の位置で車両を走行させることが好ましい。

## 【 0 0 1 2 】

また、この走行車線計画装置において、進入区間があると判定された場合、地図情報に基づいて、走行車線とは異なる車線が隣接車線との合流を開始する合流開始位置か、又は、走行車線とは異なる車線が隣接車線との合流を終了する合流終了位置に基づいて、進入区間の範囲を決定する区間決定部を有することが好ましい。

## 【 0 0 1 3 】

他の実施形態によれば、車線変更計画用コンピュータプログラムが提供される。この車線変更計画用コンピュータプログラムは、車両が道路内で走行する走行予定車線を表す走行車線計画が、隣接車線上のイベント位置までに、車両の走行している走行車線から隣接車線へ車両が車線変更することを含む場合、地図情報と走行車線計画とに基づいて、イベント位置と車両の現在位置との間の隣接車線上に、走行車線とは異なる車線から他の車両が隣接車線へ進入してくる可能性のある進入区間があるか否かを判定し、進入区間があると判定された場合、車両が隣接車線における進入区間の横を通過した後に、車両が走行車線から隣接車線へ移動する車線変更計画を生成し、車線変更計画に基づいて、車両が隣接車線における進入区間の横の走行車線を走行している時に、車両の周囲に対して当該車両が走行車線から隣接車線へ車線変更することを予告する予告動作を車両に実行させることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 4 】

本発明に係る走行車線計画装置は、隣接車線に進入区間が存在する場合でも、車両が走

10

20

30

40

50

行車線から隣接車線へ安全に車線変更が行えるようにする。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】走行車線計画装置の動作の概要を説明する図（その1）である。

【図2】走行車線計画装置の動作の概要を説明する図（その2）である。

【図3】走行車線計画装置の動作の概要を説明する図（その3）である。

【図4】走行車線計画装置が実装される車両の概略構成図である。

【図5】走行車線計画装置の動作フローチャートである。

【図6】区間決定部の動作フローチャートである。

【図7】区間決定部の処理を説明する図（その1）である。

【図8】区間決定部の処理を説明する図（その2）である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1～図3は、走行車線計画装置の動作の概要を説明する図である。以下、図1～図3を参照しながら、本明細書に開示する走行車線計画装置の動作の概要を説明する。図1～図3において、イベント位置として、分岐位置を例としている。

【0017】

図1は、自動制御される車両10に搭載されるナビゲーション装置15によって生成された走行ルート80の一例を示している。車両10は現在の位置P1で道路50を走行しており、イベント位置である分岐位置Bから分岐道路60へ退出することが予定されている。車両10の現在位置P1と分岐位置Bとの間には、合流道路70が合流位置Mで道路50へ合流している。走行ルート80には、車線に関する情報は含まれていない。

【0018】

図2は、図1に示した走行ルート80の直近の運転区間に関して、車両10に搭載される走行車線計画装置20により生成された走行車線計画の一例を示している。走行車線計画は、直近の運転区間内で、車両10が走行する走行予定車線を表す。図2において、道路50は、車両10の走行している走行車線51及び走行車線51と隣接する隣接車線52を有し、走行車線51と隣接車線52とは車線区画線53により区画される。分岐道路60は1つの車線61を有しており、車線61は車線区画線54を介して隣接車線52と接続している。また、合流道路70は1つの車線71を有しており、車線71は合流開始位置M1と合流終了位置M2との間で、車線区画線55を介して隣接車線52と接続している。合流開始位置M1及び合流終了位置M2を含んで、合流道路70から他の車両が侵入してくる隣接車線52の領域を進入区間90とする。進入区間90の定め方については後述する。

【0019】

車両10の走行している走行車線51は、分岐道路60の車線61と接続する隣接車線52ではないので、走行車線計画装置20は、イベント位置である分岐位置Bまでに車両10が走行車線51から隣接車線52への移動することを計画する。そして、車両10の現在位置P1と分岐位置Bとの間には、進入区間90が存在する。そこで、走行車線計画装置20は、図中に81として示す様に、車両10が、隣接車線52における進入区間90の横を通過した後に、走行車線51から隣接車線52へ移動して車線変更完了予定位置P3へ到達する車線変更計画を生成する。これによって、車両10は、隣接車線52における進入区間90の横を通過した後に、走行車線51から隣接車線52へ移動して車線変更完了予定位置P3を通過してイベント位置（分岐位置B）において分岐道路60へ退出する。

【0020】

図3は、図2示した走行ルート80の直近の運転区間に関して、車両10に搭載される走行車線計画装置20により生成された走行車線計画に従って車線変更を行う際に、予告動作制御部45によって制御される予告動作を説明するための図である。具体的に、予告動作制御部45は、車両10が隣接車線52における進入区間90の横の走行車線51を

10

20

30

40

50

走行している時に、車両 10 の周囲に対して車両 10 が走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ車線変更することを予告する予告動作を車両 10 に行わせる。予告動作としては、方向指示器を点灯させること、及び、車両 10 を走行車線 5 1 内で隣接車線 5 2 側によって走行させること等が挙げられる。

#### 【 0 0 2 1 】

図 1 ~ 図 3 に示した様に、走行車線計画装置 2 0 は、車両 10 を隣接車線 5 2 の進入区間 9 0 を走行させないことにより、車両 10 と他の車両との間に安全な距離を維持できる。また、走行車線計画装置 2 0 は、車線変更を行う前に、車両 10 が走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ車線変更することを車両 10 の周囲に対して予告することにより、車両 10 が、隣接車線 5 2 の進入区間 9 0 の横を通過した後、隣接車線 5 2 へ車線変更することを容易にする。これにより、走行車線計画装置 2 0 は、隣接車線 5 2 に進入区間 9 0 が存在する場合でも、車両 10 が走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ安全に車線変更が行えるようになる。

10

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 は、走行車線計画装置 2 0 が実装される車両 10 の概略構成図である。車両 10 は、カメラ 1 1 と、方向指示器 1 2 a ~ 1 2 f と、測位情報受信機 1 3 と、地図情報記憶装置 1 4 と、ナビゲーション装置 1 5 と、位置推定装置 1 6 と、物体検出装置 1 7 と、運転計画装置 1 8 と、車両制御装置 1 9 と、走行車線計画装置 2 0 等を有する。更に、車両 10 は、LiDAR センサといった、車両 10 の周囲の物体までの距離を測定するための測距センサ（図示せず）等のプローブ情報を取得するためのセンサを有してもよい。

20

#### 【 0 0 2 3 】

カメラ 1 1 と、方向指示器 1 2 a ~ 1 2 f と、測位情報受信機 1 3 と、地図情報記憶装置 1 4 と、ナビゲーション装置 1 5 と、位置推定装置 1 6 と、物体検出装置 1 7 と、運転計画装置 1 8 と、車両制御装置 1 9 と、走行車線計画装置 2 0 とは、コントローラエリアネットワークといった規格に準拠した車内ネットワーク 2 1 を介して通信可能に接続される。

#### 【 0 0 2 4 】

カメラ 1 1 は、車両 10 に設けられる撮像部の一例である。カメラ 1 1 は、車両 10 の前方を向くように、車両 10 に取り付けられる。カメラ 1 1 は、例えば所定の周期で、車両 10 の前方の所定の領域の環境が表されたカメラ画像を撮影する。カメラ画像には、車両 10 の前方の所定の領域内に含まれる道路と、その路面上の車線区画線等の道路特徴物が表わされ得る。カメラ 1 1 は、CCD 又は C-MOS 等、可視光に感度を有する光電変換素子のアレイで構成された 2 次元検出器と、その 2 次元検出器上に撮影対象となる領域の像を結像する撮像光学系を有する。

30

#### 【 0 0 2 5 】

カメラ 1 1 は、カメラ画像を撮影する度に、カメラ画像及びカメラ画像が撮影されたカメラ画像撮影時刻を、車内ネットワーク 2 1 を介して、位置推定装置 1 6 及び物体検出装置 1 7 へ出力する。カメラ画像は、位置推定装置 1 6 において、車両 10 の位置を推定する処理に使用される。また、カメラ画像は、物体検出装置 1 7 において、車両 10 の周囲の他の物体を検出する処理に使用される。

40

#### 【 0 0 2 6 】

方向指示器 1 2 a ~ 1 2 f は、車両 10 の右前方、右側方、右後方、左前方、左側方、左後方を向くように、車両 10 の外面に取り付けられる。方向指示器 1 2 a ~ 1 2 f は、車両制御装置 1 9 又は走行車線計画装置 2 0 によって、車両 10 の右折、左折又は車線変更等の進路変更時に点滅するように制御される。車両 10 が右折又は右側の車線へ進路変更する際には、方向指示器 1 2 a ~ 1 2 c が点滅する。また、車両 10 が左折又は左側の車線へ進路変更する際には、方向指示器 1 2 d ~ 1 2 f が点滅する。

#### 【 0 0 2 7 】

測位情報受信機 1 3 は、車両 10 の現在位置を表す測位情報を出力する。例えば、測位情報受信機 1 3 は、GNSS 受信機とすることができる。測位情報受信機 1 3 は、所定の

50

受信周期で測位情報を取得する度に、測位情報及び測位情報を取得した測位情報取得時刻を、地図情報記憶装置 14 及びナビゲーション装置 15 等へ出力する。

【0028】

地図情報記憶装置 14 は、車両 10 の現在位置を含む相対的に広い範囲（例えば 10 ~ 30 km 四方の範囲）の広域地図情報を記憶する。この広域地図情報は、路面の 3 次元情報と、道路上の車線区画線等の道路特徴物、構造物の種類及び位置を表す情報と、道路の法定速度等を含む高精度地図情報を有する。地図情報記憶装置 14 は、車両 10 の現在位置に応じて、車両 10 に搭載される無線通信装置（図示せず）を介した無線通信により、基地局を介して外部のサーバから広域地図情報を受信して記憶装置に記憶する。地図情報記憶装置 14 は、測位情報受信機 13 から測位情報を入力する度に、記憶している広域地図情報を参照して、測位情報により表される現在位置を含む相対的に狭い領域（例えば、100 m ~ 10 km 四方の範囲）の地図情報を、車内ネットワーク 21 を介して位置推定装置 16、物体検出装置 17 及び走行車線計画装置 20 等へ出力する。

10

【0029】

ナビゲーション装置 15 は、ナビゲーション用地図情報と、車両 10 の目的位置と、測位情報受信機 13 から入力された車両 10 の現在位置を表す測位情報とに基づいて、車両 10 の現在位置から目的位置までの走行ルートを生成する。走行ルートは、右折、左折、合流、分岐などの位置に関する情報を含む。ナビゲーション装置 15 は、目的位置が新しく設定された場合、又は、車両 10 の現在位置が走行ルートから外れた場合などに、車両 10 の走行ルートを新たに生成する。ナビゲーション装置 15 は、走行ルートを生成する度に、その走行ルートを、車内ネットワーク 21 を介して、位置推定装置 16 及び走行車線計画装置 20 等へ出力する。

20

【0030】

位置推定装置 16 は、カメラ画像内に表された車両 10 の周囲の道路特徴物に基づいて、カメラ画像撮影時刻における車両 10 の位置を推定する。例えば、位置推定装置 16 は、カメラ画像内に識別した車線区画線と、地図情報記憶装置 14 から入力された地図情報に表された車線区画線とを対比して、カメラ画像撮影時刻における車両 10 の推定位置及び推定方位角を求める。また、位置推定装置 16 は、地図情報に表された車線区画線と、車両 10 の推定位置及び推定方位角とに基づいて、車両 10 が位置する道路上の走行車線を推定する。位置推定装置 16 は、カメラ画像撮影時刻における車両 10 の推定位置、推定方位角及び走行車線を求める度に、これらの情報を、車内ネットワーク 21 を介して、物体検出装置 17、運転計画装置 18、車両制御装置 19 及び走行車線計画装置 20 へ通知する。

30

【0031】

物体検出装置 17 は、カメラ画像に基づいて、車両 10 の周囲の他の物体及びその種類（例えば、車両）を検出する。他の物体には、車両 10 の周囲を走行する他の車両が含まれる。物体検出装置 17 は、検出された他の物体を追跡して、他の物体の軌跡を求める。物体検出装置 17 は、地図情報に表された車線区画線と、他の物体位置とに基づいて、他の物体が走行している走行車線を特定する。物体検出装置 17 は、検出された他の物体の種類を示す情報と、その位置を示す情報及び走行車線を、車内ネットワーク 21 を介して、運転計画装置 18 へ通知する。物体検出装置 17 は、カメラ画像と共に、LiDAR センサといった測距センサ（図示せず）のプローブ情報を用いることにより、他の物体の位置をより精確に検出することができる。

40

【0032】

運転計画装置 18 は、所定の周期で設定される運転計画生成時刻において、地図情報と、走行車線計画と、車両 10 の現在位置と、周辺環境情報と、車両状態情報とに基づいて、所定の時間（例えば、5 秒）先までの車両 10 の予定走行軌跡を表す運転計画を生成する。運転計画装置 18 は、走行車線計画装置 20 から車線変更計画が通知されている場合には、上述した情報と共に、車線変更計画に基づいて、運転計画を生成する。運転計画は、現時刻から所定時間先までの各時刻における、車両 10 の目標位置及びこの目標位置に

50

おける目標車両速度の集合として表される。運転計画が生成される周期は、走行車線計画が生成される周期よりも短いことが好ましい。運転計画部36は、カルマンフィルタ等の予測フィルタを用いて、検出された他の車両の直近の軌跡に基づいて将来の軌跡を推定し、検出された他の車両が走行中の車線及び推定された軌跡より算出された相対距離に基づいて、車両10から他の車両までの相対距離が所定距離以上となるように、車両10の運転計画を生成する。運転計画装置18は、車線変更計画が車両10の車線間を移動する車線変更を含む場合、車両10と他の車両との間に所定の距離を維持できるように、車線変更を含む運転計画を生成する。運転計画装置18は、走行車線計画が車両10の車線間を移動する車線変更を含んでいても、車両10と他の車両との間に所定の距離を確保できない場合、現在の車線を走行するように運転計画を生成する。運転計画装置18は、運転計画を生成する度に、運転計画を車両制御装置19へ通知する。

10

#### 【0033】

車両制御装置19は、車両10の位置と、車両速度及びヨーレートと、運転計画とに基づいて、車両10が走行ルートに沿って走行するように車両10の各部を制御する。例えば、車両制御装置19は、運転計画、車両10の車両速度及びヨーレートに従って、車両10の操舵角、加速度及び角加速度を求め、その操舵角、加速度及び角加速度となるように、操舵量、アクセル開度又はブレーキ量を設定する。そして車両制御装置19は、設定された操舵量に応じた制御信号を、車両10の操舵輪を制御するアクチュエータ(図示せず)へ出力する。また、車両制御装置19は、設定されたアクセル開度に従って燃料噴射量を求め、その燃料噴射量に応じた制御信号を車両10のエンジンなどの駆動装置(図示せず)へ出力する。あるいは、車両制御装置19は、設定されたブレーキ量に応じた制御信号を車両10のブレーキ(図示せず)へ出力する。

20

#### 【0034】

位置推定装置16、物体検出装置17、運転計画装置18及び車両制御装置19が有する機能の全て又は一部は、例えば、プロセッサ上で動作するコンピュータプログラムにより実現される機能モジュールである。又は、位置推定装置16、物体検出装置17、運転計画装置18及び車両制御装置19が有する機能の全て又は一部は、専用の演算回路であってもよい。位置推定装置16、物体検出装置17、運転計画装置18、車両制御装置19及び走行車線計画装置20は、別々の装置として説明されているが、これらの装置の全て又は一部は、一つの装置として構成されていてもよい。

30

#### 【0035】

走行車線計画装置20は、信号線34を介して相互に接続されている通信インターフェース(IF)31と、メモリ32と、プロセッサ33とを有する。走行車線計画装置20の具体的な処理については後述する。

#### 【0036】

通信IF31は、車内通信部の一例であり、走行車線計画装置20を車内ネットワーク21に接続するためのインターフェース回路を有する。即ち、通信IF31は、車内ネットワーク21を介して、カメラ11と、方向指示器12a~12fと、測位情報受信機13と、地図情報記憶装置14と、ナビゲーション装置15と、位置推定装置16と、物体検出装置17と、運転計画装置18と、車両制御装置19等と接続される。

40

#### 【0037】

メモリ32は、記憶部の一例であり、例えば、揮発性の半導体メモリ及び不揮発性の半導体メモリを有する。そしてメモリ32は、走行車線計画装置20のプロセッサ33により実行される情報処理において使用されるアプリケーションのコンピュータプログラム及び各種のデータを記憶する。

#### 【0038】

プロセッサ33は、1個又は複数個のCPU(Central Processing Unit)及びその周辺回路を有する。プロセッサ33は、論理演算ユニット、数値演算ユニットあるいはグラフィック処理ユニットといった他の演算回路を更に有していてもよい。プロセッサ33が複数個のCPUを有する場合、CPUごとにメモリを有していても

50

よい。

#### 【 0 0 3 9 】

プロセッサ 3 3 は、走行車線計画処理を実行する走行車線計画部 4 1 と、判定処理を実行する判定部 4 2 と、区間決定処理を実行する区間決定部 4 3 と、車線変更計画処理を実行する車線変更計画部 4 4 と、予告動作制御処理を実行する予告動作制御部 4 5 とを有する。プロセッサ 3 3 が有するこれらの各部は、例えば、プロセッサ 3 3 上で動作するコンピュータプログラムにより実現される機能モジュールである。あるいは、プロセッサ 3 3 が有するこれらの各部は、プロセッサ 3 3 に設けられる、専用の演算回路であってもよい。

#### 【 0 0 4 0 】

図 5 は、走行車線計画装置 2 0 の動作フローチャートである。図 5 を参照しながら、走行車線計画装置 2 0 の処理について、以下に説明する。走行車線計画装置 2 0 は、車両 1 0 の走行中に、所定の周期で設定される走行車線計画生成時刻において、図 5 に示される動作フローチャートに従って繰り返して処理を実行する。

#### 【 0 0 4 1 】

まず、走行車線計画装置 2 0 のプロセッサ 3 3 の走行車線計画部 4 1 は、走行ルートから選択された直近の運転区間（例えば、1 0 k m）において、走行ルート上にイベント位置があるか否かを判定する（ステップ S 1 0 1）。イベント位置とは、車両 1 0 が現在走行している走行道路から分岐する分岐位置、走行道路から他の道路へ合流する合流位置、走行道路から左折又は右折を行う位置を言う。また、イベント位置には、現在走行している走行車線が消滅してしまう消滅位置、現在走行している走行道路が優遇車線（例えば、カープールレーン）を含む場合に、優遇車線への合流位置及び優遇車線からの分岐位置を含む。図 1 に示す例では、直近の運転区間内に分岐位置 B が存在することから、走行車線計画部 4 1 は、イベント位置があると判定する。

#### 【 0 0 4 2 】

イベント位置があると判定された場合（ステップ S 1 0 1 - Y e s）、走行車線計画部 4 1 は、イベント位置である分岐位置 B までに、車両 1 0 が現在走行中の走行道路内での車線変更が必要であるか否かを判定する。（ステップ S 1 0 2）。走行車線計画部 4 1 は、走行ルート、地図情報、及び、車両 1 0 の現在位置に基づいて、分岐道路の車線（図 2 に示す例では 6 1）に接続する走行道路の車線（図 2 に示す例では 5 2）と、車両 1 0 が現在走行している走行車線（図 2 に示す例では 5 1）とが同じであるか否かを判定する。分岐道路の車線に接続する走行道路の車線が走行車線とは異なる場合、走行車線計画部 4 1 は、隣接車線 5 2 上の分岐位置 B までに、車両 1 0 が現在走行中の走行道路内での車線変更は必要であると判定する（ステップ S 1 0 2 - Y e s）。走行車線計画装置 2 0 は、車両 1 0 が走行車線 5 1 を走行することと、車両 1 0 が分岐位置に到達するまでに走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ移動することと、隣接車線 5 2 を走行することと、分岐位置において分岐道路 6 0 の車線 6 1 へ移動することと、車線 6 1 を走行することを含む走行車線計画を生成する。一方、分岐道路の車線に接続する走行道路の車線が走行車線と同じ場合、走行車線計画部 4 1 は、車両 1 0 が現在走行中の走行道路内での車線変更の必要はないと判定する（ステップ S 1 0 2 - N o）。

#### 【 0 0 4 3 】

次に、走行車線計画装置 2 0 のプロセッサ 3 3 の判定部 4 2 は、地図情報と走行車線計画とに基づいて、車両 1 0 の現在位置とイベント位置との間の隣接車線上に、進入区間があるか否かを判定する（ステップ S 1 0 3）。図 2 に示す例では、車両 1 0 の現在位置（P 1）と分岐位置（B）の間の隣接車線 5 2 と接続する、他の車両が隣接車線 5 2 へ進入可能な走行車線 5 1 とは異なる車線 7 1 があるので、判定部 4 2 は、進入区間があると判定する（ステップ S 1 0 3 - Y e s）。

#### 【 0 0 4 4 】

一方、進入区間がないと判定された場合（ステップ S 1 0 3 - N o）、走行車線計画装置 2 0 のプロセッサ 3 3 の車線変更計画部 4 4 は、進入区間の存在を考慮せず、走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ車線変更する車線変更計画を生成する（ステップ S 1 0 6）。例

10

20

30

40

50

例えば、この場合、車線変更計画部 4 4 は、イベント位置から予め定められた所定の距離までに隣接車線 5 2 へ車線変更する車線変更計画を生成する。

【 0 0 4 5 】

進入区間があると判定された場合、走行車線計画装置 2 0 のプロセッサ 3 3 の区間決定部 4 3 は、地図情報に基づいて、進入区間の範囲を決定する（ステップ S 1 0 4）。ステップ S 1 0 4 における判定処理の詳細については、図 6 及び図 7 を用いて後述する。

【 0 0 4 6 】

次に、走行車線計画装置 2 0 のプロセッサ 3 3 の車線変更計画部 4 4 は、車両 1 0 が隣接車線における進入区間の横を通過した後に、車両 1 0 が走行車線から隣接車線へ移動する車線変更計画を生成する（ステップ S 1 0 5）。図 2 に示す例では、車線変更計画部 4 4 は、車両 1 0 が走行車線 5 1 を走行して隣接車線 5 2 における進入区間 9 0 の横を通過した後に、車線区間線 5 3 をまたいで隣接車線 5 2 へ移動する車線変更完了予定位置 P 3 を決定する。車線変更計画では、車両 1 0 は、走行車線 5 1 を走行して隣接車線 5 2 における進入区間 9 0 の横を通過した後に、車線変更完了予定位置 P 3 の手前の位置で隣接車線 5 2 へ移動し、車線変更完了予定位置 P 3 を通過した後、分岐道路 6 0 の車線 6 1 へ移動する。車線変更計画は、走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ移動する位置を含む。例えば、車線変更計画部 4 4 は、進入区間 9 0 の終点と車線変更完了予定位置 P 3 との中間の位置において、車両 1 0 が走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ移動するように車線変更計画を生成する。また、車線変更計画は、隣接車線 5 2 から分岐道路 6 0 の車線 6 1 へ移動する位置を含む。例えば、車線変更計画部 4 4 は、イベント位置（分岐位置 B）から所定の距離以内に、車両 1 0 が隣接車線 5 2 から分岐道路 6 0 の車線 6 1 へ移動する車線変更計画を生成する。車線変更完了予定位置 P 3 の決定方法については、図 7 を用いて後述する。

【 0 0 4 7 】

次に、車線変更計画部 4 4 は、ステップ S 1 0 5 又はステップ S 1 0 6 において生成された車線変更計画を、走行車線計画と共に、運転計画装置 1 8 及び予告動作制御部 4 5 へ通知し（ステップ S 1 0 7）、一連のステップを終了する。

【 0 0 4 8 】

上述したステップ S 1 0 1 において、イベント位置がないと判定された場合、又は、ステップ S 1 0 2 においてイベント位置はあっても車線変更は必要ないと判定された場合、走行車線計画部 4 1 は、イベント位置における動作及び車線変更を含まない走行車線計画を生成し、この走行車線計画を運転計画装置 1 8 へ通知して（ステップ S 1 0 8）、一連のステップを終了する。走行車線計画部 4 1 は、直近の運転区間において、走行ルートと、地図情報と、周辺環境情報と、車両 1 0 の現在位置とに基づいて、車両 1 0 が走行する道路内の車線を選択して、イベント位置における動作及び車線変更を含まない走行予定車線を表す走行車線計画を生成する。周辺環境情報には、車両の 1 0 の周囲を走行する他の車両の位置及び速度等を含む。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、区間決定部 4 3 の動作フローチャートである。図 7 は、区間決定部 4 3 の処理を説明する図である。図 6 及び図 7 を用いて、図 5 のステップ S 1 0 5 における区間決定部 4 3 の区間決定処理を、以下に詳述する。

【 0 0 5 0 】

まず、区間決定部 4 3 は、地図情報を参照して、直近の運転区間において、車両 1 0 の現在位置と分岐位置の間の隣接車線上に、走行車線とは異なる車線が隣接車線との合流を開始する合流開始位置が含まれるか否かを判定する（ステップ S 2 0 1）。図 7 に示す例では、区間決定部 4 3 は、車両 1 0 の現在位置 P 1 と分岐位置 B の間の隣接車線上に、合流開始位置 M 1 が含まれると判定する（ステップ S 2 0 1 - Y e s）。一方、合流開始位置が含まれないと判定された場合（ステップ S 2 0 1 - N o）、区間決定部 4 3 の処理は、ステップ S 2 0 3 へ進む。

【 0 0 5 1 】

合流開始位置が含まれると判定された場合、区間決定部 4 3 は、合流開始位置に基づい

10

20

30

40

50

て、開始側進入区間を隣接車線上に決定する（ステップ S 2 0 2）。図 7 に示す例では、区間決定部 4 3 は、隣接車線 5 2 上において、合流開始位置 M 1 を含む所定の区間を開始側進入区間 9 0 1 として決定する。開始側進入区間 9 0 1 は、車両 1 0 が隣接車線 5 2 を走行するか又は車両 1 0 が走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ移動しようとした場合、合流道路 7 0 の車線 7 1 から隣接車線 5 2 へ進入してくる他の車両と車両 1 0 との間に安全な距離を維持することが困難になると推定される区間である。図 7 の例では、区間決定部 4 3 は、合流開始位置 M 1 から車両 1 0 の現在位置 P 1 に向かって隣接車線 5 2 に沿って第 1 の距離だけ移動した第 1 の位置 Q 1 と、合流開始位置 M 1 から車線変更完了予定位置 P 3 に向かって隣接車線 5 2 に沿って第 2 の距離だけ移動した第 2 の位置 Q 2 との間を、開始側進入区間 9 0 1 として決定する。第 1 の距離及び第 2 の距離は、固定された基準値でもよい。また、第 1 の距離及び第 2 の距離は、車両 1 0 の直近の平均の車両速度に基づいて、基準値を補正して決定されてもよい。その場合、区間決定部 4 3 は、車両 1 0 の直近の平均の車両速度が速い程、第 1 の距離及び第 2 の距離が長くなるように、基準値を補正するようにしてもよい。

10

#### 【 0 0 5 2 】

次に、区間決定部 4 3 は、地図情報を参照して、直近の運転区間において、車両 1 0 の現在位置との間の隣接車線上に、走行車線とは異なる車線が隣接車線との合流を終了する合流終了位置が含まれるか否かを判定する（ステップ S 2 0 3）。図 7 に示す例では、区間決定部 4 3 は、車両 1 0 の現在位置 P 1 とイベント位置である分岐位置 B との間の隣接車線上に、合流終了位置 M 2 が含まれると判定する（ステップ S 2 0 3 - Y e s）。一方、合流終了位置が含まれないと判定された場合（ステップ S 2 0 3 - N o）、区間決定部 4 3 の処理は、ステップ S 2 0 5 へ進む。

20

#### 【 0 0 5 3 】

合流終了位置が含まれると判定された場合、区間決定部 4 3 は、合流終了位置に基づいて、終了側進入区間を隣接車線上に決定する（ステップ S 2 0 4）。図 7 に示す例では、区間決定部 4 3 は、隣接車線 5 2 上において、合流終了位置 M 2 を含む所定の区間を終了側進入区間 9 0 2 として決定する。終了側進入区間 9 0 2 は、車両 1 0 が隣接車線 5 2 を走行するか又は車両 1 0 が走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ移動しようとした場合、合流道路 7 0 の車線 7 1 から隣接車線 5 2 へ進入してくる他の車両と車両 1 0 との間に安全な距離を維持することが困難になると推定される区間である。図 7 の例では、区間決定部 4 3 は、合流終了位置 M 2 から車両 1 0 の現在位置 P 1 に向かって隣接車線 5 2 に沿って第 3 の距離だけ移動した第 3 の位置 Q 3 と、合流終了位置 M 2 から車線変更完了予定位置 P 3 に向かって隣接車線 5 2 に沿って第 4 の距離だけ移動した第 4 の位置 Q 4 との間を、終了側進入区間 9 0 2 として決定する。第 3 の距離及び第 4 の距離は、固定された基準値でもよい。また、第 3 の距離及び第 4 の距離は、車両 1 0 の直近の平均の車両速度に基づいて、基準値を補正して決定されてもよい。その場合、区間決定部 4 3 は、車両 1 0 の直近の平均の車両速度が速い程、第 3 の距離及び第 4 の距離が長くなるように、基準値を補正するようにしてもよい。

30

#### 【 0 0 5 4 】

次に、区間決定部 4 3 は、開始側進入区間又は / 及び終了側進入区間に基づいて、進入区間の範囲を決定し（ステップ S 2 0 5）、一連の処理を終了する。図 7 に示す例のように、開始側進入区間 9 0 1 及び終了側進入区間 9 0 2 が決定されている場合、区間決定部 4 3 は、開始側進入区間 9 0 1 及び終了側進入区間 9 0 2 が含まれるように、進入区間 9 0 の範囲を隣接車線 5 2 上に決定する。図 7 の例では、開始側進入区間 9 0 1 及び終了側進入区間 9 0 2 の一部が重なっているため、区間決定部 4 3 は、開始側進入区間 9 0 1 及び終了側進入区間 9 0 2 を含む範囲を、進入区間 9 0 の範囲として決定する。進入区間 9 0 の範囲は、走行車線計画に含まれる。

40

#### 【 0 0 5 5 】

なお、開始側進入区間のみが決定される場合、及び、終了側進入区間のみが決定される場合もあり得るが、それらの場合には、区間決定部 4 3 は、それらの範囲を、進入区間の

50

範囲として決定し、進入区間の範囲を表す情報が、求められることとなる。なお、図 7 に示す例では、区間決定部 4 3 は、直近の運転区間に合流開始位置及び合流終了位置の両方が含まれているので、開始側進入区間及び終了側進入区間の重複範囲を進入区間の範囲としていた。しかしながら、区間決定部 4 3 は、直近の運転区間に合流開始位置及び合流終了位置の両方が含まれる場合でも、開始側進入区間又は終了側進入区間の何れか一方のみに基づいて進入区間の範囲を定めてもよい。

#### 【 0 0 5 6 】

以下に、図 7 を用いて、車線変更完了予定位置 P 3 の決定方法について説明する。走行車線計画部 4 1 は、最初に交点 P 2 を求め、交点 P 2 から隣接車線 5 2 に沿って所定の距離 D だけ車両 1 0 の現在位置 P 1 に向かった位置で、且つ、進入区間 9 0 よりイベント位置である分岐位置 B 側にある位置を、車線変更完了予定位置 P 3 とする。交点 P 2 は、イベント位置からの移動先である分岐道路 6 0 の車線 6 1 の中心線 6 1 a を隣接車線 5 2 内まで延長した延長線 6 1 b と、隣接車線 5 2 の中心線 5 2 a とが交わる点である。なお、車両 1 0 が車線変更完了予定位置 P 3 を通過して交点 P 2 に到達するのに要する時間が所定の時間（例えば、2 ~ 5 秒）となるように、車両 1 0 の直近の車両速度の平均値に基づいて、所定の距離 D を定めてもよい。また、走行車線計画部 4 1 は、交点 P 2 を、車線変更完了予定位置 P 3 としてもよい。更に、進入区間 9 0 の第 4 の位置 Q 4 と交点 P 2 との中間地点を車線変更完了予定位置 P 3 としてもよい。

10

#### 【 0 0 5 7 】

次に、図 3 を参照しながら、車両 1 0 を車線変更させる車線変更計画に基づいて車両 1 0 が自動制御される場合の予告動作について詳細に説明する。まず、時刻 T 1 0 1 において、車両 1 0 は、道路 5 0 の車線 5 1 上を走行している。車両 1 0 の現在位置 P 1 は、隣接車線 5 2 の進入区間 9 0 よりも手前にある。

20

#### 【 0 0 5 8 】

次に、時刻 T 1 0 2 において、車両 1 0 は、隣接車線 5 2 における進入区間 9 0 の横の車線 5 1 の走行を開始する。車両 1 0 における走行車線計画装置 2 0 のプロセッサ 3 3 の予告動作制御部 4 5 は、地図情報と車両 1 0 の現在位置とに基づいて、車両 1 0 が隣接車線 5 2 における進入区間 9 0 の横の走行車線 5 1 を走行していると判定した場合、予告動作として、方向指示器 1 2 a ~ 1 2 c の点滅を開始する。方向指示器 1 2 a ~ 1 2 c の点滅は、隣接車線 5 2 に車両が車線変更をするまで続けられる（時刻 T 1 0 2 ~ T 1 0 5 ）。

30

#### 【 0 0 5 9 】

次に、時刻 T 1 0 3 及び T 1 0 4 において、予告動作制御部 4 5 は、さらなる予告動作として、走行車線 5 1 における車両 1 0 の進行方向と直交する幅方向の中央よりも隣接車線 5 2 側の位置を走行させるようにする。

#### 【 0 0 6 0 】

次に、時刻 T 1 0 5 において、車両 1 0 は、進入区間 9 0 の横を通過した後、車線変更完了予定位置 P 3 よりも手前の位置で、車線区画線 5 3 をまたいで車線 5 1 から車線 5 2 へ移動する。

#### 【 0 0 6 1 】

次に、時刻 T 1 0 6 ~ T 1 0 8 において、車両 1 0 は、車線変更完了予定位置 P 3 を通過した後、車線区画線 5 4 をまたいで車線 5 2 から車線 6 1 へ移動して、道路 5 0 から道路 6 0 へ退出する。なお、運転計画装置 1 8 は、車両 1 0 が隣接車線 5 2 における進入区間 9 0 の横の走行車線 5 1 を走行している時に、隣接車線 5 2 を走行する他の車両 5 6 の直近の軌跡に基づいて将来の軌跡を推定し、推定された他の車両 5 6 の横に並ばないように、車両 1 0 が走行車線 5 1 上を走行する運転計画を生成してもよい。これにより、車両 1 0 は、車線変更完了予定位置 P 3 を通過した後、他の車両 5 6 と車両 1 0 との間に所定の距離を維持して、走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 へ安全に移動し易くなる。

40

#### 【 0 0 6 2 】

以上に説明してきたように、走行車線計画装置は、車両が分岐するために車両の走行している走行車線から隣接車線へ車線変更し、且つ、隣接車線上に進入区間がある場合、進

50

入区間の横を通過した後、車両が走行車線から隣接車線へ移動する車線変更計画を生成する。更に、走行車線計画装置は、車両が隣接車線における進入区間の横の走行車線を走行している時に、車両の周囲に対して当該車両が走行車線から隣接車線へ車線変更することを予告する予告動作を車両に実行させる。これにより、走行車線計画装置は、隣接車線に進入区間が存在する場合でも、車線変更動作前に周囲の他の車へ十分な予告を行い、且つ、他の車との十分な車間距離が取れるようにしているため、車両が出来るだけ安全に隣接車線に車線変更でできるようになる。

#### 【 0 0 6 3 】

図 8 を用いて、区間決定部 4 3 の他の処理例について説明する。図 8 は、図 7 と同様のイベント位置 ( B ) と車両 1 0 の現在位置 P 1 との間の隣接車線上の進入区間 9 1、9 2 において、合流道路 1 0 0 の車線 1 0 1 が車線区画線 5 6 を介して隣接車線 5 2 との合流を開始する合流開始位置 M 1 から合流終了位置 M 2 までの間に十分な距離がある場合を示している。図 8 のような場合、区間決定部 4 3 は、図 6 に示した処理フローに従って、図 8 に示した様に、開始側進入区間 9 1 と終了側進入区間 9 2 を決定する。前述した図 7 の例では、開始側進入区間 9 0 1 と終了側進入区間 9 0 2 は重複していたため、区間決定部 4 3 は、第 1 の位置 Q 1 から第 4 の位置 Q 4 までを進入区間 9 0 の範囲として決定した。しかしながら、図 8 の例では、開始側進入区間 9 1 と終了側進入区間 9 2 とは十分に離間しているため、区間決定部 4 3 は、開始側進入区間 9 1 及び終了側進入区間 9 2 をそれぞれ進入区間の範囲として決定することができる。すなわち、進入区間は 2 つの部分に分離しており、その間では車両 1 0 は走行車線 5 1 から隣接車線 5 2 への車線変更が許容される。なお、開始側進入区間 9 1 と終了側進入区間 9 2 との間が、所定距離以下の場合には、開始側進入区間 9 1 及び終了側進入区間 9 2 と、それらの間の区間を合わせて進入区間としても良い。

#### 【 0 0 6 4 】

本発明では、上述した実施形態の走行車線計画装置及び走行車線計画用コンピュータプログラムは、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更が可能である。また、本発明の技術範囲はそれらの実施形態に限定されず、特許請求の範囲に記載された発明とその均等物に及ぶものである。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 6 5 】

- 1 0 車両
- 1 1 カメラ
- 1 2 a ~ 1 2 f 方向指示器
- 1 3 測位情報受信機
- 1 4 地図情報記憶装置
- 1 5 ナビゲーション装置
- 1 6 位置推定装置
- 1 7 物体検出装置
- 1 8 運転計画装置
- 1 9 車両制御装置
- 2 0 走行車線計画装置
- 2 1 車内ネットワーク
- 3 1 通信インターフェース
- 3 2 メモリ
- 3 3 プロセッサ
- 3 4 信号線
- 4 1 走行車線計画部
- 4 2 判定部
- 4 3 区間決定部
- 4 4 車線変更計画部

10

20

30

40

50

4 5 予告動作制御部

【図面】

【図 1】

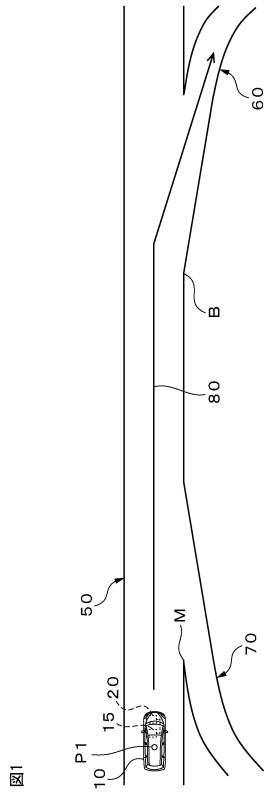


図1

【図 2】

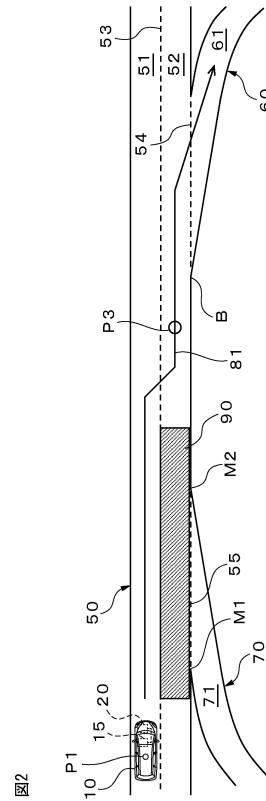


図2

【図 3】

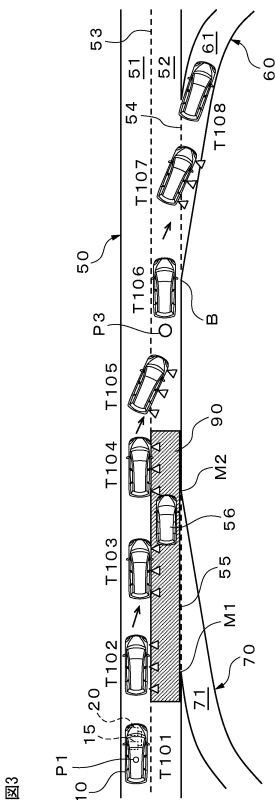


図3

【図 4】

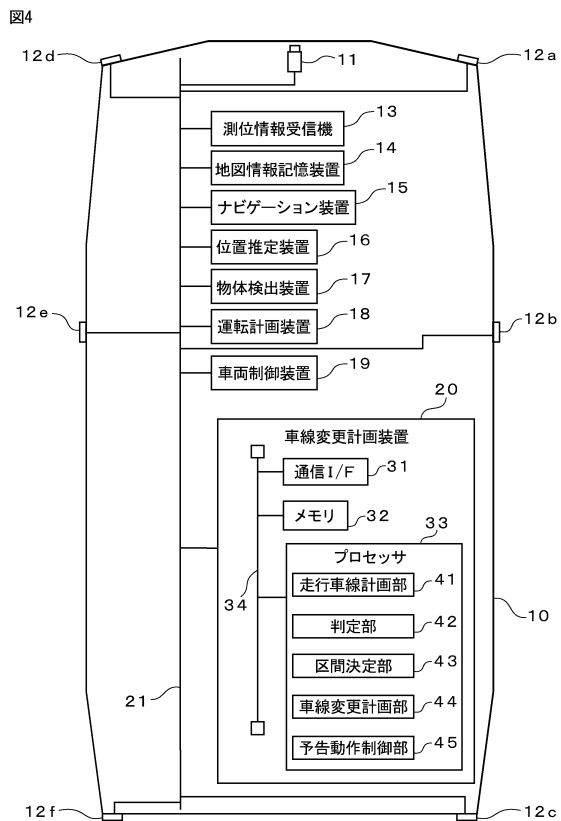


図4

10

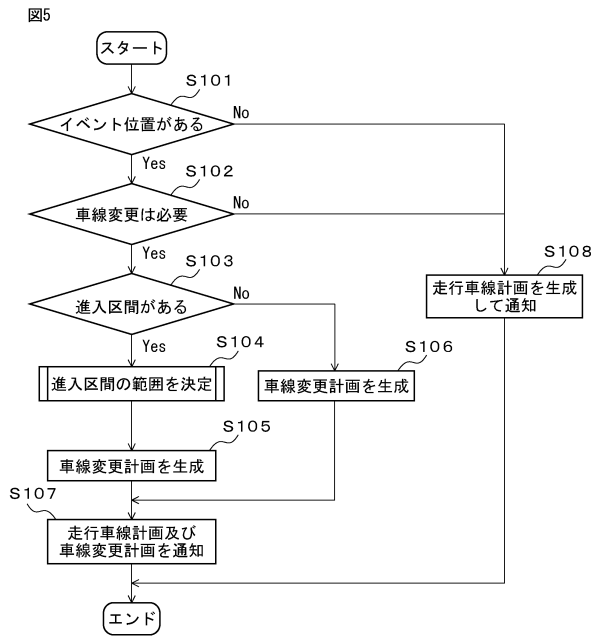
20

30

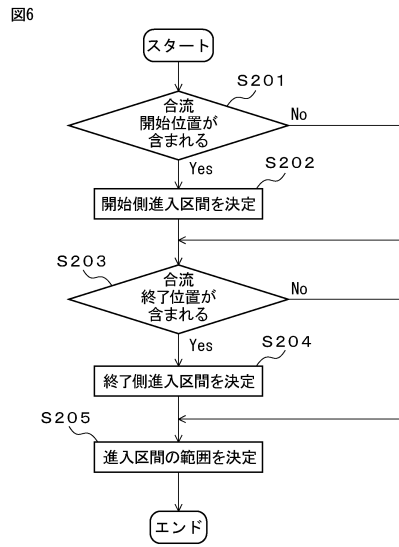
40

50

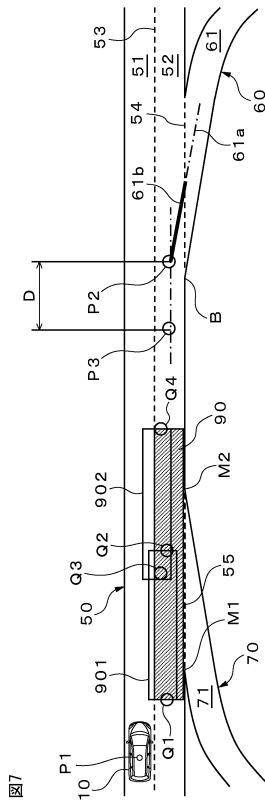
【 図 5 】



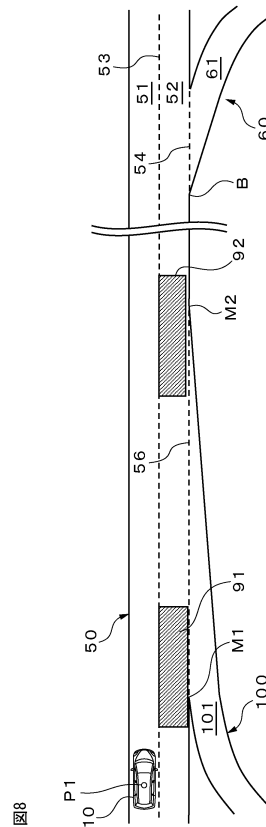
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(74)代理人 100135976

弁理士 宮本 哲夫

(72)発明者 橋本 竜太

東京都中央区日本橋室町三丁目2番1号 トヨタ・リサーチ・インスティテュート・アドバンスト  
・デベロップメント株式会社内

審査官 小林 勝広

(56)参考文献 特開2015-161518(JP,A)

国際公開第2017/017761(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01C 21/00 - 21/36、23/00 - 25/00

G08G 1/00 - 99/00