

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7103000号  
(P7103000)

(45)発行日 令和4年7月20日(2022.7.20)

(24)登録日 令和4年7月11日(2022.7.11)

(51)国際特許分類

F I

G 0 8 G 1/16 (2006.01)

G 0 8 G 1/16

D

B 6 0 W 30/095 (2012.01)

G 0 8 G 1/16

E

B 6 0 W 30/095

請求項の数 14 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-132162(P2018-132162)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成30年7月12日(2018.7.12)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-9352(P2020-9352A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年1月16日(2020.1.16)	(74)代理人	110000028弁理士法人明成国際特許事務所
審査請求日	令和3年1月6日(2021.1.6)	(72)発明者	荒木 遼太郎
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72)発明者	加藤 健次
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72)発明者	増井 洋平
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72)発明者	菰口 勇多
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両制御装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

車両(100)に搭載され、前記車両を制御する車両制御装置(10:10a~10d)であって、

前記車両に搭載されているセンサ(50)の検出結果を利用して、前記車両の走行路(Ln1)と交差する踏切(900)の内部に存在する障害物を検出する障害物検出部(110)と、

前記障害物検出部による検出結果を利用して、前記障害物の位置および大きさを特定し、特定された前記障害物の位置および大きさを利用して、前記車両が前記踏切を渡る際の前記走行路と交差する方向のクリアランスを算出するクリアランス算出部(111)と、算出された前記クリアランスに基づき前記車両による前記踏切の通過可否を判定する通過可否判定部(112)と、

を備え、

前記センサは、前記障害物の大きさと位置と速度と加速度とのうちの少なくとも1つを検出し、

前記クリアランス算出部は、前記センサにより検出された値を利用して、前記車両が前記踏切を通過する際の前記クリアランスを時系列的に算出し、

前記通過可否判定部は、前記車両が前記踏切を通過する期間の全体に亘って前記クリアランスが予め定められた大きさ以上である場合に、前記踏切を通過可能であると判定する、車両制御装置。

## 【請求項 2】

車両（100）に搭載され、前記車両を制御する車両制御装置（10：10a～10d）であって、  
前記車両に搭載されているセンサ（50）の検出結果を利用して、前記車両の走行路（Ln1）と交差する踏切（900）の内部に存在する障害物を検出する障害物検出部（110）と、  
前記障害物検出部による検出結果を利用して、前記障害物の位置および大きさを特定し、特定された前記障害物の位置および大きさを利用して、前記車両が前記踏切を渡る際の前記走行路と交差する方向のクリアランスを算出するクリアランス算出部（111）と、  
算出された前記クリアランスに基づき前記車両による前記踏切の通過可否を判定する通過可否判定部（112）と、  
を備え、  
算出された前記クリアランスに応じて、前記車両が前記踏切を通過する際の車速である通過速度を決定する車速決定部（115）と、  
決定された前記通過速度で前記車両を走行させる走行制御部（113）と、  
前記車両が前記踏切を通過する際の走行長さを特定する走行長さ特定部（116）と、  
をさらに備え、  
前記通過可否判定部は、特定された前記走行長さと、決定された前記通過速度とに基づき、前記踏切を通過するのに要する通過所要時間を算出し、算出された前記通過所要時間が予め定められた閾値時間以下である場合に、前記踏切を通過可能であると判定する、車両制御装置。

10

20

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の車両制御装置において、

前記クリアランス算出部は、前記障害物の位置および大きさに加えて、前記踏切の内部において障害物がない場合に通過可能な最大領域である通過可能領域を特定し、特定された前記障害物の位置および大きさと、特定された前記通過可能領域と、を利用して前記クリアランスを算出し、  
前記クリアランス算出部は、前記センサにより検出された値を利用して、前記走行路の対向車線に対向車が有るか否かを判定し、前記対向車が有ると判定された場合に、センターラインを前記通過可能領域における前記交差する方向の一方の端に設定し、前記対向車が無いと判定された場合に、前記対向車線の道路端である白線を前記一方の端として設定する、車両制御装置。

30

## 【請求項 4】

請求項 1 または請求項 3 に記載の車両制御装置において、

前記クリアランス算出部は、検出された前記交差する方向の前記障害物の大きさに対して、予め定められたマージンを加えた大きさを、前記障害物の大きさとして用いて、前記クリアランスを算出し、  
前記障害物が歩行者である場合の前記マージンは、前記障害物が自転車である場合の前記マージンに比べて大きく設定されている、車両制御装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 または請求項 3 または請求項 4 に記載の車両制御装置において、

前記クリアランス算出部は、検出された前記交差する方向の前記障害物の大きさに対して、予め定められたマージンを加えた大きさを、前記障害物の大きさとして用いて、前記クリアランスを算出し、  
前記クリアランス算出部は、前記マージンとして前記障害物を中心とした円形のマージンを算出する、車両制御装置。

## 【請求項 6】

請求項 2 に記載の車両制御装置において、

前記クリアランス算出部は、前記障害物の位置および大きさに加えて、前記踏切の内部において障害物がない場合に通過可能な最大領域である通過可能領域を特定し、特定された

40

50

前記障害物の位置および大きさと、特定された前記通過可能領域と、を利用して前記クリアランスを算出し、

前記クリアランス算出部は、前記センサにより検出された値を利用して、前記走行路の対向車線に対向車が有るか否かを判定し、前記対向車が有ると判定された場合に、センターラインを前記通過可能領域における前記交差する方向の一方の端に設定し、前記対向車が無いと判定された場合に、前記対向車線の道路端である白線を前記一方の端として設定する、車両制御装置。

【請求項 7】

請求項 2 または請求項 6 に記載の車両制御装置において、

前記クリアランス算出部は、検出された前記交差する方向の前記障害物の大きさに対して、予め定められたマージンを加えた大きさを、前記障害物の大きさとして用いて、前記クリアランスを算出し、

前記障害物が歩行者である場合の前記マージンは、前記障害物が自転車である場合の前記マージンに比べて大きく設定されている、車両制御装置。

【請求項 8】

請求項 2 または請求項 6 または請求項 7 に記載の車両制御装置において、

前記クリアランス算出部は、検出された前記交差する方向の前記障害物の大きさに対して、予め定められたマージンを加えた大きさを、前記障害物の大きさとして用いて、前記クリアランスを算出し、

前記クリアランス算出部は、前記マージンとして前記障害物を中心とした円形のマージンを算出する、車両制御装置。

【請求項 9】

請求項 2 または請求項 6 または請求項 7 または請求項 8 に記載の車両制御装置において、前記車速決定部は、算出された前記クリアランスが小さいほど、前記通過速度として低い車速を決定する、車両制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか一項に記載の車両制御装置（10：10a～10d）であって、

前記車両の走行を制御する走行制御部をさらに備え、

前記走行制御部は、前記通過可否判定部により前記踏切を通過可能でないと判定された場合に、前記車両を停車させて前記踏切の通過を行わせない、車両制御装置。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 までのいずれか一項に記載の車両制御装置において、

前記踏切を通過しない走路である代替走路を特定する代替走路特定部（117）と、

特定された前記代替走路を提示する代替走路提示部（118）と、

をさらに備え、

前記代替走路提示部は、前記通過可否判定部により前記踏切を通過可能でないと判定された場合に、前記代替走路を提示する、車両制御装置。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか一項に記載の車両制御装置において、

前記車両の運転に関わる動作機能のうちの少なくとも一部の制御を、前記車両の運転者に委譲させる運転切替部（114）をさらに備え、

前記運転切替部は、前記通過可否判定部により前記踏切を通過可能でないと判定された場合に、前記動作機能のうちの少なくとも一部の制御を、前記運転者に委譲させる、車両制御装置。

【請求項 13】

請求項 1 から請求項 12 までのいずれか一項に記載の車両制御装置において、

前記車両が前記踏切を通過中において、前記センサの検出結果を利用して、前記踏切を通過した先の前記走行路における空きスペースの有無に基づき、前記踏切の通過を、完了可能か否かを判定する通過完了判定部（119）と、

10

20

30

40

50

前記センサの検出結果を利用して、前記踏切を通過した先の前記走行路の対向車線における空きスペースと、前記走行路における後方側の前記踏切の外の空きスペースと、の有無をそれぞれ特定する空きスペース特定部（１２０）と、  
前記車両の走行を制御する走行制御部と、  
をさらに備え、

前記走行制御部は、前記通過完了判定部により前記踏切の通過を完了できないと判定された場合であって、前記空きスペース特定部により前記対向車線における前記空きスペースと、前記踏切の外の前記空きスペースとのうち、少なくとも一方が存在する場合には、該空きスペースに前記車両を移動させる、車両制御装置。

【請求項１４】

10

請求項１から請求項１３までのいずれか一項に記載の車両制御装置において、  
前記車両が前記踏切を通過中において、前記センサの検出結果を利用して、前記踏切を通過した先の前記走行路における空きスペースの有無に基づき、前記踏切の通過を、完了可能か否かを判定する通過完了判定部と、  
前記踏切を管理する組織に対する報知を実行する報知部（１２１）と、  
を備え、  
前記報知部は、前記踏切の通過を完了できないと判定された場合に、前記報知を実行する、車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【０００１】

本開示は、踏切を通過する際の車両の制御に関する。

【背景技術】

【０００２】

車両の前方における障害物の位置、大きさ、速度等を検出する各種センサを利用して、かかる障害物を避けるように自動的に操舵や制動等を実行する自動運転制御が発達している。かかる自動運転制御の一つとして、特許文献１では、車両が踏切を通過する際の自動運転制御が提案されている。具体的には、車両が踏切を通過する際に、踏切の開閉状態、踏切の先の道路における交通状況、踏切と自車両との位置関係、車両と前方車両との位置関係等の各種情報を用いて自車両の通過可否を判定し、通過不可能と判定された場合には、自車両の運転を制限し、また、判定結果に応じた案内情報を出力する技術が提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【文献】特開２０１７－４２１４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかし、特許文献１では、踏切内の道幅の大きさや、踏切を通過中の歩行者や自転車の有無など、踏切内の状況が考慮されていない。したがって、踏切内の道幅が狭い場合や歩行帯が無い場合に、踏切を通過中の歩行者や自転車等と自車両との間の隙間が小さく、安全に通過できないという問題がある。また、特許文献１では、踏切を通過する際の車速について何ら考慮されていないため、歩行者や自転車の側を高速で車両が通過することが起こり得る。このようなことから、歩行者や自転車の運転者に対して不安感を与えるという問題がある。このため、車両が踏切を通過する際の安全性を向上可能な技術が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

【０００６】

50

本開示の一形態によれば、車両（１００）に搭載され、前記車両を制御する車両制御装置（１０：１０ａ～１０ｄ）が提供される。この車両制御装置は、車両に搭載されているセンサ５０の検出結果を利用して、前記車両の走行路Ｌｎ１と交差する踏切９００の内部に存在する障害物を検出する障害物検出部（１１０）と；前記障害物検出部による検出結果を利用して、前記障害物の位置および大きさを特定し、特定された前記障害物の位置および大きさを利用して、前記車両が前記踏切を渡る際の前記走行路と交差する方向のクリアランスを算出するクリアランス算出部（１１１）と；算出された前記クリアランスに基づき前記車両による前記踏切の通過可否を判定する通過可否判定部（１１２）と；を備え、前記センサは、前記障害物の大きさと位置と速度と加速度とのうちの少なくとも１つを検出し、クリアランス算出部は、前記センサにより検出された値を利用して、前記車両が前記踏切を通過する際の前記クリアランスを時系列的に算出し、前記通過可否判定部は、前記車両が前記踏切を通過する期間の全体に亘って前記クリアランスが予め定められた大きさ以上である場合に、前記踏切を通過可能であると判定してもよい。

10

本開示の他の形態によれば、車両（１００）に搭載され、前記車両を制御する車両制御装置（１０：１０ａ～１０ｄ）が提供される。この車両制御装置は、車両に搭載されているセンサ５０の検出結果を利用して、前記車両の走行路Ｌｎ１と交差する踏切９００の内部に存在する障害物を検出する障害物検出部（１１０）と；前記障害物検出部による検出結果を利用して、前記障害物の位置および大きさを特定し、特定された前記障害物の位置および大きさを利用して、前記車両が前記踏切を渡る際の前記走行路と交差する方向のクリアランスを算出するクリアランス算出部（１１１）と；算出された前記クリアランスに基づき前記車両による前記踏切の通過可否を判定する通過可否判定部（１１２）と；を備え、算出された前記クリアランスに応じて、前記車両が前記踏切を通過する際の車速である通過速度を決定する車速決定部（１１５）と、決定された前記車速で前記車両を走行させる走行制御部（１１３）と、前記車両が前記踏切を通過する際の走行長さを特定する走行長さ特定部（１１６）と、をさらに備え、前記通過可否判定部は、特定された前記走行長さと、決定された前記通過速度とに基づき、前記踏切を通過するのに要する通過所要時間を算出し、算出された前記通過所要時間が予め定められた閾値時間以下である場合に、前記踏切を通過可能であると判定してもよい。

20

#### 【０００７】

この形態の車両制御装置によれば、特定された障害物の位置および大きさに基づき、車両が踏切を渡る際の走行路と交差する方向のクリアランスを算出し、かかるクリアランスを利用して車両による踏切の通過可否が判定されるので、車両が踏切を通過する際の安全性を向上できる。

30

#### 【０００９】

この形態の車両制御装置によれば、車両が踏切を渡る際の走行路と交差する方向のクリアランスを算出し、かかるクリアランスを利用して、車両が踏切を通過する際の通過速度を決定するので、車両が踏切を通過する際の安全性を向上できる。

#### 【００１０】

本開示は、車両制御装置以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、車両制御装置を搭載した車両、車両制御方法、踏切通過方法、踏切通過判定方法、車速決定方法、これらの方法を実現するためのコンピュータプログラム、かかるコンピュータプログラムを記憶した記憶媒体等の形態で実現することができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００１１】

【図１】本開示の一実施形態としての車両制御装置を搭載した車両の概略構成を示すブロック図である。

【図２】第１実施形態における自車両が踏切を通過する際の状況の一例を示す説明図である。

【図３】第１実施形態における踏切通過処理の手順を示すフローチャートである。

【図４】第１実施形態における自車両が踏切を通過する際の状況の他の例を示す説明図で

50

ある。

【図 5】ステップ S 1 3 0 において算出されるクリアランスの一例を示す説明図である。

【図 6】第 2 実施形態における車両制御装置を搭載した車両の概略構成を示すブロック図である。

【図 7】第 2 実施形態における車速マップの設定内容の一例を示す説明図である。

【図 8】第 2 実施形態における踏切通過処理の手順を示すフローチャートである。

【図 9】第 3 実施形態における車両制御装置を搭載した車両の概略構成を示すブロック図である。

【図 10】第 3 実施形態における踏切通過処理の手順を示すフローチャートである。

【図 11】第 3 実施形態における踏切通過処理の手順を示すフローチャートである。

10

【図 12】第 4 実施形態における車両制御装置を搭載した車両の概略構成を示すブロック図である。

【図 13】第 4 実施形態における踏切通過処理の手順を示すフローチャートである。

【図 14】第 4 実施形態における自車両が踏切を通過する際の状況の一例を示す説明図である。

【図 15】第 5 実施形態における車両制御装置を搭載した車両の概略構成を示すブロック図である。

【図 16】第 5 実施形態における踏切通過処理の手順を示すフローチャートである。

【図 17】他の実施形態における自車両が踏切を通過する際の状況の一例を示す説明図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

A. 第 1 実施形態：

A 1. 装置構成：

図 1 に示す車両制御装置 10 は、車両 100 に搭載され、車両 100 を制御する。本実施形態において、車両 100 を他の車輛と区別するため、「自車両 100」とも呼ぶ。車両 100 は、自動運転と手動運転とを切り替え可能に構成されている。自動運転とは、車両 100 の走行に関する制御の少なくとも一部が運転者の判断によらずに自動的に実行される運転を意味する。自動運転としては、例えば、S A E ( Society of Automotive Engineers ) において規定されているレベル 0 ~ 5 までの運転レベルのうち、レベル 2 ~ 5 の運転が該当する。手動運転とは、車両の走行に関する制御の少なくとも一部が運転者の判断および操作により実行される運転を意味する。例えば、S A E におけるレベル 0 ~ 2 の運転が該当する。車両 100 には、車両制御装置 10 に加えて、動作制御部 30、動作実行部 40、センサ群 50、ナビゲーション装置 60、表示部 70、無線通信部 80 が搭載されている。

30

【0013】

動作制御部 30 は、動作実行部 40 を制御する。動作実行部 40 とは、車両 100 の走行、操舵、制動を実行する機能部である。動作実行部 40 は、エンジン 41、ブレーキ機構 42、操舵機構 43 を備える。ブレーキ機構 42 は、センサ、モータ、バルブおよびポンプ等のブレーキ制御に関わる装置群 ( アクチュエータ ) からなる。操舵機構 43 は、パワーステアリングモータ等操舵に関わる装置群 ( アクチュエータ ) からなる。動作制御部 30 は、エンジン E C U 31、ブレーキ E C U 32、操舵 E C U 33 を備える。エンジン E C U 31 は、エンジン 41 を制御する。具体的には、図示しない各種アクチュエータを制御することにより、スロットルバルブの開閉動作や、イグナイタの点火動作や、吸気弁の開閉動作等を制御する。ブレーキ E C U 32 は、ブレーキを掛けるタイミングおよびブレーキ量 ( 制動量 ) を決定し、決定されたタイミングで決定されたブレーキ量が得られるように、ブレーキ機構 42 を構成する各装置を制御する。操舵 E C U 33 は、車両 100 に搭載された図示しないヨーレートセンサおよび操舵角センサから得られる測定値に基づき操舵量 ( 操舵角 ) を決定し、決定された操舵量となるように操舵機構 43 を構成する各装置を制御する。

40

50

## 【 0 0 1 4 】

センサ群 5 0 は、ミリ波センサ 5 1、L i D A R (Light Detection and Ranging) 5 2、撮像カメラ 5 3、加速度センサ 5 4、G N S S (Global Navigation Satellite System) センサ 5 5、車速センサ 5 6 を含む。ミリ波センサ 5 1 は、ミリ波帯の電波を用いて、自車両 1 0 0 の周囲における物体の存否、かかる物体との自車両 1 0 0 との距離、物体の位置、物体の大きさ、物体の形状および物体の自車両 1 0 0 に対する相対速度を検出する。なお、ミリ波レーダ 2 5 が検出する「物体」とは、より正確には、複数の検出点（物標）の集合である。L i D A R 2 6 は、レーザを用いて自車両の周囲における物体の存否等を検出する。撮像カメラ 5 3 は、自車両 1 0 0 の外部に向けられ、撮像画像を取得する。撮像カメラ 5 3 として、単眼カメラが用いられてもよい。また、2 以上のカメラによって構成されるステレオカメラやマルチカメラが用いられてもよい。加速度センサ 5 4 は、自車両 1 0 0 の加速度を検出する。G N S S センサ 5 5 は、例えば、G P S (Global Positioning System) センサにより構成され、G P S を構成する人工衛星から受信する電波に基づき、自車両の現在位置を検出する。車速センサ 5 6 は、自車両 1 0 0 の車速を検出する。

10

## 【 0 0 1 5 】

ナビゲーション装置 6 0 は、自車両 1 0 0 の利用者により目的地が設定されると、自車両 1 0 0 の現在位置から目的地までの走路の検索、および設定された走路に誘導するための音声や画像の出力を行なう。走路に誘導するための画像としては、例えば、地図画像と地図画像上に表示される経路画像が該当する。ナビゲーション装置 6 0 は、かかる画像を表示部 7 0 に出力する。なお、設定された走路に誘導するための音声は、自車両 1 0 0 に搭載された図示しないスピーカから出力される。無線通信部 8 0 は、無線通信が可能な自車両 1 0 0 とは異なる装置との間で無線通信を行う。後述するように、本実施形態では、無線通信部 8 0 は、踏切制御装置 6 0 0 と無線通信を行なう。表示部 7 0 は、自車両 1 0 0 の運転に係る各種画面、例えば、メニュー画面や、地図画像、各種メッセージ等を表示する。表示部 7 0 は、例えば、液晶ディスプレイにより構成され、インストルメントパネルに設置されてもよい。無線通信部 8 0 は、例えば、4 G (第 4 世代移動体通信システム) や、5 G (第 5 世代移動体通信システム) といった、電気通信事業者が提供する無線通信サービスによる通信を実行可能な通信装置や、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格に従った無線 L A N 通信を実行可能な通信装置により構成されている。

20

30

## 【 0 0 1 6 】

車両制御装置 1 0 は、C P U 1 1 と、メモリ 1 2 と、通信部 1 3 とを備える E C U (Electronic Control Unit) により構成されている。C P U 1 1、メモリ 1 2、および通信部 1 3 は、いずれもバス 1 4 に接続され、互いに通信可能である。C P U 1 1 は、メモリ 1 2 に予め記憶されている制御プログラムを実行することにより、障害物検出部 1 1 0、クリアランス算出部 1 1 1、通過可否判定部 1 1 2、走行制御部 1 1 3、運転切替部 1 1 4 として機能する。クリアランス算出部 1 1 1 は、自車両 1 0 0 が踏切を通過する際の走行路と直交する方向のクリアランスを算出する。かかるクリアランスの算出方法の詳細については、後述する。通過可否判定部 1 1 2 は、クリアランス算出部 1 1 1 により算出されたクリアランスを利用して、自車両 1 0 0 による踏切の通過可否を判定する。かかる判定の詳細については後述する。走行制御部 1 1 3 は、自動運転時に、動作制御部 3 0 に対して自車両 1 0 0 の動作に関する指令を送信する。例えば、走行制御部 1 1 3 は、設定された車速で自車両 1 0 0 を走行させる。後述するように、自車両 1 0 0 が踏切を通過する際の車速（以下、「通過速度」とも呼ぶ）は、本実施形態では予め所定値として設定されている。したがって、この場合、走行制御部 1 1 3 は、設定されている所定の通過速度で自車両 1 0 0 を走行させる。運転切替部 1 1 4 は、手動運転と自動運転とを切替える。具体的には、運転切替部 1 1 4 は、車両の走行に関する制御に関する権限のうちの少なくとも一部を、利用者（運転者）に委譲したり、走行制御部 1 1 3 に委譲したりすることにより、手動運転と自動運転とを切替える。通信部 1 3 は、自車両 1 0 0 内のネットワークに接続され、上述の動作制御部 3 0、センサ群 5 0、ナビゲーション装置 6 0、無線通信部 8 0

40

50

とそれぞれ通信を行う。自車両 100 内のネットワークとしては、例えば、CAN (Controller Area Network)、FlexRay Consortium により規定された FlexRay、Ethernet (登録商標) など車載可能な任意のネットワークを用いてもよい。そして、通信部 13 は、かかるネットワークと接続するためのプロトコル群を実行する機能部を有する。

#### 【0017】

自車両 100 では、車両制御装置 10 が後述の踏切通過処理を実行することにより、自車両 100 が踏切を通過する際の安全性を向上させる。

#### 【0018】

A2. 踏切通過処理：

自車両 100 が自動運転中において、踏切の近傍まで至ると、車両制御装置 10 により踏切通過処理が実行される。より具体的には、本実施形態では、ミリ波センサ 51 および撮像カメラ 53 の検出結果に基づき、踏切の標識が検出され、その後、踏切の停止線から所定の距離だけ手前の位置に達すると、踏切通過処理が開始される。なお、GNSS センサ 55 により検出される自車両 100 の現在位置が、設定された走路における踏切から所定の距離だけ手前の位置に達したことを契機として、踏切通過処理が実行されてもよい。

#### 【0019】

図 2 の例では、自車両 100 が踏切 900 の手前の停止線で止まり、これから踏切 900 を通過しようとしている。なお、本実施形態では、車両は左側走行するとの交通法規に従って運転される。踏切 900 内には、3 名の歩行者 m1、m2、m3 と、1 台の自転車 b1 とが存在する。車両 100 の走行する車線 Ln1 には、車両 100 以外に他の車両は無い。また、対向車線である車線 Ln2 にも他の車両は無い。なお、図 2 はあくまでも一例であり、歩行者の数は 3 名に限らず 0 名、2 名、4 名など任意の数であってもよい。また、自転車の数も 1 台に限らず 0 台、2 台、3 台など任意の数であってもよい。また、自転車に限らず任意の種類の移動体が踏切 900 内に存在してもよい。例えば、自動二輪車、自動三輪車、台車などが踏切 900 内に存在してもよい。ここで、本実施形態において、「踏切 900」は、幅方向には道路の両端の境界部で挟まれ、進行方向には図示しない遮断機で挟まれ得る領域を意味する。具体的には、踏切 900 の幅方向の領域は、車線 Ln1 における向かって左側の白線 711 と、車線 Ln2 における向かって左側の白線 712 とで囲まれた領域である。また、踏切 900 の進行方向の領域は、車両 100 から見て手前側の図示しない遮断機の中心軸を延長した仮想線 901 と、車両 100 から見て奥側の図示しない遮断機の中心軸を延長した仮想線 902 とで囲まれた領域である。なお、車線 Ln1 と車線 Ln2 との間には、センターライン 710 が設けられている。また、踏切 900 の近傍の路肩には、踏切制御装置 600 が配置されている。踏切制御装置 600 は、図示しない遮断機の開閉動作を制御する制御部の他、鉄道会社の管理装置との間で通信を行うための通信部、さらに、無線通信を実行する無線通信部を備える。踏切制御装置 600 は、鉄道会社の管理装置から踏切 900 に関する各種情報を取得可能である。踏切 900 に関する情報としては、例えば、踏切 900 の長さ、踏切の開閉予定時刻などが該当する。本実施形態において、「踏切 900 の長さ」とは、車線 Ln1 に沿った踏切 900 の長さを意味する。

#### 【0020】

図 3 に示すように、障害物検出部 110 は、センサ群 50 の検出結果を利用して、踏切 900 の内部に存在する障害物を検出する (ステップ S105)。

#### 【0021】

クリアランス算出部 111 は、ステップ S105 で検出された各障害物に関する各種パラメータを、センサ群 50 による検出値を利用して取得する (ステップ S110)。各種パラメータとしては、障害物の種類、位置、大きさ、移動速度、移動加速度などが該当する。図 2 の例では、3 名の歩行者 m1、m2、m3 と、1 台の自転車 b1 とについて、それぞれ各種パラメータが取得される。

#### 【0022】

10

20

30

40

50



図 3 に示すように、クリアランス算出部 111 は、センサ群 50 の検出結果を利用して、対向車線に対向車両が有るか否かを判定する（ステップ S115）。対向車両が有ると判定された場合（ステップ S115：YES）、クリアランス算出部 111 は、センターライン 710 を通過可能領域の右端に設定する（ステップ S120）。これに対して、対向車両が無いと判定された場合（ステップ S115：NO）、クリアランス算出部 111 は、対向車線の道路端、すなわち、白線 712 を通過可能領域の右端に設定する（ステップ S125）。「通過可能領域」とは、踏切 900 内を自車両 100 が通過する際に、歩行者等の障害物が無い場合に通過可能な最大領域を意味する。対向車両が存在しない場合、自車両 100 は、センターライン 710 を越えて車線 Ln2 を走行することも可能となる。したがってこの場合、通過可能領域の右端を、車両 100 から見て車線 Ln2 の右端、つまり、白線 712 に設定するようにしている。これに対して、対向車が存在する場合、自車両 100 は、センターライン 710 を越えて車線 Ln2 を走行することはできない。したがってこの場合、通過可能領域の右端を、車線 Ln1 の右端、つまり、センターライン 710 に設定するようにしている。

#### 【0023】

上述のステップ S120 または S125 の実行後、車両 100 は、ステップ S110 で取得された障害物に関するパラメータを利用して、踏切 900 内のクリアランスを算出する（ステップ S130）。踏切 900 内のクリアランスとは、踏切 900 内において、車両 100 が踏切 900 を通過する際の車線 Ln1 と直交する方向（以下、「交差方向」とも呼ぶ）のクリアランスを意味する。例えば、図 2 の例では、踏切 900 内において、3 人の歩行者 m1 ~ m3 と自転車 b1 とが存在しない位置における白線 711 と白線 712 との間は、踏切 900 内における最大のクリアランス CLmax に相当する。また、車線 Ln1 を走行中の自転車 b1 と車線 Ln2 を走行中の歩行者 m3 とが交差方向に重なる位置におけるクリアランスは、最小のクリアランス CLmin に相当する。また、例えば、図 4 の例では、図 2 の例とは異なり、車線 Ln2 において、踏切 900 を挟んで自車両 100 の反対側の停止線に対向車両 500 が停止している。この場合、上述のステップ S125 が実行され、通過可能範囲の右端は、センターライン 710 に設定される。このため、踏切 900 内において、3 人の歩行者 m1 ~ m3 と自転車 b1 とが存在しない位置における白線 711 とセンターライン 710 との間は、踏切 900 内における最大のクリアランス CLmax に相当する。また、2 人の歩行者 m1、m2 と自転車 b1 とのうち、最もセンターライン 710 寄りに位置する自転車 b1 と、センターライン 710 との間の交差方向の距離は、最小のクリアランス CLmin に相当する。なお、交差方向は、車線 Ln1 と直交する方向に限らず、車線 Ln1 と平行でない任意の方向としてもよい。かかる方向に沿って自車両 100 が踏切 900 を通過する場合には、クリアランスを精度良く算出できる。

#### 【0024】

本実施形態のステップ S130 では、時々刻々と変化するクリアランスのうち、各時刻における最小クリアランスが時系列的に算出されて記憶される。より具体的には、クリアランス算出部 111 は、少なくとも車両 100 が踏切 900 を通過するのに要する時間分の将来に亘って、最小クリアランス CLmin を時系列的に推定してメモリ 12 に記憶させる。

#### 【0025】

例えば、図 5 では、図 2 の状況において算出されるクリアランスの時系列的な変化を示している。具体的には、時刻 t0 に踏切 900 の通過を開始し、時刻 te に通過完了するものとして、将来に亘って算出された（推定された）最小クリアランスを示している。時刻 t0 における最小クリアランスは、図 2 に示すように、自転車 b1 と歩行者 m3 との間の交差方向の距離 CL1 である。その後、自転車 b1 と歩行者 m3 とが互いに反対方向に移動することにより、時刻 t1 において自転車 b1 と歩行者 m3 との交差方向の重なりが解消する。このとき、最小クリアランスは、例えば、歩行者 m1 と白線 712 との間の交差方向の距離 CL2 となる。さらに、その後、歩行者 m1 が踏切 900 を通過し終わる時刻

10

20

30

40

50

t 2 になると、最小クリアランスは、白線 7 1 1 と白線 7 1 2 との間の交差方向の距離 C L 3 となる。上述のような最小クリアランスの算出（推定）は、ステップ S 1 1 0 で取得された各障害物の大きさ（交差方向の幅）、速度および加速度に基づき各障害物の軌跡を推定し、かかる軌跡と、白線 7 1 1 およびセンターライン 7 1 0 の位置とを利用して行われる。また、上述の「車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過するのに要する時間」は、本実施形態では、予め定められている。かかる時間として、例えば、3 0 秒が設定されてもよい。もちろん 3 0 秒に限らず任意の時間に設定されてもよい。

#### 【0 0 2 6】

図 3 に示すように、通過可否判定部 1 1 2 は、ステップ S 1 3 0 において算出されたクリアランスに基づき、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できるか否かを判定する（ステップ S 1 3 5）。具体的には、通過可否判定部 1 1 2 は、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する期間の全体に亘ってクリアランスが所定の大きさ以上である場合に、踏切を通過可能であると判定する。より詳細には、通過可否判定部 1 1 2 は、ステップ S 1 3 0 で算出されたクリアランスのうち、最も小さな値が所定の大きさ以上の場合には、安全に通過できると判定し、所定値よりも小さい場合には、安全に通過できないと判定する。この「所定の大きさ」は、自車両 1 0 0 の車幅に対して所定のマージンを加えた値である。所定のマージンとしては、例えば、5 0 c m としてもよい。もちろん 5 0 c m に限らず任意の値としてもよい。

#### 【0 0 2 7】

車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できると判定された場合（ステップ S 1 3 5：Y E S）、走行制御部 1 1 3 は、設定された速度で車両 1 0 0 を走行させて踏切 9 0 0 の通過を開始する（ステップ S 1 6 0）。本実施形態においては、通過速度は、予め設定されてメモリ 1 2 に記憶されている。かかる通過速度としては、例えば、時速 1 0 k m であってもよい。もちろん時速 1 0 k m に限らず任意の速度であってもよい。

#### 【0 0 2 8】

走行制御部 1 1 3 は、踏切の通過の完了まで待機し（ステップ S 2 0 0）、踏切の通過が完了したと判定された場合（ステップ S 2 0 0：Y E S）、踏切通過処理は終了する。上述のステップ S 1 3 5 において、車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できないと判定された場合（ステップ S 1 3 5：N O）、運転切替部 1 1 4 は、自動運転から手動運転に切替える（ステップ S 1 4 0）。本実施形態では、自車両 1 0 0 の走行に関する動作機能の全ての制御を利用者（運転者）に委譲する。このとき、例えば、自動運転から手動運転に切り替わる旨のメッセージを、表示部 7 0 に表示させる、或いは、かかるメッセージを、自車両 1 0 0 に搭載された図示しないスピーカから音声出力してもよい。ステップ S 1 4 0 により手動運転に切り替わった場合、運転者は、目視等により通過できるか否かを判断しつつ、通過できるタイミングまで停止線で自車両 1 0 0 を待機させ、通過できると判断した場合に自ら自車両 1 0 0 を操作して踏切 9 0 0 を通過させることができる。ステップ S 1 4 0 の後、上述のステップ S 2 0 0 が実行される。

#### 【0 0 2 9】

以上説明した第 1 実施形態の車両制御装置 1 0 によれば、特定された障害物の位置、大きさ、速度、および加速度に基づき、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を渡る際の走行路と交差する方向のクリアランスを算出し、かかるクリアランスを利用して自車両 1 0 0 による踏切 9 0 0 の通過可否が判定されるので、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する際の安全性を向上できる。

#### 【0 0 3 0】

また、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する際のクリアランスを時系列的に算出し、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する期間の全体に亘ってクリアランスが所定の大きさ以上である場合に、踏切を通過可能であると判定するので、車両が踏切を通過する際の安全性をより向上できる。

#### 【0 0 3 1】

また、踏切 9 0 0 を通過可能でないと判定された場合に、自車両 1 0 0 の運転に関わる動

10

20

30

40

50

作機能のすべての制御を、運転者に委譲させるので、運転者は自らの意思で動作機能を制御して車両を動作させることができる。したがって、運転者は、例えば、踏切 9 0 0 を通過可能と判断するまで自車両 1 0 0 を待機させるなどの制御を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

B . 第 2 実施形態 :

図 6 に示す第 2 実施形態の車両制御装置 1 0 a は、CPU 1 1 が車速決定部 1 1 5 として機能する点と、メモリ 1 2 に予め車速マップ 1 2 m が記憶されている点とにおいて、図 1 に示す第 1 実施形態の車両制御装置 1 0 と異なる。第 2 実施形態の車両制御装置 1 0 a のその他の構成は、車両制御装置 1 0 と同じであるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 3 3 】

車速決定部 1 1 5 は、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する際の車速、すなわち、通過速度を決定する。このとき、車速決定部 1 1 5 は、車速マップ 1 2 m を参照して通過速度を決定する。

【 0 0 3 4 】

図 7 に示すように、車速マップ 1 2 m には、クリアランスと車速とが対応付けて設定されている。図 7 に示すように、クリアランスがクリアランス c 1 よりも小さい場合には、車速 0 ( ゼロ ) が対応付けられている。このクリアランス c 1 は、ステップ S 1 3 5 において、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できるか否かを判定する際の閾値となる値である。図 7 に示すように、クリアランス c 1 以上の場合には、車速は 0 ( ゼロ ) よりも大きい値となる。また、クリアランス c 1 以上の場合には、車速は、クリアランスに対して比例して増加するように設定されている。

20

【 0 0 3 5 】

図 8 に示すように、第 2 実施形態の踏切通過処理は、ステップ S 1 4 2 を追加して実行する点において、第 1 実施形態の踏切通過処理と異なる。第 2 実施形態の踏切通過処理におけるその他の手順は、第 1 実施形態の踏切通過処理と同じであるので、同一の手順には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 3 5 において、車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できると判定された場合 ( ステップ S 1 3 5 : Y E S )、車速決定部 1 1 5 は、ステップ S 1 3 0 において算出されたクリアランスに基づき、車速マップ 1 2 m を参照して、通過速度を設定する ( ステップ S 1 4 2 )。したがって、その後に実行されるステップ S 1 6 0 では、ステップ S 1 4 2 において設定された通過速度で自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過するように制御されることとなる。

30

【 0 0 3 7 】

以上説明した第 2 実施形態の車両制御装置 1 0 a は、第 1 実施形態の車両制御装置 1 0 と同様な効果を有する。加えて、算出されたクリアランスを利用して、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する際の通過速度を決定するので、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する際の安全性を向上できる。また、通過速度は、クリアランスが大きいほど高い値に設定されるので、安全性を確保しつつ、踏切 9 0 0 を通過する時間が極端に長くなることを抑制できる。

40

【 0 0 3 8 】

C . 第 3 実施形態 :

図 9 に示す第 3 実施形態の車両制御装置 1 0 b は、CPU 1 1 が走行長さ特定部 1 1 6 として機能する点において、図 6 に示す第 2 実施形態の車両制御装置 1 0 a と異なる。第 3 実施形態の車両制御装置 1 0 b のその他の構成は、車両制御装置 1 0 a と同じであるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

走行長さ特定部 1 1 6 は、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過する際に走行する長さ ( 以下、「走行長さ」と呼ぶ ) を特定する。本実施形態において、走行長さ特定部 1 1 6 は、踏

50

切 9 0 0 の長さに関する情報を、無線通信部 8 0 を介した無線通信により踏切制御装置 6 0 0 から受信することにより、走行長さを取得する。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 および図 1 1 に示すように、第 3 実施形態の踏切通過処理は、ステップ S 1 4 4、S 1 4 6、S 1 4 8、S 1 5 0、S 1 5 2、S 1 7 0、および S 1 7 5 を追加して実行する点において、第 2 実施形態の踏切通過処理と異なる。第 3 実施形態の踏切通過処理におけるその他の手順は、第 2 実施形態の踏切通過処理と同じであるので、同一の手順には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

図 1 0 に示すように、ステップ S 1 4 2 の実行後、走行長さ特定部 1 1 6 は、踏切制御装置 6 0 0 と通信可能であるか否かを判定する（ステップ S 1 4 4）。かかる判定は、例えば、無線通信部 8 0 を介して踏切制御装置 6 0 0 と通信可否のテストを実行してその結果に基づき、或いは、踏切制御装置 6 0 0 から定期的に出力される無線信号を受信するか否かを判定することにより、実行してもよい。

10

【 0 0 4 2 】

踏切制御装置 6 0 0 と通信可能であると判定された場合（ステップ S 1 4 4：YES）、走行長さ特定部 1 1 6 は、踏切制御装置 6 0 0 から踏切 9 0 0 の長さ、および踏切 9 0 0 の閉じる時刻に関する情報を取得する（ステップ S 1 4 6）。上述のように、踏切制御装置 6 0 0 は、踏切 9 0 0 に関する情報を鉄道会社の管理装置から取得しており、自車両 1 0 0 からの要求に応じてこれらの情報を自車両 1 0 0 に送信する。

20

【 0 0 4 3 】

走行長さ特定部 1 1 6 は、踏切 9 0 0 を通過する際の走行長さを特定する（ステップ S 1 4 8）。図 1 1 に示すように、通過可否判定部 1 1 2 は、設定されている通過速度と、ステップ S 1 4 8 で特定された走行長さから自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過するのに要する時間（以下、「踏切通過所要時間」と呼ぶ）を算出する（ステップ S 1 5 0）。通過可否判定部 1 1 2 は、踏切 9 0 0 が閉じるまでに自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過可能であるか否かを判定する（ステップ S 1 5 2）。具体的には、現在時刻から踏切が閉じる時刻までの時間が、踏切通過所要時間よりも長い場合には、踏切 9 0 0 を通過可能であると判定し、短い場合には踏切 9 0 0 を通過可能でないと判定する。ステップ S 1 4 2 において、クリアランスに応じて通過速度が設定されているため、クリアランスが大きいために通過速度が高く、踏切通過所要時間が短い場合には、踏切 9 0 0 を通過できる可能性が高い。他方、クリアランスが小さいために通過速度が低く、踏切通過所要時間が長い場合には、踏切 9 0 0 を通過できない場合が生じ得る。なお、現在時刻から踏切が閉じる時刻までの時間は、本開示における「予め定められた閾値時間」の下位概念に相当する。

30

【 0 0 4 4 】

踏切が閉じるまでに踏切 9 0 0 を通過可能であると判定された場合（ステップ S 1 5 2：YES）、上述のステップ S 1 6 0 が実行される。これに対して、踏切が閉じるまでに踏切 9 0 0 を通過可能でないと判定された場合（ステップ S 1 6 0：NO）、運転切替部 1 1 4 は、運転者によるアクセルオーバライドが有るか否かを判定する（ステップ S 1 7 0）。運転者によるアクセルオーバライドがあると判定された場合（ステップ S 1 7 0：YES）、図 1 0 に示すように、上述のステップ S 1 4 0 が実行され、自動運転から手動運転に切り替わる。これに対して、運転者によるアクセルオーバライドが無いと判定された場合（ステップ S 1 7 0：NO）、図 1 1 に示すように、運転切替部 1 1 4 は、所定時間待機し（ステップ S 1 7 5）、再びステップ S 1 7 0 を実行する。したがって、この場合、自車両 1 0 0 は、踏切 9 0 0 の手前の停止線で止まった状態のままとなる。

40

【 0 0 4 5 】

上述のステップ S 1 4 4 において、踏切制御装置 6 0 0 と通信可能でないと判定された場合（ステップ S 1 4 4：NO）、図 1 1 に示すように、上述のステップ S 1 6 0 が実行される。

【 0 0 4 6 】

50

以上説明した第3実施形態の車両制御装置10bは、第2実施形態の車両制御装置10aと同様な効果を有する。加えて、特定された走行長さと決定された通過速度とに基づき、踏切通過所要時間を算出し、算出された踏切通過所要時間が現在時刻から踏切900が閉じるまでの時刻までの時間よりも短い場合に踏切900を通過可能であると判定するので、踏切900を通過する際の安全性をより向上させつつ、自車両100が踏切900を渡りきれなくなることを抑制できる。また、踏切900が閉じるまでに通過可能でないと判定された場合には、運転者によるアクセルオーバライドが無い限り自車両100を停止線で止まった状態のままとするので、自車両100が踏切900を渡りきれなくなることをより確実に抑制できる。

【0047】

10

D. 第4実施形態：

図12に示す第4実施形態の車両制御装置10cは、CPU11が代替走路特定部117および代替走路提示部118として機能する点において、図9に示す第3実施形態の車両制御装置10bと異なる。第4実施形態の車両制御装置10cのその他の構成は、車両制御装置10bと同じであるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0048】

代替走路特定部117は、自車両100の代替走路を特定する。例えば、ナビゲーション装置60に対して現在設定されている経路とは異なる経路を検索する指示を行い、その検索結果を取得し、かかる検索結果に基づき代替走路を特定する。代替走路提示部118は、

20

【0049】

図13に示すように、第4実施形態の踏切通過処理は、ステップS172、S174、S176、S178、およびS180を追加して実行する点において、第3実施形態の踏切通過処理と異なる。第4実施形態の踏切通過処理におけるその他の手順は、第3実施形態の踏切通過処理と同じであるので、同一の手順には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0050】

上述のステップS170において、運転者によるアクセルオーバライドが無いと判定された場合（ステップS170：NO）、代替走路特定部117は、ナビゲーション装置60を利用して代替走路を検索する（ステップS172）。代替走路特定部117は、ステップS172において見つかった代替走路の方が、現在の走路よりも早く到着するか否かを判定する（ステップS174）。代替走路の方が、現在の走路よりも早く目的地に到着すると判定された場合（ステップS174：YES）、代替走路提示部118は、表示部70に代替走路を提示する（ステップS176）。

30

【0051】

例えば、図14の例のように、車線Ln1に対して、踏切900の近傍に左折可能な道路Rd1が存在し、かかる道路Rd1を通る走路が代替走路として見つかり、かかる走路が踏切900を通過する現在の走路よりも早く目的地に到着すると判定された場合、かかる代替走路が提示される。かかる代替走路が提示された場合、利用者は、図示しないユーザインターフェイスを利用して、代替走路を選択できる。かかるユーザインターフェイスとしては、例えば、ハンドルに設けられた操作ボタンや、表示部70がタッチパネルで構成されている場合には、表示部70に表示された「走路再選択」等のメニューボタンなどが該当する。

40

【0052】

上述のステップS176の実行後、走行制御部113は、代替走路が選択されたか否かを判定する（ステップS178）。代替走路が選択されたと判定された場合（ステップS178：YES）、走行制御部113は、自車両100を代替走路へと移動させる（ステップS180）。

【0053】

50

上述のステップ S 1 7 4 において、代替走路の方が、現在の経路よりも早く目的地に到着しないと判定された場合（ステップ S 1 7 4：NO）、および、上述のステップ S 1 7 8 において、代替走路が選択されないと判定された場合（ステップ S 1 7 8：NO）、所定時間待機した後（ステップ S 1 7 5）、上述のステップ S 1 0 5 に戻る。なお、代替走路が選択されないと判定される場合とは、ステップ S 1 7 8 の開始後所定時間内に代替走路が選択されないと判定された場合に該当する。

#### 【0054】

以上説明した第4実施形態の車両制御装置 1 0 c は、第3実施形態の車両制御装置 1 0 b と同様な効果を有する。加えて、踏切 9 0 0 を通過可能でないと判定された場合であって、オーバライドが無いと判定された場合に代替走路を提示するので、利用者は、かかる代替走路に自車両 1 0 0 を移動させることができる。

10

#### 【0055】

E. 第5実施形態：

図 1 5 に示す第5実施形態の車両制御装置 1 0 d は、CPU 1 1 が通過完了判定部 1 1 9、空スペース特定部 1 2 0、および報知部 1 2 1 として機能する点において、図 1 2 に示す第4実施形態の車両制御装置 1 0 c と異なる。第5実施形態の車両制御装置 1 0 d のその他の構成は、車両制御装置 1 0 c と同じであるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

#### 【0056】

通過完了判定部 1 1 9 は、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過中において、踏切 9 0 0 の通過を完了可能か否かを判定する。具体的には、通過完了判定部 1 1 9 は、踏切 9 0 0 を通過した先の車線 L n 1 における空スペースの有無に基づき、通過完了可能か否かを判定する。踏切 9 0 0 を通過した先の車線 L n 1 に先行車両が停止しており、かかる先行車両の後端と、仮想線 9 0 2 との間に自車両 1 0 0 が停止可能な空スペースが無い場合には、通過完了判定部 1 1 9 は、通過完了可能ではないと判定する。空スペースの有無は、センサ群 5 0 の検出結果を利用して判断する。

20

#### 【0057】

空スペース特定部 1 2 0 は、自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過中において、センサ群 5 0 の検出結果を利用して、踏切 9 0 0 を通過した先の対向車線である車線 L n 2 における空スペースと、車線 L n 1 における自車両 1 0 0 の後方側の空スペースとの有無を特定する。

30

#### 【0058】

報知部 1 2 1 は、踏切 9 0 0 を管理する鉄道会社への報知を実行する。かかる報知は、無線通信部 8 0 を介した無線通信により踏切制御装置 6 0 0 への報知により実行される。なお、踏切制御装置 6 0 0 への報知に代えて、鉄道会社の管理装置に対して直接的に通信して、かかる報知が実行されてもよい。

#### 【0059】

図 1 6 に示すように、第5実施形態の踏切通過処理は、ステップ S 1 8 2、S 1 8 4、S 1 8 6、S 1 8 8、および S 1 9 0 を追加して実行する点において、第4実施形態の踏切通過処理と異なる。第5実施形態の踏切通過処理におけるその他の手順は、第4実施形態の踏切通過処理と同じであるので、同一の手順には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

40

#### 【0060】

上述のステップ S 1 6 0 が実行されて、設定された速度での踏切 9 0 0 の通過が開始されると、通過完了判定部 1 1 9 は、踏切 9 0 0 の通過を完了可能か否かを判定する（ステップ S 1 8 2）。踏切 9 0 0 の通過を完了可能であると判定された場合（ステップ S 1 8 2：YES）、上述のステップ S 2 0 0 が実行される。

#### 【0061】

踏切 9 0 0 の通過を完了可能でないと判定された場合（ステップ S 1 8 2：NO）、報知部 1 2 1 は、踏切 9 0 0 を管理する鉄道会社へ報知する（ステップ S 1 8 4）。なお、鉄道会社は、本開示における「踏切を管理する組織」の下位概念に相当する。空スペース特

50

定部 120 は、踏切 900 を通過した先の対向車線である車線 Ln2 における空スペースと、車線 Ln1 における自車両 100 の後方側の空スペースとの有無を特定する（ステップ S186）。空スペース特定部 120 は、ステップ S186 の特定結果に基づき、空スペースの有無を判定する（ステップ S188）。空スペースが有ると判定された場合（ステップ S188：YES）、走行制御部 113 は、特定された空スペースに自車両 100 を移動させる（ステップ S190）。これに対して、空スペースが無いと判定された場合（ステップ S188：NO）、上述のステップ S200 が実行される。なお、踏切 900 を通過した先の対向車線である車線 Ln2 における空スペースと、車線 Ln1 における自車両 100 の後方側の空スペースのいずれの空スペースも有ると特定された場合、ステップ S190 では、車線 Ln1 方向の大きさがより大きな空スペースに移動させる。なお、より大きな空スペースに代えて、より近い空スペースに移動させてもよい。または、いずれか早く有ることが特定された空スペースに移動させてもよい。

10

#### 【0062】

F：他の実施形態：

F1：他の実施形態 1：

各実施形態では、踏切 900 内に歩行者や自転車などの障害物が存在する場合に、かかる障害物の幅方向の端部をクリアランス算出の際の端部としていたが、本開示はこれに限定されない。障害物の種類に応じて、各障害物に対して所定の大きさのマージンを設定し、かかるマージンを含めた領域の端部を、クリアランス算出の際の端部としてもよい。例えば、図 17 の例では、各歩行者 m1～m3 に対しては、所定の大きさの円形のマージン Ar a が設定され、自転車 b1 には、所定の大きさの円形のマージン Ar b が設定されている。このため、図 17 の例では、最小クリアランス CLmin は、自転車 b1 のマージン Ar b を含む円形領域と、歩行者 m3 のマージン Ar a を含む円形領域との交差方向の距離に相当する。かかる構成において、例えば、急激に位置を変化し得る自転車 b1 のマージン Ar b を、歩行者 m1～m3 のマージン Ar a よりも大きくしてもよい。また、これとは反対に、移動速度が遅い歩行者 m1～m3 のマージン Ar a を、移動速度が速い自転車 b1 のマージン Ar b よりも大きくしてもよい。

20

#### 【0063】

F2：他の実施形態 2：

各実施形態では、クリアランスは、時々刻々と変化するクリアランスのうち、各時刻における最小クリアランスが時系列的に算出されて記憶されていたが、本開示はこれに限定されない。例えば、平均クリアランスが時系列的に算出されて記憶されてもよい。この構成では、かかる平均クリアランスを利用して、通過可否判定、および通過速度決定が行なわれてもよい。また、例えば、ステップ S130 が実行される時点における最小クリアランスのみが算出されてメモリ 12 に記憶されてもよい。この構成では、障害物の速度および加速度は、クリアランスの算出に考慮されないこととなる。

30

#### 【0064】

F3：他の実施形態 3：

各実施形態では、通過可能範囲の右端を、対向車両の有無に応じて異なる位置（白線 712 またはセンターライン 710）に設定していたが、対向車両の有無に関わらず、一定の位置としてもよい。例えば、白線 712 の位置、又はセンターライン 710 の位置に固定してもよい。

40

#### 【0065】

F4：他の実施形態 4：

第 3 ないし第 5 実施形態では、踏切 900 の長さを、無線通信部 80 を介した無線通信により踏切制御装置 600 から取得していたが、本開示はこれに限定されない。センサ群 50 の検出結果を利用して踏切 900 の長さを特定してもよい。例えば、撮像カメラ 53 により得られる撮像画像を解析して、車線 Ln1 における踏切 900 の手前の停止線と、車線 Ln2 における踏切 900 の手前の停止線との間の距離を求め、かかる距離を踏切 900 の長さとして特定してもよい。また、例えば、車線 Ln1 における踏切 900 の手前側

50

の遮断機と奥側の遮断機とを、撮像画像や L i D A R 5 2 の検出結果などから特定し、かかる遮断機間の距離を、踏切 9 0 0 の長さとして特定してもよい。

【 0 0 6 6 】

F 5 . 他の実施形態 5 :

第 1 および第 2 実施形態では、クリアランスを算出する際に用いられる「車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過するのに要する時間」は、3 0 秒の固定値であったが、本開示はこれに限定されない。例えば、第 3 実施形態の通過所要時間を算出するのと同様に、設定されている通過速度と踏切 9 0 0 の長さことから、「車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を通過するのに要する時間」を算出してもよい。かかる構成によれば、クリアランス（最小クリアランス）をより正確に特定できる。

10

【 0 0 6 7 】

F 6 . 他の実施形態 6 :

第 4 および第 5 実施形態では、代替走路の方がより早く目的地に到着する場合に代替経路を提示していたが、代替走路の方がより遅く目的地に到着する場合、または、同じ時刻に到着する場合にも代替走路を提示してもよい。

【 0 0 6 8 】

F 7 . 他の実施形態 7 :

各実施形態では、ステップ S 1 3 5 において、車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できないと判定された場合（ステップ S 1 3 5 : N O ）、自動運転から手動運転に切替えていたが（ステップ S 1 4 0 ）、本開示はこれに限定されない。この場合、ステップ S 1 0 5 に戻るようにしてもよい。かかる構成によれば、ステップ S 1 3 5 において自車両 1 0 0 が踏切 9 0 0 を安全に通過できると判定されるまで、自車両 1 0 0 は停止線において停止したままとなる。かかる構成とすることにより、安全性を向上できる。

20

【 0 0 6 9 】

F 8 . 他の実施形態 8 :

各実施形態では、ステップ S 1 4 0 において、自車両 1 0 0 の走行に関する動作機能の全ての制御を利用者（運転者）に委譲していたが、これに代えて、一部の制御のみを利用者に委譲してもよい。例えば、アクセルの制御のみを利用者に委譲してもよい。

【 0 0 7 0 】

F 9 . 他の実施形態 9 :

第 3 ないし第 5 実施形態のステップ S 1 5 2 において、現在時刻から踏切が閉じる時刻までの時間が、踏切通過所要時間よりも長い場合には、踏切 9 0 0 を通過可能であると判定し、踏切通過所要時間以下の場合には踏切 9 0 0 を通過可能でないと判定していたが、本開示はこれに限定されない。例えば、現在時刻から踏切が閉じる時刻に所定のマージンを加えた時間が、踏切通過所要時間よりも長い場合には、踏切 9 0 0 を通過可能であると判定し、短い場合には踏切 9 0 0 を通過可能でないと判定してもよい。すなわち、一般には、走行長さと通過速度とに基づき、踏切通過所要時間を算出し、算出された踏切通過所要時間が予め定められた閾値時間以下である場合に前記踏切を通過可能であると判定してもよい。

30

【 0 0 7 1 】

F 1 0 . 他の実施形態 1 0 :

第 4 および第 5 実施形態において、ステップ S 1 7 0 を省略してもよい。すなわち、オーバライドの有無に関わらず代替走路の検索および提示と、代替走路への移動とを行ってもよい。

40

【 0 0 7 2 】

F 1 1 . 他の実施形態 1 1 :

第 5 実施形態において、報知部 1 2 1 およびステップ S 1 8 2 および S 1 8 4 を省略してもよい。また、第 5 実施形態において、ステップ S 1 8 6 ~ S 1 9 0 を省略してもよい。

【 0 0 7 3 】

F 1 2 . 他の実施形態 1 2 :

50



各実施形態では、踏切 9 0 0 内に白線 7 1 1、7 1 2 およびセンターライン 7 1 0 が配されていたが、これらが省略されていてもよい。かかる構成においては、例えば、撮像カメラ 5 3 で得られた撮像画像に基づいて踏切 9 0 0 内の道路端やセンターラインを推定し、推定された道路端およびセンターラインを利用して通過可能領域を設定してもよい。具体的には、以下のように道路端を特定してもよい。踏切 9 0 0 内にて車両が走行可能な領域は舗装されており、それ以外の領域は舗装されていない場合が多い。そこで、撮像画像に基づき、舗装された道路であるか否かを検出することにより道路端を推定してもよい。舗装された領域と舗装されていない領域との境界は、撮像画像においてエッジとして検出され易くなる。このため、かかるエッジを検出して道路端として推定できる。なお、上記のようにして推定された両側の道路端の間を走行路として判断してもよいし、両側の道路端から所定のマージンだけ内側の位置の間の領域を走行路として判断してもよい。また、上記のように、舗装された領域と舗装されていない領域との境界を利用した道路端の推定の他にも、踏切 9 0 0 を渡った先の道路、すなわち、自車両 1 0 0 が走行予定の道路に白線が引かれている構成においては、かかる白線を手前側に仮想的に延長させ、その仮想的な白線を道路端として推定してもよい。また、このようにして特定された道路端を利用して通過可能領域を設定してもよい。

10

#### 【 0 0 7 4 】

F 1 3 . 他の実施形態 1 3 :

各実施形態において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されていた構成の一部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。例えば、障害物検出部 1 1 0、クリアランス算出部 1 1 1、通過可否判定部 1 1 2、走行制御部 1 1 3、運転切替部 1 1 4、車速決定部 1 1 5、走行長さ特定部 1 1 6、代替走路特定部 1 1 7、代替走路提示部 1 1 8、通過完了判定部 1 1 9、空スペース特定部 1 2 0、報知部 1 2 1 のうちの少なくとも 1 つの機能部を、集積回路、ディスクリート回路、またはそれらの回路を組み合わせたモジュールにより実現してもよい。また、本開示の機能の一部または全部がソフトウェアで実現される場合には、そのソフトウェア(コンピュータプログラム)は、コンピューター読み取り可能な記録媒体に格納された形で提供することができる。「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスクや C D - R O M のような携帯型の記録媒体に限らず、各種の R A M や R O M 等のコンピューター内の内部記憶装置や、ハードディスク等のコンピューターに固定されている外部記憶装置も含んでいる。すなわち、「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、データパケットを一時的ではなく固定可能な任意の記録媒体を含む広い意味を有している。

20

30

#### 【 0 0 7 5 】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、各実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

#### 【 符号の説明 】

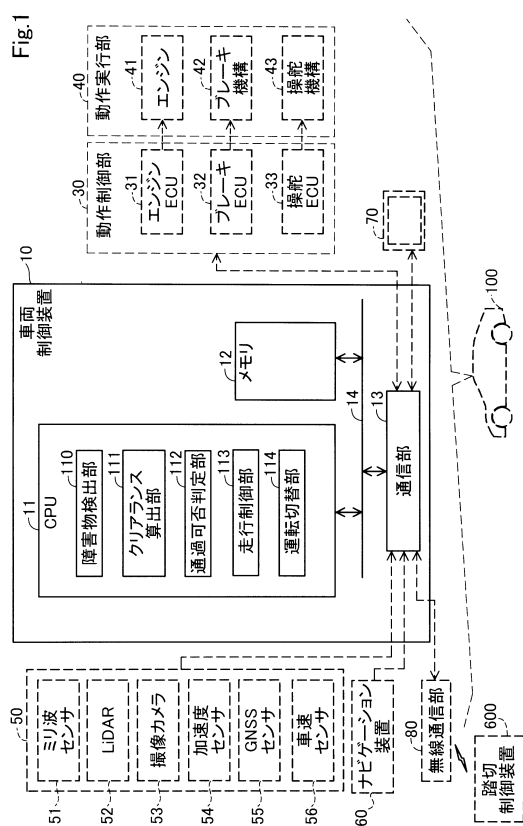
40

#### 【 0 0 7 6 】

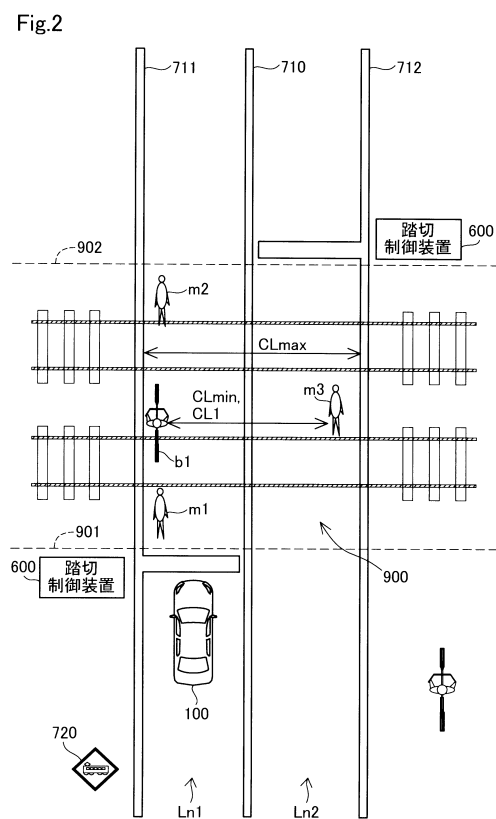
1 0 0 車両、1 0 : 1 0 a ~ 1 0 d 車両制御装置、5 0 センサ、L n 1 走行路、9 0 0 踏切、1 1 0 障害物検出部、1 1 1 クリアランス算出部、1 1 2 通過可否判定部、1 1 5 車速決定部

【図面】

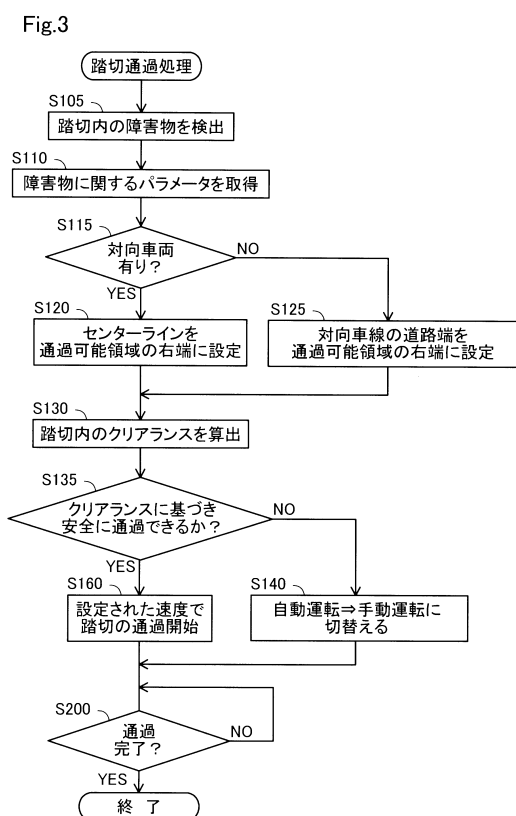
【圖 1】



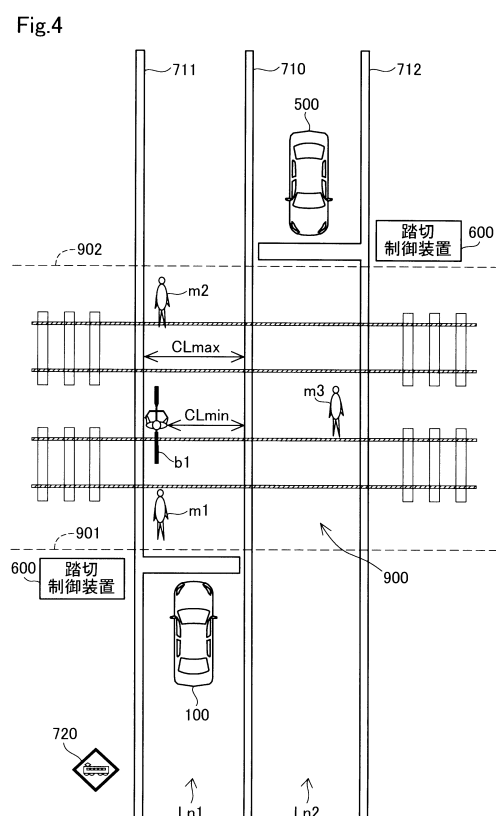
【圖 2】



【 図 3 】

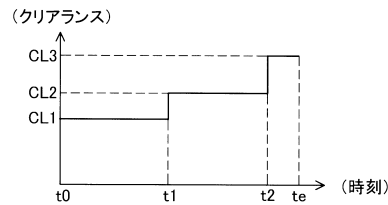


【圖 4】



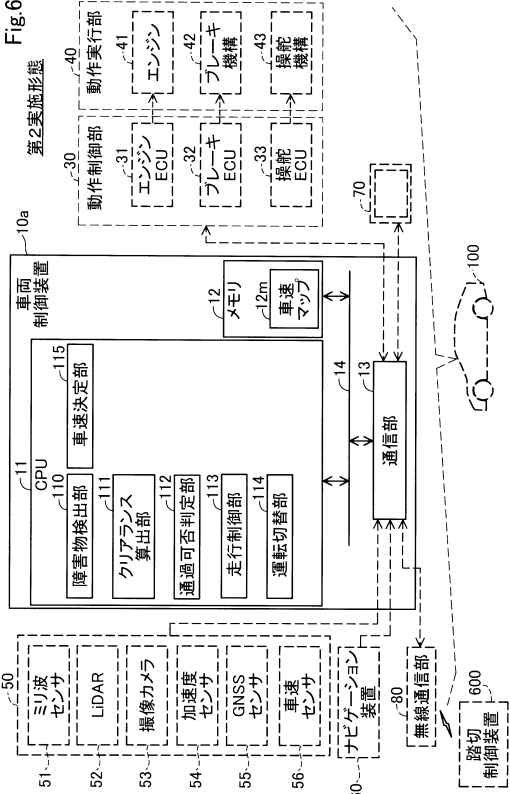
【図 5】

Fig.5



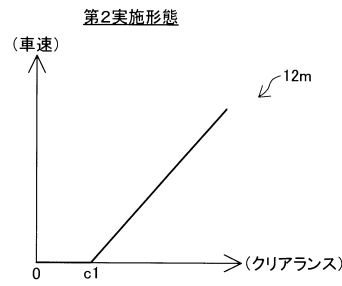
【図 6】

Fig.6



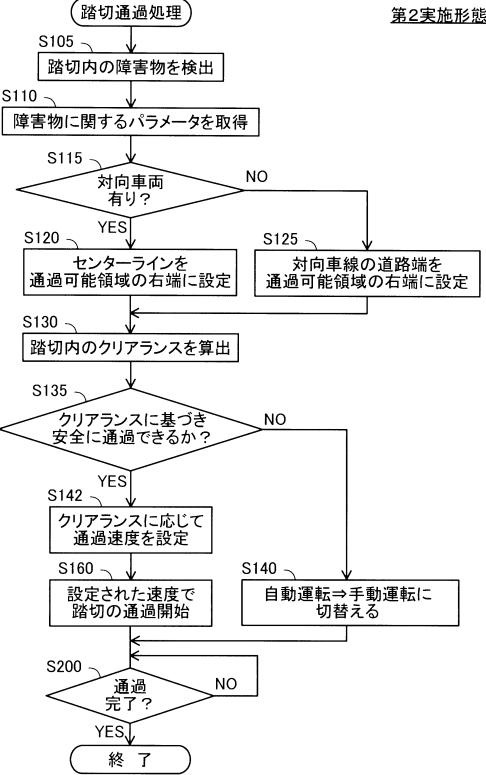
【図 7】

Fig.7



【図 8】

Fig.8



10

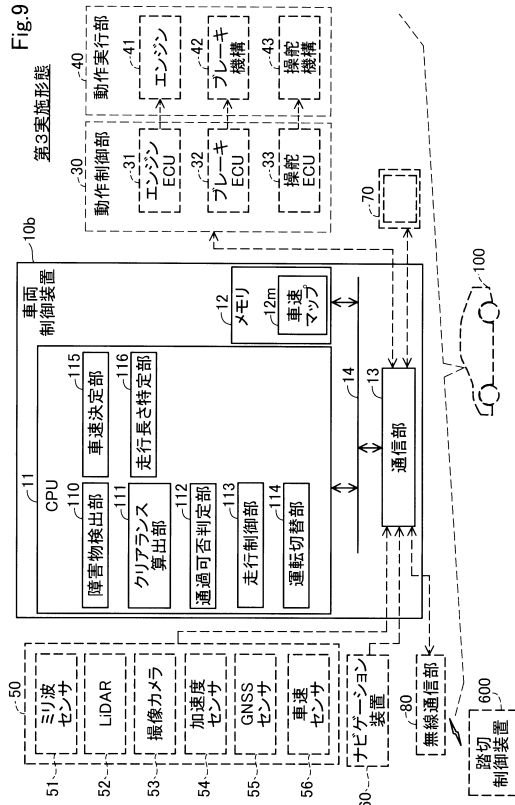
20

30

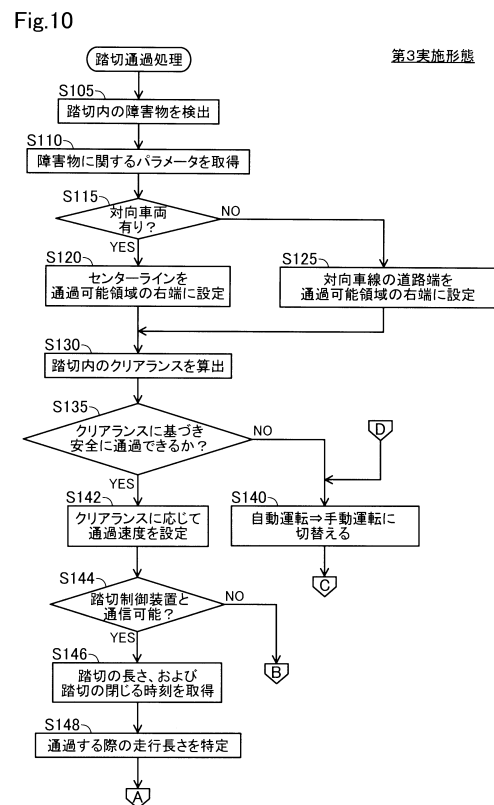
40

50

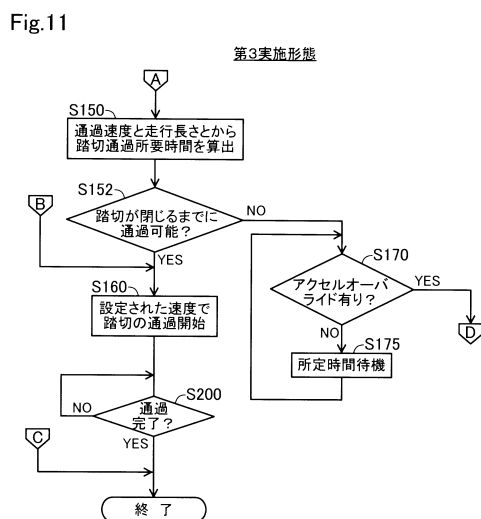
【図 9】



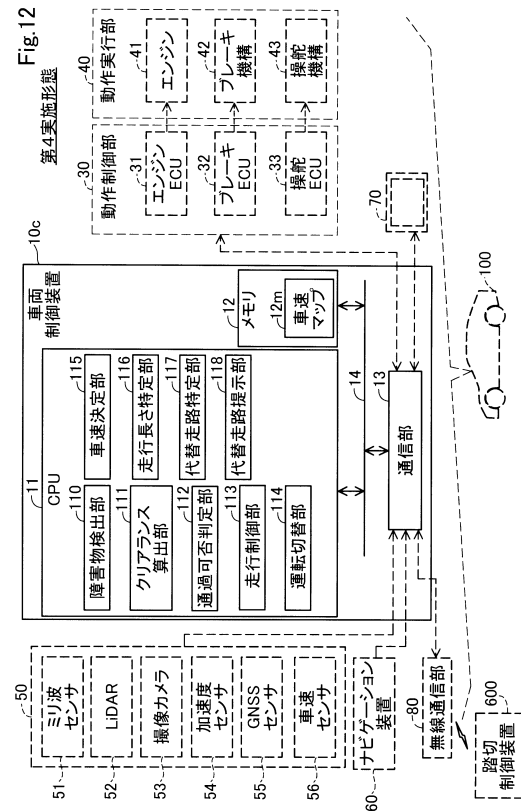
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

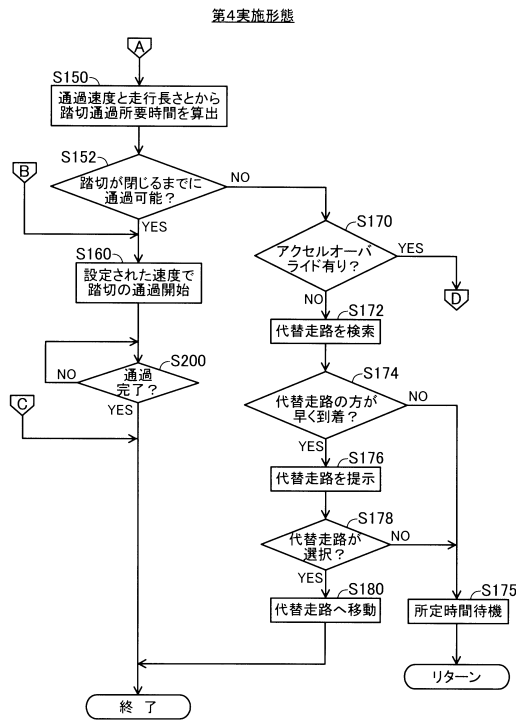
30

40

50

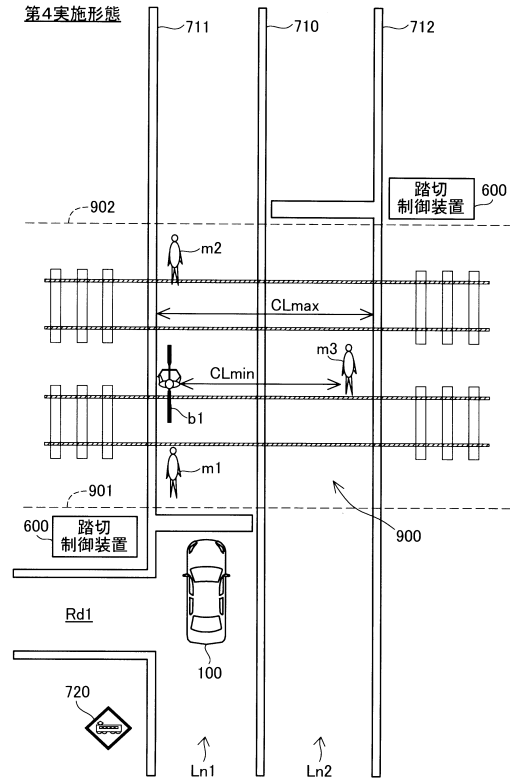
【図 13】

Fig.13



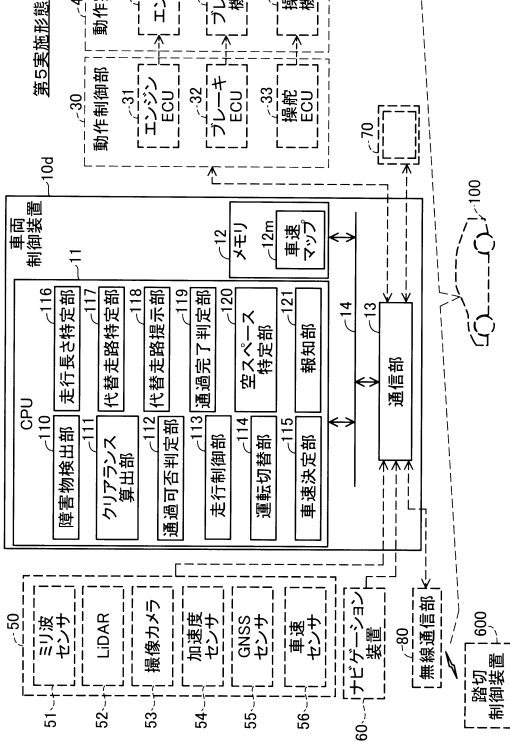
【図 14】

Fig.14



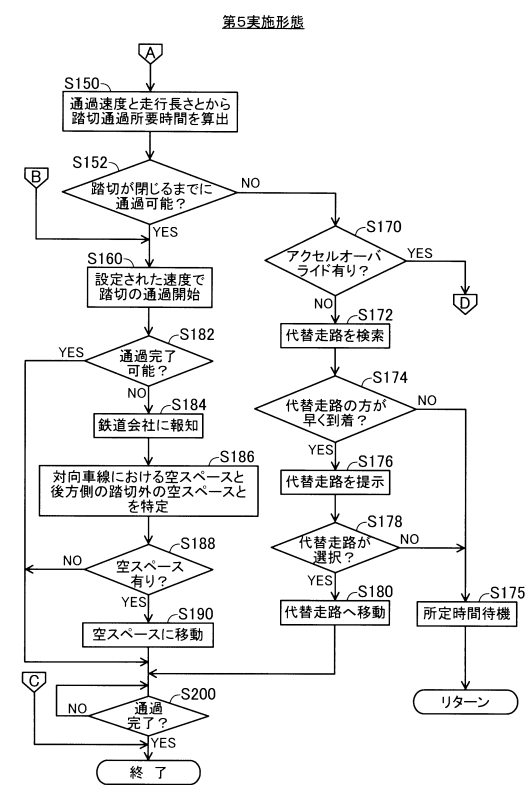
【図 15】

Fig.15



【図 16】

Fig.16



10

20

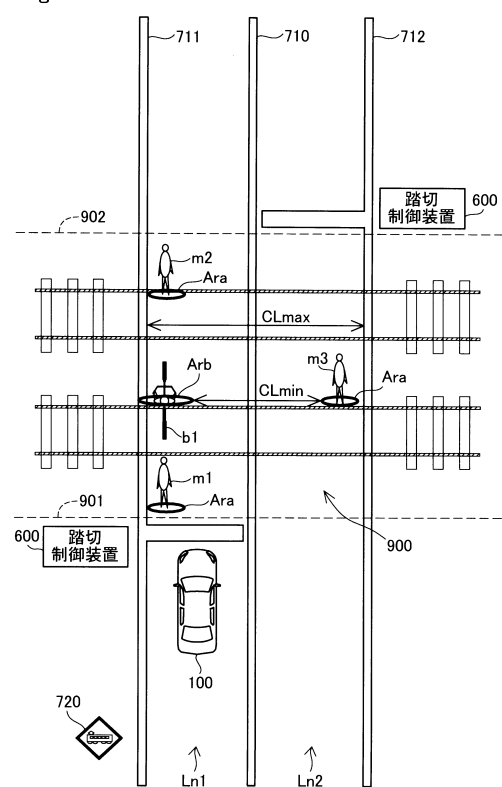
30

40

50

【圖 17】

Fig.17



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

審査官 上野 博史

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 0 5 3 8 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 0 2 6 7 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 3 9 9 2 8 ( J P , A )  
金野祥子, 踏切事故発生メカニズムの検討 ( 1 ) - 自動車ドライバーの事故に対する質問  
紙調査の結果 - , 人間工学, 一般社団法人日本人間工学会, 1993年05月16日, 第29巻特  
別号, p.362-363, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje1965/29/Supplement/29\\_Sup  
plement\\_362/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje1965/29/Supplement/29_Supplement_362/_pdf/-char/ja)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)  
G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0  
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 1 0 / 3 0  
3 0 / 0 0 - 6 0 / 0 0  
G 0 1 C 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 6  
2 3 / 0 0 - 2 5 / 0 0