

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6593354号  
(P6593354)

(45) 発行日 令和1年10月23日 (2019. 10. 23)

(24) 登録日 令和1年10月4日 (2019. 10. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

**B 6 0 T** 7/12 (2006. 01)  
**G 0 8 G** 1/16 (2006. 01)  
**B 6 0 W** 30/09 (2012. 01)  
**B 6 0 W** 10/184 (2012. 01)  
**B 6 0 R** 21/00 (2006. 01)

**B 6 0 T** 7/12 C  
**G 0 8 G** 1/16 C  
**B 6 0 W** 30/09  
**B 6 0 W** 10/184  
**B 6 0 R** 21/00 9 9 1

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2017-5112 (P2017-5112)  
 (22) 出願日 平成29年1月16日 (2017. 1. 16)  
 (65) 公開番号 特開2018-114774 (P2018-114774A)  
 (43) 公開日 平成30年7月26日 (2018. 7. 26)  
 審査請求日 平成30年11月22日 (2018. 11. 22)

(73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地  
 (74) 代理人 110000028  
 特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72) 発明者 伊東 洋介  
 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 神谷 慶  
 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 小栗 崇治  
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衝突回避装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両 ( 3 0 ) の移動方向および移動速度を含む走行状態を算出する走行状態算出部 ( 2 1 ) と、

自車両の前方に存在する物標を検出する物標検出部 ( 2 3 ) と、

前記物標検出部が検出した前記物標について、移動方向と、大きさと、移動速度と、前記自車両を基準とする前記物標の位置と、を含む前記物標の状態を算出する物標状態算出部 ( 2 4 ) と、

前記物標が前記自車両の移動方向と垂直な方向の移動成分をもった横移動体 ( 3 5 ) であるか否かを判別する横移動体判別部 ( 2 5 ) と、

前記横移動体判別部によって前記物標が前記横移動体であると判別された場合に、前記自車両が前記横移動体に衝突するか否かを判定する衝突判定部 ( 2 7 ) と、

前記衝突判定部によって前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定された場合に、設定された一定の減速度となるように前記自車両のブレーキを自動的に制御する衝突回避制御部 ( 2 8 ) と、を備え、

前記衝突回避制御部は、( i ) 前記横移動体が前記自車両の移動進路である自車両進路 ( 3 2 ) を通過する横移動体通過時間と、( i i ) 前記自車両が前記横移動体の移動進路である横移動体進路 ( 3 7 ) に到達する自車両到達時間と、に基づいて、前記自車両が前記横移動体進路に到達する前に前記横移動体が前記自車両進路を通過するための前記ブレーキの作動時期を算出し、算出した前記作動時期に到達したときに前記ブレーキを作動さ

10

20

せ、

前記衝突回避制御部は、前記横移動体通過時間と前記自車両到達時間とが同じ時間となるように前記作動時期を算出する、衝突回避装置（２０）。

【請求項２】

自車両（３０）の移動方向および移動速度を含む走行状態を算出する走行状態算出部（２１）と、

自車両の前方に存在する物標を検出する物標検出部（２３）と、

前記物標検出部が検出した前記物標について、移動方向と、大きさと、移動速度と、前記自車両を基準とする前記物標の位置と、を含む前記物標の状態を算出する物標状態算出部（２４）と、

前記物標が前記自車両の移動方向と垂直な方向の移動成分をもった横移動体（３５）であるか否かを判別する横移動体判別部（２５）と、

前記横移動体判別部によって前記物標が前記横移動体であると判別された場合に、前記自車両が前記横移動体に衝突するか否かを判定する衝突判定部（２７）と、

前記衝突判定部によって前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定された場合に、設定された一定の減速度となるように前記自車両のブレーキを自動的に制御する衝突回避制御部（２８）と、を備え、

前記衝突回避制御部は、（ｉ）前記横移動体が前記自車両の移動進路である自車両進路（３２）を通過する横移動体通過時間と、（ｉｉ）前記自車両が前記横移動体の移動進路である横移動体進路（３７）に到達する自車両到達時間と、に基づいて、前記自車両が前記横移動体進路に到達する前に前記横移動体が前記自車両進路を通過するための前記ブレーキの作動時期を算出し、算出した前記作動時期に到達したときに前記ブレーキを作動させ、

前記衝突回避制御部は、前記ブレーキを作動させてから前記一定の減速度に到達するまでのジャークを考慮して、前記ジャークを考慮しない場合よりも前記ブレーキの作動時間が長くなるように前記作動時期を算出する、衝突回避装置（２０）。

【請求項３】

請求項１に記載の衝突回避装置であって、

前記衝突回避制御部は、

前記衝突判定部によって前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定された判定時点から前記ブレーキを作動させた場合における、前記ブレーキを作動させてから前記自車両が停止するまでの自車両停止時間を算出し、

前記作動時期に到達した場合における前記ブレーキを作動させている期間である作動時間が、前記自車両停止時間よりも長いことを満たした場合には、前記作動時期に拘わらず前記自車両が前記横移動体進路の手前で停止できる停止時期に到達したときに前記ブレーキを作動させる、衝突回避装置。

【請求項４】

請求項１から請求項３までのいずれか一項に記載の衝突回避装置であって、

前記衝突判定部は、前記自車両が前記横移動体進路を通過する自車両通過時間が、前記横移動体が前記自車両進路に到達する横移動体到達時間以下であるという条件と、前記横移動体通過時間が前記自車両到達時間以下であるという条件とのいずれの条件も満たさない場合に、前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定する、衝突回避装置。

【請求項５】

請求項１から請求項４までのいずれか一項に記載の衝突回避装置であって、

前記衝突回避制御部は、前記物標状態算出部が前記物標の状態を算出できない算出不可状態であると判定したときは、前記作動時期に拘わらず前記算出不可状態であると判定したときから前記ブレーキを作動させる、衝突回避装置。

【請求項６】

請求項１から請求項４までのいずれか一項に記載の衝突回避装置であって、

前記物標状態算出部は、前記物標の移動方向に沿った長さを算出できない場合は、前記

10

20

30

40

50

自車両が備えるミリ波センサが取得した反射波に基づいて前記移動方向に沿った長さを推定して前記物標の状態を算出する、衝突回避装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の衝突回避装置であって、

前記反射波の反射強度が第 1 の値のときに前記物標状態算出部によって推定される前記長さに比べ、前記反射強度が前記第 1 の値よりも弱い第 2 の値のときに前記物標状態算出部によって推定される前記長さの方が小さい、衝突回避装置。

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 に記載の衝突回避装置であって、

前記衝突回避制御部は、

前記物標状態算出部が前記長さを推定した場合は、前記一定の減速度を第 1 減速度に設定し、

前記長さが推定された時点よりも後に前記物標状態算出部が前記長さを算出した場合であり、かつ、前記算出した長さが前記推定した長さよりも長い場合は、前記一定の減速度を前記第 1 減速度よりも高い第 2 減速度に設定する、衝突回避装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の衝突回避装置であって、

前記衝突回避制御部は、前記物標の種類に応じて、前記一定の減速度を変更する、衝突回避装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の衝突回避装置であって、

前記物標の種類は、自動車と自転車と歩行者とを含み、

前記衝突回避制御部は、前記自動車、前記自転車、前記歩行者のうちで、前記物標が前記自動車の場合に前記一定の減速度を最も高く設定し、前記物標が前記歩行者の場合に前記一定の減速度を最も低く設定する、衝突回避装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両と横移動体との衝突を回避するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自車両の前方の物標を検出し、検出した物標が自車両の進行方向と直交する方向に移動する横移動体である場合において、衝突予測時間が所定の閾値よりも小さいときに、ブレーキを自動的に作動させる衝突回避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 2010 - 102641 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の技術において、自車両の横移動体への衝突を回避するために、必要以上に早いタイミングでブレーキが自動的に作動する場合があった。よって、衝突回避装置において、適切なタイミングでブレーキを自動的に作動させる技術が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

〔形態 1〕自車両（30）の移動方向および移動速度を含む走行状態を算出する走行状態算出部（21）と、自車両の前方に存在する物標を検出する物標検出部（23）と、前記

10

20

30

40

50

物標検出部が検出した前記物標について、移動方向と、大きさと、移動速度と、前記自車両を基準とする前記物標の位置と、を含む前記物標の状態を算出する物標状態算出部（２４）と、前記物標が前記自車両の移動方向と垂直な方向の移動成分をもった横移動体（３５）であるか否かを判別する横移動体判別部（２５）と、前記横移動体判別部によって前記物標が前記横移動体であると判別された場合に、前記自車両が前記横移動体に衝突するか否かを判定する衝突判定部（２７）と、前記衝突判定部によって前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定された場合に、設定された一定の減速度となるように前記自車両のブレーキを自動的に制御する衝突回避制御部（２８）と、を備え、前記衝突回避制御部は、（ｉ）前記横移動体が前記自車両の移動進路である自車両進路（３２）を通過する横移動体通過時間と、（ｉｉ）前記自車両が前記横移動体の移動進路である横移動体進路（３７）に到達する自車両到達時間と、に基づいて、前記自車両が前記横移動体進路に到達する前に前記横移動体が前記自車両進路を通過するための前記ブレーキの作動時期を算出し、算出した前記作動時期に到達したときに前記ブレーキを作動させ、前記衝突回避制御部は、前記横移動体通過時間と前記自車両到達時間とが同じ時間となるように前記作動時期を算出する、衝突回避装置（２０）。

10

〔形態２〕自車両（３０）の移動方向および移動速度を含む走行状態を算出する走行状態算出部（２１）と、自車両の前方に存在する物標を検出する物標検出部（２３）と、前記物標検出部が検出した前記物標について、移動方向と、大きさと、移動速度と、前記自車両を基準とする前記物標の位置と、を含む前記物標の状態を算出する物標状態算出部（２４）と、前記物標が前記自車両の移動方向と垂直な方向の移動成分をもった横移動体（３５）であるか否かを判別する横移動体判別部（２５）と、前記横移動体判別部によって前記物標が前記横移動体であると判別された場合に、前記自車両が前記横移動体に衝突するか否かを判定する衝突判定部（２７）と、前記衝突判定部によって前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定された場合に、設定された一定の減速度となるように前記自車両のブレーキを自動的に制御する衝突回避制御部（２８）と、を備え、前記衝突回避制御部は、（ｉ）前記横移動体が前記自車両の移動進路である自車両進路（３２）を通過する横移動体通過時間と、（ｉｉ）前記自車両が前記横移動体の移動進路である横移動体進路（３７）に到達する自車両到達時間と、に基づいて、前記自車両が前記横移動体進路に到達する前に前記横移動体が前記自車両進路を通過するための前記ブレーキの作動時期を算出し、算出した前記作動時期に到達したときに前記ブレーキを作動させ、前記衝突回避制御部は、前記ブレーキを作動させてから前記一定の減速度に到達するまでのジャークを考慮して、前記ジャークを考慮しない場合よりも前記ブレーキの作動時間が長くなるように前記作動時期を算出する、衝突回避装置（２０）。

20

30

#### 【０００６】

本発明の一形態によれば、衝突回避装置（２０）が提供される。この衝突回避装置は、自車両（３０）の移動方向および移動速度を含む走行状態を算出する走行状態算出部（２１）と、自車両の前方に存在する物標を検出する物標検出部（２３）と、前記物標検出部が検出した前記物標について、移動方向と、大きさと、移動速度と、前記自車両を基準とする前記物標の位置と、を含む前記物標の状態を算出する物標状態算出部（２４）と、前記物標が前記自車両の移動方向と垂直な方向の移動成分をもった横移動体（３５）であるか否かを判別する横移動体判別部（２５）と、前記横移動体判別部によって前記物標が前記横移動体であると判別された場合に、前記自車両が前記横移動体に衝突するか否かを判定する衝突判定部（２７）と、前記衝突判定部によって前記自車両が前記横移動体に衝突すると判定された場合に、設定された一定の減速度となるように前記自車両のブレーキを自動的に制御する衝突回避制御部（２８）と、を備え、前記衝突回避制御部は、（ｉ）前記横移動体が前記自車両の移動進路である自車両進路（３２）を通過する横移動体通過時間と、（ｉｉ）前記自車両が前記横移動体の移動進路である横移動体進路（３７）に到達する自車両到達時間と、に基づいて、前記自車両が前記横移動体進路に到達する前に前記横移動体が前記自車両進路を通過するための前記ブレーキの作動時期を算出し、算出した前記作動時期に到達したときに前記ブレーキを作動させる。

40

50

## 【 0 0 0 7 】

上記形態の衝突回避装置によれば、横移動通過時間と自車両到達時間とに基づいてブレーキの作動時期を算出し、算出した作動時期に到達したときにブレーキを作動させている。これにより、衝突回避装置は、必要以上に早いタイミングでブレーキが自動的に作動することを抑制できるので、適切なタイミングでブレーキを自動的に作動させることができる。

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、衝突回避装置の他に種々の形態で実現することも可能である。例えば、本発明は、衝突回避装置の制御方法、衝突回避装置の制御方法を実行させるためのプログラム、衝突回避装置を備える車両等の形態で実現することができる。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態の衝突回避装置を備える衝突回避システムのブロック図である。

【図 2】衝突回避装置を備える車両を説明するための図である。

【図 3】衝突回避システムが実行する衝突回避処理の処理フローである。

【図 4】横移動体通過時間と自車両到達時間とを説明するための図である。

【図 5】自車両通過時間と横移動体到達時間とを説明するための図である。

【図 6】自車両から横移動体進路までの距離と経過時間との関係を示す図である。

【図 7】第 2 実施形態における衝突回避処理の処理フローである。

【図 8】第 3 実施形態における記憶部のブロック図である。

20

【図 9】第 3 実施形態における衝突回避処理の処理フローである。

【図 10】減速度設定の処理フローである。

【図 11】第 3 実施形態における衝突回避処理の処理フローである。

【図 12】第 4 実施形態における衝突回避処理の処理フローである。

【図 13】一定の減速度と時間との関係を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 0 】

A. 第 1 実施形態：

図 1 および図 2 に基づき、衝突回避システム 10 の構成を説明する。自車両 30 に搭載される衝突回避システム 10 は、センサ部 11 と、衝突回避装置としての ECU 20 とを備える。センサ部 11 と ECU 20 とは車内ネットワークにより接続している。

30

## 【 0 0 1 1 】

センサ部 11 は、ミリ波センサ 12 と、画像センサ 14 と、車速センサ 16 と、ヨーレートセンサ 18 とを備える。ミリ波センサ 12 は、図 2 に示すとおり、自車両 30 の前部に取り付けられている。ミリ波センサ 12 は、FMCW 方式のいわゆる「ミリ波レーダ」として構成されており、周波数変調されたミリ波帯のレーダ波を送受信する。ミリ波センサ 12 がミリ波を送信する範囲は、自車両 30 の前方に存在する物標（例えば、他の車両、歩行者、自転車等）を含むことができる範囲である。自車両 30 の前方は、真正面に加え、右前方および左前方も含む。

## 【 0 0 1 2 】

40

画像センサ 14 は、図 2 に示すとおり、フロントシールド 31 の上端付近に取り付けられている。画像センサ 14 は、周知の構成を有するカメラであり、自車両 30 の前方の風景を撮像できる。画像センサ 14 の撮像範囲は、自車両 30 の前方に存在する物標を含むことができる範囲である。

## 【 0 0 1 3 】

車速センサ 16（図 1）は、自車両 30 の移動速度のデータを取得する。ヨーレートセンサ 18 は、自車両 30 の回転角速度のデータを取得する。センサ部 11 が取得した各種データは、ECU 20 に送信される。

## 【 0 0 1 4 】

ECU 20 は、記憶部 29 および図示しない CPU を備える。ECU 20 は、記憶部 2

50

9に記憶されている制御プログラムを実行することにより後述する衝突回避処理を実行する。記憶部29は、ROMやRAMなどの周知の構成を有している。図1には、CPUによって実行される制御プログラムを機能的に示している。ECU20は、自車両30が備えるブレーキ40およびステアリング109と車内ネットワークにより接続されている。また、記憶部29には自車両30の長さや横幅などの自車両30に関する情報と、後述する衝突回避制御部28によって用いられる予め設定された減速度290が記憶されている。

#### 【0015】

ECU20は、CPUが実行するプログラムとして、走行状態算出部21と、物標検出部23と、物標状態算出部24と、横移動体判別部25と、衝突判定部27と、衝突回避制御部28とを備える。

10

#### 【0016】

走行状態算出部21は、自車両30の移動方向および移動速度を含む走行状態を算出する。自車両30の移動方向は、静止系（道路面）に対する自車両30の移動方向（自車両移動方向）であり、周知の方法で算出できる。

#### 【0017】

物標検出部23は、ミリ波センサ12が取得したレーダ波である反射波に基づいて、自車両30の前方に存在する物標を検出する。なお、物標検出部23は、画像センサ14が取得したデータである撮像画像や、撮像画像と反射波との双方のデータに基づいて自車両30の前方に存在する物標を検出してもよい。

20

#### 【0018】

物標状態算出部24は、ミリ波センサ12および画像センサ14から取得したデータに基づいて、物標検出部23が検出した物標の状態を算出する。物標の状態は、物標の移動方向、大きさ、移動速度と、自車両30を基準とする物標の位置とを含む。物標状態算出部24は、自車両30を基準とする物標の相対的な移動方向を算出し、自車両移動方向と、物標の相対的な移動方向とを用いて静止系に対する物標の移動方向（物標移動方向）を算出する。物標の大きさは、少なくとも物標移動方向に沿った長さ（物標長さ）と、物標移動方向と鉛直方向とに直交する方向に沿った長さ（物標幅）を含む。なお、物標幅は、道路を移動すると想定される物標のうち、想定される最大幅を算出値として予め設定してもよい。例えば、最大幅は、道路を走行できる自動車の最大幅であってもよい。

30

#### 【0019】

横移動体判別部25は、自車両移動方向と物標移動方向とに基づいて、物標が自車両30の移動方向と垂直な方向の移動成分をもった横移動体であるか否かを判別する。具体的には、横移動体判別部25は、自車両移動方向と物標移動方向とが成す角度が90度である場合、或いは90度付近である場合に、物標が横移動体であると判別する。

#### 【0020】

衝突判定部27は、横移動体判別部25によって物標が横移動体であると判別された場合に、自車両30が横移動体に衝突するか否かを判定する。この判定内容については後述する。

#### 【0021】

40

衝突回避制御部28は、衝突判定部27によって自車両30が横移動体に衝突すると判定された場合に、記憶部29に設定された一定の減速度となるようにブレーキ40を自動的に制御する。また、衝突回避制御部28は、自車両30が横移動体の移動進路である横移動体進路に到達する前に横移動体が自車両進路の移動進路である自車両進路を通過するためのブレーキ40の作動時期を算出する。また衝突回避制御部28は、算出した作動時期に到達したときにブレーキを作動させる。作動時期の算出方法については後述する。

#### 【0022】

図3～図6を用いて、衝突回避システム10が実行する第1実施形態の衝突回避処理を説明する。衝突回避処理は、ブレーキ40が自動的に作動するまでの期間において、所定時間ごとに繰り返し実行される。図3～図6では、横移動体35の例である自動車35（

50

図４）が直交する２つの道路５１，５２の一方の道路５２を移動し、自車両３０が他方の道路５１を移動する例を説明する。なお、横移動体３５は、自動車に限られず、自車両３０の移動方向と垂直な方向に移動する他の物体（例えば、自転車、歩行者）であってもよい。また、図６において、縦軸は自車両３０の前端３０ｆと横移動体進路３７までの距離Ｄａを示し、横軸は経過時間ｔを示す。また、図６において、実線はブレーキ４０を自動的に作動させないときの距離Ｄａと経過時間ｔとの関係であり、一点鎖線はブレーキ４０を自動的に作動させたときの距離Ｄａと経過時間ｔとの関係である。

#### 【００２３】

図３に示すように、物標検出部２３は、自車両３０の前方に位置する物標を検出する（ステップＳ８）。物標検出部２３によって物標が検出されない場合は、本ルーチンにおける衝突回避処理は終了し、所定時間後に再びステップＳ８が実行される。物標検出部２３によって物標が検出された場合は、走行状態算出部２１は自車両３０の走行状態を算出する（ステップＳ１０）。また、物標状態算出部２４は、物標の状態を算出する（ステップＳ１２）。

#### 【００２４】

次に、横移動体判別部２５は、物標が横移動体３５であるか否かを判別する（ステップＳ１７）。横移動体判別部２５によって物標が横移動体３５でないと判別された場合（ステップＳ１７：Ｎｏ）は、本ルーチンにおける衝突回避処理は終了する。横移動体判別部２５によって物標が横移動体３５であると判別された場合（ステップＳ１７：ＹＥＳ）は、衝突判定部２７は、自車両３０が横移動体３５に衝突するか否かを判定する衝突判定処理を実行する。

#### 【００２５】

具体的には、衝突判定部２７は、ステップＳ１０およびステップＳ１２の算出結果を用いて、横移動体通過時間 $T_{tb}$ と自車両到達時間 $T_{ca}$ とを算出する（ステップＳ１８）。横移動体通過時間 $T_{tb}$ は、現時点から横移動体３５が自車両３０の移動進路である自車両進路３２を通過するまでの時間である。つまり、図４に示すように、横移動体通過時間 $T_{tb}$ は、現時点から横移動体３５の後端３５ｒが、自車両進路３２を通り抜けるまでの時間である。図４に示すように、自車両到達時間 $T_{ca}$ は、実線で示す現時点の自車両３０が点線で示す自車両３０の位置、すなわち横移動体３５の移動進路である横移動体進路３７に到達するまでの時間である。つまり、自車両到達時間 $T_{ca}$ は、現時点から自車両３０の前端３０ｆが横移動体進路３７に到達するまでの時間である。

#### 【００２６】

また、衝突判定部２７は、ステップＳ１０およびステップＳ１２の算出結果を用いて、横移動体到達時間 $T_{ab}$ と自車両通過時間 $T_{ta}$ を算出する（ステップＳ２０）。図５に示すように、横移動体到達時間 $T_{ab}$ は、実線で示す現時点の横移動体３５が、点線で示す横移動体３５の位置、すなわち自車両進路３２に到達するまでの時間である。つまり、横移動体到達時間 $T_{ab}$ は、現時点から横移動体３５の前端３５ｆが自車両進路３２に到達するまでの時間である。図５に示すように、自車両通過時間 $T_{ta}$ は、実線で示す現時点の自車両３０が、点線で示す自車両３０の位置、すなわち自車両３０が横移動体進路３７を通過するまでの時間である。つまり、自車両通過時間 $T_{ta}$ は、現時点から自車両３０の後端３０ｒが、横移動体進路３７を通り抜けるまでの時間である。

#### 【００２７】

次に、衝突判定部２７は、ステップＳ１８およびステップＳ２０で算出した各種時間を用いて自車両３０が横移動体３５に衝突するか否かを判定する（ステップＳ２２）。具体的には、衝突判定部２７は以下の２つの条件（ａ），（ｂ）をいずれも満たさない場合に、自車両３０が横移動体３５に衝突すると判定し、条件（ａ），（ｂ）の少なくとも一方を満たす場合に、自車両３０が横移動体３５に衝突しないと判定する。

<条件>

（ａ）自車両通過時間 $T_{ta}$ が横移動体到達時間 $T_{ab}$ 以下であること。

（ｂ）横移動体通過時間 $T_{tb}$ が自車両到達時間 $T_{ca}$ 以下であること。

## 【 0 0 2 8 】

ステップ S 2 2 において、自車両 3 0 が横移動体 3 5 に衝突しないと判定された場合（ステップ S 2 2 : N o ）は、本ルーチンにおける衝突回避処理は終了し、所定時間後に再びステップ S 8 が実行される。ステップ S 2 2 において、自車両 3 0 が横移動体 3 5 に衝突すると判定された場合（ステップ S 2 2 : Y e s ）、衝突回避制御部 2 8 は自車両 3 0 の横移動体 3 5 への衝突を回避するために、ブレーキ 4 0 の作動時期 T b s および作動時間 T b t を算出する（ステップ S 2 4 ）。作動時期 T b s および作動時間 T b t は、横移動体通過時間 T t b と自車両到達時間 T c a とに基づいて算出される。本実施形態では、作動時間 T b t は、図 6 に示すように、横移動体通過時間 T t b と自車両到達時間 T c a とが同じ時間となるように以下の式を用いて算出される。下記式（ 1 ）において、作動時間 T b t 以外は既知であるので、作動時間 T b t が算出できる。

10

## 【 0 0 2 9 】

$$V_{30} \times T_{bt} + \{ (V_D \times T_{bt}^2) / 2 \} = V_{30} \times \{ T_{bt} - (T_{tb} - T_{ca}) \} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

ここで、 $V_{30}$  は自車両 3 0 の移動速度であり、 $V_D$  は記憶部 2 9 に記憶された一定の減速度である。

## 【 0 0 3 0 】

作動時期 T b s は、自車両 3 0 と横移動体 3 5 との相対距離がゼロとなる時間である衝突予測時間 T T C の第 1 閾値である。つまり、衝突予測時間 T T C が式（ 2 ）で算出した第 1 閾値（作動時期 T b s ）に到達したときに、衝突回避制御部 2 8 はブレーキ 4 0 を自動的に作動させる。衝突予測時間 T T C は、以下の式（ 3 ）を用いて衝突回避制御部 2 8 によって所定時間ごとに算出される。

20

## 【 0 0 3 1 】

$$T_{bs} = \{ V_{30} \times T_{bt} + \{ (V_D \times T_{bt}^2) / 2 \} \} / V_{30} \quad \cdots \text{式 (2)}$$

$$T_{TC} = D_a / V_{30} \quad \cdots \text{式 (3)}$$

## 【 0 0 3 2 】

また、衝突回避制御部 2 8 は、自車両停止時間 T s t と停止時期 T b v とを算出する（ステップ S 2 6 ）。自車両停止時間 T s t は、衝突判定部 2 7 によって自車両 3 0 が横移動体 3 5 に衝突すると判定された判定時点から記憶部 2 9 に記憶された一定の減速度でブレーキ 4 0 を作動させた場合における、ブレーキ 4 0 を作動させてから自車両 3 0 が停止するまでの時間である。自車両停止時間 T s t は、以下の式（ 4 ）を用いて算出できる。

30

$$V_{30} + V_D \times T_{st} = 0 \quad \cdots \text{式 (4)}$$

## 【 0 0 3 3 】

停止時期 T b v は、自車両 3 0 が横移動体進路 3 7 の手前で停止するためにブレーキ 4 0 を作動させる時期であり、衝突予測時間 T T C の第 2 閾値である。つまり、衝突予測時間 T T C が第 2 閾値（停止時期 T b v ）に到達したときに、衝突回避制御部 2 8 はブレーキ 4 0 を作動させる。停止時期 T b v は、以下の式（ 5 ）を用いて衝突回避制御部 2 8 によって算出される。

$$T_{bv} = \{ V_{30} \times T_{st} + \{ (V_D \times T_{st}^2) / 2 \} \} / V_{30} \quad \cdots \text{式 (5)}$$

40

## 【 0 0 3 4 】

次に衝突回避制御部 2 8 は、作動時間 T b t が自車両停止時間 T s t よりも長いかな否かを判定する（ステップ S 2 8 ）。衝突回避制御部 2 8 は、作動時間 T b t が自車両停止時間 T s t よりも長いと判定した場合（ステップ S 2 8 : Y e s ）、作動時期 T b s に拘わらず停止時期 T b v に到達したときにブレーキ 4 0 を作動させる（ステップ S 3 0 ）。これにより、横移動体 3 5 の手前で自車両 3 0 が停止する。

## 【 0 0 3 5 】

衝突回避制御部 2 8 は、作動時間 T b t が自車両停止時間 T s t 以下であると判定した場合（ステップ S 2 8 : N o ）は、作動時期 T b s に到達したときにブレーキ 4 0 を作動

50



させる（ステップS 3 2）。これにより、自車両3 0が横移動体進路3 7に到達する前に横移動体3 5が自車両進路3 2を通過できる。

【0 0 3 6】

上記第1実施形態によれば、衝突回避制御部2 8は、横移動体通過時間 $T_{tb}$ と自車両到達時間 $T_{ca}$ とに基づいてブレーキ4 0の作動時期 $T_{bs}$ を算出し、算出した作動時期 $T_{bs}$ に到達したときにブレーキ4 0を自動的に作動させている（図3のステップS 2 4、ステップS 3 2）。これにより、必要以上に早いタイミングでブレーキが自動的に作動することを抑制でき、適切なタイミングでブレーキを自動的に作動させることができる。特に第1実施形態では、衝突回避制御部2 8は、横移動体通過時間 $T_{tb}$ と自車両到達時間 $T_{ca}$ とが同じ時間となるように作動時期 $T_{bs}$ を算出する。これにより、必要以上に早いタイミングで自動的にブレーキが作動することをより抑制でき、より適切なタイミングでブレーキを自動的に作動させることができる。また上記第1実施形態によれば、作動時間 $T_{bt}$ が自車両停止時間 $T_{st}$ よりも長い場合は、衝突回避制御部2 8は作動時期 $T_{bs}$ に拘わらず停止時期 $T_{bv}$ に到達したときにブレーキ4 0を自動的に作動させる（図3のステップS 3 0）。これにより、必要以上に早いタイミングでブレーキ4 0が自動的に作動することをより一層抑制できる。

10

【0 0 3 7】

また上記第1実施形態によれば、衝突判定部2 7は、自車両通過時間 $T_{ta}$ が横移動体到達時間 $T_{ab}$ 以下であるという条件と、横移動体通過時間 $T_{tb}$ が自車両到達時間 $T_{ca}$ 以下であるという条件とのいずれの条件も満たさない場合に、自車両3 0が横移動体3 5に衝突すると判定する（図3のステップS 2 2）。これにより、自車両3 0が横移動体3 5に衝突する可能性が低い場合において、ブレーキ4 0を自動的に作動させることを抑制できる。

20

【0 0 3 8】

B．第2実施形態：

図7を用いて衝突回避システム1 0が実行する第2実施形態の衝突回避処理を説明する。第1実施形態の衝突回避処理と異なる点は、新たにステップS 1 3 a、ステップS 1 3 bが実行される点であり、その他のステップについては第1実施形態と同一内容である。よって、第2実施形態において、第1実施形態と同一内容のステップには第1実施形態のステップと同一符号を付すと共に適宜説明を省略する。

30

【0 0 3 9】

ステップS 1 2の後に、衝突回避制御部2 8は、物標状態算出部2 4が物標の状態を算出できたか否かを判定する（ステップS 1 3 a）。例えば、自車両3 0と物標との間に障害物が存在したり、雨が降っていたりしたりすることで、ミリ波センサ1 2および画像センサ1 4から取得したデータに基づいて、物標状態算出部2 4が安定して物標の状態（例えば、大きさや移動速度）を算出できない場合がある。

【0 0 4 0】

衝突回避制御部2 8は、物標状態算出部2 4が物標の状態を算出できない算出不可状態であると判定したとき（ステップS 1 3 a：No）は、作動時期 $T_{bs}$ に拘わらず算出不可状態であると判定したときからブレーキ4 0を自動的に作動させる（ステップS 1 3 b）。

40

【0 0 4 1】

上記第2実施形態の衝突回避処理によれば、上記第1実施形態の衝突回避処理が奏する効果に加え、以下の効果を奏する。すなわち、衝突回避制御部2 8は算出不可状態であると判定したときにブレーキ4 0を作動させることで、自車両3 0が物標に衝突する可能性をより低減できる。

【0 0 4 2】

C．第3実施形態：

図8～図1 0を用いて衝突回避システム1 0が実行する第3実施形態の衝突回避処理を説明する。図9および図1 0において、第1実施形態の衝突回避処理（図3）と同一内容

50

のステップについては第1実施形態のステップと同一符号を付すと共に適宜説明を省略する。第3実施形態において、ECU20の記憶部29には、一定の減速度290に代えて、長さ推定テーブル292と減速度テーブル294とが記憶されている。

#### 【0043】

長さ推定テーブル292(図8)は、反射強度(dB)と物標の移動方向に沿った物標の推定長さとは一意に定められている。物標状態算出部24は、長さ推定テーブル292と、ミリ波センサ12から取得した反射波の反射強度とに基づいて物標長さを推定する。具体的には、反射強度が「高」の場合、物標長さは第1長さであると推定され、反射強度が「弱」の場合、物標長さは第1長さよりも小さい第2長さであると推定される。第1長さは物標が自動車である場合に想定される値に設定され、第2長さは物標が歩行者である場合に想定される値に設定される。

10

#### 【0044】

物標状態算出部は、ミリ波センサ12が取得した反射波の反射強度が、所定の閾値以上である場合に反射強度が「高」と判定し、所定の閾値未満である場合に反射強度が「弱」と判定する。なお、判定手法は上記に限られず、例えば、ミリ波センサ12が取得した反射波の反射強度が、第1範囲である場合に反射強度が「高」と判定され、第1範囲の値よりも弱い値である第2範囲である場合に反射強度が「弱」と判定されてもよい。以上のように、反射波の反射強度が第1の値のときに物標状態算出部24によって推定される第1長さに比べ、反射強度が第1の値よりも弱い第2の値のときに物標状態算出部24によって推定される第2長さの方が小さい。

20

#### 【0045】

減速度テーブル294には、値が異なる2つの減速度が記憶されている。第1減速度は、物標状態算出部24が長さ推定テーブル292を参照して物標の長さを推定した場合に用いられる減速度である。第2減速度は、推定した物標長さよりも後に物標状態算出部24が物標長さを算出できた場合であり、かつ、算出した物標長さが推定した物標長さよりも長い場合に用いられる減速度である。第2減速度は第1減速度よりも高く設定されている。例えば、第2減速度は $-8(m/s^2)$ になるように設定され、第1減速度は $-4(m/s^2)$ に設定されている。

#### 【0046】

図9に示すように、ステップS10の後に、ミリ波センサ12および画像センサ14から取得したデータに基づいて物標状態算出部24が物標長さを算出できない場合は(ステップS12a:No)、ステップS12cを実行する。物標長さを算出できない場合として、例えば、画像センサ14の撮像領域外に物標の一部が位置することで、撮像画像中に物標が部分的にしか撮像されていない場合がある。ステップS12cでは、物標状態算出部24は、ミリ波センサ12が取得した反射波に基づいて物標長さを推定して物標の状態を算出する。具体的には、物標状態算出部24は、ミリ波センサ12が取得した反射波の反射強度と長さ推定テーブル292(図8)とを用いて物標長さを推定する。また物標状態算出部24は、推定した物標長さをを用いて物標の状態を算出する。

30

#### 【0047】

一方で、物標状態算出部24はミリ波センサ12および画像センサ14から取得したデータに基づいて物標長さを算出できる場合は(ステップS12a:Yes)、ミリ波センサ12および画像センサ14から取得したデータを用いて物標長さを含む物標の状態を算出する(ステップS12b)。

40

#### 【0048】

衝突回避制御部28は、物標状態算出部24が物標長さを推定した場合(ステップS12c)は、一定の減速度を第1減速度に設定する(ステップS14)。一方で、衝突回避制御部28は、物標状態算出部24が物標長さを算出した場合(ステップS12b)は、図10に示す減速度設定工程(ステップS15)を実行する。

#### 【0049】

まず、衝突回避制御部28は、前回のルーチンにおける衝突回避処理において物標長さ

50

が推定されたか否かを判定する（ステップS15a）。物標長さが推定されていないと判定した場合（ステップS15a：No）は、一定の減速度を第1減速度に設定する（ステップS15d）。物標長さが推定されていたと判定した場合（ステップS15a：Yes）、本ルーチンにおいてステップS12bによって算出した物標長さが、前回ルーチンにおいてステップS12cによって推定した物標長さよりも長いかなかを判定する（ステップS15b）。衝突回避制御部28は、算出した物標長さが、推定した物標長さよりも長いと判定した場合（ステップS15b：Yes）、一定の減速度を第2減速度に設定する（ステップS15c）。一方で、衝突回避制御部28は、算出した物標長さが、推定した物標長さよりも長くないと判定した場合（ステップS15b：No）、一定の減速度を第1減速度に設定する（ステップS15d）。なお、ステップS15aにおいて、「No」であると判定された場合、ステップS15dに代えてステップS15cを実行してもよい。

10

#### 【0050】

以上のように、衝突回避制御部28は、物標状態算出部24が物標長さを推定した場合、一定の減速度を第1減速度に設定する（ステップS12c）。また、衝突回避制御部28は、物標長さが推定された時点よりも後に物標状態算出部24が物標長さを算出した場合であり、かつ、算出した長さが推定した物標長さよりも長い場合は、一定の減速度を第1減速度よりも高い第2減速度に設定する（ステップS15c）。これにより、第3実施形態の衝突回避処理は、上記第1実施形態の衝突回避処理が奏する効果に加え、自車両30が物標に衝突する可能性をより低減できる。

20

#### 【0051】

D．第4実施形態：

図11および図12を用いて衝突回避システム10が実行する第4実施形態の衝突回避処理を説明する。第1実施形態の衝突回避処理と異なる点は、新たにステップS16a、ステップS16bが実行される点である。その他のステップについては第1実施形態と同一内容である。よって、第4実施形態において、第1実施形態と同一内容のステップには第1実施形態のステップと同一符号を付すと共に適宜説明を省略する。

#### 【0052】

図11に示すように、ECU20の記憶部29には、減速度290に代えて、設定テーブル295が記憶されている。設定テーブル295は、物標の種類（自動車、自転車、歩行者）と、衝突回避制御部28が用いる一定の減速度とが一意に定められている。物標の種類が「自動車」である場合、衝突回避制御部28は、ブレーキ40に用いる一定の減速度を自動車用減速度に設定する。物標の種類が「自転車」である場合、衝突回避制御部28は、ブレーキに用いる一定の減速度を自転車用減速度に設定する。物標の種類が「歩行者」である場合、衝突回避制御部28は、ブレーキに用いる一定の減速度を歩行者用減速度に設定する。3つの減速度のうちで、自動車用減速度が最も高く、歩行者用減速度が最も低い。例えば、自動車用減速度は $-8\text{ (m/s}^2\text{)}$ に設定され、自転車用減速度は $-6\text{ (m/s}^2\text{)}$ に設定され、歩行者用減速度は $-4\text{ (m/s}^2\text{)}$ に設定される。

30

#### 【0053】

図12に示すように、ステップS12の次に、物標状態算出部24はミリ波センサ12のデータと画像センサ14のデータとを統合してフュージョンデータを生成し、フュージョンデータを用いて物標の種類を特定する（ステップS16a）。衝突回避制御部28は、ステップS11aで特定した物標の種類と、設定テーブル295とを参照して減速度を設定する（ステップS16b）。設定された減速度は、ステップS24における作動時期 $T_{bs}$ および作動時間 $T_{bt}$ の算出と、衝突回避処理におけるブレーキ40の制御に用いられる。なお、ステップS16aおよびステップS16bの処理は、作動時期 $T_{bs}$ および作動時間 $T_{bt}$ を算出するステップ（ステップS24）の前までに実行されればよい。

40

#### 【0054】

上記のように、第3実施形態の衝突回避処理において、衝突回避制御部28は物標の種類に応じて、一定の減速度を変更する（ステップS16a）。これにより、第1実施形態

50

の衝突回避処理が奏する効果に加え以下の効果を奏する。すなわち、衝突回避制御部 28 は、物標の種類に応じて一定の減速度を変更することで、物標の種類に応じた減速度によって衝突回避処理を実行できる。例えば、物標の種類が自動車、自転車、歩行者のうちで、一般に自転車の移動速度が最も高く、歩行者の移動速度が最も低いと想定される。よって、横移動体の想定される移動速度が高いほど減速度を高く設定できる。

【0055】

E・変形例：

E-1・第1変形例：

上記各実施形態では、衝突回避制御部 28 はブレーキ 40 の作動時期  $T_{bs}$  および作動時間  $T_{bt}$  を一定の減速度を用いて算出していたが、一定の減速度に到達するまでのジャーク（減減速度）を考慮して作動時期  $T_{bs}$  および作動時間  $T_{bt}$  を算出してもよい。図 13 に示すように、ジャークに起因して、ブレーキ 40 の種類や性能によってブレーキ 40 を作動させてから一定の減速度に到達するまで一定の時間（設定到達時間） $t_k$  を要する。よって、衝突回避制御部 28 は、ジャークを考慮してジャークを考慮しない場合よりもブレーキ 40 の作動時間  $T_{bt}$  が長くなるように作動時期  $T_{bs}$  を算出してもよい。つまり、衝突回避制御部 28 は、ジャークを考慮しない場合よりもジャークを考慮した場合の方が、作動時間  $T_{bt}$  が長くなるように、上記式（1）～（3）を用いて算出した作動時期  $T_{bs}$  を補正する。つまり、衝突回避制御部 28 は、上記式（1）～（3）を用いて算出した作動時期に正の補正值を加えることで補正後の作動時期  $T_{bs}$  を算出する。正の補正值は、例えば設定到達時間  $t_k$  であってもよいし、設定到達時間  $t_k$  よりも小さい値であってもよい。第1変形例によれば、自車両 30 の横移動体 35 への衝突を回避するために、ブレーキ 40 の作動時期  $T_{bs}$  をより適切に設定できる。

【0056】

E-2・第2変形例：

上記第3実施形態において、物標長さはミリ波センサの強弱によって推定していたが、これに限定されるものではない。例えば、自動車の前輪および後輪からの反射波を検出して、前輪および後輪の反射波の位置によって物標長さを推定してもよい。具体的には、反射波を用いて前輪および後輪の距離を算出し、算出した距離に補正值（例えば、1.0～2.0 m）を加えて物標長さを推定してもよい。

【0057】

E-3・第3変形例：

上記第1実施形態から第4実施形態の2つ以上の実施形態を組み合わせる衝突回避処理を実行してもよい。第2実施形態に第4実施形態を組み合わせてもよいし、第3実施形態に第4実施形態を組み合わせてもよい。

【0058】

E-4・第4変形例：

上記各実施形態では、衝突回避制御部 28 は、横移動体通過時間  $T_{tb}$  と自車両到達時間  $T_{ca}$  とが同じ時間となるように作動時期  $T_{bs}$  を算出していたが、これに限定されるものではない。作動時期  $T_{bs}$  は、必要以上に早いタイミングとならない範囲で算出してもよい。例えば、衝突回避制御部 28 は、横移動体通過時間  $T_{tb}$  に正の通過補正值を加算し、加算後の時間と自車両到達時間  $T_{ca}$  とが同じ時間となるように作動時期を算出してもよい。正の通過補正值は、自車両 30 が横移動体進路 37 に到達する前に、横移動体 35 がより確実に自車両進路 32 を通過できる値であってもよい。例えば、正の通過補正值は、0.3 m～1.5 m の範囲のいずれかの距離を、横移動体の移動速度で除した値であってもよい。

【0059】

E-5・第5変形例：

上記各実施形態の衝突回避処理では、ステップ S28 およびステップ S30 の処理を有していたが、省略してもよい。すなわち、衝突回避制御部 28 はステップ S26 の後に、ステップ S28 を実行することなく、ステップ S32 を実行してもよい。このようにして

も、衝突回避制御部 28 は、横移動体通過時間  $T_{tb}$  と自車両到達時間  $T_{ca}$  とに基づいてブレーキ 40 の作動時期  $T_{bs}$  を算出し、算出した作動時期  $T_{bs}$  に到達したときにブレーキ 40 を自動的に作動させている。これにより、必要以上に早いタイミングで自動的にブレーキが作動することを抑制でき、より適切なタイミングでブレーキを自動的に作動させることができる。

#### 【0060】

本発明は、上述の実施形態や実施例、変形例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、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態、実施例、変形例中の技術的特徴は、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。

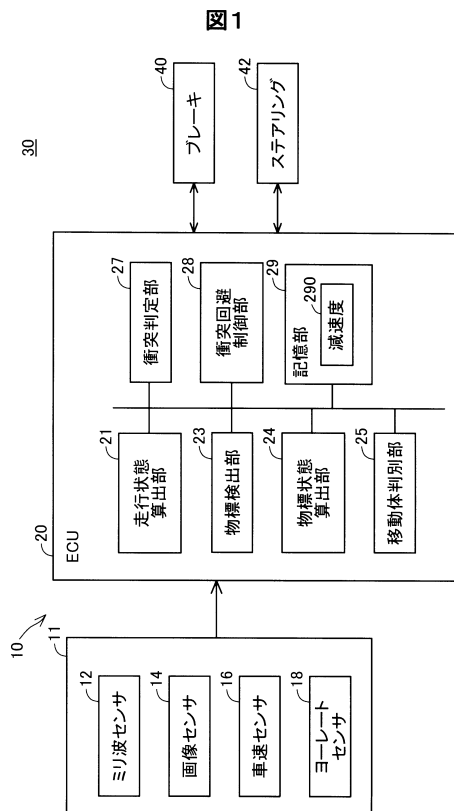
10

#### 【符号の説明】

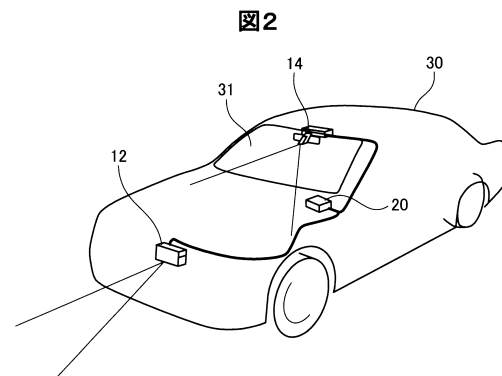
#### 【0061】

20 ... ECU、21 ... 走行状態算出部、23 ... 物標検出部、24 ... 物標状態算出部、25 ... 横移動体判別部、27 ... 衝突判定部、28 ... 衝突回避制御部、30 ... 自車両、30 f ... 前端、30 r ... 後端、32 ... 自車両進路、35 ... 横移動体、35 f ... 前端、35 r ... 後端、37 ... 横移動体進路

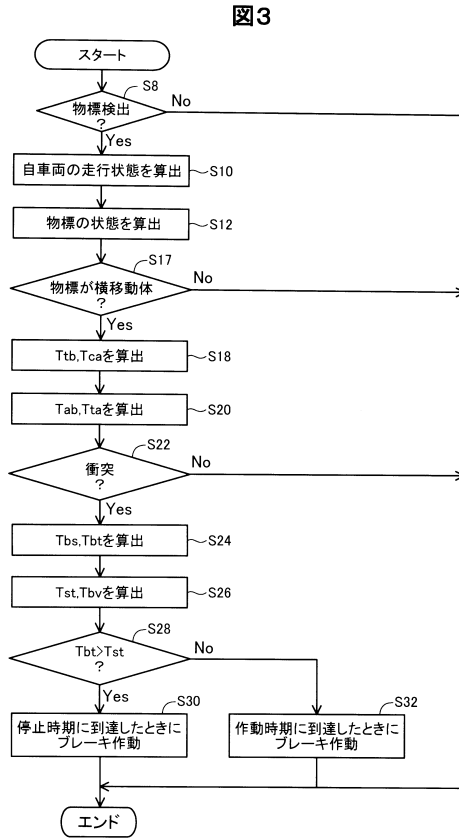
【図 1】



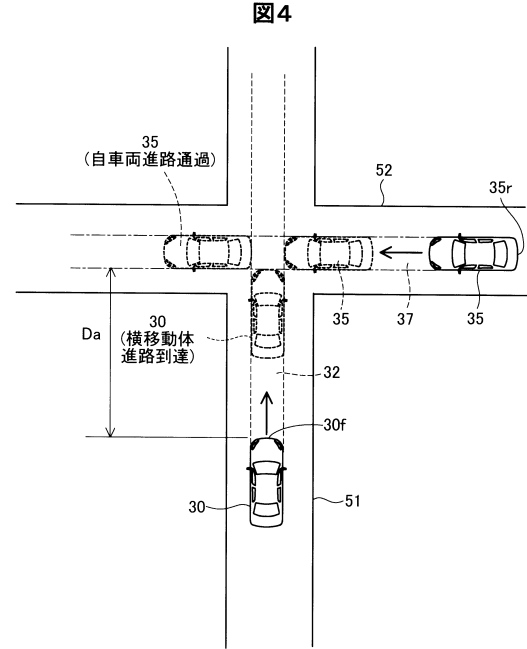
【図 2】



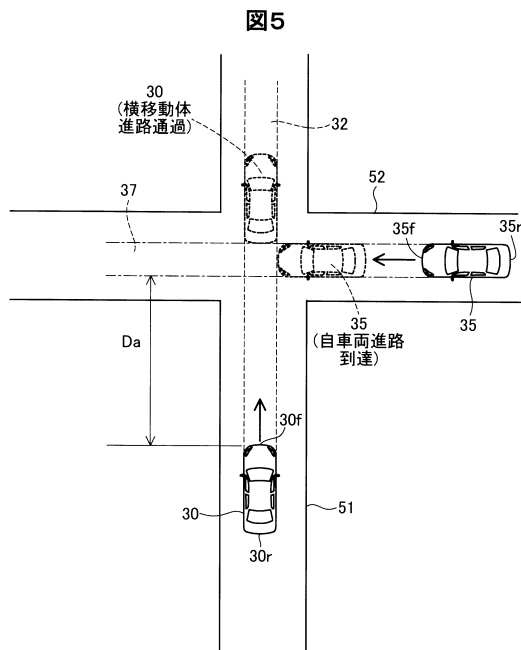
【図 3】



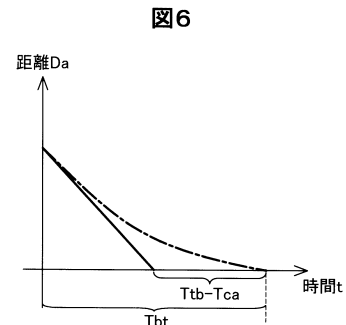
【図 4】



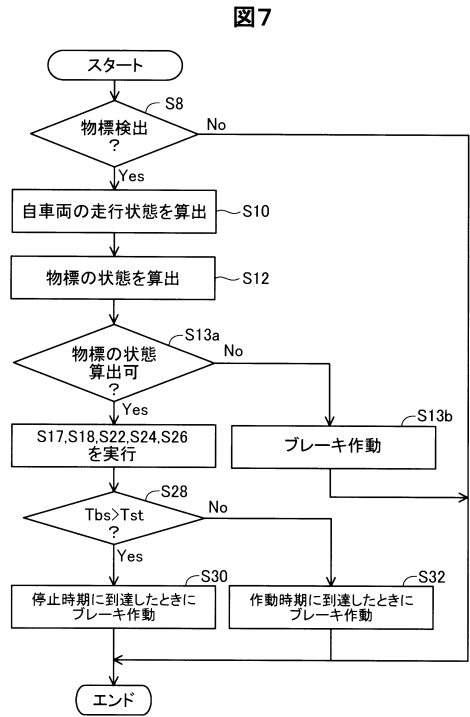
【図 5】



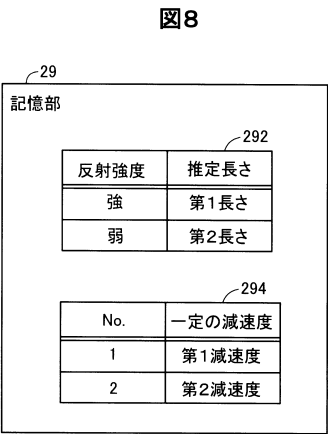
【図 6】



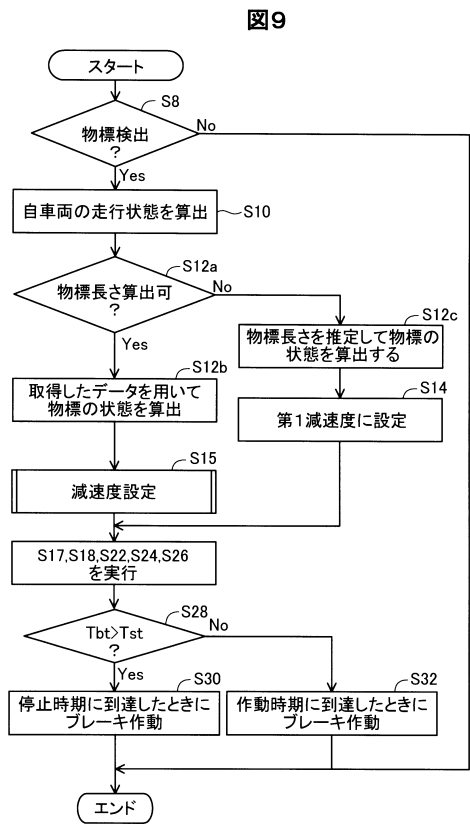
【図 7】



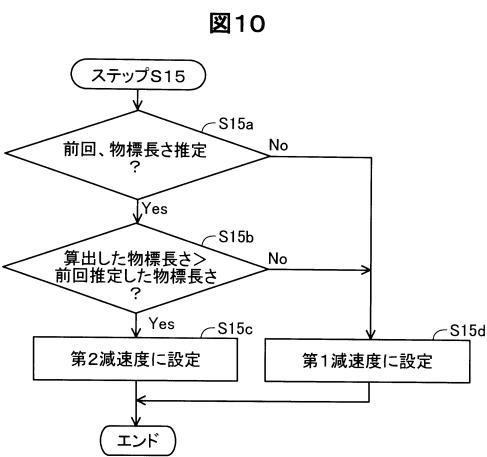
【図 8】



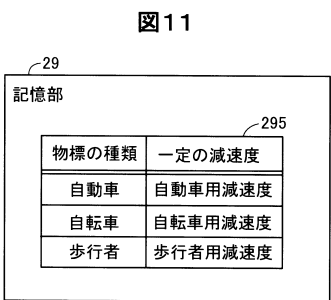
【図 9】



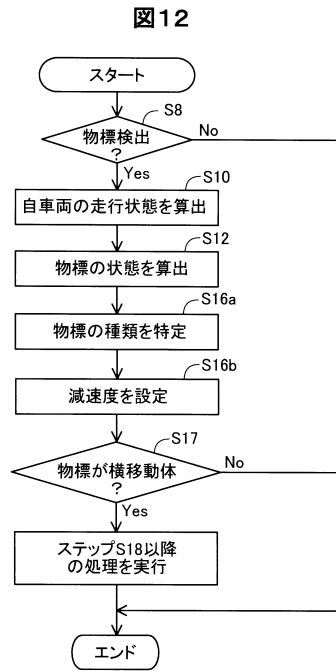
【図 10】



【図 11】

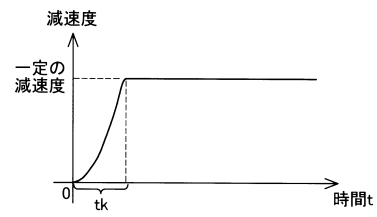


【図 12】



【図 13】

図13





---

フロントページの続き

(72)発明者 馬場 崇弘  
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 羽鳥 公一

(56)参考文献 特開2010-102641(JP,A)  
特開2015-170233(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60R	21/00 - 21/13
B60R	21/34 - 21/38
B60T	7/12 - 8/1769
B60T	8/32 - 8/96
B60W	10/00 - 10/30
B60W	30/00 - 50/16
G08G	1/00 - 99/00