

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6119476号  
(P6119476)

(45) 発行日 平成29年4月26日 (2017. 4. 26)

(24) 登録日 平成29年4月7日 (2017. 4. 7)

(51) Int. Cl.

F I

|             |              |                  |             |              |             |
|-------------|--------------|------------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>G08G</b> | <b>1/00</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>G08G</b> | <b>1/00</b>  | <b>X</b>    |
| <b>G08G</b> | <b>1/16</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>G08G</b> | <b>1/16</b>  | <b>E</b>    |
| <b>B60W</b> | <b>30/16</b> | <b>(2012.01)</b> | <b>B60W</b> | <b>30/16</b> |             |
| <b>B60T</b> | <b>7/12</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>B60T</b> | <b>7/12</b>  | <b>F</b>    |
| <b>B60R</b> | <b>21/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>B60R</b> | <b>21/00</b> | <b>G28B</b> |

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-148682 (P2013-148682)  
 (22) 出願日 平成25年7月17日 (2013. 7. 17)  
 (65) 公開番号 特開2015-22422 (P2015-22422A)  
 (43) 公開日 平成27年2月2日 (2015. 2. 2)  
 審査請求日 平成28年3月25日 (2016. 3. 25)

(73) 特許権者 000003997  
 日産自動車株式会社  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
 (74) 代理人 100066980  
 弁理士 森 哲也  
 (74) 代理人 100103850  
 弁理士 田中 秀▲てつ▼  
 (74) 代理人 100116012  
 弁理士 宮坂 徹  
 (72) 発明者 中村 誠秀  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
 自動車株式会社内  
 (72) 発明者 川添 寛  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
 自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 隊列走行制御装置、隊列走行制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一車線上の複数の車両と隊列を形成して走行する隊列走行制御装置において、  
 先行車両に対する目標車間時間を設定する目標車間時間設定部と、  
 前記目標車間時間設定部で設定した目標車間時間を実現するために、自車両の加減速度  
 を制御することにより車間時間制御を行う車間時間制御部と、  
 前記先行車両の減速状態を検出する減速状態検出部と、  
 前記先行車両との車間距離を検出する車間距離検出部と、  
 前記減速状態検出部で前記先行車両が減速を開始したことを検出した時点で、前記車間  
 距離検出部で検出した車間距離を、目標車間距離として設定する目標車間距離設定部と、  
 前記目標車間距離設定部で設定した目標車間距離を実現するために、自車両の加減速度  
 を制御することにより車間距離制御を行う車間距離制御部と、  
 自車速を検出する車速検出部と、  
 前記車速検出部で検出した自車速、及び前記車間距離検出部で検出した前記先行車両と  
 の車間距離に応じて、前記先行車両に対する車間時間検出する車間時間検出部と、  
 前記車間時間検出部で検出した車間時間に応じて、前記車間時間制御部で車間時間制御  
 を行うか前記車間距離制御部で車間距離制御を行うか何れか一方に切り替える制御切り替  
 え部と、を備え、  
 前記制御切り替え部は、  
 前記車間時間が前記目標車間時間を維持しているときは、前記車間時間制御部で車間時

10

20

間制御を行い、前記目標車間時間よりも小さな範囲に予め定めた下限閾値を設定し、前記目標車間時間から前記下限閾値までの範囲を、前記車間時間制御を維持するための不感帯として設定し、前記車間時間制御を行っている状態で、前記車間時間が前記下限閾値を下回ったときには、前記車間時間制御から前記車間距離制御に切り替えることを特徴とする隊列走行制御装置。

【請求項 2】

前記制御切り替え部は、

前記減速状態検出部は、前記先行車両が減速を終了した時点で、前記車間距離制御から前記車間時間制御に切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の隊列走行制御装置。

【請求項 3】

前記減速状態検出部は、

前記先行車両との通信により、前記先行車両の減速状態を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の隊列走行制御装置。

【請求項 4】

前記制御切り替え部は、

前記車間距離制御を行っている状態で、前記車間時間が前記目標車間時間を上回ったときには、前記車間距離制御を維持することを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の隊列走行制御装置。

【請求項 5】

前記車間距離制御部は、

前記目標車間時間よりも大きな範囲に予め定めた上限閾値を設定し、前記車間時間が前記上限閾値を上回ったときには、前記上限閾値に対応する車間距離の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の隊列走行制御装置。

【請求項 6】

前記制御切り替え部は、

前記先行車両の車速が、予め定めた閾値以下となったときは、前記車間距離制御部で車間距離制御を行い、

前記車間距離制御部は、

予め定めた最小車間距離の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の隊列走行制御装置。

【請求項 7】

同一車線上の複数の車両と隊列を形成して走行する際に、

先行車両に対する目標車間時間を設定し、前記目標車間時間を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間時間制御を実行可能とし、

前記先行車両の減速状態を検出し、前記先行車両との車間距離を検出し、前記先行車両が減速を開始したことを検出した時点の前記車間距離を、目標車間距離として設定し、前記目標車間距離を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間距離制御を実行可能とし、

自車速を検出し、前記自車速、及び前記車間距離に応じて、前記先行車両に対する車間時間を検出し、前記車間時間が前記目標車間時間を維持しているときは、前記車間時間制御を行い、前記目標車間時間よりも小さな範囲に予め定めた下限閾値を設定し、前記目標車間時間から前記下限閾値までの範囲を、前記車間時間制御を維持するための不感帯として設定し、前記車間時間制御を行っている状態で、前記車間時間が前記下限閾値を下回ったときには、前記車間時間制御から前記車間距離制御に切り替えることを特徴とする隊列走行制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、隊列走行制御装置、及び隊列走行制御方法に関するものである。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

特許文献 1 に記載された従来技術では、隊列走行をする際に、車車間通信を介して先頭車両から順に識別番号 I D を付与し、付与された識別番号 I D に応じて各車両の走行を制御し、先頭車両に後続車両を追従させることを提案している。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開平 9 - 8 1 8 9 9 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

10

## 【 0 0 0 4 】

隊列走行として先行車両に追従する際に、例えば車間時間に応じて自車両の加減速度を制御することが考えられる。しかしながら、単に車間時間だけに応じて先行車両に追従すると、例えば先行車両が減速してから自車両が減速するまでの時間差が大きくなるなどして、隊列走行を乱してしまう可能性がある。

本発明の課題は、先行車両に追従する際に、より適切なタイミングで減速させ、良好な隊列走行を維持することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 5 】

本発明の一態様に係る隊列走行制御装置は、同一車線上の複数の車両と隊列を形成して走行するものにおいて、先行車両に対する目標車間時間を設定し、この目標車間時間を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間時間制御を実行可能にする。一方、先行車両の減速状態を検出し、先行車両との車間距離を検出し、先行車両が減速を開始したことを検出した時点の車間距離を、目標車間距離として設定し、この目標車間距離を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間距離制御を実行可能にする。また、自車速を検出し、自車速、及び車間距離に応じて、先行車両に対する車間時間を検出し、この車間時間が目標車間時間を維持しているときは車間時間制御を行う。また、目標車間時間よりも小さな範囲に予め定めた下限閾値を設定し、目標車間時間から下限閾値までの範囲を、車間時間制御を維持するための不感帯として設定する。そして、車間時間制御を行っている状態で、車間時間が下限閾値を下回ったときには、車間時間制御から車間距離制御に切り替える。

20

30

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 6 】

本発明によれば、車間時間が目標車間時間を維持できているような状況では、車間時間制御を実行し、例えば先行車両が減速し、車間時間が目標車間時間を下回っても、目標車間時間から下限閾値までの範囲にあるときには車間時間制御を維持する。そして、さらに車間時間が下限閾値を下回るような状況では、車間時間制御から車間距離制御へと切り替える。このように、車間時間制御だけで対応するのではなく、必要に応じて車間距離制御を実行することにより、先行車両に追従する車両に、より適切なタイミングで減速させ、良好な隊列走行を維持することができる。

40

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 隊列走行制御装置を示す概略構成図である。

【 図 2 】 隊列走行制御処理を示すフローチャートである。

【 図 3 】 第 1 実施形態の制御切り替え判断処理を示すフローチャートである。

【 図 4 】 隊列走行における車速の乱れを説明する図である。

【 図 5 】 隊列走行における車間時間の乱れを説明する図である。

【 図 6 】 第 1 実施形態の動作を示すタイムチャートである。

【 図 7 】 第 2 実施形態の制御切り替え判断処理を示すフローチャートである。

【 図 8 】 第 2 実施形態の動作を示すタイムチャートである。

50

【図 9】第 3 実施形態の制御切り替え判断処理を示すフローチャートである。

【図 10】第 3 実施形態の動作を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

《第 1 実施形態》

《構成》

同一車線上の複数の車両で隊列を形成して走行するために、先行車両との相対関係に応じて自車両の走行を制御する技術として、ACC (Adaptive Cruise Control) や CACC (Cooperative Adaptive Cruise Control) 等がある。先ず ACC は、車両の前方に搭載したレーダを用いて、前方を走行する車両との車間距離を一定に保ち、必要に応じてドライバーへの警告を行うシステムである。一方、CACC は、車車間通信によって他車の加減速情報を共有することで、よりの確な走行制御を行うシステムであり、ACC より短い車間距離での走行や、制御の遅れによるハンチング (車間の変動) の少ない安定した走行が可能となる。本実施形態では、CACC を利用した隊列走行を例に説明する。

【0009】

本実施形態では、同一車線上を走行し、先行車両との相対関係に応じて自車両の走行を制御する車両の全てを隊列と称する。そして、この隊列内で、例えば 3 ~ 5 台程度の車両によって車群を編成し、車群同士の車間距離を、車群内における各車両同士の車間距離よりも広くするものとする。なお、自車両の前に先行車両が存在しない場合は、予め定めた設定車速を維持するものとする。

図 1 は、隊列走行制御装置を示す概略構成図である。

本実施形態における隊列走行制御装置は、CACC スイッチ 11 と、車輪速センサ 12 と、周辺状況認識装置 13 と、通信装置 14 と、ナビゲーションシステム 15 と、コントローラ 16 と、を備える。

【0010】

CACC スイッチ 11 は、メインスイッチ、キャンセルスイッチ、リジューム / アクセラレートスイッチ、セット / コーストスイッチ、車間時間設定スイッチ等のスイッチ群からなり、運転者が操作可能となるように、例えばステアリングホイールのスポーク部に設けてある。メインスイッチは、CACC の ON / OFF を切り替え、キャンセルスイッチは、CACC の設定を一時的に解除する。リジューム / アクセラレートスイッチは、一時的に解除された CACC を復帰させる、又は設定車速を例えば 5 km / h 刻みで増加させる。セット / コーストスイッチは、現在の車速を設定車速としてセットする、又は設定車速を例えば 5 km / h 刻みで減少させる。車間時間設定スイッチは、スイッチを押すごとに目標車間時間  $T_t$  を例えば長・中・短の三段階に切り替える。これら CACC スイッチ 11 は、各種操作状況に応じた電圧信号をコントローラ 16 に出力する。コントローラ 16 は、入力された電圧信号から各種操作状況を判断する。

【0011】

なお、自車両が車群内で先頭車両を除く後続車両になる場合と、車群内で先頭車両になる場合とで、先行車両に対する目標車間時間を異ならせる必要がある。例えば、後続車両用の目標車間時間を 0.7 sec 程度とすると、先頭車両用の目標車間時間を 1.8 sec 程度にすることが望ましい。そこで、車間時間設定スイッチの操作により、後続車両用の目標車間時間、及び先頭車両用の目標車間時間の双方を個別に設定できる構成としてもよい。また、車間時間設定スイッチの操作により、後続車両用の目標車間時間、及び先頭車両用の目標車間時間の何れか一方を設定すると、予め定めた車間時間だけ加算又は減算することにより、他方が設定される構成としてもよい。

【0012】

車輪速センサ 12 は、各車輪の車輪速度  $V_{WFL} \sim V_{WRR}$  を検出する。この車輪速センサ 12 は、例えば車輪と共に回転し円周に突起部 (ギヤパルサ) が形成されたセンサロータと、このセンサロータの突起部に対向して設けられたピックアップコイルを有する検

10

20

30

40

50

出回路と、を備える。そして、センサロータの回転に伴う磁束密度の変化を、ピックアップコイルによって電圧信号に変換してコントローラ 16 に出力する。コントローラ 16 は、入力された電圧信号から車輪速度  $V_{WFL} \sim V_{WRR}$  を判断し、例えば非駆動輪（従動輪）の車輪速平均値や全輪の車輪速平均値を車速として演算する。

#### 【0013】

周辺状況認識装置 13 は、レーダ装置やステレオカメラからなり、自車両前方の状況を認識する。

レーダ装置は、自車両前方に存在する前方物体までの距離、相対速度、及び方位を検出する。このレーダ装置は、フロントグリル内に設けられたミリ波レーダからなり、検出した各種データをコントローラ 16 に出力する。距離及び相対速度については、例えば FM - CW (Frequency Modulation-Continuous Wave) 方式を利用し、ドップラ効果による周波数差に応じて距離及び相対速度を検出し、方位については、例えば DBF (Digital Beam Forming) 方式を利用し、複数のチャンネルで受信した反射波の位相差に応じて方位を検出する。

#### 【0014】

ステレオカメラは、車体の前方を撮像する。このステレオカメラは、同一の仕様の 2 台のカメラからなり、車室内のフロントウィンドウ上部で車幅方向に沿って配置され、且つ光軸及びカメラ座標を平行にしてある。ステレオカメラで撮像した車体前方の画像データは、画像処理装置に入力され、ステレオ画像処理される。すなわち、左カメラ画像と右カメラ画像との視差から画面領域全域にわたって距離分布画像を生成し、この距離分布画像と元画像とに基づいて、前方物体の位置や走行区分線（白線）の検出を行い、検出した各種データをコントローラ 16 に出力する。

#### 【0015】

通信装置 14 は、車群内の車両や車群に加わろうとする他車両との間で、隊列管理のための情報を、車車間通信を介して送受信する。隊列管理のための情報とは、自車両の ID 番号、自車両の現在位置、先行車両との車間距離、先行車両との相対車速、自車速、加減速度、ブレーキ信号、アクセル信号、ウィンカ信号、各種制御システムの作動信号、異常信号等である。各種制御システムの動作信号には、ACC の作動状態や CC (Cruise Control) の動作状態も含まれる。なお、CC は、予め定めた車速を維持するために、自車両の加減速度を制御するシステムである。

#### 【0016】

車車間通信には、電波通信や光通信を用いる。電波通信では、例えば 5.8 GHz 帯や 700 MHz 帯の周波数帯を用い、直交周波数分割多重方式 (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplex) によって通信を行う。なお、車群内における先頭車両と最後尾車両との間では、直接通信するよりも、中継車両を経由して間接的に通信するマルチホップ通信（アドホック通信）を行うことにより、通信エラーを低減し、通信品質を向上させることができる。光通信では、例えば 880 nm 程度の近赤外線を用い、周波数偏移変調 (FSK: Frequency Shift Keying) や振幅偏移変調 (ASK: Amplitude Shift Keying) によって通信を行う。

#### 【0017】

ナビゲーションシステム 15 は、自車両の現在位置と、その現在位置における道路地図情報を認識する。このナビゲーションシステム 15 は、GPS 受信機を有し、四つ以上の GPS 衛星から到着する電波の時間差に基づいて自車両の位置（緯度、経度、高度）と進行方向とを認識する。そして、DVD-ROM ドライブやハードディスクドライブに記憶された道路種別、道路線形、車線幅員、車両の通行方向等を含めた道路地図情報を参照し、自車両の現在位置における道路地図情報を認識しコントローラ 16 に出力する。なお、安全運転支援システム (DSSS: Driving Safety Support Systems) として、双方向無線通信 (DSRC: Dedicated Short Range Communication) を利用し、各種データをインフラストラクチャから受信してもよい。

#### 【0018】

コントローラ 16 は、例えばマイクロコンピュータからなり、各センサからの検出信号に基づいて後述する隊列走行制御処理を実行し、駆動力制御装置 20 と、ブレーキ制御装置 50 と、を駆動制御する。

駆動力制御装置 20 は、回転駆動源の駆動力を制御する。例えば、回転駆動源がエンジンであれば、スロットルバルブの開度、燃料噴射量、点火時期などを調整することで、エンジン出力（回転数やエンジントルク）を制御する。回転駆動源がモータであれば、インバータを介してモータ出力（回転数やモータトルク）を制御する。

#### 【0019】

次に、ブレーキ制御装置 50 について説明する。

ブレーキ制御装置 50 は、各車輪の制動力を制御する。例えば、アンチスキッド制御（ABS）、トラクション制御（TCS）、スタビリティ制御（VDC：Vehicle Dynamics Control）等に用いられるブレーキアクチュエータにより、各車輪に設けられたホイールシリンダの液圧を制御する。

#### 【0020】

次に、コントローラ 16 で所定時間（例えば 10 msec）毎に実行する隊列走行制御処理について説明する。

ここでは、自車両の属する車群だけが存在するものとし、便宜的にこれを隊列と称して説明する。

図 2 は、隊列走行制御処理を示すフローチャートである。

先ずステップ S101 では、各種データを読み込む。

続くステップ S102 では、例えば非駆動輪（従動輪）の車輪速平均値を自車速  $V_s$  として算出する。

#### 【0021】

続くステップ S103 では、自車両が隊列内の先頭車両であるか、又は後続車両であるか、つまり ID 番号が #1 であるか、又はそれ以外であるかに応じて目標車間時間  $T_t$  を設定する。具体的には、自車両が先頭車両であるときには、車間時間設定スイッチによって設定された先頭車両用の目標車間時間  $T_{tH}$  を目標車間時間  $T_t$  として設定する。一方、自車両が後続車両であるときには、車間時間設定スイッチによって設定された後続車両用の目標車間時間  $T_{tF}$  を目標車間時間  $T_t$  として設定する。

続くステップ S104 では、目標車間時間  $T_t$  を実現するための第一の目標車間距離  $D_{t1}$  を、下記の数式に示すように、目標車間時間  $T_t$ 、及び先行車両の車速  $V_a$  に応じて算出する。先行車両の車速  $V_a$  は、先行車両との相対速度  $V_r$  と自車速  $V_s$  との差分によって算出する。

$$D_{t1} = V_a \times T_t$$

#### 【0022】

続くステップ S105 では、第一の目標車間距離  $D_{t1}$  を実現するための目標車速  $V_t$  を算出する。

先ず、下記の数式に示すように、先行車両の車速  $V_a$ 、第一の目標車間距離  $D_{t1}$  と車間距離  $D_r$  との偏差  $\Delta D (= D_{t1} - D_r)$ 、及び先行車両との相対速度  $V_r$  に応じて、基礎目標車速  $V_b$  算出する。ここで、 $K_1$  は  $V_a$  に乗じるゲインであり、 $K_2$  は  $\Delta D$  に乗じるゲインであり、 $K_3$  は  $V_r$  に乗じるゲインであり、 $f\{\quad\}$  は、 $K_1 \times V_a$ 、 $K_2 \times \Delta D$ 、及び  $K_3 \times V_r$  に応じて基礎目標車速  $V_b$  を演算するための関数を表している。

$$V_b = f\{K_1 \times V_a, K_2 \times \Delta D, K_3 \times V_r\}$$

そして、下記の数式に示すように、予め定めた伝達特性に従い、基準目標車速  $V_b$  に一次遅れ系のフィルタ処理を施すことにより、最終的な目標車速  $V_t$  を算出する。

#### 【0023】

【数 1】

$$Vt = \frac{\omega_1}{s + \omega_1} Vb$$

【0024】

続くステップ S 106 では、目標車速  $Vt$  を実現するための目標加減速度  $Gt$  を、予め定めた応答特性に従い、下記の数式に示すように、自車速  $Vs$ 、及び目標車速  $Vt$  に応じて算出する。ここで、 $f\{\}$  は、 $Vs$  及び  $Vt$  に応じて目標加減速度  $Gt$  を演算するための関数を表している。なお、自車速  $Vs$  が目標車速  $Vt$  よりも高いときは、目標加減速度  $Gt$  が減速の負値となり、自車速  $Vs$  が目標車速  $Vt$  よりも低いときは、目標加減速度  $Gt$  が加速の正値となる。

10

$$Gt = f\{Vs, Vt\}$$

【0025】

続くステップ S 107 では、目標加減速度  $Gt$  に対してレートリミッタ処理を行う。すなわち、目標加減速度  $Gt$  の単位時間当たりの変化量、ここでは前回値  $Gt(n-1)$  からの変化量  $\Delta Gt$  が、予め定めた上限値  $\Delta G1$  以下であるときには、目標加減速度  $Gt$  をそのまま維持する。一方、前回値  $Gt(n-1)$  からの変化量  $\Delta Gt$  が、上限値  $\Delta G1$  よりも大きいときには、前回値  $Gt(n-1)$  からの変化量  $\Delta Gt$  が上限値  $\Delta G1$  となるように、目標加減速度  $Gt$  を補正し、その変化率を制限する。

20

【0026】

続くステップ S 108 では、下記の数式に示すように、車間時間制御として、目標加減速度  $Gt$  を実現するための第一の加減速度指令値  $Gc1$  を、目標加減速度  $Gt$  に応じて算出する。ここで、 $Ts$  は予め定めた設定時間であり、 $f\{\}$  は、 $Gt$  に応じて第一の制御指令値  $Gc1$  を演算するための関数を表している。なお、第一の加減速度指令値  $Gc1$  は、加速指令となるとときに正の値となり、減速指令となるとときに負の値となる。

$$Gc1 = f\{Gt\} \times Ts$$

【0027】

続くステップ S 109 では、先行車両の走行状態を判断する。ここでは、通信装置 14 を介した先行車両との車間通信により、先行車両の減速開始を判断する。先行車両が減速を開始するか否かは、例えばブレーキスイッチが OFF から ON に切り替わったり、トランスミッションをシフトダウンしたりする等の減速操作から判断する。なお、減速操作とは、運転者による入力だけではなく、障害物との接触回避のために制御介入したり、又は自動運転したりする等、アクセル制御やブレーキ制御を行う際のアクチュエータによる入力をも含む。

30

【0028】

続くステップ S 110 では、車間距離制御として、先行車両の減速開始を検出した時点の、先行車両との車間距離  $Dr$  を、第二の目標車間距離  $Dt2$  として設定し、且つこの第二の目標車間距離  $Dt2$  を維持するための第二の加減速度指令値  $Gc2$  を設定する。この第二の加減速度指令値  $Gc2$  は、例えば第二の目標車間距離  $Dt2$  と車間距離  $Dr$  との偏差  $\Delta D$  に応じた減速度を発生させる設定値であり、減速指令となるので負の値となる。また、予め定めた減速度を発生させる固定値を用いたり、固定値と設定値のセレクトハイ値を用いたりしてもよい。

40

続くステップ S 111 では、後述する制御切り替え判断処理を実行し、車間時間制御、又は車間距離制御の何れか一方を選択し、最終的な減速度指令値  $Gc$  を設定する。

【0029】

続くステップ S 112 では、最終的な減速度指令値  $Gc$  に実現に応じて、制御指令値としてのエンジントルク指令値及びブレーキ液圧指令値を設定する。減速度指令値  $Gc$  が加速指令であるときには、エンジントルク指令値を増加させ、ブレーキ液圧指令値を 0 にする。また、減速度指令値  $Gc$  が減速指令であるときには、エンジントルク指令値を 0 にし

50

て、ブレーキ液圧指令値を増加させる。

続くステップ S 1 1 3 では、エンジントルク指令値に応じて駆動力制御装置 2 0 を駆動制御すると共に、ブレーキ液圧指令値に応じてブレーキ制御装置 5 0 を駆動制御してから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が本実施形態の隊列走行制御処理である。

#### 【 0 0 3 0 】

次に、制御切り替え判断処理について説明する。

図 3 は、制御切り替え判断処理を示すフローチャートである。

先ずステップ S 1 2 1 では、先行車両の走行状態を判断する。ここでは、通信装置 1 4 を介した先行車両との車間通信により、先行車両の減速終了を判断する。先行車両が減速を終了するか否かは、例えばブレーキスイッチが ON から OFF に切り替わったり、トランスミッションをシフトアップしたりする等の減速終了操作から判断する。なお、減速終了操作とは、運転者による入力だけではなく、障害物との接触回避のための制御介入を終了したり、又は自動運転したりする等、アクセル制御やブレーキ操作を行う際のアクチュエータによる入力をも含む。

#### 【 0 0 3 1 】

続くステップ S 1 2 2 では、先行車両に対する車間時間  $T_{HW}$  (Time Headway) を算出し、この車間時間  $T_{HW}$  が予め定めた下限閾値  $T_{th\_MIN}$  よりも短いかなかを判定する。

ここで、車間時間  $T_{HW}$  とは、下記の数式に示すように、先行車両との車間距離  $D_r$  を自車速  $V_s$  で除算した値である。

$$T_{HW} = D_r / V_s$$

また、下限閾値  $T_{th\_MIN}$  とは、下記の数式に示すように、車間時間設定スイッチで設定された目標車間時間  $T_t$  から予め定めた余裕代  $T_m$  を減算した値である。余裕代  $T_m$  は、例えば 0.1 [sec] 程度とする。したがって、目標車間時間  $T_t$  が例えば 0.7 [sec] であるときには、下限閾値  $T_{th\_MIN}$  は 0.6 [sec] 程度となる。

$$T_{th\_MIN} = T_t - T_m$$

ここで、判定結果が車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th\_MIN}$  以上であるときには、先行車両への接近傾向はほぼないと判断してステップ S 1 2 3 に移行する。一方、判定結果が車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th\_MIN}$  よりも短いときには、先行車両への接近傾向にあると判断してステップ S 1 2 5 に移行する。

#### 【 0 0 3 2 】

続くステップ S 1 2 3 では、車間距離制御フラグが  $f_t = 1$  にセットされているかなかを判定する。車間距離制御フラグは、車間距離制御を車間時間制御に優先して実行するかなかを表すフラグである。すなわち、 $f_t = 0$  のときには、車間距離制御を実行しない、つまり車間時間制御を実行することを表し、 $f_t = 1$  のときには、車間距離制御を車間時間制御に優先して実行することを表す。初期状態では、車間距離制御フラグは  $f_t = 0$  にリセットされている。ここで、判定結果が  $f_t = 0$  であるときには、車間時間制御を実行中であると判断してステップ S 1 2 4 に移行する。一方、判定結果が  $f_t = 1$  であるときには、車間距離制御を実行中であると判断してステップ S 1 3 1 に移行する。

続くステップ S 1 2 4 では、車間時間制御として、第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  を最終的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

#### 【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 2 5 では、車間距離制御フラグが  $f_t = 0$  にリセットされているかなかを判定する。ここで、判定結果が  $f_t = 0$  であるときには、車間時間制御を実行中であると判断してステップ S 1 2 6 に移行する。一方、判定結果が  $f_t = 1$  であるときには、車間距離制御を実行中であると判断してステップ S 1 2 8 に移行する。

ステップ S 1 2 6 では、車間時間制御から車間距離制御へと切り替えるために、車間距離制御フラグを  $f_t = 1$  にセットする。

続くステップ S 1 2 7 では、車間距離制御として、第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を最終

的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

【0034】

ステップ S 1 2 8 では、先行車両が減速を終了したか否かを判定する。ここで、先行車両が減速を終了しているときには、車間距離制御から車間時間制御に復帰させても、先行車両への接近傾向を抑制できると判断してステップ S 1 2 9 に移行する。一方、先行車両が減速を終了していないときには、車間距離制御を維持しないと、先行車両への接近傾向を抑制できないと判断してステップ S 1 2 7 に移行する。

ステップ S 1 2 9 では、車間距離制御から車間時間制御へと切り替える（復帰させる）ために、車間距離制御フラグを  $f_t = 0$  にリセットする。

ステップ S 1 3 0 では、車間時間制御として、第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  を最終的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

10

【0035】

ステップ S 1 3 1 では、先行車両が減速を終了したか否かを判定する。ここで、先行車両が減速を終了しているときには、車間距離制御から車間時間制御に復帰させても、先行車両への接近傾向を抑制できると判断してステップ S 1 3 2 に移行する。一方、先行車両が減速を終了していないときには、車間距離制御を維持しないと、先行車両への接近傾向を抑制できないと判断してステップ S 1 3 4 に移行する。

ステップ S 1 3 2 では、車間距離制御から車間時間制御へと切り替える（復帰させる）ために、車間距離制御フラグを  $f_t = 0$  にリセットする。

ステップ S 1 3 3 では、車間時間制御として、第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  を最終的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

20

ステップ S 1 3 4 では、車間距離制御として、第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を最終的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が本実施形態の制御切り替え判断処理である。

【0036】

《作用》

次に、第 1 実施形態の作用について説明する。

まず、比較例について説明する。

隊列走行として先行車両に追従する場合、車間時間に応じて自車両の加減速度を制御することが考えられる。しかしながら、単に車間時間だけに応じて先行車両に追従すると、例えば先行車両が減速してから自車両が減速するまでの時間差が大きくなるなどして、隊列走行を乱してしまう可能性がある。特に、車間時間を短く設定しているときほど、運転者に違和感を与え、さらに隊列走行の乱れを助長することになる。また、実際の隊列走行では、小型車両や大型車両等が混在することになるので、こうした車両毎に異なる加減速性能の差も、隊列走行の乱れを招く要因となる。

30

【0037】

図 4 は、隊列走行における車速の乱れを説明する図である。

図中の (a) は、3 台の隊列走行を示しており、図中の (b) は、各車両の車速を示すタイムチャートである。

ここでは、# 1 が先頭の車両であり、# 1 の車両に # 2 の車両が追従し、# 2 の車両に # 3 の車両が追従している。そして、# 1 の車両が減速しても、遅れて # 2 の車両が減速し、さらに遅れて # 3 の車両が減速することになり、こうして隊列走行が乱れてゆく。また、# 1 の車両の減速に対して、# 2 や # 3 の車両の減速が遅れることにより、# 2 や # 3 の減速量を増加させなければならない。したがって、先頭車両の車速を目標車速としたときに、後続車両になるほど、目標車速に対するオーバーシュート量が大きくなってしま

40

【0038】

図 5 は、隊列走行における車間時間の乱れを説明する図である。

図中の (a) は、3 台の隊列走行を示しており、図中の (b) は、目標車間距離と各車両間の車間距離とを示すタイムチャートである。

50

ここでも、# 1 が先頭の車両であり、# 1 の車両に # 2 の車両が追従し、# 2 の車両に # 3 の車両が追従している。そして、# 1 の車両の減速により、目標車間時間を実現するための目標車間距離が減少しても、遅れて # 1 ~ # 2 間が減少し、さらに遅れて # 2 ~ # 3 間が減少することになり、こうして隊列走行が乱れてゆく。また、目標車間距離の減少に対して、# 1 ~ # 2 間や # 2 ~ # 3 間の車間距離の減少が遅れることで、# 2 や # 3 の減速量を増加させなければならない。したがって、後続車両になるほど、目標車間距離に対するオーバーシュート量が大きくなってしまう。

#### 【 0 0 3 9 】

次に、本実施形態について説明する。

本実施形態では、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を維持できているような状況では、車間時間制御を実行し、例えば先行車両が減速し、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  に対して下方乖離するような状況では、車間時間制御から車間距離制御へと切り替える。

ここで、車間時間制御と車間距離制御とについて説明する。

車間時間制御とは、目標車間時間  $T_t$  を実現するために、自車両の加減速度を制御するモードである。

#### 【 0 0 4 0 】

まず、車群の中で、自車両が先頭車両であるか後続車両であるかに応じて目標車間時間  $T_t$  を設定し、自車両が先頭車両であるときには、後続車両であるときよりも長い目標車間時間  $T_t$  を設定する（ステップ S 1 0 3）。そして、目標車間時間  $T_t$  を実現するための第一の目標車間距離  $D_{t1}$  を算出し（ステップ S 1 0 4）、この第一の目標車間距離  $D_{t1}$  を実現するための目標車速  $V_t$  を算出する（ステップ S 1 0 5）。そして、目標車速  $V_t$  を実現するための目標加減速度  $G_t$  を算出し（ステップ S 1 0 6）、この目標加減速度  $G_t$  に対してレートリミッタ処理を行う（ステップ S 1 0 7）。そして、目標加減速度  $G_t$  を実現するための第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  を算出し（ステップ S 1 0 8）、この第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  を最終的な減速度指令値  $G_c$  として設定する（ステップ S 1 1 1）。そして、最終的な減速度指令値  $G_c$  に応じて、制御指令値としてのエンジントルク指令値及びブレーキ液圧指令値を設定し（ステップ S 1 1 2）、これらに応じた駆動力制御装置 2 0 及びブレーキ制御装置 5 0 を駆動制御する（ステップ S 1 1 3）。このような手順で実行されるのが車間時間制御である。

#### 【 0 0 4 1 】

一方、車間距離制御とは、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するために、自車両の加減速度を制御するモードである。

まず、先行車両が減速を開始するか否かを判断する（ステップ S 1 0 9）。そして、先行車両の減速開始を検出した時点の、先行車両との車間距離  $D_r$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定し、且つこの第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を維持するための第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を設定する（ステップ S 1 1 0）。この第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  は、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  と車間距離  $D_r$  との偏差  $\Delta D$  に応じた減速度を発生させる減速指令であり、この第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を最終的な減速度指令値  $G_c$  として設定する（ステップ S 1 1 1）。そして、最終的な減速度指令値  $G_c$  に応じて、制御指令値としてのエンジントルク指令値及びブレーキ液圧指令値を設定し（ステップ S 1 1 2）、これらに応じた駆動力制御装置 2 0 及びブレーキ制御装置 5 0 を駆動制御する（ステップ S 1 1 3）。このような手順で実行されるのが車間距離制御である。

#### 【 0 0 4 2 】

車間時間制御では、目標車間時間  $T_t$  を実現するために、自車両の加減速度を制御しているため、車間距離  $D_r$  や自車速  $V_s$  のある程度の変動を許容（吸収）しながら、スムーズで安定した追従走行を行うことができる。したがって、先行車両が概ね定速走行しており、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を維持できているような状況では、この車間時間制御が適している。一方、車間距離制御では、先行車両が減速を開始した時点の車間距離  $D_r$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定し、この第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するために、自車両の加減速度を制御している。すなわち、先行車両の減速開始を検知す

10

20

30

40

50

ると、車間距離  $D_r$  の減少に応じて、自車両でも直ちに減速が開始されるので、高応答で先行車両への接近を抑制することができる。したがって、例えば先行車両が減速し、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  に対して下方乖離するような状況では、車間距離制御が適している。

#### 【 0 0 4 3 】

このように、車間時間制御だけで対応するのではなく、必要に応じて車間距離制御を実行することにより、先行車両に追従する車両に、より適切なタイミングで減速させ、良好な隊列走行を維持することができる。

但し、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を下回った時点で、直ちに車間時間制御から車間距離制御へと切り替えると、車両挙動の急変を招く可能性がある。そのため、目標車間時間  $T_t$  よりも小さな範囲に予め定めた下限閾値  $T_{th\_MIN}$  を設定し、目標車間時間  $T_t$  から下限閾値  $T_{th\_MIN}$  までの範囲を、車間時間制御を維持するための不感帯として設定する。

#### 【 0 0 4 4 】

すなわち、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を下回った時点で、直ちに車間時間制御から車間距離制御へと切り替えるのではなく、車間時間制御において、車間距離制御へと切り替えるための車間時間  $T_{HW}$  に余裕を持たせている。したがって、車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th\_MIN}$  以上であるときには（ステップ  $S_{122}$  の判定が “No” ）、車間時間制御を維持する（ステップ  $S_{124}$  ）。そして、車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th\_MIN}$  を下回ったときに（ステップ  $S_{122}$  の判定が “Yes” ）、車間距離制御フラグを  $f_t = 1$  にセットし（ステップ  $S_{126}$  ）、車間時間制御から車間距離制御へと切り替える（ステップ  $S_{127}$  ）。

#### 【 0 0 4 5 】

このように、まずは車間時間制御を実行しながら、車間距離制御を実行したときのような車両挙動へと近づけてゆき、それから車間距離制御へと移行させている。すなわち、第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  が第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  に近づくまで待ち、その後、第一の加減速度指令値  $G_{c1}$  から第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  へと切り替えて、自車両の加減速度を制御する。これにより、スムーズに制御モードを切り替え、且つ車両挙動の急変を抑制することができる。こうして、先行車両の減速開始を検知した後に、車間時間制御から車間距離制御へと切り替わると、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するための減速度を発生させ、高応答で先行車両への接近を抑制することができる。

#### 【 0 0 4 6 】

一方、車間距離制御を実行している状態で、先行車両が減速を解除した場合、この減速解除に対して自車両の減速解除が遅れると、先行車両への追従が遅れ、やはり隊列走行を乱してしまうことになる。そこで、先行車両が減速を終了するか否かを判断する（ステップ  $S_{121}$  ）。そして、先行車両の減速終了を検出したときに（ステップ  $S_{128}$ 、又は  $S_{131}$  の判定が “Yes” ）、車間距離制御フラグを  $f_t = 0$  にリセットし（ステップ  $S_{129}$ 、又は  $S_{132}$  ）、車間時間制御へと復帰させる（ステップ  $S_{130}$ 、又は  $S_{133}$  ）。こうして、先行車両が減速を解除した時点で、車間距離制御から車間時間制御に切り替えることで、先行車両との車間距離  $D_r$  が不必要に拡大することを抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

#### 【 0 0 4 7 】

また、先行車両が減速を開始したか否か、及び先行車両が減速を終了したか否かは、通信装置 14 を介して先行車両の減速状態を検出することにより判断する。これは、車車間通信を介さずに、先行車両との相対速度  $V_r$  に応じて先行車両の減速状態を検出すると、判断に遅れが生じる可能性があるからである。また、減速操作から車両挙動に実際に変化が生じるまでには、ある程度の応答差もある。したがって、先行車両との車車間通信により、ブレーキスイッチの ON / OFF 信号や、トランスミッションのシフト操作信号を入力すれば、先行車両の挙動が実際に変化する前に、先行車両の減速状態を判断することができる。このように、通信装置 14 を介した先行車両との車車間通信により、先行車両の

10

20

30

40

50

減速状態を判断することで、より適切なタイミングで自車両の加減速度を制御でき、良好な隊列走行を維持することができる。

#### 【 0 0 4 8 】

また、車間距離制御を行うための第二の目標車間距離  $D_{t2}$  には、先行車両が減速を開始した時点の車間距離  $D_r$  を設定する。したがって、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  は、先行車両の減速によって車間距離  $D_r$  が縮まり始める時点の値に相当する。さらには、上記のように、先行車両のブレーキスイッチの ON / OFF 信号や、トランスミッションのシフト操作信号を入力することで、先行車両の減速によって車間距離  $D_r$  が縮まるよりも前の時点の値に相当する。したがって、減速開始時点の車間距離  $D_r$  を車間距離制御の目標値とすることで、先行車両が減速を開始する前の状態を維持しようと自車両の加減速度を制御することになる。これにより、先行車両への接近を可及的に抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

10

#### 【 0 0 4 9 】

図 6 は、第 1 実施形態の動作を示すタイムチャートである。

ここでは、車間時間  $T_{HW}$  と、先行車両の減速信号と、車間距離制御フラグの動きについて説明する。

まず、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を概ね維持しており、車間距離制御フラグが  $f_t = 0$  にリセットされていることで、車間時間制御が実行されている。このとき、時点  $t_{11}$  で先行車両が減速を開始し、時点  $t_{12}$  で先行車両が減速を終了する。この先行車両の一時的な減速により、車間時間  $T_{HW}$  が僅かに減少するものの、下限閾値  $t_{h_{MIN}}$  以上の状態を維持しているため、車間距離制御フラグも  $f_t = 0$  を維持し、車間時間制御を継続する。

20

#### 【 0 0 5 0 】

その後の時点  $t_{13}$  で先行車両が減速を開始すると、車間時間  $T_{HW}$  が減少しゆき、時点  $t_{14}$  で車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $t_{h_{MIN}}$  を下回ると、車間距離制御フラグが  $f_t = 1$  にセットされるので、車間時間制御から車間距離制御へと切り替わる。この車間距離制御により、先行車両が減速を開始した時点の車間距離  $D_r$  を維持しようと減速するので、車間時間  $T_{HW}$  は増加に転じ、直ぐに下限閾値  $t_{h_{MIN}}$  を上回るが、そのまま車間距離制御を維持する。その後の時点  $t_{15}$  で先行車両が減速を終了すると、車間距離制御フラグが  $f_t = 0$  にリセットされ、車間距離制御から車間時間制御へと復帰する。

30

このように、車間時間制御だけで対応するのではなく、必要に応じて車間距離制御を実行することにより、先行車両に追従する車両に、より適切なタイミングで減速させ、良好な隊列走行を維持することができる。

#### 【 0 0 5 1 】

##### 《 対応関係 》

以上より、車輪速センサ 12、ステップ S 102 の処理が「車速検出部」に対応し、周辺状況認識装置 13 が「車間距離検出部」に対応する。また、CACC スイッチ 11、ステップ S 103 の処理が「目標車間時間設定部」に対応し、ステップ S 104 ~ S 108、S 112、S 113 の処理が「車間時間制御部」に対応する。また、通信装置 14、ステップ S 109、S 121 の処理が「減速状態検出部」に対応し、ステップ S 110 の処理が「目標車間距離設定部」及び「車間距離制御部」に対応する。また、ステップ S 111 の処理、つまりステップ S 122 ~ S 134 の処理が「制御切り替え部」に対応する。

40

#### 【 0 0 5 2 】

##### 《 効果 》

次に、第 1 実施形態における主要部の効果を記す。

( 1 ) 本実施形態に係る隊列走行制御装置は、同一車線上の複数の車両と隊列を形成して走行するものにおいて、先行車両に対する目標車間時間  $T_t$  を設定し、目標車間時間  $T_t$  を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間時間制御を実行可能にする。また、先行車両の減速状態を検出し、先行車両との車間距離  $D_r$  を検出し、先行車両が減速を開始したことを検出した時点の車間距離  $D_r$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定す

50

る。そして、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間距離制御を実行可能にする。また、自車速  $V_s$  を検出し、自車速  $V_s$  及び先行車両との車間距離  $D_r$  に応じて、先行車両に対する車間時間  $T_{HW}$  を検出する。この車間時間  $T_{HW}$  に応じて、車間時間制御を行うか車間距離制御を行うか何れか一方に切り替える。このとき、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を維持しているときは車間時間制御を行う。また、目標車間時間  $T_t$  よりも小さな範囲に予め定めた下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  を設定し、目標車間時間  $T_t$  から下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  までの範囲を、車間時間制御を維持するための不感帯として設定する。そして、車間時間制御を行っている状態で、車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  を下回ったときに、車間時間制御から車間距離制御に切り替える。

このように、車間時間制御だけで対応するのではなく、必要に応じて車間距離制御を実行することにより、先行車両に追従する車両に、より適切なタイミングで減速させ、良好な隊列走行を維持することができる。さらに、目標車間時間  $T_t$  から下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  までの範囲を、車間時間制御を維持するための不感帯として設定することで、スムーズに制御モードを切り替え、且つ車両挙動の急変を抑制することができる。また、車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  を下回ったときに、車間時間制御から車間距離制御に切り替えることにより、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するために、速やかに先行車両への接近を抑制することができる。

#### 【0053】

(2) 本実施形態に係る隊列走行制御装置は、先行車両が減速を終了した時点で、車間距離制御から車間時間制御に切り替える。

このように、先行車両が減速を終了した時点で、車間距離制御から車間時間制御に切り替えることにより、先行車両との車間距離  $D_r$  が不必要に拡大することを抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

#### 【0054】

(3) 本実施形態に係る隊列走行制御装置は、先行車両との通信により、先行車両の減速状態を検出する。

このように、先行車両との通信により、先行車両の減速状態を検出することにより、より適切なタイミングで自車両の加減速度を制御でき、良好な隊列走行を維持することができる。

#### 【0055】

(4) 本実施形態に係る隊列走行制御方法は、同一車線上の複数の車両と隊列を形成して走行する際に、先行車両に対する目標車間時間  $T_t$  を設定し、この目標車間時間  $T_t$  を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間時間制御を実行可能にする。また、先行車両の減速状態を検出し、先行車両との車間距離  $D_r$  を検出し、先行車両が減速を開始したことを検出した時点の車間距離  $D_r$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定する。そして、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するために、自車両の加減速度を制御する車間距離制御を実行可能にする。また、自車速  $V_s$  を検出し、自車速  $V_s$  及び車間距離  $D_r$  に応じて、先行車両に対する車間時間  $T_{HW}$  を検出する。この車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を維持しているときは、車間時間制御を行う。また、目標車間時間  $T_t$  よりも小さな範囲に予め定めた下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  を設定し、目標車間時間  $T_t$  から下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  までの範囲を、車間時間制御を維持するための不感帯として設定する。そして、車間時間制御を行っている状態で、車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  を下回ったときに、車間時間制御から車間距離制御に切り替える。

#### 【0056】

このように、車間時間制御だけで対応するのではなく、必要に応じて車間距離制御を実行することにより、先行車両に追従する車両に、より適切なタイミングで減速させ、良好な隊列走行を維持することができる。さらに、目標車間時間  $T_t$  から下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  までの範囲を、車間時間制御を維持するための不感帯として設定することで、スムーズに制御モードを切り替え、且つ車両挙動の急変を抑制することができる。また、車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $T_{th_{MIN}}$  を下回ったときに、車間時間制御から車間距離制御に切り

替えることにより、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を実現するために、速やかに先行車両への接近を抑制することができる。

【0057】

《第2実施形態》

《構成》

本実施形態は、車間距離制御を行っている状態で、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を上回ったときには、車間距離制御を維持するものである。また、車間時間  $T_{HW}$  に対する上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  を設定し、車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  を上回ったときには、上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  に対応する車間距離  $D_{th_{MAX}}$  の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御するものである。

10

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

【0058】

次に、本実施形態の制御切り替え判断処理について説明する。

図7は、第2実施形態の制御切り替え判断処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第1実施形態において、新たなステップ  $S201$ 、 $S202$  の処理を追加してあり、このステップ  $S201$  の処理は、ステップ  $S123$  から  $S131$  へ移行するときに実行される。なお、ステップ  $S121 \sim S134$  の処理については、前述した第1実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

【0059】

ステップ  $S201$  では、車間時間  $T_{HW}$  が予め定めた上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  よりも短い  
か否かを判定する。

20

ここで、上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  とは、下記の数式に示すように、車間時間設定スイッチで設定された目標車間時間  $T_t$  から予め定めた余裕代  $T_m$  を加算した値である。余裕代  $T_m$  は、例えば  $0.1 [sec]$  程度とする。したがって、目標車間時間  $T_t$  が例えば  $0.7 [sec]$  であるときには、上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  は  $0.8 [sec]$  程度となる。

$$T_{th_{MAX}} = T_t + T_m$$

ここで、判定結果が車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  よりも短いときには、先行車両との離間傾向はほぼないと判断してステップ  $S131$  に移行する。一方、判定結果が車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  以上であるときには、先行車両との離間傾向にあると判断してステップ  $S202$  に移行する。

30

【0060】

ステップ  $S202$  では、車間距離制御として、上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  相当の車間距離  $D_{th_{MAX}}$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定し、且つこの第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を維持するための第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を設定する。ここで、上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  相当の車間距離  $D_{th_{MAX}}$  とは、下記の数式に示すように、上限閾値  $T_{th_{MAX}}$  に自車速  $V_s$  を乗算した値である。

$$D_{th_{MAX}} = T_{th_{MAX}} \times V_s$$

そして、この第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を最終的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が本実施形態の制御切り替え判断処理である。

40

【0061】

《作用》

次に、第2実施形態の作用について説明する。

車間距離制御を実行しており、且つ先行車両が減速を終了していない状態で、例えば自車両の減速度が先行車両の減速度よりも相対的に高いと、車間時間  $T_{HW}$  が徐々に増加してゆく。そして、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を上回ったとしても、先行車両が減速を解除していないので、そのまま車間距離制御を維持する。

但し、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  に対して上方乖離し、目標車間時間  $T_t$  との差が大きくなり過ぎると、先行車両が減速を解除した後に、車間時間  $T_{HW}$  を目標車間時間  $T_t$  に復帰させるまでに時間を要してしまう。

50

## 【 0 0 6 2 】

そのため、目標車間時間  $T_t$  よりも大きな範囲に予め定めた上限閾値  $T_{th\_MAX}$  を設定し、車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $T_{th\_MAX}$  以上であるときには（ステップ  $S_{201}$  の判定が “No”）、車間距離制御における第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を調整する。すなわち、上限閾値  $T_{th\_MAX}$  相当の車間距離  $D_{th\_MAX}$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定し直し、この第二の目標車間距離  $D_{t2}$  の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御する（ステップ  $S_{202}$ ）。このように、車間距離制御を実行しながら、車間時間  $T_{HW}$  が大きくなり過ぎることを抑制する。これにより、先行車両が減速を解除した後に、車間時間  $T_{HW}$  を速やかに目標車間時間  $T_t$  へと収束させることができる。

## 【 0 0 6 3 】

10

図 8 は、第 2 実施形態の動作を示すタイムチャートである。

ここでは、車間時間  $T_{HW}$  と、先行車両の減速信号と、車間距離制御フラグの動きについて説明する。

まず、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を概ね維持しており、車間距離制御フラグが  $f_t = 0$  にリセットされていることで、車間時間制御が実行されている。このとき、時点  $t_{21}$  で先行車両が減速を開始し、時点  $t_{22}$  で先行車両が減速を終了する。この先行車両の一時的な減速により、車間時間  $T_{HW}$  が僅かに減少するものの、下限閾値  $t_{th\_MIN}$  以上の状態を維持しているため、車間距離制御フラグも  $f_t = 0$  を維持し、車間時間制御を継続する。

## 【 0 0 6 4 】

20

その後の時点  $t_{23}$  で先行車両が減速を開始すると、車間時間  $T_{HW}$  が減少しゆき、時点  $t_{24}$  で車間時間  $T_{HW}$  が下限閾値  $t_{th\_MIN}$  を下回ると、車間距離制御フラグが  $f_t = 1$  にセットされるので、車間時間制御から車間距離制御へと切り替わる。この車間距離制御により、先行車両が減速を開始した時点の車間距離  $D_r$  を維持しようと減速するので、車間時間  $T_{HW}$  は増加に転じ、直ぐに下限閾値  $t_{th\_MIN}$  を上回るが、そのまま車間距離制御を維持する。また、車間時間  $T_{HW}$  は増加を続け、目標車間時間  $T_t$  を上回るが、先行車両が減速を解除していないので、そのまま車間距離制御を維持する。

## 【 0 0 6 5 】

但し、車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $t_{th\_MAX}$  を上回ると、車間距離制御を維持したまま、この上限閾値  $t_{th\_MAX}$  相当の車間距離  $D_{th\_MAX}$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定する。これにより、車間時間  $T_{HW}$  の上昇が抑制され、上限閾値  $t_{th\_MAX}$  を概ね維持するようになる。その後の時点  $t_{25}$  で先行車両が減速を終了すると、車間距離制御フラグが  $f_t = 0$  にリセットされ、車間距離制御から車間時間制御へと復帰する。

30

このように、車間距離制御を維持したまま、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を調整することにより、車間時間  $T_{HW}$  が大きくなり過ぎることを抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

本実施形態において、その他、前述した第 1 実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 6 6 】

## 《 対応関係 》

40

以上、ステップ  $S_{201}$  の処理が「制御切り替え部」に含まれ、ステップ  $S_{202}$  の処理が「車間距離制御部」に含まれる。

## 《 効果 》

次に、第 2 実施形態における主要部の効果を記す。

（ 1 ）本実施形態の隊列走行制御装置は、車間距離制御を行っている状態で、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を上回ったときには、車間距離制御を維持する。

このように、車間時間  $T_{HW}$  が目標車間時間  $T_t$  を上回ったとしても、少なくとも先行車両が減速を終了するまでは、車間距離制御を維持することにより、先行車両への接近を抑制することができる。

## 【 0 0 6 7 】

50

(2) 本実施形態の隊列走行制御装置は、目標車間時間  $T_t$  よりも大きな範囲に予め定めた上限閾値  $T_{th\_MAX}$  を設定し、車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $T_{th\_MAX}$  を上回ったときは、上限閾値  $T_{th\_MAX}$  に対応する車間距離  $D_{th\_MAX}$  の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御する。

このように、車間時間  $T_{HW}$  が上限閾値  $T_{th\_MAX}$  を上回ったときは、上限閾値  $T_{th\_MAX}$  相当の車間距離  $D_{th\_MAX}$  を維持することにより、車間時間  $T_{HW}$  が大きくなり過ぎることを抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

【0068】

《第3実施形態》

《構成》

本実施形態は、先行車両の車速  $V_a$  が、予め定めた閾値  $V_{th}$  以下となったときは、車間距離制御として、予め定めた最小車間距離  $D_{r\_MIN}$  の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御するものである。

装置構成は、前述した第1実施形態と同様である。

【0069】

次に、本実施形態の制御切り替え判断処理について説明する。

図9は、第3実施形態の制御切り替え判断処理を示すフローチャートである。

ここでは、前述した第1実施形態において、新たなステップ  $S_{301}$ 、 $S_{302}$  の処理を追加してあり、このステップ  $S_{301}$  の処理は、ステップ  $S_{121}$  の前に実行される。なお、ステップ  $S_{121} \sim S_{134}$  の処理については、前述した第1実施形態と同様であるため、共通部分については詳細な説明を省略する。

【0070】

ステップ  $S_{301}$  では、先行車両の車速  $V_a$  が、予め定めた閾値  $V_{th}$  より大きいか否かを判定する。ここで、閾値  $V_{th}$  とは、例えば  $40 \sim 50 \text{ km/h}$  程度の値である。判定結果が、 $V_a > V_{th}$  であるときには、適切な車間時間制御を実行できると判断してステップ  $S_{121}$  に移行する。一方、判定結果が  $V_a \leq V_{th}$  であるときには、適切な車間時間制御を実行できないと判断してステップ  $S_{302}$  に移行する。

ステップ  $S_{302}$  では、車間距離制御として、予め定めた最小車間距離  $D_{r\_MIN}$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定し、且つこの第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を維持するための第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を設定する。ここで、最小車間距離  $D_{r\_MIN}$  とは、例えば  $10 \text{ m}$  程度の固定値である。そして、この第二の加減速度指令値  $G_{c2}$  を最終的な加減速指令値  $G_c$  に設定してから所定のメインプログラムに復帰する。

上記が本実施形態の制御切り替え判断処理である。

【0071】

《作用》

次に、第3実施形態の作用について説明する。

車間時間制御では、目標車間時間  $T_t$  を実現しようとする、自車速  $V_s$  によって先行車両への車間距離が変化する。すなわち、自車速  $V_s$  が高いほど車間距離  $D_r$  は長くなるが、自車速  $V_s$  が低いほど車間距離  $D_r$  は短くなる。例えば、自車速  $V_s$  が  $50 \text{ km/h}$  程度のときには車間距離  $D_r$  が  $8.3 \text{ m}$  程度となり、自車速  $V_s$  が  $40 \text{ km/h}$  程度のときには車間距離  $D_r$  が  $6.6 \text{ m}$  程度となる。しかしながら、いくら自車速  $V_s$  が低くても、車間距離  $D_r$  を短くし過ぎると、運転者に違和感を与える可能性がある。そこで、本実施形態では、自車速  $V_s$  が低くても、最低限の車間距離  $D_r$  を維持するために、車間時間制御から車間距離制御への切り替えを行う。

【0072】

なお、隊列走行の場合、自車速  $V_s$  は略先行車両の車速  $V_a$  であり、先ず先行車両の車速  $V_a$  が変化し、それから自車速  $V_s$  が変化することになるため、自車速  $V_s$  が低いことを検出するよりも、先行車両の車速  $V_a$  が低いことを検出する方が好ましい。

そこで、先行車両の車速  $V_a$  が閾値  $V_{th}$  以下であるときには（ステップ  $S_{301}$  の判定が “No” ）、車間距離制御における第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を調整する。すなわち、

10

20

30

40

50

予め定めた最小車間距離  $D_{r_{MIN}}$  を、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  として設定し直し、この第二の目標車間距離  $D_{t2}$  の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御する（ステップ S302）。このように、車間距離制御に切り替え、車間距離  $D_r$  が小さくなり過ぎることを抑制する。これにより、先行車両に対して必要以上に接近することを抑制し、運転者に違和感を与えることも抑制できる。

#### 【0073】

図10は、第3実施形態の動作を示すタイムチャートである。

ここでは、先行車両の車速  $V_a$  と、車間距離  $D_r$  の動きについて説明する。

まず、先行車両の車速  $V_a$  が閾値  $V_{th}$  よりも大きい状態を維持しており、このときは車間時間制御が実行されている。この状態から先行車両が減速し、車速  $V_a$  が徐々に減少してゆくと、車間時間制御により、車間距離  $D_r$  も徐々に短くなる。その後、時点  $t_{31}$  で先行車両の車速  $V_a$  が閾値  $V_{th}$  を下回ると、車間時間制御から車間距離制御へと切り替わる。この車間距離制御により、車間距離  $D_r$  の減少が制限され、最小車間距離  $D_{r_{MIN}}$  を維持する。

10

#### 【0074】

このように、車間時間制御から車間距離制御へと切り替え、第二の目標車間距離  $D_{t2}$  を調整することにより、先行車両に接近し過ぎることを抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

本実施形態において、その他、前述した第1実施形態と共通する部分については、同様の作用効果が得られるものとし、詳細な説明は省略する。

20

#### 《対応関係》

以上、ステップ S301 の処理が「制御切り替え部」に含まれ、ステップ S302 の処理が「車間距離制御部」に含まれる。

#### 【0075】

#### 《効果》

次に、第3実施形態における主要部の効果を記す。

(1) 本実施形態の隊列走行制御装置は、先行車両の車速  $V_a$  が、予め定めた閾値  $V_{th}$  以下となったときは、車間距離制御として、予め定めた最小車間距離  $D_{r_{MIN}}$  の維持を実現するために、自車両の加減速度を制御する。

このように、先行車両の車速  $V_a$  が閾値  $V_{th}$  以下となったときは、車間距離制御によって最小車間距離  $D_{r_{MIN}}$  の維持することで、先行車両に接近し過ぎることを抑制し、良好な隊列走行を維持することができる。

30

#### 【0076】

以上、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく実施形態の改変は、当業者にとって自明のことである。また、各実施形態は、任意に組み合わせて採用することができる。

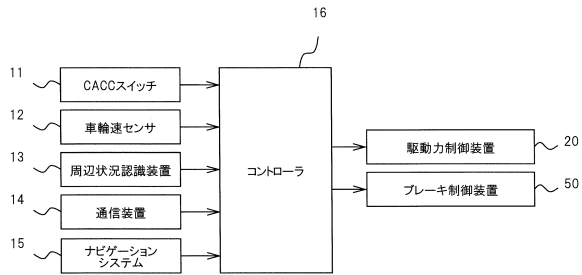
#### 【符号の説明】

#### 【0077】

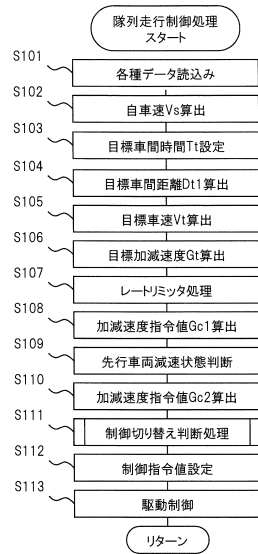
- 11 CACCスイッチ
- 12 車輪速センサ
- 13 周辺状況認識装置
- 14 通信装置
- 15 ナビゲーションシステム
- 16 コントローラ
- 20 駆動力制御装置
- 50 ブレーキ制御装置

40

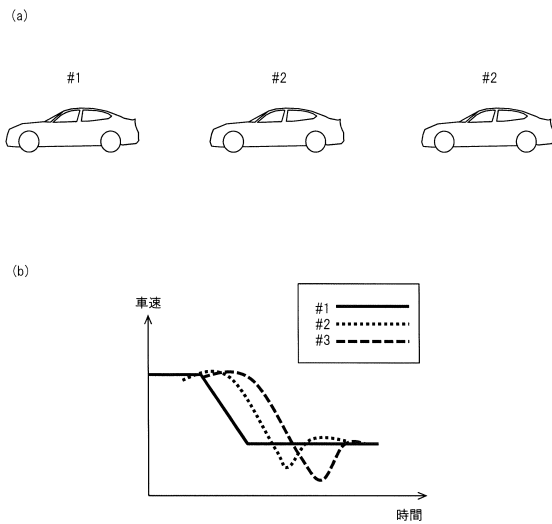
【図 1】



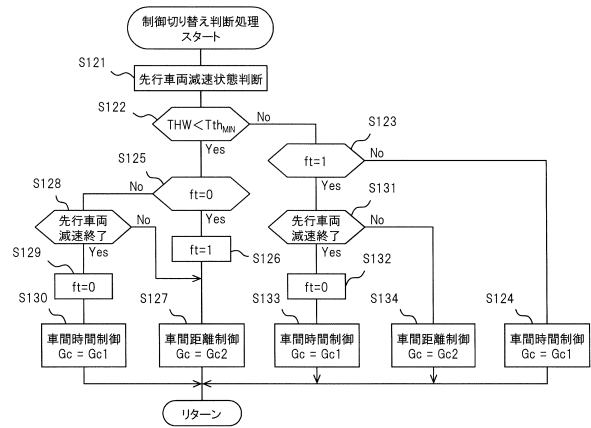
【図 2】



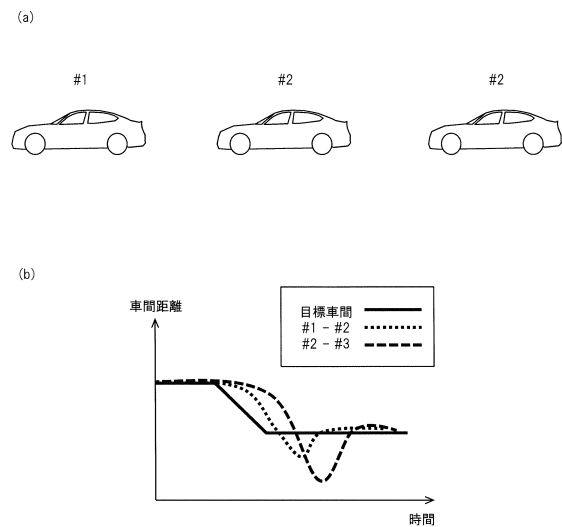
【図 4】



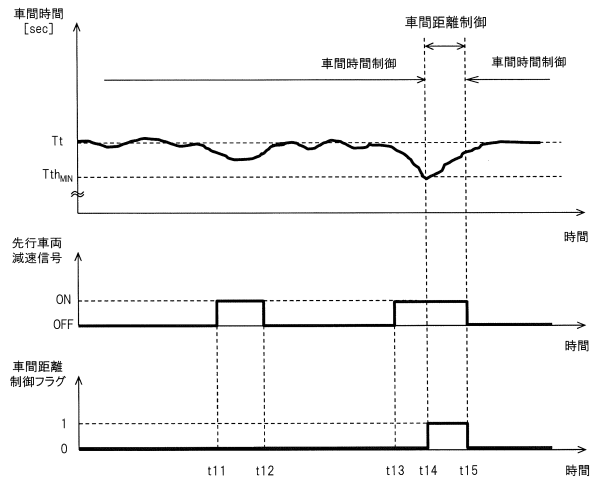
【図 3】



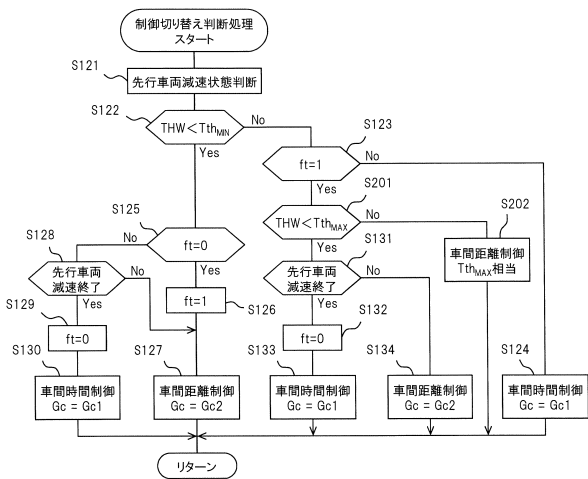
【図 5】



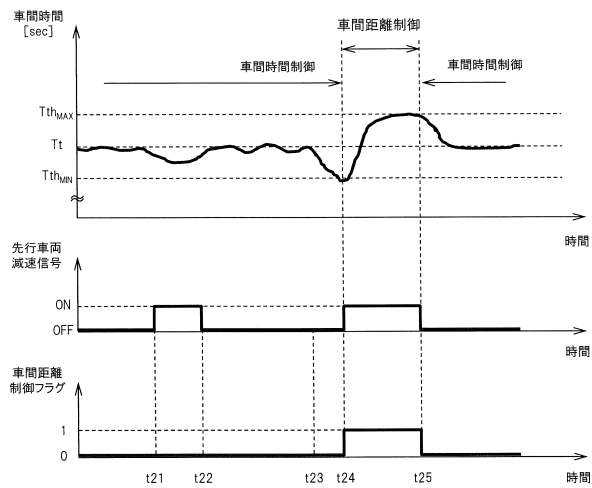
【 図 6 】



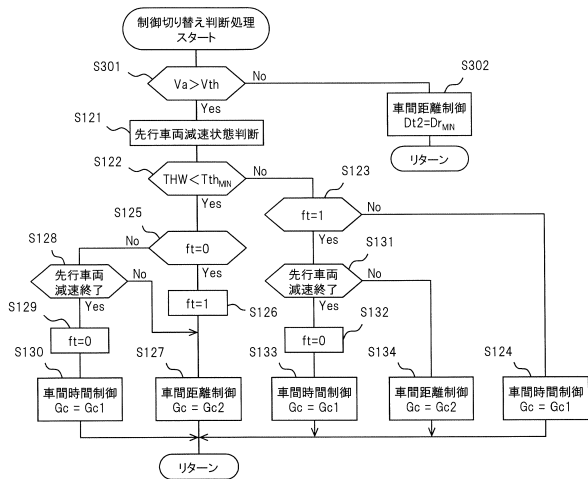
【 図 7 】



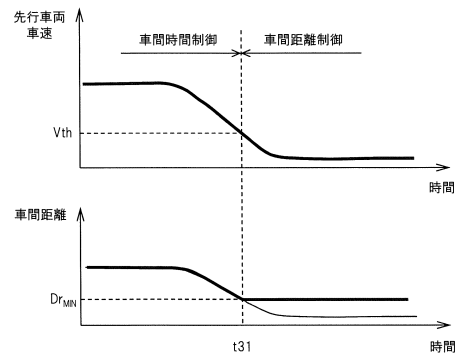
【 図 8 】



【 図 9 】



## 【図 10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 橋口 博文  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 柳幸 恵子

(56)参考文献 特開2012-240532(JP,A)  
特開2011-250021(JP,A)  
特開2007-132768(JP,A)  
特開2012-025352(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G08G 1/00  
B60R 21/00  
B60T 7/12  
B60W 30/16  
G08G 1/16