

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-136801

(P2021-136801A)

(43) 公開日 令和3年9月13日(2021.9.13)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
B60L	3/00	(2019.01)	B60L	3/00	N	5H125
B60L	7/00	(2006.01)	B60L	7/00	A	
B60L	15/20	(2006.01)	B60L	15/20	A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2020-32405 (P2020-32405)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	令和2年2月27日 (2020.2.27)		株式会社日立製作所
		(74) 代理人	110002365
			特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
		(72) 発明者	堤 雄飛
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	前川 景示
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	小田 篤史
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走行パターン作成装置及びそれを用いた運転制御方法

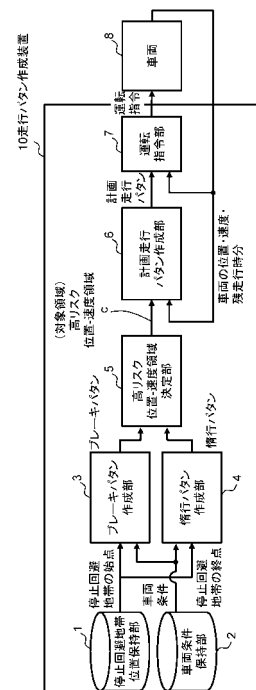
(57) 【要約】

【課題】 停止回避地帯への停止を回避することができ
る走行パターン作成装置を提供する。

【解決手段】 位置座標軸と車速座標軸との座標系と、
車両8の停止回避地帯の位置情報を保持する停止回避地
帯位置保持部1と、車両8の仕様のうち少なくとも加速
時、減速時及び惰行時それぞれの加速度の情報を保持す
る車両条件保持部2と、位置情報と減速時の加速度の情
報とを用いて、停止回避地帯以外に車両8を停止させる
ブレーキパターンを作成するブレーキパターン作成部3と、
位置情報と惰行時の加速度の情報をとを用いて、停止回避
地帯以外に車両8を停止させる惰行パターンを作成する惰
行パターン作成部4と、位置座標軸、ブレーキパターン及び
惰行パターンで囲まれた領域である対象領域5を決定する
対象領域決定部5と、対象領域5を回避した走行パターン
であり座標系に表現可能な計画走行パターンを作成する計
画走行パターン作成部6と、を備えた。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の位置又は時間に対応した第 1 軸と前記第 1 軸と直交し前記車両の速度に対応した第 2 軸とより形成された座標系に表現可能な走行パターンを作成する走行パターン作成装置であって、

前記車両の停止が回避されるべきと定義された停止回避地帯の位置情報を保持する停止回避地帯位置保持部と、

前記車両の仕様のうち少なくとも加速時、減速時及び惰行時それぞれの加速度の情報を保持する車両条件保持部と、

前記位置情報と前記減速時の加速度の情報とを用いて、前記停止回避地帯以外の位置で前記車両を停止させるためのパターンであり前記座標系に表現可能なブレーキパターンを作成するブレーキパターン作成部と、

前記位置情報と前記惰行時の加速度の情報とを用いて、前記停止回避地帯以外の位置で前記車両を停止させるためのパターンであり前記座標系に表現可能な惰行パターンを作成する惰行パターン作成部と、

前記座標系における前記第 1 軸、前記ブレーキパターン及び前記惰行パターンで囲まれた領域である対象領域を決定する対象領域決定部と、

前記対象領域を回避した走行パターンであり前記座標系に表現可能な計画走行パターンを作成する計画走行パターン作成部と、

を備えた走行パターン作成装置。

【請求項 2】

車両は 1 両以上で構成されて軌道上を走行し、

前記停止回避地帯は、2 つ以上の駅を有する路線の何れかの駅間に存在し、

前記対象領域は、前記停止回避地帯の始点を基点としたブレーキパターンと、前記停止回避地帯の終点を基点とした惰行パターンと、及び前記停止回避地帯の始点と終点を結んだ直線、で囲まれた領域に規定し、

前記ブレーキパターン及び前記惰行パターンの交点を規定し、

前記計画走行パターン作成部は、前記車両の状態が前記交点よりも手前側から向こう側へ移行する場合、前記交点を乗り越えるように走行する計画走行パターンを作成する、

請求項 1 に記載の走行パターン作成装置。

【請求項 3】

前記計画走行パターン作成部は、前記車両の力行能力が喪失したと判定されたならば、

前記車両の位置及び速度で規定される車両状態と、前記ブレーキパターンと、を対比し

、

前記車両状態が前記ブレーキパターンの手前側ならばブレーキ作動と決定し、

前記車両状態が前記ブレーキパターンの向こう側且つ前記惰行パターンよりも高ければ惰行運転と決定し、

前記決定どおりに前記車両へ指令する、

請求項 2 に記載の走行パターン作成装置。

【請求項 4】

走行パターン作成装置により、車両の位置又は時間に対応した第 1 軸と前記第 1 軸と直交し前記車両の速度に対応した第 2 軸とより形成された座標系に表現可能な走行パターンを作成して所望の運転制御する運転制御方法であって、

停止を避けるべき停止回避地帯の位置情報を予め保持しておき、

車両の仕様のうち少なくとも加速時、減速時及び惰行時それぞれの加速度の情報も予め保持しておき、

前記位置情報と前記減速時の加速度の情報とを用いて、前記停止回避地帯以外の位置で前記車両を停止させるためのパターンであり前記座標系に表現可能なブレーキパターンを作成し、

前記位置情報と前記惰行時の加速度の情報とを用いて、前記停止回避地帯以外の位置で

10

20

30

40

50

前記車両を停止させるためのパターンであり前記座標系に表現可能な惰行パターンを作成し、
前記座標系における前記第1軸、前記ブレーキパターン及び前記惰行パターンで囲まれた領域である対象領域を決定し、

前記対象領域を回避した走行パターンであり前記座標系に表現可能な計画走行パターンを作成する、

運転制御方法。

【請求項5】

車両は1両以上で構成されて軌道上を走行し、

前記停止回避地帯は、2つ以上の駅を有する路線の何れかの駅間に存在し、前記車両を停止させることにリスクがあり、

前記対象領域は、前記停止回避地帯の始点を基点としたブレーキパターン、及び前記停止回避地帯の終点を基点とした惰行パターン、及び前記停止回避地帯の始点と終点を結んだ直線、で囲まれた領域に規定し、

前記ブレーキパターン及び前記惰行パターンの交点を規定し、

前記車両の状態が前記交点よりも手前側から向こう側へ移行する場合、前記交点を乗り越えるように走行する計画走行パターンを作成する、

請求項4に記載の運転制御方法。

【請求項6】

力行能力喪失と判定されたならば、

前記車両の位置及び速度で規定される車両状態と、前記ブレーキパターンと、を対比し、

前記車両状態が前記ブレーキパターンの手前側ならばブレーキ作動と決定し、

前記車両状態が前記ブレーキパターンの向こう側且つ前記惰行パターンよりも高ければ惰行運転と決定し、

前記決定どおりに前記車両へ指令する、

請求項5に記載の運転制御方法。

【請求項7】

制限速度が前記交点以下にまで臨時低下したならば力行パターンを作成し、

該力行パターンを前記交点から手前側へ逆行させて垂下した力行垂下点を特定し、

該力行垂下点より手前側で前記車両を待機させ、

制限速度が前記交点を超えて上昇復帰したならば、

前記車両の状態を前記交点よりも手前側から向こう側へ該交点を乗り越えて移行させるように走行する前記計画走行パターンを作成する、

請求項5に記載の運転制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の走行パターンを作成する装置及びそれを用いた運転制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電車が駅間を走行中に、停電や架線故障による給電停止などの異常が発生し電車が力行不可能になった場合、駅間途中で停止してしまう。停止した地点が、停止回避地帯の場合、電車を停止回避地帯から迅速に退避させる必要がある。この「停止回避地帯」とは、停止することを回避すべきと定義されている地帯（例えば、停止することが禁止されている地帯）、具体的には、例えば、橋梁やトンネルなどである。

【0003】

退避の対策として、車上にバッテリーを搭載し、停止回避地帯に停止した場合はバッテリーから車両へ給電することによって、停止地点から力行し停止回避地帯から退避する方法があるが、車上のスペースやコストの制約により、搭載が困難な場合がある。

【0004】

特許文献1では、異常発生時に車両を最も安全な位置に停止させるために、現在位置か

10

20

30

40

50

ら停止可能な区間の各地点のリスクを算出し、最もリスクが低い停止地点を判定し、当該停止地点へ停止するためのブレーキの時期を運転士へ通知する手法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-193098号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1は、停止可能な区間に停止リスクの高い地点が散在する場合、どのような時期にブレーキをかけても、停止リスクの高い地点に車両を停止することになるため、停止回避地帯での停止を避けられないという課題がある。このため異常発生時に、停止回避地帯への停止を避けられるように車両を運転制御する必要がある。本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、停止回避地帯での停止を回避することができる走行パターン作成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する本発明は、車両の位置又は時間に対応した第1軸とその第1軸と直交し車両の速度に対応した第2軸とより形成された座標系に表現可能な走行パターンを作成する走行パターン作成装置であって、車両の停止が回避されるべきと定義された停止回避地帯の位置情報を保持する停止回避地帯位置保持部と、車両の仕様のうち少なくとも加速時、減速時及び惰行時それぞれの加速度の情報を保持する車両条件保持部と、位置情報と減速時の加速度の情報とを用いて、停止回避地帯以外の位置で車両を停止させるためのパターンであり座標系に表現可能なブレーキパターンを作成するブレーキパターン作成部と、位置情報と惰行時の加速度の情報とを用いて、停止回避地帯以外の位置で車両を停止させるためのパターンであり座標系に表現可能な惰行パターンを作成する惰行パターン作成部と、座標系における第1軸、ブレーキパターン及び惰行パターンで囲まれた領域である対象領域を決定する対象領域決定部と、対象領域を回避した走行パターンであり座標系に表現可能な計画走行パターンを作成する計画走行パターン作成部と、を備えた。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、停止回避地帯への停止を回避することができる走行パターン作成装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施例1に係る走行パターン作成装置の概略を示すブロック図である。

【図2】図1の走行パターン作成装置における停止回避地帯位置保持部が保持する停止回避地帯の位置情報を例示した表である。

【図3】図1の走行パターン作成装置において、ブレーキパターン作成部及び惰行パターン作成部が作成した走行パターンの一例である。

【図4】図1の走行パターン作成装置において、計画走行パターン作成部が作成した計画走行パターンのデータを例示する表である。

【図5】図1の走行パターン作成装置において、計画走行パターン作成部が作成した計画走行パターンの一例である。

【図6】図5の走行パターンにおいて、ブレーキ指令を出す場合の位置－速度領域及び惰行運転を指令する場合の位置－速度領域、を示した説明図である。

【図7】図1の走行パターン作成装置において、計画走行パターンを作成する処理を示すフローチャートである。

【図8】図1の走行パターン作成装置において、運転指令部から出力する運転指令を決定する処理を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 9】図 9 は、実施例 2 に係る運転制御方法において、制限速度が臨時に下げられた場合、図 5 の走行パターンをベースに適切な停止位置を決定するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図 1～図 8 を用いて本発明の実施例 1 を説明し、図 5 及び図 9 を用いて本発明の実施例 2 を説明する。なお、本発明の適用対象は、電気鉄道を始め、電気以外の専用動力による鉄道、又は電気式気動車のようなハイブリッド鉄道車両、さらにはハイブリッド自動車（Hybrid Vehicle 以下、HV と略す）、電気自動車（Electric Vehicle 以下、EV と略す）、あるいは、内燃機関自動車にも及ぶ。以下、自動運転中の旅客用電車を例示して説明し、それ以外については適宜に説明する。

10

【実施例 1】

【0011】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る走行パターン作成装置の概略を示すブロック図である。図 1 に示す走行パターン作成装置 10 は、車両 8 の位置、速度、及び残走行時分に関する情報を収集し、それらの情報に基づいて適切な走行パターンを作成し、車両 8 に運転指令を与える。なお、車両 8 が運転士の乗務する手動運転時であっても、運転士は走行パターン作成装置 10 の運転指令どおりに運転できるものとする。

【0012】

その場合、車両 8 には不図示の対人支援装置が運転台に配設され、有効に機能している状態を想定する。したがって、運転指令を受けた車両 8 は、特段の外乱等が無ければ、自動運転と、手動走行と、の何れの場合でも走行パターンどおりに走行する。このような条件の下に、車両 8 は自動運転中の旅客用電車のみを例示して説明するが、本発明の実施例 1 に係る走行パターン作成装置 10 は、他の種類の車両にも適用可能である。

20

【0013】

走行パターン作成装置 10 は、停止回避地帯位置保持部 1、車両条件保持部 2、ブレーキパターン作成部 3、惰行パターン作成部 4、高リスク位置－速度領域決定部（以下、「対象領域決定部」ともいう）5、計画走行パターン作成部 6、及び運転指令部 7、を備えている。

【0014】

停止回避地帯位置保持部 1 は、停止回避地帯の位置情報を保持する機能を有する。停止回避地帯の位置情報は、図 2 を用いて後述するように、各停止回避地帯の始点 α 位置と終点 β 位置が位置データで格納された形式とする。車両条件保持部 2 は、車両 8 の加減速度特性、走行抵抗式、あるいは列車全長など車両条件を保持する機能を有する。

30

【0015】

ブレーキパターン作成部 3 は、図 3 を用いて後述するように、車両条件保持部 2 から出力された車両条件に従って、停止回避地帯位置保持部 1 から出力された停止回避地帯の始点 α を基点としたブレーキパターン a を作成する機能を有する。図 3 にブレーキパターン a の一例を示す。

【0016】

惰行パターン作成部 4 は、車両条件保持部 2 から出力された車両条件に従って、停止回避地帯位置保持部 1 から出力された停止回避地帯の終点 β を基点とした惰行パターン b を作成する機能を有する。図 3 に惰行パターン b の一例を示す。

40

【0017】

高リスク位置－速度領域決定部 5 は、ブレーキパターン作成部 3 から出力されたブレーキパターン a と、惰行パターン作成部 4 から出力された惰行パターン b と、停止回避地帯の始点 α から終点 β まで結んだ直線と、の三角形で囲まれた位置－速度領域（以下、「高リスク位置－速度領域」又は「対象領域」という）c を決定する機能を有する。高リスク位置－速度領域 c の一例を、図 3 中の c に示す。

【0018】

計画走行パターン作成部 6 は、車両 8 の現在地点及び現在速度を基点として、到着駅までの区間にわたり、高リスク位置－速度領域決定部 5 から出力された高リスク位置－速度領

50

域 c に重ならないような、位置－速度領域を走行する計画走行パターン P を作成する機能を有する。

【0019】

また、通常の列車制限速度が高リスク位置－速度領域 c に重なっている場合も有り得る。例えば、図 9 を用いて後述する制限速度 V2 がさらに低い状態であり、どのようにしても、計画走行パターン P が高リスク位置－速度領域 c に重なってしまう場合がある。

【0020】

その場合、高リスク位置－速度領域 c と重なる区間を走行するのに必要な消費電力量の容量が確保されたバッテリー装置（補助蓄電池）を車上に搭載しても良い。その補助蓄電池を付設する場合でも、本発明の実施形態に係る走行パターン作成装置 10 の適用により、相当に小さな容量で済ませられる効果がある。

10

【0021】

運転指令部 7 は、異常発生時における車両 8 の現在速度が、停止回避地帯の始点 a を基点としたブレーキパターン a より低い速度の場合はブレーキ指令、ブレーキパターン a より高い速度の場合は惰行運転を指令する機能を有する。走行パターン作成装置 10 では、つぎの運転指令（1）～（4）を生成する。

【0022】

（1）停止回避地帯への停止を避けられる位置－速度領域にて車両 8 を走行させる。

（2）異常発生時に車両 8 の現在速度が、停止回避地帯の始点 a を基点としたブレーキパターン a より低い速度の場合、ブレーキをかけて停止回避地帯の始点 a より手前側に停止させる。

20

（3）異常発生時に車両 8 の現在速度が、停止回避地帯の終点 β を基点とした惰行パターン b より高い速度の場合は、惰行運転して停止回避地帯の終点 β より向こう側に停止させる。

（4）異常発生時、車両 8 の現在速度と、いくつかの主要条件と、を勘案した走行パターン P により、停止回避地帯への停止を回避する。

【0023】

車両 8 が異常発生時には、運転指令（1）の方針により、運転指令（2）又は（3）のように停止位置を規定することにより、運転指令（4）が実現できる。

【0024】

なお、走行パターン作成装置 10 は、車上もしくは地上どちらに設置しても構わない。地上に設置した場合は、無線を用いて計算結果を車両 8 の車上装置へ送信する。その結果、走行パターン作成装置 10 は、作成した走行パターンに沿って車両 8 を運転制御することができる。

30

【0025】

図 2 は、図 1 の走行パターン作成装置 10 における停止回避地帯位置保持部が保持する停止回避地帯の位置情報を例示した表である。図 2 の表の各行において、実在する停止回避地帯の 1 種と 2 種を種類分けし、それぞれを所定の基点からの始点 a 位置と、終点 β 位置と、を示す。

【0026】

図 2 の表で特定するような位置情報を演算処理に供するように、停止回避地帯位置保持部 1 が保持している。停止回避地帯 1 種は、エアセクションを例示し、一時停止すらも厳禁される。停止回避地帯 2 種は、海底トンネルの最深部を例示し、緊急脱出の困難性を考慮して、時間の長短を問わず停止を避ける。また、例示しないものの、所定値以下の短時間なら一時停止を許可するが、所定値以上の長時間停止ならば禁止する停止回避地帯 N（不図示）を設定しても良い。

40

【0027】

図 3 は、図 1 の走行パターン作成装置 10 において、ブレーキパターン作成部 3 及び惰行パターン作成部 4 が作成した走行パターンの一例である。走行パターンは、横軸に基点から車両 8 の現在位置までの距離を示した路線の位置情報と、縦軸に車両 8 の速度と、を示した座標

50

において、作成された折れ線グラフであり、運転制御に用いられる。走行パターンは、制限速度 V_1 で規定された速度以下の範囲で生成される。

【0028】

図3に示すように、走行パターン作成装置10は、車両8に所望の運行をさせる前提として、車両8について、予め基本的な走行パターンを作成する。すなわち、車両8毎に固有の車両情報と、路線の情報と、を用いて、演算処理することにより車両8の基本的な走行パターンが得られる。車両情報には、力行時や停止時にそれぞれ正負で示される加速度を始め、車両重量、及び車輪摩擦等が含まれる。路線の情報には、基点から駅J、Kまでの距離のほか、勾配や停止回避地帯の1種、2種（以下、種別は概ね省略）の位置情報が含まれる。

10

【0029】

走行パターン作成装置10は、ある路線における車両8の基本的な走行パターンとして、ブレーキパターンa（図中a）と、惰行パターン作成部が作成する惰行パターンb（図中b）と、力行パターン（図中d）、を生成する。ブレーキパターンaは、車両8が制限速度で走行中に、緊急でない通常ブレーキ（単に「ブレーキ」という）の作動により、路線の勾配、車両重量、ブレーキ性能及びその他の条件等に基づく負の加速度で停止に至る経過を示す。また、力行パターンdは、車両8の起動時から制限速度に至るまでの加速能力を示すグラフである。

【0030】

一方、惰行パターンbは、路線の勾配、車両重量、及び車輪摩擦等に基づく負の加速度による緩やかな下降線をたどって停止に至る経過を示す。ブレーキパターンa、惰行パターンb及び力行パターンdは、乗客数に基づく車両重量のほか、環境条件の変化がはなはだしくない限り、概ね高い再現性が見込まれる。なお、力行パターンdは、力行機能が残存している車両8に限るが、ブレーキパターンa、及び惰行パターンbは、力行機能が喪失しても、走行抵抗式等に基づいて有効に再現可能である。

20

【0031】

したがって、これら、ブレーキパターンa、及び惰行パターンbの組み合わせによって、車両8の停止位置を任意に設定できる。逆に、停止回避地帯を避けて停止することも可能となる。避ける方法は、走行パターン作成装置10における高リスク位置－速度領域決定部が作成する高リスク位置－速度領域c（図中c）に抵触しないように運転パターンを作成し、それに基づく運転指令を車両8に与えれば良い。

30

【0032】

また、走行パターン作成装置10は、車両8の現在地点から到着駅までの間に複数の停止回避地帯1種、2種が存在する場合、停止回避地帯について、1種と2種毎に、ブレーキパターンa及び惰行パターンbをそれぞれ作成する。あるいは同種の停止回避地帯であっても、必要ならば、ブレーキパターンa及び惰行パターンbをそれぞれ作成する。

【0033】

走行パターン作成装置10は、運転指令（2）により、異常発生時に車両8の現在速度が、停止回避地帯の始点 α を基点としたブレーキパターンaより低い速度の場合、ブレーキをかけて停止回避地帯の手前に停止させるように、走行パターンを作成する。その結果、高リスク位置－速度領域cに抵触しない。

40

【0034】

また、走行パターン作成装置10は、運転指令（3）により、異常発生時に車両8の現在速度が、停止回避地帯の終点 β を基点とした惰行パターンbより高い速度の場合は、惰行運転して停止回避地帯の終点 β より向こう側に停止させる。その結果、高リスク位置－速度領域cに抵触しない。

【0035】

なお、走行パターン作成装置10は、車両条件保持部2から出力された車両条件に対して、車両毎の設計バラツキや応答遅れを加算して、ブレーキパターンa及び惰行パターンbを作成してもよい。つぎに、運転指令（1）～（4）を生成するベースとなる計画走行パターン

50

Pについて説明する。計画走行パターンPは、図4に示すように、各地点における速度や運転操作を時系列データで格納された形式とする。

【0036】

図4は、図1の走行パターン作成装置10において、計画走行パターン作成部6が作成した計画走行パターンPのデータを例示する表である。図4の表は、車両8について、左から1列目に走行時間[秒]を示し、2列目に走行位置[m]を示し、3列目に走行速度[km/h]を示し、4列目に運転操作の内容を示す。

【0037】

図4の表は、同一の行に示す状態を紐づけて読み出し可能にデータ形成されている。したがって、走行パターン作成装置10は、現在の車両8の状態を時間、走行時間[秒]、走行位置[m]、及び走行速度[km/h]により検出し、検出された状態に応じて最適となる運転操作の信号を出力する。

【0038】

計画走行パターンPを作成する方法について、与えられた目標走行時分で駅J、K間を走行する計画走行パターンPを作成する場合を例示して説明する。この場合、指定された開始地点及び開始速度から次の駅までの区間を最速で走行するパターン（以下、最速パターン）を初期値として作成した上で、最速パタンの走行時分と与えられた目標走行時分の差である余裕時分の範囲内で、パタンの調整するように、山登り法を用いて繰り返す方法が挙げられる。

【0039】

この方法において、図3に示した高リスク位置－速度領域（対象領域）cに抵触しないように制限しながらパターンを調整する。その結果、高リスク位置－速度領域cに重ならない位置－速度領域を走行する計画走行パターンPを作成することが可能となる。計画走行パターンPの一例を、図5に示す。

【0040】

図5は、図1の走行パターン作成装置10において、計画走行パターン作成部6が作成した計画走行パターンPの一例である。図5に示す2つの駅J、K間の一部が停止回避地帯であり、列車8の走行が継続困難となる事情があれば、停止回避地帯の始点αより手前か終点βより遠方で停止させる。

【0041】

図5のように作成された計画走行パターンPは、車両8が異常発生時に、上述した運転指令（1）の方針により、運転指令（2）又は（3）のように停止位置を規定することにより、運転指令（4）が実現する。すなわち、図5において、J駅を出発した車両8は、交点Gの左から右へ移行する際、高リスク位置－速度領域cに抵触しないように運転制御される。

【0042】

これにより、図6に示す運転制御が実現する。図6は、図5の走行パターンにおいて、ブレーキ指令を出す場合の位置－速度領域（A）と、惰行運転を指令する場合の位置－速度領域（B）と、を示した説明図である。

【0043】

（2）異常発生時に車両8の現在速度が、停止回避地帯の始点αを基点としたブレーキパターンaより低い速度の場合、ブレーキをかけて停止回避地帯の始点αより手前側に停止させる。

（3）異常発生時に車両8の現在速度が、停止回避地帯の終点βを基点とした惰行パターンbより高い速度の場合は、惰行運転して停止回避地帯の終点βより向こう側に停止させる。

【0044】

車両8は、運転指令部7から出力された指令に沿って運転制御される。車両8を制御する具体的な方法は、無人ならば、ATO（Automatic Train Operation；自動列車運転装置）による自動制御で良い。車両8が有人ならば、DAS（Driver Advisory System；

10

20

30

40

50

運転支援装置)により、運転指令に従って運転士が操作すれば良い。

【0045】

ここで、本発明の実施例1に係る走行パターン作成装置10を用いた運転制御方法について、単に運転制御方法、又は本方法ともいう。本方法により、車両の現在地点から到着駅までの区間に停止回避地帯が存在する場合において、計画走行パターンPを作成する処理の手順を、図7のフローチャートを用いて説明する。

【0046】

図7は、図1の走行パターン作成装置10において、計画走行パターンPを作成する処理を示すフローチャートである。図7に示すように、ステップS11では、ブレーキパターン作成部3が、車両条件保持部2から出力された車両条件に従って、停止回避地帯位置保持部1から出力された各停止回避地帯の始点 α を基点としたブレーキパターンaを作成する。

10

【0047】

ステップS12では、惰行パターン作成部4が、車両条件保持部2から出力された車両条件に従って、停止回避地帯位置保持部1から出力された各停止回避地帯の終点 β を基点とした惰行パターンbを作成する。

【0048】

ステップS13では、高リスク位置－速度領域決定部5が、ブレーキパターン作成部3から出力されたブレーキパターンa、惰行パターン作成部4から出力された惰行パターンb、停止回避地帯の始点 α と終点 β を結んだ直線、で囲まれた位置－速度領域を高リスク位置－速度領域(対象領域)cに決定する。

20

【0049】

ステップS14では、計画走行パターン作成部6が、車両8の現在地点及び現在速度を基点として、到着駅までの区間にわたり、高リスク位置－速度領域決定部5から出力された高リスク位置－速度領域cに重ならない位置－速度領域を走行する計画走行パターンPを作成する。以上が、車両8の現在地点から到着駅までの区間に停止回避地帯が存在する場合において、計画走行パターンPを作成する処理の流れである。

【0050】

続いて、実施例1に係る走行パターン作成装置10を用いた運転制御方法について説明する。本方法を適用して、計画走行パターンPに従って駅J、K間を走行する際に、運転指令部から出力する運転指令を決定する処理の手順を、図8のフローチャートを用いて説明する。

30

【0051】

図8は、図1の走行パターン作成装置10において、運転指令部から出力する運転指令を決定する処理を示すフローチャートである。以下、主語がない場合の実行主体は、走行パターン作成装置10である。ステップS21で、車両8の走行中に異常発生を検出された場合はステップS22に進み、異常発生が検出されない場合はステップS25に進む。

【0052】

ステップS22で、運転指令部7は、車両8の現在速度がブレーキパターンaより低い速度の場合はステップS23に進み、ブレーキパターンaより高い速度の場合はステップS24に進む。ステップS23で、運転指令部7は車両8へ、ブレーキ指令を出す。ステップS24で、運転指令部7は車両8へ、惰行運転を指令する。

40

【0053】

ステップS25で、運転指令部7は車両8へ、現在位置における計画走行パターンPの運転操作を指令する。ステップS26で、車両8が停止したか判定し、停止していない場合はステップS21へ戻り、停止した場合は処理を終える。

【0054】

以上が、計画走行パターンPに従って車両8が駅J、K間を走行する際に、運転指令部7が出力する運転指令を決定する一連の処理についての説明である。また、走行パターン作成装置10は、車両8を長時間停止させることにリスクがある停止回避地帯が存在する駅J、K間を走行する場合に、停止回避地帯を避けられる計画走行パターンPを作成する。

50

【0055】

そのために、走行パターン作成装置10は、ブレーキパターンa、惰行パターンb、及び高リスク位置－速度領域cを規定する。ブレーキパターンaは、停止回避地帯の始点αを基点として逆行するようにブレーキパターン作成部3が作成する。惰行パターンbは、停止回避地帯の終点βを基点として逆行するように惰行パターン作成部4が作成する。

【0056】

高リスク位置－速度領域（対象領域）cは、停止回避地帯の始点αと終点βを結んだ直線と、ブレーキパターンaと、惰行パターンbと、で囲まれた領域が規定される。図6に示すように、計画走行パターンPは、計画走行パターン作成部6が、高リスク位置－速度領域cに重ならない位置－速度領域を走行するように作成される。

10

【0057】

走行パターン作成装置10は、以下の作用効果がある。これによれば、停止回避地帯への停止を避けられる位置－速度領域で車両8を走行させることができる。また、異常発生時に車両8の現在速度が停止回避地帯の始点αを基点としたブレーキパターンaより低い速度の場合は、ブレーキをかけて停止回避地帯の始点αより手前に停止させる。

【0058】

また、車両8がブレーキパターンaより高い速度で走行中は、惰行運転して停止回避地帯の終点βより向こう側に停止させる。このように、走行パターン作成装置10は、補助蓄電池を車載することなく、停止回避地帯への停止を回避することができる。

20

【実施例2】

【0059】

鉄道の信号システムの設定によって、駅J、K間を走行中の車両8に対し、停止回避地帯を避けるように配慮した運転制御も可能である。その逆に、例えば、架線が停電した（架線停電）時に、車両8が停止回避地帯に停止してしまう不適切な運転制御となることもある。

【0060】

一例として、停止回避地帯の始点αより手前の信号が青から黄色に変わると、それまで上限だった制限速度V1から徐行を意味する制限速度V2へと変わるので、車両8は、それに従って徐行運転することになる。

【0061】

30

その信号に従った徐行運転中に架線停電した場合を想定すると、車両8が高リスク位置－速度領域cに停止してしまう事態を避けられない場合がある。その点に対する改善策を実施例2に係る運転制御方法により提供する。

【0062】

図9は、実施例2に係る運転制御方法において、制限速度が臨時に下げられた場合、図5の走行パターンをベースに適切な停止位置を決定するための説明図である。この運転制御方法において、走行パターン作成装置10は、交点G以下の制限速度V2に臨時で下げられた情報を取得したならば、つぎの処理を実行する。

【0063】

40

走行パターン作成装置10は、図9に示すように、力行パターンdを作成し、その力行パターンdを交点Gから手前側へ逆行させて垂下した力行垂下点γを特定する。なお、力行垂下点γを特定する処理は、計画走行パターン作成部6で実行すれば良い。

【0064】

走行パターン作成装置10は、運転指令部7から車両8に、力行垂下点γより手前側で停止して待機させる指令を送信する。これによる待機中に、交点Gを超えるような制限速度V2まで上昇した情報を走行パターン作成装置10が受信したならば、走行パターン作成装置10は、計画走行パターンPを作成する（S14）。

【0065】

走行パターン作成装置10は、計画走行パターンPに基づいて、車両8の状態を交点Gよりも手前側から向こう側へ交点Gを乗り越えて移行させる指令を運転指令部7から車両8へ

50

送信する。その結果、車両 8 は、停止回避地帯の終点 β より向こう側まで惰行して停止する。

【0066】

本発明の実施例 1, 2 に係る走行パターン作成装置 10 及びそれを用いた運転制御方法（本方法）について、以下のように総括できる。

【0067】

〔1〕走行パターン作成装置 10 は、車両 8 の位置又は時間に対応した第 1 軸（横軸）と、その第 1 軸（横軸）と直交し車両 8 の速度に対応した第 2 軸（縦軸）とより形成された座標系に表現可能な走行パターンを作成して、所望の運転制御を可能にするコンピュータ装置である。走行パターン作成装置 10 は、車両 8 が有人と無人の場合、あるいは手動と自動の何れの場合にも適用可能である。例えば、車両 8 が、有人手動運転ならば、それを支援するように、走行パターン作成装置 10 から運転士に最適速度を提示する表示装置等を配設すれば良い。

10

【0068】

図 1 に示すように、走行パターン作成装置 10 は、停止回避地帯位置保持部 1 と、車両条件保持部 2 と、ブレーキパターン作成部 3 と、惰行パターン作成部 4 と、対象領域決定部（高リスク位置－速度領域決定部）5 と、計画走行パターン作成部 6 と、を備えた。

【0069】

停止回避地帯位置保持部 1 は、車両 8 の停止が回避されるべきと定義された停止回避地帯の位置情報を保持する。車両条件保持部 2 は、車両 8 の仕様のうち少なくとも加速時、減速時及び惰行時それぞれの加速度の情報を保持する。ブレーキパターン作成部 3 は、位置情報と減速時の加速度の情報とを用いて、停止回避地帯以外の位置で車両 8 を停止させるためのパターンであり座標系に表現可能なブレーキパターンを作成する。

20

【0070】

惰行パターン作成部 4 は、位置情報と惰行時の加速度の情報とを用いて、停止回避地帯以外の位置で車両 8 を停止させるためのパターンであり座標系に表現可能な惰行パターンを作成する。対象領域決定部（高リスク位置－速度領域決定部）5 は、座標系において第 1 軸、ブレーキパターン及び惰行パターンで囲まれた領域である対象領域（高リスク位置－速度領域）を決定する。

【0071】

計画走行パターン作成部 6 は、対象領域を回避した走行パターンであり座標系に表現可能な計画走行パターンを作成する。このような走行パターン作成装置 10 は、対象領域決定部（高リスク位置－速度領域決定部）5 が、対象領域に重ならないように、それを回避するように走行パターンを作成する。その走行パターンのとおりに運転制御された車両 8 は、車両 8 が停止回避地帯へ停止することを回避できる。

30

【0072】

〔2〕走行パターン作成装置 10 は軌道輸送機関に好適である。軌道輸送機関において、車両 8 は 1 両以上で構成されて軌道上を走行する。図 3 に示すように、停止回避地帯とは、2 つ以上の駅 J, K を有する路線の何れかの駅間に存在し、車両 8 を停止させることにリスクがある箇所をいう。

40

【0073】

走行パターン作成装置 10 で作成する走行パターンにおいて、対象領域（高リスク位置－速度領域）c とは、停止回避地帯の始点 α を基点としたブレーキパターン a と、停止回避地帯の終点 β を基点とした惰行パターン b と、及び停止回避地帯の始点 α と終点 β を結んだ直線、で囲まれた位置－速度領域をいう。

【0074】

図 3 の走行パターンを用いた運転制御の指標として、ブレーキパターン a 及び惰行パターン b の交点 G を規定する。計画走行パターン作成部 6 は、車両 8 の状態が交点 G よりも手前（左）側から向こう（右）側へ移行する場合、交点 G を乗り越えるように走行する計画走行パターン P を作成する。これにより、停止回避地帯への停止を回避することができる。

50

【0075】

〔3〕走行パターン作成装置10は、車両8が停電やエンジン故障等により力行能力喪失と判定されたならば、計画走行パターン作成部6その他の機能部により、つぎ処理を実行する。走行パターン作成装置10は、車両8の位置及び速度で規定される車両状態と、ブレーキパターンaと、を対比する。

【0076】

計画走行パターン作成部6は、車両状態がブレーキパターンaの手前側ならブレーキ作動と決定する。走行パターン作成装置10は、車両状態がブレーキパターンaの向こう側でしかも惰行パターンbよりも高ければ惰行運転と決定する。

【0077】

運転指令部7は、決定どおりに車両8へ指令する。その運転指令に応じた車両8は、力行能力を喪失しても適切な位置で停止するように運転制御される。その結果、停止回避地帯を回避して安全地帯に停止できる。

【0078】

〔4〕本発明の実施例1, 2に係る運転制御方法（本方法）は、走行パターン作成装置10を用いて、車両8の位置に応じた走行パターンを作成して実行する方法である。走行パターン作成装置10は、上述のように、座標系に表現可能な走行パターンを作成して、所望の運転制御を可能とする。それを用いた運転制御方法（本方法）は、車両8の位置に応じて適切な走行パターンを作成し、それを車両8に直接又は間接的に実行させる。

【0079】

走行パターン作成装置10は、車両8の仕様について、少なくとも加速時、減速時及び惰行時それぞれの加速度の情報と、走行路線に存在する停止回避地帯の位置情報と、を予め保持しておく。また、走行パターン作成装置10は、平時にも有事に備えて、図7に示すつぎの処理を実行している。

【0080】

ブレーキパターン作成部3は、停止回避地帯を回避して停止させるように減速時の加速度の情報を用いて車両8のブレーキパターンを作成する（S11）。惰行パターン作成部4は、停止回避地帯を回避して停止させるように惰行時の加速度の情報を用いて車両8の惰行パターンを作成し（S12）する。

【0081】

対象領域決定部5は、ブレーキパターンa及び惰行パターンbを組み合わせて回避すべき対象領域cを決定する（S13）。計画走行パターン作成部6は、対象領域cに重ならない位置－速度領域を走行する計画走行パターンPを作成する（S14）。車両8は、このように作成された計画走行パターンPに基づいて運転制御されるので、対象領域cに重ならない位置－速度領域を走行する。これにより、停止回避地帯への停止を回避することができる。

【0082】

〔5〕走行パターン作成装置10を用いて、1両以上で構成された軌道上を走行する車両8を適切に運転制御する方法（本方法）として、つぎの手順を実行すると良い。走行パターン作成装置10は、図3及び図5に示す走行パターンにおいて、停止回避地帯の始点αを基点としたブレーキパターンa、及び停止回避地帯の終点βを基点とした惰行パターンb、及び停止回避地帯の始点αと終点βを結んだ直線、で囲まれた対象領域（高リスク位置－速度領域）cを規定する。

【0083】

走行パターン作成装置10は、図3及び図5に示すように、走行パターンにおいて、ブレーキパターンa及び惰行パターンbの交点Gを規定する（S13）。走行パターン作成装置10は、図5に示すように、車両8の状態が交点Gよりも手前側から向こう側へ移行する場合、交点Gを乗り越えるように走行する計画走行パターンPを作成する（S14）。

【0084】

この運転制御方法によれば、2つ以上の駅J, Kを有する路線の何れかの駅間に存在する停止回避地帯には、車両8を停止させず、そこに停止するリスクを避けるように計画走

10

20

30

40

50

行ボタン P を作成することができる。

【0085】

〔6〕この運転制御方法において、走行ボタン作成装置 10 は、車両 8 が力行能力を喪失したと判定したならば、つぎの処理を実行する。走行ボタン作成装置 10 は、車両 8 の位置及び速度で規定される車両状態と、ブレーキボタン a と、を対比する。

【0086】

走行ボタン作成装置 10 は、車両状態がブレーキボタン a の手前側ならブレーキを作動すると決定し、その決定どおりに車両 8 へ指令する。その結果、車両 8 は、停止回避地帯の始点 α より手前で停止する。

【0087】

走行ボタン作成装置 10 は、車両状態がブレーキボタン a の向こう側でしかも惰行ボタン b よりも高ければ惰行運転と決定し、その決定どおりに車両 8 へ指令する。その結果、車両 8 は、停止回避地帯の終点 β より向こう側まで惰行して停止する。これにより、停止回避地帯への停止を回避することができる。

【0088】

〔7〕この運転制御方法において、走行ボタン作成装置 10 は、制限速度 V2 が交点 G 以下に臨時で下げられた情報を取得したならば、つぎの処理を実行する。走行ボタン作成装置 10 は、図 9 に示すように、力行ボタン d を作成し、その力行ボタン d を交点 G から手前側へ逆行させて垂下した力行垂下点 γ 特定する。

【0089】

走行ボタン作成装置 10 は、運転指令部 7 から車両 8 に、力行垂下点 γ より手前側で停止して待機するように運転指令を発令する。これに応じた車両 8 が待機中に、制限速度 V2 が交点 G を超えて上昇復帰した情報を走行ボタン作成装置 10 が受信したならば、走行ボタン作成装置 10 は、計画走行ボタン P を作成する (S14)。

【0090】

走行ボタン作成装置 10 は、計画走行ボタン P に基づいて、車両 8 の状態を交点 G よりも手前側から向こう側へ、交点 G を乗り越えて移行させる運転指令を運転指令部 7 から車両 8 へ発令する。その結果、車両 8 は、停止回避地帯の終点 β より向こう側まで惰行して停止する。これにより、駅 J, K 間において、臨時に信号が変わる等で、制限速度 V2 が交点 G 以下にまで臨時に下げられた場合でも、車両 8 は停止回避地帯を避けて停止できる。

【0091】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。

【0092】

各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、又は、IC カード、SD カード、DVD 等の記録媒体に置いてもよい。走行ボタン作成装置 10 は、FPGA (Field Programmable Gate Array) やカスタム LSI、SRAM (Static Random Access Memory) やフラッシュメモリで実現しても良い。

【符号の説明】

【0093】

1 停止回避地帯位置保持部、2 車両条件保持部、3 ブレーキボタン作成部、4 惰行ボタン作成部、5 対象領域決定部 (高リスク位置－速度領域決定部)、6 計画走行ボタン作成部、7 運転指令部、8 車両、10 走行ボタン作成装置

10

20

30

40

【図 1】

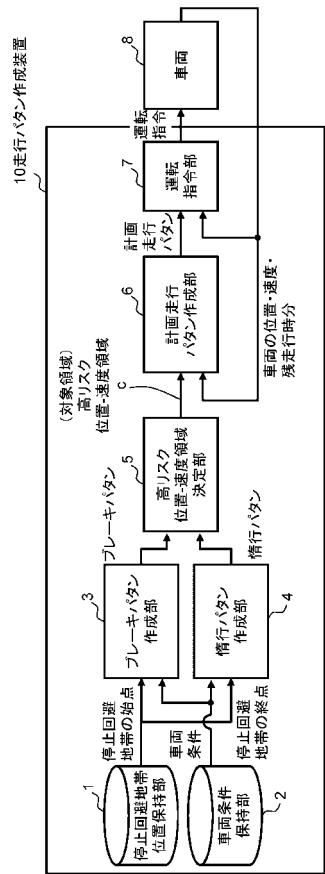


図 1

【図 3】

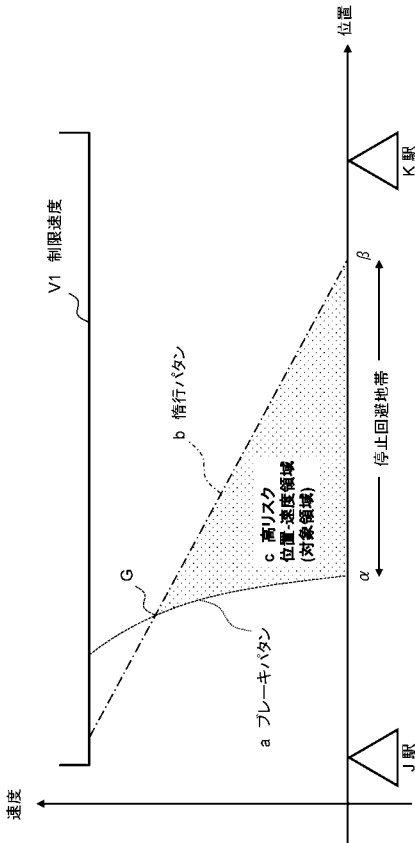


図 3

【図 2】

図 2

停止回避地帯	始点位置[m]	終点位置[m]
停止回避地帯1	100	200
停止回避地帯1	500	700
停止回避地帯1	1500	1800
停止回避地帯1	...	...
停止回避地帯2	3200	3300
停止回避地帯2	3800	3950
停止回避地帯2	4600	4700
停止回避地帯2	...	...
...	...	...

【図 4】

図 4

時刻[秒]	位置[m]	速度[km/h]	運転操作
0	0	0	力行
0.1	0.01	0.3	力行
0.2	0.03	0.6	力行
...	...	...	...
16.6	115.5	49.5	力行
...	...	...	...
26.6	296.0	79.8	力行
26.7	298.2	80	定速
26.8	300.4	80	定速
...	...	...	...
...	...	...	...
99.9	1999.4	0.3	ブレーキ
100.0	2000	0	ブレーキ

【図 5】

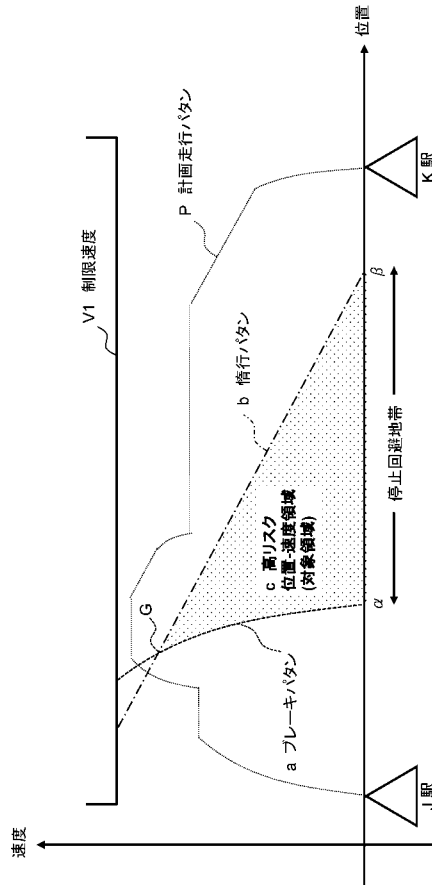


図 5

【図 6】

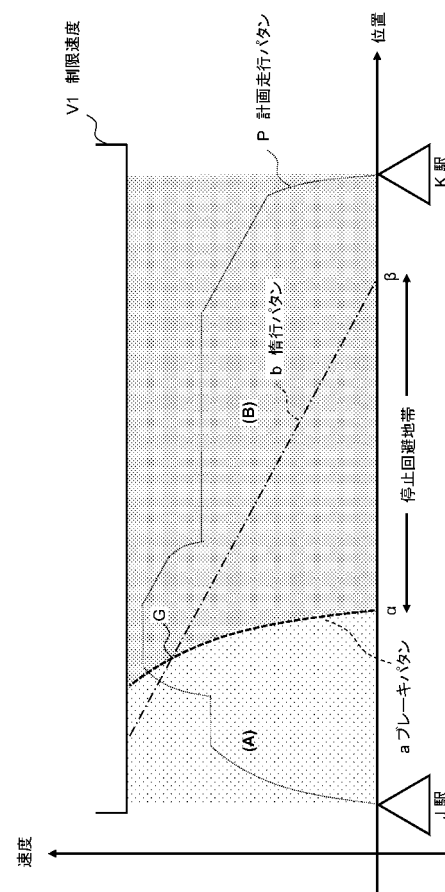
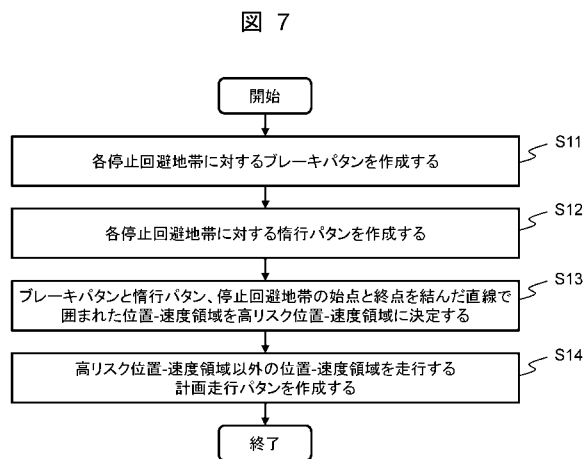
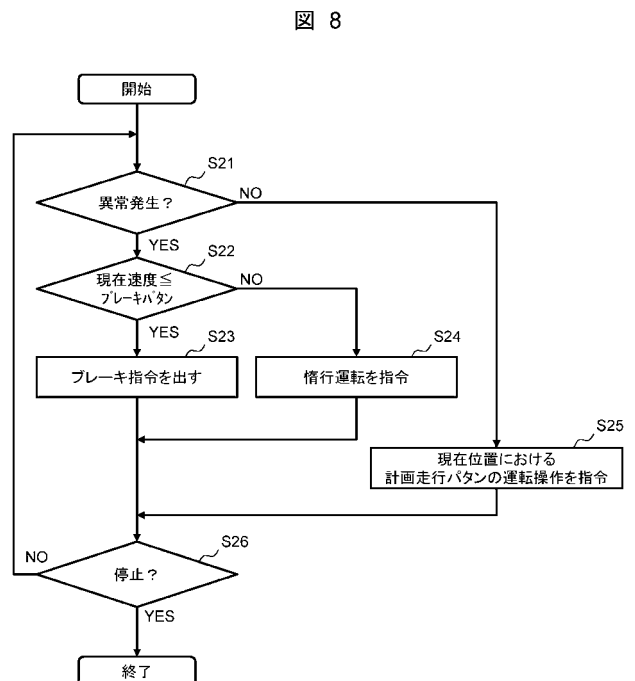


図 6

【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 勝田 敬一

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 辻 雅樹

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 5H125 AA05 CA06 CB00 DD11 EE51 EE53 EE55 EE61