

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年7月30日(30.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/111268 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 15/40 (2006.01) **B61L 3/12** (2006.01)
B60L 3/08 (2006.01) **B61L 23/14** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078489
- (22) 国際出願日: 2014年10月27日(27.10.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-010399 2014年1月23日(23.01.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲柳 ▼井 法貴 (YANAI Noritaka); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 宮嶋 裕 (MIYAJIMA Yutaka); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

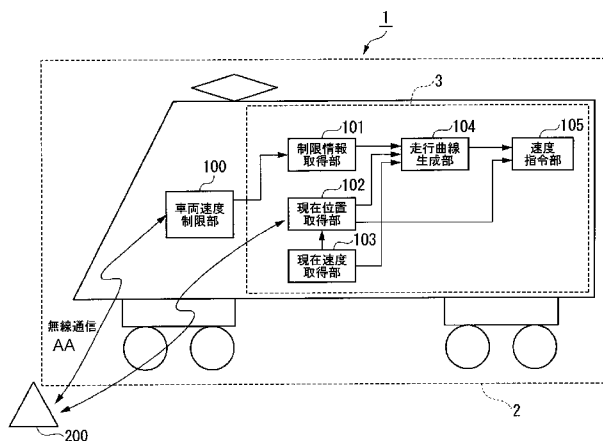
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: TRAVEL CONTROL DEVICE, VEHICLE, TRAFFIC SYSTEM, CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 走行制御装置、車両、交通システム、制御方法、及びプログラム



100 Vehicle speed limiting unit
101 Limit information acquisition unit
102 Current position acquisition unit
103 Current speed acquisition unit
104 Travel curve generation unit
105 Speed command unit
AA Wireless communication

(57) Abstract: This travel control device is provided with a limit information acquisition unit, a current position acquisition unit, a current speed acquisition unit, a travel curve generation unit, and a speed command unit. From a vehicle speed limit unit that sets the speed limit at each position for causing a predetermined deceleration completion speed at speed limit start positions, the limit information acquisition unit acquires limit information comprising speed limit information and position information corresponding to the speed limit. The current position acquisition unit acquires the current position of the vehicle. The current speed acquisition unit acquires the current speed of the vehicle. The travel curve generation unit generates a travel curve satisfying the speed limit at each position obtained from the control information on the basis of the acquired limit information, current position, and current speed. The speed command unit generates a speed command on the basis of the generated travel curve and current position.

(57) 要約: この走行制御装置は、制限情報取得部と、現在位置取得部と、現在速度取得部と、走行曲線生成部と、速度指令部と、を備える。制限情報取得部は、制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報を取得する。現在位置取得部は、車両の現在位置を取得する。現在速度取得部は、車両の現在速度を取得する。走行曲線生成部は、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。速度指令部は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。

と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。現在位置取得部は、車両の現在位置を取得する。現在速度取得部は、車両の現在速度を取得する。走行曲線生成部は、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。速度指令部は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。

WO 2015/111268 A1

明 細 書

発明の名称：

走行制御装置、車両、交通システム、制御方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、走行制御装置、車両、交通システム、制御方法、及びプログラムに関する。

本願は、2014年1月23日に、日本に出願された特願2014-010399号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 鉄道システムの中には、列車を安全運転させるために、列車が所定の速度を超えると自動的にブレーキを作動させるATP (Automatic Train Protection) 装置を備えているものがある。また、鉄道システムの中には、列車の自動運転化や列車の運転の省エネルギー化を目的としたATO (Automatic Train Operation) 装置を備えているものもある。

特許文献1には、関連する技術として、ATP装置とATO装置の両方を備え、列車を安全に停止させると共に、運行遅れを生じない列車の自動運転を実現する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-28926号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、鉄道システムにおいて、ATPとATOは独立した機能であり、一般的に、ATP装置とATO装置はハードウェアとして分離されている。そのため、ATP装置とATO装置の両方を備える鉄道システムでは、ATP装置の認識位置誤差とATO装置の認識位置誤差の最大値の合計をマー

ジンとして持つように設計されている。また、特許文献 1 に記載の技術を用いた鉄道システムにおいても、ATP 装置とATO 装置のそれぞれが位置を演算しているため、それぞれの認識位置誤差の最大値の合計をマージンとする設計がされている。その結果、車両が自動運転を行う際に、マージンを認識位置誤差の最大値の合計よりも小さくすることができず、走行距離に対する列車の走行時間が長くなってしまう可能性がある。

本発明は、車両が走行制御装置による自動運転を行う際に、走行距離に対する列車の走行時間を短くすることのできる走行制御装置、車両、交通システム、制御方法、及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第 1 の態様によれば、走行制御装置は、車両に搭載され、前記車両の位置に応じた走行速度を設定して前記車両を走行させる走行制御装置である。走行制御装置は、制限情報取得部と、現在位置取得部と、現在速度取得部と、走行曲線生成部と、速度指令部と、を備える。制限情報取得部は、制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための複数の位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。現在位置取得部は、車両の現在位置を取得する。現在速度取得部は、車両の現在速度を取得する。走行曲線生成部は、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。速度指令部は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。

[0006] 本発明の第 2 の態様によれば、前記走行制御装置が備える前記制限情報取得部は、制限速度曲線の状態を現在位置からの相対位置の配列として制限情報を取得する。前記走行制御装置が備える前記走行曲線生成部は、当該制限情報に基づいて走行曲線を生成する。

[0007] 本発明の第 3 の態様によれば、前記走行制御装置が備える前記制限情報取得部は、現在位置からの相対位置の配列のうち代表的な速度に対する配列の

みを含む制限情報を取得する。前記走行制御装置が備える前記走行曲線生成部は、当該制限情報に基づいて走行曲線を生成する。

[0008] 本発明の第4の態様によれば、前記走行制御装置が備える前記制限情報取得部は、現在位置から減速完了位置までの相対位置と、速度と、保証減速度とを含む制限情報を取得する。前記走行制御装置が備える前記走行曲線生成部は、当該制限情報に基づいて走行曲線を生成する。

[0009] 本発明の第5の態様によれば、車両は、車両速度制限部と、走行制御装置とを備える。車両速度制限部は、制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する。走行制御装置は、制限情報取得部と、現在位置取得部と、現在速度取得部と、走行曲線生成部と、速度指令部と、を備える。制限情報取得部は、前記車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。現在位置取得部は、車両の現在位置を取得する。現在速度取得部は、車両の現在速度を取得する。走行曲線生成部は、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。速度指令部は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。

[0010] 本発明の第6の態様によれば、交通システムは、車両と、地上ATP装置とを備える。車両は、車両速度制限部と、制限情報取得部と、走行制御装置とを備える。走行制御装置は、現在位置取得部と、現在速度取得部と、走行曲線生成部と、速度指令部と、を備える。車両速度制限部は、制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する。制限情報取得部は、前記車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。現在位置取得部は、車両の現在位置を取得する。現在速度取得部は、車両の現在速度を取得する。走行曲線生成部は、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。速度指令部は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を

生成する。地上 A T P 装置は、前記車両速度制限部に前記制限速度開始位置を出力する。

[0011] 本発明の第 7 の態様によれば、制御方法は、車両に搭載され、前記車両の位置に応じた走行速度を設定して前記車両を走行させる制御方法であって、制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得し、車両の現在位置を取得し、車両の現在速度を取得し、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成し、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する方法である。

[0012] 本発明の第 8 の態様によれば、プログラムは、車両に搭載され、前記車両の位置に応じた走行速度を設定して前記車両を走行させる走行制御装置のコンピュータを、制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する制限情報取得手段と、車両の現在位置を取得する現在位置取得手段と、車両の現在速度を取得する現在速度取得手段と、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する走行曲線生成手段と、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する速度指令手段として機能させるプログラムである。

発明の効果

[0013] 上述の走行制御装置、車両、交通システム、制御方法、及びプログラムによれば、車両が走行制御装置による自動運転を行う際に、走行距離に対する列車の走行時間を短くすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第一の実施形態による走行制御装置を備える交通システムの一例を示す図。

[図2]第一の実施形態による制限情報取得部が車両速度制限部から取得する制

限情報の一例を示す図。

[図3]第一の実施形態による走行制御装置が生成する走行曲線の一例を示す図。

[図4]本発明の第一の実施形態による走行制御装置を備える交通システムの処理フローの一例を示す図。

[図5]本発明の第二の実施形態による走行制御装置を備える交通システムの処理フローの一例を示す図。

[図6]本発明の第二の実施形態による走行制御装置が生成する走行曲線の一例を示す図。

[図7]本発明の第三の実施形態による走行制御装置を備える交通システムの処理フローの一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、実施形態について図面を参照して説明する。

まず、第一の実施形態について説明する。

図1は、本発明の第一の実施形態による走行制御装置3を備える交通システム1の一例を示す図である。

図1で示すように、第一の実施形態による交通システム1は、車両2と、地上ATP (Automatic Train Protection) 装置200とを備える。

車両2は、第一の実施形態による走行制御装置3と、車両速度制限部100とを備える。

走行制御装置3は、ATO (Automatic Train Operation) 装置であり、制限情報取得部101と、現在位置取得部102と、現在速度取得部103と、走行曲線生成部104と、速度指令部105とを備える。また、車両速度制限部100は、車上ATP装置である。

[0016] 地上ATP装置200は、地上に設けられ、制限速度開始位置と、制限情報とを車両速度制限部100に送信する。制限情報は、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とを含む。

車両速度制限部 100 は、制限速度開始位置と、制限情報とを地上 ATP 装置 200 から取得する。また、車両速度制限部 100 は、車両 2 の現在速度を車両 2 が備える速度計から取得する。車両速度制限部 100 は、取得した制限速度開始位置に基づいて、当該制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための複数の位置のそれぞれに制限速度を設定する。車両速度制限部 100 は、取得した制限情報を制限情報取得部 101 に出力する。

[0017] 制限情報取得部 101 は、車両速度制限部 100 から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。制限情報取得部 101 は、取得した制限情報を走行曲線生成部 104 に出力する。

現在速度取得部 103 は、車両 2 が備える速度計から車両 2 の現在速度を取得する。現在速度取得部 103 は、取得した現在速度を現在位置取得部 102 と走行曲線生成部 104 に出力する。

現在位置取得部 102 は、地上 ATP 装置 200 から制限速度開始位置を取得する。現在位置取得部 102 は、取得した制限速度開始位置と現在速度取得部 103 から入力する現在速度の積算値とに基づいて、現在位置を算出する。現在位置取得部 102 は、算出した現在位置を走行曲線生成部 104 と、速度指令部 105 とに出力する。

[0018] 走行曲線生成部 104 は、入力した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。走行曲線とは、速度と距離の関係を示す曲線である。走行曲線生成部 104 は、生成した走行曲線を速度指令部 105 に出力する。

速度指令部 105 は、入力した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。速度指令部 105 は、速度指令を車両 2 の速度を制御する制御部に出力する。

[0019] 図 2 は、第一の実施形態による制限情報取得部 101 が車両速度制限部 100 から取得する制限情報の一例を示す図である。

車両速度制限部 100 は、制限情報が示す速度と距離の関係を示す制限速度曲線の状態を現在位置からの相対位置の配列として制限情報取得部 101

に出力する。また、このとき、車両速度制限部 100 は、認識している現在位置に対して最大位置誤差分のマージンを持たせた位置を現在位置として現在位置取得部 102 に出力する。

[0020] なお、一般的に、制限速度曲線は、空走時間（車両速度制限部 100 が速度超過を察知してからブレーキが効き始めるまでの時間） T_d と、ワーストケースでも列車の減速が保証される保証減速度 β を用いて、式（１）で表される。

[0021] [数1]

$$x_{atp}(v) = x_b - \frac{(v^2 - v_b^2)}{2\beta} - vT_d \quad \dots (1)$$

[0022] この式（１）は、停止位置または制限速度開始位置 x_b と、減速完了速度 v_b とが与えられたときの速度 v に対する制限速度位置 $x_{atp}(v)$ を示している。

車両速度制限部 100 は、地上 ATP 装置 200 から取得した制限速度開始位置と式（１）とに基づいて、制限速度曲線を設定する。

[0023] 図 3 は、第一の実施形態による走行制御装置 3 が生成する走行曲線の一例を示す図である。

走行制御装置 3 が備える制限情報取得部 101 は、車両速度制限部 100 が認識している現在位置に対して最大位置誤差分のマージンを持たせた位置を現在位置とした相対位置の配列を含む制限情報を車両速度制限部 100 から入力する。制限情報取得部 101 は、入力した制限情報を走行曲線生成部 104 に出力する。

[0024] 走行曲線生成部 104 は、制限情報取得部 101 から取得した制限情報と、現在位置取得部 102 から取得した現在位置と、現在速度取得部 103 から取得した現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。

車上 ATP 装置である車両速度制限部 100 と ATP 装置が備える現在位置取得部 102 とは同一の地上 ATP 装置 200 から取得する制限速度開始

位置に基づいて現在位置を認識している。そのため、走行曲線生成部 104 は、現在位置取得部 102 から取得した現在位置に対して、地上 ATP 装置 200 から車両速度制限部 100 までの信号の伝送時間と、地上 ATP 装置 200 から現在位置取得部 102 までの信号の伝送時間との伝送時間差に起因する認識位置誤差のみをマージンとして持っていればよい。その結果、走行曲線生成部 104 は、ATP 装置の認識位置誤差と伝送時間差に起因する認識位置誤差の最大値の合計をマージンとして持つことになる。通常、伝送時間差に起因する認識位置誤差は ATP 装置の認識位置誤差に比べてほぼ無視できる程度に小さいため、走行曲線生成部 104 は、ATO 装置の認識位置誤差の分のマージンを低減することができる。走行曲線生成部 104 は、現在位置に対する相対位置の配列を含む制限情報を制限情報取得部 101 から入力する。走行曲線生成部 104 が制限情報取得部 101 から入力する制限情報に含まれる各相対位置の精度を高めたい場合、走行曲線生成部 104 は、各配列の間の値を例えば線形補間して制限速度曲線を生成する。そして、走行曲線生成部 104 は、制限速度曲線に対して例えば 5 キロメートル毎時のマージンを持たせた曲線を目標の走行曲線として生成する。

[0025] 図 4 は、本発明の第一の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 の処理フローの一例を示す図である。

次に、第一の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 の処理について説明する。

なお、第一の実施形態による交通システム 1 が備える車両 2 は、式 (1) における保証減速度 β などの走行条件が地上 ATP 装置 200 の設置位置毎に変化する路面を走行するものとする。また、車両速度制限部 100 は、走行条件が変化する毎に地上 ATP 装置 200 から制限速度開始位置と、制限情報と、車両 2 の現在位置とを取得するものとする。また、このとき、現在位置取得部 102 は、地上 ATP 装置 200 から制限速度開始位置を取得するものとする。

[0026] 交通システム 1 において、車両 2 の走行中に、車両 2 が備える車両速度制

限部１００は、地上ＡＴＰ装置２００と無線通信を行う。そして、車両速度制限部１００は、地上ＡＴＰ装置２００から制限速度開始位置と、制限情報と、車両２の現在位置と、車両２の現在速度とを取得する（ステップＳ１）。

車両速度制限部１００は、地上ＡＴＰ装置２００から取得した制限速度開始位置と式（１）とに基づいて、当該制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度、すなわち制限速度曲線を設定する（ステップＳ２）。

[0027] 車両速度制限部１００は、制限速度開始位置と式（１）とに基づいて取得した制限速度曲線の状態を現在位置からの相対位置の配列を含む制限情報として走行制御装置３が備える制限情報取得部１０１に出力する（ステップＳ３）。

制限情報取得部１０１は、車両速度制限部１００から現在位置からの相対位置の配列を含む制限情報を入力すると、入力した制限情報を走行曲線生成部１０４に出力する。

また、現在速度取得部１０３は、車両２が備える速度計から車両２の現在速度を取得する（ステップＳ４）。現在速度取得部１０３は、取得した現在速度を現在位置取得部１０２と走行曲線生成部１０４に出力する。

現在位置取得部１０２は、現在速度取得部１０３から現在速度を入力すると、地上ＡＴＰ装置２００から取得した制限速度開始位置と入力した現在速度の積算値とに基づいて、現在位置を算出する（ステップＳ５）。現在位置取得部１０２は、算出した現在位置を走行曲線生成部１０４に出力する。

[0028] 走行曲線生成部１０４は、制限情報取得部１０１から制限情報を入力する。走行曲線生成部１０４は、現在速度取得部１０３から現在速度を入力する。また、走行曲線生成部１０４は、現在位置取得部１０２から現在位置を入力する。すると、入力した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する（ステップＳ６）。例えば、走行曲線生成部１０４は、図３で示したよう

に、現在位置と現在速度とに基づいて走行制御装置 3 の認識位置である現在位置を求め、その現在位置と制限情報に含まれる現在位置からの相対位置の配列とにより制限速度曲線を求める。そして、走行曲線生成部 104 は、求めた制限速度曲線に対して制限速度の誤差分のマージンを持たせた目標走行曲線を生成する。走行曲線生成部 104 は、例えば 5 キロメートル毎時のマージンを持たせた曲線を目標走行曲線として生成する。

[0029] 走行曲線生成部 104 は、生成した走行曲線を速度指令部 105 に出力する。

速度指令部 105 は、入力した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する（ステップ S 7）。速度指令部 105 は、速度指令を車両 2 の速度を制御する制御部に出力する（ステップ S 8）。

[0030] 以上、本発明の第一の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 の処理フローについて説明した。上述の交通システム 1 が備える走行制御装置 3 により、地上 ATP 装置 200 から取得した制限速度開始位置に基づいて、当該制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する。走行制御装置 3 は、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。走行制御装置 3 は、車両 2 の現在位置を取得し、車両 2 の現在速度を取得し、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する。走行制御装置 3 は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。

このようにすれば、車両 2 が走行制御装置 3 による自動運転を行う際に、走行距離に対する列車の走行時間を短くすることができる。

[0031] 次に、第二の実施形態について説明する。

図 5 は、本発明の第二の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 の処理フローの一例を示す図である。

また、図 6 は、本発明の第二の実施形態による走行制御装置 3 が生成する走行曲線の一例を示す図である。

次に、図5と図6を用いて、第二の実施形態による走行制御装置3を備える交通システム1の処理について説明する。

なお、第二の実施形態による交通システム1が備える車両2は、勾配などが変化し、式(1)で示した保証減速度 β などの走行条件が変化する路面を走行するものとする。また、走行制御装置3は、後述する式(2)～式(4)を保持しているものとする。

また、ここでは第一の実施形態と異なる処理ステップのみ詳しく説明する。

[0032] ステップS1とステップS2の処理を行い、第二の実施形態による車両速度制限部100は、第一の実施形態と同様に、現在位置からの相対位置の配列を生成した後、現在位置からの相対位置の配列のうち代表的な2つの速度に対する配列のみを含む制限情報を走行制御装置3に出力する(ステップS9)。例えば現在速度の小数点以下を切り捨てた速度 v_1 と、速度 v_1 における現在位置からの相対距離 x_1 と、 v_1 よりも1キロメートル毎時遅い速度 v_2 と、速度 v_2 における現在位置からの相対距離 x_2 とを含む制限情報を走行制御装置3に出力する。そして、ステップS4とステップS5の処理を行う。

[0033] 走行制御装置3が備える制限情報取得部101は、車両速度制限部100から、現在位置からの相対位置の配列のうち代表的な2つの速度に対する配列のみを含む制限情報を入力する。制限情報取得部101は、車両速度制限部100から入力した制限情報を走行曲線生成部104に出力する。

現在位置取得部102は、車両速度制限部100から現在位置を入力する。現在位置取得部102は、車両速度制限部100から入力した現在位置を走行曲線生成部104に出力する。

現在速度取得部103は、車両速度制限部100から現在速度を入力する。現在速度取得部103は、車両速度制限部100から入力した現在速度を走行曲線生成部104に出力する。

[0034] 走行曲線生成部104は、制限情報取得部101と現在位置取得部102と現在速度取得部103のそれぞれから制限情報と現在位置と現在速度を入

力する。そして、走行曲線生成部 104 は、保持している以下に示す式 (2) に、入力した制限情報を代入して、保証減速度 β と原則完了位置の相対位置 d_b を算出する。

[0035] [数2]

$$\beta = \frac{-v_1^2 + v_2^2}{2(x_1 - x_2 + (v_1 - v_2)T_d)}$$

$$d_b = \frac{v_1^2}{2\beta} + v_1 T_d \quad \dots (2)$$

[0036] 次に、走行曲線生成部 104 は、保持している以下に示す式 (3) に、車両速度制限部 100 から入力した現在位置と、現在速度と、算出した保証減速度 β と、相対位置 d_b とを代入する。そして、走行曲線生成部 104 は、図 6 で示す制限速度曲線を生成する (ステップ S10)。

[0037] [数3]

$$x'_{atp}(v) = x_o + d_b - \frac{v^2}{2\beta} - vT_d \quad \dots (3)$$

[0038] そして、走行曲線生成部 104 は、式 (3) に基づいて生成した制限速度曲線に対して、例えば 5 キロメートル毎時のマージンを持たせた以下で示す式 (4) を走行曲線として生成する (ステップ S11)。そして、ステップ S7 とステップ S8 の処理を行う。

[0039] [数4]

$$x_{atp}(v) = x'_{atp}(v + 2) \quad \dots (4)$$

[0040] 以上、本発明の第二の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 の処理フローについて説明した。上述の交通システム 1 が備える走行制御装置 3 により、地上 ATP 装置 200 から取得した制限速度開始位置に基づいて、当該制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する。走行制御装置 3 は、代表的な 2 つの制限速度情報と

当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する。走行制御装置 3 は、車両 2 の現在位置を取得し、車両 2 の現在速度を取得し、取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、走行曲線を生成する。走行制御装置 3 は、生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する。

このようにすれば、車両 2 が走行制御装置 3 による自動運転を行う際に、走行距離に対する列車の走行時間を短くすることができる。

また、車両速度制限部 100 から走行制御装置 3 へ出力する情報量が少なくなり、走行制御装置 3 が行う通信量が低減し伝送遅延が低減する。その結果、走行制御装置 3 の製造コストを削減することができる。

[0041] 次に、第三の実施形態について説明する。

図 7 は、本発明の第三の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 の処理フローの一例を示す図である。

次に、本発明の第三の実施形態による走行制御装置 3 を備える交通システム 1 について説明する。

なお、第三の実施形態による車両速度制限部 100 は、地上 ATP 装置 200 から取得した制限速度開始位置と保証減速度 β を一定とみなした式 (1) とに基づいて、制限速度曲線を設定するものとする。また、走行制御装置 3 は、次に示す式 (5) を保持しているものとする。

[0042] [数5]

$$x'_{atp}(v) = x_o + d_b - \frac{(v^2 - v_b^2)}{2\beta} - vT_d \quad \dots (5)$$

[0043] ステップ S1 とステップ S2 の処理を行う。その後、車両速度制限部 100 は、図 6 で示した速度がゼロになる、すなわち減速完了位置までの相対位置 d_b と、速度 v_b と、保証減速度 β とを含む制限情報を走行制御装置 3 に出力する (ステップ S12)。

[0044] 走行制御装置 3 が備える制限情報取得部 101 は、車両速度制限部 100 から、減速完了位置までの相対位置 d_b と、速度 v_b と、保証減速度 β とを

含む制限情報を入力する。制限情報取得部 101 は、車両速度制限部 100 から入力した制限情報を走行曲線生成部 104 に出力する。

現在位置取得部 102 は、車両速度制限部 100 から現在位置を入力する。現在位置取得部 102 は、車両速度制限部 100 から入力した現在位置を走行曲線生成部 104 に出力する。

現在速度取得部 103 は、すなわち車両速度制限部 100 から現在速度を入力する。現在速度取得部 103 は、車両速度制限部 100 から入力した現在速度を走行曲線生成部 104 に出力する。

[0045] 走行曲線生成部 104 は、制限情報取得部 101 と現在位置取得部 102 と現在速度取得部 103 のそれぞれから制限情報と現在位置と現在速度を入力する。そして、走行曲線生成部 104 は、走行制御装置 3 が保持している式 (5) に、入力した制限情報と現在位置と現在速度を代入して、制限速度曲線を生成する (ステップ S13)。そして、ステップ S11、ステップ S7、ステップ S8 の処理を行う。

[0046] このようにすれば、車両 2 が走行制御装置 3 による自動運転を行う際に、走行距離に対する列車の走行時間を短くすることができる。

また、車両速度制限部 100 から走行制御装置 3 へ出力する情報量が少なくなり、走行制御装置 3 が行う演算量が低減する。その結果、走行制御装置 3 の製造コストを削減することができる。

[0047] なお、第二の実施形態や第三の実施形態における走行曲線生成部 104 が制限速度曲線から走行曲線を生成する際に、車両 2 の速度が高速になるほどより大きな速度マージンを取って走行曲線を生成してもよい。

例えば、走行曲線生成部 104 は、 $x_{at.}(v) = x'_{at.}(v-2) - 0.2v - 0.01v^2$ のように、伝送遅延を補正する “ $-0.2v$ ” の項や、回生ブレーキの効きの悪さを補正する “ $-0.01v^2$ ” の項を追加してもよい。

このようにすれば、車両 2 の走行速度が高速領域であるほど制限速度曲線に接近してブレーキが作動してしまうリスクを低減することができる。

また、本発明の実施形態による走行制御装置3を備える交通システム1に対して説明した制御は、図2で示した減速完了要求位置までの位置の制御に限定するものではない。本発明の実施形態による走行制御装置3を備える交通システム1に対して説明した制御は、車両2の停止限界（速度0の制限速度）までの減速制御にも同様に適用できる。

[0048] なお、本発明の実施形態について説明したが、上述の走行制御装置3、車両速度制限部100、地上ATP装置200は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

[0049] また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0050] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定するものではない。また、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができるものである。

産業上の利用可能性

[0051] 上述の走行制御装置、車両、交通システム、制御方法、及びプログラムによれば、車両が走行制御装置による自動運転を行う際に、走行距離に対する列車の走行時間を短くすることができる。

符号の説明

[0052] 1 交通システム

2 車両

3 走行制御装置

1 0 0 車両速度制限部

1 0 1 制限情報取得部

1 0 2 現在位置取得部

1 0 3 現在速度取得部

1 0 4 走行曲線生成部

1 0 5 速度指令部

2 0 0 地上 A T P 装置

請求の範囲

- [請求項1] 車両に搭載され、前記車両の位置に応じた走行速度を設定して前記車両を走行させる走行制御装置であって、
- 制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための複数の位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する制限情報取得部と、
- 車両の現在位置を取得する現在位置取得部と、
- 車両の現在速度を取得する現在速度取得部と、
- 取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する走行曲線生成部と、
- 生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する速度指令部と、
- を備える走行制御装置。
- [請求項2] 前記制限情報取得部は、制限速度曲線の状態を現在位置からの相対位置の配列として制限情報を取得し、
- 前記走行曲線生成部は、当該制限情報に基づいて走行曲線を生成する
- 請求項1に記載の走行制御装置。
- [請求項3] 前記制限情報取得部は、現在位置からの相対位置の配列のうち代表的な速度に対する配列のみを含む制限情報を取得し、
- 前記走行曲線生成部は、当該制限情報に基づいて走行曲線を生成する
- 請求項1または請求項2に記載の走行制御装置。
- [請求項4] 前記制限情報取得部は、現在位置から減速完了位置までの相対位置と、速度と、保証減速度とを含む制限情報を取得し、
- 前記走行曲線生成部は、当該制限情報に基づいて走行曲線を生成する

る

請求項 1 または請求項 2 に記載の走行制御装置。

[請求項5] 制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部と、

前記車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する制限情報取得部と、

車両の現在位置を取得する現在位置取得部と、

車両の現在速度を取得する現在速度取得部と、

取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する走行曲線生成部と、

生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する速度指令部と、

を備える車両。

[請求項6] 制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部と、

前記車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する制限情報取得部と、

車両の現在位置を取得する現在位置取得部と、

車両の現在速度を取得する現在速度取得部と、

取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する走行曲線生成部と、

生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する速度指令部と、

を備える車両と、

を備える交通システム。

[請求項7] 車両に搭載され、前記車両の位置に応じた走行速度を設定して前記

車両を走行させる制御方法であって、

制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得し、

車両の現在位置を取得し、

車両の現在速度を取得し、

取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成し、

生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する制御方法。

[請求項8]

車両に搭載され、前記車両の位置に応じた走行速度を設定して前記車両を走行させる走行制御装置のコンピュータを、

制限速度開始位置で所定の減速完了速度とするための各位置での制限速度を設定する車両速度制限部から、制限速度情報と当該制限速度と対応する位置情報とからなる制限情報を取得する制限情報取得手段と、

車両の現在位置を取得する現在位置取得手段と、

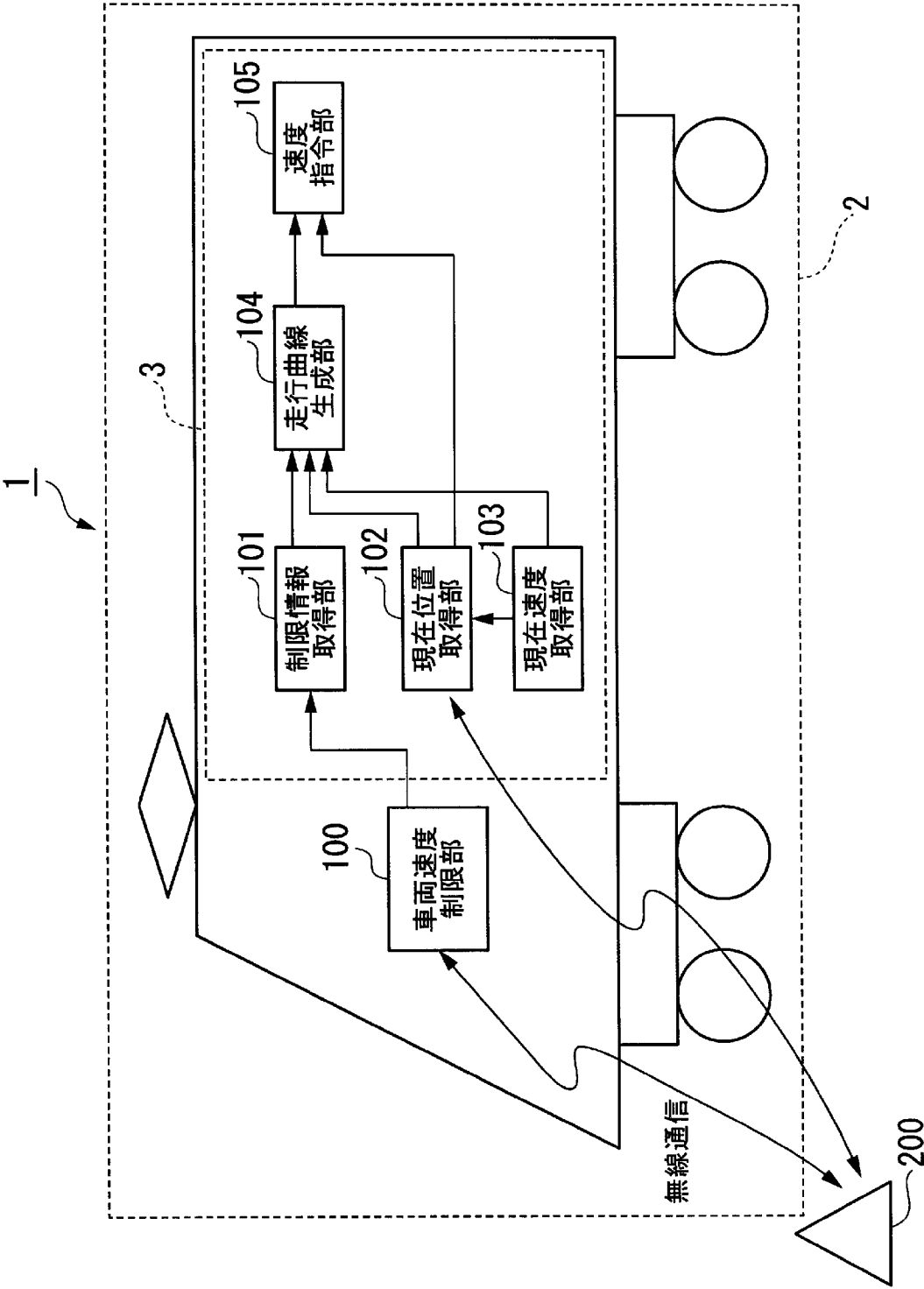
車両の現在速度を取得する現在速度取得手段と、

取得した制限情報と、現在位置と、現在速度とに基づいて、制限情報から得られる各位置における制限速度を満たす走行曲線を生成する走行曲線生成手段と、

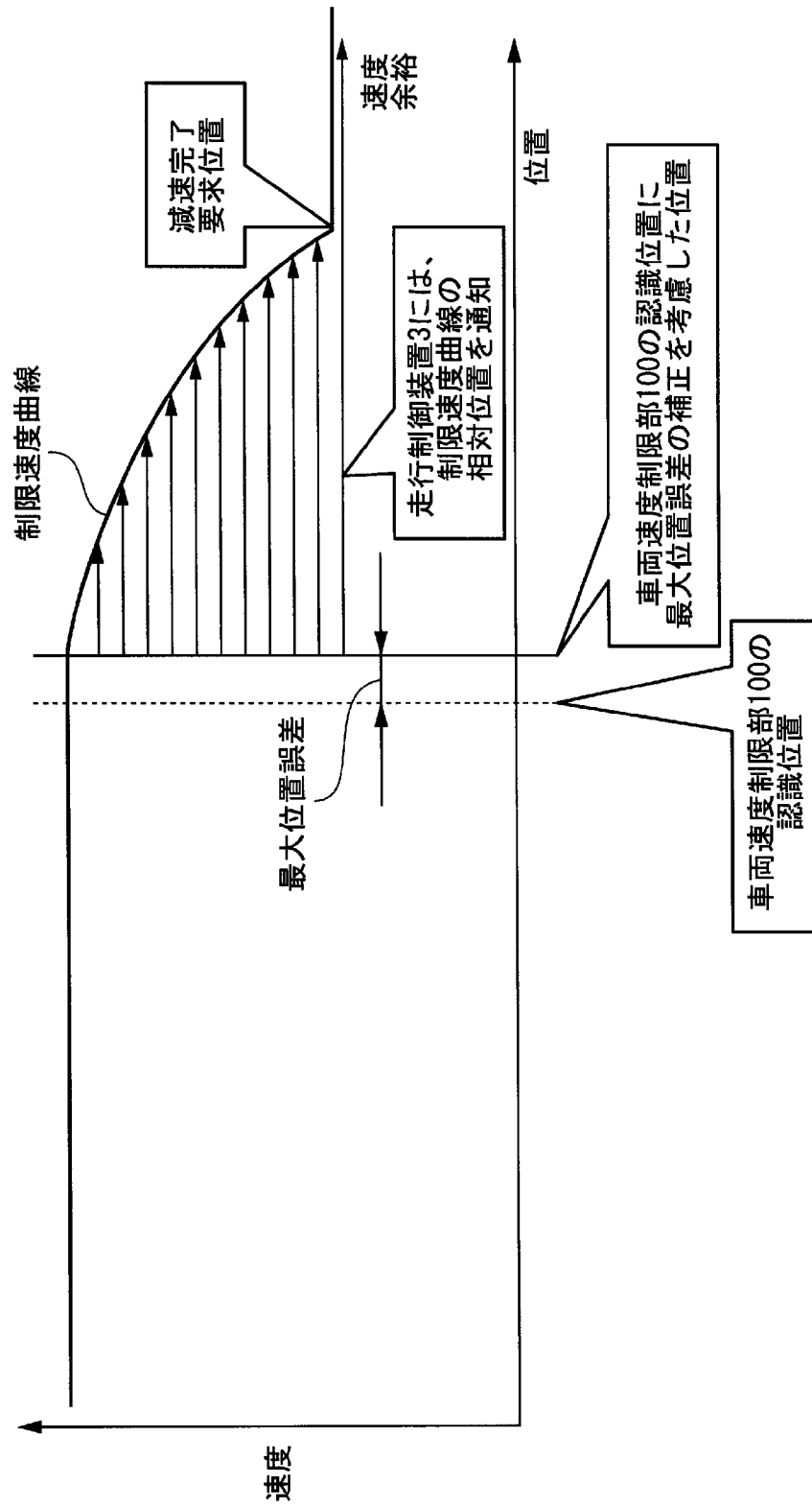
生成した走行曲線と、現在位置とに基づいて速度指令を生成する速度指令手段

として機能させるプログラム。

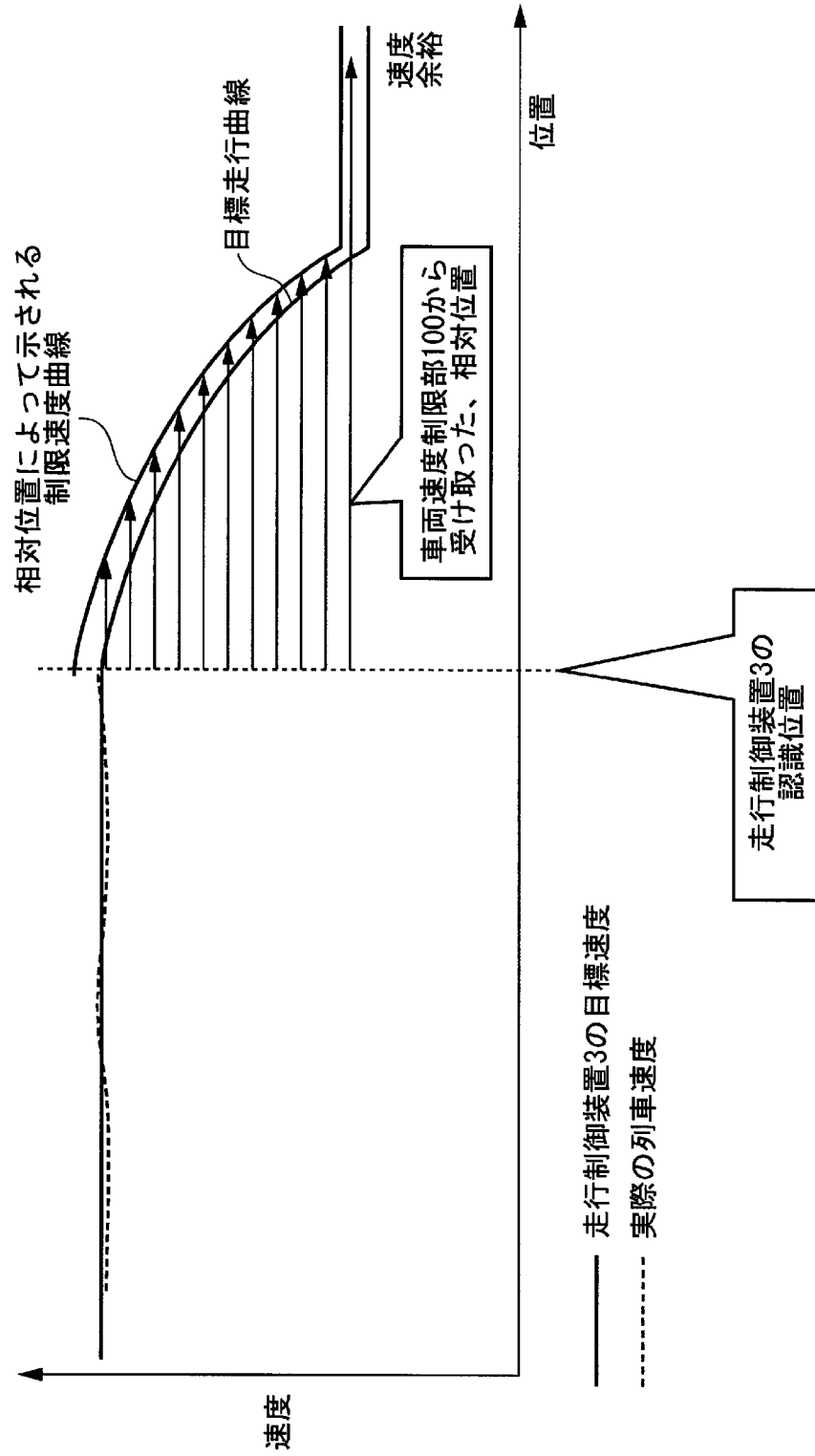
[図1]



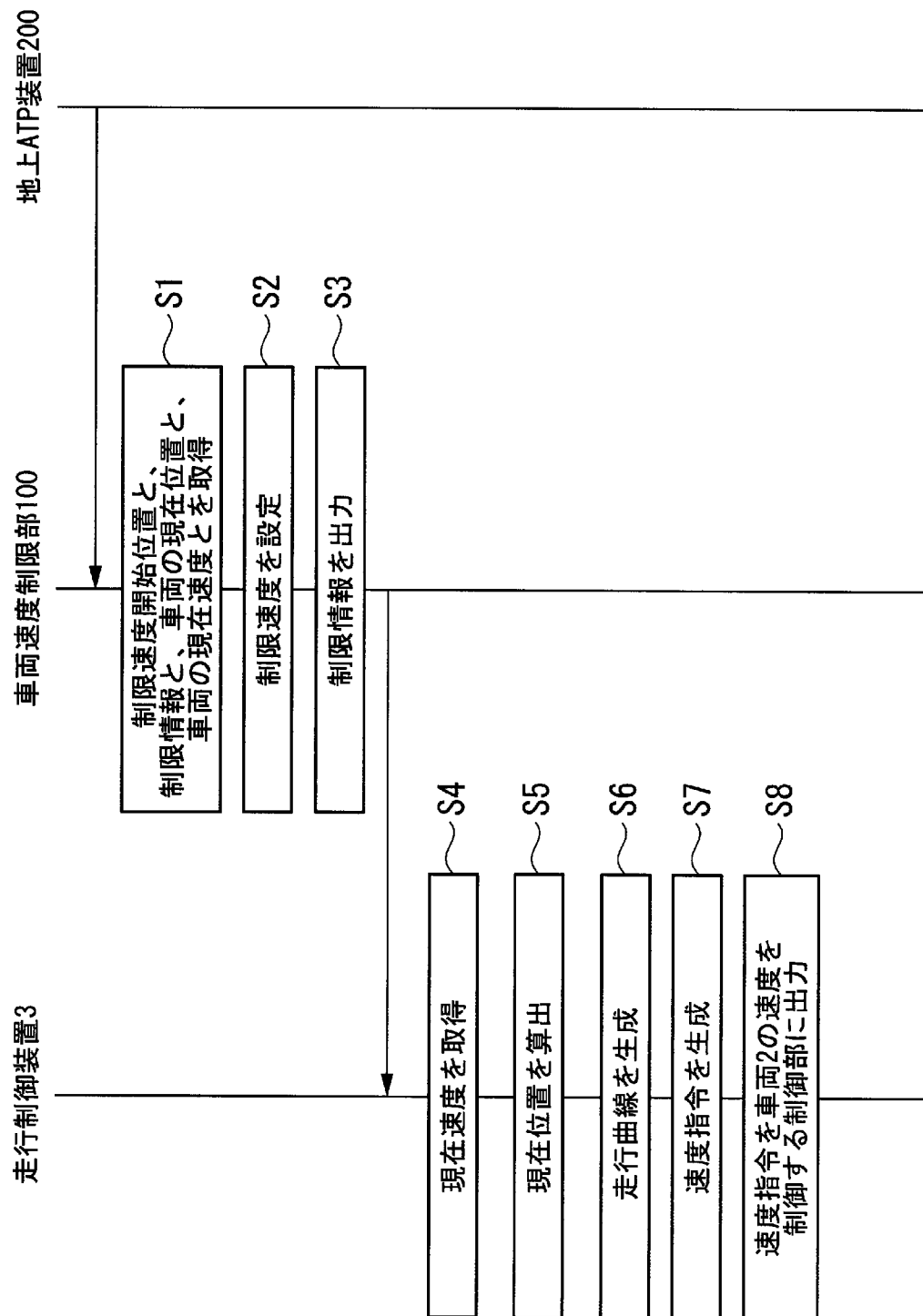
[図2]



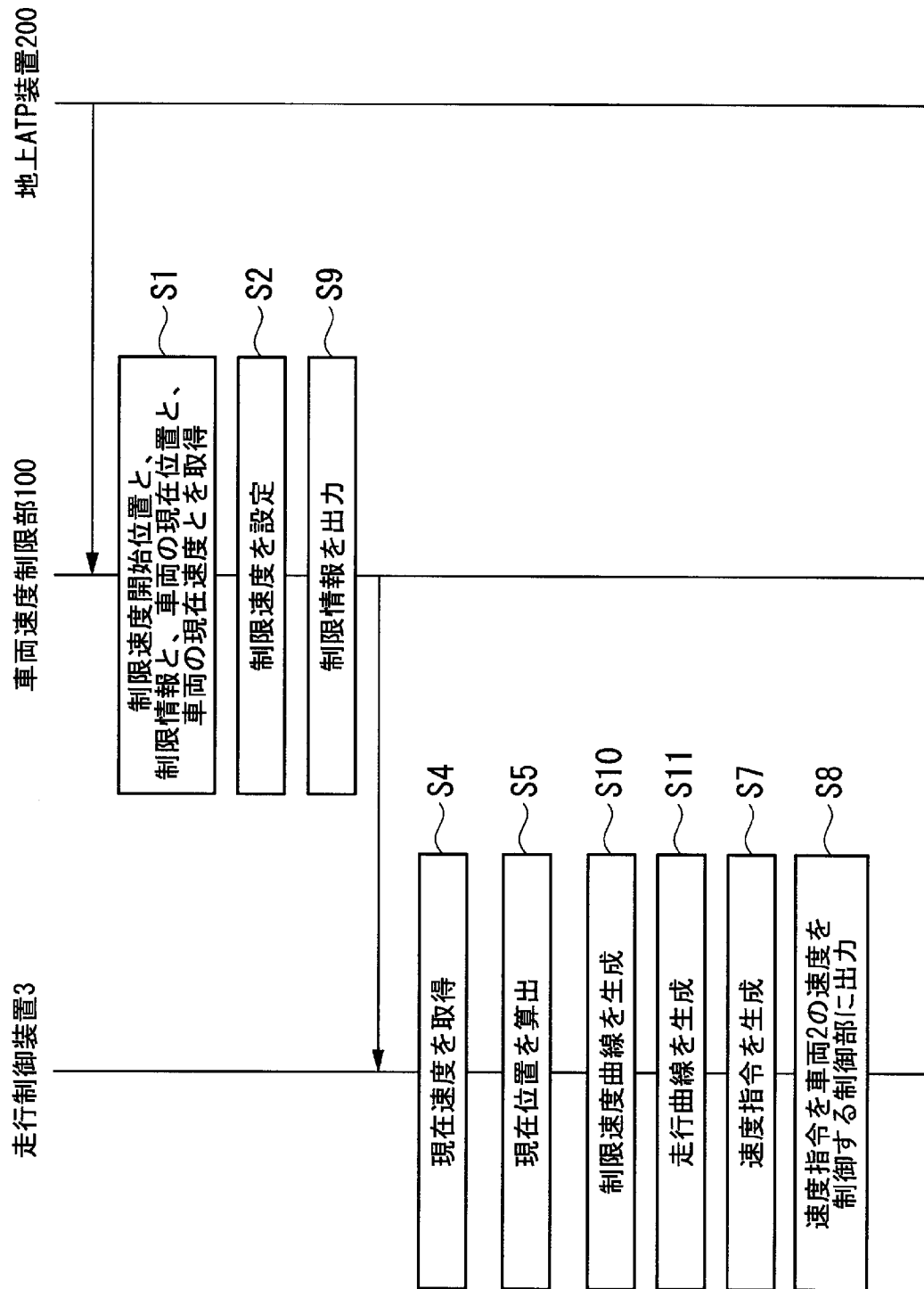
[図3]



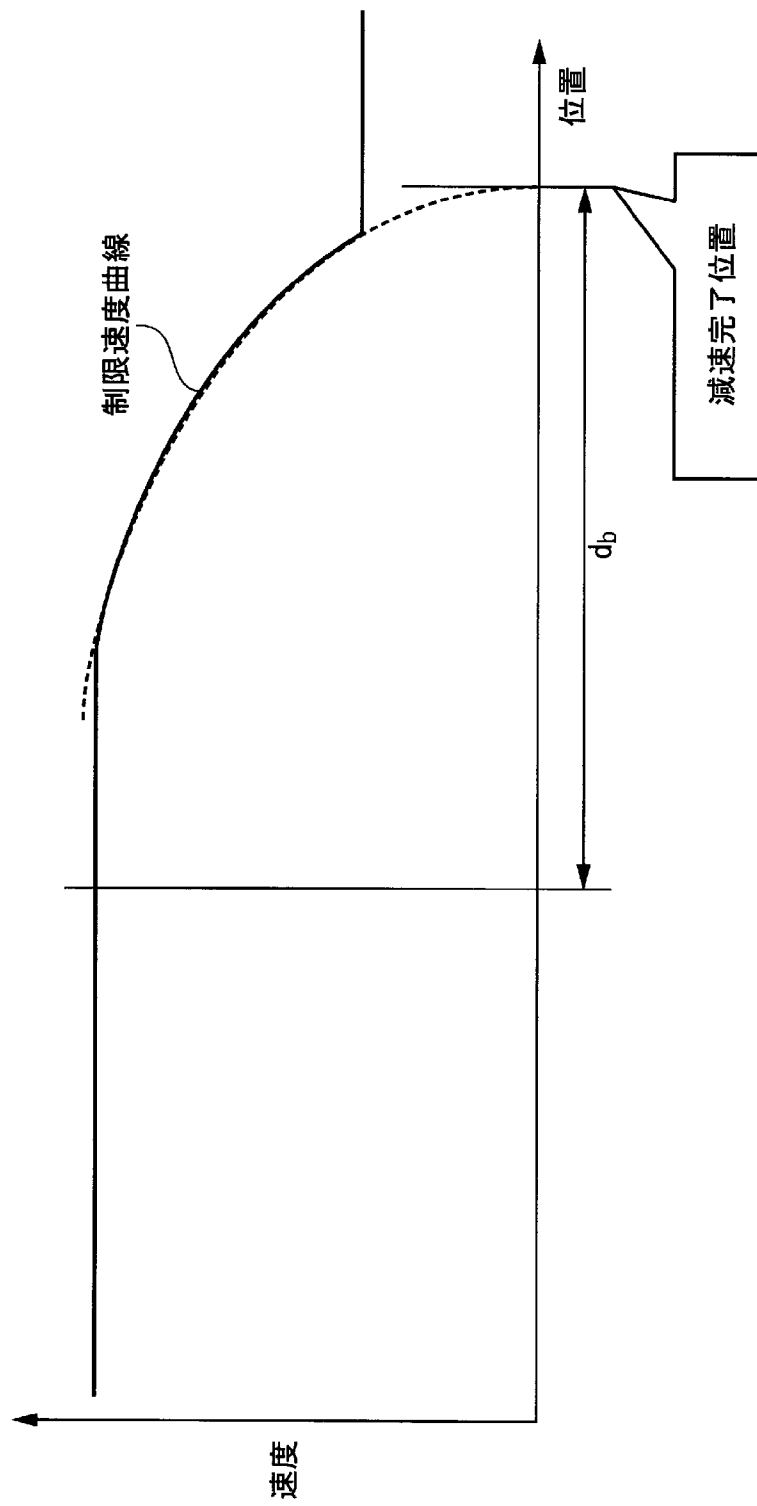
[図4]



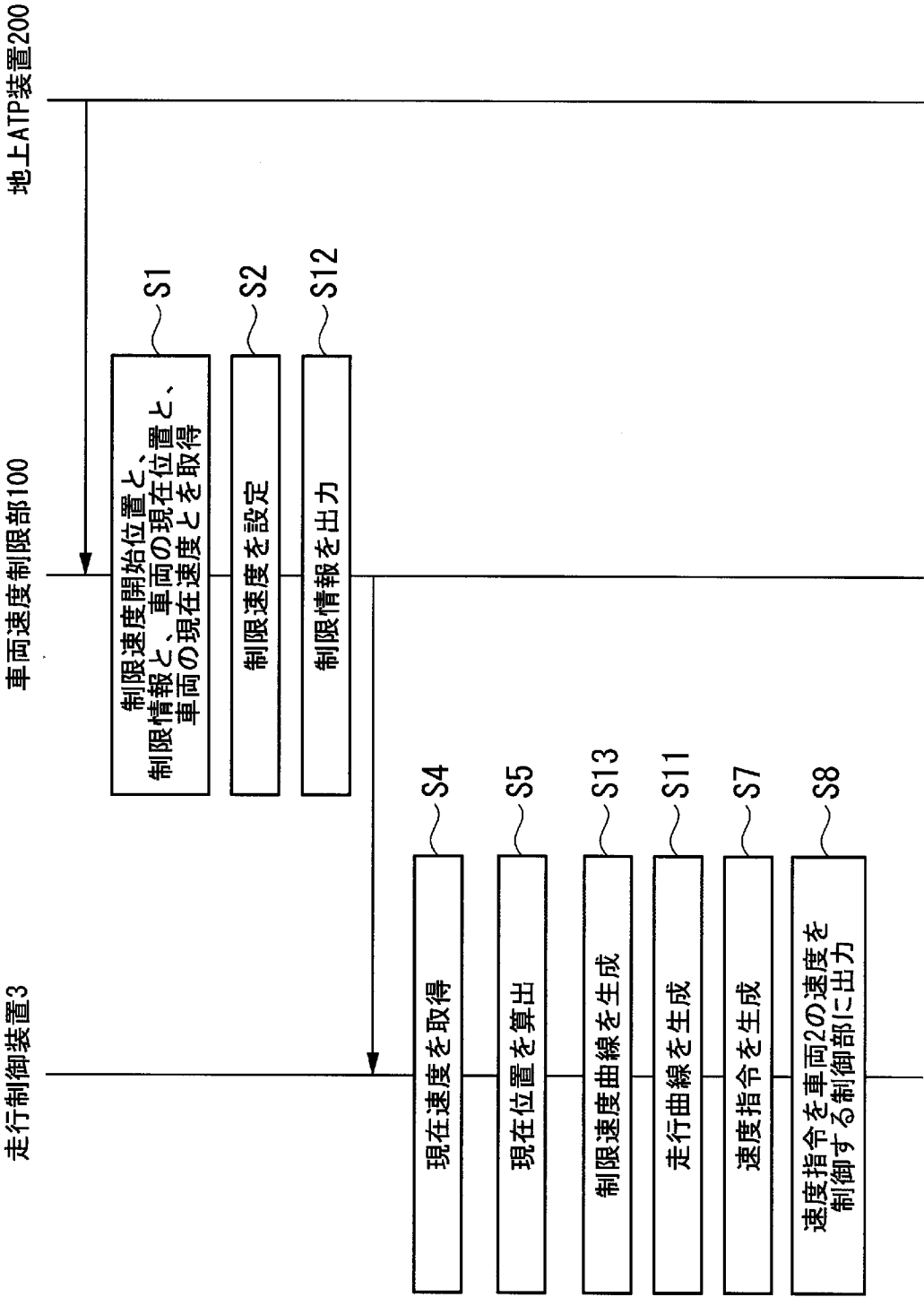
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078489

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L15/40(2006.01)i, B60L3/08(2006.01)i, B61L3/12(2006.01)i, B61L23/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L15/40, B60L3/08, B61L3/12, B61L23/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-105438 A (Toshiba Corp.), 31 May 2012 (31.05.2012), paragraphs [0011] to [0019]; fig. 1 to 2 & US 2012/0173055 A1 & EP 2637889 A & WO 2012/063439 A1 & CN 102803008 A	1-3, 5-8 4
X Y	JP 2013-172475 A (Toshiba Corp.), 02 September 2013 (02.09.2013), paragraphs [0010] to [0018]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-3, 5-8 4
Y	JP 62-7308 A (Kobe Steel, Ltd.), 14 January 1987 (14.01.1987), page 2, lower right column, line 15 to page 3, upper left column, line 13; fig. 1 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 January 2015 (19.01.15)

Date of mailing of the international search report
27 January 2015 (27.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078489

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-217564 A (Toshiba Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), entire text; all drawings & US 8374739 B2 & EP 2554427 A1 & WO 2011/125822 A1 & CN 102834293 A	1-8
A	JP 9-76914 A (Central Japan Railway Co.), 25 March 1997 (25.03.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 9-193805 A (Toshiba Corp.), 29 July 1997 (29.07.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60L15/40(2006.01)i, B60L3/08(2006.01)i, B61L3/12(2006.01)i, B61L23/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60L15/40, B60L3/08, B61L3/12, B61L23/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2012-105438 A（株式会社東芝）2012.05.31, 段落【0011】-【0019】、第1-2図 & US 2012/0173055 A1 & EP 2637889 A & WO 2012/063439 A1 & CN 102803008 A	1-3, 5-8 4
X Y	JP 2013-172475 A（株式会社東芝）2013.09.02, 段落【0010】-【0018】、 第1-3図（ファミリーなし）	1-3, 5-8 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

東 勝之

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

3 H

9 2 5 0

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 62-7308 A (株式会社神戸製鋼所) 1987.01.14, 第2頁右下欄第15行ー第3頁左上欄第13行目、第1図 (ファミリーなし)	4
A	JP 2011-217564 A (株式会社東芝) 2011.10.27, 全文, 全図 & US 8374739 B2 & EP 2554427 A1 & WO 2011/125822 A1 & CN 102834293 A	1-8
A	JP 9-76914 A (東海旅客鉄道株式会社) 1997.03.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-193805 A (株式会社東芝) 1997.07.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8