

(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
2018年9月13日(13.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/163508 A1

(51) 国際特許分類:
B61L 27/00 (2006.01) B60L 15/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/040345

(22) 国際出願日: 2017年11月9日(09.11.2017)

(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 2017-042396 2017年3月7日(07.03.2017) JP

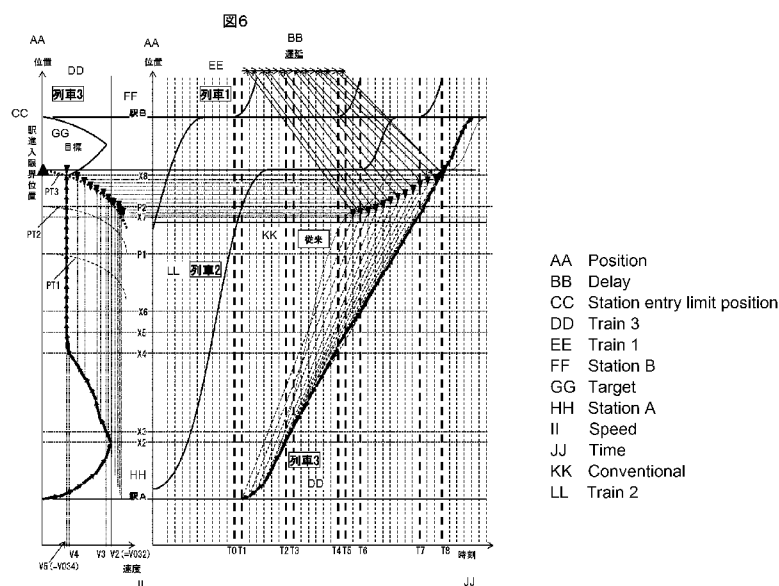
(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宮内 努 (MIYAUCHI, Tsutomu);
〒1008280 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 Tokyo (JP). 鈴木 基也(SUZUKI, Motonari); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 小熊 賢司(OGUMA, Kenji); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 水津 宏志(SUIZU, Hiroshi); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 鈴木 一也(SUZUKI, Kazuya); 〒1008280 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所(PATENT CORPORATE BODY DAI-ICHI)

(54) Title: TRAIN CONTROL SYSTEM, TRAIN CONTROL METHOD, AND TRAIN ON-BOARD DEVICE

(54) 発明の名称: 列車制御システム、列車制御方法および列車の車上装置



(57) Abstract: In order to prevent stoppages between stations caused by the following train approaching the preceding train too closely and to reduce the increases in energy consumption and delays in the event a delay in the departure time of a train occurring due to an increase in embarkation/disembarkation time caused by congestion and passengers rushing onto the train or the like, the present invention calculates, from the brake pattern for stopping the train short of the section occupied by the preceding train traveling ahead of the train, the shortest release time which is the earliest time when the



KOKUSAI TOKKYO JIMUSHO); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目5番12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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

brake pattern disappears on the basis of the departure time of the preceding train at a target station, calculates a station entry limit position to prevent the train from entering the target station from the brake pattern, calculates the target speed of the train from the station entry limit position, current position, deceleration and shortest release time of the train, and determines a travel command for controlling the travel of the train on the basis of the target speed, current speed, and brake pattern of the train.

(57) 要約: 混雑に伴う乗降時間の増加やかけこみ乗車などにより、列車の出発時刻に遅延が発生した場合に、後続列車が先行列車に過剰に接近することで起こる駅中間での停止を防止し、消費エネルギーおよび遅延の増大を低減するために、列車の前方を走行する先行列車による占有区間の手前に当該列車を停止させるためのブレーキパターンから、目標駅における先行列車の出発時刻に基づいて、当該ブレーキパターンが消失するとした場合に該消失が最も早い時刻である最短解放時刻を計算し、ブレーキパターンから列車が目標駅へ進入することを防止するための駅進入限界位置を求め、列車の駅進入限界位置、現在位置、減速度および最短解放時刻から列車の目標速度を算出し、列車の目標速度および現在速度並びにブレーキパターンに基づいて列車の走行を制御するための走行指令を決定する。

明 細 書

発明の名称：

列車制御システム、列車制御方法および列車の車上装置

技術分野

[0001] 本発明は、先行列車の遅延により、その後ろを走行する後続列車に対して発生する遅延波及を抑制する列車制御システム、列車制御方法および列車の車上装置に関し、先行列車の出発時刻の遅れの予測が困難な状況において、後続列車の駅間停止を抑制することでエネルギー増大を防止するものである。

背景技術

[0002] 鉄道システムにおいて、同一走行路を走行する列車は、列車同士が衝突しないように信号によって制御されていることから、信号を考慮して設計されているダイヤの通りに列車が走行をしている場合には、信号によって後続列車にブレーキがかかる状況はあまり発生しない。

[0003] しかしながら、ある列車が遅延しダイヤ上の余裕を無くした場合には、その後ろを走行する後続列車に対して、先行列車との衝突を回避するためにブレーキがかかる現象が頻繁に起こり得る。特に、都市部のように高密度に列車が走行している場合には、その更に後ろを走行している後続列車に対してもこの現象が波及することになる。これによって、加減速の増大による消費エネルギーの増加を招くとともに、更に遅延が波及する事態を招くことになる。

[0004] このような事態を解決するための技術として、特許文献1には、地上装置と、地上装置が管理する領域内のすべての列車上にある車上装置とをネットワークにより結んだ地上車上連携システムにおいて、地上装置は、各列車上にある車上装置から列車走行情報を入手し、内部にある処理装置によって該当する後続列車に対する目標情報を作成し、この目標情報を各列車上にある車上装置に送付することにより、当該車上装置は、送付された目標情報に従

い走行する方法が記述されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-006009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記述されている方法は、列車が到着した時刻情報を基に処理をするため、混雑に伴う乗降時間の増加や駆け込み乗車などにより出発時刻に遅延が発生するなど、乗客の動態に依存する出発時刻の遅延に対してまで対応を図ることは、不可能である。このような状況下では、後続列車が先行列車に過剰に接近することとなり、信号によって後続列車にブレーキがかかり駅中間で停車することになる。さらに、その後続列車も同じように過剰に接近することになるため、連鎖的に駅中間で停車することになる。

[0007] このように、先行列車の出発の遅れがその後ろを走行する後続列車に影響を与え、さらに後続する列車へと波及することが起こる。その結果として、平常運転時と比較して消費エネルギーが増大するとともに、列車遅延の波及を招くことになる。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る列車制御システムは、上記課題を解決するために、地上側が備える最短解放時刻計算部と、列車の車上側または地上側が備える目標速度算出部と、車上側が備える走行制御装置とを有し、最短解放時刻計算部は、列車の前方を走行する先行列車による占有区間の手前に当該列車を停止させるためのブレーキパターンから、目標駅における先行列車の出発時刻に基づいて、当該ブレーキパターンが消失するとした場合に該消失に至る最も早い時刻である最短解放時刻を計算し、目標速度算出部は、ブレーキパターンから列車が目標駅へ進入することを防止するための駅進入限界位置を求め、列

車の駅進入限界位置、現在位置、減速度および最短解放時刻から列車の目標速度を算出し、走行制御装置は、列車の目標速度および現在速度並びにブレーキパターンに基づいて、列車の走行を制御するための走行指令を決定する走行決定部または列車の運転者に対して自列車の運転支援情報を提供する運転支援部を備え、列車の走行を、走行制御装置により制御することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、列車の駅間停止を最小限に抑制して回避することが可能となり、平常運転時と比較して消費エネルギーの増大を防ぐとともに、列車遅延の増大や波及を防ぐことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の実施例1に係るシステム構成の一例およびデータフローを示す図である。

[図2]図2は、最短解放時刻計算装置が実行する処理のフローチャートを示す図である。

[図3]図3は、自動列車走行装置の内部構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、目標速度算出装置が実行する処理のフローチャートを示す図である。

[図5]図5は、走行決定装置の内部構成の一例を示す図である。

[図6]図6は、本発明に係る列車制御を実施した場合の効果を示す図である。

[図7]図7は、本発明の実施例2に係るシステム構成の一例およびデータフローを示す図である。

[図8]図8は、列車走行装置の内部構成の一例を示す図である。

[図9]図9は、運転支援装置によって表示される運転支援画面の一構成例を示す図である。

[図10]図10は、本発明の実施例3に係るシステム構成の一例およびデータフローを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明を実施するための形態として、実施例１～３について、図面を用いて以下に説明する。

実施例 1

[0012] 図１は、本発明の実施例１に係るシステム構成の一例およびデータフローを示す図である。

地上装置１０１は、管轄する路線の情報を管理し、管轄する路線を走行する列車１０２Ａ、１０２Ｂ、１０２Ｃ、…（以下、全てを総称して「列車１０２」とする）に対して情報を送信する。列車１０２（１０２Ａ、１０２Ｂ、１０２Ｃ、…）は、送信された情報を基に自列車を制御する。

[0013] また、地上装置１０１は、管轄する路線を走行する列車の発着状況を管理する発着状況管理装置１０３、各駅の時隔データ（列車到着の時間間隔を示すデータ）を管理する時隔データベース１０４、管轄する路線のダイヤを記録しておくダイヤデータベース１０５、発着状況管理装置１０３と時隔データベース１０４とダイヤデータベース１０５とからの各情報を入力とする最短解放時刻計算装置１０６および列車１０２（１０２Ａ、１０２Ｂ、１０２Ｃ、…）に情報を送信する地上側送信装置１０７から構成される。

[0014] ここで、最短解放時刻計算装置１０６は、発着状況管理装置１０３、時隔データベース１０４およびダイヤデータベース１０５からの各入力情報を基にして、各列車１０２Ａ、１０２Ｂ、１０２Ｃ、…が進入しようとする駅への進入防止を図るブレーキパターンの最短解放時刻１５１Ａ、１５１Ｂ、１５１Ｃ、…（以下、全てを総称して「最短解放時刻１５１」とする）および各列車の駅進入限界位置１５２Ａ、１５２Ｂ、１５２Ｃ、…（以下、全てを総称して「駅進入限界位置１５２」とする）を計算する。ここで、この最短解放時刻とは、上記ブレーキパターンが消失するとした場合に、この消失することに至る最も早い時刻を示している。

[0015] 地上側送信装置１０７は、最短解放時刻１５１（１５１Ａ、１５１Ｂ、１５１Ｃ、…）および駅進入限界位置１５２（１５２Ａ、１５２Ｂ、１５２Ｃ、…）の各情報を列車１０２（１０２Ａ、１０２Ｂ、１０２Ｃ、…）に送信

する。

[0016] 列車１０２（図１の下図、参照）は、地上装置１０１から情報を受信する車上側受信装置１０８、列車の加減速特性を記録するデータベース１０９、現在の列車速度１５４および現在の列車位置１５５を計測する速度計測装置１１０および列車の走行方法を決定する自動列車走行装置１１１から構成される。

[0017] ここで、車上側受信装置１０８は、地上装置１０１から最短解放時刻１５１および駅進入限界位置１５２を受信するとともに、信号装置（図示せず）から自列車の前方を走行する先行列車との関係で定まる自列車進入限界位置１５３を受信する。

[0018] 速度計測装置１１０は、現在の列車速度１５４および現在の列車速度１５４を積分することで得られる現在の列車位置１５５を計測する。速度計測装置１１０としては、速度発電機やＧＰＳなどを用いてもよい。

[0019] 自動列車走行装置１１１は、最短解放時刻１５１、駅進入限界位置１５２、自列車進入限界位置１５３、現在の列車速度１５４、現在の列車位置１５５およびデータベース１０９に記録された加減速特性１５６を基にして、列車の走行方法を決定する。自動列車走行装置１１１が決定した走行方法に従って、列車１０２は自動運転を行う。

[0020] 図２は、最短解放時刻計算装置１０６が実行する処理のフローチャートを示す図である。以下、このフローチャートに沿って処理内容を説明する。なお、以下の各ステップでは、最短解放時刻計算装置１０６を「計算装置１０６」と簡略して記す。

[0021] ステップ２０１で、計算装置１０６は、管轄する路線上に存在する列車のリストを抽出し、ステップ２０２に進む。このリストの抽出に際し、ダイヤデータベース１０５を参酌して、発着状況管理装置１０１により発着状況に応じた適宜の補正を加える。

[0022] ステップ２０２で、計算装置１０６は、ステップ２０１で抽出した列車のリストの中から駅間に存在する１列車を抽出し、ステップ２０３に進む。

[0023] ステップ203で、計算装置106は、ステップ202で抽出した列車が向かっている駅までの間に、自列車より前に停車している列車数Nを算出し（抽出した列車が向かっている駅に停車している列車も含む）、ステップ204に進む。この算出には、ダイヤデータベース105および発着状況管理装置101を用いる。

[0024] ステップ204で、計算装置106は、ステップ202で抽出した列車が向かっている駅に停車している他列車が出発遅延しているか否かをチェックする。他列車が停車しかつ出発遅延している場合（Y）には、ステップ205に進む。他方、他列車が停車していない、あるいは他列車が停車していても出発遅延していない場合（N）には、ステップ206に進む。

[0025] ステップ205で、計算装置106は、ステップ203で抽出した列車数Nを基に、以下の計算式により最短解放時刻を算出し、ステップ207に進む。ここで、時隔のデータは、時隔データベース104により得る。

$$\text{最短解放時刻} = \text{現在時刻} + \text{時隔} \times \text{列車数} N$$

[0026] ステップ206で、計算装置106は、抽出した列車が向かっている駅に到着するまでに、最短解放時刻が一度でも出されている場合には、その中で最も直近に出された最短解放時刻を指令し、ステップ207に進む。一度も出されていない場合には、最短解放時刻を指定しない。

[0027] ステップ207で、計算装置106は、管轄する路線上に存在する列車のリストから現在の列車を削除し、ステップ208に進む。

[0028] ステップ208で、計算装置106は、管轄する路線上に存在する列車のリストにまだ列車が存在するか否かをチェックし、存在する（Y）場合にはステップ202に戻り、存在しない（N）場合には処理を終了する。

[0029] 図3は、車上装置102が搭載する自動列車走行装置111の内部構成の一例を示す図である。

自動列車走行装置111は、目標速度351を算出する目標速度算出装置301、目標走行パターン352を格納する走行パターンデータベース302および走行指令353を決定する走行決定装置303から構成される。

[0030] 目標速度算出装置 301 は、最短解放時刻 151、駅進入限界位置 152、現在の列車位置 155 および加減速特性 156 を基にして、自列車の目標速度 351 を算出する。

走行パターンデータベース 302 は、(位置、速度) の集合で構成される自列車の目標走行パターン 352 を記憶している。その際には、走行パターンデータベース 302 には、あらかじめ作成した走行パターンおよび走行中に作成した走行パターンの少なくとも一方を格納する。

[0031] 走行決定装置 303 は、自列車進入限界位置 153、現在の列車速度 154、現在の列車位置 155、加減速特性 156、目標速度 351 および自列車の目標走行パターン 352 を基にして、自列車の走行指令 353 を決定する。

[0032] 図 4 は、自動列車走行装置 111 に設ける目標速度算出装置 301 が実行する処理のフローチャートを示す図である。以下に、このフローチャートに沿って処理内容を説明する。なお、以下の各ステップでは、目標速度算出装置 301 を「算出装置 301」と簡略して記す。

[0033] ステップ 401 で、算出装置 301 は、最短解放時刻 151 (T__Release) があるかどうかをチェックし、それがあある (Y) 場合にはステップ 402 に進み、それがない (N) 場合には、ステップ 405 に進む。

[0034] ステップ 402 で、算出装置 301 は、駅進入限界位置 152 (X__LMA) を取得し、ステップ 403 に進む。

[0035] ステップ 403 で、算出装置 301 は、加減速特性 156 を基にして列車の減速度 (β [m/s/s]) を取得し、ステップ 404 に進む。

[0036] ステップ 404 で、算出装置 301 は、列車の現在位置 155 (X [m])、ステップ 402 で取得した駅進入限界位置 152 (X__LMA [m])、ステップ 403 で取得した列車の減速度 (β [m/s/s]) および最短解放時刻 151 (T__Release) と現在時刻 T との差分値 (ΔT [s]) から、以下の式を用いて目標速度 351 (V [km/h]) を算出し、処理を終了する。

$$V = \{ -\Delta T + (\Delta T^2 + 2/\beta \times |X_LMA - X|)^{1/2} \} \times \beta \times 3.6$$

[0037] 他方、ステップ405で、算出装置301は、列車の最高速度を目標速度351に設定し、処理を終了する。

[0038] 図5は、自動列車走行装置111に設ける走行決定装置303の内部構成の一例を示す図である。

走行決定装置303は、第1の走行指令551を決定する走行追従制御部501、信号速度552を算出する信号速度算出部502、第2の走行指令554を決定する目標速度制御部504および比較処理部503並びに505から構成される。

[0039] 走行追従制御部501は、現在の列車速度154、現在の列車位置155および目標走行パターン352を基にして、現在の列車速度154および現在の列車位置155を目標走行パターン352に近づけるように、第1の走行指令551を決定する。

[0040] 信号速度算出部502は、自列車進入限界位置153、現在の列車位置155および加減速特性156を基にして、現在の列車位置における自列車のブレーキパターン速度に相当する信号速度552を算出する。

[0041] 比較処理部503は、信号速度552と目標速度351の小さい方の数値を追従目標速度553として出力する。

目標速度制御部504は、現在の列車速度154を追従目標速度553に近づけるように、第2の走行指令554を決定する。

[0042] 比較処理部505は、第1の走行指令551と第2の走行指令554の小さい方の指令値を自列車の走行指令353として出力する。

[0043] なお、走行追従制御部501からの第1の走行指令551の決定方法および目標速度制御機能504からの第2の走行指令554の決定方法は、公知の手法を用いてもよく、例えば、目標速度と現在速度の偏差による比例制御などを用いればよい。

[0044] また、信号速度算出部502の信号速度552の算出方法には、信号速度

552を V_ATP [km/h]、自列車進入限界位置153を Y_LMA [m]、現在の列車位置155を X [m]、加減速特性156で定まる列車の減速度を β [m/s/s]とした場合に、以下の式を用いる。

$$V_ATP = (2 \times \beta \times |Y_LMA - X|)^{1/2} \times 3.6$$

[0045] 図6は、本発明に係る列車制御を実施した場合の効果を示す図である。

時刻 T_0 の時点で、駅Bに列車1が停車し、駅Aから駅Bに向かって列車2、その後を列車3が走行している状態を想定する。この後、列車1が駅Bで出発遅延した際に、本発明に係る制御を適用した場合に得られる効果を説明する。

[0046] 図6において、左側の図（以下、「図6左図」という）は、横軸を速度、縦軸を位置とし、列車3に対して、本発明に係る制御を適用した場合の走行の軌跡（速度変化）を示している。右側の図（以下、「図6右図」という）は、横軸を時刻、縦軸を位置とし、列車1、列車2および列車3それぞれの時々刻々の位置を示している。

[0047] 以下では、図2および図4に示す処理フロー並びに図5に示す構成による走行指令を決定する制御態様に沿って、図6右図を中心にして効果を説明する。

[0048] (1) 時刻 T_0 まで

時刻 T_0 までは、列車1に出発遅延がない状態である。このため、時刻 T_0 までは、列車2および列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、いずれもステップ201→202→203→204(N)→206→207→208と処理は進み、最短解放時刻は指定されない（ステップ206では、直近に出された最短解放時刻がないため、指定されない）。なお、ステップ203で抽出されるNは、列車2に対しては $N=1$ 、列車3に対しては $N=2$ となる。

[0049] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、列車2および列車3に対して、いずれもステップ401(N)→405と処理は進み、目標速度は列車最高速度の設定となる。

[0050] さらに、図5に示す制御態様を実施することにより、列車2および列車3の走行指令が確定する。列車2（走行パターンを図示せず）については、図6右図に示す時刻－位置の軌跡から、時刻T0の時点で向かっている駅の進入限界位置近くまで到達している。しかし、時刻T0の時点では駅の進入限界位置から発生するブレーキパターンに抵触することなく、かつ先行する列車1に出発遅延が発生していないことから、駅Bへの停車に向けて走行する。列車2に後続する列車3は、目標速度に向けて加速する。

[0051] （2）時刻T1

時刻T1の時点で、列車1には出発遅延が発生する。この時、列車2および列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、いずれもステップ201→202→203→204（Y）→205→207→208と進み、それぞれの最短開放時刻T021およびT031が算出される。なお、ステップ203で抽出されるNは、列車2に対してはN=1、列車3に対してはN=2となる。

[0052] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、列車2および列車3に対して、いずれもステップ401（Y）→402→403→404と進み、それぞれの目標速度V021およびV031が算出される。

[0053] この目標速度V021およびV031に従って、列車2および列車3は、図5に示す制御態様を行う。列車2（走行パターンを図示せず）については、図6右図に示す時刻－位置の軌跡から、時刻T1の時点で、向かっている駅の進入限界位置から発生するブレーキパターンPT3に抵触することになり、制動状態となる。

[0054] 一方、列車3については、向かっている駅の進入限界および先行する列車2によって定まる自列車の進入限界P1で定まるブレーキパターンPT1までは距離があることから、目標速度V031に応じて制御することになる。なお、目標速度V031が現在速度よりも大きいため、列車3は加速状態（図6左図）となる。

[0055] （3）時刻T1～T2

時刻 T_1 から T_2 へ進むと、列車 2 は駅進入限界位置に停車することになる。目標速度 V_{O21} は、列車 2 が進入限界位置に到達したため 0 となる。このため、制動の指令が出されたままとなる。以下、列車 2 については、時刻 T_4 までは同じ挙動となるため、時刻 T_4 までは触れない。

[0056] 一方、列車 3 の目標速度 V_{O31} は、現在速度に近づく方向ではあるが、現在速度よりも高い値となっている。また、先行する列車 2 によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン P_T2 までは距離があることから、目標速度 V_{O31} に応じて制御することになる。このため、列車 3 は引き続き加速する（図 6 左図）。

[0057] (4) 時刻 T_2

時刻 T_2 の時点で、列車 3 は、 X_2 の位置に到達し、速度 V_2 となる。列車 3 に対して、図 2 に示す最短解放時刻計算装置 106 の処理フローでは、ステップ 201 → 202 → 203 → 204 (Y) → 205 → 207 → 208 と進み、最短開放時刻 T_{O32} が算出される。なお、ステップ 203 で抽出される N は、列車 2 に対しては $N=1$ 、列車 3 に対しては $N=2$ となる。

[0058] また、図 4 に示す目標速度算出装置 301 の処理フローでは、ステップ 401 (Y) → 402 → 403 → 404 と進み、目標速度 V_{O32} が算出される。また、先行する列車 2 によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン P_T2 までは距離があることから、目標速度 V_{O32} に応じて制御することになる。この目標速度 V_{O32} が、現在の速度 V_2 と一致するため、列車 3 は現在の速度 V_2 を保つように動作する。

[0059] (5) 時刻 T_3

時刻 T_3 の時点で、列車 3 は、 X_3 の位置に到達し、速度 V_3 となる。列車 3 に対して、図 2 に示す最短解放時刻計算装置 106 の処理フローでは、ステップ 201 → 202 → 203 → 204 (Y) → 205 → 207 → 208 と進み、最短開放時刻 T_{O33} が算出される。なお、ステップ 203 で抽出される N は、列車 2 に対しては $N=1$ 、列車 3 に対しては $N=2$ となる。

[0060] また、図 4 に示す目標速度算出装置 301 の処理フローでは、ステップ 4

01 (Y) → 402 → 403 → 404 と進み、目標速度 V_{033} が算出される。また、先行する列車 2 によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン PT_2 までは距離があることから、目標速度 V_{033} に応じて制御することになる。目標速度 V_{033} は、現在速度 V_3 よりも低いため、列車 3 は目標速度 V_{033} となるように減速する（図 6 左図）。

[0061] (6) 時刻 $T_3 \sim T_4$

時刻 T_3 から T_4 へと進むに従い、列車 3 の目標速度 V_{033} は、現在の速度よりも低くなる値が算出される。また、先行する列車 2 によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン PT_2 までは依然距離があることから、目標速度 V_{033} に応じて制御することになる。すなわち、列車 3 は目標速度 V_{033} になるように減速する（図 6 左図）。

[0062] (7) 時刻 T_4

時刻 T_4 になると、駅 B に停車していた列車 1 が出発する。列車 2 および列車 3 に対して、図 2 に示す最短解放時刻計算装置 106 の処理フローでは、いずれもステップ $201 \rightarrow 202 \rightarrow 203 \rightarrow 204$ (Y) → $205 \rightarrow 207 \rightarrow 208$ と進み、それぞれの最短開放時刻 T_{024} および T_{034} が算出される。なお、ステップ 203 で抽出される N は、列車 2 に対しては $N = 1$ 、列車 3 に対しては $N = 2$ となる。

[0063] また、図 4 に示す目標速度算出装置 301 の処理フローでは、列車 2 および列車 3 に対していずれもステップ 401 (Y) → $402 \rightarrow 403 \rightarrow 404$ と進み、目標速度 V_{024} および V_{034} が算出される。この目標速度 V_{024} および V_{034} に従って、列車 2 および列車 3 は走行制御を行う。但し、列車 2 に対する目標速度 V_{024} はまだ 0 であるため、列車 2 は停車状態を維持する。

[0064] 一方、列車 3 は、 X_4 の位置に到達しているものの、先行する列車 2 によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン PT_2 までは依然距離があることから、目標速度 V_{034} に応じて制御することになる。列車 3 は、現在の速度が V_4 となっているが、目標速度 V_{034} は現在の速度

V4よりも低いため、目標速度VO34となるように減速する（図6左図）。

[0065] (8) 時刻T5

時刻T5は、列車1が駅Bから出発し終えた時刻である。列車2および列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、いずれもステップ201→202→203→204(Y)→206→207→208と進み、それぞれの最短開放時刻は、この直近に出力されていたTO24およびTO34が算出される。なお、ステップ203で抽出されるNは、列車2に対してはN=0、列車3に対してはN=1となる。

[0066] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、列車2および列車3に対していずれもステップ401(Y)→402→403→404と進み、最短開放時刻のTO24およびTO34並びにそれぞれの駅進入限界位置も変化していないことから、目標速度VO24およびVO34が算出される。この目標速度VO24およびVO34に従って、列車2および列車3は走行制御を行う。但し、列車2に対する目標速度VO24はまだ0であるため、列車2は停車状態を維持する。

[0067] 一方、列車3は、X5の位置に到達しているものの、先行する列車2によって定まる自列車の進入限界P2で定まるブレーキパターンPT2までは依然距離があることから、目標速度VO34に応じて制御することになる。列車3は、現在の速度V5(=目標速度VO34)となっているため、目標速度VO34を維持するように走行する（図6左図）。

[0068] (9) 時刻T5～T6

時刻T5からT6へと進んでいる間、列車2および列車3の目標速度は、それぞれの最短開放時刻および駅進入限界位置が変動しないことから、それぞれの目標速度は、時刻T5で算出したVO24(=0)およびVO34から変動しない。すなわち、列車2は停車状態を維持する。

[0069] また、列車3は、X5からX6の位置に移動するが、先行する列車2によって定まる自列車の進入限界P2で定まるブレーキパターンPT2までは依

然距離があることから、目標速度 V_{034} に応じて制御することになる。すなわち、列車3は、速度 V_5 （＝目標速度 V_{034} ）となっているため、目標速度 V_{034} を維持するように走行する（図6左図）。

[0070] (10) 時刻 T_6

時刻 T_6 は、列車1による駅進入防止が解除された時刻である。列車2および列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、いずれもステップ201→202→203→204（Y）→206→207→208と進み、それぞれの最短開放時刻は、この直近に出力されていた T_{024} および T_{034} が算出される。なお、ステップ203で抽出される N は、列車2に対しては $N=0$ 、列車3に対しては $N=1$ となる。

[0071] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、列車2および列車3に対していずれもステップ401（Y）→402→403→404と進み、列車2については最短開放時刻が T_{024} であるところ、駅Bまで進入可能となったため、0を超える目標速度 V_{026} が算出され、列車2は再加速を始め駅Bに向かう。後続する列車3については、最短開放時刻が T_{034} であり駅進入限界位置は変化しないため、目標速度は V_{034} のまま変化しない。

[0072] また、列車3は、 X_6 の位置に到達しているものの、先行する列車2によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン PT_2 までは依然距離があることから、目標速度 V_{034} に応じて制御することになる。すなわち、列車3は、速度 V_5 （＝目標速度 V_{034} ）となっているため、目標速度 V_{034} を維持するように走行する（図6左図）。

[0073] (11) 時刻 $T_6 \sim T_7$

時刻 T_6 から T_7 へと進んでいる間、列車2および列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、いずれもステップ201→202→203→204（Y）→206→207→208と進む。その結果、列車2および列車3の最短開放時刻は、この直近に出力されていた T_{024} および T_{034} が算出される。なお、ステップ203で抽出される

Nは、列車2に対しては $N = 0$ 、列車3に対しては $N = 1$ となる。

[0074] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、列車2および列車3に対して、いずれもステップ401(Y)→402→403→404と進む。列車2については、最短開放時刻が T_{024} であるところ、駅進入限界位置が駅Bに変化しているため、0を超える目標速度 V_{027} が算出されるとともに、駅Bに近づいているため停車に向けた制御を行う。列車3については、最短開放時刻が T_{034} であり、進入限界は変化しないため、目標速度は V_{034} のまま変化しない。

[0075] さらに、列車3は、位置がX6からX7に移動するものの、走行中の先行する列車2によって定まる自列車の進入限界 P_2 で定まるブレーキパターン P_{T2} まで、また、先行する列車2が駅Bに停車後は駅進入限界位置で定まるブレーキパターン P_{T3} までは、距離があることから、目標速度 V_{034} に応じて制御することになる。すなわち、列車3は、速度 V_5 (=目標速度 V_{034})となっているため、目標速度 V_{034} を維持するように走行する(図6左図)。

[0076] (12)時刻 T_7

時刻 T_7 は、列車2が出発する時刻である。列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、ステップ201→202→203→204(Y)→206→207→208と進み、最短開放時刻は直近で出力された T_{034} が算出される。なお、ステップ203で抽出されるNは、列車3に対して $N = 0$ となる。

[0077] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、列車3に対してステップ401(Y)→402→403→404と進み、最短開放時刻が T_{034} であり進入限界は変化しないため、目標速度は V_{034} のまま変化しない。

[0078] 一方、列車3は、X7の位置に到達するものの、先行する列車2によって定まる自列車の進入限界が駅進入限界位置と同値であり、駅進入限界位置で定まるブレーキパターン P_{T3} までは距離があることから、目標速度 V_{03}

4に応じて制御することになる。すなわち、列車3は、速度V5（＝目標速度V034）となっているため、目標速度V034を維持するように走行する（図6左図）。

[0079] （13）時刻T8

時刻T8は、列車3に対して先行する列車2による駅進入防止が解除された時刻である。列車3に対して、図2に示す最短解放時刻計算装置106の処理フローでは、ステップ201→202→203→204（Y）→206→207→208と進み、その結果、最短開放時刻は、この直近に出力されていたT034が算出される。なお、ステップ203で抽出されるNは、列車3に対してはN=0となる。

[0080] また、図4に示す目標速度算出装置301の処理フローでは、ステップ401（Y）→402→403→404と進み、最短開放時刻はT034であるところ、駅Bまで進入可能となったため、これまでの目標速度V034を超える目標速度V038が算出される。このため、列車3は再加速を始め、駅Bに向かう。なお、この時点で、列車3はちょうど駅進入限界位置に到達し、無駄な制動をかけることなく走行できていることが理解できる。

[0081] 時刻T8以降となれば、列車3は、駅Bに向かって、図6左図に示すような速度パターンによって運行を行う。

[0082] 以上のとおり、本発明に係る制御を実施することにより、先行列車の出発遅延で起こる後続列車の駅間停止を最小限に抑制することが可能となり、消費エネルギーの増大を防ぐことができる。また、進入限界が解除される時点に当該進入限界に到達するように制御することで、遅延の増大や波及を防ぐことが可能となる。

実施例 2

[0083] 図7は、本発明の実施例2に係るシステム構成の一例およびデータフローを示す図である。実施例2では、図7に示すとおり、図1に示す列車102および自動列車走行装置111を、それぞれ列車701および列車走行装置702に置き換えたシステム構成になっている。なお、図1と同じ番号の構

成要素については実施例１と同じ内容であるため、以下ではその説明を省略する。

[0084] 図７の下図に示す列車７０１は、車上側受信装置１０８、列車の加減速特性を記録するデータベース１０９、現在の列車速度および速度位置に関する計測装置１１０および走行方法を決定する列車走行装置７０２とから構成される。

[0085] 車上側受信装置１０８は、地上装置１０１から、最短解放時刻１５１および駅進入限界位置１５２を受信するとともに、信号装置（図示せず）から自列車の前方を走行している列車との関係で定まる自列車進入限界位置１５３を受信する。

[0086] 速度計測装置１１０は、現在の列車速度１５４および現在の列車速度１５４を積分することで得られる現在の列車位置１５５を計測する。

[0087] 列車走行装置７０２は、最短解放時刻１５１、駅進入限界位置１５２、自列車進入限界位置１５３、現在の列車速度１５４、現在の列車位置１５５および加減速特性１５６を基にして、走行方法を決定する。

[0088] 図８は、列車走行装置７０２の構成の一例を示す図である。列車走行装置７０２は、図３に示す実施例１の自動列車走行装置１１１から、走行パターンデータベース３０２を除くとともに、走行決定装置３０３を運転支援装置８０１に置き換えた構成であり、それ以外（目標速度算出装置３０１）には変更はない。

[0089] 運転支援装置８０１は、最短解放時刻１５１、自列車進入限界位置１５３、現在の列車速度１５４、現在の列車位置１５５および目標速度３５１を基にして、運転支援情報を決定する。運転支援装置８０１は、表示部を有する構成としてもよい。

図９は、運転支援装置８０１によって表示される運転支援画面の一構成例を示す図である。

[0090] 図示のように、画面の左上部分に、現在時刻、最短解放時刻１５１、最短解放時刻１５１と現在時刻との差分である残時間を表示し、画面左側部分に

、速度計を表示し、この速度計上に目標速度 3 5 1 および現在の列車速度 1 5 4 を表示する。また、画面右側部分に、横軸を時刻、縦軸を位置とした運転履歴情報および運転目標情報を表示する。これらの情報に関しては、現在の列車位置 1 5 5 と現在時刻を組み合わせることで運転履歴情報を、また、最短解放時刻 1 5 1 と自列車進入限界位置 1 5 3 を組み合わせることで運転目標情報を、それぞれ生成することが可能である。

[0091] 以上のとおり、運転支援装置 8 0 1 が生成する運転支援情報に基づいて運転士が運転することによって、先の図 6 に示すような列車制御を行うことが可能となる。その結果、実施例 2 によっても、前述した実施例 1 と同様の効果を奏することができる。

実施例 3

[0092] 図 1 0 は、本発明の実施例 3 に係るシステム構成の一例およびデータフローを示す図である。先の実施例 1 と異なる点は、実施例 1 の列車 1 0 2 の自動列車走行装置 1 1 1 が有する目標速度算出装置 3 0 1 の機能を、実施例 3 の地上装置 1 0 0 1 側に持たせるために、地上装置 1 0 0 1 が、実施例 1 の地上装置 1 0 1 が備える構成に加えて、列車データベース 1 0 0 3、列車位置管理装置 1 0 0 4 および目標速度算出装置 1 0 0 5 を設けた点である。ただし、実施例 3 も先の実施例 1 と同様に、管轄する路線の情報を管理する地上装置 1 0 0 1 から、管轄する路線を走行する列車 1 0 0 2 A、1 0 0 2 B、1 0 0 2 C、…（以下、全てを総称して「列車 1 0 0 2」とする）に対して情報を送信し、列車 1 0 0 2（1 0 0 2 A、1 0 0 2 B、1 0 0 2 C、…）は、送信された情報を基に自らを制御する形態である。

[0093] 地上装置 1 0 0 1 が、実施例 1 の地上装置 1 0 1 から追加した構成要素について、以下に説明する。

列車データベース 1 0 0 3 は、管轄する路線を走行する列車に関する加減速特性を記録格納している。

[0094] 列車位置管理装置 1 0 0 4 は、管轄する路線を走行する列車に関する列車位置 1 0 5 1 をリアルタイムで管理する。

- [0095] 目標速度算出装置 1005 は、最短解放時刻 151、駅進入限界位置 152、ダイヤデータベース 105 からの情報、列車データベース 1003 に記録された列車の加減速特性および列車位置管理装置 1004 からの列車位置 1051 に基づいて、列車 1002 (1002A、1002B、1002C、…) の目標速度 1052A、1052B、1052C、… (以下、全てを総称して「目標速度 1052」とする) を計算する。目標速度算出装置 1005 からの目標速度 1052 (1052A、1052B、1052C、…) は、地上側送信装置 1006 から列車 1002 (1002A、1002B、1002C、…) に送信される。
- [0096] 一方、図 10 の下図に示す列車 1002 は、前述のとおり実施例 1 の目標速度算出装置 301 を有さない。車上側受信装置 108 は、地上装置 1001 から目標速度 1052 を受信するとともに、信号装置 (図示せず) から自列車の前方を走行している列車との関係で定まる自列車進入限界位置 153 を受信する。
- [0097] 列車の加減速特性を記録するデータベース 109、現在の列車速度 154 および現在の列車速度 154 を積分することで得られる現在の列車位置 155 を計測する速度計測装置 110 および (位置、速度) の集合で構成される自列車の目標走行パターン 352 を記憶する走行パターンデータベース 302 に関しては、実施例 1 と同様である。
- [0098] 走行決定装置 1007 は、目標走行パターン 352、目標速度 1052、自列車進入限界位置 153、現在の列車速度 154、現在の列車位置 155 および加減速特性 156 を基にして、走行方法を決定する。
- [0099] 列車 1002 は、走行決定装置 1007 が決定した走行方法に従って、自動運転により運転を行う。
- [0100] ここで、地上装置 1001 に設けた目標速度計算機能 1005 は、図 4 に示す目標速度算出装置 301 の処理フローと同じであり、ステップ 404 で使用する列車の現在位置 155 (X [m]) を列車位置管理装置 1004 からの列車位置 1051 に変更すればよい。

- [0101] 一方、列車 1002 が有する走行決定装置 1007 の内部構成は、図 5 に示す走行決定装置 303 の目標速度 351 を、地上装置 1001 から受信する目標速度 1052 に変更することとなる。また、自動列車走行装置 1007 を、実施例 2 に係る運転支援装置 801 で代用してもよい。
- [0102] 以上のとおり、実施例 3 においても、先の図 6 に示すような列車制御を行うことが可能となる。その結果、実施例 3 によっても、前述した実施例 1 および実施例 2 と同様の効果を奏することができる。

符号の説明

- [0103] 101 : 地上装置、102, 102A, 102B, 102C : 列車、
103 : 発着状況管理装置、104 : 時隔データベース、
105 : ダイヤデータベース、106 : 最短解放時刻計算装置、
107 : 地上側送信装置、108 : 車上側受信装置、
109 : 列車の加減速特性を記録するデータベース、
110 : 速度計測装置、111 : 列車走行装置、151 : 最短解放時刻、
152 : 駅進入限界位置、153 : 自列車進入限界位置、
154 : 現在の列車速度、155 : 現在の列車位置、156 : 加減速特性、
301 : 目標速度算出装置、302 : 走行パターンデータベース、
303 : 走行決定装置、351 : 目標速度、
352 : 自列車の目標走行パターン、353 : 自列車の走行指令、
501 : 走行追従制御部、502 : 信号速度算出部、
503, 505 : 比較処理部、504 : 目標速度制御部、
551 : 第 1 の走行指令、552 : 信号速度、553 : 追従目標速度、
554 : 第 2 の走行指令、
701, 701A, 701B, 701C : 列車、702 : 列車走行装置、
801 : 運転支援装置、1001 : 地上装置、
1002, 1002A, 1002B, 1002C : 列車、
1003 : 列車データベース、1004 : 列車位置管理装置、
1005 : 目標速度算出装置、1006 : 地上側送信装置、

1 0 0 7 : 走行決定装置、1 0 5 1 : 列車位置、
1 0 5 2, 1 0 5 2 A, 1 0 5 2 B, 1 0 5 2 C : 目標速度

請求の範囲

[請求項1]

地上側が備える最短解放時刻計算部と、
列車の車上側または前記地上側が備える目標速度算出部と、
前記車上側が備える走行制御装置と
を有し、

前記最短解放時刻計算部は、前記列車の前方を走行する先行列車による占有区間の手前に前記列車を停止させるためのブレーキパターンから、目標駅における前記先行列車の出発時刻に基づいて、当該ブレーキパターンが消失するとした場合に該消失に至る最も早い時刻である最短解放時刻を計算し、

前記目標速度算出部は、前記ブレーキパターンから前記列車が前記目標駅へ進入することを防止するための駅進入限界位置を求め、前記列車の前記駅進入限界位置、現在位置、減速度および前記最短解放時刻から前記列車の目標速度を算出し、

前記走行制御装置は、前記列車の前記目標速度および現在速度並びに前記ブレーキパターンに基づいて、前記列車の走行を制御するための走行指令を決定する走行決定部または前記列車の運転者に対して自列車の運転支援情報を提供する運転支援部を備え、

前記列車の走行を、前記走行制御装置により制御することを特徴とする列車制御システム。

[請求項2]

請求項1に記載の列車制御システムであって、

前記走行制御装置が前記走行決定部を備える場合に、

前記走行決定部は、目標走行パターンから前記列車の現在位置および現在速度に基づいて第1の走行指令を求め、前記ブレーキパターンから前記列車の現在位置に基づいて算出したブレーキパターン速度と前記目標速度とから小さい方の速度を第2の目標速度とし、前記列車の速度を前記第2の目標速度とするための走行指令を第2の走行指令とし、前記第1の走行指令および前記第2の走行指令から小さい方を

前記列車の走行指令として決定する

ことを特徴とする列車制御システム。

[請求項3]

請求項1に記載の列車制御システムであって、

前記走行制御装置が前記運転支援部を備える場合に、

前記運転支援部は、前記列車の前記目標速度、現在速度、前記最短解放時刻および現在時刻を表示する表示部を有する

ことを特徴とする列車制御システム。

[請求項4]

列車のブレーキパターンを作成して当該ブレーキパターンによって列車の速度を制御する列車制御方法であって、

前記ブレーキパターンとして、前記列車の前方を走行する先行列車による占有区間の手前に前記列車を停止させるためのブレーキパターンを作成し、

目標駅における前記先行列車の出発時刻に基づいて、当該ブレーキパターンが消失するとした場合に該消失に至る最も早い時刻である最短解放時刻を計算し、

前記列車の速度を逐次制御して、前記最短解放時刻に前記列車を前記ブレーキパターンに沿った走行に到達させる

ことを特徴とする列車制御方法。

[請求項5]

請求項4に記載の列車制御方法であって、

前記ブレーキパターンから前記列車が前記目標駅へ進入することを防止するための駅進入限界位置を求め、

前記列車の前記駅進入限界位置、現在位置、減速度および前記最短解放時刻から前記列車の目標速度を算出し、

前記目標速度に基づいて前記列車の走行指令を決定することを特徴とする列車制御方法。

[請求項6]

請求項5に記載の列車制御方法であって、

前記列車の走行指令は、

目標走行パターンから前記列車の現在位置および現在速度に基づい

て第1の走行指令を求め、前記ブレーキパターンから前記列車の現在位置に基づいて算出したブレーキパターン速度と前記目標速度とから小さい方の速度を第2の目標速度とし、前記列車の速度を前記第2の目標速度とするための走行指令として第2の走行指令を求め、前記第1の走行指令および前記第2の走行指令から小さい方に決定されることを特徴とする列車制御方法。

[請求項7]

列車の車上装置であって、
受信部と、
目標速度算出部と、
走行決定部または運転支援部と
を備え、

前記受信部は、地上装置が、自列車の前方を走行する先行列車による占有区間の手前に自列車を停止させるためのブレーキパターンから、目標駅における前記先行列車の出発時刻に基づいて、当該ブレーキパターンが消失するとした場合に該消失に至る最も早い時刻として計算した最短解放時刻を、当該地上装置から受信し、

前記目標速度算出部は、前記ブレーキパターンから自列車が前記目標駅へ進入することを防止するための駅進入限界位置を求め、自列車の前記駅進入限界位置、現在位置、減速度および前記最短解放時刻から自列車の目標速度を算出し、

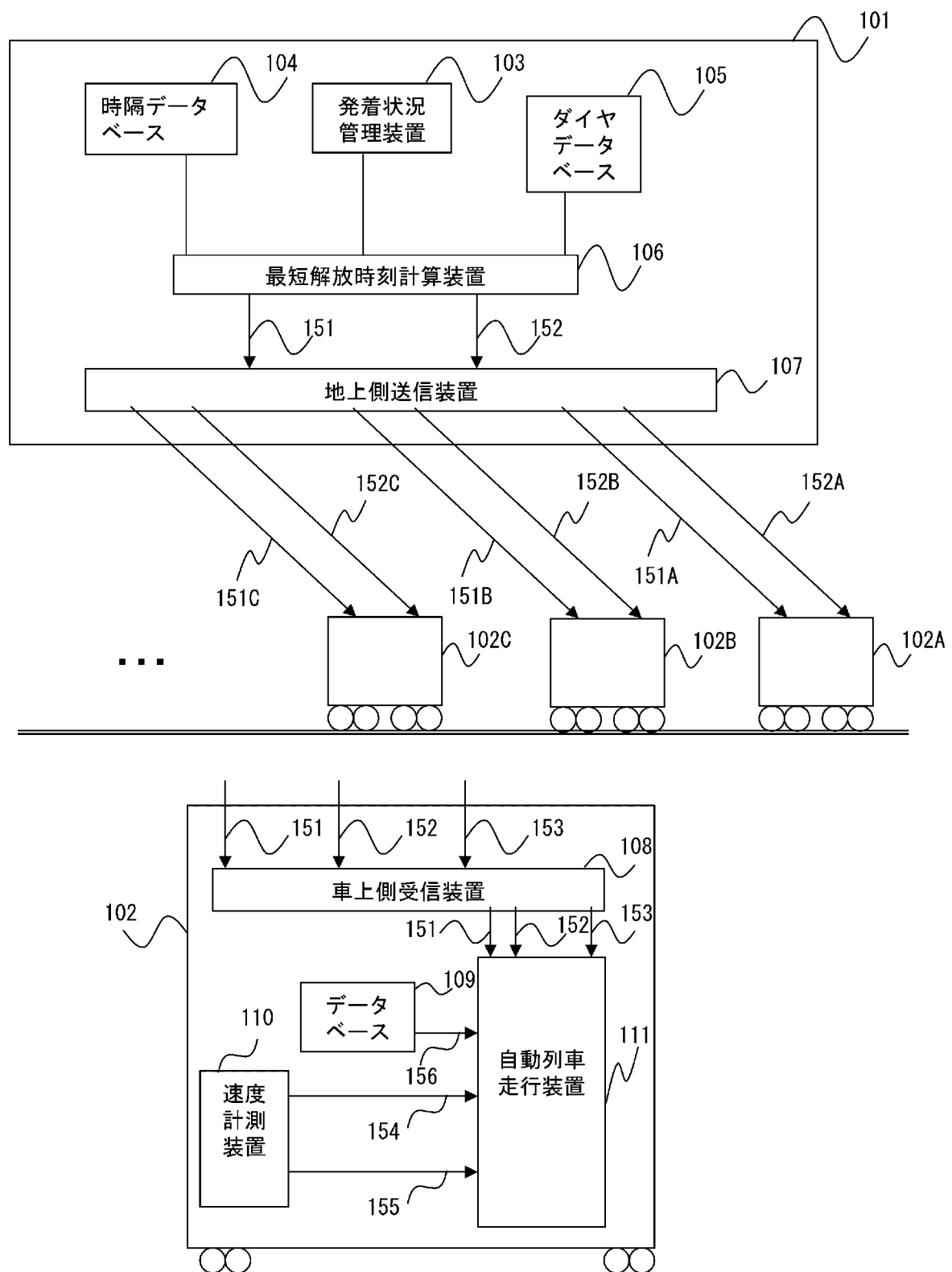
前記走行決定部は、目標走行パターンから自列車の現在位置および現在速度に基づいて第1の走行指令を求め、前記ブレーキパターンから自列車の現在位置に基づいて算出したブレーキパターン速度と前記目標速度とから小さい方の速度を第2の目標速度とし、自列車の速度を前記第2の目標速度とするための走行指令を第2の走行指令とし、前記第1の走行指令および前記第2の走行指令から小さい方を自列車の走行指令として決定し、

前記運転支援部は、自列車の前記目標速度、現在速度、前記最短解

放時刻および現在時刻を表示する表示部を有することを特徴とする列車の車上装置。

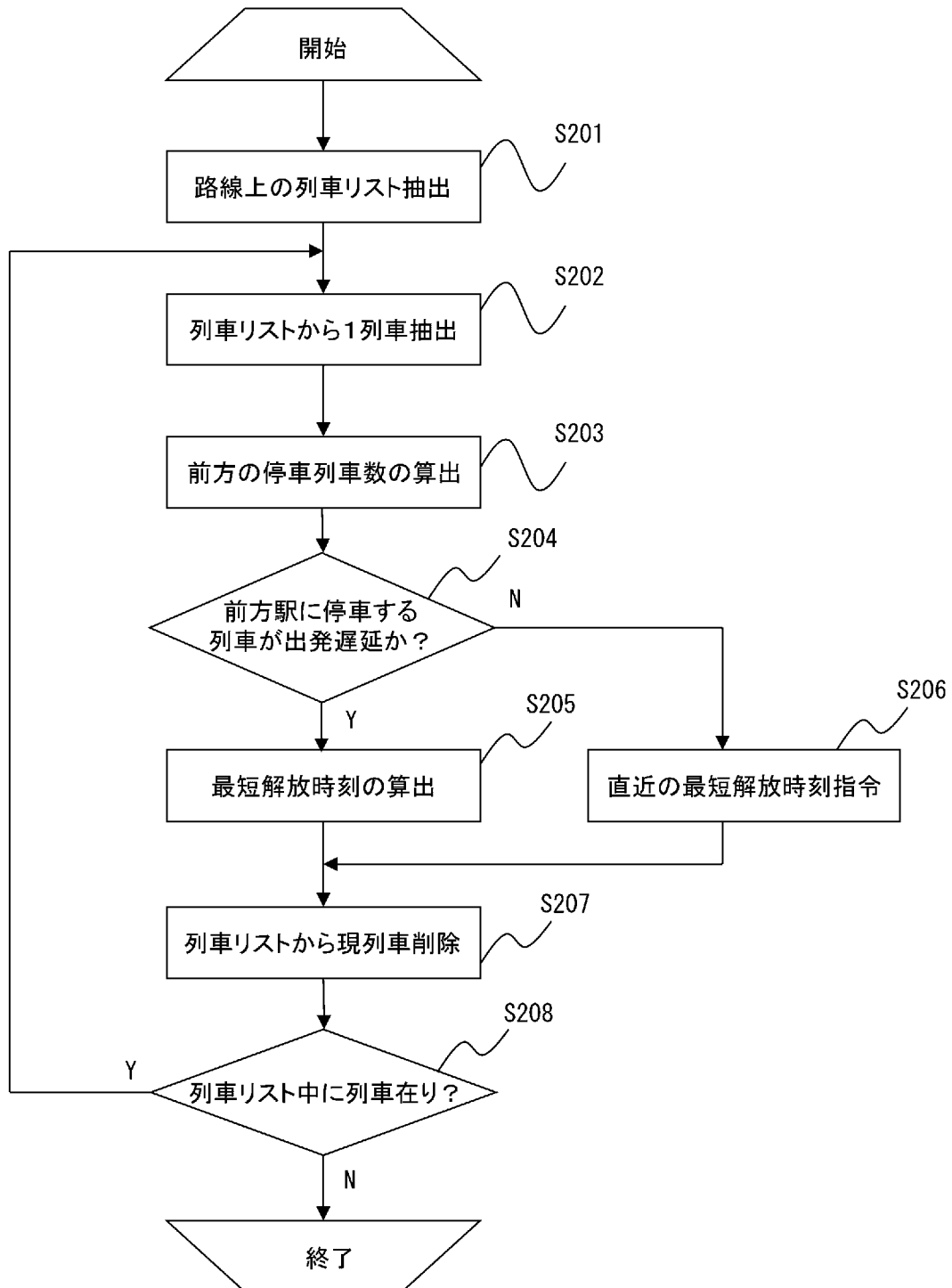
[図1]

図1



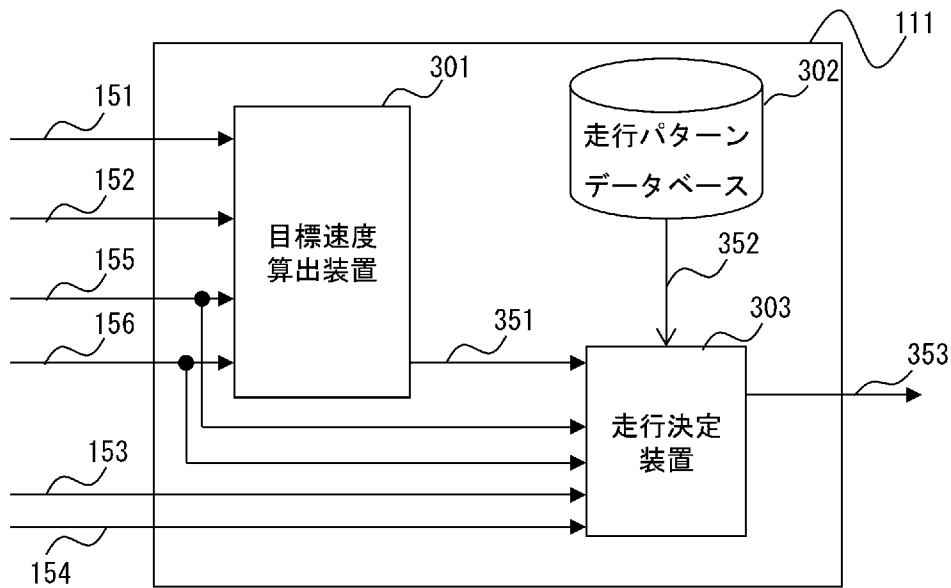
[図2]

図2



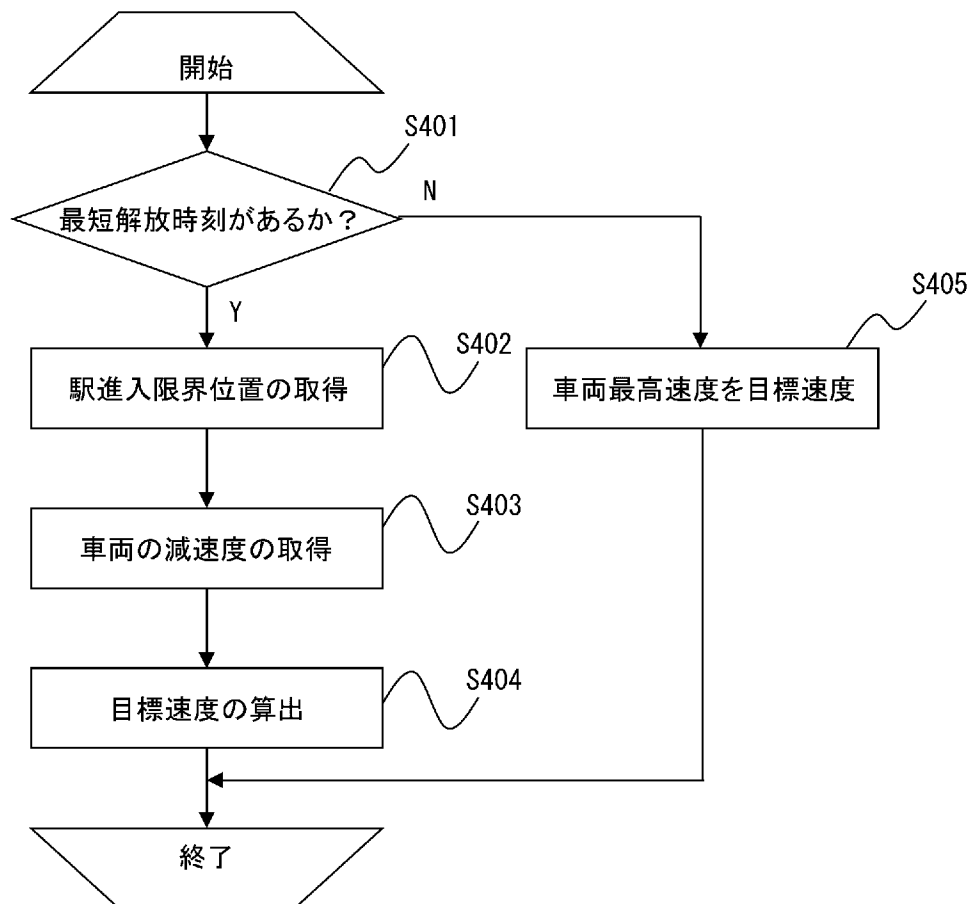
[図3]

図3



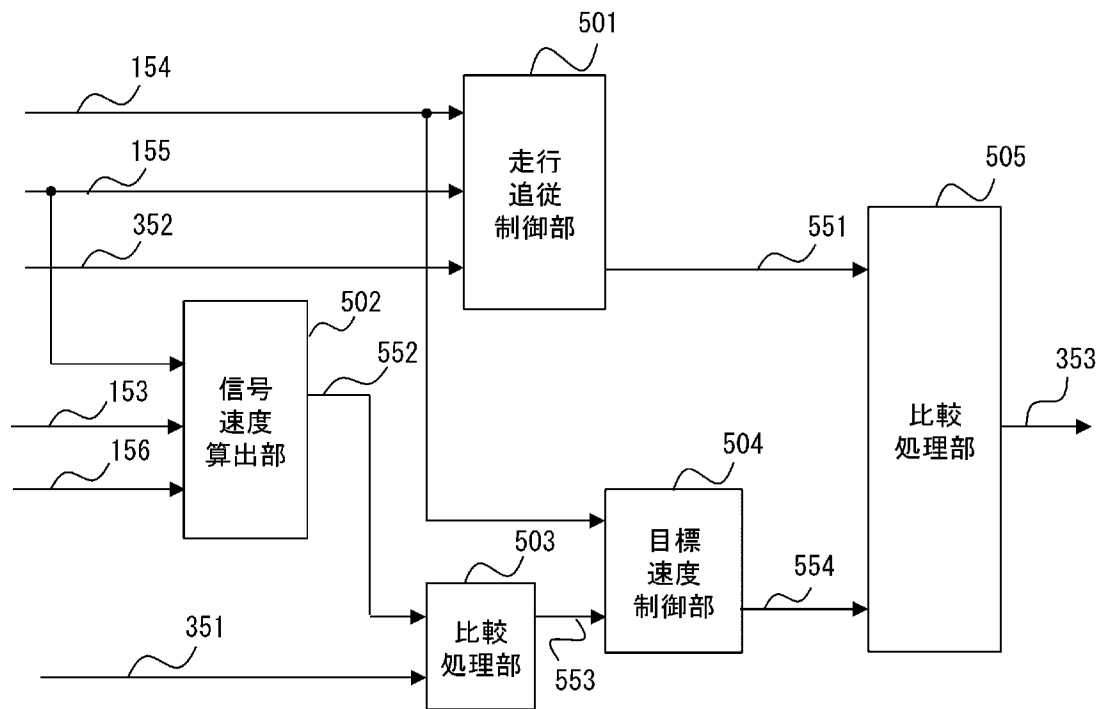
[図4]

図4



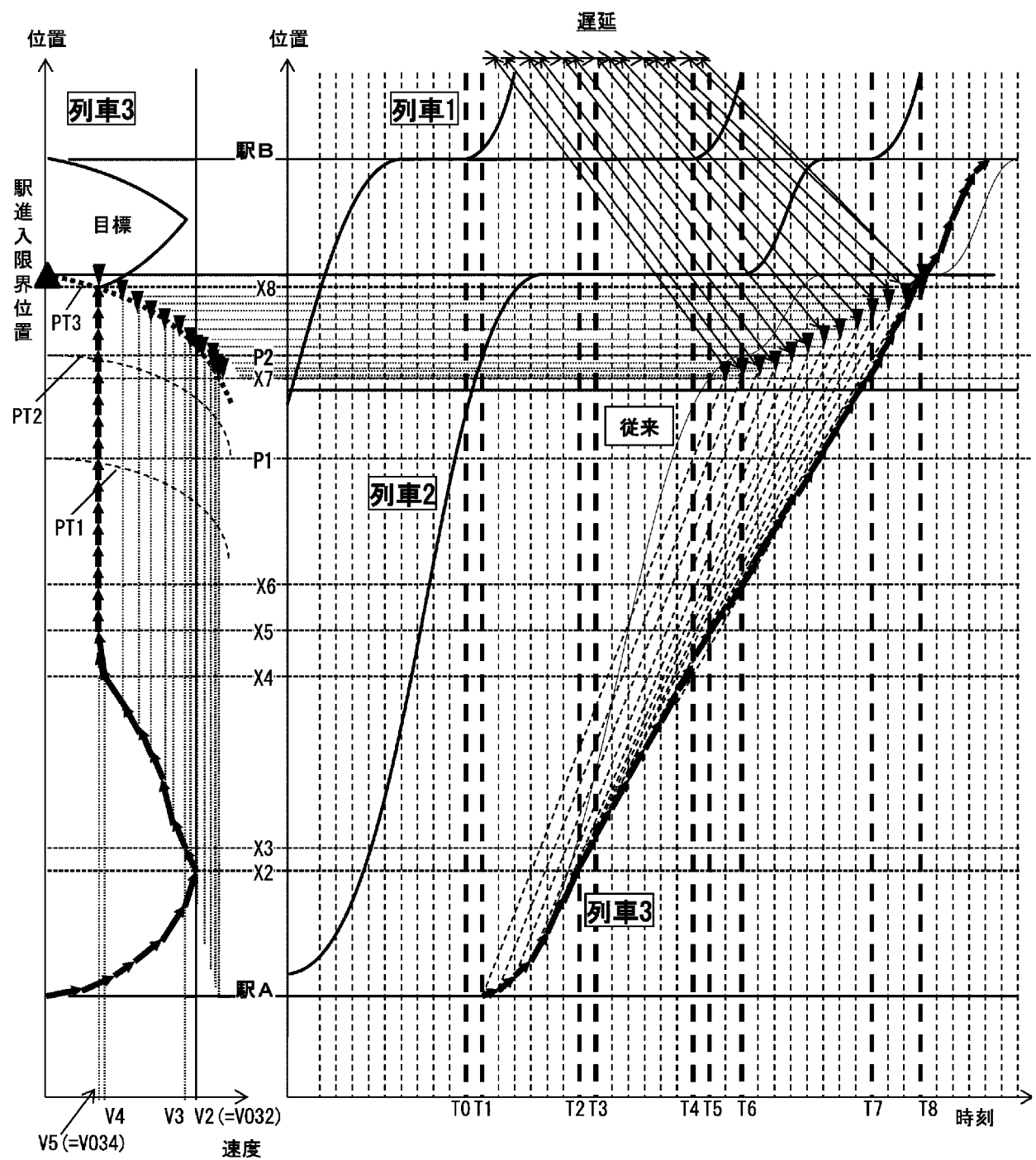
[図5]

図5



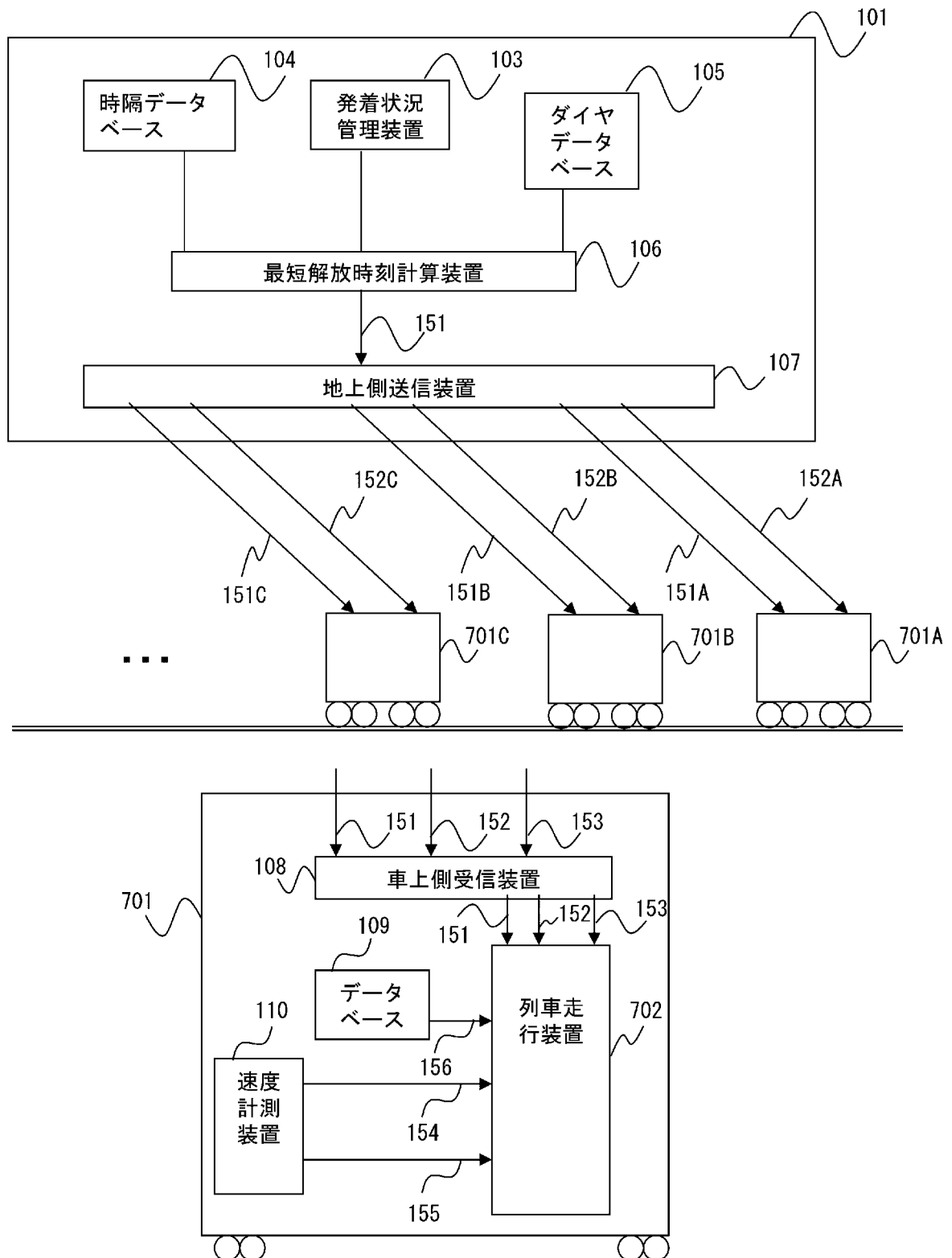
[図6]

図6



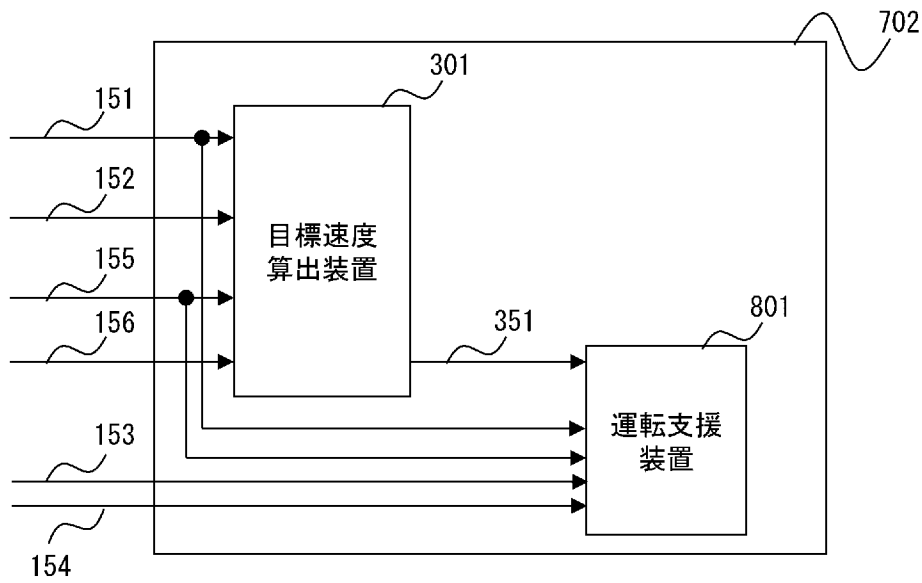
[図7]

図7



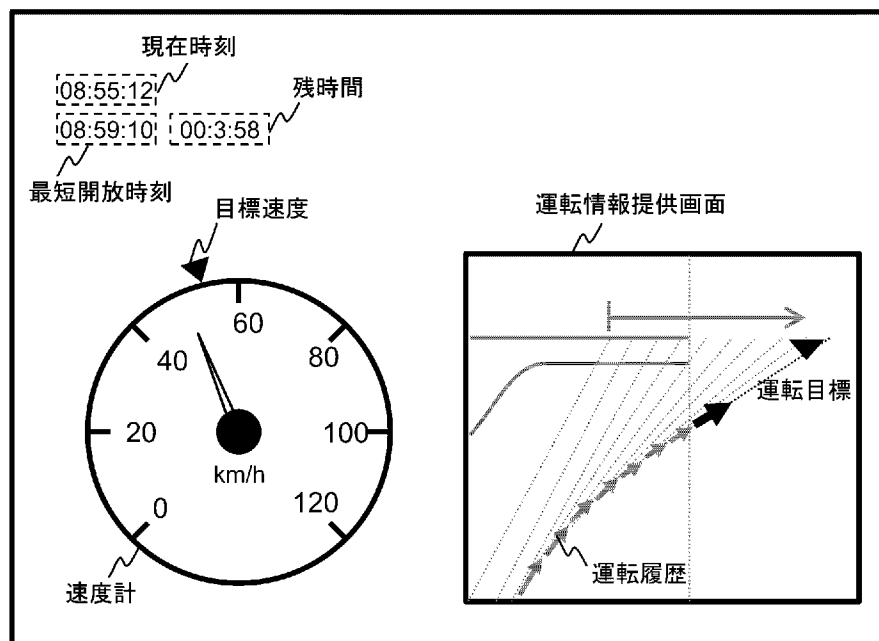
[図8]

図8



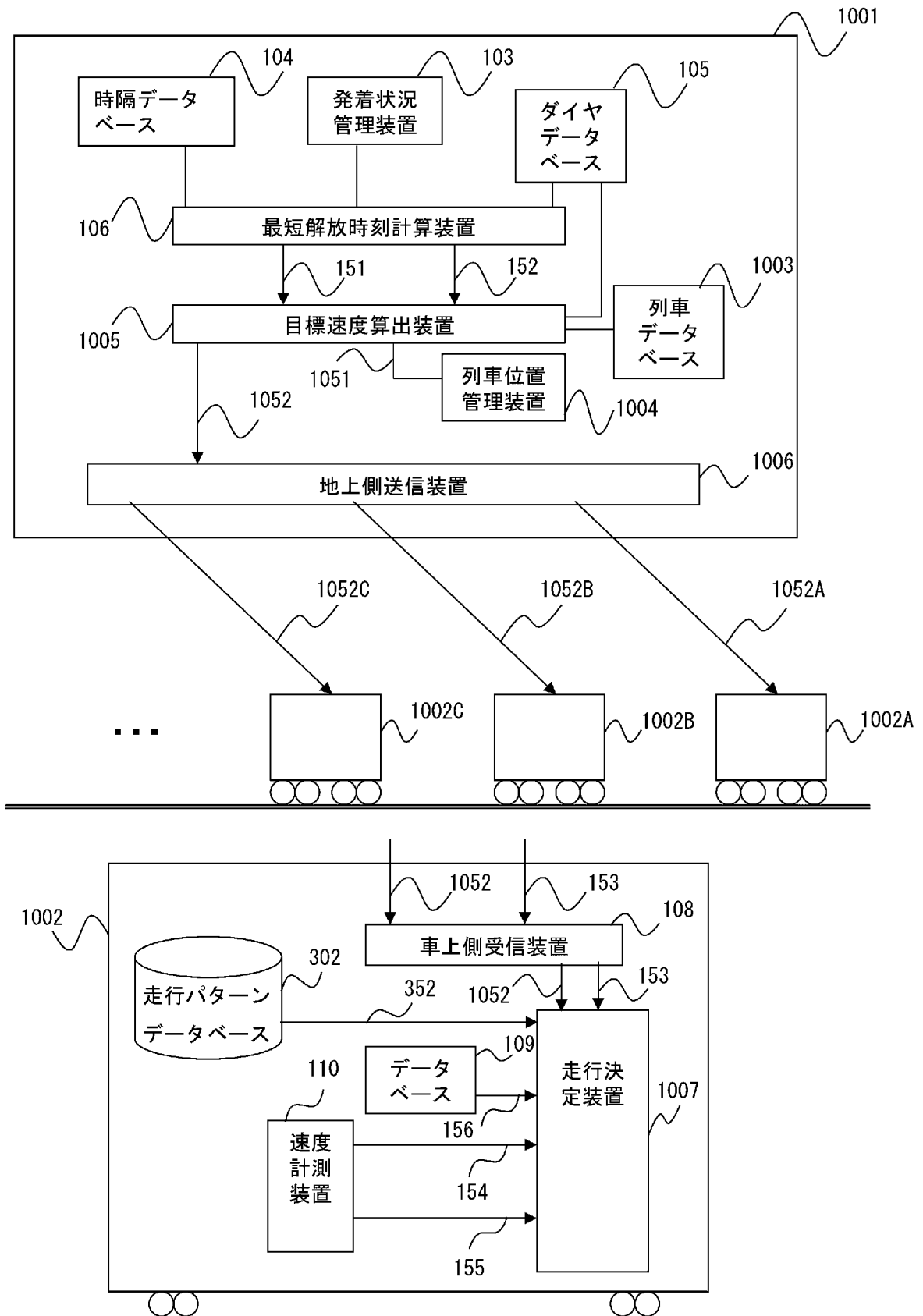
[図9]

図9



[図10]

図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. B61L27/00 (2006.01) i, B60L15/40 (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) Int.Cl. B61L27/00, B60L15/40 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017-30674 A (TOSHIBA CORPORATION) 09 February 2017, paragraphs [0010]-[0069], fig. 1-3 & WO 2017/022381 A1</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 7-40835 A (NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 10 February 1995, paragraph [0007], fig. 5 (Family: none)</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2015/118671 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 13 August 2015, paragraph [0026], fig. 5 & US 2017/0008542 A1, paragraph [0032] & CN 105980232 A</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2017-30674 A (TOSHIBA CORPORATION) 09 February 2017, paragraphs [0010]-[0069], fig. 1-3 & WO 2017/022381 A1	1-7	Y	JP 7-40835 A (NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 10 February 1995, paragraph [0007], fig. 5 (Family: none)	1-7	Y	WO 2015/118671 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 13 August 2015, paragraph [0026], fig. 5 & US 2017/0008542 A1, paragraph [0032] & CN 105980232 A	1-7
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	JP 2017-30674 A (TOSHIBA CORPORATION) 09 February 2017, paragraphs [0010]-[0069], fig. 1-3 & WO 2017/022381 A1	1-7												
Y	JP 7-40835 A (NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 10 February 1995, paragraph [0007], fig. 5 (Family: none)	1-7												
Y	WO 2015/118671 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 13 August 2015, paragraph [0026], fig. 5 & US 2017/0008542 A1, paragraph [0032] & CN 105980232 A	1-7												
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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										
* 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 17.01.2018		Date of mailing of the international search report 30.01.2018												
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040345

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-193502 A (TOSHIBA CORPORATION) 03 August 1993, paragraph [0002] & EP 539885 A2, column 1, lines 15-30 & DE 69219272 T2	2, 6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B61L27/00(2006.01)i, B60L15/40(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. B61L27/00, B60L15/40

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で利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
Y	JP 2017-30674 A（株式会社東芝）2017.02.09, 段落[0010]-[0069], 第1-3図 & WO 2017/022381 A1	1-7
Y	JP 7-40835 A（日本信号株式会社）1995.02.10, 段落[0007], 第5図（ファミリーなし）	1-7
Y	WO 2015/118671 A1（三菱電機株式会社）2015.08.13, 段落[0026], 第5図 & US 2017/0008542 A1, 段落[0032] & CN 105980232 A	1-7

☒ 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

17.01.2018

国際調査報告の発送日

30.01.2018

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）

笹岡 友陽

3H

5780

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

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 5-193502 A (株式会社東芝) 1993.08.03, 段落[0002] & EP 539885 A2, 第 1 欄第 15 行ー第 30 行 & DE 69219272 T2	2, 6