

(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
2016 年 12 月 22 日(22.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/203796 A1

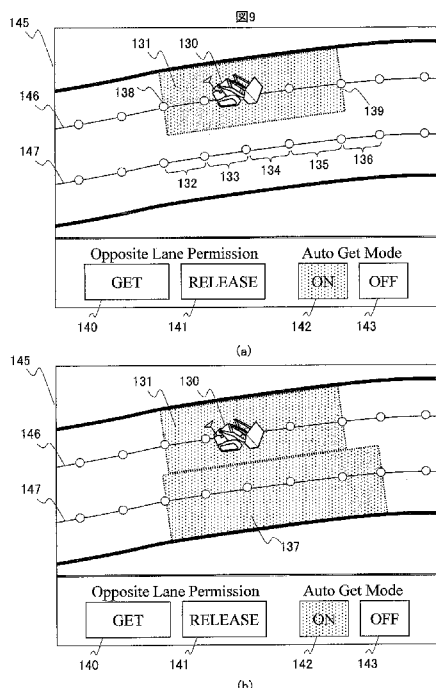
- (51) 国際特許分類:
G08G 1/00 (2006.01) G08G 1/0969 (2006.01)
B60R 21/00 (2006.01) G08G 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057470
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 9 日(09.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-122022 2015 年 6 月 17 日(17.06.2015) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金井 政樹(KANAI Masaki); 〒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). 加藤 学(KATOU Manabu); 〒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). ▲濱田 朋之(HAMADA Tomoyuki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 武和国際特許事務所 (THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1050003 東京都港区西新橋 3 丁目 1 3 番 3 号 ユニゾ西新橋三丁目ビル 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: MANAGEMENT CONTROL SYSTEM, MANAGEMENT CONTROL DEVICE, AND IN-VEHICLE TERMINAL DEVICE

(54) 発明の名称: 管制制御システム、管制制御装置、及び車載端末装置



(57) Abstract: In the present invention, when autonomous vehicles and manned vehicles are being driven together, the manned vehicles are prevented from coming near the autonomous vehicles during travel. A management control system for performing, via a wireless communication line (40), traffic control of a manned vehicle (130) traveling according to the driving operations of a driver on one lane of a plurality of lanes (146, 147) provided parallel within a mine, and a management control device (31) for performing traffic control of the manned vehicle (130), wherein: the management control device (31) is provided with a travel permission section setting unit (322) for setting one section of the travel lane of the manned vehicle (130) as a first travel permission section (131) in which only the manned vehicle is permitted to travel, an other-lane travel permission section (323) in which a section including at least part of a section parallel to the first travel permission section (131) of the lane adjacent to the travel lane of the manned vehicle (130) is set as an other-lane travel permission section (137) in which only the manned vehicle (130) is permitted to travel, and a management-side communication control unit (310); the manned vehicle (130) being provided with a command input reception unit (140) for receiving operations for requesting setting the other-lane travel permission section to the lane adjacent to the travel lane; a display unit (145) for displaying the other-lane travel permission section on a screen; and a terminal-side communication control unit (250).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/203796 A1



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))

自律走行車両と有人車両とを混走させる際に、有人車両が走行中の自律走行車両に接近することを回避する。鉱山内に並行に設けられた複数の車線(146,147)の内の一の車線上を運転手の運転操作に従って走行する有人車両(130)と有人車両(130)の交通管制を行う管制制御装置(31)とを無線通信回線(40)を介しての交通管制を行う管制制御システムであって、管制制御装置(31)は、有人車両(130)の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した第 1 走行許可区間(131)として設定する走行許可区間設定部(322)と、有人車両(130)の走行車線の隣車線における第 1 走行許可区間(131)と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、有人車両(130)のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間(137)として設定する他車線走行許可部(323)と、管制側通信制御部(310)とを備え、有人車両(130)は、走行車線の隣車線に他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部(140)と、他車線走行許可区間を画面に表示する表示部(145)と、端末側通信制御部(250)とを備える。

明 細 書

発明の名称：

管制制御システム、管制制御装置、及び車載端末装置

技術分野

[0001] 本発明は管制制御システム、管制制御装置、及び車載端末装置に係り、自律走行車両及び有人車両が混走する作業現場における管制制御技術に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、鉱山の自律走行システムにおける管制制御技術として「走行路の走行状態の監視結果に基づいて、往復2車線のうち一方の車線を走行する一方の車両の前方に進入禁止領域が設定され、進入禁止領域を回避して一方の車線に対向する対向車線の一部の区間を走行させる走行指令が与えられる。対向車線を走行する対向車両に対しては、一部の区間への進入を禁止する走行指令が与えられる。また、走行路の条件設定区間における上限速度が設定され、条件設定区間に対応づけて設定された上限速度を含む走行条件が、車両に対して走行指令として与えられる。車両は、走行指令が与えられた場合に、上限速度を超えない速度で走行路を走行する（要約抜粋）」ことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許公報第6480769号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 鉱山では、道路整備のためのドーザやグレーダ、散水車や、作業者が鉱山内を移動するためのライトビークルなどの運転手の操縦に従って走行する有人車両が、自律走行する鉱山用運搬車両に混ざって走行する。有人車両の車体に比べて鉱山用運搬車両は車体が大きいため、有人車両が鉱山用運搬車両

に追い越されたりすれ違ったりする際に、有人車両の運転手が圧迫感を感じることがある。

[0005] 上記特許文献1の方法では、有人車両が前方車両を追い越す際に対向車線上の鉱山用運搬車両を停止させることができるが、鉱山用運搬車両と同じ方向に向かって並走する場合や対向車線を走行中の鉱山用運搬車両とすり違う場合に、有人車両の運転手が感じる圧迫感を軽減することはできないという課題が残る。

[0006] 本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、自律走行車両と有人車両とを混走させる際に、有人車両が走行中の自律走行車両に接近することを回避するための管制制御システム、管制制御装置、及び車載端末装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明に係る管制制御システムは、鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を運転手の運転操作に従って走行する有人車両と、当該有人車両の交通管制を行う管制制御装置とを無線通信回線を介して接続した管制制御システムであって、前記管制制御装置は、前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した第1走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、前記有人車両の走行車線の隣車線における前記第1走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、前記有人車両のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定する他車線走行許可部と、前記有人車両に対して前記走行許可区間及び前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を送信する管制側通信制御部と、を備え、前記有人車両は、前記有人車両の走行車線の隣車線に、前記他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、前記他車線走行許可区間を画面に表示する表示部と、前記管制制御装置に対し、前記設定要求を送信するとともに、前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を受信する端末側通信制御部と、を備えることを特徴とする。

[0008] また本発明に係る管制制御装置は、鉱山内に並行に設けられた複数の車線

の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両の交通管制を行う管制制御装置であって、前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した第1走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、前記有人車両の走行車線の隣車線における前記第1走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、前記有人車両のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定する他車線走行許可部と、前記有人車両に対して前記走行許可区間及び前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を送信する管制側通信制御部と、を備えることを特徴とする。

[0009] また本発明に係る車載端末装置は、鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両に搭載される車載端末装置であって、前記車載端末装置が搭載された自車両が走行する車線の隣車線に、自車両のみに対して走行許可が付与された他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、前記管制制御装置が前記他車線走行許可区間を設定した際に、当該他車線走行許可区間を表示する表示部と、前記有人車両の交通管制を行う管制制御装置に対し、前記設定要求を送信するとともに、前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を受信する端末側通信制御部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、自律走行車両と有人車両とを混走させる際に、有人車両が走行中の自律走行車両に接近することを回避することができる。なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]管制制御システムの概略構成を示す図

[図2]管制サーバ、ダンプトラック及び有人車両のハードウェア構成図であって、(a)は管制サーバ、(b)はダンプトラック、(c)は有人車両を示す。

[図3]ダンプトラックの外観を示す図

[図4]管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図

[図5]車両側の主な機能を示す機能ブロック図であり、（a）がダンプトラック20の機能を示す機能ブロック図、（b）が有人車両90の機能を示す機能ブロック図である。

[図6]ダンプトラック及び有人車両が走行する露天掘り鉱山現場の構成例を示す図

[図7]自律走行開始時におけるダンプトラックと管制サーバとの間の通信動作を示す図であって、（a）はダンプトラックから目的地の要求メッセージを送信する状態を示し、（b）は管制サーバからの応答状態を示し、（c）は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。

[図8]走行許可区間の設定の詳細を示す図であって、（a）はダンプトラック及び有人車両から走行許可区間の要求メッセージを送信する状態を示し、（b）は管制サーバからの応答メッセージを示し、（c）は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。

[図9]ドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置の表示装置に表示された画面の一例であり、（a）は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得する前の画面、（b）は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。

[図10]ドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置の表示装置に表示された画面の一例であり、（a）はドーザが隣の2車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面、（b）はドーザが作業を終えて自車線に復帰したが車体の向きが進行方向と逆向きになっている状態の画面を示す図である。

[図11]ドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置の表示装置に表示された画面の一例であり、（a）は有人車両のオペレータが手動で対向車線上の区間を取得したい2点を指定した状態を示す画面、（b）は取得区間の境界点を探索し、有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。

[図12]図9の画面に基づいて有人車両のオペレータが操作を行った場合に、管制サーバの他車線走行許可部が対向車線上の区間を当該有人車両に対して走行許可する手順を説明するフローチャート

[図13]有人車両が対向車線の走行許可区間を解除する時の動作手順を説明するフローチャート

[図14]ダンプトラックに対する管制制御処理の流れを示すフローチャート

[図15]有人車両に対する管制制御処理の前半部分を示すフローチャート

[図16]有人車両に対する管制制御処理の後半部分を示すフローチャート

[図17]第二実施形態に係る管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図

[図18]追越し動作における追越し経路および走行許可区間を説明する概略図であり、（a）は追越し動作開始前における追越し車両と追越し対象車両、および各車両の走行許可区間の位置関係を示す図、（b）は追越し経路生成の概要を説明する図、（c）は追越し動作の際に設定する走行許可区間の概要を説明する図である。

[図19]追越し動作の概要を説明するフローチャート

発明を実施するための形態

[0012] 以下の実施の形態においては、便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明する。以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。なお、以下の実施の形態において、その構成要素（処理ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須ではない。また、以下の実施の形態における各構成、機能、処理部、処理手段（装置）等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路その他のハードウェアとして実現（構成）しても良い。また、後述する各構成、機能、処理部、処理手段等は、コンピュータ上で実行されるプログラムとして実現（構成）しても良い。すなわち、ソフトウェアとして実現して

も良い。その場合、ソフトウェアを実行中のCPUが各部（各器、各装置と称してもよい。）を構成する。また各部をCPUに限らず、各機能を実現する集積回路として構成してもよい。また、各部は一つの制御装置から構成されてもよいし、複数の制御装置を接続して構成してもよい。また複数の制御装置として構成される場合に、各制御装置が同一の筐体の実装されている必要はなく、別の筐体に各制御装置が実装されており、有線、無線を問わず、また常時又は必要時において通信接続される構成であってもよい。各構成、機能、処理部、処理手段等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）等の記憶装置、ICカード、SDカード、DVD等の記憶媒体に格納することができる。

[0013] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一または関連する符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

[0014] まず、図1に基づいて、本発明に係る管制サーバを含む自律走行システムの概略構成について説明する。図1は、管制制御システムの概略構成を示す図である。

[0015] 図1に示す管制制御システム1は、鉱山などの採石場で、掘削及び積込作業を行うショベル10-1、10-2から積み込まれた土砂や鉱石等の積荷を搬送するための鉱山用の自律走行運搬車両20-1、20-2と、採石場の近傍若しくは遠隔の管制センタ30に設置された管制サーバ31と、自律走行運搬車両20-1、20-2が走行する搬送路の整地や、作業員の移動のために用いられる有人車両90-1、90-2とを、無線通信回線40を介して互いに通信接続して構成される。自律走行運搬車両としてダンプトラックを用いるので、以下では自律走行運搬車両をダンプトラックと称する。管制サーバ31は、ダンプトラック及び有人車両の交通管制を行う管制制御

装置である。

- [0016] 各ダンプトラック 20-1、20-2 は、鉱山内で予め設定された搬送路 60 に沿ってショベル 10-1 又は 10-2、及び図示しない放土場の間を往復し、積荷を搬送する。
- [0017] 鉱山内には、複数の無線基地局 41-1、41-2、41-3 が設置される。そしてこれらの無線基地局 41-1、41-2、41-3 を経由して、無線通信の電波が送受信される。
- [0018] ショベル 10-1、10-2、各ダンプトラック 20-1、20-2 及び有人車両 90-1、90-2 は、GPS (Global Positioning System) の少なくとも 4 つの測位衛星 50-1、50-2、50-3、50-4 から測位電波を受信して自車両の位置を取得するための位置算出装置 (図 1 では図示を省略する) を備える。ダンプトラック 20-1、20-2 の構成は同じであるので、以下ではダンプトラック 20-1、20-2 を区別することなく総称する場合はダンプトラック 20 と記載する。またショベル 10-1、10-2 の構成も同じであるので、以下ではショベル 10-1、10-2 を区別することなく総称する場合はショベル 10 と記載する。さらに有人車両 90-1、90-2 の構成も同じであるので、以下では有人車両 90-1、90-2 を区別することなく総称する場合は有人車両 90 と記載する。
- [0019] ダンプトラック 20 は、本体を形成するフレーム 21 と、前輪 22 及び後輪 23 と、フレーム 21 の後方部分に設けられたヒンジピン (図示せず) を回動中心として上下方向に回動可能な荷台 24 と、この荷台 24 を上下方向に回動させる左右一対のホイストシリンダ (図示せず) と、を含む。また、ダンプトラック 20 は、見通しの良い場所、例えば、ダンプトラック 20 の上面前方に、無線通信回線 40 に接続するためのアンテナ 25 が設置される。
- [0020] 更にダンプトラック 20 は、管制サーバ 31 からの指示に従って自律走行をするため走行制御装置 200 を搭載する。

- [0021] 有人車両 90 は、運転手の運転操作に従って走行する車両である。有人車両 90 には、運転手が管制サーバ 31 からの指示に沿って運転操作を行うためのナビゲーション装置 900（車両端末装置）を搭載する。
- [0022] 管制サーバ 31 は、無線通信回線 40 に接続するためのアンテナ 32 に接続される。そして、管制サーバ 31 は、アンテナ 32、無線基地局 41-1、41-2、41-3 を経由してダンプトラック 20、有人車両 90 と通信する。
- [0023] 次に図 2 及び図 3 を参照して、図 1 の管制サーバ 31、ダンプトラック 20 及び有人車両 90 のハードウェア構成について説明する。図 2 は、管制サーバ 31、ダンプトラック 20 及び有人車両 90 のハードウェア構成図であって、(a) は管制サーバ、(b) はダンプトラック、(c) は有人車両を示す。図 3 は、ダンプトラック 20 の外観を示す図である。
- [0024] 図 2 の (a) に示すように、管制サーバ 31 は、CPU 311、RAM (Random Access Memory) 312、ROM (Read Only Memory) 313、HDD (Hard Disk Drive) 314、I/F 315、バス 318 を含む。そして、CPU 311、RAM 312、ROM 313、HDD 314、及び I/F 315 がバス 318 を介して接続されて構成される。
- [0025] 更に、管制サーバ 31 は、表示装置 316、及び入力装置 317 を備え、これらが I/F 315 に接続される。
- [0026] CPU 311 は演算部であり、管制サーバ 31 全体の動作を制御する。
- [0027] RAM 312 は、情報の高速な読み書きが可能な揮発性の記憶媒体であり、CPU 311 が情報を処理する際の作業領域として用いられる。
- [0028] ROM 313 は、読み出し専用の不揮発性記憶媒体であり、自律走行制御プログラムが格納されている。
- [0029] HDD 314 は、情報の読み書きが可能な不揮発性の記憶媒体であり、OS (Operating System) や各種の制御プログラム、アプリケーション・プログラム等が格納されている。

- [0030] 表示装置 316 は、ユーザが鉱山内のダンプトラックの走行状況の確認などを行うためのユーザインタフェースであり、例えば LCD (Liquid Crystal Display) により構成される。
- [0031] 入力装置 317 は、ユーザが管制サーバ 31 に情報を入力するためのユーザインタフェースであり、例えばマウス、キーボードや LCD に積層されたタッチパネル（図示を省略）を用いて構成される。
- [0032] 管制サーバ 31 の I/F 315 には、無線通信回線 40 に接続するためのサーバ側通信装置 340 が接続される。
- [0033] 一方、ダンプトラック 20 は、図 2 の (b) に示すように自律走行のための制御処理を行う走行制御装置 200 と、走行制御装置 200 からの制御指示に従ってダンプトラック 20 を走行駆動するための走行駆動装置 210 と、ダンプトラック 20 の自車両の位置を算出するための位置算出装置 220 と、ダンプトラック 20 の周辺環境を認識するためのミリ波センサ等の車載センサ 230 と、無線通信回線 40 に接続するための車両側通信装置 240 と、を備える。
- [0034] 走行駆動装置 210 は、ダンプトラック 20 に対して制動をかける制動装置 211、ダンプトラック 20 の操舵角を変更するための操舵モータ 212、及びダンプトラック 20 を走行させるための走行モータ 213 を含む。
- [0035] 位置算出装置 220 は自己位置を特定する装置であり、本実施形態では、測位衛星 50-1、50-2、50-3、50-4 からの測位電波を受信して自車両の位置を算出する GPS 装置を用いるので、ダンプトラック 20 には GPS アンテナ 221（図 3 参照）を備える。位置算出装置 220 は GPS である必要はなく、例えば、慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit) や、地上に設置された基地局からの電波を用いて位置を特定するシステムによるものであってもよい。その場合、ダンプトラック 20 は、GPS 用のアンテナ 221 に代わり、そのシステム用のアンテナやジャイロセンサや車輪の回転数を検知するセンサを備える。
- [0036] 車載センサ 230 は、ダンプトラック 20 の速度や周辺の環境を認識・推

定するためのものであり、例えば、路肩検出装置の一要素を構成したり、前方障害物の検出を行う装置が相当する。路肩検出装置として、本実施形態ではレーザーレーダセンサ231L、231R（図3参照）を備えるが、これに限らずカメラを用いた画像処理により路肩を検出するものであってもよい。その場合、レーザーレーダセンサ231L、231Rは車体側方を見下ろすように設置されたカメラに代わる。また、前方障害物の検出装置として、本実施形態ではミリ波レーダセンサ232を備えており、この出力を用いてダンプトラック20の走行方向前方の障害物を検出するが、ミリ波レーダセンサ232に代わり前方に向けられた複数のカメラを備えてもよい。この場合、複数のカメラの取り付け位置は図3に示す位置よりもさらに上方にあって前方を見下ろすように設置したものであってもよい。

[0037] 車載センサ230の検知結果は走行制御装置200に出力され、通常時は走行路から離脱しないように走行位置の監視や加減速に用いられ、緊急時には緊急回避行動に必要な制動動作に用いられる。

[0038] 走行制御装置200は、CPU201、RAM202、ROM203、HDD204、I/F205、及びバス208を含む。そして、CPU201、RAM202、ROM203、HDD204、及びI/F205がバス208を介して接続されて構成される。更に、走行駆動装置210、位置算出装置220、車載センサ230、及び車両側通信装置240が、I/F205に接続される。

[0039] さらに、有人車両90は、図2の（c）に示すように車両を操縦するオペレータに対して管制サーバ31からの指示の伝達などを行うためのナビゲーション装置900と、有人車両90の車両位置を算出するための位置算出装置920と、無線通信回線40に接続するための車両側通信装置940と、を備える。

[0040] ナビゲーション装置900は、CPU901、RAM902、ROM903、HDD904、I/F905、及びバス908、ナビゲーション装置900が取得した情報をオペレータに表示するための表示装置906、オペレ

ータがナビゲーション装置 900 に操作指令を入力する際のユーザインタフェースとなる入力装置 907 を含む。そして、CPU 901、RAM 902、ROM 903、HDD 904、及び I/F 905 がバス 908 を介して接続され、表示装置 906 と入力装置 907 が I/F 905 に接続されて構成される。更に、位置算出装置 920 及び車両側通信装置 940 が、I/F 905 に接続される。

[0041] 次に図 4 及び図 5 を参照して、管制サーバ 31、ダンプトラック 20 及び有人車両 90 の機能構成について説明する。図 4 は、管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図である。図 5 は、車両側の主な機能を示す機能ブロック図であり、(a) がダンプトラック 20 の機能を示す機能ブロック図、(b) が有人車両 90 の機能を示す機能ブロック図である。

[0042] 図 4 に示すように、管制サーバ 31 は、ダンプトラック 20、有人車両 90 との無線通信を行うための制御を行うサーバ側通信制御部（管制側通信制御部に相当）310、ダンプトラック 20 の目的地とそこへ至る走行路を決定し、またダンプトラック相互、あるいはダンプトラックと有人車両とが干渉しないように交通管制を行う管制制御部 320、ダンプトラック 20 と有人車両 90 とが走行する搬送路の地図情報を記憶する管制地図情報記憶部 314a、及び設定されている走行許可区間及び後述する他車線走行許可区間の位置情報を記憶する区間情報記憶部 314b を備える。上記搬送路とは、積込場や放土場、また不図示の駐機場など、ダンプトラック 20 の出発点、終点を結ぶ道路であり、この道路に複数の車線が設定される。片側 1 車線、合計 2 車線が形成される場合は、隣車線が対向車線になる。また、片側 2 車線以上の道路では、隣車線が追い越し車線となる場合もある。

[0043] サーバ側通信制御部 310 は、I/F 315 を介してサーバ側通信装置 340 に接続されてダンプトラック 20 や有人車両 90 との間で実際の無線通信を行うための制御を行う。

[0044] 管制制御部 320 は、配車管理部 321、走行許可区間設定部 322、及び他車線走行許可部 323 を含む。

- [0045] 配車管理部 3 2 1 は、ダンプトラック 2 0 の目的地を設定し、管制地図情報記憶部 3 1 4 a に格納された地図情報を参照して現在位置から目的地に至る走行路を決定する。
- [0046] 配車管理部 3 2 1 の処理例として、例えばダンプトラック 2 0 が駐機場にいる場合には、積込位置を含む積込場の入口を目的として設定する。そして配車管理部 3 2 1 は駐機場から積込上の入口に至るまでの走行車線を設定する。この走行車線の設定に際し、配車管理部 3 2 1 は、積込位置の移動に伴って動的に走行路（動的パス）を生成してもよい。更に、配車管理部 3 2 1 は、ダンプトラック 2 0 が積込位置にいる場合には、積載物の内容によって放土場 6 2、6 3 のいずれかを目的地として設定し、それに至るまでの動的パスを生成する。また、有人車両 9 0 の走行路を設定する場合は、有人車両 9 0 に搭乗しているオペレータがナビゲーション装置 9 0 0 を用いて目的地を入力し、車両側通信装置 2 4 0、サーバ側通信装置 3 4 0 を介して入力した目的地を管制サーバ 3 1 に送信し、管制サーバ 3 1 の配車管理部 3 2 1 によって有人車両 9 0 の現在位置から入力された目的地までの経路を走行車線として設定するようにしてもよい。
- [0047] 走行許可区間設定部 3 2 2 は、有人車両 9 0 の走行車線の一部区間を当該有人車両 9 0 のみに走行許可を付与した第 1 走行許可区間として設定する。またダンプトラック 2 0 の走行車線の一部区間を当該ダンプトラック 2 0 のみに走行許可を付与した第 2 走行許可区間として設定する。走行許可区間設定部 3 2 2 は、第 1 及び第 2 走行許可区間の位置情報を区間情報記憶部 3 1 4 b に記憶された区間情報に上書きして更新する。区間情報には、走行許可区間の最前端のノードである前方境界点のノード ID、及び最後端のノードである後方境界点のノード ID が含まれる。走行許可区間設定部 3 2 2 は、ダンプトラック 2 0 又は有人車両 9 0 から新たな走行許可区間の設定を要求する情報（以下「区間要求メッセージ」という）を受信すると、これに応じて走行許可区間の設定処理を行う。走行許可区間設定部 3 2 2 は、新たな走行許可区間を設定した際にはその走行許可区間を示す情報（以下「区間応答

メッセージ」という)を生成し、出来なかった場合には走行不許可を示す不許可応答メッセージを生成する。

[0048] 走行許可区間設定部322は第1走行許可区間及び第2走行許可区間を設定する際に区間情報を参照する。そして、他の車両に対して設定されている第1走行許可区間及び第2走行許可区間及び後述する他車線走行許可区間に、区間要求メッセージを送信した車両に対して設定する第1走行許可区間又は第2走行許可区間が重ならないように設定する。これにより、同一の第1走行許可区間及び第2走行許可区間に複数の車両が進入することがなく、車両同士の干渉が回避できる。

[0049] 他車線走行許可部323は、有人車両90の走行車線の隣車線における第1走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、有人車両90のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定し、区間情報に上書きする。他車線走行許可区間は、隣車線において第1走行許可区間と並行な区間を内包する区間(前後方向に第1走行許可区間よりも長い区間)であってもよい。

[0050] 他車線走行許可部323は、他車線走行許可区間を設定する際に、他車線走行許可区間の設定対象となる有人車両の走行車線の隣車線を走行中の他車両に対して設定されている第1走行許可区間及び第2走行許可区間に他車両走行許可区間が重ならない、換言すれば隣車線上の他車両が停止していれば当該他車両に対して設定されている第1走行許可区間又は第2走行許可区間に重ねて他車両走行許可区間を設定する。これにより、有人車両が隣車線の車両を停止させてからすれ違い、又は追越し(有人車両の走行車線を走行して隣車線の車両を追い越す場合を含む)をすることができる。

[0051] また他車線走行許可部323は、他車線走行許可区間の自動取得モード(詳細は後述する)においては、走行許可区間設定部322が有人車両90に対して新たな第1走行許可区間を設定すると、他車線走行許可部323は新たな第1走行許可区間と並行な区間に新たな他車線走行許可区間を追従して設定する。

- [0052] 表示制御部 340 は、表示装置 316 の画面に搬送路 60 を走行するダンプトラック 20 や有人車両 90 の位置、第 1 走行許可区間、第 2 走行許可区間及び他車線走行許可区間の自設定状態を表示する制御を行う。
- [0053] 管制地図情報記憶部 314 a は、搬送路 60 の地図情報を記憶する。
- [0054] 区間情報記憶部 314 b は、設定中の第 1 走行許可区間、第 2 走行許可区間、及び他車線走行許可区間の位置を示す区間情報を記憶する。
- [0055] ダンプトラック 20 に搭載される走行制御装置 200 は、図 5 (a) に示すように車両側通信制御部（端末側通信制御部に相当）250、要求情報処理部 260、自律走行制御部 270、及び車両地図情報記憶部 280 を備える。
- [0056] 車両側通信制御部 250 は、管制サーバ 31 との間で行う無線通信の制御を行う。車両側通信制御部 250 は区間要求メッセージの送信及び区間応答メッセージ又は不許可応答メッセージの受信を行う。
- [0057] 要求情報処理部 260 は、車両地図情報記憶部 280 に格納された地図情報及び位置算出装置 220（図 2 参照）が算出した自車両位置を基に、ダンプトラック 20 が区間要求メッセージを送信する地点に到達したかを判断し、要求地点に到達すると区間要求メッセージを生成して車両側通信制御部 250 を介して管制サーバ 31 に対して区間要求メッセージを送信する。
- [0058] 自律走行制御部 270 は、位置算出装置 220 から自車両位置を取得し、車両地図情報記憶部 280 の地図情報を参照して、区間応答メッセージに含まれる走行許可区間に従って自車両を走行させるための制御を走行駆動装置 210（図 2 参照）に対して行う。また、自律走行制御部 270 は、車載センサ 230 の検知結果に基づいて前方障害物の有無を判定し、障害物との干渉、衝突の回避動作の有無も判定し、必要があれば制動動作のための制御を行う。更に自律走行制御部 270 は、管制サーバ 31 からの指示に従って、制動装置 211 に対する駆動制御を行い、減速動作、通常停止動作、又は緊急停止動作を行う。
- [0059] 有人車両 90 に搭載されるナビゲーション装置 900 は、図 5 (b) に示

すように車両側通信制御部 950、要求情報処理部 960、表示制御部 970、指令入力受付部 990 及び車両地図情報記憶部 980 を備える。車両側通信制御部 950、要求情報処理部 960 及び車両地図情報記憶部 980 については、ダンプトラック 20 が備えるものと同一の機能を有するため、説明を省略する。

[0060] 指令入力受付部 990 は、有人車両 90 に搭乗しているオペレータが入力装置 907 を操作して、当該有人車両の目的地を指定したり、有人車両 90 の走行車線の隣車線を含む他車線に、他車線走行許可区間の設定要求を行ったりする操作を受け付ける。オペレータは他車線上で作業をしたい場合などに他車線走行許可区間を取得するための操作を入力装置 907 から行い、指令入力受付部 990 はその入力操作を受けて他車線の設定要求をするためのメッセージ（以下「他車線区間要求メッセージ」という）を入力する。

[0061] 更に指令入力受付部 990 はオペレータが他車線走行許可区間の解除要求を行う操作を受け付ける。

[0062] 表示制御部 970 は、車両地図情報記憶部 980 の情報を用いて有人車両 90 が走行する搬送路の画像を表示装置 906 に表示すると共に、それに重畳して、ナビゲーション装置 900 が管制サーバ 31 から受信した第 1 走行許可区間及び他車線走行許可区間の位置情報と、位置算出装置 920 が算出した自車の現在位置とを表示装置 906 に表示する。有人車両 90 を操縦するオペレータは、表示装置 906 に表示された自車の第 1 走行許可区間と自車の現在位置を見て、第 1 走行許可区間からはみ出ないように車両の走行を行う。

[0063] 次に、図 6 から図 8 を参照して、ダンプトラック及び有人車両が走行する際の管制サーバとの間の処理について説明する。図 6 は、ダンプトラック及び有人車両が走行する露天掘り鉱山現場の構成例を示す図である。図 7 は、自律走行開始時におけるダンプトラックと管制サーバとの間の通信動作を示す図であって、（a）はダンプトラックから目的地の要求メッセージを送信する状態を示し、（b）は管制サーバからの応答状態を示し、（c）は走行

許可区間の要求及び応答状態を示す。図8は、走行許可区間の設定の詳細を示す図であって、(a)はダンプトラック及び有人車両から走行許可区間の要求メッセージを送信する状態を示し、(b)は管制サーバからの応答メッセージを示し、(c)は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。

[0064] 図6に示す符号61は、ショベル10などの鉱山機械による掘削現場及び鉱山機械がダンプトラック20に積み込む積込場61を示す。積込場61のうち、ショベル10の周辺にダンプトラック20が停車し、積込作業が行われる位置を積込位置(図6のLPに相当する)と称する。ショベル10が掘った表土や鉱石は、積込場61でダンプトラック20に積み込まれる。符号62は、表土を展開する放土場であり、積込場61から運び込まれた表土などは、この場所で放土され、層状あるいは放射状に展開される。符号63は鉱石を破碎処理するクラッシャなどが設置された放土場であり、破碎された鉱石はベルトコンベアなどにより貨車による積み出し場あるいは処理設備などに搬送される。

[0065] また、図6のQPは、積込場61への入口であり、かつショベル10からダンプトラックに対して積込位置への進入許可(CALL)がされるまで、ダンプトラック20が停車して待つ待機位置を示す。図6のEXITは、積込場61からダンプトラック20が退出する出口である。

[0066] ダンプトラック20は、積込場61で表土や鉱石を積込み、搬送路60を走行してそれらを放土場62や63に搬送する。搬送路60には、走行路(車線)64が設定されており、ダンプトラック20は、走行路64に沿って走行する。走行路64は、地図上で設定された座標値として与えられる。ダンプトラック20は、GPSや他の位置算出装置により特定した自己位置と走行路64の座標値を比較しながら加減速やステアリングを制御することにより、走行路64に沿って自律走行する。

[0067] また、走行路64上には走行路の区間の境界を示すノード65と、隣接するノード65を接続するリンク66が設けられている。実在する走行路64とノード65、リンク66の情報は、管制地図情報記憶部314a、及び車

両地図情報記憶部 280、980 に同一の地図情報として格納されている。
地図情報には、走行路 64（車線）の進行方向も記憶される。

[0068] 管制サーバ 31 は、管制制御部 320 によって、隣接する 2 つのノード 65 及び 1 つのリンク 66 を含む走行区間毎に走行許可の付与・解除を行い、その情報を区間情報としてダンプトラック 20 と有人車両 90 に通知する。これにより、ダンプトラックおよび有人車両同士の衝突を避けるように走行を制御する。また走行路 64 は区間ごとに制限速度が設けられており、ダンプトラック 20 は車両地図情報記憶部 280、980 制限速度情報を参照しながら、適切な速度で走行する。

[0069] ダンプトラック 20 は、積込場 61 で表土や鉱石を積み込み完了した状態、あるいは放土場 62 や 63 において放土し終わった状態において、図 7 の（a）に示すように管制サーバ 31 に対して目的地を要求するメッセージ（目的地要求メッセージ）を送信する。これは、ダンプトラック 20 の場合、要求情報処理部 260 が現在の自車両位置や車両の状況（停車中）を判断して車両側通信制御部 250 を介して発信するものである。

[0070] この目的地要求メッセージは、管制サーバ 31 上のサーバ側通信制御部 310 により受け取られ、管制制御部 320 に伝えられる。管制制御部 320 内の配車管理部 321 は、管制地図情報記憶部 314 a の地図情報を参照し、他のダンプトラック 20 の状況などを考慮して、目的地を要求してきたダンプトラックの目的地とそこへ至る経路を決定し、目的地 80 とそこへ至る経路 81 を示す目的地応答メッセージをダンプトラックへ伝達するようにサーバ側通信制御部 310 に指示する。サーバ側通信制御部 310 は、無線通信回線 40 を介してダンプトラック 20 に対し目的地応答メッセージを発信する（図 7 の（b）参照）。

[0071] すると、ダンプトラック 20 上の要求情報処理部 260 が、第 2 走行許可区間の設定要求をするメッセージ（区間要求メッセージ）を管制サーバ 31 に送信する。サーバ側通信制御部 310 は、区間要求メッセージを管制制御部 320 に伝える。管制制御部 320 の走行許可区間設定部 322 は、以下

に説明する処理に基づいて第2走行許可区間82を設定し、設定した第2走行許可区間を示すメッセージ（区間応答メッセージ）をダンプトラック20に送信する（図7の（c））。区間応答メッセージは、第2走行許可区間の最前端のノードを固有に識別する情報（ノードID）、最後端のノードID、及び第2走行許可区間に含まれるリンクを固有に識別する情報（リンクID）が含まれる。ダンプトラック20は、走行許可区間を得て初めて走行を開始することができる。

[0072] 一方、車両側では、管制サーバ31から受信した第2走行許可区間を車両上の車両地図情報記憶部280に記録し、これを参照しながら自律走行することで、どこまで走行することができるかを判断する。

[0073] 第2走行許可区間は、区間応答メッセージに含まれる最前端ノードID、最後端ノードID、及びそれらの間に位置するリンクIDを走行許可区間に含まれるリンク65を固有に示す固有情報（リンクID）を用いて定義される。

[0074] 新しい走行許可区間が設定されると同時に、既に通過し終えた走行許可区間は解放される。

[0075] 次に、走行許可区間の設定の詳細について図8を参照して説明する。図8の（a）において、ダンプトラック20-1、20-2は走行中の車両であり、符号81-1、81-2はそれぞれの車両に許可されている走行許可区間である。ダンプトラック20-1、20-2は、いずれも矢印Aに示す方向に走行しているものとする。符号83は、ダンプトラック20-1の現在位置から走行許可区間81-1の最前端（終端）までの走行車線に沿った距離を示す走行許可残存距離である。符号84は、最前端（終端）からダンプトラック20-1が区間要求メッセージの送信を開始する点までの距離を示す走行許可要求開始距離である。

[0076] 走行許可要求開始距離84は、ダンプトラックが停止可能な距離よりも長い距離であり、例えば停止可能距離に所定のオフセット距離を加えたものである。ダンプトラックの停止可能な距離Lは、例えば、車両の積荷を含めた

質量を m 、車両の現在の速度を v 、車両の制動力を f 、安全率に対応して規定されるオフセット係数 c とすると、下式 (1) により求められる。

[数1]

$$L = c \frac{mv^2}{2f} \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0077] オフセット係数 c は 1 以上の値であって、例えば無線通信にかかる時間や無線通信の障害の発生度合いなどを考慮して設定する。車両の速度は、車両の現在速度を車輪の回転数などから測定したものであってもよく、また、車両の現在の走行位置に対して地図情報で規定されている制限速度（最大許容速度）を用いてもよい。

[0078] 図 8 (a) に示すように、ダンプロック 20-1 の走行許可残存距離 83 が走行許可要求開始距離 84 以下となったとき、ダンプロック 20-1 は、管制サーバ 31 に対して区間要求メッセージを送信する。この区間要求メッセージには、ダンプロック 20-1 の自車両位置情報も含まれる。

[0079] 管制サーバ 31 は、ダンプロック 20-1 から区間要求メッセージを受け取ると、送られてきた自車両位置情報を用いてダンプロック 20-1 が存在する走行区間を特定する。そして、ダンプロック 20-1 の進行方向に沿って、ダンプロック 20-1 の存在する区間の終端から予め定められた第 2 走行許可区間として与えられる最短距離（走行許可付与長さ）以上となる区間に対して走行許可を与える。但し、他の車両に許可が与えられている区間がある場合には、その手前までについて走行許可を与える。

[0080] 図 8 (b) に示す例では、ダンプロック 20-1 が存在する区間は 85 であり、その終端から走行許可付与長さ 95 以上の区間は、86、87、88、89 となる。但し、区間 88、89 は既にダンプロック 20-2 に走行許可が与えられているので、86、87 の走行許可が与えられる。なお、区間 86 は既に走行許可が与えられているので、この場合、結果として区間 87 が新たな第 2 走行許可区間として与えられることになる。

[0081] 走行許可を与えられた区間は、車両がその区間を通過した後に、車両の位

置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離以上となったときに解除される。図 8（c）の例では、ダンプトラック 20-1 に走行許可が与えられていた区間 88 は、車両 20-2 と区間終端までの距離 91 が走行許可解除距離 92 以上となった段階で走行許可が解除され、後続のダンプトラック 20-1 への走行許可割り当てが可能となる。

[0082] 第 1 走行許可区間も第 2 走行許可区間と同様のロジックで設定される。

[0083] 管制サーバ 31 の走行許可区間設定部 322 は、有人車両及び無人車両の其々からの区間要求メッセージに応答して車両の走行車線上に区間要求メッセージを送信した車両に対する第 1 / 第 2 走行許可区間を設定する。第 1 / 第 2 走行許可区間は、設定された車両のみが走行を許可された区間であり、他車両の進入は禁止されるので他車両にとっては閉塞区間として機能する。よって、自律走行車両及び有人車両が自車に対して設定された第 1 / 第 2 走行許可区間に従って走行している限り、両車両の干渉は生じない。

[0084] しかし、自律走行車両は大型の鉱山用ダンプトラックであり、有人車両の車体に比べて大きいので、干渉は生じなくても有人車両のオペレータが走行中の自律走行車両に接近する際には心理的な圧迫感を覚えることがある。

[0085] そこで、本実施形態では、有人車両が走行中の自律走行車両とすれちがったり追い越されたりする事態を回避するために、有人車両に対して設定される走行許可区間に追従して隣車線にも有人車両に対する走行許可区間を設定し、有人車両が自律走行車両とすれ違う際に自律走行車両を停止させ、有人車両が自車線に並行して設けられた他車線内の作業をする際には、作業中の有人車両と自律走行車両との干渉を回避する。

[0086] 以上のように走行中又は隣車線を作業中の有人車両 90 の安全を確保するための構成として、本実施形態では有人車両 90 にナビゲーション装置 900 が搭載され、管制サーバ 31 に走行許可区間設定部 322 及び他車線走行許可部 323 を備える。以下、ナビゲーション装置 900 の表示画面例と、ここから入力される操作により他車線走行許可区間を設定する処理について図 9 から図 11 を参照して説明する。図 9 はドーザ（有人車両）に備えられ

たナビゲーション装置 900 の表示装置 906 に表示された画面の一例であり、(a) は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得する前の画面、(b) は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。図 10 はドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置 900 の表示装置 906 に表示された画面の一例であり、(a) はドーザが隣の 2 車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面、(b) はドーザが作業を終えて自車線に復帰したが車体の向きが進行方向と逆向きになっている状態の画面を示す図である。図 11 はドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置 900 の表示装置 906 に表示された画面の一例であり、(a) は有人車両のオペレータが手動で対向車線上の区間を取得したい 2 点を指定した状態を示す画面、(b) は取得区間の境界点を探索し、有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。図 12 は、図 9 の画面に基づいて有人車両のオペレータが操作を行った場合に、管制サーバ 31 の他車線走行許可部 323 が対向車線上の区間を当該有人車両に対して走行許可する手順を説明するフローチャートである。図 13 は有人車両が対向車線の走行許可区間を解除する時の動作手順を説明するフローチャートである。

[0087] 図 9 (a) において、画面 145 は片側 1 車線の搬送路を走行するドーザに搭載された表示装置 906 の画面、符号 130 はドーザ、符号 131 はドーザ 130 に設定されている走行許可区間である。また符号 146 はドーザ 130 が走行している走行車線（自車線）、147 は対向車線である。画面の下方には、対向車線区間取得ボタン 140、対向車線区間解除ボタン 141、自動取得モード ON ボタン 142、自動取得モード OFF ボタン 143 が備えられている。これらのボタンは画面表示してタッチパネルで操作できるようにしてもよいし、画面表示とは別に物理的なボタンとして備えてもよい。

[0088] 図 10 (a) において、画面 145 a は自車線（登坂車線）、自車線に隣接して並走する走行車線、及び対向車線の合計 3 車線上で作業を行うドーザ

に搭載された表示装置 906 の画面、130 はドーザ、131 はドーザ 130 に設定されている走行許可区間である。また符号 146 はドーザが走行している自車線、146 a は走行車線（並走車線）、147 は対向車線である。画面の下方には、他車線区間取得ボタン 140 a、他車線区間解除ボタン 141 a、自動取得モード ON ボタン 142、自動取得モード OFF ボタン 143、及び区間を取得する他車線の数を入力する車線数入力ボタン 144 を備える。他車線区間取得ボタン 140 a、他車線区間解除ボタン 141 a は、図 9 における対向車線区間取得ボタン 140、対向車線区間解除ボタン 141 と同様、他車線走行許可区間の設定要求を入力する際に操作する釦であるが、図 10 の例では他車線に対向車線以外の車線も含まれることから、名称を変えている。

[0089] 車線数入力ボタン 144 は、自車線の進行方向に向かって右側（R）に設けられた他車線の取得数、及び自車線の進行方向に向かって左側（L）に設けられた他車線の取得数のそれぞれを入力するボタンである。図 10（a）ではドーザ 130 が車線 146 を走行しているので、車線数入力ボタン 144 において右側 2 車線、左側 0 車線を指定して、右側 2 車線上に他車線走行許可区間 137 a を取得しているが、ドーザ 130 が車線 146 を走行していて 3 車線全てについて区間を取得する場合には車線数入力ボタン 144 において右側 1 車線、左側 1 車線が指定される。また、自車線 146 上のドーザ 130 に隣接する車線 146 a だけで区間を取得する場合は、車線数入力ボタン 144 において右側 1 車線、左側 0 車線が指定される。

[0090] 図 10（b）において他車線区間解除ボタン 141 a をオペレータが操作した場合に、ドーザ 130 a が二つの走行許可区間 131、137 a をまたぐ位置にある、即ちドーザ 130 a が一つの走行許可区間に内包されない位置にある場合や、ドーザ 130 b のように一つの走行許可区間に内包されていても、その走行許可区間 131 の車線の進行方向とドーザ 130 b の車体の向きとが一致しない場合は、指令入力受付部 990 が他車線区間解除ボタン 141 a に対する操作を検出しても、解除要求メッセージを生成せずに他

車線区間解除ボタン 141a をアクティブに遷移させない。

[0091] 図 11 (a) において、画面 145b は片側 1 車線の搬送路を走行するドーザ 130 に搭載された表示装置 906 の画面である。

[0092] 手動で他車線走行許可区間の取得要求を行う際は、自動取得モード OFF ボタン 143 を選択した状態でタッチパネル上の対向車線に近い 2 点 150、151 をユーザが押圧する。指令入力受付部 990 は、例えば点 150 に対しては、点 150 に隣接する 2 つのノードを地図情報から抽出し、抽出した各点と第 1 走行許可区間 131 の前方／後方境界点のどちらか近い方（図 11 では後方境界点）との距離 d_1 、 d_2 を算出する。そして、距離が短い方、すなわち後方境界点から距離 d_2 のノードを他車線走行許可区間の一方の境界点として選択する。

[0093] 同様に点 151 に対しても点 151 に隣接する 2 つのノードを抽出し、抽出した各点と走行許可区間の前方／後方境界点のどちらか近い方（図 11 では前方境界点）との距離 d_3 、 d_4 を算出する。そして、距離が短い方、すなわち前方境界点から距離 d_3 のノードを他車線走行許可区間の一方の境界点として選択する。これにより、図 11 (b) に示す区間 137b が他車線走行許可区間の取得要求区間として入力される。

[0094] 指令入力受付部 990 が上記取得要求区間の境界点を探索するアルゴリズムを有することで、オペレータが手動で取得要求区間を入力する際に、他車線上から外れた位置の入力操作をしてもノード間の区間を取得要求区間として設定できるので、オペレータが正確にノードを選択する必要がなくなり操作の利便性が向上する。上記アルゴリズムは手動操作による取得要求区間の一例にすぎず、後述するフローチャート内において他のアルゴリズムについても言及する。

[0095] 次に図 12 のフローチャートに従って、他車線走行許可部 323 が対向車線上の区間を有人車両に対し走行許可する動作を説明する。

[0096] まず、ドーザ 130 に搭乗しているオペレータが他車線上の領域を作業したい場合、対向車線区間取得ボタン 140 を押す (S1201)。3 車線以

上ある搬送路の場合は、対向車線区間取得ボタン１４０に代えて、他車線区間取得ボタン１４０a及び車線数入力ボタン１４４を押す。

[0097] この時、走行許可区間を自動取得モードで取得したい場合はあらかじめ自動取得モードＯＮボタン１４２を押し、当該ボタンがアクティブになっていることを確認しておく。一方、手動取得モードで取得したい場合は、自動取得モードＯＦＦボタン１４３を押しておき、当該ボタンがアクティブになっていることを確認しておく。

[0098] 対向車線区間取得ボタン１４０又は他車線区間取得ボタン１４０aが押されたときに自動取得モードであった場合（Ｓ１２０２／Ｙｅｓ）、指令入力受付部９９０は車両地図情報記憶部９８０を参照し、自車線上に現在設定されている自車両の走行許可区間と隣接する、対向車線又は他車線上の区間のＩＤを取得する（Ｓ１２０３）。隣接する区間は、あらかじめ対応付けて車両地図情報記憶部９８０に保持しておいてもよいし、必要時に幾何学計算を実行し、逐次計算するように構成してもよい。この時ＩＤを取得する他車線上の区間は、例えば図９（a）において、自車線上の走行許可区間の端点１３８、１３９から最も近い対向車線上の２点のノードで構成されるリンク１３２、１３６を含む一続きの区間１３２、１３３、１３４、１３５、１３６とすればよい。

[0099] 自動取得モードに設定されている場合は（Ｓ１２０２／Ｎｏ）、指令入力受付部９９０が要求情報処理部９６０に対し、次の（新たな）走行許可区間の設定要求を行うための区間要求メッセージを送信する際に合わせて他車線区間の設定要求をするメッセージ（「他車線区間要求メッセージ」という）も送信させる。例えば、ナビゲーション装置９００に搭載されるメモリの所定領域に他車線区間要求メッセージの要否を示すフラグ領域を設け、自動取得モードの場合はフラグ領域に「１」を設定しておく。そして、要求情報処理部９６０が区間要求メッセージを送信する前にフラグ領域を参照し、「１」が設定されていれば区間要求メッセージとともに他車線区間要求メッセージも送信する。これにより、一度オペレータが自動取得モードに設定する操

作を行うと、有人車両の走行中に設定される新たな走行許可区間に追従して、これと並行な他車線の区間も走行許可区間として取得できる。

[0100] また別例として、管制サーバ31に搭載されるメモリに上記のフラグ領域を確保しておく。そして、自動取得モードに設定されると指令入力受付部990が他車線区間要求メッセージを管制サーバ31に送信し、管制サーバ31のフラグ領域に「1」を設定する。以後、他車線区間の解除要求を行うメッセージ（「他車線区間解除要求メッセージ」という）を管制サーバ31が受信するまで、管制サーバ31が区間要求メッセージを受信する度に、他車線走行許可部323が有人車両に対して新たに設定される第1走行許可区間に隣接する他車線の区間に走行許可区間を設定するように構成してもよい。その場合は、他車線走行許可部323は第1走行許可区間の解除に合わせて、第一走行許可区間に追従して設定された他車線走行許可区間の解除も行う。

[0101] 対向車線区間取得ボタン140又は他車線区間取得ボタン140aが押されたときに手動取得モードであった場合（S1202／No）、オペレータは他車線上の区間の指定を行う（S1204）。区間の指定方法は、例えば、オペレータが画面上の他車線を挟む任意の2点をタッチ等で指定することで（図11参照）、その2点を対角の点とする矩形領域を生成し、その内部に含まれる他車線上の区間を取得要求区間として抽出してもよい。この時、他車線上の区間のみならず自車線上の区間もあわせて指定できるようにしてもよい。あるいは、他車線上の任意の2区間をタッチ等で指定しそれらを含む一連の区間を指定区間としてもよい。

[0102] 指令入力受付部990は、このようにして指定した区間のIDを、車両地図情報記憶部980を参照して取得する（S1205）。

[0103] 上記の方法で他車線上の区間IDを取得すると、有人車両の指令入力受付部990は取得した区間IDを含む他車線区間要求メッセージを生成し、車両側通信制御部950を介して管制サーバ31に送信する（S1206）。

[0104] 管制サーバ31では、他車線走行許可部323がサーバ側通信制御部31

0を介して上記の区間IDを含む他車線区間要求メッセージを受信する。他車線走行許可部323は、区間情報記憶部314bの区間情報を参照して当該区間が他車両に対して許可されているかどうかを確認する(S1207)。

[0105] 取得要求された区間が他車両に対して第1走行許可区間、第二走行許可区間、または他車線走行許可区間のいずれにも含まれず、走行許可が付与されていない場合(S1207/No)、当該区間を有人車両の他車線走行許可区間として設定するとともに区間情報記憶部314bの区間情報に書込み(S1208)、サーバ側通信制御部310を介して有人車両に対し、設定された他車線走行許可区間を送信する(S1209)。

[0106] 指定された区間が他車両に対して許可されている場合(S1207/Yes)、管制サーバ31は有人車両に対し、他車線走行許可区間取得失敗のメッセージを送信する(S1210)。

[0107] 有人車両の表示制御部970は車両側通信制御部950を介して管制サーバ31が送信したメッセージを受信し、その結果を車載端末上に表示する(S1211)。

[0108] 区間取得に成功した場合は、他車線上で指定した領域137(図9参照)、137a(図10参照)、137b(図11参照)が有人車両の走行許可区間として色づけされて画面に表示される。

[0109] 次に図13を用いて、上記の方法で取得した他車線上の走行許可区間を解除する動作手順を説明する。図13は他車線上の走行許可区間を解除する動作手順を示すフローチャートである。

[0110] まず、有人車両のオペレータがナビゲーション装置900の他車線区間解除ボタン141、141aを押す(S1301)。

[0111] 指令入力受付部990はこれを受け、有人車両の車体が第1走行許可区間に内包されかつ車体の向きが第1走行許可区間の進行方向と一致するか、有人車両の車体が他車線走行許可区間に内包されかつ車体の向きが他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に(S1302/Yes)、解除要求を

生成し、車両側通信制御部 950 から管制サーバ 31 に送信する (S 1303)。

[0112] 位置または向きが正しくない場合 (S 1302 / No)、走行許可区間の解除は失敗となり、ナビゲーション装置 900 上に解除失敗のメッセージを表示するようにしてもよい。

[0113] 管制サーバ 31 の他車線走行許可部 323 は解除要求メッセージを受け他車線走行許可区間を解除し、区間情報記憶部 314 b の区間情報から解除した他車線走行許可区間のデータを削除する (S 1304)。

[0114] 対向車線上の走行許可区間の解除に成功すると、ナビゲーション装置 900 の表示制御部 970 は画面を更新し、自転車に対する他車線走行許可区間の表示をけし、現在走行中の第 1 走行許可区間の画像を表示する (S 1305)。

[0115] 次に、本実施形態に係る自律走行システムの動作手順の概略を説明する。
図 14 は、ダンプトラックに対する管制制御処理の流れを示すフローチャートである。以下、図 14 の各ステップ順に沿って説明する。

[0116] まず、ダンプトラック 20 の目的地が設定されていない場合 (S 1401 / No)、走行制御装置 200 の要求情報処理部 260 は、無線通信回線 40 を介して管制サーバ 31 に目的地要求メッセージ (現在位置情報を含む) を送信する (S 1402)。

[0117] 管制サーバ 31 の配車管理部 321 がダンプトラック 20 の現在位置情報と管制地図情報記憶部 314 a の地図情報を参照して目的地を設定し、その結果を示す目的地応答メッセージをダンプトラック 20 に対して送信する (S 1403)。ダンプトラック 20 の目的地が設定されている場合 (S 1401 / Yes) 及び目的地応答メッセージの送信後、ステップ S 1404 へ進む。

[0118] 区間要求メッセージの送信が必要な場合、例えばダンプトラック 20 に第 2 走行許可区間が設定されていない場合、または現在の第 2 走行許可区間から走行許可残存距離が走行許可要求開始距離以下である場合 (図 8 の (a))

参照、S 1 4 0 4 / Y e s) は、要求情報処理部 2 6 0 から区間要求メッセージを送信する (S 1 4 0 5) 。

[0119] 区間要求メッセージの送信が不必要な場合、即ち、既に第 2 走行許可区間が設定されており、走行許可残存距離が走行許可要求開始距離より長い場合 (S 1 4 0 4 / N o) 、及び区間要求メッセージを送信しても現在走行中の走行許可区間の前方境界点まで、まだ相応可能な距離が残存している場合、自律走行をする (S 1 4 0 6) 。なお初回のループ、すなわち目的地は設定されているが (S 1 4 0 1 / Y e s) 、まだ走行許可区間が設定されていない状態 (S 1 4 0 9 の処理が未実行の場合) は自律走行が行えないので、ステップ S 1 4 0 6 の「自律走行」は実質的にはダンプ 2 0 が停止 (未出発) の状態となる。この場合は次のステップ S 1 4 0 7 において「N o 」が選択され、S 1 4 0 9 において最初の走行許可区間が設定され、次のループにより自律走行を開始する。

[0120] ダンプトラック 2 0 は区間要求メッセージを送信後、現在付与されている走行許可区間に従って走行を続けながら、管制サーバ 3 1 からの区間応答メッセージの受信を待機する。自律走行制御部 2 7 0 は、位置算出装置 2 2 0 からの自車両位置と車両地図情報記憶部 2 8 0 、及び現在付与されている第 2 走行許可区間とを比較し、走行許可残存距離が停止開始距離以下である場合 (S 1 4 0 7 / Y e s) 、第 2 走行許可区間内で停止するように走行駆動装置 2 1 0 の制動装置 2 1 1 に対して制動指示を行い、ダンプトラック 2 0 が減速を開始する (S 1 4 0 8) 。走行許可残存距離が停止開始距離よりも長いときは (S 1 4 0 7 / N o) 、停止のための制動をかけずに自律走行を継続する。

[0121] 管制サーバ 3 1 は区間要求メッセージを受信すると、走行許可区間設定部 3 2 2 がダンプトラック 2 0 の自車両位置及び管制地図情報記憶部 3 1 4 a に格納された地図情報に基づき新たな第 2 走行許可区間を設定し、その内容を示す区間応答メッセージをダンプトラック 2 0 に対して送信する (S 1 4 0 9) 。

[0122] ダンプトラック 20 は、区間応答メッセージを受信すると（S 1 4 1 0 / Y e s）、区間応答メッセージに示される新たな走行許可区間に従って走行を開始する（S 1 4 1 1）。ダンプトラック 20 が、区間応答メッセージを受信しない場合、ステップ S 1 4 0 5 へ戻る（S 1 4 1 0 / N o）。区間応答メッセージを受信しない場合とは、例えば通信エラーにより区間要求メッセージが管制サーバ 31 に届いていない、また区間応答メッセージがダンプトラック 20 に届いていない場合がある。

[0123] 走行許可区間設定部 322 は、ダンプトラック 20 の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離以上となると（図 8 の（c）参照、S 1 4 1 2 / Y e s）、走行許可区間の設定を解除する（S 1 4 1 3）。走行許可区間設定部 322 は、区間情報から解除した走行許可区間を示す情報を削除する。その後ステップ S 1 4 0 1 へ戻る。また、走行許可区間設定部 322 は、ダンプトラック 20 の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離未満の場合（S 1 4 1 2 / N o）、走行許可解除距離以上となるまで解除せずに、ダンプトラックが走行する（S 1 4 1 2）。

[0124] 次に図 15 及び図 16 を参照して、有人車両に対する管制制御処理の流れを説明する。図 15 は、有人車両に対する管制制御処理の前半部分を示すフローチャートである。図 16 は、有人車両に対する管制制御処理の後半部分を示すフローチャートである。有人車両に関する処理でダンプトラックと異なる点は、目的地は管制サーバ 31 ではなくオペレータが決定すること、および走行制御はオペレータの操縦により実行されることである。以下、図 15 及び図 16 の各ステップ順に沿って説明する。なお、図 14 の説明と重複する動作内容については説明を省略する。

[0125] まず、有人車両 90 の目的地が設定されていない場合（S 1 5 0 1 / N o）、オペレータが入力装置 907 により目的地を指定し、管制サーバ 31 に送信する（S 1 5 0 2）。目的地が設定されている場合（S 1 5 0 1 / Y e s）、及び管制サーバ 31 に目的地を送信するとステップ S 1 5 0 3 に進む。

- [0126] 次にダンプトラック同様に、区間要求メッセージの送信が必要で自動取得モードに設定されていると（S 1 5 0 3 / Y e s、S 1 5 0 4 / Y E S）、要求情報処理部 9 6 0 から区間要求メッセージを送信するとともに、要求情報処理部 9 6 0 又は指令入力受付部 9 9 0 から他車線区間要求メッセージも送信する（S 1 5 0 5）。なお既述の通り、ナビゲーション装置 9 0 0 は、他車線区間要求メッセージを区間要求メッセージとともに毎回送信してもよいし、解除要求メッセージが送信されるまでに 1 度だけ送信してもよい。
- [0127] 区間要求メッセージの送信が必要で自動取得モードに設定されていない、すなわち手動取得モードに設定されている場合（S 1 5 0 3 / Y e s、S 1 5 0 4 / N o）、要求情報処理部 9 6 0 から区間要求メッセージを送信する（S 1 5 0 6）。
- [0128] 区間要求メッセージの送信が不必要な場合（S 1 5 0 3 / N o）、区間要求メッセージを送信した場合（S 1 5 0 6）、更に他車線区間要求メッセージも合わせて送信した場合（S 1 5 0 5）、有人車両を操舵するオペレータは、ナビゲーション装置 9 0 0 の表示画面を参照しつつ、走行許可区間をはみ出さないように走行を続ける（S 1 5 0 7）。表示装置 9 0 6 には、鉾山の地図情報上に重畳して自車の走行許可区間および自車位置が表示されるようにしてもよい。
- [0129] 管制サーバ 3 1 は区間要求メッセージを受信すると、走行許可区間設定部 3 2 2 が有人車両の自車両位置及び管制地図情報記憶部 3 1 4 a に格納された地図情報に基づいて、走行許可区間を設定する。必要があれば他車線走行許可部 3 2 3 は他車線走行許可区間を設定し、それらの内容を示す区間応答メッセージを有人車両に対して送信する（S 1 5 0 8）。
- [0130] 有人車両は、区間応答メッセージを受信すると（S 1 5 0 9 / Y e s）、区間応答メッセージに示される新たな第 1 走行許可区間に従ってオペレータの操縦により走行する（S 1 5 1 0）。他車線走行許可区間が設定されていれば、他車線走行許可区間に有人車両がはみ出すことも許容される。有人車両が、区間応答メッセージを受信しない場合、ステップ S 1 5 0 4 へ戻る（

S 1 5 0 9 / N o) 。

- [0131] ナビゲーション装置 9 0 0 が手動取得モードから他車線区間要求メッセージを送信した場合 (S 1 6 0 1 / Y e s) 、手動モードによる他車線上の走行許可区間の取得処理 (ステップ S 1 2 0 4 ~ ステップ S 1 2 1 1) が実行される (S 1 6 0 2) 。
- [0132] 他車線走行許可区間が設定されると (S 1 6 0 3 / Y e s) 、その区間は他車両にとっては進入不可の閉塞区間となるので、自車線及び他車線に設定された走行許可区間内の作業やUターンが行える (S 1 6 0 4) 。
- [0133] 有人車両の作業が終了すると、他車線走行許可区間の解除処理 (ステップ S 1 3 0 1 ~ ステップ S 1 3 0 5 参照) が実行され、他車線上の走行許可区間が解除される (S 1 6 0 5) 。その後有人車両が自車両の走行許可区間に沿って走行する。
- [0134] ナビゲーション装置 9 0 0 が自動取得モードに設定されている場合 (S 1 6 0 1 / N o) 、及び有人車両が自車両の走行許可区間に沿った走行を再開し、有人車両の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離以上となると (図 8 の (c) 参照、 S 1 6 0 6 / Y e s) 、走行許可区間設定部 3 2 2 は、自車線上の走行許可区間の設定を解除する (S 1 6 0 7) 。走行許可区間設定部 3 2 2 は、区間情報から解除した走行許可区間を示す情報を削除する。その後ステップ S 1 5 0 1 へ戻る。また、走行許可区間設定部 3 2 2 は、有人車両の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離未満の場合 (S 1 6 0 6 / N o) 、走行許可解除距離以上となるまで解除せずに、有人車両が走行する。
- [0135] 以上が、有人車両が他車線上の区間を自車の走行許可区間として取得する場合の動作である。このような仕組みを設けることで、有人車両が他車線上を作業したい場合に、あらかじめ他車線上に自車の走行許可区間を取得してから移動することができるので、有人車両を追い越そうとする車両や対向車が存在しても、有人車両に対して設定された走行許可区間の手前で停止し、有人車両との干渉を防ぐことができる。

[0136] また本実施形態では自動取得モードでは他車線走行許可部が有人車両の第1走行許可区間に隣接する他車線の並行な区間に他車線走行許可区間を付与するので、ダンプトラック20に他車線走行許可区間に重畳した第2走行許可区間が付与されることがない。従って、他車線走行許可区間に重畳した走行許可区間の手前までしかダンプトラックには第2走行許可区間が付与されないで、その前方境界点に到達するとダンプトラックが停止する。その結果、ダンプトラックの隣車線を有人車両が走行している際には、ダンプトラックが停止した状態で有人車両がすれ違う。また、ドーザが作業をするために他車線走行許可区間が付与されている場合は、その手前でダンプトラックが停止し、ドーザに対して付与された他車線走行許可区間に進入することがないので、ダンプトラックとドーザとの干渉が回避される。

[0137] また、本実施形態では自動取得モードONボタン142がアクティブになっている場合に他車線区間取得ボタン140を押した際、他車線上の区間を自動で選択する例を示したが、自動取得モードONボタン142が有効であってかつ他車線上の区間が既に走行許可されている状態で有人車両が自車線上を進行した場合、通常の走行許可区間制御の方法に従って、自車線上の区間とともに他車線上の区間も自動更新するようにしてもよい。具体的には、自車線上の走行許可区間と自車の位置に基づいて、有人車両が必要に応じて区間要求メッセージを管制サーバに送信し、管制サーバが新しい走行許可区間を有人車両に設定する時、通常の処理に基づいて新しく設定されるべき自車線上の区間を参照して、その区間に対応する対向車線上の区間も、有人車両の走行許可区間として設定するようにしてもよい。またこの場合、対向車線の走行許可区間の解除についても、自車線の走行許可区間の解除に基づいて行うようにしてもよい。これにより、有人車両が対向車線を含む広範囲の領域をしばらくの間作業したい場合等に、逐一端末上で区間を指定する必要がなく、効率よく作業を行うことができる。

[0138] <第二実施形態>

第二実施形態はナビゲーション装置900を用いて他車線上に走行許可区

間を取得してから自車線上の前方車両を有人車両に追い越こさせる実施形態である。

[0139] 図 17 は第二実施形態に係る管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図である。第一実施形態の管制サーバ 31 と異なる点は、第 1 実施形態の管制サーバの構成に加えて、追越し対象車両検知部 324 及び追越し経路生成部 325 を備える点である。

[0140] 追越し対象車両検知部 324 は、走行許可区間設定部 322 が管理する走行許可区間の状態、例えば走行許可区間が設定されてからの経過時間、またはサーバ側通信制御部を介して受信したダンプトラックまたは有人車両の速度情報などから、ダンプトラックが追越しをするべき追越し対象車両を検知する。

[0141] 追越し経路生成部 325 は、追越し車両が前方の追越し対象車両を追い越すための追越し経路を生成する。

[0142] 次に、図 18 および図 19 を参照して、本システムにおいてダンプトラックが追越しを実施する場合の動作を説明する。図 18 は追越し動作における追越し経路および走行許可区間を説明する概略図であり、(a) は追越し動作開始前における追越し車両と追越し対象車両、および各車両の走行許可区間の位置関係を示す図、(b) は追越し経路生成の概要を説明する図、(c) は追越し動作の際に設定する走行許可区間の概要を説明する図である。図 19 は追越し動作の概要を説明するフローチャートである。

[0143] まず、図 18 (a) において、ダンプトラック 121 は故障等の原因により走行路 64 上で停止している車両であり、ドーザ 90 はその後方をダンプトラック 121 に向かって走行している車両である。ドーザ 90、ダンプトラック 121 に対し、それぞれ走行許可区間 81-1、81-2 が設定されている。

[0144] このような場面において、通常の走行許可区間の制御のみでは、ドーザ 90 がダンプトラック 121 のすぐ後方の区間 99 に到達すると、その前方の区間の走行許可が管制サーバ 31 から与えられないため、区間 99 にて減速

・停止し、ダンプトラック１２１が走行するまでドーザ９０は走行を再開することができない。この問題を回避するため、管制サーバ３１の追越し経路生成部３２５は、停止しているダンプトラック１２１を迂回してドーザ９０が走行を継続できるよう、隣車線（対向車線でもよいし、追い越し車線でもよい。以下では対向車線を例に挙げて説明する）を利用して追越し経路を生成する。以降、ドーザ９０を追越し車両、ダンプトラック１２１を追越し対象車両と呼ぶ。なお、故障して停止中のダンプトラックの他、車両でない障害物であってもよい。追越し対象が障害物であった場合は、走行許可区間８１－２は進入禁止領域として走行許可区間設定部３２２によって管理されるように構成してもよい。

[0145] 追越し対象車両検知部３２４は、各車両から受信する車両走行情報から得られる位置・速度を参照し、車両が存在する位置における走行車線の指定速度に対し、車両の速度が大幅に小さい、あるいは停止している場合に、当該車両を追越し対象車両として検知する。あるいは、走行許可区間設定部３２２の情報を参照し、地図情報上の各走行許可区間単位における走行許可区間の継続時間（当該走行許可区間が現在設定されている車両に対して設定された時刻からの経過時間）が管制地図情報記憶部３１４aに格納されている想定走行時間よりも長い場合に、当該走行許可区間が設定されている車両を追越し対象車両として検知するようにしてもよい（図１９、Ｓ１９０１）。

[0146] 追い越し対象車両がドーザで、追越し車両がダンプトラックの場合（図１８とは異なる状況である）のように、追越し対象車両が追越し経路上、すなわち対向車線上で作業する場合（Ｓ１９０２／Ｙｅｓ）、追越し対象車両は第１実施形態で説明した処理内容で対向車線上の走行許可区間を取得する（Ｓ１９０３）。この場合、追越し車両は追越し経路を走行許可区間として取得することができなくなるため、追越し経路の直前の区間まで進行し、追越し経路の走行許可が得られるまで待機する。

[0147] 追越し対象車両が追越し経路上の区間で作業せず、自車線上に留まる場合（Ｓ１９０２／Ｎｏ）、例えば追越し対象車両が故障車両（故障中のダンプ

トラック 121) で動けず、追越し車両であるドーザ 90 が故障車両を追いついて目的地に向かう場合は、追越し車両は他車線区間要求メッセージを管制サーバ 31 に対して送信する。

[0148] 他車線走行許可部 323 は追越し車両の前方区間と並行な他車線の区間を含む部分区間に他車線走行許可区間 180 を設定する (図 18 (b))。

[0149] 追越し経路生成部 325 は、追越し車両の前方に移行経路の始点 101 から他車線走行許可区間、及び移行経路の終点 104 までの間を結ぶ追いつき経路 190 を生成する。走行許可区間設定部 322 は、追越し経路 190 上にドーザ 90 に対する第 1 走行許可区間 191 を設定し、ドーザ 90 が第 1 走行許可区間に沿って走行する (S1904)。

[0150] ドーザ 90 が追いつき経路を通過すると、追越し経路生成部 325 は、追越し経路を削除し、他車線走行許可区間及び第 1 走行許可区間も解除する (S1905)。

[0151] 以上が速度の異なる車両間で追越し動作を行う場合の管制サーバと車両の追越し動作の説明である。本システムにおける追越し動作の実施において、追越し対象車両が有人車両であり、追越し動作が実施されるタイミングで対向車線上の領域において散水・地均しなどの車両をしたい場合がある。この時、自車がまもなく追越しされることに気づかずに対向車線へ移動しようと転回した場合、追越し車両と衝突して重大な事故となる可能性があるが、その場合は追いつき対象車両としての有人車両に他車線走行許可区間が設定されるので作業中における他車両との干渉を回避することができる。また有人車両が追越し車両である場合にも、追越し経路に沿って隣車線にはみ出した際に、隣車線を走行中の後続車両から追突されたり、対向車と衝突したりすることを回避できる。

[0152] 上記実施形態は本発明を限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更態様があり、それらは本発明の技術的範囲に属する。

[0153] 例えば、上記実施形態では有人車両上の端末 (ナビゲーション装置 900) で他車線上の区間の取得要求をするように構成したが、管制センタのオペ

レータが管制サーバに備えられた端末上で有人車両の他車線上の区間を指定するように構成してもよい。その場合、有人車両のオペレータから管制センタのオペレータに無線通信で連絡して、他車線上の区間を指定してもらうようにしてもよいし、管制センタのオペレータが有人車両の作業状況を見て判断し、作業に必要な区間を割り当てるようにしてもよい。また管制センタのオペレータが区間を指定して割り当てる場合は、必ずしもその対象は有人車両に限らず、無人車両や、有人車両のナビゲーション装置と同等の機能を備えた装置を所持している作業者であってもよい。

[0154] このようにすれば、管制センタのオペレータが他車両の状況も考慮して、有人車両に対して他車線上の区間を走行許可するかを判断することができる。すなわち、有人車両のオペレータが他車線上の区間を取得したい瞬間に、仮に当該区間が他車両に対して割り当てられていない場合でも、例えば対向車線上を目的地に向かって走行しているダンプトラック（対向車両）が高速で走ってきた場合等に、対向車両を先に通行させ、その後で有人車両に対向車線を割当て、作業をさせるといったことが可能になる。このように、管制センタで走行許可区間の管理を行うことで、周囲の状況を俯瞰して判断することができ、全体としてより効率的なシステム運用が可能となる。

[0155] また、本実施形態では対向車線区間解除ボタンを押した時の動作として、有人車両が自車線上に位置し、区間の進行方向に対し正しい向きであった場合に、対向車線区間解除要求を送信する例を説明したが、上記の判定は必ずしも自車線上に車両がいる場合に限らず、車両が対向車線上に位置し、当該区間で進行方向に対して正しい向きであっても、対向車線区間解除要求を送信するようにしてもよい。その場合、管制サーバによって解除される走行許可区間は本来の自車線側に設定されている走行許可区間となる。

[0156] このようにすれば、車両が目的地を変更して搬送路上でUターンを行う場合や、搬送路上で作業中に、自車両に追付いてしまった車両を通行させるために、本来の自車線の走行許可区間を開放する、といったことが可能となり、より柔軟なシステム運用が可能となる。

符号の説明

- [0157] 1 : 自律走行システム
20 : ダンプトラック
31 : 管制サーバ（管制制御装置）
90 : 有人車両
131 : 第1走行許可区間
137 : 他車両走行許可区間

請求の範囲

[請求項1] 鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を運転手の運転操作に従って走行する有人車両と、当該有人車両の交通管制を行う管制制御装置とを無線通信回線を介して接続した管制制御システムであって、

前記管制制御装置は、

前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した第1走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、

前記有人車両の走行車線の隣車線における前記第1走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、前記有人車両のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定する他車線走行許可部と、

前記有人車両に対して前記走行許可区間及び前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を送信する管制側通信制御部と、を備え、

前記有人車両は、

前記有人車両の走行車線の隣車線に、前記他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、

前記他車線走行許可区間を画面に表示する表示部と、

前記管制制御装置に対し、前記設定要求を送信するとともに、前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を受信する端末側通信制御部と、を備える、

ことを特徴とする管制制御システム。

[請求項2] 前記走行許可区間設定部は、前記複数の車線の内の一の車線上を自律走行する自律走行車両の走行車線の内、前記第1走行許可区間又は前記他車線走行許可区間が設定されていない区間上に、前記自律走行車両のみに走行許可を付与した第2走行許可区間を更に設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の管制制御システム。

[請求項3] 前記走行許可区間設定部が前記有人車両に対して新たな第1走行許

可区間を設定すると、前記他車線走行許可部は前記新たな第 1 走行許可区間と並行な区間に新たな他車線走行許可区間を追従して設定する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の管制制御システム。

[請求項4] 前記他車線走行許可区間は、前記隣車線において前記第 1 走行許可区間と並行な区間を内包する区間である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の管制制御システム。

[請求項5] 前記指令入力受付部は、前記他車線走行許可区間の解除要求を行う操作を更に受け、

前記他車線走行許可部は、前記有人車両の車体が前記第 1 走行許可区間に内包されかつ前記車体の向きが前記第 1 走行許可区間の進行方向と一致する場合、又は前記有人車両の車体が前記他車線走行許可区間に内包されかつ前記車体の向きが前記他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に、前記解除要求に応答して前記他車線走行許可区間の設定を解除する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の管制制御システム。

[請求項6] 前記管制制御装置は、

前記有人車両の走行車線の隣車線に、前記有人車両が前方障害物を回避するための追い越し経路を生成する追い越し経路生成部を更に備え、

前記追い越し経路生成部は、前記有人車両に対して設定された前記他車線走行許可区間内に前記追い越し経路を生成する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の管制制御システム。

[請求項7] 鉾山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両の交通管制を行う管制制御装置であって、

前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した第 1 走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、

前記有人車両の走行車線の隣車線における前記第 1 走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、前記有人車両のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定する他車線走行許可部と、

前記有人車両に対して前記走行許可区間及び前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を送信する管制側通信制御部と、

を備えることを特徴とする管制制御装置。

[請求項8]

鉾山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両に搭載される車載端末装置であって、

前記車載端末装置が搭載された自車両が走行する車線の隣車線に、自車両のみに対して走行許可が付与された他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、

前記他車線走行許可区間の位置を表示する表示部と、

前記有人車両の交通管制を行う管制制御装置に対し、前記設定要求を送信するとともに、前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を受信する端末側通信制御部と、

を備えることを特徴とする車載端末装置。

[請求項9]

前記指令入力受付部は、前記隣車線を挟む任意の 2 点の選択操作を受け付けると、当該 2 点を対角の点とする矩形領域を生成し、その内部に含まれる他車線上の区間を前記他車線走行許可区間として取得要求する取得要求区間として抽出する、又は他車線上の任意の 2 区間を指定し、それらを含む一連の区間を前記取得要求区間として抽出する、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の車載端末装置。

[請求項10]

前記指令入力受付部は、前記自車両の走行に伴って自車両位置が変更すると、自車両位置の変更に追従して他車線走行許可区間を再設定する要求をするための操作を更に受け付ける、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の車載端末装置。

[請求項11]

前記複数の車線は少なくとも 3 車線を含み、

前記指令入力受付部は、自車両の進行方向に対して左右どちら側の車線に前記他車線走行許可区間を設定するかを指定する操作、及び前記他車線走行許可区間を設定する車線数の入力操作を更に受け付ける、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の車載端末装置。

[請求項12]

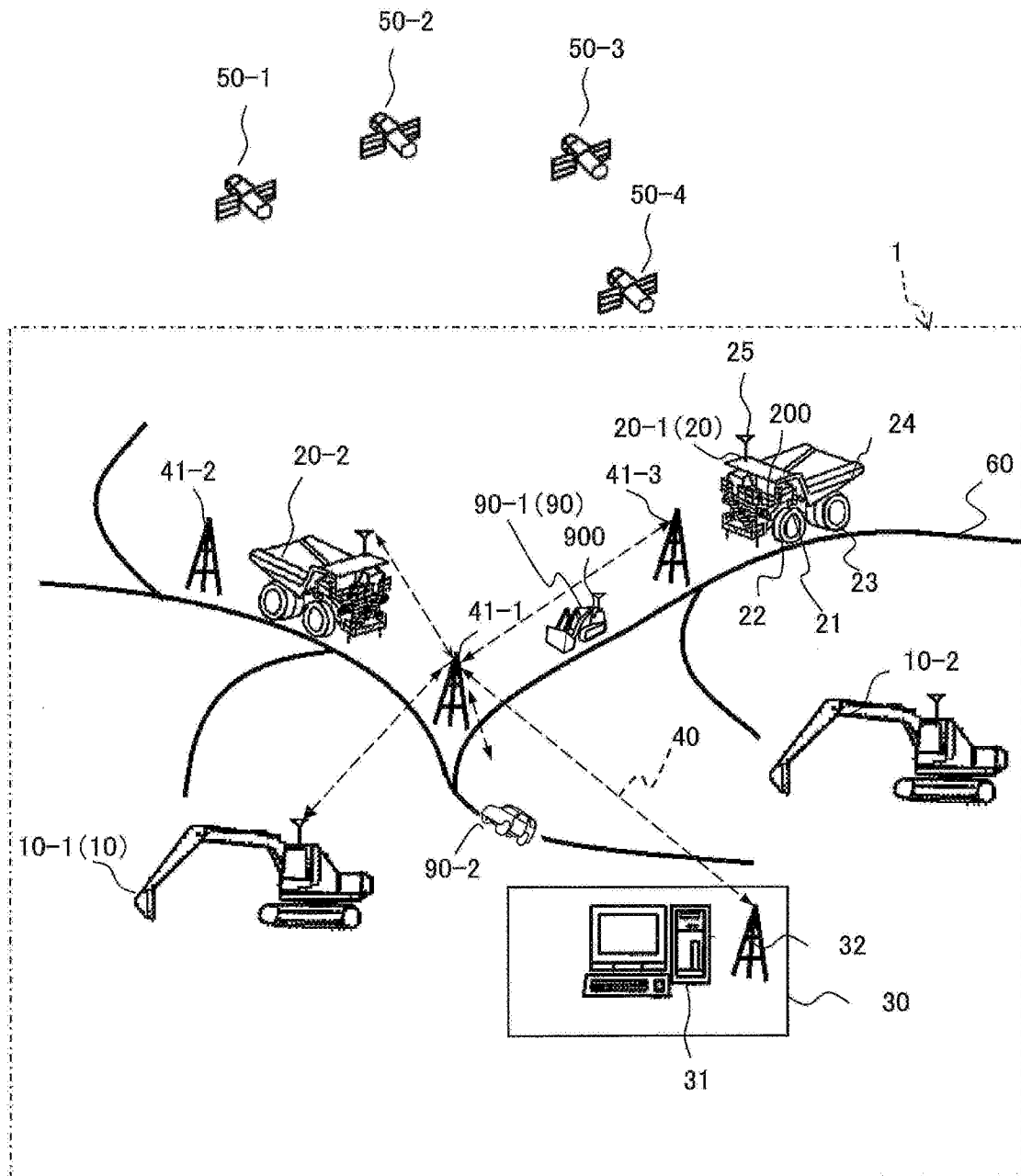
前記複数の車線の位置及び各車線の進行方向を規定した地図情報を記憶する端末側地図情報記憶部を更に備え、

前記管制制御装置が前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した走行許可区間として設定し、前記端末側通信制御部が前記走行許可区間の位置を示す情報を受信している場合に、前記指令入力受付部に対して既に設定されている他車線走行許可区間の設定を解除するための操作がされると、前記指令入力受付部は自車両に搭載された位置算出装置から自車両位置を取得し、前記自車両位置と前記地図情報とを参照し、自車両の車体が前記走行許可区間に内包されかつ自車両の車体の向きが前記走行許可区間の進行方向と一致する場合、又は自車両の車体が前記他車線走行許可区間に内包されかつ自車両の車体の向きが前記他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に、前記他車線走行許可区間の設定を解除する解除要求操作を受け付ける、

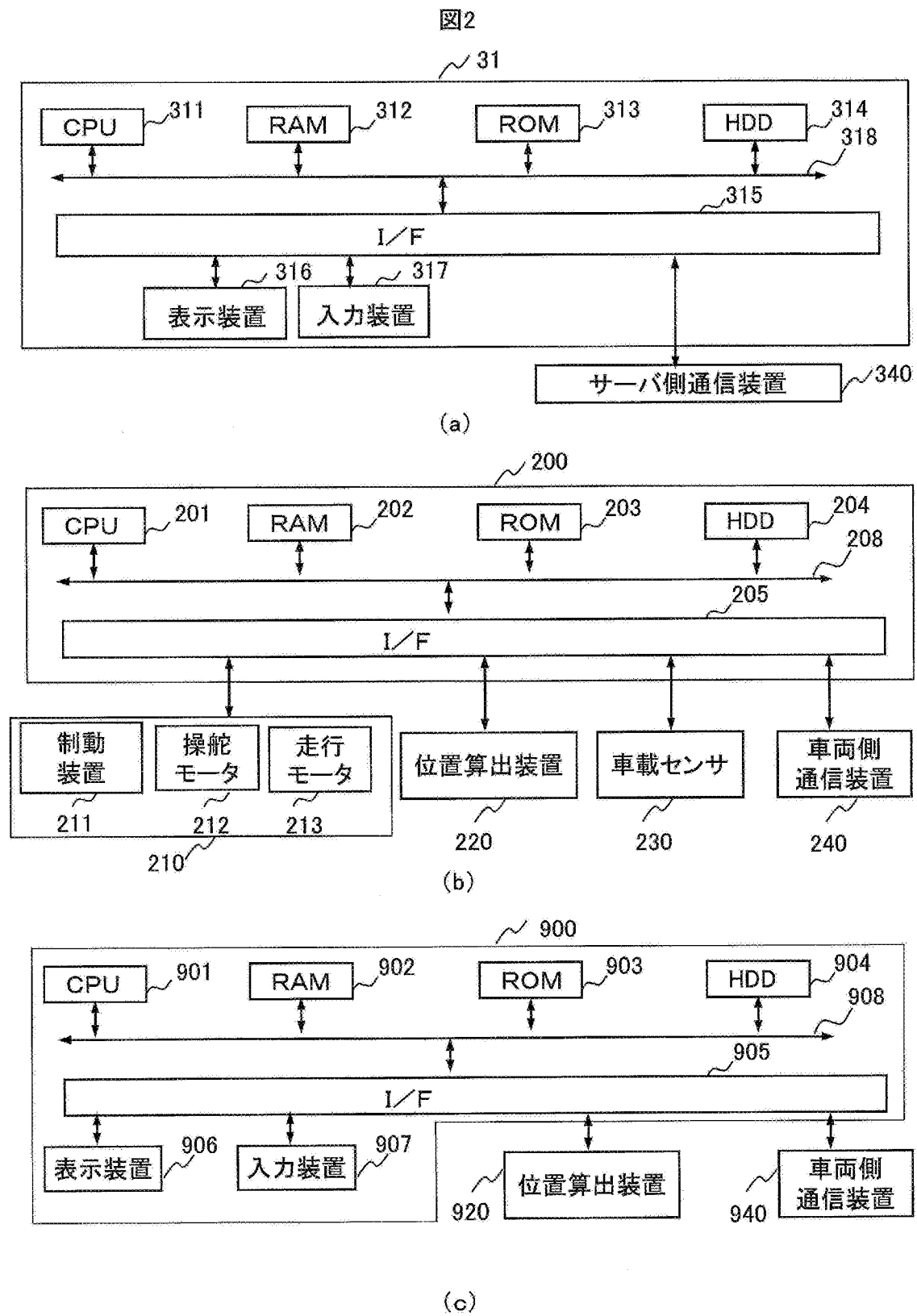
ことを特徴とする請求項 8 に記載の車載端末装置。

[図1]

図1

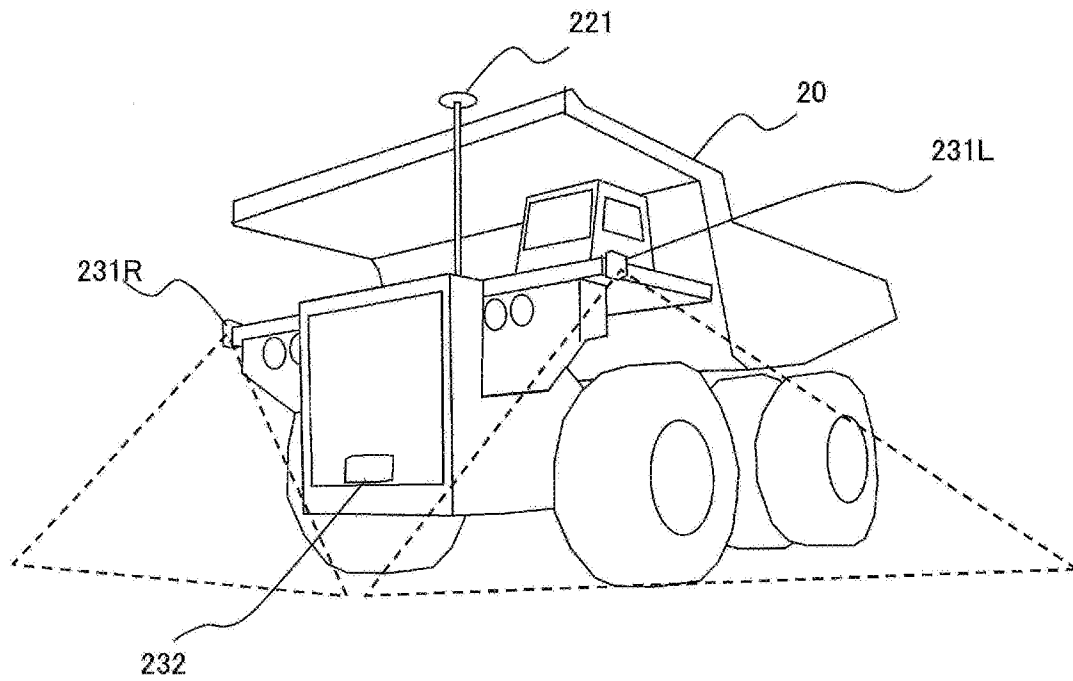


[図2]



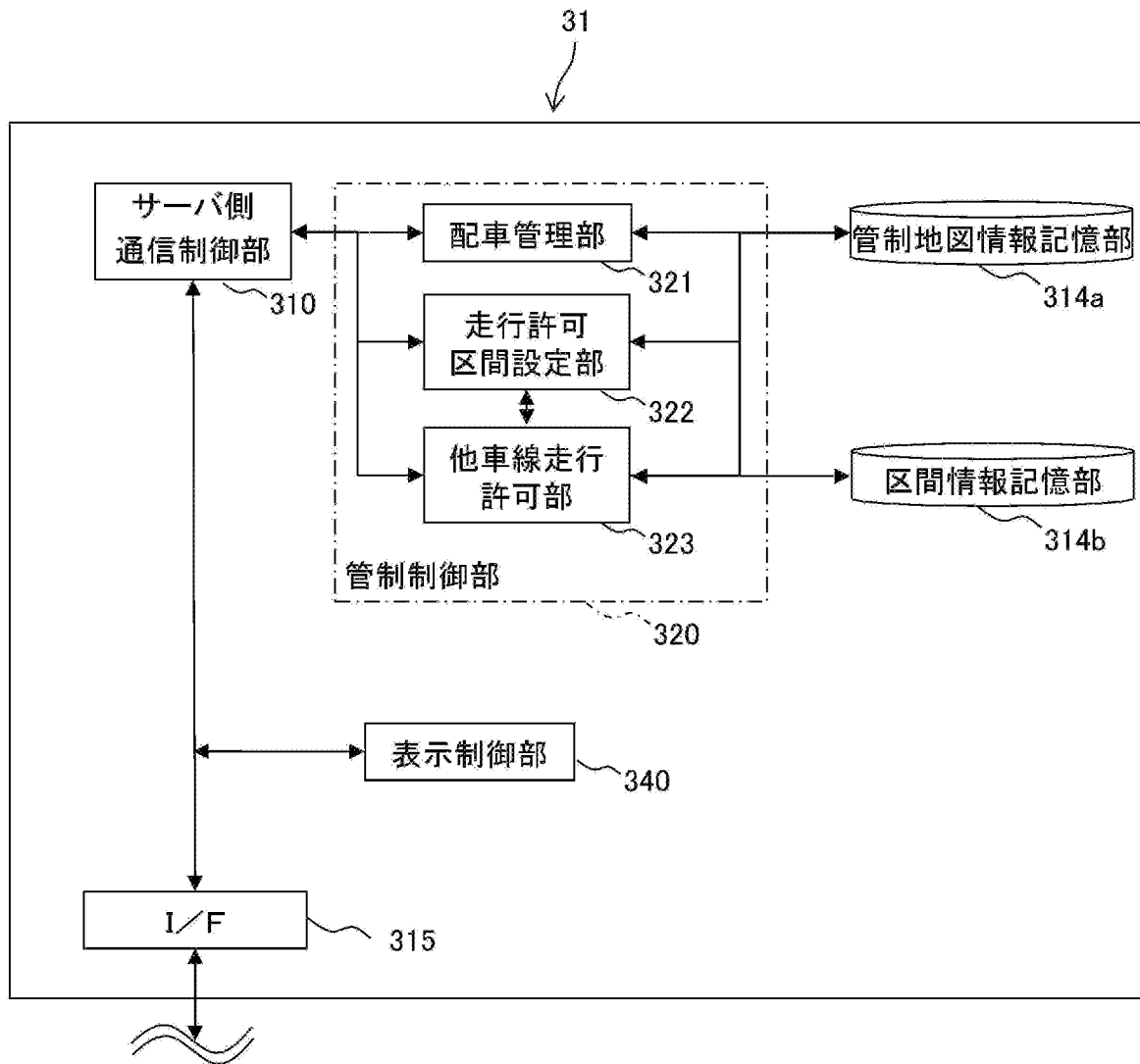
[図3]

図3



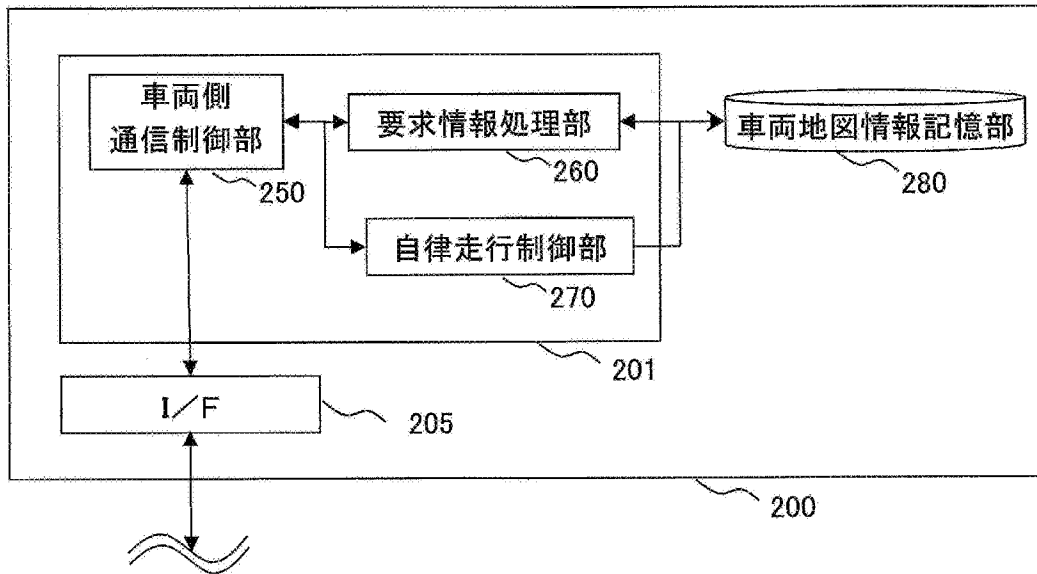
[図4]

図4

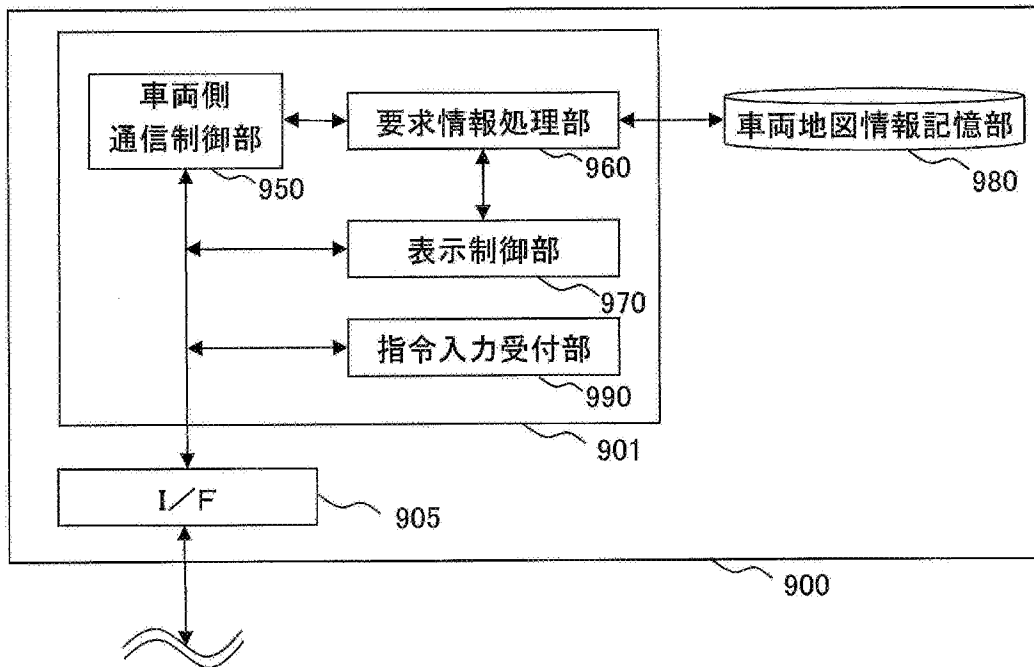


[図5]

図5



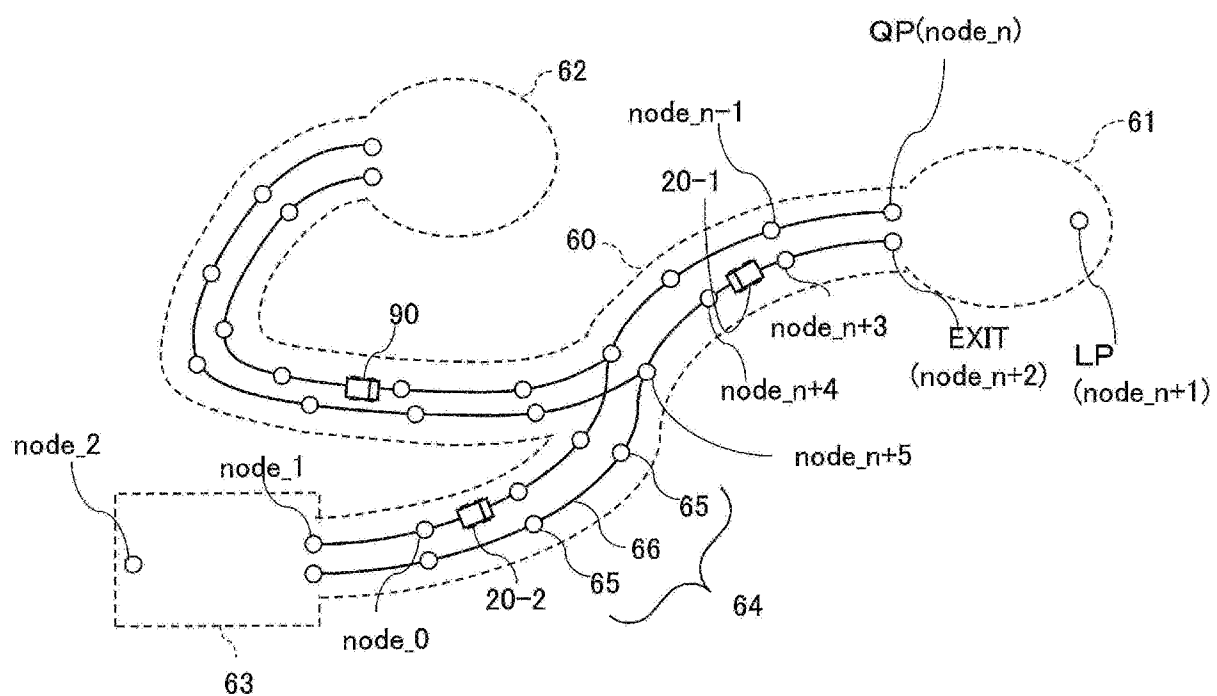
(a)



(b)

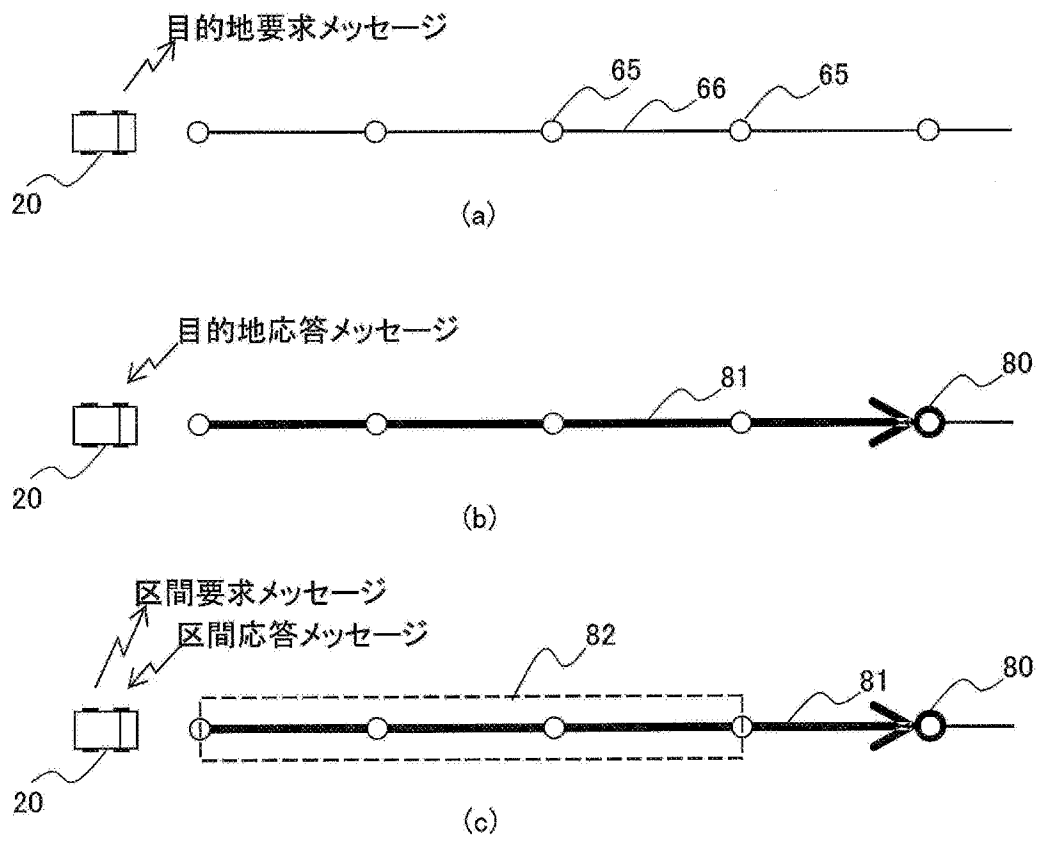
[図6]

図6



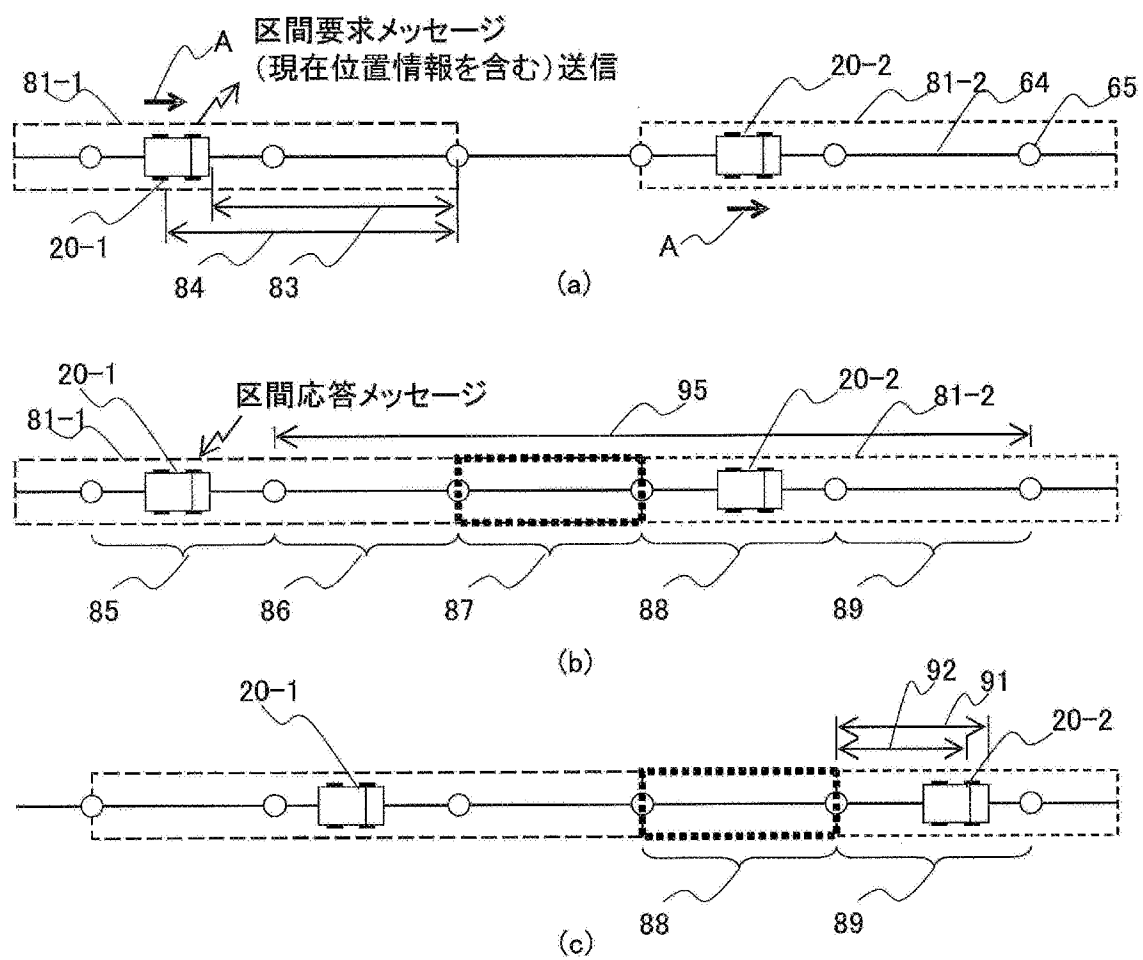
[図7]

図7

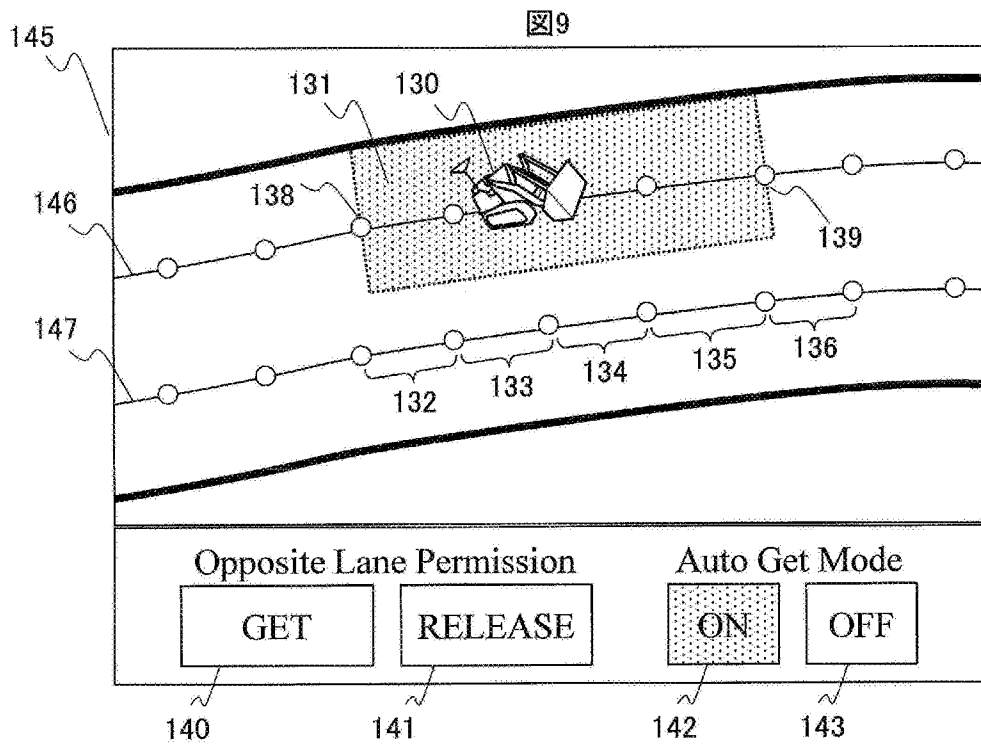


[図8]

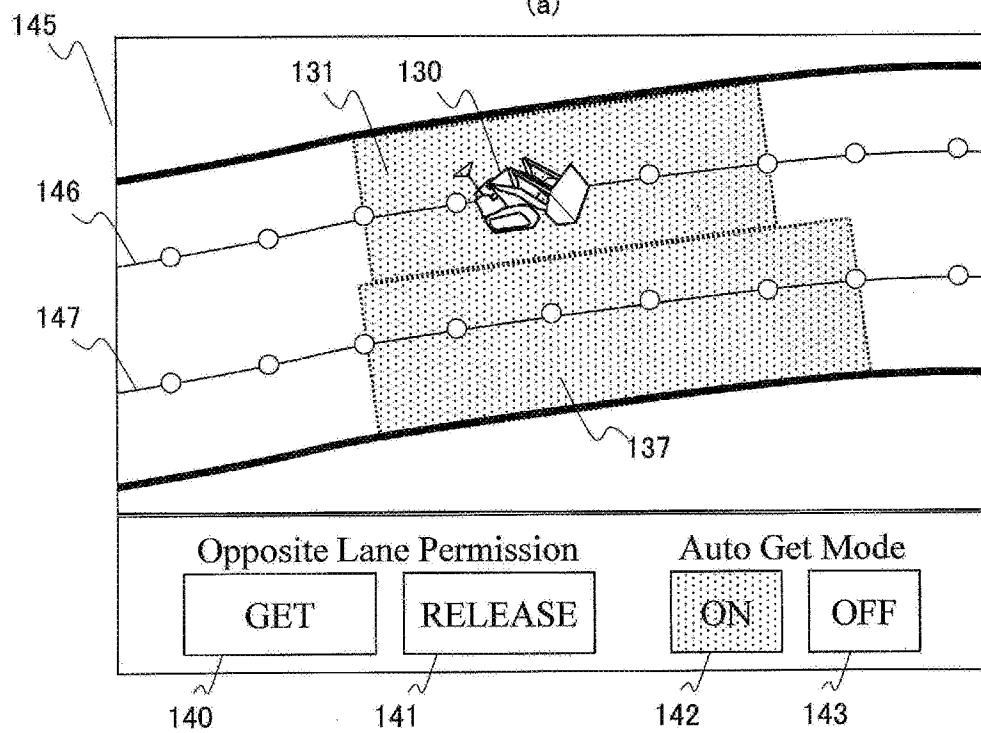
図8



[図9]



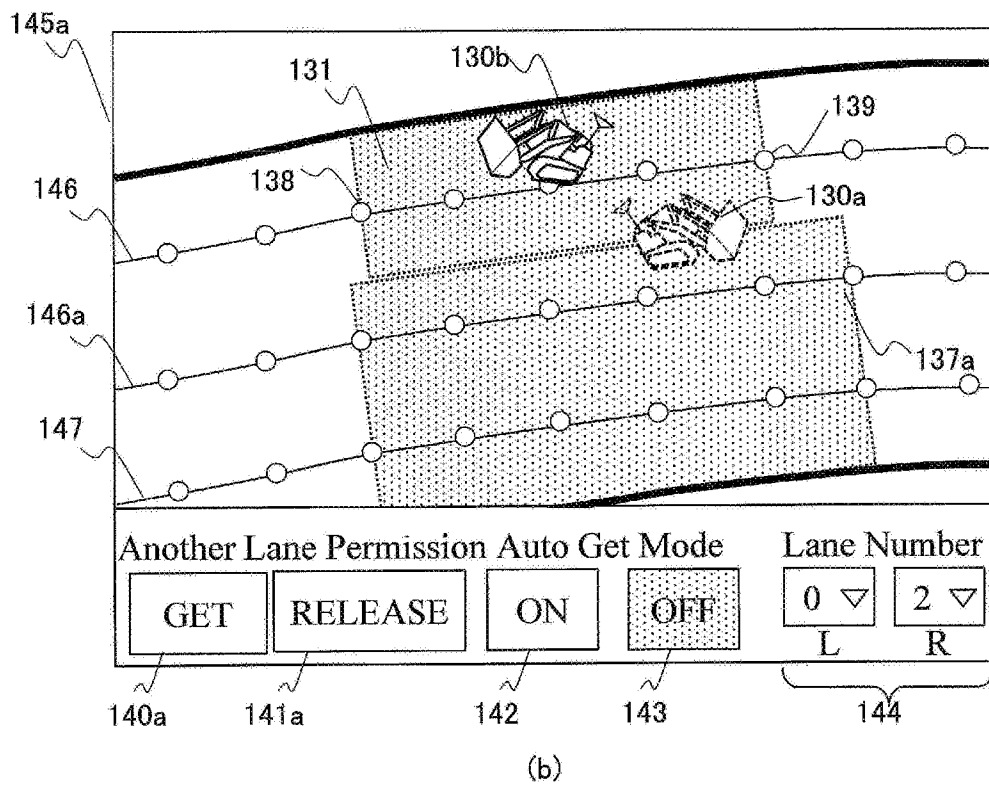
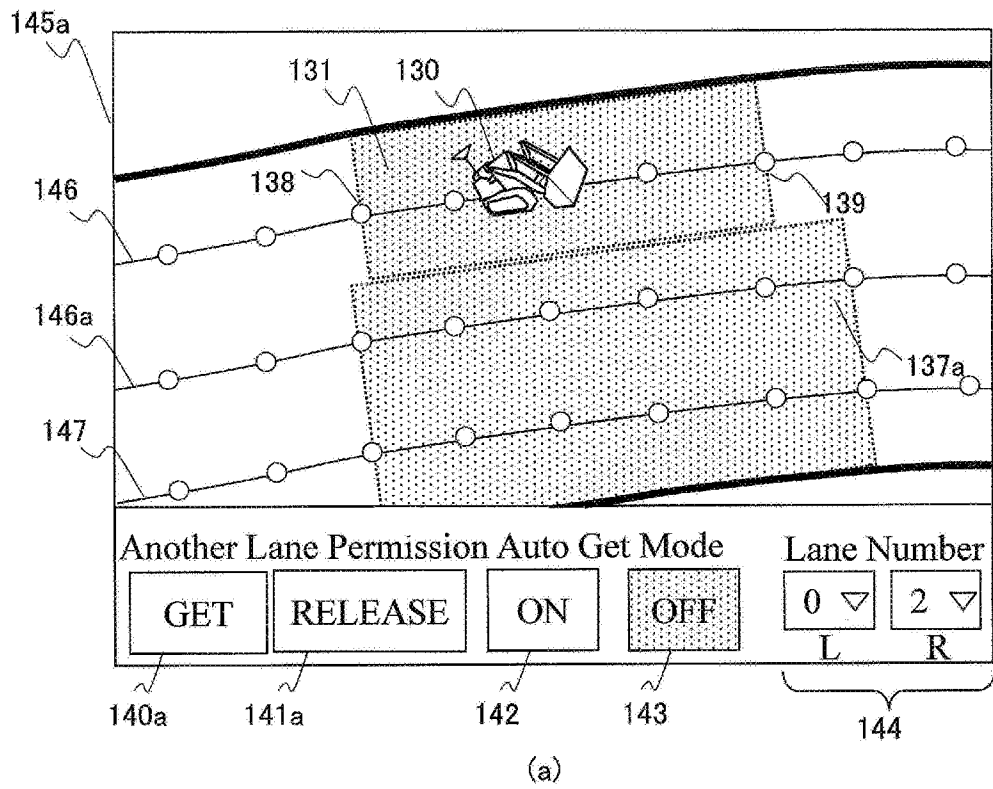
(a)



(b)

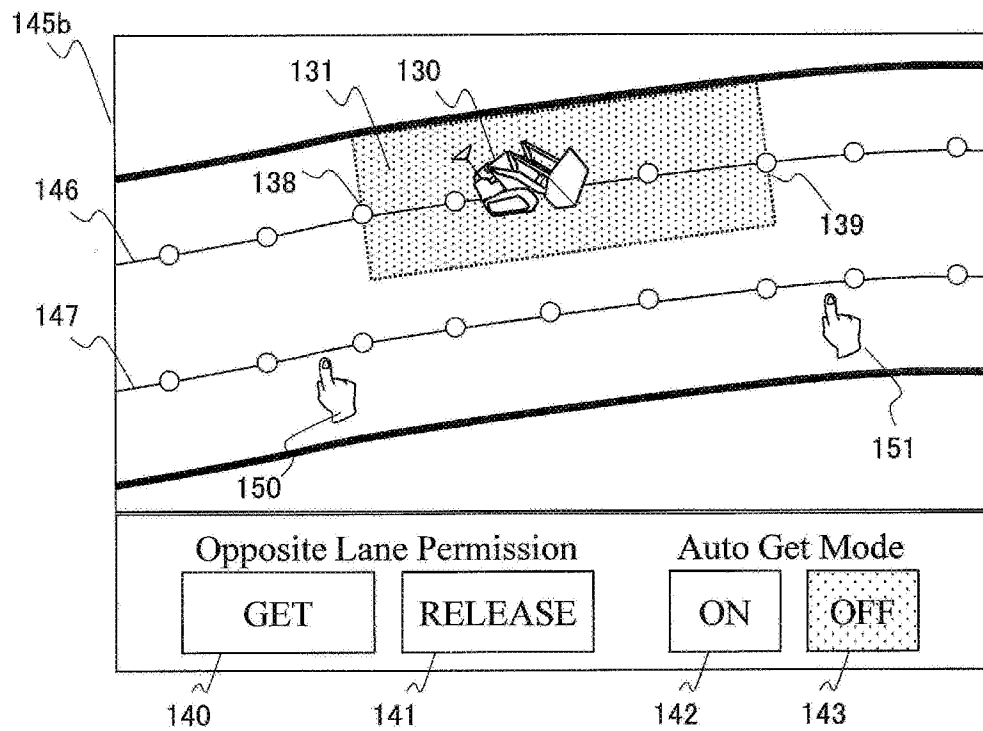
[図10]

図10

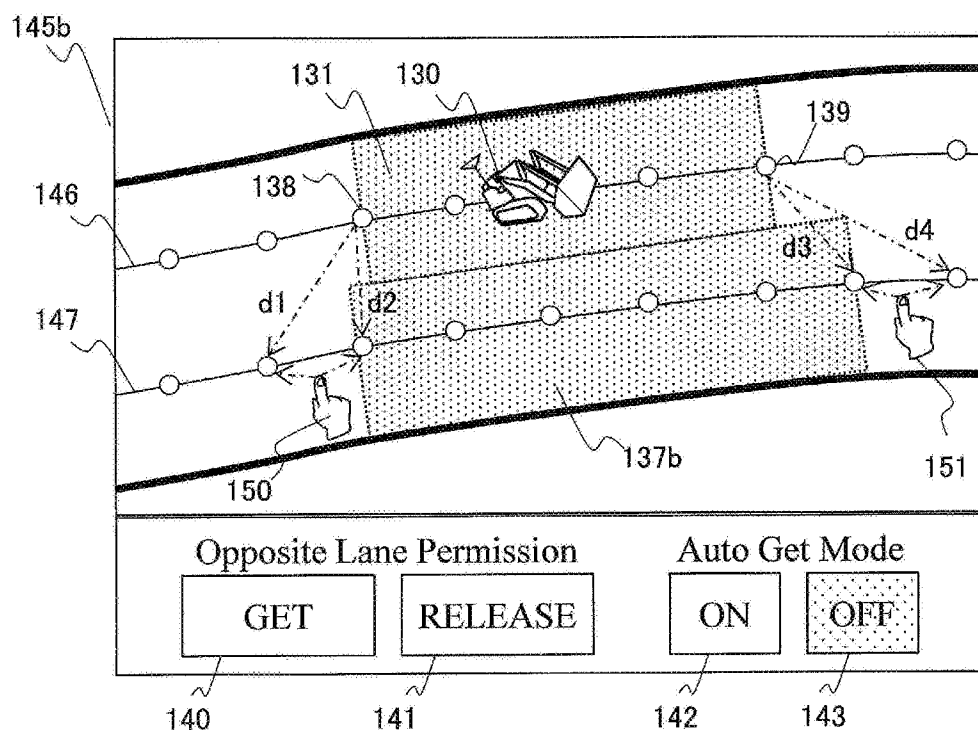


[図11]

図11

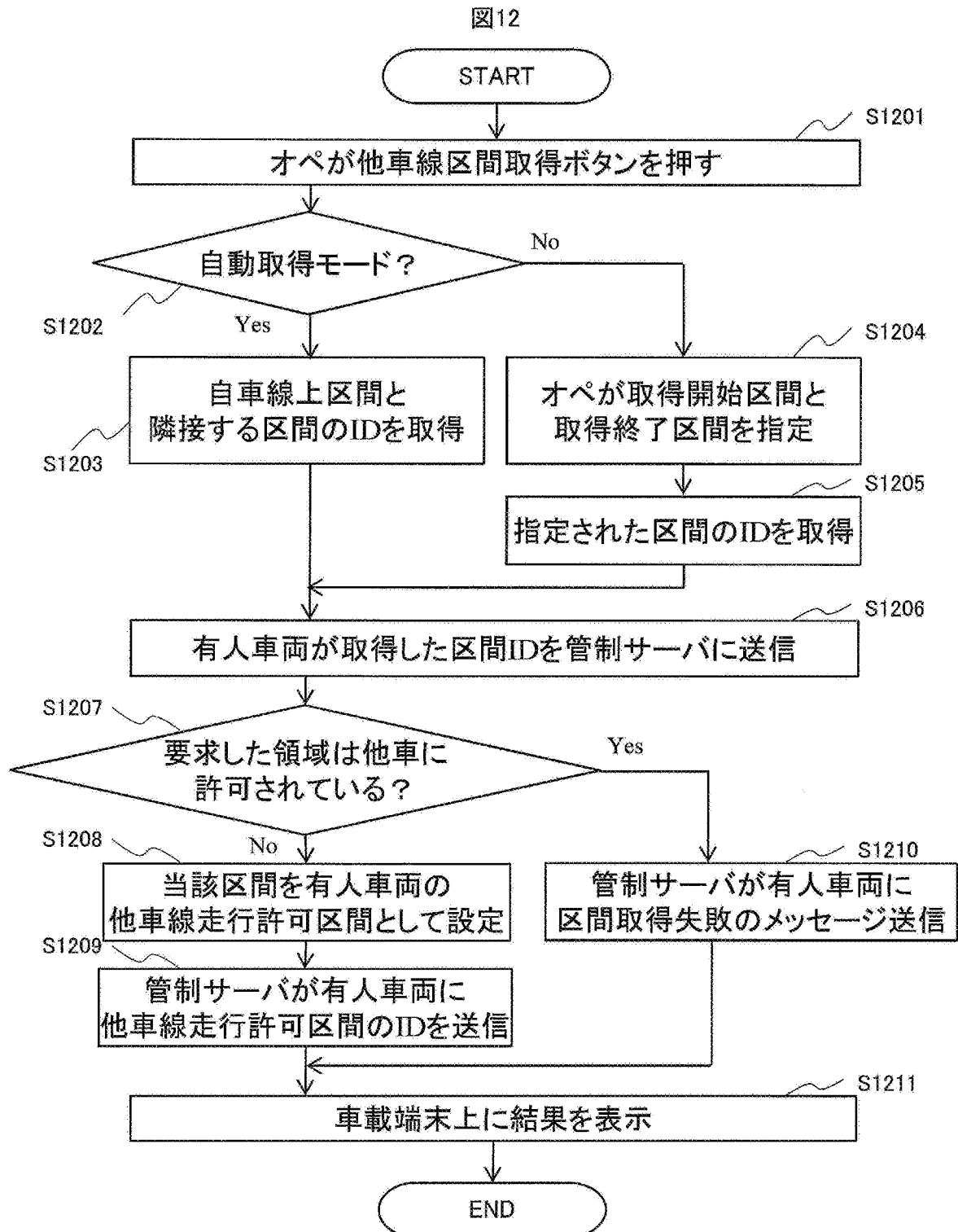


(a)

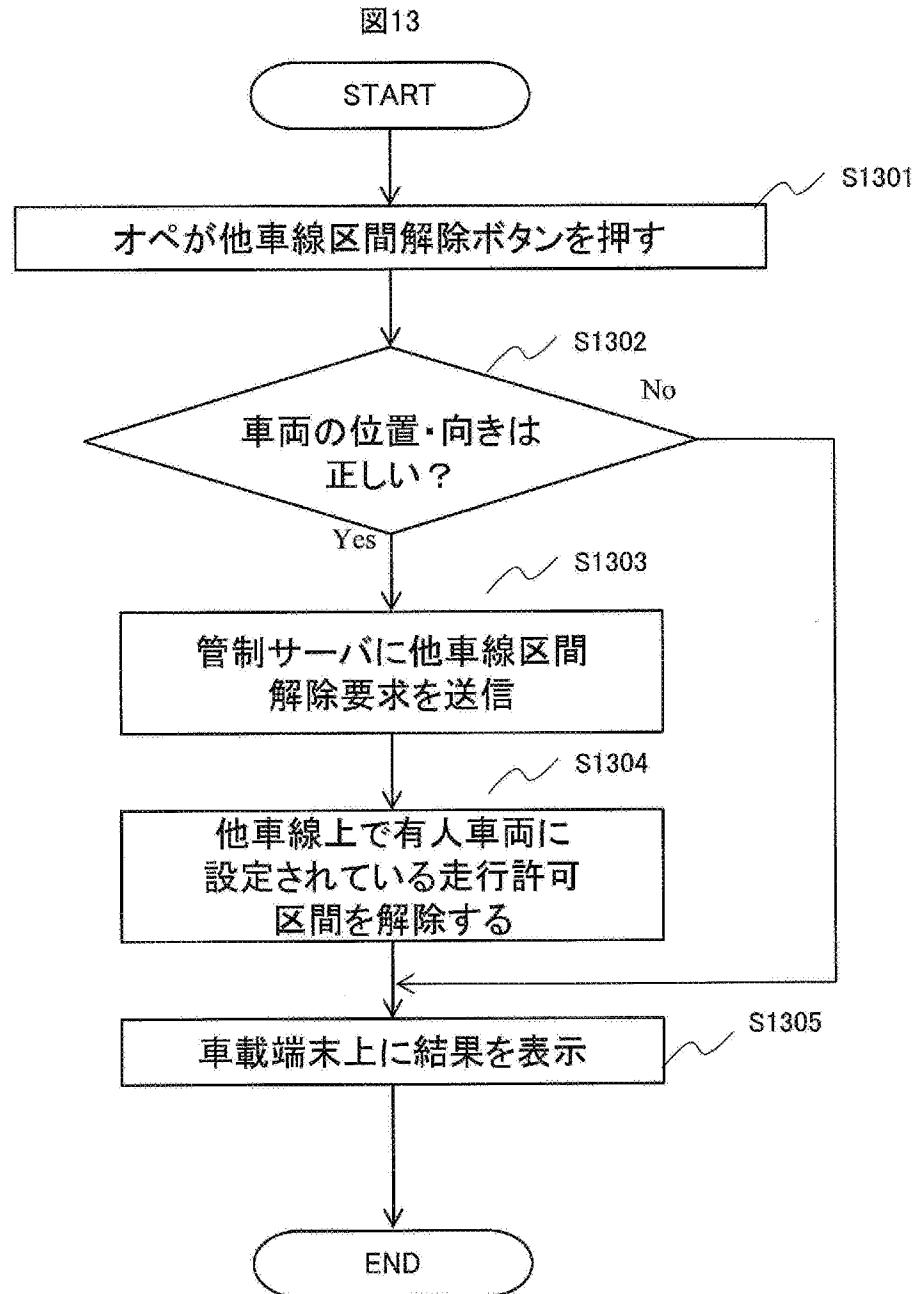


(b)

[図12]

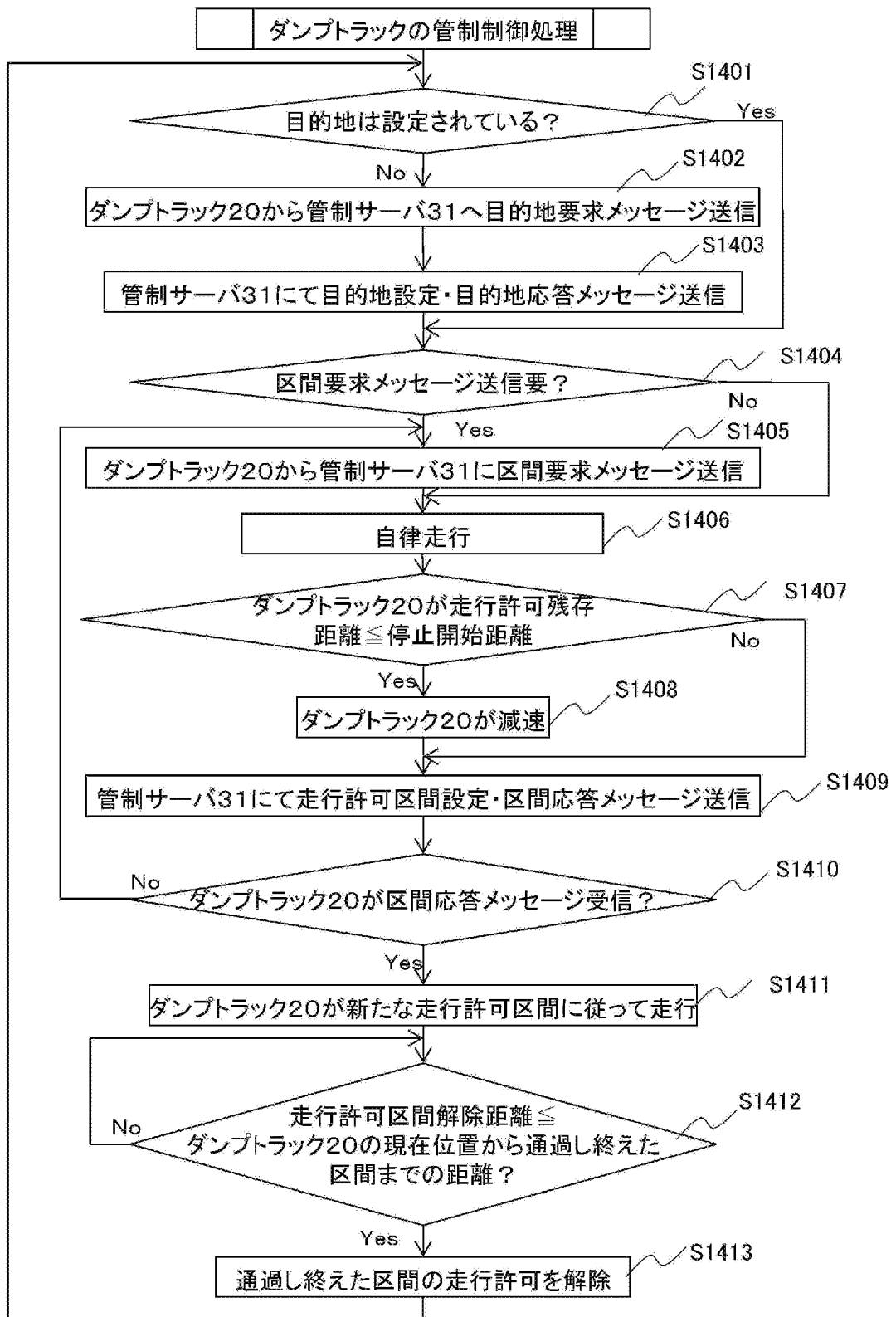


[図13]



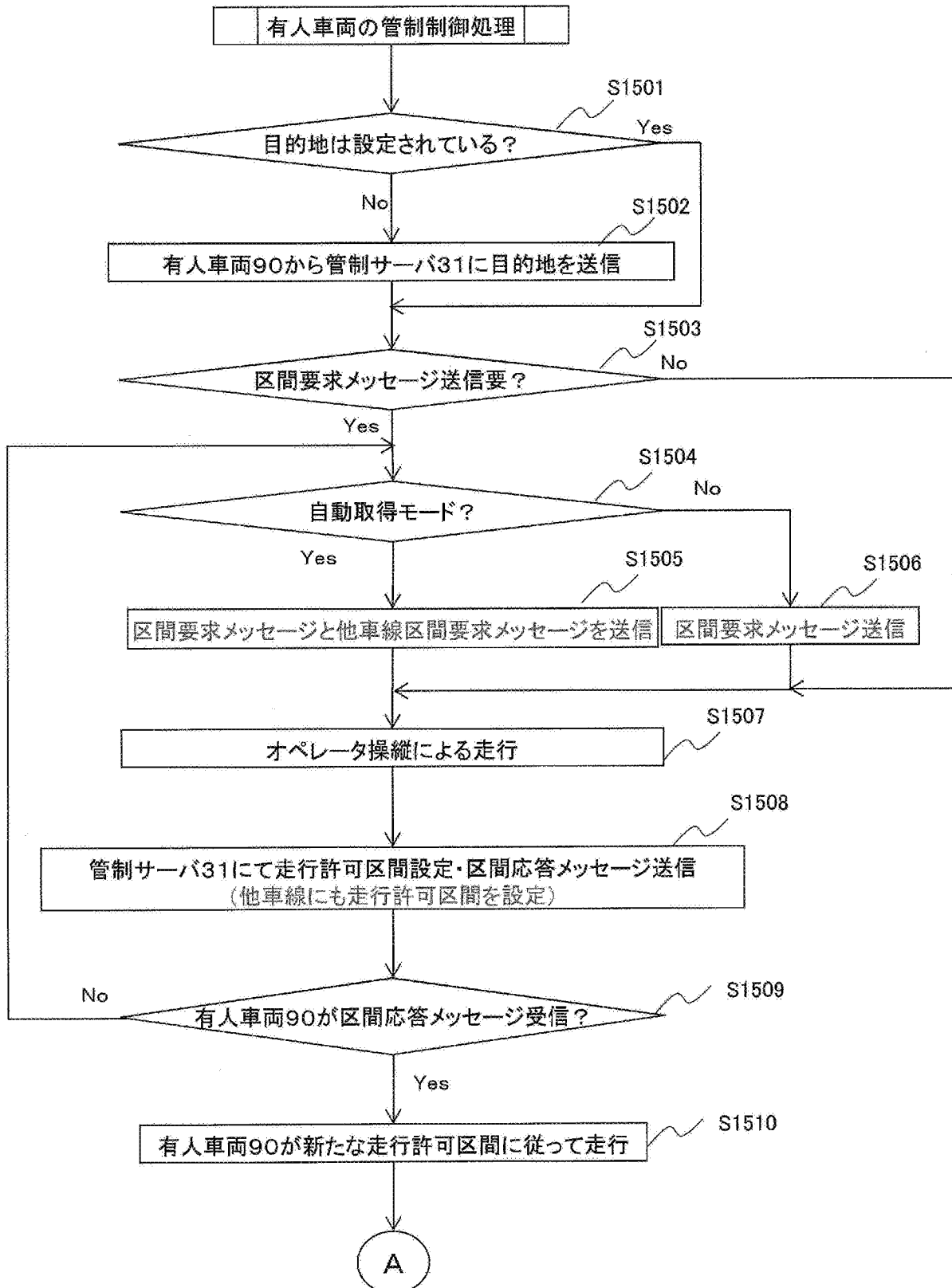
[図14]

図14



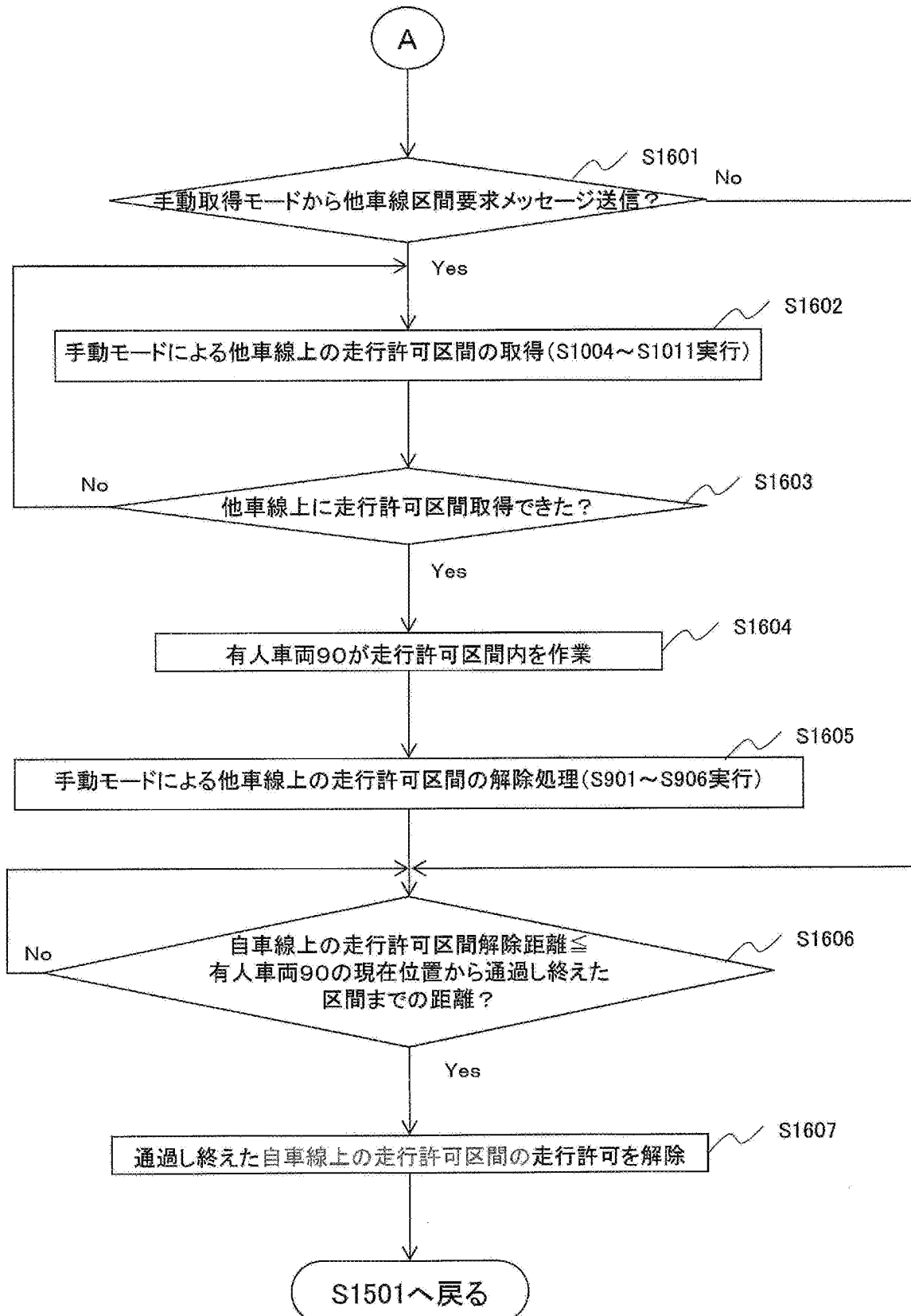
[図15]

図15



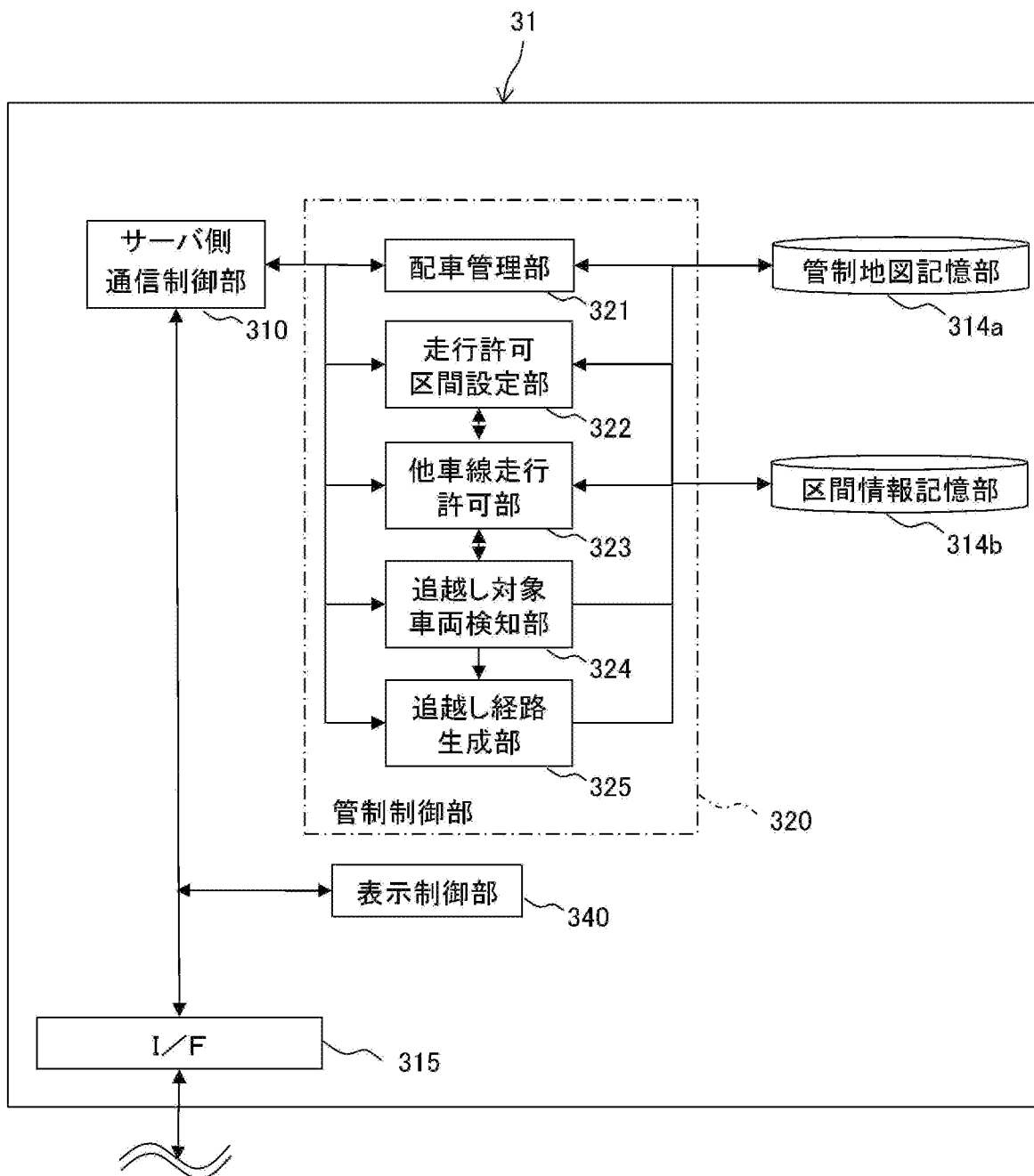
[図16]

図16



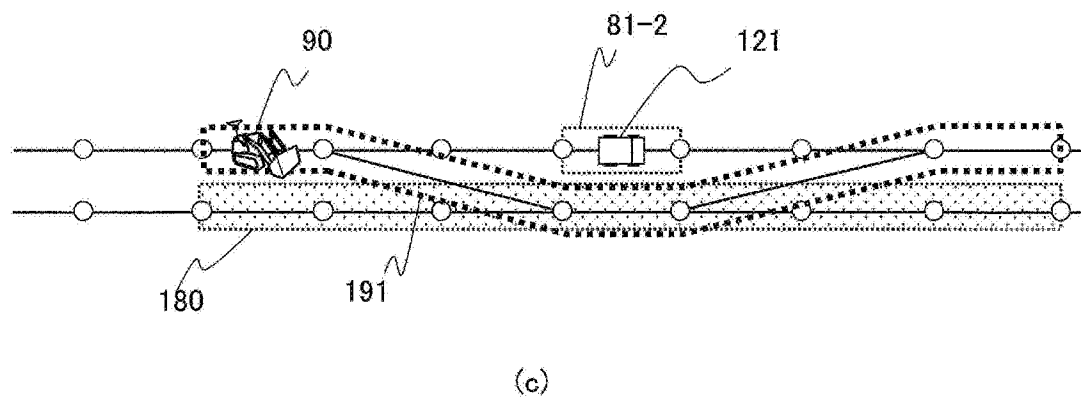
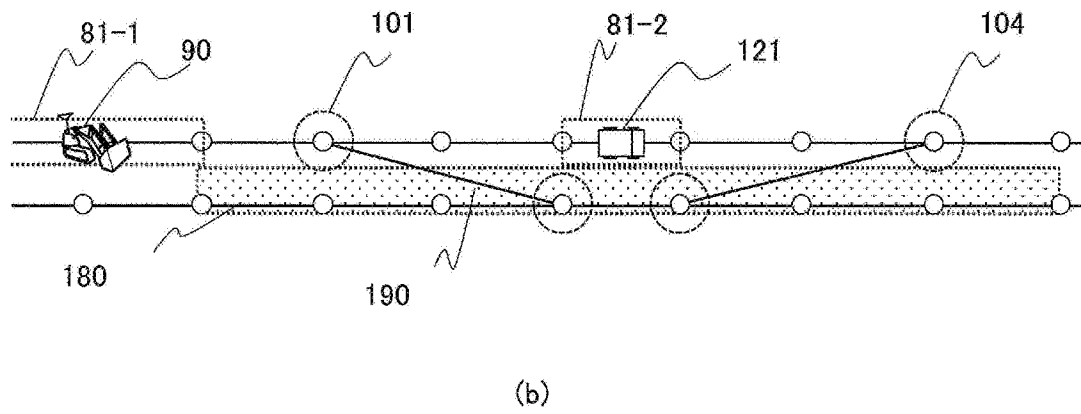
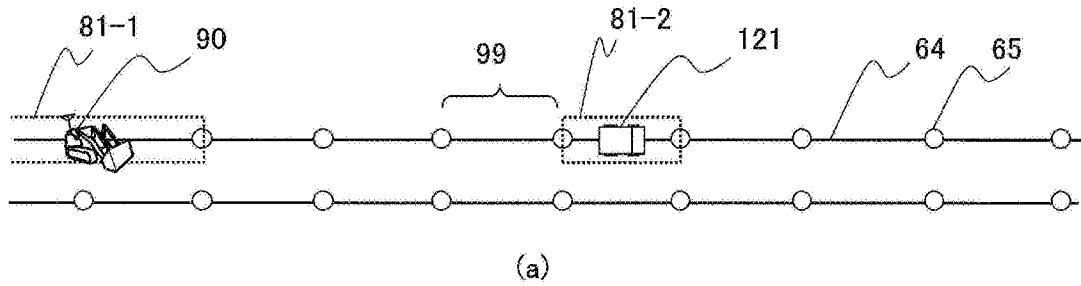
[図17]

図17



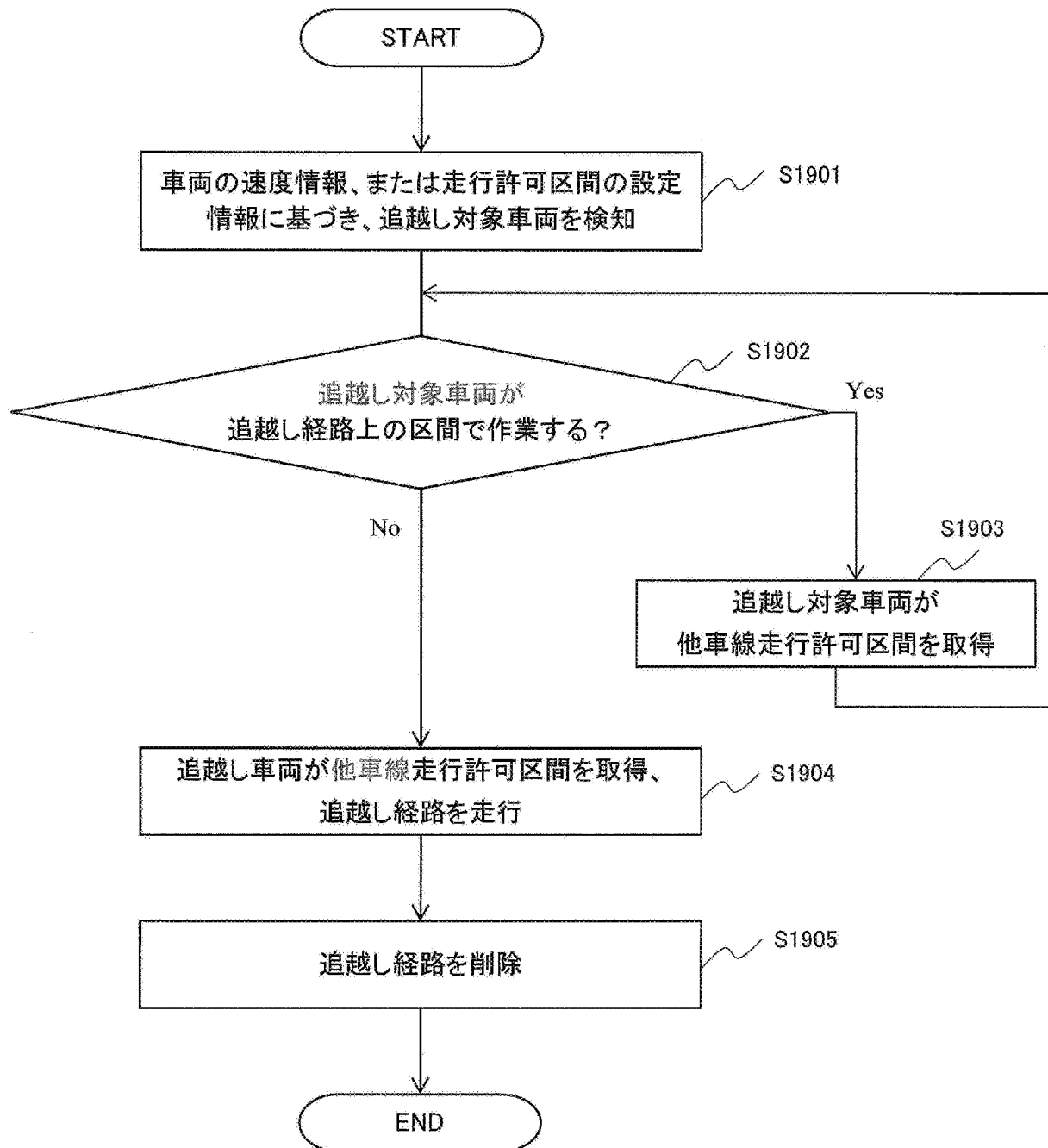
[図18]

図18



[図19]

図19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/00(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, G08G1/0969(2006.01)i, G08G1/16(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)

G08G1/00, B60R21/00, G08G1/0969, G08G1/16

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y A	JP 5714129 B1 (Komatsu Ltd.), 07 May 2015 (07.05.2015), paragraphs [0015] to [0165]; all drawings & AU 2013350342 A1 paragraphs [0019] to [0164]	1-4, 6-11 5, 12
Y A	JP 2007-323675 A (Komatsu Ltd.), 13 December 2007 (13.12.2007), paragraphs [0042], [0067], [0101] (Family: none)	1-4, 6-11 5, 12
E, A	WO 2016/051818 A1 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 07 April 2016 (07.04.2016), entire text; all drawings & JP 2016-071566 A	1-12

☐ 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
06 May 2016 (06.05.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G08G1/00(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, G08G1/0969(2006.01)i, G08G1/16(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 (IPC))

Int.Cl. G08G1/00, B60R21/00, G08G1/0969, G08G1/16

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 5714129 B1 (株式会社小松製作所) 2015.05.07, 段落 [0015] - [0165], 全図 & AU 2013350342 A1 段落 [0019] - [0164]	1-4, 6-11
A		5, 12
Y	JP 2007-323675 A (株式会社小松製作所) 2007.12.13, 段落 [0042], [0067], [0101] (ファミリーなし)	1-4, 6-11
A		5, 12
E, A	WO 2016/051818 A1 (日立建機株式会社) 2016.04.07, 全文、全図 & JP 2016-071566 A	1-12

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

06.05.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

島倉 理

3H

4131

電話番号 03-3581-1101 内線 3316