

(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
2022年5月12日(12.05.2022)



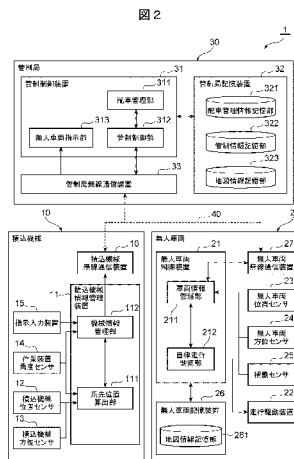
(10) 国際公開番号

WO 2022/097688 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/00 (2006.01) G08G 1/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/040641
- (22) 国際出願日: 2021年11月4日(04.11.2021)
- (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 2020-185835 2020年11月6日(06.11.2020) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目16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). 濱田 朋之 (HAMADA Tomoyuki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人平木国際特許事務所 (HIRAKI & ASSOCIATES); 〒1056232 東京都港区愛宕二丁目5-1 愛宕グリーンヒルズ MORIタワー32階 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,

(54) Title: VEHICLE MANAGEMENT SYSTEM

(54) 発明の名称: 車両管理システム



- 10 Loading machine
11 Loading machine information management device
12 Loading machine position sensor
13 Loading machine direction sensor
14 Work machine angle sensor
15 Instruction input device
16 Loading machine wireless communication device
20 Unmanned vehicle
21 Unmanned vehicle control device
22 Travelling driving device
23 Unmanned vehicle position sensor
24 Unmanned vehicle direction sensor
25 Loading sensor
26 Unmanned vehicle storage device
27 Unmanned vehicle wireless communication device
30 Control station
31 Station-based control device
32 Control station storage device
33 Control station wireless communication device
111 Claw tip position calculation unit
112 Machine information management unit
211 Vehicle information management unit
212 Autonomous travelling control unit
261, 323 Map information storage unit
311 Vehicle allocation management unit
312 Station-based control unit
313 Unmanned vehicle instruction unit
321 Vehicle allocation management information storage unit
322 Station-based control information storage unit

(57) Abstract: A vehicle management system 1 includes an unmanned vehicle 20 that can autonomously travel, a loading machine 10 that performs loading work to the unmanned vehicle 20, and a control station 30 that performs allocation management and traffic control of the unmanned vehicle 20. The loading machine 10 includes a claw tip position calculation unit 111 that calculates a claw tip position of a bucket on the basis of information on a position, a direction, and angles of joints of the loading machine. The control station 30 includes an unmanned vehicle instruction unit 313 that calculates

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

a loading area of the unmanned vehicle 20 and gives a call instruction or a departure instruction to the unmanned vehicle 20 on the basis of the calculated loading area and the claw tip position of the loading machine 10.

(57) 要約: 車両管理システム 1 は、自律走行可能な無人車両 20 と、無人車両 20 に対して積込作業を行う積込機械 10 と、無人車両 20 の配車管理及び交通管制を行う管制局 30 とを含む。積込機械 10 は、該積込機械の位置、方位及び各関節の角度の情報に基づいてバケットの爪先位置を算出する爪先位置算出部 11 を備える。管制局 30 は、無人車両 20 の積込領域を算出し、算出した積込領域と積込機械 10 の爪先位置とに基づいて、無人車両 20 に対する呼込指示又は発進指示を行う無人車両指示部 313 を備える。

明 細 書

発明の名称：車両管理システム

技術分野

[0001] 本発明は、車両管理システムに関し、特に積込機械が無人車両に対して積込作業を行う現場における車両管理システムに関する。

本願は、２０２０年１１月６日に出願された日本国特願２０２０－１８５８３５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] 露天掘り鉱山等において、オペレータが搭乗することなく自律走行するダンプトラック（すなわち、無人車両）と、無線通信回線を介して無人車両と通信する管制局とを備える車両管理システムが用いられている。このような車両管理システムでは、無人車両に土砂や鉱石等（以下、「土砂等」という）を積込む積込作業が、オペレータに操縦されるショベル等の積込機械によって行われている。無人車両にはオペレータが搭乗しないため、積込機械のオペレータは、積込機械自体の操作に加えて無人車両に対する積込位置までの呼込指示及び積込後の発進指示も行う必要があり、より複雑な手順が要求されている。従って、車両管理システムにおいて高い生産性を実現するためには、積込機械のオペレータが効率的に作業を実施できる仕組みが必要である。

[0003] 無人車両を積込位置まで効率的に呼込む仕組みとして、例えば下記特許文献１に示すように、無人車両の位置及び方位と、積込地点の位置及び方位とを用いて、これらの位置の差分及び方位の差分に基づき積込位置までの走行経路を誘導する方法が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：米国特許第９８２３０８２号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献 1 に示す方法によれば、積込機械のオペレータが積込位置を指示することで無人車両を効率的に誘導させることができるが、無人車両に対する発進指示を効率的に行うことができない。また、積込機械の操作レバーのスイッチには、警報を鳴動させる機能や無線通話の ON/OFF を行う機能等が割当てられているので、無人車両への指示機能を増やす余裕が少ない。また、仮に無人車両への指示機能のスイッチを増やしたとしても、特に不慣れなオペレータに対する誤操作を誘発する可能性があるため、却って作業効率の低下を招いてしまう。このため、積込機械のオペレータが無人車両に対する積込作業の効率を向上し難い問題があった。

[0006] 本発明は、このような技術課題を解決するためになされたものであって、積込機械のオペレータが無人車両に対する積込作業の効率を向上できる車両管理システム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] 本発明に係る車両管理システムは、自律走行可能な無人車両と、バケットが多関節構造により取り付けられるとともに前記無人車両に対して積込作業を行う積込機械と、前記無人車両の配車管理及び交通管制を行う管制局と、が互いに通信可能に構成された車両管理システムであって、前記無人車両の位置、方位及び荷台寸法の情報を取得して記憶するとともにこれらの情報を前記管制局に送信する車両情報管理部と、前記管制局からの指示に基づいて該無人車両の走行を制御する自律走行制御部と、前記積込機械の位置、方位及び各関節の角度の情報に基づいて前記バケットの爪先位置を算出する爪先位置算出部と、前記爪先位置算出部により算出された前記爪先位置を取得して記憶するとともに該爪先位置の情報を前記管制局に送信する機械情報管理部と、前記車両情報管理部から送信された前記無人車両の位置、方位及び荷台寸法の情報に基づいて前記無人車両の積込領域を算出し、算出した前記積込領域と前記機械情報管理部から送信された前記爪先位置とに基づいて、前記無人車両に対する呼込指示又は発進指示を行う無人車両指示部と、を備え

ることを特徴としている。

[0008] 本発明に係る車両管理システムでは、無人車両指示部は、積込機械の位置、方位及び各関節の角度の情報から算出された爪先位置と、無人車両の位置、方位及び荷台寸法から算出された無人車両の積込領域とに基づいて、無人車両に対する呼込指示又は発進指示を行う。これによって、積込機械のオペレータの作業負担を軽減することができるので、積込機械のオペレータが無人車両に対する積込作業の効率を向上することができる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、積込機械のオペレータが無人車両に対する積込作業の効率を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態に係る車両管理システムを示す概略構成図である。

[図2]第1実施形態に係る車両管理システムを示す機能ブロック図である。

[図3]積込機械の操縦席の概観を示す図である。

[図4A]配車管理情報のテーブル例を示す図である。

[図4B]管制制御情報のテーブル例を示す図である。

[図5]積込場におけるエリア内経路の生成を説明する図である。

[図6]積込機械情報管理装置の処理内容を示すフローチャートである。

[図7]積込機械におけるバケットの爪先位置算出を説明するための図である。

[図8]管制制御装置の処理内容を示すフローチャートである。

[図9]無人車両の積込領域を説明するための図である。

[図10]無人車両に対して呼込指示を行う状況を説明するための図である。

[図11]無人車両に対して発進指示を行う状況を説明するための図である。

[図12]第2実施形態における管制制御装置の処理内容を示すフローチャートである。

[図13]無人車両に対して発進指示を行う状況を説明するための図である。

[図14]第3実施形態における管制制御装置の処理内容を示すフローチャートである。

[図15]無人車両に対して発進指示を行う状況を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本発明に係る車両管理システムの実施形態について説明する。図面の説明において、同一の機能を有する部材には同一符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0012] [第1実施形態]

図1は第1実施形態に係る車両管理システムを示す概略構成図である。図1に示すように、本実施形態の車両管理システム1は、露天掘り鉱山等の作業現場に用いられるシステムであり、掘削作業及び積込作業を行う1台以上の積込機械10と、積込機械10から積み込まれた土砂等を搬送する1台以上の無人車両20（無人車両20A、無人車両20B）と、無人車両20の配車管理及び交通管制を行う管制局30とを含む。積込機械10、無人車両20及び管制局30は、無線通信回線40によって互いに通信可能に構成されている。具体的には、露天掘り鉱山内等には複数の無線基地局41が設置されており、積込機械10、無人車両20及び管制局30は、これらの無線基地局41を介して互いに送受信を行っている。

[0013] 本実施形態では、管制局30の交通管制方式として、搬送経路60を示す地図データ上でノードにより分割された搬送経路60の部分区間を、各無人車両20の位置に基づいて排他的に走行許可する、いわゆる走行許可区間制御方式が用いられている。走行許可区間制御方式では、例えば自車の走行許可区間に隣接する前方区間の走行許可を要求した際に、要求した前方区間が他の車両に対して走行許可されている場合又は進入禁止として設定されている場合、自車に当該前方区間は走行許可されない。従って、自車は、現在許可されている区間の終端で停止し、前方区間が走行許可されるまで待機する。

[0014] 図2は第1実施形態に係る車両管理システムを示す機能ブロック図である。図2において、積込機械10と無人車両20とがそれぞれ1台ずつ示されているが、2台以上存在する場合についてもそれぞれ同様の構成である。

[0015] [積込機械について]

積込機械 10 は、バケットが多関節構造により取り付けられる機械である。本実施形態の積込機械 10 は、例えば機械本体に対して上下方向に回転自在に設けられた作業装置を備えた油圧ショベル等のバックホーであり、作業装置はブーム、アーム、バケット等を有する。なお、積込機械 10 は、油圧ショベルに限定されず、例えばホイールローダ等であっても良い。

[0016] 積込機械 10 は、積込機械情報管理装置 11、積込機械位置センサ 12、積込機械方位センサ 13、作業装置角度センサ 14、指示入力装置 15、及び積込機械無線通信装置 16 を備えている。

[0017] 積込機械位置センサ 12 は、例えば GPS (Global Positioning System) であり、積込機械 10 の位置を計測し、計測した位置を積込機械情報管理装置 11 に出力する。なお、積込機械 10 の位置を計測する装置として、積込機械位置センサ 12 に代えて、例えば複数の航法衛星 70 (図 1 参照) から測位電波を受信して積込機械 10 の位置を計測する装置を用いても良い。

[0018] 積込機械方位センサ 13 は、積込機械 10 の方位を計測し、計測した方位を積込機械情報管理装置 11 に出力する。積込機械方位センサ 13 は、例えばアンテナを 2 つ備えてそれぞれが取得したアンテナ位置の相対位置から方位を計測するデュアルアンテナ GPS であっても良く、磁気を用いた方位センサであっても良い。

[0019] 作業装置角度センサ 14 は、ブーム、アーム、バケットなどの作業装置の各関節の相対角度を計測する。具体的には、作業装置角度センサ 14 は、機械本体とブームとの相対角度、ブームとアームとの相対角度、アームとバケットとの相対角度をそれぞれ計測し、計測した角度を積込機械情報管理装置 11 に出力する。作業装置角度センサ 14 は、例えば各関節に取り付けられたポテンショメータである。

[0020] 指示入力装置 15 は、積込機械 10 のオペレータが無人車両 20 に対する指示を入力するためのものであり、積込機械情報管理装置 11 と接続されて

いる。この指示入力装置 15 は、オペレータが容易に操作できるように、例えば操縦席 17 に配置されたスイッチ等である。具体的には、図 3 に示すように、積込機械 10 の運転室に配置された操縦席 17 には、オペレータが座った時に左右の手で握ることができる一対の操作レバー 171（操作レバー 171A 及び 171B）が取り付けられている。オペレータは、操作レバー 171 を介して積込機械 10 のブーム、アーム、バケット等を操作することができる。そして、操作レバー 171 の上部には、操作レバー 171 を把持している間、例えば右手親指によって常時素早い操作が可能なスイッチとして指示入力装置 15 が配置されている。

[0021] なお、指示入力装置 15 は、必ずしも操作レバー 171 の上部に配置されるスイッチではなく、オペレータが積込等の通常操作を行いながら無人車両 20 に対する指示を容易に入力できるものであれば、スイッチ以外のものであっても良い。また、その配置位置は、操作レバー 171 の上部に限らない。

[0022] 積込機械無線通信装置 16 は、例えば無線通信回線 40 に接続するための無線機である。この積込機械無線通信装置 16 は、無線通信回線 40 を介して無人車両 20 又は管制局 30 との間で情報の送受信を行う。

[0023] 積込機械情報管理装置 11 は、例えば演算を実行する CPU（Central Processing Unit）と、演算のためのプログラムを記録した二次記憶装置としての ROM（Read Only Memory）と、演算経過の保存や一時的な制御変数を保存する一時記憶装置としての RAM（Random Access Memory）とを組み合わせるマイクロコンピュータにより構成されており、記憶されたプログラムの実行によって積込機械 10 の動作を制御する。

[0024] 積込機械情報管理装置 11 は、爪先位置算出部 111 と、機械情報管理部 112 とを有する。爪先位置算出部 111 は、積込機械位置センサ 12 から出力された位置の情報と、積込機械方位センサ 13 から出力された方位の情報と、作業装置角度センサ 14 から出力された各関節の角度の情報とに基づ

き、バケットの爪先位置を幾何学的に算出する。更に、爪先位置算出部 1 1 1 は、算出した爪先位置を機械情報管理部 1 1 2 に出力する。

[0025] 機械情報管理部 1 1 2 は、爪先位置算出部 1 1 1 により算出された爪先位置の情報を取得し、記憶するとともに、該爪先位置の情報を積込機械無線通信装置 1 6 を介して管制局 3 0 に送信する。また、この機械情報管理部 1 1 2 は、指示入力装置 1 5 に指示入力があった場合に、該指示入力に応じて無人車両 2 0 への動作指示情報（以下、「無人車両動作指示情報」という）を更に生成し、生成した無人車両動作指示情報を爪先位置の情報とともに管制局 3 0 に送信する。

[0026] 更に、この機械情報管理部 1 1 2 は、爪先位置のほか、各関節の角度の情報を更に取得し、記憶しても良い。この場合、機械情報管理部 1 1 2 は、爪先位置及び各関節の角度の情報を積込機械無線通信装置 1 6 を介して管制局 3 0 に送信する。

[0027] [無人車両について]

無人車両 2 0 は、例えば管制局 3 0 の指示に基づいて自律走行可能なダンプトラックである。この無人車両 2 0 は、無人車両制御装置 2 1、走行駆動装置 2 2、無人車両位置センサ 2 3、無人車両方位センサ 2 4、積載センサ 2 5、無人車両記憶装置 2 6、及び無人車両無線通信装置 2 7 を備えている。

[0028] 走行駆動装置 2 2 は、無人車両制御装置 2 1 の制御信号に基づいて無人車両 2 0 の走行を駆動する。走行駆動装置 2 2 は、例えば無人車両 2 0 の操舵角を変更するための操舵モータ、無人車両 2 0 を走行させるための走行モータ、及びブレーキ等を含む。

[0029] 無人車両位置センサ 2 3 は、例えば GPS 装置等であり、自車の位置を計測し、計測した位置を無人車両制御装置 2 1 に出力する。なお、無人車両位置センサ 2 3 は、GPS と慣性計測装置（IMU: Inertial Measurement Unit）とを組み合わせたもの、あるいは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ものであっても良い。

- [0030] 無人車両方位センサ 24 は、例えば GPS 装置や磁気を用いたセンサであり、無人車両 20 の方位を計測し、計測した方位を無人車両制御装置 21 に出力する。
- [0031] 積載センサ 25 は、無人車両 20 に積載された積荷の重量（すなわち、積載量）を計測するものであり、荷台の着座部分に備えられた重量センサであっても良く、車体と前後左右の車輪との間に介在するサスペンションシリンダの圧力に基づいて重量を推定するものであっても良い。この積載センサ 25 は、計測した積載量を無人車両制御装置 21 に出力する。
- [0032] 無人車両記憶装置 26 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、データベース等が格納されている。また、無人車両記憶装置 26 は、地図情報記憶部 261 を有する。
- [0033] 無人車両無線通信装置 27 は、例えば無線通信回線 40 に接続するための無線機である。この無人車両無線通信装置 27 は、無線通信回線 40 を介して積込機械 10 又は管理局 30 との間で情報の送受信を行う。
- [0034] 無人車両制御装置 21 は、例えば演算を実行する CPU（Central Processing Unit）と、演算のためのプログラムを記録した二次記憶装置としての ROM（Read Only Memory）と、演算経過の保存や一時的な制御変数を保存する一時記憶装置としての RAM（Random Access Memory）とを組み合わせるマイクログコンピュータにより構成されており、記憶されたプログラムの実行によって無人車両 20 の動作を制御する。
- [0035] 無人車両制御装置 21 は、車両情報管理部 211 と、自律走行制御部 212 とを有する。車両情報管理部 211 は、無人車両位置センサ 23 から出力された位置の情報と、無人車両方位センサ 24 から出力された方位の情報と、積載センサ 25 から出力された積載量の情報とを取得し、記憶するとともに、これらの情報を無人車両無線通信装置 27 を介して管理局 30 に送信する。また、車両情報管理部 211 は、上記位置、方位及び積載量の情報を自

律走行制御部 2 1 2 に出力する。更に、この車両情報管理部 2 1 1 は、管制局 3 0 の管制制御部 3 1 2（後述する）から自車に対する走行経路及び走行許可区間の情報を受信した場合、受信した情報を自律走行制御部 2 1 2 に出力する。

[0036] 自律走行制御部 2 1 2 は、車両情報管理部 2 1 1 から出力された位置、方位、積載量、走行経路及び走行許可区間の情報に基づき、走行許可されている経路に追従しつつ、走行許可区間から逸脱しないように無人車両 2 0 を走行させるための加減速制御信号や操舵制御信号を生成する。更に、自律走行制御部 2 1 2 は、生成したこれらの制御信号を走行駆動装置 2 2 に出力する。

[0037] [管制局 3 0 について]

管制局 3 0 は、管制制御装置 3 1、管制局記憶装置 3 2、及び管制局無線通信装置 3 3 を備えている。管制局記憶装置 3 2 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、データベース等が格納されている。そして、管制局記憶装置 3 2 は、配車管理情報記憶部 3 2 1 と、管制情報記憶部 3 2 2 と、地図情報記憶部 3 2 3 とを有する。

[0038] 管制局無線通信装置 3 3 は、例えば無線通信回線 4 0 に接続するための無線機であり、アンテナ 3 3 1（図 1 参照）を有する。この管制局無線通信装置 3 3 は、無線通信回線 4 0 を介して積込機械 1 0 又は無人車両 2 0 との間で情報の送受信を行う。

[0039] 管制制御装置 3 1 は、例えば演算を実行する CPU（Central Processing Unit）と、演算のためのプログラムを記録した二次記憶装置としての ROM（Read Only Memory）と、演算経過の保存や一時的な制御変数を保存する一時記憶装置としての RAM（Random Access Memory）とを組み合わせるマイクロコンピュータにより構成されており、記憶されたプログラムの実行によって管制局 3 0 の動作を制御する。

[0040] 管制制御装置 31 は、配車管理部 311 と、管制制御部 312 と、無人車両指示部 313 とを有する。配車管理部 311 は、無人車両 20 の目的地までの走行経路を設定する。例えば無人車両 20 が積込場にいる場合、配車管理部 311 は、放土場までの走行経路を設定する。一方、無人車両 20 が放土場にいる場合、配車管理部 311 は、積込場までの走行経路を設定する。そして、配車管理部 311 によって設定された走行経路は、配車管理情報として、例えばテーブルの形式で配車管理情報記憶部 321 に記憶されている。

[0041] 図 4 A は配車管理情報のテーブル例を示す図である。図 4 A に示すように、配車管理情報では、無人車両を固有に識別する車両 ID 毎に、配車管理部 311 によって設定された走行経路がそれぞれ記録されている。走行経路は、エリア出口側経路と、搬送経路と、エリア入口側経路とで構成されている。搬送経路は、積込場出口点 `node__Lout` から放土場入口点 `node__Din` まで、あるいは放土場出口点 `node__Dout` から積込場入口点 `node__Lin` までの経路、すなわち搬送路上の経路を示す。

[0042] エリア入口側経路は、積込場入口点 `node__Lin` から積込位置 `node__LP` まで、あるいは放土場入口点 `node__Din` から放土位置 `node__DP` までの経路、すなわち作業エリア入口から作業地点までの経路を示す。エリア出口側経路は、積込位置 `node__LP` から積込場出口点 `node__Lout` まで、あるいは放土位置 `node__DP` から放土場出口点 `node__Dout` までの経路、すなわち作業地点から作業エリア出口点までの経路を示す。いずれの経路も、無人車両 20 が目標軌道として追従するための座標点列（ノード列）として定義されている。本実施形態では、エリア入口側経路及びエリア出口側経路をまとめて「エリア内経路」と呼称する。

[0043] そして、走行経路のうち、搬送経路として設定することが可能な搬送路地図情報については、予め搬送路の形状に合わせた形式で地図情報記憶部 323 に記憶されている。一方、エリア内経路として設定することが可能なエリア内地図情報については、作業地点である積込位置又は放土位置が指定され

ると、管制制御部 3 1 2 によって生成され、地図情報記憶部 3 2 3 に記憶されている。エリア内地図情報は、同一の作業エリアに対して 1 つのみ生成されても良く、複数生成されても良い。複数生成された場合、配車管理部 3 1 1 は、無人車両 2 0 に対して走行経路を設定する際に、複数のエリア内地図情報のうちのひとつを選択してエリア内経路を設定すれば良い。

[0044] また、配車管理部 3 1 1 は、無人車両 2 0 に対して走行経路を設定する際に、目的地の作業エリアに対して生成済みのエリア内経路が存在した場合、搬送経路とエリア内経路を同時に設定する。一方、目的地の作業エリアに対して生成済みのエリア内経路が存在しない場合、配車管理部 3 1 1 は、まず目的地となる作業エリアの入口点までの搬送経路を設定し、当該エリアにおける作業地点が指定され、エリア内地図情報が生成された時点でエリア内経路を設定すれば良い。

[0045] 管制制御部 3 1 2 は、管制情報記憶部 3 2 2 に記憶された交通管制の情報（以下では、単に「管制情報」という）に基づいて、無人車両 2 0 の走行経路の一部区間を当該無人車両 2 0 のみに走行許可を付与した走行許可区間として設定する。図 4 B は管制情報記憶部に記憶された管制情報のテーブル例を示す図である。管制情報では、ノード ID と、各ノード ID で示される区間（経路上の次のノードまでの区間）に対して走行許可を付与した無人車両を示す「走行許可車両」とが関連付けられている。管制制御部 3 1 2 は、無人車両 2 0 の位置に応じて、走行許可可能な前方区間を当該無人車両 2 0 に対する走行許可区間として設定する。無人車両 2 0 は、その設定された区間のノードに従って走行する。

[0046] 上述したように、本実施形態では、走行許可区間制御方式が採用されている。従って、ある無人車両 2 0 A に設定済みの走行許可区間の前方区間が別の無人車両 2 0 B に対する走行許可区間として設定されている場合、管制制御部 3 1 2 は、無人車両 2 0 A に対して当該前方区間は走行許可しない。この場合、無人車両 2 0 A は現在許可されている走行許可区間の終端ノードを超えないように停止し、前方区間が走行許可されるまで待機する。

[0047] また、管制制御部 3 1 2 は、作業エリアにおいて指定された作業地点に基づいて、エリア内地図情報を生成し、生成したエリア内地図情報を地図情報記憶部 3 2 3 に記憶させる。例えば図 5 に示すように、積込場 5 0 において積込位置 `node__LP` が指定された場合、管制制御部 3 1 2 は、該積込場 5 0 におけるエリア内経路を生成する。図 5 において、区間 6 0、6 3 は搬送経路、区間 6 1 a、6 1 b はエリア入口側経路、区間 6 2 はエリア出口側経路を示す。搬送経路は、積込場 5 0 に接続するように設定された搬送路地図情報に基づいて設定されている。

[0048] 詳細は後述するが、積込位置 `node__LP` は、積込機械 1 0 の爪先位置に基づいて無人車両指示部 3 1 3 によって指定される。積込位置 `node__LP` が指定されると、管制制御部 3 1 2 は、積込場入口点 `node__Lin`、積込場出口点 `node__Lout`、及び積込位置 `node__LP` に基づき、無人車両 2 0 が走行するためのエリア内地図情報を生成する。

[0049] 管制制御部 3 1 2 によって生成されたエリア内地図情報のうち、特にエリア入口側経路には、無人車両 2 0 の前進又は後進を切り替える切り返し点 `node__LR` が含まれても良い。エリア内地図情報の生成方法については、例えば特開 2 0 1 9 - 2 0 0 4 6 2 号公報に記載されるように、作業エリアのうち、経路の生成が許容された範囲内で、経路の部分要素である直線や円弧の組み合わせによる候補の中から、経路長最短などの指標に基づき適切な経路を探索することにより行われる。

[0050] また、放土場においても、管制制御部 3 1 2 は、指定された放土位置に基づいて同様にエリア内地図情報を生成する。その場合、放土位置は、放土場で作業するブルドーザなどのオペレータ、あるいは管制局で遠隔操作を行うオペレータによって指定されても良い。

[0051] 更に、管制制御部 3 1 2 は、エリア内地図情報を生成した際に、エリア内地図情報を新規に生成したことを配車管理部 3 1 1 に通知する。例えば、上記のように指示された積込位置に基づいてエリア内経路を生成した際に、管制制御部 3 1 2 は、エリア内経路を新規に生成したことを配車管理部 3 1 1

に通知する。そして、走行経路として積込場までの搬送経路が設定されており、且つエリア入口側経路が未設定である無人車両 20 が存在する場合、配車管理部 311 は、生成されたエリア内地図情報に基づいて該無人車両 20 のエリア入口側経路を設定する。

[0052] 無人車両指示部 313 は、無人車両 20 の車両情報管理部 211 から送信された無人車両 20 の位置、方位及び荷台寸法の情報に基づいて該無人車両 20 の積込領域を算出する。更に、この無人車両指示部 313 は、算出した積込領域と積込機械 10 の機械情報管理部 112 から送信された爪先位置とに基づいて、無人車両 20 に対する呼込指示と発進指示を行う。

[0053] 本実施形態では、管制制御部 312 に対して積込位置が指定され、それに基づきエリア内地図情報が生成され、生成された地図情報が無人車両 20 の積込位置までの走行経路として設定される一連の処理を、無人車両 20 に対する「呼込指示」と呼称する。無人車両 20 が積込位置で積込作業完了まで待機している状態で、新しくエリア出口側経路から先の走行経路を設定する処理を無人車両 20 に対する「発進指示」と呼称する。

[0054] 具体的には、管制局 30 が積込機械 10 の機械情報管理部 112 から無人車両動作指示情報を受信した場合、無人車両指示部 313 は、まず無人車両 20 の積込領域を算出し、算出した積込領域と爪先位置算出部 111 により算出された爪先位置とに基づいて、無人車両 20 に対する呼込指示又は発進指示を選択し（言い換えれば判定する）、管制制御部 312 を介して選択した指示を行う。

[0055] そして、呼込指示を行う場合、無人車両指示部 313 は、管制制御部 312 に対して積込位置を指定するとともに、無人車両 20 への呼込指示を要求する。管制制御部 312 は、指定された積込位置に基づいてエリア内地図情報を生成し、更に配車管理部 311 と連携して無人車両 20 に対する積込位置までのエリア入口側経路の走行を指示する。一方、発進指示を行う場合、無人車両指示部 313 は、管制制御部 312 に対して無人車両 20 への発進指示を要求する。管制制御部 312 は、配車管理部 311 と連携して無人車

両 20 に対する積込場出口点までのエリア出口側経路、及び搬送経路の走行を指示する。

[0056] 次に、図 6 及び図 7 を用いて、積込機械 10 の積込機械情報管理装置 11 の処理内容について説明する。図 6 は積込機械情報管理装置の処理内容を示すフローチャートであり、図 7 は積込機械におけるバケットの爪先位置算出を説明するための図である。

[0057] 図 6 に示すように、積込機械 10 のオペレータが指示入力装置 15 を操作すると、機械情報管理部 112 は、指示入力装置 15 からの指示入力を受信する（ステップ S601）。続いて、機械情報管理部 112 は、その時点での爪先位置を爪先位置算出部 111 から取得する（ステップ S602）。

[0058] 図 7 に示すように、バケットの爪先位置 103 は、積込機械 10 の位置 101、方位 102、及び各関節の角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ の情報に基づき、爪先位置算出部 111 によって算出される。積込機械 10 の位置 101 は積込機械位置センサ 12 によって計測され、積込機械 10 の方位 102 は積込機械方位センサ 13 によって計測される。また、積込機械 10 の作業装置 18 は、ブーム 18a、アーム 18b、及びバケット 18c を有する。角度 $\alpha 1$ は機械本体とブーム 18a との相対角度、角度 $\alpha 2$ はブーム 18a とアーム 18b との相対角度、角度 $\alpha 3$ はアーム 18b とバケット 18c との相対角度である。これらの角度は、それぞれ作業装置角度センサ 14 によって計測される。ここで、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ をまとめて「作業装置角度」という。

[0059] 爪先位置算出部 111 は、積込機械 10 の位置 101、方位 102、及び作業装置角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ の情報と、作業装置の寸法とを用いて、爪先位置 103 をバケット 18c が土砂を掘削する際の刃先の中央位置として幾何学的に算出する。続いて、爪先位置算出部 111 は、算出した爪先位置を機械情報管理部 112 に出力する。これによって、機械情報管理部 112 は、爪先位置を取得できる。

[0060] 続いて、機械情報管理部 112 は、取得した爪先位置と無人車両動作指示情報とを、積込機械無線通信装置 16 を介して管制局 30 に送信する（ステ

ップS603)。

[0061] 次に、図8～図11を用いて、管制局30の管制制御装置31の処理内容について説明する。図8は管制制御装置の処理内容を示すフローチャートであり、図9は無人車両の積込領域を説明するための図である。図10は無人車両に対して呼込指示を行う状況を説明するための図であり、図11は無人車両に対して発進指示を行う状況を説明するための図である。

[0062] 図8に示すように、まず、無人車両指示部313は、管制局無線通信装置33を介して、機械情報管理部112から送信された情報を受信する(ステップS801)。続いて、無人車両指示部313は、積込機械10の周囲に存在する無人車両20を、積込機械10の位置及び無人車両20の位置に基づいて抽出する(ステップS802)。抽出方法としては、積込機械10の位置から所定範囲内に存在する無人車両20を抽出しても良く、あるいは積込機械10が存在する積込場を目的地とした走行経路が設定されている無人車両20を抽出しても良い。なお、抽出する無人車両は複数であっても良く、単数であっても良い。

[0063] 続いて、無人車両指示部313は、抽出した無人車両20の積込領域をそれぞれ算出する(ステップS803)。ここで、図9を用いて無人車両20の積込領域の算出を詳細に説明する。無人車両指示部313は、無人車両20の車両情報管理部211から送信された無人車両20の基準位置201、方位202及び荷台寸法を所定の周期(例えば0.5秒)で繰り返し受信する。

[0064] 無人車両20の基準位置201は、例えば無人車両20の後輪車軸中心の位置であり、無人車両位置センサ23によって計測される。無人車両20の方位202は、例えば無人車両20の正面前方を示す方位であり、無人車両方位センサ24によって計測される。積込領域203は、図9の破線で示すように、無人車両20の荷台28全域を取り囲む空間を地表面上に投影した領域である。ただし積込領域203は、荷台28の先端部に接続されたキャノピ29を含まない。この積込領域203は、基準位置201及び方位20

2のほか、無人車両20の荷台寸法として車両情報管理部211に記憶された荷台幅パラメータ204a、荷台前方長パラメータ204b、荷台後方長パラメータ204cを更に加えて、無人車両指示部313によって算出される。荷台前方長パラメータ204b及び荷台後方長パラメータ204cは、基準位置201を基準とするパラメータである。荷台幅パラメータ204aは基準位置201を中心に荷台の幅方向に最も突出した部位までの長さである。また、荷台前方長パラメータ204bは基準位置201より荷台先端までの長さであり、荷台後方長パラメータ204cは基準位置201より荷台後端までの長さである。そして、これらのパラメータは車両ID毎に固有のものである。

[0065] 続いて、無人車両指示部313は、算出した複数の無人車両20の積込領域203と、機械情報管理部112から送信された積込機械10の爪先位置103とに基づいて、爪先位置が積込領域内に存在するか否かを判定する（ステップS804）。

[0066] 爪先位置がいずれの無人車両20の積込領域内に存在しないと判定した場合、無人車両指示部313は、該爪先位置を積込位置として、管制制御部312を介して無人車両20に対する呼込指示を行う（ステップS805）。すなわち、上述したように、無人車両指示部313は積込機械10の爪先位置を積込位置として指定する。管制制御部312は、指定された爪先位置に基づいてエリア内地図情報を生成し、更に配車管理部311と連携して無人車両20に対して積込位置までの走行経路を設定する。

[0067] ここで、図10を用いて無人車両に対する呼込指示を行う状況について説明する。図10において、積込場におけるエリア入口側経路が設定されておらず、無人車両20が搬送経路60の終端で待機している状態を示す。

[0068] 管制制御部312は、無人車両指示部313に指定された積込位置に基づき、エリア内地図情報としてエリア入口側の区間61とエリア出口側の区間62の地図情報を生成する。更に、管制制御部312は、配車管理部311と連携し、生成したエリア内地図情報のうち、区間61を無人車両20のエ

リア入口側経路として設定する。続いて、管制制御部 312 は、呼込指示及び設定したエリア入口側経路を管制局無線通信装置 33 を介して無人車両 20 に送信する。

[0069] 無人車両 20 では、無人車両制御装置 21 は、無人車両無線通信装置 27 を介して設定されたエリア入口側経路及び呼込指示を受信し、走行駆動装置 22 を介して無人車両 20 の走行を行う。その結果、無人車両 20 は、区間 61（すなわち、設定されエリア入口側経路）に追従して走行し、積込機械 10 の爪先位置に基づいて設定された積込位置で停止する。このようにすることで、積込機械 10 は、積込機械 10 のオペレータが指定した爪先位置に基づき、積込作業可能な位置に無人車両 20 を呼び込むことが可能になる。

[0070] 一方、ステップ S804 において爪先位置がいずれかの積込領域内に存在すると判定した場合、無人車両指示部 313 は、対象の無人車両 20 の積載量から、該対象の無人車両 20 が積込完了状態であるか否かを更に判定する（ステップ S806）。このとき、無人車両指示部 313 は、例えば積載量に関する閾値を予め設けて、積載量が該閾値を上回っている場合は積込完了状態であると判定する。

[0071] そして、対象の無人車両 20 が積込完了状態でないと判定した場合、一連の処理は終了する。一方、対象の無人車両 20 が積込完了状態であると判定した場合、無人車両指示部 313 は、管制制御部 312 を介して対象の無人車両 20 に発進指示を行う（ステップ S807）。このとき、管制制御部 312 は、配車管理部 311 と連携し、新しい走行経路として少なくとも無人車両 20 が停止中の積込位置に対応したエリア出口側経路及び次の目的地までの搬送経路を設定する。

[0072] ここで、図 11 を用いて無人車両に対して発進指示を行う状況を詳細に説明する。図 11 において、積込機械 10 は無人車両 20 に対する積込作業完了後の状態であり、無人車両 20 は積込完了状態であるとする。

[0073] 積込作業完了と同時にオペレータが指示入力装置 15 を操作した場合、爪先位置 103 は、無人車両 20 の積込領域内に存在する状態となっている。

このため、無人車両指示部 3 1 3 は、対象の無人車両 2 0 に対する発進指示を管制制御部 3 1 2 に要求する。管制制御部 3 1 2 は、配車管理部 3 1 1 と連携し、生成済みのエリア内地図情報の一部である区間 6 2 を無人車両 2 0 の走行経路のエリア出口側経路として設定するとともに、その先の搬送経路として区間 6 3 を設定する。続いて、管制制御部 3 1 2 は、呼込指示、設定したエリア出口側経路及び搬送経路を、管制局無線通信装置 3 3 を介して無人車両 2 0 に送信する。

[0074] 無人車両 2 0 では、無人車両制御装置 2 1 は、無人車両無線通信装置 2 7 を介して呼込指示、設定されたエリア出口側経路及び搬送経路を受信し、走行駆動装置 2 2 を介して無人車両 2 0 の走行を行う。その結果、無人車両 2 0 は、区間 6 2（すなわち、設定されたエリア出口側経路）に追従して走行を開始する。このようにすることで、積込機械 1 0 は、積込機械 1 0 の爪先位置に基づき、積込完了後の状態であることを考慮して無人車両 2 0 を発進させることができる。

[0075] 本実施形態の車両管理システム 1 では、管制局 3 0 の無人車両指示部 3 1 3 は、積込機械 1 0 の位置、方位及び作業装置角度の情報から算出された爪先位置と、無人車両 2 0 の位置、方位及び荷台寸法から算出された無人車両 2 0 の積込領域とに基づいて、無人車両 2 0 に対する呼込指示又は発進指示を行う。これによって、積込機械 1 0 のオペレータの作業負担を軽減することができるので、積込機械 1 0 のオペレータが無人車両 2 0 に対する積込作業の効率を向上することができる。

[0076] 積込機械 1 0 のオペレータが無人車両 2 0 を指定した位置まで呼び込みたいとき、バケットの爪先位置が無人車両 2 0 の積込領域内に存在しない状態でオペレータによる指示入力装置 1 5 への操作で、その時点の爪先位置が積込位置として指定され、無人車両 2 0 に対する呼び込み指示が行われる。これによって、無人車両 2 0 を指定された積込位置まで走行させて停止させることが可能であるので、無人車両 2 0 に対する積込作業を効率的に行うことができる。また、積込機械 1 0 の作業位置は、掘削作業や積込作業の進捗に応

じて常に変化するが、オペレータが指示入力装置 15 を操作するだけで、バケットの爪先位置が積込位置として指定され、無人車両 20 を指定された積込位置まで走行させて停止させることができるので、オペレータの作業負荷を軽減できるとともに、無人車両 20 に対する積込作業の効率を更に高めることができる。

[0077] また、積込作業を完了した時点で、バケットの爪先位置が無人車両 20 の積込領域内に存在する状態で、オペレータによる指示入力装置 15 への操作で、無人車両 20 に対する発進指示が行われる。これによって、積込作業完了後の無人車両 20 に対する発進を効率的に指示することができる。従って、積込機械 10 のオペレータからの同一の操作（指示入力装置 15 への操作）であっても、無人車両指示部 313 は、爪先位置と無人車両 20 の積込領域とに基づいて無人車両 20 に対する呼込指示又は発進指示を行うことが可能となり、積込作業の効率を向上することができる。

[0078] 更に、積込機械 10 のオペレータからの同一の操作によって、上述の呼込指示又は発進指示が行われており、オペレータの入力による操作が簡単であるので、従来のように不慣れなオペレータに対する誤操作を誘発することを防止できる。その結果、積込作業をより円滑に実施することができる。

[0079] [第 2 実施形態]

次に、図 12 及び図 13 を参照して車両管理システムの第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態の車両管理システムは、オペレータによる指示入力装置 15 への入力がない場合でも、爪先位置及び無人車両 20 の積込領域に基づいて無人車両 20 に対する発進指示が行われる点において、上述した第 1 実施形態と相違している。その他の構成や処理は第 1 実施形態と同様であるため、重複説明を省略する。以下では、その相違点のみを説明する。

[0080] 本実施形態では、オペレータによる指示入力装置 15 への入力（言い換えれば、指示入力装置 15 への操作）がなくても、積込機械 10 の機械情報管理部 112 は、爪先位置の情報を所定の周期（例えば 0.5 秒）で管理局 30 に繰り返し送信する。

[0081] 図12は第2実施形態における管制制御装置の処理内容を示すフローチャートである。図12に示すように、まず、無人車両指示部313は、機械情報管理部112から送信された積込機械10の爪先位置の情報を受信する（ステップS1201）。続いて、無人車両指示部313は、第1実施形態で述べたステップS802～S804と同様に、積込機械10の周囲に存在する無人車両20を抽出し（ステップS1202）、抽出した無人車両の積込領域を算出し（ステップS1203）、爪先位置が積込領域内に存在するかどうかを判定する（ステップS1204）。そして、爪先位置が積込領域内に存在しないと判定された場合、処理はステップS1201に戻る。

[0082] 一方、爪先位置が積込領域内に存在すると判定した場合、無人車両指示部313は、積込機械10による積込動作を必要積込回数以上実施したか否かを更に判定する（ステップS1205）。そして、必要積込回数以上実施したと判定した場合、無人車両指示部313は、管制制御部312を介して対象の無人車両20に発進指示を送信する（ステップS1206）。一方、必要積込回数以上実施していないと判定された場合、処理はステップS1201に戻る。

[0083] 積込動作を必要積込回数以上実施したか否かの判定は、例えば爪先位置が無人車両20の種別に応じて設定された所定高さ範囲内において、積込機械10から離反方向への移動回数に基づいて行われる。以下、図13を基に詳細に説明する。

[0084] 図13に示す状態では、爪先位置103の高さが無人車両20の荷台の高さを基準とした所定高さ範囲205内において、爪先位置103が無人車両20の積込領域内に存在する。所定高さ範囲は、無人車両20の位置情報に含まれる高度情報に基づき、無人車両20の種別に応じて設定される。なお、所定高さ範囲は、荷台の積載物を考慮してオフセットしたものであっても良い。

[0085] 無人車両指示部313は、まず、これまで取得し蓄積した爪先位置の履歴から、水平方向において積込機械10に最も近い点である爪先位置移動始点

104と最も遠い点である爪先位置移動終点105との差分を、爪先位置移動距離106として算出する。続いて、無人車両指示部313は、算出した爪先位置移動距離106を予め設定された距離閾値（例えば3mなど）と比較し、距離閾値を超えた場合、爪先位置が積込機械10から離反方向に移動したので、積込動作を行ったと判定する。

[0086] そして、このような積込機械10から離反方向への移動回数が所定回数（例えば4回）以上に達した場合、無人車両指示部313は、積込機械10が無人車両20に対する積込動作を必要積込回数以上実施し、積込作業を完了したと判定する。

[0087] ここで、必要積込回数は、積込機械10及び無人車両20の種別に応じて無人車両指示部313によって設定される。例えば、無人車両指示部313は、積込機械10の種別を示す車両IDとバケットの容量、及び無人車両20の種別を示す車両IDと荷台の容量をそれぞれ対応付けたテーブルを予め記憶しておき、対象の積込機械10と無人車両20のIDに基づいてバケット及び荷台の容量を取得し、取得したこれらの容量に基づいて必要積込回数を設定する。このようにすることで、必要積込回数をより正確に設定することができる。

[0088] なお、ステップS1206における発進指示の具体的な内容は、第1実施形態と同様である。

[0089] 本実施形態の車両管理システムによれば、第1実施形態と同様な作用効果を得られるほか、更に以下の作用効果を得られる。すなわち、積込機械10のオペレータによる指示入力装置15への入力がなくとも、無人車両指示部313は、積込機械10の爪先位置と無人車両20の積込領域に基づいて、無人車両20に対する発進指示を行うことが可能になる。これによって、積込機械10のオペレータが専ら無人車両20に対する操作を行わなくても、通常の積込作業を行うだけで、無人車両20に対する発進指示が自動的に行われる。このようにすることで、オペレータの作業負荷を更に軽減できるので、無人車両20に対する積込作業の効率を一層に高めることができる。

[0090] [第3実施形態]

次に、図14及び図15を参照して車両管理システムの第3実施形態を説明する。第3実施形態の車両管理システムは、仮にオペレータが積込作業完了後に発進指示を行うための指示入力装置15への入力を忘れた場合でも、発進指示が確実に行われる点において、上述した第1実施形態と相違している。その他の構成や処理は第1実施形態と同様であるため、重複説明を省略する。以下では、その相違点のみを説明する。

[0091] 本実施形態では、積込機械10の機械情報管理部112は、爪先位置に加えて作業装置角度の情報も取得して記憶し、爪先位置及び作業装置角度の情報を積込機械無線通信装置16を介して管制局30に送信する。

[0092] 図14は、第3実施形態における管制制御装置の処理内容を示すフローチャートである。図14に示すように、まず、無人車両指示部313は、機械情報管理部112から送信された爪先位置及び作業装置角度の情報を受信する（ステップS1401）。

[0093] 続いて、無人車両指示部313は、受信した作業装置角度に基づき、積込機械10が荷下ろし姿勢（例えば、バケットを開く姿勢）であるか否かを判定する（ステップS1402）。ここで、積込機械10がバックホーの場合、無人車両指示部313は、バケットとアームとの相対角度 α_3 が予め設定された角度閾値以上であるとき、荷下ろし姿勢であると判定する。なお、積込機械10がフロントショベルの場合、バケットの下部に開口部が設けられており、開口部が開くことで荷下ろしをするため、無人車両指示部313は、開口部の角度が所定閾値以上であるとき、荷下ろし姿勢であると判定する。

[0094] ステップS1402において、積込機械10が荷下ろし姿勢であると判定した場合、無人車両指示部313は、第1実施形態で述べたステップS802と同じ方法で、積込機械10の爪先位置に最も近い積込完了状態の無人車両20を抽出する（ステップS1403）。

[0095] ここで、図15を用いてステップS1402及びS1403の処理を更に

説明する。図 15 の上段は積込機械が無人車両に対して積込作業完了後の状況を説明するための図である。図 15 の上段では、積込機械 10 は無人車両 20 に対して積込作業を完了し、オペレータが指示入力装置 15 を操作せずに、すなわち無人車両 20 に対する発進指示を行わずに、爪先位置 103 を無人車両 20 の積込領域 203 の外側に移動した状況を示す。

[0096] 図 15 の下段は無人車両に対して発進指示を行う積込機械の状態を説明するための図である。図 15 の下段に示すように、積込機械 10 はバケットとアームとの相対角度 $\alpha 3$ を角度閾値以上（例えば全開の 30 度に近い 25 度以上）とする姿勢をとった状態である。このとき、無人車両指示部 313 は、積込機械 10 が荷下ろし姿勢であると判定し（ステップ S 1402）、爪先位置 103 に最も近い積込完了状態の無人車両 20 を抽出する（ステップ S 1403）。続いて、無人車両指示部 313 は、抽出した車両に対して発進指示を行う（ステップ S 1409）。

[0097] 一方、ステップ S 1402 において積込機械 10 が荷下ろし姿勢でないと判定した場合、無人車両指示部 313 は、第 1 実施形態で述べたステップ S 802 と同様に、積込機械 10 の周囲に存在する無人車両を抽出する（ステップ S 1404）。ステップ S 1404 に続くステップ S 1405～S 1409 は、第 1 実施形態で述べたステップ S 803～S 807 とそれぞれ同じ処理が行われる。

[0098] 本実施形態の車両管理システムによれば、第 1 実施形態と同様な作用効果を得られるほか、更に以下の作用効果を得られる。すなわち、オペレータが積込作業完了後に発進指示を行うための指示入力装置 15 への入力を忘れた場合においても、無人車両指示部 313 は、バケットとアームとの相対角度 $\alpha 3$ に基づいて積込機械 10 が荷下ろし姿勢であると判定したときに、無人車両 20 に対する発進指示を行う。このため、オペレータが爪先位置を無人車両 20 の積込領域内まで戻す操作をせずに、その場で荷下ろし姿勢を取るのみ、言い換えればバケットを開くような最小限の操作を行うのみで、無人車両 20 に対する発進指示を確実に行うことができる。

[0099] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば車両情報管理部及び自律走行制御部は、必ずしも無人車両に設けられる必要はなく、例えば無人車両及び管制局とそれぞれ通信可能に構成された外部サーバ装置等に設けられても良い。また、爪先位置算出部及び機械情報管理部は、必ずしも積込機械に設けられる必要はなく、例えば積込機械及び管制局とそれぞれ通信可能に構成された外部サーバ装置等に設けられても良い。

符号の説明

- [0100] 1 車両管理システム
 - 1 0 積込機械
 - 1 1 積込機械情報管理装置
 - 1 2 積込機械位置センサ
 - 1 3 積込機械方位センサ
 - 1 4 作業装置角度センサ
 - 1 5 指示入力装置
 - 1 6 積込機械無線通信装置
 - 2 0 無人車両
 - 2 1 無人車両制御装置
 - 2 2 走行駆動装置
 - 2 3 無人車両位置センサ
 - 2 4 無人車両方位センサ
 - 2 5 積載センサ
 - 2 6 無人車両記憶装置
 - 2 7 無人車両無線通信装置
 - 2 8 荷台
 - 2 9 キャノピ
 - 3 0 管制局

- 3 1 管制制御装置
- 3 2 管制局記憶装置
- 3 3 管制局無線通信装置
- 4 0 無線通信回線
- 1 1 1 爪先位置算出部
- 1 1 2 機械情報管理部
- 2 1 1 車両情報管理部
- 2 1 2 自律走行制御部
- 2 6 1 地図情報記憶部
- 3 1 1 配車管理部
- 3 1 2 管制制御部
- 3 1 3 無人車両指示部
- 3 2 1 配車管理情報記憶部
- 3 2 2 管制情報記憶部
- 3 2 3 地図情報記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 自律走行可能な無人車両と、バケットが多関節構造により取り付けられるとともに前記無人車両に対して積込作業を行う積込機械と、前記無人車両の配車管理及び交通管制を行う管制局と、が互いに通信可能に構成された車両管理システムであって、
- 前記無人車両の位置、方位及び荷台寸法の情報を取得して記憶するとともにこれらの情報を前記管制局に送信する車両情報管理部と、
- 前記管制局からの指示に基づいて該無人車両の走行を制御する自律走行制御部と、
- 前記積込機械の位置、方位及び各関節の角度の情報に基づいて前記バケットの爪先位置を算出する爪先位置算出部と、
- 前記爪先位置算出部により算出された前記爪先位置を取得して記憶するとともに該爪先位置の情報を前記管制局に送信する機械情報管理部と、
- 前記車両情報管理部から送信された前記無人車両の位置、方位及び荷台寸法の情報に基づいて前記無人車両の積込領域を算出し、算出した前記積込領域と前記機械情報管理部から送信された前記爪先位置とに基づいて、前記無人車両に対する呼込指示又は発進指示を行う無人車両指示部と、
- を備えることを特徴とする車両管理システム。
- [請求項2] 前記無人車両指示部は、前記爪先位置が前記無人車両の積込領域内に存在しない場合に前記無人車両に対する呼込指示を行う請求項1に記載の車両管理システム。
- [請求項3] 前記無人車両指示部は、前記爪先位置が前記無人車両の積込領域内に存在し、且つ前記無人車両の積載量に基づいて該無人車両が積込完了状態であると判定した場合に、前記無人車両に対する発進指示を行う請求項2に記載の車両管理システム。
- [請求項4] 前記積込機械は、オペレータが前記無人車両に対する指示を入力す

る指示入力装置を更に備え、

前記機械情報管理部は、前記指示入力装置に指示入力があった場合に、該指示入力に応じて前記無人車両への動作指示情報を更に生成し、生成した動作指示情報を前記爪先位置の情報とともに前記管理局に送信する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の車両管理システム。

[請求項5] 前記無人車両指示部は、前記爪先位置が前記無人車両の積込領域内に存在し、且つ前記爪先位置が前記積込機械から離反方向への移動回数に基づいて前記積込機械の積込動作を必要積込回数以上実施したと判定した場合に、前記無人車両に対する発進指示を行う請求項 1 に記載の車両管理システム。

[請求項6] 前記無人車両指示部は、前記積込機械の前記バケットの容量及び前記無人車両の荷台の容量に基づいて、必要積込回数を設定する請求項 5 に記載の車両管理システム。

[請求項7] 前記機械情報管理部は、前記各関節の角度の情報を更に取得して記憶するとともに該各関節の角度の情報を管理局に送信し、
前記無人車両指示部は、前記各関節の角度の情報に基づいて前記積込機械が荷下ろし姿勢であると判定した場合に、前記爪先位置に最も近い無人車両に対して発進指示を行う請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の車両管理システム。

補正された請求の範囲
[2022年3月25日(25.03.2022)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後)

自律走行可能な無人車両と、バケットが多関節構造により取り付けられるとともに前記無人車両に対して積込作業を行う積込機械と、前記無人車両の配車管理及び交通管制を行う管制局と、が互いに通信可能に構成された車両管理システムであって、

前記無人車両の位置、方位及び荷台寸法の情報を取得して記憶するとともにこれらの情報を前記管制局に送信する車両情報管理部と、

前記管制局からの指示に基づいて該無人車両の走行を制御する自律走行制御部と、

前記積込機械の位置、方位及び各関節の角度の情報に基づいて前記バケットの爪先位置を算出する爪先位置算出部と、

前記爪先位置算出部により算出された前記爪先位置を取得して記憶するとともに該爪先位置の情報を前記管制局に送信する機械情報管理部と、

前記車両情報管理部から送信された前記無人車両の位置、方位及び荷台寸法の情報に基づいて前記無人車両の荷台を地表面上に投影した積込領域を算出し、算出した前記積込領域内に前記機械情報管理部から送信された前記爪先位置が存在するか否かに基づいて、前記無人車両に対する呼込指示又は発進指示を行う無人車両指示部と、

を備えることを特徴とする車両管理システム。

[請求項 2]

前記無人車両指示部は、前記爪先位置が前記無人車両の積込領域内に存在しない場合に前記無人車両に対する呼込指示を行う請求項 1 に記載の車両管理システム。

[請求項 3]

前記無人車両指示部は、前記爪先位置が前記無人車両の積込領域内に存在し、且つ前記無人車両の積載量に基づいて該無人車両が積込完了状態であると判定した場合に、前記無人車両に対する発進指示を行う請求項 2 に記載の車両管理システム。

[請求項 4]

前記積込機械は、オペレータが前記無人車両に対する指示を入力する指示入力装置を更に備え、

前記機械情報管理部は、前記指示入力装置に指示入力があった場合に、該指示入力に応じて前記無人車両への動作指示情報を更に生成し、生成した動作指示情報を

前記爪先位置の情報とともに前記管理局に送信する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の車両管理システム。

〔請求項 5〕

前記無人車両指示部は、前記爪先位置が前記無人車両の積込領域内に存在し、且つ前記爪先位置が前記積込機械から離反方向への移動回数に基づいて前記積込機械の積込動作を必要積込回数以上実施したと判定した場合に、前記無人車両に対する発進指示を行う請求項 1 に記載の車両管理システム。

〔請求項 6〕

前記無人車両指示部は、前記積込機械の前記バケットの容量及び前記無人車両の荷台の容量に基づいて、必要積込回数を設定する請求項 5 に記載の車両管理システム。

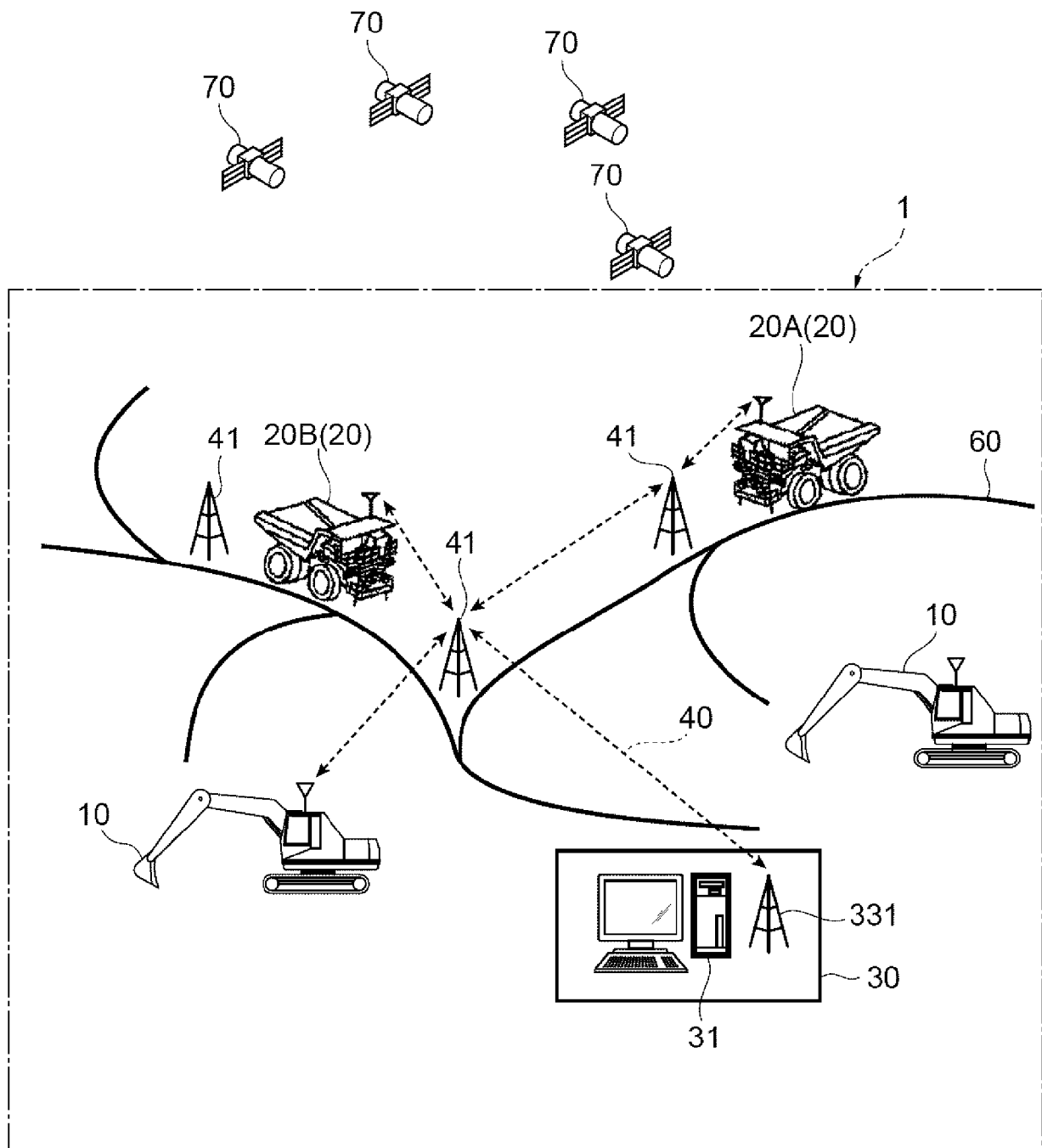
〔請求項 7〕

前記機械情報管理部は、前記各関節の角度の情報を更に取得して記憶するとともに該各関節の角度の情報を管理局に送信し、

前記無人車両指示部は、前記各関節の角度の情報に基づいて前記積込機械が荷下ろし姿勢であると判定した場合に、前記爪先位置に最も近い無人車両に対して発進指示を行う請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の車両管理システム。

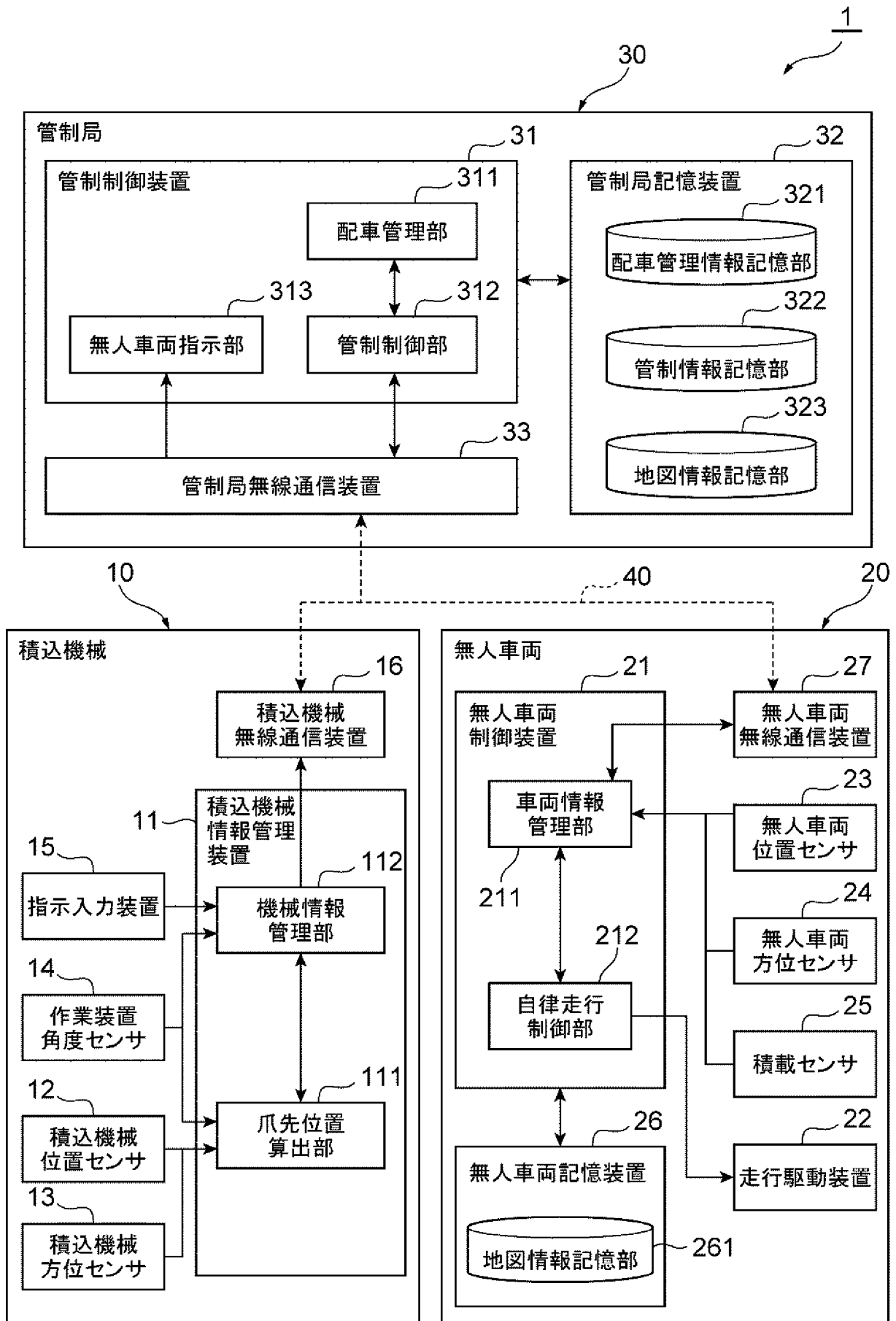
[図1]

図 1



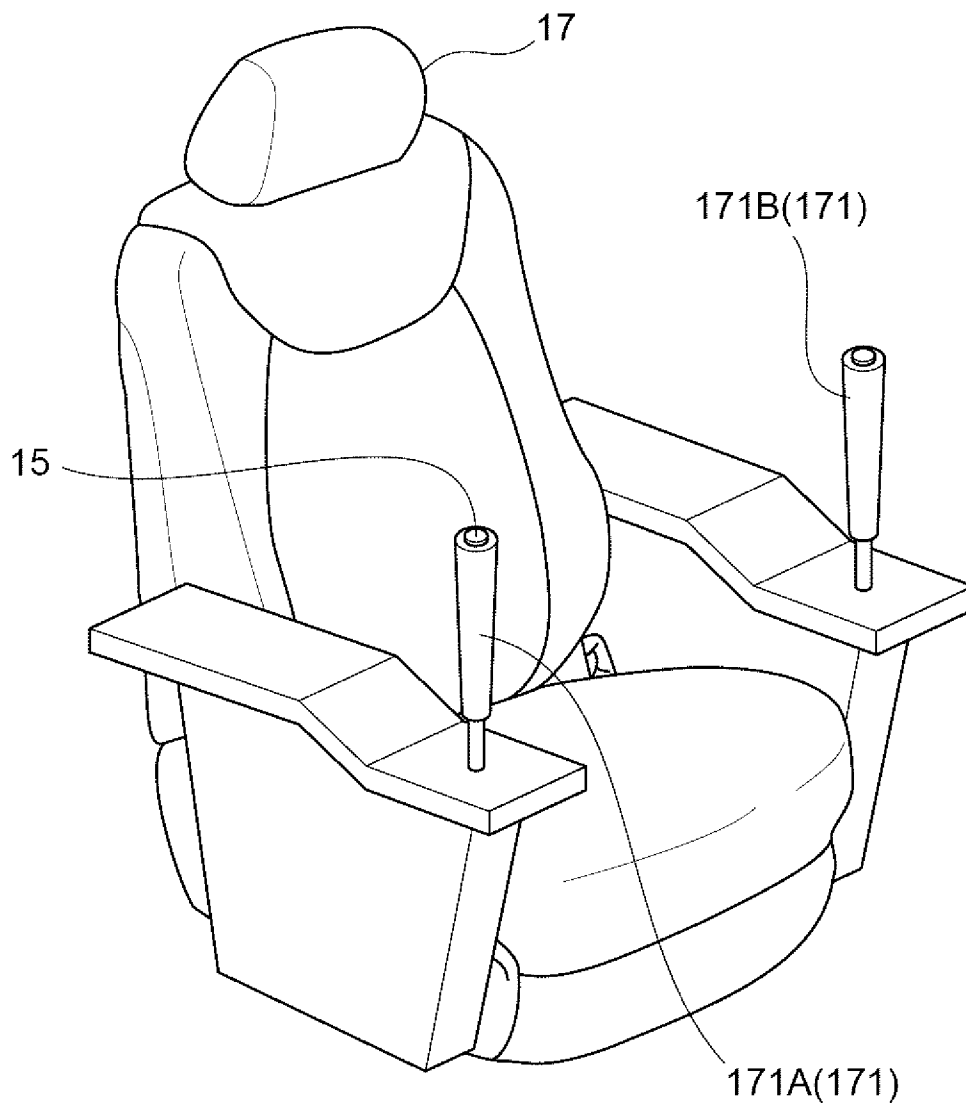
[図2]

図 2



[図3]

図 3



[図4A]

図 4 A

車両ID	走行経路		
	エリア出口側経路	搬送経路	エリア入口側経路
vehicle_1	node_LP～node_Lout	node_Lout～node_Din	node_Din～node_DP
vehicle_2	node_LP～node_Lout	node Lout～node_Din	node_Din～node_DP
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
vehicle_m	node_DP～node_Dout	node_Dout～node_Lin	node_Lin～node_LP
vehicle_m+1	node_DP～node_Dout	node_Dout～node_Lin	node_Lin～node_LP

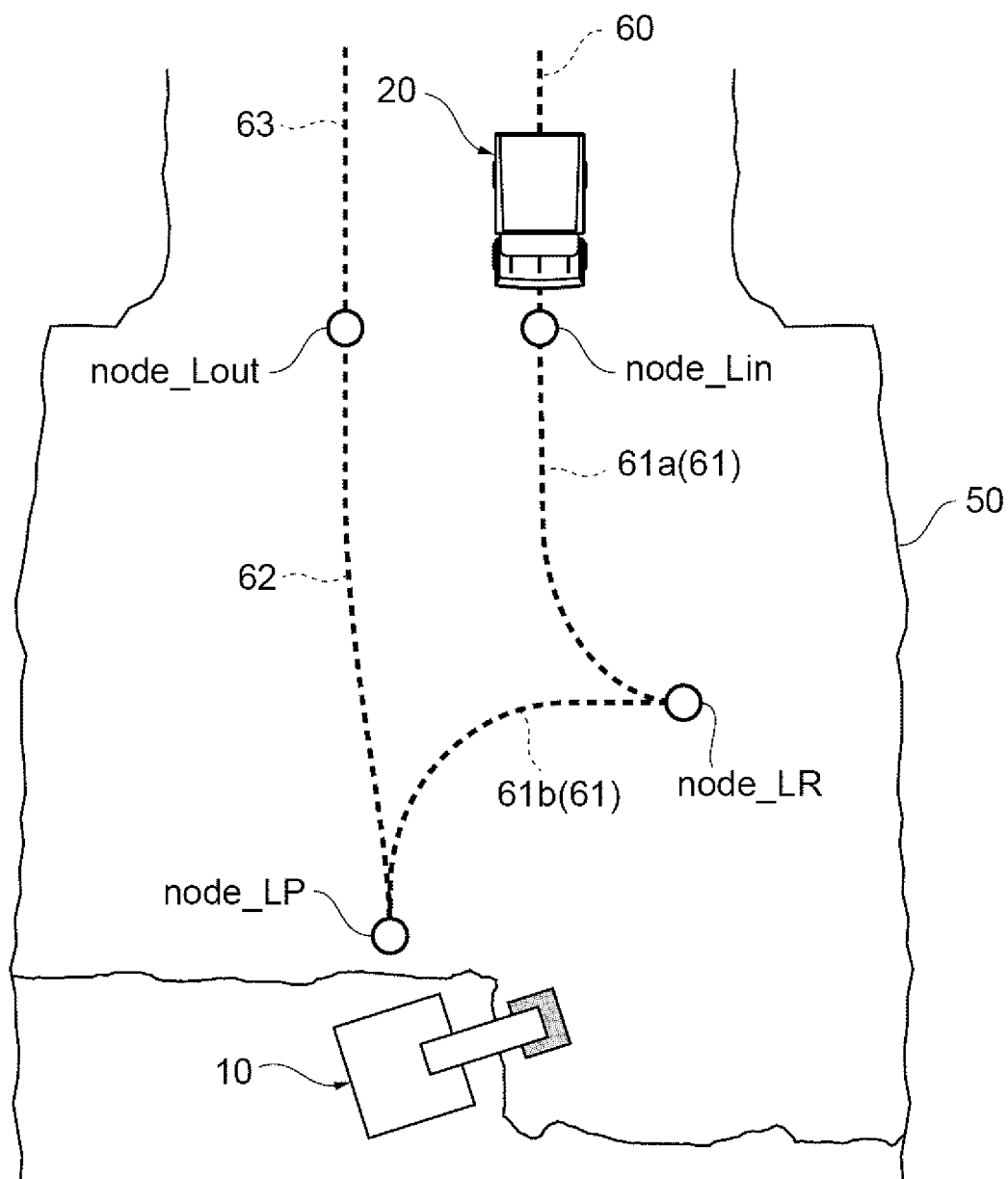
[図4B]

図 4 B

ノードID	走行許可車両
node1	vehicle_1
node2	vehicle_1
node3	null
...	...
node_n	vehicle_2
node_n+1	vehicle_3
node_n+2	null

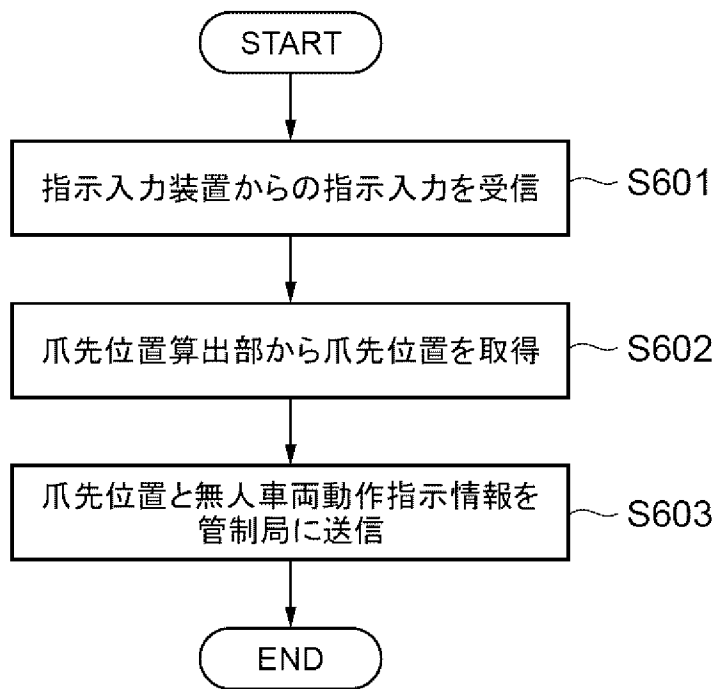
[図5]

図 5



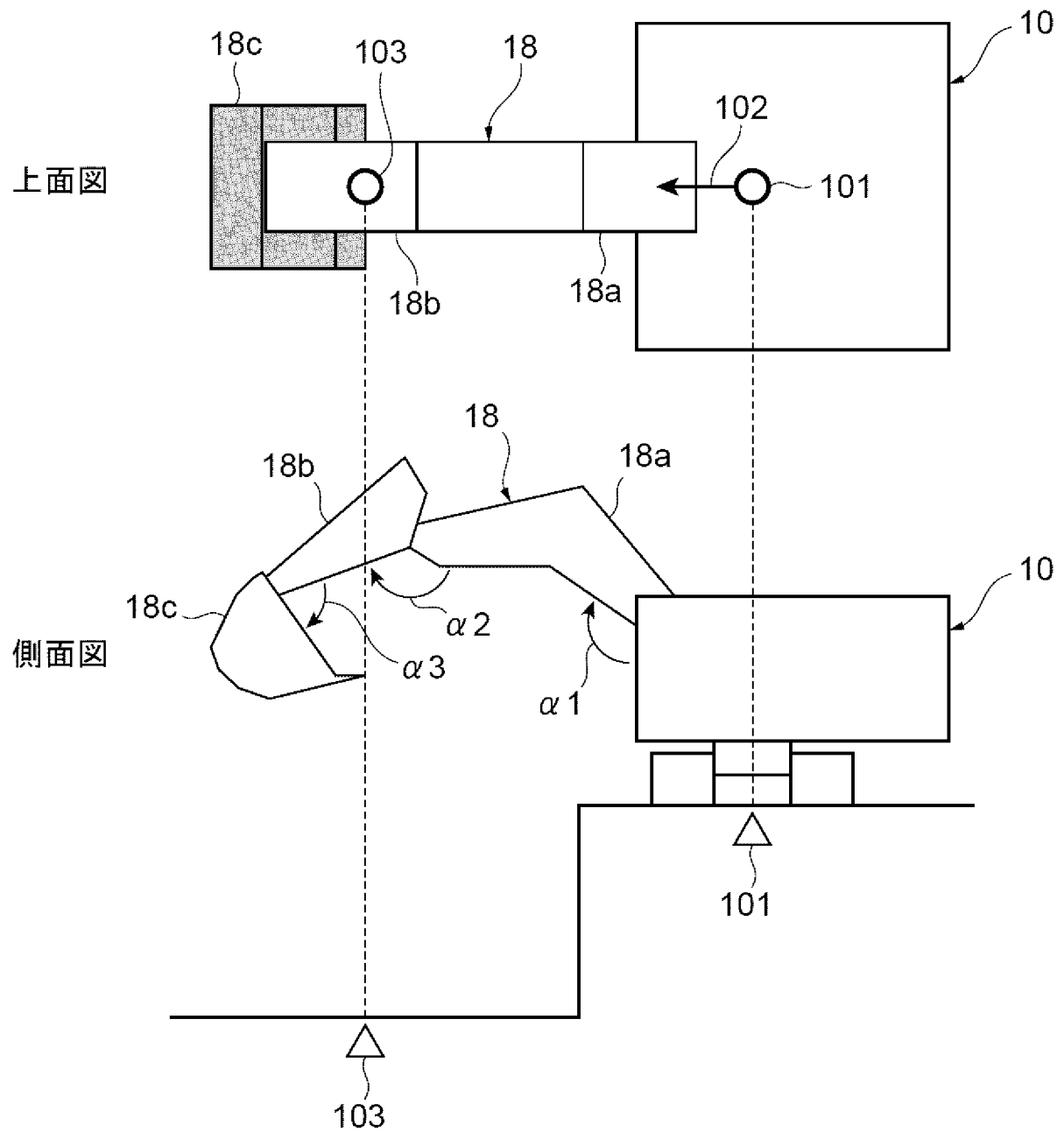
[図6]

図 6



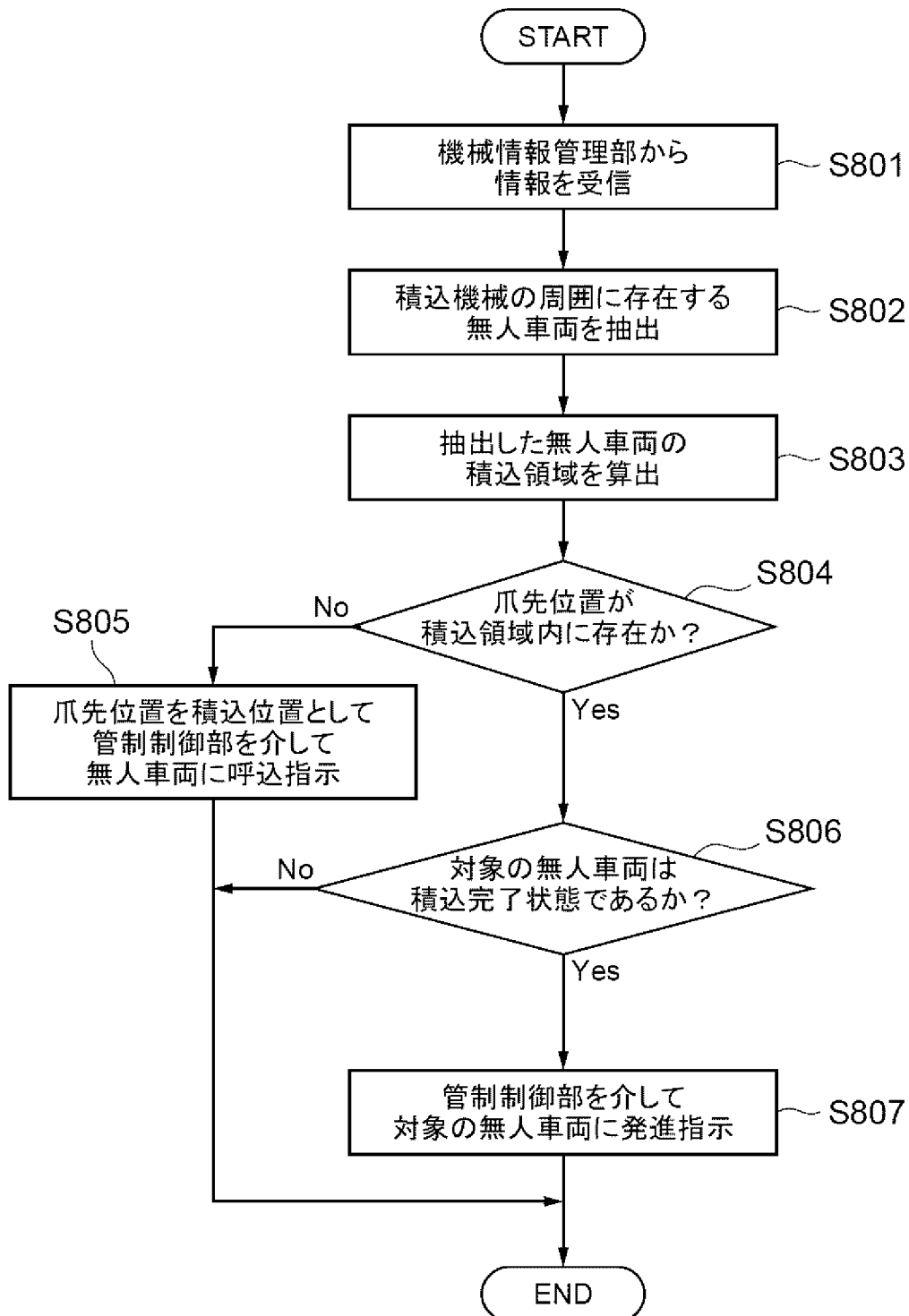
[図7]

図 7



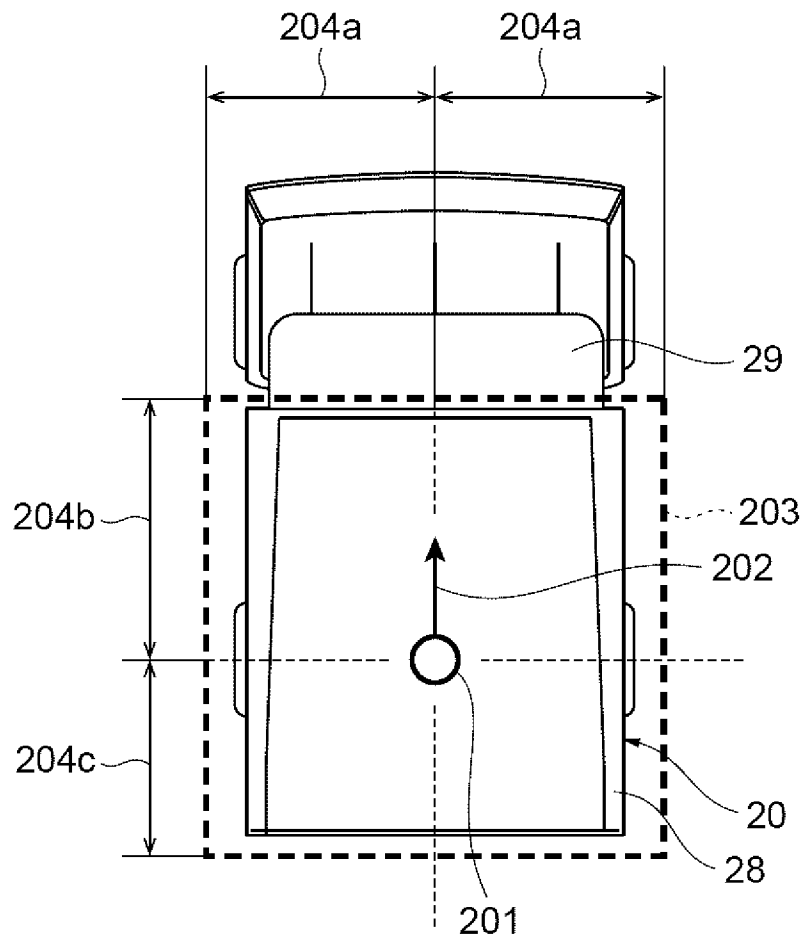
[図8]

図 8



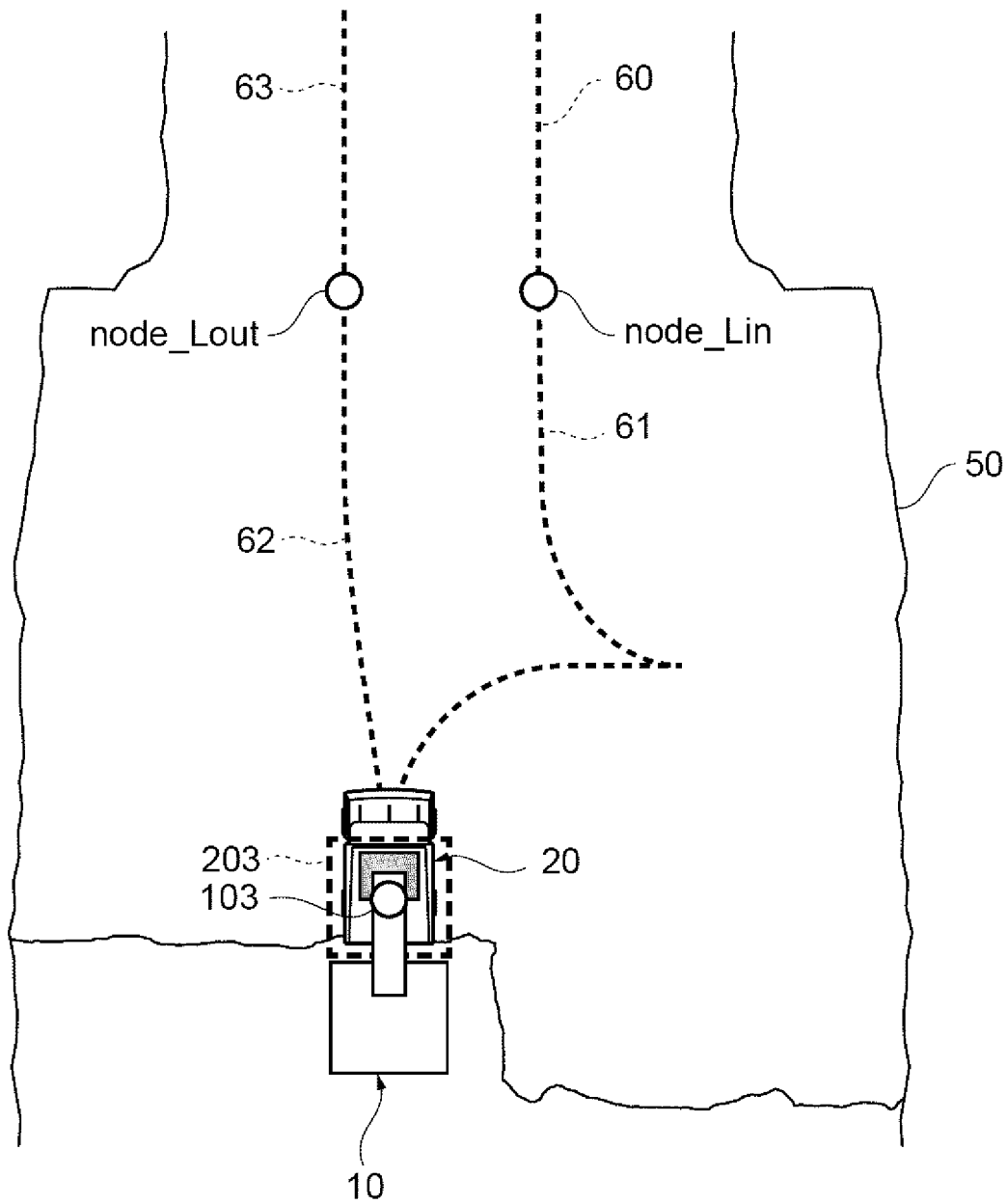
[図9]

図 9



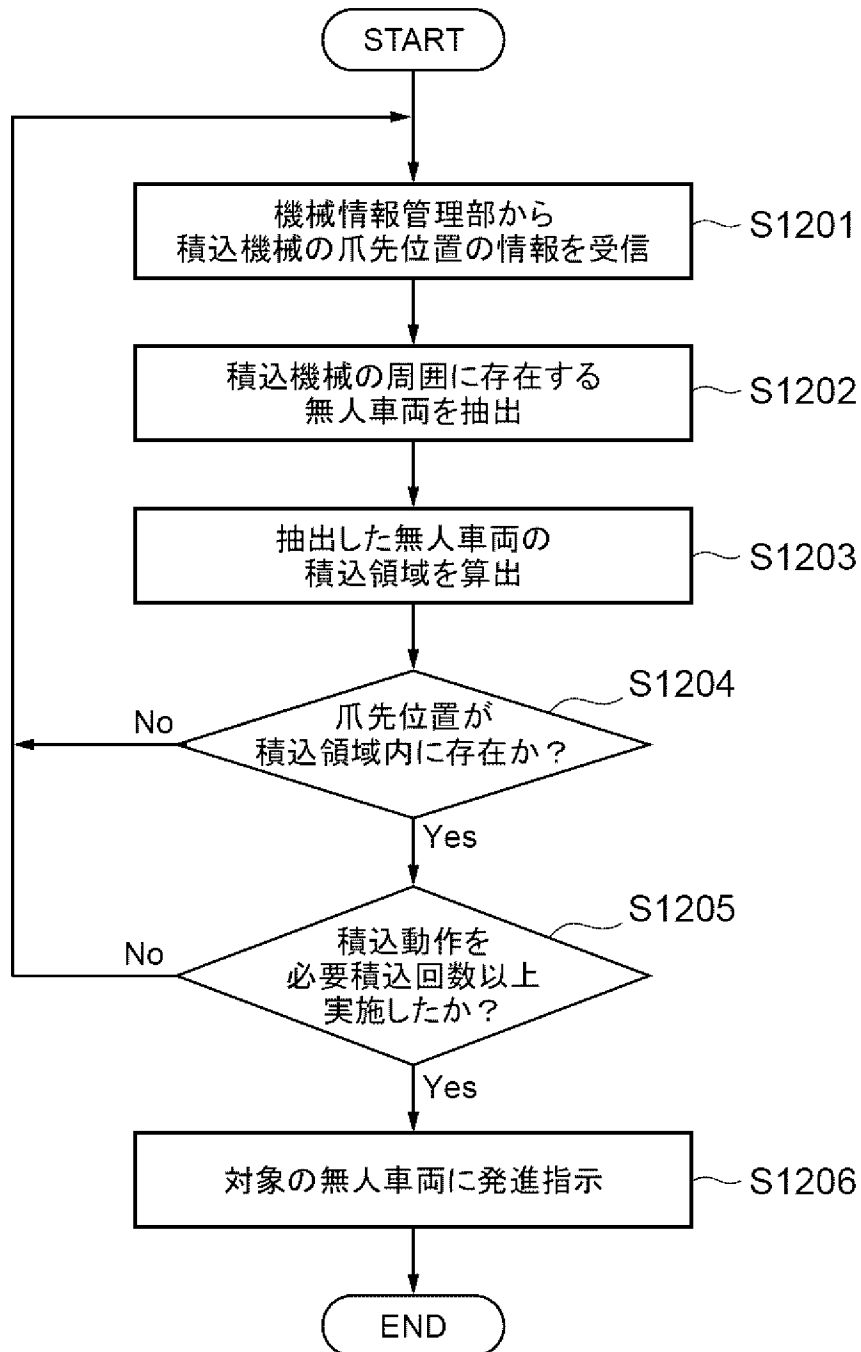
[図11]

図 1 1

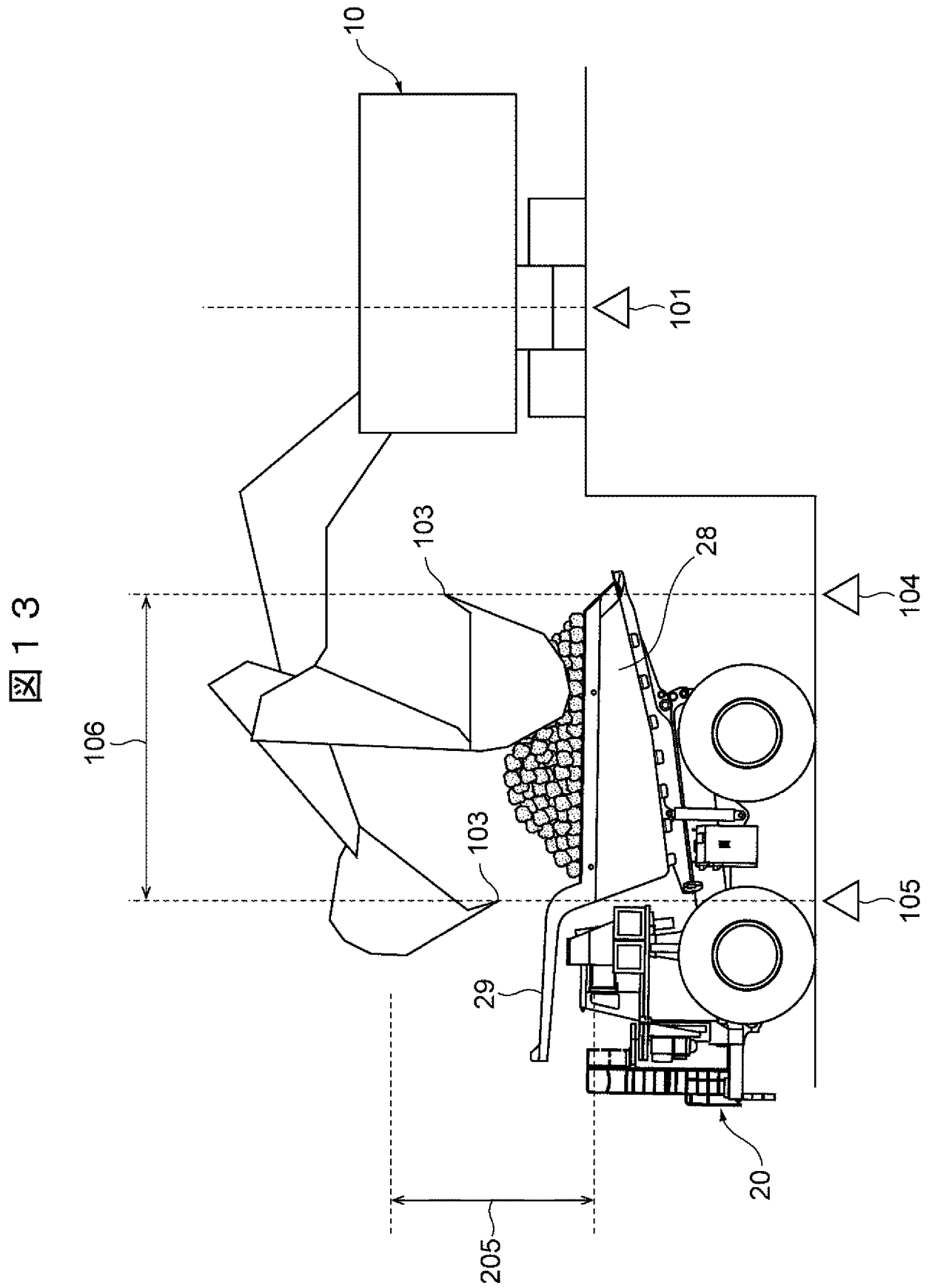


[図12]

図 1 2

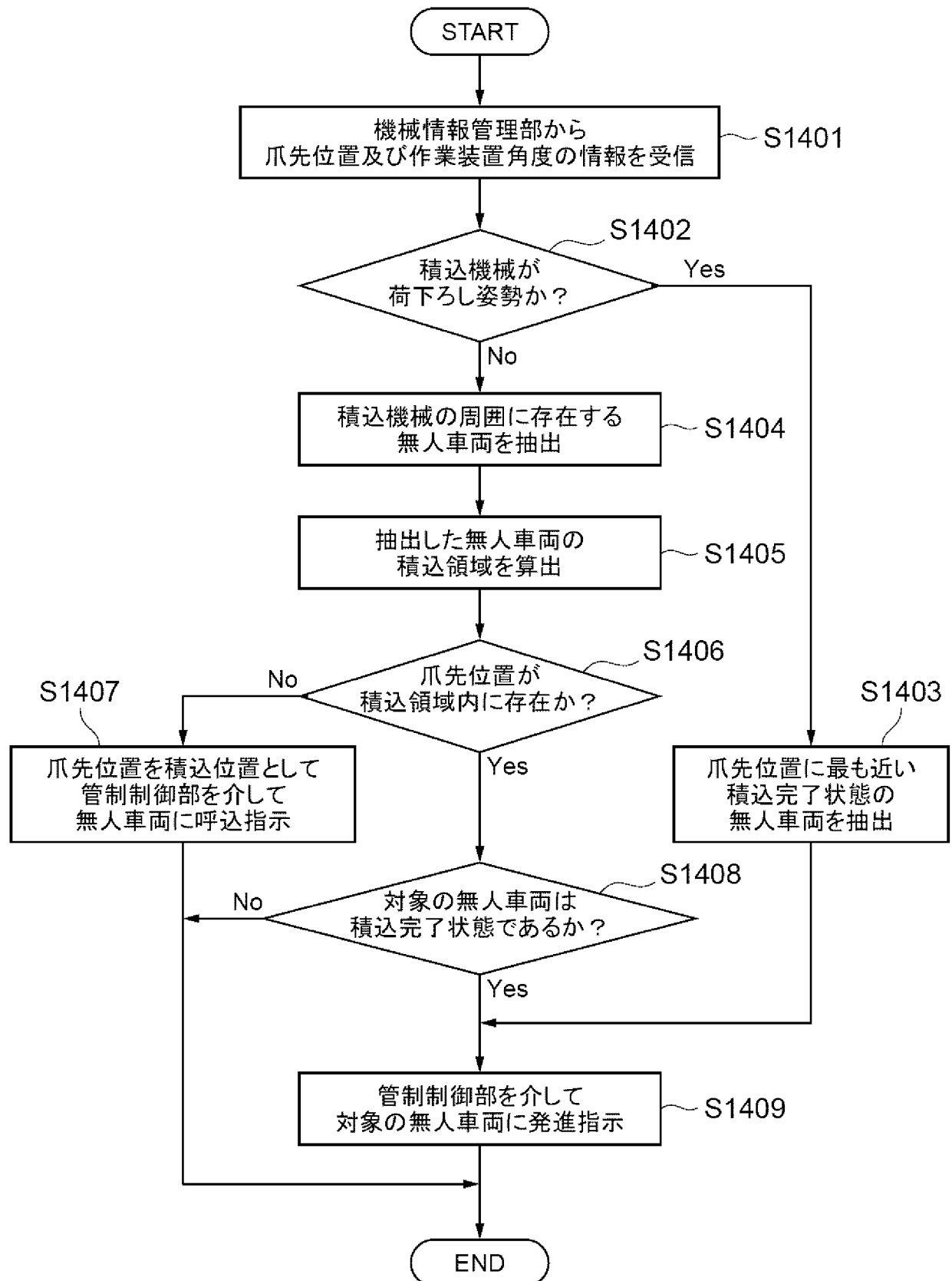


[図13]



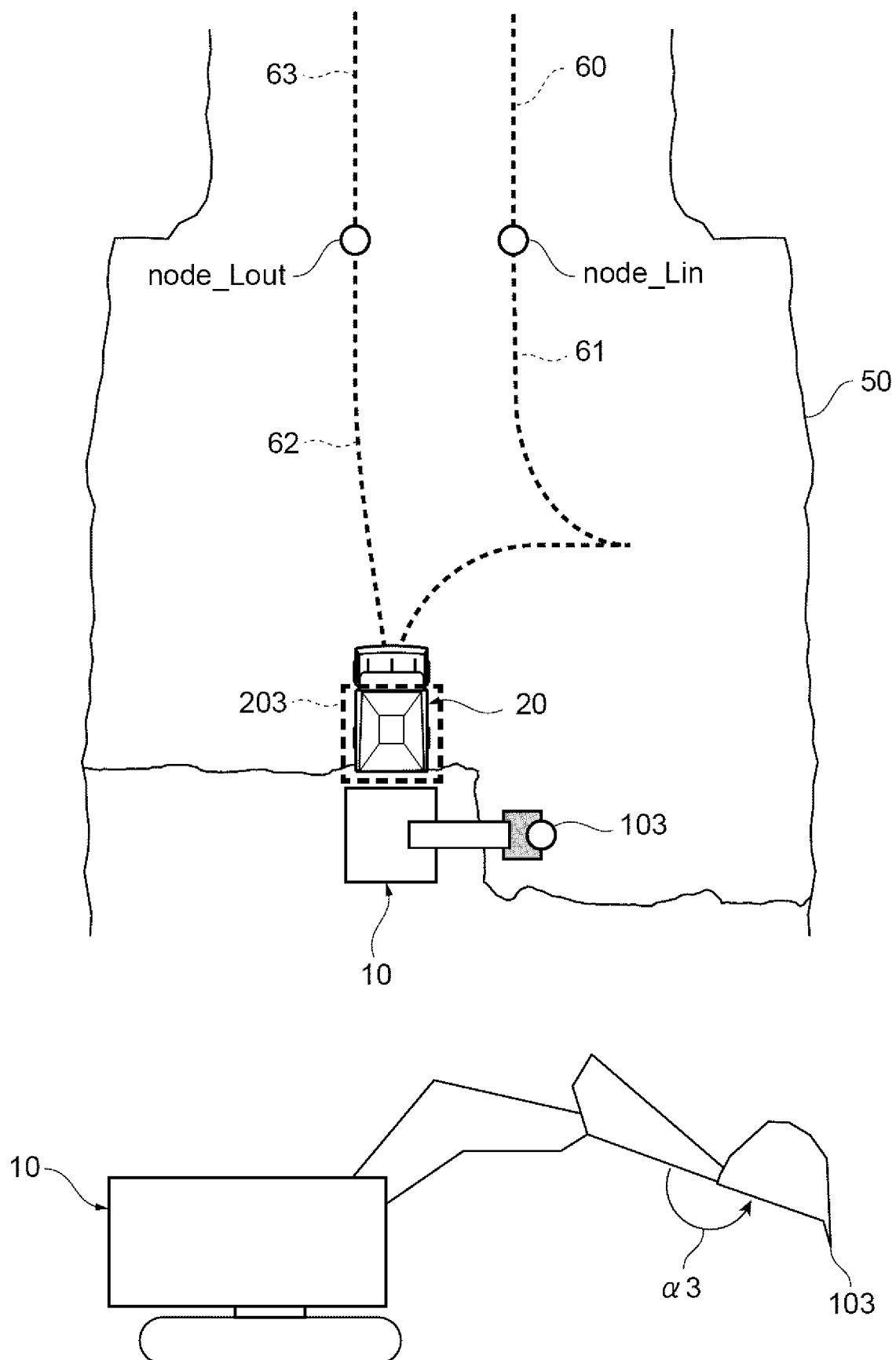
[図14]

図 1 4



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/040641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G08G 1/00**(2006.01)i; **G08G 1/09**(2006.01)i

FI: G08G1/00 X; G08G1/09 F; G08G1/09 P; G08G1/09 V

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)

G08G1/00-99/00

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 8-263138 A (KOMATSU LTD.) 11 October 1996 (1996-10-11) paragraphs [0009]-[0100], fig. 1-22	1-4, 7
Y		5-6
Y	JP 2016-193691 A (HITACHI CONSTR. MACH. CO., LTD.) 17 November 2016 (2016-11-17) paragraphs [0012]-[0093], fig. 1-16	5-6
A	WO 2018/155709 A1 (HITACHI CONSTR. MACH. CO., LTD.) 30 August 2018 (2018-08-30) paragraphs [0009]-[0062], fig. 1-13	1-7



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

12 January 2022

Date of mailing of the international search report

25 January 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/040641

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	8-263138	A	11 October 1996	US 6044312 A column 7, line 8 to column 20, line 35, fig. 1-22 WO 1996/030815 A1 GB 2315137 A	
JP	2016-193691	A	17 November 2016	(Family: none)	
WO	2018/155709	A1	30 August 2018	US 2019/0367030 A1 paragraphs [0026]-[0089], fig. 1-13 JP 2018-142113 A CN 109844834 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/00(2006.01)i; G08G 1/09(2006.01)i FI: G08G1/00 X; G08G1/09 F; G08G1/09 P; G08G1/09 V														
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）） G08G1/00-99/00														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
国際調査で使用了電子データベース（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	JP 8-263138 A（株式会社小松製作所）11.10.1996（1996-10-11） 段落 [0009] - [0100], [図1] - [図22]	1-4, 7												
Y		5-6												
Y	JP 2016-193691 A（日立建機株式会社）17.11.2016（2016-11-17） 段落 [0012] - [0093], [図1] - [図16]	5-6												
A	WO 2018/155709 A1（日立建機株式会社）30.08.2018（2018-08-30） 段落 [0009] - [0062], [図1] - [図13]	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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 12.01.2022	国際調査報告の発送日 25.01.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田中 純一 3Z 9074 電話番号 03-3581-1101 内線 3395													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/040641

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	8-263138	A	11.10.1996	US 6044312 A 第7欄第8行-第20欄第35行, 図1-22 WO 1996/030815 A1 GB 2315137 A	
JP	2016-193691	A	17.11.2016	(ファミリーなし)	
WO	2018/155709	A1	30.08.2018	US 2019/0367030 A1 段落[0026]-[0089], 図1-13 JP 2018-142113 A CN 109844834 A	