

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年2月5日(05.02.2015)



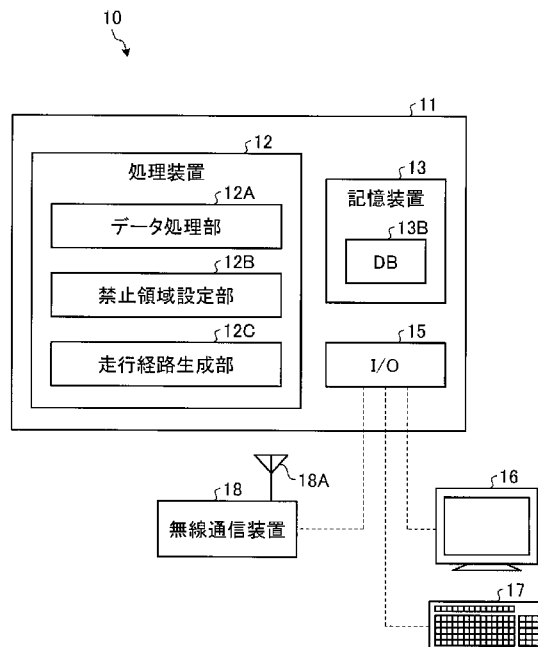
(10) 国際公開番号
WO 2015/015576 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070666
- (22) 国際出願日: 2013年7月30日(30.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂2-3-6
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 遠嶋 雅徳 (TOJIMA, Masanori); 〒
2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1
株式会社小松製作所 ICT事業本部内
Kanagawa (JP). 龍満 光広 (RYUMAN, Mitsuhiro); 〒
2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1
株式会社小松製作所 ICT事業本部内
Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東
京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビ
ルディング 酒井国際特許事務所 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,
IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, 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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: MANAGEMENT SYSTEM AND MANAGEMENT METHOD FOR MINING MACHINE

(54) 発明の名称: 鉱山機械の管理システム及び管理方法



- 12 Processing device
12A Data processing unit
12B Prohibited-region setting unit
12C Travel-route generation unit
13 Storage device
13B DB
18 Wireless communication device

(57) Abstract: This mining-machine management system is equipped with: a landmark which makes it possible to detect the relative position therefrom of a mining machine by using a contactless sensor disposed on the mining machine which is located in a mining site and capable of travel in the mining site; a storage device for recording the landmark position detected by using an omnidirectional measurement system; and a processing device for, when recording, setting a prohibited region for prohibiting an intrusion of the mining machine so as to include the position of the landmark.

(57) 要約: 鉱山機械の管理システムは、鉱山に設置され、鉱山を走行可能な鉱山機械に配置された非接触センサにより鉱山機械との相対位置が検出されるランドマークと、全方位測位システムを用いて検出されたランドマークの位置が登録される記憶装置と、登録において、ランドマークの位置を含むように鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定する処理装置と、を備える。



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))

明 細 書

発明の名称： 鉱山機械の管理システム及び管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、鉱山機械の管理システム及び管理方法に関する。

背景技術

[0002] 鉱山の採掘現場においては、例えば特許文献１に開示されているような、ダンプトラックなどの鉱山機械が稼働する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平１１－２４２５２０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 鉱山にランドマークのような構造物が設置される場合、その構造物と鉱山機械とが接触すると、鉱山における生産性が低下する可能性がある。例えば、構造物と鉱山機械との接触により、鉱山機械の稼働が停止される可能性がある。その結果、鉱山における生産性が低下する可能性がある。

[0005] 本発明は、鉱山における生産性の低下を抑制できる鉱山機械の管理システム及び管理方法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

[0006] 本発明に係る鉱山機械の管理システムは、鉱山に設置され、前記鉱山を走行可能な鉱山機械に配置された非接触センサにより前記鉱山機械との相対位置が検出されるランドマークと、全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置が登録される記憶装置と、前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定する処理装置と、を備える。

[0007] 前記全方位測位システムを用いて前記ランドマークの位置が検出された後、前記ランドマークの位置を登録するための操作信号を入力可能な操作部を

備え、前記登録は、前記操作部の操作を含んでもよい。

[0008] 前記禁止領域に前記鉱山機械が進入しないように前記鉱山機械に指令信号を送信する通信システムを備えてもよい。

[0009] 前記鉱山機械が走行する走行経路を生成する生成装置を備え、前記鉱山機械は、前記鉱山における積込場と、排土場と、前記積込場及び前記排土場の少なくとも一方に通じる搬送路の少なくとも一部において前記走行経路に従って走行され、前記生成装置は、前記禁止領域に前記鉱山機械が進入しないように、前記走行経路を生成してもよい。

[0010] 本発明に係る鉱山機械の管理システムは、管制施設に配置された中央管制装置を有する鉱山機械の管理システムであって、鉱山に設置され、前記鉱山を走行可能な鉱山機械に配置された非接触センサにより前記鉱山機械との相対位置が検出されるランドマークと、前記中央管制装置に設けられ、全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置が登録される記憶装置と、前記中央管制装置に設けられ、前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定する処理装置と、前記中央管制装置に設けられ、前記禁止領域を回避して前記鉱山機械が走行するように、前記鉱山機械が走行する走行経路を生成する生成装置と、前記生成装置で生成された前記走行経路に関する情報を前記鉱山機械に送信する通信システムと、を備え、前記鉱山機械は、前記中央管制装置から前記通信システムによって送信された前記走行経路に関する情報に従って、前記鉱山を走行する。

[0011] 前記生成装置は、前記非接触センサの検出領域に前記ランドマークが配置されるように、前記走行経路を生成してもよい。

[0012] 前記全方位測位システムの検出状態に基づいて、前記全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置を前記記憶装置に登録するか否かが判断されてもよい。

[0013] 前記記憶装置に登録されている前記ランドマークの位置と、前記全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置との関係に基づいて

、前記全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置を前記記憶装置に登録するか否かが判断されてもよい。

[0014] 本発明に係る鉱山機械の管理方法は、鉱山に設置されたランドマークの位置を、全方位測位システムを用いて検出することと、前記検出された前記ランドマークの位置を記憶装置に登録することと、前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山を走行可能な鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定することと、前記鉱山機械に配置された非接触センサにより前記ランドマークを検出して、前記禁止領域の外側を走行する前記鉱山機械と前記ランドマークとの相対位置を検出することと、を含む。

[0015] 本発明に係る鉱山機械の管理方法は、管制施設に配置された中央管制装置を用いる鉱山機械の管理方法であって、鉱山に設置されたランドマークの位置を、全方位測位システムを用いて検出することと、前記検出された前記ランドマークの位置を前記中央管制装置に設けられた記憶装置に登録することと、前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山を走行可能な鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を前記中央管制装置に設けられた処理装置において設定することと、前記禁止領域を回避して前記鉱山機械が走行するように、前記中央管制装置に設けられた生成装置で前記鉱山機械が走行する走行経路を生成することと、前記生成装置で生成された前記走行経路に関する情報を前記鉱山機械に送信することと、前記鉱山機械に配置された非接触センサにより前記ランドマークを検出して、前記中央管制装置から送信された前記走行経路に関する情報に従って走行する前記鉱山機械と前記ランドマークとの相対位置を検出することと、を含む。

[0016] 本発明によれば、鉱山における生産性の低下が抑制される。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本実施形態に係る鉱山機械の管理システムの一例を示す図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る管理装置の一例を示す図である。

[図3]図3は、本実施形態に係るダンプトラックの一例を示す図である。

[図4]図4は、本実施形態に係るダンプトラックの制御系の一例を示す図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る車両の一例を示す図である。

[図6]図6は、本実施形態に係る車両の制御系の一例を示す図である。

[図7]図7は、本実施形態に係るランドマークの使用方法的一例を示す図である。

[図8]図8は、本実施形態に係るダンプトラックの走行方法の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、本実施形態に係るランドマークの位置検出処理及び位置登録処理の一例を示す模式図である。

[図10]図10は、本実施形態に係るランドマークの位置検出処理及び位置登録処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]図11は、本実施形態に係る禁止領域の一例を示す図である。

[図12]図12は、本実施形態に係る禁止領域の一例を示す図である。

[図13]図13は、本実施形態に係る走行経路の一例を示す図である。

[図14]図14は、本実施形態に係る走行経路の一例を示す図である。

[図15]図15は、本実施形態に係る走行経路の一例を示す図である。

[図16]図16は、本実施形態に係る走行経路の一例を示す図である。

[図17]図17は、比較例に係る走行経路を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。

[0019] <鉱山機械の管理システムの概要>

図1は、本実施形態に係る鉱山機械の管理システム1の一例を示す図である。図1は、管理システム1及び管理システム1が適用される現場を模式的に示す。

[0020] 管理システム1は、管制施設7に配置された管理装置10を含み、鉱山機械の管理を行う。鉱山機械の管理は、鉱山機械の運行管理、鉱山機械の生産

性の評価、鉱山機械のオペレータの操作技術の評価、鉱山機械の保全、及び鉱山機械の異常診断の少なくとも一つを含む。

[0021] 鉱山機械とは、鉱山における各種作業に用いる機械類の総称である。鉱山機械は、ボーリング機械、掘削機械、積込機械、及び運搬機械の少なくとも一つを含む。掘削機械は、鉱山を掘削可能である。積込機械は、運搬機械に積荷を積み込み可能である。積込機械は、油圧ショベル、電気ショベル、及びホイールローダの少なくとも一つを含む。運搬機械は、鉱山において移動可能な移動体を含み、積荷を運搬可能である。運搬機械は、ダンプトラックを含む。積荷は、採掘により発生した土砂及び鉱石の少なくとも一方を含む。

[0022] 本実施形態においては、管理システム 1 により、鉱山を走行可能な運搬機械が管理される。本実施形態においては、管理システム 1 により、ダンプトラック 2 が管理される例について説明する。ダンプトラック 2 は、鉱山における積込場 L P A と、排土場 D P A と、積込場 L P A 及び排土場 D P A の少なくとも一方に通じる搬送路 H L の少なくとも一部において稼働する。ダンプトラック 2 は、鉱山において移動可能な移動体である。ダンプトラック 2 は、積込場 L P A、排土場 D P A、及び搬送路 H L の少なくとも一部を走行可能である。ダンプトラック 2 は、搬送路 H L を走行して、積込場 L P A と排土場 D P A との間を移動可能である。

[0023] ダンプトラック 2 は、積込場 L P A において、積荷を積み込まれる。積込場 L P A は、鉱山において積荷の積込作業が行われる領域（場所）である。ダンプトラック 2 は、積込場 L P A の積込位置 L P において、積荷を積み込まれる。積込位置 L P は、積込場 L P A において積荷の積込作業が行われる位置（積込点）である。積込作業は、ダンプトラック 2 に積荷を積み込む作業である。積込場 L P A において、積込機械 4 が、ダンプトラック 2 に積荷を積み込む。積込機械 4 は、積込位置 L P に配置されたダンプトラック 2 に積荷を積み込む。

[0024] ダンプトラック 2 は、排土場 D P A において、積荷を下ろす（排出する）

。排土場DPAは、鉱山において積荷の排出作業が行われる領域（場所）である。ダンプトラック2は、排土場DPAの排土位置DPにおいて、積荷を排出する。排出作業は、ダンプトラック2から積荷を下ろす（排出する）作業である。排土場DPAにおいて、ダンプトラック2から積荷が排出される。ダンプトラック2は、排土位置DPに配置されて積荷を排出する。

[0025] 本実施形態において、ダンプトラック2は、管理装置10からの指令信号により作動する、所謂、無人ダンプトラックである。ダンプトラック2に作業（運転者）は搭乗しない。

[0026] 図1において、管理システム1は、鉱山を走行可能な車両3と、管制施設7に配置され、ダンプトラック2の管理を行う管理装置10と、鉱山に設置されるランドマーク8と、情報を伝達可能な通信システム9と、を備えている。

[0027] 車両3は、鉱山において移動可能な移動体である。車両3は、積込場LPA、排土場DPA、及び搬送路HLの少なくとも一部を走行可能である。車両3に作業（運転者）が搭乗する。すなわち、車両3は、所謂、有人車両である。車両3は、鉱山機械の管理及び保全を含む鉱山に関する各種の作業を行うために、鉱山を走行する。作業（運転者）は、車両3に搭乗して、鉱山の任意の位置（場所）に移動する。

[0028] 管理装置10は、鉱山の管制施設7に設置される。管制施設7を、管理施設7と称してもよいし、中央管制室7と称してもよい。管理装置10を、管制装置（中央管制装置）10と称してもよいし、中央管制システム10と称してもよい。管理装置10は移動しない。なお、管理装置10が移動可能でもよい。

[0029] ランドマーク8は、鉱山に複数設置される。ランドマーク8は、積込場LPA、排土場DPA、及び搬送路HLのそれぞれに配置される。ランドマーク8は、静止物である。ランドマーク8は、設置された位置（場所）から移動しない。管理システム1は、ランドマーク8を使って、ダンプトラック2の位置を補正する。本実施形態において、ダンプトラック2は、生成された

走行経路に従って走行する。管理システム 1 は、走行経路からダンプロック 2 が外れて走行するとき、走行経路に従って走行するように、ランドマーク 8 を使ってダンプロック 2 の位置を補正する。

[0030] 通信システム 9 は、車両 3 と管理装置 10 とダンプロック 2 との間において情報を伝達する。管理装置 10 とダンプロック 2 とは、通信システム 9 を介して通信可能である。管理装置 10 と車両 3 とは、通信システム 9 を介して通信可能である。ダンプロック 2 と車両 3 とは、通信システム 9 を介して通信可能である。本実施形態において、通信システム 9 は、無線通信システムを含む。車両 3 と管理装置 10 とダンプロック 2 とは、通信システム 9 を介して無線通信可能である。本実施形態において、通信システム 9 は、車両 3 と管理装置 10 とダンプロック 2 との間において信号（電波）を中継する中継器 6 を有する。

[0031] 本実施形態において、ダンプロック 2 の位置、車両 3 の位置、及びランドマーク 8 の位置が、全方位測位システム（Global Positioning System : GPS）を用いて検出される。GPS は、GPS 衛星 5 を有する。GPS は、緯度、経度、及び高度を規定する座標系（GPS 座標系）における位置を検出する。GPS により検出される位置は、緯度、経度、及び高度の座標データを含む。GPS により、鉱山におけるダンプロック 2 の位置、車両 3 の位置、及びランドマーク 8 の位置が検出される。GPS により検出される位置は、GPS 座標系において規定される絶対位置である。以下の説明においては、GPS によって検出される位置を適宜、GPS 位置、と称する。GPS 位置は、絶対位置である。GPS 位置は、緯度、経度、及び高度の座標データ（座標値）である。

[0032] <管理装置>

次に、管制施設 7 に配置される管理装置 10 について説明する。図 2 は、本実施形態に係る管理装置 10 の一例を示すブロック図である。図 1 及び図 2 に示すように、管理装置 10 は、コンピュータシステム 11 と、表示装置 16 と、入力装置 17 と、無線通信装置 18 と、を備えている。

[0033] コンピュータシステム 11 は、処理装置 12 と、記憶装置 13 と、入出力部 15 とを備えている。表示装置 16、入力装置 17、及び無線通信装置 18 は、入出力部 15 を介して、コンピュータシステム 11 と接続される。入出力部 15 は、処理装置 12 と、表示装置 16、入力装置 17、及び無線通信装置 18 の少なくとも一つとの情報の入出力（インターフェース）に用いられる。

[0034] 処理装置 12 は、CPU (Central Processing Unit) を含む。処理装置 12 は、ダンプトラック 2 の管理に関する各種の処理を実行する。処理装置 12 は、データ処理部 12A と、禁止領域設定部 12B と、走行経路生成部 12C と、を含む。本実施形態において、データ処理部 12A は、通信システム 9 を介して取得した、ダンプトラック 2 の位置に関する情報、車両 3 の位置に関する情報、及びランドマーク 8 の位置に関する情報を処理する。禁止領域設定部 12B は、鉱山においてダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域を設定する。走行経路生成部 12C は、ダンプトラック 2 が走行する走行経路を生成する。ダンプトラック 2 は、積込場 LPA、排土場 DPA、及び搬送路 HL の少なくとも一部において、走行経路生成部 12C により生成された走行経路に従って走行する。

[0035] 記憶装置 13 は、処理装置 12 と接続される。記憶装置 13 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、及びハードディスクドライブの少なくとも一つを含む。記憶装置 13 は、ダンプトラック 2 の管理に関する各種の情報を記憶する。記憶装置 13 は、情報が登録されるデータベース 13B を含む。記憶装置 13 は、処理装置 12 に各種の処理を実行させるためのコンピュータプログラムを記憶する。処理装置 12 は、記憶装置 13 に記憶されているコンピュータプログラムを用いて、位置に関する情報の処理、禁止領域の設定、及び走行経路の生成を行う。

[0036] 表示装置 16 は、例えば、液晶ディスプレイのようなフラットパネルディスプレイを含む。表示装置 16 は、ダンプトラック 2 の位置に関する情報、

車両 3 の位置に関する情報、及びランドマーク 8 の位置に関する情報を表示可能である。

[0037] 入力装置 17 は、キーボード、タッチパネル、及びマウスの少なくとも一つを含む。入力装置 17 は、処理装置 12 に操作信号を入力可能な操作部として機能する。管制施設 7 の管理者は、入力装置 17 を操作して、処理装置 12 に操作信号を入力可能である。

[0038] 通信システム 9 は、無線通信装置 18 を含む。無線通信装置 18 は、管制施設 7 に配置される。無線通信装置 18 は、入出力部 15 を介して、処理装置 12 と接続される。無線通信装置 18 は、アンテナ 18A を有する。無線通信装置 18 は、ダンプトラック 2 及び車両 3 の少なくとも一方から送信された情報を受信可能である。無線通信装置 18 で受信した情報は、処理装置 12 に出力される。無線通信装置 18 で受信した情報は、記憶装置 13 に記憶（登録）される。無線通信装置 18 は、ダンプトラック 2 及び車両 3 の少なくとも一方に情報を送信可能である。

[0039] <ダンプトラック>

次に、ダンプトラック 2 について説明する。図 3 は、本実施形態に係るダンプトラック 2 の外観を模式的に示す図である。図 4 は、本実施形態に係るダンプトラック 2 の制御ブロック図である。

[0040] 図 3 及び図 4 に示すように、ダンプトラック 2 は、車両本体 21 と、ベッセル 22 と、車輪 23 と、ランドマーク 8 を非接触で検出する非接触センサ 24 と、処理装置 20 と、記憶装置 25 と、ジャイロセンサ 26 と、速度センサ 27 と、アンテナ 28A が接続された無線通信装置 28 と、アンテナ 29A が接続された位置検出装置 29 と、を備えている。

[0041] 車両本体 21 には、駆動装置が配置される。駆動装置は、ディーゼルエンジンのような内燃機関と、内燃機関により作動する発電機と、発電機で発生した電力により作動する電動機と、を含む。電動機により、車輪 23 が駆動される。車輪 23 は、タイヤ及びホイールを含む。車輪 23 は、車両本体 21 の駆動装置から伝達される動力により回転する。なお、内燃機関の動力が

、トルクコンバータを含むトランスミッションを介して車輪 2 3 に伝達されてもよい。

[0042] ベッセル 2 2 は、積荷が積載される荷台を含む。ベッセル 2 2 は、車両本体 2 1 の上部に揺動可能に配置される。積込機械 4 により、ベッセル 2 2 に積荷が積み込まれる。排出作業においてベッセル 2 2 が持ち上げられ、積荷が排出される。

[0043] 非接触センサ 2 4 は、車両本体 2 1 の前部に配置される。非接触センサ 2 4 は、鉱山に設置されているランドマーク 8 を非接触で検出する。本実施形態において、非接触センサ 2 4 は、レーダーを含む。非接触センサ 2 4 は、電波を発射して、その電波をランドマーク 8 に照射する。ランドマーク 8 に照射された電波の少なくとも一部は、そのランドマーク 8 で反射する。非接触センサ 2 4 は、ランドマーク 8 で反射した電波を受信する。これにより、非接触センサ 2 4 は、非接触センサ 2 4 に対するランドマーク 8 の方向及び距離を検出可能である。非接触センサ 2 4 は、非接触センサ 2 4 とランドマーク 8 との相対位置を検出する。非接触センサ 2 4 は、車両本体 2 1 に固定されている。非接触センサ 2 4 は、処理装置 2 0 と接続される。非接触センサ 2 4 は、検出信号を処理装置 2 0 に出力する。処理装置 2 0 は、非接触センサ 2 4 の検出信号に基づいて、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との相対位置を求めることができる。すなわち、非接触センサ 2 4 がランドマーク 8 との相対位置を検出することにより、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との相対位置が検出される。また、非接触センサ 2 4 は、車両本体 2 1 の前方の障害物を検出する障害物検知センサとして機能する。

[0044] ジャイロセンサ 2 6 は、ダンプトラック 2 の方位（方位変化量）を検出する。ジャイロセンサ 2 6 は、処理装置 2 0 と接続される。ジャイロセンサ 2 6 は、検出信号を処理装置 2 0 に出力する。処理装置 2 0 は、ジャイロセンサ 2 6 の検出信号に基づいて、ダンプトラック 2 の方位（方位変化量）を求めることができる。

[0045] 速度センサ 2 7 は、ダンプトラック 2 の走行速度を検出する。本実施形態

において、速度センサ 27 は、車輪 23 の回転速度を検出して、ダンプトラック 2 の速度（走行速度）を検出する。速度センサ 27 は、処理装置 20 と接続される。速度センサ 27 は、検出信号を処理装置 20 に出力する。処理装置 20 は、速度センサ 27 の検出信号と、処理装置 20 に内蔵されているタイマーからの時間情報とに基づいて、ダンプトラック 2 の移動距離を求めることができる。

[0046] 処理装置 20 は、ダンプトラック 2 に搭載される。処理装置 20 は、CPU (Central Processing Unit) を含む。処理装置 20 は、ダンプトラック 2 の管理に関する各種の処理を実行する。処理装置 20 は、データ処理部と、禁止領域設定部と、走行経路生成部と、を含み、管制施設 7 に配置されている処理装置 12 と同等の処理を実行可能である。すなわち、処理装置 20 のデータ処理部は、ダンプトラック 2 の位置に関する情報、車両 3 の位置に関する情報、及びランドマーク 8 の位置に関する情報を処理可能である。処理装置 20 の禁止領域設定部は、鉱山においてダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域を設定可能である。処理装置 20 の走行経路生成部は、ダンプトラック 2 が走行する走行経路を生成可能である。処理装置 20 は、走行制御部 20D を含む。走行制御部 20D は、生成された走行経路に従ってダンプトラック 2 が走行するように、ダンプトラック 2 の走行を制御する。ダンプトラック 2 の走行の制御は、ダンプトラック 2 の操作の制御を含む。ダンプトラック 2 の操作は、ステアリング、アクセル、及びブレーキの少なくとも一つの操作を含む。なお、処理装置 20 において、データ処理部、禁止領域設定部、及び走行経路生成部は無くてもよい。

[0047] 記憶装置 25 は、ダンプトラック 2 に搭載される。記憶装置 25 は、処理装置 20 と接続される。記憶装置 25 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、及びハードディスクドライブの少なくとも一つを含む。記憶装置 25 は、ダンプトラック 2 の管理に関する各種の情報を記憶する。記憶装置 25 は、情報が登録されるデータベース 25B を含む。記憶装置 25 は、処理装置 20 に各種の処理を実

行させるためのコンピュータプログラムを記憶する。記憶装置 25 は、管制施設 7 に配置されている記憶装置 13 と同等の情報を記憶可能（登録可能）である。

[0048] 通信システム 9 は、無線通信装置 28 を含む。無線通信装置 28 は、ダンプトラック 2 に配置される。無線通信装置 28 は、処理装置 20 と接続される。無線通信装置 28 は、アンテナ 28A を有する。無線通信装置 28 は、管理装置 10 及び車両 3 の少なくとも一方から送信された情報（指令信号を含む）を受信可能である。無線通信装置 28 で受信した情報は、処理装置 20 に出力される。無線通信装置 28 で受信した情報は、記憶装置 25 に記憶（登録）される。処理装置 20（走行制御部 20D）は、無線通信装置 28 で受信した指令信号に従って、ダンプトラック 2 の走行を制御可能である。指令信号は、走行経路に関する情報、及びダンプトラック 2 の走行速度に関する情報を含む。無線通信装置 28 は、管理装置 10 及び車両 3 の少なくとも一方に情報を送信可能である。

[0049] 位置検出装置 29 は、ダンプトラック 2 に配置される。位置検出装置 29 は、処理装置 20 と接続される。位置検出装置 29 は、GPS 受信機を含み、ダンプトラック 2 の位置（GPS 位置）を検出する。位置検出装置 29 は、GPS 用のアンテナ 29A を有する。位置検出装置 29 は、アンテナ 29A の位置（GPS 位置）を検出する。アンテナ 29A は、ダンプトラック 2 に配置される。アンテナ 29A の位置（GPS 位置）が検出されることによって、ダンプトラック 2 の位置（GPS 位置）が検出される。アンテナ 29A は、GPS 衛星 5 からの電波を受信する。アンテナ 29A は、受信した電波に基づく信号を位置検出装置 29 に出力する。位置検出装置 29 は、アンテナ 29A からの信号に基づいて、アンテナ 29A の位置（GPS 位置）を検出する。位置検出装置 29 は、アンテナ 29A で受信した GPS 衛星 5 からの電波に基づく信号を電気信号に変換して、アンテナ 29A の位置（GPS 位置）を算出する。アンテナ 29A の GPS 位置が算出されることによって、ダンプトラック 2 の GPS 位置が求められる。

[0050] <車両>

次に、車両 3 について説明する。図 5 は、本実施形態に係る車両 3 の外観を模式的に示す図である。図 6 は、本実施形態に係る車両 3 の制御ブロック図である。

[0051] 図 5 及び図 6 に示すように、車両 3 は、車両本体 37 と、車輪 38 と、処理装置 30 と、記憶装置 39 と、アンテナ 32A が接続された無線通信装置 32 と、アンテナ 33A が接続された位置検出装置 33 と、表示装置 36 と、入力装置 31 と、を備えている。

[0052] 車両本体 37 には、エンジンが配置される。車輪 38 は、車両本体 37 のエンジンから伝達される動力により回転する。車輪 38 は、タイヤ及びホイールを含む。車輪 38 が回転することにより、車両 3 が走行する。本実施形態において、車両 3 に作業者 WM が搭乗する。作業者 WM の運転操作により、車両 3 が走行する。

[0053] 処理装置 30 は、CPU (Central Processing Unit) を含む。処理装置 30 は、ダンプトラック 2 の管理に関する各種の処理を実行する。処理装置 30 は、データ処理部と、禁止領域設定部と、走行経路生成部と、を含み、管制施設 7 に配置されている処理装置 12 及びダンプトラック 2 に配置されている処理装置 20 と同等の処理を実行可能である。すなわち、処理装置 30 のデータ処理部は、通信システム 9 を介して取得した、ダンプトラック 2 の位置に関する情報、車両 3 の位置に関する情報、及びランドマーク 8 の位置に関する情報を処理可能である。処理装置 30 の禁止領域設定部は、鉱山においてダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域を設定可能である。処理装置 30 の走行経路生成部は、ダンプトラック 2 が走行する走行経路を生成可能である。なお、処理装置 30 において、データ処理部、禁止領域設定部、及び走行経路生成部は無くてもよい。

[0054] 記憶装置 39 は、車両 3 に搭載される。記憶装置 39 は、処理装置 30 と接続される。記憶装置 39 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、及びハードディスクドライブ

の少なくとも一つを含む。記憶装置 39 は、ダンプトラック 2 の管理に関する各種の情報を記憶する。記憶装置 39 は、情報が登録されるデータベース 39 B を含む。記憶装置 39 は、処理装置 30 に各種の処理を実行させるためのコンピュータプログラムを記憶する。記憶装置 39 は、管制施設 7 に配置されている記憶装置 13 及びダンプトラック 2 に配置されている記憶装置 25 と同等の情報を記憶可能（登録可能）である。

[0055] 表示装置 36 は、例えば、液晶ディスプレイのようなフラットパネルディスプレイを含む。表示装置 36 は、ダンプトラック 2 の位置に関する情報、車両 3 の位置に関する情報、及びランドマーク 8 の位置に関する情報を表示可能である。

[0056] 入力装置 31 は、キーボード、タッチパネル、及びマウスの少なくとも一つを含む。入力装置 31 は、処理装置 30 に操作信号を入力可能な操作部として機能する。車両 3 の作業員（運転者）WM は、入力装置 31 を操作して、処理装置 30 に操作信号を入力可能である。

[0057] 通信システム 9 は、無線通信装置 32 を含む。無線通信装置 32 は、車両 3 に配置される。無線通信装置 32 は、処理装置 30 と接続される。無線通信装置 32 は、アンテナ 32 A を有する。無線通信装置 32 は、管理装置 10 及びダンプトラック 2 の少なくとも一方から送信された情報（指令信号を含む）を受信可能である。無線通信装置 32 で受信した情報は、処理装置 30 に出力される。無線通信装置 32 で受信した情報は、記憶装置 39 に記憶（登録）される。無線通信装置 32 は、管理装置 10 及びダンプトラック 2 の少なくとも一方に情報を送信可能である。

[0058] 位置検出装置 33 は、車両 3 に配置される。位置検出装置 33 は、処理装置 30 と接続される。位置検出装置 33 は、GPS 受信機を含み、車両 3 の位置（GPS 位置）を検出する。位置検出装置 33 は、GPS 用のアンテナ 33 A を有する。位置検出装置 33 は、アンテナ 33 A の位置（GPS 位置）を検出する。アンテナ 33 A は、車両 3 に配置される。アンテナ 33 A の位置（GPS 位置）が検出されることによって、車両 3 の位置（GPS 位置）

）が検出される。アンテナ３３Ａは、ＧＰＳ衛星５からの電波を受信する。アンテナ３３Ａは、受信した電波に基づく信号を位置検出装置３３に出力する。位置検出装置３３は、アンテナ３３Ａからの信号に基づいて、アンテナ３３Ａの位置（ＧＰＳ位置）を検出する。位置検出装置３３は、アンテナ３３Ａで受信したＧＰＳ衛星５からの電波に基づく信号を電気信号に変換して、アンテナ３３Ａの位置（ＧＰＳ位置）を算出する。アンテナ３３ＡのＧＰＳ位置が算出されることによって、車両３のＧＰＳ位置が求められる。

[0059] 本実施形態において、車両３にＧＰＳ用のアンテナ３４Ａが搭載される。アンテナ３４Ａは、ＧＰＳ衛星５からの電波を受信する。アンテナ３４Ａは、車両３にリリース可能に搭載される。車両３からリリースされたアンテナ３４Ａは、車両３の外側に移動可能である。アンテナ３４Ａは、車両３から離れた位置に移動可能である。アンテナ３４Ａは、携帯可能である。作業者WMは、アンテナ３４Ａを携帯可能（保持可能）である。作業者WMは、アンテナ３４Ａを保持して、車両３の外側に移動可能である。作業者WMは、アンテナ３４Ａを保持して、車両３から離れた位置に移動可能である。アンテナ３４Ａは、車両３の外側に配置された状態で、ＧＰＳ衛星５からの電波を受信可能である。

[0060] 車両３には、位置検出装置３４が配置される。位置検出装置３４は、処理装置３０と接続される。位置検出装置３４は、ＧＰＳ受信機を含む。位置検出装置３４とアンテナ３４Ａとは、ケーブル３５を介して接続される。位置検出装置３４は、アンテナ３４Ａの位置（ＧＰＳ位置）を検出する。アンテナ３４Ａが作業者WMに携帯されている場合、アンテナ３４Ａの位置（ＧＰＳ位置）が検出されることによって、作業者WMの位置（ＧＰＳ位置）が検出される。アンテナ３４Ａが物体の近傍に配置される場合、アンテナ３４Ａの位置（ＧＰＳ位置）が検出されることによって、その物体の位置（ＧＰＳ位置）が検出される。アンテナ３４Ａは、ＧＰＳ衛星５からの電波を受信する。アンテナ３４Ａは、受信した電波に基づく信号を、ケーブル３５を介して位置検出装置３４に出力する。位置検出装置３４は、アンテナ３４Ａから

の信号に基づいて、アンテナ３４Ａの位置（ＧＰＳ位置）を検出する。位置検出装置３４は、アンテナ３４Ａで受信したＧＰＳ衛星５からの電波に基づく信号を電気信号に変換して、アンテナ３４Ａの位置（ＧＰＳ位置）を算出する。アンテナ３４ＡのＧＰＳ位置が算出されることによって、アンテナ３４Ａの近傍に配置される物体（作業者WMを含む）のＧＰＳ位置が求められる。

[0061] <ランドマークの使用法>

次に、ランドマーク８の使用法について説明する。図７は、ダンプトラック２の非接触センサ２４によりランドマーク８が検出されている状態の一例を模式的に示す図である。ランドマーク８は、積込場ＬＰＡ、排土場ＤＰＡ、及び搬送路ＨＬのそれぞれに配置される。搬送路ＨＬにおいては、ランドマーク８は、搬送路ＨＬの外側（路肩）に配置される。ランドマーク８は、搬送路ＨＬに沿って間隔をあけて複数配置される。ランドマーク８は、例えば１００ｍ毎に配置されてもよい。

[0062] ランドマーク８は、静止物である。ランドマーク８は、設置された位置（場所）から移動しない。ランドマーク８は、走行経路に沿って配置された構造物（特徴物）である。ランドマーク８は、ダンプトラック２に配置された非接触センサ２４によって検出される。ランドマーク８は、非接触センサ２４から発射された電波を反射可能な反射部（反射面）を有する。電波に対するランドマーク８の反射部の反射率（反射強度）は、ランドマーク８の周囲の物体の反射率（反射強度）よりも高い。ランドマーク８の周囲の物体は、鉱山の岩石、走行するダンプトラック２、及び車両３の少なくとも一つを含む。

[0063] 非接触センサ２４は、レーダーを含む。非接触センサ２４は、電波を発射可能な発射部と、電波を受信可能な受信部とを有する。非接触センサ２４は、ダンプトラック２の前部に配置される。非接触センサ２４の発射部から発射され、ランドマーク８に照射された電波の少なくとも一部は、ランドマーク８の反射部で反射する。非接触センサ２４は、反射部で反射したランドマ

ーク 8 からの電波を受信部で受信する。非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 からの電波を受信して、非接触センサ 24 とランドマーク 8 との相対位置を検出する。非接触センサ 24 は、ダンプトラック 2 に固定されている。非接触センサ 24 とランドマーク 8 との相対位置が検出されることにより、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との相対位置が検出される。ランドマーク 8 は、ダンプトラック 2 に配置された非接触センサ 24 により、ダンプトラック 2 との相対位置を検出される。

[0064] 本実施形態において、非接触センサ 24 からの電波は、非接触センサ 24 の発射部から拡がるように伝播する。非接触センサ 24 から発射された電波が伝播する伝播領域（伝播空間）にランドマーク 8 が配置されていることにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 を検出可能である。また、非接触センサ 24 から発射された電波は、進行に伴って減衰する。すなわち、非接触センサ 24 から発射された電波の強度は、電波の進行に伴って低下する。非接触センサ 24 から発射された電波が所定値以上の強度を維持した状態で伝播する伝播領域（伝播空間）にランドマーク 8 が配置されていることにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 を検出可能である。以下の説明において、非接触センサ 24 から発射された電波に基づいて非接触センサ 24 がランドマーク 8 を検出可能な電波の伝播領域（伝播空間）を適宜、非接触センサ 24 の検出領域（検出空間）300、と称する。非接触センサ 24 の検出領域 300 にランドマーク 8 が配置されることにより、非接触センサ 24 はランドマーク 8 を検出可能である。

[0065] なお、非接触センサ 24 は、検出光（レーザー光）を用いてランドマーク 8 を検出してもよい。すなわち、非接触センサ 24 が、検出光を射出可能な射出部と、射出部から射出され、ランドマーク 8 で反射した検出光の少なくとも一部を受光可能な受光部とを有してもよい。その非接触センサ 24 から射出された検出光が照射される照射領域（照射空間）にランドマーク 8 が配置されていることにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 を検出可能である。また、非接触センサ 24 から射出された検出光は、進行に伴って減

衰する。非接触センサ 24 から射出された検出光が所定値以上の強度を維持した状態で照射される照射領域（照射空間）にランドマーク 8 が配置されていることにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 を検出可能である。非接触センサ 24 が検出光を用いてランドマーク 8 を検出する場合、非接触センサ 24 の検出領域 300 は、非接触センサ 24 から射出された検出光に基づいてランドマーク 8 を検出可能な検出光の照射領域（照射空間）を含む。

[0066] 本実施形態においては、GPS（全方位測位システム）を用いてランドマーク 8 の位置（GPS 位置、絶対位置）が検出される。GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の GPS 位置が、管理装置 10 の記憶装置 13 に登録される。また、非接触センサ 24 を用いて検出されたダンブトラック 2 とランドマーク 8 との相対位置に関する情報は、通信システム 9 を介して、管理装置 10（処理装置 12）に送信される。処理装置 12 は、非接触センサ 24 を用いて検出されたダンブトラック 2 とランドマーク 8 との相対位置に関する情報と、記憶装置 13 に登録（記憶）されているランドマーク 8 の絶対位置（GPS 位置）に関する情報とに基づいて、ダンブトラック 2 の絶対位置（GPS 位置）を求めることができる。

[0067] なお、GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の GPS 位置が、ダンブトラック 2 の記憶装置 25 に登録されてもよい。なお、ダンブトラック 2 の処理装置 20 が、非接触センサ 24 を用いて検出されたダンブトラック 2 とランドマーク 8 との相対位置に関する情報と、記憶装置 25 に登録（記憶）されているランドマーク 8 の絶対位置（GPS 位置）に関する情報とに基づいて、ダンブトラック 2 の絶対位置（GPS 位置）を求めてもよい。

[0068] <ダンブトラックの走行方法>

次に、本実施形態に係るダンブトラック 2 の走行方法の一例について説明する。処理装置 12 は、通信システム 9（無線通信装置 18 及び無線通信装置 28）を介して、ダンブトラック 2 の処理装置 20（走行制御部 20D）に指令信号を送信する。指令信号は、ダンブトラック 2 の走行条件に関する

情報を含む。走行条件に関する情報は、処理装置 12 で生成された走行経路に関する情報、及びダンプトラック 2 の走行速度に関する情報を含む。処理装置 20（走行制御部 20D）は、通信システム 9 を介して送信された処理装置 12 からの指令信号に基づいて、ダンプトラック 2 の操作（ステアリング、アクセル、及びブレーキの少なくとも一つの操作）を制御して、ダンプトラック 2 の走行を制御する。

[0069] 推測航法に基づいてダンプトラック 2 が走行する例について説明する。本実施形態において、ダンプトラック 2 は、管理装置 10 の処理装置 12 により生成された走行経路、及び処理装置 12 で設定された走行速度（目標走行速度）を含む走行条件に従って、積込場 LPA、排土場 DPA、及び搬送路 HL の少なくとも一部を走行する。本実施形態において、処理装置 20 は、推測航法を用いてダンプトラック 2 の現在位置を推測しつつ、生成された走行経路に従って、鉱山の少なくとも一部においてダンプトラック 2 を走行させる。推測航法とは、経度及び緯度が既知の起点からの方位（方位変化量）と移動距離とに基づいて、対象物（ダンプトラック 2）の現在位置を推測する航法をいう。ダンプトラック 2 の方位（方位変化量）は、ダンプトラック 2 に配置されたジャイロセンサ 26 を用いて検出される。ダンプトラック 2 の移動距離は、ダンプトラック 2 に配置された速度センサ 27 を用いて検出される。ジャイロセンサ 26 の検出信号及び速度センサ 27 の検出信号は、ダンプトラック 2 の処理装置 20 に出力される。処理装置 20 は、ジャイロセンサ 26 からの検出信号に基づいて、既知の起点からのダンプトラック 2 の方位（方位変化量）を求めることができる。処理装置 20 は、速度センサ 27 からの検出信号に基づいて、既知の起点からのダンプトラック 2 の移動距離を求めることができる。処理装置 20 は、ジャイロセンサ 26 からの検出信号及び速度センサ 27 からの検出信号に基づいて、ダンプトラック 2 が生成された走行経路に従って走行するように、ダンプトラック 2 の走行に関する制御量を算出する。制御量は、操舵量（操舵指令）及び走行速度調整量（速度指令）を含む。処理装置 20 は、ダンプトラック 2 が走行経路に従っ

て走行するように、算出した制御量に基づいて、ダンプロック 2 の走行（操作）を制御する。

[0070] 次に、推測航法により求められた推測位置が GPS を使って補正されつつダンプロック 2 が走行する例について説明する。ダンプロック 2 の走行距離が長くなると、ジャイロセンサ 26 及び速度センサ 27 の一方又は両方の検出誤差の蓄積により、推測された位置（推測位置）と実際の位置との間に誤差が生じる可能性がある。その結果、ダンプロック 2 は、処理装置 12 によって生成された走行経路から外れて走行してしまう可能性がある。本実施形態において、処理装置 20 は、推測航法により導出（推測）されたダンプロック 2 の位置（推測位置）を、位置検出装置 29 により検出されたダンプロック 2 の位置（GPS 位置）に関する情報を使って補正しつつ、そのダンプロック 2 を走行させる。処理装置 20 は、ジャイロセンサ 26 からの検出信号と、速度センサ 27 からの検出信号と、位置検出装置 29 からのダンプロック 2 の GPS 位置に関する情報とに基づいて、ダンプロック 2 が走行経路に従って走行するように、ダンプロック 2 の位置を補正する補正量を含む、ダンプロック 2 の走行に関する制御量を算出する。処理装置 20 は、ダンプロック 2 が走行経路に従って走行するように、算出した補正量及び制御量に基づいて、ダンプロック 2 の走行（操作）を制御する。

[0071] 次に、推測航法により求められた推測位置がランドマーク 8 を使って補正されつつダンプロック 2 が走行する例について説明する。鉱山において、GPS による検出精度（測位精度）が低下する状態、及び GPS による検出（測位）が不能となる状態が発生する可能性がある。例えば、鉱山において、障害物の影響によりアンテナ 29A が GPS 衛星 5 からの電波を十分に受信できない場合、または、アンテナ 29A が電波を受信可能な GPS 衛星 5 の数が少ない場合、GPS による検出精度が低下する状態、及び GPS による検出が不能となる状態が発生する可能性がある。本実施形態においては、処理装置 20 は、推測航法により求められた推測位置を、GPS を使って補

正することが困難な場合、ランドマーク 8 を使って補正する。すなわち、GPS を用いる推測位置の補正を実行しない場合、処理装置 20 は、推測航法により求められたダンプトラック 2 の位置（推測位置）を、ランドマーク 8 及び非接触センサ 24 を用いて検出されたダンプトラック 2 の位置（GPS 位置、絶対位置）に関する情報を使って補正する。

[0072] 図 8 は、ランドマーク 8 及び非接触センサ 24 を用いる推測位置の補正を含むダンプトラック 2 の走行方法の一例を示すフローチャートである。ダンプトラック 2 の稼働前に、積込場 LPA、排土場 DPA、及び搬送路 HL に複数のランドマーク 8 が設置される。それら複数のランドマーク 8 の位置（GPS 位置、絶対位置）のそれぞれが、GPS を用いて検出される。GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）に関する情報は、記憶装置 13 に登録（記憶）される（ステップ SA1）。ランドマーク 8 の位置に関する情報は、通信システム 9 を介してダンプトラック 2 に送信され、記憶装置 25 に登録（記憶）されてもよい。なお、ランドマーク 8 の設置、及び GPS を用いるランドマーク 8 の位置検出は、ダンプトラック 2 の稼働と並行して行われてもよい。

[0073] 処理装置 20 は、推測航法に基づいてダンプトラック 2 を走行させる（ステップ SA2）。すなわち、処理装置 20 は、ジャイロセンサ 26 の検出信号から求められるダンプトラック 2 の方位（方位変化量）と、速度センサ 27 の検出信号から求められるダンプトラック 2 の移動距離とに基づいて、ダンプトラック 2 の位置を推測しつつ、ダンプトラック 2 を走行させる。

[0074] ダンプトラック 2 の走行中において、非接触センサ 24 から電波が発射される。非接触センサ 24 の検出信号は、処理装置 20 に出力される。処理装置 20 は、非接触センサ 24 からの検出信号に基づいて、ランドマーク 8 が検出されたか否かを判断する（ステップ SA3）。

[0075] ステップ SA3 において、ランドマーク 8 が検出されたと判断された場合、処理装置 20 は、ステップ SA1 において登録されたランドマーク 8 の絶対位置（GPS 位置）と、非接触センサ 24 を用いて検出されたダンプトラ

ック２とランドマーク８との相対位置とを比較する（ステップＳＡ４）。非接触センサ２４を用いて検出されたダンプトラック２とランドマーク８との相対位置に関する情報と、登録（記憶）されているランドマーク８の絶対位置に関する情報とに基づいて、ダンプトラック２の絶対位置（ＧＰＳ位置）が導出される。

[0076] 登録されているランドマーク８の絶対位置と、非接触センサ２４を用いて検出されたダンプトラック２とランドマーク８との相対位置とに基づいてダンプトラック２の絶対位置を導出する場合、処理装置２０は、記憶装置１３（記憶装置２５）に登録されている複数のランドマーク８のうち、非接触センサ２４で検出されたランドマーク８に対応するランドマーク８の位置（絶対位置）に関する情報を抽出する。登録されている複数のランドマーク８のうち、非接触センサ２４で検出されたランドマーク８に対応するランドマーク８は、登録されている複数のランドマーク８のうち、非接触センサ２４を用いてランドマーク８を検出したときに推測航法に基づいて導出されたダンプトラック２の位置（推測位置）に最も近い位置（ＧＰＳ位置）に存在するランドマーク８を含む。登録されている複数のランドマーク８のうち、非接触センサ２４で検出されたランドマーク８に対応するランドマーク８は、登録されている複数のランドマーク８のうち、推測航法に基づいて導出された位置（推測位置）に存在するダンプトラック２の非接触センサ２４の検出領域３００に配置可能と判断されたランドマーク８を含む。処理装置２０は、例えば、登録されている複数のランドマーク８から、非接触センサ２４を用いてランドマーク８を検出したときに推測航法に基づいて導出されるダンプトラック２の位置（推測位置）に最も近い位置（ＧＰＳ位置）に存在するランドマーク８を抽出する。ランドマーク８は、例えば１００ｍ間隔で配置されている。ダンプトラック２の進行方向に関する非接触センサ２４の検出領域３００の寸法は、例えば５０ｍである。そのため、処理装置２０は、登録されている複数のランドマーク８から、非接触センサ２４で検出されたランドマーク８に対応するランドマーク８の位置（絶対位置）に関する情報を抽

出可能である。

[0077] 処理装置20は、ステップSA4で比較した結果に基づいて、ダンブトラック2の位置（推測位置）を補正する（ステップSA5）。例えば、処理装置12によって生成された走行経路に対してダンブトラック2の位置がずれていると判断した場合、処理装置20は、ダンブトラック2が走行経路に従って走行するように、ダンブトラック2の位置を補正する。すなわち、処理装置20は、ジャイロセンサ26からの検出信号と、速度センサ27からの検出信号と、非接触センサ24を用いて検出されたダンブトラック2とランドマーク8との相対位置に関する情報と、記憶装置13（記憶装置25）に記憶されているランドマーク8の絶対位置（GPS位置）に関する情報とに基づいて、ダンブトラック2が走行経路に従って走行するように、ダンブトラック2の位置を補正する補正量を含む、ダンブトラック2の走行に関する制御量を算出する。処理装置20（走行制御部20D）は、ダンブトラック2が走行経路に従って走行するように、算出した補正量及び制御量に基づいて、ダンブトラック2の走行（操作）を制御する。

[0078] ステップSA3において、ランドマーク8が検出されていないと判断された場合、ランドマーク8の検出結果を用いずに、推測航法のみで走行可能などうか判断される（ステップSA6）。処理装置20は、前回のダンブトラック2の推測位置を補正（GPSを使った補正及びランドマーク8を使った補正の一方又は両方）した位置からの走行距離が所定距離以内であれば、推測航法のみによる推測位置の誤差は問題にならないと判断し、推測航法に基づくダンブトラック2の走行を継続する（ステップSA2）。なお、所定距離とは、推測位置を補正した位置から走行経路から大きく外れることなく走行可能な距離であって、事前に定められた距離である。一方、ステップSA6において、推測航法のみでは走行不可能と判断された場合、GPSによる位置検出が回復するまで、ダンブトラック2の停止処理（停車処理）が行われる（ステップSA7）。

[0079] なお、本実施形態においては、ダンブトラック2の処理装置20がダンブ

トラック 2 の走行を管理する例について説明した。管理装置 10（処理装置 12）が、生成された走行経路をダンプトラック 2 が推測航法により走行するように、ジャイロセンサ 26 の検出信号及び速度センサ 27 の検出信号に基づいて、ダンプトラック 2 の走行（操作）を制御してもよい。処理装置 12 が、推測航法により求められたダンプトラック 2 の位置（推測位置）を、位置検出装置 29 の検出結果に基づいて補正してもよい。処理装置 12 が、推測航法により求められたダンプトラック 2 の位置（推測位置）を、非接触センサ 24 の検出結果に基づいて補正してもよい。

[0080] <ランドマークの位置検出処理及び位置登録処理の一例>

次に、ランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理（図 8 のステップ S A 1 の処理）の一例について説明する。ランドマーク 8 の位置検出処理は、ランドマーク 8 の GPS 位置を検出する処理である。ランドマーク 8 の位置登録処理は、検出されたランドマーク 8 の GPS 位置（GPS 位置に関する情報）を記憶装置 13（データベース 13 B）に登録（記憶）する処理である。なお、ランドマーク 8 の GPS 位置が、ダンプトラック 2 の記憶装置 25（データベース 25 B）に登録されてもよい。

[0081] 図 9 は、本実施形態に係るランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理の一例を示す図である。鉱山に設置されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）は、GPS を用いて検出される。図 9 に示すように、ランドマーク 8 の位置の検出は、GPS 用のアンテナ 34 A を用いて行われる。

[0082] 作業員 WM が搭乗した車両 3 が、位置検出対象及び位置登録対象のランドマーク 8 の近くまで移動する。車両 3 にアンテナ 34 A が搭載された状態で、車両 3 が位置検出対象及び位置登録対象のランドマーク 8 の近くまで移動する。車両 3 は、作業員 WM の運転操作によって移動（走行）する。

[0083] 作業員 WM に携帯（保持）されたアンテナ 34 A が、車両 3 の外側に移動される。作業員 WM は、アンテナ 34 A を携帯（保持）した状態で、車両 3 の外側に移動する。アンテナ 34 A は、作業員 WM に携帯（保持）されて、車両 3 の外側に持ち出される。位置検出装置 34 は、車両 3 の内側に配置さ

れる。アンテナ３４Ａと位置検出装置３４とはケーブル３５を介して接続される。

[0084] 図９に示すように、鉱山に設置されたランドマーク８の近傍に、アンテナ３４Ａが設置される。アンテナ３４Ａは、作業者WMによってランドマーク８の近傍に設置される。アンテナ３４Ａは、作業者WMに保持される。アンテナ３４Ａは、車両３の外側に配置された状態で、GPS衛星５からの電波を受信する。アンテナ３４Ａで受信されたGPS衛星５からの電波に基づく信号は、ケーブル３５を介して位置検出装置３４に出力される。位置検出装置３４は、アンテナ３４Ａからの信号に基づいて、アンテナ３４Ａの位置（GPS位置）を検出する。図９に示すように、アンテナ３４Ａは、ランドマーク８の近傍に設置された状態で、GPS衛星５からの電波に基づく信号を位置検出装置３４に出力する。したがって、位置検出装置３４によりアンテナ３４ＡのGPS位置が求められることによって、ランドマーク８のGPS位置が求められる。また、図９に示すように、アンテナ３４Ａの近傍には、ランドマーク８のみならず、作業者WMも存在する。したがって、位置検出装置３４によりアンテナ３４ＡのGPS位置が求められることによって、作業者WMのGPS位置も求められる。すなわち、本実施形態においては、位置検出装置３４により、アンテナ３４ＡのGPS位置、ランドマーク８のGPS位置、及び作業者WMのGPS位置が同時に検出される。

[0085] アンテナ３４Ａからの信号に基づく情報は、車両３に搭載された無線通信装置３２により、管理装置１０の無線通信装置１８に送信される。本実施形態において、アンテナ３４Ａからの信号に基づく情報は、アンテナ３４Ａからの信号に基づいて位置検出装置３４により検出された、アンテナ３４Ａの位置（GPS位置）に関する情報、ランドマーク８の位置（GPS位置）に関する情報、及び作業者WMの位置（GPS位置）に関する情報を含む。車両３の処理装置３０は、アンテナ３４Ａの位置に関する情報、ランドマーク８の位置に関する情報、及び作業者WMの位置に関する情報を、無線通信装置３２から送信する。管理装置１０の無線通信装置１８は、車両３の無線通

信装置 32 からの情報を受信する。管理装置 10 の処理装置 12 は、無線通信装置 32 及び無線通信装置 18 を含む通信システム 9 を介して車両 3 から送信された位置に関する情報を処理する。処理装置 12 は、アンテナ 34 A を使って求められたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）に関する情報を、記憶装置 13（データベース 13 B）に登録する。

[0086] <禁止領域の設定を含むランドマークの位置検出処理及び位置登録処理>

次に、図 9 を参照して説明したランドマーク 8 の位置検出処理において、アンテナ 34 A の位置を含むようにダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域 100 が設定され、ランドマーク 8 の位置登録処理において、ランドマーク 8 の位置を含むようにダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域 200 が設定される例について説明する。

[0087] 図 9 を参照して説明したように、ランドマーク 8 の位置検出処理において、作業員 WM は、車両 3 の外側で作業を行う。ダンプトラック 2 の稼働中において作業員 WM が車両 3 の外側で作業を行う場合、作業員 WM の作業が円滑に行われなくなる可能性がある。例えば、作業中にダンプトラック 2 が作業員 WM に接近した場合、作業員 WM は作業を中断しなければならない可能性がある。その結果、鉱山における生産性及び作業性が低下する可能性がある。また、作業員 WM の安全確保の観点からも、作業に支障をきたす可能性がある。一方、作業員 WM が作業しているとき、ダンプトラック 2 の稼働を停止してしまうと、鉱山における生産性が低下してしまう可能性がある。

[0088] 本実施形態においては、アンテナ 34 A の位置を含むように、ダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域 100（図 11 参照）が設定される。これにより、鉱山における生産性の低下が抑制される。

[0089] 図 10 は、本実施形態に係るランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理の一例を示すフローチャートである。図 11 は、本実施形態に係る禁止領域 100 の一例を示す模式図である。

[0090] ランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理のために、作業員 WM が

搭乗している車両 3 が、ランドマーク 8 の近くまで移動する。ランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理の前に、アンテナ 34 A と位置検出装置 34 とがケーブル 35 を介して接続される（ステップ S C 1）。

[0091] ランドマーク 8 の位置検出処理前及び位置登録処理前において、車両 3 に配置されているアンテナ 33 A は、GPS 衛星 5 からの電波を受信し続ける。位置検出装置 33 は、アンテナ 33 A からの信号に基づいて、アンテナ 33 A の位置（GPS 位置）を検出する。また、ランドマーク 8 の位置検出処理前及び位置登録処理前において、車両 3 に搭載されているアンテナ 34 A は、GPS 衛星 5 からの電波を受信し続ける。位置検出装置 34 は、アンテナ 34 A からの信号に基づいて、アンテナ 34 A の位置（GPS 位置）を検出する。位置検出装置 33 により検出されたアンテナ 33 A の位置（GPS 位置）に関する情報、及び位置検出装置 34 により検出されたアンテナ 34 A の位置（GPS 位置）に関する情報は、処理装置 30 に出力される。処理装置 30 は、位置検出装置 33 により検出されたアンテナ 33 A の位置（GPS 位置）に関する情報、及び位置検出装置 34 により検出されたアンテナ 34 A の位置（GPS 位置）に関する情報を、無線通信装置 32 から送信する。車両 3 に搭載されている無線通信装置 32 は、位置検出装置 33 により検出されたアンテナ 33 A の位置（GPS 位置）に関する情報、及び位置検出装置 34 により検出されたアンテナ 34 A の位置（GPS 位置）に関する情報を、管理装置 10 の無線通信装置 18 に送信する。管理装置 10 の無線通信装置 18 は、無線通信装置 32 からのアンテナ 33 A の GPS 位置に関する情報及びアンテナ 34 A の GPS 位置に関する情報を受信し、処理装置 12 に出力する。これにより、処理装置 12 は、アンテナ 33 A の GPS 位置に関する情報、及びアンテナ 34 A の GPS 位置に関する情報を取得する。

[0092] 作業員 WM が車両 3 の外側に出る前に、車両 3 に配置されている入力装置 31 が操作される。作業員 WM は、車両 3 の外側でランドマーク 8 の位置検出処理を行う前に、入力装置 31 を操作する。入力装置 31 は、処理装置 3

0に操作信号を入力可能な操作部として機能する。作業者WMは、ランドマーク8の位置検出処理を開始するために、入力装置31を操作する（ステップSC2）。本実施形態において、入力装置31は、タッチパネルを含む。タッチパネルは、ランドマーク8の位置検出処理の開始を処理装置30に指令するための開始ボタンを含む。本実施形態において、操作部は、開始ボタンを含む。作業者WMは、その開始ボタンを押す（操作する）。

[0093] 入力装置31の操作部（開始ボタン）が操作されることにより、操作信号が処理装置30に入力される。処理装置30は、入力装置31の操作部から入力された操作信号を、無線通信装置32から送信する。管理装置10の無線通信装置18は、無線通信装置32からの操作信号を受信し、処理装置12に出力する。処理装置12は、入力装置31からの操作信号を取得した後、アンテナ34Aの位置を含むように、ダンプトラック2の進入を禁止する禁止領域100を設定する。本実施形態において、処理装置12は、入力装置31からの操作信号の取得と、禁止領域100の設定とを同時に行ってもよい。処理装置12は、入力装置31からの操作信号の取得から所定時間経過後（例えば1秒後）に禁止領域100の設定を行ってもよい。

[0094] 処理装置12は、通信システム9を介して取得した位置検出装置34の検出結果に基づいて、アンテナ34Aの位置を含むように、禁止領域100を設定する。位置検出装置34は、アンテナ34AのGPS位置を検出する。処理装置12は、GPS座標系に基づいて、アンテナ34AのGPS位置を含むように、禁止領域100を設定することができる。

[0095] 上述のように、作業者WMが車両3の外側に出る前に、車両3に配置されている入力装置31が操作される。本実施形態において、禁止領域100の設定は、作業者WMが車両3の外側に出る前に（作業者WMが車両3の内側に居る状態で）行われる。本実施形態において、禁止領域100の設定は、アンテナ34Aが車両3に搭載されている状態で（アンテナ34Aが車両3の内側に配置されている状態で）行われる。

[0096] 本実施形態においては、ランドマーク8の位置検出処理前及び位置登録処

理前から、アンテナ 33 A の位置を含むように、ダンプトラック 2 の進入を禁止する禁止領域 100 が設定される。処理装置 12 は、通信システム 9 を介して取得した位置検出装置 33 の検出結果に基づいて、アンテナ 33 A の位置を含むように、禁止領域 100 を設定する。位置検出装置 33 は、アンテナ 33 A の GPS 位置を検出する。処理装置 12 は、GPS 座標系に基づいて、アンテナ 33 A の GPS 位置を含むように、禁止領域 100 を設定することができる。処理装置 12 は、アンテナ 33 A 及び車両 3 が禁止領域 100 の内側に配置されるように禁止領域 100 を設定する。

[0097] 処理装置 12 は、通信システム 9 を介して、禁止領域 100 にダンプトラック 2 が進入しないように、ダンプトラック 2 に指令信号を送信する。指令信号は、管制施設 7 に配置された無線通信装置 18 から、ダンプトラック 2 に配置された無線通信装置 28 に送信される。指令信号は、走行するダンプトラック 2 が禁止領域 100 の手前で停止するように（禁止領域 100 に進入しないように）設定された走行条件に関する情報を含む。ダンプトラック 2 の無線通信装置 28 は、管理装置 10 の無線通信装置 18 からの指令信号を受信し、処理装置 20 に出力する。処理装置 20（走行制御部 20 D）は、ダンプトラック 2 が禁止領域 100 に進入しないように、ダンプトラック 2 の走行（操作）を制御する。禁止領域 100 は、GPS 座標系において規定される。処理装置 12（走行経路生成部 12 C）は、GPS 座標系において、走行経路を生成する。処理装置 20 は、ダンプトラック 2 の GPS 位置に基づいて、ダンプトラック 2 の走行を制御する。すなわち、禁止領域 100、ダンプトラック 2 の位置、及び走行経路のそれぞれが、GPS 座標系において規定される。したがって、処理装置 12 は、禁止領域 100 にダンプトラック 2 が進入しないように、走行経路を生成可能であり、走行速度を決定可能である。処理装置 12 は、禁止領域 100 にダンプトラック 2 が進入しないように、ダンプトラック 2 に指令信号を送信可能である。処理装置 20 は、禁止領域 100 にダンプトラック 2 が進入しないように、ダンプトラック 2 を制御可能である。

[0098] 本実施形態においては、入力装置 3 1 の操作の有無にかかわらず、車両 3 に固定されているアンテナ 3 3 A の位置を含むように禁止領域 1 0 0 が設定される。少なくともダンプトラック 2 の稼働中において、アンテナ 3 3 A の位置を含むように禁止領域 1 0 0 が設定され続ける。ランドマーク 8 の位置検出処理の有無及び位置登録処理の有無にかかわらず、アンテナ 3 3 A の位置を含むように禁止領域 1 0 0 が設定される。本実施形態においては、少なくとも車両 3 が鉱山を走行するとき、アンテナ 3 3 A の位置を含むように禁止領域 1 0 0 が設定される。アンテナ 3 3 A の位置を含むように設定される禁止領域 1 0 0 は、車両 3 を含むように設定される。アンテナ 3 3 A の位置及び車両 3 の位置を含む禁止領域 1 0 0 は、車両 3 の走行中においても設定され続ける。これにより、鉱山において車両 3 が走行する場合、車両 3 にダンプトラック 2 が接近することが禁止される。

[0099] すなわち、本実施形態においては、入力装置 3 1 が操作される前においては、アンテナ 3 3 A（車両 3）の位置を含むように禁止領域 1 0 0 が設定される。入力装置 3 1 が操作された後においては、アンテナ 3 3 A（車両 3）の位置及びアンテナ 3 4 A の位置の両方を含むように禁止領域 1 0 0 が設定される。

[0100] 本実施形態においては、走行経路を変更することなく、禁止領域 1 0 0 に接近するダンプトラック 2 の走行速度が徐々に低下し、禁止領域 1 0 0 の手前で停止するように、ダンプトラック 2 の走行条件（走行速度）が設定される。例えば、ダンプトラック 2 と禁止領域 1 0 0 との間の走行経路が複数の区間に分けられ、ダンプトラック 2 から禁止領域 1 0 0 に向かって各区間における走行速度が徐々に低下するように、走行条件が設定される。

[0101] なお、ダンプトラック 2 は、禁止領域 1 0 0 の手前で停止してもよいし、禁止領域 1 0 0 を回避して走行してもよい。ダンプトラック 2 が禁止領域 1 0 0 を回避して走行することにより、ダンプトラック 2 の稼働が停止してしまうことが抑制されるため、鉱山における生産性の低下が抑制される。

[0102] アンテナ 3 3 A の位置及びアンテナ 3 4 A の位置を含むように禁止領域 1

〇〇が設定された後、ランドマーク８の位置検出処理が開始される（ステップＳＣ３）。作業者WMは、アンテナ３４Ａを携帯（保持）して、車両３の外側に出る。アンテナ３４Ａの位置を含む禁止領域１００は、作業者WMを含むように設定される。したがって、車両３の外側に出た作業者WMは、禁止領域１００の内側に配置される。また、アンテナ３４Ａがランドマーク８の近傍に配置されることにより、ランドマーク８は禁止領域１００の内側に配置される。本実施形態においては、禁止領域１００の内側に、アンテナ３４Ａ、ランドマーク８、及び作業者WMが配置される。

[0103] 図１１は、禁止領域１００の一例を示す図である。図１１に示す例では、禁止領域１００は、アンテナ３３Ａの位置及びアンテナ３４Ａの位置の両方を含む１つの領域に設定される。図１１に示す例において、禁止領域１００の外形は、円形である。なお、禁止領域１００の外形は、四角形などの多角形でもよい。禁止領域１００の内側に、アンテナ３３Ａ、車両３、アンテナ３４Ａ、ランドマーク８、及び作業者WMが配置される。本実施形態においては、ケーブル３５も禁止領域１００の内側に配置される。禁止領域１００は、ＧＰＳ座標系に基づいて定められる。したがって、禁止領域１００が設定されることにより、処理装置１２は、ＧＰＳ座標系に基づいて走行するダンプトラック２が禁止領域１００の内側に進入することを禁止することができる。なお、アンテナ３４Ａと位置検出装置３４とが一体の携帯型ＧＰＳ装置を使って位置情報が検出されてもよい。アンテナ３４Ａ及び位置検出装置３４の両方が車両３の外側に持ち出し可能なので、ケーブル３５を省略することができる。

[0104] ダンプトラック２の処理装置２０には、禁止領域１００にダンプトラック２が進入しないように、通信システム９から指令信号が送信される。処理装置２０は、ダンプトラック２が禁止領域１００に進入しないように、ダンプトラック２の走行（操作）を制御する。

[0105] 本実施形態において、処理装置１２は、アンテナ３３Ａとアンテナ３４Ａとの相対位置に基づいて、禁止領域１００の大きさを変えてもよい。アンテナ

ナ 3 4 A を保持した作業者 WM が、車両 3 の外側において移動する可能性がある。処理装置 1 2 は、車両 3 と、車両 3 の外側で移動する作業者 WM との両方が禁止領域 1 0 0 の内側に配置され続けるように、位置検出装置 3 3 の検出結果及び位置検出装置 3 4 の検出結果に基づいて、禁止領域 1 0 0 の大きさ（寸法）を変えてもよい。処理装置 1 2 は、アンテナ 3 3 A の位置及びアンテナ 3 4 A の位置に基づいて、車両 3 及び作業者 WM の両方が禁止領域 1 0 0 の内側に配置されるように、禁止領域 1 0 0 を更新する。例えば、アンテナ 3 4 A（アンテナ 3 4 A を保持した作業者 WM）が車両 3 から離れるように移動する場合、禁止領域 1 0 0 は拡大される。アンテナ 3 4 A（アンテナ 3 4 A を保持した作業者 WM）が車両 3 に近づくように移動する場合、禁止領域 1 0 0 は縮小される。なお、車両 3 に対してアンテナ 3 4 A（アンテナ 3 4 A を保持した作業者 WM）が移動しても、禁止領域 1 0 0 の大きさが変更されなくてもよい。車両 3 に対してアンテナ 3 4 A（アンテナ 3 4 A を保持した作業者 WM）が移動しても、禁止領域 1 0 0 の内側に車両 3 及び作業者 WM が配置されていれば、禁止領域 1 0 0 の大きさは変更されなくてもよい。

[0106] 本実施形態において、GPS のアンテナ 3 4 A を使って求められたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）に関する情報は、車両 3 の記憶装置 3 9 に一時的に記憶（保持）される。

[0107] 本実施形態においては、ランドマーク 8 の位置登録処理が行われる前に、GPS の検出状態（測位状態）が良好であったか否かが判断される（ステップ SC 4）。本実施形態において、処理装置 1 2 は、GPS の検出状態に基づいて、GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置を記憶装置 1 3 に登録するか否かを判断する。

[0108] GPS の検出状態（測位状態）は、測位モード、精度指標値、及びアンテナ 3 4 A が電波を受信可能な GPS 衛星 5 の数の少なくとも一つを含む。測位モードは、単独測位、相対測位、Float 解、及び Fix 解の少なくとも一つを含む。

[0109] GPSの検出状態（測位状態）が良好であったか否かの判断は、GPSの位置検出結果の信頼性が高いか否かの判断を含む。GPSの検出状態（測位状態）が良好であったか否かの判断は、鉱山において、GPSによる検出精度（測位精度）が低下する状態が発生したか否かの判断、及びGPSによる検出（測位）が不能となる状態が発生したかの判断を含む。例えば、鉱山において、障害物の影響によりアンテナ29AがGPS衛星5からの電波を十分に受信できなかった場合、GPSによる検出精度（測位精度）が低下する状態及びGPSによる検出（測位）が不能となる状態の少なくとも一方が発生したと判断され、GPSの検出状態（測位状態）は良好でないと判断される。また、アンテナ34Aが電波を受信可能なGPS衛星5の数が少なかった場合、GPSによる検出精度（測位精度）が低下する状態、及びGPSによる検出（測位）が不能となる状態の少なくとも一方が発生したと判断され、GPSの検出状態（測位状態）は良好でないと判断される。

[0110] ステップSC4において、GPSの検出状態（測位状態）が良好でないと判断された場合、GPSの検出状態が良好でなかった旨のメッセージが表示装置36に表示される（ステップSC10）。なお、GPSの検出状態（測位状態）が良好でなかった旨の信号が通信システム9を介して管理装置10の処理装置12に送信され、GPSの検出状態（測位状態）が良好でなかった旨のメッセージが管理装置10の表示装置16に表示されてもよい。GPSの検出状態（測位状態）が良好でないと判断された場合、再度、ランドマーク8の位置検出処理が行われる（ステップSC1）。

[0111] GPSの検出状態（測位状態）が良好でなかった場合、その検出状態（測位状態）が良好でない状態でGPSにより検出されたランドマーク8の位置に関する情報は、例えば誤差を含んでいるなど、不精確である（信頼性が低い）可能性がある。本実施形態においては、ランドマーク8の位置登録処理が行われる前に、GPSの検出状態（測位状態）が良好であったか否かが判断され、検出状態（測位状態）が良好でない状態でGPSにより検出されたランドマーク8の位置に関する情報は、記憶装置13に登録されない。これ

により、不精確である（信頼性が低い）可能性が高いランドマーク 8 の位置が、記憶装置 1 3 に登録されてしまうことが抑制される。

[0112] ステップ S C 4 において、GPS の検出状態（測位状態）が良好であると判断された場合、ランドマーク 8 の位置登録処理が行われる前に、記憶装置 1 3（データベース 1 3 B）に既に登録されているランドマーク 8 の位置と、ステップ S C 3 において GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置との関係（位置関係）が、所望の位置関係であるか否かが判断される（ステップ S C 5）。本実施形態において、処理装置 1 2 は、記憶装置 1 3 に既に登録されているランドマーク 8 の位置（GPS 位置）と、ステップ S C 3 において GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）との関係（位置関係）に基づいて、GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）を記憶装置 1 3 に登録するか否かを判断する。

[0113] 本実施形態において、処理装置 1 2 は、記憶装置 1 3 に既に登録されているランドマーク 8 の位置（GPS 位置）と、ステップ S C 3 において GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）との距離が、所定値（閾値）以上であるか否かを判断する。処理装置 1 2 は、記憶装置 1 3 に既に登録されているランドマーク 8 の位置（GPS 位置）と、ステップ S C 3 において GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）との距離に基づいて、GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置を記憶装置 1 3 に登録するか否かを判断する。

[0114] 記憶装置 1 3 に既に登録されているランドマーク 8 の位置（GPS 位置）と、ステップ S C 3 において GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）との距離が短い場合、GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置（GPS 位置）が記憶装置 1 3 に登録されてしまうと、推測航法により導出されたダンプトラック 2 の位置（推測位置）を、ランドマーク 8 を使って補正するとき、その補正が精確に行われなくなる可能性がある。換言すれば、近接する 2 つのランドマーク 8 それぞれの位置（GPS 位置）が記憶装置 1 3 に登録されてしまうと、補正が精確に行われなくなる可能性

がある。上述したように、推測航法により導出されたダンプトラック 2 の位置（推測位置）を、ランドマーク 8 を検出する非接触センサ 24 の検出結果に基づいて補正する場合、記憶装置 13 に登録されている複数のランドマーク 8 のうち、非接触センサ 24 で検出されたランドマーク 8 に対応するランドマーク 8 の位置（絶対位置）に関する情報が記憶装置 13 から抽出される。例えば、記憶装置 13 に登録されている複数のランドマーク 8 のうち、非接触センサ 24 を用いてランドマーク 8 を検出したときに推測航法に基づいて導出されたダンプトラック 2 の位置（推測位置）に最も近い位置（GPS 位置）に存在すると判断されたランドマーク 8 の位置に関する情報が記憶装置 13 から抽出される。近接する 2 つのランドマーク 8 それぞれの位置（GPS 位置）が記憶装置 13 に登録されていると、処理装置 12 は、記憶装置 13 に登録されている複数のランドマーク 8 のうち、非接触センサ 24 で検出されたランドマーク 8 に対応するランドマーク 8 の位置（絶対位置）に関する情報を記憶装置 13 から抽出することが困難になる可能性がある。例えば、記憶装置 13 に登録されている複数のランドマーク 8 から、非接触センサ 24 を用いてランドマーク 8 を検出したときに推測航法に基づいて導出されるダンプトラック 2 の位置（推測位置）に最も近い位置（GPS 位置）に存在するランドマーク 8 が 2 つ存在すると判断されてしまう可能性がある。また、近接する 2 つのランドマーク 8 それぞれの位置（GPS 位置）が記憶装置 13 に登録されていると、近接する 2 つのランドマーク 8 のうち、一方のランドマーク 8 の位置が抽出されるべきところが、誤って、他方のランドマーク 8 が抽出されてしまう可能性がある。その結果、推測航法による推測位置の補正が精確に行われなくなる可能性がある。

[0115] 本実施形態においては、記憶装置 13 に既に登録されているランドマーク 8 と、ステップ SC3 において GPS を用いて検出されたランドマーク 8 との距離が短い場合（閾値未満である場合）、その GPS を用いて検出されたランドマーク 8 の位置に関する情報は、記憶装置 13 に登録されない。本実施形態においては、記憶装置 13 に既に登録されているランドマーク 8 と、

ステップS C 3においてGPSを用いて検出されたランドマーク8との距離が十分に長い場合（閾値以上である場合）、そのGPSを用いて検出されたランドマーク8の位置に関する情報が、記憶装置13に登録される。閾値は、例えば非接触センサ24の検出領域300の大きさに基づいて定められてもよい。これにより、推測航法により導出された推測位置の補正において、記憶装置13に登録されている複数のランドマーク8のうち、非接触センサ24で検出されたランドマーク8に対応していないランドマーク8の位置を抽出してしまうといった不都合の発生が抑制される。

[0116] ステップS C 5において、記憶装置13に既に登録されているランドマーク8と、ステップS C 3においてGPSを用いて検出されたランドマーク8との距離が十分でない（閾値未満である）と判断された場合、その距離が十分でなかった旨のメッセージが表示装置36に表示される（ステップS C 10）。なお、距離が十分でなかった旨の信号が通信システム9を介して管理装置10の処理装置12に送信され、距離が十分でなかった旨のメッセージが管理装置10の表示装置16に表示されてもよい。距離が十分でないと判断された場合、再度、ランドマーク8の位置検出処理が行われる（ステップS C 1）。

[0117] ステップS C 5において、記憶装置13に既に登録されているランドマーク8と、ステップS C 3においてGPSを用いて検出されたランドマーク8との距離が十分に長いと判断された場合、作業者WMは、アンテナ34Aを携帯した状態で、車両3の内側に戻る（車両3に搭乗する）。アンテナ34Aは、車両3に搭載される。作業者WMが車両3に搭乗し、アンテナ34Aが車両3に搭載されることにより、ランドマーク8の位置検出処理が終了する。

[0118] ステップS C 5において、記憶装置13に既に登録されているランドマーク8と、ステップS C 3においてGPSを用いて検出されたランドマーク8との距離が十分に長い（閾値以上である）と判断された場合、その検出されたランドマーク8の位置登録処理が行われる。

[0119] GPSのアンテナ34Aを使って求められたランドマーク8の位置（GPS位置）に関する情報は、管理装置10の記憶装置13（データベース13B）に登録（記憶）される。本実施形態においては、記憶装置13に対するランドマーク8の位置の登録のために、車両3に配置されている入力装置31が操作される。入力装置31は、処理装置30に操作信号を入力可能な操作部として機能する。作業者WMは、ランドマーク8の位置登録処理を開始するために、入力装置31を操作する（ステップSC6）。本実施形態においては、入力装置31は、タッチパネルを含む。タッチパネルは、ランドマーク8の位置登録処理の開始を処理装置30に指令するための登録ボタンを含む。操作部は、登録ボタンを含む。作業者WMは、その登録ボタンを押す（操作する）。

[0120] 入力装置31の操作部（登録ボタン）が操作されることにより、処理装置30は、記憶装置39に一時的に記憶されているランドマーク8の位置に関する情報を、無線通信装置32から送信する。無線通信装置32は、ランドマーク8の位置に関する情報を、管理装置10の無線通信装置18に送信する。無線通信装置18は、受信したランドマーク8の位置に関する情報を、処理装置12に出力する。処理装置12は、取得したランドマーク8の位置（GPS位置）に関する情報を、記憶装置13のデータベース13Bに登録する（ステップSC7）。

[0121] 入力装置31の操作部（登録ボタン）が操作されることにより、操作信号が処理装置30に入力される。処理装置30は、入力装置31の操作部から入力された操作信号を、無線通信装置32から送信する。管理装置10の無線通信装置18は、無線通信装置32からの操作信号を受信し、処理装置12に出力する。処理装置12は、入力装置31からの操作信号を取得した後、ランドマーク8の位置を含むように、ダンプトラック2の進入を禁止する禁止領域200（図12参照）を設定する（ステップSC8）。本実施形態において、処理装置12は、入力装置31からの操作信号の取得と、禁止領域200の設定とを同時に行ってもよい。処理装置12は、入力装置31か

らの操作信号の取得から所定時間経過後（例えば１秒後）に禁止領域２００の設定を行ってもよい。

[0122] 処理装置１２は、通信システム９を介してランドマーク８の位置（ＧＰＳ位置）に関する情報を取得した後、記憶装置１３のデータベース１３Ｂに登録する前に、禁止領域２００を設定してもよい。処理装置１２は、禁止領域２００を設定した後、ランドマーク８の位置（ＧＰＳ位置）に関する情報を記憶装置１３のデータベース１３Ｂに登録してもよい。

[0123] 処理装置１２は、通信システム９を介して取得した位置検出装置３４の検出結果に基づいて、ランドマーク８の位置を含むように、禁止領域２００を設定する。位置検出装置３４は、アンテナ３４ＡのＧＰＳ位置を検出することにより、そのアンテナ３４Ａの近傍に配置されているランドマーク８のＧＰＳ位置を検出する。処理装置１２は、ＧＰＳ座標系に基づいて、ランドマーク８のＧＰＳ位置を含むように、禁止領域２００を設定することができる。

[0124] 処理装置１２は、通信システム９を介して、禁止領域２００にダンプトラック２が進入しないように、ダンプトラック２に指令信号を送信する。指令信号は、管制施設７に配置された無線通信装置１８から、ダンプトラック２に配置された無線通信装置２８に送信される。指令信号は、ダンプトラック２が禁止領域２００を回避するように（禁止領域２００に進入しないように）生成された走行経路に関する情報を含む。ダンプトラック２の無線通信装置２８は、管理装置１０の無線通信装置１８からの指令信号を受信し、処理装置２０に出力する。処理装置２０（走行制御部２０Ｄ）は、ダンプトラック２が禁止領域２００に進入しないように、ダンプトラック２の走行（操作）を制御する。禁止領域２００は、ＧＰＳ座標系において規定される。処理装置１２（走行経路生成部１２Ｃ）は、ＧＰＳ座標系において、走行経路を生成する。処理装置２０は、ダンプトラック２のＧＰＳ位置に基づいて、ダンプトラック２の走行を制御する。すなわち、禁止領域２００、ダンプトラック２の位置、及び走行経路のそれぞれが、ＧＰＳ座標系において規定され

る。したがって、処理装置 12 は、禁止領域 200 にダンプトラック 2 が進入しないように、走行経路を生成可能である。処理装置 12 は、禁止領域 200 にダンプトラック 2 が進入しないように、ダンプトラック 2 に指令信号を送信可能である。処理装置 20 は、禁止領域 200 にダンプトラック 2 が進入しないように、ダンプトラック 2 を制御可能である。

[0125] 図 12 は、禁止領域 200 の一例を示す図である。図 12 に示すように、禁止領域 200 は、ランドマーク 8 の位置を含むように設定される。図 12 に示す例において、禁止領域 200 の外形は、円形である。なお、禁止領域 200 の外形は、四角形などの多角形でもよい。禁止領域 200 の内側に、ランドマーク 8 が配置される。禁止領域 200 は、GPS 座標系に基づいて定められる。したがって、禁止領域 200 が設定されることにより、処理装置 12 は、GPS 座標系に基づいて走行するダンプトラック 2 が禁止領域 200 の内側に進入することを禁止することができる。

[0126] ダンプトラック 2 の処理装置 20 には、禁止領域 200 にダンプトラック 2 が進入しないように、通信システム 9 から指令信号が送信される。処理装置 20 は、ダンプトラック 2 が禁止領域 200 に進入しないように、ダンプトラック 2 の走行（操作）を制御する。

[0127] なお、車両 3 の外側で作業する作業者 WM とは別の作業者（同乗者）WM が車両 3 に居る場合、車両 3 の外側で作業する作業者 WM が車両 3 の内側に戻る前に、その同乗者 WM が登録ボタンを操作してもよい。その登録ボタン（操作部）の操作により、禁止領域 200 が設定されてもよい。

[0128] なお、ランドマーク 8 の位置に関する情報が通信システム 9 を介して管理装置 10 の記憶装置 13 に一時的に記憶され、管理装置 10 の入力装置 17 が管理者により操作されることによって、記憶装置 13 に一時的に記憶されているランドマーク 8 の位置に関する情報が、データベース 13B に登録されてもよい。その入力装置 17 の操作により、禁止領域 200 が設定されてもよい。

[0129] 本実施形態においては、作業者 WM が車両 3 に搭乗した後、車両 3 に配置

されている入力装置 31 が操作される。入力装置 31 は、処理装置 30 に操作信号を入力可能な操作部として機能する。作業者 WM は、ランドマーク 8 の位置検出処理を終了するために、入力装置 31 を操作する（ステップ SC9）。本実施形態においては、入力装置 31 は、タッチパネルを含む。タッチパネルは、ランドマーク 8 の位置検出処理の終了を処理装置 30 に指令するための終了ボタンを含む。操作部は、終了ボタンを含む。作業者 WM は、その終了ボタンを押す（操作する）。

[0130] 入力装置 31 の操作部（終了ボタン）が操作されることにより、操作信号が処理装置 30 に入力される。処理装置 30 は、入力装置 31 の操作部から入力された操作信号を、無線通信装置 32 から送信する。管理装置 10 の無線通信装置 18 は、無線通信装置 32 からの操作信号を受信し、処理装置 12 に出力する。処理装置 12 は、入力装置 31 からの操作信号を入力された後、アンテナ 34 A の位置を含む禁止領域 100 の設定を解除する。

[0131] 以上により、ランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理が終了する。作業者 WM は、車両 3 を操作（運転）して、例えば管制施設 7 に戻ってもよい。作業者 WM は、別のランドマーク 8 の位置検出処理及び位置登録処理のために、車両 3 を操作（運転）して移動してもよい。

[0132] 本実施形態においては、アンテナ 34 A の位置を含む禁止領域 100 の設定を解除した後においても、アンテナ 33 A の位置を含む禁止領域 100 は設定され続ける。これにより、鉱山において車両 3 が走行する場合においても、車両 3 にダンプトラック 2 が接近することが禁止される。

[0133] なお、ランドマーク 8 の位置検出処理の終了後、アンテナ 34 A の位置を含む禁止領域 100 の設定が解除されなくてもよい。

[0134] 以上説明したように、本実施形態によれば、アンテナ 34 A の GPS 位置に基づいて、ランドマーク 8 の GPS 位置を含むように禁止領域 200 を設定するようにしたので、ランドマーク 8 にダンプトラック 2 が接近することが抑制される。したがって、ランドマーク 8 とダンプトラック 2 との接触が抑制される。これにより、例えばランドマーク 8 との接触に起因してダンプ

トラック 2 の稼働が停止されることが抑制される。したがって、鉱山における生産性の低下が抑制される。

[0135] また、本実施形態によれば、アンテナ 33A の GPS 位置に基づいて、アンテナ 33A の GPS 位置を含むように禁止領域 100 を設定するようにしたので、車両 3 にダンプトラック 2 が接近することが抑制される。したがって、車両 3 に搭乗する作業者 WM の作業性の低下が抑制される。また、車両 3（車両 3 に搭乗している作業者 WM）の安全が確保される。また、本実施形態によれば、アンテナ 33A の GPS 位置と、アンテナ 34A の GPS 位置とに基づいて、アンテナ 33A の GPS 位置及びアンテナ 34A の GPS 位置の両方を含むように禁止領域 100 を設定するようにしたので、アンテナ 33A（車両 3）及びアンテナ 34A のそれぞれにダンプトラック 2 が接近することが抑制される。したがって、車両 3 の外側でアンテナ 34A を用いる作業が行われる場合においても、その作業性が低下することが抑制される。また、アンテナ 34A の位置を含む禁止領域 100 の内側に存在する作業者 WM の安全が確保される。また、アンテナ 33A の位置を含む禁止領域（作業領域）100、及びアンテナ 34A の位置を含む禁止領域（作業領域）100 のそれぞれにダンプトラック 2 が進入しないので、例えば、ダンプトラック 2 の接近に伴う禁止領域（作業領域）100 における作業が中断されてしまうことが抑制される。

[0136] なお、図 10 を参照して説明した処理において、ステップ SC4 及びステップ SC5 の処理は省略されてもよい。

[0137] <走行経路の生成>

次に、処理装置 12（走行経路生成部 12C）による走行経路生成処理の一例について説明する。図 13 は、ダンプトラック 2 の走行経路の一例を示す図である。

[0138] 図 13 に示すように、ダンプトラック 2 は、積込場 LPA と、排土場 DPA と、積込場 LPA 及び排土場 DPA の少なくとも一方に通じる搬送路 HL の少なくとも一部において、処理装置 12 によって生成された走行経路 CS

に従って走行される。

[0139] また、推測航法に基づいて導出された推測位置の補正のために、複数のランドマーク 8 が、積込場 L P A、排土場 D P A、及び搬送路 H L のそれぞれに配置される。

[0140] ところで、積込場 L P A における積込位置 L P は、例えば鉱山の掘削状況及び掘削期間の少なくとも一方に基づいて変化する可能性がある。図 1 3 は、積込場 L P A において積込位置 L P が変化する様子を模式的に示す。図 1 3 は、積込場 L P A の第 1 の積込位置 L P 1、第 2 の積込位置 L P 2、及び第 3 の積込位置 L P 3 のそれぞれにおいて積込作業が行われる例を示す。第 2 の積込位置 L P 2 は、第 1 の積込位置 L P 1 とは異なる。第 3 の積込位置 L P 3 は、第 1 の積込位置 L P 1 及び第 2 の積込位置 L P 2 とは異なる。

[0141] 同様に、排土場 D P A における排土位置 D P は、例えば積荷の排出状況及び排出期間の少なくとも一方に基づいて変化する可能性がある。図 1 3 に示すように、排出作業は、排土場 D P A の第 1 の排土位置 D P 1、第 2 の排土位置 D P 2、及び第 3 の排土位置 D P 3 のそれぞれにおいて行われる可能性がある。第 2 の排土位置 D P 2 は、第 1 の排土位置 D P 1 とは異なる。第 3 の排土位置 D P 3 は、第 1 の排土位置 D P 1 及び第 2 の排土位置 D P 2 とは異なる。

[0142] 処理装置 1 2（走行経路生成部 1 2 C）は、積込位置 L P の変化に応じて、走行経路 C S を生成する。処理装置 1 2（走行経路生成部 1 2 C）は、積込位置 L P が変化する度に、積込位置 L P に基づいて、走行経路 C S を生成（更新、変更）する。例えば、第 1 の積込位置 L P 1 で積込作業が行われる場合、処理装置 1 2 は、その第 1 の積込位置 L P 1 に基づいて、走行経路 C S 1 を生成する。第 2 の積込位置 L P 2 で積込作業が行われる場合、処理装置 1 2 は、その第 2 の積込位置 L P 2 に基づいて、走行経路 C S 2 を生成する。第 3 の積込位置 L P 3 で積込作業が行われる場合、処理装置 1 2 は、その第 3 の積込位置 L P 3 に基づいて、走行経路 C S 3 を生成する。

[0143] 同様に、処理装置 1 2（走行経路生成部 1 2 C）は、排土位置 D P の変化

に応じて、走行経路CSを生成する。処理装置12（走行経路生成部12C）は、排土位置DPが変化する度に、排土位置DPに基づいて、走行経路CSを生成（更新、変更）する。処理装置12は、第1の排土位置DP1で排出作業が行われる場合、第2の排土位置DP2で排出作業が行われる場合、及び第3の排土位置DP3で排出作業が行われる場合のそれぞれで、異なる走行経路CS（CS1、CS2、CS3）を生成する。

[0144] ランドマーク8は、搬送路HLの外側（路肩）のみならず、積込場LPA及び排土場DPAのそれぞれにも配置されてもよい。上述したように、ランドマーク8は、静止物である。積込位置LP（排土位置DP）の変化に基づいて走行経路CSを生成（更新、変更）する場合、処理装置12は、ランドマーク8の位置を含む禁止領域200にダンプトラック2が進入しないように、走行経路CSを生成する。

[0145] 図14は、積込場LPAにおいて禁止領域200にダンプトラック2が進入しないように生成された走行経路CS1の一例を示す。処理装置12は、搬送路HL及び積込場LPAに配置されたランドマーク8について設定された禁止領域200にダンプトラック2が進入しないように、ダンプトラック2が禁止領域200を回避して走行するように、走行経路CS1を生成する。走行経路の生成に際しては、走行距離が長くないこと、及び旋回半径が小さくなり過ぎないことの一方又は両方などが考慮される。図14に示す例において、走行経路CS1は、搬送路HLから積込場LPAの第1の積込位置LP1に向かって走行し、第1の積込位置LP1において積込作業が行われた後、搬送路HLを走行するダンプトラック2の走行経路の一例を示す。なお、図14に示すように、搬送路HLにおいては、搬送路HLに禁止領域200が設定されないように、ランドマーク8が搬送路HLの外側（路肩）に配置される。なお、禁止領域200の外縁と搬送路HLの外縁とが重なるように禁止領域200が設定されてもよいし、禁止領域200の少なくとも一部が搬送路HLに設定されてもよい。

[0146] 積込場LPAの第1の積込位置LP1において積込作業を行うために、ダ

ンプトラック 2 は、生成された走行経路 C S 1 に従って、搬送路 H L 及び積込場 L P A を走行する。走行経路 C S 1 は、ダンプトラック 2 が禁止領域 2 0 0 に進入しないように設定されている。したがって、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との接触が抑制される。

[0147] 図 1 5 は、積込場 L P A において禁止領域 2 0 0 にダンプトラック 2 が進入しないように生成された走行経路 C S 2 の一例を示す。処理装置 1 2 は、搬送路 H L 及び積込場 L P A に配置されたランドマーク 8 について設定された禁止領域 2 0 0 にダンプトラック 2 が進入しないように、ダンプトラック 2 が禁止領域 2 0 0 を回避して走行するように、走行経路 C S 2 を生成する。図 1 5 に示す例において、走行経路 C S 2 は、搬送路 H L から積込場 L P A の第 2 の積込位置 L P 2 に向かって走行し、第 2 の積込位置 L P 2 において積込作業が行われた後、搬送路 H L を走行するダンプトラック 2 の走行経路の一例を示す。

[0148] 積込場 L P A の第 2 の積込位置 L P 2 において積込作業を行うために、ダンプトラック 2 は、生成された走行経路 C S 2 に従って、搬送路 H L 及び積込場 L P A を走行する。走行経路 C S 2 は、ダンプトラック 2 が禁止領域 2 0 0 に進入しないように設定されている。したがって、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との接触が抑制される。

[0149] なお、図示は省略するが、処理装置 1 2 は、搬送路 H L から積込場 L P A の第 3 の積込位置 L P 3 に向かって走行し、第 3 の積込位置 L P 3 において積込作業が行われた後、搬送路 H L を走行するダンプトラック 2 の走行経路 C S 3 を生成する。走行経路 C S 3 は、ダンプトラック 2 が禁止領域 2 0 0 に進入しないように設定される。したがって、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との接触が抑制される。

[0150] 排土場 D P A においても同様である。排土場 D P A の第 1 の排土位置 D P 1、第 2 の排土位置 D P 2、及び第 3 の排土位置 D P 3 のそれぞれに排出作業が行われるように、処理装置 1 2 は、走行経路 C S (C S 1、C S 2、C S 3) を生成する。走行経路 C S は、ダンプトラック 2 が禁止領域 2 0 0 に

進入しないように設定される。したがって、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との接触が抑制される。

[0151] 本実施形態において、処理装置 12 は、ダンプトラック 2 の走行において、ダンプトラック 2 に配置された非接触センサ 24 の検出領域 300 にランドマーク 8 が配置されるように、走行経路 CS を生成する。

[0152] 図 16 は、走行経路 CS に従って走行するダンプトラック 2 の一例を模式的に示す。上述したように、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 を検出可能な検出領域 300 を有する。検出領域 300 にランドマーク 8 が配置されることにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 を検出可能である。

[0153] すなわち、本実施形態において、処理装置 12 は、ダンプトラック 2 が禁止領域 200 に進入せず、且つ、ダンプトラック 2 の走行において非接触センサ 24 の検出領域 300 の内側にランドマーク 8 が配置されるように、走行経路 CS を生成する。これにより、ダンプトラック 2 とランドマーク 8 との接触を回避しつつ、非接触センサ 24 でランドマーク 8 が検出される。ランドマーク 8 が検出されることにより、例えば推測航法により導出されたダンプトラック 2 の位置（推測位置）を、ランドマーク 8 の GPS 位置（絶対位置）に基づいて補正することができる。

[0154] ダンプトラック 2 が禁止領域 200 に進入せず、且つ、ダンプトラック 2 の走行において非接触センサ 24 の検出領域 300 の内側にランドマーク 8 が配置される走行経路 CS は、例えばシミュレーションにより求めることができる。鉱山（積込場 LPA、排土場 DPA、及び搬送路 HL の少なくとも一つ）に配置されるランドマーク 8 の位置（GPS 位置）は、既知の情報である。ダンプトラック 2 に対する非接触センサ 24 の検出領域 300 の位置及び大きさも、既知の情報である。したがって、処理装置 12 は、それら既知の情報に基づいてシミュレーションを行うことにより、ダンプトラック 2 が禁止領域 200 に進入せず、且つ、ダンプトラック 2 の走行において非接触センサ 24 の検出領域 300 の内側にランドマーク 8 が配置される走行経路 CS を生成することができる。

[0155] 図17は、比較例を示す。図17に示す経路CS_rに従って走行するダンプトラック2は、禁止領域200に進入しない。しかし、経路CS_rに従って走行するダンプトラック2に配置される非接触センサ24の検出領域300にランドマーク8は配置されない。この場合、非接触センサ24は、ランドマーク8を検出することが困難である。その結果、処理装置12は、推測航法により導出されたダンプトラック2の位置（推測位置）を、ランドマーク8のGPS位置（絶対位置）に基づいて補正することが困難である。

[0156] 本実施形態においては、処理装置12は、ダンプトラック2が禁止領域200に進入せず、且つ、ダンプトラック2の走行において非接触センサ24の検出領域300の内側にランドマーク8が配置されるように、走行経路CSを生成する。これにより、ダンプトラック2とランドマーク8との接触を回避しつつ、非接触センサ24でランドマーク8が検出される。

[0157] なお、本実施形態において、処理装置12は、非接触センサ24の検出領域300にランドマーク8が配置されるように、禁止領域200の大きさを調整してもよい。禁止領域200が大きすぎて、ダンプトラック2が禁止領域200に進入せず、且つ、ダンプトラック2の走行において非接触センサ24の検出領域300の内側にランドマーク8が配置されるような走行経路CSを生成することが困難な場合、処理装置12は、ダンプトラック2が禁止領域200に進入せず、且つ、ダンプトラック2の走行において非接触センサ24の検出領域300の内側にランドマーク8が配置されるように、禁止領域200の大きさを調整してもよい。

[0158] なお、走行経路CSによっては、非接触センサ24の検出領域300の内側にランドマーク8が配置されても、非接触センサ24でランドマーク8を検出することが困難な状況が発生する可能性がある。例えば、走行経路CSを走行するダンプトラック2（非接触センサ24）に対して、ランドマーク8の反射部が、ダンプトラック2（非接触センサ24）とは反対方向を向くように配置されている場合、非接触センサ24の検出領域300の内側にランドマーク8が配置されても、非接触センサ24でランドマーク8を検出す

ることが困難である可能性がある。そのような場合、処理装置 12 は、ランドマーク 8 の反射部の向きを考慮して、非接触センサ 24 でランドマーク 8 が検出されるように、走行経路 CS を生成してもよい。

[0159] なお、上述の実施形態においては、管制施設 7（管理装置 10）の処理装置 12 が、通信システム 9 を介して、位置検出装置 33 の検出結果及び位置検出装置 34 の位置検出結果を取得し、禁止領域 100 及び禁止領域 200 を設定し、ダンプトラック 2 に指令信号を送信する例について説明した。ダンプトラック 2 の処理装置 20 が、位置検出装置 33 の検出結果及び位置検出装置 34 の位置検出結果を取得して、禁止領域 100 及び禁止領域 200 の一方又は両方を設定してもよい。ダンプトラック 2 の処理装置 20 は、設定した禁止領域 100 及び禁止領域 200 に基づいて、ダンプトラック 2 が禁止領域 100 及び禁止領域 200 に進入しないように、ダンプトラック 2 の走行を制御してもよい。

[0160] なお、上述の実施形態において、車両 3 の処理装置 30 が、通信システム 9（無線通信装置 28 及び無線通信装置 32）を介して、位置検出装置 33 の検出結果及び位置検出装置 34 の位置検出結果を取得し、禁止領域 100 及び禁止領域 200 の一方又は両方を設定してもよい。車両 3 の処理装置 30 が、通信システム 9（無線通信装置 32 及び無線通信装置 28）を介して、設定した禁止領域 100 及び禁止領域 200 に関する情報を、ダンプトラック 2 に送信してもよい。すなわち、処理装置 30 により設定された禁止領域 100 及び禁止領域 200 に関する情報が、車両 3 の無線通信装置 32 からダンプトラック 2 の無線通信装置 28 に送信されてもよい。ダンプトラック 2 の処理装置 20 は、車両 3 の処理装置 30 により設定された禁止領域 100 及び禁止領域 200 に基づいて、ダンプトラック 2 が禁止領域 100 及び禁止領域 200 に進入しないように、ダンプトラック 2 の走行を制御してもよい。

[0161] なお、上述の各実施形態においては、禁止領域 100 の内側においてランドマーク 8 の位置検出処理が行われることとした。禁止領域 100 の内側に

おいて行われる処理（作業）は、ランドマーク 8 の位置検出処理に限られない。例えば、アンテナ 3 4 A に基づいて設定された禁止領域 1 0 0 の内側で、搬送路 H L の保守作業が行われてもよいし、機器の補修作業が行われてもよい。この場合においても、アンテナ 3 4 A の位置を含むように禁止領域（作業領域） 1 0 0 が設定されることによって、作業者 WM の安全が確保され、作業性の低下が抑制される。

[0162] なお、上述の各実施形態においては、禁止領域 1 0 0 の内側で作業者 WM が作業（処理）する例について説明した。作業者 WM を伴わない作業（処理）においても、アンテナ 3 4 A の位置を含むように禁止領域（作業領域） 1 0 0 が設定されることによって、その禁止領域（作業領域） 1 0 0 の内側における作業の作業性の低下が抑制される。例えば、車両 3 及びダンプトラック 2 とは別の鉱山機械（例えばモータグレーダ）が鉱山において稼働するとき、その鉱山機械を用いる作業が円滑に行われるように、その鉱山機械を含むように禁止領域 1 0 0 が設置されてもよい。禁止領域 1 0 0 の内側で鉱山機械が稼働することにより、ダンプトラック 2 が接近しても、鉱山機械の稼働を停止しなくて済む。また、禁止領域 1 0 0 の内側で鉱山機械が稼働することにより、ダンプトラック 2 の稼働を停止しなくても済む。すなわち、禁止領域 1 0 0 の内側に鉱山機械が配置されることにより、鉱山機械の稼働と並行して、ダンプトラック 2 が稼働することができる。したがって、鉱山における作業性の低下及び生産性の低下が抑制される。

[0163] なお、上述の各実施形態においては、ランドマーク 8 の位置登録処理において、ランドマーク 8 を含む禁止領域 2 0 0 が設定されることとした。禁止領域 2 0 0 の設定は、ランドマーク 8 の位置登録処理に限られない。ランドマーク 8 とは異なる構造物が鉱山に設置される場合、その構造物の位置登録処理において、その構造物を含む禁止領域 2 0 0 が設定されてもよい。

[0164] なお、上述の各実施形態において、ダンプトラック 2 は、作業者（運転者）の操作により作動する、所謂、有人ダンプトラックでもよい。禁止領域 1 0 0 が設定された場合、通信システム 9 は、禁止領域 1 0 0 にダンプトラッ

ク（有人ダンプトラック）２が進入しないように、指令信号を送信してもよい。通信システム９は、例えば、禁止領域１００に接近するダンプトラック２に対して、警報（警告）を含む指令信号を送信してもよい。

[0165] 上述した各実施形態の構成要件は、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものを含む。また、上述した各実施形態の構成要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

符号の説明

- [0166] １ 管理システム
２ ダンプトラック（鉱山機械）
３ 車両
４ 積込機械
９ 通信システム
１０ 管理装置
１２ 処理装置
１３ 記憶装置
１８ 無線通信装置
２０ 処理装置
２５ 記憶装置
２８ 無線通信装置
２９ 位置検出装置
２９Ａ アンテナ
３０ 処理装置
３１ 入力装置
３２ 無線通信装置
３３ 位置検出装置
３３Ａ アンテナ
３４ 位置検出装置

3 4 A アンテナ

3 9 記憶装置

1 0 0 禁止領域

2 0 0 禁止領域

D P 排土位置

D P A 排土場

H L 搬送路

L P 積込位置

L P A 積込場

請求の範囲

- [請求項1] 鉱山に設置され、前記鉱山を走行可能な鉱山機械に配置された非接触センサにより前記鉱山機械との相対位置が検出されるランドマークと、
- 全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置が登録される記憶装置と、
- 前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定する処理装置と、を備える鉱山機械の管理システム。
- [請求項2] 前記全方位測位システムを用いて前記ランドマークの位置が検出された後、前記ランドマークの位置を登録するための操作信号を入力可能な操作部を備え、
- 前記登録は、前記操作部の操作を含む請求項 1 に記載の鉱山機械の管理システム。
- [請求項3] 前記禁止領域に前記鉱山機械が進入しないように前記鉱山機械に指令信号を送信する通信システムを備える請求項 1 又は請求項 2 に記載の鉱山機械の管理システム。
- [請求項4] 前記鉱山機械が走行する走行経路を生成する生成装置を備え、
- 前記鉱山機械は、前記鉱山における積込場と、排土場と、前記積込場及び前記排土場の少なくとも一方に通じる搬送路の少なくとも一部において前記走行経路に従って走行され、
- 前記生成装置は、前記禁止領域に前記鉱山機械が進入しないように、前記走行経路を生成する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の鉱山機械の管理システム。
- [請求項5] 管制施設に配置された中央管制装置を有する鉱山機械の管理システムであって、
- 鉱山に設置され、前記鉱山を走行可能な鉱山機械に配置された非接触センサにより前記鉱山機械との相対位置が検出されるランドマーク

と、

前記中央管制装置に設けられ、全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置が登録される記憶装置と、

前記中央管制装置に設けられ、前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定する処理装置と、

前記中央管制装置に設けられ、前記禁止領域を回避して前記鉱山機械が走行するように、前記鉱山機械が走行する走行経路を生成する生成装置と、

前記生成装置で生成された前記走行経路に関する情報を前記鉱山機械に送信する通信システムと、を備え、

前記鉱山機械は、前記中央管制装置から前記通信システムによって送信された前記走行経路に関する情報に従って、前記鉱山を走行する鉱山機械の管理システム。

[請求項6] 前記生成装置は、前記非接触センサの検出領域に前記ランドマークが配置されるように、前記走行経路を生成する請求項4又は5に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項7] 前記全方位測位システムの検出状態に基づいて、前記全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置を前記記憶装置に登録するか否かが判断される請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項8] 前記記憶装置に登録されている前記ランドマークの位置と、前記全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置との関係に基づいて、前記全方位測位システムを用いて検出された前記ランドマークの位置を前記記憶装置に登録するか否かが判断される請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項9] 鉱山に設置されたランドマークの位置を、全方位測位システムを用いて検出することと、

前記検出された前記ランドマークの位置を記憶装置に登録することと、

前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山を走行可能な鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を設定することと、

前記鉱山機械に配置された非接触センサにより前記ランドマークを検出して、前記禁止領域の外側を走行する前記鉱山機械と前記ランドマークとの相対位置を検出することと、を含む鉱山機械の管理方法。

[請求項10]

管制施設に配置された中央管制装置を用いる鉱山機械の管理方法であって、

鉱山に設置されたランドマークの位置を、全方位測位システムを用いて検出することと、

前記検出された前記ランドマークの位置を前記中央管制装置に設けられた記憶装置に登録することと、

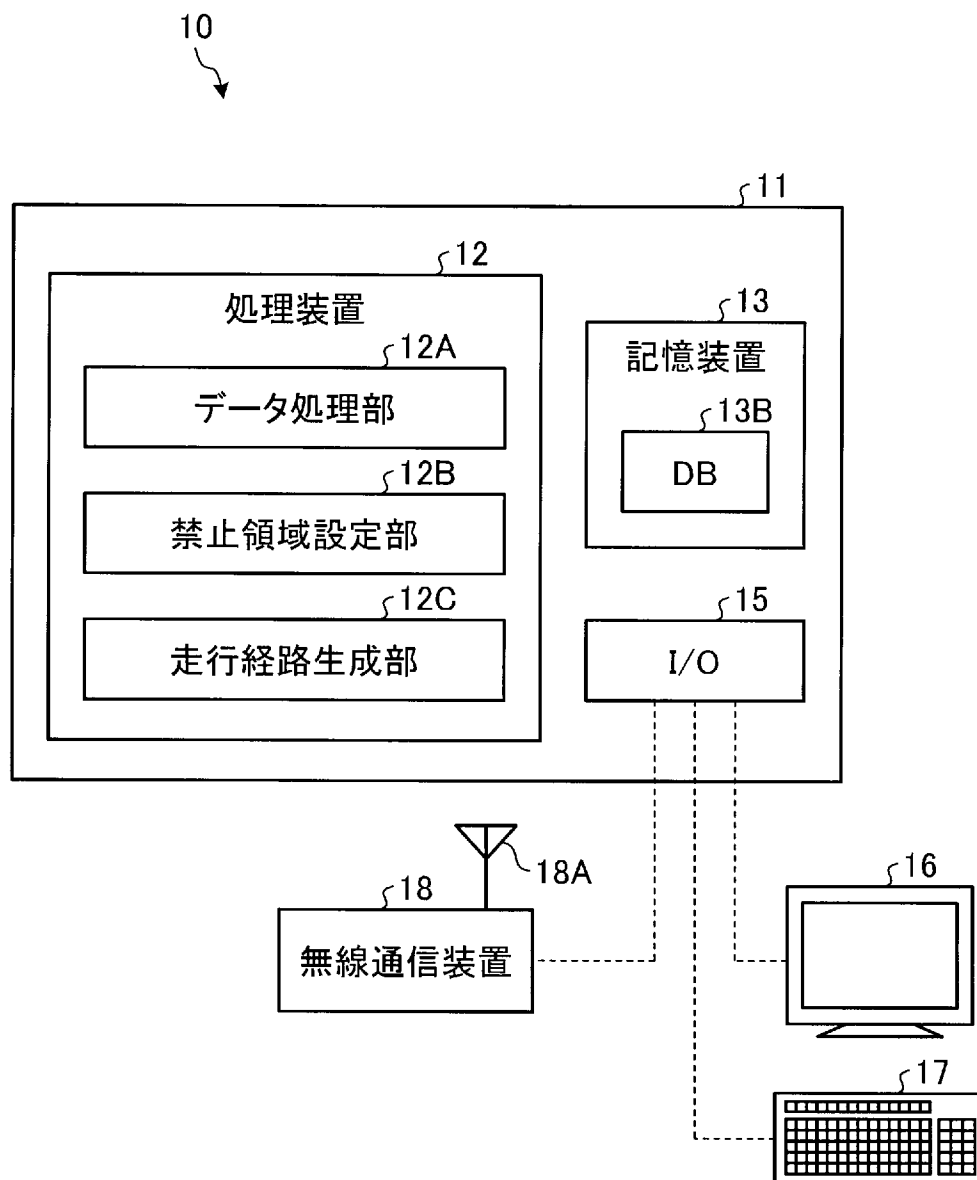
前記登録において、前記ランドマークの位置を含むように前記鉱山を走行可能な鉱山機械の進入を禁止する禁止領域を前記中央管制装置に設けられた処理装置において設定することと、

前記禁止領域を回避して前記鉱山機械が走行するように、前記中央管制装置に設けられた生成装置で前記鉱山機械が走行する走行経路を生成することと、

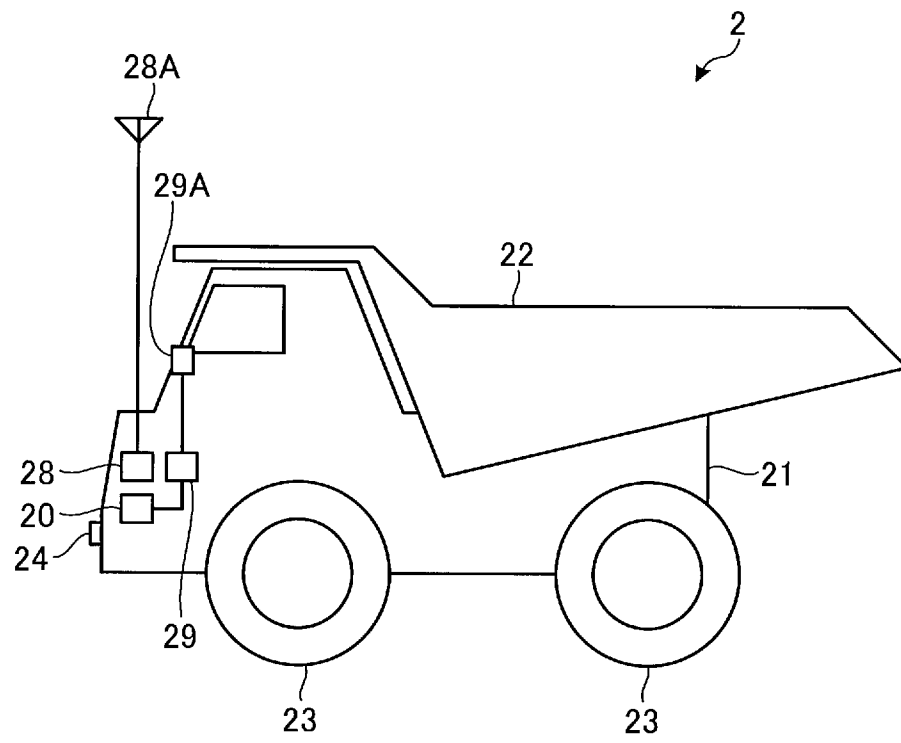
前記生成装置で生成された前記走行経路に関する情報を前記鉱山機械に送信することと、

前記鉱山機械に配置された非接触センサにより前記ランドマークを検出して、前記中央管制装置から送信された前記走行経路に関する情報に従って走行する前記鉱山機械と前記ランドマークとの相対位置を検出することと、を含む鉱山機械の管理方法。

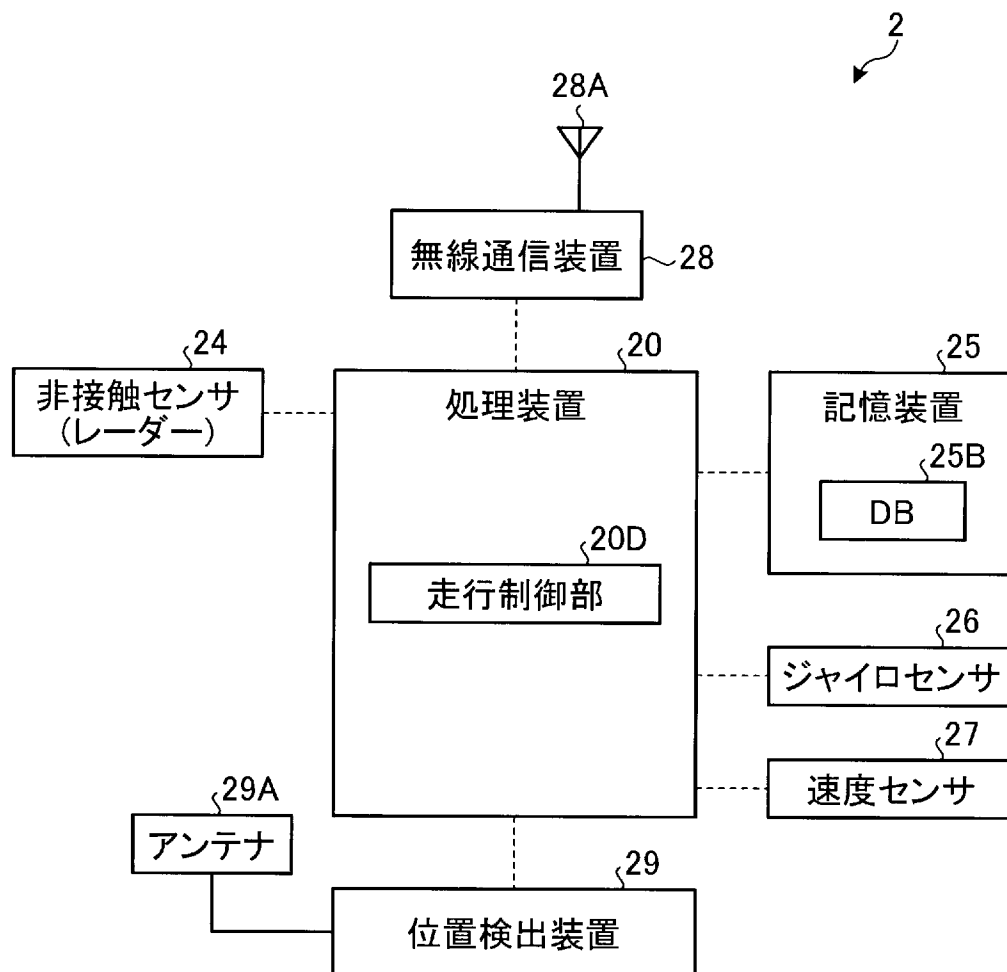
[図2]



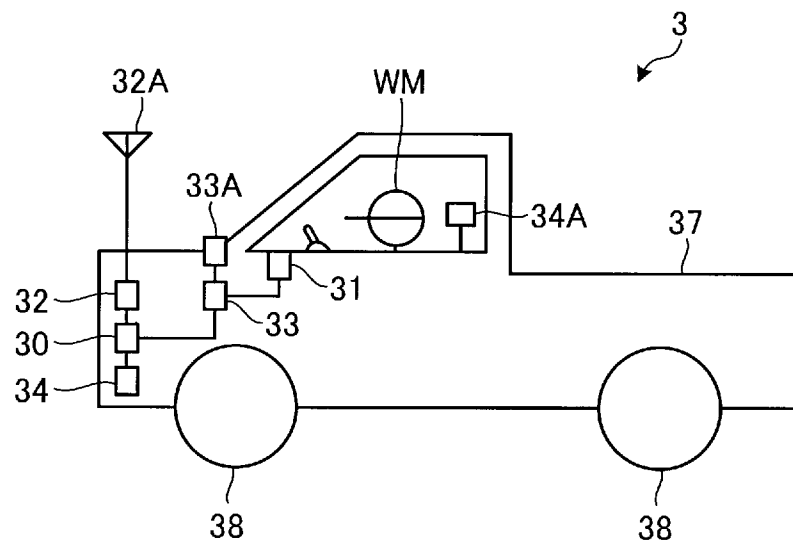
[図3]



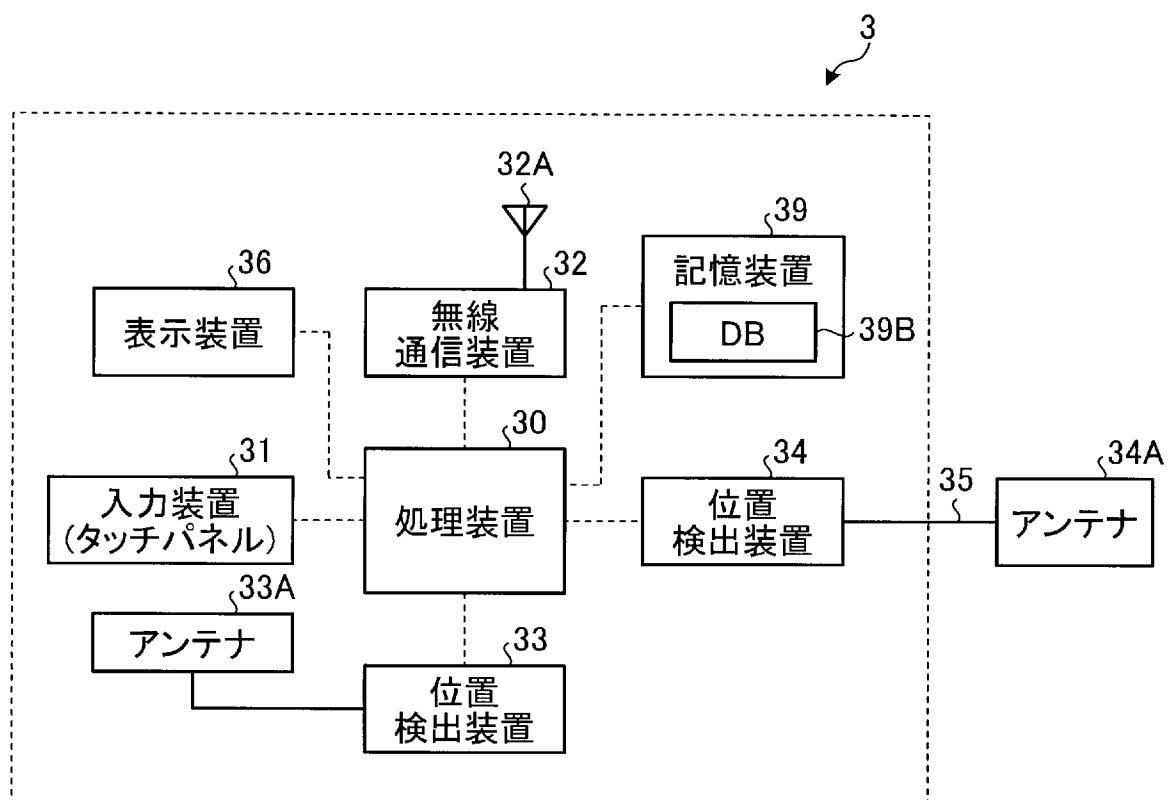
[図4]



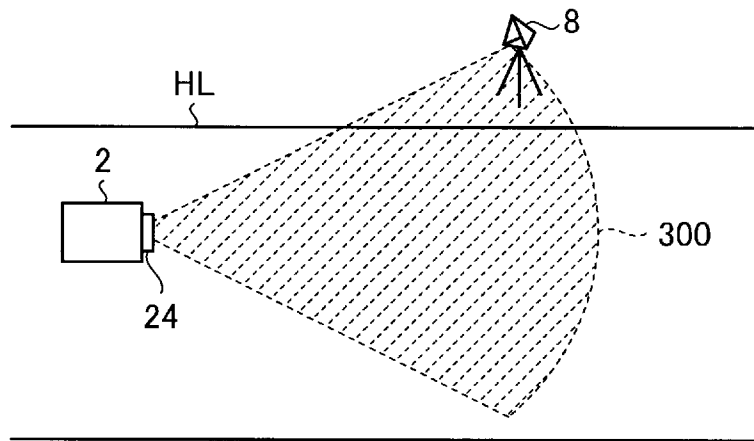
[図5]



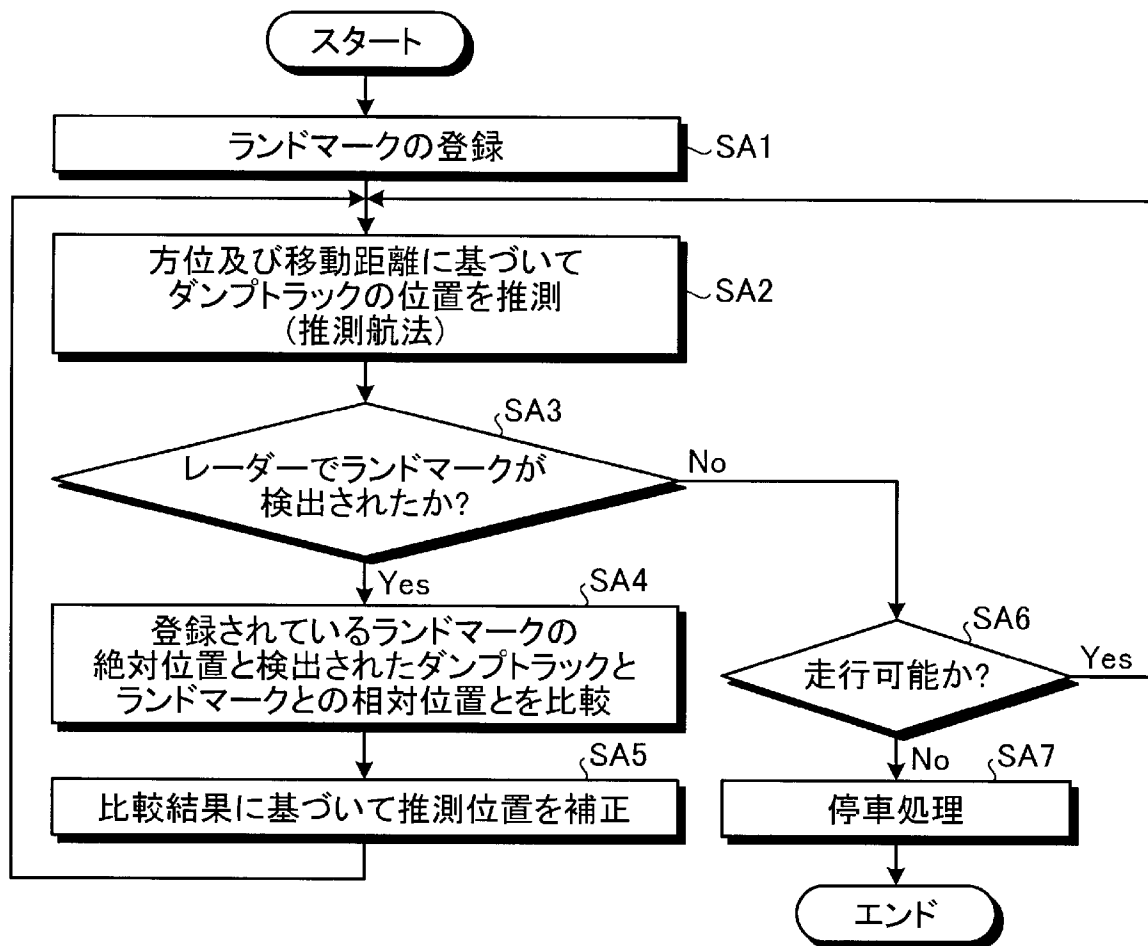
[図6]



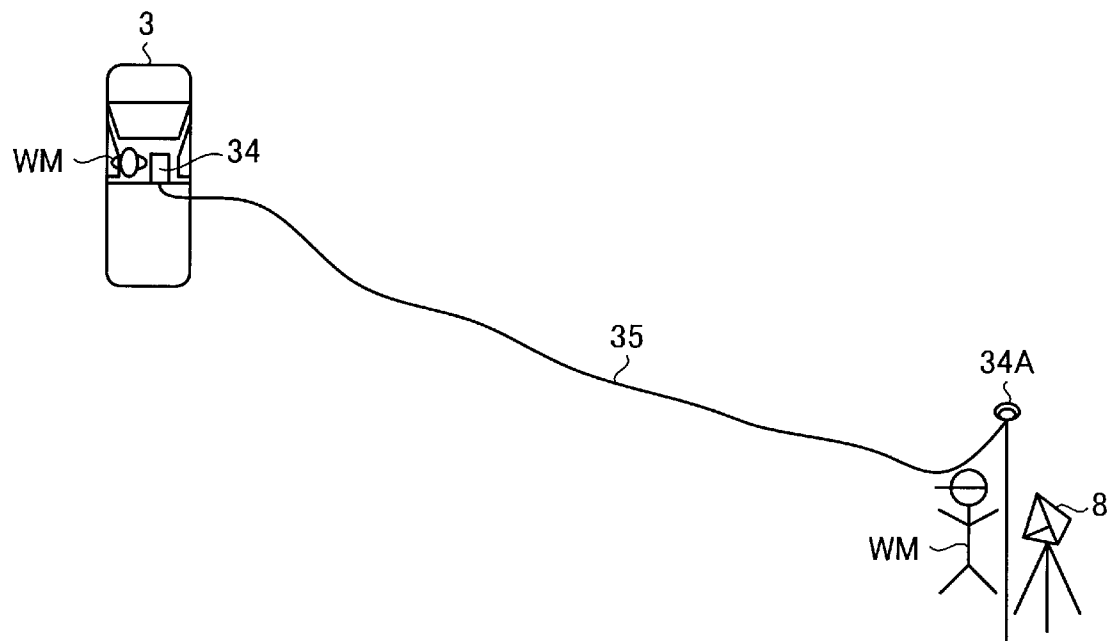
[図7]



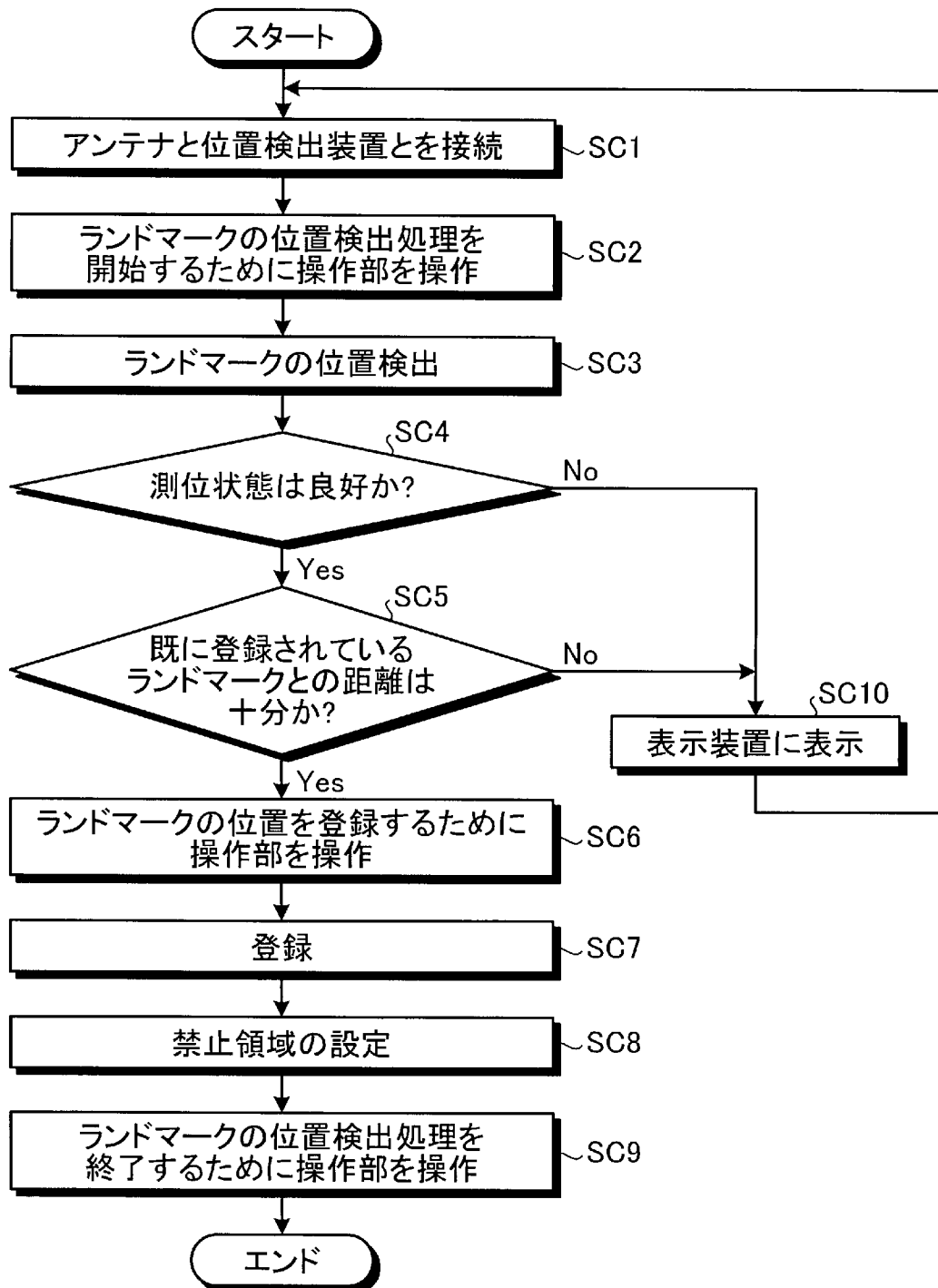
[図8]



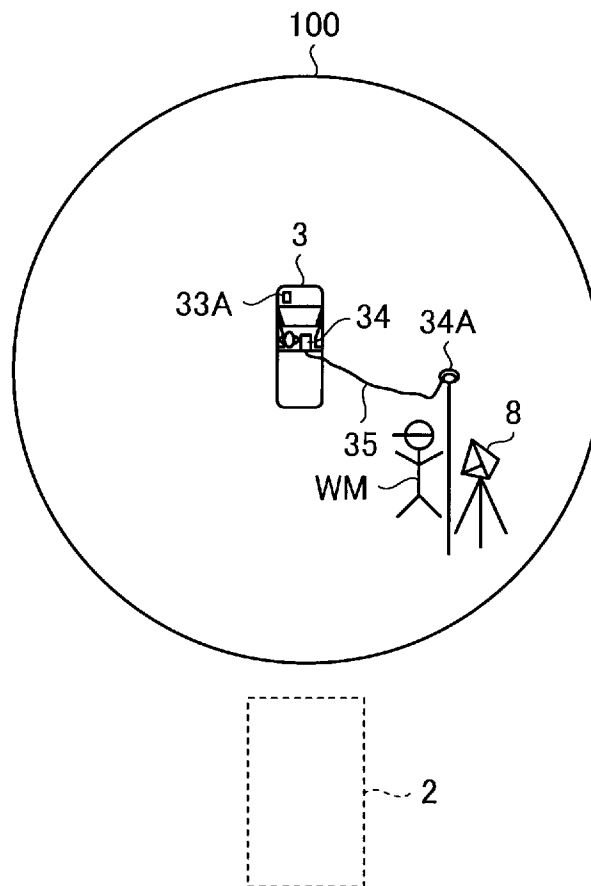
[図9]



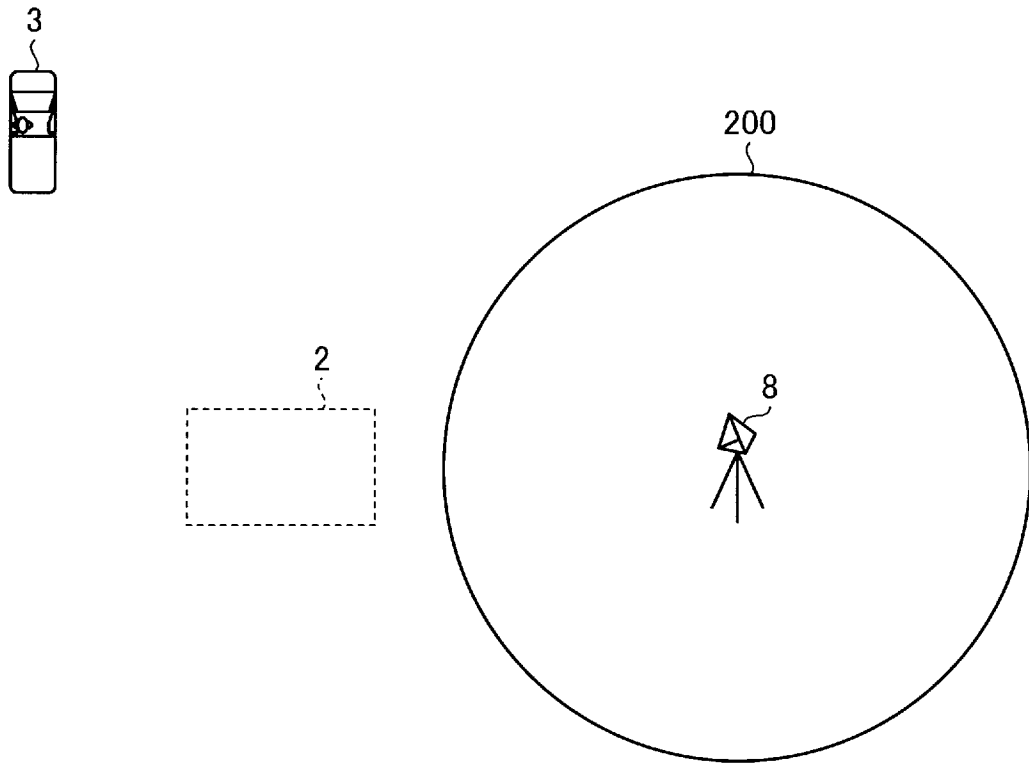
[図10]



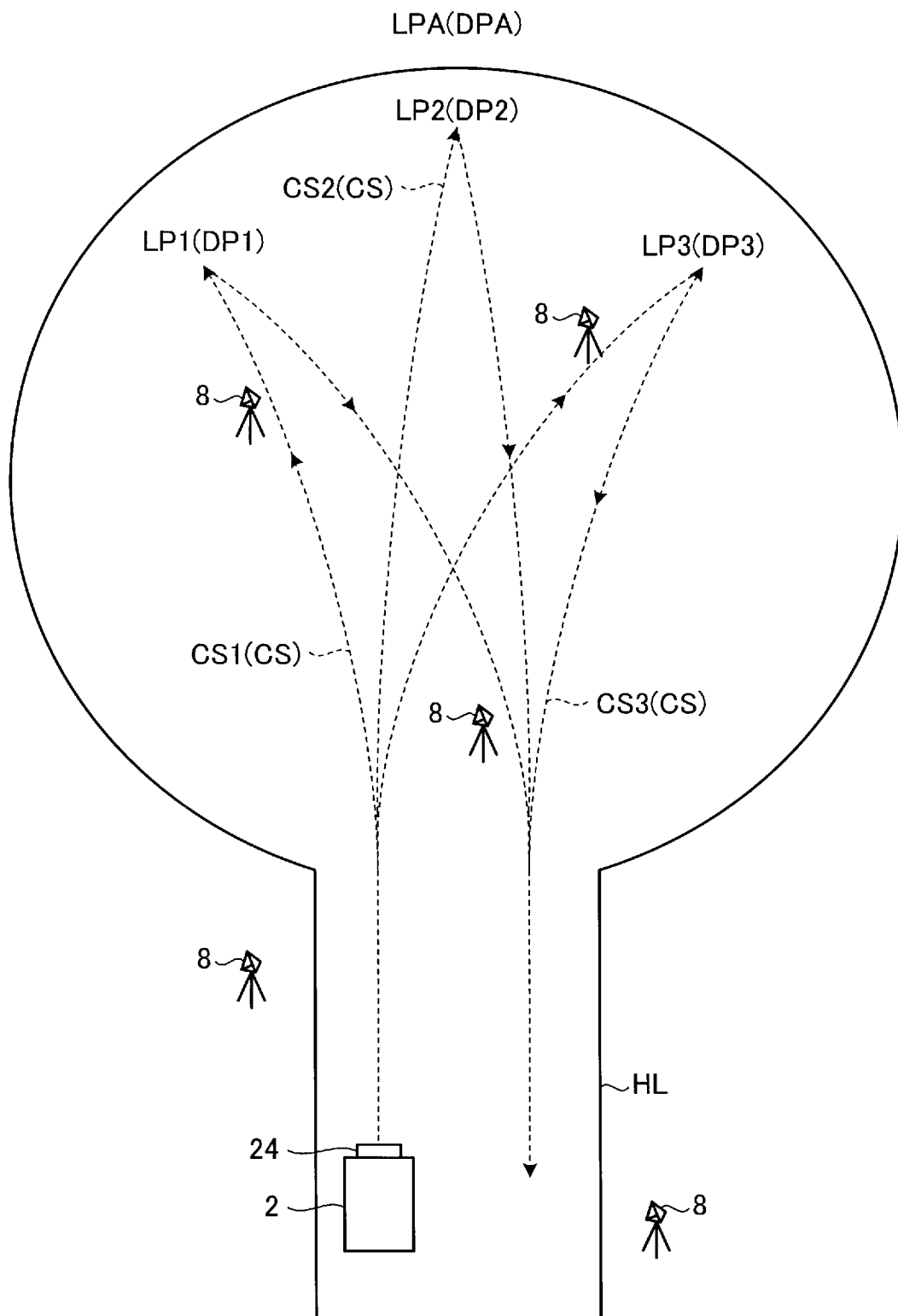
[図11]



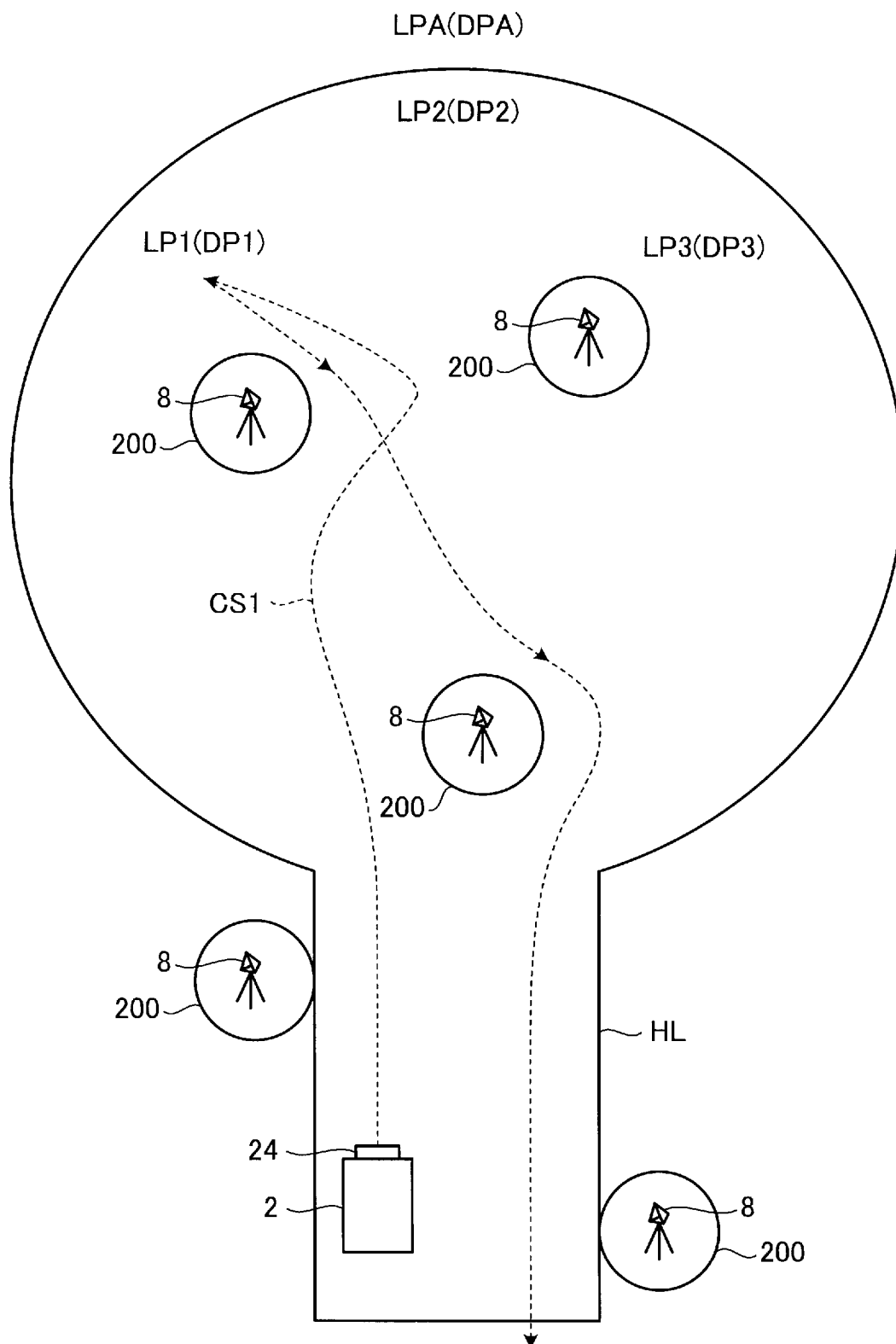
[図12]



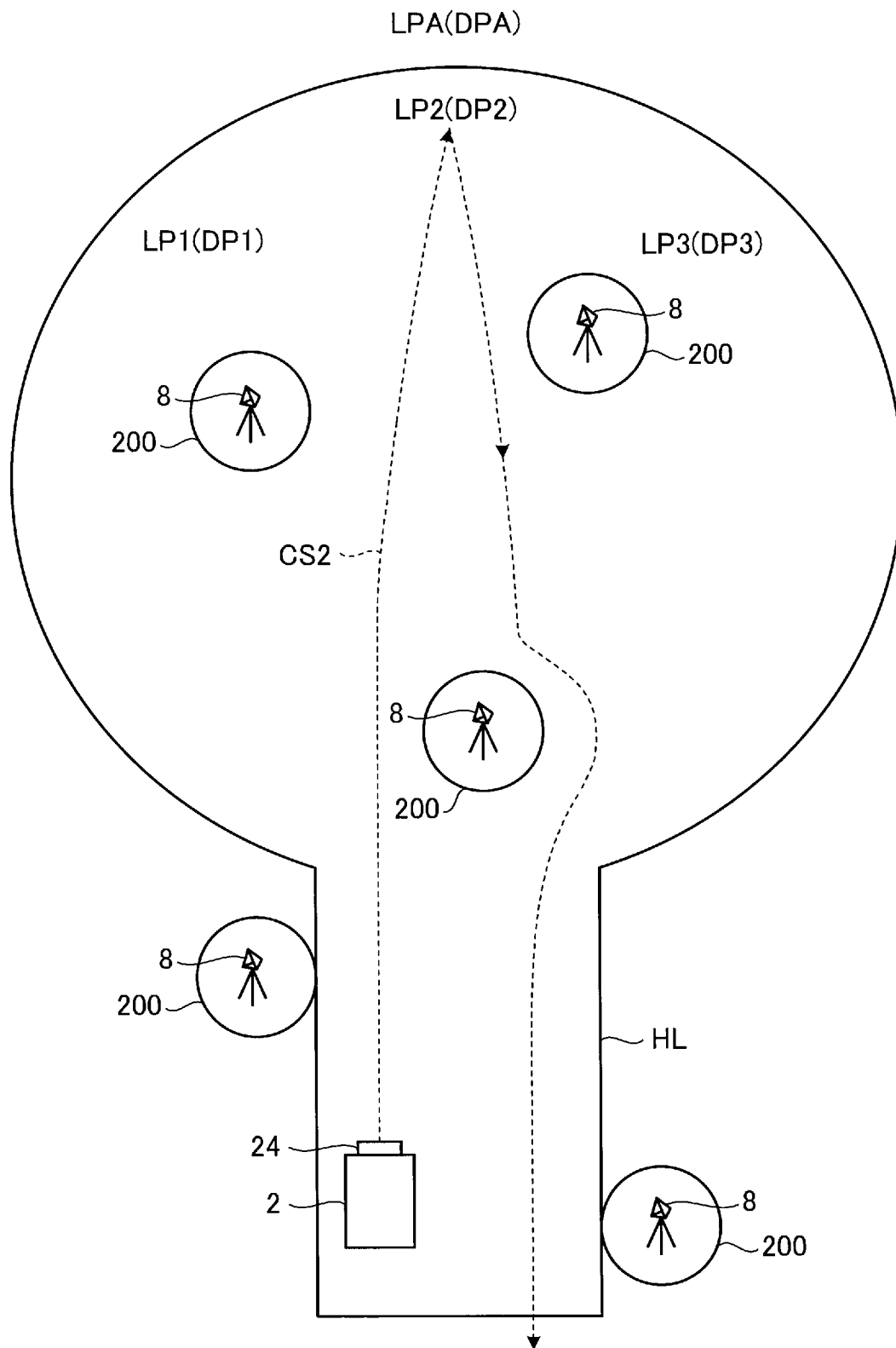
[図13]



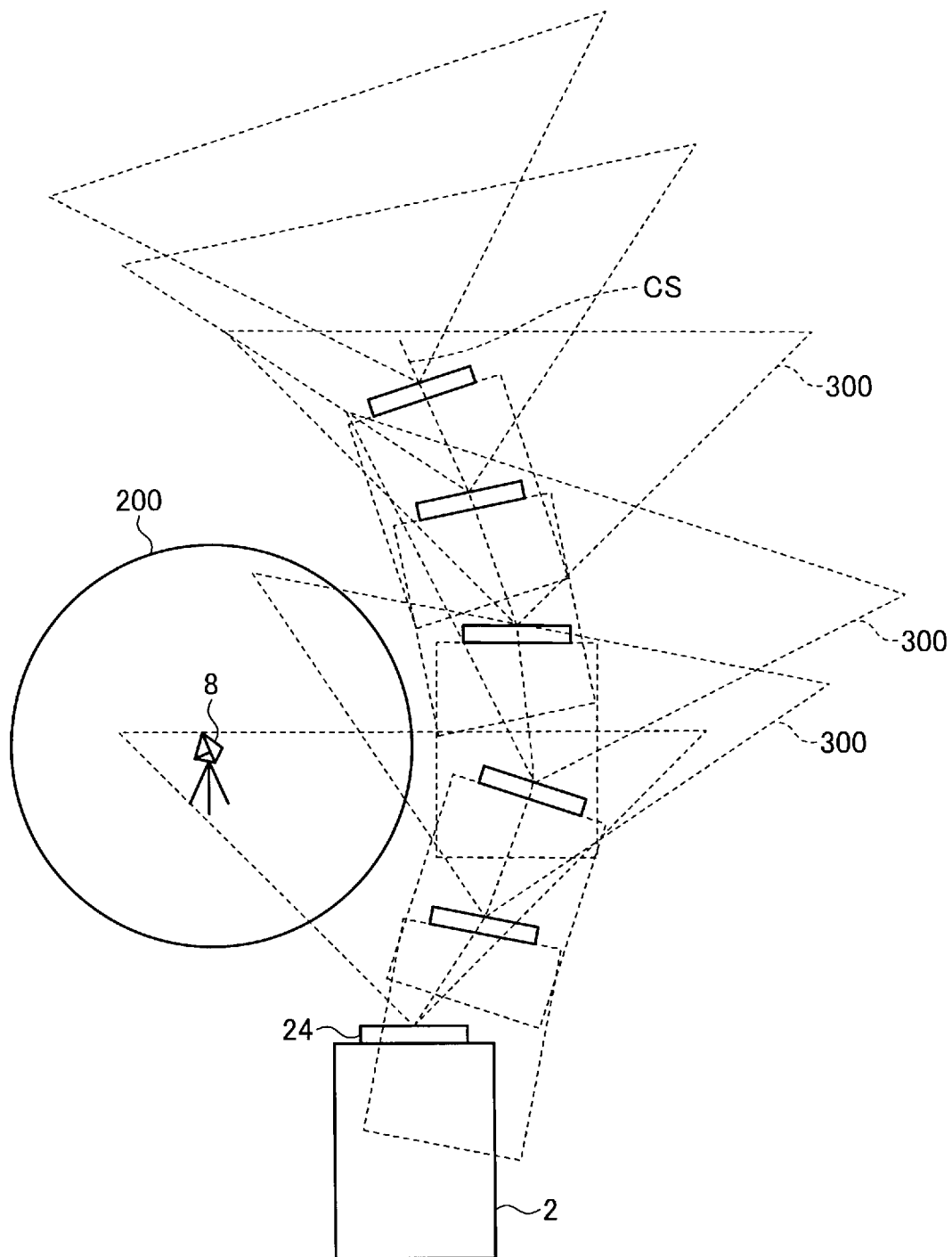
[図14]



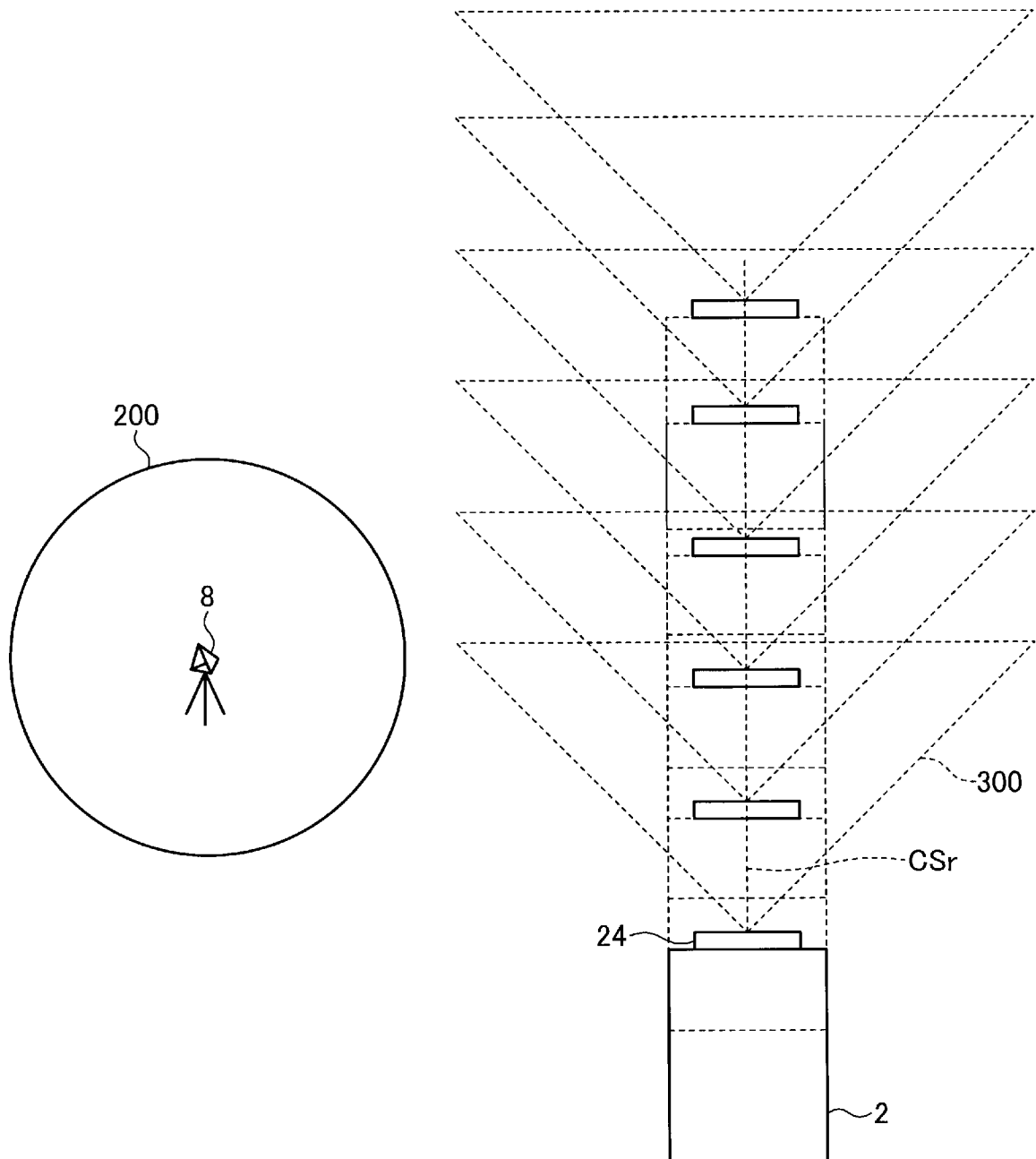
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/02(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)

G05D1/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2005-62083 A (Komatsu Engineering Corp.), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0013] to [0051]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-5, 7, 9-10 6, 8
Y A	JP 2004-125872 A (Sharp Corp.), 22 April 2004 (22.04.2004), paragraph [0005] (Family: none)	1-5, 7, 9-10 6, 8
Y A	Takehisa YAIRI, "Map Construction Based on Cooccurrence Frequency of Landmark Observation", Journal of the Robotics Society of Japan, 2003.02, vol.21, no.2, pages 212 to 223	1-5, 7, 9-10 6, 8

☒ 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
16 August, 2013 (16.08.13)

Date of mailing of the international search report
27 August, 2013 (27.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070666

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-215236 A (Komatsu Ltd.), 31 July 2002 (31.07.2002), entire text; all drawings & US 2002/0099481 A1	1-5, 7, 9-10 6, 8
A	JP 2006-209567 A (Nippon Sharyo, Ltd.), 10 August 2006 (10.08.2006), paragraphs [0045] to [0054]; fig. 4 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05D1/02(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. G05D1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 A	JP 2005-62083 A (コマツエンジニアリング株式会社) 2005.03.10, 【0013】 - 【0051】, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-5, 7, 9-10 6, 8
Y A	JP 2004-125872 A (シャープ株式会社) 2004.04.22, 【0005】 (ファミリーなし)	1-5, 7, 9-10 6, 8
Y A	矢入 健久, ランドマークの同時観測頻度に基づく環境地図作成法, 日本ロボット学会誌, 2003.02, 第21巻 第2号, 第212-223頁	1-5, 7, 9-10 6, 8

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 8 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

青山 純

3 U

4 4 8 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

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 A	JP 2002-215236 A (株式会社小松製作所) 2002. 07. 31, 全文, 全図 & US 2002/0099481 A1	1-5, 7, 9-10 6, 8
A	JP 2006-209567 A (日本車輛製造株式会社) 2006. 08. 10, 【004 5】 - 【0054】, 第4図 (ファミリーなし)	1-10