

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



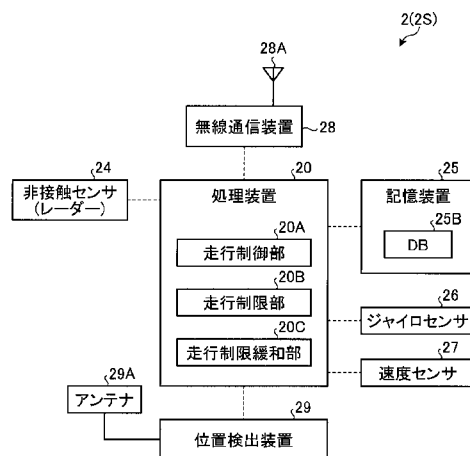
(10) 国際公開番号

WO 2015/097907 A1

- (51) 国際特許分類:  
G05D 1/02 (2006.01) G01S 19/14 (2010.01)  
G01S 13/06 (2006.01) G01S 19/49 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/085258
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 27 日(27.12.2013)
- (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 3-2-5-1  
株式会社小松製作所 I C T 事業本部内  
Kanagawa (JP). 龍満 光広(RYUMAN, Mitsuhiro); 〒  
2548555 神奈川県平塚市四之宮 3-2-5-1  
株式会社小松製作所 I C T 事業本部内  
Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東  
京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三  
井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事  
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,  
IR, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ  
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,  
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,  
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: 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



20 Processing device  
20A Movement control unit  
20B Movement restriction unit  
20C Movement-restriction relaxation unit  
24 Non-contact sensor (radar)  
25 Storage device  
25B Database  
26 Gyro sensor  
27 Speed sensor  
28 Wireless communication device  
29 Position detection device  
29A Antenna

(57) Abstract: This management system for a mining machine is provided with the following: a detection unit, mounted on a mining machine that moves around a mine in which a plurality of landmarks have been set up, that contactlessly detects the positions of said landmarks relative to the mining machine; a movement control unit that corrects the current position of the mining machine on the basis of landmark positions obtained in advance and landmark positions acquired by the detection unit and makes the mining machine move via dead reckoning; a movement restriction unit that stops the mining machine when said mining machine has moved a first distance after starting movement via dead reckoning; and a movement-restriction relaxation unit that extends said first distance if a landmark position obtained in advance exists within a second distance, in the direction of travel of the mining machine, of the position that the mining machine will reach upon moving a first distance after starting movement via dead reckoning.

(57) 要約: 鉱山機械の管理システムは、複数のランドマークが設置された鉱山を走行する鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械に対する前記ランドマークの位置を非接触で検出する検出部と、予め求められた前記ランドマークの位置と前記検出部によって得られた前記ランドマークの位置とに基づいて前記鉱山機械の現在位置を補正して、推測航法により前記鉱山機械を走行させる走行制御部と、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第 1 距離を走行した場合に、前記鉱山機械を停止させる走行制限部と、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから前記第 1 距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第 2 距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合、前記第 1 距離を延長する走行制限緩和部と、を含む。

## 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] 鉱山において、予め設定された走行経路に無人車両を自動走行させることが提案されている（例えば、特許文献１）。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００２－２１５２３６号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１には、無人車両を自動走行させるにあたって、速度センサ又は移動距離センサを用いて車両の走行距離を求め、かつジャイロ又は地磁気センサを用いて方位を推定することで車両の位置と方位とを推測する航法を用いることが記載されている。このような航法によって鉱山機械を走行させる場合、走行距離が大きくなるにしたがって、推測される鉱山機械の位置等の誤差も大きくなる。このため、前述した航法によって鉱山機械を走行させる場合、GPS又は鉱山に設置されたランドマークと呼ばれる位置の基準を用いて、推測される位置等の誤差を補正することが考えられている。

[0005] GPS及びランドマークが使用できなくなった場合、前述した航法のみを用いて鉱山機械を走行させることになる。この場合、前述したように、走行距離が大きくなるにしたがって、推測される鉱山機械の位置等の誤差も大きくなるため、前述した航法のみを用いて走行する距離に制限が設けられる。そして、その制限を超えないように鉱山機械の運転状態が制御される。このようにすると、鉱山機械の稼働が停止する時間が発生するため、鉱山における生産性が低下する可能性がある。

[0006] 本発明は、鉱山での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

[0007] 本発明は、複数のランドマークが設置された鉱山を無人で走行する鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械に対する前記ランドマークの位置を非接触で検出する検出部と、予め求められた前記ランドマークの位置と前記検出部によって得られた前記ランドマークの位置とに基づいて前記鉱山機械の現在位置を補正して、推測航法により前記鉱山機械を走行させる走行制御部と、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に、前記鉱山機械を停止させる走行制限部と、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから前記第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合、前記第1距離を延長する走行制限緩和部と、を含む、鉱山機械の管理システムである。

[0008] 前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械の自己位置を求める自己位置検出装置を備え、前記走行制御部は、前記自己位置検出装置が検出した前記自己位置を少なくとも用いて前記鉱山機械を走行させ、前記自己位置検出装置が前記自己位置を検出できなくなったときに、推測航法により前記鉱山機械を走行させることが好ましい。

[0009] 前記走行制限部は、前記自己位置検出装置が前記自己位置を検出できなくなったときの位置を、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始した位置とすることが好ましい。

[0010] 前記走行制御部は、前記推測航法を用いて前記鉱山機械を走行させるときには、前記推測航法を用いる前と比較して前記鉱山機械の速度を低下させることが好ましい。

[0011] 前記走行制御部は、前記推測航法を用いて前記鉱山機械を走行させるときには、前記鉱山機械の走行時間又は走行距離に応じて前記鉱山機械の速度の低下量を大きくすることが好ましい。

- [0012] 前記走行制御部は、前記推測航法を用いて前記鉱山機械を走行させるときに前記検出部が前記ランドマークの位置を検出した場合、前記鉱山機械の速度を増加させることが好ましい。
- [0013] 前記走行制限緩和部は、前記推測航法によって発生する前記鉱山機械の位置の誤差に応じて、前記第1距離を延長する量を変更することが好ましい。
- [0014] 前記走行制限緩和部は、前記鉱山機械が走行する搬送路の形態に応じて前記第1距離を延長する大きさを設定することが好ましい。
- [0015] 前記走行制限緩和部は、前記鉱山機械が走行する搬送路における前記鉱山機械の現在位置に応じて前記第1距離を延長する大きさを変更することが好ましい。
- [0016] 本発明は、複数のランドマークが設置された鉱山を無人で走行する鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械に対する前記ランドマークの位置を非接触で検出する検出部と、前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械の自己位置を求める自己位置検出装置と、前記鉱山機械に搭載されて、前記自己位置検出装置が検出した前記自己位置を少なくとも用いて前記鉱山機械を走行させ、前記自己位置検出装置が前記自己位置を検出できなくなったときに、予め求められた前記ランドマークの位置と前記検出部によって得られた前記ランドマークの位置とに基づいて前記鉱山機械の現在位置を補正して、推測航法により前記鉱山機械を走行させる走行制御部と、前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に、前記鉱山機械を停止させる走行制限部と、前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから前記第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合、前記第1距離を延長する走行制限緩和部と、を含む、鉱山機械の管理システムである。
- [0017] 本発明は、複数のランドマークが設置された鉱山を無人で走行する鉱山機械であって、検出した自己位置に基づいて走行し、かつ前記自己位置を検出

できなくなったときには、予め求められた前記ランドマークの位置と検出された前記ランドマークの位置とに基づいて自身の現在位置を補正しながら推測航法を用いる鉱山機械を管理するにあたって、前記ランドマークの位置を検出し、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合には、前記第1距離を延長する、鉱山機械の管理方法である。

[0018] 本発明は、鉱山での生産性の低下を抑制できる。

### 図面の簡単な説明

[0019] [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ブロック図である。

[図3]図3は、本実施形態に係るダンプトラックを示す図である。

[図4]図4は、本実施形態に係るダンプトラックの制御システムを示すブロック図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る車両の外観を模式的に示す図である。

[図6]図6は、本実施形態に係る車両の制御システムのブロック図である。

[図7]図7は、ダンプトラックの非接触センサによりランドマークが検出されている状態の一例を示す図である。

[図8]図8は、ランドマーク及び非接触センサを用いる推測位置の補正を含む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図である。

[図10]図10は、ダンプトラックが推測航法のみによって走行している場合における走行距離の制限を説明するための図である。

[図11]図11は、ダンプトラックが推測航法によって走行している場合における走行距離の制限の緩和を説明するための図である。

[図12]図12は、本実施形態に係る鉱山機械の管理方法の手順を示すフロー

チャートである。

[図13]図13は、ランドマークを検出する手法の一例を示す図である。

[図14]図14は、ランドマークを検出する手法の一例を示す図である。

[図15]図15は、ランドマークを検出する処理の一例の手順を示すフローチャートである。

[図16]図16は、ダンプトラックが推測航法のみを用いて走行している場合におけるダンプトラックの車速の変化例を説明するための図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0021] <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、鉱山機械の管理システム（以下、適宜管理システムという）1及び管理システム1が適用される現場を模式的に示している。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、鉱山機械を管理する。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。

[0022] 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、例えば、積込機械及び運搬機械等である。積込機械は、土砂又は岩石等の積荷を運搬機械に積み込む機械である。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、鉱山を走行して、積込機械によって積み込まれた積荷を運搬する機械である。運搬機械は、ダンプトラック2を含む。

[0023] 本実施形態において、管理システム1は、少なくとも運搬機械を管理する。以下においては、管理システム1が、ダンプトラック2を管理する例を説明するが、管理システム1が管理する対象はダンプトラック2に限定されない。ダンプトラック2は、鉱山の積込場LPAと、排土場DPA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走行路としての搬送路 H L との少なくとも一部を走行する。このように、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。

[0024] 本実施形態において、ダンプトラック 2 は、管理装置 10 からの指令により動作する、いわゆる無人ダンプトラックである。このため、ダンプトラック 2 に作業者（運転者）は搭乗しない。本実施形態において、ダンプトラック 2 は、予め定められた走行経路に従って走行する。本実施形態において、ダンプトラック 2 は、稼働中における自身の位置（自己位置）と前述した走行経路が有する位置情報とに基づき、設定走行経路に沿うように自身のステアリング、アクセル及びブレーキを制御する。

[0025] ダンプトラック 2 は、積込場 L P A の積込位置 L P で積込機械 4 によっ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である。積込位置 L P は、所定の範囲に広がっている積込場 L P A の中で、ダンプトラック 2 に対して実際に積荷が積み込まれる位置（積込点）である。

[0026] ダンプトラック 2 は、排土場 D P A で積荷を下ろす。具体的には、ダンプトラック 2 は、積荷が積載されたベッセルを上昇させて、ベッセルから積荷を排土場 D P A に排出する。排土場 D P A は、鉱山においてダンプトラック 2 が積荷を排出する領域である。排土位置 D P は、所定の範囲に広がっている排土場 D P A の中で、ダンプトラック 2 が実際に積荷を排出する場所である。

[0027] 本実施形態において、図 1 に示す管理システム 1 は、少なくともダンプトラック 2 を含む。本実施形態において、管理システム 1 は、ダンプトラック 2 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 とで実現することもできる。

[0028] 鉱山においては、ダンプトラック 2 の他に、鉱山において移動可能な移動体としての車両 3 が走行する。車両 3 は、鉱山で用いられる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。本

実施形態において、車両 3 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する。車両 3 は、自身に搭乗した作業員（運転者）によって運転される。このように、車両 3 は、いわゆる有人車両である。車両 3 に搭乗した作業員は、車両 3 とともに鉱山の任意の位置に移動する。本実施形態において、車両 3 は、例えば、ピックアップトラック又は乗用車である。

[0029] 管理装置 10 は、鉱山の管制施設（又は中央管制室）7 に設置される。本実施形態において、管理装置 10 は移動しないが、管理装置 10 が移動してもよい。

[0030] 鉱山には、ランドマーク 8 が複数設置される。ランドマーク 8 は、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。ランドマーク 8 は、静止物であるので、原則として、設置された位置（場所）から移動しない。

[0031] ダンプトラック 2 は、ジャイロによる方位角計測とダンプトラック 2 が走行する速度（以下、適宜車速という）とを用いて逐次自己位置を更新しながら走行する。このような方法を、推測航法又は自律航法という。推測航法は、誤差が蓄積する。このため、推測航法においては、例えば、GPS（Global Positioning System：全方位測位システム）を用いて測位されたダンプトラックの位置を用いて自己位置が補正される。ダンプトラック 2 は、GPS が使用できない場合に、ランドマーク 8 の位置を取得して自己位置を補正する。なお、自己位置は、管理装置 10 が補正してもよい。

[0032] 通信システム 9 は、管理装置 10 とダンプトラック 2 との間及び管理装置 10 と車両 3 との間において情報を伝達する。このため、管理装置 10 とダンプトラック 2 及び車両 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、通信システムは、車両 3 とダンプトラック 2 との間で情報を伝達してもよい。この場合、ダンプトラック 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、無線通信システムであるが、これに限定はされない。本実施形態において

、通信システム 9 は、管理装置 10 とダンプトラック 2 及び車両 3 との間において信号（電波）を中継する中継器 6 を有する。

[0033] 本実施形態において、ダンプトラック 2 の位置、車両 3 の位置及びランドマーク 8 の位置は、GPS を用いて求められる。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。このため、GPS により検出される位置は、緯度、経度及び高度の座標値を含む。GPS が検出した位置は、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 によって測位される位置を、適宜 GPS 位置という。

[0034] <管理装置>

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 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。コンピュータシステム 11 は、処理部としての処理装置 12 と、記憶部としての記憶装置 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間において、情報の入出力に用いられる。

[0035] 処理装置 12 は、例えば、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、走行経路生成部 12B 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。走行経路生成部 12B 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 12B により生成された走行経路に従って走行する。走行経

路生成部 12B が生成する走行経路は、緯度、経度及び高度の座標値を位置情報として複数有する、位置情報群である。

[0036] 記憶装置 13 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 若しくはハードディスクドライブ等又はこれらの組合せ等である。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。また、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読み出して、位置に関する情報の処理をしたり、走行経路を生成したりする。

[0037] 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等を表示する。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。

[0038] 入力装置 17 は、キーボード、タッチパネル、操作スイッチ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 に指令及び情報等を入力することができる。

[0039] 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 は、受信した情報を処理装置 12 に出力する。無線通信装置 18 が受信した情報は、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する。

[0040] <ダンプトラック>

図3は、本実施形態に係るダンプトラック2を示す図である。図4は、本実施形態に係るダンプトラック2の制御システムを示すブロック図である。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の位置を非接触で検出する検出部としての非接触センサ24と、処理部としての処理装置20と、記憶部としての記憶装置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が接続された自己位置検出装置としての位置検出装置29と、を備えている。

[0041] 車両本体21には、例えば、内燃機関と、発電機と、電動機とが搭載される。本実施形態において、内燃機関は、例えば、ディーゼルエンジンである。発電機は、内燃機関によって駆動されて電力を発生する。電動機は、発電機が発生した電力によって車輪23、より具体的には後輪を駆動して、ダンプトラック2を走行させる。車輪23は、タイヤ及びホイールを含む。ダンプトラック2の駆動方式はこのような方式に限定されない。例えば、ダンプトラック2の駆動方式は、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23に伝達される駆動方式であってもよい。

[0042] ベッセル22は、積荷が積載される荷台である。ベッセル22は、車両本体21の上部に配置される。積込機械4により、ベッセル22に積荷が積み込まれる。ベッセル22は、水平の第1姿勢と、ダンプトラック2の後端側を支点として上昇した第2姿勢とをとることができる。第1姿勢は、ベッセル22に積荷が積み込まれる状態であり、第2姿勢は、ベッセル22から積荷が下ろされるとき姿勢である。

[0043] 非接触センサ24は、車両本体21の周囲に複数配置される。非接触センサ24は、例えば、ダンプトラック2の周囲に存在する物体を検出するレーダー装置を備えている。非接触センサ24が含むレーダー装置は、例えば、ミリ波レーダーを用いて非接触で物体を検出する装置である。本実施形態において、非接触センサ24は、検出した物体までの距離及び方位を求めたり

、求めた距離及び方位から、検出した物体と自身との相対的な位置を求めたりすることができる。

[0044] 非接触センサ 24 は、物体によって反射された電波の反射強度及び反射された電波の方向に応じた信号を出力するものであってもよい。この場合、非接触センサ 24 からの信号を取得した処理装置 20 は、取得した信号に対応する電波の反射強度及び方向に基づいて、非接触センサ 24 が検出した物体までの距離及び方位を求めたり、求めた距離及び方位から、検出した物体と非接触センサ 24 との相対的な位置を求めたりする。すなわち、非接触センサ 24 と処理装置 20 とが検出部として機能する。

[0045] 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。本実施形態では、ダンプトラック 2 の周辺を監視するために用いられる非接触センサ 24 を用いて、鉱山に設置されているランドマーク 8 の位置を非接触で検出する。このようにすることで、ランドマーク 8 の位置を検出するためのセンサ類を別個に設ける必要はないので、ダンプトラック 2 の製造コストを低減することができる。

[0046] 非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 及びその位置を検出する場合、電波を発射して、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 が反射する。非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 が反射した電波を受信する。このようにすることで、非接触センサ 24 は、非接触センサ 24 に対するランドマーク 8 を検出し、かつ検出したランドマーク 8 の方向及び距離並びに位置を検出することができる。

[0047] 非接触センサ 24 は、ダンプトラック 2 の車両本体 21 に取り付けられている。このため、非接触センサ 24 が検出した、ダンプトラック 2 に対するランドマーク 8 の相対的な位置は、ダンプトラック 2 に対するランドマーク 8 の位置（相対的な位置、以下、適宜相対位置という）に相当する。

[0048] 非接触センサ 24 は、処理装置 20 に接続される。非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 又はダンプトラック 2 の周囲に存在する車両その他の物体を

検出した検出結果を電気信号に変換して、処理装置 20 に出力する。この検出結果は、ランドマーク 8 の方向及び距離並びに位置を含む。処理装置 20 は、非接触センサ 24 の検出結果に基づいて、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。すなわち、非接触センサ 24 が自身に対するランドマーク 8 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。

[0049] 非接触センサ 24 は、ダンプトラック 2 の車両本体の前面、後面及び両側面に配置される。後述の実施形態では、ほぼ直進時に前方の物体（例えばランドマーク 8）を検出するので、前面の非接触センサ 24 を用いた例で説明する。後進する場合は、後面の非接触センサ 24 で物体を検出できる。カーブの前方に存在する物体は、側面の非接触センサ 24 で検出することも可能である。各非接触センサ 24 は、物体の距離及び方位の少なくとも一方を求める。処理装置 20 は、各非接触センサ 24 の検出結果と、各非接触センサ 24 の車両本体における取付位置及び取付方向とを加味して、ダンプトラック 2 と物体との相対位置を検出する。

[0050] ジャイロセンサ 26 は、ダンプトラック 2 の方位（例えば方位変化量）を検出する。ジャイロセンサ 26 は、処理装置 20 と接続されて、検出結果を電気信号に変換して処理装置 20 に出力する。処理装置 20 は、ジャイロセンサ 26 の検出結果に基づいて、ダンプトラック 2 の方位（方位変化量）を求める。

[0051] 速度センサ 27 は、ダンプトラック 2 の車速を検出する。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 の車速を検出する。速度センサ 27 は、処理装置 20 と接続されており、検出結果を電気信号に変換して処理装置 20 に出力する。処理装置 20 は、速度センサ 27 の検出結果と、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。

[0052] <ダンプトラックの制御システム>

図4に示すダンプトラック2の処理システム2Sが有する処理装置20は、CPU (Central Processing Unit) を含む。処理装置20は、ダンプトラック2の管理及び制御等に関する各種の処理を実行する。本実施形態において、処理装置20は、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することもできる。処理装置20は、走行制御部20Aと、走行制限部20Bと、走行制限緩和部20Cとを含む。

[0053] 走行制御部20Aは、自己位置検出装置としての位置検出装置29が検出したダンプトラック2の自己位置に基づき、予め設定された走行経路に沿ってダンプトラック2を走行させる。この場合、走行制御部20Aは、ダンプトラック2のステアリング、アクセル及びブレーキの少なくとも一つを制御することにより、ダンプトラック2の走行状態を制御する。また、走行制御部20Aは、位置検出装置29がダンプトラック2の自己位置を検出できなくなったときに、推測航法によりダンプトラック2を走行させる。

[0054] 走行制限部20Bは、ダンプトラック2が推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に、ダンプトラック2を停止させる。走行制限緩和部20Cは、ダンプトラック2が推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、ダンプトラック2の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められたランドマーク8の位置が存在する場合、第1距離を延長する。走行制御部20A、走行制限部20B及び走行制限緩和部20Cが実行する処理の詳細については、後述する。

[0055] 処理システム2Sが有する記憶装置25は、処理装置20と接続されている。このような構造により、処理装置20と記憶装置25とは、互いに情報をやり取りすることができる。記憶装置25は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 若しくはハードディスクドライブ等又はこれらの組合せ等である。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 が記憶する情報は、ダンプトラック 2 の制御に用いられる情報が登録されているデータベース 25 B 及び処理装置 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等を含む。本実施形態において、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することができる。

[0056] 処理システム 2 S が有する無線通信装置 28 は、ダンプトラック 2 に搭載されて無線通信を行う、車載の通信装置である。無線通信装置 28 は、アンテナ 28 A を有する。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、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指令信号を含む情報を受信する。無線通信装置 28 が受信した情報は、処理装置 20 に出力されたり、処理装置 20 を介して記憶装置 25 に記憶されたりする。処理装置 20、より具体的には走行制御部 20 A は、無線通信装置 28 が受信した指令信号に従って、ダンプトラック 2 の走行を制御することができる。また、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、処理装置 20 が出力した情報を送信可能である。すなわち、処理装置 20 は、無線通信装置 28 を介して、管理装置 10 及び車両 3 の少なくとも一方との間で、情報を送受信することができる。

[0057] 処理システム 2 S が有する位置検出装置 29 は、ダンプトラック 2 に搭載される。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 受信機及び GPS 用のアンテナ 29 A を含む。アンテナ 29 A は、ダンプトラック 2 の外部、かつ図 1 に示す GPS 衛星 5 からの電波を受信しやすい位置に配置される。

[0058] 位置検出装置 29 は、GPS を用いてダンプトラック 2 の自己位置を求める。位置検出装置 29 が求める自己位置は、GPS によって得られるダンプトラック 2 の位置、すなわち GPS 位置であって、絶対位置である。位置検出装置 29 が求める自己位置は、より具体的には、ダンプトラック 2 に取り付けられたアンテナ 29 A の GPS 位置である。本実施形態では、アンテナ 29 A の GPS 位置を、ダンプトラック 2 の自己位置としている。図 4 に示

す処理装置 20 は、自己位置を基準として、ダンプトラック 2 の各部の位置を求めたり、非接触センサ 24 が検出した、ダンプトラック 2 に対するランドマーク 8 の位置を求めたりすることができる。

[0059] アンテナ 29 A は、GPS 衛星 5 からの電波を受信する。アンテナ 29 A 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 29 A から出力された信号に基づいて、アンテナ 29 A の GPS 位置を求める。アンテナ 29 A の GPS 位置が求められることによって、ダンプトラック 2 の GPS 位置、すなわちダンプトラック 2 の自己位置が求められる。

[0060] <車両>

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 の制御システムのブロック図である。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 32 A が接続された無線通信装置 32 と、アンテナ 33 A 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。

[0061] 車両本体 37 には、発動機としての内燃機関が搭載される。車輪 38 は、車両本体 37 の発動機から伝達される動力により回転し、車両 3 を走行させる。本実施形態においては、車両 3 に搭乗した作業者 WM が車両 3 を操作する。

[0062] <車両 3 の制御システム 3 S>

車両 3 の制御システム 3 S が有する処理装置 30 は、CPU (Central Processing Unit) を含む。処理装置 30 は、記憶装置 39、無線通信装置 32、位置検出装置 34、表示装置 36 及び入力装置 31 が接続され、各種の処理を実行する。本実施形態において、処理装置 30 は、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することもできる。

[0063] 車両 3 の制御システム 3 S が有する記憶装置 39 は、車両 3 に搭載される

。記憶装置 39 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 若しくはハードディスクドライブ等又はこれらの組合せ等である。記憶装置 39 は、情報が登録されるデータベース 39B 及び処理装置 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。なお、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することもできる。

[0064] 車両 3 の制御システム 3S が有する表示装置 36 は、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。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であるがこれに限定されない。

[0065] 車両 3 の制御システム 3S が有する入力装置 31 は、キーボード、タッチパネル及び操作スイッチの少なくとも一つを含む。入力装置 31 は、処理装置 30 に操作信号を入力する。例えば、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 に情報を入力したり、命令を入力したりすることができる。

[0066] 車両 3 の制御システム 3S が有する無線通信装置 32 は、車両 3 に搭載される。無線通信装置 32 は、処理装置 30 と接続される。また、無線通信装置 32 は、アンテナ 32A を備える。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指令信号を含む情報を受信する。無線通信装置 32 が受信した情報は、処理装置 30 に出力されたり、処理装置 30 を介して記憶装置 39 に記憶されたりする。また、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、処理装置 30 からの情報を送信することもできる。

[0067] 車両 3 の制御システム 3S が有する位置検出装置 33 は、車両 3 に搭載される。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 受信機及び GPS 用のアンテナ 33A を含む。アンテナ 33A は

、車両 3 の外部、かつ図 1 に示す G P S 衛星 5 からの電波を受信しやすい位置に配置される。

[0068] 位置検出装置 3 3 は、車両 3 の位置（以下、適宜車両位置という）を求める。位置検出装置 3 3 が求める車両位置は、G P S によって得られる車両 3 の位置、すなわち G P S 位置であり、絶対位置である。位置検出装置 3 3 が求める車両位置は、より具体的には、車両 3 に取り付けられたアンテナ 3 3 A の G P S 位置である。本実施形態では、アンテナ 3 3 A の G P S 位置を、車両位置としている。図 6 に示す処理装置 3 0 は、車両位置を基準として、車両 3 の各部の位置を求めることができる。

[0069] アンテナ 3 3 A は、G P S 衛星 5 からの電波を受信する。アンテナ 3 3 A は、受信した電波に基づく信号を位置検出装置 3 3 に出力する。位置検出装置 3 3 は、アンテナ 3 3 A から出力された信号に基づいて、アンテナ 3 3 A の G P S 位置を求める。アンテナ 3 3 A の G P S 位置が求められることによって、車両 3 の G P S 位置、すなわち車両位置が求められる。

[0070] 本実施形態においては、車両 3 に G P S 用のアンテナ 3 4 A が搭載される。アンテナ 3 4 A は、図 1 に示す G P S 衛星 5 からの電波を受信する。アンテナ 3 4 A 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 3 4 A は、車両 3 の外側かつ車両 3 から離れた位置に移動させることができる。作業者 W M は、アンテナ 3 4 A を保持して、車両 3 の外側かつ車両 3 から離れた位置に移動させることができる。このように、アンテナ 3 4 A は、車両 3 の外側に配置された状態で、G P S 衛星 5 からの電波を受信することができる。

[0071] 車両 3 の制御システム 3 S が有する位置検出装置 3 4 は、車両 3 に搭載される。位置検出装置 3 4 は、処理装置 3 0 と接続される。位置検出装置 3 4 は、G P S 受信機及び G P S 用のアンテナ 3 4 A を含む。位置検出装置 3 4 とアンテナ 3 4 A とは、ケーブル 3 5 を介して接続される。位置検出装置 3 4 は、アンテナ 3 4 A の位置（G P S 位置）を検出する。

[0072] アンテナ 3 4 A が作業者 W M に携帯されている場合、アンテナ 3 4 A の位

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が物体の近傍に設置される場合、アンテナ34Aの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。

[0073] アンテナ34Aは、GPS衛星5から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から取得した信号に基づいて、アンテナ34Aの位置を検出する。位置検出装置34は、アンテナ34Aが受信した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の位置を求める。アンテナ34AのGPS位置が求められることによって、アンテナ34Aの近傍に配置される物体のGPS位置が求められる。この物体には、作業者も含まれる。

[0074] <ランドマークの使用法>

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た構造物である。搬送路HLにおいて、ランドマーク8は、搬送路HLの外側、例えば路肩に配置される。ランドマーク8は、搬送路HLに沿って間隔を設けられて複数配置される。本実施形態において、ランドマーク8は、例えば100m毎に配置されているが、隣接するランドマーク8の間隔は100mに限定されない。

[0075] 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）8Rを有する。ランドマーク8の反射部8Rの電波に対する反射率（反射強度）は、ランドマーク8の周囲の物体、例えば、鉱山の岩石等の反射率（反射強度）よりも高い。このため、図4に示す非接触センサ24は、ランドマーク8と周囲の物体とを区別して検出することができる。

[0076] 図7に示すように、ダンプトラック2に配置された非接触センサ24の発射部からは、電波が発射されて、ランドマーク8に照射される。ランドマーク8に照射された電波の少なくとも一部は、ランドマーク8の反射部8Rで反射する。非接触センサ24は、反射部8R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、ランドマーク 8 自体を検出したり、非接触センサ 24 とランドマーク 8 との相対位置、すなわちダンプトラック 2 に対するランドマーク 8 の相対位置を検出したりする。

[0077] 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空間（伝播空間）にランドマーク 8 が存在することにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 自体及びその位置を検出することができる。また、非接触センサ 24 から発射された電波は、その進行にともなって減衰するので、非接触センサ 24 から発射された電波は、その進行にともなって強度が低下する。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空間にランドマーク 8 が存在することにより、非接触センサ 24 は、ランドマーク 8 自体及びその位置を検出することができる。以下において、非接触センサ 24 が、自身発射された電波に基づいてランドマーク 8 自体及びその位置を検出可能な電波の伝播空間を、適宜、非接触センサ 24 の検出領域（検出空間）300 という。ダンプトラック 2 の進行方向側に存在する検出領域 300 の前記進行方向側における寸法は、例えば 50 m であるが、これに限定されるものではない。

[0078] 非接触センサ 24 は、例えばレーザー光を検出光として用いて、ランドマーク 8 を検出する、光学式のセンサであってもよい。この場合、非接触センサ 24 は、例えば、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いる。このような非接触センサ 24 から射出された検出光が照射される空間（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空間を含む。

[0079] 本実施形態においては、GPSを用いることによっても、ランドマーク8の位置が検出される。GPSを用いて検出されたランドマーク8の位置は、GPS位置であり、絶対位置である。本実施形態において、GPSを用いて検出されて予め求められたランドマーク8の位置、すなわちGPS位置は、図2に示す管理装置10の記憶装置13に記憶される。記憶装置13に記憶されたランドマーク8のGPS位置を、適宜登録位置という。

[0080] 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は、通信システム9を介して、管理装置10、より具体的には処理装置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、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、ダンプトラック2の絶対位置（GPS位置）を求めることもできる。

[0081] GPSを用いて検出されたランドマーク8の位置、すなわちGPS位置は、ダンプトラック2の記憶装置25に記憶されてもよい。この場合、ダンプトラック2の処理装置20は、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、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、ダンプトラック2の絶対位置（GPS位置）を求めることができる。また、ランドマーク8のGPS位置は、管理装置10の記憶装置13に記憶された情報の全部又は一部が、無線通信装置18、28を介してダンプトラック2の記憶装置25に送信されて、これに記憶されていてもよい。ダンプトラック2の記憶装置25に記憶されたランドマーク8のGPS位置を、適宜登録位置という。

[0082] ダンプトラック2の記憶装置25が、管理装置10の記憶装置13に記憶されたランドマーク8のGPS位置の一部を記憶すれば、鉱山全体のランドマーク8のGPS位置を記憶する必要はないので、記憶装置25の容量を小さくすることができる。この場合、管理装置10は、ダンプトラック2の現

時点における位置の周囲における所定範囲に存在するランドマーク 8 の GPS 位置を、ダンプトラック 2 の記憶装置 25 に送信し、これに記憶させることが好ましい。このようにすれば、管理システム 1 は、ダンプトラック 2 の記憶装置 25 の容量増加を抑制しながら、鉱山全体のランドマーク 8 の GPS 位置をカバーすることができる。

[0083] <ダンプトラックの走行方法>

次に、本実施形態に係るダンプトラック 2 の走行方法の一例について説明する。次の説明においては、図 2 に示す管理装置 10、より具体的には処理装置 12 がダンプトラック 2 の走行を管理する例について説明する。処理装置 12 は、通信システム 9、より具体的には無線通信装置 18 と無線通信装置 28 とを介して、図 4 に示すダンプトラック 2 の処理装置 20、より具体的には走行制御部 20A に走行指令信号を送信する。走行指令信号は、ダンプトラック 2 の走行速度の指令値及び走行経路生成部 12B が生成した走行経路の情報を含む。

[0084] ダンプトラック 2 の走行制御部 20A は、通信システム 9 を介して送信された処理装置 12 の走行指令信号に基づいて、ダンプトラック 2 を制御して、ダンプトラック 2 の走行を制御する。この場合、走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 のステアリング、アクセル及びブレーキの少なくとも一つを操作する。

[0085] 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 の走行経路生成部 12B が生成した走行経路に従って、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。ダンプトラック 2 の処理装置 20 の走行制御部 20A 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、予め設定され、かつ走行経路生成部 12B が生成した走行経路に沿ってダンプトラック 2 を走行させる。

[0086] 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、本実施形態ではダンプトラック 2 の現在にお

ける自己位置を推測して走行する航法をいう。前述したように、ダンプトラック 2 の方位は、ダンプトラック 2 に搭載されたジャイロセンサ 26 を用いて求められる。ダンプトラック 2 の移動距離は、ダンプトラック 2 に搭載された速度センサ 27 を用いて求められる。

[0087] ジャイロセンサ 26 の検出信号及び速度センサ 27 の検出結果を取得したダンプトラック 2 の走行制御部 20A は、ジャイロセンサ 26 の検出結果に基づいて、既知の起点からのダンプトラック 2 の方位又は方位変化量を求める。また、走行制御部 20A は、速度センサ 27 の検出結果に基づいて、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。走行制御部 20A は、ジャイロセンサ 26 の検出結果及び速度センサ 27 の検出結果に基づいて、ダンプトラック 2 が設定された走行経路に沿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求める。そして、走行制御部 20A は、求めた制御量に基づいて、ダンプトラック 2 のステアリング、アクセル及びブレーキの少なくとも一つを制御することにより、前述した走行経路に沿ってダンプトラック 2 を走行させる。

[0088] 本実施形態では、ダンプトラックの走行制御部 20A が推測航法によってダンプトラック 2 を走行させる。しかし、これに限定されるものではなく、例えば、図 2 に示す管理装置 10 がダンプトラック 2 を推測航法によって走行させてもよい。この場合、管理装置 10 の処理装置 12 は、通信システム 9 を介してジャイロセンサ 26 の検出信号及び速度センサ 27 の検出結果を取得する。そして、処理装置 12 は、ジャイロセンサ 26 の検出結果及び速度センサ 27 の検出結果に基づいて、ダンプトラック 2 が設定された走行経路に沿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求める。次に、処理装置 12 は、通信システム 9 を介して求めた制御量をダンプトラック 2 の処理装置 20 に送信する。処理装置 20 の走行制御部 20A は、管理装置 10 の処理装置 12 から取得した制御量に基づいて、ダンプトラック 2 のステアリング、アクセル及びブレーキの少なくとも一つの操作を制御することにより、前述した走行経路に沿ってダンプトラック 2 を走行させ

る。

[0089] 次に、推測航法により求められたダンブトラック 2 の自己位置（以下、適宜推測位置という）が G P S を使って補正されつつダンブトラック 2 が走行する例について説明する。ダンブトラック 2 の走行距離が長くなると、ジャイロセンサ 2 6 及び速度センサ 2 7 の一方又は両方の検出誤差の蓄積により、ダンブトラック 2 の推測位置と実際のダンブトラック 2 の自己位置との間に誤差が生じる可能性がある。その結果、ダンブトラック 2 は、処理装置 1 2 の走行経路生成部 1 2 B が生成した走行経路から逸脱する可能性がある。

[0090] 本実施形態において、ダンブトラック 2 が推測航法によって走行する場合、走行制御部 2 0 A は、ダンブトラック 2 の推測位置を、位置検出装置 2 9 により検出されたダンブトラック 2 の G P S 位置に関する情報を用いて補正しつつ、ダンブトラック 2 を走行させる。走行制御部 2 0 A は、ジャイロセンサ 2 6 の検出結果と、速度センサ 2 7 の検出結果と、位置検出装置 2 9 が検出したダンブトラック 2 の G P S 位置に関する情報とに基づいて、ダンブトラック 2 の推測位置を補正する。走行制御部 2 0 A は、補正した推測位置を用いて、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 の走行に関する制御量を算出する。そして、走行制御部 2 0 A は、推測航法を用いて走行するダンブトラック 2 が走行経路に従って走行するように、求めた制御量に基づいて、ダンブトラック 2 の走行を制御する。

[0091] 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、推測航法によってダンブトラック 2 が走行する例について説明する。鉱山において、G P S による検出精度（測位精度）が低下する状態及び G P S による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 2 9 A が G P S 衛星 5 からの電波を十分に受信できない場合又はアンテナ 2 9 A が電波を受信できる G P S 衛星 5 の数が少ない場合、G P S による検出精度が低下する状態及び G P S による測位が不能となる状態が発生する可能性がある。

[0092] 本実施形態において、ダンブトラック 2 の走行制御部 2 0 A は、G P S を

用いて推測航法により求められた推測位置を補正することが困難な場合、ランドマーク 8 を用いて推測位置を補正する。すなわち、GPS を用いて推測位置を補正しない場合、走行制御部 20A は、推測航法により求められたダンプトラック 2 の推測位置を、非接触センサ 24 を用いて検出したランドマーク 8 とダンプトラック 2 との相対位置及び非接触センサ 24 を用いて検出したランドマーク 8 に対応する登録位置を用いて補正する。

[0093] 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。鉱山では、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。複数のランドマーク 8 の位置（GPS 位置であり絶対位置）のそれぞれは、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 の位置に関する情報は、管理装置 10 の記憶装置 13 に記憶されて、登録位置となる（ステップ S1）。本実施形態において、ランドマーク 8 の位置に関する情報は、一部又は全部が、通信システム 9 を介してダンプトラック 2 の処理システム 2S が有する記憶装置 25 に送信されて記憶される。

[0094] ダンプトラック 2 の走行制御部 20A 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 S2）。ダンプトラック 2 の走行中において、走行制御部 20A は、非接触センサ 24 から電波を発射させる。非接触センサ 24 の検出結果は、走行制御部 20A に出力される。走行制御部 20A は、非接触センサ 24 の検出結果に基づいて、ランドマーク 8 が検出されたか否かを判定する（ステップ S3）。

[0095] ステップ S3 において、ランドマーク 8 が検出されていないと判定された場合（ステップ S3、No）、推測航法に基づくダンプトラック 2 の走行が継続される（ステップ S2）。ステップ S3 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（ステップ S3、Yes）、走行制御部 20A は、記憶装置 25 に記憶されたランドマーク 8 の位置、すなわち登録位置と、非接触センサ 24 が検出したランドマーク 8 の位置（計測位置）とを比較す

る（ステップS4）。走行制御部20Aは、非接触センサ24が検出した、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、非接触センサ24がランドマーク8を検出した時点におけるダンプトラック2の推測位置とに基づいて、ランドマーク8の計測位置を求める。

[0096] この場合、走行制御部20Aは、記憶装置25に記憶されている複数のランドマーク8の位置に関する情報のうち、非接触センサ24が検出したランドマーク8に対応する情報を記憶装置25から抽出する。すなわち、記憶装置25に記憶されている複数のランドマーク8の登録位置（GPS位置）から、非接触センサ24がランドマーク8を検出したタイミングにおけるダンプトラック2の進行方向側において推測位置に最も近いランドマーク8の位置が抽出される。ステップS4においては、このようにして抽出されたランドマーク8の登録位置が、非接触センサ24が検出したランドマーク8の計測位置と比較される。

[0097] 本実施形態では、ランドマーク8の登録位置と計測位置とがステップS4で比較されるが、これに限定されるものではない。例えば、ダンプトラック2の推測位置と、ランドマーク8の登録位置から求められたダンプトラック2の位置とがステップS4で比較されてもよい。この場合、ランドマーク8の登録位置に基づくダンプトラック2の位置は、非接触センサ24が検出した、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及びランドマーク8の登録位置から求められる。

[0098] 走行制御部20Aは、ステップS4で比較した結果に基づいて、ダンプトラック2の推測位置を補正する（ステップS5）。例えば、走行制御部20Aは、記憶装置25に記憶されたランドマーク8の登録位置と、非接触センサ24が検出したランドマーク8の計測位置との差に基づいて、推測位置の補正量を求める。すなわち、走行制御部20Aは、ジャイロセンサ26の検出結果と、速度センサ27の検出結果と、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との相対位置に関する情報と、記憶装置25に記憶されているランドマーク8の位置に関する情報とに基づき、

ダンプトラック 2 の推測位置を補正する前述の補正量を含む、ダンプトラック 2 の走行に関する制御量を求める。走行制御部 20A は、求めた補正量及び制御量を含む指令に基づき、図 2 に示す処理装置 12 の走行経路生成部 12B が生成し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。

[0099] 本実施形態においては、ダンプトラック 2 の処理装置 20 が GPS 又はランドマーク 8 を用いて推測位置を補正する例を説明した。しかし、これに限定されず、図 2 に示す管理装置 10 が GPS 又はランドマーク 8 を用いて推測位置を補正してもよい。

[0100] <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 S1 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 の位置（GPS 位置）を検出する処理である。具体的には、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 の位置又は位置に関する情報を、記憶装置 13（データベース 13B）に記憶させて登録する処理である。なお、ランドマーク 8 の位置は、ダンプトラック 2 の記憶装置 25（データベース 25B）に記憶されて登録されてもよい。

[0101] 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 の位置は、GPS 用のアンテナ 34A を用いて検出される。

[0102] 作業員 WM が搭乗した車両 3 は、位置が検出されて登録される対象のランドマーク 8 の近くまで移動する。この場合、車両 3 は、自身にアンテナ 34A を搭載した状態で、登録対象のランドマーク 8 の近くまで移動する。

[0103] 車両 3 がランドマーク 8 の近くに到着すると、作業員 WM は、アンテナ 34A を保持して車両 3 の外側に移動する。このため、アンテナ 34A は、車両 3 の外側に持ち出されるが、位置検出装置 34 は、車両 3 に搭載されている。次に、図 9 に示すように、作業員 WM は、鉱山に設置されたランドマー

ク 8 の近傍に、アンテナ 3 4 A を設置する。アンテナ 3 4 A 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。

[0104] アンテナ 3 4 A が受信した GPS 衛星 5 からの電波に基づく信号は、ケーブル 3 5 を介して位置検出装置 3 4 に出力される。位置検出装置 3 4 は、アンテナ 3 4 A からの信号に基づいて、アンテナ 3 4 A の位置 (GPS 位置) を検出する。図 9 に示すように、アンテナ 3 4 A 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 3 4 に出力することになる。したがって、位置検出装置 3 4 がアンテナ 3 4 A の GPS 位置を求めることによって、ランドマーク 8 の GPS 位置が求められる。

[0105] 車両 3 の処理装置 3 0 は、アンテナ 3 4 A からの信号に基づく情報を、車両 3 に搭載された無線通信装置 3 2 を用いて管理装置 1 0 の無線通信装置 1 8 に送信する。本実施形態において、アンテナ 3 4 A からの信号に基づく情報は、アンテナ 3 4 A からの信号に基づいて位置検出装置 3 4 により検出された、アンテナ 3 4 A 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等を含む。以下において、これらの情報をランドマーク位置情報という。管理装置 1 0 の無線通信装置 1 8 は、車両 3 の無線通信装置 3 2 から送信された、ランドマーク位置情報を受信する。管理装置 1 0 の処理装置 1 2 は、無線通信装置 1 8 を介して車両 3 から送信されたランドマーク位置情報に関する情報を取得して、記憶装置 1 3 (データベース 1 3 B) に登録する。

[0106] <推測航法の制限>

図 1 0 は、ダンプトラック 2 が推測航法のみによって走行している場合における走行距離の制限を説明するための図である。図 1 0 の符号 F は、ダンプトラック 2 の進行方向を示している。図 1 0 に示す位置 P m は、ダンプトラック 2 が GPS 及びランドマーク 8 を用いて推測位置を補正することが困難になった結果、推測航法のみでの走行を開始した位置を示している。ダンプトラック 2 は、推測航法のみによって走行する場合、前述したように、走行

距離が大きくなるにしたがって推測位置の誤差が大きくなる。ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いて走行する場合、非接触センサ 24 の検出領域 300 にランドマーク 8 が存在すれば、走行制御部 20A は、ランドマーク 8 の位置に関する情報を用いて推測位置を補正できる。しかし、非接触センサ 24 がランドマーク 8 を検出できない場合にダンプトラック 2 が推測航法のみで走行し続けると、推測位置の誤差が大きくなる結果、ダンプトラック 2 は搬送路 HL を逸脱する可能性もある。

[0107] このため、図 4 に示すダンプトラック 2 の走行制限部 20B は、GPS 及びランドマーク 8 を用いて推測位置を補正することが困難である結果、推測航法のみによって走行する場合には、第 1 距離  $L_1$  を超えてダンプトラック 2 を走行させない。このため、走行制限部 20B は、推測航法のみによって走行するダンプトラック 2 が第 1 距離  $L_1$  に到達した場合、これを停止させる。図 10 に示す例において、推測航法のみを用いて走行していたダンプトラック 2 は、位置  $P_s$  で停止する。このように、走行制限部 20B は、推測航法のみによって走行するダンプトラック 2 の走行距離を制限する。

[0108] 第 1 距離  $L_1$  は、推測航法のみによって走行するダンプトラック 2 が走行可能な距離である。すなわち、第 1 距離は、誤差が蓄積されたとしても、ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いて搬送路 HL を確実に逸脱しないで走行できる距離である。第 1 距離  $L_1$  は、予め定められて図 4 に示すダンプトラック 2 の記憶装置 25 に記憶されている。走行制限部 20B は、ダンプトラック 2 を推測航法のみで走行させる場合、記憶装置 25 から第 1 距離  $L_1$  を読み出す。そして、走行制限部 20B は、推測航法のための走行が開始した位置  $P_m$  からダンプトラック 2 が走行した距離が第 1 距離  $L_1$  になると、ダンプトラック 2 を停止させる。本実施形態において、第 1 距離  $L_1$  は、例えば 100 m であるが、これには限定されない。

[0109] 鉱山において、搬送路 HL を走行するダンプトラック 2 が停止すると、ダンプトラック 2 は積荷を排土場 DPA まで搬送できず、また積込場 LPA に移動することもできない。その結果、鉱山での生産性が低下する可能性がある。

る。また、搬送路HLを走行するダンプトラック2が停止すると、停止したダンプトラック2の後続のダンプトラック2も停止する可能性があるため、鉱山での生産性はさらに低下する可能性がある。このように、推測航法のみを用いて走行するダンプトラック2が第1距離 $L_1$ を超えた場合にこれを停止させると、鉱山での生産性が低下する可能性がある。鉱山での生産性の低下を抑制するためには、搬送路HLを走行するダンプトラック2の停止時間を極力短くすることが好ましい。

[0110] <推測航法の制限の緩和>

図11は、ダンプトラック2が推測航法によって走行している場合における走行距離の制限の緩和を説明するための図である。管理システム1及び本実施形態に係る鉱山機械の管理方法は、ダンプトラック2が推測航法のみによる走行を開始した位置 $P_m$ から第1距離 $L_1$ 以内ではランドマーク8を検出できないが、ダンプトラック2が位置 $P_m$ から第1距離 $L_1$ を走行した場合に到達する位置 $P_s$ を基準として、ダンプトラック2の進行方向Fに向かって第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在する場合には、第1距離 $L_1$ を延長して、第1距離 $L_{1e}$ とする( $L_{1e} > L_1$ )。このようにすることで、管理システム1及び本実施形態に係る鉱山機械の管理方法は、推測航法のみを用いて走行するダンプトラック2が、搬送路HLで停止する回数又は時間を低減できるので、鉱山での生産性の低下を抑制することができる。

[0111] 図11に示す例において、位置 $P_a$ は、ダンプトラック2が推測航法のみを用いた走行を開始した位置 $P_m$ から第1距離 $L_1$ を走行した場合に到達する位置 $P_s$ を基準とし、位置 $P_s$ からダンプトラック2の進行方向Fに向かって第2距離 $L_2$ だけ離れた位置である。図11に示す例では、位置 $P_s$ を基準として、ダンプトラック2の進行方向Fに向かって第2距離 $L_2$ 以内の範囲の位置 $P_{lm}$ に、ランドマーク8が存在する。すなわち、位置 $P_a$ よりも位置 $P_s$ 側にランドマーク8が存在する。この場合、走行制限緩和部20Cは、現時点における第1距離 $L_1$ を、これよりも大きい第1距離 $L_{1e}$ に

変更する。そして、走行制限部20Bは、第1距離を $L_1$ から $L_{1e}$ に変更した後において、ダンプトラック2が推測航法のみを用いて走行している場合、ダンプトラック2が推測航法のみを用いた走行を開始した位置 $P_m$ から変更後の第1距離 $L_{1e}$ の位置 $P_{se}$ にダンプトラック2が到達した時点で、ダンプトラック2を停止させる。

[0112] ダンプトラック2が位置 $P_{se}$ に到達する前に、非接触センサ24が自身の検出領域300内に存在するランドマーク8を検出した場合、走行制御部20Aは、推測航法とランドマーク8の位置に関する情報とを用いてダンプトラック2を走行させる。具体的には、走行制御部20Aは、推測位置をランドマーク8の位置に関する情報で補正し、補正後の推測位置を用いてダンプトラック2を走行させる。このように、非接触センサ24がランドマーク8を検出した後において、走行制御部20Aは、ランドマーク8によって推測位置を補正しながらダンプトラック2を走行させることにより、推測位置の誤差を低減できるので、予め設定された走行経路に沿ってダンプトラック2を走行させるときの精度低下を抑制できる。

[0113] 第1距離 $L_1$ を延長する大きさ（以下、適宜延長量という） $\Delta L_1$ は、 $L_{1e} - L_1$ である。延長量 $\Delta L_1$ は、特定の大きさに限定されるものではないが、大き過ぎると推測位置の誤差が大きくなり、小さ過ぎるとダンプトラック2が停止する頻度を低減する効果が低減する。このため、延長量 $\Delta L_1$ は、推測位置の誤差が許容できる範囲で可能な限り大きく設定されることが好ましい。例えば、延長量 $\Delta L_1$ は、第1距離 $L_1$ の $1/5$ 以下、より好ましくは第1距離 $L_1$ の $1/3$ 以下、さらには第1距離 $L_1$ の $1/2$ 以下とすることが好ましい。

[0114] 搬送路HLの幅が大きい場合と小さい場合とを比較すると、推測位置の許容誤差は、前者の方が大きくとることができる。搬送路HLの形状が直線である場合と曲線である場合とを比較すると、推測位置の誤差は、後者の方が大きくなる傾向がある。また、搬送路HLの形状が曲線である場合、推測位置の誤差は、曲率が小さい方が大きくなる傾向がある。このため、延長量 $\Delta$

L 1 は、搬送路 H L の寸法及び形状等、すなわち搬送経路 H L の形態に応じて設定されてもよい。このようにすることで、推測位置の誤差によりダンプトラック 2 が搬送路 H L を逸脱する可能性を低減することができる。

[0115] このため、本実施形態において、走行制限緩和部 20C は、推測航法によって発生するダンプトラック 2 の位置、すなわち推測位置の誤差に応じて、第 1 距離 L 1 を延長する量である延長量  $\Delta L 1$  を変更してもよい。すなわち、走行制限緩和部 20C は、搬送路 H L におけるダンプトラック 2 の現在位置に応じて延長量  $\Delta L 1$  を変更してもよい。前述したように、推測位置の誤差は、ダンプトラック 2 が走行する搬送路 H L の寸法及び形状の少なくとも一方によって異なる。このため、走行制限緩和部 20C は、前述したように、搬送路 H L の寸法及び形状の少なくとも一方に応じて、延長量  $\Delta L 1$  を変更する。

[0116] 例えば、ダンプトラック 2 の走行経路は予め設定されているため、図 4 に示す走行制限緩和部 20C は、走行経路の情報に基づいて、延長量  $\Delta L 1$  を変更してもよい。例えば、走行制限緩和部 20C は、走行経路の情報から、ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いた走行を開始した位置 P m の進行方向側における走行経路の寸法及び形状を求める。次に、走行制限緩和部 20C は、求めた走行経路の寸法及び形状に基づき、延長量  $\Delta L 1$  を決定する。例えば、走行制御部 20A は、位置 P m の前方における走行経路が曲線である場合、走行経路が直線である場合の延長量  $\Delta L 1$  よりも小さい値を延長量  $\Delta L 1$  とする。

[0117] 第 2 距離 L 2 の大きさは、延長量  $\Delta L 1$  に、所定量 L d を加算した大きさになる ( $L 2 = \Delta L 1 + L d$ )。所定量 L d は限定されないが、本実施形態では、非接触センサ 24 の検出可能距離 L s よりも小さくしている ( $L d < L s$ )。このようにすると、位置 P s から第 2 距離 L 2 以内の範囲にランドマーク 8 が存在する場合は、ダンプトラック 2 が延長後の第 1 距離 L 1 e を走行する前、すなわち、位置 P s e に到達する前に、ダンプトラック 2 の非接触センサ 24 がランドマーク 8 を検出できるので、好ましい。

## [0118] &lt;鉱山機械の管理方法の処理&gt;

図12は、本実施形態に係る鉱山機械の管理方法の手順を示すフローチャートである。本実施形態に係る鉱山機械の管理方法は、主として図4に示すダンプトラック2の処理装置20によって実行されるが、主として図2に示す管理装置10の処理装置12によって実行されてもよい。ステップS101において、ダンプトラックの処理装置20が備える走行制御部20Aは、GPS位置、すなわちGPSによって検出又は測定された位置が採用できるか否かを判定する。例えば、図4に示す位置検出装置29から検出結果が出力されなかったり、位置検出装置29が出力した検出結果に含まれる精度情報に基づき、GPSの検出状態が良好でなかったりした場合、走行制御部20Aは、GPS位置、すなわちGPSによって測位された位置が採用できないと判定する。GPSが検出する情報には、位置情報の他に、好ましくはGPS電波の受信可否又はGPS電波の受信状態に基づく精度情報が含まれる。

[0119] GPS位置を採用できる場合（ステップS101、Yes）、走行制御部20Aは、ステップS102において、GPSを用いて推測位置を補正しながら、ダンプトラック2を推測航法によって走行させる。GPS位置を採用できない場合（ステップS101、No）、走行制御部20Aは、ステップS103において、図3等に示すダンプトラック2の非接触センサ24がランドマーク8を検出したか否かを判定する。ここで、ランドマーク8の検出について、図15に示すフローチャートを用いて説明する。

[0120] 図13及び図14は、ランドマーク8を検出する手法の一例を示す図である。図15は、ランドマーク8を検出する処理の一例の手順を示すフローチャートである。本実施形態において、非接触センサ24がランドマーク8を検出する場合、ランドマーク8を他の物体と区別するために、非接触センサ24が検出した物体の反射強度、非接触センサ24が検出した物体の動き及び登録されたランドマーク8の位置と非接触センサ24によって得られた物体の位置との差を用いて、両者を区別する。

[0121] 図13に示すように、搬送路HLを走行するダンプトラック2の進行方向側に、ランドマーク8、岩石RK、標識S1及び車両3が存在するとする。これらが、非接触センサ24の検出領域300に入っている。車両3は、矢印Fで示す方向に移動している。矢印Fは、車両3の進行方向を示している。ステップS201において、非接触センサ24がこれらを検出した場合、図14に示すように、ランドマーク8の位置はP1、岩石RKの位置はPrk、標識S1の位置はPsi、車両3の位置はPvとなる。予め求められ、図2に示す管理装置10の記憶装置13又は図4に示すダンプトラック2の記憶装置25に記憶され、登録されたランドマーク8の位置はPr（以下、適宜登録ランドマーク位置Prという）である。図14に示すように、非接触センサ24がこれらの物体を検出した場合、検出領域300内に反射強度が異なったり、移動したりしている物体が存在するという情報が得られる。走行制御部20Aは、これらの情報から、例えば、ステップS202以降の処理を実行することによって、ランドマーク8を特定する。以下の説明においては、非接触センサ24が検出した物体を、適宜被検出物という。

[0122] ステップS202以降の処理を実行する前に、走行制御部20Aは、被検出物の距離及び方位から、これらの位置を求める。被検出物の位置は、非接触センサ24に対する相対位置である。このため、走行制御部20Aは、非接触センサ24が物体を検出した時点におけるダンプトラック2の位置（絶対位置）を用いて、被検出物の絶対位置を求める。以下において、ランドマーク8に対応する位置P1、岩石RKに対応する位置Prk、標識S1に対応する位置Psi及び車両3に対応する位置Pvは、いずれも絶対位置である。

[0123] ステップS202において、走行制御部20Aは、図4に示すダンプトラック2の記憶装置25から、登録ランドマーク位置Prを取得し、被検出物の絶対位置と比較する。登録ランドマーク位置Prは、GPS位置であり絶対位置である。走行制御部20Aは、ステップS202の比較をした後、ステップS203に処理を進める。ステップS203において、被検出物の絶

対位置と登録ランドマーク位置  $P_r$  との距離が所定の閾値  $r$  以内である場合（ステップ S 2 0 3、Y e s）、走行制御部 2 0 A は、それらの被検出物に対してステップ S 2 0 4 の処理を実行する。所定の閾値  $r$  は、ランドマーク 8 を識別するためのものである。図 1 4 に示す例では、登録ランドマーク位置  $P_r$  と、位置  $P_l$ 、位置  $P_{rk}$  及び位置  $P_v$  との距離が所定の閾値  $r$  以内である。このため、走行制御部 2 0 A は、これらに対して、ステップ S 2 0 4 の処理を実行する。

[0124] ステップ S 2 0 4 において、走行制御部 2 0 A は、位置  $P_l$ 、位置  $P_{rk}$  及び位置  $P_v$  の被検出物の反射強度  $R_F$  を、予め定められた反射強度の閾値  $R_{Fc}$  と比較する。反射強度の閾値  $R_{Fc}$  は、被検出物からランドマーク 8 を特定する場合に、岩石等のように反射強度が低い物体を除外するために用いられる。反射強度の閾値  $R_{Fc}$  の大きさは、この目的を達成できるように定められる。走行制御部 2 0 A は、ステップ S 2 0 4 の比較をした後、ステップ S 2 0 5 に処理を進める。

[0125] ステップ S 2 0 5 において、反射強度  $R_F$  が反射強度の閾値  $R_{Fc}$  以上（ $R_F \geq R_{Fc}$ ）となる被検出物が存在する場合（ステップ S 2 0 5、Y e s）、走行制御部 2 0 A は、そのような被検出物に対してステップ S 2 0 6 の処理を実行する。図 1 4 に示す例では、位置  $P_l$  及び位置  $P_v$  に対応する被検出物の反射強度  $R_F$  が反射強度の閾値  $R_{Fc}$  以上であり、位置  $P_{rk}$  に対応する被検出物の反射強度  $R_F$  が反射強度の閾値  $R_{Fc}$  よりも小さいとする。このため、走行制御部 2 0 A は、位置  $P_l$  及び位置  $P_v$  に対応する被検出物に対して、ステップ S 2 0 6 の処理を実行する。

[0126] ステップ S 2 0 6 において、走行制御部 2 0 A は、位置  $P_l$  及び位置  $P_v$  に対応する被検出物の動きを求める。例えば、走行制御部 2 0 A は、異なる時刻に取得した位置  $P_l$  及び位置  $P_v$  の変化が所定値以上である場合に、これらの位置に対応する被検出物は動いていると判定し、所定値よりも小さい場合に、これらの位置に対応する被検出物は静止していると判定する。ランドマーク 8 は静止している構造物なので、動きのある被検出物はランドマー

ク8ではない。走行制御部20Aは、ステップS206の比較をした後、ステップS207に処理を進める。

[0127] ステップS207において、被検出物が静止している場合（ステップS207、Yes）、走行制御部20Aは、ステップS208において、その被検出物をランドマーク8であると判定する。図14に示す例においては、位置P1に対応する被検出物は静止しており、位置Pvに対応する被検出物は進行方向Fに向かって移動している。このため、位置P1に対応する被検出物がランドマーク8である。位置P1は、ランドマーク8の絶対位置となる。

[0128] 登録ランドマーク位置Prと被検出物の絶対位置との距離が所定の閾値rよりも大きい場合（ステップS203、No）、反射強度RFが反射強度の閾値RFcよりも小さい（ $RF < RFc$ ）被検出物が存在する場合（ステップS205、No）及び検出物が動いている場合（ステップS207、No）、ステップS209において、走行制御部20Aは、このような被検出物はランドマーク8ではないと判定する。走行制御部20Aは、このような処理を実行して非接触センサ24が検出した物体からランドマーク8を特定することにより、非接触センサ24によってランドマーク8が検出される。

[0129] ステップS103に戻り、非接触センサ24がランドマーク8を検出した場合（ステップS103、Yes）、走行制御部20Aは、ステップS104において、ランドマーク8の位置を用いて推測位置を補正しながら、ダンプロック2を推測航法によって走行させる。非接触センサ24がランドマーク8を検出しない場合（ステップS103、No）、走行制御部20Aは、ステップS105において、推測航法のみを用いてダンプロック2を走行させる。

[0130] ステップS106に進み、走行制御部20Aは、ダンプロック2が推測航法のみによる走行を開始してから第1距離L1を走行した場合に到達する位置Psを基準として、ダンプロック2の進行方向に向かって第2距離L2以内の範囲に、ランドマーク8が存在するか否かを判定する。この判定に

あたり、走行制御部20Aは、ダンプトラック2が推測航法のみによる走行を開始した位置 $P_m$ と、ダンプトラック2の進行方向とから、位置 $P_m$ から第1距離 $L_1$ を走行した場合に到達する位置 $P_s$ を求める。次に、走行制御部20Aは、位置 $P_s$ からダンプトラック2が推測航法のみによる走行を開始した時点におけるダンプトラック2の進行方向に向かって第2距離 $L_2$ 以内の範囲に、登録されたランドマーク8が存在するか否かを判定する。この場合、走行制御部20Aは、データベース25Bに登録されているランドマーク8の位置（GPS位置であり絶対位置）と、位置 $P_s$ から第2距離 $L_2$ 以内の範囲における位置とを比較して、登録されたランドマーク8の存在を判定する。

[0131] 前述した例では、ダンプトラック2が推測航法のみによる走行を開始してから第1距離 $L_1$ を走行した場合に到達する位置 $P_s$ を基準としたが、ダンプトラック2が推測航法のみによる走行を開始した位置 $P_m$ を基準とすれば、走行制御部20Aは、 $P_m$ から $L_1 + L_2$ 以内の範囲に、ランドマーク8が存在するか否かを判定してもよい。この場合、走行制御部20Aは、データベース25Bに登録されているランドマーク8の位置 $P_r$ と、位置 $P_m$ から $L_1 + L_2$ 以内の範囲における位置とを比較して、登録されたランドマーク8の存在を判定する。

[0132] 第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在する場合（ステップS106、Yes）、ステップS107において、走行制限緩和部20Cは、現在の第1距離 $L_1$ を延長する。延長後の第1距離 $L_{1e}$ は、延長前の第1距離 $L_1$ に、延長量 $\Delta L_1$ を加算した値である。走行制御部20Aは、ダンプトラック2の記憶装置25に記憶されている現在の第1距離 $L_1$ を、延長後の第1距離 $L_{1e}$ に書き換える。

[0133] 本実施形態においては、延長後における第1距離 $L_{1e}$ を一定値としてダンプトラック2の記憶装置25に記憶させておいてもよい。また、延長前の第1距離 $L_1$ を初期値としてダンプトラック2の記憶装置25に記憶させておき、走行制限緩和部20Cは、搬送路HLの寸法及び形状等に応じて延長

量 $\Delta L_1$ を求めて、記憶装置25から読み出した延長前の第1距離 $L_1$ に求めた延長量 $\Delta L_1$ を加算することにより、延長後の第1距離 $L_{1e}$ を求めてもよい。さらに、搬送路HLの寸法及び形状等に応じて延長後の第1距離 $L_{1e}$ を求めてダンプトラック2の記憶装置25に記憶させておき、走行制限緩和部20Cは、搬送路HLの寸法及び形状等に応じて対応する延長後の第1距離 $L_{1e}$ を記憶装置25から読み出してもよい。このようにすれば、延長後の第1距離 $L_{1e}$ を、搬送路HLの寸法及び形状等に応じた値とすることができるので、推測航法のみを用いて走行するダンプトラック2が、推測位置の誤差の蓄積によって搬送路HLから逸脱する可能性を低減できる。

[0134] 第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在しない場合（ステップS106、No）、この場合、走行制御部20Aは、前述したステップS107の処理を実行せず、次に説明するステップS108の処理を実行する。すなわち、走行制御部20Aは、現在の第1距離 $L_1$ を延長しない。この場合、第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在しない場合（ステップS106、No）、ダンプトラック2の記憶装置25に記憶されている現在の第1距離 $L_1$ は、延長後の第1距離 $L_{1e}$ に書き換えられない。第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在しない場合は、推測航法のみを用いて走行するダンプトラック2に対して、第1距離 $L_1$ を延長しないことにより、推測航法のみを用いて走行するダンプトラック2が搬送路HLから逸脱する可能性を低減できる。

[0135] ステップS108において、走行制御部20Aは、ダンプトラック2が推測航法のみによる走行を開始した位置 $P_m$ から第1距離 $L_1$ 以上走行したか否かを判定する。ステップS108の判定において、第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在する場合は、第1距離 $L_1$ は延長後の第1距離 $L_{1e}$ が用いられ、第2距離 $L_2$ 以内の範囲にランドマーク8が存在しない場合は、延長される前の第1距離 $L_1$ が用いられる。

[0136] ダンプトラック2が位置 $P_m$ から第1距離 $L_1$ 以上走行した場合（ステップS108、Yes）、ステップS109において、走行制限部20Bは、

ダンプトラック2を停止させる。このようにすることで、走行制限部20Bは、推測航法のみを用いてダンプトラック2を走行させる場合における推測位置の誤差の蓄積を抑制することができる。次に、ステップS110に進み、走行制御部20Aは、GPS位置が回復、すなわちGPSによって測位された位置であるGPS位置が採用できるか否かを判定する。

[0137] GPSが回復した場合（ステップS110、Yes）、ステップS102に進み、走行制御部20Aは、GPSを用いて推測位置を補正しながら、ダンプトラック2を推測航法によって走行させる。このとき、走行制御部20Aは、ダンプトラック2の記憶装置25に延長後の第1距離L1eが記憶されている場合には、これを延長前の第1距離L1に書き換える。GPSが回復していない場合（ステップS110、No）、ステップS110に進み、走行制御部20Aは、GPSの回復を待つ。すなわち、走行制御部20Aは、推測航法のみを用いて走行しているダンプトラック2が第1距離L1又は延長後の第1距離L1eを走行した後は、GPSが回復するまでダンプトラック2を停止させる。このため、推測位置の誤差の蓄積が抑制される。

[0138] 次に、ステップS108に戻って説明する。ダンプトラック2が位置Pmから第1距離L1以上走行していない場合（ステップS108、No）、ステップS111において、GPS位置が回復したか否かを判定する。GPSが回復した場合（ステップS111、Yes）、ステップS102に進み、走行制御部20Aは、GPSを用いて推測位置を補正しながら、ダンプトラック2を推測航法によって走行させる。走行制御部20Aは、ダンプトラック2の記憶装置25に延長後の第1距離L1eが記憶されている場合には、これを延長前の第1距離L1に書き換える。

[0139] GPSが回復していない場合（ステップS111、No）、ステップS112に進み、走行制御部20Aは、ダンプトラック2の非接触センサ24がランドマーク8を検出したか否かを判定する。非接触センサ24がランドマーク8を検出した場合（ステップS112、Yes）、走行制御部20Aは、ステップS104において、ランドマーク8の位置を用いて推測位置を補

正しながら、ダンプトラック 2 を推測航法によって走行させる。このとき、走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 の記憶装置 25 に延長後の第 1 距離  $L1e$  が記憶されている場合には、これを延長前の第 1 距離  $L1$  に書き換える。

[0140] 非接触センサ 24 がランドマーク 8 を検出しない場合（ステップ S112、No）、走行制御部 20A は、ステップ S113 において、ダンプトラック 2 を走行させる。すなわち、走行制御部 20A は、推測航法のみを用いて走行しているダンプトラック 2 が第 1 距離  $L1$  又は延長後の第 1 距離  $L1e$  を走行するまで、ダンプトラック 2 を走行させる。

[0141] このように、管理システム 1 及び本実施形態に係る鉱山機械の管理方法は、推測航法のみを用いてダンプトラック 2 が走行する場合、第 1 距離  $L1$  よりも先であって第 2 距離  $L2$  以内の範囲にランドマーク 8 が存在する場合には、第 1 距離  $L1$  を延長する。このようにすることで、管理システム 1 及び本実施形態に係る鉱山機械の管理方法は、第 1 距離  $L1$  を超えて、推測航法のみを用いてダンプトラック 2 を走行させることができるので、鉱山における生産性の低下を抑制することができる。前述したステップ S101 からステップ S113 までの各処理の順序及びステップ S201 からステップ S208 までの各処理の順序は、適宜変更されてもよい。

[0142] 図 16 は、ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いて走行している場合におけるダンプトラック 2 の車速の変化例を説明するための図である。本実施形態において、走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いて走行している場合、ダンプトラック 2 の走行距離が増加するにしたがって車速を低下させる。このようにすることで、単位時間あたりに走行するダンプトラック 2 の走行距離は短くなるので、単位時間あたりにおける推測位置の誤差の蓄積を抑制できる。その結果、推測航法での精度低下を抑制することができる。また、走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 を停止させやすくなるという利点もある。

[0143] 図 16 に示す例において、搬送路 HL を走行するダンプトラック 2 は、位

置 P m で推測航法のみを用いた走行を開始する。走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いた走行を開始したら、推測航法のみを用いる前と比較してダンプトラック 2 の車速を低下させる。この場合、走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 の走行時間又は走行距離に応じて、ダンプトラック 2 の車速の低下量を大きくする。すなわち、ダンプトラック 2 の車速は、走行時間の経過又は走行距離の増加にともなって小さくなる。この場合、ダンプトラック 2 の車速は、段階的に小さくなってもよいし、連続的に小さくなってもよい。

[0144] 本実施形態において、走行制御部 20A は、ダンプトラック 2 が推測航法のみを用いて走行している場合、ダンプトラック 2 の非接触センサ 24 が、ダンプトラック 2 の進行方向側にランドマーク 8 の位置を検出した場合、ランドマーク 8 が検出される前よりもダンプトラック 2 の車速を増加させる。推測航法のみを用いてダンプトラック 2 が走行している場合、ランドマーク 8 が検出できれば、ランドマーク 8 の位置を用いて推測位置を補正できる。このため、走行制御部 20A は、ランドマーク 8 が検出された後は、ダンプトラック 2 の車速を増加させることにより、鉱山における生産性の低下を抑制することができる。

[0145] 図 16 に示す例において、位置 P m で推測航法のための走行を開始したダンプトラック 2 は、第 1 距離 L 1（又は延長後の第 1 距離 L 1 e）に到達する前の位置 P c で、非接触センサ 24 が検出領域 300 内にランドマーク 8 を検出している。この場合、ダンプトラック 2 は、位置 P m から位置 P c までは車速が徐々に低下するが、位置 P c 以降は車速が増加する。位置 P c 以降において、走行制御部 20A は、管理装置 10 からの車速の指令値に到達するまでダンプトラック 2 の車速を増加させ、前述した指令値に到達した後は、ダンプトラック 2 の車速が前述した指令値となるように制御する。

[0146] 以上、本実施形態について説明したが、前述した内容により本実施形態が限定されるものではない。また、前述した実施形態の構成要素には、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

が含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換及び変更を行うことができる。本実施形態は、GPSを併用した自動走行の例で説明したが、GPSを用いないシステムにも適用可能である。この場合は、図12に示すフローチャートにおいて、ステップS101、ステップS102、ステップS110及びステップS111が省略される。そして、スタートからステップS103の処理が実行され、ステップS108においてNである場合にはステップS112に進めばよい。

### 符号の説明

- [0147]
- 1 管理システム
  - 2 ダンプトラック
  - 2 S 処理システム
  - 3 車両
  - 3 S 制御システム
  - 4 積込機械
  - 7 管制施設
  - 8 ランドマーク
  - 8 R 反射部
  - 9 通信システム
  - 10 管理装置
  - 12 処理装置
  - 12 A データ処理部
  - 12 B 走行経路生成部
  - 13 記憶装置
  - 13 B データベース
  - 18 無線通信装置
  - 18 A アンテナ
  - 20 処理装置

20A 走行制御部  
20B 走行制限部  
20C 走行制限緩和部  
24 非接触センサ  
25 記憶装置  
25B データベース  
26 ジャイロセンサ  
27 速度センサ  
28 無線通信装置  
28A アンテナ  
29 位置検出装置  
29A アンテナ  
300 検出領域  
HL 搬送路  
L1L1e 第1距離  
L2 第2距離  
 $\Delta L1$  延長量

## 請求の範囲

- [請求項1] 複数のランドマークが設置された鉱山を無人で走行する鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械に対する前記ランドマークの位置を非接触で検出する検出部と、
- 予め求められた前記ランドマークの位置と前記検出部によって得られた前記ランドマークの位置とに基づいて前記鉱山機械の現在位置を補正して、推測航法により前記鉱山機械を走行させる走行制御部と、
- 前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に、前記鉱山機械を停止させる走行制限部と、
- 前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから前記第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合、前記第1距離を延長する走行制限緩和部と、
- を含む、鉱山機械の管理システム。
- [請求項2] 前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械の自己位置を求める自己位置検出装置を備え、
- 前記走行制御部は、前記自己位置検出装置が検出した前記自己位置を少なくとも用いて前記鉱山機械を走行させ、前記自己位置検出装置が前記自己位置を検出できなくなったときに、推測航法により前記鉱山機械を走行させる、請求項1に記載の鉱山機械の管理システム。
- [請求項3] 前記走行制限部は、
- 前記自己位置検出装置が前記自己位置を検出できなくなったときの位置を、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始した位置とする、請求項2に記載の鉱山機械の管理システム。
- [請求項4] 前記走行制御部は、前記推測航法を用いて前記鉱山機械を走行させるときには、前記推測航法を用いる前と比較して前記鉱山機械の速度を低下させる、請求項2又は請求項3に記載の鉱山機械の管理システム。

ム。

[請求項5] 前記走行制御部は、前記推測航法を用いて前記鉱山機械を走行させるときには、前記鉱山機械の走行時間又は走行距離に応じて前記鉱山機械の速度の低下量を大きくする、請求項4に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項6] 前記走行制御部は、前記推測航法を用いて前記鉱山機械を走行させるときに前記検出部が前記ランドマークの位置を検出した場合、前記鉱山機械の速度を増加させる、請求項4又は請求項5に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項7] 前記走行制限緩和部は、前記推測航法によって発生する前記鉱山機械の位置の誤差に応じて、前記第1距離を延長する量を変更する、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項8] 前記走行制限緩和部は、前記鉱山機械が走行する搬送路の形態に応じて前記第1距離を延長する大きさを設定する、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項9] 前記走行制限緩和部は、前記鉱山機械が走行する搬送路における前記鉱山機械の現在位置に応じて前記第1距離を延長する大きさを変更する、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の鉱山機械の管理システム。

[請求項10] 複数のランドマークが設置された鉱山を無人で走行する鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械に対する前記ランドマークの位置を非接触で検出する検出部と、

前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械の自己位置を求める自己位置検出装置と、

前記鉱山機械に搭載されて、前記自己位置検出装置が検出した前記自己位置を少なくとも用いて前記鉱山機械を走行させ、前記自己位置検出装置が前記自己位置を検出できなくなったときに、予め求められ

た前記ランドマークの位置と前記検出部によって得られた前記ランドマークの位置とに基づいて前記鉱山機械の現在位置を補正して、推測航法により前記鉱山機械を走行させる走行制御部と、

前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に、前記鉱山機械を停止させる走行制限部と、

前記鉱山機械に搭載されて、前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから前記第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合、前記第1距離を延長する走行制限緩和部と、

を含む、鉱山機械の管理システム。

[請求項11]

複数のランドマークが設置された鉱山を無人で走行する鉱山機械であって、検出した自己位置に基づいて走行し、かつ前記自己位置を検出できなくなったときには、予め求められた前記ランドマークの位置と検出された前記ランドマークの位置とに基づいて自身の現在位置を補正しながら推測航法を用いる鉱山機械を管理するにあたって、

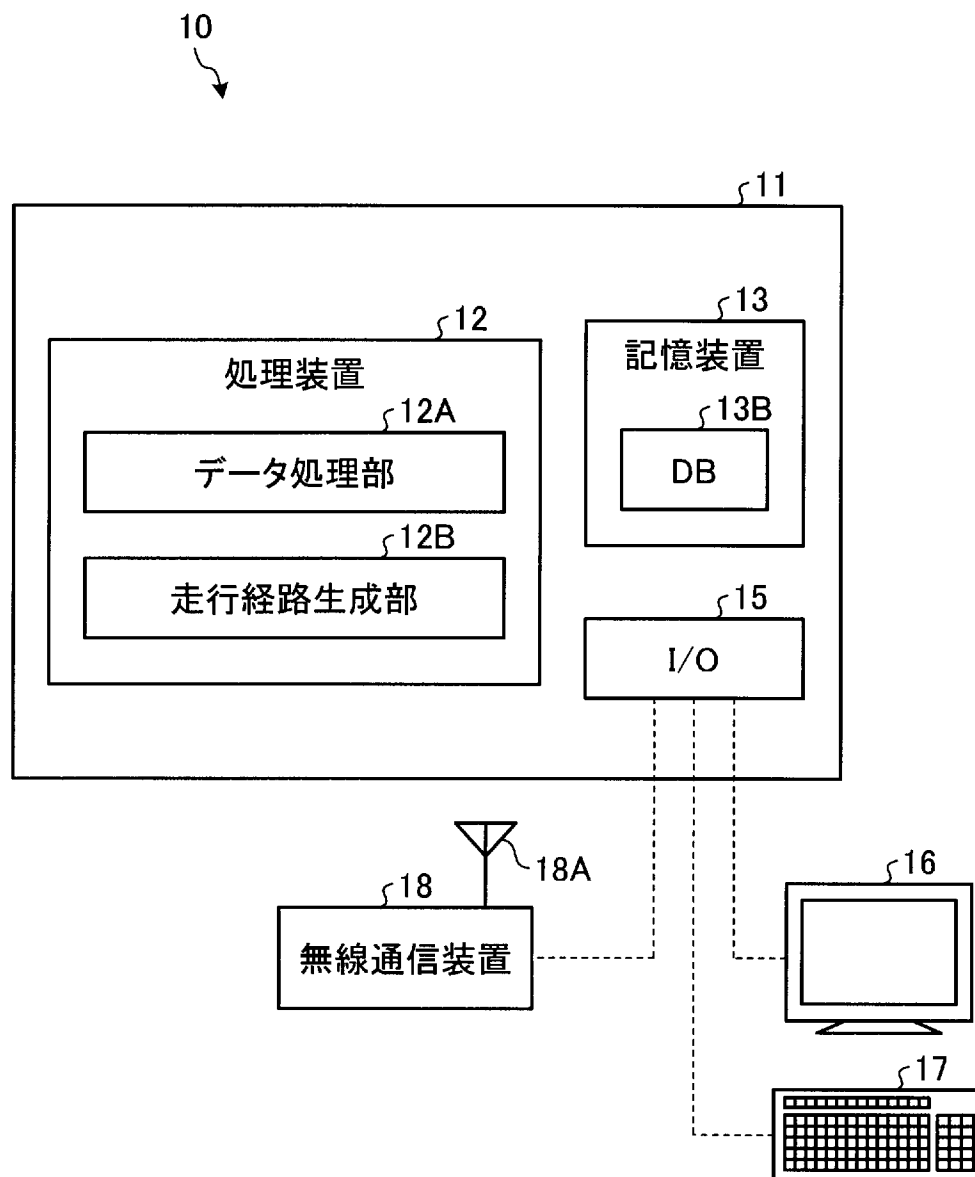
前記ランドマークの位置を検出し、

前記鉱山機械が前記推測航法による走行を開始してから第1距離を走行した場合に到達する位置を基準として、前記鉱山機械の進行方向に向かって第2距離以内の範囲に、予め求められた前記ランドマークの位置が存在する場合には、前記第1距離を延長する、

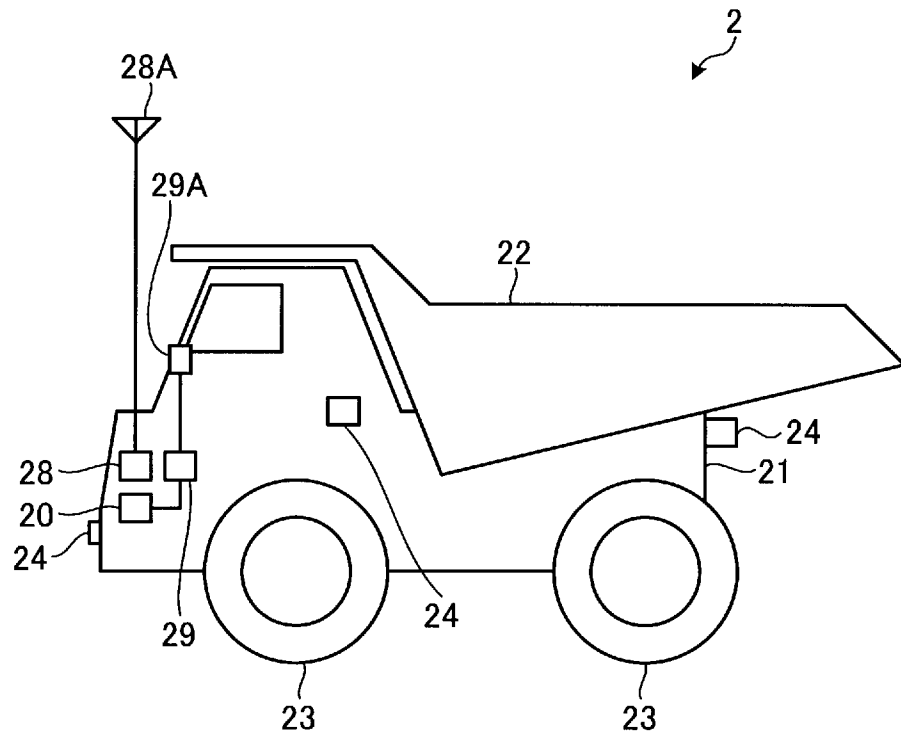
鉱山機械の管理方法。



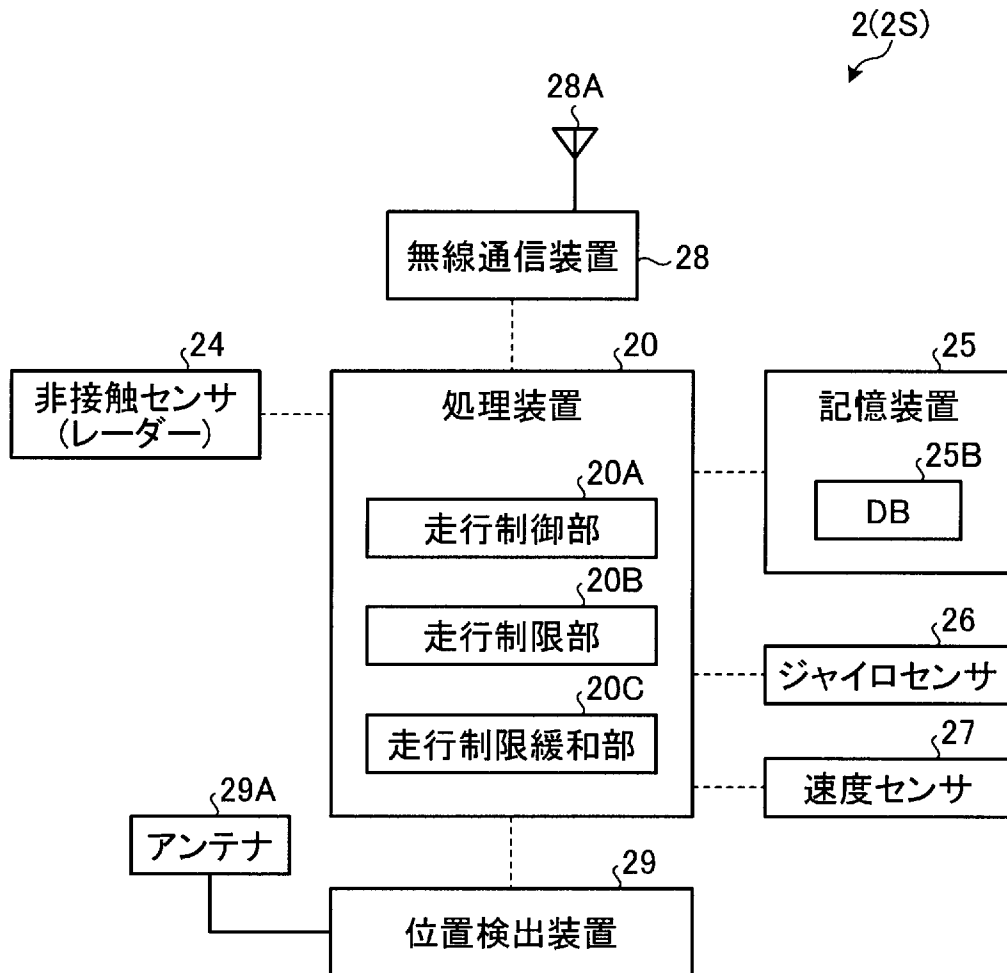
[図2]



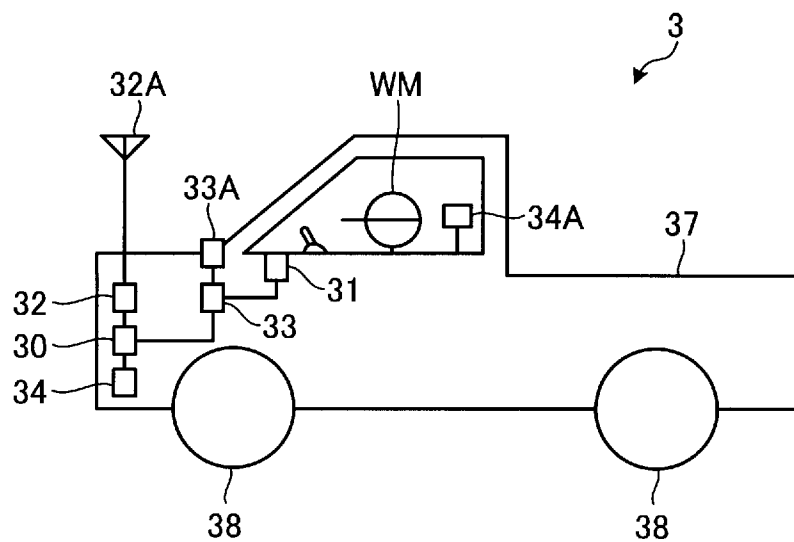
[図3]



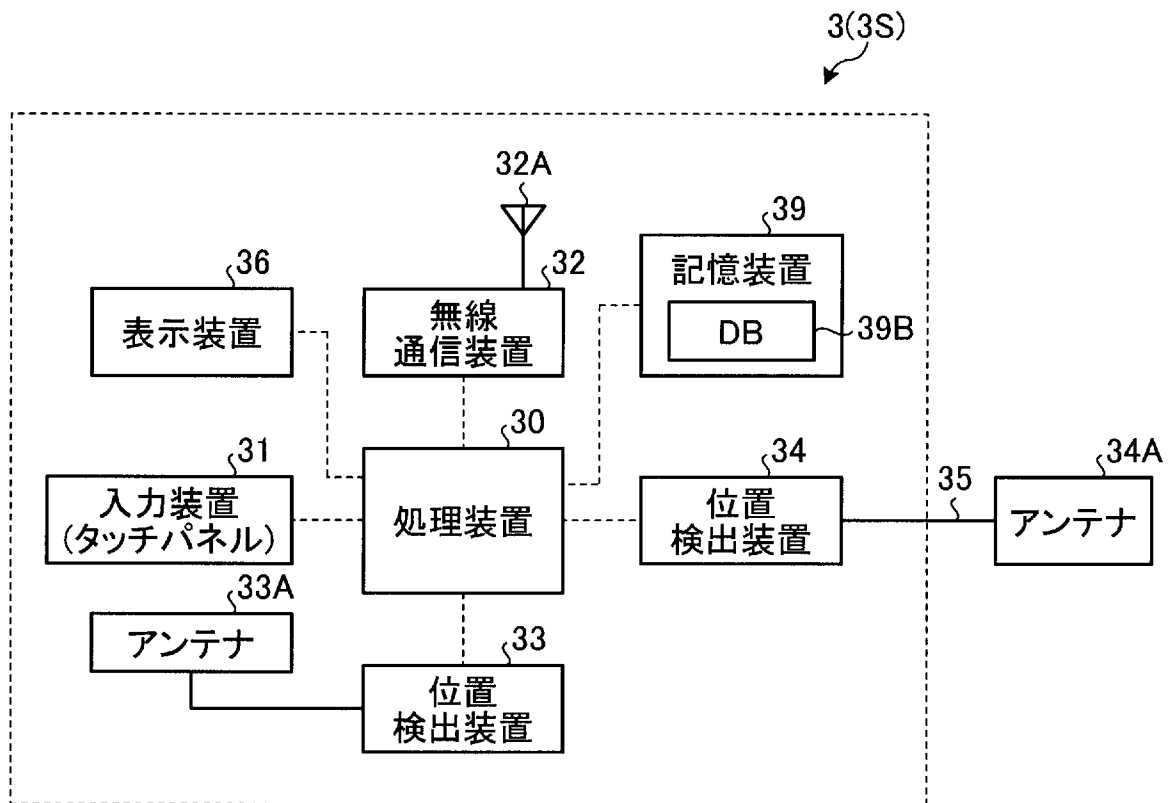
[図4]



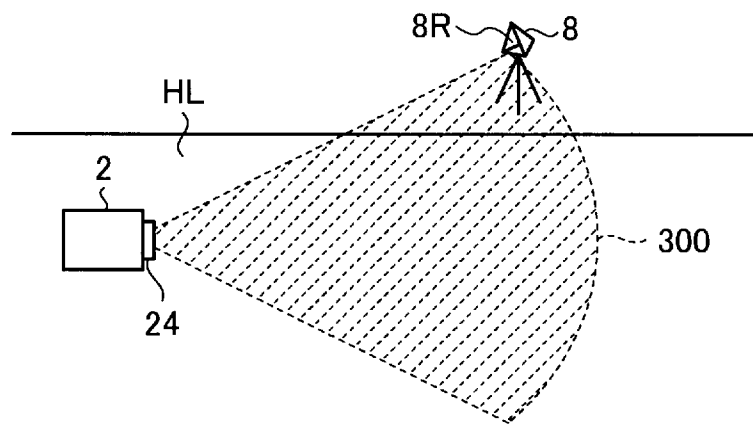
[図5]



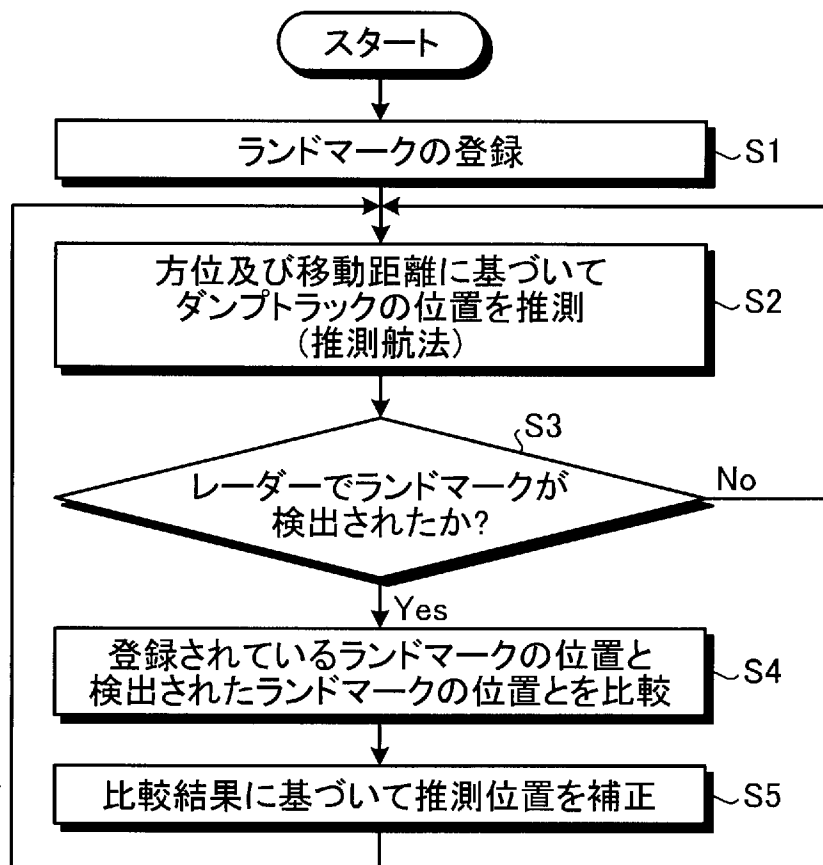
[図6]



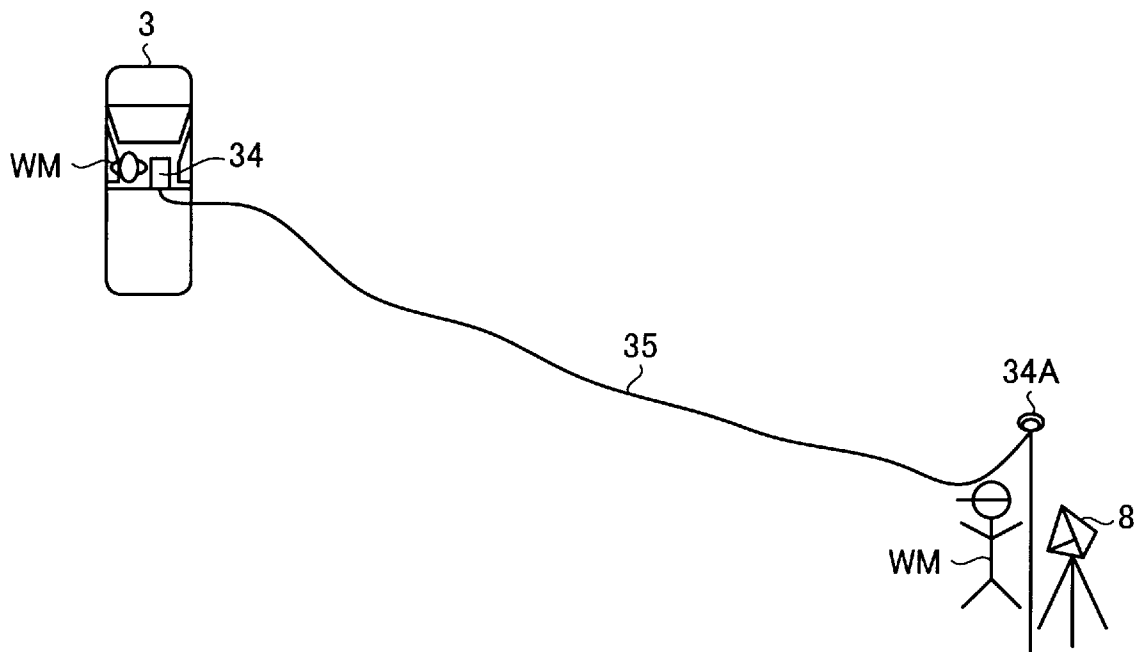
[図7]



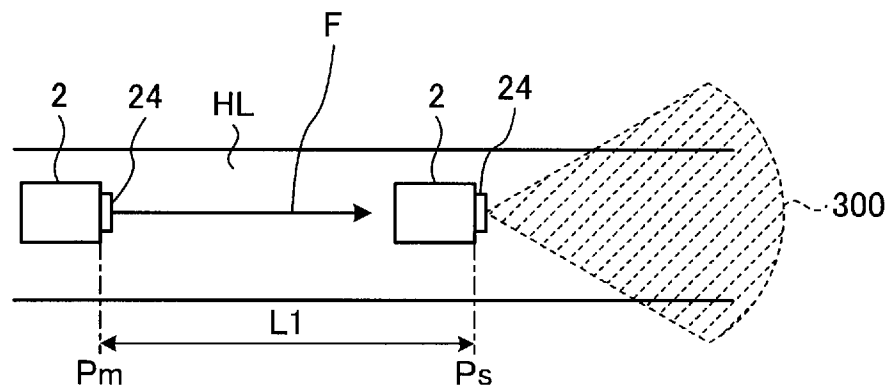
[図8]



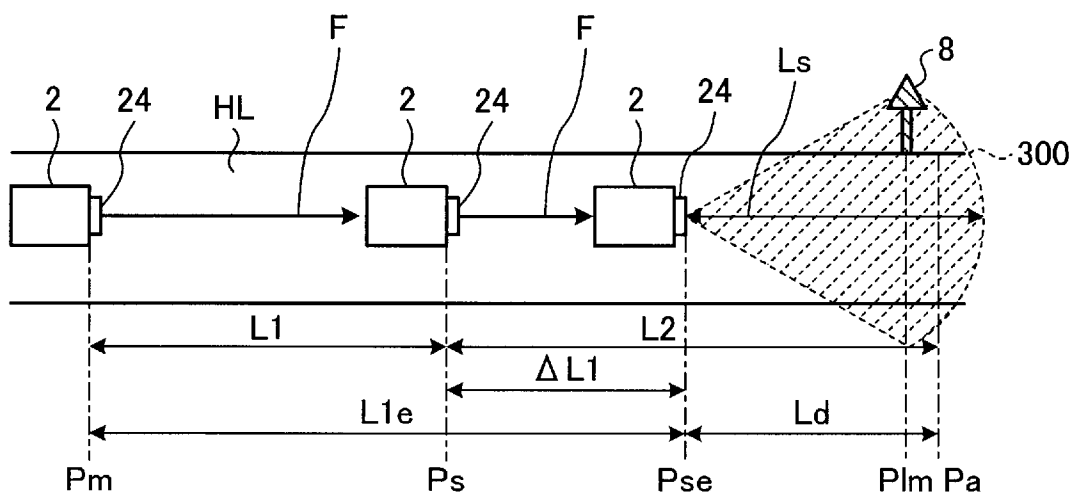
[図9]



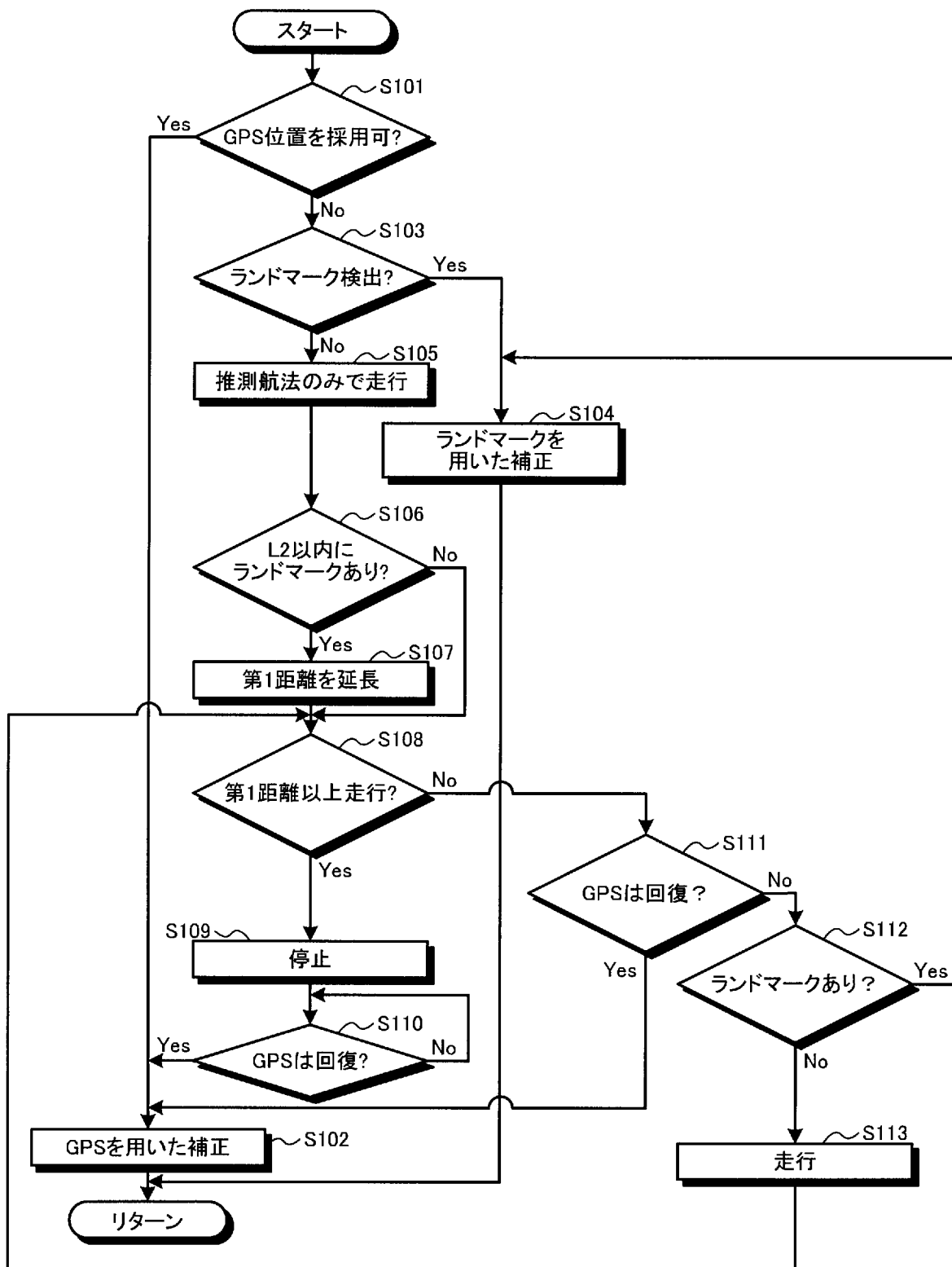
[図10]



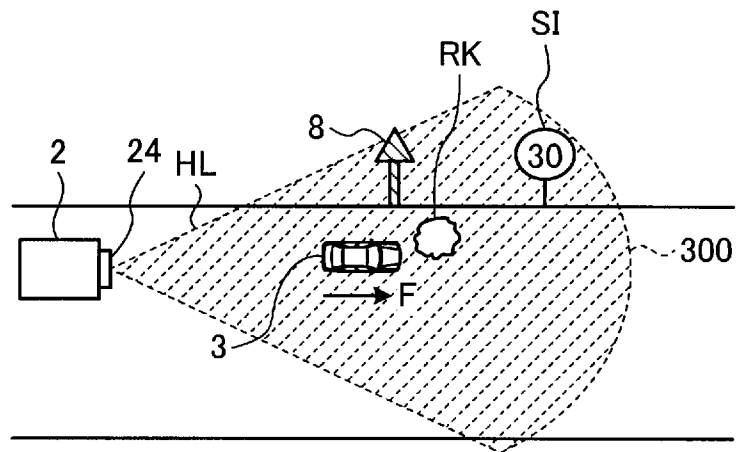
[図11]



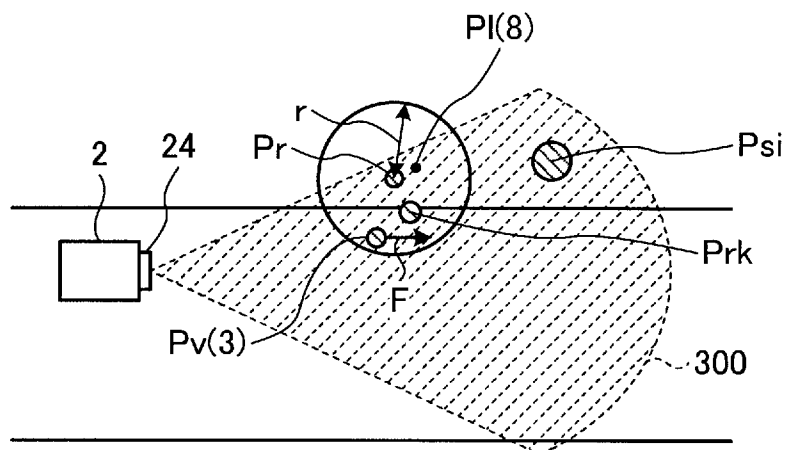
[図12]



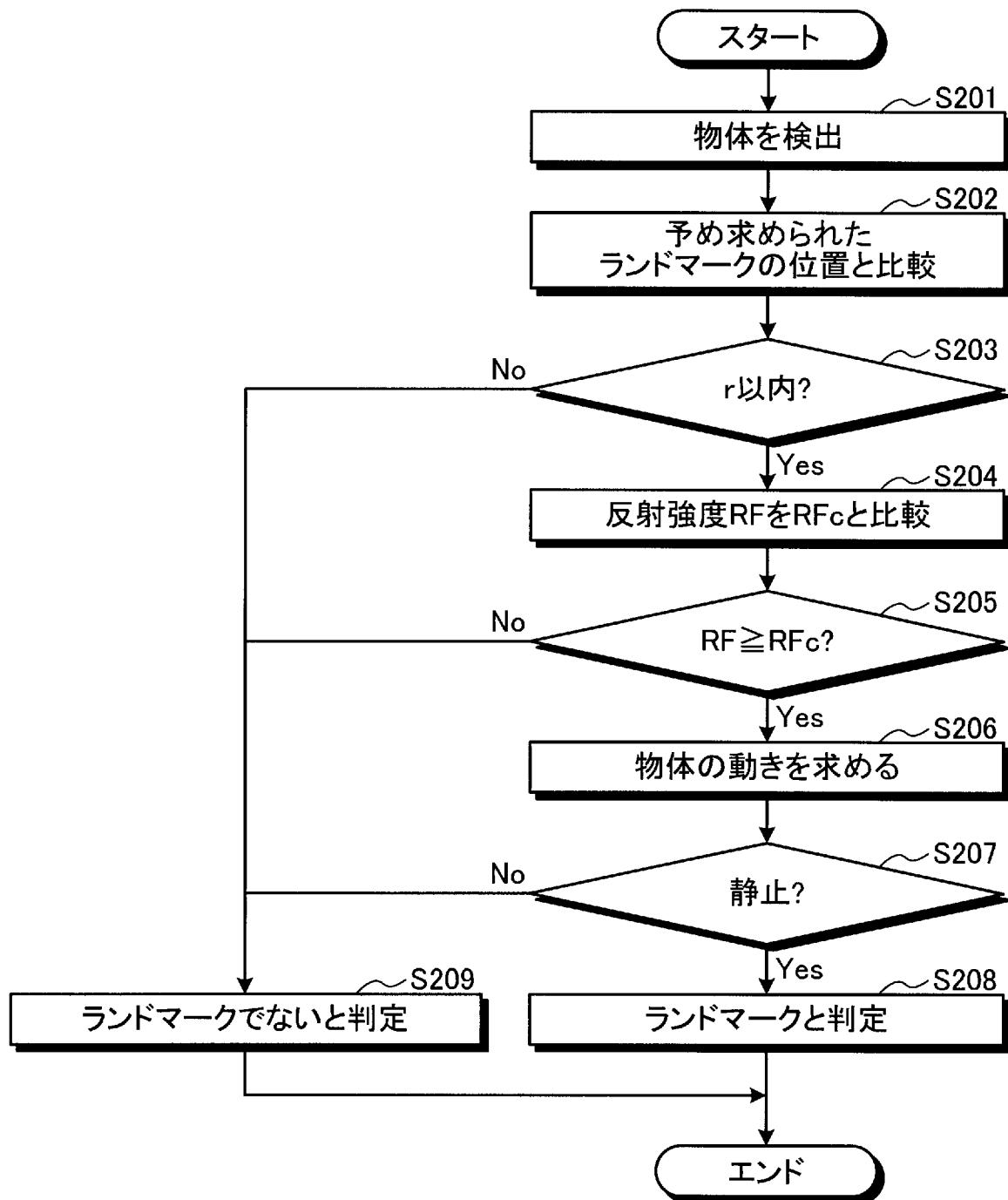
[図13]



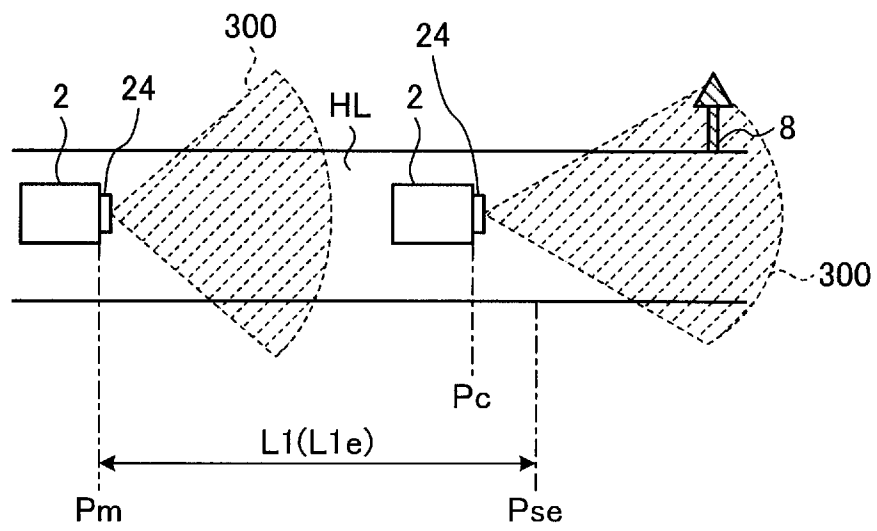
[図14]



[図15]



[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/085258

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/02(2006.01)i, G01S13/06(2006.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G01S19/49(2010.01)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, G01S13/06, G01S19/14, G01S19/49

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 | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2002-215236 A (Komatsu Ltd.),<br>31 July 2002 (31.07.2002),<br>entire text; all drawings<br>& US 2002/0099481 A1               | 1-11                  |
| A         | WO 1998/045765 A1 (Komatsu Ltd.),<br>15 October 1998 (15.10.1998),<br>entire text; all drawings<br>& US 6292725 B1 & JP 3458958 B | 1-11                  |

☐ 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  
14 February, 2014 (14.02.14)

Date of mailing of the international search report  
25 February, 2014 (25.02.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 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, G01S13/06(2006.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G01S19/49(2010.01)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, G01S13/06, G01S19/14, G01S19/49

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 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2002-215236 A（株式会社小松製作所）2002.07.31, 全文, 全図<br>& US 2002/0099481 A1            | 1 - 1 1        |
| A               | WO 1998/045765 A1（株式会社小松製作所）1998.10.15, 全文, 全図<br>& US 6292725 B1 & JP 3458958 B | 1 - 1 1        |

☐ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 2 . 2 0 1 4

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）

稲垣 浩司

3 U

9 5 5 6

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