

(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
2017年6月29日(29.06.2017)



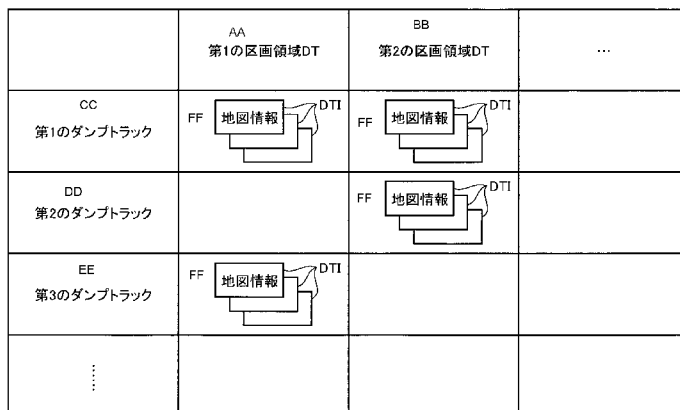
(10) 国際公開番号
WO 2017/109999 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 21/00 (2006.01) *G09B 29/00* (2006.01)
G08G 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086429
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (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: 坂井 敦(SAKAI, Atsushi); 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所 ICTソリューション本部内 Kanagawa (JP). 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ソリューション本部内 Kanagawa (JP). 尾▲崎▼ 友紀(OZAKI, Tomonori); 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所 ICTソリューション本部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒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 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, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WORK MACHINE MANAGEMENT SYSTEM, WORK MACHINE, AND WORK MACHINE MANAGEMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 作業機械の管理システム、作業機械及び作業機械の管理装置



AA First division area DT
BB Second division area DT
CC First dump truck
DD Second dump truck
EE Third dump truck
FF Map information

(57) Abstract: This work machine management system 1 is provided with a plurality of dump trucks 2 that each create map information DTI for a division area DT around the dump truck and a management device 10 that manages the map information DTI for the plurality of division areas DT created by the plurality of dump trucks 2 and uses information about the positions of each dump truck 2 to send, to each dump truck 2, map information DTI for the division area DT where the dump truck 2 is located and map information DTI for the division areas DT adjacent to the division area DT where the dump truck 2 is located.

(57) 要約: 作業機械の管理システム1は、自車両の周囲の区画領域DTの地図情報DTIを作成する複数のダンプトラック2と、複数のダンプトラック2それぞれが作成した複数の区画領域DTの地図情報DTIを管理し、各ダンプトラック2の位置に関する情報に基づいて各ダンプトラック2が存在する区画領域DTの地図情報DTIと各ダンプトラック2が存在する区画領域DTに隣接する区画領域DTの地図情報DTIとを各ダンプトラック2に送信する管理装置10と、を備える。

2が存在する区画領域DTに隣接する区画領域DTの地図情報DTIとを各ダンプトラック2に送信する管理装置10と、を備える。

WO 2017/109999 A1

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：

作業機械の管理システム、作業機械及び作業機械の管理装置

技術分野

[0001] 本発明は、作業機械の管理システム、作業機械及び作業機械の管理装置に関する。

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作業機械として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 1 1 - 2 4 2 5 2 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 鉱山の走行経路を自律走行する作業機械は、電離層に異常が生じると、全地球航法衛星システムを用いて検出された位置の精度が低下し、稼働が停止されることがある。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作業機械の管理システム、作業機械及び作業機械の管理装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、自車両の周囲の領域の地図情報を作成する複数の作業機械と、前記複数の作業機械それぞれが作成した複数の前記領域の地図情報を管理し、各作業機械の位置に関する情報に基づいて各作業機械が存在する領域の地図情報と各作業機械が存在する領域に隣接する領域の地図情報とを各作業機械に送信する管理装置と、を備える作業機械の管理システムである。

- [0007] 前記管理装置は、前記複数の領域の地図情報のうちの前記各作業機械が作成した領域の地図情報を優先して送信することが好ましい。
- [0008] 前記管理装置は、前記複数の領域の地図情報のうちの作成されてからの経過時間が短い領域の地図情報を優先して送信することが好ましい。
- [0009] 前記作業機械は、前記管理装置から受信した前記領域の地図情報を記憶する地図情報記憶手段と、前記地図情報記憶手段が記憶した領域の地図情報と周囲の物体の位置を検出する測距センサの検出結果とを照合することにより位置を検出する計測出力手段と、隣の領域に移動したか否かを判定する判定手段とを備え、前記計測出力手段は、前記作業機械が前記隣の領域に移動したと前記判定手段が判定すると、前記隣の領域に隣接する他の領域の地図情報を要求する要求情報を前記作業機械の位置に関する情報とともに前記管理装置に送信し、前記管理装置は、前記要求情報を受信すると、前記作業機械の位置に関する情報に基づいて、前記他の領域を抽出し、抽出した他の領域の地図情報を前記作業機械に送信することが好ましい。
- [0010] 前記計測出力手段が前記要求情報を前記管理装置に送信する前記他の領域は、前記地図情報記憶手段が地図情報を未記憶の領域であることが好ましい。
- [0011] 本発明は、複数の作業機械により作成された複数の領域の地図情報のうちの自車両が存在する領域の地図情報と自車両が存在する領域に隣接する領域の地図情報とを記憶する地図情報記憶手段と、周囲の物体の位置を検出する測距センサと、GPS位置を検出する位置検出手段と、隣の領域に移動したか否かを判定するとともに前記位置検出手段が検出したGPS位置の誤差が所定の誤差以下であるか否かを判定する判定手段と、前記位置検出手段が検出したGPS位置の誤差が前記所定の誤差以下であると前記判定手段が判定すると、前記位置検出手段の検出結果及び前記測距センサの検出結果から走行経路の表面から上方に突出した上方突出物の位置を検出するとともに、前記隣の領域に移動したと前記判定手段が判定すると検出した前記上方突出物の位置を前記領域の地図情報として管理装置に送信する計測出力手段と、を

備える作業機械である。

[0012] 前記計測出力手段は、前記位置検出手段が検出したGPS位置の誤差が前記所定の誤差を超えていると前記判定手段が判定すると、前記測距センサの検出結果と前記地図情報記憶手段に記憶した領域の地図情報とを照合することにより前記作業機械の位置を検出するとともに、前記隣の領域に移動したと前記判定手段が判定すると、前記隣の領域に隣接する他の領域の地図情報を要求する要求情報を位置に関する情報とともに前記管理装置に送信することが好ましい。

[0013] 前記計測出力手段が前記要求情報を前記管理装置に送信する前記他の領域は、前記地図情報記憶手段が地図情報を未記憶の領域であることが好ましい。

[0014] 本発明は、複数の作業機械により作成された複数の領域の地図情報を管理するとともに、各作業機械に前記複数の領域のうちの各作業機械が存在する領域の地図情報と各作業機械が存在する領域に隣接する領域の地図情報とを送信し、前記作業機械が隣の領域に移動して、前記作業機械から前記隣の領域に隣接する他の領域の地図情報を要求する要求情報を前記作業機械の位置に関する情報とともに受信すると、前記作業機械の位置に関する情報に基づいて、前記他の領域を抽出し、抽出した他の領域の地図情報を前記作業機械に送信する作業機械の管理装置である。

[0015] 前記作業機械に地図情報を送信する前記他の領域は、前記作業機械が地図情報を未記憶の領域であることが好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明によると、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、実施形態に係る作業機械の管理システムの一例を示す図である。

[図2]図2は、実施形態に係る作業機械の管理システムが適用される鉱山の一例を示す平面図である。

[図3]図3は、実施形態に係る作業機械の管理システムの管理装置が記憶する区画領域の地図情報を示す図である。

[図4]図4は、図3中V部を拡大して示す図である。

[図5]図5は、実施形態に係る作業機械の管理システムの管理装置が記憶する区画領域の地図情報と各作業機械との対応関係を示す図である。

[図6]図6は、実施形態に係るダンプトラックの制御ブロック図である。

[図7]図7は、実施形態に係るダンプトラックのハードウェア構成図である。

[図8]図8は、実施形態に係るダンプトラックのマップ保存用データベースが記憶する区画領域に関する情報を示す図である。

[図9]図9は、実施形態に係る管理システムのフローチャートの一例である。

[図10]図10は、図9のステップST8のフローチャートの一例である。

[図11]図11は、図9のステップST9のフローチャートの一例である。

[図12]図12は、図10のステップST84及び図11のステップST94において、マップ保存用データベースが記憶した区画領域の一例を示す図である。

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] 実施形態.

<作業機械の管理システムの概要>

図1は、実施形態に係る作業機械の管理システムの一例を示す図である。

図2は、実施形態に係る作業機械の管理システムが適用される鉱山の一例を示す平面図である。

[0020] 作業機械の管理システム1（以下、管理システムと記す）は、作業機械の管理を行う。作業機械の管理は、作業機械の運行管理、作業機械の生産性の評価、作業機械のオペレータの操作技術の評価、作業機械の保全、及び作業機械の異常診断の少なくとも一つを含む。

[0021] 作業機械とは、作業現場の一例である図1及び図2に示す鉱山Mにおける

各種作業に用いる機械類の総称である。作業機械は、ボーリング機械、掘削機械、積込機械、運搬機械、破碎機、鉱山Mの上空を飛行するドローン、作業者が運転する車両及びサービスマンが運転するサービスカーの少なくとも一つを含む。ボーリング機械、掘削機械、積込機械、運搬機械、破碎機、鉱山Mの上空を飛行するドローン、作業者が運転する車両及びサービスマンが運転するサービスカーは、鉱山Mにおける各種作業に用いられる鉱山機械でもある。掘削機械は、鉱山M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M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。破碎機は、運搬機械から投入された排土を破碎する。

[0022] 管理システム1により、鉱山Mを走行する作業機械である運搬機械が管理され、実施形態においては、作業機械であるダンプトラック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Mで用いられる鉱山機械でもあり、図1及び図2に示すように、鉱山Mにおける積込場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と、搬送路HL同士が交差する交差点ISと、の少なくとも一部において稼働する。少なくとも一つの排土場DPAは、排土を破碎する破碎機CRが配置されることがある。鉱山Mは、積込場LPAの外側、排土場DPAの外側及び搬送路HLの外側の少なくとも一以上に土が積み上げられて構成された土手BKが設けられる。

[0023] ダンプトラック2は、鉱山M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LPA、排土場DPA、搬送路HL、及び交差点ISの少なくとも一部を走行可能である。即ち、鉱山Mに設けられるダンプトラック2の走行経路RPは、積込場LPA、排土場DPA、搬送路HL、及び交差点ISの少なくとも一部を含む。鉱山Mは、走行経路RPの表面から上方に所定高さ以上突出した上方突出物VPが設けられる。実施形態において、

上方突出物V Pは、走行経路R Pの外側に設けられた土手B K、積込場L P Aと排土場D P Aと搬送路H Lとの内の少なくとも一つに設置される人工物A F、及び、積込場L P Aと排土場D P Aと搬送路H Lとの内の少なくとも一つに設置される壁W Lにより構成されるが、これらに限定されない。所定高さは、ダンプトラック2が、自律走行する際に上方突出物V Pを乗り越えることが望ましくない高さである。

[0024] 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。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）。ダンプトラック2は、破砕機C Rが設けられた排土場D P Aにおいて、破砕機C R内に積荷である排土を投入する。ダンプトラック2は、鉱山Mの作業時には、通常、作業機械の管理装置である管理装置10からの指令信号により走行経路R Pを自律走行する、所謂、無人ダンプトラックである。ダンプトラック2が、自律走行するとは、ダンプトラック2が作業者の操作により走行せずに管理装置10からの指令信号により走行することをいう。また、ダンプトラック2は、作業者（運転者）の操作により走行することも可能である。

[0025] 図1において、管理システム1は、鉱山Mに設置される管制施設7に配置された管理装置10と、通信システム9と、ダンプトラック2と、他の作業機械3と、を備えている。管理装置10は、鉱山Mの管制施設7に設置され、移動しない。また、管理装置10が移動可能でもよい。即ち、管理装置10は、鉱山Mに設けられる。通信システム9は、管理装置10とダンプトラック2と他の作業機械3との間において無線通信により情報を伝達する。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、管理装置10と他の作業機械3との間、及びダンプトラック2と他の作業機械3との間を、双方向に無線通信可能にする。実施形態において、通信システム9は、信号（電波）を中継する中継器6を複数有する。

[0026] 実施形態において、ダンプトラック2の位置及び他の作業機械3の位置が、RTK-GNSS (Real Time Kinematic - Global Navigation Sa

tellite System、GNSSは、全地球航法衛星システムをいう）を利用して検出される。全地球航法衛星システムの一例としては、GPS（Global Positioning System）が挙げられるが、これに限定されない。RTK-GNSSは、複数の測位衛星5を有する。RTK-GNSSは、緯度、経度、及び高度を規定する座標系（グローバル座標系）における位置を検出する。RTK-GNSS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。RTK-GNSSにより、鉱山Mにおけるダンプトラック2の位置及び他の作業機械3の位置が検出される。RTK-GNSSにより検出される位置は、グローバル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、RTK-GNSS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、絶対位置であり、緯度、経度、及び高度の座標データ（座標値）である。また、RTK-GNSSでは、測位衛星5の配置、電離層、対流圏、又は測位衛星5からの情報を受信するアンテナ周辺の地形の影響により測位の状態が変化する。この測位の状態には、例えば、Fix解（精度±1cmから2cm程度）、Float解（精度±10cmから数m程度）、Single解（精度±数m程度）、非測位（測位計算不能）等がある。

[0027] また、管理システム1は、鉱山Mにおけるダンプトラック2及び他の作業機械3の位置を、図2に示す互いに直交するX軸方向とY軸方向とで規定される座標（以下、X-Y座標と記す）により管理する。また、管理システム1は、ダンプトラック2及び他の作業機械3の方角を、北を零度とし、東を90度とし、南を180度とし、西を270度として管理する。ダンプトラック2及び他の作業機械3の方角は、ダンプトラック2及び他の作業機械3が前方に走行する際に、移動する方向である。なお、実施形態において、Y軸方向が、北を示しているが、これに限定されない。

[0028] <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3は、実施形態に係る作業機械の管理システムの管理装置が記憶する区画領域の地

図情報を示す図である。図4は、図3中V部を拡大して示す図である。図5は、実施形態に係る作業機械の管理システムの管理装置が記憶する区画領域の地図情報と各作業機械との対応関係を示す図である。

[0029] 管理装置10は、ダンプトラック2のナビゲーションシステム30（図6に示す）に鉱山Mに設けられる走行経路RPを指定する情報である走行経路情報を送信するものであるとともに、図2に示す走行経路RPの情報を含む鉱山M全体の地図情報MI（以下、単に地図情報MIと記載する）を複数の領域である区画領域DTの地図情報DTIに区画して管理するものである。管理装置10は、複数の区画領域DTの地図情報DTIを管理する装置であり、図1に示すように、コンピュータ11と、表示装置16と、入力装置17と、無線通信装置18と、GPS基地局19と、を備えている。

[0030] コンピュータ11は、処理装置12と、記憶装置13と、入出力部111とを備えている。表示装置16、入力装置17、無線通信装置18、及びGPS基地局19は、入出力部111を介して、コンピュータ11と接続される。入出力部111は、処理装置12と、表示装置16、入力装置17、無線通信装置18、及びGPS基地局19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。

[0031] 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及び他の作業機械3の管理に関する各種の処理を実行する。処理装置12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及び他の作業機械3の位置に関する情報を処理する。処理装置12は、ダンプトラック2の走行経路情報を生成する。処理装置12は、生成したダンプトラック2の走行経路情報を無線通信装置18を介して各ダンプトラック2に送信する。記憶装置13は、処理装置12と接続される。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及び他の作業機械3の管理に関する各種の情報を記憶する。記憶装置13は、ダンプトラック2の位置、及び他の作業機械3の位置を記憶する。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。

[0032] また、記憶装置 13 は、地図情報 M1 を記憶する。地図情報 M1 は、走行経路 RP に存在する上方突出物 VP の図 2 に示す X-Y 座標における位置を示すものであり、図 2 に示すように、複数の区画領域 DT の地図情報 DT1 に区画されている。また、各区画領域 DT の地図情報 DT1 は、図 3 及び図 4 に示すように、平面視において、数十 cm 四方に区切ったグリッド GR の X-Y 座標の位置と、各グリッド GR に上方突出物 VP が存在するか否かを示すものである。各グリッド GR は、上方突出物 VP が存在するか否か、即ち、0 か 1 かの情報を含んでいる。実施形態では、図 3 及び図 4 に示すように、各グリッド GR は、上方突出物 VP があると 1 として図中に黒四角で示し、上方突出物 VP がないと 0 として図中に白四角で示すが、これらに限定されない。

[0033] また、地図情報 M1 は、各区画領域 DT の地図情報 DT1 毎に複数のダンプトラック 2 及び他の作業機械 3 に設置される作業機械の周囲の物体の位置を検出する測距センサの検出結果により作成される。具体的には、各区画領域 DT の地図情報 DT1 は、各ダンプトラック 2 及び他の作業機械 3 である各種の車両が走行経路 RP にしたがって走行する度に作成されるまたは他の作業機械 3 である例えばドローンが各区画領域 DT の上空を飛行する度に作成される。複数の作業機械 2, 3 それぞれが、自車両の周囲の区画領域 DT の地図情報 DT1 を作成する。

[0034] 記憶装置 13 は、図 5 に示すように、作成した作業機械 2, 3 と区画領域 DT の地図情報 DT1 とを対応付けて記憶する。即ち、記憶装置 13 は、区画領域 DT の地図情報 DT1 を作成した作業機械 2, 3 毎に記憶している。実施形態において、記憶装置 13 は、第 1 のダンプトラック 2 が作成した第 1 の区画領域 DT の地図情報 DT1 を三つ記憶し、第 1 のダンプトラック 2 が作成した第 2 の区画領域 DT の地図情報 DT1 を三つ記憶し、第 2 のダンプトラック 2 が作成した第 2 の区画領域 DT の地図情報 DT1 を三つ記憶し、第 3 のダンプトラック 2 が作成した第 1 の区画領域 DT の地図情報 DT1 を三つ記憶している。

[0035] また、処理装置 12 は、ダンプトラック 2 の位置に関する情報に基づいて記憶装置 13 に記憶された地図情報 M1 の複数の区画領域 DT の地図情報 DT1 のうち各ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 DT の地図情報 DT1 と、各ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 DT に隣接する周囲の複数の区画領域 DT の地図情報 DT1 を抽出する。実施形態において、処理装置 12 は、各ダンプトラック 2 が現時点において存在する一つの区画領域 DT の地図情報 DT1 と、周囲の 8 つの区画領域 DT の地図情報 DT1 とを抽出する。処理装置 12 は、抽出した複数の区画領域 DT の地図情報 DT1 を無線通信装置 18 を介して各ダンプトラック 2 に送信する。即ち、管理装置 10 の処理装置 12 は、各ダンプトラック 2 に地図情報 M1 の複数の区画領域 DT のうちの各ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 DT の地図情報 DT1 と各ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 DT に隣接する区画領域 DT の地図情報 DT1 とを送信する。

[0036] コンピュータ 11 は、通信用の入出力部 111（図 1 に示す）と、制御プログラムを実行する CPU（Central Processing Unit）と、制御プログラムを記憶する ROM（Read Only Memory）と、CPU の作業領域として使用される RAM（Random Access Memory）と、CPU により情報が登録される不揮発性メモリとを少なくとも備える。処理装置 12 の機能は、CPU が ROM に記憶された制御プログラムを読み込んで RAM の作業領域で実行することにより実現される。記憶装置 13 の機能は、ROM が制御プログラムを記憶することと、CPU により地図情報 M1 を構成する各区画領域 DT の地図情報 DT1 が不揮発性メモリに登録されることにより実現される。不揮発性メモリは、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み、データベースを実現する。また、複数の処理回路が、連携して、処理装置 12、及び記憶装置 13 の機能を実現してもよい。

[0037] 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及

び他の作業機械 3 の位置に関する情報を表示可能である。入力装置 1 7 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 1 7 は、処理装置 1 2 に操作信号を入力可能な操作部として機能する。

[0038] 無線通信装置 1 8 は、管制施設 7 に配置される。無線通信装置 1 8 は、通信システム 9 の一部である。無線通信装置 1 8 は、入出力部 1 1 1 を介して、処理装置 1 2 と接続される。無線通信装置 1 8 は、アンテナ 1 8 A を有する。無線通信装置 1 8 は、ダンプトラック 2 及び他の作業機械 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 1 8 で受信した情報は、処理装置 1 2 に出力され、記憶装置 1 3 に記憶（登録）される。無線通信装置 1 8 は、ダンプトラック 2 と他の作業機械 3 の少なくとも一つに情報を送信可能である。

[0039] GPS 基地局 1 9 は、管制施設 7 に配置される。GPS 基地局 1 9 は、複数の測位衛星 5 からの情報を受信するアンテナ 1 9 A と、アンテナ 1 9 A に接続された送受信装置 1 9 B と、を少なくとも備える。送受信装置 1 9 B は、アンテナ 1 9 A を介して測位衛星 5 からの情報を受信する受信機と、アンテナ 1 9 C を介してダンプトラック 2 に情報を送信する送信機と、CPU (Central Processing Unit) のようなマイクロプロセッサを有する演算処理装置と、ROM (Read Only Memory) 又は RAM (Random Access Memory) のようなメモリを有する記憶装置と、を少なくとも備える。送受信装置 1 9 B は、アンテナ 1 9 A が受信した情報から GPS 基地局 1 9 の GPS 位置を検出するとともに、ダンプトラック 2 の GPS 位置を補正するための補正観測情報を生成する。GPS 基地局 1 9 は、送受信装置 1 9 B がアンテナ 1 9 C を通して、ダンプトラック 2 及び他の作業機械 3 に補正観測情報を送信する。

[0040] <他の作業機械>

次に、他の作業機械 3 について説明する。実施形態において、他の作業機械 3 は、ダンプトラック 2 以外の作業機械である。他の作業機械 3 は、CPU (Central Processing Unit) を含みかつ作業内容に関する各種の処理を

実行する処理装置と、GPS位置を検出するGPS受信器と、管制施設7の無線通信装置18と情報を送受信する無線通信装置と、を少なくとも備える。他の作業機械3は、所定時間毎にGPS位置を無線通信装置が管制施設7の無線通信装置18に送信する。

[0041] また、他の作業機械3は、周囲の物体の位置を検出する測距センサを備え、測距センサの検出結果から上方突出物VPの位置を検出するとともに、他の作業機械3が隣の区画領域DTに移動すると上方突出物VPの位置を区画領域DTの地図情報DTIとして管理装置10に送信する。

[0042] <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6は、実施形態に係るダンプトラックの制御ブロック図である。図7は、実施形態に係るダンプトラックのハードウェア構成図である。図8は、実施形態に係るダンプトラックのマップ保存用データベースが記憶する区画領域に関する情報を示す図である。

[0043] 図7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、障害物センサ24と、ナビゲーションシステム30と、を備える。車両本体21は、走行経路RPを走行するものである。車両本体21には、ディーゼルエンジンのような内燃機関2Eと、内燃機関2Eにより作動する発電機2Gと、発電機2Gで発生した電力により作動する電動機23Mと、が配置される。電動機23Mにより、車輪23のうち後輪23Rが駆動される。なお、内燃機関2E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後輪23Rに伝達されてもよい。また、車両本体21は、車輪23のうち前輪23Fを操舵する操舵装置2Sを備える。ベッセル22は、積込機械により積荷が積み込まれ、排出作業において持ち上げられて積荷を排出する。

[0044] 障害物センサ24は、車両本体21の前部の下部に配置される。障害物センサ24は、車両本体21の前方の障害物を非接触で検出する。実施形態において、障害物センサ24は、測距センサである複数のレーダー24Aと、

測距センサであるレーザーセンサ24Bと、を備える。レーダー24Aは、ダンプトラック2の周囲の物体の位置を検出するものであり、電波を発射して、その電波を障害物に照射し、障害物により反射された電波を受信する。これにより、レーダー24Aは、レーダー24Aに対する障害物の方向及び距離を検出可能である。

[0045] レーザーセンサ24Bは、ダンプトラック2の周囲の物体の位置を検出するものであり、レーザー光線を発射して、そのレーザー光線を物体である障害物に照射し、障害物により反射されたレーザー光線を受信する。これにより、レーザーセンサ24Bは、レーザーセンサ24Bに対する障害物の方向及び距離を検出可能である。レーザーセンサ24Bは、レーザー光線を発射し、反射されたレーザー光線を受信するために、レーザーセンサ24Bの分解能は、レーダー24Aの分解能よりも高分解能である。

[0046] また、レーダー24A及びレーザーセンサ24Bは、ナビゲーションシステム30の第2通信線37に接続される。また、レーザーセンサ24Bは、ナビゲーションシステム30の位置計測コントローラ33に接続される。

[0047] <ナビゲーションシステム>

次に、ナビゲーションシステムを説明する。ナビゲーションシステム30は、ダンプトラック2に設置されて、ダンプトラック2を走行経路RPに従って自律走行させるシステムである。ナビゲーションシステム30は、図7に示すように、ジャイロセンサ26と、速度センサ27と、GPS受信器31と、走行経路作成装置32と、位置計測コントローラ33と、走行コントローラ20と、レーザーセンサ24Bと、無線通信装置34と、マップ保存用データベース36を少なくとも備える。この他に、ナビゲーションシステム30は、第1通信線35と、第2通信線37と、安全コントローラ40とを備える。

[0048] 図7に示されるように、走行コントローラ20、走行経路作成装置32、位置計測コントローラ33、マップ保存用データベース36及び安全コントローラ40は、第1通信線35に接続される。これらは、第1通信線35を

介して互いに通信して情報を送受信する。走行コントローラ 20 及び安全コントローラ 40 は、第 2 通信線 37 にも接続される。これらは、第 2 通信線 37 を介して互いに通信して情報を送受信する。実施形態において、第 1 通信線 35 及び第 2 通信線 37 を用いた通信の規格は、ISO 11898 及び ISO 11519 として標準化された CAN (Controller Area Network) であるが、これに限定されない。

[0049] ジャイロセンサ 26 は、ダンプロック 2 の方位（方位変化量）を検出する。ジャイロセンサ 26 は、走行コントローラ 20 と接続される。ジャイロセンサ 26 は、検出結果である検出信号を走行コントローラ 20 に出力する。走行コントローラ 20 は、ジャイロセンサ 26 の検出信号に基づいて、ダンプロック 2 の方位（方位変化量）を求めることができる。

[0050] 速度センサ 27 は、ダンプロック 2 の走行速度を検出する。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、ダンプロック 2 の速度（走行速度）を検出する。速度センサ 27 は、走行コントローラ 20 と接続される。速度センサ 27 は、検出結果である検出信号を走行コントローラ 20 に出力する。走行コントローラ 20 は、速度センサ 27 の検出信号と、走行コントローラ 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、ダンプロック 2 の移動距離を求めることができる。

[0051] GPS 受信器 31 は、GPS を用いてダンプロック 2 の GPS 位置を検出する位置検出手段である。GPS 受信器 31 は、測位衛星 5 からの情報を受信するアンテナ 31A と、GPS 基地局 19 からの補正観測情報を受信するアンテナ 31B と、が少なくとも接続される。アンテナ 31A は、測位衛星 5 から受信した情報に基づく信号を GPS 受信器 31 に出力し、アンテナ 31B は、受信した補正観測情報に基づく信号を GPS 受信器 31 に出力する。GPS 受信器 31 は、測位衛星 5 からの情報と、GPS 基地局 19 からの補正観測情報と、を用いて、アンテナ 31A の位置（GPS 位置）を検出する。具体的には、GPS 受信器 31 は、測位衛星 5 からの情報と、GPS 基地局 19 からの補正観測情報と、を比較して、任意の測位衛星 5 までの距

離を求め、更に、測位衛星5からの電波の位相を調べて、アンテナ31Aの位置（GPS位置）を検出する。実施形態において、GPS受信器31は、RTK（Real Time Kinematic）－GNSSを用いるが、これに限定されない。

[0052] GPS受信器31は、アンテナ31Aの位置（GPS位置）を検出することによって、ダンプトラック2のGPS位置を検出する。また、GPS受信器31は、アンテナ31Aの位置を検出する過程において、アンテナ31Aが情報を受信した測位衛星5の数などに基づいて、検出したGPS位置の精度を示すFix解、Float解、又はSingle解を検出する。GPS受信器31は、GPS位置を測位計算不能である場合に、非測位である信号を出力する。実施形態において、Fix解のGPS位置の精度は、ダンプトラック2が自律走行を行うことができる精度であり、Float解、Single解のGPS位置の精度は、ダンプトラック2が自律走行を行うことができない精度であるが、これらに限定されない。このように、GPS受信器31は、検出したGPS位置の精度を示すFix解、Float解、又はSingle解を検出し、測位計算不能である場合に非測位である信号を走行経路作成装置32を介して走行コントローラ20及び位置計測コントローラ33に出力する。

[0053] 走行経路作成装置32は、図6に示すように、管理装置10の処理装置12が生成した走行経路情報を記憶する経路位置記憶手段である経路位置記憶部32Aを備える。走行経路作成装置32は、アンテナ34Aが接続された無線通信装置34と接続している。無線通信装置34は、管理装置10及び自車両以外の作業機械4の少なくとも一つから送信された情報（指令信号を含む）を受信可能である。なお、自車両以外の作業機械4は、ナビゲーションシステム30が設置されたダンプトラック2以外の作業機械4であり、ボーリング機械、掘削機械、積込機械、運搬機械、及び作業者が運転する車両を含む。即ち、自車両以外の作業機械4は、自車両以外のダンプトラック2を含む。

[0054] また、無線通信装置 34 は、管制施設 7 の無線通信装置 18 が送信した複数の区画領域 D T の地図情報 D T I を受信して、走行経路作成装置 32などを介して位置計測コントローラ 33 に出力する。

[0055] 走行コントローラ 20 は、CPU (Central Processing Unit) と、制御プログラムを記憶する ROM (Read Only Memory) と、CPU の作業領域として使用される RAM (Random Access Memory) と、不揮発性メモリと、を少なくとも備えるコンピュータである。走行コントローラ 20 は、GPS 受信器 31 が検出した GPS 位置及び位置計測コントローラ 33 が検出したダンプトラック 2 の位置を受信する。走行コントローラ 20 は、GPS 受信器 31 が検出したダンプトラック 2 の GPS 位置、又は位置計測コントローラ 33 の SMN 位置演算部 33 B が検出したダンプトラック 2 の位置に基づいて、走行経路 R P に従ってダンプトラック 2 を自律走行させる走行制御手段である。

[0056] 走行コントローラ 20 には、ダンプトラック 2 の位置以外にジャイロセンサ 26 の検出結果であるダンプトラック 2 の方位（方位変化量）を示す検出信号及び速度センサ 27 の検出結果であるダンプトラック 2 の走行速度を示す検出信号が入力する。また、走行コントローラ 20 は、無線通信装置 34、走行経路作成装置 32 及び第 1 通信線 35 を介して、GPS 受信器 31 と接続している。走行コントローラ 20 には、GPS 受信器 31 の検出結果である GPS 位置を示す検出信号が入力する。

[0057] 走行コントローラ 20 は、GPS 受信器 31 の検出結果である GPS 位置、速度センサ 27 の検出結果であるダンプトラック 2 の走行速度、及びジャイロセンサ 26 の検出結果であるダンプトラック 2 の方位（方位変化量）に基づいて、ダンプトラック 2 の位置及び方位を検出する。

[0058] 走行コントローラ 20 は、ダンプトラック 2 の位置が走行経路情報に含まれる走行経路 R P の位置と重なる、即ち、ダンプトラック 2 が走行経路 R P に従って走行するように、ダンプトラック 2 のアクセル、図示しない制動装置及び操舵装置 2 S の少なくとも 1 つを制御する。このような制御により、

走行コントローラ 20 は、ダンプトラック 2 を走行経路 R P に沿って走行させる。走行コントローラ 20 の機能は、C P U が R O M に記憶された制御プログラムを読み込んで R A M の作業領域で実行することにより実現される。また、複数の処理回路が、連携して、走行コントローラ 20 の機能を実現してもよい。

[0059] 位置計測コントローラ 33 は、図 6 に示すように、判定部 33 A と、S M N (Scan Matching Navigation) 位置演算部 33 B と、グリッドマップ作成部 33 C と、を備える。位置計測コントローラ 33 は、管理装置 10 から受信し、マップ保存用データベース 36 が記憶した区画領域 D T の地図情報 D T I とレーザセンサ 24 B の検出結果とを照合することによりダンプトラック 2 の位置を検出する計測出力手段である。また、位置計測コントローラ 33 は、G P S 受信器 31 の検出結果であるダンプトラック 2 の G P S 位置及びレーザセンサ 24 B の検出結果から上方突出物 V P (実施形態において、主に土手 B K) の位置を検出し、検出した上方突出物 V P の位置を地図情報 M I を構成する区画領域 D T の地図情報 D T I としてマップ保存用データベース 36 に記憶する。位置計測コントローラ 33 は、無線通信装置 34 が受信した区画領域 D T の地図情報 D T I をマップ保存用データベース 36 に記憶する。

[0060] 位置計測コントローラ 33 は、第 1 通信線 35 に接続している。位置計測コントローラ 33 には、第 1 通信線 35 及び走行コントローラ 20 を介してジャイロセンサ 26 の検出結果であるダンプトラック 2 の方位 (方位変化量) を示す検出信号及び速度センサ 27 の検出結果であるダンプトラック 2 の走行速度を示す検出信号が入力する。また、位置計測コントローラ 33 は、無線通信装置 34、走行経路作成装置 32 及び第 1 通信線 35 を介して、G P S 受信器 31 と接続している。位置計測コントローラ 33 には、G P S 受信器 31 の検出結果である G P S 位置を示す検出信号が入力する。

[0061] 判定部 33 A は、G P S 受信器 31 が検出した G P S 位置又は S M N 位置演算部 33 B が検出したダンプトラック 2 の位置に基づいて、ダンプトラッ

ク 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動したか否かを判定する判定手段である。実施形態において、判定部 3 3 A は、区画領域 D T における G P S 受信器 3 1 が検出した G P S 位置又は S M N 位置演算部 3 3 B が検出したダンプトラック 2 の位置を確認することにより隣の区画領域 D T に移動したか否かを判定する。また、判定部 3 3 A は、G P S 受信器 3 1 が検出した G P S 位置の誤差が所定の誤差以下であるか否かを判定する判定手段である。実施形態において、判定部 3 3 A は、G P S 位置の解が F i x 解であるか否かを判定し、G P S 位置の解が F i x 解であると、検出したダンプトラック 2 の G P S 位置の精度が高精度でありかつ G P S 位置の誤差が所定の誤差以下であると判定する。判定部 3 3 A は、G P S 位置の解が F l o a t 解である場合、S i n g l e 解である場合、又は G P S 位置が非測位である場合に、検出したダンプトラック 2 の G P S 位置の精度が低精度でありかつ G P S 位置の誤差が所定の誤差を超えていると判定する。なお、所定の誤差は、ダンプトラック 2 が、後述する推測航法により走行経路 R P に従って自律走行することができる G P S 位置の誤差（精度）である。実施形態において、G P S 受信器 3 1 が G P S 位置及び解の検出を行うが、解の検出を他の機器（例えば、判定部 3 3 A）が行ってもよい。

[0062] グリッドマップ作成部 3 3 C 即ち位置計測コントローラ 3 3 は、G P S 受信器 3 1 が検出したダンプトラック 2 の G P S 位置の誤差が所定の誤差以下であると判定部 3 3 A が判定すると、ジャイロセンサ 2 6 の検出結果、速度センサ 2 7 の検出結果、及びレーザーセンサ 2 4 B の検出結果に基づいて、積込場 L P A の外側、排土場 D P A の外側、搬送路 H L の少なくとも一以上に設けられた上方突出物 V P の位置を検出し、上方突出物 V P の位置に関する情報を区画領域 D T の地図情報 D T I としてマップ保存用データベース 3 6 に記憶する。具体的には、グリッドマップ作成部 3 3 C は、ダンプトラック 2 の位置及び方位と、レーザーセンサ 2 4 B の検出結果とを統合し、統合した情報から上方突出物 V P 以外の検出結果を削除して、上方突出物 V P の位置を検出する。

[0063] マップ保存用データベース36は、地図情報M1の複数の区画領域DTの地図情報DT1のうちの一部の区画領域DTの地図情報DT1を記憶する地図情報記憶手段であり、第1通信線35に接続している。マップ保存用データベース36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により構成される。マップ保存用データベース36は、位置計測コントローラ33が管理装置10から受信した一部の区画領域DTの地図情報DT1を記憶する。具体的には、マップ保存用データベース36は、各ダンブトラック2が現時点において存在する区画領域DTの地図情報DT1と、各ダンブトラック2が現時点において存在する区画領域DTに隣接する周囲の複数の区画領域DTの地図情報DT1とを記憶する。実施形態において、マップ保存用データベース36は、図8に示すように、各ダンブトラック2が現時点において存在する一つの区画領域DTの地図情報DT1と、一つの区画領域DTに隣接する周囲の8つの区画領域DTの地図情報DT1とを記憶する。

[0064] また、マップ保存用データベース36は、GPS受信器31が検出したダンブトラック2のGPS位置の誤差が所定の誤差以下であると判定部33Aが判定すると、少なくともレーザーセンサ24Bの検出結果から上方突出物VPに関する検出結果を抜き出して、抜き出した上方突出物VPに関する検出結果を、区画領域DTの地図情報DT1として、既に記憶した区画領域DTの地図情報DT1に上書きする。

[0065] SMN位置演算部33B即ち位置計測コントローラ33は、GPS受信器31が検出したダンブトラック2のGPS位置の誤差が所定の誤差を超えていると判定部33Aが判定すると、レーザーセンサ24Bの検出結果、及び管理装置10から受信しマップ保存用データベース36が記憶した区画領域DTの地図情報DT1に基づいて、ダンブトラック2の位置及び方位を検出する。即ち、位置計測コントローラ33は、GPS受信器31が検出したGPS位置の誤差が所定の誤差を超えていると判定部33Aが判定すると、レ

レーザーセンサ 24 B の検出結果とマップ保存用データベース 36 が記憶した区画領域 D T の地図情報 D T I とを照合することによりダンブトラック 2 の位置を検出する。SMN 位置演算部 33 B は、ジャイロセンサ 26 の検出結果、速度センサ 27 の検出結果、レーザーセンサ 24 B の検出結果、及びマップ保存用データベース 36 に記憶された区画領域 D T の地図情報 D T I を周知のパーティクルフィルタ P F (Particle Filter) により統合して、ダンブトラック 2 の位置及び方位を検出する。

[0066] また、位置計測コントローラ 33 は、ダンブトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動したと判定部 33 A が判定すると、隣の区画領域 D T に隣接する他の区画領域 D T の地図情報 D T I を要求する要求情報をダンブトラック 2 の位置に関する情報とともに管理装置 10 に送信する。また、位置計測コントローラ 33 は、ダンブトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動したと判定部 33 A が判定すると、レーザーセンサ 24 B が検出した上方突出物 V P の位置を区画領域 D T の地図情報 D T I として管理装置 10 に送信する。

[0067] 位置計測コントローラ 33 は、通信用の入出力部と、制御プログラムを実行する C P U (Central Processing Unit) と、制御プログラムを記憶する R O M (Read Only Memory) と、C P U の作業領域として使用される R A M (Random Access Memory) と、不揮発性メモリと、を少なくとも備えるコンピュータである。判定部 33 A、SMN 位置演算部 33 B 及びグリッドマップ作成部 33 C の機能は、C P U が R O M に記憶された制御プログラムを読み込んで R A M の作業領域で実行することにより実現される。また、複数の処理回路が、連携して、判定部 33 A、SMN 位置演算部 33 B 及びグリッドマップ作成部 33 C の機能を実現してもよい。

[0068] 安全コントローラ 40 は、レーダー 24 A 及びレーザーセンサ 24 B の検出信号に基づいて、ダンブトラック 2 と障害物との相対位置を求め、走行コントローラ 20 に出力する。走行コントローラ 20 は、障害物との相対位置

を用いて、アクセル、図示しない制動装置及び操舵装置 2 S の少なくとも 1 つを制御するための指令を生成し、指令に基づいてダンプロック 2 を制御して、ダンプロック 2 が障害物に衝突することを回避する。

[0069] また、走行コントローラ 20 は、GPS 位置の解が Float 解である場合、Single 解である場合、又は GPS 位置が非測位であることが所定時間経過し、SMN 位置演算部 33 B がマップ保存用データベース 36 に記憶された地図情報 M1 との推定精度及び信頼度が所定値及び所定の信頼度よりも低いレーザセンサ 24 B の検出結果しか得られない場合に、走行コントローラ 20 に車両本体 21 を停車させる図示しない制動装置を制御するための指令を出力する。

[0070] <管理システムの動作>

次に、実施形態に係る管理システム 1 の動作の一例について説明する。図 9 は、実施形態に係る管理システムのフローチャートの一例である。図 10 は、図 9 のステップ ST8 のフローチャートの一例である。図 11 は、図 9 のステップ ST9 のフローチャートの一例である。図 12 は、図 10 のステップ ST84 及び図 11 のステップ ST94 において、マップ保存用データベースが記憶した区画領域の一例を示す図である。

[0071] 管理システム 1 は、まず、管理装置 10 が無線通信装置 18 を介して、ダンプロック 2 の走行経路作成装置 32 及び位置計測コントローラ 33 に指令信号を送信する（ステップ ST1）。指令信号は、ダンプロック 2 の走行条件に関する情報を含む。指令信号はさらに自車両以外の作業機械 4 の位置に関する情報を含むのが好ましい。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情報、及びダンプロック 2 の走行速度に関する情報を含む。走行経路作成装置 32 は、通信システム 9 を介して送信されたコンピュータ 11 からの指令信号のうち走行経路情報及び自車両以外の作業機械 4 の位置に関する情報を経路位置記憶部 32 A に記憶する（ステップ ST2）。位置計測コントローラ 33 は、走行経路作成装置 32 が走行経路情報を含む処理装置 12 からの指令信号を受信すると、無線通信装置 34 を介し

て、自車両であるダンプトラック 2 の位置及び方位に関する情報を管理装置 10 に送信する（ステップ S T 3）。

[0072] 管理装置 10 は、ダンプトラック 2 の位置に関する情報に基づいて、記憶装置 13 に記憶した複数の区画領域 D T の地図情報 D T I からダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T の地図情報 D T I と、この現時点において存在する区画領域 D T に隣接する周囲の複数の他の区画領域 D T の地図情報 D T I を抽出する（ステップ S T 4）。具体的には、管理装置 10 は、記憶装置 13 に記憶した複数の区画領域 D T の地図情報 D T I のうち、区画領域 D T の地図情報 D T I を送信するダンプトラック 2 自身が以前に作成した区画領域 D T の地図情報 D T I、区画領域 D T の地図情報 D T I を送信するダンプトラック 2 と同じ車種のダンプトラック 2 が作成した区画領域 D T の地図情報 D T I、最新の区画領域 D T の地図情報 D T I、データ量が適切な区画領域 D T の地図情報 D T I、エラーの頻度が少ない条件において作成された区画領域 D T の地図情報 D T I、又は現時点に近い天候時に作成された区画領域 D T の地図情報 D T I を抽出する。

[0073] 管理装置 10 は、抽出した区画領域 D T に複数の地図情報 D T I が記憶されている場合には、上記項目に対して重み付けまたは優先順位をつけることにより複数の地図情報 D T I の中から所定の地図情報 D T I を抽出する。例えば、管理装置 10 は、複数の区画領域 D T の地図情報 D T I のうちの各ダンプトラック 2 自身が作成した地図情報 D T I の重み付けを一番大きくして、優先するのが望ましい。管理装置 10 は、次に、複数の区画領域 D T の地図情報 D T I のうちの作成されてからの経過時間が短い地図情報 D T I の重み付けを大きくして、優先するのが望ましい。管理装置 10 は、複数の区画領域 D T のうちの各ダンプトラック 2 自身が作成した最新の地図情報 D T I を優先して抽出するのが望ましい。また、管理装置 10 は、単純に、各ダンプトラック 2 自身が作成した最新の地図情報 D T I を第 1 に優先し、各ダンプトラック 2 自身が作成した地図情報 D T I がない場合には、他作業機械 3 の作成した最新の地図情報 D T I を抽出するようにしてもよい。また、管理

装置 10 は、複数の区画領域 D T のうちの最新の地図情報 D T I を第 1 に優先してもよい。管理装置 10 は、これらの例に加えさらに機種が共通の地図情報 D T I の優先度を上げたり、作成時にエラーが少ない地図情報 D T I の優先度を上げたりしても良い。

[0074] 管理装置 10 は、抽出した複数（実施形態においては、9 つ）の区画領域 D T の地図情報 D T I をダンプトラック 2 に送信する（ステップ S T 5）。実施形態において、管理装置 10 は、ステップ S T 4 において、複数の区画領域 D T の地図情報 D T I のうちの各ダンプトラック 2 自身が以前に作成した区画領域 D T の地図情報 D T I を優先して抽出し、ステップ S T 5 において各ダンプトラック 2 に送信するのが望ましい。また、実施形態において、管理装置 10 は、ステップ S T 4 において、複数の区画領域 D T の地図情報 D T I のうちの作成されてからの経過時間が短い区画領域 D T の地図情報 D T I を優先して抽出し、ステップ S T 5 において各ダンプトラック 2 に送信するのが望ましい。

[0075] ナビゲーションシステム 30 の位置計測コントローラ 33 は、マップ保存用データベース 36 に無線通信装置 34 が受信した複数の区画領域 D T の地図情報 D T I を記憶し、走行コントローラ 20 は、GPS 受信器 31 が検出したダンプトラック 2 の GPS 位置に基づいて、走行経路 R P に従ってダンプトラック 2 を推測航法により走行させる（ステップ S T 6）。実施形態において、走行コントローラ 20 は、管理装置 10 の処理装置 12 により生成された走行経路情報、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、ダンプトラック 2 を積込場 L P A、排土場 D P A、搬送路 H L、及び交差点 I S の少なくとも一部で走行させる。推測航法とは、既知の位置からの方位（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、ダンプロック 2 の走行コントローラ 20 に出力される。

[0076] 走行コントローラ 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ロック 2 の方位（方位変化量）を求めることができる。走行コントローラ 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ロック 2 の移動距離を求めることができる。走行コントローラ 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、ダンプロック 2 が生成された走行経路 RP に従って走行するように、ダンプロック 2 の走行に関する制御量を生成する。制御量は、アクセル信号、制動信号、及び操舵信号を含む。走行コントローラ 20 は、操舵信号、アクセル信号及び制動信号に基づいて、ダンプロック 2 の走行（操作）を制御する。

[0077] 次に、推測航法により求められた推測位置が RTK-GNSS 又は SMN 位置演算部 33B 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 RP から外れて走行してしまう可能性がある。実施形態において、走行コントローラ 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、GPS 受信器 31 により検出された GPS 位置又は SMN 位置演算部 33B が検出した位置を使って補正しつつ、ダンプロック 2 を走行させる。走行コントローラ 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、GPS 受信器 31 からの GPS 位置又は SMN 位置演算部 33B が検出した位置とに基づいて、ダンプロック 2 が走行経路 RP 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。走行コントローラ 20 は、ダンプロック 2 が走行経路 RP 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] 位置計測コントローラ 33 の判定部 33 A は、GPS 受信器 31 が検出したダンブトラック 2 の GPS 位置の誤差が所定の誤差以下であるか否かを判定する（ステップ S T 7）。即ち、ステップ S T 7 において、位置計測コントローラ 33 の判定部 33 A は、GPS 受信器 31 が検出したダンブトラック 2 の GPS 位置の精度が高精度であるか否かを判定する。具体的には、位置計測コントローラ 33 の判定部 33 A は、GPS 受信器 31 が検出した GPS 位置の解が F i x 解であるか否かを判定する。

[0079] 位置計測コントローラ 33 の判定部 33 A が、GPS 受信器 31 が検出した GPS 位置の解が F i x 解であると判定する、即ち、GPS 受信器 31 が検出したダンブトラック 2 の GPS 位置の誤差が所定の誤差以下であると判定する（ステップ S T 7 : Y e s）と、グリッドマップ作成部 33 C が、区画領域 D T の地図情報 D T I を作成する（ステップ S T 8）。即ち、位置計測コントローラ 33 は、GPS 受信器 31 が検出した GPS 位置の誤差が所定の誤差以下であると判定すると、GPS 受信器 31 が検出したダンブトラック 2 の GPS 位置に基づいて経路位置記憶部 32 A が記憶した走行経路 R P に従ってダンブトラック 2 を自律走行させるとともに、レーザーセンサ 24 B の検出結果から上方突出物 V P に関する検出結果を抜き出して、抜き出した上方突出物 V P に関する検出結果を区画領域 D T の地図情報 D T I としてマップ保存データベース 36 に記憶（ステップ S T 8）し、ステップ S T 1 に戻る。

[0080] 具体的には、ステップ S T 8 において、位置計測コントローラ 33 の判定部 33 A は、ダンブトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動したか否かを判定する（ステップ S T 8 1）。位置計測コントローラ 33 は、ダンブトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動していないと判定する（ステップ S T 8 1 : N o）と、レーザーセンサ 24 B の検出結果から上方突

出物VPに関する検出結果を抜き出して、抜き出した上方突出物VPに関する検出結果を区画領域DTの地図情報DTIとしてマップ保存データベース36に記憶された区画領域DTの地図情報DTIに上書きする（ステップST82）。位置計測コントローラ33は、管理装置10から新たな区画領域DTの地図情報DTIを受信したか否かを判定する（ステップST83）。位置計測コントローラ33は、マップ保存データベース36に記憶された区画領域DTの地図情報DTIに上書きした場合には、管理装置10から新たな区画領域DTの地図情報DTIを受信していないと判定（ステップST83：No）し、ステップST81に戻る。位置計測コントローラ33は、管理装置10から新たな区画領域DTの地図情報DTIを受信するまで、即ち、ダンプトラック2が一の区画領域DTの隣の区画領域DTに移動するまで、ステップST81からステップST83を繰り返して、レーザーセンサ24Bの検出結果から上方突出物VPに関する検出結果を抜き出して、抜き出した上方突出物VPに関する検出結果を区画領域DTの地図情報DTIとしてマップ保存データベース36に記憶された区画領域DTの地図情報DTIに上書きする。

[0081] 位置計測コントローラ33は、ダンプトラック2の位置が一の区画領域DTから一の区画領域DTの隣の区画領域DTに移動したと判定部33Aが判定する（ステップST81：Yes）と、マップ保存データベース36に記憶されて上書きされた区画領域DTの地図情報DTI、及びダンプトラック2が現時点において存在する区画領域DT即ち前述した隣の区画領域DTに隣接する他の区画領域DTの地図情報DTIを要求する要求情報を、ダンプトラック2の位置に関する情報とともに、管理装置10に送信する（ステップST84）。実施形態において、位置計測コントローラ33は、ステップST81からステップST83を繰り返して上書きされた、直前までダンプトラック2が存在した一の区画領域DTの地図情報DTIを管理装置10に送信する。

[0082] 管理装置10のコンピュータ11は、受信した区画領域DTの地図情報D

T 1、及び要求情報をダンプトラック 2 の位置に関する情報とともに受信すると、記憶装置 1 3 に各ダンプトラック 2 に対応させて記憶する（ステップ S T 8 5）。管理装置 1 0 のコンピュータ 1 1 は、受信したダンプトラック 2 の位置に関する情報に基づいて、ステップ S T 4 と同様に、記憶装置 1 3 に記憶した複数の区画領域 D T の地図情報 D T 1 からダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T の地図情報 D T 1 と、この現時点において存在する区画領域 D T に隣接する周囲の複数の他の区画領域 D T の地図情報 D T 1 を抽出する（ステップ S T 8 6）。管理装置 1 0 は、ステップ S T 5 と同様に、抽出した複数（実施形態においては、9 つ）の区画領域 D T の地図情報 D T 1 をダンプトラック 2 に送信する（ステップ S T 8 7）。

[0083] この場合、ステップ S T 8 4 において、位置計測コントローラ 3 3 が要求情報を管理装置 1 0 に送信する他の区画領域 D T は、ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T 即ち前述した隣の区画領域 D T に隣接する他の区画領域 D T の全ての区画領域 D T（実施形態では、8 つ）でも良く、ダンプトラック 2 のマップ保存用データベース 3 6 が地図情報 D T 1 を未記憶の図 1 2 に示す他の区画領域 D T A（実施形態では、3 つ）でも良い。管理装置 1 0 が、ステップ S T 8 6 において抽出し、ステップ S T 8 7 においてダンプトラック 2 に地図情報 D T 1 を送信する他の区画領域 D T は、ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T 即ち前述した隣の区画領域 D T に隣接する他の区画領域 D T の全ての区画領域 D T（実施形態では、8 つ）でも良い。管理装置 1 0 が、ステップ S T 8 6 において抽出し、ステップ S T 8 7 においてダンプトラック 2 に地図情報 D T 1 を送信する他の区画領域 D T は、ダンプトラック 2 のマップ保存用データベース 3 6 が地図情報 D T 1 を未記憶の図 1 2 に示す他の区画領域 D T A（実施形態では、3 つ）でも良い。

[0084] ナビゲーションシステム 3 0 の位置計測コントローラ 3 3 は、管理装置 1 0 から新たな区画領域 D T の地図情報 D T 1 を受信したと判定（ステップ S T 8 3 : Y e s）し、受信した区画領域 D T の地図情報 D T 1 をマップ保存

用データベース36に記憶（ステップST88）して、ステップST8のフローチャートを終了する。

[0085] 管理システム1は、位置計測コントローラ33の判定部33Aがダンプトラック2の位置が一の区画領域DTから他の区画領域DTに移動したと判定する（ステップST81：Yes）と、管理装置10が新たに区画領域DTの地図情報DTIを抽出してダンプトラック2に送信することで、マップ保存用データベース36が常にダンプトラック2が現時点において存在する区画領域DTの地図情報DTIと、ダンプトラック2が現時点において存在する区画領域DTに隣接する周囲の複数の区画領域DTの地図情報DTIを記憶することとなる。例えば、ダンプトラック2が他の区画領域DTに移動するまで、マップ保存用データベース36が、図12中に実線で示す区画領域DTの地図情報DTIを記憶していた場合に、ダンプトラック2が一点鎖線で示すように他の区画領域DTに移動すると、マップ保存用データベース36が、図12中に一点鎖線で示す区画領域DTの地図情報DTIを記憶することとなる。

[0086] また、位置計測コントローラ33の判定部33Aは、GPS受信器31が検出したGPS位置の解がFix解ではないと判定する、即ち、GPS受信器31が検出したダンプトラック2のGPS位置の誤差が所定の誤差を超えていると判定する（ステップST7：No）と、SMN位置演算部33Bが、レーザーセンサ24Bの検出結果及びマップ保存用データベース36に記憶された区画領域DTの地図情報DTIに基づいて、ダンプトラック2の位置及び方位を検出して、走行経路RPに従ってダンプトラック2を走行させる（ステップST9）。即ち、位置計測コントローラ33は、GPS受信器31が検出したGPS位置の誤差が所定の誤差を超えていると判定すると、レーザーセンサ24Bの検出結果とマップ保存用データベース36が記憶した区画領域DTの地図情報DTIとを照合することにより、ダンプトラック2の位置及び方位を検出する。

[0087] 具体的には、ステップST9において、位置計測コントローラ33の判定

部 3 3 A は、ダンプトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動したか否かを判定する（ステップ S T 9 1）。位置計測コントローラ 3 3 は、ダンプトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動していないと判定する（ステップ S T 9 1 : N o）と、レーザーセンサ 2 4 B の検出結果とマップ保存用データベース 3 6 が記憶した区画領域 D T の地図情報 D T I とを照合することによりダンプトラック 2 の位置及び方位を検出する（ステップ S T 9 2）。そして、ダンプトラック 2 は、位置計測コントローラ 3 3 が検出した位置に基づいて走行経路 R P に従って自律走行する。

[0088] 位置計測コントローラ 3 3 は、管理装置 1 0 から新たな区画領域 D T の地図情報 D T I を受信したか否かを判定する（ステップ S T 9 3）。位置計測コントローラ 3 3 は、ダンプトラック 2 の位置及び方位を検出した場合には、管理装置 1 0 から新たな区画領域 D T の地図情報 D T I を受信していないと判定（ステップ S T 9 3 : N o）し、ステップ S T 9 1 に戻る。位置計測コントローラ 3 3 は、管理装置 1 0 から新たな区画領域 D T の地図情報 D T I を受信するまで、即ち、ダンプトラック 2 が一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動するまで、ステップ S T 9 1 からステップ S T 9 3 を繰り返して、レーザーセンサ 2 4 B の検出結果とマップ保存用データベース 3 6 が記憶した区画領域 D T の地図情報 D T I とを照合することによりダンプトラック 2 の位置及び方位を検出する。

[0089] 位置計測コントローラ 3 3 は、ダンプトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から一の区画領域 D T の隣の区画領域 D T に移動したと判定部 3 3 A が判定する（ステップ S T 9 1 : Y e s）と、ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T 即ち前述した隣の区画領域 D T に隣接する他の区画領域 D T の地図情報 D T I を要求する要求情報を、ダンプトラック 2 の位置に関する情報とともに、管理装置 1 0 に送信する（ステップ S T 9 4）。

[0090] 管理装置 1 0 のコンピュータ 1 1 は、走行経路 R P を走行するダンプトラック 2 の位置が一の区画領域 D T から隣の区画領域 D T に移動して、ダンプ

トラック 2 から送信された要求情報をダンプトラック 2 の位置に関する情報とともに受信する（ステップ S T 9 5）。管理装置 1 0 のコンピュータ 1 1 は、受信したダンプトラック 2 の位置に関する情報に基づいて、ステップ S T 4 と同様に、記憶装置 1 3 に記憶した複数の区画領域 D T の地図情報 D T I からダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T の地図情報 D T I と、この現時点において存在する区画領域 D T に隣接する周囲の複数の他の区画領域 D T の地図情報 D T I を抽出する（ステップ S T 9 6）。管理装置 1 0 は、ステップ S T 5 と同様に、抽出した複数（実施形態においては、9 つ）の区画領域 D T の地図情報 D T I をダンプトラック 2 に送信する（ステップ S T 9 7）。

[0091] この場合、ステップ S T 9 4 において、位置計測コントローラ 3 3 が要求情報を管理装置 1 0 に送信する他の区画領域 D T は、ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T 即ち前述した隣の区画領域 D T に隣接する他の区画領域 D T の全ての区画領域 D T（実施形態では、8 つ）でも良く、ダンプトラック 2 のマップ保存用データベース 3 6 が地図情報 D T I を未記憶の図 1 2 に示す他の区画領域 D T A（実施形態では、3 つ）でも良い。管理装置 1 0 が、ステップ S T 9 6 において抽出し、ステップ S T 9 7 においてダンプトラック 2 に地図情報 D T I を送信する他の区画領域 D T は、ダンプトラック 2 が現時点において存在する区画領域 D T 即ち前述した隣の区画領域 D T に隣接する他の区画領域 D T の全ての区画領域 D T（実施形態では、8 つ）でも良い。管理装置 1 0 が、ステップ S T 9 6 において抽出し、ステップ S T 9 7 においてダンプトラック 2 に地図情報 D T I を送信する他の区画領域 D T は、ダンプトラック 2 のマップ保存用データベース 3 6 が地図情報 D T I を未記憶の図 1 2 に示す他の区画領域 D T A（実施形態では、3 つ）でも良い。

[0092] ナビゲーションシステム 3 0 の位置計測コントローラ 3 3 は、管理装置 1 0 から新たな区画領域 D T の地図情報 D T I を受信したと判定（ステップ S T 9 3 : Y e s）し、受信した区画領域 D T の地図情報 D T I をマップ保存

用データベース36に記憶（ステップST98）して、ステップST9のフローチャートを終了する。

[0093] このように、位置計測コントローラ33のROMは、位置計測コントローラ33にステップST91と、ステップST92と、ステップST94とを実行させるプログラムを記憶している。

[0094] 管理システム1は、位置計測コントローラ33の判定部33Aがダンブトラック2の位置が一の区画領域DTから一の区画領域DTの隣の区画領域DTに移動したと判定する（ステップST91：Yes）と、管理装置10が新たに区画領域DTの地図情報DTIを抽出してダンブトラック2に送信することで、マップ保存用データベース36が常にダンブトラック2が現時点において存在する区画領域DTの地図情報DTIと、ダンブトラック2が現時点において存在する区画領域DTに隣接する周囲の複数の区画領域DTの地図情報DTIを記憶することとなる。例えば、ダンブトラック2が他の区画領域DTに移動するまで、マップ保存用データベース36が、図12中に実線で示す区画領域DTの地図情報DTIを記憶していた場合に、ダンブトラック2が一点鎖線で示すように他の区画領域DTに移動すると、マップ保存用データベース36が、図12中に一点鎖線で示す区画領域DTの地図情報DTIを記憶することとなる。

[0095] このように、管理装置10のコンピュータ11のROMは、コンピュータ11にステップST95と、ステップST96と、ステップST97とを実行させるプログラムを記憶している。

[0096] 実施形態において、管理システム1は、複数のダンブトラック2が自車両の周囲の区画領域DTの地図情報DTIを作成し、管理装置10が複数の区画領域DTの地図情報DTIを管理する。管理システム1は、各ダンブトラック2の位置に関する情報に基づいて各ダンブトラック2が存在する区画領域DTの地図情報DTIと各ダンブトラック2が存在する区画領域DTに隣接する区画領域DTの地図情報DTIとを各ダンブトラック2に送信する。このため、管理システム1は、管理装置10から各ダンブトラック2に送信

する情報量を地図情報M I 全体を送信する場合よりも削減することができ、ダンプトラック2の受信に係る所要時間を抑制することができる。その結果、管理システム1は、ダンプトラック2がGPSにより位置及び方位を検出することができない状況であっても、区画領域DTの地図情報DT Iに基づいて走行経路RPに従って走行でき、ダンプトラック2の走行、即ち、鉱山Mの操業を継続して行うことができる。

[0097] また、実施形態において、管理システム1は、管理装置10が各ダンプトラック2が作成した区画領域DTの地図情報DT Iを優先して送信する場合には、ダンプトラック2が取得する地図情報DT Iと受信する地図情報DT Iとの差を抑制することができる。その結果、管理システム1は、管理装置10から受信した区画領域DTの地図情報DT Iに基づいて走行経路RPに従って走行でき、ダンプトラック2の走行、即ち、鉱山Mの操業を継続して行うことができる。

[0098] また、実施形態において、管理システム1は、管理装置10が作成されたからの経過時間が短い区画領域DTの地図情報DT Iを優先して送信する場合には、ダンプトラック2が取得する地図情報DT Iと受信する地図情報DT Iとの差を抑制することができる。その結果、管理システム1は、管理装置10から受信した区画領域DTの地図情報DT Iに基づいて走行経路RPに従って走行でき、ダンプトラック2の走行、即ち、鉱山Mの操業を継続して行うことができる。

[0099] 実施形態において、管理システム1は、ダンプトラック2が隣の区画領域DTに移動すると管理装置10に要求信号を送信し、管理装置10が隣の区画領域DTに隣接する他の区画領域DTの地図情報DT Iをダンプトラック2に送信する。このために、管理システム1は、地図情報M I 全体を送受信する場合よりもダンプトラック2と管理装置10との間において送受信する情報量を抑制することができる。その結果、管理システム1は、管理装置10からダンプトラック2に区画領域DTの地図情報DT Iを速やかに送信することができ、ダンプトラック2がGPSにより位置及び方位を検出するこ

とができない状況であっても、区画領域D T及びレーザーセンサ2 4 Bの検出結果に基づいて走行経路R Pに従って走行でき、ダンプトラック2の走行、即ち、鉱山Mの操業を継続して行うことができる。

[0100] また、管理システム1は、ダンプトラック2が隣の区画領域D Tに移動すると管理装置1 0に要求信号とともにダンプトラック2が現時点の位置に関する情報を送信する。このために、管理システム1の管理装置1 0は、ダンプトラック2が現時点において存在する区画領域D Tに隣接する他の区画領域D Tの地図情報D T Iをダンプトラック2に送信することができる。その結果、管理システム1は、ダンプトラック2がGPSにより位置及び方位を検出することができない状況であっても、区画領域D T及びレーザーセンサ2 4 Bの検出結果に基づいて走行経路R Pに従って走行でき、ダンプトラック2の走行、即ち、鉱山Mの操業を継続して行うことができる。

[0101] さらに、管理システム1は、ダンプトラック2のマップ保存用データベース3 6が複数の区画領域D Tの地図情報D T Iを記憶し、地図情報M I全体を記憶する必要が無いので、ダンプトラック2に設置されるマップ保存用データベース3 6の記憶容量を抑制することができる。

[0102] 実施形態に係るダンプトラック2は、GPS受信器3 1が検出したGPS位置の解がF i x解ではない時に、レーザーセンサ2 4 Bの検出結果と、マップ保存用データベース3 6に記憶された区画領域D Tの地図情報D T Iを照合して、ダンプトラック2の位置及び方位を検出する。その結果、ダンプトラック2は、GPSにより位置及び方位を検出することができない状況であっても、レーダー2 4 Aよりも高分解能なレーザーセンサ2 4 Bの検出結果に基づいて位置及び方位を検出することができ、ダンプトラック2の走行、即ち、鉱山Mの操業を継続して行うことができる。

[0103] また、ダンプトラック2は、GPS受信器3 1が検出したGPS位置の解がF i x解である時に、GPS位置等に基づいて走行経路R Pに従ってダンプトラック2を自律走行させる。このために、ダンプトラック2は、GPS受信器3 1が検出したGPS位置の解がF i x解である時に、走行経路R P

に従って高精度にダンプトラック 2 を自律走行させることができ、鉱山 M の操業を継続して行うことができる。

[0104] また、ダンプトラック 2 は、GPS 受信器 31 が検出した GPS 位置の解が Fix 解である時に、GPS 位置等に基づいて走行経路 RP に従ってダンプトラック 2 を自律走行させながら、レーザーセンサ 24 B の検出結果に基づいて、上方突出物 VP の位置で構成される区画領域 DT の地図情報 DTI を作成し、マップ保存用データベース 36 に記憶することとなる。その結果、ダンプトラック 2 は、GPS により位置及び方位を検出することができない状況であっても、区画領域 DT の地図情報 DTI 及びレーザーセンサ 24 B の検出結果に基づいて走行経路 RP に従って走行でき、ダンプトラック 2 の走行、即ち、鉱山 M の操業を継続して行うことができる。

[0105] 位置計測コントローラ 33 が要求情報を管理装置 10 に送信する他の区画領域 DT 及び管理装置 10 がダンプトラック 2 に送信する他の区画領域 DT が、ダンプトラック 2 のマップ保存用データベース 36 が地図情報 DTI を未記憶の区画領域 DT である場合には、ダンプトラック 2 が、隣の区画領域 DT に移動しても、マップ保存用データベース 36 に保存された区画領域 DT の地図情報 DTI に基づいて走行経路 RP に従って走行することができる。その結果、管理装置 10 は、GPS により位置及び方位を検出することができない状況であっても、区画領域 DT の地図情報 DTI 及びレーザーセンサ 24 B の検出結果に基づいてダンプトラック 2 を走行経路 RP に従って走行させることができ、ダンプトラック 2 の走行、即ち、鉱山 M の操業を継続して行うことができる。

[0106] 位置計測コントローラ 33 が要求情報を管理装置 10 に送信する他の区画領域 DT 及び管理装置 10 がダンプトラック 2 に送信する他の区画領域 DT が、ダンプトラック 2 のマップ保存用データベース 36 が地図情報 DTI を未記憶の区画領域 DT である場合には、管理システム 1 は、ダンプトラック 2 と管理装置 10 との間において送受信する情報量をより抑制することができる。

[0107] 実施形態において、ナビゲーションシステム30は、レーザーセンサ24Bの検出結果をもちいて地図情報M1の区画領域DTの作成、ダンプトラック2の位置及び方位を検出した。本発明において、ナビゲーションシステム30は、測距センサであるレーダー24Aの検出結果をもちいて地図情報M1の区画領域DTの作成、ダンプトラック2の位置及び方位を検出してもよい。また、本発明において、ナビゲーションシステム30は、測距センサであるダンプトラック2に複数設けられたCCD (Charge-Coupled Device) カメラの検出結果をもちいて地図情報M1の区画領域DTの作成、ダンプトラック2の位置及び方位を検出してもよい。

[0108] 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。

[0109] なお、上述の実施形態では鉱山Mにて用いられる鉱山機械を例に説明したが、それに限られず、地下鉱山で用いられる作業機械や、地上の作業現場で用いられる作業機械に適用してもよい。作業機械は、鉱山機械を含むものである。

[0110] 実施形態において、他の作業機械3は、区画領域DTの地図情報DT1を作成できるとして説明したが、すべての他の作業機械3が区画領域DTの地図情報DT1を作成できる必要はない。さらに、本発明は、ダンプトラック2のみが、区画領域DTの地図情報DT1を作成できてもよい。また、実施形態において、ダンプトラック2は、隣の区画領域DTに移動した際に上方突出物VPの位置を区画領域DTの地図情報DT1として管理装置10に送信することを説明したが、例えば、1日又は1週間毎などの所定期間ごとに送信してもよい。また、ダンプトラック2は、通過するたびに上方突出物VPに検出値の論理和を保存しておき、例えば5回などの所定回数通過したときに、上方突出物VPの位置を管理装置10に送信してもよい。実施形態において、GPS基地局19を用いた補正観測情報をGPS位置の検出に利用

する例を説明したが、ダンプトラック2のGPS受信器31単体で位置を検出してもよい。また、本発明は、GPS位置の誤差（精度）が所定の誤差以下であるか否かを、GPS基地局19の補正観測情報を用いずにダンプトラック2のGPS受信器31単体で判定してもよい。

[0111] また、上述の実施形態ではGPS受信器31を用いて鉱山機械の位置を検出していたが、それに限らず、周知の「位置検出手段」に基づいて鉱山機械の位置を検出できるようにしてもよい。特に、地下鉱山ではGPSを検出できないため、例えば、既存の位置検出装置であるIMES (Indoor Messaging System)、疑似衛星（スードライト）、RFID (Radio Frequency Identifier)、ビーコン、測量器、無線LAN、UWB (Ultra Wide Band)、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)、ランドマーク（走行経路の傍らに設けた目印）を使用した作業機械の自己位置推定等を用いてもよい。これらの位置検出装置を、地上の鉱山Mにおける鉱山機械または地上の作業現場で用いられる作業機械に用いてもよい。

[0112] また、「作業機械の制御システム」として、上述の実施形態では地上の鉱山Mにおけるダンプトラックの制御システムを例に説明したが、それに限らず、地上の鉱山Mにおける他の鉱山機械、地下鉱山に用いられる作業機械又は地上の作業現場で用いられる作業機械（油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ等）であって、「位置検出装置」、「非接触センサ」および「位置演算部」を備える作業機械の制御システムも含んでいる。

符号の説明

- [0113] 1 管理システム
2 ダンプトラック（作業機械）
7 管制施設
10 管理装置（作業機械の管理装置）
20 走行コントローラ（走行制御手段）
21 車両本体
24A レーダー（測距センサ）

2 4 B レーザーセンサ（測距センサ）
2 7 速度センサ
3 0 ナビゲーションシステム
3 1 G P S 受信器（位置検出手段）
3 2 A 経路位置記憶部（経路位置記憶手段）
3 3 位置計測コントローラ（計測出力手段）
3 3 A 判定部（判定手段）
3 6 マップ保存用データベース
R P 走行経路
V P 上方突出物
B K 土手
D T 区画領域（領域）
D T I 地図情報

請求の範囲

- [請求項1] 自車両の周囲の領域の地図情報を作成する複数の作業機械と、
前記複数の作業機械それぞれが作成した複数の前記領域の地図情報を管理し、各作業機械の位置に関する情報に基づいて各作業機械が存在する領域の地図情報と各作業機械が存在する領域に隣接する領域の地図情報とを各作業機械に送信する管理装置と、
を備える作業機械の管理システム。
- [請求項2] 前記管理装置は、前記複数の領域の地図情報のうちの前記各作業機械が作成した領域の地図情報を優先して送信する請求項1に記載の作業機械の管理システム。
- [請求項3] 前記管理装置は、前記複数の領域の地図情報のうちの作成されてからの経過時間が短い領域の地図情報を優先して送信する請求項1に記載の作業機械の管理システム。
- [請求項4] 前記作業機械は、前記管理装置から受信した前記領域の地図情報を記憶する地図情報記憶手段と、前記地図情報記憶手段が記憶した領域の地図情報と周囲の物体の位置を検出する測距センサの検出結果とを照合することにより位置を検出する計測出力手段と、隣の領域に移動したか否かを判定する判定手段とを備え、
前記計測出力手段は、前記作業機械が前記隣の領域に移動したと前記判定手段が判定すると、前記隣の領域に隣接する他の領域の地図情報を要求する要求情報を前記作業機械の位置に関する情報とともに前記管理装置に送信し、
前記管理装置は、前記要求情報を受信すると、前記作業機械の位置に関する情報に基づいて、前記他の領域を抽出し、抽出した他の領域の地図情報を前記作業機械に送信する請求項1から請求項3のうちいずれか一項に記載の作業機械の管理システム。
- [請求項5] 前記計測出力手段が前記要求情報を前記管理装置に送信する前記他の領域は、前記地図情報記憶手段が地図情報を未記憶の領域である請

求項 2 に記載の作業機械の管理システム。

[請求項6]

複数の作業機械により作成された複数の領域の地図情報のうちの自車両が存在する領域の地図情報と自車両が存在する領域に隣接する領域の地図情報とを記憶する地図情報記憶手段と、

周囲の物体の位置を検出する測距センサ、

G P S 位置を検出する位置検出手段と、

隣の領域に移動したか否かを判定するとともに前記位置検出手段が検出した G P S 位置の誤差が所定の誤差以下であるか否かを判定する判定手段と、

前記位置検出手段が検出した G P S 位置の誤差が前記所定の誤差以下であると前記判定手段が判定すると、前記位置検出手段の検出結果及び前記測距センサの検出結果から走行経路の表面から上方に突出した上方突出物の位置を検出するとともに、前記隣の領域に移動したと前記判定手段が判定すると検出した前記上方突出物の位置を前記領域の地図情報として管理装置に送信する計測出力手段と、

を備える作業機械。

[請求項7]

前記計測出力手段は、前記位置検出手段が検出した G P S 位置の誤差が前記所定の誤差を超えていると前記判定手段が判定すると、前記測距センサの検出結果と前記地図情報記憶手段に記憶した領域の地図情報とを照合することにより前記作業機械の位置を検出するとともに、前記隣の領域に移動したと前記判定手段が判定すると、前記隣の領域に隣接する他の領域の地図情報を要求する要求情報を位置に関する情報とともに前記管理装置に送信する請求項 6 に記載の作業機械。

[請求項8]

前記計測出力手段が前記要求情報を前記管理装置に送信する前記他の領域は、前記地図情報記憶手段が地図情報を未記憶の領域である請求項 7 に記載の作業機械。

[請求項9]

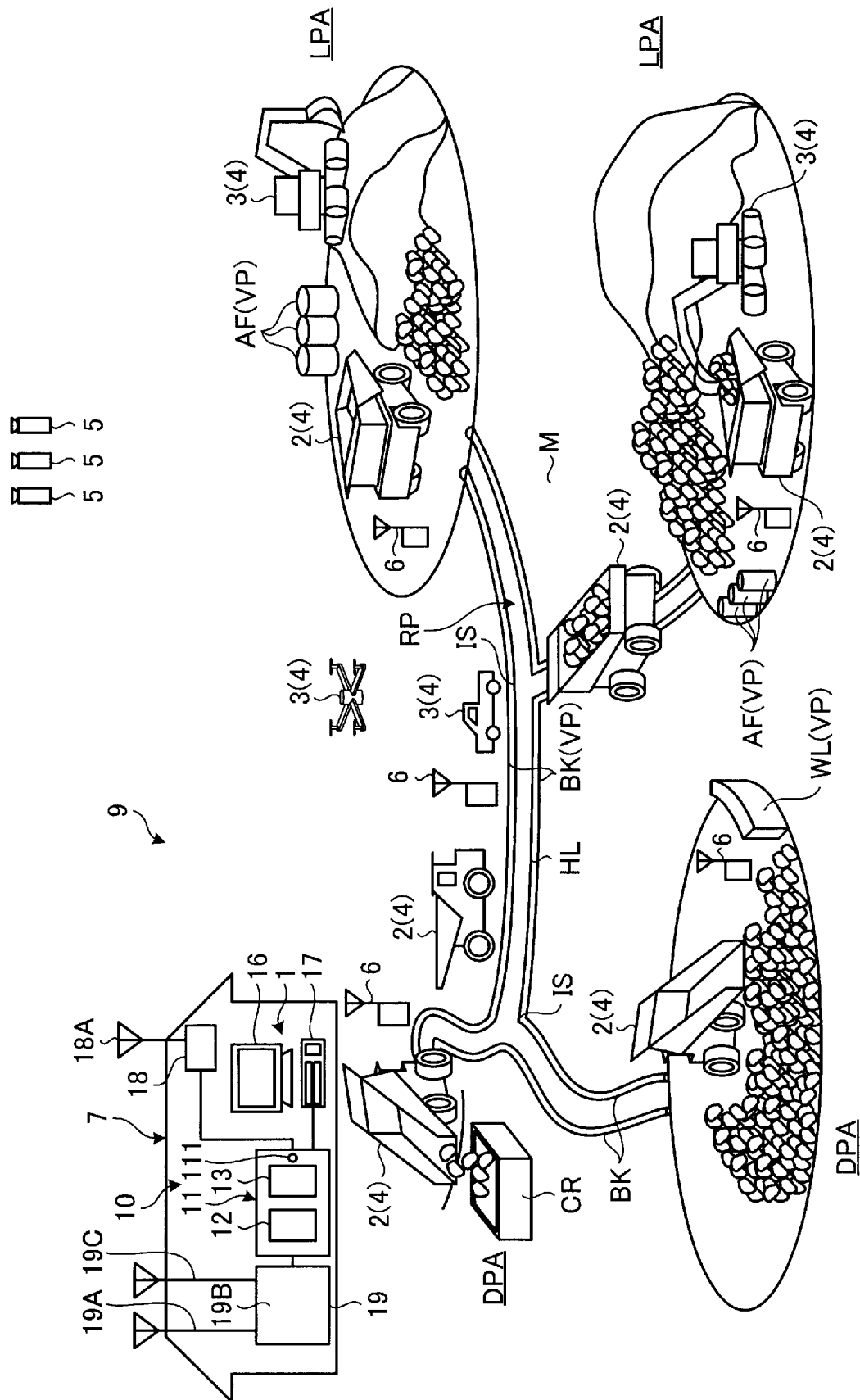
複数の作業機械により作成された複数の領域の地図情報を管理するとともに、各作業機械に前記複数の領域のうちの各作業機械が存在す

る領域の地図情報と各作業機械が存在する領域に隣接する領域の地図情報とを送信し、

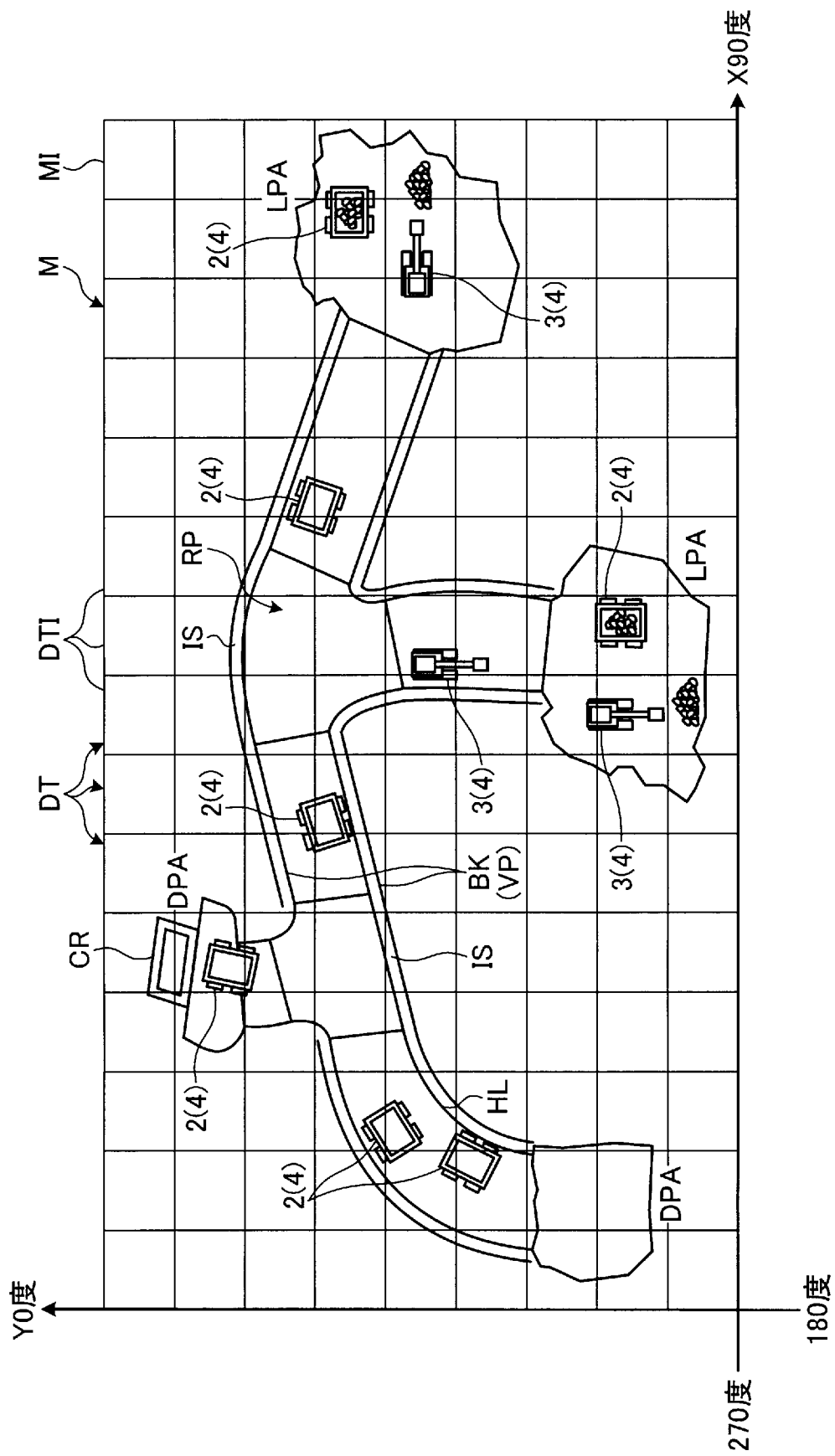
前記作業機械が隣の領域に移動して、前記作業機械から前記隣の領域に隣接する他の領域の地図情報を要求する要求情報を前記作業機械の位置に関する情報とともに受信すると、前記作業機械の位置に関する情報に基づいて、前記他の領域を抽出し、抽出した他の領域の地図情報を前記作業機械に送信する作業機械の管理装置。

[請求項10] 前記作業機械に地図情報を送信する前記他の領域は、前記作業機械が地図情報を未記憶の領域である請求項9に記載の作業機械の管理装置。

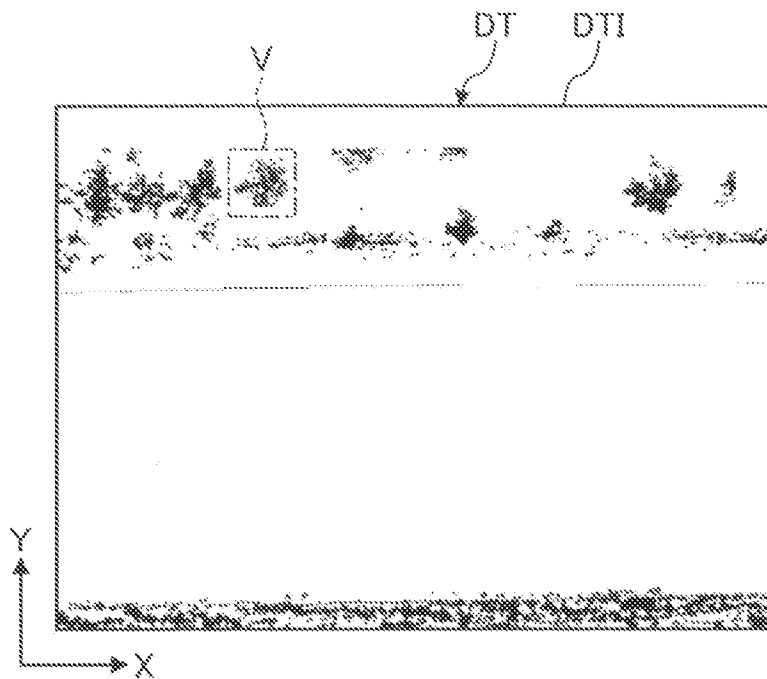
[図1]



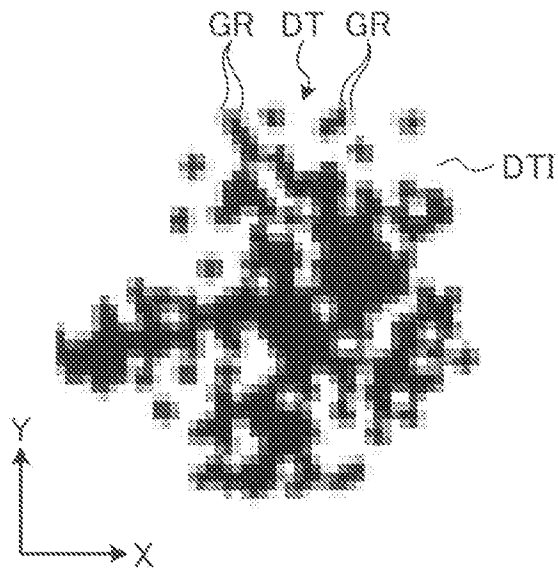
[図2]



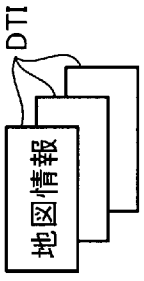
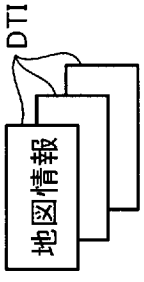
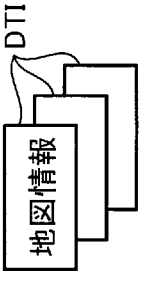
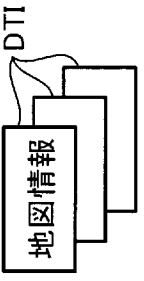
[図3]



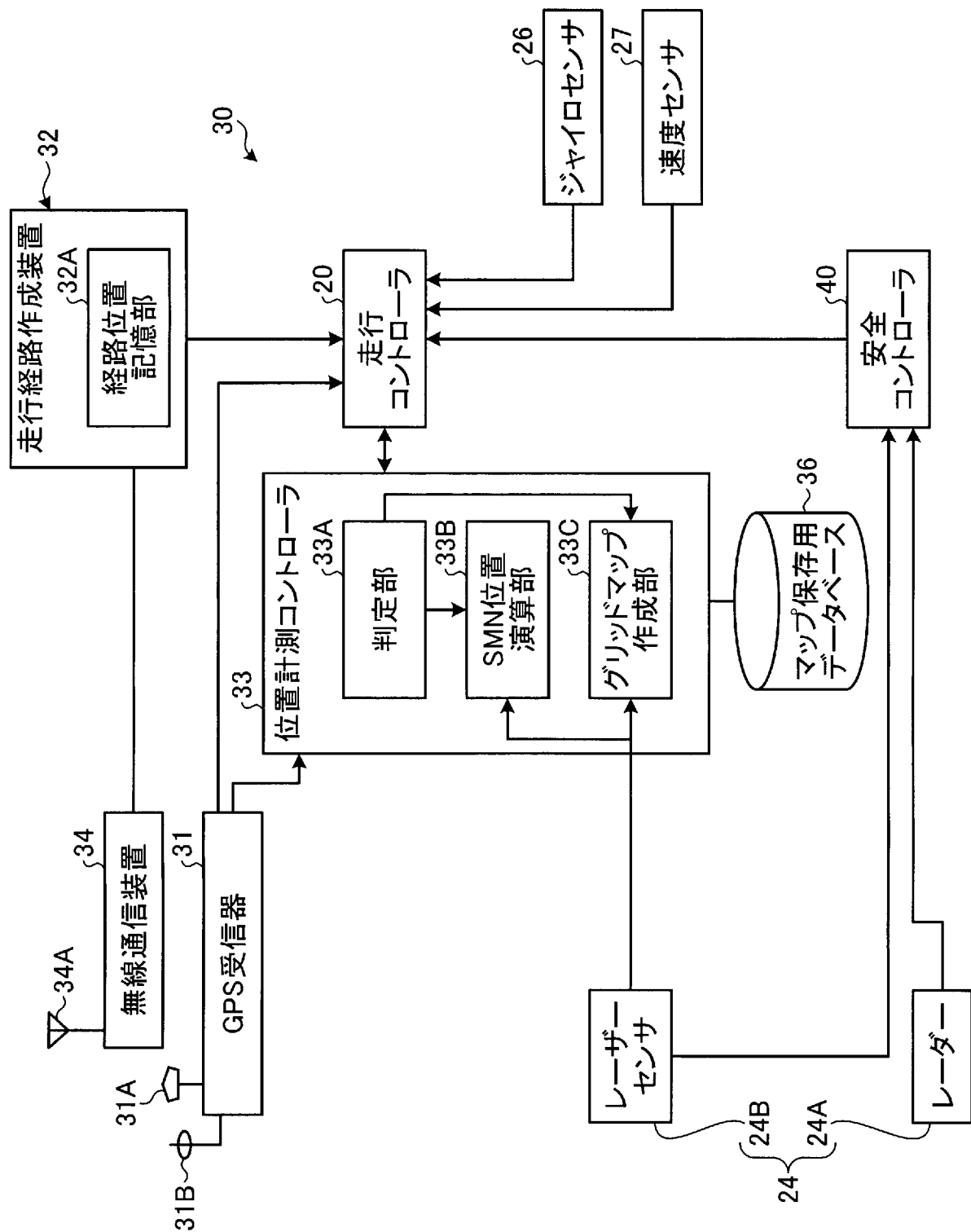
[図4]



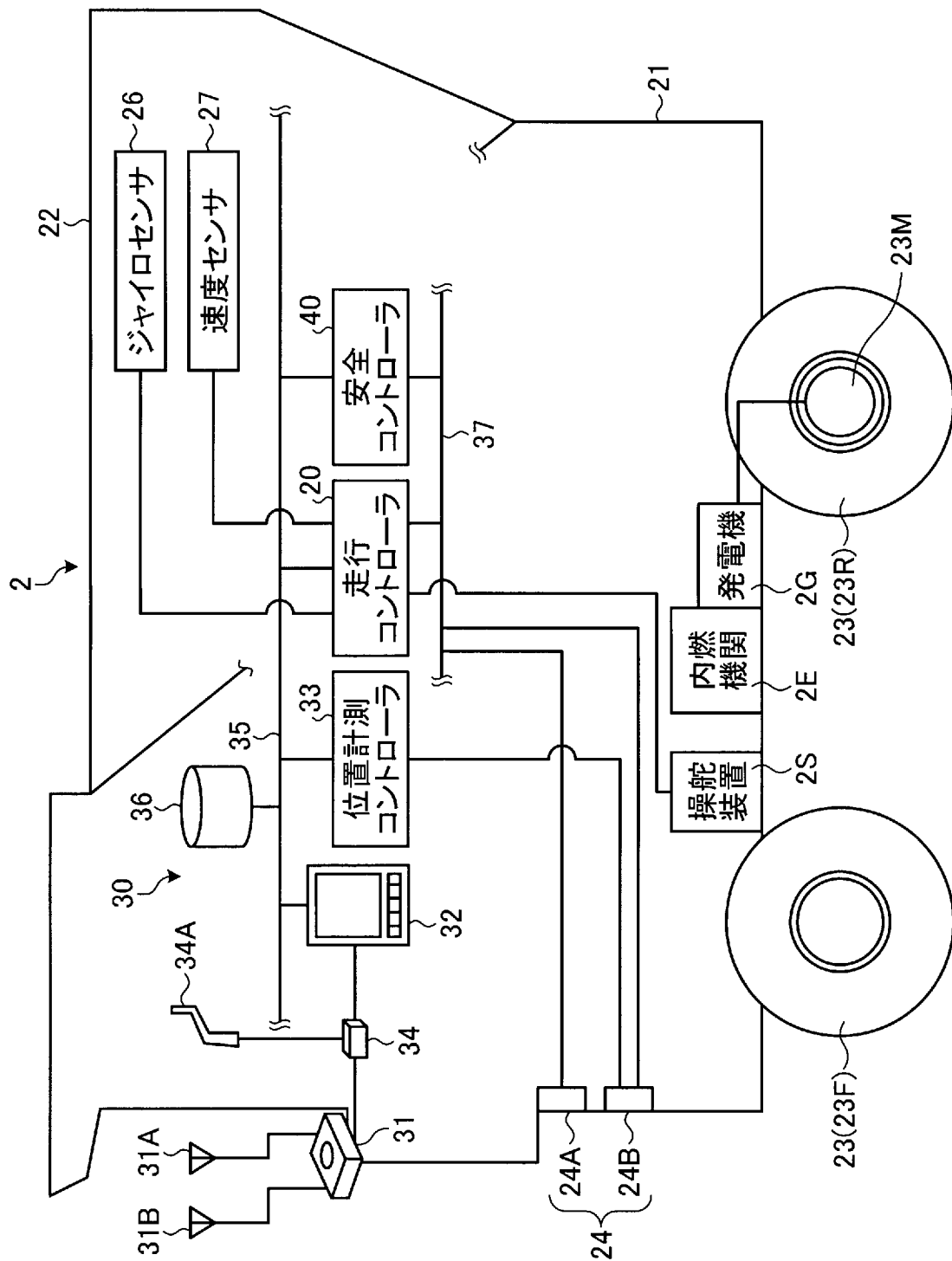
[図5]

	第1の区画領域DT	第2の区画領域DT	...
第1のダンプトラック			
第2のダンプトラック			
第3のダンプトラック			
...			

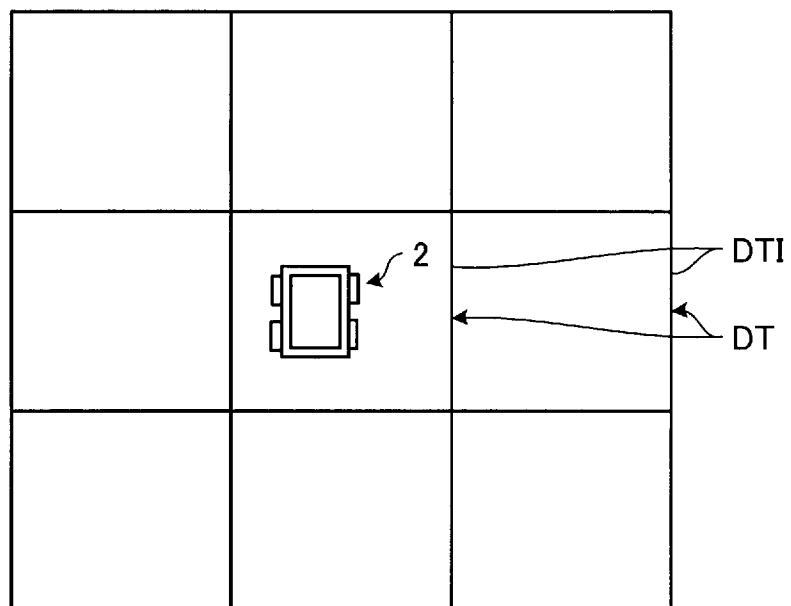
[図6]



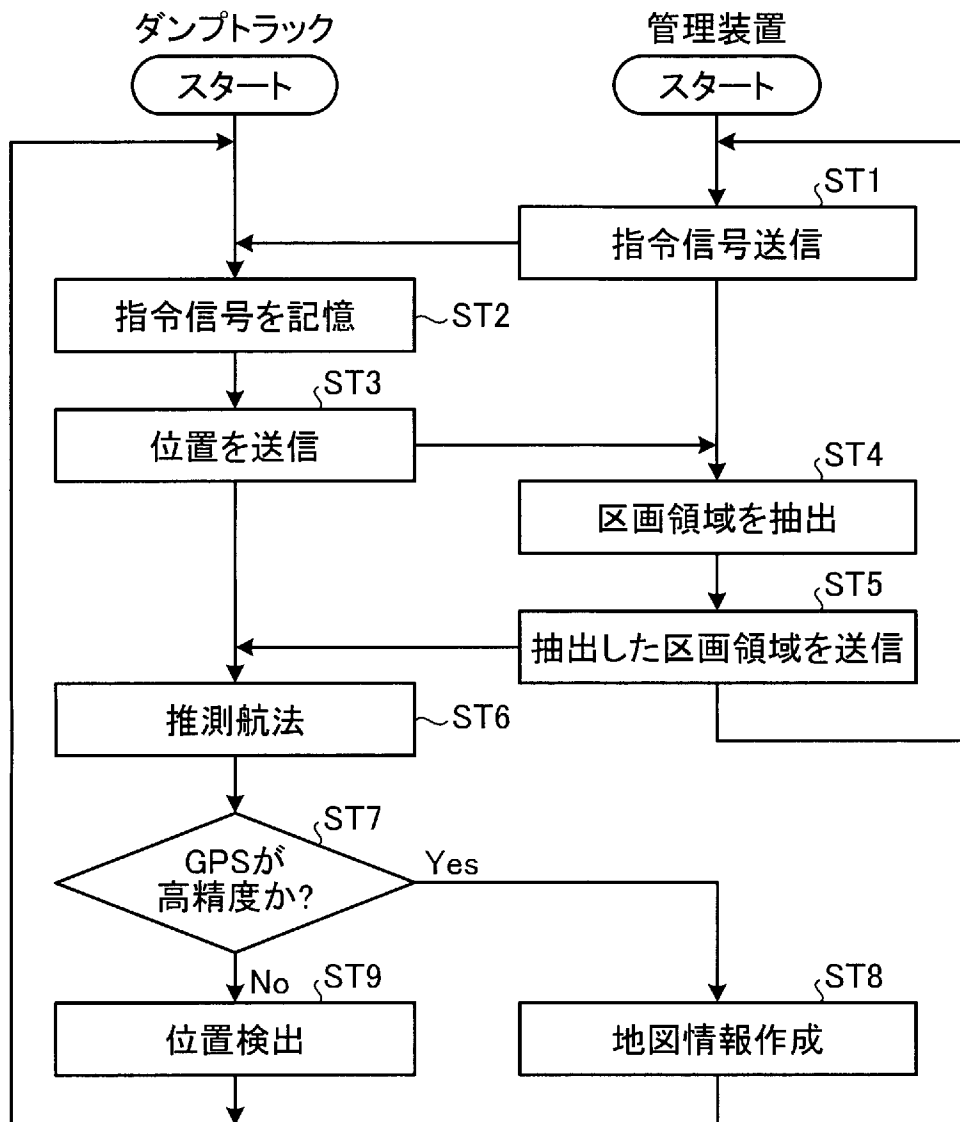
[図7]



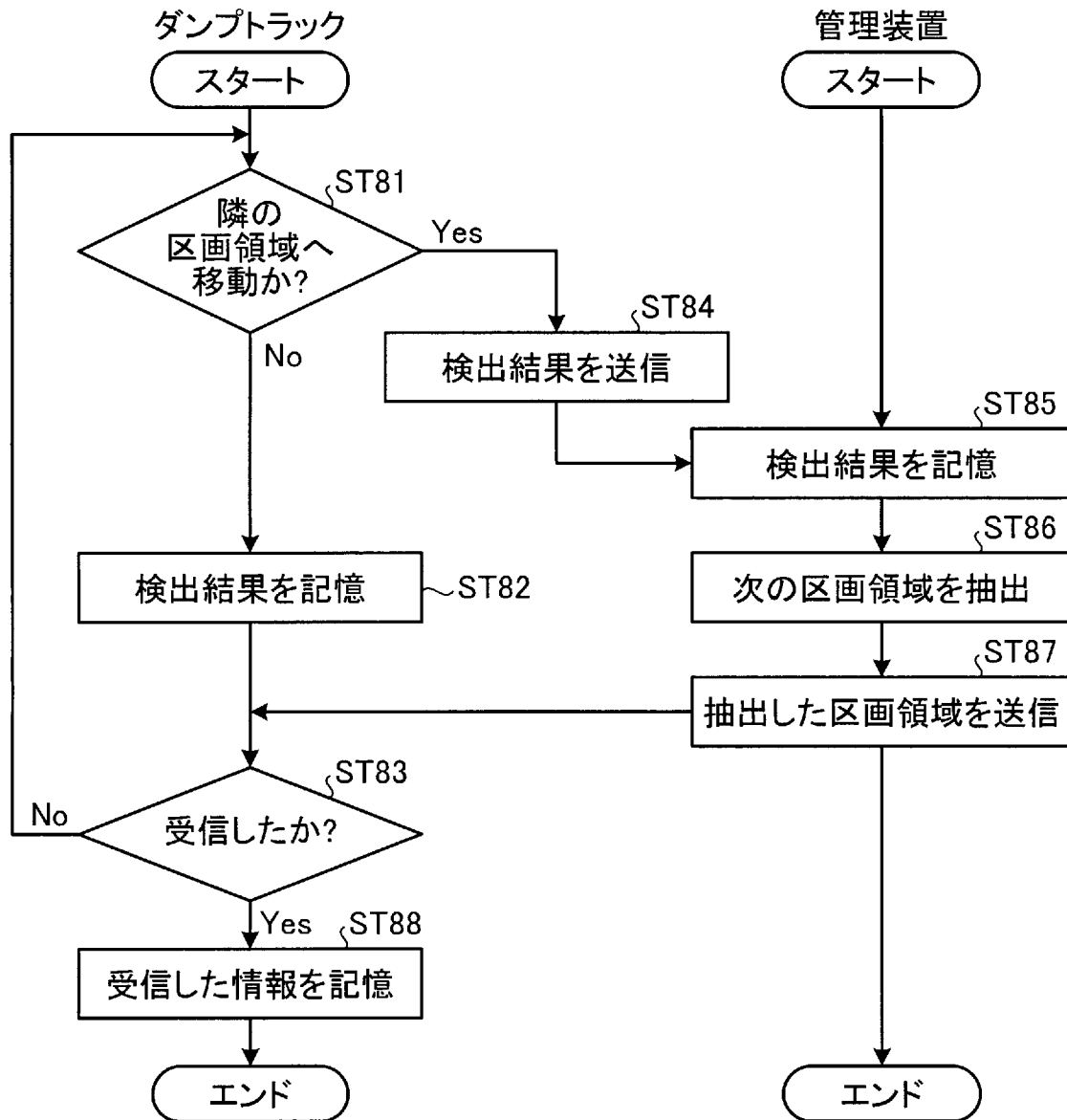
[図8]



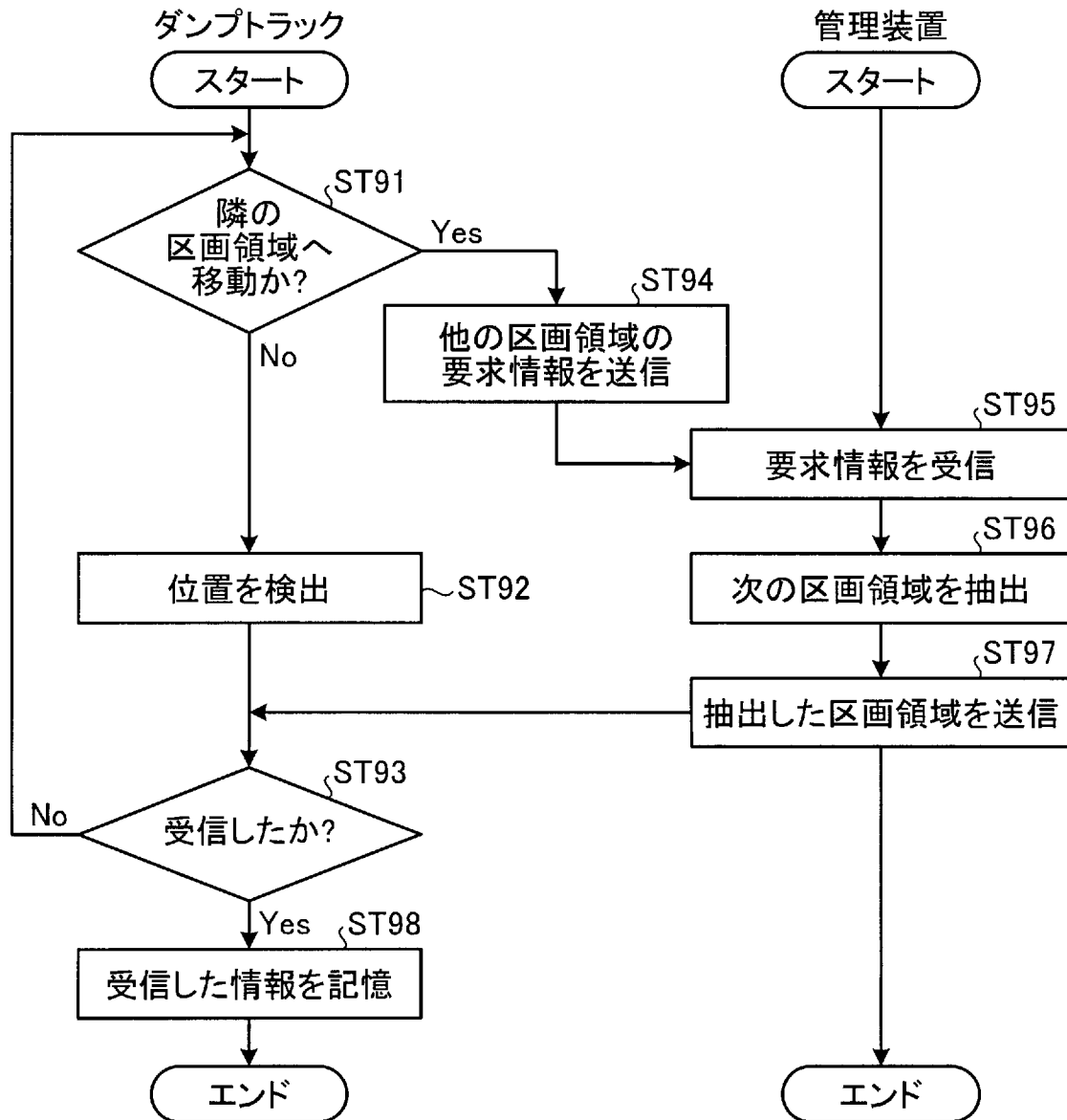
[図9]



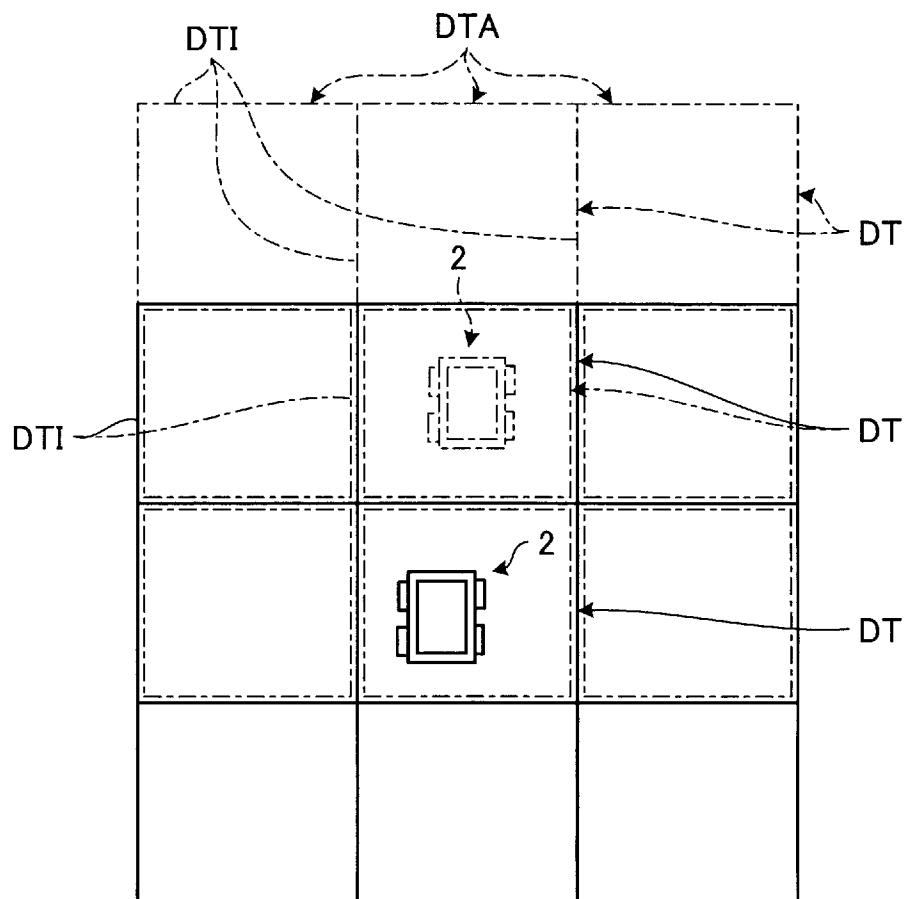
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086429

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C21/00(2006.01)i, G08G1/00(2006.01)i, G09B29/00(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)

G01C21/00, G08G1/00, G09B29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-194924 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 05 November 2015 (05.11.2015), paragraphs [0005] to [0006], [0030] to [0035]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 3-4, 9-10 2, 5-8
Y A	JP 2012-118694 A (Komatsu Ltd.), 21 June 2012 (21.06.2012), paragraphs [0033] to [0050], [0065] to [0072], [0103] to [0110]; fig. 1 to 3, 6 & US 2013/0238182 A1 paragraphs [0051] to [0067], [0082] to [0089], [0120] to [0127]; fig. 1A to 3, 6A to 6B & WO 2012/073950 A1 & AU 2011337752 A & CA 2793059 A	1, 3-4, 9-10 2, 5-8

☒ 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
03 March 2016 (03.03.16)

Date of mailing of the international search report
22 March 2016 (22.03.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086429

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 2003-114613 A (Netgene Co., Ltd.), 18 April 2003 (18.04.2003), paragraphs [0002] to [0003], [0022] to [0035]; fig. 6 to 12 (Family: none)	1, 3-4, 9-10 2, 5-8
Y	JP 2015-82193 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 27 April 2015 (27.04.2015), paragraphs [0014], [0025] to [0030], [0064] to [0075]; fig. 6, 13 to 15 & US 2015/0112537 A1 paragraphs [0037], [0048] to [0053], [0087] to [0098]; fig. 6, 13 to 15 & DE 102014221264 A	3-4
Y	JP 2002-215236 A (Komatsu Ltd.), 31 July 2002 (31.07.2002), paragraphs [0001], [0017] to [0027], [0031] to [0032]; fig. 1, 3 & US 2002/0099481 A paragraphs [0002], [0041] to [0064], [0069] to [0070]; fig. 1, 3	4
A	JP 2008-21023 A (Fujitsu Ltd.), 31 January 2008 (31.01.2008), paragraphs [0010] to [0013], [0022] to [0026], [0030] to [0042]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C21/00(2006.01)i, G08G1/00(2006.01)i, G09B29/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C21/00, G08G1/00, G09B29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2015-194924 A（日立建機株式会社）2015.11.05, 段落[0005]-[0006], [0030]-[0035], 図1-3（ファミリーなし）	1, 3-4, 9-10 2, 5-8
Y A	JP 2012-118694 A（株式会社小松製作所）2012.06.21, 段落[0033]-[0050], [0065]-[0072], [0103]-[0110], 図1-3, 6 & US 2013/0238182 A1, 段落[0051]-[0067], [0082]-[0089], [0120]-[0127], 図1A-3, 6A-6B & WO 2012/073950 A1 & AU 2011337752 A & CA 2793059 A	1, 3-4, 9-10 2, 5-8

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

03.03.2016

国際調査報告の発送日

22.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

相羽 昌孝

3H

4756

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2003-114613 A (株式会社ネットジーン) 2003. 04. 18, 段落[0002]-[0003], [0022]-[0035], 図 6-12 (ファミリーなし)	1, 3-4, 9-10 2, 5-8
Y	JP 2015-82193 A (日立建機株式会社) 2015. 04. 27, 段落[0014], [0025]-[0030], [0064]-[0075], 図 6, 13-15 & US 2015/0112537 A1, 段落[0037], [0048]-[0053], [0087]-[0098], 図 6, 13-15 & DE 102014221264 A	3-4
Y	JP 2002-215236 A (株式会社小松製作所) 2002. 07. 31, 段落[0001], [0017]-[0027], [0031]-[0032], 図 1, 3 & US 2002/0099481 A, 段落[0002], [0041]-[0064], [0069]-[0070], 図 1, 3	4
A	JP 2008-21023 A (富士通株式会社) 2008. 01. 31, 段落[0010]-[0013], [0022]-[0026], [0030]-[0042], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-10