

(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
2020年4月16日(16.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/075458 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/20 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036532
- (22) 国際出願日: 2019年9月18日(18.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-191789 2018年10月10日(10.10.2018) JP
- (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: 逢澤 正憲 (AIZAWA, Masanori); 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6

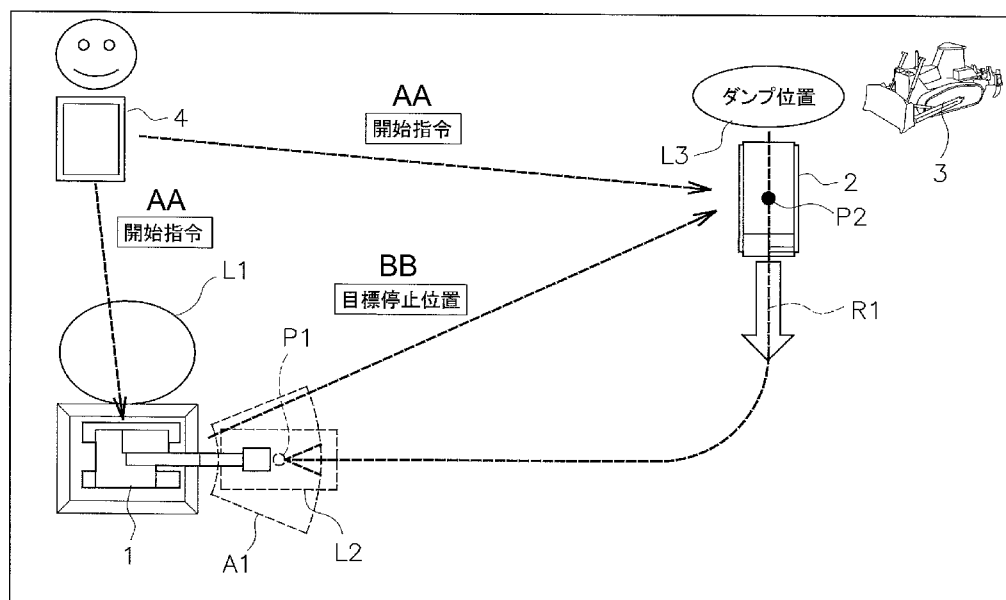
株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 嶋田 健二郎 (SHIMADA, Kenjiro); 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人 (SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 1 丁目 4 番 1 9 号 サウスホレストビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** SYSTEM AND METHOD INCLUDING TRANSPORT VEHICLE AND WORK MACHINE FOR LOADING RAW MATERIALS INTO TRANSPORT VEHICLE, AND WORK MACHINE

(54) 発明の名称: 運搬車両と運搬車両に素材を積み込む作業機械とを含むシステム、方法、及び作業機械



L3 Dump position
AA Start command
BB Target stop position

(57) **Abstract:** A first processor of a work machine determines a target stop position for a transport vehicle on the basis of the position of the work machine and the target offset distance. A second processor of the transport vehicle acquires, from the work machine, data indicating the target stop position of the transport vehicle. The second processor controls the transport vehicle so as to move the transport vehicle to the target stop position.

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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：作業機械の第1プロセッサは、作業機械の位置と目標オフセット距離とに基づいて運搬車両の目標停止位置を決定する。運搬車両の第2プロセッサは、作業機械から運搬車両の目標停止位置を示すデータを取得する。第2プロセッサは、目標停止位置に運搬車両を移動させるように運搬車両を制御する。

明 細 書

発明の名称：

運搬車両と運搬車両に素材を積み込む作業機械とを含むシステム、方法、及び作業機械

技術分野

[0001] 本発明は、運搬車両と、運搬車両に素材を積み込む作業機械とを制御する技術に関する。

背景技術

[0002] 油圧ショベルなどの作業機械によって土砂などの素材を掘削して、ダンプトラックなどの運搬車両に積み込む作業がある。運搬車両は、所定の積込位置で材料を積み込まれる。運搬車両は、所定のダンプ位置まで走行して、ダンプ位置で素材をダンプする。そして、運搬車両は積込位置へ戻り、作業機械によって再び素材が積み込まれる。

[0003] 従来、上記のような作業機械による積込作業を自動制御によって行う技術が知られている。例えば、特許文献1では、掘削位置と排土位置とが作業機械のコントローラに予め教示される。コントローラは、掘削位置で掘削を行い、掘削位置から排土位置に向けて作業機械を旋回させ、排土位置で排土するように作業機械を制御する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-192514号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の技術によれば、自動制御によって作業機械による積込作業を行うことができる。しかし、積込作業は、作業機械だけではなく運搬車両と協働して行われる。従って、積込作業をより効率よく行うためには、作業機械と運

搬車両とが適切に連携して作業を行うことが重要である。

[0006] 本発明の目的は、作業機械による運搬車両への積込作業を自動制御によって行うと共に、作業機械と運搬車両との連携を適切に行うことにある。

課題を解決するための手段

[0007] 第1の態様は、システムであって、運搬車両と、運搬車両に素材を積み込む作業機械とを備える。作業機械は、第1位置センサと第1プロセッサとを含む。第1位置センサは、作業機械の位置を検出する。第1プロセッサは、第1位置センサが検出した作業機械の位置を示すデータを取得する。第1プロセッサは、作業機械に対する運搬車両の目標オフセット距離を示すデータを取得する。第1プロセッサは、作業機械の位置と目標オフセット距離とに基づいて運搬車両の目標停止位置を決定する。運搬車両は、通信装置と、第2位置センサと、第2プロセッサとを含む。通信装置は、作業機械と通信する。第2位置センサは、運搬車両の位置を検出する。第2プロセッサは、作業機械から目標停止位置を示すデータを取得する。第2プロセッサは、目標停止位置に運搬車両を移動させるように運搬車両を制御する。

[0008] 第2の態様は、運搬車両と、運搬車両に素材を積み込む作業機械とを制御するために1又は複数のプロセッサによって実行される方法である。当該方法は以下の処理を備える。第1の処理は、作業機械の位置を示すデータを取得することである。第2の処理は、作業機械に対する運搬車両の目標オフセット距離を示すデータを取得することである。第3の処理は、作業機械の位置と目標オフセット距離とに基づいて運搬車両の目標停止位置を決定することである。第4の処理は、運搬車両の位置を示すデータを取得することである。第5の処理は、目標停止位置に運搬車両を移動させるように運搬車両を制御することである。

[0009] 第3の態様は、作業機械であって、第1位置センサと、第1プロセッサと、通信装置とを備える。第1位置センサは、作業機械の位置を検出する。第1プロセッサは、第1位置センサが検出した作業機械の位置を示すデータを取得する。第1プロセッサは、作業機械に対する運搬車両の目標オフセット

距離を示すデータを取得する。第1プロセッサは、作業機械の位置と目標オフセット距離とに基づいて運搬車両の目標停止位置を決定する。通信装置は、目標停止位置を運搬車両に送信する。

発明の効果

[0010] 本発明では、作業機械の位置と目標オフセット距離とに基づいて運搬車両の目標停止位置が決定される。そして、運搬車両は、目標停止位置に移動するように制御される。それにより、作業機械による運搬車両への積込作業を自動制御によって行うと共に、作業機械と運搬車両との連携を適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]作業機械及び運搬車両が用いられる作業現場の一例を示す平面図である。

[図2]作業機械の側面図である。

[図3]作業機械の構成を示すブロック図である。

[図4]運搬車両の側面図である。

[図5]運搬車両の構成を示すブロック図である。

[図6]作業機械での自動制御の処理を示すフローチャートである。

[図7]作業機械での自動制御の処理を示すフローチャートである。

[図8]運搬車両での自動制御の処理を示すフローチャートである。

[図9]運搬車両での自動制御の処理を示すフローチャートである。

[図10]自動制御モードにおける作業現場の状況を模式的に示す平面図である。

[図11]自動制御モードにおける作業現場の状況を模式的に示す平面図である。

[図12]自動制御モードにおける作業現場の状況を模式的に示す平面図である。

[図13]自動制御モードにおける作業現場の状況を模式的に示す平面図である。

[図14]許容停止範囲の一例を示す平面図である。

[図15]運搬車両の荷台の旋回角度の調整を示す平面図である。

[図16]現在の地形と掘削経路との一例を示す平面図である。

[図17]現在の地形の断面と掘削経路との一例を示す側面図である。

[図18]自動制御モードにおける作業現場の状況を模式的に示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施形態に係る作業機械及び運搬車両の制御システムについて、図面を参照しながら説明する。図1は、実施形態に係る作業機械1及び運搬車両2が用いられる作業現場の一例を示す平面図である。作業現場には、作業機械1と運搬車両2とが配置されている。作業機械1と運搬車両2とは、自動制御により互いに協働して作業を行う。

[0013] 本実施形態において、作業機械1は油圧ショベルである。運搬車両2はダンプトラックである。作業機械1は、作業現場内の所定の掘削位置L1の横に配置されている。運搬車両2は、作業現場内の所定の積込位置L2と所定のダンプ位置L3との間を走行して往復する。作業機械1は、自動制御により、掘削位置L1を掘削して、掘削対象物としての土砂等の素材を、積込位置L2に停車している運搬車両2に積み込む。素材を積み込まれた運搬車両2は、ダンプ位置L3まで走行し、ダンプ位置L3に素材を降ろす。ダンプ位置L3には、ブルドーザなどの他の作業機械3が配置されており、ダンプ位置L3に降ろされた素材を敷き広げる。素材を降ろした運搬車両2は積込位置L2まで走行し、作業機械1は、積込位置L2に停車した運搬車両2に再び素材を積み込む。このような作業が繰り返されることで、掘削位置L1の素材がダンプ位置L3に移送される。

[0014] 図2は、作業機械1の側面図である。図2に示すように、作業機械1は、車両本体11と作業機12とを含む。車両本体11は、旋回体13と支持体14とを含む。旋回体13は、支持体14に対して旋回可能に取り付けられている。旋回体13にはキャブ15が配置されている。ただし、キャブ15

は省略されてもよい。支持体 14 は、履帯 16 を含む。後述するエンジン 24 の駆動力によって履帯 16 が駆動されることで、作業機械 1 は走行する。

[0015] 作業機 12 は、車両本体 11 の前部に取り付けられている。作業機 12 は、ブーム 17 とアーム 18 とバケット 19 とを含む。ブーム 17 は、旋回体 13 に対して上下方向に動作可能に取り付けられている。アーム 18 は、ブーム 17 に対して動作可能に取り付けられている。バケット 19 は、アーム 18 に対して動作可能に取り付けられている。作業機 12 は、ブームシリンダ 21 と、アームシリンダ 22 と、バケットシリンダ 23 とを含む。ブームシリンダ 21 と、アームシリンダ 22 と、バケットシリンダ 23 とは、油圧シリンダであり、後述する油圧ポンプ 25 から供給される作動油によって駆動される。ブームシリンダ 21 は、ブーム 17 を動作させる。アームシリンダ 22 は、アーム 18 を動作させる。バケットシリンダ 23 は、バケット 19 を動作させる。

[0016] 図 3 は、作業機械 1 の制御システムの構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、作業機械 1 は、エンジン 24 と、油圧ポンプ 25 と、動力伝達装置 26 と、コントローラ 27 とを含む。

[0017] エンジン 24 は、コントローラ 27 からの指令信号により制御される。油圧ポンプ 25 は、エンジン 24 によって駆動され、作動油を吐出する。油圧ポンプ 25 から吐出された作動油は、ブームシリンダ 21 と、アームシリンダ 22 と、バケットシリンダ 23 とに供給される。

[0018] 作業機械 1 は、旋回モータ 28 を含む。旋回モータ 28 は、油圧モータであり、油圧ポンプ 25 からの作動油によって駆動される。旋回モータ 28 は、旋回体 13 を旋回させる。油圧ポンプ 25 は、可変容量ポンプである。なお、図 3 では、1 つの油圧ポンプ 25 が図示されているが、複数の油圧ポンプが設けられてもよい。油圧ポンプ 25 にはポンプ制御装置 29 が接続されている。ポンプ制御装置 29 は、油圧ポンプ 25 の傾転角を制御する。ポンプ制御装置 29 は、例えば電磁弁を含み、コントローラ 27 からの指令信号により制御される。コントローラ 27 は、ポンプ制御装置 29 を制御するこ

とで、油圧ポンプ２５の容量を制御する。

- [0019] 油圧ポンプ２５とシリンダ２１－２３と旋回モータ２８とは、制御弁３１を介して油圧回路によって接続されている。制御弁３１は、コントローラ２７からの指令信号によって制御される。制御弁３１は、油圧ポンプ２５からシリンダ２１－２３及び旋回モータ２８に供給される作動油の流量を制御する。コントローラ２７は、制御弁３１を制御することで、作業機１２の動作を制御する。また、コントローラ２７は、制御弁３１を制御することで、旋回体１３の旋回を制御する。
- [0020] 動力伝達装置２６は、エンジン２４の駆動力を支持体１４に伝達する。動力伝達装置２６は、例えば、トルクコンバーター、或いは複数の変速ギアを有するトランスミッションであってもよい。或いは、動力伝達装置２６は、HST (Hydro Static Transmission)、或いはHMT (Hydraulic Mechanical Transmission) などの他の形式のトランスミッションであってもよい。
- [0021] コントローラ２７は、取得したデータに基づいて作業機械１を制御するようにプログラムされている。コントローラ２７は、エンジン２４と支持体１４と動力伝達装置２６とを制御することで、作業機械１を走行させる。コントローラ２７は、エンジン２４と油圧ポンプ２５と制御弁３１とを制御することで、作業機１２を動作させる。
- [0022] コントローラ２７は、CPU或いはGPU等の第１プロセッサ２７１と、メモリ２７２とを含む。第１プロセッサ２７１は、作業機械１の自動制御のための処理を行う。メモリ２７２は、作業機械１の自動制御のためのデータ及びプログラムを記憶している。例えば、メモリ２７２は、揮発性メモリと不揮発性メモリとを含む。
- [0023] 作業機械１は、負荷センサ３２ａ－３２ｃを含む。負荷センサ３２ａ－３２ｃは、作業機１２にかかる負荷を検出し、負荷を示す負荷データを出力する。本実施形態では、負荷センサ３２ａ－３２ｃは、油圧センサであり、シリンダ２１－２３の油圧をそれぞれ検出する。負荷データは、シリンダ２１－２３の油圧を示す。コントローラ２７は、負荷センサ３２ａ－３２ｃと有

線或いは無線によって通信可能に接続されている。コントローラ 27 は、負荷センサ 32 a - 32 c から負荷データを受信する。

[0024] 作業機械 1 は、第 1 位置センサ 33 と、作業機センサ 34 a - 34 c と、旋回角度センサ 39 とを含む。第 1 位置センサ 33 は、作業機械 1 の位置を検出し、作業機械 1 の位置を示す位置データを出力する。第 1 位置センサ 33 は、GNSS (Global Navigation Satellite System) レシーバと IMU (慣性計測装置 : Inertial Measurement Unit) とを含む。GNSS レシーバは、例えば GPS (Global Positioning System) 用の受信機である。位置データは、GNSS レシーバが出力する作業機械 1 の位置を示すデータと、IMU が出力する車両本体 11 の姿勢を示すデータとを含む。車両本体 11 の姿勢は、例えば、作業機械 1 の前後方向の水平に対する角度（ピッチ角）と、作業機械 1 の横方向の水平に対する角度（ロール角）とを含む。

[0025] 作業機センサ 34 a - 34 c は、作業機 12 の姿勢を検出し、作業機 12 の姿勢を示す姿勢データを出力する。作業機センサ 34 a - 34 c は、例えばシリンダ 21 - 23 のストローク量を検出するストロークセンサである。作業機 12 の姿勢データは、シリンダ 21 - 23 のストローク量を含む。或いは、作業機センサ 34 a - 34 c は、ブーム 17、アーム 18、及びバケット 19 のそれぞれの回転角度を検出するセンサなどの他のセンサであってもよい。旋回角度センサ 39 は、支持体 14 に対する旋回体 13 の旋回角度を検出し、旋回角度を示す旋回角度データを出力する。

[0026] コントローラ 27 は、第 1 位置センサ 33、作業機センサ 34 a - 34 c、及び旋回角度センサ 39 と有線或いは無線によって通信可能に接続されている。コントローラ 27 は、第 1 位置センサ 33 と作業機センサ 34 a - 34 c と旋回角度センサ 39 とから、それぞれ作業機械 1 の位置データと作業機 12 の姿勢データと旋回角度データとを受信する。コントローラ 27 は、位置データと姿勢データと旋回角度データとから、バケット 19 の刃先位置を算出する。例えば、作業機械 1 の位置データは、第 1 位置センサ 33 のグローバル座標を示す。コントローラ 27 は、作業機 12 の姿勢データと旋回

角度データとに基づいて、第1位置センサ33のグローバル座標からバケット19の刃先位置のグローバル座標を算出する。

[0027] 作業機械1は、地形センサ35を含む。地形センサ35は、作業機械1の周囲の地形を計測して、地形センサ35が計測した地形を示す地形データを出力する。本実施形態では、地形センサ35は、旋回体13の側部に取り付けられている。地形センサ35は、旋回体13の側方に位置する地形を計測する。地形センサ35は、例えばライダ（LIDAR : Laser Imaging Detection and Ranging）である。ライダは、レーザーを照射して、その反射光を計測することで、地形上の複数の計測点までの距離を測定する。地形データは、作業機械1に対する各計測点の位置を示す。

[0028] 作業機械1は、第1カメラ36と、複数の第2カメラ37とを含む。第1カメラ36は、旋回体13の前方に向けて、旋回体13に取り付けられている。第1カメラ36は、旋回体13の前方を撮影する。第1カメラ36はステレオカメラである。第1カメラ36は、撮影した動画を示す第1画像データを出力する。

[0029] 複数の第2カメラ37は、それぞれ旋回体13の左側方と右側方と後方とに向けて、旋回体13に取り付けられている。第2カメラ37は、撮影した動画を示す第2画像データを出力する。第2カメラ37は、単眼カメラであってもよい。或いは、第2カメラ37は、第1カメラ36と同様にステレオカメラであってもよい。コントローラ27は、第1カメラ36及び第2カメラ37と有線或いは無線により通信可能に接続されている。コントローラ27は、第1カメラ36から第1画像データを受信する。コントローラ27は、第2カメラ37から第2画像データを受信する。

[0030] 作業機械1は、第1通信装置38を含む。第1通信装置38は、作業機械1の外部の機器とデータ通信を行う。第1通信装置38は、作業機械1の外部のリモートコンピュータ機器4と通信を行う。リモートコンピュータ機器4は、作業現場に配置されてもよい。或いは、リモートコンピュータ機器4は、作業現場から離れた管理センタ内に配置されてもよい。リモートコンピ

ユータ機器 4 は、ディスプレイ 401 と入力装置 402 とを含む。

[0031] ディスプレイ 401 は、作業機械 1 に関する画像を表示する。ディスプレイ 401 は、コントローラ 27 から第 1 通信装置 38 を介して受信した信号に応じた画像を表示する。入力装置 402 は、オペレータによって操作される。入力装置 402 は、例えばタッチパネルを含んでもよく、或いは、ハードウェアキーを含んでもよい。リモートコンピュータ機器 4 は、入力装置 402 によって入力された指令を示す信号を、第 1 通信装置 38 を介してコントローラ 27 に送信する。また、第 1 通信装置 38 は、運搬車両 2 とデータ通信を行う。

[0032] 図 4 は、運搬車両 2 の側面図である。図 4 に示すように、運搬車両 2 は、車両本体 51 と、走行体 52 と、荷台 53 とを含む。車両本体 51 は、走行体 52 に対して旋回可能に支持されている。走行体 52 は、履帯 54 を含む。後述するエンジン 55 の駆動力によって履帯 54 が駆動されることで、運搬車両 2 は走行する。荷台 53 は、車両本体 51 に支持されている。従って、荷台 53 は、走行体 52 に対して車両本体 51 と共に旋回可能に支持されている。荷台 53 は、ダンプ姿勢と運搬姿勢とに動作可能に設けられている。図 4 において、実線で示す荷台 53 は、運搬姿勢の荷台 53 の位置を示している。二点鎖線で示す荷台 53' は、ダンプ姿勢の荷台 53 の位置を示している。運搬姿勢では、荷台 53 は、概ね水平に配置される。ダンプ姿勢では、荷台 53 は、運搬姿勢に対して傾斜した状態となる。

[0033] 図 5 は、運搬車両 2 の制御システムの構成を示すブロック図である。運搬車両 2 は、エンジン 55 と、油圧ポンプ 56 と、動力伝達装置 57 と、リフトシリンダ 58 と、旋回モータ 59 と、コントローラ 61 と、制御弁 62 とを含む。コントローラ 61 は、CPU 或いは GPU 等の第 2 プロセッサ 611 と、メモリ 612 とを含む。第 2 プロセッサ 611 は、運搬車両 2 の自動制御のための処理を行う。メモリ 612 は、運搬車両 2 の自動制御のためのデータ及びプログラムを記憶している。例えば、612 は、揮発性メモリと不揮発性メモリとを含む。

- [0034] エンジン 5 5、油圧ポンプ 5 6、動力伝達装置 5 7、コントローラ 6 1、制御弁 6 2 は、それぞれ作業機械 1 のエンジン 2 4、油圧ポンプ 2 5、動力伝達装置 2 6、コントローラ 2 7、制御弁 3 1 と同様の構成であるため、詳細な説明を省略する。
- [0035] リフトシリンダ 5 8 は、油圧シリンダである。旋回モータ 5 9 は、油圧モータである。油圧ポンプ 5 6 から吐出された作動油は、リフトシリンダ 5 8 と旋回モータ 5 9 とに供給される。リフトシリンダ 5 8 と旋回モータ 5 9 とは、油圧ポンプ 5 6 からの作動油によって駆動される。リフトシリンダ 5 8 は、荷台 5 3 を昇降する。それにより、荷台 5 3 の姿勢が、運搬姿勢とダンブ姿勢とに切り換えられる。旋回モータ 5 9 は、走行体 5 2 に対して車両本体 5 1 を旋回させる。コントローラ 6 1 は、制御弁 6 2 によってリフトシリンダ 5 8 を制御することで、荷台 5 3 の動作を制御する。また、コントローラ 6 1 は、制御弁 6 2 によって旋回モータ 5 9 を制御することで、車両本体 5 1 の旋回を制御する。
- [0036] 運搬車両 2 は、第 2 位置センサ 6 3 と、荷台センサ 6 4 と、旋回角度センサ 6 5 とを含む。第 2 位置センサ 6 3 は、作業機械 1 の第 1 位置センサ 3 3 と同様に、GNSS レシーバと IMU とを含む。第 2 位置センサ 6 3 は、位置データを出力する。位置データは、運搬車両 2 の位置を示すデータと、車両本体 5 1 の姿勢を示すデータとを含む。
- [0037] 荷台センサ 6 4 は、荷台 5 3 の姿勢を検出し、荷台 5 3 の姿勢を示す荷台データを出力する。荷台センサ 6 4 は、例えばリフトシリンダ 5 8 のストローク量を検出するストロークセンサである。荷台データは、リフトシリンダ 5 8 のストローク量を含む。或いは、荷台センサ 6 4 は、荷台 5 3 の傾斜角度を検出するセンサなどの他のセンサであってもよい。旋回角度センサ 6 5 は、走行体 5 2 に対する車両本体 5 1 の旋回角度を検出し、旋回角度を示す旋回角度データを出力する。
- [0038] コントローラ 6 1 は、第 2 位置センサ 6 3 と、荷台センサ 6 4 と、旋回角度センサ 6 5 と、有線或いは無線によって通信可能に接続されている。コン

トローラ 6 1 は、第 2 位置センサ 6 3 と荷台センサ 6 4 と旋回角度センサ 6 5 から、それぞれ位置データと荷台データと旋回角度データとを受信する。

[0039] 運搬車両 2 は、第 2 通信装置 6 6 を含む。運搬車両 2 のコントローラ 6 1 は、第 2 通信装置 6 6 を介して、作業機械 1 のコントローラ 2 7 とデータ通信を行う。運搬車両 2 のコントローラ 6 1 は、第 2 通信装置 6 6 を介して、運搬車両 2 の位置データと荷台データと旋回角度データとを送信する。作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、第 1 通信装置 3 8 を介して、運搬車両 2 の位置データと荷台データと旋回角度データとを受信する。作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、運搬車両 2 の車両本体 5 1、及び、荷台 5 3 の配置及び寸法を示す車両寸法データを記憶している。コントローラ 2 7 は、運搬車両 2 の位置データと荷台データと旋回角度データと車両寸法データとから、荷台 5 3 の位置を算出する。

[0040] 次に、作業機械 1 のコントローラ 2 7 と、運搬車両 2 のコントローラ 6 1 とによって実行される自動制御モードの処理について説明する。自動制御モードでは、運搬車両 2 のコントローラ 6 1 は、運搬車両 2 が積込位置 L 2 と所定のダンプ位置 L 3 との間を自動で走行して往復するように、運搬車両 2 を制御する。作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、作業機械 1 が上述した掘削及び積込の作業を自動で行うように、作業機械 1 を制御する。図 6 及び図 7 は、作業機械 1 のコントローラ 2 7 によって実行される自動制御モードの処理を示すフローチャートである。図 8 及び図 9 は、運搬車両 2 のコントローラ 6 1 によって実行される自動制御モードの処理を示すフローチャートである。

[0041] 作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、自動制御モードの開始指令を受信すると、図 6 に示す自動制御モードの処理を実行する。図 10 に示すように、自動制御モードの開始指令は、例えばオペレータが上述したリモートコンピュータ機器 4 の入力装置 4 0 2 を操作することで、リモートコンピュータ機器 4 から出力される。コントローラ 2 7 は、第 1 通信装置 3 8 を介して開始指令を受信する。また、運搬車両 2 のコントローラ 6 1 も、自動制御モードの

開始指令を受信する。運搬車両 2 のコントローラ 6 1 は、自動制御モードの開始指令を受信すると、図 8 に示す自動制御モードの処理を実行する。

[0042] 図 6 に示すように、ステップ S 1 0 1 では、作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、作業機械 1 の位置を取得する。ここでは、コントローラ 2 7 は、第 1 位置センサ 3 3 と、作業機センサ 3 4 a - 3 4 c と、旋回角度センサ 3 9 とから、それぞれ作業機械 1 の位置データと作業機 1 2 の姿勢データと旋回角度データとを取得する。コントローラ 2 7 は、位置データと作業機データと旋回角度データとから、バケット 1 9 の刃先位置を算出する。なお、コントローラ 2 7 は、自動制御モード中には、作業機械 1 の位置を継続的に取得し、更新する。

[0043] ステップ S 1 0 2 では、コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の位置に基づいて、運搬車両 2 の積込位置 L 2 における目標停止位置 P 1 を決定する。詳細には、コントローラ 2 7 は、作業機械 1 に対する積込位置 L 2 の方向を示すデータを取得する。コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の位置と積込位置 L 2 とから演算により、作業機械 1 に対する積込位置 L 2 の方向を取得する。また、コントローラ 2 7 は、作業機械 1 に対する運搬車両 2 の目標オフセット距離を示すデータを取得する。例えば、目標オフセット距離は、メモリ 2 7 2 に保存されており、コントローラ 2 7 は、メモリ 2 7 2 から目標オフセット距離を読み出す。コントローラ 2 7 は、積込位置 L 2 の方向と、目標オフセット距離と、作業機械 1 の位置とに基づいて、運搬車両 2 の目標停止位置 P 1 を決定する。例えば、コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の位置から、積込位置 L 2 の方向に向かって、目標オフセット距離分、離れた位置を、運搬車両 2 の目標停止位置 P 1 として決定する。

[0044] ステップ S 1 0 3 では、コントローラ 2 7 は、運搬車両 2 の許容停止範囲 A 1 を決定する。図 1 0 に示すように、許容停止範囲 A 1 は、作業機械 1 に対して、積込位置 L 2 の方向に位置する範囲であり、目標停止位置 P 1 を含む。コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の位置から許容停止範囲 A 1 を決定する。許容停止範囲 A 1 については、後述する。

- [0045] ステップS 1 0 4では、コントローラ27は、運搬車両2と通信する。ここでは、コントローラ27は、目標停止位置P1を運搬車両2に送信する。図8に示すように、ステップS 2 0 1では、運搬車両2のコントローラ61は、作業機械1と通信する。ここでは、運搬車両2のコントローラ61は、作業機械1のコントローラ27が送信した目標停止位置P1を第2通信装置66を介して受信する。
- [0046] ステップS 2 0 2では、コントローラ61は、運搬車両2の位置を取得する。ここでは、コントローラ27は、第2位置センサ63と、荷台センサ64と、旋回角度センサ65とから、それぞれ運搬車両2の位置データと荷台データと旋回角度データとを取得する。なお、コントローラ61は、自動制御モード中には、運搬車両2の位置を継続的に取得し、更新する。
- [0047] ステップS 2 0 3では、コントローラ61は、領域データを取得する。領域データは、作業現場の地形を示すデータを含む。また、領域データは、図11に示す運搬車両2の進入禁止領域A2，A3を示すデータを含む。
- [0048] ステップS 2 0 4では、コントローラ61は、目標走行経路R1を決定する。目標走行経路R1は、運搬車両2の現在位置から目標停止位置P1までの経路である。コントローラ61は、上述した領域データと、運搬車両2の位置データと、目標停止位置P1とから目標走行経路R1を決定する。コントローラ61は、進入禁止領域A2，A3を避けるように、目標走行経路R1を決定する。例えば、コントローラ61は、進入禁止領域A2，A3を避け、且つ、運搬車両2の移動距離が最短となるように、目標走行経路R1を決定する。なお、コントローラ61は、進入禁止領域A2，A3以外の他の要因を考慮して、目標走行経路R1を決定してもよい。
- [0049] ステップS 2 0 5では、コントローラ61は、運搬車両2に移動を開始させる。コントローラ61は、運搬車両2が目標走行経路R1に沿って目標停止位置P1まで移動するように、運搬車両2を制御する。
- [0050] 図9に示すステップS 2 0 6では、コントローラ61は、運搬車両2が進入禁止領域A2，A3内に位置しているかを判定する。コントローラ61は

、上述した運搬車両 2 の位置データが示す運搬車両 2 の現在位置と、領域データが示す進入禁止領域 A 2, A 3 とから、運搬車両 2 が進入禁止領域 A 2, A 3 内に位置しているかを判定する。

[0051] 運搬車両 2 が進入禁止領域 A 2, A 3 内に位置しているときには、ステップ S 2 1 4 において、コントローラ 6 1 は、自動制御の中止指令を作業機械 1 に送信する。また、ステップ S 2 1 5 において、コントローラ 6 1 は、運搬車両 2 の作業を中止する。例えば、コントローラ 6 1 は、運搬車両 2 を停止させる。或いは、コントローラ 6 1 は、運搬車両 2 をダンプ位置 L 3 に戻らせてもよい。

[0052] 図 7 に示すように、ステップ S 1 0 5 において、作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、運搬車両 2 から、自動制御の中止指令を受信すると、ステップ S 1 1 1 において、コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の作業を中止する。例えば、コントローラ 6 1 は、作業機械 1 を停止させる。

[0053] 図 9 に示すように、ステップ S 2 0 7 では、コントローラ 6 1 は、逸脱距離 D 1 が所定の閾値 $T_h 1$ より大きいかを判定する。図 1 2 に示すように、逸脱距離 D 1 は、運搬車両 2 が目標走行経路 R 1 から離れた距離である。コントローラ 6 1 は、上述した運搬車両 2 の位置データが示す運搬車両 2 の現在位置と目標走行経路 R 1 とから、逸脱距離 D 1 を算出する。所定の閾値 $T_h 1$ は、例えば、メモリ 6 1 2 に保存されている。逸脱距離 D 1 が所定の閾値 $T_h 1$ より大きいときには、上記と同様に、コントローラ 6 1 は、ステップ S 2 1 4 において自動制御の中止指令を作業機械 1 に送信する。また、ステップ S 2 1 5 において、コントローラ 6 1 は、作業を中止する。

[0054] ステップ S 2 0 8 では、コントローラ 6 1 は、運搬車両 2 が目標停止位置 P 1 に到達したかを判定する。コントローラ 6 1 は、上述した運搬車両 2 の位置データが示す運搬車両 2 の現在位置と目標停止位置 P 1 とから、運搬車両 2 が目標停止位置 P 1 に到達したかを判定する。例えば、コントローラ 2 7 は、運搬車両 2 に含まれる参照点 P 2 の位置が目標停止位置 P 1 と一致、或いは略一致したときに、運搬車両 2 が目標停止位置 P 1 に到達したと判定

する。例えば、運搬車両 2 の参照点 P 2 は、荷台 5 3 の旋回中心である。ただし、運搬車両 2 の参照点 P 2 は、運搬車両 2 の他の位置であってもよい。例えば、運搬車両 2 の参照点 P 2 は、運搬車両 2 の前後方向及び幅方向における中心点であってもよい。図 1 3 に示すように、運搬車両 2 が目標停止位置 P 1 に到達したときには、ステップ S 2 0 9 において、コントローラ 6 1 は、運搬車両 2 を停止させる。

[0055] 図 7 に示すように、ステップ S 1 0 6 において、作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、運搬車両 2 が停止したかを判定する。例えば、コントローラ 2 7 は、運搬車両 2 から受信した運搬車両 2 の位置データから、運搬車両 2 が停止したかを判定する。或いは、コントローラ 2 7 は、第 1 カメラ 3 6 から出力された第 1 画像データ、及び／又は、第 2 カメラ 3 7 から出力された第 2 画像データに基づいて、画像認識技術により、運搬車両 2 が停止したかを判定してもよい。運搬車両 2 が停止したときには、処理は、ステップ S 1 0 7 に進む。

[0056] ステップ S 1 0 7 では、コントローラ 2 7 は、運搬車両 2 が許容停止範囲 A 1 内に位置しているかを判定する。上述したように、許容停止範囲 A 1 は、目標停止位置 P 1 を含む範囲であり、コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の位置から許容停止範囲 A 1 を決定する。図 1 4 は、許容停止範囲 A 1 の一例を示す図である。コントローラ 2 7 は、作業機械 1 からの距離と、掘削位置 L 1 とに基づいて、許容停止範囲 A 1 を決定する。

[0057] 詳細には、図 1 4 に示すように、許容停止範囲 A 1 は、旋回体 1 3 の旋回中心 C 1 からの距離が第 1 距離閾値 T d 1 以内の範囲である。許容停止範囲 A 1 は、旋回体 1 3 の旋回中心 C 1 からの距離が第 2 距離閾値 T d 2 以上の範囲である。例えば、第 1 距離閾値 T d 1 は、バケット 1 9 の刃先が到達可能な距離の最大値である。第 2 距離閾値 T d 2 は、バケット 1 9 の刃先が到達可能な距離の最小値である。

[0058] また、許容停止範囲 A 1 は、作業機械 1 に対する積込位置 L 2 の方向 X 1 に対して、許容停止範囲 A 1 内の任意の位置と旋回中心 C 1 とを結ぶベクト

ルがなす角度の絶対値が、角度閾値 T_{a1} 以内である範囲である。作業機械 1 の支持体 14 は、方向 $X1$ を向いて配置されている。例えば、角度閾値 T_{a1} は、積込中に地形センサ 35 による掘削位置 $L1$ の地形の計測を適切に行える範囲の値である。なお、図 14 では、作業機械 1 に対する積込位置 $L2$ の方向 $X1$ を 0 度として、反時計回りを正の値としている。

[0059] コントローラ 27 は、運搬車両 2 の参照点 $P2$ の位置が許容停止範囲 $A1$ 内に位置しているときに、運搬車両 2 が許容停止範囲 $A1$ 内に位置していると判定する。例えば、コントローラ 27 は、図 14 に示す運搬車両 2 の位置 2_1 は、許容停止範囲 $A1$ 内に位置していると判定する。コントローラ 27 は、図 14 に示す運搬車両 2 の位置 2_2 , 2_3 は、許容停止範囲 $A1$ 内に位置していないと判定する。

[0060] ステップ $S107$ において、運搬車両 2 が許容停止範囲 $A1$ 内に位置していないときには、処理はステップ $S112$ に進む。ステップ $S112$ では、コントローラ 27 は、運搬車両 2 にやり直し指令を送信する。図 9 に示すように、ステップ $S210$ で、運搬車両 2 のコントローラ 61 は、やり直し指令を受信すると、ステップ $S205$ に戻り、目標停止位置 $P1$ への移動をやり直す。

[0061] ステップ $S107$ において、運搬車両 2 が許容停止範囲 $A1$ 内に位置しているときには、ステップ $S211$ で、運搬車両 2 のコントローラ 61 は、運搬車両 2 を停止させたまま、荷台 53 の旋回角度を調整する。コントローラ 61 は、作業機械 1 の位置と運搬車両 2 の位置とに基づいて、走行体 52 に対する荷台 53 の旋回角度を決定する。詳細には、図 15 に示すように、コントローラ 61 は、荷台 53 が、荷台 53 の旋回中心 $C2$ と作業機械 1 の旋回中心 $C1$ とを結ぶ直線 $X2$ の方向を向くように、走行体 52 に対する荷台 53 の旋回角度を決定し、荷台 53 を旋回させる。

すなわち、荷台 53 の長手方向が、荷台 53 の旋回中心 $C2$ と作業機械 1 の旋回中心 $C1$ とを結ぶ直線 $X2$ の方向と一致するように、走行体 52 に対する荷台 53 の旋回角度を決定し、荷台 53 を旋回させる。それにより、荷

台 5 3 の後端が、荷台 5 3 の旋回中心 C 2 から作業機械 1 の旋回中心 C 1 に向かう方向に作業機械 1 に正対して配置される。

[0062] 運搬車両 2 での荷台 5 3 の旋回角度の調整が終了すると、ステップ S 1 0 8 で、作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、素材の掘削、及び、運搬車両 2 への素材の積込を開始する。ここでは、コントローラ 2 7 は、地形センサ 3 5 が計測した掘削位置 L 1 の現在の地形 T 1 を示す地形データを取得する。コントローラ 2 7 は、作業機械 1 の現在位置と地形データとから、掘削経路 P A 1 を決定する。掘削経路 P A 1 は、バケット 1 9 の刃先位置の目標軌跡である。図 1 6 は、現在の地形 T 1 と掘削経路 P A 1 の一例を示す平面図である。図 1 7 は、現在の地形 T 1 の断面と掘削経路 P A 1 との一例を示す側面図である。コントローラ 2 7 は、作業機 1 2 によって掘削される素材の量、例えば体積又は重量が、目標値と一致するように、掘削経路 P A 1 を決定する。

[0063] 図 1 7 に示すように、コントローラ 2 7 は、現在の地形 T 1 の表面と掘削経路 P A 1 との間の体積（図 1 7 においてハッチングを付した部分）が目標値に一致するように、掘削経路 P A 1 を決定する。目標値は、例えばバケット 1 9 の容量に基づいて決定される。掘削経路 P A 1 は、掘削開始点 S 1 と掘削終了点 E 1 とを含む。掘削開始点 S 1 と掘削終了点 E 1 とは、地形 T 1 の表面と掘削経路 P A 1 との交点である。

[0064] コントローラ 2 7 は、ダウン旋回時の目標旋回角度を決定する。コントローラ 2 7 は、バケット 1 9 の現在の刃先位置と、作業機械 1 の旋回中心 C 1 と掘削開始点 S 1 とを結ぶ直線 X 3 とからダウン旋回時の目標旋回角度を決定する。コントローラ 2 7 は、ダウン旋回において、掘削開始点 S 1 に向かって、旋回体 1 3 を旋回させると共に、バケット 1 9 の刃先位置を掘削開始点 S 1 の高さに向かって下降させる。そして、コントローラ 2 7 は、掘削経路 P A 1 に従ってバケット 1 9 の刃先位置が移動するように、作業機 1 2 を制御する。それにより、素材が作業機 1 2 によって掘削される。

[0065] また、コントローラ 2 7 は、ホイスト旋回時の目標旋回角度を決定する。

コントローラ 27 は、掘削後のバケット 19 の現在の刃先位置と、作業機械 1 の旋回中心 C1 と荷台 53 の旋回中心 C2 とを結ぶ直線 X2 から、ホイスト旋回時の目標旋回角度を決定する。コントローラ 27 は、ホイスト旋回において、排土位置 P3 に向かって、旋回体 13 を旋回させると共に、バケット 19 の刃先位置を排土位置 P3 に向けて上昇させる。排土位置 P3 は、作業機械 1 の旋回中心 C1 と荷台 53 の旋回中心 C2 とを結ぶ直線 X2 上、且つ、荷台 53 の上方の位置である。そして、コントローラ 27 は、バケット 19 が抱えている素材を荷台 53 上に排出するように、作業機 12 を動作させる。それにより、素材が荷台 53 に積み込まれる。

[0066] 図 7 に示すステップ S109 では、コントローラ 27 は、積込が終了したかを判定する。コントローラ 27 は、荷台 53 に積み込まれた素材の量（以下、「積込量」と呼ぶ）が許容量に達したときに、積込が終了したと判定する。積込量は、体積であってもよく、或いは重量であってもよい。コントローラ 27 は、負荷データから積込量を算出する。詳細には、コントローラ 27 は、負荷データから掘削した素材の量を算出する。コントローラ 27 は、荷台 53 に積み込まれた素材の量の合計値を積込量として算出する。

[0067] ステップ S109 において、積込が終了していないとコントローラ 27 が判定したときには、再び、素材の掘削と運搬車両 2 への積込とが行われる。そして、積込が終了したと判定されるまで、素材の掘削と運搬車両 2 への積込とが繰り返される。ステップ S109 において、積込が終了したとコントローラ 27 が判定したときには、処理はステップ S110 に進む。ステップ S110 では、図 18 に示すように、コントローラ 27 は、運搬車両 2 に積込位置 L2 からの離脱指令を送信する。

[0068] 図 9 に示すように、ステップ S212 で、運搬車両 2 のコントローラ 61 は、離脱指令を受信したかを判定する。コントローラ 61 が離脱指令を受信したときには、処理は、ステップ S213 に進む。ステップ S213 で、コントローラ 61 は、運搬車両 2 を制御して、積込位置 L2 からダンプ位置 L3 に向かって移動を開始する。

- [0069] 以上説明した本実施形態に係る制御システムによれば、作業機械 1 の位置に基づいて運搬車両 2 の目標停止位置 P 1 が決定される。そして、運搬車両 2 は、目標停止位置 P 1 に移動するように制御される。それにより、作業機械 1 による運搬車両 2 への積込作業を自動制御によって行うと共に、作業機械 1 と運搬車両 2 との連携を適切に行うことができる。
- [0070] 作業機械 1 のコントローラ 27 は、運搬車両 2 の停止位置が許容停止範囲 A 1 内であるときには、運搬車両 2 への素材の積込を開始する。従って、運搬車両 2 の位置が目標停止位置 P 1 から少しずれていても、素材の積込を開始することができる。また、運搬車両 2 の位置が目標停止位置 P 1 から大きくずれているときには、積込は行われない。それにより、作業機械 1 による運搬車両 2 への積込作業を効率よく行うことができる。
- [0071] 運搬車両 2 のコントローラ 61 は、運搬車両 2 が進入禁止領域 A 2, A 3 内に位置しているときには、作業機械 1 による自動制御の中止指令を作業機械 1 に送信する。また、コントローラ 61 は、運搬車両 2 の目標走行経路 R 1 からの逸脱距離 D 1 が、所定の閾値 $T_h 1$ より大きいときには、作業機械 1 による自動制御の中止指令を作業機械 1 に送信する。それにより、運搬車両 2 の移動が適切に行われていないときには、迅速に自動制御を中止することができる。
- [0072] 運搬車両 2 のコントローラ 61 は、作業機械 1 の位置と運搬車両 2 の位置とに基づいて、走行体 52 に対する荷台 53 の旋回角度を制御する。それにより、作業機械 1 による運搬車両 2 への素材の積込作業を容易に行うことができる。
- [0073] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。
- [0074] 作業機械 1 は、油圧ショベルに限らず、ホイールローダ、或いはモータグレーダ等の他の機械であってもよい。作業機械 1 の構成は、上記の実施形態のものに限らず、変更されてもよい。作業機械 1 は、電動モータで駆動され

る車両であってもよい。例えば、支持体 1 4 及び／又は旋回体 1 3 は、電動モータで駆動されてもよい。作業機 1 2 の構成が変更されてもよい。例えば、作業機 1 2 は、バケット 1 9 に限らず、グラップル、フォーク、リフティングマグネットなどの他の積込用アタッチメントを含んでもよい。

[0075] 運搬車両 2 は、ダンプトラック以外の車両であってもよい。運搬車両 2 の構成は、上記の実施形態のものに限らず、変更されてもよい。例えば、運搬車両 2 は、電動モータで駆動される車両であってもよい。例えば、走行体 5 2 及び／又は荷台 5 3 は、電動モータで駆動されてもよい。運搬車両 2 の荷台 5 3 は旋回不能であってもよい。運搬車両 2 の走行体 5 2 は、履帯ではなく、タイヤを備えてもよい。

[0076] 作業機械 1 及び運搬車両 2 に備えられる各種のセンサの構成は、上記の実施形態のものに限らず、変更されてもよい。例えば、地形センサ 3 5 は、旋回体 1 3 の側部以外の部分に配置されてもよい。地形センサ 3 5 は、ライダーに限らず、レーダーなどの他のセンシング装置であってもよい。或いは、地形センサ 3 5 はカメラであり、コントローラ 2 7 は、カメラが撮影した画像を解析することで、地形を認識してもよい。

[0077] 上記の実施形態では、コントローラ 2 7 は、負荷センサ 3 2 a - 3 2 c が検出した負荷データによって積込量を算出している。しかし、コントローラ 2 7 は、第 1 画像データが示す荷台 5 3 の画像に基づいて、積込量を算出してもよい。

[0078] 作業機械 1 のコントローラ 2 7 は、一体に限らず、複数のコントローラに分かれていてもよい。コントローラ 2 7 によって実行される処理は、複数のコントローラに分散して実行されてもよい。その場合、複数のコントローラの一部は、作業機械 1 の外部に配置されてもよい。

[0079] 運搬車両 2 のコントローラ 6 1 は、一体に限らず、複数のコントローラに分かれていてもよい。コントローラ 6 1 によって実行される処理は、複数のコントローラに分散して実行されてもよい。その場合、複数のコントローラの一部は、運搬車両 2 の外部に配置されてもよい。

- [0080] 作業機械 1 のコントローラ 27 と運搬車両 2 のコントローラ 61 とは、互いに直接的に通信するのではなく、他のコントローラを介して通信してもよい。コントローラ 27 によって実行される自動制御モードの処理は、上述した実施形態のものに限らず、変更されてもよい。
- [0081] 例えば、目標停止位置 P1 を決定する処理は、作業機械 1 及び運搬車両 2 の外部に配置された遠隔コントローラ、或いは、運搬車両 2 のコントローラ 61 によって実行されてもよい。許容停止範囲 A1 を決定する処理は、遠隔コントローラ、或いは、運搬車両 2 のコントローラ 61 によって実行されてもよい。運搬車両 2 が進入禁止領域 A2, A3 内に位置しているかの判定は、遠隔コントローラ、或いは作業機械 1 のコントローラ 27 によって実行されてもよい。運搬車両 2 の目標走行経路 R1 からの逸脱距離 D1 が所定の閾値より大きいかの判定は、遠隔コントローラ、或いは作業機械 1 のコントローラ 27 によって実行されてもよい。荷台 53 の目標旋回角度の決定は、遠隔コントローラ、或いは作業機械 1 のコントローラ 27 によって実行されてもよい。
- [0082] 上記の実施形態では、目標停止位置が作業機械 1 から運搬車両 2 に与えられている。しかし、目標停止位置に加えて、運搬車両 2 の停止方向に関する情報が運搬車両 2 に与えられてもよい。作業機械 1 のバケット 19 は、旋回動作によって掘削位置 L1 と目標停止位置 P1 との間を移動するため、バケット 19 の移動範囲に、運搬車両 2 の前方部分が存在しない方が好ましい。よって、運搬車両 2 の停止方向を運搬車両 2 に事前に与えて、運搬車両 2 を適切に停車させれば、運搬車両 2 が積込動作に与える影響を低減することができる。これは特に、旋回しない固定式の荷台を有する運搬車両 2 に有効である。

産業上の利用可能性

- [0083] 本発明では、作業機械による運搬車両への積込作業を自動制御によって行うと共に、作業機械と運搬車両との連携を適切に行うことができる。

符号の説明

[0084]	1	作業機械
	2	運搬車両
	1 3	旋回体
	1 4	支持体
	3 3	第 1 位置センサ
	5 2	走行体
	5 3	荷台
	6 3	第 2 位置センサ
	6 6	第 2 通信装置
	2 7 1	第 1 プロセッサ
	6 1 1	第 2 プロセッサ

請求の範囲

- [請求項1] 運搬車両と、
 前記運搬車両に素材を積み込む作業機械と、
 を備え、
 前記作業機械は、
 前記作業機械の位置を検出する第1位置センサと、
 前記第1位置センサが検出した前記作業機械の位置を示すデータ
 を取得し、前記作業機械に対する前記運搬車両の目標オフセット距離
 を示すデータを取得し、前記作業機械の位置と前記目標オフセット距離
 とに基づいて前記運搬車両の目標停止位置を決定する第1プロセッ
 サと、
 を含み、
 前記運搬車両は、
 前記作業機械と通信する通信装置と、
 前記運搬車両の位置を検出する第2位置センサと、
 前記作業機械から前記目標停止位置を示すデータを取得し、前記
 第2位置センサが検出した前記運搬車両の位置を示すデータを取得し
 、前記目標停止位置に前記運搬車両を移動させるように前記運搬車両
 を制御する第2プロセッサと、
 を含むシステム。
- [請求項2] 前記第1プロセッサは、
 前記作業機械に対する前記素材の積込位置の方向を示すデータを取
 得し、
 前記積込位置の方向と、前記目標オフセット距離と、前記作業機械
 の位置とに基づいて、前記目標停止位置を決定する、
 請求項1に記載のシステム。
- [請求項3] 前記第1プロセッサは、
 前記目標停止位置を含む許容停止範囲を示すデータを取得し、

前記運搬車両の停止位置が前記許容停止範囲内であることを判定し、

前記運搬車両の停止位置が前記許容停止範囲内であるときには、前記作業機械を制御して前記運搬車両への前記素材の積込を開始する、

請求項 1 又は 2 に記載のシステム。

[請求項4] 前記第 1 プロセッサは、前記作業機械からの距離に基づいて、前記許容停止範囲を決定する、

請求項 3 に記載のシステム。

[請求項5] 前記作業機械は、旋回体と、前記旋回体を旋回可能に支持する支持体と、前記旋回体に設けられ掘削対象の地形を計測する地形センサとを含み、

前記第 1 プロセッサは、前記掘削対象の地形の位置に基づいて、前記許容停止範囲を決定する、

請求項 3 又は 4 に記載のシステム。

[請求項6] 前記第 2 プロセッサは、

前記運搬車両の進入禁止領域を示すデータを取得し、

前記運搬車両が前記進入禁止領域内に位置しているかを判定し、

前記運搬車両が前記進入禁止領域内に位置しているときには、前記作業機械による自動制御の中止指令を前記第 1 プロセッサに送信する、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のシステム。

[請求項7] 前記第 2 プロセッサは、

前記運搬車両の現在位置から前記目標停止位置までの目標走行経路を取得し、

前記運搬車両が前記目標走行経路から離れた距離が、所定の閾値より大きいかを判定し、

前記運搬車両が前記目標走行経路から離れた距離が、所定の閾値

より大きいときには、前記作業機械による自動制御の中止指令を前記第1プロセッサに送信する、
請求項1から6のいずれかに記載のシステム。

[請求項8] 前記運搬車両は、走行体と、前記走行体に対して旋回可能に支持された荷台と、をさらに含み、
前記第2プロセッサは、
前記作業機械の位置を示すデータを取得し、
前記作業機械の位置と前記運搬車両の位置とに基づいて、前記走行体に対する前記荷台の旋回角度を制御する、
請求項1から7のいずれかに記載のシステム。

[請求項9] 前記第2プロセッサは、
前記荷台が、前記荷台の旋回中心と前記作業機械の位置とを結ぶ方向を向くように、前記走行体に対する前記荷台の旋回角度を制御する、
請求項8に記載のシステム。

[請求項10] 運搬車両と、前記運搬車両に素材を積み込む作業機械とを制御するために1又は複数のプロセッサによって実行される方法であって、
前記作業機械の位置を示すデータを取得することと、
前記作業機械に対する前記運搬車両の目標オフセット距離を示すデータを取得することと、
前記作業機械の位置と前記目標オフセット距離とに基づいて前記運搬車両の目標停止位置を決定することと、
前記運搬車両の位置を示すデータを取得することと、
前記目標停止位置に前記運搬車両を移動させるように前記運搬車両を制御すること、
を備える方法。

[請求項11] 前記目標停止位置を示すデータは、前記作業機械から前記運搬車両に送信される、

請求項 10 に記載の方法。

[請求項12] 前記作業機械に対する前記素材の積込位置の方向を示すデータを取得することをさらに備え、

前記目標停止位置は、前記積込位置の方向と、前記目標オフセット距離と、前記作業機械の位置とに基づいて決定される、

請求項 10 又は 11 に記載の方法。

[請求項13] 前記目標停止位置を含む許容停止範囲を示すデータを取得することと、

前記運搬車両の停止位置が前記許容停止範囲内であるかを判定することと、

前記運搬車両の停止位置が前記許容停止範囲内であるときには、前記作業機械を制御して前記運搬車両への前記素材の積込を開始することと、

をさらに備える請求項 10 から 12 のいずれかに記載の方法。

[請求項14] 前記許容停止範囲は、前記作業機械からの距離に基づいて、決定される、

請求項 13 に記載の方法。

[請求項15] 前記作業機械は、旋回体と、前記旋回体を旋回可能に支持する支持体と、前記旋回体に設けられ掘削対象の地形を計測する地形センサとを含み、

前記許容停止範囲は、前記掘削対象の地形の位置に基づいて決定される、

請求項 13 又は 14 に記載の方法。

[請求項16] 前記運搬車両の進入禁止領域を示すデータを取得することと、

前記運搬車両が前記進入禁止領域内に位置しているかを判定することと、

前記運搬車両が前記進入禁止領域内に位置しているときには、前記作業機械による自動制御の中止指令を前記作業機械に送信すること、

をさらに備える請求項 10 から 15 のいずれかに記載の方法。

[請求項17] 前記運搬車両の現在位置から前記目標停止位置までの目標走行経路を取得することと、

前記運搬車両が前記目標走行経路から離れた距離が、所定の閾値より大きいかを判定することと、

前記運搬車両が前記目標走行経路から離れた距離が、所定の閾値より大きいときには、前記作業機械による自動制御の中止指令を前記作業機械に送信すること、

をさらに備える請求項 10 から 16 のいずれかに記載の方法。

[請求項18] 前記運搬車両は、走行体と、前記走行体に対して旋回可能に支持された荷台とを含み、

前記作業機械の位置と前記運搬車両の位置とに基づいて、前記走行体に対する前記荷台の旋回角度を制御することをさらに備える、請求項 10 から 17 のいずれかに記載の方法。

[請求項19] 前記荷台が、前記荷台の旋回中心と前記作業機械の位置とを結ぶ方向を向くように、前記走行体に対する前記荷台の旋回角度が制御される、

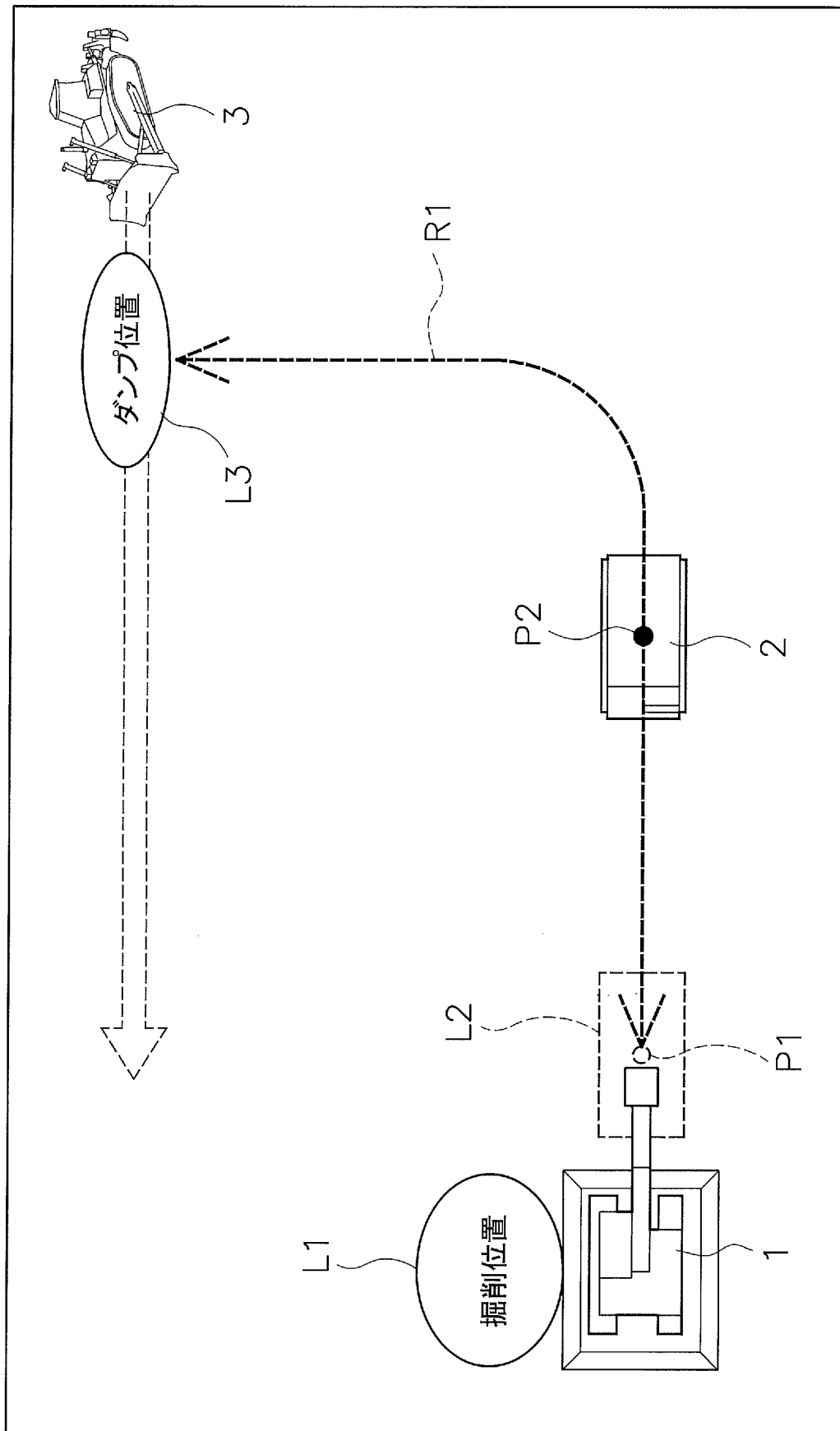
請求項 18 に記載の方法。

[請求項20] 作業機械の位置を検出する第 1 位置センサと、

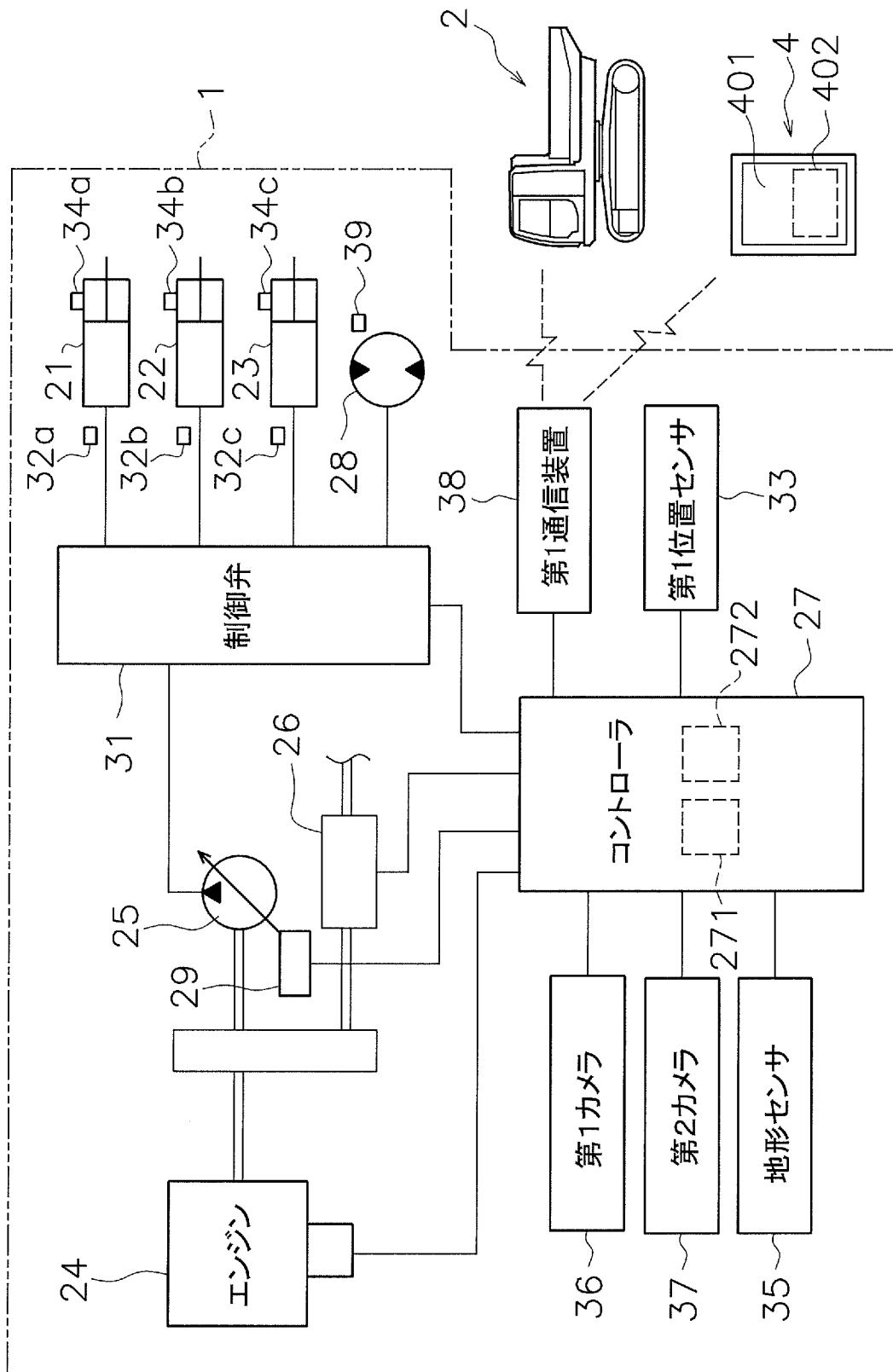
前記第 1 位置センサが検出した前記作業機械の位置を示すデータを取得し、前記作業機械に対する前記運搬車両の目標オフセット距離を示すデータを取得し、前記作業機械の位置と前記目標オフセット距離とに基づいて運搬車両の目標停止位置を決定する第 1 プロセッサと、

前記目標停止位置を前記運搬車両に送信する通信装置と、
を備える作業機械。

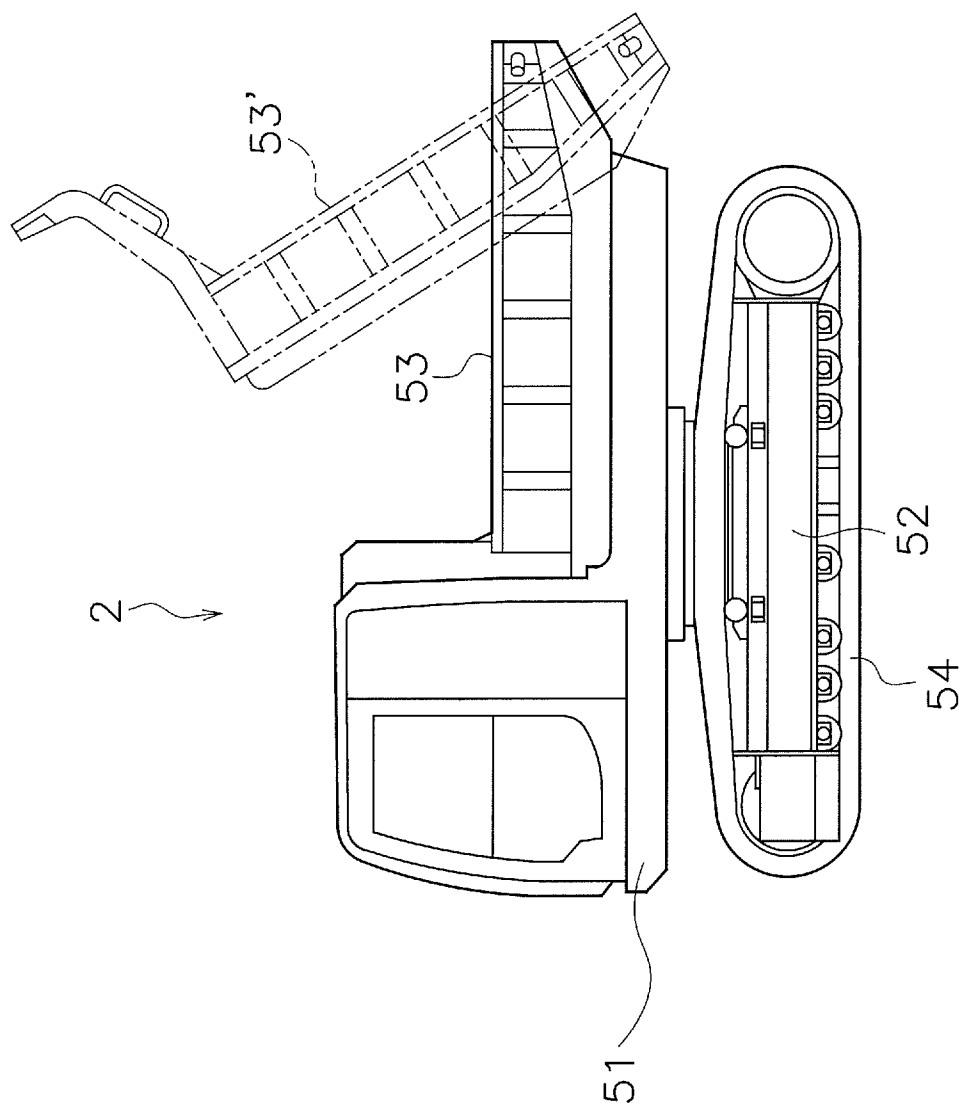
[図1]



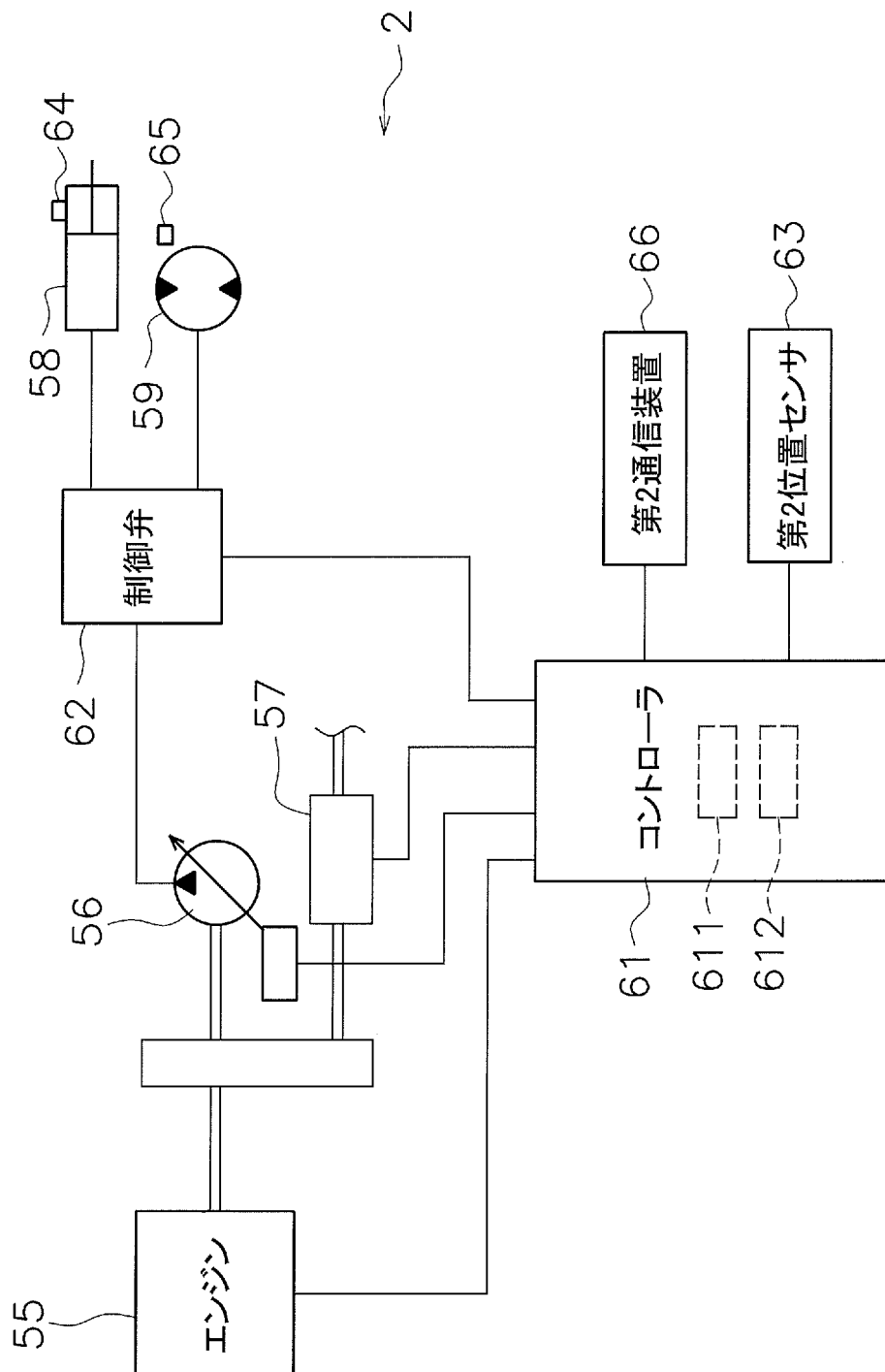
[図3]



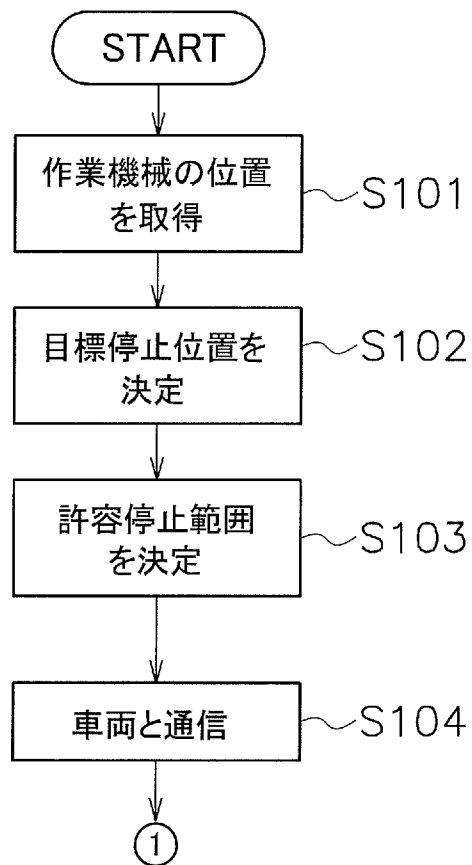
[図4]



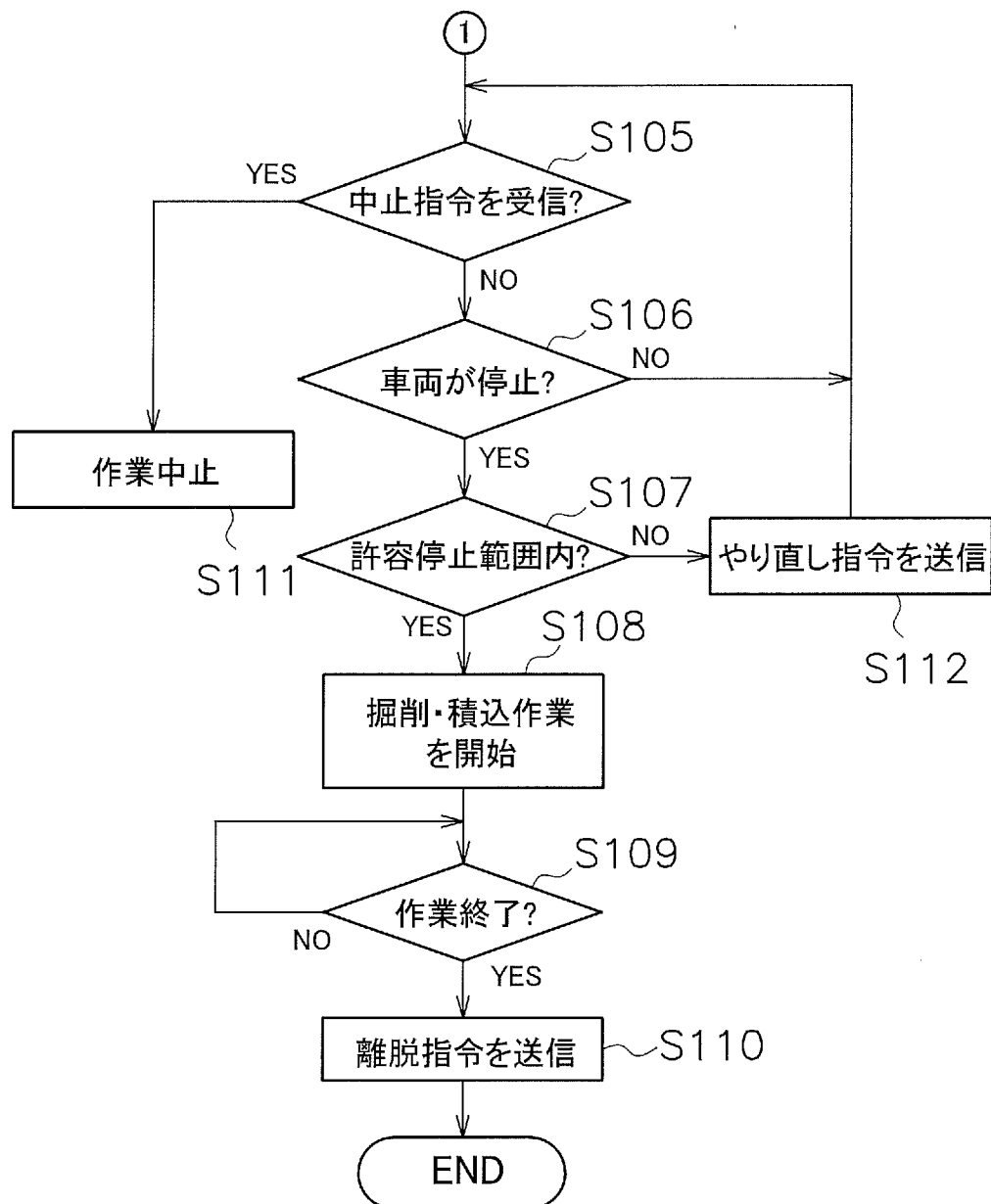
[図5]



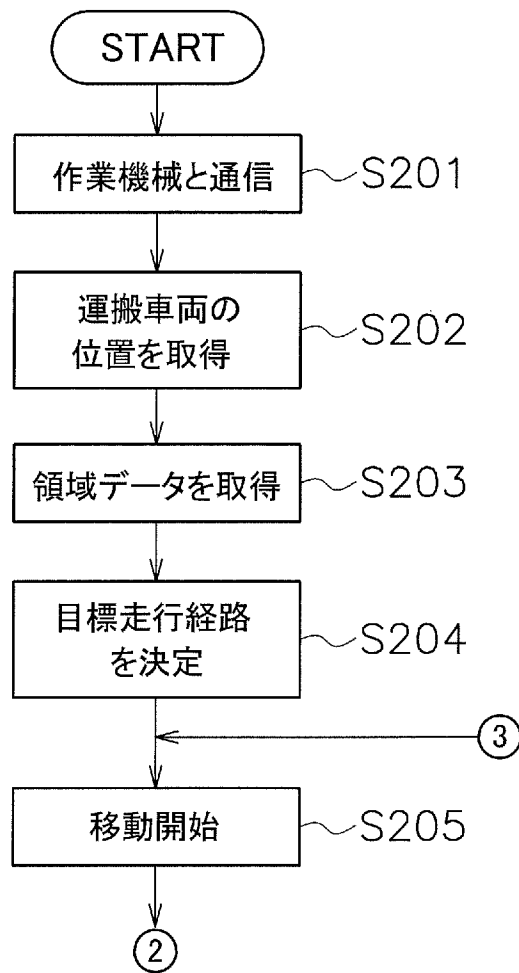
[図6]



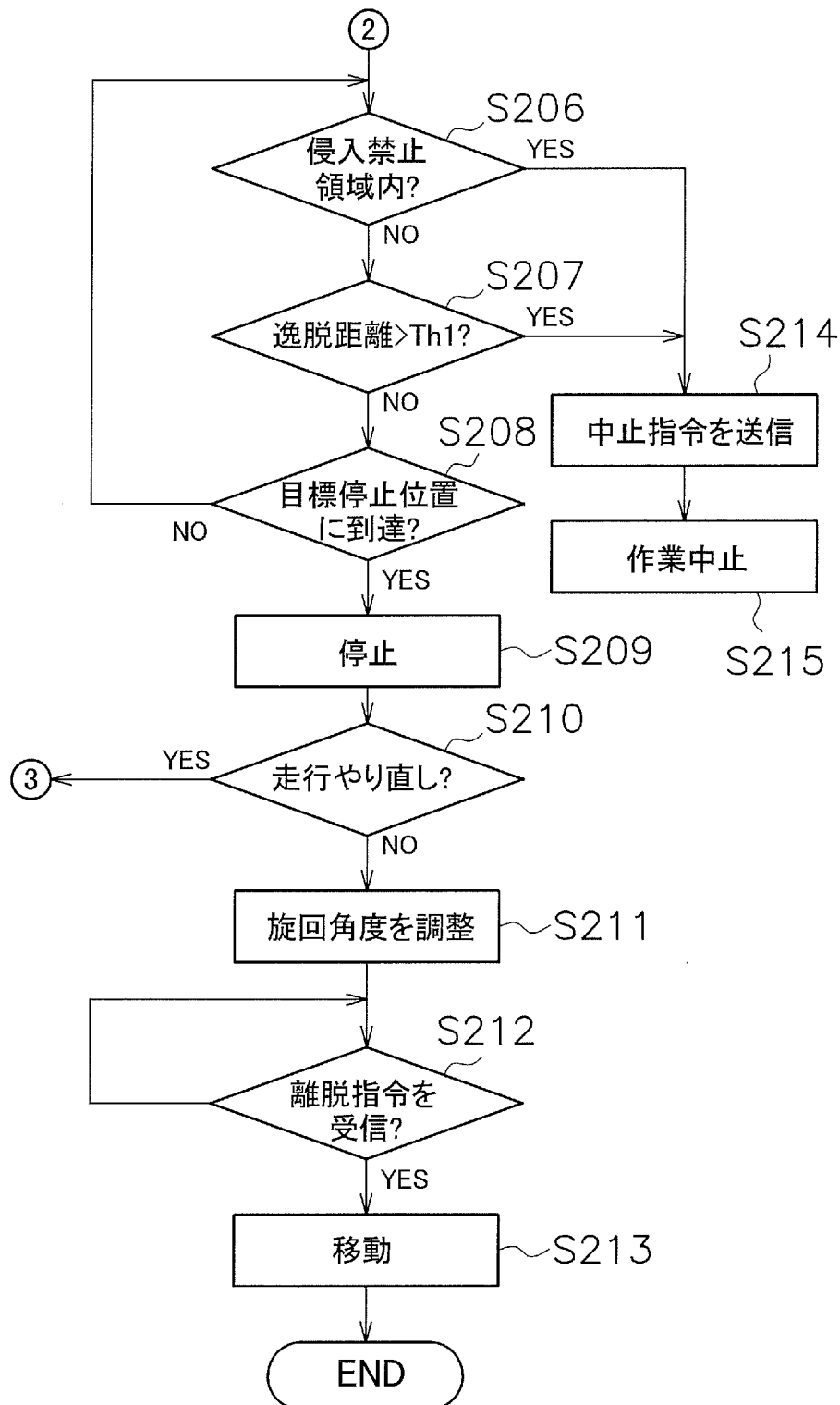
[図7]



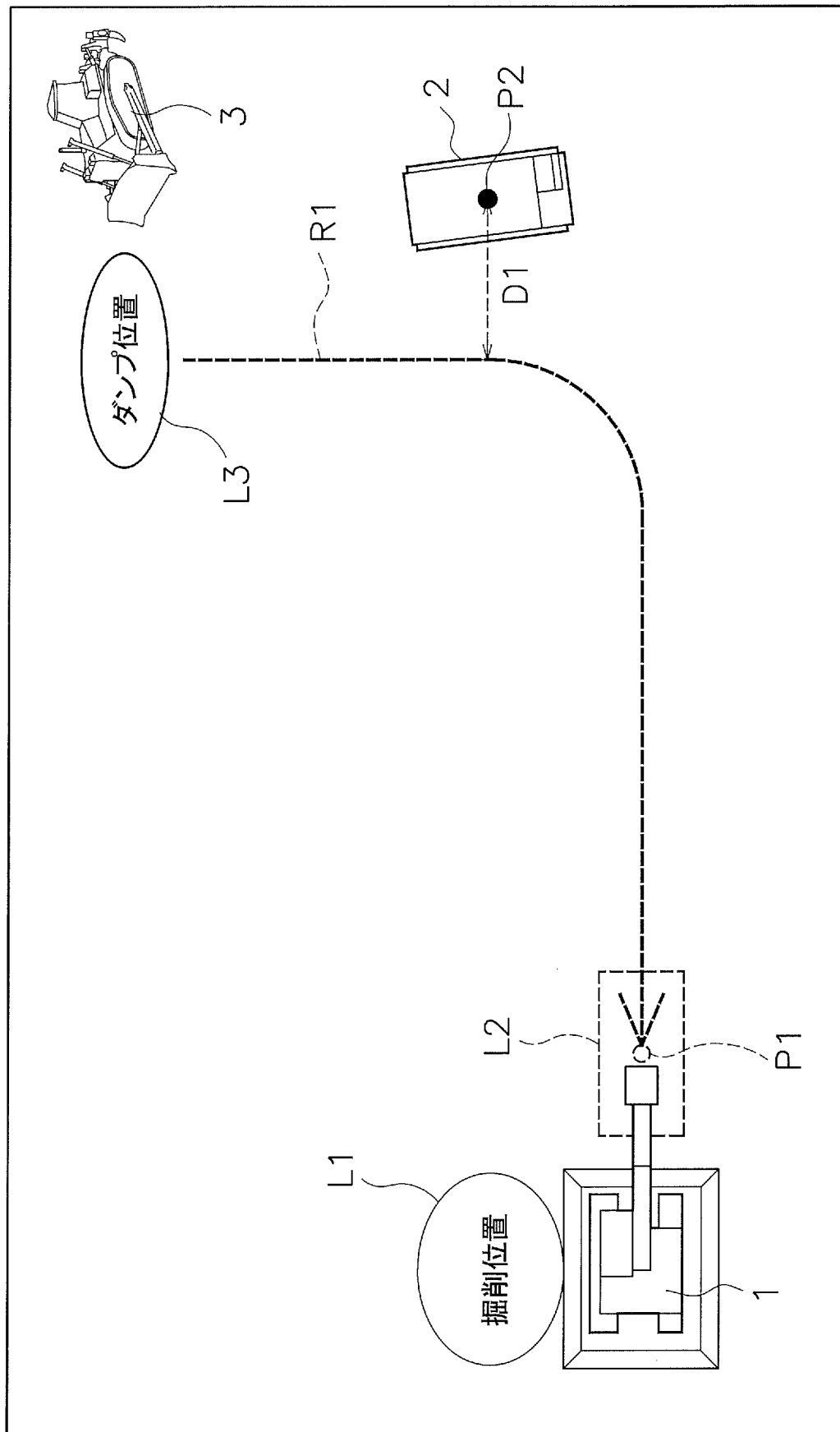
[図8]



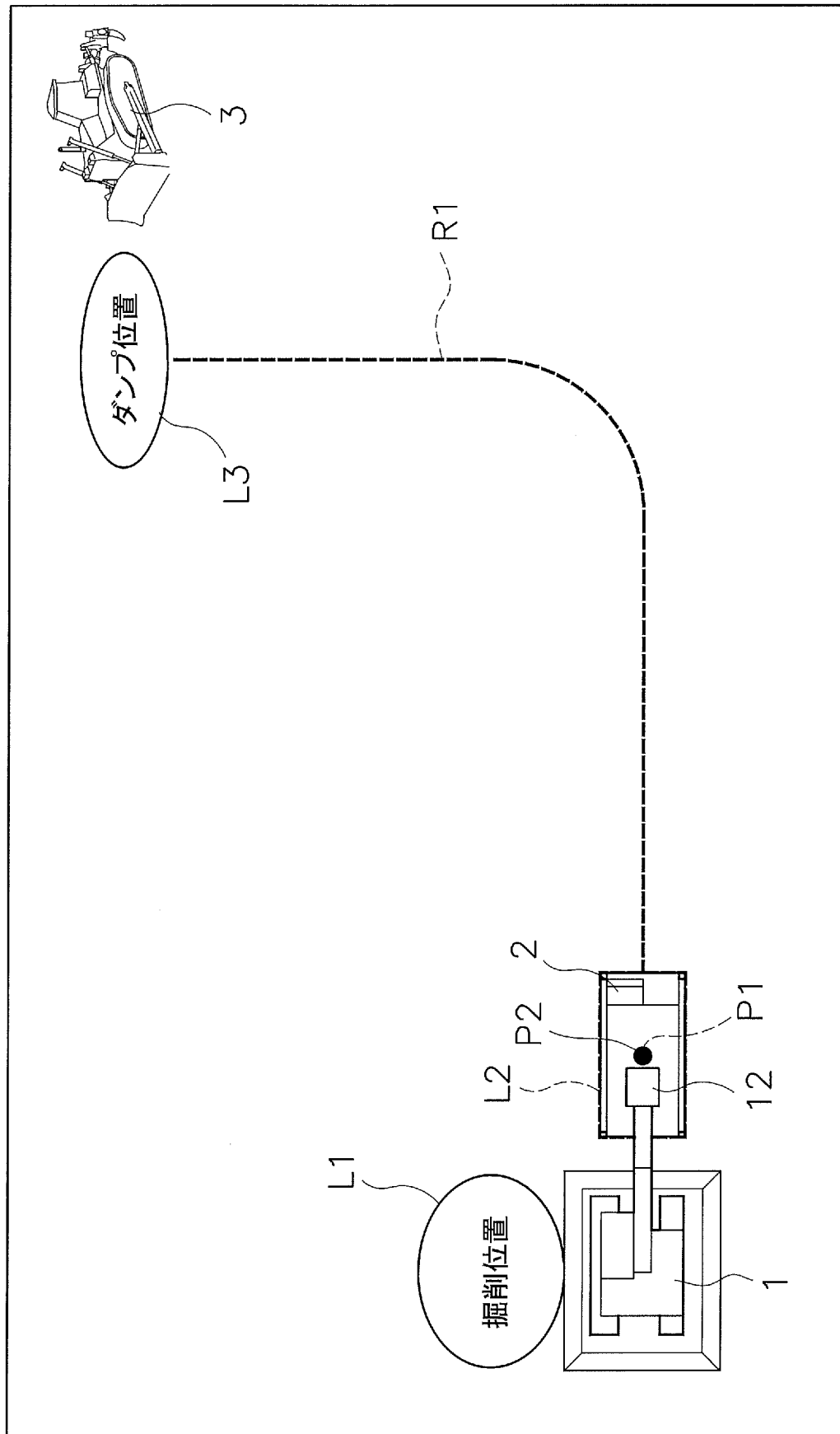
[図9]



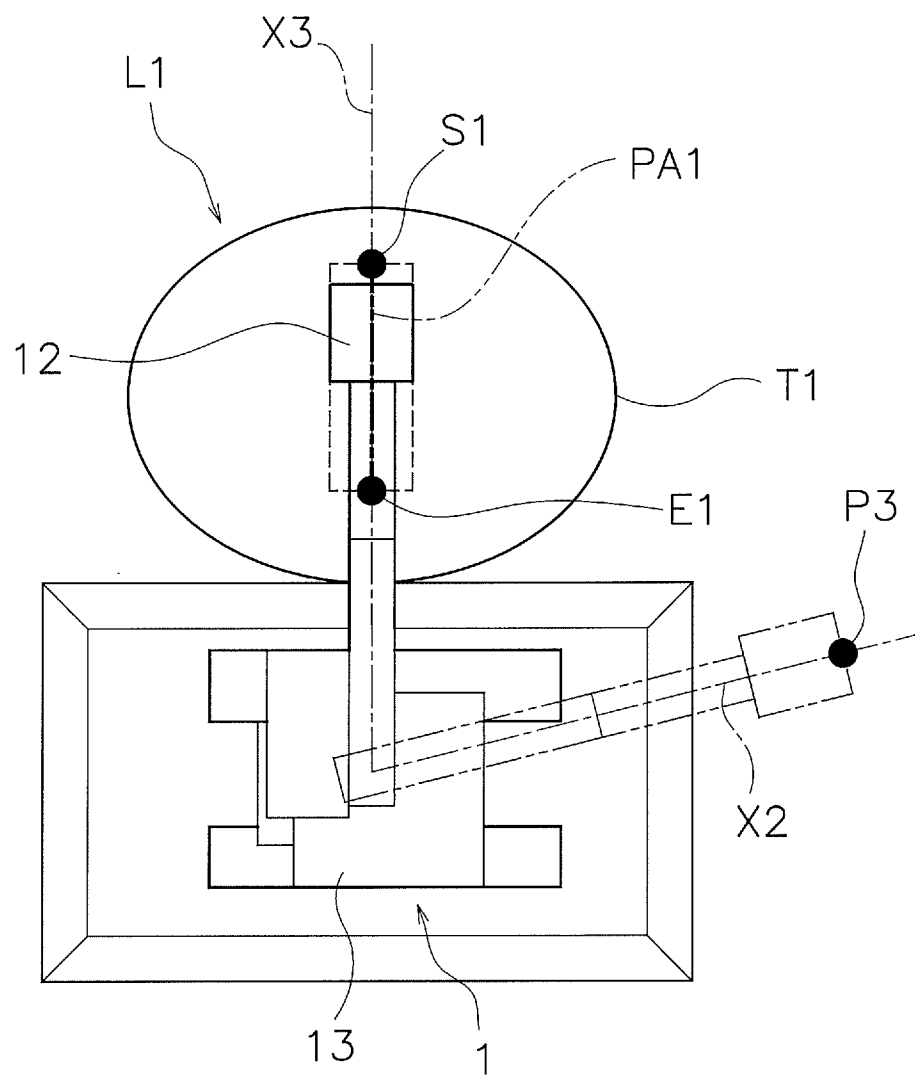
[図12]



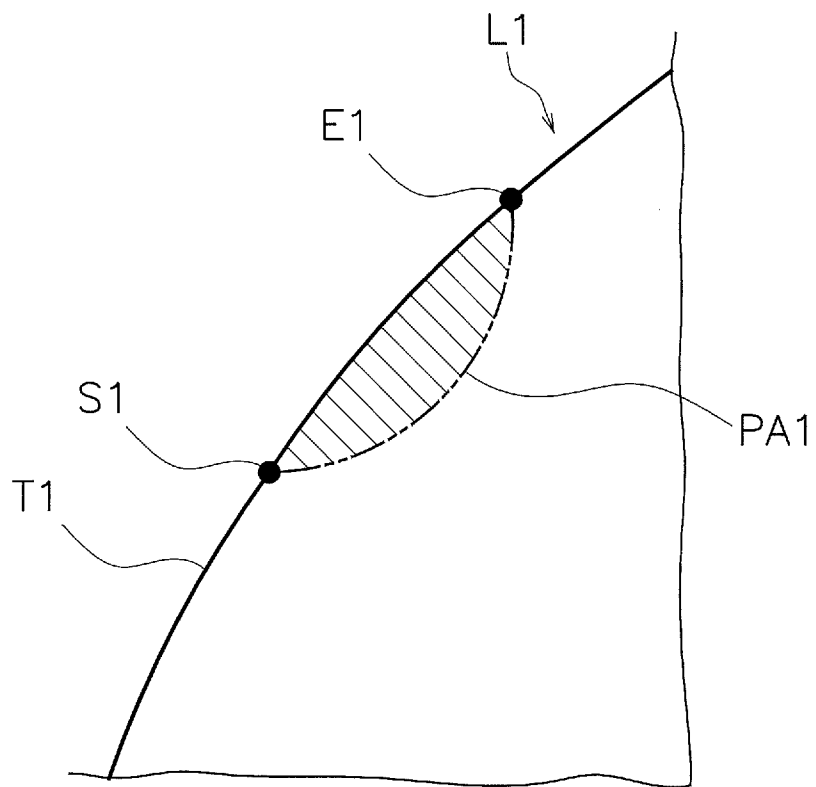
[図13]



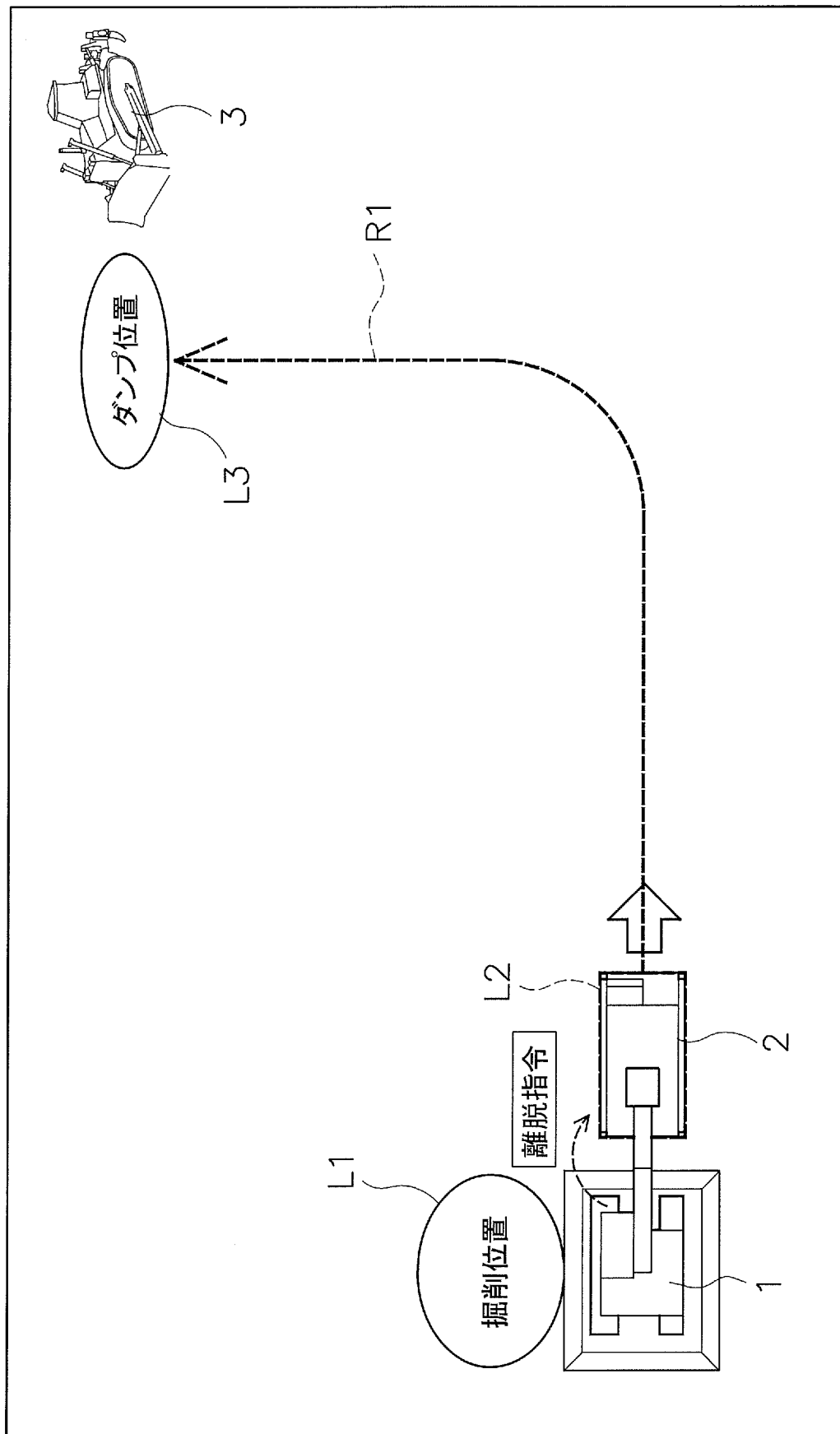
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036532

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. E02F9/20 (2006.01) i, G05D1/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. E02F9/20, G05D1/00-1/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016/167375 A1 (KOMATSU LTD.) 20 October 2016, paragraphs [0010]-[0098], [0111]-[0117], fig. 1-10,	1-2, 7, 10-12,
Y	12 & US 2017/0315561 A1, paragraphs [0024]-[0112], [0125]-[0131], fig. 1-10, 12 & CA 2953477 A1 & CN 106462166 A & AU 2016248873 A1	17, 20 1-20

☒ 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
25 November 2019 (25.11.2019)

Date of mailing of the international search report
03 December 2019 (03.12.2019)

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/JP2019/036532

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/058247 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 25 April 2013, paragraphs [0037]-[0042], fig. 1-4 & US 2014/0261152 A1, paragraphs [0047]-[0053], fig. 1-4 & DE 112012004057 T5 & AU 2012327156 A1	1-20
Y	JP 2000-192514 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 11 July 2000, paragraph [0017], fig. 1-2 (Family: none)	3-5, 13-15
Y	US 2012/0136509 A1 (EVERETT et al.) 31 May 2012, paragraph [0015], fig. 1-2 & WO 2012/074656 A1 & AU 2011337115 A1 & CA 2817814 A1	3-5, 13-15
Y	JP 2013-2161 A (KOMATSU LTD.) 07 January 2013, paragraph [0004] & US 2014/0107882 A1, paragraph [0004] & WO 2012/173256 A1 & AU 2012270472 A1 & CA 2836570 A1 & CN 103597146 A	6, 16
Y	JP 9-86262 A (KOMATSU LTD.) 31 March 1997, paragraph [0015], fig. 1 (Family: none)	8-9, 18-19
A	WO 2015/151359 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 08 October 2015, entire text, all drawings & JP 2015-194933 A	1-20
A	WO 2014/119711 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 07 August 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. E02F9/20(2006.01)i, G05D1/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. E02F9/20, G05D1/00-1/12

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X Y	W0 2016/167375 A1（株式会社小松製作所）2016.10.20, 段落 [0010] - [0098], [0111] - [0117], 図1-10, 12 & US 2017/0315561 A1, 段落 [0024] - [0112], [0125] - [0131], 図1-10, 12 & CA 2953477 A1 & CN 106462166 A & AU 2016248873 A1	1-2, 7, 10-12, 17, 20 1-20

☑ 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

25.11.2019

国際調査報告の発送日

03.12.2019

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）

藤井 浩介

3U

7870

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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	WO 2013/058247 A1 (日立建機株式会社) 2013. 04. 25, 段落 [0 0 3 7] - [0 0 4 2], 図 1 - 4 & US 2014/0261152 A1, 段落 [0 0 4 7] - [0 0 5 3], 図 1 - 4 & DE 112012004057 T5 & AU 2012327156 A1	1-20
Y	JP 2000-192514 A (日立建機株式会社) 2000. 07. 11, 段落 [0 0 1 7], 図 1 - 2 (ファミリーなし)	3-5, 13-15
Y	US 2012/0136509 A1 (EVERETT et al.) 2012. 05. 31, 段落 [0 0 1 5], 図 1 - 2 & WO 2012/074656 A1 & AU 2011337115 A1 & CA 2817814 A1	3-5, 13-15
Y	JP 2013-2161 A (株式会社小松製作所) 2013. 01. 07, 段落 [0 0 0 4] & US 2014/0107882 A1, 段落 [0 0 0 4] & WO 2012/173256 A1 & AU 2012270472 A1 & CA 2836570 A1 & CN 103597146 A	6, 16
Y	JP 9-86262 A (株式会社小松製作所) 1997. 03. 31, 段落 [0 0 1 5], 図 1 (ファミリーなし)	8-9, 18-19
A	WO 2015/151359 A1 (日立建機株式会社) 2015. 10. 08, 全文, 全図 & JP 2015-194933 A	1-20
A	WO 2014/119711 A1 (日立建機株式会社) 2014. 08. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20