

(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
2016 年 9 月 9 日(09.09.2016)



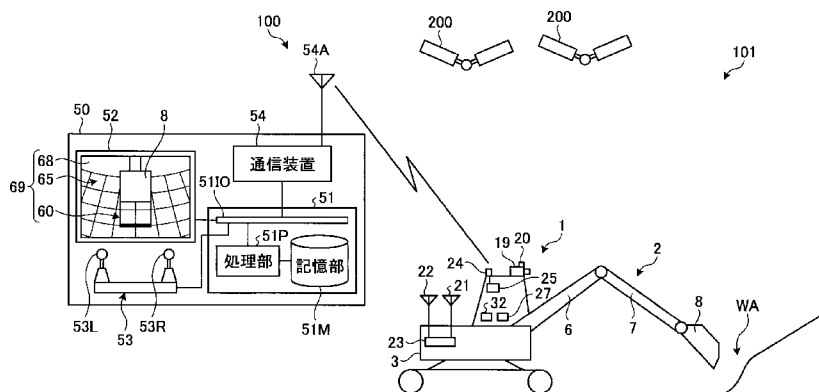
(10) 国際公開番号
WO 2016/140055 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/054437
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 16 日(16.02.2016)
- (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 2015-044050 2015 年 3 月 5 日(05.03.2015) 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). 国立大学法人大阪大学(OSAKA UNIVERSITY)
[JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘
1 番 1 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 吉瀬 裕(YOSHINADA, Hiroshi); 〒
2540913 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会
社小松製作所 研究本体内 Kanagawa (JP). 谷本
貴頌(TANIMOTO, Takanobu); 〒5650871 大阪府吹
田市山田丘 1 番 1 号 国立大学法人大阪大学内
Osaka (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, 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
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).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE DISPLAY SYSTEM OF WORK MACHINE, REMOTE CONTROL SYSTEM OF WORK MACHINE, AND WORK MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機械の画像表示システム、作業機械の遠隔操作システム及び作業機械



51P Processing unit
51M Storage unit
54 Communication device

(57) Abstract: This image display system for a work machine is provided with: an imaging device which is attached to the work machine provided with a work tool; an attitude detection device which detects the attitude of the work device; a distance detection device which calculates information about the distance from the work machine to the work target; and a processing device which uses information about the position of the work tool obtained using the attitude of the work device and information about the position of the work target obtained from the information about the distance calculated by the distance detection device to generate an image of an area, corresponding to the work tool, on the work target opposite of the work tool, synthesizes this image with an image of the work target imaged by the imaging device and displays this on a display device.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

作業機械の画像表示システムは、作業具を有する作業機を備えた作業機械に取り付けられる撮像装置と、前記作業機の姿勢を検出する姿勢検出装置と、前記作業機械の作業対象までの距離の情報を求める距離検出装置と、前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記距離検出装置が求めた前記距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる処理装置と、を含む。

明 細 書

発明の名称：

作業機械の画像表示システム、作業機械の遠隔操作システム及び作業機械
技術分野

[0001] 本発明は、作業機械の画像表示システム、作業機械の遠隔操作システム及び作業機械に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１に記載されているように、油圧ショベル等の作業機械を遠隔操作する技術が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特願２００４－２９４０６７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 作業機械を遠隔操作する場合、作業機械のオペレータ視点の画像を用いた操作では、表示される画像が２次元のため、遠近感に乏しくなる。そのため、作業対象と作業機械との距離の把握が難しくなり、作業効率が低下する可能性がある。また、作業機械に搭乗したオペレータが作業機を操作する場合も、オペレータの熟練度によっては作業機と作業対象との距離を把握することが難しい場合があり、作業効率が低下する可能性もある。

[0005] 本発明は、作業具を有する作業機を備えた作業機械を用いて作業する際の作業効率の低下を抑制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、作業具を有する作業機を備えた作業機械に取り付けられる撮像装置と、前記作業機の姿勢を検出する姿勢検出装置と、前記作業機械の作業対象までの距離の情報を求める距離検出装置と、前記作業機の姿勢を用いて

得られた前記作業具の位置の情報と、前記距離検出装置が求めた前記距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる処理装置と、を含む、作業機械の画像表示システムである。前記処理装置は、前記作業具に対応する部分の画像を、前記撮像装置を基準として生成することが好ましい。

[0007] 前記線画像は、複数の第1の線画像と、前記複数の第1の線画像と交差する複数の第2の線画像とを備えた格子であることが好ましい。

[0008] 前記処理装置は、前記作業機の姿勢を用いて前記作業具が前記作業対象の画像に占める領域を求め、得られた前記領域を前記作業対象の形状の情報から除去することが好ましい。

[0009] 前記作業具はバケットであり、前記処理装置は、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像として、前記作業対象上で前記バケットの刃先に対応する部分の線画像を生成することが好ましい。

[0010] 前記処理装置は、前記バケットの刃先の幅方向における一方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像及び前記バケットの刃先の幅方向における他方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させることが好ましい。

[0011] 前記処理装置は、前記作業具又は前記作業対象に関する空間位置情報を求めて前記表示装置に表示させることが好ましい。

[0012] 前記処理装置は、前記作業具の位置、前記作業具の姿勢、前記作業対象の位置、前記作業対象の相対的な姿勢、前記作業具と前記作業対象との相対的な距離及び前記作業具と前記作業対象との相対的な姿勢の少なくとも1つを求めて前記表示装置に表示させることが好ましい。

[0013] 前記処理装置は、前記作業対象の位置の情報を用いて前記作業対象の表面に沿った線画像を生成して、前記作業対象の画像と合成して前記表示装置に

表示させることが好ましい。

[0014] 前記撮像装置、前記姿勢検出装置及び距離検出装置は前記作業機械に備えられ、前記処理装置及び前記表示装置は、前記作業機械を遠隔操作する操作装置を備えた施設に設けられることが好ましい。

[0015] 本発明は、作業具を有する作業機を備えた作業機械を遠隔操作するにあたり、表示装置と、前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記作業機械が備える距離検出装置が求めた前記作業機の作業対象までの距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を、前記撮像装置を基準として生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、前記表示装置に表示させる処理装置と、を含む、作業機械の画像表示システムである。

[0016] 本発明は、前述した作業機械の画像表示システムと、前記作業機械が備える前記作業機を操作する操作装置と、を含む、作業機械の遠隔操作システムである。

[0017] 本発明は、前述した作業車両の画像表示システムを備えた、作業機械である。

発明の効果

[0018] 本発明は、作業具を有する作業機を備えた作業機械を用いて作業する際の作業効率の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、実施形態に係る作業機械の画像表示システム及び作業機械の遠隔操作システムを示す図である。

[図2]図2は、実施形態に係る作業機械である油圧ショベルを示す斜視図である。

[図3]図3は、実施形態に係る作業機械である油圧ショベルの制御系を示す図である。

[図4]図4は、実施形態に係る画像表示システム及び遠隔操作システムでの座

標系を説明するための図である。

[図5]図5は、油圧ショベルの背面図である。

[図6]図6は、撮像装置及び距離検出装置の座標系を説明する図である。

[図7]図7は、画像表示システム及び遠隔操作システムが実行する制御例のフローチャートである。

[図8]図8は、撮像装置及び距離検出装置と作業対象とを示す図である。

[図9]図9は、占有領域を説明する図である。

[図10]図10は、占有領域を除去した作業対象の形状の情報を示す図である。

[図11]図11は、作業対象上でバケットの位置を示す画像を説明するための図である。

[図12]図12は、作業対象上でバケットの位置を示す画像を説明するための図である。

[図13]図13は、作業対象上でバケットの位置を示す画像を説明するための図である。

[図14]図14は、基準画像である格子画像を示す図である。

[図15]図15は、基準画像である格子画像を示す図である。

[図16]図16は、作業用の画像を示す図である。

[図17]図17は、ローディングショベル型の作業機を用いる場合の刃先位置画像を説明するための図である。

[図18]図18は、刃先位置画像を求める処理の第1変形例を示す図である。

[図19]図19は、刃先位置画像を求める処理の第2変形例を説明するための図である。

[図20]図20は、刃先位置画像を求める処理の第2変形例を説明するための図である。

[図21]図21は、変形例に係る油圧ショベルの制御系を示す図である。

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] <作業機械の画像表示システム及び作業機械の遠隔操作システムの概要>

図 1 は、実施形態に係る作業機械の画像表示システム 100 及び作業機械の遠隔操作システム 101 を示す図である。作業機械の画像表示システム 100（以下、適宜画像表示システム 100 と称する）は、オペレータが、作業機械である油圧ショベル 1 を遠隔操作する際に、油圧ショベル 1 の作業対象、より具体的には、油圧ショベル 1 が備える作業機 2 による作業の対象である地形面、すなわち作業対象 WA 及び作業具であるバケット 8 を撮像装置 19 で撮像し、得られた画像を表示装置 52 に表示させる。このとき、画像表示システム 100 は、撮像装置 19 によって撮像された作業対象 WA の画像 68 と、格子画像 65 と、作業対象 WA 上においてバケット 8 の位置を示すための画像 60 と、を含む作業用の画像 69 を、表示装置 52 に表示させる。

[0022] 画像表示システム 100 は、撮像装置 19 と、姿勢検出装置 32 と、距離検出装置 20 と、処理装置 51 とを含む。作業機械の遠隔操作システム 101（以下、適宜遠隔操作システム 101 と称する）は、撮像装置 19 と、姿勢検出装置 32 と、距離検出装置 20 と、作業機制御装置 27 と、表示装置 52 と、処理装置 51 と、操作装置 53 とを含む。実施形態において、画像表示システム 100 の撮像装置 19、姿勢検出装置 32 及び距離検出装置 20 は油圧ショベル 1 に設けられ、処理装置 51 は施設 50 に設けられる。施設 50 は、油圧ショベル 1 を遠隔操作したり、油圧ショベル 1 を管理したりする施設である。実施形態において、遠隔操作システム 101 の撮像装置 19、姿勢検出装置 32、距離検出装置 20 及び作業機制御装置 27 は油圧ショベル 1 に設けられ、表示装置 52、処理装置 51 及び操作装置 53 は施設 50 に設けられる。

[0023] 画像表示システム 100 の処理装置 51 は、処理部 51P と、記憶部 51M と、入出力部 51IO とを含む。処理部 51P は、例えば CPU (Central Processing Unit) のようなプロセッサである。記憶部 51M は、例えば

、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、ハードディスクドライブ、ストレージデバイス又はこれらの組み合わせである。入出力部5110は、処理装置51と外部機器とを接続するためのインターフェース回路である。実施形態において、入出力部5110には、外部機器として、表示装置52、操作装置53及び通信装置54が接続されている。入出力部5110に接続される外部機器はこれらに限定されるものではない。

[0024] 処理装置51は、作業機2の姿勢を用いて得られた作業具であるバケット8の位置の情報と、距離検出装置20が求めた距離の情報から得られた作業対象WAの位置の情報とを用いて、バケット8と対向する作業対象WA上でバケット8に対応する部分の画像を、撮像装置19を基準として生成する。そして、処理装置51は、撮像装置19によって撮像された作業対象WAの画像と合成して、表示装置52に表示させる。作業対象WAは、油圧ショベル1の作業機2が掘削又は地ならし等の作業をする対象となる面である。

[0025] 表示装置52は、液晶ディスプレイ又はプロジェクタが例示されるがこれらに限定されるものではない。通信装置54は、アンテナ54Aを備えている。通信装置54は、油圧ショベル1に備えられた通信装置25と通信して、油圧ショベル1の情報を取得したり、油圧ショベル1に情報を送信したりする。

[0026] 操作装置53は、オペレータの左側に設置される左操作レバー53Lと、オペレータの右側に配置される右操作レバー53Rと、を有する。左操作レバー53L及び右操作レバー53Rは、前後左右の動作が2軸の動作に対応されている。例えば、右操作レバー53Rの前後方向の操作は、油圧ショベル1が備える作業機2のブーム6の操作に対応されている。右操作レバー53Rの左右方向の操作は、作業機2のバケット8の操作に対応されている。左操作レバー53Lの前後方向の操作は、作業機2のアーム7の操作に対応している。左操作レバー53Lの左右方向の操作は、油圧ショベル1の上部旋回体3の旋回に対応している。

[0027] 左操作レバー 5 3 L 及び右操作レバー 5 3 R の操作量は、例えば、ポテンショメータ及びホール IC 等によって検出され、処理装置 5 1 は、これらの検出値に基づいて電磁制御弁を制御するための制御信号を生成する。この信号は、施設 5 0 の通信装置 5 4 及び油圧ショベル 1 の通信装置 2 5 を介して作業機制御装置 2 7 に送られる。作業機制御装置 2 7 は、制御信号に基づいて電磁制御弁を制御することによって作業機 2 を制御する。電磁制御弁については後述する。

[0028] 処理装置 5 1 は、左操作レバー 5 3 L 及び右操作レバー 5 3 R の少なくとも一方に対する入力を取得し、作業機 2 及び上部旋回体 3 の少なくとも一方を動作させるための命令を生成する。処理装置 5 1 は、生成した命令を、通信装置 5 4 を介して油圧ショベル 1 の通信装置 2 5 に送信する。油圧ショベル 1 が備える作業機制御装置 2 7 は、通信装置 2 5 を介して処理装置 5 1 からの命令を取得し、命令にしたがって作業機 2 及び上部旋回体 3 の少なくとも一方を動作させる。

[0029] 油圧ショベル 1 は、通信装置 2 5 と、作業機制御装置 2 7 と、姿勢検出装置 3 2 と、撮像装置 1 9 と、距離検出装置 2 0 と、アンテナ 2 1、2 2 と、グローバル位置演算装置 2 3 とを備える。作業機制御装置 2 7 は、作業機 2 を制御する。通信装置 2 5 は、アンテナ 2 4 に接続されており、施設 5 0 に備えられた通信装置 5 4 と通信する。作業機制御装置 2 7 は、作業機 2 及び上部旋回体 3 を制御する。姿勢検出装置 3 2 は、作業機 2 及び油圧ショベル 1 の少なくとも一方の姿勢を検出する。撮像装置 1 9 は、油圧ショベル 1 に取り付けられて、作業対象 WA を撮像する。距離検出装置 2 0 は、油圧ショベル 1 の所定の位置から作業対象 WA までの距離の情報を求める。アンテナ 2 1、2 2 は、測位衛星 2 0 0 からの電波を受信する。グローバル位置演算装置 2 3 は、アンテナ 2 1、2 2 が受信した電波を用いて、アンテナ 2 1、2 2 のグローバル位置、すなわちグローバル座標における位置を求める。

[0030] <油圧ショベル 1 の全体構成>

図 2 は、実施形態に係る作業機械である油圧ショベル 1 を示す斜視図であ

る。油圧ショベル１は、本体部としての車両本体１Ｂと作業機２とを有する。車両本体１Ｂは、旋回体である上部旋回体３と走行体としての走行装置５とを有する。上部旋回体３は、機関室３ＥＧの内部に、動力発生装置であるエンジン及び油圧ポンプ等の装置を収容している。実施形態において、油圧ショベル１は、動力発生装置であるエンジンに、例えばディーゼルエンジン等の内燃機関が用いられるが、動力発生装置は内燃機関に限定されない。油圧ショベル１の動力発生装置は、例えば、内燃機関と発電電動機と蓄電装置とを組み合わせた、いわゆるハイブリッド方式の装置であってもよい。また、油圧ショベル１の動力発生装置は、内燃機関を有さず、蓄電装置と発電電動機とを組み合わせた装置であってもよい。

[0031] 上部旋回体３は、運転室４を有する。運転室４は、上部旋回体３の他端側に設置されている。すなわち、運転室４は、機関室３ＥＧが配置されている側とは反対側に設置されている。上部旋回体３の上方には、手すり９が取り付けられている。

[0032] 走行装置５は、上部旋回体３を搭載する。走行装置５は、履帯５ａ、５ｂを有している。走行装置５は、左右に設けられた油圧モータ５ｃの一方又は両方が駆動する。走行装置５の履帯５ａ、５ｂが回転することにより、油圧ショベル１を走行させる。作業機２は、上部旋回体３の運転室４の側方側に取り付けられている。

[0033] 油圧ショベル１は、履帯５ａ、５ｂの代わりにタイヤを備え、エンジンの駆動力を、トランスミッションを介してタイヤへ伝達して走行が可能な走行装置を備えたものであってもよい。このような形態の油圧ショベル１としては、例えば、ホイール式油圧ショベルがある。また、油圧ショベル１は、このようなタイヤを有した走行装置を備え、さらに車両本体（本体部）に作業機が取り付けられ、図１に示すような上部旋回体３及びその旋回機構を備えていない構造を有する、例えばバックハウローダであってもよい。すなわち、バックハウローダは、車両本体に作業機が取り付けられ、車両本体の一部を構成する走行装置を備えたものである。

[0034] 上部旋回体 3 は、作業機 2 及び運転室 4 が配置されている側が前であり、機関室 3 E G が配置されている側が後である。上部旋回体 3 の前後方向が x 方向である。前に向かって左側が上部旋回体 3 の左であり、前に向かって右側が上部旋回体 3 の右である。上部旋回体 3 の左右方向は、幅方向又は y 方向ともいう。油圧ショベル 1 又は車両本体 1 B は、上部旋回体 3 を基準として走行装置 5 側が下であり、走行装置 5 を基準として上部旋回体 3 側が上である。上部旋回体 3 の上下方向が z 方向である。油圧ショベル 1 が水平面に設置されている場合、下は鉛直方向、すなわち重力の作用方向側であり、上は鉛直方向とは反対側である。

[0035] 作業機 2 は、ブーム 6 とアーム 7 と作業具であるバケット 8 とブームシリンダ 10 とアームシリンダ 11 とバケットシリンダ 12 とを有する。ブーム 6 の基端部は、ブームピン 13 を介して車両本体 1 B の前部に回動可能に取り付けられている。アーム 7 の基端部は、アームピン 14 を介してブーム 6 の先端部に回動可能に取り付けられている。アーム 7 の先端部には、バケットピン 15 を介してバケット 8 が取り付けられている。バケット 8 は、バケットピン 15 を中心として回動する。バケット 8 は、バケットピン 15 とは反対側に複数の刃 8 B が取り付けられている。刃先 8 T は、刃 8 B の先端である。

[0036] バケット 8 は、複数の刃 8 B を有していなくてもよい。つまり、図 2 に示されるような刃 8 B を有しておらず、刃先が鋼板によってストレート形状に形成されたようなバケットであってもよい。作業機 2 は、例えば、単数の刃を有するチルトバケットを備えていてもよい。チルトバケットとは、バケットチルトシリンダを備え、バケットが左右にチルト傾斜することで油圧ショベルが傾斜地にあっても、斜面、平地を自由な形に成形したり、整地したりすることができ、底板プレートによる転圧作業もできるバケットである。この他にも、作業機 2 は、バケット 8 の代わりに、法面バケット又は削岩用のチップを備えた削岩用のアタッチメント等を作業具として備えていてもよい。

[0037] 図2に示されるブームシリンダ10とアームシリンダ11とバケットシリンダ12とは、それぞれ油圧ポンプから吐出される作動油の圧力によって駆動される油圧シリンダである。ブームシリンダ10はブーム6を駆動して、昇降させる。アームシリンダ11は、アーム7を駆動して、アームピン14の周りを回転させる。バケットシリンダ12は、バケット8を駆動して、バケットピン15の周りを回転させる。

[0038] 上部旋回体3の上部には、アンテナ21、22及びアンテナ24が取り付けられている。アンテナ21、22は、油圧ショベル1の現在位置を検出するために用いられる。アンテナ21、22は、図3に示されるグローバル位置演算装置23と電氣的に接続されている。グローバル位置演算装置23は、油圧ショベル1の位置を検出する位置検出装置である。グローバル位置演算装置23は、RTK-GNSS (Real Time Kinematic - Global Navigation Satellite Systems、GNSSは全地球航法衛星システムをいう) を利用して油圧ショベル1の現在位置を検出する。以下の説明において、アンテナ21、22を、適宜GNSSアンテナ21、22と称する。GNSSアンテナ21、22が受信したGNSS電波に応じた信号は、グローバル位置演算装置23に入力される。グローバル位置演算装置23は、グローバル座標系におけるGNSSアンテナ21、22の設置位置を求める。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、全地球航法衛星システムは、これに限定されるものではない。

[0039] GNSSアンテナ21、22は、図2に示されるように、上部旋回体3の上であって、油圧ショベル1の左右方向、すなわち幅方向に離れた両端位置に設置されることが好ましい。実施形態において、GNSSアンテナ21、22は、上部旋回体3の幅方向両側にそれぞれ取り付けられた手すり9に取り付けられる。GNSSアンテナ21、22が上部旋回体3に取り付けられる位置は手すり9に限定されるものではないが、GNSSアンテナ21、22は、可能な限り離れた位置に設置される方が、油圧ショベル1の現在位置

の検出精度は向上するので好ましい。また、GNSSアンテナ21、22は、オペレータの視界を極力妨げない位置に設置されることが好ましい。

[0040] 撮像装置19は、図1に示される作業対象WAを撮像し、距離検出装置20は、自身（油圧ショベル1の所定の位置）から作業対象WAまでの距離を求めるので、できる限り広い作業対象WAからの情報を取得することが好ましい。このため、実施形態において、アンテナ24、撮像装置19及び距離検出装置20は、上部旋回体3の運転室4の上方に設置される。撮像装置19及び距離検出装置20が設置される場所は運転席4の上方に限定されるものではない。例えば、撮像装置19及び距離検出装置20は、運転室4の内部かつ上方に設置されてもよい。

[0041] 撮像装置19は、撮像面19Lが上部旋回体3の前方を向いている。距離検出装置20は、検出面20Lが上部旋回体3の前方を向いている。実施形態において、撮像装置19は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサ又はCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサのようなイメージセンサを備えた単眼カメラである。実施形態において、距離検出装置20は、3次元レーザーレンジファインダ又は距離センサである。撮像装置19及び距離検出装置20はこれらに限定されるものではない。例えば、撮像装置19及び距離検出装置20の代わりに、作業対象WAの画像を取得する機能と、作業対象WAまでの距離を求める機能との両方を有する装置が用いられてもよい。このような装置としては、例えば、ステレオカメラが例示される。

[0042] <油圧ショベル1の制御系>

図3は、実施形態に係る作業機械である油圧ショベル1の制御系1Sを示す図である。制御系1Sは、通信装置25と、センサコントローラ26と、作業機制御装置27と、撮像装置19と、距離検出装置20と、グローバル位置演算装置23と、姿勢検出装置32と、IMU (Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置) 33と、油圧システム36と、を備える。通信装置25と、センサコントローラ26と、作業機制御装置27とは、信号線35

によって接続されている。このような構造により、通信装置 25 と、センサコントローラ 26 と、作業機制御装置 27 とは、信号線 35 を介して相互に情報をやり取りすることができる。制御系 1 S 内で情報を伝達する信号線は、CAN (Controller Area Network) のような車内信号線が例示される。

[0043] センサコントローラ 26 は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサと、RAM 及び ROM 等の記憶装置とを有する。センサコントローラ 26 には、グローバル位置演算装置 23 の検出値、撮像装置 19 によって撮像された画像の情報、距離検出装置 20 の検出値、姿勢検出装置 32 の検出値及び IMU 33 の検出値が入力される。センサコントローラ 26 は、入力された検出値及び画像の情報を、信号線 35 及び通信装置 25 を介して、図 1 に示される施設 50 の処理装置 51 に送信する。

[0044] 作業機制御装置 27 は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサと、RAM (Random Access Memory) 及び ROM (Read Only Memory) 等の記憶装置とを有する。作業機制御装置 27 は、施設 50 の処理装置 51 によって生成された、作業機 2 及び上部旋回体 3 の少なくとも一方を動作させるための命令を、通信装置 25 を介して取得する。作業機制御装置 27 は、取得した命令に基づいて、油圧システム 36 の電磁制御弁 28 を制御する。

[0045] 油圧システム 36 は、電磁制御弁 28 と、油圧ポンプ 29 と、ブームシリンダ 10、アームシリンダ 11、バケットシリンダ 12 及び旋回モータ 30 等の油圧アクチュエータとを備える。油圧ポンプ 29 は、エンジン 31 によって駆動されて、油圧アクチュエータを動作させるための作動油を吐出する。作業機制御装置 27 は、電磁制御弁 28 を制御することにより、ブームシリンダ 10、アームシリンダ 11、バケットシリンダ 12 及び旋回モータ 30 に供給される作動油の流量を制御する。このようにして、作業機制御装置 27 は、ブームシリンダ 10、アームシリンダ 11、バケットシリンダ 12 及び旋回モータ 30 の動作を制御する。

[0046] センサコントローラ 26 は、第 1 ストロークセンサ 16、第 2 ストローク

センサ１７及び第３ストロークセンサ１８の検出値を取得する。第１ストロークセンサ１６はブームシリンダ１０に、第２ストロークセンサ１７はアームシリンダ１１に、第３ストロークセンサ１８はバケットシリンダ１２に、それぞれ設けられる。

[0047] 第１ストロークセンサ１６は、ブームシリンダ１０の長さであるブームシリンダ長を検出してセンサコントローラ２６に出力する。第２ストロークセンサ１７は、アームシリンダ１１の長さであるアームシリンダ長を検出してセンサコントローラ２６に出力する。第３ストロークセンサ１８は、バケットシリンダ１２の長さであるバケットシリンダ長を検出してセンサコントローラ２６に出力する。

[0048] ブームシリンダ長、アームシリンダ長及びバケットシリンダ長が決定されれば、作業機２の姿勢が決定される。したがって、これらを検出する第１ストロークセンサ１６、第２ストロークセンサ１７及び第３ストロークセンサ１８は、作業機２の姿勢を検出する姿勢検出装置３２に相当する。姿勢検出装置３２は、第１ストロークセンサ１６、第２ストロークセンサ１７及び第３ストロークセンサ１８に限定されるものではなく、角度検出器であってもよい。

[0049] センサコントローラ２６は、第１ストロークセンサ１６が検出したブームシリンダ長から、油圧ショベル１の座標系であるローカル座標系における水平面と直交する方向（ z 軸方向）に対するブーム６の傾斜角を算出する。作業機制御装置２７は、第２ストロークセンサ１７が検出したアームシリンダ長から、ブーム６に対するアーム７の傾斜角を算出する。作業機制御装置２７は、第３ストロークセンサ１８が検出したバケットシリンダ長から、アーム７に対するバケット８の傾斜角を算出する。ブーム６、アーム７及びバケット８の傾斜角は、作業機２の姿勢を示す情報である。すなわち、センサコントローラ２６は、作業機２の姿勢を示す情報を求める。センサコントローラ２６は、算出した傾斜角を、信号線３５及び通信装置２５を介して、図１に示される施設５０の処理装置５１に送信する。

[0050] GNSSアンテナ21は、自身の位置を示す位置P1を測位衛星から受信する。GNSSアンテナ22は、自身の位置を示す位置P2を測位衛星から受信する。GNSSアンテナ21、22は、例えば10Hz周期で位置P1、P2を受信する。位置P1、P2は、グローバル座標系において、GNSSアンテナが設置されている位置の情報である。GNSSアンテナ21、22で受信されたGNSS電波に応じた信号、すなわち位置P1、P2は、グローバル位置演算装置23に入力される。GNSSアンテナ21、22は、位置P1、P2を受信する毎に、グローバル位置演算装置23に出力する。

[0051] グローバル位置演算装置23は、CPU等のプロセッサと、RAM及びROM等の記憶装置とを有する。グローバル位置演算装置23は、例えば10Hzの周波数でグローバル座標系におけるGNSSアンテナ21、22の位置P1、P2を検出し、基準位置情報Pga1、Pga2としてセンサコントローラ26に出力する。実施形態において、グローバル位置演算装置23は、取得した2つの位置P1、P2から、油圧ショベル1の方位角、より具体的には上部旋回体3の方位角であるヨー角を求めてセンサコントローラ26に出力する。センサコントローラ26は、取得した基準位置情報Pga1、Pga2及びヨー角を、信号線35及び通信装置25を介して、図1に示される施設50の処理装置51に送信する。

[0052] IMU33は、油圧ショベル1の動作及び姿勢を検出する。油圧ショベル1の動作は、上部旋回体3の動作及び走行装置5の動作の少なくとも一方を含む。油圧ショベル1の姿勢は、油圧ショベル1のロール角、ピッチ角及びヨー角によって表すことができる。実施形態において、IMU33は、油圧ショベル1の角速度及び加速度を検出して出力する。

[0053] <座標系について>

図4は、実施形態に係る画像表示システム100及び遠隔操作システム101での座標系を説明するための図である。図5は、油圧ショベル1の背面図である。図6は、撮像装置及び距離検出装置の座標系を説明する図である。画像表示システム100及び遠隔操作システム101においては、グロー

バル座標系と、ローカル座標系と、撮像装置 19 の座標系と、距離検出装置 20 の座標系とが存在する。実施形態において、グローバル座標系とは、例えば、GNSSにおける座標系である。グローバル座標系は、油圧ショベル 1 の作業区画 GA に設置された基準となる、例えば基準杭 80 の基準位置 PG を基準とした、(X、Y、Z) で示される 3 次元座標系である。図 5 に示されるように、基準位置 PG は、例えば、作業区画 GA に設置された基準杭 80 の先端 80 T に位置する。

[0054] ローカル座標系とは、油圧ショベル 1 を基準とした、(x、y、z) で示される 3 次元座標系である。実施形態において、ローカル座標系の原点位置 PL は、上部旋回体 3 の回転中心軸である z 軸と、上部旋回体 3 のスイングサークル内において z 軸と直交する平面との交点であるがこれに限定されるものではない。スイングサークル内において z 軸と直交する平面は、スイングサークルの z 軸方向における中心を通る平面とすることができる。

[0055] 実施形態において、撮像装置 19 の座標系は、図 6 に示されるように、撮像素子 19 RC の受光面 19 P の中心を原点 PC とした、(Xc、Yc、Zc) で示される 3 次元座標系である。実施形態において、距離検出装置 20 の座標系は、図 6 に示されるように、距離検出素子 20 RC の受光面 20 P の中心を原点 PD とした、(Xd、Yd、Zd) で示される 3 次元座標系である。

[0056] <油圧ショベル 1 の姿勢>

図 5 に示されるように、上部旋回体 3 の左右方向、すなわち幅方向に対する傾斜角 $\theta 4$ は油圧ショベル 1 のロール角であり、上部旋回体 3 の前後方向に対する傾斜角 $\theta 5$ は油圧ショベル 1 のピッチ角であり、z 軸周りにおける上部旋回体 3 の角度は油圧ショベル 1 のヨー角である。ロール角は IMU 33 によって検出された x 軸周りの角速度を時間で積分することにより、ピッチ角は IMU 33 によって検出された y 軸周りの角速度を時間で積分することにより、ヨー角は IMU 33 によって検出された z 軸周りの角速度を時間で積分することにより求められる。z 軸周りの角速度は、油圧ショベル 1 の

旋回角速度 ω である。すなわち、旋回角速度 ω を時間で積分することにより油圧ショベル1、より具体的には上部旋回体3のヨー角が得られる。

[0057] IMU33が検出した加速度及び角速度は、動作情報としてセンサコントローラ26に出力される。センサコントローラ26は、IMU33から取得した動作情報にフィルタ処理及び積分といった処理を施して、ロール角である傾斜角 $\theta 4$ 、ピッチ角である傾斜角 $\theta 5$ 及びヨー角を求める。センサコントローラ26は、求めた傾斜角 $\theta 4$ 、傾斜角 $\theta 5$ 及びヨー角を、油圧ショベル1の姿勢に関連する情報として、図3に示される信号線35及び通信装置25を介して、図1に示される施設50の処理装置51に送信する。

[0058] センサコントローラ26は、前述したように、作業機2の姿勢を示す情報を求める。作業機2の姿勢を示す情報は、具体的には、ローカル座標系における水平面と直交する方向（ z 軸方向）に対するブーム6の傾斜角 $\theta 1$ 、ブーム6に対するアーム7の傾斜角 $\theta 2$ 及びアーム7に対するバケット8の傾斜角 $\theta 3$ である。図1に示される施設50の処理装置51は、油圧ショベル1のセンサコントローラ26から取得した作業機2の姿勢を示す情報、すなわち傾斜角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ からバケット8の刃先8Tの位置（以下、適宜刃先位置と称する）P4を算出する。

[0059] 処理装置51の記憶部51Mは、作業機2のデータ（以下、適宜作業機データという）を記憶している。作業機データは、ブーム6の長さL1、アーム7の長さL2及びバケット8の長さL3を含む。図4に示されるように、ブーム6の長さL1は、ブームピン13からアームピン14までの長さに相当する。アーム7の長さL2は、アームピン14からバケットピン15までの長さに相当する。バケット8の長さL3は、バケットピン15からバケット8の刃先8Tまでの長さに相当する。刃先8Tは、図2に示される刃8Bの先端である。また、作業機データは、ローカル座標系の原点位置PLに対するブームピン13までの位置の情報を含む。処理装置51は、長さL1、L2、L3、傾斜角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 及び原点位置PLを用いて、原点位置PLに対する刃先位置P4を求めることができる。実施形態において、施設

50の処理装置51が刃先位置P4を求めたが、油圧ショベル1のセンサコントローラ26が刃先位置P4を求めて施設50の処理装置51に送信してもよい。

[0060] <画像表示システム100及び遠隔操作システム101が実行する制御例>

図7は、画像表示システム100及び遠隔操作システム101が実行する制御例のフローチャートである。図8は、撮像装置19及び距離検出装置20と作業対象WAとを示す図である。

[0061] ステップS101において、図3に示されるセンサコントローラ26は、油圧ショベル1の情報を取得する。油圧ショベル1の情報は、撮像装置19、距離検出装置20、グローバル位置演算装置23、姿勢検出装置32及びIMU33から得られる情報である。撮像装置19は、図8に示されるように、撮像範囲TA内で作業対象WAを撮像し、作業対象WAの画像を得る。距離検出装置20は、検出範囲MA内に存在する作業対象WA及びその他の物体までの、距離検出装置20からの距離Ldを検出する。グローバル位置演算装置23は、グローバル座標系におけるGNSSアンテナ21、22の位置P1、P2に対応する基準位置情報Pga1、Pga2を求める。姿勢検出装置32は、ブームシリンダ長、アームシリンダ長及びバケットシリンダ長を検出する。IMU33は、油圧ショベル1の姿勢、より具体的には、上部旋回体3のロール角 $\theta 4$ 、ピッチ角 $\theta 5$ 及びヨー角を検出する。

[0062] ステップS102において、画像表示システム100及び遠隔操作システム101の処理装置51は、油圧ショベル1の通信装置25及び処理装置51に接続された通信装置54を介して、油圧ショベル1のセンサコントローラ26から油圧ショベル1の情報を取得する。

[0063] 処理装置51がセンサコントローラ26から取得する油圧ショベル1の情報は、撮像装置19によって撮像された作業対象WAの画像と、距離検出装置20が検出した、距離検出装置20から作業対象WAまでの距離の情報と、姿勢検出装置32によって検出された油圧ショベル1が備える作業機2の姿勢の情報と、基準位置情報Pga1、Pga2と、油圧ショベル1の姿勢

の情報と、を含む。

[0064] 距離検出装置 20 から作業対象 WA までの距離の情報は、検出範囲 MA 内に存在する作業対象 WA 又は物体 OB までの距離 L_d と、距離 L_d に対応する位置 P_d の方位の情報とを含む。図 8 では、作業対象 WA までの距離として距離 L_d を示す。位置 P_d の方位の情報は、距離検出装置 20 を基準としたときの位置 P_d の方位であり、距離検出装置 20 の座標系の各軸 X_d 、 Y_d 、 Z_d に対する角度である。処理装置 51 が取得する作業機 2 の姿勢の情報は、ブームシリンダ長、アームシリンダ長及びバケットシリンダ長を用いてセンサコントローラ 26 が求めた、作業機 2 の傾斜角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 である。油圧ショベル 1 の姿勢の情報は、油圧ショベル 1、より具体的には上部旋回体 3 のロール角 θ_4 、ピッチ角 θ_5 及びヨー角である。

[0065] 処理装置 51 は、センサコントローラ 26 から取得した作業機 2 の傾斜角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 と、記憶部 51M に記憶されているブーム 6 の長さ L_1 、アーム 7 の長さ L_2 及びバケット 8 の長さ L_3 とを用いて、バケット 8 の刃先位置 P_4 を求める。バケット 8 の刃先位置 P_4 は、油圧ショベル 1 のローカル座標系 (x 、 y 、 z) における座標の集合である。

[0066] ステップ S103 に進み、処理装置 51 は、作業対象 WA までの距離の情報をを用いて、作業対象 WA までの距離 L_d を位置の情報に変換する。位置の情報は、距離検出装置 20 の座標系 (X_d 、 Y_d 、 Z_d) における位置 P_d の座標である。ステップ S103 においては、検出範囲 MA 内で距離検出装置 20 によって検出されたすべての距離 L_d が、位置の情報に変換される。処理装置 51 は、距離 L_d と、距離 L_d に対応する位置 P_d の方位の情報とを用いて、距離 L_d を位置の情報に変換する。ステップ S103 においては、検出範囲 MA 内に存在する物体 OB までの距離も、作業対象 WA の距離 L_d と同様に、位置の情報に変換される。ステップ S103 の処理によって、検出範囲 MA 内における作業対象 WA の位置の情報の情報が得られる。作業対象 WA の位置の情報の情報から、作業対象 WA の形状の情報を得ることができる。

- [0067] 作業対象WAの位置の情報及び形状の情報は、距離検出装置20の座標系(X_d 、 Y_d 、 Z_d)における位置Pdの座標の集合である。処理装置51は、作業対象WAの形状の情報を、撮像装置19の座標系(X_c 、 Y_c 、 Z_c)の値に変換した後、油圧ショベル1のローカル座標系(x 、 y 、 z)の値に変換する。
- [0068] ステップS104において、処理装置51は、作業対象WAの位置の情報、バケット8の刃先位置P4及び油圧ショベル1のセンサコントローラ26から取得した基準位置情報Pg a 1、Pg a 2を、グローバル座標系(X、Y、Z)に変換する。グローバル座標系(X、Y、Z)への変換にあたって、処理装置51は、センサコントローラ26から取得した油圧ショベル1のロール角 θ_4 、ピッチ角 θ_5 及びヨー角を用いた回転行列を生成する。処理装置51は、生成した回転行列を用いて、作業対象WAの位置の情報、バケット8の刃先位置P4及び基準位置情報Pg a 1、Pg a 2を、グローバル座標系(X、Y、Z)に変換する。次に、ステップS105に進み、処理装置51は、占有領域を求める。
- [0069] 図9は、占有領域SAを説明する図である。占有領域SAは、作業対象WAの形状の情報内において、作業機2が占める領域である。図9に示される例では、作業機2のバケット8の一部が距離検出装置20の検出範囲MA内、かつ距離検出装置20と作業対象WAとの間に入っている。このため、占有領域SAの部分は、距離検出装置20によって、作業対象WAまでの距離ではなくバケット8までの距離が検出される。実施形態において、処理装置51は、ステップS103で得られた作業対象WAの形状の情報から、占有領域SAの部分を除く。
- [0070] 処理装置51は、バケット8の位置及び姿勢の少なくとも一方に応じて距離検出装置20が検出する位置及び姿勢の少なくとも一方の情報を、例えば記憶部51Mに記憶させておく。このような情報は、本実施形態において油圧ショベル1の作業機2の姿勢に含まれる。作業機2の姿勢は、作業機2の傾斜角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、ブーム6の長さL1、アーム7の長さL2及びバ

ケット 8 の長さ L_3 を用い、必要に応じて油圧ショベル 1 の姿勢を用いて求めることができる。そして、処理装置 51 は、距離検出装置 20 によって検出されたデータと記憶部 51 M に記憶されている情報とを比較し、両者がマッチングしたならば、バケット 8 が検出されたものとすることができる。このような作業機 2 の姿勢を用いた処理により、処理装置 51 は、図 1 に示される格子画像 65 を生成する際に、占有領域 S_A のバケット 8 の情報を使わないので、格子画像 65 を正確に生成できる。

[0071] 占有領域 S_A の部分を除去するために、作業機 2 の姿勢を用いた処理は、次のような方法によって行われてもよい。作業機 2 の姿勢に含まれる、バケット 8 のグローバル座標系における位置及び姿勢の少なくとも一方に関する情報は、作業機 2 の傾斜角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、ブーム 6 の長さ L_1 、アーム 7 の長さ L_2 及びバケット 8 の長さ L_3 から求められる。ステップ S_{103} 及びステップ S_{104} で、グローバル座標系における作業対象 WA の形状の情報が得られている。ステップ S_{106} において、処理装置 51 は、バケット 8 の位置を作業対象 WA の形状の情報に投影した領域を占有領域 S_A として、作業対象 WA の形状から除去する。

[0072] 図 10 は、占有領域を除去した作業対象 WA の形状の情報を示す図である。作業対象 WA の形状の情報 $IMWA$ は、グローバル座標系 (X 、 Y 、 Z) における座標 Pgd (X 、 Y 、 Z) の集合である。占有領域 $IMBA$ は、ステップ S_{106} の処理により、座標の情報が存在しない。次に、ステップ S_{107} に進み、処理装置 51 はバケット 8 の位置を示す画像を生成する。バケット 8 の位置を示す画像は、作業対象 WA 上でバケット 8 に対応する部分の画像である。

[0073] 図 11 から図 13 は、作業対象 WA 上でのバケット 8 の位置を示す画像を説明するための図である。実施形態において、バケット 8 の位置を示す画像は、作業対象 WA 上でのバケット 8 の刃先 8 T の位置を示す画像である。以下において、バケット 8 の刃先 8 T の位置を示す画像を、適宜、刃先位置画像と称する。刃先位置画像は、図 11 に示されるように、刃先 8 T を鉛直方

向、すなわち重力が作用する方向の作業対象WAに投影したときに、作業対象WAの表面WAPの位置 $Pgt(X, Y, Z)$ で規定される画像である。鉛直方向は、グローバル座標系 (X, Y, Z) におけるZ方向であり、X方向及びY方向とは直交する方向である。

[0074] 図12に示されるように、作業対象WAの表面WAPの第1位置 $Pgt1(X1, Y1, Z1)$ と第2位置 $Pgt2(X2, Y2, Z2)$ との間で、作業対象WAの表面WAPに沿って形成される線画像が、刃先位置画像61である。第1位置 $Pgt1(X1, Y1, Z1)$ は、バケット8の幅方向Wbの一方の端部8Wt1側における刃8Bの外側の位置 $Pgb1$ から鉛直方向に向かって延ばした直線LV1と作業対象WAの表面WAPとの交点である。第2位置 $Pgt2(X2, Y2, Z2)$ は、バケット8の幅方向Wbの他方の端部8Wt2側における刃8Bの外側の位置 $Pgb2$ から鉛直方向に向かって延ばした直線LV2と作業対象WAの表面WAPとの交点である。バケット8の幅方向Wbは、複数の刃8Bが配列される方向である。

[0075] 処理装置51は、バケット8の位置 $Pgb1$ 及び位置 $Pgb2$ から鉛直方向に延びた直線LV1及び直線LV2を求める。次に、処理装置51は、得られた直線LV1及び直線LV2と、作業対象WAの形状の情報とから、第1位置 $Pgt1(X1, Y1, Z1)$ 及び第2位置 $Pgt2(X2, Y2, Z2)$ を求める。そして、処理装置51は、第1位置 $Pgt1$ と第2位置 $Pgt2$ とを結ぶ直線を作業対象WAの表面WAPに投影したときの表面WAPの位置 Pgt の集合を刃先位置画像61とする。

[0076] 実施形態において、処理装置51は、位置 $Pgb1$ と第1位置 $Pgt1(X1, Y1, Z1)$ とを結ぶ直線LV1の画像である第1直線画像62と、位置 $Pgb2$ と第2位置 $Pgt2(X2, Y2, Z2)$ とを結ぶ直線LV2の画像である第2直線画像63とを生成する。次に、処理装置51は、刃先位置画像61、第1直線画像62及び第2直線画像63を、撮像装置19を基準、すなわち撮像装置19の視点の画像に変換する。

[0077] 図13に示されるように、撮像装置19の視点の画像は、グローバル座標

系（ X 、 Y 、 Z ）における撮像装置の原点 P_{gc} （ X_c 、 Y_c 、 Z_c ）から刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を見たときの画像である。撮像装置の原点 P_{gc} （ X_c 、 Y_c 、 Z_c ）は、撮像装置 1 9 が備える撮像素子 1 9 RC の受光面 1 9 P の中心、すなわち原点 P_C を、グローバル座標系（ X 、 Y 、 Z ）に変換した座標である。

[0078] 刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 は、3 次元空間内の画像であるが、撮像装置 1 9 の視点の画像は 2 次元の画像である。したがって、処理装置 5 1 は、3 次元空間、すなわちグローバル座標系（ X 、 Y 、 Z ）内に定義された刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を、2 次元面上に投影する透視投影変換を実行する。撮像装置 1 9 の視点の画像に変換された刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を、以下においては適宜、作業具案内画像 6 0 と称する。

[0079] 図 1 4 及び図 1 5 は、基準画像である格子画像 6 5 を示す図である。作業具案内画像 6 0 が生成されたら、ステップ S 1 0 8 に進み、処理装置 5 1 は、基準画像である格子画像 6 5 を生成する。格子画像 6 5 は、作業対象 WA の位置の情報を用いて作業対象 WA の表面 WAP に沿った線画像である。格子画像 6 5 は、複数の第 1 の線画像 6 6 と、複数の第 1 の線画像 6 6 と交差する複数の第 2 の線画像 6 7 とを備えた格子である。実施形態において、第 1 の線画像 6 6 は、例えば、グローバル座標系（ X 、 Y 、 Z ）における X 方向と平行に延び、 Y 方向に配置される線画像である。第 1 の線画像 6 6 は、グローバル座標系（ X 、 Y 、 Z ）において、油圧ショベル 1 が備える上部旋回体 3 の前後方向と平行に伸び、上部旋回体 3 の幅方向に配置される線画像であってもよい。

[0080] 格子画像 6 5 は、作業対象 WA の位置の情報、より具体的には表面 WAP の位置 P_{gg} （ X 、 Y 、 Z ）を用いて生成される。第 1 の線画像 6 6 と第 2 の線画像 6 7 との交点が位置 P_{gg} （ X 、 Y 、 Z ）となる。第 1 の線画像 6 6 及び第 2 の線画像 6 7 は、図 1 5 に示されるように、グローバル座標系（ X 、 Y 、 Z ）で定義されるので、3 次元の情報を含んでいる。実施形態にお

いて、複数の第１の線画像６６は等間隔で配置され、複数の第２の線画像６７は等間隔で配置される。隣接する第１の線画像６６同士の間隔と、隣接する第２の線画像６７同士の間隔とは等しい。

[0081] 格子画像６５は、表面ＷＡＰの位置 $P_{gg}(X, Y, Z)$ を用いて生成された第１の線画像６６及び第２の線画像６７が、撮像装置１９の視点の画像に変換された画像である。処理装置５１は、第１の線画像６６及び第２の線画像６７を生成したら、これらを撮像装置１９の視点の画像に変換して、格子画像６５を生成する。第１の線画像６６及び第２の線画像６７が撮像装置１９の視点の画像に変換されることで、作業対象ＷＡの絶対距離を補助するために、水平面において等間隔の格子画像６５を、作業対象ＷＡの形状に合わせて変形させて表示させることができる。

[0082] 次に、ステップＳ１０９において、処理装置５１は、生成された作業具案内画像６０及び基準画像である格子画像６５から、前述した占有領域ＳＡを除去する。ステップＳ１０９において、処理装置５１は、占有領域ＳＡを撮像装置１９の視点の画像に変換して、作業具案内画像６０及び基準画像である格子画像６５から除去する。実施形態において、処理装置５１は、撮像装置１９の視点の画像に変換される前の刃先位置画像６１、第１直線画像６２及び第２直線画像６３と、撮像装置１９の視点の画像に変換される前の第１の線画像６６及び第２の線画像６７とから、それぞれ撮像装置１９の視点の画像に変換される前の占有領域ＳＡを除去してもよい。

[0083] 図１６は、作業用の画像６９を示す図である。ステップＳ１１０において、処理装置５１は、占有領域ＳＡが除去された作業具案内画像６０と、格子画像６５と、撮像装置１９によって撮像された作業対象ＷＡの画像６８とを合成して、作業用の画像６９を生成する。ステップＳ１１１において、処理装置５１は、生成された作業用の画像６８を、表示装置５２に表示する。作業用の画像６９は、作業対象ＷＡの画像６８に、格子画像６５及び作業具案内画像６０が表示された画像である。

[0084] 格子画像６５は、作業対象ＷＡの表面ＷＡＰに沿った格子なので、油圧シ

ヨベル 1 のオペレータは、格子画像 6 5 を参照することにより、作業対象 W A の位置を把握することができる。例えば、オペレータは、第 2 の線画像 6 7 により奥行き、すなわち油圧ショベル 1 が備える上部旋回体 3 の前後方向の位置を把握でき、第 1 の線画像 6 6 によりバケット 8 の幅方向の位置を把握できる。

[0085] 作業具案内画像 6 0 は、刃先位置画像 6 1 が、作業対象 W A の表面 W A P 及び格子画像 6 5 に沿って表示される。このため、オペレータは、格子画像 6 5 及び刃先位置画像 6 1 により、バケット 8 と作業対象 W A との位置関係を把握できるので、作業効率及び作業の精度が向上する。実施形態においては、バケット 8 の幅方向 W b の両側から、第 1 直線画像 6 2 と第 2 直線画像 6 3 とが刃先位置画像 6 1 の両端を結んでいる。オペレータは、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 により、バケット 8 と作業対象 W A との位置関係を、さらに容易に把握できる。格子画像 6 5 及び刃先位置画像 6 1 は、作業対象となる地形（作業対象 W A）の形状に沿って表示されるため、地形面上（2次元上）での両者の相対位置関係が容易に把握できる。さらに、格子画像 6 5 を構成する、第 1 の線画像 6 6 及び第 2 の線画像 6 7 は、グローバル座標系にて等間隔に配置されているため、地形面上での距離感をつかみやすく、遠近感の把握が容易になる。

[0086] 実施形態において、作業用の画像 6 9 は、バケット 8 の刃先 8 T と作業対象 W A との距離を示す情報 6 4 を含む。このようにすることで、オペレータは、バケット 8 の刃先 8 T と作業対象 W A との実際の距離を把握できるという利点がある。バケット 8 の刃先 8 T と作業対象 W A との距離は、バケット 8 の幅方向 W b の中央における刃先 8 T から作業対象 W A の表面 W A P までの距離とすることができる。

[0087] なお、情報 6 4 は、バケット 8 の刃先 8 T と作業対象 W A との距離に代え、又はその距離に加えて、バケット 8 の角度といった姿勢に関する情報、バケット 8 と作業対象 W A との相対距離を示す情報、バケット 8 の例えば刃先 8 T の向きと作業対象 W A の面の向きとの関係を示す情報、バケット 8 の位

置を座標で示した情報、作業対象WAの面の向きを示す情報及び撮像装置19からバケット8の刃先8Tまでのローカル座標系におけるx方向の距離を示す情報といった情報を含む、作業具又は作業対象Wに関する空間位置情報であればよい。

[0088] すなわち、処理装置51は、作業具であるバケット8の位置、バケット8の姿勢、作業対象WAの位置、作業対象WAの相対的な姿勢、バケット8と作業対象WAとの相対的な距離、バケット8と作業対象WAとの相対的な姿勢の少なくとも1つを求めて、表示装置52に表示させてもよい。

[0089] 以上、画像表示システム100及び遠隔操作システム101は、撮像装置19の視点で生成された作業具案内画像60及び格子画像65を、撮像装置19によって撮像された実際の作業対象WAの画像68と重ね合わせて、表示装置52に表示する。このような処理により、画像表示システム100及び遠隔操作システム101は、表示装置52に表示された作業対象WAの画像を用いて油圧ショベル1を遠隔操作するオペレータに、バケット8の位置と作業対象WAとの位置関係を把握させやすくすることができるので、作業効率及び作業の精度を向上させることができる。経験の浅いオペレータも、画像表示システム100及び遠隔操作システム101を用いることにより、バケット8の位置と作業対象WAとの位置関係を容易に把握できる。その結果、作業効率及び作業の精度の低下が抑制される。また、画像表示システム100及び遠隔操作システム101は、作業具案内画像60と、格子画像65と、実際の作業対象WAの画像68とを重ね合わせて表示装置52に表示することにより、作業中にオペレータが注目する画面を単一として、作業効率を向上させることができる。

[0090] 格子画像65は、隣接する第1の線画像66同士の間隔と、隣接する第2の線画像67同士の間隔とが等しい。このため、格子画像65と、撮像装置19によって撮像された実際の作業対象WAの画像68とを重ね合わせて表示することにより、作業対象WAでの作業地点を把握しやすくなる。また、作業具案内画像60の刃先位置画像61と格子画像65とを重ね合わせるこ

とにより、オペレータは、バケット 8 が移動した距離を把握することが容易になるので、作業効率が向上する。

[0091] 作業具案内画像 60 及び格子画像 65 は、作業機 2 の領域である占有領域 SA が除去されるので、作業具案内画像 60 及び格子画像 65 は、占有領域 SA による歪み及び作業機 2 に作業具案内画像 60 及び格子画像 65 が重畳して表示されることを回避できる。その結果、画像表示システム 100 及び遠隔操作システム 101 は、オペレータにとって見やすい形態で作業用の画像 69 を表示装置 52 に表示できる。

[0092] 実施形態において、作業具案内画像 60 は、少なくとも刃先位置画像 61 を含んでいればよい。格子画像 65 は、少なくとも複数の第 2 の線画像 67、すなわち油圧ショベル 1 が備える上部旋回体 3 の前後方向と直交する方向を示す複数の線画像を含んでいればよい。また、処理装置 51 は、バケット 8 の刃先 8T と作業対象 WA との距離に応じて、作業具案内画像 60 のうち、例えば刃先位置画像 61 の色を変更してもよい。このようにすることで、オペレータは、バケット 8 の位置と作業対象 WA との距離を把握しやすくなる。

[0093] 実施形態において、処理装置 51 は、作業対象 WA の形状の情報をグローバル座標系 (X、Y、Z) に変換して作業具案内画像 60 及び格子画像 65 を生成したが、作業対象 WA の形状の情報をグローバル座標系 (X、Y、Z) に変換しなくてもよい。この場合、処理装置 51 は、作業対象 WA の形状の情報を油圧ショベル 1 のローカル座標系 (x、y、z) で取り扱い、作業具案内画像 60 及び格子画像 65 を生成する。作業対象 WA の形状の情報を油圧ショベル 1 のローカル座標系 (x、y、z) で取り扱う場合、GNSS アンテナ 21、22 及びグローバル位置演算装置 23 は不要である。

[0094] 前述の実施形態では、距離検出装置 20 により検出された油圧ショベル 1 の一部（例えば、前述のようにバケット 8）を除去し、作業対象 WA の形状の情報（3次元地形データ）とした。しかし、過去（例えば数秒前）に取得した 3次元地形データを処理装置 51 の記憶部 51M に記憶しておき、処理

装置 5 1 の処理部 5 1 P が、現在の作業対象 WA と、その記憶されている 3 次元地形データとが同じ位置であるのか判断し、同じ位置であるのであれば、過去の 3 次元地形データを用いて、格子画像 6 5 を表示させてもよい。つまり、処理装置 5 1 は、撮像装置 1 9 から見て、油圧ショベル 1 の一部によって隠れている地形があっても、過去の 3 次元地形データがあれば、格子画像 6 5 を表示させることができる。

[0095] また、格子を用いた格子画像 6 5 による表示ではなく、例えばローカル座標系を極座標系として格子画像 6 5 を表示させるようにしてもよい。具体的には、油圧ショベル 1 の中心（例えば、上部旋回体 3 の旋回中心）からの距離に応じた等間隔の同心円を線画像（第 2 の線画像）として描き、かつ上部旋回体 3 の旋回角度に応じて旋回中心から等間隔に放射状の線画像（第 1 の線画像）を描くようにしてもよい。この場合、同心円の線画像である第 2 の線画像と旋回中心からの放射状の線画像である第 1 の線画像とは交差する。このような格子画像を表示させることによっても、旋回時や掘削時にバケット 8 の位置と作業対象 WA との位置関係を容易に把握することができる。

[0096] <ローディングショベル型の作業機 2 a の刃先位置画像 6 1 >

図 1 7 は、ローディングショベル型の作業機 2 a を用いる場合の刃先位置画像 6 1 を説明するための図である。ローディングショベルでは、バケット 8 が油圧ショベル 1 の後方から前方に回転するため、土砂をすくうことができる。ローディングショベル型の作業機 2 a は、バケット 8 の刃先 8 T が上部旋回体 3 の前方を向き、上部旋回体 3 の前方の作業対象である作業対象 WA を掘削する。この場合、刃先位置画像 6 1 は、図 1 7 に示されるように、刃先 8 T を水平方向、すなわち重力が作用する方向とは直交する方向の作業対象 WA に投影したときに、作業対象 WA の表面 WAP の位置 $P_{gt}(X, Y, Z)$ で規定される画像である。水平方向は、グローバル座標系 (X、Y、Z) における X 方向又は Y 方向であり、Z とは直交する方向である。処理装置 5 1 は、作業対象 WA の表面 WAP の位置 $P_{gt}(X, Y, Z)$ の情報を用いて、前述した方法と同様の方法を用いて刃先位置画像 6 1 及び第 1 直

線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を生成する。処理装置 5 1 は、生成した刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を、撮像装置 1 9 の視点の画像に変換して、作業具案内画像 6 0 を得る。

[0097] <刃先位置画像 6 1 を求める処理について>

図 1 8 は、刃先位置画像を求める処理の第 1 変形例を示す図である。第 1 変形例において、処理装置 5 1 は、仮想平面 7 0 と作業対象 WA との交線 7 1 と直交し、かつバケット 8 の刃先 8 T を通る直線 7 2 を求める。仮想平面 7 0 は、図 5 及び図 6 に示される油圧ショベル 1 のローカル座標系 (x 、 y 、 z) における xz 平面である。 xz 平面は、バケット 8 の幅方向 Wb における中心を通る。

[0098] 次に、処理装置 5 1 は、バケット 8 の幅方向 Wb の一方の端部 8 W t 1 側における刃 8 B の外側の位置 $Pgb1$ を通り、かつ直線 7 2 と平行な直線 $LV1$ と、幅方向 Wb の他方の端部 8 W t 2 側における刃 8 B の外側の位置 $Pgb2$ を通り、かつ直線 7 2 と平行な直線 $LV2$ とを求める。直線 $LV1$ と作業対象 WA の表面 WAP との交点が第 1 位置 $Pgt1$ であり、直線 $LV2$ と作業対象 WA の表面 WAP との交点が第 2 位置 $Pgt2$ である。処理装置 5 1 は、第 1 位置 $Pgt1$ 及び第 2 位置 $Pgt2$ を求め、第 1 位置 $Pgt1$ と第 2 位置 $Pgt2$ とを結ぶ直線を作業対象 WA の表面 WAP に投影したときにおける表面 WAP の位置 Pgt の集合を刃先位置画像 6 1 とする。

[0099] 第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 は、直線 $LV1$ 及び直線 $LV2$ の画像である。処理装置 5 1 は、生成した刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を、撮像装置 1 9 の視点の画像に変換して、作業具案内画像 6 0 を得る。バケット 8 は、仮想平面 7 0 と平行に移動するので、第 1 変形例の処理によって得られた刃先位置画像 6 1 は、バケット 8 の刃先 8 T が作業対象 WA に向かう位置を示す。

[0100] 図 1 9 及び図 2 0 は、刃先位置画像を求める処理の第 2 変形例を説明するための図である。油圧ショベル 1 の上部旋回体 3 が水平面、すなわちグローバル座標系 (X 、 Y 、 Z) の XY 平面に対して傾斜すると、図 1 9 に示され

るように、バケット 8 の刃先 8 T の列は、作業対象 WA の表面 W A P に対して傾斜することがある。バケット 8 は、前述した仮想平面 7 0 と平行に移動するため、刃先 8 T の鉛直方向に存在する作業対象 WA の表面 W A P に刃先 8 T を投影して刃先位置画像 6 1 を得ると、バケット 8 の移動方向と刃先位置画像 6 1 と、にずれが生ずる可能性がある。

[0101] 第 2 変形例において、処理装置 5 1 は、バケット 8 の刃先位置 P 4 から鉛直方向に延びた直線 L V 1 及び直線 L V 2 を求める。次に、処理装置 5 1 は、得られた直線 L V 1 及び直線 L V 2 を、油圧ショベル 1 の上部旋回体 3 が水平面に対して傾斜した角度、すなわちロール角 $\theta 4$ だけ、直線 L V 1 及び直線 L V 2 を回転させる。直線 L V 1 及び直線 L V 2 を回転させる方向は、これらが仮想平面 7 0 と平行になる方向である。この場合、処理装置 5 1 は、バケット 8 の位置 P g b 1 及び位置 P g b 2 を中心として、直線 L V 1 と直線 L V 2 とで形成される平面 P V 1 2 上を $\theta 4$ だけ、直線 L V 1 及び直線 L V 2 を回転させる。このようにして、処理装置 5 1 は、回転後の直線 L V 1 a 及び直線 L V 2 a を得る。

[0102] 次に、処理装置 5 1 は、回転後の直線 L V 1 a 及び直線 L V 2 a と、作業対象 WA の表面 W A P との交点を求め、得られた 2 つの交点を、それぞれ第 1 位置 P g t 1 a 及び第 2 位置 P g t 2 a とする。そして、処理装置 5 1 は、第 1 位置 P g t 1 a と第 2 位置 P g t 2 a とを結ぶ直線を作業対象 WA の表面 W A P に投影したときにおける表面 W A P の位置 P g t の集合を刃先位置画像 6 1 とする。第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 は、直線 L V 1 a 及び直線 L V 2 a の画像である。処理装置 5 1 は、生成した刃先位置画像 6 1、第 1 直線画像 6 2 及び第 2 直線画像 6 3 を、撮像装置 1 9 の視点の画像に変換して、作業具案内画像 6 0 を得る。第 2 変形例の処理によって得られた刃先位置画像 6 1 は、バケット 8 の刃先 8 T が作業対象 WA に向かう位置を示す。

[0103] <油圧ショベル 1 の制御系の変形例>

図 2 1 は、変形例に係る油圧ショベル 1 の制御系 1 S a を示す図である。

前述した画像表示システム１００及び遠隔操作システム１０１は、図１に示される施設５０の操作装置５３を用いて油圧ショベル１を遠隔操作した。本変形例は、図２に示される運転室４内に表示装置５２が設けられており、油圧ショベル１にオペレータの作業を補助するために、作業用の画像６９が表示装置５２に表示される。

[0104] このため、制御系１Ｓａは、前述した制御系１Ｓの信号線３５に、処理装置５１及び操作装置５３ａが接続されている。処理装置５１には、表示装置５２が接続されている。制御系１Ｓａが備える処理装置５１は、前述した画像表示システム１００及び遠隔操作システム１０１において図１に示される施設５０に備えられる処理装置５１と同様の機能を有している。制御系１Ｓａの表示装置５２は、作業用の画像６９を表示するための専用の表示装置であってもよいし、油圧ショベル１が備えている表示装置であってもよい。操作装置５３ａは、油圧ショベル１を操作するための装置であり、左操作レバー５３Ｌａ及び右操作レバー５３Ｒａを備えている。操作装置５３ａは、パイロット油圧方式であってもよいし、電気方式であってもよい。

[0105] 制御系１Ｓａを備える油圧ショベル１は、撮像装置１９の視点で生成された作業具案内画像６０及び格子画像６５を、撮像装置１９によって撮像された実際の作業対象ＷＡの画像６８とともに、運転室４内の表示装置５２に表示する。このような処理により、油圧ショベル１は、表示装置５２に表示された作業対象ＷＡの画像を用いて油圧ショベル１を操作するオペレータに、バケット８の位置と作業対象ＷＡとの位置関係を把握させやすくすることができる。その結果、作業効率及び作業の精度を向上させることができる。また、経験の浅いオペレータも、制御系１Ｓａを備える油圧ショベル１を用いることにより、バケット８の位置と作業対象ＷＡとの位置関係を容易に把握できる。その結果、作業効率及び作業の精度の低下が抑制される。さらに、夜間作業等の場合、オペレータが実際の作業対象ＷＡを目視し難い状況であっても、表示装置５２に表示された作業具案内画像６０及び格子画像６５を見ながら作業することができるので、作業効率の低下が抑制される。

[0106] 以上、実施形態を説明したが、前述した内容により実施形態が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、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。さらに、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、置換及び変更のうち少なくとも1つを行うことができる。作業機械は油圧ショベル1に限定されず、ホイールローダー又はブルドーザのような他の作業機械であってもよい。

符号の説明

- [0107] 1 油圧ショベル
- 1 B 車両本体
 - 1 S、1 S a 制御系
 - 2、2 a 作業機
 - 3 上部旋回体
 - 4 運転席
 - 6 ブーム
 - 7 アーム
 - 8 バケット
 - 8 B 刃
 - 8 T 刃先
 - 1 6 第1ストロークセンサ
 - 1 7 第2ストロークセンサ
 - 1 8 第3ストロークセンサ
 - 1 9 撮像装置
 - 2 0 距離検出装置
 - 2 1、2 2 アンテナ（GNSSアンテナ）
 - 2 3 グローバル位置演算装置
 - 2 6 センサコントローラ
 - 2 7 作業機制御装置

- 3 2 姿勢検出装置
- 3 3 I M U
- 5 0 施設
- 5 1 処理装置
- 5 2 表示装置
- 5 3、5 3 a 操作装置
- 6 0 作業具案内画像（画像）
- 6 1 刃先位置画像
- 6 2 第 1 直線画像
- 6 3 第 2 直線画像
- 6 5 格子画像
- 6 6 第 1 の線画像
- 6 7 第 2 の線画像
- 6 8 画像
- 6 9 作業用の画像
- 1 0 0 作業機械の画像表示システム（画像表示システム）
- 1 0 1 作業機械の遠隔操作システム（遠隔操作システム）

請求の範囲

- [請求項1] 作業具を有する作業機を備えた作業機械に取り付けられる撮像装置と、
- 前記作業機の姿勢を検出する姿勢検出装置と、
- 前記作業機械の作業対象までの距離の情報を求める距離検出装置と、
- 、
- 前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記距離検出装置が求めた前記距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる処理装置と、
- を含む、作業機械の画像表示システム。
- [請求項2] 前記処理装置は、
- 前記作業対象の位置の情報を用いて前記作業対象の表面に沿った線画像を生成して、前記作業対象の画像と合成して前記表示装置に表示させる、請求項1に記載の作業機械の画像表示システム。
- [請求項3] 前記線画像は、
- 複数の第1の線画像と、前記複数の第1の線画像と交差する複数の第2の線画像とを備えた格子である、請求項2に記載の作業機械の画像表示システム。
- [請求項4] 前記作業具はバケットであり、
- 前記処理装置は、
- 前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像として、前記作業対象上で前記バケットの刃先に対応する部分の線画像を生成する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システム。
- [請求項5] 前記処理装置は、

前記バケットの刃先の幅方向における一方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像及び前記バケットの刃先の幅方向における他方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる、請求項4に記載の作業機械の画像表示システム。

[請求項6]

前記処理装置は、

前記作業具又は前記作業対象に関する空間位置情報を求めて前記表示装置に表示させる、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システム。

[請求項7]

前記処理装置は、

前記作業具の位置、前記作業具の姿勢、前記作業対象領域の位置、前記作業対象の相対的な姿勢、前記作業具と前記作業対象との相対的な距離及び前記作業具と前記作業対象との相対的な姿勢の少なくとも1つを求めて前記表示装置に表示させる、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システム。

[請求項8]

前記処理装置は、

前記作業機の姿勢を用いて前記作業具が前記作業対象の画像に占める領域を求め、得られた前記領域を前記作業対象の形状の情報から除去する、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システム。

[請求項9]

前記撮像装置、前記姿勢検出装置及び距離検出装置は前記作業機械に備えられ、

前記処理装置及び前記表示装置は、前記作業機械を遠隔操作する操作装置を備えた施設に設けられる、

請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システム。

[請求項10]

作業具を有する作業機を備えた作業機械を遠隔操作するにあたり、表示装置と、

前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記作業機械が備える距離検出装置が求めた前記作業機の作業対象までの距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を、前記撮像装置を基準として生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、前記表示装置に表示させる処理装置と、

を含む、作業機械の画像表示システム。

[請求項11]

請求項10に記載の作業機械の画像表示システムと、
前記作業機械が備える前記作業機を操作する操作装置と、
を含む、作業機械の遠隔操作システム。

[請求項12]

請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システムを備えた、作業機械。

補正された請求の範囲
[2016年7月5日(05.07.2016)国際事務局受理]

〔請求項1〕（補正後） 作業具を有する作業機を備えた作業機械に取り付けられる撮像装置と、

前記作業機の姿勢を検出する姿勢検出装置と、

前記作業機械の作業対象となる地形面までの距離の情報を求める距離検出装置と、

前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記距離検出装置が求めた前記距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる処理装置と、

を含む、作業機械の画像表示システム。

〔請求項2〕 前記処理装置は、

前記作業対象の位置の情報を用いて前記作業対象の表面に沿った線画像を生成して、前記作業対象の画像と合成して前記表示装置に表示させる、請求項1に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項3〕 前記線画像は、

複数の第1の線画像と、前記複数の第1の線画像と交差する複数の第2の線画像とを備えた格子である、請求項2に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項4〕 前記作業具はバケットであり、

前記処理装置は、

前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像として、前記作業対象上で前記バケットの刃先に対応する部分の線画像を生成する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項5〕 前記処理装置は、

前記バケットの刃先の幅方向における一方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像及び前記バケットの刃先の幅方向における他方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画

像と合成して、表示装置に表示させる、請求項 4 に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項 6〕 前記処理装置は、

前記作業具又は前記作業対象に関する空間位置情報を求めて前記表示装置に表示させる、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項 7〕 前記処理装置は、

前記作業具の位置、前記作業具の姿勢、前記作業対象領域の位置、前記作業対象の相対的な姿勢、前記作業具と前記作業対象との相対的な距離及び前記作業具と前記作業対象との相対的な姿勢の少なくとも 1 つを求めて前記表示装置に表示させる、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項 8〕 前記処理装置は、

前記作業機の姿勢を用いて前記作業具が前記作業対象の画像に占める領域を求め、得られた前記領域を前記作業対象の形状の情報から除去する、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項 9〕 前記撮像装置、前記姿勢検出装置及び距離検出装置は前記作業機械に備えられ、

前記処理装置及び前記表示装置は、前記作業機械を遠隔操作する操作装置を備えた施設に設けられる、

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の作業機械の画像表示システム。

〔請求項 10〕 作業具を有する作業機を備えた作業機械を遠隔操作するにあたり、表示装置と、

前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記作業機械が備える距離検出装置が求めた前記作業機の作業対象までの距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を、前記撮像装置を基準として生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、前記表示装置に表示させる処理装置と、

を含む、作業機械の画像表示システム。

〔請求項 1 1〕 請求項 1 0 に記載の作業機械の画像表示システムと、
前記作業機械が備える前記作業機を操作する操作装置と、
を含む、作業機械の遠隔操作システム。

〔請求項 1 2〕 請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の作業機械の画像表示システムを備えた、作業機械。

〔請求項 1 3〕 (追加) 作業具を有する作業機を備えた作業機械に取り付けられる撮像装置と、

前記作業機の姿勢を検出する姿勢検出装置と、

前記作業機械の作業対象までの距離の情報を求める距離検出装置と、

前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記距離検出装置が求めた前記距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる処理装置と、を含み、

前記作業具はバケットであり、

前記処理装置は、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像として、前記作業対象上で前記バケットの刃先に対応する部分の線画像と、前記バケットの刃先の幅方向における一方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像及び前記バケットの刃先の幅方向における他方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像とを生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる、

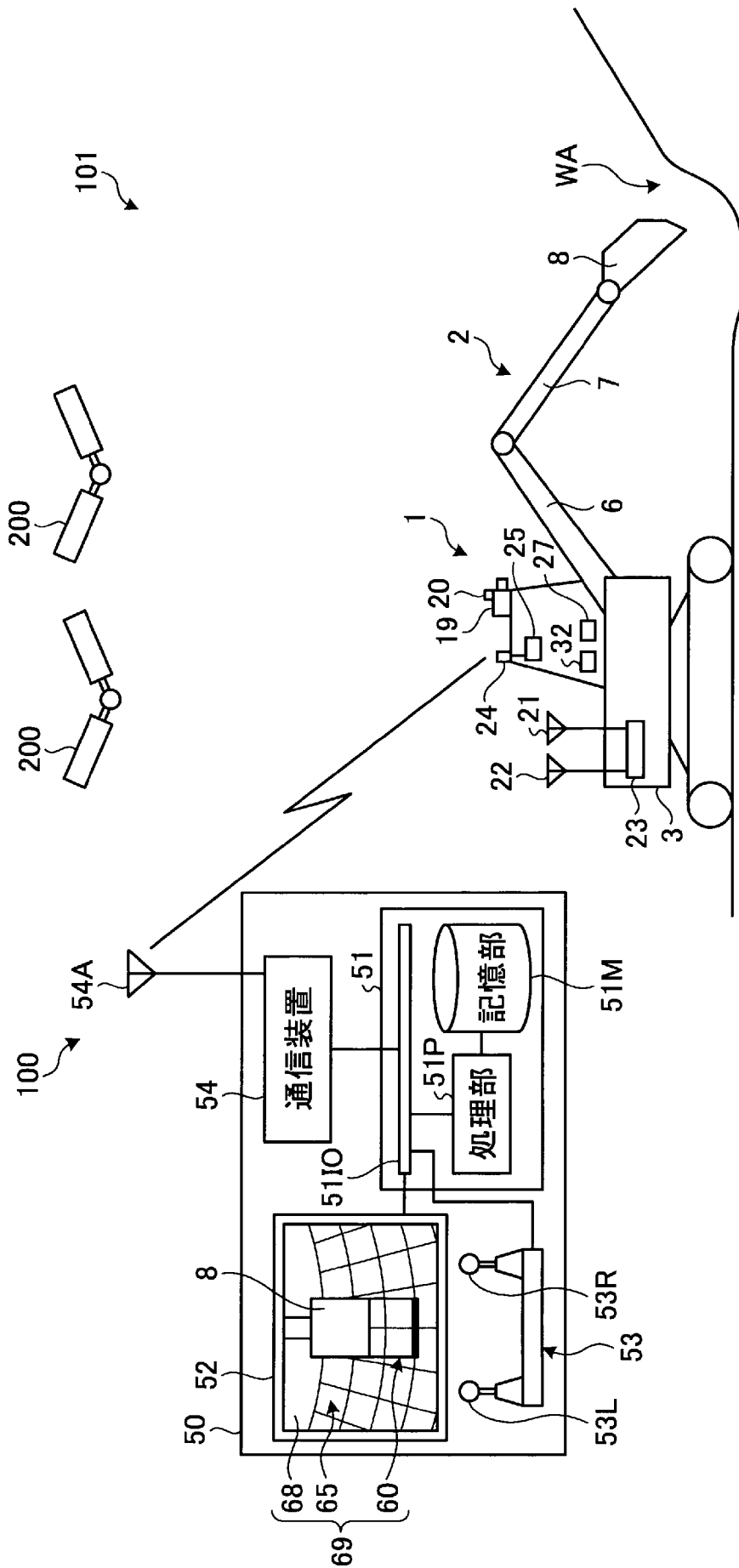
作業機械の画像表示システム。

条約第 19 条（1）に基づく説明書

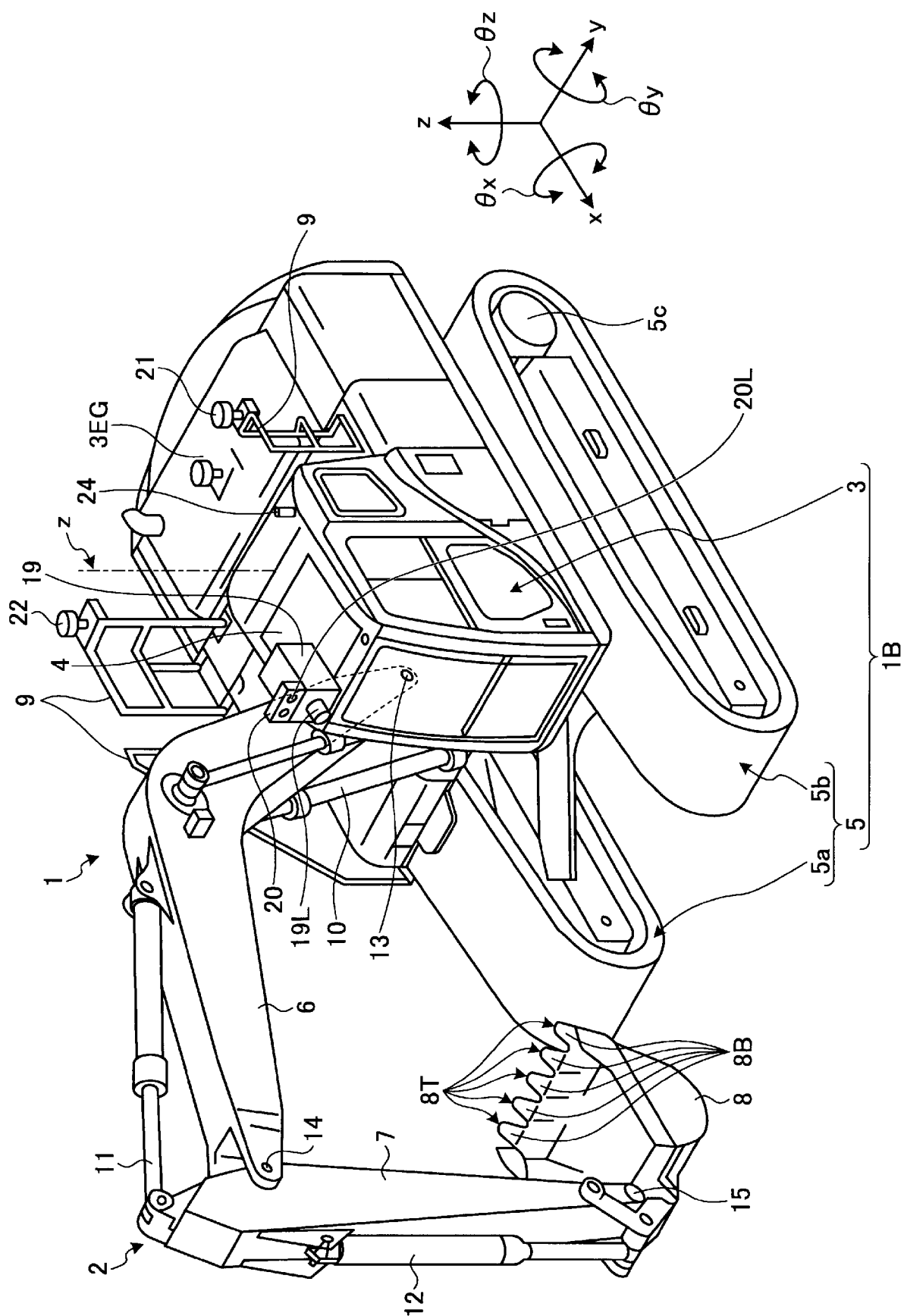
請求項 1 に「となる地形面」を追加した。この補正の根拠は、段落 [0021] の記載である。

請求項 13 を追加した。請求項 13 は、作業具を有する作業機を備えた作業機械に取り付けられる撮像装置と、前記作業機の姿勢を検出する姿勢検出装置と、前記作業機械の作業対象までの距離の情報を求める距離検出装置と、前記作業機の姿勢を用いて得られた前記作業具の位置の情報と、前記距離検出装置が求めた前記距離の情報から得られた前記作業対象の位置の情報とを用いて、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像を生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる処理装置と、を含み、前記作業具はバケットであり、前記処理装置は、前記作業具と対向する前記作業対象上で前記作業具に対応する部分の画像として、前記作業対象上で前記バケットの刃先に対応する部分の線画像と、前記バケットの刃先の幅方向における一方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像及び前記バケットの刃先の幅方向における他方の端部側と前記作業対象とを結ぶ直線の画像とを生成し、前記撮像装置によって撮像された前記作業対象の画像と合成して、表示装置に表示させる、作業機械の画像表示システムである。この補正の根拠は、請求項 1、請求項 4 及び請求項 5 の記載である。

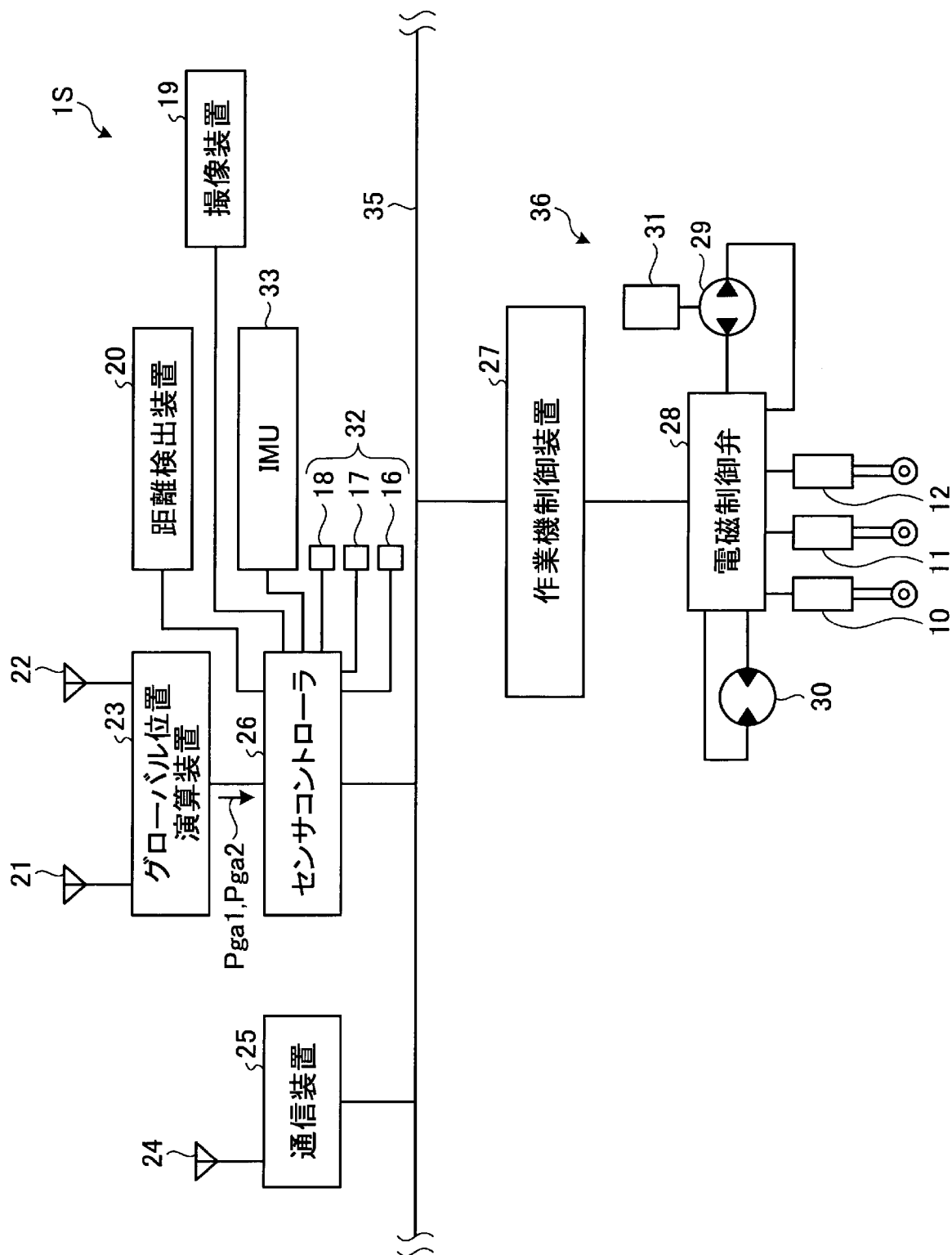
[図1]



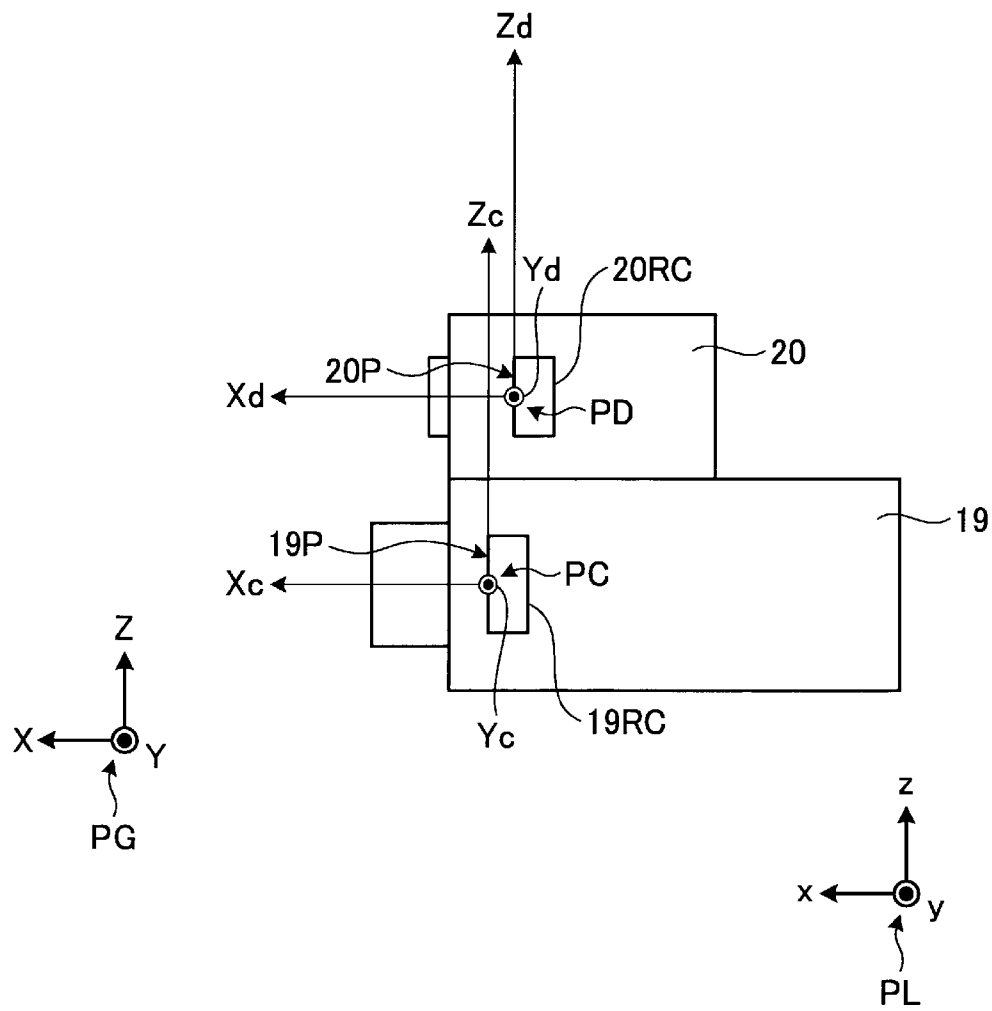
[図2]



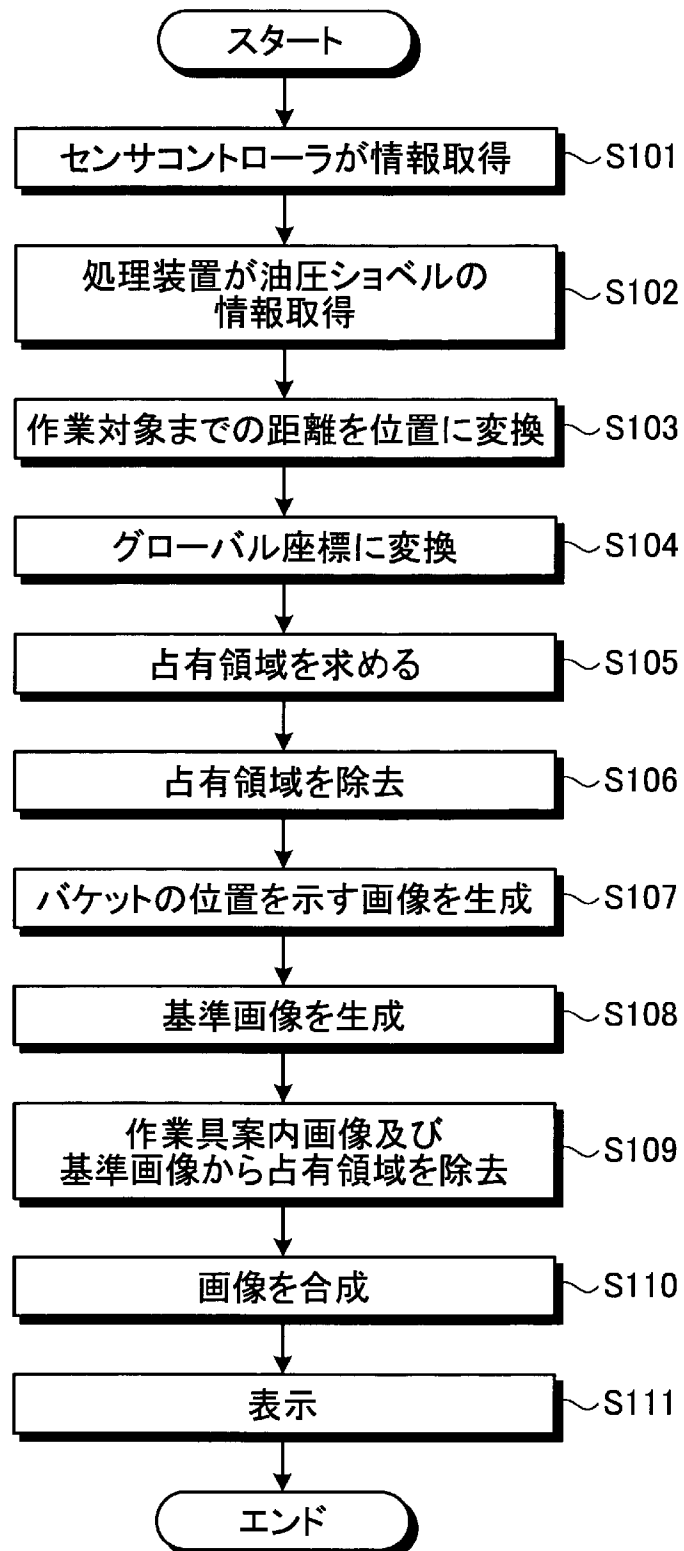
[図3]



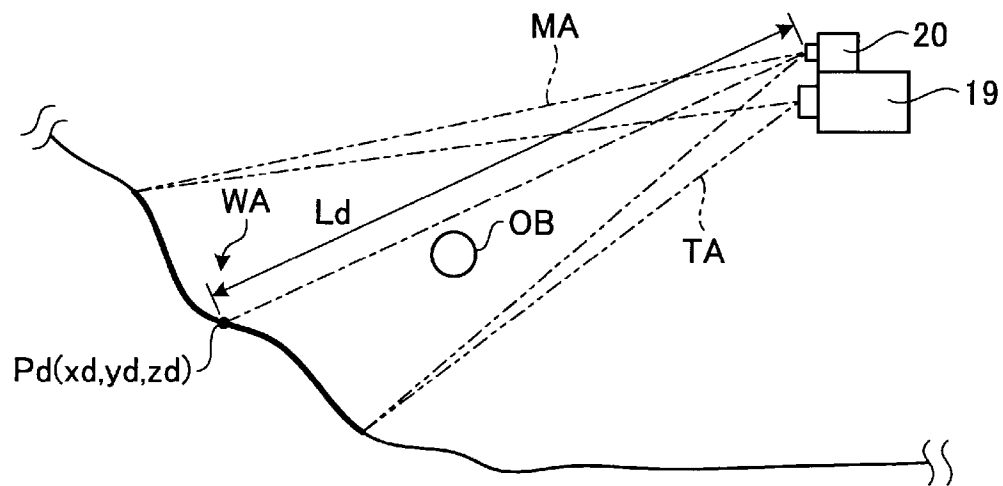
[図6]



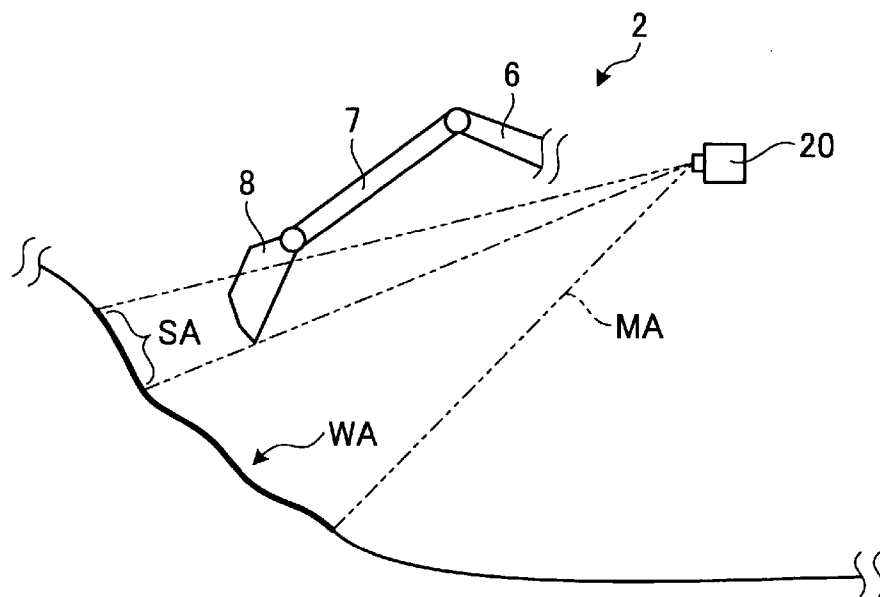
[図7]



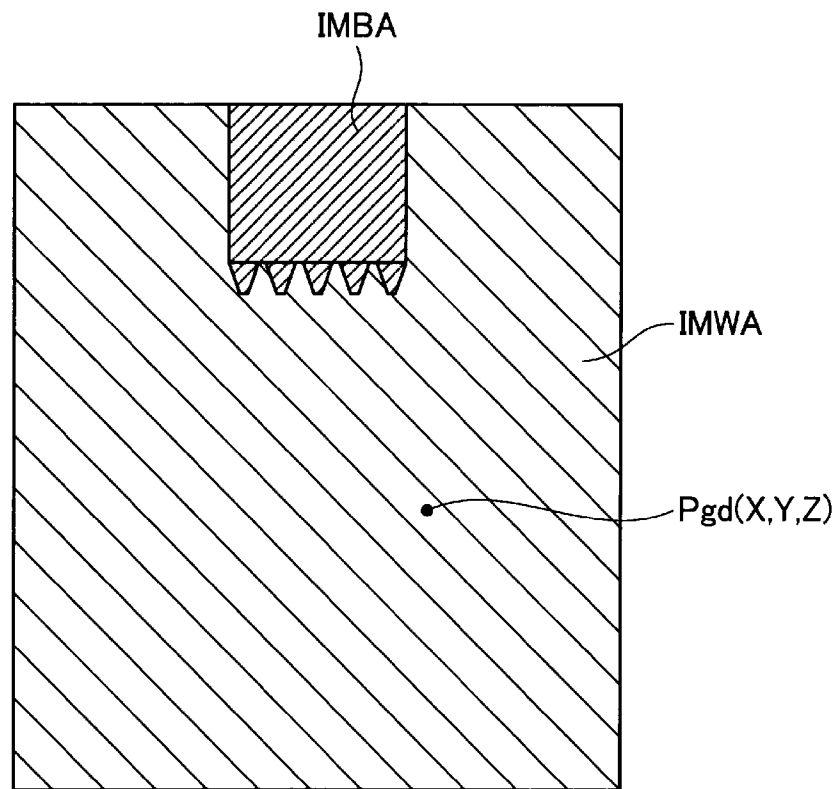
[図8]



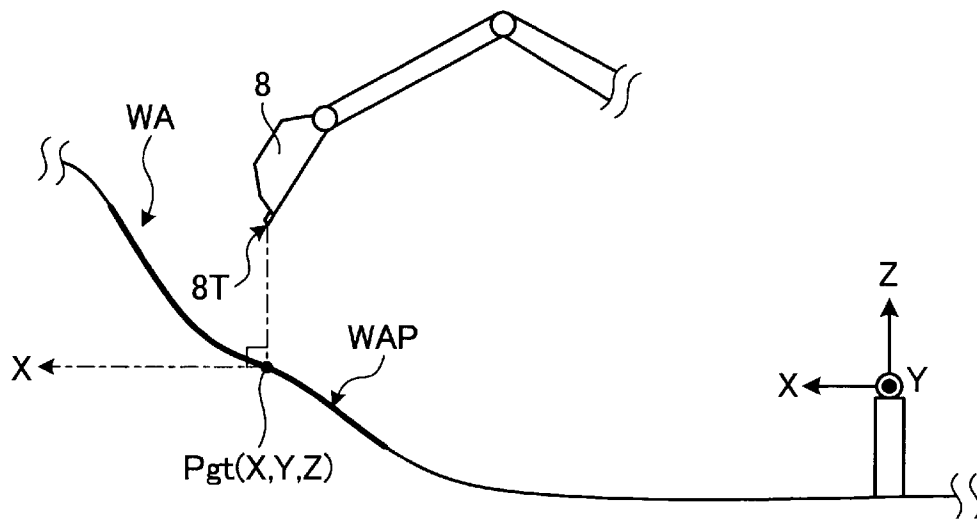
[図9]



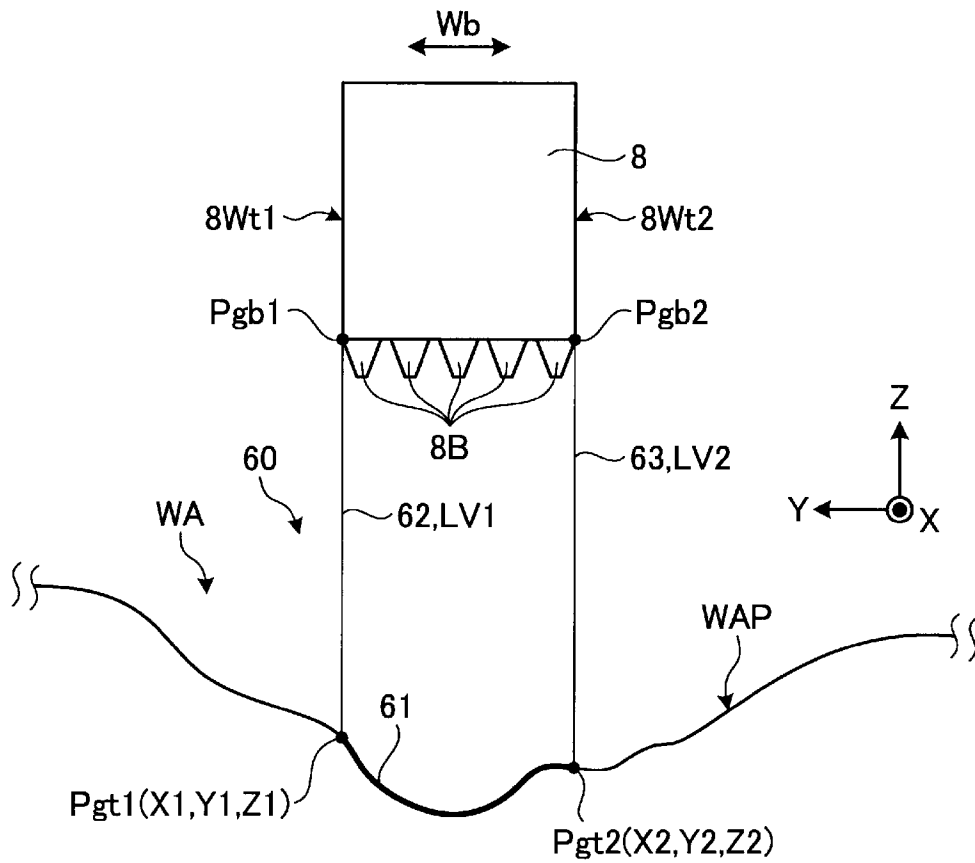
[図10]



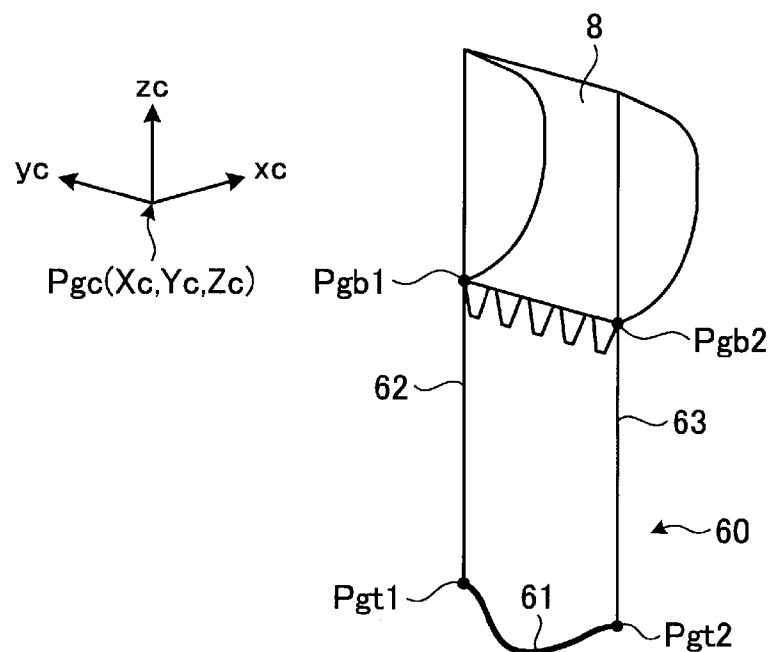
[図11]



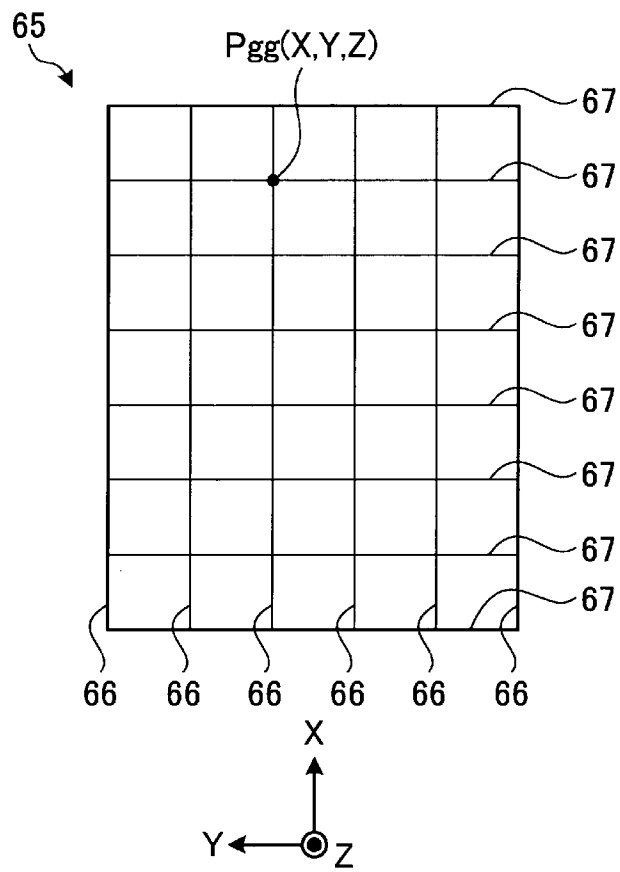
[図12]



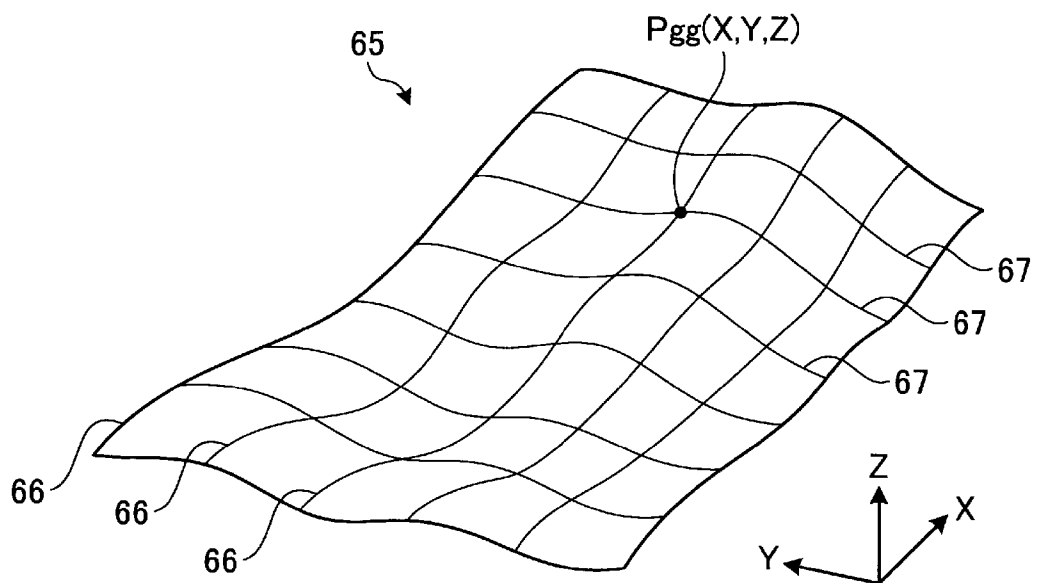
[図13]



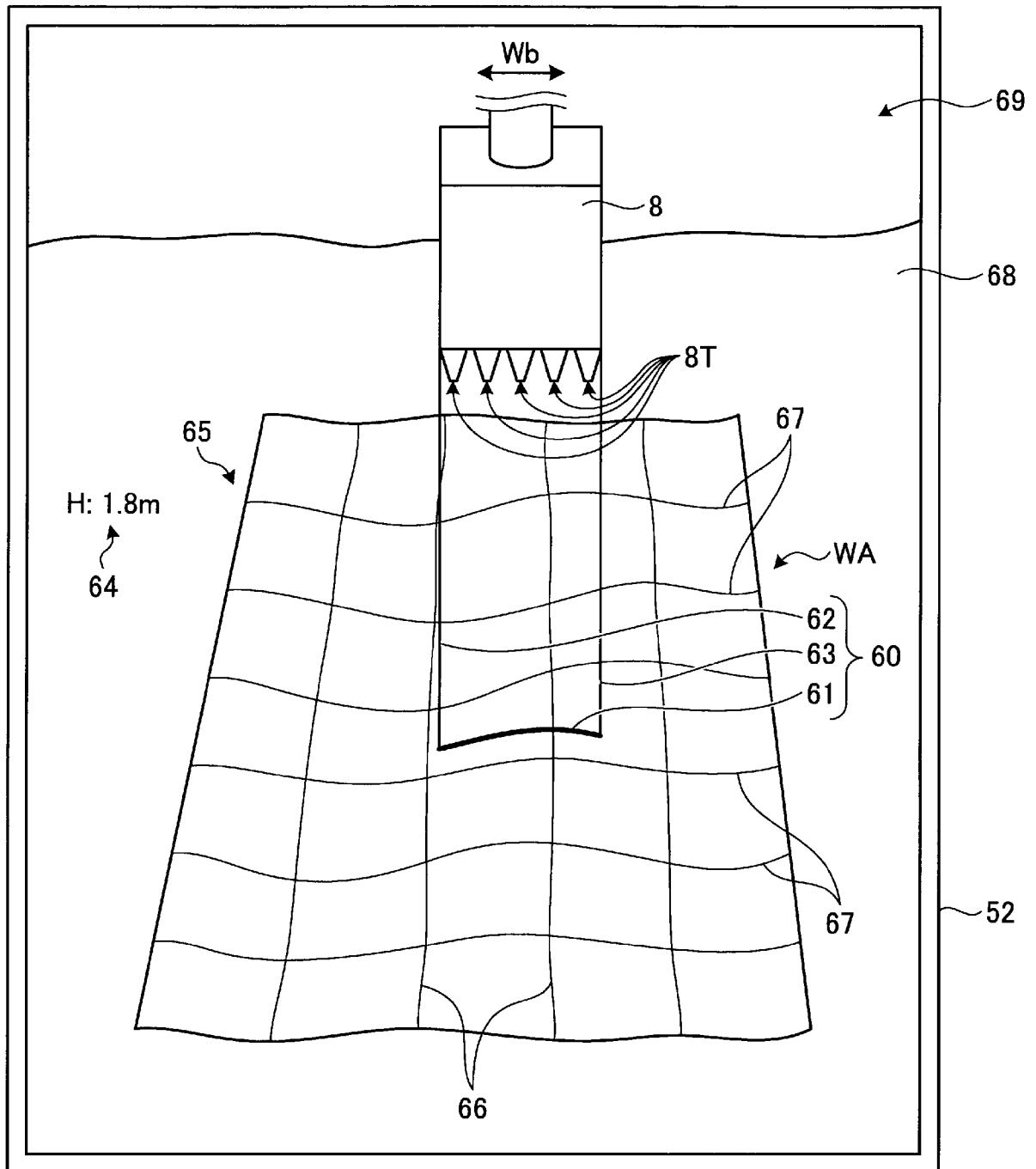
[図14]



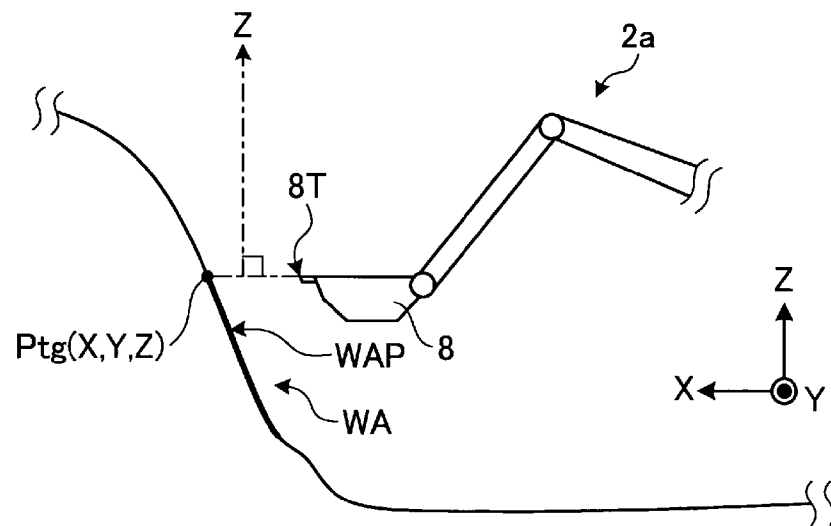
[図15]



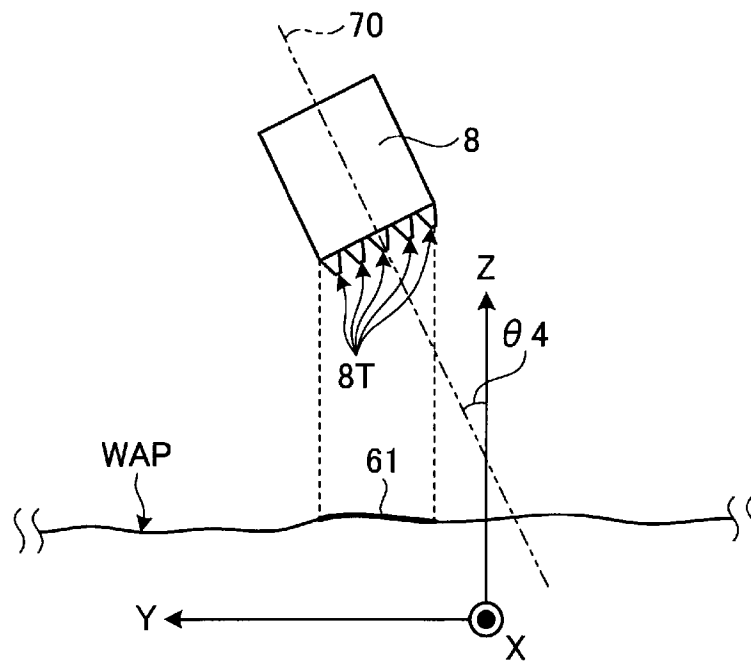
[図16]



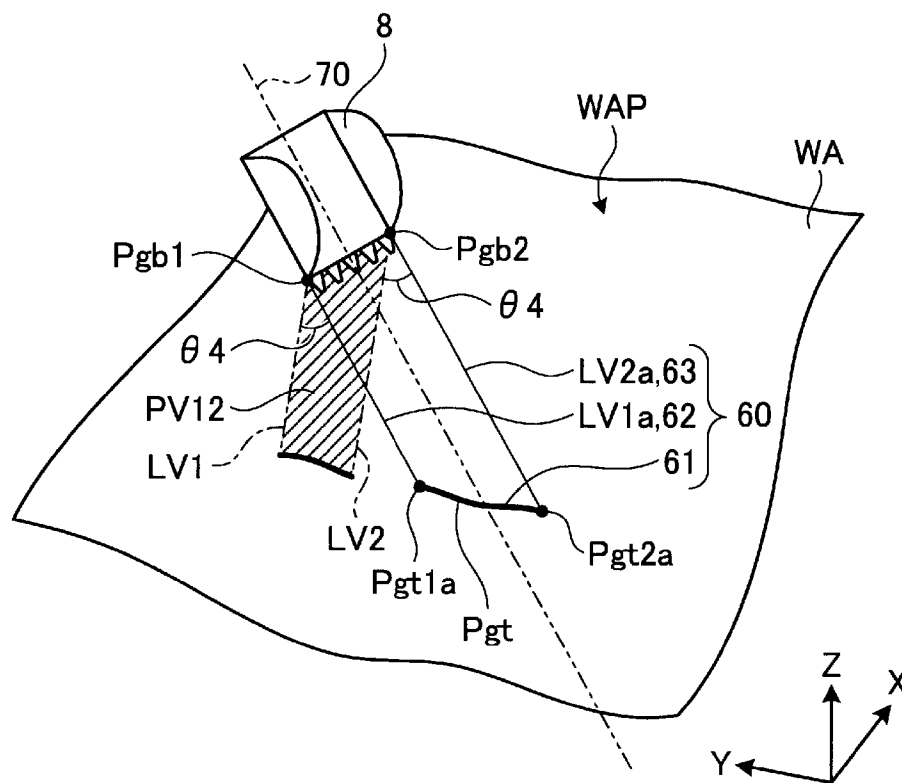
[図17]



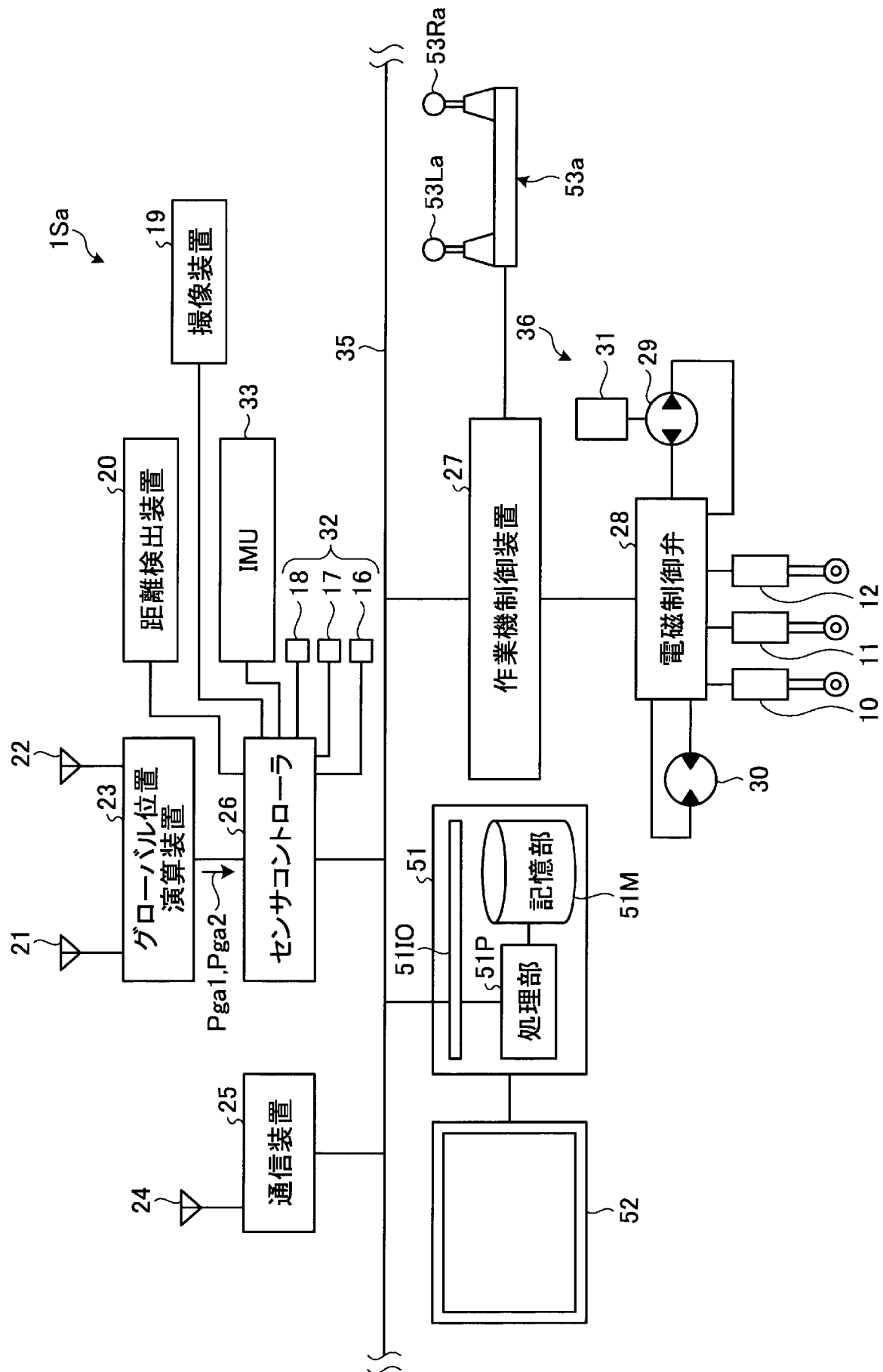
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054437

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F9/26(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)

E02F9/00-9/18, 9/24-9/28

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.
X Y A	JP 2013-113044 A (Sumitomo Construction Machinery Co., Ltd.), 10 June 2013 (10.06.2013), paragraphs [0012] to [0049], [0060]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-4, 6, 7 9-12 5, 8
Y A	JP 6-317090 A (Tokyu Construction Co., Ltd.), 15 November 1994 (15.11.1994), paragraphs [0006] to [0009]; fig. 1 to 9 (Family: none)	9-12 1-8



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

28 March 2016 (28.03.16)

Date of mailing of the international search report

05 April 2016 (05.04.16)

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/JP2016/054437

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/061790 A1 (Komatsu Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), paragraphs [0016], [0023], [0048] to [0054]; fig. 1 to 10 & US 2014/0297040 A1 & WO 2014/061790 A & WO 2014/061790 A1 & DE 112013000272 T & CN 103917717 A & KR 10-2015-0013903 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E02F9/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E02F9/00-9/18, 9/24-9/28

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

国際調査で利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 A	JP 2013-113044 A（住友建機株式会社）2013.06.10, [0012]-[0049], [0060], 図 1-7（ファミリーなし）	1-4, 6, 7 9-12 5, 8
Y A	JP 6-317090 A（東急建設株式会社）1994.11.15, [0006]-[0009], 図 1-9（ファミリーなし）	9-12 1-8

☒ 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

28.03.2016

国際調査報告の発送日

05.04.2016

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）

桐山 愛世

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

2D

3815

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
A	WO 2014/061790 A1 (株式会社小松製作所) 2014. 04. 24, [0016], [0023], [0048]-[0054], 図 1-10 & US 2014/0297040 A1 & WO 2014/061790 A & WO 2014/061790 A1 & DE 112013000272 T & CN 103917717 A & KR 10-2015-0013903 A	1-12