

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7330107号
(P7330107)

(45)発行日 令和5年8月21日(2023.8.21)

(24)登録日 令和5年8月10日(2023.8.10)

(51)国際特許分類 F I
E 0 2 F 3/43 (2006.01) E 0 2 F 3/43 E
E 0 2 F 9/26 (2006.01) E 0 2 F 9/26 B

請求項の数 10 (全44頁)

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願2019-560596(P2019-560596) | (73)特許権者 | 502246528 住友建機株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号 |
| (86)(22)出願日 | 平成30年12月21日(2018.12.21) | (74)代理人 | 100107766 弁理士 伊東 忠重 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2018/047257 | (74)代理人 | 100070150 弁理士 伊東 忠彦 |
| (87)国際公開番号 | WO2019/124549 | (72)発明者 | 黒川 朋紀 千葉県千葉市稲毛区長沼原町7 3 1 番地 1 住友建機株式会社内 |
| (87)国際公開日 | 令和1年6月27日(2019.6.27) | (72)発明者 | 塚本 浩之 千葉県千葉市稲毛区長沼原町7 3 1 番地 1 住友建機株式会社内 |
| 審査請求日 | 令和3年7月14日(2021.7.14) | 審査官 | 小林 謙仁 |
| (31)優先権主張番号 | 特願2017-245454(P2017-245454) | | |
| (32)優先日 | 平成29年12月21日(2017.12.21) | | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP) | | |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ショベル及びショベルの管理システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

下部走行体と、
前記下部走行体に旋回可能に取り付けられる上部旋回体と、
前記上部旋回体に搭載される撮像装置と、
ブーム、アーム及びエンドアタッチメントを含み、且つ、前記上部旋回体に取り付けられるアタッチメントと、
前記ブームの状態を検出するブーム状態検出器と、
前記アームの状態を検出するアーム状態検出器と、
前記エンドアタッチメントの状態を検出するエンドアタッチメント状態検出器と、
表示装置と、
制御装置と、を有するショベルであって、
前記制御装置は、
前記ブーム状態検出器、前記アーム状態検出器及び前記エンドアタッチメント状態検出器のそれぞれの出力に基づいて前記エンドアタッチメントの位置に関する情報を取得し、
前記エンドアタッチメントの位置に関する情報と地中物検出器の出力に基づいて取得される地中物の位置に関する情報とを対応付けて前記エンドアタッチメントと前記地中物との間の距離を算出し、且つ、
前記距離が所定値を下回らないように前記ショベルを制御するように構成され、
前記表示装置は、前記撮像装置が撮像した、少なくとも前記ショベルの後方の画像を含

10

20

む撮像画像と、前記地中物の位置に関する情報と、を同時に表示する画像表示部を備え、
前記撮像画像と前記地中物の位置に関する情報とは、別々の領域に表示される、
シヨベル。

【請求項 2】

前記地中物検出器は、前記シヨベルに搭載され、且つ、前記地中物の位置に関する情報を前記制御装置に対して出力するように構成されている、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記地中物の画像を表示するように構成されている、

請求項 1 に記載のシヨベル。

10

【請求項 4】

記憶装置を有し、

前記地中物は埋設物を含み、

前記埋設物の位置に関する情報は前記記憶装置に記憶されており、

前記制御装置は、前記地中物検出器の出力に基づいて前記埋設物の位置に関する情報を補正するように構成されている、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記記憶装置に記憶されている前記埋設物の位置に関する情報と前記地中物検出器が検出した前記埋設物の位置に関する情報との間の違いが認識できる態様で前記埋設物の画像を表示するように構成されている、

20

請求項 4 に記載のシヨベル。

【請求項 6】

前記表示装置には前記エンドアタッチメントと前記地中物との相対的な関係を図示する画面が表示され、

前記画面内に、前記エンドアタッチメントの動きに対応して移動する図形が表示される、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 7】

音声出力装置を有し、

前記エンドアタッチメントと前記地中物との相対的な関係に応じて前記音声出力装置から出力される音声に変化する、

30

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 8】

下部走行体と、

前記下部走行体に旋回可能に取り付けられる上部旋回体と、

前記上部旋回体に搭載される撮像装置と、

ブーム、アーム及びエンドアタッチメントを含み、且つ、前記上部旋回体に取り付けられるアタッチメントと、

前記ブームの状態を検出するブーム状態検出器と、

前記アームの状態を検出するアーム状態検出器と、

40

前記エンドアタッチメントの状態を検出するエンドアタッチメント状態検出器と、

制御装置と、を有するシヨベルの管理システムであって、

表示装置と、管理装置と、を有し、

前記管理装置は、

前記ブーム状態検出器、前記アーム状態検出器及び前記エンドアタッチメント状態検出器のそれぞれの出力に基づいて前記エンドアタッチメントの位置に関する情報を取得し、且つ、

前記エンドアタッチメントの位置に関する情報と地中物検出器の出力に基づいて取得される地中物の位置に関する情報とを対応付けて前記エンドアタッチメントと前記地中物との間の距離を算出し、

50

前記制御装置は、前記距離が所定値を下回らないように前記ショベルを制御するように構成され、

前記表示装置は、前記撮像装置が撮像した、少なくとも前記ショベルの後方の画像を含む撮像画像と、前記地中物の位置に関する情報と、を同時に表示する画像表示部を備え、前記撮像画像と前記地中物の位置に関する情報とは、別々の領域に表示される、

ショベルの管理システム。

【請求項 9】

前記管理装置は記憶部を有し、

前記地中物は埋設物を含み、

前記埋設物の位置に関する情報は前記記憶部に記憶されており、

前記管理装置は、前記地中物検出器の出力に基づいて前記埋設物の位置に関する情報を補正するように構成されている、

請求項 8 に記載のショベルの管理システム。

【請求項 10】

前記制御装置は、埋設標識シートの位置に関する情報に基づき、埋設物の位置に関する情報を補正するように構成されている、

請求項 1 に記載のショベル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ショベル及びショベルの管理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、地中にあるために不可視の状態にある水道管等の埋設物を模式的に表示しながら掘削機械の操作を支援するシステムが知られている（特許文献 1 参照。）。

【0003】

このシステムは、水道管が埋設されたときに作成された、埋設物としての水道管の位置に関する情報を含む施工図（施工情報）を参照して地中にある水道管を模式的に表示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】米国特許出願公開第 2008 / 0133128 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、埋設物は、施工情報に記憶された情報の通りには埋まっていない場合がある。そのため、掘削作業中に埋設物が誤って損傷されてしまうおそれがある。

【0006】

そこで、掘削作業の際の地中物の損傷をより確実に防止できるショベルを提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施形態に係るショベルは、下部走行体と、前記下部走行体に旋回可能に取り付けられる上部旋回体と、前記上部旋回体に搭載される撮像装置と、ブーム、アーム及びエンドアタッチメントを含み、且つ、前記上部旋回体に取り付けられるアタッチメントと、前記ブームの状態を検出するブーム状態検出器と、前記アームの状態を検出するアーム状態検出器と、前記エンドアタッチメントの状態を検出するエンドアタッチメント状態検出器と、表示装置と、制御装置と、を有するショベルであって、前記制御装置は、前記ブーム状態検出器、前記アーム状態検出器及び前記エンドアタッチメント状態検出器のそれ

10

20

30

40

50

ぞれの出力に基づいて前記エンドアタッチメントの位置に関する情報を取得し、前記エンドアタッチメントの位置に関する情報と地中物検出器の出力に基づいて取得される地中物の位置に関する情報とを対応付けて前記エンドアタッチメントと前記地中物との間の距離を算出し、且つ、前記距離が所定値を下回らないように前記ショベルを制御するように構成され、前記表示装置は、前記撮像装置が撮像した、少なくとも前記ショベルの後方の画像を含む撮像画像と、前記地中物の位置に関する情報と、を同時に表示する画像表示部を備え、前記撮像画像と前記地中物の位置に関する情報とは、別々の領域に表示される。

【発明の効果】

【0008】

上述のショベルは、掘削作業の際の地中物の損傷をより確実に防止できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態に係るショベルの側面図である。

【図2】地中物検出器が取り付けられたアタッチメントの側面図である。

【図3】手押し車に搭載された地中物検出器の側面図である。

【図4】図1のショベルの基本システムの構成例を示す図である。

【図5】マシンガイダンス装置の構成例を示す図である。

【図6】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の例を示す図である。

【図7】ショベルの管理システムの構成例を示す概略図である。

【図8A】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の別の例を示す図である。

20

【図8B】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図8C】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図9】埋設標識シートと埋設物との関係を示す図である。

【図10A】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図10B】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図10C】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図11A】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図11B】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図11C】ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例を示す図である。

【図12】本発明の別の実施形態に係るショベルの側面図である。

30

【図13】図12のショベルの上面図である。

【図14】図12のショベルに搭載される油圧システムの構成例を示す図である。

【図15A】図12のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図15B】図12のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図15C】図12のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図15D】図12のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図16】コントローラの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して本発明の実施形態に係るショベルについて説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

40

【0011】

図1は、本発明の実施形態に係るショベルPSを例示する側面図である。ショベルPSの下部走行体1には、旋回機構2を介して上部旋回体3が旋回可能に搭載されている。下部走行体1は走行用油圧モータにより駆動され、上部旋回体3は旋回用油圧モータにより駆動される。上部旋回体3には、ブーム4が取り付けられている。ブーム4の先端には、アーム5が取り付けられている。アーム5の先端には、クイックカブラ6cを介してエンドアタッチメント(アタッチメントの作業部位)としてのバケット6が取り付けられている。ブーム4、アーム5及びバケット6は、アタッチメントの一例としての掘削アタッチメントを構成している。ブーム4はブームシリンダ7により駆動され、アーム5はアーム

50

シリンダ 8 により駆動され、バケット 6 はバケットシリンダ 9 により駆動される。以下では、走行用油圧モータ、旋回用油圧モータ、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8 及びバケットシリンダ 9 は、集合的に「油圧アクチュエータ」と称される。

【 0 0 1 2 】

クイックカブラ 6 c は、工具等を用いずにアタッチメントの操作だけでエンドアタッチメントの付け替えを可能にする機構である。本実施形態では、付け替え可能なエンドアタッチメントは、バケット 6 及び地中物検出器 E 1 を含む。図 1 は、クイックカブラ 6 c を介してアーム 5 の先端に取り付けられたバケット 6 と、クイックカブラ 6 c から取り外された状態の地中物検出器 E 1 を示している。図 2 は、クイックカブラ 6 c を介してアーム 5 の先端に取り付けられた地中物検出器 E 1 を示している。

10

【 0 0 1 3 】

地中物検出器 E 1 は、地中物を検出するための装置であり、例えば、地中レーダである。本実施形態では、地中物検出器 E 1 は、図 2 に示すように、クイックカブラ 6 c を介してアーム 5 の先端に取り付けられる。

【 0 0 1 4 】

地中レーダとしての地中物検出器 E 1 は、地面に向けて電磁波を発射し、地中からの反射波を利用して地下構造を可視化する。具体的には、地中物検出器 E 1 は、地面に沿って移動させられる。地面に沿った地中物検出器 E 1 の移動は、ショベル P S の操作者による油圧アクチュエータの手動操作によって行われてもよく、油圧アクチュエータを自動的に動作させることによって行われてもよい。また、地中物検出器 E 1 を対向させる地面は、傾斜面であってもよく、鉛直面であってもよい。例えば、鉛直面に地中物検出器 E 1 の輻射面を対向させながらその鉛直面に沿って地中物検出器 E 1 を移動させてもよい。

20

【 0 0 1 5 】

地中物検出器 E 1 は、移動中に電磁波を繰り返し発信し、地中物で反射した電磁波を繰り返し受信することで、地中物検出器 E 1 と地中物 U 1 との間の距離を繰り返し取得する。そして、地中物検出器 E 1 は、例えば、電磁波を送受信したときの地中物検出器 E 1 の位置、及び、地中物検出器 E 1 と地中物 U 1 との間の距離の複数の組み合わせに基づいて地中物 U 1 の位置及び大きさを導き出す。

【 0 0 1 6 】

地中物検出器 E 1 は、図 3 に示すように、手押し車 T R に搭載されていてもよい。この場合、手押し車 T R は、測位装置 P 0 及び通信装置 T 0 を搭載していてもよい。測位装置 P 0 は、例えば G N S S コンパスであり、手押し車 T R の位置及び姿勢を検出する。通信装置 T 0 は、手押し車 T R と手押し車 T R の外部にある機器との間の通信を制御する。この構成により、手押し車 T R は、地中物検出器 E 1 の位置、及び、地中物検出器 E 1 と地中物 U 1 との間の距離に関する情報を外部に送信できる。

30

【 0 0 1 7 】

地中物検出器 E 1 は、上部旋回体 3 に取り付けられる単眼カメラ、ステレオカメラ、距離画像センサ、赤外線センサ、超音波センサ、金属探知機及び L I D A R 等の少なくとも 1 つであってもよい。掘削作業の途中で地中から一部が露出した地中物を検出できるためである。この場合、地中物検出器 E 1 は、キャビン 1 0 の内部又は外部の上部に、ショベル前方を検出範囲に含めることができるように配置されていてもよい。

40

【 0 0 1 8 】

本実施形態では、ブーム 4 にはブーム状態検出器としてのブーム角度センサ S 1 が取り付けられ、アーム 5 にはアーム状態検出器としてのアーム角度センサ S 2 が取り付けられ、バケット 6 にはバケット状態検出器としてのバケット角度センサ S 3 が取り付けられている。ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2 及びバケット角度センサ S 3 は「姿勢センサ」とも称される。

【 0 0 1 9 】

ブーム角度センサ S 1 は、上部旋回体 3 に対するブーム 4 の回動角度を検出するように構成されている。アーム角度センサ S 2 は、ブーム 4 に対するアーム 5 の回動角度を検出

50

するように構成されている。バケット角度センサ S 3 は、アーム 5 に対するバケット 6 の回動角度を検出するように構成されている。ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2 及びバケット角度センサ S 3 は、例えば、加速度センサとジャイロセンサの組み合わせで構成される。

【 0 0 2 0 】

ブーム状態検出器、アーム状態検出器及びバケット状態検出器は、可変抵抗器を利用したポテンショメータ、対応する油圧シリンダのストローク量を検出するストロークセンサ、又は、連結軸回りの回動角度を検出するロータリエンコーダ等で構成されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

上部旋回体 3 は、エンジン 1 1、カウンタウエイト 3 w 及び機体傾斜センサ S 4 等を搭載している。エンジン 1 1、カウンタウエイト 3 w 及び機体傾斜センサ S 4 等は、カバー 3 a により覆われている。機体傾斜センサ S 4 は、上部旋回体 3 の水平面に対する傾斜角度を検出する加速度センサである。機体傾斜センサ S 4 は、カバー 3 a の外側に取り付けられていてもよい。

10

【 0 0 2 2 】

上部旋回体 3 のカバー 3 a の上には撮像装置 8 0 が設けられている。撮像装置 8 0 は、ショベル P S の左方の空間を撮像する左カメラ 8 0 L、ショベル P S の右方の空間を撮像する右カメラ 8 0 R、及び、ショベル P S の後方の空間を撮像するバックカメラ 8 0 B を含む。左カメラ 8 0 L、右カメラ 8 0 R 及びバックカメラ 8 0 B は、例えば、CCD 又は CMOS 等の撮像素子を有するデジタルカメラであり、撮影した画像をキャビン 1 0 内に設けられている表示装置 4 0 に送る。

20

【 0 0 2 3 】

上部旋回体 3 には、運転室としてのキャビン 1 0 が設けられている。キャビン 1 0 には、測位装置 P 1 及び通信装置 T 1 が設けられている。測位装置 P 1 は、例えば GNSS コンパスであり、ショベル P S の位置を検出し、その位置に関するデータをコントローラ 3 0 に供給する。通信装置 T 1 は、ショベル P S とショベル P S の外部にある機器との間の通信を制御する。また、キャビン 1 0 内には、コントローラ 3 0、表示装置 4 0、入力装置 4 2、音声出力装置 4 3、記憶装置 4 7 及びゲートロックレバー 4 9 が設けられている。

【 0 0 2 4 】

コントローラ 3 0 は、ショベル P S の駆動制御を行う制御装置として機能する。コントローラ 3 0 は、CPU 及び内部メモリを含むコンピュータで構成されている。コントローラ 3 0 の各種機能は、例えば、CPU が内部メモリに格納されているプログラムを実行することで実現される。各種機能は、例えば、操作者によるショベル P S の手動操作をガイド（案内）するマシンガイダンス機能を含む。コントローラ 3 0 に含まれるマシンガイダンス装置 5 0 は、マシンガイダンス機能を実行する。

30

【 0 0 2 5 】

表示装置 4 0 は、各種情報を表示する装置である。表示装置 4 0 は、例えば、コントローラ 3 0 に接続される車載液晶ディスプレイである。本実施形態では、表示装置 4 0 は、コントローラ 3 0 からの指令に応じて各種の作業情報を含む画像を表示する。

【 0 0 2 6 】

入力装置 4 2 は、ショベル P S の操作者がコントローラ 3 0 に各種情報を入力するための装置である。入力装置 4 2 は、例えば、スイッチパネル及びタッチパネル等の少なくとも 1 つで構成される。

40

【 0 0 2 7 】

音声出力装置 4 3 は、音声を出力する装置である。音声出力装置 4 3 は、例えば、コントローラ 3 0 に接続される車載スピーカであってもよく、ブザー等の警報器であってもよい。本実施形態では、音声出力装置 4 3 は、コントローラ 3 0 からの音声出力指令に応じて各種情報を音声で出力する。

【 0 0 2 8 】

記憶装置 4 7 は、各種情報を記憶するための装置である。記憶装置 4 7 は、例えば、半

50

導体メモリ等の不揮発性記憶媒体である。記憶装置 47 は、ショベル P S の動作中に各種機器が出力する情報を記憶してもよく、ショベル P S の動作が開始される前に各種機器を介して取得する情報を記憶してもよい。

【0029】

ゲートロックレバー 49 は、キャビン 10 のドアと運転席との間に設けられ、ショベル P S が誤って操作されるのを防止する機構である。ゲートロックレバー 49 が引き上げられると、操作装置 26 は操作可能な状態になる。ゲートロックレバー 49 が押し下げられると、操作装置 26 は操作不能な状態になる。

【0030】

次に、図 4 を参照し、ショベル P S の基本システムの構成例について説明する。図 4 は、ショベル P S の基本システムの構成例を示す図である。

10

【0031】

表示装置 40 は、キャビン 10 内に設けられ、作業情報等を表示する。表示装置 40 は、例えば、CAN 又は LIN 等の通信ネットワークを介してコントローラ 30 に接続されている。

【0032】

表示装置 40 は、画像表示部 41 に表示する画像を生成する処理部 40a を有する。処理部 40a は、例えば、撮像装置 80 から得られる画像データに基づいて画像表示部 41 上に表示する画像を生成する。撮像装置 80 から得られる画像データは、左カメラ 80L、右カメラ 80R 及びバックカメラ 80B のそれぞれから得られる画像データを含む。

20

【0033】

処理部 40a は、コントローラ 30 から表示装置 40 に入力される各種データを画像データに変換してもよい。コントローラ 30 から表示装置 40 に入力されるデータは、例えば、エンジン冷却水の温度を示すデータ、作動油の温度を示すデータ、尿素水の残量を示すデータ、及び、燃料の残量を示すデータ等を含む。そして、処理部 40a は、撮像装置 80 から得られる画像データと同様に、変換した画像データに基づいて画像表示部 41 上に表示する画像を生成する。

【0034】

そして、処理部 40a は、各種画像データに基づいて生成した画像を画像表示部 41 に表示させる。なお、処理部 40a は、表示装置 40 ではなく、例えばコントローラ 30 に設けられていてもよい。この場合、撮像装置 80 は、コントローラ 30 に接続される。

30

【0035】

表示装置 40 は、入力装置 42 としてのスイッチパネルを有する。スイッチパネルは、各種ハードウェアスイッチを含むパネルである。本実施形態では、スイッチパネルは、ライトスイッチ 42a、ワイパースイッチ 42b 及びウィンドウォッシュスイッチ 42c を有する。

【0036】

ライトスイッチ 42a は、キャビン 10 の外部に取り付けられるライトの点灯・消灯を切り替えるためのスイッチである。ワイパースイッチ 42b は、ワイパーの作動・停止を切り替えるためのスイッチである。ウィンドウォッシュスイッチ 42c は、ウィンドウォッシュ液を噴射するためのスイッチである。

40

【0037】

表示装置 40 は、蓄電池 90 から電力の供給を受けて動作する。蓄電池 90 は、エンジン 11 のオルタネータ 11a で発電した電力で充電される。蓄電池 90 の電力は、コントローラ 30 及び表示装置 40 以外のショベル P S の電装品 92 等にも供給される。エンジン 11 のスタータ 11b は、蓄電池 90 からの電力で駆動されてエンジン 11 を始動させる。

【0038】

エンジン 11 は、メインポンプ 14 及びパイロットポンプ 15 に接続され、エンジン制御装置 (ECU 74) により制御される。ECU 74 は、エンジン 11 の状態を示す各種

50

データをコントローラ 30 に送信する。各種データは、例えば、水温センサ 11c で検出される冷却水温を示すデータを含む。コントローラ 30 は、内部メモリ 30a に各種データを蓄積し、必要に応じて表示装置 40 に送信する。

【0039】

メインポンプ 14 は、作動油ラインを介して作動油をコントロールバルブ 17 に供給するための油圧ポンプである。メインポンプ 14 は、例えば、斜板式可変容量型油圧ポンプである。

【0040】

パイロットポンプ 15 は、パイロットラインを介して各種油圧制御機器に作動油を供給するための油圧ポンプである。パイロットポンプ 15 は、例えば、固定容量型油圧ポンプである。但し、パイロットポンプ 15 は、省略されてもよい。この場合、パイロットポンプ 15 が担っていた機能は、メインポンプ 14 によって実現されてもよい。すなわち、メインポンプ 14 は、コントロールバルブ 17 に作動油を供給する機能とは別に、絞り等により作動油の圧力を低下させた後で操作装置 26 等に作動油を供給する機能を備えていてもよい。

10

【0041】

コントロールバルブ 17 は、シヨベル P S に搭載されている油圧システムを制御する油圧制御装置である。コントロールバルブ 17 は、例えば、メインポンプ 14 が吐出する作動油を油圧アクチュエータのそれぞれに選択的に供給できるように構成されている。本実施形態では、コントロールバルブ 17 は、油圧アクチュエータのそれぞれに対応する流量制御弁を含んでいる。

20

【0042】

操作装置 26 は、キャビン 10 内に設けられ、操作者によって油圧アクチュエータの操作に用いられる。操作装置 26 が操作されると、パイロットポンプ 15 から油圧アクチュエータのそれぞれに対応する流量制御弁のパイロットポートに作動油が供給される。各パイロットポートには、対応する操作装置 26 の操作方向及び操作量に応じたパイロット圧が適用される。

【0043】

操作圧センサ 29 は、操作装置 26 が操作された際に生成されるパイロット圧を検出し、検出したパイロット圧を示すデータをコントローラ 30 に送る。操作装置 26 には、スイッチボタン 27 が設けられている。操作者は、例えば、操作装置 26 を手で操作しながらスイッチボタン 27 を指で操作することで、コントローラ 30 に指令信号を送ることができる。

30

【0044】

コントローラ 30 は、ゲートロックレバー 49 が押し下げられている状態では、ゲートロック弁 49a を閉状態とし、ゲートロックレバー 49 が引き上げられている状態では、ゲートロック弁 49a を開状態とする。本実施形態では、ゲートロック弁 49a は、コントロールバルブ 17 と操作装置 26 との間の油路に設けられている電磁弁である。ゲートロック弁 49a は、コントローラ 30 からの指令に応じて開閉する。但し、ゲートロック弁 49a は、ゲートロックレバー 49 に機械的に接続され、ゲートロックレバー 49 の動作に応じて開閉する構成であってもよい。

40

【0045】

ゲートロック弁 49a は、閉状態において、コントロールバルブ 17 と操作装置 26 との間の油路を遮断して操作装置 26 の操作を無効にする。また、ゲートロック弁 49a は、開状態において、コントロールバルブ 17 と操作装置 26 との間の油路を開通させて操作装置 26 の操作を有効にする。

【0046】

コントローラ 30 は、ゲートロック弁 49a が開状態となり、操作装置 26 の操作が有効になった状態で、操作圧センサ 29 によって検出されるパイロット圧から、操作装置 26 の操作方向及び操作量を検出する。

50

【 0 0 4 7 】

また、コントローラ 30 は、可変容量式油圧ポンプであるメインポンプ 14 のレギュレータ 13 から、斜板角度を示すデータを取得する。また、コントローラ 30 は、吐出圧センサ 28 から、メインポンプ 14 の吐出圧力を示すデータを取得する。更に、コントローラ 30 は、メインポンプ 14 が吸入する作動油が貯蔵されたタンクとメインポンプ 14 との間の油路に設けられている油温センサ 14c から、油路を流れる作動油の温度を表すデータを取得する。そして、コントローラ 30 は、これらのデータを内部メモリ 30a に格納する。

【 0 0 4 8 】

ショベル P S のキャビン 10 内には、エンジン回転数調整ダイヤル 75 が設けられている。エンジン回転数調整ダイヤル 75 は、エンジンの回転数を調整するためのダイヤルである。ショベル P S の操作者は、例えば、エンジン回転数調整ダイヤル 75 を操作することで、エンジン回転数を段階的に切り替えることができる。本実施形態では、エンジン回転数調整ダイヤル 75 は、S P モード、H モード、A モード及び I D L E モードの 4 段階に操作者がエンジン回転数を切り替えることができるように設けられている。エンジン回転数調整ダイヤル 75 は、エンジン回転数の設定状態を示すデータをコントローラ 30 に送る。なお、図 4 は、エンジン回転数調整ダイヤル 75 により H モードが選択された状態を示している。

【 0 0 4 9 】

S P モードは、作業量を優先したい場合に選択される回転数モードであり、最も高いエンジン回転数を利用する。H モードは、作業量と燃費を両立させたい場合に選択される回転数モードであり、2 番目に高いエンジン回転数を利用する。A モードは、燃費を優先させながら低騒音でショベル P S を稼働させたい場合に選択される回転数モードであり、3 番目に高いエンジン回転数を利用する。I D L E モードは、エンジンをアイドル状態にしたい場合に選択される回転数モードであり、最も低いエンジン回転数を利用する。エンジン 11 は、エンジン回転数調整ダイヤル 75 で設定された回転数モードに対応するエンジン回転数で一定となるように制御される。

【 0 0 5 0 】

コントローラ 30 は、ショベル P S 全体の動作の制御に加えて、マシンガイダンス装置 50 によるガイダンスを行うか否かを制御する。具体的には、コントローラ 30 は、ショベル P S が休止中であると判定したときには、マシンガイダンス装置 50 によるガイダンスを中止させるように、マシンガイダンス装置 50 にガイダンス中止指令を送る。

【 0 0 5 1 】

また、コントローラ 30 は、自動アイドルストップ指令を E C U 74 に対して出力する際に、ガイダンス中止指令をマシンガイダンス装置 50 に出力してもよい。或いは、コントローラ 30 は、ゲートロックレバー 49 が押し下げられた状態にあると判定した場合に、ガイダンス中止指令をマシンガイダンス装置 50 に出力してもよい。

【 0 0 5 2 】

マシンガイダンス装置 50 は、マシンガイダンス機能を実行できるように構成されている。本実施形態では、マシンガイダンス装置 50 は、例えば、操作者が設定した目標地形の表面である目標施工面とアタッチメントの作業部位との間の距離等の作業情報を操作者に伝える。目標施工面に関するデータは、例えば、記憶装置 47 に予め記憶されている。また、目標施工面に関するデータは、例えば、基準座標系で表現されている。基準座標系は、例えば、世界測地系である。世界測地系は、地球の重心に原点をおき、X 軸をグリニッジ子午線と赤道との交点の方向に、Y 軸を東経 90 度の方向に、そして Z 軸を北極の方向にとる三次元直交 X Y Z 座標系である。操作者は、施工現場の任意の点を基準点として定め、目標施工面と基準点との相対的な位置関係により目標施工面を設定してもよい。アタッチメントの作業部位は、例えば、バケット 6 の爪先、バケット 6 の背面、又は、地中物検出器 E 1 の輻射面中心等である。マシンガイダンス装置 50 は、表示装置 40 及び音声出力装置 43 等の少なくとも 1 つを介して作業情報を操作者に伝えることでショベル P

10

20

30

40

50

Sの操作をガイドする。

【0053】

マシンガイダンス装置50は、操作者によるショベルの手動操作を自動的に支援するマシンコントロール機能を実行してもよい。例えば、マシンガイダンス装置50は、操作者が手動で掘削操作を行っているときに、目標施工面とバケット6の先端位置とが一致するようにブーム4、アーム5及びバケット6の少なくとも1つを自動的に動作させてもよい。

【0054】

本実施形態では、マシンガイダンス装置50は、コントローラ30に組み込まれているが、コントローラ30とは別に設けられた制御装置であってもよい。この場合、マシンガイダンス装置50は、例えば、コントローラ30と同様、CPU及び内部メモリを含むコンピュータで構成される。そして、マシンガイダンス装置50の各種機能は、CPUが内部メモリに格納されたプログラムを実行することで実現される。また、マシンガイダンス装置50とコントローラ30とはCAN等の通信ネットワークを通じて互いに通信可能に接続される。

10

【0055】

次に、図5を参照し、ショベルPSのマシンガイダンス装置50が有する各種機能について説明する。図5は、コントローラ30に含まれるマシンガイダンス装置50の構成例を示すブロック図である。

【0056】

マシンガイダンス装置50は、ブーム角度センサS1、アーム角度センサS2、バケット角度センサS3、機体傾斜センサS4、地中物検出器E1、測位装置P1、通信装置T1及び入力装置42等から情報を取得する。

20

【0057】

本実施形態では、地中物検出器E1は、無線通信機能を有し、地中物に関する情報(以下、「地中物情報」とする。)をショベルPSの通信装置T1に向けて無線で送信する。すなわち、コントローラ30は、通信装置T1を介して地中物情報を取得する。但し、地中物検出器E1は、コントローラ30に有線で接続されていてもよい。

【0058】

コントローラ30は、掘削作業が行われるときに実行されるマシンガイダンス機能又はマシンコントロール機能で地中物情報を利用できるよう、事前に取得した地中物情報を記憶装置47に記憶している。コントローラ30は、例えば、地中物情報を利用してマシンガイダンス機能を実行した場合、バケット6の爪先が地中物に接近したときに警報を出力できる。或いは、コントローラ30は、地中物情報を利用してマシンコントロール機能を実行した場合、バケット6の爪先が地中物と接触しないようにアタッチメントの動きを自動的に支援できる。

30

【0059】

コントローラ30は、記憶装置47に予め記憶されている埋設物に関する情報(以下、「埋設物データ」とする。)を利用してマシンガイダンス機能又はマシンコントロール機能を実行する場合、事前に取得した地中物情報に基づいて埋設物データを補正してもよい。埋設物データは、電力線、電話線、ガス管又は水道管等の物体が埋設されたときに作成される、埋設物としての物体の位置に関する情報を含むデータである。

40

【0060】

マシンガイダンス装置50は、例えば、取得した情報に基づいてバケット6と目標施工面又は埋設物との間の距離を算出する。そして、音声及び画像表示により、バケット6と目標施工面又は埋設物との間の距離の大きさをショベルの操作者に伝えるようにする。

【0061】

具体的には、マシンガイダンス装置50は、位置算出部51、距離算出部52、情報伝達部53及び自動制御部54を有する。

【0062】

位置算出部51は、測位対象の位置を算出するように構成されている。本実施形態では

50

、位置算出部 5 1 は、アタッチメントの作業部位の基準座標系における座標点を算出する。具体的には、位置算出部 5 1 は、ブーム 4、アーム 5 及びバケット 6 のそれぞれの回転角度からバケット 6 の爪先の座標点を算出する。

【 0 0 6 3 】

また、位置算出部 5 1 は、クイックカブラ 6 c を介してアーム 5 に地中物検出器 E 1 が取り付けられている場合には、バケット 6 の爪先の座標点を算出する場合と同様に、地中物検出器 E 1 の座標点を算出する。地中物検出器 E 1 の座標点は、例えば、輻射面の中心点の座標点である。この構成により、位置算出部 5 1 は、地中物検出器 E 1 の座標点の時間的推移、及び、地中物検出器 E 1 と地中物との間の距離の時間的推移に基づいて地中物の位置及び大きさを算出できる。地中物の位置及び大きさは、例えば、地中物を構成する座標点群で表される。

10

【 0 0 6 4 】

地中物検出器 E 1 が図 3 に示すように手押し車 T R に搭載されている場合には、位置算出部 5 1 は、上部旋回体 3 に取り付けられた位置検出器（図示せず。）を用いて地中物検出器 E 1 の座標点を算出してもよい。位置検出器は、例えば、ステレオカメラ、距離画像センサ、レーザレーダ、超音波センサ及び L I D A R 等の少なくとも 1 つである。

【 0 0 6 5 】

或いは、位置算出部 5 1 は、手押し車 T R に搭載されている測位装置 P 0 の検出値に基づいて地中物検出器 E 1 の座標点を算出してもよい。なお、測位装置 P 0 の検出値は、地中物検出器 E 1 の検出値と共に、手押し車 T R に搭載されている通信装置 T 0 とショベル P S に搭載されている通信装置 T 1 を介してコントローラ 3 0 に供給される。

20

【 0 0 6 6 】

距離算出部 5 2 は、2 つの測位対象間の距離を算出するように構成されている。本実施形態では、距離算出部 5 2 は、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離を算出する。また、距離算出部 5 2 は、地中物が存在する場合には、バケット 6 の爪先と地中物との間の最短距離を算出してもよい。

【 0 0 6 7 】

情報伝達部 5 3 は、各種情報をショベルの操作者に伝えるように構成されている。本実施形態では、情報伝達部 5 3 は、距離算出部 5 2 が算出した各種距離の大きさをショベル P S の操作者に伝える。具体的には、視覚情報及び聴覚情報の少なくとも 1 つを用いて、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさ、及び、バケット 6 の爪先と地中物との間の最短距離の大きさ等をショベルの操作者に伝える。

30

【 0 0 6 8 】

例えば、情報伝達部 5 3 は、音声出力装置 4 3 による断続音を用いて、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさを操作者に伝えてもよい。この場合、情報伝達部 5 3 は、鉛直距離が小さくなるほど、断続音の間隔を短くしてもよい。また、情報伝達部 5 3 は、バケット 6 の爪先が目標施工面よりも低い位置になった場合には、音声出力装置 4 3 を介して操作者に警報を発してもよい。警報は、例えば、断続音より顕著に大きい音である。

【 0 0 6 9 】

或いは、情報伝達部 5 3 は、鉛直距離に関する断続音とは異なる別の断続音を用いて、バケット 6 の爪先と地中物との間の最短距離の大きさを操作者に伝えてもよい。この場合、最短距離が小さくなるほど、断続音の間隔を短くしてもよい。

40

【 0 0 7 0 】

情報伝達部 5 3 は、連続音を用いてもよく、音の高低及び強弱等の少なくとも 1 つを変化させて各種距離の大きさの違いを表すようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

また、情報伝達部 5 3 は、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさ、及び、バケット 6 の爪先と地中物との間の最短距離の大きさ等の少なくとも 1 つを作業情報として表示装置 4 0 に表示させてもよい。表示装置 4 0 は、例えば、撮像装置 8 0 から

50

受信した画像データと共に、情報伝達部 5 3 から受信した作業情報を画面に表示する。

【 0 0 7 2 】

自動制御部 5 4 は、油圧アクチュエータを自動的に動作させることで操作者によるショベルの手動操作を自動的に支援するように構成されている。

【 0 0 7 3 】

例えば、自動制御部 5 4 は、操作者が手動でアーム閉じ操作を行っているときに、目標施工面とバケット 6 の爪先の位置とが一致するようにブームシリンダ 7、アームシリンダ 8 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも 1 つを自動的に伸縮させる。この場合、操作者は、アーム操作レバーを閉じ方向に操作するだけで、バケット 6 の爪先を目標施工面に一致させながら、アーム 5 を閉じることができる。

10

【 0 0 7 4 】

或いは、自動制御部 5 4 は、操作者が手動でアーム閉じ操作を行っているときに、バケット 6 の爪先が埋設物と接触しないようにブームシリンダ 7、アームシリンダ 8 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも 1 つを自動的に伸縮させてもよい。この場合、操作者は、アーム操作レバーを閉じ方向に操作するだけで、バケット 6 の爪先と埋設物との接触を回避しながら、アーム 5 を閉じることができる。

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、自動制御部 5 4 は、各油圧アクチュエータに対応する流量制御弁に作用するパイロット圧を個別に且つ自動的に調整することで各油圧アクチュエータを自動的に動作させることができる。

20

【 0 0 7 6 】

次に、図 6 を参照して、ガイダンスモードの際に表示される出力画像の一例について説明する。ガイダンスモードは、マシンガイダンス機能又はマシンコントロール機能を実行する際に選択される動作モードである。本実施形態では、ガイダンスモードは、ガイダンスモードボタン（図示せず。）が押下された場合に開始する。

【 0 0 7 7 】

図 6 に示すように、表示装置 4 0 の画像表示部 4 1 に表示される出力画像 G x は、時刻表示部 4 1 1、回転数モード表示部 4 1 2、走行モード表示部 4 1 3、エンジン制御状態表示部 4 1 5、尿素水残量表示部 4 1 6、燃料残量表示部 4 1 7、冷却水温表示部 4 1 8、エンジン稼働時間表示部 4 1 9、カメラ画像表示部 4 2 0 及び作業ガイダンス表示部 4 3 0 を有する。回転数モード表示部 4 1 2、走行モード表示部 4 1 3 及びエンジン制御状態表示部 4 1 5 は、ショベル P S の設定状態に関する情報を表示する表示部である。尿素水残量表示部 4 1 6、燃料残量表示部 4 1 7、冷却水温表示部 4 1 8 及びエンジン稼働時間表示部 4 1 9 は、ショベル P S の運転状態に関する情報を表示する表示部である。各部に表示される画像は、表示装置 4 0 の処理部 4 0 a によって、コントローラ 3 0 又はマシンガイダンス装置 5 0 から送信される各種データ及び撮像装置 8 0 から送信される画像データを用いて生成される。

30

【 0 0 7 8 】

時刻表示部 4 1 1 は、現在の時刻を表示する。図 6 の例では、デジタル表示が採用され、現在時刻（10 時 5 分）が示されている。

40

【 0 0 7 9 】

回転数モード表示部 4 1 2 は、エンジン回転数調整ダイヤル 7 5 によって設定されている回転数モードをショベル P S の稼働情報として表示する。回転数モードは、例えば、上記した S P モード、H モード、A モード及び I D L E モードの 4 つを含む。図 6 の例では、S P モードを表す記号「S P」が表示されている。

【 0 0 8 0 】

走行モード表示部 4 1 3 は、現在設定されている走行モードをショベル P S の稼働情報として表示する。走行モードは、可変容量モータとしての走行用油圧モータの設定状態を表す。例えば、走行モードは、低速モード及び高速モードを含み、低速モードでは「亀」を象ったマークが表示され、高速モードでは「兎」を象ったマークが表示される。図 6 の

50

例では、「亀」を象ったマークが表示されており、操作者は低速モードが設定されていることを認識できる。

【 0 0 8 1 】

エンジン制御状態表示部 4 1 5 は、エンジン 1 1 の制御状態をショベル P S の稼働情報として表示する。図 6 の例では、エンジン 1 1 の制御状態として「自動減速・自動停止モード」が選択されている。「自動減速・自動停止モード」は、非操作状態の継続時間に応じて、エンジン回転数を自動的に低減し、さらにはエンジン 1 1 を自動的に停止させる制御状態を意味する。その他、エンジン 1 1 の制御状態には、「自動減速モード」、「自動停止モード」及び「手動減速モード」等がある。

【 0 0 8 2 】

尿素水残量表示部 4 1 6 は、尿素水タンクに貯蔵されている尿素水の残量状態をショベル P S の稼働情報として表示する。図 6 の例では、現在の尿素水の残量状態を表すバーゲージが表示されている。尿素水の残量は、尿素水タンクに設けられている尿素水残量センサが出力するデータに基づいて表示される。

【 0 0 8 3 】

燃料残量表示部 4 1 7 は、燃料タンクに貯蔵されている燃料の残量状態をショベル P S の稼働情報として表示する。図 6 の例では、現在の燃料の残量状態を表すバーゲージが表示されている。燃料の残量は、燃料タンクに設けられている燃料残量センサが出力するデータに基づいて表示される。

【 0 0 8 4 】

冷却水温表示部 4 1 8 は、エンジン冷却水の温度状態をショベル P S の稼働情報として表示する。図 6 の例では、エンジン冷却水の温度状態を表すバーゲージが表示されている。エンジン冷却水の温度は、エンジン 1 1 に設けられている水温センサ 1 1 c が出力するデータに基づいて表示される。

【 0 0 8 5 】

エンジン稼働時間表示部 4 1 9 は、エンジン 1 1 の累積稼働時間をショベル P S の稼働情報として表示する。図 6 の例では、運転者によりカウントがリセットされてからの区間稼働時間が、単位「h r (時間)」と共に表示されている。エンジン稼働時間表示部 4 1 9 には、ショベル製造後の全期間の生涯稼働時間が表示されてもよい。

【 0 0 8 6 】

カメラ画像表示部 4 2 0 は、撮像装置 8 0 によって撮影された画像を表示する。図 6 の例では、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられたバックカメラ 8 0 B によって撮影された画像がカメラ画像表示部 4 2 0 に表示されている。カメラ画像表示部 4 2 0 には、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられた左カメラ 8 0 L 又は上面右端に取り付けられた右カメラ 8 0 R によって撮像されたカメラ画像が表示されてもよい。また、カメラ画像表示部 4 2 0 には、左カメラ 8 0 L、右カメラ 8 0 R 及びバックカメラ 8 0 B のうちの複数のカメラによって撮影された画像が並ぶように表示されてもよい。また、カメラ画像表示部 4 2 0 には、左カメラ 8 0 L、右カメラ 8 0 R 及びバックカメラ 8 0 B の少なくとも 2 つによって撮像された複数のカメラ画像の合成画像が表示されてもよい。合成画像は、例えば、俯瞰画像であってもよい。

【 0 0 8 7 】

各カメラは上部旋回体 3 の一部が撮像範囲に含まれるように設置されている。表示される画像に上部旋回体 3 の一部の画像が含まれることで、操作者は、カメラ画像表示部 4 2 0 に表示される物体とショベル P S との間の距離を把握し易くなる。

【 0 0 8 8 】

カメラ画像表示部 4 2 0 には、表示中のカメラ画像を撮影した撮像装置 8 0 の向きを表す図形 4 2 1 が表示されている。図形 4 2 1 は、ショベル P S の形状を表すショベル図形 4 2 1 a と、表示中のカメラ画像を撮像した撮像装置 8 0 の撮影方向を表す帯状の方向表示図形 4 2 1 b とで構成されている。図形 4 2 1 を含むカメラ画像表示部 4 2 0 は、ショベル P S の設定状態に関する情報を表示する表示部である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

図 6 の例では、ショベル図形 4 2 1 a の下側（アタッチメントの図形がある側の反対側）に方向表示図形 4 2 1 b が表示されている。これは、バックカメラ 8 0 B によって撮影されたショベル P S の後方の画像がカメラ画像表示部 4 2 0 に表示されていることを表す。例えば、カメラ画像表示部 4 2 0 に右カメラ 8 0 R によって撮影された画像が表示されている場合には、方向表示図形 4 2 1 b は、ショベル図形 4 2 1 a の右側に表示される。また、例えばカメラ画像表示部 4 2 0 に左カメラ 8 0 L によって撮影された画像が表示されている場合には、方向表示図形 4 2 1 b は、ショベル図形 4 2 1 a の左側に表示される。

【 0 0 9 0 】

操作者は、例えば、キャビン 1 0 内に設けられている画像切替スイッチ（図示せず。）を押下することで、カメラ画像表示部 4 2 0 に表示されている画像を他のカメラにより撮影された画像等に切り替えることができる。

10

【 0 0 9 1 】

ショベル P S に撮像装置 8 0 が設けられていない場合には、カメラ画像表示部 4 2 0 は、別の情報を表示する別の表示部で置き換えられてもよい。

【 0 0 9 2 】

作業ガイダンス表示部 4 3 0 は、各種作業のためのガイダンス情報を表示する。図 6 の例では、作業ガイダンス表示部 4 3 0 は、位置表示画像 4 3 1 及び目標施工面表示画像 4 3 2 を含み、作業部位ガイダンス情報の一例である爪先ガイダンス情報を表示している。

【 0 0 9 3 】

位置表示画像 4 3 1 は、目標施工面の位置を表す図形の表示位置に対するバケット 6 の作業部位（先端）の位置を表す図形の表示位置の変化により、バケット 6 の作業部位（先端）から目標施工面までの相対距離の大きさの変化を表す。図 6 の例では、位置表示画像 4 3 1 は、複数の図形（セグメント）が縦方向に配列されたバーゲージである。位置表示画像 4 3 1 は、目標セグメント G 1 と、複数のセグメント G 2 とを有する。

20

【 0 0 9 4 】

目標セグメント G 1 は、目標施工面の位置を表す図形である。本実施形態では、目標セグメント G 1 は、バケット 6 の作業部位（先端）から目標施工面までの相対距離が所定範囲内であることを示す図形（直線）である。所定範囲は、適切な相対距離の範囲として予め設定された範囲である。相対距離が所定範囲内であることは、バケット 6 の作業部位が適切な位置にあることを意味する。

30

【 0 0 9 5 】

セグメント G 2 は、それぞれ所定の相対距離に対応する図形である。対応する相対距離が小さいセグメント G 2 ほど、目標セグメント G 1 の近くに配置され、対応する相対距離が大きいセグメント G 2 ほど、目標セグメント G 1 から遠くに配置される。各セグメント G 2 は、相対距離と共に、バケット 6 の推奨移動方向を示す。バケット 6 の推奨移動方向は、例えば、バケット 6 の作業部位を目標施工面に近づける方向である。本実施形態では、セグメント G 2 D は、バケット 6 を下方に移動させればバケット 6 が目標施工面に近づくことを表し、セグメント G 2 U は、バケット 6 を上方に移動させればバケット 6 が目標施工面に近づくことを表す。

40

【 0 0 9 6 】

位置表示画像 4 3 1 は、バケット 6 の作業部位（先端）から目標施工面までの実際の相対距離に対応するセグメント G 2 を、他のセグメント G 2 とは異なる所定の色で表示する。図 6 は、他のセグメント G 2 と異なる色で表示されるセグメント G 2 をセグメント G 2 A として示している。位置表示画像 4 3 1 は、セグメント G 2 A を所定の色で表示することにより、相対距離及び推奨移動方向を示す。バケット 6 の作業部位（先端）から目標施工面までの相対距離が大きいほど、目標セグメント G 1 から遠いセグメント G 2 がセグメント G 2 A として所定の色で表示される。また、バケット 6 の作業部位（先端）から目標施工面までの相対距離が小さいほど、目標セグメント G 1 に近いセグメント G 2 がセグメント G 2 A として所定の色で表示される。このように、セグメント G 2 A は、相対距離の

50

変化に応じて、上下方向に位置が変化するように表示される。

【0097】

また、位置表示画像431は、目標施工面に関するバケット6の実際の相対距離が所定範囲内である場合、目標セグメントG1を、他のセグメントと異なる所定の色で表示する。すなわち、位置表示画像431は、目標セグメントG1を所定の色で表示することにより、相対距離が所定範囲内であることを示す。

【0098】

なお、セグメントG2A及び目標セグメントG1が所定の色で表示されている間、他のセグメントG2は、比較的目立たない色（例えば背景色と同一又は類似する色等）で表示されてもよいし、表示されていなくてもよい。

10

【0099】

目標施工面表示画像432は、バケット6と目標施工面との関係を模式的に表示する。目標施工面表示画像432には、側方から見たときのバケット6と目標施工面とが、第1図形としてのバケット図形G3及び目標施工面画像G4で模式的に表示される。バケット図形G3は、バケット6を表す図形であり、バケット6を側方から見たときの形で表されている。目標施工面画像G4は、目標施工面としての地面を表す図形であり、バケット図形G3と同様、側方から見たときの形で表されている。バケット図形G3と目標施工面画像G4との縦間隔は、実際のバケット6の先端と目標施工面との間の距離の変化に応じて変化するように表示される。バケット図形G3（例えばバケット6の背面を表す線分）と目標施工面画像G4（例えば目標施工面の表面を表す線分）との間の相対傾斜角も同様に、実際のバケット6（背面）と目標施工面との間の相対傾斜角の変化に応じて変化するように表示される。本実施形態では、目標施工面表示画像432は、バケット図形G3の表示高さ及び表示角度が固定された状態で、目標施工面画像G4の表示高さ及び表示角度が変化するように構成されている。但し、目標施工面表示画像432は、目標施工面画像G4の表示高さ及び表示角度が固定された状態で、バケット図形G3の表示高さ及び表示角度が変化するように構成されてもよく、バケット図形G3及び目標施工面画像G4のそれぞれの表示高さ及び表示角度が変化するように構成されてもよい。

20

【0100】

このような構成により、情報伝達部53は、視覚情報及び聴覚情報の少なくとも1つを用いて、バケット6の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさをショベルの操作者に伝えることができる。

30

【0101】

上述の実施形態において、マシンガイダンス装置50は、埋設物の位置に関する情報を含む施工情報から埋設物の位置情報を取得している。ここで、マシンガイダンス装置50は、地中物検出器E1の検出値に基づいて補正された埋設物データを施工情報に反映させてもよいし、図7に示すように、地中物検出器E1の検出値に基づいて補正された埋設物データを管理装置300に送信してもよい。この場合、管理装置300は、マシンガイダンス装置50から送信された埋設物データを施工情報に反映させてもよい。これは、補正された埋設物データを含む施工情報をショベルPSの操作者と他のショベルの操作者又は管理者等とが共有できるようにするためである。

40

【0102】

図7は、ショベルの管理システムSYSの構成例を示す概略図である。管理システムSYSは、ショベルPSを管理するシステムである。本実施形態では、管理システムSYSは、主に、ショベルPS、支援装置200及び管理装置300で構成される。管理システムSYSを構成するショベルPS、支援装置200及び管理装置300はそれぞれ1台であってもよく、複数台であってもよい。本実施形態では、管理システムSYSは、1台のショベルPSと、1台の支援装置200と、1台の管理装置300を含む。

【0103】

支援装置200は、携帯端末装置であり、例えば、作業現場にいる作業者等が携帯するノートPC、タブレットPC又はスマートフォン等のコンピュータである。支援装置20

50

0 は、ショベル 100 の操作者が携帯するコンピュータであってもよい。

【0104】

管理装置 300 は、固定端末装置であり、例えば、作業現場外の管理センタ等に設置されるコンピュータである。管理装置 300 は、可搬性のコンピュータ（例えば、ノート PC、タブレット PC 又はスマートフォン等の携帯端末装置）であってもよい。

【0105】

管理システム S Y S では、ショベル P S は、地中物検出器 E 1 の検出値に基づいて埋設物データを補正した場合、補正した埋設物データを管理装置 300 に送信してもよい。そして、補正後の埋設物データを受信した管理装置 300 は、その補正後の埋設物データを施工情報に反映させてもよい。なお、埋設物データは、例えば、埋設物の位置、種類又はサイズ等を含む。

10

【0106】

ショベル P S は、地中物検出器 E 1 の一例である金属探知機の検出値のような、地中に埋まっているために不可視である埋設物に関する情報ばかりでなく、地中物検出器 E 1 の別の一例であるカメラ又は L I D A R 等（例えば、キャビン 10 の上面前端に取り付けられたカメラ又は L I D A R 等）が取得した画像のような、地面から露出した状態にある目に見える埋設物に関する情報に基づいて埋設物データを補正してもよい。すなわち、埋設物データの補正は、不可視状態の埋設物に関する推定値ばかりでなく、可視状態の埋設物に関する確定値に基づいて行われてもよい。

【0107】

20

埋設物データの補正は、支援装置 200 又は管理装置 300 で行われてもよい。管理装置 300 で埋設物データの補正が行われる場合、ショベル P S は、その補正に必要な情報を管理装置 300 に送信する。支援装置 200 で埋設物データの補正が行われる場合についても同様である。

【0108】

また、地面から露出した状態にある目に見える埋設物に関する情報は、カメラ又は L I D A R 等が取得する情報ばかりでなく、支援装置 200 等を通じて作業者が入力する情報であってもよい。この場合、支援装置 200 を通じて入力された情報は、無線通信を介してショベル P S 又は管理装置 300 に送信されてもよい。そして、ショベル P S 又は管理装置 300 は、受信した情報に基づいて埋設物データを補正してもよい。

30

【0109】

ショベル P S は、補正前の埋設物データと補正後の埋設物データとの間のズレの大きさを表示するように構成されていてもよい。また、ショベル P S は、不可視状態の埋設物に関する推定値と、可視状態の埋設物に関する確定値との間のズレの大きさを表示するように構成されていてもよい。操作者は、このような表示を見ることで、近くに埋まっている他の埋設物のズレを推測できる。また、操作者は、将来的に起こり得る埋設物のズレを予測できる。

【0110】

ショベル P S は、埋設物データを含む施工情報ばかりでなく、地質に関する情報を、ショベル P S の操作者と他のショベルの操作者又は管理者等とが共有できるように構成されていてもよい。

40

【0111】

地質に関する情報は、被掘削物である土砂等の硬さ及び密度等の少なくとも 1 つに関する情報であり、典型的には、ショベル P S に搭載されている各種センサの出力から導き出される。但し、地質に関する情報は、作業者が土壌硬度計等の各種機器を用いて測定する情報であってもよい。この場合、作業者が測定した情報は、例えば、支援装置 200 に入力され、且つ、ショベル P S 又は管理装置 300 に送信されてもよい。

【0112】

次に、図 8 A ~ 図 8 C を参照し、ガイダンスモードの際に表示される出力画像の別の例について説明する。図 8 A ~ 図 8 C は、バケット 6 と埋設物との関係を模式的に表示して

50

いる。地中にある水道管等の埋設物は不可視の状態にある。そのため、マシンガイダンス装置 50 は、施工情報から埋設物の位置情報を取得している。施工情報は、例えば、記憶装置 47 等に記憶されている。そして、施工情報は、埋設物の位置情報の他に、丁張りに関する情報、及び、2次元若しくは3次元の施工図面データを含んでいてもよい。

【0113】

具体的には、図 8 A 及び図 8 B は、側方から見たときのアタッチメントと埋設物の関係をバケット図形 G 1 1、アーム図形 G 1 2、埋設物図形 G 1 3 及び接近制限ライン G 1 4 で模式的に示している。図 8 B に示す出力画像は、補助的な情報が追加されている点で、図 8 A に示す出力画像と異なる。図 8 C は、上方から見たときのアタッチメントと埋設物の関係をバケット図形 G 1 1、アーム図形 G 1 2、埋設物図形 G 1 3 及び接近制限ライン G 1 4 で模式的に示している。なお、図 8 A ~ 図 8 C の出力画像は何れも作業ガイダンス表示部 430 (図 6 参照。)に表示されているが、画像表示部 41 で全画面表示されてもよい。

10

【0114】

埋設物図形 G 1 3 は、埋設物の位置及び大きさを表す図形である。図 8 A ~ 図 8 C の例では、埋設物図形 G 1 3 は、地中物検出器 E 1 の検出値に応じて補正された後の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 A と、補正前の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 B とを含む。

【0115】

接近制限ライン G 1 4 は、埋設物の周囲に設定される接近制限領域の位置及び大きさを表す図形である。図 8 A ~ 図 8 C の例では、接近制限ライン G 1 4 は、埋設物図形 G 1 3 と同様に、補正後の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 A に対応する接近制限ライン G 1 4 A と、補正前の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 B に対向する接近制限ライン G 1 4 B とを含む。

20

【0116】

施工情報を利用できない場合(例えば施工情報が記憶装置 47 に記憶されていない場合)であっても、マシンガイダンス装置 50 は、ステレオカメラ、距離画像センサ、レーザレーダ、超音波センサ及び L I D A R 等の少なくとも 1 つである地中物検出器 E 1 の検出値に基づき、埋設物図形 G 1 3 A と、埋設物図形 G 1 3 A に対応する接近制限ライン G 1 4 A とを表示してもよい。

30

【0117】

接近制限領域は、アタッチメントの作業部位の侵入が制限される領域である。マシンガイダンス装置 50 は、例えば、アタッチメントの作業部位が接近制限領域に侵入しないように、操作者の注意を喚起する。具体的には、情報伝達部 53 は、例えば、音声出力装置 43 による断続音を用いて、バケット 6 の爪先と地中物との間の最短距離の大きさを操作者に伝えてもよい。この場合、情報伝達部 53 は、最短距離が小さくなるほど、断続音の間隔を短くしてもよい。また、情報伝達部 53 は、バケット 6 の爪先が接近制限領域に侵入した場合には、音声出力装置 43 を介して操作者に警報を発してもよい。警報は、例えば、断続音より顕著に大きい音である。また、情報伝達部 53 は、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさを操作者に提示する場合と同様に、位置表示画像 431 のようなバーゲージを用いてバケット 6 の爪先と地中物との間の最短距離の大きさを操作者に提示してもよい。

40

【0118】

なお、図 6 に示す位置表示画像 431 では、バケット 6 と目標施工面との間の実際の距離が所定範囲内である場合、目標セグメント G 1 が他のセグメントと異なる所定の色で表示されている。そのため、埋設物データの提示のためにバーゲージが採用された場合には、バケット 6 と埋設物との間の実際の距離が所定範囲内であるときに、目標セグメント G 1 は、他のセグメントと異なる所定の色で表示されてもよい。この場合、目標セグメント G 1 は、例えば、埋設物の位置を表してもよいし、埋設物の接近制限ラインの位置を表してもよい。また、目標セグメント G 1 は、埋設物の上端の位置を示してもよい。更に、位

50

置表示画像 4 3 1 には、埋設物の位置を表す目標セグメント G 1 に加え、埋設物の接近制限ラインの位置を表す別の目標セグメントが同時に表示されていてもよい。

【 0 1 1 9 】

また、マシンガイダンス装置 5 0 は、アタッチメントの作業部位が接近制限領域に侵入しないように、アタッチメントの動きを自動的に支援してもよい。具体的には、自動制御部 5 4 は、例えば、操作者が手動でアーム閉じ操作を行った場合、そのままではバケット 6 の爪先が接近制限領域に侵入してしまうと判断したときには、アーム操作レバーの操作を無効にする。或いは、自動制御部 5 4 は、ブームシリンダ 7 を自動的に伸張させてブーム 4 を上昇させることでバケット 6 の爪先が接近制限領域に侵入しないようにしてもよい。

【 0 1 2 0 】

補正後の埋設物図形 G 1 3 A と補正前の埋設物図形 G 1 3 B とを同時に表示することで、マシンガイダンス装置 5 0 は、埋設物が当初の位置からどの程度ずれているか、或いは、埋設物がどのように変形しているかを操作者に分かり易く提示できる。操作者は、このような画像を見ることで、近くに埋まっている他の埋設物のズレを推測できる。また、操作者は、将来的に起こり得る埋設物のズレを予測できる。但し、マシンガイダンス装置 5 0 は、補正前の埋設物図形 G 1 3 B 及びそれに対応する接近制限ライン G 1 4 B の表示を省略してもよい。出力画像の視認性を向上させるためである。

【 0 1 2 1 】

また、マシンガイダンス装置 5 0 は、図 8 B に示すように、一点鎖線及び両矢印等で表される補助的な情報を表示してもよい。補助的な情報は、例えば、埋設物データの詳細を表示するサブウィンドウ G 2 0、及び、バケット 6 内に取り込まれた被掘削物に関する情報を表示する吹き出し画像 G 2 1 等を含む。図 8 B の例では、サブウィンドウ G 2 0 は、埋設物が埋設された時期、埋設物の種類、埋設物の素材、及び、埋設物のサイズを表示している。吹き出し画像 G 2 1 は、バケット 6 内に取り込まれている土砂の重量が 0 k g であることを表示することで、バケット 6 内に土砂が取り込まれていないことを表している。

【 0 1 2 2 】

また、補助的な情報は、接近制限領域とその上にある地面との間の鉛直距離 d 1、埋設物とその上にある地面との間の鉛直距離 d 2、バケット 6 の爪先と埋設物との間の鉛直距離 d 3、埋設物とそのショベル側にある地面（壁面）との間の水平距離 d 4、バケット 6 の爪先との埋設物と間の水平距離 d 5、及び、バケット背面角度 等を含む。バケット背面角度 は、バケット 6 の背面を含む仮想平面と仮想水平面との間に形成される角度である。

【 0 1 2 3 】

なお、補助的な情報は、補正前の埋設物データに基づく埋設物の位置と補正後の埋設物データに基づく埋設物の位置との間の水平方向のズレ及び鉛直方向のズレを含んでいてもよい。

【 0 1 2 4 】

また、マシンガイダンス装置 5 0 は、上部旋回体 3 に取り付けられたプロジェクタを用い、図 8 C に示すような出力画像を地面に投影させてもよい。この場合、出力画像は、望ましくは、バケット図形 G 1 1 及びアーム図形 G 1 2 の表示を省略した上で、実際の埋設物の位置と埋設物図形 G 1 3 の表示位置とが一致するように投影される。

【 0 1 2 5 】

このように、本発明の実施形態に係るショベル P S は、下部走行体 1 と、下部走行体 1 に旋回可能に取り付けられる上部旋回体 3 と、ブーム 4、アーム 5 及びエンドアタッチメントとしてのバケット 6 を含み、且つ、上部旋回体 3 に取り付けられるアタッチメントと、ブーム 4 の状態を検出するブーム状態検出器としてのブーム角度センサ S 1 と、アーム 5 の状態を検出するアーム状態検出器としてのアーム角度センサ S 2 と、エンドアタッチメントの状態を検出するエンドアタッチメント状態検出器としてのバケット角度センサ S 3 と、制御装置としてのマシンガイダンス装置 5 0 とを有する。

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

マシンガイダンス装置 50 の位置算出部 51 は、例えば、ブーム角度センサ S1、アーム角度センサ S2 及びバケット角度センサ S3 のそれぞれの出力に基づいてバケット 6 の位置に関する情報を取得する。

【0127】

また、マシンガイダンス装置 50 の位置算出部 51 は、例えば、バケット 6 の位置に関する情報と、地中物検出器 E1 の出力に基づいて取得される地中物 U1 の位置に関する情報とを対応付ける。地中物検出器 E1 は、例えば、手押し車に搭載されていてもよい。この対応付けは、例えば、バケット 6 の位置に関する第 1 座標系と地中物 U1 の位置に関する第 2 座標系とを一致させるための処理を含む。典型的には、第 2 座標系における地中物 U1 に関する座標群を、第 1 座標系における座標群に変換する処理を含む。この座標変換処理は、典型的には、ショベル P S の内部（例えばマシンガイダンス装置 50）で行われるが、ショベル P S の外部（例えば管理センタに設置された管理装置）で行われてもよい。管理装置で座標変換処理が行われる場合、マシンガイダンス装置 50 は、第 1 座標系に関する情報を管理装置に送信し、地中物検出器 E1 は、地中物 U1 の位置に関する情報を管理装置に送信する。そして、マシンガイダンス装置 50 は、管理装置から地中物 U1 の位置に関する情報を受信する。

10

【0128】

そして、マシンガイダンス装置 50 の距離算出部 52 は、バケット 6 の位置に関する情報と地中物 U1 の位置に関する情報とに基づいてバケット 6 と地中物 U1 との間の距離を算出する。

20

【0129】

また、マシンガイダンス装置 50 は、上記距離が所定値を下回らないようにショベル P S を制御する。マシンガイダンス装置 50 は、例えば、音声出力装置 43 による断続音を用いて、バケット 6 と地中物 U1 との間の最短距離の大きさを操作者に伝えてもよい。或いは、マシンガイダンス装置 50 は、上記距離が所定値を下回らないようにブームシリンダ 7、アームシリンダ 8 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも 1 つを自動的に伸縮させてもよい。

【0130】

この構成により、マシンガイダンス装置 50 は、掘削作業の際の地中物の損傷をより確実に防止できる。そのため、マシンガイダンス装置 50 は、埋設物の損傷による工事の遅延が発生するのを未然に防止できる。その結果、マシンガイダンス装置 50 は、工期の短縮を実現できる。また、マシンガイダンス装置 50 は、埋設物の位置を分かり易く操作者に伝えることができ、埋設物を誤って損傷してしまうかもしれないという心配を操作者に抱かせることがないため、操作者の精神的ストレスを軽減できる。

30

【0131】

地中物検出器 E1 は、ショベル P S に搭載され、且つ、地中物 U1 の位置に関する情報をマシンガイダンス装置 50 に対して出力するように構成されていてもよい。例えば、地中物検出器 E1 は、クイックカプラ 6c を介してアーム 5 の先端に取り付けられていてもよい。この構成により、マシンガイダンス装置 50 は、管理センタ等を介さずに、地中物 U1 の位置に関する情報を地中物検出器 E1 から直接的に取得できる。また、マシンガイダンス装置 50 は、バケット 6 の爪先の座標を導き出す場合と同じ処理で地中物 U1 に関する座標群を導き出すことができるため、バケット 6 の位置に関する情報と地中物 U1 の位置に関する情報とを容易に対応付けることができる。

40

【0132】

マシンガイダンス装置 50 は、図 8A ~ 図 8C に示すように、地中物の画像を表示するように構成されていてもよい。この構成により、マシンガイダンス装置 50 は、地中物の有無、地中物の位置及び大きさ、並びに、バケット 6 と地中物との間の距離の大きさ等をショベル P S の操作者に視覚的に伝えることができる、そのため、マシンガイダンス装置 50 は、掘削作業の際の地中物の損傷をより確実に防止できる。

【0133】

50

マシンガイダンス装置 50 は、バケット 6 又は地中物検出器 E 1 と地中物との間の距離の値、地表面に対する地中物の深さの値、ショベル P S の接地面に対する地中物の深さの値、及び、任意に設定される基準面に対する地中物の深さの値の少なくとも 1 つを表示するように構成されていてもよい。

【0134】

マシンガイダンス装置 50 は、埋設物に関する情報を事前に利用できる場合には、埋設物の種類、大きさ及び埋設時期（例えば埋設年月日）等に関する情報を表示するように構成されていてもよい。

【0135】

マシンガイダンス装置 50 は、水道管と電力線とが交差する位置等、過去の工事の際に登録されている情報のうち、作業者に対して注意を喚起すべき情報が存在する場合には、その情報を表示するように構成されていてもよい。

【0136】

マシンガイダンス装置 50 は、埋設物の埋設年月日から現在までに地震又は洪水等の災害が発生している場合には、震度又は災害発生日時等のその災害に関する情報を表示するように構成されていてもよい。操作者は、このような表示を見ることで、近くに埋まっている他の埋設物のズレを推測できる。また、操作者は、将来的に起こり得る埋設物のズレを予測できる。更には、操作者は、埋設物が破損している可能性があるかと予測することができる。

【0137】

マシンガイダンス装置 50 は、地中物検出器 E 1 の出力に基づき、記憶装置 47 に記憶されている埋設物の位置に関する情報を補正するように構成されていてもよい。この構成により、マシンガイダンス装置 50 は、例えば、記憶装置 47 に予め記憶されている埋設物データの確度を高めることができる。そのため、マシンガイダンス装置 50 は、埋設物データを利用してマシンガイダンス機能又はマシンコントロール機能を実行する場合に地中物の損傷をより確実に防止できる。

【0138】

上述のような埋設物の位置に関する情報の補正は、外部の管理装置で行われてもよい。埋設物の位置に関する情報の補正が管理装置で行われる場合、管理装置の記憶部には、その埋設物の位置に関する情報が記録されていてもよい。そして、管理装置は、ショベルから受信した地中物検出器 E 1 の出力に基づき、埋設物の位置に関する情報を補正してもよい。そして、この補正された埋設物の位置に関する情報をマシンガイダンス装置 50 に送信してもよい。

【0139】

マシンガイダンス装置 50 は、記憶装置 47 に記憶されている埋設物の位置に関する情報と地中物検出器 E 1 が検出した埋設物の位置に関する情報との間の違いをショベル P S の操作者が認識できる態様で埋設物の画像を表示するように構成されていてもよい。この構成により、マシンガイダンス装置 50 は、埋設物が当初の位置からどの程度ずれているか、或いは、埋設物がどのように変形しているかをショベル P S の操作者に分かり易く提示できる。操作者は、このような画像を見ることで、近くに埋まっている他の埋設物のズレを推測できる。また、操作者は、将来的に起こり得る埋設物のズレを予測できる。

【0140】

ショベル P S は、表示装置 40 を有していてもよい。そして、表示装置 40 にはエンドアタッチメントとしてのバケット 6 と地中物との相対的な関係を図示する画面が表示されてもよい。また、その画面内にはバケット 6 の動きに対応して移動する図形が表示されてもよい。

【0141】

ショベル P S は、音声出力装置 43 を有していてもよい。そして、ショベル P S は、エンドアタッチメントとしてのバケット 6 と地中物との相対的な関係に応じて音声出力装置 43 から出力される音声に変化するように構成されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 2 】

本発明の実施形態に係るショベル P S の管理システム S Y S は、上述のようなショベル P S を管理するように構成されている。具体的には、管理システム S Y S は、管理装置を有する。管理装置は、例えば、ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2 及びバケット角度センサ S 3 のそれぞれの出力に基づいてバケット 6 の位置に関する情報を取得する。そして、管理装置は、バケット 6 の位置に関する情報と地中物検出器 E 1 の出力に基づいて取得される地中物の位置に関する情報とを対応付けてバケット 6 と地中物との間の距離を算出する。ショベル P S に搭載されている制御装置としてのマシンガイダンス装置 5 0 は、その距離が所定値を下回らないようにショベル P S を制御するように構成されている。マシンガイダンス装置 5 0 は、例えば、通信装置 T 1 を介し、管理装置が算出した距離を取得するように構成されている。この構成により、管理システム S Y S は、ショベル P S による掘削作業の際の地中物の損傷をより確実に防止できる。

10

【 0 1 4 3 】

管理システム S Y S における管理装置は記憶部を有していてもよい。そして、地中物は埋設物を含んでいてもよい。この場合、埋設物の位置に関する情報は記憶部に記憶されていてもよい。そして、管理装置は、地中物検出器 E 1 の出力に基づいて埋設物の位置に関する情報を補正するように構成されていてもよい。

【 0 1 4 4 】

以上、本発明の好ましい実施形態が説明された。しかしながら、本発明は、上述した実施形態に限定されることはない。上述した実施形態は、本発明の範囲を逸脱することなしに、種々の変形、置換等が適用され得る。また、上述の実施形態を参照して説明された特徴のそれぞれは、技術的に矛盾しない限り、適宜に組み合わせられてもよい。

20

【 0 1 4 5 】

例えば、マシンガイダンス装置 5 0 は、図 9 に示すような埋設標識シート T P に関する情報を作業ガイダンス表示部 4 3 0 に表示できるように構成されていてもよい。

【 0 1 4 6 】

埋設標識シート T P は、ショベル P S による掘削事故を防止するために、水道管等の埋設物 B 1 が埋設される際に、埋設物 B 1 が埋設される位置よりも高い（浅い）位置に埋設される可撓性の部材であり、埋設物テープとも称される。掘削事故は、例えば、バケット 6 と埋設物 B 1 との接触により埋設物 B 1 が損傷されてしまう事故を含む。埋設標識シート T P は、典型的には、図 9 に示すように、埋設物 B 1 が埋設されている位置よりも所定距離 D 1（例えば数十 c m）だけ高い（浅い）真上の位置に埋設される。図 9 は、埋設標識シート T P と埋設物 B 1 との関係を示す図であり、ドットハッチングは地表面を表し、斜線領域は地中を表している。図 9 の例では、埋設標識シート T P は、地中物検出器 E 1 による電磁的な検出が可能ないように、ラミネート加工によりアルミ箔等の金属箔をポリエチレンクロス等の合成樹脂材で包み込んだ構造を有する。但し、埋設標識シート T P は、金属を含有する部材で構成されていてもよい。また、埋設標識シート T P は、金属を含有しない部材、すなわち、地中物検出器 E 1 による電磁的な検出が不可能な部材で構成されていてもよい。

30

【 0 1 4 7 】

マシンガイダンス装置 5 0 は、地中物検出器 E 1 の出力に基づき、地中に埋まっている状態の（アルミ箔を含む）埋設標識シート T P を検出した場合、埋設標識シート T P に関する情報を含む出力画像を作業ガイダンス表示部 4 3 0 に表示させる。

40

【 0 1 4 8 】

マシンガイダンス装置 5 0 は、単眼カメラ、ステレオカメラ、距離画像センサ、赤外線センサ、超音波センサ、金属探知機及び L I D A R 等の少なくとも 1 つの出力に基づき、掘り出された埋設標識シート T P を検出した場合に、埋設標識シート T P に関する情報を含む出力画像を作業ガイダンス表示部 4 3 0 に表示させてもよい。この場合、埋設標識シート T P は、金属を含有しない部材で構成されていてもよい。

【 0 1 4 9 】

50

埋設標識シートTPに関する情報を含む出力画像は、例えば、埋設標識シートTPと埋設物B1との関係を模式的に表す出力画像であり、図10A～図10Cに示すような出力画像を含む。図10A～図10Cは、ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例であり、図8Aに対応している。

【0150】

具体的には、図10Aは、地中物検出器E1により電磁的に検出された埋設標識シートTPの位置と、記憶装置47に予め記憶されている埋設物データに基づく埋設物B1の位置との関係を示している。より具体的には、図10Aは、掘削アタッチメントと埋設物B1と埋設標識シートTPとの関係を、バケット図形G11、アーム図形G12、埋設物図形G13、接近制限ラインG14及びシート図形G15で模式的に示している。シート図形G15は、埋設標識シートTPを表す図形である。

10

【0151】

マシンガイダンス装置50は、図10Aに示す出力画像を作業ガイダンス表示部430に表示させることで、埋設物データで示された通りに埋設標識シートTPの真下に埋設物B1が埋まっていることをショベルPSの操作者に認識させることができる。

【0152】

図10Bは、施工情報に埋設物データが含まれていないにもかかわらず、掘削作業の途中で地中から露出した埋設標識シートTPがLIDAR等によって検出された場合に示される出力画像の一例を示している。具体的には、図10Bは、掘削アタッチメントと埋設標識シートTPと埋設標識シートTPの真下に存在している可能性が高い埋設物B1との関係を、バケット図形G11、アーム図形G12、シート図形G15及び破線枠G16で模式的に示している。破線枠G16は、埋設物B1が埋まっている可能性が高い範囲を表す図形である。図10Bの例では、破線枠G16は、埋設標識シートTPの幅よりも大きい幅を有する空間に対応するように表示されている。

20

【0153】

マシンガイダンス装置50は、図10Bに示す出力画像を作業ガイダンス表示部430に表示させることで、施工情報には含まれていない埋設物B1が埋設標識シートTPの真下に埋まっている可能性が高いことをショベルPSの操作者に認識させることができる。

【0154】

図10Cは、施工情報に埋設物データが含まれていないにもかかわらず、掘削作業の途中で地中から露出した埋設標識シートTPがLIDAR等によって検出された場合に示される出力画像の別の一例を示している。具体的には、図10Cは、掘削アタッチメントと埋設標識シートTPと埋設標識シートTPの真下に存在している可能性が高い埋設物B1との関係を、バケット図形G11、アーム図形G12、シート図形G15、破線枠G16及び両矢印G17で模式的に示している。両矢印G17は、埋設標識シートTPと埋設物B1との間の距離を表す図形である。両矢印G17は、距離を表す数値と共に表示されてもよい。両矢印G17によって表される距離は、典型的には数十cmであり、ショベルPSの操作者が事前に且つ任意に設定できるように構成されていてもよい。

30

【0155】

マシンガイダンス装置50は、図10Cに示す出力画像を作業ガイダンス表示部430に表示させることで、埋設標識シートTPの真下に埋まっている可能性が高い（施工情報には含まれていない）埋設物B1の推定位置をショベルPSの操作者に提示できる。

40

【0156】

マシンガイダンス装置50は、埋設標識シートTPの位置に関する情報に基づき、埋設物データを補正するように構成されていてもよい。図11A～図11Cは、ガイダンスモードの際に表示される出力画像の更に別の例であり、図8Aに対応している。図11A～図11Cは、マシンガイダンス装置50が埋設標識シートTPの位置に関する情報に基づいて埋設物データを補正する際に作業ガイダンス表示部430に表示される出力画像の推移を示している。

【0157】

50

図 1 1 A は、地中物検出器 E 1 により埋設標識シート T P が電磁的に検出される前に表示される出力画像を示している。具体的には、図 1 1 A は、記憶装置 4 7 に予め記憶されている埋設物データに基づく埋設物 B 1 の位置を示している。より具体的には、図 1 1 A は、掘削アタッチメントと埋設物 B 1 との関係をバケット図形 G 1 1、アーム図形 G 1 2、補正前の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 B、及び、補正前の埋設物データに基づく接近制限ライン G 1 4 B で模式的に示している。

【 0 1 5 8 】

図 1 1 B は、地中物検出器 E 1 により埋設標識シート T P が電磁的に検出された後に表示される出力画像を示している。具体的には、図 1 1 B は、地中物検出器 E 1 により電磁的に検出された埋設標識シート T P の位置と、記憶装置 4 7 に予め記憶されている埋設物データに基づく埋設物 B 1 の位置との関係を示している。より具体的には、図 1 1 B は、掘削アタッチメントと埋設標識シート T P と埋設物 B 1 との関係を、バケット図形 G 1 1、アーム図形 G 1 2、補正前の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 B、補正前の埋設物データに基づく接近制限ライン G 1 4 B、及び、シート図形 G 1 5 で模式的に示している。

10

【 0 1 5 9 】

図 1 1 C は、マシンガイダンス装置 5 0 が地中物検出器 E 1 の検出値に基づいて埋設物データを補正した後に表示される出力画像を示している。マシンガイダンス装置 5 0 は、地中物検出器 E 1 により電磁的に検出された埋設標識シート T P の位置と、記憶装置 4 7 に予め記憶されている埋設物データに基づく埋設物 B 1 の位置とに基づき、埋設標識シート T P と埋設物 B 1 とが対応しているか否かを判定する。すなわち、マシンガイダンス装置 5 0 は、埋設標識シート T P と共に埋設されたものが埋設物 B 1 であるか或いは別の埋設物であるかを判定する。具体的には、マシンガイダンス装置 5 0 は、例えば、埋設標識シート T P の中心点の水平位置と埋設物 B 1 の中心点の水平位置との間の距離が所定距離以下の場合に、埋設標識シート T P と埋設物 B 1 とが対応していると判定する。

20

【 0 1 6 0 】

埋設標識シート T P と埋設物 B 1 とが対応していると判定した場合、マシンガイダンス装置 5 0 は、埋設物 B 1 の位置が、地中物検出器 E 1 により検出された埋設標識シート T P の真下となるように、埋設物データを補正する。

【 0 1 6 1 】

図 1 1 C は、掘削アタッチメントと埋設標識シート T P と埋設物 B 1 との関係をバケット図形 G 1 1、アーム図形 G 1 2、補正後の埋設物データに基づく埋設物図形 G 1 3 A、補正後の埋設物データに基づく接近制限ライン G 1 4 A、及び、シート図形 G 1 5 で模式的に示している。

30

【 0 1 6 2 】

マシンガイダンス装置 5 0 は、図 1 1 A ~ 図 1 1 C に示す一連の出力画像を作業ガイダンス表示部 4 3 0 に表示させることで、補正前の埋設物データに基づく埋設物 B 1 の位置と、地中物検出器 E 1 により検出された埋設標識シート T P の位置から推定される実際の埋設物 B 1 の位置との間にズレが生じていたことをショベル P S の操作者に認識させることができる。操作者は、このような出力画像を見ることで、近くに埋まっている他の埋設物のズレを推測できる。また、操作者は、将来的に起こり得る埋設物のズレを予測できる。

40

【 0 1 6 3 】

ショベル P S は、図 1 2 ~ 図 1 6 に示すように、操作者による手動操作を自動的に支援するマシンコントロール機能を実行できるように構成されていてもよい。また、ショベル P S は、ショベル P S の周囲に存在する物体を検知できるように構成されていてもよい。図 1 2 は、本発明の別の実施形態に係るショベル P S の側面図である。図 1 3 は、図 1 2 のショベル P S の上面図である。図 1 4 は、図 1 2 のショベルに搭載される油圧システムの構成例を示す図である。図 1 5 A ~ 図 1 5 D は、図 1 2 のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。図 1 6 は、図 1 2 のショベルに搭載されるコントローラ 3 0 の機能ブロック図である。

50

【 0 1 6 4 】

具体的には、ショベル P S は、マシンコントロール機能としての速度制限機能、停止機能及び自動回避機能を実行できるように構成されている。速度制限機能は、施工情報に含まれる埋設物データで特定される埋設物に掘削アタッチメントの作業部位が接近したときに作業部位の移動速度が低減するように掘削アタッチメントの動きを制限する機能である。停止機能は、埋設物に作業部位が接近したときに掘削アタッチメントの動きを停止させる機能である。自動回避機能は、作業部位が埋設物と接触しないように、埋設物を回避するように掘削アタッチメントを自動的に動作させる機能である。

【 0 1 6 5 】

また、ショベル P S は、例えば、ショベル P S から所定の距離の範囲内で、埋設物の近くで作業する補助作業員又は障害物等を検知した場合に、ショベル P S の操作者及び補助作業員の少なくとも一方に対して警報を出力するように構成されていてもよい。この場合、ショベル P S は、上部旋回体 3 の動き、及び、掘削アタッチメントの動きを自動的に停止させるように構成されていてもよい。

10

【 0 1 6 6 】

また、ショベル P S は、埋設物に関するマシンガイダンス機能及びマシンコントロール機能の少なくとも一方を実行するとともに、ショベル P S の周囲で補助作業員等の物体を検知した場合には、その物体に関して速度制限機能、停止機能及び自動回避機能の少なくとも 1 つを実行できるように構成されていてもよい。

【 0 1 6 7 】

図 1 2 に示す例では、ショベル P S の下部走行体 1 はクローラ 1 C を含む。クローラ 1 C は、下部走行体 1 に搭載されている走行アクチュエータとしての走行油圧モータ 2 M によって駆動される。具体的には、クローラ 1 C は左クローラ 1 C L 及び右クローラ 1 C R を含む。左クローラ 1 C L は左走行油圧モータ 2 M L によって駆動され、右クローラ 1 C R は右走行油圧モータ 2 M R によって駆動される。

20

【 0 1 6 8 】

下部走行体 1 には旋回機構 2 を介して上部旋回体 3 が旋回可能に搭載されている。旋回機構 2 は、上部旋回体 3 に搭載されている旋回アクチュエータとしての旋回油圧モータ 2 A によって駆動される。但し、旋回アクチュエータは、電動アクチュエータとしての旋回電動発電機であってもよい。

30

【 0 1 6 9 】

上部旋回体 3 にはブーム 4 が取り付けられている。ブーム 4 の先端にはアーム 5 が取り付けられ、アーム 5 の先端にはエンドアタッチメントとしてのバケット 6 が取り付けられている。ブーム 4、アーム 5 及びバケット 6 は、アタッチメントの一例である掘削アタッチメントを構成する。ブーム 4 はブームシリンダ 7 で駆動され、アーム 5 はアームシリンダ 8 で駆動され、バケット 6 はバケットシリンダ 9 で駆動される。ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8 及びバケットシリンダ 9 は、アタッチメントアクチュエータを構成している。

【 0 1 7 0 】

ブーム 4 は、上部旋回体 3 に対して上下に回動可能に支持されている。そして、ブーム 4 にはブーム角度センサ S 1 が取り付けられている。ブーム角度センサ S 1 は、ブーム 4 の回動角度であるブーム角度 1 を検出できる。ブーム角度 1 は、例えば、ブーム 4 を最も下降させた状態からの上昇角度である。そのため、ブーム角度 1 は、ブーム 4 を最も上昇させたときに最大となる。

40

【 0 1 7 1 】

アーム 5 は、ブーム 4 に対して回動可能に支持されている。そして、アーム 5 にはアーム角度センサ S 2 が取り付けられている。アーム角度センサ S 2 は、アーム 5 の回動角度であるアーム角度 2 を検出できる。アーム角度 2 は、例えば、アーム 5 を最も閉じた状態からの開き角度である。そのため、アーム角度 2 は、アーム 5 を最も開いたときに最大となる。

50

【 0 1 7 2 】

バケット 6 は、アーム 5 に対して回動可能に支持されている。そして、バケット 6 にはバケット角度センサ S 3 が取り付けられている。バケット角度センサ S 3 は、バケット 6 の回動角度であるバケット角度 3 を検出できる。バケット角度 3 は、バケット 6 を最も閉じた状態からの開き角度である。そのため、バケット角度 3 は、バケット 6 を最も開いたときに最大となる。

【 0 1 7 3 】

図 1 2 の実施形態では、ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2 及びバケット角度センサ S 3 のそれぞれは、加速度センサとジャイロセンサの組み合わせで構成されている。但し、加速度センサのみで構成されていてもよい。また、ブーム角度センサ S 1 は、ブームシリンダ 7 に取り付けられたストロークセンサであってもよく、ロータリエンコーダ、ポテンショメータ、慣性計測装置等であってもよい。アーム角度センサ S 2 及びバケット角度センサ S 3 についても同様である。

10

【 0 1 7 4 】

上部旋回体 3 には、運転室としてのキャビン 1 0 が設けられ、且つ、エンジン 1 1 等の動力源が搭載されている。また、上部旋回体 3 には、空間認識装置 7 0、向き検出装置 7 1、撮像装置 8 0、測位装置 P 1、機体傾斜センサ S 4、旋回角速度センサ S 5 等が取り付けられている。キャビン 1 0 の内部には、操作装置 2 6、コントローラ 3 0、情報入力装置 7 2、表示装置 4 0、音声出力装置 4 3 等が設けられている。なお、本書では、便宜上、上部旋回体 3 における、掘削アタッチメントが取り付けられている側を前方とし、カウンタウエイトが取り付けられている側を後方とする。

20

【 0 1 7 5 】

空間認識装置 7 0 は、ショベル P S の周囲の三次元空間に存在する物体を認識するように構成されている。また、空間認識装置 7 0 は、空間認識装置 7 0 又はショベル P S から認識された物体までの距離を算出するように構成されていてもよい。空間認識装置 7 0 は、例えば、超音波センサ、ミリ波レーダ、単眼カメラ、ステレオカメラ、L I D A R、距離画像センサ、赤外線センサ等を含む。図 1 2 及び図 1 3 に示す例では、空間認識装置 7 0 は、キャビン 1 0 の上面前端に取り付けられた前方センサ 7 0 F、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられた後方センサ 7 0 B、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられた左方センサ 7 0 L、及び、上部旋回体 3 の上面右端に取り付けられた右方センサ 7 0 R を含む。上部旋回体 3 の上方の空間に存在する物体を認識する上方センサがショベル P S に取り付けられていてもよい。

30

【 0 1 7 6 】

向き検出装置 7 1 は、上部旋回体 3 の向きと下部走行体 1 の向きとの相対的な関係に関する情報を検出するように構成されている。向き検出装置 7 1 は、例えば、下部走行体 1 に取り付けられた地磁気センサと上部旋回体 3 に取り付けられた地磁気センサの組み合わせで構成されていてもよい。或いは、向き検出装置 7 1 は、下部走行体 1 に取り付けられた G N S S 受信機と上部旋回体 3 に取り付けられた G N S S 受信機の組み合わせで構成されていてもよい。向き検出装置 7 1 は、ロータリエンコーダ、ロータリポジションセンサ等であってもよい。旋回電動発電機で上部旋回体 3 が旋回駆動される構成では、向き検出装置 7 1 は、レゾルバで構成されていてもよい。向き検出装置 7 1 は、例えば、下部走行体 1 と上部旋回体 3 との間の相対回転を実現する旋回機構 2 に関連して設けられるセンタージョイントに取り付けられていてもよい。

40

【 0 1 7 7 】

向き検出装置 7 1 は、上部旋回体 3 に取り付けられたカメラで構成されていてもよい。この場合、向き検出装置 7 1 は、上部旋回体 3 に取り付けられているカメラが撮像した画像（入力画像）に既知の画像処理を施して入力画像に含まれる下部走行体 1 の画像を検出する。そして、向き検出装置 7 1 は、既知の画像認識技術を用いて下部走行体 1 の画像を検出することで、下部走行体 1 の長手方向を特定する。そして、上部旋回体 3 の前後軸の方向と下部走行体 1 の長手方向との間に形成される角度を導き出す。上部旋回体 3 の前後

50

軸の方向は、カメラの取り付け位置から導き出される。特に、クローラ 1 C は上部旋回体 3 から突出しているため、向き検出装置 7 1 は、クローラ 1 C の画像を検出することで下部走行体 1 の長手方向を特定できる。この場合、向き検出装置 7 1 は、コントローラ 3 0 に統合されていてもよい。

【 0 1 7 8 】

情報入力装置 7 2 は、ショベルの操作者がコントローラ 3 0 に対して情報を入力できるように構成されている。図 1 2 及び図 1 3 に示す例では、情報入力装置 7 2 は、表示装置 4 0 の画像表示部 4 1 に近接して設置されるスイッチパネルである。但し、情報入力装置 7 2 は、表示装置 4 0 の画像表示部 4 1 の上に配置されるタッチパネルであってもよく、キャビン 1 0 内に配置されているマイクフォン等の音声入力装置であってもよい。

10

【 0 1 7 9 】

撮像装置 8 0 は、ショベル P S の周囲を撮像する。図 1 2 及び図 1 3 に示す例では、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられたバックカメラ 8 0 B、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられた左カメラ 8 0 L、及び、上部旋回体 3 の上面右端に取り付けられた右カメラ 8 0 R を含む。前方カメラを含んでいてもよい。

【 0 1 8 0 】

バックカメラ 8 0 B は後方センサ 7 0 B に隣接して配置され、左カメラ 8 0 L は左方センサ 7 0 L に隣接して配置され、且つ、右カメラ 8 0 R は右方センサ 7 0 R に隣接して配置されている。前方カメラは、前方センサ 7 0 F に隣接して配置されていてもよい。

【 0 1 8 1 】

撮像装置 8 0 が撮像した画像は、キャビン 1 0 内に設置されている表示装置 4 0 に表示される。撮像装置 8 0 は、俯瞰画像等の視点変換画像を表示装置 4 0 に表示できるように構成されていてもよい。俯瞰画像は、例えば、バックカメラ 8 0 B、左カメラ 8 0 L 及び右カメラ 8 0 R のそれぞれが出力する画像を合成して生成される。

20

【 0 1 8 2 】

この構成により、ショベル P S は、空間認識装置 7 0 が検知した物体の画像を表示装置 4 0 に表示できる。そのため、ショベル P S の操作者は、掘削アタッチメント等の被駆動体の動作が制限或いは停止された場合、表示装置 4 0 に表示されている画像を見ることで、その原因となった物体が何であるかをすぐに確認できる。

【 0 1 8 3 】

測位装置 P 1 は、上部旋回体 3 の位置を測定するように構成されている。図 1 2 に示す例では、測位装置 P 1 は、G N S S 受信機であり、上部旋回体 3 の位置を検出し、検出値をコントローラ 3 0 に対して出力する。測位装置 P 1 は、G N S S コンパスであってもよい。この場合、測位装置 P 1 は、上部旋回体 3 の位置及び向きを検出できる。

30

【 0 1 8 4 】

機体傾斜センサ S 4 は、所定の平面に対する上部旋回体 3 の傾斜を検出する。図 1 2 に示す例では、機体傾斜センサ S 4 は、水平面に関する上部旋回体 3 の前後軸回りの傾斜角及び左右軸回りの傾斜角を検出する加速度センサである。上部旋回体 3 の前後軸及び左右軸は、例えば、互いに直交してショベル P S の旋回軸上の一点であるショベル中心点を通る。

40

【 0 1 8 5 】

旋回角速度センサ S 5 は、上部旋回体 3 の旋回角速度を検出する。図 1 2 に示す例では、ジャイロセンサである。レゾルバ、ロータリエンコーダ等であってもよい。旋回角速度センサ S 5 は、旋回速度を検出してよい。旋回速度は、旋回角速度から算出されてもよい。

【 0 1 8 6 】

以下では、ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2、バケット角度センサ S 3、機体傾斜センサ S 4 及び旋回角速度センサ S 5 の少なくとも 1 つは、姿勢検出装置とも称される。掘削アタッチメントの姿勢は、例えば、ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2 及びバケット角度センサ S 3 のそれぞれの出力に基づいて検出される。

50

【 0 1 8 7 】

表示装置 4 0 は、情報を表示する装置である。図 1 2 に示す例では、表示装置 4 0 は、キャビン 1 0 内に設置された液晶ディスプレイである。但し、表示装置 4 0 は、スマートフォン等の携帯端末のディスプレイであってもよい。

【 0 1 8 8 】

音声出力装置 4 3 は、音声を出力する装置である。音声出力装置 4 3 は、キャビン 1 0 内の操作者に向けて音声出力する装置、及び、キャビン 1 0 外の作業員に向けて音声出力する装置の少なくとも 1 つを含む。携帯端末のスピーカであってもよい。

【 0 1 8 9 】

操作装置 2 6 は、操作者がアクチュエータの操作のために用いる装置である。

10

【 0 1 9 0 】

コントローラ 3 0 は、ショベル P S を制御するための制御装置である。図 1 2 に示す例では、コントローラ 3 0 は、C P U、揮発性記憶装置、不揮発性記憶装置等を備えたコンピュータで構成されている。そして、コントローラ 3 0 は、各機能に対応するプログラムを不揮発性記憶装置から読み出して揮発性記憶装置にロードし、対応する処理を C P U に実行させる。各機能は、例えば、操作者によるショベル P S の手動操作をガイド（案内）するマシンガイダンス機能、及び、操作者によるショベル P S の手動操作を支援したり或いはショベル P S を自動的或いは自律的に動作させたりするマシンコントロール機能を含む。

【 0 1 9 1 】

20

次に、図 1 4 を参照し、ショベル P S に搭載される油圧システムの構成例について説明する。図 1 4 は、ショベル P S に搭載される油圧システムの構成例を示す図である。図 1 4 は、機械的動力伝達系、作動油ライン、パイロットライン及び電気制御系を、それぞれ二重線、実線、破線及び点線で示している。

【 0 1 9 2 】

ショベル P S の油圧システムは、主に、エンジン 1 1、レギュレータ 1 3、メインポンプ 1 4、パイロットポンプ 1 5、コントロールバルブ 1 7、操作装置 2 6、吐出圧センサ 2 8、操作圧センサ 2 9、コントローラ 3 0 等を含む。

【 0 1 9 3 】

図 1 4 において、油圧システムは、エンジン 1 1 によって駆動されるメインポンプ 1 4 から、センターバイパス管路 6 0 又はパラレル管路 6 2 を経て作動油タンクまで作動油を循環させることができるように構成されている。

30

【 0 1 9 4 】

エンジン 1 1 は、ショベル P S の駆動源である。図 1 4 に示す例では、エンジン 1 1 は、例えば、所定の回転数を維持するように動作するディーゼルエンジンである。エンジン 1 1 の出力軸は、メインポンプ 1 4 及びパイロットポンプ 1 5 の入力軸に連結されている。

【 0 1 9 5 】

メインポンプ 1 4 は、作動油ラインを介して作動油をコントロールバルブ 1 7 に供給できるように構成されている。図 1 4 に示す例では、メインポンプ 1 4 は、斜板式可変容量型油圧ポンプである。

40

【 0 1 9 6 】

レギュレータ 1 3 は、メインポンプ 1 4 の吐出量を制御できるように構成されている。図 1 4 に示す例では、レギュレータ 1 3 は、コントローラ 3 0 からの制御指令に応じてメインポンプ 1 4 の斜板傾転角を調節することによってメインポンプ 1 4 の吐出量を制御する。

【 0 1 9 7 】

パイロットポンプ 1 5 は、パイロットラインを介して操作装置 2 6 を含む油圧制御機器に作動油を供給できるように構成されている。図 1 4 に示す例では、パイロットポンプ 1 5 は、固定容量型油圧ポンプである。

【 0 1 9 8 】

50

コントロールバルブ 17 は、ショベル P S における油圧システムを制御する油圧制御装置である。図 14 に示す例では、コントロールバルブ 17 は、制御弁 171 ~ 176 を含む。制御弁 175 は制御弁 175 L 及び制御弁 175 R を含み、制御弁 176 は制御弁 176 L 及び制御弁 1756 を含む。コントロールバルブ 17 は、制御弁 171 ~ 176 を通じ、メインポンプ 14 が吐出する作動油を 1 又は複数の油圧アクチュエータに選択的に供給できるように構成されている。制御弁 171 ~ 176 は、例えば、メインポンプ 14 から油圧アクチュエータに流れる作動油の流量、及び、油圧アクチュエータから作動油タンクに流れる作動油の流量を制御する。油圧アクチュエータは、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、バケットシリンダ 9、左走行油圧モータ 2 M L、右走行油圧モータ 2 M R 及び旋回油圧モータ 2 A を含む。

10

【0199】

操作装置 26 は、操作者がアクチュエータの操作のために用いる装置である。操作装置 26 は、例えば、操作レバー及び操作ペダルを含む。アクチュエータは、油圧アクチュエータ及び電動アクチュエータの少なくとも 1 つを含む。図 14 に示す例では、操作装置 26 は、パイロットラインを介して、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、コントロールバルブ 17 内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できるように構成されている。パイロットポートのそれぞれに供給される作動油の圧力（パイロット圧）は、油圧アクチュエータのそれぞれに対応する操作装置 26 の操作方向及び操作量に応じた圧力である。但し、操作装置 26 は、上述のようなパイロット圧式ではなく、電気制御式であってもよい。この場合、コントロールバルブ 17 内の制御弁は、電磁ソレノイド式スプール弁

20

【0200】

吐出圧センサ 28 は、メインポンプ 14 の吐出圧を検出できるように構成されている。図 14 に示す例では、吐出圧センサ 28 は、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【0201】

操作圧センサ 29 は、操作者による操作装置 26 の操作の内容を検出できるように構成されている。図 14 に示す例では、操作圧センサ 29 は、アクチュエータのそれぞれに対応する操作装置 26 の操作方向及び操作量を圧力（操作圧）の形で検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。操作装置 26 の操作の内容は、操作圧センサ以外の他のセンサを用いて検出されてもよい。

30

【0202】

メインポンプ 14 は、左メインポンプ 14 L 及び右メインポンプ 14 R を含む。そして、左メインポンプ 14 L は、左センターバイパス管路 60 L 又は左パラレル管路 62 L を経て作動油タンクまで作動油を循環させ、右メインポンプ 14 R は、右センターバイパス管路 60 R 又は右パラレル管路 62 R を経て作動油タンクまで作動油を循環させる。

【0203】

左センターバイパス管路 60 L は、コントロールバルブ 17 内に配置された制御弁 171、173、175 L 及び 176 L を通る作動油ラインである。右センターバイパス管路 60 R は、コントロールバルブ 17 内に配置された制御弁 172、174、175 R 及び 176 R を通る作動油ラインである。

40

【0204】

制御弁 171 は、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油を左走行油圧モータ 2 M L へ供給し、且つ、左走行油圧モータ 2 M L が吐出する作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0205】

制御弁 172 は、右メインポンプ 14 R が吐出する作動油を右走行油圧モータ 2 M R へ供給し、且つ、右走行油圧モータ 2 M R が吐出する作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0206】

50

制御弁 173 は、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油を旋回油圧モータ 2 A へ供給し、且つ、旋回油圧モータ 2 A が吐出する作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0207】

制御弁 174 は、右メインポンプ 14 R が吐出する作動油をバケットシリンダ 9 へ供給し、且つ、バケットシリンダ 9 内の作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0208】

制御弁 175 L は、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油をブームシリンダ 7 へ供給するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。制御弁 175 R は、右メインポンプ 14 R が吐出する作動油をブームシリンダ 7 へ供給し、且つ、ブームシリンダ 7 内の作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

10

【0209】

制御弁 176 L は、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油をアームシリンダ 8 へ供給し、且つ、アームシリンダ 8 内の作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0210】

制御弁 176 R は、右メインポンプ 14 R が吐出する作動油をアームシリンダ 8 へ供給し、且つ、アームシリンダ 8 内の作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

20

【0211】

左パラレル管路 62 L は、左センターバイパス管路 60 L に並行する作動油ラインである。左パラレル管路 62 L は、制御弁 171、173、175 L の何れかによって左センターバイパス管路 60 L を通る作動油の流れが制限或いは遮断された場合に、より下流の制御弁に作動油を供給できる。右パラレル管路 62 R は、右センターバイパス管路 60 R に並行する作動油ラインである。右パラレル管路 62 R は、制御弁 172、174、175 R の何れかによって右センターバイパス管路 60 R を通る作動油の流れが制限或いは遮断された場合に、より下流の制御弁に作動油を供給できる。

【0212】

レギュレータ 13 は、左レギュレータ 13 L 及び右レギュレータ 13 R を含む。左レギュレータ 13 L は、左メインポンプ 14 L の吐出圧に応じて左メインポンプ 14 L の斜板傾転角を調節することによって、左メインポンプ 14 L の吐出量を制御する。具体的には、左レギュレータ 13 L は、例えば、左メインポンプ 14 L の吐出圧の増大に応じて左メインポンプ 14 L の斜板傾転角を調節して吐出量を減少させる。右レギュレータ 13 R についても同様である。吐出圧と吐出量との積で表されるメインポンプ 14 の吸収馬力がエンジン 11 の出力馬力を超えないようにするためである。

30

【0213】

操作装置 26 は、左操作レバー 26 L、右操作レバー 26 R 及び走行レバー 26 D を含む。走行レバー 26 D は、左走行レバー 26 D L 及び右走行レバー 26 D R を含む。

【0214】

左操作レバー 26 L は、旋回操作とアーム 5 の操作に用いられる。左操作レバー 26 L は、前後方向に操作されると、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、レバー操作量に応じた制御圧を制御弁 176 のパイロットポートに導入させる。また、左右方向に操作されると、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、レバー操作量に応じた制御圧を制御弁 173 のパイロットポートに導入させる。

40

【0215】

具体的には、左操作レバー 26 L は、アーム閉じ方向に操作された場合に、制御弁 176 L の右側パイロットポートに作動油を導入させ、且つ、制御弁 176 R の左側パイロットポートに作動油を導入させる。また、左操作レバー 26 L は、アーム開き方向に操作された場合には、制御弁 176 L の左側パイロットポートに作動油を導入させ、且つ、制御

50

弁 1 7 6 R の右側パイロットポートに作動油を導入させる。また、左操作レバー 2 6 L は、左旋回方向に操作された場合に、制御弁 1 7 3 の左側パイロットポートに作動油を導入させ、右旋回方向に操作された場合に、制御弁 1 7 3 の右側パイロットポートに作動油を導入させる。

【 0 2 1 6 】

右操作レバー 2 6 R は、ブーム 4 の操作とバケット 6 の操作に用いられる。右操作レバー 2 6 R は、前後方向に操作されると、パイロットポンプ 1 5 が吐出する作動油を利用し、レバー操作量に応じた制御圧を制御弁 1 7 5 のパイロットポートに導入させる。また、左右方向に操作されると、パイロットポンプ 1 5 が吐出する作動油を利用し、レバー操作量に応じた制御圧を制御弁 1 7 4 のパイロットポートに導入させる。

10

【 0 2 1 7 】

具体的には、右操作レバー 2 6 R は、ブーム下げ方向に操作された場合に、制御弁 1 7 5 R の左側パイロットポートに作動油を導入させる。また、右操作レバー 2 6 R は、ブーム上げ方向に操作された場合には、制御弁 1 7 5 L の右側パイロットポートに作動油を導入させ、且つ、制御弁 1 7 5 R の左側パイロットポートに作動油を導入させる。また、右操作レバー 2 6 R は、バケット閉じ方向に操作された場合に、制御弁 1 7 4 の右側パイロットポートに作動油を導入させ、バケット開き方向に操作された場合に、制御弁 1 7 4 の左側パイロットポートに作動油を導入させる。

【 0 2 1 8 】

走行レバー 2 6 D は、クローラ 1 C の操作に用いられる。具体的には、左走行レバー 2 6 D L は、左クローラ 1 C L の操作に用いられる。左走行ペダルと連動するように構成されていてもよい。左走行レバー 2 6 D L は、前後方向に操作されると、パイロットポンプ 1 5 が吐出する作動油を利用し、レバー操作量に応じた制御圧を制御弁 1 7 1 のパイロットポートに導入させる。右走行レバー 2 6 D R は、右クローラ 1 C R の操作に用いられる。右走行ペダルと連動するように構成されていてもよい。右走行レバー 2 6 D R は、前後方向に操作されると、パイロットポンプ 1 5 が吐出する作動油を利用し、レバー操作量に応じた制御圧を制御弁 1 7 2 のパイロットポートに導入させる。

20

【 0 2 1 9 】

吐出圧センサ 2 8 は、吐出圧センサ 2 8 L 及び吐出圧センサ 2 8 R を含む。吐出圧センサ 2 8 L は、左メインポンプ 1 4 L の吐出圧を検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。吐出圧センサ 2 8 R についても同様である。

30

【 0 2 2 0 】

操作圧センサ 2 9 は、操作圧センサ 2 9 L A、2 9 L B、2 9 R A、2 9 R B、2 9 D L、2 9 D R を含む。操作圧センサ 2 9 L A は、操作者による左操作レバー 2 6 L に対する前後方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。操作の内容は、例えば、レバー操作方向、レバー操作量（レバー操作角度）等である。

【 0 2 2 1 】

同様に、操作圧センサ 2 9 L B は、操作者による左操作レバー 2 6 L に対する左右方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。操作圧センサ 2 9 R A は、操作者による右操作レバー 2 6 R に対する前後方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。操作圧センサ 2 9 R B は、操作者による右操作レバー 2 6 R に対する左右方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。操作圧センサ 2 9 D L は、操作者による左走行レバー 2 6 D L に対する前後方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。操作圧センサ 2 9 D R は、操作者による右走行レバー 2 6 D R に対する前後方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。

40

【 0 2 2 2 】

コントローラ 3 0 は、操作圧センサ 2 9 の出力を受信し、必要に応じてレギュレータ 1

50

3 に対して制御指令を出力し、メインポンプ 14 の吐出量を変化させる。また、コントローラ 30 は、絞り 18 の上流に設けられた制御圧センサ 19 の出力を受信し、必要に応じてレギュレータ 13 に対して制御指令を出力し、メインポンプ 14 の吐出量を変化させる。絞り 18 は左絞り 18 L 及び右絞り 18 R を含み、制御圧センサ 19 は左制御圧センサ 19 L 及び右制御圧センサ 19 R を含む。

【0223】

左センターバイパス管路 60 L には、最も下流にある制御弁 176 L と作動油タンクとの間に左絞り 18 L が配置されている。そのため、左メインポンプ 14 L が吐出した作動油の流れは、左絞り 18 L で制限される。そして、左絞り 18 L は、左レギュレータ 13 L を制御するための制御圧を発生させる。左制御圧センサ 19 L は、この制御圧を検出するためのセンサであり、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。コントローラ 30 は、この制御圧に応じて左メインポンプ 14 L の斜板傾転角を調節することによって、左メインポンプ 14 L の吐出量を制御する。コントローラ 30 は、この制御圧が大きいほど左メインポンプ 14 L の吐出量を減少させ、この制御圧が小さいほど左メインポンプ 14 L の吐出量を増大させる。右メインポンプ 14 R の吐出量も同様に制御される。

10

【0224】

具体的には、図 14 で示されるようにショベル P S における油圧アクチュエータが何れも操作されていない待機状態の場合、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油は、左センターバイパス管路 60 L を通って左絞り 18 L に至る。そして、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油の流れは、左絞り 18 L の上流で発生する制御圧を増大させる。その結果、コントローラ 30 は、左メインポンプ 14 L の吐出量を許容最小吐出量まで減少させ、吐出した作動油が左センターバイパス管路 60 L を通過する際の圧力損失（ポンピングロス）を抑制する。一方、何れかの油圧アクチュエータが操作された場合、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油は、操作対象の油圧アクチュエータに対応する制御弁を介して、操作対象の油圧アクチュエータに流れ込む。そして、左メインポンプ 14 L が吐出する作動油の流れは、左絞り 18 L に至る量を減少或いは消失させ、左絞り 18 L の上流で発生する制御圧を低下させる。その結果、コントローラ 30 は、左メインポンプ 14 L の吐出量を増大させ、操作対象の油圧アクチュエータに十分な作動油を循環させ、操作対象の油圧アクチュエータの駆動を確かなものとする。なお、コントローラ 30 は、右メインポンプ 14 R の吐出量も同様に制御する。

20

30

【0225】

上述のような構成により、図 14 の油圧システムは、待機状態においては、メインポンプ 14 における無駄なエネルギー消費を抑制できる。無駄なエネルギー消費は、メインポンプ 14 が吐出する作動油がセンターバイパス管路 60 で発生させるポンピングロスを含む。また、図 14 の油圧システムは、油圧アクチュエータを作動させる場合には、メインポンプ 14 から必要十分な作動油を作動対象の油圧アクチュエータに確実に供給できる。

【0226】

次に、図 15 A ~ 図 15 D を参照し、コントローラ 30 がマシンコントロール機能によってアクチュエータを動作させるための構成について説明する。図 15 A ~ 図 15 D は、油圧システムの一部を抜き出した図である。具体的には、図 15 A は、アームシリンダ 8 の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図であり、図 15 B は、ブームシリンダ 7 の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図である。図 15 C は、バケットシリンダ 9 の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図であり、図 15 D は、旋回油圧モータ 2 A の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図である。

40

【0227】

図 15 A ~ 図 15 D に示すように、油圧システムは、比例弁 31 及びシャトル弁 32 を含む。比例弁 31 は、比例弁 31 A L ~ 31 D L 及び 31 A R ~ 31 D R を含み、シャトル弁 32 は、シャトル弁 32 A L ~ 32 D L 及び 32 A R ~ 32 D R を含む。

【0228】

比例弁 31 は、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁 31 は、パイロッツ

50

トポンプ 15 とシャトル弁 32 とを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。図 15 A ~ 図 15 D に示す例では、比例弁 31 は、コントローラ 30 が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ 30 は、操作者による操作装置 26 の操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31 及びシャトル弁 32 を介し、コントロールバルブ 17 内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

【0229】

シャトル弁 32 は、2つの入口ポートと1つの出口ポートを有する。2つの入口ポートのうちの1つは操作装置 26 に接続され、他方は比例弁 31 に接続されている。出口ポートは、コントロールバルブ 17 内の対応する制御弁のパイロットポートに接続されている。そのため、シャトル弁 32 は、操作装置 26 が生成するパイロット圧と比例弁 31 が生成するパイロット圧のうちの高い方を、対応する制御弁のパイロットポートに作用させることができる。

10

【0230】

この構成により、コントローラ 30 は、特定の操作装置 26 に対する操作が行われていない場合であっても、その特定の操作装置 26 に対応する油圧アクチュエータを動作させることができる。

【0231】

例えば、図 15 A に示すように、左操作レバー 26 L は、アーム 5 を操作するために用いられる。具体的には、左操作レバー 26 L は、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、前後方向への操作に応じたパイロット圧を制御弁 176 のパイロットポートに作用させる。より具体的には、左操作レバー 26 L は、アーム閉じ方向（後方向）に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 176 L の右側パイロットポートと制御弁 176 R の左側パイロットポートに作用させる。また、左操作レバー 26 L は、アーム開き方向（前方向）に操作された場合には、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 176 L の左側パイロットポートと制御弁 176 R の右側パイロットポートに作用させる。

20

【0232】

左操作レバー 26 L にはスイッチ NS が設けられている。図 15 A に示す例では、スイッチ NS は、左操作レバー 26 L の先端に設けられた押しボタンスイッチである。操作者は、スイッチ NS を押しながら左操作レバー 26 L を操作できる。スイッチ NS は、右操作レバー 26 R に設けられていてもよく、キャビン 10 内の他の位置に設けられていてもよい。

30

【0233】

操作圧センサ 29 LA は、操作者による左操作レバー 26 L に対する前後方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【0234】

比例弁 31 AL は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から比例弁 31 AL 及びシャトル弁 32 AL を介して制御弁 176 L の右側パイロットポート及び制御弁 176 R の左側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁 31 AR は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から比例弁 31 AR 及びシャトル弁 32 AR を介して制御弁 176 L の左側パイロットポート及び制御弁 176 R の右側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁 31 AL、31 AR は、制御弁 176 L、176 R を任意の弁位置で停止できるようにパイロット圧を調整可能である。

40

【0235】

この構成により、コントローラ 30 は、操作者によるアーム閉じ操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31 AL 及びシャトル弁 32 AL を介し、制御弁 176 L の右側パイロットポート及び制御弁 176 R の左側パイロットポートに供給できる。すなわち、アーム 5 を閉じることができる。また、コントローラ 30 は、操

50

作者によるアーム開き操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31AR 及びシャトル弁 32AR を介し、制御弁 176L の左側パイロットポート及び制御弁 176R の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、アーム 5 を開くことができる。

【0236】

また、図 15B に示すように、右操作レバー 26R は、ブーム 4 を操作するために用いられる。具体的には、右操作レバー 26R は、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、前後方向への操作に応じたパイロット圧を制御弁 175 のパイロットポートに作用させる。より具体的には、右操作レバー 26R は、ブーム上げ方向（後方向）に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 175L の右側パイロットポートと制御弁 175R の左側パイロットポートに作用させる。また、右操作レバー 26R は、ブーム下げ方向（前方向）に操作された場合には、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 175R の右側パイロットポートに作用させる。

10

【0237】

操作圧センサ 29RA は、操作者による右操作レバー 26R に対する前後方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【0238】

比例弁 31BL は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から比例弁 31BL 及びシャトル弁 32BL を介して制御弁 175L の右側パイロットポート及び制御弁 175R の左側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁 31BR は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から比例弁 31BR 及びシャトル弁 32BR を介して制御弁 175L の左側パイロットポート及び制御弁 175R の右側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁 31BL、31BR は、制御弁 175L、175R を任意の弁位置で停止できるようにパイロット圧を調整可能である。

20

【0239】

この構成により、コントローラ 30 は、操作者によるブーム上げ操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31BL 及びシャトル弁 32BL を介し、制御弁 175L の右側パイロットポート及び制御弁 175R の左側パイロットポートに供給できる。すなわち、ブーム 4 を上げることができる。また、コントローラ 30 は、操作者によるブーム下げ操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31BR 及びシャトル弁 32BR を介し、制御弁 175R の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、ブーム 4 を下げることができる。

30

【0240】

また、図 15C に示すように、右操作レバー 26R は、バケット 6 を操作するためにも用いられる。具体的には、右操作レバー 26R は、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、左右方向への操作に応じたパイロット圧を制御弁 174 のパイロットポートに作用させる。より具体的には、右操作レバー 26R は、バケット閉じ方向（左方向）に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 174 の左側パイロットポートに作用させる。また、右操作レバー 26R は、バケット開き方向（右方向）に操作された場合には、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 174 の右側パイロットポートに作用させる。

40

【0241】

操作圧センサ 29RB は、操作者による右操作レバー 26R に対する左右方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【0242】

比例弁 31CL は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から比例弁 31CL 及びシャトル弁 32CL を介して制御弁 174 の左側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁 31

50

C Rは、コントローラ30が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ15から比例弁31 C R及びシャトル弁32 C Rを介して制御弁174の右側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁31 C L、31 C Rは、制御弁174を任意の弁位置で停止できるようにパイロット圧を調整可能である。

【0243】

この構成により、コントローラ30は、操作者によるバケット閉じ操作とは無関係に、パイロットポンプ15が吐出する作動油を、比例弁31 C L及びシャトル弁32 C Lを介し、制御弁174の左側パイロットポートに供給できる。すなわち、バケット6を閉じることができる。また、コントローラ30は、操作者によるバケット開き操作とは無関係に、パイロットポンプ15が吐出する作動油を、比例弁31 C R及びシャトル弁32 C Rを介し、制御弁174の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、バケット6を開くことができる。

10

【0244】

また、図15Dに示すように、左操作レバー26 Lは、旋回機構2を操作するためにも用いられる。具体的には、左操作レバー26 Lは、パイロットポンプ15が吐出する作動油を利用し、左右方向への操作に応じたパイロット圧を制御弁173のパイロットポートに作用させる。より具体的には、左操作レバー26 Lは、左旋回方向（左方向）に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁173の左側パイロットポートに作用させる。また、左操作レバー26 Lは、右旋回方向（右方向）に操作された場合には、操作量に応じたパイロット圧を制御弁173の右側パイロットポートに作用させる。

20

【0245】

操作圧センサ29 L Bは、操作者による左操作レバー26 Lに対する左右方向への操作の内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ30に対して出力する。

【0246】

比例弁31 D Lは、コントローラ30が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ15から比例弁31 D L及びシャトル弁32 D Lを介して制御弁173の左側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁31 D Rは、コントローラ30が出力する電流指令に応じて動作する。そして、パイロットポンプ15から比例弁31 D R及びシャトル弁32 D Rを介して制御弁173の右側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を調整する。比例弁31 D L、31 D Rは、制御弁173を任意の弁位置で停止できるようにパイロット圧を調整可能である。

30

【0247】

この構成により、コントローラ30は、操作者による左旋回操作とは無関係に、パイロットポンプ15が吐出する作動油を、比例弁31 D L及びシャトル弁32 D Lを介し、制御弁173の左側パイロットポートに供給できる。すなわち、旋回機構2を左旋回させることができる。また、コントローラ30は、操作者による右旋回操作とは無関係に、パイロットポンプ15が吐出する作動油を、比例弁31 D R及びシャトル弁32 D Rを介し、制御弁173の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、旋回機構2を右旋回させることができる。

【0248】

40

ショベルP Sは、下部走行体1を自動的に前進・後進させる構成を備えていてもよい。この場合、左走行油圧モータ2 M Lの操作に関する油圧システム部分、及び、右走行油圧モータ2 M Rの操作に関する油圧システム部分は、ブームシリンダ7の操作に関する油圧システム部分等と同じように構成されてもよい。

【0249】

また、操作装置26の形態として油圧式パイロット回路を備えた油圧式操作レバーに関する説明を記載したが、油圧式操作レバーではなく電気式パイロット回路を備えた電気式操作レバーが採用されてもよい。この場合、電気式操作レバーのレバー操作量は、電気信号としてコントローラ30へ入力される。また、パイロットポンプ15と各制御弁のパイロットポートとの間には電磁弁が配置される。電磁弁は、コントローラ30からの電気信

50

号に応じて動作するように構成される。この構成により、電気式操作レバーを用いた手動操作が行われると、コントローラ 30 は、レバー操作量に対応する電気信号によって電磁弁を制御してパイロット圧を増減させることで各制御弁を移動させることができる。なお、各制御弁は電磁スプール弁で構成されていてもよい。この場合、電磁スプール弁は、電気式操作レバーのレバー操作量に対応するコントローラ 30 からの電気信号に応じて動作する。

【0250】

次に、図 16 を参照し、コントローラ 30 の機能について説明する。図 16 は、コントローラ 30 の機能ブロック図である。図 16 の例では、コントローラ 30 は、姿勢検出装置、操作装置 26、空間認識装置 70、向き検出装置 71、情報入力装置 72、測位装置 P1 及びスイッチ NS 等の少なくとも 1 つが出力する信号を受け、様々な演算を実行し、比例弁 31、表示装置 40 及び音声出力装置 43 等の少なくとも 1 つに制御指令を出力できるように構成されている。姿勢検出装置は、ブーム角度センサ S1、アーム角度センサ S2、バケット角度センサ S3、機体傾斜センサ S4 及び旋回角速度センサ S5 を含む。コントローラ 30 は、位置算出部 30A、軌道取得部 30B 及び自律制御部 30C を機能要素として有する。各機能要素は、ハードウェアで構成されていてもよく、ソフトウェアで構成されていてもよい。

10

【0251】

位置算出部 30A は、測位対象の位置を算出するように構成されている。図 16 に示す例では、位置算出部 30A は、アタッチメントの所定部位の基準座標系における座標点を算出する。所定部位は、例えば、バケット 6 の爪先である。基準座標系の原点は、例えば、旋回軸とショベル PS の接地面との交点である。位置算出部 30A は、例えば、ブーム 4、アーム 5 及びバケット 6 のそれぞれの回動角度からバケット 6 の爪先の座標点を算出する。位置算出部 30A は、バケット 6 の爪先の中央の座標点だけでなく、バケット 6 の爪先の左端の座標点、及び、バケット 6 の爪先の右端の座標点を算出してもよい。この場合、位置算出部 30A は、機体傾斜センサ S4 の出力を利用してもよい。

20

【0252】

軌道取得部 30B は、ショベル PS を自律的に動作させるときにアタッチメントの所定部位が辿る軌道である目標軌道を取得するように構成されている。図 16 に示す例では、軌道取得部 30B は、自律制御部 30C がショベル PS を自律的に動作させるときに利用する目標軌道を取得する。具体的には、軌道取得部 30B は、不揮発性記憶装置に記憶されている目標施工面に関するデータに基づいて目標軌道を導き出す。軌道取得部 30B は、空間認識装置 70 が認識したショベル PS の周囲の地形に関する情報に基づいて目標軌道を導き出してもよい。或いは、軌道取得部 30B は、揮発性記憶装置に記憶されている姿勢検出装置の過去の出力からバケット 6 の爪先の過去の軌跡に関する情報を導き出し、その情報に基づいて目標軌道を導き出してもよい。或いは、軌道取得部 30B は、アタッチメントの所定部位の現在位置と目標施工面に関するデータとに基づいて目標軌道を導き出してもよい。

30

【0253】

自律制御部 30C は、ショベル PS を自律的に動作させるように構成されている。図 16 に示す例では、所定の開始条件が満たされた場合に、軌道取得部 30B が取得した目標軌道に沿ってアタッチメントの所定部位を移動させるように構成されている。具体的には、スイッチ NS が押されている状態で操作装置 26 が操作されたときに、所定部位が目標軌道に沿って移動するように、ショベル PS を自律的に動作させる。

40

【0254】

図 16 に示す例では、自律制御部 30C は、アクチュエータを自律的に動作させることで操作者によるショベルの手動操作を支援するように構成されている。例えば、自律制御部 30C は、操作者がスイッチ NS を押しながら手動でアーム閉じ操作を行っている場合に、目標軌道とバケット 6 の爪先の位置とが一致するようにブームシリンダ 7、アームシリンダ 8 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも 1 つを自律的に伸縮させてもよい。この場

50

合、操作者は、例えば、左操作レバー 26 L をアーム閉じ方向に操作するだけで、バケット 6 の爪先を目標軌道に一致させながら、アーム 5 を閉じることができる。この例では、主な操作対象であるアームシリンダ 8 は「主要アクチュエータ」と称される。また、主要アクチュエータの動きに応じて動く従動的な操作対象であるブームシリンダ 7 及びバケットシリンダ 9 は「従属アクチュエータ」と称される。

【0255】

図 16 に示す例では、自律制御部 30 C は、比例弁 31 に電流指令を与えて各アクチュエータに対応する制御弁に作用するパイロット圧を個別に調整することで各アクチュエータを自律的に動作させることができる。例えば、右操作レバー 26 R が傾倒されたか否かにかかわらず、ブームシリンダ 7 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも 1 つを動作させることができる。

10

【0256】

本願は、2017年12月21日に出願した日本国特許出願 2017 - 245454号に基づく優先権を主張するものであり、この日本国特許出願の全内容を本願に参照により援用する。

【符号の説明】

【0257】

1・・・下部走行体 1C・・・クローラ 1CL・・・左クローラ 1CR・・・右クローラ 2・・・旋回機構 2A・・・旋回油圧モータ 2M・・・走行油圧モータ 2ML・・・左走行油圧モータ 2MR・・・右走行油圧モータ 3・・・上部旋回体 3a・・・カバー 3w・・・カウンタウエイト 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 6c・・・クイックカプラ 7・・・ブームシリンダ 8・・・アームシリンダ 9・・・バケットシリンダ 10・・・キャビン 11・・・エンジン 11a・・・オルタネータ 11b・・・スタータ 11c・・・水温センサ 13・・・レギュレータ 14・・・メインポンプ 14c・・・油温センサ 15・・・パイロットポンプ 17・・・コントロールバルブ 18・・・絞り 19・・・制御圧センサ 26・・・操作装置 26D・・・走行レバー 26DL・・・左走行レバー 26DR・・・右走行レバー 26L・・・左操作レバー 26R・・・右操作レバー 27・・・スイッチボタン 28・・・吐出圧センサ 29、29DL、29DR、29LA、29LB、29RA、29RB・・・操作圧センサ 30・・・コントローラ 30a・・・内部メモリ 30A・・・位置算出部 30B・・・軌道取得部 30C・・・自律制御部 31、31AL~31DL、31AR~31DR・・・比例弁 32、32AL~32DL、32AR~32DR・・・シャトル弁 40・・・表示装置 40a・・・処理部 41・・・画像表示部 42・・・入力装置 42a・・・ライトスイッチ 42b・・・ワイパースイッチ 42c・・・ウィンドウォッシュスイッチ 43・・・音声出力装置 47・・・記憶装置 49・・・ゲートロックレバー 49a・・・ゲートロック弁 50・・・マシンガイダンス装置 51・・・位置算出部 52・・・距離算出部 53・・・情報伝達部 54・・・自動制御部 60・・・センターバイパス管路 62・・・パラレル管路 70・・・空間認識装置 70F・・・前方センサ 70B・・・後方センサ 70L・・・左方センサ 70R・・・右方センサ 71・・・向き検出装置 72・・・情報入力装置 74・・・ECU 75・・・エンジン回転数調整ダイヤル 80・・・撮像装置 80B・・・バックカメラ 80L・・・左カメラ 80R・・・右カメラ 90・・・蓄電池 92・・・電装品 171~176・・・制御弁 430・・・作業ガイダンス表示部 B1・・・埋設物 E1・・・地中物検出器 G11・・・バケット図形 G12・・・アーム図形 G13・・・埋設物図形 G14・・・接近制限ライン G15・・・シート図形 G16・・・破線枠 G17・・・両矢印 NS・・・スイッチ P0、P1・・・測位装置 PS・・・シヨベル S1・・・ブーム角度センサ S2・・・アーム角度センサ S3・・・バケット角度センサ S4・・・機体傾斜センサ S5・・・旋回角速度センサ T0、T1・・・通信装置 TR・・・手押し車 U1・・・地中物

20

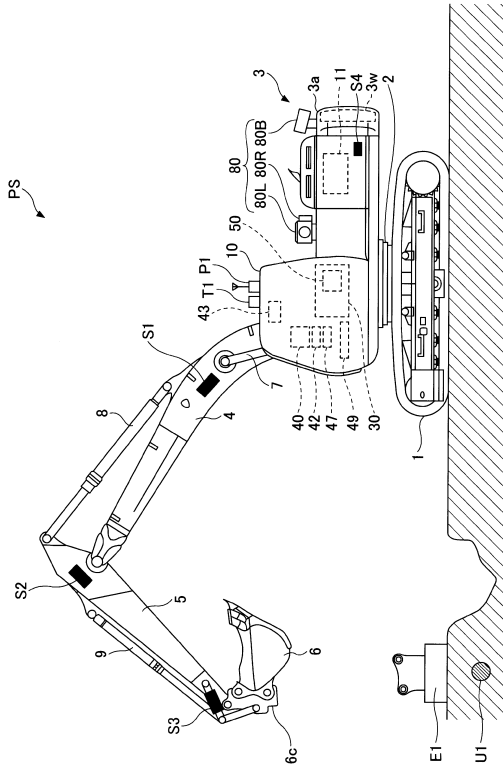
30

40

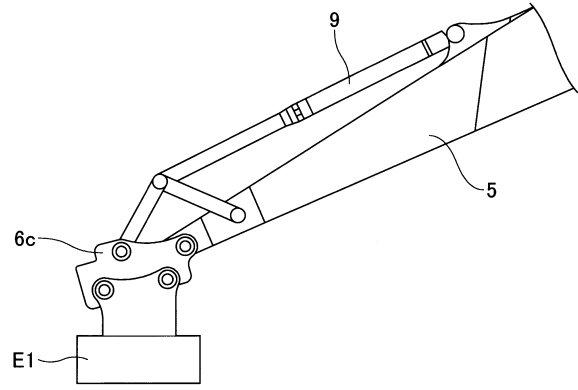
50

【図面】

【図 1】



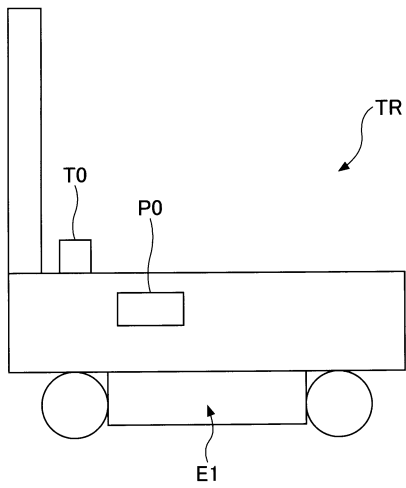
【図 2】



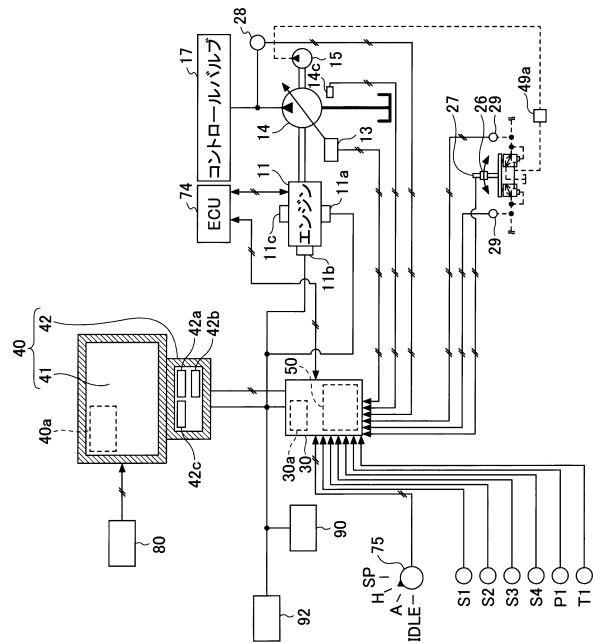
10

20

【図 3】



【図 4】

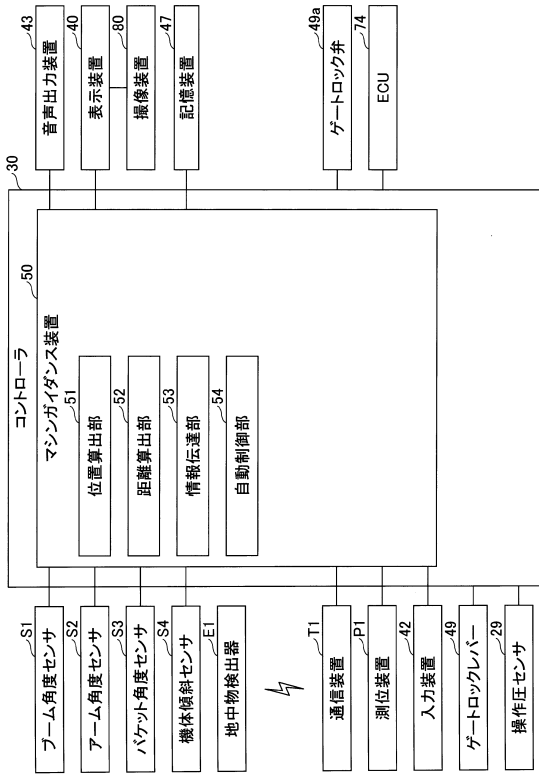


30

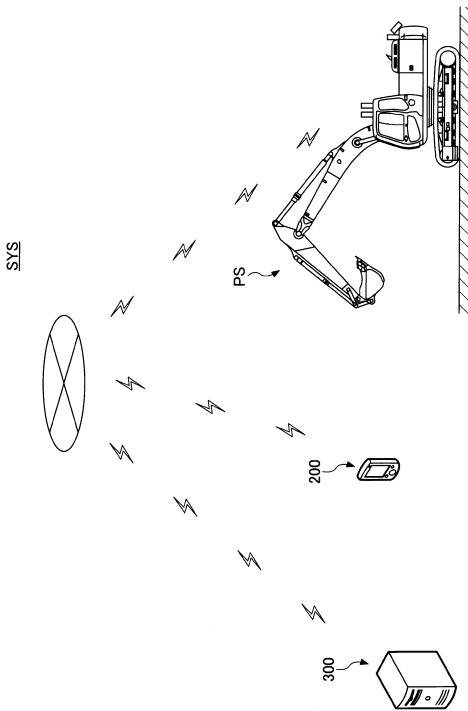
40

50

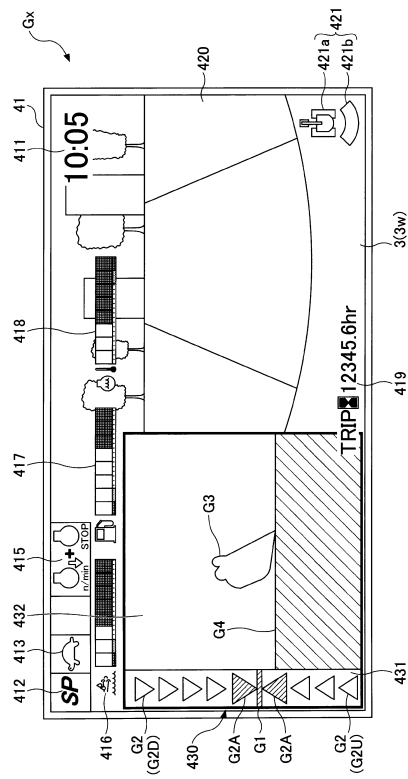
【図 5】



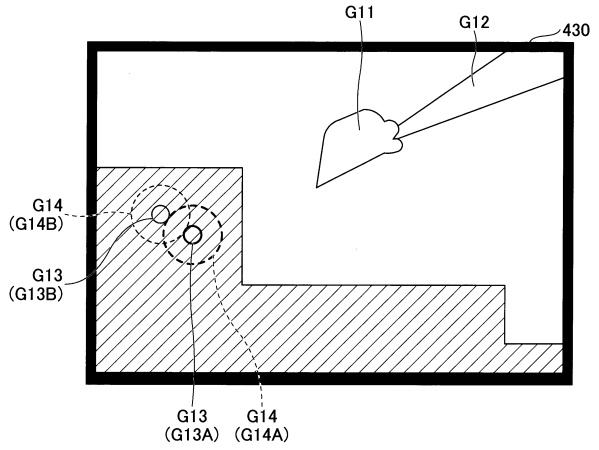
【図 7】



【図 6】



【図 8 A】



10

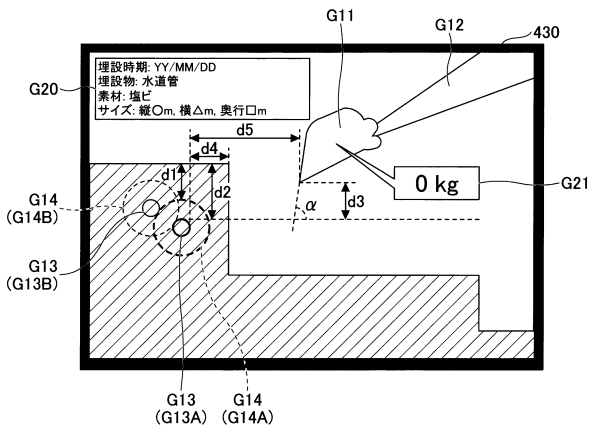
20

30

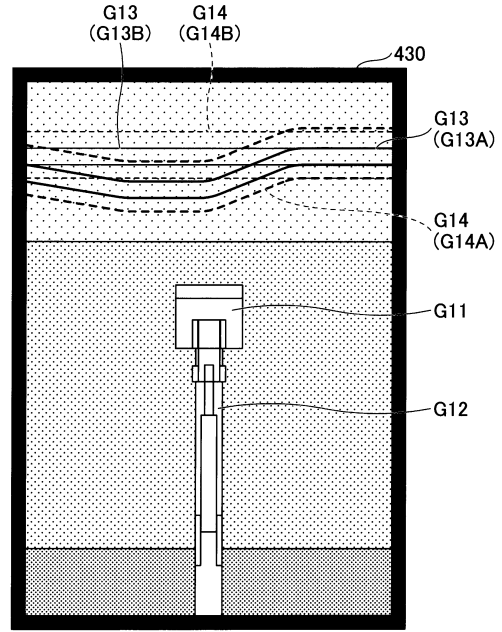
40

50

【 図 8 B 】



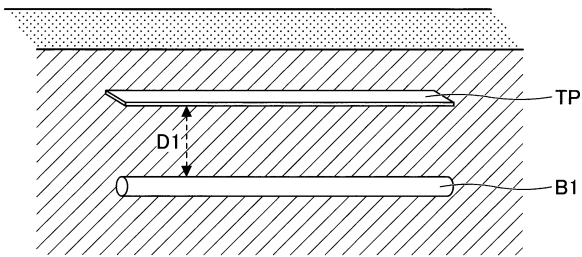
【 図 8 C 】



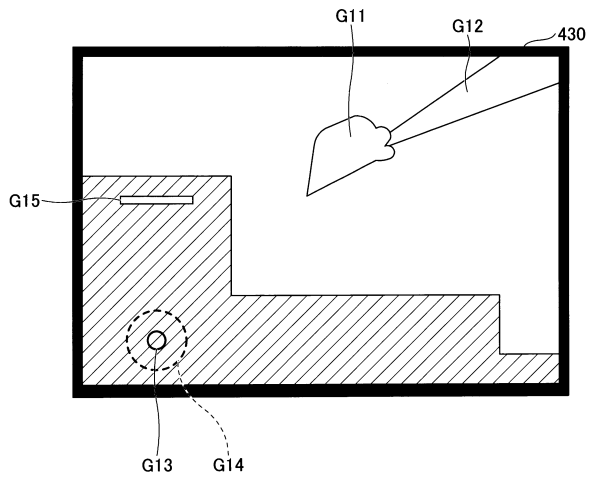
10

20

【 図 9 】



【 図 10 A 】

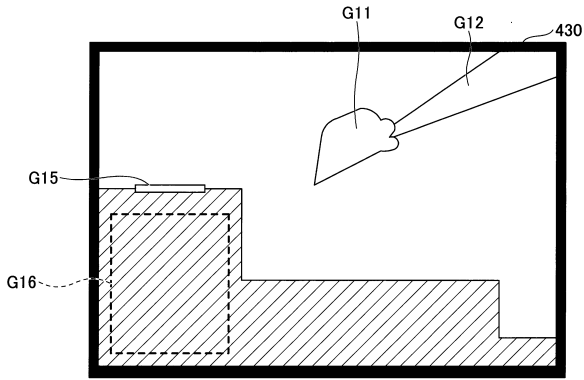


30

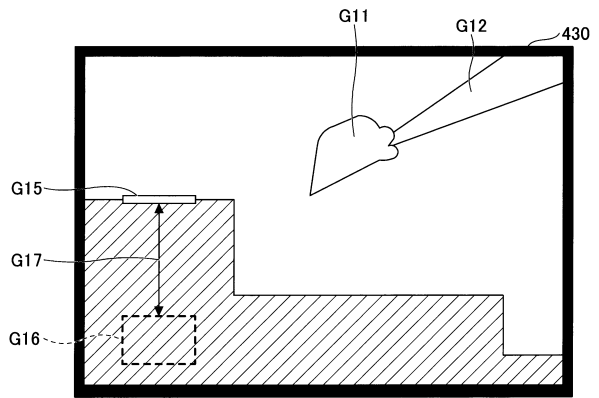
40

50

【図 10 B】

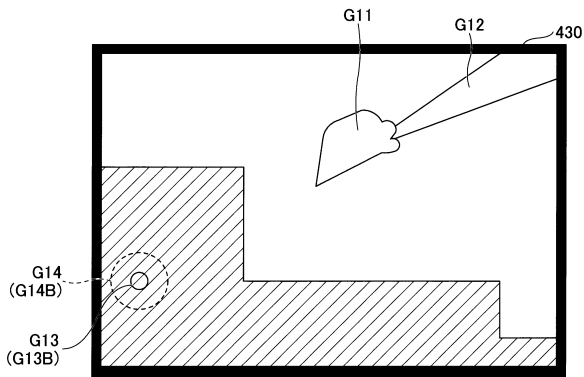


【図 10 C】

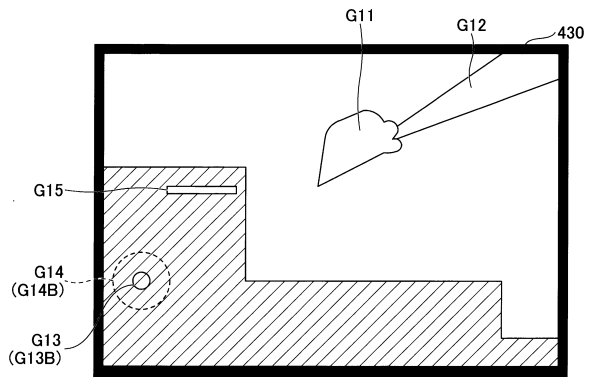


10

【図 11 A】



【図 11 B】



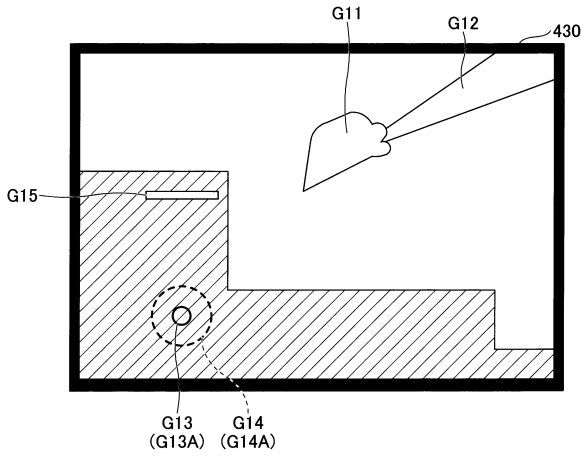
20

30

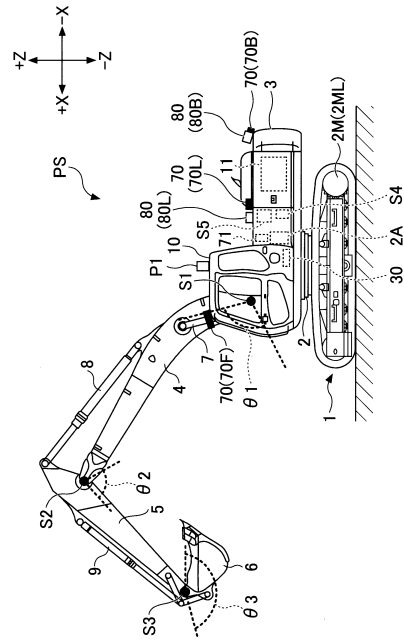
40

50

【図 1 1 C】



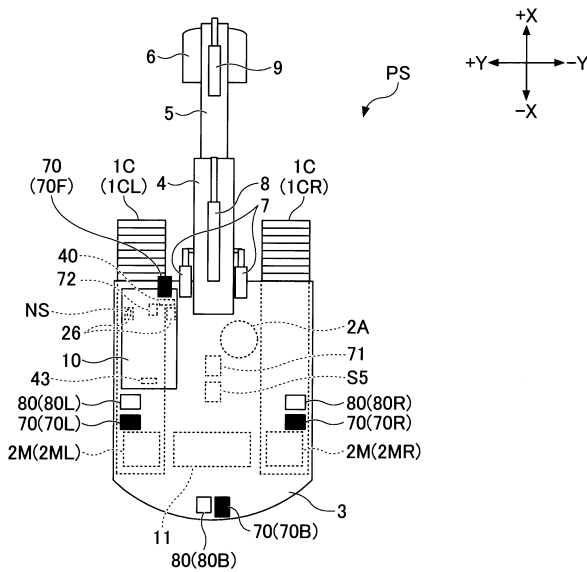
【図 1 2】



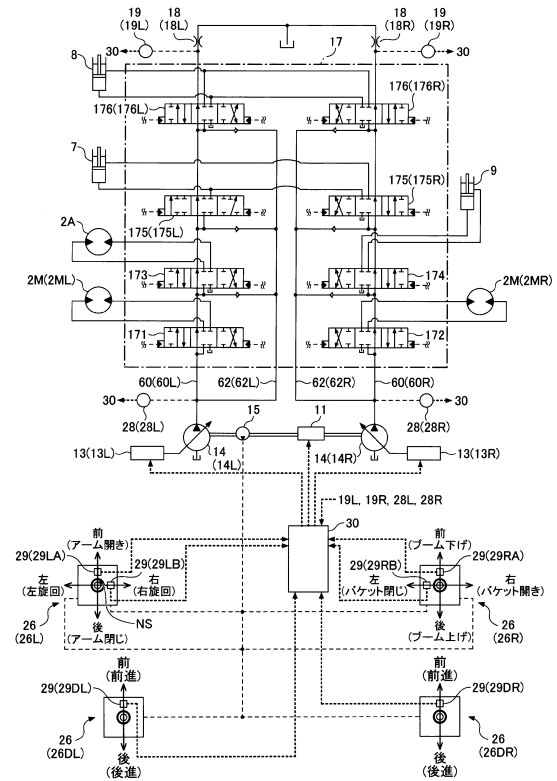
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

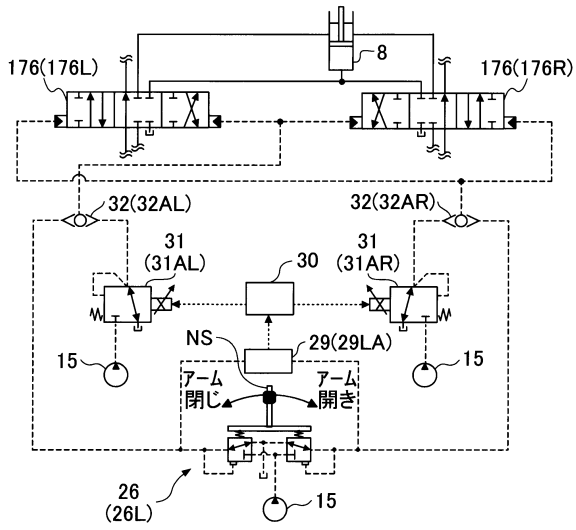


30

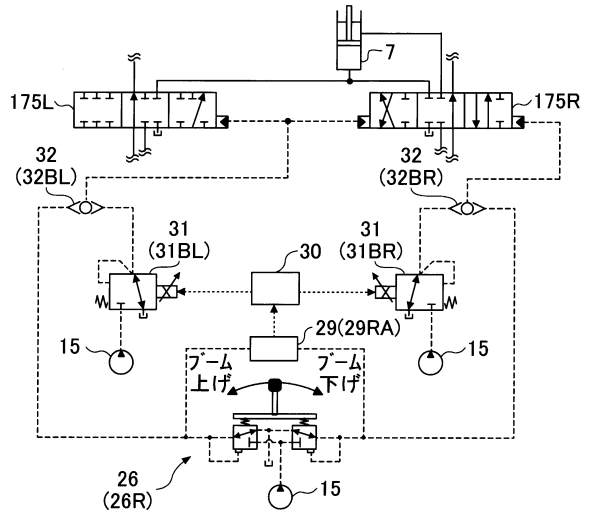
40

50

【図 15 A】



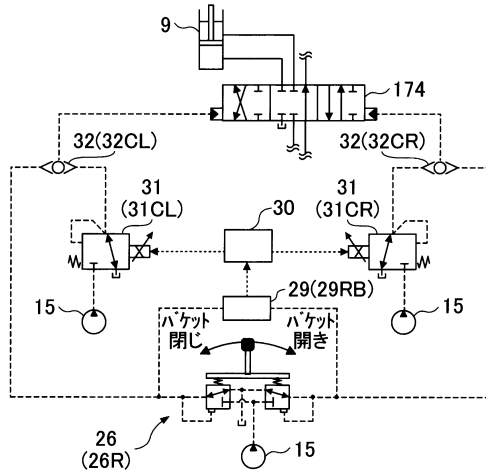
【図 15 B】



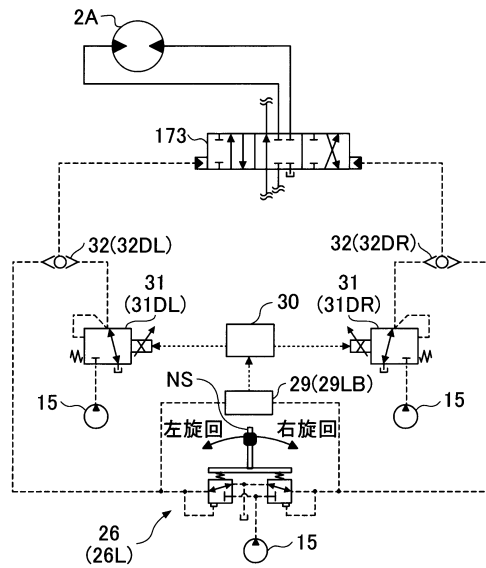
10

20

【図 15 C】



【図 15 D】

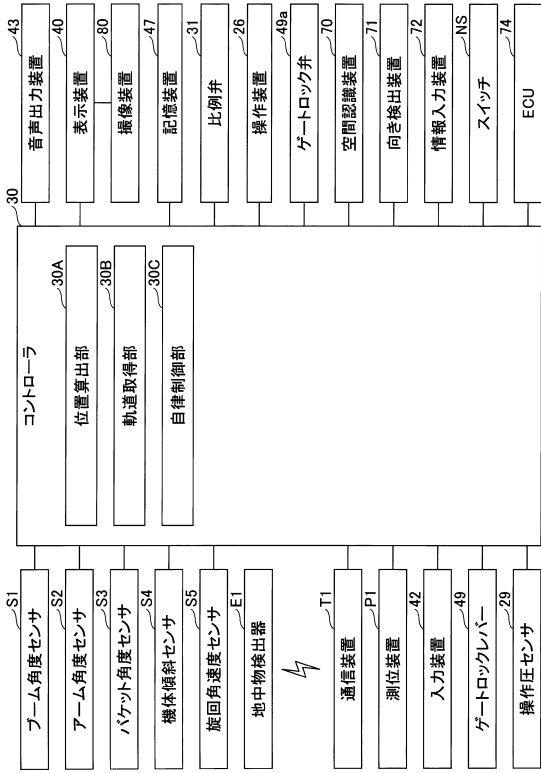


30

40

50

【 図 16 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-155563(JP,A)
特開2008-216143(JP,A)
特開2008-058219(JP,A)
特開2010-089632(JP,A)
特開2003-056010(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0133128(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
E02F 3/00 - 3/96
E02F 9/00 - 9/28