

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7367001号  
(P7367001)

(45)発行日 令和5年10月23日(2023.10.23)

(24)登録日 令和5年10月13日(2023.10.13)

(51)国際特許分類		F I			
E 0 2 F	3/43 (2006.01)	E 0 2 F	3/43	A	
E 0 2 F	3/84 (2006.01)	E 0 2 F	3/84	A	

請求項の数 12 (全35頁)

(21)出願番号	特願2021-509670(P2021-509670)	(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	令和2年3月27日(2020.3.27)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/014231	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(87)国際公開番号	WO2020/196877	(72)発明者	泉川 岳哉 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2年10月1日(2020.10.1)	審査官	湯本 照基
審査請求日	令和4年10月12日(2022.10.12)		
(31)優先権主張番号	特願2019-65022(P2019-65022)		
(32)優先日	平成31年3月28日(2019.3.28)		
(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】 ショベル及び施工システム

(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搭載された上部旋回体と、  
前記上部旋回体に取り付けられたアタッチメントと、  
前記アタッチメントを構成するエンドアタッチメントと、  
アクチュエータと、  
前記アクチュエータを自律的に動作させる制御装置と、有し、  
前記制御装置は、前記エンドアタッチメントにおける複数の所定点のそれぞれに関して前記アクチュエータの制御量を算出し、算出した各制御量に基づいて前記アクチュエータを自律的に動作させ、

10

前記エンドアタッチメントはバケットであり、

複数の前記所定点は、前記バケットの爪先の左端点及び右端点を含む、  
ショベル。

【請求項2】

複数の前記所定点は、前記バケットの爪先の左端点及び右端点と、前記バケットの背面の左後端点及び右後端点とを含む、

請求項1に記載のショベル。

【請求項3】

前記制御装置は、各制御量を合成して合成制御量を算出し、該合成制御量に基づいて前

20

記アクチュエータを自律的に動作させる、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 4】

前記制御装置は、複数の前記所定点のそれぞれと予め設定された目標面との距離の変化に基づいて複数の前記所定点のそれぞれに関する前記アクチュエータの制御量を算出する、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 5】

前記制御装置は、複数の前記所定点のそれぞれの所定時間後の位置を予測し、該所定時間後の位置に基づいて複数の前記所定点のそれぞれに関する前記アクチュエータの制御量を算出する、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 6】

前記制御装置は、所定の条件に基づいて各制御量から選択された少なくとも一つの制御量を用いて前記アクチュエータを自律的に動作させる、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 7】

下部走行体と、前記下部走行体に旋回可能に搭載された上部旋回体と、前記上部旋回体に取り付けられたアタッチメントと、前記アタッチメントを構成するエンドアタッチメントと、アクチュエータとを備えるシヨベルによる施工を支援する施工システムであって、

シヨベルと通信を行う通信装置と、

制御装置と、を有し、

前記制御装置は、前記エンドアタッチメントにおける複数の所定点のそれぞれに関して前記アクチュエータの制御量を算出し、算出した各制御量に基づいて前記アクチュエータを自律的に動作させる指令を、前記通信装置を介して、シヨベルへ出力し、

前記エンドアタッチメントはバケットであり、

複数の前記所定点は、前記バケットの爪先の左端点及び右端点を含む、

施工システム。

【請求項 8】

複数の前記所定点は、前記バケットの爪先の左端点及び右端点と、前記バケットの背面の左後端点及び右後端点とを含む、

請求項 7 に記載の施工システム。

【請求項 9】

前記制御装置は、各制御量を合成して合成制御量を算出し、該合成制御量に基づいて前記アクチュエータを自律的に動作させる、

請求項 7 に記載の施工システム。

【請求項 10】

前記制御装置は、複数の前記所定点のそれぞれと予め設定された目標面との距離の変化に基づいて複数の前記所定点のそれぞれに関する前記アクチュエータの制御量を算出する、

請求項 7 に記載の施工システム。

【請求項 11】

前記制御装置は、複数の前記所定点のそれぞれの所定時間後の位置を予測し、該所定時間後の位置に基づいて複数の前記所定点のそれぞれに関する前記アクチュエータの制御量を算出する、

請求項 7 に記載の施工システム。

【請求項 12】

前記制御装置は、所定の条件に基づいて各制御量から選択された少なくとも一つの制御量を用いて前記アクチュエータを自律的に動作させる、

請求項 7 に記載の施工システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 1 】

本開示は、掘削機としてのショベル及び施工システムに関する。

## 【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

従来、操作者が手動で操作装置を操作してブーム、アーム、及びバケットを動かしながら法面仕上げ作業を行う際に、バケットの各部位のうち目標面に最も近い部位と目標面との距離（最短距離）を算出して表示するショベルが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【 0 0 0 3 】

このショベルは、バケットと目標面との間の最短距離に基づいて警報音を出力するように構成されている。具体的には、ショベルは、その最短距離が短くなるにしたがって警報音の周波数を高くするように構成されている。目標面に対してバケットが近づき過ぎていることをショベルの操作者に認識させるためである。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【 0 0 0 4 】

【文献】特開 2 0 1 4 - 1 0 1 6 6 4 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、上述のショベルでは、バケットの爪先が目標面上にある場合、すなわち、最短距離がゼロになっている場合、警報音は変化しない。そのため、ショベルの操作者は、この状態が継続している限り、バケットの爪先が目標面に最も近い部位として検知されているものと認識してしまうおそれがある。その結果、ショベルから遠ざかるにつれて目標面の傾斜角が大きくなる状況では、上述のショベルは、バケットの爪先を目標面に接触させながらアームを開くときにバケットの背面を目標面に接触させ目標面を崩してしまうおそれがある。目標面の別の一部である傾斜面がバケットの背面に近づいていたとしても、操作者は、バケットの背面と傾斜面とが接近していることを認識できないためである。

20

## 【 0 0 0 6 】

そこで、エンドアタッチメントによる目標面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。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

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搭載された上部旋回体と、前記上部旋回体に取り付けられたアタッチメントと、前記アタッチメントを構成するエンドアタッチメントと、アクチュエータと、前記アクチュエータを自律的に動作させる制御装置と、有し、前記制御装置は、前記エンドアタッチメントにおける複数の所定点のそれぞれに関して前記アクチュエータの制御量を算出し、算出した各制御量に基づいて前記アクチュエータを自律的に動作させ、前記エンドアタッチメントはバケットであり、複数の前記所定点は、前記バケットの爪先の左端点及び右端点を含む。

40

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 8 】

上述の手段により、エンドアタッチメントによる目標面の損傷をより確実に防止できるショベルが提供される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 9 】

【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】図 1 のショベルの上面図である。

【図 3】図 1 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 4 A】アームシリンダ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。

50

- 【図 4 B】ブームシリンダ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 4 C】バケットシリンダ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 4 D】旋回油圧モータ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 5】コントローラの構成例を示す図である。
- 【図 6】自律制御部の入力側の構成例を示す図である。
- 【図 7】自律制御部の出力側の構成例を示す図である。
- 【図 8 A】目標面に沿って移動するバケットの側面図である。
- 【図 8 B】目標面に沿って移動するバケットの側面図である。
- 【図 9】バケットの斜視図である。
- 【図 10】目標面に沿って移動するバケットの正面図である。
- 【図 11】チルトバケットの斜視図である。
- 【図 12】目標面に沿って移動するチルトバケットの正面図である。
- 【図 13】施工システムの一例を示す概略図である。
- 【図 14】施工システムの別の一例を示す概略図である。
- 【発明を実施するための形態】

【0010】

最初に、図 1 及び図 2 を参照して、本発明の実施形態に係る掘削機としてのショベル 100 について説明する。図 1 はショベル 100 の側面図であり、図 2 はショベル 100 の上面図である。

【0011】

本実施形態では、ショベル 100 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。

【0012】

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。

【0013】

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 A T 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。エンドアタッチメントは、法面バケットであってもよい。

【0014】

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  $\theta$  を検出できる。ブーム角度  $\theta$  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  $\theta$  は、ブーム 4 を最も上昇させたときに最大となる。

【0015】

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  $\phi$  を検出できる。アーム角度  $\phi$  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  $\phi$  は、アーム 5 を最も開いたときに最大となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

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 を検出できる。バケット角度 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 は、バケット 6 を最も開いたときに最大となる。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 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、ポテンシオメータ、又は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 0 1 8 】

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、測位装置 7 3、機体傾斜センサ S 4、及び旋回角速度センサ 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 D 1、及び音声出力装置 D 2 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 A T 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 0 1 9 】

空間認識装置 7 0 は、ショベル 1 0 0 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 1 0 0 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、又はそれらの任意の組み合わせを含む。本実施形態では、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 1 0 0 に取り付けられていてもよい。

30

## 【 0 0 2 0 】

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、又は、それらの任意の組み合わせであってもよい。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、レゾルパ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 0 2 1 】

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。また、カメラは、空間認識装置 7 0 であってもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

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。本実施形態では、情報入力装置 7 2 は、表示装置 D 1 の表示部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 D 1 の表示部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ホン等の音声入力装置であってもよい。また、情報入力装置 7 2 は、外部からの情報を取得する通信装置であってもよい。

10

#### 【 0 0 2 3 】

測位装置 7 3 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。本実施形態では、測位装置 7 3 は、GNSS 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 7 3 は、GNSS コンパスであってもよい。この場合、測位装置 7 3 は、上部旋回体 3 の位置及び向きを検出できるため、向き検出装置 7 1 としても機能する。

#### 【 0 0 2 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。本実施形態では、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 1 0 0 の回転軸上の一点であるショベル中心点を通る。

20

#### 【 0 0 2 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。本実施形態では、ジャイロセンサである。レゾルバ、ロータリエンコーダ等、又はそれらの任意の組み合わせであってもよい。旋回角速度センサ S 5 は、旋回速度を検出してもよい。旋回速度は、旋回角速度から算出されてもよい。

#### 【 0 0 2 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 A T 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。

30

#### 【 0 0 2 7 】

表示装置 D 1 は、情報を表示する装置である。本実施形態では、表示装置 D 1 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 D 1 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 0 2 8 】

音声出力装置 D 2 は、音声を出力する装置である。音声出力装置 D 2 は、キャビン 1 0 内の操作者に向けて音声を出力する装置、及び、キャビン 1 0 外の作業員に向けて音声を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。

40

#### 【 0 0 2 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。操作装置 2 6 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。

#### 【 0 0 3 0 】

コントローラ 3 0 は、ショベル 1 0 0 を制御するための制御装置である。本実施形態では、コントローラ 3 0 は、CPU、揮発性記憶装置、及び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 CPU に実行させる。各機能は、例えば、操作者によるショベル 1 0 0 の手動操作をガイド（案

50

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100の手動操作を支援したり或いはショベル100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。コントローラ30は、ショベル100の周囲の監視範囲内に存在する物体とショベル100との接触を回避するためにショベル100を自動的或いは自律的に動作させたり或いは停止させたりする接触回避機能を含んでいてもよい。ショベル100の周囲の物体の監視は、監視範囲内だけでなく監視範囲外に対しても実行される。この際、コントローラ30は、物体の種類と物体の位置を検出する。

#### 【0031】

次に、図3を参照し、ショベル100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3は、ショベル100に搭載される油圧システムの構成例を示す図である。図3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。

10

#### 【0032】

ショベル100の油圧システムは、主に、エンジン11、レギュレータ13、メインポンプ14、パイロットポンプ15、コントロールバルブユニット17、操作装置26、吐出圧センサ28、操作圧センサ29、及びコントローラ30等を含む。

#### 【0033】

図3において、油圧システムは、エンジン11によって駆動されるメインポンプ14から、センターバイパス管路40又はパラレル管路42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。

20

#### 【0034】

エンジン11は、ショベル100の駆動源である。本実施形態では、エンジン11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11の出力軸は、メインポンプ14及びパイロットポンプ15のそれぞれの入力軸に連結されている。

#### 【0035】

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ユニット17に供給できるように構成されている。本実施形態では、メインポンプ14は、斜板式可変容量型油圧ポンプである。

#### 【0036】

レギュレータ13は、メインポンプ14の吐出量を制御できるように構成されている。本実施形態では、レギュレータ13は、コントローラ30からの制御指令に応じてメインポンプ14の斜板傾転角を調節することによってメインポンプ14の吐出量を制御する。

30

#### 【0037】

パイロットポンプ15は、パイロット圧生成装置の一例であり、パイロットラインを介して操作装置26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。本実施形態では、パイロットポンプ15は、固定容量型油圧ポンプである。但し、パイロット圧生成装置は、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、作動油ラインを介して作動油をコントロールバルブユニット17に供給する機能に加え、パイロットラインを介して操作装置26を含む各種油圧制御機器に作動油を供給する機能を備えていてもよい。この場合、パイロットポンプ15は、省略されてもよい。

40

#### 【0038】

コントロールバルブユニット17は、ショベル100における油圧システムを制御する油圧制御装置である。本実施形態では、コントロールバルブユニット17は、制御弁171～176を含む。制御弁175は制御弁175L及び制御弁175Rを含み、制御弁176は制御弁176L及び制御弁176Rを含む。コントロールバルブユニット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、

50

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2ML、右走行油圧モータ2MR及び旋回油圧モータ2Aを含む。

【0039】

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ユニット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ユニット17内の制御弁は、電磁ソレノイド式スプール弁であってもよい。

10

【0040】

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。本実施形態では、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。

【0041】

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。本実施形態では、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。

【0042】

メインポンプ14は、左メインポンプ14L及び右メインポンプ14Rを含む。そして、左メインポンプ14Lは、左センターバイパス管路40L又は左平行管路42L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14Rは、右センターバイパス管路40R又は右平行管路42Rを経て作動油タンクまで作動油を循環させる。

20

【0043】

左センターバイパス管路40Lは、コントロールバルブユニット17内に配置された制御弁171、173、175L及び176Lを通る作動油ラインである。右センターバイパス管路40Rは、コントロールバルブユニット17内に配置された制御弁172、174、175R及び176Rを通る作動油ラインである。

【0044】

制御弁171は、左メインポンプ14Lが吐出する作動油を左走行油圧モータ2MLへ供給し、且つ、左走行油圧モータ2ML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。

30

【0045】

制御弁172は、右メインポンプ14Rが吐出する作動油を右走行油圧モータ2MRへ供給し、且つ、右走行油圧モータ2MR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。

【0046】

制御弁173は、左メインポンプ14Lが吐出する作動油を旋回油圧モータ2Aへ供給し、且つ、旋回油圧モータ2A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。

40

【0047】

制御弁174は、右メインポンプ14R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。

【0048】

制御弁175Lは、左メインポンプ14L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175Rは、右メインポンプ14R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。

50

## 【 0 0 4 9 】

制御弁 1 7 6 L は、左メインポンプ 1 4 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。

## 【 0 0 5 0 】

制御弁 1 7 6 R は、右メインポンプ 1 4 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。

## 【 0 0 5 1 】

左パラレル管路 4 2 L は、左センターバイパス管路 4 0 L に並行する作動油ラインである。左パラレル管路 4 2 L は、制御弁 1 7 1、1 7 3、及び 1 7 5 L の何れかによって左センターバイパス管路 4 0 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 4 2 R は、右センターバイパス管路 4 0 R に並行する作動油ラインである。右パラレル管路 4 2 R は、制御弁 1 7 2、1 7 4、及び 1 7 5 R の何れかによって右センターバイパス管路 4 0 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。

## 【 0 0 5 2 】

レギュレータ 1 3 は、左レギュレータ 1 3 L 及び右レギュレータ 1 3 R を含む。左レギュレータ 1 3 L は、左メインポンプ 1 4 L の吐出圧に応じて左メインポンプ 1 4 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 1 4 L の吐出量を制御する。具体的には、左レギュレータ 1 3 L は、例えば、左メインポンプ 1 4 L の吐出圧の増大に応じて左メインポンプ 1 4 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 1 3 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 1 4 の吸収パワー（吸収馬力）がエンジン 1 1 の出力パワー（出力馬力）を超えないようにするためである。

## 【 0 0 5 3 】

操作装置 2 6 は、左操作レバー 2 6 L、右操作レバー 2 6 R 及び走行レバー 2 6 D を含む。走行レバー 2 6 D は、左走行レバー 2 6 D L 及び右走行レバー 2 6 D R を含む。

## 【 0 0 5 4 】

左操作レバー 2 6 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 2 6 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 6 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 3 のパイロットポートに導入させる。

## 【 0 0 5 5 】

具体的には、左操作レバー 2 6 L は、アーム閉じ方向に操作された場合に、制御弁 1 7 6 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 6 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 2 6 L は、アーム開き方向に操作された場合には、制御弁 1 7 6 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 0 5 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。

## 【 0 0 5 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

10

20

30

40

50

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 26 Rは、ブーム上げ方向に操作された場合には、制御弁 175 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 175 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 26 Rは、バケット閉じ方向に操作された場合に、制御弁 174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 174の左側パイロットポートに作動油を導入させる。

【0058】

走行レバー 26 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 26 DLは、左クローラ 1 CL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 26 DL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 171のパイロットポートに導入させる。右走行レバー 26 DRは、右クローラ 1 CR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 26 DR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 172のパイロットポートに導入させる。

10

【0059】

吐出圧センサ 28は、吐出圧センサ 28 L及び吐出圧センサ 28 Rを含む。吐出圧センサ 28 Lは、左メインポンプ 14 Lの吐出圧を検出し、検出した値をコントローラ 30に対して出力する。吐出圧センサ 28 Rについても同様である。

【0060】

操作圧センサ 29は、操作圧センサ 29 LA、29 LB、29 RA、29 RB、29 DL、29 DRを含む。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。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。

20

【0061】

同様に、操作圧センサ 29 LB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。操作圧センサ 29 RAは、操作者による右操作レバー 26 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 30に対して出力する。操作圧センサ 29 RBは、操作者による右操作レバー 26 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 30に対して出力する。操作圧センサ 29 DLは、操作者による左走行レバー 26 DL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。操作圧センサ 29 DRは、操作者による右走行レバー 26 DR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。

30

【0062】

コントローラ 30は、操作圧センサ 29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。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。

40

【0063】

左センターバイパス管路 40 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

50

、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。

【0064】

具体的には、図 3 で示されるようにシヨベル 100 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 40 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 40 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。

10

【0065】

上述のような構成により、図 3 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 40 で発生させるポンピングロスを含む。また、図 3 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。

20

【0066】

次に、図 4 A ~ 図 4 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 4 A ~ 図 4 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 4 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 4 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 4 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 4 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。

30

【0067】

図 4 A ~ 図 4 D に示すように、油圧システムは、比例弁 31、シャトル弁 32、及び比例弁 33 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 を含み、比例弁 33 は、比例弁 33 A L ~ 33 D L 及び 33 A R ~ 33 D R を含む。

【0068】

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。本実施形態では、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ユニット 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。

40

【0069】

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ユニット 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

50

3 1 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。

【 0 0 7 0 】

比例弁 3 3 は、比例弁 3 1 と同様に、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁 3 3 は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 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。本実施形態では、比例弁 3 3 は、コントローラ 3 0 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 3 0 は、操作者による操作装置 2 6 の操作とは無関係に、操作装置 2 6 が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁 3 2 を介し、コントロールバルブユニット 1 7 内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

10

【 0 0 7 1 】

この構成により、コントローラ 3 0 は、特定の操作装置 2 6 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 2 6 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。また、コントローラ 3 0 は、特定の操作装置 2 6 に対する操作が行われている場合であっても、その特定の操作装置 2 6 に対応する油圧アクチュエータの動作を強制的に停止させることができる。

【 0 0 7 2 】

例えば、図 4 A に示すように、左操作レバー 2 6 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 2 6 L は、パイロットポンプ 1 5 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 1 7 6 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 2 6 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 1 7 6 L の右側パイロットポートと制御弁 1 7 6 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 2 6 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 1 7 6 L の左側パイロットポートと制御弁 1 7 6 R の右側パイロットポートに作用させる。

20

【 0 0 7 3 】

左操作レバー 2 6 L にはスイッチ N S が設けられている。本実施形態では、スイッチ N S は、左操作レバー 2 6 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 N S を押しながら左操作レバー 2 6 L を操作できる。スイッチ N S は、右操作レバー 2 6 R に設けられていてもよく、キャビン 1 0 内の他の位置に設けられていてもよい。

30

【 0 0 7 4 】

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。

【 0 0 7 5 】

比例弁 3 1 A L は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 1 5 から比例弁 3 1 A L 及びシャトル弁 3 2 A L を介して制御弁 1 7 6 L の右側パイロットポート及び制御弁 1 7 6 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 3 1 A R は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 1 5 から比例弁 3 1 A R 及びシャトル弁 3 2 A R を介して制御弁 1 7 6 L の左側パイロットポート及び制御弁 1 7 6 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 3 1 A L、3 1 A R は、制御弁 1 7 6 L、1 7 6 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

【 0 0 7 6 】

この構成により、コントローラ 3 0 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 1 5 が吐出する作動油を、比例弁 3 1 A L 及びシャトル弁 3 2 A L を介し、制御弁 1 7 6 L の右側パイロットポート及び制御弁 1 7 6 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 3 0 は、操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 1 5 が吐出する作動油を、比例弁 3 1 A R 及びシャトル弁 3 2 A R を介し、制御弁 1 7 6 L の左側パイロットポート及

50

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。

【0077】

比例弁 33AL は、コントローラ 30 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から左操作レバー 26L、比例弁 33AL、及びシャトル弁 32AL を介して制御弁 176L の右側パイロットポート及び制御弁 176R 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減圧する。比例弁 33AR は、コントローラ 30 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 15 から左操作レバー 26L、比例弁 33AR、及びシャトル弁 32AR を介して制御弁 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導入される作動油によるパイロット圧を減圧する。比例弁 33AL、33AR は、制御弁 176L、176R 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。

10

【0078】

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が行われている場合であっても、必要に応じて、制御弁 176 の閉じ側のパイロットポート（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）に作用するパイロット圧を減圧し、アーム 5 の閉じ動作を強制的に停止させることができる。操作者によるアーム開き操作が行われているときにアーム 5 の開き動作を強制的に停止させる場合についても同様である。

20

【0079】

或いは、コントローラ 30 は、操作者によるアーム閉じ操作が行われている場合であっても、必要に応じて、比例弁 31AR を制御し、制御弁 176 の閉じ側のパイロットポートの反対側にある、制御弁 176 の開き側のパイロットポート（制御弁 176L の右側パイロットポート及び制御弁 176R の左側パイロットポート）に作用するパイロット圧を増大させ、制御弁 176 を強制的に中立位置に戻すことで、アーム 5 の閉じ動作を強制的に停止させてもよい。この場合、比例弁 33AL は省略されてもよい。操作者によるアーム開き操作が行われている場合にアーム 5 の開き動作を強制的に停止させる場合についても同様である。

【0080】

30

また、以下の図 4B ~ 図 4D を参照しながらの説明を省略するが、操作者によるブーム上げ操作又はブーム下げ操作が行われている場合にブーム 4 の動作を強制的に停止させる場合、操作者によるバケット閉じ操作又はバケット開き操作が行われている場合にバケット 6 の動作を強制的に停止させる場合、及び、操作者による旋回操作が行われている場合に上部旋回体 3 の旋回動作を強制的に停止させる場合についても同様である。また、操作者による走行操作が行われている場合に下部走行体 1 の走行動作を強制的に停止させる場合についても同様である。

【0081】

また、図 4B 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。

40

【0082】

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。

【0083】

50

比例弁 3 1 B L は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 1 5 から比例弁 3 1 B L 及びシャトル弁 3 2 B L を介して制御弁 1 7 5 L の右側パイロットポート及び制御弁 1 7 5 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 3 1 B R は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 1 5 から比例弁 3 1 B R 及びシャトル弁 3 2 B R を介して制御弁 1 7 5 L の左側パイロットポート及び制御弁 1 7 5 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 3 1 B L、3 1 B R は、制御弁 1 7 5 L、1 7 5 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。

【 0 0 8 4 】

この構成により、コントローラ 3 0 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 1 5 が吐出する作動油を、比例弁 3 1 B L 及びシャトル弁 3 2 B L を介し、制御弁 1 7 5 L の右側パイロットポート及び制御弁 1 7 5 R 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 3 0 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 1 5 が吐出する作動油を、比例弁 3 1 B R 及びシャトル弁 3 2 B R を介し、制御弁 1 7 5 R 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。

【 0 0 8 5 】

また、図 4 C に示すように、右操作レバー 2 6 R 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 2 6 R は、パイロットポンプ 1 5 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 1 7 4 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 2 6 R 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 1 7 4 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 2 6 R 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 1 7 4 の右側パイロットポートに作用させる。

【 0 0 8 6 】

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。

【 0 0 8 7 】

比例弁 3 1 C L は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 1 5 から比例弁 3 1 C L 及びシャトル弁 3 2 C L を介して制御弁 1 7 4 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 3 1 C R は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ 1 5 から比例弁 3 1 C R 及びシャトル弁 3 2 C R を介して制御弁 1 7 4 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 3 1 C L、3 1 C R は、制御弁 1 7 4 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。

【 0 0 8 8 】

この構成により、コントローラ 3 0 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 1 5 が吐出する作動油を、比例弁 3 1 C L 及びシャトル弁 3 2 C L を介し、制御弁 1 7 4 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 3 0 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 1 5 が吐出する作動油を、比例弁 3 1 C R 及びシャトル弁 3 2 C R を介し、制御弁 1 7 4 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。

【 0 0 8 9 】

また、図 4 D に示すように、左操作レバー 2 6 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 2 6 L は、パイロットポンプ 1 5 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 1 7 3 のパイロットポートに

10

20

30

40

50

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。

【0090】

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。

【0091】

比例弁 31 D L は、コントローラ 30 が出力する制御指令（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 が出力する制御指令（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。

【0092】

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。

【0093】

シヨベル 100 は、下部走行体 1 を自動的に或いは自律的に前進・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。

【0094】

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。

【0095】

次に、図 5 を参照し、コントローラ 30 の構成例について説明する。図 5 は、コントローラ 30 の構成例を示す図である。図 5 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 73 及びスイッチ N S 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 D 1 及び音声出力装置 D 2 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 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 を含む。コントローラ 30 は、位置算出部 30 A、軌道取得部 30 B、及び自律制御部 30 C を機能要素と

10

20

30

40

50

して有する。なお、位置算出部 30A、軌道取得部 30B、及び自律制御部 30Cは、説明の便宜のために区別されて示されているが、物理的に区別されている必要はなく、全体的に或いは部分的に共通のソフトウェアコンポーネント若しくはハードウェアコンポーネントで構成されていてもよい。また、コントローラ 30における1又は複数の機能要素は、後述の管理装置 300等の他の制御装置における機能要素であってもよい。すなわち、各機能要素は、何れの制御装置によって実現されてもよい。例えば、自律制御部 30Cは、ショベル 100の外部にある管理装置 300によって実現されてもよい。

#### 【0096】

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。本実施形態では、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 100の接地面との交点である。基準座標系は、例えば、XYZ直交座標系であり、ショベル 100の前後軸に平行なX軸と、ショベル 100の左右軸に平行なY軸と、ショベル 100の旋回軸に平行なZ軸とを有する。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の出力を利用してよい。また、位置算出部 30Aは、測位装置 73の出力を利用し、アタッチメントの所定部位の世界座標系における座標点を算出してもよい。

#### 【0097】

軌道取得部 30Bは、ショベル 100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。本実施形態では、軌道取得部 30Bは、自律制御部 30Cがショベル 100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面に関するデータ（以下、「設計データ」とする。）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 100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設計データとに基づいて目標軌道を導き出してもよい。

#### 【0098】

自律制御部 30Cは、ショベル 100を自律的に動作させることができるように構成されている。本実施形態では、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 100を自律的に動作させる。

#### 【0099】

本実施形態では、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。この場合、操作者は、例えば、左操作レバー 26L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。

#### 【0100】

本実施形態では、自律制御部 30C は、比例弁 31 に制御指令（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 26R 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。

【0101】

次に、図 6 及び図 7 を参照し、自律制御部 30C の構成例について説明する。図 6 は、自律制御部 30C の入力側の構成例を示す。図 7 は、自律制御部 30C の出力側の構成例を示す。

【0102】

本実施形態では、自律制御部 30C は、法面仕上げ作業又は均し作業等において、エンドアタッチメントにおける複数の所定点のそれぞれに関してアクチュエータの制御量を算出するように構成されている。エンドアタッチメントにおける複数の所定点は、例えば、バケット 6 の爪先における点、及び、バケット 6 の背面における点等を含む。所定点の現在位置は、例えば、基準座標系における座標点で表される。アクチュエータの制御量は、例えば、ブームシリンダ 7 の制御量、アームシリンダ 8 の制御量及びバケットシリンダ 9 の制御量等を含む。ブームシリンダ 7 の制御量は、例えば、ブームシリンダ 7 のストローク量又はブーム角度 等で表される。アームシリンダ 8 の制御量及びバケットシリンダ 9 の制御量についても同様である。

【0103】

自律制御部 30C は、例えば、ブームシリンダ 7 の制御量としてのブーム角度「X 度」に関する制御指令を比例弁 31 に対して出力することで、ブーム 4 を X 度だけ回転させることができる。

【0104】

自律制御部 30C は、例えば、主要アクチュエータであるアームシリンダ 8 の制御量を最初に算出し、その後、従属アクチュエータであるブームシリンダ 7 及びバケットシリンダ 9 のそれぞれの制御量を算出する。主要アクチュエータであるアームシリンダ 8 の制御量は、例えば、左操作レバー 26L の操作量に基づいて算出された後で、必要に応じて調節（補正）される。そして、アームシリンダ 8 の制御量が変化すると、その変化に応じてブームシリンダ 7 及びバケットシリンダ 9 のそれぞれの制御量も変化する。

【0105】

本実施形態では、自律制御部 30C は、目標値算出部 30D、合成部 30E 及び演算部 30F を含む。目標値算出部 30D は、所定の制御周期毎に、エンドアタッチメントにおける複数の所定点のそれぞれに関する目標値を算出するように構成されている。目標値は、例えば、エンドアタッチメントにおける所定点の所定時間後の位置（目標位置）に関する値であり、典型的には、目標ブーム角度、目標アーム角度及び目標バケット角度で表される。なお、目標値算出部 30D、合成部 30E 及び演算部 30F は、説明の便宜のために区別されて示されているが、物理的に区別されている必要はなく、全体的に或いは部分的に共通のソフトウェアコンポーネント若しくはハードウェアコンポーネントで構成されていてもよい。また、自律制御部 30C における 1 又は複数の機能要素は、後述の管理装置 300 等の他の制御装置における機能要素であってもよい。すなわち、各機能要素は、何れの制御装置によって実現されてもよい。例えば、目標値算出部 30D 及び合成部 30E は、シヨベル 100 の外部にある管理装置 300 によって実現されてもよい。

【0106】

本実施形態では、目標値算出部 30D は、第 1 目標値算出部 30D1 及び第 2 目標値算出部 30D2 を含む。第 1 目標値算出部 30D1 は、バケット 6 の爪先の制御基準点 Pa（図 1 参照。）に関する目標値を算出するように構成されている。第 2 目標値算出部 30D2 は、バケット 6 の背面の制御基準点 Pb（図 1 参照。）に関する目標値を算出するように構成されている。

【0107】

10

20

30

40

50

具体的には、第1目標値算出部30D1は、操作圧センサ29LA、情報入力装置72、スイッチNS及び位置算出部30Aのそれぞれの出力に基づき、バケット6の爪先の制御基準点Paの目標位置を算出する。目標位置は、制御基準点Paが所定時間後に到達する位置である。

【0108】

より具体的には、第1目標値算出部30D1は、操作圧センサ29LAの出力とスイッチNSの出力とに基づき、スイッチNSが押された状態で左操作レバー26Lが前後方向に操作されているか否かを判定する。そして、スイッチNSが押された状態で左操作レバー26Lが前後方向に操作されていると判定した場合、第1目標値算出部30D1は、制御基準点Paの現在位置と目標面に関する情報とに基づき、制御基準点Paの目標位置を算出する。目標面に関する情報は、例えば、情報入力装置72を通じて入力される設計データから導き出される。目標面に関する情報は、例えば、法面角度等を含む。制御基準点Paの現在位置は、例えば、位置算出部30Aによって算出される。位置算出部30A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等の出力に基づいて制御基準点Paの現在位置を算出する。そして、第1目標値算出部30D1は、算出した制御基準点Paの目標位置に基づき、制御基準点Paを目標位置に移動させたときのブーム角度  $t_1$ 、アーム角度  $t_1$  及びバケット角度  $t_1$  を導き出す。本実施形態では、ブーム角度  $t_1$  は、ブームシリンダ7に関する第1制御量を表す。同様に、アーム角度  $t_1$  は、アームシリンダ8に関する第1制御量を表し、バケット角度  $t_1$  は、バケットシリンダ9に関する第1制御量を表す。

【0109】

第2目標値算出部30D2は、第1目標値算出部30D1と同様に、操作圧センサ29LA、情報入力装置72、スイッチNS及び位置算出部30Aのそれぞれの出力に基づき、バケット6の背面の制御基準点Pbの目標位置を算出する。目標位置は、制御基準点Pbが所定時間後に到達する位置である。

【0110】

具体的には、第2目標値算出部30D2は、第1目標値算出部30D1と同様に、スイッチNSが押された状態で左操作レバー26Lが前後方向に操作されているか否かを判定する。そして、スイッチNSが押された状態で左操作レバー26Lが前後方向に操作されていると判定した場合、第2目標値算出部30D2は、制御基準点Pbの現在位置と目標面に関する情報とに基づき、制御基準点Pbの目標位置を算出する。そして、第2目標値算出部30D2は、算出した制御基準点Pbの目標位置に基づき、制御基準点Pbを目標位置に移動させたときのブーム角度  $t_2$ 、アーム角度  $t_2$  及びバケット角度  $t_2$  を導き出す。本実施形態では、ブーム角度  $t_2$  は、ブームシリンダ7に関する第2制御量を表す。同様に、アーム角度  $t_2$  は、アームシリンダ8に関する第2制御量を表し、バケット角度  $t_2$  は、バケットシリンダ9に関する第2制御量を表す。

【0111】

本実施形態では、第1目標値算出部30D1及び第2目標値算出部30D2は、互いに独立して動作する別々の機能要素であるが、同じ1つの機能要素として一体的に構成されていてもよい。

【0112】

合成部30Eは、1つのアクチュエータに関する複数の制御量を合成するように構成されている。本実施形態では、合成部30Eは、第1合成部30E1、第2合成部30E2及び第3合成部30E3を含む。

【0113】

演算部30Fは、合成部30Eが出力する合成制御量に基づき、比例弁31に対して出力する制御指令（電流指令）を生成するように構成されている。本実施形態では、演算部30Fは、第1演算部30F1、第2演算部30F2及び第3演算部30F3を含む。

【0114】

第1合成部30E1は、ブームシリンダ7に関する複数の制御量を合成して導き出した

10

20

30

40

50

合成制御量  $t$  を第 1 演算部 30F1 に対して出力するように構成されている。そして、第 1 演算部 30F1 は、第 1 合成部 30E1 が出力する合成制御量  $t$  に基づき、ブームシリンダ 7 に関する比例弁 31BL、31BR に対して出力する制御指令（電流指令）を生成するように構成されている。本実施形態では、第 1 合成部 30E1 は、ブームシリンダ 7 に関する第 1 制御量（ブーム角度  $t_1$ ）と第 2 制御量（ブーム角度  $t_2$ ）とを合成して合成制御量  $t$  を導き出す。「合成」は、相加平均、相乗平均、加重平均、又は択一等の何れであってもよい。択一の場合、第 1 合成部 30E1 は、例えば、第 1 制御量と第 2 制御量とを比較して大きい方を選択してもよい。第 1 演算部 30F1 は、例えば、合成制御量  $t$  と現在のブーム角度との差がゼロに近づくように制御指令を生成し、その制御指令をブームシリンダ 7 に関する比例弁 31BL、31BR に対して出力する。

10

#### 【0115】

第 2 合成部 30E2 は、アームシリンダ 8 に関する複数の制御量を合成して導き出した合成制御量  $t$  を第 2 演算部 30F2 に対して出力するように構成されている。そして、第 2 演算部 30F2 は、第 2 合成部 30E2 が出力する合成制御量  $t$  に基づき、アームシリンダ 8 に関する比例弁 31AL、31AR に対して出力する制御指令（電流指令）を生成するように構成されている。本実施形態では、第 2 合成部 30E2 は、アームシリンダ 8 に関する第 1 制御量（アーム角度  $t_1$ ）と第 2 制御量（アーム角度  $t_2$ ）とを合成して合成制御量  $t$  を導き出す。「合成」は、相加平均、相乗平均、加重平均、又は択一等の何れであってもよい。択一の場合、第 2 合成部 30E2 は、例えば、第 1 制御量と第 2 制御量とを比較して大きい方を選択してもよい。第 2 演算部 30F2 は、例えば、合成制御量  $t$  と現在のアーム角度との差がゼロに近づくように制御指令を生成し、その制御指令をアームシリンダ 8 に関する比例弁 31BL、31BR に対して出力する。

20

#### 【0116】

第 3 合成部 30E3 は、バケットシリンダ 9 に関する複数の制御量を合成して導き出した合成制御量  $t$  を第 3 演算部 30F3 に対して出力するように構成されている。そして、第 3 演算部 30F3 は、第 3 合成部 30E3 が出力する合成制御量  $t$  に基づき、バケットシリンダ 9 に関する比例弁 31CL、31CR に対して出力する制御指令（電流指令）を生成するように構成されている。本実施形態では、第 3 合成部 30E3 は、バケットシリンダ 9 に関する第 1 制御量（バケット角度  $t_1$ ）と第 2 制御量（バケット角度  $t_2$ ）とを合成して合成制御量  $t$  を導き出す。「合成」は、相加平均、相乗平均、加重平均、又は択一等の何れであってもよい。択一の場合、第 3 合成部 30E3 は、例えば、第 1 制御量と第 2 制御量とを比較して大きい方を選択してもよい。第 3 演算部 30F3 は、例えば、合成制御量  $t$  と現在のバケット角度との差がゼロに近づくように制御指令を生成し、その制御指令をバケットシリンダ 9 に関する比例弁 31CL、31CR に対して出力する。

30

#### 【0117】

本実施形態では、第 1 合成部 30E1、第 2 合成部 30E2、及び第 3 合成部 30E3 は、互いに独立して動作する別々の機能要素であるが、同じ 1 つの機能要素として一体的に構成されていてもよい。この場合も、「合成」は、相加平均、相乗平均、加重平均、又は択一等の何れであってもよい。択一の場合、その一体的に構成された機能要素は、例えば、第 1 制御量と第 2 制御量とを比較して大きい方を選択してもよい。このようにして、自律制御部 30C は、バケット 6 の全体を上げるためにブーム 4 を駆動させたり、バケット 6 の爪先が高くなるようにバケット 6 を回動させたりする等、所定の条件に基づいて油圧アクチュエータを制御する。また、第 1 演算部 30F1、第 2 演算部 30F2 及び第 3 演算部 30F3 は、互いに独立して動作する別々の機能要素であるが、同じ 1 つの機能要素として一体的に構成されていてもよい。

40

#### 【0118】

比例弁 31BL、31BR は、制御指令に応じたパイロット圧をブームシリンダ 7 に関する制御弁 175 に対して作用させる。比例弁 31BL、31BR が生成したパイロット圧を受けた制御弁 175 は、メインポンプ 14 が吐出する作動油を、パイロット圧に対応

50

する流れ方向及び流量でブームシリンダ 7 に供給する。

【 0 1 1 9 】

このとき、自律制御部 3 0 C は、スプール変位センサ ( 図示せず。 ) の検出値である制御弁 1 7 5 のスプール変位量に基づいてスプール制御指令を生成してもよい。そして、スプール制御指令に対応する制御電流を比例弁 3 1 B L、3 1 B R に対して出力してもよい。制御弁 1 7 5 をより高精度に制御するためである。

【 0 1 2 0 】

ブームシリンダ 7 は、制御弁 1 7 5 を介して供給される作動油により伸縮する。ブーム角度センサ S 1 は、伸縮するブームシリンダ 7 によって動かされるブーム 4 のブーム角度を検出する。そして、ブーム角度センサ S 1 は、検出したブーム角度 をブーム角度の現在値として第 1 演算部 3 0 F 1 にフィードバックする。

10

【 0 1 2 1 】

なお、上述の説明は、合成制御量  $t$  に基づくブーム 4 の制御に関するものであるが、合成制御量  $t$  に基づくアーム 5 の制御、及び、合成制御量  $t$  に基づくバケット 6 の制御にも同様に適用可能である。そのため、合成制御量  $t$  に基づくアーム 5 の制御の流れ、及び、合成制御量  $t$  に基づくバケット 6 の制御の流れについてはその説明を省略する。

【 0 1 2 2 】

また、上述の説明は、ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 の制御に関するものであるが、旋回制御にも適用可能である。この場合、合成部 3 0 E は、旋回アクチュエータに関する複数の制御量を合成して合成制御量を導き出すように構成されていてもよい。また、上述の説明は、アーム 5 の先端にバケット 6 ではなくチルトバケットが取り付けられている場合には、チルトバケットの制御にも適用可能である。この場合、合成部 3 0 E は、チルト駆動部 ( チルトシリンダ ) に関する複数の制御量を合成して合成制御量を導き出すように構成されていてもよい。

20

【 0 1 2 3 】

次に、図 8 A 及び図 8 B を参照し、複数の制御基準点に基づいてアクチュエータを自律的に動作させることによる効果について説明する。図 8 A 及び図 8 B は、目標面 T S に沿って移動するバケット 6 の側面図である。図 8 A 及び図 8 B の例では、目標面 T S は、水平部分 H S と傾斜部分 S L とを含む。自律制御部 3 0 C は、スイッチ N S が押されている状態で左操作レバー 2 6 L がアーム閉じ方向に操作されたときに、目標面 T S に対するバケット 6 の掘削角度 を維持しながら、バケット 6 を目標面 T S に沿って移動させるように、ショベル 1 0 0 を自律的に動作させる。

30

【 0 1 2 4 】

図 8 A 及び図 8 B の例では、自律制御部 3 0 C は、第 1 時点から第 4 時点の間に、バケット 6 を目標面 T S に沿って左から右に移動させている。図 8 A 及び図 8 B の例では、第 1 時点におけるバケット 6 は二点鎖線で示され、第 2 時点におけるバケット 6 は一点鎖線で示され、第 3 時点におけるバケット 6 は破線で示され、第 4 時点 ( 現時点 ) におけるバケット 6 は実線で示されている。

【 0 1 2 5 】

図 8 A は、自律制御部 3 0 C が 1 つの制御基準点に基づいて導き出した制御量に応じて掘削アタッチメント A T を自律的に動作させたときのバケット 6 の移動経路を示す。すなわち、図 8 A の例では、自律制御部 3 0 C は、各時点で目標面 T S に最も近い制御基準点である制御基準点 P a 又は制御基準点 P b に基づいて導き出した制御量に応じて掘削アタッチメント A T を自律的に動作させている。なお、自律制御部 3 0 C は、目標面 T S に最も近い制御基準点の現在位置と目標面に関する情報とに基づいて制御量を導き出している。

40

【 0 1 2 6 】

具体的には、自律制御部 3 0 C は、第 1 時点では、水平部分 H S と接している制御基準点 P b 1 に基づいて制御量を算出している。そして、自律制御部 3 0 C は、バケット 6 を水平部分 H S に沿って移動させるように、すなわち、矢印 A R 1 で示す水平方向にバケット 6 を移動させるように制御量を算出している。

50

## 【 0 1 2 7 】

第2時点では、第1時点の場合と同様に、自律制御部30Cは、水平部分HSと接している制御基準点Pb2に基づいて制御量を算出している。そして、自律制御部30Cは、バケット6を水平部分HSに沿って移動させるように、すなわち、矢印AR2で示す水平方向にバケット6を移動させるように制御量を算出している。

## 【 0 1 2 8 】

第3時点では、自律制御部30Cは、傾斜部分SLと接している制御基準点Pa3に基づいて制御量を算出している。そして、自律制御部30Cは、バケット6を傾斜部分SLに沿って移動させるように、すなわち、矢印AR3で示す斜め上方向にバケット6を移動させるように、制御量を算出している。具体的には、自律制御部30Cは、掘削角度で制御基準点Pbを傾斜部分SLに接触させることができるように制御量を算出している。

10

## 【 0 1 2 9 】

このように、図8Aの例では、自律制御部30Cは、制御基準点Pa3が傾斜部分SLと接触するまでは、制御基準点Pbに基づいて制御量を算出している。そして、自律制御部30Cは、制御基準点Pa3が傾斜部分SLと接触すると、制御量算出の基準となる制御基準点を制御基準点Pbから制御基準点Paに切り換え、制御基準点Paに基づいて制御量を算出する。目標面TSに関する最近傍点が制御基準点Pbから制御基準点Paに切り換わるためである。このときも、自律制御部30Cは、目標面TSに沿ってバケット6を移動させようとするが、点線で示すバケット6で表されるように、第3時点の直後に、バケット6の爪先が目標面TSに食い込んでしまうのを防止できない。最近傍点の切り換わりによって制御内容が急変しても、バケット6は、慣性によって水平方向右側に移動してしまうためである。すなわち、自律制御部30Cは、バケット6の爪先の位置の変化を、目標面TSの変化(水平部分HSから傾斜部分SLへの変化)に追従させることができないためである。

20

## 【 0 1 3 0 】

これに対し、図8Bの例では、自律制御部30Cは、2つの制御基準点のそれぞれの予測位置に基づいて導き出した制御量で掘削アタッチメントATを自律的に動作させるように構成されている。具体的には、図8Bの例では、自律制御部30Cは、制御基準点Paの予測位置に基づいて導き出した制御量と、制御基準点Pbの予測位置に基づいて導き出した制御量とを合成して得られる合成制御量で掘削アタッチメントATを自律的に動作させている。すなわち、図8Bの例は、2つの制御基準点に基づく点、及び、制御基準点の現在位置ではなく予測位置に基づく点で図8Aの例とは異なる。

30

## 【 0 1 3 1 】

制御基準点の予測位置は、制御基準点の現在位置から予測される制御基準点の所定時間後の位置を意味する。所定時間は、例えば、1又は複数回の制御周期に相当する時間である。但し、自律制御部30Cは、2つの制御基準点の現在位置に基づいて導き出した制御量で掘削アタッチメントATを自律的に動作させるように構成されていてもよい。なお、図8Bの例では、制御基準点の予測位置は、制御基準点の現在位置と左操作レバー26Lのアーム閉じ方向への操作量とに基づいて算出される。

## 【 0 1 3 2 】

より具体的には、自律制御部30Cは、第1時点では、図8Aの例の場合と同様、矢印AR11で示す水平方向にバケット6を移動させるように制御量を算出する。しかしながら、自律制御部30Cは、第2時点では、図8Aの例の場合と異なり、矢印AR12で示す斜め上方向にバケット6を移動させるように制御量を算出する。これは、自律制御部30Cが、制御基準点Pa2に基づいて算出される制御量と、制御基準点Pb2に基づいて算出される制御量とを合成して最終的な制御量を算出することによる。なお、制御基準点Pb2に基づいて算出される制御量は、点線矢印AR12aで示す水平方向にバケット6を移動させる制御量であり、制御基準点Pa2に基づいて算出される制御量は、点線矢印AR12bで示す斜め上方向にバケット6を移動させる制御量である。図8Bの例では、点線矢印AR12aで示す方向と点線矢印AR12bで示す方向とが異なるため、自律制

40

50

御部 30C は、点線矢印 A R 1 2 a で示す方向にバケット 6 を移動させる制御量が小さくなるように、最終的な制御量を算出するように構成されている。但し、自律制御部 30C は、このような場合であっても、点線矢印 A R 1 2 a で示す方向にバケット 6 を移動させる制御量が小さくならないように、最終的な制御量を算出するように構成されていてもよい。

#### 【0133】

このように、図 8 B の例では、自律制御部 30C は、制御基準点 P a 及び制御基準点 P b のそれぞれに基づいて継続的に且つ個別に制御量を算出した上で、それら 2 つの制御量を合成して最終的な制御量を導き出す。そのため、自律制御部 30C は、図 8 A の例に比べ、目標面 T S に最も近い制御基準点以外の制御基準点に基づいて算出される制御量による影響を比較的早期に取り込むことができる。そのため、自律制御部 30C は、バケット 6 の爪先の位置の変化を、目標面 T S の変化に追従させることができる。厳密には、自律制御部 30C は、目標面 T S の変化に先だってバケット 6 の爪先の位置を変化させることができる。その結果、自律制御部 30C は、第 3 時点の直後に、バケット 6 の爪先が目標面 T S に食い込んでしまうのを防止できる。

10

#### 【0134】

次に、図 9 を参照し、バケット 6 における制御基準点の別の設定例について説明する。図 9 は、バケット 6 の背面斜視図である。自律制御部 30C は、上述のように制御基準点 P a 及び制御基準点 P b のそれぞれに基づいて制御量を算出する代わりに、図 9 に示すような 4 つの制御基準点のそれぞれに基づいて制御量を算出するように構成されていてもよい。

20

#### 【0135】

4 つ制御基準点は、制御基準点 P a L、P a R、P b L 及び P b R を含む。制御基準点 P a L は、バケット 6 の爪先の左側の端部に設定されている。制御基準点 P a R は、バケット 6 の爪先の右側の端部に設定されている。制御基準点 P b L は、バケット 6 の背面の左側の端部に設定されている。制御基準点 P b R は、バケット 6 の背面の右側の端部に設定されている。

#### 【0136】

この場合、自律制御部 30C は、例えば、4 つの制御基準点のそれぞれの現在位置又は予測位置に基づいて導き出した制御量を合成して得られる合成制御量に基づいて掘削アタッチメント A T を自律的に動作させるように構成されていてもよい。また、自律制御部 30C は、3 つ又は 5 つ以上の制御基準点のそれぞれの現在位置又は予測位置に基づいて導き出した制御量を合成して得られる合成制御量に基づいて掘削アタッチメント A T を自律的に動作させるように構成されていてもよい。例えば、制御基準点は、制御基準点 P a L、P a R、P b L 及び P b R と、バケット 6 の背面の中央の端部に設定された制御基準点と、バケット 6 の爪先の中央の端部に設定された制御基準点とを含んでいてもよい。

30

#### 【0137】

また、自律制御部 30C は、ショベル 100 に関する情報又は目標面 T S に関する情報等に基づき、制御量の算出のために利用する制御基準点の数を動的に決定してもよい。すなわち、自律制御部 30C は、複数の制御基準点のうちの何れの制御基準点を利用するかを動的に決定してもよい。例えば、自律制御部 30C は、ショベル 100 が傾斜地に位置すると判定した場合、4 つの制御基準点 P a L、P a R、P b L、及び P b R のそれぞれに基づいて制御量を算出し、ショベル 100 が平坦地に位置すると判定した場合、2 つの制御基準点 P a L 及び P b L のそれぞれに基づいて制御量を算出するように構成されていてもよい。この場合、自律制御部 30C は、機体傾斜センサ S 4 の出力に基づいてショベル 100 が傾斜地に位置するか平坦地に位置するかを判定してもよい。

40

#### 【0138】

更に、自律制御部 30C は、旋回動作中において、複数の制御基準点のうちの何れの制御基準点を利用するかを動的に決定してもよい。例えば、自律制御部 30C は、旋回動作中であると判定した場合、4 つの制御基準点 P a L、P a R、P b L、及び P b R のそれ

50

それに基づいて制御量を算出してもよい。或いは、自律制御部 30C は、旋回停止中であると判定した場合、2つの制御基準点 PaL 及び PbL のそれぞれに基づいて制御量を算出するように構成されていてもよい。この場合、自律制御部 30C は、左操作レバー 26L の左右方向（旋回方向）におけるレバー操作量、制御弁 173 のパイロットポートに作用するパイロット圧、旋回油圧モータ 2A における作動油の圧力、及び、旋回角速度センサ S5 の検出値等の少なくとも 1 つに基づいて旋回動作中であるか旋回停止中であるかを判定してもよい。

【0139】

この構成により、自律制御部 30C は、例えば、ショベル 100 が法面に正対していない状態で、マシンコントロール機能を利用した法面仕上げ作業が行われる際に、バケット 6 の爪先が法面に食い込んでしまうのをより確実に防止できる。

10

【0140】

次に、図 10 を参照し、図 9 に示された 4 つの制御基準点 PaL、PaR、PbL、及び PbR が利用される場合の効果について説明する。図 10 は、ショベル 100 の正面図である。

【0141】

図 10 に示す例では、右クローラ 1CR は水平面上の上に位置し、左クローラ 1CL が水平面上にある石 ST の上に位置している。そのため、ショベル 100 は、右側が低くなるように傾いている。そして、操作者は、左旋回によってバケット 6 の爪先を目標面 TS に沿って移動させようとしている。目標面 TS は、水平部分 HS と傾斜部分 SL とを有し、左に向かって上り勾配となっている。

20

【0142】

この場合、自律制御部 30C は、水平部分 HS と接している制御基準点 PaR のみに基づいて制御量を算出すると、左操作レバー 26L が左旋回方向に操作されてバケット 6 が左方に移動したときに制御基準点 PaL が傾斜部分 SL と接触し、目標面 TS を損傷してしまう。図 10 において破線で示されるバケット 6A は、バケット 6 の爪先の左側の端部が目標面 TS の傾斜部分 SL に食い込んだときのバケット 6 の状態を表している。

【0143】

そこで、自律制御部 30C は、例えば、機体傾斜センサ S4 の出力に基づき、右側が低くなるようにショベル 100 が傾いていると判定した場合には、4 つの制御基準点 PaL、PaR、PbL、及び PbR のそれぞれに基づいて制御量を算出する。

30

【0144】

或いは、自律制御部 30C は、例えば、操作圧センサ 29LB の出力に基づき、旋回操作が行われていると判定した場合には、4 つの制御基準点 PaL、PaR、PbL、及び PbR のそれぞれに基づいて制御量を算出する。この場合、自律制御部 30C は、ショベル 100 が傾いているか否かにかかわらず、4 つの制御基準点 PaL、PaR、PbL、及び PbR のそれぞれに基づいて制御量を算出してもよい。

【0145】

或いは、自律制御部 30C は、操作圧センサ 29LB の出力に基づき、左旋回操作が行われていると判定した場合には、制御基準点 PaL 及び PbL の少なくとも一方に基づいて制御量を算出してもよい。制御基準点 PaL 及び PbL は、旋回方向の先頭に位置しているためである。同様に、自律制御部 30C は、操作圧センサ 29LB の出力に基づき、右旋回操作が行われていると判定した場合には、制御基準点 PaR 及び PbR の少なくとも一方に基づいて制御量を算出してもよい。制御基準点 PaR 及び PbR は、旋回方向の先頭に位置しているためである。

40

【0146】

なお、自律制御部 30C は、バケット 6 の背面を目標面 TS に接触させない場合には、2 つの 4 つの制御基準点 PaL 及び PaR のそれぞれに基づいて制御量を算出してもよい。

【0147】

この構成により、自律制御部 30C は、バケット 6 が左方に移動した場合であっても、

50

制御基準点 P a L ( バケツ 6 の爪先の左側の端部 ) が目標面 T S の傾斜部分 S L に食い込んでしまうのを防止できる。図 1 0 において一点鎖線で示されるバケツ 6 B は、バケツ 6 の爪先の左側の端部が目標面 T S の傾斜部分 S L に食い込まないように僅かに上方に持ち上げられたときのバケツ 6 の状態を表している。

【 0 1 4 8 】

次に、図 1 1 を参照し、チルトバケツ 6 T における制御基準点の設定例について説明する。図 1 1 は、チルトバケツ 6 T をキャビン 1 0 から見たときのチルトバケツ 6 T の斜視図である。自律制御部 3 0 C は、図 9 の場合と同様に、4 つの制御基準点のそれぞれに基づいて制御量を算出するように構成されていてもよい。

【 0 1 4 9 】

4 つ制御基準点は、制御基準点 P a L、P a R、P b L 及び P b R を含む。制御基準点 P a L は、チルトバケツ 6 T の爪先の左側の端部に設定されている。制御基準点 P a R は、チルトバケツ 6 T の爪先の右側の端部に設定されている。制御基準点 P b L は、チルトバケツ 6 T の背面の左側の端部に設定されている。制御基準点 P b R は、チルトバケツ 6 T の背面の右側の端部に設定されている。

【 0 1 5 0 】

図 1 1 に示す例では、コントローラ 3 0 は、左右一対のチルトシリンダ T C のそれぞれを別々に伸縮させることによってチルトバケツ 6 T をチルト軸 A X 回りに傾けることができる。なお、チルトシリンダ T C は、チルト軸 A X の左側に 1 つだけ取り付けられていてもよく、チルト軸 A X の右側に 1 つだけ取り付けられていてもよい。

【 0 1 5 1 】

次に、図 1 2 を参照し、図 1 1 に示された 4 つの制御基準点 P a L、P a R、P b L、及び P b R が利用される場合の効果について説明する。図 1 2 は、ショベル 1 0 0 の正面図であり、図 1 0 に対応している。

【 0 1 5 2 】

図 1 2 に示す例では、図 1 0 の場合と同様に、右クローラ 1 C R は水平面上上に位置し、左クローラ 1 C L が水平面上にある石 S T の上に位置している。そのため、ショベル 1 0 0 は、右側が低くなるように傾いている。そして、操作者は、左旋回によってチルトバケツ 6 T の背面を目標面 T S に沿って移動させようとしている。目標面 T S は、水平部分 H S と傾斜部分 S L とを有し、左に向かって上り勾配となっている。

【 0 1 5 3 】

この場合、自律制御部 3 0 C は、水平部分 H S と接している制御基準点 P a R のみに基づいて制御量を算出すると、左操作レバー 2 6 L が左旋回方向に操作されてチルトバケツ 6 T が左方に移動したときに制御基準点 P a L が傾斜部分 S L と接触し、目標面 T S を損傷してしまう。図 1 2 において破線で示されるチルトバケツ 6 T A は、チルトバケツ 6 T の爪先の左側の端部が目標面 T S の傾斜部分 S L に食い込んだときのチルトバケツ 6 T の状態を表している。

【 0 1 5 4 】

そこで、自律制御部 3 0 C は、例えば、機体傾斜センサ S 4 の出力に基づき、右側が低くなるようにショベル 1 0 0 が傾いていると判定した場合には、チルトバケツ 6 T の爪先の左側の端部と右側の端部の双方が目標面 T S と接触するように、チルト軸 A X 回りにチルトバケツ 6 T を傾けるようにする。ここでは、自律制御部 3 0 C は、チルトバケツ 6 T の背面が目標面 T S の水平部分 H S と平行になるように、チルト軸 A X 回りにチルトバケツ 6 T を傾けるようにする。

【 0 1 5 5 】

その上で、自律制御部 3 0 C は、4 つの制御基準点 P a L、P a R、P b L、及び P b R のそれぞれに基づいて制御量を算出する。

【 0 1 5 6 】

或いは、自律制御部 3 0 C は、例えば、操作圧センサ 2 9 L B の出力に基づき、旋回操作が行われていると判定した場合には、4 つの制御基準点 P a L、P a R、P b L、及び

10

20

30

40

50

P b Rのそれぞれに基づいて制御量を算出する。この場合、自律制御部 3 0 Cは、ショベル 1 0 0が傾いているか否かにかかわらず、4つの制御基準点 P a L、P a R、P b L、及び P b Rのそれぞれに基づいて制御量を算出してもよい。

【 0 1 5 7 】

或いは、自律制御部 3 0 Cは、操作圧センサ 2 9 L Bの出力に基づき、左旋回操作が行われていると判定した場合には、制御基準点 P a L及び P b Lの少なくとも一方に基づいて制御量を算出してもよい。制御基準点 P a L及び P b Lは、旋回方向の先頭に位置しているためである。同様に、自律制御部 3 0 Cは、操作圧センサ 2 9 L Bの出力に基づき、右旋回操作が行われていると判定した場合には、制御基準点 P a R及び P b Rの少なくとも一方に基づいて制御量を算出してもよい。制御基準点 P a R及び P b Rは、旋回方向の先頭に位置しているためである。

10

【 0 1 5 8 】

なお、自律制御部 3 0 Cは、チルトバケット 6 Tの背面を目標面 T Sに接触させない場合には、2つの制御基準点 P a L及び P a Rのそれぞれに基づいて制御量を算出してもよい。すなわち、自律制御部 3 0 Cは、残りの2つの制御基準点 P b L及び P b Rに基づかずに制御量を算出してもよい。

【 0 1 5 9 】

この構成により、自律制御部 3 0 Cは、チルトバケット 6 Tが左方に移動した場合であっても、制御基準点 P a L（チルトバケット 6 Tの爪先の左側の端部）が目標面 T Sの傾斜部分 S Lに食い込んでしまうのを防止できる。図 1 2において一点鎖線で示されるチルトバケット 6 T Bは、チルトバケット 6 Tの爪先の右側の端部が目標面 T Sの水平部分 H Sと一致し、且つ、チルトバケット 6 Tの爪先の左側の端部が目標面 T Sの傾斜部分 S Lと一致するようにチルト軸 A X回りに傾けられたときのチルトバケット 6 Tの状態を表している。

20

【 0 1 6 0 】

次に、図 1 3を参照して、施工システム S Y Sについて説明する。図 1 3は、施工システム S Y Sの一例を示す概略図である。図 1 3に示すように、施工システム S Y Sは、ショベル 1 0 0と、支援装置 2 0 0と、管理装置 3 0 0とを含む。施工システム S Y Sは、1台又は複数台のショベル 1 0 0による施工を支援できるように構成されている。

【 0 1 6 1 】

ショベル 1 0 0が取得する情報は、施工システム S Y Sを通じ、管理者及び他のショベルの操作者等と共有されてもよい。施工システム S Y Sを構成するショベル 1 0 0、支援装置 2 0 0、及び管理装置 3 0 0のそれぞれは、1台であってもよく、複数台であってもよい。図 1 3に示す例では、施工システム S Y Sは、1台のショベル 1 0 0と、1台の支援装置 2 0 0と、1台の管理装置 3 0 0とを含む。

30

【 0 1 6 2 】

支援装置 2 0 0は、典型的には携帯端末装置であり、例えば、施工現場にいる作業者等が携帯するラップトップ型のコンピュータ端末、タブレット端末、或いはスマートフォン等である。支援装置 2 0 0は、ショベル 1 0 0の操作者が携帯する携帯端末であってもよい。支援装置 2 0 0は、固定端末装置であってもよい。

40

【 0 1 6 3 】

管理装置 3 0 0は、典型的には固定端末装置であり、例えば、施工現場外の管理センタ等に設置されるサーバコンピュータ（いわゆるクラウドサーバ）である。また、管理装置 3 0 0は、例えば、施工現場に設定されるエッジサーバであってもよい。また、管理装置 3 0 0は、可搬性の端末装置（例えば、ラップトップ型のコンピュータ端末、タブレット端末、或いはスマートフォン等の携帯端末）であってもよい。

【 0 1 6 4 】

支援装置 2 0 0及び管理装置 3 0 0の少なくとも一方は、モニタと遠隔操作の操作装置とを備えていてもよい。この場合、支援装置 2 0 0や管理装置 3 0 0を利用する操作者は、遠隔操作の操作装置を用いつつ、ショベル 1 0 0を操作してもよい。遠隔操作の

50

操作装置は、例えば、近距離無線通信網、携帯電話通信網、又は衛星通信網等の無線通信網を通じ、ショベル100に搭載されているコントローラ30に通信可能に接続される。

【0165】

また、キャビン10内に設置された表示装置D1に表示される各種情報画像（例えば、ショベル100の周囲の様子を表す画像情報や各種の設定画面等）が、支援装置200及び管理装置300の少なくとも一方に接続された表示装置で表示されてもよい。ショベル100の周囲の様子を表す画像情報は、撮像装置（例えば空間認識装置70としてのカメラ）の撮像画像に基づき生成されてよい。これにより、支援装置200を利用する作業員、或いは、管理装置300を利用する管理者等は、ショベル100の周囲の様子を確認しながら、ショベル100の遠隔操作を行ったり、ショベル100に関する各種の設定を行ったりすることができる。

10

【0166】

例えば、施工システムSYSにおいて、ショベル100のコントローラ30は、スイッチNSが押されたときの時刻及び場所、ショベル100を自律的に動作させる際に利用された目標軌道、並びに、自律動作の際に所定部位が実際に辿った軌跡等の少なくとも1つに関する情報を支援装置200及び管理装置300の少なくとも一方に送信してもよい。その際、コントローラ30は、撮像装置の撮像画像を支援装置200及び管理装置300の少なくとも一方に送信してもよい。撮像画像は、自律動作中に撮像された複数の画像であってもよい。更に、コントローラ30は、自律動作中におけるショベル100の動作内容に関するデータ、ショベル100の姿勢に関するデータ、及び掘削アタッチメントの姿勢に関するデータ等の少なくとも1つに関する情報を支援装置200及び管理装置300の少なくとも一方に送信してもよい。これにより、支援装置200を利用する作業員、又は、管理装置300を利用する管理者は、自律動作中のショベル100に関する情報を入手することができる。

20

【0167】

このようにして、支援装置200又は管理装置300において、ショベル100の監視範囲外における監視対象の種類及び位置が時系列的に記憶部に記憶される。ここで、支援装置200又は管理装置300において記憶される対象物（情報）は、ショベル100の監視範囲外であり、他のショベルの監視範囲内における監視対象の種類及び位置であってもよい。

30

【0168】

このように、施工システムSYSは、ショベル100に関する情報を管理者及び他のショベルの操作者等と共有できるようにする。

【0169】

なお、図13に示すように、ショベル100に搭載されている通信装置は、無線通信を介し、遠隔操作室RCに設置された通信装置T2との間で情報を送受信するように構成されていてもよい。図13に示す例では、ショベル100に搭載されている通信装置と通信装置T2とは、第5世代移動通信回線（5G回線）、LTE回線、又は衛星回線等を介して情報を送受信するように構成されている。

【0170】

遠隔操作室RCには、遠隔コントローラ30R、音出力装置A2、室内撮像装置C2、表示装置RD、及び通信装置T2等が設置されている。また、遠隔操作室RCには、ショベル100を遠隔操作する操作者OPが座る運転席DSが設置されている。

40

【0171】

遠隔コントローラ30Rは、各種演算を実行する演算装置である。本実施形態では、遠隔コントローラ30Rは、コントローラ30と同様、CPU及びメモリを含むマイクロコンピュータで構成されている。そして、遠隔コントローラ30Rの各種機能は、CPUが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。

【0172】

音出力装置A2は、音を出力するように構成されている。本実施形態では、音出力装置

50

A 2 は、スピーカであり、ショベル 1 0 0 に取り付けられている集音装置（図示せず。）が集めた音を再生するように構成されている。

【 0 1 7 3 】

室内撮像装置 C 2 は、遠隔操作室 R C 内を撮像するように構成されている。本実施形態では、室内撮像装置 C 2 は、遠隔操作室 R C の内部に設置されたカメラであり、運転席 D S に着座する操作者 O P を撮像するように構成されている。

【 0 1 7 4 】

通信装置 T 2 は、ショベル 1 0 0 に取り付けられた通信装置との無線通信を制御するように構成されている。

【 0 1 7 5 】

本実施形態では、運転席 D S は、通常のショベルのキャビン内に設置される運転席と同様の構造を有する。具体的には、運転席 D S の左側には左コンソールボックスが配置され、運転席 D S の右側には右コンソールボックスが配置されている。そして、左コンソールボックスの上面前端には左操作レバーが配置され、右コンソールボックスの上面前端には右操作レバーが配置されている。また、運転席 D S の前方には、走行レバー及び走行ペダルが配置されている。更に、右コンソールボックスの上面前端には、ダイヤル 7 5 が配置されている。左操作レバー、右操作レバー、走行レバー、走行ペダル、及びダイヤル 7 5 のそれぞれは、操作装置 2 6 A を構成している。

【 0 1 7 6 】

ダイヤル 7 5 は、エンジン 1 1 の回転数を調整するためのダイヤルであり、例えばエンジン回転数を 4 段階で切り換えできるように構成されている。

【 0 1 7 7 】

具体的には、ダイヤル 7 5 は S P モード、H モード、A モード、及びアイドリングモードの 4 段階でエンジン回転数の切り換えができるように構成されている。ダイヤル 7 5 は、エンジン回転数の設定に関するデータをコントローラ 3 0 に送信する。

【 0 1 7 8 】

S P モードは、操作者 O P が作業量を優先させ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、操作者 O P が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、二番目に高いエンジン回転数を利用する。A モードは、操作者 O P が燃費を優先させながら低騒音でショベルを稼働させたい場合に選択される回転数モードであり、三番目に高いエンジン回転数を利用する。アイドリングモードは、操作者 O P がエンジンをアイドリング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。そして、エンジン 1 1 は、ダイヤル 7 5 を介して選択された回転数モードのエンジン回転数で一定に回転数制御される。

【 0 1 7 9 】

操作装置 2 6 A には、操作装置 2 6 A の操作内容を検出するための操作センサ 2 9 A が設置されている。操作センサ 2 9 A は、例えば、操作レバーの傾斜角度を検出する傾斜センサ、又は、操作レバーの揺動軸回りの揺動角度を検出する角度センサ等である。操作センサ 2 9 A は、圧力センサ、電流センサ、電圧センサ、又は距離センサ等の他のセンサで構成されていてもよい。操作センサ 2 9 A は、検出した操作装置 2 6 A の操作内容に関する情報を遠隔コントローラ 3 0 R に対して出力する。遠隔コントローラ 3 0 R は、受信した情報に基づいて操作信号を生成し、生成した操作信号をショベル 1 0 0 に向けて送信する。操作センサ 2 9 A は、操作信号を生成するように構成されていてもよい。この場合、操作センサ 2 9 A は、遠隔コントローラ 3 0 R を経由せずに、操作信号を通信装置 T 2 に出力してもよい。

【 0 1 8 0 】

表示装置 R D は、ショベル 1 0 0 の周囲の状況に関する情報を表示するように構成されている。本実施形態では、表示装置 R D は、縦 3 段、横 3 列の 9 つのモニタで構成されるマルチディスプレイであり、ショベル 1 0 0 の前方、左方、及び右方の空間の様子を表示できるように構成されている。各モニタは、液晶モニタ又は有機 E L モニタ等である。但

10

20

30

40

50

し、表示装置 R D は、1 又は複数の曲面モニタで構成されていてもよく、プロジェクタで構成されていてもよい。

【 0 1 8 1 】

表示装置 R D は、操作者 O P が着用可能な表示装置であってもよい。例えば、表示装置 R D は、ヘッドマウントディスプレイであり、無線通信によって、遠隔コントローラ 3 0 R との間で情報を送受信できるように構成されていてもよい。ヘッドマウントディスプレイは、遠隔コントローラに有線接続されていてもよい。ヘッドマウントディスプレイは、透過型ヘッドマウントディスプレイであってもよく、非透過型ヘッドマウントディスプレイであってもよい。ヘッドマウントディスプレイは、片眼型ヘッドマウントディスプレイであってもよく、両眼型ヘッドマウントディスプレイであってもよい。

10

【 0 1 8 2 】

表示装置 R D は、遠隔操作室 R C にいる操作者 O P がシヨベル 1 0 0 の周囲を視認できるようにする画像を表示するように構成されている。すなわち、表示装置 R D は、操作者が遠隔操作室 R C にいるにもかかわらず、あたかもシヨベル 1 0 0 のキャビン 1 0 内にいるかのように、シヨベル 1 0 0 の周囲の状況を確認することができるように、画像を表示する。

【 0 1 8 3 】

次に、図 1 4 を参照し、施工システム S Y S の別の構成例について説明する。図 1 4 に示す例では、施工システム S Y S は、シヨベル 1 0 0 による施工を支援するように構成されている。具体的には、施工システム S Y S は、シヨベル 1 0 0 と通信を行う通信装置 C D 及び制御装置 C T R を有する。制御装置 C T R は、シヨベル 1 0 0 のアクチュエータを自律的に動作させる第 1 制御部、及び、アクチュエータを自律的に動作させる第 2 制御部を含むように構成されている。そして、制御装置 C T R は、第 1 制御部と第 2 制御部とを含む複数の制御部で競合が生じていると判定した場合、第 1 制御部及び第 2 制御部を含む複数の制御部のうちの 1 つを優先的に動作させる優先制御部として選択するように構成されている。なお、第 1 制御部及び第 2 制御部は、説明の便宜のために区別されて表されているが、物理的に区別されている必要はなく、全体的に或いは部分的に共通のソフトウェアコンポーネント若しくはハードウェアコンポーネントで構成されていてもよい。

20

【 0 1 8 4 】

上述のように、本発明の実施形態に係るシヨベル 1 0 0 は、下部走行体 1 と、下部走行体 1 に回転可能に搭載された上部旋回体 3 と、上部旋回体 3 に取り付けられたアタッチメントと、アタッチメントを構成するエンドアタッチメントと、アタッチメントを動かすアクチュエータと、アクチュエータを自律的に動作させる制御装置としてのコントローラ 3 0 と、有している。そして、コントローラ 3 0 は、エンドアタッチメントにおける複数の所定点（制御基準点）のそれぞれに関してアクチュエータの制御量を算出し、算出した各制御量に基づいてアクチュエータを自律的に動作させるように構成されている。この構成により、シヨベル 1 0 0 は、マシンコントロール機能を利用した作業が行われる際に、エンドアタッチメントによる目標面 T S の損傷をより確実に防止できる。

30

【 0 1 8 5 】

エンドアタッチメントは、典型的には、バケット 6 である。この場合、バケット 6 における複数の制御基準点は、バケット 6 の爪先の一点であってもよく、バケット 6 の背面上の一点であってもよい。或いは、バケット 6 における複数の制御基準点は、図 9 に示すように、バケット 6 の爪先の左端点及び右端点と、バケット 6 の背面の左後端点及び右後端点とを含んでいてもよい。この構成により、シヨベル 1 0 0 は、マシンコントロール機能を利用した作業が行われる際に、バケット 6 による目標面 T S の損傷をより確実に防止できる。

40

【 0 1 8 6 】

コントローラ 3 0 は、例えば、各制御量を合成して合成制御量を算出し、その合成制御量に基づいてアクチュエータを自律的に動作させるように構成されていてもよい。この構成により、コントローラ 3 0 は、目標面 T S に最も近い制御基準点以外の制御基準点に基

50

づいて算出される制御量を合成制御量に適切に反映させることができ、バケット 6 による目標面 T S の損傷をより確実に防止できる。

【 0 1 8 7 】

コントローラ 3 0 は、複数の制御基準点のそれぞれと目標面との距離の変化に基づいて複数の制御基準点のそれぞれに関するアクチュエータの制御量を算出するように構成されていてもよい。例えば、コントローラ 3 0 は、各制御量を合成して合成制御量を算出する際に、複数の制御基準点のうち、距離の変化が最も大きい制御基準点に関する制御量の影響が最も大きくなるように構成されていてもよい。この構成により、コントローラ 3 0 は、複数の制御基準点のうち、目標面 T S に誤って食い込む可能性が最も高い制御基準点に基づいて算出される制御量を合成制御量に優先的に反映させることができ、バケット 6 による目標面 T S の損傷をより確実に防止できる。

10

【 0 1 8 8 】

コントローラ 3 0 は、複数の制御基準点のそれぞれの所定時間後の位置を予測し、その所定時間後の位置に基づいて複数の制御基準点のそれぞれに関するアクチュエータの制御量を算出するように構成されていてもよい。この構成により、コントローラ 3 0 は、各制御基準点が目標面 T S に食い込むおそれがあるか否かをより早期に判断でき、バケット 6 による目標面 T S の損傷をより確実に防止できる。

【 0 1 8 9 】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳説した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態に制限されることはない。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、種々の変形又は置換等が適用され得る。また、別々に説明された特徴は、技術的な矛盾が生じない限り、組み合わせが可能である。

20

【 0 1 9 0 】

例えば、上述の実施形態では、制御基準点の予測位置は、制御基準点の現在位置から予測される制御基準点の所定時間後の位置とされ、所定時間は、例えば、1 又は複数回の制御周期に相当する時間とされている。すなわち、所定時間は、数十ミリ秒から数百ミリ秒の範囲の時間とされている。しかしながら、所定時間は、1 秒以上の時間であってもよい。また、自律制御部 3 0 C は、オブザーバ ( 状態観測器 ) を用いたモデル予測制御を利用してショベル 1 0 0 を自律的に動作させるように構成されていてもよい。

【 0 1 9 1 】

本願は、2019年3月28日に出願した日本国特許出願2019-065022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。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 9 2 】

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 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 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 13・・・レギュレータ 14・・・メインポンプ 15・・・パイロットポンプ 17・・・コントロールバルブユニット 18・・・絞り 19・・・制御圧センサ 26、26A・・・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 28・・・吐出圧センサ 29、29DL、29DR、29LA、29LB、29RA、29RB・・・操作圧センサ 29A・・・操作センサ 30・・・コントローラ 30A・・・位置算出部 30B・・・軌道取得部 30C・・・自律制御部 30D・・・目標値算出部 30D1・・・第1目標値算出部 30D2・・・第2目標値算出部 30E・・・合成部 30E1・・・第1合成部 30E2・・・第2合成部 30E3・・・第3合成部 30F・・・演算部 30F1・・・第1演算部 30F2・・・第2演算部 30F3・・・第3演算

40

50

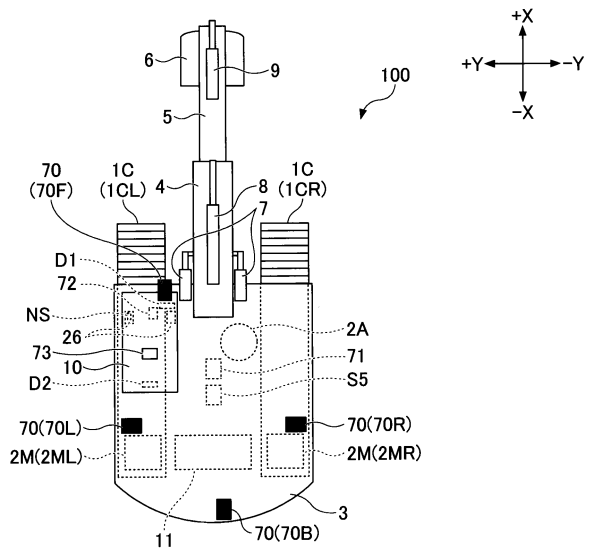
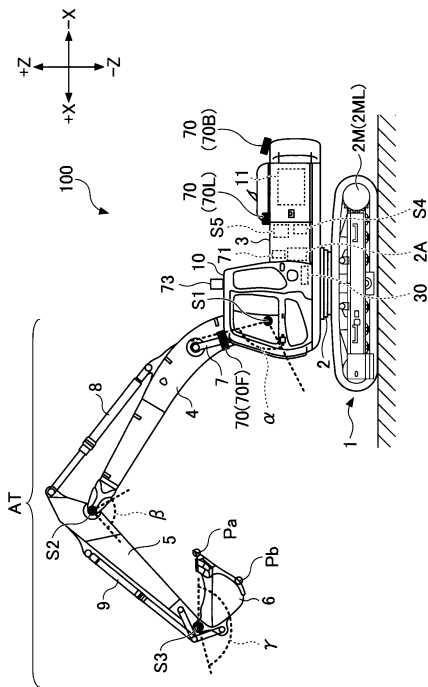
部 30R・・・遠隔コントローラ 31、31AL~31DL、31AR~31DR・・・  
 ・比例弁 32、32AL~32DL、32AR~32DR・・・シャトル弁 33、33  
 AL~33DL、33AR~33DR・・・比例弁 40・・・センターバイパス管路 4  
 2・・・パラレル管路 70・・・空間認識装置 70F・・・前方センサ 70B・・・  
 後方センサ 70L・・・左方センサ 70R・・・右方センサ 71・・・向き検出装置  
 72・・・情報入力装置 73・・・測位装置 75・・・ダイヤル 100・・・ショベル  
 171~176・・・制御弁 200・・・支援装置 300・・・管理装置 A2・・・  
 音出力装置 AT・・・掘削アタッチメント C2・・・室内撮像装置 CD・・・通  
 信装置 CTR・・・制御装置 D1・・・表示装置 D2・・・音声出力装置 DS・・・  
 運転席 NS・・・スイッチ OP・・・操作者 RC・・・遠隔操作室 RD・・・表  
 示装置 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 SYS・・・施工  
 システム T2・・・通信装置

10

【図面】

【図1】

【図2】



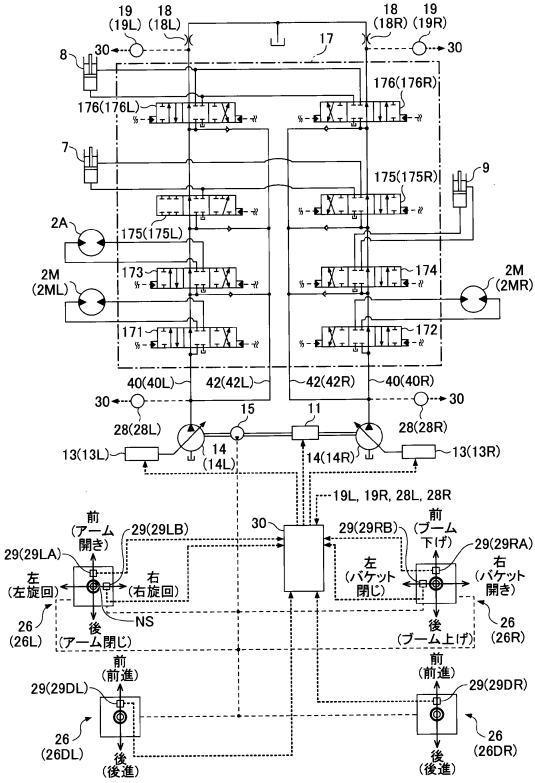
20

30

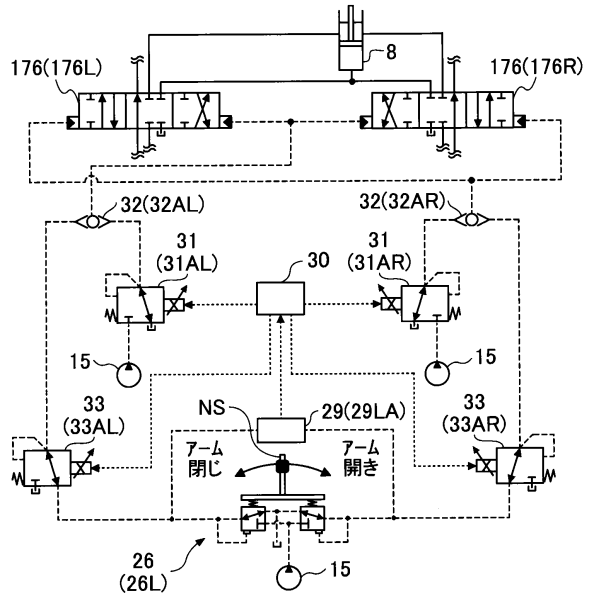
40

50

【図 3】



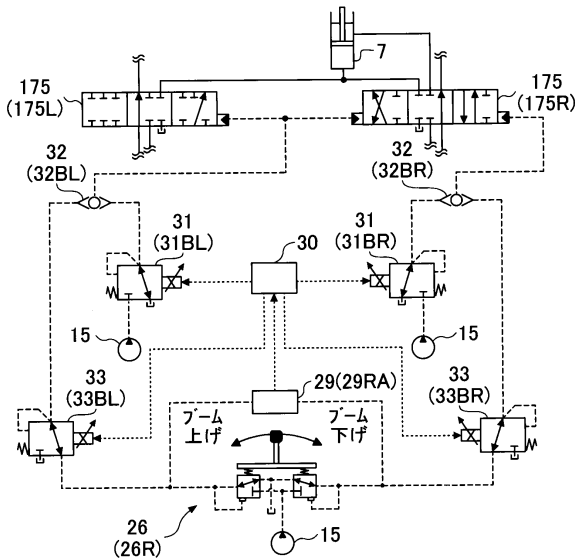
【図 4 A】



10

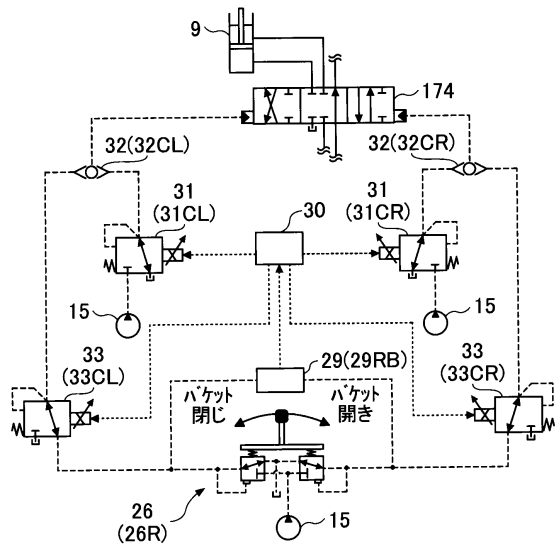
20

【図 4 B】



30

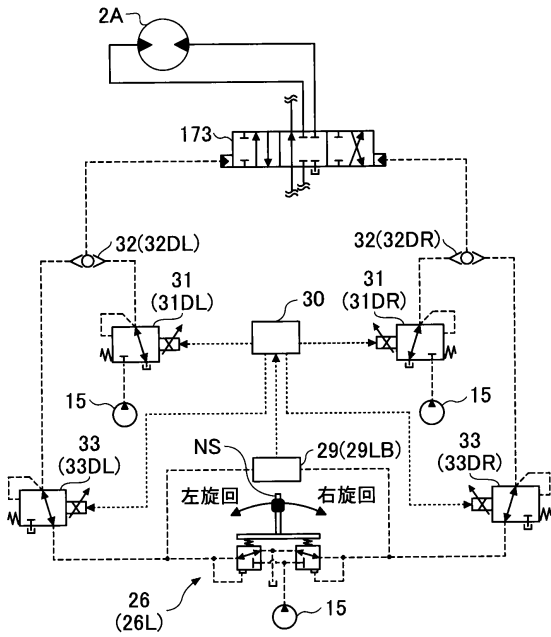
【図 4 C】



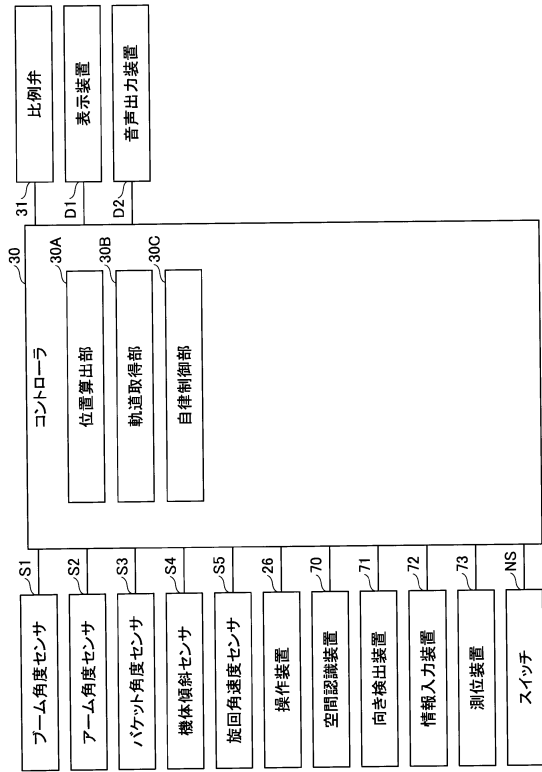
40

50

【図4D】



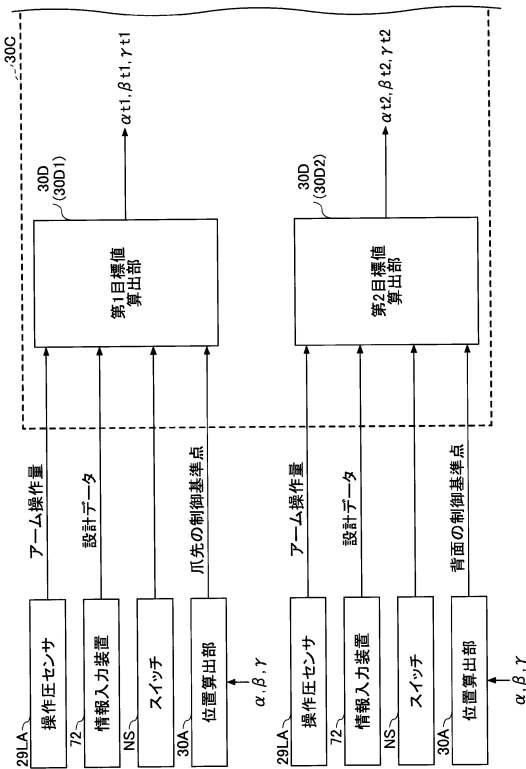
【図5】



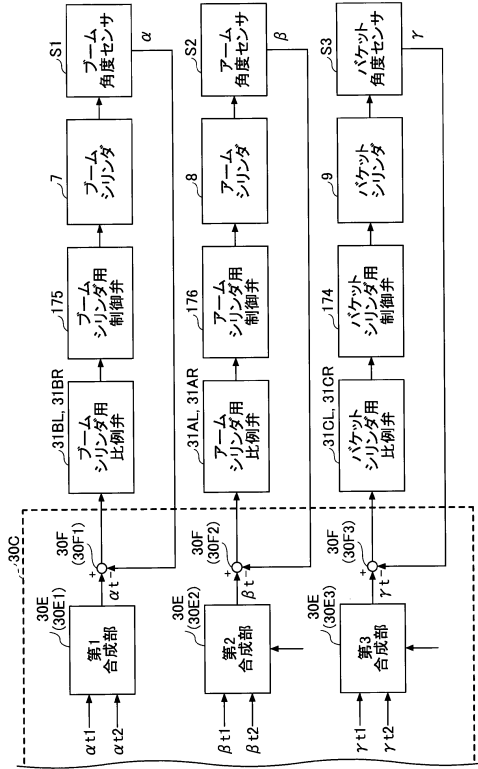
10

20

【図6】



【図7】

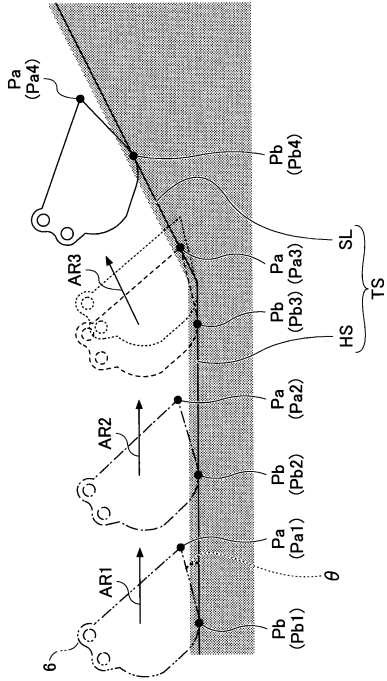


30

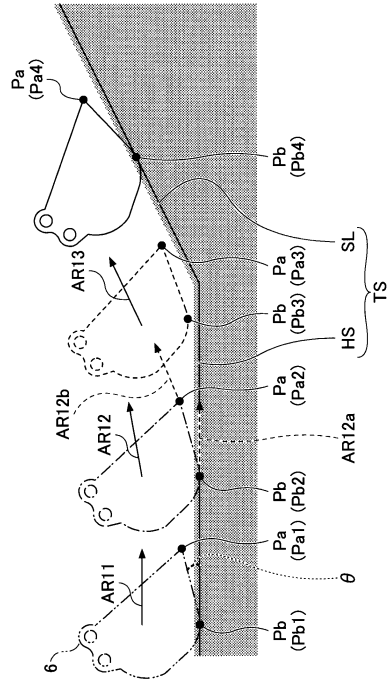
40

50

【図 8 A】



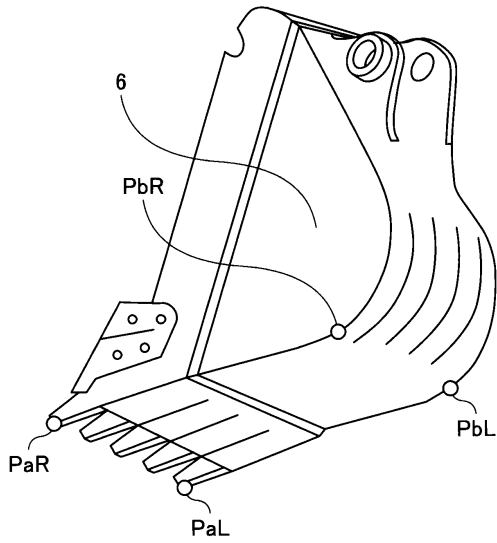
【図 8 B】



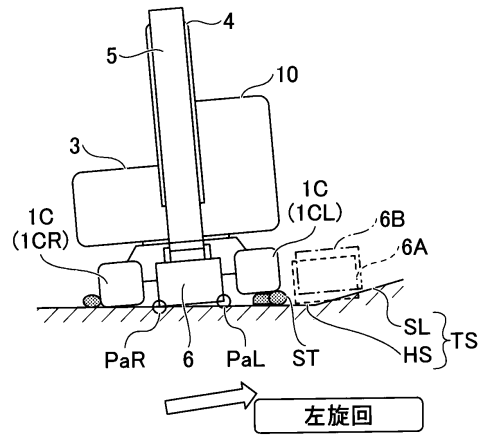
10

20

【図 9】



【図 10】

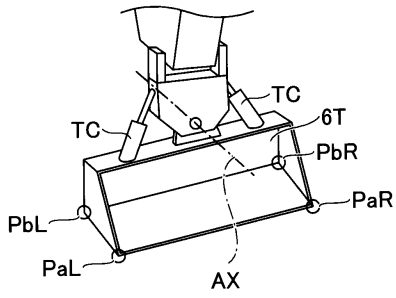


30

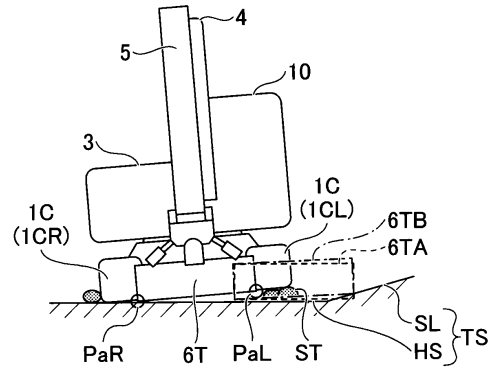
40

50

【 図 1 1 】



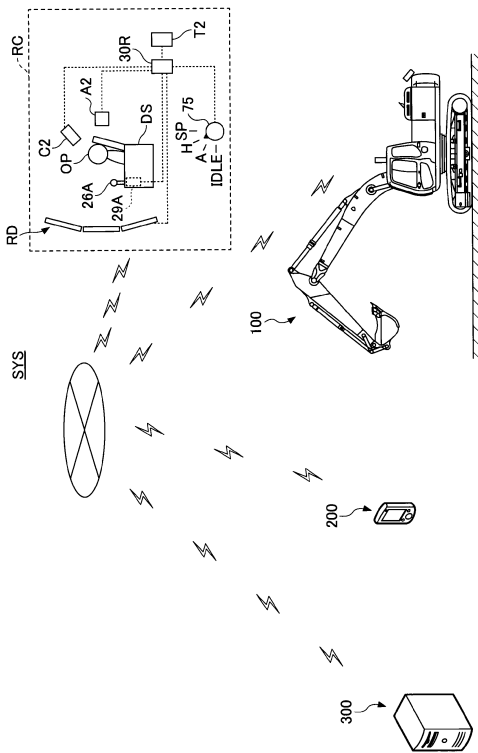
【 図 1 2 】



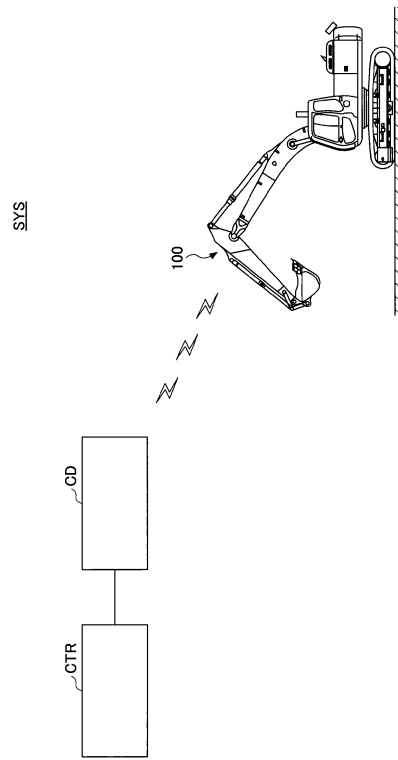
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2018-003388(JP,A)  
国際公開第2019/031509(WO,A1)  
国際公開第2018/181534(WO,A1)  
国際公開第2017/170382(WO,A1)  
特開2017-210729(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
E02F 3/43  
E02F 3/84