

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7341982号
(P7341982)

(45)発行日 令和5年9月11日(2023.9.11)

(24)登録日 令和5年9月1日(2023.9.1)

(51)国際特許分類

F I

E 0 2 F 9/22 (2006.01) E 0 2 F 9/22 A

E 0 2 F 9/24 (2006.01) E 0 2 F 9/24 B

請求項の数 15 (全38頁)

(21)出願番号	特願2020-510826(P2020-510826)	(73)特許権者	502246528
(86)(22)出願日	平成31年3月25日(2019.3.25)		住友建機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/012600		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(87)国際公開番号	WO2019/189031	(74)代理人	100107766
(87)国際公開日	令和1年10月3日(2019.10.3)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	令和3年12月14日(2021.12.14)	(74)代理人	100070150
(31)優先権主張番号	特願2018-62806(P2018-62806)		弁理士 伊東 忠彦
(32)優先日	平成30年3月28日(2018.3.28)	(72)発明者	作田 聡
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		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
		審査官	湯本 照基

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ショベル

(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自在に搭載された上部旋回体と、
前記上部旋回体に設けられた物体検知装置と、
ショベルの駆動部を自動的に制動させることができる制御装置と、
ショベルの傾斜を検出する機体傾斜センサと、
メインポンプと、
パイロットポンプと、
前記メインポンプと前記駆動部とを繋ぐ作動油ラインに設けられる制御弁と、
前記パイロットポンプと前記制御弁とを繋ぐパイロットラインに設けられる電磁弁と、
を備え、
前記制御装置は、前記機体傾斜センサの出力に基づいて所定の複数の制動パターンのうちの1つを選択し、前記電磁弁を制御することにより、前記物体検知装置が検知するショベルと物体との間の距離に応じて所定の複数の前記制動パターンのうちの選択した1つにしたがって前記駆動部を自動的に制動させる、
ショベル。

【請求項2】

前記制御装置は、前記駆動部に対応する操作装置が操作されているときに、前記制御弁を中立弁位置に向かって移動させることにより、前記駆動部を自動的に制動させる、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 3】

複数の前記制動パターンのそれぞれは、制動開始タイミングが異なる、
請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 4】

複数の前記制動パターンのそれぞれは、制動が開始された後の経過時間に対する制動力の増加率が異なる、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記駆動部に対応する操作装置が中立位置に戻る前に、前記機体傾斜センサの出力に基づいて選択した複数の前記制動パターンのうちの 1 つにしたがって前記駆動部を自動的に制動させる、

10

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 6】

前記制動パターンは、走行用アクチュエータの制動パターンである、
請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 7】

前記制動パターンは、旋回用アクチュエータの制動パターンである、
請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 8】

前記距離は、旋回動作中にエンドアタッチメントが描く旋回円における前記エンドアタッチメントと前記物体との間の弧の長さである、

20

請求項 7 に記載のシヨベル。

【請求項 9】

前記制御装置は、旋回モーメントに応じた複数の前記制動パターンのうちの 1 つにしたがって前記駆動部を自動的に制動させる、

請求項 7 に記載のシヨベル。

【請求項 10】

前記制御装置は、前記制御弁が中立弁位置に戻る前に、前記機体傾斜センサの出力に基づいて選択した複数の前記制動パターンのうちの 1 つにしたがって前記駆動部を自動的に制動させる、

30

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 11】

前記制御弁は、スプール弁であり、
前記電磁弁は、前記スプール弁の動きを制御する、
請求項 10 に記載のシヨベル。

【請求項 12】

前記制御装置は、前記制御弁を中立弁位置に戻すことで、前記駆動部を自動的に制動させる、

請求項 10 に記載のシヨベル。

40

【請求項 13】

前記制御装置は、操作装置を無効状態にすることで前記駆動部を自動的に制動させる、
請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 14】

前記制御装置は、前記駆動部に対応する操作装置が操作されているときに、前記物体検知装置が検知するシヨベルと前記物体との間の距離に応じて所定の複数の前記制動パターンのうちの 1 つにしたがって前記駆動部を自動的に制動させる、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 15】

前記制御装置は、シヨベルの状態を、ゲートロックレバーが押し下げられたときの状態

50

にすることで、前記駆動部を自動的に制動させる、

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、掘削機としてのショベルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、旋回作業機械の周囲に設定された監視領域内に存在する物体と接触する可能性が高いと判断した場合に旋回動作を自動停止させる旋回作業機械が知られている（特許文献 1 参照。）。 10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2012 - 21290 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の旋回作業機械は、ひとたび旋回動作を自動停止させることを決定した後は、上部旋回体を一律に制動させるのみである。そのため、場合によっては旋回動作を適切に自動停止させることができないおそれがある。 20

【0005】

そこで、ショベルをより適切に自動停止させることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

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自在に搭載された上部旋回体と、前記上部旋回体に設けられた物体検知装置と、ショベルの駆動部を自動的に制動させることができる制御装置と、ショベルの傾斜を検出する機体傾斜センサと、メインポンプと、パイロットポンプと、前記メインポンプと前記駆動部とを繋ぐ作動油ラインに設けられる制御弁と、前記パイロットポンプと前記制御弁とを繋ぐパイロットラインに設けられる電磁弁と、を備え、前記制御装置は、前記機体傾斜センサの出力に基づいて所定の複数の制動パターンのうちの 1 つを選択し、前記電磁弁を制御することにより、前記物体検知装置が検知するショベルと物体との間の距離に応じて所定の複数の前記制動パターンのうちの選択した 1 つにしたがって前記駆動部を自動的に制動させる。 30

【発明の効果】

【0007】

上述の手段により、ショベルをより適切に自動停止させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の実施形態に係るショベルの側面図である。 40

【図 2】本発明の実施形態に係るショベルの上面図である。

【図 3】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】斜面で作業しているショベルの側面図である。

【図 5】自動制動処理の一例のフローチャートである。

【図 6】制動パターンの例を示す図である。

【図 7】制御弁に実際に供給される電流の時間的推移を示す図である。

【図 8】制動パターンの別の例を示す図である。

【図 9】制御弁に実際に供給される電流の時間的推移を示す図である。

【図 10A1】ショベルの側面図である。

【図 10A2】ショベルの側面図である。 50

【図 1 0 B 1】ショベルの上面図である。

【図 1 0 B 2】ショベルの上面図である。

【図 1 1】制動パターンの更に別の例を示す図である。

【図 1 2】制御弁に供給される電流とストローク量の時間的推移を示す図である。

【図 1 3】制動パターンの更に別の例を示す図である。

【図 1 4】制御弁に供給される電流とストローク量の時間的推移を示す図である。

【図 1 5】ショベルに搭載される油圧システムの別の構成例を示す概略図である。

【図 1 6 A】本発明の実施形態に係るショベルの別の構成例を示す図である。

【図 1 6 B】本発明の実施形態に係るショベルの別の構成例を示す図である。

【図 1 7 A】本発明の実施形態に係るショベルの側面図である。

10

【図 1 7 B】本発明の実施形態に係るショベルの上面図である。

【図 1 7 C】本発明の実施形態に係るショベルの側面図である。

【図 1 7 D】本発明の実施形態に係るショベルの上面図である。

【図 1 8】ショベルの外表面の構成例を示す図である。

【図 1 9】コントローラの構成の一例を示す図である。

【図 2 0】コントローラの構成の別の一例を示す図である。

【図 2 1】ショベルの管理システムの構成例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 0 9】

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 1 0 0 について説明する。図 1 はショベル 1 0 0 の側面図であり、図 2 はショベル 1 0 0 の上面図である。

20

【0 0 1 0】

本実施形態では、ショベル 1 0 0 の下部走行体 1 は被駆動体としてのクローラ 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用油圧モータ 2 M によって駆動される。但し、走行用油圧モータ 2 M は、電動アクチュエータとしての走行用電動発電機であってもよい。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 は左走行用油圧モータ 2 M L によって駆動され、右クローラ 1 C R は右走行用油圧モータ 2 M R によって駆動される。下部走行体 1 は、クローラ 1 C によって駆動されるため、被駆動体として機能する。

30

【0 0 1 1】

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。被駆動体としての旋回機構 2 は、上部旋回体 3 に搭載されている旋回用油圧モータ 2 A によって駆動される。但し、旋回用油圧モータ 2 A は、電動アクチュエータとしての旋回用電動発電機であってもよい。上部旋回体 3 は、旋回機構 2 によって駆動されるため、被駆動体として機能する。

【0 0 1 2】

上部旋回体 3 には被駆動体としてのブーム 4 が取り付けられている。ブーム 4 の先端には被駆動体としてのアーム 5 が取り付けられ、アーム 5 の先端に被駆動体及び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。

40

【0 0 1 3】

ブーム 4 にはブーム角度センサ 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 にはバケット角度センサ S 3 が取り付けられている。

【0 0 1 4】

ブーム角度センサ S 1 はブーム 4 の回動角度を検出する。本実施形態では、ブーム角度センサ S 1 は加速度センサであり、上部旋回体 3 に対するブーム 4 の回動角度であるブーム角度を検出できる。ブーム角度は、例えば、ブーム 4 を最も下げたときに最小角度とな

50

り、ブーム 4 を上げるにつれて大きくなる。

【 0 0 1 5 】

アーム角度センサ S 2 はアーム 5 の回動角度を検出する。本実施形態では、アーム角度センサ S 2 は加速度センサであり、ブーム 4 に対するアーム 5 の回動角度であるアーム角度を検出できる。アーム角度は、例えば、アーム 5 を最も閉じたときに最小角度となり、アーム 5 を開くにつれて大きくなる。

【 0 0 1 6 】

バケット角度センサ S 3 はバケット 6 の回動角度を検出する。本実施形態では、バケット角度センサ S 3 は加速度センサであり、アーム 5 に対するバケット 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、例えば、バケット 6 を最も閉じたときに最小角度となり、バケット 6 を開くにつれて大きくなる。

10

【 0 0 1 7 】

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 はそれぞれ、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、連結ピン回りの回動角度を検出するロータリエンコーダ、ジャイロセンサ、又は、加速度センサとジャイロセンサの組み合わせ等であってもよい。

【 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、コントローラ 3 0、物体検知装置 7 0、向き検出装置 8 5、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 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、ブーム 4 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 】

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、RAM、NVRAM、及びROM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、各機能要素に対応するプログラムをROMから読み出してRAMにロードし、対応する処理をCPUに実行させる。

【 0 0 2 0 】

物体検知装置 7 0 は、周囲監視装置の一例であり、ショベル 1 0 0 の周囲に存在する物体を検知するように構成されている。物体は、例えば、人、動物、車両、建設機械、建造物、又は穴等である。物体検知装置 7 0 は、例えば、超音波センサ、ミリ波レーダ、ステレオカメラ、LIDAR、距離画像センサ、又は赤外線センサ等である。本実施形態では、物体検知装置 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センサ 7 0 Rを含む。

30

【 0 0 2 1 】

周囲監視装置としての物体検知装置 7 0 は、ショベル 1 0 0 の周囲に設定された所定領域内の所定物体を検知するように構成されていてもよい。すなわち、物体検知装置 7 0 は、物体の種類、位置、及び形状等の少なくとも 1 つを識別できるように構成されていてもよい。例えば、物体検知装置 7 0 は、人と人以外の物体とを区別できるように構成されていてもよい。また、物体検知装置 7 0 は、物体検知装置 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もよい。

40

【 0 0 2 2 】

向き検出装置 8 5 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（以下、「向きに関する情報」とする。）を検出するように構成されている。例えば、向き検出装置 8 5 は、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と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 8 5 は、下部走行体 1 に取り付けられたGNSS受信機と上部旋回体 3 に取り付け

50

られた G N S S 受信機との組み合わせで構成されていてもよい。旋回用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 8 5 は、レゾルバで構成されていてもよい。向き検出装置 8 5 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配置されていてもよい。

【 0 0 2 3 】

機体傾斜センサ S 4 は、所定の平面に対するショベル 1 0 0 の傾斜を検出するように構成されている。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 の前後軸の傾斜角及び左右軸の傾斜角を検出する加速度センサである。機体傾斜センサ S 4 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てもよい。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 の旋回軸上の一点であるショベル中心点を通る。

10

【 0 0 2 4 】

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ように構成されている。本実施形態では、旋回角速度センサ S 5 は、ジャイロセンサである。旋回角速度センサ S 5 は、レゾルバ又は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 0 2 5 】

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 の任意の組み合わせは、集合的に姿勢センサとも称される。

20

【 0 0 2 6 】

次に、図 3 を参照し、ショベル 1 0 0 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 1 0 0 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。

【 0 0 2 7 】

ショベル 1 0 0 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、及び制御弁 6 0 等を含む。

【 0 0 2 8 】

30

図 3 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 4 0 又はパラレル管路 4 2 を経て作動油タンクまで作動油を循環させている。

【 0 0 2 9 】

エンジン 1 1 は、ショベル 1 0 0 の駆動源である。本実施形態では、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 のそれぞれの入力軸に連結されている。

【 0 0 3 0 】

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 に供給するように構成されている。本実施形態では、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 0 3 1 】

レギュレータ 1 3 は、メインポンプ 1 4 の吐出量（押し退け容積）を制御するように構成されている。本実施形態では、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 0 3 2 】

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す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 1 5 は、

50

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。

【0033】

コントロールバルブ 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 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。制御弁 171 ~ 176 は、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ように構成されている。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、左走行用油圧モータ 2 M L、右走行用油圧モータ 2 M R、及び旋回用油圧モータ 2 A を含む。

10

【0034】

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。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一方を含む。本実施形態では、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す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 のレバー又はペダル（図示せず。）の操作方向及び操作量に応じた圧力である。

20

【0035】

吐出圧センサ 28 は、メインポンプ 14 の吐出圧を検出す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。

【0036】

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す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 のレバー又はペダル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

【0037】

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 40 L 又は左パラレル管路 42 L を経て作動油タンクまで作動油を循環させるように構成され、右メインポンプ 14 R は、右センターバイパス管路 40 R 又は右パラレル管路 42 R を経て作動油タンクまで作動油を循環させるように構成されている。

【0038】

40

左センターバイパス管路 40 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 40 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。

【0039】

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用油圧モータ 2 M L へ供給し、且つ、左走行用油圧モータ 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。

【0040】

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用油圧モータ 2 M R

50

へ供給し、且つ、右走行用油圧モータ 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。

【 0 0 4 1 】

制御弁 1 7 3 は、左メインポンプ 1 4 L が吐出する作動油を旋回用油圧モータ 2 A へ供給し、且つ、旋回用油圧モータ 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。

【 0 0 4 2 】

制御弁 1 7 4 は、右メインポンプ 1 4 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。

10

【 0 0 4 3 】

制御弁 1 7 5 L は、左メインポンプ 1 4 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 1 7 5 R は、右メインポンプ 1 4 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。

【 0 0 4 4 】

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 4 5 】

20

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 4 6 】

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。

30

【 0 0 4 7 】

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ように構成されている。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ように構成されている。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 の吸収馬力がエンジン 1 1 の出力馬力を超えないようにするためである。

40

【 0 0 4 8 】

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 4 9 】

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（アーム開閉方向）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、左操作レバー 2 6 L は、左右方向（旋回方向）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。

50

【 0 0 5 0 】

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 の右パイロットポートに作動油を導入させる。

【 0 0 5 1 】

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（ブーム上下方向）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、右操作レバー 2 6 R は、左右方向（バケット開閉方向）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 2 】

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 の左パイロットポートに作動油を導入させる。

【 0 0 5 3 】

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。左走行レバー 2 6 D L は、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。右走行レバー 2 6 D R は、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。

【 0 0 5 4 】

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。

【 0 0 5 5 】

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、及び 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 0 5 6 】

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 5 7 】

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 3 に対して制御指令を出力し、メインポンプ 1 4 の吐出量を変化させる。

【 0 0 5 8 】

ここで、絞り 1 8 と制御圧センサ 1 9 を用いたネガティブコントロール制御について説明する。絞り 1 8 は左絞り 1 8 L 及び右絞り 1 8 R を含み、制御圧センサ 1 9 は左制御圧センサ 1 9 L 及び右制御圧センサ 1 9 R を含む。

【 0 0 5 9 】

左センターバイパス管路 4 0 L には、最も下流にある制御弁 1 7 6 L と作動油タンクとの間に左絞り 1 8 L が配置されている。そのため、左メインポンプ 1 4 L が吐出した作動油の流れは、左絞り 1 8 L で制限される。そして、左絞り 1 8 L は、左レギュレータ 1 3 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 1 9 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 3 0 に対して出力する。コントローラ 3 0 は、この制御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。コントローラ 3 0 は、この制御圧が大きいほど左メインポンプ 1 4 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 1 4 L の吐出量を増大させる。右メインポンプ 1 4 R の吐出量も同様に制御される。

【 0 0 6 0 】

具体的には、図 3 で示されるようにショベル 1 0 0 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 1 4 L が吐出する作動油は、左センターバイパス管路 4 0 L を通って左絞り 1 8 L に至る。そして、左メインポンプ 1 4 L が吐出する作動油の流れは、左絞り 1 8 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 3 0 は、左メインポンプ 1 4 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 4 0 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 1 4 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 1 4 L が吐出する作動油の流れは、左絞り 1 8 L に至る量を減少或いは消失させ、左絞り 1 8 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 3 0 は、左メインポンプ 1 4 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流入させ、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 3 0 は、右メインポンプ 1 4 R の吐出量も同様に制御する。

【 0 0 6 1 】

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 1 4 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 1 4 が吐出する作動油がセンターバイパス管路 4 0 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 1 4 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。

【 0 0 6 2 】

制御弁 6 0 は、操作装置 2 6 の有効状態と無効状態とを切り換えるように構成されている。本実施形態では、制御弁 6 0 は、電磁弁であり、コントローラ 3 0 からの電流指令に応じて動作するように構成されている。操作装置 2 6 の有効状態は、操作者が操作装置 2 6 を操作することで関連する被駆動体を動かすことができる状態であり、操作装置 2 6 の無効状態は、操作者が操作装置 2 6 を操作しても関連する被駆動体を動かすことができない状態である。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

本実施形態では、制御弁 60 は、パイロットポンプ 15 と操作装置 26 とを繋ぐパイロットライン C D 1 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能なスプール式の電磁弁である。具体的には、制御弁 60 は、コントローラ 30 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。より具体的には、制御弁 60 は、第 1 弁位置になったときにパイロットライン C D 1 を連通状態とし、第 2 弁位置になったときにパイロットライン C D 1 を遮断状態とする。図 3 は、制御弁 60 が第 1 弁位置となっていること、及び、パイロットライン C D 1 が連通状態となっていることを示している。

【0064】

制御弁 60 は、不図示のゲートロックレバーに連動するように構成されていてもよい。具体的には、制御弁 60 は、ゲートロックレバーが押し下げられたときにパイロットライン C D 1 を遮断状態にし、ゲートロックレバーが引き上げられたときにパイロットライン C D 1 を連通状態にするように構成されていてもよい。

【0065】

次に、図 4 及び図 5 を参照し、コントローラ 30 が制御弁 60 を用いてショベル 100 の駆動部を自動的に制動させる処理（以下、「自動制動処理」とする。）について説明する。図 4 は、斜面で作業しているショベル 100 の側面図である。図 5 は、自動制動処理の一例のフローチャートである。コントローラ 30 は、例えば、所定の制御周期で繰り返すこの自動制動処理を実行する。

【0066】

図 4 の例では、ショベル 100 は、物体検知装置 70 により、斜面に停車しているダンプトラック D P を検知している。そして、ショベル 100 は、ダンプトラック D P の荷台に土砂を積み込む作業を行うため、後進しながらダンプトラック D P に接近している。コントローラ 30 は、後センサ 70 B の出力に基づいてショベル 100（カウンタウエイト）とダンプトラック D P との間の距離 D A を継続的に監視している。コントローラ 30 は、ミリ波センサ等の距離センサの出力に基づいて距離 D A を継続的に監視するように構成されていてもよい。ショベル 100 の操作者は、通常、距離 D A が所望の距離になったところで、走行レバー 26 D を中立位置に戻してショベル 100 の後進を停止させようとする。

【0067】

しかしながら、ショベル 100 の操作者は、距離 D A が所望の距離になったことに気付かず、ショベル 100 の後進を継続させてしまう場合がある。

【0068】

そこで、コントローラ 30 は、距離 D A が所定の第 1 閾値 T H 1 を下回った場合、制御弁 60 に対して電流指令を出力する。本実施形態では、制御弁 60 は、電流指令値がゼロのときに第 1 弁位置となり、電流指令値が所定の上限値 A m a x のときに第 2 弁位置となるように構成されている。すなわち、制御弁 60 は、電流指令値が上限値 A m a x のときに操作装置 26 が無効状態となるように構成されている。これは、電流指令値が大きくなるほど制動力が大きくなることを意味する。具体的には、コントローラ 30 は、距離 D A が第 1 閾値 T H 1 を下回った場合、制御弁 60 に対して電流指令を出力して走行レバー 26 D を無効状態にする。そのため、距離 D A が第 1 閾値 T H 1 を下回った場合、制御弁 171 及び制御弁 172 は中立弁位置に戻り、メインポンプ 14 から走行用油圧モータ 2 M に向かう作動油の流れが遮断される。その結果、走行用油圧モータ 2 M は回転を停止し、ショベル 100 の後進は停止する。

【0069】

コントローラ 30 は、例えば、物体検知装置 70 が検知するカウンタウエイトとダンプトラック D P との間の距離 D A に対応する、複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって駆動部としての走行用油圧モータ 2 M を制動させる。

【0070】

具体的には、コントローラ 30 は、最初に、降坂中であるか否かを判定する（ステップ

10

20

30

40

50

S T 1)。本実施形態では、コントローラ 30 は、操作圧センサ 29、機体傾斜センサ 4、及び向き検出装置 85 のそれぞれの出力に基づき、降坂中であるか否かを判定する。降坂中は、後進降坂中及び前進降坂中を含む。コントローラ 30 は、カメラ等が撮像した画像に基づいて降坂中であるか否かを判定してもよい。

【 0 0 7 1 】

降坂中でないと判定した場合（ステップ S T 1 の N O ）、コントローラ 30 は、今回の自動制動処理を終了させる。

【 0 0 7 2 】

降坂中であると判定した場合（ステップ S T 1 の Y E S ）、コントローラ 30 は、ショベル 100（例えばカウンタウエイト）とダンブトラック D P との間の距離 D A が第 1 閾値 T H 1 を下回ったか否かを判定する（ステップ S T 2 ）。

10

【 0 0 7 3 】

距離 D A が第 1 閾値 T H 1 以上であると判定した場合（ステップ S T 2 の N O ）、コントローラ 30 は、今回の自動制動処理を終了させる。

【 0 0 7 4 】

距離 D A が第 1 閾値 T H 1 未満であると判定した場合（ステップ S T 2 の Y E S ）、コントローラ 30 は、制動パターンを選択する（ステップ S T 3 ）。制動パターンは、降坂角（下り坂の勾配）の大きさに応じて複数用意されている。複数の制動パターンは、例えば、降坂角が大きいほど制動力の単位時間当たり増加率が大きくなるように設定されていてもよい。或いは、複数の制動パターンは、例えば、降坂角が大きいほど制動が早く開始されるように設定されていてもよい。本実施形態では、制動パターンは、距離 D A と制御弁 60 に対する電流指令値との対応関係を表すパターンである。コントローラ 30 は、水平面に関する下部走行体 1 の前後軸の傾斜角に対応する制動パターンを選択する。

20

【 0 0 7 5 】

その後、コントローラ 30 は、選択した制動パターンにしたがって走行用油圧モータ 2 M を制動させる（ステップ S T 4 ）。本実施形態では、コントローラ 30 は、選択した制動パターンによって決まる大きさの電流指令を制御弁 60 に対して出力することで、走行レバー 26 D が生成しているパイロット圧を低減させる。そのため、左走行用油圧モータ 2 M L に対応する制御弁 171 は中立弁位置に向かって移動し、左メインポンプ 14 L から左走行用油圧モータ 2 M L に向かう作動油の流れは制限され、最終的に遮断される。同様に、右走行用油圧モータ 2 M R に対応する制御弁 172 は中立弁位置に向かって移動し、右メインポンプ 14 R から右走行用油圧モータ 2 M R に向かう作動油の流れは制限され、最終的に遮断される。その結果、走行用油圧モータ 2 M の回転は抑制され、最終的に停止し、下部走行体 1 の降坂は止まる。

30

【 0 0 7 6 】

それでもなお降坂が継続され、距離 D A が第 1 閾値 T H 1 よりも小さい第 2 閾値 T H 2 を下回った場合、コントローラ 30 は、メカニカルブレーキを作動させて走行用油圧モータ 2 M の回転を停止させてもよい。

【 0 0 7 7 】

次に、図 6 及び図 7 を参照し、走行中に選択される制動パターンの例について説明する。図 6 は、距離 D A と電流指令値との対応関係で表される制動パターンの例を示す。図 6 の実線は、ショベル 100 が降坂しているときに選択される制動パターン B P 1 を示し、破線は、ショベル 100 が平地を走行しているときに選択される制動パターン B P 2 を示す。この例では、比較を容易にするため、降坂中のショベル 100 と平地走行中のショベル 100 とは、同時並行的に、且つ、同じ一定の速度で走行している。そして、2 台のショベル 100 のそれぞれは、選択された制動パターンにしたがった自動制動処理により、走行停止時の距離 D A がほぼ同じになるように制御される。図 7 は、図 6 の制動パターンを用いて走行用油圧モータ 2 M を制動させたときに、制御弁 60 に実際に供給される電流の時間的推移を示す。図 7 の実線は、図 6 の実線で示す制動パターン B P 1 が選択されたときの電流（実際値）の時間的推移を示し、破線は、図 6 の破線で示す制動パターン B P

40

50

2 が選択されたときの電流（実際値）の時間的推移を示す。

【 0 0 7 8 】

図 6 の実線で示すように、ショベル 1 0 0 が降坂している場合には、コントローラ 3 0 は、距離 D A が、降坂の際に設定される第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 1 を下回ると、制御弁 6 0 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 1 は、例えば 8 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D A が距離 D 2 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 1 が選択された場合、制御弁 6 0 に供給される実際の電流は、図 7 の実線で示すように、距離 D A が距離 D 1 を下回った時点である時点 t 0 で増加し始め、時点 t 1 で上限値 A m a x に達する。このような制動パターン B P 1 を用いた自動制動処理により、コントローラ 3 0 は、時点 t 4 において、物体（例えばダンプトラック D P）から距離 D 5 のところで降坂中のショベル 1 0 0 の走行を停止させることができる。

10

【 0 0 7 9 】

また、図 6 の破線で示すように、ショベル 1 0 0 が平地を走行している場合には、コントローラ 3 0 は、距離 D A が、平地走行の際に設定される第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 3（< D 1）を下回ると、制御弁 6 0 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 3 は、例えば 5 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D A が距離 D 4 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 2 が選択された場合、制御弁 6 0 に供給される実際の電流は、図 7 の破線で示すように、距離 D A が距離 D 3 を下回った時点である時点 t 2 で増加し始め、時点 t 3 で上限値 A m a x に達する。すなわち、コントローラ 3 0 は、制動パターン B P 1 が選択された場合よりも遅いタイミングで走行用油圧モータ 2 M の制動を開始させる。このような制動パターン B P 2 を用いた自動制動処理により、コントローラ 3 0 は、降坂中のショベル 1 0 0 の場合と同様に、時点 t 4 において、物体（例えばダンプトラック D P）から距離 D 5 のところで平地でのショベル 1 0 0 の走行を停止させることができる。

20

【 0 0 8 0 】

上述の例では、制動パターン B P 1 における電流指令値の増加率は、制動パターン B P 2 における電流指令値の増加率に等しい。但し、制動パターン B P 1 における電流指令値の増加率は、制動パターン B P 2 における電流指令値の増加率とは異なるように設定されていてもよい。この場合、制動パターン B P 1 における制動開始タイミングは、制動パターン B P 2 における制動開始タイミングと同じであってもよい。

30

【 0 0 8 1 】

次に、図 8 及び図 9 を参照し、走行中に選択される制動パターンの別の例について説明する。図 8 は、距離 D A と電流指令値との対応関係で表される制動パターンの別の例を示し、図 6 に対応する。図 8 の実線は、急勾配の坂道をショベル 1 0 0 が降坂しているときに選択される制動パターン B P 1 1 を示し、一点鎖線は、緩勾配の坂道をショベル 1 0 0 が降坂しているときに選択される制動パターン B P 1 2 を示し、破線は、ショベル 1 0 0 が平地を走行しているときに選択される制動パターン B P 1 3 を示す。この例では、比較を容易にするため、降坂中のショベル 1 0 0 と平地走行中のショベル 1 0 0 とは、同時並行的に、且つ、同じ一定の速度で走行している。そして、3 台のショベル 1 0 0 のそれぞれは、選択された制動パターンにしたがった自動制動処理により、走行停止時の距離 D A がほぼ同じになるように制御される。図 9 は、図 8 の制動パターンを用いて走行用油圧モータ 2 M を制動させたときに、制御弁 6 0 に実際に供給される電流の時間的推移を示す。図 9 の実線は、図 8 の実線で示す制動パターン B P 1 1 が選択されたときの電流（実際値）の時間的推移を示し、一点鎖線は、図 8 の一点鎖線で示す制動パターン B P 1 2 が選択されたときの電流（実際値）の時間的推移を示し、破線は、図 8 の破線で示す制動パターン B P 1 3 が選択されたときの電流（実際値）の時間的推移を示す。

40

【 0 0 8 2 】

図 8 の実線で示すように、急勾配の坂道をショベル 1 0 0 が降坂している場合には、コ

50

ントローラ 30 は、距離 D A が、急勾配の坂道の降坂の際に設定される第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 1 1 を下回ると、制御弁 60 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 1 1 は、例えば 8 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D A が距離 D 1 4 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 1 1 が選択された場合、制御弁 60 に供給される実際の電流は、図 9 の実線で示すように、距離 D A が距離 D 1 1 を下回った時点である時点 t 1 0 で増加し始め、時点 t 1 3 で上限値 A m a x に達する。このような制動パターン B P 1 1 を用いた自動制動処理により、コントローラ 30 は、時点 t 1 4 において、物体（例えばダンプトラック D P）から距離 D 1 5 のところで降坂中のショベル 100 の走行を停止させることができる。

10

【 0 0 8 3 】

また、図 8 の一点鎖線で示すように、緩勾配の坂道をショベル 100 が降坂している場合には、コントローラ 30 は、距離 D A が、緩勾配の坂道の降坂の際に設定される第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 1 2 (< D 1 1) を下回ると、制御弁 60 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 1 2 は、例えば 6 . 5 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D A が距離 D 1 4 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 1 2 が選択された場合、制御弁 60 に供給される実際の電流は、図 9 の一点鎖線で示すように、距離 D A が距離 D 1 2 を下回った時点である時点 t 1 1 で増加し始め、時点 t 1 3 で上限値 A m a x に達する。すなわち、コントローラ 30 は、制動パターン B P 1 1 が選択された場合よりも遅いタイミングで走行用油圧モータ 2 M の制動を開始させる。このような制動パターン B P 1 2 を用いた自動制動処理により、コントローラ 30 は、時点 t 1 4 において、物体（例えばダンプトラック D P）から距離 D 1 5 のところで降坂中のショベル 100 の走行を停止させることができる。

20

【 0 0 8 4 】

また、図 8 の破線で示すように、ショベル 100 が平地を走行している場合には、コントローラ 30 は、距離 D A が、平地走行の際に設定される第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 1 3 (< D 1 2) を下回ると、制御弁 60 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 1 3 は、例えば 5 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D A が距離 D 1 4 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 1 3 が選択された場合、制御弁 60 に供給される実際の電流は、図 9 の破線で示すように、距離 D A が距離 D 1 3 を下回った時点である時点 t 1 2 で増加し始め、時点 t 1 3 で上限値 A m a x に達する。すなわち、コントローラ 30 は、制動パターン B P 1 2 が選択された場合よりも遅いタイミングで走行用油圧モータ 2 M の制動を開始させる。このような制動パターン B P 1 3 を用いた自動制動処理により、コントローラ 30 は、急勾配の坂道を降坂中のショベル 100 の場合、及び、緩勾配の坂道を降坂中のショベル 100 の場合と同様に、時点 t 1 4 において、物体（例えばダンプトラック D P）から距離 D 1 5 のところで平地でのショベル 100 の走行を停止させることができる。

30

【 0 0 8 5 】

上述の例では、制動パターン B P 1 1 で電流指令値が上限値 A m a x に達するタイミングは、制動パターン B P 1 2 で電流指令値が上限値 A m a x に達するタイミング、及び、制動パターン B P 1 3 で電流指令値が上限値 A m a x に達するタイミングに等しい。但し、電流指令値が上限値 A m a x に達するタイミングは、制動パターン毎に異なってもよい。

40

【 0 0 8 6 】

次に、図 10 A 1、図 10 A 2、図 10 B 1、及び図 10 B 2 を参照し、旋回動作について説明する。図 10 A 1 及び図 10 A 2 は、ショベル 100 の側面図であり、図 10 B 1 及び図 10 B 2 はショベル 100 の上面図である。また、図 10 A 1 及び図 10 B 1 は、平地で旋回動作を行っているときの状態を示し、図 10 A 2 及び図 10 B 2 は、傾斜地

50

で降り旋回動作を行っているときの状態を示す。また、図 1 0 A 1、図 1 0 A 2、図 1 0 B 1、及び図 1 0 B 2 のそれぞれにおける実線矢印は旋回用油圧モータ 2 A による旋回力が作用する方向を示し、点線矢印は上部旋回体 3 の自重による旋回力が作用する方向を示す。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 A 2 及び図 1 0 B 2 の例では、アーム 5 を大きく開いた状態にあるため、掘削アタッチメントを含めた上部旋回体 3 の重心は旋回軸 S A よりも前方にある。すなわち、掘削アタッチメントを含めた上部旋回体 3 の重心は、旋回軸 S A よりも上部旋回体 3 の後端から遠い位置にある。そのため、ショベル 1 0 0 が傾斜地に位置する場合、上部旋回体 3 は、自重により、バケット 6 が低い位置に向かうように旋回しようとする。しかしながら、ショベル 1 0 0 が傾斜地に位置する場合であって、掘削アタッチメントを含めた上部旋回体 3 の重心が旋回軸 S A よりも後方にある場合、すなわち、旋回軸 S A よりも上部旋回体 3 の後端に近い位置にある場合には、上部旋回体 3 は、自重により、カウンタウェイトが低い位置に向かうように旋回しようとする。

【 0 0 8 8 】

次に、図 1 1 及び図 1 2 を参照し、旋回動作中に選択される制動パターンの例について説明する。この例では、コントローラ 3 0 は、平地での旋回動作中に物体検知装置 7 0 が検知するバケット 6 と物体 O B (図 1 0 B 1 参照。) との距離 D B に応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって駆動部としての旋回用油圧モータ 2 A を制動させる。距離 D B は、例えば図 1 0 B 1 に示すように、旋回動作中にバケット 6 が描く旋回円 C R におけるバケット 6 と物体 O B との間の弧の長さである。図 1 1 は、距離 D B と電流指令値との対応関係で表される制動パターンの例を示し、図 6 に対応する。図 1 1 の実線は、比較的大きい旋回半径でショベル 1 0 0 が旋回動作を行っているときに選択される制動パターン B P 2 1 を示し、破線は、比較的小さい旋回半径でショベル 1 0 0 が旋回動作を行っているときに選択される制動パターン B P 2 2 を示す。旋回半径は、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算出される。この例では、比較を容易にするため、比較的大きい旋回半径で旋回動作を行っているショベル 1 0 0 と比較的小さい旋回半径で旋回動作を行っているショベル 1 0 0 とは、同時並行的に、且つ、同じ一定の旋回速度で旋回している。そして、2 台のショベル 1 0 0 は、選択された制動パターンにしたがった自動制動処理により、旋回停止時の距離 D B がほぼ同じになるように制御される。図 1 2 は、図 1 2 (A) 及び図 1 2 (B) を含む。図 1 2 (A) は、図 1 1 の制動パターンを用いて旋回用油圧モータ 2 A を制動させたときの制御弁 6 0 のストローク量の時間的推移を示す。図 1 2 (B) は、図 1 1 の制動パターンを用いて旋回用油圧モータ 2 A を制動させたときに、制御弁 6 0 に実際に供給される電流の時間的推移を示す。具体的には、図 1 2 の実線は、図 1 1 の実線で示す制動パターン B P 2 1 が選択されたときの時間的推移を示し、破線は、図 1 1 の破線で示す制動パターン B P 2 2 が選択されたときの時間的推移を示す。

【 0 0 8 9 】

図 1 1 の実線で示すように、平地に位置するショベル 1 0 0 が比較的大きい旋回半径で旋回動作を行っている場合には、コントローラ 3 0 は、距離 D B が、比較的大きい旋回半径での旋回の際に設定される第 3 閾値 T H 3 としての距離 D 2 1 を下回ると、制御弁 6 0 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 2 1 は、例えば 5 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D B が距離 D 2 2 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 2 1 が選択された場合、制御弁 6 0 に供給される実際の電流は、図 1 2 (B) の実線で示すように、距離 D B が距離 D 2 1 を下回った時点である時点 t 2 1 で増加し始め、時点 t 2 2 で上限値 A m a x に達する。そして、制御弁 6 0 のストローク量は、図 1 2 (A) の実線で示すように、時点 t 2 1 で減少し始め、時点 t 2 2 で下限値 S m i n に達する。すなわち、制御弁 6 0 が設置されているパイロットライン C D 1 は遮断状態となる。このような制動パターン B P 2 1 を用いた自動制動処理により、コントロ

10

20

30

40

50

ーラ 30 は、時点 t_{25} において、物体 OB から距離 D_{25} のところでショベル 100 の旋回動作を停止させることができる。

【0090】

また、図 11 の破線で示すように、平地に位置するショベル 100 が比較的小さい旋回半径で旋回動作を行っている場合には、コントローラ 30 は、距離 DB が、比較的小さい旋回半径での旋回の際に設定される第 3 閾値 TH_3 としての距離 D_{23} ($< D_{21}$) を下回ると、制御弁 60 に対する電流指令値を増加させる。距離 D_{23} は、例えば 3 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 DB が距離 D_{24} になるときに上限値 A_{max} となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン BP22 が選択された場合、制御弁 60 に供給される実際の電流は、図 12 (B) の破線で示すように、距離 DB が距離 D_{23} を下回った時点である時点 t_{23} で増加し始め、時点 t_{24} で上限値 A_{max} に達する。そして、制御弁 60 のストローク量は、図 12 (A) の破線で示すように、時点 t_{23} で減少し始め、時点 t_{24} で下限値 S_{min} に達する。すなわち、制御弁 60 が設置されているパイロットライン CD1 は遮断状態となる。このような制動パターン BP22 を用いた自動制動処理により、コントローラ 30 は、比較的大きい旋回半径で旋回動作を行っているショベル 100 の場合と同様に、時点 t_{25} において、物体 OB から距離 D_{25} のところでショベル 100 の旋回動作を停止させることができる。

【0091】

この構成により、コントローラ 30 は、旋回半径の大きさにかかわらず、すなわち、掘削アタッチメントの姿勢にかかわらず、旋回用油圧モータ 2A を適切に自動停止させることができる。例えば、距離 DB が距離 D_{25} となるところでショベル 100 の旋回動作を停止させることができる。

【0092】

上述の例では、制動パターン BP21 における電流指令値の増加率は、制動パターン BP22 における電流指令値の増加率に等しい。但し、制動パターン BP21 における電流指令値の増加率は、制動パターン BP22 における電流指令値の増加率とは異なるように設定されていてもよい。この場合、制動パターン BP21 における制動開始タイミングは、制動パターン BP22 における制動開始タイミングと同じであってもよい。

【0093】

次に、図 13 及び図 14 を参照し、旋回動作中に選択される制動パターンの別の例について説明する。この例では、コントローラ 30 は、旋回動作中に物体検知装置 70 が検知するバケット 6 と物体 OB (図 10B1 及び図 10B2 参照。) との距離 DB に応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって駆動部としての旋回用油圧モータ 2A を制動させる。距離 DB は、例えば図 10B1 及び図 10B2 のそれぞれに示すように、旋回動作中にバケット 6 が描く旋回円 CR におけるバケット 6 と物体 OB との間の弧の長さである。図 13 は、距離 DB と電流指令値との対応関係で表される制動パターンを示し、図 6 に対応する。図 13 の実線は、ショベル 100 が降り旋回動作を行っているときに選択される制動パターン BP31 を示し、破線は、ショベル 100 が平地で旋回動作を行っているときに選択される制動パターン BP32 を示す。この例では、比較を容易にするため、降り旋回動作を行っているショベル 100 と平地で旋回動作を行っているショベル 100 とは、同時並行的に、且つ、同じ一定の旋回速度で旋回している。そして、2 台のショベル 100 のそれぞれは、選択された制動パターンにしたがった自動制動処理により、旋回停止時の距離 DB がほぼ同じになるように制御される。図 14 は、図 14 (A) 及び図 14 (B) を含む。図 14 (A) は、図 13 の制動パターンを用いて旋回用油圧モータ 2A を制動させたときの制御弁 60 のストローク量の時間的推移を示す。図 14 (B) は、図 13 の制動パターンを用いて旋回用油圧モータ 2A を制動させたときに、制御弁 60 に実際に供給される電流の時間的推移を示す。図 14 の実線は、図 13 の実線で示す制動パターン BP31 が選択されたときの時間的推移を示し、破線は、図 13 の破線で示す制動パターン BP32 が選択されたときの時間的推移を示す。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 の実線で示すように、ショベル 1 0 0 が降り旋回動作を行っている場合には、コントローラ 3 0 は、距離 D B が、降り旋回動作の際に設定される第 3 閾値 T H 3 としての距離 D 3 1 を下回ると、制御弁 6 0 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 3 1 は、例えば 5 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D B が距離 D 3 2 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 3 1 が選択された場合、制御弁 6 0 に供給される実際の電流は、図 1 4 (B) の実線で示すように、距離 D B が距離 D 3 1 を下回った時点である時点 t 3 1 で増加し始め、時点 t 3 2 で上限値 A m a x に達する。そして、制御弁 6 0 のストローク量は、図 1 4 (A) の実線で示すように、時点 t 3 1 で減少し始め、時点 t 3 2 で下限値 S m i n に達する。すなわち、制御弁 6 0 が設置されているパイロットライン C D 1 は遮断状態となる。このような制動パターン B P 3 1 を用いた自動制動処理により、コントローラ 3 0 は、時点 t 2 5 において、物体 O B から距離 D 3 5 のところでショベル 1 0 0 の降り旋回動作を停止させることができる。

10

【 0 0 9 5 】

また、図 1 3 の破線で示すように、ショベル 1 0 0 が平地で旋回動作を行っている場合には、コントローラ 3 0 は、距離 D B が、平地での旋回動作の際に設定される第 3 閾値 T H 3 としての距離 D 3 3 (< D 3 1) を下回ると、制御弁 6 0 に対する電流指令値を増加させる。距離 D 3 3 は、例えば 3 メートルである。この例では、電流指令値は、距離 D B が距離 D 3 4 になるときに上限値 A m a x となるように、所定の単位時間当たり増加率又は所定の単位距離当たり増加率で増加するように設定されている。制動パターン B P 3 2 が選択された場合、制御弁 6 0 に供給される実際の電流は、図 1 4 (B) の破線で示すように、距離 D B が距離 D 3 3 を下回った時点である時点 t 3 3 で増加し始め、時点 t 3 4 で上限値 A m a x に達する。そして、制御弁 6 0 のストローク量は、図 1 4 (A) の破線で示すように、時点 t 3 3 で減少し始め、時点 t 3 4 で下限値 S m i n に達する。すなわち、制御弁 6 0 が設置されているパイロットライン C D 1 は遮断状態となる。このような制動パターン B P 3 2 を用いた自動制動処理により、コントローラ 3 0 は、降り旋回動作中のショベル 1 0 0 の場合と同様に、時点 t 2 5 において、物体 O B から距離 D 2 5 のところでショベル 1 0 0 の平地での旋回動作を停止させることができる。

20

【 0 0 9 6 】

上述の例では、制動パターン B P 3 1 における電流指令値の増加率は、制動パターン B P 3 2 における電流指令値の増加率に等しい。但し、制動パターン B P 3 1 における電流指令値の増加率は、制動パターン B P 3 2 における電流指令値の増加率とは異なるように設定されていてもよい。この場合、制動パターン B P 3 1 における制動開始タイミングは、制動パターン B P 3 2 における制動開始タイミングと同じであってもよい。

30

【 0 0 9 7 】

次に、図 1 5 を参照し、ショベル 1 0 0 に搭載される油圧システムの別の構成例について説明する。図 1 5 は、ショベル 1 0 0 に搭載される油圧システムの別の構成例を示す概略図である。図 1 5 の油圧システムは、制動の対象となるアクチュエータに関するスプール弁を所定の制動パターンにしたがって動かすことで、アクチュエータを滑らかに減速させ、或いは、停止させることができる点で、図 3 の油圧システムと異なるが、その他の点で共通する。そのため、共通部分の説明を省略し、相違部分を詳説する。

40

【 0 0 9 8 】

図 1 5 の油圧システムは、制御弁 6 0 A ~ 6 0 F を含む。本実施形態では、制御弁 6 0 A は、パイロットポンプ 1 5 と左操作レバー 2 6 L におけるアーム操作に関する部分とを繋ぐパイロットライン C D 1 1 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能な電磁弁である。具体的には、制御弁 6 0 A は、コントローラ 3 0 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 1 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。

【 0 0 9 9 】

制御弁 6 0 B は、パイロットポンプ 1 5 と左操作レバー 2 6 L における旋回操作に関す

50

る部分とを繋ぐパイロットライン C D 1 2 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能な電磁弁である。具体的には、制御弁 6 0 B は、コントローラ 3 0 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 2 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。

【 0 1 0 0 】

制御弁 6 0 C は、パイロットポンプ 1 5 と左走行レバー 2 6 D L とを繋ぐパイロットライン C D 1 3 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能な電磁弁である。具体的には、制御弁 6 0 C は、コントローラ 3 0 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 3 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。

【 0 1 0 1 】

制御弁 6 0 D は、パイロットポンプ 1 5 と右操作レバー 2 6 R におけるブーム操作に関する部分とを繋ぐパイロットライン C D 1 4 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能な電磁弁である。具体的には、制御弁 6 0 D は、コントローラ 3 0 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 4 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。

10

【 0 1 0 2 】

制御弁 6 0 E は、パイロットポンプ 1 5 と右操作レバー 2 6 R におけるバケット操作に関する部分とを繋ぐパイロットライン C D 1 5 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能な電磁弁である。具体的には、制御弁 6 0 E は、コントローラ 3 0 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 5 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。

【 0 1 0 3 】

制御弁 6 0 F は、パイロットポンプ 1 5 と右走行レバー 2 6 D R とを繋ぐパイロットライン C D 1 6 の連通状態と遮断状態とを切り換え可能な電磁弁である。具体的には、制御弁 6 0 F は、コントローラ 3 0 からの指令に応じてパイロットライン C D 1 6 の連通状態と遮断状態とを切り換えるように構成されている。

20

【 0 1 0 4 】

制御弁 6 0 A ~ 6 0 F は、ゲートロックレバーに連動するように構成されていてもよい。具体的には、制御弁 6 0 A ~ 6 0 F は、ゲートロックレバーが押し下げられたときにパイロットライン C D 1 1 ~ C D 1 6 を遮断状態にし、ゲートロックレバーが引き上げられたときにパイロットライン C D 1 1 ~ C D 1 6 を連通状態にするように構成されていてもよい。

【 0 1 0 5 】

30

この構成により、コントローラ 3 0 は、左操作レバー 2 6 L におけるアーム操作に関する部分及び旋回操作に関する部分、右操作レバー 2 6 R におけるブーム操作に関する部分及びバケット操作に関する部分、左走行レバー 2 6 D L、並びに、右走行レバー 2 6 D R のそれぞれに対応するアクチュエータに関するスプール弁を所定の制動パターンにしたがって動かすことで、アクチュエータを滑らかに減速させ、或いは、停止させることができる。

【 0 1 0 6 】

そのため、コントローラ 3 0 は、複合操作が行われた場合であっても、ショベル 1 0 0 を適切に動作させることができる。例えば、コントローラ 3 0 は、複合操作のうちの 1 つの操作に応じた 1 つの被駆動体の動きを許容しながら、複合操作のうちの別の 1 つの操作に応じた別の 1 つの被駆動体の動きを制動してもよい。或いは、コントローラ 3 0 は、複合操作のうちの 1 つの操作に応じた 1 つの被駆動体の動きを制動した場合には、複合操作のうちの他の操作に応じた他の被駆動体の動きも制動するように構成されていてもよい。

40

【 0 1 0 7 】

次に、図 1 6 A 及び図 1 6 B を参照し、ショベル 1 0 0 の別の構成例について説明する。図 1 6 A 及び図 1 6 B は、ショベル 1 0 0 の別の構成例を示す図であり、図 1 6 A が側面図を示し、図 1 6 B が上面図を示す。

【 0 1 0 8 】

図 1 6 A 及び図 1 6 B のショベルは、撮像装置 8 0 を搭載している点で、図 1 及び図 2 に示すショベル 1 0 0 と異なるが、その他の点で共通する。そのため、共通部分の説明を

50

省略し、相違部分を詳説する。

【 0 1 0 9 】

撮像装置 8 0 は、周囲監視装置の別の一例であり、ショベル 1 0 0 の周囲を撮像するように構成されている。ショベル 1 0 0 は、必ずしも、物体検知装置 7 0 及び撮像装置 8 0 の両方を周囲監視装置として備えている必要はない。周囲監視装置は、物体検知装置 7 0 により周囲の物体とショベル 1 0 0 との位置関係を把握できるのであれば、物体検知装置 7 0 のみで構成されていてもよく、撮像装置 8 0 により周囲の物体とショベル 1 0 0 との位置関係を把握できるのであれば、撮像装置 8 0 のみで構成されていてもよい。図 1 6 A 及び図 1 6 B の例では、撮像装置 8 0 は、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられた後カメラ 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。撮像装置 8 0 は、前カメラを含んでいてもよい。

10

【 0 1 1 0 】

後カメラ 8 0 B は後センサ 7 0 B に隣接して配置され、左カメラ 8 0 L は左センサ 7 0 L に隣接して配置され、且つ、右カメラ 8 0 R は右センサ 7 0 R に隣接して配置されている。撮像装置 8 0 が前カメラを含む場合、前カメラは、前センサ 7 0 F に隣接して配置されていてもよい。

【 0 1 1 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 D S 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 D S 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、後カメラ 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 1 2 】

この構成により、図 1 6 A 及び図 1 6 B のショベル 1 0 0 は、物体検知装置 7 0 が検知した物体の画像を表示装置 D S に表示できる。そのため、ショベル 1 0 0 の操作者は、被駆動体の動作が制限或いは禁止された場合、表示装置 D S 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 1 3 】

上述の通り、本発明の実施形態に係るショベル 1 0 0 は、下部走行体 1 と、下部走行体 1 に巡回自在に搭載された上部旋回体 3 と、上部旋回体 3 に設けられた物体検知装置 7 0 と、ショベル 1 0 0 の駆動部を自動的に制動させることができる制御装置としてのコントローラ 3 0 と、を備えている。ショベル 1 0 0 の駆動部は、例えば、走行用油圧モータ 2 M 及び旋回用油圧モータ 2 A 等の少なくとも 1 つを含む。走行用油圧モータ 2 M は、走行用電動モータであってもよい。また、旋回用油圧モータ 2 A は、旋回用電動モータであってもよい。コントローラ 3 0 は、例えば、物体検知装置 7 0 が検知するショベル 1 0 0 と物体との間の距離に応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって駆動部を自動的に制動させてもよい。コントローラ 3 0 は、例えば図 4 に示すように、ショベル 1 0 0 とダンプトラック D P との間の距離 D A に応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって走行用油圧モータ 2 M を自動的に制動させてもよい。また、コントローラ 3 0 は、例えば図 1 0 B 1 に示すように、ショベル 1 0 0 と物体 O B との間の距離 D B に応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって旋回用油圧モータ 2 A を自動的に制動させてもよい。この構成により、コントローラ 3 0 は、ショベル 1 0 0 をより適切に自動停止させることができる。コントローラ 3 0 は、例えば、平地走行中のショベル 1 0 0 を自動停止させる場合と同様に、降坂中のショベル 1 0 0 を自動停止させることができる。そのため、コントローラ 3 0 は、平地走行中のショベル 1 0 0 を自動停止させる場合に比べて制動距離を著しく増加させてしまうことはない。その結果、コントローラ 3 0 は、降坂中のショベル 1 0 0 が物体と接触する前にショベル 1 0 0 を確実に停止させることができる。

30

40

【 0 1 1 4 】

複数の制動パターンのそれぞれは、例えば、制動開始タイミングが異なるように設定されていてもよい。具体的には、複数の制動パターンのそれぞれは、図 6 に示す制動パター

50

ン B P 1 及び制動パターン B P 2 のように、制動開始タイミングが異なるように設定されていてもよい。なお、制動パターン B P 1 では、距離 D A が第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 1 を下回ったときに制動が開始され、制動パターン B P 2 では、距離 D A が第 1 閾値 T H 1 としての距離 D 3 (< D 1) を下回ったときに制動が開始される。

【 0 1 1 5 】

複数の制動パターンのそれぞれは、制動が開始された後の経過時間に対する制動力の増加率が異なるように設定されていてもよい。具体的には、複数の制動パターンのそれぞれは、図 8 に示す制動パターン B P 1 1 ~ B P 1 3 のように、電流指令値の単位時間当たり増加率又は単位距離当たり増加率が異なるように設定されていてもよい。なお、図 8 の例では、制動パターン B P 1 1 に関する電流指令値の単位時間当たり増加率は、制動パターン B P 1 2 に関する電流指令値の単位時間当たり増加率より小さい。また、制動パターン B P 1 2 に関する電流指令値の単位時間当たり増加率は、制動パターン B P 1 3 に関する電流指令値の単位時間当たり増加率より小さい。

10

【 0 1 1 6 】

ショベル 1 0 0 は、ショベル 1 0 0 の傾斜を検出する機体傾斜センサ S 4 を備えていてもよい。この場合、コントローラ 3 0 は、機体傾斜センサ S 4 の出力に基づいて制動パターンを切り換え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、坂の勾配の大きさに応じて制動パターンを切り換えることができる。そのため、コントローラ 3 0 は、坂の勾配の大きさにかかわらず、降坂中のショベル 1 0 0 の走行を適切に停止させることができる。また、コントローラ 3 0 は、坂の勾配の大きさににかかわらず、降り旋回動作中のショベル 1 0 0 の旋回を適切に停止させることができる。

20

【 0 1 1 7 】

制動パターンは、例えば、走行用アクチュエータの制動パターンであってもよい。走行用アクチュエータは、例えば、走行用油圧モータ 2 M であってもよく、走行用電動モータであってもよい。また、制動パターンは、例えば、旋回用アクチュエータの制動パターンであってもよい。旋回用アクチュエータは、例えば、旋回用油圧モータ 2 A であってもよく、旋回用電動モータであってもよい。

【 0 1 1 8 】

物体検知装置 7 0 が検知する距離は、例えば、旋回動作中にエンドアタッチメントが描く旋回円におけるエンドアタッチメントと物体との間の弧の長さであってもよい。具体的には、図 1 0 B 1 に示すように、物体検知装置 7 0 が検知する距離 D B は、旋回動作中にバケット 6 が描く旋回円 C R におけるバケット 6 と物体 O B との間の弧の長さであってもよい。この構成により、コントローラ 3 0 は、旋回軌道上に存在する物体 O B とバケット 6 との距離 D B に応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって旋回用アクチュエータを自動的に制動させることができる。

30

【 0 1 1 9 】

コントローラ 3 0 は、旋回モーメントの大きさに応じた複数の制動パターンのうちの 1 つにしたがって駆動部を自動的に制動させるように構成されていてもよい。具体的には、コントローラ 3 0 は、例えば図 1 1 に示すように、ショベル 1 0 0 の旋回半径に応じて制動パターン B P 2 1 と制動パターン B P 2 2 とを切り換えるように構成されていてもよい。旋回モーメントは、旋回半径の変化に応じて変化するためである。具体的には、旋回モーメントは、旋回半径が大きいほど大きくなるためである。この構成により、コントローラ 3 0 は、旋回半径の大きさに応じて制動パターンを切り換えることができる。そのため、旋回半径の大きさににかかわらず、ショベル 1 0 0 の旋回を適切に停止させることができる。

40

【 0 1 2 0 】

次に、図 1 7 A ~ 図 1 7 D を参照し、ショベル 1 0 0 の更に別の構成例について説明する。図 1 7 A 及び図 1 7 C はショベル 1 0 0 の側面図であり、図 1 7 B 及び図 1 7 D はショベル 1 0 0 の上面図である。図 1 7 A は、参照符号及び補助線等を除けば、図 1 7 C と同じ図であり、図 1 7 B は、参照符号及び補助線等を除けば、図 1 7 D と同じ図である。

50

【 0 1 2 1 】

図 1 7 A ~ 図 1 7 D の例では、物体検知装置 7 0 は、周囲監視装置の一例であり、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられた L I D A R である後センサ 7 0 B 及び後上センサ 7 0 U B、キャビン 1 0 の上面前端に取り付けられた L I D A R である前センサ 7 0 F 及び前上センサ 7 0 U F、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられた L I D A R である左センサ 7 0 L 及び左上センサ 7 0 U L、並びに、上部旋回体 3 の上面右端に取り付けられた L I D A R である右センサ 7 0 R 及び右上センサ 7 0 U R を含む。

【 0 1 2 2 】

後センサ 7 0 B は、ショベル 1 0 0 の後方且つ斜め下方に存在する物体を検知するように構成されている。後上センサ 7 0 U B は、ショベル 1 0 0 の後方且つ斜め上方に存在する物体を検知するように構成されている。前センサ 7 0 F は、ショベル 1 0 0 の前方且つ斜め下方に存在する物体を検知するように構成されている。前上センサ 7 0 U F は、ショベル 1 0 0 の前方且つ斜め上方に存在する物体を検知するように構成されている。左センサ 7 0 L は、ショベル 1 0 0 の左方且つ斜め下方に存在する物体を検知するように構成されている。左上センサ 7 0 U L は、ショベル 1 0 0 の左方且つ斜め上方に存在する物体を検知するように構成されている。右センサ 7 0 R は、ショベル 1 0 0 の右方且つ斜め下方に存在する物体を検知するように構成されている。右上センサ 7 0 U R は、ショベル 1 0 0 の右方且つ斜め上方に存在する物体を検知するように構成されている。

【 0 1 2 3 】

図 1 7 A ~ 図 1 7 D の例では、撮像装置 8 0 は、周囲監視装置の別の一例であり、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられた後カメラ 8 0 B 及び後上カメラ 8 0 U B、キャビン 1 0 の上面前端に取り付けられた前カメラ 8 0 F 及び前上カメラ 8 0 U F、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 及び左上カメラ 8 0 U L、並びに、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 及び右上カメラ 8 0 U R を含む。

【 0 1 2 4 】

後カメラ 8 0 B は、ショベル 1 0 0 の後方且つ斜め下方を撮像するように構成されている。後上カメラ 8 0 U B は、ショベル 1 0 0 の後方且つ斜め上方を撮像するように構成されている。前カメラ 8 0 F は、ショベル 1 0 0 の前方且つ斜め下方を撮像するように構成されている。前上カメラ 8 0 U F は、ショベル 1 0 0 の前方且つ斜め上方を撮像するように構成されている。左カメラ 8 0 L は、ショベル 1 0 0 の左方且つ斜め下方を撮像するように構成されている。左上カメラ 8 0 U L は、ショベル 1 0 0 の左方且つ斜め上方を撮像するように構成されている。右カメラ 8 0 R は、ショベル 1 0 0 の右方且つ斜め下方を撮像するように構成されている。右上カメラ 8 0 U R は、ショベル 1 0 0 の右方且つ斜め上方を撮像するように構成されている。

【 0 1 2 5 】

具体的には、図 1 7 A に示すように、後カメラ 8 0 B は、光軸を表す仮想線である破線 M 1 が旋回軸 K に垂直な仮想平面（図 1 7 A の例では仮想水平面）に対して角度（俯角） $\varphi 1$ を形成するように構成されている。後上カメラ 8 0 U B は、光軸を表す仮想線である破線 M 2 が旋回軸 K に垂直な仮想平面に対して角度（仰角） $\varphi 2$ を形成するように構成されている。前カメラ 8 0 F は、光軸を表す仮想線である破線 M 3 が旋回軸 K に垂直な仮想平面に対して角度（俯角） $\varphi 3$ を形成するように構成されている。前上カメラ 8 0 U F は、光軸を表す仮想線である破線 M 4 が旋回軸 K に垂直な仮想平面に対して角度（仰角） $\varphi 4$ を形成するように構成されている。図示はされていないが、左カメラ 8 0 L 及び右カメラ 8 0 R も同様に、各光軸が旋回軸 K に垂直な仮想平面に対して俯角を形成するように構成され、左上カメラ 8 0 U L 及び右上カメラ 8 0 U R も同様に、各光軸が旋回軸 K に垂直な仮想平面に対して仰角を形成するように構成されている。

【 0 1 2 6 】

図 1 7 C では、領域 R 1 は、前カメラ 8 0 F の監視範囲（撮像範囲）と前上カメラ 8 0 U F の撮像範囲とが重複している部分を表し、領域 R 2 は、後カメラ 8 0 B の撮像範囲と後上カメラ 8 0 U B の撮像範囲とが重複している部分を表している。すなわち、後カメラ

10

20

30

40

50

８０Ｂと後上カメラ８０ＵＢは、互いの撮像範囲が上下方向で部分的に重複するように配置され、前カメラ８０Ｆと前上カメラ８０ＵＦも、互いの撮像範囲が上下方向で部分的に重複するように配置されている。また、図示は省略されているが、左カメラ８０Ｌと左上カメラ８０ＵＬも互いの撮像範囲が上下方向で部分的に重複するように配置され、右カメラ８０Ｒと右上カメラ８０ＵＲも互いの撮像範囲が上下方向で部分的に重複するように配置されている。

【０１２７】

図１７Ｃに示すように、後カメラ８０Ｂは、撮像範囲の下側の境界を表す仮想線である破線Ｌ１が、回転軸Ｋに垂直な仮想平面（図１７Ｃの例では仮想水平面）に対して角度（俯角） $\theta 1$ を形成するように構成されている。後上カメラ８０ＵＢは、撮像範囲の上側の境界を表す仮想線である破線Ｌ２が、回転軸Ｋに垂直な仮想平面に対して角度（仰角） $\theta 2$ を形成するように構成されている。前カメラ８０Ｆは、撮像範囲の下側の境界を表す仮想線である破線Ｌ３が、回転軸Ｋに垂直な仮想平面に対して角度（俯角） $\theta 3$ を形成するように構成されている。前上カメラ８０ＵＦは、撮像範囲の上側の境界を表す仮想線である破線Ｌ４が、回転軸Ｋに垂直な仮想平面に対して角度（仰角） $\theta 4$ を形成するように構成されている。角度（俯角） $\theta 1$ 及び角度（俯角） $\theta 3$ は、望ましくは、５５度以上である。図１７Ｃでは、角度（俯角） $\theta 1$ は、約７０度であり、角度（俯角） $\theta 3$ は、約６５度である。角度（仰角） $\theta 2$ 及び角度（仰角） $\theta 4$ は、望ましくは、９０度以上であり、より望ましくは、１３５度以上であり、更に望ましくは、１８０度である。図１７Ｃでは、角度（仰角） $\theta 2$ は、約１１５度であり、角度（仰角） $\theta 4$ は、約１１５度である。図示はされていないが、左カメラ８０Ｌ及び右カメラ８０Ｒも同様に、各撮像範囲の下側の境界が回転軸Ｋに垂直な仮想平面に対し、５５度以上の俯角を形成するように構成され、左上カメラ８０ＵＬ及び右上カメラ８０ＵＲも同様に、各撮像範囲の上側の境界が回転軸Ｋに垂直な仮想平面に対し、９０度以上の仰角を形成するように構成されている。

【０１２８】

そのため、ショベル１００は、前上カメラ８０ＵＦによりキャビン１０の上方の空間内に存在する物体を検知できる。また、ショベル１００は、後上カメラ８０ＵＢによりエンジンフードの上方の空間内に存在する物体を検知できる。また、ショベル１００は、左カメラ８０ＵＬ及び右上カメラ８０ＵＲにより上部旋回体３の上方の空間内に存在する物体を検出できる。このように、ショベル１００は、後上カメラ８０ＵＢ、前上カメラ８０ＵＦ、左上カメラ８０ＵＬ、及び右上カメラ８０ＵＲによりショベル１００の上方の空間内に存在する物体を検知できる。

【０１２９】

図１７Ｄでは、領域Ｒ３は、前カメラ８０Ｆの撮像範囲と前上カメラ８０ＵＦの撮像範囲とが重複している部分を表し、領域Ｒ４は、左カメラ８０Ｌの撮像範囲と後カメラ８０Ｂの撮像範囲とが重複している部分を表し、領域Ｒ５は、後カメラ８０Ｂの撮像範囲と右カメラ８０Ｒの撮像範囲とが重複している部分を表し、領域Ｒ６は、右カメラ８０Ｒの撮像範囲と前カメラ８０Ｆの撮像範囲とが重複している部分を表している。すなわち、前カメラ８０Ｆと左カメラ８０Ｌは、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、左カメラ８０Ｌと後カメラ８０Ｂも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、後カメラ８０Ｂと右カメラ８０Ｒも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、右カメラ８０Ｒと前カメラ８０Ｆも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置されている。また、図示は省略されているが、前上カメラ８０ＵＦと左上カメラ８０ＵＬも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、左上カメラ８０ＵＬと後上カメラ８０ＵＢも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、後上カメラ８０ＵＢと右上カメラ８０ＵＲも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、右上カメラ８０ＵＲと前上カメラ８０ＵＦも、互いの撮像範囲が左右方向で部分的に重複するように配置されている。

【０１３０】

このような配置により、前上カメラ 80UF は、例えば、ブーム 4 を最も上昇させたときにブーム 4 の先端が位置する空間及びその周囲の空間にある物体を撮像できる。そのため、コントローラ 30 は、例えば、前上カメラ 80UF が撮像した画像を利用することで、ショベル 100 の上空に架けられている電線にブーム 4 の先端が接触してしまうのを防止できる。

【0131】

前上カメラ 80UF は、ブーム 4 を最も上昇させた姿勢であるブーム上限姿勢においてアーム 5 及びバケット 6 の少なくとも一方が回動させられたとしても、アーム 5 及びバケット 6 が前上カメラ 80UF の撮像範囲内に入るように、キャビン 10 に取り付けられていてもよい。この場合、ブーム上限姿勢においてアーム 5 及びバケット 6 の少なくとも一方が最大限開かれたとしても、コントローラ 30 は、周囲の物体と掘削アタッチメント A T とが接触するおそれがあるか否かを判定できる。掘削アタッチメント A T は、アタッチメントの一例であり、ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 で構成されている。

10

【0132】

物体検知装置 70 も撮像装置 80 と同様に配置されていてもよい。すなわち、後センサ 70B と後上センサ 70UB は、互いの監視範囲（検知範囲）が上下方向で部分的に重複するように配置され、前センサ 70F と前上センサ 70UF も、互いの検知範囲が上下方向で部分的に重複するように配置され、左センサ 70L と左上センサ 70UL も互いの検知範囲が上下方向で部分的に重複するように配置され、右センサ 70R と右上センサ 70UR も互いの検知範囲が上下方向で部分的に重複するように配置されていてもよい。

20

【0133】

前センサ 70F と左センサ 70L は、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、左センサ 70L と後センサ 70B も、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、後センサ 70B と右センサ 70R も、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、右センサ 70R と前センサ 70F も、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置されていてもよい。

【0134】

前上センサ 70UF と左上センサ 70UL は、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、左上センサ 70UL と後上センサ 70UB も、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、後上センサ 70UB と右上センサ 70UR も、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置され、右上センサ 70UR と前上センサ 70UF も、互いの検知範囲が左右方向で部分的に重複するように配置されていてもよい。

30

【0135】

後センサ 70B、前センサ 70F、左センサ 70L、及び右センサ 70R は、各光軸が回転軸 K に垂直な仮想平面に対して俯角を形成するように構成され、後上センサ 70UB、前上センサ 70UF、左上センサ 70UL、及び右上センサ 70UR は、各光軸が回転軸 K に垂直な仮想平面に対して仰角を形成するように構成されていてもよい。

【0136】

後センサ 70B、前センサ 70F、左センサ 70L、及び右センサ 70R は、各検知範囲の下側の境界が回転軸 K に垂直な仮想平面に対して俯角を形成するように構成され、後上センサ 70UB、前上センサ 70UF、左上センサ 70UL、及び右上センサ 70UR は、各検知範囲の上側の境界が回転軸 K に垂直な仮想平面に対して仰角を形成するように構成されていてもよい。

40

【0137】

図 17A ~ 図 17D の例では、後カメラ 80B は後センサ 70B に隣接して配置され、前カメラ 80F は前センサ 70F に隣接して配置され、左カメラ 80L は左センサ 70L に隣接して配置され、且つ、右カメラ 80R は右センサ 70R に隣接して配置されている。また、後上カメラ 80UB は後上センサ 70UB に隣接して配置され、前上カメラ 80UF は前上センサ 70UF に隣接して配置され、左上カメラ 80UL は左上センサ 70U

50

Lに隣接して配置され、且つ、右上カメラ80URは右上センサ70URに隣接して配置されている。

【0138】

図17A～図17Dの例では、物体検知装置70及び撮像装置80は何れも、図17Dに示すように、上面視で上部旋回体3の輪郭からはみ出さないように、上部旋回体3に取り付けられている。但し、物体検知装置70及び撮像装置80の少なくとも1つは、上面視で上部旋回体3の輪郭からはみ出すように、上部旋回体3に取り付けられていてもよい。

【0139】

後上カメラ80UBは、省略されてもよく、後カメラ80Bに統合されていてもよい。後上カメラ80UBが統合された後カメラ80Bは、後上カメラ80UBがカバーしていた撮像範囲を含む広い撮像範囲をカバーできるように構成されていてもよい。前上カメラ80UF、左上カメラ80UL、及び右上カメラ80URについても同様である。また、後上センサ70UBは、省略されてもよく、後センサ70Bに統合されていてもよい。前上センサ70UF、左上センサ70UL、及び右上センサ70URについても同様である。また、後上カメラ80UB、前上カメラ80UF、左上カメラ80UL、及び右上カメラ80URの少なくとも2つは、1又は複数の全天球カメラ又は半球カメラとして統合されていてもよい。

【0140】

コントローラ30は、物体検知装置70の出力に基づき、ショベル100と物体との間の距離を算出する際に、ショベル100及び物体のそれぞれの全体的且つ立体的な外形（外表面）を認識するように構成されていてもよい。ショベル100の外表面は、例えば、下部走行体1の外表面、上部旋回体3の外表面、及び、掘削アタッチメントATの外表面を含む。コントローラ30には、姿勢センサの取り付け位置と下部走行体1の外表面、上部旋回体3の外表面、及び、掘削アタッチメントATの外表面との位置関係が予め設定されている。そのため、コントローラ30は、姿勢センサの位置の変化を所定の周期で算出することにより、下部走行体1の外表面、上部旋回体3の外表面、及び、掘削アタッチメントATの外表面の位置の変化も算出できる。

【0141】

具体的には、コントローラ30は、例えば、ポリゴンモデル又はワイヤフレームモデル等の仮想的な三次元モデルを用いてショベル100の全体的且つ立体的な外形（外表面）を認識して外表面上の点の座標を算出する。なお、下部走行体1の外表面は、例えば、クローラ1Cの前面、上面、底面、及び後面等を含む。上部旋回体3の外表面は、例えば、側面カバーの表面、エンジンフードの上面、並びに、カウンタウェイトの上面、左側面、右側面、及び後面等を含む。掘削アタッチメントATの外表面は、例えば、ブーム4の背面、左側面、右側面、及び腹面、並びに、アーム5の背面、左側面、右側面、及び腹面等を含む。

【0142】

図18は、ポリゴンモデルを用いて認識されるショベル100の全体的且つ立体的な外表面の構成例を示す。図形18Aは、上部旋回体3及び掘削アタッチメントATのポリゴンモデルの上面図であり、図形18Bは、下部走行体1のポリゴンモデルの上面図であり、図形18Cは、ショベル100のポリゴンモデルの左側面図である。図18では、下部走行体1の外表面は、斜線パターンで表され、上部旋回体3の外表面は、粗いドットパターンで表され、掘削アタッチメントATの外表面は、細かいドットパターンで表されている。

【0143】

ポリゴンモデルとしてのショベル100の外表面は、実際のショベル100の外表面よりも所定の余裕距離だけ外側にある表面として認識されてもよい。すなわち、ポリゴンモデルとしてのショベル100は、例えば、実際の下部走行体1、上部旋回体3、及び掘削アタッチメントATのそれぞれが別々に相似拡大されたものとして認識されてもよい。この場合、余裕距離は、ショベル100の動き（例えば、掘削アタッチメントATの動き）

等に応じて変化する距離であってもよい。そして、コントローラ 30 は、この相似拡大されたポリゴンモデルと物体検知装置 70 が検知した物体のポリゴンモデルとが接触した或いは接触するおそれがあると判定した場合に、警報を出力してもよく、上述の自動制動処理等によって被駆動体の動きを制動してもよい。

【0144】

コントローラ 30 は、例えば、ショベル 100 の外表面を構成する 3 つの部分（下部走行体 1 の外表面、上部旋回体 3 の外表面、及び、掘削アタッチメント A T の外表面）のそれぞれについて、機体の一部が物体と接触するおそれがあるか否かを別々に判定してもよい。また、コントローラ 30 は、ショベル 100 の作業内容によっては、3 つの部分のうちの少なくとも 1 つについて、機体の一部が物体と接触するおそれがあるか否かの判定を省略してもよい。

10

【0145】

例えば、図 10 A 1、図 10 A 2、図 10 B 1、及び図 10 B 2 に示す例では、コントローラ 30 は、所定の制御周期毎に、掘削アタッチメント A T の外表面上の各点と物体 O B との間の距離を算出してもよい。この場合、コントローラ 30 は、下部走行体 1 の外表面上の各点及び上部旋回体 3 の外表面上の各点と物体 O B との間の距離の算出を省略してもよい。

【0146】

或いは、ショベル 100 の上空にある電線とショベル 100 とが接触するおそれのある作業現場では、コントローラ 30 は、掘削アタッチメント A T の外表面上の各点（例えばブーム先端の外表面上の各点）と電線との間の距離を所定の制御周期毎に算出するように構成されてもよい。この場合、コントローラ 30 は、下部走行体 1 の外表面上の各点及び上部旋回体 3 の外表面上の各点と電線との間の距離の算出を省略してもよい。

20

【0147】

或いは、ショベル 100 の後方又は側方にある物体とショベル 100 とが接触するおそれのある作業現場では、コントローラ 30 は、上部旋回体 3 の外表面上の各点（例えばカウンタウェイトの外表面上の各点）とその物体との間の距離を所定の制御周期毎に算出するように構成されてもよい。この場合、コントローラ 30 は、下部走行体 1 の外表面上の各点及び掘削アタッチメント A T の外表面上の各点とその物体との間の距離の算出を省略してもよい。

30

【0148】

或いは、クローラ 1 C の近くにあるクローラ 1 C よりも低い物体とショベル 100 とが接触するおそれのある作業現場では、コントローラ 30 は、下部走行体 1 の外表面上の各点（例えばクローラ 1 C の外表面上の各点）とその物体との間の距離を所定の制御周期毎に算出するように構成されてもよい。この場合、コントローラ 30 は、上部旋回体 3 の外表面上の各点及び掘削アタッチメント A T の外表面上の各点とその物体との間の距離の算出を省略してもよい。

【0149】

ここで、図 19 を参照し、ショベル 100 の外表面を構成する 3 つの部分のそれぞれと、周囲監視装置としての物体検知装置 70 によって検知された物体との間の距離に基づいて被駆動体の動きを制限する機能の一例について説明する。図 19 は、コントローラ 30 の構成の一例を示す図である。なお、周囲監視装置は、撮像装置 80 であってもよい。

40

【0150】

図 19 に示す例では、コントローラ 30 は、物体判定部 30 A、制動要否判定部 30 B、速度指令生成部 30 E、状態認識部 30 F、距離判定部 30 G、制限対象決定部 30 H、及び速度制限部 30 S を機能要素として有する。そして、コントローラ 30 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、旋回角速度センサ S 5、電気式の左操作レバー 26 L、物体検知装置 70、及び撮像装置 80 等が出力する信号を受け、様々な演算を実行し、比例弁 31 等に制御指令を出力できるように構成されている。

50

【 0 1 5 1 】

比例弁 3 1 は、コントローラ 3 0 が出力する電流指令に応じて動作するように構成されている。比例弁 3 1 は、左比例弁 3 1 L 及び右比例弁 3 1 R を含む。具体的には、左比例弁 3 1 L は、パイロットポンプ 1 5 から左比例弁 3 1 L を介して制御弁 1 7 3 の左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できるように構成されている。同様に、右比例弁 3 1 R は、パイロットポンプ 1 5 から右比例弁 3 1 R を介して制御弁 1 7 3 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できるように構成されている。比例弁 3 1 は、制御弁 1 7 3 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。なお、図 1 9 は、旋回用油圧モータ 2 A に供給される作動油の流量を制御する制御弁 1 7 3 に関する構成を一例として示しているが、コントローラ 3 0 は、同様の構成により、走行用油圧モータ 2 M、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 のそれぞれに供給される作動油の流量を制御できる。

10

【 0 1 5 2 】

物体判定部 3 0 A は、物体の種類を判定するように構成されている。図 1 9 に示す例では、物体判定部 3 0 A は、物体検知装置 7 0 が検知した物体の種類を判定するように構成されている。

【 0 1 5 3 】

制動要否判定部 3 0 B は、物体の種類に応じて制動の要否を判定するように構成されている。図 1 9 に示す例では、制動要否判定部 3 0 B は、物体検知装置 7 0 が検知した物体が人であると判定された場合、被駆動体の制動が必要であると判定する。

20

【 0 1 5 4 】

速度指令生成部 3 0 E は、操作装置 2 6 が出力する信号に基づいてアクチュエータの動作速度に関する指令を生成するように構成されている。図 1 9 に示す例では、速度指令生成部 3 0 E は、左右方向に操作された左操作レバー 2 6 L が出力する電気信号に基づいて旋回用油圧モータ 2 A の回転速度に関する指令を生成するように構成されている。

【 0 1 5 5 】

状態認識部 3 0 F は、ショベル 1 0 0 の現在の状態を認識するように構成されている。具体的には、状態認識部 3 0 F は、アタッチメント状態認識部 3 0 F 1、上部旋回体状態認識部 3 0 F 2、及び下部走行体状態認識部 3 0 F 3 を有する。

【 0 1 5 6 】

アタッチメント状態認識部 3 0 F 1 は、掘削アタッチメント A T の現在の状態を認識するように構成されている。具体的には、アタッチメント状態認識部 3 0 F 1 は、掘削アタッチメント A T の外表面上の所定点の座標を算出するように構成されている。所定点は、例えば、掘削アタッチメント A T の全頂点を含む。

30

【 0 1 5 7 】

上部旋回体状態認識部 3 0 F 2 は、上部旋回体 3 の現在の状態を認識するように構成されている。具体的には、上部旋回体状態認識部 3 0 F 2 は、上部旋回体 3 の外表面上の所定点の座標を算出するように構成されている。所定点は、例えば、上部旋回体 3 の全頂点を含む。

【 0 1 5 8 】

下部走行体状態認識部 3 0 F 3 は、下部走行体 1 の現在の状態を認識するように構成されている。具体的には、下部走行体状態認識部 3 0 F 3 は、下部走行体 1 の外表面上の所定点の座標を算出するように構成されている。所定点は、例えば、下部走行体 1 の全頂点を含む。

40

【 0 1 5 9 】

状態認識部 3 0 F は、ショベル 1 0 0 の作業内容等に応じ、ショベル 1 0 0 の外表面を構成する 3 つの部分（下部走行体 1 の外表面、上部旋回体 3 の外表面、及び、掘削アタッチメント A T の外表面）のうちの何れの状態の認識を実行し、何れの状態の認識を省略するかを決定してもよい。

【 0 1 6 0 】

50

距離判定部 30G は、状態認識部 30F が算出したショベル 100 の外表面上の各点と物体検知装置 70 によって検知された物体との間の距離が所定値を下回ったか否かを判定するように構成されている。図 19 に示す例では、距離判定部 30G は、制動要否判定部 30B によって被駆動体の制動が必要と判断された場合に、状態認識部 30F が算出したショベル 100 の外表面上の各点と物体検知装置 70 によって検知された物体との間の距離を算出する。

【0161】

制限対象決定部 30H は、制限対象を決定するように構成されている。図 19 に示す例では、制限対象決定部 30H は、距離判定部 30G の出力、すなわち、ショベル 100 の外表面上の何れの点と物体との間の距離が所定値を下回ったかに基づき、動きを制限すべきアクチュエータ（以下、「制限対象アクチュエータ」とする。）を決定する。

10

【0162】

速度制限部 30S は、1 又は複数のアクチュエータの動作速度を制限するように構成されている。図 19 に示す例では、速度制限部 30S は、速度指令生成部 30E が生成した速度指令のうちの、制限対象決定部 30H により制限対象アクチュエータとして決定されたアクチュエータに関する速度指令を変更し、変更後の速度指令に対応する制御指令を比例弁 31 に対して出力する。

【0163】

具体的には、速度制限部 30S は、制限対象決定部 30H により制限対象アクチュエータとして決定された旋回用油圧モータ 2A に関する速度指令を変更し、変更後の速度指令に対応する制御指令を比例弁 31 に対して出力する。旋回用油圧モータ 2A の回転速度を低減させ或いは旋回用油圧モータ 2A の回転を停止させるためである。

20

【0164】

より具体的には、速度制限部 30S は、図 6、図 8、図 11、及び図 13 のそれぞれで示したような制動パターンを用いて 1 又は複数のアクチュエータの動作速度を制限するように構成されている。

【0165】

速度制限部 30S は、例えば、バケット 6 内に取り込まれた土砂等の被掘削物の重量と掘削アタッチメント AT の姿勢とに応じて制動パターンを変化させてもよい。この場合、被掘削物の重量は、例えば、掘削アタッチメント AT の姿勢と、ブームシリンダ 7 における作動油の圧力とに基づいて算出される。なお、被掘削物の重量は、掘削アタッチメント AT の姿勢と、ブームシリンダ 7 における作動油の圧力、アームシリンダ 8 における作動油の圧力、及び、バケットシリンダ 9 における作動油の圧力の少なくとも 1 つとに基づいて算出されてもよい。

30

【0166】

速度制限部 30S により、図 19 に示すコントローラ 30 は、ショベル 100 の機体の一部が物体と接触するのを防止するために、アクチュエータの動きを減速させ或いは停止させることができる。

【0167】

次に、図 20 を参照し、ショベル 100 の外表面を構成する 3 つの部分のそれぞれと、周囲監視装置としての物体検知装置 70 によって検知された物体との間の距離に基づいて被駆動体の動きを制限する機能の別の一例について説明する。図 20 は、コントローラ 30 の構成の別の一例を示す図である。なお、周囲監視装置は、撮像装置 80 であってもよい。

40

【0168】

図 20 に示すコントローラ 30 は、油圧式パイロット回路を備えた油圧式操作レバーに接続される構成である点で、油圧式パイロット回路を備えた電気式操作レバーに接続される構成である図 19 に示すコントローラ 30 と異なる。具体的には、図 20 に示すコントローラ 30 の速度制限部 30S は、操作圧センサ 29 の出力に基づいて速度指令を生成し、生成した速度指令のうちの、制限対象決定部 30H により制限対象アクチュエータとし

50

て決定されたアクチュエータに関する速度指令を変更し、変更後の速度指令に対応する制御指令をそのアクチュエータに関する電磁弁 65 に対して出力する。

【0169】

電磁弁 65 は、電磁弁 65 L 及び電磁弁 65 R を含む。図 20 に示す例では、電磁弁 65 L は、左操作レバー 26 L が左右方向に操作されたときに作動油を吐出するリモコン弁の左側ポートと制御弁 173 の左側パイロットポートとを繋ぐ管路に配置される電磁比例弁である。電磁弁 65 R は、左操作レバー 26 L が左右方向に操作されたときに作動油を吐出するリモコン弁の右側ポートと制御弁 173 の右側パイロットポートとを繋ぐ管路に配置される電磁比例弁である。

【0170】

具体的には、速度制限部 30 S は、制限対象決定部 30 H により制限対象アクチュエータとして決定された旋回用油圧モータ 2 A に関する速度指令を変更し、変更後の速度指令に対応する制御指令を電磁弁 65 に対して出力する。旋回用油圧モータ 2 A の回転速度を低減させ或いは旋回用油圧モータ 2 A の回転を停止させるためである。

【0171】

速度制限部 30 S により、図 20 に示すコントローラ 30 は、図 19 に示すコントローラ 30 と同様に、ショベル 100 の機体の一部が物体と接触するのを防止するために、アクチュエータの動きを減速させ或いは停止させることができる。

【0172】

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。

【0173】

例えば、上述の実施形態では、油圧式パイロット回路を備えた油圧式操作システムが開示されている。例えば、左操作レバー 26 L に関する油圧式パイロット回路では、図 20 に示すように、パイロットポンプ 15 から左操作レバー 26 L へ供給される作動油が、左操作レバー 26 L の左右方向への傾倒によって開閉されるリモコン弁の開度に応じた流量で、制御弁 173 のパイロットポートへ伝達される。或いは、右操作レバー 26 R に関する油圧式パイロット回路では、パイロットポンプ 15 から右操作レバー 26 R へ供給される作動油が、右操作レバー 26 R の前後方向への傾倒によって開閉されるリモコン弁の開度に応じた流量で、制御弁 175 のパイロットポートへ伝達される。

【0174】

但し、このような油圧式パイロット回路を備えた油圧式操作システムではなく、図 19 に示すような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、例えば、電気信号としてコントローラ 30 へ入力される。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。

【0175】

図 15 に示される油圧システムは、パイロットポンプ 15 と操作装置 26 のそれぞれに対応する各リモコン弁との間に、制御弁 60 A ~ 60 F を配置させることで、制動の対象となるアクチュエータに関するスプール弁を所定の制動パターンにしたがって動かし、アクチュエータを滑らかに減速させ、或いは、停止させることができるように構成されている。しかしながら、油圧システムは、操作装置 26 のそれぞれに対応する各リモコン弁と制御弁 171 ~ 176 との間において、制御弁 60 A ~ 60 F が配置される構成であってもよい。例えば、左操作レバー 26 L のリモコン弁と制御弁 176 との間に、制御弁 60 A が設けられていてもよい。この構成においても、コントローラ 30 は、制動の対象となるアクチュエータに関するスプール弁を所定の制動パターンにしたがって動かすことで、アクチュエータを滑らかに減速させ、或いは、停止させることができる。

【 0 1 7 6 】

また、ショベル 1 0 0 が取得する情報は、図 2 1 に示すようなショベルの管理システム 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。図 2 1 は、ショベルの管理システム S Y S の構成例を示す概略図である。管理システム S Y S は、ショベル 1 0 0 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 S Y S は、主に、ショベル 1 0 0、支援装置 2 0 0、及び管理装置 3 0 0 で構成される。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、通信装置を備え、携帯電話通信網、衛星通信網、又は近距離無線通信網等を介して互いに直接的に或いは間接的に接続されている。管理システム 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 は、それぞれ 1 台であってもよく、複数台であってもよい。図 1 2 の例では、管理システム 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。

10

【 0 1 7 7 】

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ノート P C、タブレット P C 又はスマートフォン等のコンピュータである。支援装置 2 0 0 は、ショベル 1 0 0 の操作者が携帯するコンピュータであってもよい。但し、支援装置 2 0 0 は、固定端末装置であってもよい。

【 0 1 7 8 】

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である。管理装置 3 0 0 は、可搬性のコンピュータ（例えば、ノート P C、タブレット P C 又はスマートフォン等の携帯端末装置）であってもよい。

20

【 0 1 7 9 】

支援装置 2 0 0 及び管理装置 3 0 0 の少なくとも一方（以下、「支援装置 2 0 0 等」とする。）は、モニタと遠隔操作作用の操作装置とを備えていてもよい。この場合、操作者は、遠隔操作作用の操作装置を用いつつ、ショベル 1 0 0 を操作する。遠隔操作作用の操作装置は、例えば、携帯電話通信網、衛星通信網、又は近距離無線通信網等の通信網を通じ、コントローラ 3 0 に接続される。

【 0 1 8 0 】

上述のようなショベルの管理システム S Y S では、ショベル 1 0 0 のコントローラ 3 0 は、例えば、自動制動処理に関する情報を支援装置 2 0 0 等に送信してもよい。自動制動処理に関する情報は、例えば、被駆動体の制動を開始した時刻（以下、「制動開始時刻」とする。）に関する情報、制動開始時刻におけるショベル 1 0 0 の位置に関する情報、制動開始時刻におけるショベル 1 0 0 の作業内容に関する情報、制動開始時刻における作業環境に関する情報、及び、制動開始時刻及びその前後の期間に測定されたショベル 1 0 0 の動きに関する情報等の少なくとも 1 つを含む。作業環境に関する情報は、例えば、地面の傾斜に関する情報、及び、天気に関する情報等の少なくとも 1 つを含む。ショベル 1 0 0 の動きに関する情報は、例えば、パイロット圧、及び、油圧アクチュエータにおける作動油の圧力等の少なくとも 1 つを含む。

30

【 0 1 8 1 】

コントローラ 3 0 は、撮像装置 8 0 が撮像した画像を支援装置 2 0 0 等に送信してもよい。画像は、例えば、制動開始時刻を含む所定期間に撮像された複数の画像であってもよい。所定期間は、制動開始時刻に先行する期間を含んでいてもよい。

40

【 0 1 8 2 】

更に、コントローラ 3 0 は、制動開始時刻を含む所定期間におけるショベル 1 0 0 の作業内容に関する情報、ショベル 1 0 0 の姿勢に関する情報、及び掘削アタッチメントの姿勢に関する情報等の少なくとも 1 つを支援装置 2 0 0 等に送信してもよい。支援装置 2 0 0 等を利用する管理者が、作業現場に関する情報を入手できるようにするためである。すなわち、ショベル 1 0 0 の動きを減速或いは停止させなければならない状況が発生した原因等を管理者が分析できるようにするためであり、更には、そのような分析結果に基づい

50

て管理者がショベル 100 の作業環境を改善できるようにするためである。

【0183】

本願は、2018年3月28日に出願した日本国特許出願2018-062806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。

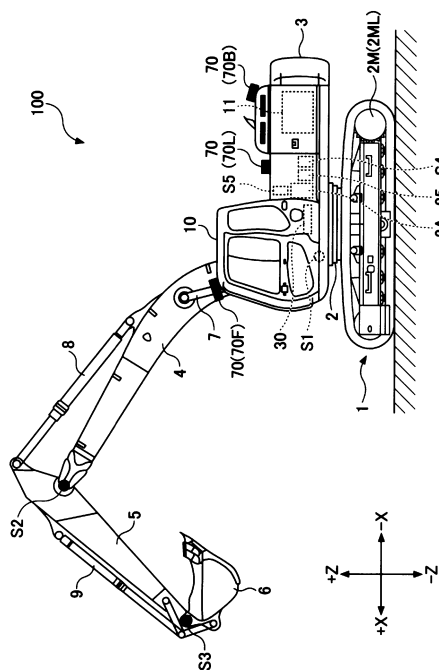
【符号の説明】

【0184】

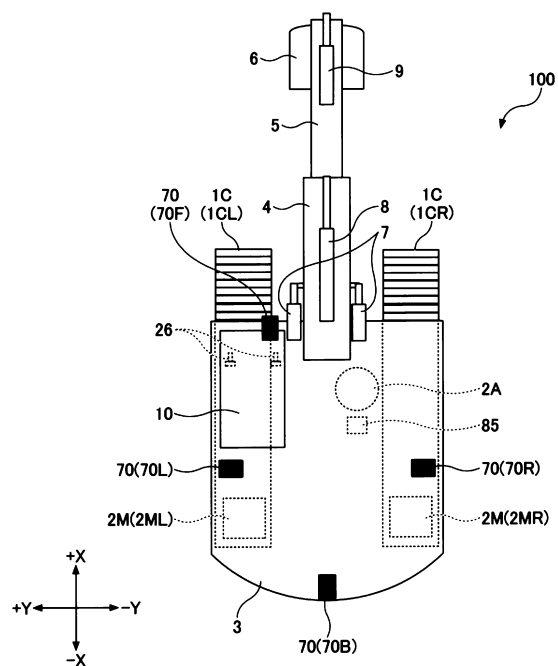
1・・・下部走行体 1C・・・クローラ 1CL・・・左クローラ 1CR・・・右クローラ 2・・・旋回機構 2A・・・旋回用油圧モータ 2M・・・走行用油圧モータ 2ML・・・左走行用油圧モータ 2MR・・・右走行用油圧モータ 3・・・上部旋回体 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 7・・・ブームシリンダ 8・・・アームシリンダ 9・・・バケットシリンダ 10・・・キャビン 11・・・エンジン 13・・・レギュレータ 14・・・メインポンプ 15・・・パイロットポンプ 17・・・コントロールバルブ 18・・・絞り 19・・・制御圧センサ 26・・・操作装置 26D・・・走行レバー 26DL・・・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 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・・・物体判定部 30B・・・制動要否判定部 30E・・・速度指令生成部 30F・・・状態認識部 30F1・・・アタッチメント状態認識部 30F2・・・上部旋回体状態認識部 30F3・・・下部走行体状態認識部 30G・・・距離判定部 30H・・・制限対象決定部 30S・・・速度制限部 31・・・比例弁 31L・・・左比例弁 31R・・・右比例弁 40・・・センターバイパス管路 42・・・平行管路 60、60A～60F・・・制御弁 65、65L、65R・・・電磁弁 70・・・物体検知装置 70F・・・前センサ 70B・・・後センサ 70L・・・左センサ 70R・・・右センサ 70UB・・・後上センサ 70UF・・・前上センサ 70UL・・・左上センサ 70UR・・・右上センサ 80・・・撮像装置 80B・・・後カメラ 80F・・・前カメラ 80L・・・左カメラ 80R・・・右カメラ 80UB・・・後上カメラ 80UF・・・前上カメラ 80UL・・・左上カメラ 80UR・・・右上カメラ 85・・・向き検出装置 100・・・ショベル 171～176・・・制御弁 200・・・支援装置 300・・・管理装置 CD1、CD11～CD16・・・パイロットライン DS・・・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・・・管理システム

【図面】

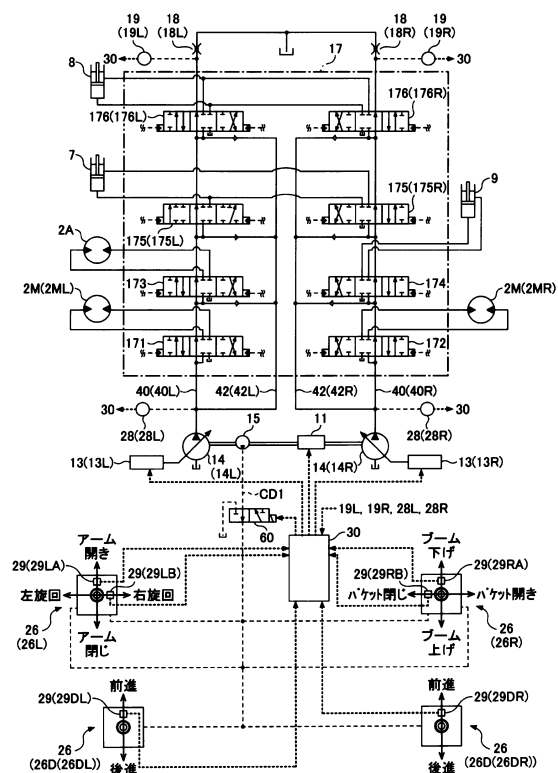
【圖 1】



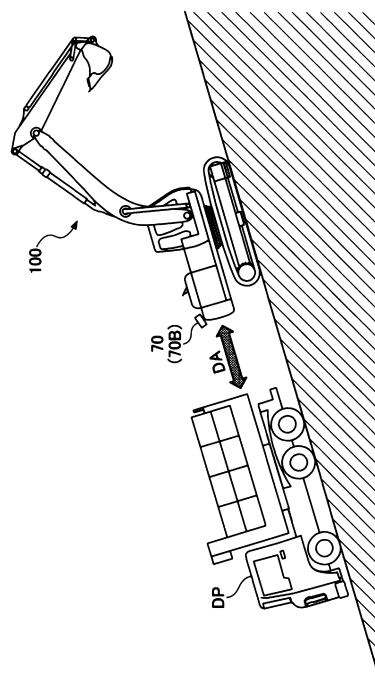
【圖 2】



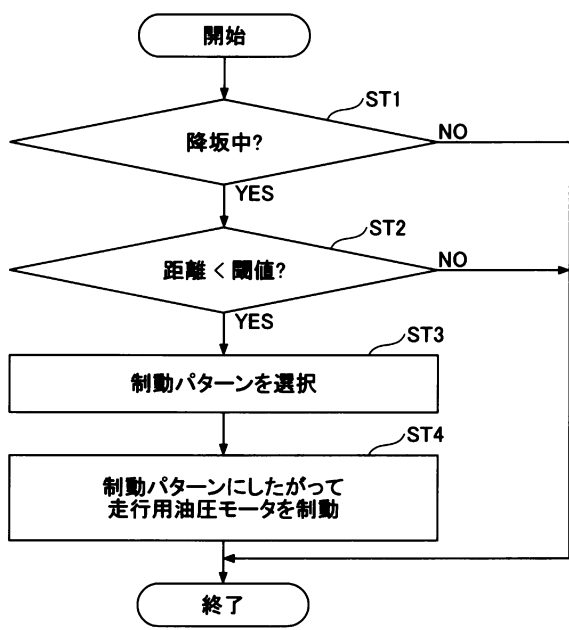
【 図 3 】



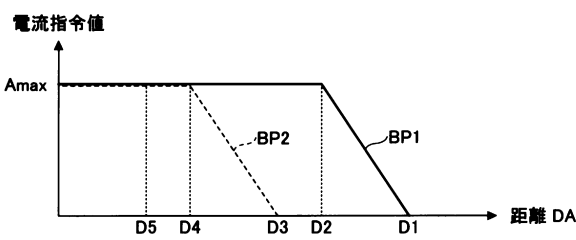
【圖 4】



【図 5】



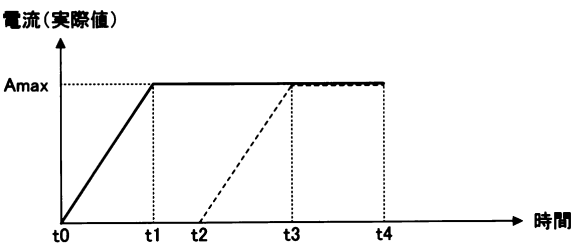
【図 6】



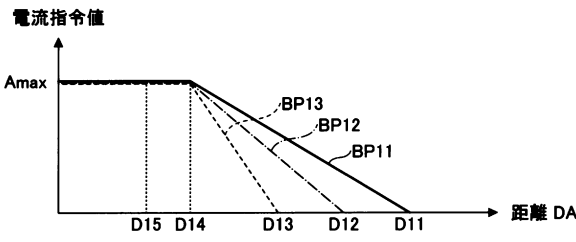
10

20

【図 7】



【図 8】

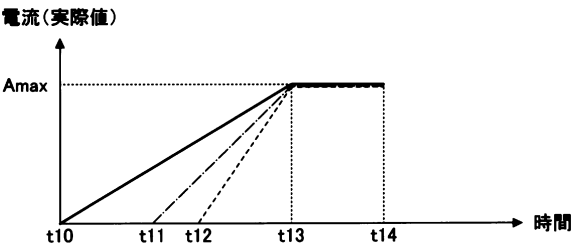


30

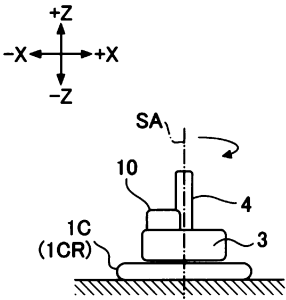
40

50

【図 9】

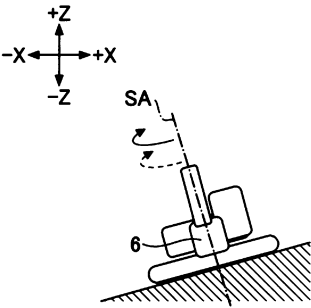


【図 10 A 1】

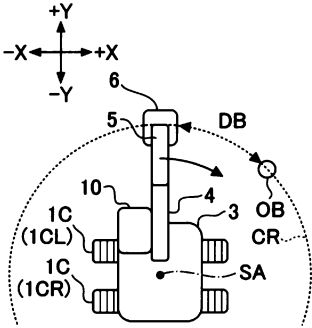


10

【図 10 A 2】



【図 10 B 1】



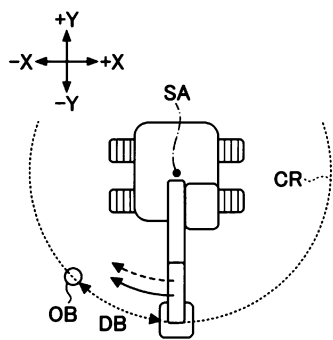
20

30

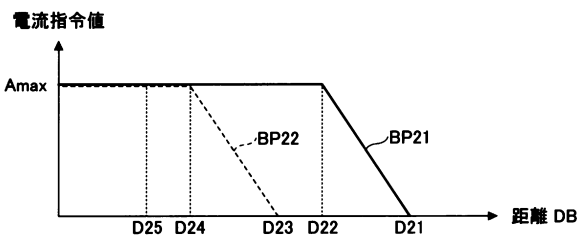
40

50

【図 1 0 B 2】

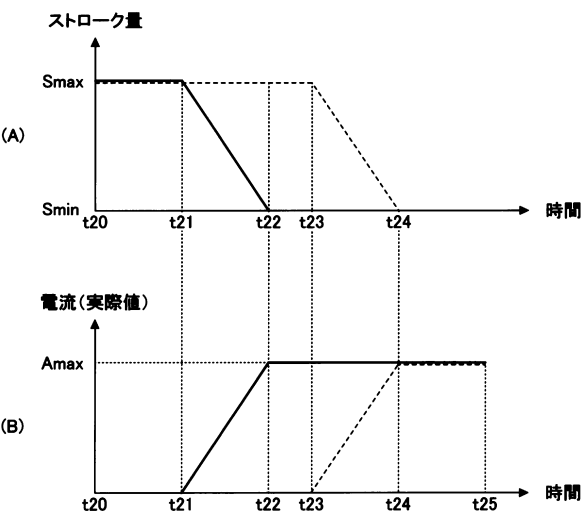


【図 1 1】

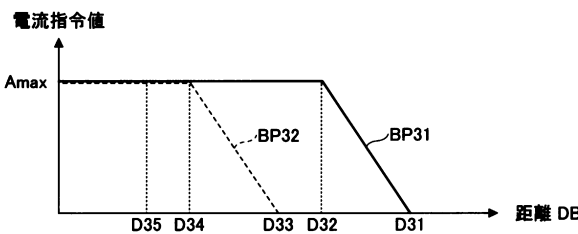


10

【図 1 2】



【図 1 3】



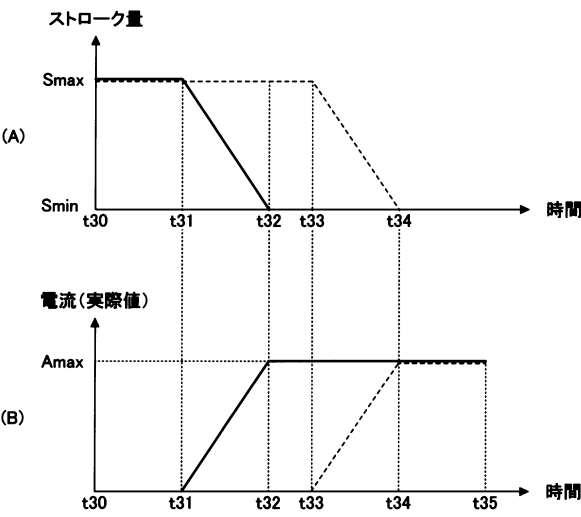
20

30

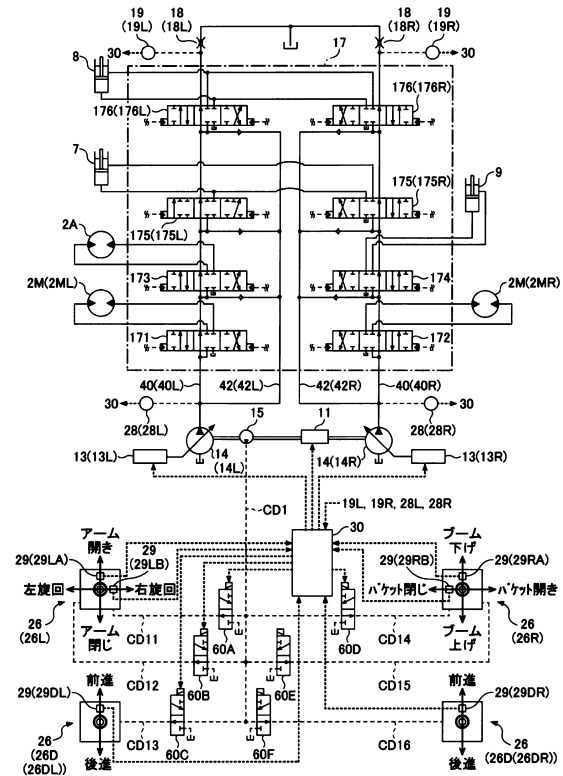
40

50

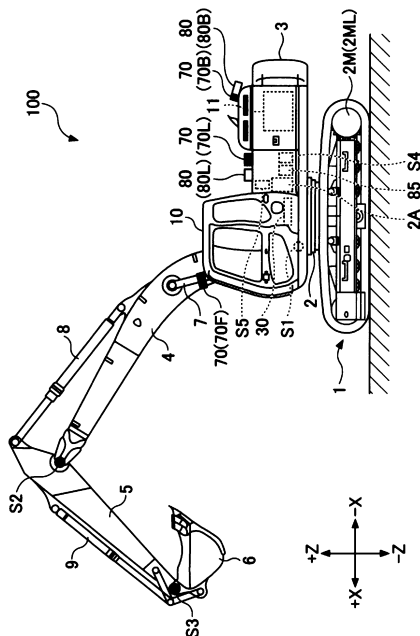
【図 1 4】



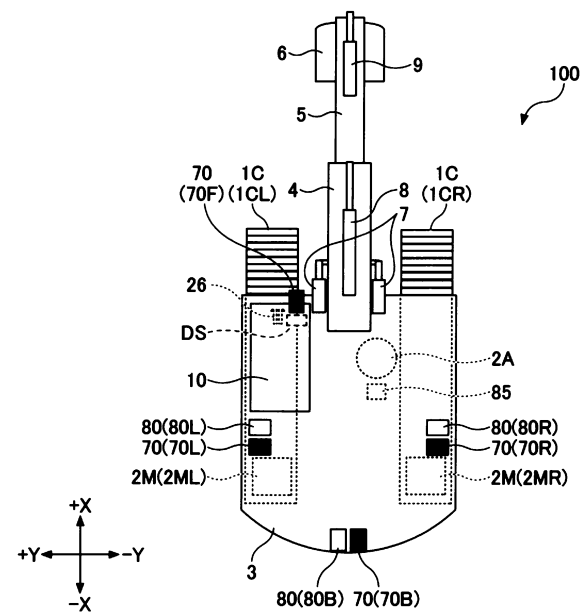
【図 1 5】



【図 1 6 A】



【図 1 6 B】



10

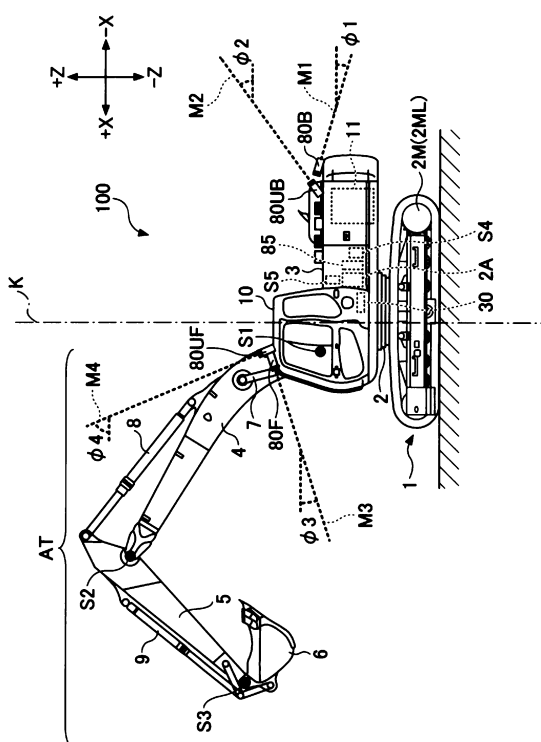
20

30

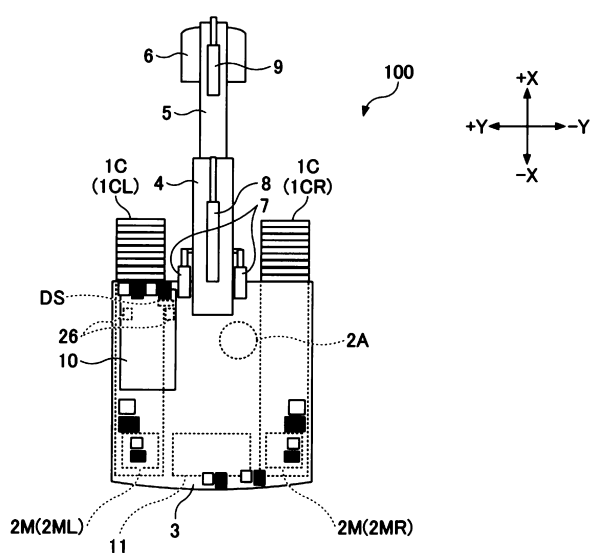
40

50

【 図 1 7 A 】



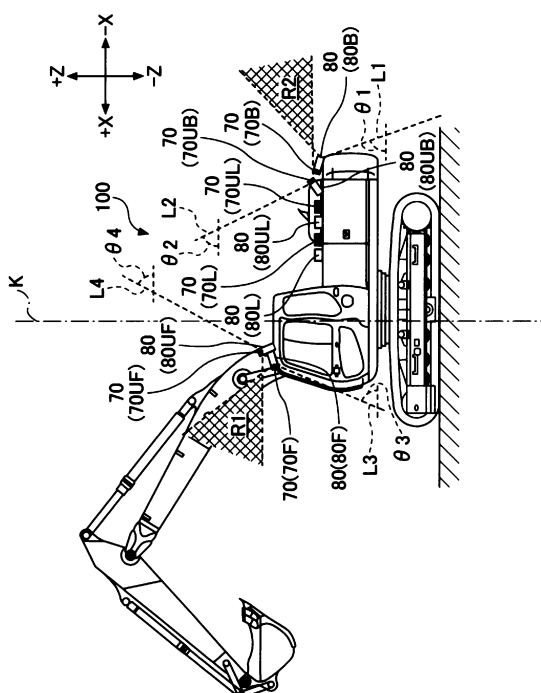
【 図 1 7 B 】



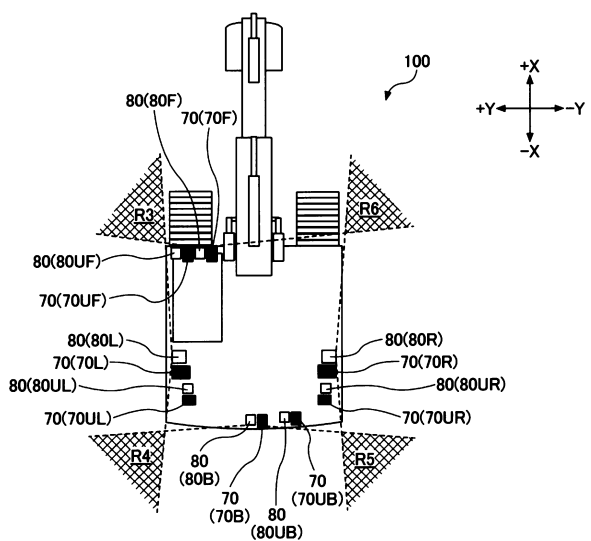
10

20

【 図 1 7 C 】



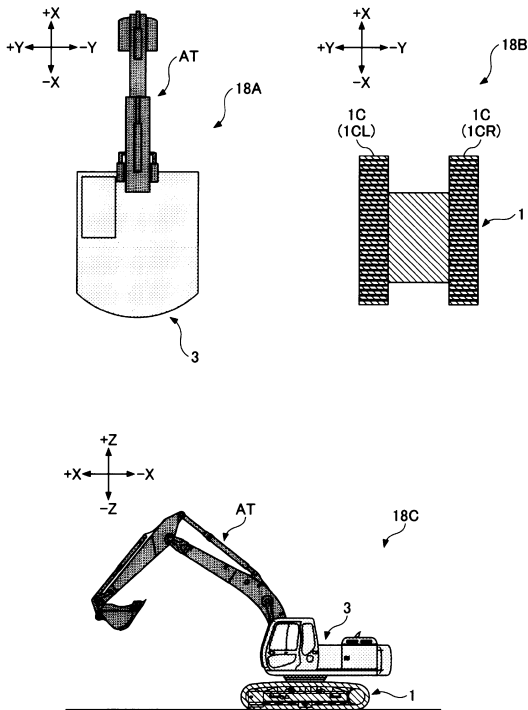
【 図 1 7 D 】



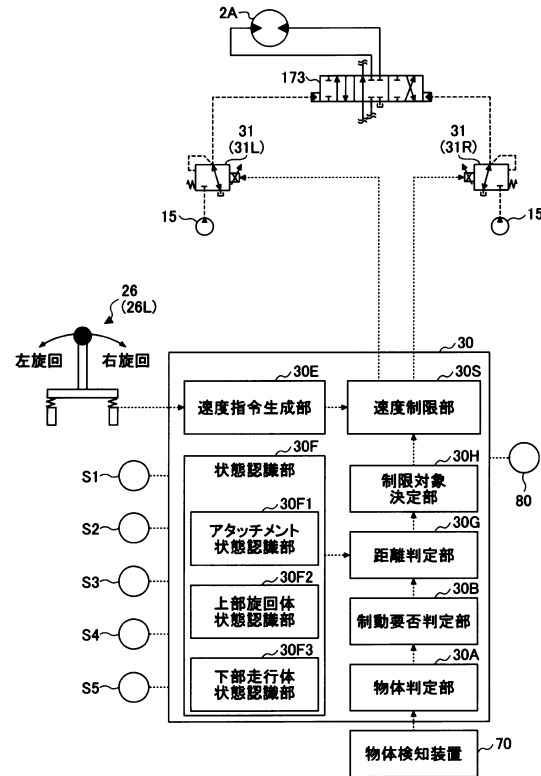
30

40

【図 18】



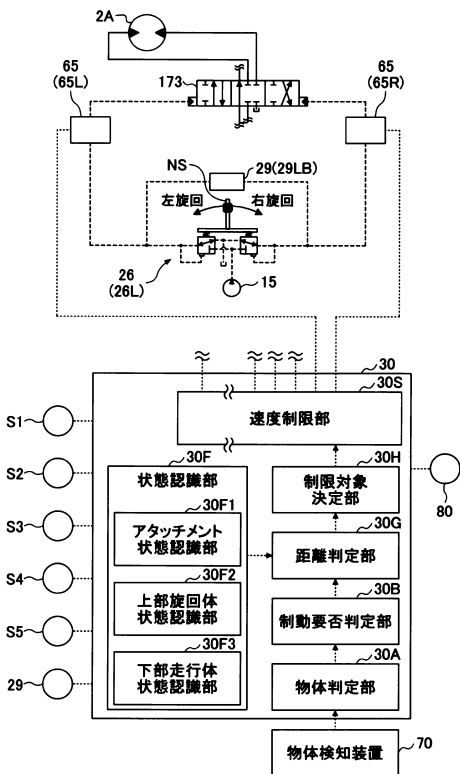
【図 19】



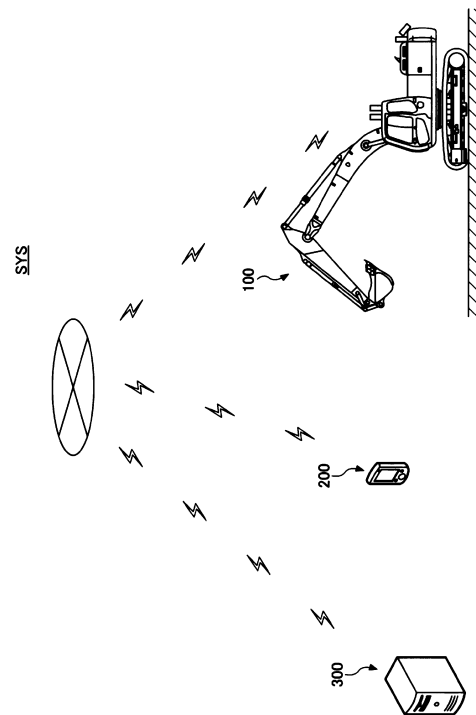
10

20

【図 20】



【図 21】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 1 7 1 1 5 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 7 / 0 8 5 9 9 6 (W O , A 1)
 特開平 6 - 1 9 5 4 7 (J P , A)
 特開 2 0 1 1 - 1 5 7 7 8 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- E 0 2 F 9 / 2 2
 E 0 2 F 9 / 2 4