

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6581136号
(P6581136)

(45) 発行日 令和1年9月25日 (2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日 (2019.9.6)

(51) Int.Cl.

F 1

E O 2 F 3/43 (2006.01)
E O 2 F 9/22 (2006.01)
E O 2 F 9/20 (2006.01)
E O 2 F 9/26 (2006.01)

E O 2 F 3/43 C
E O 2 F 9/22 K
E O 2 F 9/20 N
E O 2 F 9/26 A

請求項の数 6 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2017-55060 (P2017-55060)
(22) 出願日 平成29年3月21日 (2017.3.21)
(65) 公開番号 特開2018-155077 (P2018-155077A)
(43) 公開日 平成30年10月4日 (2018.10.4)
審査請求日 平成30年12月18日 (2018.12.18)

(73) 特許権者 000005522
日立建機株式会社
東京都台東区東上野二丁目16番1号
(74) 代理人 110001829
特許業務法人開知国際特許事務所
(72) 発明者 石田 俊彦
茨城県土浦市神立町650番地
日立建機株式会社
土浦工場内
(72) 発明者 枝村 学
茨城県土浦市神立町650番地
日立建機株式会社
土浦工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の油圧アクチュエータにより駆動される作業機と、
オペレータの操作に応じて前記作業機の動作を指示する操作装置と、
前記操作装置の操作時に、予め定めた条件に従って前記作業機を動作させるマシンコントロールを実行するマシンコントロール部を有する制御装置とを備える作業機械において

オペレータに操作される介入強度入力装置を備え、
前記制御装置は、前記介入強度入力装置の操作量に基づいて、前記操作装置の操作で指示される前記作業機の動作に前記マシンコントロールが介入する度合の大小を示す介入強度の補正量を算出する補正度合演算部をさらに備え、
前記マシンコントロール部は、前記補正度合演算部で算出された前記補正量に基づいて補正された介入強度で、前記操作装置の操作で指示される前記作業機の動作に前記マシンコントロールを介入させることを特徴とする作業機械。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の作業機械において、
前記予め定めた条件には、前記作業機の先端から任意の目標面までの目標面距離が所定値以下のときに前記マシンコントロールが実行されることが規定されており、
前記所定値は、前記介入強度に応じて変化することを特徴とする作業機械。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記予め定めた条件として、前記作業機の先端の速度ベクトルの任意の目標面に対する垂直成分の大きさの制限値が規定されており、

前記制限値は、前記作業機の先端から前記目標面までの目標面距離ごとに設定されており、

前記マシンコントロール部は、前記操作装置の操作によって発生される前記速度ベクトルの前記垂直成分の大きさが前記制限値を越えるとき、前記速度ベクトルの前記垂直成分の大きさが前記制限値に保持されるように前記マシンコントロールを実行し、

前記目標面距離ごとの前記制限値は、前記介入強度に応じて変化することを特徴とする作業機械。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記介入強度入力装置は、初期位置を基準とした一方向と他の方向のうち少なくとも一方に操作可能であり、

前記介入強度入力装置が前記一方向に操作されると、前記介入強度は、前記初期位置の状態よりも前記マシンコントロールが介入する度合いが大きくなる方向に変化し、

前記介入強度入力装置が前記他の方向に操作されると、前記介入強度は、前記初期位置の状態よりも前記マシンコントロールが介入する度合いが小さくなる方向に変化することを特徴とする作業機械。

【請求項 5】

20

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記操作装置は、オペレータの手が置かれる把持部を有し、

前記介入強度入力装置は、前記把持部に設けられていることを特徴とする作業機械。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記介入強度入力装置による前記介入強度の度合いが表示される表示装置をさらに備えることを特徴とする作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明はマシンコントロールが実行可能な作業機械に関する。

【背景技術】

【0002】

油圧ショベルには、オペレータの掘削操作を補助する制御システムが備えられることがある。具体的には、操作装置を介して掘削操作（例えば、アームクラウドの指示）が入力された場合、目標面と作業機の先端（例えばバケットの爪先）の位置関係を基に、作業機（フロント作業機とも言う）の先端の位置が目標面上及びその上方の領域内に保持されるように、作業機を駆動するブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダのうち少なくともブームシリンダを強制的に動作させる制御（例えば、ブームシリンダを伸ばして強制的にブーム上げ動作を行う）を実行する制御システムがある。このような作業機先端の動き得る領域を制限する制御システムの利用により掘削面の仕上げ作業や法面の成形作業が容易になる。以下では、この種の制御を「領域制限制御」、「（オペレータ操作に対する）介入制御」または「マシンコントロール（MC：Machine Control）」と称することがある。

40

【0003】

この種の技術に関連して、特許第 3056254 号公報では、バケット先端が目標面（侵入不可領域）に近づいた場合、バケット先端の移動方向に関わらずバケット先端の速度を遅くすると、目標面に沿った方向の掘削速度も遅くなり能率が低下することを指摘している。そして、これに対する解決策として、バケット先端の移動速度の内、目標面に垂直な成分のみを介入制御により制限し、目標面に平行な速度成分については、オペレータの

50

操作信号をそのままフロント動作指令として与えて介入制御しない制御の方法が述べられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3056254号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記先行技術文献のようなマシンコントロール機能を搭載したショベル（以下「MC機」と称することがある）は、電子情報として与えられる設計面（目標面）に沿ってバケット爪先位置が動作するように機体を制御することで設計面の掘削・成形を行ういわゆる情報化施工の場面にも応用できる。この場合、自機に設定した座標系（ショベル座標系）上でのバケット爪先位置を作業機の姿勢センサの検出値から算出し、全地球衛星測位システム（GNSS）などを利用して地球に設定した座標系（世界座標系）上での自機の位置及び向きを算出し、両者（ショベル座標系における爪先位置と、世界座標系における自車の位置及び向き）を組み合わせることで世界座標系における爪先位置が算出できる。そして、世界座標系における爪先位置が目標面に沿って動作するように機体を制御すれば、目標面（設計面）の掘削・成形が可能となる。

【0006】

このように目標面を掘削・成形する作業では、掘削面を目標面に沿って均すために、ブーム下げ動作を行いバケット背面で掘削面を略垂直に押圧する土羽打ちという締固め作業がなされる。土羽打ち作業では、土質に適した略一定の押圧力で土羽打ちを繰り返すことが求められるが、その操作には熟練が要求される。そこでオペレータの技量に関わらず、土羽打ちの押圧力の調整と保持が可能な作業機械が求められている。また、MC実行中には、土羽打ちを目的にブーム下げ操作をしても目標面を超えるフロント作業機の動作が抑制されるため、バケット背面で掘削面に圧力をかけられない。つまりMC実行中には土羽打ちができないので、先行技術文献のショベルでは土羽打ちの都度MCをOFFにする必要がある。さらに、通常、土羽打ち作業の完了後は、MCによりバケット爪先を目標面に沿って移動させる仕上げ作業が行われるため、土羽打ち作業で一旦OFFにしたMC機能をONにしなければならず、この一連の切り換え操作がオペレータの負担となる。

【0007】

本発明は上記を鑑みて発明されたものであり、その目的は、マシンコントロール機能を有し、土羽打ち時の押圧力の調整・維持が可能な作業機械を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、複数の油圧アクチュエータにより駆動される作業機と、オペレータの操作に応じて前記作業機の動作を指示する操作装置と、前記操作装置の操作時に、予め定めた条件に従って前記作業機を動作させるマシンコントロールを実行するマシンコントロール部を有する制御装置とを備える作業機械において、オペレータに操作される介入強度入力装置を備え、前記制御装置は、前記介入強度入力装置の操作量に基づいて、前記操作装置の操作で指示される前記作業機の動作に前記マシンコントロールが介入する度合の大小を示す介入強度の補正量を算出する補正度合演算部をさらに備え、前記マシンコントロール部は、前記補正度合演算部で算出された前記補正量に基づいて補正された介入強度で、前記操作装置の操作で指示される前記作業機の動作に前記マシンコントロールを介入させることとする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、マシンコントロール機能を有する作業機械において、土羽打ち時の押圧力の調整・維持が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

- 【図 1】本発明の実施形態に係る油圧ショベルの構成図。
- 【図 2】油圧ショベルの制御コントローラを油圧駆動装置と共に示す図。
- 【図 3】油圧ショベルのフロント制御用油圧ユニットの詳細図。
- 【図 4】油圧ショベルの制御コントローラのハードウェア構成図。
- 【図 5】油圧ショベルにおける座標系および目標面を示す図。
- 【図 6】油圧ショベルの制御コントローラの機能ブロック図。
- 【図 7】図 6 中のマシンコントロール部の機能ブロック図。
- 【図 8 A】介入強度入力装置を備えた操作レバーの上面図。
- 【図 8 B】介入強度入力装置を備えた操作レバーの側面図。
- 【図 8 C】介入強度入力装置を備えた操作レバーの前面図。
- 【図 9】バケット爪先速度の垂直成分の制限値 a_y と距離 D の関係を示す図。
- 【図 10】制限値 a_y と距離 D と介入強度の関係を示す図。
- 【図 11】制御コントローラのモード判定部で実行されるモード判定処理のフローチャート。
- 【図 12】制御コントローラの制御信号演算部で実行されるブーム下げ減速モードのフローチャート。
- 【図 13】介入強度を変化させた場合のブームパイロット圧、距離 D 、ブーム速度及びブームロッド圧の比較図。
- 【図 14】制御コントローラの制御信号演算部で実行されるブーム上げ・下げモードのフローチャート。
- 【図 15】表示装置の表示内容例を示す図。
- 【図 16】制限値 a_y と距離 D と介入強度の関係を示す図。
- 【図 17】制限値 a_y と距離 D と介入強度の関係を示す図。
- 【図 18 A】介入強度入力装置を備えた操作レバーの上面図。
- 【図 18 B】介入強度入力装置を備えた操作レバーの側面図。
- 【図 18 C】介入強度入力装置を備えた操作レバーの前面図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。なお、以下では、作業機の先端のアタッチメントとしてバケット 10 を備える油圧ショベルを例示するが、バケット以外のアタッチメントを備える油圧ショベルで本発明を適用しても構わない。さらに、複数の被駆動部材（アタッチメント、アーム、ブーム等）を連結して構成され、所定の動作平面上で動作する多関節型の作業機を有するものであれば油圧ショベル以外の作業機械への適用も可能である。

【 0 0 1 2 】

また、本稿では、或る形状を示す用語（例えば、目標面、制御対象面等）とともに用いられる「上」、「上方」又は「下方」という語の意味に関し、「上」は当該或る形状の「表面」を意味し、「上方」は当該或る形状の「表面より高い位置」を意味し、「下方」は当該或る形状の「表面より低い位置」を意味することとする。また、以下の説明では、同一の構成要素が複数存在する場合、符号（数字）の末尾にアルファベットを付すことがあるが、当該アルファベットを省略して当該複数の構成要素をまとめて表記することがある。例えば、3つのポンプ 300 a、300 b、300 c が存在するとき、これらをまとめてポンプ 300 と表記することがある。

【 0 0 1 3 】

< 基本構成 >

図 1 は本発明の実施形態に係る油圧ショベルの構成図であり、図 2 は本発明の実施形態に係る油圧ショベルの制御コントローラを油圧駆動装置と共に示す図であり、図 3 は図 2 中のフロント制御用油圧ユニット 160 の詳細図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 において、油圧ショベル 1 は、多関節型のフロント作業機 1 A と車体 1 B で構成されている。車体 1 B は、左右の走行モータ 3 a , 3 b により走行する下部走行体 1 1 と、下部走行体 1 1 の上に旋回可能に取り付けられた上部旋回体 1 2 とからなる。フロント作業機 1 A は、垂直方向にそれぞれ回転する複数の被駆動部材（ブーム 8、アーム 9 及びバケット 1 0）を連結して構成されており、フロント作業機 1 A のブーム 8 の基端は上部旋回体 1 2 の前部に支持されている。

【 0 0 1 5 】

上部旋回体 1 2 に搭載された原動機であるエンジン 1 8 は、油圧ポンプ 2 とパイロットポンプ 4 8 を駆動する。油圧ポンプ 2 はレギュレータ 2 a によって容量が制御される可変容量型ポンプであり、パイロットポンプ 4 8 は固定容量型ポンプである。本実施形態においては、パイロットライン 1 4 4 , 1 4 5 , 1 4 6 , 1 4 7 , 1 4 8 , 1 4 9 の途中にシャトルブロック 1 6 2 が設けられている。オペレータの操作に応じてフロント作業機 1 A の動作を指示する操作装置 4 5 , 4 6 , 4 7 から出力された油圧信号が、このシャトルブロック 1 6 2 を介してレギュレータ 2 a にも入力される。シャトルブロック 1 6 2 の詳細構成は省略するが、油圧信号がシャトルブロック 1 6 2 を介してレギュレータ 2 a に入力されており、油圧ポンプ 2 の吐出流量が当該油圧信号に応じて制御される。

【 0 0 1 6 】

パイロットポンプ 4 8 の吐出配管であるポンプライン 1 4 8 a はロック弁 3 9 を通った後、複数の分岐して操作装置 4 5 , 4 6 , 4 7 及びフロント制御用油圧ユニット 1 6 0 内の各弁に接続している。ロック弁 3 9 は本例では電磁切換弁であり、その電磁駆動部は運転室（図 1）に配置されたゲートロックレバー（不図示）の位置検出器と電気的に接続している。ゲートロックレバーのポジションは位置検出器で検出され、その位置検出器からロック弁 3 9 に対してゲートロックレバーのポジションに応じた信号が入力される。ゲートロックレバーのポジションがロック位置にあればロック弁 3 9 が閉じてポンプライン 1 4 8 a が遮断され、ロック解除位置にあればロック弁 3 9 が開いてポンプライン 1 4 8 a が開通する。つまり、ポンプライン 1 4 8 a が遮断された状態では操作装置 4 5 , 4 6 , 4 7 による操作が無効化され、旋回や掘削等の動作が禁止される。

【 0 0 1 7 】

ブーム 8、アーム 9、バケット 1 0 及び上部旋回体 1 2 はブームシリンダ 5、アームシリンダ 6、バケットシリンダ 7 及び旋回油圧モータ 4（油圧アクチュエータ）によりそれぞれ駆動される被駆動部材を構成する。これら被駆動部材 8 , 9 , 1 0 , 1 2 への動作指示は、上部旋回体 1 2 上の運転室内に搭載された走行右レバー 2 3 a、走行左レバー 2 3 b、操作右レバー 1 a および操作左レバー 1 b（これらを操作レバー 1、2 3 と総称することがある）のオペレータによる操作に応じて出力される。

【 0 0 1 8 】

運転室内には、走行右レバー 2 3 a を有する操作装置 4 7 a と、走行左レバー 2 3 b を有する操作装置 4 7 b と、操作右レバー 1 a を共有する操作装置 4 5 a、4 6 a と、操作左レバー 1 b を共有する操作装置 4 5 b、4 6 b が設置されている。走行レバー 2 3 a , 2 3 b と操作レバー 1 a , 1 b はショベルの操作中にオペレータの手が置かれる把持部である。操作装置 4 5 , 4 6 , 4 7 は、油圧パイロット方式であり、パイロットポンプから吐出される圧油をもとに、それぞれオペレータにより操作される操作レバー 1、2 3 の操作量（例えば、レバーストローク）と操作方向に応じたパイロット圧（操作圧と称することがある）を発生する。このように発生したパイロット圧は、コントロールバルブユニット 2 0 内の対応する流量制御弁 1 5 a ~ 1 5 f（図 2 参照）の油圧駆動部 1 5 0 a ~ 1 5 5 b にパイロットライン 1 4 4 a ~ 1 4 9 b（図 2 参照）を介して供給され、これら流量制御弁 1 5 a ~ 1 5 f を駆動する制御信号として利用される。

【 0 0 1 9 】

油圧ポンプ 2 から吐出された圧油は、流量制御弁 1 5 a、1 5 b、1 5 c、1 5 d、1 5 e、1 5 f（図 2 参照）を介して走行右油圧モータ 3 a、走行左油圧モータ 3 b、旋回

10

20

30

40

50

油圧モータ４、ブームシリンダ５、アームシリンダ６、バケットシリンダ７に供給される。供給された圧油によってブームシリンダ５、アームシリンダ６、バケットシリンダ７が伸縮することで、ブーム８、アーム９、バケット１０がそれぞれ回転し、バケット１０の位置及び姿勢が変化する。また、供給された圧油によって旋回油圧モータ４が回転することで、下部走行体１１に対して上部旋回体１２が旋回する。さらに、供給された圧油によって走行右油圧モータ３ａ、走行左油圧モータ３ｂが回転することで、下部走行体１１が走行する。

【００２０】

一方、ブーム８、アーム９、バケット１０の回転角度、（図５参照）を測定可能なように、ブームピンにブーム角度センサ３０、アームピンにアーム角度センサ３１、バケットリンク１３にバケット角度センサ３２が取付けられ、上部旋回体１２には基準面（例えば水平面）に対する上部旋回体１２（車体１Ｂ）の前後方向の傾斜角（図５参照）を検出する車体傾斜角センサ３３が取付けられている。

【００２１】

本実施形態の油圧ショベルには、オペレータの掘削操作を補助する目的で、操作装置４５ａ，４５ｂ，４６ｃの操作時に、予め定めた条件に従って、操作装置の操作で指示された動作と異なる動作でフロント作業機１Ａを動作させるマシンコントロールを実行する制御システムが備えられている。具体的には、操作装置４５ｂ，４６ａを介して掘削操作（具体的には、アームクラウド、バケットクラウド及びバケットダンプの少なくとも１つの指示）が入力された場合、目標面６０（図５参照）と作業機１Ａの先端（本実施形態ではバケット１０の爪先とする）の位置関係を基に、作業機１Ａの先端の位置が目標面６０上及びその上方の領域内に保持されるように油圧アクチュエータ５，６，７のうち少なくとも１つを強制的に動作させる制御信号（例えば、ブームシリンダ５を伸ばして強制的にブーム上げ動作を行う）を該当する流量制御弁１５ａ，１５ｂ，１５ｃに出力する掘削制御システムが備えられている。本稿ではこの制御を「領域制限制御」または「マシンコントロール」と称することがある。この制御によりバケット１０の爪先が目標面６０の下方に侵入することが防止されるので、オペレータの技量の程度に関わらず目標面６０に沿った掘削が可能となる。本実施形態では、領域制限制御に係る制御点を、油圧ショベルのバケット１０の爪先（作業機１Ａの先端）に設定している。制御点は作業機１Ａの先端部分の点であればバケット爪先以外にも変更可能である。例えば、バケット１０の底面や、バケットリンク１３の最外部も選択可能である。

【００２２】

<スイッチ１７、入力装置９６、表示装置５３>

領域制限制御（マシンコントロール）の実行が可能な掘削制御システムは、運転室内に設置され、目標面６０と作業機１Ａの位置関係が表示可能な表示装置（例えば液晶ディスプレイ）５３と、操作レバー１ａに設けられ、マシンコントロールの有効無効を択一的に切り替えるマシンコントロールＯＮ／ＯＦＦスイッチ１７と、操作レバー１ａに設けられ、操作装置４５ａ，４５ｂ，４６ａ（操作レバー１ａ，１ｂ）を介したオペレータ操作に対するマシンコントロールの介入強度を調整する介入強度入力装置９６（入力装置）と、マシンコントロールが実行可能なコンピュータである制御コントローラ（制御装置）４０とを備えている。ここで「介入強度」とは、操作装置の操作で指示されるフロント作業機１Ａの動作に対してマシンコントロールが介入する度合の大小を示すものとする。

【００２３】

図８Ａ，Ｂ，Ｃは、マシンコントロールＯＮ／ＯＦＦスイッチ１７と、介入強度入力装置９６（入力装置）を備えた操作レバー１ａの構成図である。図８Ａは操作レバー１ａの上面図、図８Ｂはその側面図、図８Ｃはその前面図である。

【００２４】

マシンコントロールＯＮ／ＯＦＦスイッチ１７は、ジョイスティック形状の操作レバー１ａにおける前面の上端部に設けられており、例えば操作レバー１ａを握るオペレータの親指により押下される。マシンコントロールＯＮ／ＯＦＦスイッチ１７は、モーメンタリ

スイッチであり、押下される度にマシンコントロールの有効と無効が切り替えられる。なお、スイッチ 17 の設置箇所は操作レバー 1 a (1 b) に限らず、その他の場所に設けても良い。

【 0 0 2 5 】

介入強度入力装置 9 6 は、マシンコントロール ON / OFF スwitch 17 の隣りに設けられており、Switch 17 と同様に操作レバー 1 a を握るオペレータの親指により操作される。介入強度入力装置 9 6 は、操作レバー 1 a の表面に対して奥方向及び手前方向 (図 8 B 参照) に傾倒するスティック部を有するアナログスティックであり、当該スティック部の傾倒方向及び傾倒量を制御コントローラ 40 (マシンコントロール部 43) に出力する。図 8 B のスティック部の位置が初期位置であり、オペレータが手を離すとスティック部はレバー内部に設けられた付勢手段 (図示せず) の付勢力により初期位置に戻る。スティック部を奥方向に傾倒すると初期位置からの傾倒量 (操作量) に応じて介入強度が強くなり、手前方向に傾倒すると初期位置からの傾倒量 (操作量) に応じて介入強度が弱くなる。

【 0 0 2 6 】

< フロント制御用油圧ユニット 160 >

図 3 に示すように、フロント制御用油圧ユニット 160 は、ブーム 8 用の操作装置 45 a のパイロットライン 144 a、144 b に設けられ、操作レバー 1 a の操作量としてパイロット圧 (第 1 制御信号) を検出する圧力センサ 70 a、70 b (図 3 参照) と、一次ポート側がポンプライン 148 a を介してパイロットポンプ 48 に接続されパイロットポンプ 48 からのパイロット圧を減圧して出力する電磁比例弁 54 a (図 3 参照) と、ブーム 8 用の操作装置 45 a のパイロットライン 144 a と電磁比例弁 54 a の二次ポート側に接続され、パイロットライン 144 a 内のパイロット圧と電磁比例弁 54 a から出力される制御圧 (第 2 制御信号) の高圧側を選択し、流量制御弁 15 a の油圧駆動部 150 a に導くシャトル弁 82 a (図 3 参照) と、ブーム 8 用の操作装置 45 a のパイロットライン 144 b に設置され、制御コントローラ 40 からの制御信号を基にパイロットライン 144 b 内のパイロット圧 (第 1 制御信号) を低減して出力する電磁比例弁 54 b (図 3 参照) と、一次ポート側がパイロットポンプ 48 に接続されパイロットポンプ 48 からのパイロット圧を減圧して出力する電磁比例弁 54 c (図 3 参照) と、パイロットライン 144 b 内のパイロット圧と電磁比例弁 54 c から出力される制御圧の高圧側を選択し、流量制御弁 15 a の油圧駆動部 150 b に導くシャトル弁 82 b (図 3 参照) を備えている。

【 0 0 2 7 】

また、フロント制御用油圧ユニット 160 は、アーム 9 用のパイロットライン 145 a、145 b に設置され、操作レバー 1 b の操作量としてパイロット圧 (第 1 制御信号) を検出して制御コントローラ 40 に出力する圧力センサ 71 a、71 b (図 3 参照) と、パイロットライン 145 b に設置され、制御コントローラ 40 からの制御信号を基にパイロット圧 (第 1 制御信号) を低減して流量制御弁 15 b の油圧駆動部 151 b に出力する電磁比例弁 55 b (図 3 参照) と、パイロットライン 145 a に設置され、制御コントローラ 40 からの制御信号を基にパイロットライン 145 a 内のパイロット圧 (第 1 制御信号) を低減して出力する電磁比例弁 55 a (図 3 参照) と、一次ポート側がパイロットポンプ 48 に接続されパイロットポンプ 48 からのパイロット圧を減圧して出力する電磁比例弁 55 c (図 3 参照) と、電磁比例弁 55 a と電磁比例弁 55 c から出力される制御圧の高圧側を選択し、流量制御弁 15 b の油圧駆動部 151 a に導くシャトル弁 84 a (図 3 参照) が設けられている。

【 0 0 2 8 】

また、フロント制御用油圧ユニット 160 は、バケット 10 用のパイロットライン 146 a、146 b には、操作レバー 1 a の操作量としてパイロット圧 (第 1 制御信号) を検出して制御コントローラ 40 に出力する圧力センサ 72 a、72 b (図 3 参照) と、制御コントローラ 40 からの制御信号を基にパイロット圧 (第 1 制御信号) を低減して出力する電磁比例弁 56 a、56 b (図 3 参照) と、一次ポート側がパイロットポンプ 48 に接

続されパイロットポンプ４８からのパイロット圧を減圧して出力する電磁比例弁５６ｃ，５６ｄ（図３参照）と、電磁比例弁５６ａ，５６ｂと電磁比例弁５６ｃ，５６ｄから出力される制御圧の高圧側を選択し、流量制御弁１５ｃの油圧駆動部１５２ａ，１５２ｂに導くシャトル弁８３ａ，８３ｂ（図３参照）とがそれぞれ設けられている。なお、図３では、圧力センサ７０、７１、７２と制御コントローラ４０との接続線は紙面の都合上省略している。

【００２９】

電磁比例弁５４ｂ，５５ａ，５５ｂ，５６ａ，５６ｂは、非通電時には開度が最大で、制御コントローラ４０からの制御信号である電流を増大させるほど開度は小さくなる。一方、電磁比例弁５４ａ，５４ｃ，５５ｃ，５６ｃ，５６ｄは、非通電時には開度をゼロ、通電時に開度を有し、制御コントローラ４０からの電流（制御信号）を増大させるほど開度は大きくなる。このように各電磁比例弁の開度５４，５５，５６は制御コントローラ４０からの制御信号に応じたものとなる。

【００３０】

上記のように構成されるフロント制御用油圧ユニット１６０において、制御コントローラ４０から制御信号を出力して電磁比例弁５４ａ，５４ｃ，５５ｃ，５６ｃ，５６ｄを駆動すると、操作装置４５ａ，４６ａのオペレータ操作が無い場合にもパイロット圧（第２制御信号）を発生できるので、ブーム上げ動作、ブーム下げ動作、アームクラウド動作、バケットクラウド動作又はバケットダンプ動作を強制的に発生できる。また、これと同様に制御コントローラ４０により電磁比例弁５４ｂ，５５ａ，５５ｂ，５６ａ，５６ｂを駆動すると、操作装置４５ａ，４５ｂ，４６ａのオペレータ操作により発生したパイロット圧（第１制御信号）を減じたパイロット圧（第２制御信号）を発生することができ、ブーム下げ動作、アームクラウド／ダンプ動作、バケットクラウド／ダンプ動作の速度をオペレータ操作よりも強制的に低減できる。

【００３１】

本稿では、流量制御弁１５ａ～１５ｃに対する制御信号のうち、操作装置４５ａ，４５ｂ，４６ａの操作によって発生したパイロット圧を「第１制御信号」と称する。そして、流量制御弁１５ａ～１５ｃに対する制御信号のうち、制御コントローラ４０で電磁比例弁５４ｂ，５５ａ，５５ｂ，５６ａ，５６ｂを駆動して第１制御信号を補正（低減）して生成したパイロット圧と、制御コントローラ４０で電磁比例弁５４ｂ，５５ａ，５５ｂ，５６ａ，５６ｂを駆動して第１制御信号とは別に新たに生成したパイロット圧を「第２制御信号」と称する。

【００３２】

詳細は後述するが、第２制御信号は、第１制御信号によって発生される作業機１Ａの先端の速度ベクトルが所定の制限に反するときに生成され、当該所定の制限に反しない作業機１Ａの先端の速度ベクトルを発生させる制御信号として生成される。なお、同一の流量制御弁１５ａ～１５ｃにおける一方の油圧駆動部に対して第１制御信号が、他方の油圧駆動部に対して第２制御信号が生成される場合は、第２制御信号を優先的に油圧駆動部に作用させるものとし、第１制御信号を電磁比例弁で遮断し、第２制御信号を当該他方の油圧駆動部に入力する。したがって、流量制御弁１５ａ～１５ｃのうち第２制御信号が演算されたものについては第２制御信号を基に制御され、第２制御信号が演算されなかったものについては第１制御信号を基に制御され、第１及び第２制御信号の双方が発生しなかったものについては制御（駆動）されないことになる。上記のように第１制御信号と第２制御信号を定義すると、上記の「領域制限制御」または「マシンコントロール」は、第２制御信号に基づく流量制御弁１５ａ～１５ｃの制御ということもできる。

【００３３】

< 制御コントローラ４０ >

図４に、制御コントローラ４０のハードウェア構成を示す。制御コントローラ４０は、入力部９１と、プロセッサである中央処理装置（ＣＰＵ）９２と、記憶装置であるリードオンリーメモリ（ＲＯＭ）９３及びランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）９４と、出力部９

10

20

30

40

50

5とを有している。入力部91は、作業機姿勢検出装置50である角度センサ30～32及び傾斜角センサ33からの信号と、任意の目標面60を設定するための装置である目標面設定装置51からの信号と、マシンコントロールON/OFFスイッチ17からの信号と、操作装置45a, 45b, 46aからの操作量を検出する圧力センサ(圧力センサ70, 71, 72を含む)であるオペレータ操作検出装置52aからの信号と、介入強度入力装置96からの信号を入力し、CPU92が演算可能なように変換する。ROM93は、後述するフローチャートに係る処理を含め領域制限制御を実行するための制御プログラムと、当該フローチャートの実行に必要な各種情報等が記憶された記録媒体であり、CPU92は、ROM93に記憶された制御プログラムに従って入力部91及びメモリ93、94から取り入れた信号に対して所定の演算処理を行う。出力部95は、CPU92での演算結果に応じた出力用の信号を作成し、その信号を電磁比例弁54～56または表示装置53に出力することで、油圧アクチュエータ5～7を駆動・制御したり、車体1B、バケット10及び目標面60等の画像を表示装置53であるモニタの表示画面上に表示させたりする。

10

【0034】

なお、図4の制御コントローラ40は、記憶装置としてROM93及びRAM94という半導体メモリを備えているが、記憶装置であれば特に半導体メモリに限定することなく代替可能であり、例えばハードディスクドライブ等の磁気記憶装置を備えても良い。

【0035】

図6は、本発明の実施形態に係る制御コントローラ40の機能ブロック図である。制御コントローラ40は、マシンコントロール部43と、電磁比例弁制御部44と、表示制御部374を備えている。

20

【0036】

作業機姿勢検出装置50は、ブーム角度センサ30、アーム角度センサ31、バケット角度センサ32、車体傾斜角センサ33、から構成される。

【0037】

目標面設定装置51は、目標面60に関する情報(各目標面の位置情報や傾斜角度情報を含む)を入力可能なインターフェースである。目標面設定装置51を介した目標面の入力は、オペレータが手動で行っても、ネットワーク等を介して外部から取り込んでも良い。また、目標面設定装置51にはGNSS受信機等の衛星通信アンテナ(図示せず)が接続されている。グローバル座標系(絶対座標系)上に規定された目標面の3次元データを格納した外部端末とショベルがデータ通信可能な場合には、当該衛星通信アンテナにより特定したショベルのグローバル座標を基にショベル位置に対応する目標面を当該外部端末の3次元データ内で探索して取り込むことができる。

30

【0038】

オペレータ操作検出装置52aは、オペレータによる操作レバー1a、1b(操作装置45a, 45b, 46a)の操作によってパイロットライン144, 145, 146に生じる操作圧(第1制御信号)を取得する圧力センサ70a, 70b, 71a, 71b, 72a, 72bから構成される。すなわち、作業機1Aに係る油圧シリンダ5, 6, 7に対する操作を検出している。

40

【0039】

<表示装置>

表示制御部374は、マシンコントロール部43から出力される作業機姿勢、目標面、マシンコントロールのON/OFF状態、オペレータ操作に対するマシンコントロールの介入強度の情報を基に表示装置53を制御する部分である。表示制御部374には、アイコンを含む表示関連データが多数格納されている表示ROMが備えられており、表示制御部374が、入力情報に含まれるフラグに基づいて所定のプログラムを読み出すとともに、表示装置53における表示制御をする。

【0040】

具体的には、表示制御部374は、図15に示すように、介入強度入力装置96のステ

50

ティック部の傾倒方向と傾倒量を基に介入強度（介入強度入力装置 9 6 による制限値 a_y の変化の度合）を表示部 3 9 5 に表示する。図 1 2 の例では、スティック部の傾倒量（操作量）に比例して表示部 3 9 5 における介入強度の数値を変化させており、介入強度が強くなる奥方向にスティック部が傾倒された場合の介入強度は正（+）と表示され、介入強度が弱くなる手前方向に傾倒された場合の介入強度は負（-）と表示される。表示部 3 9 5 に表示する介入強度は、図 1 5 に例示した数値だけでなく、その程度を示すメータ表示などを利用して良い。

【 0 0 4 1 】

また、マシンコントロールの ON / OFF 状態が ON であることを示す情報がマシンコントロール部 4 3 から入力された場合、表示制御部 3 7 4 は、表示画面 3 9 1 上にマシンコントロールの ON / OFF 状態が ON であることを示すアイコン 3 9 3 を表示する。一方、マシンコントロールの ON / OFF 状態が OFF であることを示す情報が入力された場合、表示制御部 3 7 4 は表示画面 3 9 1 上でアイコン 3 9 4 を非表示にする。図 1 5 の表示画面 3 9 1 には、目標面 6 0 とバケット 1 0 の位置関係をオペレータに通知するための、目標面 6 0 の縦断面図（バケット 1 0 の側面図）と、バケット 1 0 の爪先位置における目標面 6 0 の横断面図が作業機姿勢及び目標面の情報を基に表示されている。

【 0 0 4 2 】

< マシンコントロール部 4 3、電磁比例弁制御部 4 4 >

図 7 は図 6 中のマシンコントロール部 4 3 の機能ブロック図である。マシンコントロール部 4 3 は、操作装置 4 5 a , 4 5 b , 4 6 c の操作時に、予め定めた条件に従ってフロント作業機 1 A を動作させるマシンコントロールを実行する。マシンコントロール部 4 3 は、操作量演算部 4 3 a と、姿勢演算部 4 3 b と、目標面演算部 4 3 c と、シリンダ速度演算部 4 3 d と、バケット先端速度演算部 4 3 e と、目標バケット先端速度演算部 4 3 f と、目標シリンダ速度演算部 4 3 g と、目標パイロット圧演算部 4 3 h と、補正度合演算部 4 3 m と、モード判定部 4 3 n を備えている。このうち、シリンダ速度演算部 4 3 d、バケット先端速度演算部 4 3 e、目標バケット先端速度演算部 4 3 f、目標シリンダ速度演算部 4 3 g および目標パイロット圧演算部 4 3 h を「制御信号演算部 4 3 X」と総称することができる。

【 0 0 4 3 】

操作量演算部 4 3 a は、オペレータ操作検出装置 5 2 a からの入力を基に操作装置 4 5 a , 4 5 b , 4 6 a（操作レバー 1 a , 1 b）の操作量を算出する。圧力センサ 7 0 , 7 1 , 7 2 の検出値から操作装置 4 5 a , 4 5 b , 4 6 a の操作量が算出できる。

【 0 0 4 4 】

なお、圧力センサ 7 0 , 7 1 , 7 2 による操作量の算出は一例に過ぎず、例えば各操作装置 4 5 a , 4 5 b , 4 6 a の操作レバーの回転変位を検出する位置センサ（例えば、ロータリーエンコーダ）で当該操作レバーの操作量を検出して良い。

【 0 0 4 5 】

姿勢演算部 4 3 b は作業機姿勢検出装置 5 0 からの情報に基づき、作業機 1 A の姿勢およびバケット 1 0 の爪先の位置を演算する。作業機 1 A の姿勢は図 5 のショベル座標系上に定義できる。図 5 のショベル座標系は、上部旋回体 1 2 に設定された座標系であり、上部旋回体 1 2 に回転可能に支持されているブーム 8 の基底部を原点とし、上部旋回体 1 2 における垂直方向に Z 軸、水平方向に X 軸を設定した。X 軸に対するブーム 8 の傾斜角をブーム角、ブーム 8 に対するアーム 9 の傾斜角をアーム角、アームに対するバケット爪先の傾斜角をバケット角とした。水平面（基準面）に対する車体 1 B（上部旋回体 1 2）の傾斜角を傾斜角とした。ブーム角はブーム角度センサ 3 0 により、アーム角はアーム角度センサ 3 1 により、バケット角はバケット角度センサ 3 2 により、傾斜角は車体傾斜角センサ 3 3 により検出される。図 5 中に規定したようにブーム 8、アーム 9、バケット 1 0 の長さをそれぞれ L_1 , L_2 , L_3 とすると、ショベル座標系におけるバケット爪先位置の座標および作業機 1 A の姿勢は L_1 , L_2 , L_3 , , で表現できる。

10

20

30

40

50

【0046】

目標面演算部43cは、目標面設定装置51からの情報に基づき目標面60の位置情報を演算し、これをROM93内に記憶する。本実施形態では、図5に示すように、3次元の目標面と作業機1Aが移動する平面（作業機の動作平面）が交差する交線を目標面60（作業機1Aが移動する2次元平面上の目標線）として利用する。

【0047】

モード判定部43nは、姿勢演算部43bと目標面演算部43cの演算結果から求められるバケット爪先と目標面60の位置関係と、操作量演算部43aから入力される操作装置45b、46aの操作内容を基に、制御信号演算部43Xで行われる制御信号演算処理のモードを判定する。制御信号演算モードには、オペレータによるブーム下げ操作をマシンコントロールにより減速する「ブーム下げ減速モード」と、マシンコントロールより目標面60上又はその上方にバケット10が位置するようにブーム8を動作させる「ブーム上げ・下げモード」がある。モード判定部43nによるモード判定処理の具体的内容については図11を用いて後述し、当該2つのモードにおける制御信号演算処理（パイロット圧演算処理）の具体的内容についても図12、14を用いて後述する。なお、図7中のモード判定部43nには、制御線が接続されていないが、操作量演算部43a、姿勢演算部43b、目標面演算部43c及び制御信号演算部43Xと接続されているものとする。

【0048】

補正度合演算部43mは、介入強度入力装置96から入力されるスティック部の傾倒方向及び傾倒量（操作方向及び操作量）に関する情報に基づき、オペレータ操作に対するマシンコントロールの介入強度の補正量を算出する。補正度合演算部43mは、スティック部の傾倒量（操作量）に比例して介入強度の補正量の数値を算出している。介入強度の補正量の符号は、介入強度が強くなる奥方向にスティック部が傾倒された場合、正（+）とし、介入強度が弱くなる手前方向に傾倒された場合、負（-）とする。本実施の形態における介入強度の補正量は、正と負ごとに10段階とするが、これは一例に過ぎず段階数を任意に増減しても良い。また、介入強度の補正量の符号を正負の一方に限定しても良い。その際、入力装置96のスティック部の傾倒方向を制限しても良い。

【0049】

シリンダ速度演算部43dは、操作量演算部43aで演算された操作量（第1制御信号）を基に各油圧シリンダ5、6、7の動作速度（シリンダ速度）を演算する。各油圧シリンダ5、6、7の動作速度は、操作量演算部43aで演算された操作量と、流量制御弁15a、15b、15cの特性と、各油圧シリンダ5、6、7の断面積と、油圧ポンプ2の容量（傾転角）と回転数を乗じて得られるポンプ流量（吐出量）等から算出できる。

【0050】

バケット先端速度演算部43eは、シリンダ速度演算部43dで演算された各油圧シリンダ5、6、7の動作速度と、姿勢演算部43bで演算された作業機1Aの姿勢とを基に、オペレータ操作（第1制御信号）によるバケット先端（爪先）の速度ベクトルBを演算する。バケット先端の速度ベクトルBは、目標面演算部43cから入力される目標面60の情報を基に、目標面60に水平な成分bxと垂直な成分byに分解できる。

【0051】

目標バケット先端速度演算部43fは、バケット先端（爪先）の目標速度ベクトルTを演算する。そのために、目標バケット先端速度演算部43fは、まず、バケット先端から制御対象の目標面60までの距離D（図5参照）と図9のグラフを基にバケット先端の速度ベクトルの目標面60に垂直な成分の下制限値ayを算出する。以下、下制限値ayの「下限」を省略して「制限値ay」と称する。制限値ayは、バケット先端の速度ベクトルにおける目標面60の上方から目標面60に向かう垂直方向成分の大きさの最大値とも換言できる。制限値ayの計算は、図9に示すような制限値ayと距離Dとの関係を定義した関数又はテーブル等の形式で制御コントローラ40のROM（記憶装置）93に記憶しておき、この関係を適宜読み出して行う。距離Dは、姿勢演算部43bで演算したバケット10の爪先の位置（座標）と、ROM93に記憶された目標面60を含む直線の

10

20

30

40

50

距離から算出できる。図 9 のグラフでは、制限値 a_y は、距離 D ごとに設定されており、かつ、距離 D がゼロに近づくほどその絶対値は小さくなるように設定されている。介入強度入力装置 96 のスティック部が初期位置にある場合には図 9 のグラフを基に制限値 a_y が決定される。なお、制限値 a_y と距離 D との関係は、距離 D の増加とともに制限値 a_y が単調減少する特性を有することが好ましいが、図 9 に示したものに限らない。例えば、距離 D が正の所定値以上または負の所定値以下で制限値 a_y が個別の所定値に保持されるようにしても良いし、制限値 a_y と距離 D の関係を曲線で定義しても良い。

【0052】

次に目標バケット先端速度演算部 43f は、補正度合演算部 43m から入力される介入強度の補正量を基に制限値 a_y と距離 D の関係を変化させ、これにより同じ距離 D における制限値 a_y を介入強度の補正量に応じて変化させる。具体的には、介入強度入力装置 96 のスティック部が奥方向（一の方向）に操作されると、目標バケット先端速度演算部 43f は、距離 D ごとの制限値 a_y を、それぞれ初期位置の値以上の値に変化させる（つまり初期位置の状態よりもマシンコントロールが介入する度合いが大きくなる方向に変化する）。反対に、介入強度入力装置 96 が手前方向（他の方向）に操作されると、目標バケット先端速度演算部 43f は、距離 D ごとの制限値 a_y を、それぞれ初期位置の値以下の値に変化させる（つまり、初期位置の状態よりもマシンコントロールが介入する度合いが小さくなる方向に変化する）。本実施の形態の制限値 a_y は、介入強度（入力装置 96 の傾倒方向及び傾倒量から算出される補正量で補正した介入強度）に応じて図 10 のグラフのように変化する。制限値 a_y は、介入強度が正の場合、介入強度の大きさの増加とともに大きくなるように補正され、介入強度が負の場合、介入強度の大きさの増加とともに小さくなるように補正される。図 10 の例では、正の介入強度での制限値 a_y の分布を V 字型とし、負の介入強度での分布を逆 V 字型とした。なお、図 10 では介入強度の補正量が -10, -5, 0, +5, +10 の 5 段階のグラフを示しているが、言うまでも無く他の段階のグラフも記憶されている。また、図 10 の例では各介入強度の制限値 a_y を原点を通過する直線又は折線状に分布させたが、原点を通過する曲線状に分布させても良い。また、図 9 を経由することなく図 10 から制限値 a_y を直接算出しても良い。

【0053】

さらに目標バケット先端速度演算部 43f は、バケット先端の速度ベクトル B の目標面 60 に垂直な成分 b_y を取得し、この垂直成分 b_y と制限値 a_y の正負と絶対値の大小関係を基に、マシンコントロールによるブーム 8 の動作で発生すべきバケット先端の速度ベクトル C の目標面 60 に垂直な成分 c_y を算出するために必要な式を選択する（式を選択過程については図 12, 14 等を用いて後述する）。そして、その選択した式から垂直成分 c_y を算出し、その垂直成分 c_y を発生する際にブームに許容される動作から水平成分 c_x を算出するとともに、速度ベクトル B , C と制限値 a_y から目標速度ベクトル T を算出する。以下では、目標速度ベクトル T において目標面 60 に垂直な成分を t_y 、水平な成分を t_x とし、目標ベクトル T の導出過程についても図 12, 14 等を用いて後述する。

【0054】

目標シリンダ速度演算部 43g は、目標バケット先端速度演算部 43f で算出された目標速度ベクトル T (t_x , t_y) を基に各油圧シリンダ 5, 6, 7 の目標速度を演算する。本実施形態では、目標速度ベクトル T を、オペレータ操作による速度ベクトル B と、マシンコントロールによる速度ベクトル C の和で定義しているため、ブームシリンダ 5 の目標速度は速度ベクトル C から演算できる。これにより、バケット先端の目標速度ベクトル T は、各油圧シリンダ 5, 6, 7 を目標速度で動作させたときにバケット先端に表れる速度ベクトルの合成値となる。

【0055】

目標パイロット圧演算部 43h は、目標シリンダ速度演算部 43g で算出された各シリンダ 5, 6, 7 の目標速度を基に各油圧シリンダ 5, 6, 7 の流量制御弁 15a, 15b, 15c への目標パイロット圧を演算する。そして、演算した各油圧シリンダ 5, 6, 7

の目標パイロット圧を電磁比例弁制御部 4 4 に出力する。

【 0 0 5 6 】

電磁比例弁制御部 4 4 は、目標パイロット圧演算部 4 3 h で算出された各流量制御弁 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c への目標パイロット圧を基に、各電磁比例弁 5 4 ~ 5 6 への指令を演算する。

【 0 0 5 7 】

なお、オペレータ操作に基づくパイロット圧（第 1 制御信号）と、目標パイロット圧演算部 4 3 h で算出された目標パイロット圧が一致する場合には、該当する電磁比例弁 5 4 ~ 5 6 への電流値（指令値）はゼロとなり、該当する電磁比例弁 5 4 ~ 5 6 の動作は行われない。

10

【 0 0 5 8 】

< マシンコントロールのフローチャート >

[モード判定処理]

図 1 1 は制御コントローラ 4 0 のモード判定部 4 3 n で実行されるモード判定処理のフローチャートである。このフローチャートは、油圧ショベル 1 の電源が ON の間、所定の制御周期で繰り返される。図 1 1 のフローチャートが開始されると、モード判定部 4 3 n は、まず S 1 1 0 にて、操作量演算部 4 3 a からの入力を基にオペレータによるアームクラウド操作が無いかなかを判定する。ここでアームクラウド操作が無い場合には S 1 1 2 に進む。一方、アームクラウド操作が有る場合には S 1 1 8 に進んで、図 1 4 に示すブーム上げ・下げモードを制御信号演算部 4 3 X で実行する。

20

【 0 0 5 9 】

S 1 1 2 では、モード判定部 4 3 n は、操作量演算部 4 3 a からの入力を基にオペレータによるブーム下げ操作が有るか否かを判定する。ここでブーム下げ操作が有る場合には S 1 1 4 に進む。一方、ブーム下げ操作が無い場合には S 1 1 8 に進んでブーム上げ・下げモードを制御信号演算部 4 3 X で実行する。

【 0 0 6 0 】

S 1 1 4 では、モード判定部 4 3 n は、姿勢演算部 4 3 b から入力される作業機 1 A の姿勢と、目標面演算部 4 3 c から入力される目標面 6 0 の位置情報を基に、バケット爪先が目標面 6 0 の上又は上方にあるかなかを判定する。ここで爪先が目標面 6 0 の上又は上方にある場合には S 1 1 6 に進んで、図 1 2 に示すブーム下げ減速モードを制御信号演算部 4 3 X で実行する。一方、爪先が目標面 6 0 の下方にある場合には S 1 1 8 に進んでブーム上げ・下げモードを制御信号演算部 4 3 X で実行する。

30

【 0 0 6 1 】

S 1 1 6 又は S 1 1 8 が終了して所定の制御周期が経過したら、S 1 1 0 に戻って同様の処理を繰り返す。

【 0 0 6 2 】

[ブーム下げ減速モード]

図 1 2 は制御コントローラ 4 0 の制御信号演算部 4 3 X で実行されるブーム下げ減速モード（図 1 1 の S 1 1 6 ）のフローチャートである。図 1 1 のフローチャートにおいて S 1 1 6 に到達したら、制御信号演算部 4 3 X は図 1 2 のフローチャートを開始する。

40

【 0 0 6 3 】

S 4 1 0 では、シリンダ速度演算部 4 3 d は、操作量演算部 4 3 a で演算された操作量を基に各油圧シリンダ 5 , 6 , 7 の動作速度（シリンダ速度）を演算する。

【 0 0 6 4 】

S 4 2 0 では、バケット先端速度演算部 4 3 e は、シリンダ速度演算部 4 3 d で演算された各油圧シリンダ 5 , 6 , 7 の動作速度と、姿勢演算部 4 3 b で演算された作業機 1 A の姿勢とを基に、オペレータ操作によるバケット先端（爪先）の速度ベクトル B を演算する。

【 0 0 6 5 】

S 4 3 0 では、バケット先端速度演算部 4 3 e は、姿勢演算部 4 3 b で演算したバケッ

50

ト 10 の爪先の位置（座標）と、ROM 93 に記憶された目標面 60 を含む直線の距離から、バケット先端から制御対象の目標面 60 までの距離 D （図 5 参照）を算出する。そして、距離 D と図 9 のグラフを基にバケット先端の速度ベクトルの目標面 60 に垂直な成分の制限値 a_y を算出する。さらに、補正度合演算部 43 m から入力される介入強度の補正量と、図 10 のグラフと、距離 D を基に制限値 a_y を算出する。なお、図 11 のフローチャートでブーム下げ減速モードが選択された場合には距離 D は正（+）であり、その場合、図 10 から制限値 a_y は負（-）となる。

【0066】

S 440 では、バケット先端速度演算部 43 e は、S 420 で算出したオペレータ操作によるバケット先端の速度ベクトル B において、目標面 60 に垂直な成分 b_y を取得する。

10

【0067】

S 470 では、目標バケット先端速度演算部 43 f は、制限値 a_y と垂直成分 b_y の絶対値を比較し、制限値 a_y の絶対値が垂直成分 b_y の絶対値以上の場合には S 600 に進む。一方、制限値 a_y の絶対値が垂直成分 b_y の絶対値未満の場合には S 610 に進む。

【0068】

S 600 に進んだ場合、速度ベクトル B における垂直成分 b_y の大きさは制限値 a_y の大きさ以下なので、マシンコントロールによって速度ベクトル B を減速する必要がない。つまり、S 600 に至った場合の目標速度ベクトル T は、オペレータ操作による速度ベクトル B と一致する。したがって、目標速度ベクトル T の目標面 60 に垂直な成分を t_y 、水平な成分 t_x とすると、それぞれ「 $t_y = b_y$ 、 $t_x = b_x$ 」と表すことができる。

20

【0069】

一方、S 610 に進んだ場合、速度ベクトル B における垂直成分 b_y の大きさは制限値 a_y の大きさを越えるので、マシンコントロールによって速度ベクトル B の垂直成分を制限値 a_y まで減速しなければならない。そこで、目標バケット先端速度演算部 43 f は、目標速度ベクトル T の垂直成分 t_y を a_y とする（S 610）。そして、マシンコントロールによるブーム下げの減速で制限値 a_y を出力可能な速度ベクトル A を算出し、その水平成分（ a_x ）を目標速度ベクトル T の水平成分 t_x とする（S 620）。S 610、620 の結果から目標速度ベクトル T は結局「 $t_y = a_y$ 、 $t_x = a_x$ 」となる（S 630）。

30

【0070】

なお、上記 S 610 ~ S 630 は、マシンコントロールの結果のバケット先端の速度ベクトルの向きを、オペレータの操作による速度ベクトルの向きに合わせる場合の処理である。この他にマシンコントロールでは目標面に平行な向きの速度成分に介入しない方式も考えられる。この場合、S 610 及び S 620 は省略し、S 630 で $t_y = a_y$ 、 $t_x = b_x$ とする。

【0071】

S 550 では、目標シリンダ速度演算部 43 g は、S 600 または S 630 で決定した目標速度ベクトル T （ t_y 、 t_x ）を基に各油圧シリンダ 5、7 の目標速度を演算する。目標速度ベクトル T の垂直成分 t_y が a_y で水平成分 t_x が a_x のとき（すなわち S 630 を通過したとき）、本実施の形態では、アーム及びバケットの動作（操作）に対してはマシンコントロールを介入させず、ブーム下げの動作に対してマシンコントロールを介入させて目標速度ベクトル T を実現するように設定されている。つまり、このとき、ブーム 8 の流量制御弁 15 a については第 2 制御信号が演算されるが、アーム 9 及びバケット 10 の流量制御弁 15 b、15 c については第 2 制御信号は演算されない。

40

【0072】

S 560 では、目標パイロット圧演算部 43 h は、S 550 で算出された各シリンダ 5、7 の目標速度を基に各油圧シリンダ 5、7 の流量制御弁 15 a、15 c への目標パイロット圧を演算する。

【0073】

50

S 5 9 0 では、目標パイロット圧演算部 4 3 h は、各油圧シリンダ 5 , 7 の流量制御弁 1 5 a , 1 5 c への目標パイロット圧を電磁比例弁制御部 4 4 に出力する。電磁比例弁制御部 4 4 は、各油圧シリンダ 5 , 7 の流量制御弁 1 5 a , 1 5 c に目標パイロット圧が作用するように電磁比例弁 5 4 , 5 6 を制御し、これにより土羽打ち作業を含むブーム下げ動作が行われる。特に、S 6 3 0 を経由した場合には目標速度ベクトルの垂直成分 t_y が制限値 a_y に制限され、マシンコントロールによるブーム下げの減速が発動される。

【 0 0 7 4 】

上記のように構成された油圧ショベル 1 を用いて土羽打ち作業（水平面の締め固め動作）を行った場合の動作を、図 1 3 を用いて説明する。図 1 3 (a) は介入強度が初期位置の動作であり、図 1 3 (b) は介入強度を小さくした場合（例えば - 5 ）の動作である。いずれの場合も時刻 T 1 でオペレータがブーム下げ操作を行っており、ブーム 8 が下がることによって、目標面 6 0 との距離 D が小さくなる。その後、時刻 T 2 で距離が D 1 のときに速度ベクトル B の垂直成分 b_y が制限値 a_y に達したとすると、時刻 T 2 からマシンコントロールによりブーム下げ速度が制限され、時刻 T 3 で目標面 6 0 との距離 D が 0 になるとブーム下げパイロット圧が 0 になる。

【 0 0 7 5 】

介入強度が初期位置の値（基準値）の場合、図 1 3 (a) に示すように、ブーム下げ速度が制限され始める距離 D 1 が相対的に大きく、距離 D の変化率が相対的に小さい。この場合、3 段目のグラフに示すように、ブーム下げ速度の指令の値と実際の値との乖離が小さく、バケット 1 0 は滑らかに目標面 6 0 に達する。そのため、時刻 T 3 直後のブームロッド圧の上昇度が小さい。

【 0 0 7 6 】

一方で、介入強度を初期位置の値よりも小さくした場合、図 1 3 (b) に示すように、ブーム下げ速度が制限され始める距離 D 1 が相対的に小さくなり、距離 D の変化率が相対的に大きくなる。この場合、ブーム下げ速度の指令の値と実際の値との乖離が大きく、目標面 6 0 に達する直前のブーム下げ速度が図 1 3 (a) の場合と比較して大きい。そのため、目標面 6 0 に衝突しながらバケット 1 0 が停止し、時刻 T 3 直後のブームロッド圧の上昇度が図 1 3 (a) の場合と比較して大きくなる。

【 0 0 7 7 】

つまり、図 1 2 のフローチャートに従って制御されるショベルにおいては、介入強度入力装置 9 6 の手前方向の傾倒量を変化させることで距離 D ごとの制限値 a_y を初期位置の値より小さくすると、マシンコントロール ON / OFF スイッチ 1 7 が ON の状態であってもブーム下げによりバケット 1 0 で目標面 6 0 を押圧できる（つまり、土羽打ちをすることができる）。さらに、その際の押圧力は介入強度入力装置 9 6 の手前方向の傾倒量を変化させることで調整できる。また、介入強度入力装置 9 6 を利用してマシンコントロールの介入強度をオペレータの技量や好みに合わせて調節すれば、工数や精神的負担の軽減効果を発揮できる。

【 0 0 7 8 】

[ブーム上げ・下げモード]

図 1 4 は制御コントローラ 4 0 の制御信号演算部 4 3 X で実行されるブーム上げ・下げモード（図 1 1 の S 1 1 8 ）のフローチャートである。図 1 1 のフローチャートにおいて S 1 1 8 に到達したら、制御信号演算部 4 3 X は図 1 4 のフローチャートを開始する。以下では、図 1 2 と同じ処理については説明を省略し、S 4 5 0 の説明からはじめる。

【 0 0 7 9 】

S 4 5 0 では、目標バケット先端速度演算部 4 3 f は、S 4 3 0 で算出した制限値 a_y が 0 以上か否かを判定する。なお、図 1 4 の右上に示したように x_y 座標を設定する。当該 x_y 座標では、 x 軸は目標面 6 0 と平行で図中右方向を正とし、 y 軸は目標面 6 0 に垂直で図中上方向を正とする。図 1 4 中の凡例では垂直成分 b_y 及び制限値 a_y は負であり、水平成分 b_x 及び水平成分 c_x 及び垂直成分 c_y は正である。そして、図 9 , 1 0 から明らかであるが、制限値 a_y が 0 のときは距離 D が 0 、すなわち爪先が目標面 6 0 上に位

10

20

30

40

50

置する場合であり、制限値 a_y が正のときは距離 D が負、すなわち爪先が目標面 60 より下方に位置する場合であり、制限値 a_y が負のときは距離 D が正、すなわち爪先が目標面 60 より上方に位置する場合である。S 450 で制限値 a_y が 0 以上と判定された場合（すなわち、爪先が目標面 60 上またはその下方に位置する場合）には S 460 に進み、制限値 a_y が 0 未満の場合には S 480 に進む。

【0080】

S 460 では、目標バケット先端速度演算部 43f は、オペレータ操作による爪先の速度ベクトル B の垂直成分 b_y が 0 以上か否かを判定する。 b_y が正の場合は速度ベクトル B の垂直成分 b_y が上向きであることを示し、 b_y が負の場合は速度ベクトル B の垂直成分 b_y が下向きであることを示す。S 460 で垂直成分 b_y が 0 以上と判定された場合（すなわち、垂直成分 b_y が上向きの場合）には S 470 に進み、垂直成分 b_y が 0 未満の場合には S 500 に進む。

10

【0081】

S 470 では、目標バケット先端速度演算部 43f は、制限値 a_y と垂直成分 b_y の絶対値を比較し、制限値 a_y の絶対値が垂直成分 b_y の絶対値以上の場合には S 500 に進む。一方、制限値 a_y の絶対値が垂直成分 b_y の絶対値未満の場合には S 530 に進む。

【0082】

S 500 では、目標バケット先端速度演算部 43f は、マシンコントロールによるブーム 8 の動作で発生すべきバケット先端の速度ベクトル C の目標面 60 に垂直な成分 c_y を算出する式として「 $c_y = a_y - b_y$ 」を選択し、その式と S 430 の制限値 a_y と S 440 の垂直成分 b_y を基に垂直成分 c_y を算出する。そして、算出した垂直成分 c_y をブーム 8 の動作のみで出力可能なブーム 8 の速度ベクトル C をその時点のフロント作業機 1A の姿勢と垂直成分 c_y に基づいて算出し、その水平成分を c_x とする（S 510）。

20

【0083】

S 520 では、目標速度ベクトル T を算出する。目標速度ベクトル T の目標面 60 に垂直な成分を t_y 、水平な成分 t_x とすると、それぞれ「 $t_y = b_y + c_y$ 、 $t_x = b_x + c_x$ 」と表すことができる。これに S 500 の式（ $c_y = a_y - b_y$ ）を代入すると目標速度ベクトル T は結局「 $t_y = a_y$ 、 $t_x = b_x + c_x$ 」となる。つまり、S 520 に至った場合の目標速度ベクトルの垂直成分 t_y は制限値 a_y に制限され、マシンコントロールによる強制ブーム上げが発動される。

30

【0084】

S 480 では、目標バケット先端速度演算部 43f は、オペレータ操作による爪先の速度ベクトル B の垂直成分 b_y が 0 以上か否かを判定する。S 480 で垂直成分 b_y が 0 以上と判定された場合（すなわち、垂直成分 b_y が上向きの場合）には S 530 に進み、垂直成分 b_y が 0 未満の場合には S 490 に進む。

【0085】

S 490 では、目標バケット先端速度演算部 43f は、制限値 a_y と垂直成分 b_y の絶対値を比較し、制限値 a_y の絶対値が垂直成分 b_y の絶対値以上の場合には S 530 に進む。一方、制限値 a_y の絶対値が垂直成分 b_y の絶対値未満の場合には S 500 に進む。

【0086】

40

S 530 に至った場合、マシンコントロールでブーム 8 を動作させる必要が無いので、目標バケット先端速度演算部 43f は、速度ベクトル C をゼロとする。この場合、目標速度ベクトル T は、S 520 で利用した式（ $t_y = b_y + c_y$ 、 $t_x = b_x + c_x$ ）に基づく「 $t_y = b_y$ 、 $t_x = b_x$ 」となり、オペレータ操作による速度ベクトル B と一致する（S 540）。

【0087】

S 550 では、目標シリンダ速度演算部 43g は、S 520 または S 540 で決定した目標速度ベクトル T （ t_y 、 t_x ）を基に各油圧シリンダ 5、6、7 の目標速度を演算する。なお、上記説明から明らかであるが、図 14 の場合に目標速度ベクトル T が速度ベクトル B に一致しないときには、マシンコントロールによるブーム 8 の動作で発生する速度

50

ベクトルCを速度ベクトルBに加えることで目標速度ベクトルTを実現する。

【0088】

S560では、目標パイロット圧演算部43hは、S550で算出された各シリンダ5, 6, 7の目標速度を基に各油圧シリンダ5, 6, 7の流量制御弁15a, 15b, 15cへの目標パイロット圧を演算する。

【0089】

S590では、目標パイロット圧演算部43hは、各油圧シリンダ5, 6, 7の流量制御弁15a, 15b, 15cへの目標パイロット圧を電磁比例弁制御部44に出力する。電磁比例弁制御部44は、各油圧シリンダ5, 6, 7の流量制御弁15a, 15b, 15cに目標パイロット圧が作用するように電磁比例弁54, 55, 56を制御し、これにより作業機1Aによる掘削が行われる。例えば、オペレータが操作装置45bを操作して、アームクラウド動作によって水平掘削を行う場合には、バケット10の先端が目標面60に侵入しないように電磁比例弁55cが制御され、ブーム8の上げ動作が自動的に行われる。

10

【0090】

なお、ここでは説明を簡略化するために、S480でYESの場合にS530に進むように構成したが、S530に代えてS500に進むように構成を変更しても良い。このように構成すると、アーム9の姿勢が略垂直になる位置からさらにアームクラウド操作をするとマシンコントロールによる強制ブーム下げが発動し目標面60に沿った掘削が行われることになるので、目標面60に沿った掘削距離を長くできる。また、図14のフローチャートでは強制ブーム上げを行う場合の例を挙げたが、掘削精度向上のため、マシンコントロールにアーム9の速度を必要に応じて減速する制御を加えても良い。また、バケット10の目標面60に対する角度Bが一定値となり、均し作業が容易となるように、電磁比例弁56c, 56dを制御してバケット10の角度が所望の角度に保持される制御を加えても良い。

20

【0091】

図14のフローチャートに従って制御されるショベルにおいても、介入強度入力装置96を利用してマシンコントロールの介入強度をオペレータの技量や好みに合わせて調節すれば、工数や精神的負担の軽減効果を発揮できる。

【0092】

<介入強度と制限値ayと距離Dの関係の変形例>

介入強度と制限値ayと距離Dの関係は、図10に示したものの他にも、例えば図16や図17に示したものが利用可能である。

30

【0093】

図16の例は、速度ベクトルBの目標面60に垂直な成分byに制限がかかる距離Dの範囲が決まっているパターンであり、介入強度の変化に応じてその範囲も変化するように設定されている。このように設定すると、byに制限がかかる範囲を直接的に変更できる。また、表示装置53の表示部375にbyに制限がかかる距離を表示すれば、byに制限がかかる範囲をオペレータが直感的に理解し易いというメリットもある。

【0094】

図17の例は、図16同様に速度ベクトルBの目標面60に垂直な成分byに制限がかかる距離Dの範囲が決まっているパターンであるが、介入強度の変化に応じてその範囲は変化しないが制限値が変化するように設定されている。このように設定すると、byに制限がかかり始める制限値を直接的に変更できる。

40

【0095】

<介入強度入力装置96の変形例>

図18A, B, Cは、マシンコントロールON/OFFスイッチ17を備え、介入強度入力装置96(入力装置)としても機能する操作レバー1aの構成図である。図18Aは操作レバー1aの上面図、図18Bはその側面図、図18Cはその前面図である。

【0096】

50

図 18 の操作レバー 1 a は、図 18 A に示すようにレバー軸の周方向に左右に回転可能に構成されており、その回転方向及び回転量（操作方向及び操作量）を介入強度として制御コントローラ 40（マシンコントロール部 43）に出力している。このように操作レバー 1 a を構成すると、オペレータが自ら調整している介入強度は、目視ではなく、操作レバー 1 a を操作した手のひねり具体で把握できるので、所望の押圧力を維持しながら土羽打ち作業を行うことが容易である。また、作業中、操作レバー 1 a から手を離すことなく介入強度を調節できるので、作業効率の低下を防止できる。

【0097】

なお、図 8 及び図 18 に例示した入力装置 96 は、直線操作型の可変抵抗器などで構成することができる。可変抵抗器にはデテントなどを設けて、連続的に自由な介入強度に設定できるとともに、一定の強度に容易に設定できるようにしても良い。

【0098】

<効果>

上記の実施の形態の効果についてまとめる。

（1）上記の実施形態では、複数の油圧アクチュエータ 5、6、7 により駆動される作業機 1 A と、オペレータの操作に応じてフロント作業機 1 A の動作を指示する操作装置 45 a、45 b、46 c と、操作装置 45 a、45 b、46 c の操作時に、予め定めた条件に従ってフロント作業機 1 A を動作させるマシンコントロールを実行するマシンコントロール部 43 を有する制御コントローラ 40 とを備える油圧ショベル 1 において、オペレータに操作される介入強度入力装置 96 を備え、制御コントローラ 40 は、介入強度入力装置 96 の操作量に基づいて、操作装置 45 a、45 b、46 c の操作で指示されるフロント作業機 1 A の動作にマシンコントロールが介入する度合の大小を示す介入強度の補正量を算出する補正度合演算部 43 m をさらに備え、マシンコントロール部 43 は、補正度合演算部 43 m で算出された補正量に基づいて補正された介入強度で、操作装置 45 a、45 b、46 c の操作で指示されるフロント作業機 1 A の動作にマシンコントロールを導入させることとした。

【0099】

このようにオペレータ操作に対するマシンコントロールの介入強度（作業機 1 A の先端の速度ベクトル B に関する制限値）を変更可能に構成した場合、介入強度入力装置 96 を利用して介入強度を初期位置の値よりも小さい範囲で調節することで、目標面 60 に衝突する際のブーム下げ速度を調節でき、これにより土羽打ち時の押圧力を調整することができる。また、オペレータが自ら調整している介入強度は、目視ではなく、介入強度入力装置 96 を操作した際の指の伸ばし具合等の体感で把握できるので、所望の押圧力を維持しながら土羽打ち作業を行うことが容易である。

【0100】

また、従来のマシンコントロール機能（領域制限制御機能）を搭載したショベルでは、目標面を超える作業機の動きは抑制されるため、マシンコントロール実行中にバケット 10 で目標面を押圧することができない。このため、マシンコントロールをもちいながら、（A）或る 1 ストロークで中仕上げの掘削動作、（B）土羽打ちによる締め固め動作、（C）次の 1 ストロークで仕上げの掘削動作、（D）設計施工面に対するショベルの平行移動、という 4 種からなる一連の動作を繰り返すような場面においては、（B）の土羽打ちの都度マシンコントロールを OFF にする必要がある。さらに、その後、マシンコントロールによる（C）の仕上げ作業が行われるため、土羽打ち作業で一旦 OFF にしたマシンコントロール機能を ON にしなければならず、この一連の切り換え操作がオペレータの負担となる。

【0101】

しかしながら、本実施形態のように操作レバー 1 a に介入強度入力装置 96 を設けると、介入強度入力装置 96 で介入強度を小さくすることで操作レバー 1 a、1 b から手を離すことなくマシンコントロール機能を実質的に OFF にできる。これにより、上記のような一連の動作中に土羽打ちなどでマシンコントロールを一時的に OFF にすることが容易

10

20

30

40

50

となり、オペレータの負担を軽減できるとともに作業効率を向上できる。

【0102】

また、オペレータ操作によりバケット10の爪先を目標面60上に常に正確に移動させることは難しいが、マシンコントロールで規定される動作よりも速く目標面60に近い位置までバケット10の爪先を移動させることが可能な技量の高いオペレータは現に存在する。この種のオペレータに対して、他のオペレータ同様の設定でマシンコントロールが介入すると、作業速度が低下して作業工数が増大する可能性がある。そして、オペレータにとっては、自分が意図した操作に対して余計な介入が入ることで精神的なイライラが生じてしまい、これが作業時の疲労を増大させる等の不都合を生じさせる場合がある。しかし、本実施形態のように介入強度入力装置96を設けると、オペレータの技量や好みに合わせて介入強度を調節できるので、工数増大や精神的負担を発生させることなく連続して作業を行うことができる。

10

【0103】

(2)特に、上記の実施形態では、介入強度入力装置96は、初期位置を基準とした奥方向(一の方向)と手前方向(他の方向)に操作可能であり、入力装置96が奥方向に操作されると、制限値 a_y は、初期位置の状態よりもマシンコントロールが介入する度合が大きくなる方向に変化し、入力装置96が手前方向に操作されると、制限値 a_y は、初期位置の状態よりもマシンコントロールが介入する度合が小さくなる方向に変化することとした。これにより、介入強度の調整の幅が広がるので、よりオペレータの技量や好みに合わせた介入強度の調節が可能である。

20

【0104】

(3)また、上記の実施形態では、介入強度入力装置96は、作業中にオペレータの手が置かれる操作レバー1a, 1bに設けられている。これにより、オペレータは、作業中、操作レバー1a, 1bから手を離すことなく介入強度を調節できるので、作業効率の低下を防止できる。

【0105】

(4)また、上記の実施形態では、介入強度入力装置96による制限値 a_y の変化の度合(介入強度の度合)が表示装置53の表示部395に表示されるようになっている。これにより、表示装置53の表示画面に目をやることでオペレータは現在の介入強度を容易に把握できる。

30

【0106】

<付記>

上記では、マシンコントロールが従う予め定めた条件として、オペレータ操作(第1制御信号)によって発生される作業機1Aの先端の速度ベクトルBに関して、作業機1Aの先端の速度ベクトルの目標面60に対する垂直成分の大きさの制限値 a_y を設定し、これを介入強度入力装置96の操作で変更可能に構成したが、これ以外の制限値(条件)を速度ベクトルBの大きさや方向に設けて、同様に介入強度入力装置96の操作で当該制限値を変更可能に構成しても良い。この場合、オペレータ操作によって発生される作業機1Aの先端の速度ベクトルBが当該制限値を越えるとき、当該制限値を越えない作業機1Aの先端の速度ベクトルを発生させる第2制御信号を流量制御弁15a, 15b, 15cの少なくとも1つについて演算するものとする。

40

【0107】

上記では、制限値 a_y を決定したが、距離Dがゼロに近づくほど小さくなる1以下の値にバケット先端の速度ベクトルの垂直成分を乗じた値を算出し、その算出値に基づいて油圧アクチュエータ5, 6, 7(流量制御弁15a, 15b, 15c)を制御するように構成しても良い。

【0108】

図12のフローチャートでは、バケット先端の速度ベクトルBを基準にして制御を行ったが、バケット10の速度を考慮から除外するために、アーム9の先端の速度ベクトルを基準にして制御を行っても良い。

50

【 0 1 0 9 】

また、図 1 2 のブーム下げ減速モードと図 1 4 のブーム上げ / 下げモードの 2 つのモードを実行可能に制御コントローラ 4 0 を構成したが、どちらか一方のモードを実行可能に制御コントローラ 4 0 を構成しても良い。この場合、モード判定部 4 3 n 及びこれにより図 1 1 の一連の処理は不要となり得る。

【 0 1 1 0 】

上記では、介入強度入力装置 9 6 により制限値 a_y を変更して介入強度を変更可能に構成したが、制限値 a_y は図 9 のままとし、目標パイロット圧演算部 4 3 h から出力される第 2 制御信号に補正を加えることで介入強度を変更可能に構成しても良い。

【 0 1 1 1 】

上記の制御コントローラ 4 0 に係る各構成や当該各構成の機能及び実行処理等は、それらの一部又は全部をハードウェア（例えば各機能を実行するロジックを集積回路で設計する等）で実現しても良い。また、上記の制御コントローラ 4 0 に係る構成は、演算処理装置（例えば CPU）によって読み出し・実行されることで当該制御コントローラ 4 0 の構成に係る各機能が実現されるプログラム（ソフトウェア）としてもよい。当該プログラムに係る情報は、例えば、半導体メモリ（フラッシュメモリ、SSD 等）、磁気記憶装置（ハードディスクドライブ等）及び記録媒体（磁気ディスク、光ディスク等）等に記憶することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 2 】

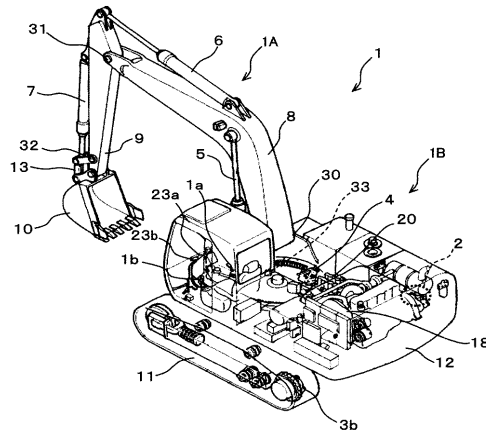
1 A ... フロント作業機、8 ... ブーム、9 ... アーム、1 0 ... パケット、1 7 ... マシンコントロール ON / OFF スwitch、3 0 ... ブーム角度センサ、3 1 ... アーム角度センサ、3 2 ... パケット角度センサ、4 0 ... 制御コントローラ（制御装置）、4 3 ... マシンコントロール部、4 3 a ... 操作量演算部、4 3 b ... 姿勢演算部、4 3 c ... 目標面演算部、4 3 d ... シリンダ速度演算部、4 3 e ... パケット先端速度演算部、4 3 f ... 目標パケット先端速度演算部、4 3 g ... 目標シリンダ速度演算部、4 3 h ... 目標パイロット圧演算部、4 3 n ... モード判定部、4 3 m ... 補正度合演算部、4 4 ... 電磁比例弁制御部、4 5 ... 操作装置（ブーム、アーム）、4 6 ... 操作装置（パケット、旋回）、4 7 ... 操作装置（走行）、5 0 ... 作業機姿勢検出装置、5 1 ... 目標面設定装置、5 2 a , 5 2 b ... オペレータ操作検出装置、5 3 ... 表示装置、5 4 , 5 5 , 5 6 ... 電磁比例弁、9 6 ... 介入強度入力装置（入力装置）、3 7 4 ... 表示制御部、3 9 5 ... 介入強度表示部

10

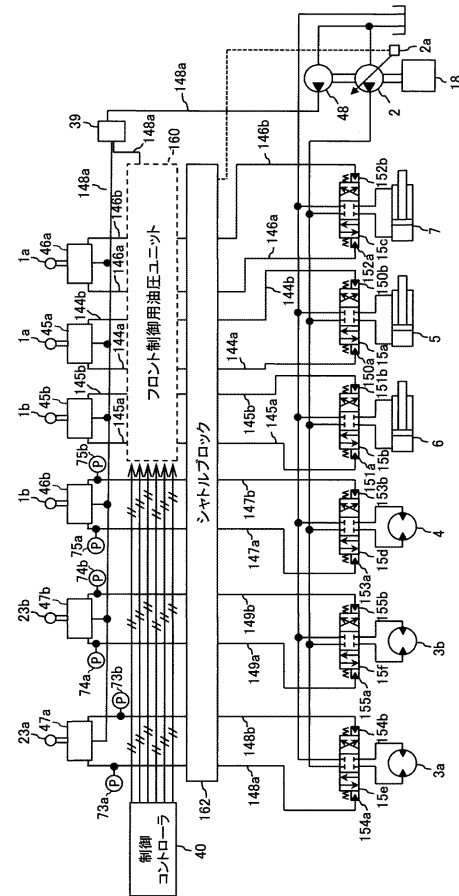
20

30

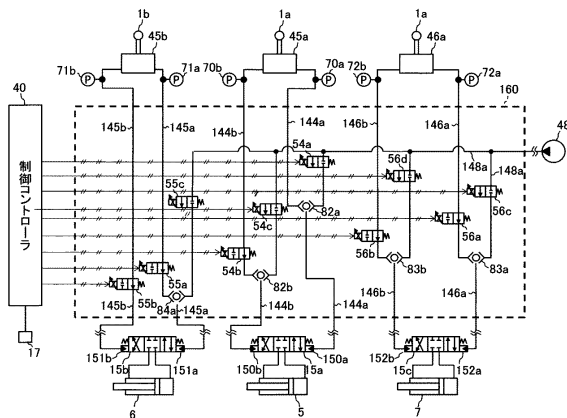
【図 1】



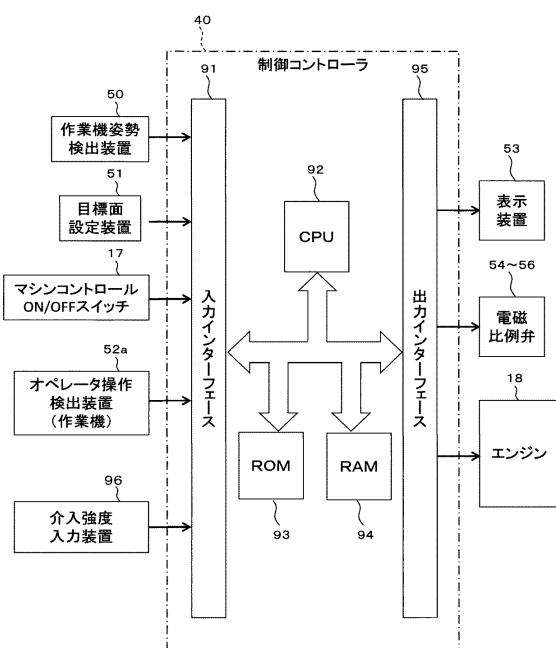
【図 2】



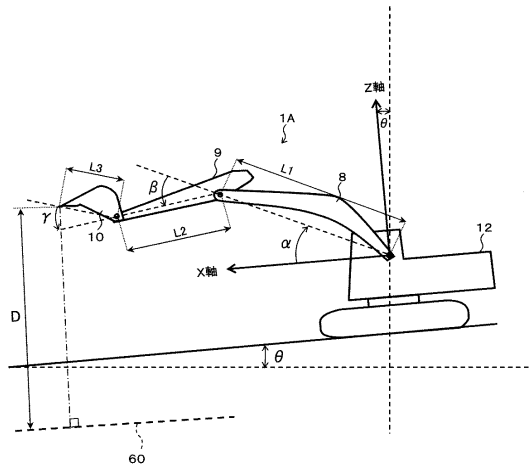
【図 3】



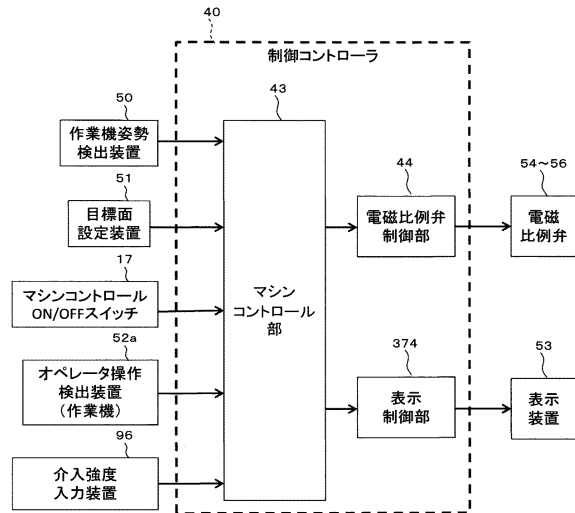
【図 4】



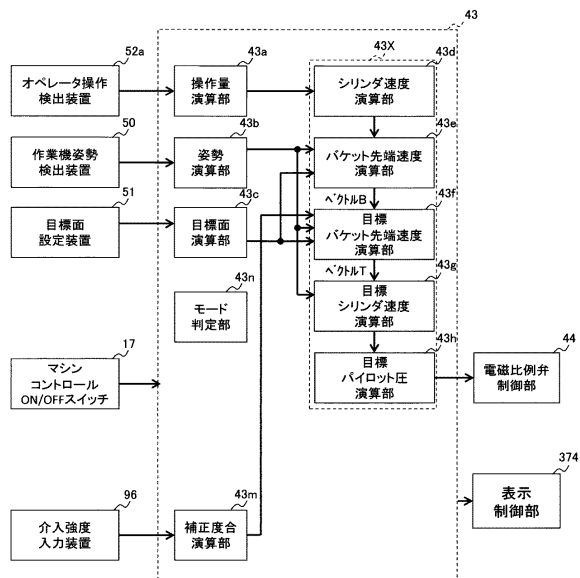
【図 5】



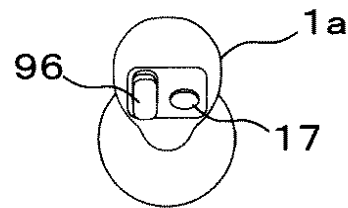
【図 6】



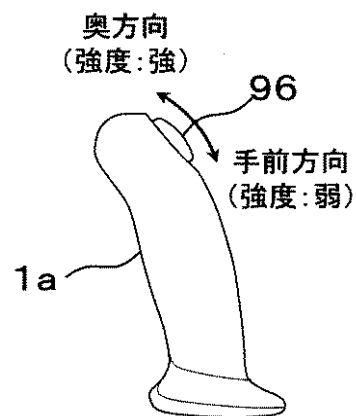
【図 7】



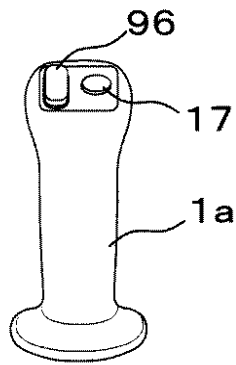
【図 8 A】



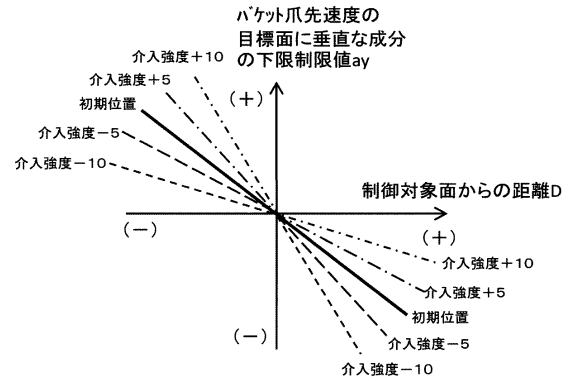
【図 8 B】



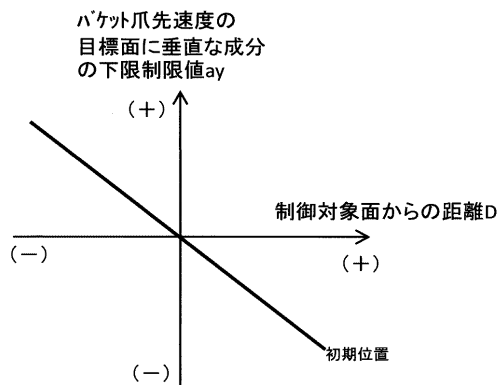
【図 8 C】



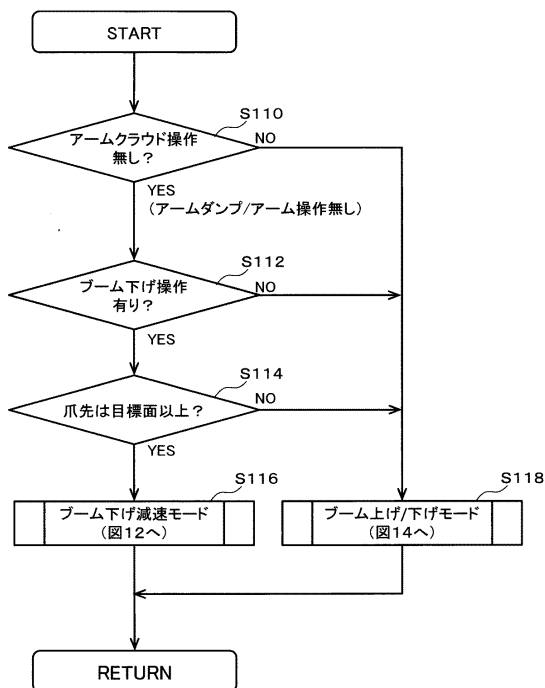
【図 10】



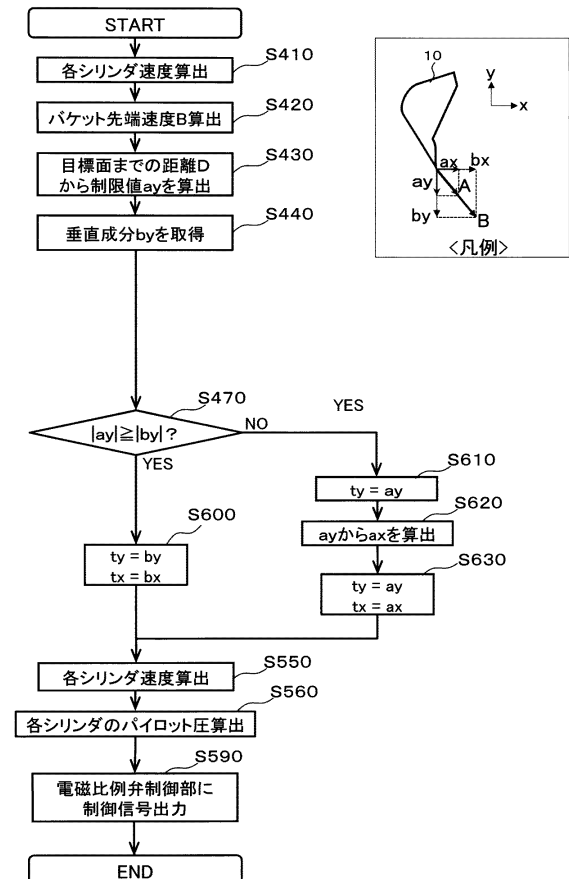
【図 9】



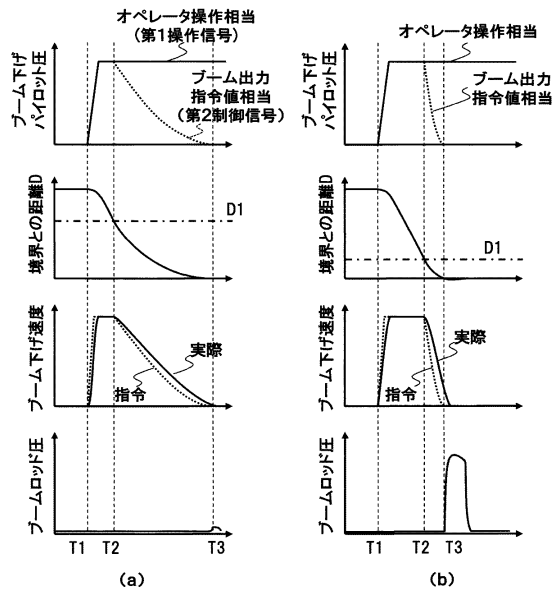
【図 11】



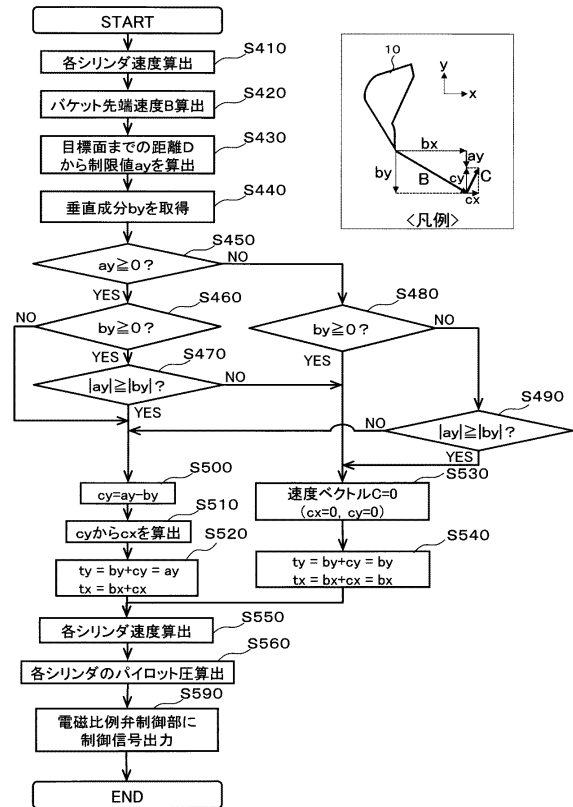
【図 12】



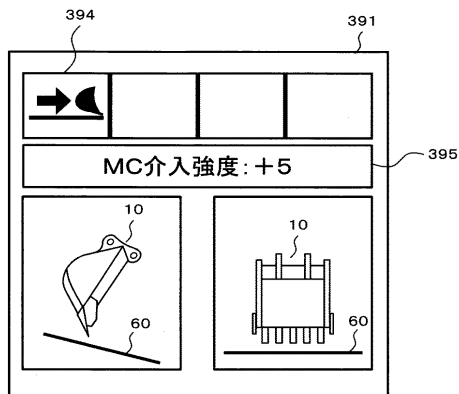
【 図 1 3 】



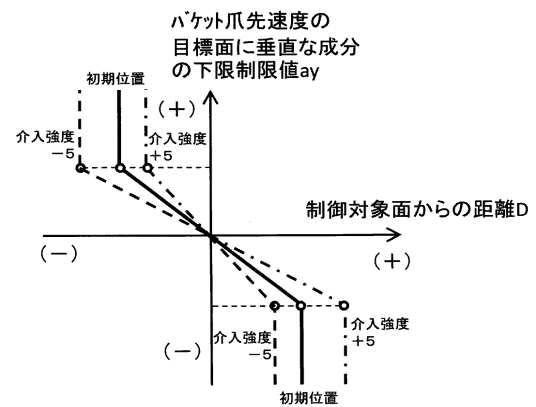
【 図 1 4 】



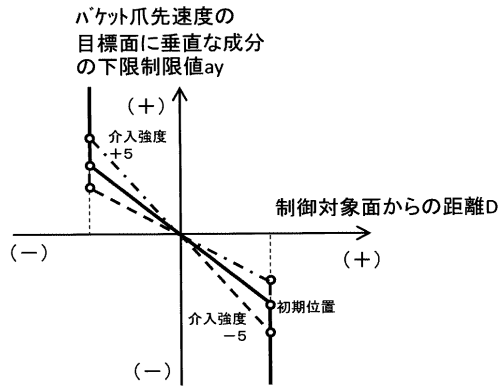
【 図 1 5 】



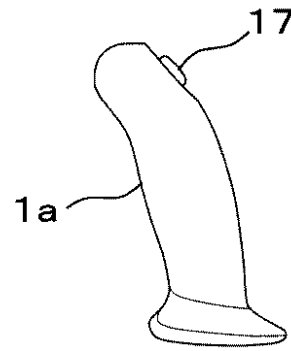
【 図 1 6 】



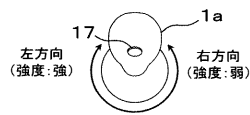
【図 17】



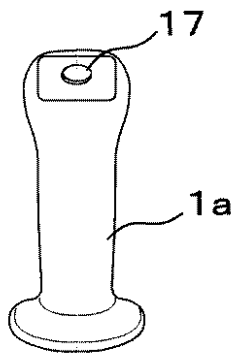
【図 18 B】



【図 18 A】



【図 18 C】



フロントページの続き

(72)発明者 森木 秀一

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

審査官 佐々木 創太郎

(56)参考文献 特開2017-053160(JP,A)

特開2011-157789(JP,A)

特開平07-290545(JP,A)

米国特許第6282453(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 3/43

E02F 9/20

E02F 9/22

E02F 9/26

B29C 45/76