

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月17日(17.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/012701 A1

(51) 国際特許分類:
E02F 9/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025780

(22) 国際出願日: 2017年7月14日(14.07.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山田 健夫 (YAMADA, Takeo); 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 大熊 歩 (OHKUMA, Ayumi); 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 松山 徹 (MATSUYAMA, Toru); 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP).

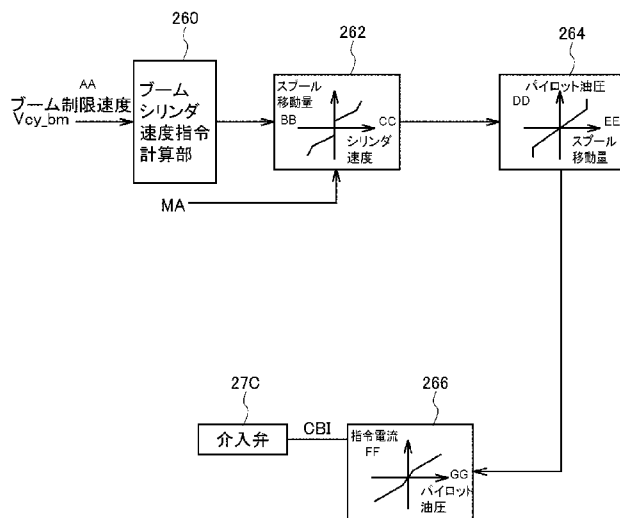
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: WORK MACHINE AND CONTROL METHOD OF WORK MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機械および作業機械の制御方法



27C Intervention valve
260 Boom cylinder speed command calculation unit
AA Boom limit speed
BB, EE Spool movement amount
CC Cylinder speed
DD, GG Pilot hydraulic pressure
FF Command current

(57) Abstract: This work machine is provided with an arm, a boom, a cylinder that drives the boom, an operation device for operating the arm, and a controller which, in accordance with an operation command of the operation device for a leveling operation, implements intervention control with the boom. The controller determines whether or not the operation command of the operation device is greater than or equal to a prescribed amount, and if the operation command of the operation device is greater than or equal to the prescribed amount, corrects the speed of the cylinder.

(57) 要約: ある局面に従う作業機械は、アームと、ブームと、ブームを駆動するシリンダと、アームを操作する操作装置と、整地作業に対する操作装置の操作指令に従ってブームによる介入制御を実行するコントローラとを備える。コントローラは、操作装置の操作指令が所定量以上であるか否かを判断し、操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、シリンダの速度を補正する。

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 作業機械および作業機械の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、作業機を備えた作業機械および作業機械の制御方法に関する。

背景技術

[0002] バケットを含むフロント装置を備える作業機械において、施工対象の目標形状を示す境界面に沿ってバケットを移動させる制御が提案されている（例えば、特許文献1参照）。このような制御を介入制御と称する。

[0003] この点で、作業機の操作速度によっては、施工対象の目標形状に対する介入制御が難しくなる状況がある。

[0004] 具体的には、整地作業を実行する場合、たとえば、アームを高速に動作させた場合に、介入制御によるブームの応答遅れにより精度の高い整地作業が難しくなる可能性があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2016／035898号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示は、上記の課題を解決するためになされたものであって、精度の高い整地作業が可能な作業機械および作業機械の制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] ある局面に従う作業機械は、アームと、ブームと、ブームを駆動するシリンダと、アームを操作する操作装置と、整地作業に対する操作装置の操作指令に従ってブームによる介入制御を実行するコントローラとを備える。コントローラは、操作装置の操作指令が所定量以上であるか否かを判断し、操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、シリンダの速度を補正する。

[0008] 好ましくは、シリンダに作動油を供給する方向制御弁のスプールの第1移動量を算出するための第1変換テーブルと、スプールの第1移動量と異なる第2移動量を算出するための第2変換テーブルとが格納されたメモリをさらに備える。コントローラは、ブームの目標速度に基づいてシリンダの目標速度を算出し、操作装置の操作指令が所定量未満である場合には、算出されたシリンダの目標速度から第1変換テーブルを用いてスプールの移動量を算出し、操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、算出されたシリンダの目標速度から第2変換テーブルを用いてスプールの移動量を算出する。

[0009] 好ましくは、シリンダに作動油を供給する方向制御弁のスプールの移動量に対応する方向制御弁に供給する第1パイロット油圧を算出するための第1変換テーブルと、方向制御弁に供給する第1パイロット油圧と異なる第2パイロット油圧を算出するための第2変換テーブルとが格納されたメモリをさらに備える。コントローラは、ブームの目標速度に基づいてシリンダの目標速度を算出し、算出されたシリンダの目標速度に基づいてスプールの移動量を算出し、操作装置の操作指令が所定量未満である場合には、算出されたスプールの移動量から第1変換テーブルを用いてパイロット油圧を算出し、操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、算出されたスプールの移動量から第2変換テーブルを用いてパイロット油圧を算出する。

[0010] 好ましくは、シリンダに作動油を供給する方向制御弁に対して供給するパイロット油圧に対応するシャトル弁を駆動する第1指令電流を算出するための第1変換テーブルと、シャトル弁を駆動する第1指令電流と異なる第2指令電流を算出するための第2変換テーブルとが格納されたメモリをさらに備える。コントローラは、ブームの目標速度に基づいてシリンダの目標速度を算出し、算出されたシリンダの目標速度に基づいてスプールの移動量を算出し、算出されたスプールの移動量に基づいて方向制御弁に対して供給するパイロット油圧を算出し、操作装置の操作指令が所定量未満である場合には、算出されたパイロット油圧から第1変換テーブルを用いて指令電流を算出し、操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、算出されたパイロット

油圧から第2変換テーブルを用いて指令電流を算出する。

- [0011] ある局面に従う作業機械の制御方法は、アームと、ブームと、ブームを駆動するシリンダと、アームを操作する操作装置とを備える、作業機械の制御方法であって、操作装置の操作指令が所定量以上であるか否かを判断するステップと、操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、シリンダの速度を補正するステップとを備える。

発明の効果

- [0012] 作業機械および作業機械の制御方法は、精度の高い整地作業が可能である。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]実施形態に基づく作業機械の斜視図である。
- [図2]実施形態に基づく油圧ショベル100の制御システム200及び油圧システム300の構成を示すブロック図である。
- [図3]実施形態に基づくブームシリンダ10の油圧回路301の一例を示す図である。
- [図4]実施形態に基づく作業機コントローラ26のブロック図である。
- [図5]実施形態に基づく目標掘削地形データU及びバケット8を示す図である。
- [図6]実施形態に基づくブーム制限速度 V_{cyl_bm} を説明するための図である。
- [図7]実施形態に基づく制限速度 V_{c_lmt} を説明するための図である。
- [図8]実施形態に基づくバケット8と目標掘削地形431との関係を示す一例図である。
- [図9]実施形態に基づく介入指令算出部26Eについて説明する図である。
- [図10]実施形態に基づく高速域用および低速域用の変換テーブルを説明する図である。
- [図11]実施形態に基づく作業機械の制御方法を示すフローを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の説明では、同一部品には、同一の符号を付している。それらの名称および機能も同じであるためそれらについての詳細な説明は繰り返さない。なお、以下の説明において、「上」「下」「前」「後」「左」「右」とは、運転席に着座したオペレータを基準とする用語である。

[0015] <作業機械の全体構成>

図1は、実施形態に基づく作業機械の斜視図である。

[0016] 図2は、実施形態に基づく油圧ショベル100の制御システム200及び油圧システム300の構成を示すブロック図である。

[0017] 図1に示されるように、作業機械である油圧ショベル100は、車両本体1と作業機2とを有する。

[0018] 車両本体1は、旋回体である上部旋回体3と走行体としての走行装置5とを有する。上部旋回体3は、機関室3EGの内部に、動力発生装置としての内燃機関及び油圧ポンプ等の装置を収容している。機関室3EGは、上部旋回体3の一端側に配置されている。

[0019] 実施形態において、油圧ショベル100は、動力発生装置としての内燃機関に、例えばディーゼルエンジン等が用いられるが、動力発生装置はこのようなものに限定されない。

[0020] 油圧ショベル100の動力発生装置は、例えば、内燃機関と発電電動機と蓄電装置とを組み合わせたハイブリッド方式の装置であってもよい。

[0021] 油圧ショベル100の動力発生装置は、内燃機関を有さず、蓄電装置と発電電動機とを組み合わせたものであってもよい。

[0022] 上部旋回体3は、運転室4を有する。運転室4は、上部旋回体3の他端側に設置されている。運転室4は、機関室3EGが配置されている側とは反対側に設置されている。運転室4内には、図2に示される表示部29及び操作装置25が配置される。

[0023] 走行装置5は、上部旋回体3を支持する。走行装置5は、履帯5a、5b

を有する。走行装置 5 は、左右に設けられた走行モータ 5 c の一方又は両方が履帯 5 a、5 b を駆動して回転させることにより、油圧ショベル 100 を走行させる。作業機 2 は、上部旋回体 3 の運転室 4 の側方に取り付けられている。

[0024] 油圧ショベル 100 は、履帯 5 a、5 b の代わりにタイヤを備え、エンジンの駆動力を、トランスミッションを介してタイヤへ伝達して走行が可能な走行装置を備えたものであってもよい。このような形態の油圧ショベル 100 としては、例えば、ホイール式油圧ショベルがある。

[0025] 油圧ショベル 100 は、例えばバックホウローダであってもよい。

上部旋回体 3 は、作業機 2 及び運転室 4 が配置されている側が前であり、機関室 3 E G が配置されている側が後である。前に向かって左側が上部旋回体 3 の左であり、前に向かって右側が上部旋回体 3 の右である。上部旋回体 3 の左右方向は、幅方向とも言う。油圧ショベル 100 又は車両本体 1 は、上部旋回体 3 を基準として走行装置 5 側が下であり、走行装置 5 を基準として上部旋回体 3 側が上である。油圧ショベル 100 の前後方向が x 方向、幅方向が y 方向、上下方向が z 方向である。油圧ショベル 100 が水平面に設置されている場合、下は鉛直方向である重力の作用方向側であり、上は鉛直方向とは反対側である。

[0026] 作業機 2 は、ブーム 6 とアーム 7 と作業具であるバケット 8 とブームシリンダ 10 とアームシリンダ 11 とバケットシリンダ 12 とを有する。ブーム 6 の基端部は、ブームピン 13 を介して車両本体 1 の前部に取り付けられている。アーム 7 の基端部は、アームピン 14 を介してブーム 6 の先端部に取り付けられている。アーム 7 の先端部には、バケットピン 15 を介してバケット 8 が取り付けられている。バケット 8 は、バケットピン 15 を中心として動く。バケット 8 は、バケットピン 15 とは反対側に複数の刃 8 B が取り付けられている。刃先 8 T は、刃 8 B の先端である。

[0027] 実施形態において、作業機 2 が上昇するとは、作業機 2 が油圧ショベル 100 の接地面から上部旋回体 3 に向かう方向に移動する動作を言う。作業機

2が下降するとは、作業機2が油圧ショベル100の上部旋回体3から接地面に向かう方向に移動する動作を言う。油圧ショベル100の接地面は、履帯5a, 5bの接地する部分における少なくとも3点で定義される平面である。

[0028] 上部旋回体3を有さない作業機械である場合、作業機2が上昇するとは、作業機2が作業機械の接地面から離れる方向に移動する動作を言う。作業機2が下降するとは、作業機2が作業機械の接地面に接近する方向に移動する動作を言う。作業機械が履帯ではなく車輪を備える場合、接地面は、少なくとも3個の車輪が接地する部分で定義される平面である。

[0029] バケット8は、複数の刃8Bを有していなくてもよい。図1に示すような刃8Bを有しておらず、刃先が鋼板によってストレート形状に形成されたようなバケットであってもよい。作業機2は、例えば、単数の刃を有するチルトバケットを備えていてもよい。チルトバケットとは、バケットチルトシリンダを備え、バケットが左右にチルト傾斜することで油圧ショベルが傾斜地にあっても、斜面、平地を自由な形に成形、整地をすることができ、底板プレートによる転圧作業もできるバケットである。この他にも、作業機2は、バケット8の代わりに、法面バケット又は削岩用のチップを備えた削岩用のアタッチメント等を作業具として備えてもよい。

[0030] 図1に示されるブームシリンダ10とアームシリンダ11とバケットシリンダ12とは、それぞれ作動油の圧力（以下、適宜、油圧という）によって駆動される油圧シリンダである。ブームシリンダ10はブーム6を駆動して、これを昇降させる。アームシリンダ11は、アーム7を駆動して、アームピン14の周りを動作させる。バケットシリンダ12は、バケット8を駆動して、バケットピン15の周りを動作させる。

[0031] ブームシリンダ10、アームシリンダ11及びバケットシリンダ12等の油圧シリンダと図2に示される油圧ポンプ36, 37との間には、図2に示される方向制御弁64が設けられている。方向制御弁64は、油圧ポンプ36, 37からブームシリンダ10、アームシリンダ11及びバケットシリン

ダ 1 2 等に供給される作動油の流量を制御するとともに、作動油が流れる方向を切り替える。方向制御弁 6 4 は、走行モータ 5 c を駆動するための走行用方向制御弁と、ブームシリンダ 1 0、アームシリンダ 1 1、バケットシリンダ 1 2 及び上部旋回体 3 を旋回させる旋回モータを制御するための作業機用方向制御弁とを含む。

[0032] 図 2 に示される作業機コントローラ 2 6 が、図 2 に示される制御弁 2 7 を制御することにより、操作装置 2 5 から方向制御弁 6 4 に供給される作動油のパイロット油圧が制御される。制御弁 2 7 は、ブームシリンダ 1 0、アームシリンダ 1 1 及びバケットシリンダ 1 2 の油圧系に設けられている。作業機コントローラ 2 6 は、パイロット油路 4 5 0 に設けられた制御弁 2 7 を制御することにより、ブームシリンダ 1 0、アームシリンダ 1 1 及びバケットシリンダ 1 2 の動作を制御することができる。

[0033] 実施形態においては、作業機コントローラ 2 6 は、制御弁 2 7 を閉じる制御により、ブームシリンダ 1 0、アームシリンダ 1 1 及びバケットシリンダ 1 2 を減速させる制御が可能である。

[0034] 上部旋回体 3 の上部には、アンテナ 2 1, 2 2 が取り付けられている。アンテナ 2 1, 2 2 は、油圧ショベル 1 0 0 の現在位置を検出するために用いられる。アンテナ 2 1, 2 2 は、図 2 に示される、油圧ショベル 1 0 0 の現在位置を検出するための位置検出部である位置検出装置 1 9 と電氣的に接続されている。

[0035] 位置検出装置 1 9 は、R T K - G N S S (Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite Systems、G N S S は全地球航法衛星システムを言う) を利用して油圧ショベル 1 0 0 の現在位置を検出する。以下の説明において、アンテナ 2 1, 2 2 を、適宜、G N S S アンテナ 2 1, 2 2 という。G N S S アンテナ 2 1, 2 2 が受信した G N S S 電波に応じた信号は、位置検出装置 1 9 に入力される。位置検出装置 1 9 は、G N S S アンテナ 2 1, 2 2 の設置位置を検出する。位置検出装置 1 9 は、例えば 3 次元位置センサを含む。

[0036] <油圧システム３００>

図２に示されるように、油圧ショベル１００の油圧システム３００は、動力発生源としての内燃機関３５と油圧ポンプ３６、３７とを備える。油圧ポンプ３６、３７は、内燃機関３５によって駆動され、作動油を吐出する。油圧ポンプ３６、３７から吐出された作動油は、ブームシリンダ１０とアームシリンダ１１とバケットシリンダ１２とに供給される。

[0037] 油圧ショベル１００は、旋回モータ３８を備える。旋回モータ３８は油圧モータであり、油圧ポンプ３６、３７から吐出された作動油によって駆動される。旋回モータ３８は、上部旋回体３を旋回させる。なお、図２では、２つの油圧ポンプ３６、３７が図示されているが、１つの油圧ポンプのみが設けられてもよい。旋回モータ３８は、油圧モータに限らず、電気モータであってもよい。

[0038] <制御システム２００>

図２に示されるように、作業機械の制御システムである制御システム２００は、位置検出装置１９と、グローバル座標演算部２３と、操作装置２５と、実施形態に係る作業機械の制御装置である作業機コントローラ２６と、センサコントローラ３９と、表示コントローラ２８と、表示部２９とを含む。

[0039] 操作装置２５は、図１に示される作業機２及び上部旋回体３を操作するための装置である。操作装置２５は、作業機２を操作するための装置である。操作装置２５は、作業機２を駆動するためのオペレータによる操作を受け付けて、操作量に応じたパイロット油圧を出力する。

[0040] 操作量に応じたパイロット油圧は、操作指令である。操作指令は、作業機２を動作させるための指令である。

[0041] 操作指令は、操作装置２５によって生成される。操作装置２５は、オペレータによって操作させるので、操作指令は、マニュアル操作であるオペレータの操作によって作業機２を動作させるための指令である。

[0042] 実施形態において、操作装置２５は、オペレータの左側に設置される左操作レバー２５Ｌと、オペレータの右側に配置される右操作レバー２５Ｒとを

有する。

[0043] 例えば、右操作レバー 2 5 R の前後方向の操作は、ブーム 6 の操作に対応している。右操作レバー 2 5 R が前方へ操作されるとブーム 6 が下がり、後方へ操作されるとブーム 6 が上がる。前後方向の操作に応じてブーム 6 の下げ上げの動作が実行される。

[0044] 右操作レバー 2 5 R の左右方向の操作は、バケット 8 の操作に対応している。右操作レバー 2 5 R が左側に操作されるとバケット 8 が掘削し、右側に操作されるとバケット 8 がダンプする。左右方向の操作に応じてバケット 8 の掘削又はダンプ動作が実行される。

[0045] 左操作レバー 2 5 L の前後方向の操作は、アーム 7 の操作に対応している。左操作レバー 2 5 L が前方に操作されるとアーム 7 がダンプし、後方に操作されるとアーム 7 が掘削する。

[0046] 左操作レバー 2 5 L の左右方向の操作は、上部旋回体 3 の旋回に対応している。左操作レバー 2 5 L が左側に操作されると左旋回し、右側に操作されると右旋回する。

[0047] 実施形態において、操作装置 2 5 は、パイロット油圧方式が用いられる。操作装置 2 5 には、油圧ポンプ 3 6 から、減圧弁 2 5 V によって所定のパイロット油圧に減圧された作動油がブーム操作、バケット操作、アーム操作及び旋回操作に基づいて供給される。

[0048] 右操作レバー 2 5 R の前後方向の操作に応じて、パイロット油路 4 5 0 へパイロット油圧が供給可能とされて、オペレータによるブーム 6 の操作が受け付けられる。右操作レバー 2 5 R の操作量に応じて右操作レバー 2 5 R が備える弁装置が開き、パイロット油路 4 5 0 へ作動油が供給される。

[0049] 圧力センサ 6 6 は、そのときのパイロット油路 4 5 0 内における作動油の圧力をパイロット油圧として検出する。圧力センサ 6 6 は、検出したパイロット油圧を、ブーム操作量 MB として作業機コントローラ 2 6 へ送信する。右操作レバー 2 5 R の前後方向の操作量を、以下、適宜、ブーム操作量 MB と称する。パイロット油路 5 0 には、制御弁（以下、適宜、介入弁と称する

） 27C 及びシャトル弁 51 が設けられる。介入弁 27C 及びシャトル弁 51 については後述する。

[0050] 右操作レバー 25R の左右方向の操作に応じて、パイロット油路 450 へパイロット油圧が供給可能とされて、オペレータによるバケット 8 の操作が受け付けられる。右操作レバー 25R の操作量に応じて右操作レバー 25R が備える弁装置が開き、パイロット油路 450 に作動油が供給される。

[0051] 圧力センサ 66 は、そのときのパイロット油路 450 内における作動油の圧力をパイロット油圧として検出する。圧力センサ 66 は、検出したパイロット油圧を、バケット操作量 MT として作業機コントローラ 26 へ送信する。右操作レバー 25R の左右方向の操作量を、以下、適宜、バケット操作量 MT と称する。

[0052] 左操作レバー 25L の前後方向の操作に応じて、パイロット油路 450 へパイロット油圧が供給可能とされて、オペレータによるアーム 7 の操作が受け付けられる。左操作レバー 25L の操作量に応じて左操作レバー 25L が備える弁装置が開き、パイロット油路 450 へ作動油が供給される。

[0053] 圧力センサ 66 は、そのときのパイロット油路 450 内における作動油の圧力をパイロット油圧として検出する。圧力センサ 66 は、検出したパイロット油圧を、アーム操作量 MA として作業機コントローラ 26 へ送信する。左操作レバー 25L の前後方向の操作量を、以下、適宜、アーム操作量 MA と称する。

[0054] 右操作レバー 25R が操作されることにより、操作装置 25 は、右操作レバー 25R の操作量に応じた大きさのパイロット油圧を方向制御弁 64 に供給する。

[0055] 左操作レバー 25L が操作されることにより、操作装置 25 は、左操作レバー 25L の操作量に応じた大きさのパイロット油圧を方向制御弁 64 に供給する。操作装置 25 から方向制御弁 64 に供給されるパイロット油圧によって、方向制御弁 64 が動作する。

[0056] 制御システム 200 は、第 1 ストロークセンサ 16 と第 2 ストロークセン

サ 1 7 と第 3 ストロークセンサ 1 8 とを有する。例えば、第 1 ストロークセンサ 1 6 はブームシリンダ 1 0 に、第 2 ストロークセンサ 1 7 はアームシリンダ 1 1 に、第 3 ストロークセンサ 1 8 バケットシリンダ 1 2 に、それぞれ設けられる。

[0057] センサコントローラ 3 9 は、R A M (Random Access Memory) 及び R O M (Read Only Memory) 等の記憶部と、C P U (Central Processing Unit) 等の処理部とを有する。

[0058] センサコントローラ 3 9 は、第 1 ストロークセンサ 1 6 が検出したブームシリンダ長 $L S 1$ から、油圧シヨベル 1 0 0 のローカル座標系、詳細には車両本体 1 のローカル座標系における水平面 ($x y$ 平面) と直交する方向 (z 軸方向) に対するブーム 6 の傾斜角度 $\theta 1$ を算出して、作業機コントローラ 2 6 及び表示コントローラ 2 8 に出力する。

[0059] センサコントローラ 3 9 は、第 2 ストロークセンサ 1 7 が検出したアームシリンダ長 $L S 2$ から、ブーム 6 に対するアーム 7 の傾斜角度 $\theta 2$ を算出して、作業機コントローラ 2 6 及び表示コントローラ 2 8 に出力する。

[0060] センサコントローラ 3 9 は、第 3 ストロークセンサ 1 8 が検出したバケットシリンダ長 $L S 3$ から、アーム 7 に対するバケット 8 が有するバケット 8 の刃先 8 T の傾斜角度 $\theta 3$ を算出して、作業機コントローラ 2 6 及び表示コントローラ 2 8 に出力する。

[0061] 傾斜角度 $\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$ の検出は、第 1 ストロークセンサ 1 6、第 2 ストロークセンサ 1 7 及び第 3 ストロークセンサ 1 8 以外であっても可能である。例えば、ポテンシヨメータ等の角度センサも、傾斜角度 $\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$ を検出できる。

[0062] センサコントローラ 3 9 には、I M U (Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置) 2 4 が接続されている。I M U 2 4 は、図 1 に示される油圧シヨベル 1 0 0 の y 軸回りのピッチ、 x 軸回りのロール等といった車体の傾斜情報を取得し、センサコントローラ 3 9 に出力する。

[0063] 作業機コントローラ 2 6 は、R A M 及び R O M (Read Only Memory) 等

の記憶部 26 Q と、CPU 等の処理部 26 P とを有する。作業機コントローラ 26 は、図 2 に示されるブーム操作量 MB、バケット操作量 MT、アーム操作量 MA に基づいて、介入弁 27 C 及び制御弁 27 を制御する。

[0064] 図 2 に示される方向制御弁 64 は、例えば比例制御弁であり、操作装置 25 から供給される作動油によって制御される。

[0065] 方向制御弁 64 は、ブームシリンダ 10、アームシリンダ 11、バケットシリンダ 12 及び旋回モータ 38 等の油圧アクチュエータと、油圧ポンプ 36、37 との間に配置される。

[0066] 方向制御弁 64 は、油圧ポンプ 36、37 からブームシリンダ 10、アームシリンダ 11、バケットシリンダ 12 及び旋回モータ 38 に供給される作動油の流量及び方向を制御する。

[0067] 制御システム 200 が備える位置検出装置 19 は、前述した GNSS アンテナ 21、22 を含む。GNSS アンテナ 21、22 で受信された GNSS 電波に応じた信号が、グローバル座標演算部 23 に入力される。

[0068] GNSS アンテナ 21 は、自身の位置を示す基準位置データ P1 を測位衛星から受信する。GNSS アンテナ 22 は、自身の位置を示す基準位置データ P2 を測位衛星から受信する。

[0069] GNSS アンテナ 21、22 は、所定の周期で基準位置データ P1、P2 を受信する。基準位置データ P1、P2 は、GNSS アンテナが設置されている位置の情報である。GNSS アンテナ 21、22 は、基準位置データ P1、P2 を受信する毎に、グローバル座標演算部 23 に出力する。

[0070] グローバル座標演算部 23 は、RAM 及び ROM 等の記憶部と、CPU 等の処理部とを有する。グローバル座標演算部 23 は、2つの基準位置データ P1、P2 に基づいて、上部旋回体 3 の配置を示す旋回体配置データを生成する。

[0071] 実施形態において、旋回体配置データには、2つの基準位置データ P1、P2 の一方の基準位置データ P と、2つの基準位置データ P1、P2 に基づいて生成された旋回体方位データ Q とが含まれる。旋回体方位データ Q は、

上部旋回体 3 である作業機 2 が向いている方位を示している。

- [0072] グローバル座標演算部 23 は、所定の周期で G N S S アンテナ 21, 22 から 2 つの基準位置データ P1、P2 を取得する毎に、旋回体配置データである基準位置データ P と旋回体方位データ Q とを更新して、表示コントローラ 28 に出力する。
- [0073] 表示コントローラ 28 は、R A M 及び R O M 等の記憶部と、C P U 等の処理部とを有する。表示コントローラ 28 は、グローバル座標演算部 23 から旋回体配置データである基準位置データ P 及び旋回体方位データ Q を取得する。
- [0074] 実施形態において、表示コントローラ 28 は、作業機位置データとして、バケット 8 の刃先 8 T の 3 次元位置を示すバケット刃先位置データ S を生成する。そして、表示コントローラ 28 は、バケット刃先位置データ S と目標施工情報 T とを用いて、目標掘削地形データ U を生成する。
- [0075] 目標施工情報 T は、油圧ショベル 100 が備える作業機 2 の作業対象、実施形態では掘削対象の仕上がり目標となる情報である。目標施工情報 T は、例えば、油圧ショベル 100 の施工対象の設計情報が挙げられる。作業機 2 の作業対象は、例えば、地面である。作業機 2 の作業としては、例えば、掘削作業及び地面の整地作業が挙げられるが、これらに限定されない。
- [0076] 表示コントローラ 28 は、目標掘削地形データ U に基づく表示用の目標掘削地形データ U a を導出し、表示用の目標掘削地形データ U a に基づいて、表示部 29 に作業機 2 の作業対象の目標となる形状、例えば地形を表示させる。
- [0077] 表示部 29 は、例えば、タッチパネルによる入力を受け付ける液晶表示装置であるが、これに限定されるものではない。実施形態においては、表示部 29 に隣接してスイッチ 29 S が設置されている。スイッチ 29 S は、後述する介入制御を実行させたり、実行中の介入制御を停止させたりするための入力装置である。
- [0078] 作業機コントローラ 26 は、圧力センサ 66 からブーム操作量 M B、バケ

ット操作量 M_T 及びアーム操作量 M_A を取得する。作業機コントローラ26は、センサコントローラ39からブーム6の傾斜角度 θ_1 、アーム7の傾斜角度 θ_2 、バケット8の傾斜角度 θ_3 を取得する。

[0079] 作業機コントローラ26は、表示コントローラ28から、目標掘削地形データ U を取得する。目標掘削地形データ U は、目標施工情報 T のうち、油圧シヨベル100がこれから作業する範囲の情報である。

[0080] 目標掘削地形データ U は、目標施工情報 T の一部である。目標掘削地形データ U は、目標施工情報 T と同様に作業機2の作業対象の仕上りの目標となる形状を表す。この仕上りの目標となる形状を、以下においては適宜、目標掘削地形と称する。

[0081] 作業機コントローラ26は、センサコントローラ39から取得した作業機2の角度からバケット8の刃先8Tの位置（以下、適宜、刃先位置と称する）を算出する。

[0082] 作業機コントローラ26は、目標掘削地形データ U に沿ってバケット8の刃先8Tが移動するように、目標掘削地形データ U とバケット8の刃先8Tとの距離及び作業機2の速度に基づいて作業機2の動作を制御する。

[0083] 作業機コントローラ26は、バケット8が目標掘削地形データ U である作業機2の作業対象の目標とする形状を侵食することを抑制するために、作業機2が施工対象に接近する方向の速度が制限速度以下になるように制御する。この制御を、適宜、介入制御と称する。

[0084] 介入制御は、例えば、油圧シヨベル100のオペレータが、図2に示されるスイッチ29Sを用いて介入制御を実行することを選択した場合に実行される。後述する目標掘削地形とバケット8との距離を算出する場合、バケット8の基準となる位置は刃先8Tに限らず任意の場所でもよい。

[0085] 介入制御において、作業機コントローラ26は、目標掘削地形データ U に沿ってバケット8の刃先8Tが移動するように作業機2を制御するためにブーム指令信号 CB_1 を生成して、図2に示される介入弁27Cに出力する。

[0086] ブーム6は、ブーム指令信号 CB_1 に応じて動作する。ブーム指令信号 C

B 1 に応じたブーム 6 の動作により、作業機 2、より詳細にはバケット 8 の速度が制御される。バケット 8 と目標掘削地形データ U との距離に応じて、バケット 8 が目標掘削地形データ U に近づく速度が制限される。

[0087] <油圧回路 3 0 1 の構成>

図 3 は、実施形態に基づくブームシリンダ 1 0 の油圧回路 3 0 1 の一例を示す図である。

[0088] 図 3 に示されるように、油圧回路 3 0 1 は、操作装置 2 5 と方向制御弁 6 4 との間にパイロット油路 4 5 0 が設けられる。方向制御弁 6 4 は、ブームシリンダ 1 0 に供給される作動油が流れる方向を制御する弁である。

[0089] 実施形態において、方向制御弁 6 4 は、ロッド状のスプール 6 4 S を移動させることにより、作動油が流れる方向を切り替えるスプール方式の弁である。

[0090] スプール 6 4 S は、図 2 に示される操作装置 2 5 から供給された作動油（以下、適宜、パイロット油と称する）により移動する。方向制御弁 6 4 は、スプール 6 4 S の移動により、ブームシリンダ 1 0 に作動油を供給して、ブームシリンダ 1 0 を動作させる。

[0091] パイロット油路 5 0 及びパイロット油路 4 5 0 B は、シャトル弁 5 1 に接続している。

シャトル弁 5 1 と方向制御弁 6 4 の一方は、油路 4 5 2 B によって接続される。方向制御弁 6 4 の他方と操作装置 2 5 とは、パイロット油路 4 5 0 A とパイロット油路 4 5 2 A によって接続される。パイロット油路 5 0 には、介入弁 2 7 C が設けられる。介入弁 2 7 C は、パイロット油路 5 0 のパイロット油圧を調整する。

[0092] パイロット油路 4 5 0 B には、圧力センサ 6 6 B 及び制御弁 2 7 B が設けられる。パイロット油路 4 5 0 A には、制御弁 2 7 A と操作装置 2 5 との間に圧力センサ 6 6 A が設けられる。圧力センサ 6 6 の検出値は、図 2 に示される作業機コントローラ 2 6 に取得されて、ブームシリンダ 1 0 の制御に用いられる。

- [0093] 圧力センサ 6 6 A および圧力センサ 6 6 B は、図 2 に示される圧力センサ 6 6 に対応する。制御弁 2 7 A および制御弁 2 7 B は、図 2 に示される制御弁 2 7 に対応する。
- [0094] 油圧ポンプ 3 6, 3 7 から供給された作動油は、方向制御弁 6 4 を介してブームシリンダ 1 0 に供給される。スプール 6 4 S が軸方向に移動することにより、ブームシリンダ 1 0 のキャップ側油室 4 8 R に対する作動油の供給と、ロッド側油室 4 7 R に対する作動油の供給とが切り替わる。
- [0095] スプール 6 4 S が軸方向に移動することにより、ブームシリンダ 1 0 に対する作動油の単位時間当たりの供給量である流量が調整される。ブームシリンダ 1 0 に対する作動油の流量が調整されることにより、ブームシリンダ 1 0 の動作速度が調整される。
- [0096] 方向制御弁 6 4 のスプール 6 4 S が第 1 の方向に移動すると、方向制御弁 6 4 からキャップ側油室 4 8 R に作動油が供給され、ロッド側油室 4 7 R から方向制御弁 6 4 に作動油が戻されると、ブームシリンダ 1 0 のピストン 1 0 P はキャップ側油室 4 8 R からロッド側油室 4 7 R に向かって移動する。その結果、ピストン 1 0 P に接続されたロッド 1 0 L がブームシリンダ 1 0 から伸長する。
- [0097] 方向制御弁 6 4 のスプール 6 4 S が、操作装置 2 5 からの指令に基づき第 1 の方向とは反対方向である第 2 の方向に移動すると、キャップ側油室 4 8 R から方向制御弁 6 4 に作動油が戻され、方向制御弁 6 4 からロッド側油室 4 7 R に作動油が供給されると、ブームシリンダ 1 0 のピストン 1 0 P はロッド側油室 4 7 R からキャップ側油室 4 8 R に向かって移動する。その結果、ピストン 1 0 P に接続されたロッド 1 0 L がブームシリンダ 1 0 に縮退する。このように、方向制御弁 6 4 のスプール 6 4 S の移動方向が調整されることにより、ブームシリンダ 1 0 の動作方向が変更される。
- [0098] 方向制御弁 6 4 のスプール 6 4 S の移動量が調整されることにより、ブームシリンダ 1 0 に供給され、ブームシリンダ 1 0 から方向制御弁 6 4 に戻される作動油の流量が変更されるので、ブームシリンダ 1 0 の動作速度である

ピストン 10P 及び ロッド 10L の移動速度が変更される。

[0099] 前述したように、方向制御弁 64 の動作は、操作装置 25 によって制御される。図 2 に示される油圧ポンプ 36 から吐出され、減圧弁 25V によって減圧された作動油がパイロット油として操作装置 25 に供給される。

[0100] 操作装置 25 は、各操作レバーの操作に基づいて、パイロット油圧を調整する。調整されたパイロット油圧によって、方向制御弁 64 が駆動される。操作装置 25 によりパイロット油圧の大きさ及びパイロット油圧の方向が調整されることによって、軸方向に関するスプール 64S の移動量及び移動方向が調整される。その結果、ブームシリンダ 10 の動作速度及び動作方向が変更される。

[0101] 作業機コントローラ 26 は、介入制御において、前述したように、掘削対象の目標形状である設計地形を示す目標掘削地形（目標掘削地形データ U）とバケット 8 の位置を求めるための傾斜角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ とに基づき、目標掘削地形 43I とバケット 8 との距離に応じてバケット 8 が目標掘削地形 43I に近づく速度が小さくなるように、ブーム 6 の速度を制限する。

[0102] 実施形態において、操作装置 25 の操作に基づいて作業機 2 が動作する場合、バケット 8 の刃先 8T が目標掘削地形 43I に侵入しないように、作業機コントローラ 26 はブーム指令信号 CBI を生成し、これを用いてブーム 6 の動作を制御する。

[0103] 詳細には、作業機コントローラ 26 は、介入制御において刃先 8T が目標掘削地形 43I に侵入しないように、ブーム 6 を上昇あるいは下降させる。介入制御において実行されるブーム 6 を上昇あるいは下降させる制御を、適宜、ブーム介入制御と称する。

[0104] 実施形態において、作業機コントローラ 26 がブーム介入制御を実現するために、作業機コントローラ 26 は、ブーム介入制御に関するブーム指令信号 CBI を生成し、介入弁 27C または制御弁 27A に出力する。

[0105] 介入弁 27C は、パイロット油路 50 のパイロット油圧を調整可能である。シャトル弁 51 は、2つの入口 51Ia、51Ib と、1つの出口 51E

とを有する。一方の入口 5 1 | a は、介入弁 2 7 C と接続される。他方の入口 5 1 | b は、制御弁 2 7 B と接続される。出口 5 1 | E は、方向制御弁 6 4 に接続される油路 4 5 2 B と接続される。

[0106] シャトル弁 5 1 は、2つの入口 5 1 | a, 5 1 | b のうち、パイロット油圧が高い方と、油路 4 5 2 B とを接続する。

[0107] 例えば、入口 5 1 | a のパイロット油圧が入口 5 1 | b のパイロット油圧よりも高い場合、シャトル弁 5 1 は、介入弁 2 7 C と油路 4 5 2 B とを接続する。その結果、介入弁 2 7 C を通過したパイロット油がシャトル弁 5 1 を介して油路 4 5 2 B に供給される。入口 5 1 | b のパイロット油圧が入口 5 1 | a のパイロット油圧よりも高い場合、シャトル弁 5 1 は、制御弁 2 7 B と油路 4 5 2 B とを接続する。その結果、制御弁 2 7 B を通過したパイロット油がシャトル弁 5 1 を介して油路 4 5 2 B に供給される。

[0108] ブーム介入制御が実行されないとき、操作装置 2 5 の操作によって調整されたパイロット油圧に基づいて方向制御弁 6 4 が駆動されるようにする。例えば、作業機コントローラ 2 6 は、操作装置 2 5 の操作によって調整されたパイロット油圧に基づいて方向制御弁 6 4 が駆動されるように、制御弁 2 7 B によりパイロット油路 4 5 0 B を開ける（全開にする）とともに、介入弁 2 7 C を制御してパイロット油路 5 0 を閉じる。

[0109] ブーム介入制御が実行されるとき、作業機コントローラ 2 6 は、介入弁 2 7 C によって調整されたパイロット油圧に基づいて方向制御弁 6 4 が駆動されるように制御弁 2 7 を制御する。例えば、ブーム介入制御であるバケット 8 の目標掘削地形 4 3 1 への移動を制限する制御を実行する場合、作業機コントローラ 2 6 は、介入弁 2 7 C によって調整されたパイロット油路 5 0 のパイロット油圧が、操作装置 2 5 によって調整されるパイロット油路 4 5 0 B のパイロット油圧よりも高くなるように、介入弁 2 7 C を制御する。このようにすることで、介入弁 2 7 C からのパイロット油がシャトル弁 5 1 を介して方向制御弁 6 4 に供給される。

[0110] 作業機コントローラ 2 6 は、ブーム介入制御を実行する場合、例えばブー

ム 6 を上昇あるいは下降させるための速度指令であるブーム指令信号 C B I を生成し、介入弁 2 7 C または制御弁 2 7 A を制御する。

[0111] 具体的には、介入弁 2 7 C を制御してブーム指令信号 C B I に対応した速度でブーム 6 が上昇するように作動油をブームシリンダ 1 0 に供給する。また、制御弁 2 7 A を制御してブーム指令信号 C B I に対応した速度でブーム 6 が下降するように作動油をブームシリンダ 1 0 に供給する。このようにすることで、ブームシリンダ 1 0 の方向制御弁 6 4 は、ブーム指令信号 C B I に対応した速度でブーム 6 が上昇あるいは下降するように作動油をブームシリンダ 1 0 に供給するので、ブームシリンダ 1 0 はブーム 6 を上昇あるいは下降させる。

[0112] ブームシリンダ 1 0 の油圧回路 3 0 1 を説明したが、アームシリンダ 1 1 の油圧回路及びバケットシリンダ 1 2 の油圧回路は、ブームシリンダ 1 0 の油圧回路 3 0 1 から介入弁 2 7 C、シャトル弁 5 1 及びパイロット油路 5 0 を除いた構成である。

[0113] 実施形態において、操作装置 2 5 の操作に基づいて作業機 2 が動作する場合、作業機コントローラ 2 6 が作業機 2 を構成するブーム 6、アーム 7 及びバケット 8 の少なくとも 1 つを動作させる制御を介入制御と称する。

[0114] 介入制御は、操作装置 2 5 の操作であるマニュアル操作に基づいて作業機 2 が動作する場合に、作業機コントローラ 2 6 が作業機を動作させる制御である。前述したブーム介入制御は、介入制御の一態様である。

[0115] 図 4 は、実施形態に基づく作業機コントローラ 2 6 のブロック図である。

図 5 は、実施形態に基づく目標掘削地形データ U 及びバケット 8 を示す図である。

[0116] 図 6 は、実施形態に基づくブーム制限速度 $V_{c y_b m}$ を説明するための図である。

図 7 は、実施形態に基づく制限速度 $V_{c_l m t}$ を説明するための図である。

[0117] 作業機コントローラ 2 6 は、制御部 2 6 C N T を含む。制御部 2 6 C N T

は、相対位置算出部 26 A、距離算出部 26 B、目標速度算出部 26 C、介入速度算出部 26 D、介入指令算出部 26 E を含む。

[0118] 相対位置算出部 26 A、距離算出部 26 B、目標速度算出部 26 C、介入速度算出部 26 D、介入指令算出部 26 E の機能は、図 2 に示される、作業機コントローラ 26 の処理部 26 P が実現する。

[0119] 介入制御が実行されるにあたって、作業機コントローラ 26 は、ブーム操作量 M_B 、アーム操作量 M_A 、バケット操作量 M_T 、表示コントローラ 28 から取得した目標掘削地形データ U 、バケット刃先位置データ S 及びセンサコントローラ 39 から取得した傾斜角度 θ_1 , θ_2 , θ_3 を用いて、介入制御に必要なブーム指令信号 C_B を生成し、必要に応じてアーム指令信号及びバケット指令信号を生成し、制御弁 27 及び介入弁 27 C を駆動して作業機 2 を制御する。

[0120] 相対位置算出部 26 A は、表示コントローラ 28 からバケット刃先位置データ S を取得し、センサコントローラ 39 から傾斜角度 θ_1 , θ_2 , θ_3 を取得する。相対位置算出部 26 A は、取得した傾斜角度 θ_1 , θ_2 , θ_3 からバケット 8 の刃先 8 T の位置である刃先位置 P_b を求める。

[0121] 距離算出部 26 B は、相対位置算出部 26 A によって求められた刃先位置 P_b と、表示コントローラ 28 から取得した目標掘削地形データ U とから、バケット 8 の刃先 8 T と、目標施工情報 T の一部である目標掘削地形データ U で表される目標掘削地形 43 I との間の最短となる距離 d を算出する。距離 d は、刃先位置 P_b と、目標掘削地形 43 I に直交し、かつ刃先位置 P_b を通る直線と、目標掘削地形データ U とが交差する位置 P_u との距離である。

[0122] 目標掘削地形 43 I は、上部旋回体 3 の前後方向で規定され、かつ掘削対象位置 P_{dg} を通る作業機 2 の平面と、複数の目標施工面で表される目標施工情報 T との交線から求められる。

[0123] より詳細には、前述した交線のうち、目標施工情報 T の掘削対象位置 P_{dg} の前後における単数又は複数の変曲点とその前後の線が目標掘削地形 43

1 である。

[0124] 図5に示される例では、2個の変曲点 $Pv1$ 、 $Pv2$ とその前後の線とが目標掘削地形431である。掘削対象位置 Pdg は、バケット8の刃先8Tの位置である刃先位置 Pb の直下の点である。このように、目標掘削地形431は、目標施工情報Tの一部である。目標掘削地形431は、図2に示される表示コントローラ28が生成する。

[0125] 目標速度算出部26Cは、ブーム目標速度 Vc_bm と、アーム目標速度 Vc_am と、バケット目標速度 Vc_bkt とを決定する。ブーム目標速度 Vc_bm は、ブームシリンダ10が駆動されるとき刃先8Tの速度である。アーム目標速度 Vc_am は、アームシリンダ11が駆動されるとき刃先8Tの速度である。バケット目標速度 Vc_bkt は、バケットシリンダ12が駆動されるとき刃先8Tの速度である。ブーム目標速度 Vc_bm は、ブーム操作量MBに応じて算出される。アーム目標速度 Vc_am は、アーム操作量MAに応じて算出される。バケット目標速度 Vc_bkt は、バケット操作量MTに応じて算出される。

[0126] 介入速度算出部26Dは、バケット8の刃先8Tと目標掘削地形431との間の距離 d に基づいて、ブーム6の制限速度（ブーム制限速度） Vcy_bm を求める。

[0127] 図6に示されるように、介入速度算出部26Dは、図1に示される作業機2全体の制限速度 Vc_lmt から、アーム目標速度 Vc_am 及びバケット目標速度 Vc_bkt を減算することにより、ブーム制限速度 Vcy_bm を求める。

[0128] 制限速度 Vc_lmt は、バケット8の刃先8Tが目標掘削地形431に接近する方向において許容できる刃先8Tの移動速度である。

[0129] 制限速度 Vc_lmt は、図7に示されるように、距離 d が正の場合は作業機2が下降する場合の下降速度であり、距離 d が負の場合は作業機2が上昇する場合の上昇速度である。

[0130] 距離 d が負の場合とは、バケット8が目標掘削地形431を侵食した状態

である。制限速度 V_{c_lmt} は、距離 d の絶対値が小さくなるにしたがって速度の絶対値が小さくなり、距離 d の絶対値が大きくなるにしたがって速度の絶対値が大きくなる。

[0131] 介入指令算出部 26E は、ブーム制限速度 $V_{c_y_bm}$ から、ブーム指令信号 $CB1$ を生成する。

[0132] ブーム指令信号 $CB1$ は、介入弁 27C が、ブーム 6 をブーム制限速度 $V_{c_y_bm}$ で動作するために必要なパイロット油圧を生成するための指令である。ブーム指令信号 $CB1$ は、実施形態において、ブーム指令速度に応じた電流値である。

[0133] <ブーム介入制御の態様>

図 8 は、実施形態に基づくバケット 8 と目標掘削地形 431 との関係を示す一例図である。

[0134] 図 8 に示されるように、介入制御は、バケット 8 が目標掘削地形 431 を侵食しないようにバケット 8 を移動させる制御である。

[0135] 本例においては、バケット 8 が矢印 Y の方向に目標掘削地形 431 に沿って移動することにより地面の整地作業を実行する場合が示されている。

[0136] 具体的には、操作装置 25 によるオペレータの操作指令に従ってアーム 7 は掘削方向に移動する。

[0137] 作業機コントローラ 26 は、アーム操作量 MA に基づくアーム 7 の掘削移動量を算出し、当該アーム 7 の掘削移動量に対してバケット 8 の背面が目標掘削地形 431 に沿って移動するようにブーム 6 の上昇を制御する。これにより目標掘削地形 431 に対してバケット 8 の背面で転圧することが可能となる。

[0138] 一方で、アーム操作量 MA に基づくアーム 7 の掘削移動量は、ブーム 6 の挙動に影響を与える。

[0139] 例えば、アーム 7 の掘削移動量が大きい場合には、それに追従してブーム 6 の上昇を制御する必要があるが応答遅れにより目標掘削地形 431 に沿って移動させることが難しく、精度の高い整地作業が難しくなる可能性がある

。

[0140] 実施形態においては、アーム 7 の掘削移動量が大きい高速域と、アーム 7 の掘削移動量が小さい低速域とに分類し、高速域と低速域とでブーム 6 の制御を変更する。

[0141] 具体的には、高速域用のテーブルと、低速域用のテーブルとを設け、アーム 7 の操作量が所定量以上である場合には、高速域用のテーブルを用いてブーム 6 の速度を規定するシリンダの速度を設定し、アーム 7 の操作量が所定量未満である場合には、低速域用のテーブルを用いてブーム 6 の速度を規定するシリンダの速度を設定する。

[0142] アーム 7 の操作量が所定量以上である場合には、高速域用のテーブルを用いることによってブーム 6 の目標速度に対するシリンダの速度を補正する。

[0143] 図 9 は、実施形態に基づく介入指令算出部 26E について説明する図である。

図 9 に示されるように介入指令算出部 26E は、ブームシリンダ速度指令計算部 260 と、スプールストローク変換部 262 と、パイロット油圧変換部 264 と、指令電流変換部 266 とを含む。

[0144] ブームシリンダ速度指令計算部 260 は、介入速度算出部 26D で算出されたブーム制限速度 V_{cyl_bm} に基づいて目標とするブームシリンダ速度指令を算出する。

[0145] スプールストローク変換部 262 は、ブームシリンダ速度指令計算部 260 で算出されたブームシリンダ速度指令に対応するブームシリンダ 10 に作動油を供給する方向制御弁 64 のスプール 64S の移動量（スプールストローク）を算出する。

[0146] 具体的には、ブームシリンダ速度指令からスプール 64S の移動量を算出するための変換テーブルを有している。

[0147] パイロット油圧変換部 264 は、スプールストローク変換部 262 で算出された方向制御弁 64 のスプール 64S の移動量に対応する方向制御弁 64 に供給するパイロット油圧を算出する。

[0148] 具体的には、スプール64Sの移動量から方向制御弁64に供給するパイロット油圧を算出するための変換テーブルを有している。

[0149] 指令電流変換部266は、パイロット油圧変換部264で算出された方向制御弁64に供給するパイロット油圧に対応するシャトル弁51を駆動する指令電流を算出する。当該指令電流は、ブーム指令信号CBIに対応する。

[0150] 具体的には、方向制御弁64に供給するパイロット油圧からシャトル弁51を駆動する指令電流を算出するための変換テーブルを有している。

[0151] 上記変換テーブルは、記憶部26Qに予め格納されているものとする。

図10は、実施形態に基づく高速域用および低速域用の変換テーブルを説明する図である。

[0152] 図10には、スプールストローク変換部262で用いられる変換テーブルが示されている。

[0153] 具体的には、低速域用の変換テーブルL1と、高速域用の変換テーブルL2とが設けられている。

[0154] 低速域用の変換テーブルL1と、高速域用の変換テーブルL2とは、シリンダ速度に対するスプール移動量がそれぞれ異なる。

[0155] 一例として、所定のシリンダ速度に対するスプール移動量が高速域用の変換テーブルL2の方が低速域用の変換テーブルL1よりも大きい場合が示されている。

[0156] 一方で、所定のシリンダ速度に対するスプール移動量が低速域用の変換テーブルL1の方が高速域用の変換テーブルL2よりも大きい場合も示されている。

[0157] 変換テーブルL1、L2は、アーム7の操作指令量により切り替えられる。

具体的には、アーム操作量MAが所定値R以上である場合には、高速域用の変換テーブルL2が用いられる。一方、アーム操作量MAが所定値R未満である場合には、低速域用の変換テーブルL1が用いられる。

[0158] 当該変換テーブルを適用することにより高速域用の変換テーブルL2を用

いた場合、低速域用の変換テーブルL 1 よりもスプール移動量が大きい値となる。

[0159] したがって、整地作業を実行する場合、アームを高速に動作させた場合に、介入制御によるブームの応答遅れにより精度の高い整地作業が難しくなる可能性があったが、実施形態に基づく高速域用の変換テーブルを用いてブームの速度を調整することにより、精度の高い整地作業が可能となる。

[0160] なお、変換テーブルは、一例であり、他の変換テーブルを利用することも可能である。

詳細には、図4に示される作業機コントローラの介入速度算出部26Dは、ブーム制限速度 V_{cy_bm} を求める。

[0161] 次に、図9に示される作業機コントローラ26の介入指令算出部26Eは、ブーム制限速度 V_{cy_bm} から、ブーム指令信号CBIを生成する。

[0162] この点で、ブームシリンダ速度指令計算部260は、介入速度算出部26Dで算出されたブーム制限速度 V_{cy_bm} に基づいて目標とするブームシリンダ速度指令を算出する。そして、スプールストローク変換部262は、ブームシリンダ速度指令計算部260で算出されたブームシリンダ速度指令に対応するブームシリンダ10に作動油を供給する方向制御弁64のスプール64Sの移動量（スプールストローク）を算出する。

[0163] スプールストローク変換部262は、アーム操作量MAが所定値R以上である場合には、高速域用の変換テーブルL2に基づいてスプールストロークを算出する。一方、アーム操作量MAが所定値R未満である場合には、低速域用の変換テーブルL1に基づいてスプールストロークを算出する。

[0164] パイロット油圧変換部264は、スプールストローク変換部262で算出された方向制御弁64のスプール64Sの移動量に対応する方向制御弁64に供給するパイロット油圧を算出する。そして、指令電流変換部266は、パイロット油圧変換部264で算出された方向制御弁64に供給するパイロット油圧に対応するシャトル弁51を駆動する指令電流を算出する。当該指令電流に対応するブーム指令信号CBIを出力し、介入弁27Cを制御する

。

[0165] なお、本例においては、スプールストローク変換部 262 において、アーム操作量 MA に従って低速域用の変換テーブルと、高速域用の変換テーブルとを切り替えて、スプールストロークを算出する方式について説明したが、特にこれに限られず、パイロット油圧変換部 264 においてアーム操作量 MA に従って低速域用の変換テーブルと、高速域用の変換テーブルとを切り替えるようにしても良い。あるいは、指令電流変換部 266 においてアーム操作量 MA に従って低速域用の変換テーブルと、高速域用の変換テーブルとを切り替えるようにしても良い。

[0166] <実施形態に基づく作業機械の制御方法>

図 11 は、実施形態に基づく作業機械の制御方法を示すフローを説明する図である。

[0167] 図 11 に示されるように、実施形態に係る作業機械の制御方法は、作業機コントローラ 26 によって実現される。

[0168] ステップ S2 において、図 4 に示される作業機コントローラ 26 の介入指令算出部 26E は、アーム操作量 MA が所定値 R 以上か否かを判断する。

[0169] ステップ S2 において、介入指令算出部 26E は、アーム操作量 MA が所定値 R 以上であると判断した場合（ステップ S2 において YES）には、ブーム制限速度 V_{cy_bm} に対して高速域用の変換テーブルを用いて生成したブーム指令信号 $CB1$ に基づいて介入弁 27C または制御弁 27A を制御する（ステップ S4）。

[0170] そして、処理を終了する（エンド）。

一方、ステップ S2 において、介入指令算出部 26E は、アーム操作量 MA が所定値 R 未満であると判断した場合（ステップ S2 において NO）には、ブーム制限速度 V_{cy_bm} に対して低速域用の変換テーブルを用いて生成したブーム指令信号 $CB1$ に基づいて介入弁 27C または制御弁 27A を制御する（ステップ S6）。

[0171] そして、処理を終了する（エンド）。

[0172] <電気方式の操作レバー>

実施形態において、操作装置 25 はパイロット油圧方式の操作レバーを有するが、電気方式の左操作レバー 25 L a 及び右操作レバー 25 R a を有してもよい。

[0173] 左操作レバー 25 L a 及び右操作レバー 25 R a が電気方式である場合、それぞれの操作量は、それぞれポテンショメータによって検出される。ポテンショメータによって検出された左操作レバー 25 L a 及び右操作レバー 25 R a の操作量は、作業機コントローラ 26 によって取得される。

[0174] 電気方式の操作レバーの操作信号を検出した作業機コントローラ 26 は、パイロット油圧方式と同様の制御を実行する。

[0175] 以上、実施形態の作業機コントローラ 26 は、第 2 ストロークセンサ 17 が検出したアームシリンダ長 L S 2 に基づいて、アームシリンダ 11 のストロークエンドから所定距離 α の範囲内に入ったと判断した場合に、制限テーブルに基づいてブーム速度を制限する。

[0176] 作業機 2 は、ブーム 6、アーム 7、バケット 8 を有しているが、作業機 2 に装着されるアタッチメントはこれに限られず、バケット 8 には限定されない。作業機械は作業機を有していればよく、油圧ショベル 100 に限定されない。

[0177] 今回開示された実施の形態は例示であって、上記内容のみに制限されるものではない。本発明の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0178] 1 車両本体、2 作業機、3 上部旋回体、4 運転室、5 走行装置、6 ブーム、7 アーム、8 バケット、10 ブームシリンダ、11 アームシリンダ、12 バケットシリンダ、13 ブームピン、14 アームピン、15 バケットピン、16 第 1 ストロークセンサ、17 第 2 ストロークセンサ、18 第 3 ストロークセンサ、19 位置検出装置、26 作業機コントローラ、26 A 相対位置算出部、26 B 距離算出部、2

6 C 目標速度算出部、2 6 C N T 制御部、2 6 D 介入速度算出部、2
6 E 介入指令算出部、2 6 P 処理部、2 6 Q 記憶部、2 6 O ブーム
シリンダ速度指令計算部、2 6 2 スプールストローク変換部、2 6 4 パ
イロット油圧変換部、2 6 6 指令電流変換部。

請求の範囲

- [請求項1] アームと、
 ブームと、
 前記ブームを駆動するシリンダと、
 前記アームを操作する操作装置と、
 整地作業に対する前記操作装置の操作指令に従って前記ブームによる介入制御を実行するコントローラとを備え、
 前記コントローラは、
 前記操作装置の操作指令が所定量以上であるか否かを判断し、
 前記操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、前記シリンダの速度を補正する、作業機械。
- [請求項2] 前記シリンダに作動油を供給する方向制御弁のスプールの第1移動量を算出するための第1変換テーブルと、前記スプールの前記第1移動量と異なる第2移動量を算出するための第2変換テーブルとが格納されたメモリをさらに備え、
 前記コントローラは、
 前記ブームの目標速度に基づいて前記シリンダの目標速度を算出し、
 、
 前記操作装置の操作指令が所定量未満である場合には、算出された前記シリンダの目標速度から前記第1変換テーブルを用いて前記スプールの移動量を算出し、
 前記操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、算出された前記シリンダの目標速度から前記第2変換テーブルを用いて前記スプールの移動量を算出する、請求項1記載の作業機械。
- [請求項3] 前記シリンダに作動油を供給する方向制御弁のスプールの移動量に対応する前記方向制御弁に供給する第1パイロット油圧を算出するための第1変換テーブルと、前記方向制御弁に供給する前記第1パイロット油圧と異なる第2パイロット油圧を算出するための第2変換テー

ブルとが格納されたメモリをさらに備え、

前記コントローラは、

前記ブームの目標速度に基づいて前記シリンダの目標速度を算出し

、

算出された前記シリンダの目標速度に基づいて前記スプールの移動量を算出し、

前記操作装置の操作指令が所定量未満である場合には、算出された前記スプールの移動量から前記第1変換テーブルを用いてパイロット油圧を算出し、

前記操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、算出された前記スプールの移動量から前記第2変換テーブルを用いてパイロット油圧を算出する、請求項1記載の作業機械。

[請求項4]

前記シリンダに作動油を供給する方向制御弁に対して供給するパイロット油圧に対応するシャトル弁を駆動する第1指令電流を算出するための第1変換テーブルと、前記シャトル弁を駆動する前記第1指令電流と異なる第2指令電流を算出するための第2変換テーブルとが格納されたメモリをさらに備え、

前記コントローラは、

前記ブームの目標速度に基づいて前記シリンダの目標速度を算出し

、

算出された前記シリンダの目標速度に基づいて前記スプールの移動量を算出し、

算出された前記スプールの移動量に基づいて前記方向制御弁に対して供給するパイロット油圧を算出し、

前記操作装置の操作指令が所定量未満である場合には、算出されたパイロット油圧から前記第1変換テーブルを用いて指令電流を算出し

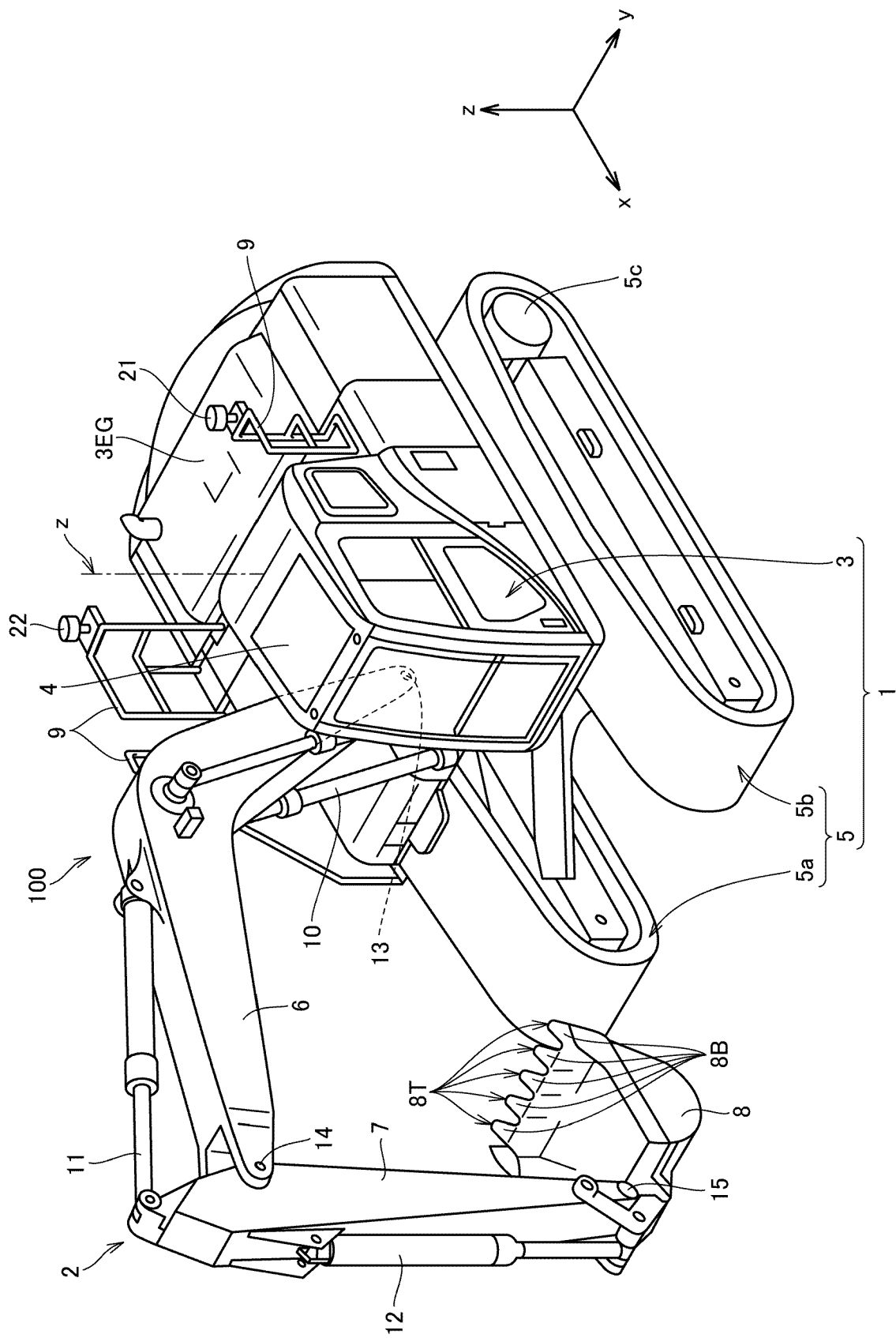
、

前記操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、算出された

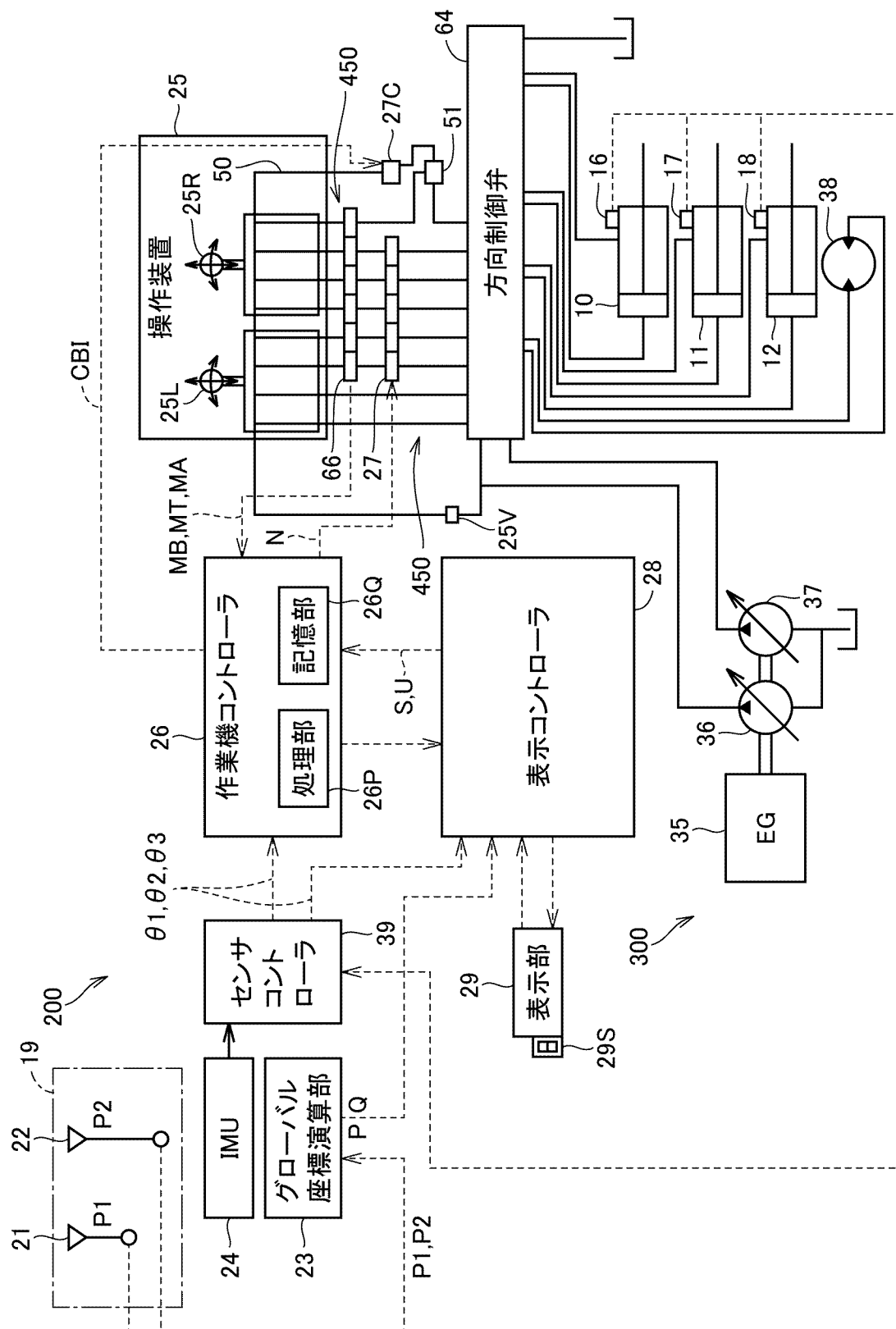
パイロット油圧から前記第2変換テーブルを用いて指令電流を算出する、請求項1記載の作業機械。

- [請求項5] アームと、ブームと、前記ブームを駆動するシリンダと、前記アームを操作する操作装置とを備える、作業機械の制御方法であって、
- 前記操作装置の操作指令が所定量以上であるか否かを判断するステップと、
- 前記操作装置の操作指令が所定量以上である場合には、前記ブームの目標速度に対する前記シリンダの速度を補正するステップとを備える、作業機械の制御方法。

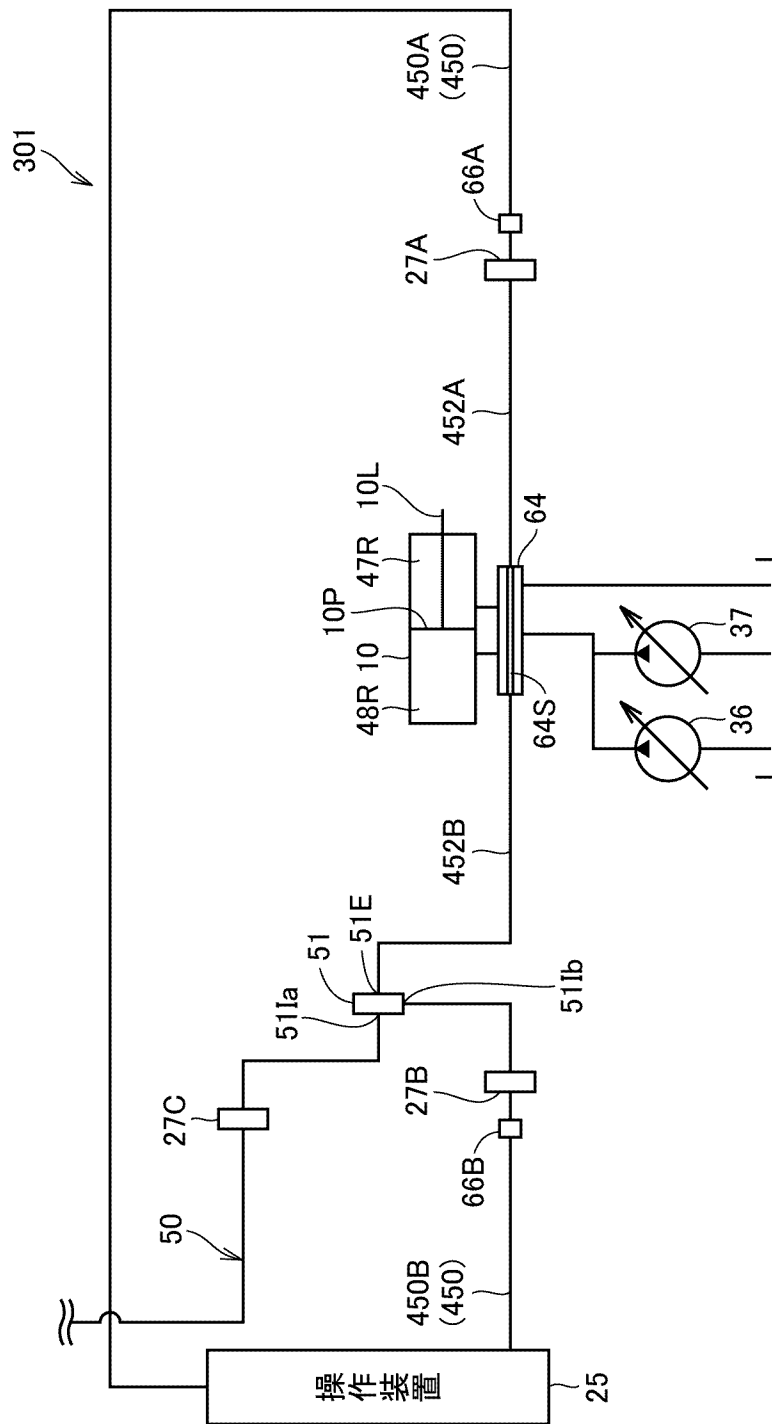
[図1]



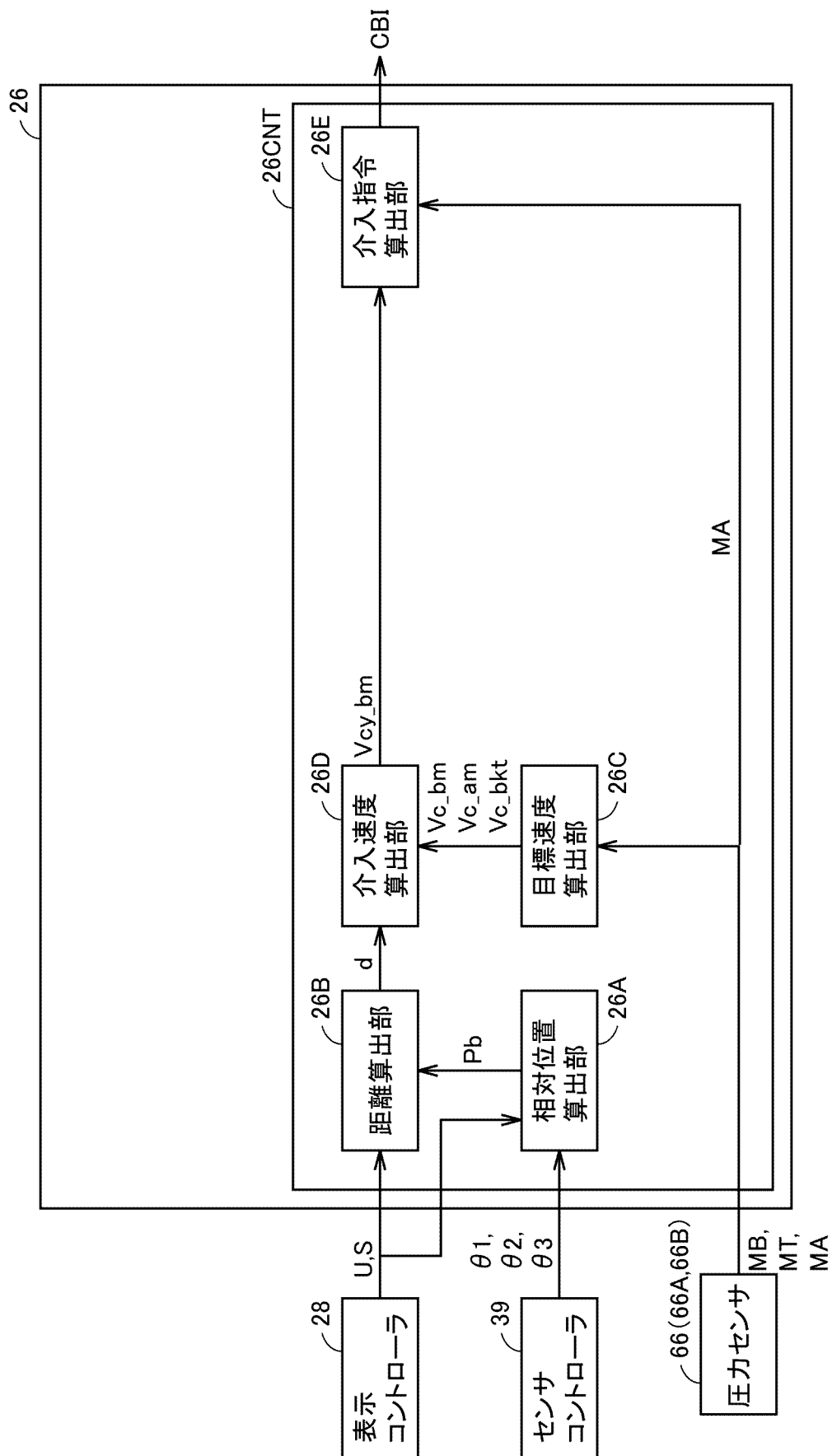
[図2]



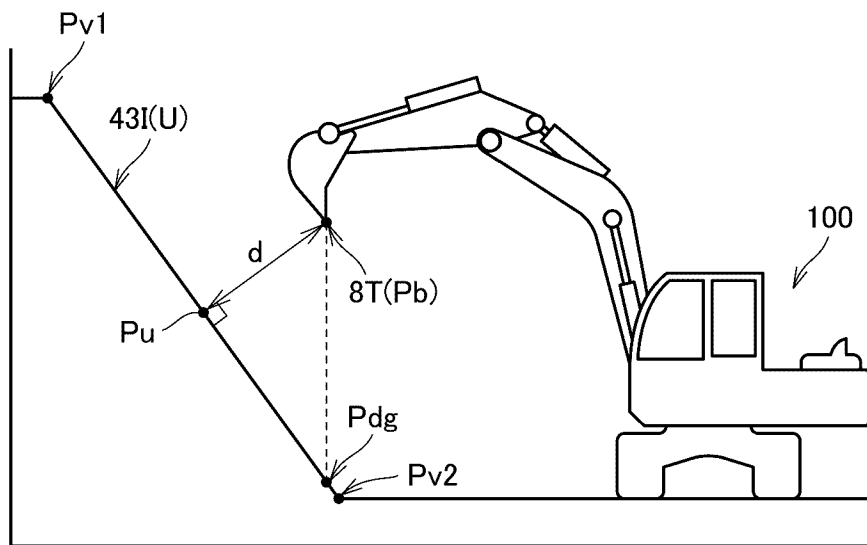
[図3]



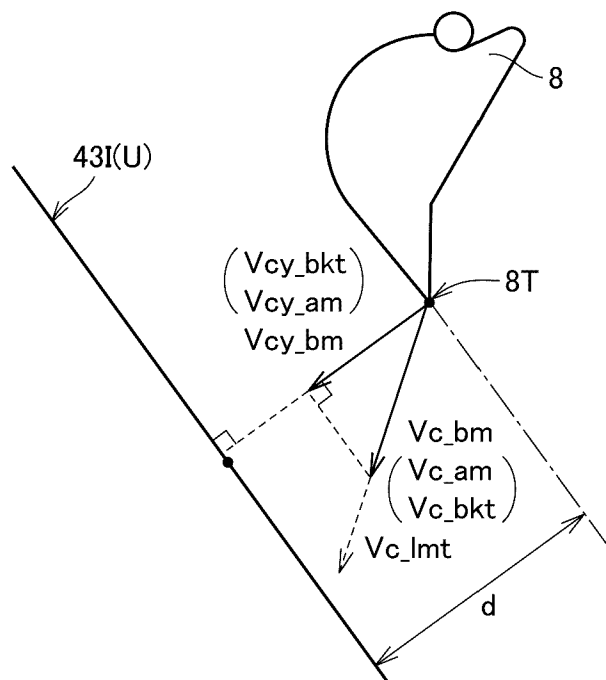
[図4]



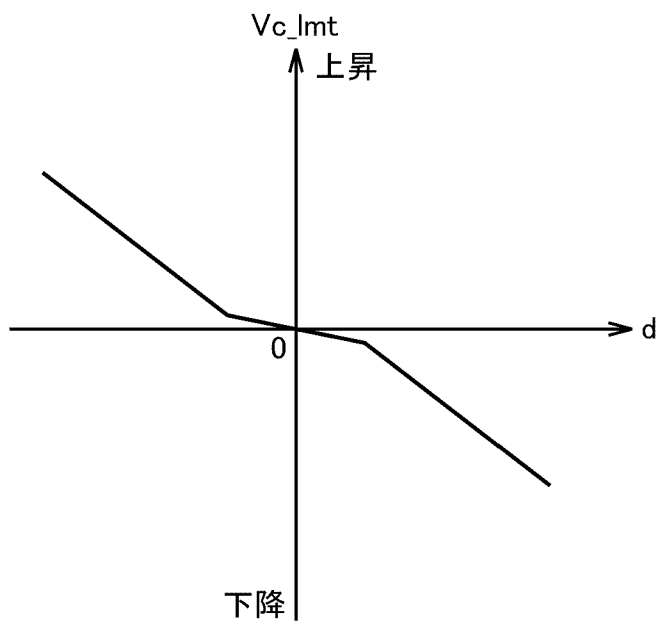
[図5]



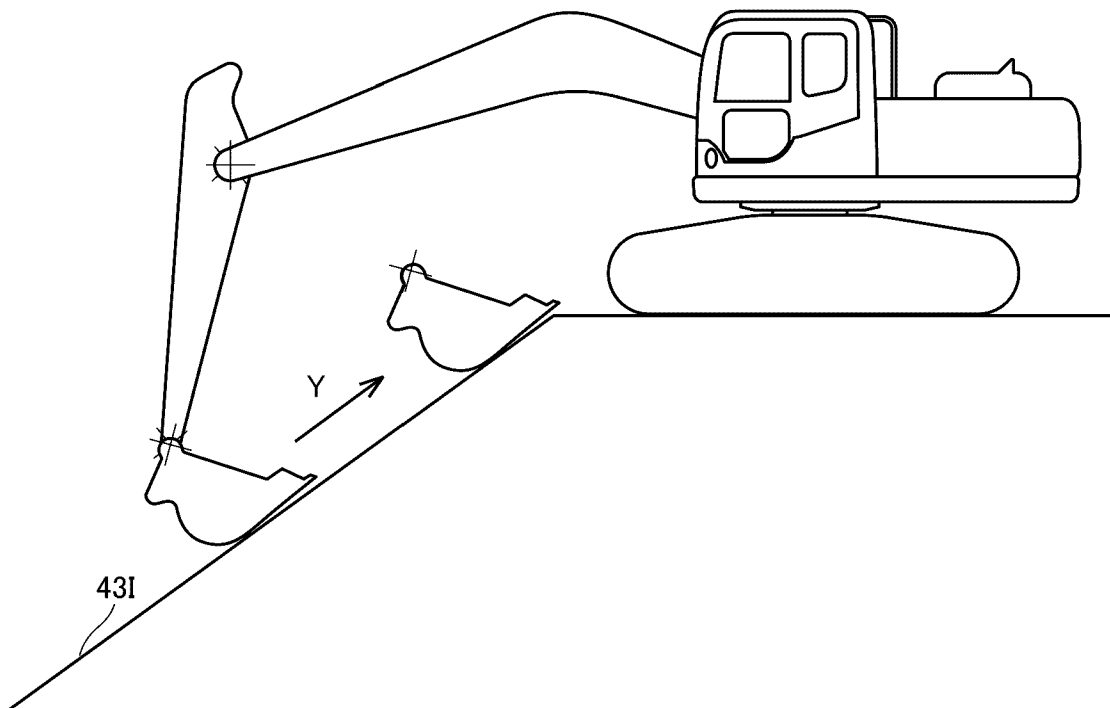
[図6]



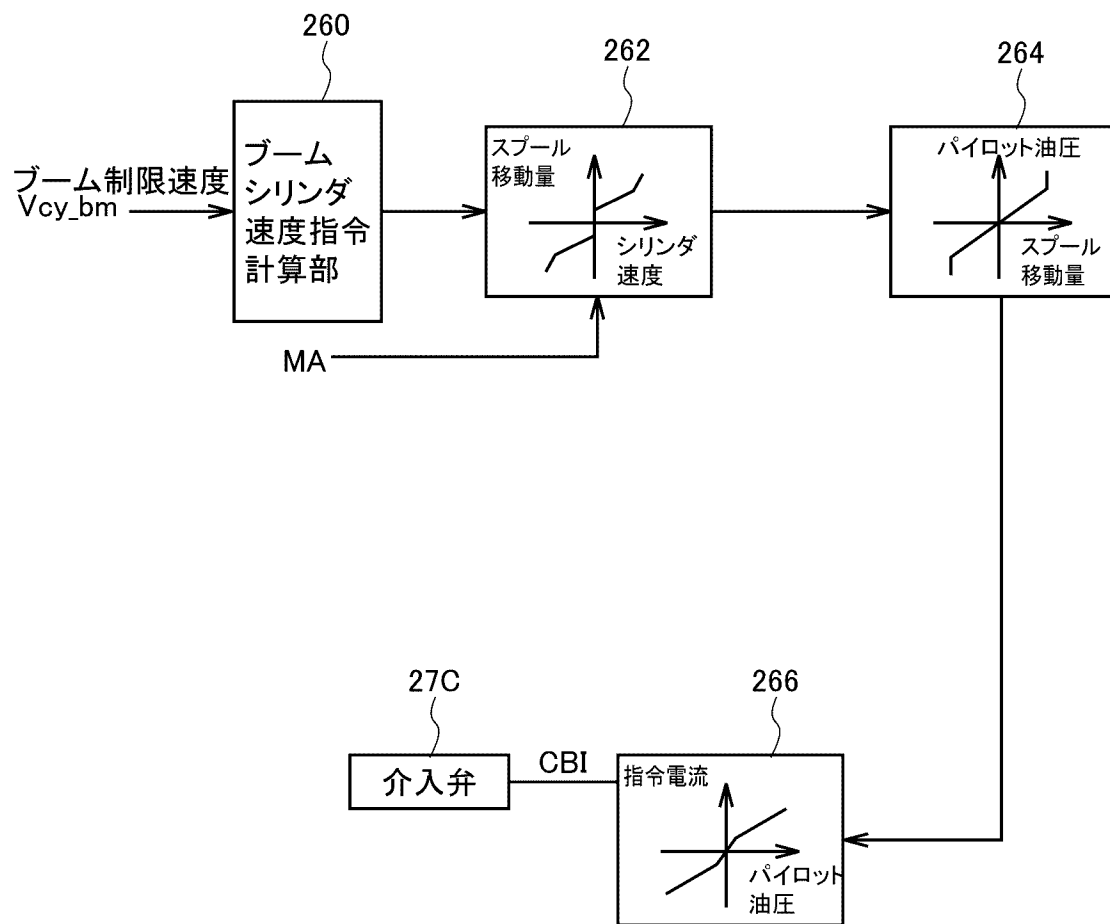
[図7]



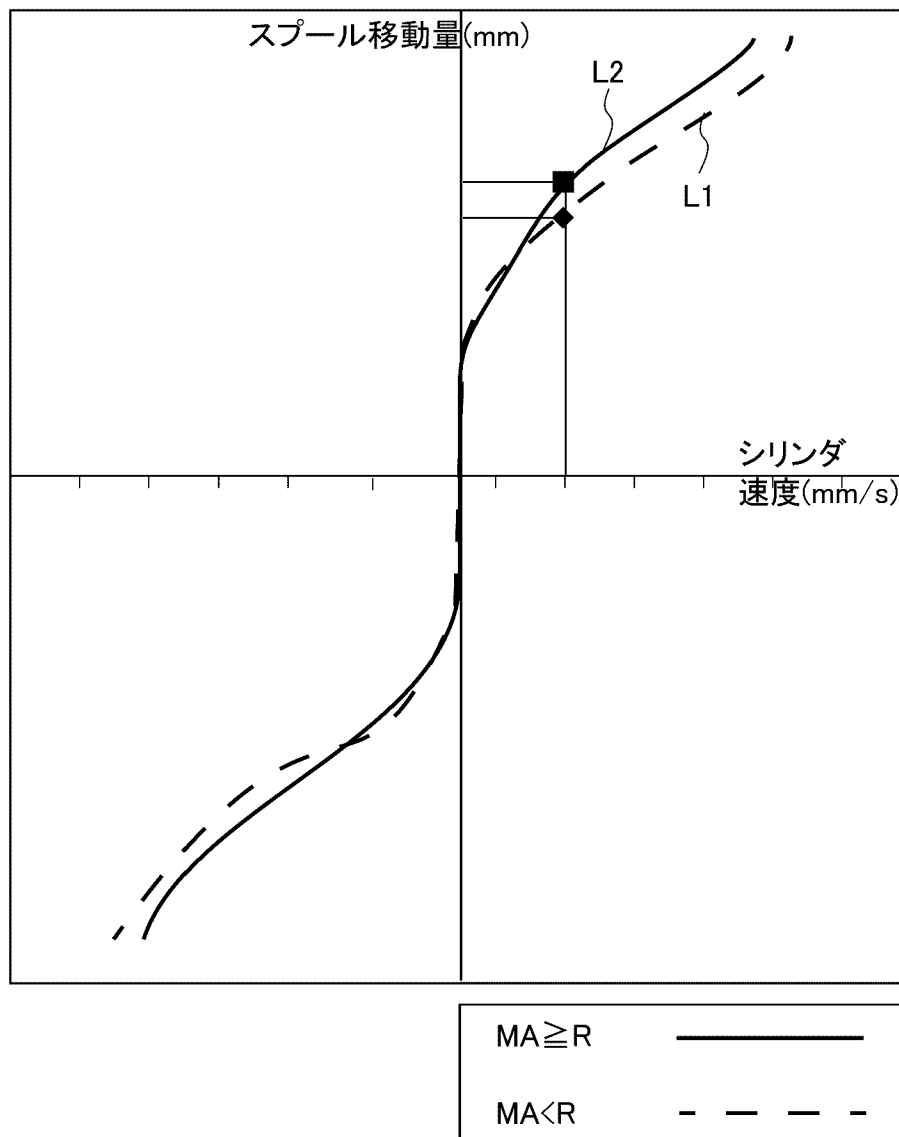
[図8]



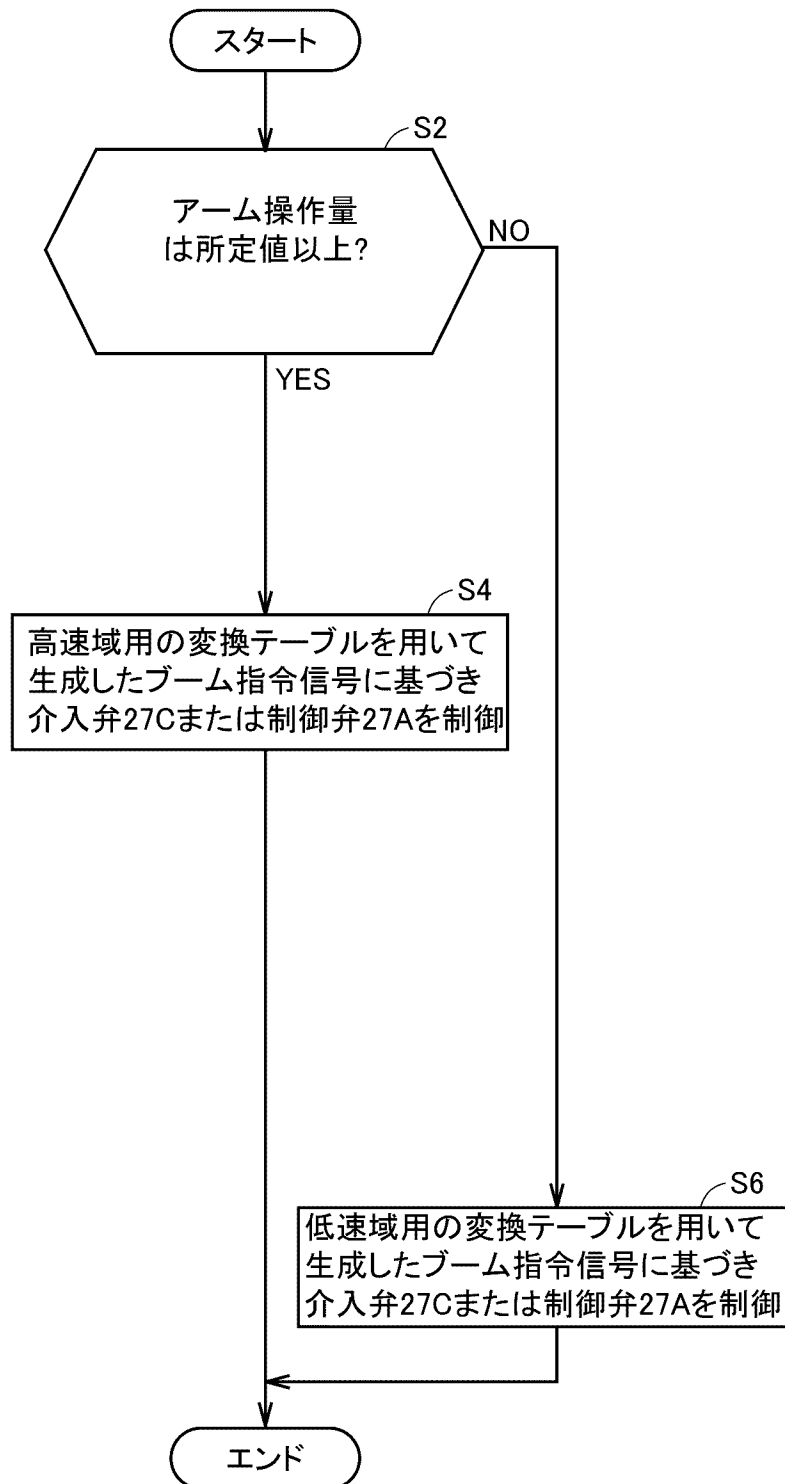
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F9/22(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E02F9/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015/025985 A1 (Komatsu Ltd.), 26 February 2015 (26.02.2015), paragraphs [0219] to [0278]; fig. 12 to 14 & US 2016/0069044 A1 paragraphs [0253] to [0316]; fig. 12 to 14 & CN 104619921 A & KR 10-2016-0043924 A	1-5
A	WO 2016/056678 A1 (Komatsu Ltd.), 14 April 2016 (14.04.2016), paragraph [0109]; fig. 5 & US 2017/0145662 A1 paragraph [0122]; fig. 5 & CN 105874131 A & KR 10-2017-0059427 A	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 September 2017 (01.09.17)

Date of mailing of the international search report
12 September 2017 (12.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E02F9/22 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E02F9/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	W0 2015/025985 A1 (株式会社小松製作所) 2015.02.26, [0219] - [0278], 図12-14 & US 2016/0069044 A1, [0253]-[0316], Figs. 12-14 & CN 104619921 A & KR 10-2016-0043924 A	1-5
A	W0 2016/056678 A1 (株式会社小松製作所) 2016.04.14, [0109], 図5 & US 2017/0145662 A1, [0122], Fig. 5 & CN 105874131 A & KR 10-2017-0059427 A	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.09.2017

国際調査報告の発送日

12.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

石川 信也

2 B

3707

電話番号 03-3581-1101 内線 3237