

PCT

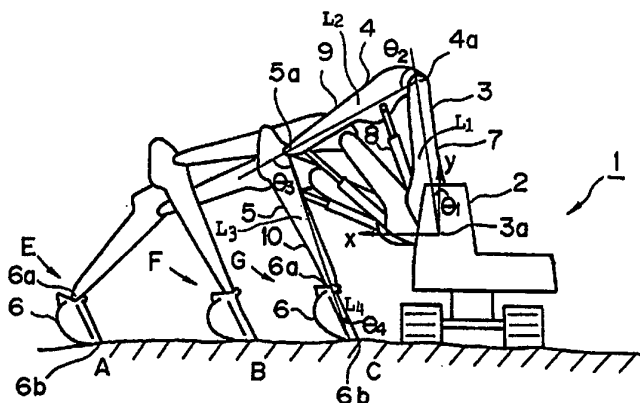
世界知的所有権機関
 国際事務局
 特許協力条約に基づいて公開された国際出願



<p>(51) 国際特許分類6 E02F 3/43</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO95/18271</p> <p>(43) 国際公開日 1995年7月6日(06.07.95)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP94/02186</p> <p>(22) 国際出願日 1994年12月22日(22.12.94)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平5/327831 1993年12月24日(24.12.93) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社小松製作所 (KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO)[JP/JP] 〒107 東京都港区赤坂2丁目3番6号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 栃澤守(TOCHIZAWA, Mamoru)[JP/JP] 柳楽篤司(NAGIRA, Atsushi)[JP/JP] 〒254 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 研究所内 Kanagawa, (JP)</p>	<p>(74) 代理人 弁理士 木村高久(KIMURA, Takahisa) 〒104 東京都中央区銀座2丁目11番2号 銀座大作ビル6階 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title : CONTROLLER FOR WORKING MACHINES

(54) 発明の名称 作業機械の制御装置



(57) Abstract

A controller for working machines capable of controlling the moving of a tool continuously over a wide range, and capable of moving it accurately along a desired path. Out of not less than three control shafts (3a, 4a, 5a), a first combination of two control shafts (3a, 5a) is selected, and a bucket (6) is moved in a first section (A-B) out of travelling path thereof with the driving of the two selected shafts (3a, 5a) controlled. A second combination of two control shafts (3a, 4a) which is different from the selected first combination of two control shafts (3a, 5a) is then selected, and the bucket (6) is moved in a second section (B-C), which is continuous from the first section (A-B), with the driving of the two selected shafts (3a, 4a) controlled.

(57) 要約

ツールの移動を、幅広い範囲にわたって連続して制御でき、しかも所望の軌跡に沿って精度よく移動させることができる作業機械の制御装置を提供することを目的とする。すなわち、3以上の制御軸3 a、4 a、5 aの中から2つの制御軸の第1の組合せ3 a、5 aが選択され、該選択された2つの制御軸3 a、5 aが駆動制御されることによってバケット6の移動軌跡のうちの第1の区間A~Bにおいてバケット6の移動が行われる。そして、選択された2つの制御軸の第1の組合せ3 a、5 aとは異なる2つの制御軸の第2の組合せ3 a、4 aが選択され、該選択された2つの制御軸3 a、4 aが駆動制御されることによって第1の区間A~Bに連続する第2の区間B~Cにおいてバケット6の移動が行われる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM	アルメニア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
AT	オーストリア	ES	スペイン	LR	リベリア	SD	スーダン
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BF	ブルキナ・ファソ	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロバキア共和国
BG	ブルガリア	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	ML	マリ	TD	チャド
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CA	カナダ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MW	マラウイ	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴ	IT	イタリア	MX	メキシコ	UA	トルニタード・トバゴ
CH	スイス	JP	日本	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NL	オランダ	US	米国
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド	VN	ヴェトナム
CZ	チェッコ共和国	KR	大韓民国	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア		

明細書

作業機械の制御装置

技術分野

本発明は、作業機械の制御装置に関し、特に油圧ショベル等の建設機械のバケット刃先を所定の軌跡に沿って移動させる制御装置に関する。

背景技術

油圧ショベルでは、バケットにより、いわゆる水平ならし作業等が行われる。こうした水平ならし作業等を行う場合には、自動的にバケット刃先の移動を行え、しかも可能な限りバケット刃先の移動範囲が広範であることが望ましい。

そこで、従来より、油圧ショベルのバケットの刃先の軌跡の移動を制御する装置が、種々特許出願されている。

たとえば特公昭54-37406号公報には、直線堀削を自動的に行う装置が開示されており、この装置によれば手動運転の煩わしさは解消されるものの、ブーム、アーム等のいずれかの駆動軸がストロークエンドに達すると、自動運転を停止させるようにしたものであり、自動運転で行われるバケット刃先の移動範囲が作業機のストローク量によって限定されてしまうという問題点がある。たとえば、図9の矢印Iに示すように押し出し方向にバケット6が移動し、バケット6刃先6bが位置Bに達すると、第2ブーム4用の油圧シリンダ8が伸張側のストロークエンドに到達してしまい、この時点で自動停止となる。この場合、作業エリアは区間C~Bといった狭い範囲しか得られない。

また、特開昭63-65507号公報には、バケット刃先の移動軌跡制御時における拘束条件をオペレータが入力し、この入力された拘束条件に応じて駆動軸を自動的に選択する技術が開示されている。

しかし、たとえ熟練したオペレータであったとしても、的確な拘束条件を入力できるとは限らず、制御が精度よく行われな場合がある。また、作業中に駆動軸がストロークエンドに達した場合には前述した公報記載のものと同様に、作業

機が停止してしまい、そこから再動するには他の拘束条件を入力し直さなければならず作業の連続性がとぎれてしまう問題がある。

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、作業機のツールの移動を、幅広い範囲にわたって連続して制御でき、しかも所望の軌跡に沿って精度よく作業機のツールを移動させることができる制御装置を提供することを目的とするものである。

発明の開示

そこで、この発明の主たる発明である第1発明では、関節を介して回動自在に連結された3以上のアームを有し、先端アームの先端に配設されたツールが所定の軌跡に沿って移動するよう、前記3以上のアームの各制御軸を駆動制御するようにした作業機械の制御装置において、

前記3以上の制御軸の中から2つの制御軸の第1の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記ツールの移動軌跡のうちの第1の区間において前記ツールの移動を行わせるとともに、前記選択された2つの制御軸の第1の組合せとは異なる2つの制御軸の第2の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間に連続する第2の区間において前記ツールの移動を行わせるようにしている。

また、この発明の主たる発明である第2発明では、関節を介して回動自在に連結された3以上のアームを有し、先端アームの先端に配設されたツールが所定の軌跡に沿って移動し、かつ当該移動軌跡のうちの第1の区間では前記3以上のアームのうちの所定のアームの姿勢が一定の姿勢となるように、前記3以上のアームの各制御軸を駆動制御するようにした作業機械の制御装置において、

前記所定アームの制御軸を除いた各制御軸の中から2つの制御軸の第1の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間において前記ツールの移動を行わせ、かつ前記所定アーム制御軸を駆動制御することにより当該所定アームの姿勢を一定に保持するとともに、前記選択された2つの制御軸の第1の組合せとは異なる2つの制御軸の第2の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間に連続する

第2の区間において前記ツールの移動を行わせるようにしている。

上記第1発明の構成によれば、図6において押出堀削側に作業機が動く場合を想定すると、3以上の制御軸3 a、4 a、5 aの中から2つの制御軸の第1の組合せ3 a、4 aが選択され、該選択された2つの制御軸3 a、4 aが駆動制御されることによってツール6の移動軌跡のうちの第1の区間C～Bにおいてツール6の移動が行われる。そして、選択された2つの制御軸の第1の組合せ3 a、4 aとは異なる2つの制御軸の第2の組合せ3 a、5 aが選択され、該選択された2つの制御軸3 a、5 aが駆動制御されることによって第1の区間C～Bに連続する第2の区間B～Aにおいてツール6の移動が行われる。

また、上記第2発明の構成によれば、図6において押出堀削側に作業機が動く場合を想定すると、所定アーム5の制御軸5 aを除いた各制御軸3 a、4 aの中から2つの制御軸の第1の組合せ3 a、4 aが選択され、該選択された2つの制御軸3 a、4 aが駆動制御されることによって第1の区間C～Bにおいてツール6の移動が行われる。このとき、アーム5の制御軸5 aが図11 (b) に示すように、 θ' から θ へ変化するよう駆動制御され、アーム5の対地角度 $\delta 3$ が一定に保持される。

そして、上記第1の組合せ3 a、4 aとは異なる2つの制御軸の第2の組合せ3 a、5 aが選択され、該選択された2つの制御軸3 a、5 aが駆動制御されることによって第1の区間C～Bに連続する第2の区間B～Aにおいてツール6の移動が行われる。

図面の簡単な説明

図1は本発明に係る作業機械の制御装置の実施例の構成を示すブロック図である。

図2は図1に示す制御部の構成を示すブロック図である。

図3は、図1に示す制御装置で行われる処理の手順を示すフローチャートである。

図4は、図1に示す制御装置が行う判断を説明するために使用したグラフである。

図5は、図1に示す制御装置が行う演算を説明するために使用したグラフである。

図6は実施例に適用される油圧ショベルの外観を示すとともに、作業機の姿勢が変化する様子を示す側面図である。

図7は実施例に適用される油圧ショベルの外観を示すとともに、作業機の姿勢が変化する様子を示す側面図である。

図8は実施例に適用される油圧ショベルの外観を示すとともに、作業機の姿勢が変化する様子を示す側面図である。

図9は実施例に適用される油圧ショベルの外観を示すとともに、作業機の姿勢が変化する様子を示す側面図である。

図10は実施例に適用される油圧ショベルの外観を示すとともに、作業機の姿勢が変化する様子を示す側面図である。

図11の(a)、(b)は、アームの対地角を一定にしない場合と対地角を一定にする場合の違いを比較して示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明に係る作業機械の制御装置の実施例について説明する。

図6は実施例が適用される作業機械である油圧ショベル1の外観を示すとともに、作業機の姿勢が変化する様子を示す図である。

そして、図1は油圧ショベル1に搭載される制御装置の構成を示すブロック図であり、図2は図1のうち制御部30の構成をさらに詳細に示すブロック図である。

図6に示すように油圧ショベル1のレボフレーム2には、関節(制御軸)3aを介して回動自在に第1ブーム3が配設されている。この第1ブーム3の先端には、関節4aを介して回動自在に第2ブーム4が配設され、さらに同様に関節5aを介してアーム5が配設されている。アーム5の先端には、関節6aを介してバケット6が回動自在に配設されている。第1ブーム3、第2ブーム4、アーム5およびバケット6の回転角はそれぞれ $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ および $\theta 4$ で表されるもの

とし、第1ブーム3の回動支点3 aと第2ブーム4の回動支点4 aとの距離をL1、第2ブーム4の回動支点4 aとアーム5の回動支点5 aとの距離をL2、アーム5の回動支点5 aとバケット6の回動支点6 aとの距離をL3、バケット6の回動支点6 aとバケット刃先6 bとの距離をL4とする。

第1ブーム3は油圧シリンダ7によって、第2ブーム4は油圧シリンダ8によって、アーム5は油圧シリンダ9によって、そしてバケット6は油圧シリンダ10によってそれぞれ駆動される。このように各油圧シリンダが所要に駆動制御されることにより、バケット刃先6 bがC→B→Aのごとく押出掘削側に移動され、あるいはA→B→Cのごとく引込掘削側に移動される。また、バケット刃先6 bの移動位置を2次元座標系で表すべき、同図6のようにx-y座標系が定義されている。

油圧シリンダ7、8、9および10の各シリンダ室には、図1に示すように油圧回路31からの圧油が供給され、これにより各シリンダのロッドが伸張または縮退され、対応するブーム、アーム、バケットの姿勢が変化される。

操作レバー21は、x軸方向（図6参照）におけるバケット刃先6 bの移動速度 V_x を指示するレバーであり、操作量に応じた大きさの速度 V_x を示す信号が出力される。同様に、操作レバー22は、y軸方向（図6参照）におけるバケット刃先6 bの移動速度 V_y を指示するレバーであり、操作量に応じた大きさの速度 V_y を示す信号が出力される。これら速度信号 V_x 、 V_y は速度ベクトル信号 V に合成され、選択/判断部25に加えられる。

この実施例では2つの操作レバーによりバケット刃先6 bの各軸の移動速度を各別に指示しているが、これに限定されることなく、ダイヤルによって指示するようにしてもよく、また移動速度の絶対値と方向を各別に指示してもよい。

また、予め移動速度を決めておき、ボタン操作によってバケット刃先6 bの移動をスタートさせるようにしてもよい。

一方、バケット対地角一定制御指示スイッチ23は、後述するようにバケット6の対地角度を一定に保持するか否かを指示するスイッチであり、対地角一定制御「有」側にスイッチが操作された場合には、その旨の信号が上記選択/判断部25に加えられ、対地角一定制御「無」側にスイッチが操作された場合には、そ

の旨の信号が上記選択／判断部25に加えられる。

作業モード選択部24は、後述するように、油圧ショベル1が行う複数の作業モードの中から、現在の状況に応じた所望の作業モードを選択指示すべく設けられており、各作業モードM1～M6の中から選択された作業モードを示す信号が上記選択／判断部25に入力される。

一方、上記各回動支点3a、4a、5aおよび6aには、第1ブーム3、第2ブーム4、アーム5およびバケット6の回転角度を検出する回転センサ11、12、13および14が配設されている。これら回転センサ11、12、13および14としては、たとえばポテンショ、エンコーダ等の回転型のセンサを使用し、このセンサの出力から回転角度を直接検出するようにしてもよく、またシリンダのストローク量を検出するセンサを使用し、このセンサの出力から間接的に回転角度を検出するようにしてもよい。回転センサ11、12、13および14の出力はA/D変換器32を介して選択／判断部25に入力されるとともに、通常制御演算部28、遷移制御演算部29に入力される。

選択／判断部25の対地角一定制御有／無判断部27は、後述するよう対地角一定制御を行うか否かを判断する。

選択／判断部25の主制御軸選択部26は、主制御軸、つまりバケット刃先6bを移動させるために使用される制御軸3a、4a、5a、6aを選択し、移動に関与しない制御軸を副制御軸として選択する。主制御軸および副制御軸については、後述するようバケット刃先6bが移動する全区間内において少なくとも1回の切換えがなされる。

選択／判断部25で選択、判断された結果は通常制御演算部28および遷移制御演算部29に出力される。

通常制御演算部28は、制御軸の切換え前および切換え後における各制御軸の回転角速度、つまり第1ブーム3等の回転角速度 $\theta 1\cdot$ 、 $\theta 2\cdot$ 、 $\theta 3\cdot$ および $\theta 4\cdot$ を演算するものであり、演算結果は制御部30に出力される。なお、「 \cdot 」は時間の1階微分を表すものとする。

遷移制御演算部29は、制御軸の切換えの遷移状態のときにおける第1ブーム3等の回転角速度 $\theta 1\cdot$ 、 $\theta 2\cdot$ 、 $\theta 3\cdot$ および $\theta 4\cdot$ を演算するものであり、演算

結果は制御部30に出力される。

制御部30は、図2に示すように構成されており、第1ブーム3等の回転角速度 $\theta 1\cdot$ 、 $\theta 2\cdot$ 、 $\theta 3\cdot$ および $\theta 4\cdot$ は座標変換部33に入力され、対応する油圧シリンダ7、8、9および10のロッドの移動速度 $u 1\cdot$ 、 $u 2\cdot$ 、 $u 3\cdot$ および $u 4$ にそれぞれ変換される。一方、補償のためのセンサ、たとえば圧力センサ34の出力が補償要素35、36、37および38に加えられ、これら補償要素35、36、37および38から補償量がそれぞれ出力される。補償要素35、36、37および38から出力された補償量はそれぞれ、制御安定性のために移動速度 $u 1\cdot$ 、 $u 2\cdot$ 、 $u 3\cdot$ および $u 4$ に加えられて、これら移動速度と補償量との加算値を示す信号が電流演算部39に加えられる。

電流演算部39は、入力された各油圧シリンダに対応する加算信号に基づいて、各油圧シリンダに対応する油圧制御弁40に対して制御信号を出力する。この結果、油圧制御弁40は、加えられた制御信号に応じた弁位置に駆動され、該弁位置に応じた圧油が各油圧シリンダ7、8、9および10のシリンダ室に供給される。

この結果、各油圧シリンダ7、8、9および10のロッドは、制御部30に入力された回転角速度 $\theta 1\cdot$ 、 $\theta 2\cdot$ 、 $\theta 3\cdot$ および $\theta 4\cdot$ をもって第1ブーム3、第2ブーム4、アーム5およびバケット6がそれぞれ回転されるように、伸張あるいは縮退される。

図3は、図7の矢印に示すように油圧ショベル1のバケット刃先6bがA→B→Cと引込掘削側に移動する場合のバケット刃先6bの移動軌跡の制御の処理手順を示すフローチャートである。

以下、このフローチャートを併せ参照して説明する。なお、簡単のために、バケット6は動かさない場合について説明する。

すなわち、まず、主制御軸選択部26では、入力された速度ベクトルVに基づいて、現在のバケット刃先6bの移動方向が押出側、引込側のいずれであるかが判断される(ステップ101)。ここで、押出方向にバケット6が移動していると判断された場合には、後述する押出側に応じた押出制御が実行される。

そこで、現在、引込方向にバケット6が移動していると判断された場合には、

主制御軸選択部26は、入力された各回転角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 に基づいてバケット刃先6bの掘削開始位置である現在位置(x、y)を演算し、この現在位置がバケット刃先6bの移動軌跡A~Cのうち、主制御軸、副制御軸の切換え前後の区間であるA~B、B~Cのうちのいずれの区間に属しているか否かを判断する。なお、上記主制御軸、副制御軸の切換え前後の区間であるA~B、B~Cは予め設定されておかれるものとする。

また、上記バケット刃先6bの現在位置(x、y)は、図6から明かなように、以下の演算式によって求めることができる。

$$x = L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) + \\ L_3 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + L_4 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \\ \dots (1)$$

$$y = L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) + \\ L_3 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) + L_4 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \\ \dots (2)$$

(ステップ102)。

ここで、オペレータとしては位置Aをスタート地点にしてバケット刃先6bを引込側に操縦している場合であるので、バケット6は区間A~Bに属しているものと判断され、この結果、主制御軸選択部26は、第1ブーム3(3a)、アーム5(5a)を主制御軸に、第2ブーム4(4a)を副制御軸(角度固定)にすべきと選択、判断する。なお、こうした主制御軸、副制御軸の組合せは、区間に応じて予め設定されておかれる。よって、区間B~Cについても、主制御軸は第1ブーム3(3a)、第2ブーム4(4a)に、副制御軸はアーム5(5a)に、という具合に、区間A~Bにおける制御軸の組合せとは異なる組合せに設定されている。また、その組合せは、作業モードに応じて異なる組合せを設定しておくことができる。上述した区間A~Bにおいて第1ブーム3(3a)、アーム5(5a)を主制御軸に、第2ブーム4(4a)を副制御軸にするという組合せは、たとえば「通常モード」M1が選択された場合の組合せとしておくことができる。

また、区間A~Bでは、「アーム対地角一定制御」は行わないものと、対地角

一定制御有／無判断部27は判断する。なお、こうした対地角一定制御の有無は、区間に応じて予め設定されておかれる。よって、区間B～Cについては「アーム対地角制御」を行うものと予め設定されている。また、対地角一定制御の有無は、作業モードに応じて設定しておくことができる。上述した区間A～Bにおいて対地角一定制御を行わないとする判断は、たとえば「通常モード」M1が選択された場合の判断としておくことができる。ただし、バケット対地角一定制御指示スイッチ23によってバケット対地角一定制御が指示された場合には、当該区間A～Bであっても、バケット6の制御軸6aが駆動され、図6に示すようにバケット6の対地角が区間A～Bにおいて一定となるように制御される（図6の姿勢E、F参照）。

以上のようにして、主制御軸（副制御軸）の選択、対地角一定制御の有無の判断がなされると、区間A～Bにおいてバケット6を移動させるための各制御軸3a、5aの回転角速度 $\theta_{1\cdot}$ 、 $\theta_{3\cdot}$ が以下のようにして、通常制御演算部28で演算される。

すなわち、図6の幾何学的関係から明かなように、アーム5の対地角 δ_3 は、

$$\delta_3 = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 \quad \dots (3)$$

と表され、

バケット6の対地角 δ_4 は、

$$\delta_4 = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 \quad \dots (4)$$

と表される。

いま、バケット θ_4 を動かさない場合なので、上記(3)、(4)式から明らかにアーム対地角 δ_3 が一定であれば、バケット対地角 δ_4 も一定となる。

そこで、上述した(1)～(3)式を微分すると、 $\theta_{4\cdot} = 0$ であるので、

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\delta}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{pmatrix} \quad \dots (5)$$

$$\therefore \begin{pmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \dot{\theta}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\delta}_3 \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\delta}_3 \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

となる。

ここで、副制御軸第2ブーム制御軸4 aは角度固定、つまり $\theta \cdot 2 = 0$ であることから、上記(6)式より、

$$b_{21}x \cdot + b_{22}y \cdot + b_{23}\delta 3 \cdot = 0$$

$$\delta 3 \cdot = - (1 / b_{23}) (b_{21}x \cdot + b_{22}y \cdot) \quad \dots (7)$$

という関係が成立する。ここで、バケット刃先6 bの移動速度 $x \cdot$ 、 $y \cdot$ は、設定された速度ベクトル V_x 、 V_y であってもよいが、軌跡制御を高める場合には、現在値と速度ベクトル V が作る目標値との差を入力した方がより効果的である。いずれにせよ、バケット刃先6 bの移動速度 $x \cdot$ 、 $y \cdot$ が与えられると、上記(6)、(7)式から各制御軸3 a、4 aおよび5 aの回転角速度 $\theta 1 \cdot$ 、 $\theta 2 \cdot$ ($= 0$) および $\theta 3 \cdot$ が演算される。こうして演算された回転角速度 $\theta 1 \cdot$ 、 $\theta 2 \cdot$ ($= 0$) および $\theta 3 \cdot$ は制御部3 0に出力され、各油圧シリンダ7、9が駆動される。この結果、作業機の姿勢は姿勢E から姿勢Fへと変化され、バケット刃先6 bが位置Aから位置Bへと移動される(ステップ1 03)。

つぎに、主制御軸(副制御軸)の切換開始条件が成立しているか否かが、主制御軸選択部2 6および対地角一定制御有/無判断部2 7で判断される。

すなわち、図1 0に示すように、上記第1ブーム制御軸3 a、アーム制御軸5 aを主制御軸とする制御がそのまま続行され、バケット刃先6 bが位置Bに到達してしまうものと仮定すると、当該位置Bにおいてアーム5用の油圧シリンダ9の伸び量が最大、つまりストロークエンドとなり、この状態のままで制御を続けることはもはや不可能となる。したがって、広い作業範囲にわたってバケット刃先6 bを動かすには、主制御軸の切換えが必要になる。この実施例では、制御軸の切換えの制御(遷移制御)を、バケット刃先6 bが位置Bに到達する前、つまり油圧シリンダがストロークエンドに達する前において開始し、ストロークエンドに達した時点(直前)で終了させるようにしている。このように制御軸の切換えを、油圧シリンダがストロークエンドに達する直前で完了させることとしたのは、切換時のショックを緩和できるという利点があるからである。

もし、仮にアーム5用の油圧シリンダ9がストロークエンドに達した時点で、一瞬のうちに主制御軸を切り換えてしまうと、アーム5の回転角速度が急に零に

なるとともに、引込方向に動いていたアーム5が押出方向に動く速度をもつといった速度の急変が生じてしまいショックが発生するとともに、軌跡の精度も悪化する。

そこで、この実施例では制御軸をいきなり切り換えるのではなく、シリンダストロークが残り少なくなったら、所定の時期に切換開始とし、各制御軸の回転角速度を、切換前の回転角速度から徐々に切換後の回転角速度に連続的に変化させるように回転角速度の連続制御がなされる。この連続制御が行われている間も、バケット刃先6bの移動軌跡の制御は行なわれており、目標回転角速度と現在の回転角速度の偏差が生じた場合には、第1ブーム3、アーム5は偏差をなくす方向に動かされ、軌跡の精度を保持しながらなめらかに切換えが実行される。こうして、アーム用の油圧シリンダ9がほぼストロークエンドに達すると、切換が終了され、このあとは新たなる選択される主制御軸によってバケット刃先6bの移動の制御が継続して行われる。

図4はアーム5の回転角度 θ_3 とこのアーム5用の油圧シリンダ9の残りストローク量 m の関係を示している。

この関係より遷移制御を開始させる回転角度 θ_3 （開始）および同制御を終了させる回転角度 θ_3 （終了）を、たとえば以下のように予め設定しておくことができる。

残りストローク量 m が5（cm）のとき、 θ_3 （終了）=100°

残りストローク量 m が15（cm）のとき、 θ_3 （開始）=80°

そこで、 $\theta_3 = \theta_3$ （開始）になった時点で、遷移制御が開始され、やがて θ_3 が大きくなり、 $\theta_3 = \theta_3$ （終了）になった時点で切換終了となり、遷移制御状態から通常制御状態へと復帰される。上記 θ_3 （開始）、 θ_3 （終了）は予め設定しておいてもよいが、切換時の回転角速度が急変しないようにするためには、速度ベクトル V の大きさに応じて θ_3 （開始）を変えるようにしてもよい。たとえば、

$v_x > 0.5$ （m/s）の場合、 θ_3 （開始）=70°

$0.5 \geq v_x > 0.3$ の場合、 θ_3 （開始）=80°

$0.1 \geq v_x > 0$ の場合、 θ_3 （開始）=95°

といったように θ_3 （開始）を変化させることができる。

以上のように、回転角度 $\theta 3$ が $\theta 3$ （開始）に達した時点で切換開始条件が成立したものと判断され、対地角一定制御有／無判断部27は、区間B～Cについて設定されている「対地角一定制御有り」という条件を遷移制御演算部29に、また主制御軸選択部26は、区間B～Cについて設定されている主制御軸、副制御軸を遷移制御演算部29に出力し（ステップ105の判断YES）、手順をステップ106に移行させる。

すると、遷移制御演算部29は、上記入力された「対地角一定制御有り」を示す条件に基づいて、制御軸切換後のアーム対地角の角速度 $\delta 3 \cdot$ が零であるということ判断するとともに、切換後には第2ブーム制御軸4aを駆動すべきことを判断する。そこで、図5に示すように、制御軸切換前のアーム対地角の角速度 $\delta 3 \cdot$ （区間（a）参照）から、切換後の角速度 $\delta 3 \cdot$ （=0）（区間（b））に、角速度を連続的に変化させるための関数 $\delta 3 = f(t)$ を作成する。この関数 $f(t)$ は、単に一次関数によって切換後の角速度（=0）に収束させるのもよいが、加速度についての連続性をも考慮した高次関数を用いることが望ましい。

こうして関数 $f(t)$ が求められ、これにより定められる遷移制御区間（c）（図5参照）におけるアーム対地角速度 $\delta 3 \cdot$ とバケット刃先速度 $x \cdot$ 、 $y \cdot$ を上記（6）式に代入することにより、各制御軸3a、4a、5aの回転角速度 $\theta 1 \cdot$ 、 $\theta 2 \cdot$ 、 $\theta 3 \cdot$ が演算される。

こうして演算された回転角速度 $\theta 1 \cdot$ 、 $\theta 2 \cdot$ および $\theta 3 \cdot$ は制御部30に出力され、各油圧シリンダ7、8および9が駆動される。この結果、アーム5の制御軸5aの回転角速度は徐々に減速されるとともに、区間B～Cにおける主制御軸である第1ブーム3、第2ブーム4の各制御軸3a、4aが駆動されることによりバケット刃先6bが位置Bまで移動されることになる（ステップ106）。

つぎに、主制御軸（副制御軸）の切換終了条件、つまり $\theta 3 = \theta 3$ （終了）が成立しているか否かが主制御軸選択部26および対地角一定制御有／無判断部27において判断される（ステップ107）。

上記切換終了条件が成立した場合には、主制御軸選択部26は、第1ブーム3（3a）、第2ブーム4（4a）を主制御軸に、アーム5（5a）を副制御軸（対地角度一定）にすべきと選択、判断し、これら主制御軸、副制御軸の組合せを

通常制御演算部28に出力するとともに、対地角一定制御有/無判断部27は、「対地角一定制御有り」という条件を通常制御演算部28に出力する（ステップ107の判断YES）。

さて、区間A～B間においては、バケット刃先6bの軌跡精度を保つ上で、いずれの軸も対地角一定にする必要はないが、区間B～C間では、バケット刃先6bの軌跡精度を保ち、なおかつ作業エリアを広げるために、アーム5を対地角一定にすることが望ましい。なぜなら、図11(a)に示すように、副制御軸であるアーム5の制御軸5aを角度 θ 固定とすると、バケット6の背中によって刃先6bの軌跡をこわしてしまうおそれがあるからである。

なお、場合によっては、区間B～Cにおいても、対地角一定制御を行わない、つまり副制御軸であるアーム制御軸5aを対地角一定制御のために使用せずに、固定のままとする実施も可能である。

逆に、バケット6を使つての転圧作業をしたい場合は、図6に示すように区間A～B間においてもバケット対地角を一定にした方が望ましい。この場合は、前述したようにバケット対地角一定制御指示スイッチ23が「対地角一定制御有」に操作されることにより、バケット6が駆動され区間A～Bにおいてもバケット対地角一定となり、全作業範囲A～Cにおいてバケット対地角一定制御が行われることになる。

通常制御演算部28では、入力された「対地角一定制御有り」という条件に基づいて、アーム対地角の角速度 $\delta 3 \cdot$ が零であることを判断するとともに、区間A～Bでは、駆動されていなかった第2ブーム制御軸4aを主制御軸として駆動すべきことを判断する。よって、上記条件 $\delta 3 \cdot = 0$ と現在のバケット刃先速度 $x \cdot$ 、 $y \cdot$ を上記(6)式に代入することにより、各制御軸3a、4aおよび5aの回転角速度 $\theta 1 \cdot$ 、 $\theta 2 \cdot$ 、 $\theta 3 \cdot$ を演算する。

こうして演算された回転角速度 $\theta 1 \cdot$ 、 $\theta 2 \cdot$ および $\theta 3 \cdot$ は制御部30に出力され、各油圧シリンダ7、8および9が駆動される。この結果、副制御軸であるアーム5の制御軸5aが駆動されることによってアーム対地角 $\delta 3$ が一定に保持されるとともに、区間B～Cにおける主制御軸である第1ブーム3、第2ブーム4の各制御軸3a、4aが駆動されることによってバケット刃先6bが位置Bから位

置Cまで移動され、作業機の姿勢はFからGへと変化される（ステップ108）。なお、バケット刃先6bが区間B～Cに属する位置から移動を開始した場合には（ステップ102の判断「B～C」）、上記ステップ108の同様な処理が実行されることになる（ステップ104）。

なお、この実施例では、制御軸の切換えを、油圧シリンダのストロークエンド近傍で行うようにしているが、必ずしもストロークエンド近傍に限定する必要はなく、作業内容に応じてストロークエンド近傍以外においても切換えを行うようにしてもよい。この場合、作業モード選択部24で選択される作業モードごとに切換時期を対応させておくことができる。また、この実施例では、制御軸の切換え1回としているが、2回以上の切換えを行うようにしてもよい。この場合も、作業モード選択部24で選択される作業モードごとに切換回数を対応させておくことができる。

また、主制御軸、副制御軸の組合せも上述したものに限定されることなく異なる組合せにすることも可能である。たとえば、第2ブーム4、アーム5を主制御軸とするようにしてもよい。この場合も、作業モード選択部24で選択される作業モードごとに組合せを対応させておくことができる。

さらに、対地角一定にすべき軸も上述したものに限定されることなく異なる軸にすることも可能である。たとえば、第2ブーム4の対地角を一定にするようにしてもよい。この場合も、作業モード選択部24で選択される作業モードごとに対地角一定にすべき軸を対応させておくことができる。

また、この実施例では、引込掘削側の制御についても説明したが、図7においてバケット刃先6bを位置C→B→Aへと押出掘削側に移動させる制御についても同様にして、行うことができる。

図8は、たとえば制御軸の切換えを2回行う場合の作業機の姿勢変化の様子を示しており、同図8のように区間B～Cから区間C～Dへ移行する際に、第1ブーム3、アーム5を主制御軸に、第2ブーム4を副制御軸にする切換えが実行される。

また、実施例では、作業機として油圧ショベルを想定し、バケット移動用の制御軸として第1ブーム制御軸3a、第2ブーム制御軸4a、アーム制御軸5の3

軸を具えたものを想定しているが、これに限定されることなく、所定の軌跡に沿ってツールを移動させる作業機械であれば任意のものに適用可能であり、また4軸以上の軸を具えたものであってもよい。

たとえば、多関節によって溶接トーチを所定の軌跡に沿って移動させる溶接作業用の多関節ロボットにも、本発明を同様にして適用することができる。

産業上の利用可能性

以上説明したように本発明によれば、ツールの移動を、幅広い範囲にわたって連続して制御でき、しかも所望の軌跡に沿って精度よく移動させることができるようになる。この結果、作業の効率、作業の精度が飛躍的に向上する。

請求の範囲

1. 関節を介して回動自在に連結された3以上のアームを有し、先端アームの先端に配設されたツールが所定の軌跡に沿って移動するよう、前記3以上のアームの各制御軸を駆動制御するようにした作業機械の制御装置において、

前記3以上の制御軸の中から2つの制御軸の第1の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記ツールの移動軌跡のうちの第1の区間において前記ツールの移動を行わせるとともに、前記選択された2つの制御軸の第1の組合せとは異なる2つの制御軸の第2の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間に連続する第2の区間において前記ツールの移動を行わせる作業機械の制御装置。

2. 関節を介して回動自在に連結された3以上のアームを有し、先端アームの先端に配設されたツールが所定の軌跡に沿って移動し、かつ当該移動軌跡のうちの第1の区間では前記3以上のアームのうちの所定のアームの姿勢が一定の姿勢となるように、前記3以上のアームの各制御軸を駆動制御するようにした作業機械の制御装置において、

前記所定アームの制御軸を除いた各制御軸の中から2つの制御軸の第1の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間において前記ツールの移動を行わせ、かつ前記所定アーム制御軸を駆動制御することにより当該所定アームの姿勢を一定に保持するとともに、前記選択された2つの制御軸の第1の組合せとは異なる2つの制御軸の第2の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間に連続する第2の区間において前記ツールの移動を行わせる作業機械の制御装置。

3. 前記第1の組合せの2つの制御軸の駆動制御から前記第2の組合せの2つの制御軸の駆動制御への切換えは、前記第1の組合せの各制御軸のうちのいずれか一方の制御軸に対応するアームの回転角度が終点角度に到達した際に行う請求の範囲第1項記載の作業機械の制御装置。

4. 前記ツールの移動速度に基づいて、各アームの前記第1の区間における第1の回転速度をそれぞれ演算するとともに、各アームの前記第2の区間における

第2の回転速度をそれぞれ演算し、

前記第1の組合せの2つの制御軸の駆動制御から前記第2の組合せの2つの制御軸の駆動制御への切換えを行う際に、各アームの回転速度を、前記第1の回転速度から前記第2の回転速度に連続的に変化させる連続制御を行う請求の範囲第1項記載の作業機械の制御装置。

5. 前記第1の組合せの各制御軸のうちのいずれか一方の制御軸に対応するアームの回転角度が終点角度に到達する前の所定の開始角度に達した時点で、前記連続制御を開始し、当該アームの回転角度が終点角度に到達する前の所定の終了角度に達した時点で、前記連続制御を終了させるようにして、前記第1の組合せの2つの制御軸の駆動制御から前記第2の組合せの2つの制御軸の駆動制御への切換えを行うようにした請求の範囲第4項記載の作業機械の制御装置。

6. 前記ツールの移動速度を検出する移動速度検出手段を具え、該移動速度検出手段の検出速度が大きくなるほど、前記連続制御を行う時期を早めるようにした請求の範囲第5項記載の作業機械の制御装置。

7. 前記ツールの姿勢を一定の姿勢にする一定姿勢制御を指示する指示手段を具え、該指示手段により前記一定姿勢制御が指示された場合には、前記ツールが第1の区間以外の区間を移動している場合であっても、強制的に前記一定姿勢制御を行わせる請求の範囲第2項記載の作業機械の制御装置。

8. 複数の作業モードを選択する作業モード選択手段を具え、該作業モード選択手段で選択された作業モードに応じて制御軸の前記第1の組合せまたは前記第2の組合せを選択するようにした請求の範囲第1項記載の作業機械の制御装置。

9. 複数の作業モードを選択する作業モード選択手段を具え、該作業モード選択手段で選択された作業モードに応じて、姿勢を一定にすべき前記所定アームを選択するようにした請求の範囲第2項記載の作業機械の制御装置。

10. 第1ブーム、第2ブームおよびアームを関節を介して回動自在に連結し、前記アームの先端に配設されたバケットの刃先が所定の軌跡に沿って移動するよう、前記第1ブーム、第2ブームおよびアームに対応する3つの制御軸をそれぞれ駆動制御するようにした作業機械の制御装置において、

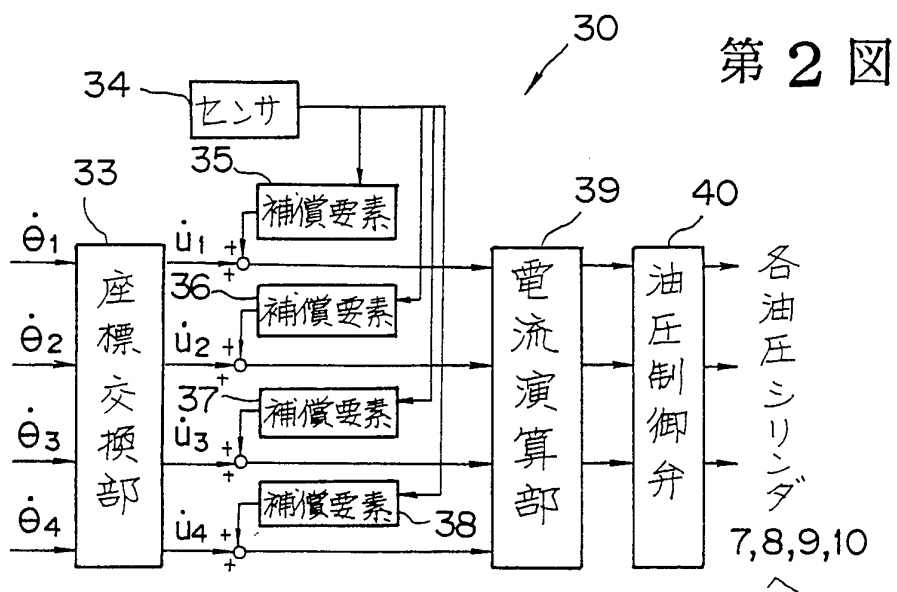
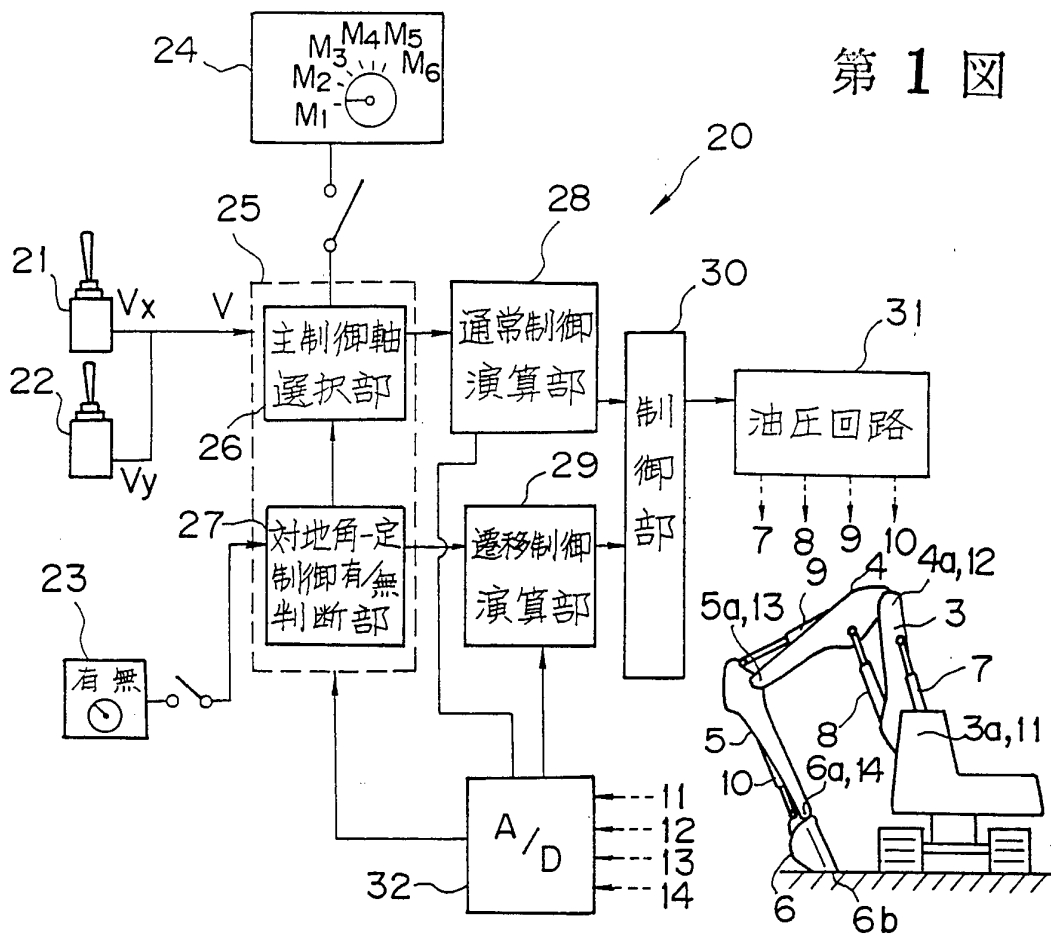
前記3つの制御軸の中から2つの制御軸の第1の組合せを選択し、該選択した

2つの制御軸を駆動制御することによって前記バケット刃先の移動軌跡のうちの第1の区間において前記バケット刃先の移動を行わせるとともに、前記選択された2つの制御軸の第1の組合せとは異なる2つの制御軸の第2の組合せを選択し、該選択した2つの制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間に連続する第2の区間において前記バケット刃先の移動を行わせるようにした作業機械の制御装置。

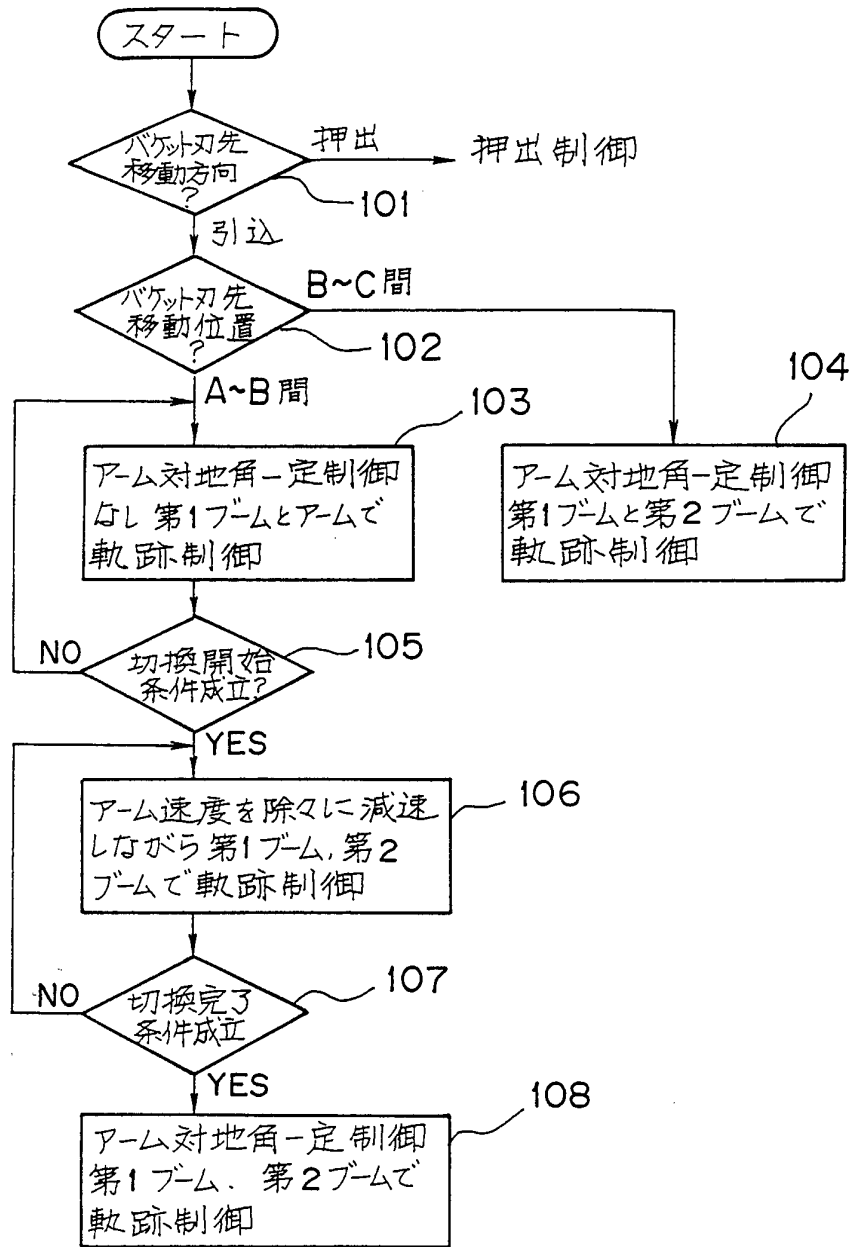
11. 第1ブーム、第2ブームおよびアームを関節を介して回動自在に連結し、前記アームの先端に配設されたバケットの刃先が所定の軌跡に沿って移動するよう、かつ当該移動軌跡のうちの第1の区間では前記アームの対地角が一定の角度となるように、前記第1ブーム、第2ブームおよびアームに対応する3つの制御軸をそれぞれ駆動制御するようにした作業機械の制御装置において、

前記アームの制御軸を駆動制御することによって前記アームの対地角を一定角度に保持しつつ、前記第1ブーム、第2ブームの各制御軸を駆動制御することによって前記バケット刃先の移動軌跡のうちの第1の区間において前記バケット刃先の移動を行わせるとともに、前記アーム制御軸と前記第1ブーム制御軸を駆動制御することによって前記第1の区間に連続する第2の区間において前記バケット刃先の移動を行わせる作業機械の制御装置。

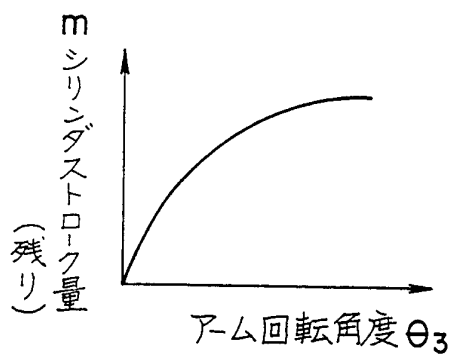
12. 前記アームの対地角を一定角度に保持する前記第1の区間では、前記バケットの制御軸の駆動をオフして前記バケットの対地角を一定角度に保持するとともに、前記アーム制御軸によってバケット刃先の移動が行われる前記第2の区間では、前記バケットの制御軸を駆動制御することによって前記バケットの対地角を一定角度に保持するようにした請求の範囲第11項記載の作業機械の制御装置。



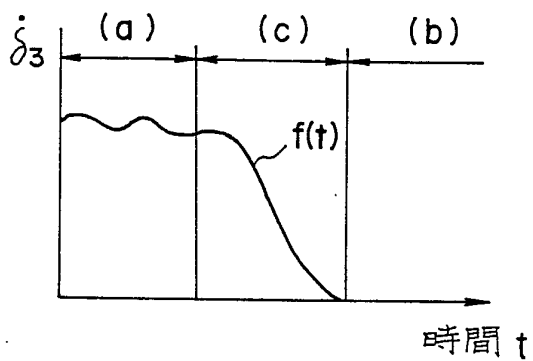
第 3 図



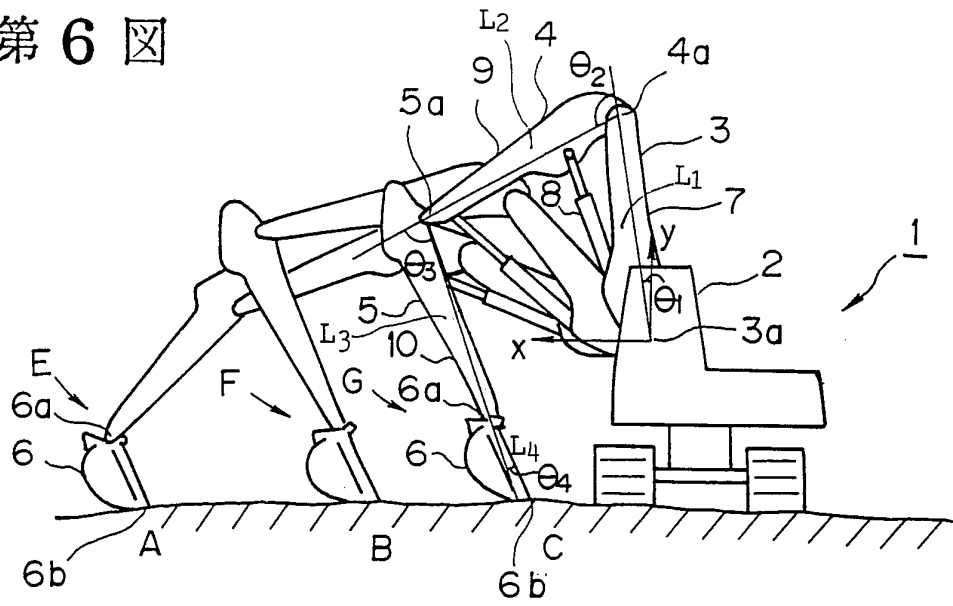
第 4 図



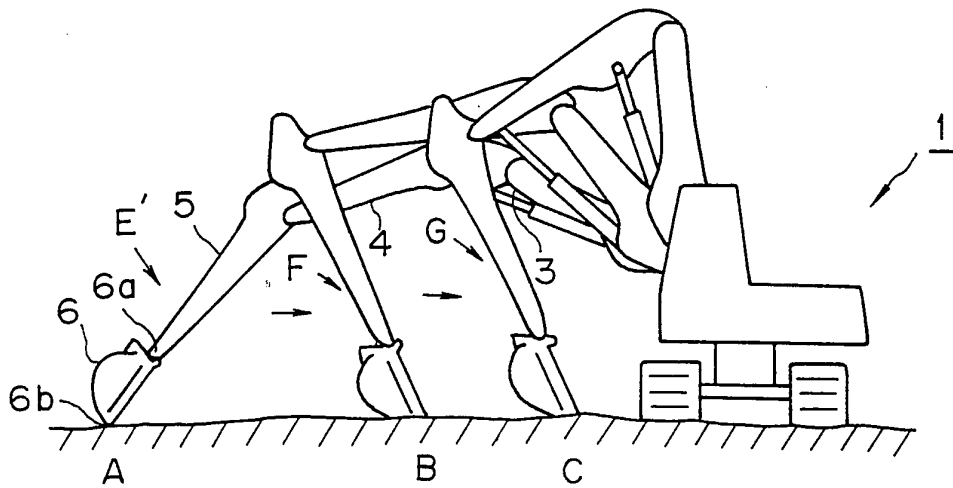
第 5 図



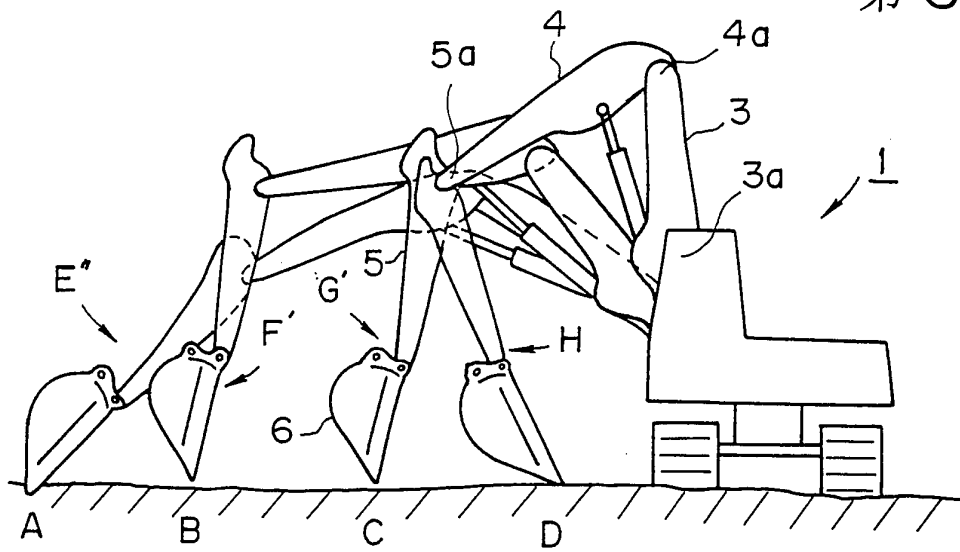
第 6 図



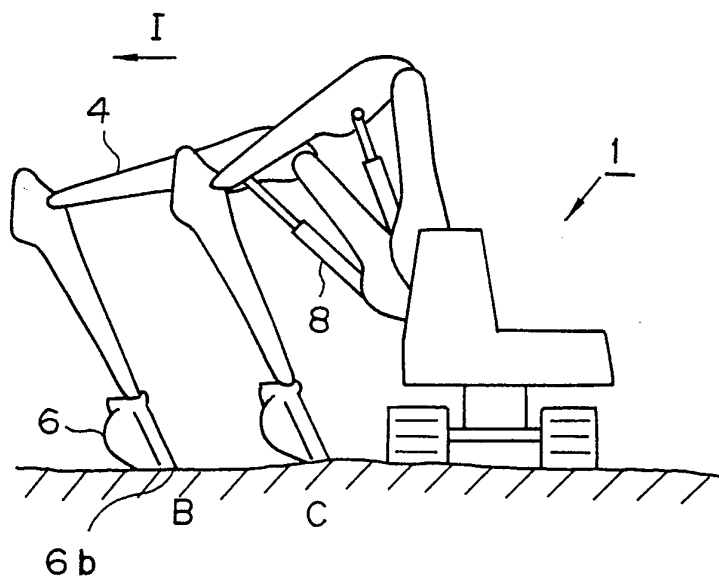
第 7 図



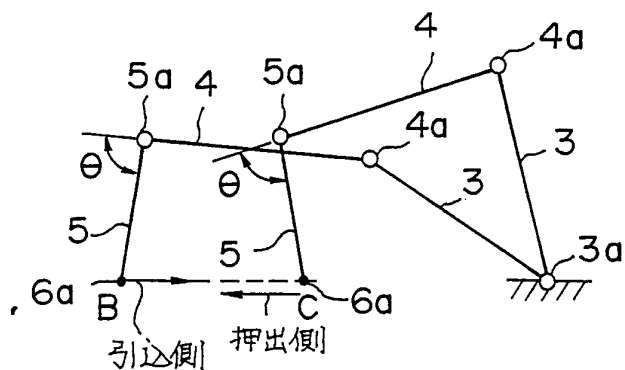
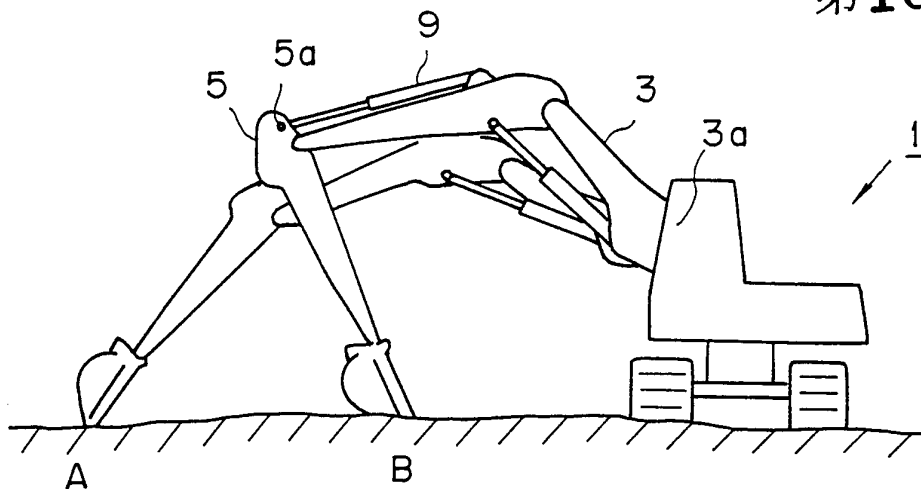
第 8 図



第 9 図

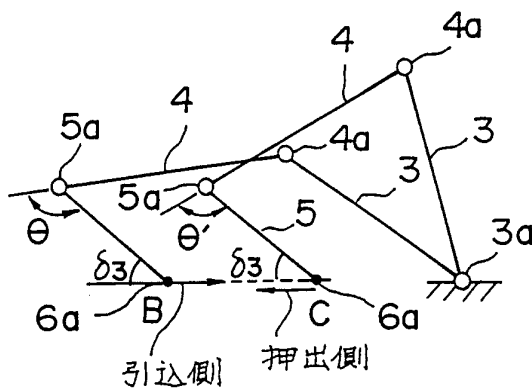


第10図



(a)

第11図



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/02186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ E02F3/43

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)

Int. Cl⁶ E02F3/43

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1995

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

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.
A	JP, A, 1-278623 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), November 9, 1988 (09. 11. 88) & EP, A2, 293057	1, 2
A	JP, A, 62-189223 (Komatsu Ltd.), August 19, 1987 (19. 08. 87) (Family: none)	1, 2
A	JP, A, 62-164921 (Komatsu Ltd.), July 21, 1987 (21. 07. 87) (Family: none)	1, 2
A	JP, A, 61-87034 (Fusao Yano, Nobuhiko Yamakita), May 2, 1986 (02. 05. 86) (Family: none)	1, 2
A	JP, B, 4-24492 (Komatsu Ltd.), April 27, 1992 (27. 04. 92) (Family: none)	1, 2

 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 document 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

March 10, 1995 (10. 03. 95)

Date of mailing of the international search report

April 4, 1995 (04. 04. 95)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ E02F3/43

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.⁶ E02F3/43

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 1926-1995年
日本国公開実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用了電子データベース (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 請求の範囲の番号
A	JP, A, 1-278623 (日立建機株式会社), 9. 11月. 1988 (09. 11. 88) & EP, A2, 293057	1, 2
A	JP, A, 62-189223 (株式会社 小松製作所), 19. 8月. 1987 (19. 08. 87) (ファミリーなし)	1, 2
A	JP, A, 62-164921 (株式会社 小松製作所) 21. 7月. 1987 (21. 07. 87) (ファミリーなし)	1, 2

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」 先行文献ではあるが、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

10. 03. 95

国際調査報告の発送日

04. 04. 95

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100
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)

藤田年彦

2 D 9 4 1 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

C (続き). 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 請求の範囲の番号
A	JP, A, 61-87034 (矢野房雄, 山北信彦), 2. 5月. 1986 (02. 05. 86) (ファミリーなし)	1. 2
A	JP, B, 4-24492 (株式会社 小松製作所), 27. 4月. 1992 (27. 04. 92) (ファミリーなし)	1. 2