(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3698753号
(P3698753)
(45)発行日　平成17年9月21日(2005.9.21)　(24)登録日　平成17年7月15日(2005.7.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
E02F 3/43	E02F	3/43	C
E02F 9/20	E02F	9/20	Q

請求項の数 5　(全 11 頁)

(21)出願番号	特願平7-63643
(22)出願日	平成7年3月23日(1995.3.23)
(65)公開番号	特開平7-259118
(43)公開日	平成7年10月9日(1995.10.9)
審査請求日	平成14年3月22日(2002.3.22)
(31)優先権主張番号	08/217034
(32)優先日	平成6年3月23日(1994.3.23)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　391020193
キャタピラー　インコーポレイテッド
ＣＡＴＥＲＰＩＬＬＡＲ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国　イリノイ州　６１６２９－６４９０　ピオーリア　ノースイースト　アダムス　ストリート　１００
(74)代理人　100059959
弁理士　中村　稔
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚　文昭
(74)代理人　100065189
弁理士　宍戸　嘉一
(74)代理人　100096194
弁理士　竹内　英人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】掘削機械の作業用具を機械作業サイクルによって自動的に制御する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

加圧された油圧流体を含んだ少なくとも一つの個々の油圧シリンダによって制御可能にそれぞれが作動されるブームと、スティックと、バケットとを備える掘削機械の作業用具を機械作業サイクルによって自動的に制御する方法において、

前記ブーム、スティック及びバケットの各位置に応答して、個々の位置信号を発し、

前記ブームの油圧シリンダ、前記スティックの油圧シリンダ及び前記バケットの油圧シリンダに対応する油圧力に応答してそれぞれの圧力信号を発し、

前記位置信号と前記圧力信号を受信し、それに応答して命令信号を発し、

前記命令信号を受信して所定の前記油圧シリンダを制御可能に作動させて、前記作業サイクルを実施し、

前記バケットに加えられる外力であるバケット力と該バケット力の作用方向の角度を判定し、前記バケット力の作用方向の前記角度を所定の値と比較し、それに応答して前記作業サイクルの掘り工程がいつ完了するか、を判定する、

段階からなる方法。

【請求項２】

前記バケット力の作用方向の前記角度を所定の角度と比較することに応答して、いつ前記バケット力が前記バケットの下側から作用するようになるか、を判定する段階を含むことを特徴とする請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記圧力信号を受信し、これに応答して前記ブームの油圧シリンダ、前記スティックの油圧シリンダ及び前記バケットの油圧シリンダの各々について、それぞれの圧力信号に対応する力信号を計算する段階を含んでおり、前記命令信号を発する前記段階は、前記力信号を受信する段階を含んでいることを特徴とする請求項２に記載の方法。

【請求項４】

前記バケットのピボット運動軸まわりにおける前記外力のモーメントについてモーメントアームを求める段階を含むことを特徴とする請求項３に記載の方法。

【請求項５】

前記外力の大きさと方向を表示し、いつ前記バケット力が前記バケットの下側から作用するようになるか、を示す段階を含んでいることを特徴とする請求項４に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、一般的に掘削の分野に関する。より詳細には、本発明は、掘削作業サイクルのうちの掘り工程の完了を判定するシステムと方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

掘削、バックホー、フロントショベル等のような作業機械が掘削作業のために用いられている。これら掘削機械は、ブーム、スティック及びバケットリンケージからなる作業用具を有する。ブームは、一端においてピボット運動可能に掘削機械に取りつけられており、他端には、スティックがピボット運動可能に取りつけられている。バケットは、スティックの自由端にピボット運動可能に取りつけられている。各作業用具リンケージは、垂直面における運動が行えるように、少なくとも一つの油圧シリンダによって制御可能に付勢される。オペレータは、一般的に作業用具を操作して、完全な掘削作業サイクルを構成する、連続した別個の機能を実施する。

典型的な作業サイクルにおいて、オペレータは、まず、掘削位置に作業用具を配置し、バケットが土壌を貫通するまで、作業用具を下方に下げる。次いで、オペレータは、掘削工程を行い、バケットを掘削機械の方に向かって動かす。続いて、オペレータはバケットを曲げて土壌を掘り起こす。捕獲した土壌を廃棄するためにオペレータは作業用具を上げ、作業用具を横方向に振って廃棄位置に移動させ、スティックを延ばし、かつバケットを曲げないことによって土壌を離す。

次いで作業用具を深割位置に戻して、作業サイクルを再び開始する。以下の記載において、上述の操作は、ブームを地上にまで下げる、掘り工程、土壌の捕獲、土壌を投棄するための振り、土壌の投棄、及び深割位置への戻り、としてそれぞれ表す。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

土壌運搬産業では、いくつかの理由のために掘削機械の作業サイクルを自動化する要望が高まっている。人間によるオペレータとは異なり、自動化された掘削機械では、環境条件と作業時間が長引くこととは関係なく一定に操作できる。自動化された掘削機械は、人間が作業を行うには作業条件が危険で、不適当であったり好ましくない領域で使用するのには有利である。更に、自動化された機械では、より正確に掘削作業を行うことができ、オペレータの技術を補うことができる。

本発明は、上述の問題の一つか二つ以上を解決する。

【０００４】

【課題を解決するための手段】

本発明の一態様において、掘削機械の作業用具を機械作業サイクルによって自動的に制御する制御システムを開示する。作業用具は、ブーム、スティック及びバケットを含んでおり、それぞれが少なくとも一つの別個の油圧シリンダによって制御可能に作動される。位置センサは、前記ブーム、スティック及びバケットの各位置に応答して各位置信号を発する。圧力センサは、前記ブーム油圧シリンダ、スティック油圧シリンダ及びバケット油圧

シリンダに対応する油圧力に応答して、各圧力信号を発する。マイクロプロセッサは、前記位置及び圧力信号を受信し、命令信号を発する。電子油圧システムが前記命令信号を受信し、所定の前記油圧シリンダを制御可能に作動させて、前記作業サイクルを実施する。前記マイクロプロセッサは、前記バケットに加えられた外力、該バケット力の角度を判定して、前記バケット力の前記角度を所定の値と比較し、それに応答して前記作業サイクルの掘り工程がいつ終了するか、を判定する。

【０００５】

【実施例】

図１を参照すると、図１は、掘削機、バックホーローダ及びフロントショベルと同様な掘削、あるいは積載機能を実施する、掘削機械の作業用具１００の平面図である。

掘削機械は、掘削機、パワーショベル、ホイールローダ等を含んでいる。作業器具１００は、ブーム１１０、スティック１１５及びバケット１２０を含んでいる。ブーム１１０は、ブームピボットピン１によって、ピボット運動可能に掘削機械１０５に取りつけられている。ブームの重心（ＧＢＭ）を点１２に表す。スティック１１５は、スティックピボットピン４でブーム１１０の自由端部にピボット運動可能に接続されている。スティックの重心（ＧＳＴ）を点１３で表す。

バケット１２０は、バケットピボットピン８でスティック１１５にピボット運動可能に取りつけられている。バケット１２０は、円形状部分１３０、点１６によって示されている床面、点１５によって示されている先端を含んでいる。バケットの重心（ＧＢＫ）を点１４で表す。

水平標準軸Ｒは、ピン１で始まり、点２６を通って延びる。軸Ｒは、作業用車両１０５と、作業用具１００の様々なピンと、各点との間の相対的な角度の関係を計測するのに用いられる。

【０００６】

ブーム１１０、スティック１１５及びバケット１２０は、線状に伸延可能な油圧シリンダによって独立して、かつ制御可能に作動する。ブーム１１０は、スティック１１５が上下運動できるように少なくとも一つのブーム用油圧シリンダ１４０によって作動される。ブーム油圧シリンダ１４０は、ピン１１とピン２で作業機械１０５とブーム１１０との間に接続されている。ブームシリンダ及びシリンダーロッドの重心は、点ＣＧ１９、ＣＧ２０によってそれぞれ表されている。

スティック１１５は、バケット１２０が長手方向に水平運動ができるように、少なくとも一つのスティック油圧シリンダ１４５によって作動される。スティック油圧シリンダ１４５は、ピン３と５でブーム１１０とスティック１１５の間に接続される。スティックシリンダとシリンダロッドの重心は、点ＣＧ２２、ＣＧ２３によってそれぞれ表されている。

バケット１２０は、バケット油圧シリンダ１５０によって作動され、バケットピボットピン８のまわりに半径方向の範囲の運動を行う。バケット油圧シリンダ１５０は、ピン６でスティック１１５に接続され、ピン９でリンケージ１５５に接続される。リンケージ１５５は、スティック１１５にピン７で接続され、バケット１２０にはピン１０で接続される。バケットシリンダとシリンダロッドの重心は、点ＣＧ２５とＣＧ２６にそれぞれ表されている。図示のために、一個のみのブーム、スティック、バケット、油圧シリンダ１４０、１４５、１５０を図１に示す。

【０００７】

作業用具１００と油圧シリンダ１４０、１４５、１５０の操作の理解を深めるために次のような関係が観察される。ブーム１１０は、ブームシリンダ１４０を延ばすことによって持ち上がり、このシリンダ１４０を収縮することによって下がる。スティックシリンダー１４５の収縮によってスティック１１５は掘削機械１０５から離れるように動き、スティック油圧シリンダ１４５を延ばすことによってスティック１１５が機械１０５の方向に動く。最後に、バケット１２０は、バケット油圧シリンダ１５０が収縮するときに、バケット１２０が堀削機械１０５から離れるように回転し、シリンダ１２０が延びるときに、機械１０５の方向に回転する。

図３を参照すると、本発明に係る電子油圧システム２００のブロック線図が示されている。手段２０５は、作業用具１００の位置に応答して、位置信号を発する。手段２０５は、ブーム油圧シリンダ１４０、スティック油圧シリンダ１４５、バケット油圧シリンダ１５０におけるシリンダの延び量を検知する変位センサ２１０、２１５、２２０を含む。米国特許第４、７３７、７０５において記載されたラジオ周波数ベースのセンサを用いてもよい。

【０００８】

作業用具１００の位置を作業用具の結合角の計測から導けることは明らかである。作業用具の位置信号を形成する他の装置では、回転電位差計のような回転角度センサを含んでおり、例えばブーム１１０、スティック１１５、バケット１２０間の角度を計測する。作業用具の位置は、油圧シリンダの延びの計測、或いは三角測量法による結合角の計測のいずれかによって計算してもよい。バケット位置を判定するこのような技術は公知であり、例えば、米国特許第３、９９７、０７１号、及び同第４、３７７、０４３号にみることができる。

手段２２５は、作業用具１００にかけられた力に応答して圧力信号を発する。

手段２２５は、ブーム油圧シリンダ１４０、スティック油圧シリンダ１４５、バケット油圧シリンダ１５０における油圧力を計測する、圧力センサ２３０、２３５及び２４０を含んでいる。圧力センサ２３０、２３５、２４０の各々は、各油圧シリンダ１４０、１４５、１５０の圧力に応答して各信号を発生する。例えば、シリンダ圧力センサ２３０、２３５、２４０がブーム、スティック及びバケットの油圧シリンダヘッド、及びロッドの端部圧力をそれぞれ検知する。適当な圧力センサにはプレサイスセンサ社から入手可能な、例えばシリーズ５５５圧力トランジューサがある。

【０００９】

作業用具ピボット点１８０に配置された、回転電位差計のような振り角度センサ２４３が、掘削位置に対して振り軸Ｙのまわりの作業用具の回転量に対応して角度計測を行う。

位置信号と圧力信号は、信号調整機２４５に伝達される。信号調整機２４５では、従来の信号励振とフィルタリングを行う。例えば、メジャメントグループ社によって製造されているヴィシャイ信号調整増幅２３００システム（Ｖｉｓｈａｙ　Ｓｉｇｎａｌ　Ｃｏｎｄｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ａｍｐｌｉｆｉｅｒ　２３００Ｓｙｓｔｅｍ）がこのような目的のために用いられている。調整された位置と圧力信号が、ロジック手段２５０に伝達される。

ロジック手段２５０は、計算ユニットを利用し、ソフトウェアプログラムに従って処理を制御するシステムに基づいたマイクロプロセッサである。一般的に、プログラムが固定記憶装置、ランダムアクセスメモリ等に記録される。プログラムは様々なフローチャートに関して記載される。

ロジック手段２５０は、複数の操縦スティック制御レバー２５５とオペレータインターフェイス２６０からなる二つの他のソースからの入力を含む。制御レバー２５５は、作業用具１００の手動制御を行う。制御レバー２５５の出力は、作業用具１００の運動方向と速度を判定する。

【００１０】

機械のオペレータは、掘削の深さと床面の傾斜のような掘削データをオペレータインターフェイス２６０装置を介して記録する。オペレータインターフェイス２６０は掘削機械のペイロードに関する情報を表示する。インターフェイス２６０装置は、文字数字式のキーパッドを備えた液晶表示スクリーンを含む。タッチ式検知スクリーンの器具もまた可能である。更にオペレータインターフェイス２６０は、オペレータが様々な掘削状態を設定できるように複数のダイヤル、またはスイッチを含んでいる。

ロジック手段２５０は、位置信号を受信し、それに応答して、公知の差動技術を用いてブーム１１０、スティック１１５、及びバケット１２０の速度を決定する。別の速度センサを同じように用いてブーム、スティック及びバケットの速度を判定できることは当業者であれば明らかであろう。

ロジック手段２５０は、更に位置及び圧力信号の情報に応答して、作業用具の幾何的図形

と力を判定する。
例えばロジック手段２５０は、圧力信号を受信し、ブーム、スティック及びバケットシリンダの力を次の式に従って計算する。
【００１１】
シリンダの力＝（P_2 ＊A_2 ）－（P_1 ＊A_1 ）
ここでP_2 とP_1 は、特定のシリンダ１４０、１４５、１５０のヘッドとロッド端部における各油圧力であり、A_2 とA_1 は、各端部における断面積である。
ロジック手段２５０は、伝達のためのブーム、スティック及びバケットシリンダコマンド信号を制御可能に作業用具１００を動かす作動手段２６５に発する。
作動手段２６５は、油圧制御バルブ２７０、２７５、２８０を含んでおり、ブーム油圧シリンダ１４０、スティック油圧シリンダ１４５及びバケット油圧シリンダ１５０への油圧の流れを制御する。作動手段２６５は、振り組立体１８５への油圧の流れを制御する。
図４を参照すると、自動化された掘削作業サイクルの流れ線図が示されている。掘削機械１０５の作業サイクルは、一般的に６個の連続した機能に分けることができる。即ちこの６個の機能とは、ブームを地上まで下げる（ｂｏｏｍ－ｄｏｗｎ－ｉｎｔｏ－ｇｒｏｕｎｄ）、掘削前（ｐｒｅ－ｄｉｇ）３０７、掘削工程（ｄｉｇ－ｓｔｒｏｋｅ）３１０、土壌捕獲（ｃａｐｔｕｒｅ－ｌｏａｄ）３１５、土壌投棄（ｄｕｍｐ－ｌｏａｄ）３２０、及び掘削に戻る（ｒｅｔｕｒｎ－ｔｏ－ｄｉｇ）３２３である。
【００１２】
本発明は、掘削工程機能３１０の一実施例を含んでおり、より詳細には掘削工程、即ち掘削機能がいつ完了するかを判定する。このように、他の機能の記載については本発明にとって重要ではないので、掘削工程機能３１０のみを詳細に述べる。
図６を参照すると、掘削工程機能の制御が示されている。掘削工程機能３１０は、バケット１２０を地面に沿って掘削機械１０５の方向に動かす。掘削工程機能は、ブロック５０５でバケット位置を計算することによって開始する。“バケット位置”という用語は、バケット先端位置、並びに図１に示したようにバケット角Φのことをいう。バケット位置は、位置信号に応答して計算される。バケット位置は、公知の様々な方法によって計算することができる。掘削サイクルが連続して行われると、バケット１２０は、地面内にまで深く延びる。従って、制御部は、ブロック５１０でバケットが地面内により深く延びるときにバケット１２０の位置を記録する。判定ブロック５１５において、ブームシリンダ圧力が設定点Ｆと比較される。ブームシリンダ圧力が設定点Ｆを超える場合には、機械は、安定性がなく傾いていると考えられる。従って、ブームシリンダ圧力が設定点Ｆを超える場合には、プログラム制御がブロック５２０に示されているように停止する。或いは、制御が判定ブロク５２５まで続く。設定点Ｆは、様々な幾何的形状の作業用具１００に対して掘削の不安定さを表す複数の値に対応する圧力値の表から得ることができる。
【００１３】
掘削機械１０５は掘削工程を実施する、即ち、バケット１２０を掘削機械の方向に動かすことによって作業サイクルのうちの掘削部分を行う。判定ブロック５２５は、掘削工程がいつ完了するかを表示する。第一に、バケット角Φは、バケットの所望の充填量に対応した所定のバケットの曲がりを表す、設定点Ｇに比較される。第二に、プログラム制御は、例えばオペレータインターフェイス２６０を介して掘りが終了されなければならないことをオペレータが知らされたかどうかを判定する。第三に、スティックシリンダ一が、掘り工程の完了を表す設定点Ｉに比較される。設定点Ｉは、掘りに対して最高のスティックシリンダの延びを表している。最後に、バケット力の角度βが、設定点Ｈに比較される。例えば設定点Ｈは、一般的にゼロの角度値を表す。例えば、βが設定点Ｈよりも小さい場合には、バケットは一方に傾いていると考えられる。この傾きは、バケット上のネット力がバケットの下側にかけられると生じ、これ以上の材料をバケットが積載できないことを表す。
いかに本発明がバケットの一方の傾きを判定するかをよりわかりやすく表すために、図７を参照すると、掘削作業サイクルの様々な工程における、作業用具１００の様々な位置を

表す。バケット力βの角度がバケット床面から延びる線から表される。位置６０５において、掘りが開始する。βの値は、大きな正の値であり、このことはバケット１２０上の力のベクトルが望ましい掘り位置で配置されていることを表している。位置６１０において、βは、作業用具が掘削機械の方向に動くにつれて、より小さくなる。位置６１５において、βは負となる。このことは、バケットが一方に傾いており、バケット上の力がバケットの下側にあるために掘り位置には相応しくないことを示している。

【００１４】

ブロック５２５の状態のうちどれか一つが生じた場合には、作業サイクルの掘削部分が完了する。

掘りが完了しない場合には、掘削工程機能はブロック５２５に続く。ブロック５２５では、前回の通過の間に、スティック及びバケットシリンダ１４５、１５０によってなされた作業が計算され、記録される。次に、ブロック５４０、５４５、５５０において、各シリンダ１４０、１４５、１５０を延ばすことによってブーム１１０が持ち上がり、スティック１１５が機械の方向に動き、バケットは曲がる。

次の記載は、バケット力の角度βと、更にバケット力の大きさと方向が如何に計算されるかに関する。図１と図２における作業用具の概略図を参照する。第一に、ロジック手段２５０が、位置情報に応答して標準軸Ｒに関する作業用具の幾何形状を判定する。所定のピン、点及び重心の関連位置が公知の幾何、及び三角法を用いて計算される。例えば、作業用具の幾何形状は、逆三角関数、正弦及び余弦関数の法則及び逆正弦、逆余弦関数を用いることによって判定される。更に、所定のピン上の様々な力が位置及び圧力情報に応答して判定される。例えば、ピン上の力の位置と大きさは、二次元ベクトル交差及び点の積を用いることによって判定される。作業用具幾何形状と力の情報は、当業者によって公知の幾つかの方法によって判定できる。例えば、ピン上の様々な力が、ひずみゲージ、或いは他の構造的な荷重計測法を用いることによって直接計測できる。

【００１５】

以下の記載のための“角度Ｒ．Ｘ．Ｙ”という用語は、標準軸Ｒの平行線と、ピンＸ及びＹによって形成された線との間の角度をラジアン単位で表す。“長さＹ．Ｙ”は、点ＸとＹとの間の長さを表す。

第一に、Ｘ方向におけるブーム・スティック・バケット上の力の総和が次の方法によって決定される。

$$\Sigma F_X \text{ ブーム－スティック－バケット} = F_X \text{ バケット} + F_X \text{ ピン１} + F_X \text{ ピン２} = 0 \quad （１）$$

ここで、F_X バケットは、Ｘ方向におけるバケットに加えられた外力である。

F_X ピン１は、Ｘ方向にピン１に加えられた力を表しており、ピン１におけるブーム上の力を総和することによって決定される。

F_X ピン２は、Ｘ方向にピン２に加えられた力を表しており、ブームシリンダの軸力に起因する。

式（１）を解いて力成分を解くとF_X バケット、式（１）は次のように簡素化される。

F_X バケット＝－F_X ピン１－（ブームシリンダにおける軸力）＊ｃｏｓ（角度Ｒ．１１．２）

第二に、Ｙ方向におけるブーム－スティック－バケット上の力の総和は、同様にして計算できる。

【００１６】

$$\Sigma F_Y \text{ ブーム－スティック－バケット} =$$
$$F_Y \text{ バケット} + F_Y \text{ ピン１} + F_Y \text{ ピン２} - \text{リンケージ部品の重量} = 0 \quad （２）$$

ここで、F_Y バケットは、Ｙ方向にバケットにかけられた外力である。

F_Y ピン１は、Ｙ方向においてピン１にかけられた力を表しており、ブーム上のピン１における力の総和によって決定される。

F_Y ピン２は、Ｙ方向においてピン２にかけられた力を表しており、ブームシリンダにおける軸力に起因する。

式（２）を解いて、力成分を解くと、F_Y バケットの式（２）は次のようになる。
F_Y バケット＝－F_Y ピン１－（ブームシリンダ内の軸力）
＊ｓｉｎ（角度Ｒ．１１．２）＋Σブーム－スティック－バケット重量＋
（スティック及びバケットシリンダ及びロッド重量）＋（ピン２におけるブームシリンダ及びロッド重量）
バケットに加えられた外力、F_{XY}は、次の式に従って計算される。
$F_{XY}=\sqrt{\left(F_Y \text{ バケット}\right)^2+\left(F_X \text{ バケット}\right)^2}$
次にバケットF_{XY}にかけられた外力の角度βは、次のようにバケット床面に関して計算される。

【００１７】

β＝標準線αに対するF_{XY}の角度－角度Ｒ．１５．１６
ここで、α＝アークタンジェント（F_Y バケット／F_X バケット）
αがある四分円形を適当に区別するために、F_X バケットとF_Y バケットの正負に基づいてαが調整される。例えば、F_X バケットとF_Y バケットが、双方とも負の値であれば、Πラジアンがαから引かれる。更に、F_X バケットが負の値であり、F_Y バケットが正の値であれば、Πラジアンがαに加えられる。
バケット上の外力のモーメントアーム、ＭＡ　バケットは、望ましい情報を提供し、ピン８のまわりのモーメントを総和するころによってピン８について計算される。
第一に、線８．１５に垂直なバケット上の力、F_N バケットは、次の関係に従って計算される。
F_N バケット＝
F_{XY}＊〔（ｃｏｓ（α）＊ｃｏｓ（角度Ｒ．１５．１６＋Π／２））＋
（ｓｉｎ（α）＊ｓｉｎ（角度Ｒ．１５．１６＋Π／２）〕
次に、ピン８のまわりのモーメント、M_8 は次のように計算される。

【００１８】

M_8 ＝
８．１０の長さ＊９．１０上の力＊〔ｃｏｓ（角度Ｒ．８．１０）＊ｓｉｎ（角度Ｒ．９．１０）－ｃｏｓ（角度Ｒ．９．１０）＊ｓｉｎ（角度Ｒ．８．１０）〕＋８．１４の長さ＊バケット重量＊〔ｃｏｓ（角度Ｒ．８．１４）＊ｓｉｎ（－Π／２）－ｃｏｓ（－Π／２）＊ｓｉｎ（角度Ｒ．８．１４）〕
最後に、バケット上の外力のモーメントアーム、ＭＡバケットは次のように計算される。
ＭＡバケット＝M_8 ／F_N バケット
本発明の操作は、土壌移動用車両、詳細には、掘削機、バックホーローダ及びフロントショベルのような掘削、積載機能を行う車両における使用に関して最も適するように述べられている。例えば、油圧掘削機は、図５に示されており、ここで線Ｙは、基準の垂直軸である。
本発明の一実施例において、掘削機オペレータは、自由に二つの作業用具制御レバーと、制御パネル、即ちオペレータインターフェイス２６０を備えている。
一つのレバーが、ブーム１１０とバケット１１５の動きを制御し、他方のレバーは、スティック１１５と振りの運動を制御する。オペレータインターフェイス２６０は、オペレータの任意による選択、性能の説明記録、掘削状態の幾何的表示を提供する。

【００１９】

独立した掘削操作に対して、オペレータは、所望の掘り深さ、掘り位置及び積載物の投棄位置が得られる。図７を参照すると、掘削作業サイクルが示されており、オペレータによって制御可能に増加できる。この図に説明のために、バケット１２０が地面に入っていたとする。第一に、ロジック手段２５０は、バケット１２０に所定の切断角度に到達するまで、ほぼ全速で曲がるように命令することによって作業サイクル３０７の掘り前の工程を開始する。バケットが曲がるにつれて、ブーム１１０が所定の速度で持ち上げられる。同時に、スティック１１５が所定の速度で内側になるように命令される。
バケット１２０が所定の切断角にまで曲げられると、ロジック手段２５０は、ブーム１１

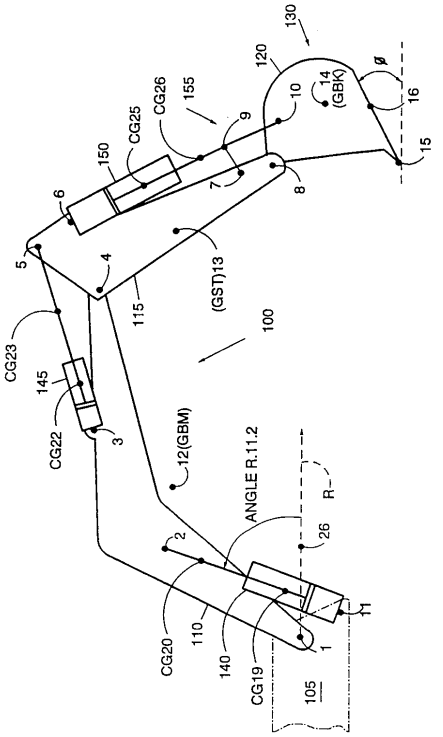
０に上がるように命令し、バケット１２０に曲がるように命令することによって、作業サイクル３１０の掘り工程部分を開始する。しかしながら、スティック１１５は、ほぼ全速でできるだけ地面から材料を回収するように命令される。
機械が掘削する間に、ロジック手段２５０は、上述の力計算を連続して行う。
バケットに加えられた外力を容易に計算できるために、オペレータインターフェイス２６０は、外力の大きさと方向を表示できる。例えば、オペレータインターフェイスは、外力の図形的な表示を表したり、バケットが一方に傾いたり、作業サイクルの掘り部分が完了することを音響アラームで知らせたりする。ロジック手段２５０が、掘りが完了することを知らせると、オペレータは、作業サイクル内で、手動制御を手で開始したり、或いはロジック手段２５０は、自動的に積載捕獲工程を開始する。作業サイクルの積載捕獲工程は、スティック速度をゼロに減速し、ブーム１１０を上げて、バケット１２０を曲げる段階からなる。

【００２０】
土壌が捕獲されると、ロジック手段２５０は、所望の積載物を廃棄する位置に到達するまで、作業用具１００が土壌を廃棄する位置の方向に回転し、ブーム１１０が上昇し、スティック１１５が延び、バケット１２０が曲がらないように命令することによって、作業サイクル３２０の積載物廃棄工程を開始する。積載物が廃棄された後に、ロジック手段２５０は、掘り位置に到達するまで、作業用具１００に掘り位置の方向に回転させ、ブーム１１０に下降させ、スティック１１５にかなり延びるように命令することによって作業サイクル３２３の掘り位置に戻る工程を開始する。最後に、ロジック手段２５０は、バケット１２０が地面と接触するまで、ブーム１１０に地面の方に下がるように命令することによって、作業サイクル３０５のブームが地上にまで下がる工程を開始する。
本発明の他の態様、目的及び利点は図面、記載及び請求の範囲から得ることができるであろう。

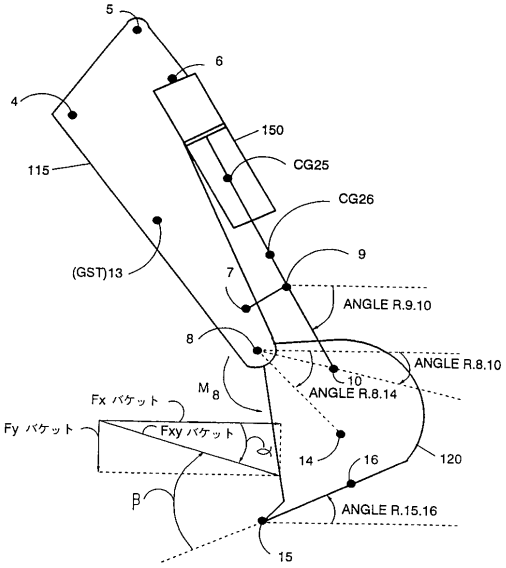
【図面の簡単な説明】
【図１】掘削機械の作業用具の線図である。
【図２】掘削機械の作業用具の線図である。
【図３】掘削機械の制御システムのハードウェアブロック線図である
【図４】掘削作業サイクルの制御を表す上部レベルのフローチャートである。
【図５】掘削機械の側面図である。
【図６】作業サイクルの掘り工程の制御を表す第二のレベルのフローチャートである。
【図７】前記掘削作業サイクルの様々な工程の間の作業用具の線図である。

【符号】
１００　作業用具
１０５　掘削機械
１１０　ブーム
１１５　スティック
１２０　バケット
１４０　ブーム油圧シリンダ
１４５　スティック油圧シリンダ
１５０　バケット油圧シリンダ
２７０、２７５、２８０　　油圧制御バルブ

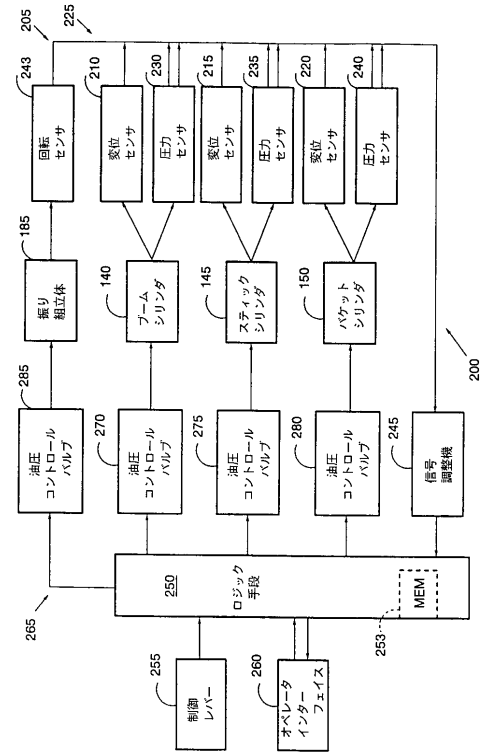
【図１】


130
120
14
(GBK)
ø
16
15
10
9
155
CG26
CG25
150
6
7
8
5
4
(GST)13
115
100
CG23
145
CG22
3
12(GBM)
ANGLE R.11.2
R
26
2
CG20
110
140
CG19
1
11
105

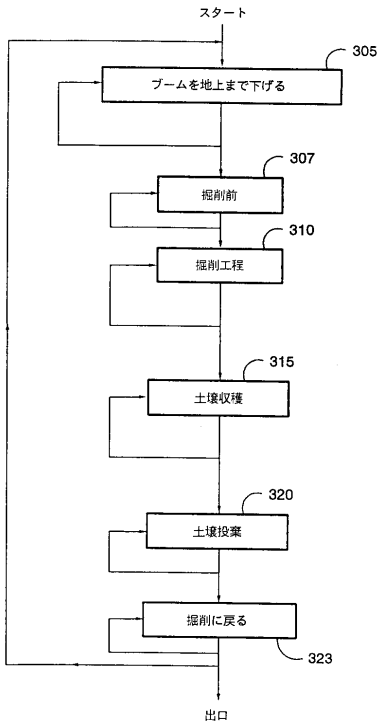
【図２】


5
6
4
150
CG25
115
CG26
(GST)13
9
7
ANGLE R.9.10
8
ANGLE R.8.10
10
ANGLE R.8.14
M8
Fx バケット
Fy バケット
Fxy バケット
α
14
16
120
β
ANGLE R.15.16
15

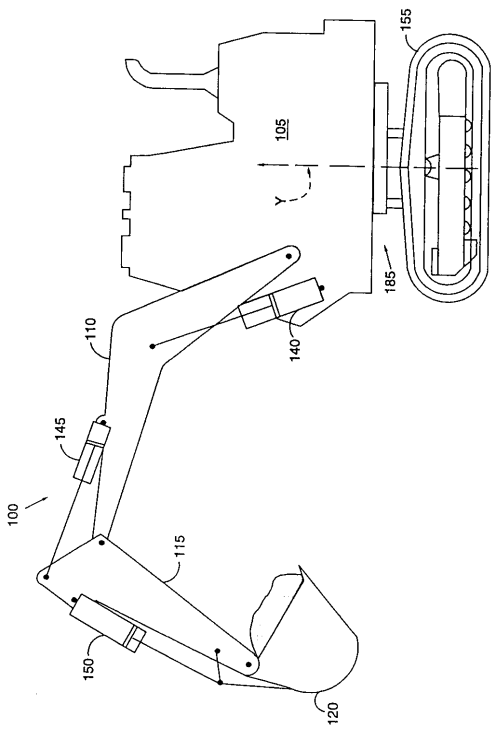
【図３】


205
225
243
回転センサ
210
変位センサ
230
圧力センサ
215
変位センサ
235
圧力センサ
220
変位センサ
240
圧力センサ
185
振り組立体
140
ブームシリンダ
145
スティックシリンダ
150
バケットシリンダ
200
285
油圧コントロールバルブ
270
油圧コントロールバルブ
275
油圧コントロールバルブ
280
油圧コントロールバルブ
245
信号調整機
250
ロジック手段
MEM
265
253
255
制御レバー
260
オペレータインターフェイス

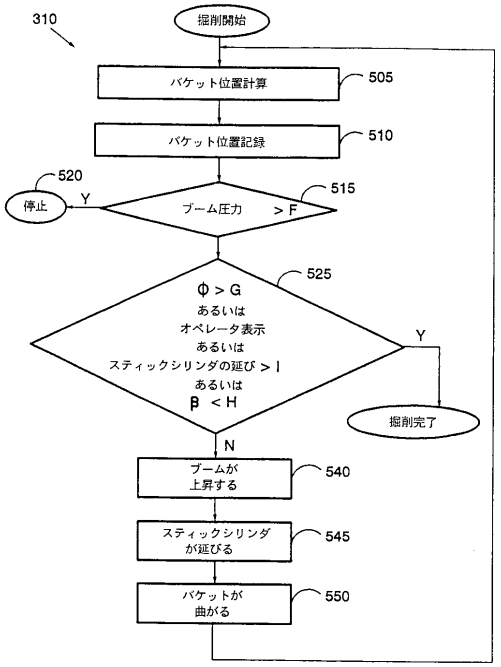
【図４】


スタート
305
ブームを地上まで下げる
307
掘削前
310
掘削工程
315
土壌収穫
320
土壌投棄
掘削に戻る
323
出口

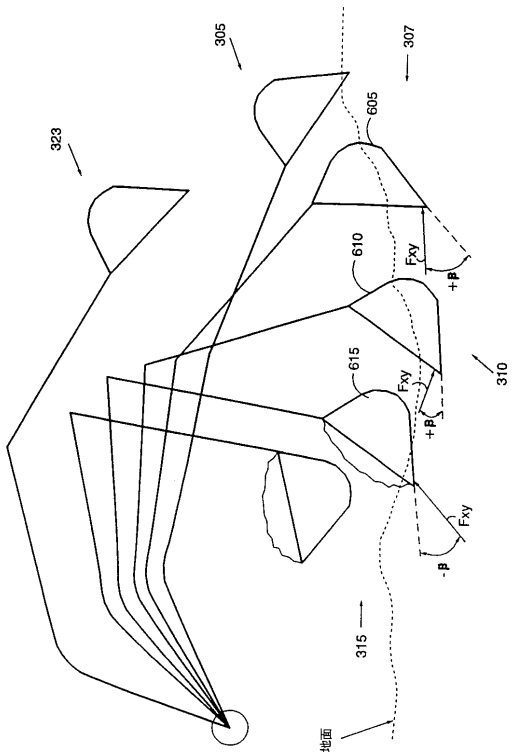
【図５】


155
105
Y
185
110
140
145
100
115
150
120

【図６】


310
掘削開始
バケット位置計算
505
バケット位置記録
510
520
停止
Y
ブーム圧力 ＞F
515
525
Φ＞G
あるいは
オペレータ表示
あるいは
スティックシリンダの延び＞l
あるいは
β ＜H
Y
掘削完了
N
ブームが
上昇する
540
スティックシリンダ
が延びる
545
バケットが
曲がる
550

【図７】


305
307
323
605
610
Fxy
+β
615
310
315
地面
-β

フロントページの続き

(74)代理人 100074228
弁理士 今城 俊夫
(74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
(74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
(72)発明者 ディヴィッド ジェイ ロック
アメリカ合衆国 イリノイ州 ６１５３０ ユーリカ ハイヴィュー ドライヴ ４０９

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特表平７－５０９２９４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
E02F 3/43
E02F 9/20