

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4783106号
(P4783106)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int.Cl. F 1
B 3 O B 13/00 (2006.01) B 3 O B 13/00 G

請求項の数 5 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2005-287652 (P2005-287652)	(73) 特許権者	000001236
(22) 出願日	平成17年9月30日(2005.9.30)		株式会社小松製作所
(65) 公開番号	特開2006-130560 (P2006-130560A)		東京都港区赤坂二丁目3番6号
(43) 公開日	平成18年5月25日(2006.5.25)	(73) 特許権者	394019082
審査請求日	平成20年5月27日(2008.5.27)		コマツ産機株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-291660 (P2004-291660)		石川県小松市八日市町地方5番地
(32) 優先日	平成16年10月4日(2004.10.4)	(74) 代理人	110000637
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		特許業務法人樹之下知的財産事務所
		(74) 代理人	100079083
			弁理士 木下 實三
		(74) 代理人	100094075
			弁理士 中山 寛二
		(74) 代理人	100106390
			弁理士 石崎 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレス間同期制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一連のプレスラインを構成する複数のサーボプレス（P1～P7）間で同期制御を行うために用いられるプレス間同期制御装置（10）であって、

各サーボプレス（P1～P7）のスライド（5）を所望のモーションで移動させるためのモーション情報を入力する入力設定手段（9）と、

前記入力設定手段（9）で入力された各サーボプレス（P1～P7）のモーションを時間軸上に割り付けた進捗テーブルを作成する進捗テーブル作成手段（11）と、

各サーボプレス（P1～P7）のスライド（5）の位置情報を所定時間間隔で検出し、
検出されたスライド（5）の所定の位置情報に対応するモーションプログラム時刻を前記
進捗テーブルに基づいて求め、前記入力設定手段（9）で入力された各サーボプレス（P1～P7）のモーションの1周期に対する前記進捗テーブルに基づいて求められたモーションプログラム時刻の比を運転時の各スライドの進み具合を表す進捗値（PRG）として演算する進捗値演算手段（12）と、

各サーボプレス（P1～P7）の進捗がどの程度遅れているか、または進んでいるかを判断するための基準値（PRGstd）を生成する基準値生成手段（13）と、

前記基準値（PRGstd）と各サーボプレス（P1～P7）の前記進捗値（PRG）とを比較する比較手段（14）と、

当該比較の結果に基づいて各サーボプレス（P1～P7）の前記スライド（5）駆動用の指令値を生成する指令値生成手段（15）とを備えている

10

20

ことを特徴とするプレス間同期制御装置（１０）。

【請求項２】

請求項１に記載のプレス間同期制御装置（１０）において、
前記スライド（５）の位置情報は、各サーボプレス（Ｐ１～Ｐ７）でのメインクランク
角度である

ことを特徴とするプレス間同期制御装置（１０）。

【請求項３】

請求項１に記載のプレス間同期制御装置（１０）において、
前記スライド（５）の位置は位置センサによって検出され、
前記スライド（５）の位置情報は、前記検出されたスライド（５）の位置から演算され
る仮想メインクランク角度である

10

ことを特徴とするプレス間同期制御装置（１０）。

【請求項４】

請求項１ないし請求項３のいずれかに記載のプレス間同期制御装置（１０）において、
前記指令値に基づくスライド（５）の駆動は、スライド（５）の位置がワークの非成形
領域にある時に行われる

ことを特徴とするプレス間同期制御装置（１０）。

【請求項５】

請求項１ないし請求項４のいずれかに記載のプレス間同期制御装置（１０）において、
クロックパルスを生成するクロック（１７）と、
プレスラインが稼働し始めた時点からのクロックパルス数をカウントし、そのカウント
結果を周期内時刻（Ｔｃｎｔｒ）として出力するカウンタ（１６）とを備え、
前記基準値生成手段（１３）は、予め設定されたプレスラインの周期時間である基準周
期時間（Ｔｓｔｄ）と前記周期内時刻（Ｔｃｎｔｒ）との比の値を前記基準値（ＰＲＧｓ
ｔｄ）として算出する

20

ことを特徴とするプレス間同期制御装置（１０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、プレス間同期制御装置に係り、複数のサーボプレスで構成されたトランスフ
ァプレスラインやタンデムプレスライン用のプレス間同期制御装置に関する。

30

【背景技術】

【０００２】

近年、トランスファプレスラインを複数のサーボプレスを用いて構成することが提案さ
れている。また、このようなプレスラインでは、生産性を向上させるために、各サーボ
プレスを同期制御させることが要求される（特許文献１、特許文献２）。

【０００３】

特許文献１には、サーボモータ駆動のスライドが設けられた単一のサーボプレスを複数
台並設するとともに、各サーボプレスをマスターコントローラによって個別に制御し、こ
のマスターコントローラにより、ワーク搬送方向の最上流にある第１のサーボプレスに同
期させるようにして、下流側の他のサーボプレスを制御することが開示されている。

40

【０００４】

特許文献２には、複数のサーボプレスの中から、ワーク搬送動作許容位置に至るまでの
スライド移動速度が最も低速なサーボプレスを検出するとともに、他のサーボプレスに対
して低速化補正運転を行うことにより、全てのサーボプレスを前記ワーク搬送動作許容位
置に同期して到達させることが開示されている。

【０００５】

【特許文献１】特開２０００－３４３２９４号公報

【特許文献２】特開２００３－１９１０９６号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の技術内容によれば、下流側のサーボプレスで例えば成形負荷による遅れが発生し、第1のサーボプレスとの同期がとれなくなった場合には、互いを同期させることが不可能になるという懸念がある。また、第1のサーボプレスで遅れが生じた場合には、他のサーボプレスが第1のサーボプレスに同期して遅れるため、結果としてプレスラインでの生産速度が落ちるという問題がある。

【0007】

一方、特許文献2に記載の技術内容によれば、各サーボプレスでは、スライドの動きを最も低速なスライド移動速度に合わせるように低速化補正するため、ユーザが予め設定したスライドモーションが変更されてしまい、結果として製品の出来具合が設定時の出来具合と大きく異なってしまうという可能性がある。

【0008】

本発明の第1の目的は、いずれのサーボプレスに遅れや進みが発生しても互いに同期させることができ、かつプレスラインの生産速度を良好に維持できるプレス間同期制御装置を提供することにある。

本発明の第2の目的は、前記第1の目的に加え、サーボプレス間での同期制御を行っても設定時の製品の出来具合を確実に再現できるプレス間同期制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の請求項1に係るプレス間同期制御装置は、一連のプレスラインを構成する複数のサーボプレス間で同期制御を行うために用いられるプレス間同期制御装置であって、各サーボプレスのスライドを所望のモーションで移動させるためのモーション情報を入力する入力設定手段と、前記入力設定手段で入力された各サーボプレスのモーションを時間軸上に割り付けた進捗テーブルを作成する進捗テーブル作成手段と、各サーボプレスのスライドの位置情報を所定時間間隔で検出し、検出されたスライドの所定の位置情報に対応するモーションプログラム時刻を前記進捗テーブルに基づいて求め、前記入力設定手段で入力された各サーボプレスのモーションの1周期に対する前記進捗テーブルに基づいて求められたモーションプログラム時刻の比を運転時の各スライドの進み具合を表す進捗値として演算する進捗値演算手段と、各サーボプレスの進捗がどの程度遅れているか、または進んでいるかを判断するための基準値を生成する基準値生成手段と、前記基準値と各サーボプレスの前記進捗値とを比較する比較手段と、当該比較の結果に基づいて各サーボプレスの前記スライド駆動用の指令値を生成する指令値生成手段とを備えていることを特徴とする。

請求項2に係るプレス間同期制御装置は、請求項1に記載のプレス間同期制御装置において、前記スライドの位置情報は、各サーボプレスでのメインクランク角度であることを特徴とする。

請求項3に係るプレス間同期制御装置は、請求項1に記載のプレス間同期制御装置において、前記スライドの位置は位置センサによって検出され、前記スライドの位置情報は、前記検出されたスライドの位置から演算される仮想メインクランク角度であることを特徴とする。

【0010】

請求項4に係るプレス間同期制御装置は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のプレス間同期制御装置において、前記指令値に基づくスライドの駆動は、スライドの位置がワークの非成形領域にある時に行われることを特徴とする。

【0011】

請求項5に係るプレス間同期制御装置は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載のプレス間同期制御装置において、クロックパルスを生成するクロック（17）と、プレス

10

20

30

40

50

ラインが稼働し始めた時点からのクロックパルス数をカウントし、そのカウント結果を周期内時刻として出力するカウンタとを備え、前記基準値生成手段は、予め設定されたプレスラインの周期時間である基準周期時間と前記周期内時刻との比の値を前記基準値として算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

以上において、請求項1の発明によれば、進捗テーブルを用いて求められる進捗値と、所定のアルゴリズムによって求められる基準値との比較により、あるサーボプレスのスライドの進捗が基準よりも遅れている（進んでいる）と判断された場合には、当該サーボプレスに対してスライドの動きを速める（遅らせる）指令値を出力し、全てのサーボプレスの進捗を基準の進捗に収束させるようにして互いを同期させる。従って、任意のプレスで遅れ（進み）が発生しても、全てのサーボプレス間相互で同期させることができる。また、任意のサーボプレスにおいて、成形負荷等により進捗が基準よりも遅れた場合には、進捗が早まるように指令値を生成して制御するので、生産速度が低下するのを防止できる。以上により、本発明の第1の目的を達成できる。

10

【0013】

また、請求項4の本発明によれば、スライドが製品の成形に関与しない非成形領域にある時にのみ、進捗を変更する制御を行うので、同期制御を行っても成形領域のスライドモーションを一切変更する必要がなく、設定時の製品の出来具合を確実に再現できる。これにより、本発明の第2の目的を達成できる。

20

【0014】

請求項5の本発明によれば、各サーボプレスの進捗がどの程度遅れているか、または進んでいるかを判断するための基準値が、クロックパルス数のカウント結果により得られる周期内時刻と予め設定された基準周期時間との比から算出されるため、特定のサーボプレスの進捗状況が基準値に反映されることがない。従って、特定のサーボプレスの遅れや進み具合が他のサーボプレスの進捗に影響を及ぼすのを防止でき、生産速度の低下を防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

〔第1実施形態〕

30

以下、本発明の第1実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係るプレス間同期制御装置10が適用されたトランスファプレス1を模式的に示す全体斜視図である。図2は、トランスファプレス1に用いられるプレス間同期制御装置10を示すブロック図である。

【0016】

図1において、トランスファプレス1は、モジュール化された複数のサーボプレス（以下では、単に「プレス」と略す場合がある）P1～P7をワーク搬送方向に沿って配列した構成であり、各サーボプレスP1～P7に対応した加工ステーションを備えて一連のトランスファプレスラインを形成している。トランスファプレス1には、プレス間同期制御装置10（図2）の他、図示しないワーク供給用のスタッカ装置や、全加工ステーションに跨る一対のトランスファバー3A、3Bを備えたトランスファフィーダ3等が設置されている。このようなトランスファプレス1では、ワークが図中の左手前側から右奥側に搬送される（図中の左手前側が上流で、右奥側が下流）。

40

【0017】

トランスファプレス1を構成する各サーボプレスP1～P7は、図示しないサーボモータと、これによって駆動されるメインクランクが内蔵されたクラウン4と、メインクランクにプランジャを介して連結され、かつ上金型が取り付けられるスライド5と、下金型が取り付けられるムービングボルスタが収容可能なベッド6とを1組にして構成されている。ただし、ムービングボルスタの代わりに、ベッド6に固定された通常のボルスタを用いる場合もある。

50

【0018】

図2において、プレス間同期制御装置10は、各サーボプレスP1～P7を統括して制御するコントローラ2と、サーボプレスP1～P7に設けられてコントローラ2からの速度指令値（指令値）に基づいてサーボモータを駆動するモータコントローラ7と、メインクランク角度 θ を検出可能なロータリーエンコーダ8とを備えて構成されている。

【0019】

コントローラ2は、サーボプレスP1～P7のスライド5の動きや、トランスファフィード3の動きを制御するものであって、コンピュータを用いた制御技術によって構築されている。具体的に、コントローラ2は、コンピュータを進捗テーブル作成手段11、進捗値演算手段12、基準値生成手段13、比較手段14、および指令値生成手段15として機能させるハードウェアおよびソフトウェアを備えており、これらの各手段11～15によってサーボプレスP1～P7のスライド5を相互に同期させる制御がなされる。

10

【0020】

また、コントローラ2には、ユーザによって操作される操作パネル（入力設定手段）9が接続されている。操作パネル9は、各スライド5をどのように動かしたいかといったモーションプログラム（モーション情報）を入力可能に設けられている。モーションプログラムは、図3に示すように、ワークの加工に当たってスライド5をどの位置に移動させるかを、NO. 順に目標メインクランク角度として入力するとともに、その際の目標速度と、移動先での停止時間とを入力することで設定される。また、モーションプログラムは、サーボプレスP1～P7毎に入力設定される。

20

【0021】

モーションプログラムを図3に示す例に基づいて説明すれば、先ずNO. 1では、メインクランクを110度回転させてスライド5を上死点位置から下降させる。その際の目標速度は、最高出力速度の70%であり、移動後はスライド5を停止させずにNO. 2の位置にスライド5を連続して移動させる。次いでNO. 2では、スライド5をNO. 1の位置から180度の位置、すなわち下死点まで移動させる。その際の目標速度は、ワークが実際に加工されることから、最高出力速度の40%とされ、移動後はスライド5を下死点にて100msecの間停止させる。この後、NO. 3では、360度の位置、すなわち上死点（0度と同じ）まで、スライド5を目標速度80%で一気に上昇させる。上死点では停止させず、再度NO. 1に戻って運転する。

30

【0022】

図2に戻って、コントローラ2の進捗テーブル作成手段11は、前述のモーションプログラムから図4に示す進捗テーブルを作成する機能を有している。図4には、サーボプレスP1, P2, P3の進捗テーブルが代表して例示されている。進捗テーブルとは、操作パネル9で入力された各サーボプレスP1～P3のモーションを時間軸上に割り付けたものである。本実施形態では、進捗テーブルは、横軸がモーションプログラム時刻T、縦軸がメインクランク角度 θ とされたグラフで表される。テーブル中の実線がモーションプログラムから生成されたスライド5のモーションカーブであり、スライド5は基本的に、このカーブに則って移動することになる。

なお、プレスP2の進捗テーブルは、図3で示したモーションプログラムによって生成されたものである。また、以下の同期制御の説明では、説明の簡略化のため、3台のサーボプレスP1～P3での同期制御に関して説明する。

40

【0023】

図4において、各進捗テーブルによれば、サーボプレスP1, P2, P3でのメインクランクが1回転するのに要する周期時間（1周のモーションプログラム時刻）T1, T2, T3は、それぞれ異なる値に設定されている。これは、各加工ステーションでの加工条件に基づいて各スライド5の動きが最良となるように設定されているからである。周期時間T1～T3も操作パネル9から入力される。そして、このように、スライド5の動きを自由に設定できることが、サーボプレスのメリットの一つでもある。また、周期時間T1～T3は、加工中の加工負荷により変動することがある。例えばプレスP3において、加

50

工負荷によってスライド5の動きが遅れると、周期時間 T_3 はさらに大きくなってしまふ。

【0024】

このように、周期時間 $T_1 \sim T_3$ は、もともと異なるように設定される場合が多いうえ、加工負荷によって変動するのであるが、サーボプレス $P_1 \sim P_3$ 間で同期制御を行うためには、周期時間 $T_1 \sim T_3$ をできるだけ揃える必要がある。しかし、スライド5を上死点で停止させずに、連続運転させようとして従来の手法により同期をとれば、前述した問題が生じる。そこで本実施形態では、コントローラ2で実行される各手段12～15により、従来とは異なった手法で同期制御を行うこととしている。以下には、各手段12～15について説明する。

10

【0025】

進捗値演算手段12は、各サーボプレス $P_1 \sim P_3$ でのメインランク角度 θ を所定時間間隔で逐次検出し、これらのメインランク角度 θ に基づいて各サーボプレス $P_1 \sim P_3$ の進捗値 PRG を算出する機能を有している。進捗値 PRG とは、メインランク角度 θ を検出した時点での加工サイクルの完了度合いを表すものである。例えば、図4でのサーボプレス P_1 において、メインランク角度 θ_{1i} を検出した時点でのモーションプログラム時刻 T_{1i} が周期時間 T_1 の70%を経過していれば、完了度合いも70%であり、進捗値は「0.7」となる。進捗値の算出について、図4ないし図7を参照して順に説明する。

【0026】

20

図4、図5において、進捗値演算手段12は先ず、検出時間 $t_1, t_2, t_3 \dots$ 時点でのサーボプレス $P_1 \sim P_3$ のメインランク角度 θ を検出する。この検出にあたっては、ロータリーエンコーダ8（図2）からの検出信号が用いられる。検出した値はテーブル化され、図示しない記憶手段に記憶される。例えば、検出時間 t_i 時点において、サーボプレス P_1 ではメインランク角度が θ_{1i} であったとすれば、この値が記憶されることとなる。サーボプレス P_2, P_3 でのメインランク角度 θ_{2i}, θ_{3i} も同様である。

【0027】

次に、進捗値演算手段12は、図4に示す進捗テーブルを参照し、各メインランク角度 $\theta_{1i} \sim \theta_{3i}$ に対応したモーションプログラム時刻 T_{1i}, T_{2i}, T_{3i} を演算し、これらのモーションプログラム時刻 $T_{1i} \sim T_{3i}$ を図5に示すように記憶する。

30

ところで、サーボプレス P_2 では、メインランク角度 θ が進捗テーブル上の $NO. 2$ の位置にある場合には、スライド5が停止しているために（線分 $NO. 2 - NO. 2'$ の傾きが0）、モーションプログラム時刻 T を一義的に決定できない。このため、本実施形態では、図6に示すように、スライド5が停止するメインランク角度 θ_{stop} を予め記憶しておき、このメインランク角度 θ_{stop} をメインランク角度 θ_{2i} として検出した時には、最初にメインランク角度 θ_{stop} を検出した時点のモーションプログラム時刻 T_{2stop} に、検出の度に検出時間 t を加算し、この累積時間をモーションプログラム時刻 T_{2i} として演算する。このことにより、スライド5が停止していても、モーションプログラム時刻は経過しており、モーションプログラムが実行されていると判断できる。

40

【0028】

この後、進捗値演算手段12は進捗値 PRG を算出する。進捗値 PRG は、周期時間とモーションプログラム時刻との比で求めることができる。各サーボプレス $P_1 \sim P_3$ において、例えば、検出時間 t_i でのモーションプログラム時刻は $T_{1i} \sim T_{3i}$ であり、また、各周期時間は $T_1 \sim T_3$ であるから、この時点での進捗値 PRG はそれぞれ、以下の式で算出される。算出された進捗値 PRG は、図7に示すように、記憶手段に記憶される。

- ・サーボプレス P_1 の進捗値 $PRG = T_{1i} / T_1$
- ・サーボプレス P_2 の進捗値 $PRG = T_{2i} / T_2$
- ・サーボプレス P_3 の進捗値 $PRG = T_{3i} / T_3$

50

【0029】

基準値生成手段13は、サーボプレスP1～P3の進捗がどの程度遅れているか、または進んでいるかを判断するための基準値PRGstdを算出する機能を有している。そして、本実施形態では、各進捗値PRGの平均値PRGaveを基準値PRGstdとしている。従って、基準値PRGstd（平均値PRGave）は以下の式で算出される。算出された基準値PRGstdは、図7に示すように、記憶手段に記憶される。

$$\cdot \text{基準値PRGstd} = (T1i / T1 + T2i / T2 + T3i / T3) / 3$$

【0030】

ここで、図7には、進捗値PRGおよび基準値PRGstd（平均値PRGave）の一例としての値を括弧内に示した。サーボプレスP1の進捗値PRGは「0.80」であり、検出時間ti経過後において、80%の進捗でスライド5が推移していることを意味している。サーボプレスP2の進捗値PRGは「0.47」であり、47%の進捗であることを意味している。サーボプレスP3の進捗値PRGは「0.12」であり、12%の進捗であることを意味している。このことからすれば、サーボプレスP1が最も進んでいるのであり、サーボプレスP3が最も遅れていると判断できる。さらに、基準値PRGstdは、各進捗値PRGの平均であるから、「0.46」となる。

【0031】

比較手段14は、サーボプレスP1～P3の進捗値PRGと基準値PRGstdとを比較し、サーボプレスP1～P3の進捗が基準に対して遅れているか、または進んでいるかを判定する機能を有している。この比較手段14は、進捗値PRGと基準値PRGstdとの偏差によって、遅れまたは進みを判定する。すなわち、具体的な数値例でいえば以下の結果となり、正の値であれば進んでいると判断でき、負の値であれば遅れていると判断できる。「0」であれば、基準通りである。

$$\begin{aligned} \cdot \text{サーボプレスP1での差} &= 0.80 - 0.46 = 0.36 \rightarrow \text{進んでいる} \\ \cdot \text{サーボプレスP2での差} &= 0.47 - 0.46 = 0.01 \rightarrow \text{進んでいる} \\ \cdot \text{サーボプレスP3での差} &= 0.12 - 0.46 = -0.34 \rightarrow \text{遅れている} \end{aligned}$$

【0032】

指令値生成手段15は、進捗値PRGと基準値PRGstdとの偏差に応じた速度指令値を生成する機能を有している。従って、進んでいると判定されたサーボプレスP1に対しては、「0.36」に応じた減速用の速度指令値を生成し、これをモータコントローラ7に出力し、サーボモータを当初のモーションプログラムに反して低速で駆動して遅らせる。サーボプレスP2に対しては、「0.01」に応じた減速用の速度指令値を生成してモータコントローラ7に出力し、サーボモータを僅かに低速で駆動して遅らせる。遅れていると判定されたサーボプレスP3に対しては、「-0.34」に応じた増速用の速度指令値を生成し、サーボモータをより高速で駆動して進ませる。

【0033】

ただし、指令値生成手段15によれば、モーションプログラムに反した速度指令値によりサーボモータを駆動するのは、スライド5の位置が非成形領域にある時のみとされている。すなわち、図4に示したプレスP2の場合では、検出時間tiの時点でのメインクラック角度θ2iが成形領域にあるため、比較手段14による比較までは行うが、進捗値PRGと基準値PRGstdとの偏差に応じた速度指令値の生成は行われない。このため、成形領域内では、当初のモーションプログラム（スライドモーション）に沿ってスライド5の動きが制御されることになる。

【0034】

そして、非成形領域内の全般に亘って進捗値PRGと基準値PRGstdとの偏差に応じた速度指令値を生成し、この速度指令値に基づいてサーボモータを駆動してスライド5の速度を変更すれば、図4中に一点鎖線で示すように、進んでいたプレスP1、P2に関しては周期時間T1、T2が長くなるように、遅れていたプレスP3に関しては周期時間T3が短くなるように、それぞれ非成形領域でのスライドモーションが変更される（成形

10

20

30

40

50

領域でのスライドモーションの傾きは変わらない)。このため、全てのサーボプレス P 1 ~ P 3 において、周期時間 T 1 ~ T 3 が例えば周期時間 T f o c に収束し、サーボプレス P 1 ~ P 3 を互いに同期させることができる。

【0035】

以上の制御手順を図 8 のフローチャートを参照して簡潔に述べる。

トランスファプレス 1 の運転を開始して先ず、ユーザはモーションプログラムを操作パネル 9 から入力する (S 1)。次いで、コントローラ 2 にて進捗テーブル作成手段 1 1 が機能し、進捗テーブルを自動的に作成する (S 2)。

なお、モーションプログラムの入力や進捗テーブルの作成は、製品の試し打ち段階で行われるのであり、作成された進捗テーブル等は記憶手段に記憶されるから、運転を再開する度に繰り返して行われる必要はない。

10

【0036】

次いで、実際の加工を行うためにスタート操作が行われると (S 3)、進捗値演算手段 1 2 が機能し、終了操作が行われているかを監視し (S 4)、行われていない場合には、逐次メインランク角度 $\theta 1 i \sim \theta 3 i$ の読み込みを行う (S 5)。続いて、進捗テーブルを参照し、メインランク角度 $\theta 1 i \sim \theta 3 i$ に応じたモーションプログラム時刻 T 1 i ~ T 3 i を求め、周期時間 T 1 ~ T 3 との比によりそれぞれの進捗値 P R G を算出する (S 6)。

【0037】

この後、基準値生成手段 1 3 が実行され、基準値 P R G s t d を算出する (S 7)。そして、比較手段 1 4 により、それぞれの進捗値 P R G と基準値 P R G s t d とを比較して、サーボプレス P 1 ~ P 3 での遅れや、進みを判定する (S 8)。さらに、指令値生成手段 1 5 が機能し、進捗値 P R G と基準値 P R G s t d との偏差に応じた速度指令値を生成し (S 9)、コントローラ 2 から各サーボプレス P 1 ~ P 3 のモータコントローラ 7 に出力する (S 10)。

20

【0038】

以上の S 4 ~ S 10 のフローを数 msec の検出時間 $t 1, t 2, t 3 \dots$ の間隔で継続して行ない、各スライド 5 の進捗を基準に合わせ込むことにより、それぞれの周期時間 T 1 ~ T 3 は、1 周期の中で T f o c に収束したり、あるいは加工を複数回繰り返す中で T f o c に収束したり、最終的にプレス P 1 ~ P 3 を同期させることが可能である。そして、以上では、サーボプレス P 1 ~ P 3 について述べたが、実際にはサーボプレス P 1 ~ P 7 で行われ、全てを同期させることが可能である。勿論、サーボプレスの数は任意であり、複数であればよい。

30

【0039】

このように、本実施形態では、サーボプレス P 1 ~ P 3 の進捗度合いから基準を設定し、この基準に対して遅れているか、または進んでいるかを判定するため、任意のプレス P 1 ~ P 3 で遅れや進みが発生しても、全てのサーボプレス P 1 ~ P 3 間相互で同期させることができる。また、任意のサーボプレス P 1 ~ P 3 において、成形負荷等により進捗が基準よりも遅れた場合には、進捗が早まるように速度指令値を生成して制御するので、生産速度が低下するのを防止できる。

40

【0040】

また、スライド 5 が製品の成形に関与しない非成形領域にある時にのみ、遅れていたプレス P 3 に関しては周期時間 T 3 が短くなるように、進んでいたプレス P 1, P 2 に関しては周期時間 T 1, T 2 が長くなるように、それぞれのスライドモーションを変更するため、同期制御を行っても成形領域のスライドモーションを一切変更する必要がなく、設定時の製品の出来具合を確実に再現できる。

【0041】

さらに、スライド 5 の遅れや進みは、メインランク角度 θ の比較のみで判定されるのではなく、メインランク角度 θ および進捗テーブルに基づいて求められる進捗値 P R G によって判定されるため、互いの進捗を合わせ込んで確実に同期させることができる。

50

例えば、2台のプレスと比較したとき、一方のプレスでは、メインリンク角度 θ としては進んでいても、進捗として遅れている場合には、本実施形態ではこれを遅れていると判断でき、メインリンク角度 θ が進んでいるからといって、速度を落とす制御はしない。速度を落とせば、一方のプレスでの周期時間がますます遅れて同期がとれなくなり、他方のプレス側では、スライド5を上死点で停止させる必要が生じるからである。

同様に、他方のプレスでは、メインリンク角度 θ としては遅れていても、進捗としては進んでいることになるが、この場合に、メインリンク角度 θ が遅れているからといって、速度を上げる制御はしない。速度を上げれば、他方のプレスでの周期時間がますます短くなって同期がとれなくなるからであり、一方のプレスを追いつかせることができず、やはり他方のプレス側でスライド5を上死点で停止させる必要が生じる。

10

【0042】

なお、以上の実施形態では、サーボプレスP1、P3のモーションプログラムとして、スライド5を停止させないパターンを、サーボプレスP2のモーションプログラムとして、成型領域内でスライド5を一旦停止させるパターンを示したが、この他のモーションプログラムとしては、図9に示すように、スライド5を下死点（例えば180度）までの途中で一旦上昇させ、その後下死点まで下降させるようなパターンであってもよく、加工条件に応じて任意に決められてよい。

【0043】

また、図9に示すようなモーションプログラムの場合、所定の検出タイミングで検出されるメインリンク角度 θ_i に対して、モーションプログラム時刻 T_i が3点求まることになるが、この場合では、一つ前の検出タイミングでのモーションプログラム時刻を記憶しておき、これに最も近いモーションプログラム時刻 T_i を選択することで、正しい値を求めることができる。

20

【0044】

〔第2実施形態〕

図10には、本発明の第2実施形態に係るプレス間同期制御装置が適用されたタンデムプレスラインが示されている。タンデムプレスラインは、複数台（本実施形態では4台）のサーボプレスP1～P4を間隔をおいて配置し、サーボプレスP1の上流側にワーク搬入装置21を配置し、サーボプレスP4の下流側にワーク搬出装置22を配置し、サーボプレスP1～P4間にワーク搬送装置23を配置した構成である。

30

【0045】

各ワーク搬入、搬出、搬送装置21～23は、ワークの搬送方向に沿って平行に配置された一对のリフトビーム24と、リフトビーム24を上下動させるリフト装置25と、リフトビーム24間に架け渡されてワーク搬送方向に移動自在に設けられたキャリア付きクロスバー26などを含んで構成され、クロスバー26に設けられた図示しないバキュームカップ等のワーク保持装置でワークを保持し、ワークを順次工程へ移送するように設けられている。

【0046】

このようなタンデムプレスラインでも、前記第1実施形態と同様なプレス間同期制御装置を用いることができるが、本実施形態でのプレス間同期制御装置としては、図2に示す基準値生成手段13の機能が異なるものが用いられている。その他の構成は第1実施形態と同じである。以下には、第1実施形態と同様、サーボプレスP1～P3の同期制御について代表して説明する。

40

【0047】

本実施形態での基準値生成手段は、サーボプレスP1～P3の進捗がどの程度遅れているか、または進んでいるかを判断するための基準値 PRG_{std} を、各サーボプレスP1～P3の進捗値 PRG の平均して算出するのではなく、一つ上流側のプレスの進捗値 PRG を基準値 PRG_{std} として設定する機能を有している。従って、図11に示すように、最上流のサーボプレスP1においては、その上流にプレスが存在しないため、サーボプレスP1自身の進捗値 PRG がそのまま基準値 PRG_{std} となる。従って、サーボプレ

50

ス P 1 での進捗値 P R G と基準値 P R G s t d との偏差は「0」となる。

【0048】

これに対してサーボプレス P 2 においては、一つ上流側のサーボプレス P 1 の進捗値 P R G が基準値 P R G s t d となり、これはサーボプレス P 1 の基準値 P R G s t d と同じである。また、サーボプレス P 3 においては、一つ上流側のサーボプレス P 2 の進捗値 P R G が基準値 P R G s t d となる。このような構成の場合では最終的に、サーボプレス P 2, P 3 の進捗がサーボプレス P 1 の進捗に収束することになるから、サーボプレス P 1 に遅れが生じると、サーボプレス P 2 以下でも遅れが生じる可能性があるが、各サーボプレス P 1 ~ P 2 を独自のスライドモーションが略維持された状態で同期させることができる。

10

【0049】

本実施形態での制御方法を、図 1 2, 1 3 に示すフローチャートをも参照して説明する。図 1 2 には、サーボプレス P 1 の制御フローが、図 1 3 には、サーボプレス P 2 以降の制御フローがそれぞれ示されている。

【0050】

図 1 2 において、サーボプレス P 1 では、S 1 1 ~ S 1 6 までは、第 1 実施形態での図 8 に示す S 1 ~ S 6 と同じであるため、説明を省略する。S 1 6 の後、サーボプレス P 1 に対しては、指令値生成手段が機能し、S 1 1 で入力されたモーションプログラムに応じた速度指令値を生成し (S 1 7)、コントローラ 2 からサーボプレス P 1 のモータコントローラに出力する (S 1 8)。すなわち、サーボプレス P 1 については、基準値 P R G s t d が自身の進捗 P R G と同じであり、これらの偏差が「0」であることが予め判っているため、これらの比較をすることなしに前記モーションプログラムに応じた速度指令値を生成し、出力するのである。

20

【0051】

図 1 3 において、サーボプレス P 1 ~ P 3 では、S 2 1 ~ S 3 0 が第 1 実施形態での図 8 に示す S 1 ~ S 1 0 に相当する。ただし、本実施形態では、S 2 7 において、基準値生成手段は、サーボプレス P 2 の基準値 P R G s t d としてその上流にあるサーボプレス P 1 の進捗値 P R G を設定し、サーボプレス P 3 の基準値 P R G s t d としてその上流にあるサーボプレス P 2 の進捗値 P R G を設定することになる。

【0052】

30

なお、本実施形態では、サーボプレス P 1 ~ P 4 によりタンデムプレスラインを構成した場合について説明したが、以上の制御方法を第 1 実施形態のようなトランスファプレスラインの各サーボプレスに適用してもよい。反対に、第 1 実施形態の制御方法を本実施形態のようなタンデムプレスラインに適用してもよい。を後述する第 3、第 4 実施形態でも同様である。

【0053】

〔第 3 実施形態〕

図 1 4 には、本発明の第 3 実施形態に係る進捗値 P R G および基準値 P R G s t d が示されている。本実施形態では、トランスファプレスラインまたはタンデムプレスラインを構成する最上流のサーボプレス P 1 が所謂マスタープレスとされ、基準値生成手段は、各サーボプレス P 1 ~ P 3 の全てについて、サーボプレス P 1 の進捗値 P R G をそのまま基準値 P R G s t d として設定する。

40

【0054】

従って、図 1 5 に示すフローチャートでは、S 3 1 ~ S 4 0 が第 1 実施形態での S 1 ~ S 1 0 に相当するが、中でも S 3 7 においては、全てのサーボプレス P 1 ~ P 3 の基準値 P R G s t d としてサーボプレス P 1 の進捗値 P R G が設定される。このため、サーボプレス P 1 に限っては、S 3 8 での進捗値 P R G と基準値 P R G s t d との偏差は「0」となるから、S 3 9 では、前述した第 2 実施形態でのサーボプレス P 1 での制御と同様に、サーボプレス P 1 のモーションプログラムに応じた速度指令値を生成し、出力することになる。

50

【0055】

〔第4実施形態〕

図16には、本発明の第4実施形態に係るプレス間同期制御装置10のブロック図が示されている。本実施形態のプレス間同期制御装置10は、クロックパルスを出力する内部クロック17と、クロックパルスのパルス数をカウントするカウンタ16とを備えており、このカウンタ16は、プレスラインが稼動し始めた時点からのパルス数をカウントし、このカウント結果を周期内時刻Tcnt rとしてコントローラ2に出力する。

【0056】

また、本実施形態での操作パネル9は、第1実施形態で説明した各サーボプレスP1～P3のモーションプログラムおよび周期時間T1～T3の他、基準周期時間Tstdを入力可能に設けられている。基準周期時間Tstdは、進捗を判定するうえでの基準となるプレスラインの周期時間であり、任意に設定されて入力される。そして、本実施形態での基準値生成手段13は、図17に示すように、基準値PRGstdを周期内時刻Tcnt rと基準周期時間Tstdとの比から算出する。

【0057】

従って、図18に示すフローチャートでは、S41～S50が第1実施形態でのS1～S10に相当する。さらに、本実施形態では、S43の後にカウンタ16により計時が開始され（S43A）、S47においては、基準値生成手段13が周期内時刻Tcnt rと基準周期時間Tstdとの比から基準値PRGstdを算出する。さらに、S50にて進捗値PRGと基準値PRGstdとの偏差に基づいた速度指令値を出力した後、比較手段14は、周期内時刻Tcnt rが基準周期時間Tstdに達したか否かを判定し（S50B）、達していなければS44に戻って処理を繰り返し、達していればカウンタ16をリセットして一周内での同期制御を終了し（S50C）、S43Aに戻って次の周期内での同期制御を開始する。なお、運転終了時には、カウンタ16による計時も終了する。

【0058】

なお、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含み、以下に示すような変形等も本発明に含まれる。

例えば、前記実施形態のモーション情報としては、目標メインクランク角度、目標速度、停止時間からなるモーションプログラムであったが、モーション情報の形態としてはこれに限定されるものではなく、進捗テーブルを作成可能な任意の情報であってよい。

また、このような情報は、操作パネル9から入力される他、コントローラ2とネットワークを介して接続されたパソコン等から入力されてもよく、このような場合には、当該パソコンが本願発明に係る入力設定手段となる。

【0059】

前記実施形態では、進捗値演算手段12において、ロータリーエンコーダ8にてメインクランク角度 θ を検出して進捗値PRGを演算しているが、モーションの1周期内でのスライド5の進み具合を特定可能であれば、他の検出手段で検出した位置情報であってもよい。例えば、特開2004-58152号公報には、リニアスケール等の位置センサを使用して、プレス運転時に、予め設定されたスライドモーションの上限位置から下限位置を経て上限位置までの1サイクル間でスライドの現在位置を検出し、検出したスライド位置に対応する仮想回転角度を外部周辺装置に出力することが開示されている。この場合には、リニアスケールでスライド位置を検出し、出力される仮想回転角度を用いて進捗値を演算すればよい。

【0060】

また、前記公報に記載のサーボプレスは、サーボモータで駆動される偏心軸と、この偏心軸に連結されたトグルリンク機構とにより、スライドへの動力伝達機構が構成されているが、このような構成では、偏心軸の回転角度が前記実施形態でのメインクランク角度に相当するから、ロータリーエンコーダ等の検出手段で偏心軸の回転角度を検出してもよい。

さらに、スライドへの動力伝達機構としては、トグルリンク機構を偏心軸によって駆動

10

20

30

40

50

させる前記公報記載の構成や、メインリンクを用いた前記実施形態の構成の他、ボールスクリュウを用いてトグルリンク機構を駆動させるものや、ボールスクリュウでスライドを直接上下動させるものであってもよい。そして、これらの動力伝達機構に応じて、スライド位置検出用の任意の検出手段を用いることができるのである。

【0061】

前記第1実施形態では、基準値PRGstdとして、サーボプレスP1～P3の全進捗値PRGの平均値であったが、本発明に係る基準値としては、例えば、最も進捗が遅れているサーボプレスの進捗値であったり、最も進んでいるサーボプレスの進捗値であってもよい。また、進捗値の平均値を基準値とする場合には、指令値算出対象のプレスを除いた各プレスでの進捗値の平均値を、当該指令値算出対象のプレスでの基準値としてもよく、このような場合には、サーボプレス毎に異なる基準値が決まることになる。

10

【0062】

前記第4実施形態では、基準周期時間Tstdを、操作パネル9から任意に設定されて入力されるように構成していたが、これを各サーボプレスP1～P3の周期時間T1～T3から自動的に算出するように構成してもよい。例えば、基準周期時間Tstdを、周期時間T1～T3の平均値としたり、周期時間T1～T3のうちの最も周期が長い周期時間や最も周期の短い周期時間としたりしてもよい。

【0063】

その他、本発明を実施するための最良の構成、方法などは、以上の記載で開示されているが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して特に図示され、かつ、説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、形状、数量、その他の詳細な構成において、当業者が様々な変形を加えることができるものである。

20

従って、上記に開示した形状、数量などを限定した記載は、本発明の理解を容易にするために例示的に記載したものであり、本発明を限定するものではないから、それらの形状、数量などの限定の一部もしくは全部の限定を外した部材の名称での記載は、本発明に含まれるものである。

【産業上の利用可能性】

【0064】

本発明は、サーボプレスを複数台用いて構成されたトランスファプレスラインやタンデムプレスライン等に利用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の第1実施形態に係るプレス間同期制御装置が適用されたトランスファプレスを模式的に示す全体斜視図。

【図2】第1実施形態でのプレス間同期制御装置のコントローラを示すブロック図。

【図3】モーションプログラムを示す図。

【図4】進捗テーブルを示す図。

【図5】メインリンク角度およびモーションプログラム時刻を示す図。

【図6】スライド停止が含まれたモーションプログラムの一部を示す図。

40

【図7】第1実施形態での進捗値および基準値を示す図。

【図8】第1実施形態での制御方法を示すフローチャート。

【図9】本発明の変形例に係る進捗テーブルを示す図。

【図10】本発明の第2実施形態に係るプレス間同期制御装置が適用されたタンデムプレスラインを模式的に示す全体側面図。

【図11】第2実施形態での進捗値および基準値を示す図。

【図12】第2実施形態での制御方法を示すフローチャート。

【図13】第2実施形態での他の制御方法を示すフローチャート。

【図14】第3実施形態での進捗値および基準値を示す図。

【図15】第3実施形態での制御方法を示すフローチャート。

50

【図 16】第 4 実施形態でのプレス間同期制御装置のコントローラを示すブロック図。

【図 17】第 4 実施形態での進捗値および基準値を示す図。

【図 18】第 4 実施形態での制御方法を示すフローチャート。

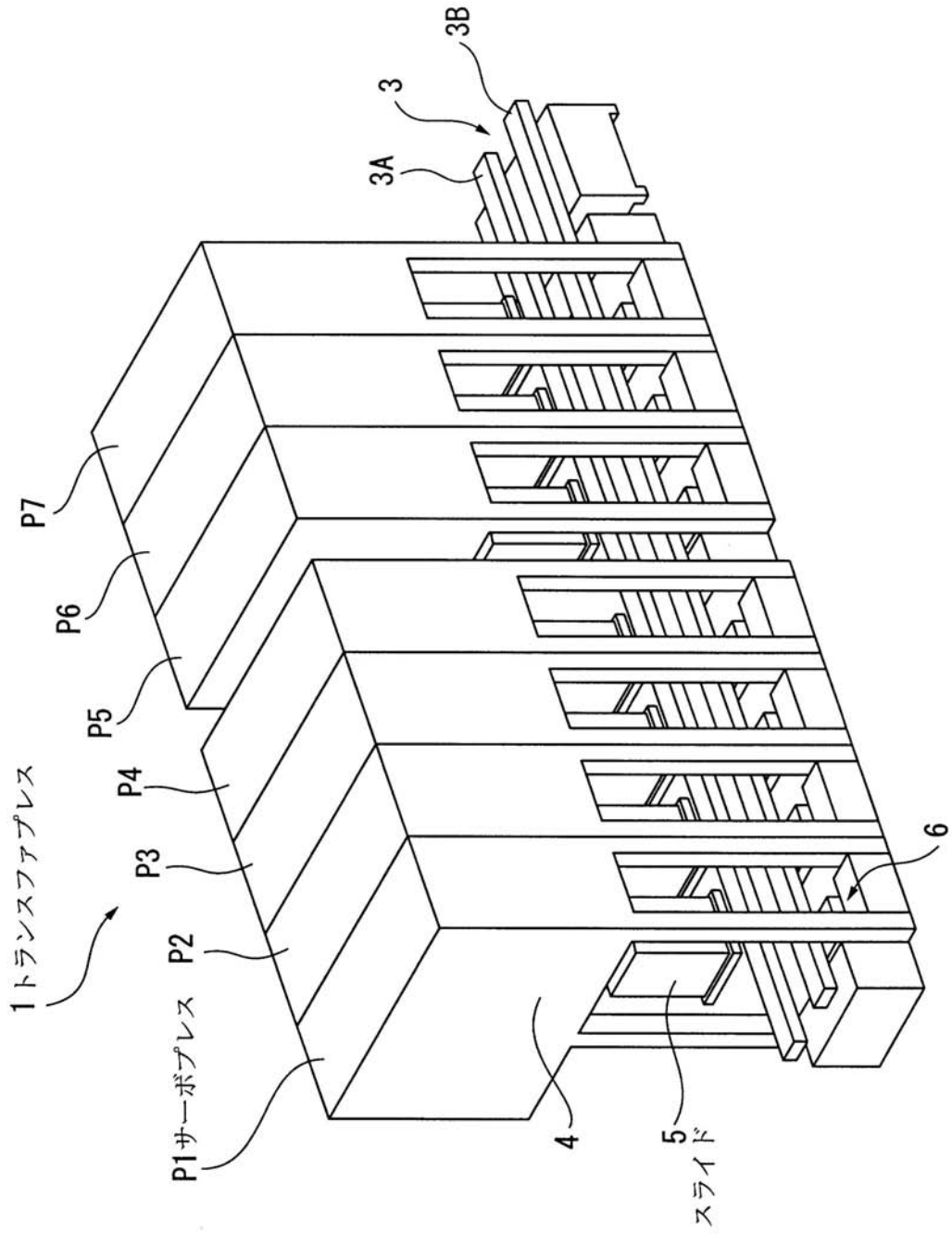
【符号の説明】

【0066】

1…トランスファプレス、5…スライド、9…操作パネル（入力設定手段）、10…プレス間同期制御装置、11…進捗テーブル作成手段、12…進捗値演算手段、13…基準値生成手段、14…比較手段、15…指令値生成手段、16…カウンタ、17…クロック、P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7…サーボプレス、PRG…進捗値、PRGstd、PRGave…基準値、Tstd…基準周期時間、Tcnt r…周期内時刻。

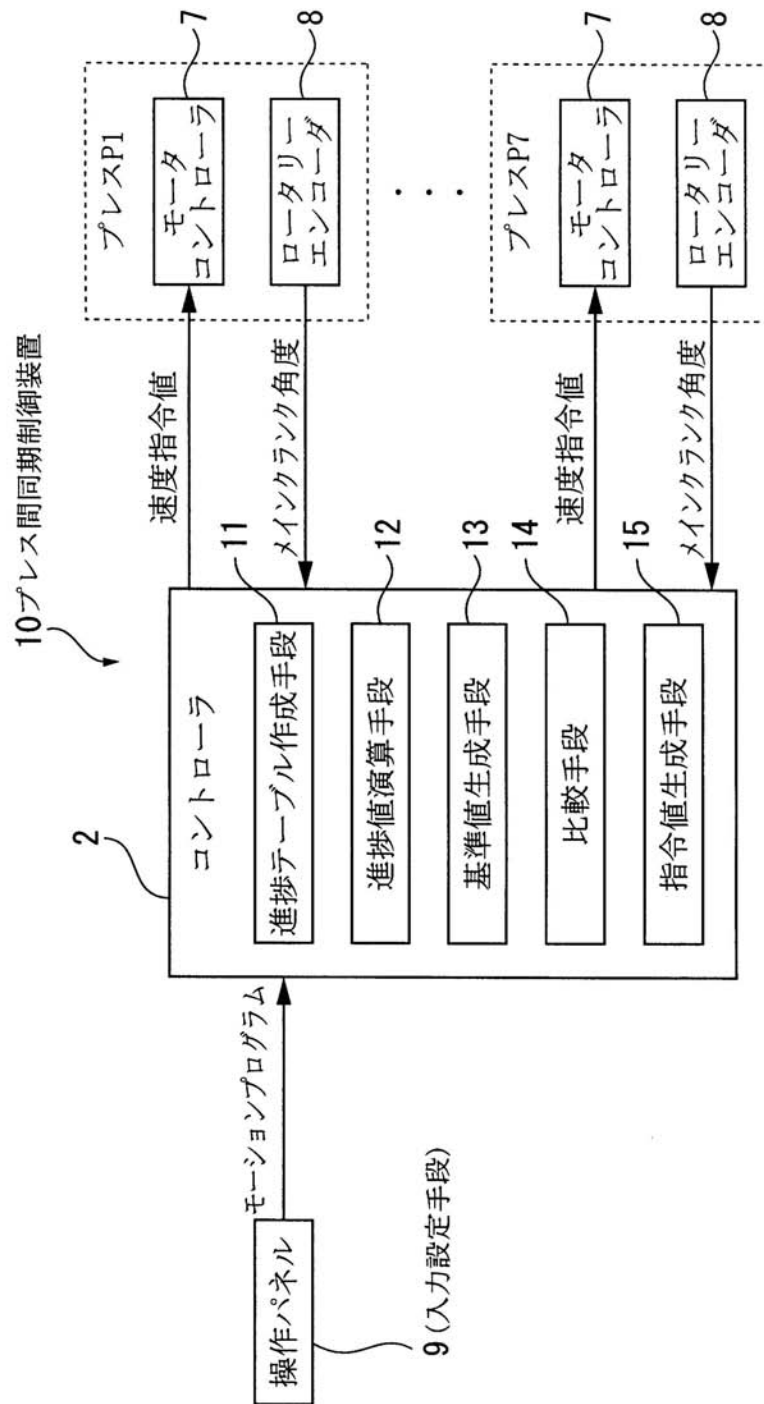
【図1】

本発明の第1実施形態に係るプレス間同期制御装置が適用されたトランスファプレスを模式的に示す全体斜視図



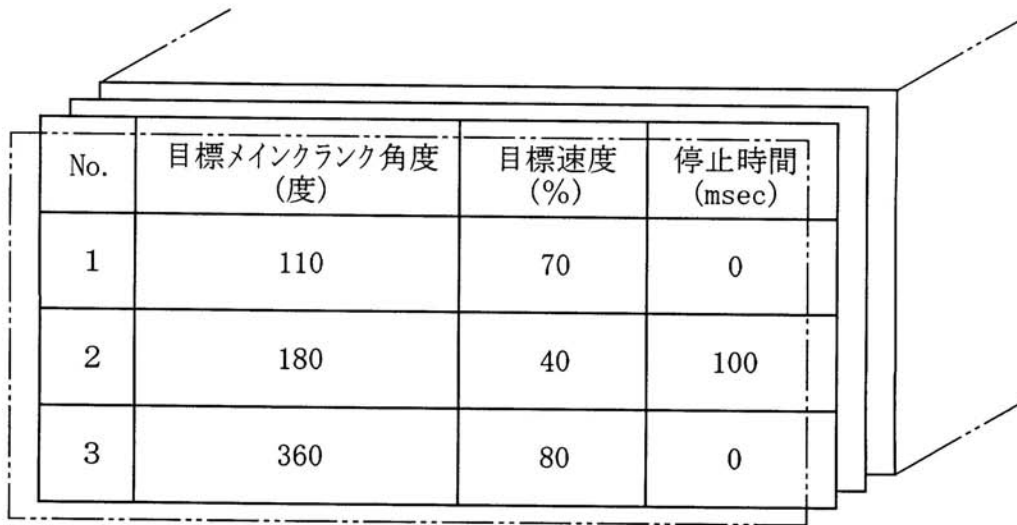
【図 2】

第 1 実施形態でのプレス間同期制御装置の
コントローラを示すブロック図



【図 3】

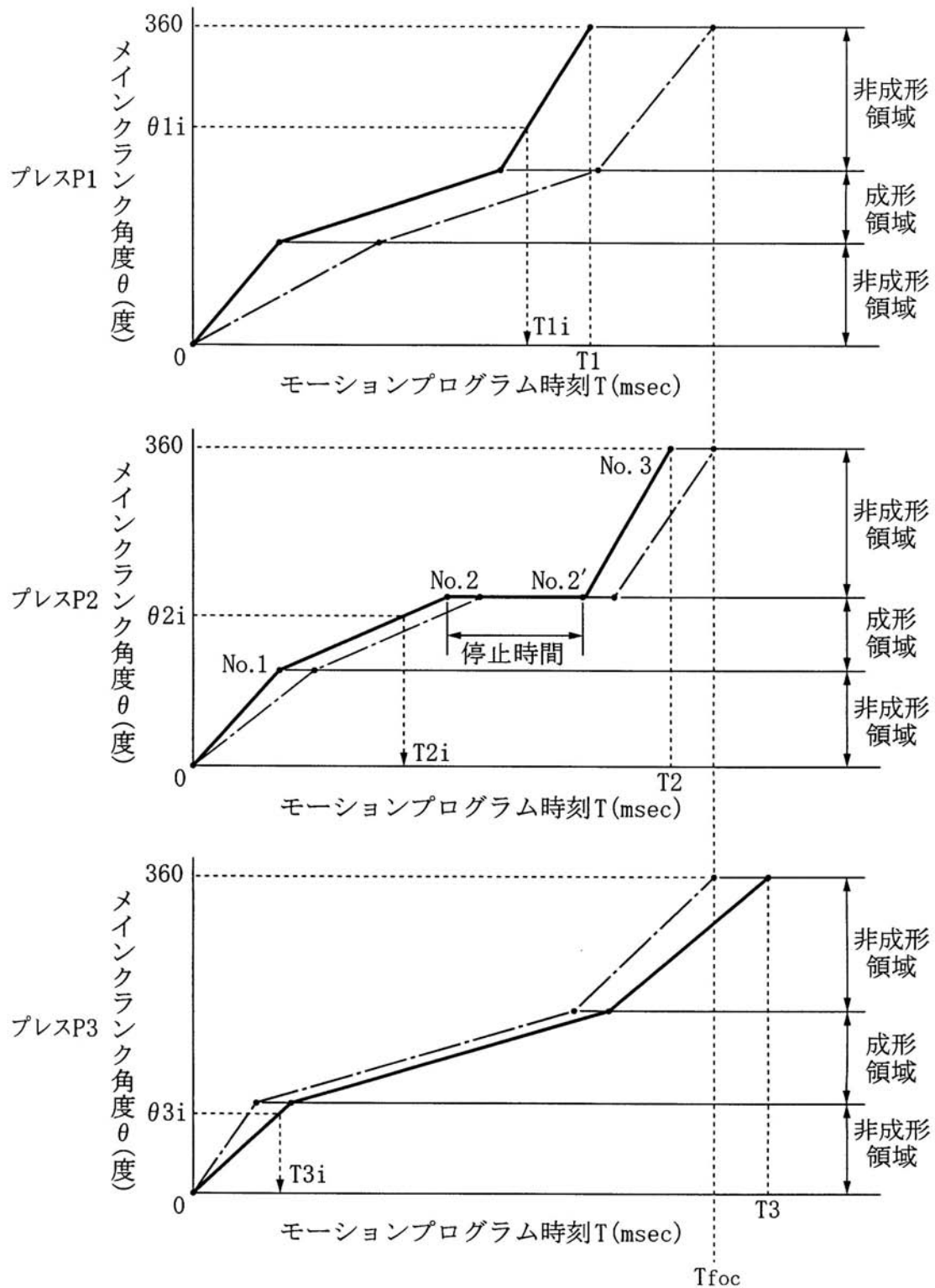
モーションプログラムを示す図



No.	目標メインクランク角度 (度)	目標速度 (%)	停止時間 (msec)
1	110	70	0
2	180	40	100
3	360	80	0

【図 4】

進捗テーブルを示す図



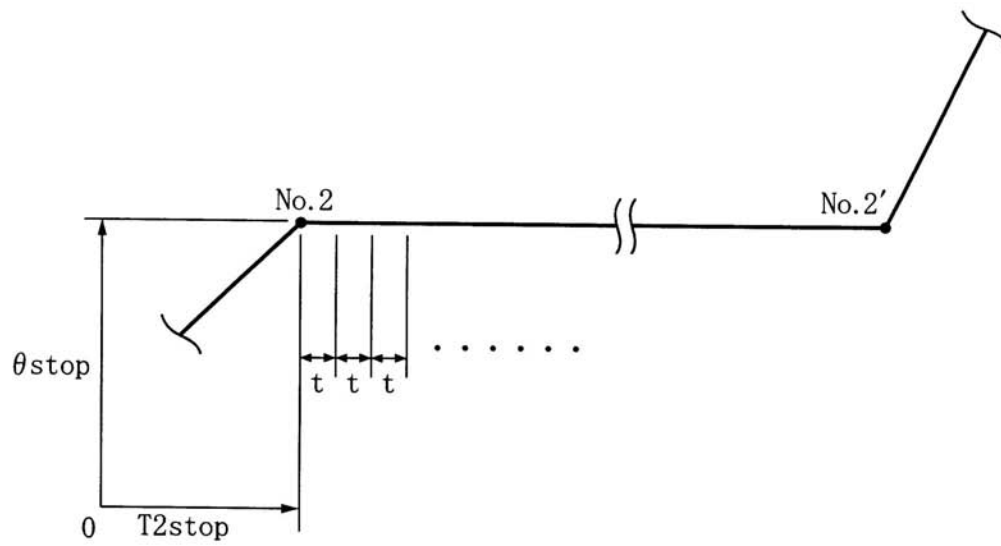
【図 5】

メインランク角度およびモーションプログラム時刻を示す図

検出 時間 t	メインランク角度(θ)			モーションプログラム時刻(T)		
	プレスP1	プレスP2	プレスP3	プレスP1	プレスP2	プレスP3
t1	0	0	0	0	0	0
t2	××	××	××	××	××	××
t3	××	××	××	××	××	××
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ti	$\theta 1i$	$\theta 2i$	$\theta 3i$	T1i	T2i	T3i
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 6】

スライド停止が含まれたモーションプログラムの一部を示す図



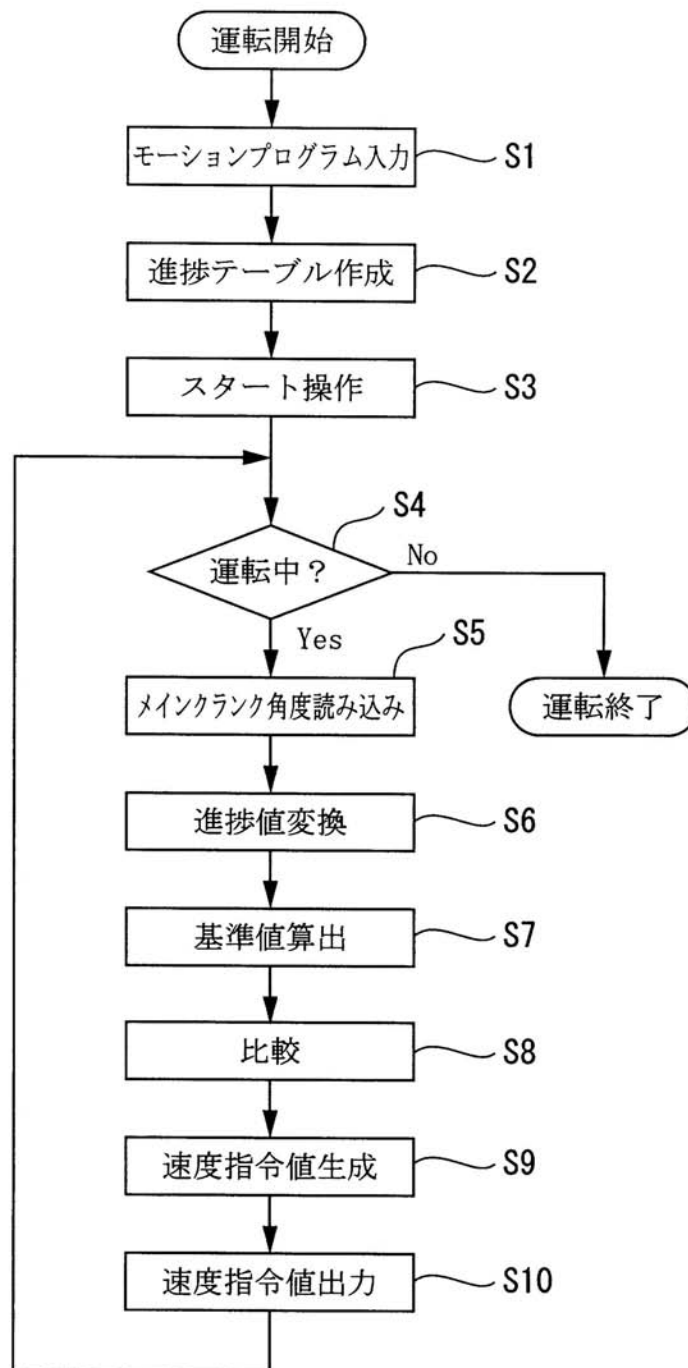
【図 7】

第 1 実施形態での進捗値および基準値を示す図

検出 時間	進捗値 (PRG)			基準値 (PRGstd)
	プレスP1	プレスP2	プレスP3	
t1	0	0	0	0
t2	××	××	××	××
t3	××	××	××	××
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ti	$\frac{T1i}{T1}(0.80)$	$\frac{T2i}{T2}(0.47)$	$\frac{T3i}{T3}(0.12)$	PRGave (0.46)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

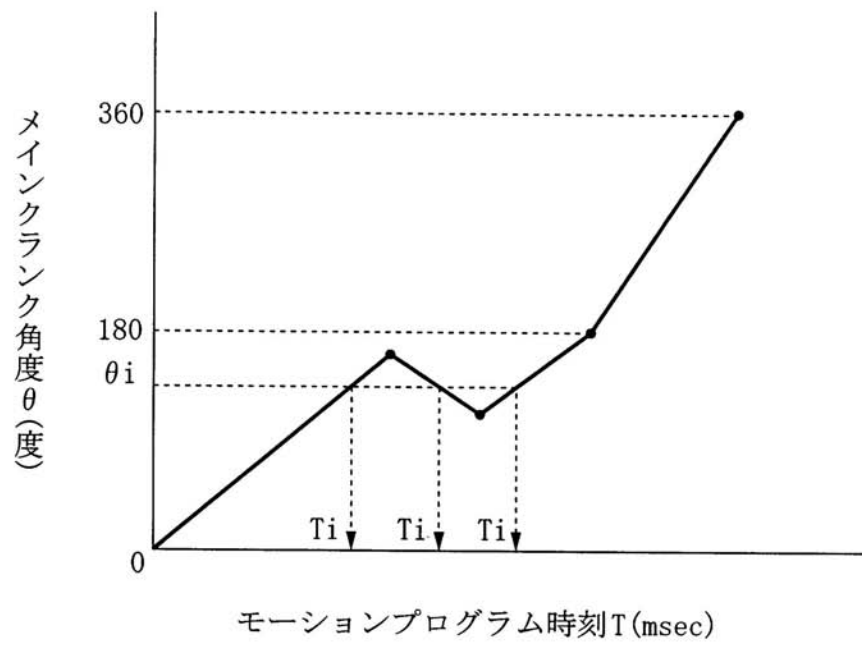
【図 8】

第 1 実施形態での制御方法を示すフローチャート



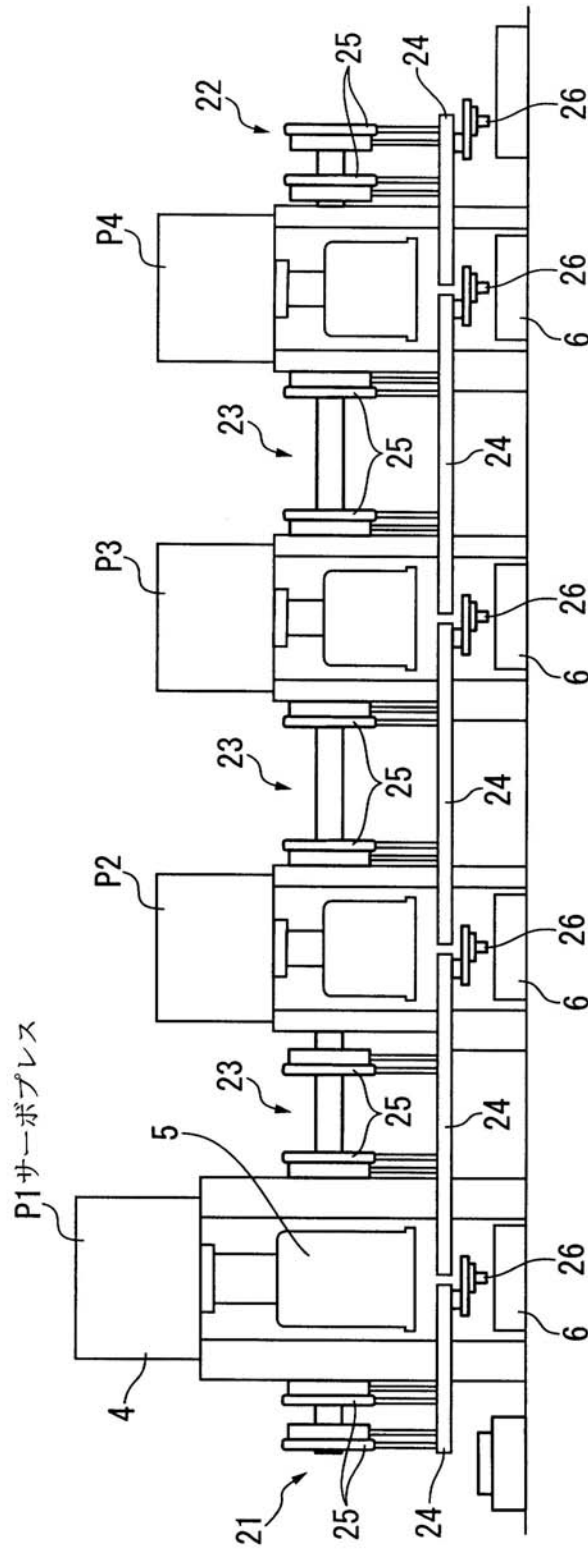
【図 9】

本発明の変形例に係る進捗テーブルを示す図



【図10】

本発明の第2実施形態に係るプレス間同期制御装置が適用された
タンデムプレスラインを模式的に示す全体側面図



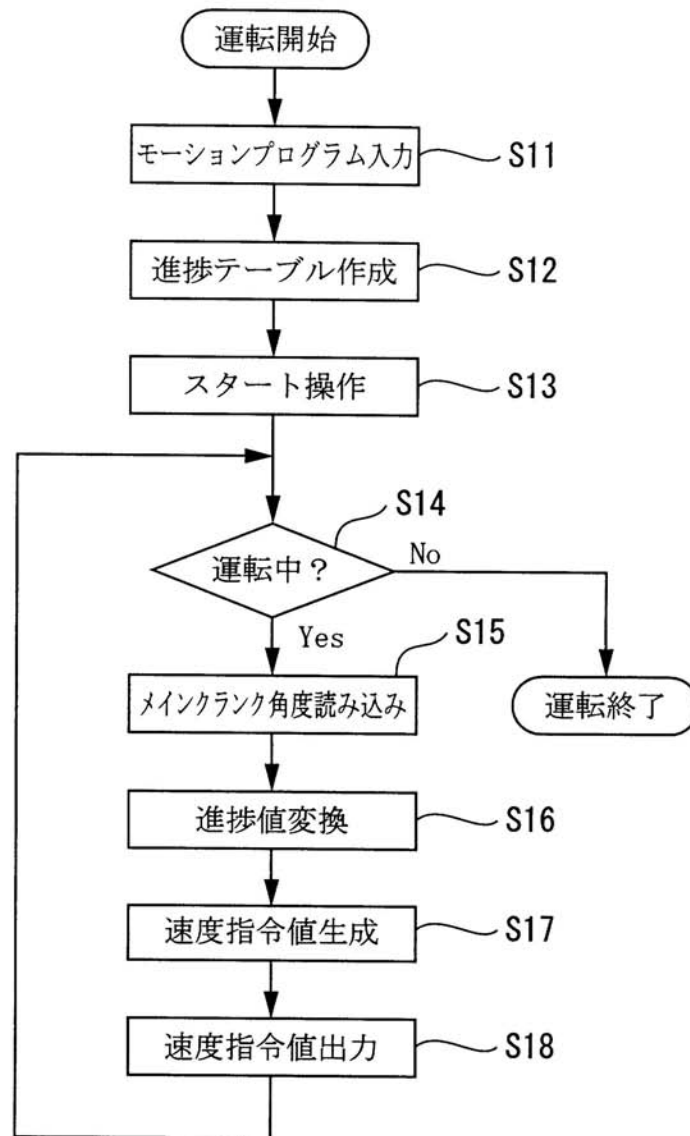
【図 1 1】

第 2 実施形態での進捗値および基準値を示す図

検出 時間	進捗値 (PRG)			基準値 (PRGstd)		
	プレスP1	プレスP2	プレスP3	プレスP1	プレスP2	プレスP3
t1	0	0	0	0	0	0
t2	××	××	××	××	××	××
t3	××	××	××	××	××	××
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ti	$\frac{T1i}{T1}(0.80)$	$\frac{T2i}{T2}(0.47)$	$\frac{T3i}{T3}(0.12)$	$\frac{T1i}{T1}(0.80)$	$\frac{T1i}{T1}(0.80)$	$\frac{T2i}{T2}(0.47)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

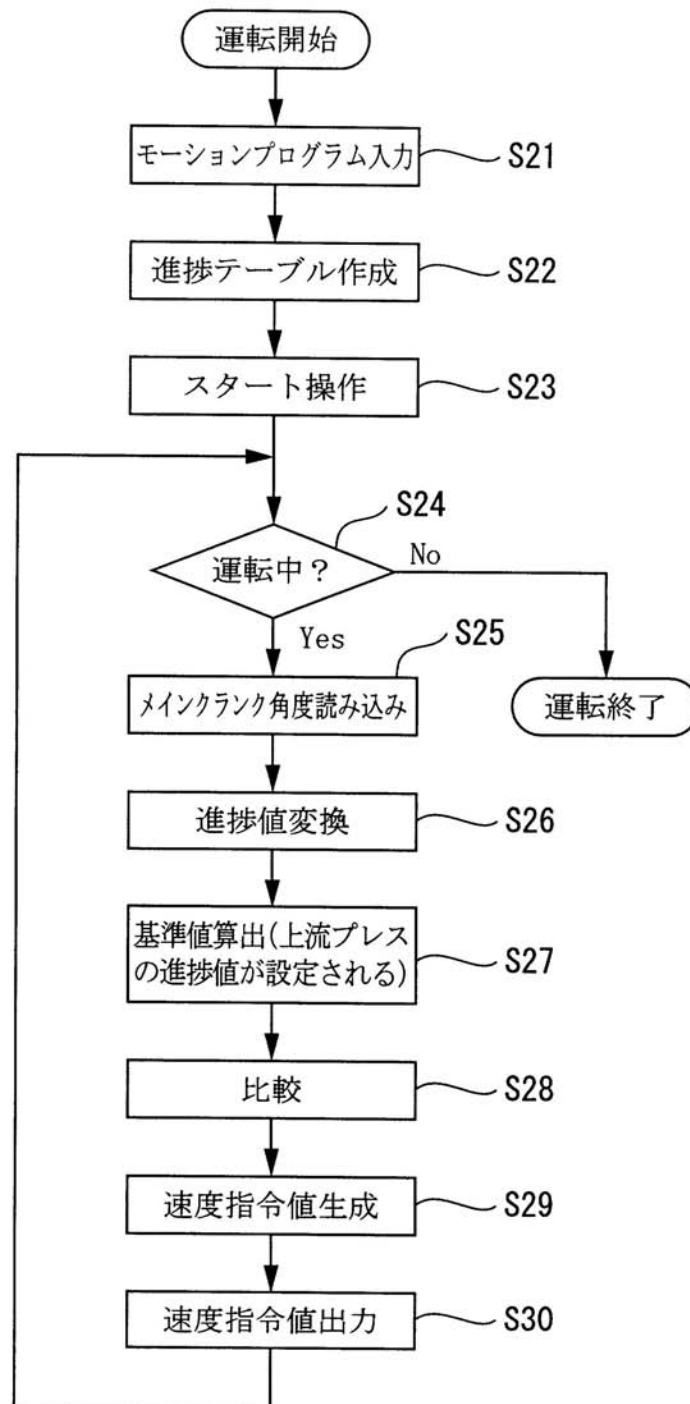
【図 1 2】

第 2 実施形態での制御方法を示すフローチャート



【図 13】

第2実施形態での他の制御方法を示すフローチャート



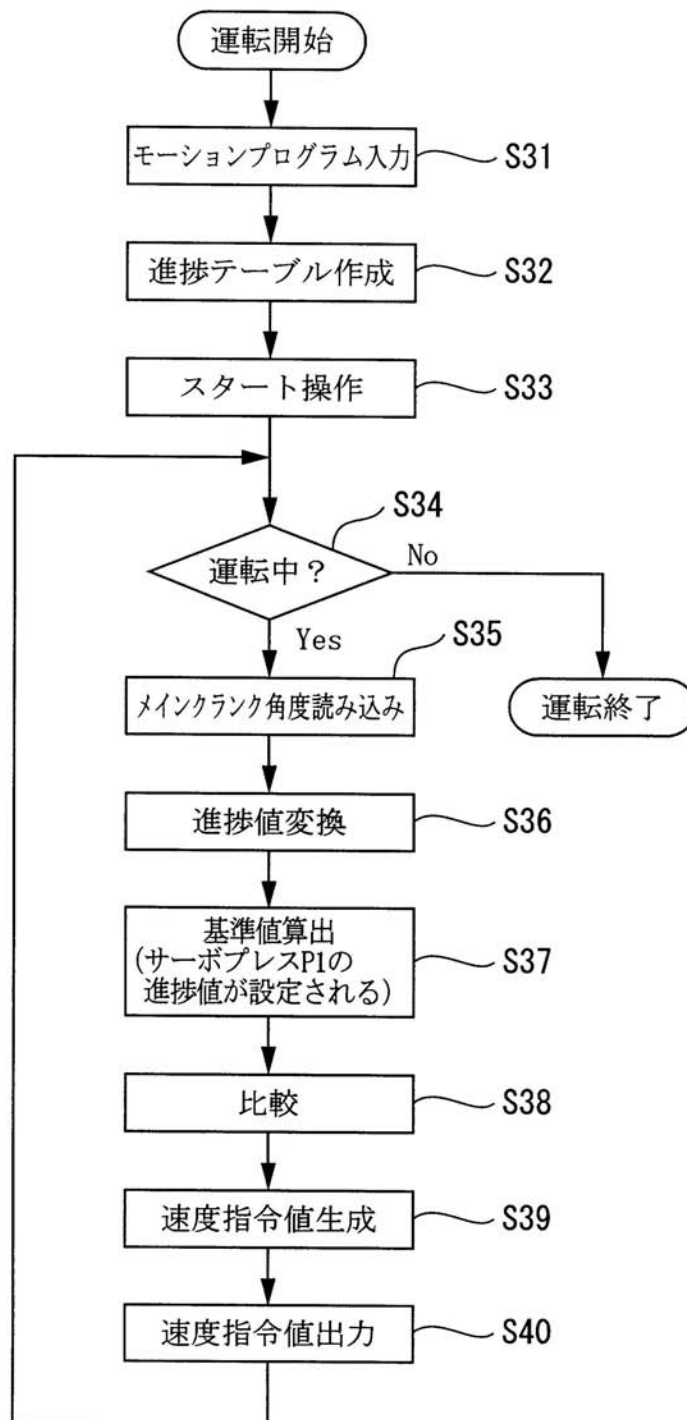
【図 1 4】

第 3 実施形態での進捗値および基準値を示す図

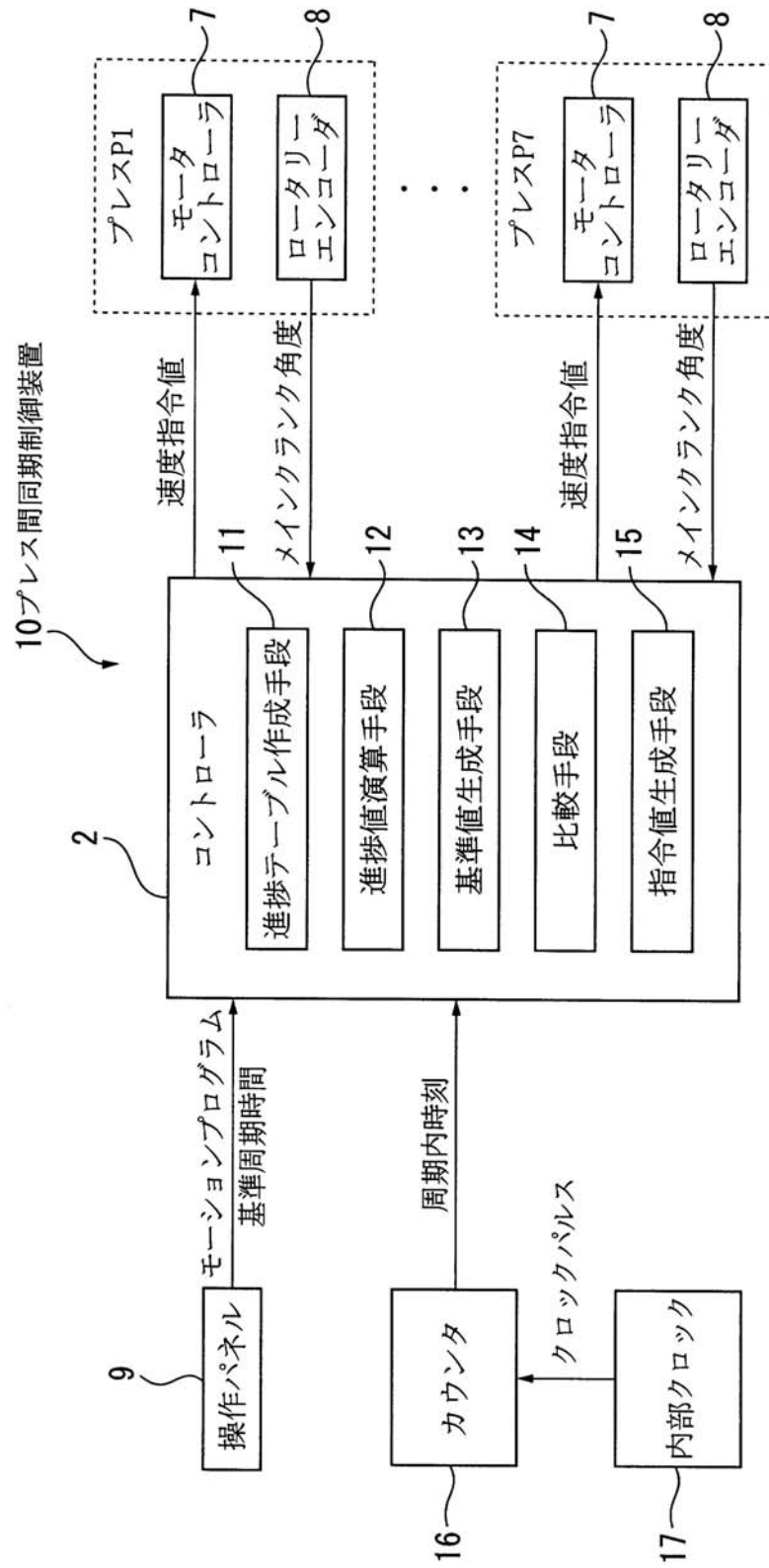
検出 時間	進捗値 (PRG)			基準値 (PRGstd)
	プレスP1	プレスP2	プレスP3	
t1	0	0	0	0
t2	××	××	××	××
t3	××	××	××	××
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ti	$\frac{T1i}{T1}(0.80)$	$\frac{T2i}{T2}(0.47)$	$\frac{T3i}{T3}(0.12)$	$\frac{T1i}{T1}(0.80)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 15】

第3実施形態での制御方法を示すフローチャート



【図16】

第4実施形態でのプレス間同期制御装置の
コントローラを示すブロック図

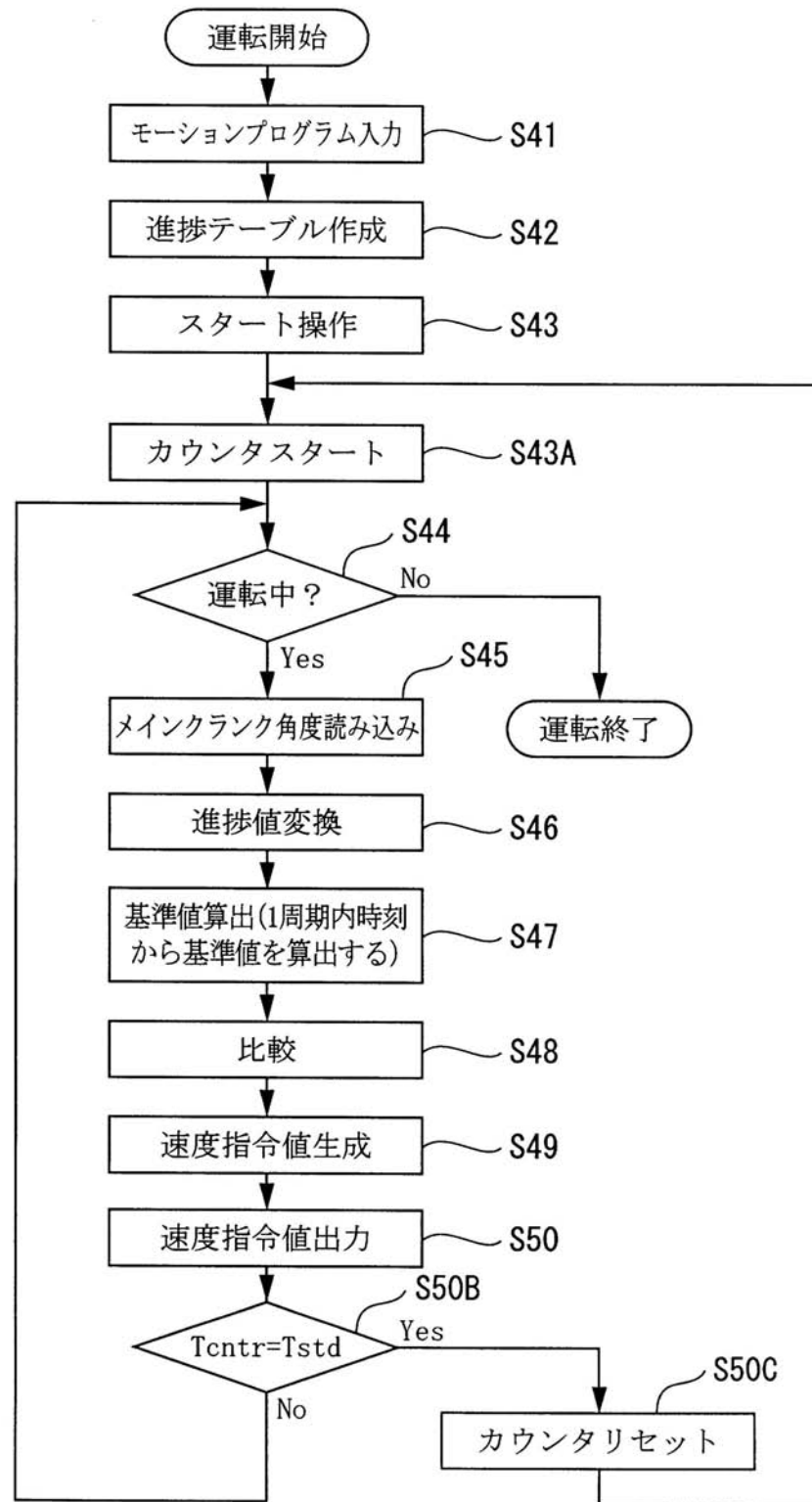
【図 17】

第4実施形態での進捗値および基準値を示す図

検出 時間	進捗値 (PRG)			基準値 (PRGstd)
	プレスP1	プレスP2	プレスP3	
t1	0	0	0	0
t2	××	××	××	××
t3	××	××	××	××
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ti	$\frac{T1i}{T1}$	$\frac{T2i}{T2}$	$\frac{T3i}{T3}$	$\frac{Tcntr}{Tstd}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 18】

第4実施形態での制御方法を示すフローチャート



フロントページの続き

- (72)発明者 栗原 隆
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所内
- (72)発明者 田貫 富和
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所内
- (72)発明者 松村 幸紀
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所内
- (72)発明者 高山 幸良
石川県小松市八日市町地方5 コマツ産機株式会社 小松工場内
- (72)発明者 市川 聡
石川県小松市八日市町地方5 コマツ産機株式会社 小松工場内

審査官 村山 睦

- (56)参考文献 特開2000-343294 (JP, A)
特開2001-300794 (JP, A)
特開平06-249202 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B30B 13/00