

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5440838号
(P5440838)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月27日(2013.12.27)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 1 D 24/02 (2006.01)
 B 2 1 D 24/02 E
 B 2 1 D 24/02 A

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-90009 (P2009-90009)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成21年4月2日(2009.4.2)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2010-240673 (P2010-240673A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年10月28日(2010.10.28)	(74) 代理人	100097515
審査請求日	平成24年2月27日(2012.2.27)		弁理士 堀田 実
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136700
			弁理士 野村 俊博
		(72) 発明者	藤田 穰
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
		審査官	宇田川 辰郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 油圧ダイクッション装置とその位置制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プレス機械の上金型とブランクホルダの間にワークを挟み、該ブランクホルダに上向きのクッション力を付加しながらこれを上下動させる油圧ダイクッション装置であって、ブランクホルダを上下動するピストンロッドを有する油圧シリンダと、油圧シリンダに作動油を供給又は排出するサーボ弁と、サーボ弁を制御するサーボ弁制御装置とを備え、前記サーボ弁制御装置は、油圧シリンダのシリンダ位置、上室圧、下室圧、及びサーボ弁のスプール位置から所定の予測時間経過後のシリンダ移動量を計算するシリンダモデルと、

油圧シリンダの目標位置と現在位置、及び前記シリンダ移動量から、前記予測時間経過後に目標位置になるようにサーボ弁指令値を計算するレギュレータとを有し、前記サーボ弁指令値によりサーボ弁を制御する、ことを特徴とする油圧ダイクッション装置。

【請求項 2】

前記サーボ弁制御装置は、前記サーボ弁指令値を所定のリミット値以下に制限するリミッタを有し、該リミッタの出力値によりサーボ弁を制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の油圧ダイクッション装置。

【請求項 3】

ブランクホルダを上下動するピストンロッドを有する油圧シリンダと、油圧シリンダに作動油を供給又は排出するサーボ弁と、サーボ弁を制御するサーボ弁制御装置とを備え、

プレス機械の上金型とブランクホルダの間にワークを挟み、該ブランクホルダに上向きのクッション力を付加しながらこれを上下動させる油圧ダイクッション装置の位置制御方法であって、

油圧シリンダのシリンダ位置、上室圧、下室圧、及びサーボ弁のスプール位置から所定の予測時間経過後のシリンダ移動量を計算し、

油圧シリンダの目標位置と現在位置、及び前記シリンダ移動量から、前記予測時間経過後に目標位置になるようにサーボ弁指令値を計算し、

前記サーボ弁指令値によりサーボ弁を制御する、ことを特徴とする油圧ダイクッション装置の位置制御方法。

【請求項 4】

前記サーボ弁指令値を所定のリミット値以下に制限し、リミッタの出力値によりサーボ弁を制御する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の位置制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プレス機械用の油圧ダイクッション装置とその位置制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

プレス機械では、スライドを機械的に昇降し、スライドの下降時にスライドの下面に固定された上金型と、スライドの下方に配置された下金型との間に被加工物（ワーク）を挟み込んでプレス加工を行う。

ダイクッション装置は、プレス機械においてプレス加工時に上金型とブランクホルダの間にワークを挟み、ワークにしわ押さえ力（クッション力）を付加する装置である。

【0003】

従来から、プレス機械の油圧ダイクッション装置として、種々の方式のものが提案されている（例えば、特許文献 1～3）。

【0004】

【特許文献 1】特許第 3591807 号公報、「油圧ダイクッション装置の制御方法」

【特許文献 2】特開 2007-222926 号公報、「ダイクッション荷重制御装置およびクッション荷重制御装置を備えたプレス機械」

【特許文献 3】特開 2008-149346 号公報、「プレス機械のダイクッション装置及びダイクッションの動作制御方法」

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

油圧ダイクッション装置は、一般に、ダイクッション（ブランクホルダやクッションパッドとクッションピン）を上下動するピストンロッドを有する油圧シリンダと、油圧シリンダに作動油を供給又は排出するサーボ弁とを備える。

【0006】

図 1 は、ダイクッション装置のクッション動作を示す図である。この図に示すように、スライドが下死点通過後、ダイクッションをロッキング（停止）した状態で、ワーク取出装置によりワークの取出しが行われる。ダイクッションは、ワーク取出装置がダイクッション装置の最上部に位置するブランクホルダ（又はクッションピン）から十分に離れてから、ロッキングを終了して上昇を開始する。

【0007】

従来の油圧ダイクッション装置では、通常、フィードフォワード制御と位置フィードバック制御でクッション位置を制御しており、プレス加工後の上昇時はダンパーを用いることで、停止時のサージ圧の発生やオーバーシュートを抑制していた。このダンパーには、ショックアブゾーバのようなメカダンパーと、制御的にダンパー動作を行うソフトダンパ

10

20

30

40

50

一とがある。

【0008】

従来の油圧ダイクッション装置において、停止時のサージ圧抑制のために、メカダンパーを用いる場合、装置コストが増加する。また、ソフトダンパーを用いる場合には、ソフトダンパーは上昇速度によって開始タイミングやダンパー速度を設定する必要があるため調整時間が必要となる。

【0009】

また、従来の油圧ダイクッション装置の場合、ダイクッション装置のロッキング（停止）は、サーボ弁の全閉により行われるため、ロッキング時に油圧シリンダ内に圧油が残り、この圧油（残圧）によりスライド上昇時にブランクホルダがわずかに上昇する問題点があった。

10

【0010】

本発明は、上述した問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、装置コストを増加させず、かつ調整時間を必要とせず、停止時のサージ圧の発生やオーバーシュートを抑制することができ、かつロッキング時の圧油（残圧）によるブランクホルダの上昇も防止することができる油圧ダイクッション装置とその位置制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明によれば、プレス機械の上金型とブランクホルダの間にワークを挟み、該ブランクホルダに上向きのクッション力を付加しながらこれを上下動させる油圧ダイクッション装置であって、

20

ブランクホルダを上下動するピストンロッドを有する油圧シリンダと、

油圧シリンダに作動油を供給又は排出するサーボ弁と、

サーボ弁を制御するサーボ弁制御装置とを備え、

前記サーボ弁制御装置は、油圧シリンダのシリンダ位置、上室圧、下室圧、及びサーボ弁のスプール位置から所定の予測時間経過後のシリンダ移動量を計算するシリンダモデルと、

油圧シリンダの目標位置と現在位置、及び前記シリンダ移動量から、前記予測時間経過後に目標位置になるようにサーボ弁指令値を計算するレギュレータとを有し、前記サーボ弁指令値によりサーボ弁を制御する、ことを特徴とする油圧ダイクッション装置が提供される。

30

【0013】

また、前記サーボ弁指令値を所定のリミット値以下に制限するリミッタを有し、該リミッタの出力値によりサーボ弁を制御する。

【0014】

また本発明によれば、ブランクホルダを上下動するピストンロッドを有する油圧シリンダと、油圧シリンダに作動油を供給又は排出するサーボ弁と、サーボ弁を制御するサーボ弁制御装置とを備え、プレス機械の上金型とブランクホルダの間にワークを挟み、該ブランクホルダに上向きのクッション力を付加しながらこれを上下動させる油圧ダイクッション装置の位置制御方法であって、

40

油圧シリンダのシリンダ位置、上室圧、下室圧、及びサーボ弁のスプール位置から所定の予測時間経過後のシリンダ移動量を計算し、

油圧シリンダの目標位置と現在位置、及び前記シリンダ移動量から、前記予測時間経過後に目標位置になるようにサーボ弁指令値を計算し、

前記サーボ弁指令値によりサーボ弁を制御する、ことを特徴とする油圧ダイクッション装置の位置制御方法が提供される。

【0016】

50

また、前記サーボ弁指令値を所定のリミット値以下に制限し、リミッタの出力値によりサーボ弁を制御する。

【発明の効果】

【0017】

上記本発明の装置及び方法によれば、サーボ弁制御装置により、所定の予測時間経過後のサーボ弁位置を予測してサーボ弁を制御するので、停止時にサージ圧が発生したり、オーバーシュートが生じたり、ロッキング時の圧油（残圧）によりブランクホルダが上昇するような場合でも、予測時間前にこれらの現象を予測してサーボ弁を制御するので、これらの現象を未然に防止することができる。

10

【0018】

また、本発明の好ましい実施形態によれば、シリンダモデルにより、所定の予測時間経過後のシリンダ移動量を、油圧シリンダのシリンダ位置、上室圧、下室圧、及びサーボ弁のスプール位置から計算することができる。

また、レギュレータにより、予測時間経過後に目標位置になるようにサーボ弁指令値を、油圧シリンダの目標位置と現在位置、及び前記シリンダ移動量から計算することができる。

従って、所定の予測時間経過後のサーボ弁位置を予測してサーボ弁を制御することができる。

【0019】

20

従って、計算されたサーボ弁指令値によりサーボ弁を制御することにより、予測時間経過後に油圧シリンダは目標位置に移動するので、装置コストを増加させず、かつ調整時間を必要とせず、停止時のサージ圧の発生やオーバーシュートを抑制することができ、かつロッキング時の圧油（残圧）によるブランクホルダの上昇も防止することができる。

【0020】

さらに、リミッタにより、前記サーボ弁指令値を所定のリミット値以下に制限し、リミッタの出力値によりサーボ弁を制御するので、サーボ弁の開き過ぎを防止し、クッションの最大上昇速度を制限することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

30

【図1】ダイクッション装置のクッション動作を示す図である。

【図2】本発明による油圧ダイクッション装置の構成図である。

【図3】本発明によるサーボ弁制御装置の構成図である。

【図4】本発明による油圧ダイクッション方法のフロー図である。

【図5】本発明による油圧ダイクッション装置の作動説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の好ましい実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0023】

40

図2は、本発明による油圧ダイクッション装置の構成図である。

図示しないプレス装置は、ボルスタの上面に固定された下金型に対し、上下動するスライドの下面に固定された上金型を下降させ、下金型と上金型との間で図示しないワーク（被加工材）を加圧して所定の形状にプレス成形するようになっている。

【0024】

図2において、1はブランクホルダであり、上金型および下金型によりワークをプレス成形する際に、ブランクホルダ1により、ワークのプレス成形時に上金型との間でワーク下面の周縁部を支持してワークのしわ押さえを行う。

すなわち、本発明の油圧ダイクッション装置10は、プレス機械の上金型とブランクホルダ1の間にワークを挟み、ブランクホルダ1に上向きのクッション力を付加しながらこ

50

れを上下動させるようになっている。

なお、ブランクホルダ 1 の代わりにクッションパッドを用い、クッションピンにより上金型との間でワーク下面の周縁部を支持してワークのしわ押さえを行ってもよい。

【0025】

図 2 において、本発明の油圧ダイクッション装置 10 は、油圧シリンダ 12、サーボ弁 14、およびサーボ弁制御装置 20 を備える。

【0026】

油圧シリンダ 12 は、ブランクホルダ 1 を上下動するピストンロッド 11 を有する。

この例で、油圧シリンダ 12 は、上向きかつ鉛直に配置され、ピストンロッド 11 の先端（上端）にブランクホルダ 1 が固定され一体的に昇降するようになっている。

10

【0027】

また図 2 において、油圧シリンダ 12 のロッド側（上側）とピストン側（下側）にはそれぞれ圧力計 15、16 が設けられ、油圧シリンダ 12 の上室圧 $P_u(t_0)$ と下室圧 $P_d(t_0)$ を検出する。この検出値 $P_u(t_0)$ 、 $P_d(t_0)$ はそれぞれサーボ弁制御装置 20 に入力される。なお、以下（）内の t_0 は、現在の値を示す。

さらに、油圧シリンダ 12 のシリンダ位置 $x(t_0)$ を検出する位置検出器 17 が設けられ、その検出値 $x(t_0)$ はサーボ弁制御装置 20 に入力される。位置検出器 17 はこの例では、ブランクホルダ 1 の位置を検出するように配置されているが、シリンダ位置 $x(t_0)$ を直接検出してもよい。

以下、油圧シリンダ 12 のシリンダ位置 $x(t_0)$ を単に「シリンダ位置」という。

20

【0028】

サーボ弁 14 は、油圧シリンダ 12 と油圧ユニット 13 を連結する油圧配管の途中に設けられた流路方向を切換え可能なサーボ弁であり、油圧シリンダ 12 に油圧ユニット 13 から作動油を供給し、かつ油圧ユニット 13 に作動油を排出する。

サーボ弁 14 から油圧シリンダ 12 に供給される作動油の流量 Q は、サーボ弁の開度 $I_{sv}(t_0)$ に比例する。この開度 $I_{sv}(t_0)$ はサーボ弁制御装置 20 に入力される。開度 $I_{sv}(t_0)$ は、例えば -100 ~ 100% である。

【0029】

サーボ弁制御装置 20 は、所定の予測時間 t の経過後のサーボ弁位置を予測してサーボ弁 14 を制御する。ここで予測時間 t は、制御装置のスキヤンタイムの 1 倍から 10 倍程度の時間（例えば、0.1 sec）である。

30

サーボ弁制御装置 20 から出力されるサーボ弁指令値 I_{cmd} は、例えば -100 ~ 100% であり、サーボ弁の開度 I_{sv} はサーボ弁指令値 I_{cmd} に応じてその位置まで移動する。

【0030】

図 3 は、本発明によるサーボ弁制御装置の構成図である。

この図において、本発明のサーボ弁制御装置 20 は、シリンダモデル 22、レギュレータ 24 及びリミッタ 26 を有する。サーボ弁制御装置 20 は、例えばコンピュータ（PC）であり、シリンダモデル 22、レギュレータ 24 及びリミッタ 26 は、コンピュータにインストールされたコンピュータプログラムである。なお、本発明はこの構成に限定されず、シリンダモデル 22、レギュレータ 24 及びリミッタ 26 をそれぞれ別個の制御コントローラ又は一体の制御コントローラとして構成してもよい。

40

なお、コンピュータの代わりにプログラマブルロジックコントローラ（PLC）やその他の制御機器を用いても良い。

【0031】

シリンダモデル 22 は、油圧シリンダ 12 のシリンダ位置 $x(t_0)$ 、上室圧 $P_u(t_0)$ 、下室圧 $P_d(t_0)$ 、及びサーボ弁のスプール位置 $I_{sv}(t_0)$ から予測時間 t の経過後のシリンダ移動量 $x(t)$ を計算する。

【0032】

レギュレータ 24 は、シリンダ位置の目標値 $x(t)$ と現在位置 $x(t_0)$ 、及び前記

50

シリンダ移動量 $x(t)$ から、予測時間 t 経過後に目標位置になるようにサーボ弁指令値 I_{cmd} を計算する。

【0033】

リミッタ26は、サーボ弁指令値 I_{cmd} を所定のリミット値以下に制限する。

すなわち、サーボ弁指令値 I_{cmd} がリミット値以下の場合には、サーボ弁指令値 I_{cmd} をサーボ弁に出力し、サーボ弁指令値 I_{cmd} がリミット値を超える場合には、リミット値をサーボ弁指令値 I_{cmd} としてサーボ弁に出力する。

【0034】

図2、図3において、予測時間 t の経過後のサーボ弁位置 $I_{sv}(t)$ 、下室シリンダ力 $F_d(t)$ 、上室シリンダ力 $F_u(t)$ 、シリンダ力 $F_c(t)$ 、シリンダ移動量 $x(t)$ は、数1の式(1)~(5)で表せる。 10

ここで式(1)はサーボ弁位置 $I_{sv}(t)$ の予測式、式(2)(3)は下室シリンダ力 $F_d(t)$ と上室シリンダ力 $F_u(t)$ 、式(4)はシリンダ力 $F_c(t)$ 、式(5)はシリンダ移動量 $x(t)$ をそれぞれ表す式である。

また、 K_{qd} は下室シリンダの体積弾性率、 K_{qu} は上室シリンダの体積弾性率、 S_d は下室受圧面積、 S_u は上室受圧面積、 τ は制御系の時定数、 K_{sv} はサーボ弁の流量係数、 M_c はクッション自重、 ξ は動摩擦係数、 t_0 は現在時刻、 t は予測未来時間である。

【0035】

【数1】

20

$$I_{sv}(t) = I_{sv}(t_0) \cdot \exp(-t/\tau) + K_{sv} \cdot (1 - \exp(-t/\tau)) \cdot I_{cmd} \quad \dots (1)$$

$$F_d(t) = K_{qd} \cdot \int_{t_0}^t (K_s \cdot I_{sv}(t) - \Delta x(t_0) \cdot S_d) dt + F_d(t_0) \quad \dots (2)$$

$$F_u(t) = K_{qu} \cdot \int_{t_0}^t (-K_s \cdot I_{sv}(t) + \Delta x(t_0) \cdot S_u) dt + F_u(t_0) \quad \dots (3) \quad 30$$

$$F_c(t) = F_d(t) + F_u(t) - M_c \quad \dots (4)$$

$$\Delta x(t) = \frac{1}{M_c} \int (F_c(t) - \xi \cdot \Delta x(t_0)) dt \quad \dots (5)$$

【0036】

図4は、本発明による油圧ダイクッション方法のフロー図である。この図において、本発明の方法は、S1~S6の各ステップ(行程)からなる。 40

【0037】

ステップS1では、センサ入力、すなわち、油圧シリンダ12のシリンダ位置 $x(t_0)$ 、上室圧 $P_u(t_0)$ 、下室圧 $P_d(t_0)$ 、及びサーボ弁のスプール位置 $I_{sv}(t_0)$ から、シリンダ速度 $\dot{x}(t_0)$ 、上室シリンダ力 $F_u(t_0)$ 、下室シリンダ力 $F_d(t_0)$ を計算する。

シリンダ速度 $\dot{x}(t_0)$ は、シリンダ位置 $x(t_0)$ の時間微分から求められる。また、上室シリンダ力 $F_u(t_0)$ と下室シリンダ力 $F_d(t_0)$ はそれぞれ上室受圧面積 S_u 、下室受圧面積 S_d と圧力(上室圧 $P_u(t_0)$ と下室圧 $P_d(t_0)$) から求められる。 50

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 では、予測時間 t の経過後の上室シリンダ力 $F_u(t)$ と下室シリンダ力 $F_d(t)$ を式 (1) (2) (3) により計算する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 3 では、予測時間 t の経過後のシリンダ移動量 $x(t)$ を式 (4) (5) により計算する。ここで得られたシリンダ移動量 $x(t)$ は、予測時間 t とサーボ弁指令値 I_{cmd} の関数となる。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 4 では、シリンダの目標位置 $x(t)$ と現在位置 $x(t_0)$ の差分 x_a を計算する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 5 では、 x の関数に予測時間 (t) を代入し、 $x = x_a$ となるようにサーボ弁指令値 I_{cmd} を計算する。予測時間 t は、制御装置のスキヤンタイムの 1 倍から 10 倍程度の時間 (例えば、0.1 sec) である。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 6 では、サーボ弁指令値 I_{cmd} がリミット値を超える場合には、リミット値をサーボ弁指令値 I_{cmd} として出力する。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、本発明による油圧ダイクッション装置の作動説明図である。この図において、(A) はシリンダ位置の目標値、(B) はサーボ弁指令値 I_{cmd} 、(C) は実際のシリンダ位置を示している。なお、各図において、横軸は経過時間である。

【 0 0 4 4 】

上記本発明の装置及び方法によれば、サーボ弁制御装置 20 により、所定の予測時間 t の経過後のサーボ弁位置を予測してサーボ弁を制御する。

すなわち、サーボ弁制御装置 20 を構成する内部モデル (シリンダモデル 22) で未来 (予測時間 t の経過後) のサーボ弁位置 I_{sv} を予測し、予測値に一致するようにサーボ弁指令値 I_{cmd} を計算する。

従って、図 5 (A) の A 2 - A 3 のようにシリンダ位置の目標値が急変する場合でも、図 5 (B) の B 2 - B 3 のように、A 2 - A 3 に対し遅れることなく、サーボ弁指令値 I_{cmd} を変化させることができる。

また、この際、クッションが動き始める時はサーボ弁指令値 I_{cmd} が過大な指令値となるため、リミッタ 26 で上昇速度を制御する。

【 0 0 4 5 】

上述したようにサーボ弁位置を予測することによって、簡単なパラメータ調整で上昇に要する時間を最短に設定することができ、図 5 (B) の B 4 - B 5 に示すように、未来の位置が目標値を超える場合、徐々にサーボ弁を閉じるので、図 5 (C) の C 3 に示すように、サージ圧の発生やオーバーシュートを防止することができる。

また、同様に、プレス速度に応じてクッションの上昇速度を可変にすることができる。また、ロッキング時の残圧で上昇することも防止できる。

【 0 0 4 6 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

- 1 ブランクホルダ、
- 10 油圧ダイクッション装置、
- 11 ピストンロッド、
- 12 油圧シリンダ、
- 13 油圧ユニット、
- 14 サーボ弁、
- 15 , 16 圧力計、
- 17 位置検出器、
- 20 サーボ弁制御装置、

10

20

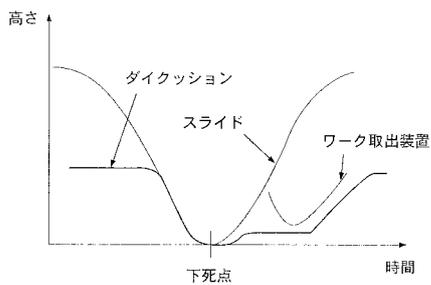
30

40

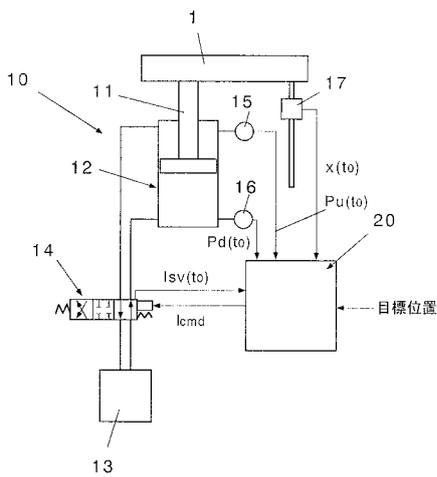
50

2 2 シリンダモデル、 2 4 レギュレータ、
2 6 リミッタ

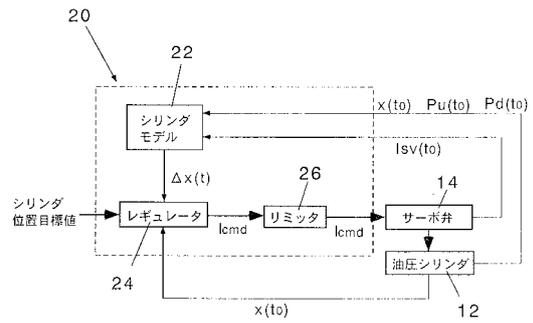
【 図 1 】



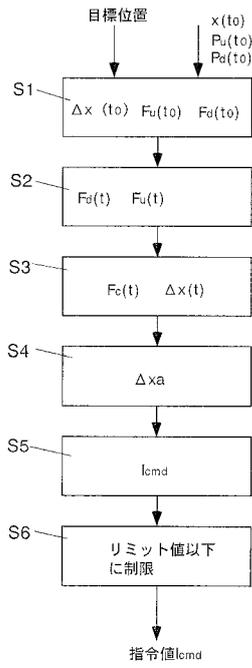
【 図 2 】



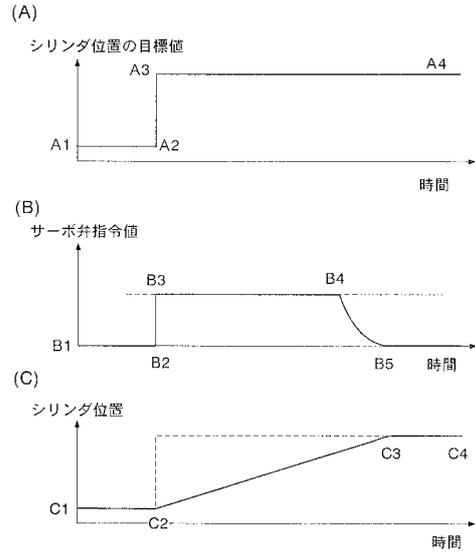
【 図 3 】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-192997(JP,A)
特開平06-023414(JP,A)
特開2006-142312(JP,A)
特開2003-167604(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21D 24/02