

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-297041

(P2005-297041A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 1 D 41/04

B 2 1 D 22/14

// B 2 1 D 53/84

F I

B 2 1 D 41/04

B 2 1 D 22/14

B 2 1 D 53/84

テーマコード (参考)

B

Z

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-119822 (P2004-119822)

(22) 出願日 平成16年4月15日 (2004.4.15)

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所
東京都千代田区霞が関1-3-1

(71) 出願人 598004354

株式会社大東スピニング
群馬県邑楽郡大泉町古海736番地23

(74) 代理人 100082669

弁理士 福田 賢三

(74) 代理人 100095337

弁理士 福田 伸一

(74) 代理人 100061642

弁理士 福田 武通

(72) 発明者 荒井 裕彦

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法
人産業技術総合研究所つくばセンター内
最終頁に続く

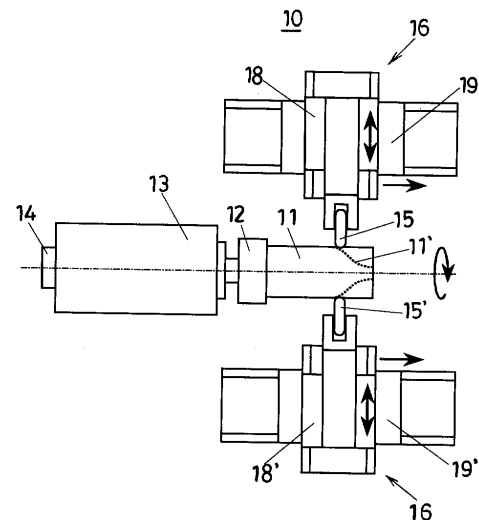
(54) 【発明の名称】 パイプ成形方法及びパイプ成形装置

(57) 【要約】

【課題】 非軸対称断面を有する金属パイプを短時間で、滑らかに縮径することができるパイプ成形方法およびパイプ成形装置を提供すること。

【解決手段】 断面が楕円形など非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形装置であって、前記金属パイプを把持するためのチャックを備えた主軸モータと、前記主軸モータに取り付けられた回転角センサと、前記チャックに装着された金属パイプを加工するための加工ローラと、前記加工ローラを金属パイプの主軸方向および半径方向に駆動可能な駆動手段と、前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状になるように前記主軸モータの回転角に同期して前記加工ローラを半径方向に進退させながら、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記設定断面形状を変化させる工程を順次繰り返し、前記金属パイプを所望の断面形状まで滑らかに縮径するので、短時間で滑らかに縮径することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

断面が楕円形等の非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形方法であって、前記金属パイプを回転角センサ付きモータによって駆動される主軸に取り付けて回転させる工程と、前記金属パイプの外周に配した主軸方向および半径方向に駆動可能な複数の加工ローラを前記主軸の回転角に同期して半径方向に進退させる工程と、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状の軌道に接するように制御し、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記軌道の形状を滑らかに変化させる工程を順次繰り返す、前記金属パイプを所望の断面形状まで縮径することを特徴とするパイプ成形方法。

10

【請求項 2】

前記金属パイプの初期断面形状と目標とする縮径後の断面形状から、前記加工ローラの主軸方向送り変位に基づく補間計算により、縮径部テーパ部分の成形における前記加工ローラの半径方向送り変位を順次決定することを特徴とする請求項 1 に記載のパイプ成形方法。

【請求項 3】

断面が楕円形など非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形装置であって、前記金属パイプを把持するためのチャックを備えた主軸モータと、前記主軸モータに取り付けられた回転角センサと、前記チャックに装着された金属パイプを加工するための加工ローラと、前記加工ローラを金属パイプの主軸方向および半径方向に駆動可能な駆動手段と、前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状になるように前記主軸モータの回転角に同期して前記加工ローラを半径方向に進退させながら、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記設定断面形状を変化させる工程を順次繰り返す、前記金属パイプを所望の断面形状まで滑らかに縮径することを特徴とするパイプ成形装置。

20

【請求項 4】

前記制御手段は、素材である前記金属パイプの初期断面形状と目標とする縮径後の断面形状から、前記加工ローラの主軸方向送り変位に基づく補間計算により、縮径部テーパ部分の成形における前記加工ローラの半径方向送り変位を決定することを特徴とする請求項 3 に記載のパイプ成形装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スピニング加工による金属パイプの成形に関し、特に楕円形などの非軸対称形状の断面を有する金属パイプの端部を円形断面などに縮径するパイプ成形方法及びパイプ成形装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、金属パイプの成形方法が種々提案されている。例えば、自動車の触媒コンバータや消音器用の金属容器本体として、搭載スペース等を考慮して断面が楕円形など扁平な非軸対称形状のパイプがしばしば用いられる。これらの端部は排気管等と接続するために小径の円形断面としなくてはならない。従来このような容器は、例えば楕円形断面のパイプ部分と端部となる部材、あるいは容器を縦に 2 分割した形状の部材を別々に成形し、これらを溶接することで製作している。しかしながら、上記の方法で容器を製作するには各部材の成形や溶接などの作業に時間がかかり作業性が劣るという問題があった。

40

円形断面の金属パイプを縮径するには、回転する金属パイプに加工ローラを押し付けて成形するスピニング加工を用いることができる。しかし、従来のスピニング加工を用いて上記のような非軸対称形状の金属パイプの縮径を行うと、加工ローラが描く軌跡と金属パイプの断面形状が一致しないため、加工ローラと金属パイプの接触が断続的となり、その結果、製品に歪みが生じたり、本体のパイプ部分と両端の縮径部との境界が滑らかでな

50

くなる。

非軸対称形状、特に楕円形断面の金属パイプ端部の縮径をスピニング加工によって行うための方法として、特開 2 0 0 1 - 2 8 6 9 5 5 号では、加工ローラを金属パイプの周りに公転させながら、金属パイプの断面形状に合わせて公転半径を変動させることにより加工ローラと金属パイプの接触を保つ方法が考案されている。

また、特開 2 0 0 2 - 6 6 6 6 5 号および特開 2 0 0 4 - 1 0 2 3 号では、まず金属パイプ端部をプレス加工などにより円形断面に変形し、その後にスピニング加工により変形部分の縮径を行う方法が考案されている。

【特許文献 1】特開平 2 0 0 1 - 2 8 6 9 5 5 号公報

【特許文献 2】特開平 2 0 0 2 - 6 6 6 6 5 号公報

【特許文献 3】特開平 2 0 0 4 - 1 0 2 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかしながら、前掲の特開 2 0 0 1 - 2 8 6 9 5 5 号の方法では、加工ローラをその公転半径を変動させる複雑な機構とともに金属パイプの周りに公転させる必要があるため、公転の回転数を上げることができず加工時間が長くなるという問題があった。また、前掲の特開 2 0 0 2 - 6 6 6 6 5 号および特開 2 0 0 4 - 1 0 2 3 号の方法では、スピニング加工の前工程として、プレス加工による金属パイプの変形工程が余分に必要となっていた。

【0 0 0 4】

この発明は、上記に鑑み提案されたもので、非軸対称形状の金属パイプ端部を関数制御された複数の加工ローラを使用したスピニング加工により、順次滑らかに短時間で縮径するパイプ成形方法およびパイプ成形装置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】

【0 0 0 5】

上記目的を達成する為に、本発明のパイプ成形方法は、断面が楕円形等の非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形方法であって、前記金属パイプを回転角センサ付きモータによって駆動される主軸に取り付けて回転させる工程と、前記金属パイプの外周に配した主軸方向および半径方向に駆動可能な複数の加工ローラを前記主軸の回転角に同期して半径方向に進退させる工程と、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状の軌道に接するように制御し、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記軌道の形状を滑らかに変化させる工程を順次繰り返し、前記金属パイプを所望の断面形状まで縮径することを特徴としている。

【0 0 0 6】

また、請求項 2 に記載の発明において、前記金属パイプの初期断面形状と目標とする縮径後の断面形状から、前記加工ローラの主軸方向送り変位に基づく補間計算により、縮径部テーパ部分の成形における前記加工ローラの半径方向送り変位を順次決定することを特徴とする。

【0 0 0 7】

また、請求項 3 に記載の発明において、前記断面が楕円形など非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形装置であって、前記金属パイプを把持するためのチャックを備えた主軸モータと、前記主軸モータに取り付けられた回転角センサと、前記チャックに装着された金属パイプを加工するための加工ローラと、前記加工ローラを金属パイプの主軸方向および半径方向に駆動可能な駆動手段と、前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状になるように前記主軸モータの回転角に同期して前記加工ローラを半径方向に進退させながら、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記設定断面形状を変化させる工程を順次繰り返し、前記金属パイプを所望の断面形状まで滑らかに縮径することを特徴とする。

【0 0 0 8】

10

20

30

40

50

また、請求項４に記載の発明において、前記制御手段は、素材である前記金属パイプの初期断面形状と目標とする縮径後の断面形状から、前記加工ローラの主軸方向送り変位に基づく補間計算により、縮径部テーパ部分の成形における前記加工ローラの半径方向送り変位を決定することを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

この発明は上記した構成からなるので、以下に説明するような効果を奏することができる。

【００１０】

請求項１に記載の発明では、断面が楕円形等の非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形方法であって、前記金属パイプを回転角センサ付きモータによって駆動される主軸に取り付けて回転させる工程と、前記金属パイプの外周に配した主軸方向および半径方向に駆動可能な複数の加工ローラを前記主軸の回転角に同期して半径方向に進退させる工程と、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状の軌道に接するように制御し、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記軌道の形状を滑らかに変化させる工程を順次繰り返し、前記金属パイプを所望の断面形状まで縮径するので、成形後の断面形状を滑らかに変化でき、製品に歪みを与えることなく縮径することができる。

【００１１】

請求項２に記載の発明では、前記金属パイプの初期断面形状と目標とする縮径後の断面形状から、前記加工ローラ的主軸方向送り変位に基づく補間計算により、縮径部テーパ部分の成形における前記加工ローラの半径方向送り変位を順次決定するので、三次元データを用いることなく、簡易な補間計算により加工ローラの運動を制御して滑らかに金属パイプ端部を縮径することができる。

【００１２】

請求項３に記載の発明では、前記断面が楕円形など非軸対称形状の金属パイプの端部を縮径するパイプ成形装置であって、前記金属パイプを把持するためのチャックを備えた主軸モータと、前記主軸モータに取り付けられた回転角センサと、前記チャックに装着された金属パイプを加工するための加工ローラと、前記加工ローラを金属パイプの主軸方向および半径方向に駆動可能な駆動手段と、前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記加工ローラと前記金属パイプとの接触点が予め設定した断面形状になるように前記主軸モータの回転角に同期して前記加工ローラを半径方向に進退させながら、前記加工ローラの主軸方向送りに同期して前記設定断面形状を変化させる工程を順次繰り返し、前記金属パイプを所望の断面形状まで滑らかに縮径するので、成形後の断面形状を滑らかに変化でき、製品に歪みを与えることなく縮径することができる。

【００１３】

請求項４に記載の発明では、前記制御手段は、素材である前記金属パイプの初期断面形状と目標とする縮径後の断面形状から、前記加工ローラの主軸方向送り変位に基づく補間計算により、縮径部テーパ部分の成形における前記加工ローラの半径方向送り変位を決定するので、三次元データを用いることなく、簡易な補間計算により加工ローラの運動を制御して滑らかに金属パイプ端部を縮径することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

非軸対称のパイプを歪みを生じることなく、滑らかに縮径するという目的を関数制御された複数の加工ローラを使用したスピニング加工により、順次短時間で実現することができる。

【実施例１】

【００１５】

以下、本発明のパイプ成形方法を実施するためのパイプ成形装置の一実施例について図面を参照して説明する。図１は、本発明に係るパイプ成形装置の一例を示す概略平面図で

10

20

30

40

50

ある。ここで、パイプ成形装置 10 は、断面が楕円形など非軸対称形状の金属パイプ 11 の端部を縮径するものであって、金属パイプ 11 を把持するためのチャック 12 を備えた主軸モータ 13 と、前記主軸モータ 13 に取り付けられた回転角センサ 14 と、前記チャック 12 に装着された金属パイプ 11 を加工するための加工ローラ 15 と、前記加工ローラ 15 を金属パイプ 11 の主軸方向および半径方向に駆動可能な駆動手段 16 と、前記駆動手段 16 を制御する制御手段 17 とを備えている。

【0016】

金属パイプ 11 は、例えば、図 2、3 に示すように断面が楕円形状をしており、チャック 12 に装着固定される。主軸モータ 13 の後端には、回転角センサ 14 が取り付けられており、主軸回転角を実測することができる。また、駆動手段 16 は、それぞれ直交配置された直動テーブル 18 と直動テーブル 19 とから構成されている。駆動手段 16 は、金属パイプ 11 の両側に配置されている。直動テーブル 18、18' は、ボールねじなどで駆動され、それぞれ主軸半径方向に前進あるいは後退するよう構成されている。また、直動テーブル 18、18' はそれぞれ直動テーブル 19、19' によって主軸方向に前進あるいは後退する。直動テーブル 19、19' は、図 1 に示すように独立となっていてても良く、または一体的に構成された直動テーブルで直動テーブル 18、18' を駆動しても良い。各直動テーブルは送り量を検出するエンコーダなどの変位センサを備えるものとする。

【0017】

次に、以上のように構成されたパイプ成形装置の動作について説明する。断面が楕円形など非軸対称形状の金属パイプ 11 は、成形加工の対象として、チャック 12 により回転角センサ 14 を有する主軸モータ 13 に固定されて回転する。加工ローラ 15、15' はボールねじなどで駆動される直動テーブル 18、18' によってそれぞれ主軸半径方向に駆動される。また、直動テーブル 18、18' は、それぞれ直動テーブル 19、19' によって主軸方向に前進あるいは後退する。直動テーブル 19、19' は、図 1 に示すように独立となっていてても、または一体となった直動テーブルで直動テーブル 18、18' を動かしても良い。各直動テーブルは、送り量を検出するエンコーダなどの変位センサを備えるものとする。

【0018】

加工ローラ 15、15' を主軸モータ 13 の回転角に同期して直動テーブル 18、18' により半径方向に前進または後退させ、加工ローラ 15、15' と金属パイプ 11 との接触点が目標とする断面形状の軌道に接するように制御する。一方、直動テーブル 19、19' により直動テーブル 18、18' を主軸と平行に金属パイプ 11 の先端に向かって送る。直動テーブル 19、19' の送り変位に同期して前記軌道の形状を滑らかに変化させ、金属パイプ 11 を所望の形状 11' まで縮径する。

【0019】

図 2 は、金属パイプ 11 と加工ローラ 15 の接触の様子を主軸に直交する断面図で示したものである。金属パイプ 11 と加工ローラ 15 の接触点の軌跡が図 2 に示すように目標とする断面形状 11d となるよう加工ローラ 15 の半径方向の送り変位 X を決定する。そのとき、送り変位 X は主軸の回転角の関数 $X(\theta)$ として表わされる。目標とする断面形状 11d は、素材の金属パイプの断面形状 11A からパイプ先端の断面形状 11B まで、加工ローラ 15 の主軸方向の送り変位 Z の増加に従って徐々に変化する。断面形状が 11A のときの送り変位 X の関数を $X_A(Z)$ 、断面形状が 11B のときの送り変位 X の関数を $X_B(Z)$ として表わす。

【0020】

図 3 は、本発明のパイプ成形装置における各半径方向に於ける縮径状態を示す説明図である。本実施例では、長径 r_n を順次縮径して r_0 とする。

【0021】

図 4 は、加工ローラの半径方向送り変位 X の補間計算の方法を示す。成形開始点における主軸方向の送り変位 Z を Z_A 、金属パイプ先端における主軸方向の送り変位 Z を Z_B と

10

20

30

40

50

する。図 4 (a) のような補間のための関数 $K (Z)$ を考える。 $K (Z)$ は、

$$K (Z A) = 1 , K (Z B) = 0$$

を満たす滑らかな単調減少関数とする。加工ローラの主軸方向の送り変位が Z 、主軸の回転角が θ のとき、加工ローラの半径方向の送り変位 X を

$$X = K (Z) X A (\theta) + \{ 1 - K (Z) \} X B (\theta) \cdots (1)$$

によって計算する。このとき、成形開始点 ($Z = Z A$) においては $X = X A (\theta)$ となり、また金属パイプ先端 ($Z = Z B$) においては $X = X B (\theta)$ となる。その中間においては、図 4 (b) のように半径方向送り変位 X の変動は $K (Z)$ に従って滑らかに変化する。これにより金属パイプ端部を成形開始点から先端まで滑らかに縮径することができる。成形部分の主軸を含む断面の形状は、 $K (Z)$ を伸縮したものと相似形となる。なお、加工ローラ 15' の半径方向変位に関しても、全く同様に計算することができる。

10

【 0 0 2 2 】

図 5 は、本発明による金属パイプの成形を行うための制御手段の構成を示す。制御手段 17 には、加工ローラ 15 の主軸方向送り変位指令値 $Z d (t)$ および主軸回転角指令値 $d (t)$ が与えられる。 $Z d (t)$ 、 $d (t)$ は、時間 t の経過に従って増加する。主軸回転角指令値 $d (t)$ は、サーボアンプに入力され、主軸モータ 13 を駆動して金属パイプ 11 を回転させる。主軸方向送り変位指令値 $Z d (t)$ もサーボアンプに入力され、直動テーブル 19 を駆動して直動テーブル 18 および加工ローラ 15 を主軸と平行に金属パイプ 11 の先端に向かって送る。

【 0 0 2 3 】

20

また、あらかじめ記憶された加工開始点における加工ローラ 15 の半径方向送り変位 $X A (\theta)$ および金属パイプ先端における半径方向送り変位 $X B (\theta)$ に基づいて、現在の主軸回転角指令値 $d (t)$ に対応するそれぞれの半径方向送り変位 $X A (d (t))$ 、 $X B (d (t))$ を求める。これらと現在の主軸方向送り変位指令値 $Z d (t)$ から (1) 式の補間計算により加工ローラ 15 の半径方向送り変位指令値 $X d$ を計算する。半径方向の送り変位指令値 $X d$ は、サーボアンプに入力され、直動テーブル 18 を駆動して加工ローラ 15 を半径方向に前進または後退させる。図 5 では、加工ローラ 15' に関する制御手段の構成は省略したが、上記と同様に直動テーブル 18'、19' を駆動する制御手段を構成することができる。

【 0 0 2 4 】

30

なお、図 5 では補間計算に主軸回転角指令値 $d (t)$ を用いたが、その代わりに主軸モータ 13 の回転角センサ 14 で計測された主軸回転角 θ の実測値を用いて補間計算を行うことも可能である。

【 0 0 2 5 】

なお、以上、本発明に係るパイプ成形方法および装置を実施例に基づいて説明したが、本発明はこのような実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載した技術的事項の範囲内で種々の実施の態様があることは言うまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明に係るパイプ成形装置の一例を示す概略平面図である。

40

【 図 2 】 図 2 は、同パイプ成形装置における金属パイプと加工ローラとの関係を示す説明図である。

【 図 3 】 図 3 は、同パイプ成形装置における各半径方向に於ける縮径状態を示す説明図である。

【 図 4 】 図 4 (a) は、同パイプ成形装置における補間のための関数 $K (Z)$ を示す説明図、(b) は、半径方向送り変位 X の変動を示す説明図である。

【 図 5 】 図 5 は、同パイプ成形装置における制御手段の構成を示す説明図である。

【 符号の説明 】

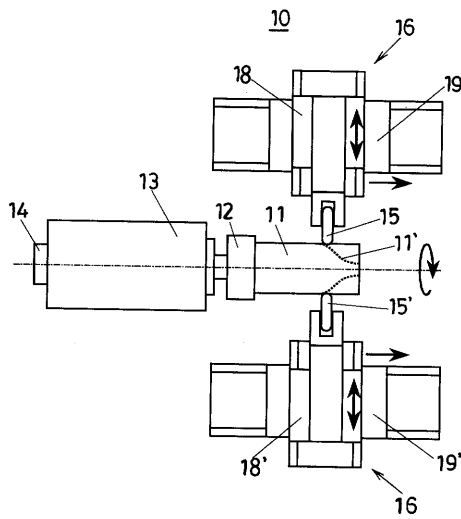
【 0 0 2 7 】

10 パイプ成形装置

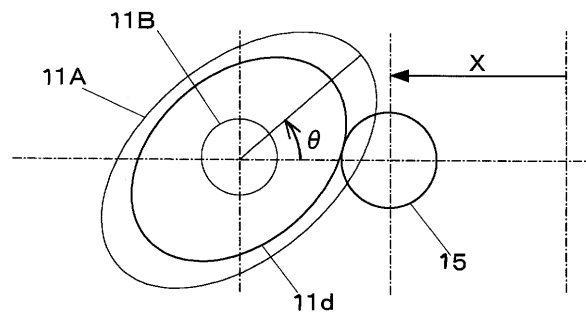
50

- 1 1 金属パイプ
- 1 2 チャック
- 1 3 主軸モータ
- 1 4 回転角センサ
- 1 5 加工ローラ
- 1 6 駆動手段
- 1 7 制御手段
- 1 8 直動テーブル
- 1 9 直動テーブル

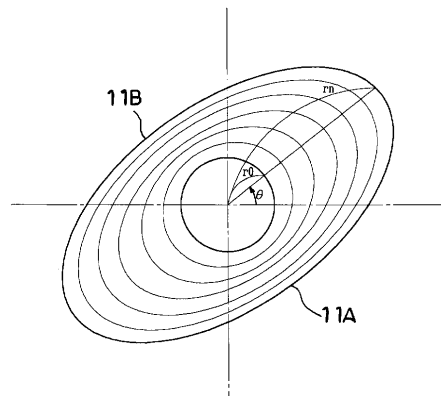
【図 1】



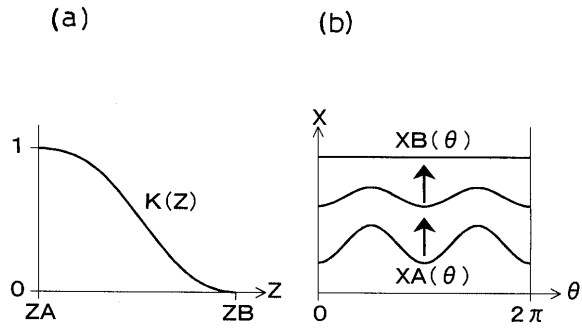
【図 2】



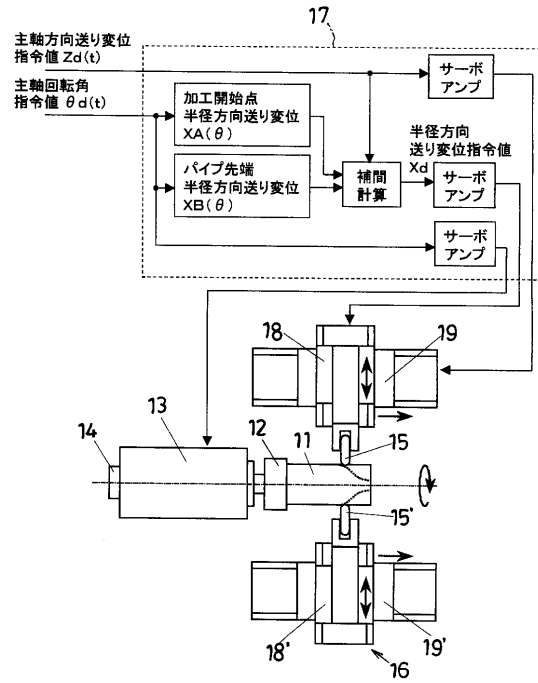
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 藤村 昭造

群馬県邑楽郡大泉町古海 7 3 6 番地 2 3 株式会社大東スピニング内