

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5662648号
(P5662648)

(45) 発行日 平成27年2月4日(2015.2.4)

(24) 登録日 平成26年12月12日(2014.12.12)

(51) Int. Cl. F I
B 2 1 D 26/02 (2011.01) B 2 1 D 26/02
B 2 1 D 19/08 (2006.01) B 2 1 D 19/08 E

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-68701 (P2009-68701)	(73) 特許権者	305027401
(22) 出願日	平成21年3月19日 (2009.3.19)		公立大学法人首都大学東京
(65) 公開番号	特開2010-221232 (P2010-221232A)		東京都新宿区西新宿二丁目3番1号
(43) 公開日	平成22年10月7日 (2010.10.7)	(74) 代理人	100096426
審査請求日	平成24年3月14日 (2012.3.14)		弁理士 川合 誠
		(74) 代理人	100089635
			弁理士 清水 守
		(74) 代理人	100116207
			弁理士 青木 俊明
		(72) 発明者	真鍋 健一
			東京都八王子市南大沢1-1 公立大学法人首都大学東京南大沢キャンパス内
		(72) 発明者	古島 剛
			東京都八王子市南大沢1-1 公立大学法人首都大学東京南大沢キャンパス内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイドロフォーム成形方法及びハイドロフォーム成形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 第1の工程で、管材料の所定の箇所に設定された被加熱部分を局部的に加熱し、前記管材料を両端から押圧し、前記被加熱部分に座屈変形を発生させて座屈変形部を形成することによって中空の予備成形品を成形し、

(b) 第2の工程で、前記予備成形品内に高圧の成形用媒体を供給し、予備成形品をキャビティの内郭形状に対応させて変形させることによって成形品を成形することを特徴とするハイドロフォーム成形方法。

【請求項2】

前記第1の工程で、前記管材料を、搬送方向における上流側及び下流側の把持位置において第1、第2の把持部材によって把持し、第1の把持部材の移動速度を第2の把持部材の移動速度より高くすることによって押圧する請求項1に記載のハイドロフォーム成形方法。

【請求項3】

前記第1の工程で、第1の把持部材の移動速度と第2の把持部材の移動速度との速度差を変更することによって前記座屈変形部の高さを変更する請求項2に記載のハイドロフォーム成形方法。

【請求項4】

前記第1の工程で、前記管材料を、金型装置に配設された押圧部によって押圧する請求項1に記載のハイドロフォーム成形方法。

10

20

【請求項 5】

前記第 2 の工程で、前記予備成形品を、前記押圧部によって押圧し、高圧の成形用媒体を供給することによって生じる張力により、キャビティの中央に向けて流動させて押し込む請求項 4 に記載のハイドロフォーム成形方法。

【請求項 6】

(a) 管材料に設定された複数の被加熱部分と対向させて配設された複数の加熱体を備えた第 1 の金型と、

(b) 該第 1 の金型に対して接離自在に配設され、前記各被加熱部分と対向させて配設された複数の加熱体を備え、型締め時に前記第 1 の金型との間にキャビティを形成する第 2 の金型と、

(c) 前記第 1、第 2 の金型の両端に配設され、第 1 の工程で、前記キャビティ内にセットされた管材料を両端から押圧し、前記各加熱体によって加熱された各被加熱部分に座屈変形を発生させて、径方向外方に向けて突出する複数の座屈変形部を形成することによって予備成形品を成形し、第 2 の工程で、予備成形品を両端から押圧し、成形品を成形する押圧部と、

(d) 前記キャビティにおいて成形された予備成形品内に高圧の成形用媒体を供給し、前記予備成形品をキャビティの内郭形状に対応させて変形させるための成形用媒体導入部とを有することを特徴とするハイドロフォーム成形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイドロフォーム成形方法及びハイドロフォーム成形装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ハイドロフォーム成形方法においては、管部材に対して軸方向に力を加え、管部材内に高圧の液体を供給することによって、所定の形状を有する中空の成形品を一体的に成形するようになっている。

【0003】

図 2 は従来のハイドロフォーム成形方法を説明する第 1 の図、図 3 は従来のハイドロフォーム成形方法を説明する第 2 の図である。

【0004】

図において、110 はハイドロフォーム成形装置、111 はフレーム Fr に取り付けられた下金型、112 は該下金型 111 に対して接離自在に配設された上金型であり、前記下金型 111 及び上金型 112 を当接させて型閉じを行うと、下金型 111 及び上金型 112 内に、成形品の外郭形状と同じ内郭形状を有するキャビティ C が形成される。該キャビティ C は、管部材 113 を収容するための管部材収容部 114、及び管部材 113 と連通させられ、管部材 113 の所定の箇所を突出させるための拡管部 115 を備える。

【0005】

また、118、119 は、キャビティ C を密封するとともに、管部材 113 を両端から押圧するプッシャ、120、121 は、該プッシャ 118、119 に隣接させて配設され、図示されない供給源から供給された高圧の液体を前記管部材 113 内に供給するための液体導入部であり、前記プッシャ 118 及び液体導入部 120 を貫通して液体供給路 123 が、前記プッシャ 119 及び液体導入部 121 を貫通して液体供給路 124 が形成される。

【0006】

そして、126、127 は、前記管部材 113 を両端から押圧し、軸方向に力を加えるための駆動シリンダである。

【0007】

前記構成のハイドロフォーム成形装置 110 において、下金型 111 及び上金型 112

10

20

30

40

50

から成る金型装置内に管部材 1 1 3 をセットし、駆動シリンダ 1 2 6、1 2 7 を駆動し、プッシャ 1 1 8、1 1 9 によって管部材 1 1 3 を両端から押圧し、軸方向に力を加えるとともに、液体供給路 1 2 3、1 2 4 を介して高圧の液体を管部材 1 1 3 内に供給すると、管部材 1 1 3 は、キャビティ C の中央に向けて押し込まれるとともに、径方向外方に向けて膨出させられる。そして、押し込まれた管部材 1 1 3 は、管部材収容部 1 1 4 の内周面に押し付けられるとともに、図 3 に示されるように、拡管部 1 1 5 内に進入させられ、拡管部 1 1 5 の内周面に押し付けられる。

【 0 0 0 8 】

このようにして、キャビティ C の内郭形状に対応させて管部材 1 1 3 が変形させられ、中空の成形品が一体的に成形される（例えば、特許文献 1 参照。）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 3 5 8 5 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

しかしながら、前記従来のハイドロフォーム成形方法においては、長い管部材 1 1 3 の中央の一部だけを膨出させようとする場合、管部材収容部 1 1 4 の内周面と管部材 1 1 3 の外周面とで摺動する部分が大きく、摩擦抵抗がその分大きくなるので、両端から押圧するだけでは、管部材 1 1 3 をキャビティ C の中央に向けて押し込むのが困難になってしまう。

20

【 0 0 1 1 】

また、拡管部 1 1 5 の容積が大きい場合、管部材 1 1 3 を拡管部 1 1 5 内に進入させる量が多くなるので、プッシャ 1 1 8、1 1 9 による管部材 1 1 3 の押し込み量を多くする必要はあるが、膨出が進むほど、管部材収容部 1 1 4 の内周面と管部材 1 1 3 の外周面との間に発生する摩擦抵抗が大きくなり、管部材 1 1 3 をキャビティ C の中央に向けて押し込むのが困難になってしまう。

【 0 0 1 2 】

したがって、管部材 1 1 3 を拡管部 1 1 5 内に十分に進入させることができず、成形品の品質が低下してしまう。

30

【 0 0 1 3 】

本発明は、前記従来のハイドロフォーム成形方法の問題点を解決して、成形品の品質を向上させることができるハイドロフォーム成形方法及びハイドロフォーム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 1 4 】

そのために、本発明のハイドロフォーム成形方法においては、第 1 の工程で、管材料の所定の箇所に設定された被加熱部分を局部的に加熱し、前記管材料を両端から押圧し、前記被加熱部分に座屈変形を発生させて座屈変形部を形成することによって中空の予備成形品を成形する。

40

【 0 0 1 5 】

そして、第 2 の工程で、前記予備成形品内に高圧の成形用媒体を供給し、予備成形品をキャビティの内郭形状に対応させて変形させることによって成形品を成形する。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、ハイドロフォーム成形方法においては、第 1 の工程で、管材料の所定の箇所に設定された被加熱部分を局部的に加熱し、前記管材料を両端から押圧し、前記被加熱部分に座屈変形を発生させて座屈変形部を形成することによって中空の予備成形品を成形する。

50

【 0 0 1 7 】

そして、第 2 の工程で、前記予備成形品内に高圧の成形用媒体を供給し、予備成形品をキャビティの内郭形状に対応させて変形させることによって成形品を成形する。

【 0 0 1 8 】

この場合、予備成形品に座屈変形部が形成されるので、キャビティの内周面と予備成形品の外周面との接触面積を小さくすることができる。したがって、キャビティの内周面と予備成形品の外周面との間に発生する摩擦抵抗を小さくすることができるので、予備成形品をキャビティの中央に向けて十分に押し込むことができる。その結果、成形品の品質を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

10

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施の形態における一次成形装置を示す概念図である。

【 図 2 】 従来のハイドロフォーム成形方法を説明する第 1 の図である。

【 図 3 】 従来のハイドロフォーム成形方法を説明する第 2 の図である。

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施の形態における二次成形装置を示す概念図である。

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施の形態におけるハイドロフォーム成形装置の制御ブロック図である。

【 図 6 】 本発明の第 2 の実施の形態におけるハイドロフォーム成形方法を説明する第 1 の図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 の実施の形態におけるハイドロフォーム成形方法を説明する第 2 の図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態における一次成形装置を示す概念図、図 4 は本発明の第 1 の実施の形態における二次成形装置を示す概念図、図 5 は本発明の第 1 の実施の形態におけるハイドロフォーム成形装置の制御ブロック図である。

【 0 0 2 2 】

まず、ハイドロフォーム成形方法において、第 1 の工程で、管材料としてのパイプによって、予備成形品としての中空のプレフォームパイプを成形するための一次成形装置について説明する。

30

【 0 0 2 3 】

図 1 において、10 は一次成形装置、11 は矢印 A 方向に搬送されるパイプ、12 は、該パイプ 11 の搬送方向における上流側において移動自在に配設され、パイプ 11 を把持する第 1 の把持部材としてのチャック、13 は、前記パイプ 11 の搬送方向におけるチャック 12 より下流側において、該チャック 12 と独立させて移動自在に配設され、パイプ 11 を把持する第 2 の把持部材としてのチャック、15 は前記各チャック 12、13 を案内する案内部材としてのバー、18 は前記チャック 12 を矢印 A 方向に移動させる第 1 の移動機構、19 は前記チャック 13 を矢印 A 方向に移動させる第 2 の移動機構である。前記チャック 12、13 はパイプ 11 を両端から押圧して、パイプ 11 を圧縮する第 1、第 2 の押圧部を構成する。

40

【 0 0 2 4 】

本実施の形態において、パイプ 11 は、アルミニウム、ステンレス、鉄等の金属材料によって形成されるが、樹脂によって形成することができる。また、本実施の形態においては、所定の長さを有するパイプ 11 が使用されるが、一端が図示されない繰出機に、他端が図示されない巻取機に巻装された長尺のパイプを使用することができる。

【 0 0 2 5 】

前記各チャック 12、13 は、パイプ 11 を包囲する構造を有し、パイプ 11 を所定の把持力で把持し、パイプ 11 において、チャック 12 によって把持される第 1 の把持位置

50

が、チャック 1 3 によって把持される第 2 の把持位置が設定され、第 1、第 2 の把持位置間にパイプ 1 1 の加工領域が設定される。そして、該加工領域においてパイプ 1 1 は加工され、パイプ 1 1 の所定の箇所に座屈変形（しわ）が発生させられ、所定の高さを有する変形部としての複数の座屈変形部 2 0 が形成される。

【 0 0 2 6 】

そのために、前記加工領域における所定の箇所に、加熱体としての環状のコイル 1 4 がパイプ 1 1 を包囲して配設され、該パイプ 1 1 におけるコイル 1 4 と対向する部分に環状の被加熱部分が設定される。そして、前記コイル 1 4 は、前記被加熱部分を、軸方向において局部的に、周方向において全体的に加熱する。なお、前記コイル 1 4 と隣接させて、パイプ 1 1 の温度を検出するための温度検出器としての非接触式の温度センサ 4 0 が配設される。

10

【 0 0 2 7 】

本実施の形態においては、加熱体として環状のコイル 1 4 が使用され、環状の被加熱部分が設定されるようになっているが、他の任意の形状のコイルを使用し、他の任意の形状の被加熱部分を設定することができる。また、本実施の形態においては、コイル 1 4 に電流を供給し、パイプ 1 1 を高周波加熱によって加熱するようになっているが、コイル 1 4 に代えてヒータを使用し、ヒータに電流を供給し、パイプ 1 1 をジュール熱で加熱することもできる。さらに、レーザ装置等によってレーザ光をパイプ 1 1 に照射し、パイプ 1 1 の所定の箇所を加熱することもできる。

【 0 0 2 8 】

20

そして、前記第 1 の移動機構 1 8 は、チャック 1 2 を支持する支持部 2 1、該支持部 2 1 に取り付けられた図示されないボールナット、該ボールナットと噛（し）合させられるボールねじ軸 2 2、該ボールねじ軸 2 2 と連結された第 1 の駆動部としてのモータ 2 3 等を備える。該モータ 2 3 を駆動することによってボールねじ軸 2 2 を回転させると、支持部 2 1 がバー 1 5 に沿って矢印 A 方向に移動させられる。そのために、前記支持部 2 1 には、バー 1 5 を貫通させて配設するための図示されないガイド穴が形成される。前記ボールナット及びボールねじ軸 2 2 によって運動方向変換部としてのボールねじが構成され、ボールねじ軸 2 2 の回転運動がボールナットの直進運動に変換される。なお、ボールナットによって第 1 の変換要素が、ボールねじ軸 2 2 によって第 2 の変換要素が構成される。

【 0 0 2 9 】

30

また、前記第 2 の移動機構 1 9 は、チャック 1 3 を支持する支持部 2 5、該支持部 2 5 に取り付けられた図示されないボールナット、該ボールナットと噛合させられるボールねじ軸 2 6、該ボールねじ軸 2 6 と連結された第 2 の駆動部としてのモータ 2 7 等を備える。該モータ 2 7 を駆動することによってボールねじ軸 2 6 を回転させると、支持部 2 5 がバー 1 5 に沿って矢印 A 方向に移動させられる。そのために、前記支持部 2 5 には、バー 1 5 を貫通させて配設するための図示されないガイド穴が形成される。前記ボールナット及びボールねじ軸 2 6 によって運動方向変換部としてのボールねじが構成され、ボールねじ軸 2 6 の回転運動がボールナットの直進運動に変換される。なお、ボールナットによって第 1 の変換要素が、ボールねじ軸 2 6 によって第 2 の変換要素が構成される。

【 0 0 3 0 】

40

本実施の形態においては、第 1、第 2 の移動機構 1 8、1 9 における第 1、第 2 の駆動部としてモータ 2 3、2 7 が配設されるようになっているが、モータ 2 3、2 7 に代えて、油圧シリンダを使用することができる。その場合、油圧シリンダのピストンに前記支持部 2 1、2 5 が取り付けられる。

【 0 0 3 1 】

そして、前記構成の一次成形装置 1 0 においては、パイプ 1 1 に複数の座屈変形部 2 0 が形成されると、前記パイプ 1 1 が成形品の寸法に応じて所定の長さ切断されて、プレフォームパイプが成形される。

【 0 0 3 2 】

次に、プレフォームパイプによって成形品を成形するための二次成形装置について説明

50

する。

【 0 0 3 3 】

図 4 において、5 0 は二次成形装置、5 1 は取付板 5 2 を介してフレーム F r に取り付けられた第 1 の金型としての下金型、5 4 は、取付板 5 5 を介して図示されない支持部材に取り付けられ、前記下金型 5 1 に対して接離自在に配設された第 2 の金型としての上金型であり、前記下金型 5 1 及び上金型 5 4 によって金型装置 5 7 が構成される。

【 0 0 3 4 】

前記支持部材の上方には、支持部材を上下方向に移動させることによって、前記上金型 5 4 を上下方向に移動させるための図示されない型開閉装置が配設される。該型開閉装置を駆動して、前記下金型 5 1 及び上金型 5 4 を当接させて型締めを行うと、下金型 5 1 と上金型 5 4 との間に、成形品の外郭形状と同じ内郭形状を有するキャビティ C が形成される。該キャビティ C は、前記一次成形装置 1 0 において成形されたプレフォームパイプ 6 1 を収容する予備成形品収容部 6 3、及び該予備成形品収容部 6 3 と連通させられ、プレフォームパイプ 6 1 の所定の箇所を突出させるための拡管部 6 4 を備える。なお、前記プレフォームパイプ 6 1 は管本体 6 2 及び複数の座屈変形部 2 0 を備える。

【 0 0 3 5 】

また、6 5、6 6 は、前記金型装置 5 7 の両端に配設されてキャビティ C を密封するとともに、プレフォームパイプ 6 1 を両端から押圧する第 1、第 2 の押圧部としてのプッシャ、6 7、6 8 は、該プッシャ 6 5、6 6 と隣接させて配設され、図示されない供給源から供給された高圧の成形用媒体としての液体を前記プレフォームパイプ 6 1 内に供給するための成形用媒体導入部としての液体導入部であり、前記プッシャ 6 5 及び液体導入部 6 7 を貫通して液体供給路 7 1 が、前記プッシャ 6 6 及び液体導入部 6 8 を貫通して液体供給路 7 2 が形成される。なお、液体供給路 7 1、7 2 によって媒体供給路が構成される。また、前記液体としては、水、油等が使用される。

【 0 0 3 6 】

そして、液体導入部 6 7、6 8 と隣接させて、プッシャ 6 5、6 6 を介してプレフォームパイプ 6 1 の両端を押圧し、軸方向に力を加えるための押圧駆動部としての駆動シリンダ 7 3、7 4 が配設される。該駆動シリンダ 7 3、7 4 は、図示されないシリンダ及び該シリンダ内に摺動自在に配設されたピストンを備え、該ピストンが前記液体導入部 6 7、6 8 に取り付けられる。また、前記駆動シリンダ 7 3、7 4 は、油圧回路内に配設され、圧力調整部材としての図示されない圧力調整弁の開度を調整することによって発生させられた所定の圧力の油を受け、プレフォームパイプ 6 1 の両端を押圧する。

【 0 0 3 7 】

なお、必要に応じて、プレフォームパイプ 6 1 の両端の外周面とキャビティ C の内周面との間に、密封部材としての環状のシール部材 7 8 を配設することができる。

【 0 0 3 8 】

次に、ハイドロフォーム成形装置の制御装置について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 5 において、3 0 は制御部、3 1 はモータドライバ、3 4、3 5 は回転速度検出部としてのエンコーダ、3 9 は発振回路、4 0 は温度センサ、7 5 は油圧回路制御部、7 6 は成形用媒体供給部材としての開閉弁、8 1 は記憶装置、8 2 は操作部であり、前記制御部 3 0 に、前記モータドライバ 3 1、エンコーダ 3 4、3 5、発振回路 3 9、温度センサ 4 0、油圧回路制御部 7 5、開閉弁 7 6、記憶装置 8 1 及び操作部 8 2 が接続される。

【 0 0 4 0 】

そして、前記モータドライバ 3 1 にモータ 2 3、2 7 が接続され、前記エンコーダ 3 4、3 5 は各モータ 2 3、2 7 の磁極位置及び回転速度を検出する。また、前記発振回路 3 9 に、トランス 4 1 を介してコイル 1 4 が接続される。そして、前記油圧回路制御部 7 5 に、圧力調整弁 7 7 の弁駆動要素としてのソレノイド s 1、s 2 が接続される。なお、前記一次成形装置 1 0、二次成形装置 5 0、制御装置等によってハイドロフォーム成形装置が構成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

次に、前記構成のハイドロフォーム成形装置の動作について説明する。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態においては、第 1 の工程で、図 1 に示されるように、パイプ 1 1 の被加熱部分を、コイル 1 4 によって加熱しながら矢印 A 方向に移動させ、かつ、チャック 1 2、1 3 によってパイプ 1 1 を両端から所定の力で押圧することにより、パイプ 1 1 に、コイル 1 4 の形状に対応した形状の、本実施の形態においては、複数の環状の座屈変形部 2 0 が形成される。

【 0 0 4 3 】

そのために、前記制御部 3 0 の図示されない搬送処理手段は、搬送処理を行い、モータドライバ 3 1 に指示を送り、前記モータ 2 3、2 7 を駆動し、チャック 1 2、1 3 を所定の移動速度で矢印 A 方向に移動させる。

10

【 0 0 4 4 】

すなわち、チャック 1 2、1 3 の移動速度の目標値を表す目標移動速度を v_a とし、モータ 2 3、2 7 の回転速度の目標値を表す目標回転速度を N_a とし、定数を k としたとき、目標回転速度 N_a は、

$$N_a = k \cdot v_a$$

にされる。

【 0 0 4 5 】

また、エンコーダ 3 4、3 5 は各モータ 2 3、2 7 の磁極位置及び回転速度を検出し、検出された各回転速度、すなわち、検出回転速度を制御部 3 0 に送る。

20

【 0 0 4 6 】

前記搬送処理手段は、各検出回転速度を読み込み、各検出回転速度と前記目標回転速度 N_a との各偏差を算出し、該各偏差が零 (0) になるようにモータ 2 3、2 7 に供給される電流を制御する。

【 0 0 4 7 】

続いて、パイプ 1 1 の軸方向においてあらかじめ複数箇所に設定された被加熱部分がコイル 1 4 と対向する位置に到達すると、前記制御部 3 0 の図示されない加工処理手段は、加工処理を行い、パイプ 1 1 の被加熱部分を加熱するとともに、パイプ 1 1 を両端から押圧 (軸方向において圧縮) する。すなわち、前記加工処理手段の加熱処理手段は、加熱処理を行い、コイル 1 4 に電流を供給して前記被加熱部分を加熱し、柔らかくする。そして、前記加工処理手段の圧縮処理手段は、圧縮処理を行い、前記モータ 2 3、2 7 を独立させて駆動し、チャック 1 3 を前記所定の移動速度で移動させ、チャック 1 2 の移動速度をチャック 1 3 の移動速度より所定の値だけ高くして、パイプ 1 1 を矢印 A 方向に移動させ、パイプ 1 1 を両端から押圧し、加工する。なお、前記被加熱部分がコイル 1 4 と対向する位置に到達したかどうかは、前記エンコーダ 3 4 によって検出された磁極位置に基づいて判断することができる。

30

【 0 0 4 8 】

そして、チャック 1 2 の移動速度の目標値を表す目標移動速度を v_1 とし、チャック 1 3 の移動速度の目標値を表す目標移動速度を v_2 としたとき、目標移動速度 v_1 、 v_2 は

40

$$v_1 > v_2$$

にされる。なお、目標移動速度 v_a 、 v_2 は等しくされる。

【 0 0 4 9 】

そのために、モータ 2 3 の回転速度の目標値を表す目標回転速度を N_1 とし、モータ 2 7 の回転速度の目標値を表す目標回転速度を N_2 とし、定数を k としたとき、目標回転速度 N_1 、 N_2 は、

$$N_1 = k \cdot v_1$$

$$N_2 = k \cdot v_2$$

にされ、

50

$N1 > N2$

にされる。なお、前記目標移動速度 v_1 、 v_2 は等しくされるので、目標回転速度 N_1 、 N_2 も等しくされる。

【0050】

前記圧縮処理手段は、各検出回転速度を読み込み、各検出回転速度と前記各目標回転速度 N_1 、 N_2 との各偏差を算出し、該各偏差が零になるようにモータ 23、27 に供給される電流を制御する。

【0051】

本実施の形態においては、各モータ 23、27 を前記目標回転速度 N_1 、 N_2 で駆動すると、チャック 12 とチャック 13 との速度差 v が、

$$v = v_1 - v_2$$

にされる。

【0052】

このように、パイプ 11 の被加熱部分が加熱され、パイプ 11 が両端から押圧されると、加熱され柔らかくなった被加熱部分が軸方向に押され、チャック 12 とチャック 13 との間の前記加工領域が、単位時間当たり、長さ d

$$d = v$$

だけ短くなる。その結果、前記被加熱部分が、長さ d に対応する量座屈変形を発生させる。この場合、パイプ 11 の断面は円形の形状を有するので、パイプ 11 は径方向外方に變形しやすく、径方向内方には變形しにくい。したがって、前記座屈変形は径方向外方に向けて発生し、径方向外方に向けて突出する座屈変形部 20 が形成される。

【0053】

このようにして、パイプ 11 に座屈変形部 20 が形成されると、パイプ 11 が所定の長さに切断され、プレフォームパイプ 61 が成形される。

【0054】

なお、前記速度差 v は、単位時間当たり、加工領域が短くなる長さ d と等しいので、前記圧縮処理手段の速度差変更処理手段は、速度差変更処理を行い、速度差 v を変更することによって、各座屈変形部 20 の高さを変更することができる。

【0055】

すなわち、速度差 v を大きくすると、単位時間当たり、加工領域が短くなる長さ d が大きくなるので、各座屈変形部 20 の高さを大きくすることができる。これに対して、速度差 v を小さくすると、単位時間当たり、加工領域が短くなる長さ d が小さくなるので、各座屈変形部 20 の高さを小さくすることができる。

【0056】

次に、第 2 の工程で、図 4 に示されるように、プレフォームパイプ 61 を金型装置 57 にセットし、高圧の液体をプレフォームパイプ 61 内に供給すると、プレフォームパイプ 61 は径方向外方に向けて膨出させられ、成形品が成形される。

【0057】

そのために、前記制御部 30 の図示されない型開閉処理手段は、型開閉処理を行い、前記型開閉装置を駆動して、上金型 54 を上方に移動させて、プレフォームパイプ 61 を下金型 51 上に載置し、上金型 54 を下方に移動させて、下金型 51 に当接させて型閉じを行う。このようにして、金型装置 57 内にプレフォームパイプ 61 がセットされると、前記型開閉処理手段は、前記型開閉装置を駆動して上金型 54 を下金型 51 に押し付け、型締めを行う。そして、前記制御部 30 の図示されない押圧処理手段は、押圧処理を行い、油圧回路制御部 75 に指示を送り、ソレノイド s_1 、 s_2 を駆動することによって圧力調整弁 77 を作動させ、駆動シリンダ 73、74 を駆動し、プッシャ 65、66 によってプレフォームパイプ 61 を両端から所定の圧力で押圧し、軸方向に力を加える。

【0058】

このとき、前記制御部 30 の図示されない成形処理手段は、成形処理を行い、開閉弁 76 を開き、液体供給路 71、72 を介して高圧の液体をプレフォームパイプ 61 内に供給

10

20

30

40

50

すると、プレフォームパイプ61は、キャビティCの中央に向けて押し込まれるとともに、径方向外方に向けて膨出させられる。そして、押し込まれたプレフォームパイプ61は、予備成形品収容部63の内周面に押し付けられるとともに、拡管部64内に進入させられ、拡管部64の内周面に押し付けられる。

【0059】

このようにして、キャビティCの内郭形状に対応させてプレフォームパイプ61が変形させられ、中空の成形品が一体的に成形される。

【0060】

なお、本実施の形態においては、プッシャ65、66によってプレフォームパイプ61を両端から押圧するようになっているが、プレフォームパイプ61を両端から押圧することなく、プレフォームパイプ61を変形させることができる。その場合、プッシャ65、66に代えて、キャビティCを密封するための密封部材としての円柱状のシールブロックが配設される。そして、液体供給路71、72を介して高圧の液体がプレフォームパイプ61内に供給されると、プレフォームパイプ61は、径方向外方に向けて膨出させられ、予備成形品収容部63の内周面に押し付けられるとともに、拡管部64内に進入させられ、拡管部64の内周面に押し付けられ、これに伴って、キャビティCの中央に向けて押し込まれる。

【0061】

ところで、拡管部64の容積が大きい場合、プレフォームパイプ61を拡管部64内に進入させる量が多くなるので、プッシャ65、66によるプレフォームパイプ61の押し込み量を多くする必要はあるが、膨出が進むほど、予備成形品収容部63の内周面とプレフォームパイプ61の外周面との間に発生する摩擦抵抗が大きくなり、プレフォームパイプ61をキャビティCの中央に向けて押し込むのが困難になってしまう。

【0062】

ところが、本実施の形態においては、プレフォームパイプ61に複数の座屈変形部20が径方向外方に向けて突出させて形成されるので、予備成形品収容部63の内周面とプレフォームパイプ61の外周面との接触面積を小さくすることができる。したがって、予備成形品収容部63の内周面とプレフォームパイプ61の外周面との間に発生する摩擦抵抗を小さくすることができるので、プレフォームパイプ61をキャビティCの中央に向けて流動させて、容易に押し込むことができるとともに、プレフォームパイプ61が高圧の液体を供給することによって拡管部64内に膨出させられるときに、パイプ11を引き込む張力が発生するので、プレフォームパイプ61を拡管部64内に十分に進入させることができる。その結果、成形品の品質を向上させることができる。

【0063】

また、プレフォームパイプ61を変形させて成形品を成形する場合、第2の工程が終了した時点で、前記各座屈変形部20は成形品の表面から完全に消去されている必要がある。そして、前記座屈変形部20が完全に消去されるかどうかは、キャビティCの寸法、パイプ11の径、パイプ11の厚さ、パイプ11の材料等の管材料条件によって決まる。

【0064】

そこで、管材料条件に対応させて前記座屈変形部20の最適な突出量を表す高さをあらかじめ設定し、座屈変形部20の高さに対応する目標移動速度 v_1 をあらかじめ算出し、例えば、記憶装置81等に管材料条件と目標移動速度 v_1 とを対応させて記録しておき、記録された目標移動速度 v_1 に基づいて座屈変形部20を形成することができる。

【0065】

その場合、操作者が、操作部82を操作することによって管材料条件を入力すると、前記圧縮処理手段は、記憶装置81から管材料条件に応じた目標移動速度 v_1 を読み出し、一次成形装置10において、チャック12を目標移動速度 v_1 で移動させる。

【0066】

したがって、管材料条件に対応した最適な座屈変形部20を形成し、該座屈変形部20が形成されたプレフォームパイプ61を変形させて成形品を成形すると、第2の工程が終

10

20

30

40

50

了した時点で、前記各座屈変形部 20 を成形品の表面から完全に消去することができ、成形品の品質を向上させることができる。

【0067】

しかも、第 1 の工程で、金型装置を使用することなく前記座屈変形部 20 を形成することができるので、金型装置とパイプ 11 との間隙(すき)間を管理する必要がなくなる。したがって、管材料条件に対応した最適な座屈変形部 20 を極めて容易に形成することができる。

【0068】

ところで、本実施の形態においては、パイプ 11 を一定の移動速度で移動させながらプレフォームパイプ 61 を成形するようになっているが、パイプ 11 を間欠的に移動させることによりプレフォームパイプ 61 を成形することができる。

10

【0069】

その場合、パイプ 11 を静止させた状態で、コイル 14 によって被加熱部分を局部的に加熱し、その状態でパイプ 11 の両端を所定の力で押圧することによって、座屈変形を発生させ、座屈変形部 20 を形成する。続いて、パイプ 11 を所定の距離移動させ、次の被加熱部分を局部的に加熱し、その状態でパイプ 11 の両端を所定の力で押圧することによって、座屈変形を発生させ、次の座屈変形部 20 を形成する。この動作を繰り返すことによって、所定の間隔を置いて形成された複数の座屈変形部 20 を有するプレフォームパイプ 61 を成形することができる。

【0070】

20

次に、一次成形装置 10 と二次成形装置 50 とを一体化した本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、第 1 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を採用する。

【0071】

図 6 は本発明の第 2 の実施の形態におけるハイドロフォーム成形方法を説明する第 1 の図、図 7 は本発明の第 2 の実施の形態におけるハイドロフォーム成形方法を説明する第 2 の図である。

【0072】

図において、91 は管材料としてのパイプであり、第 1 の工程で、図 6 に示されるように、パイプ 91 は金型装置 57 内にセットされ、加工され、図 7 に示されるように、所定の箇所、所定の高さを有する変形部としての複数の座屈変形部 20 が形成される。

30

【0073】

そのために、パイプ 91 の両端に、第 1、第 2 の押圧部としてのプッシャ 65、66 が配設され、第 1 の金型としての下金型 51 の所定の箇所に、半円形の形状を有する第 1 の加熱体としてのコイル 83 が、第 2 の金型としての上金型 54 の所定の箇所に、半円形の形状を有する第 2 の加熱体としてのコイル 84 が配設される。なお、コイル 83、84 は、パイプ 91 において設定された被加熱部分に対向させて配設される。

【0074】

そして、パイプ 91 の被加熱部分がコイル 83、84 によって加熱され、プッシャ 65、66 によってパイプ 91 が両端から押圧されて、前記座屈変形部 20 が形成される。

40

【0075】

このようにして、所定の箇所に座屈変形部 20 が形成された予備成形品としてのプレフォームパイプ 92 が成形される。

【0076】

続いて、第 2 の工程で、高圧の成形用媒体としての液体がプレフォームパイプ 92 内に供給されると、プレフォームパイプ 92 は径方向外方に向けて膨出させられ、成形品が成形される。

【0077】

なお、本発明は前記各実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて

50

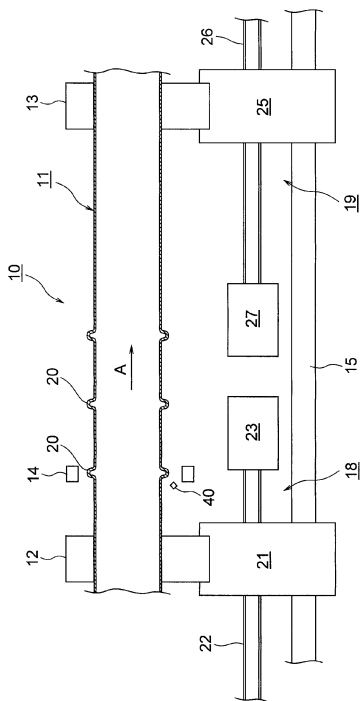
種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【符号の説明】

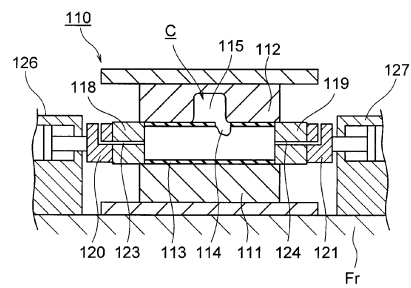
【 0 0 7 8 】

- 1 1、9 1 パイプ
- 2 0 座屈変形部
- 6 1、9 2 プレフォームパイプ
- C キャビティ

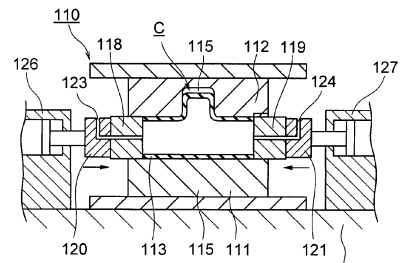
【 図 1 】



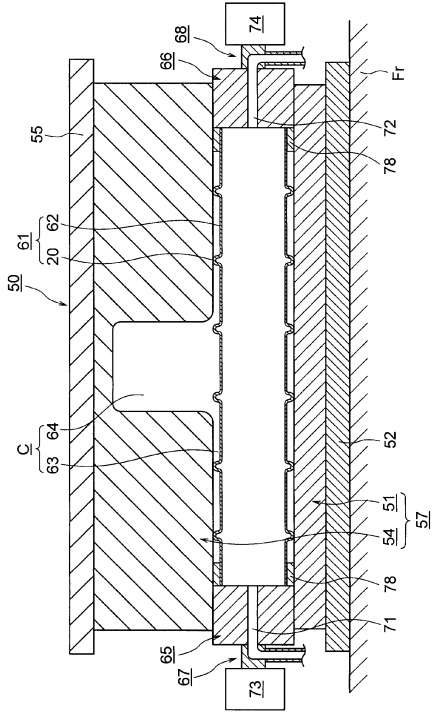
【 図 2 】



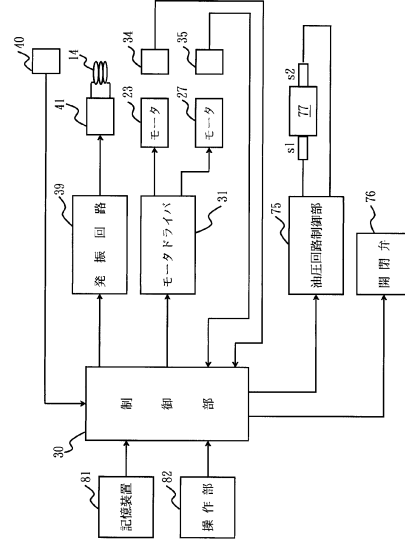
【 図 3 】



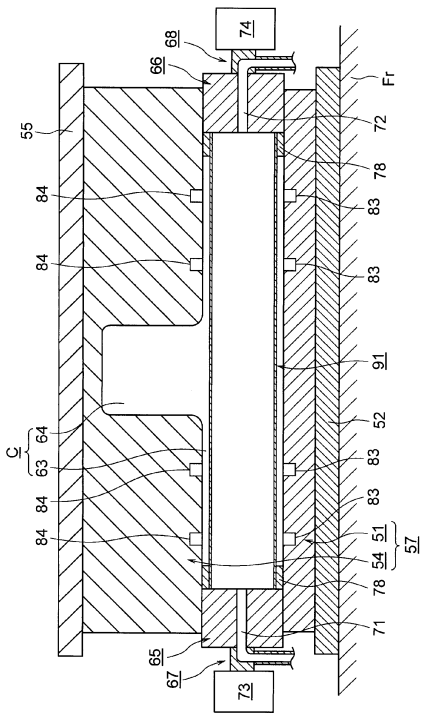
【図4】



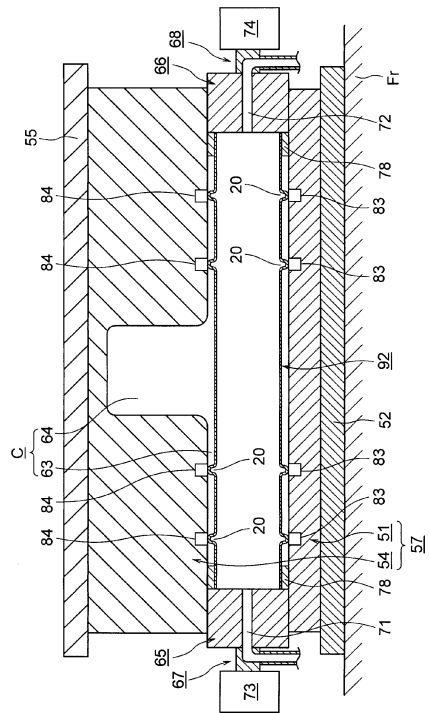
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

審査官 石黒 雄一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2004/0065394 (US, A1)
特開昭62-270227 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21D 26/02
B21D 19/08