

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5662468号
(P5662468)

(45) 発行日 平成27年1月28日(2015.1.28)

(24) 登録日 平成26年12月12日(2014.12.12)

(51) Int.CI.

B21D 11/02 (2006.01)

F 1

B21D 11/02

請求項の数 17 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-541996 (P2012-541996)
 (86) (22) 出願日 平成22年4月22日 (2010.4.22)
 (65) 公表番号 特表2013-512110 (P2013-512110A)
 (43) 公表日 平成25年4月11日 (2013.4.11)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/031985
 (87) 國際公開番号 WO2011/065990
 (87) 國際公開日 平成23年6月3日 (2011.6.3)
 審査請求日 平成25年4月18日 (2013.4.18)
 (31) 優先権主張番号 12/627,837
 (32) 優先日 平成21年11月30日 (2009.11.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 508133400
 シリル バス カンパニー
 アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 2
 8110, モンロー, エアポート ロード
 1610
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100096769
 弁理士 有原 幸一
 (74) 代理人 100107319
 弁理士 松島 鉄男
 (74) 代理人 100114591
 弁理士 河村 英文
 (74) 代理人 100125380
 弁理士 中村 純子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】補足的な加熱を伴うストレッチ成形装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属加工品のストレッチ成形の方法であって、

第1および第2の加工品開口を備えた筐体であって、前記第1および第2の加工品開口は前記筐体の互いに離間した第1および第2の側壁のそれぞれに設けられ、前記第1および第2の側壁間に予め選択された断面輪郭を有する加工面を備えている金型が前記加工品を受けるように配置されている、熱絶縁された筐体を準備するステップと、

互いに向き合った第1および第2の旋回アームにそれぞれ取り付けられた互いに向き合った第1および第2の頸部を準備するステップと、

前記加工品を前記金型の前記加工面に係合させて前記筐体内に装填するステップであって、前記加工品の両端は、前記筐体の側壁の前記第1及び第2の加工品開口のそれぞれを貫通している、ステップと、

前記加工品を電気絶縁するステップと、

前記頸部で前記加工品をその両端で掴むステップと、

電流を前記加工品に通電させて前記加工品を加工温度にまで抵抗加熱するステップと、

前記加工品が加工温度である間に前記加工品と前記金型の前記加工面とを互いに移動させ、前記加工品を前記金型の前記加工面に対して予め選択された形状に成形するステップと、

前記金型に対する前記加工品の1つまたは複数の所定位置において、前記加工品の1つまたは複数の所定部分に放射熱を加え、前記1つまたは複数の所定部分において前記加工

10

20

品の塑性伸びを増大させるステップと、

前記加工品が前記金型の前記加工面に対して前記予め選択された形状にあるとき、前記加工品を冷却するステップと、
を含んでいることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

前記加工品に放射熱を加える前記ステップは、前記放射熱が前記加工品の加工面係合側と反対の前記加工品の側に加えられる位置から、前記放射熱を加えるステップを含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記加工品に放射熱を加える前記ステップは、前記放射熱が前記加工品の加工面係合側と略直交する前記加工品の側に加えられる位置から、前記放射熱を加えるステップを含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 4】

前記加工品に放射熱を加える前記ステップは、前記放射熱が前記加工品の互いに向き合った側に加えられる位置から、前記放射熱を加えるステップであって、該互いに向き合った側は、前記加工品の加工面係合側と略直交している、ステップを含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記加工品の最適温度を決定し、前記加工品の実温度を検出し、前記加工品の前記実温度を前記加工品の前記最適温度まで昇温するのに十分な放射熱を前記加工品に加えるステップをさらに含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。 20

【請求項 6】

放射加熱されることになる前記加工品の部分からの距離を前記加工品に加えられる放射エネルギーに関連付けるステップをさらに含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記金型の前記加工面が加熱されるようになっていることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

細長の金属加工品を成形するためのストレッチ成形装置であって、
前記加工品を受け、成形するように適合された所定の断面輪郭を備えた加工面を有している金型と、 30

第 1 および第 2 の加工品開口を備えた筐体であって、前記第 1 および第 2 の加工品開口は、前記筐体の互いに離間した第 1 および第 2 の側壁のそれぞれに設けられ、前記側壁間に前記金型が位置しており、前記加工品を前記加工面に係合させて前記筐体内に装填するとき、前記加工品の両端が前記開口を貫通するように構成されている、熱絶縁された筐体と、

互いに向き合った第 1 および第 2 の旋回アームと、

前記第 1 および第 2 の旋回アームにそれぞれ取り付けられた第 1 および第 2 の頸部であって、各頸部は前記加工品のそれぞれの端部を掴むように構成されている、頸部と、 40

前記加工品を加工温度に加熱する電気抵抗用の加熱器と、

前記加工品の 1 つまたは複数の所定部分の塑性伸びを増大させるために、前記加工品の前記 1 つまたは複数の部分に放射熱を加えるための少なくとも 1 つの放射加熱器と、

前記金型の前記加工面と前記加工品とを互いに移動させて、前記金型の前記加工面に対して前記加工品を予め選択された形状に形成する移動要素と、
を備えていることを特徴とする、ストレッチ成形装置。

【請求項 9】

前記放射加熱器は、前記放射熱が前記加工品の加工面係合側と反対の前記加工品の側に加えられる位置から、前記放射熱を加えるように配置されていることを特徴とする、請求項 8 に記載のストレッチ成形装置。 50

【請求項 10】

前記放射加熱器は、前記放射熱を前記加工品の加工面係合側と略直交する前記加工品の側に加えるように配置されていることを特徴とする、請求項8に記載のストレッチ成形装置。

【請求項 11】

前記放射加熱器は、前記放射熱を前記加工品の互いに向き合った側に加えるように配置されており、前記互いに向き合った側は、前記加工品の加工面係合側と略直交していることを特徴とする、請求項8に記載のストレッチ成形装置。

【請求項 12】

前記熱絶縁筐体は、少なくとも1つの放射加熱要素が前記放射熱を供給するために取り付けられた内壁を有していることを特徴とする、請求項8に記載のストレッチ成形装置。 10

【請求項 13】

前記熱絶縁筐体は、前記金型にアクセスするためのドアと、床および屋根とを備えており、前記ドア、床、および屋根は、各々、前記加工品に放射熱を加えるために、前記ドア、床、および屋根に取り付けられた少なくとも1つの放射加熱要素を有していることを特徴とする、請求項9に記載のストレッチ成形装置。

【請求項 14】

前記ドア、床、および屋根は、各々、個別の加熱区域を画定しており、各加熱区域は、少なくとも1つの放射加熱器を備えており、前記少なくとも1つの放射加熱器は、所定の温度入力基準に応じて、他の加熱区域と無関係な所定比率で放射熱を供給するように、適合されていることを特徴とする、請求項13に記載のストレッチ成形装置。 20

【請求項 15】

前記加工品に離脱可能に取り付けられた少なくとも1つの熱電対であって、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している、少なくとも1つの熱電対を備えていることを特徴とする、請求項8に記載のストレッチ成形装置。 。

【請求項 16】

前記加工品に光学的に連通して配置された少なくとも1つの赤外線温度検出器であって、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している、少なくとも1つの赤外線温度検出器を備えていることを特徴とする、請求項8に記載のストレッチ成形装置。 30

【請求項 17】

前記熱絶縁筐体は、少なくとも1つのポートを備えたドアを備え、前記装置は、前記少なくとも1つのポートを通して前記加工品を光学的に観察するために取り付けられた赤外線温度検出器であって、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している、赤外線温度検出器をさらに備えていることを特徴とする、請求項8に記載のストレッチ成形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

【関連出願の相互参照】

本特許出願は、2009年11月30日に出願された一部継続特許出願第12/627,837号の優先権を主張する国際出願である。 40

【0002】

【発明の分野】

本発明は、金属部品の成形に関し、さらに詳細には、ストレッチ成形プロセスの選択された段階中に補足的な加熱を加えることによって、チタンおよびその合金を熱間ストレッチ成形およびクリープ成形することに関する。

【背景技術】

【0003】

50

ストレッチ成形は、加工品をその降伏点まで予め引っ張りながら、該加工品を金型に対して成形することによって、金属部品に湾曲形状を形成するのに用いられる周知のプロセスである。このプロセスは、多くの場合、大型のアルミニウム部品およびアルミニウム合金部品を作製するのに用いられ、低工具コストおよび優れた再現性を有している。

【0004】

チタンまたはチタン合金は、特に航空機用途の一部の部品において、アルミニウムに代わって用いられている。その理由として、チタンの高い比強度、高い極限強度、ならびに複合材料との良好な冶金学的適合性が挙げられる。

【0005】

しかし、チタンを大気温度でストレッチ成形するのは困難である。何故なら、大気温度において、チタンの降伏点は、その極限引張強度に極めて近く、伸び率が極めて小さいからである。従って、チタン部品は、典型的には、バンプ成形され、大きなビレットから機械加工されるが、これは、高価で時間の掛かるプロセスである。チタン部品を電気的に絶縁し、次いで、チタン部品に電流を通電して抵抗加熱を生じさせることによって、チタン部品を加熱することによって、ストレッチ成形中に、チタン部品に熱を加えることが知られている。しかし、このプロセスは、用途によっては、所望の結果を得るのに十分でないことがある。

【0006】

従って、チタンおよびその合金をストレッチ成形するための装置および方法が必要とされている。近接抵抗要素によって放射熱をチタン部品に与えることによって、チタン成形プロセスのさらに改良がもたらされることが明らかになってきている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って、本発明の目的は、チタンを高温においてストレッチ成形および／またはクリープ成形するための方法を提供することにある。

【0008】

本発明の他の目的は、チタンを高温においてストレッチ成形および／またはクリープ成形するための装置を提供することにある。

【0009】

本発明の他の目的は、成形プロセス中に補足的な熱を加工品に加えるための装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のこれらおよび他の目的は、予め選択された断面輪郭を有する細長の金属加工品を準備するステップと、該断面輪郭と相補的な加工面を有する金型であって、少なくとも加工面が熱絶縁された材料から構成されている、金型を準備するステップと、を含むストレッチ成形の方法によって達成されている。加工品は、電流を該加工品に通電することによって、加工温度に加熱される抵抗体である。加工品が加工温度にある間に加工品および金型を互いにに対して移動させ、これによって、加工品の塑性伸びおよび曲げを生じさせ、加工品を予め選択された最終形状に賦形することによって、加工品は、加工面に対して成形されることになる。金型に対する加工品の1つまたは複数の所定位置において、1つまたは複数の所定部分において加工品の塑性伸びを増大させるために、放射熱が加工品の該1つまたは複数の所定部分に加えられるようになっている。

【0011】

本発明の他の実施形態によれば、加工品は、チタンから構成されており、加工品に放射熱を加えるステップは、放射熱が加工品の加工面係合側と反対の加工品の側に加えられる位置から、放射熱を加えるステップを含んでいる。

【0012】

本発明の他の実施形態によれば、加工品に放射熱を加えるステップは、放射熱が加工品

10

20

30

40

50

の加工面係合側と略直交する加工品の側に加えられる位置から、放射熱を加えるステップを含んでいる。

【0013】

本発明の他の態様によれば、加工品に放射熱を加えるステップは、放射熱が加工品の互いに向き合った側に加えられる位置から、放射熱を加えるステップであって、該互いに向き合った側は、加工品の加工面係合側と略直交している、ステップを含んでいる。

【0014】

本発明の他の態様によれば、加工品に電流を通電するステップは、顎部を通して加工品に電流を印加するステップを含んでいる。

【0015】

本発明の他の実施形態によれば、本方法は、加工品の最適温度を決定し、加工品の実温度を検出し、加工品の実温度を加工品の最適温度まで昇温するのに十分な放射熱を加工品に加えるステップを含んでいる。

10

【0016】

本発明の他の実施形態によれば、本方法は、放射加熱されることになる加工品の部分からの距離を加工品に加えられる放射エネルギーに関連付けるステップをさらに含んでいる。

【0017】

本発明の他の実施形態によれば、本方法は、加工面に対して成形された加工品を選択された滞留時間にわたって加工温度に維持することによって、加工品をクリープ成形するステップを含んでいる。

20

【0018】

本発明の他の実施形態によれば、金型および加工品の第1の部分を、放射熱を供給するための放射加熱要素が取り付けられた壁を有する筐体によって、包囲するステップを含んでいる。

【0019】

本発明の他の実施形態によれば、筐体は、成形ステップが行われている間、加工品の端部分が筐体から突出することを可能にする開口を備えている。

【0020】

本発明の他の実施形態によれば、細長の金属加工品を受け、成形するように適合された輪郭の加工面を有する金型であって、少なくとも加工面が熱絶縁された材料から構成されている、金型を備えているストレッチ成形装置が提供されている。加工品を加工温度に加熱する電気抵抗用の抵抗加熱器が設けられており、加工品を加工面に対して伸張させ、曲げるように金型および加工品を互いにに対して移動させるために、移動要素が加工品に係合している。加工品の1つまたは複数の所定部分の塑性伸びを増大させるために、加工品の1つまたは複数の部分に放射熱を加えるための放射加熱器が設けられている。

30

【0021】

本発明の他の実施形態によれば、加工品は、チタンから構成されており、放射加熱器は、放射熱が加工品の加工面係合側と反対の加工品の側に加えられる位置から放射熱を加えるように、配置されている。

40

【0022】

本発明の他の実施形態によれば、放射加熱器は、放射熱を加工品の加工面係合側と略直交する加工品の側に加えるように、配置されている。

【0023】

本発明の他の実施形態によれば、放射加熱器は、放射熱を加工品の互いに向き合った側に加えるように配置されており、互いに向き合った側は、加工品の加工面係合側と略直交している。

【0024】

本発明の他の実施形態によれば、本装置は、金型を包囲する筐体であって、放射加熱要素が放射熱を供給するために取り付けられた内壁を有している、筐体を備えている。

50

【0025】

本発明の他の実施形態によれば、筐体は、金型にアクセスするためのドアと、床および屋根とを備えており、ドア、床、および屋根は、各々、加工品に放射熱を加えるために、該ドア、床、および屋根に取り付けられた少なくとも1つの放射加熱要素を有している。

【0026】

本発明の他の実施形態によれば、図10に示すように、ドア、床、および屋根は、各々、個別の加熱区域を画定しており、各加熱区域は、少なくとも1つの放射加熱器を備えており、少なくとも1つの放射加熱器は、所定の温度入力基準に応じて、他の加熱区域と無関係な所定比率で放射熱を供給するように、適合されている。

【0027】

本発明の他の実施形態によれば、加工品に離脱可能に取り付けられた少なくとも1つの熱電対であって、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している、少なくとも1つの熱電対が設けられている。

【0028】

本発明の他の実施形態によれば、加工品に光学的に連通して配置された少なくとも1つの赤外線温度検出器であって、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している、少なくとも1つの赤外線温度検出器が設けられている。

【0029】

本発明の他の実施形態によれば、ドアは、少なくとも1つのポートと、該ポートを通して加工品を光学的に観察するために取り付けられた赤外線温度検出器であって、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している、赤外線温度検出器とを備えている。

【0030】

本発明の他の実施形態によれば、細長の金属加工品を受け、成形するように適合された加工面を有する金型であって、少なくとも加工面が熱絶縁された材料から構成されている、金型を備えているストレッチ成形装置が提供されている。加工品を加工温度に加熱する電気抵抗加熱器が設けられている。成形作業中に金型および細長の加工品の第1の部分を包围し、加工品の第2の部分が外に突出することを可能にする筐体が設けられている。加工面に対して加工品の伸びおよび曲げを生じさせるように金型および加工品を互いに対しで移動させるために、加工品の互いに向き合った端が取り付けられた互いに向き合った旋回アームが設けられている。放射熱が加工品の加工面係合側と反対の加工品の側に加えられる位置から、放射熱を加えるための放射加熱器が設けられている。放射熱を加工品の加工面係合面と略直交する加工品の側に加える他の放射加熱器が配置されている。赤外線温度センサおよび熱電対温度センサからなる群から選択された温度センサが、実加工品温度と最適加工品温度との間の差異を決定するために温度制御回路に連通している。加工品に放射熱を加えるためのサーボフィードバックループ回路であって、加工品の最適温度、加工品の実温度、および放射加熱器からの加工品の距離が相互に関連付けられ、加工品と放射加熱器との間の距離と無関係に、加工品の温度を最適温度に維持するように、放射加熱器から加工品に十分な熱が供給されるようになっている、サーボフィードバックループ回路が設けられている。

【0031】

本発明は、添付図面と併せて、以下の説明を参照すれば、最もよく理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明によって構成された例示的なストレッチ成形装置の斜視図である。

【図2】図1のストレッチ成形装置の頸アセンブリの上断面図である。

【図3】図1に示されている装置の一部をなす金型筐体であって、該金型筐体のドアが開位置にある、金型筐体の斜視図である。

【図4】金型筐体の内部構造を示す、図3に示されている金型筐体の断面図である。

10

20

30

40

50

【図5】図3の金型筐体の上平面図である。

【図6】金型筐体の側ドアの構造を示す、金型筐体の一部の分解図である。

【図7】加工品が装填され、成形の準備が整えられている、図1に示されているストレッチ成形装置の斜視図である。

【図8】加工品が完全に成形されている、ストレッチ成形装置の他の斜視図である。

【図9A】ストレッチ成形装置を用いる例示的な成形方法を示すブロック図である。

【図9B】図9Aのブロック図の続きである。

【図10】成形方法の加熱制御／温度フィードバック監視機能の例示的なプロセス流れ図を示すブロック図である。

【図11】本発明の一実施形態による1つの成形サイクルを示す時間／温度グラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0033】

図面について説明するが、種々の図を通して、同一の参照番号は、同一の要素を指している。図1は、本発明によって構成された例示的なストレッチ成形装置10を例示的な加工品Wと共に示している。例示的な加工品Wは、L字状断面輪郭を有する押出成形品である。本発明によれば、どのような所望の形状であっても、ストレッチ成形可能である。

【0034】

本発明は、種々の加工品、例えば、制限されるものではないが、圧延平材、圧延形材、棒材、プレスブレーキ成形された形材、押出形材、機械加工された形材、などと共に用いられるのに適している。本発明は、特に、非矩形断面輪郭を有する加工品および約20以下のアスペクト比の断面輪郭を有する加工品に有用である。アスペクト比は、断面輪郭の外周を包囲する矩形箱形Bの長さL1とL2との比率である。勿論、断面形状およびアスペクト比は、制限することを意図するものではなく、単なる例示として提示されているにすぎない。

20

【0035】

装置10は、実質的に剛性の主フレーム12を備えている。主フレーム12は、金型取付面14を画定しており、装置10の主操作部品を支持するものである。互いに向き合った第1および第2の旋回アーム16A, 16Bが、主フレーム12に旋回可能に取り付けられており、それぞれ、流体圧成形シリンダ18A, 18Bに連結されている。旋回アーム16A, 16Bは、流体圧引張シリンダ20A, 20Bを保持している。流体圧引張シリンダ20A, 20Bは、該引張シリンダ20A, 20Bに取り付けられた流体圧作動顎アセンブリ22A, 22Bを有している。引張シリンダ20は、旋回アーム16に一定方位で取り付けられていてもよいし、旋回アーム16に対して垂直軸を中心として旋回可能に取り付けられていてもよい。以下にさらに詳細に説明する金型筐体24が、顎アセンブリ22A, 22B間ににおいて、金型取付面14上に取り付けられている。

30

【0036】

加圧された作動流体を成形シリンダ18、引張シリンダ20、および顎アセンブリ22に供給するための適切なポンプ、弁、および制御構成要素（図示せず）が設けられている。代替的に、前述した流体圧構成要素は、他の種類のアクチュエータ、例えば、電気装置または電気機械装置に置き換えられてもよい。装置10の制御およびシーケンス処理は、手動であってもよいし、または例えば、PLC型コンピュータまたはPC型コンピュータによって自動化されてもよい。

40

【0037】

本発明の原理は、加工品および金型を互いに対して移動させることによって成形動作をもたらすあらゆる形式のストレッチ成形機での使用に等しく適している。周知の形式のこのような成形機は、固定金型または可動金型のいずれを有していてもよく、また水平方向または垂直方向のいずれに配向されていてもよい。

【0038】

図2は、顎アセンブリ22Aの構造を示している。この構造は、他の顎アセンブリ22

50

B にも共通している。頸アセンブリ 22 A は、互いに離間した頸部 26 を備えている。頸部 26 は、加工品 W の端を掴むように適合されており、楔状コレット 28 間に取り付けられている。コレット 28 は、環状フレーム 30 の内側に配置されている。流体圧シリンダ 32 は、頸部 26 およびコレット 28 に軸方向力を加え、コレット 28 が頸部 26 を加工品 W に対して固くクランプするように、構成されている。頸アセンブリ 22 A またはその大部分は、加工品 W から電気的に絶縁されている。これは、絶縁層または絶縁被膜、例えば、酸化物系被膜を頸部 26 、コレット 28 、またはそれらの両方に付着させることによって、達成されるとよい。もし被膜 34 が、頸部 26 の面 36 を含む全体に付着されているなら、頸アセンブリ 22 A は、完全に絶縁されることになる。もし頸部 26 に加熱電流を通電することが望ましいなら、頸部 26 の面 36 は、露出した状態とし、該露出した面 36 に適切な電気接続部が設けられてもよい。代替的に、頸部 26 またはコレット 28 は、金型に関して後述する絶縁材料、例えば、セラミック材料から構成されていてもよい。頸部 26 およびコレット 28 は、頸アセンブリ 22 A の残りへのどのような電気的または熱的漏れ経路をも避けるために、絶縁締結具 59 を用いて設置されるとよい。

【0039】

以下、図 3 ~ 図 5 も参照すると、金型筐体 24 は、上壁 38 、底壁 40 、後壁 42 、側壁 44 A 、44 B 、および前部ドア 46 を有する箱形構造である。前部ドア 46 は、図 1 および図 3 に示されている開位置から、図 7 および図 8 に示されている閉位置に旋回可能である。具体的な形状および寸法は、勿論、成形されることになる加工品の寸法および縦横比に依存して、異なることになる。金型筐体 24 は、鋼のような材料から作製されており、一般的に、空気漏れおよび加工品 W からの熱放射を最小限に抑えるように構成されている。金型筐体 24 は、必要に応じて、熱絶縁されているとよい。

【0040】

金型は、金型筐体 24 の内側に配置されている。金型は、加工面を有する比較的大きな質量物体である。加工面は、加工品 W が金型の周りに曲げられたときに、選択された曲面または輪郭が加工品 W に与えられるように、形作られている。加工面の断面は、一般的に、加工品 W の断面と一致しており、フランジまたはレールのような加工品 W の突出部を受け入れる凹部を備えているとよい。必要に応じて、金型またはその一部が加熱されてもよい。例えば、金型の加工面は、電気抵抗加熱に適合された鋼または他の熱伝導材料の層から作製されていてもよい。

【0041】

図 3 および図 4 に最もよく示されているように、ドア 46 は、抵抗コイル 49 A , 49 B を備えている。コイル 49 A , 49 B は、セラミック材料のような内部絶縁層 70 内に部分的に埋設されており、ドアが閉鎖され、ストレッチ成形装置 10 が作動されると、コイル 49 A , 49 B は、以下にさらに詳細に説明するように、補足的な放射熱を加工品 W に与えるのに十分な温度に抵抗加熱されることになる。

【0042】

図 3 および図 5 を参照すると、上壁 38 および底壁 40 は、それぞれ、セラミック製の屋根インサート 72 および床インサート 74 を備えている。これらの屋根インサート 72 および床インサート 74 内に、抵抗コイル 7 の組 72 A ~ 72 F および 74 A ~ 74 F が部分的に埋設されている。図から分かるように、屋根インサートおよび床インサート 72 , 74 は、筐体 24 内においてドア 46 と金型の加工面との間に位置するように、形作られている。明瞭にするために、屋根インサート 72 内のコイル 72 A ~ 72 F は、透視して示されているが、実際には、筐体内において下方を向いており、床インサート 74 のコイル 74 A ~ 74 F に向かって筐体内に熱を放射するようになっている。

【0043】

コイル 72 A ~ 72 F および 74 A ~ 74 F は、好ましくは、正確な可変量の熱を放射するために、独立して制御されるようになっており、これによって、ドア 46 の抵抗コイル 49 A , 49 B と協働して、加工品 W の所定領域を加工品 W の他の領域の温度と無関係に正確な温度に加熱することが可能となる。例えば、コイル 72 A , 72 E および 74 A

10

20

30

40

50

，74Eは、加工品Wが金型の周囲に成形され、これらのコイルの下方に移動したときに、作動させることができ、すなわち、これらのコイルに付加的な電流を供給することができる。同様に、加工品Wの端が成形中にドア46から離れる方に移動したとき、加工品Wの該端により多くの放射熱を与え、該端を所定温度に維持するために、コイル49A, 49Bに流れる電流を増大させることができる。これらの条件は、好ましくは、サーボフィードバックループによって制御されるようになっており、加工品Wの温度は、ドア46にポート80A～80Dを設け、該ポート80A～80Dを通して、ドア46の外側に取り付けられた赤外線温度検出器（図示せず）によって加工品Wの温度を検出し、その情報を制御装置に伝達することによって、リアルタイムで決定することができる。赤外線検出器に加えてまたは代替的に、1つまたは複数の熱電対が、加工品Wの所望の位置の温度を測定するために、加工品Wの該所望の位置に物理的に取り付けられてもよい。展開手順または平均化手順を用いて、正確な温度輪郭、および正確に繰り返される加工品Wの形状を得るのに必要な繰り返し温度変動をもたらすことができる。10

【0044】

図6は、側壁44Aの1つをさらに詳細に示している。これは、他の側壁44Bにも共通している。側壁44Aは、比較的大きな側開口50Aを画定する静止パネル48Aを備えている。側ドア52Aが、例えば、Z字状ブラケット54Aによって静止パネル48Aに取り付けられている。これによって、成形プロセス中に、側ドア52Aは、静止パネル48Aとの密接な接触を維持しながら、加工品Wと共に前後に摺動することができる。側ドア52Aは、該側ドアを貫通するように形成された加工品開口56Aを有している。この開口56Aは、側開口50Aよりもかなり小さく、理想的には、加工品Wが貫通することを可能にするのに十分大きくなっている。加工品の露出を最小限に抑えながら、加工品の両端の移動を可能にする他の構造体が、金型筐体24の基本原理に影響を与えることなく、側壁44の代わりに用いられてもよい。20

【0045】

ストレッチ成形作業中、加工品Wは、480（900°F）から700（1300°F）以上の間の温度に加熱されることになる。従って、金型は、熱絶縁された材料またはそれらの材料の組合せから構成されている。これらの材料の重要な特性は、加工品Wとの接触による加熱に耐え、高温下で安定した寸法を保ち、加工品Wからの熱伝達を最小限に抑えることである。加工品Wからの抵抗加熱電流が金型内に流れないように、金型58は、電気的絶縁体であることも好ましい。図示されている例では、金型は、多数片の溶融シリカのようなセラミック材料から構成されている。金型は、他の耐火材料から作製されてもよいし、または絶縁層によって被覆されるかまたは包まれた非絶縁材料から作製されてもよい。30

【0046】

加工品Wは、ストレッチ成形装置10から電気的に絶縁されているので、電気抵抗加熱を用いて、加熱可能である。電流源からのコネクタ64（図7参照）が、加工品Wの各端に配置されているとよい。代替的に、加熱電流接続具が、前述したように、頸部26に直接接続されていてもよい。熱電対または赤外線検出器を用いることによって、電流源を温度フィードバック信号によってPLC制御することができる。これによって、迅速かつ均一加熱をもたらす適切な温度の上昇／下降速度を可能にすると共に、いったん加工品Wが目標温度に達したなら、電流の遅延を可能にする。周知の形式のPID制御ループを設けることによって、加工品温度が成形サイクル中に変動するときの調整を自動化することができる。この制御は、成形サイクル中にアクティブかつプログラム可能なものであるとい40い。

【0047】

ストレッチ成形装置10を用いる例示的な成形プロセスについて、図7、図8および図9A、図9Bのブロック図を参照して説明する。最初、ブロック68において、加工品Wが、その両端を加工品開口56から突き出して、金型筐体24内に装填され、前部ドア46が閉鎖される。側ドア52は、その最前位置にある。この状態が、図7に示されている50

。前述したように、このプロセスは、チタンまたはその合金から作製された加工品Wに特に有用である。しかし、このプロセスは、熱間成形が望ましい他の材料と共に用いられてもよい。加工品輪郭によっては、加工品断面が成形サイクル中に歪むことを防ぐために、柔軟な裏当て片、すなわち、「蛇行材（s n a k e）」の使用を必要とするものがある。この用途では、もし蛇行材が用いられるなら、該蛇行材は、高温柔軟絶縁材料から作製されているとよい。必要に応じて、蛇行材は、加工品Wからの熱損失を避けるために、高温加熱される材料から作製されているとよい。

【0048】

このステップ中に、任意の接続具が熱電対または制御システム用の付加的なフィードバック装置に接続されることになる。いったん金型筐体24の内側に配置されると、プロック69において、加工品Wの両端が顎部26内に配置され、顎部26が閉鎖される。もし別体の電気加熱接続具64が用いられるなら、これらの接続具64は、必要に応じて、良好な接触を達成するために、熱的および電気的に導電性のペーストを用いて、加工品Wに取り付けられることになる。

【0049】

プロック71, 73に示されているループでは、電流が加工品Wに通電され、加工品Wの抵抗加熱を生じさせる。加工品Wの閉ループ制御加熱は、所望の加工温度目標値に達するまで、熱電対または他の温度センサからのフィードバックを継続的に利用して行われるようになっている。目標値に対する加工品の加熱速度は、加工品の断面および長さならびに熱電対フィードバックを考慮して決定される。

【0050】

いったん加工温度に達したなら、加工品の成形を開始することができる。目標値に達するまで、加工品Wの閉ループ加熱が継続される。

【0051】

プロック76, 78に示されているループでは、引張シリンド20が加工品Wを長手方向において所望の箇所まで引っ張り、加工温度が必要に応じて制御されている状態において、主シリンド18が、旋回アーム16を内方に旋回させ、加工品Wを金型に巻き付ける。側ドア52が、加工品の運動に応じて、後方に摺動する。この状態が、図8に示されている。引張速度、種々の位置における滞留時間、および温度変化は、成形プロセス中に、制御システムへのフィードバックを介して制御することができる。いったん、旋回アーム16からの位置フィードバックが、加工品Wがその最終位置に達したことを示したなら、加工品Wの取外しの準備が整うまで、制御装置が、位置および/または張力を維持する。目標値に達するまで、制御装置は、継続して、加工品Wを加熱し、かつ加工品Wを金型に對して成形することになる。温度を必要に応じて制御しながら、選択された滞留時間にわたって加工品Wを金型に對して維持することによって、クリープ成形が行われてもよい。

【0052】

プロック81, 82に示されているループでは、加工品Wは、電源を介して補足的な熱を加えることによって、自然の冷却よりも緩慢な速度で冷却されるようになっている。この温度降下の速度は、プログラム化されており、これによって、加工品Wを温度フィードバックを介して監視しながら冷却することが可能となる。

【0053】

いったん温度がその最終目標値に達したなら、加工品Wへの力が解除され、電源からの電流が停止される。この最終目標値に達するまで、制御装置は、加工品Wを所定速度で継続的に冷却するのに十分な閉ループ加熱を維持することになる。

【0054】

加工品Wから力が除去された後、顎部26が開かれ、電気コネクタが取り外される（プロック84）。顎部26を開放し、電気コネクタ64を取り外したあと、金型筐体24が開かれ（プロック86）、加工品Wが取り外される。次いで、加工品Wは、追加的な処理ステップ、例えば、機械加工、熱処理、などに備えることになる。

【0055】

10

20

30

40

50

前述したプロセスによって、ストレッチ成形およびクリープ成形の利点、例えば、安価な工具および良好な再現性が、チタン部品に対して得られることになる。これは、チタン部品を成形する他の方法と比較して、時間および費用を著しく低減させる。さらに、加工品を外部環境から隔離することによって、均一な加熱を促進し、環境への熱損失を最小限に抑え、これによって、全エネルギー要求を低減させることができる。加えて、金型筐体24を用いることによって、サイクル中、作業員が加工品Wに接触することを防ぎ、安全性を高めることができる。

【0056】

図11にグラフで示されているように、成形およびクリープ成形の両方が、最高温度において行われている。典型的な成形プロセスでは、予熱段階が、約20分行われ、続いて、主成形ステップが、約3分続くとよい。クリープ成形は、約10分行われ、約1時間の制御冷却ステップが続くとよい。この冷却ステップ中、部品は緩慢に冷却される。次いで、室温まで、自然冷却が行われることになる。

10

【0057】

チタンをストレッチ成形する装置および方法は、以上の通りである。本発明の種々の細部が、本発明の範囲から逸脱することなく、変更されてもよい。さらに、本発明の好ましい実施形態の前述の説明および本発明を実施するための最適な形態は、例示の目的でのみ提示されており、本発明を制限するためのものではない。

【図1】

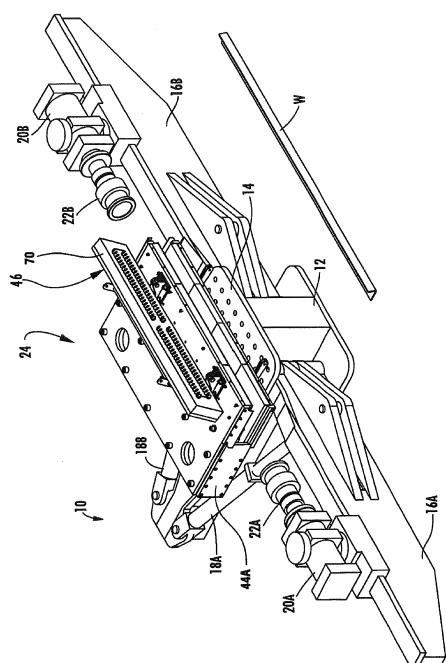


FIG. 1

【図2】

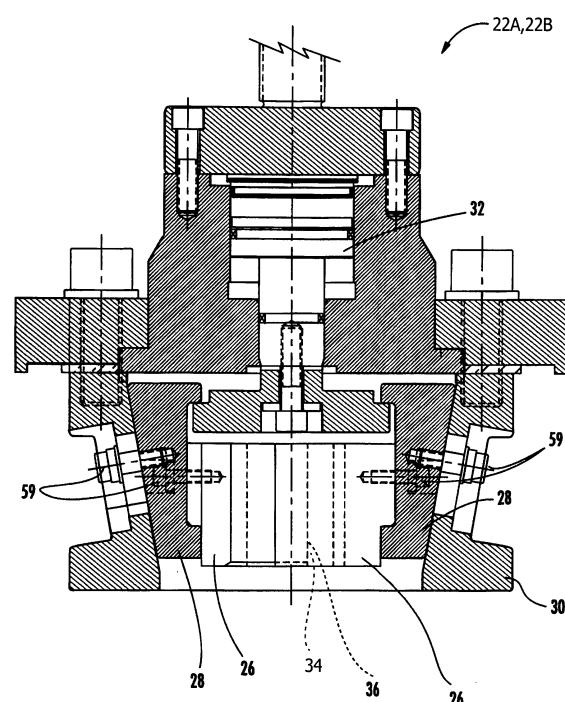


FIG. 2

【図3】

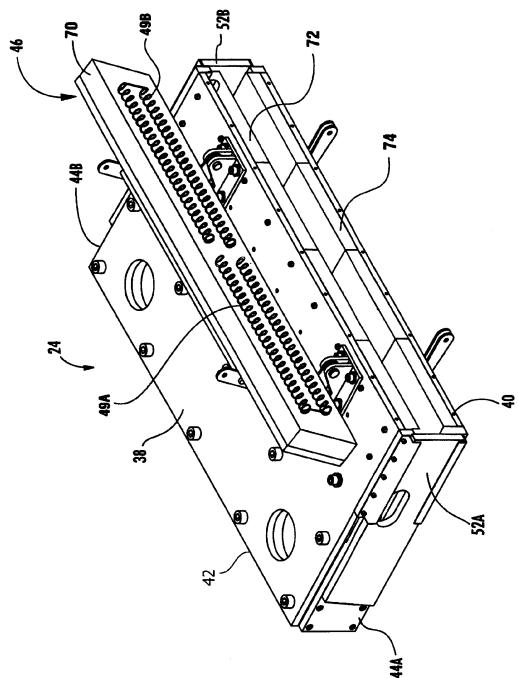


FIG. 3

【図4】

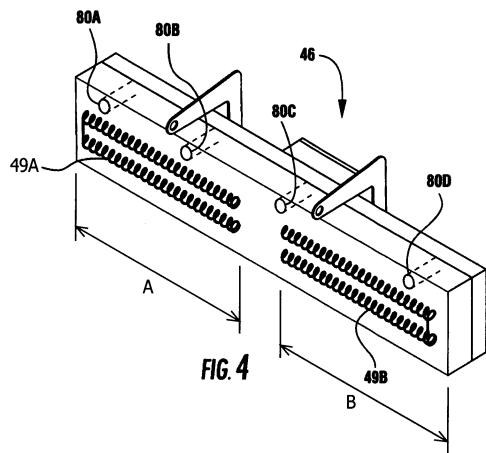


FIG. 4

【図5】

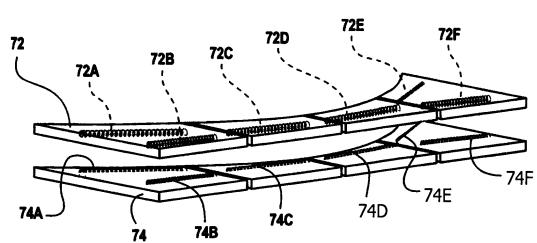


FIG. 5

【図6】

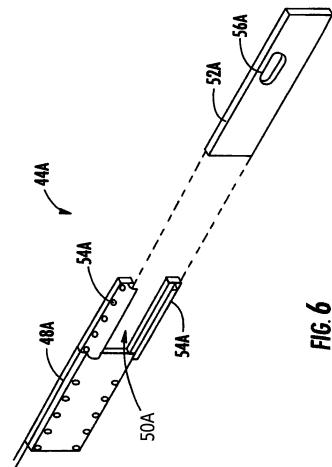


FIG. 6

【図7】

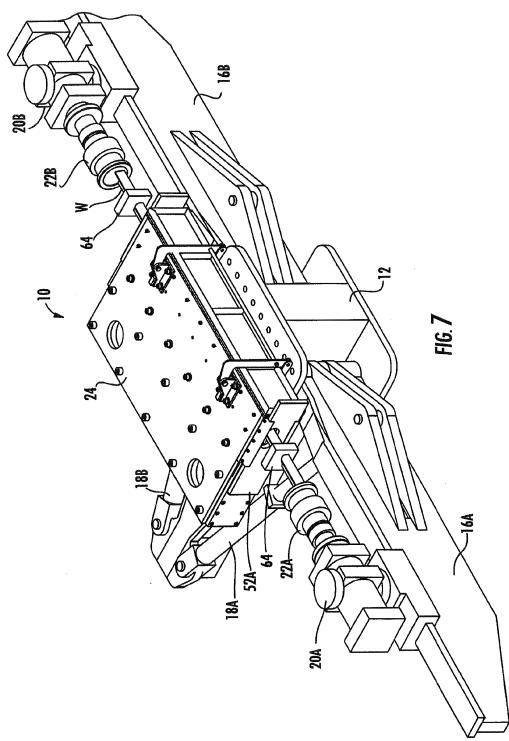


FIG. 7

【図8】

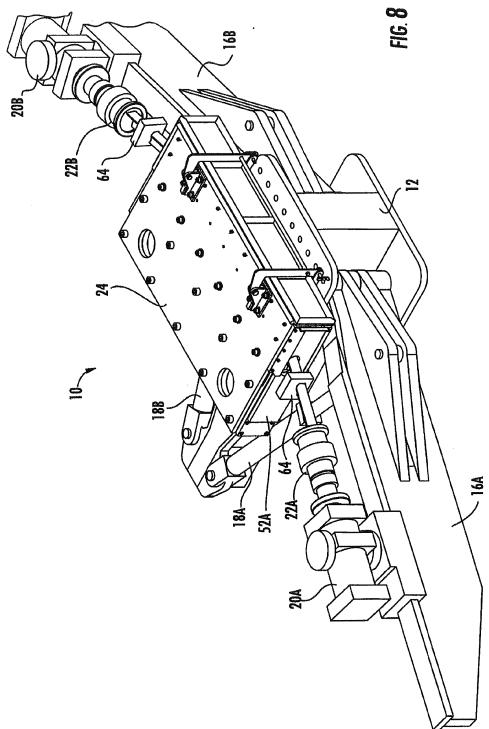
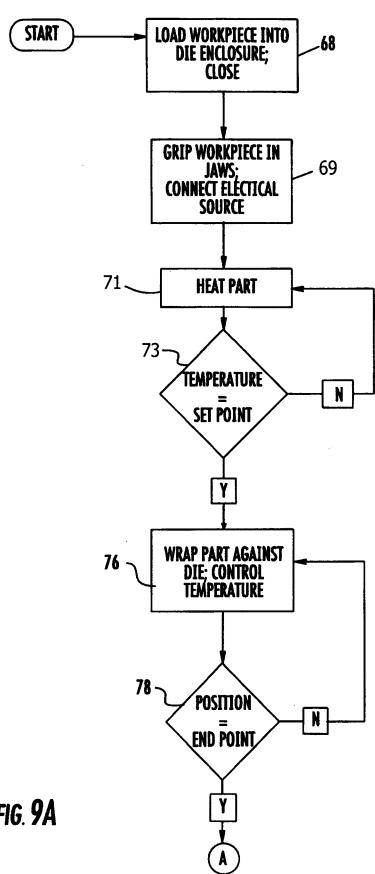
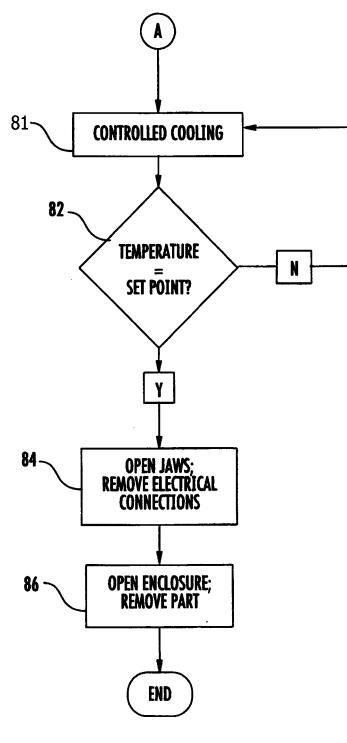


FIG. 8

【図9A】



【図9B】



【図10】

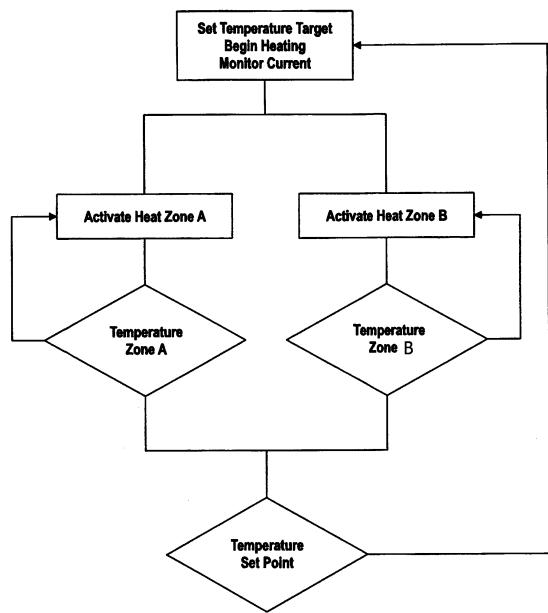


FIG.10

【図11】

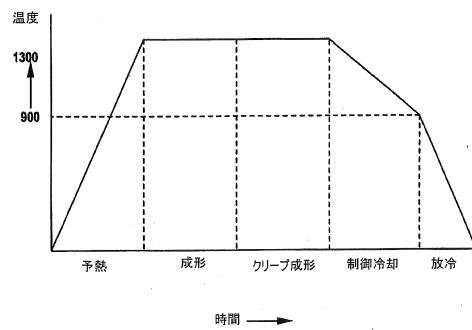


FIG.11

フロントページの続き

(74)代理人 100142996
弁理士 森本 聰二

(74)代理人 100154298
弁理士 角田 恭子

(74)代理人 100166268
弁理士 田中 祐

(74)代理人 100170379
弁理士 徳本 浩一

(74)代理人 100161001
弁理士 渡辺 篤司

(72)発明者 ポーレン, ラリー・アレクサンダー
アメリカ合衆国ノースカロライナ州 28104, マシューズ, レイントウリー・ドライヴ 625

(72)発明者 ヒューストン, トーマス・サンディ
アメリカ合衆国ノースカロライナ州 28173, ワックスホー, ベクスリー・コート 103

(72)発明者 オーウェンズ, ジョン・イー
アメリカ合衆国ノースカロライナ州 28277, シャーロット, ケンドルトン・メドウ・ドライヴ
14224

審査官 宇田川 辰郎

(56)参考文献 特開平03-180214(JP, A)
特表2009-514679(JP, A)
特開平11-290962(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21D 11/02