

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7009449号
(P7009449)

(45)発行日 令和4年1月25日(2022.1.25)

(24)登録日 令和4年1月14日(2022.1.14)

(51)国際特許分類 F I
B 2 1 D 26/033(2011.01) B 2 1 D 26/033

請求項の数 9 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-507445(P2019-507445)	(73)特許権者	000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号
(86)(22)出願日	平成30年2月16日(2018.2.16)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/005556	(74)代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(87)国際公開番号	WO2018/173575	(74)代理人	100162640 弁理士 柳 康樹
(87)国際公開日	平成30年9月27日(2018.9.27)	(72)発明者	野際 公宏 愛媛県新居浜市惣開町5番2号 住友重 機械工業株式会社愛媛製造所内
審査請求日	令和2年10月14日(2020.10.14)	(72)発明者	石塚 正之 愛媛県新居浜市惣開町5番2号 住友重 機械工業株式会社愛媛製造所内
(31)優先権主張番号	特願2017-54897(P2017-54897)		
(32)優先日	平成29年3月21日(2017.3.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 成形システム及び成形方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料から金属パイプを成形する成形システムであって、

一組の金型、及び、前記一組の金型間に配置される前記金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給して膨張させる加熱膨張部を有する成形装置と、

前記成形装置に前記金属パイプ材料を供給する供給装置と、を備え、

前記金属パイプ材料が前記一組の金型間に配置される状態において、前記金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、前記金型の表面のうち前記金属パイプ材料の中心からの距離が最も長い位置を最長位置とした場合、

前記供給装置は、前記最長位置と前記金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に前記溶接部が位置しないように、前記金属パイプ材料を供給する、

成形システム。

【請求項2】

板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料から金属パイプを成形する成形システムであって、

一組の金型、及び、前記一組の金型間に配置される前記金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給して膨張させる加熱膨張部を有する成形装置と、

前記成形装置に前記金属パイプ材料を供給する供給装置と、を備え、

前記金属パイプ材料が前記一組の金型間に配置される状態において、前記金属パイプ材料

の延在方向から見た場合に、前記金型の表面のうち前記金属パイプ材料の中心からの距離が最も短い位置を最短位置とした場合、

前記供給装置は、前記最短位置と前記金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に前記溶接部が位置するように、前記金属パイプ材料を供給する、
成形システム。

【請求項 3】

前記最長位置を記憶する記憶部を有し、

前記供給装置は、前記記憶部が記憶している前記最長位置に関する情報に基づいて、前記溶接部が、前記直線上に位置しないように、前記金属パイプ材料を供給する、
請求項 1 に記載の成形システム。

【請求項 4】

前記最短位置を記憶する記憶部を有し、

前記供給装置は、前記記憶部が記憶している前記最短位置に関する情報に基づいて、前記溶接部が、前記直線上に位置するように、前記金属パイプ材料を供給する、
請求項 2 に記載の成形システム。

【請求項 5】

前記供給装置は、

前記金属パイプ材料を中心軸線回りに回転可能な回転部と、

前記金属パイプ材料を把持可能、且つ、把持した前記金属パイプ材料を前記成形装置に搬送可能な搬送部と、を有し、

前記供給装置は、前記成形装置に前記金属パイプ材料を供給する際に、前記回転部により前記金属パイプ材料を前記中心軸線回りに回転させることによって、前記延在方向から見た場合に前記金属パイプ材料の中心に対して前記溶接部が位置する方向を調整し、前記搬送部により前記金属パイプ材料を把持して前記成形装置に搬送する、
請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の成形システム。

【請求項 6】

前記供給装置は、前記金属パイプ材料を把持可能であると共に把持した前記金属パイプ材料を中心軸線回りに回転可能、且つ、前記金属パイプ材料を前記成形装置に搬送可能な多関節のアームからなる回転搬送部を有し、

前記供給装置は、前記成形装置に前記金属パイプ材料を供給する際に、前記回転搬送部により前記金属パイプ材料を把持すると共に当該金属パイプ材料を前記中心軸線回りに回転させることによって、前記延在方向から見た場合に前記金属パイプ材料の中心に対して前記溶接部が位置する方向を調整し、前記金属パイプ材料を前記成形装置に搬送する、
請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の成形システム。

【請求項 7】

前記供給装置により前記成形装置に前記金属パイプ材料を供給する前に、前記延在方向から見た場合に前記金属パイプ材料の中心に対して前記溶接部が位置する方向を検出する位置検出部を備える、

請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の成形システム。

【請求項 8】

板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料を一組の金型間に配置し、前記金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給し膨張させて金属パイプを成形する成形方法であって、

前記金属パイプ材料が前記一組の金型間に配置される状態において、前記金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、前記金型の表面のうち前記金属パイプ材料の中心からの距離が最も長い位置である最長位置と前記金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に前記溶接部が位置しないように、前記金属パイプ材料を前記一組の金型間に配置する、
成形方法。

【請求項 9】

板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料を一組の金型間

10

20

30

40

50

に配置し、前記金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給し膨張させて金属パイプを成形する成形方法であって、

前記金属パイプ材料が前記一組の金型間に配置される状態において、前記金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、前記金型の表面のうち前記金属パイプ材料の中心からの距離が最も短い位置である最短位置と前記金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に前記溶接部が位置するように、前記金属パイプ材料を前記一組の金型間に配置する、成形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、成形システム及び成形方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料から金属パイプを成形する成形システムが知られている。このような成形システムとして、例えば特許文献1には、一組の金型、及び、一組の金型間に配置される金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給して膨張させる加熱膨張部を有する成形装置を備える成形システムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2012-654号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した成形システムでは、金属パイプ材料は、膨張する際に、その拡管率に応じて板厚が薄くなる。ここで、金属パイプ材料の変形抵抗が小さいほど、金属パイプ材料の拡管率が大きく板厚が薄くなる。

【0005】

ところで、金属パイプ材料は、金属の板材を丸めて接続部分を溶接することでパイプ形状とされることがある。このような溶接部を有する金属パイプ材料が用いられる場合に、当該金属パイプ材料が加熱されると、板材の部分と比較して溶接部の変形抵抗が小さくなり易い。このため、上述した成形システムにおいて金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給して膨張させようとする、高温になった金属パイプ材料のうち溶接部の板厚が局所的に特に薄くなり、溶接部を起点として金属パイプ材料が破損してしまう虞がある。

【0006】

そこで、本発明の一態様は、金属パイプの成形時における溶接部を起点とした金属パイプ材料の破損を抑制することができる成形システム及び成形方法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】

【0007】

本発明の一態様の成形システムは、板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料から金属パイプを成形する成形システムであって、一組の金型、及び、一組の金型間に配置される金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給して膨張させる加熱膨張部を有する成形装置と、成形装置に金属パイプ材料を供給する供給装置と、供給装置の動作を制御する制御装置と、を備え、制御装置は、金属パイプ材料が一組の金型間に配置される状態において、金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、金型の表面のうち金属パイプ材料の中心からの距離が最も長い位置である最長位置に関する情報を記憶する記憶部と、金属パイプ材料が一組の金型間に配置される状態に

10

20

30

40

50

において、延在方向から見た場合に、記憶部が記憶している最長位置に関する情報に基づいて、溶接部が、最長位置と金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に位置しないように、供給装置による成形装置への金属パイプ材料の供給を制御する制御部と、を有する。

【0008】

また、本発明の一態様の成形方法は、板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料を一組の金型間に配置し、金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給し膨張させて金属パイプを成形する成形方法であって、金属パイプ材料が一組の金型間に配置される状態において、金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、金型の表面のうち金属パイプ材料の中心からの距離が最も長い位置である最長位置と金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に溶接部が位置しないように、金属パイプ材料を一組の金型間に配置する。

10

【0009】

この成形システム及び成形方法では、加熱された金属パイプ材料が膨張する際に、金属パイプ材料のうち、溶接部が、最長位置と金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に位置する部分よりも先に金型の表面に接触する。ここで、加熱された金属パイプ材料が膨張して金型の表面に接触すると、金型に接触した部分が熱伝導により冷却されて、その部分の変形抵抗が大きくなる。従って、この成形システム及び成形方法では、金属パイプを成形する際に、溶接部が金型に早いタイミングで接触し溶接部の変形抵抗が早いタイミングで大きくなるため、溶接部の板厚が局所的に特に薄くなることを抑制することができる。よって、金属パイプの成形時における溶接部を起点とした金属パイプ材料の破損を抑制することができる。

20

【0010】

本発明の一態様の成形システムは、板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料から金属パイプを成形する成形システムであって、一組の金型、及び、一組の金型間に配置される金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給して膨張させる加熱膨張部を有する成形装置と、成形装置に金属パイプ材料を供給する供給装置と、供給装置の動作を制御する制御装置と、を備え、制御装置は、金属パイプ材料が一組の金型間に配置される状態において、金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、金型の表面のうち金属パイプ材料の中心からの距離が最も短い位置である最短位置に関する情報を記憶する記憶部と、金属パイプ材料が一組の金型間に配置される状態において、延在方向から見た場合に、記憶部が記憶している最短位置に関する情報に基づいて、溶接部が、最短位置と金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に位置するように、供給装置による成形装置への前記金属パイプ材料の供給を制御する制御部と、を有する。

30

【0011】

また、本発明の一態様の成形方法は、板材の端部同士が溶接された溶接部を有し円筒状とされた金属パイプ材料を一組の金型間に配置し、金属パイプ材料を加熱すると共に当該金属パイプ材料内に気体を供給し膨張させて金属パイプを成形する成形方法であって、金属パイプ材料が一組の金型間に配置される状態において、金属パイプ材料の延在方向から見た場合に、金型の表面のうち金属パイプ材料の中心からの距離が最も短い位置である最短位置と金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に溶接部が位置するように、金属パイプ材料を一組の金型間に配置する。

40

【0012】

この成形システム及び成形方法では、加熱された金属パイプ材料が膨張する際に、金属パイプ材料のうち、最短位置と金属パイプ材料の中心とを結ぶ直線上に位置する溶接部が、最初に金型の表面に接触する。ここで、加熱された金属パイプ材料が膨張して金型の表面に接触すると、金型に接触した部分が熱伝導により冷却されて、その部分の変形抵抗が大きくなる。従って、この成形システム及び成形方法では、金属パイプを成形する際に、溶接部が金型に最初に接触し溶接部の変形抵抗が最初に大きくなるため、溶接部の板厚が局所的に特に薄くなることを抑制することができる。よって、金属パイプの成形時における溶接部を起点とした金属パイプ材料の破損を特に抑制することができる。

50

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様の成形システムでは、供給装置は、金属パイプ材料を中心軸線回りに回転可能な回転部と、金属パイプ材料を把持可能、且つ、把持した金属パイプ材料を成形装置に搬送可能な搬送部と、を有し、制御部は、供給装置により成形装置に金属パイプ材料を供給する際に、回転部により金属パイプ材料を中心軸線回りに回転させることによって、延在方向から見た場合に金属パイプ材料の中心に対して溶接部が位置する方向を調整するように回転部の動作を制御し、搬送部により金属パイプ材料を把持して成形装置に搬送するように、搬送部の動作を制御してもよい。この場合、回転部によって、金属パイプ材料の中心に対して溶接部が位置する方向を調整し、搬送部によって、当該金属パイプ材料を成形装置に搬送することができる。よって、上述した作用効果を好適に奏することができる。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様の成形システムでは、供給装置は、金属パイプ材料を把持可能であると共に把持した金属パイプ材料を中心軸線回りに回転可能、且つ、金属パイプ材料を成形装置に搬送可能な多関節のアームからなる回転搬送部を有し、制御部は、供給装置により成形装置に金属パイプ材料を供給する際に、回転搬送部により金属パイプ材料を把持すると共に当該金属パイプ材料を中心軸線回りに回転させることによって、延在方向から見た場合に金属パイプ材料の中心に対して溶接部が位置する方向を調整し、金属パイプ材料を成形装置に搬送するように回転搬送部の動作を制御してもよい。この場合、回転搬送部によって、金属パイプ材料の中心に対して溶接部が位置する方向を調整しつつ、当該金属パイプ材料を成形装置に搬送することができる。よって、供給装置により成形装置に金属パイプ材料を供給するのに要する時間を短縮することができる。

20

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様の成形システムでは、供給装置により成形装置に金属パイプ材料を供給する前に、延在方向から見た場合に金属パイプ材料の中心に対して溶接部が位置する方向を検出する位置検出部を備えてもよい。この場合、上述した作用効果を好適に奏することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明の一態様の成形システム及び成形方法によれば、金属パイプの成形時における溶接部を起点とした金属パイプ材料の破損を抑制することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】図 1 は、第 1 実施形態の成形システムを示す概略構成図である。

【図 2】図 2 は、金属パイプ材料の一例を示す斜視図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の成形装置を示す概略構成図である。

【図 4】図 4 は、図 1 の成形システムを示す機能ブロック図である。

【図 5】図 5 は、電極周辺の拡大図であって、(a) は電極が金属パイプ材料を保持した状態を示す図、(b) は電極にシール部材を押し付けた状態を示す図、(c) は電極の正面図である。

40

【図 6】図 6 は、図 1 の位置検出部及び回転部を示す概略構成図である。

【図 7】図 7 は、最長位置及び最短位置を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、成形方法を示すフローチャートである。

【図 9】図 9 は、第 2 実施形態の成形システムを示す機能ブロック図である。

【図 10】図 10 は、実施例における金属パイプ材料、金属パイプの板厚及び温度の測定位置を示す図である。

【図 11】図 11 は、測定タイミングに応じた金属パイプ材料及び金属パイプの温度を測定位置との関係で示すシミュレーション結果のグラフである。

【図 12】図 12 は、測定タイミングに応じた金属パイプ材料及び金属パイプの板厚を測定位置との関係で示すシミュレーション結果のグラフである。

50

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明による成形装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、各図において同一部分又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0019】

[第1実施形態]

成形システムの構成

図1は、第1実施形態の成形システムを示す概略構成図、図2は、金属パイプ材料の一例を示す斜視図である。図1に示される成形システム1は、図2に示されるように、板材の端部14a, 14a同士が溶接された溶接部14bを有し円筒状とされた金属パイプ材料14を用い、金属パイプ90(図10参照)を成形するものである。金属パイプ材料14は、より具体的には、平板状の金属の薄板を円筒状に丸めて、対向する端部14a, 14a同士を突き合わせた状態で溶接することで形成されている。このようにして金属パイプ材料14を溶接した溶接部14bは、金属パイプ材料14の中心軸線Lに沿って延在している。なお、金属パイプ材料14の中心軸線Lは、金属パイプ材料14の延在方向Dに対して平行である。そして、図1に示されるように、成形システム1は、成形装置10と、位置検出部110と、供給装置120と、搬出装置130と、制御装置140と、を具備している。

10

【0020】

まず、成形装置10の構成について説明する。図3は、図1の成形装置を示す概略構成図、図4は、図1の成形システムを示す機能ブロック図である。図3及び図4に示されるように、成形装置10は、上型12及び下型11からなる一組のブロー成形金型(金型)13と、一組のブロー成形金型13間に配置される金属パイプ材料14を加熱すると共に当該金属パイプ材料14内に気体を供給して膨張させる加熱膨張部103と、を備えている。

20

【0021】

図4に示される加熱膨張部103は、図3に示されるように、上型12及び下型11の少なくとも一方を移動させる駆動機構80と、上型12と下型11との間で金属パイプ材料14を保持するパイプ保持機構30と、パイプ保持機構30で保持されている金属パイプ材料14に通電して加熱する加熱機構50と、上型12及び下型11の間に保持され加熱された金属パイプ材料14内に高圧ガス(気体)を供給するための気体供給部60と、パイプ保持機構30で保持された金属パイプ材料14内に気体供給部60からの気体を供給するための一対の気体供給機構40, 40と、ブロー成形金型13を強制的に水冷する水循環機構72とを備えると共に、上記駆動機構80の駆動、上記パイプ保持機構30の駆動、上記加熱機構50の駆動、及び上記気体供給部60の気体供給をそれぞれ制御する成形装置制御部70と、を備えて構成されている。

30

【0022】

ブロー成形金型13の一方である下型11は、基台15に固定されている。下型11は、大きな鋼鉄製ブロックで構成され、その上面に所望の形状のキャビティ(凹部)16を備える。下型11には冷却水通路19が形成され、略中央に下から差し込まれた熱電対21を備えている。この熱電対21はスプリング22により上下移動自在に支持されている。なお、キャビティ16は、成形しようとする金属パイプ90の形状(外形)に応じた形状とされる(図7参照)。

40

【0023】

更に、下型11の左右端(図1における左右端)近傍にはスペース11aが設けられており、当該スペース11a内には、パイプ保持機構30の可動部である後述する電極17, 18(下側電極)等が、上下に進退動可能に配置されている。そして、下側電極17, 18上に金属パイプ材料14が載置されることで、下側電極17, 18は、上型12と下型11との間に配置される金属パイプ材料14に接触する。これにより、下側電極17, 18は金属パイプ材料14に電氣的に接続される。

【0024】

50

下型 1 1 と下側電極 1 7 との間及び下側電極 1 7 の下部、並びに下型 1 1 と下側電極 1 8 との間及び下側電極 1 8 の下部には、通電を防ぐための絶縁材 9 1 がそれぞれ設けられている。それぞれの絶縁材 9 1 は、パイプ保持機構 3 0 を構成するアクチュエータ（不図示）の可動部である進退ロッド 9 5 に固定されている。このアクチュエータは、下側電極 1 7 , 1 8 等を上下動させるためのものであり、アクチュエータの固定部は、下型 1 1 と共に基台 1 5 側に保持されている。

【 0 0 2 5 】

ブロー成形金型 1 3 の他方である上型 1 2 は、駆動機構 8 0 を構成する後述のスライド 8 1 に固定されている。上型 1 2 は、大きな鋼鉄製ブロックで構成され、内部に冷却水通路 2 5 が形成されると共に、その下面に所望の形状のキャビティ（凹部）2 4 を備える。このキャビティ 2 4 は、下型 1 1 のキャビティ 1 6 に対向する位置に設けられる。なお、キャビティ 2 4 は、成形しようとする金属パイプ 9 0 の形状（外形）に応じた形状とされる（図 7 参照）。

10

【 0 0 2 6 】

上型 1 2 の左右端（図 3 における左右端）近傍には、下型 1 1 と同様に、スペース 1 2 a が設けられており、当該スペース 1 2 a 内には、パイプ保持機構 3 0 の可動部である後述する電極 1 7 , 1 8 （上側電極）等が、上下に進退動可能に配置されている。そして、下側電極 1 7 , 1 8 上に金属パイプ材料 1 4 が載置された状態において、上側電極 1 7 , 1 8 は、下方に移動することで、上型 1 2 と下型 1 1 との間に配置された金属パイプ材料 1 4 に接触する。これにより、上側電極 1 7 , 1 8 は金属パイプ材料 1 4 に電氣的に接続される。

20

【 0 0 2 7 】

上型 1 2 と上側電極 1 7 との間及び上側電極 1 7 の上部、並びに上型 1 2 と上側電極 1 8 との間及び上側電極 1 8 の上部には、通電を防ぐための絶縁材 1 0 1 がそれぞれ設けられている。それぞれの絶縁材 1 0 1 は、パイプ保持機構 3 0 を構成するアクチュエータの可動部である進退ロッド 9 6 に固定されている。このアクチュエータは、上側電極 1 7 , 1 8 等を上下動させるためのものであり、アクチュエータの固定部は、上型 1 2 と共に駆動機構 8 0 のスライド 8 1 側に保持されている。

【 0 0 2 8 】

パイプ保持機構 3 0 の右側部分において、電極 1 8 , 1 8 が互いに対向する面のそれぞれには、金属パイプ材料 1 4 の外周面に対応した半円弧状の凹溝 1 8 a が形成されていて（図 5 参照）、当該凹溝 1 8 a の部分に丁度金属パイプ材料 1 4 が嵌り込むように載置可能とされている。パイプ保持機構 3 0 の右側部分において、絶縁材 9 1 , 1 0 1 が互いに対向する露出面には、上記凹溝 1 8 a と同様に、金属パイプ材料 1 4 の外周面に対応した半円弧状の凹溝が形成されている。また、電極 1 8 の正面（金型の外側方向の面）には、凹溝 1 8 a に向かって周囲がテーパ状に傾斜して窪んだテーパ凹面 1 8 b が形成されている。よって、パイプ保持機構 3 0 の右側部分で金属パイプ材料 1 4 を上下方向から挟持すると、丁度金属パイプ材料 1 4 の右側端部の外周を全周に渡って密着するように取り囲むことができるように構成されている。

30

【 0 0 2 9 】

パイプ保持機構 3 0 の左側部分において、電極 1 7 , 1 7 が互いに対向する面のそれぞれには、金属パイプ材料 1 4 の外周面に対応した半円弧状の凹溝 1 7 a が形成されていて（図 5 参照）、当該凹溝 1 7 a の部分に丁度金属パイプ材料 1 4 が嵌り込むように載置可能とされている。パイプ保持機構 3 0 の左側部分において、絶縁材 9 1 , 1 0 1 が互いに対向する露出面には、上記凹溝 1 8 a と同様に、金属パイプ材料 1 4 の外周面に対応した半円弧状の凹溝が形成されている。また、電極 1 7 の正面（金型の外側方向の面）には、凹溝 1 7 a に向かって周囲がテーパ状に傾斜して窪んだテーパ凹面 1 7 b が形成されている。よって、パイプ保持機構 3 0 の左側部分で金属パイプ材料 1 4 を上下方向から挟持すると、丁度金属パイプ材料 1 4 の左側端部の外周を全周に渡って密着するように取り囲むことができるように構成されている。

40

50

【 0 0 3 0 】

図 3 に示されるように、駆動機構 8 0 は、上型 1 2 及び下型 1 1 同士が合わさるように上型 1 2 を移動させるスライド 8 1 と、上記スライド 8 1 を移動させるための駆動力を発生するシャフト 8 2 と、該シャフト 8 2 で発生した駆動力をスライド 8 1 に伝達するためのコネクティングロッド 8 3 とを備えている。シャフト 8 2 は、スライド 8 1 上方にて左右方向に延在していると共に回転自在に支持されており、その中心から離間した位置にて左右端から突出して延在する偏心クランク 8 2 a を有している。この偏心クランク 8 2 a と、スライド 8 1 の上部に設けられると共に左右方向に延在している回転軸 8 1 a とは、コネクティングロッド 8 3 によって連結されている。駆動機構 8 0 では、成形装置制御部 7 0 によってシャフト 8 2 の回転を制御することにより偏心クランク 8 2 a の上下方向の高さを変化させ、この偏心クランク 8 2 a の位置変化をコネクティングロッド 8 3 を介してスライド 8 1 に伝達することにより、スライド 8 1 の上下動を制御できる。ここで、偏心クランク 8 2 a の位置変化をスライド 8 1 に伝達する際に発生するコネクティングロッド 8 3 の揺動（回転運動）は、回転軸 8 1 a によって吸収される。なお、シャフト 8 2 は、例えば成形装置制御部 7 0 によって制御されるモータ等の駆動に応じて回転又は停止する。

10

【 0 0 3 1 】

加熱機構 5 0 は、電源 5 1 と、この電源 5 1 からそれぞれ延在するブスバー 5 2 と、このブスバー 5 2 に介設されたスイッチ 5 3 とを有している。ブスバー 5 2 は、下側の電極 1 7 , 1 8 のみにそれぞれ接続されており、電源 5 1 からの電力を、接続された電極 1 7 , 1 8 に供給する導体である。成形装置制御部 7 0 は、上記加熱機構 5 0 を制御することによって、金属パイプ材料 1 4 を焼入れ温度（A C 3 変態点温度以上）まで加熱する。

20

【 0 0 3 2 】

一对の気体供給機構 4 0 の各々は、シリンダユニット 4 2 と、シリンダユニット 4 2 の作動に合わせて進退動するシリンダロッド 4 3 と、シリンダロッド 4 3 におけるパイプ保持機構 3 0 側の先端に連結されたシール部材 4 4 とを有する。シリンダユニット 4 2 はブロック 4 1 上に載置固定されている。シール部材 4 4 の先端には先細となるようにテーパ面 4 5 が形成されており、電極 1 7 , 1 8 のテーパ凹面 1 7 b , 1 8 b に合わさる形状に構成されている（図 5 参照）。シール部材 4 4 には、シリンダユニット 4 2 側から先端に向かって延在し、詳しくは図 5（a）,（b）に示されるように、気体供給部 6 0 から供給された高圧ガスが流れるガス通路 4 6 が設けられている。

30

【 0 0 3 3 】

気体供給部 6 0 は、ガス源 6 1 と、このガス源 6 1 によって供給されたガスを溜めるアキュムレータ 6 2 と、このアキュムレータ 6 2 から気体供給機構 4 0 のシリンダユニット 4 2 まで延びている第 1 チューブ 6 3 と、この第 1 チューブ 6 3 に介設されている圧力制御弁 6 4 及び切替弁 6 5 と、アキュムレータ 6 2 からシール部材 4 4 内に形成されたガス通路 4 6 まで延びている第 2 チューブ 6 7 と、この第 2 チューブ 6 7 に介設されている圧力制御弁 6 8 及び逆止弁 6 9 とからなる。圧力制御弁 6 4 は、シール部材 4 4 の金属パイプ材料 1 4 に対する押圧に適應した作動圧力のガスをシリンダユニット 4 2 に供給する役割を果たす。逆止弁 6 9 は、第 2 チューブ 6 7 内で高圧ガスが逆流することを防止する役割を果たす。第 2 チューブ 6 7 に介設されている圧力制御弁 6 8 は、成形装置制御部 7 0 の制御により、金属パイプ材料 1 4 を膨張させるための作動圧力を有するガスを、シール部材 4 4 のガス通路 4 6 に供給する役割を果たす。

40

【 0 0 3 4 】

成形装置制御部 7 0 は、気体供給部 6 0 の圧力制御弁 6 8 を制御することにより、金属パイプ材料 1 4 内に所望の作動圧力のガスを供給することができる。なお、成形装置制御部 7 0 は、気体供給部 6 0 の圧力制御弁 6 8 を制御することにより、金属パイプ材料 1 4 内に、相対的に圧力の低い高圧ガスの供給（一次ブロー）、及び、相対的に圧力の高い高圧ガスの供給（二次ブロー）を行うことができてもよい。また、成形装置制御部 7 0 は、図 3 に示す（A）から情報が伝達されることによって、熱電対 2 1 から温度情報を取得し、駆動機構 8 0 及びスイッチ 5 3 等を制御する。

50

【 0 0 3 5 】

水循環機構 7 2 は、水を溜める水槽 7 3 と、この水槽 7 3 に溜まっている水を汲み上げ、加圧して下型 1 1 の冷却水通路 1 9 及び上型 1 2 の冷却水通路 2 5 へ送る水ポンプ 7 4 と、配管 7 5 とからなる。省略したが、水温を下げるクーリングタワーや水を浄化する濾過器を配管 7 5 に介在させることは差し支えない。

【 0 0 3 6 】

次に、図 1 及び図 4 に示される位置検出部 1 1 0 の構成について説明する。位置検出部 1 1 0 は、後述する供給装置 1 2 0 により成形装置 1 0 に金属パイプ材料 1 4 を供給する前に、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に金属パイプ材料 1 4 の中心 C に対して溶接部 1 4 b が位置する方向を検出する。図 4 及び図 6 に示されるように、位置検出部 1 1 0 は、光学手段 1 1 1 と、溶接位置判定部 1 1 2 と、を備えている。

10

【 0 0 3 7 】

光学手段 1 1 1 は、例えば光学カメラであり、金属パイプ材料 1 4 の外周面を撮影して撮影データを取得する。金属パイプ材料 1 4 は、光学手段 1 1 1 によって撮影されている間、後述する供給装置 1 2 0 の回転部 1 2 1 によって中心軸線 L 回りに回転される。これにより、光学手段 1 1 1 は、金属パイプ材料 1 4 の外周面の全周にわたって撮影が可能とされている。光学手段 1 1 1 は、取得した撮影データを溶接位置判定部 1 1 2 に出力する。溶接位置判定部 1 1 2 は、光学手段 1 1 1 により入力された撮影データを画像処理することによって、金属パイプ材料 1 4 の外周面における溶接部 1 4 b の位置を検出する。以上により、溶接位置判定部 1 1 2 は、金属パイプ材料 1 4 の中心 C に対して溶接部 1 4 b が位置する方向を検出する。

20

【 0 0 3 8 】

なお、位置検出部 1 1 0 は、このような構成に限定されず公知の構成を適用することができる。例えば、光学手段 1 1 1 は、光学カメラに代えて、レーザを用いて金属パイプ材料 1 4 の外周面を撮影して撮影データを取得する構成であってもよい。また、位置検出部 1 1 0 は、金属パイプ材料 1 4 を中心軸線 L 回りに回転させるための構成を備えていてもよく、その場合、金属パイプ材料 1 4 を中心軸線 L 回りに回転させるために供給装置 1 2 0 の回転部 1 2 1 を用いなくてよい。

【 0 0 3 9 】

次に、供給装置 1 2 0 の構成について説明する。供給装置 1 2 0 は、成形装置 1 0 に金属パイプ材料 1 4 を供給するためのものである。供給装置 1 2 0 は、回転部 1 2 1 と、搬送部 1 2 2 と、を備えている。回転部 1 2 1 は、例えば、互いに平行且つ同じ高さに、金属パイプ材料 1 4 の直径よりも短い間隔を空けて並設された 2 つのローラである。回転部 1 2 1 を構成する 2 つのローラの少なくとも一方はモータによって回転駆動される。これにより、回転部 1 2 1 を構成する 2 つのローラ上に金属パイプ材料 1 4 が載置された状態でローラが回転駆動され、金属パイプ材料 1 4 を中心軸線 L 回りに回転させる。

30

【 0 0 4 0 】

搬送部 1 2 2 は、金属パイプ材料 1 4 を把持可能、且つ、把持した金属パイプ材料 1 4 を成形装置 1 0 に搬送可能である。搬送部 1 2 2 は、例えば、アームの先端部に金属パイプ材料 1 4 を把持するための把持部が設けられたロボットアームである（図 1 参照）。搬送部 1 2 2 は、把持部によって金属パイプ材料 1 4 を把持した状態で、把持部を上昇・下降、及び水平移動等させることが可能である。

40

【 0 0 4 1 】

次に、搬出装置 1 3 0 の構成について説明する。搬出装置 1 3 0 は、成形装置 1 0 によって金属パイプ材料 1 4 から成形された金属パイプ 9 0（図 1 0 参照）を成形装置 1 0 から搬出する。搬出装置 1 3 0 は、供給装置 1 2 0 の搬送部 1 2 2 と同様の構成を備えている。搬出装置 1 3 0 は、金属パイプ 9 0 を把持可能、且つ、把持した金属パイプ 9 0 を成形装置 1 0 から搬出可能である。搬出装置 1 3 0 は、例えば、アームの先端部に金属パイプ 9 0 を把持するための把持部が設けられたロボットアームである。搬出装置 1 3 0 は、把持部によって金属パイプ 9 0 を把持した状態で、把持部を上昇・下降、及び水平移動等さ

50

せることが可能である。

【0042】

次に、制御装置140の構成について説明する。制御装置140は、図1及び図4に示されるように、位置検出部110、供給装置120、及び、搬出装置130の動作を制御する。制御装置140は、記憶部141と、供給装置制御部142と、を有する。

【0043】

記憶部141は、金属パイプ材料14が一组のブロー成形金型13間に配置される状態において、金属パイプ材料14の延在方向Dから見た場合に、ブロー成形金型13の表面のうち金属パイプ材料14の中心Cからの距離が最も長い位置である最長位置R1に関する情報を記憶する(図7参照)。なお、最長位置R1とは、金属パイプ材料14内に高圧ガスを供給するのに際して金属パイプ材料14が一组のブロー成形金型13間に配置される状態において、ブロー成形金型13の下型11のキャピティ16及び上型12のキャピティ24によって形成される空間での、ブロー成形金型13の表面のうち金属パイプ材料14の中心Cからの距離が最も長い位置である。また、最長位置R1に関する情報とは、例えば、最長位置R1の位置座標であってもよく、或いは、金属パイプ材料14が一组のブロー成形金型13間に配置された状態において、金属パイプ材料14の延在方向Dから見た場合に、金属パイプ材料14の中心Cを通る直線(例えば、水平方向に延びる直線)に対して最長位置R1が位置する角度であってもよい。

10

【0044】

供給装置制御部(制御部)142は、金属パイプ材料14が一组のブロー成形金型13間に配置される状態において、金属パイプ材料14の延在方向Dから見た場合に、記憶部141が記憶している最長位置R1に関する情報に基づいて、溶接部14bが、最長位置R1と金属パイプ材料14の中心Cとを結ぶ直線P1上に位置しないように、供給装置120による成形装置10への金属パイプ材料14の供給を制御する。

20

【0045】

より具体的には、供給装置制御部142は、供給装置120により成形装置10に金属パイプ材料14を供給する際に、回転部121により金属パイプ材料14を中心軸線C回りに回転させることによって、金属パイプ材料14の延在方向Dから見た場合に金属パイプ材料14の中心Cに対して溶接部14bが位置する方向を調整するように回転部121の動作を制御する。また、供給装置制御部142は、搬送部122により金属パイプ材料14を把持して成形装置10に搬送するように、搬送部122の動作を制御する。

30

【0046】

成形システムによる金属パイプの成形方法

次に、本実施形態の成形システム1による金属パイプ90の成形方法について説明する。図8は、成形方法を示すフローチャートである。

【0047】

図8に示されるように、まず、ステップS10において、金属パイプ材料14を載置部に載置する。本実施形態では、供給装置120の回転部121が載置部としても用いられている。なお、載置部として、供給装置120の回転部121とは別の構成(例えば、所定の位置に配置された棚、パレット等)が用いられてもよい。その後、ステップS12に移行する。

40

【0048】

ステップS12において、制御装置140は、供給装置120の回転部121及び位置検出部110の動作を制御して、載置部に載置された金属パイプ材料14の溶接部14bが位置する方向を検出する。より具体的には、制御装置140は、供給装置120の回転部121によって金属パイプ材料14を中心軸線L回りに回転させつつ、光学手段111によって金属パイプ材料14の外周面を撮影して撮影データを取得する。光学手段111によって取得された撮影データは、溶接位置判定部112に出力される。溶接位置判定部112は、入力された撮影データを画像処理し、金属パイプ材料14の外周面における溶接部14bの位置を検出して制御装置140に出力する。その後、ステップS14に移行す

50

る。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 4 において、制御装置 1 4 0 は、金属パイプ材料 1 4 の中心 C に対して溶接部 1 4 b が位置する方向の調整が不要であるか否かを判定する。より具体的には、制御装置 1 4 0 の記憶部 1 4 1 は、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、ブロー成形金型 1 3 の表面のうち金属パイプ材料 1 4 の中心 C からの距離が最も長い位置である最長位置 R 1 に関する情報を記憶している。そして、制御装置 1 4 0 は、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、金属パイプ材料 1 4 の溶接部 1 4 b が、最長位置 R 1 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 1 上に位置しないときには、金属パイプ材料 1 4 の中心 C に対して溶接部 1 4 b が位置する方向の調整が不要であると判定する。制御装置 1 4 0 は、調整が不要であると判定した場合（ステップ S 1 4 : Y E S）、ステップ S 1 8 に移行する。一方、制御装置 1 4 0 は、調整が不要であると判定しなかった場合（ステップ S 1 4 : N O）、ステップ S 1 6 に移行する。

10

【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 6 において、制御装置 1 4 0 は、供給装置 1 2 0 の回転部 1 2 1 の動作を制御して、金属パイプ材料 1 4 を中心軸線 L 回りに回転させる。より具体的には、制御装置 1 4 0 の供給装置制御部 1 4 2 は、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、記憶部 1 4 1 が記憶している最長位置 R 1 に関する情報に基づいて、金属パイプ材料 1 4 の溶接部 1 4 b が、最長位置 R 1 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 1 上に位置しないように、供給装置 1 2 0 の回転部 1 2 1 の動作を制御して、金属パイプ材料 1 4 を中心軸線 L 回りに回転させる。そして、制御装置 1 4 0 は、金属パイプ材料 1 4 の中心 C に対して溶接部 1 4 b が位置する方向の調整が不要となる状態で、金属パイプ材料 1 4 の回転を停止させる。その後、制御装置 1 4 0 は、ステップ S 1 8 に移行する。

20

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 8 において、制御装置 1 4 0 は、供給装置 1 2 0 の搬送部 1 2 2 の動作を制御して、搬送部 1 2 2 に金属パイプ材料 1 4 を把持させると共に、把持した金属パイプ材料 1 4 を成形装置 1 0 に搬送させる。金属パイプ材料 1 4 は、成形装置 1 0 に搬送され、一組のブロー成形金型 1 3 間に配置された状態となる。その後、ステップ S 2 0 に移行する。

30

【 0 0 5 2 】

ステップ S 2 0 において、成形装置 1 0 の加熱膨張部 1 0 3 によって、金属パイプ材料 1 4 が加熱されると共に当該金属パイプ材料 1 4 内に気体が供給されて膨張させられる。これにより、金属パイプ材料 1 4 から金属パイプ 9 0 がブロー成形金型 1 3 内に成形される。なお、このとき、加熱された金属パイプ材料 1 4 が膨張する際に、金属パイプ材料 1 4 のうち、溶接部 1 4 b が、最長位置 R 1 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 1 上に位置する部分 Q 1（図 7 参照）よりも先にブロー成形金型 1 3 の表面に接触して、熱伝導により冷却されることとなる。その後、ステップ S 2 2 に移行する。

40

【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 2 において、制御装置 1 4 0 は、搬出装置 1 3 0 の動作を制御して、成形装置 1 0 内の金属パイプ 9 0 を把持させると共に、把持した金属パイプ 9 0 を成形装置 1 0 から搬出させる。以上により、本実施形態の成形システム 1 による金属パイプ 9 0 の成形が終了する。

【 0 0 5 4 】

成形システムの作用効果

以上説明したように、成形システム 1 及び成形システム 1 による金属パイプ 9 0 の成形方法では、加熱された金属パイプ材料 1 4 が膨張する際に、金属パイプ材料 1 4 のうち、溶接部 1 4 b が、最長位置 R 1 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 1 上に位置す

50

る部分Q 1よりも先にブロー成形金型1 3の表面に接触する。ここで、加熱された金属パイプ材料1 4が膨張してブロー成形金型1 3の表面に接触すると、ブロー成形金型1 3に接触した部分が熱伝導により冷却されて、その部分の変形抵抗が大きくなる。従って、この成形システム1及び成形システム1による金属パイプ9 0の成形方法では、金属パイプ9 0を成形する際に、溶接部1 4 bがブロー成形金型1 3に直線P 1上の部分Q 1よりも早いタイミングで接触し溶接部1 4 bの変形抵抗が早いタイミングで大きくなるため、溶接部1 4 bの板厚が局所的に特に薄くなることを抑制することができる。よって、金属パイプ9 0の成形時における溶接部1 4 bを起点とした金属パイプ材料1 4の破損を抑制することができる。

【0055】

また、成形システム1では、供給装置1 2 0は、金属パイプ材料1 4を中心軸線C回りに回転可能な回転部1 2 1と、金属パイプ材料1 4を把持可能、且つ、把持した金属パイプ材料1 4を成形装置1 0に搬送可能な搬送部1 2 2と、を有し、供給装置制御部1 4 2は、供給装置1 2 0により成形装置1 0に金属パイプ材料1 4を供給する際に、回転部1 2 1により金属パイプ材料1 4を中心軸線C回りに回転させることによって、金属パイプ材料1 4の延在方向Dから見た場合に金属パイプ材料1 4の中心Cに対して溶接部1 4 bが位置する方向を調整するように回転部1 2 1の動作を制御し、搬送部1 2 2により金属パイプ材料1 4を把持して成形装置1 0に搬送するように、搬送部1 2 2の動作を制御する。このため、回転部1 2 1によって、金属パイプ材料1 4の中心Cに対して溶接部1 4 bが位置する方向を調整し、搬送部1 2 2によって、当該金属パイプ材料1 4を成形装置1 0に搬送することができる。よって、本実施形態の作用効果を好適に奏することができる。

【0056】

また、成形システム1では、供給装置1 2 0により成形装置1 0に金属パイプ材料1 4を供給する前に、金属パイプ材料1 4の延在方向Dから見た場合に金属パイプ材料1 4の中心Cに対して溶接部1 4 bが位置する方向を検出する位置検出部1 1 0を備えている。このため、本実施形態の作用効果を好適に奏することができる。

【0057】

[第2実施形態]

図9に示されるように、第2実施形態の成形システム1 Aは、供給装置1 2 0 Aの構成において、上述した第1実施形態の成形システム1 A及び成形システム1 Aによる金属パイプ9 0の成形方法と主に相違している。すなわち、供給装置1 2 0 Aは、金属パイプ材料1 4を把持可能であると共に把持した金属パイプ材料1 4を中心軸線L回りに回転可能、且つ、金属パイプ材料1 4を成形装置1 0に搬送可能な多関節のアームからなる回転搬送部1 2 3を有する。

【0058】

このような構成を備える第2実施形態の成形システム1 Aにおいて、供給装置制御部1 4 2 Aは、供給装置1 2 0 Aにより成形装置1 0に金属パイプ材料1 4を供給する際に、回転搬送部1 2 3により金属パイプ材料1 4を把持すると共に当該金属パイプ材料1 4を中心軸線L回りに回転させることによって、金属パイプ材料1 4の延在方向Dから見た場合に金属パイプ材料1 4の中心Cに対して溶接部1 4 bが位置する方向を調整し、金属パイプ材料1 4を成形装置1 0に搬送するように回転搬送部1 2 3の動作を制御する。

【0059】

このような第2実施形態の成形システム1 A及び成形方法にあっても、第1実施形態の成形システム1及び成形方法と同様の作用効果を奏するのはいうまでもない。

【0060】

加えて、成形システム1 Aでは、供給装置1 2 0 Aは、金属パイプ材料1 4を把持可能であると共に把持した金属パイプ材料1 4を中心軸線C回りに回転可能、且つ、金属パイプ材料1 4を成形装置1 0に搬送可能な多関節のアームからなる回転搬送部1 2 3を有し、供給装置制御部1 4 2 Aは、供給装置1 2 0 Aにより成形装置1 0に金属パイプ材料1 4を供給する際に、回転搬送部1 2 3により金属パイプ材料1 4を把持すると共に当該金属

10

20

30

40

50

パイプ材料 1 4 を中心軸線 C 回りに回転させることによって、延在方向 D から見た場合に金属パイプ材料 1 4 の中心に対して溶接部 1 4 b が位置する方向を調整し、金属パイプ材料 1 4 を成形装置 1 0 に搬送するように回転搬送部 1 2 3 の動作を制御する。このため、回転搬送部 1 2 3 によって、金属パイプ材料 1 4 の中心に対して溶接部 1 4 b が位置する方向を調整しつつ、当該金属パイプ材料 1 4 を成形装置 1 0 に搬送することができる。よって、供給装置 1 2 0 A により成形装置 1 0 に金属パイプ材料 1 4 を供給するのに要する時間を短縮することができる。

【 0 0 6 1 】

以上本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

【 0 0 6 2 】

例えば、成形システム 1 , 1 A において、制御装置 1 4 0 , 1 4 0 A は、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、ブロー成形金型 1 3 の表面のうち金属パイプ材料 1 4 の中心 C からの距離が最も短い位置である最短位置 R 2 (図 7 参照) に関する情報を記憶する記憶部 1 4 1 , 1 4 1 A を有し、且つ、制御装置 1 4 0 , 1 4 0 A は、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、記憶部 1 4 1 , 1 4 1 A が記憶している最短位置 R 2 に関する情報に基づいて、溶接部 1 4 b が、最短位置 R 2 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 2 上に位置するように、供給装置 1 2 0 , 1 2 0 A による成形装置 1 0 への金属パイプ材料 1 4 の供給を制御する供給装置制御部 1 4 2 , 1 4 2 A と、を有してもよい。なお、最短位置 R 2 とは、金属パイプ材料 1 4 内に高圧ガスを供給するのに際して金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、ブロー成形金型 1 3 の下型 1 1 のキャビティ 1 6 及び上型 1 2 のキャビティ 2 4 によって形成される空間での、ブロー成形金型 1 3 の表面のうち金属パイプ材料 1 4 の中心 C からの距離が最も短い位置である。また、最短位置 R 2 に関する情報とは、例えば、最短位置 R 2 の位置座標であってもよく、或いは、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置された状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、金属パイプ材料 1 4 の中心 C を通る直線 (例えば、水平方向に延びる直線) に対して最短位置 R 2 が位置する角度であってもよい。

【 0 0 6 3 】

同様に、成形システム 1 , 1 A による金属パイプ 9 0 の成形方法として、金属パイプ材料 1 4 が一組のブロー成形金型 1 3 間に配置される状態において、金属パイプ材料 1 4 の延在方向 D から見た場合に、ブロー成形金型 1 3 の表面のうち金属パイプ材料 1 4 の中心 C からの距離が最も短い位置である最短位置 R 2 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 2 上に溶接部 1 4 b が位置するように、金属パイプ材料 1 4 を一組のブロー成形金型 1 3 間に配置してもよい。

【 0 0 6 4 】

このような成形システム 1 A 及び成形システム 1 A による金属パイプ 9 0 の成形方法では、加熱された金属パイプ材料 1 4 が膨張する際に、金属パイプ材料 1 4 のうち、最短位置 R 2 と金属パイプ材料 1 4 の中心 C とを結ぶ直線 P 2 上に位置する溶接部 1 4 b が、最初にブロー成形金型 1 3 の表面に接触する。ここで、加熱された金属パイプ材料 1 4 が膨張してブロー成形金型 1 3 の表面に接触すると、ブロー成形金型 1 3 に接触した部分が熱伝導により冷却されて、その部分の変形抵抗が大きくなる。従って、この成形システム 1 , 1 A 及び成形システム 1 , 1 A による金属パイプ 9 0 の成形方法では、金属パイプ 9 0 を成形する際に、溶接部 1 4 b がブロー成形金型 1 3 に最初に接触し溶接部 1 4 b の変形抵抗が最初に大きくなるため、溶接部 1 4 b の板厚が局所的に特に薄くなることを抑制することができる。よって、金属パイプ 9 0 の成形時における溶接部 1 4 b を起点とした金属パイプ材料 1 4 の破損を特に抑制することができる。

【 0 0 6 5 】

また、各実施形態において、成形システム 1 , 1 A は搬出装置 1 3 0 を備えていなくても

10

20

30

40

50

よく、この場合、成形された金属パイプ 90 は、成形装置 10 から例えば供給装置 120 , 120 A により搬出されてもよい。これによれば、システム構成を簡素化することができると共に、成形装置 10 に隣接したスペースを広く確保することが可能となることで、当該スペースに金型交換台車等を容易に配置することができる。

【0066】

[実施例]

続いて、成形システム及び成形方法の実施例について、図 10、図 11、及び、図 12 を参照しつつ説明する。

【0067】

図 10 は、実施例における金属パイプ材料、金属パイプの板厚及び温度の測定位置を示す図であり、図 11、12 は、図 10 に示されるような形状の金属パイプ 90 を成形する際の、図 10 の測定位置 1 ~ 9 における金属パイプ材料 14 の板厚及び温度のシミュレーション結果を示す図である。図 10 に示されるように、測定位置 1 ~ 9 のうち、測定位置 6 が最長位置 R1 であり、測定位置 9 が最短位置 R2 である。また、本実施例では、金属パイプ材料 14 内に、相対的に圧力の低い高圧ガスの供給（一次ブロー）、及び、相対的に圧力の高い高圧ガスの供給（二次ブロー）を、この順番で行うこととした。なお、図 11、12 では、それぞれ板厚又は温度が、一次ブロー前、一次ブロー後、二次ブロー前、及び、二次ブロー後の測定タイミングに分けて示されている。ここで、一次ブロー前とは、金属パイプ材料 14 に対するブロー成形の加工が開始される前であり、二次ブロー後とは、金属パイプ材料 14 に対するブロー成形の加工が完了して金属パイプ 90 が成形された後である。

【0068】

金属パイプ 90 を成形する際に、金属パイプ材料 14 を一組のブロー成形金型 13 間に配置した状態において、一組のブロー成形金型 13 を中途位置まで型閉じする。この状態で一次ブローを行い、最短位置 R2 である測定位置 9 と金属パイプ材料 14 の中心とを結ぶ直線 P2 上において金属パイプ材料 14 をブロー成形金型 13 に接触させる。その後、一組のブロー成形金型 13 を完全に型閉じすると共に、二次ブローを行い、金属パイプ 90 の成形を完了する。

【0069】

最長位置 R1 である測定位置 6 では、加熱された金属パイプ材料 14 がブロー成形金型 13 に遅いタイミングで接触して冷却され、遅いタイミングで変形抵抗が大きくなる。その結果、図 11 に示されるように、測定位置 6 では金属パイプ材料 14 の温度が過度に高くなっており、また、図 12 に示されるように、測定位置 6 では金属パイプ材料 14 の板厚が過度に薄くなっている。

【0070】

一方、最短位置 R2 である測定位置 9 では、加熱された金属パイプ材料 14 がブロー成形金型 13 に最初に接触して冷却され、早いタイミングで変形抵抗が大きくなる。その結果、図 11 に示されるように、測定位置 9 では金属パイプ材料 14 の温度が適度に低くなっており、また、図 12 に示されるように、測定位置 9 では金属パイプ材料 14 の板厚が適度な厚さとなっている。以上により、成形システム 1 及び成形方法によって、金属パイプ 90 を成形する際に溶接部 14 b の板厚が局所的に特に薄くなることを抑制することができることが確認された。

【符号の説明】

【0071】

1, 1 A ... 成形システム、10 ... 成形装置、13 ... ブロー成形金型（金型）、14 ... 金属パイプ材料、14 a ... 端部、14 b ... 溶接部、90 ... 金属パイプ、103 ... 加熱膨張部、110 ... 位置検出部、120, 120 A ... 供給装置、121 ... 回転部、122 ... 搬送部、123 ... 回転搬送部、140, 140 A ... 制御装置、141, 141 A ... 記憶部、142, 142 A ... 供給装置制御部、C ... 中心、D ... 延在方向、L ... 中心軸線、P1, P2 ... 直線、Q1 ... 部分、R1 ... 最長位置、R2 ... 最短位置。

10

20

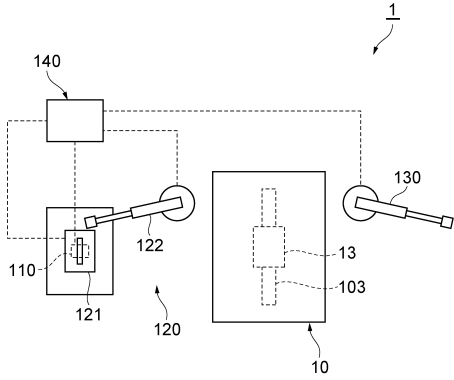
30

40

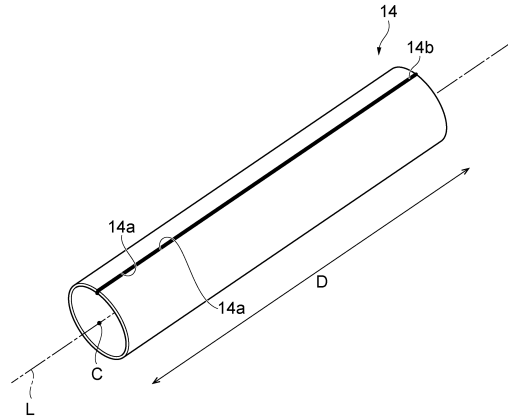
50

【図面】

【図 1】



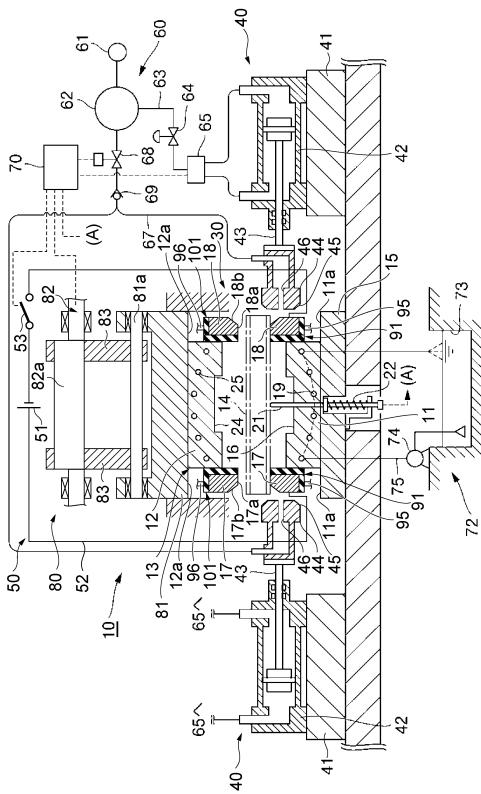
【図 2】



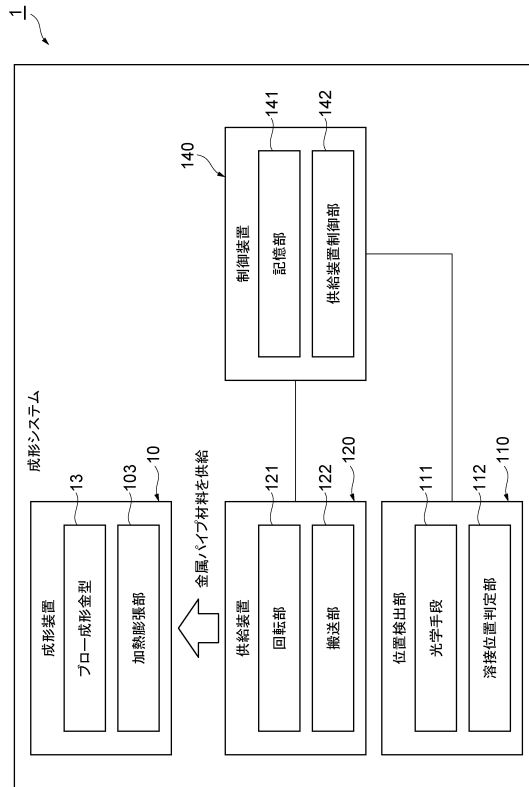
10

20

【図 3】



【図 4】

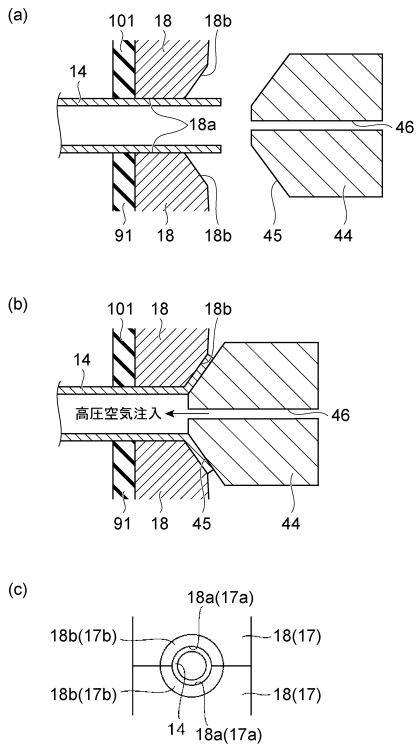


30

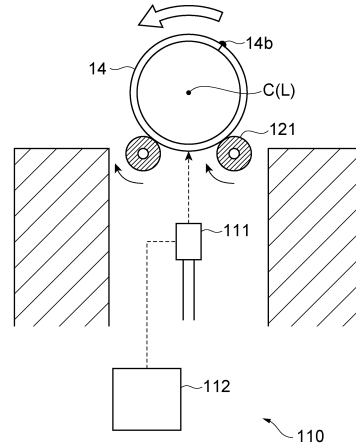
40

50

【図5】



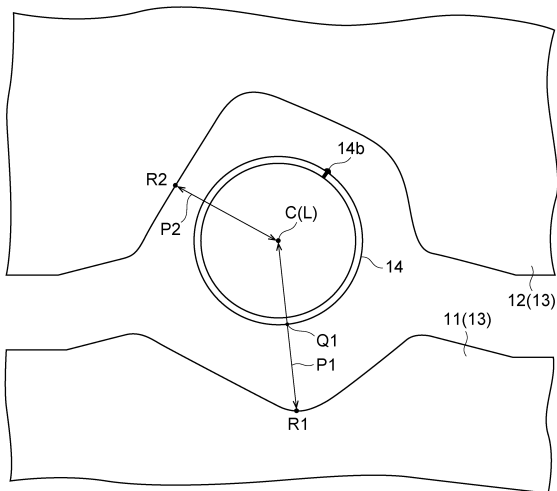
【図6】



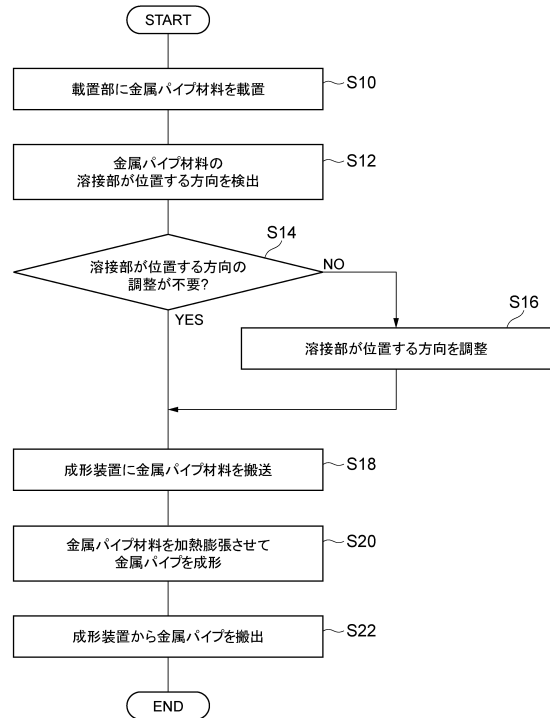
10

20

【図7】



【図8】

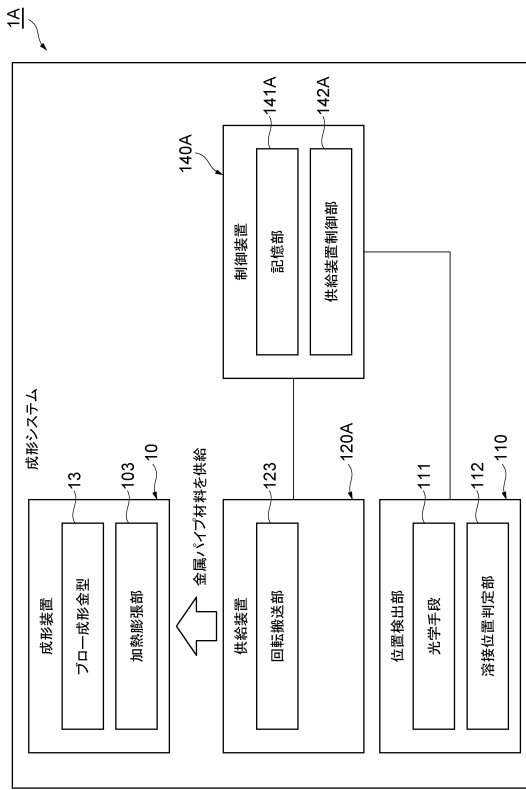


30

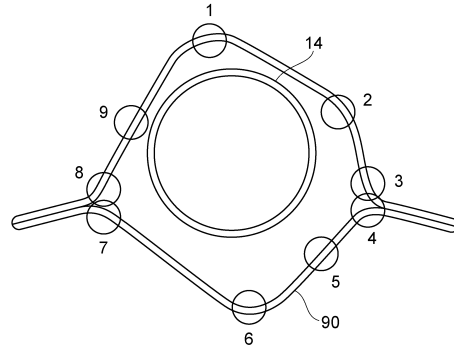
40

50

【図 9】



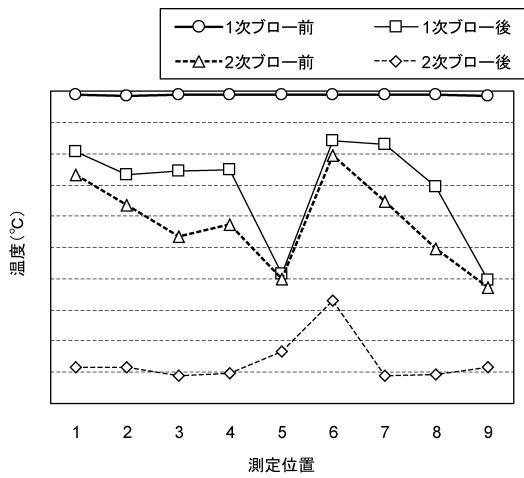
【図 10】



10

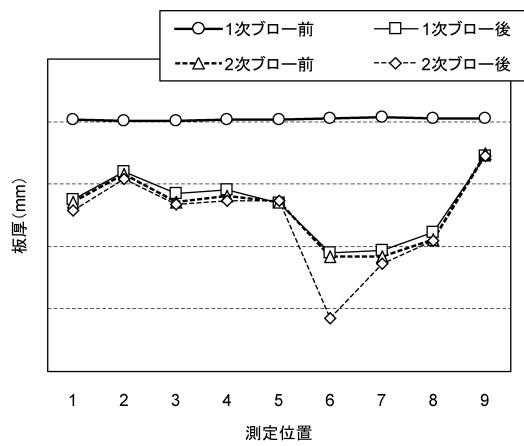
20

【図 11】



30

【図 12】



40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 雑賀 雅之
愛媛県新居浜市惣開町5番2号 住友重機械工業株式会社愛媛製造所内
- (72)発明者 上野 紀奈
東京都品川区大崎二丁目1番1号 住友重機械工業株式会社内
- 審査官 石川 健一
- (56)参考文献 特開昭58-093519(JP,A)
特開2012-000654(JP,A)
特開平06-142792(JP,A)
特開2003-285117(JP,A)
韓国公開特許第10-2008-0045046(KR,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B21D 26/033
B21D 26/053
B21D 43/00