

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7363801号
(P7363801)

(45)発行日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(24)登録日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(51)国際特許分類

F I

C 0 3 B 23/023 (2006.01)

C 0 3 B 23/023

B 2 1 D 37/02 (2006.01)

B 2 1 D 37/02

A

請求項の数 14 (全30頁)

(21)出願番号	特願2020-553162(P2020-553162)	(73)特許権者	000000044
(86)(22)出願日	令和1年10月11日(2019.10.11)		A G C 株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/040274		東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
(87)国際公開番号	WO2020/080305	(74)代理人	100107766
(87)国際公開日	令和2年4月23日(2020.4.23)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	令和4年8月4日(2022.8.4)	(74)代理人	100070150
(31)優先権主張番号	特願2018-197661(P2018-197661)		弁理士 伊東 忠彦
(32)優先日	平成30年10月19日(2018.10.19)	(72)発明者	船津 志郎
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
		(72)発明者	A G C 株式会社内
			増田 賢一
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内
		(72)発明者	福士 恭基
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 曲げ成形装置、および曲げ成形方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

曲げ成形される成形板を加熱する加熱器と、
前記成形板の第1主表面に接触する3本以上の第1ピンを含む第1ピン群と、
3本以上の前記第1ピンを互いに平行に支持する共に、3本以上の前記第1ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第1ガイド板と、
前記第1ガイド板を基準として前記成形板とは反対側に配置され、前記第1ピン群と接触する第1曲面を有する第1成型型が取り付けられる第1可動板と、
前記第1ピンの長手方向に、前記第1可動板を前記第1ガイド板に対し移動させる第1移動機構とを備え、
前記第1ガイド板は、前記第1ピンの長手方向に前記第1ガイド板を貫通するストレー
ト形状の第1ガイド穴を有し、
前記第1ガイド板を前記第1ピンの長手方向から見ると、3つ以上の前記第1ガイド穴
が間隔をおいて設けられ、
3つ以上の前記第1ガイド穴のそれぞれには、前記第1ピンが1本ずつ挿し通される、
曲げ成形装置。

【請求項2】

前記加熱器と前記第1ガイド板との間に、第1断熱板を備える、請求項1に記載の曲げ成形装置。

【請求項3】

前記第 1 ガイド板は、内部に流路を有し、

前記第 1 ガイド板の前記流路に冷媒を供給する第 1 冷却器を備える、請求項 1 または 2 に記載の曲げ成形装置。

【請求項 4】

前記第 1 ガイド板は、前記第 1 ピンの長手方向に間隔をおいて 2 つ以上配置される、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の曲げ成形装置。

【請求項 5】

前記成形板の第 2 主表面に接触する 3 本以上の第 2 ピンを含む第 2 ピン群と、

3 本以上の前記第 2 ピンを互いに平行に支持する共に、3 本以上の前記第 2 ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第 2 ガイド板と、

3 本以上の前記第 2 ピンの移動に応じて変形することにより、前記第 2 ピンの移動方向とは反対方向の反発力を前記第 2 ピンに付与する反発力発生部とを備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の曲げ成形装置。

【請求項 6】

前記成形板の第 2 主表面に接触する 3 本以上の第 2 ピンを含む第 2 ピン群と、

3 本以上の前記第 2 ピンを互いに平行に支持する共に、3 本以上の前記第 2 ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第 2 ガイド板と、

前記第 2 ガイド板を基準として前記成形板とは反対側に配置され、前記第 2 ピン群と接触する第 2 曲面を有する第 2 成型型が取り付けられる第 2 可動板と、

前記第 2 ピンの長手方向に、前記第 2 可動板を前記第 2 ガイド板に対し移動させる第 2 移動機構とを備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の曲げ成形装置。

【請求項 7】

前記加熱器と前記第 2 ガイド板との間に、第 2 断熱板を備える、請求項 5 または 6 に記載の曲げ成形装置。

【請求項 8】

前記第 2 ガイド板は、内部に流路を有し、

前記第 2 ガイド板の前記流路に冷媒を供給する第 2 冷却器を備える、請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の曲げ成形装置。

【請求項 9】

前記第 2 ガイド板は、前記第 2 ピンの長手方向に間隔をおいて 2 つ以上配置される、請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の曲げ成形装置。

【請求項 10】

成形板の第 1 主表面に接触する 3 本以上の第 1 ピンを含む第 1 ピン群と接触する第 1 曲面を有する第 1 成型型を、前記第 1 ピン群を基準として前記成形板とは反対側に配置される第 1 可動板に取り付ける工程と、

3 本以上の前記第 1 ピンを互いに平行に支持すると共に 3 本以上の前記第 1 ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第 1 ガイド板に対し、前記第 1 成型型が取り付けられた前記第 1 可動板を接近させる工程と、

加熱された前記成形板を、前記第 1 成型型の前記第 1 曲面に接触している 3 本以上の前記第 1 ピンに沿って、曲げ変形する工程とを有し、

前記第 1 ガイド板は、前記第 1 ピンの長手方向に前記第 1 ガイド板を貫通するストレート形状の第 1 ガイド穴を有し、

前記第 1 ガイド板を前記第 1 ピンの長手方向から見ると、3 つ以上の前記第 1 ガイド穴が間隔をおいて設けられ、

3 つ以上の前記第 1 ガイド穴のそれぞれには、前記第 1 ピンが 1 本ずつ挿し通される、曲げ成形方法。

【請求項 11】

前記第 1 ガイド板の内部の流路に冷媒を供給する工程を有する、請求項 10 に記載の曲げ成形方法。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

前記成形板の第2主表面に接触する3本以上の第2ピンを互いに平行に支持すると共に3本以上の前記第2ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第2ガイド板に対し、前記第1成形型が取り付けられた前記第1可動板を接近させる工程と、

前記第2ガイド板に対する前記第1可動板の接近によって、3本以上の前記第2ピンのそれぞれの移動に応じて変形することにより前記第2ピンの移動方向とは反対方向の反発力を前記第2ピンに付与する反発力発生部を変形させる工程と、

加熱された前記成形板を、前記第1成形型の前記第1曲面と接触している3本以上の前記第1ピンと、前記反発力発生部の前記反発力によって押し返される3本以上の前記第2ピンとで挟んで加圧する工程とを有する、請求項10または11に記載の曲げ成形方法。

【請求項13】

前記成形板の第2主表面に接触する3本以上の第2ピンを含む第2ピン群と接触する第2曲面を有する第2成形型を、前記第2ピン群を基準として前記成形板とは反対側に配置される第2可動板に取り付ける工程と、

3本以上の前記第2ピンを互いに平行に支持すると共に3本以上の前記第2ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第2ガイド板に対し、前記第2成形型が取り付けられた前記第2可動板を接近させる工程と、

加熱された前記成形板を、前記第1成形型の前記第1曲面と接触している前記第1ピン群と、前記第2成形型の前記第2曲面と接触している前記第2ピン群とで挟んで加圧する工程とを有する、請求項10または11に記載の曲げ成形方法。

【請求項14】

前記第2ガイド板の内部の流路に冷媒を供給する工程を有する、請求項12または13に記載の曲げ成形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、曲げ成形装置、および曲げ成形方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1の曲げ成形治具は、ガラス板に当接される可撓性の板状部材と、一端部が架台に接続されかつ他端部が板状体に接続されて架台と板状部材との距離を所望の長さに保つための複数の接続手段とを備える。接続手段は、棒状部材と、棒状部材をその長手方向に沿って摺動自在に支持すると共に、架台に対する取付角度を変更自在に棒状部材を支持する棒状部材支持座とを備える。棒状部材をその長手方向に沿って摺動させること、および棒状部材の取付角度を変更することにより、板状部材の曲面形状を変更できる。板状部材の曲面形状は、ガラス板の目標の曲面形状に一致するように、変更される。従って、ガラス板の目標の曲面形状を変更する度に、成形型を製作する必要がなくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本国特開2003-212574号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1によれば棒状部材毎に棒状部材をその長手方向に沿って摺動させることと棒状部材の取付角度を変更することとが行われ、これらの作業が煩雑であった。これらの作業を手動ではなく自動で実施することも可能ではあるが、棒状部材毎に、棒状部材をその長手方向に沿って摺動させる駆動源と、棒状部材の取付角度を変更する駆動源とが必要になる。駆動源の数は棒状部材の数の2倍であるので、棒状部材の数が多くなるにつれ、駆動源の数が膨大な数になる。また、膨大な数の駆動源の個別制御が必要になる。

【0005】

10

20

30

40

50

本開示の一態様は、成形型の製作コストおよび成形型の製作期間を抑えるべく耐熱性の低い成形型を使用でき、且つ、複数本のピンをピンの本数よりも少ない数の駆動源で移動できる、技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様に係る曲げ成形装置は、

曲げ成形される成形板を加熱する加熱器と、

前記成形板の第1主表面に接触する3本以上の第1ピンを含む第1ピン群と、

3本以上の前記第1ピンを互いに平行に支持する共に、3本以上の前記第1ピンをそれぞれの長手方向に独立に移動自在に支持する第1ガイド板と、

前記第1ガイド板を基準として前記成形板とは反対側に配置され、前記第1ピン群と接触する第1曲面を有する第1成形型が取り付けられる第1可動板と、

前記第1ピンの長手方向に、前記第1可動板を前記第1ガイド板に対し移動させる第1移動機構とを備え、

前記第1ガイド板は、前記第1ピンの長手方向に前記第1ガイド板を貫通するストレート形状の第1ガイド穴を有し、

前記第1ガイド板を前記第1ピンの長手方向から見ると、3つ以上の前記第1ガイド穴が間隔をおいて設けられ、

3つ以上の前記第1ガイド穴のそれぞれには、前記第1ピンが1本ずつ挿し通される。

【発明の効果】

【0007】

本開示の一態様によれば、成形型の製作コストおよび成形型の製作期間を抑えるべく耐熱性の低い成形型を使用でき、且つ、複数本のピンをピンの本数よりも少ない数の駆動源で移動できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、第1実施形態に係る曲げ成形装置を示す図である。

【図2】図2は、図1に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。

【図3】図3は、図1に示す第1ピンの配置の一例を示す図である。

【図4】図4は、図1に示す第1ガイド板の冷媒が通る流路の一例を示す図である。

【図5】図5は、第1実施形態に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。

【図6】図6は、第2実施形態に係る曲げ成形装置を示す図である。

【図7】図7は、図6に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。

【図8】図8は、第2実施形態に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。

【図9】図9は、第2実施形態の第1変形例に係る曲げ成形装置を示す図である。

【図10】図10は、図9に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。

【図11】図11は、第2実施形態の第1変形例に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。

【図12】図12は、第2実施形態の第2変形例に係る曲げ成形装置を示す図である。

【図13】図13は、図12に示す第1可動板の下降完了時の状態の一例を示す図である。

【図14】図14は、第2実施形態の第2変形例に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。

【図15】図15は、第3実施形態に係る曲げ成形装置を示す図である。

【図16】図16は、図15に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。

【図17】図17は、図16に示す第2可動板の下降完了時の状態の一例を示す図である。

【図18】図18は、第3実施形態に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。

【図19】図19は、図15に示す第2可動板の下降完了時の状態の一例を示す図である。

【図20】図20は、第3実施形態の変形例に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。なお、各図面において同一の又は対応する構成には同一の又は対応する符号を付し、説明を省略することがある。各図面において、X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向は互いに直交する方向である。X軸方向およびY軸方向は水平方向であり、Z軸方向は鉛直方向である。鉛直方向下方を単に下方とも呼び、鉛直方向上方を単に上方とも呼ぶ。

【0010】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る曲げ成形装置を示す図である。図2は、図1に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。本実施形態では曲げ成形される成形板としてガラス板10が用いられるが、成形板はガラス板10には限定されない。成形板は、加熱によって軟化するものであればよい。

10

【0011】

成形板がガラス板10である場合、ガラス板10としては、例えば、ソーダライムガラス、アルミノシリケート等の無機ガラス、有機ガラス等を用いることができる。ガラス板10が無機ガラスである場合、例えば、フロート法によって製造できる。ガラス板10の厚さは、0.2mm以上5.0mm以下であれば、自動車の窓ガラスや内装用のカバーガラスとして用いることができ、好ましい。

【0012】

曲げ成形装置20は、ガラス板10を加熱する加熱器30を備える。加熱器30は、例えば、ガラス板10を横から加熱する側面加熱器31と、ガラス板10を上から加熱する上面加熱器32とを備える。

20

【0013】

側面加熱器31は、鉛直方向視で、ガラス板10の外周を取り囲むように配置される。側面加熱器31としては、例えば抵抗加熱式のヒータが用いられ、例えばカーボンヒータ、ハロゲンヒータ、またはシーズヒータが用いられる。

【0014】

上面加熱器32は、鉛直方向視で、ガラス板10を全体的に覆うように配置される。上面加熱器32としては、例えば抵抗加熱式のヒータが用いられ、例えばPBNヒータが用いられる。PBNヒータは、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法によって、電気絶縁性のPBN (Pyrolytic Boron Nitride) と、導電性のPG (Pyrolytic Graphite) とを積層したヒータである。

30

【0015】

上面加熱器32は、本実施形態では固定されるが、鉛直方向にスライド可能でもよい。上面加熱器32を下降させることで、上面加熱器32とガラス板10との距離を小さくでき、ガラス板10を効率的に加熱できる。また、上面加熱器32を上昇させることで、ガラス板10のセッティング作業が容易になる。

【0016】

上面加熱器32は、鉛直方向ではなく、水平方向にスライド可能でもよく、例えば、Y軸方向にスライド可能でもよい。ガラス板10の加熱効率と、ガラス板10のセッティング性とを両立できる。上面加熱器32は、鉛直方向と水平方向の両方向にスライド可能でもよい。

40

【0017】

なお、加熱器30の加熱方式は、抵抗加熱式には限定されない。加熱器30の加熱方式は、例えば、レーザー加熱式または遠赤外線加熱式、熱風式などであってもよい。また、成形板が金属板である場合、加熱器30の加熱方式は、誘導加熱式であってもよい。

【0018】

曲げ成形装置20は、ガラス板10の第1主表面11と接触する3本以上の第1ピン41を含む第1ピン群40を備える。ガラス板10の第1主表面11は、例えばガラス板10の下面である。この場合、ガラス板10の第2主表面12は、ガラス板10の上面であ

50

る。

【0019】

第1ピン群40は、ガラス板10の下方に配置される。第1ピン群40を構成する複数の第1ピン41は、それぞれ、例えばZ軸方向に平行に配置される。第1ピン41の長手方向は、例えばZ軸方向である。

【0020】

第1ピン41は、ステンレス鋼、耐熱鋼、超合金（例えば炭化タングステン）、セラミック（例えば炭化珪素、窒化ケイ素、石英）、またはカーボンなどで形成される。第1ピン41は、少なくとも一部に、コーティング膜を有してもよい。コーティング膜は、金属膜、セラミック膜、およびカーボン膜などのいずれでもよい。

10

【0021】

第1ピン41の上端部は、ガラス板10の第1主表面11に接触する。第1ピン41の上端部の形状は、特に限定されないが、例えば上に凸の半球状であってよい。第1ピン41とガラス板10とが点接触するので、ガラス板10を滑らかに曲げることができる。

【0022】

なお、第1ピン41の上端部の形状は、円柱状、円錐状、角柱状などであってもよい。角柱状としては、三角柱状、四角柱状、六角柱状などが挙げられる。第1ピン41の上端部の形状が三角柱状、四角柱状、六角柱状であれば、第1ピン41の上端部を隙間なく並べることができ、第1ピン41の上端部を密に配置できる。

【0023】

第1ピン41の下端部は、第1成型型15の第1曲面16に接触する。第1ピン41の下端部の形状は、特に限定されないが、例えば下に凸の半球状であってよい。第1ピン41と第1成型型15とが点接触する。

20

【0024】

なお、第1ピン41の下端部の形状は、円柱状、円錐状、角柱状などであってもよい。角柱状としては、三角柱状、四角柱状、六角柱状などが挙げられる。第1ピン41の下端部の形状が三角柱状、四角柱状、六角柱状であれば、第1ピン41の下端部を隙間なく並べることができ、第1ピン41の下端部を密に配置できる。第1ピン41の下端部の形状と、第1ピン41の上端部の形状とは、同じ形状でもよいし、異なる形状でもよい。

【0025】

第1ピン41の中間部の形状は、特に限定されないが、例えば円柱状である。第1ピン41の中間部は、第1ガイド板50の第1ガイド穴51に挿し通され、第1ガイド穴51によって別の第1ピン41の中間部と離間される。隣り合う第1ピン41の中間部同士が隙間なく並べられる場合に比べ、第1ピン群40の熱容量を小さくでき、放熱性を向上できる。

30

【0026】

図3は、図1に示す第1ピンの配置の一例を示す上面図である。第1ピン群40は第1ピン列42を含み、第1ピン列42はX軸方向に等間隔をおいて一列に並ぶ複数の第1ピン41を含む。第1ピン列42はY軸方向に間隔をおいて複数配置され、Y軸方向に隣り合う2つの第1ピン列42はX軸方向にずらして配置される。Y軸方向に隣り合う2つの第1ピン列42は、第1ピン41のX軸方向位置が異なる。

40

【0027】

第1ピン41は、鉛直方向視で、図3に破線で示す正三角格子100の格子点に1本ずつ配置される。1本の第1ピン41を中心点とすると、その中心点に最も近い第1ピン41の本数は6本である。中心点に最も近い6本の第1ピン41は、中心点の周りに等ピッチ（60°ピッチ）で配置され、回転対称（6回対称）に配置される。ガラス板10と第1ピン群40との位置合わせ時にガラス板10の鉛直軸周りの回転角が目標の回転角からズレても、ガラス板10を目標の形状に曲げ変形することができる。

【0028】

第1ピン41の配置は、図3に示す配置には限定されない。例えば、第1ピン41は、

50

鉛直方向視で、二等辺三角格子の格子点に1本ずつ配置されてもよい。また、第1ピン41は、鉛直方向視で、正方格子の格子点に1本ずつ配置されてもよい。また、第1ピン41は、不等ピッチで配置されてもよく、つまり、ランダムに配置されてもよい。但し、第1ピン41の配置は、図3に示す配置が最も好ましい。

【0029】

曲げ成形装置20は、3本以上の第1ピン41を互いに平行に支持すると共に、3本以上の第1ピン41をそれぞれの長手方向（例えばZ軸方向）に独立に移動自在に支持する第1ガイド板50を備える。第1ガイド板50は、第1ピン41の長手方向に第1ガイド板50を貫通する3つ以上の第1ガイド穴51を有する。3つ以上の第1ガイド穴51のそれぞれには、第1ピン41が1本ずつ挿し通される。従って、第1ガイド穴51は第1ピン41と同様に配置される。

10

【0030】

第1ガイド板50は、第1ピン41との摺動抵抗を低減すべく、例えばカーボンで形成される。なお、本実施形態の第1ガイド板50はカーボンで形成されるが、第1ガイド板50の材料はカーボンには限定されない。例えば、詳しくは後述するが第1ガイド板50の内部の流路に冷媒が供給される場合、第1ガイド板50の材料は冷却効率を高めるべく熱伝導率の良い金属であってもよい。

【0031】

第1ガイド穴51の横断面形状と、第1ピン41の横断面形状とは、相似形である限り特に限定されないが、例えば円形である。第1ガイド穴51の内径は、第1ピン41の摺動を目的として、第1ピン41の外径よりも僅かに大きく形成される。第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスは、第1ピン41の許容できる傾きと、第1ピン41の摺動抵抗とに基づき設定される。

20

【0032】

第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスが小さいほど、第1ピン41のガタつきが小さく第1ピン41の最大傾きが小さくなる反面、第1ピン41の摺動抵抗が大きくなる。第1ピン41の傾きとは、第1ピン41の中心線の、予め定められた直線（例えばZ軸方向に延びる直線）からの傾きである。

【0033】

曲げ成形装置20は、加熱器30と第1ガイド板50との間に、加熱器30から第1ガイド板50への熱移動を制限する第1断熱板60を備える。第1ガイド板50の温度上昇を抑制でき、第1ガイド穴51の内周面の寸法変化を抑制できるので、第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。

30

【0034】

第1断熱板60は、赤外線等の熱線の透過を抑制すべく、熱線を吸収してもよいし、熱線を反射してもよい。熱線を吸収する断熱材としては、例えばカーボンが挙げられる。また、熱線を反射する断熱材としては、例えば金属酸化物が挙げられる。金属酸化物は、例えば金属材料の母材の上にスパッタリング法などによって成膜されてもよい。また、熱線を吸収する断熱材としては、ガラスウール、セラミックでもよい。

【0035】

第1断熱板60は、第1ピン41の長手方向に第1断熱板60を貫通する3つ以上の第1通過穴61を有する。3つ以上の第1通過穴61のそれぞれには、第1ピン41が1本ずつ挿し通される。従って、第1通過穴61は第1ピン41と同様に配置される。第1通過穴61は、第1ピン41の摺動を妨げないように、第1ガイド穴51とは異なり、第1ピン41と接触しない。第1通過穴61の内径は、第1ガイド穴51の内径よりも大きい。

40

【0036】

第1ガイド板50は内部に流路を有しており、曲げ成形装置20は第1ガイド板50の流路に冷媒を供給する第1冷却器63を備える。第1ガイド板50の温度上昇を抑制でき、第1ガイド穴51の内周面の寸法変化を抑制できるので、第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。

50

【0037】

図4は、図1に示す第1ガイド板の冷媒が通る流路の一例を示す図である。第1ガイド板50は、第1冷却器63によって供給される冷媒が通る流路52を有する。流路52は、例えば第1ピン列42と平行に形成され、X軸方向に平行に形成される。流路52は、Y軸方向に隣り合う2つの第1ピン列42の間に配置される。流路52を流れる冷媒としては、例えば室温の水などが用いられる。水の代わりに空気が用いられてもよいが、水の方が空気よりも熱容量が大きく、冷却効率が良い。

【0038】

ところで、第1ピン41の最大傾きは、第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスの大きさの他に、第1ガイド穴51の長手方向寸法で決まる。第1ガイド穴51の長手方向寸法が大きいほど、第1ピン41の最大傾きが小さくなる反面、第1ピン41の摺動抵抗が大きくなる。第1ピン41の摺動抵抗が大きくなるのは、第1ピン41の外周面と第1ガイド穴51の内周面との接触面積が大きくなるからである。

【0039】

そこで、第1ガイド板50は、図1および図2等に応示するように、第1ピン41の長手方向に間隔をおいて2つ配置される。1本の第1ピン41は、第1ピン41の長手方向に間隔をおいて配置される2つの第1ガイド穴51に挿し通される。1本の第1ピン41が挿し通される2つの第1ガイド穴51を間隔をおいて配置することにより、第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面との接触面積の増加を抑制しつつ、第1ピン41の最大傾きを小さくすることができる。

【0040】

第1ガイド板50は、第1ピン41の長手方向に間隔をおいて2つ以上配置されればよく、3つ以上配置されてもよいが、本実施形態では2つ配置される。1本の第1ピン41が挿し通される2つの第1ガイド穴51が第1ピン41の長手方向に直交する方向に僅かにずれている場合に、第1ピン41が僅かに傾くことにより、第1ピン41の摺動抵抗の増加を抑制できるからである。

【0041】

仮に第1ガイド板50が、第1ピン41の長手方向に間隔をおいて3つ以上配置される場合に、1本の第1ピン41が挿し通される3つの第1ガイド穴51が第1ピン41の長手方向に直交する方向に互いにズレると、第1ピン41が曲げ変形される。それゆえ、第1ピン41の摺動抵抗が大幅に増加してしまう。

【0042】

曲げ成形装置20は、第1成形型15が取り付けられる第1可動板70を備える。第1可動板70は、第1成形型15の第1曲面16で第1ピン群40を押上げるべく、第1ピン群40をガイドする第1ガイド板50の下方に配置される。このように、第1可動板70は、第1ガイド板50を基準としてガラス板10とは反対側に配置され、例えば第1ガイド板50の下方に配置される。第1成形型15は、第1曲面16を上に向けて、第1可動板70の上面に取り付けられる。

【0043】

第1成形型15の第1曲面16は、例えば、Y軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であって、且つ、X軸方向に垂直な断面形状が直線形状である。なお、第1成形型15の第1曲面16の形状は特に限定されない。例えば、第1成形型15の第1曲面16は、Y軸方向に垂直な断面形状が直線形状であって、且つ、X軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であってもよい。また、第1成形型15の第1曲面16は、Y軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であって、且つ、X軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であってもよい。

【0044】

第1可動板70は、第1ピン41の長手方向に第1可動板70を貫通する複数の第1貫通穴71を有する。複数の第1貫通穴71のそれぞれには、第1ガイドロッド72が1本ずつ挿し通される。第1ガイドロッド72は、下側の第1ガイド板50に対し固定されており、下側の第1ガイド板50の下面から下方に延びる。第1可動板70は、下側の第1

10

20

30

40

50

ガイド板 50 の下方において、第 1 ガイドロッド 72 に沿って移動する。

【0045】

曲げ成形装置 20 は、第 1 ピン 41 の長手方向に、第 1 可動板 70 を第 1 ガイド板 50 に対し移動させる第 1 移動機構 80 を備える。第 1 移動機構 80 は、例えば、サーボモータと、サーボモータの回転運動を第 1 可動板 70 の直線運動に変換するボールねじとを有する。なお、第 1 移動機構 80 は油圧シリンダなどで構成されてもよく、第 1 移動機構 80 の構成は特に限定されない。

【0046】

曲げ成形装置 20 は、制御装置 90 を備える。制御装置 90 は、例えばコンピュータで構成され、CPU (Central Processing Unit) 91 と、メモリなどの記憶媒体 92 とを備える。記憶媒体 92 には、曲げ成形装置 20 において実行される各種の処理を制御するプログラムが格納される。

【0047】

制御装置 90 は、記憶媒体 92 に記憶されたプログラムを CPU 91 に実行させることにより、曲げ成形装置 20 の動作を制御する。また、制御装置 90 は、入力インターフェース 93 で外部からの信号を受信し、出力インターフェース 94 で外部に信号を送信する。

【0048】

制御装置 90 は、第 1 可動板 70 の現在位置を検出する位置検出器と接続されている。制御装置 90 は、第 1 可動板 70 の現在位置と目標位置とを比較し、第 1 可動板 70 の現在位置と目標位置とを一致させるように第 1 移動機構 80 を制御する。

【0049】

位置検出器としては、例えば、第 1 移動機構 80 のサーボモータの回転を検出するロータリーエンコーダが用いられる。ロータリーエンコーダの代わりに、リニアエンコーダも使用可能である。リニアエンコーダは、スケールと、スケールの目盛を読み取る読取ヘッドとを有する。例えば、スケールが第 1 ガイドロッド 72 に沿って設置され、読取ヘッドが第 1 可動板 70 に設置される。

【0050】

曲げ成形装置 20 は、加熱器 30、第 1 ピン群 40、第 1 ガイド板 50、第 1 断熱板 60、第 1 可動板 70、および第 1 移動機構 80 を収容するチャンバー 21 を有する。第 1 冷却器 63 および制御装置 90 は、チャンバー 21 の外部に配置される。なお、第 1 冷却器 63 はチャンバー 21 の内部に配置されてもよい。また、第 1 移動機構 80 はチャンバー 21 の外部に配置されてもよい。

【0051】

チャンバー 21 の内部にカーボン製の部材が配置される場合、カーボンの焼失を防止すべくチャンバー 21 の内部は窒素ガスなどの不活性ガスで満たされる。チャンバー 21 の内部は、真空ポンプによって、大気圧よりも低い気圧に減圧されてもよい。

【0052】

図 5 は、第 1 実施形態に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。なお、図 5 に示す複数の工程の順序は、特に限定されない。例えば、第 1 成型型 15 の取付 (工程 S101) と、ガラス板 10 の配置 (工程 S102) とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。また、ガラス板 10 の加熱開始 (工程 S103) と、冷媒の供給開始 (工程 S104) とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。

【0053】

曲げ成形方法は、まず、第 1 成型型 15 を第 1 可動板 70 に取り付ける工程 S101 を有する。第 1 成型型 15 は、図 1 に示すように第 1 可動板 70 と第 1 ピン群 40 との間に配置される。第 1 成型型 15 の取付は、手動で行われてもよいし、ロボットなどによって自動で行われてもよい。

【0054】

第 1 成型型 15 の取付の作業空間を第 1 可動板 70 と第 1 ピン群 40 との間に確保すべく、第 1 ピン 41 の外周面には第 1 フランジ 43 が形成される。第 1 フランジ 43 は、例

10

20

30

40

50

例えば円環状に形成される。第1フランジ43の外径は第1ガイド穴51の内径よりも大きく、第1フランジ43は第1ガイド穴51を通過できない。

【0055】

第1フランジ43は、上側の第1ガイド板50と下側の第1ガイド板50との間で移動可能である。第1フランジ43は、下側の第1ガイド板50の上面に当接することで、第1ピン41が予め設定された位置よりも下方へ自然落下することを防止する。その結果、第1ピン群40と第1可動板70との間に、第1成型型15の取付の作業空間を確保できる。

【0056】

曲げ成形方法は、ガラス板10を加熱する位置に、ガラス板10を配置する工程S102を有する。ガラス板10は、例えば、第1ピン群40によって水平に保持される。このとき、第1フランジ43は、下側の第1ガイド板50の上面に当接している。なお、ガラス板10は、第1ピン群40とは別の保持部材によって水平に保持されてもよい。ガラス板10の配置は、手動で行われてもよいし、ロボットなどによって自動で行われてもよい。

10

【0057】

曲げ成形方法は、ガラス板10の加熱を開始する工程S103を有する。加熱器30がガラス板10の加熱を開始する。側面加熱器31による加熱開始と、上面加熱器32による加熱開始とは、どちらが先でもよく、同時でもよい。例えば上面加熱器32が側面加熱器31に比べてガラス板10を急速加熱する場合、ガラス板10の破損を防止すべく、側面加熱器31による加熱開始の後で、上面加熱器32による加熱開始が行われる。

20

【0058】

曲げ成形方法は、第1ガイド板50の内部の流路52に冷媒を供給する工程S104を有する。第1冷却器63が第1ガイド板50の内部の流路52に冷媒を供給する。第1ガイド板50の温度上昇を抑制でき、第1ガイド穴51の内周面の寸法変化を抑制できるので、第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。

【0059】

曲げ成形方法は、第1可動板70を第1ガイド板50に接近させるべく、第1可動板70を上昇させる工程S105を有する。第1移動機構80が第1可動板70を上昇させることにより、第1成型型15の第1曲面16が3本以上の第1ピン41と予め定められた順番で接触し、3本以上の第1ピン41は予め定められた順番で上昇を開始する。その結果、第1ピン群40の上端部は、第1成型型15の第1曲面16と同じ形状の三次元曲面を形成する。

30

【0060】

なお、工程S105において、第1可動板70を上昇させる代わりに、第1可動板70を固定し、第1ガイド板50を下降させてもよい。第1可動板70を固定し、第1ガイド板50を下降させることにより、第1ガイド板50と共に第1ピン41が下降する。その後、3本以上の第1ピン41は、第1成型型15の第1曲面16と予め定められた順番で接触し、下降停止し、第1ガイド板50に対し相対的に上昇する。その結果、第1ピン群40の上端部は、第1成型型15の第1曲面16と同じ形状の三次元曲面を形成する。

40

【0061】

曲げ成形方法は、加熱されたガラス板10を第1ピン群40に沿って曲げ変形する工程S106を有する。ガラス板10の曲げ変形（工程S106）は、第1可動板70の上昇（工程S105）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の上昇（工程S105）の途中で開始されてもよい。

【0062】

3本以上の第1ピン41は、下端部が第1成型型15の第1曲面16に接触すると共に、上端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第1成型型15の第1曲面16と同じ形状を有するものである。ガラス板10の第1主表面11は、重力によって第1ピン群40の上端部に押し付けられるので、第1成形

50

型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状に変形する。

【0063】

曲げ成形方法は、ガラス板 10 を冷却固化させる工程 S107 を有する。加熱器 30 は、ガラス板 10 の加熱量（単位：W／s）をゼロにすることによりガラス板 10 を自然冷却してもよいし、ガラス板 10 の加熱量を徐々に低下しながらガラス板 10 を冷却してもよい。ガラス板 10 の冷却速度は、急激な温度変化によってガラス板 10 の破損が生じないように設定される。ガラス板 10 は、第 1 ピン群 40 で支持された状態で、冷却固化される。従って、ガラス板 10 の第 1 主表面 11 は、第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状で冷却固化される。

【0064】

曲げ成形方法は、第 1 可動板 70 を第 1 ガイド板 50 から離間させるべく、第 1 可動板 70 を下降させる工程 S108 を有する。第 1 可動板 70 の下降（工程 S108）は、ガラス板 10 の冷却固化（工程 S107）の後に開始される。

【0065】

第 1 移動機構 80 が第 1 可動板 70 を下降させることにより、第 1 可動板 70 と共に第 1 成型型 15 が下降し、第 1 ピン 41 が重力によって下降する。第 1 フランジ 43 が下側の第 1 ガイド板 50 の上面に当接すると、第 1 ピン 41 の下降が停止する。続いて、第 1 可動板 70 と共に第 1 成型型 15 がさらに下降すると、第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 が第 1 ピン 41 から離れる。

【0066】

曲げ成形方法は、ガラス板 10 を取り出す工程 S109 を有する。ガラス板 10 の取出（工程 S109）は、第 1 可動板 70 の下降（工程 S108）の後に開始される。ガラス板 10 の取出は、手動で行われてもよいし、ロボットなどによって自動で行われてもよい。ガラス板 10 と第 1 ピン 41 との離型性を確保すべく、第 1 ピン 41 の上端部には予め離型剤が塗布される。

【0067】

以上説明したように、本実施形態の曲げ成形装置 20 は、第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状にガラス板 10 の第 1 主表面 11 を曲げ成形する。第 1 成型型 15 とガラス板 10 とは第 1 ピン群 40 で隔てられているので、第 1 成型型 15 はほとんど加熱されない。従って、第 1 成型型 15 として、耐熱性の低い成型型を使用できる。耐熱性の低い成型型は、耐熱性の高い成型型に比べて、製造期間および製造コストを低減できる。耐熱性の高い材料の成形は、耐熱性の低い材料の成形に比べて容易であるからである。第 1 成型型 15 は例えば 3D プリンターで製造され、その材料としては例えば樹脂が用いられる。

【0068】

また、本実施形態の曲げ成形装置 20 は、第 1 成型型 15 が取り付けられる第 1 可動板 70 を第 1 ガイド板 50 に対し移動させる第 1 移動機構 80 を備える。第 1 移動機構 80 が例えば第 1 可動板 70 を上昇させると、第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 が 3 本以上の第 1 ピン 41 と予め定められた順番で接触し、3 本以上の第 1 ピン 41 は予め定められた順番で上昇を開始する。その結果、3 本以上の第 1 ピン 41 は、下端部が第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 に接触すると共に、上端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状を有するものである。ガラス板 10 の第 1 主表面 11 は、重力によって第 1 ピン群 40 の上端部に押し付けられるので、第 1 成型型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状に変形する。第 1 移動機構 80 は第 1 可動板 70 を移動させることで 3 本以上の第 1 ピン 41 を移動させるので、3 本以上の第 1 ピン 41 を第 1 ピン 41 の本数よりも少ない数の駆動源で移動できる。

【0069】

なお、第 1 成型型 15 の数は、本実施形態では 1 つであるが、複数でもよい。複数の第 1 成型型 15 で 1 つの集合体が構成され、その集合体が 1 つの第 1 可動板 70 に取り付けられる。集合体を複数の第 1 成型型 15 に分割して製造するので、製造期間および製造コストを低減できる。

10

20

30

40

50

【0070】

また、第1成形型15の第1曲面16の表面に微細な筋や凹凸などの欠陥がある場合であっても、その欠陥がガラス板10の第1主表面11にそのまま転写されることはない。また、複数の第1成形型15で1つの集合体が構成される場合であっても、複数の第1成形型15同士の接続部の形状が、ガラス板10の第1主表面11にそのまま転写されることはない。

【0071】

(第2実施形態)

図6は、第2実施形態に係る曲げ成形装置を示す図である。図7は、図6に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。曲げ成形装置20は、加熱器30、第1ピン群40、第1ガイド板50、第1断熱板60、第1冷却器63、第1可動板70および第1移動機構80を備える。また、曲げ成形装置20は、第2ピン群45、第2ガイド板55、第2断熱板65、第2冷却器68および反発力発生部22を備える。さらに、曲げ成形装置20は、制御装置90(図1参照)を備える。以下、本実施形態と上記第1実施形態との相違点について主に説明する。

【0072】

第2ピン群45は、ガラス板10の第2主表面12と接触する3本以上の第2ピン46を含む。ガラス板10の第2主表面12は、例えばガラス板10の上表面である。第2ピン群45は、ガラス板10の上方に配置される。第2ピン群45を構成する複数本の第2ピン46は、それぞれ、例えばZ軸方向に平行に配置される。第2ピン46の長手方向は、例えばZ軸方向である。

【0073】

第2ピン46は、ステンレス鋼、耐熱鋼、超硬合金(例えば炭化タングステン)、セラミック(例えば炭化珪素、窒化ケイ素、石英)、またはカーボンなどで形成される。第2ピン46は、少なくとも一部に、コーティング膜を有してもよい。コーティング膜は、金属膜、セラミック膜、およびカーボン膜などのいずれでもよい。

【0074】

第2ピン46の下端部は、ガラス板10の第2主表面12に接触する。第2ピン46の下端部の形状は、特に限定されないが、例えば下に凸の半球状であってもよい。第2ピン46とガラス板10とが点接触するので、ガラス板10を滑らかに曲げることができる。

【0075】

なお、第2ピン46の下端部の形状は、円柱状、円錐状、角柱状などであってもよい。角柱状としては、三角柱状、四角柱状、六角柱状などが挙げられる。第2ピン46の下端部の形状が三角柱状、四角柱状、六角柱状であれば、第2ピン46の下端部を隙間なく並べることができ、第2ピン46の下端部を密に配置できる。

【0076】

第2ピン46の上端部は、反発力発生部22に接触する。第2ピン46の下端部の形状は、特に限定されないが、例えば上に凸の半球状であってもよい。

【0077】

なお、第2ピン46の上端部の形状は、円柱状、円錐状、角柱状などであってもよい。角柱状としては、三角柱状、四角柱状、六角柱状などが挙げられる。第2ピン46の上端部の形状が三角柱状、四角柱状、六角柱状であれば、第2ピン46の上端部を隙間なく並べることができ、第2ピン46の上端部を密に配置できる。第2ピン46の上端部の形状と、第2ピン46の下端部の形状とは、同じ形状でもよいし、異なる形状でもよい。

【0078】

第2ピン46の中間部の形状は、特に限定されないが、例えば円柱状である。第2ピン46の中間部は、第2ガイド板55の第2ガイド穴56に挿し通され、第2ガイド穴56によって別の第2ピン46の中間部と離間される。隣り合う第2ピン46の中間部同士が隙間なく並べられる場合に比べ、第2ピン群45の熱容量を小さくでき、放熱性を向上できる。

【0079】

第2ピン46の配置は、第1ピン41の配置と同様である。第2ピン46は、例えば、第1ピン41の延長線上に配置される。第1ピン41の延長線とは、第1ピン41の長手方向に第1ピン41を延長した仮想線である。この場合、第2ピン46の数は、第1ピン41の数と同数である。なお、第2ピン46は、第1ピン41の延長線から外れて配置されてもよい。

【0080】

第2ガイド板55は、3本以上の第2ピン46を互いに平行に支持すると共に、3本以上の第2ピン46をそれぞれの長手方向（例えばZ軸方向）に独立に移動自在に支持する。第2ガイド板55は、第2ピン46の長手方向に第2ガイド板55を貫通する3つ以上の第2ガイド穴56を有する。3つ以上の第2ガイド穴56のそれぞれには、第2ピン46が1本ずつ挿し通される。従って、第2ガイド穴56は第2ピン46と同様に配置される。

10

【0081】

第2ガイド板55は、第2ピン46との摺動抵抗を低減すべく、例えばカーボンで形成される。なお、本実施形態の第2ガイド板55はカーボンで形成されるが、第2ガイド板55の材料はカーボンには限定されない。例えば、詳しくは後述するが第2ガイド板55の内部の流路に冷媒が供給される場合、第2ガイド板55の材料は冷却効率を高めるべく熱伝導率の良い金属であってもよい。

【0082】

第2ガイド穴56の横断面形状と、第2ピン46の横断面形状とは、相似形である限り特に限定されないが、例えば円形である。第2ガイド穴56の内径は、第2ピン46の摺動を目的として、第2ピン46の外径よりも僅かに大きく形成される。第2ガイド穴56の内周面と第2ピン46の外周面とのクリアランスは、第2ピン46の許容できる傾きと、第2ピン46の摺動抵抗とに基づき設定される。

20

【0083】

第2ガイド穴56の内周面と第2ピン46の外周面とのクリアランスが小さいほど、第2ピン46のガタつきが小さく第2ピン46の最大傾きが小さくなる反面、第2ピン46の摺動抵抗が大きくなる。第2ピン46の傾きとは、第2ピン46の中心線の、予め定められた直線（例えばZ軸方向に延びる直線）からの傾きである。

30

【0084】

第2断熱板65は、加熱器30と第2ガイド板55との間に配置され、加熱器30から第2ガイド板55への熱移動を制限する。第2ガイド板55の温度上昇を抑制でき、第2ガイド穴56の内周面の寸法変化を抑制できるので、第2ガイド穴56の内周面と第2ピン46の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。

【0085】

第2断熱板65は、赤外線等の熱線の透過を抑制すべく、熱線を吸収してもよいし、熱線を反射してもよい。熱線を吸収する断熱材としては、例えばカーボンが挙げられる。また、熱線を反射する断熱材としては、例えば金属酸化物が挙げられる。金属酸化物は、例えば金属材料の母材の上にスパッタリング法などによって成膜されてもよい。

40

【0086】

第2断熱板65は、第2ピン46の長手方向に第2断熱板65を貫通する3つ以上の第2通過穴66を有する。3つ以上の第2通過穴66のそれぞれには、第2ピン46が1本ずつ挿し通される。従って、第2通過穴66は第2ピン46と同様に配置される。第2通過穴66は、第2ピン46の摺動を妨げないように、第2ガイド穴56とは異なり、第2ピン46と接触しない。第2通過穴66の内径は、第2ガイド穴56の内径よりも大きい。

【0087】

第2ガイド板55は内部に流路を有しており、曲げ成形装置20は第2ガイド板55の流路に冷媒を供給する第2冷却器68を備える。第2ガイド板55の温度上昇を抑制でき、第2ガイド穴56の内周面の寸法変化を抑制できるので、第2ガイド穴56の内周面と

50

第2ピン46の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。第2ガイド板55の内部の流路は、第1ガイド板50の内部の流路52と同様に形成される。

【0088】

ところで、第2ピン46の最大傾きは、第2ガイド穴56の内周面と第2ピン46の外周面とのクリアランスの大きさの他に、第2ガイド穴56の長手方向寸法で決まる。第2ガイド穴56の長手方向寸法が大きいほど、第2ピン46の最大傾きが小さくなる反面、第2ピン46の摺動抵抗が大きくなる。第2ピン46の摺動抵抗が大きくなるのは、第2ピン46の外周面と第2ガイド穴56の内周面との接触面積が大きくなるからである。

【0089】

そこで、第2ガイド板55は、図6および図7等に応示するように、第2ピン46の長手方向に間隔をおいて2つ配置される。1本の第2ピン46は、第2ピン46の長手方向に間隔をおいて配置される2つの第2ガイド穴56に挿し通される。1本の第2ピン46が挿し通される2つの第2ガイド穴56を間隔をおいて配置することにより、第2ガイド穴56の内周面と第2ピン46の外周面との接触面積の増加を抑制しつつ、第2ピン46の最大傾きを小さくすることができる。

【0090】

なお、第2ガイド板55は、第2ピン46の長手方向に間隔をおいて2つ以上配置されればよく、3つ以上配置されてもよいが、本実施形態では2つ配置される。1本の第2ピン46が挿し通される2つの第2ガイド穴56が第2ピン46の長手方向に直交する方向に僅かにずれている場合に、第2ピン46が僅かに傾くことにより、第2ピン46の摺動抵抗の増加を抑制できるからである。

【0091】

仮に第2ガイド板55が、第2ピン46の長手方向に間隔をおいて3つ以上配置される場合に、1本の第2ピン46が挿し通される3つの第2ガイド穴56が第2ピン46の長手方向に直交する方向に互いにズレると、第2ピン46が曲げ変形される。それゆえ、第2ピン46の摺動抵抗が大幅に増加してしまう。

【0092】

反発力発生部22は、3本以上の第2ピン46の移動に応じて変形することにより、第2ピン46の移動方向とは反対方向の反発力を第2ピン46に付与する。例えば、反発力発生部22は、第2ピン46の上昇に応じて変形することにより、下方向の反発力を第2ピン46に付与する。反発力発生部22は、例えば、第2ピン群45をガイドする第2ガイド板55の上方に配置される。

【0093】

反発力発生部22は、例えば高弾性フォーム23を含む。高弾性フォーム23は、高反発フォームとも呼ばれる。高弾性フォーム23は、樹脂中にガスを分散させ、樹脂を発泡させたものであって、反発弾性が50%以上のものである。反発弾性とは、落下物を試験片に衝突させたときの、物体の落下時の高さに対するはね返り後の高さの比のことである。樹脂としては、例えばウレタンが用いられる。その他、反発力発生部22としては、高弾性フォーム23以外に、後述するバネやエアバックなどが用いられる。

【0094】

図8は、第2実施形態に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。なお、図8に示す複数の工程の順序は、特に限定されない。例えば、第1成形型15の取付（工程S101）と、ガラス板10の配置（工程S102）とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。また、ガラス板10の加熱開始（工程S103）と、冷媒の供給開始（工程S104）とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。

【0095】

曲げ成形方法は、ガラス板10を加熱する位置に、ガラス板10を配置する工程S102を有する。ガラス板10は、例えば、第1ピン群40によって水平に保持される。ガラス板10の配置は、手動で行われてもよいし、ロボットなどによって自動で行われてもよい。

10

20

30

40

50

【0096】

ガラス板10を配置する空間を第1ピン群40と第2ピン群45との間に確保すべく、第2ピン46の外周面には第2フランジ48が形成される。第2フランジ48は、例えば円環状に形成される。第2フランジ48の外径は第2ガイド穴56の内径よりも大きく、第2フランジ48は第2ガイド穴56を通過できない。

【0097】

第2フランジ48は、上側の第2ガイド板55の上方において移動可能である。第2フランジ48は、上側の第2ガイド板55の上面に当接することで、第2ピン46が予め設定された位置よりも下方へ自然落下することを防止する。その結果、第2ピン群45と第1ピン群40との間に、ガラス板10を配置する空間を確保できる。

10

【0098】

なお、第2フランジ48は、本実施形態では上側の第2ガイド板55の上方において移動可能であるが、第1フランジ43と同様に、上側の第2ガイド板55と下側の第2ガイド板55との間で移動可能であってもよい。

【0099】

曲げ成形方法は、第1ガイド板50の内部の流路52と第2ガイド板55の内部の流路とに冷媒を供給する工程S104を有する。第1冷却器63が第1ガイド板50の内部の流路52に冷媒を供給する。第1ガイド板50の温度上昇を抑制でき、第1ガイド穴51の内周面の寸法変化を抑制できるので、第1ガイド穴51の内周面と第1ピン41の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。

20

【0100】

また、第2冷却器68が第2ガイド板55の内部の流路に冷媒を供給する。第2ガイド板55の温度上昇を抑制でき、第2ガイド穴56の内周面の寸法変化を抑制できるので、第2ガイド穴56の内周面と第2ピン46の外周面とのクリアランスの大きさの変化を抑制できる。

【0101】

曲げ成形方法は、第1可動板70を第1ガイド板50および第2ガイド板55に接近させるべく、第1可動板70を上昇させる工程S105を有する。

【0102】

曲げ成形方法は、第2ガイド板55に対する第1可動板70の接近によって、高弾性フォーム23を変形させる工程S201を有する。この工程S201は、第1可動板70の上昇（工程S105）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の上昇（工程S105）の途中で開始されてもよい。

30

【0103】

第1移動機構80が第1可動板70を上昇させることにより、第1ピン群40がガラス板10を下方から押上げるので、ガラス板10の第2主表面12が3本以上の第2ピン46と予め定められた順番で接触し、3本以上の第2ピン46は予め定められた順番で上昇を開始する。第2ピン46の上昇を許容すべく、高弾性フォーム23が変形する。高弾性フォーム23は、変形することにより、反発力を生じさせる。この反発力は、第2ピン46を下方に向けて押す。

40

【0104】

なお、工程S105において、第1可動板70を上昇させる代わりに、第1可動板70を固定し、第1ガイド板50を下降させてもよい。この場合、工程S201において、第2ガイド板55、第2断熱板65および高弾性フォーム23を下降させる。第2ガイド板55が下降すると、第2ガイド板55と共に第2ピン46も下降する。その後、3本以上の第2ピン46は、ガラス板10の第2主表面12と予め定められた順番で接触し、下降停止し、第2ガイド板55に対し相対的に上昇する。第2ガイド板55に対する第2ピン46の上昇を許容すべく、高弾性フォーム23が変形する。高弾性フォーム23は、変形することにより、反発力を生じさせる。この反発力は、第2ピン46を下方に向けて押す。

【0105】

50

曲げ成形方法は、加熱されたガラス板 10 を第 1 ピン群 40 および第 2 ピン群 45 に沿って曲げ変形すると共に、加熱されたガラス板 10 を第 1 ピン群 40 と第 2 ピン群 45 とで挟んで加圧する工程 S 202 を有する。この工程 S 202 は、第 1 可動板 70 の上昇（工程 S 105）の開始後に開始されればよく、例えば第 1 可動板 70 の上昇（工程 S 105）の途中で開始されてもよい。

【0106】

3 本以上の第 1 ピン 41 は、下端部が第 1 成形型 15 の第 1 曲面 16 に接触すると共に、上端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第 1 成形型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状を有するものである。ガラス板 10 の第 1 主表面 11 は、重力によって第 1 ピン群 40 の上端部に押し付けられるので、第 1 成形型 15 の第 1 曲面 16 と同じ形状に変形する。

10

【0107】

一方、3 本以上の第 2 ピン 46 は、下端部がガラス板 10 の第 2 主表面 12 に接触すると共に、上端部が高弾性フォーム 23 に接触する。高弾性フォーム 23 は、第 2 ピン 46 の移動を許容するように変形しており、反発力によって第 2 ピン 46 を下方に押し返す。その結果、第 2 ピン 46 の下端部が、ガラス板 10 を第 1 ピン群 40 の上端部に押し付ける。重力のみならず反発力をもガラス板 10 の曲げ変形に利用できるもので、ガラス板 10 を確実に曲げ変形できる。

【0108】

曲げ成形方法は、第 1 可動板 70 を第 1 ガイド板 50 および第 2 ガイド板 55 から離間させるべく、第 1 可動板 70 を下降させる工程 S 108 を有する。第 1 可動板 70 の下降（工程 S 108）は、ガラス板 10 の冷却固化（工程 S 107）の後に開始される。

20

【0109】

第 1 移動機構 80 が第 1 可動板 70 を下降させることにより、第 1 可動板 70 と共に第 1 成形型 15 が下降する。その結果、第 1 ピン 41 が重力によって元の位置まで下降すると共に、第 2 ピン 46 が反発力発生部 22 の反発力と重力とによって元の位置まで下降し、反発力発生部 22 が元の形状に戻る。

【0110】

（第 2 実施形態の第 1 変形例）

図 9 は、第 2 実施形態の第 1 変形例に係る曲げ成形装置を示す図である。図 10 は、図 9 に示す第 1 可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。曲げ成形装置 20 は、加熱器 30、第 1 ピン群 40、第 1 ガイド板 50、第 1 断熱板 60、第 1 冷却器 63、第 1 可動板 70 および第 1 移動機構 80 を備える。また、曲げ成形装置 20 は、第 2 ピン群 45、第 2 ガイド板 55、第 2 断熱板 65、第 2 冷却器 68 および反発力発生部 22 を備える。さらに、曲げ成形装置 20 は、制御装置 90（図 1 参照）を備える。以下、本変形例と上記第 2 実施形態との相違点について主に説明する。

30

【0111】

反発力発生部 22 は、例えば 3 本以上のバネ 24 を含む。バネ 24 は、第 2 ピン 46 毎に配置され、第 2 ピン 46 の移動に応じて変形し、第 2 ピン 46 の移動方向とは反対方向に反発力を第 2 ピン 46 に付与する。

40

【0112】

バネ 24 は例えばコイルバネであって、コイルバネの内側に第 2 ピン 46 が挿し通される。コイルバネは、第 2 ピン 46 の外周面に形成される第 2 フランジ 48 と、上側の第 2 ガイド板 55 との間に配置される。第 2 フランジ 48 が上方に変位すると、コイルバネが伸び、その弾性復元力によって第 2 ピン 46 が下方に押される。

【0113】

なお、バネ 24 の配置は、図 9 等 に示す配置には限定されない。例えば、バネ 24 は、第 2 ピン 46 の外周面に形成される第 2 フランジ 48 と、チャンバー 21 の天井壁との間に配置されてもよい。この場合、第 2 フランジ 48 が上方に変位すると、コイルバネが縮み、その弾性復元力によって第 2 ピン 46 が下方に押される。

50

【0114】

図11は、第2実施形態の第1変形例に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。なお、図11に示す複数の工程の順序は、特に限定されない。例えば、第1成形型15の取付（工程S101）と、ガラス板10の配置（工程S102）とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。また、ガラス板10の加熱開始（工程S103）と、冷媒の供給開始（工程S104）とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。

【0115】

曲げ成形方法は、第2ガイド板55に対する第1可動板70の接近によって、バネ24を変形させる工程S211を有する。この工程S211は、第1可動板70の上昇（工程S105）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の上昇（工程S105）の途中で開始されてもよい。

10

【0116】

第1移動機構80が第1可動板70を上昇させることにより、第1ピン群40がガラス板10を下方から押上げるので、ガラス板10の第2主表面12が3本以上の第2ピン46と予め定められた順番で接触し、3本以上の第2ピン46は予め定められた順番で上昇を開始する。第2ピン46の上昇を許容すべく、バネ24が変形する。バネ24は、変形することにより、反発力を生じさせる。この反発力は、第2ピン46を下方に向けて押す。

【0117】

なお、工程S105において、第1可動板70を上昇させる代わりに、第1可動板70を固定し、第1ガイド板50を下降させてもよい。この場合、工程S211において、第2ガイド板55、第2断熱板65および高弾性フォーム23を下降させる。第2ガイド板55が下降すると、第2ガイド板55と共に第2ピン46も下降する。その後、3本以上の第2ピン46は、ガラス板10の第2主表面12と予め定められた順番で接触し、下降停止し、第2ガイド板55に対し相対的に上昇する。第2ガイド板55に対する第2ピン46の上昇を許容すべく、バネ24が変形する。バネ24は、変形することにより、反発力を生じさせる。この反発力は、第2ピン46を上方に向けて押す。

20

【0118】

曲げ成形方法は、加熱されたガラス板10を第1ピン群40および第2ピン群45に沿って曲げ変形すると共に、加熱されたガラス板10を第1ピン群40と第2ピン群45とで挟んで加圧する工程S212を有する。この工程S212は、第1可動板70の上昇（工程S105）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の上昇（工程S105）の途中で開始されてもよい。

30

【0119】

3本以上の第1ピン41は、下端部が第1成形型15の第1曲面16に接触すると共に、上端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第1成形型15の第1曲面16と同じ形状を有するものである。ガラス板10の第1主表面11は、重力によって第1ピン群40の上端部に押し付けられるので、第1成形型15の第1曲面16と同じ形状に変形する。

【0120】

一方、3本以上の第2ピン46は、下端部がガラス板10の第2主表面12に接触することにより、上方に変位する。バネ24は、第2ピン46の移動を許容するように変形しており、反発力によって第2ピン46を下方に押し返す。その結果、第2ピン46の下端部が、ガラス板10を第1ピン群40の上端部に押し付ける。重力のみならず反発力をもガラス板10の曲げ変形に利用できるので、ガラス板10を確実に曲げ変形できる。

40

【0121】

なお、上記第2実施形態では反発力発生部22として高弾性フォーム23が単独で用いられ、上記第1変形例では反発力発生部22としてバネ24が単独で用いられるが、高弾性フォーム23とバネ24とが組合わせて用いられてもよい。

【0122】

50

(第2実施形態の第2変形例)

図12は、第2実施形態の第2変形例に係る曲げ成形装置を示す図である。図13は、図12に示す第1可動板の下降完了時の状態の一例を示す図である。曲げ成形装置20は、加熱器30、第1ピン群40、第1ガイド板50、第1断熱板60、第1冷却器63、第1可動板70および第1移動機構80を備える。また、曲げ成形装置20は、第2ピン群45、第2ガイド板55、第2断熱板65、第2冷却器68および反発力発生部22を備える。さらに、曲げ成形装置20は、制御装置90(図1参照)を備える。以下、本変形例と上記第2実施形態との相違点について主に説明する。

【0123】

本変形例の曲げ成形装置20は、ガラス板10の上方に、第1ピン群40、第1ガイド板50、第1断熱板60および第1可動板70等を備える。ガラス板10の第1主表面11は、ガラス板10の下面ではなく、ガラス板10の上面である。第1ピン41の下端部がガラス板10の第1主表面11に接触し、第1ピン41の上端部が第1成型型15の第1曲面16に接触する。

【0124】

第1可動板70は、第1成型型15の第1曲面16で第1ピン群40を押下げるべく、第1ピン群40をガイドする第1ガイド板50の上方に配置される。このように、第1可動板70は、第1ガイド板50を基準としてガラス板10とは反対側に配置され、例えば第1ガイド板50の上方に配置される。第1成型型15は、第1曲面16を下に向けて、第1可動板70の下面に取り付けられる。

【0125】

また、本変形例の曲げ成形装置20は、ガラス板10の下方に、第2ピン群45、第2ガイド板55、第2断熱板65および反発力発生部22等を備える。ガラス板10の第2主表面12は、ガラス板10の上面ではなく、ガラス板10の下面である。第2ピン46の上端部がガラス板10の第2主表面12に接触し、第2ピン46の下端部が反発力発生部22に接触する。

【0126】

反発力発生部22は、3本以上の第2ピン46の移動に応じて変形することにより、第2ピン46の移動方向とは反対方向の反発力を第2ピン46に付与する。例えば、反発力発生部22は、第2ピン46の下降に応じて変形することにより、上方向の反発力を第2ピン46に付与する。反発力発生部22は、例えば、第2ピン群45をガイドする第2ガイド板55の下方に配置される。

【0127】

反発力発生部22は、例えば高弾性フォーム23を含む。なお、反発力発生部22は、上記第1変形例と同様に3本以上のバネ24を含んでもよいし、高弾性フォーム23とバネ24との両方を含んでもよい。

【0128】

図14は、第2実施形態の第2変形例に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。なお、図14に示す複数の工程の順序は、特に限定されない。例えば、第1成型型15の取付(工程S101)と、ガラス板10の配置(工程S102)とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。また、ガラス板10の加熱開始(工程S103)と、冷媒の供給開始(工程S104)とは、逆の順序で行われてもよいし、同時に行われてもよい。

【0129】

曲げ成形方法は、ガラス板10を加熱する位置に、ガラス板10を配置する工程S102を有する。ガラス板10は、例えば、第2ピン群45によって水平に保持される。ガラス板10の配置は、手動で行われてもよいし、ロボットなどによって自動で行われてもよい。

【0130】

ガラス板10を配置する空間を第2ピン群45と第1ピン群40との間に確保すべく、

10

20

30

40

50

第1ピン41の外周面には第1フランジ43が形成される。第1フランジ43は、例えば円環状に形成される。第1フランジ43の外径は第1ガイド穴51の内径よりも大きく、第1フランジ43は第1ガイド穴51を通過できない。

【0131】

第1ピン41の外周面に形成される第1フランジ43と、上側の第1ガイド板50との間には第1バネ44が配置される。第1バネ44は、第1ピン41毎に配置され、第1ピン41の移動に応じて変形し、第1ピン41の移動方向とは反対方向に反発力を第1ピン41に付与する。

【0132】

第1バネ44は、その弾性復元力によって、第1ピン41が予め設定された位置よりも下方へ自然落下することを防止する。その結果、第1ピン群40と第2ピン群45との間に、ガラス板10を配置する空間を確保できる。なお、第1バネ44の配置は、図12等

10

【0133】

曲げ成形方法は、第1可動板70を第1ガイド板50および第2ガイド板55に接近させるべく、第1可動板70を下降させる工程S221を有する。第1移動機構80が第1可動板70を下降させることにより、第1成形型15の第1曲面16が3本以上の第1ピン41と予め定められた順番で接触し、3本以上の第1ピン41は予め定められた順番で下降を開始する。その結果、第1ピン群40の下端部は、第1成形型15の第1曲面16と同じ形状の三次元曲面を形成する。

20

【0134】

曲げ成形方法は、第2ガイド板55に対する第1可動板70の接近によって、高弾性フォーム23を変形させる工程S222を有する。この工程S222は、第1可動板70の下降（工程S221）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の下降（工程S221）の途中で開始されてもよい。

【0135】

第1移動機構80が第1可動板70を下降させることにより、第1ピン群40がガラス板10を上方から押下げるので、ガラス板10が3本以上の第2ピン46を予め定められた順番で押下げ、第2ピン46が予め定められた順番で下降を開始する。第2ピン46の下降を許容すべく、高弾性フォーム23が変形する。高弾性フォーム23は、変形することにより、反発力を生じさせる。この反発力は、第2ピン46を上方に向けて押す。

30

【0136】

曲げ成形方法は、加熱されたガラス板10を第1ピン群40および第2ピン群45に沿って曲げ変形すると共に、加熱されたガラス板10を第1ピン群40と第2ピン群45とで挟んで加圧する工程S223を有する。この工程S223は、第1可動板70の下降（工程S221）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の下降（工程S221）の途中で開始されてもよい。

【0137】

3本以上の第1ピン41は、上端部が第1成形型15の第1曲面16に接触すると共に、下端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第1成形型15の第1曲面16と同じ形状を有するものである。

40

【0138】

一方、3本以上の第2ピン46は、上端部がガラス板10の第1主表面11に接触すると共に、下端部が高弾性フォーム23に接触する。高弾性フォーム23は、第2ピン46の移動を許容するように変形しており、反発力によって第2ピン46を上方に押し返す。

【0139】

その結果、第2ピン46の下端部が、ガラス板10を第1ピン群40の上端部に押し付ける。ガラス板10の第1主表面11は、反発力発生部22の反発力によって第1ピン群40の上端部に押し付けられるので、第1成形型15の第1曲面16と同じ形状に変形する。

50

【0140】

本変形例によれば、上記第2実施形態等と同様に、第2ピン群45と第1ピン群40とでガラス板10を挟んで加圧するので、ガラス板10を確実に曲げ変形できる。

【0141】

曲げ成形方法は、第1可動板70を第1ガイド板50および第2ガイド板55から離間させるべく、第1可動板70を上昇させる工程S224を有する。第1可動板70の上昇（工程S224）は、ガラス板10の冷却固化（工程S107）の後に開始される。

【0142】

第1移動機構80が第1可動板70を上昇させることにより、第1可動板70と共に第1成型型15が上昇する。その結果、第1ピン41が第1パネ44の弾性復元力によって元の位置まで上昇すると共に、第2ピン46が反発力発生部22の反発力によって元の位置まで上昇し、反発力発生部22が元の形状に戻る。

【0143】

（第3実施形態）

図15は、第3実施形態に係る曲げ成形装置を示す図である。図16は、図15に示す第1可動板の上昇完了時の状態の一例を示す図である。図17は、図16に示す第2可動板の下降完了時の状態の一例を示す図である。曲げ成形装置20は、加熱器30、第1ピン群40、第1ガイド板50、第1断熱板60、第1冷却器63、第1可動板70および第1移動機構80を備える。また、曲げ成形装置20は、第2ピン群45、第2ガイド板55、第2断熱板65、第2冷却器68、第2可動板75および第2移動機構85を備える。さらに、曲げ成形装置20は、制御装置90（図1参照）を備える。以下、本実施形態と、上記第1実施形態および上記第2実施形態等との相違点について主に説明する。

【0144】

本実施形態の曲げ成形装置20は、ガラス板10の下方に、第1ピン群40、第1ガイド板50、第1断熱板60および第1可動板70等を備える。ガラス板10の第1主表面11は、ガラス板10の下面である。第1ピン41の上端部がガラス板10の第1主表面11に接触し、第1ピン41の下端部が第1成型型15の第1曲面16に接触する。

【0145】

第1可動板70は、第1成型型15の第1曲面16で第1ピン群40を押上げるべく、第1ピン群40をガイドする第1ガイド板50の下方に配置される。このように、第1可動板70は、第1ガイド板50を基準としてガラス板10とは反対側に配置され、例えば第1ガイド板50の下方に配置される。第1成型型15は、第1曲面16を上に向けて、第1可動板70の上面に取り付けられる。

【0146】

また、本実施形態の曲げ成形装置20は、ガラス板10の上方に、第2ピン群45、第2ガイド板55、第2断熱板65および第2可動板75等を備える。ガラス板10の第2主表面12は、ガラス板10の上面である。第2ピン46の下端部がガラス板10の第2主表面12に接触し、第2ピン46の上端部が第2成型型17の第2曲面18に接触する。

【0147】

第2可動板75は、第2成型型17が取り付けられるものである。第2可動板75は、第2成型型17の第2曲面18で第2ピン群45を押下げるべく、第2ピン群45をガイドする第2ガイド板55の上方に配置される。このように、第2可動板75は、第2ガイド板55を基準としてガラス板10とは反対側に配置され、例えば第2ガイド板55の上方に配置される。第2成型型17は、第2曲面18を下に向けて、第2可動板75の下面に取り付けられる。

【0148】

第2成型型17の第2曲面18は、例えば、Y軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であって、且つ、X軸方向に垂直な断面形状が直線形状である。なお、第2成型型17の第2曲面18の形状は、第1成型型15の第1曲面16の形状と同じである限り、特に限定されない。例えば、第2成型型17の第2曲面18は、Y軸方向に垂直な断面形状が直線形

10

20

30

40

50

状であって、且つ、X軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であってもよい。また、第2成形型17の第2曲面18は、Y軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であって、且つ、X軸方向に垂直な断面形状が曲線形状であってもよい。

【0149】

第2可動板75は、第1ピン41の長手方向に第2可動板75を貫通する複数の第2貫通穴76を有する。複数の第2貫通穴76のそれぞれには、第2ガイドロッド77が1本ずつ挿し通される。第2ガイドロッド77は、上側の第2ガイド板55に対し固定されており、上側の第2ガイド板55の上面から上方に延びる。第2可動板75は、上側の第2ガイド板55の上方において、第2ガイドロッド77に沿って移動する。

【0150】

第2移動機構85は、第1ピン41の長手方向に、第2可動板75を第2ガイド板55に対し移動させる。第2移動機構85は、例えば、サーボモータと、サーボモータの回転運動を第2可動板75の直線運動に変換するボールねじとを有する。なお、第2移動機構85は油圧シリンダなどで構成されてもよく、第2移動機構85の構成は特に限定されない。

【0151】

曲げ成形方法は、まず、第1成形型15を第1可動板70に取り付けると共に、第2成形型17を第2可動板75に取り付ける工程S301を有する。第1成形型15は、図15に示すように第1可動板70と第1ピン群40との間に配置される。また、第2成形型17は、第2可動板75と第2ピン群45との間に配置される。

【0152】

第1成形型15の取付の作業空間を第1可動板70と第1ピン群40との間に確保すべく、第1ピン41の外周面には第1フランジ43が形成される。第1フランジ43は、例えば円環状に形成される。第1フランジ43の外径は第1ガイド穴51の内径よりも大きく、第1フランジ43は第1ガイド穴51を通過できない。

【0153】

第1フランジ43は、上側の第1ガイド板50と下側の第1ガイド板50との間で移動可能である。第1フランジ43は、下側の第1ガイド板50の上面に当接することで、第1ピン41が予め設定された位置よりも下方へ自然落下することを防止する。その結果、第1ピン群40と第1可動板70との間に、第1成形型15の取付の作業空間を確保できる。

【0154】

曲げ成形方法は、ガラス板10を加熱する位置に、ガラス板10を配置する工程S102を有する。ガラス板10は、例えば、第1ピン群40によって水平に保持される。このとき、第1フランジ43は、下側の第1ガイド板50の上面に当接している。

【0155】

ガラス板10を配置する空間を第1ピン群40と第2ピン群45との間に確保すべく、第2ピン46の外周面には第2フランジ48が形成される。第2フランジ48は、例えば円環状に形成される。第2フランジ48の外径は第2ガイド穴56の内径よりも大きく、第2フランジ48は第2ガイド穴56を通過できない。

【0156】

第2ピン46の外周面に形成される第2フランジ48と、上側の第2ガイド板55との間には第2バネ49が配置される。第2バネ49は、第2ピン46毎に配置され、第2ピン46の移動に応じて変形し、第2ピン46の移動方向とは反対方向に反発力を第2ピン46に付与する。

【0157】

第2バネ49は、その弾性復元力によって、第2ピン46が予め設定された位置よりも下方へ自然落下することを防止する。その結果、第2ピン群45と第1ピン群40との間に、ガラス板10を配置する空間を確保できる。なお、第2バネ49の配置は、図15等
に示す配置には限定されない。

10

20

30

40

50

【0158】

曲げ成形方法は、第2可動板75を第2ガイド板55に接近させるべく、第2可動板75を下降させる工程S302を有する。この工程S302は、第1可動板70の上昇（工程S105）およびガラス板10の曲げ変形（工程S106）の前に行われてもよいが、本実施形態ではこれらの工程S105、S106の後で行われる。第2移動機構85が第2可動板75を下降させることにより、第2成型型17の第2曲面18が3本以上の第2ピン46と予め定められた順番で接触し、3本以上の第2ピン46は予め定められた順番で下降を開始する。その結果、第2ピン群45の下端部は、第2成型型17の第2曲面18と同じ形状の三次元曲面を形成する。

【0159】

曲げ成形方法は、加熱されたガラス板10を第1ピン群40と第2ピン群45とで挟んで加圧する工程S303を有する。この工程S303は、第2可動板75の下降（工程S302）の開始後に開始されればよく、例えば第2可動板75の下降（工程S302）の途中で開始されてもよい。

【0160】

3本以上の第1ピン41は、下端部が第1成型型15の第1曲面16に接触すると共に、上端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第1成型型15の第1曲面16と同じ形状を有するものである。

【0161】

一方、3本以上の第2ピン46は、上端部が第2成型型17の第2曲面18に接触すると共に、下端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第2成型型17の第2曲面18と同じ形状を有するものである。

【0162】

加熱されたガラス板10を第1ピン群40と第2ピン群45とで挟んで加圧するので、重力のみを利用する場合に比べて、ガラス板10を確実に曲げ変形できる。

【0163】

曲げ成形方法は、第1可動板70を第1ガイド板50から離間させるべく下降させると共に、第2可動板75を第2ガイド板55から離間させるべく上昇させる工程S304を有する。第1可動板70の下降および第2可動板75の上昇（工程S304）は、ガラス板10の冷却固化（工程S107）の後に開始される。

【0164】

第1移動機構80が第1可動板70を下降させることにより、第1可動板70と共に第1成型型15が下降し、第1ピン41が重力によって下降する。第1フランジ43が下側の第1ガイド板50の上面に当接すると、第1ピン41の下降が停止する。続いて、第1可動板70と共に第1成型型15がさらに下降すると、第1成型型15の第1曲面16が第1ピン41から離れる。

【0165】

また、第2移動機構85が第2可動板75を上昇させることにより、第2可動板75と共に第2成型型17が上昇する。その結果、第2ピン46が第2バネ49の弾性復元力によって上昇する。第2ピン46の上昇が停止した後、第2可動板75と共に第2成型型17がさらに上昇すると、第2成型型17の第2曲面18が第2ピン46から離れる。

【0166】

なお、第2成型型17の数は、本実施形態では1つであるが、複数でもよい。複数の第2成型型17で1つの集合体が構成され、その集合体が1つの第2可動板75に取り付けられる。集合体を複数の第2成型型17に分割して製造するので、製造期間および製造コストを低減できる。

【0167】

（第3実施形態の変形例）

図19は、図15に示す第2可動板の下降完了時の状態の一例を示す図である。図19に示す第1可動板の上昇完了時の状態は、図17に示す状態と同様であるので、図示を省

10

20

30

40

50

略する。図20は、第3実施形態の変形例に係る曲げ成形方法を示すフローチャートである。以下、本変形例と上記第3実施形態との相違点について主に説明する。

【0168】

曲げ成形方法は、第2可動板75を第2ガイド板55に接近させるべく、第2可動板75を下降させる工程S311を有する。この工程S311は、本変形例では、第1可動板70の上昇（工程S312）の前に実施される。第2移動機構85が第2可動板75を下降させることにより、第2成型型17の第2曲面18が3本以上の第2ピン46と予め定められた順番で接触し、3本以上の第2ピン46は予め定められた順番で下降を開始する。その結果、第2ピン群45の下端部は、第2成型型17の第2曲面18と同じ形状の三次元曲面を形成する。

10

【0169】

曲げ成形方法は、第1可動板70を第1ガイド板50に接近させるべく、第1可動板70を上昇させる工程S312を有する。第1移動機構80が第1可動板70を上昇させることにより、第1成型型15の第1曲面16が3本以上の第1ピン41と予め定められた順番で接触し、3本以上の第1ピン41は予め定められた順番で上昇を開始する。その結果、第1ピン群40の上端部は、第1成型型15の第1曲面16と同じ形状の三次元曲面を形成する。

【0170】

曲げ成形方法は、加熱されたガラス板10を第1ピン群40および第2ピン群45に沿って曲げ変形すると共に、加熱されたガラス板10を第1ピン群40と第2ピン群45とで挟んで加圧する工程S313を有する。この工程S313は、第1可動板70の上昇（工程S312）の開始後に開始されればよく、例えば第1可動板70の上昇（工程S312）の途中で開始されてもよい。

20

【0171】

3本以上の第1ピン41は、下端部が第1成型型15の第1曲面16に接触すると共に、上端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第1成型型15の第1曲面16と同じ形状を有するものである。

【0172】

一方、3本以上の第2ピン46は、上端部が第2成型型17の第2曲面18に接触すると共に、下端部が三次元曲面を構成する三角形ポリゴンの頂点に配置される。ここで、三次元曲面は、第2成型型17の第2曲面18と同じ形状を有するものである。

30

【0173】

加熱されたガラス板10を第1ピン群40と第2ピン群45とで挟んで加圧するので、重力のみを利用する場合に比べて、ガラス板10を確実に曲げ変形できる。

【0174】

以上、本開示に係る曲げ成形装置および曲げ成形方法の実施形態などについて説明したが、本開示は上記実施形態などに限定されない。特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更、修正、置換、付加、削除、および組み合わせが可能である。それらについても当然に本開示の技術的範囲に属する。

【0175】

例えば、第1ピン群40とガラス板10との間には、第1ピン群40の跡がガラス板10に付くことを防止すべく、可撓性の中間部材が配置されてもよい。中間部材としては、例えば、金属布または金属板が用いられる。

40

【0176】

同様に、第2ピン群45とガラス板10との間には、第2ピン群45の跡がガラス板10に付くことを防止すべく、可撓性の中間部材が配置されてもよい。中間部材としては、例えば、金属布または金属板が用いられる。

【0177】

本出願は、2018年10月19日に日本国特許庁に出願された特願2018-197661号に基づく優先権を主張するものであり、特願2018-197661号の全内容

50

を本出願に援用する。

【符号の説明】

【0178】

10 ガラス板（成形板）

11 第1主表面

12 第2主表面

15 第1成形型

16 第1曲面

17 第2成形型

18 第2曲面

10

20 曲げ成形装置

30 加熱器

40 第1ピン群

41 第1ピン

45 第2ピン群

46 第2ピン

50 第1ガイド板

55 第2ガイド板

60 第1断熱板

20

63 第1冷却器

65 第2断熱板

68 第2冷却器

70 第1可動板

75 第2可動板

80 第1移動機構

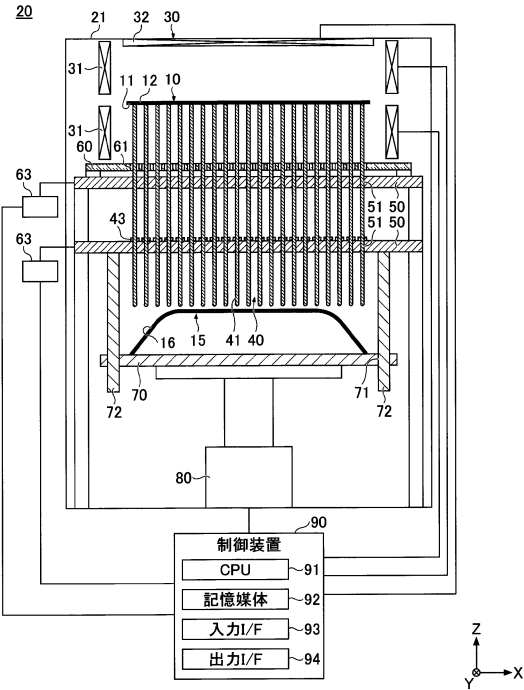
85 第2移動機構

30

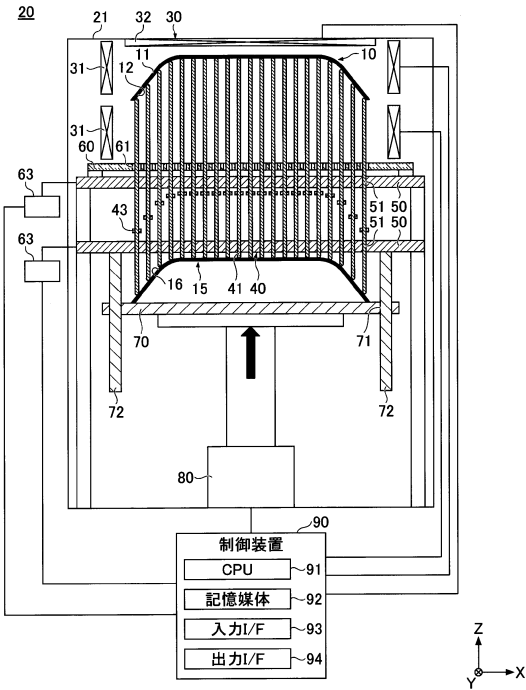
40

50

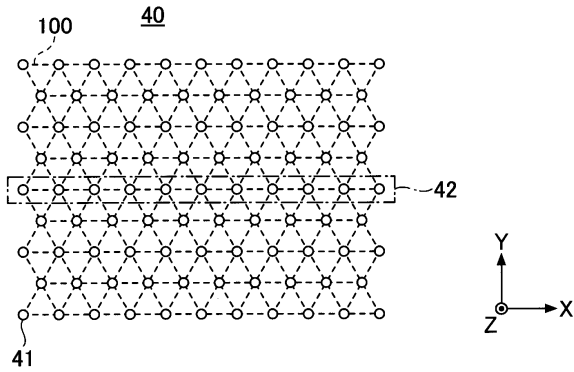
【図面】
【図 1】



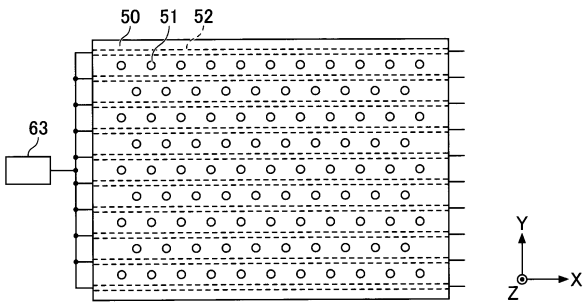
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

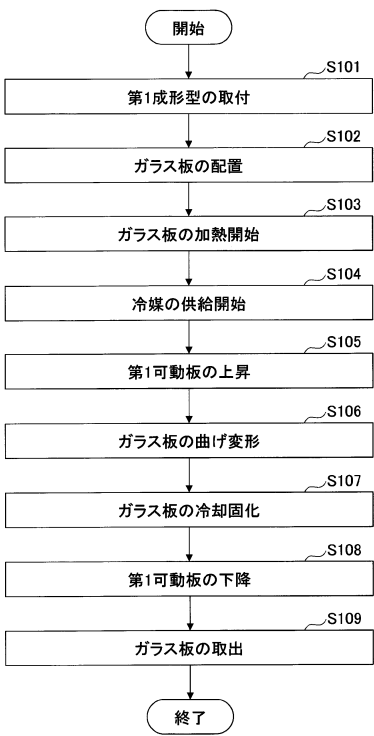
20

30

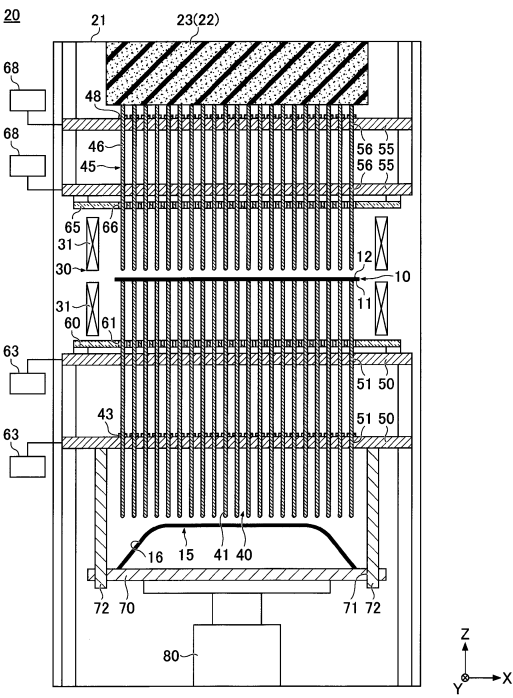
40

50

【図 5】



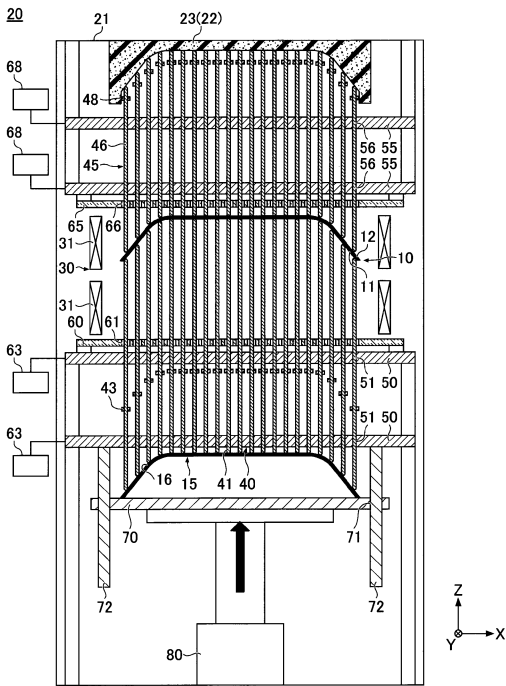
【図 6】



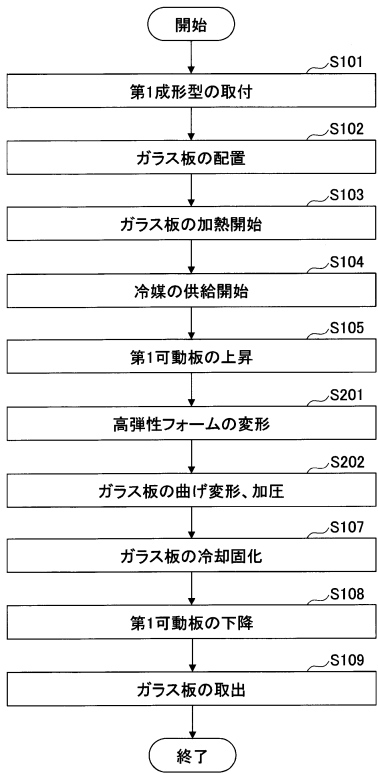
10

20

【図 7】



【図 8】

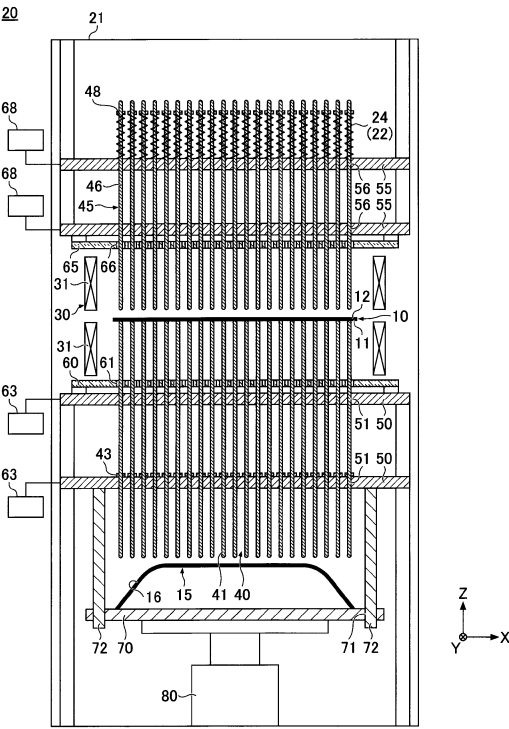


30

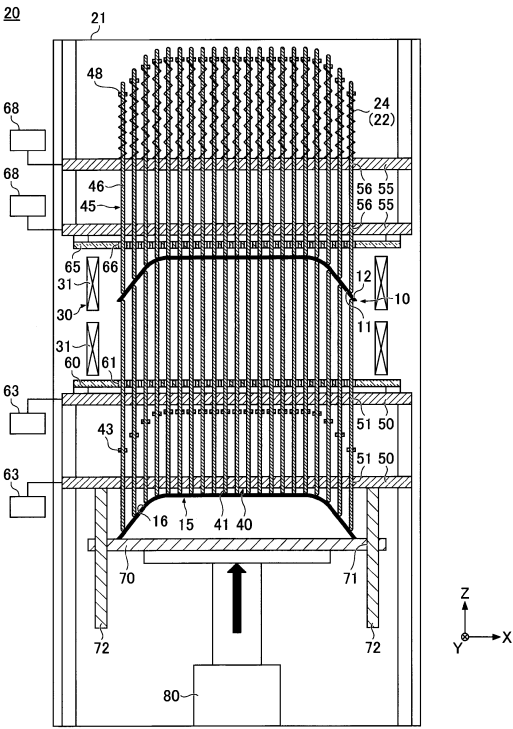
40

50

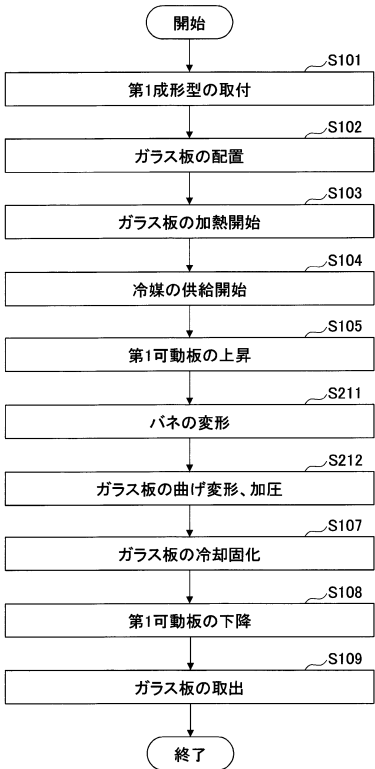
【図 9】



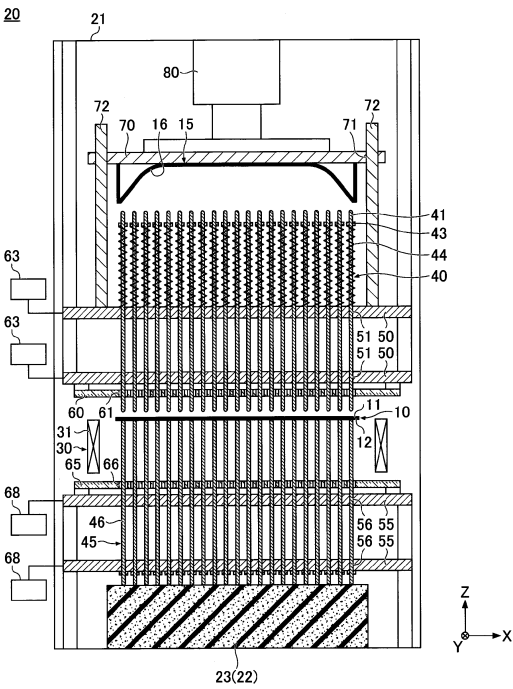
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

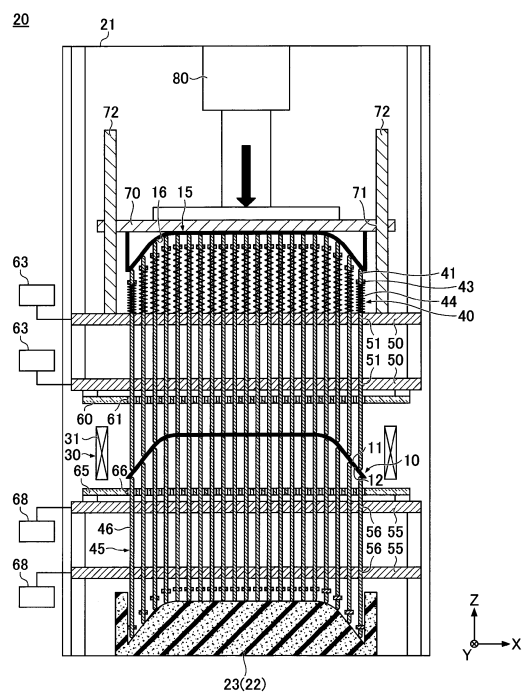
20

30

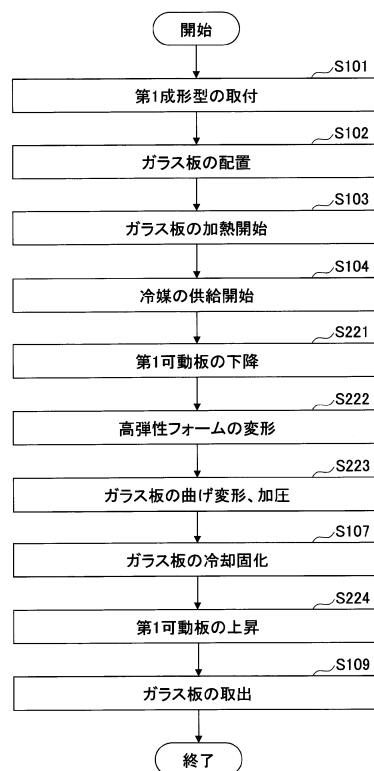
40

50

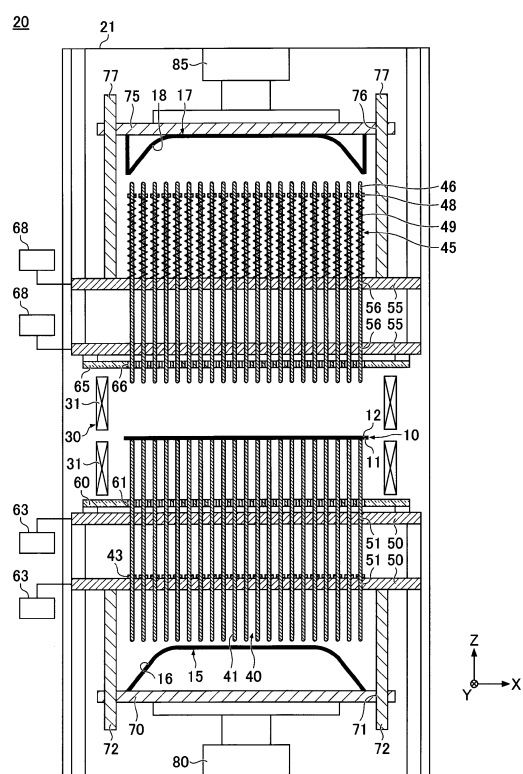
【図 13】



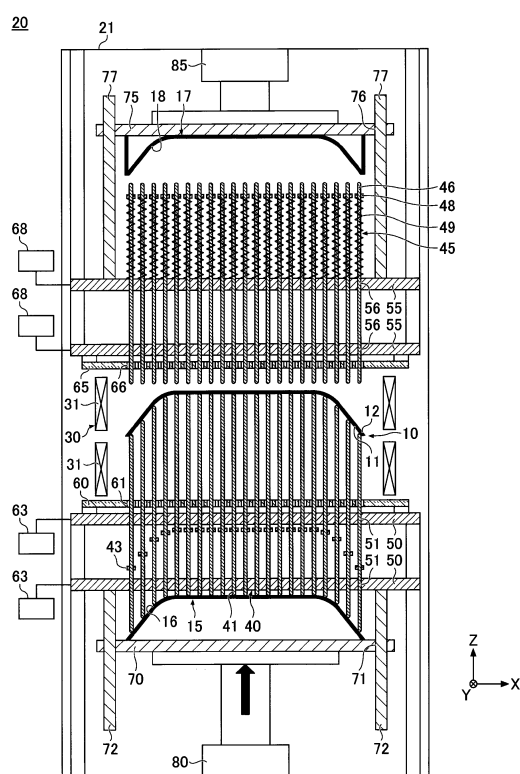
【図 14】



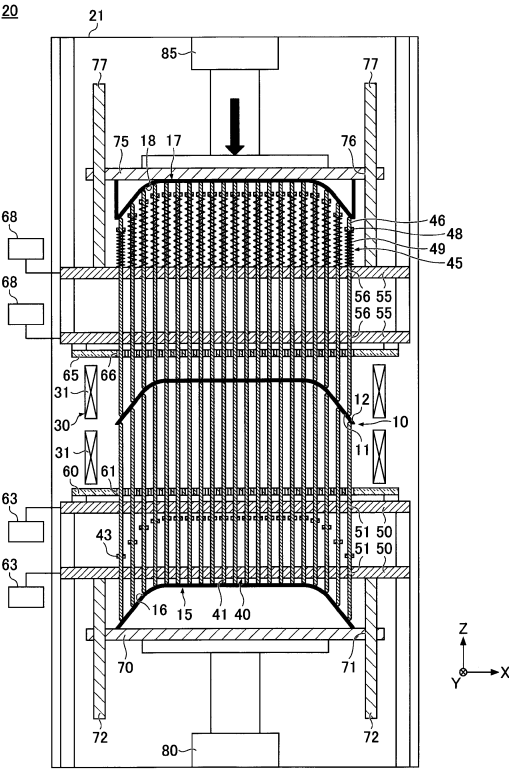
【図 15】



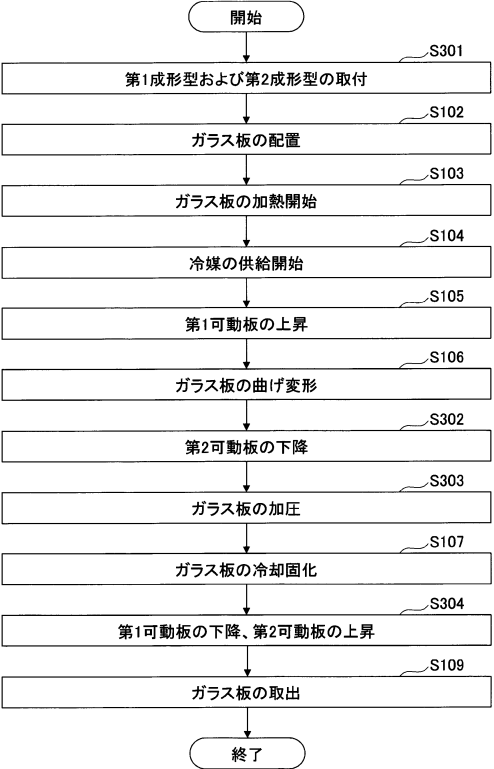
【図 16】



【図 17】



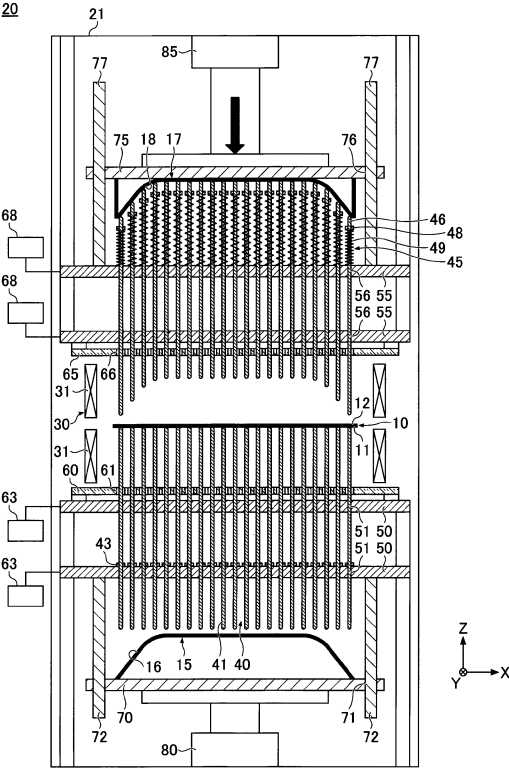
【図 18】



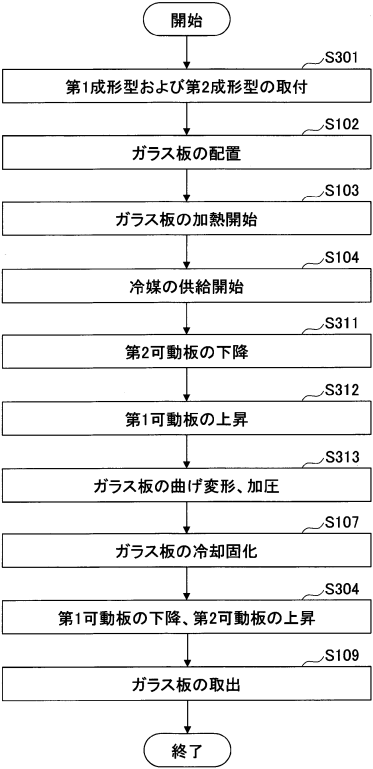
10

20

【図 19】



【図 20】



30

40

50

フロントページの続き

A G C株式会社内

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特開昭63-264225 (JP, A)
特開平02-299727 (JP, A)
特開2017-001095 (JP, A)
特開2005-205851 (JP, A)
国際公開第2018/172022 (WO, A1)
特開昭60-191621 (JP, A)
特開平01-095829 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C03B 23/023,
B21D 5/01, 37/02,
B29C 53/04