

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年8月13日(13.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/162467 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 23/03 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004190

(22) 国際出願日: 2020年2月4日(04.02.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-021561 2019年2月8日(08.02.2019) JP

(71) 出願人: A G C 株式会社 (AGC INC.) [JP/JP];
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).

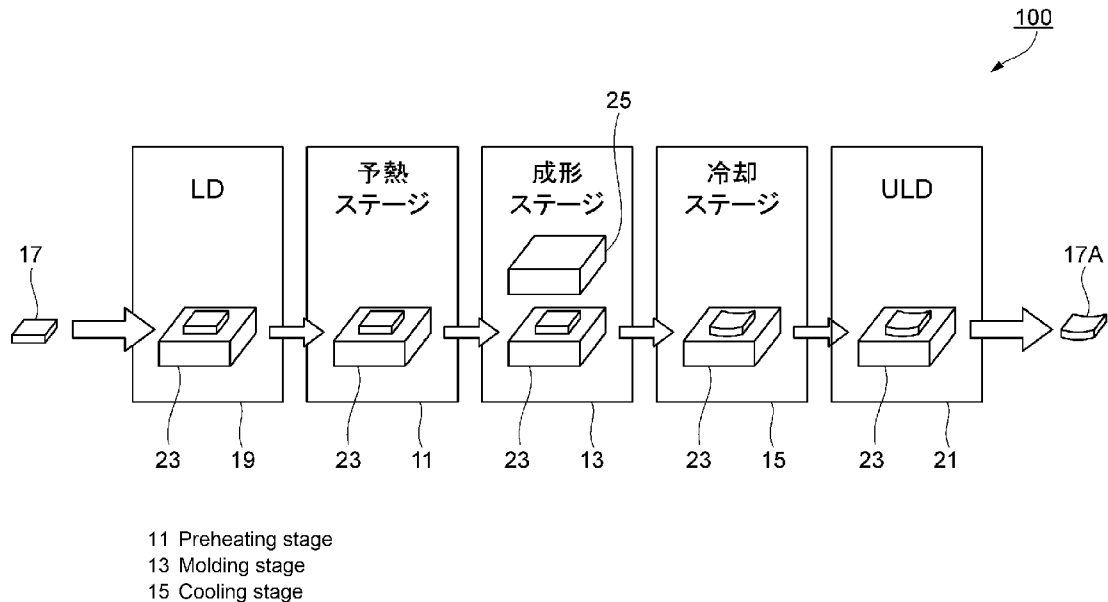
(72) 発明者: 井本 祐司(IMOTO Yuji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 金杉 諭(KANASUGI Satoshi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: GLASS PLATE MOLDING DEVICE

(54) 発明の名称: ガラス板の成形装置



(57) Abstract: A glass plate molding device comprising: a first mold upon which glass plate is supported; at least one second mold clamped to the first mold; at least one preheating stage that preheats a glass plate supported by the first mold; at least one molding stage that molds the heated glass plate between the first mold and the second mold; at least one cooling stage that gradually cools the molded glass plate; and a mold transfer unit that transfers the first mold, in order, between the preheating stage, the molding stage, and the cooling stage. The second mold in the molding stage abuts the

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

glass plate only at the outer circumference of the glass, between the first and second molds.

(57) 要約：ガラス板の成形装置は、ガラス板が支持される第1成形型と、第1成形型に型締めされる少なくとも1つの第2成形型と、第1成形型に支持されたガラス板を加熱する少なくとも1つの予熱ステージと、加熱されたガラス板を第1成形型と第2成形型との間で成形する少なくとも1つの成形ステージと、成形後のガラス板を徐冷する少なくとも1つの冷却ステージと、第1成形型を予熱ステージ、成形ステージ、冷却ステージの順に搬送する型搬送部とを備える。成形ステージの第2成形型は、第1成形型との間でガラス板にガラス外周部だけで接触する。

明 細 書

発明の名称： ガラス板の成形装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス板の成形装置に関する。

背景技術

[0002] 成形型内に收容したガラス素材を、加熱軟化させてプレスし、ガラス製のプレス成形品を製造する方法が種々用いられている。例えば、板状のガラス素材を、チャンバ内に設けた加熱、プレス及び冷却の各ステージへ順次搬送し、各ステージでプレス成形品を連続的に成形する成形装置が提案されている（特許文献1）。

[0003] このような成形装置において、ガラス素材は、プレス時において成形型が規定の温度にされることで、ガラス素材の加工に十分な加熱温度に維持される。また、成形後のガラス素材は、冷却、固化され、最終的には、成形型が酸化されない200℃以下の温度にまで冷却される。上記のように、ガラス素材は、プレス時に成形型の形状が正確に転写され、この成形形状を冷却、固化より保持することで、形状精度の高いプレス成形品となる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2013/103102号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、上記のような成形装置においては、ガラス素材の成形形状の複雑化や量産化に伴い、成形品の生産性、形状や表面性状の品質等、様々な面において改善の余地があった。

[0006] 本発明は、複雑な形状を有する成形品であっても、設備コストを低減しつつ、高い形状精度及び高いスループットで成形できるガラス板の成形装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は下記の構成からなる。

ガラス板を加熱して所望の形状に成形するガラス板の成形装置であって、
少なくとも一部に曲面形状を有する成形面が形成され、前記成形面に前記
ガラス板が支持される第1成形型と、

前記第1成形型に型締めされる少なくとも1つの第2成形型と、

前記第1成形型に支持された前記ガラス板を加熱する少なくとも1つの予
熱ステージと、

前記第1成形型に対面して前記第2成形型が配置され、加熱された前記ガ
ラス板を前記第1成形型と前記第2成形型との間で成形する少なくとも1つ
の成形ステージと、

成形後の前記ガラス板を徐冷する少なくとも1つの冷却ステージと、

前記第1成形型を前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステー
ジの順に搬送する型搬送部と、を備え、

前記ガラス板は、ガラス形状外周縁よりも内側のガラス中央部、及び前記
ガラス中央部の外周から前記ガラス形状外周縁までの間のガラス外周部を有
し、

前記成形ステージの前記第2成形型は、前記第1成形型との間で前記ガラ
ス板に前記ガラス外周部だけで接触するガラス板の成形装置。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、複雑な形状を有する成形品であっても、設備コストを低
減しつつ、高い形状精度及び高いスループットで成形できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、ガラス板を曲面形状に成形する手順を示す概略工程図である。

[図2]図2は、成形装置の概略構成図である。

[図3]図3は、複数のランプヒータの断面図である。

[図4]図4は、図2に示すIII-III線断面を上方から見た模式的な平面図であ
る。

[図5]図5は、下型を予熱ステージから冷却ステージに向かう搬送方向に沿って搬送する様子を示す模式的な説明図である。

[図6]図6は、成形ステージの拡大断面図である。

[図7]図7の(A)は上型の断面図、(B)は下型の成形面を含む断面図である。

[図8]図8は、上型を図7の(A)のB方向から見た背面図である。

[図9]図9は、ガラス板の平面図である。

[図10A]図10Aは、図7の(A)、(B)に示す下型と上型とを互いに接近させてガラス板を成形加工する様子を段階的に示す概略工程説明図である。

[図10B]図10Bは、図7の(A)、(B)に示す下型と上型とを互いに接近させてガラス板を成形加工する様子を段階的に示す概略工程説明図である。

[図10C]図10Cは、図7の(A)、(B)に示す下型と上型とを互いに接近させてガラス板を成形加工する様子を段階的に示す概略工程説明図である。

[図11]図11は、第2の成形方法によりガラス板を成形加工する様子の概略を示す工程説明図である。

[図12]図12は、複数の予熱ステージと、成形ステージと、複数の冷却ステージとを備える成形装置の概略構成図である。

[図13]図13は、予熱ステージ、成形ステージ、冷却ステージにおける下型とガラス板の温度変化の一例を示すグラフである。

[図14]図14は、参考例としての従来の成形装置の概略構成図である。

[図15]図15は、図12に示す成形装置の他の構成例を示す成形装置の概略構成図である。

[図16]図16の(A)は試験例1、2の成形形状、(B)は試験例3の成形形状、(C)は試験例4の成形形状を示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態について、詳細に説明する。

ここでは、ガラス板を、少なくとも一部に曲面形状を有する形状に成形する成形装置及び成形方法の具体例を提示して説明するが、本発明は、使用す

る材料、成形形状、サイズ等の各種製造条件に応じて、適宜に装置の構成や手順を変更することも可能である。

[0011] また本明細書において数値範囲を示す「～」とは、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含む意味で使用される。

[0012] <ガラス板の成形手順の概要>

図1はガラス板を曲面形状に成形する手順を示す概略工程図である。

ガラス板の成形装置100は、予熱ステージ11と、成形ステージ13と、冷却ステージ15とが、この順で配置され、さらに、予熱ステージ11に成形前のガラス板17を搬入するローディング部19と、冷却ステージ15から成形後のガラス板17Aを搬出するアンローディング部21とを備える。

[0013] 予熱ステージ11では、搬入されたガラス板17を加熱して軟化させる。成形ステージ13では、予熱ステージ11で加熱されて軟化したガラス板17にプレス成形等を施し、所望の形状に成形させる。冷却ステージ15では、成形ステージ13で成形されたガラス板17を、変形が抑制される程度の温度まで徐冷する。

[0014] 上記各ステージには、ローディング部19とアンローディング部21からガラス板17が搬入・搬出される。つまり、ローディング部19では、成形前のガラス板17が下型（第1成形型）23上に載置される。ガラス板17が載置された下型23は、予熱ステージ11に搬送されて、予熱ステージ11において所定温度に加熱される。加熱されたガラス板17は、下型23と共に成形ステージ13に搬送される。

[0015] 成形ステージ13では、成形ステージ13に搭載された上型（第2成形型）25と、下型23と、の間にガラス板17を挟んで型締めする。これにより、ガラス板17が曲面形状に成形される。成形後、上型25が下型23と分離され、下型23に残る加工後のガラス板17Aが下型23と共に冷却ステージ15に搬送される。

[0016] 冷却ステージ15では、加熱されたガラス板17Aが徐冷される。徐冷後

のガラス板 17 A は、アンローディング部 21 で下型 23 から取り出されて、搬出される。

[0017] 本構成の成形装置においては、成形ステージ 13 において、加熱により軟化したガラス板 17 を、下型 23 と上型 25 によりプレスするプレス成形に加えて、ガラス板の自重による曲がり（自重曲げ成形）と、ガラス板の成形型の成形面への吸着（真空吸着）と、ガラス板の成形型の成形面への圧着（圧空成形）とを、目的に応じて組み合わせて実施する。このような複数の加圧源を選択的に用いることにより、高い形状精度の曲面成形を可能にしている。なお、自重曲げ成形については、下型 23 の上にガラス板 17 を配置して加熱すれば、ガラス板 17 に自重曲げが生じるが、これに可制御性を持たせることができる。例えば、自重による曲げ開始温度とプレス成形温度とが、ほとんど乖離がなく、プレス温度までの加熱による自重曲げの影響が少ない場合には、自重曲げ成形の適用はない。一方、プレス前後の自重成形時間を十分に取りうる場合には、重力が成形後の形状に影響するため、自重曲げ成形が適用される。このように、プレス成形を実施する前の待機時間と待機温度に応じて、自重曲げ成形をコントロールできる。

[0018] 上記した各成形方法は、それぞれ次に示す成形手法である。

（１）プレス成形とは、所定の成形型（下型、上型）間にガラス板を設置し、ガラス板を軟化させた状態で、上下の成形型間にプレス荷重を加えて、ガラス板を曲げて成形型になじませて、所定の形状に成形する方法である。

（２）自重曲げ成形とは、所定の成形型上に板状ガラスを設置した後、ガラス板を加熱して軟化させて、重力によりガラス板を曲げて成形型になじませて、所定の形状に成形する方法である。

（３）真空成形とは、所定の成形型上にガラス板を設置し、例えば、ガラス板上にクランプ成形型を設置して、ガラス板の周辺をシールする。その後、成形型とガラス板との間の閉鎖空間をポンプ等で減圧することにより、ガラス板の表裏面に差圧を与えて成形する。

（４）圧空成形法では、所定の成形型上にガラス板を設置し、例えば、ガラ

ス板上にクランプ成形型を設置して、ガラス板の周辺をシールする。その後、ガラス板の上面に対して圧力を圧縮空気によって陽圧を付与し、ガラス板の表裏面に差圧を与えて成形する。

[0019] <被成形体のガラス材料>

被成形体であるガラス板は、例えば、厚さが0.5 mm以上であり、0.7 mm以上が好ましい。また、ガラス板の厚さは、5 mm以下であり、3 mm以下が好ましく、2 mm以下がより好ましい。この範囲であれば、最終製品において割れにくい強度が得られる。

[0020] ガラス板を構成するガラス組成としては、無アルカリガラス、ソーダライムガラス、ソーダライムシリケートガラス、アルミノシリケートガラス、ボロシリケートガラス、リチウムアルミノシリケートガラス、ホウケイ酸ガラスを使用できる。特に本構成のガラスの成形装置では、ガラス板にアルミノシリケート、アルミノボロシリケートを使用した場合に優れている。これらのガラス板は、高ヤング率、高膨張係数を有し、ガラス板の加熱によって高い熱応力が発生する。このため、ガラス板の所望の屈曲形状からの偏差が大きくなり、更にガラス板を強化処理した場合に、圧縮応力の値がばらつくことがある。本構成のガラスの成形装置では、ガラス板がこれらのガラス組成であることで、屈曲形状でも形状偏差を小さくでき、圧縮応力のばらつきを抑制できる。

[0021] ガラス組成の具体例としては、酸化物基準のモル%で表示した組成で、 SiO_2 を50～80%、 Al_2O_3 を0.1～25%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ を3～30%、 MgO を0～25%、 CaO を0～25%及び ZrO_2 を0～5%含むガラスが挙げられるが、特に限定されない。より具体的には、以下のガラスの組成が挙げられる。なお、例えば、「 MgO を0～25%含む」とは、 MgO は必須ではないが25%まで含んでもよい、の意である。(i)のガラスはソーダライムシリケートガラスに含まれ、(ii)及び(iii)のガラスはアルミノシリケートガラスに含まれる。(v)のガラスはリチウムアルミのシリケートガラスに含まれる。

(i) 酸化物基準のモル％で表示した組成で、 SiO_2 を63～73％、 Al_2O_3 を0.1～5.2％、 Na_2O を10～16％、 K_2O を0～1.5％、 Li_2O を0～5％、 MgO を5～13％及び CaO を4～10％を含むガラス。

(ii) 酸化物基準のモル％で表示した組成が、 SiO_2 を50～74％、 Al_2O_3 を1～10％、 Na_2O を6～14％、 K_2O を3～11％、 Li_2O を0～5％、 MgO を2～15％、 CaO を0～6％及び ZrO_2 を0～5％含有し、 SiO_2 及び Al_2O_3 の含有量の合計が75％以下、 Na_2O 及び K_2O の含有量の合計が12～25％、 MgO 及び CaO の含有量の合計が7～15％であるガラス。

(iii) 酸化物基準のモル％で表示した組成が、 SiO_2 を68～80％、 Al_2O_3 を4～10％、 Na_2O を5～15％、 K_2O を0～1％、 Li_2O を0～5％、 MgO を4～15％及び ZrO_2 を0～1％含有するガラス。

(iv) 酸化物基準のモル％で表示した組成が、 SiO_2 を67～75％、 Al_2O_3 を0～4％、 Na_2O を7～15％、 K_2O を1～9％、 Li_2O を0～5％、 MgO を6～14％及び ZrO_2 を0～1.5％含有し、 SiO_2 及び Al_2O_3 の含有量の合計が71～75％、 Na_2O 及び K_2O の含有量の合計が12～20％であり、 CaO を含有する場合その含有量が1％未満であるガラス。

(v) 酸化物基準のモル％で表示した組成が、 SiO_2 を56～73％、 Al_2O_3 を10～24％、 B_2O_3 を0～6％、 P_2O_5 を0～6％、 Li_2O を2～7％、 Na_2O を3～11％、 K_2O を0～2％、 MgO を0～8％、 CaO を0～2％、 SrO を0～5％、 BaO を0～5％、 ZnO を0～5％、 TiO_2 を0～2％、 ZrO_2 を0～4％含有するガラス。

[0022] <成形装置の構成>

以下、上記した成形装置の一構成例を詳細に説明する。

図2は成形装置100の概略構成図である。図3は図2に示すIII-III線断面を上方から見た模式的な平面図である。

以下の説明において、同じ作用を奏する部材や部位には同じ符号を付与することで、その説明を省略、又は簡略化することがある。また、図面に記載

の態様は、本構成の説明を明瞭にするように模式化されており、実際の製品のサイズや縮尺どおりに正確に表したものではない。

[0023] 図2に示す成形装置100は、水平方向左側から右側に向かう方向を、ガラス板の搬送方向TDとしており、搬送方向TDの上流側から順に予熱ステージ11、成形ステージ13、冷却ステージ15が配置される。また、予熱ステージ11、成形ステージ13、冷却ステージ15は、チャンバ27の内部空間に收容される。チャンバ27内は窒素ガス等の不活性ガスによりパージされ、ガラス成形時に悪影響を及ぼすガスのガス濃度を低下させている。

[0024] チャンバ27は、ガラス板及び下型23をチャンバ27内に搬入する搬入口29と、成形後のガラス板及び下型23を搬出する搬出口31とを有する。搬入口29には図1に示すローディング部19が接続され、同様に搬出口31には図1に示すアンローディング部21が接続される（図示省略）。また、搬入口29と搬出口31には不図示のシャッタが設けられ、ガラス板の搬入、搬出時以外はシャッタを閉じることで、チャンバ27内の雰囲気が一様に維持される。チャンバ27には、複数の開口部101が形成され、それぞれの開口部101には、後述する支持軸37が挿入される。支持軸37とチャンバ27との間は、不図示の蛇腹構造で密封される。チャンバ27は、不活性ガスを密閉する密閉構造の他、不活性ガスを常時供給して、チャンバ27内を陽圧にした半密閉構造であってもよい。

[0025] 図2に示す予熱ステージ11は、ガラス板の搬送面より上方に、ガラス板及び下型23を所望の加熱温度に加熱する上部ヒータ（昇温用加熱部）35が配置される。上部ヒータ35は、下型23に対面して配置され、不図示の固定枠に支持された複数のランプヒータ36を熱源として備えた構成であることが好ましい。ランプヒータ36としては、例えば、赤外線ランプヒータが用いられる。赤外線ランプヒータの中には、例えば、カーボンランプ、ハロゲンランプ等の公知の各種ヒータが使用可能であり、輻射加熱が可能な発熱体であればよい。

[0026] 図3は複数のランプヒータ36の断面図である。

ランプヒータ 36 は、通電により発熱する発熱線材 36 A と、発熱線材 36 A の周囲を囲む石英等の管材 36 B とを有する。管材 36 B の内周面又は外周面には、照射窓 38 を残してセラミックコート層 40 が形成される。照射窓 38 の発熱線材 36 A を中心とする開口角（中心角） θ は、ランプヒータ 36 の中心から被加熱体である下型 23 までの距離 L_d 、ランプヒータ 36 の配置ピッチ L_c に応じて決定され、下型 23 に均等に熱線が照射されるようにする。ここでは一例として、開口角 θ を 60° としている。

[0027] また、上部ヒータ 35 のよる加熱領域（ランプヒータ 36 が配列された領域）は、下型 23 の水平面における外縁よりも広いことが好ましく、その場合、下型 23 の全体を均一に加熱できる。

[0028] 上部ヒータ 35 の上方には、前述した支持軸 37 により支持された水冷板 39 が配置される。上部ヒータ 35 と対向する水冷板 39 の表面には反射膜が設けられることが望ましい。水冷板 39 には冷却水の流路が形成され、支持軸 37 を通じて供給及び排出される冷却水が循環される。この水冷板 39 は、上部ヒータ 35 による下型 23 やガラス板以外の周囲部材への不要な加熱を抑制する。

[0029] 下型 23 の下方には、隙間を有して熱拡散板 41 が配置される。また、熱拡散板 41 の下方には下部ヒータ（昇温用加熱部）43 が配置される。熱拡散板 41 は、熱伝導性に優れた材質からなり、下部ヒータ 43 の発熱を下型 23 に均一に輻射伝熱させる。熱拡散板 41 の材質としては、例えば、炭化タングステン、カーボン、超硬合金、銅、鉄、ステンレス鋼材等が使用可能である。下部ヒータ 43 は、接触加熱式のステージヒータ等が利用可能であるが、上部ヒータ 35 と同じ輻射加熱式の構成にしてもよい。

[0030] また、下部ヒータ 43 の下方には水冷板 47 が配置される。水冷板 47 は、チャンバ 27 の下部に固定された支持体 45 により支持され、下部ヒータ 43 による熱拡散板 41 と下型 23 以外の周囲部材への不要な加熱を抑制する。水冷板 47 は、前述した水冷板 39 と同様な構成であり、支持体 45 から冷却水が供給及び排出される。

- [0031] 冷却ステージ 15 において下型 23 と熱拡散板 41 との間の隙間は、特に限定はされないが、大きすぎると加熱効率が低下し、小さすぎるとガラス板の温度偏差の抑制が困難となるため、隙間の下限値としては 1 mm とする。また、隙間の上限値としては 10 mm とする。
- [0032] 下型 23 のガラス板が載置される上面側と、上部ヒータ 35、水冷板 39 及び支持軸 37 の側方のステージ外周と、を囲むように、断熱枠体 51 が配置される。断熱枠体 51 は、ステージ内に配置される下型 23 に載置されたガラス板の側方を覆う。
- [0033] 断熱枠体 51 は、例えば、珪酸カルシウムを主体とする材料を抄造した断熱ボード等が使用できる。その他にも、例えば、ステンレス鋼材等の金属板であってもよい。断熱枠体は、図 4 に示すように、下型 23 の外周よりも外側の広い範囲を囲む、水平断面が長方形の枠体であることが好ましい。断熱枠体 51 には、枠上部を覆う蓋体を備えていてもよい。
- [0034] また、成形ステージ 13、冷却ステージ 15 においても、同様の構成の断熱枠体 53、55 が配置されることが好ましい。得られるガラス板の成形品質を向上させるには、各ステージ内におけるガラス板の温度偏差を低減することが特に重要である。そのため、各ステージの全てに断熱枠体を備えさせることが好ましい。これによれば、断熱枠体 51、53、55 に覆われた内部空間の温度分布をそれぞれ均一にできる。さらに、断熱枠体 51、53、55 の外側がチャンバ 27 によって囲まれるため、断熱枠体 51、53、55 内では、外部との熱の流入及び流出が生じにくくなり、より均一な温度分布が得られる。これにより、熱効率が向上して、各ステージにおける処理時間を短縮でき、また、各ステージにおけるガラス板の温度偏差を低減できる。
- [0035] 図 4 に示すように、予熱ステージ 11、成形ステージ 13、冷却ステージ 15 には、それぞれ下型 23 が配置される。各下型 23 には、搬送方向 TD に直交する両脇側の側面 23a、23b に、一对の型支持用ロッド 61 がそれぞれ外側に突出して設けられる。それぞれの型支持用ロッド 61 は、下型

23を挟んだ両脇に配置された型搬送部63A、63Bに支持される。型搬送部63A、63Bは、詳細な機構の説明は省略するが、搬送方式がウォーキングビーム方式の搬送機構により、各ステージに沿って配置される複数の下型23を、搬送方向TDに沿って搬送する。

[0036] 図5は下型23を予熱ステージ11から冷却ステージ15に向かう搬送方向TDに沿って搬送する様子を示す模式的な説明図である。

型搬送部63A、63Bは、複数の下型23のそれぞれから突出した型支持用ロッド61を支持し、ウォーキングビーム方式により、複数の下型23を予熱ステージ11から成形ステージ13へ、成形ステージ13から冷却ステージ15へ同時に搬送する。この搬送時における下型23の上下方向の変位は、断熱枠体51、53、55や熱拡散板41等の固定側部材と干渉しない範囲で行われる。

[0037] 次に、図2に示す冷却ステージ15を説明する。

冷却ステージ15の下型23の上方には、熱拡散板65と、予熱ステージ11と同様の上部ヒータ（降温用加熱部）67、水冷板59がこの順に配置される。熱拡散板65は、前述した熱拡散板41と同様の構成である。水冷板59は、チャンバ27の上部に固定され、冷却水の流路が形成された支持軸71によって支持される。

[0038] 冷却ステージ15の下型23の下方には、予熱ステージ11と同様に、熱拡散板73、下部ヒータ（降温用加熱部）75、水冷板77が配置される。水冷板77は、チャンバ27の下部に固定された支持体79により支持され、下部ヒータ75による熱拡散板73と下型23以外の周囲部材への不要な加熱を抑制する。水冷板77は、前述した水冷板39と同様な構成であり、支持体79から冷却水が供給及び排出される。

[0039] 冷却ステージ15の下型23と熱拡散板65との間、及び下型23と熱拡散板73との間は、それぞれ密着させてもよいが、隙間を設けることで下型23の温度分布をより均一にできるため好ましい。

[0040] 次に、図2に示す成形ステージ13を説明する。

図6は成形ステージ13の拡大断面図である。

成形ステージ13の下型23の上方には、上型25、熱拡散板81、上部ヒータ（保温用加熱部）83、断熱板85、水冷板87がこの順で配置される。

[0041] 上型25は不図示のプランジャに接続され、下型23に型締めされる成形位置と、成形位置上方の退避位置との間で昇降移動可能に支持される。上型25は、下型23の搬送時等、成形時以外は退避位置に配置される。また、上型25を成形ステージ13内に固定して、下型23の搬送時に、下型23が上昇することで型締めする構成にしてもよい。その場合、上型移動機構を省略でき、設備コストを低減できる。

[0042] 水冷板87は、チャンバ27の上部に固定された支持軸89により支持され、上部ヒータ83による上型25と熱拡散板81以外の周囲部材への不要な加熱を抑制する。水冷板87は、前述した水冷板39と同様な構成であり、支持軸89から冷却水が供給及び排出される。

[0043] 断熱板85は、例えばセラミックス、ステンレス鋼、ダイス鋼、高速度鋼（ハイス鋼）などの公知の断熱材を用いることができる。金属系の材料を用いる場合には、表面にCrN、TiN、TiAlN等のコーティング処理を施すことが好ましい。また、断熱板85の表面を粗面構造にしてもよい。その場合、水冷板39との間に微小な隙間が生じ、より高い断熱効果が得られる。

[0044] 成形ステージ13の下型23の下方には、熱拡散板91、下部ヒータ（保温用加熱部）93、断熱板85、水冷板97がこの順で配置される。水冷板97は、チャンバ27の下部に固定された支持体99により支持され、下部ヒータ93による熱拡散板91と下型23以外の周囲部材への不要な加熱を抑制する。水冷板97は、前述した水冷板39と同様な構成であり、支持体99から冷却水が供給及び排出される。

[0045] 成形ステージ13の上型25は、上下方向に駆動される不図示のシリンダに取り付けられ、シリンダの駆動によって、上下動可能に支持される。シリ

ンダとしては、エアシリンダ、油圧シリンダ、電動サーボモータ等を使用したサーボシリンダ等を使用できる。

[0046] 成形ステージ１３の上型２５は、熱拡散板８１に面接触されており、上部ヒータ８３からの熱が均等に上型２５に伝わるようになっている。また、成形ステージ３の下型２３は、熱拡散板９１に面接触されており、下部ヒータ９３からの熱が均等に下型２３に伝わるようになっている。なお、成形条件等によっては、上型２５と熱拡散板８１との間、及び下型と熱拡散板９１との間を離間させてもよい。

[0047] 図７の（Ａ）は上型２５の断面図、（Ｂ）は下型２３の成形面１１１を含む断面図である。図８は上型２５を図７の（Ａ）のＢ方向から見た背面図である。

図７の（Ａ）及び図８に示すように、上型２５は環状の突起部１１３を有する。突起部１１３は、図７の（Ｂ）に示す下型２３の成形面１１１の外縁部に対応する上型２５に、下型２３に向けて突出して設けられる。突起部１１３は、上型２５の外周から中心に向けて徐々に突出量が大きくなる傾斜面１１３ａを有する。成形面１１１は、ガラス板の成形形状に合わせた形状にされる。

[0048] 図７の（Ｂ）に示すように、下型２３は、成形面１１１に開口する複数の真空成形用の吸引孔１１５を有する。吸引孔１１５は、不図示の吸引ポンプ等の吸引源に接続される。吸引ポンプの駆動により、所定のタイミングで下型２３とガラス板１７との間の空間内のガスを吸引し、ガラス板１７を成形面１１１に密着させる。

[0049] 下型２３及び上型２５は、カーボン、ステンレス鋼、セラミックス、超硬合金等の素材で構成できる。特に、熱分布を均一化する観点からはカーボンを用いることが好ましい。

[0050] そして、図２に示す予熱ステージ１１、成形ステージ１３、冷却ステージ１５における各上部ヒータ３５，６７，８３及び各下部ヒータ４３，７５，９３は、いずれも不図示の温度制御部に接続され、それぞれ個別の設定温度

にセットされる。温度制御部は、例えば比例制御、P I 制御、P I D 制御等の制御動作により、各ステージで加熱、保温、徐冷処理を実現する。

[0051] なお、上記した成形装置 100 は、ガラス板の搬送方向 T D を水平方向にしているが、例えば鉛直方向等、水平方向から傾斜した方向としてもよい。その場合、下型 23 と上型 25 とが上下に配置されないことがあるが、ガラス板の加熱温度を調整し、ガラス板の粘度を下げすぎなくすることで、重力の影響を抑えながら下型 23 と上型 25 との間で成形できる。

[0052] <ガラス板材の成形手順>

次に、上記構成の成形装置 100 を用いて、ガラス板 17 を曲面形状に成形する具体的な手順と、その作用を説明する。

[0053] 図 1 に示すローディング部 19 の下型 23 に、成形前のガラス板 17 を、不図示のロボットアーム等の移送手段、又は作業者の人手によって載置する。

[0054] ローディング部 19 の下型 23 は、図 4 に示す型搬送部 63 A, 63 B によって、ガラス板 17 を載置したまま予熱ステージ 11 に搬送される。下型 23 は、ガラス板 17 が載置される前に常温よりも高い温度に予め加熱されていると、予熱ステージ 11 での加熱時間を短縮できるため好ましい。例えば、ガラス板 17 が載置される際の下型 23 の温度は、300℃以上であることが好ましく、500℃以上であることがより好ましい。

[0055] (予熱工程)

図 2 に示す予熱ステージ 11 では、上部ヒータ 35 及び下部ヒータ 43 により、下型 23 上のガラス板 17 を目標加熱温度（例えば、500℃～700℃）になるまで加熱する。

[0056] ガラス板 17 のプレス成形に適した温度は、ガラス板 17 自体の組成によって異なるが、温度が低すぎるとガラス板 17 が十分に軟化しない。そのため、予熱ステージ 11 では、好ましくはガラス板 17 のガラス転移点 T_g 以上、より好ましくは $T_g + 40^\circ\text{C}$ 以上、更に好ましくは $T_g + 80^\circ\text{C}$ 以上となるように加熱する。一方、ガラス板 17 の温度が高すぎるとガラス板 17

が過剰に軟化して形状維持に適さない状態となる。したがって、予熱ステージ 11 では、ガラス板 17 を、好ましくは $T_g + 200^{\circ}\text{C}$ 以下、より好ましくは $T_g + 150^{\circ}\text{C}$ 以下、更に好ましくは $T_g + 120^{\circ}\text{C}$ 以下となるように加熱する。

[0057] また、上記と同様の観点から、予熱ステージ 11 では、ガラス板 17 の粘度が、好ましくは $5.22 \times 10^{11} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上、より好ましくは $1.97 \times 10^{10} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上、更に好ましくは $1.81 \times 10^9 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上となるように加熱する。また、予熱ステージ 11 では、ガラス板 17 の粘度が好ましくは $5.94 \times 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下、より好ましくは $4.16 \times 10^7 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下、更に好ましくは $1.65 \times 10^8 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下となるように加熱する。

[0058] 得られるガラス板成形品の面品質の観点からは、予熱ステージ 11 ではガラス板 17 を均一に加熱することが好ましい。つまり、予熱ステージ 11 で加熱中のガラス板 17 の温度偏差を低減することが好ましい。具体的には、予熱ステージ 11 で加熱中のガラス板 17 の温度偏差は好ましくは 30°C 未満、より好ましくは 20°C 未満、更に好ましくは 10°C 未満である。

[0059] また、加熱時の下型 23 のガラス板 17 に接触する領域の温度分布は、好ましくは 30°C 未満、より好ましくは 25°C 未満、更に好ましくは 20°C 未満である。

[0060] (成形工程)

目標加熱温度に加熱されたガラス板 17 は、下型 23 と共に成形ステージ 13 に搬送される。成形ステージ 13 では、加熱されたガラス板 17 にプレス等の外力を付与して所望の形状に成形する。

[0061] 成形ステージ 13 では、退避位置に配置された上型 25 が下降して、下型 23 との間にガラス板 17 を挟み、ガラス板 17 を成形加工する。この成形加工についての詳細は後述する。成形ステージ 13 では、予熱ステージ 11 により加熱されたガラス板 17 の温度が一定に維持されるように、上部ヒータ 83 及び下部ヒータ 93 によって保温される。

[0062] 成形ステージ１３におけるガラス板１７の温度は、上記した予熱ステージ１１における加熱温度からの変動を、２０℃以下に抑えることが好ましい。また、得られるガラス板成形体の面品質の観点からは、成形ステージ１３ではガラス板１７を均一に加熱することが好ましい。具体的には、成形ステージ１３で成形中のガラス板１７の温度偏差は、２０℃以内であることが好ましい。

[0063] ガラス板１７が成形加工されると、上型２５が上昇して退避位置に戻る。そして、下型２３は、成形済みのガラス板１７Ａと共に冷却ステージ１５に搬送される。

[0064] (冷却工程)

冷却ステージ１５では、上部ヒータ６７及び下部ヒータ７５の設定温度が目標加熱温度より低い温度に設定され、ガラス板１７Ａと下型２３が徐冷される。冷却ステージ１５では、加熱、成形されたガラス板１７Ａの形状が安定するまでガラス板１７を徐冷する。

[0065] 冷却ステージ１５では、上部ヒータ６７及び下部ヒータ７５による加熱温度を調整しながら、ガラス板１７Ａを徐冷する。冷却ステージ１５における冷却速度が速すぎると、ガラス板１７Ａに変質や温度偏差が生じやすくなる。そのため、冷却ステージ１５におけるガラス板１７Ａの冷却速度は、好ましくは３０ｓで２０℃、より好ましくは３０℃、更に好ましくは４０℃にする。また、冷却時のガラス板１７Ａの温度分布は、好ましくは３０℃以下、より好ましくは２５℃以下、更に好ましくは２０℃以下にする。

[0066] 徐冷後のガラス板１７Ａは、チャンバ２７の外部に搬送された後、図１に示すように、アンローディング部２１で取り出される。アンローディング部２１では、３００°以上の温度、好ましくは５００℃以上の温度を有する下型に載置された、成形、徐冷後のガラス板１７Ａが、型面から取り出される。ガラス板１７の取り出しは、不図示のロボットアーム等の移送手段による搬出でもよく、作業者の人手による搬出であってもよい。

[0067] <温度分布の均一化効果>

上記したガラス板 1 7, 1 7 A の均一な温度分布は、断熱枠体 5 1, 5 3, 5 5 による熱の閉じ込め効果、及び断熱枠体 5 1, 5 3, 5 5 の外側のチャンバ 2 7 による外部からの高い遮熱効果、更に、熱拡散板 4 1, 6 5, 7 3, 8 1, 9 1 によるヒータの均熱化効果、等の相乗効果によって達成される。また、予熱ステージ 1 1 の上部ヒータ 3 5 による輻射加熱と、下部ヒータ 4 3 からの伝熱加熱、成形ステージ 1 3 の上部ヒータ 8 3 及び下部ヒータ 9 3 からの伝熱加熱、並びに、冷却ステージ時の上部ヒータ 6 7 及び下部ヒータ 7 5 による熱拡散板 6 5, 7 3 を介した輻射加熱によって、各ステージでそれぞれ異なる加熱形態にしている。また、各ステージの上部ヒータ及び下部ヒータは、それぞれ個別の設定温度で加熱可能であり、きめ細かな温度制御が可能になっている。

[0068] このようなステージ毎、ヒータ毎で個別に加熱制御することで、ガラス板 1 7, 1 7 A の温度分布を高いレベルで均一化できる。また、場所に応じた微調整が容易になり、設計通りの加熱処理を正確に実現できる。さらに、加熱雰囲気断熱枠体 5 1, 5 3, 5 5 とチャンバ 2 7 によって覆われることで、外部への熱流出が抑制され、その結果、加熱制御、降温制御の応答性が高められて、所望の温度へ均一に、且つ短時間で到達させることができる。

[0069] また、型搬送部 6 3 A, 6 3 B が、ウォーキングビーム方式で下型 2 3 を搬送する構成であるため、ステージ間の移動速度が高められる。よって、ステージ間での放熱による熱損失が抑えられ、これによっても温度分布の均一化が図れる。

[0070] なお、上記した熱拡散板 4 1, 6 5, 7 3, 8 1, 9 1 は、成形条件によっては配置を省略することもできるが、熱拡散板を設けることにより、各ステージにおけるガラス板 1 7, 1 7 A の温度偏差が小さく抑えられる。

[0071] <成形工程の詳細>

次に、成形ステージ 1 3 におけるガラス板 1 7 の成形方法、及び成形型の構造について詳細に説明する。

[0072] まず、成形に用いるガラス板 1 7 の形状について定義する。

図9はガラス板17の平面図である。

ガラス板17は、ガラス形状の外周縁17aよりも内側のガラス中央部121と、ガラス中央部121の中央部外周121aから外周縁17aまでの間のガラス外周部123とを有する。なお、図9においては外周部123にハッチを付与している。成形工程では、ガラス中央部121の少なくとも一部を曲面形状に成形する。

[0073] (第1の成形方法)

図10A、図10B、図10Cは、図7の(A)、(B)に示す下型23と上型25とを互いに接近させてガラス板17を成形加工する様子を段階的に示す概略工程説明図である。

図10Aに示すように、下型23の成形面111には、ガラス板17の外周縁17aが接触した状態でガラス板17が載置される。この下型23に向けて上型25を下降させると、上型25の突起部113が、下型23に載置されたガラス板17に接触する。

[0074] 上型25は、ガラス板17に接触する部分と、接触しない部分とを有し、突起部113の傾斜面113aだけがガラス板17のガラス外周部123に接触する。そして、図10Bに示すように、上型25が更に下降すると、突起部113の傾斜面113aの傾斜によって、ガラス板17が下側に凸となる形状にプレスされる。つまり、上型25は、ガラス板17に環状に接触するだけでも、ガラス板17を下型23に向けて変形させることができる。また、ガラス板17は、自身の自重によっても下側に撓み、下型23の成形面111に沿うように変形する。

[0075] 次に、図10Cに示すように、吸引孔115から負圧を供給することでガラス板17を成形面111に真空吸着させる。これにより、ガラス板17が成形面111に密着して、ガラス板17に成形面111の曲面形状が転写される。よって、プレス成形のみではガラス板17と成形面111とが密着しにくい部分も、確実に密着させることができ、プレス成形のみでは困難となる複雑な形状であっても容易に成形可能となる。

[0076] 吸引孔 115 の位置、個数、大きさ等は特に限定されないが、成形面 111 において、プレス成形のみではガラス板 17 を密着させにくい部分に吸引孔 115 を形成することが好ましい。また、吸引孔 115 の大きさは、ガラス板 17 に吸引孔 115 の痕跡が残存しない、又は残存しても目立たない程度に適宜調整することが好ましい。

[0077] 通常、ガラス板のプレス成形においては、ガラス板の全面を成形型に接触させた状態で挟み込んで成形する。そのため、得られるガラス板成形品の面品質を確保するため、比較的低い温度で成形している。そのため、ガラス板を所望の形状に変形させるには、比較的長い時間を要していた。そのため、複雑な形状を成形する場合は面品質を確保できる低温域で成形が困難となっていた。一方、上記構成の下型 23 と上型 25 を用いて成形する場合には、上型 25 がガラス板 17 のガラス中央部 121 に接触することがない。このため、比較的高い温度で成形しても、ガラス中央部 121 に成形型との接触による面荒れ等の悪影響が及ぶことなく、面品質の優れたガラス板成形品が得られる。このように、本構成の成形ステージ 13 では、比較的高温での成形が可能であるため、短時間で成形を完了できる。すなわち、上記の成形型を用いれば、面品質に優れたガラス板成形品が短時間で得られる。

[0078] なお、本構成の下型 23 及び上型 25 は、ガラス中央部 121 の全体が一定の曲率で屈曲したガラス板成形品を得るための型であるが、下型 23 及び上型 25 の形状は、図示例の形状に限らない。下型 23 及び上型 25 の形状は、成形する目標形状に応じて、適宜変更が可能である。

[0079] 本構成の下型 23 及び上型 25 は、プレス成形、真空成形、及び重力による自重曲げ成形を組み合わせた成形を実現するが、材料や成形条件等によっては、真空成形を除いたプレス成形及び重量による成形だけでも成形が可能である。

[0080] (第 2 の成形方法)

第 1 の成形方法では、プレス成形、真空成形、自重曲げ成形との 3 種類の成形を組み合わせているが、第 2 の成形方法では、更に圧空成形を組み合わ

せる。

[0081] 図 1 1 は第 2 の成形方法によりガラス板 1 7 を成形加工する様子の概略を示す工程説明図である。この場合の成形型は、上型 2 5 A の環状の突起部 1 1 3 の内側に、圧空成形用のガス噴出孔 1 2 5 が形成されたこと以外は、第 1 の成形方法の成形型と同様の構成である。

[0082] ガス噴出孔 1 2 5 は、通常、上型 2 5 A のガラス板 1 7 に接触しない部分に設けられる。ガス噴出孔 1 2 5 の個数、大きさ等は特に限定されない。

[0083] 上記構成の下型 2 3 及び上型 2 5 A を用いて、プレス成形と圧空成形を併用する場合は、上型 2 5 A の突起部 1 1 3 をガラス板 1 7 のガラス外周部 1 2 3 に接触させた後、ガス噴出孔 1 2 5 からガスを噴出する。すると、ガラス板 1 7 は下型 2 3 の成形面 1 1 1 に押し当てられる。つまり、突起部 1 1 3 は環状に形成され、ガラス板 1 7 との接触も環状になるため、下型 2 3 の成形面 1 1 1 とガラス板 1 7 との間に閉空間 1 2 9 が形成される。この閉空間 1 2 9 にガスが供給され、閉空間 1 2 9 内の圧力が陽圧になる。これによってガラス板 1 7 が成形面 1 1 1 に押圧される。

[0084] また、上記の圧空成形と共に、前述した真空成形、重力による成形も同時に実施されることで、ガラス板 1 7 を成形面 1 1 1 に、より速く、より確実に沿わせることができ、成形完了までの所要時間を短縮できる。このように、プレス成形に、真空成形、圧空成形、自重曲げ成形の少なくともいずれかを組み合わせることにより、複雑な形状の成形が簡単に実現でき、成形時間を更に短縮できる。

[0085] また、真空成形、圧空成形は、プレス成形の実施中に、任意のタイミングで行うことができ、実施順は、プレス成形、真空成形、圧空成形の順であってもよく、プレス成形、圧空成形、真空成形の順であってもよい。プレス成形を真空成形と圧空成形より先に実施することで、ガラス板 1 7 の成形面 1 1 1 に対する位置決めをより確実に行える。

[0086] また、各成形を同時に実施することで、ガラス板 1 7 と成形面 1 1 1 との密着性をより向上でき、ガラス板 1 7 にしわが生じやすい形状の加工も容易

となる。

[0087] <他の成形装置の構成例>

上記のガラス板の成形装置 100 は、予熱ステージ 11、及び冷却ステージ 15 をそれぞれ複数備えた構成にしてもよい。

図 12 は複数の予熱ステージ 11 と、成形ステージ 13 と、複数の冷却ステージ 15 とを備える成形装置 200 の概略構成図である。

[0088] 予熱ステージ 11 は、下型 23 の搬送方向 TD に沿って 4 箇所 (PH1 ~ PH4) に設けられ、冷却ステージ 15 は、下型 23 の搬送方向 TD に沿って 4 箇所 (C1 ~ C4) に設けられる。成形ステージ 13 は、予熱ステージ 11 と冷却ステージ 15 との間の 1 箇所 (PM1) に設けられる。

[0089] 予熱ステージ 11 の PH1 ~ PH4 は、搬送方向 TD に沿って段階的に加熱温度が高く設定される。これにより、下型 23 とガラス板 17 とは、搬送方向 TD へ搬送するにつれて徐々に昇温し、成形温度である目標加熱温度に達するまで加熱される。

[0090] 冷却ステージ 15 の C1 ~ C4 は、搬送方向 TD に沿って段階的に加熱温度が低く設定される。これにより、下型 23 とガラス板 17 とは、搬送方向 TD へ搬送するにつれて徐々に降温し、目標加熱温度からの徐冷が施される。

[0091] 図 13 は予熱ステージ 11、成形ステージ 13、冷却ステージ 15 における下型 23 とガラス板 17 の温度変化の一例を示すグラフである。

図 12 に示すローディング部 19 (LD) から予熱ステージ 11 の PH1 に供給されたガラス板 17 は、予め所定の温度 T_c まで加熱された下型 23 に載置され、室温 T_{RM} から加熱される。下型 23 とガラス板 17 は、PH2, PH3, PH4 へ搬送されるにつれて温度が上昇し、成形ステージ 13 (PM) に搬送される前に成形温度である目標加熱温度 T_{PM} に達する。

[0092] 成形ステージ 13 (PM) では、ガラス板 17 が、目標加熱温度 T_{PM} の一定温度で保持されながら成形される。

[0093] 成形後、冷却ステージ 15 の C1 ~ C4 に搬送され、下型 23 と成形後の

ガラス板 17A の温度は徐々に低下する。C4 から図 12 に示すアンローディング部 21 (ULD) に搬送されたガラス板 17A は、自然放冷される。

[0094] 予熱ステージ 11 と冷却ステージ 15 の各ステージでは、それぞれのステージで下型 23 とガラス板 17, 17A とが均一に設定温度になるように温度管理される。ステージの数は多いほど、温度の変化幅を広くできる。また、タクトタイムの観点からは、ステージの数を減らすことが好ましい。各ステージの数は、加工対象となるガラス板のサイズや、加工形状等に応じて適宜設定される。例えば、ガラス板のサイズが大きい場合や複雑な形状の成形を行う場合は、急激な温度変化を避けるため、予熱ステージ 11 及び冷却ステージ 15 の数を増やすことが好ましい。

[0095] 図 14 は参考例としての従来の成形装置の概図である。

従来の成形装置では、ガラス板 17 を下型 131 と上型 135 とによって全面プレスする構成であり、加熱温度が前述した成形温度 (目標設定温度) よりも低く設定される。そのため、ガラス板 17 を、成形形状が安定するまで型締め状態で保持させる必要がある。その結果、成形時間 T_{PM2} が図 13 に示す成形時間 T_{PM1} より長くなる。

[0096] 一方、図 12 に示す本構成の成形装置 200 は、ガラス外周のみに接触するプレス成形と、真空成形、圧空成形、重力による成形とを組み合わせるガラス板 17 を成形するため、加熱温度を従来よりも高い温度にまで設定でき、しかも、各成形の相乗効果によって成形型の成形面にガラス板が密着し、成形形状がいち早く安定する。つまり、ガラス板のスプリングバックが生じにくくなる。これにより、成形ステージ 13 は 1 つのステージだけで済み、設備コストを削減でき、スループットが向上する。

[0097] また、下型 23 の温度を予め所定の温度 T_c まで加熱しておくことで、目標設定温度までの到達時間をより短縮でき、タクトタイムを短縮できる。

[0098] 図 15 は図 12 に示す成形装置 200 の他の構成例を示す成形装置 300 の概図である。

本構成の成形装置 300 は、図 12 に示す予熱ステージ 11、成形ステー

ジ 1 3、及び冷却ステージ 1 5 を有する複数の成形ラインを備える。成形装置 3 0 0 は、図 1 5 において、第 1 成形ライン 1 4 1 と、第 2 成形ライン 1 4 3 との 2 ラインを備えた構成を示しているが、3 ライン以上備えていてもよい。

[0099] 成形装置 3 0 0 の第 1 成形ライン 1 4 1 のローディング部 1 9 は、第 2 成形ライン 1 4 3 のアンローディング部 2 1 に接続され、第 1 成形ライン 1 4 1 のアンローディング部 2 1 は、第 2 成形ライン 1 4 3 のローディング部 1 9 に接続される。そして、第 1 成形ライン 1 4 1 の下型 2 3 と第 2 成形ライン 1 4 3 の各下型 2 3 は、それぞれに共通に使用され、各ラインを循環する。

[0100] 本構成によれば、一方の成形ラインのアンローディング部 2 1 に搬送された下型 2 3 を、他方の成形ラインのローディング部 1 9 に戻すことで、型温度の低下が抑えられ、成形装置 3 0 0 の稼働時には、常に所定の温度 T_c 以上に維持される。よって、下型 2 3 の温度変化幅が小さくなり、下型 2 3 への温度サイクル負荷を軽減できる。また、加熱のためのエネルギー消費が抑えられ、ランニングコストを低減できる。

[0101] さらに、複数の成形ラインを直列に配置する構成と比較して、成形装置 2 0 0 の設置スペースを小さくでき、これによっても設備コストを削減できる。

[0102] <成形工程の詳細>

次に、成形ステージ 1 3 での成形工程における好ましい成形条件について説明する。

本構成の成形装置 1 0 0、2 0 0、3 0 0 においては、以下に示す成形条件に基づいてガラス板を成形することが好ましい。

[0103] (加圧条件)

プレス成形では、図 9 に示すガラス板 1 7 のガラス中央部 1 2 1 とガラス外周部 1 2 3 のそれぞれの領域に異なる圧力を付与してガラス板 1 7 をプレス成形する。具体的には、真空成形、圧空成形を実施しない場合、ガラス中

中央部 121 に付与する圧力 P_{ct} は、 $0 \sim 0.1 \text{ MPa}$ であり、ガラス外周部 123 に付与する圧力 P_{eg} は、 $0.1 \sim 10 \text{ MPa}$ であることが好ましい。

[0104] 真空成形、圧空成形を実施しない場合、ガラス板 17 のガラス中央部 121 には、重力以外の圧力は作用しない。一方、ガラス板 17 のガラス外周部 123 には、ガラス中央部 121 より高い圧力が付与されて、ガラス板 17 が成形型に固定される。これにより、ガラス板 17 の位置ずれのない安定したプレス成形が行える。また、ガラス板 17 と接触する突起部 113 や成形面 111 (図 7 の (A), (B) 参照) の傾斜方向、傾斜角度によって、プレス成形によるガラス板 17 の変形方向 (下に凸又は上に凸)、変形量を決定できる。

[0105] ガラス板 17 を、プレス成形と真空成形を併用して成形する場合、プレスによりガラス中央部 121 に付与する圧力 P_{ct} は、 $0 \sim 0.1 \text{ MPa}$ であり、ガラス外周部 123 に付与する圧力 P_{eg} は、 $0.1 \sim 10 \text{ MPa}$ であることが好ましい。そして、プレス成形と真空成形によるガラス板 17 へ付与する圧力の合計は、ガラス外周部 123 の圧力 P_{eg} が、ガラス中央部 121 の圧力 P_{ct} より高い圧力 ($P_{eg} > P_{ct}$) にする。

[0106] さらに、ガラス板 17 を、プレス成形と真空成形と圧空成形とを併用して成形する場合、プレスによりガラス中央部 121 に付与する圧力 P_{ct} は、 $0 \sim 0.1 \text{ MPa}$ であり、ガラス外周部 123 に付与する圧力 P_{eg} は、 $0.1 \text{ MPa} \sim 10 \text{ MPa}$ であることが好ましい。そして、プレス成形と真空成形と圧空成形によるガラス板 17 へ付与する圧力の合計は、ガラス外周部 123 の圧力 P_{eg} が、ガラス中央部 121 の圧力 P_{ct} より高い圧力 ($P_{eg} > P_{ct}$) にする。この場合、ガラス中央部 121 には真空成形に加えて圧空成形による圧力も付与されるため、プレス成形と真空成形だけの場合よりもガラス中央部に付与される圧力は大きい。

[0107] 上記条件は、プレス成形前後に自重成形による曲げ効果を含んでいてもよく、含まれてなくてもよい。

[0108] (ガラス板の温度)

ガラス板 17 を所望の形状に成形する際、成形時の温度の下限値は、好ましくは 400℃、より好ましくは $T_g + 40^\circ\text{C}$ 、更に好ましくは $T_g + 80^\circ\text{C}$ である。また成形時の温度の上限値は、好ましくは 750℃、より好ましくは 680℃、更に好ましくは 650℃である。

[0109] 成形温度を上記範囲にすることで、ガラス板 17 の成形形状が短時間で保持され、成形時間を短縮できる。

[0110] (ガラス板の粘性)

ガラス板 17 を所望の形状に成形する際、成形時のガラス板 17 の粘性は、上記したガラス板 17 の材種等により異なるが、成形性の観点からは $1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下が好ましい。

[0111] 特に、成形性の指標となる $\phi (= \int (P/\rho) dt$ 、[P : 面内圧力、 ρ : 粘性]) が、ガラス板のガラス外周部で $1 \times 10^{-8.7} \sim 1 \times 10^{2.5}$ 、ガラス中央部で $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{-0.5} \text{ eg}$ であることが好ましい。

[0112] (ガラス板の寸法精度)

上記した製造装置及び成形方法によれば、形状精度に優れたガラス板成形体を得られる。ガラス板成形体の形状品質の評価指標としては、例えば、設計形状（デザイン面）と比較した面内形状偏差が挙げられる。

[0113] 面内形状偏差とは、設計形状に沿って法線を設定したとき、ガラス板成形体の形状を、法線方向におけるデザイン面からの距離の絶対値が面内で最小になるように曲面近似を行い、その曲面近似された面とデザイン面との法線方向のずれ量の偏差値を面内形状偏差と定義する。

[0114] 本構成の製造装置及び成形方法により得られるガラス板成形体は、面内形状偏差が好ましくは 0.6 mm 以下、より好ましくは 0.4 mm 以下である。

実施例

[0115] 表 1 にガラス板の成形条件と、その成形結果を纏めて示す。

図 1 に示す成形装置を用いて、寸法 100×50 mm（厚さ $t = 1.1 \text{ mm}$ ）のガラス板（素材：ドラゴントレイル（登録商標））を、自重曲げのみ

の成形、全面プレス成形、ガラス外周部をプレスするエッジプレス成形のプレス成形のみ、プレス成形及び真空成形とを組み合わせた成形、の各成形法により成形した。

[0116] ガラス板の成形形状は、図16の(A)に示す単一の曲率半径を有する試験例1、2と、図16の(B)に示すS字形状の試験例3と、図16の(C)に示すJ字形状の試験例4とした。試験例1の曲率半径Rは2000mm、試験例2の曲率半径Rは800mmである。また、S字形の試験例3の曲率半径は、一方の端部から順にR1が2000mm、R2が100mm、R3が2000mmである。J字形の試験例4は、平坦状から曲率半径Rが50mmの曲面が接続された形状を有する。

[0117] それぞれの成形法により得られた成形体を、成形のタクトタイム、形状精度、面品質に関して評価した。評価基準は以下に示す通りである。・タクトタイム（成形に要する時間）

◎：30s未満

○：30s以上、100s未満

△：100s以上、200s未満

▲：200s以上、500s未満

×：501s以上

[0118] ・形状精度（デザイン形状からの偏差）

◎：0.2mm未満

○：0.2mm以上、0.4mm未満

△：0.4mm以上、0.6mm未満

▲：0.6mm以上、0.8mm未満

×：1.0mm以上

[0119] ・面品質（画像処理による計数される欠点の数）

◎：0～5個

○：6～10個

△：11～50個

▲ : 51 ~ 100個

× : 101個以上

[0120]

[表1]

表1

	ガラス板の成形形状		自重曲げ成形	全面プレス成形	エッジプレス成形	
					プレスのみ	プレス+真空
試験例1	単曲形	R2000	x/o/o	o/o/Δ	o/o/⊙	o/o/o
試験例2		R800	x/o/o	o/o/Δ	o/o/⊙	o/o/o
試験例3	S字形	R2000-R100-R2000	x/x/x	o/o/▲	x/x/x	o/o/o
試験例4	J字形	R∞-R50	x/x/x	o/o/▲	x/x/x	o/o/o

※タクトタイム／形状精度／面品質

[0121] 自重曲げ成形だけの場合、いずれの試験例もタクトタイムを速めることができなかった。

全面プレス成形の場合、ガラス板の全面が成形型と接触するため、成形後のガラス表面の表面粗さが増大して、面品質が低下した。

[0122] エッジプレス成形の場合は、単曲形の試験例 1, 2 は、タクトタイム、形状精度が良好で、特に面品質に優れる結果になった。しかし、成形形状が比較的複雑となる試験例 3, 4 では、タクトタイム、形状精度、面品質のいずれも NG となった。

[0123] 一方、エッジプレス成形でプレス成形と真空成形を組み合わせた場合には、全ての試験例 1 ~ 4 において良好な結果が得られた。

[0124] このように、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

[0125] 以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

(1) ガラス板を加熱して所望の形状に成形するガラス板の成形装置であって、

少なくとも一部に曲面形状を有する成形面が形成され、前記成形面に前記ガラス板が支持される第 1 成形型と、

前記第 1 成形型に型締めされる少なくとも 1 つの第 2 成形型と、

前記第 1 成形型に支持された前記ガラス板を加熱する少なくとも 1 つの予熱ステージと、

前記第 1 成形型に対面して前記第 2 成形型が配置され、加熱された前記ガラス板を前記第 1 成形型と前記第 2 成形型との間で成形する少なくとも 1 つの成形ステージと、

成形後の前記ガラス板を徐冷する少なくとも 1 つの冷却ステージと、

前記第 1 成形型を前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージの順に搬送する型搬送部と、を備え、

前記ガラス板は、ガラス形状外周縁よりも内側のガラス中央部、及び前記ガラス中央部の外周から前記ガラス形状外周縁までの間のガラス外周部を有し、

前記成形ステージの前記第2成形型は、前記第1成形型との間で前記ガラス板に前記ガラス外周部だけで接触するガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、第1成形型と第2成形型との間で、ガラス板をガラス外周部だけでプレスするため、第2成形型側のガラス中央部は型面と接触することがない。したがって、ガラス中央部の面品質を高めて成形でき、また、ガラス面に成形型が全面接触するプレス成形と比較して、高い温度での成形が可能となる。これにより、短時間で成形を完了させることができ、タクトタイムを短縮できる。

[0126] (2) 前記第1成形型は、前記成形面に開口する真空成形用の吸引孔を有する(1)に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、吸引孔からの吸引によってガラス板を成形面に強制的に密着させることができ、ガラス板への成形面の形状転写を、より確実に、しかも高速に実施できる。

[0127] (3) 前記第2成形型は、前記第1成形型に向けて突出する環状の突起部と、前記環状の突起部の内側に配置され、圧空成形用のガスを噴出するガス噴出孔と、を有する(1)又は(2)に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、ガス噴出孔からのガス圧の供給によってガラス板を成形面に強制的に密着させることができ、ガラス板への成形面の形状転写を、より確実に、しかも高速に実施できる。

[0128] (4) 前記第1成形型は、前記第2成形型の鉛直方向下側に配置された(1)～(3)のいずれか1つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、軟化したガラス板を、その自重によって成形面に密着させることができる。

[0129] (5) 前記予熱ステージに設けられ、前記第1成形型と前記ガラス板とを所望の加熱温度に加熱する昇温用加熱部と、

前記成形ステージに設けられ、前記第 2 成形型と前記第 1 成形型の温度を前記加熱温度に保持し、前記ガラス板を所望の成形温度に保持する保温用加熱部と、

前記冷却ステージに設けられ、前記第 1 成形型と前記ガラス板の温度を、前記第 1 成形型と前記ガラス板を加熱しながら前記加熱温度より低い温度にする降温用加熱部と、を備える (1) ~ (4) のいずれか 1 つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、各ステージの温度をそれぞれの加熱部により高精度に設定できる。

[0130] (6) 前記昇温用加熱部、前記保温用加熱部、前記降温用加熱部の少なくともいずれかは、複数の輻射加熱用のランプヒータを熱源とする (5) に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、複数のランプヒータを駆動することで、きめ細かに加熱制御でき、しかも、輻射熱を利用した加熱によってガラス板と成形型とを均一な温度分布に制御できる。

[0131] (7) 前記昇温用加熱部、前記保温用加熱部、前記降温用加熱部の少なくともいずれかは、複数の接触加熱用のステージヒータを熱源とする (5) に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、接触加熱用のステージヒータを用いることで、高効率で均一な温度制御が行える。

[0132] (8) 前記保温用加熱部と前記降温用加熱部の少なくともいずれかは、前記ステージヒータと前記第 1 成形型との間に熱拡散板が配置された (7) に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、熱拡散板を介して第 1 成形型を加熱するため、ヒータからの熱が熱拡散板の板面内で均一に拡散され、熱拡散板に対面するガラス板や成形型の温度をより均一にできる。

[0133] (9) 前記冷却ステージでは、前記降温用加熱部が前記第 1 成形型に直接接触しない位置に配置された、(5) ~ (7) のいずれか 1 つに記載のガラ

ス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、降温用加熱部を第1成形型に直接接触させず、輻射熱のみで温度制御することで、より高精度な温度管理が可能となる。

- [0134] (10) 前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージの少なくともいずれかは、それぞれのステージ外周を囲み、ステージ内に配置される前記第1成形型に支持された前記ガラス板の側方を覆う断熱枠体が配置された(1)～(9)のいずれか1つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、断熱枠体で囲まれた領域内が均一な温度に保持される。また、断熱枠体の内外への熱流入が抑えられるため、加熱による温度制御の応答性が高くなる。

- [0135] (11) 前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージの全てに、前記断熱枠体が配置され、

前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージを内部空間に収容するチャンバを備える(10)に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、各ステージにおける温度制御を正確に実施でき、成形後のガラス板の品質を向上できる。また、チャンバにより各断熱枠体の熱流入が更に抑えられ、断熱枠体で囲まれた領域内をより均一な温度にできる。

- [0136] (12) 前記チャンバの内部空間は、不活性ガスで満たされる(11)に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、成形時にガラス板に悪影響を及ぼすガスのガス濃度を低下でき、ガラス板の変質を防止できる。

- [0137] (13) 前記第1成形型及び前記第2成形型は、カーボン製である(1)～(12)のいずれか1つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、カーボン製の成形型にすることで、型の軽量化、高寿命化が図れる。

- [0138] (14) 複数の前記予熱ステージが前記第1成形型の搬送方向に沿って配

置され、前記搬送方向に沿って段階的に前記予熱ステージの加熱温度が高く設定される（１）～（１３）のいずれか１つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、各予熱ステージで均一な温度分布状態にしながら段階的に加熱を進められるため、１つの予熱ステージで所望の目標加熱温度まで加熱する場合と比較して、加熱途中の温度ムラを小さくできる。

[0139] （１５） 複数の前記冷却ステージが前記第１成形型の搬送方向に沿って配置され、前記搬送方向に沿って段階的に前記冷却ステージの加熱温度が低く設定される（１）～（１４）のいずれか１つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、各冷却ステージで均一な温度分布状態にしながら段階的に冷却を進められるため、１つの冷却ステージで所望の温度まで冷却する場合と比較して、冷却途中の温度ムラを小さくできる。

[0140] （１６） 前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージに沿って複数の前記第１成形型が配置され、

前記型搬送部は、複数の前記第１成形型を、前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージのそれぞれに同時に搬入及び搬出させる（１）～（１５）のいずれか１つに記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、一度に複数の第１成形型とガラス板とを搬送できるため、成形効率を高めて、スループットを向上できる。

[0141] （１７） 前記型搬送部の前記第１成形型の搬送方式がウォーキングビーム方式である（１６）に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、搬送機構が複雑化せず、安定した第１成形型の搬送が可能となる。

[0142] （１８） 前記予熱ステージと、前記成形ステージと、前記冷却ステージとを含む複数の成形ラインを備え、

前記成形ラインのそれぞれは、前記予熱ステージに前記第１成形型と成形前の前記ガラス板とが搬入されるローディング部と、前記冷却ステージから前記第１成形型と成形後の前記ガラス板とが搬出されるアンローディング部

と、を更に備え、

いずれかの前記成形ラインの前記ローディング部と、当該成形ラインとは異なる他の成形ラインの前記アンローディング部とが接続されて、前記第1成形型が複数の前記成形ラインで循環して使用される(16)又は(17)に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、複数の成形ラインで第1成形型を共通に循環させることで、設備コストを低減でき、第1成形型の温度を目標加熱温度から大きく低下するのを抑制できる。これにより、第1成形型の熱ストレスを軽減できる。また、加熱エネルギーの増加が抑えられ、ランニングコストを低減できる。

[0143] (19) 前記ローディング部と前記アンローディング部における、前記第1成形型の上に前記ガラス板を受け渡す際の前記第1成形型の温度は300℃以上である、(18)に記載のガラス板の成形装置。

このガラス板の成形装置によれば、300℃以上の高温状態のままガラス板の受け渡しを実施するため、常温近くで受け渡しする場合と比較して、ガラス板の加熱時間や冷却時間を短縮でき、成形のタクトタイムをより短縮できる。

[0144] 本出願は、2019年2月8日出願の日本特許出願(特願2019-21561)に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

[0145] 11 予熱ステージ
13 成形ステージ
15 冷却ステージ
17, 17A ガラス板
17a 外周縁
23 下型(第1成形型)
25, 25A 上型(第2成形型)

- 2 7 チャンバ
- 3 5 上部ヒータ（昇温用加熱部）
- 3 6 ランプヒータ
- 4 1 熱拡散板
- 4 3 下部ヒータ（昇温用加熱部）
- 5 1, 5 3, 5 5 断熱枠体
- 6 3 A, 6 3 B 型搬送部
- 6 5 熱拡散板
- 6 7 上部ヒータ（降温用加熱部）
- 7 3 熱拡散板
- 7 5 下部ヒータ（降温用加熱部）
- 8 1 熱拡散板
- 8 3 上部ヒータ（保温用加熱部）
- 9 1 熱拡散板
- 9 3 下部ヒータ（保温用加熱部）
- 1 0 0 成形装置
- 1 1 1 成形面
- 1 1 3 突起部
- 1 1 3 a 傾斜面
- 1 1 5 吸引孔
- 1 2 1 ガラス中央部
- 1 2 1 a 中央部外周
- 1 2 3 ガラス外周部
- 1 2 5 ガス噴出孔
- 1 3 1 下型（第 1 成形型）
- 1 3 5 上型（第 2 成形型）
- 1 4 1 第 1 成形ライン（成形ライン）
- 1 4 3 第 2 成形ライン（成形ライン）

請求の範囲

- [請求項1] ガラス板を加熱して所望の形状に成形するガラス板の成形装置であって、
- 少なくとも一部に曲面形状を有する成形面が形成され、前記成形面に前記ガラス板が支持される第1成形型と、
- 前記第1成形型に型締めされる少なくとも1つの第2成形型と、
- 前記第1成形型に支持された前記ガラス板を加熱する少なくとも1つの予熱ステージと、
- 前記第1成形型に対面して前記第2成形型が配置され、加熱された前記ガラス板を前記第1成形型と前記第2成形型との間で成形する少なくとも1つの成形ステージと、
- 成形後の前記ガラス板を徐冷する少なくとも1つの冷却ステージと、
- 、
- 前記第1成形型を前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージの順に搬送する型搬送部と、を備え、
- 前記ガラス板は、ガラス形状外周縁よりも内側のガラス中央部、及び前記ガラス中央部の外周から前記ガラス形状外周縁までの間のガラス外周部を有し、
- 前記成形ステージの前記第2成形型は、前記第1成形型との間で前記ガラス板に前記ガラス外周部だけで接触するガラス板の成形装置。
- [請求項2] 前記第1成形型は、前記成形面に開口する真空成形用の吸引孔を有する請求項1に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項3] 前記第2成形型は、前記第1成形型に向けて突出する環状の突起部と、前記環状の突起部の内側に配置され、圧空成形用のガスを噴出するガス噴出孔と、を有する請求項1又は2に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項4] 前記第1成形型は、前記第2成形型の鉛直方向下側に配置された請求項1～3のいずれか1項に記載のガラス板の成形装置。

- [請求項5] 前記予熱ステージに設けられ、前記第1成形型と前記ガラス板とを所望の加熱温度に加熱する昇温用加熱部と、
- 前記成形ステージに設けられ、前記第2成形型と前記第1成形型の温度を前記加熱温度に保持し、前記ガラス板を所望の成形温度に保持する保温用加熱部と、
- 前記冷却ステージに設けられ、前記第1成形型と前記ガラス板の温度を、前記第1成形型と前記ガラス板を加熱しながら前記加熱温度より低い温度にする降温用加熱部と、を備える請求項1～4のいずれか1項に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項6] 前記昇温用加熱部、前記保温用加熱部、前記降温用加熱部の少なくともいずれかは、複数の輻射加熱用のランプヒータを熱源とする請求項5に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項7] 前記昇温用加熱部、前記保温用加熱部、前記降温用加熱部の少なくともいずれかは、複数の接触加熱用のステージヒータを熱源とする請求項5に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項8] 前記保温用加熱部と前記降温用加熱部の少なくともいずれかは、前記ステージヒータと前記第1成形型との間に熱拡散板が配置された請求項7に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項9] 前記冷却ステージでは、前記降温用加熱部が前記第1成形型に直接接触しない位置に配置された、請求項5～7のいずれか1項に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項10] 前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージの少なくともいずれかは、それぞれのステージ外周を囲み、ステージ内に配置される前記第1成形型に支持された前記ガラス板の側方を覆う断熱枠体が配置された請求項1～9のいずれか1項に記載のガラス板の成形装置。
- [請求項11] 前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージの全てに、前記断熱枠体が配置され、

前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージを内部空間に収容するチャンバを備える請求項 10 に記載のガラス板の成形装置。

[請求項12] 前記チャンバの内部空間は、不活性ガスで満たされる請求項 11 に記載のガラス板の成形装置。

[請求項13] 前記第 1 成形型及び前記第 2 成形型は、カーボン製である請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載のガラス板の成形装置。

[請求項14] 複数の前記予熱ステージが前記第 1 成形型の搬送方向に沿って配置され、前記搬送方向に沿って段階的に前記予熱ステージの加熱温度が高く設定される請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載のガラス板の成形装置。

[請求項15] 複数の前記冷却ステージが前記第 1 成形型の搬送方向に沿って配置され、前記搬送方向に沿って段階的に前記冷却ステージの加熱温度が低く設定される請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載のガラス板の成形装置。

[請求項16] 前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージに沿って複数の前記第 1 成形型が配置され、

前記型搬送部は、複数の前記第 1 成形型を、前記予熱ステージ、前記成形ステージ、前記冷却ステージのそれぞれに同時に搬入及び搬出させる請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載のガラス板の成形装置。

[請求項17] 前記型搬送部の前記第 1 成形型の搬送方式がウォーキングビーム方式である請求項 16 に記載のガラス板の成形装置。

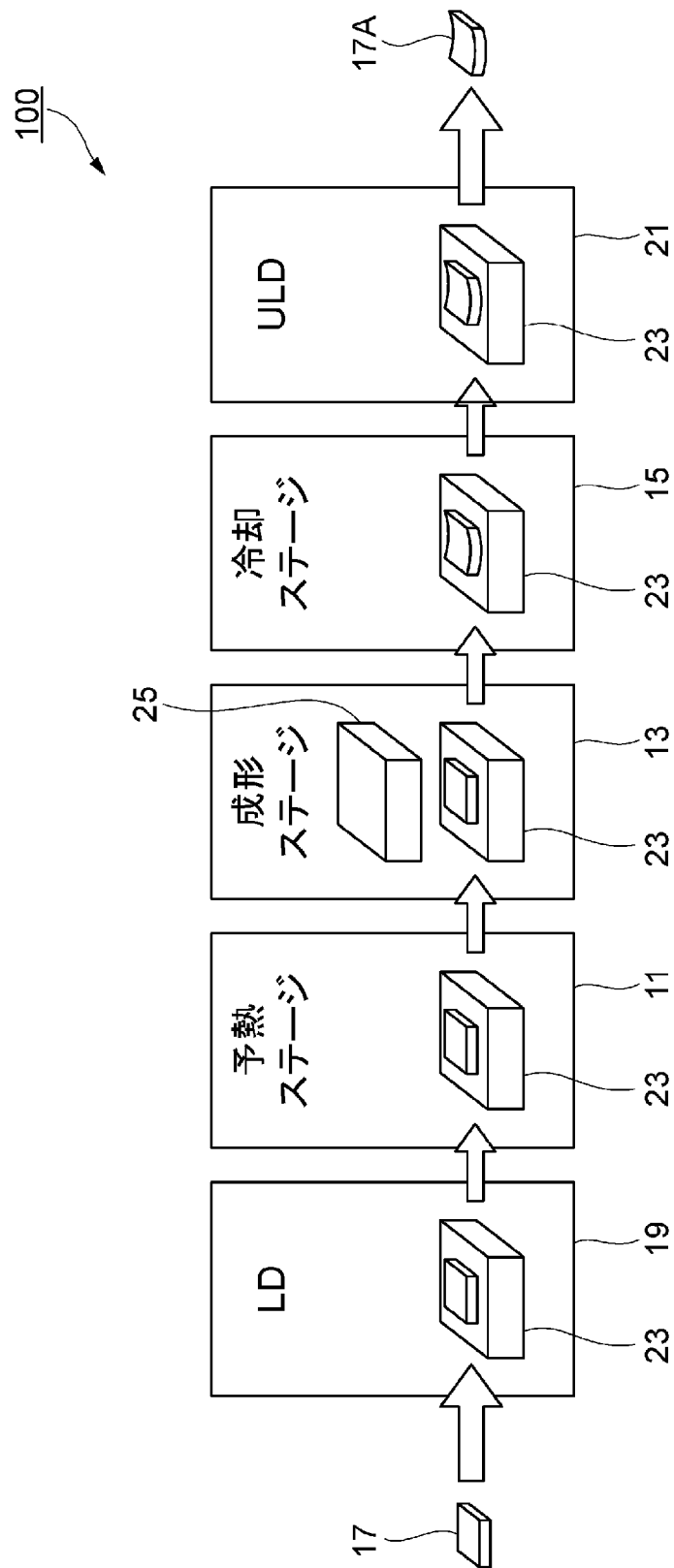
[請求項18] 前記予熱ステージと、前記成形ステージと、前記冷却ステージとを含む複数の成形ラインを備え、

前記成形ラインのそれぞれは、前記予熱ステージに前記第 1 成形型と成形前の前記ガラス板とが搬入されるローディング部と、前記冷却ステージから前記第 1 成形型と成形後の前記ガラス板とが搬出されるアンローディング部と、を更に備え、

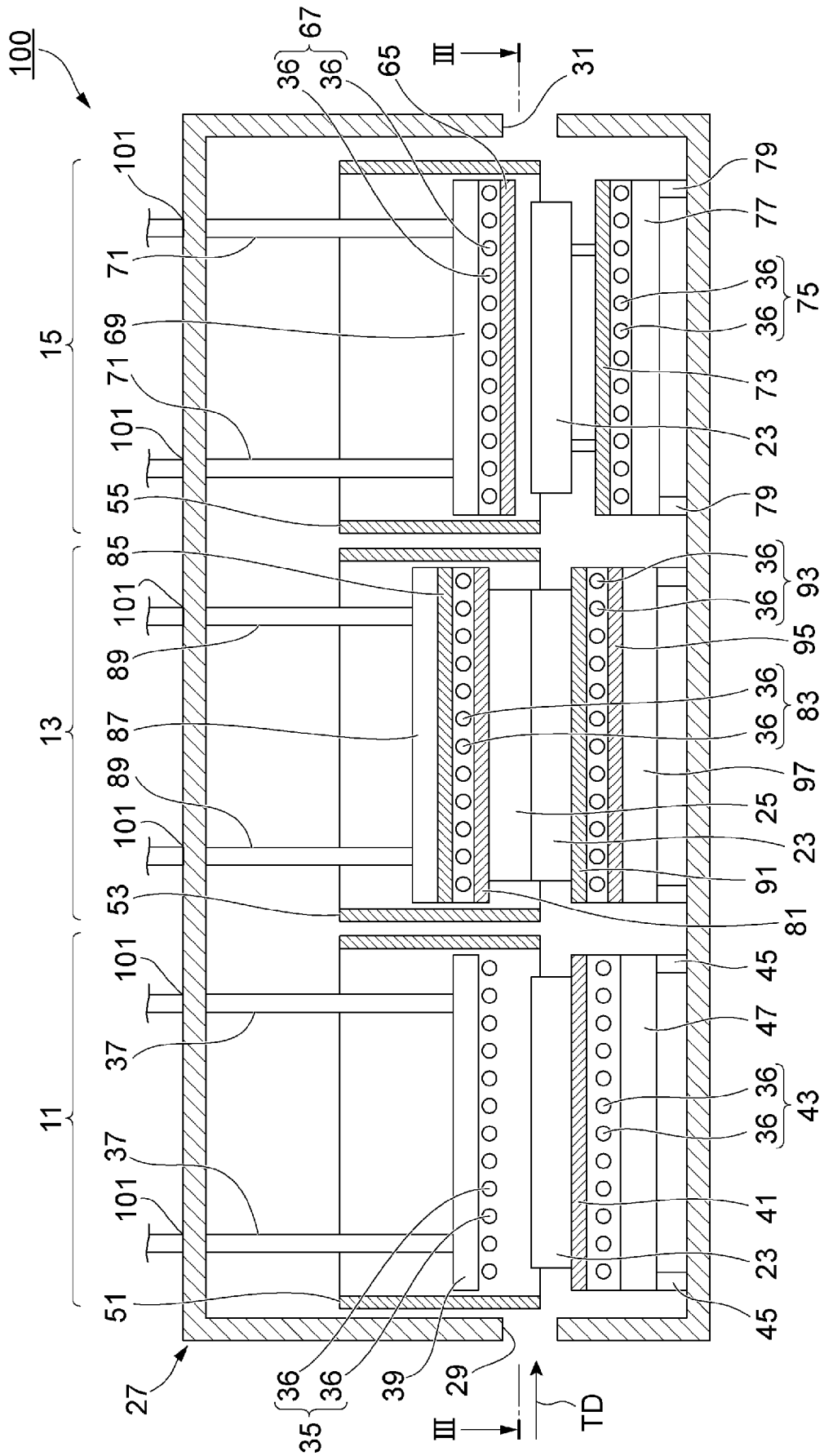
いずれかの前記成形ラインの前記ローディング部と、当該成形ラインとは異なる他の成形ラインの前記アンローディング部とが接続されて、前記第 1 成形型が複数の前記成形ラインで循環して使用される請求項 1 6 又は 1 7 に記載のガラス板の成形装置。

[請求項 19] 前記ローディング部と前記アンローディング部における、前記第 1 成形型の上に前記ガラス板を受け渡す際の前記第 1 成形型の温度は 300℃以上である、請求項 1 8 に記載のガラス板の成形装置。

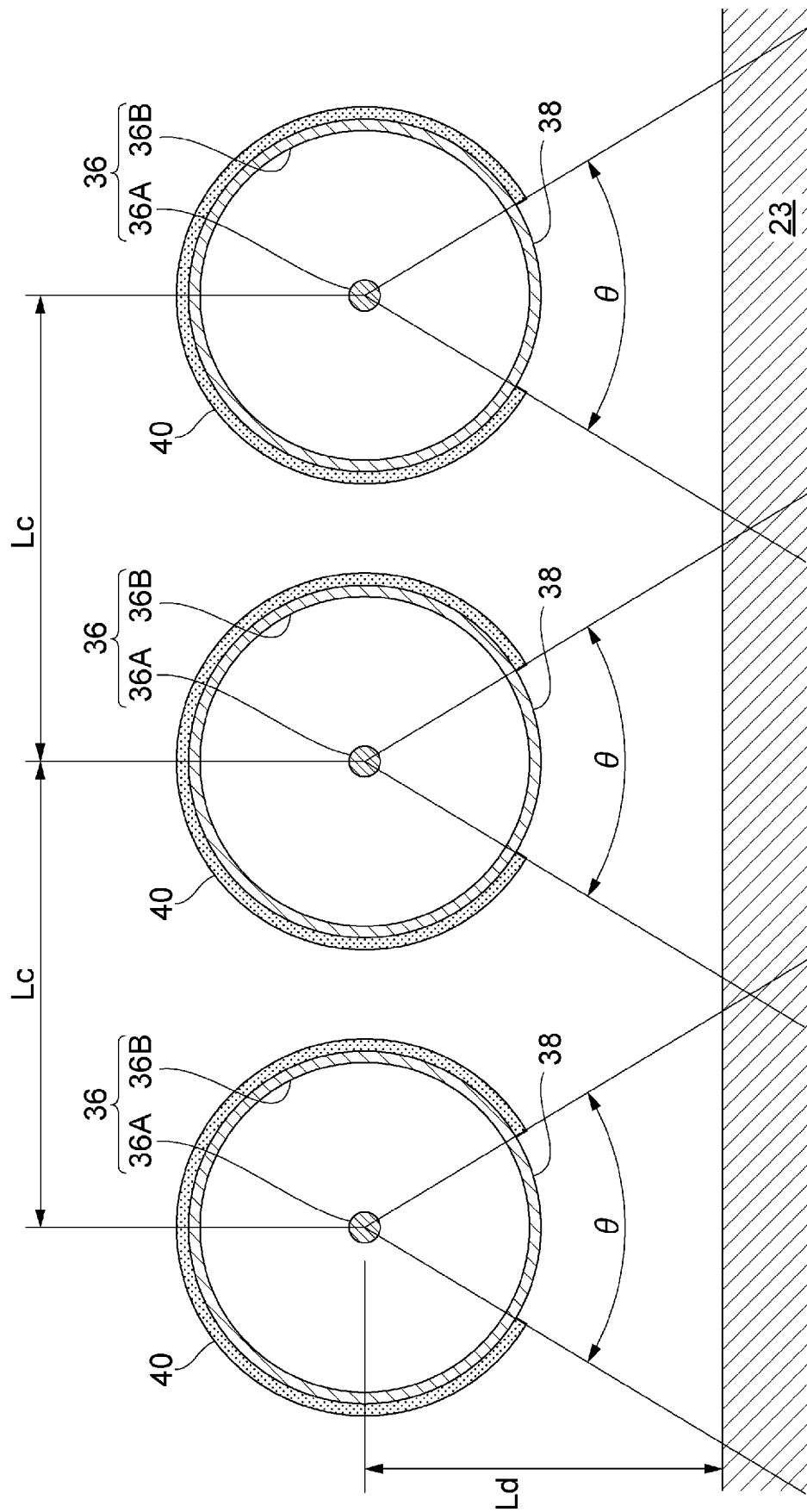
[図1]



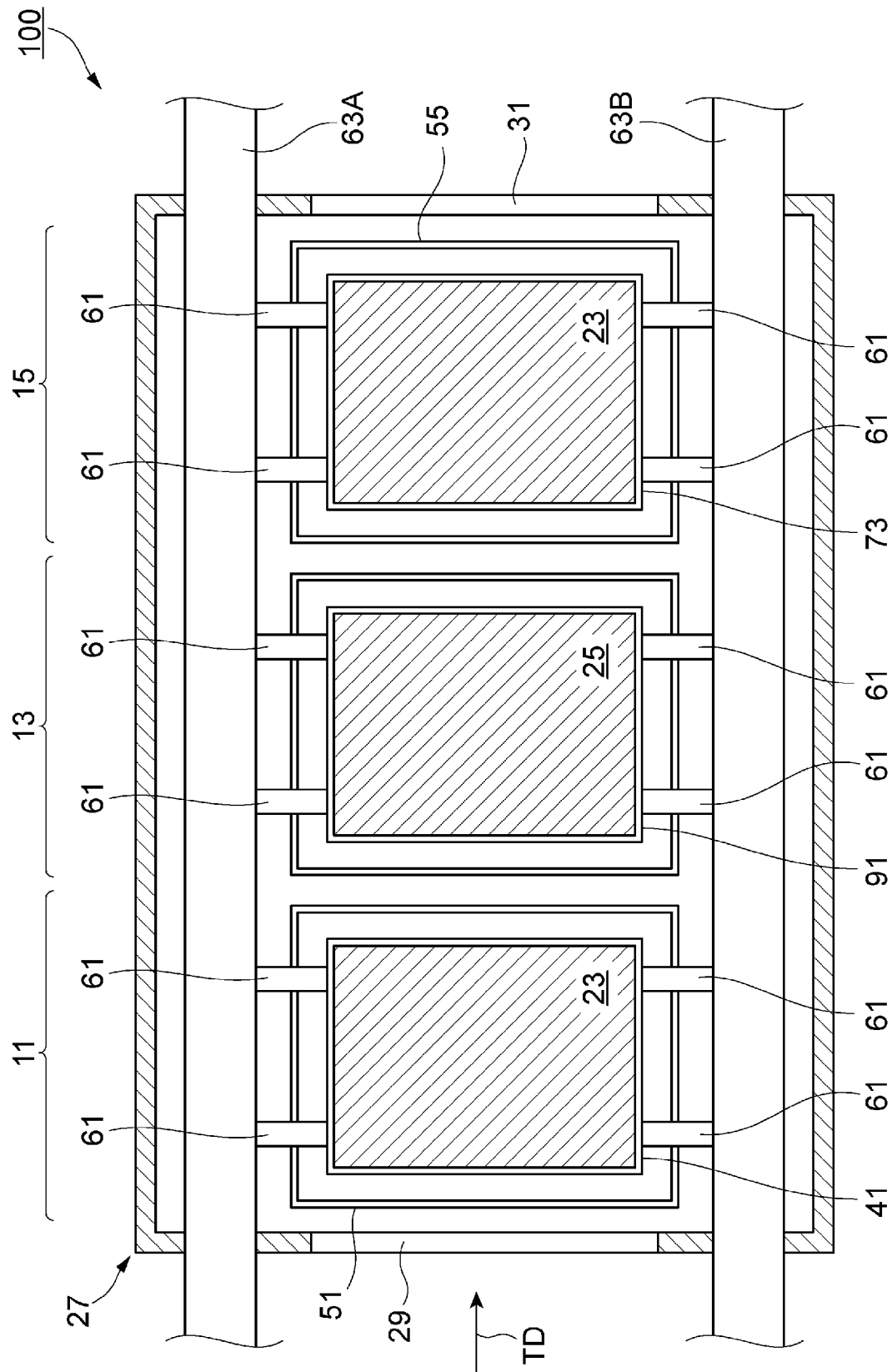
[図2]



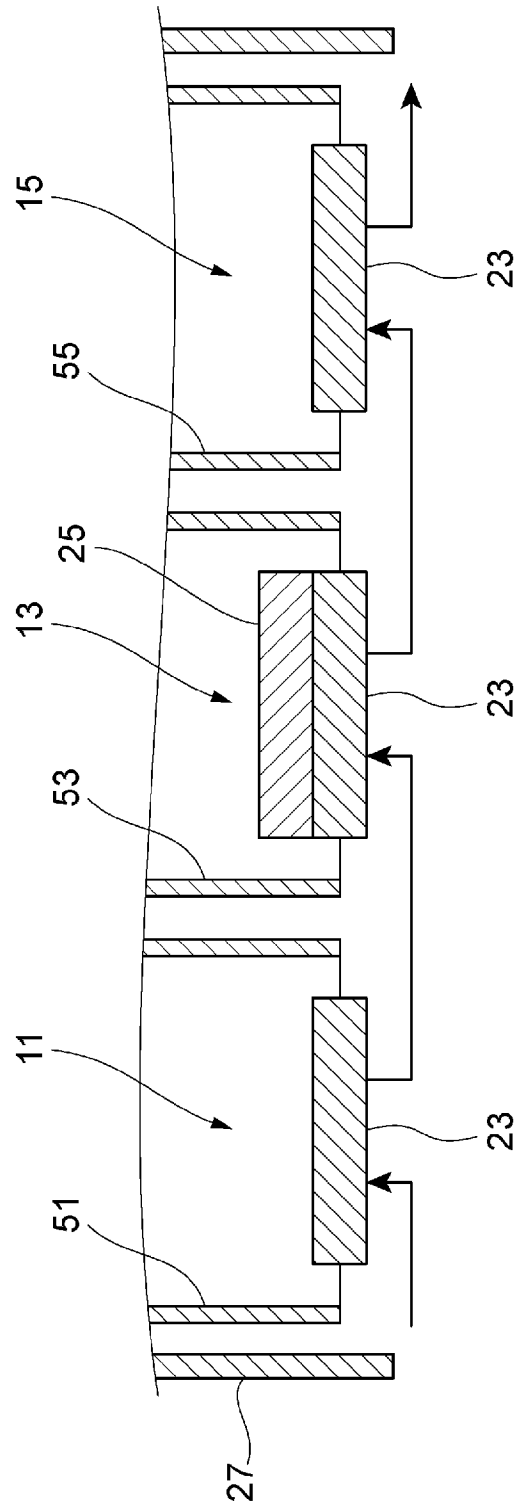
[図3]

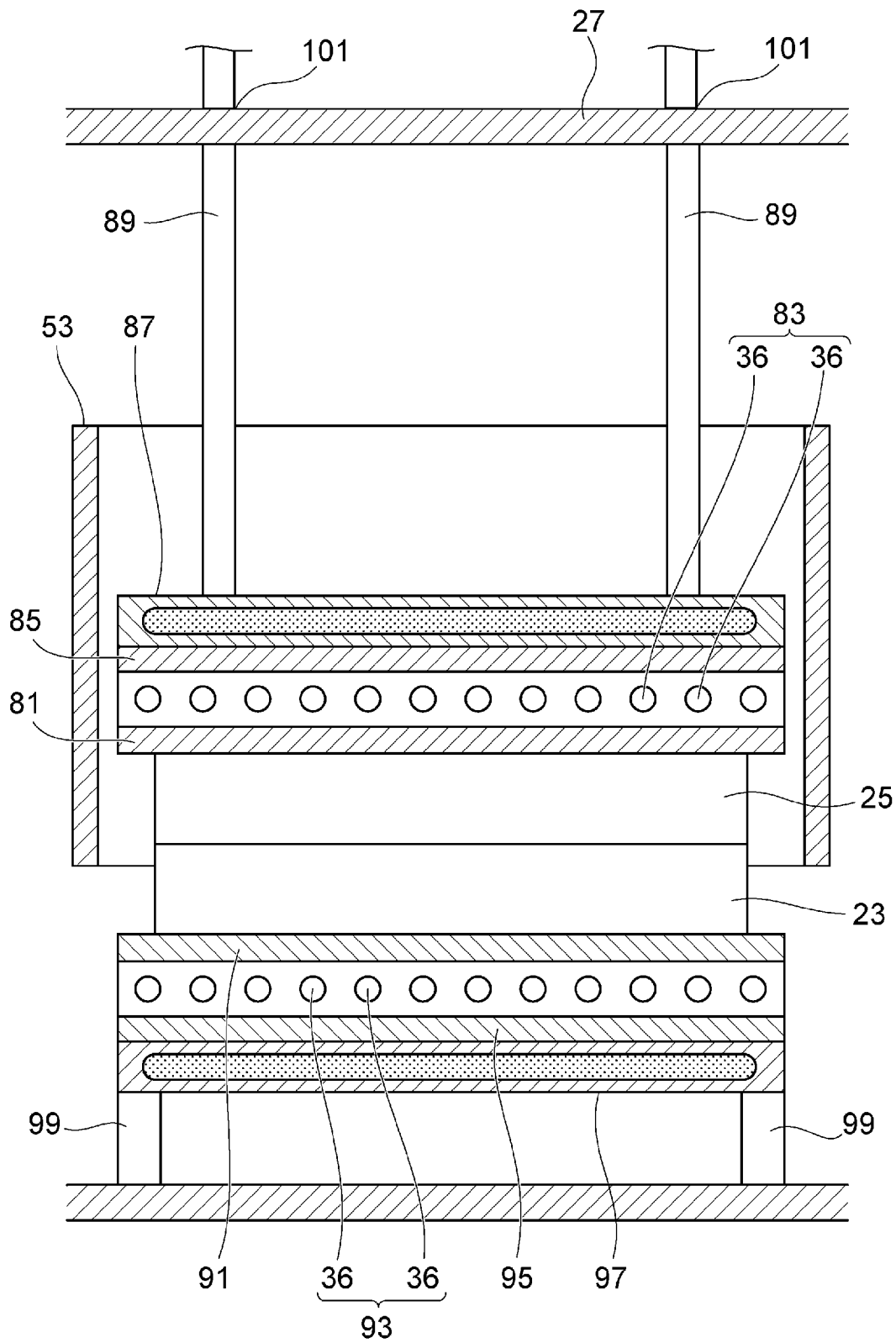


[図4]

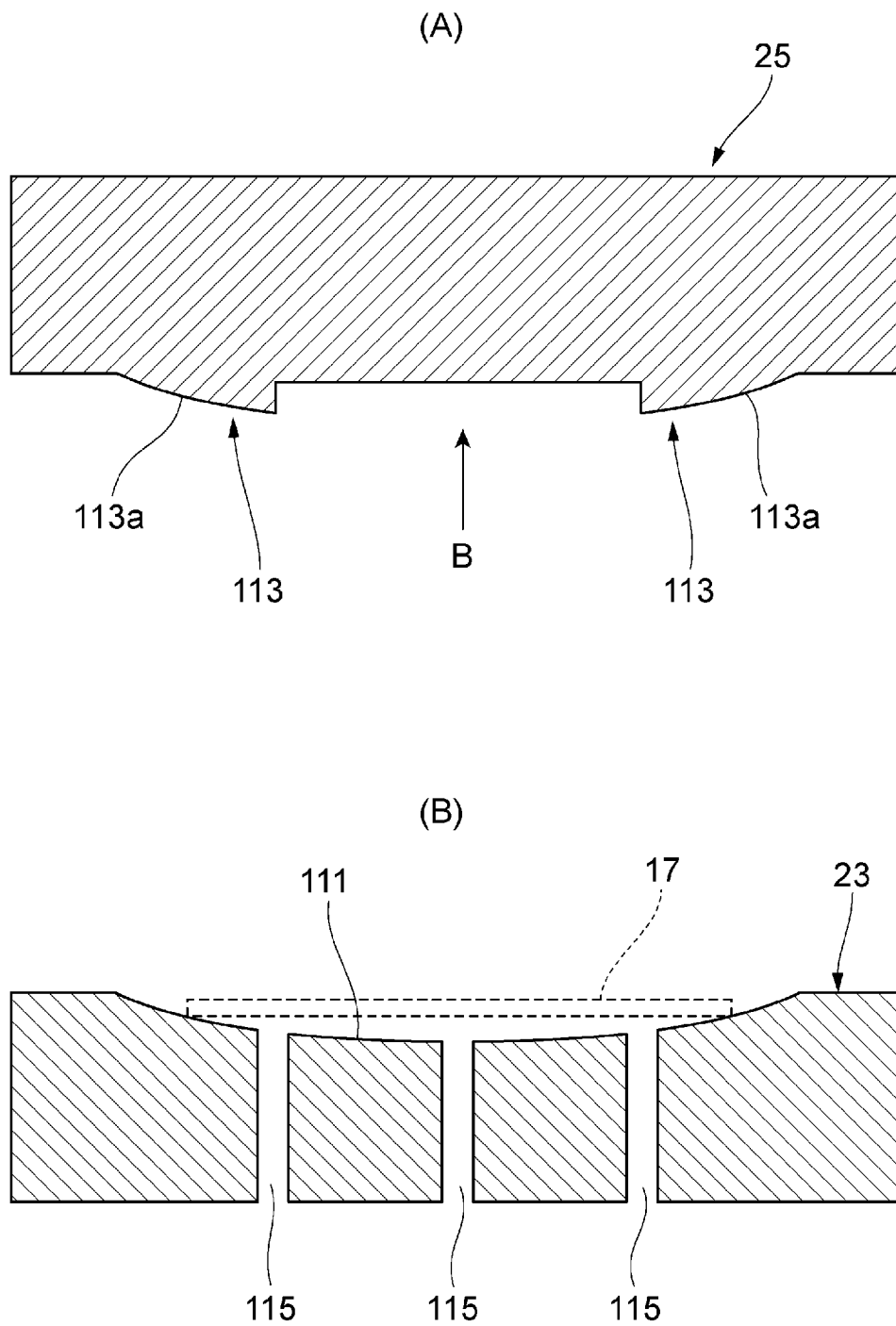


[図5]

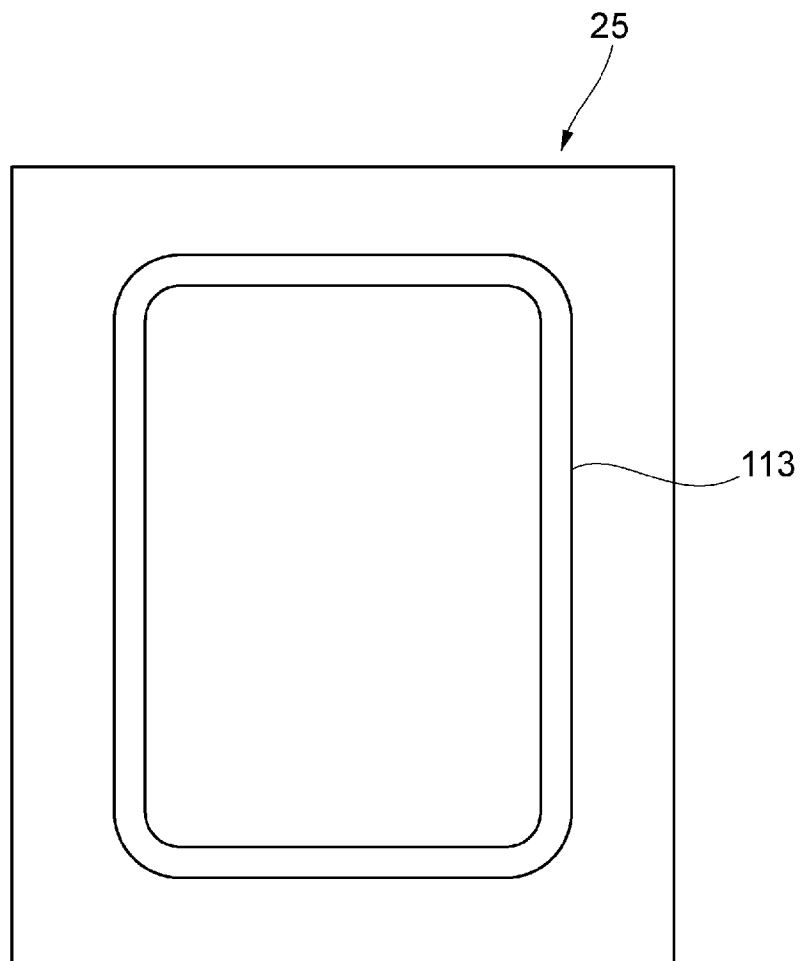




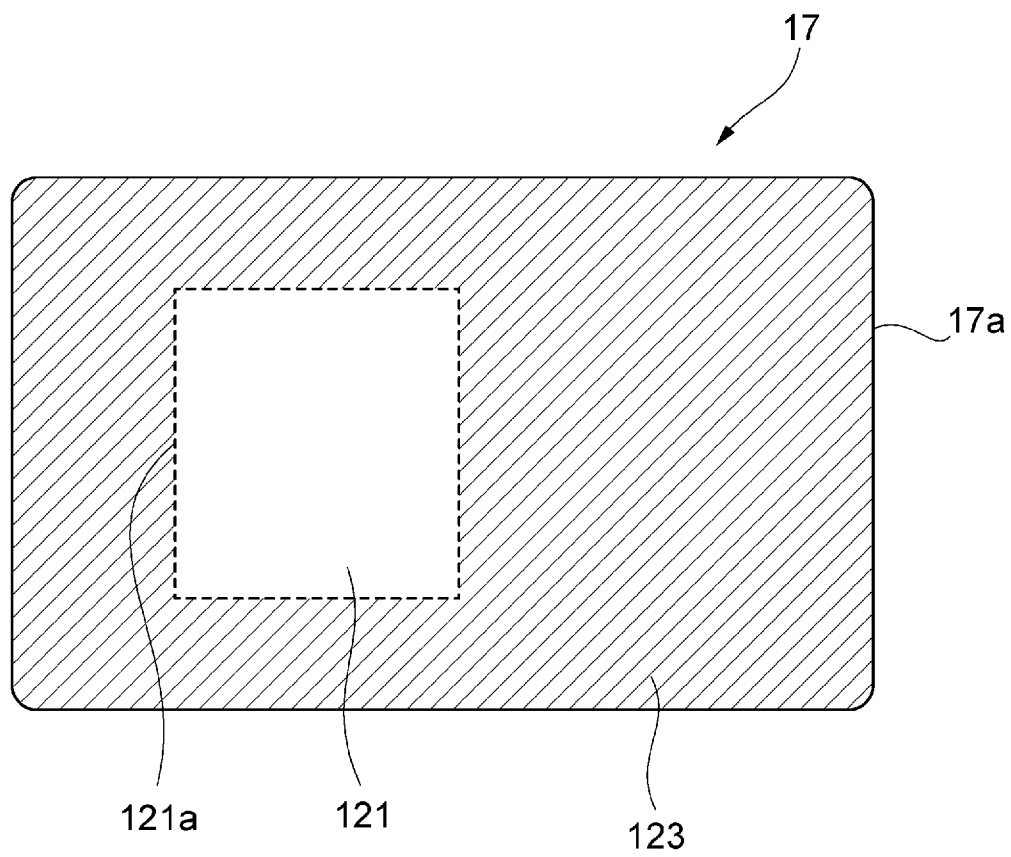
[図7]



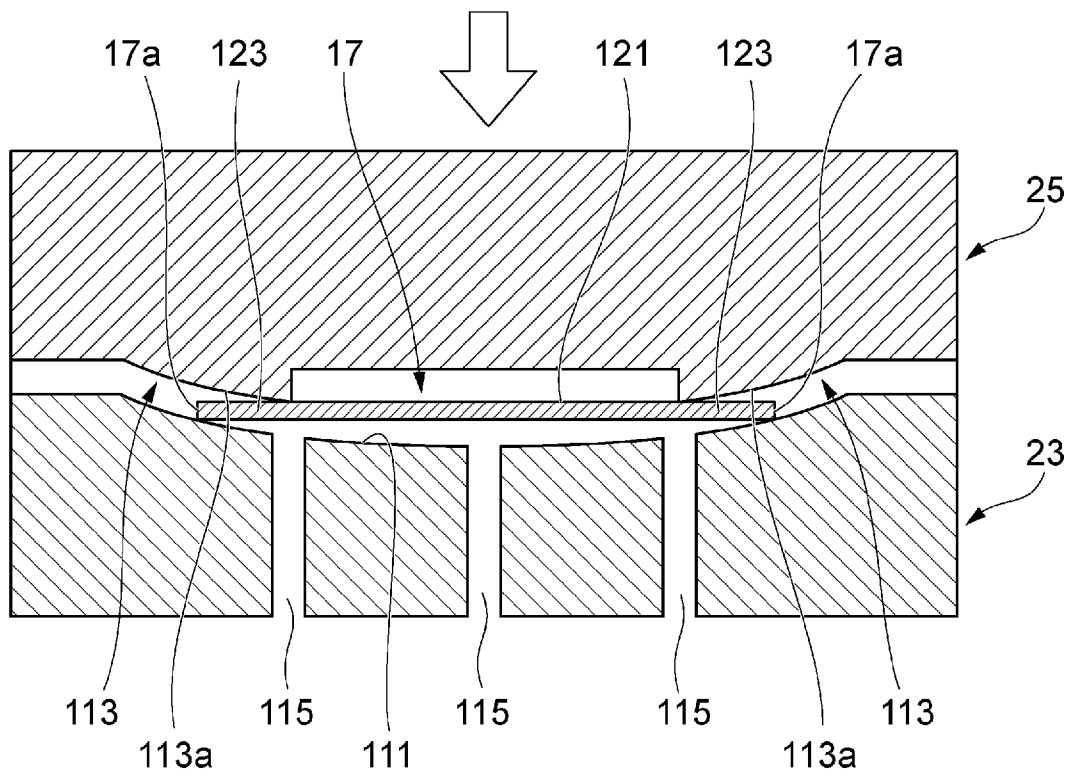
[図8]



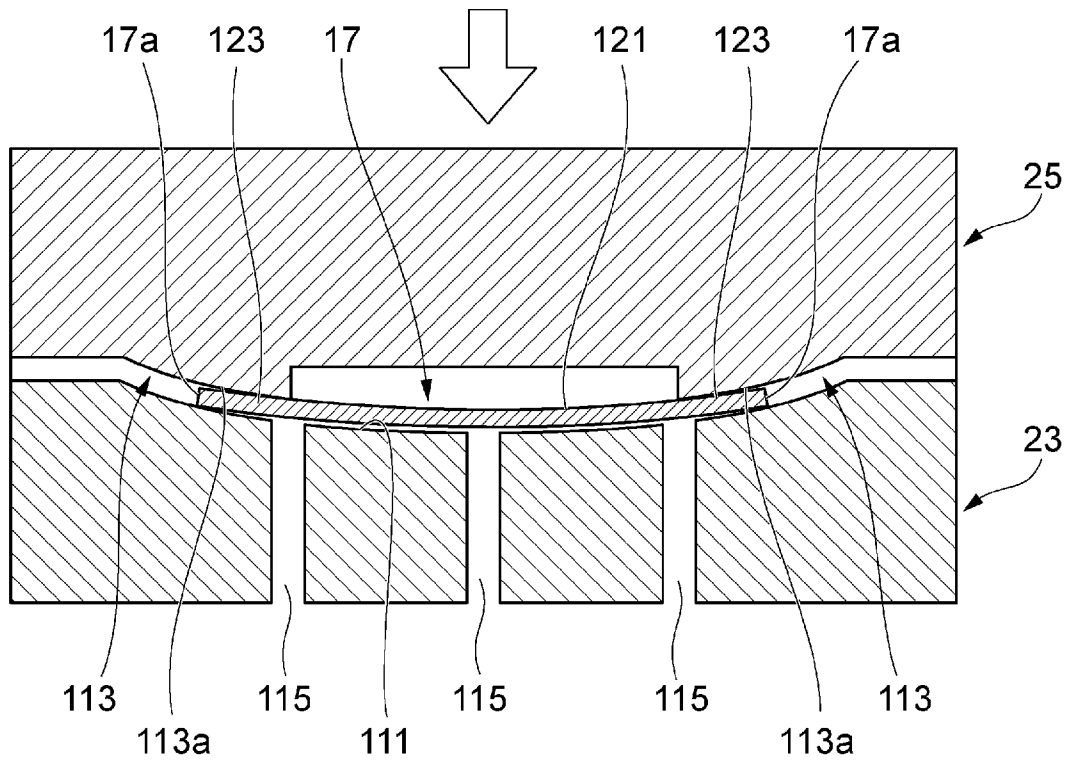
[図9]



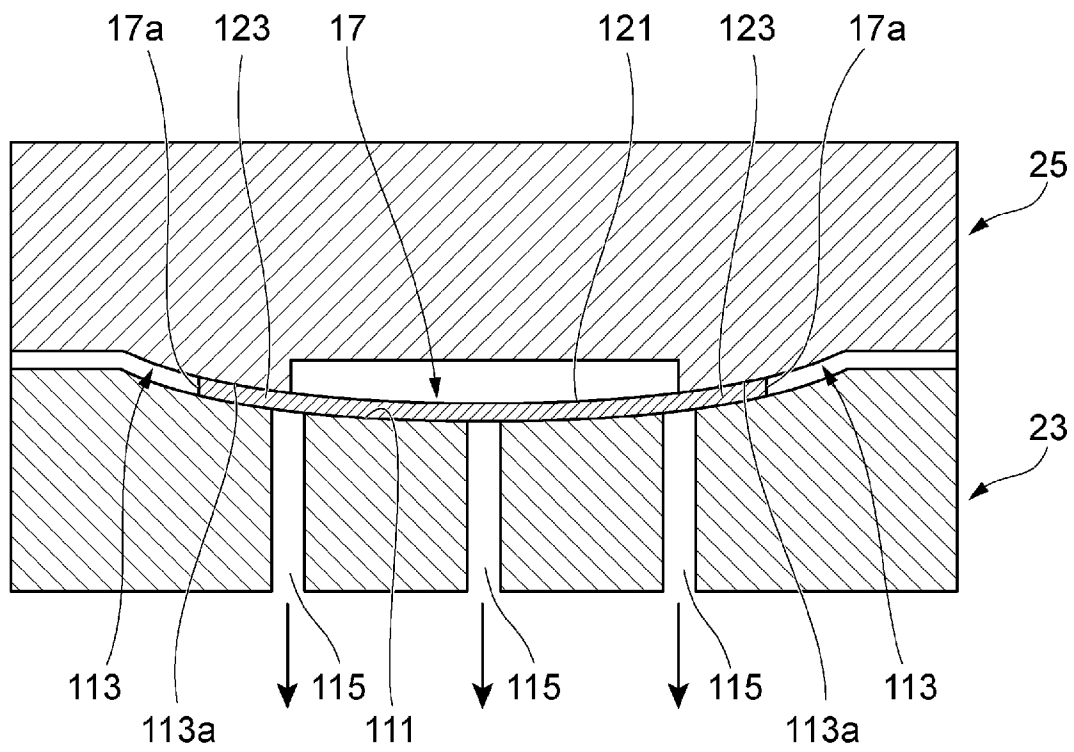
[図10A]



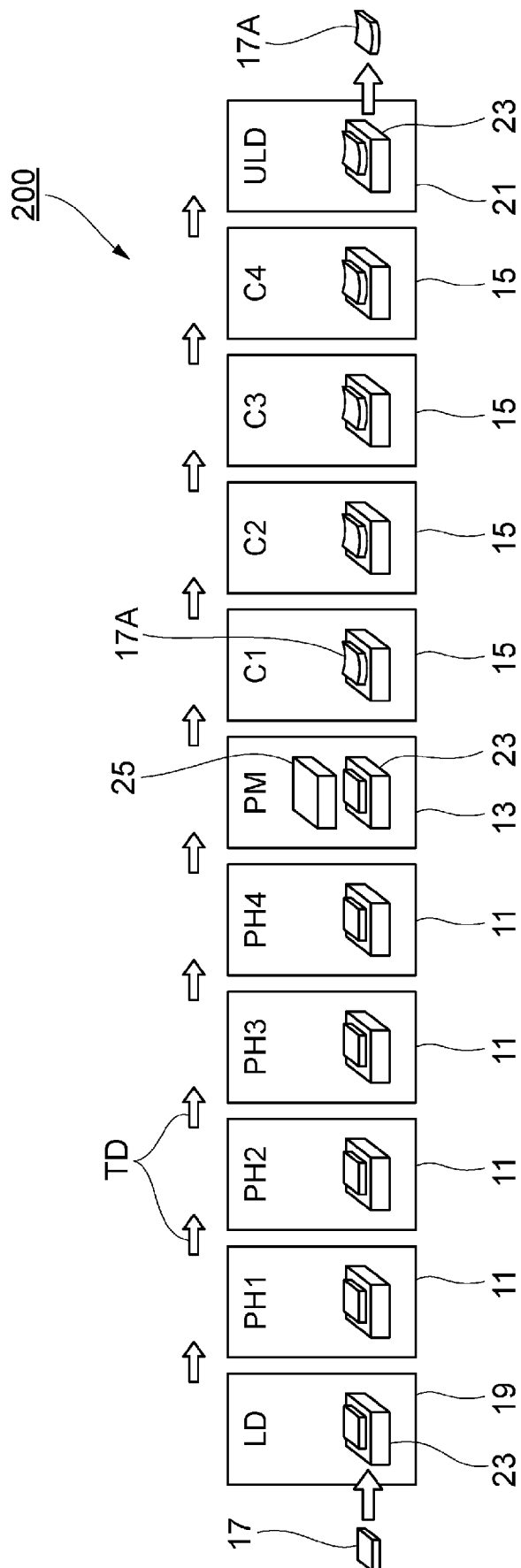
[図10B]



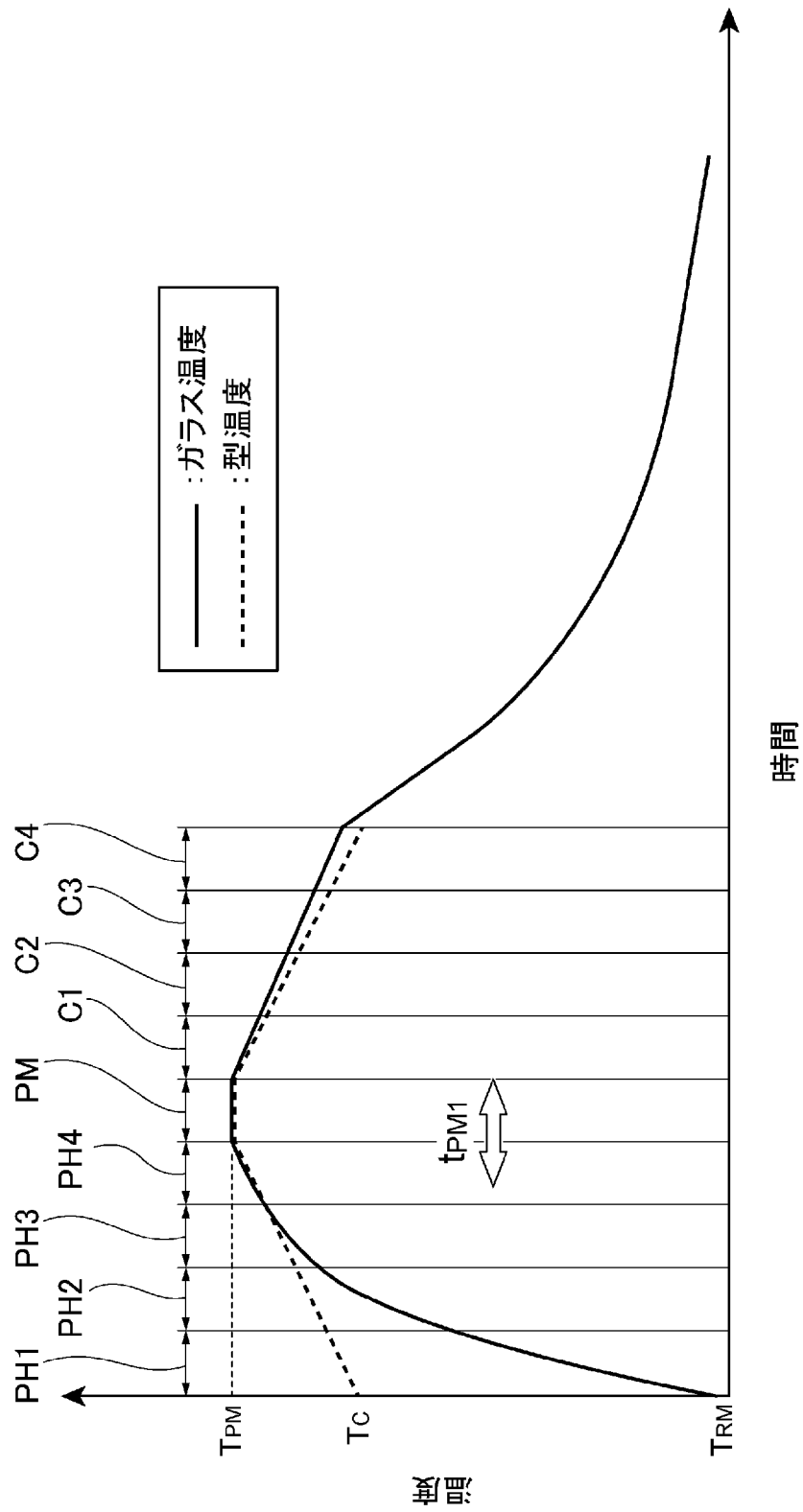
[図10C]



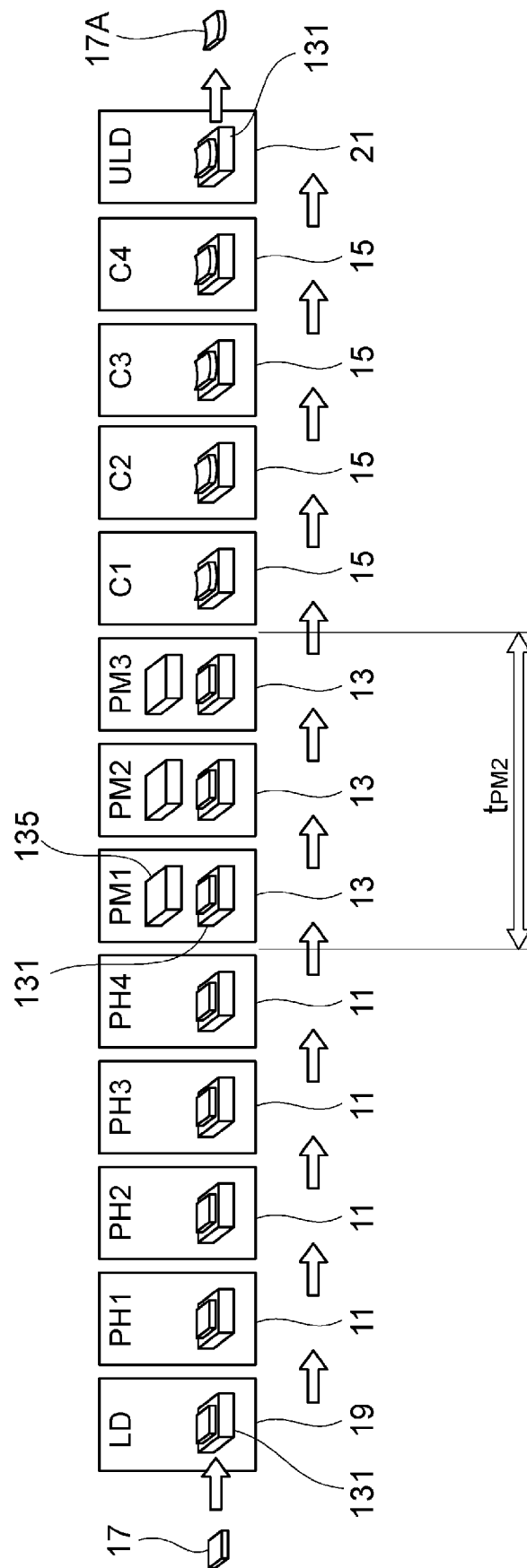
[図12]



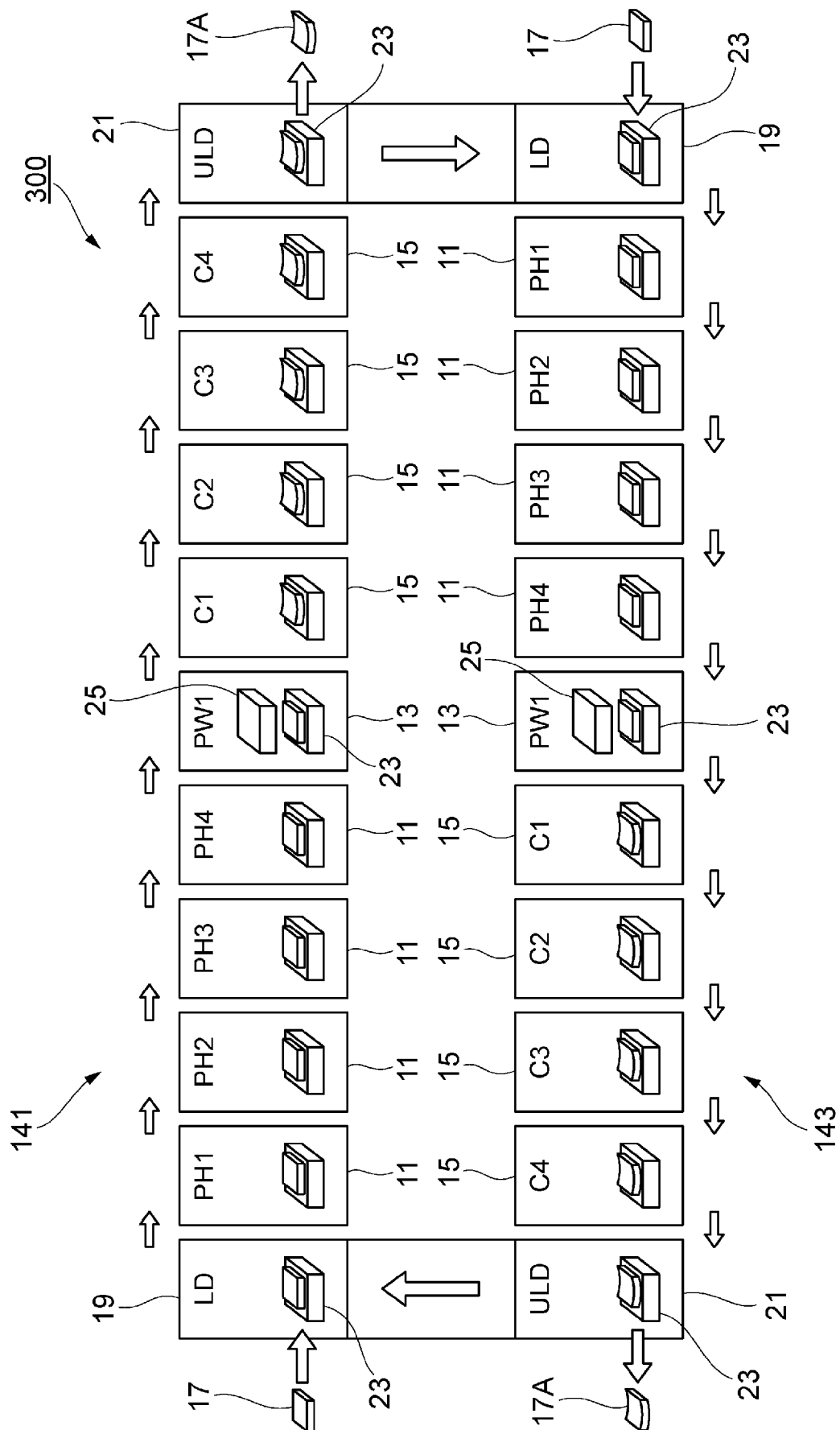
[図13]



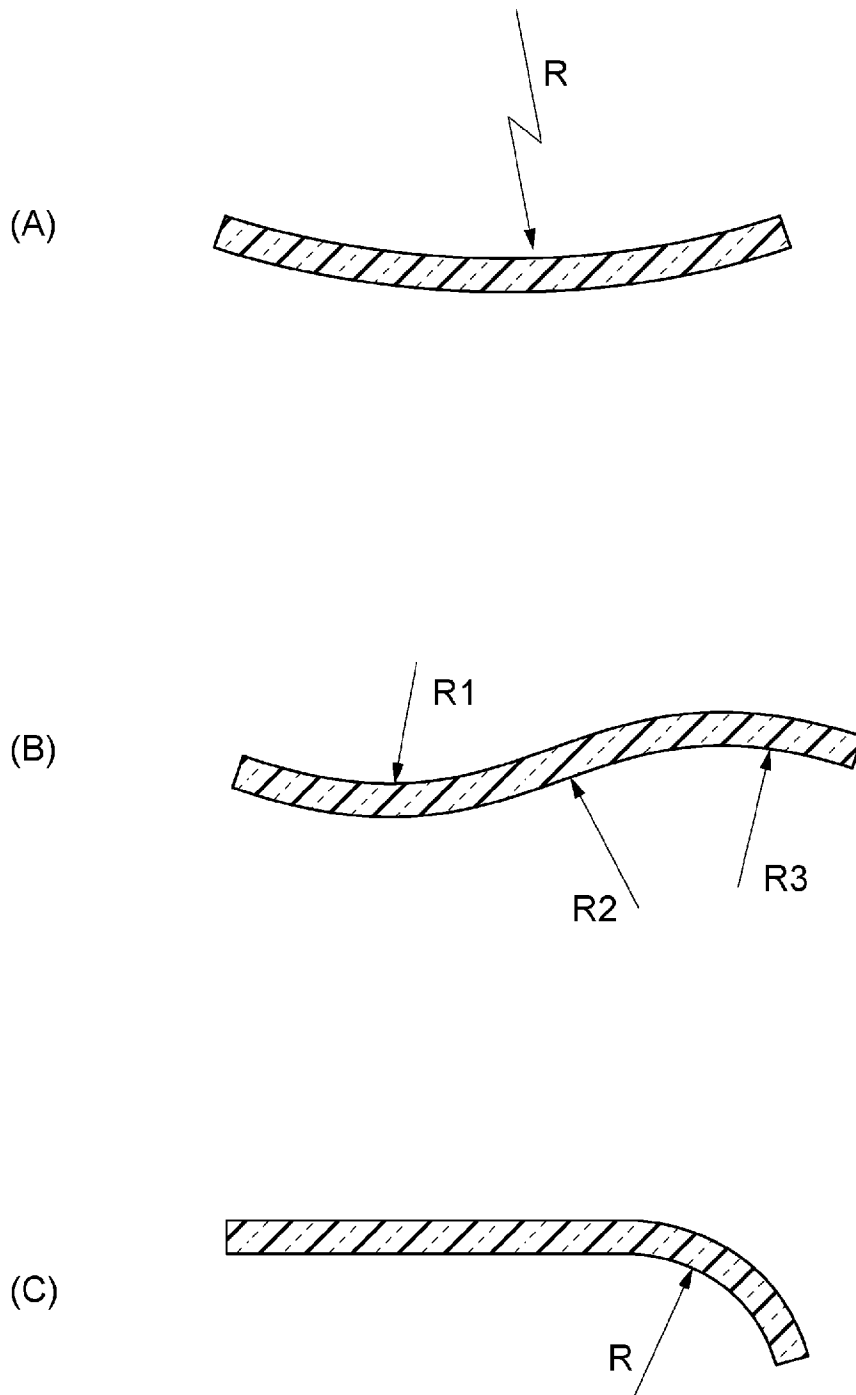
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B 23/03 (2006.01) i
FI: C03B23/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C03B23/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 08-259240 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 08.10.1996 (1996-10-08) paragraphs [0020]-[0082], fig. 1-9	1-2, 4-9, 13-16
Y	JP 01-242428 A (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 27.09.1989 (1989-09-27) claims, page 2, lower left column to page 3, upper right column, fig. 1-5	1-2, 4-9, 13-16
Y	JP 08-295522 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 12.11.1996 (1996-11-12) paragraphs [0005]-[0006]	13
Y	JP 61-014148 A (TOSHIBA CERAMICS CO., LTD.) 22.01.1986 (1986-01-22) claims	13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 April 2020 (06.04.2020)

Date of mailing of the international search report
21 April 2020 (21.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004190

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 53-089362 A (TANAKA DENSHI KIZAI KK) 05.08.1978 (1978-08-05) claims	13
A	JP 03-228840 A (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 09.10.1991 (1991-10-09) entire text, all drawings	1-19
A	JP 2018-525306 A (CORNING INCORPORATED) 06.09.2018 (2018-09-06) entire text, all drawings	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004190

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 08-259240 A	08 Oct. 1996	EP 733598 A1 columns 8-19, fig. 1-9 US 5766294 A KR 10-1996-0034108 A (Family: none)	
JP 01-242428 A	27 Sep. 1989	(Family: none)	
JP 08-295522 A	12 Nov. 1996	(Family: none)	
JP 61-014148 A	22 Jan. 1986	(Family: none)	
JP 53-089362 A	05 Aug. 1978	(Family: none)	
JP 03-228840 A	09 Oct. 1991	(Family: none)	
JP 2018-525306 A	06 Sep. 2018	WO 2016/209902 A1 entire text, all drawings US 2016/0376184 A1 TW 201708134 A KR 10-2018-0021063 A CN 107810100 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03B 23/03(2006.01)i FI: C03B23/03														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C03B23/03 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	JP 08-259240 A（松下電器産業株式会社）08.10.1996（1996-10-08） [0020]-[0082]、図1-9	1-2, 4-9, 13-16,												
Y	JP 01-242428 A（日本板硝子株式会社）27.09.1989（1989-09-27） 特許請求の範囲、第2頁左下欄-第3頁右上欄、図1-5	1-2, 4-9, 13-16												
Y	JP 08-295522 A（旭硝子株式会社）12.11.1996（1996-11-12） [0005]-[0006]	13												
Y	JP 61-014148 A（東芝セラミックス株式会社）22.01.1986（1986-01-22） 特許請求の範囲	13												
Y	JP 53-089362 A（田中電子機材株式会社）05.08.1978（1978-08-05） 特許請求の範囲	13												
A	JP 03-228840 A（日本板硝子株式会社）09.10.1991（1991-10-09） 全文、全図	1-19												
A	JP 2018-525306 A（コーニング インコーポレイテッド）06.09.2018（2018-09-06） 全文、全図	1-19												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 06.04.2020	国際調査報告の発送日 21.04.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 有田 恭子 4T 9540 電話番号 03-3581-1101 内線 3465													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/004190

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	08-259240	A	08.10.1996	EP 733598 A1 第8-19欄、図1-9 US 5766294 A KR 10-1996-0034108 A	
JP	01-242428	A	27.09.1989	(ファミリーなし)	
JP	08-295522	A	12.11.1996	(ファミリーなし)	
JP	61-014148	A	22.01.1986	(ファミリーなし)	
JP	53-089362	A	05.08.1978	(ファミリーなし)	
JP	03-228840	A	09.10.1991	(ファミリーなし)	
JP	2018-525306	A	06.09.2018	WO 2016/209902 A1 全文、全図 US 2016/0376184 A1 TW 201708134 A KR 10-2018-0021063 A CN 107810100 A	