

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

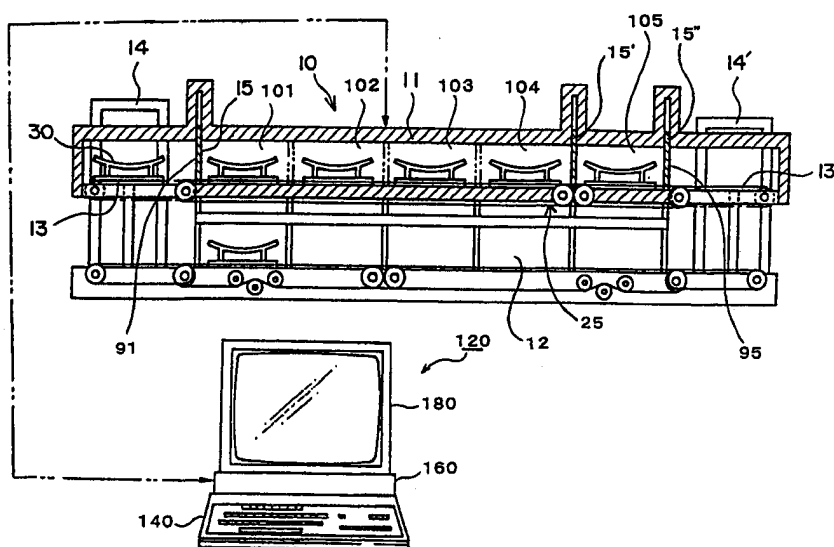
(51) 国際特許分類6 C03B 23/025	A1	(11) 国際公開番号 WO98/45214 (43) 国際公開日 1998年10月15日(15.10.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/01558 (22) 国際出願日 1998年4月3日(03.04.98) (30) 優先権データ 特願平9/86975 1997年4月4日(04.04.97) JP 特願平9/87002 1997年4月4日(04.04.97) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 旭硝子株式会社(ASAHI GLASS COMPANY LTD.)(JP/JP) 〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ) 前田健治(MAEDA, Kenji)(JP/JP) 矢島敏己(YAJIMA, Toshimi)(JP/JP) 斎藤勝木(SAITO, Katsuki)(JP/JP) 〒470-2300 愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株式会社 愛知工場内 Aichi, (JP) 植野康一(UENO, Yasuichi)(JP/JP) 山川 宏(YAMAKAWA, Hiroshi)(JP/JP) 〒243-0301 神奈川県愛甲郡愛川町角田字小沢上原426番1 旭硝子株式会社 相模事業所内 Kanagawa, (JP)	小西正哲(KONISHI, Masaaki)(JP/JP) 〒221-0863 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社 中央研究所内 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 小川利春, 外(OGAWA, Toshiharu et al.) 〒101-0042 東京都千代田区神田東松下町38番地 島本鋼業ビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 BR, CN, CZ, MX, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書	

(54)Title: GLASS PLATE BENDING METHOD AND APPARATUS

(54)発明の名称 ガラス板の曲げ成形方法および装置

(57) Abstract

A glass plate molding apparatus, in which a residence time in a heating zone, which is immediately before a slow cooling zone, in a furnace body of a heating furnace to which a mold on which a glass plate is placed, is intermittently transferred, is set variable with a lift means for separating the mold from a transfer means provided in the slow cooling zone. This enables a job change time to be reduced greatly, and glass plates of different bent shapes to be continuously produced.



(57)要約

ガラス板が載置された成型型が断続的に搬送される加熱炉の炉本体内における、徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンでの滞在時間を可変とし、徐冷ゾーンに成型型を搬送手段から離間させる昇降手段が設けられているガラス板の成型装置を提供する。これにより、ジョブチェンジ時間を大幅に短縮して曲げ形状が異なるガラス板を連続的に生産することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AM	アルメニア	FR	フランス	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AT	オーストリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SN	セネガル
AU	オーストラリア	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア 共和国	TR	トルコ
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	US	米国
CA	カナダ	ID	インドネシア	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CG	コンゴ	IL	イスラエル	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CH	スイス	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CI	コートジボアール	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド		
CM	カメルーン	JP	日本	PL	ポーランド		
CN	中国	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CU	キューバ	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
CY	キプロス	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
CZ	チェコ	KR	韓国	SD	スーダン		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	SE	スウェーデン		
DK	デンマーク	LC	セントルシア	SG	シンガポール		
EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SI	スロヴェニア		
ES	スペイン	LK	スリ・ランカ				

明 細 書

ガラス板の曲げ成形方法および装置

技術分野

本発明は、ガラス板を曲げ成形するための方法および装置に関する。

背景技術

ガラス板は、曲げ成形温度（通常600～700℃程度）に加熱して平板状から曲面状に曲げ成形される。この成形加工にはいくつかの手法がある。その一例として、加熱炉内にリング状の成形型に載置したガラス板を搬送させ、自重による垂れ下りを利用して成形型の形状に倣うように曲げ成形する手法（以下自重曲げ法という）がある。

欧州公開特許第621244号には、上記の自重曲げ法に係る成形装置についての記載がある。このガラス板の成形装置では、加熱炉の後段に設けられた徐冷ゾーンにガラス板を搬送する際に、加熱炉内における成形型の徐冷ゾーンへの移動開始位置を制御している。これによって、加熱炉と徐冷ゾーンとの間でのガラス板の変形量を調整でき、ガラス板を所定の曲げ形状にできる。

一方、自動車の型式が少量多品種化する傾向を受け、自動車窓用のガラス板の曲げ形状も少量多品種化が求められている。加熱軟化したガラス板は成形型の形状に倣うため、ガラス板毎の曲げ形状の変更は成形型の変更によって行われる。ただし、上記のように加熱炉から徐冷ゾーンへ移動する間にもガラス板が変形する。そのために、加熱炉内における徐冷ゾーンに向かって移動し始める移動開始位置を変更し、この移動している間の時間を変更することによっても、ガラス板毎の形状の変更ができる。

しかし、上記の公報に開示された装置を用いて少量多品種化に対応するためには、成形型の加熱炉から徐冷ゾーンへの移動開始位置を型式毎に変更する必要がある。移動開始位置を都度変更することは、その駆動機構を複雑にするものである。さらに、加熱炉内には次々にガラス板が搬送されてくるため、ガラス板毎に

移動開始位置を変更していると、前方に搬送されているガラス板によってそれに続くガラス板の動きが干渉される。したがって、上記公報に開示された装置や方法では、ガラス板の少量多品種化のために必要な、頻繁なガラス板の形状変更に対応することが困難であった。

ところで、ガラス板の曲げ成形にあたっては、加熱炉のヒータ温度は、目標とする板ガラスの曲げ量に基づいて経験的に設定されている。そして、量産前において、サンプル用のガラス板を加熱炉で曲げ成形して、できあがったガラス板の曲げ形状と、目標とする曲げ量とを比較している。曲げ形状が許容値から外れた場合には、前記ヒータ温度をフィードバックして変更している。

このようなガラス板の曲げ成形方法では、加熱ゾーンのヒータ温度を経験的に設定しているので、ガラス板の曲げ形状が許容値内であるか否かを実機上で確認しなければならない。よって、従来のガラス板の曲げ成形方法では、量産に至るまでに手間がかかるという欠点がある。特に、上記の少量多品種対応には、各型式毎に実機上での確認が必要となるので、その手間ははかりしれない。そして、ガラス板の異なる型式への変更（ジョブチェンジ）に多大な時間を必要とする。

本発明の目的は、従来技術が有していた前述の欠点を解消することにある。従来知られていなかったガラス板の曲げ成形方法および装置を新規に提供することにある。

発明の開示

本発明は、前述の課題を解決すべくなされたものであり、複数の成型型を用意するとともに、これら複数の成型型にそれぞれガラス板を載置して、これら複数の成型型を順次加熱炉内に搬送させてガラス板を曲げ成形する方法であり、前記加熱炉としてガラス板を成形温度まで加熱する複数の分割された加熱ゾーンと該加熱ゾーンの下流に配されていてガラス板を徐冷する徐冷ゾーンとを有するものを用い、前記加熱炉内に、前記複数の成型型を順次加熱ゾーンの上流から前記複数の加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンを経て徐冷ゾーンの下流へと搬送して、ガラス板を成型型に倣うように曲げ成形し、複数のガラス板を連続的に曲げ成形するガ

ラス板の曲げ成形方法において、前記複数の加熱ゾーンのうち徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンを除く各加熱ゾーン内に成形型がそれぞれ一定の時間 T_0 滞在するように、前記成形型を各加熱ゾーン間に断続的に走行させ、徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーン内に成形型を滞在させる時間 T_1 が T_0 以下に可変であって、得ようとするガラス板の曲げ形状に応じた時間 T_1 滞在するように、前記成形型を加熱ゾーンと徐冷ゾーンとの間に断続的に走行させる、ことを特徴とするガラス板の曲げ成形方法を提供する。

また、本発明は、複数の成形型を用意するとともに、これら複数の成形型にそれぞれガラス板を載置して、これら複数の成形型を順次加熱炉内に搬送させてガラス板を曲げ成形する方法であり、前記加熱炉としてガラス板を成形温度まで加熱する複数の分割された加熱ゾーンと該加熱ゾーンの下流に配されていてガラス板を徐冷する徐冷ゾーンとを有するものを用い、前記加熱炉内に、前記成形型を順次加熱ゾーンの上流から前記複数の加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンを経て徐冷ゾーンの下流へと搬送して、ガラス板を成形型に倣うように曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、ガラス板を加熱炉内に搬送して実際に曲げ成形する前に、前記ガラス板の大きさ、および前記各加熱ゾーンに配された各ヒータの予備設定温度を設定する第1のステップと、前記ガラス板を複数の要素に分割し、各加熱ゾーンにおいて各要素が受ける加熱量と各加熱ゾーンにおけるガラス板の滞在時間とから、各加熱ゾーンにおける各要素毎のガラス温度を算出する第2のステップと、予め取得しているガラス温度とガラス板の撓み速度との関係から、前記算出した各加熱ゾーン毎における各要素毎のガラス温度に基づいて、各加熱ゾーンにおけるガラス板の各要素の撓み量を算出する第3のステップと、前記算出して得られた各加熱ゾーン毎における各要素毎の撓み量に基づいて、全加熱ゾーンにわたり搬送されたガラス板全体の曲げ量を算出する第4のステップと、を有するガラス板の曲げ量算出方法により、前記ガラス板全体の曲げ量を演算してガラス板のシミュレーション形状を求め、予め設定されたガラス板の所望のデザイン形状とガラス板のシミュレーション形状とを比較し、ガラス板のシミュレーション

ョン形状を前記所望のデザイン形状に近づけるように各ヒータの予備設定温度を変更しながら各ヒータの設定温度を決定して、ガラス板が載置された成型型を各加熱ゾーン内に搬送させることを特徴とするガラス板の曲げ成形方法を提供する。

また、本発明は、それぞれにガラス板が載置される複数の成型型と、ガラス板を成形温度まで加熱する複数の分割された加熱ゾーンと該加熱ゾーンの下流に配されていてガラス板を徐冷する徐冷ゾーンとを有する加熱炉と、成型型を加熱ゾーンの上流から前記複数の加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンを経て徐冷ゾーンの下流へと搬送する搬送手段とを少なくとも備え、ガラス板が載置された複数の成型型を順次加熱炉内に搬送させてガラス板を成型型に倣うように曲げ成形するガラス板の曲げ成形装置において、前記成型型は各加熱ゾーン間および加熱ゾーンと徐冷ゾーンとの間を断続的に走行するものであって、前記複数の加熱ゾーンのうち徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンを除く各加熱ゾーン内には成型型が一定の時間 T_0 滞在するものであり、徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーン内における成型型の滞在時間 T_1 が T_0 以下に可変であることを特徴とする、ガラス板の曲げ成形装置を提供する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明のガラス板の成形装置の一例を示す全体概略断面図である。図2は、図1における徐冷ゾーンの一例を示す概略正面図である。図3は、図1における扉を含む周辺の詳細を示す概略正面断面図(a)、概略断面図(b)である。図4は、図1における炉本体の上部を示す概略部分断面図である。図5は、図1における各ゾーンに設けられたヒータの配置図である。図6は、図1における加熱ゾーン103の天井ヒータ配置を示す概念図である。図7は、天井ヒータの加熱温度制御装置を示すブロック図である。図8は、ヒータ配置に基づくブロック分割を説明する概念図である。図9は、本発明におけるシミュレーションの説明に用いるガラス板のモデル図である。図10は、本発明におけるシミュレーションに係るガラス板の要素が受ける熱容量の説明に用いる模式図である。図11は、本発明におけるシミュレーションに係るガラス板の1つの要素が受ける

熱容量の説明に用いる模式図である。図12は、ガラス温度と撓み速度との関係を示すグラフである。図13は、撓み速度のシミュレーション算出を説明するための概念図である。図14は、本発明におけるガラス板の曲げ量算出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最良の形態

以下、図面に基づいて本発明を説明する。図1は本発明のガラス板の成形装置の一例を示す全体概略断面図である。加熱炉10は、内壁に抵抗体に通電することによって発熱する複数のヒータが設けられたトンネル状の炉本体11と、炉本体11の下段に設置された型返送ゾーン12と、炉本体11と型返送ゾーン12との間にガラス板を移動させるリフタ13、13'を有する昇降ゾーン14、14'とから構成されている。

炉本体11は、4つに分割された加熱ゾーン101～104と徐冷ゾーン105とからなり、加熱ゾーン101の上流側と徐冷ゾーン105の下流側に昇降ゾーン14、14'が設けられている。加熱炉10内では、ガラス板が載置された成型型30が昇降ゾーン14側から14'側へ断続的に移動する。これによって、ガラス板が加熱されて成型型30の形状に倣うように曲げ成形される。なお、成型型30は、得ようとするガラス板の曲げ形状に概略一致した外形を有するリング状のものであり、下に凸形状のものである。ガラス板は、その周縁部がこの成型型30に指示される。

成型型30は駆動チェーンやコンベヤベルト等からなる搬送手段25上に載置されていて、搬送手段25の駆動によって各加熱ゾーンおよび徐冷ゾーン毎に断続的に炉本体11内を走行する。なお、成型型30に載置されるガラス板は、通常1枚か2枚である。特に、本発明におけるガラス板の成形は、自動車フロント合せガラスに用いる2枚のガラス板の曲げ成形に有効である。合せガラスは、2枚のガラス板を中間膜を介して積層されたものである。そのため、2枚のガラス板の曲げ形状が合致することが求められる。そこで、2枚のガラス板を重ねて成型型に載置することで、両者の曲げ形状のマッチングが得られる。

加熱ゾーンのうち、昇降ゾーン14側から3つ目までの加熱ゾーン101～103内には成型型30はそれぞれ一定時間 T_0 滞在する。一方、徐冷ゾーン105の直前の加熱ゾーン104での成型型30の滞在時間 T_1 は、各型式に応じて逐次可変となっている。ただし、可変ではあるが T_1 は T_0 以下である。これによって、得ようとするガラス板の曲げ形状に応じて加熱時間を変更させるものである。こうして、ガラス板を大きく（曲率半径を小さく）曲げる場合には加熱ゾーン104での滞在時間 T_1 を長く、小さく（曲率半径を大きく）曲げる場合には加熱ゾーン104での滞在時間 T_1 を短くすることによって、型式毎に所望の曲げ形状のガラス板を得ることができる。

炉本体11には、所定位置に扉15、15'、15"が設けられている。すなわち、加熱ゾーン101の前面である加熱ゾーン101と昇降ゾーン14との間、加熱ゾーン104と徐冷ゾーン105との間および徐冷ゾーン105の後面である徐冷ゾーン105と昇降ゾーン13'との間に、炉内を閉空間に保つための扉15、15'、15"が設けられている。これらの扉15、15'、15"は、成型型30が通過するときのみ開き、その他のときには閉じるように構成されている。なお、これらの扉15、15'、15"は上下に開閉するもので、上方に開く際のガイドを含むように炉本体の上方に囲いが設けられている。これによって、炉内の温度が炉外に奪われることを防止する。この囲いについては後に詳述する。

ガラス板を載置した成型型30は、昇降ゾーン14においてリフタ13によって炉本体11の入り口から炉本体11内に移動される。このとき、炉本体11の前面に設けられた扉15が、成型型30の進行にあわせて開く。成型型30が炉本体11内に移動すると、扉15が閉まる。この扉15は、炉本体11内の熱が炉外に逃げないように、成型型30が移動するときのみ開くものである。

こうして、炉本体11の加熱ゾーン104まで成型型30が搬送される。その後、徐冷ゾーン105に移動する際に、徐冷ゾーン105とその手前の加熱ゾーン104との間に設けられた扉15'が、成型型30の進行にあわせて開く。徐

冷ゾーン105内の温度は加熱ゾーン104の温度よりも低い。そこで、温度が異なる隣接した各々のゾーン内の温度を保つために、扉15'を設けるものである。さらに、徐冷ゾーン105と昇降ゾーン14'との間にも扉15"が設けられていて、炉本体11内の温度を保つように構成されている。この扉15"も、成型型30が徐冷ゾーン105から昇降ゾーン14'に搬出されるときにのみ開くものである。

こうして曲げ成形されて昇降ゾーン14'に搬送されたガラス板は、成型型30に載置されたままリフタ13'によって下方に移動される。その後、ガラス板のみ次の工程に搬送され、成型型30は型返送ゾーン12を通過して昇降ゾーン14に搬送される。

上下左右の炉壁にはヒータが配されていて、加熱ゾーン101～104内をガラス板が加熱軟化して曲げ変形できる温度に加熱する。徐冷ゾーン105内のヒータは、加熱ゾーン101～104内で加熱されたガラス板を徐冷する所定の温度に加熱する。そして、所定時間徐冷ゾーン105内に滞在した後に、搬送手段25の駆動によって徐冷ゾーン105から炉本体11外に搬送される。

このように搬送される成型型30は複数あり、それぞれの上にガラス板が載置された状態で連続して加熱炉10内に搬送される。そして、原則的に炉本体11における各ゾーン内に成型型30が1つずつ滞在しているように、順次搬送される。まれに、あるゾーンに成型型30がない場合もあるが、1つのゾーンに複数の成型型30が滞在することはない。こうして、加熱ゾーン101～103にそれぞれの成型型30が所定時間 T_0 滞在すると、それぞれの成型型30は次のゾーンへ順次搬送される。この時に、炉本体11の外にある成型型30が、加熱ゾーン101に搬入される。以後、次の成型型30が順次搬入される。加熱ゾーン104、徐冷ゾーン105にある成型型30は単純にそのゾーンに所定時間滞在するわけではない（加熱ゾーン104での滞在時間 T_1 はすでに説明したように T_0 以下で可変である。徐冷ゾーンでの滞在状態は後に説明する通りである。）。それでも、他のゾーンにあった成型型30と同様に、それぞれの成型型30が順

次次のゾーンに搬送される。

図1の加熱ゾーン101～103において、成型型30はそれぞれ時間 T_0 滞在する。一方、加熱ゾーン104における成型型30の滞在時間 T_1 は最大 T_0 であって、得ようとするガラス板の曲げ形状に応じて T_1 を短縮させる。ところで、 $T_1 < T_0$ で加熱ゾーン104から徐冷ゾーン105に成型型が搬送されると、加熱ゾーン104に成型型30がない状態の場面が存在する。 T_1 経過後、さらに $(T_0 - T_1) = T_2$ 経過したときには、加熱ゾーン103から加熱ゾーン104へ成型型30が搬送される。これにともなって搬送手段が駆動するため、成型型30が載置されていない加熱ゾーン104における搬送手段も駆動する。さらにこれにともなって、徐冷ゾーン105における搬送手段も駆動する。このままでは、先行して徐冷ゾーン105内に搬送された成型型30上のガラス板は、徐冷時間が T_2 しかなく、十分な徐冷を与えられない。

このような駆動の連動性を防止する機構を設けることもできる。これに対し、より簡単な機構を、図2に示す。すなわち、徐冷ゾーン105内に、一時的に搬送手段25'の駆動が成型型30に伝わらないように昇降手段16を備えることが好ましい。ある型式のガラス板を曲げ成形するとき、加熱ゾーン101～103内における成型型30は、それぞれのゾーンに T_0 滞在する。このとき、加熱ゾーン104における成型型は、このゾーンに T_1 滞在する。時間 T_1 経過後、加熱ゾーン104内の成型型は徐冷ゾーン105に搬送される。一方、 $T_1 < T_0$ であると、加熱ゾーン101～103内の成型型はまだそれぞれのゾーン内に滞在している。

そして、時間 T_2 経過後に、加熱ゾーン101～103内の成型型30はそれぞれ隣の加熱ゾーンに搬送される。この時点では、徐冷ゾーン105内のガラス板には T_2 しか徐冷時間が与えられていない。そこで、上記の搬送手段の駆動によって徐冷ゾーン105内のガラス板が炉本体11の外に搬送されないように、搬送手段25'から成型型30を昇降手段16によって上昇させておく。こうして、上記の搬送手段25'の駆動を成型型30に与えないように、搬送手段2

5' と成型型 30 とを離間させておくことができる。その後、搬送手段 25' の駆動が停止しているときに搬送手段 25' から離間された成型型 30 を搬送手段 25' 上に載置し、徐冷ゾーン 105 から炉本体 11 へ成型型 30 を搬送するときに、搬送手段 25' の駆動が成型型 30 に伝えられる。

そして、加熱ゾーン 104 内の次の成型型 30 が徐冷ゾーン 105 に搬送される時に、徐冷ゾーン 105 内の成型型 30 が搬送手段 25' によって炉本体 11 の外（昇降ゾーン）へ搬送される。なお、この後、昇降ゾーン 14' において成型型 30 はリフタによって炉本体 11 の下方に移送され、成形されたガラス板は型返送ゾーン 12 と反対側に向けて搬送される。成型型 30 は、型返送ゾーン 12 を通って加熱ゾーン 101 の手前の昇降ゾーン 14 に向けて移送され、ここで次のガラス板が載置される。

本発明における搬送手段には、モータ等の駆動手段に連結された駆動チェーン、ベルト、ローラ等を駆動させるもの等、これらの上に載置された成型型が各ゾーンから次のゾーンへと断続的に搬送できる適宜のものを用いることができる。この場合、加熱ゾーン 101、102、103 に相当する位置の搬送手段は 1 本の無端ベルトや駆動チェーン等で同時に駆動可能とすることもできるが、加熱ゾーン 104 に相当する位置の搬送手段は、加熱ゾーン 101 等の駆動と独立して駆動されるものである。ただし、成型型は加熱ゾーン 103 から 104 へ搬送されるものであるため、加熱ゾーン 103 に滞在した成型型の動きにともなって、加熱ゾーン 104 に相当する位置の搬送手段も動くことになる。徐冷ゾーン 105 においても同様である。

加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンには、断熱材を有する炉壁に複数のヒータが配されていて、それぞれのゾーンが所定の温度に加熱される。なお、本例では炉本体の天井側に 5 枚／ゾーンのヒータが、側面に 1 枚／ゾーンのヒータが、床面に 3 枚／ゾーンのヒータが配されているが、これに限定されるものでない。また、加熱ゾーンは 4 つに分割されているが、これに限らず、ヒータの能力や滞在時間、設置場所に応じて適宜変更できる。各加熱ゾーンにおいてヒータの温度分布を変え、

ガラス板に温度分布を与えてガラス板の各部位に応じて所定の曲率を得るためには、4～7ゾーン程度に分割されていることが好ましい。

加熱ゾーンは、ガラス板の型式に応じてその温度が設定され、通常600～750℃程度に加熱される。徐冷ゾーンは、加熱されたガラス板の温度やその型式に応じてその温度が設定され、通常400～450℃程度に設定されている。なお、ヒータのかわりにバーナを用いてゾーン内を加熱することもできる。上記すべてのヒータをバーナにかえてもよいが、一部をバーナにかえることもできる。

徐冷ゾーンにおいて成型型を搬送手段から離間させ、再び載置させるための昇降手段には、エアシリンダ等によってゾーン外からゾーン内のピストンを上下動させる等、適宜の治具を用いることができる。

本発明のガラス板の成形装置は、上記例でいう加熱ゾーン104内に成型型30が滞在する時間を頻繁に変更する場合に特に有効である。すなわち、加熱ゾーン104内の成型型30の滞在時間の変更は、曲げ形状を含めた寸法の異なるガラス板を連続的に生産する場合に採用され得る。これは、近年の自動車の少量多品種化の傾向を受け、その窓に用いるガラス板の型式の少量多品種化への対応策になる。加熱ゾーン104内の成型型30の滞在時間を変更することは、ガラス板が加熱される時間が変わり、これに応じてガラス板の曲率を変えることができるようになり、多くの種類の曲げ形状のガラス板が得られることになる。すなわち、多くの型式のガラス板の生産は、その型式に応じた加熱時間の設定によって実現できる。

このように型式に応じてガラス板に与える加熱時間を変えることは、上記のヒータの設定温度を各々変えてやることで実現できる。そして、連続して異なる型式のガラス板を生産する場合、その型式に応じて、本発明の成形装置のように徐冷ゾーンの手前の加熱ゾーンでの滞在時間を適宜変更することによって、種々の所望の曲率に曲げ成形されたガラス板を得ることができる。特に、早いタイミングで徐冷ゾーンに成型型が搬送される場合に、複雑な駆動機構を設けることなく十分な徐冷時間を得るためには、前にも述べた次の態様が好ましい。すなわち、

徐冷ゾーンに搬送手段の駆動を成型型に伝えないように一旦成型型を搬送手段から持ち上げる機構を設けることは、上記の加熱ゾーンでの滞在時間の変更を実際に実現させるために好ましい。

こうした少量多品種に対応させるためには、各加熱ゾーン内の温度を設定どおりの温度に保つことが求められる。安定した温度設定を実現するための好ましい態様には、次のものがあげられる。

(1) 扉部分に囲いを設ける。

(2) 天井ヒータを炉壁から隔置する。

(1) の態様について説明する。炉本体 11 の所定位置に扉 15、15'、15" が設けられていることは、前に説明している。そして、扉の開閉にともない、炉内の温度が炉外に奪われることを防止するために、炉本体の上方に囲いを設けることが好ましい。この囲いを含む周辺の詳細を示すのが図 3 である。

図 3 (a) はその要部概略正面断面図であり、図 3 (b) はその要部概略断面図である。各扉の開閉機構はそれぞれ適宜の機構でよいが、本例では各扉の開閉機構はすべて同じに設定してある。図 3 では、代表して加熱ゾーン 104 と徐冷ゾーン 105 との間にある扉 15' の機構を示している。

加熱ゾーン 104 と徐冷ゾーン 105 との境界には、扉 15' が配されている。加熱ゾーン 104 と徐冷ゾーン 105 との境界における炉壁 84 の上側には、扉進退用開口 82 が設けられていて、扉 15' が上下動可能なように加熱炉内側と囲い 80 側とを連通している。囲い 80 は、扉進退用開口 82 側に向かって開口する開口部を有する薄型の箱状を呈している。開口部の開口端面は、扉進退用開口 82 が内周側に含まれるように、炉壁 84 の外側面に断熱材を介して当接している。そして、扉 15' が開いた際にこの箱内に扉 15' が収容される。

囲い 80 は、そのブラケット部分（図示せず）で炉壁 84 の外側面に断熱材を介して当接され、炉壁 84 にボルト締めされている。上記の囲い 80 と炉壁 84 との間に介在された断熱材は、両者の当接部分の熱的シールを行っている。なお、囲い 80 は、断熱材を含むボード材から形成されている。

扉 1 5' は、その上部においてチェーンやワイヤ等の連結部材 8 3 を介して駆動手段 8 1 に連結されている。そして、この駆動手段 8 1 の駆動によって上下動し、加熱ゾーン 1 0 4 と徐冷ゾーン 1 0 5 との間を遮蔽・開放させる。この駆動手段 8 1 には適宜のものを使用できるが、本例ではエアシリンダを駆動源として、スプロケットを回転させて連結手段を巻き上げ、開放することによって扉 1 5' を開閉させている。

このように扉を設けることは、加熱炉内の安定した所定の温度の確保のために有効である。上記の加熱ゾーン 1 0 4 と徐冷ゾーン 1 0 5 との間に設けた扉 1 5' は、特に所定の温度を保つために有効である。すなわち、ガラス板に発生する応力をコントロールするためには、ガラス板を適宜徐冷するものである。そのためには、徐冷ゾーン内の温度を所定の温度に保つ必要がある。一方で、加熱ゾーンと徐冷ゾーンとが隣接する場合、加熱ゾーン内の熱が徐冷ゾーン内に伝わると、徐冷ゾーンの温度を所定の温度に保つことができない。

そこで、上記例のように加熱ゾーンと徐冷ゾーンとの間に扉を設けて両者間を遮蔽し、必要時（成型型を移送するとき）に扉が開くように構成することは有効である。さらに、この扉を加熱ゾーンから徐冷ゾーンへ成型型が移送されるタイミングにあわせて開閉するように、成型型の搬送手段の駆動と扉の開閉機構の駆動とを連動させることは、徐冷ゾーン内の所定温度保持に特に有効である。この連動は、加熱ゾーン 1 0 4 内での滞在時間を適宜変更するガラス板の少量多品種対応に特に有効な装置において、徐冷ゾーン内の所定温度保持に大きく寄与する。

（２）天井ヒータを炉壁から隔置することについて説明する。図 4 は、炉本体 1 1 の上部を示す概略部分断面図であり、図 4 は図 1 と同方向の断面図である。ヒータ 2 0 は平板状を呈しており、各加熱ゾーン毎に所定の枚数が配されている。図 4 には、そのうちの 1 枚とそのヒータに搬送方向に隣接するもう 1 枚を示している。ヒータ 2 0 は保持部材 5 0 によって炉壁 8 4 の内面 1 1 1 とヒータ 2 0 との間に第 1 の空気層 6 0 が設けられるように吊下げられている。

保持部材 5 0 は、炉壁 8 4 に設けられた連通孔 1 1 2 に挿通されて炉壁 8 4 の

外面に保持された吊下げ部材 5 1 と、この吊下げ部材 5 1 にネジ等によって固定された支持プレート 5 2 と、ガラス製のスペーサ 5 3 とからなる。支持プレート 5 2 は例えば断熱材等からなり、吊下げ部材 5 1 に吊下げ固定されることによって炉壁 8 4 の内面 1 1 1 から離間されている。この支持プレート 5 2 と炉壁 8 4 の内面との間の間隔が、実質的に第 1 の空気層 6 0 となっている。ヒータ 2 0 と支持プレート 5 2 とは、両者間に第 2 の空気層 6 1 が形成されるように、各々の周縁部にスペーサ 5 3 が介在されている。なお、ヒータ 2 0 の両端には、ヒータ 2 0 に通電させるための導電端子が設けられ、炉壁 8 4 の挿通孔を通して炉外の電源へと接続されている。

こうしたヒータの配置がガラス板の少量多品種生産に有効である理由は、次のとおりである。ガラス板の曲率が部位によって異なる場合、加熱されるガラス板には加熱炉内で温度分布が与えられる。この温度分布を様々なパターンにすることによって、多くの種類の曲げ形状のガラス板が得られる。すなわち、多くの型式のガラス板の生産は、その型式に応じた温度分布を与えることによって実現できる。そのため、型式毎の温度分布を与えることになるので、型式毎にヒータ温度設定が変更される。

そして、曲げ形状を含めた寸法の異なるガラス板を連続的に生産する場合には、炉壁内面に配されたヒータの温度設定の変更を頻繁に変更することになる。一方で、従来のように炉壁にヒータが埋設されていると、ヒータ温度設定を変更しても炉壁に熱が奪われことや、逆に炉壁の熱を奪うことが発生する。これによって、炉内を所定の温度にできない現象や、炉内を所定の温度にするまでに時間を要し、応答性が悪いという現象がおこる。上記のヒータ配置は、炉壁内面との間に第 1、2 の空気層を設けるものである。そのため、ヒータの温度設定の変更にともなって応答性よく炉内の温度を変更でき、ガラス板の温度を変えることができる。

ここで、ヒータ温度の設定・制御の好ましい形態を説明する。型式に応じた温度分布の有用性については、先に述べた。細かい温度分布を与えればそれだけガラス板の形状を多様化できる。一方で、細かい分布を与えるためには、ヒータの

細分化が考えられる。しかし、ヒータを細分化した分だけ、温度制御系が複雑化する。そこで、温度制御系を簡素化する好ましい形態を次に説明する。

図5は、加熱ゾーン101～104および徐冷ゾーン105に設けられたヒータの配置図である。各ゾーンは天井ヒータ40、サイドヒータ42、および床ヒータ44を有している。各加熱ゾーンの天井ヒータ40A～40Dは5枚のヒータ群A～Eを備え、その配置位置は異なる。特に、加熱ゾーン103、104の天井ヒータ40C、Dは、ヒータ群A、Bがそれぞれ分割して配置されている。結果として、加熱ゾーン103、104には6つのブロックが形成されている。徐冷ゾーン105の天井ヒータ40Eのヒータ群Aは1枚で、他のゾーンのヒータ群と比較して低温に設定される。また、各ゾーンの各ヒータ群は、それぞれ独立した温度に設定される。

各加熱ゾーンのサイドヒータ42A～42Eはそれぞれ1枚のヒータAを有し、それらの配置位置も同じ位置に設定されている。各加熱ゾーンの床ヒータ44A～44Eはそれぞれ3枚のヒータA～Cを有し、それらの配置位置も同じ位置に設定されている。

天井ヒータの制御を、天井ヒータ40Cを例にあげて説明する（図6に天井ヒータ40Cの拡大図を示した）。先にも述べたように、天井ヒータ40CはNo. 1～6までの6ブロックに区分けされている。図6において、上から順にヒータ群A、ヒータ群B、ヒータ群C、ヒータ群D、ヒータ群E、ヒータ群Aを備えている。すなわち、天井ヒータ40Cは、同一の温度に設定される2つのヒータ群A、Aを有し、これらのヒータ群A、Aは他のヒータ群B～Eの半数のヒータからなるヒータ群で構成されている。

図7は、天井ヒータ40Cの加熱温度制御装置70を示すブロック図である。同図に示す加熱温度制御装置70は、天井ヒータ40Cを統括制御するCPU72を有する。このCPU72は、キーボード140からの入力情報に基づいて5つの電流制御装置（5系の温度制御系）73、74、75、76、77を制御し、各ヒータ群A～Eをキーボード140で設定された所定の温度に加熱する。これ

により加熱ゾーン103内に、ガラス板を曲げ成形するための所定の温度分布が形成される。

電流制御装置73は、ヒータ群Aを加熱させる温度制御系であり、No. 1、6のヒータ群A、Aを加熱する。電流制御装置74は、ヒータ群Bの温度制御系、電流制御装置75はヒータ群Cの温度制御系、電流制御装置76はヒータ群Dの温度制御系、電流制御装置77はヒータ群Eの温度制御系である。すなわち、図7に示す加熱温度制御装置70は、同一温度に設定される2つのヒータ群A、Aを一つの電流制御装置73で制御している。

このように構成された加熱温度制御装置70によれば、6つのブロックにヒータ群A～Eを区分けしても、5つの電流制御装置73～77を揃えるだけでよい。これにより、電流制御装置をヒータ群の数に対応して増やすことなく、細かい温度差の温度分布を形成することができ、ガラス板をより設計値に近い形状に曲げ成形することができる。

なお、加熱ゾーン103の天井ヒータ40Cの加熱温度制御装置70について説明したが、他のゾーンの天井ヒータ40Dも同様に温度制御すればよい。図5の天井ヒータ40Dは、同一温度に設定される2つのヒータ群B、Bを有し、これらのヒータ群B、Bが同一の電流制御装置で温度制御されていることを示している。

ところで、図5に示した加熱ゾーン101、103に設けられた天井ヒータ40A、40Cは、各ヒータ群の配置構成が異なっているものの制御系の数は同数である。また、同様に加熱ゾーン102、104に設けられた天井ヒータ40B、40Dも、各ヒータ群の配置構成が異なっているものの制御系の数は同数である。このようにヒータ群の配置構成を変えている各加熱ゾーンにガラス板を断続搬送させると、加熱ゾーンからガラス板が受ける熱量の分布を、温度制御系を増やすことなく細分することができる。すなわち、図8に示すように、ガラス板の表面上において受熱量の分布を40分割することができる（各加熱ゾーンのヒータ群の区分けを重ね合せると、図8の40分割の区分けができあがる）。こうして、

制御系を増やすことなく細かな温度分布を作ることができる。よって、コストをかけることなく、ガラス板を微妙な形状に曲げ成形することができる。

ガラス板は加熱炉内において成形型上に載置されていて、自重により成形型面に倣うように曲げ成形されるものである。そのため、ガラス板が成形型に支持されている部分やその周辺を先に温度が高くなるように各加熱ゾーンの温度を制御したり、逆にガラス板が支持されている部分から遠い部分を先に温度が高くなるように制御したり、さらには、一旦高温まで上げた後に、温度上昇を緩やかにし、また急激に上げるなど、種々の温度履歴をガラス板の各部分に与えることによって、単に40分割分の細かいガラス板の曲率を与えるだけでなく、相乗的にガラス板に細かい温度分布を与えることができる。

なお、下面や側面にもヒータが配される場合、これらのヒータを炉内面から離間することは好ましい。一方で、ガラス板は成形型上に載置されるので、ガラス板の下面側の温度制御は成形型の存在を考慮しなければならないこともある。これに対してガラス板の上面にはヒータとの間に障害物がないたため、ヒータの温度設定、温度分布をよりよく反映できる。炉の下面に配されたヒータに比べて、上面に配されたヒータの方を、精度のよい温度設定できるものにするのが望ましい。したがって、少なくとも上面に配されたヒータの温度設定によるガラス板の温度への応答性をよくすることが望まれ、上記例のように上面に配されたヒータと炉の上内面との間に空気層を設けることが好ましいことになる。

上記の、相乗的な細かい温度分布によるガラス板の曲げ形状管理の好ましい形態を、次に説明する。具体的には、図1に示したコンピュータ本体160に搭載されているシミュレーション算出プログラムについて説明する。これは、加熱ゾーンのヒータ温度を経験的に設定して、ガラス板の曲げ形状が許容値内であるか否かを実機上で確認する従来方式に対し、特に少量多品種生産に際に、簡便にヒータ温度設定を可能とする手法である。そして、各ゾーンでのガラス板の温度やガラス板の撓み量を算出するにあたり、前のゾーンでのガラス板の温度やガラス板の撓み速度を考慮することによって、シミュレーション結果の精度をあげる手

法である。

図 1 には、加熱炉 10 を統括制御するコンピュータ 120 が示されている。コンピュータ 120 は、加熱炉 10 の各加熱ゾーンのヒータ温度を設定するとともに曲げ対象ガラス板の諸条件を入力するキーボード 140、ガラス板の曲げ量を算出するためのシミュレーション算出プログラムを有するコンピュータ本体 160、および演算結果や加熱炉 10 の各種機能および稼働状況を表示するディスプレイ 180 を備えている。加熱炉 10 とコンピュータ 120 とは、各種データの交換が可能に接続されており、キーボード 140 で入力されたヒータ温度により、各加熱ゾーンのヒータが温度制御される。また、それらのヒータの実際の温度情報が伝送されてディスプレイ 180 に表示される。

前記プログラムは、キーボード 140 からガラス板 26 の大きさ、板厚、および各ゾーンの各ヒータ温度が入力されると、ガラス板 26 を図 9 に示すように複数の要素 ($n \times n$) に分割する。

図 10、図 11 は、ガラス板 26 の各要素が受ける熱量の算出方法を説明するための模式図である。図 10 には、便宜上天井ヒータを No. 1 ~ No. 13 に区分けしたゾーンが示されている。図示していないが、同ゾーンにはサイドヒータ、および床ヒータが備えられている。それらのヒータによって加熱されるガラス板 26 は $n \times n$ の要素に分割されている。図 11 に示す計算面要素 $[i, j]$ が受ける熱容量に着目する。コンピュータ本体 160 は前記熱容量 C を次式で算出する。

$$C \cdot dT_g / dt = Q_{r1} + Q_{r2} + Q_{r2} - Q_{r4} - Q_{c1} - Q_{c2} \quad (W) \cdots (1)$$

T_g : ガラス板の要素温度 (計算面要素は集中熱容量体として扱う)

Q_{r1} : 全ヒータから受ける輻射熱量であり、次式で算出する。

$$Q_{r1} = a \epsilon_g A_g \sum_{n=1}^m a T_k^4 \epsilon_n F_{gn} \cdots (2)$$

Q_{r2} : 雰囲気温度から受ける対流熱量であり、次式で算出する。

$$Q_{r2} = a \epsilon_g A_g \sum_{n=1}^m a T k^4 \epsilon_n F_{gn} \cdots (3)$$

Q_{r3} : 炉床から受ける輻射熱量であり、次式で算出する。

$$Q_{r3} = a \epsilon_g A_g \sum_{n=1}^m a T k^4 \epsilon_n F_{gn} \cdots (4)$$

Q_{r4} : ガラス板の自己輻射熱であり、次式で算出する。

$$Q_{r4} = 2 A_g \sigma T k^4 \epsilon_g \cdots (5)$$

Q_{c1} : ガラス板の上面对流であり、次式で算出する。

$$Q_{c1} = A_g (T_g - T_U) k \cdots (6)$$

Q_{c2} : ガラス板の下面对流であり、次式で算出する。

$$Q_{c2} = A_g (T_g - T_D) k \cdots (7)$$

a : ステファン・ボルツマン定数

T_n : 炉内要素 No. n の表面温度

ϵ_n : 炉内要素 No. n の放射熱

A_n : 炉内要素 No. n の面積

F_{gn} : ガラス要素から炉内要素 No. n を見た形態係数

ϵ_g : ガラスの放射熱

T_g : ガラス要素の絶対温度

A_g : ガラス要素の面積

T_U : 炉内上部雰囲気温度 (絶対温度)

T_D : 炉内下部雰囲気温度 (絶対温度)

k : 炉内対流伝熱係数

ガラス板は各加熱ゾーン内を断続的に搬送される。そのため、予め設定されたタクトに応じて、各加熱ゾーンに滞在する時間が予め設定されている。こうして加熱ゾーン 101 における各要素の受ける熱容量と加熱ゾーン 101 におけるガラス板の滞在時間から、加熱ゾーン 101 に滞在しているときの各要素毎のガラ

ス温度を算出する。この算出を加熱ゾーン 102～徐冷ゾーン 105 について前のゾーンのガラス温度を考慮しながら順次行うことによって、各ゾーンにおける（各時刻における）各要素のガラス温度が得られる。

次いで、前記ガラス温度に基づいて、各要素毎の撓み量を演算する。この演算方法は、熱容量算出と同様にシミュレーションによって以下のように行う。

まず、撓み量を演算する前に、ガラス温度に対するガラスの撓み速度を取得する必要がある。この撓み速度を加熱時間で積算すれば、各要素毎の撓み量を得ることができるからである。

図 12 に、ガラス温度とガラスの撓み速度との関係を示す。同図に示すように、撓み速度は、ガラス温度が略 580℃以下ではほぼ 0 であるが、580℃を超えると急激に増加する傾向にある。この関係は、図 13 に示す大きさのガラス板 1 をシミュレーション算出することにより得ている。すなわち、同図に示すガラス板 26 を徐々に成形温度まで加熱した場合の、中央部の測定点 P の撓み量を算出した。これにより、図 12 のガラス温度とガラスの撓み速度との関係を取得した。

したがって、図 12 に示した関係図から、算出した各ゾーン（各時刻）における各要素毎のガラス温度に基づいて各要素毎の撓み量を演算し、各ゾーンにおける各要素の撓み量を積算することで、全ゾーンに搬送されたガラス板の各要素の撓み量を得ることができる。なお、この場合各ゾーン毎にわけて全撓み量を得ずとも、全ゾーンにわたって得られている各時刻における各要素の撓み量を直接求めることもできる。さらに、演算して得られた各要素毎の撓み量を積算すると、ガラス板全体の曲げ量を算出することができる。これにより、ガラス板 26 の曲げ量を実機で確認するこなく、得ることができる。

なお、2 枚のガラス板を重ねて成形型に載置し、2 枚同時に曲げ成形する場合には、上記のシミュレーションにガラス板が 2 枚あることを反映させる。具体的には、2 枚のガラス板が重ねてあることを演算に盛り込む手法と、簡易的に 2 枚分の厚みを有する 1 枚のガラス板として演算に盛り込む手法とがある。前者の方が、より実際に曲げ成形した形状に近いシミュレーション結果が得られるが、後

者でも充分現実的なシミュレーション結果が得られる。

次に、上記の如く構成された本発明のガラス板の曲げ量算出装置の作用について図14のフローチャートを参照しながら説明する。

まず、曲げ対象のガラス板26の大きさ、板厚をキーボード140で入力するとともに、各ゾーンにおける天井ヒータ40、サイドヒータ42、および床ヒータ44の各ヒータの予備設定温度をキーボード140で入力して設定する。これにより、初期設定が終了する（ステップ100）。

次に、前記初期設定が終了すると、コンピュータ本体160は、ガラス板を図9に示したように複数の要素（ $n \times n$ ）に分割する。

次いで、入力したヒータの予備設定温度に基づき、各ゾーンにおいて各要素がヒータから受ける輻射加熱量と、雰囲気温度から受ける対流加熱量とを前記（1）式により算出する。必要に応じて、ガラス板の板厚方向に伝導する熱量を算出することにより、各ゾーンにおいて各要素が受ける加熱量を算出する（ステップ200）。

一方、加熱ゾーン101でのガラス板の初期温度を常温に設定し、加熱ゾーン101の温度下でガラス板の各要素の温度がどのように変化するか非定常算出を行う。これは、加熱ゾーン101での各要素が受ける加熱量が得られているので、このゾーン内にガラス板が滞在する時間から、このゾーンでの最終温度を得るものである。次に、加熱ゾーン102でのガラス板の初期温度を加熱ゾーン101での最終温度に設定し、加熱ゾーン102の温度下でガラス板の各要素の温度がどのように変化するか非定常算出を行う。次いで、同様に、加熱ゾーン103～徐冷ゾーン105までの非定常算出を行う。これにより、各加熱ゾーンにおいて、ガラス板の各要素のガラス温度を算出できる（ステップ300）。なお、ガラス板の搬送タクトが定められているので、上記ガラス温度は各時刻におけるガラス温度として扱うこともできる。

次いで、図12に示すガラス温度と撓み速度（ V ）との関係から、前記算出した各要素毎のガラス温度に基づいて、各要素毎の撓み量を演算する（ステップ4

00)。

そして、演算して得た各要素毎の撓み量に基づいて、ガラス板全体の曲げ量を算出する(ステップ500)。

これにより、ガラス板の曲げ量を実機で確認することなく、シミュレーションで算出することができる。

そして、算出したガラス板の形状と、ガラス板の所望のデザイン形状とを比較して形状偏差を求め(ステップ600)、この結果をディスプレイ180上に表示する(ステップ700)。この形状偏差が許容値内か否かを判別し、許容値内であれば、前述した入力条件でガラス板の曲げ成形を行う。これとは逆に、許容値外であれば、入力条件のうちヒータの予備設定温度を変更して前述した手順で再度算出を、形状偏差が許容値内になるまで行う。

これにより、本実施の形態では、所望のデザイン形状のガラス板を得ることができる。

なお、上記説明にはガラス板の色について言及していない。近年、自動車用ガラス板は、車種の多様化により種々の色のものが採用され、従来の透明色だけでなく、ブロンズ色、グリーン色が多く見られるようになってきている。

このような色付きのガラス板は、当然その色によって熱吸収率が異なるので、撓み速度も透明のガラス板と比較して速くなる。したがって、ガラス板の色に応じた、ガラス温度と撓み速度との関係を予め取得しておけば、多種の色のガラス板の曲げ量算出にも対応することができる。

ところで、上記シミュレーションの説明は、ガラス板を各加熱ゾーン毎に断続的に搬送することについて説明している。このシミュレーションは、全ゾーンにわたってガラス板を連続的にほぼ一定の速度で搬送させる場合にも応用できる。この場合、各ゾーンにおける各要素のガラス温度のかわりに各時刻における各要素のガラス温度を得ることによって、全ゾーンにわたって搬送された後の各要素毎の撓み量を得ることができる。

各ゾーンにおけるヒータ群の配置、ヒータ数は、適宜決定できる。成型型の形

状としては、リング状のもの、リング状ではなく中実のもの等、得ようとするガラス板の形状にあわせて適宜決定できる。中実のものでは、ガラス板の型式毎に精度よく中実部分の形状を決定しなければならないので、リング状のものが好ましい。特に、リング状のものの場合、ガラス板を支持する部分と、そうでない部分とを明確化できる。そのため、ガラス板の支持されている部分とそうでない部分とが受ける熱量（経時的に受ける熱量も含む）を適宜決定することによって、ガラス板のより細かい形状管理をできる。

上記例では型返送ゾーン 1 2 を炉本体 1 1 の下段に併設してあるが、これも適宜変更できる。すなわち、型返送ゾーンと炉本体とを上下逆にすることもできる。また、型返送ゾーンと炉本体とを水平方向に隣接させることもできる。熱効率と装置の設置場所の制約等に鑑みると、型返送ゾーン 1 2 を炉本体 1 1 の下段に併設することが好ましい。

徐冷ゾーン 1 0 5 内での、搬送手段の駆動を成型型 3 0 へ伝えない手法としても、適宜の手法を用いることができる。すなわち、上記例のように成型型を搬送手段の上方に持ち上げるものだけでなく、水平方向にずらすこともできる。成型型を搬送手段から離脱させるだけでよいので、機構の簡便さやスペースの制約に鑑みると、上方に持ち上げることが好ましい。

産業上の利用の可能性

本発明のガラス板の成形装置によれば、徐冷ゾーンの手前の加熱ゾーンにおけるガラス板を載置した成型型の滞在時間を可変としている。これにより、複雑な駆動機構を用いずに、異なる型式に対応した異なる曲げ形状のガラス板を連続的に生産することができる。

特に、早いタイミングで加熱ゾーンから徐冷ゾーンに移送された成型型を、一時搬送手段から離間して前段の加熱ゾーンの成型型の移動と切り離すことによって、成型型どうしの干渉を与えることなく、しかも十分な徐冷時間を確保できる。そして、上記の徐冷ゾーンの手前の加熱ゾーンにおける成型型の滞在時間を可変とするために求められる好ましい成型型の動きを実現できる。

さらに、次のようなガラス板の曲げ量の算出によって、ガラス板の曲げ量を実機で確認しなくても、実機に即したシミュレーションを実現できる。すなわち、ガラス板の大きさ、および各ゾーンのヒータ温度を設定したのち、ガラス板を複数の要素に分割して、各要素が受ける加熱量を算出するとともに各要素毎のガラス温度を算出し、各ゾーンにおいて前のゾーンで受けた熱量を考慮しつつ各ゾーンでのガラス温度から各要素毎の撓み量を演算して、板ガラスの曲げ量を算出することである。こうして得られる曲げ形状をヒータの温度設定にフィードバックすることによって、サンプル用のガラス板の曲げ成形をすることなく、あるいはサンプル成形の回数を少なくして、所望の形状のガラス板成形を実現できる。

請 求 の 範 囲

1. 複数の成型型を用意するとともに、これら複数の成型型にそれぞれガラス板を載置して、これら複数の成型型を順次加熱炉内に搬送させてガラス板を曲げ成形する方法であり、前記加熱炉としてガラス板を成形温度まで加熱する複数の分割された加熱ゾーンと該加熱ゾーンの下流に配されていてガラス板を徐冷する徐冷ゾーンとを有するものを用い、前記加熱炉内に、前記複数の成型型を順次加熱ゾーンの上流から前記複数の加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンを経て徐冷ゾーンの下流へと搬送して、ガラス板を成型型に倣うように曲げ成形し、複数のガラス板を連続的に曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、

前記複数の加熱ゾーンのうち徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンを除く各加熱ゾーン内に成型型がそれぞれ一定の時間 T_0 滞在するように、前記成型型を各加熱ゾーン間に断続的に走行させ、

徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーン内に成型型を滞在させる時間 T_1 が T_0 以下に可変であって、得ようとするガラス板の曲げ形状に応じた時間 T_1 滞在するように、前記成型型を加熱ゾーンと徐冷ゾーンとの間に断続的に走行させる、

ことを特徴とするガラス板の曲げ成形方法。

2. 前記成型型は搬送手段上に載置されていて、該搬送手段の駆動によって走行するものであり、時間 T_1 が時間 T_0 よりも短い設定で成型型が徐冷ゾーンに搬送される場合に、この短い設定で徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンに滞在していた徐冷ゾーンにある成型型を、後に続く上流側の成型型が徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンに搬送される時まで、徐冷ゾーン内であって搬送手段から離脱した位置に退避させることを特徴とする請求項1記載のガラス板の曲げ成形方法。

3. ガラス板を加熱炉内に搬送して実際に曲げ成形する前に、

前記ガラス板の大きさ、および前記各加熱ゾーンに配された各ヒータの予備設定温度を設定する第1のステップと、前記ガラス板を複数の要素に分割し、各加熱ゾーンにおいて各要素が受ける加熱量と各加熱ゾーンにおけるガラス板の滞在時間とから、各加熱ゾーンにおける各要素毎のガラス温度を算出する第2のステ

ップと、予め取得しているガラス温度とガラス板の撓み速度との関係から、前記算出した各加熱ゾーン毎における各要素毎のガラス温度に基づいて、各加熱ゾーンにおけるガラス板の各要素の撓み量を算出する第3のステップと、前記算出して得られた各加熱ゾーン毎における各要素毎の撓み量に基づいて、全加熱ゾーンにわたり搬送されたガラス板全体の曲げ量を算出する第4のステップと、を有するガラス板の曲げ量算出方法により、前記ガラス板全体の曲げ量を演算してガラス板のシミュレーション形状を求め、

予め設定されたガラス板の所望のデザイン形状とガラス板のシミュレーション形状とを比較し、ガラス板のシミュレーション形状を前記所望のデザイン形状に近づけるように各ヒータの予備設定温度を変更しながら各ヒータの設定温度を決定して、

ガラス板が載置された成型型を各加熱ゾーン内に搬送させることを特徴とする請求項1または2に記載のガラス板の曲げ成形方法。

4. 複数の成型型を用意するとともに、これら複数の成型型にそれぞれガラス板を載置して、これら複数の成型型を順次加熱炉内に搬送させてガラス板を曲げ成形する方法であり、前記加熱炉としてガラス板を成形温度まで加熱する複数の分割された加熱ゾーンと該加熱ゾーンの下流に配されていてガラス板を徐冷する徐冷ゾーンとを有するものを用い、前記加熱炉内に、前記成型型を順次加熱ゾーンの上流から前記複数の加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンを経て徐冷ゾーンの下流へと搬送して、ガラス板を成型型に倣うように曲げ成形するガラス板の曲げ成形方法において、

ガラス板を加熱炉内に搬送して実際に曲げ成形する前に、

前記ガラス板の大きさ、および前記各加熱ゾーンに配された各ヒータの予備設定温度を設定する第1のステップと、前記ガラス板を複数の要素に分割し、各加熱ゾーンにおいて各要素が受ける加熱量と各加熱ゾーンにおけるガラス板の滞在時間とから、各加熱ゾーンにおける各要素毎のガラス温度を算出する第2のステップと、予め取得しているガラス温度とガラス板の撓み速度との関係から、前記

算出した各加熱ゾーン毎における各要素毎のガラス温度に基づいて、各加熱ゾーンにおけるガラス板の各要素の撓み量を算出する第3のステップと、前記算出して得られた各加熱ゾーン毎における各要素毎の撓み量に基づいて、全加熱ゾーンにわたり搬送されたガラス板全体の曲げ量を算出する第4のステップと、を有するガラス板の曲げ量算出方法により、前記ガラス板全体の曲げ量を演算してガラス板のシミュレーション形状を求め、

予め設定されたガラス板の所望のデザイン形状とガラス板のシミュレーション形状とを比較し、ガラス板のシミュレーション形状を前記所望のデザイン形状に近づけるように各ヒータの予備設定温度を変更しながら各ヒータの設定温度を決定して、

ガラス板が載置された成型型を各加熱ゾーン内に搬送させることを特徴とするガラス板の曲げ成形方法。

5. 第2のステップにおいて各加熱ゾーンでの各要素のガラス温度を算出するにあたり、各加熱ゾーンの直前のゾーンでの各要素のガラス温度を初期温度に設定することを特徴とする請求項4記載のガラス板の曲げ成形方法。

6. それぞれにガラス板が載置される複数の成型型と、ガラス板を成形温度まで加熱する複数の分割された加熱ゾーンと該加熱ゾーンの下流に配されていてガラス板を徐冷する徐冷ゾーンとを有する加熱炉と、成型型を加熱ゾーンの上流から前記複数の加熱ゾーンおよび徐冷ゾーンを経て徐冷ゾーンの下流へと搬送する搬送手段とを少なくとも備え、ガラス板が載置された複数の成型型を順次加熱炉内に搬送させてガラス板を成型型に倣うように曲げ成形するガラス板の曲げ成形装置において、

前記成型型は各加熱ゾーン間および加熱ゾーンと徐冷ゾーンとの間を断続的に走行するものであって、

前記複数の加熱ゾーンのうち徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーンを除く各加熱ゾーン内には成型型が一定の時間 T_0 滞在するものであり、

徐冷ゾーンの直前の加熱ゾーン内における成型型の滞在時間 T_1 が T_0 以下に

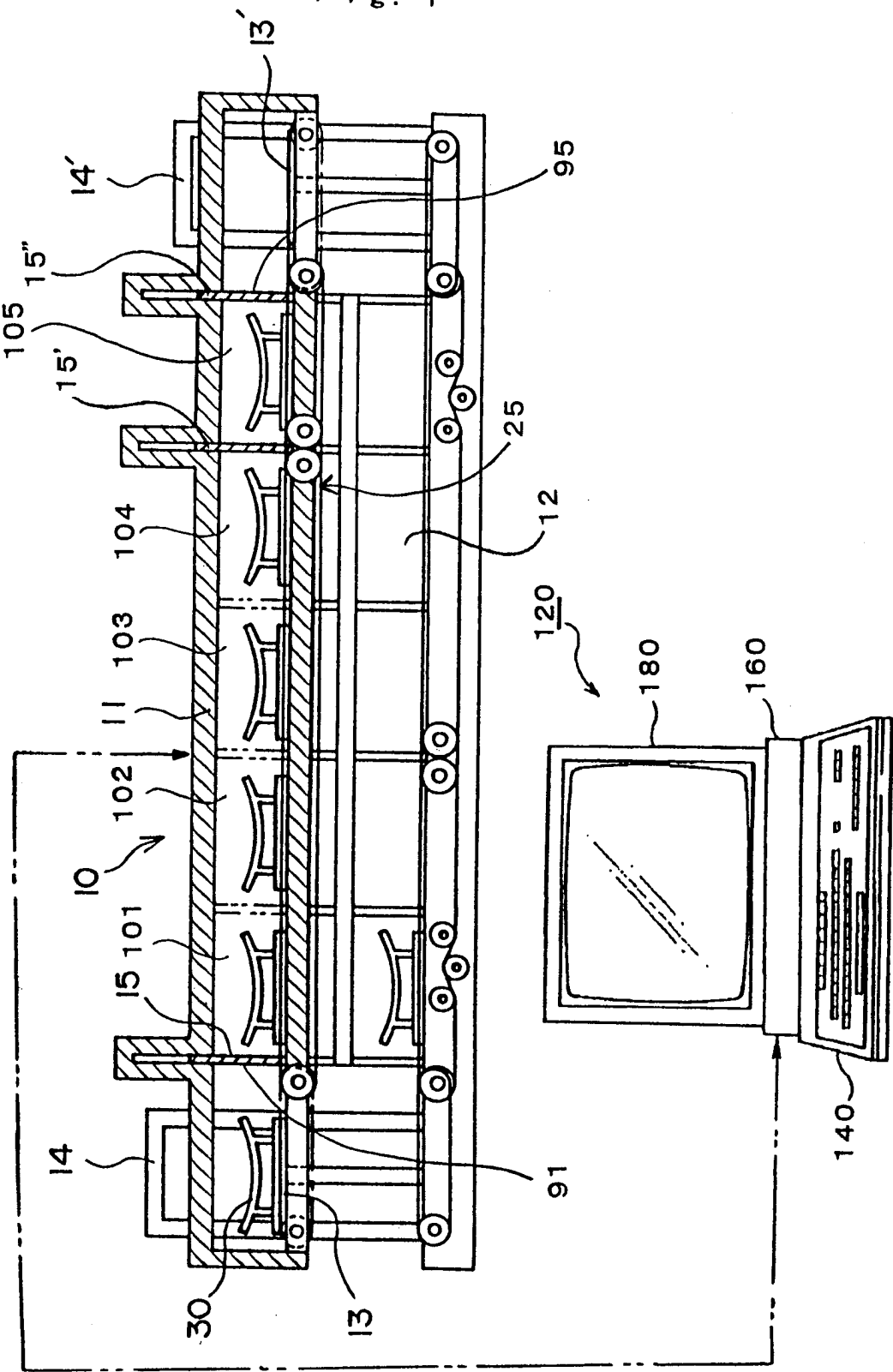
可変であることを特徴とする、ガラス板の曲げ成形装置。

7. 前記成形型は搬送手段上に載置され、該搬送手段の駆動によって走行されるものであり、前記徐冷ゾーンには、搬送手段から成形型を一時的に上方に持ち上げる昇降手段が設けられていることを特徴とする請求項6記載のガラス板の曲げ成形装置。

8. 前記加熱ゾーンと徐冷ゾーンとの間に相当する加熱炉の炉壁には、成形型の出入りにともなって開閉する第1の扉が加熱炉内側と加熱炉外側との間を進退可能とする扉進退用開口が設けられていて、該扉進退用開口の外周に位置する炉壁外側面には、扉進退用開口側に開口部を有する箱状の囲いが、その開口部の内周に扉進退用開口を含むように当接して加熱炉の外方に向けて突出するように設けられて、前記扉がその開状態において前記箱状の囲い内に収容されるように構成されてなることを特徴とする請求項6または7に記載のガラス板の曲げ成形装置。

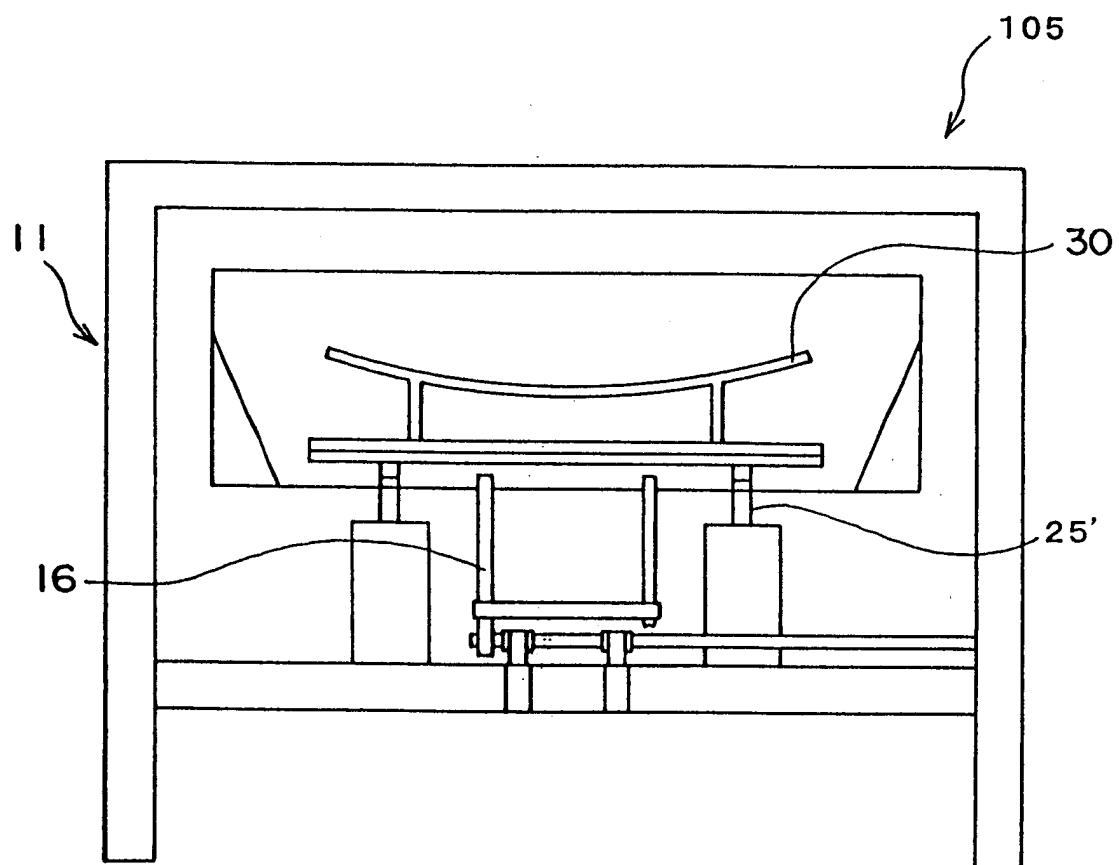
9. 前記加熱炉には成形されたガラス板が回収された後の成形型を加熱炉の入り口へ返送する返送ゾーンが併設されていて、加熱炉の入り口には、成形型の加熱炉内への搬入にあわせて開閉自在とした第2の扉が炉外側に配され、加熱炉の出口には、成形型の加熱炉外への搬出にあわせて開閉自在とした第2の扉が炉外側に配されていることを特徴とする請求項6、7または8記載のガラス板の曲げ成形装置。

Fig. 1



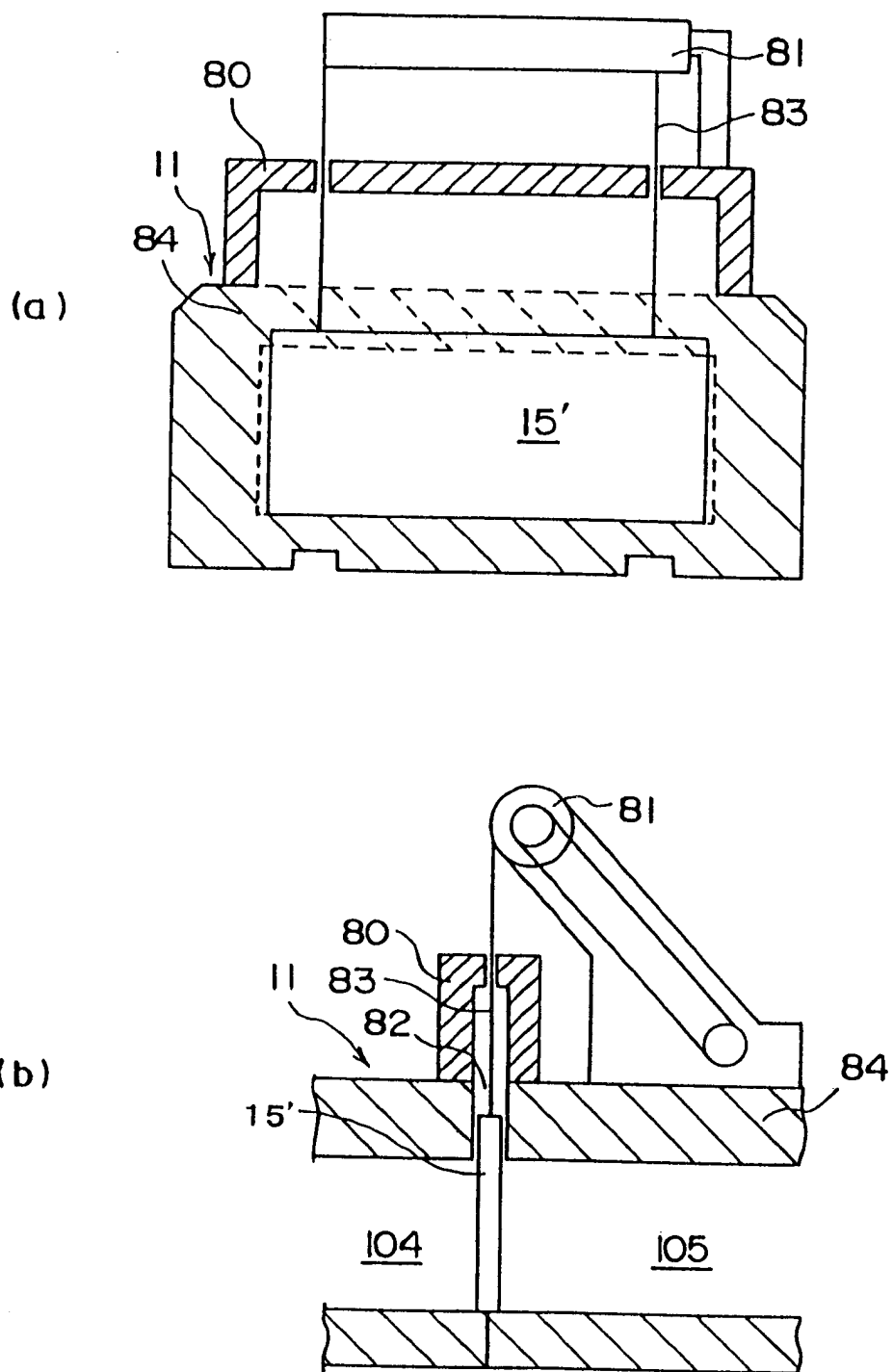
2 / 14

Fig. 2



3 / 14

F i g . 3



4 / 14

Fig. 4

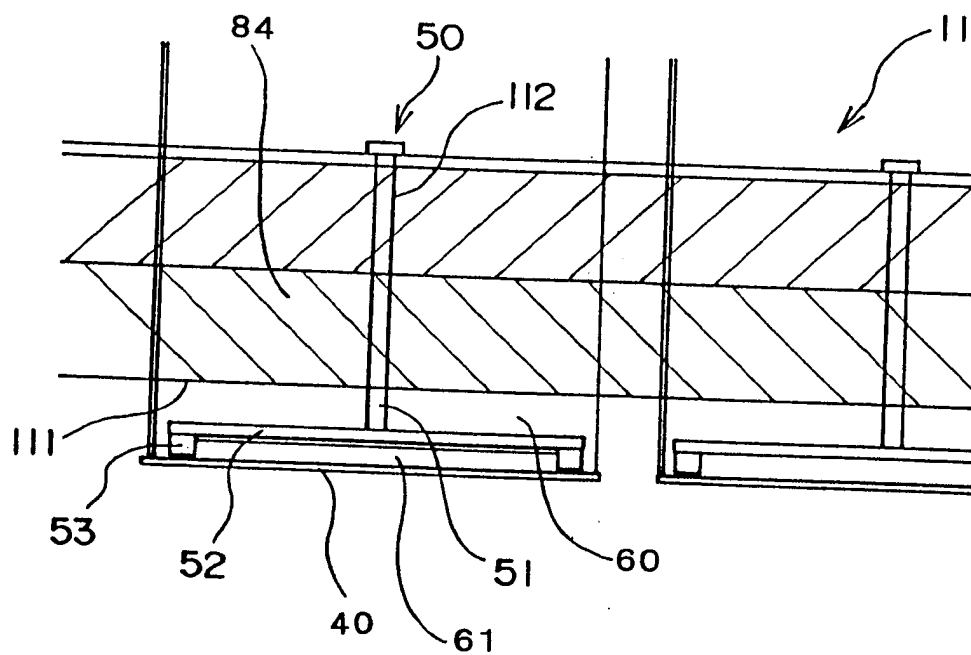
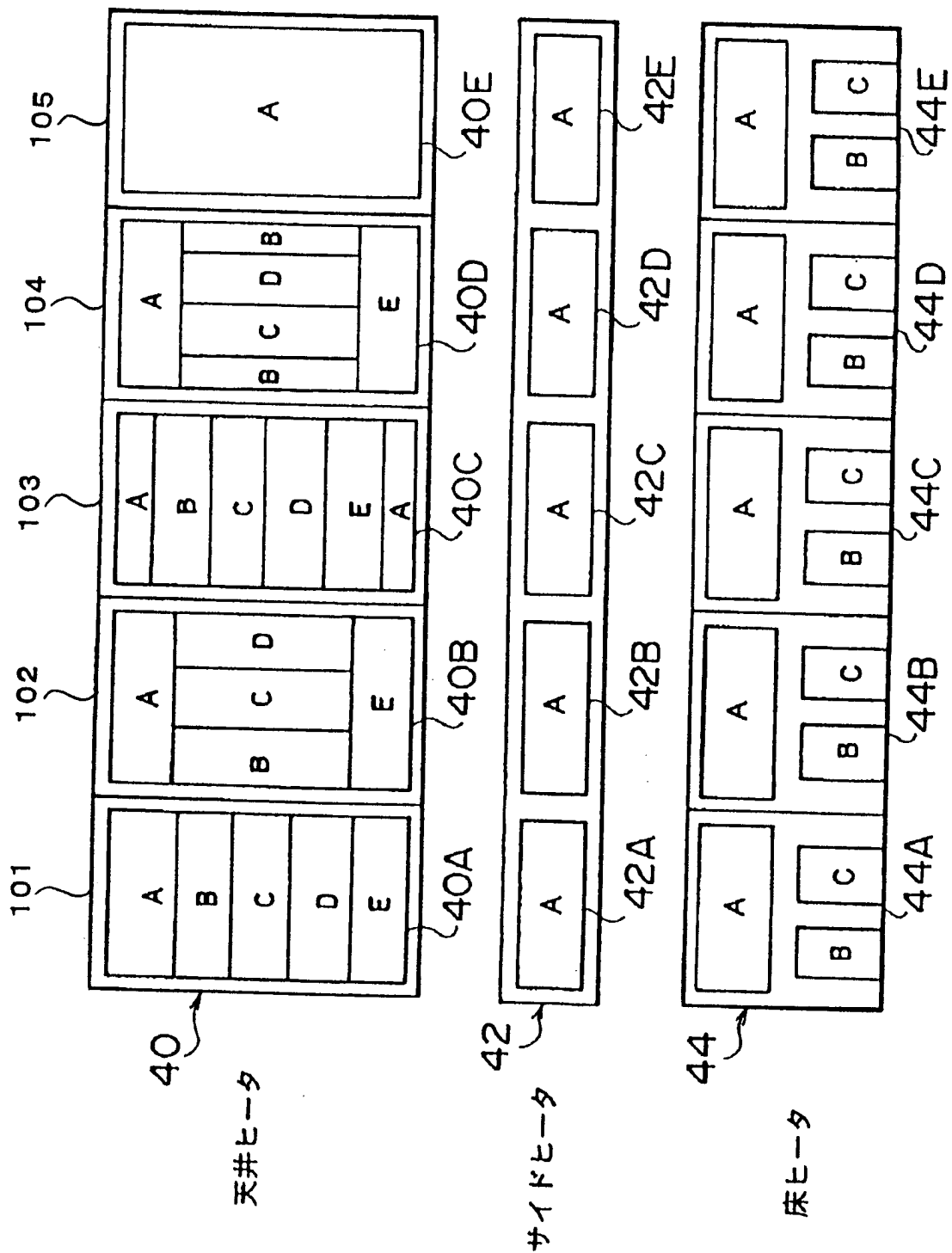
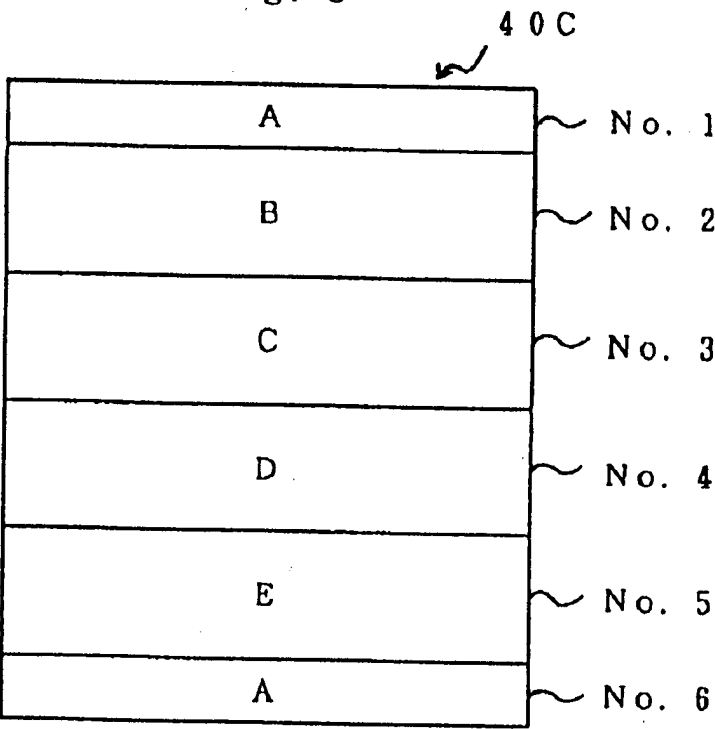


Fig. 5



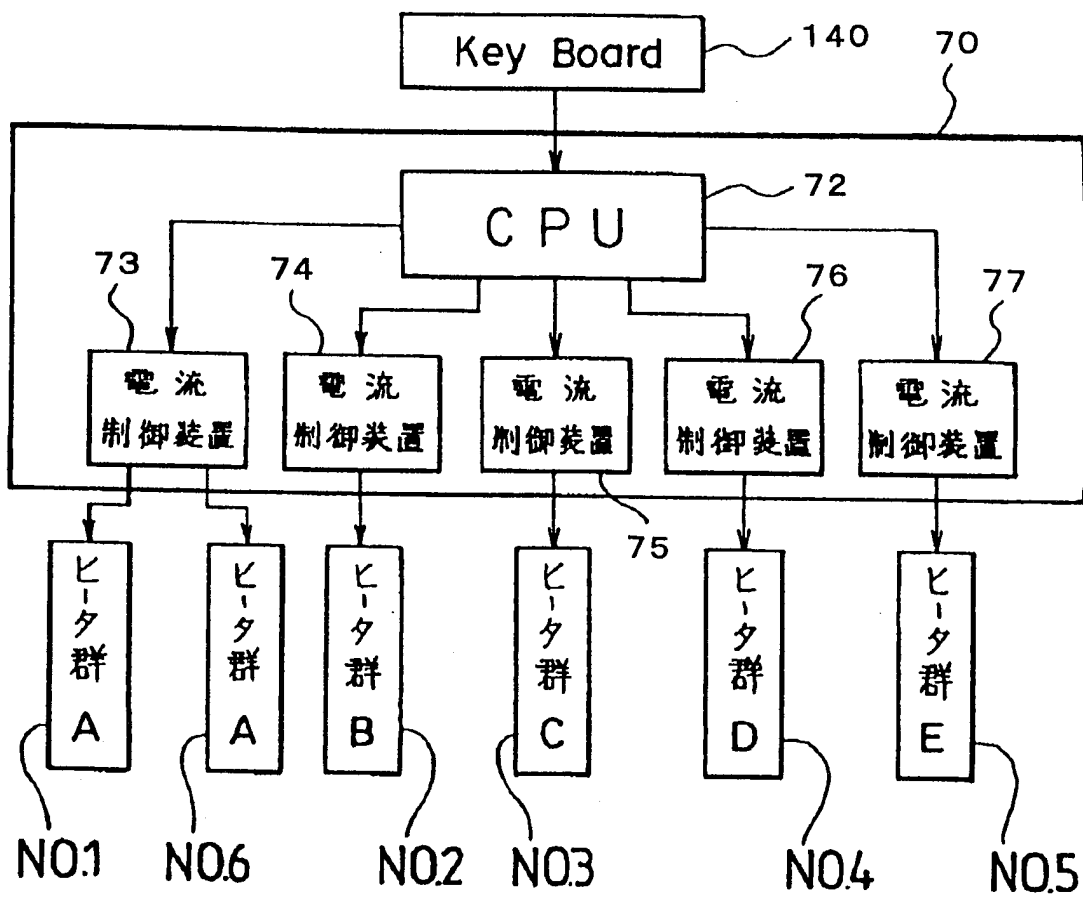
6 / 14

Fig. 6



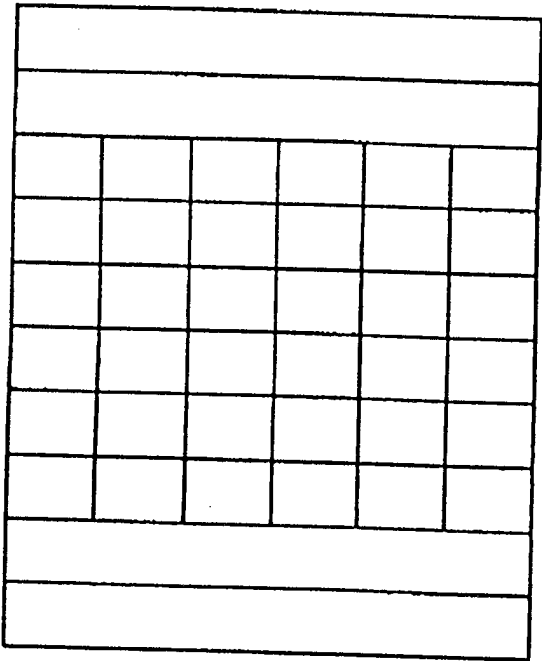
7/14

Fig. 7



8 / 14

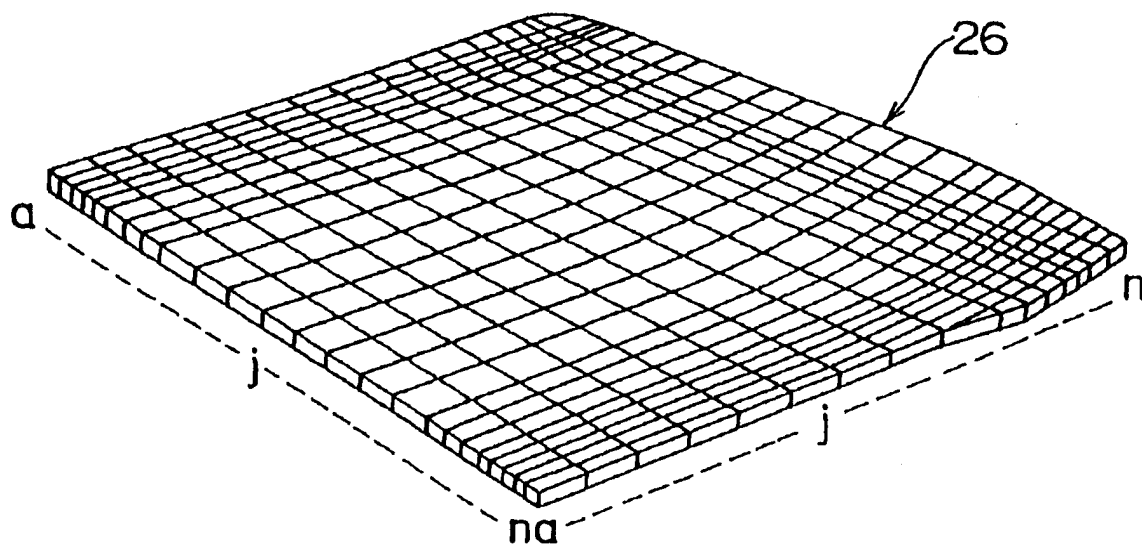
F i g . 8



4 0 分割

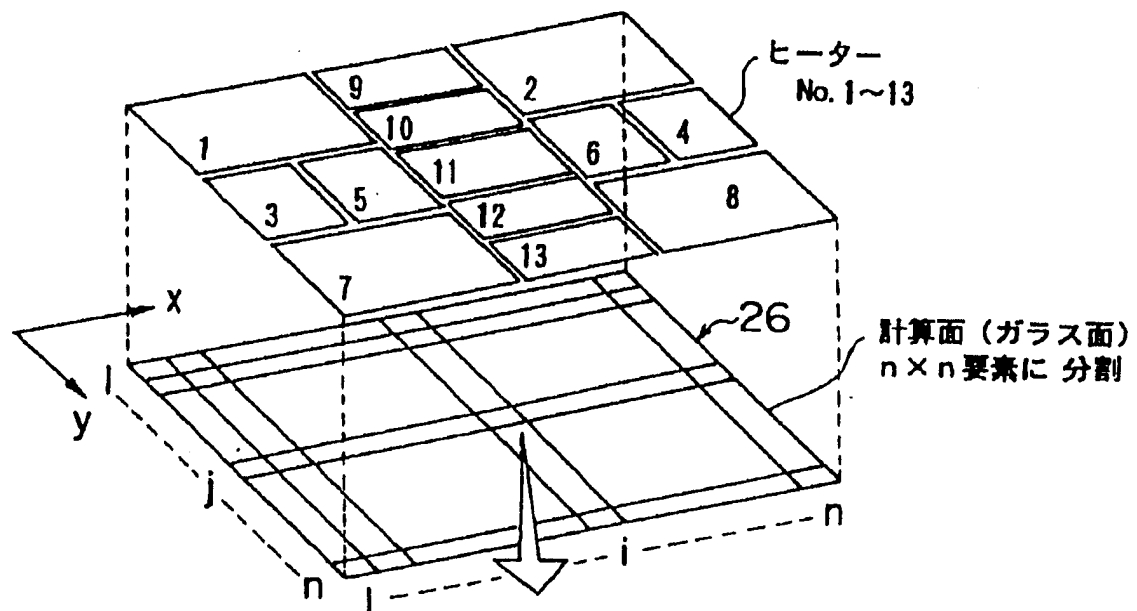
9 / 14

F i g . 9



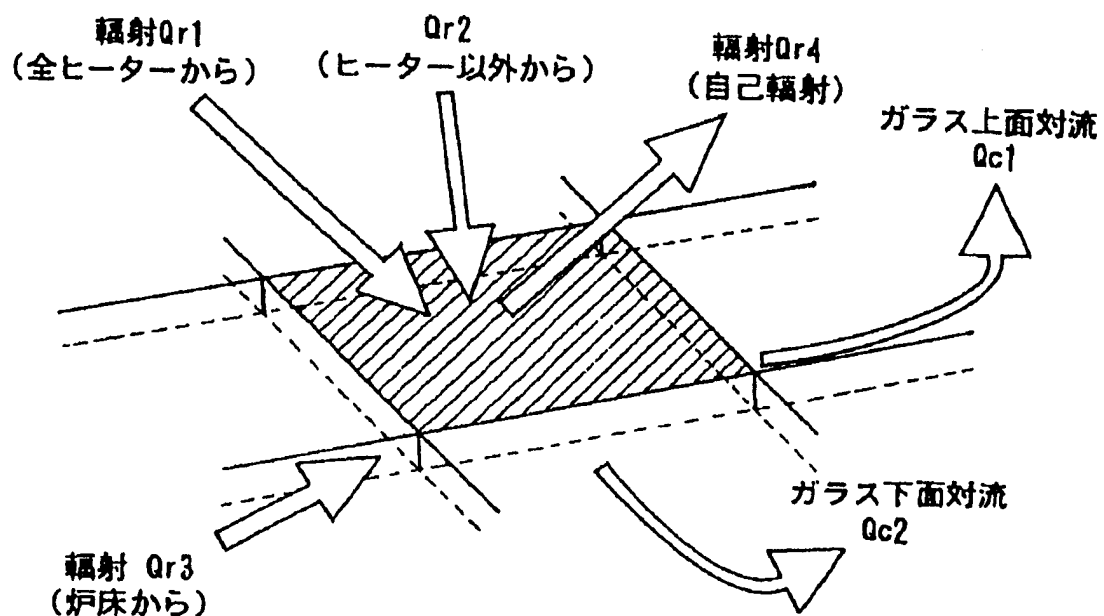
10/14

Fig. 10



11/14

Fig. 11

要素 (i, j)

12/14

Fig. 12

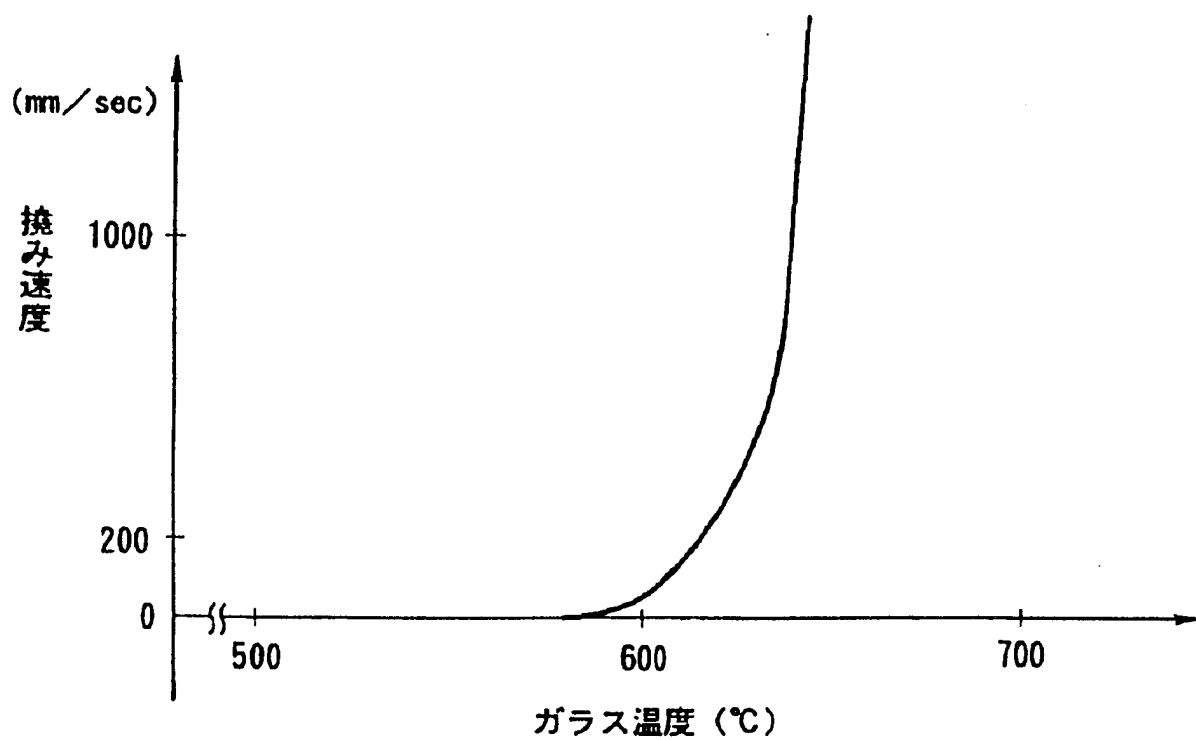
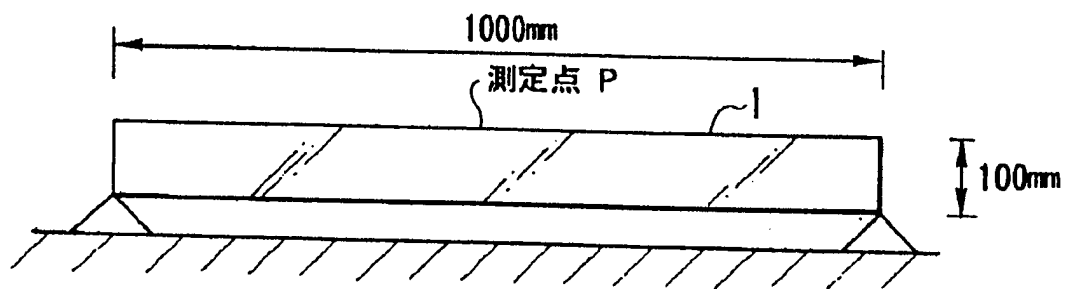


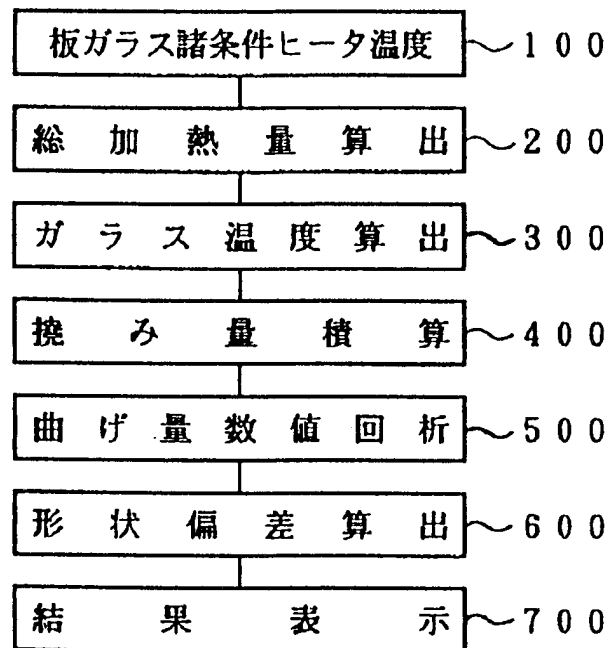
Fig. 13

13/14



14/14

Fig. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ C03B23/025

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)

Int.Cl⁶ C03B23/00-23/26, 35/00-35/26, F27B1/00-21/14, F27D1/00-23/04

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

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, 6-510736, A (Tamglass Engineering Oy Finland), December 1, 1994 (01. 12. 94), Claims ; page 2, upper right column, lines 5 to 10 ; page 2, lower left column, lines 15 to 20 ; page 2, lower right column, lines 2 to 5 ; page 3, upper right column, line 4 to lower left column, line 2 & WO, 93/06052, A1	1-9
Y	JP, 58-12983, A (Yamazaki Denki Kogyo K.K.), January 25, 1983 (25. 01. 83), Claims ; page 2, lower left column, line 5 to lower right column, line 9 ; Fig. 3 (Family: none)	1-3, 6-9
Y	JP, 4-74729, A (Asahi Glass Co., Ltd.), March 10, 1992 (10. 03. 92), Claims ; page 3, upper right column, line 6 to lower right column, line 11 (Family: none)	3-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
May 14, 1998 (14. 05. 98)

Date of mailing of the international search report
June 2, 1998 (02. 06. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01558

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, 7-10572, A (Tamglass Engineering Oy Finland), January 13, 1995 (13. 01. 95), Claims & EP, 621244, A1	3-9
Y	JP, 7-53229, A (Asahi Glass Co., Ltd.), February 28, 1995 (28. 02. 95), Claims (Family: none)	3-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ CO3B23/025

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))

Int. Cl.⁶ CO3B23/00-23/26, 35/00-35/26Int. Cl.⁶ F27B1/00-21/14Int. Cl.⁶ F27D1/00-23/04

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

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1998年

日本国登録実用新案公報 1994-1998年

日本国実用新案登録公報 1996-1998年

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)

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 請求の範囲の番号
Y	J P, 6-510736, A (タムグラス・エンジニアリング・ オイフィンランド) 1. 12月. 1994 (01. 12. 94) 特 許請求の範囲, 第2頁右上欄第5-10行, 第2頁左下欄第15- 20行, 第2頁右下欄第2-5行, 第3頁右上欄第4行-左下欄第 2行&WO, 93/06052, A1	1-9
Y	J P, 58-12983, A (山崎電機工業株式会社) 25. 1 月. 1983 (25. 01. 83) 特許請求の範囲, 第2頁左下欄 第5行-右下欄第9行, 第3図 (ファミリーなし)	1-3, 6-9

☒ 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。

* 引用文献のカテゴリー

「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

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「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)

「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

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「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

「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

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 05. 98

国際調査報告の発送日

02.06.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

前田 仁志

4 G 9728

電話番号 03-3581-1101 内線 3417

C (続き). 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 請求の範囲の番号
Y	J P, 4-74729, A (旭硝子株式会社) 10. 3月. 1992 (10. 03. 92) 特許請求の範囲, 第3頁右上欄第6行-右下欄第11行 (ファミリーなし)	3-9
Y	J P, 7-10572, A (タムグラス・エンジニアリング・オイフィンランド) 13. 1月. 1995 (13. 01. 95) 特許請求の範囲&EP, 621244, A1	3-9
Y	J P, 7-53229, A (旭硝子株式会社) 28. 2月. 1995 (28. 02. 95) 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3-9