

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5565062号
(P5565062)

(45) 発行日 平成26年8月6日 (2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日 (2014.6.27)

(51) Int.Cl.

F I

C O 3 B 18/22 (2006.01)

C O 3 B 18/22

C O 3 B 18/04 (2006.01)

C O 3 B 18/04

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-94425 (P2010-94425)
 (22) 出願日 平成22年4月15日 (2010.4.15)
 (65) 公開番号 特開2011-225386 (P2011-225386A)
 (43) 公開日 平成23年11月10日 (2011.11.10)
 審査請求日 平成25年2月5日 (2013.2.5)

(73) 特許権者 000000044
 旭硝子株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 瀧口 哲史
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
 旭硝子株式会社内
 (72) 発明者 伊賀 元一
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
 旭硝子株式会社内

審査官 菊地 則義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロートガラス製造装置およびフロートガラス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶融ガラスを溶融金属の浴面に連続的に供給してガラスリボンを形成し、該ガラスリボンを前記浴面に沿って前進させるフロートガラス製造装置において、

前記ガラスリボンの幅方向端部を支持する複数のトップロール本体と、前記ガラスリボンの上方に設けられる複数のヒータと、複数の制御器とを備え、

前記複数のヒータを設けるヒータ領域を前後方向に複数の列に分割し、各列を前記幅方向に区割りしてなる各区画には、それぞれ、複数の前記ヒータが設けられ、対応する1つの前記制御器で一括制御され、

前記ヒータ領域を前後方向に分割する分割部位のうち、最下流の前記トップロール本体の回転中心に最も近い前記分割部位と、前記回転中心との間の前後方向における距離が 1 1 0 c m 以内に設定される、フロートガラス製造装置。

【請求項 2】

前記距離が 9 0 c m 以内に設定される請求項 1 に記載のフロートガラス製造装置。

【請求項 3】

前記距離が 8 0 c m 以内に設定される請求項 1 に記載のフロートガラス製造装置。

【請求項 4】

最下流の前記トップロール本体は、前記ガラスリボンの粘度が $10^{5.7} \sim 10^{7.5}$ d P a · s となる領域に設けられる請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のフロートガラス製造装置。

10

20

【請求項 5】

いずれか 2 列の間では、前記ヒータ領域を前記幅方向に区割りする区割り部位が、前記幅方向で 1 箇所以上ずれている請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のフロートガラス製造装置。

【請求項 6】

連続する 2 以上の列は、前記ガラスリボンの所定の流線に沿って、前記幅方向に区割りされている請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のフロートガラス製造装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のフロートガラス製造装置を用いたフロートガラス製造方法であって、

最下流の前記トップロール本体の回転中心に最も近い前記分割部位に隣接する 2 列において、下流の列における単位面積あたりの発熱量を、上流の列における単位面積あたりの発熱量の 85% 以下に制御するフロートガラス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フロートガラス製造装置およびフロートガラス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フロートガラス製造装置は、熔融ガラスを熔融金属の浴面に連続的に供給してガラスリボン形成し、該ガラスリボンを浴面に沿って前進させる装置である。この装置では、熔融金属（代表的には、熔融錫）の平滑な浴面を利用して、ガラスリボンを帯板状に成形する。その際、ガラスリボンの温度分布を制御するため、ガラスリボンの上方に設けられる複数のヒータの発熱量を制御している。

【0003】

複数のヒータは、ガラスリボンの前進方向に複数列設けられ、各列のヒータは、ガラスリボンの幅方向に複数設けられている。これらのヒータの発熱量を個別に制御して、ガラスリボンの温度分布を制御することにより、板厚のバラツキが小さい板ガラスを製造できる。

【0004】

しかしながら、複数のヒータの発熱量を個別に制御すると、ヒータの制御器の数が多くなり、装置が大型になると共に、装置の管理が煩雑になる。

【0005】

そこで、複数のヒータを設けるヒータ領域をガラスリボンの前進方向および幅方向に区画し、各区画に複数のヒータを設け、1つの区画内に設けた複数のヒータを対応する1つの制御器で一括制御する技術が提案されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 8 - 325024 号公報

【特許文献 2】国際公開第 09 / 054411 号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、ガラスリボンは、自然状態では、表面張力や重力等によって決定される板厚（以下、「平衡板厚」という）まで広がる。平衡板厚は、上述の如く、表面張力に依存するので、ガラスの種類や温度等によって異なるが、例えば 6 ~ 7 mm である。

【0008】

一般的に、ガラスリボンの厚さを平衡板厚よりも薄くする場合、ガラスリボンの引き出し速度を上げて、ガラスリボンを薄く引き延ばしている。この際、ガラスリボンの幅が狭

10

20

30

40

50

くなるのを防止するため、ガラスリボンの幅方向端部をトップロールと呼ばれる回転部材で支持している。

【 0 0 0 9 】

特に近年では、液晶ディスプレイ（LCD）などのフラットパネルディスプレイ（FPD）向けに、厚さが薄い（例えば、厚さが0.7mm以下の）ガラス基板が製造されている。このような厚さが薄い板ガラスの場合、ガラスリボンをこれまで以上に薄くする必要があるので、多数のトップロールが必要になる。また、このような厚さが薄い板ガラスの場合、板厚のバラツキによる影響が大きくなる。

【 0 0 1 0 】

このような、トップロールを用いる場合においては、フロートガラス製造装置は従来と異なるものとする必要がある。

10

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、トップロールの使用に適したフロートガラス製造装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様によれば、

溶融ガラスを溶融金属の浴面に連続的に供給してガラスリボンを形成し、該ガラスリボンを前記浴面に沿って前進させるフロートガラス製造装置において、

前記ガラスリボンの幅方向端部を支持する複数のトップロール本体と、前記ガラスリボンの上方に設けられる複数のヒータと、複数の制御器とを備え、

20

前記複数のヒータを設けるヒータ領域を前後方向に複数の列に分割し、各列を前記幅方向に区割りしてなる各区画には、それぞれ、複数の前記ヒータが設けられ、対応する1つの前記制御器で一括制御され、

前記ヒータ領域を前後方向に分割する分割部位のうち、最下流の前記トップロール本体の回転中心に最も近い前記分割部位と、前記回転中心との間の前後方向における距離が110cm以内に設定される、フロートガラス製造装置が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、トップロールの使用に適したフロートガラス製造装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】本発明の一実施形態におけるフロートガラス製造装置の内部構造の平面図である。

【図2】フロートガラス製造装置10の内部構造の側面図である。

【図3】最下流のトップロール本体25Aの回転中心と、分割部位17との位置関係の平面図（1）である。

【図4】最下流のトップロール本体25Aの回転中心と、分割部位17との位置関係の平面図（2）である。

40

【図5】ヒータ領域の区画の説明図（1）である。

【図6】ヒータ領域の区画の説明図（2）である。

【図7】ヒータ領域の区画の説明図（3）である。

【図8】ヒータ領域の区画の説明図（4）である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。なお、本発明は、後述の実施形態に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、後述の実施形態に種々の変形および置換を加えることができる。

【 0 0 1 6 】

50

(フLOATガラス製造装置)

図1は、本発明の一実施形態におけるフLOATガラス製造装置の内部構造の平面図である。図2は、フLOATガラス製造装置10の内部構造の側面図である。

【0017】

フLOATガラス製造装置10(以下、単に「装置10」ともいう)は、例えば、図1および図2に示すように、熔融ガラス11を熔融金属12の浴面13に連続的に供給してガラスリボン14を形成し、該ガラスリボン14を浴面13に沿って矢印X1方向に前進させる装置である。この装置10では、熔融金属(代表的には、熔融錫)12の平滑な浴面13を利用して、ガラスリボン14を帯板状に成形する。成形されたガラスリボン14は、徐冷炉に搬送され徐冷された後、切断機によって所定寸法に切断され、板ガラスとなる。

10

【0018】

フLOATガラス製造装置10は、複数のトップロール21~30と、複数のヒータ41~48と、複数の制御器51~58とを備える。複数のトップロール21~30は、ガラスリボン14の幅方向端部を支持する回転部材である。複数のヒータ41~48は、ガラスリボン14の上方に設けられ、複数の制御器51~58の制御下で、下方を通過するガラスリボン14を加熱する。

【0019】

複数のトップロール21~30は、ガラスリボン14の幅方向両側に対向配置され、ガラスリボン14の幅が、表面張力によって狭まるのを防止している。トップロールの設置数は、ガラスの種類や目標厚さ等の成形条件に応じて適宜設定されるが、例えば4対~30対、好ましくは10対~30対である(図1には、5対のみ図示してある)。板ガラスの目標厚さが薄くなるほど、トップロールの設置数が多くなる傾向にある。

20

【0020】

これらのトップロール21~30(正確には、後述のトップロール本体)は、ガラスリボン14の成形域(ガラスリボン14の粘度が $10^4 \cdot 5 \sim 10^7 \cdot 5$ dPa·sとなる領域)に設けられる。最下流のトップロール25(正確には、後述のトップロール本体25A)は、成形域の下流部分(ガラスリボン14の粘度が $10^5 \cdot 7 \sim 10^7 \cdot 5$ dPa·sとなる領域)に設けられる。

【0021】

最下流のトップロール25は、ガラスリボン14の幅方向端部を支持するトップロール本体25Aと、トップロール本体25Aに連結される回転軸25Bとで構成される。回転軸25Bが電気モータ等の駆動装置で回転駆動されると、トップロール本体25Aが回転しながらガラスリボン14の幅方向端部を下流側に送り出す。

30

【0022】

トップロール本体25Aは、円板状であって、その外周面がガラスリボン14の幅方向端部に接触するように構成されている。トップロール本体25Aの外周面には、滑り止めのため、周方向に沿って複数の突起が設けられている。

【0023】

なお、他のトップロール21~24、26~30の構成については、最下流のトップロール25の構成と同様であるので、説明を省略する。

40

【0024】

複数のヒータ41~48は、ガラスリボン14の上方に設けられる。例えば、複数のヒータ41~48は、図2に示すように、熔融金属12の浴槽15の天井16から吊持される。これらのヒータ41~48は、例えば、ガラスリボン14の前進方向(矢印X1方向)および幅方向(Y1-Y2方向)にマトリックス状に設けられる。

【0025】

各ヒータ41~48には、例えば、通電加熱される電気ヒータが使用される。各ヒータ41~48の形状は、特に限定されないが、例えば棒状であって良い。各ヒータ41~48の発熱量を制御することによって、ガラスリボン14の温度分布が制御される。

50

【 0 0 2 6 】

複数の制御器 5 1 ~ 5 8 は、複数のヒータ 4 1 ~ 4 8 の発熱量を制御する機器である。複数のヒータ 4 1 ~ 4 8 を設けるヒータ領域は、詳しくは後述するが、複数の区画に区画されている。各区画には、それぞれ、複数のヒータが設けられており、対応する 1 つの制御器によって一括制御される。これにより、制御器の数を削減することができる。

【 0 0 2 7 】

なお、1 つの区画に設けられる複数のヒータは、それぞれの発熱量が略同一となるように、対応する 1 つの制御器によって一括制御されて良い。

【 0 0 2 8 】

ヒータ領域は、まず、ガラスリボン 1 4 の前進方向、即ち、前後方向 (X 1 - X 2 方向) に沿って複数の列 A ~ 列 H に分割される。この列の数は、ガラスの種類や浴槽 1 5 の大きさ等の成形条件に応じて適宜設定されるが、4 ~ 1 5 であることが好ましい。この列の数が少な過ぎると、ガラスリボン 1 4 の前進方向の温度分布を十分に制御するのが難しい。一方、この列の数が多すぎると、制御器 5 1 ~ 5 8 の数が多くなり、装置 1 0 が大型化すると共に、装置 1 0 の管理が煩雑になる。

10

【 0 0 2 9 】

各列 A ~ H は、ガラスリボン 1 4 の幅方向 (Y 1 - Y 2 方向) に複数の区画に区割りされる。この区割りは、ガラスリボン 1 4 の幅方向中心線に対して対称に行われることが望ましい。各列における区画の数は、ガラスの種類や浴槽 1 5 の大きさ等の成形条件に応じて適宜設定されるが、3 ~ 3 0 であることが好ましく、4 ~ 3 0 であることがより好ましく、4 ~ 2 0 であることがさらに好ましく、4 ~ 1 5 であることが特に好ましい。各列における区画の数が少な過ぎると、ガラスリボン 1 4 の幅方向の温度分布を十分に制御するのが難しい。一方、各列における区画の数が多すぎると、制御器 5 1 ~ 5 8 の数が多くなり、装置 1 0 が大型化すると共に、装置 1 0 の管理が煩雑になる。

20

【 0 0 3 0 】

ここで、前後方向に隣接する 2 列は、分割部位 1 7 で分割されている。分割部位 1 7 は、前後方向に隣接する実際のヒータ間のほぼ中央に位置する。一方、ガラスリボン 1 4 の幅方向に隣接する 2 つの区画は、区割り部位 1 8 (図 5 等参照) で区割りされている。区割り部位 1 8 は、ガラスリボン 1 4 の幅方向に隣接する実際のヒータ間のほぼ中央に位置する。

30

【 0 0 3 1 】

本実施形態では、複数の分割部位 1 7 のうち、最下流のトップロール本体 2 5 A の回転中心に最も近い分割部位 1 7 (以下、単に「直近の分割部位 1 7」という) と、該回転中心との間の前後方向 (X 1 - X 2 方向) における距離 L (図 3、図 4 参照) が 1 1 0 c m 以内 (好ましくは 9 0 c m 以内、より好ましくは 8 0 c m 以内) に設定される。

【 0 0 3 2 】

例えば、図 3 や図 4 に示す距離 L が 1 1 0 c m 以内の場合、直近の分割部位 1 7 に隣接する 2 列 (列 F、列 G) (列 G、列 H) の間で単位面積あたりの発熱量に十分な差をつけることによって、ガラスリボン 1 4 の温度を最下流のトップロール本体 2 5 A の周辺において最適化することができる。即ち、ガラスリボン 1 4 の温度を、最下流のトップロール本体 2 5 A 近傍において所望の温度に維持しつつ、最下流のトップロール本体 2 5 A 近傍よりも下流側において十分に低下させることができる。

40

【 0 0 3 3 】

これに対し、図 3 や図 4 に示す距離 L が 1 1 0 c m 超の場合、直近の分割部位 1 7 に隣接する 2 列の間で単位面積あたりの発熱量を最適化しても、上記効果を得ることができない。即ち、この場合、ガラスリボン 1 4 の温度を、最下流のトップロール本体 2 5 A 近傍において所望の温度に維持しようとする、最下流のトップロール本体 2 5 A 近傍よりも下流側において十分に低下させることができない。

【 0 0 3 4 】

本実施形態によれば、上述の如く、ガラスリボン 1 4 の温度を、最下流のトップロール

50

本体 2 5 A 近傍において所望の温度に維持しつつ、最下流のトップロール本体 2 5 A 近傍よりも下流側において十分に低下させることができる。よって、最下流のトップロール本体 2 5 A 近傍よりも下流側において、トップロールによる拘束から解放されたガラスリボン 1 4 が表面張力によって幅方向に狭まるのを抑制することができ、ガラスリボン 1 4 が幅方向に波打つのを抑制することができる。従って、ガラスリボン 1 4 の板厚のバラツキを適切な範囲に保つことができる。この効果は、ガラスリボン 1 4 の厚さが薄くなるほど、ガラスリボン 1 4 が変形しやすいので、顕著である。従って、本発明は、板ガラスの厚さが 3 mm 以下の場合に適しており、2 mm 以下の場合に好適であり、1 . 5 mm 以下の場合により好適であり、0 . 7 mm 以下の場合に特に好適である。なお、板ガラスの厚さは、ハンドリング性の観点から、0 . 1 mm 以上であることが望ましい。

10

【 0 0 3 5 】

(ヒータ領域の区画)

次に、図 5 ~ 図 8 に基づいて、ヒータ領域の区画の具体例について説明する。図 5 ~ 図 8 は、図 1 に相当する平面図である。各図における区割りは、ガラスリボン 1 4 の幅方向中心線に対して対称に行われている。

【 0 0 3 6 】

図 5 に示す例では、いずれか 2 列の間では、区割り部位 1 8 が、幅方向で 1 箇所以上ずれている。例えば、列 C と列 D との間では、区画 C 2 と区画 C 3 とを区割りする区割り部位 1 8 と、区画 D 2 と区画 D 3 とを区割りする区割り部位 1 8 とがずれている。そのため、上流の列 A において、区画 C 2 と区画 C 3 とを区割りする区割り部位 1 8 の下方を通過したガラスリボン 1 4 の部位は、下流の列 D では、区画 D 3 (即ち、区割り部位 1 8 と区割り部位 1 8 との間) の下方を通過することになる。

20

【 0 0 3 7 】

ある列において、幅方向に隣接する区画の間で、単位面積あたりの発熱量が異なると、その隣接する区画を区割りする区割り部位 1 8 付近において、幅方向に急激な温度差が生じる。この温度差は、その区割り部位 1 8 の下方を通過するガラスリボン 1 4 の対応する部位にも生じる。ガラスリボン 1 4 は、下流の列の下方を通過する際、温度差の生じた部位が区画の下方を通過し、その際、ガラスリボン 1 4 の上記温度差が緩和される。その結果、ガラスリボン 1 4 の板厚のバラツキを小さくすることができる。

【 0 0 3 8 】

30

ここで、区割り部位 1 8 がずれている箇所は、ガラス板の板厚が平均値から大きくずれている部位に対応する箇所であることが望ましい。また、区割り部位 1 8 がずれている箇所は、2 箇所以上あることが好ましい。さらに、区割り部位 1 8 は隣接する 2 列の間でずれていることが望ましい。

【 0 0 3 9 】

また、区割り部位 1 8 がずれている箇所の領域としては、下方を通過するガラスリボン 1 4 の粘度が $10^4 \cdot 5 \sim 10^6 \cdot 5$ d P a · s の範囲にある領域が望ましい。

【 0 0 4 0 】

図 6 に示す例では、連続する 2 以上の列が、ガラスリボン 1 4 の所定の流線に沿って幅方向に区割りされている。

40

【 0 0 4 1 】

ここで、ガラスリボン 1 4 の所定の流線とは、ガラスリボン 1 4 の幅方向の所定部位が定常的に通過する流路を意味する。また、ガラスリボン 1 4 の所定の流線は、ガラス板の板厚が平均値から大きくずれている部位に対応する流路であることが望ましい。

【 0 0 4 2 】

また、ガラスリボン 1 4 の所定の流線に沿って区画が形成される領域としては、下方を通過するガラスリボン 1 4 の粘度が $10^5 \cdot 3 \sim 10^5 \cdot 7$ d P a · s の範囲にある領域が望ましい。この範囲でのガラスリボン 1 4 の形状によって、ガラスリボン 1 4 の板厚のバラツキが大きく左右されるからである。

【 0 0 4 3 】

50

図 6 に示す例では、連続する 4 つの列 B ~ 列 E が、ガラスリボン 14 の複数の所定の流線 61、62 に沿って幅方向に区割りされている。これらの区割り部位 18 は、直線状に形成されている。上流の列 B の区画 B2 の下方を通過するガラスリボン 14 の部位は、その大部分が下流の列 C ~ E では区画 C2 ~ E2 の下方を通過する。同様に、上流の列 B の区画 B4 の下方を通過するガラスリボン 14 の部位は、その大部分が下流の列 C ~ E では区画 C4 ~ E4 の下方を通過する。

【0044】

このように、ガラスリボン 14 の幅方向の所定部位は、連続する 2 列の間で前後方向に隣接する区画の下方を通過する。前後方向に隣接する区画の間で、単位面積あたりの発熱量が異なると、その隣接する区画の間で温度差が生じる。この温度差はその隣接する区画の下方を通過するガラスリボン 14 の所定部位にも生じるので、この所定部位の板厚はその隣接する区画の下方を通過する際に変わる。よって、ガラスリボン 14 の幅方向の所定部位の板厚を、流路に沿って、所望の板厚に設定することができ、ガラスリボン 14 の板厚のバラツキを適切な範囲内に保つことができる。

【0045】

図 7 に示す例では、図 6 に示す例と同様に、連続する 2 以上の列が、ガラスリボン 14 の複数の所定の流線に沿って幅方向に区割りされているが、これらの区割り部位 18 が、列 B および列 C において、階段状に形成されている点で異なる。これによって、列 B および列 C において、ガラスリボン 14 の幅方向の所定の部位をより厳密に温度制御することができる。

【0046】

図 8 に示す例では、図 6 に示す例と同様に、連続する 2 以上の列が、ガラスリボン 14 の複数の所定の流線に沿って幅方向に区割りされているが、これらの区割り部位 18 が、列 B ~ 列 E において、湾曲状に形成されている点で異なる。これによって、列 B ~ 列 E において、ガラスリボン 14 の幅方向の所定の部位をより厳密に温度制御することができる。

【0047】

(フLOATガラス製造方法)

次に、上記装置 10 を用いたフLOATガラス製造方法について説明する。

【0048】

本実施形態のフLOATガラス製造方法は、熔融ガラス 11 を熔融金属 12 の浴面 13 に連続的に供給してガラスリボン 14 を形成し、該ガラスリボン 14 を複数のヒータで加熱しつつ浴面 13 に沿って前進させる。この際、熔融金属 (代表的には、熔融錫) 12 の平滑な浴面 13 を利用して、ガラスリボン 14 を帯板状に成形する。また、この際、ヒータ領域をガラスリボン 14 の前進方向におよび幅方向に区画し、各区画に複数のヒータを設け、1つの区画内に設けた複数のヒータを対応する 1つの制御器で一括制御する。

【0049】

本実施形態では、最下流のトップロール本体 25A の回転中心に直近の分割部位 17 に隣接する 2 列において、下流側の列における単位面積あたりの発熱量 W_2 を、上流側の列における単位面積あたりの発熱量 W_1 の 85% 以下 (好ましくは 20 ~ 85%、より好ましくは 40 ~ 80%) に制御する。即ち、 $W_2 / W_1 \times 100$ は、85 以下 (好ましくは 20 ~ 85、より好ましくは 40 ~ 80) である。

【0050】

ここで、例えば図 4 に示すように、最下流のトップロール本体 25A の回転中心に直近の分割部位 17 が該回転中心に対して下流側にある場合、下流側の列 H における単位面積あたりの発熱量 W_2 を、上流側の列 G における単位面積あたりの発熱量 W_1 の 60% 以下に制御することが特に好ましい。即ち、この場合、 $W_2 / W_1 \times 100$ は、60 以下であることが特に好ましい。

【0051】

また、例えば図 3 に示すように、最下流のトップロール本体 25A の回転中心に直近の

10

20

30

40

50

分割部位 17 が該回転中心に対して上流側にある場合、下流側の列 G における単位面積あたりの発熱量 W_2 に対し、さらに下流側の列 H における単位面積あたりの発熱量 W_3 を 60 % 以下に制御することが特に好ましい。即ち、この場合、 $W_3 / W_2 \times 100$ は、60 以下であることが特に好ましい。なお、この場合、 $W_1 > W_2 > W_3$ の関係が成立することが好ましい。

【0052】

これにより、ガラスリボン 14 の温度を、最下流のトップロール本体 25 A 近傍において所望の温度に維持しつつ、最下流のトップロール本体 25 A 近傍よりも下流側において十分に低下させることができる。よって、最下流のトップロール本体 25 A 近傍よりも下流側において、トップロールによる拘束から解放されたガラスリボン 14 が表面張力によって幅方向に狭まるのを抑制することができ、ガラスリボン 14 が幅方向に波打つのを抑制することができる。従って、ガラスリボン 14 の板厚のバラツキを適切な範囲に保つことができる。この効果は、ガラスリボン 14 の厚さが薄くなるほど、ガラスリボン 14 が変形しやすいので、顕著である。従って、本発明は、板ガラスの厚さが 3 mm 以下の場合に適しており、2 mm 以下の場合に好適であり、1.5 mm 以下の場合により好適であり、0.7 mm 以下の場合に特に好適である。なお、板ガラスの厚さは、ハンドリング性の観点から、0.1 mm 以上であることが望ましい。

【実施例】

【0053】

以下に、実施例などにより本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

【0054】

[例 1 ~ 例 4]

例 1 ~ 例 4 では、図 1 および図 2 に示す装置 10 と同様の装置を用いて板ガラスを製造した。ここで、板ガラスの平均板厚は 0.7 mm とし、トップロールの設置数は 16 対（合計、32 本）とした。また、最下流のトップロール本体の回転中心と、直近の分割部位との間の前後方向における距離 L 、および、直近の分割部位に隣接する 2 列のうち、上流の列の単位面積あたりの発熱量 W_1 に対する、下流の列の単位面積あたりの発熱量 W_2 の割合（ $W_2 / W_1 \times 100$ ）を表 1 に示す。

【0055】

なお、表 1 に示す距離 L は、最下流のトップロール本体の回転中心と、直近の分割部位との位置関係を表すため、便宜的に、正負で表した。正は、最下流のトップロール本体の回転中心に直近の分割部位が該回転中心に対して下流側にあることを表す（例えば、図 4 参照）。一方、負は、最下流のトップロール本体の回転中心に直近の分割部位が該回転中心に対して上流側にあることを表す（例えば、図 3 参照）。

【0056】

ここでは、例 1 ~ 例 2 が実施例であり、例 3 ~ 例 4 が比較例である。

【0057】

まず、上記構成とした装置をそれぞれ用いて、ガラスリボンを帯板状に成形した。成形したガラスリボンを徐冷し、幅方向および長手方向に切断してトップロールが接触していた部分（即ち、ガラスリボンの幅方向両端部）を切除した。このようにして、板ガラスを得た。

【0058】

次いで、得られた板ガラスの幅方向の板厚分布を測定した。測定点は、板ガラスの中心点を基準点として、幅方向両側に向けてそれぞれ 2 cm ピッチで 75 箇所ずつ設け、合計で 151 箇所設けた。この測定結果から、最大板厚 T_1 と最小板厚 T_2 との差（ $T_1 - T_2$ ）（以下、「板厚偏差」という）を調べた。この調査を 100 枚の板ガラスのそれぞれについて行い、板厚偏差の平均値および最大値を測定した。なお、プラズマディスプレイ用や液晶ディスプレイ用のフラットパネルディスプレイに対して近年求められる高品質な表示品質を考慮すると、板厚偏差の平均値は 20 μm 以下であることが好ましく、板厚偏

差の最大値は $38 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。結果を表 1 に示す。

【 0 0 5 9 】

【 表 1 】

		例1	例2	例3	例4
距離L(cm)		+63	-72	+120	-113
発熱量の割合	$(W_2/W_1 \times 100)$	55	79	48	89
	$(W_3/W_2 \times 100)$	—	51	—	47
板厚偏差 (μm)	平均	14.5	16.9	22.3	24.3
	最大	25	34	59	41

10

20

表 1 に示すように、例 1 および例 2 では、板厚偏差の平均値が $20 \mu\text{m}$ 以下であり、板厚偏差の最大値が $38 \mu\text{m}$ 以下であり、例 3 および例 4 と比較して、板厚偏差が小さいことがわかる。

【 符号の説明 】

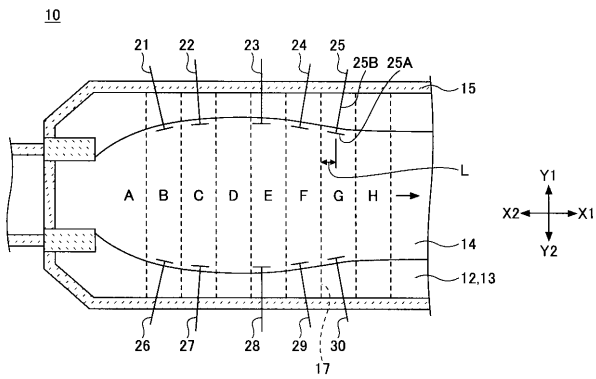
【 0 0 6 0 】

- 1 0 フロートガラス製造装置
- 1 1 溶融ガラス
- 1 2 溶融金属
- 1 3 浴面
- 1 4 ガラスリボン
- 1 5 浴槽
- 1 6 天井
- 1 7 分割部位
- 1 8 区割り部位
- 2 1 ~ 3 0 トップロール
- 2 5 最下流のトップロール
- 2 5 A トップロール本体
- 2 5 B 回転軸
- 4 1 ~ 4 8 ヒータ
- 5 1 ~ 5 8 制御装置

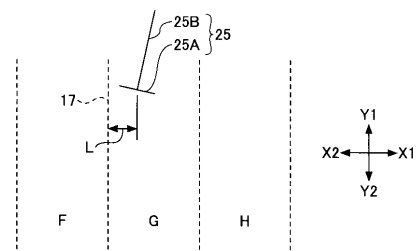
30

40

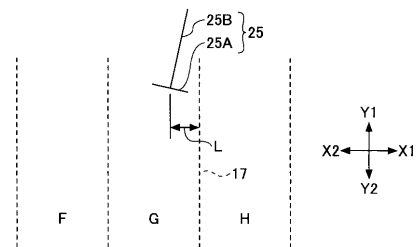
【図 1】



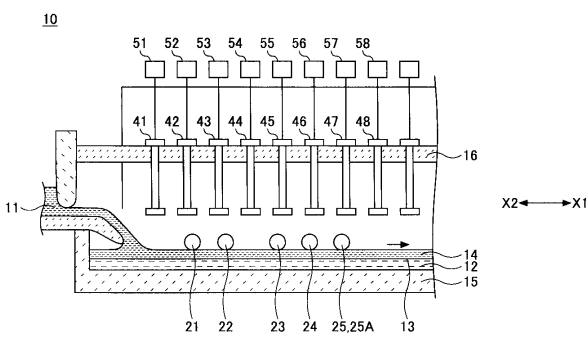
【図 3】



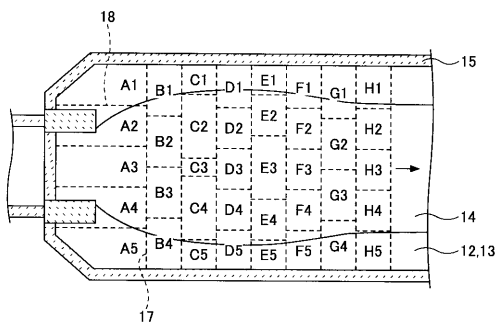
【図 4】



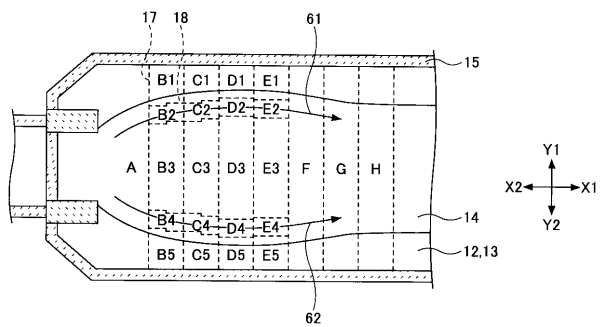
【図 2】



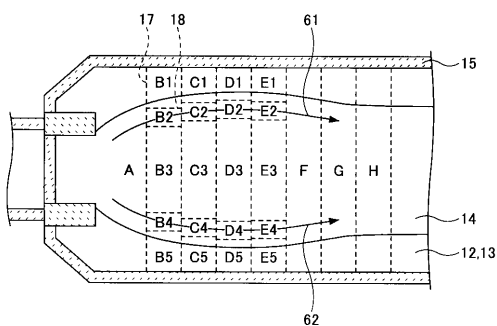
【図 5】



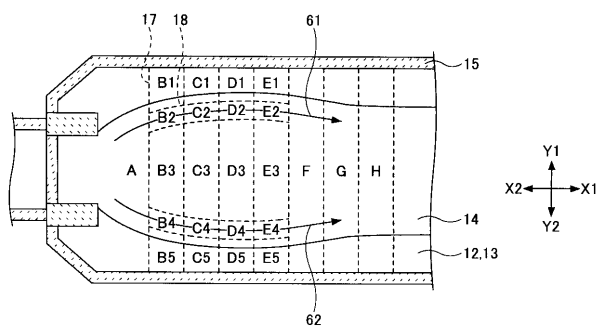
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-325024(JP,A)
特開2005-263602(JP,A)
特開2009-107913(JP,A)
国際公開第2009/054411(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
C03B 18/00-18/22