

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-94245
(P2019-94245A)

(43) 公開日 令和1年6月20日(2019.6.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C03B 18/18 (2006.01)	C03B 18/18	4G015
C03B 25/08 (2006.01)	C03B 25/08	4G062
C03B 18/06 (2006.01)	C03B 18/06	
C03C 3/083 (2006.01)	C03C 3/083	
C03C 3/085 (2006.01)	C03C 3/085	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-227069 (P2017-227069)
(22) 出願日 平成29年11月27日(2017.11.27)

(71) 出願人 000000044
A G C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 100107766
弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(72) 発明者 井上 俊二
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
(72) 発明者 瀧口 哲史
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロートガラス製造方法、およびフロートガラス

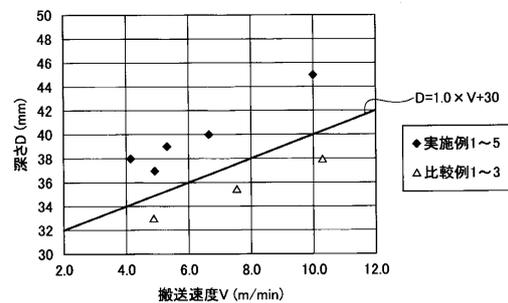
(57) 【要約】

【課題】大型で板厚偏差が小さいフロートガラスが得られる、フロートガラス製造方法の提供。

【解決手段】溶融ガラスを浴槽内の溶融金属の上に連続的に供給し、前記溶融金属の上で前記溶融ガラスを流動させながらガラスリボンに成形し、前記ガラスリボンを徐冷炉内で搬送しながら徐冷するフロートガラス製造方法であって、前記溶融金属の上における前記ガラスリボンの幅方向中心の粘度が $10^4 \sim 5 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上 $10^7 \sim 5 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下の領域を成形域と呼ぶときに、前記成形域における前記溶融金属の深さを $D0$ (単位: m)とし、前記徐冷炉における前記ガラスリボンの搬送速度を V (単位: m/min)として、下記式(1)を満たすことを特徴とするフロートガラス製造方法。

$$D0 \geq 1.0 \times V + 30 \dots (1)$$

【選択図】図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶融ガラスを浴槽内の溶融金属の上に連続的に供給し、前記溶融金属の上で前記溶融ガラスを流動させながらガラスリボンに成形し、前記ガラスリボンを徐冷炉内で搬送しながら徐冷するフロートガラス製造方法であって、

前記溶融金属の上における前記ガラスリボンの幅方向中心の粘度が $10^4 \sim 10^5$ dPa・s 以上 $10^7 \sim 10^8$ dPa・s 以下の領域を成形域と呼ぶときに、

前記成形域における前記溶融金属の深さを D_0 (単位: mm) とし、前記徐冷炉における前記ガラスリボンの搬送速度を V (単位: m/min) として、下記式 (1) を満たすことを特徴とするフロートガラス製造方法。

$$D_0 = 1.0 \times V + 30 \dots (1)$$

【請求項 2】

前記搬送速度 V が $3 \sim 11$ m/min である、請求項 1 に記載のフロートガラス製造方法。

【請求項 3】

前記深さ D_0 が $35 \sim 60$ mm である、請求項 1 または 2 に記載のフロートガラス製造方法。

【請求項 4】

前記搬送速度 V が $4 \sim 8$ m/min であり、且つ、前記深さ D_0 が $35 \sim 50$ mm である、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のフロートガラス製造方法。

【請求項 5】

前記溶融金属の上における前記ガラスリボンの幅方向外側において、前記溶融金属に浸された障壁で前記溶融金属の流れを遮る、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のフロートガラス製造方法。

【請求項 6】

前記溶融金属の上方に設けられる複数のヒータを設けるヒータ領域を前記ガラスリボンの流れ方向に複数の列に分割し、各列を前記ガラスリボンの幅方向に区割りしてなる区画毎に、複数の前記ヒータを制御器で制御する、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のフロートガラス製造方法。

【請求項 7】

縦方向寸法が 2100 mm 以上、横方向寸法が 2200 mm 以上および平均板厚が 0.75 mm 以下の平面視矩形形状のフロートガラスであって、

面内全体における板厚の最大値と最小値との差が $12 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするフロートガラス。

【請求項 8】

縦方向寸法が 2900 mm 以上、横方向寸法が 3000 mm 以上である、請求項 7 に記載のフロートガラス。

【請求項 9】

前記平均板厚が 0.45 mm 以下である、請求項 7 または 8 に記載のフロートガラス。

【請求項 10】

酸化物基準の質量%表示で、

SiO_2 : $54 \sim 66$ %

Al_2O_3 : $10 \sim 23$ %

B_2O_3 : $0 \sim 12$ %

MgO : $0 \sim 12$ %

CaO : $0 \sim 15$ %

SrO : $0 \sim 16$ %

BaO : $0 \sim 15$ %

$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$: $8 \sim 26$ %

を含有する無アルカリガラスで構成される、請求項 7 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のフロート

10

20

30

40

50

トガラス。

【請求項 1 1】

前記無アルカリガラスは、酸化物基準の質量%表示で、 B_2O_3 の含有量が5%以下である、請求項 1 0 に記載のフロートガラス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、フロートガラス製造方法、およびフロートガラスに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

フラットパネルディスプレイ (FPD) 用ガラス基板の面内全体での板厚偏差は、フォトリソグラフィ工程における露光機の焦点ずれに影響する。FPD用ガラス基板、特に液晶ディスプレイ (LCD) 用ガラス基板は、板厚偏差に対する要求が厳しく、例えば1500mmの範囲で20 μ m以下であることが求められる。板厚偏差とは、板厚の最大値と板厚の最小値との差のことである。

10

【0 0 0 3】

板厚偏差を低減する方法として、特許文献 1 には、フロートバスのヒータ領域をガラスリボンの流動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、複数のヒータを区画毎に制御する技術が提案されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 1 3 9 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

近年、FPDの大型化の需要が高まり、FPD用ガラス基板の大型化が望まれている。しかし、ガラス基板の大型化と板厚偏差の低減を両立するのは容易でない。

【0 0 0 6】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、大型で板厚偏差が小さいフロートガラスが得られる、フロートガラス製造方法の提供を主な目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本発明の一態様によれば、

溶融ガラスを浴槽内の溶融金属の上に連続的に供給し、前記溶融金属の上で前記溶融ガラスを流動させながらガラスリボンに成形し、前記ガラスリボンを徐冷炉内で搬送しながら徐冷するフロートガラス製造方法であって、

前記溶融金属の上における前記ガラスリボンの幅方向中心の粘度が $10^4 \sim 10^5$ dPa \cdot s以上 $10^7 \sim 10^8$ dPa \cdot s以下の領域を成形域と呼ぶときに、

前記成形域における前記溶融金属の深さをD0 (単位: mm)とし、前記徐冷炉における前記ガラスリボンの搬送速度をV (単位: m/min)として、下記式(1)を満たすことを特徴とするフロートガラス製造方法が提供される。

40

$$D0 \geq 1.0 \times V + 30 \dots (1)$$

が提供される。

【発明の効果】

【0 0 0 8】

本発明の一態様によれば、大型で板厚偏差が小さいフロートガラスが得られる、フロートガラス製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 9】

50

【図 1】図 1 は、一実施形態によるフロートガラス製造装置の断面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の II - II 線に沿ったフロートガラス製造装置の断面図である。

【図 3】図 3 は、一実施形態による浴槽、ガラスリボンおよびトップロールを示す平面図である。

【図 4】図 4 は、実施例 1 による熔融金属の深さを示す断面図である。

【図 5】図 5 は、変形例による浴槽、ガラスリボン、トップロールおよび障壁を示す平面図である。

【図 6】図 6 は、図 5 に示す障壁の断面図である。

【図 7】図 7 は、一実施形態によるヒータ制御区画の配置を示す平面図である。

【図 8】図 8 は、実施例 1 ~ 5 および比較例 1 ~ 3 における搬送速度 V と深さ D との関係を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

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。各図面において、同一の又は対応する構成には、同一の又は対応する符号を付して説明を省略する。

【0011】

(フロートガラス製造装置の概略)

図 1 は、一実施形態によるフロートガラス製造装置の断面図である。図 2 は、図 1 の II - II 線に沿ったフロートガラス製造装置の断面図である。図 1 および図 2 において、図 3 に示すトップロール 60 の図示を省略する。図 3 は、一実施形態による浴槽、ガラスリボンおよびトップロールを示す平面図である。各図面において、X 方向はガラスリボン 6 の流動方向、Y 方向はガラスリボン 6 の幅方向、Z 方向は鉛直方向である。X 方向、Y 方向および Z 方向は、互いに垂直な方向である。

20

【0012】

フロートガラス製造装置 10 は、熔融ガラス 4 が浮かぶ熔融金属 2 を収容する浴槽 20 を有する。熔融金属 2 としては、代表的には熔融スズまたは熔融スズ合金が用いられる。熔融ガラス 4 は、浴槽 20 に収容される熔融金属 2 の上に連続的に供給され、熔融金属 2 の上において上流側から下流側に流動されながら板状のガラスリボン 6 に成形される。ガラスリボン 6 は、熔融金属 2 の液面上を矢印 A 方向に流動しながら徐々に冷却され固くなる。ガラスリボン 6 は、浴槽 20 の下流域において熔融金属 2 から引き上げられ、続いて徐冷炉 70 の入口から出口に向かって徐冷炉 70 内を搬送されながら徐冷される。徐冷炉 70 で徐冷されたガラスリボン 6 を所定の寸法に切断することで、ガラス板 (フロートガラス) が製造される。

30

【0013】

フロートガラス製造装置 10 は、浴槽 20 の上方に設けられる天井 30 と、天井 30 から吊り下げられる複数のヒータ 40 と、複数のヒータ 40 を制御する複数の制御器 50 とを有する。複数のヒータ 40 は、複数の制御器 50 の制御下で、下方を通過するガラスリボン 6 を加熱する。各ヒータ 40 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 40 の形状は、特に限定されないが、例えば棒状であってよい。各ヒータ 40 の発熱量を制御することによって、ガラスリボン 6 の温度分布が制御される。複数の制御器 50 は、複数のヒータ 40 の発熱量を制御する機器である。各制御器 50 は、マイクロコンピュータなどで構成される。

40

【0014】

フロートガラス製造装置 10 は、ガラスリボン 6 の流動方向に沿って間隔をおいて設けられ、ガラスリボン 6 の幅方向両端部を支持する複数対のトップロール 60 (図 3 参照) を有する。複数対のトップロール 60 は、ガラスリボン 6 の幅方向両端部を支持することにより、ガラスリボン 6 の幅が表面張力によって狭まるのを抑制する。各トップロール 60 は、ガラスリボン 6 の幅方向端部を支持する円盤状のトップロール本体 61 と、トップロール本体 61 に連結される回転軸 62 とで構成される。円盤状のトップロール本体 61 と回転軸 62 とは同軸的に設けられる。回転軸 62 を電気モータなどの駆動装置で回転駆

50

動させると、トップロール本体 6 1 が回転してガラスリボン 6 を下流側に送り出す。

【 0 0 1 5 】

(浴槽)

浴槽 2 0 は、図 3 に示すように、下流端から上流側に向けて、浴槽 2 0 の幅方向寸法が一定であるナロー域 A 1、浴槽 2 0 の幅方向寸法が徐々に大きくなる中間域 A 2、浴槽 2 0 の幅方向寸法がナロー域 A 1 よりも大きく且つ一定であるワイド域 A 3 をこの順で有する。ワイド域 A 3 の X 方向寸法 X 1 は、例えば、浴槽 2 0 に収容されている熔融金属 2 の X 方向寸法 X 0 の 3 0 % 以上 8 0 % 以下である。

【 0 0 1 6 】

複数対のトップロール 6 0 は、ワイド域 A 3 においてガラスリボン 6 の幅方向両端部を支持する。各トップロール本体 6 1 とガラスリボン 6 との接触点は、成形域 A 4 の上流端から成形域 A 4 の下流端までの間に間隔をおいて設けられる。成形域 A 4 とは、ガラスリボン 6 の幅方向中心 (Y 方向中心) の粘度が $1 0 ^ 4 \cdot 5 \text{ d P a } \cdot \text{ s}$ 以上 $1 0 ^ 7 \cdot 5 \text{ d P a } \cdot \text{ s}$ 以下の領域である。

10

【 0 0 1 7 】

浴槽 2 0 は、図 2 に示すように、箱状の金属ケーシング 2 1 と、金属ケーシング 2 1 の底面に載置され熔融金属 2 の側面に接する複数のサイド煉瓦 2 2 と、金属ケーシング 2 1 の底面に載置され熔融金属 2 の下面に接する複数のボトム煉瓦 2 3 とを有する。複数のサイド煉瓦 2 2 は、金属ケーシング 2 1 の側面に近接して並べられ、複数のボトム煉瓦 2 3 は、複数のサイド煉瓦 2 2 の内側に X 方向および Y 方向に並べられる。

20

【 0 0 1 8 】

Y 方向に隣り合うボトム煉瓦 2 3 の間には、目地 2 4 が形成される。目地 2 4 とは隙間のことである。目地 2 4 への熔融金属 2 の流れ込みを防止することは困難である。目地 2 4 に流れ込んだ熔融金属 2 は、金属ケーシング 2 1 の底面まで達する。

【 0 0 1 9 】

金属ケーシング 2 1 と熔融金属 2 との反応を抑制するため、金属ケーシング 2 1 の下方には金属ケーシング 2 1 の下面に空気などの冷却ガスを吹き付ける冷却ノズル 2 5 が設けられる。冷却ノズル 2 5 は、冷却ガスを矢印 B 方向 (上向き) に噴射する。これにより、金属ケーシング 2 1 の温度を熔融金属 2 の融点以下に低減でき、熔融金属 2 と金属ケーシング 2 1 との反応を抑制できる。

30

【 0 0 2 0 】

図 4 は、実施例 1 による熔融金属の深さを示す断面図である。なお、図 4 は、金属ケーシング 2 1、およびボトム煉瓦 2 3 の下部を省略したものである。本明細書において熔融金属 2 の深さ D とは、図 2 に示すように、熔融金属 2 の液面 (上面) からボトム煉瓦 2 3 の上面までの距離のことであり、ガラスリボン 6 とサイド煉瓦 2 2 との間 (より詳細にはガラスリボン 6 の幅方向外側で且つサイド煉瓦 2 2 の幅方向内側) において測定する。

【 0 0 2 1 】

図 4 に示すように、熔融金属 2 の深さ D は、熔融金属 2 の上流端から熔融金属 2 の下流端にかけて変化してよい。熔融金属 2 の深さ D は、できるだけ浅く設定される。熔融金属 2 の使用量を必要最小限に抑え、フロートガラスの製造コストを低減するためである。

40

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、成形域 A 4 における熔融金属 2 の深さ D 0 (図 4 参照) は、徐冷炉 7 0 におけるガラスリボン 6 の搬送速度 V に基づき設定され、下記式 (1) を満たすように設定される。

$$D 0 \geq 1 . 0 \times V + 3 0 \cdots (1)$$

上記式 (1) において、D 0 の単位は mm であり、V の単位は m / m i n である。V は、フロートガラスの厚さ等に応じて設定され、例えば 3 ~ 1 1 m / m i n である。D 0 は、例えば 3 5 ~ 6 0 mm である。好ましくは、V は 4 ~ 8 m / m i n であり、且つ D 0 は 3 5 ~ 5 0 mm である。D 0 は、さらに好ましくは 3 5 ~ 4 5 mm である。

【 0 0 2 3 】

50

上記式(1)が成立すると、ガラスリボン6の寸法や形状を整える成形域A4において、図3に矢印Cで示す溶融金属2の逆流する流速を低減できる。その結果、溶融金属2の逆流によるガラスリボン6の寸法や形状の崩れを抑制することができ、大型で板厚偏差が小さいフロートガラスを得ることができる。

【0024】

先ず、図3に矢印Cで示す溶融金属2の逆流が生じる理由について説明する。徐冷炉70においてガラスリボン6を搬送速度Vで搬送すると、成形域A4よりも下流では搬送速度Vと同じ速度でガラスリボン6が溶融金属2上で徐冷炉70に向かって流動する。このとき、ガラスリボン6直下の溶融金属2が、ガラスリボン6に引き摺られ、ガラスリボン6と同じ速度で徐冷炉70に向かって流動する。その溶融金属2の流れは、浴槽20の下流端において遮られ、向きを反転する。その結果、ガラスリボン6の幅方向外側において、溶融金属2の逆流が生じる。

10

【0025】

次に、溶融金属2の逆流する体積流量Qについて説明する。溶融金属2の逆流は、上述の如く、ガラスリボン6が溶融金属2を引き摺ることによって生じる。そのため、体積流量Qは、ガラスリボン6の搬送速度Vおよびガラスリボン6の幅方向寸法に比例する。体積流量Qは、溶融金属2の深さDにはほとんど依存しない。溶融金属2のうち、ガラスリボン6に引き摺られるのは、ガラスリボン6近傍の部分のみのためである。

【0026】

次に、溶融金属2の逆流する流速uについて説明する。一般的に、流速uと断面積SAとの積が体積流量Q(=u×SA)である。ここで、Qの単位は m^3/s であり、uの単位は m/s であり、SAの単位は m^2 である。溶融金属2の逆流する流路の断面積SAは、溶融金属2の深さD(図2参照)と、ガラスリボン6とサイド煉瓦22とのY方向における間隔W(図2参照)との積の2倍($SA = D \times W \times 2 \times 10^{-3}$)で表される。なお、この式におけるDの単位は mm であり、Wの単位は m である。DとWの積を2倍するのは、溶融金属2の逆流する流路がガラスリボン6を幅方向に挟んで両側に設けられるためである。そうすると、体積流量 $Q = u \times D \times W \times 2 \times 10^{-3}$ となる。一方、体積流量Qは、上述の如く、ガラスリボン6の搬送速度Vに比例する。従って、Wが一定の場合、流速uは V/D に比例することが分かる。

20

【0027】

本発明者は、流速uが V/D に比例する点に着目し、溶融金属2の逆流によるガラスリボン6の寸法や形状の崩れを抑制するためのVとDとの関係を一次方程式で表すことができると考え、実験等により上記式(1)の関係式を得た。なお、具体的な実験については、実施例の欄で説明する。

30

【0028】

上記式(1)が成立すると、上述の如く、ガラスリボン6の寸法や形状を整える成形域A4において、図3に矢印Cで示す溶融金属2の逆流する流速uを低減できる。その結果、溶融金属2の逆流によるガラスリボン6の寸法や形状の崩れを抑制することができ、大型で板厚偏差が小さいフロートガラスを得ることができる。

【0029】

この効果は、ガラスリボン6の幅方向寸法が大きいほど顕著に得られる。溶融金属2の逆流する体積流量Qは、ガラスリボン6の幅方向寸法に比例するためである。本実施形態によれば、縦方向寸法が2100mm以上、横方向寸法が2200mm以上および平均板厚が0.75mm以下の平面視矩形形状のフロートガラスであって、面内全体における板厚の最大値と最小値との差が $12\mu m$ 以下であるフロートガラスが得られる。ここで、縦方向寸法とは平面視矩形形状のフロートガラスの短辺方向寸法のことであり、横方向寸法とは平面視矩形形状のフロートガラスの長辺方向寸法のことである。平面視とは、図3等ではZ方向から見ることを意味する。

40

【0030】

本実施形態では、HOT領域A5(図4参照)における溶融金属2の深さD1(図4参

50

照)は、例えば成形域 A 4 における熔融金属 2 の深さ D 0 の 1.6 倍以上 2.0 倍以下である。HOT 領域 A 5 とは、熔融ガラス 4 が重力作用によって熔融金属 2 上で拡がる領域のことである。D 1 が D 0 の 1.6 倍以上であると、熔融ガラス 4 の注ぎ込みによる熔融ガラス 4 とボトム煉瓦 2 3 との接触を抑制できる。また、D 1 が D 0 の 2.0 倍以下であると、無駄な熔融金属 2 の使用を抑制でき、フロートガラスの製造コストを低減できる。

【0031】

本実施形態では、ナロー域 A 1 (図 4 参照)の上流端における熔融金属 2 の深さ D 2 (図 4 参照)は、例えば成形域 A 4 における熔融金属 2 の深さ D 0 の 2.0 倍以上 2.5 倍以下である。D 2 が D 0 の 2.0 倍以上であると、熱伝導率の高い熔融金属 2 の深さ D が深くなり、熱伝導率の低いボトム煉瓦 2 3 の厚さが薄くなるため、ボトム煉瓦 2 3 の下方に設置される冷却ノズル 2 5 (図 1 および図 2 参照)によってガラスリボン 6 が冷えやすく固まりやすい。また、D 2 が D 0 の 2.5 倍以下であると、無駄な熔融金属 2 の使用を抑制でき、フロートガラスの製造コストを低減できる。

10

【0032】

図 5 は、変形例による浴槽、ガラスリボン、トップロールおよび障壁を示す平面図である。図 6 は、図 5 に示す障壁の断面図である。図 5 および図 6 に示す浴槽 2 0 は、図 4 に示す浴槽 2 0 とは、障壁 2 7 が取り外し可能に取り付けられる点で相違する。以下、相違点について主に説明する。

【0033】

障壁 2 7 は、熔融金属 2 上におけるガラスリボン 6 の幅方向外側において熔融金属 2 の流れを遮り、成形域 A 4 における熔融金属 2 の逆流する流速を低減する。その結果、熔融金属 2 の逆流によるガラスリボン 6 の寸法や形状の崩れをより抑制することができ、大型で板厚偏差が小さいフロートガラスを得ることができる。障壁 2 7 は、図 5 に示すように、ワイド域 A 3 のうち、成形域 A 4 よりも下流に設けられてよい。

20

【0034】

障壁 2 7 は、図 6 に示すように、ボトム煉瓦 2 3 の上面から熔融金属 2 の液面まで熔融金属 2 の Z 方向全体に亘って設けられ、さらに熔融金属 2 の液面から上方に突出して設けられる。なお、障壁 2 7 は、熔融金属 2 の Z 方向一部のみにも設けられてもよい。その場合、障壁 2 7 は、ボトム煉瓦 2 3 の上面と接するように設けられてよい。熔融金属 2 の逆流は、熔融金属 2 を引き摺るガラスリボン 6 から離れた領域で生じやすく、ボトム煉瓦 2 3 の上面付近で生じやすいためである。

30

【0035】

障壁 2 7 は、例えばカーボンなどで形成され、熔融金属 2 に浸漬される。障壁 2 7 の密度が熔融金属 2 の密度よりも低い場合、密度差によって障壁 2 7 が浮き上がらないように障壁 2 7 を押さえる押さえ部材 2 8 (図 6 参照)がサイド煉瓦 2 2 に固定されてもよい。

【0036】

(ヒータ)

図 7 は、一実施形態によるヒータ制御区画の配置を示す平面図である。図 7 には、ワイド域 A 3 におけるヒータ制御区画の配置を図示し、中間域 A 2 やナロー域 A 1 におけるヒータ制御区画の配置の図示を省略する。ワイド域 A 3 のみならず、中間域 A 2 やナロー域 A 1 にもヒータ 4 0 を設けてよい。

40

【0037】

図 7 に示すように、複数のヒータ 4 0 を設けるヒータ領域は、X 方向に複数のヒータ制御列 4 1 に分割される。各ヒータ制御列 4 1 は、Y 方向に複数のヒータ制御区画 4 2 に区割りされる。なお、ヒータ制御列 4 1 の数は、図 7 に示すものには限定されない。また、各ヒータ制御列 4 1 におけるヒータ制御区画 4 2 の数は、図 7 に示すものには限定されない。

【0038】

各ヒータ制御区画 4 2 には、それぞれ、複数のヒータ 4 0 が設けられており、対応する 1 つの制御器 5 0 (図 1 参照)によって一括制御される。これにより、制御器 5 0 の数を

50

低減することができる。なお、1つのヒータ制御区画42に設けられる複数のヒータ40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50によって一括制御される。

【0039】

X方向に隣接する2つのヒータ制御列41は、1本の分割線45で分割されている。この分割線45は、X方向に隣り合う実際のヒータ40間のほぼ中央に位置する。一方、Y方向に隣接する2つのヒータ制御区画42は、1本の区割り線46で分割されている。この区割り線46は、Y方向に隣り合う実際のヒータ40間のほぼ中央に位置する。

【0040】

ところで、1つのヒータ制御列41において、Y方向に隣接する2つのヒータ制御区画42で、単位面積あたりの発熱量が異なると、区割り線46付近においてY方向に急激な温度変化が生じる。

10

【0041】

そこで、本実施形態では、少なくとも一つの分割線45において、上流側のヒータ制御列41の区割り線46と、下流側のヒータ制御列41の区割り線46とが、1箇所以上で不連続とされ、1箇所以上でずれる。例えば、上流側(図7では左側)からm番目の分割線45-mにおいて、上流側からm番目のヒータ制御列41-mの区割り線46と、上流側からm+1番目のヒータ制御列41-m+1の区割り線46とが、1箇所以上で不連続とされ、1箇所以上でずれる。ここで、mは、1以上の少なくとも1つの自然数であって、例えば図7では1以上6以下の任意の自然数である。

20

【0042】

ガラスリボン6のうち、m番目のヒータ制御列41-mにおいて温度変化が急激な区割り線46の下方を通過した部位は、続くm+1番目のヒータ制御列41-m+1において温度変化が緩やかなヒータ制御区画42の下方を通過する。従って、ガラスリボン6のY方向における温度ムラを抑制でき、ガラスリボン6のY方向における板厚ムラを低減できる。

【0043】

本実施形態では、Z方向視で、ワイド域A3において、少なくとも一つの分割線45では、上流側のヒータ制御列41の区割り線46と、下流側のヒータ制御列41の区割り線46とが、1箇所以上で不連続とされ、1箇所以上でずれる。ワイド域A3は中間域A2やナロー域A1に比べて高温であり、ワイド域A3においてガラスリボン6の寸法や形状の調整が行われるためである。中間域A2やナロー域A1では、ガラスリボン6の粘度が高いため、ガラスリボン6の寸法や形状の調整は困難である。

30

【0044】

本実施形態では、Z方向視で、成形域A4において、少なくとも一つの分割線45では、上流側のヒータ制御列41の区割り線46と、下流側のヒータ制御列41の区割り線46とが、1箇所以上で不連続とされ、1箇所以上でずれる。ワイド域A3の中でも成形域A4において、トップロール60を用いてガラスリボン6の寸法や形状の調整が行われるためである。

【0045】

各ヒータ制御列41において、複数の区割り線46は、浴槽20のY方向中心線20Lを中心に線対称に設けられてよい。これにより、熔融金属2の温度分布、ひいてはガラスリボン6の温度分布を、浴槽20のY方向中心線20Lを中心に線対称にすることができる。その結果、ガラスリボン6の板厚分布の制御が容易である。

40

【0046】

(フロートガラス)

フロートガラスは、平面視形状が矩形状、縦方向寸法が2100mm以上、横方向寸法が2200mm以上および平均板厚が0.75mm以下である。フロートガラスの面内全体における板厚の最大値と最小値との差は、12μm以下である。このフロートガラスをFPD用ガラス基板に使用すれば、大面積の面内全体での板厚偏差を低減でき、露光装置

50

の焦点ずれを抑制できる。なお、平面視矩形形状のフロートガラスは、コーナーカット用の砥石によって角部が研削加工されたフロートガラスを含む。この研削加工部分をコーナーカット部と呼び、コーナーカット部の大きさは、例えば数mmである。

【0047】

フロートガラスは、好ましくは、縦方向寸法が2900mm以上であり、横方向寸法が3000mm以上である。

【0048】

フロートガラスの平均板厚は、好ましくは0.45mm以下である。

【0049】

フロートガラスは、例えば、酸化物基準の質量%表示で、 SiO_2 : 54 ~ 66%、 Al_2O_3 : 10 ~ 23%、 B_2O_3 : 0 ~ 12%、 MgO : 0 ~ 12%、 CaO : 0 ~ 15%、 SrO : 0 ~ 16%、 BaO : 0 ~ 15%、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$: 8 ~ 26%を含有する無アルカリガラスで構成される。ここで、「 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ 」とは、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の総含有量を意味する。また、「無アルカリガラス」とは、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O 等のアルカリ金属酸化物の総含有量が0.1質量%未満であることを意味する。無アルカリガラスは、好ましくは、酸化物基準の質量%表示で、 B_2O_3 の含有量が5%以下である。

10

【実施例】

【0050】

以下、実施例および比較例を用いて本発明をさらに説明する。なお、本発明はこれらの記載に限定されるものではない。実施例および比較例において、縦方向はX方向、横方向はY方向にそれぞれ対応する。

20

【0051】

図8は、実施例1~5および比較例1~3における搬送速度Vと深さDとの関係を示す図である。実施例1~5および比較例1~3の実験条件および実験結果を表1および図8に示す。また、実施例1~5および比較例1~3で用いた硝材1~3の化学組成を表2に示す。

【0052】

【表1】

30

	硝材	V (m/min)	D0 (mm)	2500mm 板厚偏差 (μm)	3500mm 板厚偏差 (μm)
実施例1	硝材1	4.2	38	9.1	10.2
実施例2	硝材1	4.9	37	9.7	10.3
実施例3	硝材1	5.3	39	8.8	10.2
実施例4	硝材1	6.7	40	9.3	10.4
実施例5	硝材3	10	45	9.6	10.6
比較例1	硝材1	4.9	33	12.9	16.8
比較例2	硝材2	7.6	35.5	13.8	19.4
比較例3	硝材3	10.3	38	15.2	16.9

40

【0053】

【表 2】

成分	硝材1	硝材2	硝材3
SiO ₂ (質量%)	61.0	60.0	64.4
Al ₂ O ₃ (質量%)	20.0	17.0	8.0
B ₂ O ₃ (質量%)	1.5	8.0	0.0
MgO(質量%)	5.5	3.0	10.5
CaO(質量%)	4.5	4.0	0.05
SrO(質量%)	7.0	8.0	0.0
BaO(質量%)	0.0	0.0	0.0
K ₂ O(質量%)	0.0	0.0	4.0
ZrO ₂ (質量%)	0.0	0.0	0.5
Na ₂ O(質量%)	0.0	0.0	12.5
MgO+CaO+SrO+BaO(質量%)	17.0	23.0	10.55

10

20

【0054】

[実施例1~5]

実施例1では、図3および図4に示す浴槽20を有するフロートガラス製造装置10を用いて、幅方向寸法が4000mm以上のガラスリボン6を製造した。ガラスリボンの原料である硝材は、表2に示す硝材1を用いた。熔融金属2である熔融スズの成形域A4での深さD0は38mmとした。また、徐冷炉70におけるガラスリボン6の搬送速度Vは4.2m/minとした。

30

【0055】

製造したガラスリボン6から、横方向寸法2500mmのフロートガラスおよび横方向寸法3500mmのフロートガラスを切り出した。各フロートガラスは、ガラスリボンの幅方向中心線を中心に左右対称に切り出した。各フロートガラスの平均板厚は0.50mmであった。

【0056】

実施例2~4では、それぞれ、熔融スズの使用量を増減させて熔融スズの成形域A4での深さD0を37mm、39mm、40mmに設定変更すると共に、徐冷炉70におけるガラスリボン6の搬送速度Vを大きくして4.9m/min、5.3m/min、6.7m/minに設定変更した以外、実施例1と同じ条件でフロートガラスを得た。

40

【0057】

実施例5では、硝材として表2に示す硝材3を用い、熔融スズの使用量を増やして熔融スズの成形域A4での深さD0を45mmに設定変更すると共に、徐冷炉70におけるガラスリボン6の搬送速度Vを大きくして10m/minに設定変更した以外、実施例1と同じ条件でフロートガラスを得た。

【0058】

[比較例1~3]

比較例1では、熔融スズの使用量を減らして熔融スズの成形域A4での深さD0を33mmに設定変更すると共に、徐冷炉70におけるガラスリボン6の搬送速度Vを大きくして4.9m/minに設定変更した以外、実施例1と同じ条件でフロートガラスを得た。

【0059】

50

比較例 2 では、硝材として表 2 に示す硝材 2 を用い、熔融スズの使用量を減らして熔融スズの成形域 A 4 での深さ D 0 を 35.5 mm に設定変更すると共に、徐冷炉 7 0 におけるガラスリボン 6 の搬送速度 V を大きくして 7.6 m/min に設定変更した以外、実施例 1 と同じ条件でフロートガラスを得た。

【0060】

比較例 3 では、硝材として表 2 に示す硝材 3 を用い、徐冷炉 7 0 におけるガラスリボン 6 の搬送速度 V を大きくして 10.3 m/min に設定変更した以外、実施例 1 と同じ条件でフロートガラスを得た。

【0061】

[まとめ]

表 1 および図 8 から明らかなように、実施例 1 ~ 5 では、比較例 1 ~ 3 とは異なり、上記式 (1) を満たす条件実験を行ったため、大型で板厚偏差が小さいフロートガラスを得ることができた。具体的には、横方向寸法 2500 mm のフロートガラスおよび横方向寸法 3500 mm のフロートガラスで、板厚偏差が 12 μm 以下であった。

【0062】

以上、フロートガラス製造方法、およびフロートガラスなどの実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態などに限定されず、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、改良が可能である。

【符号の説明】

【0063】

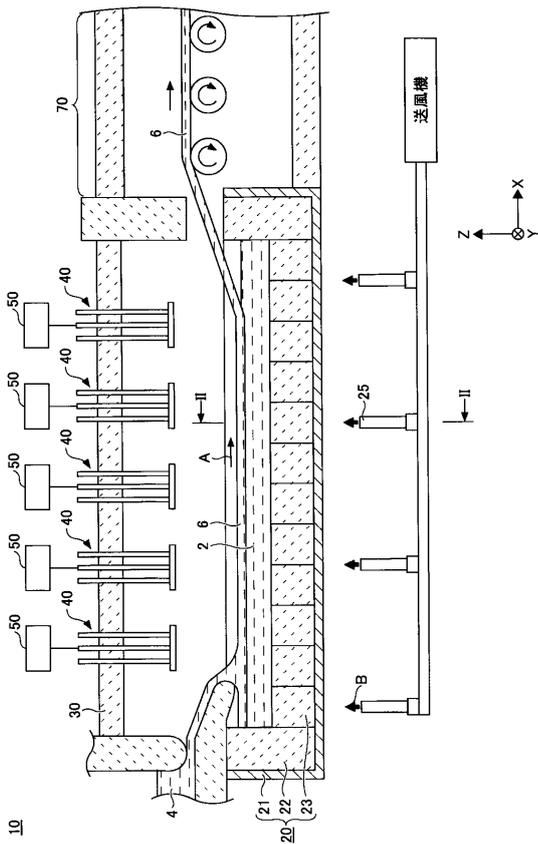
- 10 フロートガラス製造装置
- 20 浴槽
- 21 金属ケーシング
- 22 サイド煉瓦
- 23 ボトム煉瓦
- 25 冷却ノズル
- 30 天井
- 40 ヒータ
- 41 ヒータ制御列
- 42 ヒータ制御区画
- 45 分割線
- 46 区割り線
- 50 制御器
- 60 トップロール
- 70 徐冷炉

10

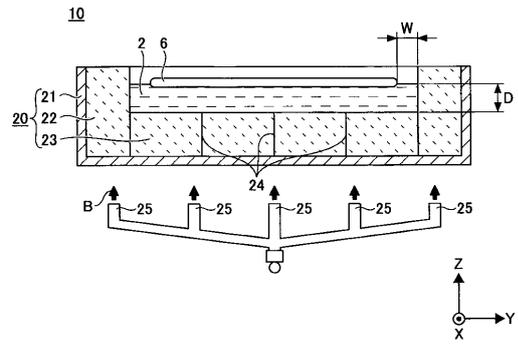
20

30

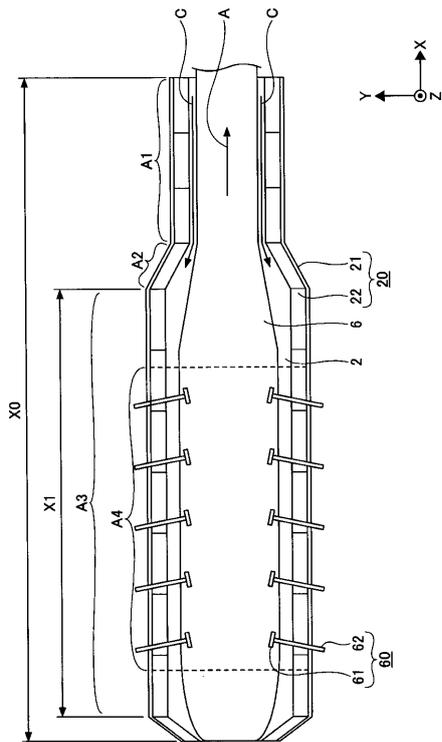
【図 1】



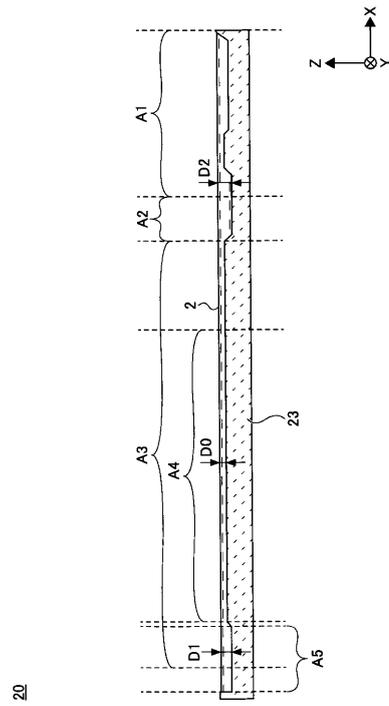
【図 2】



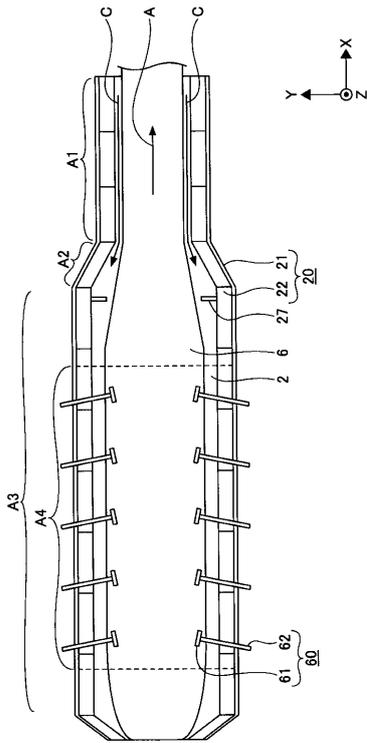
【図 3】



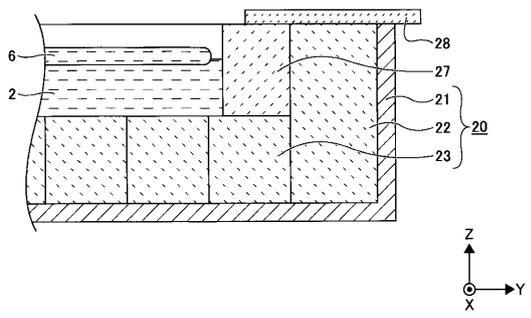
【図 4】



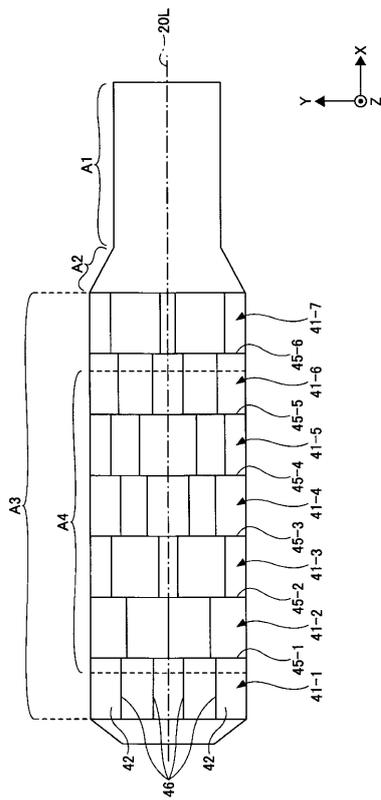
【 図 5 】



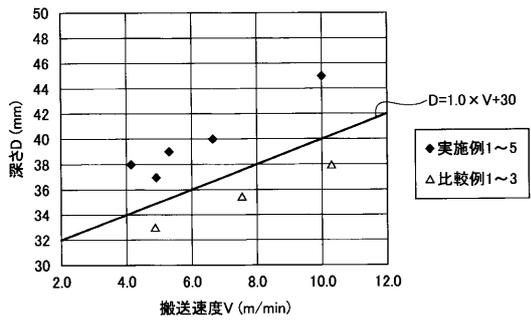
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
C 0 3 C	3/087	(2006.01)	C 0 3 C	3/087
C 0 3 C	3/091	(2006.01)	C 0 3 C	3/091

(72)発明者 山 崎 健史
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内

(72)発明者 中野 勝之
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内

(72)発明者 西野 琢 也
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内

(72)発明者 水野 潤一
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内

Fターム(参考) 4G015 CA01 CB01 CC01

4G062	AA01	BB01	DA06	DB04	DC01	DC02	DC03	DC04	DD01	DE01
	DF01	EA01	EA10	EB01	EC01	ED01	ED02	ED03	ED04	EE01
	EE02	EE03	EE04	EF01	EF02	EF03	EF04	EG01	EG02	EG03
	EG04	FA01	FA10	FB01	FC01	FD01	FE01	FF01	FG01	FH01
	FJ01	FK01	FL01	GA01	GA10	GB01	GC01	GD01	GE01	HH01
	HH03	HH05	HH07	HH09	HH11	HH13	HH15	HH17	HH20	JJ01
	JJ03	JJ05	JJ07	JJ10	KK01	KK03	KK05	KK07	KK10	MM01
	MM12	NN33								