(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3845935号
(P3845935)
(45)発行日　平成18年11月15日(2006.11.15)　(24)登録日　平成18年9月1日(2006.9.1)

(51)Int.Cl.　F I
C03B 18/04 (2006.01)　C03B 18/04

請求項の数 10　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平9-44255
(22)出願日　平成9年2月27日(1997.2.27)
(65)公開番号　特開平10-236832
(43)公開日　平成10年9月8日(1998.9.8)
審査請求日　平成15年4月25日(2003.4.25)
(31)優先権主張番号　特願平8-43488
(32)優先日　平成8年2月29日(1996.2.29)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平8-346287
(32)優先日　平成8年12月25日(1996.12.25)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
(72)発明者　伊賀　元一
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
(72)発明者　上堀　徹
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
(72)発明者　赤木　亮介
千葉県船橋市北本町１丁目１０番１号　旭硝子株式会社船橋工場内
(72)発明者　井上　淳
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
最終頁に続く

(54)【発明の名称】溶融ガラス流のエッジ保持方法およびガラスリボン成形装置およびガラス板製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

浴槽に収容した溶融金属の浴面に溶融ガラスを連続的に供給して溶融ガラス流を形成し、溶融ガラス流を前進させて目標厚さのガラスリボンに成形する際における溶融ガラス流のエッジ保持方法であって、溶融ガラス流の幅方向のエッジ近傍の溶融金属の浴面レベルの高さが、溶融ガラス流の幅方向の中央近傍の溶融金属の浴面レベルの高さより低くなるように該溶融金属の流れを下向きに制御することにより、溶融ガラス流が幅方向に狭まろうとする力を補償して溶融ガラス流のエッジを所定の位置に保持することを特徴とする溶融ガラス流のエッジ保持方法。

【請求項２】

前記溶融ガラス流のエッジ近傍において、溶融金属の浴内にその浴面と垂直な方向の流れを生じさせることにより、該エッジ近傍における溶融金属の浴面レベルを制御する、請求項１記載の溶融ガラス流のエッジ保持方法。

【請求項３】

前記溶融ガラス流のエッジ近傍を一端として下方に伸びる溶融金属の流路を形成し、該流路を通る溶融金属の流れの方向と流量を制御して、該エッジ近傍における溶融金属の浴面レベルを制御する、請求項１または２記載の溶融ガラス流のエッジ保持方法。

【請求項４】

請求項１、２または３記載の溶融ガラス流のエッジ保持方法であって、エッジ保持部に下向きの溶融金属の流れを生じさせ、エッジ保持部の溶融金属の浴面レベルの高さをまわ

りの浴面レベルの高さに比べて低くすることを特徴とする溶融ガラス流のエッジ保持方法。

【請求項５】

内部に収容された溶融金属上で所定方向に溶融ガラス流を前進させて目標厚さのガラスリボンに成形するフロート成形用の浴槽と、

溶融ガラス流の所望エッジに沿って溶融金属を下向きに吸引が可能な吸引手段と、

を備えることを特徴とするガラスリボン成形装置。

【請求項６】

前記吸引手段は、溶融金属を溶融金属浴面と鉛直方向に吸引することを特徴とする請求項５に記載のガラスリボン成形装置。

【請求項７】

前記吸引手段は、溶融ガラス流のエッジ近傍を一端として下方に伸びる溶融金属の流路となる樋と、該流路を通る溶融金属の流れの方向と流量を制御する制御手段とを備える、請求項５または６記載のガラスリボン成形装置。

【請求項８】

前記樋は、溶融ガラス流のエッジに近い側の端部の周囲に、外方に向かって突出する翼を備える、請求項７記載のガラスリボン成形装置。

【請求項９】

前記制御手段がリニアモータである、請求項７または８記載のガラスリボン成形装置。

【請求項１０】

浴槽に収容した溶融金属の浴面に溶融ガラスを連続的に供給して溶融ガラス流を形成し、当該溶融ガラス流を一定の幅になるように調整してフロート法によりガラス板を製造する方法であって、前記溶融ガラス流のエッジを請求項１～４のいずれかに記載の溶融ガラス流のエッジ保持方法によって保持することを特徴とするガラス板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フロート法によってガラス板を成形し製造する方法および装置、特に、溶融金属浴面に供給された溶融ガラス流のエッジを保持する方法およびガラスリボン成形装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来、フロート法によるガラス板の製造は、一般に次のように行われている。溶融金属（代表的には溶融錫）の満たされた浴槽内に、溶融ガラスを連続的に流し入れる。溶融ガラスは、進行方向に沿って流れながら一定の幅になるように調整される。例えば、フロート法によって、いわゆる平衡厚さ以下の板厚のガラス板を成形する場合は、溶融金属浴に溶融ガラスを供給した後、溶融ガラスの進行方向に牽引力を作用させて、溶融金属浴上で溶融ガラス流の延伸が行われる。溶融ガラス流は延伸される際、幅方向に収縮するので、収縮を抑制するように溶融ガラス流の両縁部にトップロールを係合している。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、トップロールが効果的に係合するためには、溶融ガラス流にある程度の粘度が必要である。例えば、ソーダライムシリケート系ガラスでは、係合時の溶融ガラス流の温度を９５０～７５０℃程度として、粘度を10^4～10^7ポイズ程度とする。この粘度では、トップロールの係合によるガラス表面の微細うねり、すなわちディストーションが生じやすい問題がある。

【０００４】

また、トップロールを係合して溶融ガラス流のエッジを保持すると、トップロール係合部分近傍では、トップロールを介して放熱される。したがって、溶融ガラス流の中央部付近に比べてトップロール係合部近傍では溶融ガラスの粘度が下がり、所望の厚さのガラス

板が得られない。この部分は、製品にできないため、歩留低下の原因になる。

【０００５】

本発明は、従来技術の前述の問題を解消し、ディストーションを生じることが少なく、歩留良く、安定した生産を行うことができ、かつトップロールが不要で作業性に優れ、かつ成形に要する流れ方向の長さが短いフロートガラス板の製造法を得ることを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明は、浴槽に収容した溶融金属の浴面に溶融ガラスを連続的に供給して溶融ガラス流を形成し、溶融ガラス流を前進させて目標厚さのガラスリボンに成形する際における溶融ガラス流のエッジ保持方法であって、溶融ガラス流の幅方向のエッジ近傍の溶融金属の浴面レベルの高さが、溶融ガラス流の幅方向の中央近傍の溶融金属の浴面レベルの高さより低くなるように該溶融金属の流れを下向きに制御することにより、溶融ガラス流が幅方向に狭まろうとする力を補償して溶融ガラス流のエッジを所定の位置に保持することを特徴とする溶融ガラス流のエッジ保持方法、および、内部に収容された溶融金属上で所定方向に溶融ガラス流を前進させて目標厚さのガラスリボンに成形するフロート成形用の浴槽と、溶融ガラス流の所望エッジに沿って溶融金属を鉛直方向に吸引することが可能な吸引手段と、を備えることを特徴とするガラスリボン成形装置、である。

また、浴槽に収容した溶融金属の浴面に溶融ガラスを連続的に供給して溶融ガラス流を形成し、当該溶融ガラス流を一定の幅になるように調整してフロート法によりガラス板を製造する方法であって、前記溶融ガラス流のエッジを前記溶融ガラス流のエッジ保持方法によって保持することを特徴とするガラス板製造方法である。

【０００７】

本発明の１態様においては、溶融ガラス流のエッジ近傍において、溶融金属浴内にその浴面に対してほぼ垂直下方に向かう流れを生じさせることにより、該エッジ近傍における溶融金属の浴面レベル（以下、溶融金属レベルともいう）を制御する。

【０００８】

また、本発明の１態様においては、溶融ガラス流のエッジ近傍を一端として下方に伸びる溶融金属の流路を形成し、該流路を通る溶融金属の流れの方向と流量を制御して、該エッジ近傍における溶融金属レベルを制御する。

【０００９】

【発明の実施の形態】

溶融ガラスを目標厚さに調整・成形する温度域はソーダライム系ガラスで１１００～７５０℃、粘度にして$10^{3.5}$～10^{7}ポイズ程度であり、そのうち高温域では、ガラスの表面張力がガラスの厚さを決定するのに支配的である。したがって、ガラスの表面張力に打ち勝って、溶融ガラス流を目標厚さに成形するためには、表面張力により発生するエッジへの側圧力を補償する必要がある。

【００１０】

本発明の特徴は、延伸時の溶融ガラス流の幅方向に狭まろうとする力を、トップロールとの係合によるのではなく、溶融ガラス流のエッジ近傍の溶融金属レベルを中央部分のレベルよりも低くすることにより、補償して、溶融ガラス流のエッジを所定位置に保持することである。

【００１１】

例えば、所望の厚さのガラスリボンを製造する際に、溶融ガラス流が幅方向に狭まろうとする力が広がろうとする力に対して優勢な場合には、溶融ガラス流のエッジ近傍の溶融金属レベルを、溶融ガラス流の中央部の溶融金属レベルより低くすることにより、溶融ガラス流のエッジの厚さを中央付近の厚さより厚くできる。これにより、結果的に上記の溶融ガラス流のエッジに表面張力として働く側圧力（すなわち、溶融ガラス流が幅方向に狭まろうとする力）を補償でき、溶融ガラス流のエッジを保持できる。溶融ガラス流が幅方向に狭まろうとする力が優勢になるのは、通常、平衡厚さよりも薄いガラスリボンを製造

する場合に生じる。

【００１２】

なお、ここでいう平衡厚さとは、溶融ガラスと溶融金属との表面張力および密度によって決まる厚さで、ソーダライムシリケート系ガラスで１０５０℃以上の温度（粘性で10^4ポイズ以下に相当）で溶融ガラスを溶融金属上に静置した場合に決定されるガラスリボンの厚さをいう。

【００１３】

【００１４】

以下に、具体例に基づいて本発明を説明する。

本発明では、浴槽に収容した溶融金属の浴面上の本発明によるエッジ保持方法から構成される成形域に、溶融ガラス流を誘導する。溶融ガラス流を目標厚さに調整するには、種々の公知の方法を採用できる。例えば、溶融ガラス槽からロールアウト法やダウンドロー法などで溶融ガラス流を引き出して、所定の幅と厚さを持つ溶融ガラスを溶融金属上に帯状に誘導してもよく、米国特許第４７８４６８０号明細書に記載されたようなリストリクタタイルを用いて溶融金属の浴面上で帯状の溶融ガラスを拡幅して溶融ガラス流としてもよい。

【００１５】

溶融金属上に誘導された溶融ガラス流は、前述のように自己の表面張力に応じた平衡厚さに近付いていくため、任意の厚さのガラスリボンを生産する場合は、そのエッジを保持する手段が必要になる。その具体的形態の１例を示すのが図１～図３である。

【００１６】

図１は、浴槽の平面図であり、ロールアウト法などによって、金属浴槽外で既に、所定の厚さ、幅に調整されて浴槽に誘導されている場合の例である。浴槽７には溶融金属２（典型的には溶融錫）が充填されている。

図２は図１のＡ－Ａ断面図である。溶融ガラス流１は、図２に示すように、落下部１ｂにおいて、溶融金属２上に落下し、矢印の方向に進行する。

【００１７】

図１に示すように、溶融ガラス流のエッジ部１ａの下部には、その近傍の溶融金属２の流路となる樋（導管）３が設けられている。図３は、図１のＢ－Ｂ断面図であり、樋３の近傍の拡大図になっている。樋３の一方の開口部は、エッジ部１ａの真下でエッジ部１ａに対向する形で開口する。溶融ガラス流のエッジ部１ａは図３においてほぼ紙面に垂直に伸びているため、前記開口部もエッジ部１ａに沿って、ほぼ紙面に垂直に伸びている。樋３は、溶融ガラス流のエッジ部１ａのほぼ直下から下方に伸びるとともに、浴槽７の底部で浴槽７の縁部側に向かって略直角に曲折し、浴槽７の縁部近傍で再び開口している。

【００１８】

樋３の浴槽７の縁部側直下の浴槽７外には、リニアモータ５が配置されている。リニアモータ５は、樋３の内部の溶融金属２がエッジ部１ａの下から浴槽７の縁部に向かって流れるように、溶融金属２を付勢する。浴槽７の縁部側では樋３内の溶融金属２は水平方向に流れるように付勢されるが、樋３が屈曲しているため、樋３の溶融ガラス流のエッジ部１ａに対向する開口部では鉛直方向に流れるように付勢される。図３では、樋３の溶融ガラス流のエッジ部１ａに対向する開口部付近で下向きに溶融金属２が流れる様子が描かれている。

【００１９】

ここでいうリニアモータとしては、リニアインダクションモータ、電磁ポンプ等で実用化されているように、櫛歯状の一次鉄心にコイルを形成し、これに三相交流の電圧を印加し、コイルを順次磁化することによって一定の方向に移動する磁界を発生するものが例示できる。

【００２０】

リニアモータを用いて溶融金属の流れを制御する場合には、樋の中の溶融金属にリニアモータの磁界を有効に作用させるために、樋の材質は非磁性体であることを要する。さら

に一般的にいって、樋の材質は溶融金属との反応性が低いものであることが好ましい。以上から、樋の材質としては、例えばカーボン、煉瓦などが適する。

【００２１】

さらに、エッジ部１ａの直下近傍には、静磁界発生装置４が配置されており、これによって、この近傍の溶融金属２に静磁界を印加し、その流れを安定化させうる。

【００２２】

本発明のエッジ保持方法について詳細に説明する。溶融金属２上に流し落とされた溶融ガラス流は、前進してエッジ保持部に供給される。ここで、リニアモータ５を動作させると、樋３の中に溶融ガラス流１のエッジ近傍からリボンサイド部８（溶融ガラス流に覆われていない溶融金属部分）に向かう溶融金属２の流れ６が生じる。

【００２３】

これによりエッジ保持部には下向きの溶融金属の流れが生じて、負圧となり、エッジ保持部の溶融金属の浴面レベル２ａの高さがまわりの浴面レベル２ｂの高さに比べて低くなる。低くなった部分には、溶融ガラスが流入するので、エッジ部１ａの厚さが中央部１ｂより厚くなる。こうして、前述のようにガラスの表面張力に起因した圧縮力が補償され、エッジが所定位置に保持される。

【００２４】

溶融金属の浴面レベル差としては、特に限定されないが、１～３０ｍｍ程度である。平衡厚さより薄いガラスを製造する場合には、通常５～６ｍｍまでの範囲で充分目的を達成できる。製造する厚さがより薄いときはこのレベル差が大きくなるように厚さに応じてレベル差を変える。

【００２５】

例えば、５０Ｈｚで７５×１０$^{-4}$Ｔの交流磁界を印加することで約４ｍｍのレベル差を設けうる。電磁力は磁界の強さの２乗に比例するので、発生するレベル差も磁界の強さの２乗に比例する。したがって、電磁力の強さを変えることによりレベル差を容易に変えうる。

【００２６】

また、本発明では、同時に静磁界発生装置を作用させて、溶融ガラス流１のエッジ保持部近傍に静磁界を印加することが好ましい。こうして、この部分の溶融金属２の乱れを極力小さくすることにより、溶融金属浴面形状を安定化させ、より安定にエッジ保持できるようになる。この磁界の大きさは、０～０．１Ｔ、特に０．０５Ｔ以上が好ましい。

【００２７】

また、本発明によるエッジ保持は溶融ガラス流が１０^{2} ～１０^{7} ポイズの粘度を有する範囲で行われればよい。成形された溶融ガラス流は、粘度が１０^{11}ポイズ程度になるまで冷却し、厚さが変化しないようになった状態で、浴槽から引き出され、徐冷レアーに搬送される。

【００２８】

【００２９】

【００３０】

【００３１】

図１に示した方法では、エッジ部の溶融金属レベルを特に低く設けるときに、溶融ガラス流１と、樋３との間隔が短くなる（例えば１～２ｍｍ）ため、溶融ガラスと樋が密着（スティック）する懸念がある。また、溶融金属の流動量を多くしリニアモータの駆動力を大きくする必要がある。図４は、このような場合に有効な構成を示す図で、９は樋３に設置した翼を示す。

【００３２】

本実施態様では、樋３はエッジ部側の末端の周囲に、外方に突出する翼９を備えている。翼９の設置により、その近傍では溶融金属が流路の急縮小による圧力損失および翼上面での摩擦損失を受けるため、より効率的にレベル差を形成できる。

【００３３】

翼９は本実施態様のように溶融金属２の浴面とほぼ平行に設けてもよいが、角度をつけてもよい。例えば、周囲に向かって上向きに水平と０～６０度の角度をつけうる。

【００３４】

本実施態様の場合、溶融金属の底からのレベル７０ｍｍ、樋高さ６０ｍｍ、樋入口幅１５ｍｍ、樋出口幅２５ｍｍ、翼長さ１０～３０ｍｍとし、溶融金属を流動させる手段として５０Ｈｚで１５０×１０$^{-4}$Ｔの交流磁界をリニアモータにより印加することで、翼上で０．１～１．０ｍ／ｓの流速を溶融金属に付与し、約４～８ｍｍの溶融金属表面のレベル差を設けうる。また、溶融ガラス流と翼や樋構成材との間隔を５ｍｍ程度以上確保でき、ガラスと樋とのスティックのおそれがない。

【００３５】

本実施態様においては、翼形状、長さまたは突出角度を適当に変更することにより、浴面レベルを適宜変更できる。翼の突出長さは５ｍｍ程度以上あれば充分な効果がある。

【００３６】

【発明の効果】

本発明によれば、平衡厚さより薄いガラス板を製造する場合に、ガラスにディストーションを生じることがなく、安定したガラスの生産を行うことができ、かつトップロールがなくても作業性に優れ、かつ成形に要する流れ方向の長さが短いフロートガラスの製造法が得られる。

【００３７】

さらに本発明によれば、溶融ガラス流のエッジを保持する領域が従来に比べて比較的狭いので、ガラスの歩留が向上するという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の方法を説明する平面図

【図２】本発明の方法を説明する要部断面図（Ａ－Ａ断面）

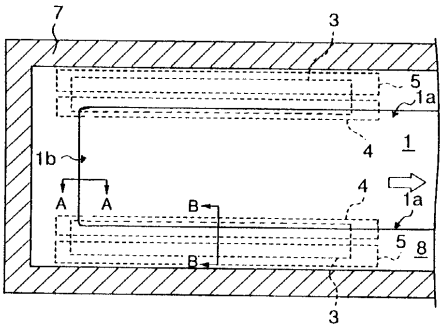
【図３】本発明の方法を説明する要部断面図（Ｂ－Ｂ断面）

【図４】本発明における他の実施態様を示す断面図

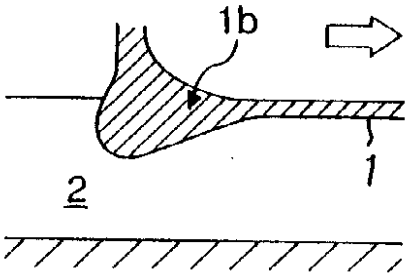
【符号の説明】

１：溶融ガラス流
２：溶融金属
３：樋
４：静磁界発生装置
５：リニアモータ
６：溶融金属の流れ
７：浴槽
８：リボンサイド
９：翼

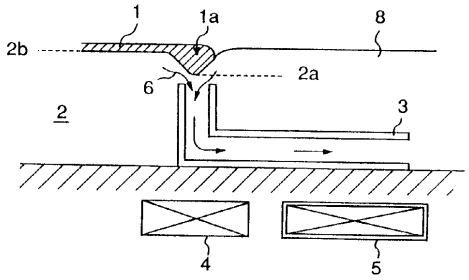
【図１】


7
3
5
1a
1
4
1b
A
A
B
B
4
1a
5
8
3

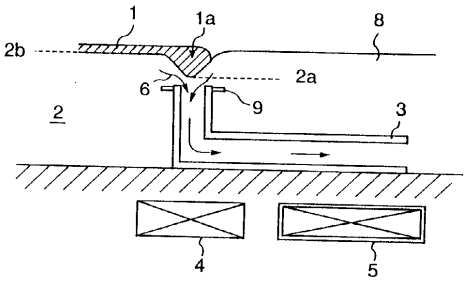
【図２】


1b
1
2

【図３】


1
1a
8
2b
2a
6
2
3
4
5

【図４】


1
1a
8
2b
2a
6
9
2
3
4
5

フロントページの続き

審査官　塩見　篤史

(56)参考文献　特公昭４７－０４７８４７（ＪＰ，Ｂ１）
米国特許第０３４５９５２３（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C03B18/00-18/22
WPI