

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5603207号  
(P5603207)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int. Cl. F 1  
**C O 3 B 32/02 (2006.01)** C O 3 B 32/02  
**C O 3 B 13/00 (2006.01)** C O 3 B 13/00

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-250133 (P2010-250133)	(73) 特許権者	502295490
(22) 出願日	平成22年11月8日(2010.11.8)		湖州大享玻璃制品有限公司
(65) 公開番号	特開2012-101957 (P2012-101957A)		中国浙江省湖州経済技術開発区大享路一号
(43) 公開日	平成24年5月31日(2012.5.31)	(73) 特許権者	503267973
審査請求日	平成25年10月11日(2013.10.11)		大享容器工業股▲分▼有限公司
			台湾 新竹県新埔鎮文山路犁頭山段1118号
		(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 結晶化ガラスの連続成形方法および結晶化ガラスの連続成形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス原料を溶解して熔融ガラスを得る溶解工程と、  
 熔融ガラスを帯状に圧延成形して帯状板ガラスを得る成形工程と、  
 帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工程と、  
 帯状結晶化ガラス板を切断する切断工程と、  
 を含み、  
 帯状板ガラスを昇温雰囲気さらす昇温工程を含まない、  
 結晶化ガラスの連続成形方法。

10

【請求項2】

前記結晶化工程が、帯状板ガラスを温度700 ~ 1200 の雰囲気直接投入し該雰囲気に保持することによって、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工程、である請求項1に記載の結晶化ガラスの連続成形方法。

【請求項3】

前記結晶化工程が、帯状板ガラスを温度変動が±5 以下に保たれた雰囲気に投入し該雰囲気に保持することによって、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工

20

程、である請求項 1 又は請求項 2 に記載の結晶化ガラスの連続成形方法。

【請求項 4】

更に、前記溶解工程で得た熔融ガラスの均質度と粘度と液面とを調整する調整工程と、前記調整工程を経た熔融ガラスの失透を防止する失透防止工程と、を含む請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の結晶化ガラスの連続成形方法。

【請求項 5】

ガラス原料を溶解する溶解装置と、  
前記溶解装置での溶解により得られた熔融ガラスを帯状に圧延成形する成形装置と、  
前記成形装置での圧延成形により得られた帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域と、前記保温領域の後に設けられ、帯状結晶化ガラス板を徐冷する徐冷領域とを有し、帯状板ガラスを結晶化させる結晶化装置と、

前記結晶化装置での結晶化により得られた帯状結晶化ガラス板を切断する切断装置と、を備え、

帯状板ガラスを昇温雰囲気さらす昇温領域を有しない、  
結晶化ガラスの連続成形装置。

【請求項 6】

前記保温領域が、帯状板ガラスを温度 700 ~ 1200 の雰囲気直接収容し該雰囲気に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域、である請求項 5 に記載の結晶化ガラスの連続成形装置。

【請求項 7】

前記保温領域が、帯状板ガラスを温度変動が ±5 以下に保たれた雰囲気に収容し該雰囲気に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域、である請求項 5 又は請求項 6 に記載の結晶化ガラスの連続成形装置。

【請求項 8】

更に、前記溶解装置に接続されて、前記溶解装置で得た熔融ガラスの均質度と粘度と液面とを調整する調整装置と、前記調整装置に接続されて、前記調整装置から流出した熔融ガラスの失透を防止する失透防止装置と、を備えた請求項 5 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の結晶化ガラスの連続成形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、結晶化ガラスの連続成形方法および結晶化ガラスの連続成形装置に関する。

【背景技術】

【0002】

結晶化ガラスは、結晶核形成成分を含有するガラス原料を溶解し、熔融ガラスを板状に成形して結晶性ガラスを得て、この結晶性ガラスに結晶化熱処理を施して製造するのが一般的である。これまで、結晶化ガラスの生産性を上げるために、製造方法および製造装置の開発が進められてきた。例えば、特許文献 1 記載の結晶化ガラスの連続成形装置は、ガラス原料の溶解から、成形、結晶化、アニール、切断までを連続的に行うことができる製造装置である。

【0003】

ガラス原料の溶解から、成形、結晶化、アニール、切断までを連続的に行う結晶化ガラスの製造方法において、律速段階となるのは、結晶化の工程である。結晶化ガラスの連続成形装置においては、結晶化のための熱処理時間を確保するために、結晶化装置（ローラースキルン）が 250 ~ 300 m 程度の長さ設計されていた。

また、結晶化熱処理は、多段階の温度処理が必要とされており、結晶化装置内部の温度分布は多段階に区分けされていた。具体的には、結晶化熱処理は、結晶核を形成させる第一の熱処理工程と、結晶を成長させる第二の熱処理工程とを別々に要すると考えられていた。そして、前記第一の熱処理工程は、結晶性ガラスを比較的低い温度の炉に入れ、結晶

10

20

30

40

50

核の形成に適した温度まで上昇させていた。さらに、前記第二の熱処理工程は前記第一の熱処理工程よりも熱処理温度が高いため、前記第一の熱処理工程と前記第二の熱処理工程との間には昇温工程も必要であった。

【0004】

例えば、特許文献1記載の製造装置においては、上記の考えに基づいて結晶化装置内の温度分布が設計されている。即ち、特許文献1記載の製造装置においては、その結晶化装置は、帯状板ガラスをガラス転移点近傍の温度に保持する保温領域と、帯状板ガラスを結晶核形成温度まで昇温する第1昇温領域と、帯状板ガラスを結晶核形成温度に保持する核形成領域と、帯状板ガラスを結晶成長温度まで昇温する第2昇温領域と、帯状板ガラスを結晶成長温度に保持する結晶成長領域と、帯状結晶化ガラス板の歪みを除去するアニール領域とを備える。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-41726号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

結晶化ガラスの連続成形方法において、結晶化熱処理の工程を改良することができれば、結晶化に要する熱処理時間が短縮され、生産性は向上する。

20

本発明は、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理時間が短縮された結晶化ガラスの連続成形方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理領域が短縮された結晶化ガラスの連続成形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】

【0007】

本発明者は、結晶性ガラスを直接、高温（従来の結晶成長温度またはその近傍）の炉に入れても結晶化が可能であること、並びに、単一の熱処理で結晶核の形成と結晶の成長とが可能であることを見出し、本発明を完成させた。

前記課題を解決するための具体的手段は以下のとおりである。

30

【0008】

<1> ガラス原料を溶解して熔融ガラスを得る溶解工程と、

熔融ガラスを帯状に圧延成形して帯状板ガラスを得る成形工程と、

帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工程と、

帯状結晶化ガラス板を切断する切断工程と、を含み、

帯状板ガラスを昇温雰囲気さらす昇温工程を含まない、

結晶化ガラスの連続成形方法。

<2> 前記結晶化工程が、帯状板ガラスを温度700～1200の雰囲気に直接投入し該雰囲気に保持することによって、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工程、である<1>に記載の結晶化ガラスの連続成形方法。

40

<3> 前記結晶化工程が、帯状板ガラスを温度変動が±5以下に保たれた雰囲気に投入し該雰囲気に保持することによって、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工程、である<1>又は<2>に記載の結晶化ガラスの連続成形方法。

<4> 更に、前記溶解工程で得た熔融ガラスの均質性と粘度と液面とを調整する調整工程と、前記調整工程を経た熔融ガラスの失透を防止する失透防止工程と、を含む<1>～<3>のいずれか1項に記載の結晶化ガラスの連続成形方法。

50

## 【 0 0 0 9 】

< 5 > ガラス原料を溶解する溶解装置と、  
前記溶解装置での溶解により得られた溶融ガラスを帯状に圧延成形する成形装置と、  
前記成形装置での圧延成形により得られた帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域と、前記保温領域の後に設けられ、帯状結晶化ガラス板を徐冷する徐冷領域とを有し、帯状板ガラスを結晶化させる結晶化装置と、  
前記結晶化装置での結晶化により得られた帯状結晶化ガラス板を切断する切断装置と、  
を備え、

帯状板ガラスを昇温雰囲気さらす昇温領域を有しない、  
結晶化ガラスの連続成形装置。

10

< 6 > 前記保温領域が、帯状板ガラスを温度 7 0 0 ~ 1 2 0 0 の雰囲気に直接収容し該雰囲気に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域、である< 5 >に記載の結晶化ガラスの連続成形装置。

< 7 > 前記保温領域が、帯状板ガラスを温度変動が ± 5 以下に保たれた雰囲気に収容し該雰囲気に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域、である< 5 >又は< 6 >に記載の結晶化ガラスの連続成形装置。

< 8 > 更に、前記溶解装置に接続されて、前記溶解装置で得た溶融ガラスの均質度と粘度と液面とを調整する調整装置と、前記調整装置に接続されて、前記調整装置から流出した溶融ガラスの失透を防止する失透防止装置と、を備えた< 5 > ~ < 7 >のいずれか 1

20

## 【 発 明 の 効 果 】

## 【 0 0 1 0 】

本願発明によれば、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理時間が短縮された結晶化ガラスの連続成形方法を提供することができる。

また、本願発明によれば、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理領域が短縮された結晶化ガラスの連続成形装置を提供することができる。

## 【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

## 【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の結晶化ガラスの連続成形装置の一実施の形態を示す概略図である。

30

【 図 2 】 ( A ) 及び ( B ) はそれぞれ、本発明の結晶化ガラスの連続成形装置の一実施の形態における、結晶化装置内の雰囲気温度の勾配を示すグラフである。

## 【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

## 【 0 0 1 2 】

< 結晶化ガラスの連続成形方法 >

第一の本発明は、

ガラス原料を溶解して溶融ガラスを得る溶解工程と、

溶融ガラスを帯状に圧延成形して帯状板ガラスを得る成形工程と、

帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とし、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷して、帯状結晶化ガラス板を得る結晶化工程と、

40

帯状結晶化ガラス板を切断する切断工程と、

を含む結晶化ガラスの連続成形方法である。

本発明の結晶化ガラスの連続成形方法は、前記溶解工程と、前記成形工程と、前記結晶化工程と、前記切断工程とを連続的に含むことにより、ガラス原料の溶解から、成形、結晶化、アニール、切断までを連続的に行うことができる。

## 【 0 0 1 3 】

前記溶解工程は、ガラス原料を加熱により溶解し溶融ガラスを得る工程である。加熱温度は、ガラス原料を溶解させる温度であればよく、特に制限されない。前記溶解工程は、ガラス原料を溶解することの前に、ガラス原料を調合することを含んでもよく、ガラス原

50

料の調合から溶解を連続して行うことが、事業性の観点から好ましい。

前記成形工程は、熔融ガラスを帯状に圧延成形して帯状板ガラスを得る工程である。圧延成形方法は公知の方法でよく、例えば、一組のローラ対によって熔融ガラスを圧延加工するロールアウト成形法を適用することができる。

前記結晶化工程は、帯状板ガラスを結晶化させて帯状結晶化ガラス板を得る工程である。前記結晶化工程については、後で詳述する。

前記切断工程は、帯状結晶化ガラス板を所定の長さに切断する工程である。切断方法は公知の方法でよく、例えば、ダイヤモンド製の Cutter による切断法やウォータージェットによる切断法を適用できる。

#### 【0014】

本発明の結晶化ガラスの連続成形方法は、前記結晶化工程が、帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とすること（「保温工程」と称する。）と、その後、帯状結晶化ガラス板を徐冷すること（「徐冷工程」と称する。）とを含む。前記結晶化工程は、前記保温工程と前記徐冷工程とを含み、帯状板ガラスから帯状結晶化ガラス板を得る。

#### 【0015】

前記保温工程は、帯状板ガラスの周囲の雰囲気温度を所定の温度範囲（好ましくは、ほぼ一定の温度）に保ち、結晶核の形成と結晶の成長とを進行させる工程である。前記保温工程においては、帯状板ガラス中で結晶核の形成と結晶の成長とが同時に進んでいると推論される。

本発明は、結晶化のための熱処理を前記保温工程にすることにより、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理時間を短縮することができる。そして、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理時間を短縮できる分、結晶化ガラスの連続成形全体に要する時間を短縮することが可能であるし、また、前記結晶化工程全体の処理時間を延長することなく、前記徐冷工程にかかる時間を長くすることが可能になる。前記徐冷工程にかかる時間を長くすれば、徐冷の温度勾配を緩やかにしたり、温度勾配を多段階にすることができ、よって、結晶が形成された帯状結晶化ガラス板の歪みをよく除去でき、得られる結晶化ガラスの強度が優れる点で有利である。

#### 【0016】

本発明は、結晶化のための熱処理を前記保温工程にすることにより、帯状結晶化ガラス板に波うち、変形、割れ及びひびが発生することを抑制することができる。そのメカニズムは、特定の理論に拘束されるものではないが、以下のように推論される。

結晶性ガラスは、昇温過程では膨張し、結晶核形成過程と結晶成長過程では収縮する。したがって、結晶化装置内に、昇温領域、結晶核形成のための温度保持領域、次の昇温領域、結晶成長のための温度保持領域を順次設けた場合、結晶化装置内を通過する帯状板ガラスには、膨張部分と収縮部分とが交互に隣接して併存することになる。連続する一枚の帯状板ガラスにおいて、膨張部分と収縮部分とが交互に隣接して併存することは、結晶化のための熱処理時間が十分に確保されない場合に、帯状結晶化ガラス板に波うち、変形、割れ、ひびを発生させる原因になるものと考えられる。

本発明においては、結晶化のための熱処理工程が前記保温工程であり、帯状板ガラスの周囲の雰囲気温度が所定の温度範囲に保たれていること、また、結晶核の形成と結晶の成長とが同時に進んでいると考えられることから、連続する一枚の帯状板ガラスにおいて、膨張部分と収縮部分とが交互に隣接して併存するようなことはなく、帯状結晶化ガラス板に波うち、変形、割れ、ひびが発生することを抑制できると推論される。

#### 【0017】

前記保温工程の、保持温度、保持時間は特に制限されず、所望の結晶が十分に析出し成長し得る条件を適宜選択することができる。

前記保温工程の保持温度は、従来の結晶化ガラスの製造方法における結晶成長温度またはその近傍に設定することが好ましい。通常 700 ~ 1200 の温度範囲、好ましくは 750 ~ 1100 の温度範囲、より好ましくは 800 ~ 1050 の温度範囲で

10

20

30

40

50

、温度をほぼ一定（±5 以下）に保つことが好ましい。

前記保温工程の保持時間は、従来の結晶化ガラスの製造方法における結晶成長に要していた時間でよく、当該時間で十分な結晶化が期待できる。通常は、0.1時間～3時間程度である。

結晶核の形成は、ガラス原料中に、例えばTiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、F<sub>2</sub>等の核形成成分が予め添加されることによって容易に行える。

#### 【0018】

前記徐冷工程は、帯状板ガラスを結晶化させ帯状結晶化ガラス板とした後、帯状結晶化ガラス板から残留歪みを除去するとともにガラスの均一化をなすために、帯状結晶化ガラス板を徐冷する工程である。なお本発明において、徐冷とは歪みがとれる程度の降温速度で冷却することを言う。勿論、降温速度が遅いほど、残留歪みが少なくなる。

10

本発明においては、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理時間を短縮できる分、前記結晶化工程全体の処理時間を延長することなく、前記徐冷工程にかける時間を長くすることができる。したがって、徐冷の温度勾配を緩やかにしたり、徐冷の温度勾配を多段階にすることができ、よって、結晶が形成された帯状結晶化ガラス板から歪みをよく除去でき、得られる結晶化ガラスの強度が優れる点で有利である。

#### 【0019】

本発明の結晶化ガラスの連続成形方法は、更に、前記溶解工程で得た熔融ガラスの均質性と粘度と液面とを調整する調整工程と、前記調整工程を経た熔融ガラスの失透を防止する失透防止工程と、を含むことが好ましい。

20

また、以上に説明した各工程を経て得られた帯状結晶化ガラス板に対しては、必要に応じて、厚みの調整や表面仕上げ等を目的として表面を研磨する研磨工程や、所定のサイズや形状となるように加工する加工工程を実施してもよい。

#### 【0020】

本発明の結晶化ガラスの連続成形方法には、以下に説明する、本発明の結晶化ガラスの連続成形装置が好適である。

#### 【0021】

< 結晶化ガラスの連続成形装置 >

第二の本発明は、

ガラス原料を溶解する溶解装置と、

30

前記溶解装置での溶解により得られた熔融ガラスを帯状に圧延成形する成形装置と、

前記成形装置での圧延成形により得られた帯状板ガラスを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板とする保温領域と、前記保温領域の後に設けられ、帯状結晶化ガラス板を徐冷する徐冷領域とを有し、帯状板ガラスを結晶化させる結晶化装置と、

前記結晶化装置での結晶化により得られた帯状結晶化ガラス板を切断する切断装置と、を備えた結晶化ガラスの連続成形装置である。

本発明の結晶化ガラスの連続成形装置は、前記溶解装置と、前記成形装置と、前記結晶化装置と、前記切断装置とを連続的に備えることにより、ガラス原料の溶解から、成形、結晶化、アニール、切断までを連続的に行うことができる。

40

#### 【0022】

前記溶解装置は、ガラス原料を溶解し熔融ガラスとする装置である。前記溶解装置は、ガラス原料を溶解するための加熱手段を有する炉として構成することができ、従来公知のあらゆるガラス溶解炉を適用できる。前記溶解装置は、ガラス原料を溶解するための加熱手段の前段に、ガラス原料を調合する調合手段を含んでもよい。

前記成形装置は、熔融ガラスを圧延成形し帯状板ガラスとする装置である。前記成形装置において、圧延成形方法は特に制限されず、例えば、一組のローラ対によって圧延加工するロールアウト成形法を実施する構成とすることができる。

前記結晶化装置は、帯状板ガラスを結晶化し帯状結晶化ガラス板とする装置である。前記結晶化装置は、後で詳述する保温領域と徐冷領域とを有し、帯状板ガラスの結晶化とア

50

ニールを実施する。

前記切断装置は、帯状結晶化ガラス板を所定の長さに切断する装置である。前記切断装置において、切断方法は公知の方法でよく、例えば、ダイヤモンド製の Cutter による切断やウォータージェットによる切断を実施する構成とすることができる。

#### 【0023】

本発明の結晶化ガラスの連続成形装置は、前記結晶化装置において、前記保温領域と、前記徐冷領域とを有している。

前記保温領域は、その領域内の雰囲気温度が、結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度範囲に（好ましくは、ほぼ一定に）保たれた領域である。前記成形装置から引き出された帯状板ガラスは、前記保温領域を通過する間に、結晶核が形成され、結晶が成長する。前記保温領域において、帯状板ガラスの結晶核の形成と結晶の成長とが同時に進んでいると推論される。

10

本発明は、結晶化のための熱処理領域を前記保温領域にすることにより、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理時間を短縮することができる。したがって、前記保温領域は、従来の結晶化ガラスの製造方法において帯状板ガラスの結晶化に要していた熱処理領域よりも短縮できる。

そして、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理領域を短縮できる分、結晶化ガラスの連続成形装置全体の長さを短縮することが可能であるし、また、前記結晶化装置全体の長さを延長することなく、前記徐冷領域を長くすることが可能になる。前記徐冷領域を長くすれば、徐冷の温度勾配を緩やかにしたり、温度勾配を多段階にすることができ、よって、帯状結晶化ガラス板の歪みをよく除去でき、得られる結晶化ガラスの強度が優れる点で有利である。

20

さらに、本発明は、結晶化のための熱処理領域を前記保温領域にすることにより、帯状結晶化ガラス板に波うち、変形、割れ及びひびが発生することを抑制することができる。

#### 【0024】

前記保温領域の雰囲気温度は、特に制限されず、所望の結晶が十分に析出し成長し得る温度を適宜選択することができる。前記保温領域の雰囲気温度は、従来の結晶化ガラスの製造方法における結晶成長温度またはその近傍に設定することが好ましい。通常 700 ~ 1200 の温度範囲、好ましくは 750 ~ 1100 の温度範囲、より好ましくは 800 ~ 1050 の温度範囲で、温度をほぼ一定（±5 以下）に保つことが好ましい。

30

#### 【0025】

前記保温領域の長さ及び前記保温領域内の帯状板ガラスの運搬速度は、特に制限されず、所望の結晶が十分に析出し成長する時間を確保できるように、条件を適宜選択することができる。当該時間は、従来の結晶化ガラスの製造方法における結晶成長に要していた時間でよく、通常は 0.1 時間 ~ 3 時間程度である。

また、前記保温領域内の帯状板ガラスの運搬速度は、前記溶解装置又はノ及び前記成形装置の処理量に応じて適宜選択することができる。そして、前記保温領域内の帯状板ガラスの運搬速度が遅い場合は、それに応じて前記保温領域の長さは短くしてよく、前記保温領域内の帯状板ガラスの運搬速度が速い場合は、それに応じて前記保温領域の長さは長くすればよい。

40

#### 【0026】

前記徐冷領域は、帯状板ガラスを結晶化させ帯状結晶化ガラス板とした後、帯状結晶化ガラス板から残留歪みを除去するとともにガラスの均一化をなすために、帯状結晶化ガラス板を徐冷する領域である。

本発明においては、帯状板ガラスの結晶化に要する熱処理領域を短縮できる分、前記結晶化装置全体の長さを延長することなく、前記徐冷領域を長くすることができる。したがって、徐冷の温度勾配を緩やかにしたり、徐冷の温度勾配を多段階にすることができ、よって、結晶が形成された帯状結晶化ガラス板から歪みをよく除去でき、得られる結晶化ガラスの強度が優れる点で有利である。

50

## 【0027】

本発明の結晶化ガラスの連続成形装置は、更に、前記溶解装置に接続されて、前記溶解装置で得た熔融ガラスの均質度と粘度と液面とを調整する調整装置と、前記調整装置に接続されて、前記調整装置から流出した熔融ガラスの失透を防止する失透防止装置と、を備えることが好ましい。

本発明の結晶化ガラスの連続成形装置は、前記調整装置と前記失透防止装置とを備えることによって、熔融ガラスを均質化し、熔融ガラスの粘度を制御し、熔融ガラスの失透を防止し、かつ所定流速で熔融ガラスを前記成形装置に供給することができる。

## 【0028】

前記調整装置は、熔融ガラスを均質化する均質化装置と、熔融ガラスの粘度を制御する粘度制御装置と、熔融ガラスの液面を制御する液面制御装置とから構成されることが好ましい。前記均質化装置は、熔融ガラスを攪拌する装置を備える。前記粘度制御装置は、熔融ガラスを加熱する加熱装置を備える。前記液面制御装置は、前記溶解装置から前記調整装置に導入された熔融ガラスの液面高さを検知して、液面高さの変化量に対応する信号をガラス原料を投入するガラス原料投入装置にフィードバックして、前記溶解装置に投入される原料投入量を補正する。前記液面制御装置によって、前記調整装置を通過する熔融ガラスの液面高さを測定して、原料投入量を補正することができるので、前記成形装置で成形された帯状板ガラスの厚さを所定の厚さに制御することができる。したがって、結晶化ガラスの製造を自動化、量産化することができるとともに、品質の安定化を図ることができる。 10  
20

## 【0029】

本発明の結晶化ガラスの連続成形装置は、更に、前記成形装置と前記結晶化装置との間に、前記成形装置から搬出された帯状板ガラスを押える押えロールを備えることが好ましい。前記成形装置から搬出された帯状板ガラスの表面は、前記押えロールによって平らなロール面を形成する。前記押えロールを備えることにより、前記成形装置で成形された帯状板ガラスを平坦化して結晶化装置に導入することができる。

## 【0030】

本発明の結晶化ガラスの連続成形装置は、カラーフィルター用基板やイメージセンサー用基板等のハイテク製品用基板、電子部品焼成用セッター、電磁調理器トッププレート、光部品、電子レンジ用棚板、防火戸用窓ガラス、石油ストーブ、薪ストーブの前面窓、建築用の材料等として広く使用されている結晶化ガラスを、ガラス原料から連続的に成形加工する結晶化ガラスの製造装置として好適である。 30

## 【0031】

以下、図面を参照して、本発明の結晶化ガラスの連続成形装置の一実施の形態を説明する。ただし、本発明はその実施の形態に限定されない。

## 【0032】

図1に示す連続成形装置は、溶解装置11と、調整装置12(フォーアハース12)と、失透防止装置13と、ロールアウト成形装置14と、結晶化装置17(ローラハースキルン17)と、切断装置27とを備えている。

溶解装置11は、ガラス原料を溶解させ熔融ガラスとする装置であり、ガラス原料の溶解、清澄、均質化までの機能を持った間欠式の間欠炉、または、上記の各機能をユニット型に連結した連結式の連結炉を有する。 40

## 【0033】

溶解装置11で得られた熔融ガラスは、その運搬方向下流側に配置されたフォーアハース12に運ばれる。フォーアハース12は、熔融ガラスを清澄、均質化するとともに、熔融ガラスの粘度と液面高さを調整する装置である。フォーアハース12には、液面制御装置12a、攪拌装置12b、発熱体12c及び熱電対12dが取り付けられている。

液面制御装置12aは、熔融ガラスの液面高さを検知して、液面高さの変化量に対応する信号を溶解装置11にガラス原料を投入するガラス原料投入装置(不図示)にフィードバックし、ガラス原料投入量を補正する。このようにして、フォーアハース12内の液面 50

高さは所定の値に調節される。

攪拌装置 1 2 b は、溶融ガラスを攪拌して均質化する。発熱体 1 2 c と熱電対 1 2 d は、溶融ガラスの温度を調節して、溶融ガラスの粘度を所定の値に調節する。

#### 【 0 0 3 4 】

フォアハース 1 2 から流出した溶融ガラスは、その運搬方向下流側に配置された失透防止装置 1 3 に流入する。失透防止装置 1 3 には、保温装置 1 3 a、リップ 1 3 b、サポーター 1 3 c 及び発熱ユニット 1 3 d が取り付けられている。

保温装置 1 3 a は、溶融ガラスを保温して所定温度に保持する。リップ 1 3 b は、溶融ガラスをロールアウト成形装置 1 4 に誘導する。サポーター 1 3 c は、リップ 1 3 b を支持する支持体である。発熱ユニット 1 3 d は、サポーター 1 3 c を貫通して設けられた加熱装置であり、発熱ユニット 1 3 d によってサポーター 1 3 c とリップ 1 3 b とは加熱される。

失透防止装置 1 3 は、保温装置 1 3 a による保温と発熱ユニット 1 3 d による加熱によって、ロールアウト成形装置 1 4 に導入される前の溶融ガラスを所定温度に保持し、溶融ガラスの失透を防止する。

#### 【 0 0 3 5 】

フォアハース 1 2 から流出して失透防止装置 1 3 を通過した溶融ガラスは、その運搬方向下流側に配置されたロールアウト成形装置 1 4 に供給される。ロールアウト成形装置 1 4 は、溶融ガラスを帯状の板ガラスに圧延成形する。ロールアウト成形装置 1 4 には、上側ローラ 1 4 a、下側ローラ 1 4 b、及び冷却水箱 1 4 c が取り付けられている。上側ローラ 1 4 a と下側ローラ 1 4 b を構成するローラは、市販品でよく、耐熱性、耐熱衝撃性、高温強度、耐ヒートクラック性に優れる材料で作られたものである。

上側ローラ 1 4 a と下側ローラ 1 4 b とは互いに対向して配置され、このローラ対の間に供給された溶融ガラスを帯状に圧延成形する。冷却水箱 1 4 c は、その内部に溶融ガラスを冷却するための水が連続的に供給されており、帯状に圧延成形されたガラスを冷却して帯状の形状を維持する。

#### 【 0 0 3 6 】

ロールアウト成形装置 1 4 で帯状に圧延成形されたガラスは、その運搬方向下流側に配置された運搬装置 1 5 に載置される。運搬装置 1 5 は、数本のローラや耐熱ベルト等の帯状板ガラスを運搬できる手段から構成されており、圧延成形された帯状板ガラスを運搬する。

運搬装置 1 5 の上流部の上方には、ロールアウト成形装置 1 4 によって圧延成形された帯状板ガラスを押える押さえローラ 1 6 が設けられている。押さえローラ 1 6 は、耐熱性に優れた鋼で作られた、1 本乃至数本のローラから構成されている。ロールアウト成形装置 1 4 で帯状に圧延成形されたガラスは、押さえローラ 1 6 によって押さえられ、平らな帯状板ガラス A となる。なお、ロールアウト成形装置 1 4 によって圧延成形された帯状板ガラスの表面性状によっては、必ずしも押さえローラ 1 6 は必要ではなく、省略することも可能である。

#### 【 0 0 3 7 】

帯状板ガラス A は、運搬装置 1 5 により運搬され、結晶化装置 1 7 に導入される。結晶化装置 1 7 は、帯状板ガラス A を結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板 B とする保温領域 2 5 と、保温領域 2 5 の後に設けられ、帯状結晶化ガラス板 B を徐冷する徐冷領域 2 6 とから構成されており、帯状板ガラス A から帯状結晶化ガラス板 B を得る。保温領域 2 5 と徐冷領域 2 6 は、例えば図 2 ( A ) 又は ( B ) に示すヒートカーブになるように、各領域の雰囲気温度が制御される。図 2 ( A ) に示すヒートカーブは、徐冷の温度勾配を緩やかに設定したものである。図 2 ( B ) に示すヒートカーブは、徐冷の温度勾配を、急冷 - 保温 - 急冷の多段階に設定したものである。

#### 【 0 0 3 8 】

結晶化装置 1 7 は、市販のローラハースキルンであり、加熱ユニット 1 8、運搬ローラ

10

20

30

40

50

19、熱電対20、及び攪拌装置28が取り付けられている。

加熱ユニット18は、保温領域25及び徐冷領域26において、運搬ローラ19上下の炉の側壁に1個若しくは複数個配設され、加熱ユニット18ごとに熱電対20を設けて温度制御が行えるようになっており、その精度も $\pm 5$ 以下のものである。攪拌装置28は、各領域内の空気を攪拌し、各領域の温度を均一にする。これらによって、結晶化熱処理を確実に実施することができ、圧延成形された帯状板ガラスの結晶化を容易にかつ確実に行うことができる。なお、加熱源としては、SiC発熱体、カンタルヒータ、ガス、電気等、所望の温度によって適宜選択される。

運搬ローラ19は、耐熱ローラから構成され、結晶化装置17内を、帯状板ガラスを停滞することなく連続的に運搬する。

10

#### 【0039】

ロールアウト成形装置14で圧延成形された帯状板ガラスAは、速やかに結晶化装置17内の保温領域25に直接連続的に運搬される。保温領域25は、帯状板ガラスAを結晶核の形成と結晶の成長とが進行する温度に保持し、結晶核を形成させながら結晶化させて帯状結晶化ガラス板Bとする領域であり、所定の温度範囲に保たれ、この領域で帯状板ガラスA中に核が形成され結晶が成長する。

#### 【0040】

徐冷領域26は、帯状結晶化ガラス板Bから残留歪みを除去するとともにガラスの均一化をなすために、帯状結晶化ガラス板Bを徐冷する領域である。徐冷領域26内には、例えば図2(A)又は(B)に示すような所定の温度勾配が設けられ、帯状結晶化ガラス板Bが結晶化装置17の出口方向に運搬されるに従って、徐々に冷却されるようになっている。

20

#### 【0041】

結晶化装置17によって帯状板ガラスAを結晶化させて得た帯状結晶化ガラス板Bは、その運搬方向下流側に配置された切断装置27に運搬される。切断装置27は、帯状結晶化ガラス板Bを所定のサイズに切断する。切断装置27によって切断されて得た結晶化ガラス板Cは、二次加工工場に搬送されて、二次加工によって完成品となる。

#### 【実施例】

#### 【0042】

以下に実施例を挙げて、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明の範囲は以下に示す実施例に限定されるものではない。

30

#### 【0043】

##### [実施例1]

質量百分率でSiO<sub>2</sub> 63.5%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 21.5%、MgO 0.5%、ZnO 1.5%、BaO 1.8%、TiO<sub>2</sub> 2.8%、ZrO<sub>2</sub> 1.5%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.0%、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0%、Na<sub>2</sub>O 0.7%、K<sub>2</sub>O 0.5%、Li<sub>2</sub>O 3.6%、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5%、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.3%の組成に調合したガラス原料を坩堝に入れた。1670でガラス原料を熔融して、圧延成形して20cm×20cm×4mmの板状に成形した。ガラス板を熱処理炉に入れて、880で30分間保持した後、10/分の速度で炉冷した。

40

結果、主結晶として - 石英固溶体を析出した、黒色の結晶化ガラス板を得た。結晶化ガラス板には、波うち、変形、割れ及びひびはなく、平坦で綺麗な外観であった。

#### 【0044】

##### [実施例2]

質量百分率でSiO<sub>2</sub> 64.0%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 22.0%、MgO 0.5%、ZnO 1.0%、BaO 2.0%、TiO<sub>2</sub> 2.5%、ZrO<sub>2</sub> 1.5%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.3%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.8%、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0%、Na<sub>2</sub>O 0.8%、K<sub>2</sub>O 0.3%、Li<sub>2</sub>O 3.8%、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.5%の組成に調合したガラス原料を坩堝に入れた。1650でガラス原料を熔融して、圧延成形して20cm×20cm×4mmの板状に成形した。ガラス板を熱処理炉に入れて、1000で30分間保持した後

50

、10 /分の速度で炉冷した。

結果、主結晶として - スボジューメンを析出した、白色の結晶化ガラス板を得た。結晶化ガラス板には、波うち、変形、割れ及びひびはなく、平坦で綺麗な外観であった。

【0045】

[参考例1]

質量百分率で  $\text{SiO}_2$  63.5%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  21.5%、 $\text{MgO}$  0.5%、 $\text{ZnO}$  1.5%、 $\text{BaO}$  1.8%、 $\text{TiO}_2$  2.8%、 $\text{ZrO}_2$  1.5%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0.3%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  1.0%、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$  0%、 $\text{Na}_2\text{O}$  0.7%、 $\text{K}_2\text{O}$  0.5%、 $\text{Li}_2\text{O}$  3.6%、 $\text{As}_2\text{O}_3$  0.5%、 $\text{V}_2\text{O}_5$  0.3%の組成に適合したガラス原料を坩堝に入れた。1670 でガラス原料を溶融して、圧延成形して20cm×20cm×4mmの板状に成形した。ガラス転移温度近傍まで冷却後、ガラス板を熱処理炉に入れて、600 で10分間保持した後、10 /分の速度で730 まで昇温した。730 で20分間保持した後、10 /分の速度で880 まで昇温した。880 で30分間保持した後、10 /分の速度で炉冷した。

10

結果、主結晶として - 石英固溶体を析出した、黒色の結晶化ガラス板を得た。結晶化ガラス板には、波うち、変形、割れ及びひびはなく、平坦で綺麗な外観であった。

【符号の説明】

【0046】

- 11・・・溶解装置
- 12・・・調整装置（フォーアハース）
- 12a・・・液面制御装置
- 12b・・・攪拌装置
- 12c・・・発熱体
- 12d・・・熱電対
- 13・・・失透防止装置
- 13a・・・保温装置
- 13b・・・リップ
- 13c・・・サポーター
- 13d・・・発熱ユニット
- 14・・・ロールアウト成形装置
- 14a・・・上側ローラ
- 14b・・・下側ローラ
- 14c・・・冷却水箱
- 15・・・運搬装置
- 16・・・押さえローラ
- 17・・・結晶化装置（ローラハースキルン）
- 18・・・加熱ユニット
- 19・・・運搬ローラ
- 20・・・熱電対
- 25・・・保温領域
- 26・・・徐冷領域
- 27・・・切断装置
- 28・・・攪拌装置
- A・・・带状板ガラス
- B・・・带状結晶化ガラス板
- C・・・切断された結晶化ガラス板

20

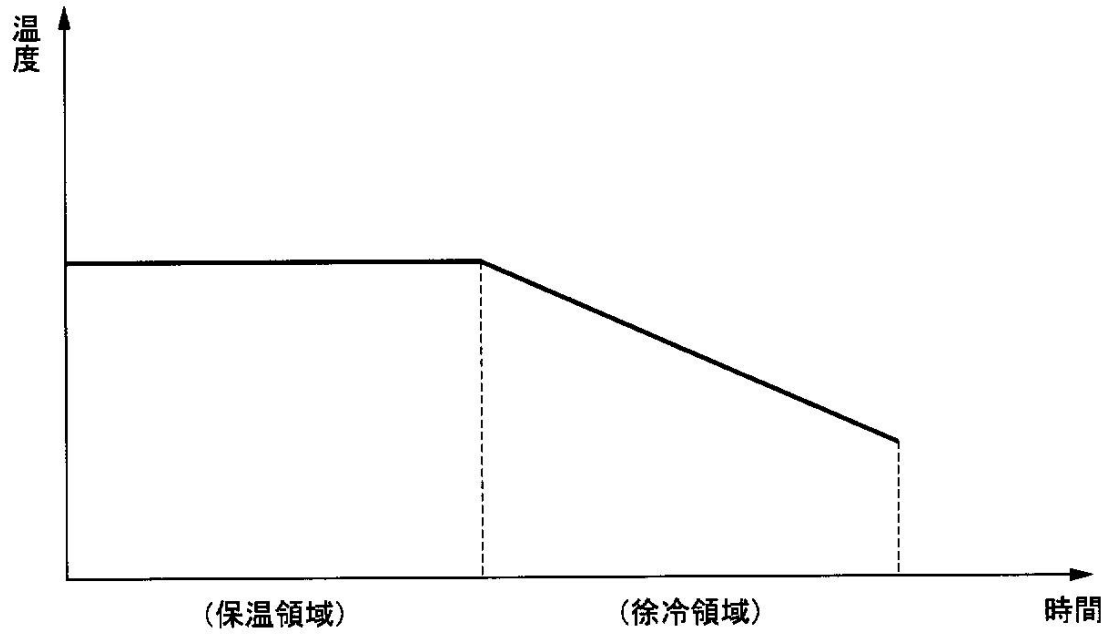
30

40

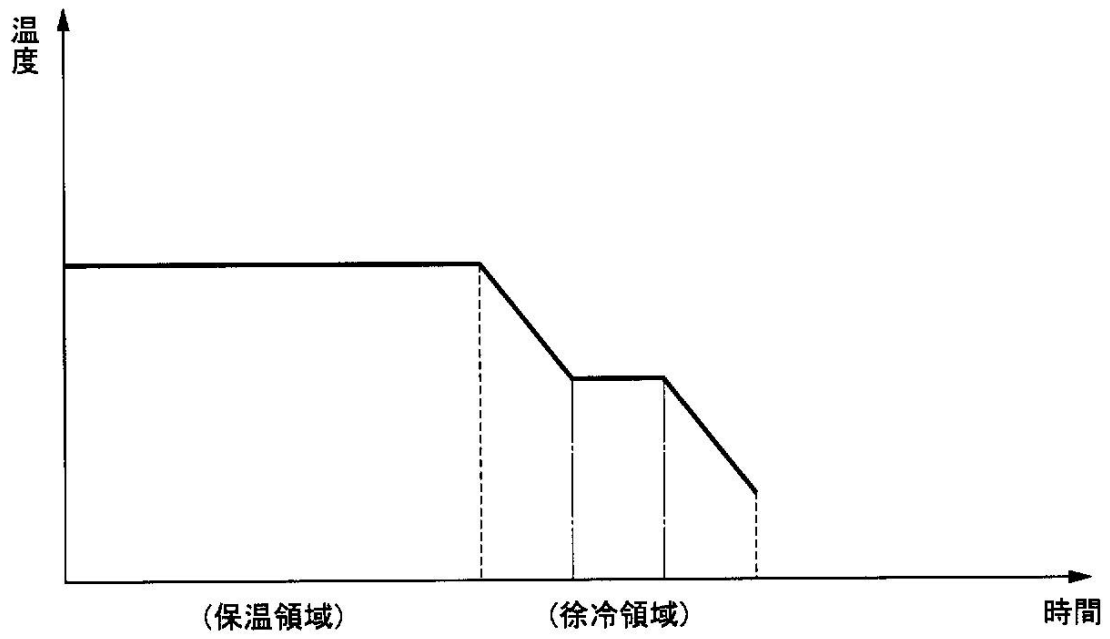


【図2】

(A)



(B)



---

フロントページの続き

- (72)発明者 許 國銓  
台湾 新竹縣新埔鎮文山路犁頭山段1118號
- (72)発明者 姜 岩 浜  
中国 浙江省湖州市經濟技術開發区大享路1號

審査官 岡田 隆介

- (56)参考文献 米国特許第03841856 (US, A)  
特開2005-041726 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C03B 32/00 - 32/02