

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5892166号  
(P5892166)

(45) 発行日 平成28年3月23日(2016.3.23)

(24) 登録日 平成28年3月4日(2016.3.4)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>CO3B</b>	<b>5/182</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3B 5/182
<b>CO3B</b>	<b>5/225</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3B 5/225
<b>CO3B</b>	<b>5/43</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3B 5/43
<b>CO3B</b>	<b>37/09</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3B 37/09

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-524654 (P2013-524654)	(73) 特許権者	000003975
(86) (22) 出願日	平成24年7月4日(2012.7.4)		日東紡績株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/067129		福島県福島市郷野目字東1番地
(87) 国際公開番号	W02013/011838	(74) 代理人	100088155
(87) 国際公開日	平成25年1月24日(2013.1.24)		弁理士 長谷川 芳樹
審査請求日	平成27年4月9日(2015.4.9)	(74) 代理人	100113435
(31) 優先権主張番号	特願2011-156979 (P2011-156979)		弁理士 黒木 義樹
(32) 優先日	平成23年7月15日(2011.7.15)	(74) 代理人	100128381
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 清水 義憲
		(74) 代理人	100130052
			弁理士 大阪 弘一
		(72) 発明者	小川 謙太郎
			福島県福島市郷野目字東1番地 日東紡績株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス溶融装置、ガラス繊維製造装置及びガラス繊維製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通電により抵抗発熱する電熱部材で形成された底壁及び側壁を備え、溶融ガラスを引き出す引出口が形成されたガラス溶融炉と、

前記ガラス溶融炉の上方に配置されてガラス原料が投入される投入口と、

前記投入口と前記引出口との間の前記底壁に立設されて、通電による前記底壁及び前記側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスを堰き止め、溢れ出した溶融ガラスを下降させて引き延ばすことにより薄膜状に形成する薄膜形成面が形成された薄膜形成部材と、を有することを特徴とするガラス溶融装置。

【請求項2】

前記薄膜形成部材は、板状に形成されており、前記投入口の鉛直方向下方と前記引出口との間に配置され、下端部が前記底壁に当接されるとともに側端部が前記側壁に当接され、上端部に溶融ガラスを通過させる上部通過部を備えることを特徴とする請求項1に記載のガラス溶融装置。

【請求項3】

前記薄膜形成部材は、前記投入口側に向けて傾斜していることを特徴とする請求項2に記載のガラス溶融装置。

【請求項4】

前記薄膜形成部材は、下端部が前記底壁に当接されて、前記引出口を囲う管状に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のガラス溶融装置。

10

20

## 【請求項 5】

前記薄膜形成部材は、前記薄膜形成面が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向けて小さく窄まる形状であることを特徴とする請求項 4 に記載のガラス溶融装置。

## 【請求項 6】

前記ガラス溶融炉は、イリジウム又はイリジウム基合金からなることを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載のガラス溶融装置。

## 【請求項 7】

前記ガラス溶融炉を覆うケーシングと、  
前記ケーシング内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、  
を更に有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載のガラス溶融装置。

10

## 【請求項 8】

前記投入口の鉛直方向下方と前記薄膜形成部材との間に配置され、前記ガラス溶融炉の炉内底部から溶融ガラスを通過させる下部通過部を備える上部仕切板を更に有することを特徴とする請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載のガラス溶融装置。

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載のガラス溶融装置と、  
前記ガラス溶融炉の下方に配置されて前記引出口から引き出された溶融ガラスが導入される貯留槽と、

前記貯留槽に導入された溶融ガラスを繊維化して紡糸する繊維化装置と、  
を有することを特徴とするガラス繊維製造装置。

20

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載のガラス繊維製造装置を用いたガラス繊維の製造方法であって、  
ガラス原料を前記投入口から前記ガラス溶融炉内に投入し、  
前記底壁及び前記側壁を通電することにより前記底壁及び前記側壁を抵抗発熱させて前記ガラス溶融炉内に投入されたガラス原料を溶融し、

前記薄膜形成部材により溶融ガラスを薄膜状に形成した後、前記引出口から溶融ガラスを引き出して前記貯留槽に導入し、

前記貯留槽に導入された溶融ガラスを前記繊維化装置により繊維化してガラス繊維を製造することを特徴とするガラス繊維製造方法。

## 【請求項 11】

前記ガラス溶融装置は、前記ガラス溶融炉を覆うケーシングを有しており、  
前記ケーシング内を不活性ガス雰囲気にすることを特徴とする請求項 10 に記載のガラス繊維製造方法。

30

## 【請求項 12】

前記底壁及び前記側壁の抵抗発熱により、溶融ガラスを 1700 ~ 2000 に加熱することを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載のガラス繊維製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、ガラス原料を溶融するガラス溶融装置、このガラス溶融装置を用いてガラス繊維を製造するガラス繊維製造装置及びガラス繊維製造方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、高品質のガラス製品を製造するために、ガラス原料を高温で溶融して清澄する要望が高まっている。このようにガラス原料を高温で溶融する技術として、特許文献 1 ~ 4 に記載されたものがある。

## 【0003】

特許文献 1 には、スカル坩堝を誘導加熱により加熱することでガラス原料を高温で溶融し、更に、このスカル坩堝を冷却パイプにより冷却することでスカル坩堝の寿命を延ばすことが記載されている。また、特許文献 1 には、高温精製や精製剤の添加により、溶融ガ

50

ラスに含まれる気泡を熔融ガラス表面に上昇させて破裂させることが記載されている。

【0004】

特許文献2には、スカル垢をコイル機構の高周波エネルギーにより加熱することでガラス原料を熔融し、スカル垢の上部に配置した冷却ブリッジにより熔融ガラスを冷却することで、スカル垢内での熔融ガラスの対流を促進することが記載されている。また、特許文献2には、熔融ガラスの出口をコイル機構よりも上方に配置することで、コイル機構が品質に与える影響を最小限に抑えることが記載されている。

【0005】

特許文献3には、管状のアウトレット付きのイリジウム製熔融容器を用いてガラス原料を高温で熔融することが記載されている。また、特許文献3には、熔融容器の下部を冷却して熔融ガラスを凝固させることでアウトレットに栓をし、熔融容器内の熔融ガラスの清澄を行うことが記載されている。

10

【0006】

特許文献4には、熔融体を5～10cmの薄層にして水平の流路に流すことで、気泡を上昇させて熔融体の表面で破裂させることが記載されている。また、特許文献4には、下流に向けて下方に傾斜させた状態で導管を熔融体中に浸漬することで、この熔融体から気泡を分離させて導管を逆流させることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特表2003-507311号公報

【特許文献2】特表2005-504707号公報

【特許文献3】特開2005-119959号公報

【特許文献4】特表2001-518049号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1～4に記載の技術は、以下のような問題がある。

【0009】

特許文献1に記載の技術では、精製により気泡を表面に上昇させることができるものの、これは、脱泡の仕組みを工夫しているのではなく、単に高温にすることによるものや、別途精製剤を添加することによるものであるため、一般的な清澄効果を凌駕するものではない。また、特許文献1に記載の技術では、スカル垢の内部が単純な構造であるため、スカル垢における熔融ガラスの滞留時間が短く、熔融ガラスの均質化及び清澄を十分に行えない。また、特許文献1に記載の技術では、冷却パイプによりスカル垢を積極的に冷却するため、スカル垢内で温度が低くなる部分が発生する。このため、失透（熔融ガラスが結晶化して不透明になること）の発生を招いて品質が低下する危険性が高くなり、しかも、熱効率が悪い。

30

【0010】

特許文献2に記載の技術では、コイル機構の影響は最小限に抑えられるものの、脱泡を促進する特段の工夫を行っていないため、清澄効果が十分ではない。また、特許文献2に記載の技術では、スカル垢内での対流を促進させているが、スカル垢の内部は単純な構造であるため、スカル垢における熔融ガラスの滞留時間が短く、熔融ガラスの均質化及び清澄が十分に行えない。また、特許文献2に記載の技術では、冷却ブリッジによりスカル垢を積極的に冷却するため、スカル垢内で温度が低くなる部分が発生する。このため、失透の発生を招いて品質が低下する危険性が高くなり、しかも、熱効率が悪い。

40

【0011】

特許文献3に記載の技術では、熔融ガラスが外界から閉ざされて、気泡の周囲を厚く熔融ガラスが囲むため、熔融ガラスの粘度が低くても、効率的に気泡を除去することができない。また、特許文献3に記載の技術では、熔融容器内での滞留時間を確保するために、

50

溶融ガラスを溶融容器内に一時的に閉じ込めているため、連続的な溶融を行うことができずに効率が悪い。

【0012】

特許文献4に記載された技術のうち、溶融体を水平の流路に流して脱泡を行う技術では、溶融体の厚みを5～10cmとするため、依然、溶融体の厚みが厚い。このため、気泡が溶融体の表面に到達するまでに時間がかかってしまい、十分な脱泡効果を得ることができない。また、特許文献4に記載された技術のうち、溶融体内に導管を浸漬させる技術では、導管内の気泡が常に溶融ガラスに包まれた状態となるため、溶融体の粘度を低くしても、効率的に気泡を除去することができない。しかも、特許文献4に記載の技術では、い

10

【0013】

そこで、本発明は、高温溶融した場合に溶融ガラスの清澄及び均質化を効果的に行うことができるガラス溶融装置、ガラス繊維製造装置及びガラス繊維製造方法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】

【0014】

本発明に係るガラス溶融装置は、通電により抵抗発熱する電熱部材で形成された底壁及び側壁を備え、溶融ガラスを引き出す引出口が形成されたガラス溶融炉と、ガラス溶融炉の上方に配置されてガラス原料が投入される投入口と、投入口と引出口との間の底壁に立設されて、通電による底壁及び側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスを堰き止め、溢れ出した溶融ガラスを下降させて引き延ばすことにより薄膜状に形成する薄膜形成面が形成された薄膜形成部材と、を有することを特徴とする。

20

【0015】

本発明に係るガラス溶融装置では、底壁及び側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスは、薄膜形成板により堰き止められ、薄膜形成板から溢れ出した溶融ガラスは、引出口側の薄膜形成面に沿って降下することにより薄く引き延ばされて薄膜状に形成され、その後、引出口に導出される。このように、溶融ガラスが薄膜化されると、気泡がその形状を保持できなくなって破泡するため、非常に優れた清澄効果を得ることができる。また、溶融ガラスが薄膜化されると、溶融ガラスへの伝熱効率が高くなるため、未溶融物の溶融が促進されて溶融ガラスの均質化が図られる。

30

【0016】

また、通電により底壁及び側壁を抵抗発熱させると、底壁及び側壁からの熱伝導及び輻射によりガラス溶融炉に投入されたガラス原料を加熱溶融することができるため、ガラス溶融炉の全域において溶融ガラスを加熱することができる。このため、ヒートアップ時のようにガラス溶融炉内に溶融ガラスが無いときでもガラス原料を加熱溶融させることができ、また、引出口付近に別途加熱手段を設けなくても、引出口自体が抵抗発熱するため、引出口から引き出される溶融ガラスの温度が低下するのを防止することができる。しかも、底壁及び側壁の表面だけでなく、底壁及び側壁の全体が抵抗発熱するため、ガラス原料の加熱効率が高い。また、底壁及び側壁の板厚を部分的に変えることで、電気の流れ易さを変えることができるため、ガラス溶融炉の温度分布を変えることができる。しかも、別途加熱部材を溶融ガラスの中に入れる必要が無いため、溶融ガラスに不純物が混入するのを防止することができる。

40

【0017】

そして、薄膜形成部材は、板状に形成されており、投入口の鉛直方向下方と引出口との間に配置され、下端部が底壁に当接されるとともに側端部が側壁に当接され、上部部に溶融ガラスを通過させる上部通過部を備えるものとして行うことができる。このように薄膜形成部材を構成すると、薄膜形成部材が投入口の鉛直方向下方と引出口との間に配置されているため、底壁及び側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスは、直接引出口に導出され

50

ずに薄膜形成部材により堰き止められる。そして、ガラス原料の投入量を調整するなどしてガラス溶融炉における溶融ガラスの液位を上部通過部よりも僅かに高い位置に調整すると、薄膜形成部材から溢れ出した溶融ガラスが薄膜形成部材の薄膜形成面を伝って下降することで薄膜状に形成される。これにより、溶融ガラスを薄膜状に形成することができる。

【0018】

この場合、薄膜形成部材は、投入口側に向けて傾斜していることが好ましい。このように板状の薄膜形成部材を傾斜させることで、上部通過部を通過した溶融ガラスが薄膜形成部材から離れることなく薄膜形成部材の薄膜形成面を滑り落ちるため、スムーズに溶融ガラスを薄膜状に形成することができる。

10

【0019】

一方で、薄膜形成部材は、下端部が底壁に当接されて、引出口を囲う管状に形成することもできる。このように薄膜形成部材を構成すると、薄膜形成部材により引出口が覆われ、薄膜形成部材の内側に薄膜形成板が形成される。すると、底壁及び側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスは、直接引出口に導出されずに薄膜形成部材により堰き止められ、ガラス原料の投入量を調整するなどしてガラス溶融炉における溶融ガラスの液位を薄膜形成部材の上端部よりも僅かに高い位置に調整すると、薄膜形成部材から溢れ出した溶融ガラスが薄膜形成部材の薄膜形成面を伝って下降することで薄膜状に形成される。これにより、溶融ガラスを薄膜状に形成することができる。

【0020】

20

この場合、薄膜形成部材は、薄膜形成面が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向けて小さく窄まる形状であることが好ましい。このように管状の薄膜形成部材を形成することで、薄膜形成部材から溢れ出した溶融ガラスが、薄膜形成部材から離れることなく薄膜形成部材の薄膜形成面を滑り落ちるため、スムーズに溶融ガラスを薄膜状に形成することができる。

【0021】

また、ガラス溶融炉は、イリジウム又はイリジウム基合金からなることが好ましい。このようにガラス溶融炉をイリジウム又はイリジウム基合金で構成することで、シリカの融点以上の高温でガラス原料を溶融することができるため、ガラス原料の溶融時間を劇的に短縮することができる。また、イリジウムは、溶融ガラスと接触しても溶融ガラスからシリコンを発生させないため、溶融ガラス中のシリコン粒子が低減して、溶融ガラスの品質を向上させることができる。

30

【0022】

また、ガラス溶融炉を覆うケーシングと、ケーシング内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、を更に有することが好ましい。このように構成することで、ガラス溶融炉全体が不活性ガス雰囲気となって大気から隔離されるため、ガラス溶融炉が酸化して昇華するのを抑制することができる。このため、溶融ガラスを高温に加熱しても、ガラス溶融装置の耐用年数が低下するのを抑制することができる。

【0023】

また、投入口の鉛直方向下方と薄膜形成部材との間に配置され、ガラス溶融炉の炉内底部から溶融ガラスを通過させる下部通過部を備える上部仕切板を更に有することが好ましい。このようにガラス溶融炉内に上部仕切板を配置することで、溶融ガラスの表層の早流れに乗って未溶融物が引出口から引き出されるのを防止できるとともに、ガラス溶融炉内における溶融ガラスの移動経路を延ばすことができる。これにより、ガラス溶融炉内における溶融ガラスの滞留時間が長くなるため、脱泡が促進されて溶融ガラスの清澄効果が高まり、また、未溶融物の溶融が促進されて溶融ガラスの均一化が図られる。しかも、上部仕切板と薄膜形成部材との間に溶融ガラスを上方に向けて流す流路が形成されるため、溶融ガラスに含まれる気泡を上方に押し上げて溶融ガラスの液面にて破泡させることができる。これにより、溶融ガラスの清澄効果を更に高めることができる。

40

【0024】

50

本発明に係るガラス繊維製造装置は、上記の何れかのガラス溶融装置と、ガラス溶融炉の下方に配置されて引出口から引き出された溶融ガラスが導入される貯留槽と、貯留槽に導入された溶融ガラスを繊維化して紡糸する繊維化装置と、を有することを特徴とする。本発明に係るガラス繊維製造装置によれば、底壁及び側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスを、薄膜形成部材により清澄及び均質化した後に繊維化するため、高品質なガラス繊維を製造することができる。

【0025】

本発明に係るガラス繊維製造方法は、上記のガラス繊維製造装置を用いたガラス繊維の製造方法であって、ガラス原料を投入口からガラス溶融炉内に投入し、底壁及び側壁を通電することにより底壁及び側壁を抵抗発熱させてガラス溶融炉内に投入されたガラス原料を溶融し、薄膜形成部材により溶融ガラスを薄膜状に形成した後、引出口から溶融ガラスを引き出して貯留槽に導入し、貯留槽に導入された溶融ガラスを繊維化装置により繊維化してガラス繊維を製造することを特徴とする。本発明に係るガラス繊維製造方法によれば、底壁及び側壁の抵抗発熱により溶融された溶融ガラスを、薄膜形成部材により清澄及び均質化した後に繊維化するため、高品質なガラス繊維を製造することができる。

10

【0026】

この場合、ガラス溶融装置は、ガラス溶融炉を覆うケーシングを有しており、ケーシング内を不活性ガス雰囲気にすることが好ましい。このように、ケーシング内を不活性ガス雰囲気とすることで、ガラス溶融炉全体を大気から隔離することができるため、ガラス溶融炉が酸化して昇華するのを抑制することができる。このため、溶融ガラスを高温に加熱しても、ガラス溶融装置の耐用年数が低下するのを抑制することができる。

20

【0027】

そして、底壁及び側壁の抵抗発熱により、溶融ガラスを1700～2000に加熱することが好ましい。このように溶融ガラスを1700～2000に加熱することで、ガラスの主成分であるシリカ単体で溶融されるため、ガラス原料の溶融時間を飛躍的に短縮することができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、高温溶融した場合に溶融ガラスの清澄及び均質化を効果的に行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】第1の実施形態に係るガラス繊維製造装置の模式図である。

【図2】図1に示すガラス溶融炉の断面斜視図である。

【図3】ガラス溶融炉における溶融ガラスの流れを示す断面図である。

【図4】第2の実施形態に係るガラス繊維製造装置におけるガラス溶融炉の平面図である。

【図5】図4に示すガラス溶融炉のV-V線断面図である。

【図6】板状の薄膜形成部材の他の例を示す図である。

【図7】管状の薄膜形成部材の他の例を示す図である。

40

【図8】減圧脱泡炉を取り付けたガラス繊維製造装置の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、図面を参照して、本発明に係るガラス溶融装置、ガラス繊維製造装置及びガラス繊維製造方法の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、全図中、同一または相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0031】

[第1の実施形態]

図1は、第1の実施形態に係るガラス繊維製造装置の模式図である。図1に示すように、第1の実施形態に係るガラス繊維製造装置1は、床2に載置されるガラス溶融装置10

50

と、床 2 の下方に配置される繊維化設備 3 0 と、を備える。

【 0 0 3 2 】

ガラス溶融装置 1 0 は、ガラス原料粉末やガラス塊などのガラス原料を溶融するガラス溶融炉 1 1 と、ガラス溶融炉 1 1 を覆うケーシング 1 8 と、を備える。ガラス原料粉末は、シリカやアルミナなどの金属酸化物の粉末を混合したガラス原料であり、ガラス塊は、ガラス原料粉末を一旦溶融した後に冷却したマーブル状のガラス原料や、このマーブル状のガラス原料を粉砕したカレット状のガラス原料である。なお、溶融ガラスの均質性を高めたい場合は、カレット状のガラス原料を用いることが好ましい。ガラス原料としては特に限定されないが、E ガラス、T ガラス、シリカファイバ、窒化物ガラス製造用途のガラス原料を好適に用いることができる。

10

【 0 0 3 3 】

ガラス溶融炉 1 1 は、ガラス原料が投入される投入口 1 9 の下方に配置されて、上方に開口された箱状に形成されており、溶融ガラスが引き出される引出口 1 5 が形成された底壁 1 2 と、底壁 1 2 に立設された側壁 1 3 とを備えている。ガラス溶融炉 1 1 は、底壁 1 2 と側壁 1 3 を有する形状であれば、上面視円形や上面視多角形など、如何なる形状であってもよい。

【 0 0 3 4 】

ガラス溶融炉 1 1 を構成する底壁 1 2 及び側壁 1 3 は、通電により抵抗発熱する電熱部材（導電体）で構成されている。特に、底壁 1 2 及び側壁 1 3 は、溶融ガラスとの反応性が低く溶融ガラスによる侵食を受けにくい白金族金属で構成されることが好ましく、その中でも、融点が 2 4 4 7 で高温における機械的強度に優れたイリジウム（I r）又はイリジウム基合金で構成されることが好ましい。イリジウム基合金としては、イリジウムを 5 0 % 以上含有することが好ましく、イリジウムを 6 0 % 以上含有することが更に好ましい。なお、底壁 1 2 及び側壁 1 3 は、レンガなどの一般的な炉材の表面に、イリジウム（I r）及びイリジウム基合金などの白金族金属を被覆して構成してもよい。

20

【 0 0 3 5 】

側壁 1 3 には、一对の電極部 1 3 a が形成されており、各電極部 1 3 a には、電流を供給する電源 1 4 が接続されている。このため、電源 1 4 から各電極部 1 3 a を介してガラス溶融炉 1 1 に電流を供給することで、ガラス溶融炉 1 1 が抵抗発熱し、ガラス溶融炉 1 1 からの熱伝導及び輻射によりガラス溶融炉 1 1 に投入されたガラス原料を溶融することが可能となっている。なお、ガラス溶融炉 1 1 を抵抗発熱させることから、ガラス溶融炉 1 1 は小型であることが好ましい。そして、このガラス溶融装置 1 0 は、主に、ガラス塊のガラス原料を溶融するマーブルメルト法（M M 法）に用いられるが、ガラス原料粉末を溶融するダイレクトメルト法（D M 法）などに用いてもよい。

30

【 0 0 3 6 】

ところで、ガラス溶融炉 1 1 を構成する底壁 1 2 及び側壁 1 3 は電熱部材で構成されているため、場所によってその厚みを変えることで電気の通りやすさを変えることができる。このため、部分的に底壁 1 2 及び側壁 1 3 の厚みを変えることで、ガラス溶融炉 1 1 内での温度分布を調整することができる。例えば、ガラス原料がガラス溶融炉 1 1 の炉内底部に沈降する場合は、投入口 1 9 の鉛直方向下方を通り一对の電極部 1 3 a を結ぶ経路を、他の部分よりも肉厚にすることで、ガラス原料を効率的に溶融することができる。他方、ガラス原料が溶融ガラスの液面付近に浮遊する場合は、液面付近を通り一对の電極部 1 3 a を結ぶ経路を、他の部分よりも肉厚にすることで、ガラス原料を効率的に溶融することができる。この場合、各経路は最短距離とすることが好ましい。

40

【 0 0 3 7 】

このようなガラス溶融炉 1 1 は、上部仕切板 1 6 により、内部が第一領域 A と第二領域 B とに仕切られている。第一領域 A は、投入口 1 9 の鉛直方向下方に配置されて、ガラス溶融炉 1 1 に投入されたガラス原料を溶融するための領域である。第二領域 B は、溶融ガラスの清澄を行うとともに、底壁 1 2 に引出口 1 5 が形成された領域である。

【 0 0 3 8 】

50

ガラス溶融炉 1 1 の第一領域 A には、バブラー 2 4 が挿入されている。バブラー 2 4 は、ガラス原料の溶融を促進させるために、溶融ガラス中に不活性ガスを噴出するチューブ状の部材である。バブラー 2 4 の噴出口は、第一領域 A の底部付近であって、投入口 1 9 の鉛直方向下方付近に配置されることが好ましい。バブラー 2 4 から噴出される不活性ガスは、如何なる種類の不活性ガスであってもよいが、溶融ガラスの酸化を防止する点で非酸化性ガスであることが好ましく、その中でも、低コストで連続的に安定供給できる点で窒素ガスが最も好ましい。なお、バブラー 2 4 は、如何なる位置からガラス溶融炉 1 1 の第一領域 A に挿入してもよいが、バブラー 2 4 をガラス溶融炉 1 1 の第一領域 A の上方から挿入するようになれば、ガラス溶融炉 1 1 の構造を簡略化することができる。

【 0 0 3 9 】

上部仕切板 1 6 は、平板状に形成されており、第一領域 A の溶融ガラスをガラス溶融炉 1 1 の炉内底部からのみ第二領域 B に通過させるものである。

【 0 0 4 0 】

上部仕切板 1 6 の両側端部は、側壁 1 3 に当接されて、これらの側壁 1 3 との間を封鎖している。上部仕切板 1 6 の上端部は、溶融ガラスの表層を堰き止めるように、溶融ガラスの液面より高い位置に配置されている。なお、ガラス溶融炉 1 1 の上端部は、第一領域 A における溶融ガラスの表層を堰き止めることができれば、如何なる位置に配置されていてもよく、例えば、ガラス溶融炉 1 1 の上面まで延ばしてもよい。上部仕切板 1 6 の下端部には、ガラス溶融炉 1 1 の炉内底部付近から溶融ガラスを通過させる通過口 1 6 a が形成されている。このため、第一領域 A で溶融された溶融ガラスは、上部仕切板 1 6 に形成された通過口 1 6 a を潜ることによってのみ、第二領域 B に移動することが可能となっている。通過口 1 6 a は、溶融ガラスが通過できればどのような形状、構成であってもよい。例えば、上部仕切板 1 6 の下端部を底壁 1 2 から離間させることにより通過口 1 6 a を形成してもよく、上部仕切板 1 6 の下端部に貫通孔を形成することにより通過口 1 6 a を形成してもよい。なお、通過口 1 6 a は、少なくとも、ガラス溶融炉 1 1 の高さ（深さ）の半分よりも下方に位置させることが好ましい。

【 0 0 4 1 】

このように構成される上部仕切板 1 6 の立設方向は、水平方向に対して垂直な方向であってもよく、水平方向に対して垂直な方向から投入口 1 9 側に傾倒した方向であってもよい。また、上部仕切板 1 6 は、途中で立設方向を変えてもよく、例えば、溶融ガラスに浸かる下部を、水平方向に対して垂直な方向から投入口 1 9 側に傾倒した方向に向け、溶融ガラスに浸からない上部を、水平方向に対して垂直な方向に向けてもよい。

【 0 0 4 2 】

この上部仕切板 1 6 は、ガラス溶融炉 1 1 の底壁 1 2 及び側壁 1 3 と同様に、通電により抵抗発熱する電熱部材で構成されている。そして、上部仕切板 1 6 は、特に、白金族金属で構成されることが好ましく、その中でも、イリジウム ( I r ) 又はイリジウム基合金で構成されることが好ましい。なお、上部仕切板 1 6 は、レンガなどの一般的な炉材の表面に、イリジウム ( I r ) 及びイリジウム基合金などの白金族金属を被覆して構成してもよい。

【 0 0 4 3 】

ガラス溶融炉 1 1 の第二領域 B には、上部仕切板 1 6 と引出口 1 5 との間に、平板状の薄膜形成部材 2 5 が配置されている。薄膜形成部材 2 5 は、第一領域 A で溶融された溶融ガラスを堰き止め、上部仕切板 1 6 との間に溶融ガラスを下方から上方に流す流路を形成するとともに、溢れ出た溶融ガラスを引出口 1 5 側の薄膜形成面 2 5 b に沿って降下させることにより引出口 1 5 に導出するものである。

【 0 0 4 4 】

図 2 は、図 1 に示すガラス溶融炉の断面斜視図である。図 1 及び図 2 に示すように、薄膜形成部材 2 5 は板状に形成されている。この薄膜形成部材 2 5 の両側端部は、側壁 1 3 に当接されて、これらの側壁 1 3 との間を封鎖している。薄膜形成部材 2 5 の下端部は、底壁 1 2 に当接されて、底壁 1 2 との間を封鎖している。

10

20

30

40

50

## 【0045】

薄膜形成部材25の上端部には、第一領域Aで熔融された熔融ガラスを通過させる上部通過部25aが形成されている。上部通過部25aは、例えば、薄膜形成部材25の上端面により形成してもよく、薄膜形成部材25に形成した貫通口や切り欠きにより形成してもよい。この上部通過部25aは、熔融ガラスを均一な厚さの薄膜状に形成するために、熔融ガラスの液面よりも僅かに低くなる位置において、水平面状に形成されている。

## 【0046】

薄膜形成部材25の引出口15側には、上部通過部25aを通過した熔融ガラスを降下させて引き延ばすことにより薄膜状に形成する薄膜形成面25bが形成されている。この薄膜形成面25bは、薄膜化された熔融ガラスの厚みを均一化するために、平面状に形成されている。但し、熔融ガラスを薄膜状に形成することができれば、薄膜形成面25bを垂直方向又は水平方向に湾曲した曲面状に形成してもよい。

10

## 【0047】

なお、第1の実施形態では、薄膜形成部材が板状であるものとして説明するが、溢れ出た熔融ガラスが薄膜形成部材の薄膜形成面に沿って薄膜形成部材から離れることなく降下させることができれば、如何なる形状であってもよい。例えば、後述する第2の実施形態のように、薄膜形成部材が管状であってもよい。また、薄膜形成部材が板状である場合は、湾曲した曲面状や段状などであってもよく、薄膜形成部材が管状である場合は、すり鉢状や段状などであってもよい。

## 【0048】

この薄膜形成部材25は、ガラス熔融炉11の底壁12及び側壁13と同様に、通電により抵抗発熱する電熱部材で構成されている。そして、上部仕切板16は、特に、白金族金属で構成されることが好ましく、その中でも、イリジウム(Ir)又はイリジウム基合金で構成されることが好ましい。なお、薄膜形成部材25は、レンガなどの一般的な炉材の表面に、イリジウム(Ir)及びイリジウム基合金などの白金族金属を被覆して構成してもよい。

20

## 【0049】

このように構成される薄膜形成部材25の立設方向は、水平方向に対して垂直な方向であってもよく、水平方向に対して垂直な方向から投入口19側に傾倒した方向であってもよい。但し、上部通過部25aから通過した熔融ガラスが、薄膜形成面25bを滑り降りながら薄膜状に形成されるように、水平方向に対して垂直な方向から投入口19側に傾倒した方向に向けることが好ましい。この場合、薄膜形成部材25の立設角度は、水平方向に対して30~85°であることが好ましく、35~80°が更に好ましく、40~70°

30

が最も好ましい。また、上部通過部25aの上端面は、上部通過部25aを通過した熔融ガラスを薄膜形成面25bにスムーズに案内するべく、薄膜形成面25b側を面取りした曲面状に形成することが好ましい。なお、上部仕切板16と薄膜形成部材25との間に形成される流路の最短距離を長くして、当該流路における熔融ガラスの滞留時間を長くするためには、上部仕切板16と薄膜形成部材25とを立設方向を平行に配置することが好ましい。

## 【0050】

なお、このように構成されるガラス熔融炉11の第二領域Bは、底壁12及び側壁13の抵抗発熱により加熱されているが、別途、この第二領域Bに、熔融ガラスを加熱する加熱ヒータなどの加熱手段を設けることが好ましい。これにより、第一領域Aとは別に、第二領域Bにおいて熔融ガラスの加熱温度を細かく調整することができるため、引出口15から引き出す熔融ガラスの引出量を調整することができる。

40

## 【0051】

また、ガラス熔融炉11における第一領域Aの底壁12には、熔融するガラス品種の切替時に薄膜形成部材25により堰き止められている熔融ガラスを引き出すためのドレン26が形成されている。ガラス品種を切替する際は、ガラス熔融炉11内から熔融ガラスを全て引き出す必要がある。このとき、薄膜形成部材25を超えた熔融ガラスは、引出口1

50

5 から引き出すことができるが、薄膜形成部材 2 5 に堰き止められている熔融ガラスは、ガラス熔融炉 1 1 を引っ張り返さないとガラス熔融炉 1 1 から引き出すことができない。そこで、熔融するガラス品種の切替時は、第一領域 A の底壁 1 2 に形成されたドレン 2 6 を開放することで、薄膜形成部材 2 5 により堰き止められている熔融ガラスを引き出すことが可能となる。

【 0 0 5 2 】

このドレン 2 6 は、様々な手法により開閉可能となっている。例えば、ドレン 2 6 を空冷又は水冷してドレン 2 6 内の熔融ガラスを硬化させることで、ドレン 2 6 を封鎖することができ、ドレン 2 6 を加熱してドレン 2 6 内の硬化したガラスを熔融させることで、ドレン 2 6 を開放することができる。また、蓋部材を用いてドレン 2 6 に栓をすることで、ドレン 2 6 を封鎖することができ、ドレン 2 6 から栓を外すことで、ドレン 2 6 を開放することができる。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 に示すように、ケーシング 1 8 は、床 2 に載置されており、ガラス熔融炉 1 1 の鉛直方向上方に配置されてケーシング 1 8 の天井となる天壁 1 8 a と、ガラス熔融炉 1 1 の周囲を覆う側壁 1 8 b と、ガラス熔融炉 1 1 の鉛直方向下方に配置される底壁 1 8 c とにより、箱状に形成されている。

【 0 0 5 4 】

天壁 1 8 a には、ガラス熔融炉 1 1 における第一領域 A の鉛直方向上方に、ガラス原料をガラス熔融炉 1 1 に投入するための投入口 1 9 が形成されている。そして、この投入口 1 9 には、ガラス熔融炉 1 1 に投入するガラス原料を供給するスクリュージャージャー 2 0 が連結されている。

20

【 0 0 5 5 】

側壁 1 8 b には、ケーシング 1 8 内に不活性ガスを導入するための不活性ガス導入口 2 1 が形成されている。そして、この不活性ガス導入口 2 1 には、ケーシング 1 8 内に導入する不活性ガスを供給する不活性ガス供給装置 2 2 が連結されている。なお、不活性ガス供給装置 2 2 から供給されるガスは、如何なる種類の不活性ガスであってもよいが、熔融ガラスの酸化を防止する点で非酸化性ガスであることが好ましく、その中でも、低コストで連続的に安定供給できる点で窒素ガスが最も好ましい。

【 0 0 5 6 】

底壁 1 8 c には、ガラス熔融炉 1 1 の引出口 1 5 の鉛直方向下方に、引出口 1 5 から引き出された熔融ガラスを排出するための排出口 2 3 が形成されている。また、排出口 2 3 は、熔融ガラスの排出と同時に、不活性ガスを排出することもできる。

30

【 0 0 5 7 】

このように構成されるケーシング 1 8 は、ガラス熔融炉 1 1 全体を覆い、気密性を確保できれば、如何なる形状、如何なる素材であってもよいが、機械的物性、加工性、価格、耐熱性、気密性を考慮すると、金属製の容器であることが好ましい。

【 0 0 5 8 】

ケーシング 1 8 内には、ガラス熔融炉 1 1 を保温断熱する耐火煉瓦や耐熱ボードなどの断熱材が挿入されている。この断熱材は、最内層がイリジウムと合金化しない素材を配置し、その外層には、アルミナ系耐熱ボードと耐熱煉瓦を適宜組み合わせ構成する。そして、断熱材は、少なくとも最外層の表面温度が 3 0 0 以下になるように配置することが好ましく、少なくとも最外層の表面温度が 1 0 0 以下になるように配置することが更に好ましい。

40

【 0 0 5 9 】

そして、床 2 には、ガラス熔融炉 1 1 の引出口 1 5 から引き出された熔融ガラスを繊維化設備 3 0 に導入するための床穴 3 が形成されている。

【 0 0 6 0 】

繊維化設備 3 0 は、ガラス熔融炉 1 1 の引出口 1 5 から引き出された熔融ガラスを繊維化する設備である。この繊維化設備 3 0 は、引出口 1 5 から引き出された熔融ガラスが導

50

入されるフォアハース31と、フォアハース31内の溶融ガラスから多数本のフィラメントを形成するブッシング32と、ブッシング32からフィラメントを引き出して高速で巻き取る回転ドラム33と、ブッシング32から引き出された各フィラメントに集束剤を塗布するアプリケータ37と、各フィラメントを集束する集束ローラ34と、を備えている。

#### 【0061】

フォアハース31は、引出口15から引き出された溶融ガラスが導入されるとともに、溶融ガラスの温度を調節して溶融ガラスを繊維化しやすい粘度に調整する貯留槽である。そして、フォアハース31は、床穴3の鉛直方向下方に配置されており、引出口15から引き出された溶融ガラスが導入される上部開口35が形成されている。なお、フォアハース31は、この上部開口35により大気開放されている。また、フォアハース31は、溶融ガラスの温度を調節するための加熱手段を備えている。この加熱手段は、例えば、フォアハース31の天井面に吊り下げられた電気ヒータ36でよく、また、電気ヒータ36の代わりにガスバーナ等の溶融ガラスの温度を調節できる加熱手段であればどのようなものを用いてもよい。

10

#### 【0062】

ブッシング32は、フォアハース31の底部に設けられており、紡糸のための多数（例えば、100～4000程度）のノズル（不図示）が形成されている。このブッシング32は、溶融ガラスの温度を調節するための加熱手段（不図示）を備えている。この加熱手段は、通電により抵抗発熱させるものである。このため、ブッシング32は通電により発熱する電熱部材で形成されており、例えば白金や白金合金から構成されている。

20

#### 【0063】

次に、図3も参照しながら、本実施形態に係るガラス繊維製造装置1によりガラス繊維を製造する方法について説明する。図3は、ガラス溶融炉における溶融ガラスの流れを示す断面図である。なお、図3では、便宜上、バブラー24を省略している。

#### 【0064】

図1～図3に示すように、まず、真空ポンプでケーシング18内を真空状態もしくは少なくとも減圧状態にしてケーシング18内に存在する酸素を排除した後、不活性ガス供給装置22から供給される不活性ガスを不活性ガス導入口21からケーシング18内に導入する操作をケーシング18内の酸素濃度が少なくとも1%以下になるまで数回繰り返して、ケーシング18内を不活性ガス雰囲気とする。なお、不活性ガスを導入する前にケーシング18内に充満していた気体やケーシング18内に導入された不活性ガスは、排出口23から排出される。

30

#### 【0065】

次に、スクリュージャー20からガラス原料を供給して、投入口19からガラス溶融炉11の第一領域Aにガラス原料を投入し、電源14から電流を供給して、ガラス溶融炉11を通電する。すると、ガラス溶融炉11が抵抗発熱して、第一領域Aに投入されたガラス原料が加熱溶融される。このとき、通電によるガラス溶融炉11の抵抗発熱により、溶融ガラスを1700～2000に加熱する。これにより、ガラス原料に含まれるシリカの溶融が促進されて、ガラス原料が迅速に溶融されるとともに、ガラス原料の溶け残りも無くなる。

40

#### 【0066】

なお、繊維化設備30のフォアハース31及びブッシング32も加熱して、製造するガラス繊維のガラス組成に応じて溶融ガラスが繊維化しやすい温度となるように、適宜フォアハース31及びブッシング32の加熱温度を調整しておく。

#### 【0067】

そして、ガラス溶融炉11に投入するガラス原料を調整して、ガラス溶融炉11内における溶融ガラスの液位を薄膜形成部材25の上部通過部25aよりも僅かに高くする。このとき、第二領域Bに設けた加熱手段で溶融ガラスの粘度を調整し、引出口15から引き出される溶融ガラスの引出量を調整することで、ガラス溶融炉11内における溶融ガラス

50

の液位を薄膜形成部材 2 5 の上部通過部 2 5 a よりも僅かに高くしてもよい。

【 0 0 6 8 】

すると、第一領域 A で溶融された溶融ガラスは、炉内底部に形成された上部仕切板 1 6 の通過口 1 6 a からのみ、第一領域 A から第二領域 B に移動し、上部仕切板 1 6 と薄膜形成部材 2 5 との間に形成された流路を液面まで上昇する。このとき、第一領域 A で溶融された溶融ガラスの表層が上部仕切板 1 6 に堰き止められるため、未溶融物が溶融ガラスにおける表層の早流れに乗って第一領域 A から第二領域 B に移動するのが阻止される。また、電源 1 4 からの通電により上部仕切板 1 6 及び薄膜形成部材 2 5 が抵抗発熱するため、溶融ガラスが上部仕切板 1 6 と薄膜形成部材 2 5 との間に形成された流路を流れる間にも、未溶融物の溶融が促進される。更に、溶融ガラスがこの流路を液面に向けて上昇すること  
10

【 0 0 6 9 】

そして、液面にまで達して薄膜形成部材 2 5 から溢れ出た溶融ガラスは、薄膜形成部材 2 5 の上部通過部 2 5 a を通過し、薄膜形成部材 2 5 の薄膜形成面 2 5 b を伝って薄膜状に形成されながら滑り落ちる。このとき、溶融ガラスが薄膜化されると、気泡がその形状を保持できなくなるため、溶融ガラスに含まれている気泡は、薄膜形成面 2 5 b を伝って滑り落ちる際に破泡する。このため、薄膜形成部材 2 5 の上部通過部 2 5 a 及び薄膜形成面 2 5 b は、溶融ガラスの清澄部として機能する。また、溶融ガラスが薄膜形成部材 2 5  
20

【 0 0 7 0 】

このように、ガラス溶融炉 1 1 において高温溶融、清澄及び均質化された溶融ガラスは、引出口 1 5 から鉛直方向下方に引き出される。そして、引出口 1 5 から引き出された溶融ガラスは、ケーシング 1 8 に形成された排出口 2 3、床 2 に形成された床穴 3 及び繊維化設備 3 0 のフォアハース 3 1 に形成された上部開口 3 5 を通ってフォアハース 3 1 内に導入され、更に、フォアハース 3 1 の底部に設けられたプッシング 3 2 の多数のノズルからガラスフィラメントとして引き出される。そして、プッシング 3 2 の多数のノズルから引き出されたガラスフィラメントにアプリケーション 3 7 で集束剤を塗布し、集束ローラ 3 4  
30

【 0 0 7 1 】

以上説明したように、本実施形態によれば、上部仕切板 1 6 と引出口 1 5 との間に薄膜形成部材 2 5 を配置することで、底壁 1 2 及び側壁 1 3 の抵抗発熱により溶融した溶融ガラスは、薄膜形成部材 2 5 により堰き止められるため、溶融ガラスの液位を上部通過部 2 5 a よりも僅かに高くし、上部通過部 2 5 a を通過した溶融ガラスを薄膜形成部材 2 5 の薄膜形成面 2 5 b に伝わって下降させることで、溶融ガラスを引き延ばして薄膜状に形成することができる。これにより、溶融ガラスに含まれる気泡がその形状を保持できなくな  
40

【 0 0 7 2 】

また、底壁 1 2 及び側壁 1 3 の抵抗発熱によりガラス溶融炉 1 1 内が極めて高い温度に加熱されており、しかも、溶融ガラスが薄膜化されることにより溶融ガラスへの伝熱効率が高くなるため、未溶融物の溶融が格段に促進されて溶融ガラスの均質化が図られる。

【 0 0 7 3 】

そして、薄膜形成部材 2 5 を投入口 1 9 側に傾斜させることで、上部通過部 2 5 a を通過した溶融ガラスが薄膜形成部材 2 5 から離れることなく薄膜形成面 2 5 b 上を滑り落ちるため、スムーズに溶融ガラスを薄膜状に形成することができる。

【 0 0 7 4 】

また、通電により底壁 1 2 及び側壁 1 3 を抵抗発熱させると、底壁 1 2 及び側壁 1 3 か  
50

らの熱伝導及び輻射によりガラス溶融炉 11 に投入されたガラス原料を加熱溶融することができるため、ガラス溶融炉 11 の全域において溶融ガラスを加熱することができる。このため、ヒートアップ時のようにガラス溶融炉 11 内に溶融ガラスが無いときでもガラス原料を加熱溶融させることができ、また、引出口 15 自体が抵抗発熱するため、別途加熱手段を設けなくても、引出口 15 から引き出される溶融ガラスの温度が低下するのを防止することができる。しかも、底壁 12 及び側壁 13 の表面だけでなく、底壁 12 及び側壁 13 の全体が抵抗発熱するため、ガラス原料の加熱効率が低い。また、底壁 12 及び側壁 13 の板厚を部分的に変えることで、電気の流れ易さを変えることができるため、ガラス溶融炉 11 の温度分布を変えることができる。しかも、別途加熱部材を溶融ガラスの中に入れる必要が無いため、溶融ガラスに不純物が混入するのを防止することができる。

10

【 0 0 7 5 】

また、ガラス溶融炉 11 をイリジウム又はイリジウム基合金で構成することで、シリカの融点以上の高温でガラス原料を溶融することができるため、ガラス原料の溶融時間を劇的に短縮することができる。また、イリジウムは、溶融ガラスと接触しても溶融ガラスからシリコンを発生させないため、溶融ガラス中のシリコン粒子が低減して、溶融ガラスの品質を向上させることができる。

【 0 0 7 6 】

そして、底壁 12 及び側壁 13 の抵抗発熱により溶融ガラスを 1700 ~ 2000 に加熱することで、ガラスの主成分であるシリカ単体で溶融されるため、ガラス原料の溶融時間を飛躍的に短縮することができる。

20

【 0 0 7 7 】

また、ケーシング 18 内を不活性ガス雰囲気とすることで、ガラス溶融炉 11 全体を大気から隔離することができるため、ガラス溶融炉 11 が酸化して昇華するのを抑制することができる。このため、溶融ガラスを高温に加熱しても、ガラス溶融装置 10 の耐用年数が低下するのを抑制することができる。

【 0 0 7 8 】

また、ガラス溶融炉 11 内に上部仕切板 16 を配置することで、溶融ガラスの表層の早流れに乗って未溶融物が引出口から引き出されるのを防止できるとともに、ガラス溶融炉 11 内における溶融ガラスの移動経路を延ばすことができる。これにより、ガラス溶融炉 11 内における溶融ガラスの滞留時間が長くなるため、脱泡が促進されて溶融ガラスの清澄効果が高まり、また、ガラス原料の溶融が促進されて溶融ガラスの均質化が図られる。更に、上部仕切板 16 と薄膜形成部材 25 との間に溶融ガラスを上方に向けて流す流路が形成されるため、溶融ガラスに含まれる気泡を上方に押し上げて溶融ガラスの液面にて破泡させることができる。これにより、溶融ガラスの清澄効果を更に高めることができる。

30

【 0 0 7 9 】

[ 第 2 の実施形態 ]

次に、第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態は、基本的に第 1 の実施形態と同様であり、薄膜形成部材の形状のみが相違する。このため、以下の説明では、第 1 の実施形態と相違する部分のみを説明し、第 1 の実施形態と同一の部分の説明を省略する。

【 0 0 8 0 】

図 4 は、第 2 の実施形態に係るガラス繊維製造装置におけるガラス溶融炉の平面図である。図 5 は、図 4 に示すガラス溶融炉の V - V 線断面図である。図 4 及び図 5 に示すように、第 2 の実施形態に係るガラス繊維製造装置のガラス溶融炉 70 は、第 1 の実施形態の薄膜形成部材 25 の代わりに、薄膜形成部材 71 が設けられている。

40

【 0 0 8 1 】

薄膜形成部材 71 は、第 1 の実施形態の薄膜形成部材 25 と同様に、第一領域 A で溶融された溶融ガラスを堰き止め、溢れ出した溶融ガラスを薄膜状に形成してから引出口 15 に導出するものである。この薄膜形成部材 71 は、引出口 15 を囲む円管状に形成されており、底壁 12 に立設されて、底壁 12 に当接されている。

【 0 0 8 2 】

50

薄膜形成部材 7 1 の上端部には、第一領域 A で熔融された熔融ガラスを通過させる上部通過部 7 1 a が形成されている。上部通過部 7 1 a は、例えば、薄膜形成部材 7 1 の上端面により形成してもよく、薄膜形成部材 7 1 に形成した貫通口や切り欠きにより形成してもよい。この上部通過部 7 1 a は、熔融ガラスを均一な厚さの薄膜状に形成するために、熔融ガラスの液面よりも僅かに低くなる位置において、水平面状に形成されている。

【 0 0 8 3 】

薄膜形成部材 7 1 の引出口 1 5 側に配置される内側には、上部通過部 7 1 a を通過した熔融ガラスを下降させて引き延ばすことにより薄膜状に形成する薄膜形成面 7 1 b が形成されている。この薄膜形成面 7 1 b の横断面は、真円状に形成されているが、熔融ガラスを薄膜状に形成することができれば、楕円や多角形など、如何なる形状に形成してもよい

10

【 0 0 8 4 】

この薄膜形成部材 7 1 は、ガラス熔融炉 1 1 の底壁 1 2 及び側壁 1 3 と同様に白金族金属で構成されており、その中でも、イリジウム ( I r ) 又はイリジウム基合金で構成されることが好ましい。なお、薄膜形成部材 7 1 は、レンガなどの一般的な炉材の表面に、イリジウム ( I r ) 及びイリジウム基合金などの白金族金属を被覆して構成してもよい。

【 0 0 8 5 】

このように構成される薄膜形成部材 7 1 は、上端から下端にかけて、同一の水平断面形状であってもよく、異なる水平断面形状であってもよい。但し、上端から下端にかけて異なる水平断面形状である場合は、薄膜形成部材 7 1 から溢れ出した熔融ガラスが薄膜形成面 7 1 b から離れることなく薄膜形成面 7 1 b を伝って滑り降りるように、薄膜形成面 7 1 b が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向けて小さく窄まる形状であることが好ましい。具体的には、薄膜形成面 7 1 b が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向かって小さく窄まるすり鉢状、漏斗状、テーパ状などであることが好ましい。

20

【 0 0 8 6 】

また、上部通過部 7 1 a の上端面は、上部通過部 7 1 a を通過した熔融ガラスを薄膜形成面 7 1 b にスムーズに案内するべく、薄膜形成面 7 1 b 側を面取りした曲面状に形成することが好ましい。

【 0 0 8 7 】

このように構成されるガラス熔融炉 7 0 では、ガラス熔融炉 1 1 内における熔融ガラスの液位を薄膜形成部材 7 1 の上部通過部 7 1 a よりも僅かに高くすると、第一領域 A で熔融された熔融ガラスが、炉内底部に形成された上部仕切板 1 6 の通過口 1 6 a からのみ第一領域 A から第二領域 B に移動し、薄膜形成部材 7 1 に堰き止められる。

30

【 0 0 8 8 】

そして、薄膜形成部材 7 1 から溢れ出した熔融ガラスは、薄膜形成部材 7 1 の上部通過部 7 1 a を通過し、薄膜形成部材 7 1 の薄膜形成面 7 1 b を伝って薄膜状に形成されながら滑り落ちる。このとき、熔融ガラスが薄膜化されると、気泡がその形状を保持できなくなるため、熔融ガラスに含まれている気泡は、薄膜形成面 7 1 b を伝って滑り落ちる際に破泡する。このため、薄膜形成部材 7 1 の上部通過部 7 1 a 及び薄膜形成面 7 1 b は、熔融ガラスの清澄部として機能する。また、熔融ガラスが薄膜形成部材 7 1 により薄膜化されることで熔融ガラスの伝熱効率が向上するため、熔融ガラスの加熱が促進されて、熔融ガラスの均質化が図られる。そして、熔融ガラスが、引出口 1 5 から鉛直方向下方に引き出される。

40

【 0 0 8 9 】

以上説明したように、本実施形態によれば、引出口 1 5 を囲う管状の薄膜形成部材 7 1 を設けることで、底壁 1 2 及び側壁 1 3 の抵抗発熱により熔融した熔融ガラスは、薄膜形成部材 7 1 により堰き止められるため、熔融ガラスの液位を上部通過部 7 1 a よりも僅かに高くし、薄膜形成部材 7 1 から溢れ出した熔融ガラスを薄膜形成面 7 1 b に伝わせて下降させることで、熔融ガラスを引き延ばして薄膜状に形成することができる。これにより、熔融ガラスに含まれる気泡がその形状を保持できなくなると破泡するため、非常に優れ

50

た清澄効果を得ることができる。

【 0 0 9 0 】

なお、本発明は上記の各実施形態に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。

【 0 0 9 1 】

例えば、薄膜形成部材 2 5 は、熔融ガラスを堰き止めて薄膜状に降下させることができれば如何なる形状、構造であってもよく、図 6 及び図 7 に示す形状であってもよい。図 6 は、板状の薄膜形成部材の他の例を示す図であり、( a ) 及び ( b ) はガラス熔融炉の断面図、( c ) 及び ( d ) はガラス熔融炉の平面図である。図 7 は、管状の薄膜形成部材の他の例を示す図であり、( a ) はガラス熔融炉の断面図、( b ) ~ ( d ) はガラス熔融炉の平面図である。なお、図 6 及び図 7 では、薄膜形成部材以外の構成要素を省略してガラス熔融炉を図示している。

10

【 0 0 9 2 】

図 6 ( a ) に示す板状の薄膜形成部材 2 5 A は、水平方向において円弧状に湾曲した曲面状に形成されている。図 6 ( b ) に示す板状の薄膜形成部材 2 5 B は、水平方向において波状に湾曲した曲面状に形成されている。図 6 ( c ) に示す板状の薄膜形成部材 2 5 C は、鉛直方向において円弧状に湾曲した曲面状に形成されている。図 6 ( d ) に示す薄膜形成部材 2 5 D は、鉛直方向において波状 ( 段状 ) に湾曲した曲面状に形成されている。

【 0 0 9 3 】

そして、図 6 ( a ) 及び ( b ) に示すように、薄膜形成部材を水平方向において湾曲させることで、熔融ガラスの流量を増やすことができるため、熔融ガラスの製造量を増やすことができる。また、図 6 ( c ) 及び ( d ) に示すように、薄膜形成部材を鉛直方向において湾曲させることで、薄膜形成部材の薄膜形成面上での熔融ガラスの滞留時間を増やすことができるため、熔融ガラスの清澄効果を向上させることができる。

20

【 0 0 9 4 】

図 7 ( a ) に示す管状の薄膜形成部材 7 1 A は、矩形環状に形成されており、引出口の内径と薄膜形成部材の内径とが異なっている。図 7 ( b ) に示す管状の薄膜形成部材 7 1 B は、薄膜形成面が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向かって小さく窄まるテーパ状に形成されている。図 7 ( c ) に示す管状の薄膜形成部材 7 1 C は、薄膜形成面が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向かって曲線的に小さく窄まるすり鉢状又は漏斗状に形成されている。図 7 ( d ) に示す管状の薄膜形成部材 7 1 D は、薄膜形成面が鉛直方向上部から鉛直方向下部に向かって段階的に小さく窄まる二段すり鉢状に形成されている。

30

【 0 0 9 5 】

そして、図 7 ( a ) に示すように、薄膜形成部材を矩形環状に形成することで、薄膜形成部材を容易に製造することができる。また、図 7 ( a ) に示すように、引出口の内径と薄膜形成部材の内径とを異ならせることで、引出口と薄膜形成部材とを高精度に合致させる必要がなくなるため、ガラス熔融炉を容易に製造することができる。また、図 7 ( b ) ~ ( d ) に示すように、薄膜形成部材を鉛直方向下方に向けて窄めることで、薄膜形成部材から溢れ出た熔融ガラスが、薄膜形成部材から離れることなく薄膜形成部材の薄膜形成面を滑り落ちるため、スムーズに熔融ガラスを薄膜状に形成することができる。また、図 7 ( b ) に示すように、薄膜形成部材を直線的に窄めることで、薄膜形成部材を容易に製造することができる。また、図 7 ( c ) に示すように、薄膜形成部材を曲線的に窄めることで、薄膜形成部材の薄膜形成面上での熔融ガラスの滞留時間を増やすことができるため、熔融ガラスの清澄効果を向上させることができる。更に、図 1 0 ( d ) に示すように、薄膜形成部材を段階的に窄めることで、薄膜形成部材の薄膜形成面上での熔融ガラスの滞留時間を更に増やすことができる。

40

【 0 0 9 6 】

また、上記実施形態では、ガラス熔融炉 1 1 がケーシング 1 8 に覆われるものとして説明したが、ガラス熔融炉 1 1 などの酸化の問題が許容でき、ガラス熔融炉 1 1 を不活性ガス雰囲気中に晒す必要が無い場合は、必ずしもケーシング 1 8 でガラス熔融炉 1 1 を覆う必

50

要はない。

【0097】

また、上記実施形態では、引出口15から引き出された熔融ガラスを直接フォアハース31に導入するものとして説明したが、図8に示すガラス繊維製造装置60のように、引出口15から引き出された熔融ガラスを、熔融ガラス貯留槽61及び減圧脱泡炉62などの中間槽を介してフォアハース31に導入してもよい。なお、減圧脱泡炉62は、熔融ガラスが導入される炉63をケーシング64で気密に覆うとともに、このケーシング64内を減圧ポンプ65により減圧することで、炉63に導入された熔融ガラスの脱泡を促すものである。

【0098】

また、上記実施形態では、ガラス熔融装置10をガラス繊維製造装置1に適用するものとして説明したが、ガラスカレットの製造装置など、様々な製品の製造装置に適用することができる。

【0099】

また、上記実施形態では、引出口15は底壁12に形成されるものとして説明したが、引出口15は、薄膜形成部材71の上部通過部25aを通過する熔融ガラスの液面レベルよりも鉛直方向下方であれば如何なる位置に形成してもよい。例えば、底壁12と側壁13との接合部（底壁12と側壁13とで形成される角の部分）や、側壁13の下部（底壁12と側壁13との接合部付近）などに形成してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0100】

本発明は、ガラス原料を熔融するガラス熔融装置、このガラス熔融装置を用いてガラス繊維を製造するガラス繊維製造装置及びガラス繊維製造方法として利用可能である。

【符号の説明】

【0101】

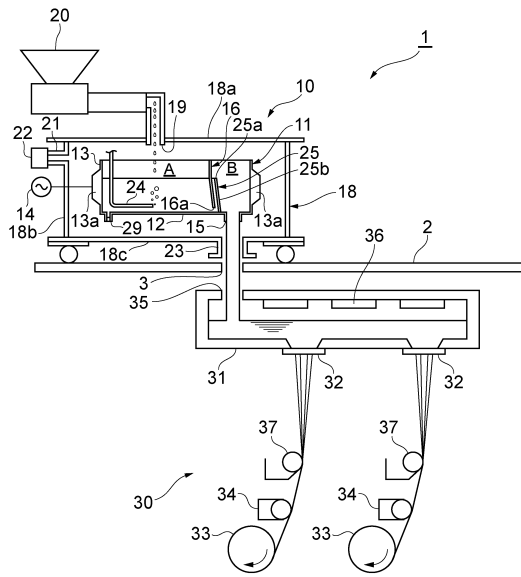
1...ガラス繊維製造装置、2...床、3...床穴、10...ガラス熔融装置、11...ガラス熔融炉、12...底壁、13...側壁、13a...電極部、14...電源、15...引出口、16...上部仕切板、16a...通過口（下部通過部）、18...ケーシング、18a...天壁、18b...側壁、18c...底壁、19...投入口、20...スクリーチャージャー、21...不活性ガス導入口、22...不活性ガス供給装置、23...排出口、24...バブラー、25（25A～25D）...薄膜形成部材、25a...上部通過部、25b...薄膜形成面、29...ドレン、30...繊維化設備、31...フォアハース、32...ブッシング（繊維化装置）、33...回転ドラム（繊維化装置）、34...集束ローラ（繊維化装置）、35...上部開口、36...電気ヒータ、37...アプリケーション（繊維化装置）、60...ガラス繊維製造装置、61...熔融ガラス貯留槽、62...減圧脱泡炉、63...炉、64...ケーシング、65...減圧ポンプ、70...ガラス熔融炉、71（71A～71D）...薄膜形成部材、71a...上部通過部、71b...薄膜形成面、A...第一領域、B...第二領域。

10

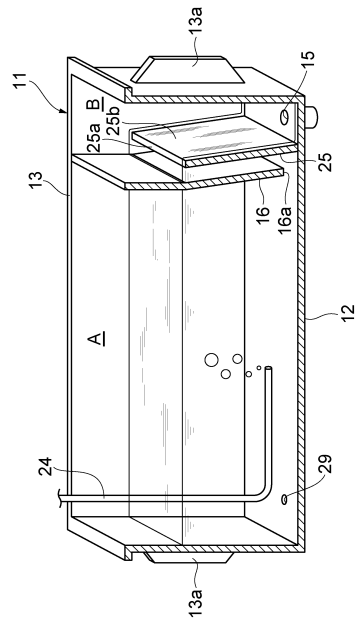
20

30

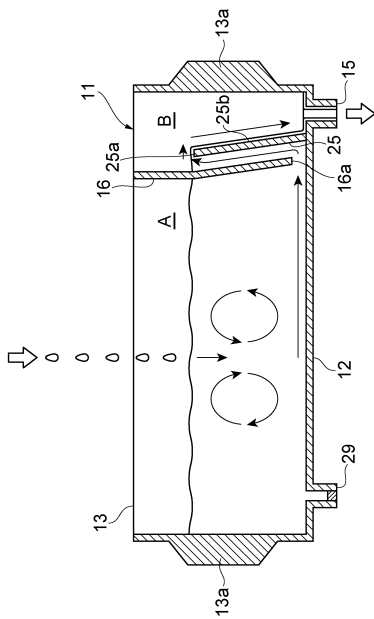
【図1】



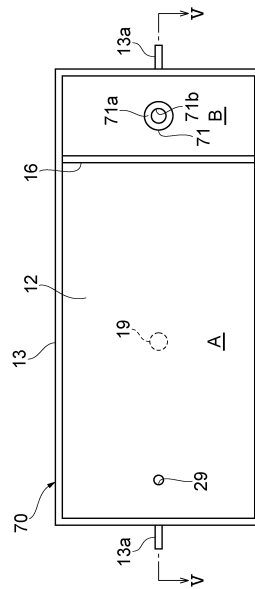
【図2】



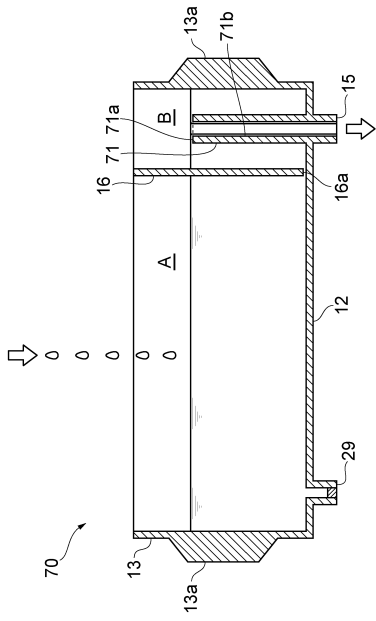
【図3】



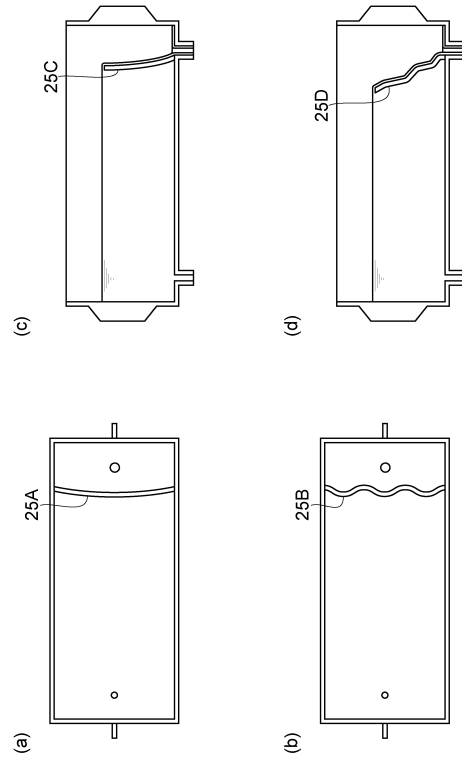
【図4】



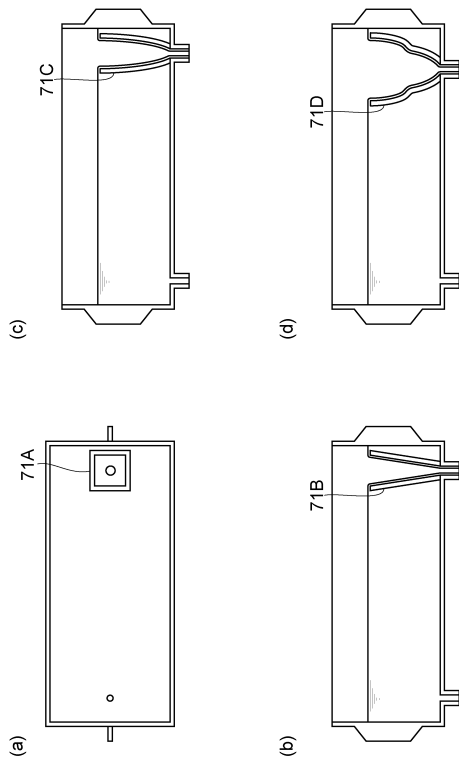
【 図 5 】



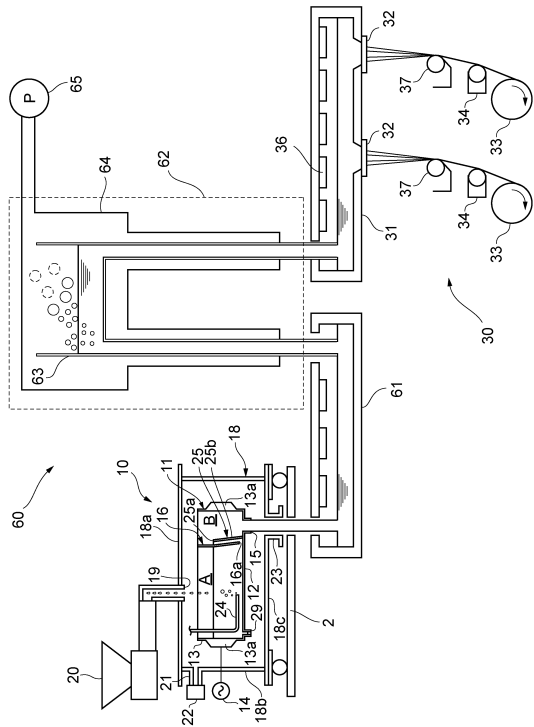
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 中村 幸一  
福島県福島市郷野目字東1番地 日東紡績株式会社内
- (72)発明者 平山 紀夫  
福島県福島市郷野目字東1番地 日東紡績株式会社内
- (72)発明者 原島 俊介  
福島県福島市郷野目字東1番地 日東紡績株式会社内

審査官 森坂 英昭

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0220923(US, A1)  
特開2003-183031(JP, A)  
特開昭57-149839(JP, A)  
特表2001-501167(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03B 1/00 - 5/44  
C03B 37/09