

(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2014-5180
(P2014-5180A)

(43) 公開日 平成26年1月16日(2014.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO3B 5/027 (2006.01)	CO3B 5/027	4G014
CO3C 3/091 (2006.01)	CO3C 3/091	4G062

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-143078 (P2012-143078)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成24年6月26日 (2012.6.26)	(74) 代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100094400 弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100106057 弁理士 柳井 則子
		(72) 発明者	宮崎 誠司 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)	4G014 AD02

最終頁に続く

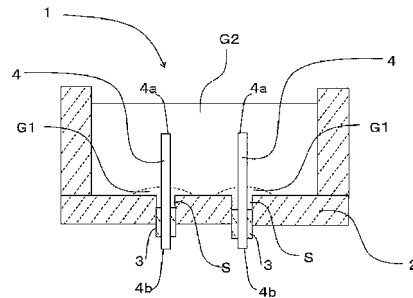
(54) 【発明の名称】 電極の挿入方法、ガラス製品の製造方法、ガラス溶融槽の製造方法、及びガラス溶融槽

(57) 【要約】

【課題】本発明は、ガラス溶融槽に電極を挿入する方法を提供する。

【解決手段】ガラス溶融槽の底壁にある貫通穴に電極の上端が該底壁の溶融ガラス側表面よりも10～150mm下方になる位置に該電極を配置するステップと、前記貫通穴に作業点が900以上1100以下の無アルカリガラスである第一のガラスの融液を充填するステップと、前記ガラス溶融槽に作業点が1100超の第二のガラスの融液を貯留するステップと、前記電極の上端が前記第一のガラスの融液を貫通し前記第二のガラスの融液に入るように該電極を挿入するステップと、を有する電極の挿入方法。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラス溶融槽の電極の挿入方法であって、

ガラス溶融槽の煉瓦製の底壁にある貫通穴に電極の上端が該底壁の溶融ガラス側表面よりも 10 ~ 150 mm 下方になる位置に該電極を配置するステップと、

前記貫通穴に作業点が 900 以上 1100 以下の無アルカリガラスである第一のガラスの融液を充填するステップと、

前記ガラス溶融槽に作業点が 1100 超の第二のガラスの融液を貯留するステップと、

前記電極の上端が前記第一のガラスの融液を貫通し前記第二のガラスの融液に入るよう
に該電極を挿入するステップと、

を有する電極の挿入方法。

10

【請求項 2】

前記第一のガラスが、酸化物基準のモル%表示で SiO_2 を 52 ~ 64%、 B_2O_3 を 3 ~ 25%、 Al_2O_3 を 2 ~ 10%、 MgO を 0 ~ 11%、 CaO を 0 ~ 11%、並びに SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物を総量で 2 ~ 30%、含有する請求項 1 に記載の電極の挿入方法。

【請求項 3】

前記第一のガラスの融液を充填するステップが、該第一のガラスのカレットを前記貫通穴に配置するステップと、該配置したカレットを溶融して充填するステップと、からなる請求項 1 又は 2 に記載の電極の挿入方法。

20

【請求項 4】

前記第二のガラスが、酸化物基準のモル%表示で SiO_2 を 60 ~ 75%、 B_2O_3 を 0 ~ 20%、 Al_2O_3 を 5 ~ 20%、 MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物を総量で 5 ~ 25%、並びに SiO_2 及び Al_2O_3 を合計で 68% 超、含有する無アルカリガラスである請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電極の挿入方法。

【請求項 5】

前記第二のガラスの融液を貯留するステップが、原料粒子を酸素燃焼炎中及び / 又は熱プラズマ中に投入して形成した溶融ガラス粒子を前記ガラス溶融槽に堆積して貯留するステップ、からなる請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電極の挿入方法。

30

【請求項 6】

前記第二のガラスの融液を貯留するステップが、原料を溶解した後に前記ガラス溶融槽に流入させて貯留するステップからなる請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電極の挿入方法。

【請求項 7】

前記第二のガラスの融液を貯留するステップが、前記ガラス溶融槽に原料を投入し、該原料を溶解して貯留するステップからなる請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電極の挿入方法。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の電極の挿入方法によってガラス溶融槽に電極を挿入し、前記第二のガラスの融液を該電極によって加熱するステップと、

前記第二のガラスの融液を成形するステップと、

前記成形された成形物を徐冷するステップと、

を含むガラス製品の製造方法。

40

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の電極の挿入方法によって電極を挿入することを特徴とするガラス溶融槽の製造方法。

【請求項 10】

作業点が 1100 超の第二のガラスを溶融するためのガラス溶融槽であって、

50

貫通穴を有する煉瓦製の底壁と、該底壁の貫通穴に挿入された電極と、前記貫通穴に充填された第一のガラスと、を含み、

前記第一のガラスは、作業点が900以上1100以下の無アルカリガラスであるガラス溶融槽。

【請求項11】

前記第一のガラスが、酸化物基準のモル%表示で SiO_2 を52~64%、 B_2O_3 を3~25%、 Al_2O_3 を2~10%、 MgO を0~11%、 CaO を0~11%、並びに SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物を総量で2~30%、含有する無アルカリガラスである請求項10に記載のガラス溶融槽。

【請求項12】

前記第二のガラスが、酸化物基準のモル%表示で SiO_2 を60~75%、 B_2O_3 を0~20%、 Al_2O_3 を5~20%、 MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物を総量で5~25%、並びに SiO_2 及び Al_2O_3 を合計で68%超、含有する無アルカリガラスである請求項10又は11に記載のガラス溶融槽。

【請求項13】

高温の気相雰囲気を形成するための酸素バーナー及び/又はプラズマトーチと、前記高温の気相雰囲気中に前記第二のガラスの原料粒子を投入する原料供給手段を備える請求項10~12のいずれか一項に記載のガラス溶融槽。

【請求項14】

前記第二のガラスの融液が、他のガラス溶融槽から供給されるガラス流入口を有する請求項10~12のいずれか一項に記載のガラス溶融槽。

【請求項15】

前記ガラス溶融槽が、前記第二のガラスの原料を投入する原料供給口を有する請求項10~12のいずれか一項に記載のガラス溶融槽。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高歪点ガラスを製造する際に、ガラス溶融槽に備えられる加熱用電極をガラス融液へ挿入する方法、ガラス製品の製造方法、ガラス溶融槽の製造方法、及びガラス溶融槽に関する。

【背景技術】

【0002】

ガラス融液を加熱する方法の一つとして、ガラス融液に電極を挿入して通電する方法がある。通電加熱のための電極材料には、モリブデン等の金属が用いられている。電極に使用される金属は高温の空気に接すると酸化され、劣化、又は昇華することがある。そこで、電極をガラス溶融槽に設置する場合は、電極を保護するために電極を冷却する対策、又は空気を遮断する対策がとられている。

電極をガラス溶融槽の煉瓦製の底壁に設置する場合の電極の挿入方法としては、例えば、最初に、底壁に貫通穴をあけ、棒状の電極とそれを保持する電極ホルダを底壁内に収めるように設置し、電極ホルダに水冷ジャケット等の冷却手段を設ける。次に、ガラス溶融槽に電極を挿入する際には、電極の上端を底壁の貫通穴の内部に留めて冷却し、ガラス融液をガラス溶融槽に貯留した後に、その電極をガラス融液中に突出させる(特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-119299号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

近年、液晶ディスプレイ基板等に高歪点の無アルカリガラスが使用されるようになってきている。これらのガラスは、従来の一般的なソーダライムガラスと比較して粘性が高いため、同じ程度に軟化させるには、ソーダライムガラスより100以上も高温にする必要がある。そのため、上記の方法によって電極を保護しながらガラス融液中に挿入することが難しい。なぜなら、電極を挿入できる程度にガラスを軟化させるためにガラス溶融槽の温度を上げると、電極も高温になって電極が酸化されやすくなるからである。その一方で、電極を保護するためにガラス溶融槽の温度を下げると、ガラス融液の温度が下がって粘性が高くなり電極の挿入が困難になる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明者は、ガラス溶融槽にガラス融液を貯留する前に、ソーダライムガラスのカレットを電極が待機している貫通穴内に配置して溶融することにより、電極を溶融したソーダライムガラスで覆って保護した。次に、無アルカリガラスをガラス溶融槽に貯留して、電極を無アルカリガラスの融液中に挿入した。その結果、ソーダライムガラスを利用したこの方法は、電極の挿入を容易にした。しかし、そのガラス溶融槽を長期間使用していると無アルカリガラスの融液の加熱効率が低下する問題が発生した。

【0006】

本発明者は、その問題の原因を、ソーダライムガラス中のアルカリ金属成分がガラス溶融槽の底壁を構成する煉瓦内に侵入して煉瓦の電気抵抗率を低下させたためであると考えた。具体的には、煉瓦の電気抵抗率が低下することによって無アルカリガラスの融液中に流れるべき電流が煉瓦内に流れ、その融液の加熱効率が低下すると考えた。また、煉瓦内に電流が流れると異常な加熱を起こすので、煉瓦が溶解する恐れがあると考えた。

以上のことから、本発明者は、さらに、電極の保護に利用するガラスは、単に粘性が低だけでなく、製造するガラスとの関係で電極及び煉瓦に悪影響を及ぼさないものを採用する必要があると考え、以下の発明をするに至った。

【0007】

すなわち、本発明は、ガラス溶融槽の電極の挿入方法であって、ガラス溶融槽の煉瓦製の底壁にある貫通穴に電極の上端が該底壁の溶融ガラス側表面よりも10～150mm下方になる位置に該電極を配置するステップと、前記貫通穴に作業点(Working Point)が900以上1100以下の無アルカリガラスである第一のガラスの融液を充填するステップと、前記ガラス溶融槽に作業点が1100超の第二のガラスの融液を貯留するステップと、前記電極の上端が前記第一のガラスの融液を貫通し前記第二のガラスの融液に入るように該電極を挿入するステップと、を有する電極の挿入方法を提供する。

本発明は、前記電極の挿入方法によってガラス溶融槽に電極を挿入し、前記第二のガラスの融液を該電極によって加熱するステップと、前記第二のガラスの融液を成形するステップと、前記成形された成形物を徐冷するステップと、を含むガラス製品の製造方法を提供する。

本発明は、前記電極の挿入方法によって電極を挿入することを特徴とするガラス溶融槽の製造方法を提供する。

本発明は、作業点が1100超の第二のガラスを溶融するためのガラス溶融槽であって、貫通穴を有する煉瓦製の底壁と、該底壁の貫通穴に挿入された電極と、前記貫通穴に充填された第一のガラスと、を含み、前記第一のガラスは、作業点が900以上1100以下の無アルカリガラスであるガラス溶融槽を提供する。

【発明の効果】

【0008】

本発明の電極の挿入方法によれば、底壁の貫通穴に作業点が900以上1100以下の無アルカリガラスが充填されるので、作業点が1100超のガラスの融液を加熱する場合でも、貫通穴に待機させた電極を容易にその融液中に挿入することができ、かつ、挿入した電極を長期間安定して使用することができる。

本発明のガラス製品の製造方法によれば、高歪点ガラスの融液にも問題なく電極を挿入

10

20

30

40

50

して長期間安定に通電加熱できるので、高品質の高歪点ガラス製品を安定的に製造できる。

本発明のガラス溶融槽によれば、作業点が1100超のガラスを溶融する場合でも、電極の劣化を避けながら長期間安定して通電加熱を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明のガラス溶融槽の実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明のガラス溶融槽の別の実施形態を示す断面図である。

【図3】本発明のガラス溶融槽の別の実施形態を示す断面図である。

【図4】本発明のガラス溶融槽の別の実施形態を示す断面図である。

10

【図5】貫通穴に第一のガラスの融液を充填するステップの一例を説明する底壁部周辺の断面図である。

【図6】第二のガラスの融液を貯留するステップの一例を示す図である。

【図7】本発明のガラス製品の製造方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面に従って本発明に係る電極の挿入方法、ガラス製品の製造方法、ガラス溶融槽の製造方法、及びガラス溶融槽（以下、単に「溶融槽」と呼ぶ。）の実施形態について説明するが、本発明は以下の実施形態に制限されるものではない。

【0011】

20

[溶融槽]

図1は、本発明の溶融槽の実施形態を模式的に示した断面図である。図1では、電極を挿入した後のイメージを示している。

溶融槽1は、作業点が1100超である第二のガラスの融液G2（以下、単に「ガラス融液G2」と呼ぶ。）を加熱するための溶融槽である。ここで作業点は、ガラスの粘性を表す指標としてISO7884-1（1987）に規定されている特性値であり、ガラスの成形に適した温度の目安である。作業点は回転粘度計を用いる方法（ISO7884-2（1987））等によって測定できる。

【0012】

溶融槽1は、ガラスの原料を溶解してガラス融液G2を製造するための装置であってもよいし、他の溶融槽で作られたガラス融液G2をさらに溶融し均質化等するための装置であってもよい。溶融槽1は加熱手段として電極4を2本備えているが、電極4以外の加熱手段を別に備えることができる。通常は側壁又は天井等にガスを燃焼するバーナーを備えている。

30

【0013】

溶融槽1の底には、煉瓦製の底壁2が形成されている。底壁2は、複数の煉瓦を組み上げて構成することができる。煉瓦の材質は、高温でガラス融液G2及び後述する第一のガラスの融液（以下、単に「ガラス融液G1」と呼ぶ。）に侵食されにくいこと、及びガラス融液G1、G2中に砂利や泡等の欠点を発生させにくいこと等からアルミナ、シリカ、ジルコニアを主成分とする電鍍煉瓦や高ジルコニア質の電鍍煉瓦が好ましい。なお、底壁

40

【0014】

底壁2には、電極4を挿入するための貫通穴が形成されている。貫通穴は、電極を保持する電極ホルダ3をはめ込むのに適切な大きさであり、例えば直径50～120mmの円形とすることができる。

底壁2の貫通穴には、電極ホルダ3が溶融槽1の内側の底面より下方に位置して空間Sを形成するように設置されている。底壁2の下面は外気によって冷やされているが、底壁2の上面は高温のガラス融液に接している。電極ホルダ3が高温のガラス融液G1、G2との接触によって侵食されるのを避けるため、電極ホルダ3は底壁2の貫通穴内に收容されている。電極ホルダ3の上面の位置は、溶融槽1の内側の底面より50～150mm下

50

であることが好ましい。電極ホルダ 3 の材質は、例えばステンレスなどの金属である。

【 0 0 1 5 】

電極ホルダ 3 の詳細な構造は図示しないが、電極ホルダ 3 は、電極 4 を適切な位置に保持するための保持手段と、水冷ジャケットなどの冷却手段を備えている。電極ホルダ 3 は、電極の上端部 4 a を底壁 2 の貫通穴内面と電極ホルダ 3 の上面とに囲まれた空間 S に位置するように保持することもできるし、電極の上端部 4 a を底壁 2 から突出させてガラス融液 G 2 内に保持することもできるようになっている。電極 4 のガラス融液 G 2 に挿入後の突出量は、例えば 5 0 ~ 1 0 0 c m 程度とすることができる。

電極 4 は棒状であって電極ホルダ 3 にはめ込まれ、電極の下端部 4 b はガラス融液 G 1、G 2 の外にあって外部電源に接続されている。電極の上端部 4 a をガラス融液 G 2 中に挿入して通電すると、電極 4 間に存在するガラス融液 G 2 の抵抗でジュール熱が発生し、ガラス融液 G 2 が加熱される。図 1 には 2 本の電極 4 が示されているが、電極 4 は 3 本以上あってもよい。電極 4 は、例えば直径が 4 0 ~ 1 0 0 m m の丸棒状とすることができる。

10

【 0 0 1 6 】

底壁 2 の貫通穴内面と電極ホルダ 3 の上面とに囲まれた空間 S には、ガラス融液 G 1 が充填されている。したがって、電極をガラス融液 G 2 に挿入する前の状態では、電極の上端部 4 a が底壁 2 の貫通穴内面と電極ホルダ 3 の上面とに囲まれた空間 S に位置するように保持されることによって、電極の上端部 4 a がガラス融液 G 1 で覆われる。

ガラス融液 G 1 は、作業点が 9 0 0 以上 1 1 0 0 以下の無アルカリガラスの融液である。

20

【 0 0 1 7 】

溶融槽 1 は、高温のガラス融液 G 2 を貯留してから電極 4 をガラス融液 G 2 に挿入して使用される。溶融槽 1 にガラス融液 G 2 が貯留されている状態において、底壁 2 の貫通穴内面と電極ホルダ 3 の上面とに囲まれた空間 S の温度は 9 0 0 ~ 1 1 0 0 程度である。第一のガラスは、作業点が 9 0 0 以上 1 1 0 0 以下のガラスであるから、このときに適当な粘性を有する。第一のガラスの作業点が 1 1 0 0 超であると、粘度が高くなりすぎるので電極 4 を挿入することは難しくなる。第一のガラスは、その作業点が 9 0 0 未満であると粘度が低くなりすぎて、底壁 2 の貫通穴と電極ホルダ 3 との隙間などから漏れ出す恐れがある。第一のガラスの作業点は、1 0 0 0 ~ 1 0 8 0 であることがより好ましい。

30

第一のガラスは、液相温度が 1 1 0 0 以下であることが好ましい。液相温度が 1 1 0 0 より高いガラスは、1 1 0 0 以下の温度域でガラス融液中に結晶が生じやすく、流動性が失われることがある。電極 4 は、底壁 2 の貫通穴内の空間に充填された第一のガラスの流動性が失われると、挿入が困難になるおそれや、挿入する際に大きな荷重が加わって壊れる等のおそれがある。

【 0 0 1 8 】

なお、液相温度は、例えば温度傾斜炉を用いて熱処理したガラス試料を観察することによって求めることができる。本明細書では、ガラス試料を白金製の保持具上にセットし、定まった温度傾斜を保った炉中で熱処理した後、ガラス中に成長した結晶を顕微鏡で観察して、結晶の発生開始時点のガラス温度を液相温度としている。簡便な方法としては、例えば 1 1 0 0 に保った炉内に、白金容器に入れたガラス片を保持した後に結晶の有無を観察することで、液相温度が 1 1 0 0 より高いか低いかを判断できる。

40

【 0 0 1 9 】

第一のガラスは、第二のガラスより比重が大きいことが好ましい。それによって、ガラス融液 G 1 がガラス融液 G 2 に混入することは防止できる。例えば、第二のガラスの比重が 2 . 5 0 である場合、第一のガラスの比重は、2 . 5 1 以上であることが好ましく、2 . 6 0 以上であることがより好ましい。すなわち、第二のガラスの比重は、第一のガラスの比重に対して、0 . 0 1 以上大きいことが好ましく、0 . 1 以上大きいことがより好ましい。

50

第一のガラスの組成については後述する。

【0020】

本発明の溶融槽の別の実施形態は、上部に高温の気相雰囲気を形成するための酸素バーナー及び/又はプラズマ Torch と、前記高温の気相雰囲気中にガラスの原料を造粒した原料粒子を投入するための原料供給手段を備えることができる。この場合、酸素バーナー及び/又はプラズマ Torch は、溶融槽の天井部に下向きに設置されることが好ましい。それによって、原料粒子は、高温の気相雰囲気中で溶解され、気相中で溶融ガラス粒子を形成することができる。図2は、その実施形態の一例を示す図である。溶融槽11の天井部には、下向きの酸素バーナー5が設けられている。図2の酸素バーナー5は、火炎を形成するためのノズルのほかに原料供給ノズルも備えているが、酸素バーナーと原料供給口とは別々に設けられてもよい。第二のガラスの原料粒子G20は、バーナー5の原料供給用ノズルから高温の火炎中に投入され、第二のガラスの溶融ガラス粒子G21となって溶融槽11に貯留される。

10

【0021】

本発明の溶融槽の別の実施形態は、他の溶融槽からガラス融液が供給されるガラス流入口を有することができる。図3はその一例を示す図である。溶融槽12は他の溶融槽100と連なっている。原料供給口72から他の溶融槽100に投入された第二のガラスの原料は、他の溶融槽100の側壁部に設けられたバーナー52の熱で溶解されてガラス融液G2となり、ガラス流入口6から溶融槽12に流入する。溶融槽12に流入したガラス融液G2は、電極4を用いて加熱され、脱泡等して均質化される。

20

【0022】

本発明の溶融槽の別の実施形態は、ガラス融液上に原料を投入する原料供給口を備えることができる。この場合、投入される原料は、酸化物、水酸化物、及び炭酸塩等の粉末であってもよく、それらを造粒した原料粒子であってもよく、それらの混合物であってもよい。図4はその一例を示す図である。溶融槽13の一端には原料供給口7がある。第二のガラスの原料は、原料供給口7から溶融槽13のガラス融液上に投入され、溶解されてガラス融液G2となる。溶融槽13は、加熱手段として底壁2に設置された電極4を備えているが、補助的な加熱手段としてバーナー等を備えることができる。溶融槽13は、電極4は補助的な加熱手段とし、バーナーを主たる加熱手段とすることもできる。なお、電極4を主たる加熱手段として用いる場合であっても、電極4をガラス融液G2に挿入する前にガラス融液G2を貯留するときには、上記バーナー等を用いてガラスの原料を溶解する。

30

【0023】

次に、本発明の電極の挿入方法をステップごとに説明する。

[電極を配置するステップ]

図5に示すように、電極4は、溶融槽1にガラス融液G2を貯留する前に、底壁2の貫通穴に挿入された電極の上端部4aが溶融槽1の内側の底面より10~150mm下方に位置するように配置される。このとき、電極の上端部4aは、電極ホルダ3の上面よりも上方かつ底壁よりも下方に待機してあり、電極ホルダ3に備えられた冷却手段の効果で冷やされている。

40

【0024】

[ガラス融液G1を充填するステップ]

図5には、作業点が900以上1100以下の無アルカリガラスの融液であるガラス融液G1が、溶融槽1の底壁2に設けられた貫通穴の内面と電極ホルダ3の上面とで囲まれた空間Sに、充填された状態を示す。このとき電極の上端部4aはガラス融液G1で覆われている。貫通穴にガラス融液G1を充填することで、電極の挿入前に電極の酸化等の可能性がある部分をガラス融液G1で覆うことにより、電極の酸化等による劣化は防止できる。電極が劣化する可能性がある部分とは、ガラス融液G2に挿入する前に電極の温度が高くなる部分である。言い換えると、電極が劣化する可能性がある部分とは、電極の上部領域であり、電極を電極ホルダで保持する場合には電極と電極ホルダとの隙間や、電

50

極を煉瓦で保持する場合には電極と煉瓦との隙間等の部分を含む。図5で2本の電極の上端部4aは、それぞれの空間Sにあるガラス融液G1で覆われているが、図4に見られるように複数の空間Sにあるガラス融液G1がつながった状態であってもよい。

【0025】

ガラス融液G1を充填する方法は種々の方法を採用できる。例えば、ガラス融液G1は、他の溶融槽等で第一のガラスの原料を溶解して得られたガラス融液G1を、底壁2に設けられた貫通穴の内面と電極ホルダ3の上面とで囲まれた空間Sに注ぐ方法で充填してもよい。また、第一のガラスの原料は、溶融槽1内で溶解してもよい。電極4の酸化による劣化を防止できること、及び作業が簡単であることから、ガラス融液を充填するステップは、第一のガラスのカレットを前記貫通穴の内部又は周囲に配置し（カレットを配置するステップ）、前記配置したカレットを溶融してガラス融液G1にすること（カレットを溶融するステップ）が好ましい。

10

【0026】

[第一のガラスのカレットを配置するステップ]

貫通穴の内部又は周囲には、第一のガラスのカレットが配置される。第一のガラスのカレットは、後述のカレットを溶融するステップにおいて、電極の上端部4aをガラス融液G1で覆うに足りる充分量を適切な位置に配置する。また、第一のガラスのカレットは、底壁2の貫通穴付近の表面に配置してもよく、貫通穴を塞ぐように配置してもよい。

第一のガラスのカレットは、小さく砕いて底壁2の貫通穴の空間、すなわち貫通穴内面と電極ホルダ3の上面とに囲まれた空間Sに充填されるように配置することが好ましい。例えば、長径が1mm~20mm程度の粒状に砕いた第一のガラスのカレットを空間S内に充填することは、電極の上端部4aが、カレットの溶融後にガラス融液G1によって速やかに覆われるので特に好ましい。砕いたカレットを空間Sに充填した上に平坦な板状のカレットを載せることは、電極の上端部4aから高温の空気を遮断できるのでより好ましい。

20

【0027】

[第一のガラスのカレットを溶融するステップ]

底壁の貫通穴に充填された第一のガラスのカレットは、溶融槽1の側壁や天井等に設けられた加熱用バーナーなどを用いて溶融槽の温度を上げると、溶融されてガラス融液G1となる。溶融槽1内の大部分が1500程度の高温になっている場合でも、底壁2の貫通穴内部は、電極4が酸化されるのを防止するために電極ホルダ3に備えられた冷却手段等によって、例えば500~800程度に冷やされている。第一のガラスは、作業点が900以上1100以下のガラスであるから、この温度域である程度の流動性を有し、溶融状態になる。

30

【0028】

[ガラス融液G2を貯留するステップ]

ガラス融液G1を空間Sに充填した後は、ガラス融液G2を溶融槽1に貯留する。このときガラス融液G2の温度は、例えば1500以上になっている。ガラス融液G2については後述する。

図6は、電極をガラス融液G2に挿入する前で、ガラス融液G2が貯留された状態を表した溶融槽1の断面図である。ガラス融液G2を貯留する方法としては、例えば以下の方法が採用できる。

40

【0029】

ガラス融液G2の貯留方法の一例としては、第二のガラスの原料を造粒した原料粒子を酸素燃焼炎中及び/又は熱プラズマ中に投入して溶解することにより形成した溶融ガラス粒子を堆積する方法が挙げられる。この方法では、溶融槽1の上部に原料粒子を溶融するためのバーナーを設置し、酸素燃焼炎中に投入した原料粒子を気相中で溶融ガラス粒子として溶融槽1に落下させ堆積させる方法が採用できる。

【0030】

例えば、図2の溶融槽11では、天井に下向きの酸素バーナー5が設けられている。酸

50

素バーナー 5 は、火炎を形成するためのノズルのほかに原料を供給するノズルを備えている。第二のガラスの原料粒子 G 2 0 は、酸素バーナー 5 の原料供給用ノズルから気流搬送によって高温の酸素燃焼炎中に投入される。第二のガラスの原料粒子 G 2 0 は、酸化物や炭酸塩等の原料の混合物が集合したものであり、例えば 1 mm 程度以下の粒子状に造粒されたものである。第二のガラスの原料粒子 G 2 0 は、酸素バーナー 5 を燃焼させることによって形成された高温の気相中で溶解し、第二のガラスの溶融ガラス粒子 G 2 1 となる。第二のガラスの溶融ガラス粒子 G 2 1 は、電極の上端部 4 a が底壁 2 内に留まっている状態の溶融槽 1 1 に堆積して貯留される。

【 0 0 3 1 】

また、ガラス融液 G 2 の貯留方法の別の例としては、溶融槽 1 の外（例えば他の溶融槽）で第二のガラスの原料を溶解してから、得られたガラス融液 G 2 を溶融槽 1 に流入させることによりガラス融液 G 2 を貯留する方法が挙げられる。この場合、溶融槽 1 は、ガラス融液 G 2 を均質化するための槽として利用できる。

例えば、図 3 の溶融槽 1 2 では、第二のガラスの原料が原料供給口 7 2 から他の溶融槽 1 0 0 に投入される。第二のガラスの原料は、他の溶融槽 1 0 0 の側壁部に設けられたバーナー 5 2 の熱で溶解してガラス融液 G 2 を形成する。得られたガラス融液 G 2 は、ガラス流入口 6 から、電極の上端部 4 a が底壁 2 内に留まっている状態の溶融槽 1 2 に流入して貯留される。

【 0 0 3 2 】

前記ガラス融液 G 2 の貯留方法のさらに別の例としては、第二のガラスの原料を溶融槽 1 に投入して溶解することによってガラス融液 G 2 を貯留する方法が挙げられる。この方法では、第二のガラスの原料を混合して溶融槽 1 に投入した後、溶融槽 1 の側壁や天井に設けられたバーナーで溶解することができる。

例えば、図 4 の溶融槽 1 3 では、第二のガラスの原料を原料供給口 7 から電極の上端部 4 a が底壁 2 内に留まっている状態の溶融槽 1 3 に投入し、バーナー等で加熱して溶解することによりガラス融液 G 2 を貯留する。

【 0 0 3 3 】

[電極を挿入するステップ]

ガラス融液 G 2 の貯留後、電極の上端部 4 a は、ガラス融液 G 1 を貫通してガラス融液 G 2 に入るように電極 4 を押し上げて挿入される。このときガラス融液 G 2 が貯留された溶融槽 1 内の大部分は 1 5 0 0 程度の高温になっているが、底壁 2 の貫通穴内部は、電極ホルダ 3 に備えられた冷却手段等によって、例えば 5 0 0 ~ 8 0 0 程度に冷やされている。電極ホルダ 3 の水冷を数分間中止するなどの方法で、電極の上端部 4 a を覆っているガラス融液 G 1 の温度を 9 0 0 ~ 1 1 0 0 程度まで上げると、ガラス融液 G 1 は、粘度が下がって適度に流動するようになる。したがって、電極 4 は、大きな加重を加えなくても押し上げることが可能になる。さらに、電極 4 は、ガラス融液 G 2 がバーナー等で加熱されて高温になっているので、大きな加重を加えなくても挿入して、ガラス融液 G 2 内に突出させることができる。電極の上端部 4 a の位置は、ガラス融液 G 2 を加熱するために適切な高さとする。

電極の上端部 4 a をガラス融液 G 2 に挿入した後、電極間に通電するとガラス中に電流が流れてジュール熱が発生し、ガラス融液 G 2 が加熱される。

【 0 0 3 4 】

[第一のガラス]

第一のガラスは無アルカリガラスである。すなわち、第一のガラスは、 Na_2O 、 K_2O 、及び Li_2O 等のアルカリ金属成分を不純物レベル以上には含有しない。アルカリ金属成分は、含有するとしてもガラス中の合計が 1 モル % 以下である。アルカリ金属成分を含有するガラスの場合には、溶融槽 1 の底壁 2 を構成する煉瓦内にアルカリ金属成分が侵入して煉瓦の電気抵抗率を低下させるおそれがある。煉瓦の電気抵抗率が低下するとガラス融液 G 2 の中を流れるべき電流が煉瓦内に流れ、ガラス融液の加熱効率は低下する。また、煉瓦内に電流が流れると、煉瓦は異常な加熱を起こし、溶融する恐れがある。

第一のガラスは、酸化物基準のモル%表示で SiO_2 を52~64%、 B_2O_3 を3~25%、 Al_2O_3 を2~10%、 MgO を0~11%、 CaO を0~11%、並びに SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物を総量で2~30%、含有することが好ましい。このようなガラスは、無アルカリガラスでありながらソーダライムガラスと同程度の低い粘性を有し、しかも液相温度が低いので結晶化が生じにくく、電極を酸化させにくい。

【0035】

以下、この好ましいガラスの組成について「モル%」を単に「%」と表記して説明する。

SiO_2 は、ガラスのネットワークを形成する酸化物であり必須である。 SiO_2 の含有量は、52%以上であることが好ましく、54%以上であることがより好ましい。また、 SiO_2 の含有量は、64%以下であることが好ましく、62%以下であることがより好ましい。 SiO_2 の含有量は、上記の下限値以上とすればガラスが安定で失透しにくくなり、上記の上限値以下とすればガラス化に要する温度が高くなりすぎないからである。

10

【0036】

Al_2O_3 は、ガラスを安定化する成分であり2%以上含有することが好ましい。 Al_2O_3 は、2%以上であるとガラスを安定化する効果が高いので好ましい。 Al_2O_3 は、10%以下であると、ガラス化に高温を要せず、また液相温度が高くなりすぎないので好ましい。

20

SiO_2 と Al_2O_3 はガラスの作業点を高くする成分である。作業点を1100以下にするためには、 SiO_2 及び Al_2O_3 の含有量の合計は、68%以下であることが好ましく、66%以下であることがより好ましい。作業点を900以上にするためには、 SiO_2 と Al_2O_3 の含有量の合計は57%以上であることが好ましく、60%以上であることがより好ましい。 SiO_2 と Al_2O_3 の含有量の合計を前記範囲とすることで、好ましい作業点を有するガラスが得られる。 SiO_2 と Al_2O_3 の含有量の合計は、60~66%であることがより好ましい。

【0037】

B_2O_3 は、ガラスのネットワークを形成する成分であり、粘性を下げる成分である。 B_2O_3 の含有量は、3%以上であることが好ましく、5%以上であることが、ガラスの粘性を低くできるので、より好ましい。 B_2O_3 の含有量は、25%以下であることが好ましく、20%以下であることが、ガラスの耐酸性や耐水性を高くできるので、より好ましい。

30

【0038】

MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO は、いずれもガラスの安定性を増す任意成分であり、粘性を下げる成分であり、合計で10~40%含有することが好ましい。ガラスの安定性を高めるためには、いずれか2種以上を含有することがより好ましい。液相温度を下げるためには MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO の総量は40%以下であることが好ましく、30%以下であることがより好ましい。ガラスの粘性を下げるためには、 MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO の総量は10%以上であることが好ましく、15%以上であることがより好ましく、20%以上であることがさらに好ましい。

40

MgO を含有する場合、ガラスの失透性の観点から、その含有量は1~11%であることがより好ましい。

CaO を含有する場合、ガラスの失透性の観点から、その含有量は1~11%であることがより好ましい。

SrO 及び BaO は、ガラスの粘性を下げる効果が大きく、比重を大きくする成分である。 SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物の総量は、粘性及び比重の観点から2%以上であることが好ましく、5%以上であることがより好ましい。 SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物の総量は、ガラスの失透性の観点から30%以下であることが好ましく、25%以下であることがより好ましい。

50

【0039】

第一のガラスは、上記のほかに ZnO 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、及び P_2O_5 から選ばれる一以上の成分を適宜含有することができる。これらの総量は、10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。

第一のガラスは、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 PbO 、及び Bi_2O_3 を含有しないことが好ましい。これらの成分は、電極を酸化する傾向が強い。

【0040】

[第二のガラス]

第二のガラスは、作業点が1100超のガラスである。そのようなガラスは、歪点も高いことから耐熱性の高いガラスとして有用である。

第二のガラスは、酸化物基準のモル%表示で SiO_2 を60~75%、 B_2O_3 を0~20%、 Al_2O_3 を5~20%、 MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO から選ばれるいずれか一以上の酸化物を総量で5~25%、並びに SiO_2 及び Al_2O_3 を合計で68%超、含有する無アルカリガラスであることが好ましい。このような組成のガラスは、歪点が高く、熱膨張係数や、耐酸性、その他の特性の点から液晶ディスプレイパネル用等に用いる基板ガラスに適している。

【0041】

このガラス組成について説明する。

SiO_2 は、ガラスのネットワークを形成する酸化物であり必須である。 SiO_2 の含有量は、60%以上であることが好ましく、65%以上であることが、ガラスの歪点を高くできることから、より好ましい。 SiO_2 の含有量は75%以下であることが好ましく、70%以下であることが、ガラス化に要する温度を低くできることから、より好ましい。

Al_2O_3 は SiO_2 とともに歪点を高くする成分であり、5%以上含有することによって歪点を高くすることができる。 Al_2O_3 の含有量は、20%以下であるとガラスが不安定になりにくい。

【0042】

ガラスの歪点を高くするためには、 SiO_2 と Al_2O_3 の含有量の合計は、68%超であることが好ましく、70%以上であることがより好ましい。ガラスの製造しやすさの観点からは、 SiO_2 と Al_2O_3 の含有量の合計は、85%以下であることが好ましく、80%以下であることがより好ましい。

B_2O_3 はガラスの粘性を下げる任意成分である。ガラスの耐酸性を高くするためには、 B_2O_3 の含有量は、20%以下であることが好ましく、15%以下であることがより好ましい。 B_2O_3 を含有する場合、ガラスの粘性の観点から、含有量は1%以上であることが好ましく、5%以上であることがより好ましい。

MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO はいずれもガラスの粘性を下げる任意成分であり、ガラスの粘性を下げるためには、いずれか一以上の酸化物を総量で5%以上含有することが好ましく、10%以上含有することがより好ましい。 MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO の総量は、ガラスの安定性の観点で、25%以下であることが好ましく、20%以下であることがより好ましい。

【0043】

第二のガラスは、上記のほかに ZnO 、 CuO 、 CoO 、 Fe_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、及び P_2O_5 から選ばれる一以上の成分を含有してもよい。これらの総量は、5%以下であることが好ましい。

【0044】

[ガラス製品の製造方法]

本発明のガラス製品の製造方法の実施形態は、第二のガラスからなるガラス製品を製造する方法であり、前述の電極の挿入方法を用いて、ガラス融液G2を加熱するステップを有する。

図7は、一般的なガラス製品の製造方法の例を表すフロー図である。ガラス製品は、ガ

10

20

30

40

50

ラスの原料を溶解してガラス融液を得るステップS 0 1、得られたガラス融液G 2を均質化するステップS 0 2、ガラス融液G 2を板状などに成形するステップS 0 3、成形した成形物を徐冷するステップS 0 4を経て得ることができる。

ガラス融液G 2を加熱するステップは、原料を溶融してガラス融液G 2を得るステップS 0 1、及び得られたガラス融液G 2を均質化するステップS 0 2の一方又は両方のステップで、本発明の電極の挿入方法によって挿入した電極を用いてガラス融液G 2を加熱することが好ましい。

【0045】

本発明の電極の挿入方法で挿入された電極を用いてガラス融液G 2を得るステップS 0 1を実施する場合、第二のガラスの原料は、本発明の電極の挿入方法によって電極を挿入した溶融槽1に投入され溶解される。例えば、図4において、第二のガラス原料は、原料供給口7から溶融槽13内のガラス融液G 2上に投入され、本発明の電極の挿入方法によって挿入した電極4を用いて溶解される。ガラス融液G 2を得るステップS 0 1で本発明の電極の挿入方法を用いる場合には、バーナーなどを主たる加熱手段として原料を溶解し、電極4を補助的な加熱手段として利用してもよい。

10

【0046】

本発明の電極の挿入方法で挿入された電極を用いてガラス融液G 2を均質化するステップS 0 2を実施する場合、ガラス融液G 2を得るステップS 0 1は、任意の方法によって行うことができる。すなわち、ガラス融液G 2は、他の溶融槽等を用いて任意の方法で原料を溶解して形成し、本発明の電極の挿入方法によって電極を挿入した溶融槽1に流し入れて均質化することができる。この均質化をする場合には、他の加熱手段を適宜併用することができる。例えば、図3では、ガラス融液G 2は、他の溶融槽100に原料供給口72から第二のガラスの原料を投入し、他の溶融槽100の側壁部に設けられたバーナー52の熱で前記原料を溶解して形成する。得られたガラス融液G 2は、ガラス流入口6から溶融槽12に流し入れ、本発明の電極の挿入方法で挿入した電極4を用いて加熱し、脱泡等の均質化することができる。

20

【0047】

また、第二のガラスの原料粒子は、酸素燃焼炎中及び/又は熱プラズマ中に投入して溶解することによって溶融ガラス粒子を形成し、得られた溶融ガラス粒子は、本発明の電極の挿入方法によって電極を挿入した溶融槽に供給しながら均質化してもよい。例えば、図2において溶融槽11の天井には下向きの酸素バーナー5が設けられ、酸素バーナー5は、酸素燃焼炎を形成するためのノズルの他にガラスの原料粒子を供給するノズルを備えている。第二のガラスの原料粒子G 20は、気流搬送によって酸素バーナー5の原料供給用ノズルから高温の酸素燃焼炎中に投入される。第二のガラスの原料粒子G 20は、酸化物や炭酸塩等の原料の混合物からなり、例えば1mm程度以下の粒子状に造粒されたものである。第二のガラスの原料粒子G 20は、酸素バーナー5を燃焼させることによって形成された高温の気相中で溶解し、第二のガラスの溶融ガラス粒子G 21となって溶融槽11に落下する。得られた第二のガラスの溶融ガラス粒子G 21は、溶融槽11内に貯留し、本発明の電極の挿入方法によって挿入した電極4を用いて加熱して均質化することができる。

30

40

ガラス融液G 2を板状などに成形するステップS 0 3及び成形物を徐冷するステップS 0 4は、公知の方法で行うことができる。

【実施例】

【0048】

表1、2は、第一のガラス及び第二のガラスの例について、酸化物基準のモル%で表示したガラス組成及び物性値を示したものである。例1~10は第一のガラスの例、例11及び12は比較例、例13は第二のガラスの実施例であり第一のガラスの比較例でもある。

ガラスの原料としては、一般的に使用されている酸化物、炭酸塩、及び水酸化物等を使用し、表1、2のSiO₂からNa₂Oまでの欄に示した組成となるように調合及び混合

50

した。混合した原料を、白金坩堝に入れ、間接抵抗加熱式の電気炉を用いて、例 1、2、及び 12 については 1500、並びに例 13 については 1600 に加熱して熔融した。例 1、2 は第一のガラスの例である。例 12 はソーダ石灰ガラスである。

【0049】

得られた熔融ガラスからカレットと物性測定用のガラスブロックを得て、各ガラスの作業点を回転粘度計で測定した。結果を表 1 の作業点欄に示す。

また、温度傾斜炉を用いる方法で液相温度を測定した。結果を表 1 の液相温度欄に示す。さらに、「JIS Z 8807 - 1976 固体比重測定方法 4 . 液中でひょう量する測定方法」を準用して比重を測定した結果を表 1 の比重欄に示す。

ガラスの物性値は、例 1、2、12、及び 13 については実測値、例 3 ~ 11 についてはガラス組成からの推定値である。

【0050】

【表 1】

	例 1	例 2	例 3	例 4	例 5	例 6	例 7
SiO ₂	58.1	56.1	52.8	62.0	55.7	52.2	59.3
Al ₂ O ₃	6.7	7.3	8.0	3.9	2.1	9.6	5.6
B ₂ O ₃	19.0	16.6	21.0	5.5	13.0	22.4	23.5
MgO	2.9	6.4	4.3	0.0	4.4	4.7	0.0
CaO	3.3	6.8	8.8	7.5	6.2	4.3	0.0
SrO	3.9	6.8	1.8	6.9	5.6	4.3	0.0
BaO	6.1	0.0	3.3	14.2	13.0	2.5	11.6
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	64.8	63.4	60.8	65.9	57.8	61.8	64.9
MgO+CaO+SrO+BaO	16.2	20.0	18.2	28.6	29.2	15.8	11.6
SrO+BaO	10.0	6.8	5.1	21.1	18.6	6.8	11.6
作業点 (°C)	1070	1050	1000	1010	910	1030	1080
液相温度 (°C)	990	1060	<1100	<1100	<1100	<1100	<1100
比重	2.63	2.52	2.53	3.16	3.05	2.51	2.67

【0051】

10

20

30

【表 2】

	例 8	例 9	例 1 0	例 1 1	例 1 2	例 1 3
SiO ₂	55.0	57.2	61.5	54.7	70.7	66.1
Al ₂ O ₃	9.2	4.0	3.9	3.8	1.2	11.7
B ₂ O ₃	12.6	4.7	4.5	4.5	0.0	7.4
MgO	10.5	0.0	0.0	0.0	7.3	5.4
CaO	10.4	8.5	8.1	15.1	8.4	5.0
SrO	0.0	7.9	7.6	7.6	0.0	4.9
BaO	2.3	17.6	14.4	14.3	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	64.2	61.2	65.4	58.5	71.9	77.8
MgO+CaO+SrO+ BaO	23.2	34.0	30.1	37.0	15.7	15.3
SrO+BaO	2.3	25.5	22.0	21.9	0.0	4.9
作業点 (°C)	1070	1010	1000	1010	1020	1280
液相温度 (°C)	1060	1000	980	1150	930	1200
比重	2.57	3.37	3.20	3.29	2.50	2.50

10

20

【0052】

例 1、2、12、及び 13 の組成のガラスについては、その効果を評価するため、以下の実験を行った。実験では、まず、高ジルコニア質電鍍煉瓦（商品名 Z B - X 9 5 4 0 : A G C セラミックス社製）に直径 7 0 m m の貫通穴を 2 箇所設けて電極ホルダをはめ込んだものを溶融槽の底壁に設置し、直径 4 8 m m のモリブデン棒を電極として電極ホルダに挿入した。

次に、実験では、電極の上端が溶融槽の底面より 2 0 m m 下になるように調整してから、第一のガラスとして例 1 のガラスカレットを 1 . 5 k g ずつ、底壁の各貫通穴の上部に充填し、電極ホルダを水冷しながら、溶融槽の底面から 5 0 m m 上の位置で測定された温度が 1 6 0 0 になるまで加熱した。これによって、第一のガラスカレットは溶融した。このとき貫通穴の内部は電極ホルダの水冷機能によって冷却されているが、5 0 0 ~ 8 0 0 程度になっていると推定される。

30

さらに、実験では、第二のガラスとして 1 6 0 0 で溶融された例 1 3 のガラス融液を溶融槽に貯留した後、電極ホルダの冷却を 5 分間停止し、電極を上方に押し込んだところ、所定の高さ（5 0 0 m m）まで問題なく挿入できた。その後 2 ヶ月間、溶融槽の運転を継続したところ、ガラス融液の温度は常に適正に保持され、高品質のガラス製品を製造することができた。

【0053】

別の実験として第一のガラスとして例 1 のガラスのカレットのかわりに例 1 2 のガラスのカレットを用いた場合は、電極を挿入するまでは問題がなかったが、溶融槽の運転を約 1 ヶ月継続した後にガラス融液の温度が低下する問題が発生し、ガラス製品の品質が不安定になった。

40

また、第一のガラスとして例 1 のガラスのカレットのかわりに例 1 3 のガラスのカレットを用いた場合は、電極ホルダの冷却を 5 分間停止して温度を上げてガラスの粘性が高すぎて電極を挿入することができなかった。第一のガラスとして例 2 ~ 1 0 のガラスを用いて同様の実験をした場合は、アルカリ金属酸化物を含有せず、好ましい粘性を有していることから、例 1 のガラスを用いた場合と同様の効果が予想できる。

さらに、例 1 ~ 1 0 のガラスは、いずれも例 1 3 のガラスより比重が大きいので、第二のガラスとして例 1 3 のガラスの融液を貯留した場合に第一のガラスと第二のガラスの混合が生じにくいと考えられる。

50

例 1 1 のガラスは、CaO 含有量が高く、液相温度が高いので電極を挿入する際にガラスが結晶化する恐れがあり、電極が破損する恐れがある。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明は、無アルカリガラスなどの高歪点ガラスの製造に適用可能である。

【符号の説明】

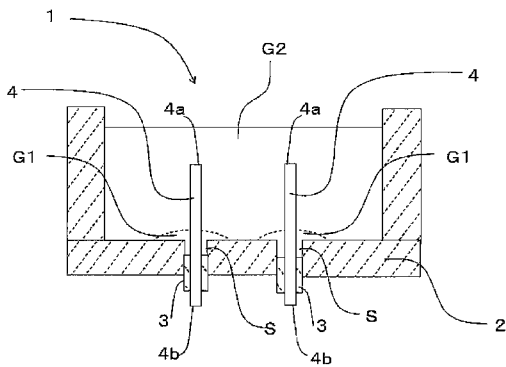
【0055】

- 1、11、12、13 : 熔融槽
- 2 : 底壁
- 3 : 電極ホルダ
- 4 : 電極
- 4a : 電極の上端部
- 4b : 電極の下端部
- 5、52 : バーナー
- 6 : ガラス流入口
- 7、72 : 原料供給口
- 100 : 他の熔融槽
- G1 : 第一のガラスの融液
- G2 : 第二のガラスの融液
- G20 : 第二のガラスの原料粒子
- G21 : 第二のガラスの溶融ガラス粒子

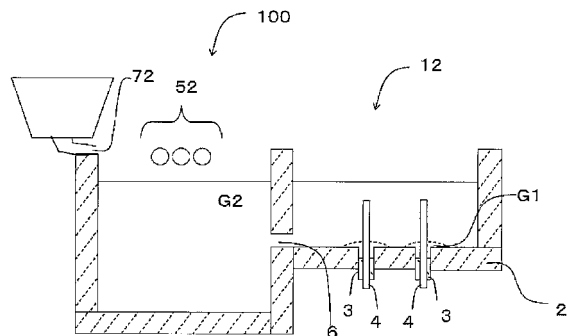
10

20

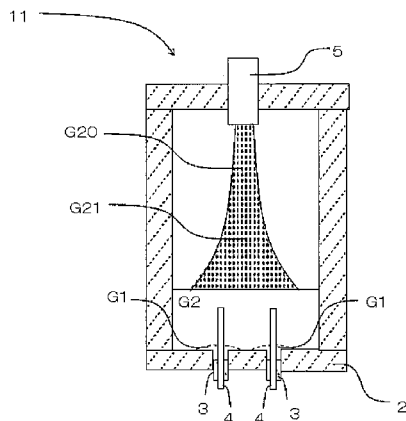
【図 1】



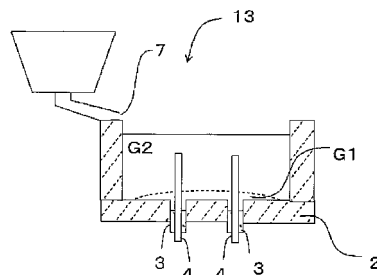
【図 3】



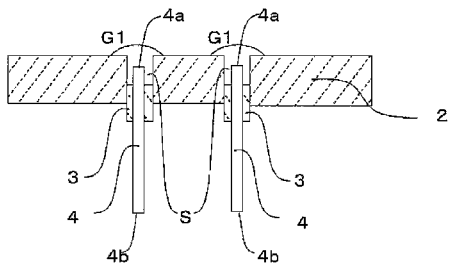
【図 2】



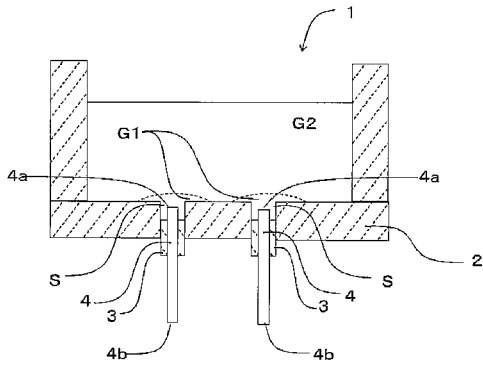
【図 4】



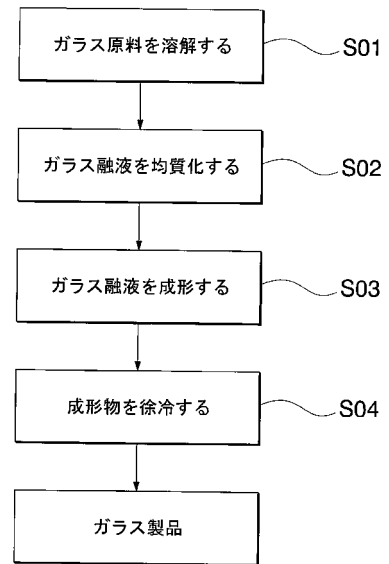
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G062 AA18 BB01 CC04 CC10 DA06 DB03 DC03 DC04 DD01 DD02
DD03 DE01 DE02 DE03 DF01 EA01 EB01 EC01 ED01 ED02
ED03 ED04 EE01 EE02 EE03 EE04 EF01 EF02 EF03 EF04
EG01 EG02 EG03 EG04 FA01 FA10 FB01 FB02 FB03 FC01
FC02 FC03 FD01 FE01 FF01 FG01 FH01 FJ01 FK01 FK02
FK03 FL01 GA01 GA10 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01 HH03
HH04 HH05 HH07 HH09 HH11 HH12 HH13 HH15 HH17 HH20
JJ01 JJ03 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07 KK10
MM27 NN29