

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6576193号  
(P6576193)

(45) 発行日 令和1年9月18日(2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(51) Int.Cl.

F I

**C O 3 B** 5/43 (2006.01)  
**F 2 7 D** 1/04 (2006.01)  
**F 2 7 B** 3/12 (2006.01)  
**F 2 7 B** 15/04 (2006.01)

C O 3 B 5/43  
 F 2 7 D 1/04 A  
 F 2 7 B 3/12  
 F 2 7 B 15/04

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-194540 (P2015-194540)  
 (22) 出願日 平成27年9月30日(2015.9.30)  
 (65) 公開番号 特開2017-65985 (P2017-65985A)  
 (43) 公開日 平成29年4月6日(2017.4.6)  
 審査請求日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(73) 特許権者 391040711  
 A G Cセラミックス株式会社  
 東京都港区芝4丁目1番23号  
 (74) 代理人 110001092  
 特許業務法人サクラ国際特許事務所  
 (72) 発明者 北野 正己  
 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目3番7号  
 A G Cセラミックス株式会社内  
 (72) 発明者 ▲柳▼川 邦幸  
 兵庫県高砂市梅井5丁目6番1号 A G C  
 セラミックス株式会社内  
 審査官 吉川 潤

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電鍍耐火物製タックスストーンおよび溶融窯

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶融ガラスを収容する下部構造と、前記下部構造の上部に形成された上部構造と、前記上部構造を支持する支持部材と、を有するガラス溶融窯において、前記上部構造の下端に配置される電鍍耐火物製タックスストーンであって、

前記上部構造の側壁を支える本体部分と、前記本体部分よりも前記ガラス溶融窯の内部側に突出し、前記下部構造の上方に配置されるように形成された炉内側部分と、で構成され、

前記本体部分の底面の少なくとも一部に凹部を有することを特徴とする電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項2】

前記電鍍耐火物は、アルミナ質、アルミナ・ジルコニア・シリカ質、又は、ジルコニア質の電鍍耐火物である請求項1に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項3】

前記凹部の容量が2.0～20.0Lである請求項1または2に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項4】

前記電鍍耐火物製タックスストーンの炉内側部分の厚さ $t_i$ が100～350mm、前記電鍍耐火物製タックスストーンの本体部分の厚さ $t_b$ が150～600mmであり、それらの比( $t_b/t_i$ )が1.0～6.0である請求項1～3のいずれか1項に記載の電鍍耐

10

20

火物製タックスストーン。

【請求項 5】

前記電鍍耐火物製タックスストーンの炉内側部分の一部に前記凹部が前記本体部分から連続して形成されており、前記炉内側部分における凹部の厚さ  $t_3$  が  $0 \sim 300 \text{ mm}$ 、前記炉内側部分の前記凹部以外の厚さ  $t_4$  が  $100 \sim 350 \text{ mm}$  であり、それらの比 ( $t_3 / t_4$ ) が  $0.0 \sim 2.5$  である請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項 6】

前記電鍍耐火物製タックスストーンの幅  $w_a$  が  $200 \sim 700 \text{ mm}$ 、前記電鍍耐火物製タックスストーンの凹部の幅  $w_3$  が  $150 \sim 500 \text{ mm}$  であり、それらの比 ( $w_a / w_3$ ) が  $1.05 \sim 2.3$  である請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

10

【請求項 7】

前記本体部分を炉外側から見たとき、前記底面まで伸びる脚が一方の側部にのみ形成されている請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項 8】

前記本体部分において、前記底面まで伸びる脚が形成されている側部の上部に、隣接する電鍍耐火物製タックスストーンが契合可能な段差を有する請求項 7 に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項 9】

前記電鍍耐火物製タックスストーンの凹部に断熱材が設けられている請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

20

【請求項 10】

前記断熱材は、断熱性能の異なる 2 種以上の断熱材が積層されてなる請求項 9 に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項 11】

前記断熱材が、断熱キャストブルである請求項 9 又は 10 に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

【請求項 12】

前記凹部のコーナー部は R 形状である請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の電鍍耐火物製タックスストーン。

30

【請求項 13】

熔融ガラスを収容する下部構造と、  
前記下部構造の上部に形成された上部構造と、  
前記上部構造を支持する支持部材と、を有し、  
前記上部構造の下端に、請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の電鍍耐火物製タックスストーンを設けたことを特徴とするガラス熔融窯。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐火物、耐火物の製造方法および該耐火物を用いた熔融窯に関する。

40

【背景技術】

【0002】

ガラス熔融窯は、熔融ガラスを収容し溶解槽と呼称される下部構造と、該下部構造の上部に形成され、天然ガス等の燃焼炎を窯内に導入する吹出口を備えた上部構造とを有する。この上部構造はその重量が大きいと、その荷重をそのまま下部構造にかけないように、通常、ガラス熔融窯には上部構造を外部から支持する支持構造が設けられている。

【0003】

この支持構造としては、具体的には、上部構造の下端に設けられた耐火物の下面と直接又は間接に接して支える支持部材と、この支持部材を外部から支える構造体とからなる。

50

この支持部材と接する耐火物は、さらに、下部構造の上方にもその一部が配置されるようにガラス溶融窯の内部側に突出して設けられる。そして、この内部側に突出した部分と下部構造とを密閉することで、ガラス溶融窯内の温度の低下を抑制するとともに、支持部材をガラス溶解窯内部の高温雰囲気から保護するようになっている（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。この耐火物は、タックスストーンと呼ばれることもある。本明細書では、この耐火物をタックスストーンと称する。タックスストーンは、支持部材の上に設置され、上部構造の荷重を十分に支えることができるように、主に、圧縮強度の高い電鍍耐火物が用いられる。

【0004】

さらに、ガラス溶融窯には、外部への熱の放出を抑制して、ガラス溶融窯内部の温度の低下を抑制するため、その上部構造および下部構造において、外部雰囲気と接触する部分に断熱レンガを設けることが行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平08-277119号公報

【特許文献2】米国特許第5727939号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、タックスストーンおよび支持部材を形成する部分において、それら部材の形状等により炉外に断熱材を形成することが困難な場合があり、その場合、タックスストーンおよび支持部材が設けられた箇所における放熱性が高くなってしまい、炉内温度を維持するためには余計にエネルギーが必要となっている。

【0007】

そこで、本発明は、ガラス溶融窯の構成要素の配置等を変更することなく、タックスストーンの断熱性を向上させることで、ガラス溶融窯の炉内温度の維持を容易にし、エネルギー効率を改善可能なタックスストーンを提供することを目的とする。

【0008】

なお、上記課題に対しては、タックスストーンと支持部材の間に断熱材を挟むことで、放熱性の改善をすることも考えられる。ところが、この場合、上部構造の大きな荷重が断熱材にそのまま負荷されるため、断熱材は潰れてしまうおそれが高い。そのため、単に断熱材を挟むだけでは放熱性を有意に改善することはできない。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の耐火物は、溶融ガラスを収容する下部構造と、前記下部構造の上部に形成された上部構造と、前記上部構造を支持する支持部材と、を有するガラス溶融窯において、前記上部構造の下端に配置される耐火物であって、前記上部構造の側壁を支える本体部分と、前記本体部分よりも前記ガラス溶融窯の内部側に突出し、前記下部構造の上方に配置されるように形成された炉内側部分と、で構成され、前記本体部分の底面の少なくとも一部に凹部を有することを特徴とする。

【0010】

本発明の耐火物の製造方法は、耐火物原料を溶融し、溶融した前記耐火物原料を鋳型に流し込み、冷却、固化することで、本発明の耐火物を得ることを特徴とする。

【0011】

本発明のガラス溶融窯は、溶融ガラスを収容する下部構造と、前記下部構造の上部に形成された上部構造と、前記上部構造を支持する支持部材と、を有し、前記上部構造の下端に、本発明の耐火物を設けたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の耐火物は、断熱材と組み合わせることで、強度を維持しながら断熱性を向上させることができる耐火物であり、ガラス溶融窯におけるタックストーンとしての使用に好適である。

【 0 0 1 3 】

本発明の耐火物の製造方法は、タックストーンとしての使用に好適な耐火物を容易に製造できる。

【 0 0 1 4 】

本発明のガラス溶融窯は、従来よりもガラス溶融窯の炉内温度の維持を容易にし、エネルギー効率を改善できる。これにより、ガラスの製造を低コストで行うことができる。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 1 5 】

【図 1】本実施形態のガラス溶融窯の概略構成を示す断面図である。

【図 2】図 1 のガラス溶融窯のタックストーンの拡大図である。

【図 3】図 2 のタックストーンの部位の説明図である。

【図 4 A】図 2 のタックストーンの左側面図である。

【図 4 B】図 2 のタックストーンの背面図である。

【図 5】図 2 のタックストーンの凹部に断熱材を設けた耐火物の概略構成を示した図である。

【図 6】図 2 のタックストーンの凹部に断熱材を 2 層積層して設けた耐火物の概略構成を示した図である。

20

【図 7 A】本実施形態の変形例であるタックストーンの概略構成を示した左側面図である。

【図 7 B】図 7 A のタックストーンの背面図である。

【図 7 C】図 7 A のタックストーンの右側面図である。

【図 8】図 7 A のタックストーンの複数個を整列して並べた図である。

【図 9 A】図 2 のタックストーンの大きさを説明するための図である。

【図 9 B】図 2 のタックストーンの大きさを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

本発明の耐火物、耐火物の製造方法およびガラス溶融窯について、以下、図面を参照しながら詳細に説明する。

30

【 0 0 1 7 】

〔ガラス溶融窯〕

まず、本実施形態におけるガラス溶融窯について説明する。図 1 は、本実施形態のガラス溶融窯の概略構成を示す断面図である。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示したように、本実施形態のガラス溶融窯 1 0 は、その構造については従来と同様である。すなわち、ガラス溶融窯 1 0 は、溶融ガラス 5 0 を収容する下部構造 1 1 と、下部構造 1 1 の上部に設けられた上部構造 1 2 と、上部構造 1 2 を支持する支持部材 1 3 と、を有して構成される。

40

【 0 0 1 9 】

ここで、下部構造 1 1 は、溶融ガラス 5 0 を収容できるように底部 1 1 1 と該底部 1 1 1 に垂直に設けられた側壁 1 1 2 とで構成されている。この下部構造 1 1 は、ガラスの溶解槽であり、いずれも溶融ガラス 5 0 と直接接触するため、耐熱性および耐食性に優れた耐火物で形成されている。ここで用いられる耐火物としては、一般に、耐熱性、耐食性等の良好な電鍍耐火物が用いられ、具体的にはアルミナ・ジルコニア・シリカ質、ジルコニア質電鍍耐火物が挙げられる。

【 0 0 2 0 】

また、上部構造 1 2 は、下部構造 1 1 の上部に形成されたもので、下部構造 1 1 の側壁 1 1 2 から続く側壁 1 2 1 と、上部構造 1 2 の該側壁 1 2 1 の上部に迫構造（アーチ構造

50

）で形成される天井１２２とで構成されている。この上部構造１２は、いずれも熔融ガラス５０とは直接接触しないが、熔融ガラス５０の蒸気や高温の燃焼ガス等と接触するため、やはり、耐熱性および耐食性に優れた耐火物で形成されている。ここで用いられる耐火物としては、一般に、耐熱性、耐食性、圧縮強度に優れた電鍍耐火物、焼成耐火物が用いられる。具体的には側壁１２１用としては、一般に、アルミナ・ジルコニア・シリカ質、アルミナ質、ジルコニア質などの電鍍耐火物、およびジルコン質、アルミナ・ジルコニア・シリカ質などの焼成耐火物が挙げられ、天井１２２用としては、シリカ質焼成耐火物、アルミナ・ジルコニア・シリカ質、アルミナ質などの電鍍耐火物が挙げられる。焼成耐火物とは、原料粉末を固めて窯で焼成することにより作られる耐火物である。焼結耐火物、結合耐火物と呼ばれることもある。

10

#### 【００２１】

また、この上部構造１２の下端は、その上部構造１２を安定して支持しつつ、ガラス熔融窯１０の内部温度の低下を抑制できるように、特徴的な構造を有している。なお、この構造自体は従来のガラス熔融窯でも採用されたものであり、本実施形態における特徴ではない。この構造について、以下説明する。図２は、図１のガラス熔融窯１０の一部拡大図であり、下部構造１１と上部構造１２との接続部分を説明するための図である。

#### 【００２２】

図２において、下部構造１１の側壁１１２は、炉内側の耐火レンガ１１２ａと炉外側の断熱レンガ１１２ｂとで構成されている例を示している。また、上部構造１２の側壁１２１は、炉内側の耐火レンガ１２１ａと炉外側の断熱レンガ１２１ｂとで構成されている例を示している。これらの耐火レンガおよび断熱レンガは、いずれも、直方体形状に形成されたレンガを積み上げ、また、並べて厚みを出すことで、所定の特性を発揮するように構成されている。ここで用いる耐火レンガおよび断熱レンガとしては、ガラス熔融窯に適用可能な公知の耐火レンガおよび断熱レンガを用いることができる。

20

#### 【００２３】

そして、上部構造１２の下端には、タックスストーン１２３が設けられている。このタックスストーン１２３は、後述する支持部材１３の上に配置され、かつ、下部構造１１の上に配置される。すなわち、このタックスストーン１２３は、ガラス熔融窯１０内の温度低下を抑制するように下部構造１１の上に配置され、かつ、上部構造１２を支持する支持部材１３の上に配置され、上部構造１２の荷重が下部構造１１にそのまま負荷されることがないようにするため、他の耐火物と異なり特徴的な形状となっている。

30

#### 【００２４】

タックスストーン１２３と下部構造１１との間は、焼成耐火物などの定形耐火物やモルタルなどの不定形耐火物、セラミックスファイバーのような断熱材で充填されることが好ましい。耐火物で充填することにより、タックスストーン１２３と下部構造１１との間に隙間ができず、放熱を抑えることができる。

タックスストーン１２３は、支持部材１３と接触して設けられることが好ましい。支持部材１３と接触して設けられることにより、ガラス熔融窯１０内の温度低下の抑制効果が高くなる。

#### 【００２５】

支持部材１３は、上部構造１２の荷重を支持するための部材である。この支持部材１３は、上部構造１２の支持構造の一部である（支持部材１３以外の支持構造については図示を省略している）。この支持部材１３は、上部構造１２（具体的には、上部構造１２の下端に設けられたタックスストーン１２３）とは上記のように接触して設けられることが好ましい。

40

#### 【００２６】

この支持部材１３は、一般に、平板状に形成された金属製の支持部材である。また、支持部材１３は、上部構造１２を安定して支持できればよく、所定の強度および耐熱性を有する公知の支持部材を用いることができる。

#### 【００２７】

50

支持部材 13 としては、一般構造用圧延鋼材 ( J I S G 3 1 0 1 ) が一般的に用いられ、許容引っ張り応力が 3 3 0 M P a 以上であることが好ましい。引っ張り強度が 3 3 0 M P a 以上であれば、支持部材の使用量を減らすことができる。引っ張り強度は 4 0 0 M P a 以上がより好ましい。

#### 【 0 0 2 8 】

支持部材 13 は、耐熱温度が 3 5 0 以上であることが好ましい。ここで、耐熱温度とは「圧力容器の構造 - 一般事項」 ( J I S B 8 2 6 5 ) で指定される許容引っ張り応力を満たす温度のことで、支持部材 13 は、3 5 0 における許容引っ張り強度が 8 2 M P a 以上であることが望ましい。

このような支持部材としては S S 3 3 0、S S 4 0 0 等で形成されたものが例示できる。

#### 【 0 0 2 9 】

##### 〔 タックスストーン 〕

次に、本実施形態において特徴的な、タックスストーンについて説明する。タックスストーン 123 は、上記した通り、上部構造 12 の下端に配置され、使用されるもので、下部構造 11 の上にも配置されるように設けられる。また、タックスストーン 123 は、上部構造 12 を支持する支持部材 13 と直接接触するように設けられることが好ましい。

#### 【 0 0 3 0 】

そして、このタックスストーン 123 は、図 3 に示したように、上部構造 12 の側壁を支え、その荷重が直接かかる本体部分と、該本体部分よりもガラス溶融窯の内部側に突出するように形成された炉内側部分と、を有する。すなわち、本体部分は、上部構造 12 を形成する側壁 121 ( 121 a、121 b ) の鉛直方向下方に存在する領域を指し、側壁 121 と支持部材 13 とで挟まれた上部構造 12 の荷重が直接負荷される領域である。ここで、炉内側部分は、本体部分よりもガラス溶融窯の内部側に突出するように形成される。さらに、炉内側部分が下方にも突出するように形成されていてもよい。この構造は、支持部材 13 との接触を面で安定して行うことができるように平坦に形成された下端面を有する本体部分と支持部材 13 よりも下方で下部構造 11 と接触し、支持部材 13 と下部構造 11 とが互いに影響されずに独立した部材として配置されることを可能とするものである。

#### 【 0 0 3 1 】

そして、本実施形態で用いるタックスストーン 123 の最も特徴的な形状は、その本体部分において、支持部材 13 との接触面の少なくとも一部に凹部を有する点にある。これは、例えば、図 4 A および図 4 B に示したように、支持部材 13 との接触面において、その一部に凹部 123 a が形成されている点が、従来形状のタックスストーンとは異なる。すなわち、図 4 A には、タックスストーン 123 の左側面図を、図 4 B には、その背面図を示した。なお、ここでは、図 1 に示した断面図のガラス溶融窯 10 の内部側からタックスストーンを見た図を正面図とした。なお、図 7 A ~ 7 C でも同様に示した。

#### 【 0 0 3 2 】

図 4 A においては、凹部 123 a は外部からは認識できないため、透視的に破線で示している。また、図 4 B においては、凹部 123 a として、支持部材 13 の上に配置される面 ( 本体部分の底面 ) を結んだ支持部材 13 との境界部分についても破線で示している。すなわち、境界部分を示す破線に対して凹んだ部分 ( 破線と、該破線よりも上方に示した破線で囲われた部分 ) が本体部分に形成された凹部 123 a である。また、図 4 B においては、本体部分から繋がって炉内側部分にも凹部 123 a が形成されている。この炉内側部分の凹部 123 a は、上記境界部分よりも下方に向かって形成されているため、この凹部 123 a は境界部分を示す破線よりも下方に示した破線部分 ( タックスストーンの輪郭を示す実線と重なっている ) で囲われた部分として示している。

#### 【 0 0 3 3 】

このタックスストーン 123 としては、例えば、電鋳耐火物が用いられる。電鋳耐火物は、原料を完全に溶融した後、鋳型内で凝固して得られるもので、得られる耐火物は晶出し

10

20

30

40

50

た結晶が絡み合いながら、その粒間や粒界をマトリックスガラス相が埋めるような微細構造を呈し、低気孔率で緻密な組織を有するため、高耐熱性、高耐食性、耐摩耗性等の点で優れたものである。

#### 【0034】

このタックスストーン123としては、ガラス溶融窯10の内部が一般に1300 以上の高温となるため、その内部温度以上の耐熱性を有し、かつ、上部構造12のほとんどの荷重がかかる場所であり、高い圧縮強度も求められる。タックスストーン123の耐熱温度は、1500 以上が好ましく、1600 以上がより好ましく、1700 以上が特に好ましい。ここで、耐火物の耐熱温度は、JIS R2209で規定される荷重軟化温度 $T_2$  ( ) である。また、常温の圧縮強度は、100MPa以上が好ましく、200MPa以上がより好ましく、300MPa以上が特に好ましい。

10

#### 【0035】

タックスストーン123は、耐食性、強度に優れた内部気孔の少ない緻密な組織から構成されることが望ましく、その嵩比重は、2.5~6.5であることが好ましい。ここで、嵩比重は、測定した重量を、外寸を計測して求められる体積で除した値である。嵩比重は3.0~6.5であることがより好ましい。

タックスストーン123の真比重は、耐熱性、耐食性、強度に優れた組成から構成されるため、3.0~6.5であることが好ましい。ここで、真比重は、各組成の比重とその組成比から算出される値である。真比重は3.0~5.5であることがより好ましい。

#### 【0036】

20

この電鍍耐火物としては、公知の電鍍耐火物であれば用いることができ、例えば、アルミナ・シリカ質、アルミナ質、アルミナ・ジルコニア・シリカ質、ジルコニア質、マグネシア・クロム質、クロム・アルミナ質、アルミナ・ジルコニア・シリカ・クロム質、等が挙げられ、なかでも、アルミナ・ジルコニア・シリカ質が、アルカリに対する耐食性が良好であり好ましい。より具体的には、この電鍍耐火物として、ZB-1681 (AGセラミックス株式会社製、商品名) 等が挙げられる。

#### 【0037】

また、このタックスストーン123の凹部123aには、図5に示したように、断熱材124を設けて断熱性能を向上させたタックスストーンとすることが好ましい。ここで用いる断熱材としては、タックスストーンに用いるのに十分な耐熱性を有するものであれば、公知の断熱材を限定されずに用いることができる。なお、耐熱性としては、使用時のタックスストーンの温度以上の耐熱性を有するものであればよく、ガラス溶融窯10の内部温度以上、例えば、1300 以上、の熱に耐え得るものが好ましい。また、良好な断熱性能を発揮するためには、断熱材の1000 における熱伝導率が、2.0 [W/m・K] 以下が好ましく、1.0 [W/m・K] 以下がより好ましく、0.6 [W/m・K] 以下が特に好ましい。

30

#### 【0038】

なお、ここで用いる断熱材としては、断熱キャストブルが好ましい。断熱キャストブルを用いることで、タックスストーン123の凹部123aの形状に合わせて、無用な隙間を生じることなく断熱材をタックスストーン123と一体化させて設けることができる。一体化させることで、ガラス溶融窯の施工時のハンドリング性を向上させるとともに、ガラス溶融窯内部の放熱を効果的に抑制できる断熱性が良好なタックスストーンを得ることができる。

40

#### 【0039】

また、断熱材として、断熱性能の異なる2種類以上の断熱材を用いることができる。2種類の断熱材を用いる場合には、図6に示したように、第1の断熱材124aと第2の断熱材124bとを積層して形成すればよい。第1の断熱材124aにより炉内からの放熱が抑えられるため、第2の断熱材124bは第1の断熱材124aよりも耐熱性に劣る耐熱温度が低い断熱材でも使用することができる。一般的に断熱材は耐熱温度を高くしようとすると断熱性が低下する、つまり熱伝導率が高くなるが、第2の断熱材124bには断

50

熱性の高い材料、すなわち、熱伝導率の低い材料を使用できる。

【0040】

第1の断熱材124aの1000における熱伝導率は、 $0.2 \sim 2.0$  [W/m・K]が好ましい。第2の断熱材124bの1000における熱伝導率は、 $0.02 \sim 0.5$  [W/m・K]が好ましい。

第1の断熱材124aの1000における熱伝導率Aと第2の断熱材124bの1000における熱伝導率Bの比A/Bは $4 \sim 100$ であることが好ましい。A/Bは $20 \sim 100$ であれば、炉内からの放熱を抑えやすい。

第1の断熱材124aの耐熱温度は、 $1300$ 以上が好ましく、 $1400$ 以上がより好ましい。第2の断熱材124bの耐熱温度は、 $800$ 以上が好ましく、 $900$ 以上がより好ましい。

10

【0041】

このような2層構成とすることで、第1の断熱材124aで低減した熱を第2の断熱材124bで効果的に断熱でき、ガラス溶融窯10外部への放熱を抑制できる。また、このような2層構成とすることで、その組み合わせによって、トータルの断熱材としての断熱性能を向上させることができる。

【0042】

ここで用いることができる断熱材としては、断熱キャストブル等の不定形耐火物、セラミックファイバー、断熱ボード、断熱レンガ等のいずれも用いることができる。なお、この断熱材としては、断熱キャストブルが好ましい。断熱キャストブルは、流し込みで施工するためタックストーン123の凹部123aを隙間なく充填することができ、耐熱性を比較的良好に保ちつつ、高い断熱性を有しているためである。

20

【0043】

ここで、断熱キャストブルは、耐火性骨材と、水硬性セメントまたは化学結合剤を混合した耐火物であり、水を混ぜて流し込みによって成形が可能な不定形耐火物である。ここで、断熱性を高めるためには、耐火性骨材として中空の骨材を使用することで達成できる。また、耐火性骨材としては、アルミナ質、ジルコニア質、アルミナ・ジルコニア質、アルミナ・ジルコニア・シリカ質等が挙げられ、なかでも、耐熱性の点でアルミナ・ジルコニア質が好ましい。

【0044】

ここで使用できる断熱キャストブルとしては、より具体的には、TMT-1600 (AGCセラミックス株式会社製、商品名)等が挙げられる。

30

【0045】

セラミックファイバーは、シリカやアルミナなどを原料とし、原料を溶融、もしくは原料と高分子を溶解させ、得られた液体を繊維化させて製造される。セラミックファイバーはフェルト、ブロック、後述するボードなど各種成形品も製品化されている。セラミックファイバーとしては、1600バルク (イソライト工業株式会社製、商品名)等が挙げられる。

【0046】

断熱ボードは、無機バインダーを用いたり耐熱繊維で被膜したりすることでボード状に成形された、セラミックファイバーや無機粒子等から成る耐火断熱材を指す。

40

断熱ボードとしては、TMT-MP (AGCセラミックス株式会社製、商品名)等が挙げられる。

【0047】

断熱レンガは、耐火物中に多数の小気泡を付与した耐火レンガであり、一般的には焼成耐火物と同様に原料粉末を焼成して製造される。

断熱レンガとしては、A-7 (イソライト工業株式会社製、商品名)等が挙げられる。

【0048】

なお、断熱ボードや断熱レンガ等の定形耐火物は、凹部123aを隙間なく充填させるためには、形状の加工や耐熱接着材の使用等が必要となり、不定形耐火物に比べ手間が増

50

えるためコストが増大する傾向がある。

【0049】

なお、2層構成とする場合には、上記の断熱材を適宜組み合わせで使用できるが、炉内温度に耐えられる耐熱温度の高い断熱キャストブルを第1の断熱材124aとして用い、第2の断熱材124bとしては第1の断熱材124aよりも断熱性に優れた熱伝導率が低い断熱ボード等を用いることが好ましい。第2の断熱材124bの温度が第2の断熱材124bの耐熱温度を超えないように、第1の断熱材124aの厚みが設計される。第1の断熱材124aの厚みは、第2の断熱材124bを保護し、断熱効果を高めるため、30mm以上であることが好ましく、40mm以上であることがより好ましく、50mm以上であることがさらに好ましい。一方、第1の断熱材124aの厚みは、タックスストーン123の強度及び第1の断熱材124aの温度の上昇を考慮すると、100mm以下であることが好ましく、90mm以下であることがより好ましく、80mm以下であることがさらに好ましい。

10

【0050】

第2の断熱材124bの厚みは、断熱効果を高めるため、10mm以上であることが好ましく、20mm以上であることがより好ましく、30mm以上であることがさらに好ましい。一方、第2の断熱材124bの厚みは、第2の断熱材124bの耐熱温度を超えることを防ぐため、60mm以下であることが好ましく、50mm以下であることがより好ましく、40mm以下であることがさらに好ましい。

【0051】

20

また、図4A～4Bは、本実施形態のタックスストーンの一例を示したものであり、図7A～7Cに示すような形状のタックスストーンとすることもできる。なお、図7Aは、本実施形態の変形例であるタックスストーンの左側面図、図7Bは背面図、図7Cは右側面図、である。

【0052】

図7A～7Cに示したタックスストーン223は、支持部材との接触面（本体部分の底面）において凹部223aを有し、この凹部223aは、タックスストーン123の凹部123aよりも広く設けられている。すなわち、タックスストーン123は、支持部材13との接触を左右両端（図4B参照）で行う両脚タイプであるのに対し、タックスストーン223は、支持部材13との接触を左端（図7B参照）のみの片端で行う片脚タイプである。この凹部223aには、上記と同様に断熱材を設けることができる。

30

【0053】

このタックスストーン223は、支持部材13との接触面を片側のみとしたことから、凹部223aの空間を大きくでき、断熱性をより高いものとする。なお、この片脚タイプは自立できないため、底面まで伸びる脚が形成されている側部の上部に、隣接するタックスストーンが契合可能な段差を有している。すなわち、タックスストーン223の複数個を並べたときに安定するように、隣接するタックスストーンに支持される突出部223bと、該突出部223bと契合可能な段差となる切り欠き部223cと、を有する。

【0054】

このタックスストーン223は、図8に示すように、その複数個を並べたとき、この突出部223bと切り欠き部223cとがそれぞれ隣接するタックスストーン223の切り欠き部223c、突出部223bと契合し、安定して整列できる。なお、図8においては、凹部223aに断熱材124を設けた例を示している。

40

【0055】

ここで、タックスストーンの大きさについて、図9Aおよび図9Bを参照しながら説明する。図9Aは、タックスストーン123の左側面図、図9Bは背面図を示し、それぞれ各部分の大きさについて符号を付して示している。ここで、タックスストーン123について、厚さを $t_a$ 、高さを $h_a$ 、幅を $w_a$ 、とする。

【0056】

タックスストーン123の厚さ $t_a$ は、特に限定されずに、その用途等に応じて適宜変更

50

できる。その大きさは、ガラス溶融窯のタックスストーンとしては、典型的には300～700mmであり、耐食性と断熱性、それらの費用対効果を考慮すると450～600mmであることがより好ましい。この厚さ $t_3$ は、図9Aに示しているように、 $t_1$ と $t_2$ と $t_3$ と $t_4$ を合計した厚さである。

【0057】

$t_1$ は、タックスストーン123の支持部材13と接触する部分の厚さである。すなわち、上部構造12の大部分（タックスストーンの上に積み上げられた側壁を構成する耐火レンガ121a、断熱レンガ121bと、天井122）の荷重がかかる部位であり、十分に安定して支えることができる厚さとする。この $t_1$ 部分は、支持部材13の形状に合わせて平坦に形成されている。また、 $t_1$ は、断熱材124が形成され、断熱性能に影響を与える重要な部分でもある。

10

【0058】

したがって、この $t_1$ は、支持部材13との接触領域を十分に確保することができ、かつ、断熱性を十分に確保できる厚さとするればよく、例えば、100～600mmが好ましく、225～420mmがより好ましい。

【0059】

$t_2$ は、その平坦部分から下部構造12との接合部となる炉内側部分へ繋げる中間部分である。 $t_2$ は $t_1$ と合わせて、本体部分の厚さとなる。この $t_2$ は、平坦部分から炉内側部分へ滑らかに繋がればよく、例えば、0～150mmが好ましく、25～150mmがより好ましい。なお、この $t_2$ 部分には $t_1$ と同様に断熱材124が形成される領域であるため、断熱性能への影響を与える部分でもある。

20

【0060】

$t_3$ は、タックスストーン123の炉内側部分のうち、上記凹部123aが本体部分から連続して形成された部分を指し、断熱材が形成される厚さである。 $t_3$ 部分は、 $t_1$ および $t_2$ と合わせて、断熱材124が形成される領域を表し、断熱性能に影響を与える重要な部分でもある。この $t_3$ は、炉内側部分における断熱性能と耐食性のバランスを考慮し、例えば、断熱性を重視する場合は、20～250mmが好ましく、50～300mmがより好ましい。例えば、耐食性を重視する場合は、0～150mmが好ましく、0～50mmがより好ましい。

【0061】

30

$t_4$ は、タックスストーン123の炉内側部分の電鍍耐火物の厚さであり、 $t_3$ と合わせて炉内側部分の厚さとなる。炉内側部分はガラス溶融窯10の炉内雰囲気に触れ常に侵食されるため、 $t_4$ の厚みはタックスストーン123の耐食性に影響を与える重要な部分である。すなわち、ガラス溶融窯10の予定稼働年数、例えば10年間の稼働で受ける侵食に、十分耐えられる厚さとする。そのため、この $t_4$ の厚さは、タックスストーン123のその他の形状や生産するガラス、生産温度等にも影響されるが、例えば、耐食性を重視する場合は、100～350mmが好ましく、175～350mmがより好ましい。例えば、断熱性を重視する場合は、50～200mmが好ましく、50～100mmがより好ましい。

【0062】

40

$t_3$ と $t_4$ の比 $t_3/t_4$ は、0.0～2.5であることが好ましい。下部構造の寸法と合わせるために、 $t_3$ を大きくする場合は $t_4$ を小さくすることが好ましい。断熱性を重視する場合は $t_3/t_4$ が0.2以上あることが好ましく、 $t_3/t_4$ は0.1以上がより好ましい。一方、耐食性を重視する場合は $t_3/t_4$ が0.1以下が好ましく、 $t_3/t_4$ は0.05がより好ましい。

【0063】

さらに、 $t_1$ と $t_2$ を合計した厚さ( $t_1+t_2$ )を本体部分の厚さ $t_b$ とし、 $t_3$ と $t_4$ を合計した厚さ( $t_3+t_4$ )を炉内側部分の厚さ $t_i$ としたとき、 $t_b$ は150～600mmが好ましく、 $t_i$ は100～350mmが好ましい。また、これら本体部分の厚さ $t_b$ と炉内側部分の厚さ $t_i$ との比( $t_b/t_i$ )は、1.0～6.0が好ましい。

50

この比 ( $t_b / t_i$ ) が小さいと炉内側部分が厚く耐食性が良好となる。この比 ( $t_b / t_i$ ) が大きいと支持部材で支える面積が大きくなり安定性が良好となる傾向がある。

【0064】

タックスストーン 123 の高さ  $h_a$  は、特に限定されずに、その用途等に応じて適宜変更できる。その大きさは、ガラス溶融窯のタックスストーンとしては、典型的には 200 ~ 400 mm 程度であり、耐食性と断熱性及び強度、それらの費用対効果を考慮すると 300 ~ 350 mm が好ましい。

【0065】

$h_1$  は、タックスストーン 123 の本体部の高さから凹部の高さ  $t_3$  を除いた高さである。すなわち、上部構造 12 の大部分の荷重がかかる部位であり、十分に安定して支えることができる高さ（厚さ）とする。この  $h_1$  の高さは、使用する材料の強度等にも影響されるが、例えば、60 ~ 280 mm が好ましく、100 ~ 220 mm がより好ましい。

10

【0066】

$h_2$  は、タックスストーン 123 の本体部よりも下方に突出した部分の高さである。すなわち、支持部材 13 との接触面から下部構造 11 と接合するために形成された炉内側部分の下端面までの高さである。この  $h_2$  は、支持部材 13 の挿入スペースを確保するための高さでもあり、かつ、支持部材 13 の存在に影響されずに、炉内側部分の下端面が確実に下部構造 11 と密接することを可能とする高さを有する。この  $h_2$  の高さは、使用する支持部材 13 の厚さに応じて設定すればよく、例えば、20 ~ 120 mm が好ましく、40 ~ 90 mm がより好ましい。

20

【0067】

$h_3$  は、タックスストーン 123 の本体部分における凹部 123a の高さである。すなわち、形成される断熱材の高さともなり、タックスストーン 123 に付与される断熱性能に大きく影響を与える重要な部分である。この  $h_3$  の厚さは、使用する材料の熱伝導率等にも影響されるが、例えば、30 ~ 130 mm が好ましく、50 ~ 100 mm がより好ましい。

【0068】

タックスストーン 123 の幅  $w_a$  は、特に限定されずに、その用途等に応じて適宜変更できる。その大きさは、ガラス溶融窯のタックスストーンとしては、典型的には 200 ~ 700 mm であり、断熱材 124 の体積と、タックスストーン 123 の 1 個当たりにかかる荷重を考慮すると、300 ~ 550 mm が好ましい。

30

【0069】

$w_1$  および  $w_2$  は、タックスストーン 123 の支持部材 13 との接触部分となる脚の幅である。 $w_1$  と  $w_2$  はそれぞれが脚の幅を表し、支持部材 13 との接触部分の幅は、 $w_1 + w_2$  となる。これは、上部構造 12 の大部分の荷重がかかる部位でもあり、十分に安定して支えることができる幅とする。この  $w_1$  および  $w_2$  の幅は、使用する材料の強度等にも影響されるが、例えば、それぞれ 15 ~ 100 mm が好ましく、40 ~ 100 mm がより好ましい。さらに、この  $w_1$  および  $w_2$  の幅は、かかる荷重を均等にするため、同じ幅とすることが好ましい。

【0070】

40

$w_3$  は、タックスストーン 123 の凹部 123a の幅である。すなわち、形成される断熱材の幅ともなり、タックスストーン 123 に付与される断熱性能に大きく影響を与える重要な部分である。この  $w_3$  の幅は、使用する材料の熱伝導率等にも影響されるが、例えば、150 ~ 500 mm が好ましく、270 ~ 670 mm がより好ましい。

【0071】

$w_a$  と  $w_3$  の比  $w_a / w_3$  は、1.05 ~ 2.3 であることが好ましい。耐荷重性を重視する場合は  $w_a / w_3$  が 1.1 以上あることが好ましく、 $w_a / w_3$  は 1.13 以上がより好ましい。一方、断熱性を重視する場合は、 $w_a / w_3$  は 1.5 以下が好ましく、 $w_a / w_3$  は 1.3 以下がより好ましい。

【0072】

50

また、タックスストーン 123 は、凹部の容量が 2.0 ~ 20.0 L であることが好ましい。凹部の容量が 2.0 L 以上であれば、十分な量の断熱材を設けることができ、ガラス溶融窯内部の放熱を効果的に抑制できる。凹部の容量は 5.0 L 以上であることがより好ましく、7.0 L 以上であることがさらに好ましい。一方、凹部の容量が 20 L 以下であれば、タックスストーン 123 の図 9 A に示す  $t_4$  の厚みを増し耐食性を向上させるとともに、図 9 B に示す  $h_1$  の厚みを増し耐荷重性を向上させることができる。凹部の容量は 16.0 L 以下であることがより好ましく、10.0 L 以下であることがさらに好ましい。

#### 【0073】

上記のタックスストーンの大きさは、両脚タイプの場合を説明したものであり、片脚タイプの場合には、その形状の違いに応じて適宜変更することができる。例えば、タックス  
10  
ストーンの幅において、支持部材 13 との接触部分となる脚の幅は 1 つであるため、上記説明した  $w_1$  または  $w_2$  に比べて幅を 1.0 ~ 2.0 倍程度とすることが好ましく、1.0 ~ 1.9 倍程度とすることがより好ましい。このようにすることで、上部構造 12 の荷重をしっかりと受けながら、凹部を両脚タイプよりも大きく形成でき、その結果、断熱材の形成領域を広くできるため、タックスストーンの断熱性能を向上させることができる。

#### 【0074】

また、片脚タイプでは、図 7 A ~ 7 C に示したように、突出部 223 b と切欠き部 223 c とを有することが特徴的であるが、この突出部 223 b の突出幅および切欠き部 223 c の切り欠き幅は、いずれも 20 ~ 60 mm 程度が好ましい。20 mm 以上であれば図  
20  
8 に示すように安定して整列させやすい。60 mm 以下であれば昇温時の膨張による突出部 223 b と切欠き部 223 c の干渉を抑えつつ、断熱材の幅  $w_3$  を広く取ることができる。また、この突出部 223 b の高さおよび切欠き部 223 c の高さは、いずれも 80 ~ 200 mm 程度が好ましい。80 mm 以上であれば図 8 に示すように安定して整列させやすい。200 mm 以上では切欠き部 223 c と凹部 223 a が過剰に接近し、タックスストーン 223 の厚みが薄くなり、強度が不足するため好ましくない。

#### 【0075】

上記のように、本実施形態の構成とすることで、耐荷重を良好に保持しながら、断熱性を向上させることができるタックスストーンを得ることができる。このタックスストーンが断熱材を有する場合、該断熱材には無用な荷重がかかることがないため、強度等を気にすることなく、所望の断熱性能を有する材料を選定できる。  
30

#### 【0076】

##### 〔耐火物の製造方法〕

本実施形態の耐火物の製造方法は、所定の耐火物組成となる割合で調合した耐火物原料を溶融し、溶融した耐火物原料を鋳型に流し込み、冷却、固化して、上記説明したタックスストーンを製造するものである。この製造方法においては、公知の手法により耐火物を製造すればよい。以下、各工程について詳細に説明する。

#### 【0077】

まず、目的の耐火物組成となるようにアルミナ、ジルコニア、シリカ、炭酸ナトリウムなどの各原料を所定の割合で混合し、耐火物原料を調合する。次いで、得られた耐火物原料を電気炉等で加熱溶融する。ここで、電気炉における耐火物原料の加熱温度は、1700  
40  
0 以上が好ましく、1800 ~ 2100 がより好ましい。電気炉は、アーク電気炉が好ましい。電気炉の電極は黒鉛電極を使用できる。

#### 【0078】

次に、溶融した耐火物原料を鋳型に流し込み、徐冷して固化させる。ここで鋳型は目的の耐火物形状が得られるように形成されている。また、耐火物製造においては、得られた耐火物の鋳塊の表面を切削、研磨等により加工して製品形状とする場合もあり、その場合は、鋳型はその点を考慮して実製品の大きさよりも大きく形成する。

#### 【0079】

また、徐冷は、溶融耐火物を鋳型に流し込んだ後、耐火物を取り扱える温度まで放冷することをいう。取り扱える温度としては、50 以下が好ましい。亀裂の発生率を低下さ  
50

せるため、徐冷の時間は、7日以上が好ましく、15日以上がより好ましい。

#### 【0080】

本実施形態においては、目的とする耐火物形状が、所定の位置に凹部を有するものであるため、鑄型として凹部を形成するようにしておけばよい。また、従来の凹部を有しないタックストーンを製造するための鑄型をそのまま利用し、凹部となる部分に後で除去可能な中子を配置して、熔融鑄造により製造することもできる。この場合、一旦鑄塊と中子とを一体的に形成し、中子を後から除去することで所定の形状の凹部を有するタックストーンを製造することができる。

#### 【0081】

このようにして得られた凹部を有するタックストーンの凹部に、断熱材を形成することで、断熱性を向上させたタックストーンを得ることができる。ここで、断熱材としては、上記タックストーンの説明で記載したとおりの断熱材が使用できる。

10

#### 【0082】

なお、上記は、凹部を形成した後、断熱材を後から形成する場合について説明したが、中子の代わりに、そのまま製品として使用可能な断熱材を配置しておく、鑄造により得られる鑄塊が、断熱材と一体化して得られる。この場合、そのまま断熱性能を向上させたタックストーンとして用いることができ、中子の除去および断熱材の形成という工程を省略することができる。この製造方法によれば、タックストーンの製造工程が簡略化され、製造コストも低減することができる。

#### 【0083】

20

#### 〔ガラス熔融窯〕

本実施形態のガラス熔融窯は、熔融ガラスを収容する下部構造と、下部構造の上部に密接して形成された上部構造と、上部構造を支持する支持部材と、を有し、上部構造の下端にはタックストーンが設けられる。ここで、タックストーンとして、上記した本実施形態のタックストーンを用いることを特徴としている。それ以外の構成については、公知のガラス熔融窯における構成とすればよい。このガラス熔融窯としては、図1に例示したガラス熔融窯が挙げられる。

#### 【実施例】

#### 【0084】

以下に本発明の実施例および比較例を示す。

30

#### 【0085】

#### （実施例1）

アルミナ、ジルコニア、シリカ、炭酸ナトリウムなどの耐火物原料を、所定の割合となるように混合し、耐火物組成物とした。この耐火物組成物を、3本の黒鉛電極を備えた3000kVAの単相交交流アーク電気炉に装入し、通電加熱により1800～2000の温度で完全に熱熔融した。次に、凹部を形成するための中子として、予め所定形状とされた断熱キャストブルを所定の位置に配置し、徐冷剤である珪砂の中に埋めていた鑄型に、溶湯を流し込み、鑄造後、鑄型を脱型し、室温付近の温度になるまで放冷した。

#### 【0086】

鑄塊と一体に形成されている断熱キャストブルを破碎して取り除き、切削、研磨して、図1に示す凹部を有する両脚タイプのタックストーンを得た。得られたタックストーンの大きさは、 $t_a$ が491mm( $t_1$ が316mm、 $t_2$ が50mm、 $t_3$ が25mm、 $t_4$ が100mm)、 $h_a$ が300mm( $h_1$ が162mm、 $h_2$ が66mm、 $h_3$ が72mm)、 $w_a$ が450mm( $w_1$ が55mm、 $w_2$ が55mm、 $w_3$ が340mm)、である。また、このときの凹部の容量は10.0Lである。

40

#### 【0087】

また、得られたタックストーンについて、その組成、真比重、圧縮強度、について表1に示した。ここで真比重は、各組成の比重とその組成比から算出した値である。圧縮強度は、JIS R2206に準拠して測定した値である。なお、このタックストーンは、ZB-1681(AGCセラミックス株式会社、商品名)に相当する電鑄耐火物である。

50

【 0 0 8 8 】

【表 1】

|               |                                |      |
|---------------|--------------------------------|------|
| 化学組成<br>[質量%] | SiO <sub>2</sub>               | 13.5 |
|               | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 52.0 |
|               | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.1  |
|               | TiO <sub>2</sub>               | 0.0  |
|               | ZrO <sub>2</sub>               | 33.0 |
|               | Na <sub>2</sub> O              | 1.3  |
| 物性            | 真比重                            | 3.84 |
|               | 圧縮強度[MPa]                      | 350  |

10

【 0 0 8 9 】

次に、断熱材としては、断熱キャストブル（AGCセラミックス株式会社製、商品名：TMT-1600）を用い、凹部の側面に木材及び発泡スチロールの板を設置し、凹部に水と混練した断熱キャストブルを流し込んで、約1日放置し硬化させ、高さ57mm（h<sub>3</sub>の一部）の断熱材1を形成した。

【 0 0 9 0 】

さらに、硬化した断熱キャストブルの表面に、気硬性モルタル（AGCセラミックス株式会社製、商品名：TMA）を塗布し、支持部材との接触面となる厚さ15mmの板状に形成された断熱材2（AGCセラミックス株式会社製、商品名：TMT-MP10RHY；熱伝導率（400）0.026W/m・K）を貼りつけて、凹部に2層の断熱材を有するタックストーンを得た。なお、このとき、炉内側部分の断熱材は、断熱キャストブルのみで形成されるようにした。

20

【 0 0 9 1 】

ここで用いた断熱材1は、表2に示した化学組成を有する断熱キャストブルを用いて形成された断熱材である。表2には、得られる断熱材の特性を併せて示した。ここで、比重は嵩比重であり、断熱材の重量を測定し、外寸を計測して算出した体積で除することにより求めた。最高使用温度は、次の方法で求めた。まず、断熱材を複数個用意した。この断熱材を、50℃刻みの異なる温度で加熱されるように、それぞれ一定温度で3時間加熱処理し、断熱材が溶融して断熱材のエッジが変形しているかを観察した。このとき、断熱材のエッジが変形していない最も高い温度を最高使用温度とした。

30

ここで、熱伝導率は、JIS R 2251-1に準拠し熱線法で測定した値である。

【 0 0 9 2 】

【表 2】

|               |                                |              |
|---------------|--------------------------------|--------------|
| 化学組成<br>[質量%] | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 83.0         |
|               | ZrO <sub>2</sub>               | 6.0          |
| 使用水量          | 粉体状の断熱キャストブルに対して、25～27質量%となる量  |              |
| 物性            | 比重                             | 1.0          |
|               | 最高使用温度[℃]                      | 1700         |
|               | 熱伝導率<br>[W/m・K]                | (500℃) 0.48  |
|               |                                | (1000℃) 0.54 |

40

【 0 0 9 3 】

ここで用いた断熱材2は、主にシリカ粒子から成り、ガラスクロスで被覆、成形された断熱ボードである。表3には、断熱ボードの特性を示した。ここで、比重は嵩比重であり、断熱材の重量を測定し、外寸を計測して算出した体積で除することにより求めた。熱伝導率は、ISO 8320、ASTM C177 GHP法で測定した値である。

【 0 0 9 4 】

【表 3】

|                 |         |       |
|-----------------|---------|-------|
| 比重              |         | 0.26  |
| 熱伝導率<br>[W/m・K] | (400°C) | 0.026 |
|                 | (800°C) | 0.039 |

## 【0095】

(実施例2)

実施例1と同様の操作により、図7A～7Cに示した片脚タイプのタックストーンを製造した。得られたタックストーンの大きさは、図9A～9Bで説明すると、 $t_a$ が491mm( $t_1$ が291mm、 $t_2$ が50mm、 $t_3$ が25mm、 $t_4$ が125mm)、 $h_a$ が300mm( $h_1$ が162mm、 $h_2$ が66mm、 $h_3$ が72mm)、 $w_a$ が450mm( $w_1$ が60mm、 $w_2$ は0mm、 $w_3$ が390mm)、である。また、この片脚タイプのタックストーンは、突出部と切欠き部が、それぞれ幅30mm、高さ100mmの大きさで設けられている。すなわち、タックストーンの突出部まで含めた幅は480mmである。また、このときの凹部の容量は9.8Lである。

10

## 【0096】

さらに、得られたタックストーンに、実施例1と同様にして断熱材1と断熱材2を積層して、凹部に2層の断熱材を有するタックストーンを得た。

## 【0097】

(断熱シミュレーション)

また、本発明の耐火物について断熱効果を見積もるため、有限体積法による、3次元伝熱計算プログラムを用いてコンピューターシミュレーションを実施した。

20

ここで、ガラス溶融窯に用いるタックストーンとして、従来例の凹部を有していないタックストーンを用いた場合と、本発明の凹部を有するタックストーンを用いた場合と、それぞれのガラス溶融窯の外部への放熱量を計算し、その差を求めた。このとき、タックストーン以外の条件は同一のものとし、ガラス溶融窯内部(炉内面)の温度は1600に加熱した条件とした。

## 【0098】

なお、このタックストーンの方法としては、アルミナ・ジルコニア・シリカ質の電鍍耐火物を想定し、その熱伝導率(30)は5.813[W/m・K]とした。また、タックストーンの寸法は、図9A及び9Bにおいて、それぞれ次の通りとした。

30

従来例の耐火物(タックストーン)として、 $t_a$ は500mm、 $t_1 + t_2$ は375mm、 $t_3$ は0mm、 $t_4$ は150mm、 $h_a$ は305mm、 $h_1$ は239mm、 $h_2$ は66mm、 $w_a$ は450mmとし、断熱材は設けられていない。

本発明の耐火物(タックストーン)としては、 $t_a$ は515mm、 $t_1 + t_2$ は375mm、 $t_3$ は25mm、 $t_4$ は125mm、 $h_a$ は305mm、 $h_1$ は165mm、 $h_2$ は66mm、 $h_3$ は74mm、 $w_a$ は450mm、 $w_1$ ( $w_2$ )は30mm、 $w_3$ は390mmとし、凹部には耐火物(タックストーン)側から高さ59mm、熱伝導率(30)0.480[W/m・K]の断熱キャストブルと、高さ15mm、熱伝導率(30)0.050[W/m・K]の断熱ボードを形成したものとした。

40

## 【0099】

その結果、本発明のタックストーンを使用した場合、従来と比較して窯の外周1m長さ辺り2.8kW/m放熱量が削減される結果となった。この結果より、例えば大きさ15m×10mの溶融窯の全周50mに本発明のタックストーンを使用した場合、140kWの省エネ効果が見込まれる。

## 【0100】

以上の通り、本実施形態のタックストーンは、耐熱性、耐食性等の耐火物の有する特性を保持しながら、凹部を設けることにより断熱性を向上させることができるものである。実際に、凹部内に断熱材を設けることで、断熱性を向上させた、ガラス溶融窯での使用に好適な、タックストーンが得られる。

50

## 【産業上の利用可能性】

## 【0101】

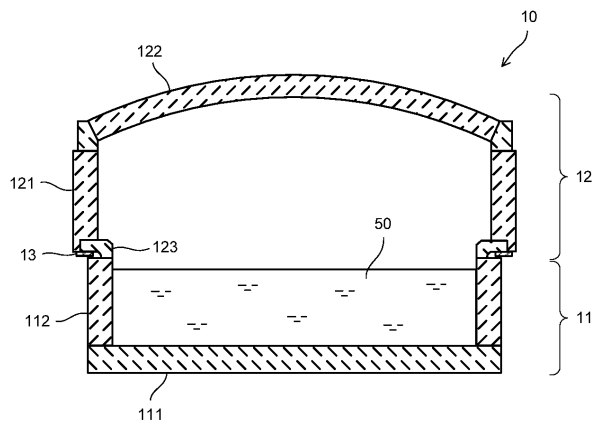
本発明のタックストーンは、耐熱性、耐食性、断熱性等が求められる耐火物として広く用いることができ、特に、ガラス溶融窯のタックストーンとして好適に使用できる。

## 【符号の説明】

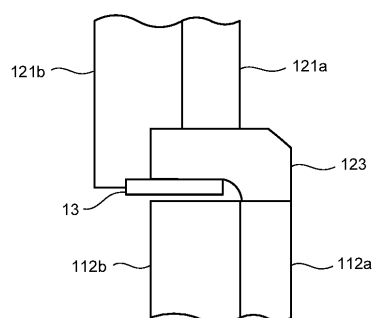
## 【0102】

10 ... ガラス溶融窯、11 ... 下部構造、12 ... 上部構造、13 ... 支持部材、111 ... 底部、112, 121 ... 側壁、121a ... 耐火レンガ、121b ... 断熱レンガ、122 ... 天井、112a, 123 ... タックストーン、124 ... 断熱材

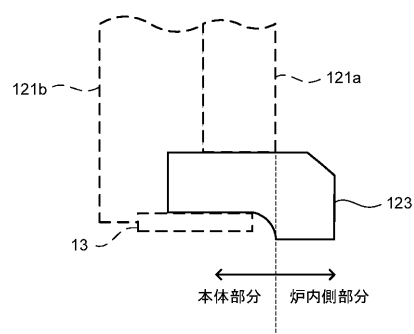
【図1】



【図2】



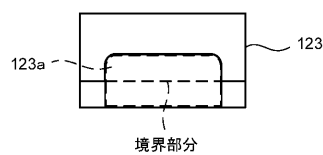
【図3】



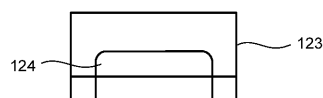
【図4A】



【図4B】



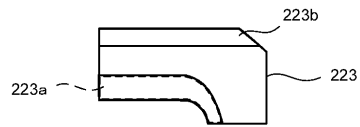
【図5】



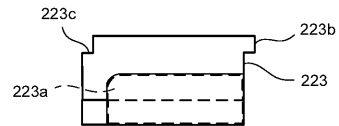
【図 6】



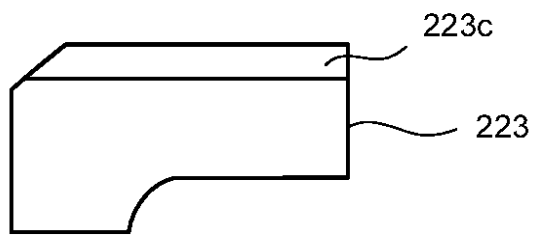
【図 7 A】



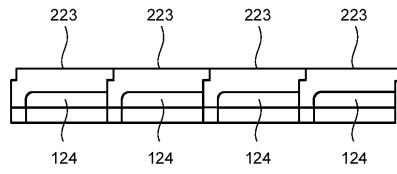
【図 7 B】



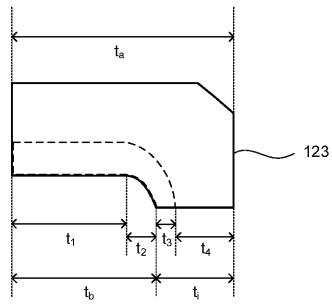
【図 7 C】



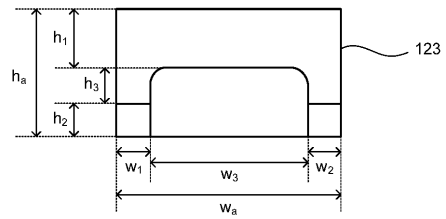
【図 8】



【図 9 A】



【図 9 B】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭49-039488(JP,B1)  
特表平06-503296(JP,A)  
特開2003-165726(JP,A)  
特開平08-277119(JP,A)  
実開平01-094436(JP,U)  
実開昭63-192436(JP,U)  
実開昭62-126332(JP,U)  
国際公開第2012/002031(WO,A1)  
国際公開第2004/080904(WO,A1)  
米国特許第05727939(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|      |       |   |       |
|------|-------|---|-------|
| C03B | 5/00  | - | 5/44  |
| F27D | 1/00  | - | 1/18  |
| F27B | 3/00  | - | 3/28  |
| F27B | 15/00 | - | 15/20 |