

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 052**

51 Int. Cl.:

C03B 3/00 (2006.01)

C03B 5/027 (2006.01)

C03B 5/167 (2006.01)

C03C 1/00 (2006.01)

C03C 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2021 PCT/EP2021/052195**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2021 WO21152140**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2021 E 21702961 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024 EP 4097057**

54 Título: **Método para fabricar fibras vítreas artificiales**

30 Prioridad:

30.01.2020 EP 20154746

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.11.2024

73 Titular/es:

ROCKWOOL A/S (100.0%)

Hovedgaden 584

2640 Hedehusene, DK

72 Inventor/es:

HANSEN, LARS ELMEKILDE y

LARSEN, EJVIND VOLDBY

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 985 052 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para fabricar fibras vítreas artificiales

5

Campo de la invención

La invención se refiere a un proceso para fabricar fibras vítreas artificiales (MMVF) utilizando un horno eléctrico para fundir la carga mineral.

10

Antecedentes

La invención se refiere a métodos para fabricar productos de MMVF y de MMVF consolidados, tales como productos aislantes. En general, la materia prima mineral (carga mineral) con la composición química global deseada se funde en un horno, la masa fundida mineral se retira y se alimenta a un aparato de fiberización, tal como un aparato de centrifugación externo o interno, y las fibras se recogen, se procesan adicionalmente si es necesario y se forman bloques, normalmente con un aglutinante.

15

El documento WO9928252 A1 enseña un proceso para fabricar fibras minerales que contienen del 5-12 % en peso de FeO (que corresponde al 5,6-13,3 % en peso de Fe₂O₃), fundiendo la materia prima en un horno, donde la materia prima comprende aluminio metálico. El documento US4697274 A describe características correspondientes a las del documento WO9928252 A1, donde el horno se calienta eléctricamente usando electrodos.

20

Por varios motivos, es preferible utilizar hornos eléctricos en lugar de hornos alimentados con carbón, petróleo o gas. Los hornos eléctricos tienen el potencial de funcionar con energía renovable, por lo que el perfil ambiental de los hornos eléctricos puede ser mejor que el de los hornos de combustión. También puede ser beneficioso si se utiliza electricidad renovable, ya que es menos costosa, al menos en parte, debido a la reducción del impuesto al carbono. El uso de hornos eléctricos y/o alimentados con gas también elimina la necesidad de limpiar el dióxido de azufre, en comparación con un horno alimentado con carbón o petróleo.

25

30

Sin embargo, en el contexto de un horno eléctrico que usa electrodos de molibdeno, los productos de MMVF resultantes pueden mostrar una contracción excesiva debido a la sinterización cuando se someten a altas temperaturas. La contracción produce la formación de puentes térmicos, algo que puede ser fundamental si los productos se utilizan para la protección contra incendios. En general, los productos de baja densidad muestran una mayor contracción que los productos de alta densidad.

35

Los hornos eléctricos convencionales para la producción de MMVF utilizan electrodos de molibdeno o carbono. Estos electrodos suministran la energía necesaria para fundir el material mineral mediante el efecto Joule. Normalmente, los electrodos de molibdeno con una pureza > del 99 % de Mo son inertes al material mineral fundido y, en consecuencia, no participan en la reducción de Fe₂O₃ a óxido FeO en el baño de fusión. En un producto de MMVF consolidado, el FeO es un componente importante para limitar la contracción de las fibras, ya que proporciona resistencia al fuego y estabilidad a altas temperaturas.

40

Sería deseable proporcionar un método mediante el cual se pueda fabricar una masa fundida que a continuación sea adecuada para producir MMVF, utilizando un horno eléctrico con electrodos de molibdeno para proporcionar la masa fundida, sin la posibilidad de una contracción excesiva del producto.

45

Los productos de MMVF consolidados resultantes deben tener una contracción por sinterización en un intervalo aceptable en condiciones de alta temperatura o fuego. Se debe evitar la contracción o, al menos, reducirse siempre que sea posible, ya que se pueden formar puentes térmicos y brechas de aislamiento cuando un producto de MMVF consolidado se contrae en un escenario de alta temperatura.

50

Sería deseable reducir aún más el grado de contracción de los productos de MMVF consolidados.

55

Resumen

Los inventores resolvieron el problema de reducir la contracción de los productos de MMVF consolidados con el método de la reivindicación 1.

60

Los electrodos de molibdeno, a diferencia del tipo de electrodo alternativo principal para los hornos de fusión de minerales (es decir, los electrodos de grafito), no generan condiciones reductoras en la masa fundida del mineral. Esto da como resultado una relación de Fe(II) a Fe(III) inferior a la deseable para los productos de MMVF ignífugos, ya que se requieren condiciones reductoras para aumentar esta relación. Es deseable aumentar la relación entre Fe(II) a Fe(III) para mejorar la estabilidad a alta temperatura de los productos de MMVF y mejorar su resistencia al fuego. En particular, una proporción más alta minimizará o incluso evitará la contracción de las MMVF en un incendio u otro escenario de alta temperatura.

65

- 5 El proceso de la reivindicación 1 resuelve este problema introduciendo aluminio metálico en el horno, ya sea combinado con los demás materiales minerales o añadido por separado, creando así las condiciones reductoras necesarias para lograr la relación deseada de Fe(II) a Fe(III). Esto se debe a que se produce una reacción redox donde el aluminio metálico se oxida para formar Al_2O_3 y el Fe_2O_3 se reduce para formar FeO en el método de la invención. Por lo tanto, se puede controlar la proporción de $FeO:Fe_2O_3$.
- 10 El material que comprende aluminio metálico puede comprender del 0,5 al 10 % en peso de aluminio metálico, preferiblemente del 1-5 % en peso de aluminio metálico.
- 15 El material que comprende aluminio metálico puede comprender además del 50 al 90 % en peso de óxido de aluminio además del aluminio metálico. El óxido de aluminio es un componente importante de las MMVF, por lo que su inclusión junto con el aluminio metálico es beneficiosa.
- 20 El material que comprende aluminio metálico puede estar en forma de partículas, con un 90 % en peso de partículas menores de 1 mm. Esto puede facilitar la premezcla uniforme de la fuente de aluminio metálico con el otro componente mineral, permitiendo así que la masa fundida mineral tenga una composición uniforme. Preferiblemente, este material es escoria de aluminio.
- 25 La escoria de aluminio es un material de desecho en forma de partículas de la industria de procesamiento de aluminio y comprende principalmente (normalmente del 50 al 90 % en peso) de Al_2O_3 , con alrededor del 0,5 al 10 % en peso de aluminio metálico. La escoria de aluminio puede constituir del 5 al 30 % en peso de la carga mineral total, tal como aproximadamente el 10 % en peso.
- 30 La escoria de aluminio comprende del 0,5 al 10 % en peso de aluminio metálico, del 50 al 90 % en peso de alúmina Al_2O_3 y de 0 a 49,5 % en peso de otros materiales. Preferiblemente, la escoria de aluminio comprende del 2 al 6 % en peso de aluminio metálico. Los otros materiales pueden incluir uno o más de SiO_2 , MgO y Fe_2O_3 . Preferiblemente, la escoria de aluminio comprende óxidos de corindón, espinela y mullita.
- 35 La escoria de aluminio puede tener una distribución del tamaño de partículas controlada. Por ejemplo, la escoria de aluminio puede tener una distribución del tamaño de partículas tal que el 90 % en peso de las partículas estén por debajo de 1 mm, preferiblemente el 90 % en peso por debajo de 200 μm . El tamaño de partículas promedio de la escoria de aluminio puede ser de 10 a 100 μm , tal como de 20 a 30 μm .
- 40 El contenido de aluminio metálico y alúmina (y otros componentes) se realiza sobre una base seca y se puede determinar utilizando métodos normalizados. Por ejemplo, se puede determinar el contenido de aluminio metálico haciendo reaccionar el material con una base fuerte, tal como NaOH. Se puede determinar la cantidad de aluminio metálico a partir de la cantidad de gas hidrógeno liberado.
- 45 Se puede obtener la escoria de aluminio preferiblemente a partir de productos de desecho de la producción secundaria de aluminio. En particular, el proceso de fundición de aluminio proporciona un material de desecho específico rico en alúmina que se describe comúnmente como "escoria de aluminio". Este tiende a contener proporciones significativas de aluminio metálico y, por lo tanto, se trata para recuperar el aluminio metálico. La escoria de aluminio generalmente se tritura, muele y tamiza. Esto produce algo de aluminio para su reventa y una fracción rica en aluminio que se envía a un horno para su reutilización. Como subproducto, también se produce un polvo rico en alúmina. Este polvo puede emplearse de manera útil como fuente de aluminio metálico en el método de la invención. Este polvo rico en alúmina generado a partir del tratamiento de escoria de aluminio (escoria de aluminio triturada) puede contener niveles de materiales halógenos (en peso) de, por ejemplo, 1 al 10 %, preferiblemente 1 al 8 %. Los halógenos incluyen en particular fluoruro y cloruro.
- 50 La fracción rica en aluminio, opcionalmente junto con otros materiales de desecho que contienen aluminio, se somete a una nueva fusión en un horno. Este puede ser un horno vertical u horno rotatorio. Los residuos de aluminio pueden someterse a calentamiento por plasma. Se puede usar un horno convencional. Normalmente se añade sal al horno para reducir la tensión superficial del aluminio y reducir la oxidación. Este proceso produce una fracción de aluminio para su reventa, más escoria de aluminio y un material de escoria salina. La escoria salina puede someterse a un proceso químico húmedo (que implica lavado con agua y tratamiento a alta temperatura) que produce una fracción salina, que se recircula al horno, y otro polvo rico en alúmina, que también puede usarse como fuente de aluminio metálico en la invención. Este producto tiende a tener un contenido más bajo de materiales halógenos (por ejemplo, fluoruro) que el polvo rico en alúmina producido por el tratamiento de la escoria de aluminio (escoria de aluminio triturada). Su contenido de halógeno (en peso) tiende a ser del 0 al 5 %, con frecuencia al menos del 0,5 o el 1 %, y preferiblemente de no más del 3 %.
- 55 La escoria de aluminio es un material de desecho en forma de partículas de la industria de procesamiento de aluminio y comprende principalmente (normalmente del 50 al 90 % en peso) de Al_2O_3 , con alrededor del 0,5 al 10 % en peso de aluminio metálico. La escoria de aluminio puede constituir del 5 al 30 % en peso de la carga mineral total, tal como aproximadamente el 10 % en peso. El uso de cantidades en este intervalo reduce la necesidad de utilizar materias
- 60
- 65

ES 2 985 052 T3

primas vírgenes para el componente de óxido de aluminio de la composición de MMVF, al tiempo que mantiene el efecto deseado de minimizar la contracción de los productos de MMVF consolidados.

5 En algunas realizaciones, el material que comprende aluminio metálico comprende del 45 al 100 % en peso de aluminio metálico, preferiblemente al menos el 85 % en peso de aluminio metálico. Este mayor porcentaje de aluminio metálico significa que este material puede formar un porcentaje menor de la materia prima mineral total. Por ejemplo, la materia prima mineral puede comprender del 0,05 al 10 % en peso, medido como aluminio metálico, del material que comprende del 45 al 100 % en peso de aluminio metálico. El material que comprende del 45 al 99 % en peso de aluminio metálico puede estar en cualquier forma física adecuada. Los materiales adecuados incluyen granulado de aluminio y uno o más bloques de aluminio metálico.

15 La cantidad de granulado de Al requerida como proporción de la carga mineral total es mucho menor que la cantidad de escoria de aluminio requerida para la misma cantidad de aluminio metálico, a aproximadamente el 0,2 % en peso de la carga mineral total, tal como del 0,1 al 0,5 % en peso de la carga mineral total, tal como del 0,2 al 0,4 % en peso de la carga mineral total, medida como aluminio metálico.

20 Los bloques pueden adoptar cualquier forma adecuada, por ejemplo varillas, barras, grumos u otra forma. Los bloques pueden comprender del 45 al 99 % en peso de aluminio metálico y, preferiblemente, son esencialmente aluminio totalmente metálico. Cuando se usan uno o más bloques como fuente de aluminio metálico, preferiblemente los bloques tienen forma de varilla.

Se puede insertar una varilla u otra forma de bloque de aluminio metálico directamente en la masa fundida mineral del horno. Este método evita la oxidación prematura del aluminio metálico, lo que mejora la eficiencia del proceso.

25 Para evitar la oxidación prematura de su componente metálico de Al, se puede añadir granulado de Al directamente a la piscina de fusión. Por ejemplo, puede añadirse por medio de un quemador o una lanza, tal como un quemador de oxicomcombustible que tiene un tubo central para el transporte del granulado de Al.

30 Se puede añadir el granulado de Al solo, como un componente de materia prima que comprende solo el granulado de Al. Alternativamente, se puede mezclar previamente con el relleno y la mezcla de granulado de Al y se puede añadir el relleno al horno como un componente de materia prima mezclado. Los materiales de relleno adecuados incluyen diversas materias primas que podrían ser las materias primas adicionales utilizadas. Por ejemplo, se puede mezclar el granulado de Al con finos de filtro (es decir, materia prima de partículas finas extraída del filtro de escape del proceso) antes de inyectarlo en el horno ciclónico. Los porcentajes adecuados de granulado de Al en la mezcla con el relleno son del 1 al 90 %, tal como del 10 al 70 %, tal como del 15 al 50 %. El uso de una mezcla de granulado de Al y otras materias primas puede mejorar el control de la dosificación del aluminio metálico en el proceso.

40 El granulado de Al se mezcla bien con la masa fundida debido a las densidades similares de la masa fundida y del aluminio metálico.

Además, el granulado de Al es un material mucho más puro que la escoria de aluminio.

45 El tamaño de partícula (diámetro de partícula promedio, en donde por diámetro de partícula se entiende la dimensión más grande de una partícula independientemente de si la partícula es esférica o no) del granulado de Al puede no ser superior a 15 mm, tal como inferior a 10 mm, tal como inferior a 5 mm. En una realización preferida, el tamaño de partícula (diámetro de partícula promedio, en donde se entiende por diámetro de partícula la dimensión más grande de una partícula independientemente de si la partícula es esférica o no) del Al granulado puede no ser superior a 3 mm, tal como inferior a 2 mm, tal como inferior a 1 mm.

50 En la invención, la materia prima mineral puede comprender del 0,1 al 0,5 % en peso de aluminio metálico.

En realizaciones preferidas, las MMVF tienen los siguientes niveles de elementos, calculados como óxidos en % en peso:

55 SiO₂: al menos 30, 32, 35 ó 37; no más de 51, 48, 45 o 43

CaO: al menos 8 o 10; no más de 30, 25 o 20

60 MgO: al menos 2 o 5; no más de 25, 20 o 15

FeO (que incluye Fe₂O₃): al menos 4 o 5; no más de 15, 12 o 10

FeO + MgO: al menos 10, 12 o 15; no más de 30, 25 o 20

65 Na₂O + K₂O: cero o al menos 1; no más de 10

ES 2 985 052 T3

CaO+Na₂O+K₂O: al menos 10 o 15; no más de 30 o 25

TiO₂: cero o al menos 1; no más de 6, 4 o 2

5 TiO₂ + FeO: al menos 4 ó 6; no más de 18 o 12

B₂O₃: cero o al menos 1; no más de 5 o 3

10 P₂O₅: cero o al menos 1; no más de 8 o 5

Otros: cero o al menos 1; no más de 8 o 5

15 Las fibras tienen preferiblemente una temperatura de sinterización superior a 800 °C, más preferiblemente superior a 1000 °C.

Las MMVF fabricadas mediante el método de la invención tienen preferiblemente la composición en % en peso:

20	SiO ₂	35 a 50
	Al ₂ O ₃	12 a 30
	TiO ₂	hasta 2
	Fe ₂ O ₃	3 a 12
25	CaO	5 a 30
	MgO	hasta 15
	Na ₂ O	0 a 15
	K ₂ O	0 a 15
30	P ₂ O ₅	hasta 3
	MnO	hasta 3
	B ₂ O ₃	hasta 3

Otra composición preferida para las MMVF es la siguiente en % en peso:

35 SiO₂ 39-55 %, preferiblemente 39-52 %

Al₂O₃ 16-27 %, preferiblemente 16-26 %

40 CaO 6-20 %, preferiblemente 8-18 %

MgO 1-5 %, preferiblemente 1-4,9 %

K₂O 0-15 %, preferiblemente 2-12 %

45 K₂O 0-15 %, preferiblemente 2-12 %

R₂O (Na₂O + K₂O) 10-14,7 %, preferiblemente 10-13,5 %

50 P₂O₅ 0-3 %, preferiblemente 0-2 %

Fe₂O₃ (hierro total) 3-15 %, preferiblemente 3,2-8 %

B₂O₃ 0-2 %, preferiblemente 0-1 %

55 TiO₂ 0-2 % preferiblemente 0,4-1 %

Otros 0-2,0 %.

60 Esta composición puede usarse adecuadamente con un aparato de centrifugación interna como aparato de fiberización.

Un intervalo preferido de SiO₂ es del 39-44 %, particularmente del 40-43 %. Un intervalo preferido para el CaO es del 9,5-20 %, particularmente del 10-18 %.

65

El contenido de Al_2O_3 está preferiblemente entre el 16 y el 27 %, preferiblemente más del 17 % y/o preferiblemente menos del 25 %, y la suma de SiO_2 y Al_2O_3 está preferiblemente entre el 57 y el 75 %, preferiblemente más del 60 % y/o preferiblemente menos del 72 %. La cantidad de óxidos de metales alcalinos (sodio y potasio) (R_2O) en esta composición de fibras es preferiblemente relativamente alta, pero se limita a entre el 10-14,7 %, preferiblemente el 10 y el 13,5 %, con magnesia en una cantidad de al menos el 1 %.

Preferiblemente, el Al_2O_3 está presente en una cantidad del 17-25 %, particularmente del 20-25 %, en particular del 21-24,5 % y especialmente alrededor del 22-23 o el 24 % en peso. Ventajosamente, el contenido de magnesia es de al menos el 1,5 %, en particular el 2 % y preferiblemente el 2-5 % y de forma particularmente preferible > 2,5 % o 3 %.

En el caso de que el Al_2O_3 esté presente en una cantidad de al menos el 22 % en peso, la cantidad de magnesia es preferiblemente de al menos el 1 %, ventajosamente alrededor del 1-4 %, preferiblemente del 1-2 % y, en particular, del 1,2-1,6 %. El contenido de Al_2O_3 se limita preferiblemente al 25 % para preservar una temperatura de liquidus suficientemente baja. Cuando el contenido de Al_2O_3 está presente en una cantidad inferior de, por ejemplo, alrededor del 17-22 %, la cantidad de magnesia es preferiblemente de al menos el 2 %, especialmente alrededor del 2-5 %.

Las cantidades totales de óxidos de Fe y Mg son importantes para controlar la contracción del aislamiento de MMVF. Además, la relación entre Fe(II) y Fe(III) afecta al rendimiento del aislamiento de MMVF en una situación de incendio, donde la oxidación del Fe(II) a Fe(III) es un proceso beneficioso.

Ventajosamente, las fibras tienen una relación de Fe(II):Fe(III) superior a 2, tal como superior a 3. La proporción de Fe(3+) sobre la base del Fe total en la masa fundida, antes de la etapa de fiberización, y en MMVF es, generalmente, menor de 5 %, preferiblemente menor de 3 %. Esto ayuda a prevenir la contracción.

Se puede determinar la cantidad de Fe(2+) y Fe(3+) utilizando el método Mössbauer que se describe en "The ferric/ferrous ratio in basalt melts at different oxygen pressures", Helgason y col., Hyperfine Interact., 45 (1989) págs 287-294.

La cantidad de hierro total en la composición general de masa fundida o fibra, sobre la base de los óxidos totales en la masa fundida o en las fibras, se calcula como Fe_2O_3 . Esta es una manera estándar de cuantificar la cantidad de hierro presente en dichas MMVF, una carga o una masa fundida. El porcentaje en peso real de FeO y Fe_2O_3 presentes variará con respecto a la relación óxido de hierro y/o estado redox de la masa fundida. Como ejemplo:

Tabla 1

Fe(3+)	Fe(2+)/Fe(3+) = 80/20		Fe(2+)/Fe(3+) = 97/3	
Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃
% peso a peso	% peso a peso	% peso a peso	% peso a peso	% peso a peso
Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃
3	2,2	0,6	2,6	0,09
4	2,9	0,8	3,5	0,12
5	3,6	1,0	4,4	0,15
6	4,3	1,6	5,2	0,18
7	5,0	1,4	6,1	0,21
8	5,8	1,6	7,0	0,24

Por lo tanto, el experto en la técnica comprenderá que el porcentaje en peso real de los óxidos de hierro presentes, dependerá de la relación de Fe(2+) a Fe(3+).

El proceso de la invención puede comprender además consolidar las MMVF para formar un producto consolidado que comprenda la MMVF. Los productos consolidados se pueden usar en muchas aplicaciones, incluidos los productos aislantes resistentes al fuego. En dichas aplicaciones, la reducción de la contracción es particularmente beneficiosa, ya que reduce el riesgo de formación de puentes térmicos o brechas de aislamiento en una situación crítica.

Los hornos adecuados para usar en el método de la invención incluyen los hornos eléctricos de fusión de vidrio conocidos por los expertos en la técnica, que utilizan calentamiento por efecto Joule con electrodos de molibdeno para fundir la materia prima mineral. Opcionalmente, se puede complementar el calentamiento por efecto Joule con la combustión de combustible gaseoso.

La invención también puede implementarse en un horno de cuba en el que la materia prima mineral se funde mediante el calor de la combustión de combustible gaseoso complementado con un calentamiento por efecto Joule con electrodos de molibdeno. El experto en la técnica conoce estos tipos de hornos.

5 Las materias primas que se utilizan como resto de la carga mineral se pueden seleccionar, como es sabido, de una variedad de fuentes. Éstas incluyen basalto, diabasa, nefelita sienita, vidrio de desecho, bauxita, arena de cuarzo, caliza, rasorita, tetraborato de sodio, dolomita, sosa, arena de olivino, potasa. También se pueden usar materiales residuales.

10 Las fibras MMV pueden fabricarse a partir de la masa fundida mineral de manera convencional. En general, se fabrican mediante un proceso de formación de fibras por centrifugación.

15 Por ejemplo, las fibras pueden formarse mediante un proceso de copa giratoria desde la que se expelan a través de perforaciones en una copa giratoria. La masa fundida se fiberiza por medio de la tecnología de copa giratoria (también denominada, algunas veces, centrifugación interna). La masa fundida tiene preferiblemente una temperatura en el extremo del canal alimentador en el intervalo de 1260 °C - 1300 °C antes de que se lleve a la copa giratoria. La masa fundida se enfría, preferiblemente, cuando se transfiere desde el canal alimentador hasta la parte interna de la copa giratoria, de tal manera que para la masa fundida cuando fluye a través de las perforaciones de la copa giratoria, la temperatura está en el intervalo de 1150 °C - 1220 °C.

20 La viscosidad de la masa fundida en la copa giratoria está en el intervalo de 50 a 400 Pa.s, preferiblemente 100 a 320 Pa.s, más preferiblemente 150 - 270 Pa.s. Si la viscosidad es demasiado baja, no se forman fibras del espesor deseado. Si la viscosidad es demasiado alta, la masa fundida no fluye a través de las aberturas de la copa giratoria al índice de arranque correcto, lo que puede ocasionar la obstrucción de las aberturas en la copa giratoria.

25 La masa fundida se fiberiza, preferiblemente, mediante el método de copa giratoria a una temperatura de entre 1160 y 1210 °C. La viscosidad de la masa fundida está preferiblemente en el intervalo de 100-320 Pa.s a la temperatura de hilado.

30 En un método alternativo de formación de fibras, la masa fundida puede expulsarse desde un disco giratorio y puede promoverse la formación de fibras haciendo circular chorros de gas a través de la masa fundida.

35 En un método preferido, la formación de fibras se lleva a cabo vertiendo la masa fundida sobre el primer rotor de una hiladora en cascada. Preferiblemente, en este caso, la masa fundida se vierte sobre el primero de un conjunto de dos, tres o cuatro rotores, cada uno de los cuales gira alrededor de un eje sustancialmente horizontal, por lo que la masa fundida del primer rotor se arroja principalmente al segundo rotor (inferior), aunque parte puede arrojarse como fibras, y la masa fundida en el segundo rotor se arroja como fibras, aunque parte puede arrojarse hacia el tercer rotor (inferior), y así sucesivamente.

40 Las MMVF pueden recopilarse y consolidarse para formar un producto consolidado que comprenda las MMVF. Típicamente, dicho producto puede comprender ingredientes adicionales tales como aglutinante, siendo las MMVF el componente principal. Las fibras resultantes del proceso de hilado se recogen, preferiblemente, en una cinta transportadora. El aglutinante se puede aplicar a las MMVF durante el proceso de fibrización, o posterior a la fibrización. El aglutinante se puede aplicar atomizando las MMVF. Pueden utilizarse tipos de aglutinantes convencionales para usar con las fibras de lana mineral. A continuación se cura el aglutinante para producir un producto final. Las MMVF con aglutinante se curan, generalmente, en un horno de curado, normalmente mediante una corriente de aire caliente. La corriente de aire caliente se puede introducir a las MMVF con aglutinante desde abajo, o desde arriba, o desde direcciones alternantes en zonas diferentes en la dirección de la longitud del horno de curado. Después del curado, la composición aglutinante curada une las fibras para formar una matriz de fibras estructuralmente coherente.

50 Las MMVF puede consolidarse tras la recogida, por ejemplo, mediante solapamiento cruzado y/o compresión longitudinal y/o compresión vertical, de manera conocida. Por lo general, la consolidación se produce antes del curado del aglutinante.

55 Las MMVF producidas por el método de la presente invención, y las MMVF de la invención, tienen una excelente resistencia al fuego a 1000 °C. Las MMVF se pueden conformar en un producto para usar en cualquiera de las aplicaciones convencionales de MMVF, tales como aislamiento acústico o térmico, o de protección contra incendios. Dichos productos incluyen productos aislantes tales como bloques, granulados, tableros, rollos, secciones de tuberías y otros productos tales como baldosas y fibras sueltas. El producto se puede usar en entornos de alta temperatura, tales como al menos de 400 °C hasta 1000 °C.

60 El producto puede tener cualquiera de las densidades conocidas en la técnica para la aplicación relevante. Por ejemplo, puede estar en el intervalo de 20 a 1200 kg/m³, preferiblemente de 20 a 300 kg/m³, más preferiblemente de 20 a 150 kg/m³. La contracción produce la formación de puentes térmicos, algo que puede ser fundamental si los productos se utilizan para la protección contra incendios. Los beneficios de la contracción se observan en todos los

tipos de productos, pero se observa una reducción de la contracción especialmente buena cuando la densidad del producto es relativamente baja, por ejemplo, no superior a 50 kg/m^3 .

Breve descripción de los dibujos

5 La Figura 1 muestra un horno eléctrico típico que puede usarse en el proceso de la presente invención.

La Figura 2 muestra una disposición de electrodos en una sección transversal de la Figura 1.

10 Descripción detallada

Se describirán ahora los métodos ilustrativos según la invención con referencia a las Figuras 1 y 2.

15 En las Figuras 1 y 2 se ilustra esquemáticamente un horno eléctrico 1. La materia prima mineral se introduce en el horno 1 a través de una o más entradas 2, 3 y forma una capa 4 en la parte superior de una piscina de fusión 5. La materia prima mineral se funde mediante calentamiento por efecto Joule, facilitado por los electrodos 6 de molibdeno. En las Figuras 1 y 2 se ilustran los electrodos 6 sobresaliendo de las paredes laterales 7 del horno 1. Los electrodos pueden emerger de la parte superior en otras configuraciones siempre que los electrodos estén protegidos del aire. Alternativamente, los electrodos pueden emerger del fondo del horno. En la técnica se conocen generalmente varias
20 opciones para la configuración básica de un horno eléctrico de tanque de fusión de vidrio.

El material que comprende aluminio metálico puede premezclarse con el otro componente mineral e introducirse en el horno 1 como una carga mineral uniforme a través de una o más entradas 2, 3. Esta opción puede ser preferible cuando se usa escoria de aluminio como material que comprende aluminio metálico.

25 Alternativamente, el material que comprende aluminio metálico puede introducirse en el horno 1 por separado del material mineral restante. Por ejemplo, el material que comprende aluminio metálico puede introducirse en el horno 1 a través de la entrada 2 y el otro material mineral puede introducirse en el horno 1 a través de una entrada 3 separada. Esta opción puede ser preferible cuando se utilizan gránulos o bloques de aluminio como material que comprende aluminio metálico.

30 La salida 8 opcional formada en la base 9 del horno 1 puede usarse para extraer hierro metálico, si está formado. Preferiblemente, el hierro metálico no se forma en el proceso y, por lo tanto, la salida 8 puede no ser necesaria.

35 La masa fundida mineral de la piscina de fusión 5 sale del horno 1 a través de la salida 10 de fusión. La salida 10 de fusión se ilustra como formada en la pared lateral 7 del horno 1, pero también puede formarse en la base 9.

40 Al salir del horno 1, la masa fundida mineral puede someterse opcionalmente a procesos de clarificación. Alternativamente, la masa fundida mineral puede transportarse directamente a un aparato 11 de fiberización para formar fibras vítreas artificiales (MMVF). Se puede usar centrifugación interna o centrifugación externa, por lo que no se muestran los detalles del aparato 11 de fiberización. Los expertos en la técnica conocen los aparatos de fiberización adecuados.

45 Las MMVF formadas en el aparato 11 pueden recogerse y almacenarse, o pueden procesarse directamente en un producto consolidado en la línea de procesamiento 12 (detalles no ilustrados).

50 La salida 13 de gas de combustión se muestra provista en la parte superior de la pared lateral 7 del horno 1. Sin embargo, también se puede proporcionar en la parte superior del horno, en configuraciones conocidas por los expertos en la técnica.

escoria de aluminio

Método de ensayo

55 Se puede medir la contracción del área de un producto consolidado de MMVF según el siguiente método de ensayo:

- 1) cortar, medir y pesar las probetas de la unidad de prueba del producto;
- 60 2) seleccionar las probetas representativas de la unidad de prueba;
- 3) eliminar el aglutinante a $590 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 4) sinterizar las probetas a $1000 \text{ }^\circ\text{C} \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 minutos; y
- 65 5) medir el área de la probeta sinterizada.

ES 2 985 052 T3

La contracción se mide como un % de reducción en el área de superficie de cada producto. La cara principal de cada producto que se mide para determinar la contracción es equivalente a la cara principal que aparecería en un producto terminado. Por ejemplo, se mide la reducción de la longitud y la anchura de un lingote, pero no su grosor.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para fabricar fibras vítreas artificiales (MMVF) que comprenden al menos un 3 % en peso de óxidos de hierro determinados como Fe_2O_3 , que comprende
 - 10 proporcionar un horno eléctrico que tiene electrodos de molibdeno, suministro de materia prima mineral, en donde la materia prima mineral comprende (a) material que comprende aluminio metálico y (b) otro componente mineral,
 - 15 introducir la materia prima mineral en el horno, fundir la materia prima mineral para formar una masa fundida mineral, y formar MMVF a partir de la masa fundida mineral.
- 15 2. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material que comprende aluminio metálico comprende del 0,5 al 10 % en peso de aluminio metálico.
- 20 3. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material que comprende aluminio metálico comprende además del 50 al 90 % en peso de óxido de aluminio.
- 20 4. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material que comprende aluminio metálico está en forma de partículas, y en donde el 90 % en peso de las partículas son menores de 1 mm.
- 25 5. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material que comprende aluminio metálico es escoria de aluminio.
- 25 6. El proceso según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde del 5 al 30 % en peso de la materia prima mineral es escoria de aluminio.
- 30 7. El proceso según la reivindicación 1, en donde el material que comprende aluminio metálico comprende del 45 al 100 % en peso de aluminio metálico.
- 30 8. El proceso según la reivindicación 7, en donde la materia prima mineral comprende del 0,05 al 10 % en peso del material que comprende del 45 al 100 % en peso de aluminio metálico.
- 35 9. El proceso según la reivindicación 7, en donde el material que comprende aluminio metálico es un granulado de aluminio.
- 40 10. El proceso según la reivindicación 9, en donde el granulado de aluminio tiene un diámetro de gránulo promedio no superior a 3 mm.
- 40 11. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la materia prima mineral comprende del 0,1 al 0,5 % en peso de aluminio metálico.
- 45 12. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las MMVF tienen un contenido de óxidos, como % en peso, como se indica:
 - 50 SiO_2 35 a 50
 - Al_2O_3 12 a 30
 - TiO_2 hasta 2
 - Fe_2O_3 3 a 12
 - CaO 5 a 30
 - MgO hasta 15
 - Na_2O 0 a 15
 - Na_2O 0 a 15
 - 55 P_2O_5 hasta 3
 - MnO hasta 3
 - B_2O_3 hasta 3.
- 60 13. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde las MMVF tienen un contenido de óxidos, como % en peso, como se indica:
 - 65 SiO_2 39-55 %
 - Al_2O_3 16-27 %
 - CaO 6-20 %
 - MgO 1-5 %
 - Na_2O 0-15 %

ES 2 985 052 T3

K₂O 0-15 %
R₂O (Na₂O + K₂O) 10-14,7 %
P₂O₅ 0-3 %
Fe₂O₃ (hierro total) 3-15 %
B₂O₃ 0-2 %
TiO₂ 0-2 %.

- 5
14. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en donde las MMVF tienen una relación Fe(II):Fe(III) superior a 2, tal como superior a 3.
- 10
15. El proceso de cualquier reivindicación anterior, que comprende además consolidar las MMVF para formar un producto consolidado que comprende las MMVF.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

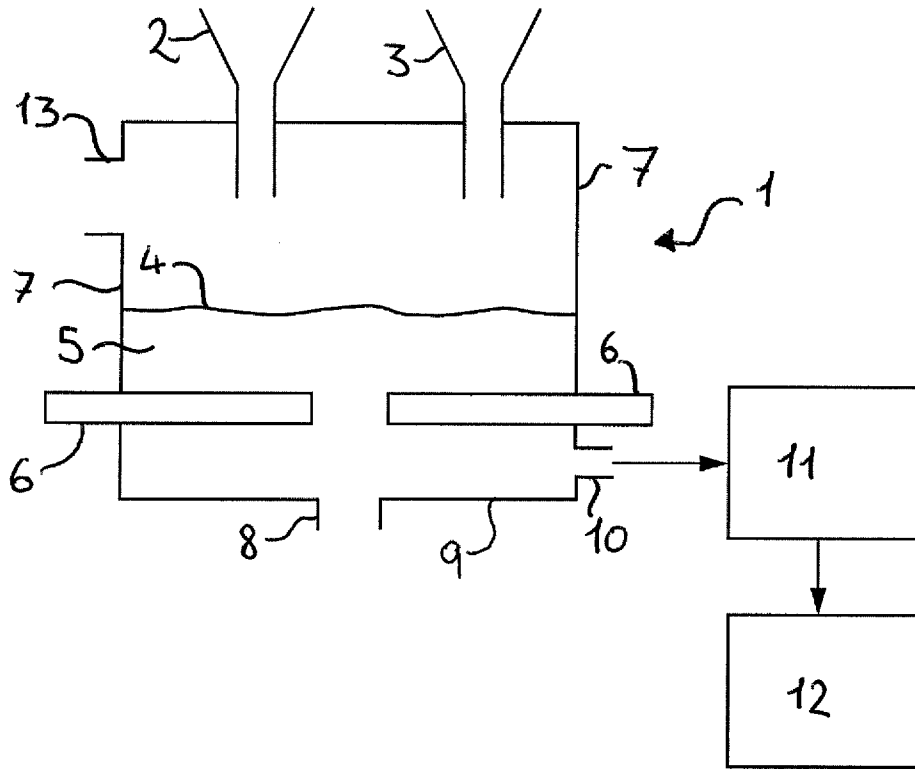


Figura 1

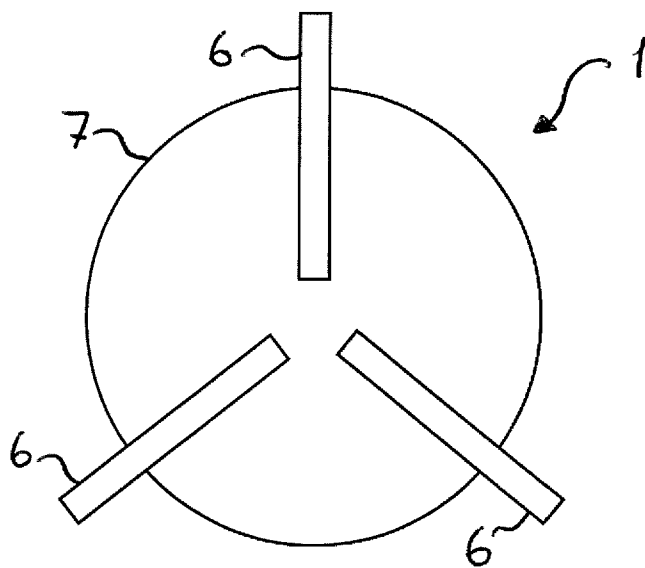


Figura 2