

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 010 567**

51 Int. Cl.:

C03C 3/087 (2006.01)

C03C 13/00 (2006.01)

C03C 3/118 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2018 PCT/CN2018/102044**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019 WO19100782**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2018 E 18807843 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025 EP 3674269**

54 Título: **Composición de fibra de vidrio, y fibra de vidrio y material compuesto de la misma**

30 Prioridad:

22.06.2018 CN 201810647969

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

03.04.2025

73 Titular/es:

**JUSHI GROUP CO., LTD. (100.00%)
669 Wenhua Rd., Jushi Science&Technology
Building, Tongxiang Economic Development
Zone
Tongxiang, Zhejiang 314500, CN**

72 Inventor/es:

**CAO, GUORONG;
XING, WENZHONG;
ZHANG, LIN y
GU, GUIJIANG**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 3 010 567 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

Composición de fibra de vidrio, y fibra de vidrio y material compuesto de la misma

5 La presente solicitud reivindica prioridad sobre la Solicitud de Patente China N.º 201810647969.6 presentada ante la Oficina Estatal de Propiedad Intelectual el 22 de junio de 2018, e intitulada "COMPOSICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO, FIBRA DE VIDRIO Y MATERIAL COMPUESTO DE LA MISMA".

Campo de la invención

10

La realización de la presente invención se refiere, pero no se limita a, una composición de fibra de vidrio, y en particular a una fibra de vidrio, una composición para producir la misma y un material compuesto que comprende la misma.

Antecedentes de la invención

15 La fibra de vidrio es un material de fibra inorgánica que se puede utilizar para reforzar resinas para producir materiales compuestos con un buen rendimiento. El vidrio E es la composición de vidrio más común utilizada para fabricar fibra de vidrio continua. A medida que se desarrolla la ciencia y la tecnología, ha habido una creciente necesidad de mejorar el rendimiento de los compuestos reforzados con fibra de vidrio. La fibra de vidrio E tradicional, que contiene un alto contenido de boro, es incapaz de satisfacer las demandas de rendimiento y piezas de automóviles, debido a su estructura relativamente suelta y a su deficiente resistencia mecánica y a la corrosión. Para abordar las desventajas anteriores de la fibra de vidrio E convencional, muchas compañías e instituciones de investigación han realizado una serie de estudios. Se han divulgado algunas patentes relevantes con composiciones libres de boro. Por ejemplo, una composición libre de boro se describe en la Patente de EE. UU. N.º 4.542.106 y, sin embargo, se agrega una cantidad significativa de TiO_2 en la composición, lo que da como resultado altos costes de las materias primas para la fabricación de vidrio y colores desfavorables del vidrio. La Patente US08/469836 también proporciona una composición libre de boro que está basada en el sistema cuaternario $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-MgO}$ y sustancialmente libre de sulfato y óxido de titanio; sin embargo, no existe ninguna descripción de soluciones técnicas sobre cómo mejorar el lote de vidrio y abordar las dificultades de fusión y formación del vidrio que surgen por la ausencia de agentes fundentes, por lo que sería difícil lograr una producción eficiente con hornos revestidos con materiales refractarios. Algunas soluciones de mejora se proporcionan en otras patentes para disminuir las dificultades de fusión y formación del vidrio. Estas soluciones incluyen, por ejemplo: agregar más del 3% en peso de ZnO y TiO_2 , lo que tendría una aplicación muy limitada debido a los costes excesivamente altos de estos dos óxidos; agregar una gran cantidad de MgO y aumentar la cantidad total de óxidos de metales alcalinotérreos, lo que podría disminuir la dificultad de fusión del vidrio, y sin embargo, mientras tanto aumentaría el riesgo de desvitrificación del vidrio y, por lo tanto, tendría una aplicación limitada debido a su impacto negativo en el control de la dificultad de formación del vidrio; y añadir menos del 8% en peso de escorias de alto horno, lo que podría acelerar la fusión del lote de vidrio, pero por otro lado afectaría el refinado del vidrio fundido y, por lo tanto, tendría una aplicación limitada debido a la alta dificultad para controlar el proceso de fusión del vidrio.

45 Los documentos de patente CN 102 849 956 A y US 8 497 219 B2 describen composiciones de vidrio para fibras de vidrio.

50 En general, la técnica anterior mencionada anteriormente para producir fibra de vidrio es costosa y enfrenta problemas tales como altas dificultades para fundir materiales de lotes de vidrio y refinar el vidrio fundido, mala absorción de calor del vidrio fundido, baja velocidad de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la atenuación de la fibra, altas temperaturas de formación y de liquidus, alta velocidad de cristalización y un intervalo de temperatura estrecho (ΔT) para la formación de fibras. Por lo tanto, la producción de fibra de vidrio en la técnica anterior generalmente no permite una producción eficaz a gran escala a bajo coste.

Sumario de la invención

55

Un objetivo de la presente divulgación es proporcionar una composición para producir una fibra de vidrio. La fibra de vidrio resultante tiene un bajo coste de producción y una alta absorción de calor; mientras tanto, al introducir óxidos de hierro y regular la relación de óxido ferroso a óxido férrico, la composición para producir una fibra de vidrio no sólo puede aumentar la tasa de absorción de calor del lote de vidrio y del vidrio fundido y mejorar la convección del vidrio fundido, mejorando así el rendimiento de fusión con un menor consumo de energía; también, puede ayudar a reducir la tasa de rotura de la fibra y mejorar la resistencia de la fibra de vidrio al aumentar la tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la formación de fibras, y reducir la cantidad de burbujas y la temperatura de liquidus del vidrio y reducir la tasa de cristalización del vidrio, ampliando así el intervalo de temperatura para la formación de fibras. Por lo tanto, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención es particularmente adecuada para la producción a gran escala con hornos

65

ES 3 010 567 T3

revestidos con material refractario.

Para lograr el objetivo anterior, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, se proporciona una composición para producir fibra de vidrio, comprendiendo la composición cantidades porcentuales en peso, como sigue:

5

	SiO ₂	54,2 -64%
	Al ₂ O ₃	11-18%
	CaO	20-25,5%
10	MgO	0,3-3,9%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

15 Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que 97% y la relación de porcentaje en peso Na₂O/K₂O es superior a 0,65.

20 En una clase de esta realización, la relación de porcentaje en peso $C2 = (\text{FeO} + \text{CaO} - \text{MgO}) / \text{SiO}_2$ es superior a 0,33.

En una clase de esta realización, la composición está básicamente libre de B₂O₃.

25 En una clase de esta realización, el porcentaje en peso combinado de SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, TiO₂ y óxidos de hierro es mayor que el 99%.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido de FeO es mayor o igual que el 0,10%.

30 En una clase de esta realización, la composición comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

35

	SiO ₂	57-62%
	Al ₂ O ₃	12-17%
	CaO+ MgO	21-26,5%
	CaO	20,5-25%
	MgO	0,3-2,7%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,2-2%
	Na ₂ O	0,1-1,2%
40	K ₂ O	0,1-1,2%
	TiO ₂	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

45 Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 99%, la composición está básicamente libre de B₂O₃.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido de Al₂O₃ es de 13,6-15% en peso.

50 En una clase de esta realización, la composición comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

55

	SiO ₂	57,5-61%
	Al ₂ O ₃	13-15,5%
	CaO	21-24,5%
	MgO	>0,4% y <1%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,2%
60	Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor o igual que el 99,2%.

65 En una clase de esta realización, la composición comprende los siguientes componentes expresados como

ES 3 010 567 T3

cantidades porcentuales en peso:

	SiO ₂	57,5-61%
	Al ₂ O ₃	13-15,5%
5	CaO	21-24,5%
	MgO	>0,4% y <1%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,2%
10	Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 99%; la composición está básicamente libre de B₂O₃.

15 En una clase de esta realización, la composición además contiene menos del 0,4% en peso de Li₂O.

En una clase de esta realización, la composición además contiene entre 0,15 y 0,65% en peso de F₂.

20 En una clase de esta realización, el intervalo de contenido de SiO₂ es del 59-64% en peso.

En una clase de esta realización, la composición está básicamente libre de P₂O₅.

En una clase de esta realización, la composición está básicamente libre de Li₂O.

25 En una clase de esta realización, la composición se produce utilizando materiales de lote de vidrio que tienen un valor de DQO de 500-1200 ppm.

En una clase de esta realización, la composición se produce utilizando materiales de lote de vidrio que tienen una relación SO₃/DQO de 2-10.

30 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona una fibra de vidrio producida con la composición para producir una fibra de vidrio.

35 De acuerdo con otro aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un material compuesto que incorpora la fibra de vidrio.

La presente invención se refiere a una composición de fibra de vidrio, específicamente a una composición de fibra de vidrio con un bajo coste de producción y una alta absorción de calor. La composición para producir una fibra de vidrio contiene óxidos de hierro, que incluyen óxido ferroso (calculado como FeO) y óxido férrico. Al controlar la relación de óxido ferroso a óxido férrico, expresado como $\text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ y ajustar razonablemente los contenidos de CaO, MgO y Al₂O₃ respectivamente, la composición puede: 1) no solo mejorar la absorción de calor de los materiales de lote de vidrio y del vidrio fundido, lo que ayuda a mejorar el rendimiento de fusión del vidrio y reducir el consumo de energía, sino también mejorar la convección del vidrio fundido y aumentar la tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la formación de fibras, reduciendo así la tasa de rotura de la fibra y aumentando la resistencia de la fibra de vidrio; 2) mejorar el efecto sinérgico entre los iones de hierro ferroso, iones de hierro férrico, iones de calcio y iones de magnesio, de modo que se logra una mejor estructura de apilamiento y una mayor tasa de endurecimiento del vidrio fundido, se disminuye la temperatura de liquidus y se controla la tasa de cristalización del vidrio; 3) reducir significativamente las dificultades de fibrización y refinado del vidrio y adquirir un intervalo de temperatura deseado para la formación de fibras. Por lo tanto, la composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención es más adecuada para la producción a gran escala y de bajo costo con hornos revestidos con material refractario. Además, al controlar la relación de $(\text{FeO} + \text{CaO} - \text{MgO}) / \text{SiO}_2$ para mejorar el efecto sinérgico entre los iones ferrosos, iones de calcio, iones de magnesio y iones de silicio, la presente invención reduce aún más la temperatura de liquidus y la tasa de cristalización del vidrio.

55 En concreto, la composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

	SiO ₂	54,2 -64%
	Al ₂ O ₃	11-18%
60	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,5%
65	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 97% y la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es mayor que el 0,65.

5

El efecto y el contenido de cada componente en la composición para producir una fibra de vidrio se describe a continuación:

10

La composición contiene óxidos de hierro que incluyen óxido ferroso (calculado como FeO) y óxido férrico, que presenta la coexistencia de iones Fe^{2+} y Fe^{3+} . Los contenidos de estos dos iones y la relación entre ellos cambiarán en diferentes estados redox y temperaturas. Como los iones Fe^{3+} y Fe^{2+} tienen la absorción en la región ultravioleta y en la región infrarroja respectivamente, una composición de vidrio con alto contenido de Fe^{2+} es más favorable para que el vidrio fundido absorba el calor durante el calentamiento y disipe el calor durante el enfriamiento. Por lo tanto, con un alto contenido de Fe^{2+} , la composición de la presente invención no solo puede aumentar la absorción de calor del vidrio fundido y mejorar la convección del vidrio fundido, mejorando así el rendimiento de fusión con un menor consumo de energía, sino que también ayuda a reducir la tasa de rotura de la fibra y mejora la resistencia de la fibra de vidrio al aumentar la tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la formación de fibras. Además, FeO también puede tener un efecto en la reducción de la tasa de cristalización del vidrio.

15

20

Además, los óxidos de hierro pueden reducir la viscosidad del vidrio. Sin embargo, dado que los iones Fe^{2+} y Fe^{3+} tienen un efecto colorante, la cantidad introducida debe ser limitada. Por lo tanto, en la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención, el intervalo de contenido de óxidos de hierro totales puede ser del 0,1-1%, preferentemente del 0,1-0,8%.

25

30

Mientras tanto, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66. Además, el contenido de FeO puede ser mayor o igual que el 0,10%, preferentemente mayor o igual que el 0,13%, más preferentemente mayor o igual que el 0,20%, incluso más preferentemente del 0,13-0,42%, y aún más preferentemente del 0,20-0,42%. En otra realización, el contenido de FeO es mayor o igual que el 0,30%. Por el contrario, el conocimiento general común en la técnica está sesgado en contra de un alto contenido de FeO, lo que da como resultado que se use una cantidad muy baja de FeO. Tomemos la relación C1 como se usa en la presente invención como ejemplo, el valor de C1 en las soluciones técnicas de conocimiento general común es a menudo inferior a 0,40, e incluso inferior a 0,33.

35

El SiO_2 es un óxido principal que forma la red vítrea y tiene el efecto de estabilizar todos los componentes. En la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención, el intervalo de contenido de SiO_2 es de 54,2-64%. El límite inferior se establece en 54,2%, de modo que el vidrio resultante tenga propiedades mecánicas suficientes; y el límite superior se establece en 64%, lo que ayuda a evitar una viscosidad y una temperatura de liquidus excesivamente altas que de otro modo causarían dificultades para la producción a gran escala. Preferentemente, el intervalo de contenido de SiO_2 en la presente invención puede ser de 57-62%, y más preferentemente puede ser de 57,5-61%. En otra realización, el contenido de SiO_2 puede ser de 59-64%.

40

45

Al_2O_3 es otro óxido principal que forma la red vítrea. Cuando se combina con SiO_2 , puede tener un efecto sustancial en las propiedades mecánicas, especialmente el módulo, del vidrio y un efecto significativo en la prevención de la separación de fases vítreas y en la resistencia a la cristalización. El intervalo de contenido de Al_2O_3 en la presente invención es del 11-18%. Para asegurar propiedades mecánicas suficientes, el contenido de Al_2O_3 no debe ser inferior al 11%. Sin embargo, el contenido de Al_2O_3 no debe ser excesivamente alto. Su contenido superior al 18% aumentaría significativamente los riesgos de separación de fases vítreas y cristalización, dando como resultado una temperatura de liquidus y una tasa de cristalización demasiado altas que no son adecuadas para la producción a gran escala. Preferentemente, el contenido de Al_2O_3 puede ser del 12-17%, más preferentemente del 13-15,5%, e incluso más preferentemente del 13,6-15%.

50

55

El CaO es un óxido modificador de la red vítrea. Ayuda a regular la viscosidad del vidrio, mejora la estabilidad química y la resistencia mecánica del vidrio y acelera la tasa de formación de fibras del vidrio al aumentar la tasa de endurecimiento del vidrio fundido. El intervalo de contenido de CaO en la presente invención es de 20-25,5%. Si el contenido es demasiado bajo, los efectos mencionados anteriormente no serán significativos; si el contenido es demasiado alto, la tasa de endurecimiento del vidrio fundido será excesivamente baja, lo que provocará la dificultad en la formación de fibras y un mayor riesgo de cristalización. Preferentemente, el contenido de CaO puede ser del 20,5-25%, más preferentemente del 21-24,5%.

60

65

El MgO regula principalmente la viscosidad del vidrio y controla la cristalización del mismo. El intervalo de contenido de MgO en la presente invención es del 0,3-3,9%. En la presente invención, se mezcla una cierta cantidad de MgO con CaO y Al_2O_3 . Con dicha mezcla, los iones de calcio proporcionarían una cantidad considerable de oxígeno libre mientras rellenan los huecos de la red, y producirían un efecto sinérgico en el apilamiento estructural junto con los iones de magnesio y los iones de aluminio. De este modo, se conseguiría

una estructura de apilamiento más compacta, se obtendría una mezcla de fases cristalinas durante el proceso de cristalización que consiste en wollastonita (CaSiO_3), dióxido ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) y anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), y se reduciría el riesgo de cristalización; además, se optimizaría la tasa de endurecimiento del vidrio fundido, así como el efecto de enfriamiento durante la atenuación de la fibra. Preferentemente, el contenido de MgO puede ser del 0,3-2,7%, más preferentemente del 0,75-2%. En otra realización, el contenido de MgO puede ser mayor que el 0,4% y menor que el 1%.

Mientras tanto, con el fin de aumentar la tasa de fibrización y la tasa de endurecimiento del vidrio fundido, reducir la tasa de cristalización y mejorar el efecto de enfriamiento en los conos de fibra, la relación de porcentaje en peso $C2=(\text{FeO}+\text{CaO}-\text{MgO})/\text{SiO}_2$ en la presente invención puede ser mayor que 0,33, preferentemente mayor que o igual a 0,34, más preferentemente 0,34-0,43, e incluso más preferentemente 0,34-0,40. Sin embargo, la relación C2 no debe ser demasiado alta, de lo contrario la resistencia y el rendimiento de cristalización de la fibra de vidrio resultante se verían afectados.

Tanto el K_2O como el Na_2O pueden reducir la viscosidad del vidrio y son buenos agentes fundentes. También pueden proporcionar una cantidad considerable de oxígeno libre y producir un buen efecto sinérgico en combinación con iones ferrosos, iones de aluminio y iones de magnesio, de modo que se crea una estructura de apilamiento más compacta y un mejor efecto de enfriamiento en los conos de fibra. En la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención, el intervalo de contenido total de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ puede ser del 0,1-2%, preferentemente puede ser del 0,15-1%, y más preferentemente puede ser del 0,15-0,85%. Además, el intervalo de contenido de Na_2O puede ser del 0,1-1,2% y el intervalo de contenido de K_2O puede ser del 0,1-1,2%. Además, para asegurar el efecto de enfriamiento en los conos de fibra y mejorar las propiedades de formación de la fibra de vidrio, la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es superior a 0,65, preferentemente mayor o igual que el 0,8%, más preferentemente mayor o igual que 1.

El TiO_2 no sólo puede reducir la viscosidad del vidrio a altas temperaturas, sino que también tiene un cierto efecto fundente. Por lo tanto, en la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención, el intervalo de contenido de TiO_2 es del 0,1-1,5%, preferentemente del 0,1-1,2% y, más preferentemente, del 0,1-0,8%. Mientras tanto, el porcentaje en peso combinado de $\text{SiO}_2+\text{TiO}_2$ es mayor que el 59,2%, preferentemente mayor o igual que el 59,4%.

Mientras tanto, el porcentaje en peso combinado de dichos SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 y óxidos de hierro en la presente invención es mayor que el 97%, preferentemente mayor que el 99%, más preferentemente mayor o igual que el 99,2%, e incluso más preferentemente mayor o igual que el 99,4%. Además de los componentes principales anteriores, la composición de fibra de vidrio de la presente invención también puede incluir pequeñas cantidades de otros componentes.

Además, con el fin de controlar los costes de producción y ser más amigable con el medio ambiente, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención puede estar básicamente libre de B_2O_3 .

Además, con el fin de controlar los costes de producción y ser más amigable con el medio ambiente, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención puede estar básicamente libre de P_2O_5 .

Además, con el fin de controlar los costes de producción, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención puede estar básicamente libre de Li_2O . En otra realización, la presente invención puede incluir Li_2O con un contenido menor que el 0,4%.

Además, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención puede incluir F_2 con un porcentaje en peso menor que el 0,8%. Como existe un cierto efecto sinérgico entre F_2 , iones de hierro ferroso y iones de hierro férrico, la cantidad de iones ferrosos se puede ajustar. Preferentemente, la presente invención puede incluir F_2 con un contenido del 0,1-0,7%, más preferentemente del 0,15-0,65%, e incluso más preferentemente del 0,25-0,65%. En otra realización, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención está básicamente libre de F_2 .

Además, la composición se produce utilizando materiales de vidrio en lotes que tienen un valor de DQO de 500-1200 ppm. El valor de DQO de los materiales de vidrio en lotes tradicionales es muy bajo, generalmente inferior a 250 ppm, o incluso inferior a 200 ppm. Preferentemente, el valor de DQO de los materiales de vidrio en lotes de la presente invención puede ser de 600-1200 ppm, más preferentemente de 650-1150 ppm.

En la presente invención, el estado redox se puede controlar utilizando un alto valor de DQO para adquirir una alta cantidad de Fe^{2+} , lo que no solo puede aumentar la absorción de calor del vidrio fundido y mejorar la convección del vidrio fundido, mejorando así el rendimiento de fusión con un menor consumo de energía, sino que también puede ayudar a reducir la tasa de rotura de la fibra y mejorar la resistencia de la fibra de vidrio al aumentar la tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la formación de fibras.

ES 3 010 567 T3

Además, la composición para producir una fibra de vidrio en la presente invención se puede producir utilizando materiales de lote de vidrio con una relación SO_3/DQO de 2-10. Preferentemente, el intervalo de la relación SO_3/DQO puede ser de 2,5-9, más preferentemente de 2,5-8.

5 Además, la expresión "básicamente libre de" o cualquiera de sus variantes en la presente invención significa que el componente en cuestión está presente en la composición sólo en una cantidad traza. Por ejemplo, el componente puede introducirse con las materias primas en forma de impurezas con un contenido de 0-0,03%, y en la mayoría de los casos de 0-0,01%.

10 En la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención, los efectos beneficiosos producidos por las gamas seleccionadas de los componentes antes mencionados se explicarán a modo de ejemplos a través de los datos experimentales específicos.

15 Los siguientes son ejemplos de intervalos de contenido preferidos de los componentes contenidos en la composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención.

Composición 1

20 La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

	SiO_2	54,2 -64%
	Al_2O_3	11-18%
	CaO	20-25,5%
25	MgO	0,3-3,9%
	Na_2O+K_2O	0,1-2%
	TiO_2	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

30 Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = FeO / (\text{óxidos de hierro} - FeO)$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 97% y la relación de porcentaje en peso Na_2O/K_2O es mayor que el 0,65.

35 Composición 2

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

40	SiO_2	54,2 -64%
	Al_2O_3	11-18%
	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
	Na_2O+K_2O	0,1-2%
45	TiO_2	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

50 Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = FeO / (\text{óxidos de hierro} - FeO)$ es de 1-5,66, el intervalo de la relación de porcentaje en peso $C2 = (FeO+CaO-MgO) / SiO_2$ es superior a 0,33, y el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que 97% y la relación de porcentaje en peso Na_2O/K_2O es superior a 0,65.

Composición 3

55 La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

	SiO_2	54,2 -64%
	Al_2O_3	11-18%
60	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
	Na_2O+K_2O	0,1-2%
	TiO_2	0,1-1,5%
65	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

ES 3 010 567 T3

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 97%, la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es mayor que el 0,65 y la composición está básicamente libre de B_2O_3 .

5

Composición 4

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

10

SiO ₂	54,2 -64%
Al ₂ O ₃	11-18%
CaO	20-25,5%
MgO	0,3-3,9%
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
TiO ₂	0,1-1,5%
Óxidos de hierro totales	0,1-1%

15

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, TiO₂ y óxidos de hierro es mayor que el 99% y la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es mayor que 0,65.

20

Composición 5

25

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

30

SiO ₂	54,2 -64%
Al ₂ O ₃	11-18%
CaO	20-25,5%
MgO	0,3-3,9%
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
TiO ₂	0,1-1,5%
Óxidos de hierro totales	0,1-1%

35

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el intervalo de contenido de FeO es mayor o igual que el 0,10%, y el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que el 97% y la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es mayor que el 0,65.

40

Composición 6

45

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

50

SiO ₂	57-62%
Al ₂ O ₃	12-17%
CaO+ MgO	21-26,5%
CaO	20,5-25%
MgO	0,3-2,7%
Na ₂ O+K ₂ O	0,2-2%
Na ₂ O	0,1-1,2%
K ₂ O	0,1-1,2%
TiO ₂	0,1-1,5%
Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

55

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 99%, la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es mayor que el 0,65 y la composición está básicamente libre de B_2O_3 .

60

Composición 7

65

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes

ES 3 010 567 T3

componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

5	SiO ₂	57,5-61%
	Al ₂ O ₃	13-15,5%
	CaO	21-24,5%
	MgO	>0,4% y <1%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,2%
10	Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 99%, la relación de porcentaje en peso Na₂O/K₂O es mayor que el 0,65 y la composición está básicamente libre de B₂O₃.

Composición 8

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

20	SiO ₂	54,2 -64%
	Al ₂ O ₃	11-18%
	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
25	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que 97%, la relación de porcentaje en peso Na₂O/K₂O es superior a 0,65 y la composición contiene F₂ con un intervalo de contenido del 0,15-0,65% en peso.

Composición 9

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

40	SiO ₂	54,2 -64%
	Al ₂ O ₃	11-18%
	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
45	TiO ₂	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de porcentaje en peso es $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor al 97%, la relación de porcentaje en peso Na₂O/K₂O es mayor que el 0,65 y la composición está básicamente libre de B₂O₃, P₂O₅ y Li₂O.

Composición 10

La composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades porcentuales en peso:

60	SiO ₂	54,2 -64%
	Al ₂ O ₃	11-18%
	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
65	TiO ₂	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1-1%

Además, los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO), el intervalo de la relación de

porcentaje en peso $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que 97% y la relación de porcentaje en peso $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es superior a 0,65; la composición se produce utilizando materiales de lote de vidrio que tienen un valor de DQO de 500-1200 ppm y una relación SO_3/DQO de 2-10.

5

Descripción detallada de la invención

A fin de aclarar mejor los propósitos, las soluciones técnicas y las ventajas de los ejemplos de la presente invención, a continuación, se describen de manera clara y completa las soluciones técnicas de los ejemplos de la presente invención. Obviamente, los ejemplos descritos en la presente memoria descriptiva son solo una parte de los ejemplos de la presente invención y no son todos los ejemplos. Todas las demás realizaciones ejemplares obtenidas por un experto en la técnica sobre la base de los ejemplos de la presente invención sin realizar un trabajo creativo caerán todas dentro del alcance de protección de la presente invención. Lo que debe quedar claro es que, siempre que no haya ningún conflicto, los ejemplos y las características de los ejemplos de la presente solicitud se pueden combinar arbitrariamente entre sí.

El concepto básico de la presente invención es que los componentes de la composición para producir una fibra de vidrio expresados como cantidades porcentuales en peso son: 54,2-64% de SiO_2 , 11-18% de Al_2O_3 , 20-25,5% de CaO , 0,3-3,9% de MgO , 0,1-2% de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, 0,1-1,5% de TiO_2 , 0,1-1% de óxidos de hierro totales incluyendo óxido ferroso (calculado como FeO), en la que el intervalo de la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{FeO} / (\text{óxidos de hierro} - \text{FeO})$ es de 1-5,66, el intervalo del porcentaje en peso combinado de estos componentes es mayor que el 97% y la relación de porcentaje en peso de $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ es superior a 0,65. La composición tiene un bajo coste de producción y una alta absorción de calor. No solo puede aumentar la absorción de calor del lote de vidrio y del vidrio fundido y mejorar la convección del vidrio fundido, mejorando así el rendimiento de fusión con un menor consumo de energía; también puede aumentar la tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la formación de fibras, reducir la cantidad de burbujas y la temperatura de liquidus del vidrio y reducir la tasa de cristalización del vidrio, ampliando así el intervalo de temperatura para la formación de fibras. Por lo tanto, la composición es particularmente adecuada para la producción a gran escala de fibra de vidrio con hornos revestidos con material refractario.

30

Los valores de contenido específicos de SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , óxidos de hierro y FeO en la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención se seleccionan para usarse en los ejemplos, y se realizan comparaciones con la composición de fibra de vidrio E tradicional ("B1") y una composición de fibra de vidrio E mejorada ("B2") como se describe en la patente WO96/39362 en términos de los siguientes siete parámetros de propiedad:

35

(1) Temperatura de formación, la temperatura a la cual el vidrio fundido tiene una viscosidad de 10^3 poise.

40

(2) Temperatura de liquidus, la temperatura a la cual los núcleos cristalinos comienzan a formarse cuando el vidrio fundido se enfría, es decir, la temperatura límite superior para la cristalización del vidrio.

(3) Valor ΔT , la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura de liquidus, que indica el intervalo de temperatura en el que se puede realizar el trefilado de la fibra.

45

(4) Resistencia a la tracción, la tensión máxima de tracción que la fibra de vidrio puede soportar, que debe ser medida en fibras de vidrio impregnadas de conformidad con ASTM D2343.

50

(5) Relación del área de cristalización, que se determinará mediante un procedimiento que se describe a continuación: corte el vidrio a granel de manera adecuada para que encaje en una cubeta de porcelana y luego coloque la muestra de barra de vidrio cortada en la cubeta de porcelana. Coloque la cubeta de porcelana con la muestra de barra de vidrio en un horno de gradiente para la cristalización y guarde la muestra para la conservación del calor durante 6 horas. Retire la cubeta con la muestra del horno de gradiente y enfríela al aire a temperatura ambiente. Finalmente, examine y mida las cantidades y dimensiones de los cristales en las superficies de cada muestra dentro del intervalo de temperatura de 1000-1150 °C desde una vista microscópica utilizando un microscopio óptico y luego calcule la relación del área de cristalización. Una relación de área alta significaría una alta tendencia a la cristalización y una alta tasa de cristalización.

55

60

(6) Cantidad de burbujas, que se determinará en un procedimiento establecido de la siguiente manera: Utilice moldes específicos para comprimir los materiales de lote de vidrio en cada ejemplo en muestras de la misma dimensión, que luego se colocarán en la plataforma de muestra de un microscopio de alta temperatura. Calentar las muestras de acuerdo con procedimientos estándar hasta la temperatura espacial preestablecida de 1500 °C y luego enfriarlas directamente con la solera de enfriamiento del microscopio a la temperatura ambiente sin conservación del calor. Finalmente, cada una de las muestras de vidrio se examina bajo un microscopio polarizador para determinar la cantidad de burbujas en las muestras. Una

65

ES 3 010 567 T3

burbuja se identifica de acuerdo con una amplificación específica del microscopio.

5 (7) Tiempo de enfriamiento, que se medirá de la siguiente manera: Verter un vidrio fundido a alta temperatura a 1550 °C en un molde de acero inoxidable con un cierto espesor, detectar los cambios de temperatura en la superficie del volumen de vidrio utilizando una pluralidad de conjuntos de instrumentos de temperatura infrarrojos, y registrar y calcular el tiempo que tarda el vidrio fundido inicial en enfriarse a una temperatura de alrededor de 100 °C. Un tiempo de enfriamiento corto significa una alta tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido, y viceversa.

10 Los siete parámetros antes mencionados y los procedimientos para medirlos son bien conocidos por los expertos en la técnica, por lo que pueden ser utilizados eficazmente para explicar las propiedades de la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención.

15 Los procedimientos específicos para los experimentos son los siguientes: cada componente puede ser adquirido a partir de las materias primas adecuadas. Mezclar las materias primas en las proporciones adecuadas para que cada componente alcance el porcentaje de peso final esperado. El lote mezclado se funde y el vidrio fundido se refina. Luego, el vidrio fundido se extrae a través de las puntas de los casquillos, formando así la fibra de vidrio. La fibra de vidrio se atenúa en la pinza giratoria de una bobinadora para formar tortas o paquetes. Por supuesto, se pueden utilizar procedimientos convencionales para procesar en profundidad estas fibras de vidrio para cumplir con el requisito esperado.

20 A continuación, se realizan comparaciones de los parámetros de propiedad de los ejemplos de la composición para producir una fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención con los del vidrio E tradicional y el vidrio E mejorado mediante tablas, en las que los contenidos de los componentes de la composición para producir una fibra de vidrio se expresan como porcentaje en peso. Lo que se debe aclarar es que la cantidad total de los componentes en los ejemplos es ligeramente inferior al 100%, y debe entenderse que la cantidad restante son impurezas traza o una pequeña cantidad de componentes que no se pueden analizar. Los siguientes ejemplos A1 a A9, A13 y A15 son de acuerdo con la reivindicación independiente 1, mientras que los ejemplos A10 a A12 y A14 no son de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

30

Tabla 1A

		A1	A2	A3	A4	A5
Componente	SiO ₂	59,2	59,2	59,2	61,0	57,5
	Al ₂ O ₃	14,3	14,3	14,3	13,0	15,5
	CaO	23,3	22,7	22,1	22,8	23,8
	MgO	0,90	1,5	2,1	0,95	1,0
	TiO ₂	0,50	0,50	0,50	0,35	0,40
	B ₂ O ₃	-	-	-	-	-
	Óxidos de hierro totales	0,45	0,45	0,45	0,50	0,42
	FeO	0,25	0,25	0,25	0,35	0,30
	K ₂ O	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30
	Na ₂ O	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50
	F ₂	0,35	0,35	0,35	0,40	0,38
Li ₂ O	-	-	-	-	-	
Relación	C1	1,25	1,25	1,25	2,33	2,50
	C2	0,383	0,362	0,342	0,364	0,405
Parámetro	Temperatura de formación (°C)	1265	1267	1268	1269	1268
	Temperatura de liquidus (°C)	1163	1166	1169	1167	1265
	T (°C)	102	101	99	102	103
	Resistencia a la tracción (MPa)	2380	2330	2290	2340	2360
	Relación del área de cristalización (%)	6	8	10	8	8
	Cantidad de burbujas (pzs)	6	7	7	10	8

ES 3 010 567 T3

Tabla 1B

		A6	A7	AS	A9	A10
	SiO ₂	59,0	59,0	59,2	59,4	57,5
	Al ₂ O ₃	14,1	14,2	14,6	13,6	17,0
Componente	CaO	23,3	25,0	21,6	22,4	20,0
	MgO	0,90	0,30	2,1	2,7	3,9
	TiO ₂	1,0	0,15	0,45	0,40	0,20
	B ₂ O ₃	-	-	-	-	-
	Óxidos de hierro totales	0,45	0,45	0,40	0,35	0,40
	FeO	0,25	0,25	0,25	0,27	0,13
	K ₂ O	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35
	Na ₂ O	0,45	0,30	0,45	0,45	0,40
	F ₂	0,30	0,10	0,65	0,15	0,05
	Li ₂ O	-	-	-	-	-
Relación	C1	1,25	1,25	1,67	3,38	0,48
	C2	0,384	0,423	0,334	0,336	0,282
Parámetro	Temperatura de formación (°C)	1262	1268	1263	1264	1280
	Temperatura de liquidus (°C)	1165	1173	1165	1163	1186
	T (°C)	97	95	98	101	94
	Resistencia a la tracción (MPa)	2340	2250	2360	2400	2200
	Relación del área de cristalización (%)	8	12	7	6	18
	Cantidad de burbujas (pzs)	6	8	6	5	13

Tabla 1C

		A11	A12	A13	A14	A15
Componente	SiO ₂	59,2	60,0	59,3	59,3	58,5
	Al ₂ O ₃	14,2	12,0	14,3	14,4	14,6
	CaO	23,5	22,6	22,6	23,2	23,2
	MgO	0,90	3,0	1,5	1,1	0,75
	TiO ₂	0,10	0,50	0,30	0,45	1,50
	B ₂ O ₃	-	-	-	-	-
	Óxidos de hierro totales	0,46	0,45	0,40	0,30	0,45
	FeO	0,16	0,30	0,30	0,24	0,35
	K ₂ O	0,50	0,50	0,40	0,60	0,35
	Na ₂ O	0,30	0,30	0,70	0,15	0,45
	F ₂	0,44	0,45	0,30	0,15	-
	Li ₂ O	-	-	-	0,15	-
Relación	C1	0,53	2,00	3,00	4,00	3,50
	C2	0,381	0,332	0,361	0,377	0,390
Parámetro	Temperatura de formación (°C)	1268	1268	1261	1263	1258
	Temperatura de liquidus (°C)	1171	1168	1166	1171	1163
	T (°C)	97	100	95	92	95
	Resistencia a la tracción (MPa)	2250	2290	2350	2400	2410

ES 3 010 567 T3

	Relación del área de cristalización (%)	10	9	8	12	6
	Cantidad de burbujas (pzs)	8	9	6	7	6

Tabla 1D

		A16	A17	A18	B1	B2
Componente	SiO ₂	59,4	59,4	59,4	54,16	59,45
	Al ₂ O ₃	14,1	14,1	14,1	14,32	13,48
	CaO	23,3	23,3	23,3	22,12	22,69
	MgO	0,95	0,95	0,95	0,41	3,23
	TiO ₂	0,45	0,45	0,45	0,34	0,04
	B ₂ O ₃	-	-	-	7,26	o
	Óxidos de hierro totales	0,40	0,40	0,40	0,39	0,36
	FeO	0,31	0,20	0,11	0,10	0,09
	K ₂ O	0,40	0,40	0,40	0,25	0,63
	Na ₂ O	0,40	0,40	0,40	0,45	0,03
	F ₂	0,40	0,40	0,40	0,29	0,04
	Li ₂ O	-	-	-	-	-
Relación	C1	3,44	1,00	0,38	0,34	0,33
	C2	0,381	0,380	0,378	0,403	0,329
Parámetro	Temperatura de formación (°C)	1262	1264	1265	1175	1264
	Temperatura de liquidus (°C)	1162	1167	1177	1075	1193
	T (°C)	100	97	88	100	71
	Resistencia a la tracción (MPa)	2410	2290	2190	1982	2191
	Relación del área de cristalización (%)	5	8	15	8	19
	Cantidad de burbujas (pzs)	5	7	10	10	13
	Tiempo de enfriamiento/s	5,0	6,0	8,5	9,0	10,0

5 A partir de los valores de las tablas anteriores se desprende que, en comparación con el vidrio E tradicional, la composición de fibra de vidrio de la presente invención tiene las siguientes ventajas: (1) resistencia a la tracción mucho mayor; (2) coste mucho menor; (3) mayor tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido; (4) menor cantidad de burbujas, lo que indica un mejor refinado del vidrio fundido.

10 En comparación con el vidrio E mejorado, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención tiene las siguientes ventajas: (1) mayor resistencia a la tracción; (2) mayor tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido; (3) temperatura de liquidus mucho más baja y relación de área de cristalización mucho más baja, que indican una temperatura límite superior baja para la cristalización, así como una baja tasa de cristalización y, por lo tanto, ayudan a reducir el riesgo de cristalización y a mejorar la eficiencia de trefilado de la fibra; (4) menor cantidad de burbujas, lo que indica un mejor refinado del vidrio fundido.

15 Por lo tanto, se puede ver de lo anterior que, en comparación con el vidrio E tradicional y el vidrio E mejorado, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención ha logrado un gran avance en términos de resistencia a la tracción, tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido, temperatura de cristalización y tasa de cristalización. Por lo tanto, la solución técnica general de la presente invención permite lograr fácilmente
20 una producción a gran escala con hornos revestidos con material refractario.

La composición de fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención se puede utilizar para fabricar fibras de vidrio que tengan las propiedades antes mencionadas.

25 La composición de fibra de vidrio de acuerdo con la presente invención se puede utilizar en combinación con uno o más materiales orgánicos y/o inorgánicos para preparar materiales compuestos que tengan excelentes rendimientos, tales como materiales base reforzados con fibra de vidrio.

Los contenidos descritos anteriormente pueden ser implementados individualmente o combinarse entre sí de diversas maneras, y todas estas variantes quedarán dentro del ámbito de protección de la presente invención.

5 Finalmente, lo que debe quedar claro es que, en este texto, los términos "contienen", "comprenden" o cualquier otra variante tienen el propósito de significar "incluyen de manera no exclusiva" por lo que cualquier proceso, procedimiento, artículo o equipo que contenga una serie de factores incluirá no sólo dichos factores, sino también otros factores que no estén explícitamente enumerados, o también incluirá factores intrínsecos de dicho proceso, procedimiento, objeto o equipo. Sin más limitaciones, los factores definidos por dicha frase como "contienen un..." no descartan que existan otros factores iguales en el proceso, procedimiento, artículo o equipo que
10 incluyan dichos factores.

Aplicabilidad industrial de la presente invención

15 La composición de fibra de vidrio de la presente invención introduce óxidos de hierro y controla la relación de óxido ferroso y óxido férrico. La composición no solo puede aumentar la absorción de calor del lote de vidrio y el vidrio fundido y mejorar el rendimiento de fusión con un menor consumo de energía; también puede mejorar la convección de vidrio fundido y aumentar la tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido durante la formación de fibras, disminuir la fractura de alambre y mejorar la resistencia de la fibra de vidrio, reducir la cantidad de burbujas y la temperatura de liquidus del vidrio y mejorar la tasa de cristalización del vidrio,
20 ampliando así el intervalo para la formación de fibras. En comparación con el vidrio de alto rendimiento existente, la composición para producir una fibra de vidrio de la presente invención ha logrado un gran avance en términos de resistencia a la tracción, tasa de enfriamiento y endurecimiento del vidrio fundido, temperatura de cristalización y tasa de cristalización y claridad. Por lo tanto, la resistencia a la tracción aumenta considerablemente, la tasa de enfriamiento y endurecimiento mejora aún más, la temperatura de cristalización y
25 la tasa de cristalización disminuyen y la cantidad de burbujas también disminuye. Por lo tanto, la solución técnica general de la presente invención es adecuada para la producción a gran escala con hornos y con bajo coste.

30

REIVINDICACIONES

1. Una composición para producir una fibra de vidrio, que comprende los siguientes componentes con sus correspondientes cantidades porcentuales en peso:

5	SiO ₂	54,2 -64%
	Al ₂ O ₃	11-18%
	CaO	20-25,5%
	MgO	0,3-3,9%
10	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,5%
	Óxidos de hierro totales	0,1 -1%

en la que

15 los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO);
 una relación de porcentaje en peso C1= FeO / (óxidos de hierro - FeO) es de 1-5,66;
 el contenido total de los componentes enumerados anteriormente es mayor que el 97%; y
 la relación de porcentaje en peso Na₂O/K₂O es superior a 0,65.

- 20 2. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que una relación de porcentaje en peso C2= (FeO+CaO-MgO) / SiO₂ es superior a 0,33.

- 25 3. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, estando básicamente libre de B₂O₃.

4. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el porcentaje en peso combinado de SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, TiO₂ y óxidos de hierro es mayor que el 99%.

- 30 5. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende FeO con un porcentaje en peso mayor o igual que el 0,10%.

6. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con sus correspondientes cantidades porcentuales en peso:

35	SiO ₂	57-62%
	Al ₂ O ₃	12-17%
	CaO+ MgO	21-26,5%
	CaO	20,5-25%
	MgO	0,3-2,7%
40	Na ₂ O+K ₂ O	0,2-2%
	Na ₂ O	0,1-1,2%
	K ₂ O	0,1-1,2%
	TiO ₂	0,1-1,5%
45	Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

en la que

50 los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO);
 una relación de porcentaje en peso C1= FeO / (óxidos de hierro - FeO) es de 1-5,66;
 el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que el 99%; y
 la composición está básicamente libre de B₂O₃.

- 55 7. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con sus correspondientes cantidades porcentuales en peso:

60	SiO ₂	57,5-61%
	Al ₂ O ₃	13-15,5%
	CaO	21-24,5%
	MgO	>0,4% y <1%
	Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
	TiO ₂	0,1-1,2%
	Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

65 en la que

ES 3 010 567 T3

los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO);
una relación de porcentaje en peso $CI = FeO / (\text{óxidos de hierro} - FeO)$ es de 1-5,66; y
El porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor o igual
que el 99,2%.

5

8. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con sus correspondientes cantidades porcentuales en peso:

10

SiO ₂	57,5-61%
Al ₂ O ₃	13-15,5%
CaO	21-24,5%
MgO	>0,4% y <1%

15

Na ₂ O+K ₂ O	0,1-2%
TiO ₂	0,1-1,2%
Óxidos de hierro totales	0,1-0,8%

en la que

20

los óxidos de hierro incluyen óxido ferroso (calculado como FeO);
una relación de porcentaje en peso $CI = FeO / (\text{óxidos de hierro} - FeO)$ es de 1-5,66;
el porcentaje en peso combinado de los componentes enumerados anteriormente es mayor que el
99%; y
la composición está básicamente libre de B₂O₃.

25

9. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende menos del 0,4% en peso de Li₂O.

30

10. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende entre 0,15 y 0,65% en peso de F₂.

11. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, estando básicamente libre de P₂O₅.

35

12. La composición de acuerdo con la reivindicación 1, estando básicamente libre de Li₂O.

13. Una fibra de vidrio, que es producida utilizando la composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

14. Un material compuesto, que comprende la fibra de vidrio de la reivindicación 13.

40

45