

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 102**

51 Int. Cl.:

C03C 13/02 (2006.01)

D03D 15/00 (2011.01)

C03C 3/091 (2006.01)

C03C 3/112 (2006.01)

C03C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2019** **PCT/CN2019/114267**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.04.2021** **WO21056679**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2019** **E 19909626 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023** **EP 3825287**

54 Título: **Composición de fibra de vidrio de grado electrónico, fibra de vidrio y tela electrónica de la misma**

30 Prioridad:

25.09.2019 CN 201910912666

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2024

73 Titular/es:

JUSHI GROUP CO., LTD. (100.0%)
669 Wenhua Rd. Jushi Science&Technology
Building Tongxiang Economic Development Zone
Tongxiang, Zhejiang 314500, CN

72 Inventor/es:

XING, WENZHONG;
CAO, GUORONG;
ZHANG, LIN;
HONG, XIUCHENG;
ZUO, SHUANGBAO y
YAO, ZHONGHUA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 969 102 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 de grado electrónico, fibra de vidrio y tela electrónica de la misma

5 La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente china n.º 201910912666,7, presentada el 25 de septiembre de 2019 y titulada "Composición de fibra de vidrio de grado electrónico, y fibra de vidrio y tejido electrónico de la misma".

Campo de la invención

10 La invención se refiere a una composición de fibra de vidrio, en particular, a composiciones de fibra de vidrio de grado electrónico que se pueden usar en la industria electrónica, y a una fibra de vidrio y tejido electrónico de la misma.

Antecedentes de la invención

15 La fibra de vidrio es un material de fibra inorgánica. Como material base funcional para la industria electrónica, las fibras de vidrio de grado electrónico se utilizan principalmente en campos como las comunicaciones, informática, embalaje de CI, electrónica de consumo, electrónica automotriz, etc. La cadena industrial de "fibra de vidrio electrónica, tejido electrónico, placa revestida de cobre y placa de circuito impreso (PCB)" es la aplicación principal de la fibra de vidrio electrónica. Para cumplir con las propiedades dieléctricas de la PCB, se requiere que la fibra de vidrio de grado electrónico tenga buenas propiedades dieléctricas.

25 En la actualidad, la fibra de vidrio de grado electrónico para PCB tanto en el país como en el extranjero es principalmente fibra de vidrio D que tiene un alto contenido de boro y fibra de vidrio E tradicional. La fibra de vidrio D es una fibra de vidrio de baja dieléctrica, sus propiedades dieléctricas son mejores que las de la fibra de vidrio E tradicional y puede cumplir con los requisitos del procesamiento de información de alta densidad y alta velocidad. La fibra de vidrio D comprende principalmente un 20-25 % de B_2O_3 , 72-76 % de SiO_2 , 0-5 % de Al_2O_3 y 2-4 % de Na_2O+K_2O , como se expresa en porcentaje en peso. La constante dieléctrica de la fibra de vidrio D (1 MHz a temperatura ambiente) está por debajo de 4,5, pero es difícil fundir y estirar la fibra de vidrio D. Por ejemplo, su temperatura de formación es superior a 1400 °C, lo que es difícil de realizar una producción en horno de tanque a gran escala. Al mismo tiempo, el rendimiento de perforación y la resistencia al agua de los productos de fibra de vidrio D son deficientes, lo que es desfavorable para su posterior procesamiento y uso. También tiene la desventaja de un alto coste de las materias primas.

35 Las solicitudes de patente US 2010/222198 A1, CN 102 849 957 A y CN 101 575 172 A describen composiciones de fibra de vidrio.

40 Como fibra de vidrio de grado electrónico convencional, la fibra de vidrio E tradicional que tiene un alto contenido de boro es la principal fibra de vidrio electrónica comercial en la actualidad. La constante dieléctrica de la fibra de vidrio E tradicional es generalmente 6,7-7,1, que puede cumplir con los requisitos de las placas de circuito impreso tradicionales, y la fibra de vidrio E tradicional tiene la ventaja de un buen rendimiento de fusión y una excelente procesabilidad. Sin embargo, en la práctica, el contenido de B_2O_3 de la fibra de vidrio E tradicional producida por diversas empresas es generalmente del 7,2 %, con una desviación de $\pm 0,4$ %, por lo que las materias primas siguen siendo costosas. Asimismo, la presencia de una gran cantidad de boro en las materias primas conduce a una alta volatilidad del lote, que no solo es fácil de acelerar la corrosión a alta temperatura de los refractarios para el horno, sino que también limita el uso de un método de cocción en el techo eficiente para la fusión de la composición para producir una fibra de vidrio para aplicaciones electrónicas. Por otra parte, la fibra de vidrio E tradicional tiene otras desventajas, tales como una mala resistencia a los ácidos, malas propiedades mecánicas y una resistencia al agua insatisfactoria.

50 Adicionalmente, el enfoque principal de la fibra de vidrio de uso general para refuerzo son las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión. Se toma como ejemplo la fibra de vidrio E sin boro. Su composición está libre de boro, o incluso libre de flúor al mismo tiempo, y la cantidad total de óxidos de metales alcalinos y alcalinotérreos tendrá que aumentarse, para reducir la viscosidad y la dificultad de fusión del vidrio. Por tanto, la dificultad de producción se reducirá mientras que la eficiencia de producción aumentará. Como resultado, es difícil que las propiedades eléctricas de la fibra de vidrio E sin boro y el rendimiento de perforación de las placas de fibra de vidrio cumplan con los requisitos de PCB, por lo que la fibra de vidrio E sin boro no es adecuada para producir fibra de vidrio de grado electrónico.

60 En la actualidad, muchas empresas de fibra de vidrio e instituciones de investigación se centran en la investigación y el desarrollo de fibra de vidrio de baja dieléctrica, mientras que la investigación e innovación en fibra de vidrio E de grado electrónico es muy escasa. Prácticamente, existen muchos problemas en la fibra de vidrio E de grado electrónico tradicional. En términos de mejora de las propiedades del vidrio, reducción de costes, disminución de la volatilización, minimización de la corrosión de los refractarios y uso de tecnologías avanzadas de cocción en horno, aún queda un potencial significativo de mejora para la fibra de vidrio E de grado electrónico tradicional.

65

Sumario de la invención

Para resolver el problema descrito anteriormente, la presente invención tiene como objetivo proporcionar una composición de alta resistencia a la corrosión de fibra de vidrio de grado electrónico de bajo coste. La composición no solo puede mejorar las propiedades dieléctricas del vidrio y aumentar las propiedades mecánicas, resistencia al agua y resistencia a los ácidos de la fibra de vidrio, sino que también puede reducir significativamente el coste de las materias primas, disminuir significativamente la volatilización de las materias primas y minimizar la corrosión de los refractarios. Por tanto, la composición es adecuada para la producción de hornos de tanque a gran escala.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporciona una composición para producir una fibra de vidrio de grado electrónico, comprendiendo la composición cantidades de porcentaje en peso, de la siguiente manera:

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,20, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

En una clase de esta realización, la relación de porcentaje en peso $C2 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,73.

En una clase de esta realización, la relación de porcentaje en peso $C3 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3)$ es superior o igual a 2,50.

En una clase de esta realización, la relación de porcentaje en peso $C4 = \text{B}_2\text{O}_3 / \text{R}_2\text{O}$ es superior o igual a 1.

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

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	≤25,2 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,20, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido de RO es del 20-24,4 % en cantidades de porcentaje en peso.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido combinado de RO+R₂O es del 20,5-25 % en cantidades de porcentaje en peso.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido de R₂O es inferior o igual al 0,8 % en cantidades de

porcentaje en peso.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido de F_2 es del 0,05-1,2 % en cantidades de porcentaje en peso.

5

En una clase de esta realización, la relación de porcentaje en peso de K_2O/Na_2O es superior a 0,5.

En una clase de esta realización, el intervalo de contenido combinado de Al_2O_3+MgO es del 13-19,1 % en cantidades de porcentaje en peso.

10

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

SiO_2	54,2-60 %
Al_2O_3	11-17,5 %
B_2O_3	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
$RO=CaO+MgO$	$\leq 24,8$ %
$R_2O=Na_2O+K_2O+Li_2O$	<1 %
Na_2O+K_2O	0,1-0,65 %
TiO_2	0,05-0,8 %
Fe_2O_3	0,05-0,7 %
F_2	0,01-1,2 %

15 en donde, la relación de porcentaje en peso $C1= SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, la relación de porcentaje en peso $C3=(SiO_2+Al_2O_3)/(RO+R_2O+B_2O_3)$ es superior o igual a 2,50, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

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

SiO_2	55-59,5 %
Al_2O_3	11,5-16,5 %
B_2O_3	0,7-4,5 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1-4,5 %
$RO=CaO+MgO$	$\leq 24,4$ %
$R_2O=Na_2O+K_2O+Li_2O$	<1 %
Na_2O+K_2O	0,1-0,65 %
$RO+R_2O$	20,5-25 %
TiO_2	0,05-0,8 %
Fe_2O_3	0,05-0,7 %
F_2	0,05-1,2 %

25 en donde, la relación de porcentaje en peso $C1= SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

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

30

SiO_2	55-59,5 %
Al_2O_3	12-15,9 %
B_2O_3	1-3,5 %

(continuación)

CaO	18-23,3 %
MgO	1,1-4 %
RO=CaO+MgO	≤24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	≤0,8 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	20,5-25 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,05-1,2 %

en donde, el intervalo de la relación de porcentaje en peso $C1 = SiO_2/(RO+R_2O)$ es 2,24-2,75, el intervalo de la relación de porcentaje en peso $C2 = (SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es 2,75-3,35, la relación de porcentaje en peso $C3 = (SiO_2+Al_2O_3)/(RO+R_2O+B_2O_3)$ es superior o igual a 2,50, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

En una clase de esta realización, la composición contiene uno o más componentes seleccionados del grupo que consiste en SO₃, SrO, CeO₂, La₂O₃, Y₂O₃, ZrO₂ y ZnO, siendo el porcentaje en peso combinado inferior al 1,5 %.

De acuerdo con otro aspecto de esta invención, se proporciona una fibra de vidrio de grado electrónico producida con la composición de fibra de vidrio de grado electrónico.

Preferentemente, la fibra de vidrio de grado electrónico tiene un intervalo de constante dieléctrica de 6,0-7,0 a 1 MHz a temperatura ambiente.

De acuerdo con otro aspecto más de esta invención, se proporciona un tejido electrónico que incorpora la fibra de vidrio de grado electrónico.

Preferentemente, el tejido electrónico se usa como material base para placas de circuito impreso.

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención se refiere específicamente a una composición de fibra de vidrio de grado electrónico que tiene bajo coste y alta resistencia a la corrosión. La composición contiene un bajo contenido de B₂O₃, ajusta principalmente los contenidos de óxidos de metales alcalinos y óxidos de metales alcalinotérreos, respectivamente, así como en combinación, y mientras tanto selecciona los contenidos de SiO₂, Al₂O₃, B₂O₃ y F₂ respectivamente, y regula adecuadamente la relación de contenido de SiO₂/(RO+R₂O). Además, la composición mantiene las proporciones de (SiO₂+Al₂O₃-B₂O₃)/(RO+R₂O), (SiO₂+Al₂O₃)/(RO+R₂O+B₂O₃) y B₂O₃/R₂O cada uno dentro de un intervalo apropiado, de modo que se mejorarán los efectos sinérgicos entre el grupo de iones de silicio, iones de boro e iones de aluminio, y el grupo de iones de metales alcalinos e iones de metales alcalinotérreos. A través del control de los contenidos y proporciones de los componentes mencionados anteriormente, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención no solo puede mejorar las propiedades eléctricas, especialmente propiedades dieléctricas, del vidrio y aumentar las propiedades mecánicas, resistencia al agua y resistencia a los ácidos del vidrio, sino que también puede reducir significativamente el coste de las materias primas, disminuir significativamente la volatilización de las materias primas y minimizar la corrosión de los refractarios. Por tanto, la composición es adecuada para la producción de hornos de tanque a gran escala.

Específicamente, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,20, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

- 5 El efecto y contenido de cada componente en la composición de fibra de vidrio de grado electrónico se describe como sigue:

10 Como óxido de vidrio formador de red del vidrio, el SiO_2 es un óxido principal que forma la red de vidrio y apenas puede moverse bajo la influencia del campo eléctrico. En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la presente invención, el intervalo de contenido de SiO_2 es del 54,2-60 %. Para garantizar que el vidrio tenga suficientes propiedades dieléctricas y mecánicas, el contenido de óxido de silicio no debe ser inferior al 54,2 %; por otro lado, para evitar que la viscosidad y la temperatura de liquidus del vidrio sean demasiado altas, que de otro modo dificultaría lograr una producción a gran escala, el contenido de óxido de silicio no debe ser superior al 60 %. Preferentemente, el intervalo de porcentaje en peso de SiO_2 puede ser del 54,2-59,5 %, más preferentemente del 55-59,5 %, y aún más preferentemente del 55-59 %.

20 Los óxidos de metales alcalinos son modificadores de la red de vidrio y óxidos de metales alcalinos tales como Na_2O , K_2O y Li_2O pueden reducir la viscosidad del vidrio y mejorar el rendimiento de fusión del vidrio. También pueden proporcionar eficazmente oxígeno libre, formar un buen efecto sinérgico en combinación con iones de boro e iones de aluminio, y generar una cierta cantidad de tetraedros con cargas negativas. Estos tetraedros jugarán un papel en la restricción de iones de Na^+ limitando su movimiento y, por lo tanto, logran un mejor efecto de apilamiento estructural. Sin embargo, los óxidos de metales alcalinos tienen un efecto significativo en las propiedades eléctricas del vidrio. Con el aumento de óxidos de metales alcalinos en el vidrio, aumentará la cantidad de iones de metales alcalinos monovalentes, así como iones de oxígeno que no forman puente que pueden polarizarse fácilmente, y la conductividad y la constante dieléctrica del vidrio aumentarán en consecuencia.

30 De acuerdo con la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la presente invención, se ha descubierto que el efecto de Na_2O en las propiedades eléctricas del vidrio es superior al de K_2O y Li_2O , lo que está relacionado con el hecho de que es más fácil para el Na_2O proporcionar iones de oxígeno que no forman puente con alta polarizabilidad; mientras, el efecto alcalino dual es significativo, como la conductividad del vidrio que contiene tanto K_2O como Na_2O es menor que la del vidrio que contiene solo Na_2O . Por otra parte, se pueden obtener mejores propiedades dieléctricas controlando racionalmente la relación de $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$. Eso es porque, bajo el efecto de un campo eléctrico externo, las vacantes dejadas por los iones de Na^+ son más pequeñas que por los iones de K^+ cuando se mueven iones metálicos monovalentes. Como los iones de K^+ grandes no pueden entrar en las pequeñas vacantes, la trayectoria está bloqueada, lo que da como resultado la obstaculización del movimiento de iones pequeños y la restricción de la movilidad de los iones.

40 Por lo tanto, para garantizar las excelentes propiedades dieléctricas del vidrio, no solo debe restringirse el contenido total de óxidos de metales alcalinos, sino que también es necesario controlar razonablemente las relaciones entre estos óxidos. En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de esta invención, el intervalo de contenido de $\text{R}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$ es inferior al 1 % en cantidades de porcentaje en peso. Preferentemente, el intervalo de contenido de R_2O es inferior o igual al 0,8 % en cantidades de porcentaje en peso. Más preferentemente, el intervalo de contenido de R_2O es del 0,1-0,8 % en cantidades de porcentaje en peso. Aún más preferentemente, el intervalo de contenido de R_2O es del 0,1-0,65 % en cantidades de porcentaje en peso. Lo más preferentemente, el intervalo de contenido de R_2O es del 0,1-0,5 % en cantidades de porcentaje en peso.

50 El porcentaje en peso de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ es igual al 0,1-0,65 %. Además, el porcentaje en peso de Na_2O puede ser del 0,5 % o menos, preferentemente del 0,05-0,35 %, y más preferentemente del 0,05-0,2 %. Además, el porcentaje en peso de K_2O puede ser del 0,05-0,5 %, preferentemente, del 0,05-0,35 %. Además, el porcentaje en peso de Li_2O puede ser del 0,2 % o menos, y preferentemente puede ser del 0,1 % o menos.

55 De manera adicional, para mejorar las propiedades eléctricas del vidrio, la relación de porcentaje en peso de $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ puede ser superior a 0,5, preferentemente superior o igual a 0,75, y más preferentemente superior o igual a 1. Adicionalmente, en otra realización de esta invención, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención puede estar libre de Li_2O . En otra realización más de esta invención, el porcentaje en peso de Na_2O puede ser del 0,05-0,35 %, y la relación de porcentaje en peso de $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ puede ser 1 o mayor.

60 CaO también es un modificador de la red del vidrio. Tiene el efecto de regular la viscosidad del vidrio y mejorar la estabilidad química y la resistencia mecánica del vidrio. También puede ayudar a reducir la velocidad de endurecimiento del vidrio fundido y acelerar el proceso de fibrización del vidrio. Al mismo tiempo, teniendo el radio iónico similar, es más probable que los iones de Ca^{2+} y Na^+ formen un relleno cruzado en los huecos de la estructura del vidrio. Asimismo, con mayor intensidad de campo eléctrico que la de los iones de Na^+ , los iones de Ca^{2+} que llenan las vacantes de vidrio son más capaces de bloquear los canales de migración de iones. Por tanto, los iones de Ca^{2+} pueden inhibir eficazmente la migración de iones de Na^+ y, por lo tanto, reducir la conductividad y la constante dieléctrica del vidrio.

En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención, el intervalo de porcentaje en peso de CaO puede ser del 18-23,8 %. Un contenido de CaO demasiado bajo no generaría el efecto excelente mencionado anteriormente; si el contenido es demasiado alto, la cantidad de iones de oxígeno que no forman puente en el vidrio será demasiado alta, lo que conduce al aumento de la constante dieléctrica y la conductividad y, al mismo tiempo, aumentará el riesgo de cristalización del vidrio. Preferentemente, el intervalo de porcentaje en peso de CaO puede ser del 18-23,3 %, más preferentemente del 18-22,8 %, e incluso más preferentemente del 18-21,9 %.

El MgO es un óxido intermedio del vidrio y puede regular la viscosidad del vidrio y controlar la cristalización del vidrio. El enlace Mg-O es covalente hasta cierto punto, pero su característica dominante es ser iónico. En una red que tiene "oxígeno libre" insuficiente, los enlaces Mg-O tienen un efecto de "acumulación", lo que ayuda a reducir la conductividad y la constante dieléctrica del vidrio. Mientras, el radio iónico de Mg^{2+} es más pequeño que el de Na^+ o K^+ , mientras que su intensidad de campo iónico es significativamente mayor, de modo que la unión entre los iones de Mg^{2+} y los iones de oxígeno en el vidrio es relativamente más fuerte, lo que puede inhibir eficazmente la migración de iones de metales alcalinos de Na^+ y K^+ . Sin embargo, el contenido de MgO no debe ser demasiado alto, de lo contrario, el riesgo de desvitrificación del vidrio aumentará considerablemente.

En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención, el intervalo del porcentaje en peso de MgO puede ser del 1-5,5 %. En esta invención, se usa una cantidad apropiada de MgO junto con CaO y Al_2O_3 , de modo que los iones de calcio pueden proporcionar algo de oxígeno libre mientras llenan los huecos de la red y, por lo tanto, producen un efecto de apilamiento sinérgico junto con los iones magnesio y los iones aluminio. De esta manera, se logra una acumulación estructural más compacta y se obtiene un estado cristalino mixto que consiste en wollastonita ($CaSiO_3$), diópsido ($CaMgSi_2O_6$) y feldespato ($CaAl_2Si_2O_8$) durante la desvitrificación del vidrio. Por tanto, se reduce el riesgo de desvitrificación y se mejoran las propiedades dieléctricas del vidrio.

Preferentemente, el intervalo de porcentaje en peso de MgO puede ser del 1-4,5 %, más preferentemente puede ser superior al 1 % e inferior o igual al 4 %, e incluso más preferentemente puede ser del 1,1-4 %.

Para obtener una constante dieléctrica más baja y una mejor tasa de desvitrificación, en la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención, el intervalo de porcentaje en peso de $RO = CaO + MgO$ puede ser inferior o igual al 24,8 %. Preferentemente, el intervalo de porcentaje en peso de $CaO + MgO$ puede ser inferior o igual al 24,4 %, más preferentemente puede ser del 20-24,4 %, incluso más preferentemente puede ser del 20-23,9 %, y aún más preferentemente puede ser del 20-23,5 %. Además, el intervalo de porcentaje en peso de $RO + R_2O$ puede ser inferior al 25,5 %. Preferentemente, el intervalo de porcentaje en peso de $RO + R_2O$ puede ser inferior o igual al 25,2 %, más preferentemente puede ser del 20,5-25 %, incluso más preferentemente puede ser del 20,5-24,7 %, y aún más preferentemente puede ser del 21-24,3 %.

Para controlar la cantidad de oxígeno que no forma puente y de iones móviles en la estructura de vidrio, reducir la concentración y actividad de los iones modificadores de red para reducir la constante dieléctrica del vidrio, y tener en cuenta el efecto de fusión y refinado del vidrio, en la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención, el intervalo de la relación de porcentaje en peso $C1 = SiO_2 / (RO + R_2O)$ puede ser superior o igual a 2,20. Preferentemente, el intervalo de relación de porcentaje en peso C1 puede ser 2,20-2,80, más preferentemente puede ser 2,24-2,75, e incluso más preferentemente puede ser 2,28-2,70.

B_2O_3 es otra red que forma óxido del vidrio. Puede mejorar muchas propiedades del vidrio y también es un buen agente fundente. Al mismo tiempo, el boro puede estar presente en forma de triángulos de $[BO_3]$ y/o tetraedros de $[BO_4]$ en diferentes condiciones. A altas temperaturas de fusión, es difícil formar tetraedros de $[BO_4]$ y se formarán triángulos de $[BO_3]$, que es la razón principal por la cual B_2O_3 puede reducir la viscosidad del vidrio a altas temperaturas; a bajas temperaturas, B^{3+} tiene la tendencia a capturar oxígeno libre para formar tetraedros de oxígeno y boro, que juega un papel en el llenado de la red. Y el volumen de un tetraedro de $[BO_4]$ es más pequeño que el de un tetraedro de $[SiO_4]$, lo que hace que la estructura de vidrio tienda a ser más compacta y, por lo tanto, ayuda a reducir la conductividad y la constante dieléctrica del vidrio.

Sin embargo, el precio de las materias primas que contienen boro es muy alto. Asimismo, el boro es una sustancia volátil, y la presencia de una gran cantidad de materias primas que contienen boro conduce a una alta volatilidad del lote, lo que acelera la corrosión a alta temperatura de los refractarios del horno, y también limita el uso del método de calentamiento eficiente de cocción en el techo en un horno para producir fibra de vidrio de grado electrónico. Por otra parte, la resistencia a los ácidos, las propiedades mecánicas y la resistencia al agua de la fibra de vidrio de grado electrónico que tiene un alto contenido de boro son malas.

En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención, el intervalo de porcentaje en peso de B_2O_3 puede ser del 0,7-4,5 %. Preferentemente, el intervalo de porcentaje en peso de B_2O_3 puede ser del 0,7-4 %, más preferentemente del 1-3,5 %, e incluso más preferentemente puede ser del 1,4-3 %. Por otra parte, en otra realización de esta invención, el intervalo de porcentaje en peso de SiO_2 puede ser superior al 57 % y inferior o igual al 60 %, y el intervalo de porcentaje en peso de B_2O_3 es del 0,7-2 %.

Al_2O_3 es un óxido intermedio del vidrio y también un óxido principal que forma la red de vidrio. Cuando se combina

con SiO_2 , puede tener un efecto sustantivo sobre las propiedades mecánicas del vidrio y un efecto significativo sobre la desvitrificación del vidrio y la resistencia al agua. En el vidrio E con un alto contenido de boro, debido a la mayor tendencia de combinación entre iones B^{3+} e iones oxígeno, la coordinación tetraédrica de Al^{3+} se altera bajo la influencia de un gran número de iones B^{3+} con alta intensidad de campo. Por lo tanto, la capacidad de iones Al^{3+} para capturar oxígeno libre para formar tetraedros de alúmina se debilita, y los iones Al^{3+} en el vidrio tienden a estar en forma de octaedros. Cuando el contenido de Al_2O_3 se aumenta adecuadamente mientras que el contenido de B_2O_3 se disminuye, la tendencia de Al^{3+} para capturar oxígeno libre y formar tetraedros de alúmina se puede mejorar, el efecto del relleno de la red se puede fortalecer y el número de iones de oxígeno que no forman puente fácilmente polarizados se puede reducir. Por tanto, la constante dieléctrica del vidrio se reducirá.

En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con esta invención, el intervalo de porcentaje en peso de Al_2O_3 puede ser del 11-17,5 %. Para garantizar que el vidrio tenga suficiente resistencia al agua, propiedades mecánicas y propiedades dieléctricas, el contenido de alúmina no debe ser inferior al 11 %; y su contenido no debe ser demasiado alto, siendo el máximo 17,5 %. De lo contrario, el riesgo de desvitrificación del vidrio y separación de fases aumentará considerablemente, lo que conduce a temperaturas de líquidos excesivamente altas y altas tasas de cristalización. Esto lo hará indeseable para la producción a gran escala. Preferentemente, el intervalo de contenido de Al_2O_3 puede ser del 11,5-16,5 %, más preferentemente puede ser del 12-15,9 %.

Mientras se aseguran las propiedades eléctricas del vidrio, para mejorar las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión, y tener en cuenta el efecto de fusión y refinado del vidrio, el contenido de óxido de boro se puede reducir adecuadamente para tener un control sobre la competencia entre los iones de boro y los iones de aluminio al capturar oxígeno que no forma puente en el vidrio. Además, la relación de porcentaje en peso $\text{C2}=(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3)/(\text{RO}+\text{R}_2\text{O})$ puede ser superior o igual a 2,73. Preferentemente, la relación de porcentaje en peso C2 puede ser 2,73-3,35, más preferentemente puede ser 2,75-3,35, incluso más preferentemente puede ser 2,79-3,25, y aún más preferentemente puede ser 2,84-3,25.

De manera adicional, al tiempo que garantiza las propiedades mecánicas del vidrio, para reducir aún más el coste de las materias primas y tener en cuenta las propiedades eléctricas y el efecto de fusión y refinado del vidrio, la relación de porcentaje en peso $\text{C3}=(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{RO}+\text{R}_2\text{O}+\text{B}_2\text{O}_3)$ en la presente invención puede ser superior o igual a 2,50. Preferentemente, la relación de porcentaje en peso C3 puede ser 2,55-3,25, más preferentemente puede ser 2,60-3,25, incluso más preferentemente puede ser 2,65-3,20, y aún más preferentemente puede ser 2,70-3,20.

De manera adicional, para controlar las cantidades de oxígeno que no forman puente, los iones de metales alcalinos e iones de boro, así como la competencia entre los mismos en el vidrio, reducen la constante dieléctrica y la conductividad, y tienen en cuenta las propiedades mecánicas y el coste de las materias primas, la relación de porcentaje en peso $\text{C4}=\text{B}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ en la presente invención puede ser superior o igual a 1. Preferentemente, la relación de porcentaje en peso C4 puede ser 1,2-12, más preferentemente puede ser 1,5-10, incluso más preferentemente puede ser 2-8.

De manera adicional, para controlar la temperatura y la velocidad de cristalización, y tener en cuenta las propiedades eléctricas y mecánicas del vidrio, la relación de porcentaje en peso $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/\text{SiO}_2$ en la presente invención puede ser inferior o igual a 0,34, preferentemente puede ser 0,23-0,33.

De manera adicional, el porcentaje en peso de $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ en la presente invención puede ser del 12,5-21 %, preferentemente puede ser del 13-19,1 % y, más preferentemente, puede ser del 14,5-19,1 %.

De manera adicional, para mejorar las propiedades eléctricas y mecánicas del vidrio, el porcentaje en peso de $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{B}_2\text{O}_3$ en la presente invención puede ser del 15-23 %, y preferentemente puede ser del 16-21,9 %.

TiO_2 no solo puede reducir la viscosidad del vidrio a altas temperaturas, sino que también tiene un cierto efecto fundente. Sin embargo, demasiados iones de Ti^{4+} pueden provocar fácilmente la polarización por desplazamiento de iones en un campo eléctrico interno local, lo que conduce al aumento de la constante dieléctrica del vidrio. En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención, el intervalo de contenido de TiO_2 puede ser del 0,05-0,8 %. Preferentemente, el intervalo de contenido de TiO_2 puede ser del 0,05-0,6 %, y más preferentemente puede ser del 0,05-0,45 %. Además, el intervalo de contenido de $\text{Na}_2\text{O}+\text{TiO}_2$ puede ser inferior al 1,1 %, preferentemente inferior al 0,8 %.

Fe_2O_3 facilita la fusión del vidrio y también puede mejorar el rendimiento de cristalización del vidrio. En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención, el intervalo de contenido de Fe_2O_3 puede ser del 0,05-0,7 %, preferentemente, del 0,05-0,6 %. Fe_2O_3 contiene tanto iones de Fe^{2+} como de Fe^{3+} , y ambos tienen cierto efecto colorante. Como los iones de Fe^{3+} absorben la luz en la región ultravioleta y los iones de Fe^{2+} absorben la luz en la región infrarroja, mantener una proporción apropiada de iones ferrosos en el vidrio será bueno tanto para la absorción de calor del líquido de vidrio cuando se calienta como para la disipación de calor del líquido de vidrio cuando se enfría; también puede fortalecer la convección del líquido de vidrio, mejorar las tasas de enfriamiento y endurecimiento de la corriente de vidrio cuando se atenúa, reducir la rotura de la fibra y aumentar la resistencia de la fibra de vidrio.

Asimismo, la tendencia de la polarización por desplazamiento de los iones de Fe^{2+} es más débil que la de los iones de Fe^{3+} . Además, la relación de porcentaje en peso de $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ en la presente invención puede ser superior o igual a 0,40. Preferentemente, la relación de porcentaje en peso de $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ puede ser superior o igual a 0,50, más preferentemente puede ser 0,50-0,85, e incluso más preferentemente puede ser 0,55-0,80.

F_2 es propicio para la fusión y el refinado del vidrio y, en combinación con iones de hierro, también puede producir FeF_3 volátil o Na_3FeF_6 incoloro, lo que reduciría la colorabilidad del vidrio. Una cantidad adecuada de flúor que se introduce ayuda a mejorar la constante dieléctrica del vidrio. Sin embargo, el flúor es volátil y debe eliminarse del gas de escape. En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención, el intervalo de porcentaje en peso de F_2 puede ser del 0,01-1,2 %, preferentemente puede ser del 0,05-1,2 % y, más preferentemente, puede ser del 0,1-1 %. En otra realización de esta invención, el intervalo de porcentaje en peso de F_2 puede ser del 0,4-1 %.

Mientras, de acuerdo con esta invención, el porcentaje en peso combinado de SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Li_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 y F_2 puede ser superior o igual al 98,5 %. Preferentemente, el porcentaje en peso combinado de SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Li_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 y F_2 puede ser superior o igual al 99 %, más preferentemente puede ser superior o igual al 99,5 %, e incluso más preferentemente puede ser superior o igual al 99,8 %. Además de los componentes principales mencionados anteriormente, la composición de acuerdo con la presente invención también puede contener una pequeña cantidad de otros componentes.

Además, la composición de acuerdo con la presente invención contiene uno o más componentes seleccionados del grupo que consiste en SO_3 , SrO , CeO_2 , La_2O_3 , Y_2O_3 , ZrO_2 y ZnO , y la cantidad total de SO_3 , SrO , CeO_2 , La_2O_3 , Y_2O_3 , ZrO_2 y ZnO es inferior al 1,5 % en porcentaje en peso. Además, la cantidad total de SO_3 , SrO , CeO_2 , La_2O_3 , Y_2O_3 , ZrO_2 y ZnO es inferior al 1 % en porcentaje en peso. Además, la cantidad total de SO_3 , SrO , CeO_2 , La_2O_3 , Y_2O_3 , ZrO_2 y ZnO es inferior al 0,5 % en porcentaje en peso. Además, la composición contiene menos del 0,5 % en cantidad de porcentaje en peso de SO_3 . Adicionalmente, en otra realización de esta invención, la composición está sustancialmente libre de P_2O_5 con el fin de controlar el coste de producción y mejorar la protección del medio ambiente. En otra realización más de esta invención, la composición está sustancialmente libre de SrO para controlar el coste de producción y la densidad del vidrio.

Adicionalmente, la expresión "sustancialmente libre de" con respecto a un determinado componente en la descripción de esta invención significa que el componente está presente en la composición solo en cantidades traza, por ejemplo, en forma de trazas de impurezas introducidas involuntariamente con una materia prima de vidrio. El porcentaje en peso de este componente en la composición es del 0-0,03 % y, en la mayoría de los casos, del 0-0,01 %.

De manera adicional, una constante dieléctrica de la fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención es 6,0-7,0 a 1 MHz y temperatura ambiente. Preferentemente, la constante dieléctrica es 6,0-6,85, y más preferentemente, la constante dieléctrica es 6,35-6,80.

De manera adicional, de acuerdo con otro aspecto de esta invención, se proporciona una condición de uso para la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de esta invención, en donde se adopta un método de producción en horno de tanque usando al menos un quemador de techo.

En la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención, los efectos beneficiosos producidos por los intervalos seleccionados anteriormente mencionados de los componentes se explicarán por medio de ejemplos a través de los datos experimentales específicos.

Los siguientes son ejemplos de intervalos de contenido preferidos de los componentes contenidos en la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención.

Ejemplo preferido 1

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO_2	54,2-60 %
Al_2O_3	11-17,5 %
B_2O_3	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
$\text{RO}=\text{CaO}+\text{MgO}$	$\leq 24,8$ %

(continuación)

$R_2O=Na_2O+K_2O+Li_2O$	<1 %
Na_2O+K_2O	0,1-0,65 %
$RO+R_2O$	$\leq 25,2$ %
TiO_2	0,05-0,8 %
Fe_2O_3	0,05-0,7 %
F_2	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1= SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Ejemplo preferido 2

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO_2	54,2-60 %
Al_2O_3	11-17,5 %
B_2O_3	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
$RO=CaO+MgO$	$\leq 24,8$ %
$R_2O=Na_2O+K_2O+Li_2O$	$\leq 0,8$ %
Na_2O+K_2O	0,1-0,65 %
TiO_2	0,05-0,8 %
Fe_2O_3	0,05-0,7 %
F_2	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1= SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, la relación de porcentaje en peso $C3=(SiO_2+Al_2O_3)/(RO+R_2O+B_2O_3)$ es superior o igual a 2,50, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Ejemplo preferido 3

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO_2	54,2-60 %
Al_2O_3	11-17,5 %
B_2O_3	0,7-4,5 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1-5,5 %
$RO=CaO+MgO$	$\leq 24,4$ %
$R_2O=Na_2O+K_2O+Li_2O$	<1 %
Na_2O+K_2O	0,1-0,65 %
$RO+R_2O$	$\leq 25,2$ %
TiO_2	0,05-0,8 %
Fe_2O_3	0,05-0,7 %
F_2	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1= SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Ejemplo preferido 4

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
RO+R ₂ O	20,5-25 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,05-1,2 %

- 5 en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,73, la relación de porcentaje en peso $C3 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3)$ es superior o igual a 2,50, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

10 Ejemplo preferido 5

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

- 15 en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es 2,24-2,75, la relación de porcentaje en peso $C2 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,73, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

20 Ejemplo preferido 6

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %

(continuación)

TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = SiO_2 / (RO + R_2O)$ es 2,24-2,75, la relación de porcentaje en peso $C2 = (SiO_2 + Al_2O_3 - B_2O_3) / (RO + R_2O)$ es 2,75-3,35, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Ejemplo preferido 7

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	55-59,5 %
Al ₂ O ₃	11,5-16,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1-4,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	<1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	20,5-25 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = SiO_2 / (RO + R_2O)$ es superior o igual a 2,20, la relación de porcentaje en peso $C2 = (SiO_2 + Al_2O_3 - B_2O_3) / (RO + R_2O)$ es 2,75-3,35, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Ejemplo preferido 8

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	55-59,5 %
Al ₂ O ₃	11,5-16,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1-4,5 %
RO=CaO+MgO	≤24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	≤0,8 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,05-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = SiO_2 / (RO + R_2O)$ es 2,24-2,75, la relación de porcentaje en peso $C2 = (SiO_2 + Al_2O_3 - B_2O_3) / (RO + R_2O)$ es superior o igual a 2,73, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Ejemplo preferido 9

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes expresados como cantidades de porcentaje en peso:

SiO ₂	55-59,5 %
Al ₂ O ₃	12-15,9 %
B ₂ O ₃	1-3,5 %
CaO	18-22,8 %
MgO	1-4,5 %
RO=CaO+MgO	20-24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	≤0,8 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	20,5-25 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,05-1,2 %

en donde, la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es 2,24-2,75, la relación de porcentaje en peso $C2 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es 2,75-3,35, la relación de porcentaje en peso $C3 = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3)$ es superior o igual a 2,50, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

Descripción detallada de la invención

Para aclarar mejor los propósitos, las soluciones técnicas y las ventajas de los ejemplos de la presente invención, las soluciones técnicas en los ejemplos de la presente invención se describen clara y completamente a continuación. Evidentemente, los ejemplos descritos en el presente documento son solo parte de los ejemplos de la presente invención y no son todos los ejemplos. Todas las demás realizaciones ilustrativas obtenidas por un experto en la materia sobre la base de los ejemplos en la presente invención sin realizar trabajo creativo entrarán todas dentro del alcance de protección de la presente invención. Lo que debe quedar claro es que, siempre que no haya conflicto, los ejemplos y las características de los ejemplos en la presente solicitud se pueden combinar arbitrariamente entre sí.

En la presente invención, los componentes de la composición de fibra de vidrio de grado electrónico expresados como cantidades de porcentaje en peso son: 54,2-60 % de SiO₂, 11-17,5 % de Al₂O₃, 0,7-4,5 % de B₂O₃, 18-23,8 % de CaO, 1-5,5 % de MgO, ≤24,8 % de RO=CaO+MgO, <1 % de R₂O=Na₂O+K₂O+Li₂O, Na₂O+K₂O 0,1-0,65 %, 0,05-0,8 % de TiO₂, 0,05-0,7 % Fe₂O₃ y 0,01-1,2 % de F₂; en donde la relación de porcentaje en peso $C1 = \text{SiO}_2 / (\text{RO} + \text{R}_2\text{O})$ es superior o igual a 2,20, y el porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %. La composición tiene la ventaja de bajos costes y alta resistencia a la corrosión. Puede mejorar las propiedades eléctricas, especialmente propiedades dieléctricas, del vidrio y aumentar las propiedades mecánicas, resistencia al agua y resistencia a los ácidos del vidrio; también puede reducir significativamente el coste de las materias primas, disminuir significativamente la volatilización de las materias primas y minimizar la corrosión de los refractarios. Por tanto, la composición es adecuada para la producción de hornos de tanque a gran escala.

Los valores de contenido específicos de SiO₂, Al₂O₃, B₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, Li₂O, TiO₂, Fe₂O₃ y F₂ en la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención se seleccionan para usarse en los ejemplos, que se comparan con las propiedades de cinco ejemplos comparativos (numerados B1-B5) en términos de los siguientes nueve parámetros de propiedad, siendo B1 una composición de fibra de vidrio E tradicional para aplicaciones electrónicas, siendo B2 una composición de fibra de vidrio D tradicional y siendo B3-B5 composiciones de fibra de vidrio E de uso general para refuerzo.

(1) Temperatura de formación, la temperatura a la que el vidrio fundido tiene una viscosidad de 10⁵ mPa·s (10³ poise).

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

(3) valor de ΔT, que es la diferencia entre la temperatura de formación y la temperatura de liquidus e indica el intervalo de temperatura en el que se puede realizar el estirado de fibra.

(4) Resistencia a la tracción, la tensión de tracción máxima que puede soportar la fibra de vidrio, que se puede medir en una mecha de vidrio impregnada de acuerdo con la norma ASTM D2343.

(5) Constante dieléctrica, por determinar en un procedimiento de la siguiente manera: Mezclar las materias primas de fabricación de vidrio de manera uniforme y añadirlas a continuación a un crisol de platino. Mantener el crisol en un horno eléctrico de alta temperatura a 1550 ± 30 °C durante 6 horas para obtener un líquido de vidrio bien refinado y homogeneizado. Verter el líquido de vidrio en un molde de acero inoxidable precalentado para hacer bloques de vidrio, mantener estos bloques de vidrio en un horno de mufla para su recocido y, a continuación, cortarlos, lijar y pulir los bloques de vidrio recocido para hacer piezas de vidrio rectangulares con un espesor de aproximadamente 1,5 mm y

una longitud y anchura de aproximadamente 30 mm. Recubrir las piezas de vidrio con plata para formar electrodos y a continuación probar estas piezas para obtener valores de constante dieléctrica. Una constante dieléctrica más pequeña significa una polarización más débil del medio de vidrio y un mejor aislamiento del vidrio, y viceversa.

5 (6) Cantidad de burbujas, por determinar en un procedimiento de la siguiente manera: Usar moldes especiales para comprimir los materiales de lote de vidrio en cada ejemplo en muestras de la misma dimensión, que a continuación se colocarán en la plataforma de muestras de un microscopio de alta temperatura. Calentar las muestras de acuerdo con procedimientos estándar hasta la temperatura espacial preestablecida de 1500 °C, y a continuación las muestras de vidrio se enfrían directamente con la solera de enfriamiento a la temperatura ambiente sin preservación del calor.
10 Finalmente, cada una de las muestras de vidrio se examina bajo un microscopio de polarización para determinar la cantidad de burbujas en las muestras. En donde, la cantidad de burbujas se identifica de acuerdo con una ampliación específica del microscopio.

15 (7) Resistencia al agua, por caracterizar en términos de tasa de pérdida de peso. El procedimiento de prueba es el siguiente: Poner el polvo de vidrio con un tamaño de partícula de malla 40-80 en agua a 95 °C durante 24 horas, agitar la mezcla a intervalos regulares y medir y determinar la tasa de pérdida de peso del polvo de vidrio. Una menor tasa de pérdida de peso significa una mejor resistencia al agua del vidrio y viceversa.

20 (8) Resistencia a los ácidos, por caracterizar en términos de tasa de pérdida de peso. El procedimiento de prueba es el siguiente: Poner el polvo de vidrio con un tamaño de partícula de malla 40-80 en una solución de HCL al 10 % a 23 °C durante 48 horas, agitar la mezcla a intervalos regulares y medir y determinar la tasa de pérdida de peso del polvo de vidrio. Una menor tasa de pérdida de peso significa una mejor resistencia a los ácidos del vidrio, y viceversa.

25 (9) Coeficiente de coste de materias primas. Establecer el coste de la composición de fibra de vidrio E tradicional B1 como punto de referencia, siendo su coeficiente de coste 1,0. Los costes de otras composiciones se calculan en comparación con el punto de referencia. Un coeficiente de coste menor de las materias primas significa un coste menor de la composición, y viceversa.

30 Los nueve parámetros mencionados anteriormente y los métodos para medirlos son bien conocidos por un experto en la materia. Por lo tanto, estos parámetros mencionados anteriormente se pueden usar de manera eficaz para explicar las características técnicas y las ventajas de la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención.

35 Los procedimientos específicos para los experimentos son los siguientes: Cada componente puede adquirirse a partir de las materias primas apropiadas. Mezclar las materias primas en las proporciones apropiadas para que cada componente alcance el porcentaje de peso final esperado. El lote mixto se funde y se refina. A continuación, 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 sobre el collar giratorio de una bobinadora para formar tortas o paquetes. Por supuesto, se pueden usar métodos tradicionales para procesar adicionalmente estas fibras de vidrio para cumplir con el requisito esperado.

40 Las comparaciones de los parámetros de propiedad de los ejemplos de la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención con los de los ejemplos comparativos se realizan a continuación por medio de tablas, en donde los contenidos de componente de las composiciones para producir fibra de vidrio se expresan como porcentaje en peso. Lo que debe quedar claro es que la cantidad total de los componentes en un ejemplo es ligeramente inferior al 100 %, y debe entenderse que la cantidad restante son trazas de impurezas o una pequeña cantidad de componentes que no pueden analizarse. En donde el ejemplo A3 no está de acuerdo con la
45 presente invención y los ejemplos B1-B5 son ejemplos comparativos.

Tabla 1A

		A1	A2	A3	A4	A5
Componente	SiO ₂	58,10	58,10	58,10	58,10	58,10
	Al ₂ O ₃	14,80	14,50	14,20	15,20	13,90
	CaO	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10
	MgO	1,90	1,90	1,90	1,50	1,90
	B ₂ O ₃	2,60	2,60	2,60	2,60	3,50
	TiO ₂	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Fe ₂ O ₃	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	K ₂ O	0,25	0,35	0,50	0,25	0,25
	Na ₂ O	0,10	0,30	0,45	0,10	0,10
	F ₂	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45

(continuación)

		A1	A2	A3	A4	A5
Relación	C1	2,49	2,46	2,43	2,53	2,49
	C2	3,01	2,96	2,91	3,08	2,93
	C3	2,81	2,77	2,72	2,87	2,68
	C4	7,43	4,00	2,74	7,43	10,00
Parámetro	Temperatura de formación/°C	1242	1237	1230	1245	1236
	Temperatura de liquidus/°C	1137	1133	1127	1137	1130
	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	105	104	103	108	106
	Resistencia a la tracción/MPa	2250	2230	2180	2270	2220
	Constante dieléctrica	6,55	6,65	6,80	6,45	6,35
	Cantidad de burbujas/piezas	8	7	6	9	7
	Resistencia al agua, en tasa de pérdida de peso /%	0,35	0,45	0,55	0,30	0,40
	Resistencia a los ácidos, en tasa de pérdida de peso /%	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55
	Coeficiente de coste de materias primas	0,65	0,66	0,67	0,65	0,71

Tabla 1B

		A6	A7	A8	A9	A10
Componente	SiO ₂	60,00	60,00	58,00	56,60	56,60
	Al ₂ O ₃	12,00	13,10	14,50	15,90	15,00
	CaO	20,50	21,90	21,90	21,90	21,90
	MgO	1,00	1,80	1,80	1,80	1,80
	B ₂ O ₃	4,50	1,00	1,90	1,90	3,25
	TiO ₂	0,05	0,30	0,30	0,30	0,60
	Fe ₂ O ₃	0,60	0,20	0,40	0,40	0,10
	K ₂ O	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35
	Na ₂ O	0,20	0,25	0,25	0,25	0,25
	F ₂	0,75	1,00	0,50	0,50	0,05
Relación	C1	2,73	2,47	2,39	2,33	2,33
	C2	3,07	2,97	2,91	2,91	2,81
	C3	2,72	2,89	2,77	2,77	2,60
	C4	9,00	1,67	3,17	3,17	5,42
Parámetro	Temperatura de formación/°C	1244	1248	1236	1232	1240
	Temperatura de liquidus/°C	1134	1144	1134	1129	1134
	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	110	104	102	103	106
	Resistencia a la tracción/MPa	2150	2270	2260	2230	2180
	Constante dieléctrica	6,50	6,85	6,70	6,75	6,65
	Cantidad de burbujas/piezas	8	10	7	6	7
	Resistencia al agua, en tasa de pérdida de peso /%	0,45	0,40	0,40	0,35	0,35
	Resistencia a los ácidos, en tasa de pérdida de peso /%	0,60	0,35	0,40	0,40	0,45
	Coeficiente de coste de materias primas	0,80	0,58	0,63	0,62	0,70

Tabla 1C

		A11	A12	A13	A14	A15
Componente	SiO ₂	54,20	55,00	56,50	56,50	59,50
	Al ₂ O ₃	17,50	16,50	15,10	15,10	13,00
	CaO	21,00	22,80	22,40	23,30	19,00
	MgO	2,00	1,70	1,10	1,00	4,00
	B ₂ O ₃	4,00	2,70	3,50	2,50	2,50
	TiO ₂	0,45	0,30	0,25	0,30	0,25
	Fe ₂ O ₃	0,05	0,30	0,35	0,30	0,35
	K ₂ O	0,30	0,30	0,25	0,30	0,30
	Na ₂ O	0,20	0,20	0,10	0,20	0,35
	F ₂	0,20	0,10	0,35	0,40	0,65
Relación	C1	2,31	2,20	2,37	2,28	2,52
	C2	2,88	2,75	2,86	2,79	2,96
	C3	2,61	2,58	2,62	2,62	2,77
	C4	8,00	5,40	10,00	5,00	3,85
Parámetro	Temperatura de formación/°C	1227	1232	1222	1230	1236
	Temperatura de liquidus/°C	1124	1129	1116	1125	1130
	ΔT/°C	103	103	106	105	106
	Resistencia a la tracción/MPa	2210	2160	2180	2230	2260
	Constante dieléctrica	6,55	6,75	6,50	6,70	6,65
	Cantidad de burbujas/piezas	7	6	6	7	8
	Resistencia al agua, en tasa de pérdida de peso /%	0,35	0,35	0,45	0,40	0,45
	Resistencia a los ácidos, en tasa de pérdida de peso /%	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45
	Coefficiente de coste de materias primas	0,74	0,65	0,70	0,65	0,66

Tabla 1D

		A16	A17	A18	A19	A20
Componente	SiO ₂	57,60	57,60	56,50	57,60	58,10
	Al ₂ O ₃	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70
	CaO	22,15	21,65	21,65	20,55	20,55
	MgO	2,15	2,15	2,15	2,15	1,65
	B ₂ O ₃	1,50	2,00	3,10	3,10	3,10
	TiO ₂	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Fe ₂ O ₃	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	K ₂ O	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Na ₂ O	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	F ₂	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Relación	C1	2,31	2,36	2,31	2,47	2,54
	C2	2,84	2,88	2,79	2,96	3,05
	C3	2,73	2,73	2,58	2,73	2,81
	C4	2,31	3,08	4,77	4,77	4,77

(continuación)

		A16	A17	A18	A19	A20
Parámetro	Temperatura de formación/°C	1230	1231	1224	1233	1239
	Temperatura de liquidus/°C	1129	1126	1119	1124	1133
	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	101	105	105	109	106
	Resistencia a la tracción/MPa	2270	2240	2140	2170	2230
	Constante dieléctrica	6,80	6,75	6,70	6,60	6,55
	Cantidad de burbujas/piezas	6	7	5	7	8
	Resistencia al agua, en tasa de pérdida de peso /%	0,40	0,45	0,50	0,45	0,40
	Resistencia a los ácidos, en tasa de pérdida de peso /%	0,40	0,45	0,55	0,50	0,50
	Coefficiente de coste de materias primas	0,61	0,63	0,69	0,70	0,70

Tabla 1E

		A21	A22	A23	A23	A25
Componente	SiO ₂	57,50	57,50	58,10	58,10	58,10
	Al ₂ O ₃	15,00	15,00	14,70	14,70	14,70
	CaO	20,80	20,80	20,05	20,05	20,05
	MgO	3,00	3,00	1,65	1,65	1,65
	B ₂ O ₃	1,95	1,95	3,10	3,10	3,10
	TiO ₂	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Fe ₂ O ₃	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Li ₂ O	-	0,20	-	-	-
	SrO	-	-	0,50	-	-
	ZrO ₂	-	-	-	0,50	-
	La ₂ O ₃	-	-	-	-	0,50
	K ₂ O	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35
	Na ₂ O	0,25	0,05	0,30	0,30	0,30
	F ₂	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Relación	C1	2,37	2,37	2,60	2,60	2,60
	C2	2,90	2,90	3,12	3,12	3,12
	C3	2,76	2,76	2,86	2,86	2,86
	C4	3,90	3,90	4,77	4,77	4,77
Parámetro	Temperatura de formación/°C	1233	1227	1237	1245	1235
	Temperatura de liquidus/°C	1131	1126	1129	1131	1124
	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	102	101	108	114	111
	Resistencia a la tracción/MPa	2240	2300	2250	2270	2270
	Constante dieléctrica	6,70	6,65	6,50	6,40	6,35
	Cantidad de burbujas/piezas	7	5	8	10	7
	Resistencia al agua, en tasa de pérdida de peso /%	0,35	0,30	0,40	0,35	0,40
	Resistencia a los ácidos, en tasa de pérdida de peso /%	0,45	0,40	0,45	0,45	0,45
	Coefficiente de coste de materias primas	0,62	0,76	0,71	0,73	0,73

Tabla 1F

		B1	B2	B3	B4	B5
Componente	SiO ₂	54,16	73,00	59,05	56,50	54,00
	Al ₂ O ₃	14,32	1,00	13,08	14,70	15,20
	CaO	22,12	0,60	24,29	22,50	24,00
	MgO	0,41	0,50	2,83	4,00	2,10
	B ₂ O ₃	7,26	22,00	0	0,50	2,50
	TiO ₂	0,34	0	0,04	0,25	0,25
	Fe ₂ O ₃	0,39	0	0,36	0,30	0,30
	K ₂ O	0,25	2,90	0,23	0,35	0,40
	Na ₂ O	0,45		0,03	0,55	0,90
	F ₂	0,29	0	0,04	0,25	0,25
Relación	C1	2,33	18,25	2,16	2,06	1,97
	C2	2,64	13,00	2,63	2,58	2,43
	C3	2,25	2,85	2,63	2,55	2,31
	C4	10,37	7,59	0	0,56	1,92
Parámetro	Temperatura de formación/°C	1175	1410	1248	1240	1215
	Temperatura de liquidus/°C	1075	1250	1169	1190	1185
	ΔT/°C	100	160	79	50	30
	Resistencia a la tracción/MPa	1982	1870	2290	2180	2050
	Constante dieléctrica	6,80	4,20	7,25	7,30	7,40
	Cantidad de burbujas/piezas	10	20	18	10	7
	Resistencia al agua, en tasa de pérdida de peso /%	0,80	1,80	0,35	0,55	0,80
	Resistencia a los ácidos, en tasa de pérdida de peso /%	4,05	9,30	0,30	0,50	0,95
	Coefficiente de coste de materias primas	1,00	2,00	0,51	0,56	0,70

Se puede ver a partir de los valores en las tablas anteriores que, en comparación con las composiciones de fibra de vidrio E de uso general para refuerzo, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención tiene las siguientes ventajas: (1) menor constante dieléctrica; (2) temperatura de liquidus más baja; y (3) un intervalo de temperatura más amplio para la formación de fibras.

En comparación con la composición de la fibra de vidrio E tradicional, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención tiene las siguientes ventajas: (1) menor coste de materias primas; (2) mayor resistencia a la tracción; (3) mejor resistencia al agua y al ácido; y (4) niveles de constante dieléctrica mejorados.

En comparación con la composición de la fibra de vidrio D tradicional, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención tiene las siguientes ventajas: (1) coste de materias primas mucho menor; (2) resistencia a la tracción mucho mayor; (3) resistencia al agua y al ácido mucho mejor; y (4) menor cantidad de burbujas.

Por lo tanto, se puede deducir de lo anterior que, en comparación con las composiciones de fibra de vidrio E de uso general para refuerzo, la fibra de vidrio E tradicional y la fibra de vidrio D tradicional, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención ha logrado un gran avance en términos de rentabilidad de los productos, coste de las materias primas, constante dieléctrica, resistencia a la tracción, temperatura de liquidus, intervalo de temperatura para la formación de fibras, resistencia al agua y resistencia a los ácidos. Con efectos técnicos inesperados, la composición permite un fácil logro de la producción en hornos de tanque a gran escala.

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención se puede usar para fabricar fibras de vidrio para aplicaciones electrónicas que tienen las propiedades anteriormente mencionadas. Las fibras de vidrio se pueden usar entonces para fabricar tejidos electrónicos.

5 La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención en combinación con uno o más materiales orgánicos y/o inorgánicos se puede usar para preparar materiales compuestos que tienen un rendimiento excelente, tales como materiales base reforzados con fibra de vidrio.

10 Aplicabilidad industrial de la invención

La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención puede mejorar las propiedades dieléctricas del vidrio y aumentar las propiedades mecánicas, la resistencia al agua y la resistencia a los ácidos de la fibra de vidrio; también puede reducir significativamente el coste de las materias primas, disminuir significativamente la volatilización de las materias primas y minimizar la corrosión de los refractarios. Por tanto, la composición es adecuada para la producción de hornos de tanque a gran escala.

15 En comparación con las composiciones de fibra de vidrio convencionales, la composición de fibra de vidrio de grado electrónico de acuerdo con la presente invención ha logrado un gran avance en términos de rentabilidad de los productos, coste de las materias primas, constante dieléctrica, resistencia a la tracción, temperatura de liquidus, intervalo de temperatura para la formación de fibra y resistencia al agua y a los ácidos.

20 Por lo tanto, la presente invención tiene una buena aplicabilidad industrial.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de fibra de vidrio de grado electrónico, que comprende los siguientes componentes con las correspondientes cantidades en porcentajes en peso:

5

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	inferior o igual al 24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	inferior al 1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde una relación de porcentaje en peso $C1=SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, y un porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

2. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, en donde una relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73.

3. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, en donde una relación de porcentaje en peso $C3=(SiO_2+Al_2O_3)/(RO+R_2O+B_2O_3)$ es superior o igual a 2,50.

15

4. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, en donde una relación de porcentaje en peso $C4=B_2O_3/R_2O$ es superior o igual a 1.

5. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con las correspondientes cantidades en porcentajes en peso:

20

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	inferior o igual al 24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	inferior al 1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	inferior o igual al 25,2 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde la relación de porcentaje en peso $C1=SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,2 (y un porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %).

25

6. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, en donde el porcentaje en peso de RO es del 20-24,4 %.

7. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, en donde el porcentaje en peso combinado de RO+R₂O es del 20,5-25 %.

30

8. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, en donde una relación de porcentaje en peso de K₂O/Na₂O es superior a 0,5.

9. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con las correspondientes cantidades en porcentajes en peso:

35

SiO ₂	54,2-60 %
Al ₂ O ₃	11-17,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,8 %
MgO	1-5,5 %
RO=CaO+MgO	inferior o igual al 24,8 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	inferior al 1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,01-1,2 %

en donde la relación de porcentaje en peso $C1=SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, una relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, una relación de porcentaje en peso $C3=(SiO_2+Al_2O_3)/(RO+R_2O+B_2O_3)$ es superior o igual a 2,50, y un porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

10. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con las correspondientes cantidades en porcentajes en peso:

SiO ₂	55-59,5 %
Al ₂ O ₃	11,5-16,5 %
B ₂ O ₃	0,7-4,5 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1-4,5 %
RO=CaO+MgO	inferior o igual al 24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	inferior al 1 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	20,5-25 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,05-1,2 %

en donde la relación de porcentaje en peso $C1=SiO_2/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,20, una relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es superior o igual a 2,73, y un porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

11. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, que comprende los siguientes componentes con las correspondientes cantidades en porcentajes en peso:

SiO ₂	55-59,5 %
Al ₂ O ₃	12-15,9 %
B ₂ O ₃	1-3,5 %
CaO	18-23,3 %
MgO	1,1-4 %
RO=CaO+MgO	inferior o igual al 24,4 %
R ₂ O=Na ₂ O+K ₂ O+Li ₂ O	inferior o igual al 0,8 %
Na ₂ O+K ₂ O	0,1-0,65 %
RO+R ₂ O	20,5-25 %
TiO ₂	0,05-0,8 %
Fe ₂ O ₃	0,05-0,7 %
F ₂	0,05-1,2 %

en donde la relación de porcentaje en peso $C1=SiO_2/(RO+R_2O)$ es 2,24-2,75, una relación de porcentaje en peso $C2=(SiO_2+Al_2O_3-B_2O_3)/(RO+R_2O)$ es 2,75-3,35, una relación de porcentaje en peso $C3=(SiO_2+Al_2O_3)/(RO+R_2O+B_2O_3)$ es superior o igual a 2,50, y un porcentaje en peso total de los componentes anteriores es superior o igual al 98,5 %.

12. La composición de fibra de vidrio de grado electrónico de la reivindicación 1, que comprende además uno o más componentes seleccionados del grupo que consiste en SO_3 , SrO , CeO_2 , La_2O_3 , Y_2O_3 , ZrO_2 y ZnO , siendo un porcentaje en peso combinado del uno o más componentes inferior al 1,5 %.

5 13. Una fibra de vidrio de grado electrónico, que se produce usando cualquiera de las composiciones de las reivindicaciones 1-12.

10 14. Un tejido electrónico, que incorpora la fibra de vidrio de la reivindicación 13.

15. El tejido electrónico de la reivindicación 14, que se utiliza como material base para placas de circuito impreso.