

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 353**

51 Int. Cl.:

**C04B 35/622** (2006.01)

**C03C 13/00** (2006.01)

**C03C 3/093** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2010 E 10004591 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2360131**

54 Título: **Composición para la preparación de fibras cerámicas y fibras cerámicas biosolubles preparadas a partir de la misma para un material aislante del calor a alta temperatura**

30 Prioridad:

**24.02.2010 KR 20100016616**

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

**14.06.2018**

73 Titular/es:

**KCC CORPORATION (100.0%)  
1301-4 Seocho-dong Seocho-ku  
Seoul 137-855, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, JIN HYUK;  
SEOG, IN SIG;  
LEE, JEUNG JE y  
JUNG, WON SIK**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

**ES 2 672 353 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 para la preparación de fibras cerámicas y fibras cerámicas biosolubles preparadas a partir de la misma para un material aislante del calor a alta temperatura

5

**[SECTOR TÉCNICO]**

La presente invención se refiere a una composición para la preparación de una fibra cerámica y una fibra cerámica biosoluble preparada a partir de la misma para un material aislante del calor a alta temperatura, de manera más específica, a una composición para la preparación de una fibra cerámica que comprende  $\text{SiO}_2$  como un óxido formador de red,  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$  como óxidos modificadores, y  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{B}_2\text{O}_3$  como óxidos intermedios con proporciones apropiadas, que mejora la solubilidad de la fibra cerámica en un fluido corporal artificial; muestra buenas propiedades térmicas/mecánicas, tales como resistencia al calor, viscosidad a alta temperatura, resistencia a la compresión y restauración cuando se utiliza a una temperatura elevada de  $1.260^\circ\text{C}$ ; y proporciona el efecto económico de que una fibra cerámica se puede preparar fácilmente mediante la utilización de las instalaciones existentes, y una fibra cerámica biosoluble preparada a partir de la misma para un material aislante del calor a alta temperatura.

10

15

**[TÉCNICA ANTERIOR]**

20

En general, las fibras cerámicas se utilizan como materia prima de materiales de revestimiento, materiales aislantes del frío, materiales aislantes del calor, materiales de aislamiento acústico, materiales de absorción del sonido, materiales de filtración y similares, ya que tienen baja conductividad térmica, y son de formas delgada y larga.

25

30

La expresión "material refractario aislante del calor" se refiere, en general, a una fibra refractaria que se puede utilizar a una temperatura superior a la de la lana mineral convencional. Según la norma ASTM C892, los materiales aislantes del calor de manta en fase de fibra para la aplicación a altas temperaturas se clasifican como de tipo 1 ( $732^\circ\text{C}$ ) a tipo 5 ( $1.649^\circ\text{C}$ ). La temperatura de utilización segura de la fibra se define normalmente como una temperatura que tiene una contracción térmica lineal del 3% o menos (o del 5% o menos) cuando se mantiene la fibra a la temperatura correspondiente durante 24 horas.

35

El material refractario aislante del calor que se utiliza de la forma más general actualmente es fibras a base de  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  (RCF-AS) y la temperatura de utilización segura de las mismas está en el intervalo de  $1.100$  a  $1.260^\circ\text{C}$ . La siguiente bibliografía puede ejemplificar las tecnologías anteriores con respecto a las fibras a base de  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  (RCF-AS).

40

45

Las patentes de Estados Unidos Nos. 2.873.197 y 4.555.492 dan a conocer una fibra a base de  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  (RCF-AS) en la que se añade una cierta cantidad de componente  $\text{ZrO}_2$  a una composición a base de  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , y dichas patentes indican que la temperatura de utilización segura de las fibras descritas en las mismas se ha aumentado a  $1.430^\circ\text{C}$ . La patente de Estados Unidos No. 4.055.434 da a conocer una composición de fibras en la que, como máximo, el 16% de dolomita quemada, como materia prima de  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ , se añade a una composición a base de  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , teniendo dicha fibra que tiene una temperatura de resistencia al calor de  $760$  a  $1.100^\circ\text{C}$ . La patente de Estados Unidos No. 3.687.850 da a conocer una fibra de sílice que contiene el 76-90% de  $\text{SiO}_2$  y el 4-8% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  preparada mediante la adición de un ácido a una composición de fibras que consiste en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{R}_2\text{O}$  (óxido de metal alcalino),  $\text{RO}$  (óxido de metal alcalinotérreo) y  $\text{B}_2\text{O}_3$ , y, a continuación, la disolución de  $\text{RO}$ ,  $\text{R}_2\text{O}$  y  $\text{B}_2\text{O}_3$  en la misma, teniendo dicha fibra de sílice una resistencia al calor de  $1.093^\circ\text{C}$  sin la precipitación de ningún material cristalino.

50

Aunque las composiciones de fibras para la preparación de material refractario aislante del calor se han deducido a partir de las propiedades de la resistencia al calor y de la disolución a los ácidos, sin embargo, no están relacionadas con la propiedad de disolución a una solución de sales como un fluido corporal artificial. Además, dichas fibras pueden dar lugar a un problema de baja solubilidad en un medio fisiológico debido a que su contenido de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  supera el 4%.

55

60

Según los materiales de investigación recientes, se ha descrito que, si se inhalan las piezas de trituración de las fibras que tienen baja solubilidad en un medio fisiológico y se acumulan en los pulmones a través de la respiración, se podría dañar la salud de una persona. La investigación sobre la composición de fibras inorgánicas para satisfacer los requisitos de la propiedad física de alta temperatura, a la vez que se minimiza simultáneamente la posibilidad de dañar el cuerpo humano al aumentar la solubilidad en un medio fisiológico, progresa de manera activa, y entre los ejemplos de la composición de fibra de vidrio desarrollada según lo anterior se incluyen los siguientes:

65

composición de fibra de vidrio bioabsorbible que contiene  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ , etc., además de  $\text{CaO}$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  [patente de Estados Unidos No. 4.604.097]; composición de fibra en la que  $\text{P}_2\text{O}_5$  y similares se añaden a un borosilicato de sosa-cal convencional [publicación internacional No. WO 92/0781] y composición de fibras que se forma mediante el aumento de la cantidad de  $\text{P}_2\text{O}_5$  en el borosilicato de sosa-cal y la adición de  $\text{Na}_2\text{O}$  y similares al mismo [patente de Estados Unidos No. 5.055.428].

Sin embargo, dichas composiciones son limitadas en cuanto a que es imposible utilizarlas como un material biodegradable a una temperatura elevada de 1.000°C o superior porque: las fibras producidas a partir de las mismas tienen una baja resistencia al calor, ya que las composiciones contienen una cantidad relativamente grande de componente R<sub>2</sub>O; no son más que un material arquitectónico aislante del calor aplicable a una temperatura máxima de 350°C o menos al no tener ninguna descripción de su temperatura de utilización segura.

El documento EP 1 939 148 A1 da a conocer una fibra refractaria de silicato alcalinotérreo con una composición que comprende: 75 < SiO<sub>2</sub> < 86% en peso; MgO < 10% en peso; 13,8 < CaO < 27,8% en peso; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < 2% en peso; ZrO<sub>2</sub> < 3% en peso; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < 5% en peso; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 5% en peso; en la que 75% en peso < SiO<sub>2</sub> + ZrO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5\*P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 95% en peso < SiO<sub>2</sub> + CaO + MgO + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZrO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y M<sub>2</sub>O > 0,2% en peso, en que M es un metal alcalino.

El documento US2003/162019 da a conocer una fibra inorgánica resistente a alta temperatura, de baja contracción, con una composición que comprende: el 71,25-80% en peso de sílice, el 0-20% en peso de óxido de magnesio, el 5-28% en peso de óxido de calcio, el 0-5% en peso de óxido de zirconio.

Paralelamente, como procedimiento de fibrado de una composición de fibras cerámicas, un procedimiento de soplado en el que la composición se fibra mediante aire comprimido o vapor comprimido y un procedimiento de hilado en el que la composición se fibra mediante el goteo de material fundido en un cilindro que gira a una velocidad elevada, son bien conocidos en este sector técnico. La viscosidad ideal de la composición, que es adecuada para su fibrado, según el procedimiento de hilado o el procedimiento de soplado, debe ser baja en un intervalo de 20-100 poises o debe ser similar a la de la composición a base de SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> convencional sin una gran desviación. Si la viscosidad de la fibra es demasiado elevada a la temperatura de fibrado, su diámetro aumenta al mismo tiempo que aumenta la cantidad de tramado no fibrado grueso, mientras que, si la viscosidad de la fibra es demasiado baja, la fibra se acorta y se hace más delgada y aumenta la cantidad de tramado no fibrado fino. En general, la viscosidad del vidrio fundido depende de la composición y de la temperatura del vidrio. En vista de lo anterior, es necesario diseñar una composición óptima para mantener la viscosidad óptima del fibrado; y la composición de fibrado que tiene la viscosidad elevada tiene que realizarse a una temperatura más elevada. Por lo tanto, se requiere mantenerse dentro de un intervalo adecuado de viscosidad en las proximidades de la temperatura de fibrado.

Además, se requiere que la fibra cerámica que se utiliza con el propósito de aislar del calor a alta temperatura tenga una alta resistencia al calor, así como una excelente resistencia contra una tensión térmica repetitiva, por ejemplo, materia prima de un horno. En la fibra cerámica, su temperatura de utilización está relacionada con la contracción a la temperatura pertinente. La contracción del artículo de fibras está influenciada por la viscosidad de la composición de fibra vítrea a una temperatura elevada, el tipo o cantidad del cristal que se forma y crece debido a la exposición al calor durante la vida del artículo, la temperatura de precipitación del cristal y la viscosidad del material vítreo restante después de que precipite el cristal. Dado que el cristal que precipita a temperatura elevada tiene una gravedad específica mayor que la de la fibra vítrea, la tensión es causada por la precipitación y el crecimiento del cristal en su interfaz, y la fibra se puede cortar o modificar por la tensión resultante, y de ese modo se contrae. Si la fibra existe en una fase vítrea sin precipitar ningún cristal, la viscosidad de dicha fibra, por ejemplo, vítrea disminuye gradualmente a una temperatura relativamente baja y, por lo tanto, aumenta su contracción. Por consiguiente, se requiere que la fibra compuesta por una composición que tiene una baja contracción a alta temperatura tenga la cantidad de precipitación, la velocidad de precipitación y la temperatura de precipitación adecuadas para la precipitación de cristales. Además, la variación de la solubilidad en un fluido corporal artificial debe ser la más pequeña posible. Por lo tanto, es importante elegir una composición que tenga una contracción lineal térmica baja a alta temperatura y sea más fácil de fundir y fibrar, así como que tenga una alta solubilidad en un fluido corporal artificial.

Además, aunque materiales, tales como lana de vidrio, lana mineral y fibra cerámica, tienen la propiedad de disolución en un fluido corporal artificial mejor que la que se ha demostrado para el asbesto, dañino para el cuerpo humano, no se ha encontrado aún si son o no perjudiciales para el cuerpo humano. Se ha descrito que la fibra que tiene una constante de solubilidad, como mínimo, de 100 ng/cm<sup>2</sup>·h, no da lugar a ninguna fibrosis o tumor en un ensayo de inhalación con animales, a pesar de que se ha dado a conocer que tiene una correlación específica entre la solubilidad de la fibra en un fluido corporal artificial y la nocividad en una prueba con animales, según el resultado de ensayos toxicológicos a través de un ensayo con animales [Inhalation Toxicology, 12:26 280, 2000, Estimating in vitro glass fiber dissolution rate from composition, Walter Eastes]. En el ensayo de biodegradabilidad que utiliza en realidad un fluido corporal artificial, los valores de K<sub>dis</sub> tienen un error máximo de ± 30% y, de este modo, se le puede denominar una fibra biodegradable cuando la fibra tiene una K<sub>dis</sub>, como mínimo, de 150 ng/cm<sup>2</sup>·h, de manera más preferente, como mínimo, 200 ng/cm<sup>2</sup>·h.

**[PUBLICACIONES DE LA TÉCNICA ANTERIOR]**

**[PUBLICACIONES DE PATENTES]**

Patente de Estados Unidos No. 2.873.197

Patente de Estados Unidos No. 4.555.492  
 Patente de Estados Unidos No. 4.055.434  
 Patente de Estados Unidos No. 3.687.850  
 Patente de Estados Unidos No. 4.604.097  
 5 Patente de Estados Unidos No. 5.055.428  
 Publicación internacional No. WO 92/00781

**[PUBLICACIONES QUE NO SON DE PATENTE]**

10 Inhalation Toxicology, 12:26 280, 2000, Estimating in vitro glass fiber dissolution rate from composition, Walter Eastes

**[CONTENIDO DE LA INVENCION]**

15 **[OBJETIVO DE LA INVENCION]**

La presente invención pretende resolver los problemas de la técnica anterior, tal como se ha explicado anteriormente. Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es dar a conocer una nueva composición de fibras cerámicas que mantiene una región elevada en sílice con un contenido de SiO<sub>2</sub> del 75% en peso o más en un sistema de composición a base de CaO-MgO-ZrO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> y muestra un buen rendimiento en la formación de fibras, una baja conductividad térmica, una baja contracción térmica lineal del 3% o menos, incluso a 1260°C durante 24 horas y una excelente biodegradabilidad con una constante de solubilidad en un fluido corporal artificial de 200 ng/cm<sup>2</sup>·h o superior.

25 **[CONSTITUCIÓN DE LA INVENCION]**

Para lograr el objetivo anterior, la presente invención da a conocer una composición para la preparación de una fibra cerámica biosoluble para un material aislante del calor a alta temperatura, que comprende el 75-80% en peso de SiO<sub>2</sub>, el 10-12% en peso de CaO, el 4-9 % en peso de MgO, el 0,1-2% en peso de ZrO<sub>2</sub>, el 0,7-1,5% en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y el 0,1-1,5% en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Otro aspecto de la presente invención da a conocer una fibra cerámica biosoluble para un material aislante del calor a alta temperatura que se prepara a partir de la composición para la preparación de una fibra cerámica, según la presente invención, y que satisface una o más de las propiedades de 1) un contenido de tramado no fibrado del 50% en peso o menos [por ejemplo, del 0,01 o menos al 50% en peso], 2) un diámetro promedio de las fibras de 6 μm o menos [por ejemplo, de 2 a 6 μm], 3) una contracción térmica lineal (1260°C/24 horas) del 3% o menos [por ejemplo, del 0,001 o menos al 3%] y 4) una constante de solubilidad en un fluido corporal artificial de 200 ng/cm<sup>2</sup>·h o más [por ejemplo, de 200 a 1.000 ng/cm<sup>2</sup>·h o más].

40 La composición para la preparación de una fibra cerámica de la presente invención disminuye el contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasta un nivel adecuado y aumenta el contenido de óxidos modificadores en un sistema de composición de fibras cerámicas para el material aislante del calor a alta temperatura, aumentando, de este modo, de manera notable la solubilidad de la fibra cerámica en un fluido corporal artificial. Además, la reducción de la resistencia al calor de acuerdo con la disminución del contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se supera mediante la adición de ZrO<sub>2</sub>, una región eutéctica que puede generarse entre la existencia de tres componentes de SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO, se suprime mediante el control del contenido de CaO y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y la disminución de la biodegradabilidad de la fibra cerámica de acuerdo con la disminución del contenido de CaO se suprime mediante la adición de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

50 La composición para la preparación de una fibra cerámica biodegradable, según la presente invención, se explica a continuación con más detalle, según sus componentes constitucionales.

El SiO<sub>2</sub> es un componente principal de la fibra cerámica y está contenida en una cantidad del 75-80% en peso, de manera preferente, del 76-78% en peso, basándose en el peso total de la composición. Si el contenido de SiO<sub>2</sub> es menor que el 75% en peso, el contenido de CaO y MgO debe aumentarse relativamente para mejorar la biodegradabilidad, lo que da lugar a los problemas de aumento del coste para la materia prima, la longitud de la fibra resulta demasiado corta y, de este modo, aumenta la rigidez, aumenta el contenido de tramado no fibrado y, de este modo, la formación de fibras resulta difícil, y aumenta la contracción térmica y, de este modo, se deterioran las propiedades. En cambio, si el contenido de SiO<sub>2</sub> supera el 80% en peso, existen inconvenientes, de manera que la fusión de la composición es difícil y se eleva la viscosidad en la formación de fibras y, de este modo, aumenta el diámetro de la fibra producida y, al mismo tiempo, se generan muchos tramados no fibrados gruesos.

El CaO es un óxido modificador para aumentar la solubilidad de la fibra producida en un fluido corporal y está contenido en una cantidad del 10-12% en peso basándose en el peso total de la composición. Si el contenido de CaO es menor que el 10% en peso, disminuye la solubilidad de la fibra en un fluido corporal. En cambio, si el contenido de CaO es superior al 14% en peso, aumenta la cantidad de cristalito precipitado durante la producción de fibra y, de este modo, disminuye relativamente el contenido de SiO<sub>2</sub> en la fibra producida, causando, de este modo,

- 5 problemas en la estabilidad térmica y el aumento de la contracción lineal térmica a alta temperatura. Además, cuando existen los tres componentes de  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ , se puede generar un punto eutéctico en una región eutéctica y la fusión se puede producir a aproximadamente  $1.170^\circ\text{C}$  (véase la figura 1). Si la parte de composición de dicha región eutéctica existe durante el procedimiento de fusión de la fibra cerámica, la resistencia al calor requerida no puede ser satisfecha y también tienen lugar una disminución de la resistencia al calor y la retención de calor causada por el rápido deterioro de la fibra. En la presente invención, dichos problemas de una región eutéctica se resuelven mediante el control de la suma de los contenidos de  $\text{CaO}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  al 10,5-15,5% en peso, de manera preferente, al 11-15% en peso.
- 10 El  $\text{MgO}$  es otro óxido modificador para mejorar la solubilidad de la fibra producida en un fluido corporal y está contenido en una cantidad del 4-9% en peso, de manera preferente, del 5-7% en peso, basándose en el peso total de la composición. Si el contenido de  $\text{MgO}$  es menor que el 4% en peso, disminuye la biodegradabilidad de la fibra en el fluido corporal o disminuye el efecto de inhibición del crecimiento de cristalitas de fibra durante la producción de fibra. En cambio, si el contenido de  $\text{MgO}$  es superior al 9% en peso, la región del punto eutéctico se aproxima a
- 15 las de dióxido y, de este modo, aumenta la viscosidad en la formación de fibras y disminuye la temperatura de fusión de la fibra. En la presente invención, como componente de  $\text{MgO}$ , se pueden utilizar materias primas, tales como dolomita y piedra caliza, que están disponibles en mercado a costes relativamente bajo en lugar de un compuesto puro.
- 20 El  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se añade como un óxido intermedio para realizar la función de corte de la estructura de unión de  $\text{SiO}_2$  durante el procedimiento de fusión a alta temperatura y para controlar la viscosidad de forma adecuada para la preparación de la fibra cerámica. El  $\text{Al}_2\text{O}_3$  está contenido en una cantidad del 0,7-1,5% en peso, de manera preferente, del 0,7-1,2% en peso, basándose en el peso total de la composición. Si el contenido de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  es menor que el 0,5% en peso, disminuye el efecto de controlar la viscosidad a alta temperatura. En cambio, si el contenido de
- 25  $\text{Al}_2\text{O}_3$  supera el 1,5% en peso, disminuye la solubilidad de la fibra en el fluido corporal y, al mismo tiempo, disminuye la temperatura resistente al calor.
- El  $\text{ZrO}_2$  se añade para evitar los problemas de disminución de la estabilidad térmica a alta temperatura y la durabilidad química, que pueden ser causados por la disminución del contenido de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , y está contenido en una
- 30 cantidad del 0,1-2% en peso, de manera preferente, del 0,6-1,5% en peso, basándose en el peso total de la composición. Si el contenido de  $\text{ZrO}_2$  es menor que el 0,1% en peso, disminuyen la estabilidad térmica a alta temperatura y durabilidad química. En cambio, si el contenido de  $\text{ZrO}_2$  supera el 2% en peso, la solubilidad de la fibra en el fluido corporal disminuye severamente.
- 35 El  $\text{B}_2\text{O}_3$  es un óxido que forma un vidrio con un punto de fusión bajo y se añade como un agente auxiliar en la formación de fibras para mejorar adicionalmente la solubilidad de la fibra producida en un fluido corporal artificial. El  $\text{B}_2\text{O}_3$  está contenido en una cantidad del 0,1-1,5% en peso, de manera preferente, del 0,7-1,3% en peso, basándose en el peso total de la composición. Si el contenido de  $\text{B}_2\text{O}_3$  es menor que el 0,1% en peso, disminuye la solubilidad en un fluido corporal artificial y, por consiguiente, disminuye la biodegradabilidad en un fluido corporal. En cambio, si
- 40 el contenido de  $\text{B}_2\text{O}_3$  supera el 1,5% en peso, la resistencia al calor se deteriora después de una exposición a largo plazo a alta temperatura y, de este modo, aumenta la contracción de alta temperatura. El  $\text{B}_2\text{O}_3$  se añade, de manera preferente, en el caso de producir la fibra con un mayor contenido de  $\text{SiO}_2$  por la siguiente razón: en el caso de un alto contenido de  $\text{SiO}_2$ , aumenta la viscosidad de la composición de acuerdo con el aumento del contenido de  $\text{SiO}_2$ , disminuyendo, de este modo, el rendimiento de la fibra. Sin embargo, la adición de  $\text{B}_2\text{O}_3$  puede resolver los
- 45 problemas de la disminución del rendimiento de fibra y la disminución de la solubilidad en un fluido corporal artificial. Además, se puede superar un efecto secundario de la disminución de la solubilidad de la fibra en un fluido corporal a temperatura ambiente, lo cual puede ocurrir cuando se aumenta el contenido de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  para controlar la viscosidad a alta temperatura, mediante la utilización adecuada del  $\text{B}_2\text{O}_3$ .
- 50 Además, la composición para la preparación de una fibra cerámica, según la presente invención, puede contener impurezas, tales como  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dependiendo de las materias primas utilizadas. Sin embargo, si su contenido se mantiene a un nivel del 1% en peso o menos, basándose en el peso total de la composición, las propiedades de la fibra producida no se deterioraron por las impurezas.
- 55 No existe una limitación particular en los procedimientos para la preparación de la composición para la preparación de una fibra cerámica, según la presente invención. De este modo, los procedimientos convencionales para la preparación de composiciones de fibra cerámica están disponibles mediante la utilización de los componentes mencionados anteriormente con los intervalos de cantidades mencionadas anteriormente. Por ejemplo, se pueden utilizar procedimientos, tales como un procedimiento de fusión eléctrica, pero sin limitarse a los mismos.
- 60 En particular, se puede utilizar un procedimiento de fusión del tipo de carga eléctrica utilizando electrodos de tres fases para preparar la composición para la preparación de una fibra cerámica. Los materiales del electrodo y de la salida pueden consistir en molibdeno. Mediante dicho procedimiento de fusión, se induce calor resistente a la electricidad, a través de lo cual es posible una fusión a alta temperatura a normalmente  $2.000^\circ\text{C}$  o más.
- 65 No existe una limitación particular en los procedimientos para fibrado de la composición para la preparación de una

fibra de la presente invención. De este modo, se puede utilizar un procedimiento de formación de fibras convencional, tal como un procedimiento de soplado o un procedimiento de hilado. Al utilizar dicho procedimiento de formación de fibra, el intervalo de viscosidad requerido de la composición para la preparación de una fibra es, de manera preferente, de 20-100 poises. La viscosidad de una masa fundida es función de la temperatura y de la correspondiente proporción de la composición y, de este modo, la de una masa fundida que tiene la misma proporción de composición depende de la temperatura. Esto afecta a la formación de fibras, ya que si aumenta la temperatura de una masa fundida durante la formación de fibras, la viscosidad disminuye, mientras que si la temperatura de formación de fibras disminuye, la viscosidad aumenta. Si la viscosidad de la composición de fibras a la temperatura de formación de fibras es demasiado baja, la fibra producida es demasiado corta y delgada, y se generan muchos tramados finos no fibrados, por lo que disminuye el rendimiento de la formación de fibras. Si la viscosidad es demasiado alta, se forman fibras que tienen un diámetro grande y aumentan los tramados no fibrados gruesos.

La fibra cerámica preparada a partir de la composición para la preparación de una fibra cerámica de la presente invención satisface una o más de las propiedades, de la manera más preferente, todas las propiedades de 1) un contenido de tramado no fibrado del 50% en peso o menos, de manera preferente, del 40% en peso o menos, 2) un diámetro promedio de las fibras de 2 a 6  $\mu\text{m}$ , de manera preferente, de 3 a 5  $\mu\text{m}$ , 3) una contracción térmica lineal (1.260°C/24 horas) del 3% o menos, de manera preferente, del 2% o menos, y 4) una constante solubilidad en un fluido corporal artificial de 200  $\text{ng}/\text{cm}^2\cdot\text{h}$  o más, de manera preferente, de 300  $\text{ng}/\text{cm}^2\cdot\text{h}$  o más. Por lo tanto, la fibra cerámica es especialmente adecuada para un material aislante del calor a alta temperatura y muestra una excelente biosolubilidad. Además, se puede producir fácilmente utilizando directamente procedimientos de producción convencionales de fibra cerámica y, de este modo, proporciona una ventaja económica.

#### **[EFECTO DE LA INVENCION]**

Según la presente invención, es posible obtener una fibra cerámica biosoluble especialmente adecuada para un material aislante del calor a alta temperatura, ya que puede disminuir la nocividad para el cuerpo humano, ya que tiene una solubilidad notablemente mejorada en un fluido corporal artificial en comparación con fibras cerámicas convencionales y, de este modo, es fácilmente extraíble cuando es inhalada en los pulmones de un ser humano, y tiene una excelente estabilidad a alta temperatura y excelentes propiedades mecánicas tales, que la contracción lineal térmica a 1.260°C durante 24 horas es menor que el 3%, a la vez que supera la propiedad de deterioro a alta temperatura que es un problema de las fibras cerámicas biodegradables convencionales.

#### **[EXPLICACIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS]**

La figura 1 es un diagrama de equilibrio de fases del sistema de tres componentes de  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ .

#### **[EXPLICACIÓN CONCRETA PARA REALIZAR LA INVENCION]**

La presente invención se explica con más detalle mediante los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos. Sin embargo, el alcance de la presente invención no se limita a los mismos.

#### **Ejemplos 1 a 5 y ejemplos comparativos 1 a 5**

Las composiciones para la producción de fibras cerámicas se prepararon con los ingredientes y contenidos de los mismos, tal como se especifica en la tabla 1, a continuación, mediante un procedimiento de fusión del tipo de carga eléctrica utilizando electrodos de tres fases y, a continuación, se produjeron las fibras cerámicas a partir de las composiciones mediante un procedimiento convencional para la producción de fibras inorgánicas RCF. El ejemplo comparativo 1 representaba una composición para producir una RCF convencional, los ejemplos comparativos 2, 4 y 5 representaban composiciones para los ensayos y el ejemplo comparativo 3 era una composición para la producción de un producto para 1.100°C.

Para las fibras cerámicas producidas, se calcularon y determinaron el diámetro promedio de las fibras, el contenido de tramado no fibrado y el rendimiento de producción, y los resultados se muestran en la tabla 1, a continuación. Los ejemplos 1, 2 y 4 son ejemplos de referencia.

[Tabla 1]

	Ingredientes	Ejemplo de referencia 1	Ejemplo de referencia 2	Ejemplo 3	Ejemplo de referencia 4	Ejemplo 5	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4	Ejemplo comparativo 5
Proporción en la composición (% en peso)	SiO <sub>2</sub>	76,8	78,4	77,6	75,8	78,8	49,5	76,6	66,3	78,3	77,5
	CaO	13,7	12,5	11,2	13,1	10,8	0,0	16,7	26,5	12,6	13,1
	MgO	6,6	6,7	8,9	8,5	7,6	0,0	4,8	6,5	7,6	6,7
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	0,9	1,1	1,5	1,0	49,9	1,9	0,1	0,4	1,6
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2	0,2	0,4	0,5	0,9	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5
	ZrO <sub>2</sub>	1,7	0,9	0,6	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
	Impurezas <sup>1)</sup>	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,6	0,0	0,1	0,3	0,3
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Diámetro promedio (µm)		3,9	4,7	4,2	4,1	3,8	3,7	3,5	3,8	3,9	3,6
Contenido de tramado no fibrado (% en peso)		29,0	24,0	32,0	28,0	29,0	30,0	30,0	32,0	33,0	31,0
Rendimiento de producción (%)		72,0	75,0	73,0	75,0	76,0	80,0	75,0	72,0	68,0	74,0

<sup>1)</sup> Impurezas: Na<sub>2</sub>O + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>

5

[Determinación y cálculo de las propiedades físicas]

- Diámetro promedio de las fibras: Se midieron los diámetros de las fibras repetidamente más de 500 veces con un microscopio electrónico a una capacidad de aumentos de 1.000X o más y, a continuación, a partir de los mismos, se calculó el diámetro promedio de las fibras.

10

- Contenido de tramado no fibrado: Se determinó el contenido de tramado no fibrado según la norma ASTM C892. Es decir, la fibra cerámica se trató térmicamente a 1.260°C durante 5 horas y, a continuación, se pesaron de manera precisa aproximadamente 10 g de la muestra con un grado de precisión de 0,0001 g (W<sub>0</sub>). La muestra se puso en un tamiz de tamaño de malla 30 y se prensó con un rodillo de caucho para pasar a través del tamiz de malla 30 y, a continuación, un tamiz de malla 50 y un tamiz de malla 70, posteriormente. Se midió el peso (W<sub>1</sub>) de las partículas que quedaban en cada tamiz para calcular el contenido de tramo no fibrado (W<sub>s</sub>) mediante la utilización de la ecuación 1 siguiente:

15

20

$$W_s = \frac{W_1}{W_0} \times 100 \quad \text{[Ecuación 1]}$$

25

en la que, W<sub>s</sub> representa el contenido de tramado no fibrado, W<sub>0</sub> representa el peso de las partículas iniciales y W<sub>1</sub> representa el peso de las partículas residuales.

- Rendimiento de producción: El rendimiento de la producción se calculó como la proporción de la cantidad total del material fibrado con respecto a la cantidad total de la masa fundida filtrada durante un tiempo determinado mediante la utilización de la ecuación 2 siguiente:

30

$$\text{Rendimiento de producción (\%)} = \frac{\text{Cantidad total de material fibrado/hora}}{\text{Cantidad total de la masa fundida filtrada/hora}} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

35

En general, si las fibras tienen un diámetro promedio grande y una sección transversal gruesa, presentan los problemas de causar una sensación de hormigueo durante la manipulación, así como una reducción del efecto aislante del calor. Sin embargo, las fibras producidas según los ejemplos de la presente invención eran de alta calidad, ya que tenían un diámetro promedio menor de 3,8-4,7 µm en comparación con 6 µm, que es el diámetro promedio de fibras cerámicas comerciales, tal como se producen en general. Además, dado que el diámetro promedio de las fibras es más pequeño, se espera que las fibras producidas a partir de los mismos ejerzan un mejor efecto aislante del calor.

40

Tras comparar los ejemplos de la presente invención con los ejemplos comparativos, los contenidos de tramado no fibrado de los ejemplos de la presente invención fueron del 24-32% en peso, que eran valores notablemente reducidos en comparación con el 30-36% en peso de los ejemplos comparativos 1, 2, 4 y 5 de fibras cerámicas convencionales.

En términos de rendimiento de producción, los ejemplos de la presente invención consiguieron rendimientos de producción del 72-76%, que era igual o mejor que los de las fibras cerámicas convencionales del 70-80%. El ejemplo comparativo 4, que era una composición que tenía una viscosidad elevada en la formación de fibras, mostró un rendimiento de producción inferior al del ejemplo comparativo 1 e inferior al de los ejemplos.

A partir de los ejemplos anteriores para la formación de fibras, se ha confirmado que, según la presente invención, se pueden producir fibras cerámicas tienen un contenido de tramado no fibrado del 50% en peso o menos y un diámetro promedio de las fibras de 6 μm o menos mediante la utilización de las instalaciones existentes.

A continuación, para las fibras cerámicas producidas en los ejemplos y los ejemplos comparativos, se calcularon y determinaron las contracciones lineales térmicas (1.260°C, durante 24 horas/168 horas), las temperaturas de fusión, las temperaturas de formación de fibras y las constantes de solubilidad (K<sub>dis</sub>) en los fluidos corporales artificiales, y los resultados se muestran en la tabla 2, a continuación.

[Tabla 2]

	Tiempo	Ejemplo de referencia 1	Ejemplo de referencia 2	Ejemplo 3	Ejemplo de referencia 4	Ejemplo 5	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4	Ejemplo comparativo 5
1.260 °C Contracción lineal a (%)	24 horas	1,6	1,3	1,5	1,9	1,6	1,3	5,9	4,8	5,9	5,3
	168 horas	2,5	2,2	2,8	2,4	2,3	2,1	7,8	6,0	7,8	7,2
Temperatura de fusión (°C)		1.465	1.420	1.431	1.410	1.402	1.460	1.305	1.310	1.470	1.352
Temperatura de formación de fibras (°C)		1.843	1.861	1.847	1.830	1.831	1.835	1.829	1.814	1.902	1.841
K <sub>dis</sub>		345	342	371	381	485	10	132	720	353	227

[Determinación y cálculo de las propiedades físicas]

- Contracción lineal térmica (variación de la longitud de la fibra a alta temperatura): se dispersaron de manera suficiente 220 g de fibra dispersados en una solución acuosa de almidón al 0,2% y la fibra dispersada se vertió en un molde de 300 x 200 mm y, a continuación, dicha fibra se niveló para tener una desviación superficial baja, y el molde se drenó a través de su parte inferior para preparar una almohadilla. La almohadilla obtenida se secó de manera suficiente en un horno a 50°C durante más de 24 horas y se cortó en un tamaño de 150 x 100 x 25 mm para preparar una muestra de ensayo. La muestra de ensayo se marcó con materiales altamente refractarios, tales como platino, cerámico o similar, y se midieron con precisión las distancias entre las marcas de ensayo mediante la utilización de calibradores vernier. A continuación, la muestra de ensayo se colocó en un horno, se calentó a 1.260°C durante 24 horas y 168 horas, y se enfrió lentamente. Para la muestra de ensayo enfriada, se midieron las distancias entre las marcas de ensayo para compararlas con las de antes del tratamiento térmico. Se midieron contracciones lineales térmicas mediante la utilización de la ecuación 3 siguiente:

$$\text{Contracción lineal térmica (\%)} = \frac{(l_0 - l_1)}{l_0} \times 100 \quad \text{[Ecuación 3]}$$

en la que, l<sub>0</sub> representa la distancia inicial (mm) entre las marcas en la muestra de ensayo e l<sub>1</sub> representa la longitud (mm) entre las marcas en la muestra de ensayo después del calentamiento.

- Temperatura de fusión: mediante la utilización de un horno con gradiente de temperatura capaz de controlar la distribución de la temperatura, se fijó un gradiente dentro de un intervalo de temperaturas de 1.100°C a 1.500°C. Se preparó una almohadilla de fibra cerámica mediante el mismo procedimiento que para la medición de la contracción térmica lineal. La almohadilla preparada se cortó para tener un tamaño de 20 mm x 200 mm y las piezas cortadas de la almohadilla se mantuvieron dentro del horno con gradiente de temperatura mantenido en un intervalo de temperaturas de 1.100°C a 1.500°C durante 24 horas. Después de este tratamiento altamente térmico, se observó la

posición de la masa fundida para determinar indirectamente la temperatura de fusión.

- Temperatura de la formación de fibras: se utilizan un procedimiento de soplado y un procedimiento de hilado en el procedimiento de formación de fibras mediante la fusión y el fibrado de una composición para la producción de fibras. La viscosidad requerida de la composición en dichos procedimientos es de aproximadamente 20-100 poises. En la presente invención, la temperatura de formación de fibras se define como una temperatura de la composición necesaria para mantener una viscosidad de 20 poises. La temperatura en la formación de fibras varía según la composición y la medición se basó en la viscosidad de la fibra cerámica. Dado que la composición de masa fundida tiene una temperatura elevada de 2.000°C o más, la viscosidad en la formación de fibras, cuando se filtra, se convirtió de manera indirecta. La viscosidad en la formación de fibras se calculó como la proporción de viscosidad con respecto a la viscosidad teórica de la fibra cerámica mediante la utilización de la ecuación 4 siguiente, de la cual se convirtió la temperatura de formación de fibras.

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{F_1 R_2^{2,5}}{F_2 R_1^{2,5}} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

en la que,  $\eta_1$  representa una viscosidad de referencia que es una viscosidad teórica de una composición de fibras a base de  $Al_2O_3-SiO_2$  (RCF-AS) de un producto de fibras cerámicas convencional,  $\eta_2$  representa una viscosidad relativa, a partir de la cual se calculó la viscosidad de los ejemplos y ejemplos comparativos, y la temperatura de formación de fibras se convirtió a partir de la misma, y

$F_1, F_2$ : cantidad de masa fundida drenada (kg) por hora

$R_1, R_2$ : radio eficaz (mm) del orificio de filtración

$R$  = Radio (mm) del orificio -  $\tan 15^\circ \times \{27,99 - \text{distancia entre el orificio y la aguja}\}$  (mm)

- Constante de solubilidad en un fluido corporal artificial ( $K_{dis}$ ): a efectos de evaluar la biosolubilidad de la fibra producida, se determinó la solubilidad en un fluido corporal artificial de la manera que se explica a continuación. Se evaluó la biodegradabilidad in vivo de la fibra cerámica en base a la solubilidad en un fluido corporal artificial. Después de comparar el tiempo de retención en el cuerpo en base a dicha solubilidad, se calculó la constante de solubilidad ( $K_{dis}$ ) mediante la utilización de la ecuación 5 siguiente:

$$K_{dis} = \frac{d_0 \rho \sqrt{1 - M / M_0}}{2t} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

en la que,  $d_0$  significa un diámetro promedio inicial de la fibra ( $\mu m$ ),  $\rho$  representa una densidad inicial de la fibra ( $g/cm^3$ ),  $M_0$  representa una masa inicial de la fibra (mg),  $M$  representa una masa de fibra residual después de la disolución (mg), y  $t$  representa el tiempo de ensayo (h).

Se colocó una fibra a ensayar entre capas delgadas de filtros de membrana de policarbonato de 0,2  $\mu m$  fijados con un soporte de filtro de plástico y se filtró un fluido corporal artificial a través de dichos filtros para determinar la velocidad de disolución. Durante el experimento, se controló el fluido corporal artificial para mantener una temperatura de 37°C y un flujo de 135 ml/día, y se mantuvo su pH en un intervalo de  $7,4 \pm 0,1$  mediante la utilización de un gas de  $CO_2/N_2$  (5/95%).

A efectos de determinar con precisión la solubilidad de la fibra durante largo tiempo, se lixivió la fibra durante 21 días y se analizó el fluido corporal artificial filtrado con espectrometría por plasma acoplado inductivamente (ICP) para medir la cantidad de iones disueltos en el mismo en puntos de tiempo determinados (días 1, 4, 7, 11, 14 y 21 días). A partir de los resultados, se determinaron las constantes de solubilidad ( $K_{dis}$ ) de los mismos mediante la utilización de la ecuación 5 anterior.

El fluido corporal artificial (Gamble Solution) utilizado para medir la velocidad de disolución de la fibra tenía el contenido de ingredientes (g/l), tal como se muestra en la tabla 3 siguiente:

[Tabla 3]

Ingredientes	Contenido (g/l)
NaCl	7,120
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	0,212
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0,029
$Na_2SO_4$	0,079
$Na_2HPO_4$	0,148

Ingredientes	Contenido (g/l)
NaHCO <sub>3</sub>	1,950
Tartrato de sodio≡2H <sub>2</sub> O	0,180
Citrato de sodio≡2H <sub>2</sub> O	0,152
90% de ácido láctico	0,156
Glicina	0,118
Piruvato de sodio	0,172

Después del tratamiento térmico a 1.260°C durante 24 horas, las fibras cerámicas de los ejemplos 1-5 mostraron una baja contracción térmica lineal de menos del 3,0% (1,3%-1,9%), e incluso después del tratamiento térmico a la misma temperatura durante 168 horas. Además, incluso con un tratamiento térmico de las fibras a la temperatura anterior durante 168 horas, todavía se observó una contracción lineal térmica baja de menos del 3,0% (2,2%-2,8%). En cambio, las fibras de los ejemplos comparativos 2 a 5 mostraron una contracción rápida. Además, en los ejemplos comparativos 2, 3 y 5, las temperaturas de fusión se redujeron aproximadamente 50-100°C o más, en comparación con las de los ejemplos.

Esto se puede interpretar como el resultado de una resistencia al calor reducida debido a la presencia de un punto eutéctico en el sistema SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO, tal como se ha explicado anteriormente. Aunque es posible un mezclado muy homogéneo en la preparación de la fibra cerámica, puede existir una región local de composición no homogénea, y aumenta la posibilidad de la existencia de una región eutéctica en la fibra cerámica dependiendo de la cantidad existente de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y CaO. Por consiguiente, el control del contenido de CaO y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en los ingredientes para la fibra cerámica es un factor importante. A partir de los ejemplos anteriores, se ha descubierto que el fenómeno de reducción de la resistencia al calor debido a la existencia de un punto eutéctico puede minimizarse cuando se controla el contenido de CaO, según la presente invención, para que esté dentro del 10-14% en peso y se controla el contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para que esté dentro del 0,5-1,5% en peso [es decir, se controla la suma de los contenidos de CaO y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para que esté dentro del 10,5 al 15,5% en peso].

Con respecto a la temperatura de formación de fibras, todos los ejemplos 1 a 5 mostraron niveles iguales a 1.835°C del ejemplo comparativo 1, que era una fibra cerámica convencional. Se cree que se obtuvieron estos resultados porque la utilización adecuada de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> indujo la disolución de la estructura de red de SiO<sub>2</sub> y, de este modo, se evitó el posible aumento de la viscosidad debido al aumento del contenido de SiO<sub>2</sub>. En el ejemplo comparativo 4, aumentó la temperatura de formación de fibras en comparación con los ejemplos. En este caso, para mantener la misma viscosidad, la temperatura de fusión debe aumentar considerablemente. Si no, el rendimiento de producción se redujo, tal como se muestra en el ejemplo comparativo 4.

Con respecto a la constante de solubilidad como referencia para la biodegradabilidad, todos los ejemplos 1 a 5 mostraron un nivel de 300 ng/cm<sup>2</sup>·h o más y, de este modo, se consideran que tienen una biodegradabilidad excelente. Además, el ejemplo 5 mostró la constante de solubilidad más elevada (480 ng/cm<sup>2</sup>·h) debido a que contenía una cantidad relativamente grande de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, que es bien conocido que contribuye en gran medida a la biodegradabilidad. En cambio, el ejemplo comparativo 1, como RCF convencional, mostró una constante de solubilidad muy baja. En los ejemplos comparativos 2 y 5, se cree que un nivel relativamente elevado del contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> del 1,6%-1,9% en peso era una causa de la reducción de biodegradabilidad. También se cree que el aumento del contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> perturbó el intercambio iónico y la disolución de la estructura de red en el mecanismo de disolución de la fibra cerámica y, de este modo, se redujo la solubilidad de la fibra cerámica. Durante el procedimiento de fusión a alta temperatura, el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> desempeña el papel de material fundente para cortar los enlaces de SiO<sub>2</sub>. Sin embargo, en el producto fibroso obtenido a través de los procedimientos de fusión/formación de fibras, los enlaces de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y los enlaces de SiO<sub>2</sub> incluidos en la composición cerámica están reforzados para mostrar el efecto de suprimir el mecanismo de disolución en un fluido corporal. El ejemplo comparativo 3 mostró la constante de solubilidad más elevada. Sin embargo, dado que tenía un nivel bajo de contenido de SiO<sub>2</sub> y un nivel elevado de contenido de CaO, la temperatura máxima de utilización se limitó a 1.100°C y la contracción a 1.260°C fue mayor que el límite aceptable.

Tal como se explicó anteriormente a través de los ejemplos y los ejemplos comparativos, la fibra cerámica, según la presente invención, tiene una biodegradabilidad excelente en un fluido corporal artificial, una propiedad de formación de fibras excelente y una productividad elevada, debido a su alto rendimiento en la formación de fibras. Además, la fibra cerámica, según la presente invención, es útil como material aislante del calor a alta temperatura, ya que la variación de la contracción lineal térmica es pequeña a pesar del tratamiento térmico a 1.260°C durante 24 horas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Composición para la preparación de una fibra cerámica biosoluble para un material aislante del calor a alta temperatura, que comprende el 75-80% en peso de SiO<sub>2</sub>, el 10-12% en peso de CaO, el 4-9% en peso de MgO, el 0,1-2% en peso de ZrO<sub>2</sub>, el 0,7-1,5% en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y el 0,1-1,5% en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- 10 2. Fibra cerámica biosoluble para un material aislante del calor a alta temperatura que se prepara a partir de la composición para la preparación de una fibra cerámica, según la reivindicación 1, y que satisface una o más de las siguientes propiedades 1) a 4):
- 1) un contenido de tramado no fibrado del 50% en peso o menos,
  - 2) un diámetro promedio de las fibras de 6 μm o menos,
  - 3) una contracción térmica lineal (1.260°C/24 horas) del 3% o menos, y
  - 4) una constante de solubilidad en un fluido corporal artificial de 200 ng/cm<sup>2</sup>·h o más.
- 15 3. Fibra cerámica biosoluble, según la reivindicación 2, que satisface la totalidad de dichas propiedades 1) a 4).
4. Fibra cerámica biosoluble, según la reivindicación 2, que se fibra mediante un procedimiento de soplado o un procedimiento de hilado.
- 20 5. Material aislante de calor que comprende la fibra cerámica biosoluble, según la reivindicación 2.

