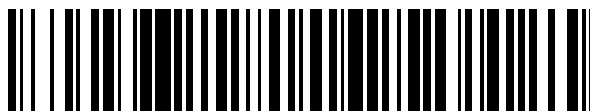


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 174**

51 Int. Cl.:

**C04B 28/06** (2006.01)

**C04B 111/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2011 PCT/IB2011/050741**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011 WO11104670**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2011 E 11709493 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 2539299**

54 Título: **Material compuesto reforzado, método para preparar el mismo y su uso**

30 Prioridad:

**24.02.2010 IT MI20100291**

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

**19.06.2019**

73 Titular/es:

**BIGARAN S.R.L. (100.0%)**

**Via Italia 24**

**15100 Alessandria, IT**

72 Inventor/es:

**CATTANEO, GIAN LUIGI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 717 174 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

Material compuesto reforzado, método para preparar el mismo y su uso

### Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un material compuesto reforzado basado en una matriz de cemento que tiene propiedades mejoradas de resistencia eléctrica y aislamiento eléctrico y propiedades de aislamiento térmico, mientras que al mismo tiempo mantiene buenas propiedades mecánicas que permiten la trabajabilidad de dicho material compuesto, así como la fabricación de cuerpos y productos manufacturados basados en dicho compuesto reforzado mediante procesos de moldeo basados en el uso de moldes de silicona.

### Estado de la técnica

- 10 A lo largo de los años, se han desarrollado materiales compuestos basados en cemento que comprenden, como acompañamiento, refuerzos hechos de hebras de filamentos de vidrio, dichos refuerzos se ensamblan mecánicamente y se sumergen en una mezcla de cemento durante la etapa de fraguado del mismo, en donde el porcentaje en peso de dichos materiales compuestos de dichos refuerzos son al menos de 5% en peso con un peso por unidad de área de 850 g/m<sup>2</sup> (documento USP 4,898,769, Solicitud de UK, GB 2 218 670 A).
- 15 Dichos materiales tenían buenas propiedades de aislamiento eléctrico, pero eran inadecuados en términos de propiedades mecánicas, especialmente cuando eran sujetos a trabajar para obtener productos manufacturados acabados que tuvieran los perfiles deseados. En particular, estos materiales caracterizados por dichas hebras hechas de tejido de fibras de vidrio dispuestas paralelamente a pocos milímetros una de la otra, experimentan una degradación sustancial de sus propiedades mecánicas cuando se someten a los trabajos de tipo mecánico requeridos, tal como
- 20 fresado, con el fin de obtener productos manufacturados o productos terminados que tengan la condición de aplicación adecuada, pero caracterizados por una resistencia mecánica muy baja. De hecho, dado que dichos trabajos destruyen o debilitan sustancialmente la estructura de las hebras superpuestas, reducen mucho las propiedades mecánicas que causan, también durante los trabajos, cantidades muy significativas de restos y defectos, son a veces insostenibles, cuando los perfiles de obtención son complejos. Además, estos trabajos mecánicos determinan costes muy altos, así
- 25 como también determinan grandes cantidades de polvo, que requieren instalaciones laboriosas contra la contaminación, para proteger la salud y el medio ambiente.

- El documento FR 2 778 787 A1 describe un elemento eléctricamente aislante que se formó a partir de una mezcla de 38-77% en peso de cemento de alúmina (50-80% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 19-58% en peso de fibras de metasilicato y 1-4% en peso de fibras de vidrio. Antes del uso final, el aislante endurecido se seca completamente y después se impregna al
- 30 sumergirse en un baño de tolueno y silicona.

Por lo tanto, se sintió fuertemente la necesidad de obtener materiales compuestos basados en cemento reforzado, capaces de combinar satisfactoriamente las propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas, mientras se obvian las graves desventajas típicas de los materiales de la técnica anterior mencionadas anteriormente.

### Sumario de la invención

- 35 El solicitante, al continuar la investigación en el presente campo técnico, ha obtenido de manera sorprendente e inesperada un nuevo material compuesto reforzado basado en un cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, así como un cuerpo o producto manufacturado hecho de refractario, o un cuerpo o producto manufacturado hecho de aislante térmico/eléctrico basado en dicho material compuesto reforzado.

- 40 Un objeto adicional de la presente invención es un método para preparar un material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, así como un procedimiento de preparación de un cuerpo o producto manufacturado hecho de refractario, o un cuerpo o producto manufacturado hecho de aislamiento eléctrico/térmico basado en dicho material compuesto reforzado.

- 45 Es un objeto adicional de la presente invención el uso como: placas para cámaras de soplado, en particular cámaras de soplado para contactores de alto voltaje, placas aislantes resistentes a la alta temperatura y al voltaje, aislantes acanalados, soportes para resistencias eléctricas así como recubrimientos para hornos de alta temperatura y tuberías para intercambiadores de calor, de cuerpos o productos manufacturados hechos de aislantes refractarios o eléctricos/térmicos como se describe anteriormente, siendo este último un objeto adicional de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

- 50 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención un material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, comprendiendo dicho material compuesto:

- cemento de alta alúmina con no menos de 70% en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- alúmina tabular o corindón

- fibras de vidrio basadas en sílice y circón

- resina de silicona

- electrolito poliacrílico

y agua como agua de hidratación.

- 5 Más particularmente, las fibras de vidrio basadas en sílice y circón tienen una longitud de 5-10 mm, más preferiblemente 6-9 mm.

Más particularmente, el cemento de alta alúmina, según la presente invención, es preferiblemente un cemento con altas propiedades refractarias, es decir, un cemento de alta alúmina con una resistencia térmica o refractaria superior a 1700°C. Más particularmente, la alúmina tabular o corindón, según la presente invención, es preferiblemente alúmina o corindón tabular con una distribución de tamaño de grano no superior a 0,4 mm, más preferiblemente la alúmina o corindón tabular con una distribución de tamaño de grano no superior a 0,3 mm, lo más preferiblemente alúmina tabular o corindón con una distribución de tamaño de grano entre 0,3 y 0,1 mm.

Más particularmente, como una realización preferida adicional del material compuesto según la invención, la alúmina tabular o corindón tiene al menos una pureza de 98,0%, preferiblemente al menos 99,5%.

- 15 En una realización aún más preferida del material compuesto reforzado, objeto de la presente invención, las fibras de vidrio basadas en sílice y circón, según la presente invención, son fibras con una densidad comprendida entre 2,5 y 2,7 g/cm<sup>3</sup>, y aún más particularmente, las fibras de vidrio basadas en sílice y circón están presentes en una cantidad en peso comprendida entre 0,1 y 0,15 g/cm<sup>3</sup>, más preferiblemente entre 0,11 y 0,12 g/cm<sup>3</sup> del material compuesto según la presente invención, más particularmente, las fibras de vidrio basadas en sílice y circón están presentes en una cantidad comprendida entre 800 y 1200 g/cm<sup>3</sup>, más preferiblemente entre 900 y 1100 g/cm<sup>3</sup> del material compuesto según la presente invención.

En una realización preferida del material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio objeto de la presente invención, el cemento de alta alúmina está en un porcentaje entre 22 y 27% en peso, más preferiblemente entre 24 y 26% en peso, la alúmina tabular está en un porcentaje entre 58 y 63% en peso, preferiblemente entre 60 y 62% en peso, las fibras de vidrio están en un porcentaje entre 3,9 y 4,5% en peso, preferiblemente entre 4,1 y 4,4% en peso, la resina de silicona está en un porcentaje entre 0,14 y 0,18% en peso, más preferiblemente entre 0,15 y 0,17% en peso, el electrolito poliacrílico está en un porcentaje entre 0,14 y 0,18% en peso, más preferiblemente entre 0,15 y 0,17% en peso, la parte restante es agua, proporcionada como agua de hidratación, dichos porcentajes se calculan en 100 partes en peso de material compuesto objeto de la presente invención.

En una realización particularmente preferida del material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, objeto de la presente invención, dicho material compuesto reforzado es obtenido/obtenible mediante un proceso que comprende las siguientes etapas:

35 a) mezclar en agua, bajo agitación continua, en presencia de resina de silicona y electrolito poliacrílico, previamente dispersado, cemento de alta alúmina, con no menos de 70% en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y alúmina tabular o corindón, seguido de la adición, aún bajo agitación, de fibras de vidrio basadas en sílice y circón para producir una lechada;

b) moldear la lechada obtenida en la etapa a) en moldes o recipientes que se mantienen vibrantes;

40 c) fraguar o endurecer la lechada obtenida en la etapa a) después del moldeo, seguido de la liberación y el envejecimiento del molde, mediante procesos subsiguientes de: acondicionamiento a temperatura y humedad controladas, secado al aire y acondicionamiento en un horno de convección forzada.

Un objeto adicional de la presente invención es el método de preparación de material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, objeto de la presente invención, comprendiendo dicho método las etapas a), b) y c) como se describe anteriormente.

45 En una realización preferida del material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, objeto de la presente invención, así como el método de fabricación correspondiente como se describió anteriormente, durante la etapa a) de mezcla en agua, la resina de silicona se dispersa como una emulsión acuosa y el electrolito poliacrílico como una disolución acuosa. Según una realización preferida del material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio objeto de la presente invención, así como el proceso de fabricación correspondiente como se describe anteriormente, en la etapa a) de mezcla en agua, el cemento de alta alúmina está en un porcentaje entre 23 y 27% en peso, más preferiblemente entre 20 y 25% en peso, la alúmina tabular está en un porcentaje entre 55 y 60% en peso, preferiblemente entre 53 y 57% en peso, las fibras de vidrio están en un porcentaje entre 3,5 y 4,5% en peso, preferiblemente entre 4,0 y 4,5% en peso, la resina de silicona (porción activa) está en un porcentaje entre 0,12 y 0,19% en peso, más preferiblemente entre 0,14 y 0,17% en peso, el electrolito poliacrílico (porción activa) está en un

porcentaje entre 0,11 y 0,18% en peso, más preferiblemente entre 0,13 y 0,16% en peso, la parte restante es agua, dichos porcentajes se calculan sobre 100 partes en peso de la lechada resultante.

5 En una realización adicional particularmente preferida del material compuesto reforzado según la presente invención, así como el método de fabricación correspondiente como se describe anteriormente, en la etapa a) de mezcla en agua, el cemento de alta alúmina está en un porcentaje entre 23 y 27% en peso, más preferiblemente entre 20 y 25% en peso, la alúmina tabular está en un porcentaje entre 55 y 60% en peso, preferiblemente entre 53 y 57% en peso, las fibras de vidrio están en un porcentaje entre 3,5 y 4,5% en peso, preferiblemente entre 4 y 4,5% en peso, la resina de silicona está en un porcentaje, como emulsión acuosa, entre 0,22 y 0,27%, más preferiblemente entre 0,24 y 0,26% en peso, el electrolito poliacrílico está presente como una disolución acuosa, con un porcentaje de dicha disolución comprendido entre 0,38 y 0,44% en peso, más preferiblemente entre 0,40 y 0,43% en peso, lo restante es agua, dichos porcentajes se calculan en 100 partes en peso de la lechada resultante.

15 Las fibras de vidrio basadas en sílice y circón según la presente invención son fibras de vidrio bien conocidas en la técnica, ya que son fibras de vidrio que se hacen resistentes a los álcalis por el circonio presente en forma de circonia u óxido de circonio, generalmente son fibras de vidrio que comprenden un porcentaje de zirconia entre 10-25%, preferiblemente 12-20%, más preferiblemente 13-15% en peso de las fibras de vidrio.

En dichas fibras de vidrio, el componente de sílice  $\text{SiO}_2$  es predominante porque puede variar de 55% a 75%, de 60% a 70% en peso de las fibras, y en donde está presente una porción muy baja de componentes de flujo, como principalmente óxido calcio y de sodio, como máximo 20% en peso de las fibras.

20 Expresando dichos porcentajes con referencia a  $\text{SiO}_2$  y circón, es decir, silicato de circonio  $\text{Zr}(\text{SiO}_4)$ , dichos porcentajes pueden expresarse como: 14-36%  $\text{ZrSiO}_4$  y 66-44%  $\text{SiO}_2$ , 17-29%  $\text{ZrSiO}_4$  y 63-51%  $\text{SiO}_2$ , 18-22%  $\text{ZrSiO}_4$  y 62-58%  $\text{SiO}_2$ , en todos estos ejemplos, el porcentaje restante comprende componentes de flujo.

Las fibras de vidrio hacen que el compuesto resultante sea muy resistente mecánicamente.

Además, el fallo de flexión ocurre pseudo-plásticamente, este término significa que después de haber alcanzado la carga máxima, hay una rama de ablandamiento marcada sin ruptura catastrófica.

25 De hecho, los especímenes hechos de material compuesto, según la presente invención, durante el ensayo de resistencia a la flexión, se rompen pseudo-plásticamente, este término significa que el gráfico de carga-desplazamiento muestra, después de una tendencia rectilínea inicial, una pendiente ascendente monótona con una disminución derivada (pseudo-endurecimiento) de la carga máxima, después de la carga máxima sigue después una rama "de ablandamiento" algo marcada, esta característica evita una ruptura drástica del producto manufacturado.

30 El electrolito poliacrílico promueve una mejor homogeneidad estructural, una menor porosidad y, por lo tanto, mejores rendimientos generales en términos de resistencia mecánica y de arco.

La alúmina tabular combinada con el cemento de alta alúmina proporciona resistencia refractaria muy alta, mecánica alta y excelentes propiedades dieléctricas.

35 La resina de silicona se propaga homogéneamente en el material compuesto según la presente invención y proporciona a este último propiedades hidrófobas óptimas y una mejora de las propiedades de aislamiento térmico y eléctrico del mismo.

El agua como aglomerante hidráulico significa que el agua de hidratación permaneció en el material compuesto reforzado al final del método de preparación y formación del compuesto mismo.

40 Un objeto adicional de la presente invención es la lechada para obtener el material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, comprendiendo dicha lechada agua, cemento de alta alúmina que contiene no menos de 70% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  :

- alúmina tabular o corindón,
- fibras de vidrio basadas en sílice y circón,
- resina de silicona,

45 - electrolito poliacrílico.

El material compuesto resultante obtenido/obtenible según la presente invención comprende, por lo tanto, cemento de alta alúmina con no menos de 70% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,

- alúmina tabular o corindón,
- fibras de vidrio basadas en sílice y circón,

50 - resina de silicona,

- electrolito poliacrílico.

5 En realizaciones adicionales aún más preferidas del material compuesto reforzado según la presente invención, así como del método de fabricación correspondiente, como se describe anteriormente, en la etapa a) de mezcla en agua, cuando la resina de silicona se dispersa en forma de una emulsión acuosa, dicha disolución acuosa de resina de silicona comprende preferiblemente entre 50 y 70% en peso de resina, incluso más preferiblemente una emulsión al 60% en peso de resina y/o cuando el electrolito poliacrílico se dispersa en forma de una disolución acuosa, dicha disolución acuosa de electrolito poliacrílico comprende preferiblemente entre 25 y 45% en peso de electrolito acrílico, incluso más preferiblemente una disolución acuosa al 35% en peso de electrolito acrílico y/o el cemento con alta 10 alúmina tiene un porcentaje de no menos de 72% de  $Al_2O_3$  y/o la alúmina tabular o corindón tiene al menos un 98,0% de pureza, preferiblemente al menos un 99,5% y/o dicha alúmina tabular o corindón tiene una distribución de tamaño de grano no superior a 0,4 mm, preferiblemente no superior a 0,3 mm, incluso más preferiblemente una distribución de tamaño de grano entre 0,3 y 0,1 mm y/o las fibras de vidrio basadas en sílice y de circón tienen una longitud de 5-10 mm, preferiblemente entre 6 y 9 mm.

15 En realizaciones adicionales aún más preferidas del material compuesto reforzado según la presente invención, así como del método de fabricación correspondiente, como se describe anteriormente, en la etapa b) de moldeo, el molde o recipiente vibra de forma continua o intermitente, preferiblemente en una frecuencia constante, con el objetivo de promover una distribución homogénea y anisotrópica de las fibras con una alineación parcial de las mismas, así como la eliminación de burbujas de aire.

20 Los moldes o recipientes de la etapa b) están hechos de metal, cerámica, madera/celulosa, plástico, particularmente silicona o combinaciones de los mismos.

25 En realizaciones adicionales aún más preferidas del material compuesto reforzado, según la presente invención, así como del método de fabricación correspondiente, como se describió anteriormente, en la etapa c) el endurecimiento o fraguado se realiza dejando el material en reposo durante al menos 24 horas y/o preferiblemente en una habitación con temperatura controlada a 20°C y con humedad controlada; durante el envejecimiento, el acondicionamiento se realiza en cabinas/habitaciones con control de temperatura en humedad controlada, preferiblemente con un 95% de humedad, preferiblemente durante 5 días y/o el secado al aire se realiza durante al menos 10 días y/o el acondicionamiento en un horno de convección forzada se realiza con una rampa de hasta 105°C, preferiblemente con un ciclo de 20-24 horas. El material compuesto reforzado, objeto de la presente invención, combina, además de las propiedades mejoradas de resistencia óptima a altos voltajes, alta resistencia a choques térmicos, con una buena 30 resistencia mecánica, también la ausencia de fenómeno de contracción durante la etapa de endurecimiento o fraguado, así como una inercia química sustancial.

Esto permite el uso de moldes con altas tolerancias y una precisión excepcional y, por lo tanto, obtener productos manufacturados, hechos de dicho material compuesto reforzado, con un estándar cualitativo muy alto de reproducibilidad del tamaño, al mismo tiempo que se cumplen las tolerancias y una precisión de superficie muy alta.

35 Es por tanto otro objeto de la presente invención:

- un producto manufacturado hecho de material compuesto reforzado basado en un cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio según la presente invención, como se describe anteriormente,

40 - un método para fabricar un producto manufacturado hecho de un material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, comprendiendo dicho método las etapas de:

a) mezclar en agua, bajo agitación continua, en presencia de resina de silicona y electrolito poliacrílico, previamente dispersado, de cemento de alta alúmina, con no menos de 70% en  $Al_2O_3$  y alúmina tabular o corindón, seguido de la adición, aún bajo agitación, de fibras de vidrio basadas en sílice y circón, para producir una lechada;

b) moldear la lechada obtenida en la etapa a) en moldes o recipientes que se mantienen vibrantes;

45 c) fraguar o endurecer la lechada obtenida en la etapa a) después del moldeo, seguido de la liberación y el envejecimiento del molde, mediante procesos subsiguientes de: acondicionamiento con temperatura y humedad controladas, secado al aire y acondicionamiento en un horno de convección forzada; en este proceso, las etapas a), b) y c) tienen las mismas características que las etapas a), b) y c) del método de preparación del material compuesto reforzado, preferiblemente en la etapa a) de mezcla en agua, la resina de silicona se ha dispersado en una emulsión acuosa y el electrolito poliacrílico como disolución acuosa y/o, más preferiblemente, el molde o recipiente de la etapa b) está hecho de material de silicona, las fibras de vidrio basadas en sílice y circón utilizadas en la etapa a) están en una longitud comprendida entre 5-10 mm, preferiblemente entre 6-9 mm, y la distribución de tamaño de grano de la alúmina tabular o corindón utilizado en la etapa a) no es más de 0,4 mm, preferiblemente no más de 0,3, y más preferiblemente entre 0,1 y 0,3 mm;

55 - el uso de un producto manufacturado hecho de un material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio según la presente invención como placas para cámaras de

soplado, particularmente cámaras de soplado para contactores de alto voltaje, placas aislantes resistentes al arco, alta temperatura y alta corriente, aislantes acanalados, soportes de resistencia, así como recubrimientos de horno de alta temperatura y tuberías de intercambiador de calor.

5 El material compuesto reforzado y los productos manufacturados hechos con dicho material compuesto muestran propiedades de resistencia eléctrica y aislamiento eléctrico y propiedades de aislamiento térmico mejoradas y buenas propiedades de resistencia mecánica en comparación con los materiales disponibles de la técnica anterior.

10 Por lo tanto, es un objeto adicional de la presente invención el uso del material compuesto según la presente invención como material refractario y/o como materiales de aislamiento eléctrico y/o térmico. Particularmente, el material compuesto reforzado, objeto de la presente invención, así como los productos manufacturados hechos de dicho material, muestran: una resistencia mecánica a la flexión (medida según la norma UNI EN ISO 178) superior a  $30 \pm 1,2$  MPa, resistencia al arco (medida según la norma ASTM D495) superior a 450 segundos, una resistencia dieléctrica (medida según la norma IEC 60243) superior a 2,60 kV/mm, así como propiedades mejoradas adicionales con respecto a las propiedades mostradas, con condiciones medidas idénticas según las normas citadas, por los materiales comercializados en la actualidad, tal como el material compuesto "Refraver" de TENMAT. El valor de la rigidez dieléctrica para el material Refraver, determinado, con las mismas condiciones de medición, según la norma IEC 60234, no es más de 1,7 Kv/mm.

Dichas propiedades específicas adicionales del material compuesto reforzado según la presente invención, se exponen esquemáticamente en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1

Características	Normas	Medidas	Valores
Resistencia impacto-flexión	UNI-EN-ISO-179-1	KJ/m <sup>2</sup>	>14
Resistencia a la flexión	UNI-EN-ISO-178-2006	MPa	>30
Resistencia a la compresión	UNI-EN-ISO-178-2006	MPa	>60
Módulo de elasticidad	UNI 6556	GPa	>40
Resistencia dieléctrica	CEI-EN 60672	Kv/mm.	>2,5
Resistencia al arco	CEI 15-9 §6.3.01 y CEI/IEC 61621		Cumpliendo
Resistencia al voltaje aplicado entre las clavijas de enchufe	CEI 15-9 §6.1.01		Cumpliendo

20 El material compuesto reforzado y los productos manufacturados hechos del mismo material, objeto de la presente invención, muestran las siguientes ventajas aparentes: la resistencia al arco por encima de la norma, alta resistencia al choque térmico, buena resistencia mecánica acoplada a una tendencia mejorada a la trabajabilidad, la última debida a las características estructurales del material compuesto reforzado y, en consecuencia, al método de su preparación y de la preparación de los productos manufacturados hechos de dicho material compuesto reforzado. De hecho, simultáneamente a la consecución de las propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas mejoradas mencionadas anteriormente del material y los productos manufacturados del mismo, se sigue una mejor simplicidad de producción de los productos manufacturados de dicho material, los productos manufacturados tienen un estándar cualitativo muy alto con una reproducibilidad de tamaño según las tolerancias y una precisión superior de las superficies del producto manufacturado, todo ello se obtiene sin el fenómeno de contracción del material compuesto reforzado según la presente invención durante la etapa de fraguado o endurecimiento de lo que se recibe en los moldes o recipientes; el componente de cemento del compuesto no ataca químicamente los moldes; la liberación inmediata del compuesto, y por lo tanto del producto manufacturado hecho del mismo, después de su endurecimiento, a partir de los moldes; la posibilidad de utilizar moldes de silicona.

35 Los siguientes ejemplos no limitativos describen realizaciones de la invención.

**Ejemplo de realización 1**

Se mezclan 2000 g que consisten en 30% (600 g) de cemento de alta alúmina que contiene 70% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 70% (1400 g) de alúmina tabular que tiene una distribución de tamaño de grano comprendida entre 0,1 y 0,3 mm y una pureza de 98,0%, mezclada con 100 g de sílice y fibras de vidrio basadas en sílice y circón de 6 mm de longitud, con 300 g de

agua, en donde antes se disolvieron 6 g de una emulsión acuosa de resina de silicio al 60% y 10 g de un dispersante como disolución acuosa, de poliacrilato de amonio al 35% como sustancia activa. Una vez completada la etapa de mezcla, el compuesto fluido se vierte en un molde de silicio, que se mantiene vibrando.

5 El molde y el material compuesto se ubican en una habitación con temperatura controlada a 20°C, a una humedad relativa de 95% durante 24 horas.

El producto manufacturado desmoldado, después del envejecimiento mediante: tratamiento en un gabinete con control de temperatura acondicionado con una humedad controlada al 95%, secado al aire y acondicionamiento posterior en un horno de convección forzada con una rampa de hasta 105°C con un ciclo de 24 horas, está sujeto a las caracterizaciones según las normas actuales para definir sus características técnicas resumidas en la siguiente Tabla 2.

10

Tabla 2

Características	Normas	Medidas	Valores
Absorción de agua	UNI-EN-ISO-62-2001	%	<2
Densidad aparente	UNI-EN-ISO-1183-1-2005	g/cm <sup>3</sup>	2.30
Resistencia impacto-flexión	UNI-EN-ISO-179-1	KJ/m <sup>2</sup>	>14
Resistencia a la flexión	UNI-EN-ISO-178-2006	MPa	>30
Resistencia a la compresión	UNI-EN-ISO-178-2006	MPa	>60
Módulo de elasticidad	UNI 6556	GPa	>40
Rigidez dielectrica	CEI-EN-60672	Kv/mm.	>2.5
Resistencia al arco	CEI 15-9 §6.3.01 y CEI/IEC 61621		Cumpliendo
Resistencia al voltaje aplicado a través de las clavijas del enchufe	CEI 15-9 §6.1.01		Cumpliendo

### Ejemplo 2. Ensayos experimentales de la caracterización mecánica

Según los procedimientos de fabricación del compuesto objeto de la invención, del ejemplo 1, se prepararon cinco especímenes con las siguientes dimensiones: longitud 80 mm, anchura 10 mm y espesor 4 mm.

15 La caracterización mecánica realizada en el laboratorio CNR-ISTEC de Faenza, en especímenes como se describió anteriormente, muestra en correspondencia con la resistencia mecánica a la flexión medida según la norma UNI EN ISO 178, un valor promedio de  $30 \pm 1,2$  MPa para los cinco especímenes.

### Ejemplo 3. Ensayos experimentales de la caracterización eléctrica

20 Según los procedimientos de fabricación del compuesto objeto de la invención, del ejemplo 1, se prepararon seis placas cuadradas que tienen dimensiones: lado 100 mm, espesor 3 mm.

Los ensayos de caracterización eléctrica realizados en el departamento de ingeniería eléctrica de la Universidad de Génova en placas como se describe anteriormente, muestran los siguientes resultados:

Pruebas de resistencia al arco

25 La resistencia al arco medida según la norma ASTM D495 y según la norma CEI/IEC 61621 muestra valores promedio mayores a 450 segundos (las placas, después del ensayo, aún estaban intactas);

Ensayos de rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica, medida según la norma IEC 60243, dio valores promedio superiores a 2,60 kV/mm.

El valor de la rigidez dieléctrica para el material Refraver, determinado, con las mismas condiciones de medición, según la norma IEC 60234, no es superior a 1,7 Kv/mm.

**REIVINDICACIONES**

1. Un material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, comprendiendo dicho material compuesto:
  - cemento de alta alúmina con no menos de 70% en  $Al_2O_3$
- 5 - alúmina tabular o corindón
  - fibras de vidrio a basadas en sílice y circón
  - resina de silicona
  - electrolito poliacrílico
 y agua como agua de hidratación.
- 10 2. El material compuesto según la reivindicación 1, en donde las fibras de vidrio basadas en sílice y circón tienen una longitud de 5-10 mm, más preferiblemente de 6 -9 mm.
3. El material compuesto según la reivindicación 1, en donde el cemento de alta alúmina es un cemento con altas propiedades refractarias, es decir, un cemento de alta alúmina con una resistencia térmica o refractariedad superior a 1700°C.
- 15 4. El material compuesto según la reivindicación 1, en donde la alúmina tabular o corindón es alúmina tabular o corindón con una distribución de tamaño de grano no superior a 0,4 mm, más preferiblemente alúmina tabular o corindón con una distribución de tamaño de grano no superior a 0,3 mm, lo más preferiblemente alúmina tabular o corindón con una distribución de tamaño de grano entre 0,3 y 0,1 mm.
- 20 5. El material compuesto según la reivindicación 1, en donde el cemento de alta alúmina con no menos de 70% en  $Al_2O_3$  está en un porcentaje entre 22 y 27% en peso, más preferiblemente entre 24 y 26% en peso, la alúmina tabular está en un porcentaje entre 58 y 63% en peso, preferiblemente entre 60 y 62% en peso, las fibras de vidrio están en un porcentaje entre 3,9 y 4,5% en peso, preferiblemente entre 4,1 y 4,4% en peso, la resina de silicona está en un porcentaje entre 0,14 y 0,18% en peso, más preferiblemente entre 0,15 y 0,17% en peso, el electrolito poliacrílico está en un porcentaje entre 0,14 y 0,18% en peso, más preferiblemente entre 0,15 y 0,17% en peso, la parte restante es
- 25 agua, como agua de hidratación, dichos porcentajes se calculan en 100 partes en peso de material compuesto.
6. Método para preparar material compuesto reforzado basado en cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, comprendiendo dicho método las etapas:
  - a) mezclar en agua, bajo agitación continua, en presencia de resina de silicona y electrolito poliacrílico, previamente dispersado, de cemento de alta alúmina, con no menos de 70% en  $Al_2O_3$  y alúmina tabular o corindón, seguido de la
  - 30 adición, aún bajo agitación, de fibras de vidrio basadas en sílice y de circón, para producir una lechada;
  - b) moldear la lechada obtenida en la etapa a) en moldes o recipientes que se mantienen vibrantes;
  - c) fraguar o endurecer la lechada obtenida en la etapa a) después del moldeo, seguido de la liberación y el envejecimiento del molde, mediante procesos subsiguientes de: acondicionamiento con temperatura y humedad controladas, secado al aire y acondicionamiento en un horno de convección forzada.
- 35 7. Producto manufacturado que comprende el material compuesto reforzado a base de cemento de alta alúmina y alúmina tabular o corindón, reforzado con fibras de vidrio, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
8. Método para preparar material compuesto reforzado según la reivindicación 6, en donde el molde o recipiente en la etapa b) está en un material de silicona, las fibras de vidrio basadas en sílice y de circón usadas en la etapa a) tienen una longitud de 5-10 mm, preferiblemente 6-9 mm y la alúmina tabular o corindón utilizado en la etapa a) tiene una
- 40 distribución de tamaño de grano no superior a 0,4 mm, preferiblemente no superior a 0,3 e incluso más preferiblemente entre 0,1 y 0,3 mm.
9. Uso del material compuesto reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, como un material refractario de tipo eléctrico y/o térmico y/o material aislante.