

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 806**

51 Int. Cl.:
B01D 39/20 (2006.01)
C04B 38/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03737975 .7**
96 Fecha de presentación: **27.05.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1513600**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

54 Título: **Filtro reforzado con fibras para la filtración de metal fundido y método para producir dichos filtros**

30 Prioridad:
31.05.2002 EP 02012031

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.08.2012

73 Titular/es:
SÜD-CHEMIE HI-TECH CERAMICS INC
6329 ROUTE 21
ALFRED STATION, NY 14803, US

72 Inventor/es:
JUMA, KASSIM

74 Agente/Representante:
Canela Giménez, María Teresa

ES 2 386 806 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

La presente invención se refiere a un filtro de cerámica reforzado con fibras para la filtración de metal fundido que comprende una red aglomerada de carbono grafitizado y un método para producir dichos filtros.

5 Para el procesamiento de metales fundidos es deseable extraer las inclusiones intermetálicas exógenas tales como las impurezas de las materias primas, de la escoria, las matas y los óxidos que se forman en la superficie de la masa fundida y de los pequeños fragmentos de materiales refractarios que son usados para crear la cámara o recipiente en la que el metal fundido se forma.

10 La extracción de dichas inclusiones forma una masa fundida homogénea que asegura una gran calidad en los productos, especialmente en el moldeo del acero, hierro y metales de aluminio. En la actualidad el uso de filtros de cerámica está muy extendido debido a su gran capacidad para resistir choques térmicos extremos a causa de su resistencia a la corrosión química y su capacidad para resistir tensiones mecánicas.

15 La producción de dichos filtros cerámicos generalmente implica la mezcla de polvo cerámico con aglutinantes orgánicos adecuados y agua a fin de preparar una pasta o lodo. El lodo es utilizado para impregnar una espuma de poliuretano que posteriormente es secada y cocida a una temperatura en un intervalo de entre 1000 y 1700°C. Mediante este tratamiento las materias combustibles son quemadas durante la sinterización para producir un cuerpo poroso. Los documentos US-A-2,360,929 y US-A-2,752,258 pueden servir como ejemplos del procedimiento habitual.

20 Además, un filtro de poro abierto que en lugar de una distribución aleatoria de canales irregulares de interconexión consiste en una serie de conductos paralelos que atraviesan el material está generalmente formado mediante la presión hidráulica de polvo cerámico húmedo y un aglutinante orgánico en el interior de un molde conteniendo espigas perpendiculares. Se obtiene así una estructura perforada que puede tener forma de disco o bloque. El artículo perforado es a continuación cocido a una temperatura en un intervalo de entre 1000 y 1700°C dependiendo de la aplicación final con objeto de producir un disco perforado. Durante el cocido se produce una unión cerámica y/o vítrea.

25 El documento WO 01/40414 A describe el uso de un molde presurizado. La base de esta patente es la regulación de la presión en el interior del molde para así obtener una estructura porosa. Además, la porosidad en este caso no está totalmente abierta. La pretensión del uso de la filtración supone uno de sus muchos usos y no hay pruebas de que el filtro fuera realmente utilizado para la filtración de metales. Además, sólo se menciona el aluminio con fines filtrantes ya que este filtro es demasiado frágil para la filtración de acero. La patente describe únicamente un filtro de carbono exento de cerámica. El proceso de crear el filtro se basa en la regulación de la presión en el interior del molde. Este proceso es difícil de controlar.

30 El documento US-A-4,514,346 usa resina fenólica para su reacción con silicón a alta temperatura a fin de formar carburo de silicio. No interviene la unión del carbono. Esta patente tiene la única función de crear carburo de silicio poroso. La temperatura que supera los 1600°C es utilizada para obtener carburo de silicio. El proceso es no acuoso. La porosidad obtenida a partir de este proceso es una porosidad cerrada, la cual no tiene ninguna función filtrante ya que para ésta se requiere una porosidad abierta.

35 El documento GB-A 970 591 trata de la fabricación de artículos de grafito de baja permeabilidad y alta densidad. Utiliza un solvente orgánico, a saber, alcohol furfúrico, como solvente y no agua. El aglutinante en forma de pez es usado al 25% sin nada de cerámica. El calentamiento final es a una temperatura superior a los 2700 °C. La porosidad es una porosidad cerrada en lugar de abierta.

40 El documento US-A-3,309,433 describe un método para fabricar grafito de alta densidad. Utiliza el moldeo en caliente como medio para obtener artículos de grafito de alta densidad para aplicaciones nucleares. En él se utilizaba un material especial llamado dibenzantraceno para unir el grafito. No tiene aplicaciones útiles en el campo de la filtración de metal. No utiliza nada de cerámica en el proceso. Utiliza altas temperaturas de hasta 2700°C.

El documento EP 0 251 634 B1 describe un proceso idóneo para crear cuerpos definidos de cerámica porosa provistos de células de paredes lisas formadas por matrices de poros, y poros con bordes redondos que interconectan las células.

45 El documento US-A-5,520,823 se refiere únicamente a filtros para aluminio. La unión se obtiene utilizando vidrio de borosilicato. La cocción se lleva a cabo en el aire y se pierde una considerable cantidad de grafito debido a la oxidación producida por el aire. Los filtros usados para la filtración del aluminio son normalmente cocidos a aproximadamente 1200°C, mientras que aquellos destinados para el uso con el hierro son cocidos a temperaturas de 1450°C y aquellos para el acero a más de 1600°C.

50 El documento EP 0 388 010 A1 divulga un filtro para metales ligeros que comprende un cuerpo celular formado por una composición que contiene al menos un agente fundente para el metal ligero. Los filtros preferiblemente poseen un punto de fusión de 800 - 1000°C. Cuando los filtros usados son añadidos a un horno con metal ligero que ha de ser refundido y el metal es fundido en la presencia de un fundente exotérmico, los filtros se desintegran permitiendo que el metal contenido en ellos sea recuperado. Son aglutinantes adecuados para el filtro los fosfatos de monoaluminio, el silicato de sodio, la sílice, el silicofosfato y un cemento como el cemento aluminoso.

55

El documento US 5,045,511 divulga cuerpos cerámicos formados a partir de circonia-alúmina estabilizada con itrio. Los filtros formados a partir de circonia-alúmina estabilizada con itrio pueden comprender fibras para aumentar la estabilidad mecánica del filtro.

5 El documento US 3,574,646 divulga espumas inorgánicas que son resistentes al calor, inertes químicamente y poseen una baja conductividad térmica y que pueden ser adaptadas para proteger sustratos de metal. La espuma inorgánica está fabricada de una mezcla espumosa que comprende un aglutinante orgánico de resina de poliéster no saturado, un agente esponjante y además un material inorgánico pulverulento relativamente refractario, y un fundente para dicho material refractario. Tras aplicar la espuma sobre una superficie de sustrato, la espuma es calentada hasta alcanzar una temperatura lo suficientemente alta como para carbonizar el material orgánico con lo que la resina de poliéster no saturada queda convertida en una carbonilla carbonosa que mantiene, por lo menos en gran medida, la estructura celular original de la espuma inicial. Mediante un mayor aumento de la temperatura, el material orgánico es extraído y el material inorgánico se aglomera. La fuerza de la espuma puede incrementarse mediante la incorporación de fibras orgánicas o inorgánicas junto con el material inorgánico pulverulento.

10 A pesar de su uso extendido para la filtración de metal, los tipos de filtros cerámicos anteriormente mencionados presentan diversas desventajas que limitan su aplicabilidad:

15 1. Los filtros cerámicos, aunque hayan sido precalentados, tienden a obstruirse con partículas a baja temperatura tras el primer contacto con el material fundido. Para este propósito habitualmente se utiliza metal fundido sobrecalentado, que esmetal a una temperatura de aproximadamente 100°C sobre la temperatura líquida, para el moldeo y evitar así la obstrucción de los filtros. Esta práctica es muy poco económica desde el punto de vista del gasto de energía y coste y cualquier mejora que reduzca la temperatura de procesamiento del metal fundido resulta muy beneficiosa. Se han aplicado los revestimientos de carbono en latécnica anterior sobre la superficie de los filtros cerámicos para reducir la masa térmica de la parte que entra en contacto directo con el material fundido.

20 También se ha propuesto en el documento EP 0 463 234 B1 un material termita de reacción exotérmica para su aplicación sobre una superficie recubierta con carbono del filtro cerámico. Esta última solución, aunque reduce la temperatura necesaria para el flujo del metal fundido, eleva el coste de producción de los filtros y limita en gran medida la aplicabilidad ya que el revestimiento con termita tiene que estar en consonancia con del tipo de metal fundido para el que es usado.

25 De todos modos, tanto el revestimiento con carbono como el revestimiento con termita sirven para superar el problema de la elevada masa térmica de los filtros cerámicos, aunque no superan los retos que plantean otra serie de desventajas.

30 2. Las uniones de tipo cerámico y vítreo tienden a ablandarse y deformarse a altas temperaturas, lo cual muy a menudo provoca la erosión del filtro y la posterior contaminación de la masa fundida.

35 3. El agrietado debido al choque térmico o la corrosión química (reductiva) causada por la masa de metal fundido es un problema con el que frecuentemente tienen que enfrentarse los filtros aglomerados cerámicos y vítreos.

40 4. La necesidad de extremadamente altas temperaturas de cocción, especialmente en el caso de las cerámicas destinadas a la filtración de acero, es un severo contratiempo para los filtros cerámicos convencionales, que se acentúa si se tiene en cuenta la necesidad de materia prima cerámica de alto coste.

45 5. Adicionalmente, el uso de circonia con su relativamente alta radiación de fondo es peligroso y debería ser evitado.

La solicitud de patente en tramitación junto con la presente EP 01121044.0, presentada el 1 de septiembre de 2011, se refiere a un filtro cerámico adecuado para la filtración de metal fundido compuesto de un polvo cerámico aglomerado mediante una red de carbono grafitizado. Las cerámicas aglomeradas mediante carbono son generalmente débiles y padecen de una baja resistencia mecánica. Los filtros aglomerados mediante carbono según esta referencia presentan una resistencia mecánica limitada que causa problemas durante su transporte y uso y limita la capacidad de los filtros para soportar la presión del metal fundido sobre ellos.

Además, estos filtros son quebradizos y tienden a romperse en pedazos que caen en el molde antes del moldeo y causan la contaminación de éste.

50 El objeto de la presente invención es por lo tanto proporcionar un filtro para la filtración de metal con una mayor resistencia mecánica y rigidez.

En el filtro cerámico adecuado para la filtración de metal fundido según la presente invención se utiliza una red tridimensional de aglomerado de carbono grafitizable y fibras para aglutinar el polvo cerámico.

La invención se refiere a un filtro cerámico adecuado para la filtración de metal fundido compuesto de polvo cerámico y fibras aglomeradas mediante una red de carbono grafitizado, en el que se obtiene el aglomerado de carbono mediante la pirólisis de un precursor del carbono a una temperatura en un intervalo de 500°C a 1000°C en ausencia de aire, en el que el carbono grafitizado constituye hasta el 15% en peso del filtro.

- 5 El término "grafitizable" significa que el aglomerado de carbono obtenido a través de la pirólisis del precursor del carbono puede ser transformado en un aglomerado similar al grafito tras su calentamiento a una temperatura más alta en ausencia de aire. El carbono grafitizable se distingue del carbono vítreo por el hecho de que es imposible transformar el carbono vítreo en un aglomerado similar al grafito si importar cuán alta ha sido la temperatura a la que ha sido calentado.
- 10 El aglomerado de carbono de este tipo presenta las siguientes características ventajosas:
- Es significativamente más barato de producir.
 - El cocido puede realizarse a una temperatura mucho más baja a fin de desarrollar en su totalidad la red de aglomerado de carbono a partir del precursor del aglomerado del carbono. En general, los filtros deben ser cocidos a una temperatura en el intervalo de entre 500°C y 1000°C.
- 15
- El supercalentamiento requerido es significativamente inferior.
 - Baja masa térmica.
 - Mejor resistencia al choque térmico.
 - Inexistencia de contaminación.
- 20 Los filtros de carbono aglomerado según la presente invención presentan una relativamente baja masa térmica. Una consecuencia de esto es que no existe la necesidad de sobrecalentar el metal destinado a ser filtrado, lo cual reduce el consumo de energía. Durante la tarea continua de mejorar la calidad y el rendimiento de los filtros de carbono aglomerado, el inventor descubrió que la adición de hasta un 20%, especialmente hasta un 10% en peso de fibras a las fórmulas de los filtros contribuye a una mejora significativa del rendimiento de los mismos. La mejora es principalmente debida al aumento de la resistencia mecánica, la mejora de la rigidez, la mayor resistencia al impacto y el mejor choque térmico. La mejora se manifiesta en un aumento de la capacidad de filtración, mejor integridad mecánica y menor contaminación del molde de acero. Debido a la notable resistencia mecánica del aglomerado de carbono en combinación con las fibras a una alta temperatura no se produce el ablandamiento o acodamiento durante el proceso del colado del metal. Ello contribuye a un colado del metal incluso más limpio.
- 25
- 30 Los filtros de carbono aglomerado grafitizables que incluyen además fibras según la presente invención ofrecen las siguientes ventajas respecto a los filtros de carbono aglomerado vítreos:
- Alta resistencia a la oxidación.
 - Alta resistencia mecánica.
 - Gran resistencia a los impactos.
 - Baja microporosidad.
- 35
- Baja superficie específica.
 - Flexibilidad estructural.
 - Comportamiento no quebradizo.
 - Uso económico.
- 40 Para un rendimiento óptimo el carbono grafitizado que constituye, a parte del polvo cerámico, una red aglomerada de carbono grafitizado según la presente invención debería estar presente en unas cantidades de hasta el 15% en peso del filtro, preferiblemente hasta un 10% en peso e incluso más preferiblemente en una cantidad de al menos el 2% en peso y hasta el 5% en peso. Tradicionalmente, las fibras son añadidas a los materiales cerámicos y compuestos con objeto de mejorar la resistencia mecánica y otorgar mayor rigidez a los artículos. Dichas fibras pueden ser fibras de metal, fibras orgánicas tales como fibras de poliéster, fibras de viscosa, fibras de polietileno, fibras de poliacrilonitrilo (PAN), fibras de aramida, fibras de poliamida, etc., o fibras cerámicas tales como las fibras de aluminosilicato, fibras de alúmina o fibras vítreas, o fibras de carbono que consistan en un 100% de carbono. Todos estos tipos de fibras son utilizadas en diferentes medidas en la cerámica para aportar ventajas añadidas a las propiedades de la cerámica, tales como una alta resistencia mecánica, alta resistencia a los impactos y un mejor choque térmico.
- 45
- 50 El inventor ha descubierto que la adición de cualquiera de dichos tipos de fibras a los filtros de carbono aglomerado de la técnica anterior provoca una mejora significativa de la resistencia mecánica de los filtros además de una mejora en la

- resistencia a los impactos y al choque térmico. La mejora de la resistencia puede llegar a ser del triple (esto es, de 0.5 MPa hasta 1.5 MPa). La resistencia a los impactos y al choque térmico también aumenta en consecuencia. Como resultado de esta mejora, los filtros de carbono ahora pueden al menos doblar su capacidad de filtración. Por ejemplo, un filtro de carbono de 100 mm x 100 mm x 20 mm puede tener una capacidad normal de 100 kg de filtración de acero.
- 5 El mismo filtro pero con un 5% de fibras de cerámica añadidas posee una capacidad para filtrar 200 kg de acero. Especialmente, las fibras cerámicas y las fibras de carbono no cambian su apariencia física cuando son incorporadas en el filtro debido a su estabilidad térmica. Las fibras orgánicas, por el contrario, se transforman durante el cocido de los filtros en fibras de carbono (esto es, experimentan un proceso pirolítico). Esto es considerado beneficioso para las fibras cerámicas o de metal.
- 10 El inventor ha descubierto que el efecto beneficioso de la adición de fibras depende de la cantidad de fibras añadidas, longitud de las fibras, naturaleza y tipo de las fibras añadidas. Cuanto mayor es el nivel de fibras añadidas mayor la resistencia del filtro es. Sin embargo, no es deseable un nivel muy alto de fibras porque ello tiene un efecto negativo sobre la reología del lodo. Los mejores resultados se obtienen al incorporar fibra de carbono seguida de fibras cerámicas. Por el contrario, las fibras de carbono son las más caras, mientras que las fibras orgánicas son las más baratas. Las fibras orgánicas son las más económicas en su uso ya que son añadidas a un nivel mucho más bajo que las fibras de carbono o cerámicas (menos del 2%). Sin embargo, las fibras orgánicas interfieren en la reología del lodo más que las fibras cerámicas o de carbono. La forma de las fibras es, o bien, seccionada, o a granel, para su adición durante el mezclado de los ingredientes del filtro. No se requiere más tecnología para la mezcla.
- 15 Los filtros según la presente invención contienen preferiblemente de un 0.1 a un 20% en peso, concretamente de un 1 a un 10% en peso de dichas fibras, más concretamente un 5%.
- 20 Las fibras utilizadas según la presente invención poseen preferiblemente una longitud de entre 0.1 mm y 5 mm.
- En una realización práctica de la presente invención los filtros cerámicos de carbono aglomerado son producidos en un primer proceso que comprende las etapas:
- 25 a) impregnar una espuma hecha de material termoplástico con un lodo que contiene fibras, un precursor del aglomerado del carbono grafitizable, polvo cerámico, y opcionalmente otros aditivos,
- b) secado, opcionalmente seguido por una o dos capas del mismo lodo a fin de incrementar la masa, seguido del secado final,
- c) cocer la espuma impregnada en un no-oxidante y/o reducir la atmósfera a una temperatura en el intervalo de entre 500 y 1000 °C, especialmente de entre 600°C y 700°C,
- 30 en la que el precursor del aglomerado del carbono es transformado al menos parcial o totalmente en una red de aglomerado de carbono grafitizado.
- En este proceso el material termoplástico utilizado para la espuma a ser impregnada con el lodo preferiblemente contiene o consiste en poliuretano.
- 35 Resulta ventajoso mezclar fibras, precursor del aglomerado del carbono antes de impregnar la espuma con el polvo de cerámica, agua, aglutinante orgánico, y aditivos para controlar la reología, que en una realización práctica de la invención pueden estar presentes en una cantidad de hasta 2 partes en peso, preferiblemente en un intervalo de entre 0.1 y 2 partes en peso.
- En otra realización práctica de la presente invención un segundo tipo de filtro de cerámica aglomerado con carbono es producido mediante un proceso que comprende las etapas de
- 40 a) presionar una mezcla semihúmeda compuesta de fibras, polvo de cerámica y un precursor del aglomerado grafitizable, y opcionalmente otros aditivos en una prensa hidráulica,
- b) presionar para obtener un artículo perforado en forma de disco o bloque,
- c) cocer el artículo perforado en un no-oxidante y/o reducir la atmósfera a una temperatura en un intervalo de entre 500°C y 1000°C, especialmente entre 600°C y 700°C,
- 45 en la que el precursor del aglomerado del carbono es transformado parcial o totalmente en una red aglomerada de carbono grafitizado.
- La fuente de la unión del carbono, la cual es el precursor del aglomerado del carbono, es preferiblemente pez de alta fusión (HPM) porque ofrece propiedades óptimas con respecto a la ductilidad, coste y calidad del producto. Sin embargo, debe señalarse que otros precursores del aglomerado del carbono pueden también ser utilizados para producir materiales aglomerados con carbono, tales como las resinas sintéticas o naturales y el carbono sinterizable, siempre que sean grafitizables y transformados en una red aglomerada de carbono grafitizable tras su cocido según la presente invención. Así pues, los aglutinantes de resina sintética que forman un carbono vítreo que no pueden
- 50

transformarse en grafito no pueden considerarse precursores del aglomerado del carbono ya que el producto padece de una resistencia baja a la oxidación, baja resistencia mecánica y baja resistencia al calor.

5 Además, por razones económicas y ecológicas el precursor del aglomerado del carbono debería ser compatible con el agua. Sin embargo, los precursores del aglomerado del carbono con base de solventes orgánicos pueden ser asimismo utilizados.

En otras realizaciones prácticas estos procesos utilizan un lodo (para la producción de un filtro de cerámica aglomerada con carbono del primer tipo) o una mezcla semihúmeda (para la producción del filtro de cerámica aglomerada con carbono del segundo tipo) que comprende:

fibras en un intervalo del 0.1 al 20% en peso,

10 un precursor del aglomerado del carbono grafitizable en un intervalo de entre 2 (5) y 15 (25) partes en peso,

polvo cerámico en un intervalo de entre 0 (20) y 95 (80) partes en peso, material antioxidante en un intervalo de entre 0 y 80 partes en peso, grafito en un intervalo de entre 0 y 90 partes en peso, aglutinante orgánico en un intervalo de entre 0 y 10, concretamente entre 0.2 y 2 partes en peso y,

agente dispersante en un intervalo de entre 0 y 4, concretamente entre 0.1 y 2 partes en peso.

15 Se añade agua en la cantidad requerida. Para el propósito de la preparación del lodo, son necesarias de 20 a 70 partes en peso dependiendo de la naturaleza de las materias cerámicas de aporte. Para la mezcla semihúmeda utilizada para la presión, el agua es necesaria en una cantidad de entre 2 y 10 partes en peso, dependiendo de la naturaleza de las materias cerámicas de aporte.

20 El polvo cerámico puede comprender circonia, sílice, alúmina, alúmina fundida marrón, magnesio, cualquier tipo de arcilla, talco, mica, carburo de silicio, nitruro de silicio y similares o cualquier mezcla de los mismos. El grafito también puede ser utilizado como sustituto del polvo cerámico.

Los materiales antioxidantes preferidos según la presente invención son el polvo metálico, tal como el acero, hierro, bronce, sílice, magnesio, aluminio, boro, boruro de circonio, boruro de calcio, boruro de titanio y similares, y/o fritas de vidrio con un contenido de un 20 a 30% en peso de óxido bórico.

25 Los aglutinantes orgánicos preferidos según la presente invención son los aglutinantes verdes tales como el alcohol de polivinilo (PVA), almidón, goma arábica, azúcar o similares o cualquier combinación de los mismos. Estos aglutinantes pueden ser añadidos para mejorar las propiedades mecánicas de los rellenos durante la manipulación previa al cocido. El almidón y la goma arábica pueden también ser utilizados como agentes espesantes.

30 Los agentes dispersantes preferidos según la presente invención son el Despex®, lignosulfonato o similar, o cualquier combinación de los mismos que ayude a reducir el nivel de agua en el lodo y mejorar la reología. En otra realización práctica de la presente invención el lodo o mezcla semihúmeda puede estar compuesto por un plastificante tal como el glicol de polietileno (peso molecular preferido: 500 a 10000) en el intervalo entre 0 y 2 partes en peso, preferiblemente entre 0,5 y 1 partes en peso y/o un agente antiespumante tal como el antiespumante de sílice en el intervalo de entre 0 y 1 partes en peso, preferiblemente de entre 0,1 y 0,5 partes en peso.

35 La invención queda además ilustrada mediante los siguientes ejemplos:

Ejemplos:

Se utilizó como pez de alta fusión grafitizable (HMP) breca de hulla con una temperatura de transición al estado vítreo de 210°C, un valor de cocción del 85%, un valor de ceniza de 0,5% y que estaba disponible como polvo fino.

40 En todos los ejemplos la mezcla resultante fue cocida en atmósfera inerte en un intervalo de entre 600°C y 900°C durante 20 a 120 min en un calentamiento establecido en el intervalo de entre 1°C/min y 10°C/min.

A: Filtros según el primer tipo:

Ejemplo 1

45 Se recortó espuma de poliuretano a la medida requerida y ésta se impregnó con un lodo con un contenido de 70 g de fibras cerámicas de alúmina de sílice sin seccionar, 70 g de dicho polvo de pez de alta fusión, 1000 g de polvo cerámico (alúmina calcinada), 70 g de un dispersante (lignosulfonato), 4 g de un agente espesante (almidón) y 270 g de agua.

50 El filtro fue impregnado bien manualmente o por una máquina provista de rodillos utilizados para este propósito. Tras la impregnación el filtro fue secado usando aire caliente y/o un secador por microondas. El recubrimiento fue aplicado mediante una pistola de aire comprimido pulverizante. El filtro fue secado una vez más y trasladado a un horno de cocción con una atmósfera reductora o no oxidante. El horno fue calentado a razón de 1°C/min a 10°C/min dependiendo de la composición del lodo, tamaño del filtro, tamaño del horno, etc.

Estos filtros poseen una resistencia de hasta 1.5 MPa. Durante los ensayos de campo se descubrió que no se requiere sobrecalentamiento al utilizar estos filtros ya que el calor extra era generado tras contacto del metal fundido con el filtro (reacción exotérmica).

- 5 Además el calentamiento de estos filtros a una temperatura superior a 1500°C provoca la formación de un aglomerado similar al grafito reforzado con fibras. Aunque tal tratamiento mejoraría las propiedades generales del filtro, no se requiere para la función de filtración de metal fundido.

Ejemplo 2

El ejemplo 1 fue repetido con la fórmula pero usando 70 g de 0.2 mm de fibras de carbono segmentadas que reemplazaban las fibras de aluminosilicato. El resultado fue una resistencia incluso superior de hasta 2 MPa.

- 10 Ejemplo 3

El ejemplo 1 fue repetido con la misma fórmula pero usando un 2% en peso de 0.250 mm de fibras de poliéster que reemplazaban las fibras de aluminosilicato. El resultado fue una resistencia superior a 2 MPa.

B: Filtros según el segundo tipo:

Ejemplo 4

- 15 Se preparó una mezcla de 50 g de fibras cerámicas de aluminosilicato, 70 g de dicho polvo de pez de alta fusión, 900 g de polvo cerámico (alúmina calcinada), 100 g de polvo de grafito, 20 g de aglutinante PVA y 60 g de agua en un mezclador Hobart o Eirich. El objetivo del proceso de mezclado era crear una mezcla semihúmeda y homogénea. Se colocó un peso predeterminado de mezcla en un molde de acero que contenía espigas verticales. La presión de la mezcla produjo un artículo perforado. Este artículo perforado fue a continuación retirado del molde, secado y cocido en una atmósfera no oxidante o reductora a una temperatura de 700°C durante 1 hora con una velocidad de calentamiento de 2°C/min. La resistencia de los filtros presionados aumentó de 7 MPa a 10 MPa debido a la adición de fibras.

Ejemplo 5

El ejemplo 4 fue repetido con la misma fórmula pero usando 70 g de 0.2 mm de fibras de carbono seccionadas que reemplazaban las fibras de aluminosilicato. El resultado fue una resistencia de hasta 12 MPa.

- 25 Ejemplo 6

El ejemplo 4 fue repetido con la misma fórmula pero usando un 2% en peso de 0.250 mm de fibras de poliéster que reemplazaban las fibras de aluminosilicato. El resultado fue una resistencia superior a 15 MPa.

- 30 El filtro perforado aglomerado de carbono grafitizable y reforzado con fibras fue utilizado en un ensayo de campo para filtrar hierro fundido. Se descubrió que el filtro no requería sobrecalentamiento del metal fundido ya que generaba calor al contacto del metal fundido con el filtro, lo que resultaba suficiente para mantener el flujo de hierro fundido durante la filtración. Ello se debió a la reacción exotérmica de la superficie del filtro y el hierro fundido. Además, el filtro no sufrió choques térmicos o distorsiones durante la prueba. Estas ventajas abrirán la puerta a una filtración económica y eficiente del hierro moldeado.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un filtro cerámico adecuado para la filtración de metal fundido que comprende un polvo cerámico y fibras aglomeradas por una red de carbono grafitizado, en el que se obtiene el aglomerado con carbono mediante la pirólisis de un precursor del carbono a una temperatura en un intervalo de entre 500°C y 1000°C en la ausencia de aire, en el que el carbono grafitizado constituye hasta el 15% en peso del filtro.
2. El filtro de la reivindicación 1, en el que el polvo cerámico contiene o especialmente consiste en circonia, sílice, alúmina, alúmina fundida marrón, magnesio, cualquier tipo de arcilla, talco, mica, carburo de silicio, nitruro de silicio y similares o cualquier mezcla de los mismos, o grafito.
- 10 3. El filtro de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el carbono grafitizado constituye hasta el 10% en peso, más concretamente el 5% en peso.
4. El filtro de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las fibras son seleccionadas del grupo consistente en fibras cerámicas, fibras de vidrio, fibras orgánicas, fibras de carbono, fibras de metal y mezclas de las mismas.
5. El filtro de la reivindicación 4, en el que las fibras cerámicas son seleccionadas del grupo formado por fibras de alúmina, fibras de sílice, fibras de aluminosilicato y mezclas de las mismas.
- 15 6. El filtro de la reivindicación 4, en el que las fibras orgánicas son seleccionadas del grupo formado por fibras de poliéster, fibras de poliacrilonitrilo, fibras de polietileno, fibras de poliamida, fibras de viscosa, fibras de aramida, y mezclas de las mismas.
7. El filtro de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** contiene una cantidad de 0,1 a 20, especialmente 1 a 10% en peso de dichas fibras.
- 20 8. El filtro de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la longitud de las fibras se encuentra en el intervalo de entre 0.1 mm y 5 mm.
9. Un método para producir filtros cerámicos adecuados para la filtración de metal fundido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo dicho filtro polvo cerámico y fibras aglomeradas por una red de carbono grafitizado, en el que el carbono grafitizado constituye hasta el 15% en peso del filtro, comprendiendo las etapas de
- 25 a) impregnar una espuma hecha de material termoplástico con un lodo que contiene fibras, un precursor del aglomerado del carbono grafitizable, polvo cerámico, y opcionalmente otros aditivos,
- b) secado, opcionalmente seguido por una o dos capas del mismo lodo a fin de incrementar la masa, seguido por un secado final,
- 30 c) cocer la espuma impregnada en una atmósfera no-oxidante y/o reductora a una temperatura en el intervalo de entre 500 y 1000 °C, especialmente de entre 600°C y 700°C,
- en el que el precursor del aglomerado del carbono es transformado al menos parcial o totalmente en una red de aglomerado de carbono grafitizado y las fibras orgánicas experimentan una pirólisis.
10. El método de la reivindicación 9 que utiliza una espuma termoplástica que contiene poliuretano.
- 35 11. El método de las reivindicaciones 9 ó 10 en el que el precursor del aglomerado del carbono es mezclado con fibras, polvo cerámico, agua, aglutinante orgánico, y aditivos para controlar la reología, con anterioridad a la impregnación de la espuma.
12. Un método para producir los filtros cerámicos adecuados para la filtración de metal fundido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo dicho filtro polvo cerámico y fibras aglomeradas por una red de carbono grafitizado, en el que el carbono grafitizado constituye hasta el 15% en peso del filtro, comprendiendo las etapas de
- 40 a) presionar una mezcla semihúmeda compuesta de fibras, polvo cerámico y un precursor del aglomerado grafitizable, y opcionalmente otros aditivos en una prensa hidráulica,
- b) presionar para obtener un artículo perforado en forma de disco o bloque,
- c) cocer el artículo perforado en una atmósfera no oxidante y/o reductora a una temperatura en un intervalo de entre 500°C y 1000°C, especialmente entre 600°C y 700°C,
- 45 en el que el precursor del aglomerado del carbono es transformado parcial o totalmente en una red aglomerada de carbono grafitizado.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12 en el que se utiliza pez de alta fusión (HMP) como precursor del aglomerado del carbono grafitizable.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13 en el que se utiliza un lodo de mezcla semihúmeda compuesto de
- fibras en el intervalo de entre 0,1 y 20 partes en peso,
 - precursor del aglomerado del carbono grafitizable en un intervalo de entre 2 a 15 partes en peso,
 - 5 -polvo cerámico en un intervalo de entre 0 y 95 partes en peso,
 - un material antioxidante en un intervalo de entre 0 y 80 partes en peso,
 - grafito en un intervalo de entre 0 y 90 partes en peso,
 - aglutinante orgánico en un intervalo de entre 0 y 10, especialmente entre 0.2 y 2 partes en peso y,
 - agente dispersante en un intervalo de entre 0 y 4, especialmente entre 0.1 y 2 partes en peso.
- 10 15. El método de la reivindicación 14 en el que se utilizan polvos metálicos tales como el acero, hierro, bronce, sílice, magnesio, aluminio, boro, boruro de circonio, boruro de calcio, boruro de titanio y similares, y/o fritas de vidrio con un contenido de un 20 a un 30% en peso de óxido bórico como material antioxidante.
16. El método de la reivindicación 14 ó 15 en el que se utiliza un aglutinante verde tal como el PVA, almidón, gomas, azúcar o similares o una combinación de los mismos como aglutinante orgánico.
- 15 17. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16 en el que se utiliza el lignosulfonato como agente dispersante.
18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17 en el que se utiliza un lodo o mezcla semihúmeda, la cual además está compuesta de
- 20 -un plastificante tal como el glicol de polietileno (peso molecular: 500 a 10000) en el intervalo de entre 0 y 2 partes en peso,
 - un agente antiespumante tal como el antiespumante de sílice en un intervalo de entre 0 y 1 partes en peso.