

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 341 417**

21 Número de solicitud: 200802298

51 Int. Cl.:
C04B 38/06 (2006.01)
B28B 21/48 (2006.01)
H01M 8/02 (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01)
A61L 27/56 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **29.07.2008**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2010**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
18.06.2010

71 Solicitante/s: **Universidad de La Laguna**
OTRI-Edificio Central
c/ Delgado Barreto, s/n
38200 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, ES

72 Inventor/es: **Ruiz Morales, Juan Carlos;**
Núñez Coello, Pedro y
Peña Martínez, Juan

74 Agente: **No consta**

54 Título: **Microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas.**

57 Resumen:

Microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas.

Se trata de la preparación de un material con canales interconectados de geometría perfectamente definida que tienen estabilidad mecánica a altas temperaturas.

Los canales huecos perfectos a través de él se obtienen utilizando una combinación de una malla de polímero orgánico, disolventes, plastificantes y polvo del material a moldear. La incorporación de canales porosos a través de materiales inorgánicos permite conducir fácilmente gases combustibles y/o gases de oxidación, además de facilitar el infiltrado de dichos canales con otras sustancias como podrían ser catalizadores, interconectores, biomateriales, etc.

ES 2 341 417 A1

DESCRIPCIÓN

Microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas.

Sector de la técnica

Ingeniería química. Sector cerámico.

Introducción

La necesidad de incorporar canales porosos, a través de materiales inorgánicos utilizados en pilas de combustible, para poder conducir adecuadamente los gases de combustible y oxidantes hace necesario la creación de un método adecuado de fabricación de materiales para altas temperaturas, de hasta 1400°C durante 5 a 10 horas, que mantengan las condiciones de porosidad necesarias y que no se aglomeren.

Se aporta un método que permite solventar este problema en pilas de combustible, no obstante puede ser aplicado en otros campos como el de la bioingeniería. El método propuesto permite crear materiales porosos compatibles con los huesos del cuerpo humano que pueden usarse como injertos. Adicionalmente esta porosidad permite que puedan impregnarse con los medicamentos para ayudar a sanar heridas, favorecer el crecimiento de los huesos o evitar pérdidas por descalcificación.

Al mismo tiempo, en el campo de los automóviles, los catalizadores de la salida de los gases del vehículo suelen ser estructuras muy porosas para absorber una gran cantidad de gases. El método propuesto permite la generación de estructuras muy porosas con la forma deseada y de manera económica.

El procedimiento descrito en este documento puede aplicarse en cualquier campo en el que se quiera crear porosidad controlada, en forma de túneles, y a elevadas temperaturas. Así en las pilas de combustible, cuando se utilizan interconectores, estos deben de llevar impresos unos canales por donde circulan los gases. Generalmente se utilizan métodos muy caros de mecanizado para la obtención de dichos canales, con este método sería posible obtenerlo a un coste muy bajo.

También dentro del campo de las pilas de combustible, se suelen utilizar mallas de platino u oro como colectores de corriente. Estas mallas son caras, por lo que si pudiéramos aligerar el contenido de metal precioso serían mucho más interesantes. Este método permite pintar las mallas o sumergirla en una dispersión del metal precioso y después mediante el posterior quemado a 800°C se obtendría una malla metálica pero hueca. Con lo que conseguiríamos el objetivo buscado, esto es, un material micro estructurado plano, tubular, tridimensional, etc. poroso con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotado de estabilidad mecánica a altas temperaturas.

Estado de la técnica

La invención objeto de esta solicitud se refiere al procedimiento de fabricación del material poroso con canales interconectados, al material fabricado por dicho procedimiento y a los posibles usos de dicho material en aplicaciones de células de combustible, catalizadores, biomateriales, etc.

Son conocidos diversos documentos que se refieren a la fabricación de elementos porosos cerámicos con canales interconectados.

En particular JP61192347 se refiere a un soporte cerámico tridimensional para catalizadores. A tal fin se prepara una suspensión del soporte cerámico del catalizador ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) con la que se impregna una forma tridimensional de poliuretano que luego se calcina a 1.000-1.300°C para quemar la materia orgánica. El resultado se impregna de una solución de sales del catalizador (RhCl_3 o H_2PtCl_2).

Por otro lado, F. Z. F. Zhou *et al.* (Journal of Power Sources 133 (2004) 181-187, "Direct oxidation of jet fuels and Pennsylvania crude oil in a solid oxide fuel cell") se refiere a una célula de combustibles de óxido sólido SOFC de Cu-CeO₂ en la que se combustiona directamente combustible de avión y petróleo crudo. La célula de combustible consiste en un cátodo, un electrolito denso y un ánodo poroso, el cual se conforma mezclando en parte polimetilmetacrilato, como precursor de porosidad, junto con YSZ para después someterlo a una calcinación severa a 1550°C durante 4 horas. El resultado se recubrió con LSM (La 0.8 Sr 0.2 MnO₃) para calcinar de nuevo a 1250°C por 2 horas.

Sin embargo, a diferencia de lo propuesto en dichas divulgaciones, la presencia de canales interconectados en el material poroso de la invención proporciona la ventaja de evitar el colapso de la microestructura ordenada y la consiguiente disminución de la superficie disponible del material microporoso.

Las divulgaciones en las que se utilizan materiales poliméricos para la conformación de materiales microporosos con fines orientados a células de combustible, catalizadores y otras aplicaciones no revelan la utilización de mallas comerciales de materiales poliméricos como soporte para la preparación de dichos materiales. Además, en nuestra invención, tras la calcinación, la malla de material polimérico proporciona canales interconectados cuya presencia

ES 2 341 417 A1

disminuye el colapso de la porosidad y evita, un descenso cuantitativo de la superficie activa del material, lo que supone una ventaja sobre las divulgaciones mencionadas.

Descripción de la invención

5

Se trata de la preparación de material con canales interconectados de geometría perfectamente definida que tiene estabilidad mecánica (esto es, no se colapsa) a altas temperaturas.

10 Los canales huecos perfectos a través de él se obtienen utilizando una combinación de una malla (de polímero orgánico), disolventes, plastificantes y polvo del material a moldear. La incorporación de canales porosos a través de materiales inorgánicos permite conducir fácilmente gases combustibles y/o gases de oxidación, además de facilitar el infiltrado de dichos canales con otras sustancias como podrían ser catalizadores para vehículos, interconectores en células de combustible, biomateriales, etc.

15 Se desarrolla también el procedimiento para crear, a elevadas temperaturas (superiores a los 1400°C) los canales porosos interconectados que consta las siguientes etapas:

Primera: recubrimiento de una malla comercial de material polimérico (por ejemplo poliéster) que se impregna o recubre con una suspensión de precursores de materiales cerámicos en la que también puede haber otros materiales generadores de porosidad y estabilizadores de la suspensión (plastificantes, disolventes, dispersantes, etc.).

Segunda: secado de la malla impregnada para su conformación posterior mediante corte, estirado, enrollado, etc.

25 Tercera: calcinación mediante calentamiento suave hasta temperaturas superiores a los 600°C para eliminar el material orgánico que constituye la malla, quedando huecos los canales que originalmente ocupaba.

Cuarta: se somete al material resultante de la calcinación anterior a una temperatura final de sinterizado superior a 800°C (por ejemplo entre 1200 y 1400°C).

30 Quinta: Finalizado el sinterizado se obtiene el material cerámico resultante objeto de nuestra solicitud.

De forma más detallada se tiene:

35 Primero: se utiliza una malla orgánica comercial (un poliéster), su forma está perfectamente ordenada, cuadrada, hexagonal, pentagonal, romboide, etc. Esta malla de material orgánico, al ser plástico, puede cortarse o moldearse muy fácilmente, sin la necesidad de medios sofisticados.

40 Segundo: se prepara a continuación una dispersión del material que queremos moldear (en nuestro caso es generalmente cerámico) y una serie de elementos orgánicos adicionales o aditivos (plastificantes, disolventes, dispersantes). Los aditivos básicamente permiten que nuestro material tenga un aspecto viscoso, que se seque relativamente rápido y que al final de este proceso que se obtenga una textura plástica. Al conseguir una estructura plástica el modelado posterior se simplifica, no necesita de equipamiento específico como se ha indicado anteriormente.

45 Tercero: Impregnamos la malla obtenida en la etapa primera en la mezcla preparada en la etapa segunda. De esta forma nuestra malla quedará recubierta fácilmente por una fina capa de la mezcla. Al secarse tendremos la malla recubierta del material, y ambos serán plásticos, por lo que fácilmente podrán cortarse, deformarse, estirarse, enrollarse etc.

50 Cuarto: Eliminando la malla del material, se crearán los canales en la ubicación donde antes se encontraba la malla polimérica. Para ello se calienta suavemente a temperaturas de 600°C en adelante. Normalmente a altas temperaturas la porosidad de cualquier material suele colapsar, pero con este método se consigue mantener la porosidad (o canales) intactos incluso a 1400°, la malla utilizada permite controlar tanto la geometría e interconexión de los canales como la forma geométrica del material final, esto es, podemos fabricar una muestra cilíndrica, cúbica, etc. Esto no se ha logrado conseguir a altas temperaturas.

55

Descripción de las figuras

Ilustran exclusivamente el proceso de creación de un diseño tubular.

60

Paso 1. Tenemos inicialmente una malla impregnada (a) y un pequeño tubo de alúmina (b) con una ranura (c).

Paso 2. Se inserta un extremo de la malla (a) en la ranura (c).

65

Paso 3. Se gira el tubo (b) hasta arrollar totalmente sobre sí mismo la malla (a).

Paso 4. Se inserta el tubo (b) con la malla arrollada, en el interior de otro tubo de alúmina (d).

ES 2 341 417 A1

Paso 5. Se retira el tubo (b) dejando la malla en el interior de (d) como se muestra en la Figura (6).

Paso 6. Resultante de la preparación dispuesto para la calcinación.

5 Modos de realización de la invención

Se presentan dos ejemplos de realización de la invención.

Ejemplo 1

10

Ejemplo de diseño plano

Se sigue la secuencia siguiente:

15

Primero: Se corta un trozo de malla de poliéster comercial de apertura de malla 120 micras, y se le da forma circular, pudiendo elegirse otras, cuadrada, triangular, hexagonal, etc. En este caso se preparará un fragmento circular con un 1 cm de diámetro.

20

Segundo: Se prepara ahora la dispersión del material a moldear. En este caso se utilizará un compuesto de YSZ. Para 10 g. de YSZ se pesan los siguientes materiales: 8 g de una disolución de disolventes de Metil-etil-cetona y etanol que están en una relación (3:2); 0.5 g de Triton-Q (dispersante); 0.75 g de PEG400 (plastificante); 0.75 g de Dibutilftalato (plastificante) y 1 g de Butvar (aglomerante o binder). Se mezclan todos estos elementos en un recipiente adecuado y se efectúa una molienda (ball-milling), durante 2 horas a 150 rpm.

25

Tercero: A continuación se impregna la malla circular obtenida en la primera etapa con la mezcla obtenida en la segunda. Solamente es necesario sumergirla totalmente y sacarla lentamente. Debido a la proporción de disolventes utilizada la malla impregnada se seca en apenas unos minutos después de los cuales se puede manipular con la mano sin ningún problema.

30

Cuarto: Se deja la malla impregnada encima de un trozo de alúmina que haga de soporte para poder introducir nuestra muestra en el horno. Se calienta a 2°C/min hasta 600°C, y después se puede calentar a 5°C/min hasta los 1400°, donde lo dejamos 5 horas. Y con esto finalizaría el proceso final reivindicado.

35 Ejemplo 2

Ejemplo de diseño tubular

40

Primero: En este caso tomamos un trozo rectangular de malla de poliéster de apertura de malla de 120 micras, de dimensiones 30 mm de ancho x 40 mm de profundidad.

Segundo: La dispersión se prepara exactamente igual que en la segunda etapa del ejemplo anterior.

45

Tercero: Se impregna exactamente igual que en la etapa tercera del ejemplo anterior.

Cuarto: Lo que cambia respecto de la preparación de un diseño plano es el procedimiento para darle la forma tubular a la malla impregnada. Para ello se utiliza un pequeño tubo de alúmina de 2.4 mm de grosor y 10 cm de largo, al que se le aplica una pequeña ranura de unas décimas de milímetro de espesor y de longitud igual a la anchura de la malla a utilizar.

50

La malla impregnada resultante de la etapa tercera, se engancha en la ranura del tubo (b) y girando sobre sí mismo dicho tubo se consigue enrollarla en torno a él, dándole una forma tubular.

55

A continuación insertamos este pequeño tubo arrollado en el interior de otro tubo de alúmina de 6mm de diámetro interior. Extrayendo el tubo (b) que nos sirvió de soporte. La malla, al ser flexible, se extenderá hacia las paredes del tubo (d). Posteriormente sometemos al tubo (d) con la malla en su interior a 1200°C, con una rampa de 5°C/min. Después de enfriado se separa el material moldeado del interior del tubo (d) sin problema puesto que en el calentamiento se produce una pequeña contracción del material alojado en el tubo (d).

60

Quinto: Finalmente para proporcionar una mayor estabilidad mecánica calentamos el material resultante de YSZ, ya moldeado, a 1400°C 5 horas, con una rampa de 5°C/min, con lo que se tiene el material definitivo tubular poroso con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas.

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la obtención de una microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas **caracterizado** por las siguientes etapas:

Primera: La utilización de una malla comercial polimérica.

10 Segunda: La preparación de una dispersión del material a moldear junto con aditivos adicionales como por ejemplo, plastificantes, disolventes, dispersantes, etc.

Tercero: La impregnación de la malla obtenida en la etapa primera en el preparado obtenido en la etapa segunda. Una vez se seque, se tendrá la malla de la primera etapa recubierta por el material de la segunda etapa.

15 Cuarto: La eliminación de la malla de la etapa primera del compuesto orgánico de la etapa segunda que la ha impregnado en la etapa tercera se elimina calentando suavemente a temperaturas superiores a 600°C.

20 2. Procedimiento para la obtención de una microestructura tubular porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas **caracterizado** por las siguientes etapas:

Primera: La utilización de una malla comercial polimérica.

25 Segunda: La preparación de una dispersión del material a moldear junto con aditivos adicionales como por ejemplo, plastificantes, disolventes, dispersantes, etc.

Tercero: La impregnación de la malla obtenida en la etapa primera en el preparado obtenido en la etapa segunda. Una vez se seque, se tendrá la malla de la primera etapa recubierta por el material de la segunda etapa.

30 Cuarto: El enrollamiento del resultado de la etapa tercera en un tubo (b) al que se le aplica una pequeña ranura y de longitud igual a la anchura de la malla a utilizar (c).

Quinto: La inserción del tubo (b) con la malla impregnada y enrollada, resultante de la etapa cuarta, en un tubo (d) de diámetro superior al anterior.

35 Sexto: La extracción del tubo (b) permite que la malla impregnada y enrollada, al ser flexible, se extienda hacia las paredes del tubo (d).

Séptimo: El calentamiento del tubo (b) con la malla impregnada y enrollada en su interior a una temperatura superior a 1000°C.

40 Octavo: Después del enfriado se separa el material moldeado del interior del tubo (d).

Noveno: Calentamiento final opcional para dotar de mayor estabilidad mecánica al material resultante a una temperatura superior a la empleada en la etapa séptima.

45 3. Microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas obtenida según el procedimiento de la reivindicación 1.

50 4. Microestructura tubular porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas obtenida según el procedimiento de la reivindicación 2.

5. Uso de la microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas según reivindicación 3 para injertos óseos debido a su alta porosidad.

55 6. Uso de la microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas según reivindicación 3 para catalizadores de vehículos.

60 7. Uso de la microestructura tubular porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas obtenida según la reivindicación 3 para electrodos, interconectores o colectores de corriente en pilas de combustible y también en el electrolito de pilas de combustible.

8. Uso de la microestructura tubular porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas según reivindicación 4 para biomateriales como injertos óseos debido a su alta porosidad.

65 9. Uso de la microestructura tubular porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas según reivindicación 4 utilizada en catalizadores de vehículos.

ES 2 341 417 A1

10. Uso de la microestructura porosa con canales interconectados de geometría perfectamente definida y dotada de estabilidad mecánica a altas temperaturas según reivindicación 4 para electrodos, interconectores o colectores de corriente en pilas de combustible y también en el electrolito de pilas de combustible.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

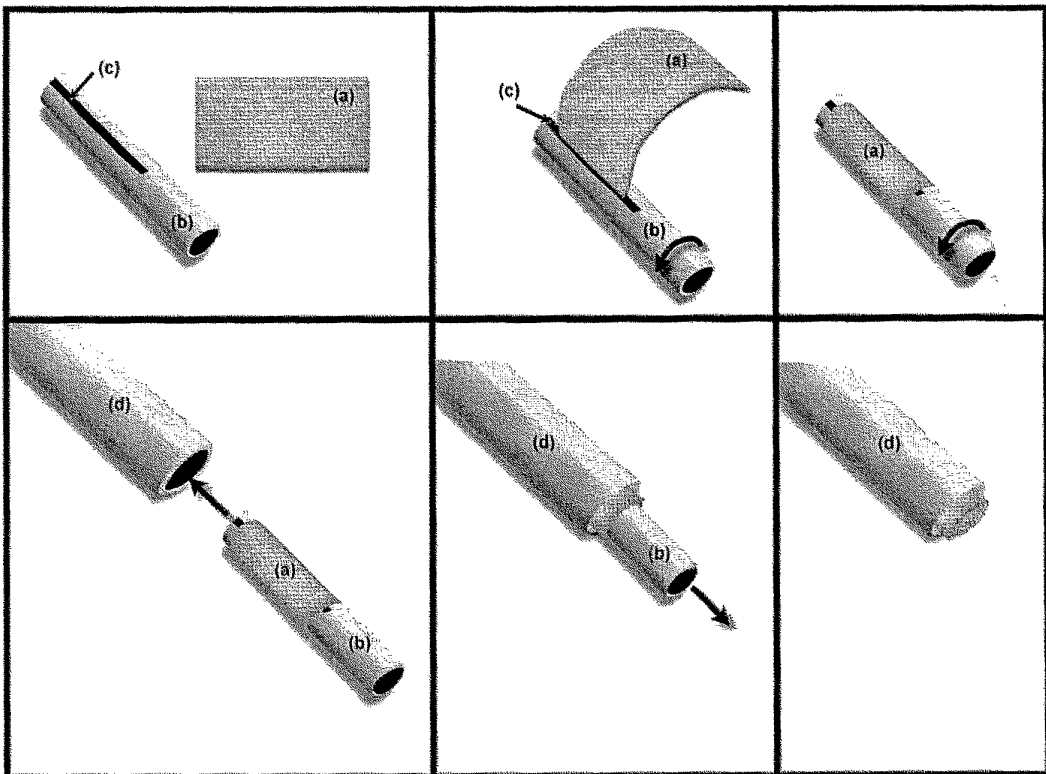
50

55

60

65

Figura 1





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 341 417

② Nº de solicitud: 200802298

③ Fecha de presentación de la solicitud: 29.07.2008

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 3111396 A (BURTON B.B.) 19.11.1963, columna 1, líneas 40-72; columna 9, líneas 1-5; Ejemplos 4,5,12,13.	1,3,6,7
Y		2,4,8-10
Y	JP 54118406 A (ASAHI GLASS CO LTD) 13.09.1979, (resumen) World Patent Index [en línea]. Londres (Reino Unido) Thompson Publications, Ltd. [recuperado el 27.05.2010] DW197943, Número de Acceso 1979-78054B [43].	2,4,8-10
X	US 2005113934 A1 (KIM H-E et al.) 26.05.2005, párrafos [0030], [0037]-[0039].	1,3,5
X	WO 2004065329 A1 (UNIV BATH) 05.08.2004, página 11, línea 26- página 13, línea 25.	1,3,5
A	JP 138082 A (KYOCERA CORP.) 30.05.1995, (resumen) World Patent Index [en línea]. Londres (Reino Unido) Thompson Publications, Ltd. [recuperado el 27.05.2010] DW199530, Número de Acceso 1995-228558 [30].	7,10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

31.05.2010

Examinador

M. del Carmen Bautista Sanz

Página

1/5

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

C04B 38/06 (2006.01)

B28B 21/48 (2006.01)

H01M 8/02 (2006.01)

B01J 35/04 (2006.01)

A61L 27/56 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C04B, B28B, H01M, B01J, A61L, A61F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, HCAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.05.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	2,4,5,7-10	SÍ
	Reivindicaciones	1,3,6	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones		SÍ
	Reivindicaciones	1-10	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 3111396 A	19-11-1963
D02	JP 54118406 A	13-09-1979
D03	US 2005113934 A1	26-05-2005
D04	WO 2004065329 A1	05-08-2004
D05	JP 138082 A	30-05-1995

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un procedimiento para la obtención de una microestructura porosa con canales interconectados y estable mecánicamente a altas temperaturas, la microestructura obtenida y sus usos en injertos óseos, catalizadores y pilas de combustible.

NOVEDAD (Art. 6.1. LP)

El documento D01 divulga un procedimiento de obtención de materiales porosos mediante las etapas de impregnación de una estructura orgánica porosa (plantilla) con una suspensión de un material a moldear en forma de polvo en un fluido; secado de la estructura porosa impregnada; calentamiento para la eliminación de la estructura orgánica porosa inicial por descomposición; tratamiento térmico para sinterizar o consolidar la estructura final conseguida que en realidad es la réplica de la estructura orgánica porosa de partida. La estructura que actúa de plantilla puede ser una malla, un tejido o una espuma como, por ejemplo, de poliuretano de poro o celda abiertos, poliestireno, celulosa o isocianato (columna 1, líneas 40-72). Los ejemplos 4, 5, 12 y 13 muestran el procedimiento para obtener zircona, óxido de níquel, nitruro de silicio y alúmina, respectivamente. Debido a su particular estructura (continua y con estructura celular abierta) que permite el paso de gases, estas estructuras se utilizan como filtros, catalizadores o portadores de catalizadores (columna 9, líneas 1-5).

En consecuencia, las reivindicaciones 1, 3 y 6 carecen de novedad en vista a lo divulgado en D01.

ACTIVIDAD INVENTIVA (Art. 8.1. LP)

Los documentos D03 y D04 divulgan métodos de preparación de materiales cerámicos porosos con buena resistencia mecánica y con una microestructura de canales con interconexión de poros lo que posibilita el crecimiento de tejido óseo en el interior de los mismos. La preparación del material poroso se lleva a cabo mediante el método de "réplica de una plantilla polimérica" que tras ser recubierta con la dispersión del material cerámico a moldear, se seca y se calcina lo que hace que se elimine la plantilla y quede un material de elevada porosidad. La plantilla utilizada en ambos casos es una espuma de poliuretano (Ver: D04: (párrafos [0030], [0037]-[0039]); D05: página 11, línea 26-página 13, línea 25).

La diferencia de estos documentos con el procedimiento de la reivindicación 1 es la utilización de una malla como plantilla en lugar de una espuma. Es conocido del documento D01 la utilización de plantillas de distintas formas (mallas, tejidos, espumas) que actúan como porógenos. Por lo tanto, la reivindicación 1 relativa al procedimiento de fabricación, la reivindicación 3 relativa al producto y la reivindicación 5 relativa al uso en injertos óseos resultan evidentes para un experto en la materia y por lo tanto, carecen de actividad inventiva en vista a lo divulgado en D03 y D04 considerados independientemente.

Hoja adicional

En relación a la reivindicación 2 relativa al procedimiento de fabricación de microestructuras porosas tubulares, la diferencia con lo divulgado en el documento D01 radica en el enrollamiento de la estructura porosa impregnada con la suspensión del material a conformar en un tubo que es introducido en uno de mayor diámetro donde, tras la extracción del tubo inicial, la malla impregnada se extiende adoptando la forma y tamaño del segundo tubo. El calentamiento del tubo mayor con la estructura porosa en su interior conducen a una estructura tubular del material procesado con la forma y tamaño del tubo de mayor tamaño.

La utilización de tubos como "molde" para conformar, mediante enrollamiento en las mismas de estructuras plásticas cerámicas en forma tubular ya es conocido del documento D02 relativo a la fabricación de tuberías cerámicas mediante el enrollamiento de una lámina plástica cerámica alrededor de una tubería.

Por lo tanto, resultaría obvio para un experto en la materia conformar en forma de tubo una lámina como la divulgada en el documento D01 mediante su enrollamiento en una estructura tubular y posterior tratamiento térmico.

En consecuencia, las reivindicaciones 2,4,8 y 9 carecen de actividad inventiva en vista a lo divulgado en los documentos D01 y D02 considerados en combinación.

En relación a las reivindicaciones 7 y 10 relativas al uso de los productos de las reivindicaciones 3 y 4 en pilas de combustible, se consideran carentes de actividad inventiva dado que ya se conoce esta aplicación en el estado de la técnica. Por ejemplo el documento D05 divulga el uso de un material cerámico poroso con estructura de malla tridimensional y buena resistencia en cátodos de pilas de combustible (Ver resumen).