



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 246 655**

② Número de solicitud: 200302133

⑤ Int. Cl.:  
**B01J 19/12** (2006.01)

**B01J 20/20** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **12.09.2003**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2006**

Fecha de la concesión: **20.04.2007**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.06.2007**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**01.06.2007**

⑰ Titular/es:  
**Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
c/ Serrano, 117  
28006 Madrid, ES  
Universidad de Évora**

⑱ Inventor/es: **Menéndez Díaz, José Ángel;  
Carrot, Peter Joseph Michael;  
Valente Nabais, Joao Manuel y  
Riebeiro Carrot, María Manuela**

⑳ Agente: **No consta**

② Título: **Proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón.**

③ Resumen:

Proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón.

La presente invención describe un proceso en el que un precursor de carbón adecuado, como por ejemplo fibras de carbón, fibras de carbón activadas, carbones activos etc. se someten a un calentamiento en un horno microondas en condiciones de temperaturas elevadas y atmósfera inerte. Las particulares características de este calentamiento en microondas producen cambios en la textura porosa de los precursores en forma tal que los transforma en materiales que pueden ser denominados tamices moleculares de carbón. Los tamices moleculares así obtenidos presentan una selectividad para la separación de mezclas O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>, comparable a la de otros tamices moleculares de carbón obtenidos mediante otros métodos más complejos y costosos que el aquí descrito.

ES 2 246 655 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón.

## 5 Sector de la técnica

La presente invención describe un proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón que pueden usarse en la separación de mezclas de gases ( $O_2/N_2$ ,  $CO_2/CH_4$ ) utilizados en los sectores químico, energético y medioambiental. Estos tamices se obtienen a partir de fibras de carbón producidas por las industrias químicas y de materiales carbonosos.

## Estado de la técnica

Los tamices moleculares son sólidos que pueden ser usados para separar los componentes moleculares de una mezcla. Este término es habitualmente usado para denominar a determinados sólidos microporosos, en particular a algunas zeolitas y a ciertos materiales avanzados de carbón microporoso. Estos materiales presentan una distribución de tamaño de poros muy estrecha, poseyendo además la característica de diferenciar entre moléculas en base a sus diferentes dimensiones moleculares. Una de las aplicaciones más importantes de estos materiales es la separación de  $N_2$  y  $O_2$  del aire. Dado que la diferencia en los diámetros cinéticos de estas dos moléculas es de menos de 0.02 nm, es evidente que el diseño de los tamices moleculares requerirá de un control riguroso del tamaño de poros. Otras importantes aplicaciones industriales de los tamices moleculares son: la purificación de gas natural, obtención de  $CH_4$  de mezclas de gases, recuperación de  $H_2$  de gases de reformado del petróleo y separación/recuperación de gases a partir de biogás. Los principales componentes que han de ser separados en este tipo de aplicaciones son:  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO$  y  $H_2S$ .

Todas estas patentes consultadas con los términos *Carbon Molecular Sieve* describen variaciones de tres métodos básicos para la producción de tamices moleculares de carbón. Estos métodos se encuentran también descritos en diversos artículos científicos y pueden ser considerados como métodos estándar. Ninguno de estos documentos hace mención o contiene referencia alguna de tratamientos con microondas.

Los primeros tamices moleculares de carbón eran obtenidos a partir de un copolímero PVC/PVDC o de alcohol polifurfurílico. Desde entonces se han usado una gran variedad de polímeros diferentes tales como: resinas fenólicas, PAN, kevlar, poliimidadas, viscosa, rayón y fibras de carbón obtenidas a partir de PAN o breas. En los últimos años se han desarrollado también materiales compuestos que usan materiales carbonosos, alúminas macroporosas o membranas de acero inoxidable como sustratos sobre los cuales se depositan películas que poseen propiedades de tamices moleculares de carbón. En todos los casos el objetivo que se persigue es maximizar la capacidad de adsorción a la vez que se mantiene un control del tamaño de los poros dentro de unos límites muy estrictos. De esta forma se maximiza la capacidad de adsorción de uno de los gases de la mezcla frente al resto. Los tres métodos básicos anteriormente mencionados han sido aplicados a los diferentes tipos de materiales precursores. Estos tres métodos de preparación de tamices moleculares de carbón son los siguientes:

- (i) Carbonización/activación en condiciones controladas. Los tamices moleculares de carbón pueden producirse directamente bien en un único proceso de carbonización/activación, bien activando un material de carbón con un tamaño de poro ligeramente inferior al requerido. Para ello es necesario operar en condiciones tales que el tamaño de las entradas de los poros puede ajustarse al deseado. Es necesario pues mantener unas condiciones muy controladas de proceso de activación, que generalmente se lleva a cabo con  $CO_2$  u  $O_2$ . Una de las mayores desventajas de este procedimiento es que el grado de quemado ha de ser muy pequeño para poder mantener el tamaño de los poros dentro de los límites deseados. Como resultado, el volumen de microporos es también pequeño, lo cual representa una limitación importante tanto de la capacidad de adsorción como de la selectividad del tamiz molecular así obtenido.
- (ii) CVD (Chemical vapour deposition). Esta técnica requiere un sustrato de un material carbonoso microporoso, con un tamaño de poro ligeramente mayor que el tamaño requerido para la preparación del tamiz molecular de carbón. El tamaño de poro se reduce hasta el tamaño deseado mediante la deposición de carbono amorfo a la entrada de los poros. Un proceso de preparación típico requiere calentar el sustrato a una temperatura de 700-900°C mientras se mantiene en contacto con un flujo de 5-10% de propileno, o benceno, o metano, durante 5-30 minutos. Existen también dos variantes de este método, en una de ellas el propileno se adsorbe químicamente a la entrada de los poros a temperatura baja y luego se descompone calentando el carbón a la temperatura requerida para la deposición de carbono amorfo a la entrada de los poros. Otra variante implica la deposición de un catalizador a la entrada de los poros de forma que se incremente la quimisorción.
- (iii) Deposición de una película de polímero, o precursor de un polímero, o una película de brea sobre un sustrato poroso como un carbón activo, o carbón, o membrana macroporosa. Esta deposición se hace por simple mezclado, o mediante métodos más específicos para cada tipo de material. A continuación se somete el material a un proceso de secado, y polimerización si fuese necesario, y finalmente se procede a un proceso de carbonización/activación en condiciones controladas que dan lugar a las propiedades de tamiz molecular.

## ES 2 246 655 B1

Los tamices moleculares de carbón son fabricados, comercializados o utilizados por un gran número de industrias y compañías. Un ejemplo es el tamiz molecular obtenido mediante una variante del método (iii) por Takeda® y que es utilizado en plantas PSA (separación de los componentes del aire). Este material posee una selectividad O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> de ~3 y una capacidad de adsorción de O<sub>2</sub> de ~5 cm<sup>3</sup>/g después de 60 segundos de tiempo de contacto. Otro tamiz molecular es fabricado por Supelco®, de uso común en cromatografía de gases, el cual se obtiene mediante una variante del método (i). Este material posee una selectividad CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> de ~3 y una capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> de ~120 cm<sup>3</sup>/g.

En lo que respecta a los procesos asistidos con microondas aplicados a materiales carbonosos, cabe mencionar que en la patente española ES2143412B1 se reivindica un tratamiento térmico asistido con microondas, similar al aquí descrito, para la obtención de materiales carbonosos de naturaleza básica. Sin embargo, en esta patente no se hace mención alguna a la posibilidad de utilizar este tratamiento para obtener tamices moleculares. Otros procesos asistidos con microondas aplicados a materiales carbonosos han sido objeto de patente o se describen en artículos científicos. Los objetivos perseguidos por estos tratamientos son de distinto índole siendo el más común la regeneración de carbones activos, pero en ningún caso se menciona la posibilidad de utilizar dicho tratamiento para la obtención de tamices moleculares.

### Descripción de la invención

#### Breve descripción de la invención

La presente invención describe un proceso en el que un precursor de carbón adecuado, como por ejemplo fibras de carbón, fibras de carbón activadas, carbones activos etc. se someten a un calentamiento en un horno microondas en condiciones de temperaturas elevadas y atmósfera inerte. Las particulares características de este calentamiento en microondas producen cambios en la textura porosa de los precursores en forma tal que los transforma en materiales que pueden ser denominados tamices moleculares de carbón. Los tamices moleculares así obtenidos presentan una selectividad para la separación de mezclas O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>, comparable a la de otros tamices moleculares de carbón obtenidos mediante otros métodos más complejos y costosos que el aquí descrito.

#### Descripción detallada de la invención

Esta invención tiene como objeto la obtención de tamices moleculares de carbón mediante un proceso sencillo y rápido en comparación con otros procesos existentes de obtención de tamices moleculares de carbón.

Para ello se parte de un material carbonoso con una textura porosa desarrollada, como por ejemplo una fibra de carbón, fibra de carbón activada, carbón activado, etc. Es necesario mencionar que si bien no todos los precursores de carbón dan lugar a tamices moleculares de carbón al ser sometidos al tratamiento aquí descrito, sí se consigue obtener este tipo de tamices cuando se parte de un material con las características adecuadas. Así, tanto las características del tamiz molecular obtenido como su eficacia en la separación de gases dependen no solo de la optimización del proceso que aquí se describe, sino también de las características que presenta el material de partida. En concreto, es deseable que el material de partida presente abundancia de microporos. No obstante estas limitaciones, el proceso es aplicable a una gran cantidad de materiales carbonosos tanto comerciales como otros que pudieran prepararse *ex profeso* para ser sometidos a este tratamiento. De forma particular, las fibras de carbón, y las fibras de carbón activadas son materiales de partida muy apropiados para ser transformados en tamices moleculares de carbón cuando se someten al proceso objeto de la presente invención.

La invención se basa en las particulares propiedades dielécticas de los materiales carbonosos, las cuales los hacen buenos absorbentes de la radiación microondas. De esta forma, cuando un material carbonoso se expone a una radiación de microondas de energía adecuada, éste puede llegar a calentarse de forma muy rápida y a temperaturas elevadas, del orden de 1000°C. La combinación de estas condiciones: calentamiento muy rápido, temperaturas elevadas y selectividad de las microondas para incidir directamente en el material carbonoso a tratar, producen una disminución del tamaño efectivo de los poros del material de partida, bien por un encogimiento de los mismos, bien por eliminación de carbón amorfo que bloquea las entradas de los microporos más pequeños. Así, el material resultante de este tratamiento posee una porosidad adecuada como para ser considerado un tamiz molecular de carbón. En concreto estos tamices moleculares presentan una buena selectividad en la separación de mezclas O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>.

Una vez seleccionado el material a tratar éste se somete a la acción de las microondas, utilizando para ello un dispositivo adecuado. Dicho dispositivo ha de poseer, al menos, los siguientes elementos que se describen a continuación. (i) Un generador de microondas capaz de producir microondas con una energía de, al menos, 400 wat y preferiblemente con una frecuencia de 2450 MHz. Aunque no necesario, sí es conveniente que el generador de microondas permita la regulación de la potencia de las microondas emitidas, de forma que pueda seleccionarse la potencia de trabajo más adecuada al material a tratar. En determinados casos también puede utilizarse una combinación de varios generadores de microondas. (ii) Un aplicador, guía de microondas o cualquier otro dispositivo capaz de conducir las microondas hasta la zona donde se sitúa el material objeto de tratamiento. (iii) Una zona, o cámara de tratamiento, capaz de albergar la cantidad de la fibra de carbón o el material carbonoso que va a ser tratado. Es conveniente que la cámara de tratamiento se encuentre situada de tal forma que la incidencia de las microondas sea máxima, también puede emplearse algún dispositivo que permita minimizar la potencia reflejada por la muestra de carbón.

## ES 2 246 655 B1

Previamente al tratamiento, es conveniente evacuar el aire de la cámara de tratamiento, bien haciendo vacío, bien haciendo pasar un gas, preferiblemente inerte, a través del material a tratar, con un flujo y por un periodo de tiempo tales que permitan la evacuación del oxígeno presente en la zona o cámara de tratamiento.

5 Tanto la cámara de tratamiento como las conducciones necesarias para introducir y evacuar el gas inerte de la misma han de ser de algún material que no se vea afectado por la acción de las microondas. En el caso de la cámara de tratamiento ésta deberá ser de algún material o materiales adecuados para soportar las temperaturas que se producen durante el tratamiento (superiores a los 700°C).

10 Una vez situado en la cámara de tratamiento el material a tratar y evacuado el posible oxígeno presente, se procede al tratamiento con microondas propiamente dicho. Durante el periodo de tiempo que dure el tratamiento con microondas es conveniente mantener un flujo del gas inerte a través de la cámara de tratamiento.

15 La potencia de las microondas ha de alcanzar el valor mínimo capaz de producir un calentamiento rápido y una elevada temperatura (al menos 700°C) del material a tratar. El tiempo de exposición a las microondas ha de ser también suficiente como para permitir las transformaciones de la textura porosa del material a tratar. En cualquier caso los tiempos de tratamiento son del orden de varios minutos, dependiendo de la cantidad de material y potencia empleada, y casi nunca superiores a una hora.

20 Una vez finalizado el tratamiento con microondas es recomendable mantener la ausencia de oxígeno durante el tiempo de enfriamiento en la cámara de tratamiento.

25 Frente a los procedimientos tradicionales anteriormente descritos cabe destacar es un proceso relativamente sencillo y que tiene lugar en una sola etapa; no es necesario la deposición de nuevo material carbonoso; los tiempos de tratamientos son cortos, del orden de minutos, lo que conlleva un considerable ahorro de tiempo y presumiblemente de energía; no hay producción de residuos o subproductos nocivos; en general los hornos microondas son más compactos que los hornos de calentamiento convencional, lo que puede representar un ahorro de espacio.

### Ejemplo de realización de la invención

30 Ejemplo 1

En este ejemplo se utilizó una fibra de carbón, denominada F1N0. Dicha fibra fue obtenida por carbonización a 800°C de una fibra textil comercial fabricada a partir de acrilonitrilo (90%) y acetato de vinilo (10%).

35 Las propiedades como tamiz molecular de esta fibra se evaluaron midiendo las capacidades de absorción de: O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> a 298 K de la fibra previamente desgasificada a 573 K. Para ello se utilizó un aparato estándar de absorción volumétrica de gases, una presión inicial de 955 mbar y un tiempo de contacto de 100 s. Las relaciones entre las capacidades de absorción O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> se tomaron como medida de la selectividad en la separación de dichos gases. Este es un procedimiento habitual y suficientemente descrito en la literatura científica. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

*Propiedades como tamiz molecular de la fibra F1N0*

capacidad de adsorción de O <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de N <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	Selectividad O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	capacidad de adsorción de CO <sub>2</sub>	capacidad de adsorción de CH <sub>4</sub>	Selectividad CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>
0.2	0.1	1.6	2.8	0	∞

55 Tal y como puede observarse la fibra de carbón F1N0 presenta bajas capacidades de adsorción para todos los gases una selectividad muy baja en el caso O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> y una selectividad elevada en el caso CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>. Esta fibra no sería por tanto un buen tamiz molecular para la separación de mezclas O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> debido a su baja capacidad de absorción de O<sub>2</sub> y su baja selectividad. Tampoco sería un tamiz molecular adecuado para la separación de CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> ya que a pesar de tener una gran selectividad la capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> es muy pequeña.

60 El tratamiento se llevo a cabo usando una muestra de 2 g de la fibra de carbón F1N0, la cual fue molida por debajo de 1 mm. Esta muestra se introdujo en un reactor cilíndrico de cuarzo (cámara de tratamiento). Dicho reactor va cerrado por ambos extremos, pero permite la circulación de un gas en su interior y a través de la muestra que va soportada sobre una placa porosa también de cuarzo. El reactor fue situado dentro del dispositivo microondas en una posición tal que la incidencia de las microondas fuese máxima. Previamente a la conexión del dispositivo microondas, y con objeto de evacuar el posible oxígeno del interior del reactor de cuarzo que contiene la muestra, se pasó un flujo de N<sub>2</sub> de 100 ml/min durante 30 minutos. A continuación, y manteniendo el mismo flujo de gas, la fibra de carbón activado

## ES 2 246 655 B1

(FIN0) fue sometido a la acción de las microondas durante 15 minutos. La potencia de emisión de microondas se fijó en 1000 w., mientras que la frecuencia de las mismas fue de 2450 MHz. La temperatura media alcanzada durante el tratamiento en microondas fue de 750°C, habiéndose alcanzado esta temperatura a los 30 segundos de comenzar el tratamiento. Finalizado el tratamiento las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente en el mismo flujo de N<sub>2</sub>.

La fibra FIN0 sometida al proceso objeto de la presente invención es denominada ahora FIN0-tratada.

Siguiendo un procedimiento idéntico al descrito para la fibra no tratada (FIN0) se evaluaron las propiedades como tamiz molecular de la fibra resultante (FIN0-tratada). Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

*Propiedades como tamiz molecular de la fibra FIN0-tratada*

capacidad de adsorción de O <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de N <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	Selectividad O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	capacidad de adsorción de CO <sub>2</sub>	capacidad de adsorción de CH <sub>4</sub>	Selectividad CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>
1.5	0	∞	7.5	0	∞

Tal y como se observa, con el procedimiento objeto de la presente invención se obtiene:

- Un incremento de la capacidad de adsorción de O<sub>2</sub> y la supresión total de la capacidad de adsorción de N<sub>2</sub>. Tenemos por tanto una relativamente buena capacidad de adsorción de O<sub>2</sub> y una muy buena selectividad O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Por tanto la fibra FIN0-tratada puede considerarse como un tamiz molecular de carbón con buenas propiedades para la separación O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Estos resultados son comparables a los de tamices moleculares comerciales fabricados por otros procedimientos.

- Un incremento de la capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> manteniendo la misma buena selectividad que la fibra no tratada. Así, la fibra FIN-tratada puede considerarse como un tamiz molecular para la separación CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> con una elevada selectividad si bien la capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> resulta aun algo inferior a la de otros tamices moleculares comercializados para este propósito.

### Ejemplo 2

En este ejemplo se utilizó una fibra de carbón activada F1-37 obtenida por activación de la fibra descrita en el ejemplo 1 con CO<sub>2</sub> a 900°C durante 2 horas. La fibra de carbón activada obtenida tiene 37% de porcentaje de quemado, y posee un superficie específica BET de 390 m<sup>2</sup>/g y un tamaño medio de poro de 0.74 nm. Dicha fibra fue sometida a un tratamiento en microondas similar al descrito en el ejemplo 1, aunque la temperatura alcanzada en este tratamiento fue de 1000°C. La fibra resultante de este tratamiento fue denominada F1-37-tratada y posee un superficie específica BET de 219 m<sup>2</sup>/g y un tamaño medio de poro de 0.56 nm. Así mismo, la evaluación de las propiedades como tamiz molecular se llevo a cabo de forma totalmente análoga a la descrita en el ejemplo 1. Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas.

*Propiedades como tamiz molecular para la separación O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> de las fibras F1-37 y F1-37-tratada*

capacidad de adsorción de O <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de O <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de N <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de N <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	Selectividad O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	Selectividad O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>
<b>F1-37</b>	<b>F1-37-tratada</b>	<b>F1-37</b>	<b>F1-37-tratada</b>	<b>F1-37</b>	<b>F1-37-tratada</b>
2.2	1.3	2.4	0.1	0.9	13.9

La fibra no tratada F1-37 no presenta propiedades de tamiz molecular dado su baja selectividad. Por su parte, el tratamiento produce una disminución de la capacidad de adsorción de ambos gases, sin embargo la disminución es mucho mayor en el caso del N<sub>2</sub> lo cual incrementa la selectividad con respecto a la fibra no tratada de forma importante, mientras que la capacidad de adsorción de O<sub>2</sub> se mantiene aun en unos niveles suficientemente interesantes como para considerar la fibra F1-37-tratada un tamiz molecular.

## ES 2 246 655 B1

*Propiedades como tamiz molecular para la separación CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> de las fibras F1-37 y F1-37-tratada*

capacidad de adsorción de CO <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de CO <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de CH <sub>4</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	capacidad de adsorción de CH <sub>4</sub> (cm <sup>3</sup> /g)	Selectividad CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>	Selectividad CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>
<b>F1-37</b>	<b>F1-37-tratada</b>	<b>F1-37</b>	<b>F1-37-tratada</b>	<b>F1-37</b>	<b>F1-37-tratada</b>
28.7	5.7	12.4	0.5	2.3	10.5

La fibra F1-37 tiene una selectividad muy baja por lo que no serviría como tamiz molecular para la separación CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>. La fibra F1-37-tratada presenta una elevada selectividad lo que la convierte en un tamiz molecular si bien su capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> es aun limitada.

En resumen, el tratamiento objeto de la presente invención transforma a la fibra F1-37 en un tamiz molecular con buenas propiedades para la separación O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> y en un tamiz molecular de características medias para la separación CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>.

# ES 2 246 655 B1

## REIVINDICACIONES

5 1. Proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón, **caracterizado** porque al someter a un precursor carbonoso de características apropiadas, a la acción de un dispositivo con radiación de microondas, en atmósfera inerte, a temperaturas elevadas, se produce un calentamiento rápido y elevado que modifica la porosidad del material tratado; confiriéndole propiedades de tamiz molecular.

10 2. Proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón, de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** por un calentamiento de las fibras en una sola etapa a temperaturas superiores a 700°C y con una velocidad de calentamiento superior a 70°C/min, que produce un aumento del volumen de microporos de las fibras dentro de un rango estrecho de tamaños de poro.

15 3. Proceso para la obtención de tamices moleculares de carbón, de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** por el empleo de un horno o dispositivo microondas capaz de generar una potencia mínima de 400 wat y que posee una cámara de reacción susceptible de ser evacuada de aire o inertizada mediante el flujo de algún tipo de gas inerte.

20 4. Utilización del material con propiedades de tamiz molecular **caracterizado** por la elevada selectividad para la separación de mezclas O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>, en la separación de gases.

25

30

35

40

45

50

55

60

65



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 246 655

② Nº de solicitud: 200302133

③ Fecha de presentación de la solicitud: 12.09.2003

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **B01J 19/12** (2006.01)  
**B01J 20/20** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	ES 2143412 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACION) 01.05.2000, página 2, líneas 31-32; página 3, líneas 41-59. Página 4, línea 2.	1,3 2
Y	US 5367147 A (KIM BANG M; CARROLL SR JAMES J; WOODMANSEE DONALD E) 22.11.1994, columna 3, líneas 52-63.	1,3
X A	CA 2008242 A1 (HAQUE KAZI E; KONDOS PETER D; MACDONALD RAYMOND J C) 22.07.1991, resumen; página 7, líneas 11-19.	1 2
X	WO 9426661 A1 (HOLLAND KENNETH MICHAEL) 24.11.1994, todo el documento.	1

#### 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  
18.01.2006

Examinador  
I. Ramos Asensio

Página  
1/1



Nº SOLICITUD P200302133  
Nº PUBLICACIÓN 2246655

## TÍTULO DE PATENTE DE INVENCION

Titular/es:

CONSEJO SUP. DE INVEST. CIENTIFICAS

02- 02-UNIVERSIDAD DE EVORA

### CONCEDIDA SIN EXAMEN PREVIO DE LA NOVEDAD, ACTIVIDAD INVENTIVA Y LA SUFICIENCIA DE LA DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD DE LA PATENTE

Cumplidos los requisitos previstos en la vigente Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, se expide el presente TÍTULO, acreditativo de la concesión de la Patente de Invención, conforme con el contenido de la descripción y reivindicaciones adjuntas y con las demás circunstancias de la solicitud. Ha sido tramitada y concedida siguiendo el procedimiento general de concesión, con realización de Informe sobre el Estado de la Técnica y sin examen previo de los requisitos sustantivos de patentabilidad.

Se otorga al titular un derecho de exclusiva en todo el territorio nacional, bajo las condiciones y con las limitaciones previstas en el Título VI de la Ley de Patentes 11/1986. La duración de la patente será de veinte años que se contarán a partir del 12 septiembre 2003.

La presente patente se concede sin perjuicio de tercero y sin garantía del Estado en cuanto a la validez y a la utilidad del objeto sobre el que recaea.

Para mantener en vigor la patente concedida, deberán abonarse las tasas anuales establecidas, que se pagarán por años adelantados. Asimismo, deberá explotarse el objeto de la invención, bien por su titular o por medio de persona autorizada de acuerdo con el sistema de licencias previsto legalmente, dentro del plazo de cuatro años a partir de la fecha de solicitud de la patente, o de tres años desde la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial.

Madrid, 01 junio 2007

EL DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE  
PATENTES E INFORMACIÓN  
TECNOLÓGICA



P.D.: Ana Redondo  
Jefe del Servicio de Actuaciones Administrativas