

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 231**

51 Int. Cl.:

**B01J 31/22** (2006.01)

**B01J 35/10** (2006.01)

**B01J 20/22** (2006.01)

**B01J 20/28** (2006.01)

**B01D 53/053** (2006.01)

**C07C 51/41** (2006.01)

**C07C 63/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2008 E 08749659 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012 EP 2155390**

54 Título: **Materiales estructurales organometálicos, con una estructura hexagonal y trigonal, basados en aluminio, hierro o cromo, así como un ácido dicarboxílico**

30 Prioridad:

**24.04.2007 EP 07106802**

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

**05.03.2013**

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)  
67056 LUDWIGSHAFEN, DE**

72 Inventor/es:

**SCHUBERT, MARKUS;  
MÜLLER, ULRICH y  
MARX, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 397 231 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

Materiales estructurales organometálicos, con una estructura hexagonal y trigonal, basados en aluminio, hierro o cromo, así como un ácido dicarboxílico.

5 La presente invención hace referencia a materiales estructurales organometálicos porosos, un cuerpo moldeado que contiene dichos materiales, así como un método para su preparación y utilización.

Los materiales estructurales organometálicos porosos se conocen en el estado del arte. Se caracterizan particularmente por su porosidad, y se pueden suministrar frecuentemente para aplicaciones comparables a las zeolitas inorgánicas que resultan conocidas.

10 Los materiales estructurales organometálicos contienen, convencionalmente, al menos un compuesto orgánico bidentado, enlazado de manera coordinada con un ion metálico, que junto con el ion metálico representa la estructura del material estructural organometálico.

La selección apropiada del metal y/o del compuesto orgánico, permite una optimización para el área de aplicación deseada. Además, la selección del compuesto orgánico, por ejemplo, puede influir en la distribución de los poros. Por otra parte, el metal puede contribuir en el proceso de adsorción.

15 Sin embargo, por otra parte, las condiciones de la reacción en la preparación de los materiales estructurales organometálicos, y las sustancias auxiliares utilizadas en la transformación, influyen en la conformación estructural.

De esta manera, se fabrican, por ejemplo, materiales estructurales organometálicos similares a la zeolita de Y. Liu y otros, Quím. Comun. 14 (2006), 1488-1490, con la ayuda de agentes que se ocupan de dirigir la estructura. Otros materiales estructurales de esta clase se describen en la patente WO-A 2006/116340.

20 Es decir, que existe una necesidad constante de proporcionar materiales estructurales organometálicos especiales, que presenten propiedades particularmente extraordinarias, atribuidas, en particular, a métodos de fabricación especiales.

25 Como un metal interesante se puede mencionar el aluminio, dado que debido a enlaces coordinados fuertes, se pueden obtener materiales estructurales organometálicos comparativamente robustos. Además, el ion  $Al^{3+}$  resulta principalmente apropiado, debido a su coordinación octaédrica, para conformar compuestos estructurales tridimensionales. Además, las sales de aluminio que se pueden utilizar como sustancias de aplicación, resultan muy accesibles y económicas. Debido a su estructura similar, además de los materiales estructurales organometálicos basados en aluminio, también resultan de interés aquellos a base de hierro y cromo.

30 Un material estructural organometálico particularmente interesante, es el tereftalato de aluminio. Dicho material se encuentra descrito por T. Loiseau y otros, Chem. Eur. J. 10 (2004), 1373-1382. Mediante la fabricación convencional, se logra una estructura base en la que las cadenas Al-(OH)-Al-(OH) dispuestas de manera paralela, se encuentran unidas por puentes en la segunda y tercera dimensión del dicarbono de enlace, de manera que los canales unidimensionales se extienden con una sección transversal romboidal. La estructura base se conoce en la literatura como "MIL-53". El sistema cristalino es (en la forma "ht" seca) ortorrómbico, y el grupo espacial es Imma.  
35 La misma estructura se obtiene en la fabricación convencional de tereftalato de hierro y de cromo (T.R. Whitfield y otros, Ciencias del estado sólido 7 (2005), 1096-1103; S. Bourrelly y otros, J. Am. Quím. Soc. 127 (2005), 13519-13521).

40 A pesar de los materiales estructurales organometálicos conocidos, existe la necesidad de materiales estructurales alternativos que presenten las propiedades consideradas, en particular en relación con el almacenamiento y la separación de gases.

45 RUSANOV E B Y OTROS: "Un paradigma de la topología para zeolitas organometálicas" EDICIÓN INTERNACIONAL DE QUÍMICA APLICADA 42 (2003), 2499-2501 y MOULTON B Y OTROS: "Ingeniería del cristal de una red cristalina a nanoescala Kagome "EDICIÓN INTERNACIONAL DE QUÍMICA APLICADA 41 (2002), 2821-2824 estructuras de red reveladas en materiales MOF, que en presencia de sustancias auxiliares se pueden condensar para obtener una red Kagomé en un disolvente orgánico (EtOH ó DMF). Como ejemplos, en el último documento se mencionan nitrobenzono, o-diclorobenceno y naftalina.

La patente WO 2007/101797 A publicada el 13 de septiembre de 2007, revela un método para la separación de  $CO_2$  mediante un MOF definido genérico. Entre otros, consiste en uno de los MOF MIL-68 aplicables. Además, resulta preferente, en general, el aluminio como metal, así como la combinación de Al y tereftalato.

Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar esta clase de materiales estructurales, así como métodos para su fabricación.

El objeto se resuelve mediante un material estructural organometálico poroso, tal como se define en la reivindicación 1.

- 5 El objeto se resuelve también mediante un método para la fabricación de un material estructural organometálico poroso, conforme a la presente invención, de acuerdo con la reivindicación 4.

10 Se ha descubierto que debido al método de fabricación descrito anteriormente, utilizando la sustancia auxiliar definida, se generan nuevos materiales estructurales organometálicos, que presentan una estructura diferente a las estructuras conocidas fabricadas de manera convencional, que se componen de los mismos metales y compuestos orgánicos.

15 Además, se ha logrado particularmente, de manera sorprendente, que en presencia de la sustancia auxiliar se conforme una estructura que se conoce como "MIL-68" para materiales estructurales organometálicos que contienen VIII, en donde en el caso de dichos materiales estructurales, la estructura se obtiene de manera espontánea. El tereftalato de vanadio es descrito por K. Barthelet y otros, Quím. Comun. 2004, 520-521. Además, se observa una estructura cuya proyección a lo largo de [001] presenta un patrón en el que cada lado de un hexágono se encuentra limitado por un triángulo.

La presente invención se explica en detalle a continuación.

Fig. 1 muestra a modo de dibujo el patrón descrito anteriormente, en donde el octaedro representado en la figura 1 refleja los centros metálicos coordinados de manera octaédrica.

- 20 Fig. 2 muestra el difractograma de rayos X del tereftalato de aluminio conforme a la presente invención. En este caso se representan la intensidad  $I(\ln(\text{Counts}))$  como función de la escala  $2\theta$  ( $2\Theta$ ).

Fig. 3 muestra las curvas de la adsorción para el dióxido de carbono y monóxido de carbono, en el material estructural de tereftalato de aluminio, conforme a la presente invención y conocido en el estado del arte.

- 25 Fig. 1 muestra el patrón descrito anteriormente sólo a manera de dibujo. Una representación detallada se muestra en la figura 2 en la página 520 de K. Barthelet y otros, Quím. Comun. 2004, 520-521.

En el caso del tereftalato de aluminio, la estructura del material estructural organometálico poroso correspondiente conforme a la presente invención, se puede identificar mediante el hecho de que el difractograma de rayos X (XRD) presenta un reflejo principal en el rango de  $4^\circ < 2\Theta < 6^\circ$ , preferentemente en el rango de  $4,5^\circ < 2\Theta < 5,5^\circ$ .

30 En este caso, el difractograma se puede determinar de la siguiente manera: La muestra se incorpora como polvo en los recipientes de muestras de un dispositivo que se puede obtener comercialmente (difractómetro Siemens D-5000 o Bruker D8-Advance). Como fuente de radiación se utiliza la radiación Cu-K $\alpha$  con diafragmas primarios y secundarios variables, y un monocromador secundario. La detección de la señal se realiza mediante un detector de centelleo (Siemens) o semiconductor Solex (Bruker). El rango de medición para  $2\Theta$  se selecciona, de forma convencional, entre  $2^\circ$  y  $70^\circ$ . El incremento angular asciende a  $0,02^\circ$ , el tiempo de medición por incremento angular es, de manera convencional, de 2 a 4 segundos. En la evaluación se diferencian reflejos mediante, al menos, una intensidad de señal del ruido de fondo, 3 veces mayor. Un análisis de superficie se puede realizar manualmente, en tanto que en cada reflejo se marca una línea de base. De manera alternativa, se pueden utilizar programas, como por ejemplo "Topas-Profile" de la empresa Bruker, en donde la adaptación de fondo se realiza, de manera preferente, de manera automática mediante un polinomio de 1º grado en el soporte lógico.

- 40 La estructura del material estructural conforme a la presente invención, tereftalato de aluminio, presenta un motivo ortorrómbico, y presenta el grupo espacial Cmcm.

Las abreviaturas utilizadas para los grupos espaciales resultan habituales para el experto en el arte y se encuentran normalizadas. En este aspecto se remite, por ejemplo, a la página de Internet de la Unión Internacional de Cristalografía (<http://www.iucr.org/iucrtop/it/index.html>).

- 45 El material estructural organometálico conforme a la presente invención, es el tereftalato de aluminio.

El material estructural organometálico conforme a la presente invención, se puede presentar en forma de polvo, o bien como un aglomerado.

El material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se puede utilizar como tal en forma de polvo, o bien se transforma en un cuerpo moldeado.

En correspondencia, otro aspecto de la presente invención consiste en que el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se presenta en forma de polvo.

- 5 Otro aspecto de la presente invención es, por consiguiente, un cuerpo moldeado que contiene el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención.

La fabricación de los cuerpos moldeados compuestos por materiales estructurales organometálicos, se describe, por ejemplo, en la patente WOA 03/102000.

- 10 Los métodos preferentes para la fabricación de cuerpos moldeado son la extrusión o el tableado. En la fabricación de cuerpos moldeados, el material estructural puede presentar otros materiales, como por ejemplo, aglutinantes, lubricantes u otros aditivos, los cuales se adicionan durante la fabricación. De la misma manera, resulta concebible que el material estructural presente otros componentes, como por ejemplo, compuestos absorbentes como carbón activo o similar.

- 15 En relación con las posibles geometrías de los cuerpos moldeados, esencialmente no existe limitación alguna. Por ejemplo, se pueden mencionar, entre otros, pellets como por ejemplo pellets con forma de disco, píldoras, esferas, granulados, productos de extrusión, como por ejemplo, barras, panales, rejillas o cuerpos huecos.

Para la fabricación de dichos cuerpos moldeados se pueden utilizar, esencialmente, todos los métodos apropiados. Resultan preferentes, en particular, los siguientes métodos:

- 20 - amasado/ trituración del material estructural sólo o junto con, al menos, una sustancia aglutinante y/o, al menos, una sustancia de empaste y/o, al menos, un compuesto de templado, obteniendo una mezcla; modelado de la mezcla obtenida mediante, al menos, un método apropiado, como por ejemplo, la extrusión; lavado y/o secado y/o calcinación opcional del producto de extrusión; confección opcional.

- tableado junto con, al menos, una sustancia aglutinante y/u otras sustancias activas.

- 25 - aplicación del material estructural en, al menos, un material de base eventualmente poroso. El material obtenido se puede continuar procesando, de acuerdo con el método descrito anteriormente, para obtener un cuerpo moldeado.

- aplicación del material estructural en, al menos, un sustrato eventualmente poroso.

El amasado/ la trituración y el moldeado se pueden realizar de acuerdo con un método apropiado, como por ejemplo, el descrito en la Enciclopedia de Ullmann de Química Técnica, 4ª edición, tomo 2, página 313 y pág. sig. (1972).

- 30 Por ejemplo, el amasado/ la trituración y/o el moldeado se pueden realizar mediante una prensa de émbolo, prensa de rodillos, en presencia o en ausencia de, al menos, un material aglutinante, mediante la preparación de compuestos, pelletización, tableado, extrusión, co-extrusión, espumado, hilado, recubrimiento, granulado, de manera preferente granulado por pulverización, pulverización, secado por pulverización o una combinación de dos o más de dichos métodos.

- 35 De manera muy particularmente preferente, se fabrican los pellets y/o las tabletas.

El amasado y/o el moldeado se pueden realizar a temperaturas elevadas, como por ejemplo, en el rango que abarca desde la temperatura ambiente hasta 300°C, y/o a una presión elevada, como por ejemplo, en el rango que abarca desde la presión normal hasta algunos cientos de bares y/o en una atmósfera de gas protector, como por ejemplo, en presencia de, al menos, un gas noble, nitrógeno o una mezcla de dos o más de dichos gases.

- 40 El amasado y/o el moldeado se realiza de acuerdo con otra forma de ejecución, mediante la adición de, al menos, una sustancia aglutinante, en donde como sustancia aglutinante se utiliza, esencialmente, cualquier compuesto químico que garantice la viscosidad deseada para el amasado y/o el moldeado de la masa a amasar y/o moldear. De acuerdo con ello, las sustancias aglutinantes en el sentido de la presente invención, pueden ser compuestos que incrementan la viscosidad, así como compuestos que reducen la viscosidad.

- 45 Las sustancias aglutinantes preferidas son, entre otras, por ejemplo, óxido de aluminio o aglutinantes que contienen óxido de aluminio, tal como se describen por ejemplo en la patente WO 94/29408, dióxido de silicio como se describe por ejemplo en la patente EP 0 592 050 A1, mezclas como dióxido de silicio y óxido de aluminio, tal como

se describen por ejemplo en la patente WO 94/13584, minerales arcillosos tal como se describen, por ejemplo, en la patente JP 03-037156 A, por ejemplo, montmorillonita, caolín, bentonita, halloysita, dickita, nacrita y anauxita, alcoxisilano, tal como se describen por ejemplo en la patente EP 0 102 544 B1, por ejemplo tetraalcoxisilano, como por ejemplo, tetrametoxisilano, tetraetoxisilano, tetrapropoxisilano, tetrabutoxisilano, o por ejemplo, trialcoxisilano como por ejemplo trimetoxisilano, trietoxisilano, tripropoxisilano, tributoxisilano, alcoxititanato, por ejemplo, tetraalcoxititanato como por ejemplo tetrametoxititanato, tetraetoxititanato, tetrapropoxititanato, tetrabutoxititanato, o por ejemplo trialcoxititanato como por ejemplo trimetoxititanato, trietoxititanato, tripropoxititanato, tributoxititanato, alcoxircronato, por ejemplo tetraalcoxircronato como por ejemplo tetrametoxicircronato, tetraetoxicircronato, tetrapropoxicircronato, tetrabutoxicircronato, o por ejemplo trialcoxircronato como por ejemplo trimetoxicircronato, trietoxicircronato, tripropoxicircronato, tributoxicircronato, silicasol, sustancias anfífilas y/o grafitos.

Como compuesto que incrementa la viscosidad se puede utilizar, por ejemplo, eventualmente, además de los compuestos mencionados anteriormente, también un compuesto orgánico y/o un polímero hidrófilo, como por ejemplo, celulosa o un derivado de la celulosa, como por ejemplo, metilcelulosa y/o un poliacrilato y/o un polimetacrilato y/o un polivinilalcohol y/o una polivinilpirrolidona y/o un poliisobuteno y/o un politetrahidrofurano y/o un óxido de polietileno.

Como sustancia de empaste se puede utilizar, entre otras, de manera preferente agua o, al menos, un alcohol como, por ejemplo, un monoalcohol con 1 a 4 átomos C, como por ejemplo, metanol, etanol, n-propanol, iso-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 2-metil-1-propanol o 2-metil-2-propanol o una mezcla de agua y, al menos, uno de los alcoholes mencionados, o un alcohol polivalente como por ejemplo un glicol, de manera preferente un alcohol polivalente que se puede mezclar con agua, solo o mezclado con agua y/o, al menos, uno de los alcoholes monovalentes mencionados.

Otros aditivos que se pueden utilizar para el amasado y/o el moldeado, son entre otros, las aminas o los derivados de aminas, como por ejemplo, compuestos de tetraalquilamonio, o aminoalcoholes y compuestos que contienen carbonato, como el carbonato de calcio. Esta clase de aditivos adicionales se describen, de manera aproximada, en las patentes EP 0 389 041 A1, EP 0 200 260 A1 o WO 95/19222.

El orden de los aditivos como compuestos de templado, aglutinante, sustancia de empaste, sustancia para incrementar la viscosidad, no resulta esencialmente crítico en el moldeado y el amasado.

De acuerdo con otra forma de ejecución preferente, los cuerpos moldeados obtenidos mediante amasado y/o moldeado se someten, al menos, a un secado que en general se realiza a una temperatura en el rango de 25 a 500°C, preferentemente en el rango de 50 a 500°C, y de manera particularmente preferente en el rango de 100 a 350°C. También se puede secar en vacío o bajo una atmósfera de gas protector o mediante secado por pulverización.

De acuerdo con una forma de ejecución particularmente preferida, en dicho proceso de secado se separa, al menos, uno de los compuestos agregados como aditivos, al menos, parcialmente del cuerpo moldeado.

El material estructural organometálico conforme a la presente invención contiene poros, particularmente microporos y/o mesoporos. Los microporos se definen como tales, con un diámetro de 2 nm o menor, y los mesoporos se definen mediante un diámetro en el rango de 2 a 50 nm (Pure & Appl. Chem. 57 (1985) 603-619). La presencia de microporos y/o mesoporos se puede comprobar con la ayuda de mediciones de absorción, en donde dichas mediciones determinan la capacidad de recepción de los materiales estructurales organometálicos para el nitrógeno a 77 Kelvin (de acuerdo con Langmuir) según la norma DIN 66131 y/o DIN 66134.

De manera preferente, la superficie específica calculada de acuerdo con el modelo de Langmuir (DIN 66131, 66134) para el material estructural organometálico conforme a la presente invención, en forma de polvo, asciende, al menos, a 1000 m<sup>2</sup>/g, resulta preferente, al menos, 1200 m<sup>2</sup>/g, resulta aún más preferente, al menos, 1400 m<sup>2</sup>/g, de manera aún más preferente, al menos, 1600 m<sup>2</sup>/g, más preferentemente, al menos, 1650 m<sup>2</sup>/g.

Los cuerpos moldeados compuestos por el material estructural organometálico conforme a la presente invención, pueden presentar una superficie específica reducida. Sin embargo, resulta preferente, al menos, 500 m<sup>2</sup>/g, resulta aún más preferente, al menos, 600 m<sup>2</sup>/g, de manera aún más preferente, al menos, 700 m<sup>2</sup>/g, particularmente, al menos, 800 m<sup>2</sup>/g.

El material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se puede obtener mediante la transformación de una mezcla de reacción que contiene, al menos, un compuesto de aluminio y el ácido tereftálico o una sal de dichos compuestos, en presencia de la sustancia auxiliar. La reacción se genera en un disolvente orgánico a una temperatura predeterminada, y bajo una presión predeterminada.

5 Como componentes orgánicos del material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se utiliza el ácido tereftálico que puede reaccionar con un compuesto metálico. También se pueden utilizar derivados del ácido tereftálico. De esta manera, resulta concebible la utilización del ácido tereftálico en la forma de su sal. La sal en la cual el ácido tereftálico se encuentra como un anión completa o parcialmente desprotonado, puede presentar cualquier catión apropiado.

Esta clase de cationes pueden ser, por ejemplo, iones metálicos monovalentes, bivalentes, de manera preferente monovalentes. Ejemplos de ellos son, en particular, las sales de potasio y de sodio. También se pueden utilizar los cationes de compuestos de amonio. Además, se consideran particularmente el propio amonio, así como los cationes de alquilamonio.

10 El compuesto de aluminio se puede generar mediante una oxidación anódica del aluminio. En este caso, el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se fabrica mediante formas, al menos, parcialmente electroquímicas. Los métodos para la fabricación electroquímica de materiales estructurales organometálicos porosos, se describen en la patente WO-A 2005/049892. También la preparación del compuesto metálico para el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se puede realizar  
15 mediante dichos métodos.

En la fabricación electroquímica del material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, resulta preferente evitar una nueva separación catódica del ión metálico, al menos, parcialmente mediante, al menos, una de las siguientes medidas:

(i) Utilización de un electrolito que favorece la formación catódica del hidrógeno;

20 (ii) Adición de, al menos, un compuesto que conduce a una despolarización catódica;

(iii) Aplicación de un cátodo con un excedente de potencial apropiado del hidrógeno.

25 El método se puede realizar en una célula de electrólisis sin división. Las células especialmente apropiadas son las células divididas o las células con conjuntos de placas. Dichas células se pueden encontrar conectadas de manera bipolar. Como medio de reacción resultan apropiados, por ejemplo, el metanol, etanol, dimetilformamida, dietilformamida o una mezcla de dos o más de dichos disolventes.

En la mezcla de reacción puede existir además una sal conductora o una pluralidad de sales conductoras. Además, la sal conductora puede presentar como componente de catión un amonio cuaternario, y como componente de anión un alcoxisulfato. El contenido total de sustancia sólida se debe encontrar en el rango mayor o igual a 0,5 % en peso.

30 La transformación en el método conforme a la presente invención, para la fabricación del material estructural organometálico conforme a la presente invención, se realiza también mediante formas convencionales. Además, el compuesto de aluminio es convencionalmente una sal de aluminio.

La sal de aluminio se puede presentar en forma de una alcoholato, acetonato, haluros, sufito, como sal de un ácido orgánico o inorgánico que contiene oxígeno, o una mezcla de los mismos.

35 Un alcoholato es, por ejemplo, un metanolato, etanolato, n-propanolato, i-propanolato, n-butanolato, i-butanolato, t-butanolato o fenolato.

Un acetonato es, por ejemplo, acetilacetonato.

Un haluro es, por ejemplo, cloruro, bromuro o yoduro.

Un ácido orgánico que contiene oxígeno es, por ejemplo, el ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico u otros ácidos alquil-monocarboxílicos.

40 Un ácido inorgánico que contiene oxígeno es, por ejemplo, el ácido sulfúrico, ácido sulfuroso, ácido fosfórico o ácido nítrico.

El compuesto de aluminio puede presentar, eventualmente, agua de hidratación, que resulta preferente. Resultan preferentes, particularmente, como compuesto de aluminio, los hidratos de cloruro, de nitrato, así como de sulfato.

45 El método conforme a la presente invención se realiza en presencia de la sustancia auxiliar conforme a la reivindicación. Esto resulta necesario para obtener la estructura termodinámicamente desfavorable, conforme a la

presente invención, para los materiales estructurales organometálicos conformes a la presente invención, en lugar de la conformación estructural "MIL-53" conocida del estado del arte.

Las sustancias auxiliares son 3,5-dihidroxi-ácido benzoico, 2,5-dihidroxi-ácido benzoico, ácido múxico, glutamina, 4-sulformoil-ácido benzoico, 2-mercapto-ácido nicotínico, ácido calconcarboxílico o sulfasalazina.

5 Resultan preferentes, en particular, el ácido calconcarboxílico o la sulfasalazina, particularmente la sulfasalazina.

La transformación en el método conforme a la presente invención, para la fabricación del material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se realiza en presencia, al menos, de un disolvente orgánico. Además, se pueden utilizar condiciones solvotermiales.

10 Por el término "termal" en la presente invención se entiende un método de fabricación en el cual la transformación para obtener el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se realiza en un recipiente a presión, de manera tal que dicho material se encuentre cerrado durante la transformación, y se aplique una temperatura elevada, de manera que debido a la presión del vapor del disolvente existente, se genere una presión en el interior del medio de reacción en el recipiente a presión.

15 De manera preferente, la transformación no se realiza en el medio que contiene agua, y tampoco bajo condiciones solvotermiales.

Por consiguiente, la transformación en el método conforme a la presente invención se realiza preferentemente en presencia de un disolvente no acuoso.

20 La transformación se realiza, de manera preferente, con una presión de 1 bar a 16 bares (absolutos), preferentemente de 1 a 3 bares (absolutos). Sin embargo, resulta preferente también que la presión ascienda como máximo a 1230 mbares (absolutos). De manera particularmente preferente, la transformación se realiza bajo presión atmosférica. Sin embargo, se pueden generar de manera controlada mediante equipo técnico, sobrepresiones o presiones bajas leves. Por lo tanto, en la presente invención, por el término "presión atmosférica" se entiende aquel rango de presión de la presión atmosférica real existente, que es de  $\pm 150$  mbares.

25 La transformación se realiza, de manera preferente, en un rango de temperatura de 100 °C a 200 °C. Preferentemente, la temperatura se encuentra en el rango de 110°C a 170°C. Además, la temperatura se encuentra preferentemente en un rango de 120°C a 150°C.

30 Además, la mezcla de reacción puede presentar un base. Dicha base se utiliza, en particular, para que el ácido dicarboxílico resulte fácilmente soluble. Mediante la utilización de un disolvente orgánico, frecuentemente no resulta necesaria una base de esta clase. No obstante, el disolvente para el método conforme a la presente invención se puede seleccionar de manera tal que dicho disolvente reaccione, como tal, de manera básica, hecho que sin embargo no es obligatorio para ejecutar el método conforme a la presente invención.

De la misma manera, se puede utilizar una base. Sin embargo, se prefiere no utilizar una base adicional.

Además, resulta ventajoso que la transformación se realice durante la agitación, hecho que también resulta ventajoso en un escalamiento.

35 El disolvente orgánico (no acuoso) es, de manera preferente, un C1-6-alcohol, dimetilsulfóxido (DMSO), N,N-dimetilformamida (DMF), N,N-diethylformamida (DEF), N,N-dimetilacetamida (DMAc), acetonitrilo, tolueno, dioxano, benceno, clorobenceno, metiletilcetona (MEK), piridina, tetrahidrofurano (THF), etiléster de ácido acético, eventualmente C1-200-alcano halogenado, sulfolano, glicol, N-metilpirrolidona (NMP), gamma-butirolactona, alcoholes alicíclicos como ciclohexanol, cetona, como acetona o acetilacetona, ciclocetona, como ciclohexanona, sulfoleno o mezclas de dichos compuestos.

Un C1-6-alcohol indica un alcohol con 1 a 6 átomos C. Ejemplos de ello son el metanol, etanol, n-propanol, i-propanol, n-butanol, i-butanol, t-butanol, pentanol, hexanol, así como mezclas de dichos compuestos.

45 Un C1-200-alcano eventualmente halogenado indica un alcano con 1 a 200 átomos C, en donde uno o una pluralidad o todos los átomos de hidrógeno se pueden reemplazar mediante halógenos, preferentemente cloro o fluor, particularmente cloro. Ejemplos de ello son el cloroformo, diclorometano, tetraclorometano, dicloroetano, hexano, heptano, octano, así como mezclas de dichos compuestos.

Los disolventes preferentes son DMF, DEF, DMAc y NMP. Se prefiere particularmente DMF.

El término "no acuoso" hace referencia, de manera preferente, a un disolvente que no excede un contenido máximo de agua del 10 % en peso, resulta preferente 5 % en peso, de manera aún más preferente 1 % en peso, resulta preferente además 0,1 % en peso, de manera particularmente preferente 0,01 % en peso, en relación con el peso total del disolvente.

- 5 De manera preferente, el contenido máximo de agua asciende durante la reacción al 10 % en peso, de manera preferente al 5 % en peso, y de manera aún más preferente al 1 % en peso.

El término "disolvente" hace referencia a disolventes puros, así como a mezclas de diferentes disolventes.

- 10 Además, de manera preferente, después de la etapa del método que consiste en la reacción del, al menos uno, compuesto metálico con el, al menos un, compuesto orgánico bidentado, continúa una etapa de calcinación. La temperatura regulada asciende convencionalmente por encima de los 250°C, preferentemente de 300 a 400°C.

Debido a la etapa de calcinación, se puede retirar el compuesto orgánico, al menos, bidentado que se encuentra en los poros.

- 15 De manera complementaria o alternativa, la eliminación del compuesto orgánico, al menos, bidentado (compuesto coordinador) de los poros del material estructural organometálico poroso, se puede realizar mediante el procesamiento del material estructural conformado, con un disolvente no acuoso. Además, el compuesto coordinador se retira en un "método de extracción", y se reemplaza eventualmente en el material estructural mediante una molécula de disolvente.

- 20 El procesamiento se realiza, de manera preferente, al menos, 30 minutos, y se puede realizar convencionalmente hasta 7 días. Esto se puede realizar a temperatura ambiente o a una temperatura mayor. De manera preferente, esto se realiza a una temperatura mayor, por ejemplo a, al menos, 40°C, preferentemente a 60°C. Además, la extracción se realiza, de manera preferente, a la temperatura de ebullición del disolvente utilizado (con reflujo).

El procesamiento se puede realizar en una caldera simple mediante una separación por gravedad y agitación del material estructural. También se pueden utilizar equipos de extracción como los equipos Soxhlet, particularmente equipos de extracción técnicos.

- 25 Como disolventes apropiados se pueden utilizar los mencionados anteriormente, es decir, por ejemplo, un C1-6-alcanol, dimetilsulfóxido (DMSO), N,N-dimetilformamida (DMF), N,N-diethylformamida (DEF), N,N-dimetilacetamida (DMAc), acetonitrilo, tolueno, dioxano, benceno, clorobenceno, metiletilcetona (MEK), piridina, tetrahidrofurano (THF), etiléster de ácido acético, eventualmente C1-200-alcano halogenado, sulfolano, glicol, N-metilpirrolidona (NMP), gamma-butirolactona, alcoholes alicíclicos como ciclohexanol, cetona, como acetona o acetilacetona, ciclocetona, como ciclohexanona o mezclas de dichos compuestos.
- 30

Resultan preferentes el metanol, etanol, propanol, acetona, MEK y mezclas de dichos compuestos.

Un disolvente de extracción muy particularmente preferido es el metanol.

- 35 El disolvente utilizado para la extracción puede ser igual o diferente a aquellos para la transformación del, al menos un, compuesto metálico con el, al menos un, compuesto orgánico, al menos, bidentado. En la "extracción" no resulta forzosamente necesario, aunque se prefiere que el disolvente sea anhídrido.

Otro objeto de la presente invención consiste en la utilización de un material estructural organometálico poroso, conforme a la presente invención, para el alojamiento de, al menos, una sustancia, para su almacenamiento, separación, suministro controlado, reacción química o como portador.

- 40 De manera preferente, en el caso de la, al menos una, sustancia se trata de un gas o una mezcla de gases. También se pueden utilizar líquidos.

- 45 Por otra parte, el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, resulta apropiado para la preparación del óxido metálico correspondiente. Esta clase de transformaciones se describen en la solicitud internacional con el número de solicitud PCT/EP2007/053571. Además, el calentamiento del material estructural organometálico se realiza mediante su temperatura de disolución completa, de manera que a partir del material estructural organometálico, que contiene el, al menos un, ión metálico, y se obtiene el óxido metálico correspondiente a, al menos, un ión metálico, o las mezclas de óxido metálico correspondientes. Además, de manera ventajosa se puede encontrar nuevamente la superficie específica del material estructural también en el óxido metálico (mezcla).

Por consiguiente, otro objeto de la presente invención consiste en la utilización de un material estructural organometálico para la preparación de un óxido metálico correspondiente. En la presente invención, se utiliza el término "óxido metálico" de manera simplificada, también cuando se trata de una mezcla de óxidos metálicos.

5 Las utilizaciones conformes a la presente invención del material estructural organometálico, resultan válidas para cuerpos moldeados que contienen en correspondencia dicho material.

10 Los métodos para el almacenamiento con la ayuda de materiales estructurales organometálicos, se describen en general en las patentes WO-A 2005/003622, WO-A 2003/064030, WO-A 2005/049484, WO-A 2006/089908 y DE-A 10 2005 012 087. Los métodos descritos en dichas patentes, se pueden utilizar también para el material estructural organometálico conforme a la presente invención. Los gases preferidos para el almacenamiento son el metano o el hidrógeno.

15 Los métodos para la separación, o bien para la depuración con la ayuda de materiales estructurales organometálicos, se describen en general en las patentes EP-A 1 674 555, DE-A 10 2005 000938, y en la solicitud de patente alemana con el número de solicitud DE-A 10 2005 022 844. Los métodos descritos en dichas patentes, se pueden utilizar también para el material estructural organometálico conforme a la presente invención. Un gas preferente para la separación, es el dióxido de carbono, particularmente de una mezcla de gases que contiene además monóxido de carbono.

20 Cuando el material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se utiliza para el almacenamiento, esto se realiza, preferentemente, en un rango de temperatura de -200°C a +80°C. Se prefiere más aún un rango de temperatura de -40°C a +80°C. Un rango de presión preferente se encuentra entre los 20 y 1000 bares (absolutos), particularmente de 100 a 400 bares.

En la presente invención se utilizan los términos "gas" y "líquido" de manera simplificada, en donde sin embargo dichos términos se pueden interpretar también como mezclas de gases, así como mezclas de líquidos, o bien soluciones líquidas.

25 Los gases preferentes son hidrógeno, gas natural, gas público, hidrocarburos, particularmente metano, etano, eteno, acetileno, propano, n-butano, así como i-butano, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, oxígeno, óxidos de azufre, halógenos, halogenuros, hidrocarburos, NF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>, amoníaco, borano, fosfano, sulfuro de hidrógeno, aminas, formaldehído, gases nobles, particularmente helio, neon, argón, criptón así como xenón.

30 De manera particularmente preferente, en el caso del gas se trata de dióxido de carbono que se separa de una mezcla de gases que contiene dióxido de carbono. Además, la mezcla de gases presenta, preferentemente, además del dióxido de carbono, al menos, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> o monóxido de carbono. En particular, la mezcla de gases presenta, además del dióxido de carbono, monóxido de carbono. Se prefieren particularmente las mezclas que contiene, al menos, 10 y como máximo 45 % en vol. de dióxido de carbono y, al menos, 30 y como máximo 90 % en vol. de monóxido de carbono.

35 Una forma de ejecución preferente es la adsorción por variación de presión con una pluralidad reactores de adsorción paralelos, en donde el cargamento adsorbente está compuesto completa o parcialmente por el material conforme a la presente invención. Para la separación de CO<sub>2</sub>/CO, la fase de adsorción se realiza con una presión parcial de CO<sub>2</sub> de 0,6 a 3 bares y a una temperatura de, al menos, 20°C, sin embargo, como máximo 70°C. Para la desorción del dióxido de carbono adsorbido, se reduce generalmente la presión total en el reactor de adsorción en cuestión, hasta alcanzar valores entre 100 mbares y 1 bar.

40 Además, resulta preferente la utilización del material estructural conforme a la presente invención para el almacenamiento de un gas a una presión mínima de 100 bares (absolutos). Resulta preferente que la presión mínima ascienda a 200 bares (absolutos), particularmente a 300 bares (absolutos). En este caso, el gas se trata de manera particularmente preferente de hidrógeno o metano.

45 Sin embargo, en el caso de la, al menos una, sustancia, se puede tratar también de un líquido. Ejemplos para un líquido de esta clase son los agentes desinfectantes, disolventes orgánicos o inorgánicos, carburantes, particularmente bencina o diesel, líquido hidráulico, líquido refrigerante, líquido de freno o un aceite, particularmente aceite de maquinaria. Además, en el caso del líquido se puede tratar de hidrocarburos alifáticos halogenados o aromáticos, cíclicos o acíclicos, o mezclas de dichos líquidos. En particular, el líquido puede ser acetona, acetonitrilo, anilina, anisol, benceno, benzonitrilo, bromobenceno, butanol, terc-butanol, quinolina, clorobenceno, cloroformo, ciclohexano, dietilenglicol, dietiléter, dimetilacetamida, dimetilformamida, dimetilsulfóxido, dioxano, ácido acético glacial, anhídrido acético, etiléster de ácido acético, etanol, etilencarbonato, dicloruro de etileno, etilenglicol, etilenglicol-dimetil-éter, formamida, hexano, isopropanol, metanol, metoxipropanol, 3-metil-1-butanol, cloruro de metileno, metiletilcetona, N-metilformamida, N-metilpirrolidona, nitrobenzoceno, nitrometano, piperidina, propanol,

carbonato de propileno, pirridina, sulfuro de carbono, sulfolano, tetracloroetano, tetraclorocarbono, tetrahidrofurano, tolueno, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetileno, trietilamino, trietilenglicol, triglima, agua o mezclas de dichos líquidos.

Además la, al menos una sustancia, puede ser una sustancia aromática.

5 De manera preferente, en el caso de la sustancia aromática se trata de un compuesto volátil orgánico o inorgánico que contiene, al menos, uno de los elementos nitrógeno, fósforo, oxígeno, azufre, fluor, cloro, bromo o yodo, o un hidrocarburo aromático o insaturado, o un aldehído saturado o insaturado, o una cetona. Los elementos que se prefieren particularmente son nitrógeno, oxígeno, fósforo, azufre, cloro, bromo. Se prefieren particularmente nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre.

10 En particular, en el caso de la sustancia aromática se trata de amoniaco, sulfuro de hidrógeno, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono, aminas cíclicas o acíclicas, tioles, tioéter, así como aldehído, cetona, éster, éter, ácidos y alcoholes. Resultan particularmente preferentes el amoniaco, el sulfuro de hidrógeno, ácidos orgánicos (se prefiere ácido acético, ácido propiónico, ácido butírico, ácido isobutírico, ácido valérico, ácido isovalérico, ácido caprónico, ácido heptílico, ácido láurico, ácido pelargónico) así como hidrocarburos cíclicos o acíclicos que contienen nitrógeno o azufre, así como aldehídos saturados e insaturados, como hexanal, heptanal, octanal, nonanal, decanal, octenal o nonenal, y particularmente aldehídos volátiles como butiraldehído, propionaldehído, acetaldehído y formaldehído, y otros carburantes como bencina, diesel (sustancia contenida).

20 En el caso de las sustancias aromáticas, se puede tratar también de sustancias odoríferas que se utilizan, por ejemplo, para la fabricación de perfumes. A modo de ejemplo, se mencionan como sustancias odoríferas o aceites que liberan esta clase de sustancias: aceites etéreos, esencia de albahaca, esencia de geranio, esencia de menta arvensis, esencia de cananga, esencia de cardamomo, esencia de lavanda, esencia de menta poleo, esencia de nuez moscada, esencia de manzanilla, esencia de eucalipto, esencia de romero, esencia de limón, esencia de lima, esencia de naranja, esencia de bergamota, esencia de moscatel, esencia de salvia, esencia de cilantro, esencia de ciprés, 1,1-dimetoxi-2-feriletano, 2,4-dimetil-4-feniltetrahidrofurano, dimetiltetrahidrobenzaldehído, 2,6-dimetil-7-octen-2-ol, 1,2-dietoxi-3,7-dimetil-2,6-octadieno, fenilacetaldehído, óxido de rosa, etil-2-metilpentanoato, 1-(2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-il)-2-buten-1-ona, vanillina etílica, 2,6-dimetil-2-octenol, 3,7-dimetil-2-octenol, terc-butilciclohexil-acetato, anisilacetato, ciclohexiloxiacetato de alilo, etil-linalol, eugenol, cumarina, etilacetoacetato, 4-fenil-2,4,6-trimetil-1,3-dioxano, 4-metilen-3,5,6,6-tetrametil-2-heptanona, etiltetrahidrosafuranato, geranil nitrilo, cis-3-hexen-1-ol, cis-3-hexenilacetato, cis-3-hexenil-metilcarbonato, 2,6-dimetil-5-hepten-1-al, 4-(tríciclo[5.2.1.0]decilideno)-8-butanal, 5-(2,2,3-trimetil-3-ciclopentenil)-3-metilpentan-2-ol, aldehído de p-terc-butilalfametilhidrocínámico, etil[5.2.1.0]tríciclodecancarboxilato, geraniol, citronelol, citral, linalol, linalil acetato, yonona, feniletanol o mezclas de dichos compuestos.

35 En la presente invención, una sustancia aromática volátil presenta, de manera preferente, un punto de ebullición o un rango del punto de ebullición menor a 300°C. Resulta preferente que la sustancia aromática sea un compuesto o una mezcla fácilmente volátil. De manera particularmente preferente, la sustancia aromática presenta un punto de ebullición o un rango de ebullición menor a 205°C, se prefiere particularmente un rango menor a 200°C.

40 También resultan preferentes las sustancias aromáticas que presentan una volatilidad elevada. Como medida para la volatilidad se puede consultar la presión de vapor. En la presente invención, una sustancia aromática volátil presenta, de manera preferente, una presión de vapor mayor a 0,001 kPa (20°C). Se prefiere que la sustancia aromática sea un compuesto o una mezcla fácilmente volátil. De manera particularmente preferente, la sustancia aromática presenta una presión de vapor mayor a 0,01 kPa (20°C), se prefiere más aún una presión de vapor mayor a 0,05 kPa (20°C). De manera preferente, las sustancias aromáticas presentan una presión de vapor mayor a 0,1 kPa (20°C).

45 Los ejemplos, en el caso de una reacción química en presencia del material estructural organometálico conforme a la presente invención, presentan la alcoxilación de monoles, así como polioles. La realización de esta clase de acoxilaciones se describe en las patentes WO-A 03/035717 y WO-A 2005/03069. El material estructural organometálico poroso conforme a la presente invención, se puede utilizar también para la epoxidación, así como para la preparación de carbonatos de polialquileno y peróxido de hidrógeno. Esta clase de reacciones se describen en las patentes WO-A 03/101975, WOA 2004/037895 y US-A 2004/081611.

Resultan particularmente preferentes las reacciones catalíticas.

50 Por otra parte, el material estructural organometálico conforme a la presente invención, se puede utilizar como portador, particularmente como portador de un catalizador.

## Ejemplos

### Ejemplo 1: preparación de un MOF de ácido tereftálico y Al, con sulfasalazina como sustancia auxiliar

4,88 g de  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 5 g de ácido tereftálico y 2,99 g de sulfasalazina, se suspenden en 300 ml de DMF en un matraz. La mezcla se calienta bajo agitación a  $130^\circ\text{C}$ , y se mantiene 18,5 horas bajo dichas condiciones. El producto resultante se separa mediante filtrado, y se lava con 3 x 50 ml de DMF, y 4 x 50 ml de metanol. A continuación, el producto se transporta a un tubo de papel, y se extrae en un dispositivo de extracción durante 120 horas con metanol en ebullición. A continuación, el producto se seca en un armario de secado al vacío durante 24 horas a  $100^\circ\text{C}$ . El volumen de producto asciende a 4,12 g.

El XRD (difractograma de rayos X) se representa en la figura 2. Se han encontrado reflejos ante  $2\theta = 5^\circ$  aprox.,  $10^\circ$  aprox. y  $15^\circ$  aprox, que no se observan en el MOF de tereftalato y Al convencional (MIL-53). Es decir, que se trata de una nueva estructura. La superficie asciende a  $1679 \text{ m}^2/\text{g}$ . Dicho valor resulta también mayor a los valores de superficie conocidos para MIL-53 (hasta  $1500 \text{ m}^2/\text{g}$ ). De acuerdo con el análisis elemental, el producto contiene 11,6 % en peso de Al, 44,2 % en peso de carbono, 2,8 % en peso de hidrógeno, 0,7 % en peso de  $\text{N}_2$  y sólo 0,15 % en peso de azufre, que se genera como una impureza de la sustancia auxiliar.

### 15 Ejemplo 2: preparación de un MOF de ácido tereftálico y Al, con ácido calconcarboxílico como sustancia auxiliar

4,88 g de  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 5 g de ácido tereftálico y 3,3 g de ácido calconcarboxílico, se suspenden en 300 ml de DMF en un matraz. La mezcla se calienta bajo agitación a  $130^\circ\text{C}$ , y se mantiene 18 horas bajo dichas condiciones. El producto resultante se separa mediante filtrado, y se lava con 3 x 50 ml de DMF, y 4 x 50 ml de metanol. A continuación, el producto se transporta a un tubo de papel, y se extrae en un dispositivo de extracción durante 120 horas con metanol en ebullición. A continuación, el producto se seca en un armario de secado al vacío durante 72 horas a  $110^\circ\text{C}$ . El volumen de producto ha ascendido a 4,34 g. En el difractograma de rayos X (XRD), el producto presenta los mismos reflejos que en el ejemplo 1. La superficie asciende a  $1594 \text{ m}^2/\text{g}$ . De acuerdo con el análisis elemental, el producto contiene 10,0 % en peso de Al, 46,1 % en peso de carbono, 3,7 % en peso de hidrógeno, 3,2 % en peso de  $\text{N}_2$  y sólo 0,07 % en peso de azufre.

### Ejemplo 3: adsorción de $\text{CO}_2$ y CO

En cada respectiva muestra de aproximadamente 200 mg, se miden con el equipo que se obtiene en el mercado ASAP 2420 (empresa Micromeritics) isotermas de adsorción con CO y  $\text{CO}_2$  de entre 0 y 1.2 bares. La temperatura de medición asciende a  $40^\circ\text{C}$ . Las muestras son acondicionadas antes de la medición respectivamente durante una pluralidad de horas bajo condiciones de vacío (bomba turbomolecular) a  $200^\circ\text{C}$ .

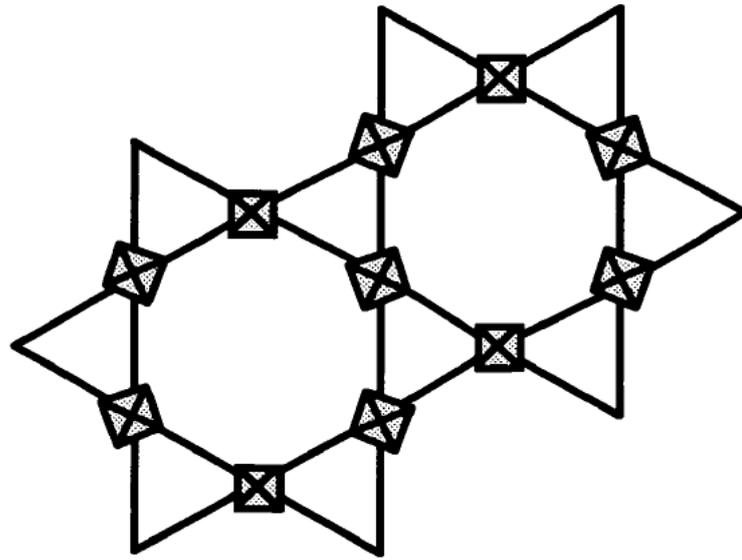
La figura 3 muestra los respectivos isotermas en comparación con el ácido tereftálico de Al del estado del arte. Además, la absorción de gases A (en  $\text{Nml/g}$ ) se representa como función de la presión p (en mbares).

Se mide una muestra de acuerdo con el ejemplo 1 (con curvas que caracterizan triángulos: adsorción de  $\text{CO}_2$ ; con curvas que caracterizan círculos: adsorción de CO en la figura 3) así como un MOF de ácido tereftálico y Al con la estructura de "MIL-53" del estado del arte, preparado de acuerdo con el ejemplo 12 de la patente WO-A 2007/023134 (con curvas que caracterizan cuadrados completos: adsorción de  $\text{CO}_2$ , con curvas que caracterizan cuadrados no completos: adsorción de CO en la figura 3).

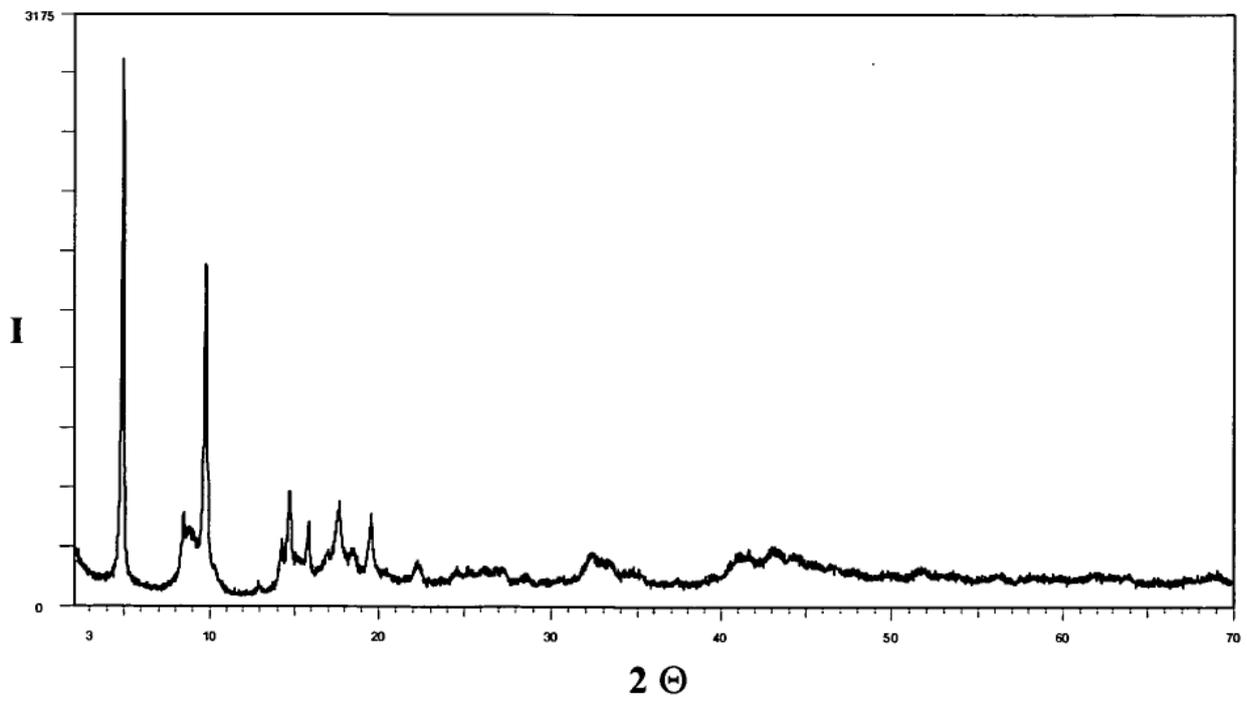
El desarrollo plano en conjunto de las isotermas de adsorción, en relación con el material conforme a la presente invención, se correlaciona con una energía de adsorción reducida, de manera tal que se requiere menos energía para una regeneración del material después de la adsorción (por ejemplo, en la fase de desorción en el caso de una adsorción por variación de presión). Además, la diferencia relativa entre la capacidad de  $\text{CO}_2$  y de CO resulta útil, dado que dicha diferencia significa una selectividad mayor y, de esta manera, se puede lograr una pureza mayor para una separación de  $\text{CO}_2$  del CO.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Material estructural organometálico poroso, que contiene un compuesto orgánico bidentado, enlazado de manera coordinada con un ion metálico, en donde el ion metálico se selecciona del grupo de los metales compuestos por Al, Fe y Cr, y en donde el compuesto orgánico bidentado se deriva de un ácido dicarboxílico, **caracterizado porque** el material estructural presenta una estructura de cristal, cuya proyección a lo largo de [001] presenta un patrón en el que cada lado de un hexágono se encuentra limitado por un triángulo, en donde el metal Al y el compuesto orgánico bidentado son un ácido tereftálico.
2. Material estructural de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el difractograma de rayos X del material estructural presenta un reflejo principal en el rango de  $4^\circ \leq 2\theta \leq 6^\circ$ .
- 10 3. Cuerpo moldeado que contiene un material estructural organometálico poroso, de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2.
4. Método para la fabricación de un material estructural organometálico poroso de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, cuya etapa presenta
- 15 - transformación de una mezcla de reacción que contiene, al menos, un compuesto metálico, en donde el metal es Al, y ácido tereftálico o una sal de dicho ácido, en presencia de una sustancia auxiliar que presenta, al menos, un grupo que se puede desprotonizar, en un disolvente orgánico a una temperatura predeterminada, y bajo una presión predeterminada, en donde la sustancia auxiliar es 3,5-dihidroxi-ácido benzoico, 2,5-dihidroxi-ácido benzoico, ácido múxico, glutamina, 4-sulfamoil-ácido benzoico, 2-mercapto-ácido nicotínico, ácido calconcarboxílico o sulfasalazina.
- 20 5. Utilización de un material estructural organometálico de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, o de un cuerpo moldeado de acuerdo con la reivindicación 3, para el alojamiento de, al menos, una sustancia para su almacenamiento, separación, suministro controlado, y transformación química; como portador o para la preparación de un óxido metálico correspondiente.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

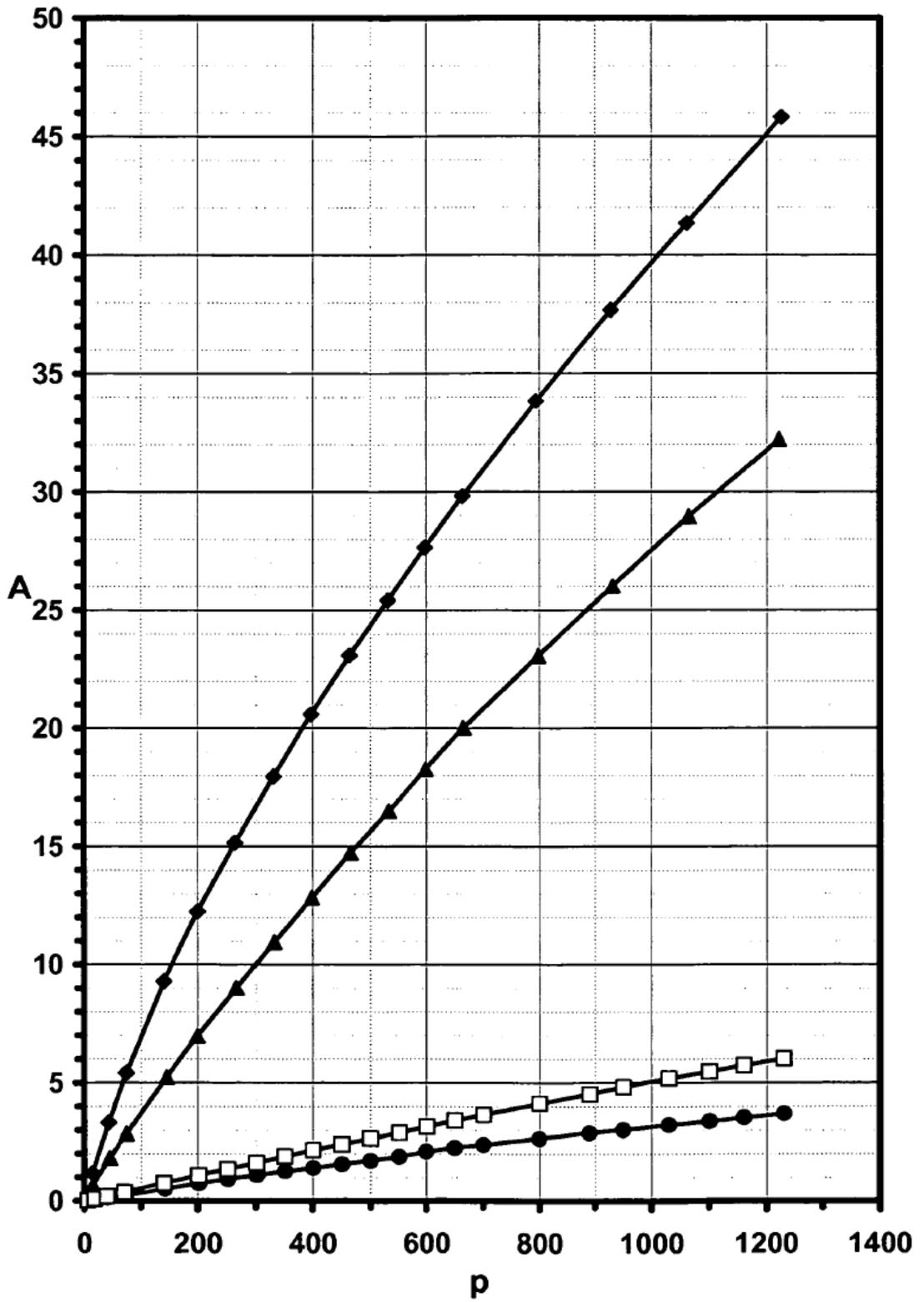


Fig. 3