

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 315**

51 Int. Cl.:

C08J 9/00 (2006.01)

C04B 14/06 (2006.01)

C08K 3/36 (2006.01)

C08K 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2011 E 11793417 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2649118**

54 Título: **Material compuesto que contiene partículas nanoporosas**

30 Prioridad:

07.12.2010 EP 10193989

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

22.05.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SANDLER, JAN KURT WALTER;
STEINKE, TOBIAS HEINZ;
ULANOVA, TATIANA y
HAHN, KLAUS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 536 315 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Material compuesto que contiene partículas nanoporosas

5 La invención se refiere a un material compuesto que contiene partículas nanoporosas, en particular un material compuesto de aerogel, a un procedimiento y a una composición para la preparación del material compuesto, así como al uso del material compuesto.

10 Los aerogeles y aerosiles son sólidos altamente porosos, en los que la parte predominante del volumen está compuesta de poros. Los aerogeles pueden basarse por ejemplo en base de silicato, sin embargo también en base de plástico o carbono. Los poros de los aerogeles presentan un diámetro que se encuentra en el intervalo de nanómetros. Como consecuencia del gran volumen de poros son adecuados los aerogeles en particular como materiales aislantes con propiedades de aislamiento excelentes con densidad baja. Los aerogeles se encuentran en primer lugar como partículas y pueden someterse a una conformación usando aglutinantes y por ejemplo pueden pensarse para obtener placas.

15 En la bibliografía se designan aerogeles también como geles con aire como agente de dispersión. Los aerogeles pueden prepararse mediante secado de un gel adecuado. Por el término aerogel se entiende en el contexto de la presente invención también xerogeles y criogeles. El proceso de conformación del aerogel se termina durante la transición sol-gel. Tras la formación de la estructura de gel sólida puede modificarse la forma externa tan sólo mediante trituración, por ejemplo molienda.

20 Por el documento EP-A-0 340 707 se conocen materiales aislantes de densidad de 0,1 g/cm³ a 0,4 g/cm³ con buena capacidad de aislamiento térmico y resistencia a la presión suficientemente alta, que se obtienen mediante adhesión de partículas de aerogel de sílice con un aglutinante inorgánico u orgánico. Como aglutinantes inorgánicos adecuados se mencionan a modo de ejemplo cemento, yeso, cal y/o vidrio soluble.

25 Por el documento EP 489 319 A2 se conocen espumas de material compuesto a base de partículas de aerogel de sílice y de una espuma de polímero de estireno. Por el documento US-A-6121336 se conoce mejorar las propiedades de espumas de poliuretano mediante incorporación de aerogeles de sílice. Por el documento DE 44 41 567 A1 se conoce seleccionar en materiales compuestos de aerogeles y aglutinantes inorgánicos el diámetro de partícula de las partículas de aerogel inferior a 0,5 mm. Por el documento EP 672 635 A1 se conoce usar en cuerpos moldeados de aerogeles de sílice y aglutinantes adicionalmente silicatos estratificados o minerales de arcilla. Por el documento US-A-6143400 se conoce además usar partículas de aerogel con diámetros inferiores a 0,5 mm en materiales compuestos de partículas de aerogel y un adhesivo. Por el documento DE 195 335 64 A1 se conocen materiales compuestos que contienen partículas de aerogel, aglutinante y un agente de fibras. Por el documento WO 30 2007/011988 A2 se conocen composiciones con las denominadas partículas de aerogel híbridas y un aglutinante, en las que las partículas de aerogel pueden estar unidas de manera covalente con el aglutinante.

35 El documento US 2007/259979 A da a conocer aerogeles orgánicos que están reforzados con cargas de aerogel inorgánicas. Como aerogeles orgánicos de acuerdo con este documento se usan por ejemplo poliisocianatos, poliureas, poliuretanos, etc. Este documento tampoco da a conocer un material compuesto que contenga un aglutinante que presente grupos amino primarios.

40 Para la fabricación de cuerpos moldeados de este tipo es necesario, sin embargo, con frecuencia el uso de altos contenidos en aglutinante. Además necesitan mejorar aún muchas propiedades de aplicación técnica tales como por ejemplo la conductividad térmica o la resistencia a la rotura. Con frecuencia resultan también problemas en la fabricación de los cuerpos moldeados. Numerosos aglutinantes orgánicos no pueden usarse debido a su alta viscosidad. El uso de dispersiones de baja viscosidad requiere según esto con frecuencia una dilución demasiado grande con disolventes acuosos, lo que tiene el inconveniente de que el aglutinante existente en las dispersiones no contrae ninguna unión con las partículas de aerogel de sílice por regla general hidrófobas, como consecuencia de la falta de humectación de la superficie de aerogel.

45 Por tanto era objetivo de la invención proporcionar materiales compuestos que con proporción de aglutinante relativamente baja pudieran presentar una conductividad térmica mejorada y una densidad baja. Los materiales compuestos deben poder prepararse de manera sencilla además, por ejemplo mediante aplicabilidad mejorada de aglutinantes orgánicos.

50 La invención se refiere a un material compuesto que contiene partículas nanoporosas, en particular granulares, en particular un aerogel, y un aglutinante reticulado a base de un aglutinante y de un agente reticulador, caracterizado porque el aglutinante es un polímero que está sustituido con grupos amino primarios.

55 La invención se refiere además a un procedimiento para la preparación del material compuesto, caracterizado porque se mezclan las partículas nanoporosas, en particular granulares, en particular el aerogel, el aglutinante y el agente reticulador, se realiza la reticulación mediante reacción del agente reticulador con los grupos amino primarios del aglutinante y el material obtenido o bien

a) se somete directamente a una conformación y dado el caso a un curado o

b) se granula el material, se almacena y en caso necesario se somete a la conformación y al curado.

La invención se refiere además a una composición para la preparación del material compuesto, que contiene partículas nanoporosas, en particular granulares, en particular un aerogel, un aglutinante y un agente reticulador, caracterizada porque el aglutinante es un polímero que está sustituido con grupos amino primarios.

5 En tanto que no se mencione lo contrario, en el contexto de la presente invención se definen los términos usados tal como sigue y se determinan las magnitudes de medición mencionadas tal como sigue:

partícula: como partícula se designan materiales particulados que o bien son monolíticos, es decir están constituidos por una sola pieza, o sin embargo que contienen esencialmente partículas con un diámetro más pequeño que el del material particulado, que están unidos dado el caso mediante un aglutinante adecuado, o están ensamblados mediante prensado para dar materiales particulados más grandes.

10

Porosidad: proporción de volumen de cavidades con respecto a volumen total, medida de acuerdo con adsorción y desorción de nitrógeno (< 100 nm) y porosimetría de mercurio (> 100 nm)

15 Hidrófobo: por sustancias hidrófobas se entiende en el contexto de las sustancias en cuestión las sustancias de este tipo que presentan a temperatura ambiente un ángulo de contacto superior a 90 ° con respecto a agua.

Nanoporoso: por nanoporoso se entiende que los poros de las partículas presentan un tamaño de 0,1 nm a 500 nm, en particular < 200 nm, de manera especialmente preferente < 100 nm (d50) y la porosidad asciende en particular a de 50 a 99, en particular de 70 a 99, de manera especialmente preferente de 80 a 99.

20 Granular: significa que los materiales particulados se encuentran en un tamaño de 0,1 μm a 100 μm, preferentemente de 1 μm a 30 μm (d50) y la proporción del eje espacial más largo con respecto al eje espacial más corto de las partículas asciende preferentemente a de 4:1 a 1:1.

25 Aerosil: por aerosil se entiende ácido silícico pirogénico que puede prepararse mediante hidrólisis de tetracloruro de silicio y presenta preferentemente un tamaño de partícula primario de 5-50 nm (d50).

Peso molecular: las indicaciones de peso molecular se refieren al promedio en número Mn.

Valor D₅₀: tamaño de grano, en el que el 50 % de las partículas es más fino y el 50 % más grueso que el valor indicado.

30 A continuación se indican formas de realización preferentes de la presente invención, pudiéndose combinar también las formas de realización indicadas en detalle.

La proporción de partículas nanoporosas en el material compuesto asciende preferentemente a del 1 % al 99,9 % en volumen, preferentemente del 5 % al 99 %, de manera especialmente preferente del 20 % al 99 %.

Partículas nanoporosas

35 Las partículas nanoporosas preferentes son granulares. Las partículas nanoporosas son en otras formas de realización preferentes aerogeles o aerosiles. Éstas pueden ser inorgánicas, inorgánico-orgánicas u orgánicas.

Aerogel

40 Los aerogeles adecuados para los materiales compuestos de acuerdo con la invención son en particular aquéllos a base de óxidos, en particular dióxido de silicio y óxidos metálicos, tales como en particular óxido de aluminio, titanio y zirconio, o aquéllos a base de sustancias orgánicas, tales como por ejemplo condensados de melamina y formaldehído (documento US-A-5.086.085), condensados de resorcina y formaldehído (documento US-A-4.873.218) así como aerogeles que pueden prepararse mediante polimerización de furfural con resinas fenólicas de novolaca. Son especialmente adecuados compuestos que sean adecuados para la técnica sol-gel, véase por ejemplo el documento WO 97/10188 A1, página 7, primer párrafo, tales como por ejemplo compuestos de Si o Al. Éstos pueden basarse sin embargo también en mezclas de los materiales mencionados anteriormente. Preferentemente se usan aerogeles que contienen compuestos de Si. Se prefieren especialmente aerogeles que contienen SiO₂, en particular aerogeles de SiO₂, que dado el caso están modificados de manera orgánica.

45

Los aerogeles preferentes presentan los siguientes parámetros:

50 Porosidad: del 50 % al 99 %, en particular del 70 % al 99 %, de manera especialmente preferente del 80 % al 99 %

Densidad: de 30 g/l a 300 g/l, preferentemente ≤ 150 g/l

Diámetro de partícula: de 0,1 μm a 100 μm, preferentemente de 1 μm a 30 μm (d50)

Diámetro de poro: de 0,1 a 500 nm, en particular < 200 nm, de manera especialmente preferente < 100 nm

55 Además se aplica que la conductividad térmica de los aerogeles disminuye con porosidad creciente y densidad decreciente y concretamente hasta una densidad en el intervalo de 0,1 g/cm³. Por este motivo se prefieren aerogeles

con porosidades por encima del 60 % y densidades entre el 0,1 g/cm³ y 0,4 g/cm³. La conductividad térmica del granulado de aerogel debía ascender preferentemente a menos de 40 mW/mK, de manera especialmente preferente menos de 25 mW/mK.

5 Los aerogeles especialmente preferentes son aerogeles de sílice que están compuestos esencialmente de dióxido de silicio amorfo, sin embargo dependiendo del modo de su preparación pueden contener aún compuestos orgánicos.

10 Las partículas de aerogel de sílice pueden prepararse de manera conocida a partir de acuosa de vidrio soluble a través de las etapas hidrogel de sílice, intercambio de disolvente y a continuación secado supercrítico. La forma de perla existente por regla general resulta según esto mediante la pulverización de un sol de ácido silícico que gelifica rápidamente por una boquilla construida especialmente y gelificación de las gotas al vuelo. Ciertas particularidades más detalladas para ello se han descrito en el documento DE-A-21 03 243. El intercambio de agua de hidrogel por otros líquidos químicamente inertes frente a dióxido de silicio se ha descrito por ejemplo en los documentos US-A-2.093.454, US-A-3.977.993 así como el documento JP-A-53/025 295.

Las partículas de aerogel pueden usarse en distribución monomodal, bimodal o multimodal.

15 En una forma de realización preferente, las partículas de aerogel presentan grupos de superficie hidrófobos. Los grupos adecuados para la hidrofobización permanente son por ejemplo grupos sililo trisustituidos de fórmula general -Si(R)₃, preferentemente grupos trialquilo y/o triarilsililo, siendo cada R independientemente un resto orgánico no reactivo tal como alquilo C₁-C₁₈ o arilo C₆-C₁₄, preferentemente alquilo C₁-C₆ o fenilo, en particular metilo, etilo, ciclohexilo o fenilo, que puede estar sustituido adicionalmente aún con grupos funcionales. Es especialmente
20 ventajoso para la hidrofobización permanente del aerogel el uso de grupos trimetilsililo. La introducción de estos grupos puede realizarse mediante reacción en fase gaseosa entre el aerogel y por ejemplo un derivado de trialquilsilano activado, tal como por ejemplo un clorotrialquilsilano o un hexaalquildisilazano (véase R. Iler, The Chemistry of Silica, Wiley & Sons, 1979).

Funcionalización de las partículas nanoporosas

25 Las partículas nanoporosas, en particular aerogeles, pueden fijarse en el aglutinante. La fijación de las partículas nanoporosas en el aglutinante puede fomentarse mediante introducción de grupos reactivos en la nanoestructura o mediante introducción de cantidades más bajas de aglutinantes.

30 Para la funcionalización química de la nanoestructura son adecuados por ejemplo compuestos químicos funcionalizados tales como alcoxisilanos, tales como por ejemplo 3-aminopropiltriatoxisilano o 3-aminopropilmetoxisilano. Estos grupos reactivos se unen en la primera etapa a través de la unidad de silano al aerogel y en la 2ª etapa permite el grupo amino una unión química al aglutinante.

Los sistemas adecuados para la funcionalización se han descrito muy detalladamente en el documento WO 2005103107 A1, página 9, línea 18 a página 15, línea 4, y están contenidos de manera expresa en esta solicitud.

35 Como aglutinante son adecuadas sustancias poliméricas, por ejemplo resinas de melamina-formaldehído. El experto conoce resinas de poliuretano, resinas de poliéster o resinas epoxídicas adecuadas. Tales resinas pueden encontrarse por ejemplo en Encyclopedia of Polymer Science und Technology (Wiley) en los siguientes capítulos: a) Polyesters, unsaturated: 3ª edición, vol. 11, 2004, pág. 41-64; b) Polyurethanes: 3ª edición, vol. 4, 2003, pág. 26-72 y c) Epoxy resins: 3ª edición, vol. 9, 2004, pág. 678-804. Además se encuentra en Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (Wiley) el siguiente capítulo: a) Polyester resins, unsaturated: 6ª edición, vol. 28, 2003, pág. 65-74; b) Polyurethanes: 6ª edición, vol. 28, 2003, pág. 667-722 y c) Epoxy resins: 6ª edición, vol. 12, 2003, pág. 285-303.
40 Además pueden usarse polímeros con funcionalidad amino o hidroxilo, en particular una polivinilamina o un poli(alcohol vinílico). Ciertos ejemplos a base de resina de melamina y fenólica así como acrilamida se han descrito en los documentos EP0451535B1 y DE19649796A1.

Aglutinante

45 Los aglutinantes que van a usarse de acuerdo con la invención son polímeros con una función amino primaria. Por esto se entiende polímeros que están sustituidos con grupos amino primarios. En una forma de realización especialmente preferente, el aglutinante contiene unidades de vinilamina recurrentes de fórmula



50 En una forma de realización muy especialmente preferente, en el caso del aglutinante se trata de una polivinilamina, en particular con una masa molar de 10.000 a 500.000 [g/mol], preferentemente de 10 a 400.000. Adicionalmente a los grupos amino puede presentar la cadena polimérica otros sustituyentes, en particular restos de formamida. En una forma de realización preferente, la polivinilamina puede obtenerse mediante polimerización por radicales o iniciada catiónicamente de vinilformamida e hidrólisis de los grupos formamida en el intervalo ácido o básico. La hidrólisis puede realizarse a este respecto completamente o parcialmente.

Adicionalmente al aglutinante de acuerdo con la invención pueden usarse otros aglutinantes orgánicos o inorgánicos en una cantidad del 0,1-5 % en peso, con respecto al aglutinante con funcionalidad amino. Otros aglutinantes orgánicos adecuados son por ejemplo los aglutinantes conocidos por el documento EP 672 635 A1, tales como adhesivos de reacción tales como adhesivos de resina epoxídica, adhesivos de poliuretano reactivos, resinas de fenol, resorcina, urea y melamina-formaldehído, adhesivos de resina de sílica, resinas de poliimida y polibencimidazol, adhesivos de masa fundida tales como copolímeros de etileno-acetato de vinilo y poliamidas, ceras, así como adhesivos de dispersión acuosos tales como copolímeros de estireno-butadieno y estireno-éster acrílico. El aglutinante puede contener adicionalmente, tal como se indica en el documento EP 06 72 625 A1, silicatos estratificados y/o minerales de arcilla.

Para conseguir una buena distribución de los aglutinantes en las cavidades de cuña con proporción de aerogel alta y adhesión a ser posible buena, en el caso de que se parta de aglutinantes en forma sólida debían ser los granos de los aglutinantes preferentemente inferiores a los del granulado del aerogel. Además puede ser necesario un procesamiento a presión elevada.

Si el aglutinante debe procesarse a temperaturas elevadas tales como por ejemplo en el caso de adhesivos de fusión o adhesivos de reacción, tales como por ejemplo resinas de melamina-formaldehído, entonces el aglutinante debe seleccionarse de modo que su temperatura de fusión no sobrepase la temperatura de fusión de las fibras.

El aglutinante se usa en general en una cantidad del 1 % al 50 % en volumen del material compuesto, preferentemente en una cantidad del 1 % al 30 % en volumen. La elección del aglutinante depende de los requerimientos mecánicos y térmicos en el material compuesto así como los requerimientos con respecto a la protección frente a incendios.

Agente reticulador

El agente reticulador se usa para obtener un aglutinante reticulado mediante reacción con los grupos amino del aglutinante. Este aglutinante reticulado forma una matriz en la que está incrustada el aerogel. En una forma de realización especialmente preferente, el aglutinante y el aglutinante reticulado son hidrófilos. Por tanto, el aglutinante y el aglutinante reticulado no se introducen, o sólo de manera subordinada, en el aerogel hidrófobo. Como agente reticulador son adecuados todos los compuestos que pueden reaccionar con el aglutinante que va a usarse de acuerdo con la invención, en particular aldehídos, isocianatos, epóxidos, acrilatos, acrilamidas, ésteres y divinilsulfonatos. Los agentes reticuladores especialmente adecuados son glioxal y dimetiléter de etilenglicol.

Aditivos

El material compuesto puede contener en cantidades eficaces otros aditivos tales como por ejemplo colorantes, pigmentos, cargas, agentes ignífugos, sinergistas para agentes ignífugos, agentes antiestáticos, estabilizadores, ablandadores y agentes opacificantes IR.

Para la reducción del aporte de radiación a la conductividad térmica puede contener el material compuesto agentes opacificantes IR tales como por ejemplo óxidos metálicos, óxidos no metálicos, polvo metálico, por ejemplo polvo de aluminio, carbono, por ejemplo hollín, grafito, diamante o colorantes y pigmentos colorantes orgánicos, lo que es especialmente ventajoso para aplicaciones a altas temperaturas. Se prefieren especialmente hollín, dióxido de titanio, óxidos de hierro o dióxido de zirconio. Los materiales mencionados anteriormente pueden usarse tanto respectivamente solos como en combinación, es decir en forma de una mezcla de varios materiales.

Con respecto a la formación de grietas y resistencia a la rotura puede ser además ventajoso cuando están contenidas fibras en el material compuesto. Como material de fibra pueden usarse fibras orgánicas tales como por ejemplo fibras de polipropileno, poliéster, nailon o melamina-formaldehído y/o fibras inorgánicas, tales como por ejemplo fibras de vidrio, minerales así como fibras de SiC y/o fibras de carbono.

La categoría de inflamación del material compuesto obtenido tras el secado se determina mediante la categoría de inflamación del aerogel y del aglutinante inorgánico así como dado el caso la del material de fibra. Para obtener una categoría de inflamación a ser posible favorable del material compuesto (de difícil inflamación o incombustible), debían estar compuestas las fibras de material no combustible, por ejemplo fibras minerales, de vidrio o de SiC.

Para evitar un aumento de la conductividad térmica mediante las fibras añadidas,

- a) debía ascender la proporción de volumen de las fibras a del 0,1 % al 30 %, preferentemente del 1 % al 10 %, y
- b) debía ser la conductividad térmica del material de fibra preferentemente $< 1 \text{ W/mK}$.

Mediante la elección adecuada del material y/o el diámetro de fibra puede reducirse el aporte de radiación a la conductividad térmica y puede conseguirse una resistencia mecánica mayor. Para ello debía encontrarse el diámetro de fibra preferentemente en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $30 \mu\text{m}$. El aporte de radiación a la conductividad térmica puede reducirse especialmente cuando se usan fibras de carbono o fibras que contienen carbono.

La resistencia mecánica puede verse influida además por la longitud y la distribución de las fibras en el material compuesto. Preferentemente se usan fibras cuya longitud se encuentra entre 0,5 y 10 cm. Para cuerpos moldeados en forma de placa pueden usarse también tejidos de fibras.

5 Además, el material compuesto puede contener otros coadyuvantes, tales como por ejemplo tilosa, almidón, poli(alcohol vinílico) y/o emulsiones de cera. Se usan en el estado de la técnica a escala industrial en la conformación de masas cerámicas.

10 Además, el material compuesto puede contener aditivos que se usan para su preparación, o se producen durante la preparación, así por ejemplo agentes de deslizamiento para la compresión, tales como estearato de cinc, o los productos de reacción de agentes aceleradores del curado ácidos o de escisión de ácido en el caso del uso de resinas.

15 La categoría de inflamación del material compuesto se determina mediante la categoría de inflamación del aerogel, de las fibras y del aglutinante así como de otras sustancias dado el caso contenidas. Para obtener una categoría de inflamación lo más favorable posible del material compuesto, debían usarse preferentemente tipos de fibra no inflamables, tales como por ejemplo fibras de vidrio o minerales, o tipos de fibra de difícil inflamación tales como por ejemplo TREVIRA C[®] o fibras de resina de melamina, aerogeles de base inorgánica, de manera especialmente preferente a base de SiO₂, y aglutinantes de difícil inflamación tales como por ejemplo aglutinantes inorgánicos o resinas de urea y de melamina-formaldehído, adhesivos de resina de silicona, resinas de poliimida y polibencimidazol.

Procesamiento

20 Si se usa el material en forma de estructuras planas, tales como por ejemplo placas o esteras, puede revestirse por laminación en al menos un lado con al menos una capa de cubierta para mejorar las propiedades de la superficie, así por ejemplo para elevar la robustez, para configurar ésta como barrera al vapor o protegerla frente a la ligera capacidad de ensuciamiento. Las capas de cubierta pueden mejorar también la estabilidad mecánica de la pieza moldeada de material compuesto. Si se usan capas de revestimiento en las dos superficies, entonces éstas pueden ser iguales o distintas.

25 Como capas de cubierta son adecuados todos los materiales conocidos por el experto. Éstos pueden ser no porosos y actuar con ello como barrera al vapor, tales como por ejemplo láminas de plástico, preferentemente láminas metálicas o láminas de plástico metalizadas que reflejan la radiación térmica. Sin embargo pueden usarse también capas de cubierta porosas que permiten una introducción de aire en el material y con ello conducen a un mejor aislamiento acústico, tales como por ejemplo láminas porosas, papeles, tejidos o materiales textiles no tejidos.

30 Además, los revestimientos por laminación o las laminaciones pueden realizarse por ejemplo con amplio mantenimiento de las propiedades acústicas con los denominados sistemas "abiertos", tales como por ejemplo placas perforadas.

35 Las capas de cubierta pueden estar constituidas incluso también por varias capas. Las capas de cubierta pueden estar fijadas con el aglutinante, mediante el cual están unidas las fibras y las partículas de aerogel entre sí y una con otra, sin embargo puede usarse también otro adhesivo.

40 La superficie del material compuesto puede cerrarse o reforzarse también mediante introducción al menos de un material adecuado en una capa de superficie. Como materiales son adecuados por ejemplo polímeros termoplásticos, tales como por ejemplo polietileno y polipropileno, o resinas tales como por ejemplo resinas de melamina-formaldehído.

Los materiales compuestos de acuerdo con la invención presentan conductividades térmicas entre 10 mW/mK y 100 mW/mK, preferentemente en el intervalo de 10 mW/mK a 50 mW/mK, de manera especialmente preferente en el intervalo de 15 mW/mK a 40 mW/mK.

Preparación de los materiales compuestos

45 Los materiales compuestos de acuerdo con la invención se preparan preferentemente debido a que se mezclan un aerogel, un aglutinante y un agente reticulador entre sí, siendo el aglutinante un polímero que está sustituido con grupos amino primarios, se mantiene la mezcla a una temperatura de preferentemente 60-100 °C con reacción del agente reticulador con el aglutinante, curándose la masa preferentemente en un molde.

50 Las partículas de aerogel de sílice con un diámetro promedio d_m entre 0,001 mm y 8 mm se revisten por ejemplo con una suspensión acuosa que contiene silicatos estratificados y/o minerales de arcilla y al menos un aglutinante orgánico o inorgánico y/o se mezclan y la masa se cura en un molde.

En una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, el molde está equipado en los lados internos de manera permeable a la humedad y de manera hidrófoba.

Esto puede realizarse por ejemplo mediante superposición de tamices metálicos y láminas de polímero adecuadas.

En una forma de realización preferente se combinan los materiales compuestos de acuerdo con la invención con otras espumas, por ejemplo espumas de poliuretano y/o poliestireno. En una forma de realización especialmente preferente se reviste por laminación el material compuesto de acuerdo con la invención con poliestireno expandido. En otra forma de realización especialmente preferente se mezcla el material compuesto de acuerdo con la invención con espumas de poliestireno, en particular poliestireno expandido. La proporción de mezcla puede adaptarse según esto a los respectivos requerimientos sin dificultades y puede encontrarse por ejemplo en la proporción de volumen de 10:90 a 90:10.

Los materiales compuestos de acuerdo con la invención pueden usarse debido a sus excelentes propiedades mecánicas (por ejemplo elevada resistencia a la rotura) y propiedades de aislamiento térmico (en general pueden conseguirse conductividades térmicas inferiores a 0,025 W/mK) en los más diversos campos.

Ciertos ejemplos de ello son el aislamiento térmico de edificios, calderas de calefacción, aparatos de refrigeración, hornos (véase el documento EP-A-0 475 285), tubos de calefacción, conductos de calefacción a distancia, depósitos para gas licuado, acumuladores de calor nocturno así como aislamientos de vacío de aparatos técnicos de los más distintos tipos.

En particular, los materiales compuestos de acuerdo con la invención son adecuados para el aislamiento interior para conseguir un patrón de baja energía, para el aislamiento exterior, dado el caso en combinación con adhesivos cementosos e inorgánicos, así como parte de una combinación de enlucido de base, mortero de refuerzo y enlucido acabador, para el aislamiento de techos, así como en aplicaciones técnicas en frigoríficos, cajas de transporte, componentes tipo sándwich, aislamientos de tubo y espumas técnicas.

Otra ventaja de los materiales compuestos de acuerdo con la invención es además que su superficie es homogénea y lisa. Los materiales compuestos pueden mecanizarse además de manera especialmente fácil mediante serrado, pulido o corte. Según esto no se cae ninguna partícula de aerogel individual, de modo que también las superficies mecanizadas se presentan homogéneas.

Ejemplos

Ejemplo 1 (invención)

Se mezclaron 200 g de un aerogel de SiO₂ modificado de manera orgánica (99,2 % en volumen), 300 g de polivinilamina Lupamin® tipo 9095 (acuosa acuosa al 10 %), 20 g de agua y 1,7 g de glioxal como agente reticulador y se añadieron a un molde (base: 20 cm * 20 cm). El granulado de aerogel tenía un tamaño de grano en el intervalo de 0,1 mm a 4,0 mm, una densidad aparente de 80 kg/m³ a 100 kg/m³ y una conductividad térmica de aproximadamente 18 mW/m²*K. La placa se secó en un armario de desecación a 70 °C. El cuerpo moldeado obtenido como placa mecánicamente estable (20 cm * 20 cm * 4 cm) tenía una densidad de 130 g/l y una conductividad térmica de 16,7 mW/m²*K.

Ejemplo 2 (comparación)

Se mezclaron 780 g de polivinilamina Lupamin® tipo 9095 (acuosa acuosa al 10 %) con 780 g de un aerogel de SiO₂ modificado de manera orgánica del ejemplo 1, 78 g de agua y 7 g de glioxal como agente reticulador. La masa así obtenida se añadió a un molde de 50 cm * 50 cm * 5 cm y se prensó entre 2 placas de calefacción (a 90 °C). Tras 3 horas se desmoldó la placa y se secó a 70 °C en un armario de desecación hasta que la masa fuera constante.

El cuerpo moldeado obtenido como placa mecánicamente estable (50 cm * 50 cm * 5 cm) tiene una densidad de 140 g/l y una conductividad térmica de 16,2 mW/m²*K.

En la placa se realizaron mediciones físicas, cuyos resultados están resumidos en la siguiente tabla:

Valor de Lambda:	16,2 mW/m ² *K
Resistencia a la presión:	194 kPa
Resistencia a la flexión:	100 kPa
Densidad:	140 g/l

Ejemplo 3

Se cortó un disco de 2 cm de espesor de la placa del ejemplo 1 (densidad de 130 g/l) y se pegó arriba y abajo con una placa Neopor de 1 cm de espesor. La densidad y las propiedades mecánicas se mejoran adicionalmente:

Valor de Lambda:	22,4 mW/m ² *K
Densidad:	60 g/l
resistencia a la flexión:	222 kPa
resistencia a la presión:	170 kPa

Ejemplo 4

5 Se mezclaron 100 g de un aerogel de SiO₂ modificado de manera orgánica (aproximadamente el 45 % en volumen), 200 g de polivinilamina Lupamin® tipo 9095 (acuosa acuosa al 10 %), 20 g de agua y 1,7 g de glioxal como agente reticulador y se añadieron a un molde con 30 g de Neopor® tipo P5300 (aproximadamente el 55 % en volumen) (base: 20 cm * 20 cm). La placa se secó en un armario de desecación a 60 °C.

El cuerpo moldeado obtenido como placa mecánicamente estable (20 cm * 20 cm * 4 cm) presenta los siguientes valores:

Valor de Lambda: 24 mW/m*K
Densidad: 100 g/l

REIVINDICACIONES

1. Material compuesto que contiene partículas nanoporosas, en particular granulares, en particular un aerogel, y un aglutinante reticulado a base de un aglutinante y de un agente reticulador, **caracterizado porque** el aglutinante es un polímero que está sustituido con grupos amino primarios.
- 5 2. Material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el aerogel es un aerogel de SiO₂ dado el caso modificado de manera orgánica.
3. Material compuesto según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las partículas presentan un tamaño de partícula (valor D₅₀) de 0,1 μm a 100 μm, en particular 1-30 μm.
- 10 4. Material compuesto según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las partículas presentan una porosidad del 50 % al 99 %.
5. Material compuesto según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglutinante presenta unidades de vinilamina polimerizadas recurrentes.
6. Material compuesto según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglutinante es una polivinilamina, preferentemente con una masa molar de 10.000 g/mol a 500.000 g/mol.
- 15 7. Material compuesto según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el agente reticulador presenta grupos que reaccionan con los grupos amino del aglutinante.
8. Material compuesto según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el agente reticulador es glioxal.
- 20 9. Composición para la preparación de un material compuesto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, que contiene partículas nanoporosas, en particular un aerogel, un aglutinante y un agente reticulador, **caracterizada porque** el aglutinante es un polímero que está sustituido con grupos amino primarios.
10. Composición de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada porque** en 100 partes en peso de aerogel están contenidas: de 10 a 25 partes en peso del aglutinante y de 0,5 a 5 partes en peso del agente reticulador.
- 25 11. Procedimiento para la preparación del material compuesto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se mezclan las partículas, el aglutinante y el agente reticulador, se realiza la reticulación mediante reacción del agente reticulador con los grupos amino del aglutinante y el material obtenido o bien
- a) se somete directamente a una conformación y dado el caso a un curado o
- b) se granula el material, se almacena y en caso necesario se somete a la conformación y al curado.
- 30 12. Cuerpo moldeado, en particular placas, a base de un material compuesto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, y de otra espuma, en particular poliuretano o poliestireno.
13. Cuerpo moldeado de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** la otra espuma está laminada en el material compuesto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8.
- 35 14. Cuerpo moldeado de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** la otra espuma está mezclada con el material compuesto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8.
15. Uso de un material de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 8 y 12 a 14 para el aislamiento térmico o acústico.