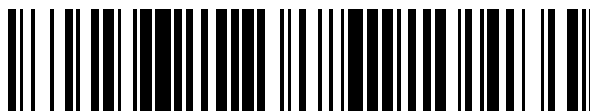


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 118**

51 Int. Cl.:

**D04H 1/42** (2006.01)

**D04H 1/54** (2006.01)

**F16L 59/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08787258 .6**

96 Fecha de presentación: **15.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2188427**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2010**

54 Título: **Asociaciones de fibras y su utilización en sistemas de aislamiento en vacío**

30 Prioridad:  
**14.09.2007 DE 102007043946**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.04.2012**

73 Titular/es:  
**Evonik Degussa GmbH  
Rellinghauser Strasse 1-11  
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:  
**SCHULTZ, Thorsten;  
GRIESSER, Herbert;  
MARKOWZ, Georg;  
SCHÜTTE, Rüdiger;  
EBERT, Hans-Peter;  
GEISLER, Matthias y  
WACHTEL, Johannes**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 378 118 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**

Asociaciones de fibras y su utilización en sistemas de aislamiento en vacío

- 5 La presente invención se refiere a una asociación de fibras la cual puede emplearse preferiblemente en sistemas de aislamiento en vacío. Además de ello, la presente invención describe sistemas de aislamiento que comprenden una asociación de fibras de acuerdo con la invención, así como el uso de fibras de material sintético de alto rendimiento.
- 10 En el curso de fuentes de energía fósiles cada vez más escasas y de necesidades de protección climáticas que se agudizan, las tecnologías ahorradoras de energía y el transporte de energía rentable así como el almacenamiento intermedio de energía de aprovechamiento obtenida de forma conservadora de las fuentes, adquieren una importancia creciente. Una alternativa prometedora para esta ampliación y reorientación de la industria energética fósil es el empleo de soportes energéticos criogénicos, por ejemplo de una industria ecológica del hidrógeno.
- 15 En todos estos campos aumenta por lo tanto la demanda de materiales de aislamiento térmicos productivos. En particular, infraestructuras criogénicas expandidas pueden sólo ser hechas funcionar de modo rentable cuando aislamientos térmicos extraordinarios limiten de modo extremo las inevitables incorporaciones de calor procedentes del entorno.
- 20 Sistemas de conducción para el transporte de líquidos fríos se describen, entre otros, en los documentos DE-A-31 03 587, DE-A-36 30 399, EP-A-0 949 444, US. 4.924.679, DE-A-100 31 491, DE 692 02 950 T2, DE 195 11 383 A1, DE 196 41 647 C1, DE 695 19 354 T2, DE-A-20 13 983 y WO 2005/043028.
- 25 La memoria de patente DE-A-31 03 587 describe una manguera térmicamente aislada que presenta una estructura compleja. Como material de aislamiento se propone particularmente material esponjado. No obstante, en esta memoria de patente no se describe ningún sistema cuyo aislamiento pueda ser mejorado mediante el uso de vacío.
- 30 Un sistema de manguera que puede ser hecho funcionar bajo vacío se representa en el documento DE-A-36 30 399. No obstante, el vacío es generado por bombas. Como material de aislamiento se describe, en particular, una carga de polvos. Para la desviación del gas procedente de la manguera se expone un material de velo el cual es comprimido a la carga durante la aplicación del vacío.
- 35 Una manguera criogénica flexible para el transporte de medios fríos, en particular para el transporte de gases licuados, se representa en el documento EP-A-0 949 444. No obstante, aquí sólo se describe el uso de fluoropolímeros y no exponiéndose el empleo de fibras de este material. Más bien, se describen distanciadores, en particular bandas o discos de estos materiales sintéticos.
- 40 El uso de CO<sub>2</sub> para la generación de un vacío dentro de un sistema de conducción se expone en el documento US 4.924.679. Sin embargo, como material se propone asimismo el uso de mangueras de flúor, sin que en esta memoria de patente se exponga indicación alguna sobre materiales de fibras.
- 45 En el documento DE-A-100 52 856 se propone aprovechar el calor de vaporización del medio criogénico para el enfriamiento y licuación de un medio almacenador de energía mediante transferencia de fases, por ejemplo de aire. Con ello, el tiempo de permanencia para el almacenamiento del medio criogénico se puede prolongar considerablemente. En el caso de la carga y extracción de medio criogénico del recipiente de almacenamiento, se recurre al medio almacenador de energía, con el fin de mejorar el balance de energía durante el almacenamiento.
- 50 Se ha descrito ya también el empleo de múltiples sistemas de generación-almacenamiento de energía – red de abastecimiento de técnica doméstica de obtención de energía solar/calor del medio ambiente. Un ejemplo de ello se encuentra en el documento DE-A-100 31 491. Sin embargo, en este documento sólo se abordan de modo muy general múltiples posibilidades de ejecución de sistemas de este tipo.
- 55 El documento DE 692 02 950 T2 describe un conducto de transferencia para un fluido criogénico. Este presenta tuberías acopladas térmicamente para el transporte del fluido criogénico y de un fluido refrigerante, que están

recubiertas con una lámina que está unida con dispositivos de unión con la tubería refrigerante.

A partir del documento DE 195 11 383 A1 se conoce un procedimiento de licuación de gas natural, el cual está acoplado con un procedimiento de evaporación para líquidos criogénicos. Un perfeccionamiento de este procedimiento se describe en el documento DE 196 41 647 C1 30.

El documento DE 695 19 354 T2 da a conocer un dispositivo de entrega con sub-refrigerador para líquido criogénico.

En el documento DE-A-20 13 983 se da a conocer un sistema de tuberías para la transmisión de energía eléctrica, de rendimiento refrigerante o para el transporte de gases técnicos, el cual puede ser empleado para la construcción de una extensa red de tuberías con diferentes funcionalidades.

Finalmente, la memoria de patente WO 2005/043028 describe un componente de tubería para una red de energía y un procedimiento para el suministro a consumidores de soportes de energía criogénicos.

Las memorias de patente previamente expuestas describen ya sistemas de tuberías que pueden ser empleados para el transporte de soportes de energía criogénicos. No obstante, sigue existiendo la constante demanda de mejorar las propiedades de estos sistemas de tuberías.

Una parte de los sistemas previamente expuestos describe tuberías que están hechas de un material rígido. No obstante, estos materiales aislantes no se adaptan de forma sencilla a componentes a aislar conformados de modo complejo. Ya en la aplicación del vacío, debe estar predeterminada la posterior forma del componente a circundar. Por consiguiente, no se puede realizar prácticamente una circuncisión completa de un componente sin cantos ni costuras que discurren en la dirección de transporte del calor (los denominados puentes de calor). A las propiedades de aislamiento en parte extraordinarias de componentes aislantes de este tipo en su superficie, se oponen, por consiguiente en el empleo práctico, numerosos puentes de calor inevitables en las transiciones desde un componente de aislamiento al siguiente. Toda la acción de aislamiento efectiva de un tramo de tubo aislado de esta manera para gases criogénicos es con ello, habitualmente claramente demasiado mala para el transporte a lo largo de largos recorridos. Además, condicionado por la rigidez de estos componentes de aislamiento, su tratamiento es a menudo difícil y está fuertemente limitado desde un punto de vista geométrico.

Una posibilidad para el aislamiento de componentes conformados de modo complejo es rodear a éstos de una envuelta circundante susceptible de ser cerrada de forma estanca a los gases, rellenar el espacio hueco entre la envuelta y el componente con una carga (consistente en polvo) y, a continuación, reducir la presión de gas sólo dentro de esta envolvente. Sin embargo, en este caso el problema es un posicionamiento definido, en particular un centrado lo más exacto posible del componente a aislar dentro de la envolvente, dado que las cargas de polvo pueden ser ciertamente bien incorporadas también en recintos huecos angulosos, pero a penas ofrecen soporte para componentes pesados o móviles. Cargas de este tipo se comportan en parte como líquidos, de modo que el componente a aislar puede ser fácilmente desplazado junto al borde de la envolvente, con lo cual se forma localmente una capa de aislamiento demasiado delgada. Sólo distanciadores adecuados pueden poner remedio, los cuales a su vez representan por una parte puentes de calor, pero por otra parte hacen que la construcción en conjunto sea muy compleja y difícil de tratar.

Estos sistemas flexibles se describen, entre otros, en el documento WO 2005/043028 cuyo aislamiento no satisface a muchas exigencias. Para el aislamiento de estos sistemas flexibles se propone en el WO 2005/043028 el uso de materiales esponjosos, polvos de ácido silícico o fibras minerales. Sin embargo, los materiales esponjosos muestran una capacidad conductora del calor relativamente elevada. Fibras minerales tales como, por ejemplo, amianto se han de evitar por motivos de salud. En el caso de utilizar polvos de ácido silícico, el rendimiento del aislamiento puede disminuir en el caso de una disposición no conforme a las normas del sistema de tuberías. El uso de fibras de material sintético como material aislante no se expone en el documento WO 2005/043028. No obstante, muchos de estos materiales de aislamiento muestran desventajas similares a las de los materiales esponjosos previamente expuestos.

Así, por ejemplo, materiales de aislamiento a base de fibras de materiales sintéticos se exponen en los documentos US 4.588.635, US 4.681.789, US. 4.992.327 y US 5.043.207 de la razón social Albany International

5 Corp., Albany, N.Y. (EE.UU.). No obstante, en los ejemplos únicamente se encuentran realizaciones para formar velos de PET los cuales, como material aislante en los sistemas de tuberías precedentemente expuestos, no conducen en general a ninguna propiedad mejor que las de los materiales esponjosos previamente expuestos. La combinación de fibras de alto rendimiento con fibras con aglutinante que son objeto de la presente asociación de fibras, no se expone explícitamente en estas memorias de patente.

A la vista del estado de la técnica indicado y discutido en esta memoria, era una misión de la presente invención proporcionar un material de aislamiento que presentara un perfil de propiedades extraordinario.

10 El perfil de propiedades comprende, en particular, una conductividad térmica muy baja del material y buenas propiedades mecánicas, que también se conserven a bajas temperaturas. A las propiedades mecánicas pertenece, en particular, el hecho de que el material presente una elevada resistencia mecánica frente a una presión de carga y una elevada elasticidad a temperaturas elevadas y bajas, con el fin de garantizar, por ejemplo, un posicionamiento definido de las conducciones internas, de modo que se conserven esencialmente las propiedades amortiguadoras. Además, una tubería con aislamiento debe presentar una flexibilidad suficiente, de modo que la tubería pueda ser tendida de forma sencilla y segura.

20 Estos problemas, así como otros que no se mencionan explícitamente, pero que se pueden deducir naturalmente a partir de las relaciones discutidas en esta memoria o que resultan obligatoriamente de las anteriores se resuelvan mediante la asociación de fibras descrita en la reivindicación 1. Variaciones convenientes de esta asociación de fibras se protegen en las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 1. En relación con un sistema de aislamiento así como del uso, las reivindicaciones 11 ó 10 proporcionan una solución de los problemas en los que se fundamentan.

25 Por consiguiente, objeto de la presente invención es una asociación de fibras que comprende fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y fibras con aglutinantes, comprendiendo la asociación de fibras al menos 70% en peso de fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y a lo sumo 30% en peso de fibras con aglutinantes, la cual se caracteriza porque la asociación de fibras presenta una densidad, medida a una sollicitación transversal al plano de la orientación principal de las fibras de 1 mbar hasta 1000 mbar, en el intervalo de 50 a 306 kg/m<sup>3</sup> así como una disposición a modo de capas de las fibras, en donde al menos una parte de las fibras está unida entre sí mediante puntos de contacto que se pueden obtener mediante reblandecimiento de las fibras con aglutinantes, y porque las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan una forma en sección transversal no circular.

35 Mediante las medidas de acuerdo con la invención se consigue, sorprendentemente, proporcionar un material aislante con un perfil de propiedades extraordinario.

40 Una asociación de fibras de acuerdo con la invención muestra una muy escasa conductividad térmica del material y buenas propiedades mecánicas, que también se conservan a bajas temperaturas. A las propiedades mecánicas pertenece, en particular, el hecho de que la asociación de fibras tratada presenta una elevada resistencia mecánica frente a presión de sollicitación y una elevada elasticidad a temperaturas elevadas y bajas. De manera correspondiente, la asociación de fibras puede ofrecer un soporte suficiente a una tubería que conduce un soporte energético criogénico, de modo que se conserva un posicionamiento definido de estas tuberías durante su tendido y durante el funcionamiento. Además, tuberías que presentan una asociación de fibras de acuerdo con la invención, pueden presentar una flexibilidad suficiente, de modo que las tuberías pueden ser tendidas de manera sencilla y segura.

50 Además de ello, asociaciones de fibras de acuerdo con la invención y sistemas de aislamiento que comprenden estas asociaciones de fibras pueden ser producidos y elaborados de forma sencilla y económica.

55 Una asociación de fibras de la presente invención comprende fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y fibras con aglutinantes. Las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento son conocidas en el mundo científico. Entre ellas, se han de entender, en particular, fibras de materiales sintéticos que pueden ser empleadas a temperaturas elevadas. Preferiblemente, los materiales sintéticos con los que se fabrican estas fibras, presentan bajas conductividades térmicas de cuerpos sólidos, son muy elásticas y duras, estables frente a los productos químicos, difícilmente inflamables y disponen de un coeficiente de extinción IR relativamente elevado.

Las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan un punto de fusión o una temperatura de transición vítrea de al menos 200°C, de manera particularmente preferida al menos 230°C. Esta propiedad puede medirse por medio de DSC (calorimetría por barrido diferencial).

5 La conductividad térmica de los cuerpos sólidos de materiales sintéticos preferidos para la producción de fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento asciende preferiblemente a lo sumo a 0,7 W/(mK), de manera particularmente preferida a lo sumo a 0,2 W/(mK), medida por ejemplo conforme a la norma ASTM 5930-97 o DIN 52616 a una temperatura de 293 K.

10 A las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento preferidas pertenecen, entre otros, fibras de poliimida, fibras de polibencimidazol, fibras de poliaramida, fibras de poliétercetona y/o fibras de poli(sulfuro de fenileno), siendo particularmente preferidas las fibras de poliimida.

15 Las poliimididas son en sí conocidas y se exponen, por ejemplo, en Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5ª edición en CD-ROM.

Las poliimididas pueden presentar preferiblemente una media ponderal del peso molecular en el intervalo de 25.000 a 500.000 g/mol.

20 Poliimididas preferidas pueden obtenerse mediante condensación de anhídridos con aminas y/o isocianatos. En este caso, preferiblemente, se hace reaccionar un anhídrido al menos bifuncional con un isocianato al menos bifuncional en disolventes apróticos fuertemente polares tales como, p. ej., NMP, DMF, DMAc o DMSO bajo disociación de CO<sub>2</sub>. Alternativamente, puede hacerse reaccionar un anhídrido al menos bifuncional con una amina al menos bifuncional, en donde en el caso de esta variante, los poliamidoácidos previamente formados deben ser imidados en una segunda etapa. Esta imidación se lleva a cabo habitualmente térmicamente a temperaturas por encima de 150 a 350°C, o químicamente con ayuda de agentes sustractores de agua tales como acetanhídrido y una base tal como piridina a la temperatura ambiente.

30 Componentes monómeros preferidos para la preparación de las poliimididas comprenden, entre otros, diisocianatos aromáticos, en particular 2,4-diisocianato-tolueno (2,4-TDI), 2,6-diisocianato-tolueno (2,6-TDI), 1,1'-metilen-bis[4-isocianatobenceno] (MDI), 1H-indeno-2,3-dihidro-5-isocianato-3-(4-isocianatofenil)-1,1,3-trimetilo (CAS 42499-87-6); anhídridos de ácidos aromáticos, por ejemplo 5,5'-carbonilbis-1,3-isobenzofurandiona (anhídrido del ácido benzofenonatetracarboxílico, BTDA), anhídrido del ácido piromelítico (PMDA). Estos componentes monómeros pueden emplearse individualmente o en forma de mezcla.

Conforme a un aspecto particular de la presente invención, en calidad de poliimididas se puede emplear un polímero el cual se puede obtener de la reacción de una mezcla que comprende 5,5'-carbonilbis-1,3-isobenzofurandiona (BTDA) con 2,4-diisocianato-tolueno (2,4-TDI), 2,6-diisocianato-tolueno (2,6-TDI), 1,1'-metilenbis[4-isocianatobenceno] (MDI). La proporción de BTDA asciende en este caso preferiblemente al menos a 70% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 90% en moles y, de manera muy particularmente preferida, aproximadamente a 100% en moles, referido a los anhídridos de ácido empleados. En este caso, la proporción de 2,4-TDI asciende preferiblemente al menos a 40% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 60% en moles y, de manera muy particularmente preferida, a aproximadamente a 64% en moles, referido a los diisocianatos empleados. En este caso, la proporción de 2,6-TDI asciende preferiblemente al menos a 5% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 10% en moles y, de manera muy particularmente preferida, a aproximadamente a 16% en moles, referido a los diisocianatos empleados. En este caso, la proporción de MDI asciende preferiblemente al menos a 10% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 15% en moles y, de manera muy particularmente preferida, a aproximadamente a 20% en moles, referido a los diisocianatos empleados.

Preferiblemente, además en calidad de poliimida se puede emplear un polímero el cual se puede obtener a partir de la reacción de una mezcla que comprende 5,5'-carbonilbis-1,3-isobenzofurandiona (BTDA) con 2,4-diisocianato-tolueno (2,4-TDI), 2,6-diisocianato-tolueno (2,6-TDI). La proporción de BTDA asciende en este caso preferiblemente al menos a 40% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 50% en moles y, de manera muy particularmente preferida, aproximadamente a 60% en moles, referido a los anhídridos de ácido

empleados. En esta forma de realización la proporción de anhídrido de ácido piromelítico (PMDA) asciende preferiblemente al menos a 10% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 20% en moles y de manera muy particularmente preferida a aproximadamente 40% en moles, referido a los anhídridos de ácido empleado. La proporción de 2,4-TDI asciende conforme a esta forma de realización preferiblemente al menos a 5 40% en moles, de manera preferiblemente preferida al menos a 60% en moles y de manera muy particularmente preferida aproximadamente a 64% en moles como a los diisocianatos empleados. En este caso, la proporción de 2,6-TDI asciende preferiblemente al menos a 5% en moles, de manera particularmente preferida al menos a 10% en moles y, de manera muy particularmente preferida, a aproximadamente a 16% en moles, referido a los diisocianatos empleados.

10 Junto a homopolímeros pueden emplearse, además, también copolímeros en calidad de poliimidias que, junto a los componentes imida, comprenden otros grupos funcionales en la cadena principal. Conforme a un aspecto particular de la presente invención, las poliimidias pueden derivarse de al menos 50% en peso, preferiblemente al menos 70% en peso y, de manera muy particularmente preferida al menos 90% en peso de componentes 15 monómeros que conducen a poliimidias.

Poliimidias a emplear de manera particularmente preferida pueden obtenerse comercialmente bajo la denominación comercial P84 de la razón social Inspec Fibres GmbH, Lenzing/Austria o de la firma HP-Polymer GmbH Lenzing/Austria y bajo la denominación Matrimid de Huntsman Advanced Materials GmbH/Bergkamen.

20 Las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan una forma en sección transversal no circular. Formas en sección transversal no circulares presentan, por lo general, ensanchamientos y entradas. Por ensanchamiento se ha de considerar en este caso una limitación de las fibras en sección transversal que presenta una distancia máxima del centro de gravedad de la fibra, y por entrada se ha de entender una limitación de las 25 fibras que presenta una distancia mínima desde el centro de gravedad de las fibras. Los ensanchamientos o bien entradas son, de manera correspondiente, máximos o mínimos locales de la distancia de la limitación exterior de las fibras y del centro de gravedad de las fibras. La distancia mayor desde el centro de gravedad de las fibras a al menos uno de los ensanchamientos puede considerarse en este caso como radio externo de la sección transversal de las fibras. De manera similar, puede definirse un radio interno que resulta de la distancia mínima entre el centro 30 de gravedad de las fibras y al menos una entrada. Preferiblemente, la relación de radio externo a radio interno asciende al menos a 1,2, de manera particularmente preferida a al menos 1,5 y, de manera muy particularmente preferida, al menos a 2. La forma en sección transversal de las fibras así como la dilatación pueden determinarse mediante microscopía electrónica.

35 A estas formas en sección transversal no circulares pertenecen, en particular, secciones transversales multilobares y secciones transversales en forma de estrellas que presentan tres, cuatro, cinco, seis y más ensanchamientos. De manera particularmente preferida, las fibras presentan una sección transversal trilobar. Por fibras de poliimida con una sección transversal no circular, en particular una sección transversal trilobar, pueden obtenerse en particular 40 empleando en los procedimientos de hilatura en disolución habituales una disolución con una proporción en polímeros relativamente baja.

Junto a fibras macizas pueden emplearse, además, también fibras huecas. Fibras huecas preferidas presentan asimismo una forma en sección transversal no circular, en particular una forma en sección transversal trilobar.

45 Las fibras de alto rendimiento pueden emplearse como fibras cortadas o filamentos sinfín.

Preferiblemente, las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan un diámetro en el intervalo de 1 a 50  $\mu\text{m}$ , de manera particularmente preferida de 2 a 25  $\mu\text{m}$  y, de manera muy particularmente preferida de 3 a 15  $\mu\text{m}$ . El diámetro se refiere en este caso a la dilatación máxima de las fibras en dirección transversal que es medido 50 por el centro de gravedad. El diámetro puede determinarse, entre otros, con microscopía electrónica (REM):

Convenientemente, las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento pueden presentar un grosor de la fibra de a lo sumo 10 dtex, preferiblemente de a lo sumo 5 dtex. Preferiblemente, el grosor de las fibras de materiales 55 sintéticos de alto rendimiento se encuentra en el intervalo de 0,05 a 4 dtex, de manera particularmente preferida de 0,1 a 1 dtex, medido a la dilatación máxima.

Conforme a un aspecto particular de la presente invención, pueden emplearse fibras de alto rendimiento que presentan un rizado. Convenientemente, el rizado puede encontrarse en el intervalo de 1 a 50, de manera particularmente preferida en el intervalo de 3 a 10 por cada cm. El rizado de las fibras puede determinarse por métodos ópticos. Repetidas veces, estos valores se deducen de la producción.

5 Conforme a otra forma de realización preferida, pueden utilizarse fibras de alto rendimiento que no presenten rizado alguno o sólo un escaso rizado.

10 Junto a las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento, una asociación de fibras de acuerdo con la invención comprende fibras con aglutinante que sirven para la unión de las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento. Preferiblemente, las fibras con aglutinante presentan un punto de fusión o una temperatura de transición vítrea de a lo sumo 180°C, de manera particularmente preferida a lo sumo 150°C. El punto de fusión o la temperatura de transición vítrea pueden medirse mediante DSC.

15 Preferiblemente, las fibras con aglutinante comprenden fibras de poliolefina, fibras acrílicas, fibras de poliacetato, fibras de poliéster y/o fibras de poliamida.

20 Preferiblemente, las fibras con aglutinante presentan un diámetro en el intervalo de 1 a 50 µm, preferiblemente de 2 a 20 µm y, de manera muy particularmente preferida de 4 a 10 µm. El diámetro se refiere en este caso a la dilatación máxima de las fibras en sentido transversal que es medido por el centro de gravedad.

25 El grosor de las fibras con aglutinante preferidas asciende preferiblemente a menos de 10 dtex, de manera particularmente preferida a menos de 5 dtex. Convenientemente, fibras con aglutinante preferidas muestran un grosor de fibras en el intervalo de 0,05 a 4, de manera particularmente preferida de 0,1 a 2 dtex, medido a la dilatación máxima.

30 La asociación de fibras comprende al menos 70% en peso de fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y a lo sumo 30% en peso de fibras con aglutinantes. La proporción de fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento se encuentra preferiblemente en el intervalo de 75% en peso a 99,5% en peso, de manera particularmente preferida en el intervalo de 80 a 95% en peso. El límite superior de la proporción de fibras con aglutinante resulta de la capacidad de rendimiento requerida de la asociación de fibras, el límite inferior de los requisitos que vienen dados por los métodos de fabricación de los sistemas de aislamiento. Preferiblemente, la proporción de fibras con aglutinante se encuentra en el intervalo de 0,5% en peso a 25% en peso, de manera particularmente preferida en el intervalo de 5% a 20% en peso.

35 La asociación de fibras presenta una disposición a modo de capas de las fibras, en donde al menos una parte de las fibras están unidas entre sí mediante puntos de contacto que se pueden obtener mediante un reblandecimiento de las fibras con aglutinante.

40 La expresión "disposición a modo de capas de las fibras" significa que está presente una orientación principal de las fibras que esencialmente se encuentra en un plano. En este caso, el término "plano" se ha de entender en un sentido amplio, dado que las fibras tienen una dilatación tridimensional y el plano puede ser también curvado. La expresión "en esencia" significa de manera correspondiente que la orientación principal de las fibras está orientada de modo que una proporción lo más pequeña posible de las fibras está orientada en dirección a un gradiente térmico. La orientación principal resulta de la dirección de las fibras mediada a lo largo de la longitud de las fibras, no debiéndose descuidar variaciones de la dirección menores.

45 Una disposición a modo de capas en este sentido se alcanza, por lo general, en la fabricación de velos o materiales de velo. En el caso de estos procedimientos, filamentos o fibras cortadas se disponen en un plano y, a continuación se consolidan. Esto puede tener lugar, por ejemplo, mediante procedimientos de secado utilizando aire (air-laid) o mediante procedimientos en húmedo. Preferiblemente, sólo unas pocas fibras presentan una orientación principal que esté orientada perpendicular a este plano. De manera correspondiente, la asociación de fibras no se consolida por lo general mediante un acusado punteado con aguja.

55 La asociación de fibras se obtiene mediante un reblandecimiento y subsiguiente enfriamiento de las fibras con

aglutinante. Procedimientos para ello se exponen en particular en los documentos US 4.588.635, US 4.681.789, US 4.992.327 y US 5.043.207 de la razón social Albany International Corp., Albany, N.Y. (EE.UU.). La temperatura depende particularmente de la temperatura de reblandecimiento (temperatura de transición vítrea o temperatura de fusión) de las fibras con aglutinante. En este caso, muchas veces no es necesario que todas las fibras estén unidas entre sí mediante puntos de contacto que se pueden obtener mediante un reblandecimiento de las fibras con aglutinante. Cuanto mayor sea esta proporción, tanto mejores propiedades mecánicas presenta la asociación. No obstante, la conductividad térmica de la asociación puede aumentar. A este respecto, se debe mencionar que las fibras en asociación pueden presentar también puntos de contacto que no se obtuvieron mediante un reblandecimiento de las fibras con aglutinante. A ellas pertenecen, en particular, puntos en los que se tocan las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento.

Dentro de un plano de la disposición a modo de capas, las fibras pueden presentar ventajosamente una orientación principal, en donde la orientación principal de las fibras de diferentes planos muestra de manera particularmente preferida un ángulo entre sí. La expresión "orientación principal de las fibras" resulta de la orientación media de las fibras individuales por toda su longitud. El ángulo que pueden presentar los planos entre sí de diferentes fibras orientadas se encuentran preferiblemente en el intervalo de 5° a 175°, de manera particularmente preferida en el intervalo de 60° a 120°. La orientación principal de las fibras, así como los ángulos de las fibras de diferentes planos entre sí pueden determinarse por métodos ópticos. Muchas veces, estos valores resultan de la producción, en donde la orientación de las fibras puede venir dada por ejemplo por cardado.

Una densidad menor va acompañada muchas veces de una conductividad térmica particularmente baja de la asociación de fibras. Por otra parte, la capacidad de carga del haz de fibras disminuye mediante una baja densidad, de modo que con ello muchas veces la estabilidad puede ser demasiado baja con el fin de ofrecer un soporte suficiente a una tubería que conduce un soporte de energía criogénico. Con una ventaja sorprendente, por lo tanto un haz de fibras de acuerdo con la invención, como está previsto, por ejemplo, en un material de aislamiento, presenta una densidad en el intervalo de 50 a 300 kg/m<sup>3</sup>, preferiblemente de 100 a 150 kg/m<sup>3</sup>, midiéndose estos valores bajo una carga que está condicionada por el tratamiento y la incorporación en el material de aislamiento. Esta carga transversal al plano de la orientación principal de las fibras en las que rigen estos valores de densidad, se encuentra en el intervalo de 1 mbar a 1000 mbar, pudiendo medirse estos valores de densidad, por ejemplo, en el caso de una carga de 1 mbar, 10 mbar, 50 mbar, 100 mbar, 200 mbar, 400 mbar, 600 mbar, 800 mbar o 1000 mbar.

En estado no cargado, en particular antes del tratamiento, el haz de fibras puede presentar preferiblemente una densidad en el intervalo de 1 a 30 kg/m<sup>3</sup>, de manera particularmente preferida de 5 a 20 kg/m<sup>3</sup>, pudiendo medirse esta densidad en el caso de espesores del haz de fibras no tratado de como máximo 5 cm.

Preferiblemente, la capacidad térmica media de un asociación de fibras de acuerdo con la invención, medida perpendicularmente a los planos de la disposición en forma de capas, asciende a lo sumo a 10,0\*10<sup>-3</sup> W(mK)<sup>-1</sup>, de preferencia a lo sumo 5,0 mW(mK)<sup>-1</sup> y, de manera particularmente preferida, a lo sumo 1,0\*10<sup>-3</sup> W(mK)<sup>-1</sup>. La medición puede llevarse a cabo, por ejemplo, a temperatura ambiente (293 K) y/o a bajas temperaturas, por ejemplo 150 K o 77 K, resistiendo el material una carga en estas condiciones durante al menos 14 días. El examen se lleva a cabo preferiblemente con una presión absoluta baja, por ejemplo una presión de 1 mbar o menor, conforme a la norma DIN EN 12667 ("determinación de la resistencia del caudal de paso de calor según el procedimiento con el aparato de placas y el aparato de placas medidor de la corriente térmica para materiales con resistencia al caudal de paso térmico elevada y media"). La determinación puede llevarse a cabo, por ejemplo, a una presión del gas dentro del haz de fibras a medir de 0,01 mbar y a una presión de carga que es ejercida por el sistema de aparatos de medición sobre el haz en la asociación de fibras a medir transversalmente al plano de la orientación principal de las fibras, de 70 mbar.

Los valores de la conductividad térmica precedentemente expuestos pueden conseguirse, en particular, debido a que perpendicularmente al plano de las fibras de la disposición de capas, sólo tiene lugar una escasa transferencia de calor. Por lo tanto, se renuncia preferiblemente a un punteado con agujas acusado o a una consolidación con una elevada cantidad de aglutinantes líquidos que pueden conducir a puentes de calor o de frío perpendiculares a la disposición de las fibras en forma de capas. Sin embargo, se puede emplear un ligero punteado con agujas o el uso de pequeñas cantidades de aglutinantes líquidos, siempre que estas medidas sólo conduzcan a un ligero aumento de la capacidad térmica.



De manera particularmente preferida, una asociación de fibras de acuerdo con la invención presenta una elevada estabilidad, dándose esta estabilidad también en la dirección perpendicular al plano de la orientación principal de las fibras. Así, una asociación de fibras de acuerdo con la invención muestra, después del tratamiento o bien en el material de aislamiento una compresibilidad relativamente pequeña que, en el caso de un aumento de la carga de 1 mbar, asciende preferiblemente a lo sumo al 50%, es decir en el caso de un aumento de la carga de 1mbar, el grosor de la asociación de fibras aumenta a lo sumo un 50%, preferiblemente a lo sumo un 30%, de manera particularmente preferida a lo sumo un 10% y, de manera muy particularmente preferida, a lo sumo un 5%, referido al grosor original de la asociación tratada.

Una asociación de fibras de acuerdo con la invención puede emplearse particularmente como material de aislamiento, preferiblemente en sistemas de aislamiento en vacío. De manera correspondiente, son también objeto de la presente invención sistemas de aislamiento, en particular sistemas de aislamiento en vacío que presentan las asociaciones de fibras precedentemente expuestas.

La expresión sistema de aislamiento en vacío describe un sistema aislado térmicamente, cuyo rendimiento de aislamiento se mejora mediante el vacío. Vacío significa a este respecto, que en el sistema está presente una presión absoluta que preferiblemente es menor que o igual a 500 mbar, de manera particularmente preferida es menor que o igual a 50 mbar y, de manera muy particularmente preferida, es menor que o igual a 1 mbar. Con ello, se reduce fuertemente la conductividad térmica del sistema.

Sistemas de aislamiento en vacío se describen, entre otros, en los documentos DE-A-36 30 399, EP-A-0 949 444, US. 4.924.679, DE-A-100 31 491, DE 692 02 950 T2, DE 195 11 383 A1, DE 196 41 647 C1, DE 695 19 354 T2, DE-A-20 13 983 y WO 2005/043028.

El vacío puede crearse, por ejemplo, mecánicamente, en particular mediante una bomba de vacío. Preferiblemente, el vacío puede formarse por la consolidación o condensación de un fluido que se encuentra en el sistema de vacío, en particular de un gas. Así, el fluido puede consolidarse o condensarse particularmente debido a que el fluido se enfría. A los fluidos preferidos pertenecen, en particular, nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y/o hidrocarburos ligeramente volátiles que presentan un punto de ebullición por debajo de 0°C a 1 bar. Hidrocarburos ligeramente volátiles son, entre otros, metano, etano, propano y/o butano.

Sistemas de aislamiento en vacío preferidos sirven en particular para el transporte de fluidos criogénicos, en particular líquidos. La expresión "fluido criogénico" designa un fluido frío que, preferiblemente, presenta una temperatura de a lo sumo -40°C, de manera particularmente preferida a lo sumo -100°C y, de manera muy particularmente preferida, -150°C o menos. Estos sistemas de aislamiento en vacío comprenden al menos una tubería o una asociación de tuberías en la que puede transportarse un fluido criogénico.

La expresión asociación de tuberías designa en el marco de la presente invención un sistema que comprende al menos dos tuberías diferentes. Así, la asociación de tuberías puede presentar, por ejemplo, al menos dos tuberías interiores que pueden transportar líquidos o gases. Junto a ello, la asociación de tuberías puede comprender también al menos una tubería interior para el transporte de líquidos y/o gases y al menos una tubería para datos y/o energía eléctrica. Asociaciones de tuberías particularmente preferidas comprenden al menos dos tuberías interiores para un transporte de materiales y al menos una tubería para datos y/o de energía eléctrica.

En general, estas tuberías o asociaciones de tuberías comprenden al menos una tubería interior y una envolvente externa, siendo conducido el fluido criogénico a través de la tubería interior y cerrando la envolvente externa la tubería frente al entorno, de modo que entre la tubería interna y la envolvente exterior puede formarse un vacío. De manera correspondiente, la envolvente exterior sirve en particular para mantener el efecto aislante.

Preferiblemente, la tubería o la asociación de tuberías presenta una forma en sección transversal redondeada, por ejemplo una forma en sección transversal circular o una forma en sección transversal elíptica, en donde tanto al menos una de las tuberías interiores como también la envolvente externa pueden tener una forma en sección transversal redondeada, por ejemplo circular o una forma en sección transversal elíptica.

De acuerdo con un aspecto particular de la presente invención, la asociación de tuberías del sistema de vacío

puede comprender al menos dos tuberías interiores, estando prevista una tubería interior para la desviación de gases y/o para la conducción de un medio transmisor de energía.

5 Para mejorar el rendimiento de aislamiento, la envolvente externa puede estar provista de una capa metálica. Esta capa metálica puede ser aplicada, por ejemplo, mediante evaporación de metal, mediante un barniz con contenido en metal o mediante una lámina metálica. Esto puede tener lugar en la superficie exterior, en la superficie interior o por ambas caras.

10 En muchos casos, es suficiente un pequeño diámetro para la transferencia de una cantidad suficiente de fluido criogénico. Por lo tanto, preferiblemente, el diámetro interno de la tubería interna es menor o igual a 50 mm, preferiblemente menor o igual a 20 mm, en particular menor o igual a 10 mm y, de manera particularmente preferida, menor que o igual a 5 mm.

15 Mediante una correspondiente elección de los materiales, la tubería o la asociación de tuberías del sistema de vacío pueden ser configuradas de forma flexible a la temperatura ambiente. Los materiales, en particular para la fabricación de la tubería interna o de la envolvente externa son generalmente conocidos, estando recogidos éstos en particular en las memorias de patente precedentemente expuestas. Preferiblemente, la tubería o la asociación de tuberías de un sistema de aislamiento de acuerdo con la invención puede presentar un radio de flexión de a lo sumo 20 m, de manera particularmente preferida a lo sumo 10 m, en particular preferiblemente a lo sumo 5 m y, de manera muy particularmente preferida a lo sumo 1,5 m. El radio de flexión resulta de la curvatura máxima que puede conseguirse sin deteriorar la tubería o la asociación de tuberías. Deterioro significa que el sistema ya no satisface los requisitos.

25 Junto a un sistema de tuberías, un sistema de aislamiento de acuerdo con la invención, en particular un sistema de aislamiento en vacío puede comprender otros componentes. A ellos pertenecen, en particular, intercambiadores de calor, bombas, sistemas de control y sistemas de aportación o bien de evacuación. Los sistemas de control pueden comprender, en particular, también componentes que son introducidos dentro del sistema de tuberías. De manera correspondiente, estos sistemas de tuberías pueden comprender también tuberías que pueden transmitir señales eléctricas.

30 De manera sorprendente, las propiedades de sistemas de aislamiento en vacío pueden mejorarse mediante el uso de fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento como material de aislamiento. Con ello se consigue, de manera sorprendente, enlazar un elevado rendimiento de aislamiento con un tratamiento del sistema sencillo y sin problemas.

35

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Asociación de fibras que comprende fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y fibras con aglutinantes, comprendiendo la asociación de fibras al menos 70% en peso de fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y a lo sumo 30% en peso de fibras con aglutinantes, caracterizada porque la asociación de fibras presenta una densidad, medida a una sollicitación transversal al plano de la orientación principal de las fibras de 1 mbar hasta 1000 mbar, en el intervalo de 50 a 300 kg/m<sup>3</sup> así como una disposición a modo de capas de las fibras, en donde al menos una parte de las fibras está unida entre sí mediante puntos de contacto que se pueden obtener mediante reblandecimiento de las fibras con aglutinantes, y porque las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan una forma en sección transversal no circular.
- 10 2.- Asociación de fibras según la reivindicación 1, caracterizada porque las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan un punto de fusión o una temperatura de transición vítrea de al menos 200°C y comprenden fibras de poliimida, fibras de polibencimidazol, fibras de poliaramida, fibras de poliétercetona y/o fibras de poli(sulfuro de fenileno).
- 15 3.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las fibras con aglutinantes presentan un punto de fusión o una temperatura de transición vítrea de a lo sumo 180°C y comprenden fibras de poliolefina, fibras acrílicas, fibras de poliacetato, fibras de poliéster y/o fibras de poliamida.
- 20 4.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento y/o las fibras con aglutinantes presentan un diámetro en el intervalo de 1 a 50 µm y/o un grosor de fibra en el intervalo de 0,05 a 10 dtex.
- 25 5.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la asociación de fibras presenta una densidad en el intervalo de 100 a 150 kg/m<sup>3</sup>.
- 30 6.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las fibras presentan dentro de los planos de la disposición a modo de capas una orientación principal, preferiblemente de modo que las orientaciones de las fibras de diferentes planos presentan un ángulo entre sí y, de manera particularmente preferida, de modo que el ángulo que presentan entre sí las fibras orientadas de diferentes planos, se encuentra en el intervalo de 5 a 175°.
- 35 7.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las fibras de materiales sintéticos de alto rendimiento presentan una forma en sección transversal trilobar.
- 40 8.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la forma en sección transversal presenta ensanchamientos y entradas y, los ensanchamientos forman un radio exterior y las entradas forman un radio interior, siendo la relación de radio exterior a radio interior de al menos 1,2.
- 45 9.- Asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la capacidad térmica media, medida perpendicularmente a los planos de la disposición en forma de capas, asciende a lo sumo a 10,0\*10<sup>-3</sup> W(mK)<sup>-1</sup> y/o porque las fibras de alto rendimiento presentan un rizado, preferiblemente de modo que el rizado se encuentra en el intervalo de 3 a 10 por cada cm.
- 50 10.- Uso de una asociación de fibras según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9 como material de aislamiento, preferiblemente en un sistema de aislamiento en vacío.
- 55 11.- Sistema de aislamiento, preferiblemente un sistema de aislamiento en vacío que presenta al menos una asociación de fibras según una de las reivindicaciones 1 a 9.
- 12.- Sistema de aislamiento según la reivindicación 11, caracterizado porque el vacío se forma mediante la consolidación o la condensación de un fluido que se encuentra en el sistema de vacío, preferiblemente un fluido que comprende nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y/o un hidrocarburo ligeramente volátil.
- 13.- Sistema de aislamiento según al menos una de las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado porque el sistema

de aislamiento en vacío comprende al menos una tubería en la que puede transportarse un fluido criogénico.

5 14.- Sistema de aislamiento según la reivindicación 13, caracterizado porque la tubería comprende al menos una tubería interna y una envolvente exterior, preferiblemente una envolvente exterior provista de una capa metálica, en donde el fluido criogénico es conducido a través de la tubería interior y la envolvente exterior cierra a la tubería con respecto al entorno, de modo que entre la tubería interior y la envolvente exterior se puede formar un vacío.

10 15.- Sistema de aislamiento según al menos una de las reivindicaciones 13 ó 14, caracterizado porque la tubería es una asociación de tuberías, preferiblemente una asociación de tuberías que comprende al menos dos tuberías interiores, en donde una tubería interior está prevista para la evacuación de gases y/o para la conducción de un medio de transferencia de energía.

15 16.- Sistema de aislamiento según al menos una de las reivindicaciones 14 ó 15, caracterizado porque el diámetro interno de la tubería interior es menor que o igual a 50 mm.

17.- Sistema de aislamiento según la reivindicación 15, caracterizado porque la asociación de tuberías comprende al menos una tubería de datos y/o de energía eléctrica y/o presenta al menos un intercambiador de calor.

20 18.- Sistema de aislamiento según al menos una de las reivindicaciones 13 a 17, caracterizado porque la tubería es flexible a la temperatura ambiente, preferiblemente con un radio de flexión de a lo sumo 20 m.