

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 703**

51 Int. Cl.:

**C08G 77/04** (2006.01)

**C09D 183/04** (2006.01)

**C08K 7/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.12.2009 E 09812494 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 2379622**

54 Título: **Composición de organopolisiloxano endurecible y material poroso de organopolisiloxano endurecido**

30 Prioridad:

**29.12.2008 JP 2008335801**

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

**21.03.2013**

73 Titular/es:

**DOW CORNING TORAY CO., LTD. (100.0%)  
1-5-1, Otemachi  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0004, JP**

72 Inventor/es:

**IWAI, MAKOTO;  
ADACHI, HIROSHI y  
MORI, HIDEYUKI**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

**ES 2 398 703 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

Composición de organopolisiloxano endurecible y material poroso de organopolisiloxano endurecido.

### Campo Técnico

5 La presente invención se refiere a una composición de organopolisiloxano endurecible y a un material poroso de organopolisiloxano endurecido, más particularmente a una composición de organopolisiloxano endurecible que contiene un material de carga hueco y a un material poroso de organopolisiloxano endurecido que consiste en el producto endurecido de dicha composición.

### Estado de la Técnica Anterior

10 Los materiales porosos de organopolisiloxano endurecido tienen una excelente resistencia al calor y a la intemperie, son ligeros y presentan una baja conductividad térmica; por estas razones, se utilizan, por ejemplo, para componentes de automóvil; rodillos y correas de dispositivos de formación de imágenes como copiadoras y faxes; como diferentes artículos de sellado; y como agentes de revestimiento que proporcionan aislamiento térmico, protección contra vibraciones, amortiguación de vibraciones y/o insonorización. Para la producción de materiales porosos de organopolisiloxano endurecido se han utilizado composiciones de silicona que incorporan un agente formador de gas por descomposición térmica o cualquiera de diversos componentes volátiles, pero resulta difícil obtener artículos porosos con una baja conductividad térmica no superior a 0,080 W/(m·K) a partir de composiciones consistentes en una mezcla simple de un material de carga hueco con un organopolisiloxano endurecible.

20 En el documento JP 2000-143986 A (equivalente al documento US6261214) se describe una composición de caucho de silicona para aplicaciones a rodillo de fijación térmica. Esta composición de caucho de silicona incorpora característicamente de 0,1 a 20 partes en peso de un material de carga hueco con un tamaño de partícula medio no superior a 200 µm, en 100 partes en peso de composición de organopolisiloxano termoendurecible. En el documento JP 2003-147207 A (equivalente al documento US2004-0132890) se describe una composición de caucho de silicona endurecible por reacción de hidrosililación, que contiene agua y un polvo hueco. Sin embargo, cuando se incrementa el contenido de material de carga hueco en estas composiciones, el producto poroso endurecido resultante tiene una considerablemente menor resistencia que imposibilita conseguir una reducción satisfactoria de la conductividad térmica para el producto poroso endurecido.

25 El documento JP 10-077409 A describe una composición de silicona que contiene de 0,1 a 10 partes en peso de microbolas, agua y/o un dispersante acuoso, un agente de endurecimiento y un material de carga, por 100 partes de un polímero de polisiloxano líquido. Sin embargo, con esta composición es problemático lograr altos niveles de carga con material de carga hueco y, en consecuencia, no es posible una reducción satisfactoria de la conductividad térmica.

### Descripción de la Invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una composición de organopolisiloxano endurecible que pueda formar un material poroso de organopolisiloxano endurecido de baja conductividad térmica.

35 La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención incluye característicamente (A) un organopolisiloxano que contiene al menos dos grupos reactivos reticulables por molécula, (B) un agente reticulante, (C) un catalizador de reticulación, (D) un material de carga hueco con una densidad verdadera de 0,001 a 3,000 g/cm<sup>3</sup>, en una cantidad correspondiente a al menos el 70% en volumen del volumen total del componente (A) y el material de carga hueco, (E) agua en una cantidad de 20 a 1.000 partes en masa por 100 partes en masa del componente (A), y (F) un agente emulsionante en una cantidad de 0,01 a 30 partes en masa por 100 partes en masa del componente (E).

40 El material poroso de organopolisiloxano endurecido de la presente invención se obtiene endureciendo la composición de organopolisiloxano endurecible arriba mencionada.

45 Una característica distintiva de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención es que se reticula y endurece para formar un artículo poroso de baja conductividad térmica. Otra característica distintiva de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención es que el material poroso de organopolisiloxano endurecido resultante tiene alta tenacidad y excelente resistencia. Una característica distintiva adicional de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención es que no se produce contracción ni expansión de las dimensiones exteriores de la pieza moldeada cuando se moldea el material poroso de organopolisiloxano endurecido y, por consiguiente, la capacidad de reproducción de la forma del molde o matriz utilizado para el moldeo es excelente.

### 50 Mejor Forma de Realización de la Invención

La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención es una composición a partir de la cual, mediante reticulación basada en una reacción de condensación, se puede obtener un producto endurecido, o bien es una composición a partir de la cual se puede obtener un producto endurecido mediante reticulación en base a una

reacción de hidrosililación. Además, la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención es preferentemente una composición endurecible a temperatura ambiente, que endurece a temperatura ambiente, pero cuyo endurecimiento se puede acelerar por la aplicación de calor en caso necesario.

5 Preferentemente, la composición de organopolisiloxano endurecible incluye (A) un organopolisiloxano con al menos dos grupos reactivos reticulables por molécula, (B) un agente reticulante y (C) un catalizador de reticulación.

10 No existe ninguna limitación particular con respecto a la estructura molecular del organopolisiloxano (A) que contiene al menos dos grupos reactivos reticulables por molécula, pudiendo ilustrarse dicha estructura molecular mediante diorganopolisiloxanos con estructuras moleculares de cadena lineal o de cadena lineal parcialmente ramificada y mediante resinas de silicona con estructura molecular ramificada o en red, tal como un organopolisiloxano que comprende la unidad siloxano representada por la fórmula  $R_3SiO_{1/2}$  y la unidad de siloxano representada por la fórmula  $SiO_{4/2}$ ; un organopolisiloxano que comprende la unidad siloxano de fórmula  $R_3SiO_{1/2}$  y la unidad siloxano de fórmula  $RSiO_{3/2}$ ; un organopolisiloxano que comprende la unidad siloxano de fórmula  $R_3SiO_{1/2}$ , la unidad siloxano de fórmula  $R_2SiO_{2/2}$  y la unidad siloxano de fórmula  $RSiO_{3/2}$ ; y un organopolisiloxano que comprende la unidad siloxano de fórmula  $R_2SiO_{2/2}$  y la unidad siloxano de fórmula  $RSiO_{3/2}$ , donde R en las fórmulas anteriores es un grupo monovalente. Cuando el componente (A) es un líquido, la viscosidad del componente (A), a 25°C, oscila preferentemente entre 0,01 y 100 Pa·s, de forma especialmente preferente entre 0,1 y 40 Pa·s.

20 El grupo reactivo reticulable presente en el componente (A) puede ser, por ejemplo, un alqueno( $C_{2-10}$ ) tal como vinilo, alilo, hexenilo; un alcoxi( $C_{1-10}$ ) tal como metoxi, etoxi, propoxi, butoxi; un alcoxialcoxi( $C_{2-10}$ ) tal como metoximetoxi, metoxietoxi, etoximetoxi, etoxietoxi, metoxipropoxi; y un grupo hidroxilo. El grupo reactivo reticulable, por ejemplo alqueno, alcoxi, alcoxialcoxi, hidroxilo, puede estar presente en una posición terminal de la cadena molecular del componente (A), en una posición lateral o en ambas posiciones. Grupos unidos al silicio diferentes de los grupos reactivos reticulables pueden consistir, por ejemplo, en alquilo( $C_{1-8}$ ) tal como metilo, etilo, propilo, isobutilo, hexilo, octilo; arilo tal como fenilo; aralquilo tal como toliilo; y haloalquilo tal como 3,3,3-trifluoropropilo, nonafluorobutiletilo.

25 En el caso de la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de condensación, preferentemente el componente (A) es un organopolisiloxano alcoxi-funcional que contiene en cada molécula al menos dos grupos alcoxi como grupos reactivos reticulables; un organopolisiloxano alcoxialcoxi-funcional que contiene en cada molécula al menos dos grupos alcoxialcoxi como grupos reactivos reticulables; o un organopolisiloxano hidroxilo-funcional que contiene en cada molécula al menos dos grupos hidroxilo como grupos reactivos reticulables. Un ejemplo específico de componente (A) es un polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos con un grupo hidroxilo en ambos terminales de la cadena molecular, un copolímero dimetilsiloxano-metilvinilsiloxano bloqueado en sus extremos por el grupo hidroxilo en ambos terminales de la cadena molecular, un polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos trimetoxisililo en ambos terminales de la cadena molecular, un polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos trietoxisililo en ambos terminales de la cadena molecular, un polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos trimetoxietoxisililo en ambos terminales de la cadena molecular, y mezclas de los mismos.

35 En el caso de la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de condensación, el agente reticulable (B) puede consistir, por ejemplo, en un compuesto de silicio que presenta, por molécula, al menos tres grupos que experimentan una reacción de hidrólisis y condensación con los grupos reactivos reticulables, por ejemplo alcoxi o hidroxilo, del componente (A). El componente (B) consiste preferentemente en un compuesto de silicio alcoxi-funcional, por ejemplo un alquiltrialcoxisilano como metiltrimetoxisilano, etiltrimetoxisilano, metiltrietoxisilano. El agente reticulable (B) se incorpora preferentemente en una cantidad de 2 a 15 partes en masa por 100 partes en masa del componente (A).

45 En el caso de la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de condensación, el catalizador de reticulación (C) consiste en un catalizador que acelera la reacción de reticulación en base a una reacción de condensación de la composición de organopolisiloxano endurecible. Este catalizador de reticulación (C) puede consistir, por ejemplo, en catalizadores de estaño, como diacetato de di-n-butilestaño, di-2-etilhexoato de di-n-butilestaño, tri-2-etilhexoato de n-butilestaño, dilaurato de di-n-butilestaño, dioctoato de di-n-butilestaño, octilato de estaño, octenoato de estaño, laurato de estaño, naftenato de estaño, oleato de estaño; ésteres organotitanato como titanato de n-butilo, titanato de tetraisopropilo, titanato de tetra-2-etilhexilo, titanato de etilenglicol; catalizadores basados en titanio, como diisopropibis(acetilacetato)titanio, diisopropoxibis(etilacetoacetato)titanio,

50 diisopropoxibis(metilacetoacetato)titanio, dimetoxibis(metilacetoacetato)titanio,

ibutoxibis(etilacetoacetato)titanio, naftenato de titanio, catalizadores basados en sales metálicas de ácidos orgánicos tales como octenoato férrico-estánnico, laurato de plomo, octenoato de zinc, naftenato de cobalto, naftenato de hierro, naftenato de zinc, estearato de zinc, octenoato de hierro, octenoato de plomo; catalizadores tipo amina como n-hexilamina, guanidina, y mezclas de dos o más de estos catalizadores para la reacción de condensación. Este catalizador para la reacción de condensación (C) se incorpora preferentemente en una cantidad de 0,001 a 20 partes en masa por 100 partes en masa del componente (A), de forma especialmente preferente en una cantidad de 0,01 a 5 partes en masa por 100 partes en masa del componente (A).

En el caso de la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de hidrosililación, el componente (A) es preferentemente un organopolisiloxano alqueno-funcional que contiene, por molécula, al menos dos grupos alqueno como grupos reactivos reticulables. Preferentemente el alqueno es un alqueno ( $C_{2-10}$ ), en particular vinilo. Ejemplos específicos de este componente (A) son: copolímeros de dimetilsiloxano-metilvinilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos hidroxilo en ambos terminales de la cadena molecular; copolímeros de dimetilsiloxano-metilvinilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos trimetilsililo en ambos terminales de la cadena molecular; polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos dimetilvinilsililo en ambos terminales de la cadena molecular; copolímeros de dimetilsiloxano-metilvinilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos dimetilvinilsililo en ambos terminales de la cadena molecular; organopolisiloxanos que comprenden la unidad siloxano representada por la fórmula  $Me_2ViSiO_{1/2}$ , la unidad siloxano representada por la fórmula  $Me_3SiO_{1/2}$  y la unidad siloxano representada por la fórmula  $SiO_{4/2}$ , siendo Me un grupo metilo y Vi un grupo vinilo en estas fórmulas y en lo que sigue; y mezclas de dos o más de los mismos.

En el caso de la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de hidrosililación, el componente (B) puede consistir, por ejemplo, en un organopolisiloxano con funcionalidad SiH con al menos dos átomos de hidrógeno unidos al silicio por molécula. Los otros grupos unidos al silicio de este organopolisiloxano SiH-funcional son, por ejemplo, los mismos que los grupos reactivos no reticulables del componente (A). Este organopolisiloxano SiH-funcional que tiene al menos dos hidrógenos unidos al silicio por molécula puede ser, por ejemplo, un polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos por grupos diorganohidrogenosiloxi en ambos terminales de la cadena molecular; un copolímero de dimetilsiloxano-metilhidrogenosiloxano bloqueado en sus extremos por grupos trimetilsililo en ambos terminales de la cadena molecular; un copolímero de dimetilsiloxano-metilhidrogenosiloxano bloqueado en sus extremos por grupos diorganohidrogenosiloxi en ambos terminales de la cadena molecular; un metilhidrogenopolisiloxano cíclico; un organopolisiloxano que comprende la unidad siloxano de fórmula  $Me_2HSiO_{1/2}$  y la unidad siloxano de fórmula  $SiO_{4/2}$ ; un organopolisiloxano que comprende la unidad siloxano de fórmula  $Me_2HSiO_{1/2}$ , la unidad siloxano de fórmula  $Me_3SiO_{1/2}$  y la unidad siloxano de fórmula  $SiO_{4/2}$ ; y mezclas de dos o más de los mismos. El organopolisiloxano con funcionalidad SiH con al menos dos hidrógenos unidos al silicio por molécula se incorpora en una cantidad con la que la proporción entre el número de átomos de hidrógeno unidos al silicio y el número de grupos alqueno del componente (A) oscila preferentemente entre 1:5 y 5:1, de forma especialmente preferente entre 1:3 y 2:1.

En el caso de la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de hidrosililación, el catalizador de reticulación (C) puede consistir, por ejemplo, en catalizadores basados en platino tales como ácido cloroplatínico, soluciones alcohólicas de ácido cloroplatínico, complejos olefínicos de platino, complejos alquenoilsiloxano de platino, negro de platino, platino soportado sobre sílice; catalizadores basados en rodio tales como complejos de cloruro de rodio, etc.; y catalizadores de paladio tales como cloruro de paladio, paladio sobre carbono. Entre los catalizadores arriba mencionados, los catalizadores basados en platino son preferentes por su alta reactividad. El catalizador de reticulación (C) se incorpora preferentemente en una cantidad de 0,1 a 1.000 partes en masa por 1.000.000 de partes en masa del componente (A). En el caso particular de los catalizadores basados en platino, la cantidad incorporada oscila preferentemente entre 1 y 50 partes en masa de metal de platino por 1.000.000 de partes en masa del componente (A).

Preferentemente, la composición de organopolisiloxano endurecible que se endurece por reacción de hidrosililación también contiene un retardante del endurecimiento para mejorar la estabilidad de almacenamiento y las características de manipulación de la composición de organopolisiloxano endurecible. El retardante del endurecimiento puede consistir, por ejemplo, en un compuesto acetilénico tal como 2-metil-3-buten-2-ol, 3,5-dimetil-1-hexin-3-ol, 2-fenil-3-buten-2-ol; compuestos "en-ina" como 3-metil-3-penten-1-ina, 3,5-dimetil-3-hexen-1-ina; compuestos de organosiloxano que tienen al menos un 5% en masa de vinilo por molécula tal como 1,3,5,7-tetrametil-1,3,5,7-tetravinilciclotetrasiloxano, 1,3,5,7-tetrametil-1,3,5,7-tetrahexenil-ciclotetrasiloxano, un metilvinilpolisiloxano bloqueado en sus extremos por grupos silanol en ambos terminales de la cadena molecular; triazoles como benzotriazoles; y también fosfinas, mercaptanos, hidrazinas. La cantidad en la que se incorporan estos retardantes del endurecimiento no está limitada, pero es preferible una cantidad de 0,001 a 5 partes en masa por 100 partes en masa del componente (A).

La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención puede incorporar opcionalmente un material de carga de refuerzo, como sílice precipitada, sílice pirógena, sílice pirógena de superficie hidrófoba, negro de humo, un material de carga no reforzador, como polvo de cuarzo, tierra de diatomeas, asbesto, ácido aluminosilícico, óxido de hierro, óxido de zinc, y carbonados de calcio como carbonato de calcio ligero y carbonato de calcio pesado; los materiales de carga anteriores después de tratamiento superficial con un compuesto de organosilicio, tal como un organosilano, un organosilazano, un poliorganosiloxano; y un negro de humo, como negro de acetileno, negro de horno, negro de túnel. Entre los anteriores, preferentemente se incorpora un material de carga de sílice de refuerzo, tal como sílice pirógena, sílice pirógena con superficie hidrófoba, y/o un material de carga no reforzador, tal como polvo de cuarzo, tierra de diatomeas. Los aditivos conocidos para composiciones de caucho de silicona también se pueden incorporar en una base opcional, como pigmentos, termoestabilizantes, materiales ignífugos, agentes de liberación interna, aceptores ácidos, aceites de silicona no funcionales. Dado que contiene agua, la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención también puede incluir conservantes y antioxidantes.

El material de carga hueco (D) se incorpora en la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención en una cantidad de al menos el 70% en volumen, preferentemente al menos el 75% en volumen y de forma especialmente preferente de al menos el 80% en volumen con respecto al volumen total del componente (A) y el material de carga hueco (D). Un contenido de material de carga hueco por debajo del límite inferior arriba mencionado puede no proporcionar una disminución adecuada de la conductividad térmica del material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido mediante el endurecimiento de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención. El material de carga hueco (D) puede consistir, por ejemplo, en un material de carga hueco que presenta una envoltura incluyendo un material inorgánico, un material de carga hueco que presenta una envoltura incluyendo una resina orgánica, y un material de carga hueco que presenta una envoltura incluyendo un organopolisiloxano. El volumen interno del material de carga hueco se puede rellenar de un gas, como aire, de un gas inerte, o se puede mantener en vacío.

Este componente (D) puede ser, por ejemplo, un material de carga hueco inorgánico seleccionado, por ejemplo, de entre globos de vidrio, globos de sílice, globos de carbono, globos de fenol, globos de alúmina, globos de zirconia, globos de *shirasu*; un material de carga hueco de resina orgánica donde la envoltura está formada por una resina orgánica seleccionada de entre (i) polímeros de monómeros seleccionados entre cloruro de vinilideno, acrilonitrilo, metacrilonitrilo, ésteres acrilato y ésteres metacrilato, y (ii) copolímeros de dos o más de estos monómeros; y un material de carga hueco de resina de silicona donde la envoltura está formada por un organopolisiloxano. Para el componente (D) son preferentes los globos de vidrio y los materiales de carga huecos donde la envoltura está formada por una resina orgánica seleccionada de entre (i) polímeros de monómeros seleccionados entre cloruro de vinilideno, acrilonitrilo, metacrilonitrilo, ésteres acrilato y ésteres metacrilato, y (ii) copolímeros de dos o más de estos monómeros. Además, se puede enlazar un material de carga inorgánico a la superficie del material de carga hueco (D), y la superficie del material de carga hueco (D) también se puede tratar con un silano con un grupo hidrolizable unido al silicio.

La densidad verdadera del material de carga hueco (D) oscila preferentemente entre 0,001 y 3,000 g/cm<sup>3</sup>, de forma especialmente preferente entre 0,005 y 1,000 g/cm<sup>3</sup>, y de forma particularmente preferente entre 0,010 y 0,500 g/cm<sup>3</sup>. Si la densidad verdadera del material de carga hueco (D) es menor que el límite inferior arriba mencionado, las características de manipulación se pueden deteriorar y la envoltura del material de carga hueco (D) resulta demasiado delgada, lo que conduce a una menor resistencia y a un riesgo de fractura durante la incorporación. Por otro lado, si la densidad verdadera del material de carga hueco (D) es mayor que el límite superior arriba mencionado, no se puede reducir de forma satisfactoria la conductividad térmica del material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido mediante el endurecimiento de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención.

Preferentemente, el tamaño de partícula medio del material de carga hueco (D) no supera 200 µm, de forma especialmente preferente no supera 100 µm. El tamaño de partícula medio se puede determinar mediante difracción de rayos láser como el valor promedio en peso o el diámetro medio.

El agua (E) es un componente para incorporar el material de carga hueco (D) en la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención en una cantidad de al menos el 70% en volumen y de forma especialmente preferente de al menos el 75% en volumen con respecto al volumen total del componente (A) y el material de carga hueco (D). El componente (E) debe ser puro, pero no tiene ninguna otra limitación en cuanto al tipo. Como ejemplos se mencionan agua corriente, mineral, agua de intercambio iónico, agua destilada. Entre éstas, es preferible el agua de intercambio iónico.

El agua (E) se incorpora en una cantidad de 20 a 1.000 partes en masa, preferentemente de 50 a 700 partes en masa, de forma especialmente preferente de 80 a 500 partes en masa y de forma particularmente preferente de 100 a 300 partes en masa, por 100 partes en masa del componente (A). Si la cantidad de componente (E) incorporado es menor que el límite inferior arriba mencionado, la viscosidad de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención puede aumentar demasiado y, en consecuencia, las características de manipulación se pueden deteriorar, pudiendo resultar problemática la incorporación del componente (D). Por otro lado, si la cantidad de componente (E) incorporado es mayor que el límite superior arriba mencionado, la viscosidad de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención será demasiado baja y, en consecuencia, las características de manipulación se pueden deteriorar y existe el riesgo de que el agua tienda a separarse durante el almacenamiento de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención.

El agua (E) se puede mezclar previamente con el material de carga hueco (D) y después incorporar en la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención, o se puede mezclar previamente con el agente emulsionante (F) y después incorporar en la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención. Además, el componente (A) se puede emulsionar y dispersar en el componente (E) en presencia del componente (F), y esta mezcla se puede incorporar en la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención.

El agente emulsionante (F) imparte tenacidad al material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido mediante el endurecimiento de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención, y de este modo mejora la fragilidad y la moldeabilidad.

El contenido de agente emulsionante (F) oscila entre 0,01 y 30 partes en masa, preferentemente entre 0,1 y 10 partes en masa y de forma especialmente preferente entre 0,3 y 5 partes en masa, en cada caso por 100 partes en masa del componente (E). Si el contenido de agente emulsionante (F) es menor que el límite inferior arriba mencionado, el material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido mediante el endurecimiento de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención no puede tener una tenacidad satisfactoria. Por otro lado, si el contenido de agente emulsionante (F) es mayor que el límite superior arriba mencionado, la superficie del material poroso de organopolisiloxano endurecido puede ser pegajosa.

Como agente emulsionante (F) se pueden emplear los agentes emulsionantes conocidos hasta la fecha, así el agente emulsionante (F) puede consistir en un emulsionante aniónico, catiónico, anfótero o no iónico. Algunos ejemplos específicos son agentes tensioactivos no iónicos como glicerol ésteres de ácidos grasos, ploglicerol ésteres de ácidos grasos, sorbitano ésteres de ácidos grasos, sacarosa ésteres de ácidos grasos, ploetilenglicol ésteres de ácidos grasos, polipropilenglicol ésteres de ácidos grasos, polioxietilenglicol ésteres de ácidos grasos, polioxietilen-sorbitano ésteres de ácidos grasos, copolímeros en bloques de polioxietileno-polioxipropileno, alquil ésteres de polioxietileno, alquilfenil ésteres de polioxietileno, y polioxietilen amidas de ácidos grasos; agentes tensioactivos no iónicos que comprenden un poliorganosiloxano, como un copolímero de polisiloxano-polioxietileno; agentes tensioactivos catiónicos, como sales de amina alifática, sales de amonio cuaternario y sales de alquilpiridinio; agentes tensioactivos aniónicos, como sales de ácidos grasos superiores, sales de ésteres de sulfatos de alcoholes superiores, sales alquilbencenosulfonato, sales alquilnaftalenosulfonato y sales de ploetilenglicol ésteres de sulfato; agentes tensioactivos anfóteros, como los del tipo carboxibetaínas y glicinas; y mezclas de dos o más de los agentes arriba mencionados. Entre éstos son preferentes los agentes tensioactivos no iónicos y los agentes tensioactivos no iónicos que comprenden un poliorganosiloxano.

La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención se puede producir simplemente por mezcla de los componentes (A) a (F) arriba descritos y cualquier aditivo opcional, hasta obtener una mezcla uniforme, utilizando medios de mezcla conocidos. Las mezcladoras utilizadas pueden consistir, por ejemplo, en *homomixers*, mezcladoras de paletas, homodispersadoras, molinos coloidales, mezcladoras de mezcla/agitación en vacío, las mezcladoras no están sometidas a ninguna limitación particular.

La composición de organopolisiloxano endurecible en cuestión se puede producir, por ejemplo, mediante los métodos abajo indicados. Cuando se incorpora un material de carga de refuerzo, en una realización preferente se prepara previamente una mezcla madre de sílice mezclando el material de carga de refuerzo con una parte del componente (A) y la parte restante del componente (A) se mezcla después con los demás componentes.

Los ejemplos son los siguientes: los componentes (A), (B), (D), (E) y (F) y aditivos opcionales se introducen en una mezcladora y se agitan y mezclan durante un período de tiempo predeterminado, incorporándose el componente (C) inmediatamente antes del uso mediante un dispositivo mezclador tal como, por ejemplo, una mezcladora estática o una mezcladora dinámica; los componentes (A), (C), (D), (E) y (F) y aditivos opcionales se introducen en una mezcladora y se agitan y mezclan durante un período de tiempo predeterminado, incorporándose el componente (B) inmediatamente antes del uso utilizando un dispositivo mezclador tal como, por ejemplo, una mezcladora estática o una mezcladora dinámica; los componentes (C), (D), (E) y (F) y aditivos opcionales se introducen en una mezcladora y se agitan y mezclan durante un período de tiempo predeterminado, incorporándose una mezcla previa de los componentes (A) y (B) inmediatamente antes del uso utilizando un dispositivo mezclador tal como, por ejemplo, una mezcladora estática o una mezcladora dinámica; el componente (A), una parte del componente (E) y una parte del componente (F) se introducen en una mezcladora y se prepara una emulsión uniforme mediante agitación y mezcla durante un período de tiempo predeterminado, el componente (C), el componente (D), la parte restante del componente (E), la parte restante del componente (F) y aditivos opcionales se combinan después en la emulsión resultante en una mezcladora para preparar una mezcla, y el componente (B) se incorpora inmediatamente antes del uso utilizando un dispositivo mezclador tal como, por ejemplo, una mezcladora estática o una mezcladora dinámica. La emulsión que comprende el componente (A), una parte del componente (E) y una parte del componente (F) puede consistir en una emulsión cuyo componente base incluye un componente (A) preparado mediante polimerización por emulsión.

La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención puede consistir en una formulación de almacenamiento en un solo envase o una formulación de almacenamiento en múltiples envases, en dos o más envases. Desde el punto de vista de la estabilidad de almacenamiento a largo plazo, en una realización preferente los componentes (A) y (D) no se almacenan mezclados entre sí y los componentes (B), (E) y (D) tampoco se almacenan mezclados entre sí. De lo contrario, la capacidad de endurecimiento de la composición de organopolisiloxano endurecible después del almacenamiento a largo plazo puede resultar afectada.

En realizaciones preferentes específicas, el almacenamiento se lleva a cabo como una composición de organopolisiloxano endurecible en tres envases consistentes en: (I) una composición que comprende los componentes (A) y (C) y componentes opcionales, pero que no incluye el componente (D), (II) una composición que comprende los componentes (D), (E) y (F), pero que no incluye los componentes (A) y (B), y (III) una composición que comprende el componente (B), pero que no incluye los componentes (D) y (E); o como una composición de organopolisiloxano endurecible en tres envases consistente en: (I) una composición que comprende los componentes (A) y (C) y componentes opcionales, pero que no incluye los componentes (B), (D), (E) y (F), (II) una composición que comprende los componentes (A) y (B) y componentes opcionales, pero que no incluye los componentes (C) a (F), y (III) una

composición que comprende los componentes (D), (E) y (F), pero que no incluye los componentes (A) y (B); o como una composición de organopolisiloxano endurecible en tres envases consistente en: (I) una composición que comprende el componente (A), una parte del componente (E), una parte del componente (F) y aditivos opcionales, pero que no incluye los componentes (B) y (D), (II) una composición que comprende el componente (C), el componente (D), la parte restante del componente (E) y la parte restante del componente (F), pero que no incluye el componente (A) ni el componente (B), y (III) una composición que comprende el componente (B), pero que no incluye el componente (E) ni el componente (D). Las composiciones (I), (II) y (III) se mezclan (utilizando, por ejemplo, un dispositivo de mezcla, tal como una mezcladora estática o una mezcladora dinámica), poco antes de someterlas a moldeo. En otra realización preferente, el almacenamiento se lleva a cabo como una composición de organopolisiloxano endurecible en dos envases consistente en: (I) una composición que comprende el componente (A) y el componente (B) y aditivos opcionales, pero que no incluye el componente (D) ni el componente (E), y (II) una composición que comprende los componentes (C), (D), (E) y (F), pero que no incluye el componente (A) ni el componente (B); las composiciones (I) y (II) se mezclan (utilizando, por ejemplo, un dispositivo de mezcla tal como una mezcladora estática o una mezcladora dinámica) poco antes de someterlas a moldeo.

A partir de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención se puede formar, mediante diversos métodos, un material poroso de organopolisiloxano endurecido. Específicamente, por ejemplo, la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención se puede introducir en la cavidad de un molde, pudiendo obtenerse un material poroso de organopolisiloxano endurecido dejándola a temperatura ambiente u opcionalmente con aplicación de calor. Alternativamente, la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención se puede aplicar o proyectar sobre un sustrato desprendible, por ejemplo una película de resina, y después endurecer, tras lo cual se puede obtener el material poroso de organopolisiloxano endurecido retirando el sustrato desprendible. También es posible formar un artículo compuesto que comprende una capa de material poroso de organopolisiloxano endurecido sobre un sustrato aplicando la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención sobre la superficie de un sustrato, por ejemplo un tejido de fibras sintéticas, una tela de vidrio o una placa metálica, o vertiendo la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención en el hueco en el sustrato, y endureciéndola después.

La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención, dado que contiene el material de carga hueco (D) en una cantidad de al menos un 70% en volumen con respecto al volumen total del componente (A) y el material de carga hueco (D), proporciona característicamente un producto endurecible de baja conductividad térmica. Preferentemente, el material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido por endurecimiento de la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención tiene una conductividad térmica no superior a 0,080 W/(m·K), de forma especialmente preferente entre 0,070 y 0,005 W/(m·K) y de forma particularmente preferente entre 0,065 y 0,010 W/(m·K). La conductividad térmica se puede medir fabricando una muestra de ensayo de 12 mm de espesor del material poroso de organopolisiloxano endurecido y midiendo la conductividad térmica de esta muestra utilizando, por ejemplo, un QTM-500 Quick Thermal Conductivity Meter, de Kyoto Electronics Manufacturing Co., Ltd.

Se puede producir un artículo compuesto que comprende una capa de material poroso de organopolisiloxano endurecido sobre un sustrato poniendo en contacto la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención y la superficie de al menos una parte de un sustrato y llevando a cabo el endurecimiento. No existe ninguna limitación particular en cuando al material del sustrato, pudiendo éste consistir específicamente, por ejemplo, en materiales inorgánicos, como vidrio, fibra de vidrio, hormigón, mortero, cerámica, piedra; metales, como aluminio, hierro; tejidos de fibras sintéticas, como tejidos de fibras de nylon, tejidos de fibras de poliéster, tejidos de fibras de carbono; resinas sintéticas, como resina de poliéster, resina de nylon, resina de poliuretano, resina epoxi; materiales reforzados con fibras, como FRP, CFRP; y materiales naturales, como cáñamo, algodón, seda, madera. Es de esperar que un artículo compuesto de este tipo, dado que comprende una capa de material poroso de organopolisiloxano endurecido adherida a la superficie del sustrato formando un artículo individual, proporcione un sustrato con propiedades termoaislantes, de almacenamiento térmico, insonorización, protección contra vibraciones y amortiguación de vibraciones.

### Ejemplos

La presente invención se describe detalladamente de forma específica mediante los ejemplos y ejemplos comparativos proporcionados más abajo. Los valores de viscosidad indicados en los ejemplos se han medido a 25°C. En las fórmulas, Me representa el grupo metilo y Vi representa el grupo vinilo.

Densidad: La densidad se ha medido de acuerdo con JIS K 6268.

Dureza (JIS A): La dureza se ha medido utilizando el durómetro de tipo A especificado en JIS K 6253.

Conductividad térmica: Se produce una muestra de ensayo de 12 mm de espesor de material poroso de organopolisiloxano endurecido para medir la conductividad térmica, se mide la conductividad térmica de esta muestra de ensayo utilizando un QTM-500 Quick Thermal Conductivity Meter, de Kyoto Electronics Manufacturing Co., Ltd.

5 Ensayo de evaluación de la tenacidad: En un recipiente de 90 mm de largo, 55 mm de ancho y 12 mm de profundidad se aplicó una película de fluororresina. La composición de organopolisiloxano endurecible se introdujo vertiéndola desde arriba y, después de nivelar la superficie, se introdujo en un horno a 40°C y se dejó reposar durante 3 días. Después se sacaron del recipiente la pieza moldeada y la película de fluororresina juntas y a continuación se retiró la película de fluororresina para obtener una muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido. La tenacidad de la muestra de ensayo del material poroso de organopolisiloxano endurecido se evaluó mediante presión con los dedos. Cuando no se producía ningún problema incluso apretando fuertemente con un dedo se asignaba una calificación "+"; cuando la muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido era frágil y la superficie de la pieza moldeada se desmenuzaba formando un polvo al apretar con un dedo se asignaba una calificación "x"; y cuando la muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido era muy frágil y se rompía al retirar la película de fluororresina o al apretar con el dedo se asignaba una calificación "x x".

**Ejemplo de Producción 1:** Producción de la emulsión 1

15 Cien partes en masa de un polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos con dimetilhidroxisiloxi y con una viscosidad cinemática de 1.000 mm<sup>2</sup>/s Pa-s, 140 partes en masa de agua de intercambio iónico y 13 partes en masa de lauroilmetiltaurina de sodio se introdujeron en una *homomixer* de Tokushu Kika Kogyo Co., Ltd., y se mezclaron hasta uniformidad a 25°C para obtener la emulsión 1.

**Ejemplo de Producción 2:** Producción de una composición endurecible por reacción de hidrosililación (I)

20 Veinticuatro partes en masa de un organopolisiloxano de fórmula (Me<sub>3</sub>SiO<sub>1/2</sub>)<sub>0,33</sub>(Me<sub>2</sub>ViSiO<sub>1/2</sub>)<sub>0,11</sub>(SiO<sub>4/2</sub>)<sub>0,57</sub>, donde Me representa metilo y Vi representa vinilo, con un peso molecular promedio en masa de 4.600 y un contenido en vinilo de aproximadamente un 4,0% en masa, 31 partes en masa de un dimetilpolisiloxano bloqueado en sus extremos con dimetilvinilsiloxi, con una viscosidad de 11.000 mPa-s y un contenido en vinilo de aproximadamente un 0,13% en masa y 0,08 partes en masa de una solución en 1,3-diviniltetrametildisiloxano de un complejo de platino/1,3-diviniltetrametildisiloxano, donde la solución tiene un contenido en platino metal de aproximadamente 4.000 ppm, se mezclaron hasta uniformidad a temperatura ambiente, para obtener una composición endurecible por reacción de hidrosililación (I).

25 **Ejemplo de Producción 3:** Producción de una composición endurecible por reacción de hidrosililación (II)

30 Veinte partes en masa de un organopolisiloxano de fórmula (Me<sub>3</sub>SiO<sub>1/2</sub>)<sub>0,33</sub>(Me<sub>2</sub>ViSiO<sub>1/2</sub>)<sub>0,11</sub>(SiO<sub>4/2</sub>)<sub>0,57</sub>, donde Me representa metilo y Vi representa vinilo, con un peso molecular promedio en masa de 4.600 y un contenido en vinilo de aproximadamente un 4,0% en masa, 25 partes en masa de un dimetilpolisiloxano bloqueado en sus extremos con dimetilvinilsiloxi con una viscosidad de 11.000 mPa-s y un contenido en vinilo de aproximadamente un 0,13% en masa, 10,7 partes en masa de un organopolisiloxano de fórmula (HMe<sub>2</sub>SiO<sub>1/2</sub>)<sub>8</sub>(SiO<sub>4/2</sub>)<sub>4</sub> con una viscosidad cinemática de 18 mm<sup>2</sup>/s y un contenido en átomos de hidrógeno unidos a silicio de aproximadamente un 0,97% en masa, y 0,1 partes en masa de 3,5-dimetil-1-octin-3-ol como retardante des endurecimiento se mezclaron hasta uniformidad a temperatura ambiente para obtener una composición endurecible por reacción de hidrosililación (II).

**Ejemplos 1-10 y Ejemplos Comparativos 1-3**

35 Los componentes (C), (D)-(F) y los otros materiales de partida se mezclaron hasta uniformidad a 25°C en las proporciones de mezcla mostradas en las Tablas 1-3. Después, el componente (A) y el componente (B) se combinaron con la mezcla resultante y se llevó a cabo una desgasificación para producir una composición de organopolisiloxano endurecible. En un recipiente de 90 mm de longitud, 55 mm de ancho y 12 mm de profundidad se aplicó una película de fluororresina. La composición de organopolisiloxano endurecible preparada tal como se describe más arriba se introdujo vertiéndola desde arriba y, después de nivelar la superficie, se introdujo en un horno a 40°C y se dejó reposar durante 3 días. Después se sacaron del recipiente la pieza moldeada y la película de fluororresina juntas y a continuación se retiró la película de fluororresina para obtener una muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido. Estas muestras de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido se utilizaron para medir la densidad, la dureza y la conductividad térmica y para evaluar la tenacidad. Los resultados se muestran en las Tablas 1-3. No se observó ninguna diferencia entre las dimensiones exteriores de las piezas moldeadas preparadas en los Ejemplos 1-10 y las dimensiones interiores del recipiente utilizado para el moldeo.

**Tabla 1**

	Ejp. 1	Ejp. 2	Ejp. 3	Ejp. 4	Ejp. Comp. 1
(A) a-1 (partes en masa)	20	15	10	5	20
(B) b-1 (partes en masa)	1	0,75	0,5	0,25	1
(C) c-1 (partes en masa)	0,05	0,04	0,025	0,02	0,05
(D) d-1 (partes en masa)	10	10	10	10	10



ES 2 398 703 T3

	Ejp. 1	Ejp. 2	Ejp. 3	Ejp. 4	Ejp. Comp. 1
(E) (partes en masa)	30	30	30	30	30
(F) f-1 (partes en masa)	1,0	0,5	0,5	0,5	
Componente (D) % en vol.	76	81	87	93	76
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,22	0,20	0,16	0,13	0,23
Dureza (JIS tipo A)	14	9	14	11	8
Conductividad térmica W/(m·K)	0,060	0,064	0,048	0,045	0,061
Evaluación de tenacidad	+	+	+	+	xx

**Tabla 2**

	Ejp. 5	Ejp. 6	Ejp. 7	Ejp. 8	Ejp. Comp. 2
(A) a-1 (partes en masa)	10	10	10	10	10
(B) b-1 (partes en masa)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
(C) c-1 (partes en masa)	0,025	0,025			
(C) c-2 (partes en masa)			0,025	0,025	0,025
(D) d-1 (partes en masa)	10	10	10	10	10
(E) (partes en masa)	20	40	30	30	30
(F) f-1 (partes en masa)	0,5	0,5			
(F) f-2 (partes en masa)			1		
(F) f-3 (partes en masa)				1	
Componente (D) % en vol.	87	87	87	87	87
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,18	0,13	0,18	0,16	0,16
Dureza (JIS tipo A)	14	14	15	15	NA
Conductividad térmica W/(m·K)	0,051	0,047	0,053	0,054	NA
Evaluación de tenacidad	+	+	+	+	xx

NA: La muestra de ensayo era tan frágil que no fue posible realizar la evaluación.

**Tabla 3**

	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejp. Comp. 3
(A) a-1 (partes en masa)		10	12
(A) a-2 (partes en masa)	10		
(B) b-1 (partes en masa)		0,5	0,6
(B) b-2 (partes en masa)	0,5		
(C) c-2 (partes en masa)		0,03	0,03
(C) c-3 (partes en masa)	0,15		

	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ej. Comp. 3
Retardante endurecimiento (partes en masa)	0,02		
(D) d-1 (partes en masa)	7,2		
(D) d-2 (partes en masa)		10	8
(E) (partes en masa)	14,4	20	
(F) f-1 (partes en masa)	0,5	0,5	
Componente (D) % en vol.	82	83	76
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,27	0,15	0,23
Dureza (JIS tipo A)	6	5	5
Conductividad térmica W/(m·K)	0,062	0,044	0,054
Evaluación de tenacidad	+	+	x

### Ejemplos 11-13

Utilizando las proporciones de mezcla indicadas en la Tabla 4, los componentes (C)-(F) se mezclaron hasta uniformidad a 25°C en la emulsión 1 preparada en el Ejemplo de Producción 1. Después, el componente (B) se combinó con la mezcla resultante y se llevó a cabo una desgasificación para producir una composición de organopolisiloxano endurecible. En un recipiente de 90 mm de longitud, 55 mm de ancho y 12 mm de profundidad se aplicó una película de fluororresina. La composición de organopolisiloxano endurecible preparada tal como se describe más arriba se introdujo vertiéndola desde arriba y, después de nivelar la superficie, se introdujo en un horno a 40°C y se dejó reposar durante 3 días. Después se sacaron del recipiente la pieza moldeada y la película de fluororresina juntas y a continuación se retiró la película de fluororresina para obtener una muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido. Estas muestras de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido se utilizaron para medir la densidad, la dureza y la conductividad térmica y para evaluar la tenacidad. Los resultados se muestran en la Tabla 4. No se observó ninguna diferencia entre las dimensiones exteriores de las piezas moldeadas preparadas en los Ejemplos 11-13 y las dimensiones interiores del recipiente utilizado para el moldeo.

**Tabla 4**

	Ejemplo 11	Ejemplo 12	Ejemplo 13
(A) a-1 (partes en masa)	10	5	
(B) b-1 (partes en masa)	0,8	0,5	0,5
(C) c-1 (partes en masa)	0,025	0,025	0,03
Emulsión 1 (partes en masa)	10	10	12,5
(D) d-1 (partes en masa)	10	10	10
(E) (partes en masa)	30	30	22,5
(F) f-1 (partes en masa)	0,5	0,5	0,5
Componente (D) % en vol.	82	88	93
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,2	0,15	0,13
Dureza (JIS tipo A)	13	20	10
Conductividad térmica W/(m·K)	0,035	0,046	0,037
Evaluación de tenacidad	+	+	+

**Ejemplo 14**

Utilizando las proporciones de mezcla indicadas en la Tabla 5, la composición endurecible por reacción de hidrosililación (I) preparada en el Ejemplo de Producción 2, la composición endurecible por reacción de hidrosililación (II) preparada en el Ejemplo de Producción 3 y los componentes (D)-(F) se mezclaron hasta uniformidad a 25°C y se llevó a cabo una desgasificación para producir una composición de organopolisiloxano endurecible. En un recipiente de 90 mm de longitud, 55 mm de ancho y 12 mm de profundidad se aplicó una película de fluororresina. La composición de organopolisiloxano endurecible preparada tal como se describe más arriba se introdujo vertiéndola desde arriba y, después de nivelar la superficie, se introdujo en un horno a 40°C y se dejó reposar durante 3 días. Después se sacaron del recipiente la pieza moldeada y la película de fluororresina juntas y a continuación se retiró la película de fluororresina para obtener una muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido. Estas muestras de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido se utilizaron para medir la densidad, la dureza y la conductividad térmica y para evaluar la tenacidad. Los resultados se muestran en la Tabla 5. No se observó ninguna diferencia entre las dimensiones exteriores de la pieza moldeada obtenida y las dimensiones interiores del recipiente utilizado para el moldeo.

**Tabla 5**

		Ejemplo 14
Comp. endurecible por reac. de hidrosililación (I)	(partes en masa)	7
Comp. endurecible por reac. de hidrosililación (II)	(partes en masa)	7
(D) d-1 (partes en masa)		20
(E) (partes en masa)		60
(F) f-1 (partes en masa)		0,5
Componente (D) % en vol.		90
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )		0,13
Dureza (JIS tipo A)		13
Conductividad térmica W/(m·K)		0,046
Evaluación de tenacidad		+

**Ejemplo 15**

Utilizando las proporciones de mezcla indicadas en la Tabla 6, los componentes (C)-(F) se mezclaron hasta uniformidad a 25°C para obtener una composición (I), que se guardó. El componente (A) y el componente (B) se mezclaron hasta uniformidad a 25°C utilizando las proporciones de mezcla indicadas en la Tabla 6 para obtener una composición (II), que se guardó. Después, la composición (I) y la composición (II) se mezclaron hasta uniformidad en proporciones de 50,6:12,5 y se llevó a cabo una desgasificación para producir una composición de organopolisiloxano endurecible. En un recipiente de 90 mm de longitud, 55 mm de ancho y 12 mm de profundidad se aplicó una película de fluororresina. La composición de organopolisiloxano endurecible preparada tal como se describe más arriba se introdujo vertiéndola desde arriba y, después de nivelar la superficie, se introdujo en un horno a 40°C y se dejó reposar durante 3 días. Después se sacaron del recipiente la pieza moldeada y la película de fluororresina juntas y a continuación se retiró la película de fluororresina para obtener una muestra de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido. Estas muestras de ensayo de material poroso de organopolisiloxano endurecido se utilizaron para medir la densidad, la dureza y la conductividad térmica y para evaluar la tenacidad. Los resultados se muestran en la Tabla 6. No se observó ninguna diferencia entre las dimensiones exteriores de la pieza moldeada obtenida y las dimensiones interiores del recipiente utilizado para el moldeo.

**Tabla 6**

	Ejemplo 15	
	Comp. (I)	Comp. (II)
(A) a-1 (partes en masa)		10

	Ejemplo 15	
(B) b-1 (partes en masa)		2,5
(C) c-1 (partes en masa)	0,1	
(D) d-1 (partes en masa)	10	
(E) (partes en masa)	40	
(F) f-1 (partes en masa)	0,5	
Componente (D) % en vol.	87	
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,14	
Dureza (JIS tipo A)	10	
Conductividad térmica W/(m·K)	0,043	
Evaluación de tenacidad	+	

A continuación se describen las entradas de las Tablas 1 a 6.

Componente A:

5 a-1: polidimetilsiloxano bloqueado en sus extremos con dimetilhidroxisiloxi en ambos terminales de la cadena molecular, viscosidad de 4.000 mPa·s.

a-2: copolímero de dimetilsiloxano-metilvinilsiloxano bloqueado en sus extremos por el grupo dimetilvinilsiloxi en ambos terminales de la cadena molecular, viscosidad de 7.500 mPa·s y contenido en vinilo de aprox. un 0,31% en masa.

Componente B:

10 b-1: Metiltrimetoxisilano.

b-2: copolímero de dimetilsiloxano-metilhidrogenosiloxano bloqueado en sus extremos con trimetilsiloxi en ambos terminales de la cadena molecular, viscosidad cinemática de 15 mm<sup>2</sup>/s y contenido en átomos de hidrógeno unidos a silicio de aproximadamente un 0,82% en masa.

Componente C:

15 c-1: Dilaurato de di-n-butilestaño.

c-2: Dilaurato de dimetilestaño.

c-3: solución en 1,3-diviniltetrametildisiloxano de un complejo de platino/1,3-diviniltetrametildisiloxano. Contenido en metal platino de aprox. 4.000 ppm.

Componente D:

20 d-1: Nombre comercial: Glass Bubbles K15 (comprado a Sumitomo 3M Limited, densidad verdadera 0,15 g/cm<sup>3</sup>).

d-2: Material de carga hueco tratado superficialmente, producido mezclando los siguientes componentes hasta uniformidad: 1 parte en masa de 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano y 100 partes en masa de Matsumoto Microsphere de Matsumoto Yushi-Seiyaku Co., Ltd. (calidad: F-50E, densidad verdadera 0,03 g/cm<sup>3</sup>, mezcla con un 85% en masa de agua).

25 Componente E:

Agua de intercambio iónico

Componente F:

f-1: agente tensioactivo no iónico de Kao Corporation, nombre comercial: Emulgen LS-114; polioxialquilen alquil éter.

f-2: SZ-1995 de Dow Corning Toray Co., Ltd., copolímero de dimetilsiloxano-metil(propil(polioxietileno)hidroxi)siloxano bloqueado en sus extremos con trimetilsiloxi, viscosidad cinemática de 15.000 mm<sup>2</sup>/s.

5 f-3: FZ-2215 de Dow Corning Toray Co., Ltd., copolímero de dimetilpolisiloxano-poli(oxietileno-oxipropileno), viscosidad cinemática de 15.000 mm<sup>2</sup>/s.

10 Componente (D) % en vol.: se calculó utilizando la fórmula mostrada más abajo, tomando el volumen (Vd) del componente (D) como el cociente de la división de la cantidad incorporada del componente (D) en partes en masa entre la densidad verdadera del componente (D), y tomando el volumen (Va) del componente (A) como el cociente obtenido de la división entre la cantidad incorporada del componente (A) en partes en masa y la densidad del componente (A).  
 15 Cuando el componente (D) consistía en una mezcla con agua, Vd se determinó utilizando la cantidad de sólidos incorporados.

$$\text{Componente (D) \% en volumen} = \frac{Vd}{Vd+Va} \times 100$$

#### Aplicación Industrial

15 La composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención tal como se describe más arriba, dado que forma un material poroso de organopolisiloxano endurecido después de su moldeo, es muy adecuada para su uso como material termoaislante, amortiguador del sonido, insonorizante, protector contra vibraciones, amortiguador de vibraciones, como acolchado, embalaje, juntas, almohadillas. Debido a la alta resistencia al calor de los organopolisiloxanos, dicha composición es particularmente adecuada para su uso en los elementos empleados en ambientes de alta temperatura. Además, la composición de organopolisiloxano endurecible de la presente invención se  
 20 adhiere fuertemente a la superficie del sustrato en contacto con la composición durante su endurecimiento y, por esta razón, la composición es útil para formar un artículo compuesto que incluye una capa de material poroso de organopolisiloxano endurecido. Es de esperar que un artículo compuesto de este tipo tenga carácter termoaislante, propiedades de almacenamiento en calor, de insonorización, de protección contra vibraciones y de amortiguación de vibraciones. Además, el material poroso de organopolisiloxano endurecido de la presente invención presenta resistencia  
 25 a la intemperie y tiene una superficie que también resiste la contaminación o la coloración en los ensayos de exposición a la intemperie y, por tanto, es adecuado para elementos de exterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Composición de organopolisiloxano endurecible, que comprende
  - (A) un organopolisiloxano que contiene al menos dos grupos reactivos reticulables por molécula,
  - (B) un agente reticulante,
  - 5 (C) un catalizador de reticulación,
  - (D) un material de carga hueco con una densidad verdadera de 0,001 a 3,000 g/cm<sup>3</sup>, en una cantidad correspondiente a al menos el 70% en volumen del volumen total del componente (A) y el material de carga hueco,
  - (E) agua, en una cantidad de 20 a 1.000 partes en masa por 100 partes en masa del componente (A), y
  - 10 (F) un agente emulsionante en una cantidad de 0,01 a 30 partes en masa por 100 partes en masa del componente (E).
2. Composición de organopolisiloxano endurecible según la reivindicación 1, caracterizada porque es del tipo endurecible por reacción de condensación.
3. Composición de organopolisiloxano endurecible según la reivindicación 1, caracterizada porque es del tipo endurecible por reacción de hidrosililación.
- 15 4. Composición de organopolisiloxano endurecible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el material de carga hueco (D) consiste en un material de carga de vidrio hueco.
5. Composición de organopolisiloxano endurecible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el material de carga hueco (D) consiste en un material de carga de resina orgánica hueco.
- 20 6. Material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido mediante el endurecimiento de una composición de organopolisiloxano endurecible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Material poroso de organopolisiloxano endurecido según la reivindicación 6, caracterizado porque tiene una conductividad térmica no superior a 0,080 W/(m·K).
8. Artículo compuesto que comprende un sustrato formado en un artículo individual con un material poroso de organopolisiloxano endurecido obtenido mediante el endurecimiento de una composición de organopolisiloxano endurecible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 25 9. Método para producir un artículo compuesto, caracterizado porque la superficie de al menos una parte de un sustrato se pone en contacto con una composición de organopolisiloxano endurecible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5; y después se endurece la composición de organopolisiloxano endurecible.