

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 811**

51 Int. Cl.:

H05B 3/38 (2006.01)

H05B 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2020** E 20382453 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** EP 3917280

54 Título: **Elemento calefactor de material compuesto incrustado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2023

73 Titular/es:

OHMVO FLEXIBLE HEAT, S.L.U. (100.0%)
Calle A, 6-8 Polígono Industrial Can Bas
08739 Lavern (Barcelona), ES

72 Inventor/es:

FÉRRIZ CANALS, ANDREU;
TRIAS POU, SALVADOR y
LLAURADÓ ASPACHS, JOSEP MARIA

74 Agente/Representante:

GALLEGO JIMÉNEZ, José Fernando

ES 2 950 811 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

Elemento calefactor de material compuesto incrustado

5 **Campo técnico**

La presente invención pertenece al campo de los elementos calefactores de material compuesto ("composite").

10 **Antecedentes de la técnica**

Los elementos calefactores estructurales son atractivos en el campo de la industria de la construcción, los sistemas industriales y las infraestructuras de transporte, para muchos fines, por ejemplo, como descongelación en sistemas aeronáuticos y de automoción, o para calentar suelos y paredes de sistemas de transporte público o salas de estar.

15 La incorporación del elemento calefactor dentro de un material estructural proporciona ventajas, por ejemplo, mayor durabilidad, menores costos de fabricación, mayor implementación, conveniencia mayor uniformidad espacial de la calefacción, y mayor volumen del elemento calefactor, como se divulga en D. D. L. Chung, Composite Materials: Science and Applications, 2ª Edición, Springer, Londres, 2010, página 213.

20 En las últimas décadas, ha habido un creciente interés en los materiales compuestos, un tipo de material muy parecido al cuerpo humano, como una combinación de dos o más materiales que juntos crean sinérgicamente un nuevo material, más fuerte, más ligero y resistente a la electricidad, mucho mejor que los metales. Dado que los costos de fabricación y materia prima de estos materiales compuestos se han reducido drásticamente en los últimos años, se ha centrado la atención en muchas aplicaciones nuevas y potenciales en las industrias del ferrocarril, del automóvil y la construcción. El calentamiento de estos nuevos materiales mediante la incrustación efectiva de un calefactor es un desafío y una oportunidad para todos los usos potenciales en esos segmentos del mercado.

30 Los elementos calefactores flexibles se basan principalmente en placas de circuito impreso resistivas o cables eléctricos incrustados en un polímero de silicona, por ejemplo. En la mayoría de las aplicaciones de calefacción, estos calefactores se fijan a los objetos a calentar por medio de fijación mecánica o adhesivos poliméricos. Estos sistemas se fabrican utilizando procesos complejos, que no siempre son ecológicos y que muchas veces son muy ineficientes, creando pérdidas de energía innecesarias y heterogeneidades de temperatura.

35 Los materiales compuestos de matriz cementosa y los materiales compuestos de matriz polimérica se utilizan preferentemente en la industria de la construcción, y estos últimos en la aeronáutica, debido al peso más ligero.

Los materiales compuestos de matriz polimérica muestran una mayor versatilidad debido a la posibilidad de seleccionar el polímero y, si fuera necesario, el elemento de refuerzo más apropiado para una aplicación específica.

40 En la técnica anterior, se han propuesto múltiples soluciones técnicas para proporcionar elementos calefactores estructurales.

45 Por ejemplo, la solicitud de patente internacional WO-A-2009/129615 divulga un elemento calefactor de película gruesa integrado sobre un sustrato hecho de formulaciones de aditivos en polvo/polímeros termoplásticos que fluyen por fusión a alta temperatura que forman un recubrimiento dieléctrico termoplástico eléctricamente aislante sobre el sustrato.

50 La solicitud de patente internacional WO-A-2009/146429 divulga un sistema de calefacción radiante, que comprende: un sustrato que comprende un material de construcción de contrapiso; una capa calefactora resistiva rociada térmicamente sobre el sustrato que tiene una densidad de vatios específica; y al menos un conector eléctrico para proporcionar potencia eléctrica a la capa calefactora resistiva.

55 La solicitud de patente internacional WO-A-2012/059417 divulga un método para fabricar un calefactor flexible que comprende una pista resistiva encerrada en dos láminas de material plástico eléctricamente aislante, comprendiendo dicha pista conexiones eléctricas a las que se conectan cables eléctricos, comprendiendo el método las etapas de: - encerrar la pista resistiva en las dos láminas de material plástico eléctricamente aislante - conectar los cables eléctricos a las conexiones eléctricas de la pista resistiva - poner un molde abierto alrededor del área de conexión - inyectar una formulación líquida de colada en dicho molde - someter a curado dicha composición - quitar el molde.

60 La patente coreana KR-B-101804216 divulga un cuerpo de material compuesto conductor en forma de un panel en el que se mezcla un nano material de carbono con un material aglutinante y se calienta mediante energía eléctrica aplicada desde el exterior, mediante un electrodo hecho de material conductor incrustado en el cuerpo del material compuesto conductor. De acuerdo con la descripción, el panel de material compuesto conductor se fabrica mezclando nanotubos de carbono con un material aglutinante tal como cemento.

65 El documento KR20190065223A divulga un elemento calefactor de material compuesto que comprende un conjunto calefactor incrustado en un polímero; consistiendo el conjunto calefactor en una matriz eléctricamente conductora, al

menos dos electrodos unidos a la matriz eléctricamente conductora y al menos una lámina de material de refuerzo; en donde la matriz eléctricamente conductora comprende un relleno conductor que consiste en nanotubos de carbono multipared; y en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía.

- 5 A pesar de las numerosas propuestas disponibles en el estado de la técnica, sigue existiendo la necesidad de disponer de un nuevo elemento calefactor de material compuesto de fácil fabricación, rápida respuesta y potencia eléctrica regulable.

Objeto de la invención

- 10 El objeto de la presente invención es un elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1.
Es otro aspecto de la invención un método para preparar el elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 13.

- 15 Es otro aspecto de la invención el uso de dicho elemento calefactor de material compuesto.

Figuras

- 20 Las Figuras 1a y 1b muestran esquemáticamente la matriz eléctricamente conductora (A) y dos electrodos, B, en disposición paralela, y que tienen diferentes formas.
La Figura 2 muestra esquemáticamente la matriz eléctricamente conductora serigrafiada (A), dos electrodos (B), y el área de aislamiento (C), que es eléctricamente no conductor.
Las Figuras 3a y 3b representan esquemáticamente el conjunto calefactor con las perforaciones de diferentes formas: rectangular y circular. La figura 3c representa perforaciones en una matriz eléctricamente conductora fabricada con
25 electrodos de tela de cobre integrados en tejido de fibra de vidrio. En estas figuras, en donde A representa la matriz eléctricamente conductora, B representa los electrodos y C las perforaciones.
La Figura 4 muestra una vista esquemática transversal de una realización del elemento calefactor de material compuesto divulgado en el Ejemplo 1, en donde A es la matriz eléctricamente conductora serigrafiada, B son electrodos, C es el material de refuerzo (por ejemplo, tejido de fibra de vidrio), D representa orificios perforados a
30 través del conjunto calefactor, E representa una almohadilla de conexión unida al electrodo, y F representa el polímero de incrustación (por ejemplo, preimpregnado de resina fenólica).
La Figura 5 muestra una vista esquemática transversal de una realización del elemento calefactor de material compuesto divulgado en el Ejemplo 3, en donde A es la matriz eléctricamente conductora serigrafiada, B son electrodos integrados en el material de refuerzo, C, (por ejemplo, tejido de fibra de vidrio), D representa orificios perforados a
35 través del conjunto calefactor, E representa una almohadilla de conexión unida al electrodo, y F representa el polímero de incrustación (por ejemplo, preimpregnado de resina fenólica).
La Figura 6 muestra una vista esquemática transversal de una realización del elemento calefactor de material compuesto divulgado en el Ejemplo 5, en donde A es la matriz eléctricamente conductora serigrafiada, B son electrodos pegados al material de refuerzo, C, (por ejemplo, tejido de fibra de vidrio), D representa orificios perforados a través del conjunto
40 calefactor, E representa una almohadilla de conexión unida al electrodo y F representa el polímero de incrustación (por ejemplo, resina de acrilato).
La Figura 7 muestra una vista esquemática transversal de una realización del elemento calefactor de material compuesto divulgado en el Ejemplo 7, en donde A es la matriz eléctricamente conductora serigrafiada, B es un electrodo, D es el material de refuerzo (por ejemplo, PET), E es el material de refuerzo pegado a la matriz eléctricamente conductora serigrafiada mediante un adhesivo de silicona (C), F es el polímero de incrustación, G representa orificios perforados a
45 través del conjunto calefactor y H representa una almohadilla de conexión unida al electrodo.

Descripción detallada de la invención

- 50 El objeto de la presente invención es un elemento calefactor de material compuesto que comprende:

a) un conjunto calefactor que consiste en:

- 55 a. una matriz eléctricamente conductora que comprende:
i. una silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente (RTV), y
ii. un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en
60 1. nanotubos de carbono multipared y
2. una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo,
b. al menos dos electrodos unidos a la matriz eléctricamente conductora, y
65 c. al menos una lámina de material de refuerzo,

b) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina epoxi, en donde el conjunto calefactor a) está incrustado en el polímero b),

en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente, y

en donde se perfora el conjunto calefactor.

Los autores de la presente invención han desarrollado un elemento calefactor de material compuesto que presenta las siguientes ventajas: sistema modular, fácil fabricación, temperatura de equilibrio final alcanzada muy rápido, resistencia a las variaciones térmicas sin grietas ni deformaciones, alta resistencia al desgarro del elemento calefactor de silicona, proporcionando ventajas en el manejo del calefactor en la producción de unidades de material compuesto, calentamiento homogéneo y estable, mejor ajuste del rango de potencia eléctrica, reducción del riesgo de delaminación interna, menor temperatura interna de la silicona, y adecuado aislamiento eléctrico.

El término "aproximadamente" o "alrededor de" se refiere a una desviación de más/menos un 10 %, preferentemente más/menos un 5 %.

En la presente descripción, así como en las reivindicaciones, las formas en singular "un", "una" y "el" o "la", incluyen la referencia en plural a menos que el contexto dicte claramente lo contrario. Los intervalos definidos por la preposición "entre" también incluyen los dos extremos del mismo.

El término "incrustado" significa que el conjunto calefactor está fijado firmemente en una masa circundante de un polímero específico.

En el contexto de la descripción, el término abierto "que comprende" y los términos relacionados también abarcan expresiones cerradas como "que consiste esencialmente en" y "que consiste en".

Silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente

La matriz eléctricamente conductora de la invención comprende una silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente, lo que se conoce como RTV.

La silicona RTV es un tipo de caucho de silicona, que cura a temperatura ambiente o a una temperatura más alta en un horno de calentamiento convencional. Puede producirse a partir de un sistema monocomponente o bicomponente (base más curativo; A+B) disponible en un intervalo de dureza de muy suave a medio, generalmente de 15 a 40 Shore A.

Las siliconas RTV se pueden curar con un catalizador que consiste en platino o un compuesto de estaño tal como el dilaurato de dibutylestaño.

El curado con un catalizador de estaño requiere la concurrencia de la humedad del aire, y el proceso se conoce como curado por condensación.

El uso de catalizadores de Pt no requiere humedad para el curado y el proceso se conoce como curado por adición.

En una realización preferida, la silicona RTV consiste en dos componentes: Parte A y Parte B, comprendiendo uno de ellos el catalizador, preferentemente un catalizador de Pt, y comprendiendo el otro el compuesto que contiene grupos Si-H. La reacción de curado entre la Parte A y la Parte B tiene lugar a temperatura ambiente, pero la velocidad de vulcanización se puede activar calentando en un horno a temperatura más alta, por ejemplo, 110 °C a 130 °C.

La silicona de vulcanización a temperatura caliente, silicona HTV, también se puede utilizar en la preparación de la matriz eléctricamente conductora.

El contenido de silicona RTV en la matriz eléctricamente conductora generalmente está comprendido entre el 80 % en peso y el 99,5 % en peso, preferentemente entre el 85 % en peso y el 99 % en peso, más preferentemente entre el 87 % en peso y el 98 % en peso, y aún más preferentemente entre el 88 % en peso y el 97 % en peso del contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora.

La viscosidad de la silicona RTV antes de la vulcanización generalmente está comprendida entre 2,000 y 80,000 mPa.s, preferentemente entre 10,000 mPa.s y 75,000 mPa.s y más preferentemente entre 30,000 mPa.s y 65,000 mPa.s.

En una realización preferida, la silicona RTV curada tiene una dureza Shore A (estándar ISO R868) de aproximadamente 50, una resistencia a la tracción (estándar ISO R 37 (H2) de aproximadamente 5,5 MPa y una elongación de rotura (estándar ISO R 37 (H2)) mayor que el 160 %. En una realización preferida, la silicona RTV es ESA-3744 (Elkem).

Las siliconas RTV están disponibles en el mercado a través de empresas tales como Momentive, Wacker, Shin Etsu, Elkem o Dow Corning.

5 Relleno eléctricamente conductor

La matriz eléctricamente conductora de la invención comprende un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en nanotubos de carbono multipared (MWCNT) y una mezcla de MWCNT y negro de humo.

10 Los MWCNT consisten en nanotubos de carbono de pared simple anidados, en donde estos son uno de los alótropos de carbono, intermedio entre las jaulas de fullereno y el grafeno plano. Los nanotubos de carbono también pueden referirse a tubos con una estructura de pared de carbono indeterminada y diámetros inferiores a 100 nm.

15 Los MWCNT se pueden producir mediante el proceso de deposición catalítica de vapor de carbono (CCVD).

En una realización preferida, Los MWCNT tienen un diámetro promedio comprendido entre 5 y 20 nm, preferentemente de aproximadamente 10 nm, medido por microscopía electrónica de transmisión (TEM), y una longitud promedio de 0,5 a 5 μm , preferentemente de aproximadamente 1,5 μm , medida mediante TEM.

20 En una realización preferida, el negro de humo es negro de humo de acetileno. El negro de humo de acetileno es un tipo de negro de humo obtenido de la descomposición térmica del acetileno, que está altamente purificado y muestra una alta conductividad.

25 En una realización preferida, el relleno conductor son MWCNT y su contenido generalmente está comprendido entre el 0,5 % en peso y el 8 % en peso, preferentemente entre el 0,8 % en peso y el 5 % en peso, más preferentemente entre el 1 % en peso y el 3 % en peso, y aún más preferentemente aproximadamente el 1,5 % en peso sobre el contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora.

30 En otra realización preferida, el relleno conductor es una mezcla de MWCNT y negro de humo, más preferentemente una mezcla de MWCNT y negro de humo de acetileno. En esta realización preferida, el contenido de MWCNT generalmente está comprendido entre el 0,5 % en peso y el 8 % en peso, preferentemente entre el 0,8 % en peso y el 5 % en peso, más preferentemente entre el 1 % en peso y el 3 % en peso, y aún más preferentemente aproximadamente el 1,6 % en peso sobre el contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora. En esta realización preferida, el contenido de negro de humo generalmente está comprendido entre el 2 % en peso y el 18 % en peso, preferentemente entre el 3 % en peso y el 16 % en peso, más preferentemente entre el 5 % en peso y el 14 % en peso, más preferentemente entre el 7 % en peso y el 12 % en peso, y aún más preferentemente aproximadamente el 10 % en peso sobre el contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora. En una realización particularmente preferida, el relleno conductor es una mezcla de mezcla de MWCNT y negro de humo de acetileno, en donde el contenido de MWCNT es del 1,6 % en peso y el contenido de negro de humo de acetileno es del 10 % en peso. En otra realización particularmente preferida, el relleno conductor es una mezcla de mezcla de MWCNT y negro de humo de acetileno, en donde el contenido de MWCNT es del 2 % en peso y el contenido de negro de humo de acetileno es del 3,8 % en peso.

45 La mezcla de rellenos conductores es adecuada para ajustar la resistividad volumétrica de la matriz eléctricamente conductora y para ajustar sus propiedades reológicas. El negro de humo proporciona compuestos eléctricamente conductores menos fibrosos y, generalmente, reduce el comportamiento de tixotropía de los MWCNT.

Los MWCNT están disponibles en el mercado a través de empresas tales como, por ejemplo, Hongwu International Group, US Research Nanomaterials, o Nanocyl.

50 El negro de humo, incluido el negro de humo de acetileno está disponible en el mercado a través de empresas tales como, por ejemplo, Chemi Enterprises, Denka o Soltex.

Electrodos

55 La matriz eléctricamente conductora de la invención comprende al menos dos electrodos unidos a la misma de acuerdo con una disposición paralela, cuya forma puede ser, por ejemplo, rectangular u ondulada como se muestra esquemáticamente en las Figuras 1a y 1b.

60 Los electrodos utilizados en el conjunto calefactor pueden estar hechos de uno cualquiera de los siguientes metales: cobre, plata o aluminio, preferentemente cobre.

La base de los electrodos puede ser una lámina metálica, tela metálica o conductor metálico serigrafiado.

65 Los electrodos de cobre pueden estar hechos de lámina de cobre, preferentemente lámina de cobre recocido suave, o hechos de tela de cobre, que se fabrica con hilos de cobre integrados en tejido de fibra de vidrio con urdimbre y trama definidas. La lámina de cobre está disponible en el mercado a través de empresas, por ejemplo, tales como Car Schlenk.

ES 2 950 811 T3

La tela de cobre integrada está disponible en el mercado a través de empresas, tales como, por ejemplo, TissTech.

El espesor de la lámina o la tela de cobre generalmente está comprendido entre 9 μm y 90 μm , preferentemente, entre 12 μm y 70 μm , más preferentemente entre 20 μm y 50 μm , y aún más preferentemente aproximadamente 35 μm .

5 La anchura de los electrodos de cobre suele ser de unos 5 mm a aproximadamente 10 mm. La forma de los electrodos puede ser rectangular u ondulada, como se muestra en las Figuras 1a y 1b, siendo la forma ondulada adecuada para aplicaciones finales que requieran mayor flexibilidad.

10 La distancia entre los electrodos de cobre puede ser ajustada por el experto en la materia para obtener una tensión específica del conjunto calefactor.

La unión de los electrodos de cobre a la matriz eléctricamente conductora se puede llevar a cabo de diferentes formas.

15 En una realización, los electrodos de cobre hechos de lámina de cobre tienen un adhesivo, por ejemplo, adhesivo acrílico o de silicona, unido a una lámina de un material de refuerzo seleccionado de un polímero termoplástico (por ejemplo, una lámina de PET), un tejido de fibra de vidrio, una manta de filamento de vidrio, y cubierta por al menos una capa de matriz eléctricamente conductora serigrafiada.

20 En una realización, se pueden utilizar electrodos metálicos obtenidos con tintas, que comprenden un polímero y una alta carga de metal, mediante técnicas de impresión convencionales sobre un sustrato tal como una lámina de polímero termoplástico (por ejemplo, PET, poliamida, poliimida, naftalato de polietileno, PVC, polietileno, poliestireno, Teflón o polibencimidazol) como alternativa a las tiras de cobre con adhesivos mencionadas anteriormente. Las tintas conductoras, que comprenden un polímero y una alta carga de metal, están disponibles en el mercado a través de
25 empresas tales como, por ejemplo, Dupont, Applied Technologies o Dow Consumer. Estas tintas conductoras muestran una destacada conductividad eléctrica y una excelente adhesión a diferentes sustratos.

30 En una realización, los electrodos de cobre están hechos de tela de cobre integrada en tela de fibra de vidrio cubierta por al menos una capa de matriz eléctricamente conductora serigrafiada. En una realización, ambos lados de estos electrodos pueden estar cubiertos por al menos una capa de matriz eléctricamente conductora serigrafiada

En una realización, los electrodos de cobre hechos de lámina de cobre se modifican asimétricamente: por un lado, está unidos a un refuerzo y por el otro lado están recubiertos por al menos una capa de adhesivo de silicona RTV conductora para permitir la unión de los electrodos a la matriz eléctricamente conductora. El propósito del refuerzo de
35 los electrodos es proteger los electrodos contra impactos mecánicos y mejorar la resistencia a la ruptura, dependiendo del sistema de incrustación en polímero final. La modificación se lleva a cabo generalmente en una lámina de cobre, preferentemente sobre una lámina de cobre recocido blando. El lado reforzado de los electrodos comprende una capa de tejido de fibra de vidrio o manta de filamento de vidrio incrustada en al menos una capa de una matriz de silicona no conductora serigrafiada hecha de silicona RTV, y el otro lado está cubierto con al menos una capa de adhesivo de
40 silicona conductora serigrafiada, que está unida a la matriz eléctricamente conductora. El material de refuerzo del electrodo generalmente es tela de vidrio de 46 g/m^2 , tal como el estilo 1080 (Isola), pero también son adecuados otros estilos de vidrio, tales como 106, 2113 o 2116 (Isola). En una realización preferida, la lámina de cobre se cepilla con una imprimación para mejorar la adhesión de la matriz de silicona no conductora a la lámina de cobre. En una realización preferida, se cepilla un agente de apelmazamiento de silicona en la parte superior de la capa de silicona no conductora. En una realización más preferida, se utilizan tanto una imprimación como un agente de apelmazamiento de silicona. La silicona RTV utilizada en estas modificaciones se somete a vulcanización a una temperatura comprendida entre 110 $^{\circ}\text{C}$ y 130 $^{\circ}\text{C}$. En una realización preferida, la matriz de silicona no conductora se prepara utilizando una silicona RTV con una viscosidad de aproximadamente 36,000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ (a 25 $^{\circ}\text{C}$, 10 s^{-1}), una dureza Shore A (DIN 53505) de aproximadamente 38, una resistencia a la tracción (DIN 53504) de aproximadamente 6,0 MPa, una elongación (DIN
50 53504) de aproximadamente el 400 %, y una resistencia al desgarro (DIN53515) de aproximadamente 18 N/mm. En una realización preferida, la silicona RTV para preparar matriz de silicona no conductora es ESA-7231 (Elkem). En una realización preferida, el adhesivo de silicona conductora consiste en la Parte A y la Parte B, que se mezclan 1:1 en peso, que tiene una viscosidad (a 23 $^{\circ}\text{C}$) de aproximadamente 10,000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$, y después del curado tiene una penetración (Cono hueco 62,5 g, DIN ISO2137) de aproximadamente 205 mm/10, y un adhesivo de sustrato (pegar el recubrimiento de prueba en la película PU 200 gsm) de al menos 30. En una realización más preferida, el adhesivo de silicona conductora consiste en RT GEL 4645 (Elkem).

En una realización, los electrodos se fabrican mediante serigrafía sobre la silicona eléctricamente conductora de un conductor metálico. El conductor metálico es una pasta que comprende un polímero y una alta carga de partículas metálicas. Las partículas metálicas pueden ser, por ejemplo, partículas de cobre recubiertas de plata. Este método es especialmente útil para diseños y formas complejas. El metal incluido en el polímero generalmente se selecciona entre cobre, plata y aluminio. Las pastas que comprenden un polímero y una alta carga de metal están disponibles en el mercado a partir de empresas, tales como, por ejemplo, Dupont. En una realización, normalmente se utiliza una pantalla de acero inoxidable de malla 200. Las condiciones de curado típicas para estas pastas son de aproximadamente
65 170 $^{\circ}\text{C}$ durante aproximadamente 30 minutos. La línea de circuito típico es de aproximadamente 25 - 30 μm .

Material de refuerzo

La matriz eléctricamente conductora de la invención comprende al menos una lámina de material de refuerzo.

- 5 Un material de refuerzo es un material que fortalece un material existente cuando se le agrega. Por tanto, un material de refuerzo aumenta las propiedades mecánicas cuando se agrega a otro material.

10 El material de refuerzo puede seleccionarse, por ejemplo, entre tejido de fibra de vidrio, manta de filamento de vidrio, o una lámina de polímero termoplástico (por ejemplo, PET, poliamida, poliimida, naftalato de polietileno, PVC, polietileno, poliestireno, Teflón o polibencimidazol), que en forma de hilo o lámina tejida o no tejida proporciona un soporte mecánico a la matriz eléctricamente conductora. En una realización preferida, el material de refuerzo se selecciona entre tejido de fibra de vidrio, manta de filamento de vidrio y lámina de PET. En una realización más preferida, el material de refuerzo se selecciona entre tejido de fibra de vidrio y manta de filamentos de vidrio. En una realización aún más preferida, el material de refuerzo es tejido de fibra de vidrio. En otra realización preferida, el material de refuerzo es lámina de PET.

15 Un tejido de fibra de vidrio que muestre aproximadamente 200 g/m² es adecuado para aplicaciones eléctricas, debido a que su porosidad es lo suficientemente baja para evitar el filtrado de la matriz eléctricamente conductora a través del mismo.

20 En una realización, la matriz eléctricamente conductora está serigrafiada en el material de refuerzo, y los electrodos, en particular, electrodos de cobre, se adhieren o serigrafian sobre los mismos utilizando una pasta que comprende un polímero y una alta carga de partículas metálicas.

25 En una realización, los electrodos de cobre tienen un adhesivo convencional, por ejemplo, acrílico o de silicona, y unido al material de refuerzo. La matriz eléctricamente conductora está serigrafiada sobre el conjunto que comprende el material de refuerzo y los electrodos adjuntos.

30 En una realización, los electrodos de cobre se integran como tela de cobre en un tejido de fibra de vidrio, y la matriz eléctricamente conductora se serigrafía directamente sobre ese material.

35 En una realización, el conjunto calefactor tiene una estructura laminada, que comprende material de refuerzo en la parte inferior y en la parte superior, y en el medio, está la matriz eléctricamente conductora y los electrodos. El material de refuerzo superior generalmente tiene un adhesivo de silicona para mejorar la adhesión sobre la matriz eléctricamente conductora. Esta realización se divulga en el Ejemplo 7 y se representa esquemáticamente en la Figura 7.

Generalmente, la longitud del material de refuerzo es mayor que la longitud de los electrodos.

Polímero de incrustación

40 El conjunto calefactor de la invención comprende un polímero, en el que se incrusta el conjunto calefactor.

En esta descripción, el término "incrustado" significa que el conjunto calefactor está fijado firmemente en una masa circundante de un polímero específico.

45 El polímero de incrustación se selecciona entre polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina epoxi.

El polímero termoplástico generalmente es un poliéster termoplástico, tal como, por ejemplo, PET, poliamida, poliimida, naftalato de polietileno, PVC, polietileno, poliestireno, Teflón o polibencimidazol.

50 El polímero acrílico es una resina acrílica, que puede modificarse con rellenos inorgánicos. En una realización preferida, la resina acrílica es un material compuesto cementoso acrílico modificado de fraguado rápido, que se puede aplicar por laminación manual. La laminación manual requiere un polímero que muestre un buen flujo para penetrar a través de las perforaciones de los polímeros acrílicos disponibles en el mercado a través de empresas, tales como, por ejemplo, Jesmonite.

55 El polímero de resina fenólica y epoxi se puede utilizar como una resina sola o como un preimpregnado, es decir, un refuerzo impregnado de resina. La incrustación del elemento calefactor en el preimpregnado de resina fenólica o epoxi se puede aplicar mediante diferentes métodos, bien conocidos por los expertos en la materia, tales como el moldeo por transferencia de resina, moldeo en autoclave, moldeo por transferencia de resina al vacío, laminación a alta presión o moldeo por compresión. En una realización preferida, la incrustación se lleva a cabo mediante laminación a alta presión, en donde se utiliza un preimpregnado polimerizado intermedio, que fluye y se une bajo presión y temperatura. También se puede aplicar una resina epoxi mediante laminación manual. Los polímeros de resinas fenólicas y epoxi y los productos preimpregnados polimerizados intermedios están disponibles en el mercado a través de empresas, tales como, por ejemplo, Hexcel, Solvay o Mader Composites.

65 En una realización preferida, el polímero de incrustación puede contener una carga particulada o en capas, orgánica

o inorgánica. Las cargas adecuadas son, por ejemplo, compuestos inorgánicos, tales como tiza, harina de cal, caolín, talco, sulfato de bario, mica, sílice precipitada, sílices pirógenas, zeolitas, bentonitas, minerales molidos, perlas de vidrio, polvo de vidrio, perlas de cristal huecas, manta de filamento de vidrio, tejido de fibra de vidrio, hebras cortadas y otros rellenos inorgánicos conocidos por el experto, así como rellenos orgánicos, más particularmente fibras discontinuas cortas o perlas de plástico huecas. En una realización más preferida, el relleno de partículas es inorgánico.

En una realización, el polímero de incrustación es un polímero termoplástico.

En una realización, el polímero de incrustación es una resina fenólica, preferentemente un preimpregnado de resina fenólica.

En una realización, el polímero de incrustación es una resina epoxi, preferentemente un preimpregnado de resina epoxi.

En una realización, el polímero de incrustación es una resina de acrilato.

15 Método de preparación del elemento calefactor de material compuesto

Un método para preparar el elemento calefactor de material compuesto de la invención es un aspecto del objeto de la invención.

20 En una realización, el método comprende:

1) fabricar el conjunto calefactor, e

2) incrustar el conjunto calefactor con un polímero seleccionado del grupo que consiste en polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina epoxi,

en donde el procedimiento 1) comprende:

a) mezclar una silicona de vulcanización a temperatura ambiente y un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en nanotubos de carbono multipared y una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo,

b) o bien i) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo, ii) curar el material serigrafiado, y iii) unir al menos dos electrodos de cobre al material serigrafiado curado para obtener un conjunto curado, o

i) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo, ii) someter a curado el material serigrafiado, y iii) serigrafiar una pasta que comprende un polímero y partículas de cobre sobre el material serigrafiado curado para obtener un conjunto curado, o

i) unir al menos dos electrodos de cobre a al menos una lámina de material de refuerzo, ii) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo que comprende al menos dos electrodos de cobre, y iii) someter a curado el material serigrafiado para obtener un conjunto curado, o

i) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo que comprende al menos dos electrodos de cobre integrados, y ii) someter a curado el material serigrafiado para obtener un conjunto curado,

c) perforar la región comprendida entre los electrodos del conjunto curado obtenido en la etapa b), y

d) soldar los cables de cableado a la superficie de los electrodos.

Mezcla

La etapa de mezcla de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente (RTV) y el relleno conductor generalmente se lleva a cabo mediante agitación mecánica para obtener una dispersión del relleno en la silicona, debido al color del relleno se obtiene una suspensión negra. Para eliminar los aglomerados del relleno, se prefiere refinar la suspensión en un molino de 3 rodillos, por ejemplo, un molino de 3 rodillos Torrey-Hills (TRM). El experto en la materia puede ajustar adecuadamente el calibre entre los rodillos para eliminar cualquier aglomerado. En general, se utiliza un calibre de unas 20 micras. La ausencia de aglomerados en la matriz conductora proporciona mejor rendimiento eléctrico y resistencia térmica al calefactor. El refinado conduce a un compuesto conductor altamente fibroso.

Preferentemente, se utiliza una silicona RTV de dos componentes. En este caso, cada parte, Parte A y Parte B, se mezclan por separado con el relleno conductor y también se refinan por separado.

Si es necesario reducir la viscosidad del compuesto conductor fibroso para una correcta serigrafía, se le puede agregar

un disolvente con alta agitación, por ejemplo, 10.000 rpm, y manteniendo la agitación hasta homogeneización y ausencia de aglomerados. Los disolventes adecuados son, por ejemplo, tolueno, hexano, alcohol isopropílico, metiletilcetona o xileno. Un disolvente preferido es xileno. En una realización preferida, la mezcla de silicona RTV y relleno conductor comprende un disolvente, y en una realización más preferida, el disolvente es xileno.

5

Serigrafía

La serigrafía es un proceso de recubrimiento adecuado para la aplicación de los diferentes materiales de silicona utilizados para preparar el conjunto calefactor de la invención.

10

Este proceso de recubrimiento proporciona un ajuste fino de la resistencia eléctrica del elemento calefactor de material compuesto de la invención. Se puede llevar a cabo utilizando dispositivos de serigrafía convencionales, tales como, por ejemplo, Impresora serigráfica de cama plana THIEME con mesa deslizante.

15

Los parámetros del proceso de serigrafía generalmente son ajustados por el experto para obtener capas regulares de la matriz eléctricamente conductora. Se prefiere una alta velocidad de serigrafía para obtener un alto espesor eléctricamente conductor. La malla de la pantalla generalmente está comprendida entre 10 y 29, siendo preferido 15. El número de capas generalmente está comprendido entre 1 y 5, preferentemente entre 2 y 3. El espesor del recubrimiento generalmente está comprendido entre 100 μm y 500 μm , preferentemente entre 100 μm y 300 μm . La cuchilla puede ser blanda y redonda, o afilada y dura. El proceso de serigrafía se controla midiendo la tensión a 0,1 A de intensidad de corriente. La tensión medida en el elemento de material compuesto térmico de la invención suele estar comprendido entre 10 y 50 V.

20

25

En una realización del proceso de la invención, la mezcla de silicona RTV y el relleno conductor se aplica mediante serigrafía sobre al menos una lámina de material de refuerzo. El material serigrafiado está curado. El conjunto curado se obtiene mediante una etapa de curado realizada a temperatura ambiente, o a temperatura superior en un horno, por ejemplo, 110 °C a 130 °C, para aumentar la velocidad de curado. Después del curado, al menos dos electrodos de cobre se unen al material serigrafiado curado para obtener el conjunto calefactor de la invención. En una realización preferida, los electrodos de cobre están modificados asimétricamente, como se ha divulgado anteriormente: por un lado, está unido a un refuerzo y por el otro lado está cubierto por al menos una capa de adhesivo de silicona RTV conductora, que mantiene una superficie pegajosa después del curado, para permitir la unión de los electrodos a la matriz eléctricamente conductora.

30

35

En otra realización del proceso de la invención, la primera etapa corresponde a la unión de al menos dos electrodos de cobre a al menos una lámina de material de refuerzo mediante el uso de un adhesivo convencional, por ejemplo, adhesivo acrílico o de silicona, la mezcla de silicona RTV y el relleno conductor se serigrafía sobre al menos una lámina de material de refuerzo que comprende al menos dos electrodos de cobre. El curado del conjunto se lleva a cabo a temperatura ambiente, o a temperatura superior en un horno, por ejemplo, 110 °C a 130 °C, para aumentar la velocidad de curado, para obtener el conjunto calefactor de la invención.

40

45

En otra realización del proceso de la invención, la mezcla de silicona RTV y el relleno conductor se aplica por serigrafía sobre al menos una lámina de material de refuerzo que comprende al menos dos electrodos de cobre integrados. Estos electrodos de cobre están hechos de tela de cobre integrada en tejido de fibra de vidrio, como se ha expuesto anteriormente, el conjunto se cura a temperatura ambiente o a una temperatura más alta en un horno, por ejemplo, 110 °C a 130 °C, para aumentar la velocidad de curado, para obtener el conjunto calefactor de la invención.

50

En algunas realizaciones, la longitud del área serigrafiada (área conductora) puede ser menor que la longitud del área del material de refuerzo, como se muestra en la Figura 2. Hay un área del material de refuerzo, que no está serigrafiado con la matriz eléctricamente conductora. Esta característica proporciona un área aislada en la parte inferior del conjunto calefactor. La longitud de los electrodos es mayor que la longitud del área conductora y el extremo de cada electrodo está en contacto con el área no conductora del elemento calefactor.

Perforación

55

El conjunto calefactor está perforado en la región comprendida entre los electrodos. El número de perforaciones, el tamaño y la forma pueden ser definidos por el experto en la materia. La perforación del conjunto calefactor permite la penetración del polímero de incrustación a su través. En una realización preferida, la distribución de las perforaciones es lo más uniforme posible para garantizar un calentamiento uniforme y, en consecuencia, una temperatura uniforme en la superficie del elemento calefactor de material compuesto. Las Figuras 7a y 7b muestran diferentes tipos de perforaciones. La Figura 7c representa perforaciones en una matriz eléctricamente conductora fabricada con electrodos hechos de tela de cobre integrados en tejido de fibra de vidrio.

60

Soldadura

65

Los cables se sueldan a los electrodos para hacer las conexiones una vez que el polímero incrusta el conjunto calefactor. En una realización preferida, la soldadura se lleva a cabo para proporcionar una capa de soldadura lo más

suave y delgada posible.

Incrustación

5 El conjunto calefactor de la invención está incrustado en un polímero seleccionado del grupo que consiste en polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina epoxi.

10 El proceso de incrustación puede llevarse a cabo por cualquiera de los procesos disponibles para el experto en la materia, tales como, por ejemplo, laminación a mano, moldeo por transferencia de resina, moldeo en autoclave, moldeo por transferencia de resina al vacío, laminación a alta presión o moldeo por compresión.

Elemento calefactor de material compuesto

15 En una realización preferida, el elemento calefactor de material compuesto comprende:

a) un conjunto calefactor que consiste en:

a. una matriz eléctricamente conductora que comprende:

20 i. una silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente, y

ii. un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en

25 1. nanotubos de carbono multipared y

2. una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo,

b. dos electrodos de cobre unidos a la matriz eléctricamente conductora, y

30 c. una lámina de material de refuerzo que consiste en tejido de fibra de vidrio,

b) un polímero que consiste en un preimpregnado de resina fenólica,

35 en donde un lado de los electrodos de cobre comprende una capa de tejido de fibra de vidrio o manta de filamento de vidrio incrustada en al menos una capa de una matriz de silicona no conductora serigrafiada hecha de silicona RTV, y el otro lado está cubierto con al menos una capa de adhesivo de silicona conductora serigrafiada, que está unido a la matriz eléctricamente conductora,

40 en donde el conjunto calefactor a) está incrustado en el polímero b),

en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente, y

45 en donde el conjunto calefactor está perforado.

En una realización preferida, el relleno conductor consiste en nanotubos de carbono multipared. En otra realización preferida, el relleno conductor consiste en una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo.

50 Una realización específica de esta realización se divulga en los Ejemplos 1 y 2. La Figura 4 es una representación esquemática de esta realización.

En una realización preferida, el elemento calefactor de material compuesto comprende:

55 a) un conjunto calefactor que consiste en:

a. una matriz eléctricamente conductora que comprende:

i. una silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente, y

60 ii. un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en

1. nanotubos de carbono multipared y

2. una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo,

65 b. dos electrodos de cobre integrados en una lámina de material de refuerzo que consiste en tejido de fibra de

vidrio y unidos a la matriz eléctricamente conductora,

b) un polímero que consiste en un preimpregnado de resina fenólica,

5 en donde el conjunto calefactor a) está incrustado en el polímero b),

en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente, y

10 en donde el conjunto calefactor está perforado.

En una realización preferida, el relleno conductor consiste en nanotubos de carbono multipared. En otra realización preferida, el relleno conductor consiste en una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo.

15 Una realización específica de esta realización se divulga en los Ejemplos 3 y 4. La Figura 5 es una representación esquemática de esta realización.

En una realización preferida, el elemento calefactor de material compuesto comprende:

20 a) un conjunto calefactor que consiste en:

a. una matriz eléctricamente conductora que comprende:

25 i. una silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente, y

ii. un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en

1. nanotubos de carbono multipared y

30 2. una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo,

b. dos electrodos de cobre unidos a la matriz eléctricamente conductora, y

35 c. una lámina de material de refuerzo,

b) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina epoxi, en donde los electrodos de cobre tienen adhesivos y se pegan a la lámina de material de refuerzo,

40 en donde el conjunto calefactor a) está incrustado en el polímero b),

en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente, y

45 en donde el conjunto calefactor está perforado.

En una realización preferida, el polímero de incrustación es una resina acrílica. En otra realización preferida, el material de refuerzo es tejido de fibra de vidrio. En una realización preferida, el relleno conductor consiste en nanotubos de carbono multipared. En otra realización preferida, el relleno conductor consiste en una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo.

50 Una realización específica de esta realización se divulga en los Ejemplos 5 y 6. La Figura 6 es una representación esquemática de esta realización.

55 En una realización preferida, el elemento calefactor de material compuesto comprende:

a) un conjunto calefactor que consiste en:

a. una matriz eléctricamente conductora que comprende:

60 i. una silicona curada de vulcanización a temperatura ambiente, y

ii. un relleno conductor seleccionado de un grupo que consiste en

1. nanotubos de carbono multipared y

65 2. una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo,

b. dos electrodos de cobre unidos a la matriz eléctricamente conductora, y

5 c. dos láminas de PET como material de refuerzo colocadas en la parte superior e inferior del conjunto calefactor,

b) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina epoxi, en donde los electrodos se unen por medio de un adhesivo al material de refuerzo de PET en la parte inferior del conjunto calefactor,

10 en donde el material de refuerzo de PET se coloca en la parte inferior del conjunto calefactor por medio de un adhesivo de silicona,

15 en donde el conjunto calefactor a) está incrustado en el polímero b),

en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente, y

20 en donde el conjunto calefactor está perforado.

En la Figura 7 se muestra una vista esquemática de esta realización, y en el Ejemplo 7 se divulga una realización de esta realización. En una realización preferida, el relleno conductor consiste en nanotubos de carbono multipared. En otra realización preferida, el relleno conductor consiste en una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo.

25 Uso del elemento calefactor de material compuesto

El uso del elemento calefactor de material compuesto de la invención como sistema de calefacción es un aspecto del objeto de la invención.

30 El elemento calefactor de material compuesto de la invención se puede utilizar en la calefacción de suelo radiante, calefacción de pared, descongelación de aeronaves, descongelación de trenes, calefacción de tanques y calefacción de paneles de barcos.

35 Otra ventaja de la invención es la posibilidad de incrustar los calefactores en polímeros de acrilato que imitan superficies de piedra, abierto a la posibilidad de crear diseños a medida con fines decorativos. Los diseñadores de interiores pueden ofrecer calefactores eficientes y elementos decorativos, como alternativa a los sistemas radiantes convencionales que requieren instalaciones complejas con gran impacto desde el punto de vista estético. Las incrustaciones de los calefactores de la invención son perfectamente compatibles con el proceso de fabricación de estas unidades de material compuesto decorativos de acrilato.

40 En el suelo radiante, una potencia específica del elemento calefactor de material compuesto por debajo de 0,1 W/cm² proporciona una temperatura superficial por debajo de 80 °C.

45 Incrustar el elemento calefactor de material compuesto en las carrocerías de los aviones elimina la necesidad de la descongelación en los aeropuertos, que es costoso e ineficiente.

50 El elemento calefactor de material compuesto de la invención presenta las siguientes ventajas: sistema modular, fácil fabricación, temperatura de equilibrio alcanzada muy rápidamente, resistencia a las variaciones térmicas sin grietas ni deformaciones, alta resistencia al desgarro del elemento calefactor, proporcionando ventajas en el manejo del calefactor en la producción de baldosas, calentamiento homogéneo y estable, mejor ajuste del rango de potencia eléctrica, reducción del riesgo de delaminación interna, y aislamiento eléctrico adecuado.

55 De hecho, una de las principales ventajas del elemento calefactor de material compuesto de la invención es la completa integración dentro de los componentes de material compuesto que están presentes, por ejemplo, en aviones, molinos de viento o transporte. El conjunto calefactor perforado es lo suficientemente flexible para adaptarse a diferentes formas, e incluso a estructuras de formas complejas. Eficiente y flexible son las características específicas del conjunto calefactor adecuado para ser incrustado en una amplia gama de polímeros, que se utilizan en aplicaciones finales sin experimentar defectos de delaminación.

60 Sorprendentemente, a pesar del sencillo proceso de fabricación, el elemento calefactor de material compuesto mantiene los parámetros eléctricos después del ciclo térmico y de impacto. Asimismo, no muestra ninguna delaminación entre el polímero incrustado y el conjunto del calefactor después de la prueba. Una característica relevante es que los bordes aislantes que rodean al calefactor también estaban correctamente unidos por el polímero de incrustación.

65 Además, el elemento calefactor de material compuesto de la invención no tiene ninguna limitación en el tamaño del

formato. Tecnológicamente, su tamaño depende únicamente del tamaño de la serigrafía y del ancho del horno para vulcanizar la silicona RTV.

5 Finalmente, la incrustación del calefactor dentro de las unidades de material compuesto, como se ha definido, no altera en absoluto el proceso de fabricación del material compuesto. Debido a las perforaciones y al vidrio de refuerzo o polímero termoplástico, el calefactor no es un componente extraño de la unidad de material compuesto final. Los expertos en la materia no tendrán que cambiar su forma de procesamiento y, por el contrario, tendrán más posibilidades de introducir el producto final en el mercado.

10 En los siguientes ejemplos, se muestran realizaciones particulares de la composición de la invención.

Ejemplos

Ejemplo preparativo 1: Preparación de una matriz eléctricamente conductora con MWCNT y negro de humo

15 Se preparó una matriz eléctricamente conductora utilizando silicona de vulcanización catalizada con Pt a temperatura ambiente (RTV) de dos componentes, que comprenden la Parte A y la Parte B.

20 El proceso comprendió mezclar 400 g de la Parte A de RTV, ESA-7244A (Elkem), con 44 g de negro de humo de acetileno y 7 g de nanotubo de carbono multipared (MWCNT), NC7000 (Nanocil), a 100 rpm utilizando un agitador mecánico durante 15 minutos. Se obtuvo una suspensión negra de alta viscosidad.

25 Se mezclaron 400 g de la Parte B de RTV, ESA-7244B (Elkem), con 44 g de negro de humo de acetileno y 7 g de nanotubos de carbono multipared (MWCNT), NC7000 (Nanocil), a 100 rpm utilizando un agitador mecánico durante 15 minutos. Se obtuvo una suspensión negra de alta viscosidad.

30 Cada suspensión se refinó por separado utilizando un molino de 3 rodillos (TRM) Torrey-Hills con un calibre de 20 micras entre rodillos para eliminar los aglomerados. Se obtuvieron dos compuestos conductores de alta fibra que se mezclaron con 900 g de xileno a al menos 10000 rpm durante aproximadamente 6 h hasta la completa homogeneización y ausencia de agregados.

Ejemplo preparativo 2: Preparación de una matriz eléctricamente conductora con MWCNT

35 Se preparó una matriz eléctricamente conductora mezclando 485 g de la Parte A de una silicona de vulcanización catalizada con Pt a temperatura ambiente (RTV), ESA-7244A (Elkem), con 15 g de nanotubos de carbono multipared (MWCNT), NC7000 (Nanocil), a 100 rpm utilizando un agitador mecánico durante 15 minutos. Se obtuvo una suspensión negra de alta viscosidad.

40 Se mezclaron 485 g de la Parte B de RTV, ESA-7244B (Elkem), con 15 g de nanotubos de carbono multipared (MWCNT), CN7000 (Nanocil), a 100 rpm utilizando un agitador mecánico durante 15 minutos. Se obtuvo una suspensión negra de alta viscosidad.

45 Cada suspensión se refinó por separado utilizando un molino de 3 rodillos (TRM) Torrey-Hills con un calibre de 20 micras entre rodillos para eliminar los aglomerados. Se obtuvieron dos compuestos conductores de alta fibra que se mezclaron con 1857 g de xileno a al menos 10000 rpm durante aproximadamente 6 h hasta la completa homogeneización y ausencia de agregados.

Ejemplo preparativo 3: Preparación de una resina elastomérica de silicona aislante

50 Se preparó una resina elastomérica de silicona aislante mezclando 800 g de la Parte A de una silicona catalizada con Pt RTV, ESA-7231 (Elkem) con 80 g de la Parte B de una silicona catalizada con Pt RTV, ESA-7231 (Elkem) y 120 g de xileno a 100-200 rpm durante 30 minutos. El aire atrapado dentro de la silicona se eliminó mediante vacío.

Ejemplo preparativo 4: Preparación de un gel adhesivo de silicona conductora

55 Se preparó un gel adhesivo de silicona eléctricamente conductora utilizando una silicona de vulcanización catalizada con Pt (RTV) a temperatura ambiente de dos componentes, que comprende la Parte A y la Parte B. Ese elastómero de silicona se reticula a temperatura ambiente por reacción de poliadición. El material de silicona comprendía dos componentes líquidos de baja viscosidad, que una vez mezclado y curado, se transformó en un gel elástico y resistente. La Parte A comprendía el catalizador de Pt y los grupos funcionales de la Parte B SiH.

60 El proceso comprendió mezclar 485 g de la Parte A de RTV, RTGEL 4645 (Elkem), con 15 g de nanotubos de carbono multipared (MWCNT), NC7000 (Nanocil), a 100 rpm utilizando un agitador mecánico durante 15 minutos. Se obtuvo una suspensión negra de alta viscosidad.

65 Se mezclaron 485 g de la Parte B de RTV, RTGEL 4645 (Elkem), con 15 g de nanotubos de carbono multipared

(MWCNT), CN7000 (Nanocil), a 100 rpm utilizando un agitador mecánico durante 15 minutos. Se obtuvo una suspensión negra de alta viscosidad.

5 Cada suspensión se refinó por separado utilizando un molino de 3 rodillos (TRM) Torrey-Hills con un calibre de 20 micras entre rodillos para eliminar los aglomerados. Se obtuvieron dos compuestos conductores de alta fibra que se mezclaron con 1857 g de xileno a al menos 10000 rpm durante aproximadamente 6 h hasta la completa homogeneización y ausencia de agregados.

10 Una vez vulcanizado el gel adhesivo de silicona conductora mostró una superficie pegajosa que permitía pegar y despegar superficies recubiertas.

Ejemplo preparativo 5: Preparación de un electrodo reforzado

15 Un electrodo con adhesivo reforzado consiste esquemáticamente en una lámina de cobre reforzado con tela de fibra de vidrio impregnada con un elastómero de silicona aislante por un lado y un adhesivo de silicona conductora por el otro lado. Ese electrodo se preparó de acuerdo con el siguiente proceso.

20 Un lado de una lámina de cobre recocido blando con un espesor de 35 μm y un tamaño de 530 mm x 530 mm (Car Schlenk) se revistió con una película fina y uniforme de un promotor de adhesión, por ejemplo, Bluesil Primer 131, con un cepillo o un paño seco. Después de 5 minutos, una primera capa del elastómero de silicona aislante preparado en el Ejemplo preparativo 3 se serigrafó utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. Una tela de fibra de vidrio Estilo 1080 (Isola), como elemento de refuerzo, se colocó sobre la resina de elastómero de silicona serigrafiada fresca para que se impregnara por completo. Se serigrafó una segunda capa de la resina de elastómero de silicona aislante. Después de eso, el elastómero se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C durante 2 minutos. El recubrimiento tenía un espesor de aproximadamente 150 - 200 μm . Se aplicó una capa fina de un revestimiento de baja fricción superficial, por ejemplo, Topcoat HE (Momentive), mediante cepillo sobre la lámina de cobre reforzado recubierta, y se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 120 °C y 130 °C durante 2 minutos.

30 El otro lado de la lámina de cobre recocido suave se serigrafó con tres capas del gel adhesivo de silicona eléctricamente conductora preparado de acuerdo con el Ejemplo preparativo 4, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El recubrimiento tenía un espesor de aproximadamente 150 - 200 μm .

35 El electrodo de cobre reforzado con adhesivo obtenido utilizando ese proceso era adecuado para ser cortado en tiras, por ejemplo, y para incorporarse a una matriz eléctricamente conductora. En una realización, las dimensiones de las tiras eran de 8 mm de ancho y 345 mm de largo.

Ejemplo preparativo 6: Preparación de un electrodo no reforzado

40 Se preparó un electrodo no reforzado a partir de una lámina de cobre recocido blando con un espesor de 35 μm y un tamaño de 530 mm x 530 mm (Car Schlenk) serigrafiado con tres capas del gel adhesivo de silicona eléctricamente conductora preparado de acuerdo con el Ejemplo preparativo 4, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El recubrimiento tenía un espesor de aproximadamente 150 - 200 μm .

Ejemplo preparativo 7: Preparación de un adhesivo de silicona

45 Se preparó un adhesivo de silicona utilizando una silicona de vulcanización catalizada con Pt a temperatura ambiente (RTV) de dos componentes, que comprenden la Parte A y la Parte B.

50 Se mezclaron 485 g de la Parte A de RTV con 485 g de la Parte B de RVT durante 15 minutos. El aire atrapado dentro de la silicona se eliminó mediante vacío.

Ejemplo 1: Calefactor de material compuesto de resina fenólica con electrodo reforzado

55 Se preparó un calefactor de material compuesto de resina fenólica que incluía un electrodo reforzado mediante el siguiente proceso.

60 Se serigrafó una tela de fibra de vidrio Estilo 7628 (Isola) de 530 mm x 530 mm con tres capas de la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 2, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El espesor del recubrimiento fue de 120 μm . Se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C.

65 Una superficie de tamaño 345 mm x 345 mm de la matriz eléctricamente conductora reforzada se perforó uniformemente para hacer perforaciones, por ejemplo, perforaciones rectangulares o circulares como se muestra esquemáticamente en las Figuras 3a y 7b.

Dos tiras de lámina de electrodo de cobre reforzado con adhesivo obtenido de acuerdo con el Ejemplo preparativo 5, con

un tamaño de 8 mm de ancho y 345 mm de largo se pegaron paralelamente en los límites de la matriz eléctricamente conductora reforzada perforada de tamaño 345 mm x 345 m, como se muestra esquemáticamente en la Figura 1.

En la superficie de los electrodos se soldaron dos cables de cableado como almohadilla de conexión.

5 El conjunto calefactor estaba listo para ser incrustado en una resina fenólica, de acuerdo con el siguiente proceso.

10 El conjunto calefactor se incrustó mediante un proceso de laminación a alta presión, en donde se utilizó un preimpregnado de resina fenólica convencional, Nuvotec Prepreg PGW 300-02 LZ a una temperatura de aproximadamente 140 °C y una presión de 0,44 MPa (4,4 bar). Estas condiciones permitieron que un flujo uniforme de resina fenólica llenara las perforaciones internas del conjunto calefactor durante el ciclo de la prensa. La Figura 4 es una representación esquemática de esta realización.

15 El elemento calefactor de material compuesto incrustado se utilizó para la calefacción de suelo radiante. Las características del elemento calefactor se muestran en la Tabla 1:

TABLA 1

Parámetro	Valor
Dimensiones	365 mm × 385 mm
Área	1405 cm ²
Tensión	230 V (CA)
Intensidad	1,7 A
Resistencia	407 Ohms
Energía	130 W
Potencia específica	0,09 W/cm ²
Temperatura de la superficie	70 °C - 80 °C
Ciclado térmico	30 min CALIENTE/30 min FRÍO
Número de ciclos	500
Potencia después del ciclado	132 W
Potencia tras el impacto de 2 bolas 250/500 ciclos	130 W

20 No se observaron cambios en los parámetros eléctricos después del ciclo térmico y de impacto. Los preimpregnados de resina fenólica impregnaron completamente el conjunto calefactor obteniendo un material compuesto que presentaba una buena integridad. No se observó delaminación entre la resina fenólica y el conjunto calefactor después del ensayo. Asimismo, los bordes aislantes que rodean el calefactor también se unieron correctamente.

Ejemplo 2: Calefactor de material compuesto de resina fenólica con electrodo reforzado

25 Se preparó un calefactor de material compuesto de resina fenólica que incluía un electrodo reforzado utilizando sustancialmente el proceso del Ejemplo 1, pero utilizando la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 1.

30 Las características del elemento calefactor de material compuesto incrustado fueron análogas a las obtenidas de acuerdo con el Ejemplo 1.

Ejemplo 3: Calefactor de material compuesto de resina fenólica con electrodo reforzado integrado

35 Se preparó un calefactor de material compuesto de resina fenólica que incluía un electrodo reforzado de acuerdo con el siguiente proceso.

40 Se serigrafó una lámina de electrodos de cobre integrados en tela de fibra de vidrio (Tisstech) de tamaño 100 mm x 29,5 mm con tres capas de matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 2, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El espesor del recubrimiento fue de 120 µm. Se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C.

La lámina de electrodo de cobre reforzado integrado recubierto se perforó uniformemente para hacer perforaciones, por ejemplo, rectangulares como se muestra esquemáticamente en la Figura 7c.

45 En la superficie de los electrodos se soldaron dos cables de cableado como almohadilla de conexión.

El conjunto calefactor estaba listo para ser incrustado en una resina fenólica, de acuerdo con el siguiente proceso.

50 El conjunto calefactor se incrustó mediante un proceso de laminación a alta presión, en donde se utilizó un preimpregnado de resina fenólica convencional, Nuvotec Prepreg PGW 300-02 LZ a una temperatura de aproximadamente 140 °C y una presión de 0,44 MPa (4,4 bar). Estas condiciones permitieron que un flujo uniforme

de resina fenólica llenara las perforaciones internas del conjunto calefactor durante el ciclo de la prensa. La Figura 5 es una representación esquemática de esta realización.

5 El elemento calefactor de material compuesto incrustado se utilizó para la calefacción de suelo radiante. Las características del elemento calefactor se muestran en la Tabla 2:

TABLA 2

Parámetro	Valor
Dimensiones	100 mm × 292 mm
Área	292 cm ²
Tensión	24 V (CA)
Intensidad	1,37 A
Resistencia	33 Ohms
Energía	17,4W
Potencia específica	0,06 W/cm ²
Temperatura de la superficie	50-60 °C
Resistencia térmica	100 h
Potencia después del ciclado	17-18 W

10 Se observó que el conjunto del calefactor producido con electrodos de cobre integrados en el tejido de fibra de vidrio mostró un comportamiento análogo al de los demás conjuntos del calefactor que comprenden otro tipo de electrodos. Después de 100 h de trabajo para probar la resistencia térmica, la potencia se mantuvo en el mismo valor inicial. Este tipo de electrodos representa una alternativa a los electrodos reforzados unidos y a los electrodos no reforzados, simplificando el proceso de fabricación del conjunto del calefactor.

15 Ejemplo 4: Calefactor de material compuesto de resina fenólica con electrodo reforzado integrado

Se preparó un calefactor de material compuesto de resina fenólica con electrodo reforzado integrado utilizando sustancialmente el proceso del Ejemplo 3, pero utilizando la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 1.

20 Las características del elemento calefactor de material compuesto incrustado fueron análogas a las obtenidas de acuerdo con el Ejemplo 3.

25 Ejemplo 5: Calefactor de material compuesto acrílico con electrodo con adhesivo

Se preparó un calefactor de material compuesto acrílico que incluía un electrodo con adhesivo de acuerdo con el siguiente proceso.

30 En los límites de una lámina de fibra de vidrio Estilo 7628 (Isola) de tamaño 450 mm x 580 mm, se pegaron dos tiras de electrodos de cobre de 10 mm de ancho y 580 mm de largo con un adhesivo acrílico convencional en una disposición paralela, con una separación de 450 mm entre ambos electrodos.

35 La tela de fibra de vidrio con los electrodos se serigrafó con tres capas de la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 2, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El espesor del recubrimiento fue de 200 µm. Se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C.

40 Una superficie de tamaño 450 mm x 450 mm de la matriz eléctricamente conductora reforzada se perforó uniformemente para hacer perforaciones, por ejemplo, perforaciones rectangulares o circulares como se muestra esquemáticamente en las Figuras 3a y 7b.

En la superficie de los electrodos se soldaron dos cables de cableado como almohadilla de conexión.

45 El conjunto calefactor estaba listo para ser incrustado en una resina acrílica, mediante el uso de un proceso de laminación manual. En ese proceso, en primer lugar, se fabricó un molde de silicona para reproducir la superficie del conjunto calefactor. Se vertieron varias capas de resina acrílica, por ejemplo, AC100 (Jesmonite) uniformemente sobre la base del molde incluyendo refuerzos de vidrio después de cada capa. En medio de la altura del molde se colocó el conjunto calefactor, en donde los cables salieron del material compuesto. Las capas adicionales de resina acrílica y refuerzo condujeron al elemento calefactor de material compuesto acrílico incrustado. La Figura 6 representa esquemáticamente esta realización.

50 El elemento calefactor de material compuesto incrustado se utilizó para la calefacción de suelo radiante. Las características del elemento calefactor se muestran en la Tabla 3:

TABLA 3

Parámetro	Valor
Dimensiones	540 mm × 450 mm
Área	2430 cm ²
Tensión	230 V (CA)
Intensidad	1 A
Resistencia	230 Ohms
Energía	230 W
Potencia específica	0,094 W/cm ²
Temperatura de la superficie	70 °C - 80 °C
Resistencia térmica	100 h
Potencia después de la resistencia térmica	230 W

5 Se observó que el material compuesto acrílico mantuvo la integridad después de la prueba de resistencia térmica durante 100 h de trabajo. No se observaron grietas en la superficie y el elemento calefactor de material compuesto permaneció liso.

Ejemplo 6: Calefactor de material compuesto acrílico con electrodo con adhesivo

10 Se preparó un calefactor de material compuesto acrílico que incluía un electrodo con adhesivo utilizando sustancialmente el proceso del Ejemplo 5, pero utilizando la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 1.

15 Las características del elemento calefactor de material compuesto incrustado fueron análogas a las obtenidas de acuerdo con el Ejemplo 5.

Ejemplo 7: Calefactor de material compuesto termoplástico con electrodo con adhesivo

20 Se preparó un calefactor de material compuesto termoplástico que incluía un electrodo con adhesivo de acuerdo con el siguiente proceso.

En los límites de una lámina de PET de tamaño 500 mm x 1000 mm se pegaron dos tiras de electrodos de cobre de 10 mm de ancho y 840 mm de largo con un adhesivo acrílico convencional en disposición paralela con una separación de 330 mm entre ambos electrodos.

25 La lámina de PET con los electrodos se serigrafió con dos capas de la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 2, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. La superficie recubierta era de 330 mm x 840 mm. El espesor del recubrimiento era de 100 µm. Se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C. Este conjunto con electrodos se denominó PET 1.

30 Se serigrafió una lámina de PET de 770 mm x 900 mm con dos capas del adhesivo de silicona preparado de acuerdo con el Ejemplo preparativo 7, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El espesor del recubrimiento fue de 50 µm. Se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C. Este conjunto se denominó PET 2.

35 Se juntaron ambos PET 1 y PET 2 terminados: la cara con adhesivo de PET 2 en contacto con la cara conductora de PET 1, y se laminó a presión entre rodillos de caucho, para eliminar el aire que queda en el interior y garantizar el máximo contacto entre capas. El laminado se prensó a 0,1 MPa (1 bar) y a una temperatura de 70 °C entre dos placas de aluminio durante 15 minutos con almohadillas de presión suave.

40 El laminado se perforó uniformemente para hacer perforaciones, por ejemplo, perforaciones rectangulares o circulares como se muestra esquemáticamente en las Figuras 3a y 7b. Se soldaron dos cables de cableado como almohadilla de conexión a los electrodos.

45 El conjunto calefactor estaba listo para ser incrustado en una resina acrílica, resina epoxi o resina de poliéster, mediante el uso de un proceso de laminación manual, como se divulga en el Ejemplo 5. La Figura 7 representa esquemáticamente esta realización.

50 La potencia eléctrica del laminado de PET unido a una placa de aluminio con adhesivo acrílico fue de 170 W, que permaneció sustancialmente sin modificar después de 500 h de trabajo. No se observó delaminación entre las capas del calefactor.

Ejemplo 8: Calefactor de material compuesto de epoxi con electrodo reforzado

Se preparó un calefactor de material compuesto de epoxi que incluía un electrodo reforzado utilizando sustancialmente el proceso divulgado en el Ejemplo 2, pero utilizando MTM® 348 FR (Solvay) como preimpregnado de epoxi, en lugar

de un preimpregnado de resina fenólica.

- 5 No se observaron cambios en los parámetros eléctricos después del ciclo térmico y de impacto. Los preimpregnados de epoxi impregnaron completamente el conjunto calefactor obteniendo un compuesto que mostraba una buena integridad. No se observó delaminación entre la resina epoxi y el conjunto del calefactor después de la prueba. Asimismo, los bordes aislantes que rodean el calefactor también se unieron correctamente.

Ejemplo 9: Calefactor de material compuesto de epoxi con electrodo reforzado por laminación manual

- 10 Se preparó un calefactor de material compuesto de epoxi que incluía un electrodo reforzado mediante el siguiente proceso.
- 15 Una combinación de una capa de tela de fibra de vidrio Estilo 7628 (Isola) de 530 mm x 530 mm y manta de filamento de vidrio de 300 g/m² se serigrafió con tres capas de la matriz eléctricamente conductora preparada de acuerdo con el Ejemplo preparativo 2, utilizando una impresora serigráfica de cama plana Thieme con mesa deslizante. El espesor del recubrimiento fue de 120 µm. Se vulcanizó a una temperatura comprendida entre 110 °C y 120 °C.
- 20 Dos tiras de lámina de electrodo de cobre reforzado con adhesivo obtenido de acuerdo con el Ejemplo preparativo 5, que tiene el tamaño de 8 mm de ancho y 345 mm de largo se pegaron en paralelo en los límites de la matriz eléctricamente conductora reforzada de tamaño 345 mm x 345 mm, como se muestra en la Figura 1a.
- En la superficie de los electrodos se soldaron dos cables de cableado como almohadilla de conexión.
- 25 Una combinación de una capa de tela de fibra de vidrio Estilo 7628 (Isola) de 530 mm x 530 mm y manta de filamento de vidrio de 300 g/m² se colocó encima de la matriz eléctricamente conductora que comprendía los electrodos.
- Una superficie de tamaño 345 mm x 345 mm de la matriz eléctricamente conductora reforzada se perforó uniformemente para hacer perforaciones, por ejemplo, perforaciones rectangulares o circulares como se muestra en las Figuras 3a y 7b.
- 30 El conjunto calefactor se incrustó mediante infusión de resina epoxi IN2 (Easy Composites) de acuerdo con un proceso sustancialmente análogo al divulgado en el Ejemplo 5. Se aplicó vacío para eliminar el aire del interior del material compuesto y garantizar una presión mínima en el laminado durante el curado. Después de 24 h a temperatura ambiente, se obtuvo un material compuesto sin burbujas de aire y con una buena unión a través de los orificios.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento calefactor de material compuesto que comprende un conjunto calefactor incrustado en un polímero;
- 5
consistiendo el conjunto calefactor en una matriz eléctricamente conductora, al menos dos electrodos unidos a la matriz eléctricamente conductora y al menos una lámina de material de refuerzo;
- en donde la matriz eléctricamente conductora comprende
una silicona de vulcanización a temperatura ambiente curada y un relleno conductor seleccionado de un grupo que
10
consiste en nanotubos de carbono multipared y una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo;
en donde
- el polímero se selecciona de un grupo que consiste en polímero termoplástico, resina acrílica, resina fenólica y resina
epoxi;
15
en donde la matriz eléctricamente conductora se fabrica mediante serigrafía de la silicona de vulcanización a temperatura ambiente; y
en donde el conjunto calefactor está perforado.
2. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el contenido de silicona
20
de vulcanización a temperatura ambiente en la matriz eléctricamente conductora está comprendido entre el 80 % en peso y el 99,5 % en peso del contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora.
3. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el relleno
conductor son nanotubos de carbono de multipared.
- 25
4. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el contenido de nanotubos de carbono multipared está comprendido entre el 0,5 % en peso y el 8 % en peso sobre el contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora.
- 30
5. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el relleno conductor es una mezcla de nanotubos de carbono de multipared y negro de humo.
6. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el contenido de
nanotubos de carbono multipared está comprendido entre el 0,5 % en peso y el 8 % en peso del contenido sólido de la
35
matriz eléctricamente conductora, y el contenido de negro de humo está comprendido entre el 2 % en peso y el 18 % en peso del contenido sólido de la matriz eléctricamente conductora.
7. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde
los electrodos están hechos de cobre, plata o aluminio, preferentemente cobre.
- 40
8. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la base de los electrodos es una lámina metálica, tela metálica o conductor metálico serigrafiado.
9. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 8, en donde los electrodos de cobre,
45
hecho de lámina de cobre, tienen un adhesivo, unido a una lámina de un material de refuerzo seleccionado entre un polímero termoplástico, una tela de fibra de vidrio y una manta de filamento de vidrio.
10. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 8, en donde en un lado de los
electrodos de cobre, hecho de lámina de cobre, se une un refuerzo y el otro lado está recubierto por al menos una
50
capa de adhesivo de silicona de vulcanización a temperatura ambiente conductiva.
11. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 8, en donde los electrodos de cobre
están hechos de tela de cobre integrada en tejido de fibra de vidrio.
- 55
12. El elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el material de refuerzo se selecciona de un grupo que consiste en tejido de fibra de vidrio, manta de filamento de vidrio y polímero termoplástico.
13. Un método para preparar el elemento calefactor de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones 1 a
60
12, en donde el método comprende:
- fabricar el conjunto calefactor, e
incrustar el conjunto calefactor en un polímero seleccionado del grupo que consiste en polímero termoplástico, resina
acrílica, resina fenólica y resina epoxi; en donde la fabricación del conjunto calefactor comprende:
- 65
a) mezclar una silicona de vulcanización a temperatura ambiente y un relleno conductor seleccionado de un grupo que

consiste en nanotubos de carbono multipared y una mezcla de nanotubos de carbono multipared y negro de humo, b) o bien i) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo, ii) curar el material serigrafiado, y iii) unir al menos dos electrodos de cobre al material serigrafiado curado para obtener un conjunto curado, o

5 i) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo, ii) someter a curado el material serigrafiado, y iii) serigrafiar una pasta que comprende un polímero y partículas de cobre sobre el material serigrafiado curado para obtener un conjunto curado, o

10 i) unir al menos dos electrodos de cobre a al menos una lámina de material de refuerzo, ii) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo que comprende al menos dos electrodos de cobre, y iii) someter a curado el material serigrafiado para obtener un conjunto curado, o

15 i) serigrafiar la mezcla obtenida en la etapa a) sobre al menos una lámina de material de refuerzo que comprende al menos dos electrodos de cobre integrados, y ii) someter a curado el material serigrafiado para obtener un conjunto curado,

c) perforar la región comprendida entre los electrodos del conjunto curado obtenido en la etapa b), y

d) soldar los cables de cableado a la superficie de los electrodos.

20 14. Uso del elemento calefactor de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 como sistema de calefacción.

25 15. Uso del elemento calefactor de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 14 como sistema de calefacción en la calefacción de suelo radiante, calefacción de pared, descongelación de aeronaves, descongelación de trenes, calefacción de tanques, calefacción de panel de barcos.

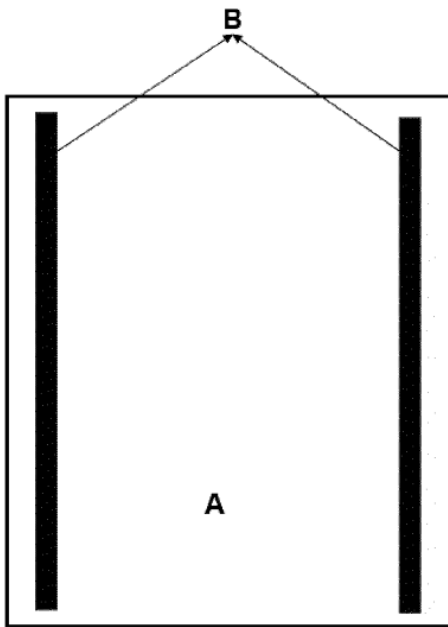


Figura 1a

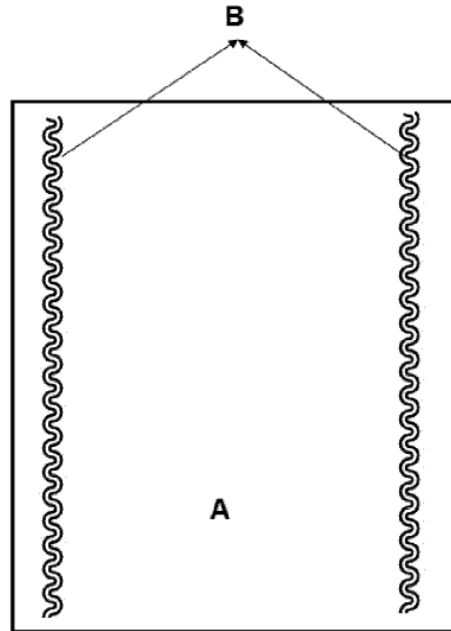


Figura 1b

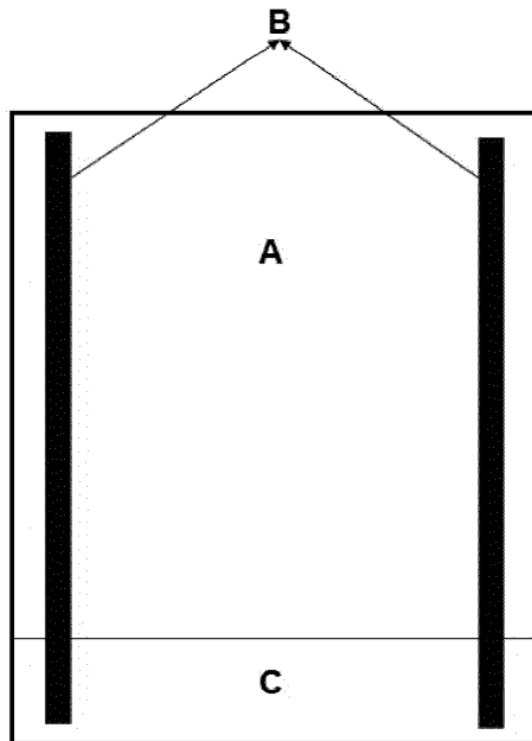


Figura 2

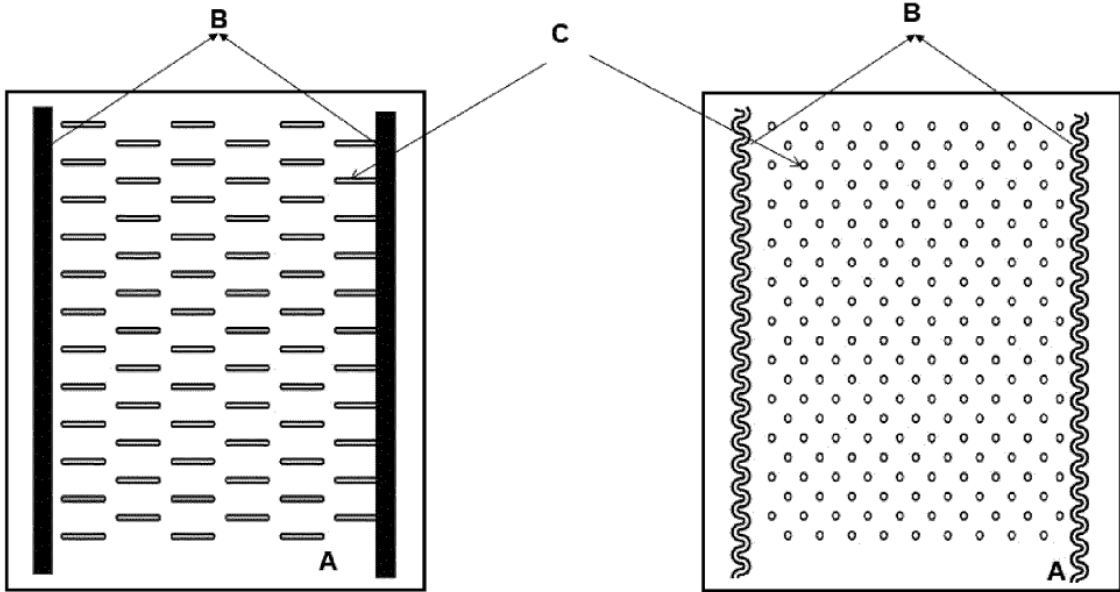


Figura 3a

Figura 3b

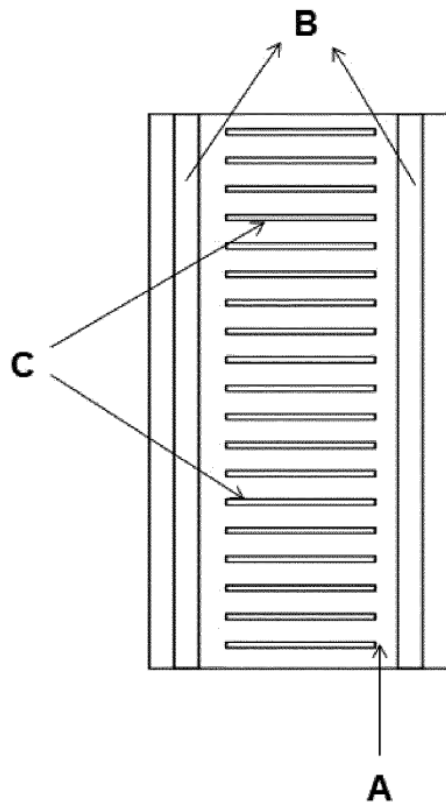


Figura 3c

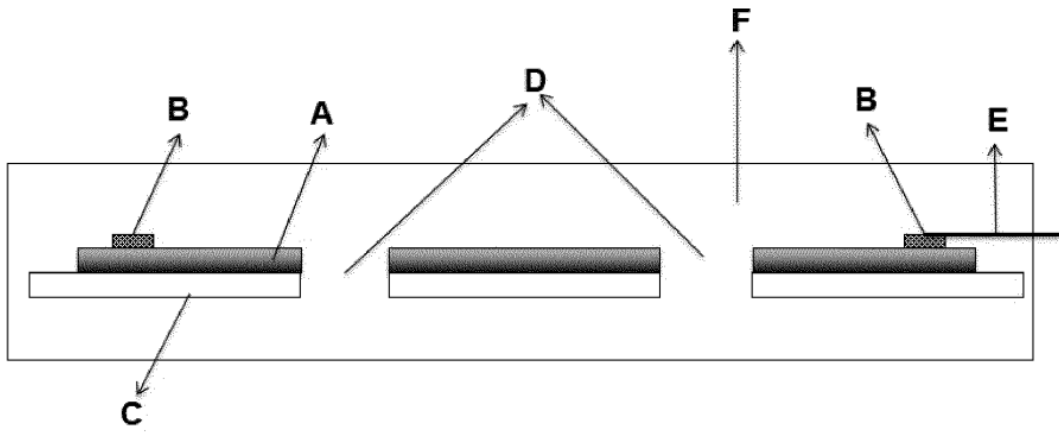


Figura 4

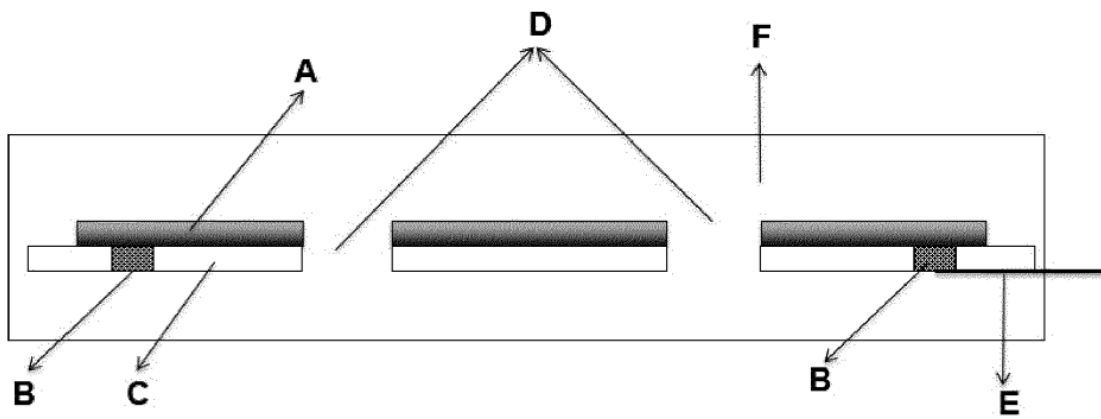


Figura 5

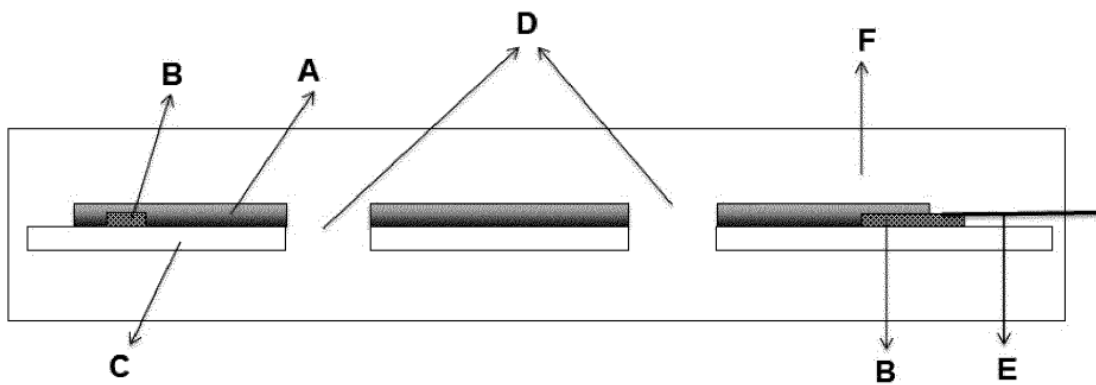


Figura 6

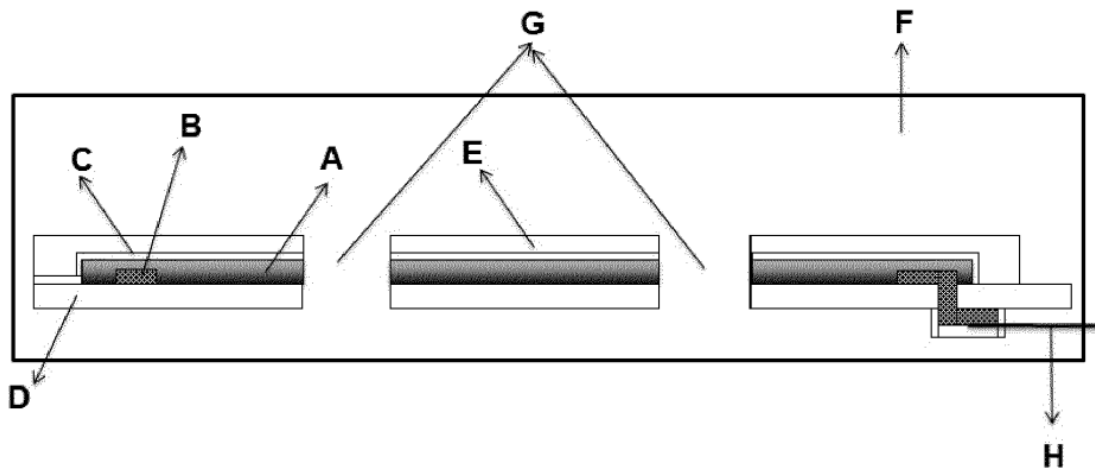


Figura 7