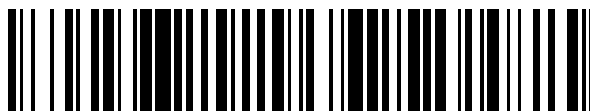


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 704**

51 Int. Cl.:

**H05B 3/26** (2006.01)

**H05B 3/74** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2010 E 10736624 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2457412**

54 Título: **Calefacción, en particular calefacción de alta temperatura, así como procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

**21.07.2009 DE 102009034307**

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

**13.09.2013**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (50.0%)**

**Hansastraße 27c**

**80686 München, DE y**

**BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE  
GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ERISMIS, HARUN;**

**GEISS, MICHAEL;**

**NEMEC, DOMINIK;**

**JÖRDENS, FRANK;**

**SCHMIDMAYER, GERHARD;**

**SCHALLER, PHILIPP y**

**SALOMON, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 422 704 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

Calefacción, en particular calefacción de alta temperatura, así como procedimiento para su fabricación.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una calefacción, en particular de una calefacción de alta temperatura, así como a una calefacción de este tipo, en particular una calefacción de alta temperatura, en la que está prevista una capa que genera calor cuando pasa corriente por ella en un material soporte.

10 Las calefacciones de este tipo, en particular las calefacciones de alta temperatura, se usan para productos de línea blanca, por ejemplo como calefacción para un horno, una tostadora o también para placas de cocina o placas vitrocerámicas. Para el calentamiento de estos objetos hasta temperaturas de  $> 400^{\circ}\text{C}$  se usan hasta ahora varillas de calefacción, de las que se producía una radiación térmica para calentar el material soporte adyacente. Gracias al uso de varillas de calefacción de este tipo se produce un proceso de calentamiento inhomogéneo. De este modo no existe una focalización selectiva respecto al producto a cocer o al producto a calentar. Además, entre los alambres de calefacción y el material soporte existe un colchón neumático, que tiene una influencia negativa en la transmisión de calor.

15 Para evitar un proceso de calentamiento inhomogéneo se conocen por ejemplo placas de inducción, en las que el calor se genera directamente en la olla mediante corrientes parásitas. Si bien, de este modo se consigue un calentamiento homogéneo del producto a cocer, se producen costes elevados por la compra y se necesitan ollas especiales para el calentamiento del producto a cocer. No obstante, esta calefacción de alta temperatura no puede aplicarse sin más a todo tipo de productos de la línea blanca.

20 Por el documento DE 10 2005 049 428 A1 se conoce un elemento de calefacción en forma de placa, que se usa para la climatización de espacios en viviendas y edificios. Se ha dado a conocer en una placa compuesta una capa calentadora de una mezcla de fibras de carbono con materiales no conductores, que se ha aplicado en una placa de cartón-yeso o en una placa compuesta provista en el lado posterior de un material compuesto. Para establecer contacto con la capa calentadora están previstos elementos de contacto en forma de bandas, de modo que se permite un calentamiento plano de la capa de la mezcla de fibras de carbono. Estas calefacciones planas permiten gracias a la configuración de la capa calentadora sólo temperaturas en un intervalo de  $<50^{\circ}\text{C}$  y no son adecuadas para el uso en productos de línea blanca. Además, la aplicación de mezclas de fibras o de tejidos de fibras de este tipo conlleva unos costes elevados.

30 Esto también es válido de forma análoga para los elementos de calefacción planos que se han dado a conocer por el documento DE 20 2005 013 822, que presentan una estructura análoga al elemento de calefacción para la climatización de espacios. La fabricación de los sistemas compuestos de este tipo con una estructura de fibras similar al papel es muy costosa y cara. Además, es más difícil la adaptación a geometrías de cualquier tipo y una aplicación fácil.

35 Por el documento DE 100 01 330 A1 se ha dado a conocer una placa de cocina eléctrica con al menos una zona de cocción, que como material soporte usa vitrocerámica, vidrio o cerámica. En el lado inferior de la misma está prevista una capa de aislamiento eléctrico para el calentamiento de las zonas de cocción, así como una capa de cubierta de aislamiento térmico, estando dispuesto en el intermedio un material de resistencia de calefacción. El material de resistencia de calefacción está hecho de carbono eléctricamente conductor, partículas de grafito o fibras de carbono que están en contacto con electrodos. El elemento de resistencia de calefacción puede estar mezclado con un aglutinante de materiales orgánicos o inorgánicos resistentes al calor. La segunda capa de cubierta de aislamiento térmico aplicada encima cierra de forma hermética respecto a la atmósfera del elemento de resistencia de calefacción, estando hecha la capa de cubierta de vidrio resistente al calor o de una capa de esmalte. El ensamblaje del cuerpo de la placa de cocina se realiza mediante unión electroquímica de las capas superpuestas, estando previsto que el elemento de resistencia de calefacción se haga pasar mediante calentamiento a una temperatura superior a  $400^{\circ}\text{C}$  aplicándose adicionalmente una tensión eléctrica superior a 400 V al cuerpo de la placa de cocina y al elemento de resistencia de calefacción.

45 Esta estructura de capas de la zona de cocción presenta el inconveniente que la realización de las propiedades de adherencia es costosa debido a las altas tensiones, no existiendo la posibilidad de una libre elección del método de establecimiento de contacto, puesto que el establecimiento de contacto debe tener lugar directamente en la capa conductora.

50 Por el documento DE 103 36 920 A1 se da a conocer, además, una placa de horno de asar eléctrica para el calentamiento, que hace referencia a la estructura de la placa de cocina eléctrica según el documento DE 100 01 330 A1, debiendo usarse esta estructura para hornos de panificación eléctricos y hornos de cocinar o de asar eléctricos.

55 Por el documento DE 20 2009 000 136 U1 se conoce un dispositivo de calefacción infrarrojo-CNT, que comprende un cuerpo preformado térmicamente resistente con una capa estructural eléctricamente conductora, que genera radiación infrarroja cuando pasa corriente por la misma. La capa estructural eléctricamente conductora está hecha de materiales CNT, que se obtienen mediante extracción o aplicación manual de suspensiones CNT y que se aplican con materiales soporte adecuados, como gel o emulsiones pastosas en el cuerpo preformado. Entre el

cuerpo preformado y la capa estructural conductora puede estar previsto un recubrimiento funcional de una capa de cerámica, metal, esmalte, material de bloqueo, adhesivos o aislantes térmicamente tratada.

5 La invención tiene el objetivo de proponer un procedimiento para la fabricación de una calefacción, en particular una calefacción de alta temperatura, así como una calefacción, en particular una calefacción de alta temperatura, en el que puede aplicarse un elemento de calefacción de forma sencilla como capa fina en toda la superficie permitiendo una transmisión de calor homogénea.

10 Este objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento para la fabricación de una calefacción, en particular para aparatos térmicos domésticos, en el que en el material soporte se aplica una primera capa eléctricamente conductora, que está formada por un material base fluido y nanotubos de carbono dispersados en el mismo, porque en esta primera capa se aplica una capa protectora, que gracias a la aplicación en la primera capa penetra en la misma, comprimiéndose las capas mediante un tratamiento térmico, y para la fabricación de la capa protectora se usa un silicato para la formación de una capa inorgánica.

15 Este procedimiento permite fabricar un elemento de calefacción muy fino, que puede calentarse de forma muy rápida y que permite una transmisión de calor homogénea al material soporte. Gracias al tratamiento térmico después de la aplicación de la primera capa y la capa protectora se ha mostrado sorprendentemente que los nanotubos de carbono elegidos como material conductor pueden incorporarse de forma resistente al calor en la primera capa y en la capa protectora evitándose una combustión. Gracias al uso de un silicato como capa protectora, los nanotubos de carbono dispersados en el material base pueden empotrarse completamente o protegerse del entorno, de modo que precisamente a temperaturas elevadas está garantizada una protección contra la oxidación de los nanotubos de carbono, puesto que éstos comienzan a estas temperaturas elevadas con una degradación. Gracias a la penetración en la capa protectora y la posterior compresión, se contrarresta esta degradación. De este modo se pone a disposición un elemento de calefacción que permite una estabilidad ante choques térmicos correspondiente y una adherencia mecánica en el material soporte. Gracias al tratamiento térmico o gracias al calentamiento se consigue además en la primera capa y en la capa protectora una compresión de las capas. Esto presenta la ventaja de que los elementos de calefacción de alta temperatura se comprimen para estar impermeables al aire o al oxígeno. De este modo puede conseguirse también la estabilidad respecto a la temperatura de los nanotubos de carbono incorporados mediante dispersión.

20 Según una configuración preferible del procedimiento está previsto que la al menos una capa establezca contacto con elementos de contacto, calentándose las capas aplicadas en el material soporte. De este modo puede conseguirse una adherencia mecánica más grande entre el elemento de contacto y el material soporte.

Otra configuración preferible del procedimiento prevé que los elementos de contacto estén realizados en forma de bandas. De este modo puede conseguirse un calentamiento plano.

25 Según una configuración preferible del procedimiento está prevista que la primera capa aplicada y la capa protectora se calientan en particular a una temperatura entre 300°C y 700°C. Gracias a este tratamiento térmico se produce un proceso de sinterización de las capas. De este modo puede realizarse en particular una compresión de las capas. Esto presenta la ventaja de que las calefacciones de alta temperatura de este tipo son comprimidas por el proceso de sinterización de forma estanca al oxígeno del aire, por lo que son adecuadas para una servicio a temperaturas de > 400°C y son resistentes.

30 Una configuración preferible del procedimiento prevé que la primera capa se seque después de la aplicación aplicándose a continuación la capa protectora. Este proceso de secado presenta la ventaja de que la primera capa se comprime al menos un poco, pudiendo evaporar en particular componentes solubles en agua antes de aplicarse la otra capa protectora. De este modo puede favorecerse una estructura fina del elemento de calefacción.

35 Según otra configuración preferible del procedimiento está previsto que la primera capa y separada de ella la capa protectora o la capa funcional se apliquen mediante un procedimiento de pulverización, mediante raqueta o un procedimiento de impresión. Puede estar previsto, por ejemplo un procedimiento de serigrafía, mediante el cual se aplica la primera capa en particular pastosa de forma sencilla en el material soporte. A continuación puede aplicarse de la misma forma la segunda capa protectora también realizada preferiblemente de forma pastosa. Por lo tanto, pueden usarse tecnologías conocidas para la fabricación de elementos de calefacción de alta temperatura. Como alternativa puede estar previsto un procedimiento de rociado o de pulverización para aplicar la primera y la segunda capa del material soporte. Aquí puede realizarse un llamado spraycoating (recubrimiento por rociado), un dipcoating, es decir, un recubrimiento por inmersión o un spincoating (recubrimiento por rotación).

40 Otra configuración preferible del procedimiento prevé que la primera capa se aplique en toda la superficie o en bandas dispuestas unas al lado de otras, aplicándose la capa protectora en toda la superficie de la primera capa y envolviendo la misma por completo respecto al material soporte, aplicándose en particular antes o después de la aplicación de la primera capa elementos de contacto en forma de bandas. De este modo, la primera capa se une como capa eléctricamente conductora a los elementos de contacto en forma de bandas y a continuación es posible un aislamiento eléctrico mediante la capa protectora con excepción de los puntos de conexión con los elementos de contacto en forma de bandas. Gracias a la envoltura completa de la primera capa eléctricamente conductora por la

capa protectora se permite, además, que para la fabricación de la primera capa eléctricamente conductora puedan usarse materiales solubles en agua como base para una dispersión. Estos presentan a su vez la ventaja de que es posible un procesamiento sin el uso de disolventes, por lo que es inofensivo para la salud.

5 Otra configuración preferible del procedimiento prevé que antes de la aplicación de la primera capa en el material soporte se aplique una capa eléctricamente aislante en el material soporte. Esto se hace en particular cuando el material soporte no está hecho de un material dieléctrico sino de un material eléctricamente conductor o con una conductividad eléctrica reducida.

10 Una realización preferible del procedimiento prevé que para la fabricación de la primera capa se use como material base eléctricamente no conductor una solución acuosa, en particular agua o agua destilada, que comprende preferiblemente un dispersante, como por ejemplo goma arábica. Este permite una aplicación sencilla, en particular como capa en toda la superficie, sin disolventes, tanto para la fabricación de la dispersión como para la limpieza de máquinas.

15 Otra configuración preferible del procedimiento prevé que en el material base eléctricamente no conductor puedan incorporarse sustancias de carga de nanotubos de carbono y/o grafito pudiendo usarse esta pasta a continuación para la impresión. La última etapa describe la aplicación de la capa protectora (capa de cubierta), que está hecha preferiblemente de silicato etílico con grafito.

Pueden usarse preferiblemente nanotubos de carbono de pared única, de pared doble y de paredes múltiples. En particular, la combinación de grafito y nanotubos de carbono presenta la ventaja de que se consigue una dispersión fluida para la primera capa para la aplicación en toda la superficie en un material soporte.

20 Según otra configuración preferible del procedimiento está previsto incorporar mediante dispersión una sustancia de carga, en particular grafito. Esto tiene la ventaja de que en particular en la primera forma de realización alternativa del procedimiento, al penetrar la capa protectora en la primera capa eléctricamente conductora aumenta la relación de sustancias de carga, por lo que aumenta también la conductividad en la segunda capa. De este modo, los contactos pueden aplicarse de forma flexible en cualquier momento y en distintos lugares. La capa protectora no sólo sirve para el aislamiento contra el oxígeno del aire; mediante la adición de grafito, que es más estable a altas temperaturas al aire que los nanotubos de carbono, también después de la penetración y la variación resultante de ello de los porcentajes en peso de las sustancias de carga, se obtiene una capa funcional para un metalizado efectivo. En resumen, esta capa tiene por lo tanto tres características:

30 1) Adherencia por penetración; 2) aislamiento contra el oxígeno del aire; 3) capa conductora, libre de CNT para el metalizado.

Además, preferiblemente está previsto que en la primera capa esté incorporado mediante dispersión un adhesivo, en particular goma arábica. De este modo puede mejorarse una adhesión entre la primera capa y un material soporte. La goma arábica sirve antes de la aplicación de la capa protectora (TopCoat) como adhesivo. De este modo queda garantizado que al imprimir la capa protectora (TopCoat), esto no destruye la primera capa (PreCoat).

35 Durante la penetración de las capas, se quema la goma arábica. Antes de hacerse la capa protectora estanca a gas, se difunden los componentes volátiles de la goma arábica. Como alternativa a la goma arábica también son pensables otros agentes tensoactivos, como NaDS o tritón.

40 Además, el objetivo se consigue según la invención mediante un elemento de calefacción, en particular un elemento de calefacción de alta temperatura, por ejemplo para aparatos térmicos domésticos, en el que en el material soporte está prevista una primera capa eléctricamente conductora, formada por un material base y nanotubos de carbono incorporados por dispersión en el mismo y una capa protectora, que ha penetrado en la primera capa y porque la capa protectora está hecha de silicato. Esta estructura especial del elemento de calefacción permite que se obtenga una gran resistencia al calor, así como una estabilidad ante choques térmicos. Al mismo tiempo pueden elegirse de este modo geometrías a elegir libremente para los elementos de calefacción en un material soporte, en particular para la formación de una calefacción de alta temperatura.

45 Una configuración preferible del elemento de calefacción prevé que las capas hayan establecido contacto con elementos de contacto. De este modo puede crearse una conexión sencilla.

Los elementos de contacto están realizados preferiblemente en forma de bandas.

50 Otra configuración preferible de la calefacción prevé que las capas estén comprimidas por un tratamiento térmico. De este modo puede aumentarse aún más la resistencia al calor y/o la estabilidad ante choques térmicos.

Además, preferiblemente está previsto que la primera capa y la capa protectora formen un elemento de calefacción con un espesor de capa inferior a 500 µm, en particular inferior a 100 µm. Debido a la elección de los materiales puede ser posible una aplicación ultrafina. Al mismo tiempo puede realizarse una generación de calor homogénea en la primera capa eléctricamente conductora y, por lo tanto, del material soporte.

La calefacción presenta preferiblemente una primera capa, que presenta una concentración entre el 0,1 y el 100 % en peso de nanotubos de carbono en el material base fluido, en particular agua o agua destilada. De este modo puede haber una gran conductividad eléctrica, de modo que puede trabajarse con tensiones bajas. Preferiblemente está prevista una concentración entre el 1 y el 3 % en peso de nanotubos de carbono y entre el 5 y el 50 % en peso de grafito como sustancias de carga en el material base. Gracias a la adición de grafito, puede aumentarse la fluidez de la primera capa o de la mezcla.

El elemento de calefacción presenta preferiblemente un elemento de calefacción con una primera capa y una capa protectora, que presenta una resistencia eléctrica inferior a 100 ohmios/sq. Esto permite una generación de temperatura de > 400°C en grandes substratos mediante una alimentación de corriente habitual en el hogar. Además, las capas podrían concebirse de forma aún más fina, para garantizar estabildades mecánicas aún mejores.

Para la fabricación de la calefacción está previsto preferiblemente un material soporte hecho de cerámica, vitrocerámica, cerámica Ceran, cerámica de alúmina, MgO, KER 520. De este modo son posibles múltiples campos de aplicación, en particular en productos de línea blanca. Al mismo tiempo puede conseguirse de este modo una fabricación económica.

La invención, así como otras formas de realización y variantes ventajosas de la misma se describirán y explicarán a continuación más detalladamente con ayuda de los ejemplos representados en los dibujos. Las características que resultan de la descripción y de los dibujos pueden aplicarse según la invención de forma individual o varias de ellos pueden aplicarse en cualquier combinación. Muestran:

La figura 1 una representación en corte esquemática de una primera forma de realización de una calefacción;

la figura 2 una vista lateral esquemática desde debajo de la calefacción según la figura 1;

la figura 3 una vista lateral esquemática de una calefacción alternativa a la de la figura 1 y

la figura 4 una vista lateral esquemática de otra forma de realización alternativa a la de la figura 1.

En la figura 1 está representada una vista lateral esquemática de una calefacción 11, en particular de una calefacción de alta temperatura. La figura 2 muestra una vista esquemática desde abajo. La calefacción de alta temperatura 11 comprende un material soporte 12, que para el uso en el campo de productos de línea blanca puede estar realizado por ejemplo como cerámica, vitrocerámica, cerámica Ceran, cerámica de alúmina o similares. En el lado inferior está previsto un elemento de calefacción 14 en el interior de una zona de calentamiento. Este elemento de calefacción 14 comprende una primera capa eléctricamente conductora 16, en la que está aplicada una capa protectora 17. La capa protectora 17 envuelve preferiblemente por completo la primera capa eléctrica 16, de modo que ésta esté prevista de forma eléctricamente aislante y de forma mecánicamente protegida respecto al entorno del material soporte 12. La primera capa eléctricamente conductora 16 se extiende entre dos elementos de contacto en forma de bandas 18, que para el establecimiento de contacto con la capa eléctrica 16 son guiados por ejemplo hasta una zona marginal del material soporte 12. Entre los dos elementos de contacto 18 que se extienden preferiblemente uno en paralelo al otro, se extiende la primera capa 16 y forma la zona de calentamiento. La capa protectora 17 cubre la primera capa 16 y preferiblemente los elementos de contacto en forma de bandas 18, de modo que puede haberse dejado libre por ejemplo sólo en la zona marginal un punto de establecimiento de contacto libre. Como alternativa, también puede estar previsto que se apliquen en primer lugar la primera capa 16 y la capa protectora 17 haciéndose pasar a continuación los elementos de contacto en forma de bandas 18 a la zona de calentamiento formada por la primera capa 16 y la capa protectora 17.

La primera capa eléctricamente conductora 16 está hecha de un material base fluido, eléctricamente no conductor. Preferiblemente está prevista una dispersión basada en agua. En esta dispersión están dispersados nanotubos de carbono como material eléctricamente conductor. De forma complementaria, la dispersión comprende una sustancia de carga, en particular grafito, para favorecer la conductividad eléctrica y ajustar la fluidez. De forma complementaria, en la dispersión está previsto preferiblemente un agente adhesivo. Este puede ser por ejemplo goma arábica. También pueden usarse otros agentes tensoactivos, como NaDS o tritón. De este modo puede prepararse una masa fluida o pastosa, que puede aplicarse mediante un procedimiento de impresión o un procedimiento de pulverización en el material soporte 12. Esta dispersión es resistente a altas temperaturas, estable antes choques térmicos e hidrófoba. La capa protectora 17 está hecha preferiblemente de un silicato, que preferiblemente puede estar enriquecido con agentes adhesivos, sustancias de cargas u otras partículas para aumentar las propiedades de adherencia. De este modo puede mejorarse la estabilidad ante choques térmicos, así como la adherencia mecánica en el material soporte. Gracias a la penetración de la capa protectora 17 en la primera capa 16, estos nanotubos de carbono también son adecuados para un uso a temperaturas superiores a 350°C, puesto que la capa protectora 17 envuelve los nanotubos de carbono de forma estanca al aire. El material eléctricamente conductor está hecho preferiblemente de un material compuesto de nanotubos de carbono y grafito u otras partículas eléctricamente conductoras o componentes que permiten la preparación de una masa pastosa o de una masa pulverizable.

El elemento de calefacción 14 representado en la figura 1 se fabrica mezclándose en primer lugar los componentes

de un material base eléctricamente no conductor y nanotubos de carbono dispersados en el mismo o un compuesto de nanotubos de carbono con otros materiales eléctricamente conductores, para formar una masa fluida o pastosa, que se aplica mediante un procedimiento de serigrafía en toda la superficie de un material soporte 12. A continuación, pueden imprimirse los elementos de contacto en forma de bandas 18, preferiblemente mediante la aplicación de una pasta conductora, en particular pasta conductora de plata. Estos elementos de contacto 18 también pueden estar previstos antes de la aplicación de la primera capa 16 en el material soporte 12. A continuación, según una variante de la primera forma de realización del procedimiento de fabricación, esta primera capa 16 puede someterse a un tratamiento térmico. Esto presenta la ventaja de que se produce un endurecimiento y secado del material base o de la base acuosa para la primera capa 16 realizada como dispersión, por lo que mejora una posterior penetración de la capa protectora 17. A continuación, la capa protectora 17 se aplica preferiblemente mediante un procedimiento de serigrafía. Como alternativa, la misma también puede aplicarse sin un proceso de secado intercalado de la primera capa 16. A continuación, el material soporte 12 con las capas 17 aplicadas en el mismo y los elementos de contacto 18 se someten a un tratamiento térmico, de modo que al menos la capa protectora 17 se sinteriza, preferiblemente. Aquí tiene lugar la compresión y otra "compresión" de las partículas conductoras, lo cual conduce a una menor resistencia específica, debido al mayor número de contactos y la compacidad. De este modo puede obtenerse a su vez una mejora de la conductividad en la primera capa 16.

Las calefacciones de alta temperatura 11 de este tipo presentan elementos de contacto 14, cuyo espesor puede estar realizado por ejemplo  $< 100 \mu\text{m}$ . Además, gracias a la disposición de la capa eléctricamente conductora 16 en toda la superficie del material soporte 12 es posible un calentamiento homogéneo y una radiación térmica del material soporte 12.

La capa protectora 17 puede tener asignada preferiblemente un reflector, para reflejar la radiación térmica que se realiza desde el elemento de calefacción 14 en la dirección opuesta al material soporte 12 y para acelerar el calentamiento del material soporte 12.

En la figura 3 está representada una forma de realización alternativa a la de la figura 1. Esta forma de realización difiere de la figura 1 porque antes de la aplicación de la primera capa eléctricamente conductora 16 se aplica en el material soporte 12 en toda la superficie una capa eléctricamente aislante 19, para disponer la capa eléctricamente conductora 16 de forma aislada respecto al material soporte 12. Esta disposición de la capa de aislamiento 19 también puede estar prevista al aplicar una mezcla formada por la primera capa eléctricamente conductora 16 y la capa protectora 17. Antes de la aplicación de la capa funcional 21 en el material soporte 12 también puede aplicarse en toda la superficie una capa eléctricamente aislante 19.

En la figura 4 está representada una forma de realización alternativa a la de la figura 1. Esta forma de realización se distingue sólo porque en lugar de una primera capa eléctricamente conductora 16 en toda la superficie está formada una capa 16 en forma de bandas. La geometría y el contorno de las almas o nervios de este tipo pueden adaptarse a los casos de aplicación correspondientes. La geometría en forma de bandas puede calentar zonas seleccionadas. Además, favorece las propiedades de adherencia en el sustrato correspondiente. Las bandas pueden estar dispuestas de una forma a elegir libremente, de modo que en un sustrato pueden implementarse de forma selectiva distintas zonas de calentamiento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de una calefacción, en particular para aparatos térmicos domésticos, en el que en un material soporte (12) se aplica una capa que genera calor cuando pasa corriente por ella como elemento de calefacción (14) y en el que se aplica en el material soporte (12) una primera capa eléctricamente conductora (16), que está formada por un material base fluido y nanotubos de carbono dispersados en el mismo, **caracterizado porque**
- en esta primera capa (16) se aplica una capa protectora (17), que durante la aplicación en la primera capa penetra en la misma y
  - las capas (16, 17) se comprimen mediante un tratamiento térmico y
  - 10 - para la fabricación de la capa protectora (17) se usa un silicato para la formación de una capa inorgánica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la al menos una capa (16, 17) establece contacto con elementos de contacto (18) preferiblemente en forma de bandas y se calientan las capas (16, 17) aplicadas en el material soporte, preferiblemente mediante la aplicación de una tensión a los elementos de contacto (18).
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las capas (16, 17) aplicadas en el material soporte (12) se calientan a una temperatura de 300°C a 700°C.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera capa eléctricamente conductora (16) se seca después de la aplicación en el material soporte (12), aplicándose a continuación la capa protectora (17).
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera capa eléctricamente conductora (16) y de forma separada de ella la capa protectora (17) se aplican mediante un procedimiento de pulverización, mediante raqueta o un procedimiento de impresión.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera capa eléctricamente conductora (16) se aplica en toda la superficie o en bandas en el material soporte (12), porque la capa protectora (17) se aplica a continuación en toda la superficie de la primera capa (16) y envolviendo la misma por completo respecto al material soporte (12), aplicándose antes o después de la aplicación de la primera capa eléctricamente conductora (16) o de la capa protectora (17) elementos de contacto en forma de bandas (18) en el material soporte (12).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** antes de la aplicación de la primera capa eléctricamente conductora (16) se aplica una capa eléctricamente aislante (19) en la zona de calentamiento en el material soporte (12).
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para la fabricación de la primera capa eléctricamente conductora (16) se usa como material base eléctricamente no conductor, fluido una solución acuosa, en particular agua o agua destilada, que comprende preferiblemente un dispersante, como por ejemplo goma arábica.
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el material base fluido de la primera capa eléctricamente conductora (16) se dispersan como material eléctricamente conductor nanotubos de carbono y/o grafito.
10. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en la capa protectora (17) se dispersa una sustancia de carga, en particular grafito.
- 40 11. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en la primera capa (16) se dispersa un agente adhesivo, en particular goma arábica.
- 45 12. Calefacción, en particular calefacción de alta temperatura, en particular para aparatos térmicos domésticos, que presenta en un material soporte (12) como elemento de calefacción (11) una capa que genera calor cuando pasa corriente por ella, **caracterizada porque** en el material soporte (12) está prevista una primera capa eléctricamente conductora (16), formada por un material base y nanotubos de carbono dispersados en el mismo y una capa protectora (17), que ha penetrado en la primera capa (16) y porque la capa protectora (17) está hecha de silicato.
13. Calefacción según la reivindicación 12, **caracterizada porque** las capas (16, 17) han establecido contacto con elementos de contacto (18) realizados preferiblemente en forma de bandas.
14. Calefacción según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizada porque** la primera capa y la segunda capa (16, 17) presentan un espesor de capa inferior a 500 µm, en particular inferior a 100 µm.
- 50 15. Calefacción según las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizada porque** la primera capa eléctricamente conductora (16) presenta una concentración entre el 0,1 y el 100 % en peso de nanotubos de carbono en el material

base fluido o porque está prevista en el material base una matriz con una concentración entre el 1 y el 3 % en peso de nanotubos de carbono y entre el 5 y el 50 % en peso de grafito.

16. Calefacción según las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizada porque** el elemento de calefacción (14) hecho de la primera y segunda capa (16, 17) presenta una resistencia eléctrica inferior a 100  $\Omega$ /sq.

- 5 17. Calefacción según las reivindicaciones 12 a 16, **caracterizada porque** el material soporte (12) está hecho de cerámica, vitrocerámica, cerámica Ceran, cerámica de alúmina, MgO, KER 500.



