



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 840**

51 Int. Cl.:

**B32B 17/10** (2006.01)

**H01C 7/00** (2006.01)

**H01C 17/065** (2006.01)

**H05B 3/84** (2006.01)

**H05K 1/16** (2006.01)

**H05K 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09708987 .4**

96 Fecha de presentación : **26.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2240318**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2010**

54

Título: **Procedimiento de fabricación de un elemento calentador mediante el depósito de finas capas sobre un sustrato aislante, elemento obtenido y su utilización.**

30

Prioridad: **06.02.2008 FR 08 50747**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.11.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.11.2011**

73

Titular/es: **H.E.F.  
Rue Benoît Fourneyron  
42160 Andrézieux-Bouthéon, FR**

72

Inventor/es: **Maurin-Perrier, Philippe;  
Heau, Christophe y  
Terme, Benoît**

74

Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 367 840 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

Procedimiento de fabricación de un elemento calentador mediante el depósito de finas capas sobre un sustrato aislante, elemento obtenido y su utilización.

5 La presente invención se refiere al campo técnico del depósito de finas capas para realizar unos elementos calentadores sobre el sustrato aislante.

10 La invención encuentra una aplicación ventajosa en el campo del desempañado o del deshielo de superficies, en unos sectores tales como por ejemplo unas superficies reflectantes en el sector automóvil o el borde de ataque de alas en el sector aeronáutico.

15 De manera conocida para el experto en la materia, un elemento calentador está constituido por una zona caracterizada por una resistencia eléctrica baja denominada zona fría y por una zona de resistencia eléctrica mucho más elevada para constituir la parte calentadora en sí.

En una concepción de los elementos calentadores, dos zonas frías están asociadas a la zona calentadora mediante un montaje en serie, de tal manera que la intensidad eléctrica que atraviesa cada una de las zonas es la misma.

20 Las zonas frías tienen por función conectar las llegadas eléctricas que proceden de una fuente exterior y distribuir la corriente, de manera homogénea, a los bornes de la parte calentadora.

25 Como la potencia es igual al producto de la resistencia eléctrica por el cuadrado de la intensidad, el paso de la corriente produce así un calentamiento importante en la zona de resistencia eléctrica elevada denominada zona caliente. A la inversa, puesto que las zonas frías presentan una resistencia eléctrica lo más baja posible, resulta una liberación de potencia térmica mínima a nivel de las conexiones eléctricas.

30 Además, siendo el valor de la resistencia eléctrica igual al producto de la resistividad por la longitud del conductor dividida por su sección, es posible modificar los valores de la resistencia haciendo variar el valor de cualquiera de los parámetros citados: resistividad, longitud, sección.

35 En una forma de realización de elementos calentadores en capa fina, utilizando por ejemplo la técnica del depósito al vacío, se puede hacer intervenir por lo menos dos materiales de resistividad diferente, siendo cada uno depositado a través de las máscaras específicas para constituir sucesivamente una (zona caliente) parte calentadora en forma de pista y uno o varios colectores o tubos de drenaje. Los dos materiales se seleccionan en función de sus resistividades intrínsecas, mientras que sus secciones se determinan en función de los valores de conductancia necesaria para las zonas frías y del valor de resistencia necesaria para la parte calentadora.

40 Cuando el revestimiento calentador no permite obtener una resistencia eléctrica suficientemente elevada ajustando el grosor de dicho revestimiento, resulta necesario ajustar la longitud de la resistencia depositada en forma de pistas, con el fin, por consiguiente, de aumentar la longitud recorrida por la corriente.

45 Tal como se ha indicado anteriormente, un segundo material, muy conductor, se deposita en los extremos de las resistencias para actuar como tubo de drenaje. Se puede citar, por ejemplo, la enseñanza de las patentes JP 7226301 y JP 8124707.

50 En otra forma de realización, cuando el depósito resistivo no está en forma de pista, las conexiones eléctricas pueden ser tomadas por ambas partes del revestimiento resistivo por medio de un revestimiento conductor realizado en forma de bandas conocidas con el nombre de tubos de drenaje. Dicha solución se desprende de la enseñanza de los documentos WO 015821, WO 03095251 y US nº 4.543.466. Según la enseñanza del documento WO015821 la capa calentadora está realizada en un material transparente conductor y está asociada a una capa de plata de alta conductividad eléctrica, con el fin de asegurar la función de tubo de drenaje, sin calentamiento.

55 Resulta de este estado de la técnica que la elaboración de un elemento calentador, mediante el depósito de finas capas, necesita dos etapas:

- una primera etapa para el depósito de la resistencia eléctrica a través de una máscara en el caso de una resistencia en forma de pistas o, directamente, sobre la totalidad de la superficie del sustrato. Se debe observar que la fabricación de las pistas se puede realizar asimismo retirando selectivamente el depósito resistivo;
- una segunda etapa, para el depósito a través de otra máscara de otro revestimiento, para la realización de los tubos de drenaje.

65 Por lo tanto, es necesario utilizar dos materiales diferentes y una manipulación de máscara entre los dos depósitos.

Este estado de la técnica se ilustra esquemáticamente en la figura 1 que muestra un elemento calentador realizado

5 en dos etapas. El elemento calentador está constituido por un sustrato (C) realizado en un material aislante eléctrico tal como cerámica, vidrio o material plástico, etc. Sobre la totalidad de la superficie el sustrato (C), se deposita un revestimiento (B) muy poco conductor. Se posiciona una máscara sobre el revestimiento (B) de manera, por ejemplo, que no recubra sus extremos para permitir el depósito de un segundo revestimiento de alta conductividad, con el fin de realizar los tubos de drenaje (A) para la conexión de una fuente de alimentación eléctrica tal como un generador (G).

10 A partir de este estado de la técnica, el problema que se propone resolver la invención es realizar, en una sola etapa de depósito y con un solo material, unos elementos calentadores en capas finas.

15 Para resolver dicho problema, se ha concebido y puesto a punto un procedimiento de fabricación de un elemento calentador mediante el depósito de capas finas sobre un sustrato aislante según el cual:

- 15 - se modifica el estado de la superficie del sustrato para obtener por lo menos una zona lisa de baja rugosidad Ra. y por lo menos una zona de rugosidad más elevada Rax;
- 20 - se aplica, sobre las diferentes zonas, un material muy conductor de la electricidad;
- 20 - se conectan la o las zonas del material a nivel de la o de las zonas lisas del sustrato a una fuente de alimentación eléctrica.

25 Resulta de este procedimiento que el elemento calentador puede ser obtenido en una sola etapa de depósito para realizar, al mismo tiempo, la resistencia eléctrica y los tubos de drenaje constituidos en este caso por las zonas lisas de baja rugosidad.

30 Por lo tanto, ya no es necesario utilizar dos materiales diferentes, ni aplicar unas máscaras diferentes durante el procedimiento de elaboración de los revestimientos.

30 Contrariamente a los conocimientos generales del experto en la materia, según la invención, el material altamente conductor se utiliza, para la parte calentadora, y no sólo para las partes frías o tubos de drenaje.

A partir de esta concepción de base,

- 35 - o bien se deposita la capa de material muy conductor sobre el conjunto del sustrato, de manera que recubra la totalidad de las zonas lisas y rugosas;
- 35 - o bien se deposita la capa del material muy conductor, de manera que forme una pista que recubre una parte de las zonas lisas y una parte de la zona rugosa.

40 En una forma de realización, se realiza la zona de rugosidad más elevada entre dos zonas lisas.

45 La invención se refiere asimismo a un elemento calentador mediante el depósito de capas finas sobre un sustrato aislante que presenta por lo menos una parte calentadora por efecto Joule y por lo menos una parte de conexión eléctrica constituidas por al menos una zona de rugosidad más elevada Rax y al menos una zona lisa de baja rugosidad Ra, estando dichas zonas recubiertas de una capa fina de un material muy conductor, estando una fuente de alimentación eléctrica conectada a nivel de la o de las zonas del material a nivel de la zona o de las zonas lisa(s) del sustrato.

50 Entre los materiales muy conductores susceptibles de ser utilizados se pueden citar, a título indicativo no limitativo, el aluminio, el cobre, la plata, el oro, y más generalmente cualquier material que presenta una conductividad eléctrica intrínseca superior a  $30 \times 10^6 \text{ S.m}^{-1}$  a temperatura ambiente.

Según otra característica, la rugosidad Ra de la o de las zona(s) lisa(s) es inferior a  $0,5 \mu\text{m}$ .

55 En una forma de realización, el sustrato presenta una zona lisa de baja rugosidad Ra dispuesta al lado de una zona de rugosidad más elevada Rax.

60 En otra forma de realización, el sustrato presenta dos zonas lisas de baja rugosidad Ra dispuestas por ambos lados de una zona de rugosidad más elevada Rax.

Tal como se desprende del procedimiento:

- 65 - o bien la capa fina de material muy conductor se deposita sobre la totalidad de la superficie del sustrato de manera que recubra las diferentes zonas;
- 65 - o bien la capa fina del material muy conductor se deposita en forma de una pista que recubre las diferentes

zonas.

Unos resultados particularmente ventajosos se han obtenido cuando la relación de resistencia eléctrica  $R2/R1$  es superior a la relación del cuadrado de los coeficientes  $\alpha1$  y  $\alpha2$ , es decir  $R2/R1 > (\alpha2)^2/(\alpha1)^2$ , fórmula en la que:

$R1$  = resistencia en ohm de la zona lisa de baja rugosidad ( $Ra$ );

$R2$  = resistencia en ohm de la zona de rugosidad más elevada ( $Rax$ );

$\alpha1$  = longitud desarrollada de la zona lisa dividida por su longitud palpada por medio de un rugosímetro;

$\alpha2$  = longitud desarrollada de la zona de rugosidad más elevada dividida por su longitud palpada por medio de un rugosímetro.

La invención se pondrá más claramente de manifiesto a continuación con la ayuda de las figuras de los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista de carácter esquemático de un elemento calentador, según el estado anterior de la técnica;
- la figura 2 es una vista por debajo que corresponde a la figura 1;
- la figura 3 es una vista en sección de carácter esquemático parecida a la figura 1 que muestra el elemento calentador obtenido según la invención;
- la figura 4 es una vista en planta que corresponde a la figura 3;
- las figuras 5 y 6 son unas vistas en planta de carácter esquemático de otros ejemplos de realización del elemento calentador en el que el revestimiento muy conductor se deposita en forma de una pista;
- la figura 7 es una vista en perspectiva de carácter esquemático de un elemento con una zona lisa y una zona rugosa;
- la figura 8 es una vista que corresponde a la figura 7 después del depósito de revestimiento en el exterior de la zona cilíndrica.

En las figuras 3 y 4 se ha ilustrado una primera forma de realización de elementos calentadores obtenidos según las características de la invención, sobre un sustrato aislante eléctrico (1) de cualquier tipo conocido y apropiado.

Según una característica base de la invención, se procede a la modificación del estado de la superficie del sustrato (1) de manera que se obtengan unas zonas lisas (1a) y (1b) de baja rugosidad  $Ra$ , típicamente inferior a  $0,5 \mu m$ , y una zona (1c) de rugosidad más elevada  $Rax$ , necesariamente superior a  $0,5 \mu m$ .

En la totalidad de la superficie del sustrato (1), por el lado de las zonas (1a), (1b) y (1c) se deposita un revestimiento (2) constituido por un material de alta conductividad eléctrica. La conductividad del material muy conductor es superior a  $30 \cdot 10^6 S/m^2$  a temperatura ambiente. Así, las zonas (2a) y (2b) del material (2), a nivel de las zonas lisas (1a) y (1b) del sustrato (1), constituyen los tubos de drenaje para la conexión de una fuente de alimentación eléctrica tal como un generador (3), mientras que la zona (2c), a nivel de la zona (1c) de rugosidad más elevada, constituye la parte calentadora del elemento.

El ajuste de la resistencia eléctrica se efectúa principalmente modificando la rugosidad de la zona (1c) del sustrato. Es posible asimismo combinar las características de la rugosidad y modificar el grosor del revestimiento con el fin de ajustar el valor de la resistencia.

El revestimiento (2) puede ser depositado en forma de pistas, por ejemplo posicionando una máscara, antes del depósito de dicho revestimiento o procediendo a retirar selectivamente el revestimiento.

Para la realización de pistas, ha resultado importante privilegiar unas superficies de baja rugosidad, a nivel de los radios de curvatura de las pistas, puesto que una superficie de baja rugosidad favorece una resistencia baja que permite reducir el calentamiento y, por consiguiente, evitar la destrucción del depósito.

Una forma de realización ventajosa se ilustra en la figura 5 que muestra un sustrato (1) que presenta una zona central de rugosidad  $Rax$  más elevada (1c) y dos zonas laterales (1a) y (1b) de baja rugosidad ( $Ra$ ). La zona (1a) en la que aparecen los radios de curvatura (2d) de las pistas (2) de baja rugosidad, permite evitar el sobrecalentamiento, así como a nivel de los tubos de drenaje para la conexión eléctrica del generador (3).

En las figuras ilustradas, el sustrato presenta dos zonas lisas (1a) y (1b) de baja rugosidad Ra dispuestas por ambos lados de una zona de rugosidad más elevada Rax. Eventualmente, el sustrato puede presentar una sola zona lisa de baja rugosidad Ra dispuesta al lado de una zona de rugosidad más elevada Rax. Asimismo, las pistas (2d) constituidas por el revestimiento (2) de alta conductividad eléctrica, pueden presentar diferentes formas de realización. Véanse las figuras 5 y 6.

En la figura 7, el sustrato presenta una zona (1b) de baja rugosidad y una zona (1c) de rugosidad elevada. El revestimiento (2) se deposita en el exterior de la zona cilíndrica en (2c) (zona de rugosidad elevada) y en (2b) (zona de baja rugosidad) en la que se conecta el generador eléctrico (3).

De ahora y en adelante, se subraya, como ventaja, que, según la invención, la modificación local del estado de superficie del sustrato, antes del depósito del revestimiento conductor, permite realizar los elementos calentadores con un solo material en forma de pista o no.

Esta modificación del estado de superficie puede estar prevista corriente arriba, durante la fabricación del sustrato, por ejemplo en el marco de un sustrato de polímero gracias a un relieve que presenta la superficie de un molde de inyección.

O bien, esta modificación del estado de superficie puede ser obtenida directamente sobre el sustrato antes del depósito, utilizando la técnica conocida de arenado o cualquier otro medio adaptado a la modificación de la rugosidad del sustrato considerado.

En el caso de sustratos a su vez conductores eléctricos, se puede aplicar un primer revestimiento aislante antes del depósito del elemento calentador.

Se debe observar que, para realizar las características de base del elemento calentador, según la invención se puede:

- o bien utilizar un sustrato de baja rugosidad Ra que se somete a un tratamiento para obtener, por ejemplo, una zona de rugosidad más elevada Rax entre dos zonas lisas de rugosidad Ra;
- o bien utilizar un sustrato de rugosidad más elevada Rax que se somete a un tratamiento para obtener, por ejemplo, dos zonas de baja rugosidad Ra por ambos lados de una zona de rugosidad más elevada Rax.

Véanse los tres ejemplos siguientes:

### **Ejemplo 1**

En el ejemplo 1, se han efectuado unos depósitos de cobre sobre unos sustratos de policarbonato utilizando la técnica de depósito al vacío.

Los sustratos de policarbonato, en forma de bandas, tienen un valor de rugosidad inicial de  $Ra = 0,02 \mu m$ . Estos sustratos de policarbonato han sufrido un arenado antes del depósito al vacío, lo cual ha llevado su rugosidad a  $Ra = 4,9 \mu m$ .

Los extremos de estas bandas han sido conservados lisos para asegurar la función de contacto eléctrico y la repartición homogénea de la corriente.

En cada estado de superficie, se han elaborado 3 tipos de resistencias. La longitud de las resistencias es de 98 mm, sus anchuras son respectivamente de 5, 12 y 24 mm. Los perfiles de rugosidad han permitido calcular la longitud desarrollada para cada estado de superficie.

Las resistencias eléctricas han sido caracterizadas imponiendo una corriente eléctrica y midiendo la tensión en los bornes de la resistencia. Todos los sustratos son revestidos simultáneamente en el equipamiento de depósito al vacío. Por otra parte, los sustratos están posicionados de manera idéntica con relación a la fuente de depósito.

Sobre unos sustratos de control de vidrio cuya rugosidad Ra es inferior a  $0,01 \mu m$ , el grosor de los depósitos de cobre se ha medido a  $1,15 \mu m$ .

Las probetas rugosas se elaboran según el principio de las figuras 3 y 4.

| Anchura de resistencia | Ra (µm) | I (A) | U (V) | R = U/I (Ohm) | R2/R1 | α medido    | α x α  | (α2xα2)/(α1xα1) |
|------------------------|---------|-------|-------|---------------|-------|-------------|--------|-----------------|
| 24 mm                  | 0,02    | 3     | 1,162 | R1 = 0,387    | 3,2   | α1 = 1,0004 | 1,0008 | 1,2             |
|                        | 4,86    | 1     | 1,245 | R2 = 1,245    |       | α2 = 1,0841 | 1,1752 |                 |
| 12 mm                  | 0,02    | 2     | 1,489 | R1 = 0,745    | 3,2   | α1 = 1,0004 | 1,0008 | 1,2             |
|                        | 4,86    | 1     | 2,400 | R2 = 2,400    |       | α2 = 1,0841 | 1,1752 |                 |
| 5 mm                   | 0,02    | 1     | 1,705 | R1 = 1,705    | 3,1   | α1 = 1,0004 | 1,0008 | 1,2             |
|                        | 4,86    | 1     | 5,225 | R2 = 5,225    |       | α2 = 1,0841 | 1,1752 |                 |

α representa la longitud desarrollada dividida por la longitud palpada con la ayuda de un rugosímetro. En la tabla, las superficies rugosas han sido indicadas con 2 y las superficies lisas con 1.

5 α = dimensión desarrollada/dimensión aparente

Resulta evidente que la rugosidad tiene por efecto aumentar la longitud y la anchura desarrollada de una superficie.

El valor de la resistencia eléctrica Ri se expresa de la manera general siguiente:

10

$$R_i = \rho \times L \times \alpha_i / ((e / (\alpha_i \times \alpha_i)) \times l \times \alpha_i) = \rho \times L \times \alpha_i \times \alpha_i / (e \times l)$$

La longitud (Li) desarrollada de la superficie i tiene el valor L x αi, la longitud (li) de la superficie i tiene el valor l x αi, y el grosor (ei) del depósito sobre una superficie i resulta e/(αi x αi) de manera que el volumen (V) del depósito no cambia. V = Vi = L x αi x l x αi x e/(αi x αi) = L x l x e

15

Esto llega a la conclusión de que la relación de resistencias eléctricas (R2/R1) debería ser igual, para el experto en la materia, a la relación del cuadrado de los coeficientes α (R2/R1 = (α2 x α2)/(α1 x α1)).

20 Los resultados experimentales muestran que para las 3 anchuras de resistencias eléctricas, las zonas rugosas conducen a un aumento de la resistencia eléctrica según una relación R2/R1 comprendida entre 3,1 y 3,2.

Dicho factor de aumento hace que la utilización de materiales muy conductores sea posible como resistencia eléctrica, mientras que en las zonas lisas, los depósitos se comportan como un cortocircuito y no se pueden utilizar como elementos calentadores.

25

Los resultados muestran asimismo que el aumento del valor de resistencia eléctrica no se deriva principalmente de los efectos geométricos de la rugosidad, puesto que la relación R2/R1 es, de manera inesperada, muy claramente superior a la relación de los cuadrados de los coeficientes α. Por otra parte, el experto en la materia, partiendo de un enfoque teórico, no intervendría sobre la rugosidad puesto que un aumento de la resistencia eléctrica en un factor de sólo 1,2 no permite pasar de la situación de un cortocircuito a la de una resistencia calentadora.

30

### Ejemplo 2

35 En el ejemplo 2, se han efectuado los mismos depósitos que en el ejemplo 1 sobre polisulfona mediante la técnica de depósito al vacío. Las probetas rugosas se elaboran según el principio de las figuras 3, 4 y 5. La longitud de las resistencias es de 45 mm, sus anchuras son de 12 y 23 mm.

| Sustrato    | Anchura de resistencia | Ra (µm) | R = U/I (Ohm) | R2/R1 | α medido    | α x α  | (α2xα2)/(α1Xα1) |
|-------------|------------------------|---------|---------------|-------|-------------|--------|-----------------|
| Polisulfona | 23 mm                  | 0,08    | R1 = 0,293    | 4,9   | α1 = 1,0008 | 1,0016 | 1,2             |
|             |                        | 6,04    | R2 = 1,430    |       | α2 = 1,1001 | 1,2102 |                 |
|             | 12 mm                  | 0,08    | R1 = 0,441    | 5,5   | α1 = 1,0008 | 1,0016 | 1,2             |
|             |                        | 6,04    | R2 = 2,450    |       | α2 = 1,1001 | 1,2102 |                 |

40 En este ejemplo, se constata asimismo que el incremento de resistencia eléctrica no sigue el efecto geométrico debido a la rugosidad. El cambio de longitud desarrollado no explica el incremento de la resistencia.

### Ejemplo 3

45 En este ejemplo, se han elaborado unas resistencias calentadoras sobre unas piezas en policarbonato. Se ha posicionado una máscara sobre las probetas antes del depósito de manera que se obtengan unas pistas.

A título de comparación, se han realizado 4 piezas (elemento calentador).

Para la pieza 1, el estado de la superficie del sustrato no ha sido modificado, el Ra es de 0,02 µm.

Para la pieza 2, el estado de la superficie ha sido modificado sobre la totalidad de la superficie del sustrato, el Ra es de 4,92 µm.

5 Para la pieza 3, el estado de la superficie del sustrato no ha sido modificado a nivel de las curvas y a nivel de los contactos eléctricos, siendo el Ra de estas zonas de 0,02 µm.

10 A nivel de las pistas, la rugosidad ha sido aumentada mediante el arenado para llevar la rugosidad de 0,02 µm a 4,89 µm. La pieza 3 se realiza según el principio de las figuras 3, 4 y 5.

Sobre estas tres primeras piezas, se ha realizado un depósito de cobre mediante PVD. El grosor de este depósito ha sido medido sobre las zonas lisas de Ra = 0,02 µm y es de 0,5 µm.

15 Para la pieza 4, realizada según el principio del estado de la técnica (figuras 1 y 2), la superficie de la pieza presenta una rugosidad de 0,02 µm. Un primer depósito de aleación NiCr resistivo de 0,10 µm ha sido elaborado a través de la primera máscara. Después de este primer depósito, se ha aplicado una segunda máscara sobre la pieza que ha sufrido a continuación un depósito de 0,5 µm de cobre sobre las zonas extremas tal como se ha definido en la figura 5.

20 Después de la determinación de la resistencia eléctrica global, se han alimentado las resistencias con 12V con el fin de medir el calentamiento por efecto Joule. La temperatura ambiente es de 20°C durante las mediciones del calentamiento.

| Pieza | R global | T de equilibrio en °C | Observación   |
|-------|----------|-----------------------|---|
| 1     | 3,2 Ohm  | N.D.                  | No conforme: Destrucción del sustrato por sobrecalentamiento. |
| 2     | 11,2 ohm | N.D.                  | No conforme: Destrucción de los contactos eléctricos          |
| 3     | 10,0 Ohm | 65°C                  | Conforme  |
| 4     | 10,3 Ohm | 63°C                  | No conforme: 2 materiales en 2 etapas                         |

25 Resulta que:

30 - La pieza 1 es no conforme, el estado de superficie demasiado lisa conduce a una resistencia muy baja de tal manera que cuando la resistencia se alimenta con 12V, el calentamiento excesivo que resulta del fuerte amperaje produce el deterioro del sustrato por calentamiento más allá de 150°C de su temperatura de transición vítrea.

35 - La pieza 2 es no conforme, el calentamiento a nivel de los contactos eléctricos, en los que las líneas de corriente son muy densas, produce la destrucción del depósito y del sustrato a nivel de estos contactos.

40 - La pieza 3 es conforme, su valor de resistencia limita el paso de corriente, de manera que la temperatura se eleva a un valor que permite una aplicación tal como el deshielo o el desempañado, sin conducir a la destrucción del soporte. A nivel de los contactos eléctricos y de las curvas de la estructura en pistas, en los que la densidad de corriente es importante, las superficies lisas permiten una resistencia baja que evita los sobrecalentamientos locales.

45 - Por último, la pieza 4 es no conforme a pesar de que pueda ser utilizada como elemento calentador. En efecto, la estructura se ha obtenido utilizando 2 materiales de conductividad muy diferente y procediendo al depósito en 2 etapas con interposición de una máscara entre estas 2 etapas, lo cual corresponde al estado de la técnica con los inconvenientes resultantes que se han querido suprimir.

Las ventajas se desprenden claramente de la descripción. En particular, se subraya y se recuerda la posibilidad de obtener un elemento de calentamiento en una sola etapa y con un solo material para realizar al mismo tiempo la resistencia eléctrica y los tubos de drenaje.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un elemento calentador mediante el depósito de capas finas sobre un sustrato aislante (1) según el cual:
- 5
- se modifica el estado de la superficie del sustrato (1) para obtener por lo menos una zona lisa (1a, 1b) de baja rugosidad Ra y por lo menos una zona (1c) de rugosidad más elevada Rax;
  - se aplica, sobre diferentes zonas (1a), (1b), (1c) un material (2) muy conductor de electricidad;
  - se conecta la o las zonas (2a, 2b) del material (2) a nivel de la o de las zonas lisas (1a, 1b) del sustrato a una fuente de alimentación eléctrica (3).
- 10
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se deposita la capa de material muy conductor (2) sobre el conjunto del sustrato (1), de manera que recubra la totalidad de las zonas lisas (1a, 1b) y rugosas (1c).
- 15
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se deposita la capa del material muy conductor (2), de manera que forme una pista que recubre una parte de las zonas lisas (1a, 1b) y una parte de las zonas rugosas (1c).
- 20
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque se realiza la zona de rugosidad más elevada (1c) entre dos zonas lisas (1a, 1b).
- 25
5. Elemento calentador mediante el depósito de capas finas sobre un sustrato aislante (1) que presenta por lo menos una parte calentadora eléctricamente y por lo menos una parte de conexión eléctrica, caracterizado porque dichas partes están constituidas por al menos una zona lisa (1a, 1b) de baja rugosidad Ra y al menos una zona (1c) de rugosidad más elevada Rax, estando dichas zonas (1a), (1b), (1c) recubiertas de una capa fina de un material muy conductor (2), estando una fuente de alimentación eléctrica (3) conectada a nivel de la o de las zonas (2a, 2b) del material (2) a nivel de la o de las zonas lisas (1a, 1b) del sustrato.
- 30
6. Elemento según la reivindicación 5, caracterizado porque la rugosidad Ra de la o de las zonas lisas es inferior a 0,5  $\mu\text{m}$ .
- 35
7. Elemento según la reivindicación 5, caracterizado porque el sustrato (1) presenta una zona lisa de baja rugosidad Ra dispuesta al lado de una zona de rugosidad más elevada Rax.
- 40
8. Elemento según la reivindicación 5, caracterizado porque el sustrato presenta dos zonas lisas de baja rugosidad Ra dispuestas por ambos lados de una zona de rugosidad más elevada Rax.
- 45
9. Elemento según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque la capa fina de material muy conductor (2) se deposita sobre la totalidad de la superficie del sustrato de manera que recubra las diferentes zonas (1a), (1b), (1c).
- 50
10. Elemento según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque la capa fina de material muy conductor (2) se deposita en forma de una pista que recubre las diferentes zonas (1a), (1b), (1c).
- 55
11. Elemento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizado porque la conductividad del material muy conductor es superior a  $30 \cdot 10^6 \text{ S/m}^2$  a temperatura ambiente.
- 60
12. Elemento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizado porque el material muy conductor (2) es cobre, o aluminio, o plata u oro.
- 65
13. Elemento según una de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizado porque el sustrato (1) está realizado en un material aislante.
14. Elemento según una de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizado porque el sustrato (1) está realizado en un material conductor revestido de una capa aislante.
15. Elemento según una de las reivindicaciones 5 a 14, caracterizado porque la relación de resistencia eléctrica  $R2/R1$  es superior a la relación del cuadrado de los coeficientes  $\alpha1$  y  $\alpha2$ , es decir  $R2/R1 > (\alpha2)^2/(\alpha1)^2$ , fórmula en la que:
- R1 = resistencia en ohm de la zona lisa de baja rugosidad (Ra);  
R2 = resistencia en ohm de la zona de rugosidad más elevada (Rax);  
 $\alpha1$  = longitud desarrollada de la zona lisa dividida por su longitud palpada por medio de un rugosímetro;  
 $\alpha2$  = longitud desarrollada de la zona de rugosidad más elevada dividida por su longitud palpada por medio de un

rugosímetro.

16. Utilización del elemento calentador según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 15, para el desempañado o el deshielo de superficies reflectantes.

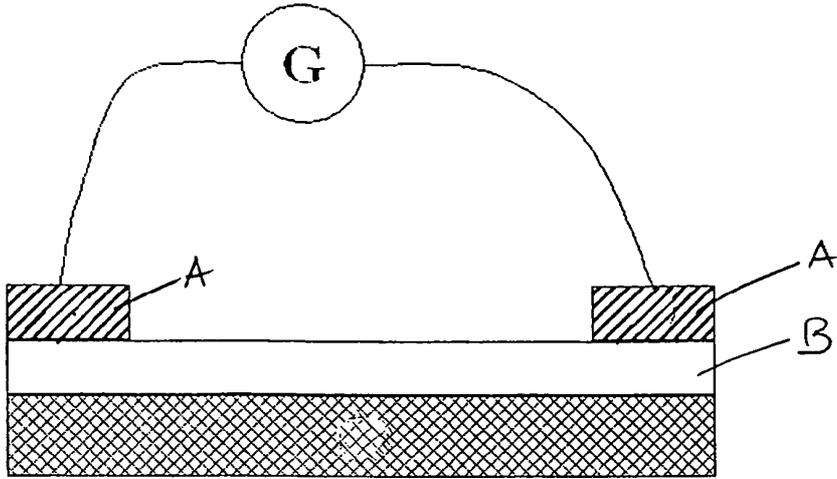


FIG. 1

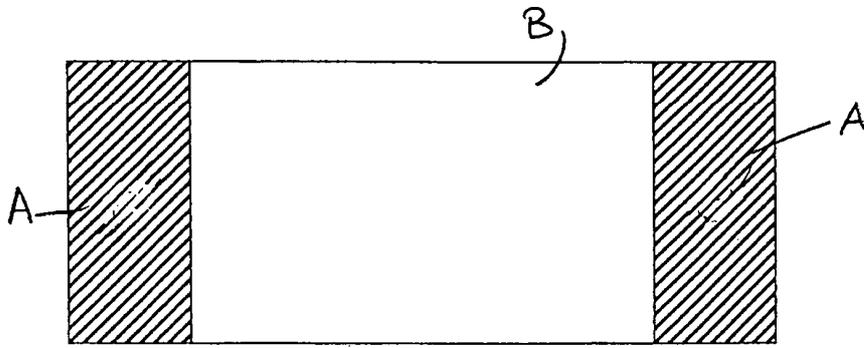


FIG. 2

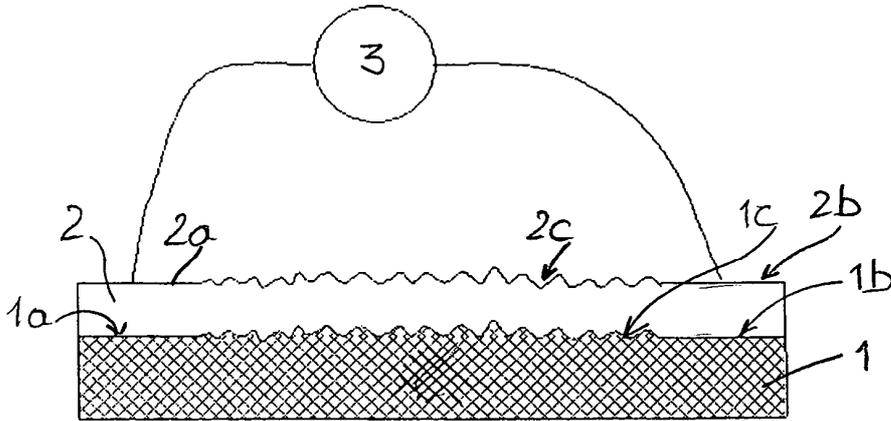


FIG. 3

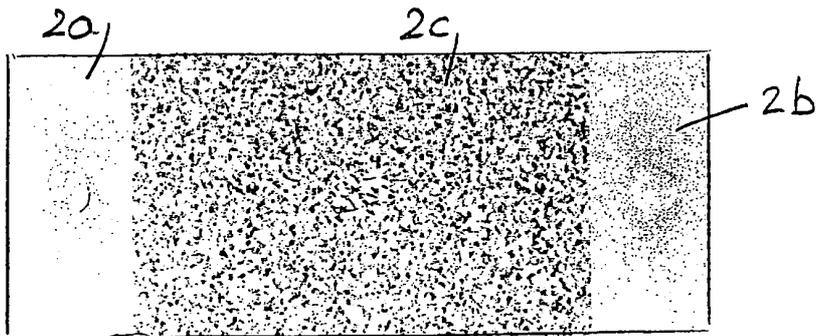


FIG. 4

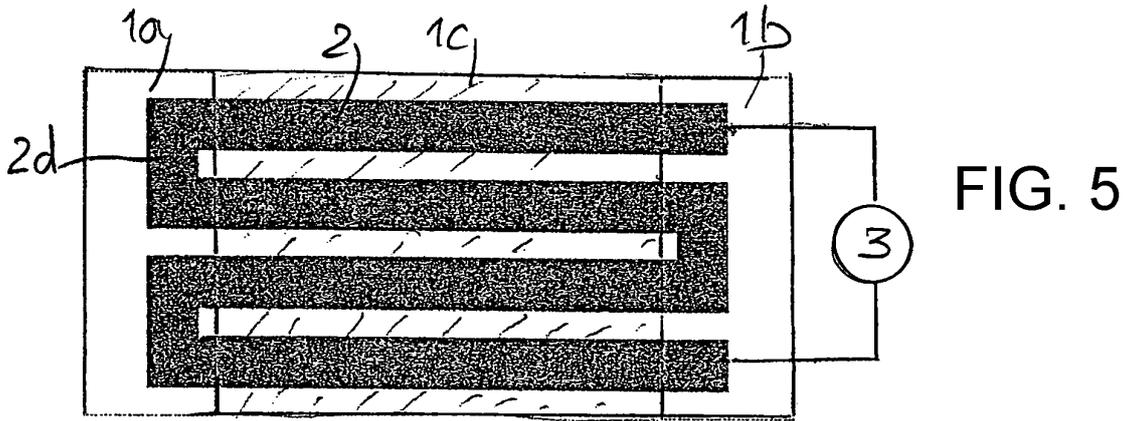
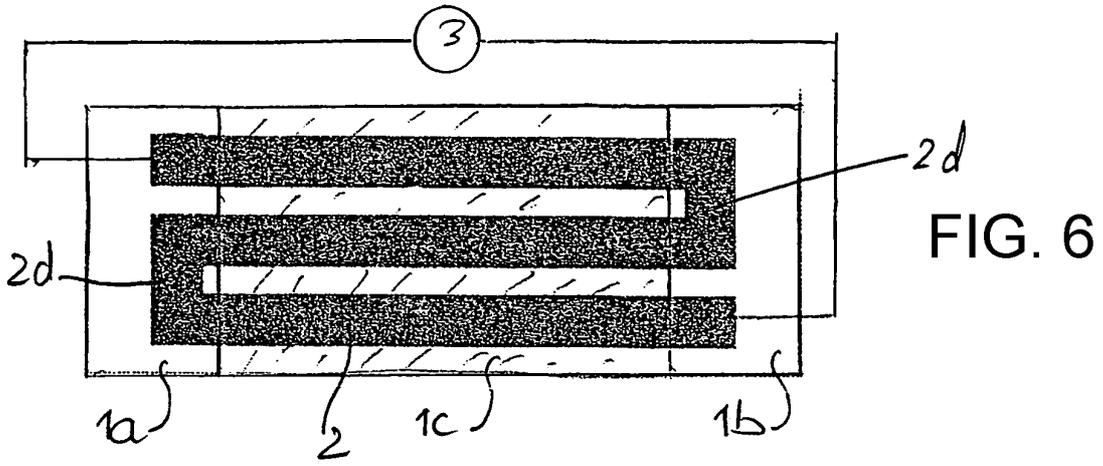


FIG. 8

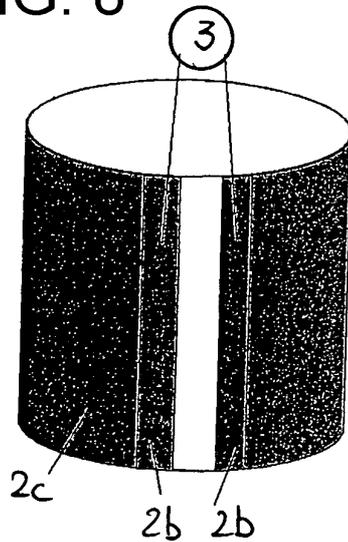


FIG. 7

