

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 849**

51 Int. Cl.:

**H01L 23/373** (2006.01)  
**H01L 23/538** (2006.01)  
**H01L 23/473** (2006.01)  
**H05K 1/02** (2006.01)  
**H05K 1/03** (2006.01)  
**H05K 3/18** (2006.01)  
**H05K 3/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2002** E 02290188 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** EP 1239515

54 Título: **Sustrato para circuito electrónico de potencia y módulo electrónico de potencia que utiliza dicho sustrato**

30 Prioridad:

**08.03.2001 FR 0103184**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.06.2019**

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)  
48, rue Albert Dhalenne  
93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

**BOURSAT, BENOIT;  
DUTARDE, EMMANUEL;  
MARTIN, NATHALIE;  
SAIZ, JOSÉ y  
SOLOMALALA, PIERRE**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 717 849 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

Sustrato para circuito electrónico de potencia y módulo electrónico de potencia que utiliza dicho sustrato

5 **[0001]** La invención se refiere a un sustrato para circuito electrónico de potencia y más particularmente a un sustrato destinado a soportar una diferencia de potencial significativa entre las diferentes pistas conductoras dispuestas en una cara del sustrato y la cara opuesta del sustrato, al tiempo que garantiza un buen intercambio térmico. El sustrato según la invención está destinado a soportar semiconductores de potencia y, en particular, transistores bipolares de puerta aislada conocidos como IGBT, utilizados en los circuitos de distribución de energía del campo  
10 ferroviario y en el campo del transporte energético para los cuales los valores de voltaje son particularmente importantes.

**[0002]** Por la técnica anterior se sabe que hay sustratos para circuito electrónico de potencia que comprenden una oblea de alúmina eléctricamente aislante cubierta en sus caras inferior y superior con una lámina de cobre que  
15 tiene un espesor de aproximadamente 300  $\mu\text{m}$  mediante un procedimiento llamado DBC (Direct Bonding Copper). Para mejorar el enfriamiento, se conecta un radiador a la lámina de cobre inferior para evacuar el calor generado por los componentes de potencia.

**[0003]** También se sabe que se mejora el rendimiento de dicho sustrato y, en particular, que se reduce su resistencia térmica, al reemplazar la oblea de alúmina eléctricamente aislante por un material aislante que tiene mejor conductividad térmica, como el nitruro de aluminio AlN. Sin embargo, dicho sustrato presenta el inconveniente de tener capas de unión, formadas mediante el procedimiento de DBC en la interfaz entre la oblea de AlN y las metalizaciones de cobre, lo que constituye una barrera térmica que reduce en gran medida las capacidades de transferencia de calor del sustrato. Por lo tanto, mejorar el rendimiento de dicho sustrato requiere mejorar las propiedades del material  
25 aislante y la calidad de la interfaz de cobre/material aislante, lo que no se puede lograr con el procedimiento de DBC.

**[0004]** El documento US 4 737 416 describe un procedimiento de deposición electrolítica de una película de cobre sobre un sustrato de nitruro de aluminio sinterizado, lo que permite mejorar la fuerza de enlace en la interfaz entre estos dos materiales. La película de cobre es delgada, entre 0,5 y 20  $\mu\text{m}$ . En la película de cobre se forman  
30 electrodos. Como el AlN tiene una buena conductividad térmica, esta estructura se puede utilizar como soporte para componentes eléctricos, como los transistores de potencia.

**[0005]** El objeto de la presente invención es, por lo tanto, proporcionar un nuevo tipo de sustrato destinado a recibir componentes electrónicos de potencia que tengan un rendimiento mejorado, y en particular, una resistencia  
35 térmica reducida, y cuya realización sea sencilla y económica.

**[0006]** Para este propósito, el objeto de la invención es un sustrato para circuito electrónico de potencia y un módulo electrónico de potencia según las reivindicaciones.

40 **[0007]** Se comprenderán mejor los objetivos, aspectos y ventajas de la presente invención, después de la descripción dada a continuación de una realización de la invención, presentada a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática en sección de un módulo de potencia que comprende un sustrato  
45 según la técnica anterior;
- la figura 2 es una vista esquemática en sección de un módulo de potencia que comprende un sustrato según una realización particular de la invención.

**[0008]** Para facilitar la lectura del dibujo, solo se han representado los elementos necesarios para la  
50 comprensión de la invención. Los mismos elementos llevan las mismas referencias de una figura a otra.

**[0009]** La figura 1 representa un módulo de potencia provisto de un sustrato según la técnica anterior, que comprende una oblea eléctricamente aislante 1 de nitruro de aluminio AlN con un espesor de aproximadamente 635  $\mu\text{m}$  cubierta en sus caras inferior y superior con una lámina de cobre 2. Las láminas de cobre 2, con un espesor de  
55 aproximadamente 300  $\mu\text{m}$ , se depositan mediante un procedimiento de DBC (Direct Bonding Copper) que consiste en colocar las láminas de cobre 2 en la oblea de AlN 1 y montar el conjunto a una temperatura muy alta para crear una capa de unión 12 con un espesor del orden de los 5  $\mu\text{m}$  en la interfaz entre las láminas de cobre 2 y la oblea de nitruro de aluminio 1. En dicho sustrato, la lámina de cobre superior 2 se utiliza para realizar pistas conductoras destinadas a recibir un componente de potencia 5, tal como un componente IGBT, y la lámina de cobre inferior 2 sirve al mismo  
60 tiempo para compensar las tensiones generadas por la dilatación diferencial entre la lámina de cobre superior 2 y la oblea de AlN 1, con el fin de evitar una deformación del sustrato y para permitir la soldadura fuerte de un radiador de enfriamiento 6 que permita evacuar el calor generado por los componentes de potencia 3.

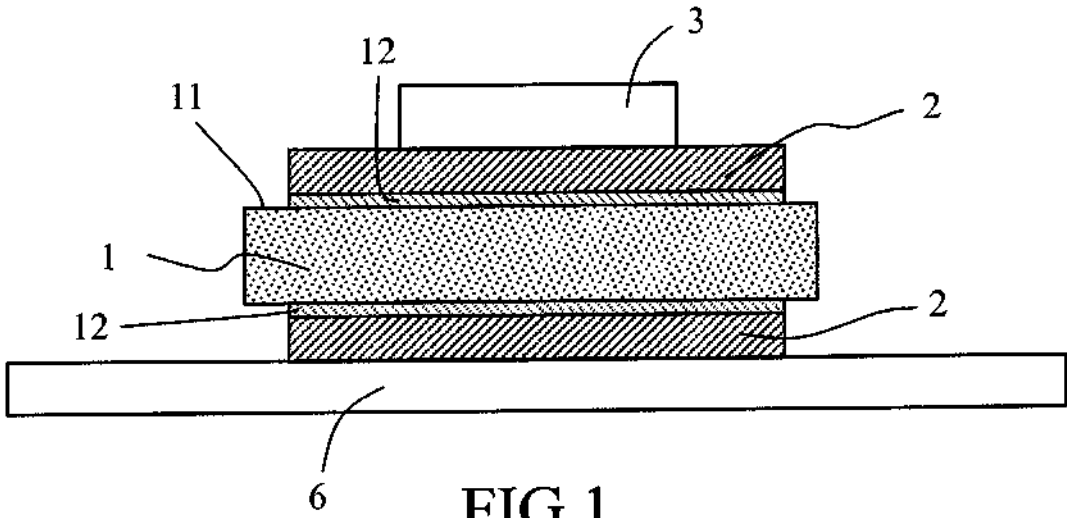
**[0010]** La figura 2 representa un módulo de potencia que comprende un sustrato según una realización  
65 particular de la invención. Según esta figura, el sustrato comprende una oblea de nitruro de aluminio AlN 1, similar a

la descrita en la figura 1, cuya cara superior 11 está cubierta con una capa de cobre 4, de un espesor menor o igual a 150  $\mu\text{m}$ , realizada mediante crecimiento electrolítico. Esta capa de cobre 4 se utiliza para formar una o varias pistas conductoras en las que un componente de potencia, tal como un componente IGBT 3, se conecta directamente.

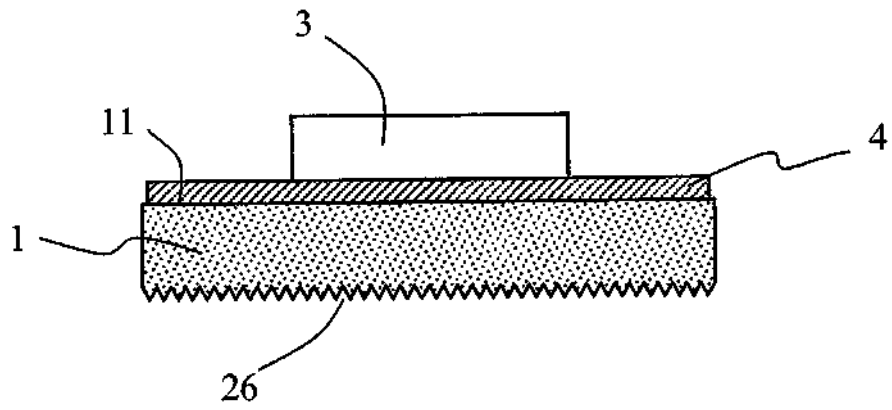
- 5 **[0011]** Para permitir la deposición de la capa de cobre 4 mediante crecimiento electrolítico, se realiza una metalización previa de la cara superior 11 de la oblea de nitruro de aluminio 1, donde dicha metalización se puede obtener mediante la activación de la superficie por medio de un grabado con sosa o mediante un tratamiento con láser UV, seguido de un niquelado químico. Por supuesto, dicha metalización de la superficie solo se hace en la superficie de la cara superior 11 que debe recibir las pistas conductoras.
- 10 **[0012]** El espesor de la capa de cobre 4 obtenida mediante crecimiento electrolítico está preferentemente comprendido entre 100  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$  y la densidad de corriente determina el paso al componente IGBT 3 y la eficacia del enfriamiento del sustrato.
- 15 **[0013]** La cara inferior de la oblea 1 comprende ranuras 26 que forman canales en los que fluye un fluido de enfriamiento que garantiza el enfriamiento directo del componente IGBT 3.
- [0014]** Dicho sustrato presenta la ventaja de tener una sola capa de cobre y, por lo tanto, una sola interfaz de oblea aislante/cobre que permite reducir significativamente la resistencia térmica del sustrato. Además, el solicitante ha constatado que un pequeño espesor de cobre (inferior a 150  $\mu\text{m}$ ) permite reducir considerablemente las tensiones mecánicas dentro del sustrato, causadas por la diferencia de dilatación térmica entre el nitruro de aluminio (4, 2  $\mu\text{m}/\text{m}$ ) y el cobre (16,4  $\mu\text{m}/\text{m}$ ), y es suficiente para transportar las densidades de corriente encontradas en la electrónica de potencia con un enfriamiento eficaz. De ello se deduce que dicho sustrato tiene una vida útil más larga y una resistencia térmica reducida por un coste de fabricación más bajo, ya que solo hay una metalización, y es de espesor delgado.
- 25 **[0015]** Por supuesto, la invención no se limita de ninguna manera a la realización descrita e ilustrada, que solo se ha dado a modo de ejemplo.
- [0016]** Por lo tanto, en una variante de realización no representada, el sustrato según la invención también podrá comprender una metalización delgada (inferior a 150  $\mu\text{m}$ ) en su cara inferior cuando esta esté destinada a conectarse en un radiador de enfriamiento convencional, permitiendo así la soldadura fuerte del radiador sobre el sustrato.
- 30

**REIVINDICACIONES**

1. Sustrato para circuito electrónico de potencia que comprende una oblea de material eléctricamente aislante, teniendo dicha oblea (1) una cara (11) que soporta una o varias pistas conductoras (4) conectadas  
5 directamente a uno o varios componentes electrónicos de potencia (3), obteniéndose dichas pistas conductoras (4) mediante metalización delgada, con un espesor de dicha cara (11) inferior a 150  $\mu\text{m}$  , **caracterizado porque** la cara inferior de la oblea (1) comprende ranuras (26) que forman canales en los que fluye un fluido de enfriamiento.
2. Sustrato para circuito electrónico de potencia según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichas  
10 pistas conductoras (4) están hechas de cobre y se obtienen mediante crecimiento electrolítico.
3. Sustrato para circuito electrónico de potencia según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el espesor de las pistas conductoras de cobre (4) está comprendido entre 100  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$ .
- 15 4. Sustrato para circuito electrónico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** dichos componentes electrónicos de potencia (3) son componentes IGBT.
5. Sustrato para circuito electrónico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** dicha oblea (1) está hecha de nitruro de aluminio AlN.  
20
6. Sustrato para circuito electrónico de potencia según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha oblea (1) tiene una única cara metalizada.
7. Módulo electrónico de potencia, **caracterizado porque** comprende al menos un componente electrónico  
25 de potencia montado en un sustrato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.



**FIG 1**



**FIG 2**