

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 788**

51 Int. Cl.:

H05B 3/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2008** **E 08001300 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017** **EP 1965606**

54 Título: **Conductor eléctrico y procedimiento para la producción de un conductor eléctrico**

30 Prioridad:

06.02.2007 DE 102007006624

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

24.10.2017

73 Titular/es:

**SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH
(100.0%)
RODHEIMER STRASSE 59
35452 HEUCHELHEIM, DE**

72 Inventor/es:

**SCHNEWEIS, STEFAN y
GAERTNER, RALF**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 638 788 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

Conductor eléctrico y procedimiento para la producción de un conductor eléctrico

La presente invención se refiere a un conductor eléctrico, en particular conductor de calentamiento, con una estructura de soporte y un material conductor con conductividad eléctrica, estando la estructura de soporte formada por un compuesto de fibras, y componiéndose el material conductor de un material de carbono adherido en el compuesto de fibras. La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico, en particular un conductor de calentamiento, con puesta a disposición de una estructura de soporte de un compuesto de fibras en forma de cuerda, disposición de la estructura de soporte correspondiente a una geometría de conductor deseada y fijación de la geometría de conductor por medio de un material de carbono aplicado sobre el compuesto de fibras.

Desde hace mucho tiempo se sabe cómo producir conductores eléctricos de metal, en particular conductores de calentamiento, que, por ejemplo, dispuestos en forma de un enrollado exterior sirven para el calentamiento de superficies y cuerpos, como conductos. El uso de conductores metálicos o conductores de calentamiento en intervalos de altas temperaturas, es decir, por ejemplo, con temperaturas $> 1000^{\circ}\text{C}$, sin embargo, a menudo fracasa por la estabilidad térmica insuficiente de conductores metálicos. Por ello se ha pasado a producir tales conductores también de un material de carbono a base de compuesto de fibras, que está configurado como producto semiacabado planiforme o con forma de placa y del que entonces por procedimientos de mecanización mecánicos, como, por ejemplo, fresado, se pueda elaborar la disposición de conductores deseada.

El procedimiento mencionado anteriormente, sin embargo, resulta ser muy laborioso, en particular, en el caso de la producción de estructuras conductoras espaciales.

La presente invención por lo tanto tiene el objetivo de proponer un conductor eléctrico o un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico, que haga posible de manera especialmente sencilla la generación de estructuras conductoras incluso especialmente complejas o disposiciones conductoras.

Este objetivo se resuelve por un conductor eléctrico con las características de la reivindicación 1 o un procedimiento para la producción de un conductor de este tipo con las características de la reivindicación 9.

De acuerdo con la invención el conductor eléctrico presenta una estructura de soporte y un material conductor con conductividad eléctrica, estando la estructura de soporte formada por un compuesto de fibras, y componiéndose el material conductor de un material de carbono adherido en el compuesto de fibras.

La estructura de acuerdo con la invención del conductor eléctrico por lo tanto hace posible la producción del conductor basado en un compuesto de fibras, que sirve como estructura de soporte, y con respecto a la geometría de conductor deseada del conductor se conforma o se puede disponer de manera sencilla. Ya que el material conductor se compone de un material de carbono, no es necesario que el compuesto de fibras que sirve como estructura de soporte presente propiedades de conductividad eléctrica. Más bien las propiedades conductoras eléctricas solo se pueden asumir por el material conductor, que está adherido en el compuesto de fibras.

Por supuesto, también son posibles realizaciones del conductor eléctrico, en las que el compuesto de fibras de la estructura de soporte o las fibras que forman el compuesto de fibras sean conductivas eléctricas, como, por ejemplo, fibras de carbono.

El material conductor, sin embargo, no solo sirve para realizar la función de conducción eléctrica, sino más allá de esto también para la estabilización o fijación del compuesto de fibras en la disposición deseada, que fija la geometría del conductor acabado.

Es especialmente ventajoso, cuando el material conductor se compone de carbono separado de manera pirolítica sobre el compuesto de fibras, ya que el sublimado separado de la fase gaseosa sobre el compuesto de fibras se encarga de un revestimiento uniforme del compuesto de fibras.

Cuando se debe generar una separación sobre el compuesto de fibras, que presente un espesor de capa comparativamente fino, entonces resulta ventajoso, prever sobre el compuesto de fibras una separación generada por la aplicación de un procedimiento CVI (chemical vapour infiltration). Además de esto correspondientes conductores, que presentan una separación producida por medio de un procedimiento CVI sobre el compuesto de fibras, presentan una penetración aumentada del compuesto de fibras con el carbono separado de la fase gaseosa, de modo que tales conductores presentan una fuerza de flexión o solidez aumentada.

El conductor eléctrico de acuerdo con la invención, sin embargo, también puede presentar un material conductor de material de carbono carbonizado, de modo que en caso de necesidad el conductor eléctrico de acuerdo con la invención también se puede producir en un procedimiento de producción alternativo. En este contexto es especialmente ventajoso, cuando el material conductor está formado de carbono de vidrio, que de manera conocida en sí se puede generar de manera especialmente sencilla por carbonización de una resina aplicada sobre el compuesto de fibras, en particular, resina fenólica.

A pesar de que, como se ha mencionado al principio, el conductor de acuerdo con la invención no necesariamente tiene que presentar un compuesto de fibras con propiedades conductoras como estructura de soporte, puede resultar ser ventajoso, por ejemplo, para ajustar una resistencia total eléctrica deseada del conductor, producir el compuesto de fibras de fibras con conductividad eléctrica, en particular, fibras de carbono.

En particular, en el caso de un conductor eléctrico, que en el compuesto de fibras está provisto de una separación de carbono provista mediante la separación de fase gaseosa, puede resultar ventajoso cuando el revestimiento de carbono está provisto de otro revestimiento de carburo de silicio, que, por ejemplo, se puede aplicar en un procedimiento de pirólisis, por ejemplo, CVD. Por el revestimiento de carburo de silicio adicional por un lado se ha creado una superficie especialmente espesa, dura, por otro lado, se ha realizado una protección frente a oxidación especial.

El procedimiento para la producción de un conductor eléctrico, en particular un conductor de calentamiento, comprende las etapas de procedimiento de la puesta a disposición de una estructura de soporte de un compuesto de fibras en forma de cuerda, disposición de la estructura de soporte correspondiente a la geometría de conductor deseada y fijación de forma de la geometría de conductor por medio de un material de carbono aplicado sobre el compuesto de fibras.

Una posibilidad preferente de la aplicación del material de carbono sobre la estructura de soporte consiste en separar el carbono de manera pirolítica sobre el compuesto de fibras.

Cuando la separación del carbono sobre el compuesto de fibras tiene lugar por medio de un procedimiento CVD (chemical vapour deposition), se puede realizar una estructura de capas de un revestimiento exterior del compuesto de fibras de manera comparativamente más rápida para lograr un espesor de capa deseado.

Cuando tiene lugar una separación del carbono por medio de un procedimiento CVI (chemical vapour infiltration) sobre el compuesto de fibras, es posible lograr un grado especialmente alto de penetración del compuesto de fibras con carbono, de modo que tiene lugar una unión resistente mecánica de las fibras individuales por el carbono y siendo por lo tanto la consecuencia un refuerzo en total especialmente efectivo del compuesto de fibras.

También es posible llevar a cabo la separación del carbono por una combinación de un revestimiento, en particular mediante CVD, con una infiltración (CVI).

Otra posibilidad ventajosa de aplicar el material de carbono consiste en aplicar una sustancia que contenga carbono, en particular, orgánica sobre el compuesto de fibras y posteriormente carbonizar esta. Por ello, por ejemplo, es posible producir un conductor de calentamiento, que en el lado exterior presente un revestimiento de carbono de vidrio, en particular, cuando se usa una resina como sustancia que contiene carbono.

A continuación, con referencia al dibujo se explicarán distintas variantes para la realización del procedimiento, así como distintas formas de realización de conductores de calentamiento.

Muestran:

- la **figura 1** un diagrama de flujo para la producción de un conductor de calentamiento;
- la **figura 2** un compuesto de fibras en forma de cuerda para la producción de una estructura de soporte para un conductor de calentamiento;
- la **figura 3** un conductor de calentamiento de acuerdo con una primera forma de realización en representación completa;
- la **figura 4** una representación en corte transversal del conductor de calentamiento representado en la **figura 3**;
- la **figura 5** una representación en corte transversal de un conductor de calentamiento alternativo.

El diagrama de flujo representado en la **figura 1** para la producción de un conductor de calentamiento 10 (**figura 3**) describe la producción del conductor de calentamiento 10 basado en un compuesto de fibras 11 configurado en forma de cuerda, que está representado en la figura 2 y está dispuesto para la definición de una disposición espacial o geometría de conductor 13 sobre un cuerpo moldeado 12. El cuerpo moldeado 12, que en este caso está configurado como cuerpo de grafito cilíndrico, sirve en el presente caso para la definición de la geometría de conductor 13 en forma de espiral.

El compuesto de fibras 11 en forma de cuerda en el presente caso se compone de un tubo trenzado producido de fibras de carbono, cuya pared de tubo está configurada a modo de cordón. Tales tubos trenzados se emplean de manera estándar como producto semiacabado en la tecnología de fibras de carbono. De forma distinta al presente ejemplo de realización, sin embargo, también es igualmente posible usar un compuesto de fibras como base de partida para la producción del conductor de calentamiento 10, que se compone de fibras no conductoras, por ejemplo, óxido de aluminio.

La geometría de conductor 13 representada en la **figura 2**, configurada de manera correspondiente al perímetro del cuerpo moldeado 12 se puede disponer de forma definida de manera sencilla, por ejemplo, por la fijación de solo los

extremos 14, 15 del compuesto de fibras 11 sobre el cuerpo moldeado 12. Para la fijación de forma de la disposición de compuesto de fibras, es decir, de la geometría de conductor 13, de manera correspondiente a la disposición indicada por la disposición sobre el cuerpo moldeado 12 entonces tiene lugar de acuerdo con una variante preferente del procedimiento una separación de carbono de una fase gaseosa sobre el compuesto de fibras 11 durante la disposición del compuesto de fibras 11 sobre el cuerpo moldeado 12.

Preferentemente la separación tiene lugar de una fase de metano en un vacío bajo circunstancias, que hacen posible una así llamada "infiltración de fase gaseosa química" (chemical vapour infiltration, CVI), en cuyo transcurso el carbono de la fase gaseosa no solo se sublima en la superficie del compuesto de fibras, sino más bien atraviesa el compuesto de fibras y se encarga de una unión de fibras 19 unas con otras en el compuesto de fibras 11, como está representado a modo de ejemplo en la **figura 4**. A consecuencia de la infiltración del carbono en el compuesto de fibras por lo tanto una separación de carbono 16 no solo está configurada en un perímetro exterior 17 del compuesto de fibras 11, sino también en superficies circundantes 18 de las fibras 19 individuales. Por ello se genera una formación de puente 20 entre las fibras 19 que refuerza extremadamente el compuesto de fibras 11.

Para la separación de carbono 16 producida por medio del procedimiento CVI anteriormente mencionado se lograron en ensayos diferentes espesores de capa, entre otros un espesor de capa $< 20 \mu\text{m}$.

Dependiendo de la finalidad de uso deseada del conductor de calentamiento 10 según la fijación de forma mencionada previamente ya se puede alcanzar por medio del procedimiento CVI el producto final.

En particular, en el caso de que, por ejemplo, para más aumento de la conductividad eléctrica del conductor se deba alcanzar un mayor grosor de capa de la capa pirolítica, dado el caso a continuación de una limpieza de fase gaseosa se puede aplicar sobre la primera separación de carbono 16 una segunda separación de carbono. A este respecto se puede emplear de forma preferente el procedimiento CVD, ya que ya se ha logrado la penetración del compuesto de fibras 11 con carbono por medio del procedimiento CVI, y de esta manera se puede lograr una estructura de capas acelerada en el caso de la generación del segundo sublimado de carbono.

Independientemente de que solo se haya generado un sublimado de carbono por medio del procedimiento CVD o del procedimiento CVI en el compuesto de fibras 11, puede resultar ventajoso aplicar en un procedimiento de pirólisis posterior una capa de carburo de silicio protectora sobre el sublimado de carbono.

Como alternativa o de manera adicional también es posible, prever capas diferentes, por ejemplo, presentando TiC, TiN, Al_2O_3 , ZrO_2 o combinaciones de estos. La aplicación de estas capas puede tener lugar con los respectivos procedimientos adecuados, por ejemplo, PVD, sumergir en materiales de revestimiento con fluidez, líquidos o pastosos, proyección por plasma, etc.

En particular, entonces, cuando se fijan exigencias menos altas en cuanto a la rigidez del conductor de calentamiento, también es posible generar para la producción de un conductor de calentamiento 21 representado en la **figura 5** por fijación de forma del compuesto de fibras 11 un sublimado de carbono 21 sobre el compuesto de fibras 11 mediante el procedimiento CVD (chemical vapour deposition), que, como en particular, muestra una comparación de las **figuras 4 y 5**, esencialmente dispuesto en el perímetro exterior 17 del compuesto de fibras 11 y no presenta la formación de puente 20, como en el corte transversal del conductor de calentamiento 10 representado en la **figura 4**.

Para el sublimado de carbono 21 producido por medio del procedimiento CVD anteriormente mencionado en los ensayos resultó un grosor de capa entre 5 y $100 \mu\text{m}$.

Independientemente de cuál de los procedimientos mencionados anteriormente se elija para la separación de fase gaseosa de carbono sobre el compuesto de fibras, o cuando es preferente la configuración de un material conductor con conductividad eléctrica que contiene hidrocarburo que fija la forma sobre el compuesto de fibras por carbonización, todas las variantes del procedimiento para la producción de un conductor de calentamiento resistente a flexión basadas en un compuesto de fibras flexible y que se puede disponer en cualquier geometría espacial llevan a un conductor de calentamiento resistente a flexión con un diámetro de corte transversal reducido. Este conductor de calentamiento hasta ahora no ofrece posibilidades conocidas del diseño en el caso de miniaturización simultánea. Además de esto los conductores de calentamiento producidos de tal manera se pueden calentar en un intervalo de temperatura de hasta el intervalo de 3000°C . Además, no solo se debe pensar en un uso como conductor de calentamiento, sino también como uso en el área de la tecnología de sensores, por ejemplo, como conductores de medición, en el caso de altas temperaturas ambiente.

REIVINDICACIONES

1. Conductor eléctrico (10, 21), en particular conductor de calentamiento, con una estructura de soporte y un material conductor con conductividad eléctrica, estando la estructura de soporte formada por un compuesto de fibras (11) de fibras de carbono (19) y componiéndose el material conductor de un material de carbono (16, 22) adherido al compuesto de fibras,
caracterizado porque el compuesto de fibras (11) está configurado en forma de cuerda o a modo de cordón, componiéndose el material conductor de carbono (16, 22) separado de manera pirolítica sobre el compuesto de fibras (11), estando fijada una forma de la geometría de conductor (13) por el material de carbono (16, 22) adherido al compuesto de fibras.
2. Conductor eléctrico según la reivindicación 1,
caracterizado porque el carbono está configurado como un precipitado (16) generado por medio de un procedimiento CVI sobre el compuesto de fibras (11).
3. Conductor eléctrico según la reivindicación 2,
caracterizado porque el carbono está configurado como un precipitado (22) generado por medio de un procedimiento CVD sobre el compuesto de fibras (11).
4. Conductor eléctrico según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque el material conductor está provisto de un revestimiento de carburo de silicio.
5. Procedimiento para la producción de un conductor eléctrico (10, 21), en particular un conductor de calentamiento, con las etapas de procedimiento:
 - puesta a disposición de una estructura de soporte de un compuesto de fibras (11) en forma de cuerda, a modo de cordón, de fibras de carbono (19),
 - disposición de la estructura de soporte de manera correspondiente a una geometría de conductor (13) deseada y
 - fijación de forma de la geometría de conductor por medio de un material de carbono (16, 22) aplicado sobre el compuesto de fibras, precipitándose, para la aplicación del material de carbono, carbono (16) de manera pirolítica sobre el compuesto de fibras (11).
6. Procedimiento según la reivindicación 5,
caracterizado porque el carbono (16) se precipita por medio de un procedimiento CVI sobre el compuesto de fibras (11).
7. Procedimiento según la reivindicación 6,
caracterizado porque el carbono (22) se precipita por medio de un procedimiento CVD sobre el compuesto de fibras (11).

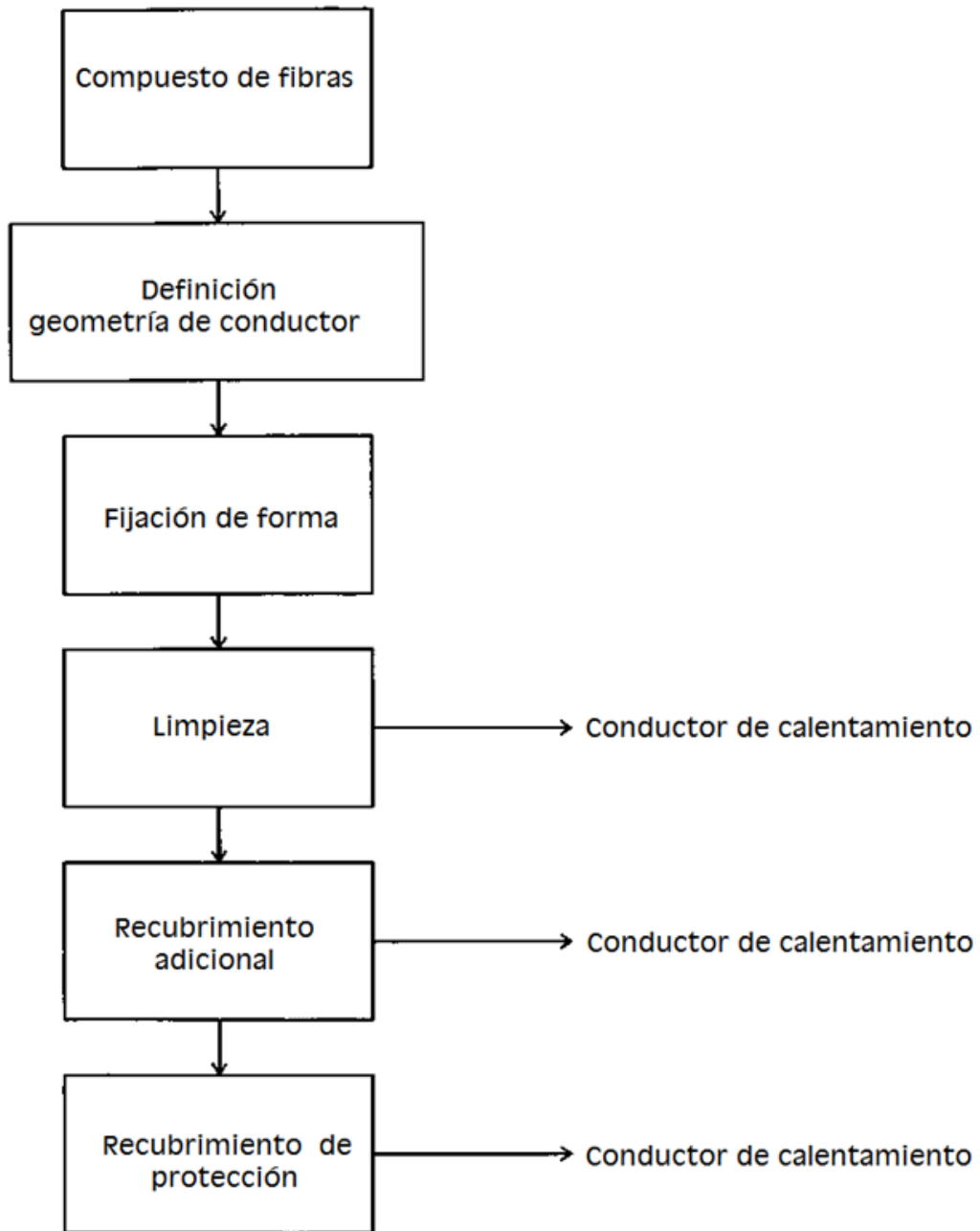


Fig. 1

