

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 814**

51 Int. Cl.:

B82B 1/00 (2006.01)

C23C 18/12 (2006.01)

C23C 20/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2005 E 05779209 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 1805102**

54 Título: **Composición de un material para producir un revestimiento para un componente fabricado de un material base metálico, y componente metálico revestido**

30 Prioridad:

05.10.2004 EP 04023702

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

14.06.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**JABADO, RENE;
KRÜGER, URSUS;
KÖRTVELYESSY, DANIEL;
STEINBACH, JAN;
ULLRICH, RAYMOND;
REICHLER, RALPH y
RINDLER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 407 814 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

Composición de un material para producir un revestimiento para un componente fabricado de un material base metálico, y componente metálico revestido.

5 La presente invención hace referencia a una composición de un material para producir un revestimiento para un componente, en particular para un componente de una instalación de turbina, como por ejemplo un álabe del compresor, que se encuentra fabricado de un material base metálico. La presente invención hace referencia además a un componente metálico revestido. La invención es adecuada, por ejemplo, para ser utilizada en instalaciones de turbinas de gas, en particular para ser utilizada en compresores de instalaciones de turbinas de gas.

10 Una instalación de turbina de gas, en el caso más sencillo, comprende un compresor, una cámara de combustión y una turbina. En el compresor tiene lugar una compresión del aire succionado, el cual a continuación se mezcla con combustible. En la cámara de combustión tiene lugar, por tanto, una combustión de esta mezcla, donde los gases de combustión alimentan la turbina, tomando energía térmica de los mismos y transformándola en energía mecánica. Por lo general el compresor es accionado por la turbina y comprende una pluralidad de álabes del compresor.

15 Durante la compresión del aire en el compresor es posible que se condense agua que, en determinadas condiciones y en combinación con otros elementos que se encuentran contenidos en el aire, forme un electrolito que puede producir corrosión y erosión en los álabes del compresor. Para impedir la corrosión y/o la erosión, los álabes del compresor, por lo general, se encuentran provistos de revestimientos. Para ello se consideran en particular revestimientos que, a modo de ejemplo, comprenden una matriz base combinada con fosfato, con partículas metálicas distribuidas en la misma en forma de dispersión, como por ejemplo partículas de aluminio. El efecto de protección de un revestimiento de esta clase se basa en el hecho de que las partículas metálicas contenidas en el revestimiento base, junto con el metal (noble) del álabe del compresor y el electrolito, forman una celda galvánica donde las partículas metálicas conforman los así llamados ánodos de protección (de sacrificio). De este modo, la oxidación o la corrosión se produce en los ánodos de protección, es decir, en las partículas metálicas, y no en el metal del álabe del compresor.

25 La matriz base combinada con fosfato posee propiedades vitrocerámicas, es térmicamente estable, también resistente a la corrosión y protege contra efectos mecánicos como la abrasión y la erosión.

El revestimiento, junto con las partículas de metal, puede contener otras partículas como material de relleno. A modo de ejemplo pueden mencionarse aquí partículas colorantes.

30 Junto con los revestimientos combinados con fosfato se consideran otras clases de revestimientos. En las solicitudes EP 0 142 418 B1, EP 0 905 279 A1 y EP 0 995 816 A1 se describen revestimientos a base de cromato/fosfato. En la solicitud EP 1 096 040 A2 se describe un revestimiento a base de fosfato/borato y en la solicitud EP 0 933 446 B1 se describe un revestimiento a base de fosfato/permanganato. En los revestimientos descritos se utilizan aditivos de partículas con tamaños de partículas de $>1 \mu\text{m}$. Los revestimientos presentan por tanto estructuras de capas con dimensiones de partículas de más de $1 \mu\text{m}$. Para obtener una superficie exterior lisa de los álabes, sobre una capa de imprimación de este tipo - conocida como capa base ("base coat") - se aplica además una capa de protección especialmente lisa - la así llamada capa de acabado o capa externa ("top coat").

40 En comparación con el estado del arte mencionado, es objeto de la presente invención proporcionar una composición de un material ventajosa para fabricar un revestimiento de un componente constituido por un material base metálico, en particular un componente de una turbina, más particularmente un álabe del compresor o un álabe de turbina.

Es objeto de la presente invención proporcionar además un componente revestido ventajoso, en particular un componente de turbina y más particularmente un álabe del compresor o un álabe de turbina.

45 El primer objeto se alcanzará a través de un procedimiento conforme a la reivindicación 1, y el segundo objeto a través de un componente revestido conforme a la reivindicación 18. Las reivindicaciones dependientes presentan conformaciones ventajosas de la invención y pueden ser combinadas unas con otras en la forma deseada.

50 Una composición del material conforme a la invención para fabricar un revestimiento para un componente, en particular para un componente de una turbina, el cual se encuentra constituido por un material base metálico, es decir, por un metal o una aleación de metales, comprende un material de matriz para formar una matriz base del revestimiento, y al menos un material de relleno para regular las propiedades de revestimiento o las características del revestimiento deseadas. El material de la matriz puede presentar en especial propiedades básicas vitrocerámicas. La composición del material conforme a la invención se caracteriza porque el material de la matriz y/o el material de relleno, comprende o comprenden nanopartículas con tamaños de las partículas menores a $1 \mu\text{m}$. De forma preferente, los tamaños de las partículas se sitúan dentro de un rango de $50 \mu\text{m}$ a $200 \mu\text{m}$.

Se utilizan nanopartículas para, entre otras funcionalidades, conformar una estructura de capas ultrafina. Gracias a ello pueden mejorarse propiedades que dependen del tamaño granular, como por ejemplo la tenacidad a la fractura, estabilidad, resistencia al choque térmico, etc. de la estructura de capas. Los materiales con un tamaño granular dentro del rango de los nanómetros, condicionados por su gran tensión superficial, poseen una actividad de sinterización extremadamente elevada. La elevada cantidad de átomos en la zona límite superficial, y los cortos caminos de difusión presentes en las nanopartículas, conducen a que a una temperatura de aproximadamente un 20% a un 40% menor que la temperatura de fusión del material de volumen, ya sea posible una sinterización de la composición del material. Esto tiene a su vez un efecto positivo sobre el crecimiento granular en el material.

Se observa además que los materiales que presentan una nanoestructura son más resistentes a la corrosión, como anticorrosivos, cuando son expuestos a medios corrosivos, que los revestimientos de granulación gruesa, de acuerdo con el estado del arte. La protección anticorrosiva mejorada en los metales reside en la presencia de una cantidad mayor de defectos distribuidos finamente de forma regular, los cuales se localizan principalmente en los límites de los gránulos. La distribución ultrafina de los defectos impide una concentración local elevada de aniones perjudiciales (por ejemplo cloruro, sulfato, etc.). Como resultado se requiere una energía cinética mayor para la concentración de aniones y la acidificación consecutiva, debido a lo cual es necesario un potencial anódico más elevado para un crecimiento estable de los poros.

La composición del material con nanopartículas, también en relación a otras propiedades, presenta grandes diferencias con respecto a las composiciones de materiales de gránulos gruesos, es decir con tamaños de partículas de más de 1 μm . Por ejemplo, la dureza típica del metal con tamaños de partículas de aproximadamente 10 μm es mayor en un factor 2 a 7 en comparación con el mismo metal con partículas de aproximadamente 1 μm . Se produce además el fenómeno duro-blando de los materiales nanoestructurados. El material duro se vuelve más dúctil, el material blando se vuelve más duro. Debido a este fenómeno duro-blando, mediante la composición del material conforme a la invención pueden fabricarse revestimientos con una disminución del grado de fragilidad.

En una conformación de la invención, los constituyentes sólidos del material de la matriz se presentan en forma de nanopartículas. La conformación de los constituyentes sólidos del material de la matriz como nanopartículas aumenta la estabilidad térmica, la resistencia a la corrosión, así como la resistencia frente a efectos mecánicos de un revestimiento fabricado en base a la composición del material. La utilización de nanopartículas en el material de la matriz, en particular de forma combinada con la utilización de nanopartículas en el material de relleno, permite además producir revestimientos más lisos que las composiciones de gránulos gruesos acordes al estado del arte. Ya no se requiere por lo tanto una capa de acabado (top coat). Al eliminar en el procedimiento el paso para la fabricación de la capa de acabado puede reducirse la inversión en cuanto a costes y tiempo para el revestimiento de un componente.

Como nanopartículas para el material de la matriz se consideran en particular - pero no exclusivamente - materiales que contienen aluminio (Al), trióxido de cromo (CrO_3), óxido de magnesio (MgO), óxido de aluminio (Al_2O_3) y/o ácido bórico (H_3BO_3).

En otra conformación de la presente invención, el material de relleno comprende partículas de metal o de aleaciones de metal como nanopartículas. En relación al material base metálico, éstas pueden seleccionarse de modo tal que proporcionen el efecto de los ánodos de protección (de sacrificio). Expresado de otro modo, el metal o la aleación de metales de las nanopartículas puede ser menos noble que el metal o la aleación de metales del material base metálico.

De acuerdo con el material base metálico, las partículas de metal o de aleaciones de metal pueden comprender al menos uno de los siguientes metales: aluminio (Al), magnesio (Mg), hierro (Fe), níquel (Ni), cobalto (Co), titanio (Ti) y cinc (Zn). Los metales mencionados son adecuados en particular para el revestimiento de álabes que se encuentran fabricados a partir de superaleaciones a base de hierro, níquel o cobalto. Por lo general, las aleaciones de esta clase contienen cromo, titanio, tantalio, aluminio, wolframio y otros elementos con una alta resistencia contra las temperaturas elevadas y al mismo tiempo con una elevada estabilidad. Las aleaciones de base a base de hierro se utilizan en especial para la fabricación de álabes del compresor, mientras que las aleaciones de base a base de níquel o de cobalto se emplean en particular para fabricar álabes de turbinas. Un ejemplo de un álabe de una turbina de gas puede observarse en la solicitud US 5,611,670.

Puesto que las partículas de metal o de aleaciones de metal, debido a su tamaño reducido, presentan una reactividad particularmente elevada, se considera ventajoso que las mismas estén desactivadas. La desactivación, a modo de ejemplo, puede realizarse gracias a que las partículas de metal o de aleaciones de metal comprenden una capa de óxido, una capa de fosfato o una capa de desactivación compatible con la matriz base y/u otras sustancias de relleno, por ejemplo cromato, borato, etc. La capa de desactivación puede ser generada in situ durante la producción de las nanopartículas. Esto puede tener lugar, por ejemplo, mediante la adición controlada de compuestos o gases precursores. La desactivación de nanopartículas metálicas se describe, por ejemplo, en las solicitudes US 2003/0108459 A1 y WO 01/58625 A1.

5 En otra conformación de la presente invención el material de relleno comprende partículas de materiales de gran dureza como nanopartículas. Las partículas de materiales de gran dureza pueden comprender en particular al menos uno de los siguientes materiales: diamante, carburo de silicio (SiC), nitruro de boro cúbico (BN), corindón, etc. Mediante las partículas de material de gran dureza a nanoescala puede ser incrementada la resistencia de un revestimiento fabricado en base a la composición del material conforme a la invención frente a efectos mecánicos.

10 En otra conformación de la presente invención el material de relleno comprende partículas resistentes a la temperatura como nanopartículas. Como nanopartículas resistentes a la temperatura se consideran, en particular, el óxido de circonio (ZrO_2), óxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido de silicio-aluminio ($Al_xSi_yO_z$), etc. Mediante las partículas resistentes a la temperatura a nanoescala puede aumentarse la resistencia a la temperatura de un revestimiento fabricado en base a la composición del material conforme a la invención.

15 En otra conformación de la composición del material conforme a la invención, el material de relleno puede comprender lubricantes secos como nanopartículas. Lubricantes secos adecuados son por ejemplo el grafito, sulfuro de molibdeno MoS_2 , sulfuro de wolframio WS_2 , ZrO_xNy , etc. A través de los lubricantes secos puede incrementarse la resistencia al desgaste de un revestimiento fabricado en base a la composición del material conforme a la invención.

20 Por último, el material de relleno, en otra conformación de la composición del material conforme a la invención puede comprender pigmentos de color de, al menos, una clase de pigmentos como nanopartículas. A través de los pigmentos de color puede proporcionarse a un componente revestido una coloración decorativa o informativa. Asimismo, los pigmentos de colores pueden contribuir a un mejoramiento de la protección contra la corrosión, a la resistencia a la temperatura y a la resistencia al desgaste del componente revestido.

El material de relleno puede comprender también una mezcla de diferentes clases de pigmentos como nanopartículas, de manera que se puede realizar una pluralidad de colores posibles.

Conforme a otro aspecto de la presente invención se proporciona un componente metálico revestido con un revestimiento que se encuentra fabricado en base a una composición del material conforme a la invención.

25 En una conformación particular del componente revestido, su revestimiento presenta al menos dos capas que contienen diferentes clases de pigmentos. De este modo, durante trabajos de mantenimiento o de reparación en el componente, puede reconocerse a través del color si la capa superior del revestimiento se encuentra o no aún presente. Esto permite reconocer en qué medida el revestimiento garantiza aún una protección, economizando por tanto en cuanto a nuevos revestimientos innecesarios.

30 El componente metálico revestido conforme a la invención, a modo de ejemplo, puede estar diseñado como el componente de una instalación de turbina, en particular como un álabe del compresor o como un álabe de turbina.

Otras características, propiedades y ventajas de la presente invención se indican en la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución haciendo referencia a las figuras añadidas.

Figura 1: muestra una sección de un álabe del compresor revestido, en una representación esquemática.

35 Figura 2: muestra una sección de un álabe del compresor revestido, en una representación esquemática.

Figura 3: muestra una turbina de gas en una sección parcial longitudinal.

Figura 4: muestra un álabe del rodete o un álabe guía de una turbomáquina en una vista en perspectiva.

40 En la figura 1, de forma esquemática, se representa una sección de un álabe del compresor 1, tal como se emplea en un compresor de una instalación de una turbina de gas. Puede observarse el material base 3, así como un revestimiento 5 que se encuentra aplicado sobre el material base 3.

45 El material base 3 del álabe del compresor 1, a modo de ejemplo, puede estar fabricado de una superaleación. Las superaleaciones consisten en aleaciones a base de hierro, níquel o cobalto, que por lo general pueden contener cromo, titanio, tantalio, aluminio, wolframio y otros elementos con una alta resistencia contra las temperaturas elevadas y al mismo tiempo con una elevada estabilidad. Un ejemplo de un álabe de una turbina de gas fabricado con una superaleación puede observarse por ejemplo en la solicitud US 5,611,670. Por lo tanto se remitirá a ese documento con respecto a la composición de superaleaciones apropiadas. En el presente ejemplo de ejecución el material base consiste en una aleación a base de hierro.

El revestimiento 5 es un revestimiento inorgánico para la protección contra la corrosión y el desgaste del álabe del compresor 1. Éste comprende un aglutinante inorgánico de compuestos de cromato/fosfato y partículas metálicas distribuidas en el aglutinante en forma de dispersión, por ejemplo partículas esféricas de aluminio, como pigmento.

5 A modo de ejemplo, el revestimiento puede efectuarse a través del rociado de la siguiente composición de un material: 7 % en peso de trióxido de cromo (CrO_3), 25 % en peso de ácido fosfórico (H_3PO_4), 6 % en peso de óxido de magnesio (MgO) y 62 % en peso de agua (H_2O) como aglutinante, y partículas de aluminio con un diámetro medio dentro del rango de 90 a 110 μm como pigmento. La producción de partículas de aluminio de esa clase se describe por ejemplo en la solicitud WO 01/58625 A1. La composición del aglutinante, así como de otros
10 composiciones posibles del revestimiento a base de cromato/fosfato se describen a su vez en las solicitudes EP 0 905 279 A1 y EP 0 995 816 A1.

A este respecto, a diferencia de las composiciones de revestimiento mencionadas en dichas solicitudes, en la composición de revestimiento conforme a la invención descrita haciendo referencia a la figura 1, el pigmento, sin embargo, se encuentra fabricado en forma de partículas a nanoescala. Por el contrario, en los documentos
15 mencionados, el diámetro de las partículas de relleno se sitúa en un rango de μm .

Las partículas de metal o partículas de aleación de metales a nanoescala que son agregadas se utilizan en particular como ánodos de protección (de sacrificio) del revestimiento. Por tanto, en relación a la composición del material base, el metal debería seleccionarse de modo tal que sea menos noble que la aleación base para asegurar el efecto de los ánodos de protección (de sacrificio). De forma preferente, se emplea por tanto aluminio.

20 Después de que la composición de revestimiento descrita ha sido rociada sobre el material base 3 del álabe del compresor 1 la composición puede secarse, de manera que el aglutinante forma entonces la matriz de la capa en donde se encuentran incorporadas las partículas de aluminio a nanoescala.

En una variante del ejemplo de ejecución descrito, en lugar de las partículas de aluminio, o de forma adicional a las partículas de aluminio, pueden presentarse en forma de partículas a nanoescala también los constituyentes sólidos del aglutinante, por ejemplo en el presente ejemplo de ejecución el trióxido de cromo, así como el óxido de
25 magnesio.

Por lo general, el empleo de partículas a nanoescala sirve para regular una estructura de capas ultrafina. De esta manera pueden producirse revestimientos especialmente lisos, de modo que en el ejemplo de ejecución representado en la figura 1 no es necesario un revestimiento de acabado (top coat).

30 En lugar de los pigmentos y/o partículas de aluminio a nanoescala, o de forma adicional a los mismos, al revestimiento descrito se le pueden agregar partículas de gran dureza a nanoescala, como por ejemplo diamante, carburo de silicio (SiC), etc., para aumentar la resistencia frente a efectos mecánicos, como por ejemplo la abrasión o la erosión. Es posible igualmente añadir compuestos a nanoescala resistentes a la temperatura como el óxido de circonio (ZrO_2), óxido de silicio (SiO_2), etc., para aumentar la resistencia del revestimiento frente a la temperatura.
35 Por último, pueden agregarse lubricantes secos a nanoescala, como grafito, sulfuro de molibdeno (MoS_2), etc., para regular la resistencia al desgaste del revestimiento.

La figura 2, como segundo ejemplo de ejecución para la presente invención, muestra una sección de un álabe del compresor 10 revestido. Se representa el material base 13, que puede estar fabricado como el material base 3 del primer ejemplo de ejecución, así como también un revestimiento 15 aplicado sobre el material base 13. En el
40 segundo ejemplo de ejecución, el revestimiento comprende una primera capa 17 y una segunda capa 19 que se encuentra aplicada sobre la primera capa 17. Tanto la primera capa 17 como también la segunda capa 19 del revestimiento 15, en cuanto a su composición química, corresponden a la composición del revestimiento 5 del primer ejemplo de ejecución.

A diferencia del revestimiento 5 del primer ejemplo de ejecución, al revestimiento 15 del segundo ejemplo de ejecución se le agregaron adicionalmente pigmentos de colores apropiados en forma de partículas de pigmentos de colores a nanoescala. Por ejemplo, en la solicitud EP 0 905 279 A1 se describen pigmentos de colores, los así
45 llamados pigmentos de colores del "colour index" (Índice de colores internacional) (The Society of Dyers and Colourists). La coloración deseada del revestimiento que se realiza mediante la mezcla de los pigmentos de color, puede lograrse al mezclar diferentes pigmentos de color. A diferencia de los pigmentos de color conocidos, los pigmentos de color en la composición del material conforme a la invención son agregados como partículas a nanoescala.
50

En el presente ejemplo de ejecución, a la primera capa 17 del revestimiento 5 se le agrega otra clase de pigmento de color que a la segunda capa 19. De este modo, al inspeccionar una paleta que se encuentra ya en funcionamiento puede determinarse el grado de desgaste del revestimiento mediante el color. Tan pronto como se

desgasta la segunda capa 19 se modifica el color del revestimiento. De este modo puede indicarse, por ejemplo, la necesidad de una restauración del álabe del compresor. Naturalmente, es posible también aplicar más de dos capas coloreadas de forma diferente.

5 Las composiciones de revestimiento descritas hasta el momento contenían aglutinante a base de cromato/fosfato. No obstante, composiciones de revestimiento alternativas pueden comprender también aglutinantes a base de fosfato/borato o a base de fosfato/permanganato.

10 Un aglutinante adecuado a base de fosfato/borato puede presentar por ejemplo los siguientes constituyentes: agua, ácido fosfórico, óxido de boro, óxido de cinc e hidróxido de aluminio. También en el caso de los aglutinantes de esta clase, los constituyentes sólidos pueden consistir en partículas a nanoescala. Al aglutinante se le pueden agregar a su vez nanopartículas, como por ejemplo partículas de aluminio u otras partículas de metal con dimensiones a nanoescala, es decir con dimensiones menores a 75nm, preferentemente entre 50nm y 75nm o de manera preferente entre 20nm y 75nm, y de forma especialmente preferente entre 20nm y 50nm.

15 De manera alternativa o adicional, es posible añadir las partículas de material de gran dureza a nanoescala mencionadas anteriormente, y/o las partículas resistentes a la temperatura mencionadas y/o los lubricantes secos mencionados y/o los pigmentos de color a nanoescala mencionados. En la solicitud EP 1 096 040 A2, a modo de ejemplo, se describen composiciones de aglutinantes a base de fosfato/borato.

20 Un aglutinante adecuado a base de fosfato/permanganato puede presentar, por ejemplo, los siguientes constituyentes: 67 % en peso de agua, 2 % en peso de permanganato de magnesio, 23 % en peso - 85 % en peso de ácido fosfórico y 8 % en peso de hidróxido de aluminio. Tal como en los revestimientos regulares descritos, los constituyentes sólidos de la composición del aglutinante pueden presentarse en forma de partículas a nanoescala. Asimismo, todos los aditivos mencionados con relación a los otros ejemplos de ejecución pueden ser añadidos en forma de partículas a nanoescala. En la solicitud EP 0 933 446 B1 se describen otras composiciones químicas posibles para revestimientos en base a fosfato/permanganato.

25 En los ejemplos de ejecución, los constituyentes sólidos de los aglutinantes se presentan como partículas a nanoescala. Sin embargo, es posible que los constituyentes sólidos del aglutinante no se presenten como partículas a nanoescala. En ese caso se encuentran presentes uno o más de los aditivos mencionados, donde al menos uno de los aditivos se encuentra fabricado en forma de una partícula a nanoescala.

30 La figura 3, a modo de ejemplo, muestra una turbina de gas 100 en una sección parcial longitudinal. La turbina de gas 100, en el interior, presenta un rotor 103 montado de forma giratoria alrededor de un eje de rotación 102, el cual también puede denominarse como rotor de turbina. A lo largo del rotor 103 se suceden una cámara de succión 104, un compresor 105, una cámara de combustión 110, por ejemplo de forma toroidal, en particular una cámara de combustión anular 106, con una pluralidad de quemadores 107 dispuestos de forma coaxial, una turbina 108 y la cámara de gases de escape 109.

35 La cámara de combustión anular 106 se encuentra comunicada con un canal de gas caliente 111, por ejemplo en forma anular. En la misma, a modo de ejemplo, cuatro escalones de turbina 112 conectados secuencialmente forman la turbina 108.

Cada escalón de turbina 112 se encuentra formado, por ejemplo, por dos anillos del álabe. Observado en la dirección de flujo de un medio de trabajo 113, en el canal de gas caliente 111 una serie 125 formada por álabes de rodete 120 se encuentra situada después de una serie de álabes guía 115.

40 Los álabes guía 130 se encuentran fijados a una cámara interna 138 de un estator 143, mientras que los álabes de rodete 120 de una serie 125 se encuentran situados en el rotor 103 mediante un disco de la turbina 133.

Una máquina herramienta o un generador se encuentra acoplado al rotor 103 (lo cual no se encuentra representado).

45 Durante el funcionamiento de la turbina de gas 100, es succionado aire 135 por el compresor 105 a través de la cámara de succión 104 y es comprimido. El aire comprimido proporcionado en el extremo del compresor 105, del lado de la turbina, es conducido hacia los quemadores 107 y allí es mezclado con un combustible. La mezcla es entonces quemada formando un fluido de trabajo 113 en la cámara de combustión 110. El fluido de trabajo 113 fluye desde allí a lo largo del canal de gas caliente 111, por delante de los álabes guía 130 y de los álabes de rodete 120. El fluido de trabajo 113 se descomprime en los álabes de rodete 120 transmitiendo un momento, de manera que los álabes de rodete 120 accionan el rotor 103 y éste acciona la máquina herramienta que se encuentra acoplada al mismo.

50

Los componentes que se encuentran expuestos al fluido de trabajo 113 caliente, durante el funcionamiento de la turbina de gas 100, se encuentran sujetos a cargas térmicas. Los álabes guía 130 y los álabes de rodete 120 del primer escalón de turbina 112, observado en la dirección de flujo del fluido de trabajo 113, junto al blindaje térmico que reviste la cámara de combustión anular 106, son los más expuestos a la carga térmica.

5 Éstos pueden ser enfriados con un medio refrigerante para resistir las temperaturas dominantes.

Del mismo modo, los sustratos de los componentes pueden presentar una estructura direccional, es decir que son monocristalinos (estructura SX) o presentan sólo gránulos dirigidos longitudinalmente (estructura DS).

10 Como material para los componentes, en particular para los álabes de la turbina 120, 130 y los componentes de la cámara de combustión 110 se utilizan, por ejemplo, superaleaciones a base de hierro, níquel o cobalto. Superaleaciones de esa clase se conocen por ejemplo a través de las solicitudes EP 1204776 B1, EP 1306454, EP 1319729 A1, WO 99/67435 ó WO 00/44949.

15 Del mismo modo, los álabes 120, 130 pueden presentar revestimientos contra la corrosión (MCrAIX -aleación para revestimientos - donde M es al menos un elemento del grupo hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), X es un elemento activo y corresponde al itrio y/o al silicio y/o al menos a un elemento de tierras raras o hafnio). Aleaciones de esta clase se conocen por las solicitudes EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 ó EP 1 306 454 A1.

20 Sobre la aleación MCrAIX (aleación para revestimientos) puede encontrarse presente una capa de aislamiento térmico, compuesta por ejemplo por ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, de manera que ésta no se encuentra parcial o completamente estabilizada a través de óxido de itrio y/o de óxido de calcio y/o de óxido de magnesio. A través de procedimientos de revestimiento adecuados, como por ejemplo de la evaporación por haz de electrones (EB-PVD), se producen gránulos en forma de varas en la capa de aislamiento térmico.

El álabe guía 130 presenta un pie del álabe guía que se encuentra orientado hacia la cámara interna 138 de la turbina 108 (el cual no se encuentra representado aquí) y una cabeza del álabe guía que se encuentra situada de forma opuesta al pie del álabe guía. La cabeza del álabe guía se encuentra orientada hacia el rotor 103 y se encuentra fijada a un anillo de sujeción 140 del estátor 143.

25 La figura 4, en una vista en perspectiva, muestra un álabe de rodete 120 o un álabe guía 130 de una turbomáquina que se extiende a lo largo de un eje longitudinal 121.

La turbomáquina puede consistir en una turbina de gas de una aeronave o de una central eléctrica para la generación de electricidad, en una turbina de vapor o en un compresor.

30 El álabe 120, 130; a lo largo del eje longitudinal 121, presenta de forma consecutiva un área de fijación 400, una plataforma del álabe 403 contigua a ésta y una paleta 406. El álabe 130, como álabe guía 130, puede presentar una plataforma adicional en su punta del álabe 415 (lo cual no se encuentra representado).

En el área de fijación 400 se encuentra formado un pie del álabe 183 que sirve para la fijación de los álabes de rodete 120, 130 a un árbol o a un disco (lo cual no se encuentra representado).

35 El pie del álabe 183, a modo de ejemplo, se encuentra diseñado como la cabeza de un martillo. Son posibles otros diseños como un pie en forma de copa de abeto o de cola de milano.

El álabe 120, 130; para un medio que fluye delante de la paleta 406, presenta un borde de ataque 409 y un borde de salida 412.

40 En los álabes convencionales 120, 130; en todas las áreas 400, 403, 406 del álabe 120, 130; se emplean por ejemplo materiales metálicos macizos, en particular superaleaciones. Superaleaciones de esa clase se conocen, por ejemplo, a través de las solicitudes EP 1204776 B1, EP 1306454, EP 1319729 A1, WO 99/67435 ó WO 00/44949. El álabe 120, 130 puede ser fabricado a través de un procedimiento de fundición, también mediante solidificación direccional, a través de

Un procedimiento de forja, a través de un procedimiento de fresado o mediante combinaciones de estos procedimientos.

45 Las piezas de trabajo con una estructura monocristalina o con estructuras monocristalinas son empleadas como componentes para máquinas que durante el funcionamiento se encuentran expuestas a cargas mecánicas, térmicas y/o químicas muy elevadas. La fabricación de piezas de trabajo monocristalinas de esa clase tiene lugar por ejemplo, a través de una solidificación direccional de la masa fundida. Se trata de procedimientos de fundición en los

- 5 cuales la aleación metálica líquida se solidifica en una estructura monocristalina, es decir en una pieza de trabajo monocristalina, o se solidifica de forma direccional. De este modo, los cristales dendríticos son dirigidos a lo largo del flujo térmico formando una estructura granular cristalina en forma de tallos (en forma de columnas, es decir gránulos que se extienden sobre toda la longitud de la pieza de trabajo y que aquí, de acuerdo con la denominación general, son denominados como solidificados de forma direccional) o una estructura monocristalina, es decir que toda la pieza de trabajo se compone de un único cristal. Al realizar este procedimiento debe evitarse el paso hacia una solidificación globulítica (policristalina), puesto que a través de un crecimiento no direccional se conforman necesariamente límites granulares transversales y longitudinales que destruyen las propiedades convenientes del componente solidificado de forma direccional o monocristalino.
- 10 Con respecto a las estructuras solidificadas de forma direccional se consideran tanto los monocristales que no presentan límites intergranulares o a lo sumo bordes granulares de ángulos pequeños, como también estructuras cristalinas en forma de tallo que si bien presentan límites granulares que se extienden en dirección longitudinal no presentan límites granulares transversales. Estas estructuras cristalinas mencionadas en segundo lugar se conocen también como estructuras solidificadas de forma direccional (directionally solidified structures). Procedimientos de
- 15 esta clase se conocen por la solicitudes US-PS 6,024,792 y EP 0 892 090 A1.
- Del mismo modo, los álabes 120, 130 pueden presentar revestimientos contra la corrosión (MCrAIX (aleación para revestimientos); donde M es al menos un elemento del grupo hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), X es un elemento activo y corresponde al itrio y/o al silicio y/o al menos a un elemento de tierras raras o hafnio). Aleaciones de esta clase se conocen por las solicitudes EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 ó EP 1 306 454 A1.
- 20 Sobre la MCrAIX (aleación para revestimientos) puede encontrarse presente aún una capa de aislamiento térmico, compuesta por ejemplo por ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, de manera que ésta no se encuentra parcial o completamente estabilizada a través de óxido de itrio y/o de óxido de calcio y/o de óxido de magnesio. A través de procedimientos de revestimiento adecuados, como por ejemplo de la evaporación por haz de electrones (EB-PVD) se producen gránulos en forma de varas en la capa de aislamiento térmico.
- 25 La restauración (refurbishment - reprocesamiento) hace referencia a que a los componentes 120, 130 se les debe quitar eventualmente las capas protectoras (por ejemplo a través de tratamiento con chorros de arena). A continuación se retiran las capas o productos contra la corrosión y/o la oxidación. En caso necesario se reparan también grietas en el componente 120, 130. Posteriormente, se efectúa un nuevo revestimiento del componente 120, 130; utilizándose nuevamente el componente 120, 130.
- 30 El álabes 120, 130 puede estar diseñado de forma ahuecada o maciza. Si el álabes 120, 130 debe ser refrigerado es ahuecado y eventualmente presenta además aberturas de refrigeración 418 (indicadas a través de las líneas punteadas).

REIVINDICACIONES

1. Composición de un material para la fabricación de un revestimiento (5,15) para un componente (1,10), en particular para un componente de una turbina, el cual se encuentra compuesto por un material base metálico (3,13), que comprende:

- 5 - un material de la matriz, fabricado a base de un aglutinante inorgánico para formar una matriz base del revestimiento (5,15), y
- al menos un material de relleno a base de compuestos de cromato/fosfato para regular las propiedades de revestimiento deseadas o las características del revestimiento;

caracterizada porque

10 el material de la matriz y/o el material de relleno comprende o comprenden nanopartículas con tamaños de partículas menores a 75nm y porque el material de relleno comprende partículas resistentes a la temperatura como nanopartículas, donde las partículas resistentes a la temperatura comprenden al menos uno de los siguientes materiales: ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , $(Al_xSi_y)O_z$.

15 2. Composición de un material conforme a la reivindicación 1, **caracterizada porque** los tamaños de las partículas de las nanopartículas se sitúan en un rango de 20nm a 50nm.

3. Composición de un material conforme a la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** los constituyentes sólidos del material de la matriz se presentan en forma de nanopartículas.

4. Composición de un material conforme a la reivindicación 3, **caracterizada porque** las nanopartículas comprenden al menos uno de los siguientes materiales: Al, CrO_3 , MgO, Al_2O_3 , H_3BO_3 .

20 5. Composición de un material conforme a una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** el material de relleno comprende partículas de metal o de aleaciones de metal como nanopartículas.

6. Composición de un material conforme a la reivindicación 5, **caracterizada porque** las partículas de metal o de aleaciones de metal comprenden al menos uno de los siguientes metales: Al, Mg, Fe, Ni, Co, Ti, Zn.

25 7. Composición de un material conforme a una de las reivindicaciones 5 a 6, **caracterizada porque** las partículas de metal o de aleaciones de metal están desactivadas.

8. Composición de un material conforme a la reivindicación 7, **caracterizada porque** las partículas de metal o de aleaciones de metal, para la desactivación, comprenden una capa de óxido, una capa de fosfato o una capa de desactivación compatible con la matriz base y/u otras sustancias de relleno.

30 9. Composición de un material conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el material de relleno comprende partículas de materiales de gran dureza como nanopartículas.

10. Composición de un material conforme a la reivindicación 9, **caracterizada porque** las partículas de materiales de gran dureza comprenden al menos uno de los siguientes materiales: diamante, carburo de silicio, nitruro de boro cúbico, corindón.

35 11. Composición de un material conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el material de relleno comprende lubricantes secos como nanopartículas.

12. Composición de un material conforme a la reivindicación 11, **caracterizada porque** los lubricantes secos comprenden al menos uno de los siguientes materiales: grafito, MoS_2 , WS_2 , ZrO_xN_y .

13. Composición de un material conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el material de relleno comprende pigmentos de colores de al menos una clase de pigmentos como nanopartículas.

40 14. Composición de un material conforme a la reivindicación 13, **caracterizada porque** el material de relleno comprende una mezcla de diferentes clases de pigmentos como nanopartículas.

15. Componente metálico revestido (1,10) con un revestimiento (5, 15) fabricado en base a una composición de un material conforme a una de las reivindicaciones precedentes.

16. Componente metálico revestido conforme a la reivindicación 15, **caracterizado porque** el revestimiento (15) se encuentra fabricado en base a una composición del material conforme a la reivindicación 14 ó 15 y porque el revestimiento (15) comprende al menos dos capas (17, 19) que contienen diferentes clases de pigmentos.

5 17. Componente metálico revestido (1,10) conforme a la reivindicación 15 ó 16, **caracterizado por** su conformación como componente de una instalación de turbina.

FIG 1

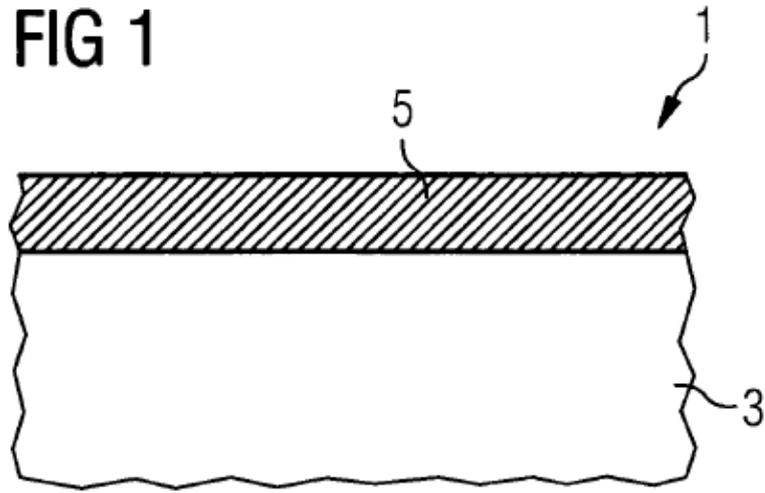


FIG 2

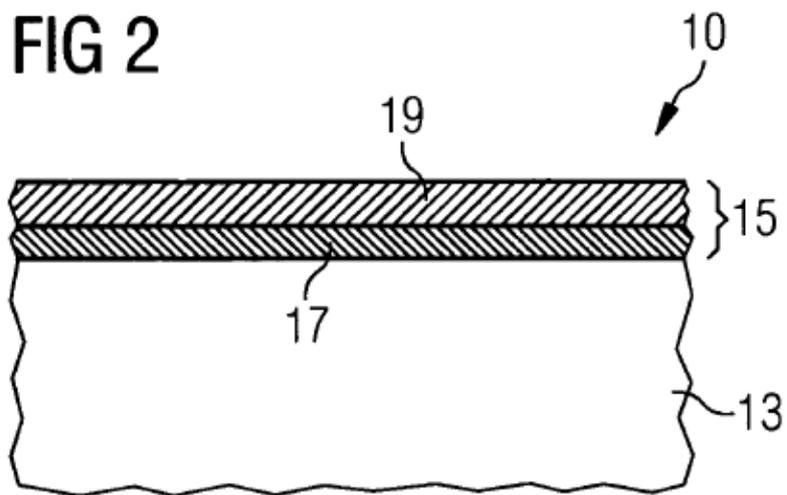


FIG 3

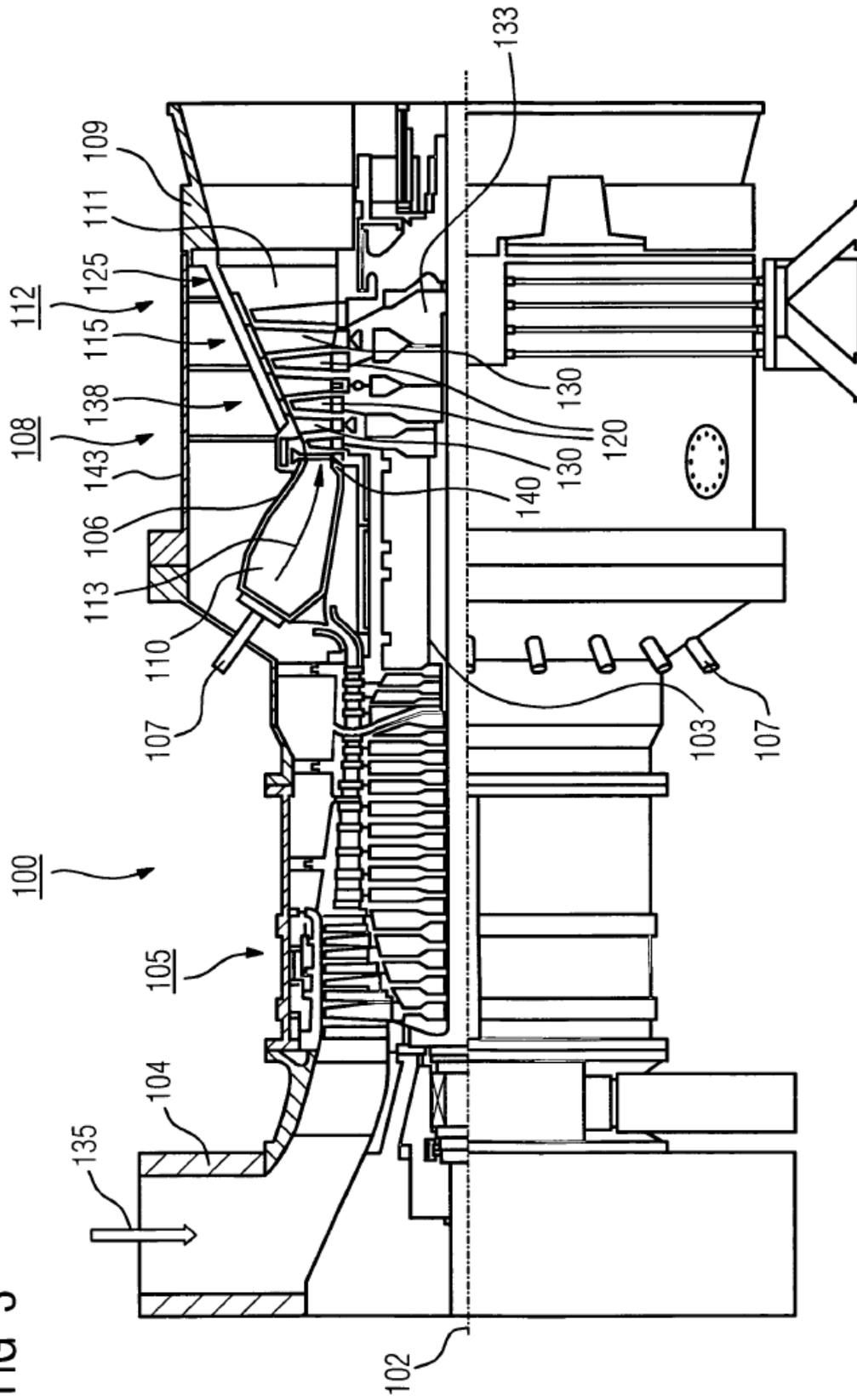


FIG 4

