



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 918**

51 Int. Cl.:  
**C23C 30/00** (2006.01)  
**C23C 14/16** (2006.01)  
**F01D 5/28** (2006.01)  
**C23C 24/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04764966 .0**  
96 Fecha de presentación : **08.09.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1673490**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.06.2006**

54 Título: **Elemento componente con una capa protectora para la protección del elemento componente contra la corrosión y contra la oxidación a elevadas temperaturas.**

30 Prioridad: **17.10.2003 EP 03023644**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.05.2011**

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Stamm, Werner**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 359 918 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

Elemento componente con una capa protectora para la protección del elemento componente contra la corrosión y contra la oxidación a elevadas temperaturas.

- 5 La invención se refiere a una capa protectora para llevar a cabo la protección de un elemento componente contra la corrosión y contra la oxidación a elevadas temperaturas, de conformidad con la reivindicación 1, siendo el elemento componente, de manera especial, un elemento componente de una turbina de gas, y a un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 5.

- 10 La invención se refiere, de manera especial, a una capa protectora para un elemento componente, que está constituida por una superaleación a base de níquel o de cobalto.

- 15 Se conocen en el estado de la técnica, en un gran número, capas protectoras para elementos componentes metálicos, que aumentarían su estabilidad frente a la corrosión y/o su estabilidad frente a la oxidación. La mayoría de estas capas protectoras son conocidas bajo el nombre genérico de MCrAlX, siendo M, al menos, uno de los elementos del grupo que está constituido por el hierro, el cobalto y el níquel y siendo los otros componentes esenciales el cromo, el aluminio y siendo X = itrio, pudiendo estar reemplazado este último también, en su totalidad o en parte, por un elemento equivalente del mismo, que se elige entre el grupo que comprende el escandio y los elementos de las tierras raras.

Se conocen recubrimientos típicos de ese tipo por las patentes norteamericanas US 4,005,989, US 4,034,142, US 5273712.

- 20 Por otra parte, se conocen por la publicación EP-A 0 194 392 numerosas composiciones especiales para capas protectoras, del tipo que ha sido citado más arriba, con adiciones de otros elementos, para diversas finalidades de aplicación. En ese caso se ha citado, también, el elemento renio con adiciones de hasta un 10% de partes en peso junto con un gran número de otros elementos que pueden ser añadidos a elección. Sin embargo, ninguna de las capas protectoras, de las que han sido indicadas, está cualificada para condiciones especiales debido al amplio intervalo, poco especificado, de las posibles adiciones, como las condiciones que se presentan, por ejemplo, en los álabes de rodete y en los álabes directores de las turbinas de gas con elevadas temperaturas de entrada, que tienen que hacerse trabajar durante prolongados períodos de tiempo.

- 25 De igual modo, se conocen capas protectoras, que contienen renio, por la patente norteamericana US 5,154,885, por la publicación EP-A 0 412 397, por la publicación DE 694 01 260 T2 y por la publicación WO 91/02108 A1.

- 30 De igual modo, la publicación EP 1 306 454 A1 divulga una capa protectora, que está constituida por níquel, por cobalto, por cromo, por aluminio, por renio y por itrio. No se dispone de indicaciones sobre las proporciones del níquel ni del cobalto.

- 35 La publicación US 6,346,134 B1 divulga una capa de MCrAlY, con un contenido en cromo, que está situado en el intervalo comprendido entre un 20 y un 35 % en peso, con un contenido en aluminio, que está situado en el intervalo comprendido entre un 5 y un 15 % en peso, adiciones de hafnio, de renio, de lantano o tántalo así como con un elevado contenido en itrio, que está situado en el intervalo comprendido entre un 4 y un 6 % en peso.

La publicación US 6,280,857 B1 divulga una capa protectora frente a las temperaturas elevadas, que divulga los elementos cobalto, cromo y aluminio a base níquel, la adicional opcional de renio así como la adición obligatoria de itrio y de silicio.

- 40 En la publicación EP 0 253 754 91 pueden encontrarse explicaciones relativas a la aplicación superficial de una capa protectora sobre un elemento componente de una turbina de gas, que debe ser sometido a una elevada sollicitación térmica.

- 45 Los esfuerzos, que están destinados a acrecentar las temperaturas de entrada, tanto en el caso de las turbinas de gas estacionarias así como, también, en el caso de los motores de aviación, tienen un gran significado en el campo técnico de las turbinas de gas puesto que las temperatura de entrada son importantes magnitudes para llevar a cabo la determinación de los rendimientos termodinámicos, que pueden ser alcanzados con las turbinas de gas. Por medio del empleo de aleaciones, especialmente desarrolladas, a título de materiales de base para elementos componentes, que deben ser sometidos a una elevada sollicitación térmica, tales como álabes directores y álabes de rodete, especialmente por medio del empleo de superaleaciones monocristalinas, son posibles temperaturas de entrada claramente situadas por encima de los 1.000 °C. Entre tanto, el estado de la técnica permite temperaturas de entrada de 950 °C y por encima de este valor en el caso de las turbinas de gas estacionarias, así como de 1.100

°C y por encima de este valor en el caso de las turbinas de gas para los motores de aviación.

Ejemplos relativos a la estructura de un álabe para turbina con un sustrato monocristalino que, por su parte, puede estar estructurados de forma compleja, se desprenden de la publicación WO 91/01433 A1.

5 Mientras que es ampliamente poco problemática la aptitud a la sollicitación física de los materiales de base, que han sido desarrollados entre tanto, para los elementos componentes, que están sometidos a elevadas sollicitaciones en lo que se refiere a posibles aumentos adicionales de las temperaturas de entrada, para conseguir una estabilidad suficiente frente a la oxidación y frente a la corrosión, debe recurrirse a las capas protectoras. Además de la estabilidad química suficiente de una capa protectora bajo ataques, que son de esperar, por parte de los gases de escape a temperaturas del orden de magnitud de los 1.000 °C, una capa protectora debe tener también propiedades mecánicas suficientemente buenas, así mismo en lo que se refiere a la interacción mecánica entre la capa protectora y el material de base. De manera especial, la capa protectora debe ser suficientemente dúctil con objeto de poder seguir eventuales deformaciones del material de base y con objeto de no agrietarse puesto que, de este modo, se generarían puntos de ataque por la oxidación y para la corrosión. En ese caso se plantea, de forma típica, el problema de que un aumento de la proporción de elementos tales como el aluminio y el cromo, que pueden mejorar la estabilidad de una capa protectora frente a la oxidación y frente a la corrosión, conduce a un empeoramiento de la ductilidad de la capa protectora de tal manera, que hay que contar con un fracaso mecánico, especialmente hay que contar con la formación de grietas con ocasión de una sollicitación mecánica, que se presenta de manera usual en una turbina de gas. En el estado de la técnica son conocidos ejemplos para llevar a cabo la reducción de la ductilidad de la capa protectora por medio de los elementos cromo y aluminio.

20 Se conoce por la publicación WO 01/09403 A1 una superaleación para un sustrato, que contiene así mismo renio. En dicha publicación se describe que las bases intermetálicas, que están formadas por el renio, reducen la estabilidad a largo plazo de la superaleación. Esto puede reducirse por medio de la adición de rutenio.

25 Por lo tanto, la invención tiene como tarea proporcionar una capa protectora, que presente una buena estabilidad a elevadas temperaturas en corrosión y en oxidación, que presente una buena estabilidad a largo plazo y que, así mismo, esté adaptada de una manera especialmente buena a una sollicitación mecánica que es de esperar, de manera especial, en el caso de una turbina de gas a una elevada temperatura.

La tarea se resuelve por medio de una capa protectora, de conformidad con la reivindicación 1 y por medio de un procedimiento para llevar a cabo la obtención de una capa protectora, de conformidad con la reivindicación 5.

En las reivindicaciones dependientes se ha enumerado otras medidas ventajosas.

30 Las medidas, que están enumeradas en las reivindicaciones dependientes, pueden ser combinadas entre sí de una forma y manera ventajosas.

35 La invención está basada, entre otras cosas, en el descubrimiento de que la capa protectora presenta en la capa y en la zona de transición, que está comprendida entre la capa protectora y material de base, segregaciones frágiles de cromo-renio. Estas fases frágiles, que se forman con mayor intensidad con el tiempo y con la temperatura de utilización, conducen, durante el funcionamiento, a grietas longitudinales en la capa, que están fuertemente pronunciadas, así como también en la interfase situada entre la capa y el material de base, con desprendimiento subsiguiente de la capa. Como consecuencia de la interacción con el carbono, que puede penetrar por difusión en la capa a partir del material de base, o que penetra por difusión en la capa, a través de la superficie, durante un tratamiento térmico en el horno, se acrecienta todavía más la fragilidad de las segregaciones de Cr-Re. Por medio de una oxidación de las fases de cromo-renio se refuerza todavía más la fuerza impulsora para la formación de grietas.

En este caso es importante también el efecto del cobalto, que determina propiedades térmicas y mecánicas.

Otra tarea de la invención consiste en proporcionar un elemento de construcción, que presenta una mayor protección contra la corrosión y contra la oxidación.

45 La tarea se resuelve, de igual modo, por medio de un elemento de construcción de una turbina de gas o de una turbina de vapor, que presenta una capa protectora, del tipo que ha sido descrito más arriba, para llevar a cabo la protección contra la corrosión y contra la oxidación a elevadas temperaturas.

La invención se explica a continuación con mayor detalle.

Se muestra

50 En la figura 1 un sistema de capa con una capa protectora,

En la figura 2 los resultados de los ensayos relativos a ensayos cíclicos de sollicitación,

En la figura 3 una turbina de gas,

En la figura 4 una cámara de combustión y

En la figura 5 un álabe para una turbina.

5 De conformidad con la invención, una capa protectora 7 (figura 1), destinada a llevar a cabo la protección de un elemento de construcción frente a la corrosión y frente a la oxidación a una temperatura elevada presenta, de manera esencial, los elementos siguientes (indicaciones de las proporciones en % en peso):

desde un 0,5 hasta un 2 % de renio

desde un 15 hasta un 21 % de cromo

desde un 24 hasta un 26 % de cobalto

desde un 9 hasta un 11,5 % de aluminio

10 desde un 0,05 hasta un 0,7% de itrio y/o de, al menos, un metal equivalente elegido entre el grupo que comprende el escandio y los elementos de las tierras raras, siendo el resto níquel así como impurezas, que son debidas a la obtención (NiCoCrAlY). En ese caso, se aprovecha el efecto ventajoso del elemento renio, de manera que se impide la formación de fases frágiles.

15 Debe observarse que están ajustadas especialmente las proporciones de los elementos individuales en lo que se refiere a sus efectos, que deben ser considerados en relación con el elemento renio. Cuando las proporciones estén dimensionadas de tal manera, que no se formen segregaciones de cromo-renio, no se formaran, de manera ventajosa, fases frágiles durante el empleo de la capa protectora de tal manera, que se mejora y se prolonga el comportamiento relativo al tiempo de funcionamiento.

20 Esto se produce no solamente como consecuencia de un bajo contenido en cromo, sino que también se tiene se produce, teniéndose en consideración el influjo del aluminio sobre la formación de las fases, por medio de la tasación exacta del contenido en aluminio.

La elección de un 24 hasta un 26% de cobalto mejora de una manera claramente sorprendente y sobreproporcional, las propiedades térmicas y mecánicas de la capa protectora 7.

25 Con ocasión de este intervalo de cobalto, elegido de una forma muy estrecha, se reprime de una manera especialmente buena la generación y la formación ulterior de la fase  $\gamma'$  de la aleación, que normalmente conduce a una cresta en el coeficiente de dilatación térmica de la aleación. Esta cresta provocaría, en otro caso, elevadas tensiones mecánicas (thermal mismatch) entre la capa protectora 7 y el substrato 4 con ocasión de un calentamiento elevado del elemento componente con la capa protectora 7 (puesta en marcha la turbina) o con ocasión de otras oscilaciones de la temperatura.

30 Esto se reduce, al menos de una manera drástica, por medio del contenido en cobalto, que está elegido de conformidad con la invención.

En interacción con la reducción de las fases frágiles, que tienen un efecto especialmente negativo bajo elevadas propiedades mecánicas, se mejoran las propiedades mecánicas por medio de la reducción de las tensiones mecánicas por medio del contenido en cobalto seleccionado.

35 De la misma manera, se favorece de una manera especial la formación deseada de la fase  $\beta$  de la aleación por medio del contenido en cobalto, seleccionado, de conformidad con la invención.

En este caso es conveniente fijar la proporción de renio entre un 1 y un 1,8%, el contenido en cromo entre un 16 y un 18%, el contenido en aluminio entre un 9,5 y un 11% y el contenido de itrio entre un 0,3 y un 0,5%.

La capa protectora presenta, con una buena estabilidad frente a la corrosión, una estabilidad especialmente buena

5 frente a la oxidación y se caracteriza, de igual modo, por propiedades de ductilidad especialmente buenas de tal manera, que dicha capa protectora está especialmente cualificada para su aplicación en una turbina de gas con un aumento adicional de la temperatura de entrada. Durante el funcionamiento apenas se produce una fragilización puesto que la capa apenas presenta segregaciones de cromo-renio, que se fragilizan en el transcurso de la aplicación. La superaleación no presenta segregaciones de cromo-renio o, como máximo, presenta un 6% en volumen de las mismas.

10 Es en este caso, es especialmente conveniente fijar la proporción de renio aproximadamente a un valor de un 1,5%, el contenido en cromo aproximadamente a un valor de un 17%, el contenido en aluminio a un valor de aproximadamente un 10%, el contenido en cobalto a un valor de aproximadamente un 25% y el contenido de itrio a un valor de aproximadamente un 0,3%. Se producen ciertas consideraciones como consecuencia de la fabricación a gran escala de tal manera, que también son empleados contenidos en itrio situados en el intervalo comprendido entre un 0,2% y un 0,3% o bien entre un 0,2% y un 0,4% y, de igual modo, muestran buenas propiedades.

De la misma manera, los elementos en trazas en el polvo, que debe ser pulverizado, que forman depósitos y que, por lo tanto, representan fragilizaciones, juegan también un papel importante.

15 Los polvos son aplicados superficialmente por ejemplo por medio de una inyección de plasma (APS, LPPS, VPS,...). De la misma manera, pueden ser imaginados otros procedimientos (PVP, CVD,...)

La suma de los elementos en trazas en el polvo inyectable toma un valor integral especialmente < 0,5% y se distribuye de manera ventajosa de la forma siguiente sobre algunos elementos: carbono < 250 ppm., oxígeno < 400 ppm., nitrógeno 100 ppm., hidrógeno < 50 ppm..

20 La capa protectora, que ha sido descrita, actúa también como capa promotora de la adherencia con una superaleación.

Sobre esta capa pueden ser aplicadas superficialmente otras capas, de manera especial capas cerámicas aislantes del calor.

25 En este elemento de construcción está aplicada superficialmente la capa protectora, de manera ventajosa, sobre un sustrato, que está constituido por una superaleación a base de níquel o de cobalto.

A título de sustrato entra en consideración, de manera especial, la siguiente composición (indicaciones en porcentaje en peso):

desde un 0,03	hasta un	0,05	% de carbono
desde un 18	hasta un	19	% de cromo
desde un 12	hasta un	15	% de cobalto
desde un 3	hasta un	6	% de molibdeno
desde un 1	hasta un	1,5	% de tungsteno
desde un 2	hasta un	2,5	% de aluminio
desde un 3	hasta un	5	% de titanio

a elección pequeñas proporciones de tántalo, de niobio, de boro y/o de zirconio, siendo el resto níquel.

30 Tales materiales son conocidos como aleaciones de forja, bajo las denominaciones de Udimet 520 y Udimet 720.

De manera alternativa, para el sustrato del elemento componente entra en consideración la siguiente composición (indicaciones en porcentaje peso):

## ES 2 359 918 T3

desde un 0,1	hasta un	0,15	% de carbono
desde un 18	hasta un	22	% de cromo
desde un 18	hasta un	19	% de cobalto
desde 0	hasta un	2	% de tungsteno
desde 0	hasta un	4	% de molibdeno
desde 0	hasta un	1,5	% de tántalo
desde 0	hasta un	1	% de niobio
desde un 1	hasta un	3	% de aluminio
desde un 2	hasta un	4	% de titanio
desde 0	hasta un	0,75	% de hafnio

a elección pequeñas proporciones de boro y/o de zirconio, siendo el resto níquel. Las composiciones de este tipo son conocidas como aleaciones de fundición, bajo las denominaciones GTD222, IN939, IN6203 y Udimet 500.

5 Otra alternativa para el substrato del elemento componente consiste en la siguiente composición (indicaciones en porcentaje en peso):

desde un 0,07	hasta un	0,1	% de carbono
desde un 12	hasta un	16	% de cromo
desde un 8	hasta un	10	% de cobalto
desde un 1,5	hasta un	2	% de molibdeno
desde un 2,5	hasta un	4	% de tungsteno
desde un 1,5	hasta un	5	% de tántalo
desde 0	hasta un	1	% de niobio
desde un 3	hasta un	4	% de aluminio
desde un 3,5	hasta un	5	% de titanio
desde 0	hasta un	0,1	% de zirconio
desde 0	hasta un	1	% de hafnio

a elección pequeñas proporciones de boro, siendo el resto níquel. Las composiciones de este tipo son conocidas

como aleaciones de fundición, bajo la denominación PWA1483SX, IN738LC, GTD111, IN792CC e IN792DS; se considera que el material IN738LC es especialmente preferente.

Se considera que constituye otra alternativa para el sustrato del elemento componente la composición siguiente (indicaciones en porcentaje en peso):

Aproximadamente un 0,25 % en peso de carbono

desde un 24	hasta un	30	% de cromo.
desde un 10	hasta un	11	% de níquel
desde un 7	hasta un	8	% de tungsteno
desde 0	hasta un	4	% de tántalo
desde 0	hasta un	0,3	% de aluminio
desde 0	hasta un	0,3	% de titanio
desde 0	hasta un	0,6	% de zirconio

5

a elección una pequeña proporción de boro, siendo el resto cobalto.

Tales composiciones son conocidas como aleaciones de fundición bajo las denominaciones FSX414, X45, ECY768 y MAR-M-509. De manera preferente, el espesor de la capa protectora sobre el elemento componente se dimensiona con un valor situado en el intervalo comprendido entre aproximadamente 100 µm y 300 µm.

10 La capa protectora es especialmente adecuada para llevar a cabo la protección de un elemento componente frente a la corrosión y frente a la oxidación, cuando que el elemento componente sea ha impulsado con un gas de escape con una temperatura del material de aproximadamente 950°C, incluso de aproximadamente 1.100°C en el caso de las turbinas de aeronaves.

15 Por lo tanto, la capa protectora, de conformidad con la invención, está cualificada de manera especial para llevar a cabo la protección de un elemento componente de una turbina de gas, especialmente de un álabe director, de un álabe de rodete o de otros componentes, que sean impulsados con gas caliente, por delante o en la turbina de la turbina de gas.

La capa puede ser empleada como capa final (la capa protectora es la capa externa) o como capa de fijación (la capa protectora es una capa intermedia).

20 La figura 1 muestra un sistema de capa 1 en forma de un elemento componente.

El sistema de capa 1 está constituido por un sustrato 4.

25 El sustrato 4 puede ser metálico y/o cerámico. De manera especial, en el caso de los elementos componentes para turbinas tales como, por ejemplo, en el caso de los álabes para rodete de turbina 120 (figura 2) o en el caso de los álabes directores para turbina 130 (figura 3, 5), en el caso de los revestimientos de la cámara de combustión 155 (figura 4) así como para otras partes de la carcasa de una turbina de vapor o de un turbina de gas 100 (figura 5), el sustrato 4 está constituido por una superaleación basada en níquel, en cobalto o en hierro.

La capa protectora 7, de conformidad con la invención, está presente sobre el sustrato 4.

De manera preferente esta capa protectora 7 es aplicada superficialmente por medio de una pulverización de plasma a baja presión LPPS (low pressure plasma spraying).

30 Esta capa puede ser empleada como capa externa o como capa intermedia.

En el último de los casos está presente sobre la capa protectora 7 una capa cerámica 10, aislante del calor.

La capa 7 puede ser aplicada superficialmente sobre elementos componentes fabricados de nuevo y sobre elementos componentes reelaborados, que procedan de una renovación.

5 La reelaboración (refurbishment) significa que los elementos componentes son separados, en caso dado, de las capas (capa aislante del calor) después de su empleo y son eliminados los productos de corrosión y de oxidación, por ejemplo por medio de un tratamiento con ácido (mordentado con ácido). En caso dado, también tienen que ser reparadas las grietas. A continuación pueden ser recubiertos de nuevo un elemento componente de este tipo, puesto que el sustrato 13 es muy caro.

10 La figura 2 muestra los resultados de los ensayos realizados con probetas de carga, que han sido sometidas a sollicitaciones cíclicas.

En ese caso las probetas son sometidas a una determinada sollicitación mecánica, cíclica (sollicitación por vibración) y a sollicitaciones térmicas cíclicas (ensayos TMF).

15 La figura 2 muestra los resultados de los ensayos para una probeta con una composición de conformidad con la presente sollicitud y los resultados de los ensayos para una capa de conformidad con el estado de la técnica (StdT), que presenta una composición de conformidad con la de las patentes norteamericanas US 5,154,885, US 5,273,712 o US 5,268,238.

Los ensayos se llevaron a cabo bajo control de la dilatación con una dilatación de un 0,51%.

Las capas fueron aplicadas superficialmente sobre un sustrato con la denominación PWA1484 (Pratt&Whitney alloy).

20 En la figura 2 se ha representado la longitud de la grieta, medida en dirección horizontal, frente al número de ciclos.

Puede verse claramente que la capa, de conformidad con el estado de la técnica, presenta ya grietas al cabo de 700 ciclos, que crecen de una manera mucho más rápida que en el caso de la capa, de conformidad con la sollicitud.

25 En el caso de la capa, de conformidad con la sollicitud, se presentan grietas solamente por debajo de 900 ciclos que, por otra parte, son también mucho más pequeñas que en el caso de la capa, de conformidad con el estado de la técnica. De la misma manera, el crecimiento de las grietas es claramente menor con relación al número de ciclos.

Esto demuestra la superioridad de la capa, de conformidad con la invención.

La figura 3 muestra, a título de ejemplo, una turbina de gas 100 en una sección longitudinal parcial.

La turbina de gas 100 presenta, en el interior, un rotor 103, que está alojado de manera giratoria alrededor de un eje de rotación 102, que se denomina también rodete de la turbina.

30 A lo largo del rotor 103 se encuentran, dispuestos de manera sucesiva, una carcasa de aspiración 104, un compresor 105, una cámara de combustión 110 que tiene, por ejemplo, una forma tórica, especialmente una cámara de combustión anular 106, con una pluralidad de quemadores 107, que están dispuestos de manera coaxial, un turbina 108 y la carcasa de los gases de escape 109.

35 La cámara de combustión anular 106 comunica con un canal 111 para el gas caliente que tiene, por ejemplo, una forma anular. En aquel punto forman la turbina 108, por ejemplo, cuatro álabes de turbinas 112, que están conectados en serie.

Cada álabe de turbina 112 está constituido por dos anillos del álabe. Visto en el sentido del flujo de un medio de trabajo 113, en el canal 111 para el gas caliente, una serie de álabes directores 115 va seguida por una serie 125, que está formada por los álabes de rodete 120.

40 En este caso, los álabes directores 130 están fijados sobre una carcasa interna 138 de un estator 143 mientras que, por el contrario, los álabes de rodete 120 de una serie 125 están aplicados, por ejemplo, sobre el rotor 103 por medio de un disco de turbina 133. Sobre el rotor 103 está acoplado un generador o una máquina herramienta (no representada).

45 Durante el funcionamiento de la turbina de gas 110 es aspirado aire 135 por el compresor 105 a través de la carcasa de aspiración 104 y este aire es comprimido. El aire comprimido, puesto a disposición en el extremo del lado de la



turbina del compresor 105 es conducido hasta los quemadores 107 y allí es mezclado con un agente combustible. La mezcla se quema a continuación en la cámara de combustión 110, produciéndose la formación del medio de trabajo 113.

5 Desde dicha cámara fluye el medio de trabajo 113, a lo largo del canal 111 para el gas caliente, pasando por delante de los álabes directores 130 y de los álabes del rodete 120. El medio de trabajo 113 se descomprime sobre los álabes del rodete 120, con transferencia de impulso de tal manera, que los álabes de rodete 120 accionan al rotor 103 y este acciona a la máquina herramienta, que está acoplada con el mismo.

10 Los elementos componentes, que están sometidos al medio de trabajo 113 caliente, sufren sollicitaciones térmicas durante el funcionamiento de la turbina de gas 100. Los álabes directores 130 y los álabes de rodete 120 de la primera etapa de la turbina 112, visto en el sentido del flujo del medio de trabajo 113, son los que quedan más sometidos a una sollicitación térmica, junto a las plaquetas de escudo térmico, que constituyen el revestimiento de la cámara de combustión anular 106.

Con objeto de soportar las temperaturas, que reinan en aquel punto, estos álabes son refrigerados con ayuda de un medio de refrigeración.

15 De la misma manera, los substratos pueden presentar una estructura orientada, es decir que son monocristalinos (estructura SX) o pueden presentar únicamente granos orientados longitudinalmente (estructura DS).

Como materiales son empleadas superaleaciones basadas en hierro, en níquel o en cobalto.

A título de ejemplo son empleadas superaleaciones como las que se conocen por las publicaciones EP 1 204 776, EP 1 306 454, EP 1 319 729, WO 99/67435 o WO 00/44949.

20 Los álabes 120, 130 presentan, de conformidad con la invención, capas protectoras 7 frente a la corrosión y frente a la oxidación (MCrAlX; siendo M, al menos, un elemento del grupo formado por el hierro (Fe), el cobalto (Co), el níquel (Ni), significando X el itrio (Y), el silicio (Si) y/o, al menos, un elemento de las tierras raras) y/o protectora contra el calor por medio de una capa aislante del calor. La capa aislante del calor está constituida, por ejemplo, por  
25  $ZrO_2$ ,  $Y_2O_3-ZrO_2$  es decir, que no está estabilizada o que está estabilizada en parte o por completo por medio de óxido de itrio y/o por medio de óxido de calcio y/o por medio de óxido de magnesio. Por medio de procedimientos adecuados de recubrimiento tal como, por ejemplo, la evaporación por haz de electrones (EB-PVD), se generan en la capa aislante del calor granos en forma de barretas.

30 El álabe director 130 presenta un pie del álabe director, que está dirigido hacia la carcasa interna 138 de la turbina 108 (que no ha sido representado en este caso) y una cabeza del álabe director, que está situada en el lado opuesto al del pie del álabe director. La cabeza del álabe director está dirigida hacia el rotor 103 y está fijada sobre un anillo de fijación 140 del estator 143.

La figura 4 muestra una cámara de combustión 110 de una turbina de gas, que puede presentar un sistema de capas 1.

35 La cámara de combustión 110 está configurada, por ejemplo, como una denominada cámara de combustión anular, en la que desemboca una pluralidad de quemadores 102 en un recinto de la cámara de combustión común, cuyos quemadores están dispuestos en la dirección periférica alrededor del árbol 103 de la turbina. Con esta finalidad, se ha configurado la cámara de combustión 110 en su totalidad en forma de estructura anular, que está posicionada alrededor del árbol 103 de la turbina.

40 Con objeto de conseguir un rendimiento comparativamente elevado, la cámara de combustión 110 está proyectada para una temperatura comparativamente elevada del medio de trabajo M, que está comprendida aproximadamente ente 1.000 °C y 1600 °C. Con objeto de posibilitar una duración de funcionamiento comparativamente prolongada, incluso con estos parámetros de funcionamiento, que son desfavorables para los materiales, la pared 153 de la cámara de combustión está dotada sobre su lado, que está dirigido hacia el medio de trabajo M, con un revestimiento interno que está constituido por elementos 155 de escudo frente al calor. Cada uno de los elementos  
45 155 de escudo frente al calor está equipado por el lado del medio de trabajo con una capa protectora especialmente estable frente al calor o está fabricado a partir de un material estable a las temperaturas elevadas y presenta la capa protectora 7, de conformidad con la figura 1.

50 Como consecuencia de las elevadas temperaturas en el interior de la cámara de combustión 110 se ha previsto, además, un sistema de refrigeración para los elementos 155 de escudo frente al calor o bien para sus elementos de sujeción.

Los materiales de la pared de la cámara de combustión y sus recubrimientos pueden ser similares a los de los

álabes de la turbina 120, 130.

La cámara de combustión 110 está proyectada especialmente para una detección de pérdidas de elementos 155 de escudo frente al calor. Con esta finalidad se ha posicionado una pluralidad de sensores 158 de la temperatura entre la pared 153 de la cámara de combustión y los elementos 155 de escudo frente al calor.

- 5 La figura 5 muestra, en una vista en perspectiva, un álabe 120, 130, que presenta un sistema de capas 1 con un capa protectora 7, de conformidad con la invención.

Los álabes 120, 130 se extienden a lo largo de un eje longitudinal 121.

- 10 Los álabes 120, 130 presentan a lo largo del eje longitudinal 121, dispuestas de forma sucesiva, una zona de fijación 400, una plataforma 403 para el álabe, que delimita con la anterior, así como una zona 406 para la hoja del álabe. De manera especial, se ha configurado la capa protectora 7 o un sistema de capas 1, de conformidad con la figura 1, en la zona 406 de la hoja del álabe.

- 15 En la zona de fijación 400 se ha formado un pie 183 para el álabe, que sirve para llevar a cabo la fijación de los álabes del rodete 120, 130 sobre el árbol. El pie 183 del álabe está configurado en forma de una cabeza de martillo. Son posibles otras configuraciones tales como, por ejemplo, en forma de pié de pino o de cola de milano. En el caso de los álabes 120, 130 tradicionales son empleados materiales metálicos macizos en todas las zonas 400, 403, 406 del álabe de rodete 120, 130. En este caso, el álabe de rodete 120, 130 puede ser fabricado por medio de procedimientos de fundición, por medio de un procedimiento de forjado, por medio de un procedimiento de fresado o por medio de una combinación de los mismos.

**REIVINDICACIONES**

1. Elemento componente con una capa protectora para llevar a cabo la protección de un elemento componente frente a la corrosión y frente a la oxidación a elevadas temperaturas, que está constituido por los elementos siguientes (indicaciones en porcentaje en peso):

desde un 0,5	hasta un	2	% de renio,
desde un 15	hasta un	21	% de cromo,
desde un 24	hasta un	26	% de cobalto,
desde un 9	hasta un	11,5	% de aluminio
desde un 0,05	hasta un	0,7	% de itrio y/o de, al menos, de un metal equivalente del grupo que comprende el escandio y los elementos de las tierras raras,
desde 0,0	hasta un	1,0	% de rutenio,

5

siendo el resto níquel así como impurezas, que se deben a la fabricación.

2. Elemento componente según la reivindicación 1, que contiene para la capa protectora

desde un 1	hasta un	1,8	% de renio
desde un 16	hasta un	18	% de cromo
desde un 9,5	hasta un	11	% de aluminio
desde 0,3	hasta un	0,5	% de itrio y/o de un metal equivalente del grupo que comprende el escandio y los elementos de las tierras raras.

3. Elemento componente según las reivindicaciones 1 o 2, que contiene para la capa protectora

un 1,5	% de renio
un 17	% de cromo
un 25	% de cobalto
un 10	% de aluminio
un 0,4	% de itrio y/o de un metal equivalente del grupo que comprende el escandio y los elementos de las tierras raras.

10

4. Elemento componente según la reivindicación 1, 2 o 3, cuya capa protectora contiene, como máximo, un 6% en volumen de segregaciones de cromo-renio.

5. Procedimiento para la obtención de una capa protectora para un elemento componente, según la reivindicación 1, por medio del empleo de polvo, caracterizado porque el polvo, que es empleado, presenta una proporción de elementos en trazas de carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno < 0,5%, porque el contenido en carbono es < 250 ppm, porque el contenido en oxígeno es < 400 ppm, porque el contenido en nitrógeno es < 100 ppm y porque el contenido en hidrógeno es < 50 ppm.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque el polvo es inyectado.
7. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque el polvo es evaporado.

FIG 1

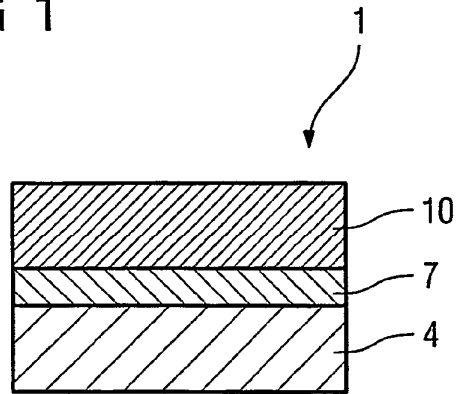
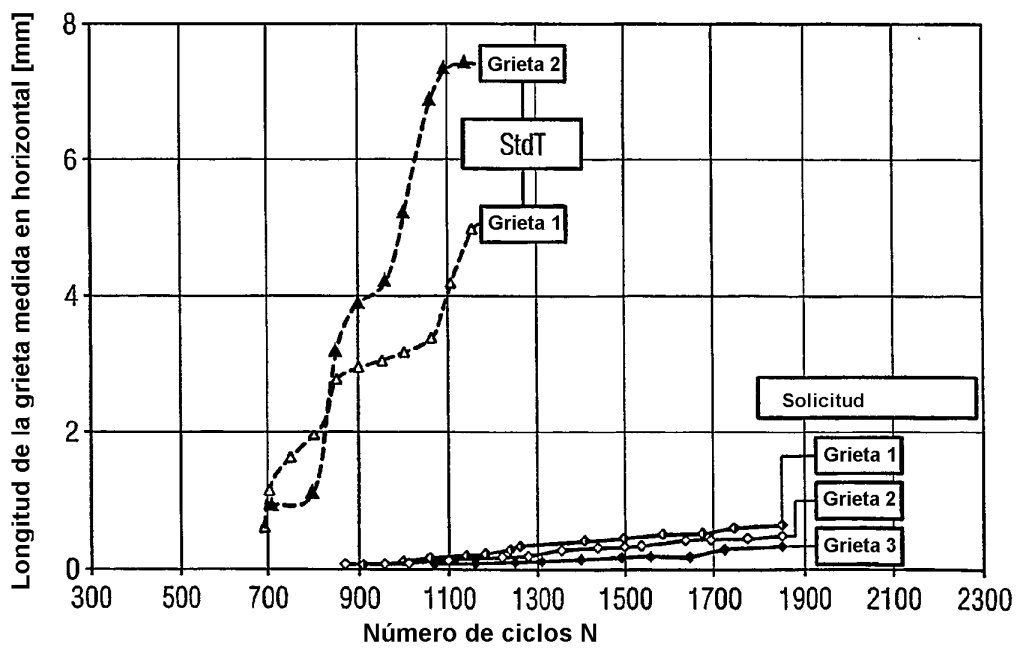


FIG 2



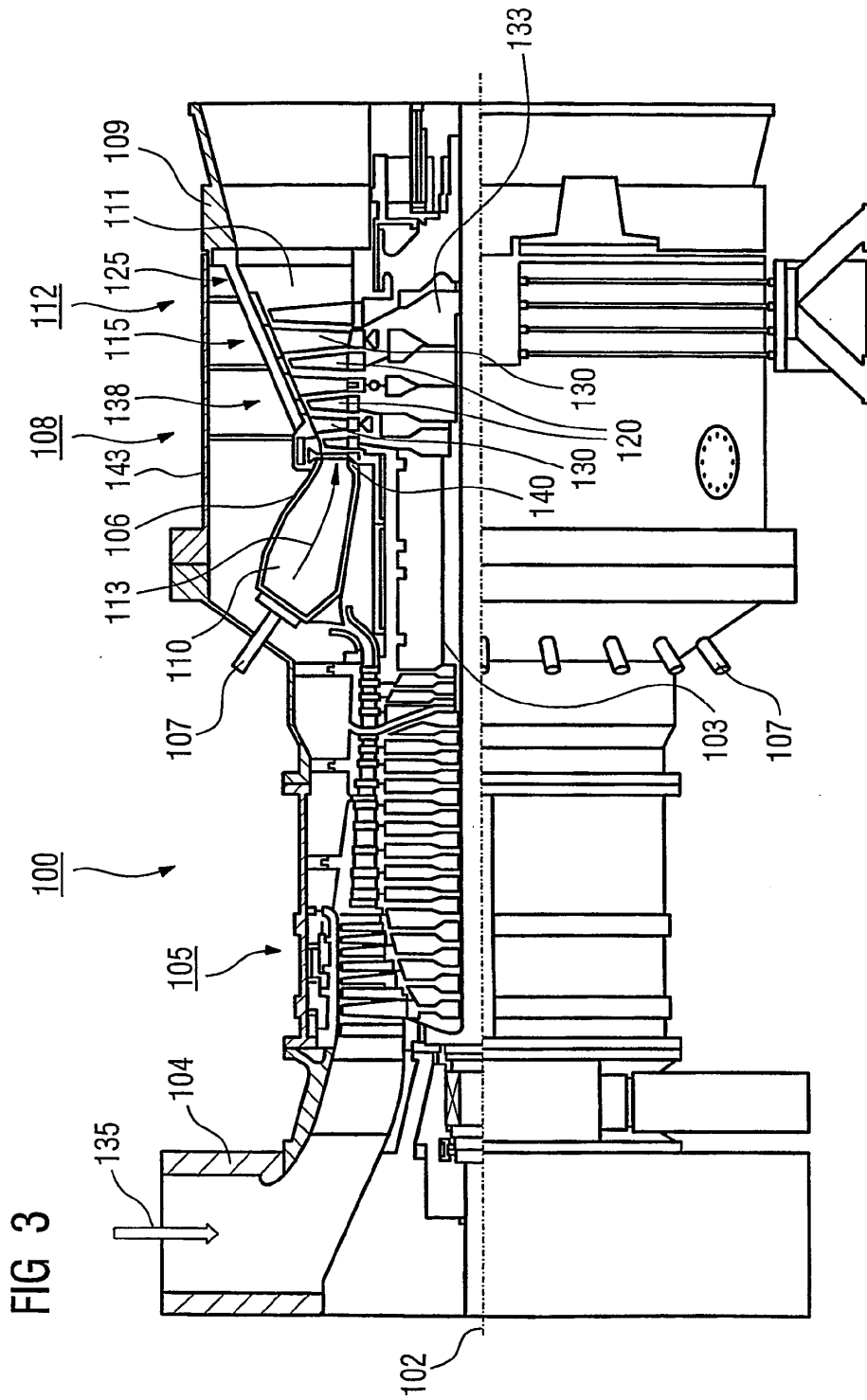


FIG 4

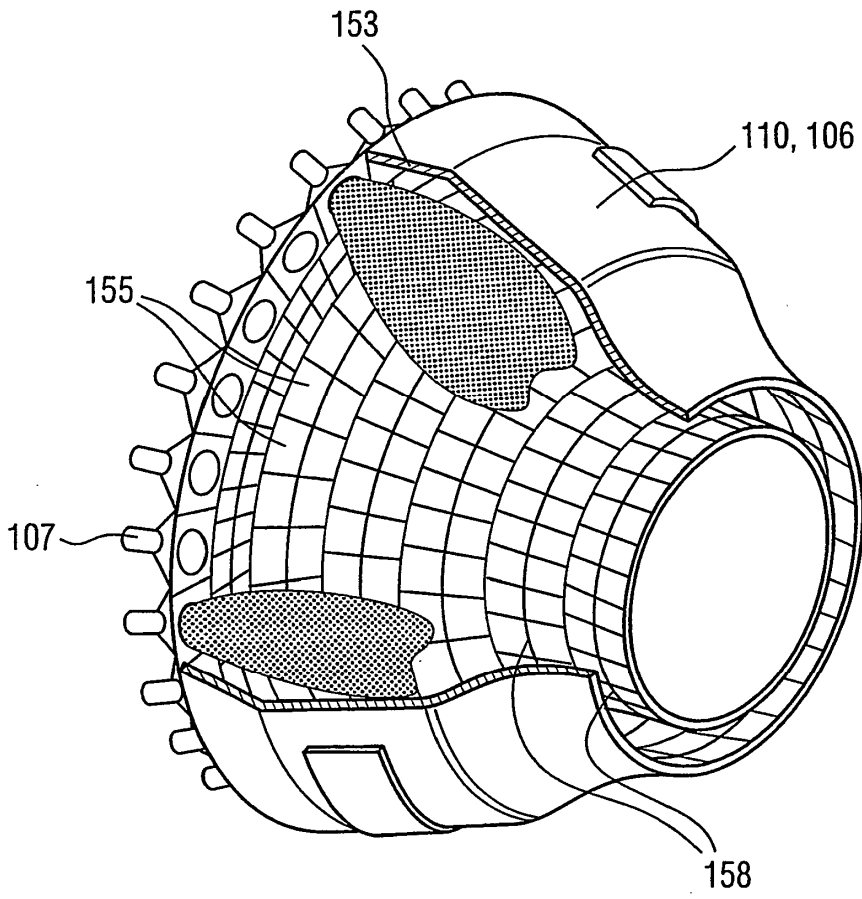


FIG 5

