



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 236**

51 Int. Cl.:
F01D 5/28 (2006.01)
C22C 19/05 (2006.01)
C25D 3/56 (2006.01)
C25D 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07008970 .1**
96 Fecha de presentación : **29.09.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1840335**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.10.2007**

54 Título: **Capa.**

30 Prioridad: **23.12.2004 EP 04030732**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.06.2009

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

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

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

ES 2 321 236 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).

ES 2 321 236 T3

DESCRIPCIÓN

Capa.

5 La invención se refiere a una capa según el preámbulo de la reivindicación 1.

Los procedimientos de recubrimiento electrolítico utilizan un electrolito, en el que los elementos a separar o bien están presentes disueltos en una solución o están dispersados como partículas de polvo en una solución.

10 El documento US 5.939.204 publica una capa de NiCoCrAlYRe con galio.

El cometido de la invención es desarrollar una capa mejorada.

El cometido se soluciona a través de una capa según la reivindicación 1.

15 En este caso:

La figura 1 muestra una pala de turbinas.

20 La figura 2 muestra una cámara de combustión.

La figura 3 muestra una turbina de gas, y

25 La figura 4 muestra la composición de aleaciones, que se pueden separar a partir de un electrolito de acuerdo con la invención.

El electrolito para la separación electrolítica de una aleación es de acuerdo con la invención una solución de al menos un elemento del material de la matriz y contiene, además, polvo disperso. Disuelto significa que el componente está presente como ion en una solución (agua, alcohol, ácido, legía, ...).

30 El material de la matriz es níquel. Además del material de la matriz, todavía al menos otro elemento de la aleación puede estar disuelto en el electrolito. Así, por ejemplo, níquel y cobalto pueden estar disueltos en el electrolito.

35 El polvo, que contiene los otros componentes de la aleación, puede presentar o bien cromo o aluminio o cromo y aluminio. De la misma manera, el polvo puede presentar los elementos cromo, aluminio e itrio. Además de los elementos cromo, aluminio e itrio, puede estar presente también todavía silicio y/o renio como polvo disperso en el electrolito.

40 En el caso de las llamadas aleaciones de MCrAlX, el material de la matriz está constituido por níquel o cobalto. La aleación está constituida por al menos cinco elementos (por ejemplo, NiCoCrAlX). El electrolito contiene, por ejemplo, todavía al menos uno de los elementos cromo, aluminio como polvo disperso.

De la misma manera se pueden separar recubrimientos a base de superaleaciones con el electrolito.

45 Con un aparato de electrolisis correspondiente, se pueden separar capas por medio del electrolito de acuerdo con la invención sobre un sustrato. Después de la generación electrolítica de la capa, se puede realizar un tratamiento térmico, para conseguir, por ejemplo, una unión mejorada de la capa generada electrolíticamente en el sustrato. En otra etapa, se pueden aplicar todavía otras capas metálicas y/o cerámicas sobre la capa generadas electrolíticamente. Un inconveniente en un procedimiento electrolítico de acuerdo con el estado de la técnica reside en que en una
50 aleación es muy difícil disolver todos los componentes en la solución. La otra posibilidad, a saber, dispersar todos los componentes como polvo en la solución, conduce al problema de que el proceso de separación se determina muy fuerte debido a las partículas de polvo del material de la matriz, que ocupa una porción grande del volumen. En este caso se produce con frecuencia una separación irregular o incontrolada de los elementos de la aleación con volúmenes o porción de peso más pequeños. El electrolito soluciona el problema porque la mayor parte (material de la matriz) de
55 la aleación a separar está disuelta y los otros elementos están presentes como polvo.

De la misma manera, el electrolito abre la posibilidad a través de la variación de las porciones de polvo de modificar la estequiometría de la aleación durante la separación electrolítica, elevando constantemente, por ejemplo a través de
60 la adición de polvo, la porción de un elemento de la aleación y de esta manera se consigue una gradación en la concentración de este elemento de la aleación en la capa a fabricar.

Ejemplo de realización

La composición deseada de una aleación de MCrAlX está constituida al menos por (en % en peso):

65 20 - 22% de cromo,

10,5 - 11,5% de aluminio,

ES 2 321 236 T3

0,3 - 0,5% de itrio,

1,5 - 2,5% de renio,

5 11 - 13% de cobalto y

resto níquel.

10 En este caso, cobalto y níquel están disueltos en el electrolito y el polvo, que se ha añadido al electrolito acuoso, está constituido por (en % en peso):

71,8% de cromo,

15 32,3% de aluminio,

0,9% de itrio y

5% de renio.

20

Como ejemplo para la composición de una superaleación se menciona aquí a modo de ejemplo IN 738 de la figura 4, con las porciones:

25 15 - 17% de cromo,

3,2 - 3,7% de aluminio,

3,2 - 3,7% de titanio,

30

1,5 - 2,0% de tantalio,

2,4 - 2,8% de volframio

35 1,5 - 2,0% de molibdeno,

0,6 - 1,1% de niobio,

0,0007 - 0,012% de boro,

40

0,015 - 0,06% de zirconio,

8 - 9% de cobalto,

45

resto níquel.

Aquí, el cobalto y el níquel, por ejemplo, están disueltos de la misma manera en el electrolito y el polvo presenta, por ejemplo, los siguientes componentes en % en peso:

50

53,8% de cromo,

11,4% de aluminio,

55

11,4% de titanio,

5,9% de tantalio,

8,7% de volframio,

60

5,9% de molibdeno,

2,8% de niobio,

65

0,13% de zirconio.

Otras capas de superaleaciones según la figura 4 se produce de la misma manera.

ES 2 321 236 T3

La figura 1 muestra en vista en perspectiva una pala móvil 120 o una pala de guía 130 de una máquina de circulación, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal 121.

5 La máquina de circulación puede ser una turbina de gas de un avión o de una central eléctrica para la generación de electricidad, una turbina de vapor o un compresor.

10 La pala 120, 130 presenta a lo largo del eje longitudinal 121 de una manera consecutiva una zona de fijación 400, una plataforma de palas 403 adyacente a ella así como una hoja de pala 406. Como pala de guía 130, la pala 130 puede presentar en su punta de pala 415 otra plataforma (no se representa).

15 En la zona de fijación 400 está formada una pata de pala 183, que sirve para la fijación de las palas móviles 120, 130 en un árbol o en un disco (no se representa). La pata de la pala 183 está configurada, por ejemplo, como cabeza de martillo. Son posibles otras configuraciones como tronco de abeto o para cola de milano. Las palas 120, 130 presentan para un medio, que circula por delante de la hoja de la pala 406, un canto de ataque de la corriente 409 y un canto de salida de la corriente 412.

20 En las palas convencionales 120, 130 se utilizan en todas las zonas 4004, 403, 406 de las palas 120, 130, por ejemplo materiales metálicos macizos, especialmente superaleaciones. Tales superaleaciones se conoce, por ejemplo, a partir de los documentos EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 o WO 00/44949; estas publicaciones forman parte de la publicación con respecto a las composiciones químicas de la superaleación. Las palas 120, 130 pueden estar fabricadas en este caso a través de un procedimiento de fundición, también por medio de solidificación dirigida, a través de un procedimiento de forja, a través de un procedimiento de fresado o combinaciones de los mismos.

25 Las piezas de trabajo con estructura o estructuras monocristalinas se emplean como componentes para máquinas, que están expuestas en el funcionamiento a altas cargas mecánica, térmicas y/o químicas. La fabricación de tales piezas de trabajo monocristalinas se realiza, por ejemplo, a través de solidificación dirigida a partir de la colada. En este caso se trata de procedimientos de fundición, en los que la aleación metálica fluida se solidifica para formar la estructura monocristalina, es decir, la pieza de trabajo monocristalina. En este caso, los cristales dendríticos se alinean a lo largo del flujo de calor y forman o bien una estructura granular de barras cristalinas (columnar, es decir, granos que se extienden sobre toda la longitud de la pieza de trabajo y aquí se designan, de acuerdo con la terminología general, como solidificados de forma dirigida) o una estructura monocristalina, es decir, que toda la pieza de trabajo está constituida por un único cristal. En este procedimiento, debe evitarse la transición a la solidificación globulística (poli-cristalina), puesto que debido al crecimiento no dirigido se configuran necesariamente límites de ranos transversales y longitudinales, que anulan las buenas propiedades del componente solidificado dirigido o monocristalino. Cuando se habla, en general, de texturas solidificadas dirigidas, se entienden con ello tanto monocristales, que no presentan límites de granos o como máximo límites de granos de ángulos pequeños, como también estructuras de barras de cristal, que presentan límites de granos que se extienden en dirección longitudinal, pero no presentan límites de ranos transversales. En estas segundas estructuras cristalinas mencionadas se habla también de texturas solidificadas de forma dirigida (estructuras solidificadas direccionalmente). Tales procedimientos se conocen a partir de los documentos US-PS 6.024.792 y EP 0 892 090 A1; estas publicaciones forman parte de la publicación.

45 De la misma manera, las palas 120, 130 pueden presentar recubrimientos contra corrosión u oxidación (MCrAlX; donde M es al menos un elemento del grupo de hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), X es un elemento activo y representa itrio (Y) y/o silicio y/o al menos un elemento de las tierras raras, por ejemplo hafnio (Hf). Tales aleaciones se conocen a partir de los documentos EP 0 486 489 B1, EP 0 786 917 B1, EP 0 412 397 B1 o EP 1 306 454 A1, cuyas composiciones químicas deben formar parte de esta publicación. Estas capas pueden separarse electrofólicamente con el procedimiento de acuerdo con la invención.

50 Sobre MCrAlX puede estar presente todavía una capa de aislamiento térmico y está constituida, por ejemplo, por ZrO_2 , Y_2O_3 - ZrO_2 , es decir, que no está o está parcial o totalmente estabilizada por medio de óxido de itrio y/u óxido de calcio y/u óxido de magnesio. A través de procedimientos de recubrimiento adecuados, como por ejemplo evaporación con rayo de electrones (EB-PVD) se generan granos en forma de barras en la capa de aislamiento térmico.

55 La restauración (refurbishment) significa que los componentes 120, 130 deben liberarse todavía, después de su aplicación, dado el caso, de capas de protección (por ejemplo, a través de chorros de arena). A continuación se realiza una eliminación de las capas o bien de los productos de corrosión y/o de oxidación. Dado el caso, se reparan también todavía fisuras en el componente 120, 130. A continuación se lleva a cabo un nuevo recubrimiento del componente 120, 130 y una nueva aplicación del componente 120, 130.

60 Las palas 120, 130 pueden estar realizadas huecas o macizas. Cuando las palas 120, 130 debe ser refrigeradas, son huecas y presentan, dado el caso, todavía taladros de refrigeración de película 418 (se indica con trazos).

65 La figura 2 muestra una cámara de combustión 110 de una turbina de gas. La cámara de combustión 110 está configurada, por ejemplo, por decirlo así, como cámara de combustión anular, en la que una pluralidad de quemadores 107 dispuestos en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación 102 desembocan en un espacio común de la cámara de combustión. A tal fin, la cámara de combustión 110 está configurada en su totalidad como estructura anular, que está colocada alrededor del eje de rotación 102. Para la generación de un rendimiento comparativamente alto,

ES 2 321 236 T3

la cámara de combustión 110 está diseñada para una temperatura comparativamente alta del medio de trabajo M de aproximadamente 1000°C a 1600°C. Para posibilitar también con estos parámetros de funcionamiento desfavorables para los materiales una duración de funcionamiento comparablemente larga, la pared de la cámara de combustión 153 está provista sobre su lado dirigido hacia el medio de trabajo M con un revestimiento interior formado por elementos de pantalla térmica 155.

Cada elemento de pantalla térmica 155 está equipado en el lado del medio de trabajo con una capa de protección especialmente resistente al calor o está fabricado de material resistente a alta temperatura. Este material puede ser de piedras o aleaciones con MCrAlX y/o recubrimientos cerámicos. Los materiales de la pared de combustión y sus recubrimientos pueden ser similares a las palas de turbinas.

En virtud de las altas temperaturas en el interior de la cámara de combustión 110 puede estar previsto, además, un sistema de refrigeración para los elementos de pantalla térmica 155 o bien para sus elementos de retención.

La cámara de combustión 110 está especialmente diseñada para una detección de pérdidas de los elementos de pantalla térmica 155. A tal fin, entre la pared de la cámara de combustión 153 y los elementos de pantalla térmica 155 están dispuestos un número de sensores de temperatura 158.

La figura 3 muestra a modo de ejemplo una turbina de gas 100 en una sección parcial longitudinal. La turbina de gas 100 presenta en el interior un rotor 103 alojado de forma giratoria alrededor de un eje de rotación 102, que se designa también como rotor de turbina.

A lo largo del rotor 103 se suceden una carcasa de aspiración 104, un compresor 105, una cámara de combustión 110 por ejemplo de forma toroidal, especialmente cámara de combustión anular 1106, con varios quemadores 107 dispuestos coaxialmente, una turbina 108 y a carcasa de salida de gas 109. La cámara de combustión anular 106 se comunica con un canal de gas caliente 111, por ejemplo de forma anular. Allí la turbina 108 está formada, por ejemplo, por cuatro fases de turbina 112 conectadas unas detrás de otras. Cada fase de turbina 112 está formada, por ejemplo, por dos anillos de palas. Visto en la dirección de la circulación de un medio de trabajo 113, en el canal de gas caliente 111 de una serie de palas de guía 115 se sucede una serie 125 formada por palas móviles 120.

Las palas móviles 130 están fijadas en este caso en una carcasa interior 138 de un estator 143, en cambio las palas móviles 120 de una serie 125 están montadas, por ejemplo, por medio de un disco de turbinas 133 en el rotor 103. En el rotor 103 está acoplado un generador o una máquina de trabajo (no se representa).

Durante el funcionamiento de la turbina de gas 100 se aspira aire 135 desde el compresor 105 a través de la carcasa de aspiración 104 y se comprime. El aire comprimido acondicionado en el extremo del compresor 105 del lado de la turbina es conducido hacia los quemadores 107 y es mezclado allí con un combustible. La mezcla es quemada entonces bajo la formación del medio de trabajo 113 en la cámara de combustión 110. Desde allí el medio de trabajo 113 circula a lo largo del canal de gas caliente 111 por delante de las palas de guía 130 y las palas móviles 120. En las palas móviles 120 se expande el medio de trabajo 113 a través de la transmisión de impulsos, de manera que las palas móviles 120 accionan el rotor 103 y éste acciona la máquina de trabajo acoplada en el mismo.

Los componentes expuestos al medio de trabajo caliente 113 están sometidos a cargas térmicas durante el funcionamiento de la turbina de gas 100. Las palas de guía 130 y las palas móviles 120 de la primera fase de turbinas 112, vista en la dirección de la circulación del medio de trabajo 113, son cargadas la mayoría de las veces térmicamente junto a los ladrillos de pantallas térmicas que revisten la cámara de combustión anular 106. Para resistir las temperaturas que predominan allí, éstos se pueden refrigerar por medio de un refrigerante. De la misma manera, los sustratos de los componentes pueden presentar una estructura dirigida, es decir, que son monocristalinos (estructura SX) o presentan solamente granos dirigidos longitudinalmente (estructura DS). Como material para los componentes, especialmente para las palas de turbinas 120, 130 y componentes de la cámara de combustión 110 se utilizan, por ejemplo, superaleaciones a base de hierro, níquel o cobalto.

De la misma manera, las palas 120, 130 pueden presentar recubrimientos contra corrosión (MCrAlX; donde M es al menos un elemento del grupo de hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), X es un elemento activo y representa itrio (Y) y/o silicio y/o al menos un elemento de las tierras raras o bien hafnio (Hf). Tales aleaciones se conocen a partir de los documentos EP 0 486 489 B1, EP 0 786 917 B1, EP 0 412 397 B1 o EP 1 306 454 A1, cuyas composiciones químicas deben formar parte de esta publicación.

Sobre MCrAlX puede estar presente todavía una capa de aislamiento térmico y está constituida, por ejemplo, por ZrO_2 , Y_2O_3 - ZrO_2 , es decir, que no está o está parcial o totalmente estabilizada por medio de óxido de itrio y/u óxido de calcio y/u óxido de magnesio. A través de procedimientos de recubrimiento adecuados, como por ejemplo evaporación con rayo de electrones (EB-PVD) se generan granos en forma de barras en la capa de aislamiento térmico.

Las palas de guía 130 presentan una pata de pala de guía (no se representa aquí) dirigida hacia la carcasa interior 138 de la turbina 108 y una cabeza de pala de guía opuesta a la pata de pala de guía. La cabeza de pala de guía está dirigida hacia el rotor 103 y está fijada en un anillo de fijación 140 del estator 143.

ES 2 321 236 T3

REIVINDICACIONES

1. Capa que está constituida por (en % en peso):

5

20 - 22% de cromo,

10,5 - 11,5% de aluminio,

10

0,3 - 0,5% de itrio,

1,5 - 2,5% de renio,

15

11 - 13% de cobalto y

resto níquel.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

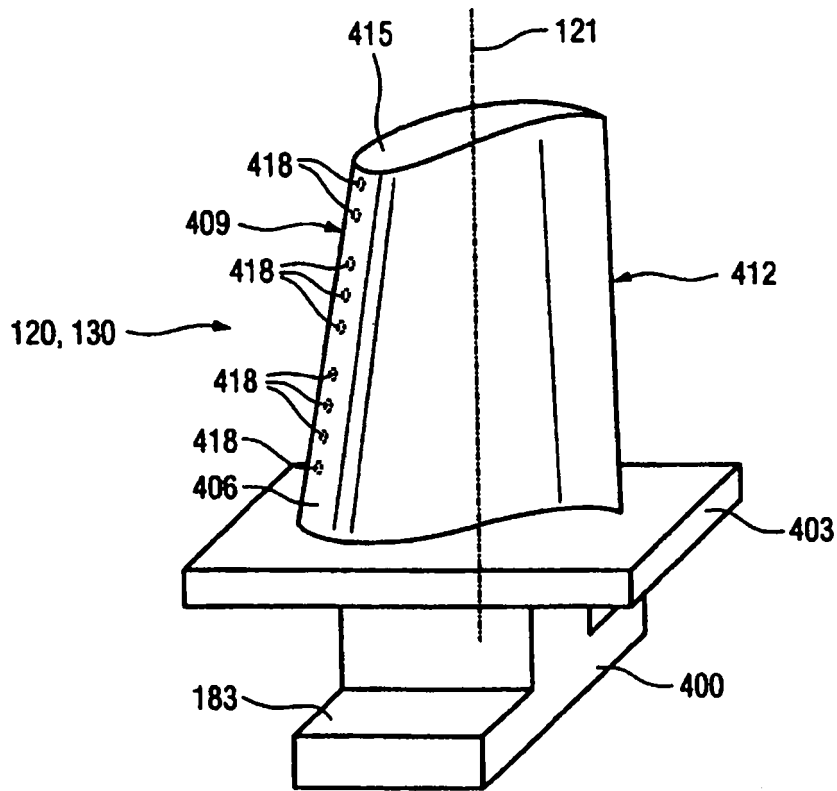
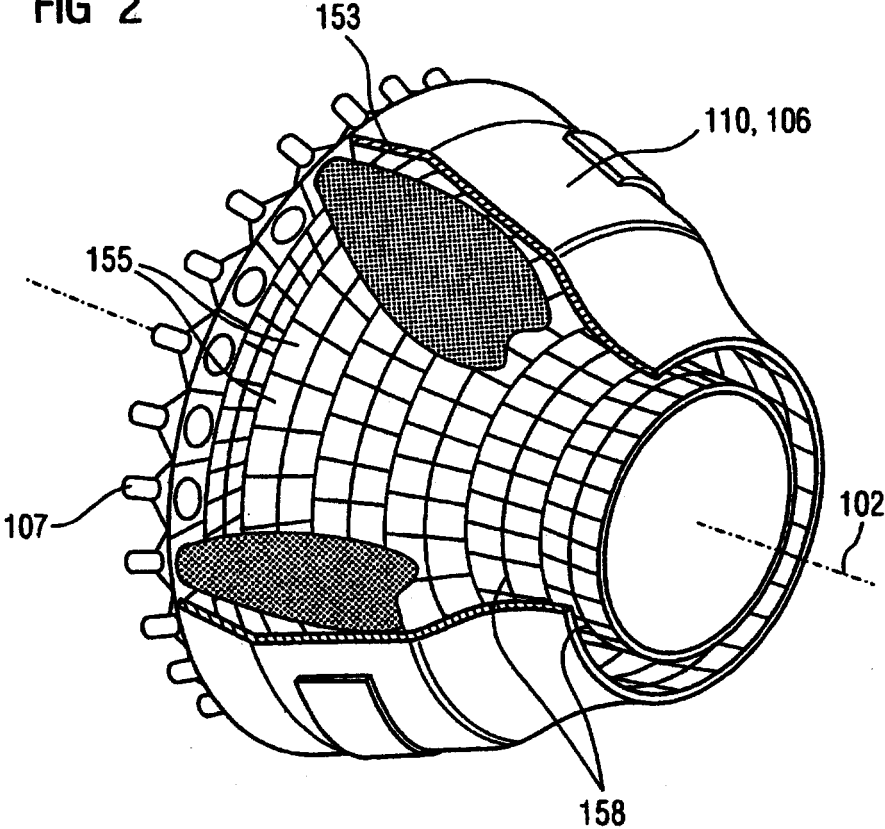


FIG 2



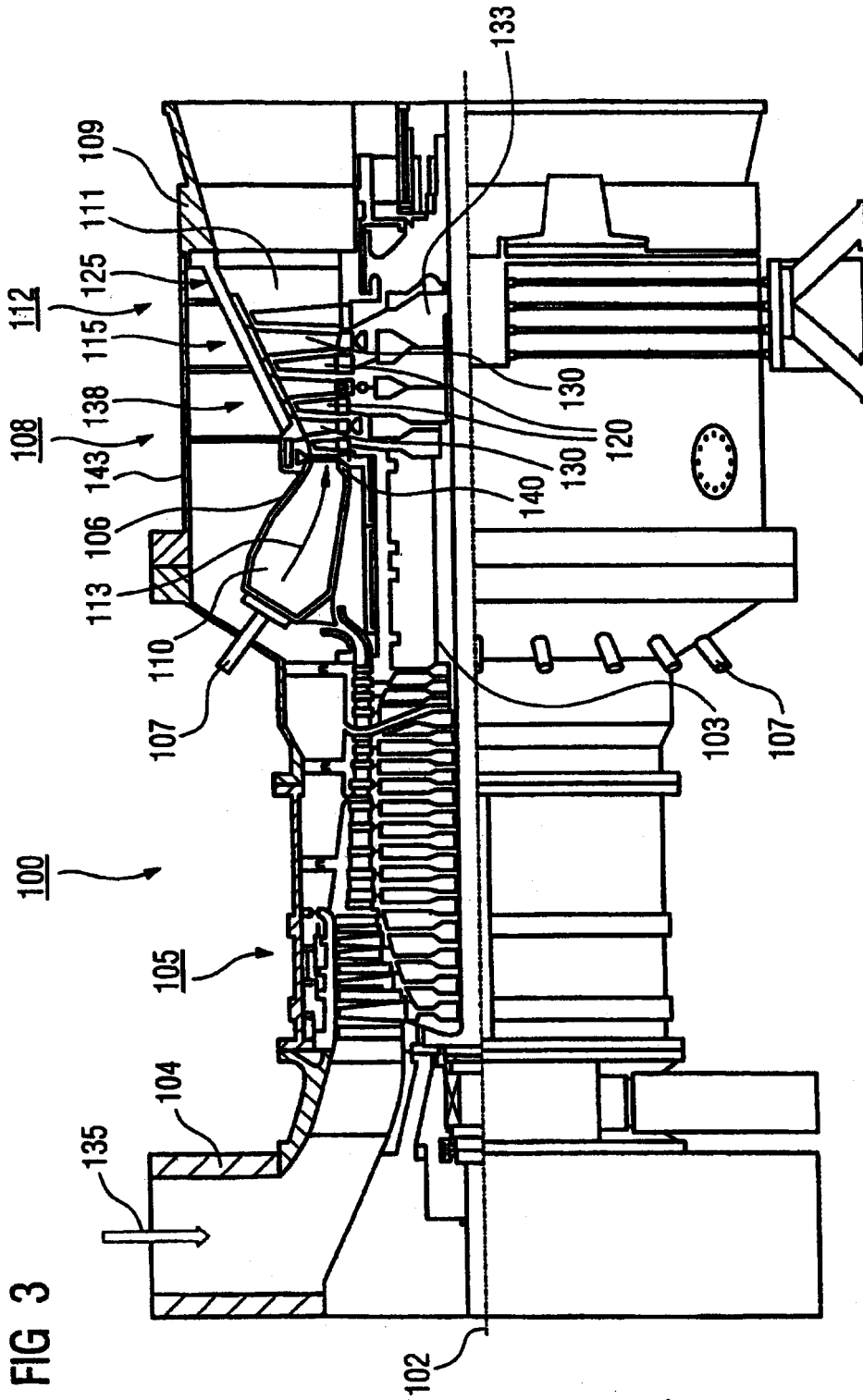


FIG 4

Material	Composición química en %												
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	HI
Aleaciones de fundición fina a base de Ni													
GTD 222	0.10	22.5	Resto	19.0		2.0	1.0		1.2	2.3	0.008		
IN 939	0.15	22.4	Resto	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009	0.10	
IN 6203 DS	0.15	22.0	Resto	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75
Udimet 500	0.10	18.0	Resto	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05	
IN 738 LC	0.10	16.0	Resto	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10	
SC 16	<0.01	16.0	Resto		3.0		3.5		3.5	3.5	<0.005	<0.008	
Reme 80	0.17	14.0	Resto	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03	
GTD 111	0.10	14.0	Resto	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03	
GTD 111 DS													
IN 792 CC	0.08	12.5	Resto	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	
IN 792 DS	0.08	12.5	Resto	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00
MAR M 002	0.15	9.0	Resto	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.50
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	Resto	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.40
CMSX-2	<.006	8.0	Resto	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075	
CMSX-3	<.006	8.0	Resto	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075	0.10
CMSX-4		6.0	Resto	10.0	0.6	6.0	6.0		5.6	1.0		Re=3.0	0.10
CMSX-6	<.015	10.0	Resto	5.0	3.0	<.10	2.0	<.10	4.9	4.8	<.003	<.0075	0.10
PWA 1480 SX	<.006	10.0	Resto	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<.0075	<.0075	
PWA 1483 SX	0.07	12.2	Resto	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002	
Aleaciones de fundición fina a base de Co													
FSX 414	0.25	29.0	10	Resto		7.5					0.010		
X 45	0.25	25.0	10	Resto		8.0					0.010		
ECY 768	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05	
MAR M 509	0.65	24.5	11	Resto		7.5	4			0.3	0.010	0.60	
CM 247	0.07	8.3	Resto	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7			1.5