

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 249**

51 Int. Cl.:

C22C 19/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2007 E 07380330 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.08.2014 EP 1927669**

54 Título: **Superaleaciones monocristalinas y solidificadas direccionalmente de baja densidad**

30 Prioridad:

01.12.2006 ES 200603079

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

04.12.2014

73 Titular/es:

**INDUSTRIA DE TURBO PROPULSORES S.A.
(100.0%)
PARQUE TECNOLOGICO EDIFICIO 300
48170 ZAMUDIO (VIZCAYA), ES**

72 Inventor/es:

**MADARIAGA RODRÍGUEZ, IÑAKI;
HERNÁNDEZ AGUIRRE, IÑIGO;
SUBINAS RAPP, AMAIA y
ESTOLAZA ZAMORA, KOLDO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 524 249 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

Superaleaciones monocristalinas y solidificadas direccionalmente de baja densidad

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a superaleaciones base níquel utilizadas para fabricar álabes o vanos de turbinas de gas mediante solidificación direccional o en forma de monocristales. En particular, la presente invención se refiere a aleaciones de baja densidad capaces de trabajar bajo condiciones de alta temperatura y alta carga.

Estado de la técnica

- 10 Las superaleaciones base níquel son ampliamente utilizadas en la fabricación de componentes para turbinas de gas. Dentro del campo particular de las turbinas de gas para aeronaves, aparte de los elevados requerimientos desde el punto de vista de tensión y temperatura, es también importante desarrollar aleaciones de baja densidad. Un precursor de las aleaciones de baja densidad es la aleación In100 (densidad 7.76 gr/cm³) desarrollado a principios de los años 60 por The International Nickel Company (INCO) y cubierto por la patente US 3,061,426. Esta aleación se sigue utilizando en la actualidad para la fabricación de álabes de turbina equiáxicos aunque se reconoce que tiene una baja colabilidad y una baja resistencia a la corrosión.

- 15 In100 ha sido utilizado como la base para el desarrollo de muchas aleaciones. Entre otras, el In6212 (densidad 8.02 gr/cm³) cubierto por la patente US 4,358,318 también fue desarrollado por INCO como un material de baja densidad con una resistencia a la corrosión y una colabilidad mejores que las del In100 a costa de un ligero aumento de densidad.

- 20 Estos dos materiales equiáxicos, In100 y In 6212, han sido utilizados como la base para el desarrollo de varias aleaciones monocristalinas. In100 fue utilizado como referencia para el desarrollo de la aleación RR2000, cubierta por la patente GB 2105369A en 1983 mientras que el In6212 fue utilizado como la base para el desarrollo de la aleación CMSX-6, cubierta por la patente US 4,721,540.

- 25 Ambas aleaciones monocristalinas fueron desarrolladas siguiendo una estrategia similar. En ambos casos la cantidad de elementos endurecedores de la junta de grano como carbono, boro y zirconio fue eliminada para aumentar el punto de fusión de la aleación. De esta manera era posible llevar a cabo un tratamiento térmico de solución de la fase endurecedora gamma prima disolviendo la microestructura que se obtiene directamente tras la fundición y consiguiendo una distribución fina y homogénea de precipitados en los tratamientos térmicos posteriores.

Existe por tanto, una necesidad de desarrollar aleaciones alternativas a las utilizadas actualmente.

Descripción de la invención

- 30 La presente invención proporciona una superaleación de baja densidad (7.867 g/cm³) útil para la fabricación de componentes mediante solidificación direccional o componentes monocristalinos con una especificación de estructura de grano relajada.

Un primer aspecto de la invención se refiere a una superaleación base níquel que consiste en los siguientes elementos (tanto por ciento en peso):

- 35 7-13% Cromo,
0-16% Cobalto,
2-5% Titanio,
4.5-7% Aluminio,
0-5% Tántalo,
40 0-2% Hafnio,
0-3% Tungsteno

0-2% Vanadio

0-5% Molibdeno

0.06-0.12% Carbono,

0.01-0.03% Boro,

5 0.005-0.02% Zirconio,

Níquel en equilibrio e impurezas residuales.

En una realización particular la presente invención se refiere a una superaleación base níquel que comprende: 0.07% de carbono, 10% de cromo, 15% de cobalto, 3% de molibdeno, 5.5% de aluminio, 4% de titanio, 1% de vanadio, 1.4% de hafnio, 0.015% de boro y 0.01% de zirconio.

10 En una realización particular la presente invención se refiere a una superaleación base níquel que comprende: 0.07% de carbono, 10% de cromo, 5% de cobalto, 3% de molibdeno, 2% de tántalo, 4.8% de aluminio, 4.7% de titanio, 1.4% de hafnio, 0.015% de boro y 0.01% de zirconio.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere al uso de una superaleación base níquel descrita anteriormente para la obtención de un fundido solidificado direccionalmente o en forma de monocristal.

15 Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la obtención de una superaleación como se describe anteriormente, que comprende las siguientes etapas:

a) Tratamiento térmico de solución a una temperatura comprendida entre 1190- 1250 °C durante 1 a 5 horas

b) tratamiento térmico intermedio a una temperatura comprendida entre 1000-1100 °C durante 1 a 5 horas

c) tratamiento térmico de precipitación a una temperatura comprendida entre 850-900 °C durante 1 a 16 horas

20 Un cuarto aspecto de la presente invención se refiere a una turbina de gas que comprende componentes fabricados con una superaleación como se describe anteriormente, o a partir de aleaciones obtenidas mediante un procedimiento que comprende las siguientes etapas:

a) Tratamiento térmico de solución a una temperatura comprendida entre 1190- 1250 °C durante 1 a 5 horas

b) tratamiento térmico intermedio a una temperatura comprendida entre 1000-1100 °C durante 1 a 5 horas

25 c) tratamiento térmico de precipitación a una temperatura comprendida entre 850-900 °C durante 1 a 16 horas

Breve descripción de los dibujos

Figura 1: Fatiga de bajos ciclos de la composición E frente a la composición comercial A.

Descripción detallada de un modo de realización

30 La presente invención proporciona una superaleación de baja densidad útil para la fabricación de componentes mediante solidificación direccional o componentes monocristalinos con una especificación de estructura de grano relajada. La aleación de la presente invención se desarrolló tomando como referencia dos aleaciones monocristalinas, el RR2000 y el CMSX-6.

35 La tabla siguiente muestra ejemplos de aleaciones de acuerdo con esta invención, aleaciones E a G inclusive. Las aleaciones A y B son aleaciones comerciales para solidificación direccional mientras que las C y la D son aleaciones comerciales para fabricación de componentes monocristalinos de baja densidad. Estas últimas aleaciones se presentan únicamente como comparación y no entran dentro del alcance de esta invención.

| Aleación | Co | Cr | Mo | W | Al | Ta | V | Ti | Re | Hf | C | B | Zr |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|----|-----|------|-------|-------|
| A | 9,2 | 8,1 | 0,5 | 9,5 | 5,6 | 3,2 | | 0,7 | | 1,4 | 0,07 | 0,015 | 0,007 |
| B | 9,3 | 6 | 0,5 | 8,4 | 5,7 | 3,4 | | 0,7 | 3 | 1,4 | 0,07 | 0,015 | 0,005 |
| C | 15 | 10 | 3 | | 5,5 | | 1 | 4 | | | | | |
| D | 5 | 10 | 3 | | 4,8 | 2 | | 4,7 | | 0,1 | | | |
| E | 15 | 10 | 3 | | 5,5 | | 1 | 4 | | 1,4 | 0,07 | 0,015 | 0,005 |
| F | 6 | 12 | 3 | 2 | 4,5 | | | 4,7 | | 1,4 | 0,07 | 0,015 | 0,005 |
| G | 5 | 10 | 3 | | 4,8 | 2 | | 4,7 | | 1,4 | 0,07 | 0,015 | 0,005 |

5 Carbono, boro y zirconio se añadieron a la composición base del RR2000 y CMSX-6 pero sin llegar a los altos niveles de estos elementos en las composiciones del In100 o del In6212. El C, B y Zr de la aleación de esta invención se mantuvieron en los mismos niveles que otras aleaciones comerciales que se emplean habitualmente para la fabricación de componentes solidificados direccionalmente como la aleación A y B de la tabla anterior. El máximo contenido de carbono se limitó a 0.12%, el máximo contenido de boro a 0.03% y que el máximo contenido de zirconio a 0.02%, cuando estos límites son 0.5%, 0.1% y 0.25% respectivamente en el In100. El hafnio se añadió a la composición para favorecer la formación de carburos en junta de grano.

10 La introducción de estos elementos implicó una reducción en la temperatura de fusión de la aleación. De tal forma que se limita la máxima temperatura a la que se puede realizar el tratamiento térmico de supersolución, y por tanto no es posible llegar a las altas temperaturas que se utilizan en los tratamientos de supersolución de los materiales monocristalinos. De esta manera, la disolución de la gamma prima que se consiguió con los tratamientos de supersolución no fue tan efectiva como la que se consigue con los tratamientos a alta temperatura empleados en los monocristales. No obstante, hay aleaciones comerciales que pueden ser utilizadas para fabricar componentes mediante solidificación direccional con y sin tratamiento térmico de supersolución. La ausencia del tratamiento térmico de supersolución dio lugar a una caída en la capacidad de temperatura de aleación de unos 30°C.

Incluso con esta reducción, el beneficio obtenido con la baja densidad de la aleación de esta invención hace que sea una opción adecuada para la fabricación de vanos o álabes de turbinas de gas.

20 La ausencia del tratamiento térmico de supersolución también puede dar lugar a una pérdida de la resistencia a fatiga de bajos ciclos de la aleación con respecto a la aleación comercial RR2000 a partir de la cual ha sido desarrollada. Sin embargo, como puede verse en la Figura 1, la composición E de la tabla I presenta unas propiedades de fatiga superiores a las de la aleación comercial A.

25 La introducción de elementos endurecedores de la junta de grano permitió el uso de esta aleación para la fabricación de componentes solidificados direccionalmente, cosa que no es posible con la mayoría de las aleaciones monocristalinas. El hecho de utilizar una aleación en forma de solidificación direccional en lugar de en forma de monocristal dio lugar a una reducción en la fluencia a rotura de la aleación. No obstante, este descenso fue considerado muy pequeño y por lo tanto la aleación de esta invención es suficientemente atractiva para un amplio rango de aplicaciones.

30 Finalmente, hay que mencionar que el principal propósito de esta aleación es ofrecer una alternativa de baja densidad a las aleaciones que se emplean actualmente en las turbinas de gas. La presencia de elementos como C, B, Zr y Hf mejoró la tolerancia de la aleación a la presencia de juntas de grano a costa de una pequeña reducción en propiedades como la fatiga o la fluencia a rotura. Pero habiendo sido diseñado a partir de aleaciones monocristalinas de baja densidad, incluso con este descenso de propiedades la aleación de la presente invención ofrece una clara mejora con respecto a las aleaciones que se emplean habitualmente para la fabricación de materiales solidificados direccionalmente. Este beneficio será incluso mayor en el diseño de turbinas de gas avanzadas donde la velocidad de rotación es mayor y por lo tanto son mayores las fuerzas centrífugas, y el uso de un material de baja densidad es una clara ventaja.

Asimismo también cabe mencionar que la utilización de esta material dentro de las turbinas de gas para aeronaves supone una clara mejora con respecto a las aleaciones actuales ya que puede dar lugar a componentes más ligeros y por lo tanto a un menor consumo específico de la turbina.

REIVINDICACIONES

1. Superaleación base níquel que consiste en los siguientes elementos (tanto por ciento en peso)
- 7-13% Cromo,
- 5 0-16% Cobalto,
- 2-5% Titanio,
- 4.5-7% Aluminio,
- 0-5% Tántalo,
- 0-2% Hafnio,
- 10 0-3% Tungsteno
- 0-2% Vanadio
- 0-5% Molibdeno
- 0.06-0.12% Carbono,
- 0.01-0.03% Boro,
- 15 0.005-0.02% Zirconio,
- Níquel en equilibrio e impurezas residuales.
2. Superaleación según la reivindicación 1 que comprende: 0.07% de carbono, 10% de cromo, 15% de cobalto, 3% de molibdeno, 5.5% de aluminio, 4% de titanio, 1% de vanadio, 1.4% de hafnio, 0.015% de boro y 0.01% de zirconio.
- 20 3. Superaleación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende: 0.07% de carbono, 10% de cromo, 5% de cobalto, 3% de molibdeno, 2% de tántalo, 4.8% de aluminio, 4.7% de titanio, 1.4% de hafnio, 0.015% de boro y 0.01% de zirconio.
4. Uso de una superaleación base níquel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la obtención de un fundido solidificado direccionalmente o en forma de monocristal.
- 25 5. Procedimiento para la obtención de una superaleación descrita en cualquiera de las reivindicaciones 1-3 que comprende las siguientes etapas:
- a) tratamiento térmico de solución a una temperatura comprendida entre 1190- 1250 °C durante 1 a 5 horas
- b) tratamiento térmico intermedio a una temperatura comprendida entre 1000-1100 °C durante 1 a 5 horas
- c) tratamiento térmico de precipitación a una temperatura comprendida entre 850-900 °C durante 1 a 16 horas
- 30 6. Turbina de gas que comprende componentes fabricados con una superaleación según cualquiera de las reivindicaciones 1-3.

