

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 243**

51 Int. Cl.:

**C22C 14/00** (2006.01)

**C22F 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2008 E 08841961 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2227571**

54 Título: **Material para un componente de turbina de gas, procedimiento para la fabricación de un componente de turbina de gas, así como componente de turbina de gas**

30 Prioridad:

**27.10.2007 DE 102007051499**

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

**15.10.2015**

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (25.0%)  
Dachauer Strasse 665  
80995 München, DE;  
GFE METALLE UND MATERIALIEN GMBH  
(25.0%);  
MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN (25.0%) y  
BÖHLER SCHMIEDETECHNIK GMBH & CO KG  
(25.0%)**

72 Inventor/es:

**SMARSLY, WILFRIED;  
CLEMENS, HELMUT;  
GUETHER, VOLKER;  
KREMMER, SASCHA;  
OTTO, ANDREAS y  
CHLADIL, HARALD**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 548 243 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

Material para un componente de turbina de gas, procedimiento para la fabricación de un componente de turbina de gas, así como componente de turbina de gas

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un componente de turbina de gas según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un componente de turbina de gas según la reivindicación 4.

10 Las turbinas de gas modernas, particularmente los motores de aviación, tienen que hacer frente a las más altas exigencias en lo que se refiere a fiabilidad, peso, rendimiento, rentabilidad y vida útil. En las últimas décadas, particularmente en el sector civil, se han desarrollado motores de aviación, que cumplen completamente las exigencias anteriores y que han logrado una alta medida de perfección técnica. En el desarrollo de motores de aviación, tienen entre otros un papel decisivo, la elección del material, la búsqueda de materiales nuevos adecuados, así como la búsqueda de nuevos procesos de fabricación.

15 Los materiales más importantes que se utilizan hoy en día para motores de aviación u otras turbinas de gas, son aleaciones de titanio, aleaciones de níquel (llamadas también superaleaciones), y aceros de alta resistencia. Los aceros de alta resistencia se utilizan para piezas de eje, piezas de transmisión, carcasas de compresor y carcasas de turbina. Las aleaciones de titanio son materiales típicos para piezas de compresor. Las aleaciones de níquel son adecuadas para las piezas calientes del motor de aviación.

20 Como procesos de fabricación para componentes de turbinas de gas a partir de aleaciones de titanio, aleaciones de níquel u otras aleaciones, se conocen del estado de la técnica en primer lugar la colada fina, así como el forjado. Todos los componentes de turbina de gas sometidos a altas exigencias, como por ejemplo, componentes para un compresor, son piezas forjadas. Los componentes para una turbina se configuran por el contrario normalmente como piezas de colada fina.

25 El documento DE 10 2004 056 582 A1 divulga una aleación a base de titanio y aluminio con los componentes aluminio, niobio, molibdeno, boro y carbono. De este documento no pueden deducirse no obstante, indicaciones sobre microestructuras del material en el intervalo de la temperatura ambiente o temperatura eutéctica. Solo contiene indicaciones sobre la existencia básica de una fase  $\alpha_2$ ,  $\gamma$  y  $\beta$ .

30 El artículo técnico de Imayev, R. M. y otros "Alloy design concepts for refined gamma titanium aluminide based alloys", *Intermetallics*, 15 (4), 451-460 CODEN:IERME5; ISSN: 0966-9795, 29 de enero de 2007 (2007-01-29), XP005924292 divulga un material de aleación con base de titanio y aluminio con un 44 % atómico de aluminio, un 5 % atómico de niobio, un 1 % atómico de molibdeno, un 0,2 % atómico de boro y un 0,3 % atómico de carbono, el resto titanio. No pueden deducirse de este documento indicaciones sobre el porcentaje de volumen de una fase  $\beta$ B2-Ti a temperatura ambiente o a temperatura eutéctica.

40 El documento EP 0 592 189 A1 divulga un material que comprende al menos titanio y aluminio, que presenta tanto en el intervalo de la temperatura ambiente, como también en el intervalo de la temperatura eutéctica la fase  $\beta$ B2, la fase  $\alpha_2$  y la fase  $\gamma$  con un porcentaje de la fase  $\beta$ B2 de menos de un 5 % en volumen.

45 El artículo técnico de Kobayashi, Satoru y otros: "Microstructure control using betatitanium phase for wrought gamma TiAl based alloys" *Gamma Titanium Aluminides 2003, proceedings of [a] symposium held during the TMS annual meeting, San Diego, CA, United States, Mar.2-6, 2003, 165-175. Editor(s): Kim, Young-Won; Clemens, Helmut; Rosenberger, Andrew H. Publisher: Minerals, Meta, 2003, XP009110846* también divulga una aleación de titanio y aluminio con un porcentaje de la fase  $\beta$ B2 de menos del 5 % en volumen en el intervalo de la temperatura eutéctica.

50 De la práctica ya se conoce la fabricación de componentes de turbinas de gas a partir de materiales de aleación a base de titanio y aluminio. En este caso se utilizan particularmente materiales de aleación de base  $\gamma$ -TiAl, siendo problemático el forjado de estos materiales de aleación de base  $\gamma$ -TiAl. Las piezas de forja de este tipo de materiales tienen que fabricarse según la práctica mediante forjado isotérmico o forjado en caliente de productos semiacabados preformados, como por ejemplo, extruidos en bloque. El forjado isotérmico, así como el forjado en caliente requieren material previo casi extruido en bloque de manera isotérmica, debido a lo cual resultan costes de fabricación altos.

55 Existe por lo tanto una necesidad de un proceso de forjado adaptativo mediante la utilización de un material de aleación a base de titanio y aluminio para la fabricación de componentes de turbinas de gas. Este procedimiento ha de garantizar una seguridad de proceso mejorada y una estabilidad de proceso con costes de fabricación reducidos.

60 Partiendo de esto, la presente invención se basa en el problema de proporcionar un proceso novedoso para la fabricación de un componente de turbina de gas, así como un componente de turbina de gas novedoso.

65 Este problema se soluciona mediante un procedimiento según la reivindicación 1. Según la invención están previstos los siguientes pasos:

a) proporcionar un producto semiacabado colado a partir de un material de aleación a base de titanio y aluminio, comprendiendo al menos titanio y aluminio, comprendiendo el mismo en el intervalo de la temperatura ambiente la fase  $\beta$ /B2-Ti, la fase  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y la fase  $\gamma$ -TiAl con una proporción de la fase  $\beta$ /B2-Ti de como máximo un 5 % en volumen; en el intervalo de la temperatura eutéctica la fase  $\beta$ /B2-Ti, la fase  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y la fase  $\gamma$ -TiAl con una proporción de la fase  $\beta$ -Ti de como mínimo un 10 % en volumen, así como la siguiente composición

- 42 a 45 % atómico de aluminio,
- 3 a 8 % atómico de niobio,
- 0,2 a 3 % atómico de molibdeno y/o manganeso,
- 0,1 a 1 % atómico de boro y/o carbono y/o silicio
- en el resto titanio, así como

b) forjado del producto semiacabado a partir del material dando lugar al componente a una temperatura de conformación de entre  $T_e-50K$  y  $T_\alpha+100K$ , siendo  $T_e$  la temperatura eutéctica del material y  $T_\alpha$  la temperatura transus alfa del material.

El material utilizado, en cuyo caso se trata de un material de aleación a base de  $\gamma$ -TiAl, permite un forjado dentro de un intervalo de temperatura mayor. Para el forjado se utiliza como material previo un material de colada, de manera que puede renunciarse a material de extrusión caro.

El componente de turbina de gas según la invención está definido en la reivindicación 4.

De las reivindicaciones secundarias y de la siguiente descripción resultan perfeccionamientos preferidos de la invención. Mediante el dibujo se explican con mayor detalle ejemplos de realización de la invención, sin limitarse a ellos. En este caso muestra:

La Fig. 1 una representación muy esquematizada de una pala de una turbina de gas fabricada según el procedimiento según la invención a partir de un material de aleación a base de titanio y aluminio.

La invención que aquí se presenta utiliza un material a base de una aleación de titanio y aluminio. El material comprende tanto en el intervalo de la temperatura ambiente, como también en el intervalo de la llamada temperatura eutéctica, varias fases.

En el intervalo de la temperatura ambiente, el material de aleación a base de TiAl presenta la fase  $\beta$ /B2-Ti, la fase  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y la fase  $\gamma$ -TiAl siendo la proporción de la fase  $\beta$ /B2-Ti a temperatura ambiente de como máximo o como máximo un 5 % en volumen. En el intervalo de la temperatura eutéctica el material de aleación a base de TiAl según la invención presenta la fase  $\beta$ /B2-Ti, la fase  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y la fase  $\gamma$ -TiAl, siendo la proporción de la fase  $\beta$ /B2-Ti en el intervalo de la temperatura eutéctica de como mínimo o como mínimo un 10 % en volumen.

En el caso del material se trata por lo tanto de un material de aleación a base de  $\gamma$ -TiAl. El mismo puede conformarse con procesos de forjado convencionales, y concretamente con una temperatura de forjado dentro de un intervalo de temperatura relativamente grande. La temperatura de forjado del material se encuentra entre  $T_e-50K$  y  $T_\alpha+100K$ , siendo  $T_e$  la temperatura eutéctica del material y  $T_\alpha$  la temperatura transus alfa del material.

Cuando la temperatura de forjado o la temperatura de conformación se encuentran por debajo de  $T_\alpha$ , así como en el intervalo de la temperatura de forjado o de la temperatura de conformación, así como en el intervalo de la temperatura eutéctica y de la temperatura ambiente, las fases  $\beta$ /B2-Ti,  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y  $\gamma$ -TiAl se encuentran en equilibrio termodinámico.

La proporción de la fase  $\beta$ B2-Ti centrada en el espacio cúbicamente en equilibrio termodinámico del material utilizado es en el intervalo de la temperatura ambiente inferior a un 5 % en volumen. En el intervalo de la temperatura eutéctica, la proporción de la fase  $\beta$ B2-Ti centrada en el espacio cúbicamente es superior a un 10 % en volumen.

El material de aleación a base de  $\gamma$ -TiAl utilizado presenta junto a titanio y aluminio, también niobio, molibdeno y/o manganeso, así como boro y/o carbono y/o silicio.

El material de aleación a base de titanio y aluminio presenta la siguiente composición:

- 42 a 45 % atómico de aluminio,
- 3 a 8 % atómico de niobio,
- 0,2 a 3 % atómico de molibdeno y/o manganeso,
- 0,1 a 1 % atómico, preferiblemente 0,1 a 0,5 % atómico de boro y/o carbono y/o silicio,
- en el resto titanio.

Para la fabricación de un componente de turbina de gas a partir del material según la invención, se procede en el

sentido del procedimiento según la invención de tal manera, que primero se proporciona un producto semiacabado o material previo del material. En el caso del producto semiacabado se trata de un producto semiacabado colado económico.

5 A continuación, se conforma en el sentido del procedimiento según la invención el producto semiacabado colado a partir del material de aleación a base de  $\gamma$ -TiAl según la invención, mediante forjado, concretamente a una temperatura de conformación o temperatura de forjado, que se encuentra entre  $T_e-50K$  y  $T_a+100K$ . En este caso de forja con una velocidad de conformación de al menos  $1\text{ s}^{-1}$ . En un perfeccionamiento preferido, el producto semiacabado se reviste en este caso de manera termoaislante antes de forjarse.

10 Después del forjado se produce preferiblemente un tratamiento térmico del componente a fabricar.

15 Cuando según la Fig. 1, haya que fabricar un álabe 10 como componente de turbina de gas para un compresor de un motor de aviación, se procede en el procedimiento según la invención preferiblemente de tal manera, que en la zona de la superficie de la pala 11 se forja una vez para proporcionar una microestructura más basta con una resistencia a la deformación alta y en la zona de una base de la pala 12 se forja varias veces para proporcionar una microestructura más fina con una alta ductilidad, sucediendo al forjado sencillo, así como a los varios forjados preferiblemente un tratamiento térmico.

20 Los componentes de turbina de gas según la invención se fabrican mediante el procedimiento según la invención a partir del material indicado. En el caso de los componentes de turbina de gas según la invención se trata preferiblemente de componentes de compresor, es decir, por ejemplo, de álabes de un compresor de un motor de aviación, o de componentes de turbina.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la fabricación de un componente de turbina de gas con los siguientes pasos:

- 5 a) proporcionar un producto semiacabado colado a partir de un material de aleación a base de titanio y aluminio, comprendiendo al menos titanio y aluminio,
- presentando el mismo en el intervalo de la temperatura ambiente la fase  $\beta$ B2-Ti, la fase  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y la fase  $\gamma$ -TiAl con una proporción de la fase  $\beta$ /B2-Ti de como máximo un 5 % en volumen;
- 10 - presentando el mismo en el intervalo de la temperatura eutéctica la fase  $\beta$ /B2-Ti, la fase  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al y la fase  $\gamma$ -TiAl con una proporción de la fase  $\beta$ B2-Ti de como mínimo un 10 % en volumen, y
- presentando el mismo la siguiente composición:
- 42 a 45 % atómico de aluminio,
  - 3 a 8 % atómico de niobio,
  - 0,2 a 3 % atómico de molibdeno y/o manganeso,
  - 0,1 a 1 % atómico de boro y/o carbono y/o silicio
  - en el resto titanio, así como
- 15
- 20 b) forjado del producto semiacabado a partir del material dando lugar al componente a una temperatura de conformación de entre  $T_e-50K$  y  $T_\alpha+100K$ , siendo  $T_e$  la temperatura eutéctica del material y  $T_\alpha$  la temperatura transus alfa del material.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que** se forja con una velocidad de conformación de al menos  $1 s^{-1}$ .
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2,  
**caracterizado por que** después del forjado se produce un tratamiento térmico.
- 30 4. Componente de turbina de gas, fabricado mediante un procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3.
- 35 5. Componente de turbina de gas según la reivindicación 4,  
**caracterizado por que** el mismo es una pala, que en la zona de la superficie de una hoja de pala está forjado una vez para proporcionar una microestructura más basta con una resistencia a la deformación alta y que en la zona de una base de la pala está forjado varias veces para proporcionar una microestructura más fina con una alta ductilidad.



Fig. 1