

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 434 016**

51 Int. Cl.:

**C22C 14/00** (2006.01)

**C22F 1/18** (2006.01)

**B23P 15/02** (2006.01)

**B21J 5/08** (2006.01)

**B21J 9/08** (2006.01)

**B21K 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2010 E 10450090 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 2272993**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una pieza forjada a partir de una aleación gamma a base de titanio-aluminio**

30 Prioridad:

**05.06.2009 AT 8792009**

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

**13.12.2013**

73 Titular/es:

**BÖHLER SCHMIEDETECHNIK GMBH & CO KG  
(100.0%)  
Mariazeller Strasse 25  
8605 Kapfenberg, AT**

72 Inventor/es:

**KREMMER, SASCHA;  
ROMEN-KIERNER, HEINZ y  
WALLGRAM, WILFRIED**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 434 016 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**

Procedimiento para la fabricación de una pieza forjada a partir de una aleación gamma a base de titanio-aluminio

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pieza forjada para paletas de turbina a partir de una aleación gamma a base de titanio-aluminio.

10 Se conocen aleaciones de titanio con el 6 % en átomos o el 8 % en átomos y una estructura (alfa + beta) o cercana a alfa por el documento EP 1 127 953 y se usan para una fabricación de válvulas de disco. A este respecto se realiza un recalcado de un material en barra por encima de la conversión beta y un forjado de acabado del disco de válvula con una estructura alfa en caliente.

15 Las aleaciones a base de titanio-aluminio están formadas sustancialmente a partir de aluminuros de titanio intermetálicos y presentan un elevado punto de fusión, densidad reducida, un elevado módulo específico de elasticidad, un buen comportamiento de oxidación y una elevada resistencia específica a la tracción y resistencia a la fluencia en el intervalo de temperatura de 600 °C a 800 °C, cumpliendo por lo tanto con los requisitos cada vez mayores de los materiales especiales, como por ejemplo para componentes de la próxima generación de motores para aeronaves y motores de combustión interna.

20 Los materiales de aluminuro de titanio todavía no están optimizados con respecto a la composición de su aleación y su fabricación y procesamiento.

25 Una aleación que presenta una buena procesabilidad y propiedades mecánicas bien equilibradas que se pueden crear a través de tratamientos térmicos adecuados presenta los elementos titanio, aluminio, niobio, molibdeno y boro y se denomina por lo tanto en la técnica aleación TNM.

30 Debido al carácter intermetálico de las aleaciones de aluminuro de titanio, posiblemente también de los materiales TNM, en otras palabras: por su comportamiento quebradizo en condiciones inapropiadas de deformación, en particular, una fabricación de piezas forjadas como paletas de turbinas es crítica y por lo general está asociada con altas tasas de desperdicios.

Se conoce la realización de la conversión de forjado en condiciones isotérmicas que requiere una matriz de forjado de alta temperatura particular con atmósfera de gas de protección y por lo tanto es costosa.

35 La invención tiene el objetivo de mejorar el procesamiento difícil y costoso de los materiales de aluminuro de titanio y tiene el objetivo de crear un procedimiento del tipo mencionado inicialmente para llevar la fabricación económica.

40 Este objetivo se logra con un procedimiento para producir una pieza forjada, en particular una paleta de turbina, a partir de una aleación gamma a base de titanio-aluminio, en el que se calienta un material de partida o precursor cilíndrico o con forma de barra en una o varias etapas en aquellos lugares en los que la pieza forjada a ser formada o la paleta de turbina a ser formada presenta una concentración de volumen, a través del paso de corriente eléctrica o a través de inducción a lo largo del corte transversal a una temperatura superior a 1150 °C y se deforma a través de aplicación de fuerza, en particular por deformación de recalcado y se elabora de esta manera una pieza forjada en bruto con diferentes superficies de corte transversal a lo largo de su extensión longitudinal, pieza en bruto que se termina por deformación en una o varias etapas posteriores, en donde la o las etapas posteriores para la deformación final de la pieza forjada en bruto, en cada caso, se forma o se forman a partir de un revestimiento al menos parcial de la superficie con un agente reductor de la radiación térmica y, por tanto, del descenso de temperatura superficial, a partir de un calentamiento de la pieza forjada en bruto a temperatura de conformación, a partir de un calentamiento y a partir de una conformación de la misma, en particular en una matriz.

50 Las ventajas obtenidas con la invención se ven, esencialmente, en una creación económica de material precursor para una fabricación de paletas de turbina con diferentes superficies de corte transversal en la extensión longitudinal y en las condiciones favorables de flujo del material debidas a esto en la conformación final de la pieza forjada. Aunque las aleaciones gamma a base de titanio-aluminio presentan una elevada rigidez específica, se ha observado que es conveniente usar un material de partida cilíndrico o con forma de barra y calentar el mismo a través de inducción o, en particular, a través de un paso directo de corriente entre las regiones de terminal o de conexión en la barra a una temperatura superior a 1150 °C. A través de este calentamiento, a pesar de la radiación desde la superficie, se forma una distribución uniforme de la temperatura a lo largo del corte transversal porque evidentemente a través de un desplazamiento de la corriente aumenta el flujo específico de corriente y así la generación de calor en la región de la superficie.

65 A temperatura ambiente, la aleación está compuesta principalmente de gamma titanio-aluminio y alfa 2 titanio-aluminio y presenta solamente una parte dado el caso reducida de fase beta, fase que, dependiendo de la temperatura, tiene propiedades dúctiles. Con un calentamiento a más de 1150 °C, ventajosamente a más de 1250 °C, aumenta la parte de fase beta en el material, lo cual constituye una mejora de la capacidad de deformación del material.

Con un recalado como se mencionó anteriormente, con un calentamiento dirigido y homogéneo a lo largo del corte transversal de la barra a una temperatura elevada se puede obtener una concentración de volumen uniforme y dirigida y una estructura deseada de grano fino de la misma.

- 5 Si se desea más de una región con corte transversal aumentado de la barra para formas especiales de paleta, se puede realizar después una conformación de recalado en varios lugares.

10 Una pieza forjada en bruto producida de acuerdo con la invención siguiendo las etapas descritas anteriormente, después de calentarla por ejemplo en un horno de forjado, en una o varias etapa o etapas posteriores, en particular en una matriz, ahora se puede terminar de deformar, en donde ventajosamente debido a las concentraciones de volumen puede tener lugar un llenado de la matriz con un flujo de material y/o un uso de material más reducido.

15 Puesto que ahora un transporte de la pieza forjada en bruto o del producto intermedio desde el horno de calentamiento hasta la instalación de deformación con la herramienta o con una matriz, en particular con vías de desplazamiento que consumen mucho tiempo, puede causar un enfriamiento crítico de la región superficial de la pieza a deformar, en una configuración de la invención se puede realizar, ventajosamente, un procedimiento en el que se forma o se forman la o las etapas posteriores para acabar la deformación de la pieza forjada en bruto o del producto intermedio para una fabricación de una paleta de turbina a partir de un revestimiento al menos parcial de la superficie con un agente reductor de la radiación de calor y, así, de la disminución de la temperatura superficial, un calentamiento de la pieza forjada en bruto o del producto intermedio a temperatura de conformación, un calentamiento, un desplazamiento y una conformación del mismo, en particular en una matriz.

25 Se ha mostrado que un revestimiento de la superficie de la pieza de forjado en bruto o del producto intermedio con un agente para reducir la radiación de calor ya puede reducir claramente con un grosor de más de 0,1 mm una pérdida de temperatura de la zona marginal en la unidad de tiempo y, de esta manera, se mantiene una temperatura de conformación elevada requerida de la pieza de trabajo en la región superficial evitando una formación de grietas en una conformación. De acuerdo con la invención, la fase de óxido actúa como componente de aislamiento termoestable, en donde uno o más aditivos o agentes aglutinantes en partes menores unen los granos de óxido y los mantienen sobre el sustrato. El o los componentes líquidos sirven para homogeneizar las fases y ajustar un grado de liquidez deseado para la aplicación homogénea sobre la superficie de la pieza de trabajo o de la pieza.

35 Un agente en que el componente principal o la fase de óxido está formada a partir de óxido de zirconio con una parte en % en peso de más de 70, preferentemente de 80 a 98, en particular de 90 a 97, ha demostrado ser particularmente favorable en vista de una disminución sustancial de la radiación de calor.

40 Además, puede ser ventajoso en una variante de realización de la invención un procedimiento que se pueda llevar a cabo sin errores, en el que se realice la deformación final en una matriz que presenta una temperatura al menos 300 °C más baja que la pieza formada en bruto o el producto intermedio. A través de esto se logran simplificaciones en cuanto a la técnica de la instalación con mayor eficiencia económica.

45 Un procedimiento de acuerdo con la invención, en el que la conformación final se realiza en una matriz que tiene una temperatura que es hasta 900 °C, preferentemente hasta 800 °C más baja que la pieza forjada en bruto o el producto intermedio, intensifica las ventajas antes mencionadas porque semejante temperatura baja de la herramienta permite usar aceros de trabajos en caliente convencionales para matrices de templado térmico sin que deba temerse un riesgo de una disminución de la dureza de los mismos durante la operación.

50 Un procedimiento en el que se realiza la conformación final como conformación rápida con una velocidad de deformación de > 0,3 mm/s, en particular de 0,5 a 5 mm/s, proporciona tanto ventajas en cuanto a la técnica de forjado como una microestructura sustancialmente mejorada de la pieza forjada.

Se puede usar ventajosamente el procedimiento para producir paletas de turbina, por ejemplo a partir de una aleación TNM.

55 La invención será explicada con mayor detalle mediante ejemplos de realización que representan cada uno solamente una vía del procedimiento.

Muestran de manera esquemática:

60 La fig. 1 en una vista y la fig. 2 en un corte axial, un recalado libre de un extremo de barra  
La fig. 3 en una vista y la fig. 4 en un corte axial, un recalado de un extremo de barra en un molde  
La fig. 5 zonas terminales recaladas en un molde de barras de una aleación a base de Ti-Al o un material precursor para un forjado de matriz  
 La fig. 1 y la fig. 2 un recalado de una barra 1 con una dilatación libre.

65 Una fuente de corriente (no mostrada) está unida con un terminal 2 y un asiento plano 3 conformado de manera ligeramente cóncava. Para una conformación se presiona una barra 1 en una prensa contra el asiento plano 3, en

donde entre el asiento plano 3 y el terminal 2 fluye corriente eléctrica que, en esta región, calienta la barra a través de la resistencia óhmica.

5 También se puede producir un calentamiento de una barra o una parte de una barra mediante una bobina de inducción y corriente alterna.

A través de una fuerza de recalado se produce, después de un calentamiento de una parte de una barra, un recalado de un extremo de la barra, en el caso dado, con dilatación libre.

10 Se ha mostrado que aleaciones a base de titanio-aluminio presentan propiedades de recalado particularmente buenas y no son propensas a pandeo. Además, a través de una tecnología de calor con paso de corriente eléctrica o a través de inducción es posible un calentamiento rápido y dirigido de una región de la barra, en donde se puede lograr un ajuste exacto de la temperatura de conformación en la así llamada ventana de deformación de la aleación.

15 La fig. 3 y la fig. 4 muestran un recalado de un extremo de una barra 1 en un molde 3 con configuración de una región terminal 11 conformada de la manera deseada.

De esta manera se puede producir una dimensión exacta de una pieza forjada en bruto para una conformación final.

20 Se fabricaron piezas en bruto, como se muestran esquemáticamente en la fig. 3 y en la fig. 4, para un forjado de paleta de turbina a partir de una barra con un diámetro de 30 mm 0 y una longitud de 225 mm a partir de una aleación Ti-43, 5Al- (Nb-Mo-B) 5 % en átomos. La longitud de fabricación fue de 192 mm con un diámetro de cabeza de 45 mm y una longitud de cabeza de 63 mm.

25 El tiempo de calentamiento y recalado fue de 60 s, en donde se había ajustado una corriente de calentamiento con 7740 A y una temperatura de conformación de 1250 °C.

La fig. 5 muestra piezas en bruto recaladas en un molde.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para fabricar una pieza forjada, en particular una paleta de turbina, a partir de una aleación gamma a base de titanio-aluminio, en el que se calienta un material de partida o precursor cilíndrico o con forma de barra en una o varias etapas en aquellos lugares en los que la pieza forjada a ser formada o la paleta de turbina a ser formada presenta una concentración de volumen, mediante el paso de corriente eléctrica o a través de inducción a lo largo del corte transversal a una temperatura superior a 1150 °C y se deforma a través de aplicación de fuerza, en particular por deformación de recalado y se elabora de esta manera una pieza forjada en bruto con diferentes superficies de corte transversal a lo largo de su extensión longitudinal, pieza en bruto que se termina por
- 10 deformación en una o varias etapas posteriores, en donde la o las etapas posteriores para la deformación final de la pieza forjada en bruto en cada caso se forma o se forman a partir de un revestimiento al menos parcial de la superficie con un agente reductor de la radiación térmica y, por tanto, del descenso de temperatura superficial, a partir de un calentamiento de la pieza forjada en bruto a temperatura de conformación, a partir de un calentamiento y a partir de una conformación de la misma, en particular en una matriz.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el agente reductor del descenso de temperatura superficial se forma a partir de una fase de óxido como componente principal y uno o varios adhesivos como aditivo así como componentes líquidos.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el agente de revestimiento se forma a partir de óxido de zirconio con una parte en % en peso de más de 70, preferentemente de 80 a 98, en particular de 90 a 97.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la deformación final se realiza en una matriz que presenta una temperatura de al menos 300 °C más baja que la pieza forjada en bruto.
- 30 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 4, en el que la deformación final se realiza en una matriz que presenta una temperatura que es hasta 900 °C, preferentemente hasta 800 °C más baja que la pieza forjada en bruto o el producto intermedio.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la conformación final se realiza como conformación rápida con una velocidad de deformación de > 0,3 mm/s, en particular de 0,5 a 5 mm/s.

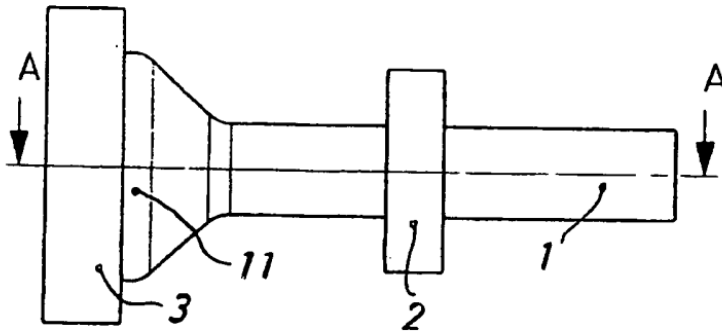


Fig. 1

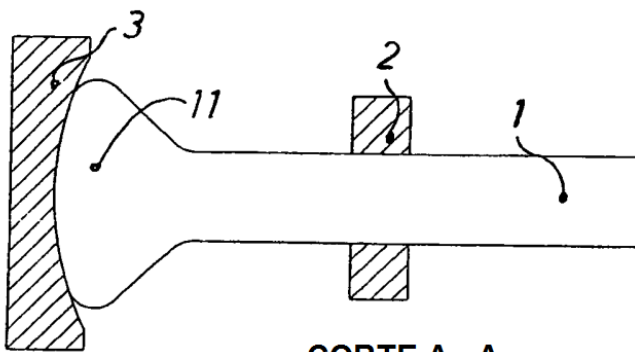


Fig. 2

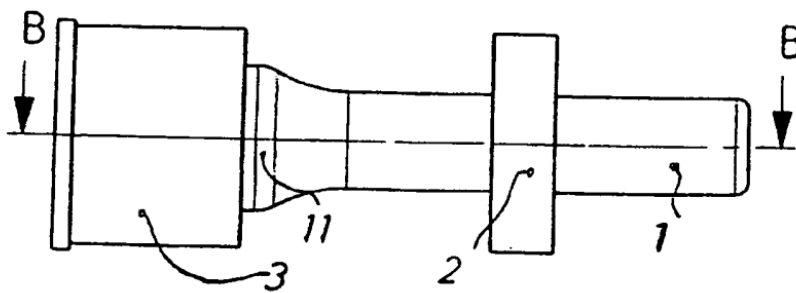


Fig. 3

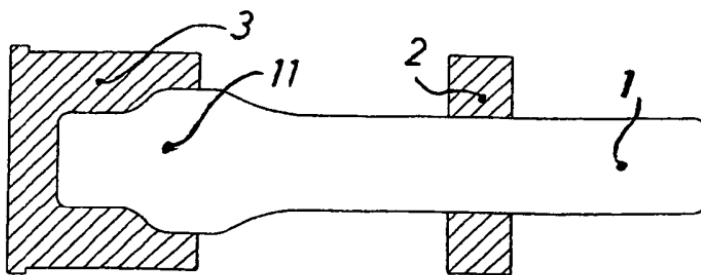


Fig. 4

CORTE B - B

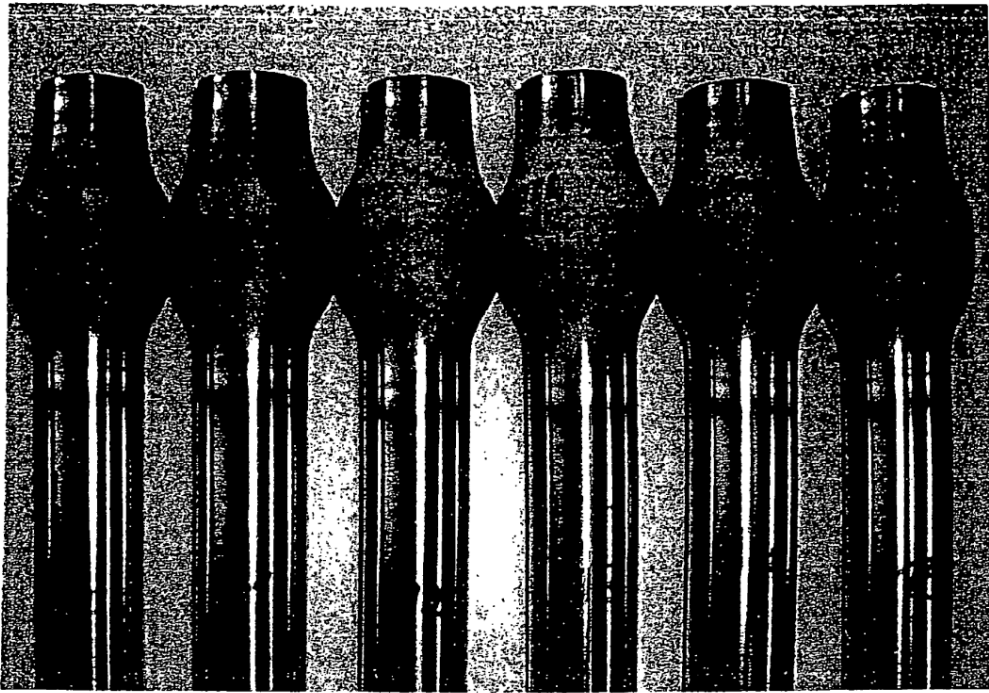


Fig . 5