

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 300**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/22** (2006.01)

**F01D 5/28** (2006.01)

**B23K 1/00** (2006.01)

**C23C 28/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2012 E 12788426 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2780552**

54 Título: **Blindaje de aletas de obturación de álabes de TiAl mediante recargue por soldadura inductiva de partículas de material duro**

30 Prioridad:

**17.11.2011 DE 102011086524**

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

**06.07.2016**

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES GMBH (100.0%)  
Dachauer Strasse 665  
80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**DANIELS, BERND y  
RICHTER, KARL-HERMANN**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

**ES 2 576 300 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**

Blindaje de aletas de obturación de álabes de TiAl mediante recargue por soldadura inductiva de partículas de material duro

5

**Antecedentes de la invención****Ámbito de la invención**

10 (0001) La invención presente hace referencia a un método para el blindaje de álabes de TiAl de turbomáquinas, así como un álabe de TiAl correspondiente.

**Estado de la técnica**

15 (0002) En turbomáquinas, como por ejemplo, turbinas de gas estacionarias o en motores de avión están previstos, en parte, componentes que se mueven con grandes velocidades en relación a otros componentes y que los rozan, al menos, durante el tiempo adaptador de marcha, de manera que resulta un contacto abrasivo. Por este motivo, este tipo de componentes tienen que estar provistos de blindajes para proteger a los componentes del desgaste. Esto es válido también, por ejemplo, para los nervios de obturación, las así denominadas aletas de obturación, que están previstas en los álabes de rodete de las correspondientes turbomáquinas.

20

(0003) Semejantes métodos y otros métodos para la aplicación de blindajes en los álabes de mecanismos de motores son conocidos, por ejemplo, en los documentos GB 2 294 951 A, WO 2008/135803 A1 y DE 10 2009 008 887 A1.

25

(0004) Al aplicar un correspondiente blindaje existe, sin embargo, la problemática de que para aplicar el blindaje posiblemente sean necesarias temperaturas del proceso que los materiales básicos del componente a ser blindado no soportan sin más. Esto es válido también, por ejemplo, para álabes de turbomáquinas, que están fabricados de materiales de TiAl. Este tipo de materiales que están formados, en su mayor parte, por titanio y aluminio para la formación de fases intermetálicas, como gamma TiAl, pueden estar provistos de los correspondientes blindajes sólo de un modo limitado, a causa de la limitada resistencia a las temperaturas.

30

(0005) Según el estado de la técnica, es conocido, por ejemplo, aplicar blindajes mediante proyección de plasma, y mediante una aplicación limitada local la carga de temperatura del material de TiAl se mantiene lo suficientemente baja. En efecto, son necesarios los correspondientes dispositivos de recubrimiento costosos, para aplicar una capa de proyección sólo en una zona local delimitada deseada. Además, este tipo de capas de material duro por proyección de plasma presentan problemas respecto a las propiedades adhesivas de manera que tienen que preverse capas intermedias con contenido de níquel, las cuales aumentan el esfuerzo y que además pueden conllevar la formación de fases de níquel-titanio frágiles.

35

(0006) Especialmente, la aplicación de blindajes en las aletas de obturación es complicada a causa de las relaciones geométricas y de las dimensiones.

40

(0007) En el documento DE 10 2007 056 454 A1 es conocido, en general, un método para el recubrimiento de componentes, en el cual se aplica una mezcla de un material de soldadura y un material de recubrimiento mediante la proyección de gas frío cinético y a continuación se calienta inductivamente. En efecto, también aquí es necesario un recubrimiento de zonas que no han de ser revestidas, en relación con la proyección de gas frío cinético, también en el caso de que se mantenga baja la carga de temperatura mediante la proyección de gas frío cinético.

45

**Manifestación de la invención**

50

**Objeto de la invención**

(0008) Por ello, es objeto de la presente invención proporcionar un método para el blindaje de los álabes de TiAl, y especialmente, de las aletas de obturación de álabes de TiAl, así como los correspondientes álabes de TiAl blindados, en los cuales los problemas del estado de la técnica sean eliminados o reducidos, y especialmente, se haga posible una fabricación eficiente con una carga de temperatura mínima para el material básico, de modo que las propiedades del componente de los álabes de TiAl no se modifiquen en la medida de lo posible.

55

**Solución técnica**

60

(0009) Este objetivo se cumple mediante un método con las características de la reivindicación 1<sup>a</sup>, así como un álabe de TiAl con las características de la reivindicación 12<sup>a</sup>. Configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

65

(0010) La invención parte del reconocimiento de que precisamente para álabes de TiAl es posible una aplicación técnica de soldadura de materiales mediante un calentamiento inductivo, sin que la carga de temperatura sea

demasiado alta para el material de TiAl, habida cuenta que en un calentamiento inductivo sólo se tien que calentar una zona local muy limitada.

5 (0011) Especialmente, un método de este tipo puede emplearse también para las aletas de obturación de álabes de TiAl difíciles de revestir.

10 (0012) Bajo el concepto de álabes de TiAl o materiales de TiAl en la invención presente se entienden materiales, los cuales están formados en su mayor parte de titanio y aluminio, o bien, con los componentes mayoritarios de titanio y aluminio. Especialmente, bajo el concepto de materiales, se entienden aquí aquéllos que presentan en su estructura, en una gran parte, fases intermetálicas como  $\gamma$ -TiAl o  $\alpha_2$ -Ti<sub>3</sub>Al. Los materiales correspondientes pueden estar aleados con otros elementos, como por ejemplo, niobio, manganeso o similares.

15 (0013) Las soldaduras, que se pueden usar para la aplicación técnica de soldadura de materiales duros, comprenden soldaduras a base de Ti, Ti60CuNi, Ti70CuNi, soldaduras a base de níquel, AMS47XX, AMS4775, AMS4776, AMS4777, AMS4778, AMS4779 y AMS4782, significando AMS "Aerospace Material Specification". Bajo la soldadura a base de Ti se entiende aquí una soldadura que presenta, como por ejemplo, Ti60CuNi o Ti70CuNi, una parte predominante de titanio o en que el titanio representa el mayor componente. En Ti60CuNi o Ti70CuNi, la proporción de titanio está en un 60 ó un 70% en peso.

20 (0014) Además pueden emplearse soldaduras a base de níquel, en las que a su vez el níquel representa la proporción predominante o el componente mayor. Soldaduras de níquel conocidas se venden con las denominaciones AMS47XX, siendo XX los indicadores para cifras entre 1 y 9. Ejemplos especiales que son adecuados para la invención presente, son AMS4775 con 14% en peso de cromo, 4,5% en peso de hierro, 4,5% en peso de silicio, 3,1% en peso de boro y 0,7% en peso de carbono y el resto níquel, así como AMS4776 con 14% en peso de cromo, 4,5% en peso de hierro, 4,5% en peso de silicio, 3,1% en peso de boro y el resto níquel, ASM4777 con 7% en peso de cromo, 3% en peso de hierro, 4,1% en peso de silicio, 3% en peso de boro y el resto níquel, AMS4778 con 4,5% en peso de silicio, 2,9% en peso de boro, y el resto níquel, AMS4779 con 3,5% en peso de silicio, 1,9% en peso de boro y el resto níquel, así como AMS4782 con 19% en peso de cromo, 10% en peso de silicio y el resto níquel.

30 (0015) Los materiales duros que se aplican en una mezcla de, al menos, un material duro y, al menos, una soldadura sobre el álabe de TiAl, pueden comprender óxido de aluminio, nitruro de boro, nitruro de boro cúbico, carburo de silicio y carburo de titanio.

35 (0016) La mezcla de material duro y soldadura puede seleccionarse en una proporción de 1:1 hasta 9:1 de material duro respecto a la soldadura.

40 (0017) Para la aplicación de la mezcla de material duro y la soldadura pueden sinterizarse un metal de aportación preformado de correspondientes partículas de material duro y soldadura, que entonces, por ejemplo, puede estar dispuesto mediante un adhesivo o mediante una unión de soldadura, como por ejemplo, una unión soldada por puntos, especialmente, una unión soldada por puntos de resistencia sobre el álabe de TiAl, para a continuación soldarlo mediante calentamiento inductivo. Junto al metal de aportación preformado pueden también emplearse las correspondientes cintas de soldadura, que pueden estar conformadas como componentes en forma de bandas, y que en lugar de una unión de sinterización de las partículas de polvo de material duro y soldadura puede presentar una sustancia aglutinante para mantener las partículas de polvo en forma de cintas. Este tipo de cinta de soldadura puede estar dispuesto también, por ejemplo, mediante un adhesivo sobre el álabe de TiAl para a continuación ser soldado mediante el efecto de la temperatura.

50 (0018) Además es posible aplicar la mezcla del material duro y la soldadura en forma de una pasta, la cual adicionalmente a las partículas de material duro y a la soldadura comprende un ligante orgánico que mantiene la pasta en un estado fluido, de manera que la pasta puede ser aplicada mediante estucado o impresión sobre el álabe de TiAl. El ligante orgánico de una pasta de soldadura puede presentar una proporción del 5 hasta el 30% en peso, especialmente, del 10 hasta el 20% en peso del peso total de la pasta de soldadura, estando presentes las proporciones de soldadura y material duro, como se indicó más arriba, en una proporción de 1:1 hasta 9:1 del material duro respecto a la soldadura.

60 (0019) El metal de aportación preformado, las cintas de soldadura o la pasta de soldadura pueden ser soldadas a temperaturas en el ámbito de 900 C° hasta 1100 C°, especialmente 940 C° hasta 1060 C°, preferiblemente en el ámbito de 960 C° hasta 1020 C° sobre el álabe de TiAl, pudiéndose elegir los tiempos de detención de las respectivas temperaturas en el ámbito de 30 segundos hasta diez minutos, preferiblemente, en el ámbito de un minuto hasta dos minutos.

65 (0020) Después de una recarga por fusión de la soldadura, la mezcla soldada puede controlarse con tasas de enfriamiento en el ámbito de 10 kelvin por minuto hasta 100 kelvin por minuto, preferiblemente, puede ser enfriada por encima de la transición elástica-dúctil.

**Breve descripción de las figuras**

(0021) Los dibujos adjuntos muestran de un modo puramente esquemático

Fig. 1 una representación de la soldadura conforme a la invención de un blindaje mediante un metal de aportación preformado presinterizado, y

Fig. 2 una representación de la soldadura de una pasta de soldadura para la fabricación conforme a la invención de un blindaje sobre una aleta de soldadura de un álabe de TiAl.

**Ejemplos de ejecución**

(0022) Otras ventajas, indicaciones y características de la invención presente se aclaran mediante la descripción siguiente detallada de ejemplos de ejecución en base a los dibujos adjuntos. En efecto, la invención no queda limitada a este ejemplo de ejecución.

(0023) La Fig. 1 muestra una vista de corte transversal a través de una parte de un álabe de TiAl, mostrándose en la Fig. 1 solamente el extremo de un nervio de obturación o de una aleta de obturación (1). El extremo de un nervio de obturación (1), el cual está dispuesto para la obturación contra un cuerpo fijo de la turbomáquina, y con ello, está en contacto de rozamiento, debe presentar mediante un blindaje correspondiente una resistencia al desgaste mejorada.

(0024) Para esta finalidad, en el extremo de la aleta de obturación (1) hay dispuesto un metal de aportación preformado presinterizado (2), que está formado de una mezcla de, al menos, un material duro y una soldadura.

(0025) El metal de aportación preformado (2) es sinterizado a partir de una mezcla de polvos de partículas de material duro y partículas de soldadura en una forma deseada, como se representa, por ejemplo, en la Fig. 1 en un corte transversal. Como ejemplo, en la zona de la superficie de obturación de la aleta de obturación (1) están representadas partículas de material duro (3) sobresalientes.

(0026) Tras la disposición del metal de aportación preformado (2) se calientan inductivamente el metal de aportación preformado (2), así como la zona del extremo de la aleta de obturación (1) en la cual está dispuesto el metal de aportación preformado (2), para lo cual hay dispuesta una bobina (4) con un generador de alta frecuencia (5) para generar campos alternativos magnéticos de alta frecuencia. Mediante una disposición adecuada de la bobina (4) en la zona de la aleta de obturación (1) que ha de ser calentada y en la zona del metal de aportación preformado (2) se hace posible una adecuada introducción del calor limitada a la zona de la soldadura. La soldadura se lleva a cabo, según el material de soldadura, bajo el vacío o con gas protector.

(0027) Al usarse un metal de aportación preformado (2) con, por ejemplo, un 50% de proporción de partículas de óxido de aluminio y un 50% de proporción del material de soldadura AMS4777 con el 7% en peso de cromo, 3% en peso de hierro, 4,1% en peso de silicio, 3% en peso de boro y el resto de níquel, se calientan el metal de aportación preformado (2) y el extremo de la aleta de obturación (1) a una temperatura en el ámbito de 1000 C° hasta 1080 C°, preferiblemente 1020 °C hasta 1060°C, y se mantiene durante uno a dos minutos a esta temperatura. Después, la potencia del generador de alta frecuencia (5) es descendido de forma que se alcanza un enfriamiento controlado con una velocidad de enfriamiento en el ámbito de 50 kelvin por minuto. Si fuera necesario, puede producirse un enfriamiento adicional, por ejemplo, mediante un ventilador o similar. El uso de un ventilador es en principio sólo posible en el caso de que se suelde en atmósfera de recalcificación.

(0028) Mediante el tratamiento térmico, el metal de aportación del metal de aportación preformado (2) se funde y con las partículas de material duro (3), así como con el material básico de TiAl del álabe de TiAl o de la aleta de obturación (1) forma una conexión fija muy fuerte, de manera que las partículas de material duro se contienen de forma segura en una matriz a partir del material de soldadura.

(0029) La Fig. 2 muestra una forma de ejecución alterativa en la cual una aleta de obturación de un álabe de TiAl se blindo mediante el calentamiento inductivo usando una bobina (4) y un generador de alta frecuencia (5). En efecto, el blindaje no se aplica como en el ejemplo de ejecución de la Fig. 1 mediante un metal de aportación preformado (2), sino que en la aleta de obturación (1) se aplica una pasta de soldadura (6), que a su vez comprende partículas de material duro, así como partículas de una soldadura (7). Estas partículas de polvos de material duro (3) y soldadura (7), sin embargo, son absorbidas en la pasta de soldadura por un ligante orgánico (8), el cual posibilita la aplicación de la pasta de soldadura (6), por ejemplo, mediante un recubrimiento sobre la aleta de obturación (1).

(0030) Después de la aplicación de la pasta de soldadura (6), la zona de soldadura con la pasta de soldadura (6) y el extremo de la aleta de obturación (1), en el que se aplica la pasta de soldadura, se calienta inductivamente correspondientemente, de forma que primeramente el ligante (8) se disuelve y/o se evapora y a continuación la soldadura fundida (7) envuelve a las partículas de material duro (3) y se une fuertemente con la aleta de obturación (1).

(0031) Las temperaturas de soldadura y las duraciones de detención pueden elegirse similarmente al ejemplo de ejecución de la Fig. 1, estando previsto, sin embargo, un periodo de calentamiento más largo para la disolución y/o para la evaporación del ligante.

(0032) Aunque la invención presente en base a los ejemplos de ejecución han sido descritos en detalle, para el experto está claro que la invención no queda limitado a estos ejemplos de ejecución, sino que más bien son posibles variaciones de tal modo que se pueden suprimir características individuales o se pueden elegir otras combinaciones de características. La invención presente manifiesta todas las combinaciones de las características presentadas.

**REIVINDICACIONES**

1ª.- Método para el blindaje de álabes de TiAl de turbomáquinas, que comprende los pasos:

- 5 - Disposición de un álabe de TiAl,
- Aplicación de una mezcla de, al menos, un material duro y, al menos, una soldadura sobre el álabe de TiAl, siendo la soldadura una soldadura a base de níquel, que se caracteriza por:
- La soldadura de la mezcla sobre el álabe de TiAl mediante calentamiento inductivo.

10 2ª.- Método según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que se aplica el blindaje sobre la aleta de obturación del álabe de TiAl.

15 3ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el material duro se elige del grupo que comprende óxido de aluminio, nitruro de boro, nitruro de boro cúbico, nitruro de titanio, carburo de silicio, carburo de wolframio y carburo de titanio.

4ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la mezcla de material duro y soldadura se elige en la proporción de 1:1 hasta 9:1 entre materiales duros y soldadura.

20 5ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la mezcla de soldadura y material duro se aplica en una forma sobre el álabe de TiAl, que se elige del grupo que comprende la aplicación en forma de cinta de soldadura, de metales de aportación preformados sinterizados y pastas de soldadura.

25 6ª.- Método según la reivindicación 5ª, que se caracteriza por que el metal de aportación preformado o la cinta de soldadura se fijan mediante un adhesivo o mediante una soldadura, especialmente, mediante soldadura por puntos, preferiblemente, mediante soldadura por puntos por resistencia antes del proceso de soldadura sobre el álabe de TiAl.

30 7ª.- Método según la reivindicación 5ª, que se caracteriza por que la pasta de soldadura comprende adicionalmente un ligante orgánico y se aplica mediante procesos para la aplicación de materiales fluidos, especialmente, mediante estucado o impresión, sobre el álabe de TiAl.

35 8ª.- Método según la reivindicación 7ª, que se caracteriza por que el ligante orgánico se elige con una proporción del 5% en peso hasta el 30% en peso, especialmente del 10% en peso al 20% en peso del peso total de la pasta de soldadura.

40 9ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que las temperaturas de soldadura son elegidas en el ámbito de 900°C hasta 1100 °C, especialmente 940°C hasta 1060°C, preferiblemente en el ámbito de 960°C hasta 1020°C.

10ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que los tiempos de detención, con los cuales se mantiene la mezcla de material duro y soldadura a temperatura de soldadura, se eligen en el ámbito de 30 segundos hasta 10 minutos, preferiblemente, en el ámbito de 1 minuto hasta 2 minutos.

45 11ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la mezcla soldada controlada con tasas de enfriamiento, se enfrían en el ámbito de 10 K/min hasta 100 K/min, preferiblemente, 30 K/min hasta 70 K/min.

50 12ª.- Álabe de TiAl para una turbomáquina, especialmente para un motor de avión, preferiblemente fabricado con el método según una de las reivindicaciones anteriores, con un cuerpo básico de TiAl y un blindaje que consiste en una mezcla de partículas duras y material de soldadura, y la soldadura se elige del grupo que comprende una soldadura a base de níquel, AMS47XX, AMS4775, AMS4776, AMS4777, AMS4778, AMS4779 y AMS4782, y el material duro se elige del grupo que comprende óxido de aluminio, nitruro de boro, nitruro de boro cúbico, carburo de silicio y carburo de titanio.

55 13ª.- Álabe de TiAl según la reivindicación 12ª, que se caracteriza por que la mezcla de material duro y soldadura está presente en una proporción de 1:1 hasta 9:1 entre material duro y soldadura.

60 14ª.- Álabe de TiAl según la reivindicación 12ª o 13ª, que se caracteriza por que el blindaje se aplica sobre las aletas de obturación del álabe de TiAl.

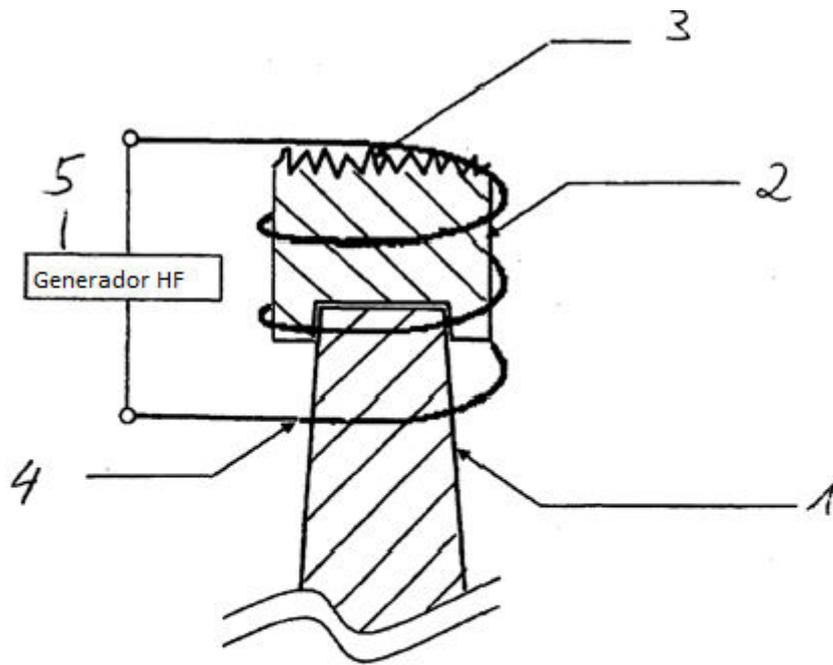


Fig. 1

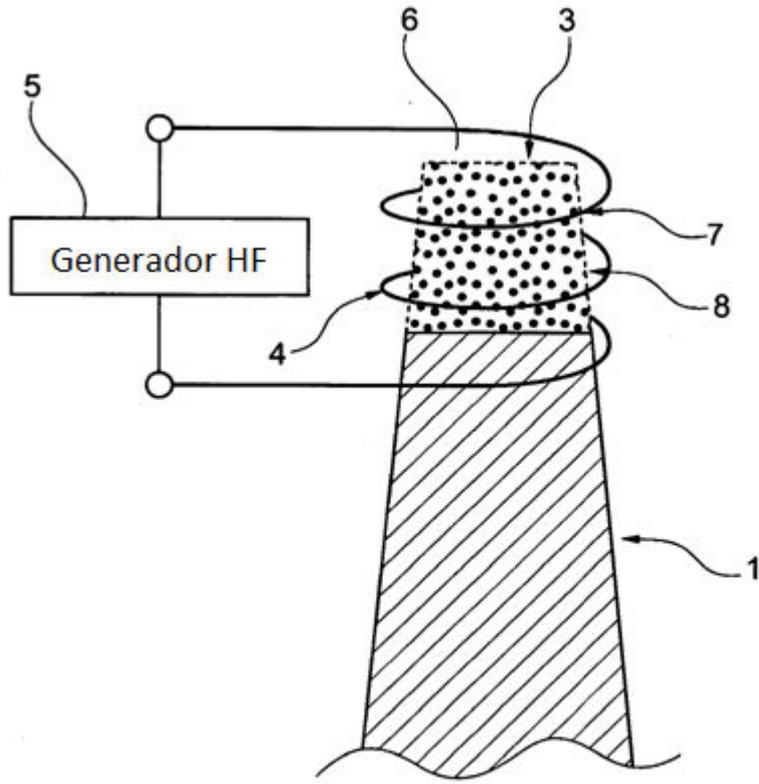


Fig. 2