

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 168**

51 Int. Cl.:

C23C 10/60	(2006.01)
C23C 10/28	(2006.01)
C23C 10/30	(2006.01)
C23C 28/04	(2006.01)
F01D 5/28	(2006.01)
B23K 101/00	(2006.01)
C23C 24/10	(2006.01)
B23K 1/00	(2006.01)
C23C 28/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2014 E 14178395 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2840166**

54 Título: **Capa protectora frente al desgaste intermetálica para materiales de titanio**

30 Prioridad:

19.08.2013 DE 102013216393

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

07.12.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WERNER, ANDRÉ;
DANIELS, BERND y
STRASSER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 693 168 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

Capa protectora frente al desgaste intermetálica para materiales de titanio

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una capa protectora frente al desgaste, en particular sobre piezas de construcción de turbinas de gas o motores de avión, que están formadas al menos parcialmente de un material de titanio. Además, la presente invención se refiere a una pieza de construcción de este tipo para turbinas de gas o motores de avión con una correspondiente capa protectora frente al desgaste.

Estado de la técnica

- 10 En turbomáquinas, tal como turbinas de gas estacionarias o motores de avión, se exponen a fuertes cargas las piezas de construcción, tal como por ejemplo álabes, debido a las condiciones del entorno exteriores imperantes con altas temperaturas, medios oxidantes y corrosivos y altas velocidades de giro y de flujo, que pueden conducir entre otras cosas al desgaste, en particular desgaste por fatiga y/o abrasivo de las piezas de construcción.

- 15 Esto se aplica en particular para piezas de construcción que están formadas de materiales de titanio, cuya parte constituyente principal está constituida por consiguiente por titanio. Como parte constituyente principal de la composición química se entiende según esto el elemento químico, cuya proporción en la composición química corresponde absolutamente a la mayor proporción del material, o sea en el caso de materiales de titanio que corresponde a titanio. Por materiales de titanio se entiende en particular también materiales a base de compuestos intermetálicos, tal como por ejemplo aluminuros de titanio. De manera correspondiente se subsuma en la presente solicitud también una aleación que está constituida por ejemplo por partes constituyentes de igual dimensión de titanio y aluminio con el término "material de titanio".

- 20 Dado que la problemática del desgaste para piezas de construcción de turbinas de gas o motores de avión ya se conoce, existe en el estado de la técnica distintas propuestas para capas protectoras, las denominadas capas protectoras frente al desgaste que deben reducir el desgaste de las piezas de construcción. En particular se conocen los más diversos revestimientos que presentan una dureza alta para reducir mediante esto el desgaste. Las distintas capas protectoras frente al desgaste pueden aplicarse de distinta manera sobre las piezas de construcción, por ejemplo mediante moldeado por inyección térmico, soldaduras de deposición, deposición física en fase vapor (*physical vapour deposition* - PVD) o deposición química en fase vapor (*chemical vapour deposition* - CVD) o mediante soldaduras indirectas de deposición. Sin embargo, en el caso de las soluciones conocidas hasta ahora puede observarse con frecuencia el problema de que la adherencia, es decir la unión de la capa protectora frente al desgaste al material base de la pieza de construcción no es suficiente, de modo que se produce un desprendimiento de la capa protectora frente al desgaste.

- 25 Además pueden producirse problemas en la aplicación de capas protectoras frente al desgaste mediante incompatibilidades con el material base. Así, el documento US 8.393.528 B2 describe la aplicación de un material protector frente al desgaste que se aplica mediante soldadura en forma de un cuerpo fabricado de manera separada sobre una aleación de TiAl, para evitar el mezclado de la aleación de TiAl con la aleación de materia dura, tal como por ejemplo de una aleación de cobalto-cromo, para excluir debido a ello fases frágiles y formación de grietas. Sin embargo es muy costoso un procedimiento de este tipo con la fabricación separada de una pieza de construcción estable frente al desgaste y la posterior aplicación de la pieza de construcción sobre la superficie que va a protegerse.

- 30 Un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 y una pieza de construcción según el preámbulo de la reivindicación 8 se conocen por ejemplo por el documento EP 2 522 452 A1. Un procedimiento de reparación para la sustitución de un revestimiento de Al sobre un sustrato de aleación, que se basa en al menos un elemento del grupo Fe, Co y Ni, se conoce por el documento US7093335B2. Este procedimiento comprende la aplicación de un revestimiento de sustitución sobre una zona de difusión, después de lo cual se separó una zona de revestimiento exterior por la zona de difusión.

Divulgación de la invención

Objetivo de la invención

- 35 Por tanto, el objetivo de la presente invención es facilitar una capa protectora frente al desgaste para materiales de titanio, así como un correspondiente procedimiento de fabricación que permitan una aplicación sencilla y generación de la capa protectora frente al desgaste con al mismo tiempo buena estabilidad frente al desgaste y adherencia de la capa protectora frente al desgaste al material base de la pieza de construcción.

Solución técnica

Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 así como una

pieza de construcción con las características de la reivindicación 8. Las configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 La invención se basa en la idea de que las partes constituyentes duras necesarias para la estabilidad frente al desgaste de una capa protectora frente al desgaste puedan generarse directamente en la fabricación y aplicación de la capa protectora frente al desgaste, de modo que pueda mejorarse al mismo tiempo la fuerza de adherencia de la capa protectora frente al desgaste. Para ello, sobre la superficie que contiene el material de titanio de la pieza de construcción que va a protegerse se aplica una soldadura con una aleación a base de cobalto y se suelda con la pieza de construcción, de modo que mediante el proceso de difusión en el tratamiento térmico durante la soldadura se produce al menos una zona de difusión que presenta fases intermetálicas que presentan la dureza necesaria para fases de materia dura en revestimientos de protección frente al desgaste. De manera correspondiente puede servir la zona de difusión al menos como parte de una capa protectora frente al desgaste. Al mismo tiempo, mediante la difusión de partes constituyentes de la soldadura en el material de titanio y/o del material de titanio en la soldadura y la formación de la zona de difusión se genera una buena fuerza de adherencia.

15 Por material a base de cobalto se entiende, de manera similar a en el caso del material de titanio, cualquier material cuya parte constituyente principal, o sea la parte constituyente con la mayor proporción en la composición química, sea cobalto. La soldadura de cobalto puede comprender sin embargo otros elementos, tal como cromo, molibdeno, hierro, níquel, wolframio, tántalo, titanio, zirconio y silicio, formándose fases intermetálicas mediante la difusión de las partes constituyentes de la soldadura hacia el interior del material de titanio y de los elementos del material de titanio, tal como por ejemplo molibdeno, niobio, aluminio, boro y silicio desde el material de titanio hacia la soldadura, que se basan por ejemplo en los sistemas binarios Co-Ti, Co-Al, Ti-B y Mo-Si. Sin embargo, las correspondientes fases intermetálicas presentan no sólo dos elementos como partes constituyentes, sino que contienen elementos adicionales. Únicamente, las fases intermetálicas que se forman pueden basarse en particular de manera cristalográfica en los sistemas binarios designados anteriormente.

20 Dado que las zonas de difusión con las fases intermetálicas formadas en ellas presentan la dureza deseada para una capa protectora frente al desgaste, se separa la soldadura en exceso por las zonas de difusión tras la realización de la soldadura, de modo que la al menos una zona de difusión formada se encuentra como capa protectora frente al desgaste en la superficie de la pieza de construcción tratada de manera correspondiente.

25 En la soldadura pueden estar previstas adicionalmente partículas de fase dura, tal como por ejemplo fases cerámicas y/o intermetálicas, que se depositan mediante el proceso de soldadura en la capa protectora frente al desgaste producida. Por ejemplo pueden formarse las partículas de fase dura mediante fases de Laves de una aleación de materia dura que puede mezclarse con la soldadura.

30 La soldadura puede aplicarse en distintas formas por ejemplo pasta o producto semiacabado, en particular como la denominada cinta de soldadura, en la que la soldadura se encuentra por ejemplo como banda o placa que pueden aplicarse sobre la pieza de construcción que va a revestirse y allí pueden soldarse.

35 La soldadura puede realizarse a temperaturas de 1.000 °C a 1.200 °C, en particular de 1.100 °C a 1.200 °C, y preferentemente de 1.150 °C a 1.200 °C con un tiempo de detención de 2 minutos a 10 minutos bajo gas protector o vacío. Además de un calentamiento completo de la pieza de construcción que va a protegerse con la soldadura aplicada puede estar previsto también un calentamiento local sólo de la zona de soldadura o bien de la zona de superficie, por ejemplo mediante calentamiento inductivo. Mediante el proceso de soldadura se forma en la superficie de la pieza de construcción tratada o bien por debajo de la soldadura aplicada al menos una zona de difusión, en la que se han depositado fases intermetálicas que contienen cobalto y/o titanio y dependiendo de la composición del material de titanio y/o de la soldadura pueden contener otros elementos químicos, tal como por ejemplo cromo, molibdeno, hierro, níquel, wolframio, tántalo, titanio, zirconio, aluminio, niobio, boro y/o silicio.

40 En particular puede formarse una zona de difusión de dos capas con una zona de difusión que se extiende en el material de titanio y una zona de difusión que se extiende en el revestimiento que contiene cobalto, que se producen mediante la difusión en el material base de la pieza de construcción y desde el material base de la pieza de construcción hacia la soldadura de cobalto.

Breve descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos muestran en representación puramente esquemática en

- 50 la figura 1 una sección transversal parcial por una superficie de pieza de construcción que va a revestirse con una pasta de soldadura aplicada;
- la figura 2 una vista en corte parcial por la superficie de pieza de construcción de la figura 1 tras la realización del proceso de soldadura; y en
- 55 la figura 3 una vista en corte parcial por la superficie de la pieza de construcción de las figuras 1 y 2 tras la separación del material de soldadura en exceso con una capa protectora frente al desgaste de dos capas.

Ejemplo de realización

Otras ventajas, características y rasgos de la presente invención se aclaran en la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización por medio de las figuras adjuntas. Sin embargo, la invención no está limitada a este ejemplo de realización.

5 La figura 1 muestra un corte por una parte de una superficie de una pieza de construcción 1, estando aplicada sobre la superficie una pasta de soldadura 2. La superficie de la pieza de construcción de la pieza de construcción 1 está formada de un material de titanio, tal como por ejemplo una aleación de TiAl, que puede presentar casi con iguales proporciones como partes constituyentes principales titanio y aluminio, así como otras partes constituyentes de aleación tal como niobio y molibdeno. La pasta de soldadura 2 está formada de una mezcla de una soldadura a base de cobalto y partículas de fase dura, por ejemplo, en forma de una aleación de materia dura. Por ejemplo, la soldadura a base de cobalto puede estar formada mediante la aleación MAR-M-509 (marca de la empresa Martin Marietta) que comprende del 6,5 % al 7,5 % en peso de wolframio, del 3 % al 4 % en peso de tántalo, del 22,5 % al 24,35 % en peso de cromo, del 0,55 % al 0,65 % en peso de carbono, del 9 % al 11 % en peso de níquel, así como titanio y zirconio y el resto cobalto. En esta aleación de cobalto puede estar introducida mediante mezclado la aleación de materia dura Tribaloy T-800 (marca de Deloro Stellite Holdings Corporation) en forma de polvo.

10 La pieza de construcción 1 con la pasta de soldadura 2 puede recocerse a una temperatura entre 1.150 °C y 1.200 °C y un tiempo de detención de 5 minutos a vacío y a continuación se enfría rápidamente, de modo que mediante el tratamiento térmico tiene lugar un proceso de soldadura, en el que se une la pasta de soldadura 2 mediante procesos de difusión de manera sólida con la pieza de construcción 1. Mediante la correspondiente difusión de partes constituyentes de la pieza de construcción 1 en la pasta de soldadura 2 puede formarse, tal como se muestra en la figura 2, una zona de difusión 3, mientras que mediante difusión de partes constituyentes de la pasta de soldadura 2 en la pieza de construcción 1 se forma una zona de difusión 4, presentando las zonas de difusión distintas composiciones. Así puede presentar por ejemplo la zona de difusión 3 un 11 % en peso de cromo, un 4 % en peso de níquel, un 13 % en peso de molibdeno, un 2 % en peso de silicio, un 13 % en peso de titanio, un 8 % en peso de aluminio y un 1 % en peso de niobio así como el resto cobalto, mientras que la zona de difusión 4 puede presentar un 21 % en peso de cromo, un 12 % en peso de molibdeno, un 1 % en peso de silicio, un 12 % en peso de titanio, un 6 % en peso de aluminio y un 1 % en peso de niobio así como el resto cobalto. Adicionalmente puede formarse una zona de unión que se extiende adicionalmente en el material base de la pieza de construcción 1 con bajas proporciones de cobalto y cromo (no mostrada).

20 En las zonas de difusión se produce la formación de fases intermetálicas, en particular de fases de Co-Ti intermetálicas, fases de Co-Al, fases de Ti-B y fases de Mo-Si. Estas fases intermetálicas presentan junto con las partículas de materia dura depositadas una alta dureza y resistencia, de modo que las zonas de difusión sean resistentes a la abrasión y estables frente al desgaste.

25 De manera correspondiente, para el acabado de la capa protectora frente al desgaste se separa la pasta de soldadura 2 que queda, de modo que las zonas de difusión 3,4 se encuentren en la superficie de la pieza de construcción 1 tratada de manera correspondiente (véase la figura 3).

30 En lugar de una pasta de soldadura con una mezcla de una soldadura a base de cobalto y partículas de fase dura puede preverse también sólo una soldadura a base de cobalto sin deposición adicional de partículas de fase dura, dado que ya mediante las fases intermetálicas que se producen durante el proceso de soldadura se proporciona una suficiente resistencia, así como dureza y por consiguiente estabilidad frente al desgaste.

35 En lugar de una pasta de soldadura puede aplicarse la soldadura también en otra forma, por ejemplo, en forma de una cinta de soldadura, es decir de un producto semiacabado del material de soldadura que puede presentar para la obtención de la estabilidad dimensional adicionalmente un aglutinante adecuado.

40 En lugar de un tratamiento término completo de la pieza de construcción que va a dotarse de la capa protectora frente al desgaste durante la soldadura puede ser suficiente también un calentamiento local en la zona de la superficie de la pieza de construcción o bien en la zona de la aplicación de soldadura. Por ejemplo, podría realizarse la soldadura de manera inductiva para no cargar térmicamente el material base de la pieza de construcción.

45 En lugar de las dos zonas de difusión descritas en el ejemplo de realización es también posible que se forme únicamente una única zona de difusión homogénea.

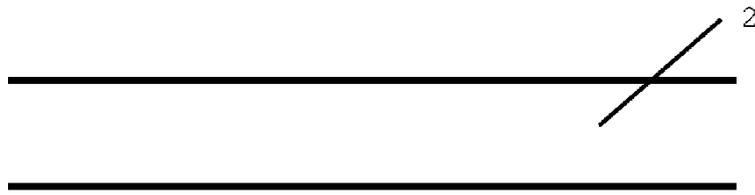
50 Mediante la formación de las zonas de difusión se forman por un lado fases intermetálicas duras y por consiguiente que elevan la estabilidad frente al desgaste y por otro lado se realiza una unión íntima de la capa protectora frente al desgaste mediante la interdifusión de soldadura y material base de la pieza de construcción. De manera correspondiente se proporciona por tanto una buena fuerza de adherencia de la capa protectora frente al desgaste.

55 Aunque se ha descrito en detalle la presente invención por medio del ejemplo de realización, es lógico para el experto que la invención no está limitada a este ejemplo de realización, sino que más bien son posibles desviaciones de manera que puedan omitirse características individuales o puedan materializarse otro tipo de combinaciones de características, sin que se abandone el alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

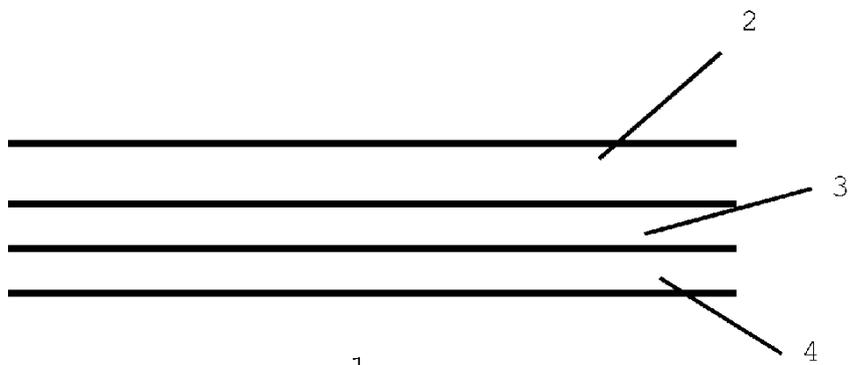
1. Procedimiento para la fabricación de una capa protectora frente al desgaste, en particular sobre piezas de construcción de turbinas de gas o motores de avión, que comprende:
- 5 facilitar una pieza de construcción (1) con un material de titanio al menos en una parte de una superficie de la pieza de construcción, sobre la que debe generarse la capa protectora frente al desgaste,
- aplicar una soldadura (2) que está formada de un material a base de cobalto sobre el material de titanio,
- soldar la soldadura con el material de titanio mediante introducción de calor y generación al menos de una zona de difusión (3,4) entre la soldadura y el material de titanio, que comprende fases intermetálicas;
- caracterizado por
- 10 la separación de la soldadura en exceso (2) por la zona de difusión, de modo que la al menos una zona de difusión formada se encuentra como capa protectora frente al desgaste en la superficie de la pieza de construcción tratada de manera correspondiente.
2. Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que la soldadura (2) comprende partículas de fase dura, en particular fases cerámicas o intermetálicas.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la soldadura (2) se aplica en forma de una pasta o de un producto semiacabado.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la soldadura comprende como parte constituyente principal cobalto y uno o varios elementos del grupo que comprende cromo, molibdeno, hierro, níquel, wolframio, tántalo, titanio, zirconio y silicio.
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el material de titanio comprende titanio como parte constituyente principal y uno o varios elementos del grupo que comprende molibdeno, niobio, aluminio, boro y silicio.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la soldadura se realiza a temperaturas de 1000 °C a 1200 °C, en particular de 1100 °C a 1200 °C, preferentemente de 1150 °C a 1200 °C y/o un tiempo de detención de 2 min a 10 min y/o con gas protector o vacío.
- 25 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la zona de difusión comprende fases intermetálicas a base al menos de uno de los sistemas binarios del grupo que presenta Co - Ti, Co - Al, Ti - B y Mo - Si.
8. Pieza de construcción para turbinas de gas o motores de avión con un material de titanio en al menos una parte de una superficie de la pieza de construcción (1) y con una capa protectora frente al desgaste (3,4) que está aplicada sobre el material de titanio y que se ha aplicado con un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la capa protectora frente al desgaste presenta al menos una zona de difusión (3,4) con una proporción de cobalto y fases intermetálicas que contienen cobalto y titanio; caracterizada por que mediante la separación de la soldadura en exceso (2) se encuentra la al menos una zona de difusión (3,4) formada como capa protectora frente al desgaste en la superficie de la pieza de construcción tratada de manera correspondiente.
- 30 35 9. Pieza de construcción según la reivindicación 8, caracterizada por que se extiende la zona de difusión (3,4) hacia dentro en el material de titanio y/o se extiende hacia fuera en un revestimiento que contiene Co.
10. Pieza de construcción según la reivindicación 8 o 9, caracterizada por que la zona de difusión comprende partículas de materia dura depositadas.
- 40 11. Pieza de construcción según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizada por que la zona de difusión (3,4) como parte constituyente principal comprende cobalto y uno o varios elementos del grupo que comprende cromo, molibdeno, hierro, níquel, wolframio, tántalo, titanio, zirconio, aluminio, niobio, boro y silicio.

Fig. 1



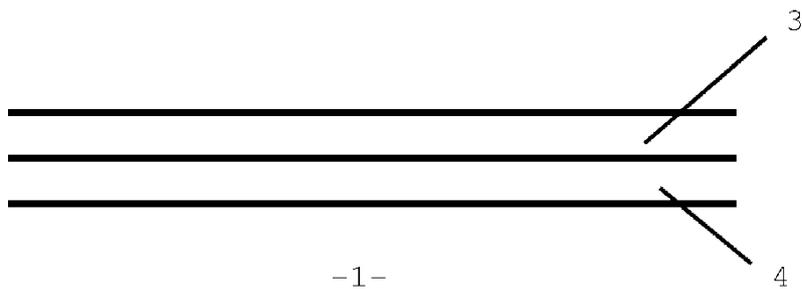
-1-

Fig. 2



-1-

Fig. 3



-1-