

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 711**

51 Int. Cl.:

B23K 9/04 (2006.01)

B23K 26/34 (2014.01)

F01D 5/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.06.2011 PCT/DE2011/001299**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2012 WO12069029**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2011 E 11831790 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 2590773**

54 Título: **Método y dispositivo para aplicar capas de material a una pieza de trabajo de TiAl**

30 Prioridad:

05.07.2010 DE 102010026084

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

05.11.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**RICHTER, KARL-HERMANN;
HANRIEDER, HERBERT;
DUDZIAK, SONJA y
GRÜNINGER, ALBERT**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 791 711 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

Método y dispositivo para aplicar capas de material a una pieza de trabajo de TiAl

- 5 La invención se refiere a un método para aplicar capas de material a una pieza de trabajo de TiAl, en particular para el acabado de la superficie, el blindaje, la reparación o la fabricación de piezas de trabajo de TiAl. La patente de los Estados Unidos núm. US-A-5554837 muestra un tipo.
- 10 Los materiales hechos de aluminuros de titanio (TiAl) no se consideran adecuados para la soldadura por fusión y por tanto tampoco son adecuados para la soldadura por deposición.
- 15 De la patente alemana núm. DE 60 2006 000 955 T2 se conoce un método para la reparación de paletas de turbina hechas, por ejemplo, de Ti17 o RA6V mediante soldadura láser por deposición con polvo, en donde un polvo del mismo tipo, pero no necesariamente de idéntico material con una clasificación de grano de preferentemente entre 30 y 100 μm se alimenta a través de una boquilla anular concéntrica con el rayo láser.
- 20 La patente alemana núm. DE 39 42 051 A1 describe un método para fabricar objetos mediante la aplicación por capas. El método se ejemplifica para el montaje completo o la reparación de una paleta de compresor. En este método, un rayo láser funde un sustrato en una atmósfera controlada y se alimenta lateralmente y se funde un polvo precalentado sobre el área fundida mediante el uso de un gas portador inerte. Una vez que se haya solidificado el material fundido, se repite el proceso para aplicar una siguiente capa. El grosor de la capa es por ejemplo de aproximadamente 0,38 mm; el material para el sustrato y el polvo se llama Ti-6Al-4V (también conocido como RA6V) entre otras superaleaciones.
- 25 Sin embargo, aún existen dificultades para la soldadura por deposición de los aluminuros de titanio. Debido a la alta temperatura de fusión del TiAl, resulta difícil regular la temperatura y controlar las tensiones térmicas en el componente. Este problema aparece fundamentalmente, pero no solo, en las reparaciones y el blindaje, en donde solo se afecta térmicamente un área localmente delimitada de un componente. La soldadura por deposición es particularmente difícil en las áreas adyacentes a transiciones de contorno abruptas y de ángulo particularmente agudo, tales como ranuras y similares. Ejemplo de ello son las ranuras en Z de las paletas de turbina, donde un flanco de la ranura está blindado cerca del radio de la ranura para soportar las altas cargas mecánicas. De la patente alemana núm. DE 10 2008 037 521 A1 se pueden obtener informaciones sobre la función y la forma ilustrativa de una ranura en Z del anillo de refuerzo de la punta de una paleta de turbina.
- 30 La patente de los Estados Unidos núm. US 2005/0067064 A1 describe un método de soldadura láser por deposición de un polvo de acero solo o mezclado con polvo de TiC, TiN o polvo de WC sobre un sustrato de acero. Se trata de un proceso de dos fases, en el que el material en polvo se deposita primero en un grosor de capa de 0,08" y un ancho de capa de 0,2" y luego se funde mediante el uso de un rayo láser. La patente de los Estados Unidos núm. US 4,732,778 describe un método similar para recubrir un sustrato de aleación de aluminio con un polvo de TiC solo o mezclado con Si y/o Cu. La patente de los Estados Unidos núm. US 5 554 837 A revela un método de fusión por láser para superaleaciones a altas temperaturas.
- 35 El objetivo de la presente invención es mejorar la aplicación de capas de material sobre un material base hecho de o que contiene un aluminuro de titanio, en particular para el acabado de superficies, el blindaje, la corrección dimensional, la reparación o la fabricación de una pieza hecha de o que contiene un aluminuro de titanio.
- 40 Este objetivo se logra mediante un método de aplicación de capas de material sobre un material base de TiAl con las características de la reivindicación 1.
- 45 La presente conclusión se basa en la consideración de que un precalentamiento localmente delimitado y predeterminado del componente puede limitar la energía adicional necesaria para la soldadura por deposición y reducir el área del componente afectada por el calor, que un control de temperatura controlado también puede reducir la tensión del componente después del proceso de soldadura y que el calentamiento por inducción bien puede cumplir las condiciones mencionadas.
- 50 De acuerdo con la invención, un método para aplicar una o más capas de material a una pieza de trabajo hecha de un material que contiene o consiste en un aluminuro de titanio comprende las siguientes etapas:
- preparar la pieza de trabajo, si fuera necesario;
 - calentar la pieza de trabajo en un área localmente delimitada mediante inducción a una temperatura de precalentamiento predeterminada; y
 - aplicar un aditivo, preferentemente en polvo, a la superficie calentada de la pieza mediante soldadura por deposición, en particular soldadura por deposición con láser, láser con polvo, plasma, microplasma, TIG o micro-TIG, en donde el aditivo comprende un aluminuro de titanio.
- 60

5 En el contexto de la invención, se entiende por aluminuro de titanio, por ejemplo, pero no exclusivamente, TNB, TNM, \square_2 - Ti_3Al o \square -TiAl o una mezcla de estos y/o con otras fases intermetálicas del titanio y el aluminio. También se pueden incluir aleaciones multifásicas de titanio y aluminio. En el caso de los materiales que "consisten" en un aluminuro de titanio, el hecho de que contengan impurezas resulta intrascendente en el sentido de la invención. De acuerdo con la invención, el material puede contener un aluminuro de titanio; o sea aleaciones monofásicas o multifásicas, en particular superaleaciones, con un aluminuro de titanio o con aluminuros de titanio. De acuerdo con la invención, un aditivo que "contiene" un aluminuro de titanio puede contener el aluminuro de titanio como único componente. En la descripción, todos los aluminuros de titanio descritos anteriormente están incluidos en la denominación abreviada "TiAl".

10 Por preparación puede entenderse la simple sujeción de la pieza de trabajo. El paso de preparación también puede incluir la limpieza de una superficie destinada a la aplicación, el corte de un área dañada o similar y/u otras etapas preparatorias.

15 Los inventores han descubierto que es suficiente que la temperatura de precalentamiento sea superior a la temperatura crítica de una transición de fase frágil/dúctil del material. En el caso del TiAl, esta temperatura crítica se encuentra en particular entre 700 °C y 800 °C. En este caso, el calor total introducido puede controlarse de manera que solo un área localmente delimitada se vea afectada térmicamente, y las tensiones de la temperatura puedan controlarse bien.

20 Si con el revestimiento se desea blindar la pieza de trabajo, resulta ventajoso que el aditivo contenga un material duro, en particular carburo de titanio, boruro de titanio, nitruro de boro o similar, o una mezcla de estos. La proporción del material duro, en particular el carburo de titanio, en el aditivo puede ser preferentemente entre 15 % y 90 %.

25 Los inventores han determinado además que un tamaño de grano medio adecuado del aluminuro de titanio en el aditivo se encuentra en un rango de 25 a 75 μm y además que un tamaño de grano medio adecuado del carburo de titanio se encuentra en un rango de 3 a 45 μm .

30 En el método, la etapa de aplicación propiamente dicha puede ser en dos etapas, en donde primero se deposita el aditivo en polvo sobre la superficie de la pieza antes, durante o después del calentamiento de la pieza y luego se funde el aditivo depositado por medio de un rayo láser o de plasma. Alternativamente, el aditivo en polvo se puede suministrar en una sola etapa a través de una boquilla coaxial con un rayo láser o de plasma o lateralmente a un rayo láser o de plasma.

Se puede lograr una flexibilidad especial en cuanto a las propiedades de resistencia y de la superficie variando la adición y la composición del aditivo de una sección a otra.

35 También se ha demostrado que es factible que el aditivo se aplique en varias pistas adyacentes de preferentemente 0,2 a 5 mm de ancho y preferentemente 0,1 a 3 mm de alto, en donde preferentemente las pistas se superponen, en donde un grado de superposición de las pistas adyacentes particularmente preferido es de 50 a 90 %.

40 También se ha demostrado que resulta particularmente ventajoso que, después de la aplicación, se lleve a cabo un enfriamiento de la pieza de trabajo a una tasa de enfriamiento definido a una temperatura de enfriamiento de entre 500 y 650 °C de acuerdo con la invención, en donde de acuerdo con la invención la tasa de enfriamiento es de entre 5 K/min y 50 K/min. Posteriormente, se puede llevar a cabo un enfriamiento no controlado hasta alcanzar la temperatura ambiente.

45 El método puede utilizarse, por ejemplo, para el acabado de la superficie, el blindaje, la corrección dimensional o la reparación de una pieza de trabajo hecha de un material que contenga o consista en un aluminuro de titanio. Puede utilizarse en particular para el blindaje, la corrección dimensional o la reparación de la superficie de un lado de una ranura de ángulo preferentemente agudo de un componente fabricado con un material que contenga o consista en un aluminuro de titanio, en donde durante el proceso un área de la pieza de trabajo calentada por encima de una temperatura crítica predeterminada no llegue a la zona de un radio de la ranura, y/o en donde una bobina utilizada para el calentamiento inductivo de la pieza se adapte a la forma de la ranura.

50 El método se puede utilizar para el blindaje, la corrección dimensional o la reparación de una superficie funcional de una ranura en Z del anillo de refuerzo de la punta de un paleta de turbina o de una aleta de sellado en una turbina BLISK o de la punta de la paleta de un compresor o de una parte de la carcasa de una turbomaquinaria, en donde dichos objetos se hacen de un material que contiene o consiste en un aluminuro de titanio.

55 El método también se puede utilizar para producir una pieza de trabajo, en particular una paleta de turbina o de compresor o una carcasa de turbina o de compresor o una parte de ellos, en donde primero se prepara un sustrato hecho de un material que contiene o consiste en un aluminuro de titanio y luego se aplican capas de un aditivo utilizando el método descrito anteriormente hasta que se forme un contorno predeterminado de la pieza de trabajo.

60 Un dispositivo para aplicar capas de material a una pieza de trabajo producida a partir de un material que contiene o consiste en un aluminuro de titanio mediante soldadura por deposición, en particular soldadura por deposición por láser, plasma, microplasma, TIG o micro-TIG, tiene un dispositivo de sujeción para fijar una pieza de trabajo, un dispositivo de alimentación para alimentar un aditivo en polvo que contiene un aluminuro de titanio, un dispositivo de fusión para fundir el aditivo, en donde el dispositivo de fusión se puede configurar para generar un rayo láser o de plasma y dirigir el rayo láser o de plasma hacia la pieza de trabajo, y un dispositivo de precalentamiento para precalentar la pieza de trabajo y

65

que está diseñado y configurado para llevar a cabo el método descrito anteriormente, en donde en particular el dispositivo de precalentamiento está diseñado y configurado para el calentamiento inductivo, localmente delimitado, de una superficie de la pieza de trabajo.

5 El precalentamiento local inductivo apropiado de acuerdo con la invención puede asegurar en particular que, por ejemplo, en las proximidades de un radio de una ranura, no se supere una temperatura crítica adicional predeterminada. Esta otra temperatura crítica, que se debe mantener como límite superior, puede depender no solo del material sino también de la forma o geometría de la ranura.

10 Para mantener este límite superior y alcanzar un límite inferior dado por la temperatura de precalentamiento, se puede prever ventajosamente en correspondencia una bobina de inducción, en particular su material, su geometría y/o su potencia, y/o su posición. En particular, el calentamiento por encima de la temperatura crítica adicional especificada en un área de la pieza de trabajo, por ejemplo la ranura antes mencionada, no se puede asegurar con el hecho de que el calentamiento local por inducción no exceda una segunda temperatura crítica especificada. La segunda y la otra temperatura crítica pueden ser idénticas, la segunda temperatura también puede ser más alta, por ejemplo, teniendo en cuenta la conducción y la disipación del calor entre la zona para la que se especifica la otra temperatura crítica y la zona calentada localmente.

20 En una modalidad preferida, se aplican capas de material hasta que se alcance o se supere, es decir, se exceda la forma deseada de la pieza de trabajo. En este último caso, por ejemplo, las capas de material aplicadas por mecanizado pueden recibir un acabado hasta que se logre la forma deseada de la pieza de trabajo.

Otras características y ventajas resultan de otras reivindicaciones dependientes y de los ejemplos de modalidad y las modificaciones.

25 Para ello, la única figura muestra esquemáticamente el uso de soldadura por deposición con precalentamiento inductivo de la ranura Z de una paleta de rotor 10 de una turbina de baja presión (NDT) fabricada de un aluminuro de titanio (TiAl) con carburo de titanio (TiC) como ejemplo de diseño preferido de la presente invención.

30 En el área de la ranura Z mostrada, la paleta del rotor 10 tiene un flanco 12 que se fusiona con un reborde 16 a través de un área de transición 14. El área de transición 14 también se puede describir en sentido estricto como ranura 14. Para ello, un radio de ranura R de la ranura 14 es comparativamente pequeño en comparación con las dimensiones del componente; un ángulo de ranura W de la ranura 14 es inferior a 90°. Finalmente, el reborde 16 cae en un ángulo recto hacia un lado 18, en donde, por supuesto, también son posibles otros ángulos de reborde.

35 El área de la ranura Z a blindar se encuentra en la superficie del reborde 16. Al soldar por deposición en este punto, es importante que la temperatura en la proximidad de la ranura 14 no exceda otro valor crítico. Se utiliza una bobina 20 con una forma y posición especialmente adaptada. La bobina 20 tiene dos conductos de alimentación 20a con ojete de conexión 20b. Los conductos de suministro 20a transcurren esencialmente paralelos y siguen el contorno del flanco 12 en su orientación principal. Los conductos 20a terminan sobre un área exterior del reborde 16 y se ensanchan para formar un nudo que forma un soporte 20c. El soporte 20c transcurre a una distancia uniforme sobre el reborde 16.

40 Con la ayuda de la bobina 20, la superficie del reborde 16 se calienta localmente de manera dirigida a una temperatura de precalentamiento que está por encima de la temperatura crítica de la transición de fase frágil/dúctil del material de TiAl, es decir, típicamente entre 700 °C y 800 °C. A continuación se aplica un aditivo a la superficie precalentada del reborde 16 mediante un dispositivo de aplicación que no se muestra en detalle. La aplicación se lleva a cabo mediante un método de soldadura láser por deposición con polvo conocido. Después del proceso de soldadura láser por deposición, el material se enfría a una tasa de enfriamiento definida entre 5 K/min y 50 K/min a una temperatura de 500 °C a 650 °C típicamente. Posteriormente, el material se enfría a temperatura ambiente.

50 Como aditivo se utiliza una mezcla de polvo de TiAl con partículas de TiC. El polvo de TiAl tiene un tamaño de grano medio de 25 µm a 75 µm y las partículas de TiC tienen una dimensión de 3 µm a 45 µm. La proporción de partículas de TiC en la mezcla de TiAl/TiC es de 15 % a 90 %.

55 La mezcla de polvos se transporta en un material inerte, preferentemente un gas noble como el argón, y se aplica a través de una boquilla coaxial o lateralmente a un rayo láser en el área precalentada del reborde 16 y se funde y se suelda con el rayo láser. La potencia del láser es típicamente de 80 W a 4000 W. Preferentemente con una velocidad media de avance de 100 mm/min a 1500 mm/min, se sueldan varias pistas solapadas una al lado de la otra y en varias situaciones. El ancho de la pista es típicamente de 0,2 mm a 5 mm, la altura de la pista es típicamente de 0,1 mm a 3 mm, y el grado de superposición es típicamente de 50 % a 90 %.

60 Se forma una capa soldada 22, unida integralmente al material base de la paleta 10. Debido al tipo particular de precalentamiento, la entrada total de calor por el precalentamiento y el rayo láser puede limitarse a un área afectada por el calor 24, que no incluye el área de transición (radio de la ranura) 14.

65

Al terminar la soldadura, se da acabado a la capa soldada 22 para crear una superficie lisa y dimensionalmente estable. En la figura, la capa soldada 22 en el área del lado 18 ya se muestra con un lado 26 acabado.

5 El método de acuerdo con la invención permite un control ventajoso de la temperatura. En particular, se puede utilizar el precalentamiento local para asegurar que la zona afectada por el calor 24 no llegue hasta el área crítica de transición 14 y, por lo tanto, el área de transición 14 esté esencialmente libre de cambios inducidos térmicamente y de tensiones de temperatura o que su temperatura se mantenga por debajo de otra temperatura crítica. En este contexto, se entiende que la influencia del calor es un calentamiento técnicamente relevante por encima de un límite de temperatura crítica conocido en el sentido mencionado anteriormente; se entiende que a menudo no se puede evitar un ligero calentamiento del área de transición 14, que es intrascendente en el sentido antes mencionado, pero que puede ser aceptado y está en particular comprendido en el método de acuerdo con la invención. El precalentamiento inductivo también tiene la ventaja de que se puede aplicar fácilmente una tasa de enfriamiento controlada y definida. Las tensiones térmicas también se pueden reducir mediante un enfriamiento controlado.

15 El método descrito anteriormente no se limita a las ranuras en Z ("muescas en Z") de las paletas de la turbina. Se puede utilizar en general para el acabado de superficies, el blindaje, la corrección dimensional o la reparación de una pieza de trabajo hecha de un aluminuro de titanio, o incluso para la fabricación por capas de dicha pieza de trabajo. El uso de materiales duros como el TiC se puede limitar a determinadas áreas o puede omitirse por completo. Así pues, el método descrito anteriormente puede generalizarse a un método para la aplicación de capas de material sobre un material base, en donde el material base y el aditivo utilizado para las capas de aplicación contienen cada uno un aluminuro de titanio.

25 El método también se puede utilizar en particular para la reparación de paletas de turbina, por ejemplo, de una turbina de baja presión hecha de TiAl. Además, se pueden hacer correcciones dimensionales en las aletas de sellado mediante soldadura por deposición con polvo de TiAl o, en el caso de blindaje, con una mezcla de polvo de TiAl/TiC. Si fuera necesario, las ranuras en Z desgastadas también se pueden soldar por deposición con polvo de TiAl para su corrección dimensional y blindarlas nuevamente con una mezcla de polvo de TiAl/TiC en el área originalmente blindada.

30 Otro uso del método descrito es la reparación de las paletas de compresor en la punta de la paleta. En este caso, se prefiere la soldadura láser por deposición con polvo del mismo material de TiAl. El método también se puede usar para reparar áreas desgastadas de las carcasas hechas de aleación de TiAl con el mismo tipo de material de TiAl.

35 El método de acuerdo con la invención se describió anteriormente en relación con un método de soldadura láser por deposición con polvo de una sola fase. En una modificación, la mezcla de polvo también se puede aplicar sobre la superficie precalentada en una primera etapa y soldarse con rayo láser en una segunda etapa.

40 En otras modificaciones, también se puede utilizar un método de soldadura por deposición de (micro)plasma o (micro)TIG en lugar del método de soldadura láser por deposición con polvo. También en este caso el control de la temperatura se lleva a cabo de tal manera que el componente se precalienta por encima de la temperatura crítica de la transición de fase frágil/dúctil y después del proceso de soldadura láser por deposición se enfría a una tasa de enfriamiento suficientemente lento, y que la zona total afectada por el calor se limite a un área predeterminada.

Por ejemplo, en lugar de TiC, también se puede aplicar boruro de titanio, nitruro de boro u otros materiales duros mezclados con un polvo de TiAl.

45 La presente invención se explicó detalladamente a partir de un ejemplo de modalidad y de una modificación. No es necesario decir que el experto en la materia podrá ver muchas modificaciones que, sin embargo, están cubiertas por el alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para aplicar al menos una capa de material (22) a una pieza de trabajo (10) hecha de un material que contiene un aluminuro de titanio, en donde en particular el método comprende las siguientes etapas:
 - Calentar la pieza de trabajo en un área (16) delimitada localmente mediante inducción a una temperatura de precalentamiento predeterminada;
 - Aplicar un aditivo preferentemente en polvo a la superficie calentada de la pieza mediante soldadura por deposición, en particular soldadura por deposición con láser, láser con polvo, plasma, microplasma, TIG o micro-TIG, en donde el aditivo comprende un aluminuro de titanio; y
 - Enfriar la pieza de trabajo a una tasa de enfriamiento definido a una temperatura de enfriamiento entre 500 °C y 650 °C,
caracterizado porque la tasa de enfriamiento es entre 5 K/min y 50 K/min.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la temperatura de precalentamiento es igual o superior a la temperatura crítica de una transición de fase frágil/dúctil del material, en particular entre 700 °C y 800 °C.
3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aditivo comprende un material duro, en particular carburo de titanio, boruro de titanio, nitruro de boro o similar, o una mezcla de ellos, en donde la proporción de material duro, en particular carburo de titanio, en el aditivo es preferentemente entre 15 % y 90 %.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aditivo comprende un aluminuro de titanio que tiene un tamaño de grano medio de 25 a 75 µm y preferentemente carburo de titanio que tiene un tamaño de grano medio de 3 a 45 µm.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la etapa de aplicación comprende las siguientes etapas:
 - Depositar el aditivo en polvo sobre la superficie de la pieza de trabajo; y
 - Derretir el aditivo depositado usando un rayo láser o de plasma.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** en la etapa de aplicación, el aditivo en polvo se suministra por medio de una boquilla coaxial que tiene un rayo láser o de plasma o lateralmente a un rayo láser o de plasma.
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la adición y la composición del aditivo se controla variablemente en porciones.
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la potencia de un láser utilizado en el método es de 80 a 4000 W, en donde la tasa de alimentación es preferentemente entre 100 y 1500 mm/min.
9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aditivo se aplica en una pluralidad de pistas adyacentes que tienen preferentemente un ancho de 0,2 a 5 mm y/o una altura de 0,1 a 3 mm, en donde las pistas están preferentemente superpuestas, y el grado de superposición de las pistas adyacentes es en particular preferentemente de 50 a 90 %.
10. Método de acabado, blindaje, corrección dimensional o reparación de la superficie de una pieza (10), en donde el método comprende las siguientes etapas:
 - Preparar la pieza de trabajo; y
 - Aplicar al menos una capa (22) de un aditivo mediante el uso de un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
11. Método de blindaje, corrección dimensional o reparación de la superficie de un lado de una ranura preferentemente acodada de un componente producido a partir de un material que contenga un aluminuro de titanio, consistente fundamentalmente en aluminuro de titanio, mediante el uso de un método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde un área de la pieza en una región de un radio de la ranura no se calienta por encima de otra temperatura crítica predeterminada del material, dicha área depende preferentemente de la forma de la ranura, en donde una bobina utilizada para el calentamiento inductivo de la pieza y/o la posición de la misma en relación con la ranura se adapta a la ranura, en particular a su forma.
12. Método de blindaje, corrección dimensional o reparación de una superficie funcional de una ranura en Z de un anillo de refuerzo de punta de un paleta de turbina (10) o de una aleta de sellado en una paleta de turbina o en la punta de un paleta de compresor o de una parte de la carcasa de una turbomaquinaria, mediante el uso de un método de acuerdo con la reivindicación 10.

13. Método para producir una pieza (10), en particular un paleta de turbina o de compresor o una carcasa de turbina o de compresor o una parte de ellos, en donde el método comprende las siguientes etapas:
- Preparar un sustrato hecho de un material que contenga un aluminuro de titanio, consistente fundamentalmente en aluminuro de titanio; y
 - Aplicar al menos una capa de un aditivo m un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 hasta que se forme o se sobrellene un contorno predeterminado de la pieza.
- 5

