

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 004**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2017 E 17174881 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3258064**

54 Título: **Contrapeso para una paleta del rotor de una etapa de turbina**

30 Prioridad:

**14.06.2016 DE 102016210454**

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

**13.08.2020**

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (100.0%)**

**Dachauer Strasse 665**

**80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**WÖHLER, MARCUS**

74 Agente/Representante:

**CANO PEDRERO, Ana**

ES 2 779 004 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**

Contrapeso para una paleta del rotor de una etapa de turbina

5 La presente invención se refiere a un contrapeso para una paleta del rotor de una etapa de turbina de una turbina de gas, en particular una turbina de gas de avión, que comprende una primera sección de fijación arqueada que puede acoplarse a un borde delantero axial de un anillo de refuerzo de la paleta del rotor, una segunda sección de fijación, que puede acoplarse a un borde trasero axial del anillo de refuerzo, y una sección central, que conecta la primera sección de fijación y la segunda sección de fijación. La formulación "contrapeso para una paleta del rotor" significa en particular que el  
10 contrapeso es adecuado para su fijación a la paleta del rotor.

La información direccional como "axial", "radial" y "circunferencial" debe entenderse siempre con respecto al eje de la máquina o la dirección principal del flujo de la turbina de gas, a menos que el contexto indique explícita o implícitamente lo contrario.  
15

La patente de los Estados Unidos núm. US 5.011,374 y la patente europea núm. EP 2 808 486 A1 describen la colocación de un contrapeso en el área de dos secciones del anillo de refuerzo adyacentes, en donde el contrapeso se extiende sobre ambas secciones del anillo de refuerzo. Esta disposición del contrapeso tiene el inconveniente de que las dos secciones del anillo de refuerzo adyacentes están sujetas a movimientos relativos, de modo que la posición del contrapeso también cambia y crean condiciones de tensión desfavorables o incluso una fijación del contrapeso se afloja con el tiempo, lo que puede dar lugar a un negativo desgaste por fricción.  
20

La patente europea núm. EP 1 605 134 A2 describe un contrapeso que está unido a una sola paleta del rotor. La patente alemana núm. DE 10 2004 026 365 A1 muestra un contrapeso similar.  
25

Además, la fijación de contrapesos suele ser una fase de trabajo compleja, ya que las herramientas para fijar el contrapeso deben insertarse en el espacio o espacios entre las paletas del rotor de un anillo de paletas del rotor. En ello, existe el riesgo de que se dañen las paletas del rotor.  
30

El objetivo de la invención es proporcionar un contrapeso con el que se puedan evitar las desventajas anteriores.

Para lograr este objetivo, se propone un contrapeso con las características de las reivindicaciones independientes 1 y 6. De este modo, la segunda sección de fijación ocupa una primera posición relativa con respecto a la primera sección de fijación antes de montar el contrapeso en las paletas del rotor y una segunda posición relativa con respecto a la primera sección de fijación después de montar el contrapeso en las paletas del rotor, en donde en la segunda posición relativa la sección central y/o la segunda sección de fijación está deformada, en particular deformada plásticamente.  
35

Por tanto, el contrapeso se diseña de tal manera que la segunda sección de fijación se deforma con respecto a la primera sección de fijación arqueada desde una posición inicial a una posición de montaje. La posición inicial (primera posición relativa) representa un estado del contrapeso antes de fijarse al anillo de refuerzo de la paleta del rotor. En la posición de montaje, en la que la primera sección arqueada se acopla al borde delantero del anillo de refuerzo axial, el acoplamiento entre la segunda sección de fijación y la sección del anillo de refuerzo, en particular en su borde trasero axial del anillo de refuerzo, se logra mediante la deformación de la segunda sección de fijación o de la sección central.  
40

La primera sección de fijación puede arquearse de manera que la primera sección de fijación arqueada pueda engancharse en el borde frontal axial del anillo de refuerzo y se asegure al anillo de refuerzo en el estado enganchado al menos en la dirección radial y en la dirección circunferencial. La primera sección de fijación se arquea, por ejemplo, en forma de gancho o en forma de U o de alguna otra manera adecuada, de modo que posibilite el enganche deseado, que también puede entenderse como una especie de unión por adherencia de forma. Hay que señalar que el término "enganche" no significa necesariamente que la primera sección de fijación esté suspendida bajo el efecto de la gravedad, sino más bien que la primera sección de fijación arqueada también puede engancharse de esta manera a lo largo de la dirección axial. El enganche también puede entenderse como agarre.  
45  
50

De acuerdo con la invención, el contrapeso está diseñado como un elemento metálico en forma de banda, en donde el elemento metálico en forma de banda tiene varias áreas arqueadas desde un primer extremo hasta un segundo extremo. El primer extremo puede ser un extremo libre de la primera sección de fijación y el segundo extremo puede ser un extremo libre de la segunda sección de fijación. Como se ha explicado anteriormente, al menos la primera sección de fijación tiene una o más áreas o secciones arqueadas. Pero también la segunda sección de fijación puede tener áreas o secciones arqueadas en la primera y/o segunda posición relativa. En particular, la segunda sección de fijación puede tener áreas arqueadas que no se deforman en sí mismas durante la transición de la primera posición relativa con respecto a la segunda posición relativa.  
55  
60

De acuerdo con la invención, la sección central tiene una sección de torsión con respecto a la primera posición relativa de la segunda sección de fijación, en la que el elemento metálico similar a una banda está torcido sobre su eje longitudinal de la banda en una primera dirección de rotación, en particular torcido en aproximadamente 90°. En otras palabras, también puede decirse que la sección central está torcida unos 90° a lo largo del eje longitudinal de la banda.  
65

De acuerdo con la invención, la sección central se tuerce con respecto a la segunda posición relativa de la segunda sección de fijación sobre el eje longitudinal de la banda en una segunda dirección de rotación, que es opuesta a la primera dirección de rotación, de manera que la sección de torsión se estira sustancialmente. En la segunda posición relativa, el área de torsión de la banda torcida vuelve a girar en dirección contraria, de manera que no haya más enrollamiento en la sección central. Cuando la sección central se vuelve a colocar sustancialmente estirada en la segunda posición relativa de la segunda sección de fijación, la sección central puede contactar con un lado interior radial de la sección del anillo de refuerzo y se extiende a lo largo de un lado de la paleta del rotor correspondiente en la sección del anillo de refuerzo.

La segunda sección de fijación puede tener una pluralidad de aberturas alargadas, que se disponen a distancias regulares entre sí, a partir de un extremo libre de la segunda sección de fijación. Además, las aberturas alargadas pueden correr en paralelo con un eje de flexión, sobre el cual la segunda sección de fijación está plásticamente deformada en la segunda posición relativa. Las aberturas alargadas sirven en particular para facilitar la deformación o la flexión de la segunda sección de fijación, ya que solo es necesario deformar una pequeña cantidad de material de la segunda sección de fijación hacia el lado de las aberturas alargadas.

En la primera sección de fijación se puede acoplar una sección de acoplamiento de la paleta, que está diseñada de manera que se puede acoplar a un borde delantero de la paleta del rotor. Una sección de acoplamiento de la paleta de este tipo sirve en particular para asegurar el contrapeso en la dirección axial.

De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere también a una corona de paletas del rotor de una etapa de turbina de gas, en particular de una turbina de gas de avión, que comprende una pluralidad de paletas del rotor dispuestas una junto a la otra en dirección circunferencial, que tienen en sus extremos exteriores radiales una sección del anillo de refuerzo correspondiente que tiene un borde delantero axial del anillo de refuerzo y un borde trasero axial del anillo de refuerzo, en donde un contrapeso de acuerdo con la invención se coloca en su sección del anillo de refuerzo de al menos una paleta del rotor, en donde el contrapeso comprende una primera sección de fijación arqueada, acoplada al borde delantero axial del anillo de refuerzo, una segunda sección de fijación, acoplada al borde trasero axial del anillo de refuerzo, y una sección central que une la primera sección de fijación arqueada y la segunda sección de fijación. La segunda sección de fijación ocupa una primera posición relativa con respecto a la primera sección de fijación antes de montar el contrapeso en la paleta del rotor y ocupa una segunda posición relativa con respecto a la primera sección de fijación después de montar el contrapeso en la paleta del rotor, en donde en la segunda posición relativa la sección central y/o la segunda sección de fijación está deformada, en particular deformada plásticamente. Preferentemente, la corona de las paletas del rotor comprende una pluralidad de paletas individuales o incluso está formada exclusivamente por tales paletas, en donde un contrapeso correspondiente está preferentemente en contacto con una sola paleta individual, pero no con varias. En particular, preferentemente el contrapeso no se extiende más allá de un espacio del anillo de refuerzo entre dos paletas del rotor individuales adyacentes en dirección circunferencial. Esto tiene la ventaja de que el contrapeso se puede mantener seguro aun cuando las longitudes de fluencia de las paletas del rotor individuales varíen durante la operación.

Además, el contrapeso está diseñado preferentemente de manera que puede montarse en la corona de la paleta del rotor sin contacto con el borde trasero de una paleta del rotor asociada. En particular para aplicaciones a altas temperaturas, se utilizan como material básico de la paleta del rotor preferentemente materiales relativamente frágiles, como un material base de TiAl. Dado que el borde trasero de una paleta del rotor de este tipo suele ser relativamente delgado en comparación con el borde delantero, en correspondencia el borde trasero es sensible a los efectos de la carga. En tanto el contrapeso utilizado en la invención no se apoya en el borde trasero, se puede evitar de manera confiable el daño al sensible borde trasero. En su lugar, el contrapeso de acuerdo con la invención se puede acoplar por adherencia de forma al anillo de refuerzo de la paleta del rotor mediante la deformación plástica durante el montaje en su extremo trasero axial. El anillo de refuerzo tiene preferentemente una ranura en dirección axial en el punto de acoplamiento previsto para este fin. En su segunda sección de fijación, el contrapeso puede tener otro extremo libre que, en el estado montado del contrapeso, se extiende preferentemente en dirección circunferencial hacia el borde trasero de la paleta o la hoja de la paleta en el lado del anillo de refuerzo alejado de la paleta o de la hoja de la paleta. De esa manera, la masa del contrapeso, vista en la dirección circunferencial, puede posicionarse relativamente cerca de la paleta o de la hoja de la paleta, lo que tiene la ventaja de que las deformaciones no deseadas del anillo de refuerzo pueden reducirse cuando las fuerzas centrífugas actúan sobre el contrapeso y el anillo de refuerzo.

Por último, la invención también se refiere a un método para fijar un contrapeso a la sección del anillo de refuerzo de una paleta del rotor de una corona de paleta del rotor de una etapa de turbina de una turbina de gas, que comprende las etapas de:

Proporcionar un contrapeso de acuerdo con la invención que comprende una primera sección de fijación arqueada, una segunda sección de fijación y una sección central que conecta la primera sección de fijación y la segunda sección de fijación; introducir la primera sección de fijación arqueada y la sección central entre dos paletas del rotor adyacentes de la corona de paleta del rotor en contra de la dirección del flujo de la turbina de gas;

Disponer y acoplar la primera sección de fijación arqueada sobre y a un borde delantero axial del anillo de refuerzo de la sección del anillo de refuerzo, en particular mediante el enganche de la primera sección de fijación arqueada;

Deformar la segunda sección de fijación y/o la sección central de manera que la segunda sección de fijación se acople a un borde trasero axial del anillo de refuerzo de la sección del anillo de refuerzo.

A continuación, se describe la invención a modo de ejemplo no restrictivo tomando como referencia las figuras que se adjuntan.

5 La Figura 1 muestra en una vista esquemática simplificada en perspectiva una sección de la paleta del rotor con el anillo de refuerzo asociado y un contrapeso fijado a ella axialmente desde el frente.

La Figura 2 muestra en una vista esquemática simplificada en perspectiva el contrapeso de la Figura 1 antes de montarlo en una paleta del rotor.

La Figura 3 muestra en una vista esquemática simplificada en perspectiva la sección de la paleta del rotor de la Figura 1 con el anillo de refuerzo asociado y el contrapeso fijado a ella axialmente desde atrás.

10 La Figura 4 muestra en una vista esquemática simplificada en perspectiva una sección de una paleta del rotor con el anillo de refuerzo asociado y un contrapeso alternativo fijado a ella axialmente desde atrás.

La Figura 5 muestra en una vista esquemática simplificada en perspectiva una sección de una paleta del rotor con el anillo de refuerzo asociado y un contrapeso alternativo fijado a ella axialmente desde atrás.

15 La Figura 6 muestra en una vista esquemática simplificada en perspectiva una sección de la paleta del rotor con el anillo de refuerzo asociado y otro contrapeso fijado a ella desde el frente.

La Figura 7 muestra una sección de fijación axial desde atrás de un contrapeso.

La Figura 8 muestra en una especie de vista seccional en perspectiva, un contrapeso en una paleta del rotor, en donde el contrapeso tiene una sección de fijación axial desde atrás en correspondencia con la Figura 6.

20 Las representaciones elegidas en las figuras son puramente esquemáticas y tienen como objetivo ilustrar el diseño de los pesos de equilibrio. Los dibujos no tienen la calidad de los dibujos técnicos de precisión dimensional, esto se aplica en particular a ciertas distorsiones de perspectiva o inexactitudes en las líneas.

25 La Figura 1 muestra en una representación simplificada y esquemática una sección exterior radial de una paleta del rotor 10 y un anillo de refuerzo 12 perteneciente a la paleta del rotor 10. El anillo de refuerzo 12 tiene una proyección axial 14. La proyección 14 se forma en el área del borde delantero axial 15 de la paleta del rotor 10. Una primera sección de fijación 16 de un contrapeso 18 se suspende de la sección exterior radial de la proyección 14. La primera sección de fijación 16 se arquea varias veces a partir de un extremo libre 20 y luego se fusiona en una sección central 22. La sección central 22 se extiende a lo largo del anillo de refuerzo y a lo largo del lado de succión de la paleta del rotor 10.

30 La Figura 2 muestra el contrapeso 18 de la Figura 1 en una vista en perspectiva simplificada. El contrapeso 18 tiene una segunda sección de fijación 24 además de la ya mencionada primera sección de fijación 16 y de la sección central 22 adyacente. Cuando el contrapeso 18 está montado, la segunda sección de fijación 24 se encuentra en la parte axial trasera y puede acoplarse a un borde axial trasero de un anillo de refuerzo. La sección central 22 se tuerce en 26 a lo largo de la dirección axial AR (dirección longitudinal de la sección central en forma de banda 22), en este caso por ejemplo en unos 90°. Esta área torcida 26 también se puede llamar sección de torsión 26. La sección central 22 se extiende esencialmente a lo largo de la dirección axial AR. La primera sección de fijación se extiende esencialmente a lo largo de la dirección circunferencial UR. La segunda sección de fijación 24 se extiende esencialmente en la dirección radial RR. En la ilustración de la Figura 2, la segunda sección de fijación 24 está en una primera posición relativa con respecto a la primera sección de fijación 16. Esta primera posición relativa es asumida por la segunda sección de fijación 24 si el contrapeso no está todavía fijado al anillo de refuerzo de la paleta del rotor. Por lo tanto, la Figura 2 muestra un estado en el que el contrapeso 18 no está montado. En otras palabras, el contrapeso 18 tiene la configuración que se muestra en la Figura 2 antes de fijarse a una paleta del rotor.

45 La Figura 3 muestra la paleta del rotor 10 de la Figura 1 en una vista en perspectiva simplificada axialmente desde atrás. La sección central 22 del contrapeso 18 ya no tiene una sección 26 torcida en comparación con el estado de la Figura 2 (estado en el que el contrapeso no está montado). La torsión de la sección central 22 se ha eliminado girando la segunda sección de fijación 24 en el sentido de las manecillas del reloj con respecto a la dirección visual de la Figura 2 y la Figura 3. Mediante este giro o torsión, la segunda sección de fijación 24 se lleva a una segunda posición relativa con respecto a la primera sección de fijación 16 (no visible en la Figura 3). En esta segunda posición relativa, la segunda sección de fijación 24 se acopla con un borde trasero axial 28 del anillo de refuerzo 12.

55 El proceso de colocación de un contrapeso 18 también puede entenderse fácilmente mirando las Figuras 1 a 3. Un contrapeso 18 se inserta con su primera sección de fijación 16 en la dirección axial entre dos paletas del rotor axialmente desde atrás. La primera sección de fijación 16 se fija entonces al borde delantero axial 15 del anillo de refuerzo 12, en particular a la proyección 14. Cuando se coloca la primera sección de fijación 16, la sección central 22 puede ser guiada a lo largo del anillo de refuerzo 12. La segunda sección de fijación 24 está aún en la primera posición relativa con respecto a la primera sección de fijación 16 mostrada en la Figura 2. La segunda sección de fijación 24 puede entonces asegurarse en el área del borde trasero axial 28 del anillo de refuerzo 12 por medio de una herramienta adecuada y girarse en consecuencia. Al hacerlo, se abre de nuevo el área torcida 26 de la sección central (Figura 2) o la sección central 22 se vuelve a colocar en una alineación esencialmente libre de torsión o plana (Figura 3). De esa manera, ese contrapeso se puede insertar fácilmente a lo largo de una paleta del rotor y adherido al anillo de refuerzo de la misma deformando el contrapeso, en este ejemplo, deformando la sección central.

65 Como se puede apreciar en las Figuras 1 y 3, la primera sección de fijación 16 está formada de manera que el contrapeso 18 se asegura en la dirección radial RR, la dirección circunferencial UR y la dirección axial AR. La segunda sección de

fijación 24 en su segunda posición relativa con respecto a la primera sección de fijación 16 asegura adicionalmente el contrapeso en dirección axial AR y en dirección radial RR. Así, el contrapeso 18 se fija de manera segura al anillo de refuerzo 12.

5 La Figura 4 muestra una representación similar a la Figura 3, en donde el contrapeso 18 tiene una sección de aseguramiento 30 además de la segunda sección de fijación 24, que también se muestra aquí en la segunda posición relativa con respecto a la primera sección de fijación 16. La sección de aseguramiento 30 adicional forma un aseguramiento en dirección axial AR y se apoya contra el borde trasero axial 28 del anillo de refuerzo 12. En el ejemplo de la Figura 4, la sección de aseguramiento 30 y la segunda sección de fijación 24 forman dos patas ligeramente inclinadas entre sí a partir de la sección central 22.

15 La Figura 5 muestra una ilustración similar a la Figura 4, en donde con el contrapeso 18 la sección de aseguramiento 30 y la segunda sección de fijación 24 son continuas a lo largo del borde trasero 28 del anillo de refuerzo 12. La sección de aseguramiento 30 también sirve en este ejemplo para un aseguramiento en dirección axial AR.

20 En las Figuras 4 y 5, el contrapeso 18 también puede tener un área torcida 26 en un estado no montado, análogo al contrapeso de la Figura 2. Alternativamente, con los pesos de equilibrio de las Figuras 4 y 5, también se puede recordar que solo la segunda sección de fijación 24 se arquea hacia abajo en la primera posición relativa y en correspondencia se arquea hacia arriba durante el montaje.

25 La Figura 6 muestra una ilustración similar a la Figura 1, en donde en el contrapeso 18, a continuación de la primera sección de fijación 16, se muestra una sección de enganche 32 (sección de acoplamiento de las paletas) que está situada en la área de un borde delantero axial de la paleta del rotor 10. Esta sección de enganche 32 sirve como aseguramiento en dirección axial AR y en dirección circunferencial UR, mientras que la primera sección de enganche 16 sirve como aseguramiento del contrapeso 18 en dirección axial AR y en dirección radial RR. En esta configuración, la primera sección de fijación 16 se arquea alrededor del borde frontal 15 del anillo de refuerzo y no se enrosca alrededor de la proyección 14 como en la Figura 1.

30 La Figura 7 muestra una segunda sección de fijación 24 alternativa de un contrapeso. En su primera posición relativa con respecto a la primera sección de enganche, la segunda sección de enganche es esencialmente plana como se muestra en la Figura 7A. La segunda sección de fijación tiene aberturas alargadas o ranuras 36 que corren transversalmente a su extensión longitudinal. Si se fija un contrapeso con esa segunda sección de fijación 24 al anillo de refuerzo de una paleta del rotor, después de que se ha introducido el contrapeso y se ha enganchado la primera sección de fijación, la segunda sección de fijación puede deformarse o arquearse en el área de las aberturas alargadas 36 para que pueda arquearse alrededor del borde trasero axial (28) (Figuras 1, 3, 4, 5) del anillo de refuerzo. El proceso de flexión se ilustra paso a paso en las Figuras 7B y 7C. La deformación o flexión de la segunda sección de fijación 24 se simplifica en el área de las aberturas alargadas 36 debido al debilitamiento estructural de la que de otro modo sería la sección de fijación 24 en forma de banda. Como se muestra en la Figura 7C, la segunda sección de fijación 24 se ha arqueado o deformado dos veces en la segunda posición relativa. Así, la segunda sección de fijación ocupa una posición relativa diferente a la de la primera posición relativa (Figura 7A).

45 Se forma un alma 38 entre las dos aberturas alargadas 36. Este alma 38 puede adaptarse al contorno a lo largo de un borde trasero axial 28 del anillo de refuerzo como se muestra en la Figura 8. En el ejemplo mostrado, el alma 38 se deforma en la dirección axial AR hacia el borde trasero del anillo de refuerzo 12 de modo que se encuentra contra el contorno arqueado varias veces del anillo de refuerzo. Esto permite crear una especie de unión por adherencia de forma. Hay que señalar, que la segunda sección de fijación de la Figura 8 solo se muestra como una sección estilizada para ilustrar mejor el alma deformada 38. Está claro que la sección central 22 está realmente conectada a la segunda sección de fijación 24, aunque esto no se muestra en la Figura 8. El contrapeso 18 de la Figura 8 está diseñado en su sección frontal axial de forma similar al contrapeso 18 de la Figura 6 y tiene una sección de enganche 32.

50 El contrapeso 18 que se presenta aquí está generalmente diseñado como una especie de banda metálica, mediante la cual, como se puede ver en la Figura 2, esta banda se arquea o deforma en diferentes direcciones de modo que se forman las diferentes secciones que luego se utilizan para el montaje en el anillo de refuerzo.

55 Los diseños del contrapeso 18 que se muestran con referencia a las Figuras 1 a 8, en particular los diferentes diseños de las secciones de fijación 16, 24 o las otras secciones, como la sección de aseguramiento 30 o la sección de enganche 32 o la sección central 22 con o sin área de torsión 26, pueden combinarse entre sí de cualquier manera que se desee. Así, por ejemplo, una primera sección de fijación 16 mostrada en la Figura 1, que se engancha en una proyección 14 del anillo de refuerzo 12, puede tener una segunda sección de fijación 24 como se muestra en la Figura 7. Cada combinación que se pueda derivar de las figuras conduce a otra modalidad del contrapeso de acuerdo con la invención, aunque no se muestren explícitamente todas las combinaciones posibles.

65 El contrapeso presentado aquí permite en general un montaje simple del contrapeso a lo largo de una paleta del rotor y en el anillo de refuerzo de esta paleta del rotor, en donde la sección central y/o la segunda sección de fijación debe ser deformada para el montaje final con el fin de llevar la segunda sección de fijación a su segunda posición relativa con respecto a la primera sección de fijación.

Lista de referencia de los dibujos

- 10 Paleta del rotor
- 5 12 Anillo de refuerzo
- 14 Proyección
- 16 Primera sección de fijación
- 18 Contrapeso
- 20 Extremo libre
- 10 22 Sección central
- 24 Segunda sección de fijación
- 26 Área torcida
- 28 Borde trasero axial
- 30 Sección de aseguramiento
- 15 32 Sección de enganche
- 34 Borde delantero axial de la paleta del rotor
- 36 Abertura alargada
- 38 Alma

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Contrapeso para una paleta del rotor (10) de una etapa de turbina de una turbina de gas, en particular una turbina de gas de avión, que comprende una primera sección de fijación arqueada (16) que puede acoplarse a un borde delantero axial (15) de un anillo de refuerzo (12) de la paleta del rotor (10), una segunda sección de fijación (24) que puede acoplarse a un borde trasero axial (28) del anillo de refuerzo (12), y una sección central (22) que conecta la primera sección de fijación (16) y la segunda sección de fijación (24), en donde el contrapeso (18) está diseñado como un elemento metálico en forma de banda que tiene una pluralidad de regiones arqueadas desde un primer extremo (20) hasta un segundo extremo, caracterizado porque, antes de que el contrapeso se monte en la paleta del rotor (10), la sección central (22) tiene una sección de torsión (26), en la que el elemento metálico en forma de banda se tuerce, en particular en aproximadamente 90°, con respecto al eje longitudinal de la banda, que se corresponde con una dirección axial de la turbina de gas, en una primera dirección de rotación, en donde la segunda sección de fijación (24) se extiende hacia abajo, con respecto al eje longitudinal de la banda, que se corresponde con una dirección radial (RR) de la turbina de gas; y porque, en el estado montado (18) en la paleta del rotor (10), la sección central (22) se tuerce en un segunda dirección de rotación, que es contraria a la primera dirección de rotación, de tal manera que la sección de torsión (26) se estira, en donde la sección central (22) es guiada a lo largo del anillo de refuerzo (12) libre de torsión.
- 10 2. Contrapeso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la primera sección de fijación (16) está arqueada de manera que la primera sección de fijación arqueada (16) puede engancharse en el borde delantero axial (15) del anillo de refuerzo (12) y, al engancharse, se fija en el anillo de refuerzo (12) al menos en dirección radial (RR) y en dirección circunferencial (RR).
- 15 3. Contrapeso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la segunda sección de fijación (24) tiene una pluralidad de aberturas alargadas (26) que se disponen a distancias regulares entre sí, a partir de un extremo libre de la segunda sección de fijación (24).
- 20 4. Contrapeso de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque las aberturas alargadas (36) corren en paralelo con un eje de flexión, sobre el cual la segunda sección de fijación (24) está plásticamente deformada en la segunda posición relativa.
- 25 5. Contrapeso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la primera sección de fijación (16) está unida a una sección de acoplamiento de las paletas (32) que está diseñada de tal manera que puede acoplarse a un borde delantero de la paleta del rotor.
- 30 6. Contrapeso para una paleta del rotor (10) de una etapa de turbina de una turbina de gas, en particular una turbina de gas de avión, que comprende una primera sección de fijación arqueada (16) que puede acoplarse a un borde delantero axial (15) de un anillo de refuerzo (12) de la paleta del rotor (10), una segunda sección de fijación (24) que puede acoplarse a un borde trasero axial (28) del anillo de refuerzo (12), y una sección central (22) que conecta la primera sección de fijación (16) y la segunda sección de fijación (24), en donde el contrapeso (18) está diseñado como un elemento metálico en forma de banda que tiene una pluralidad de regiones arqueadas desde un primer extremo (20) hasta un segundo extremo, caracterizado porque la segunda sección de fijación (24) tiene una pluralidad de aberturas alargadas (26) que se disponen a distancias regulares entre sí, a partir de un extremo libre de la segunda sección de fijación (24), formándose un alma (38) entre las aberturas alargadas adyacentes (26) que, cuando el contrapeso se monta en la paleta del rotor, colinda con el borde trasero (28) del anillo de refuerzo (12), deformándose el alma (38) a lo largo del borde trasero (28) del anillo de refuerzo (12) de manera que se adapta al contorno del borde trasero (28), de modo que se establece una unión por adherencia de forma.
- 35 7. Contrapeso de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque las aberturas alargadas (36) corren sustancialmente en paralelo con un eje de flexión, sobre el cual la segunda sección de fijación (24) se deforma plásticamente en la segunda posición relativa.
- 40 8. Contrapeso de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, caracterizado porque la primera sección de fijación (16) está unida a una sección de acoplamiento de las paletas (32) que está diseñada de tal manera que puede acoplarse a un borde delantero de las paletas del rotor.
- 45 9. Corona de paletas del rotor de una etapa de turbina de gas, en particular de una turbina de gas de avión, que comprende una pluralidad de paletas del rotor dispuestas una junto a la otra en dirección circunferencial y que tienen en sus extremos exteriores radiales una sección del anillo de refuerzo correspondiente que tiene un borde delantero axial del anillo de refuerzo y un borde trasero axial del anillo de refuerzo, en donde un contrapeso (18) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o un contrapeso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 se coloca en la sección del anillo de refuerzo (12) de al menos una paleta del rotor (10).
- 50 55 60 65

10. Método para fijar un contrapeso (18) a la sección del anillo de refuerzo (12) de una paleta del rotor (10) de una corona de paleta del rotor de una etapa de turbina de una turbina de gas, que comprende las etapas de:
- 5 Proporcionar un contrapeso (18) de acuerdo con la reivindicación 1;  
Introducir la primera sección de fijación arqueada (16) y la sección central (22) entre dos paletas del rotor (10) adyacentes de la corona de paleta del rotor en contra de la dirección del flujo de la turbina de gas;
- 10 Disponer y acoplar la primera sección de fijación arqueada (16) sobre y a un borde delantero axial del anillo de refuerzo (15) de la sección del anillo de refuerzo (12);  
Torcer la sección central (22) en una segunda dirección de rotación, contraria a la primera, de modo que la sección de torsión (26) se estire sustancialmente, en donde la sección central (22) sea guiada a lo largo del anillo de refuerzo (12) sin torsión, de modo que la segunda sección de fijación (24) se acople a un borde delantero axial del anillo de refuerzo (28) de la sección del anillo de refuerzo (12) mediante un movimiento giratorio hacia arriba.

Fig. 1

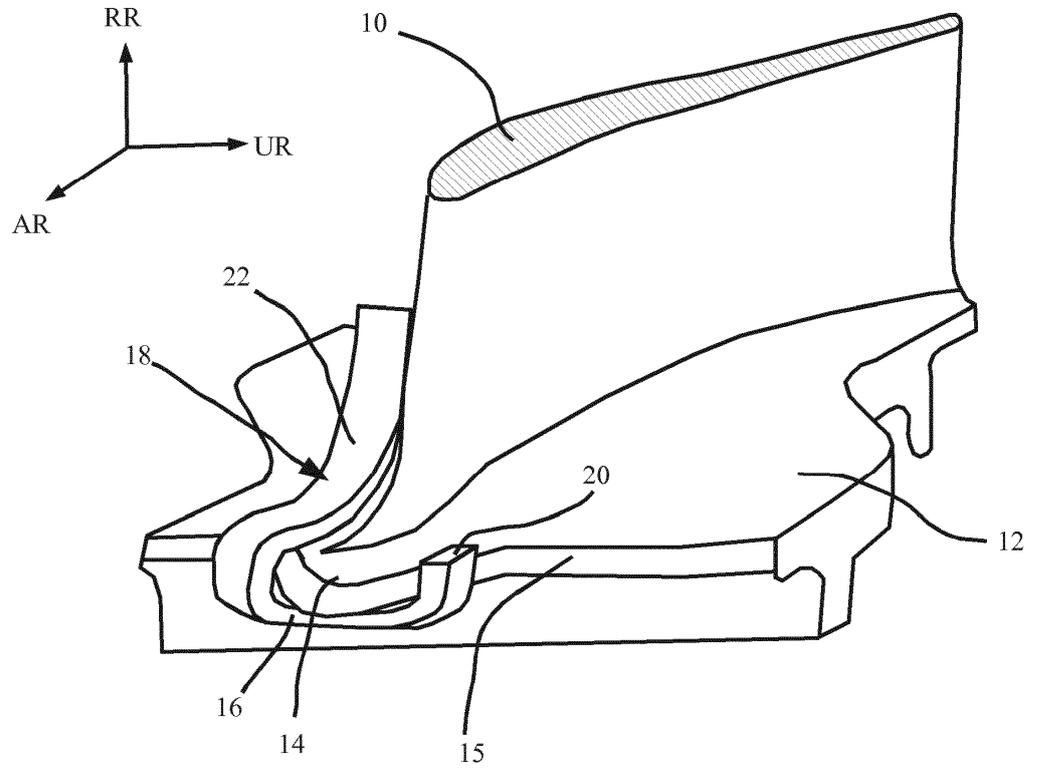


Fig. 2

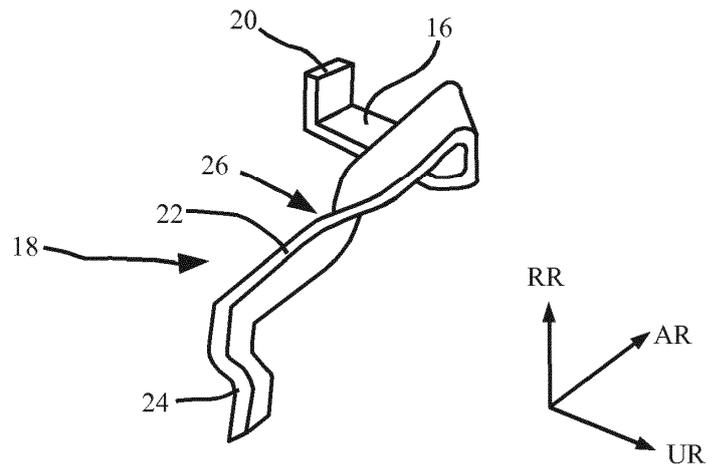


Fig. 3

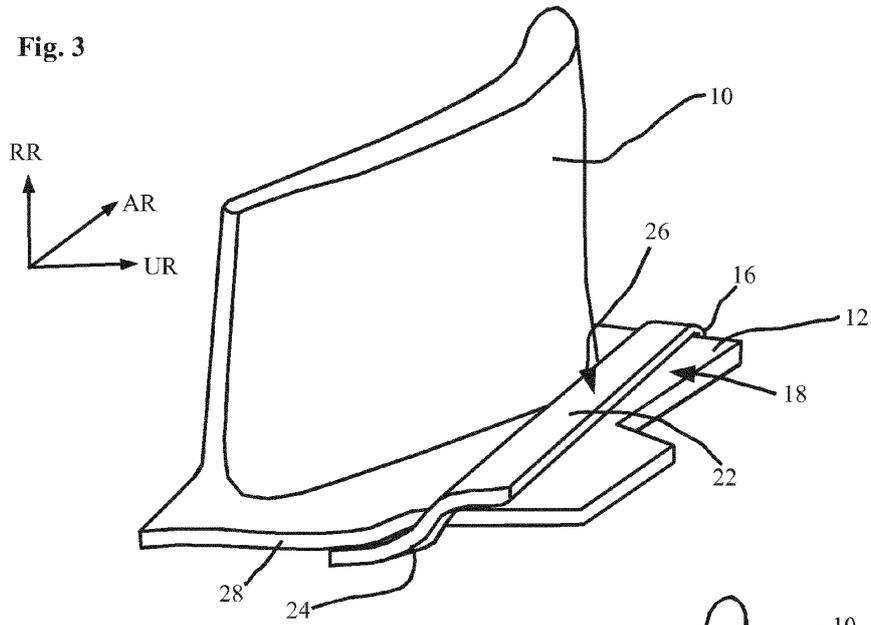


Fig. 4

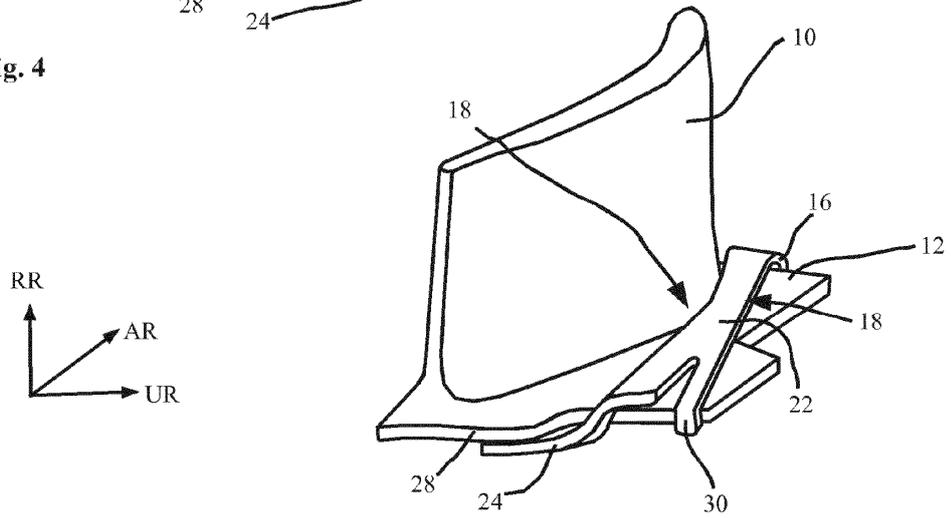


Fig. 5

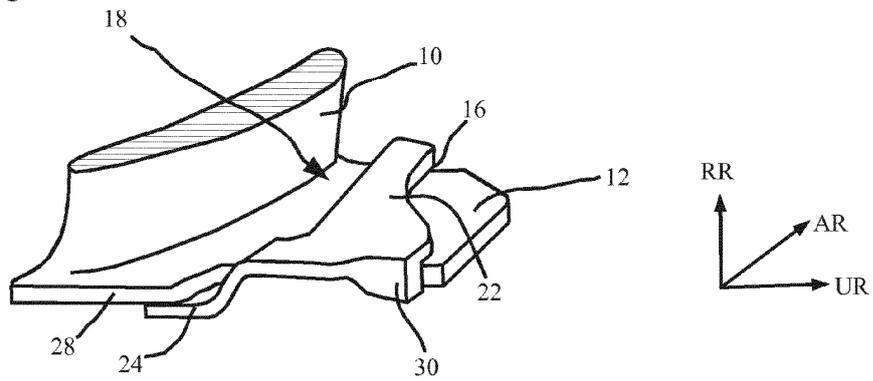


Fig. 6

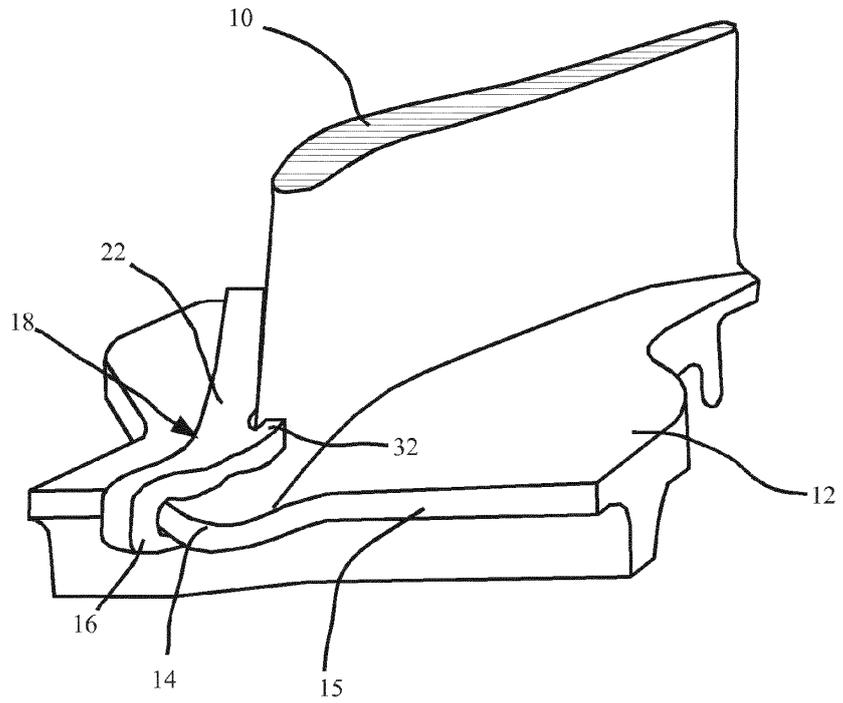


Fig. 7

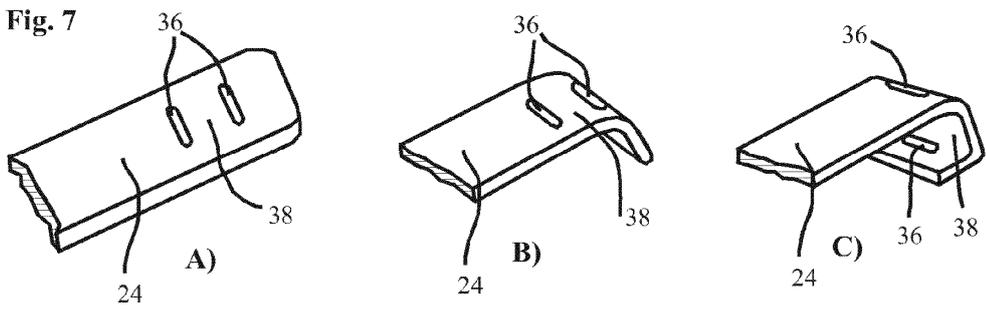


Fig. 8

