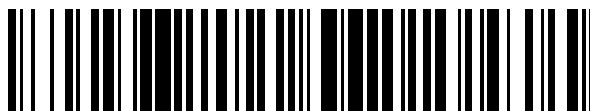


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 939**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/22** (2006.01)

**F01D 11/00** (2006.01)

**F01D 5/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2013** **E 13196987 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017** **EP 2884049**

54 Título: **Disposición de álabes móviles para turbinas de gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.09.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WÖHLER, MARCUS y**  
**PERNLEITNER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 632 939 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****Disposición de álabes móviles para turbinas de gas**

La presente invención se refiere a una disposición de álabes móviles para una turbina de gas, a una turbina de gas, en particular una turbina de gas de un motor de aeronave con tal disposición de álabes móviles, así como a un procedimiento para el montaje de tal disposición de álabes móviles.

Por el documento WO 2013/154657 A2 es conocida una disposición de álabes móviles en la que entre álabes móviles adyacentes está dispuesto un elemento de amortiguación de tipo estribo. El elemento de amortiguación está montado con sus extremos de estribo sobre bridas axiales, de forma que se puede mover en la dirección circunferencial para amortiguar las vibraciones del álabe de forma disipativa. Un talón de aseguramiento se aplica radialmente en una cavidad en una superficie lateral del elemento de amortiguación. Los documentos EP 0709549 A1 y US 5415526 dan a conocer también disposiciones de álabes móviles conocidas.

Un objeto de una realización de la presente invención es proporcionar una disposición de álabes móviles para una turbina de gas.

Este objeto se consigue mediante una disposición de álabes móviles con las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones 11, 12 proporcionan protección a una turbina de gas con una disposición de álabes móviles según la invención o a un procedimiento para el montaje de una disposición de álabes móviles según la invención. Formas de realización ventajosas de la invención son el objeto de las reivindicaciones subordinadas.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención una disposición de álabes móviles para una turbina de gas, en particular una etapa de compresor o turbina de una turbina de gas de un motor de aeronave, en particular una disposición de álabes móviles de una turbina de gas, en particular de una etapa de compresor o turbina de una turbina de gas de un motor de aeronave, presenta al menos un primer elemento de álabe móvil y un segundo elemento de álabe móvil adyacente a este en la dirección circunferencial de la turbina de gas.

Los elementos de álabes móviles adyacentes tienen, respectivamente, una o varias hojas de álabe para la desviación del flujo de una corriente de aire o gas de escape que se va a comprimir o expandir, así como una raíz de álabe para la fijación a un rotor de la turbina de gas. La raíz de álabe puede estar o ser fijada al rotor de forma separable o no separable, en particular con unión positiva de forma, preferiblemente por medio de uno o varios destalonados, en particular de un perfil de abeto. En una realización, el rotor es un disco de rotor.

Los elementos de álabes móviles adyacentes tienen cavidades de cuello de álabe enfrentadas entre sí en la dirección circunferencial de la turbina de gas, que están dispuestas entre la hoja de álabe y la raíz de álabe. En una realización, una cavidad de cuello de álabe está limitada en la dirección axial de la turbina de gas por paredes frontales axiales, en cuyo lado alejado de la cavidad de cuello de álabe puede estar realizada una plataforma de álabe. En una realización, en la dirección radial de la turbina de gas hacia fuera, una cavidad de cuello de álabe está limitada por una pared frontal radial, desde cuyo lado alejado de la cavidad de cuello de álabe la hoja de álabe o las hojas de álabe del elemento de álabe móvil sobresalen radialmente. En una realización, en la dirección radial de la turbina de gas hacia dentro hacia la raíz de álabe, la cavidad de cuello de álabe puede estar abierta o al menos parcialmente cerrada. En una realización, en la dirección circunferencial de la turbina de gas hacia el elemento de álabe móvil adyacente, la cavidad de cuello de álabe está total o parcialmente abierta y en la dirección circunferencial de la turbina de gas lejos del elemento de álabe móvil adyacente está limitada por una superficie frontal; por tanto, se denomina como cavidad (de cuello de álabe) sin restricción de la generalidad.

En las cavidades de cuello de álabe enfrentadas entre sí en la dirección circunferencial de la turbina de gas está montado de forma móvil al menos un elemento de amortiguación común en la dirección radial y/o circunferencial de la turbina de gas. En una realización, en caso de vibraciones provocadas por el funcionamiento de la disposición de álabes móviles, en particular en la dirección circunferencial, este puede realizar movimientos y así amortiguar las vibraciones de forma disipativa. Un elemento de amortiguación montado de forma móvil en la dirección radial de la turbina de gas es accionado en funcionamiento por la fuerza centrífuga hacia fuera y crea así una fuerza normal que produce la unión positiva de rozamiento disipativa.

En una realización, la disposición de álabes móviles presenta más de dos elementos de álabes móviles distanciados en la dirección circunferencial de la turbina de gas, que pueden ser fijados, en particular están o son fijados, al mismo rotor. Entonces, entre dos o más, en particular todos, los elementos de álabes móviles adyacentes en la forma descrita a continuación pueden estar o ser dispuestos, respectivamente, uno o varios elementos de amortiguación. Correspondientemente, en una realización, en la dirección circunferencial de la turbina de gas delante y detrás de un segundo elemento de álabe móvil puede estar dispuesto un primer elemento de álabe móvil adyacente a este, estando o siendo dispuestos entre cada uno de este primer elemento de álabe móvil y el segundo elemento de álabe móvil, respectivamente, uno o varios elementos de amortiguación de la forma descrita a continuación.

Según un aspecto de la presente invención una primera cara frontal del elemento de amortiguación presenta una primera cavidad de cojinete, en la que se aplica un primer pasador de cojinete, que está dispuesto en,

especialmente dentro, de la cavidad del cuello de álabe del primer elemento de álabe móvil, y una segunda cara frontal del elemento de amortiguación opuesta en la dirección circunferencial de la turbina de gas presenta una segunda cavidad de cojinete, en la que se aplica un segundo pasador de cojinete que está dispuesto en, especialmente dentro, de la cavidad de cuello de álabe del segundo elemento de álabe móvil.

- 5 En particular, en una realización, el elemento amortiguador rodea a los pasadores de cojinete con sus cavidades de cojinete, al menos parcialmente. De este modo, en una realización puede ser representado un apoyo ventajoso en cuanto al peso, resistencia, técnica de fabricación y/o montaje y/o térmicamente y/o cinéticamente.

En una realización, la primera y la segunda cavidad de cojinete están unidas entre sí formando una abertura de paso. Esto puede ser ventajoso, en particular en cuanto a la técnica de fabricación y/o tolerancias.

- 10 En otra realización, la primera y la segunda cavidad de cojinete están separadas una de otra a modo de agujero ciego por una pared intermedia del elemento de amortiguación, que en una realización puede limitar por tope un movimiento del elemento de amortiguación sobre un perno de cojinete en su dirección de aplicación. De esta manera, en una realización ventajosamente pueden ser amortiguadas las vibraciones, en particular, pueden ser amortiguados varios modos de oscilación diferentes.

- 15 En una realización, el elemento de amortiguación presenta en una sección transversal a través del primer y/o el segundo pasador de cojinete perpendicularmente a un eje longitudinal de este pasador de cojinete, un contorno exterior cerrado. Tal sección transversal cerrada, en particular en forma de O, puede ser especialmente ventajosa técnicamente en cuanto a la resistencia. En una realización, el elemento de amortiguación presenta un perfil de O con dos cavidades que presentan un contorno exterior cerrado y están unidas formando una abertura de paso.

- 20 En otra realización, el elemento de amortiguación en una sección transversal a través del primer y/o el segundo pasador de cojinete perpendicularmente a un eje longitudinal de este pasador de cojinete tiene una ranura radial que se extiende desde una cavidad de cojinete hasta un contorno exterior, en particular al menos sustancialmente en la dirección del eje longitudinal del primer y/o el segundo pasador de cojinete. Una sección transversal ranurada de este tipo puede ser ventajosa en particular para la compensación de tolerancias de fabricación y/o el montaje y/o deformaciones térmicas.

En una realización, la ranura radial puede estar dispuesta en la dirección radial de la turbina de gas por fuera o por el lado de la hoja de álabe. De esta manera puede proporcionarse de forma especialmente ventajosa una superficie de contacto de funcionamiento cerrada entre una cavidad de cojinete y el perno de cojinete que se aplica en esta.

- 30 En otra realización, la ranura radial puede estar dispuesta en el interior o por el lado de la raíz de álabe en la dirección radial de la turbina de gas. De esta manera puede proporcionarse de forma especialmente ventajosa una superficie de contacto de funcionamiento cerrada entre un lado exterior del elemento de amortiguación del lado de la hoja de álabe y una pared interior opuesta a este de una cavidad de cuello de álabe.

- En particular, en este caso, en una realización una anchura de ranura mínima puede ser mayor o igual que una anchura de sección transversal máxima de los pernos de cojinete que se aplican en las cavidades de cojinete. En una realización esto permite ventajosamente proporcionar una mayor holgura radial, ahorra peso y/o reduce los gastos de montaje. El elemento de amortiguación puede, en particular al menos por secciones, presentar una sección transversal al menos esencialmente en forma de U, en la que los dos brazos de la sección transversal en forma de U definen la ranura, así como las) cavidade(s) de cojinete. En una realización, el elemento de amortiguación presenta un perfil en U con dos cavidades unidas para formar una abertura de paso, las cuales presentan un contorno exterior rasurado en la dirección longitudinal o de extensión de la abertura de paso.

- 45 Del mismo modo, en otra realización, una anchura máxima de ranura puede ser menor que una anchura de sección transversal máxima de al menos uno de los pasadores de cojinete que se aplican en las cavidades de cojinete. De esta manera en una realización puede ser limitada ventajosamente con unión positiva de forma una holgura radial y/o estar o ser asegurado de forma imperdible el elemento de amortiguación. El elemento de amortiguación puede presentar, en particular al menos en sectores, una sección transversal al menos esencialmente en forma de C, en la que las dos patas de la sección transversal en forma de C definen la(s) cavidad(es) de cojinete y los talones de los brazos del lado de extremo enfrentados entre sí, la ranura. En una realización, el elemento de amortiguación presenta un perfil en C con dos cavidades unidas formando una abertura de paso que presentan un contorno exterior ranurado en la dirección longitudinal o de extensión de la abertura de paso.

- 50 Adicional o alternativamente a una ranura radial por el lado de la hoja de álabe o de la raíz de álabe, el elemento de amortiguación puede presentar una ranura axial en una sección transversal perpendicularmente a un eje longitudinal del primer y/o el segundo pasador de cojinete.

- En una realización, el elemento de amortiguación puede presentar en una sección transversal perpendicular a un eje longitudinal del primer y/o el segundo pasador de cojinete un perfil al menos sustancialmente en forma de L o T, o estar realizado en forma de L o T, de modo que los dos brazos del perfil de L o T, en particular al menos sustancialmente alineados perpendicularmente entre sí, o el ángulo interno encerrado por estos definen la(s) cavidad(es). Correspondientemente, también un ángulo interior de un perfil en forma de L, en forma de T o un perfil

similar se entiende generalizando como cavidad de cojinete en el sentido de la presente invención. Una cavidad de cojinete en el sentido de la presente invención puede por tanto estar cerrada a lo largo de un contorno de un pasador de cojinete que se aplica en esta y en particular estar realizada por un perfil de O. Del mismo modo, una cavidad de cojinete en el sentido de la presente invención puede estar realizada abierta por una ranura, en particular una ranura radial por un lado exterior del elemento de amortiguación o cerrada en tres lados periféricos y, en particular, realizada por un perfil en forma de U o en forma de C. Del mismo modo, una cavidad de cojinete en el sentido de la presente invención puede estar abierta en la dirección radial y axial de la turbina de gas o cerrada en dos lados periféricos, y en particular estar realizada por un perfil en forma de L o de T.

En una realización, el elemento de amortiguación está fijado en la dirección axial de la turbina de gas por un pasador de aseguramiento que está dispuesto en, especialmente dentro, de la cavidad de cuello de álabe del primer o el segundo elemento de álabe móvil. En otro sentido, el elemento de amortiguación puede estar fijado por otro pasador de aseguramiento que esté dispuesto en, especialmente dentro, de la cavidad de cuello de álabe del mismo o del otro elemento de álabe móvil. Del mismo modo, el elemento de amortiguación puede estar fijado en un lado opuesto al pasador de aseguramiento también por una pared interior de la primera y/o la segunda cavidad de cuello de álabe o de la primera y/o la segunda cavidad de cojinete. Por una fijación se entiende en el caso presente en particular un aseguramiento con unión positiva de forma con holgura, aunque también una fijación al menos esencialmente sin holgura. Adicional o alternativamente a una fijación en la dirección axial de la turbina de gas, un pasador de aseguramiento puede asegurar el elemento de amortiguación al primer y/o al segundo pasador de cojinete también frente a un giro en torno a su extensión longitudinal.

En una realización el primer pasador de cojinete y el segundo pasador de cojinete, en un perfeccionamiento también un pasador de aseguramiento explicado anteriormente, pueden ser al menos esencialmente paralelos entre sí. En este caso, el primer pasador de cojinete y el segundo pasador de cojinete pueden estar desplazados uno de otro en la dirección circunferencial y/o radial de la turbina de gas, en particular para representar un apoyo estable en cuanto a inclinaciones, o al menos están sustancialmente alineados entre sí, en particular para aumentar una holgura de movimiento de una abertura de paso producida por los pasadores de cojinete alineados.

En una realización, el elemento de amortiguación está montado en la dirección radial de la turbina de gas con una holgura radial en el primer y/o el segundo pasador de cojinete, que es mayor que una holgura radial entre un lado exterior del elemento de amortiguación del lado de la hoja de álabe y una pared interior opuesta de la primera y/o la segunda cavidad de cuello de álabe. De esta forma el lado exterior del lado de la hoja de álabe del elemento de amortiguación y la pared interior opuesta de la primera y/o la segunda cavidad de cuello de álabe que entran en contacto entre sí debido a la holgura radial más pequeña en un desplazamiento del elemento de amortiguación provocado por la fuerza centrífuga forman superficies de contacto de funcionamiento, en las que el elemento de amortiguación y los elementos de hoja de álabe amortiguan vibraciones con unión positiva de rozamiento.

En otra realización, el elemento de amortiguación está montado en la dirección radial de la turbina de gas con una holgura radial en el primer y/o el segundo pasador de cojinete, que es menor que una holgura radial entre un lado exterior del elemento de amortiguación del lado de la hoja de álabe y una pared interior opuesta de la primera y/o la segunda cavidad de cuello de álabe. De esta forma un lado exterior del primer y/o segundo perno de cojinete interior en la dirección radial de la turbina de gas y una pared interior opuesta a este de la cavidad de cojinete que están en contacto entre sí como resultado de la holgura radial más pequeña en un desplazamiento del elemento de amortiguación provocado por la fuerza centrífuga, forman superficies de contacto de funcionamiento, en las que el elemento de amortiguación y los elementos de hoja de álabe amortiguan vibraciones con unión positiva de rozamiento.

En una realización, vista en su dirección de aplicación en la dirección radial de la turbina de gas hacia fuera, una superficie de contacto de funcionamiento de la primera cavidad de cojinete aumenta hacia fuera, en particular linealmente, al ponerse en contacto con una superficie de contacto de funcionamiento del primer perno de cojinete que se aplica en esta cavidad de cojinete. Adicional o alternativamente, vista en su dirección de aplicación en la dirección radial de la turbina de gas, una superficie de contacto de funcionamiento de la segunda cavidad de cojinete aumenta, en particular linealmente, al ponerse en contacto con una superficie de contacto de funcionamiento del segundo perno de cojinete que se aplica en esta cavidad de cojinete, en particular de forma simétrica a la superficie de contacto de funcionamiento de la primera cavidad de cojinete. De esta forma, en una realización se puede conseguir ventajosamente un autocentrado. En una realización, una superficie de contacto de funcionamiento de la primera y/o la segunda cavidad de cojinete está realizada redondeada para contactar con una superficie de contacto de funcionamiento del primer o segundo perno de cojinete que se aplica en esta cavidad de cojinete y/o la superficie de contacto de funcionamiento del primer o el segundo perno de cojinete que se aplica en esta cavidad de cojinete. De esta manera se puede representar ventajosamente un contacto de línea entre el pasador de cojinete y el elemento de amortiguación.

En una realización, uno o varios pasadores de cojinete y/o de aseguramiento pueden estar realizados separados. Por esto se entiende en el caso presente, en particular, que el pasador tiene en al menos una sección transversal perpendicular a su dirección longitudinal o de su extensión, preferiblemente al menos sustancialmente a través de toda su extensión longitudinal, en todos los lados un contorno exterior libre. Esto puede ser ventajoso, en particular térmicamente, para la técnica de montaje y/o la técnica de fabricación.

Adicional o alternativamente, en una realización uno o varios pasadores de cojinete y/o aseguramiento pueden estar realizados integrales con la cavidad de cuello de álabe. Esto puede ser ventajoso, en particular en cuanto a la técnica para la resistencia y/o la fabricación.

5 Adicional o alternativamente, en una realización uno o varios pasadores de cojinete y/o aseguramiento enlazan con la cavidad de cuello de álabe con un radio. Esto puede igualmente ser ventajoso en particular en cuanto a la técnica para la resistencia y/o la fabricación.

Otros perfeccionamientos ventajosos de la presente invención resultan de las reivindicaciones subordinadas y de la siguiente descripción de realizaciones preferidas. Muestran, de forma parcialmente esquematizada:

10 Fig. 1: una vista en planta desde arriba en la dirección circunferencial de un elemento de álabe móvil de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con una realización de la presente invención;

Fig. 2: un corte a lo largo de la línea II-II de la Fig. 1;

Fig. 3: un corte de un elemento de álabe móvil de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con otra realización de la presente invención en una representación correspondiente a la Fig. 2;

15 Fig. 4: una vista en planta desde arriba en la dirección circunferencial de un elemento de álabe móvil de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con otra realización de la presente invención en una representación correspondiente a la Fig. 1;

Fig. 5: una vista en perspectiva del elemento de álabe móvil de la Fig. 4;

Fig. 6: una vista en perspectiva de un elemento de álabe móvil adyacente al elemento de álabe móvil de la Fig. 5;

20 Fig. 7: una vista en planta desde arriba en la dirección circunferencial de un elemento de álabe móvil de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con otra realización de la presente invención en una representación correspondiente a la Fig. 1;

Fig. 8: una vista en perspectiva del elemento de álabe móvil de la Fig. 7; y

Fig. 9: una vista en perspectiva de un elemento de álabe móvil adyacente al elemento de álabe móvil de la Fig. 8.

25 La Fig. 1 muestra una vista en planta desde arriba en la dirección circunferencial de un primer elemento de álabe móvil 10 de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con una realización de la presente invención, la Fig. 2 muestra un corte a lo largo de la línea II-II de la Fig. 1 a través de este elemento de álabe móvil, así como un segundo elemento de álabe móvil 20 de la disposición de álabes móviles adyacente en la dirección circunferencial.

30 Los elementos de álabes móviles adyacentes presentan, respectivamente, una hoja de álabe 1 para la desviación del flujo, una raíz de álabe 2 para la fijación a un disco de rotor (no representado), así como cavidades de cuello de álabe 3 enfrentadas entre sí y dispuestas entre la hoja de álabe y la raíz de álabe. Para facilitar la representación, estos solo están provistos de números de referencia para el primer elemento de álabe móvil, el segundo elemento de álabe móvil tiene, al menos esencialmente, la misma construcción, de modo que se hace referencia a la descripción del primer elemento de álabe móvil.

35 En las cavidades de cuello de álabe enfrentadas está montado de forma móvil un elemento de amortiguación común 5. Para ello, una primera cara frontal del elemento de amortiguación, la que se ve en la Fig. 1, presenta una primera cavidad de cojinete 51, en la que se aplica un primer pasador de cojinete 4, que está dispuesto en la cavidad de cuello de álabe del primer elemento de álabe móvil. Una segunda cara frontal del elemento de amortiguación opuesta en la dirección circunferencial de la turbina de gas (a la derecha en la Fig. 2) presenta a modo de imagen especular una segunda cavidad de cojinete, en la que se aplica un segundo pasador de cojinete 6 que está dispuesto en la cavidad de cuello de álabe del segundo elemento de álabe móvil y está alineado con el primer pasador de cojinete dentro de la tolerancia.

45 Como en particular se puede reconocer en el corte de la Fig. 2, la primera y la segunda cavidad de cojinete están unidas entre sí formando una abertura de paso y por tanto están designadas por el mismo símbolo de referencia.

50 Como se puede reconocer en particular en la vista en planta desde arriba de la Fig. 1, el elemento de amortiguación está realizado en forma de C y en secciones transversales paralelas al plano del dibujo de la Fig. 1 perpendicularmente a un eje longitudinal del primer y el segundo pasador de cojinete (horizontal en la Fig. 2) presenta una ranura radial 52 que está dispuesta por el lado de la hoja de álabe (arriba en las figuras 1, 2). Su anchura de ranura es menor que la anchura de la sección transversal máxima de los pasadores de cojinete que se aplican en las cavidades de cojinete, de modo que el elemento de amortiguación está fijado a ambos lados en la dirección radial de la turbina de gas (de abajo a arriba en las figuras 1, 2).

El elemento de amortiguación está montado en la dirección radial de la turbina de gas con una holgura radial en el primer y el segundo pasador de cojinete, que es menor que una holgura radial  $R$  entre un lado exterior del elemento de amortiguación por el lado de la hoja de álabe (arriba en las Figs. 1, 2) y una pared interior opuesta de la primera y la segunda cavidad de cuello de álabe. De este modo la pared inferior en las Figs. 1, 2 de la primera y la segunda cavidad de cojinete forman, respectivamente, una superficie de contacto de funcionamiento 53 para entrar en contacto con una superficie de contacto de funcionamiento del perno de cojinete que se aplica en esta cavidad de cojinete, que en el ejemplo de realización está realizada redondeada para representar un contacto lineal.

Como en particular se puede reconocer en el corte de la Fig. 2, esta superficie de contacto de funcionamiento 53 de la primera cavidad de cojinete (a la izquierda en Fig. 2), vista en su dirección de aplicación (de izquierda a derecha en la Fig. 2), aumenta linealmente en la dirección radial de la turbina de gas hacia fuera (hacia arriba en la Fig. 2). Como imagen especularmente simétrica a ella, la superficie de contacto de funcionamiento 53 de la segunda cavidad de cojinete (a la derecha en la Fig. 2), vista en su dirección de aplicación (de derecha a izquierda en la Fig. 2), aumenta linealmente en la dirección radial de la turbina de gas hacia fuera (hacia arriba en la Fig. 2).

La Fig. 3 muestra, de forma correspondiente a la Fig. 2, un corte a través de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con otra realización de la presente invención. Las características correspondientes entre sí se indican con números de referencia idénticos, de modo que a continuación solamente se discuten las diferencias y se hace referencia por lo demás a la descripción anterior.

En la realización de la Fig. 3, la primera y la segunda cavidad de cojinete están separadas una de otra a modo de agujero ciego por una pared intermedia 54. El primer y el segundo pasador de cojinete son en esta forma de realización más cortos en la dirección circunferencial que en la forma de realización de las figuras 1, 2, de modo que pueden aplicarse en la primera o segunda cavidad de cojinete a modo de agujero ciego.

La Fig. 4 muestra en una vista en planta desde arriba correspondiente a la Fig. 1 un primer elemento de álabe móvil de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con otra realización de la presente invención. Las características correspondientes entre sí se indican con números de referencia idénticos, de modo que en lo que sigue solamente se discuten las diferencias y por lo demás se hace referencia a la descripción anterior.

En la realización de la Fig. 4 el elemento de amortiguación 5 está realizado en forma de O y tiene un contorno exterior cerrado en secciones transversales paralelas al plano del dibujo de la Fig. 4 perpendicularmente a un eje longitudinal del primer y el segundo pasador de cojinete.

En la realización de la Fig. 4 el elemento de amortiguación está montado en la dirección radial de la turbina de gas con una holgura radial  $r$  en el primer y el segundo pasador de cojinete que es mayor que una holgura radial  $R$  entre un lado exterior del elemento de amortiguación del lado de la hoja de álabe y una pared interior opuesta de la primera y la segunda cavidad de cuello de álabe. De esta forma, en la Fig. 4 esta cara exterior del elemento de amortiguación del lado de la hoja de álabe forma una superficie de contacto de funcionamiento para contactar con la pared interior opuesta de la primera y la segunda cavidad de cuello de álabe, que de este modo define la otra superficie de contacto de funcionamiento para la unión positiva de rozamiento disipativa para la amortiguación de vibraciones.

La Fig. 5 muestra una vista en perspectiva de este elemento de álabe móvil, la Fig. 6 muestra una vista en perspectiva de un segundo elemento de álabe móvil 20 adyacente a este primer elemento de álabe móvil, estando representado oculto el elemento de amortiguación dispuesto entre estos para mayor claridad.

La Fig. 7 muestra en una vista en planta desde arriba correspondiente a las Figs. 1, 4 un primer elemento de álabe móvil de una disposición de álabes móviles de una turbina de gas de acuerdo con otra realización de la presente invención. Las características correspondientes entre sí se indican con números de referencia idénticos, de modo que en lo que sigue solamente se discuten las diferencias y se hace referencia por lo demás a la descripción anterior.

En la realización de la Fig. 7 el elemento de amortiguación 5 está realizado en forma de U y en secciones transversales paralelas al plano del dibujo de la Fig. 7 perpendicularmente a un eje longitudinal del primer y el segundo pasador de cojinete presenta una ranura radial que está dispuesta por el lado de la raíz de álabe (abajo en la Fig. 7). Su anchura de ranura es mayor que la anchura de sección transversal máxima de los pasadores de cojinete que se aplican en las cavidades de cojinete.

En la realización de la Fig. 7 el elemento de amortiguación está fijado en la dirección axial de la turbina de gas (horizontal en la Fig. 7) por un pasador de aseguramiento 7 que está dispuesto en la cavidad de cuello de álabe del primer elemento de álabe móvil 10.

El elemento de amortiguación de la realización de la Fig. 7 está realizado con forma de U, sus cavidades de cojinete unidas formando una abertura de paso están cerradas correspondientemente en tres lados circunferenciales (por la izquierda, derecha, arriba en la Fig. 7). En una variante, las cavidades de cojinete pueden también estar abiertas en dos lados circunferenciales, en particular estar realizadas por el ángulo interior de un perfil en L. Tal elemento de

amortiguación con sección transversal en forma de L está indicado por líneas de trazos en la Fig. 7. Se puede reconocer que los pasadores de cojinete 4 se aplican en las cavidades realizadas por el ángulo interior del perfil de L.

5 La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva de un primer elemento de álabe móvil 10, la Fig. 9 muestra una vista en perspectiva de un segundo elemento de álabe móvil 20 adyacente a este primer elemento de álabe móvil, estando representado el elemento de amortiguación 5 dispuesto entre estos, tanto en la Fig. 8 como en la Fig. 9 para ilustrar el apoyo sobre el pasador de cojinete respectivo.

Los pasadores de cojinete y aseguramiento, como se puede reconocer especialmente en las Figs. 5, 6 y 8, están realizados separados e integrales con la cavidad de cuello de álabe respectiva y enlazan con esta, respectivamente, con un radio.

10 Aunque en la descripción anterior se han explicado ejemplos de realizaciones, hay que señalar que es posible una pluralidad de modificaciones. Además, se debe señalar que en cuanto a los ejemplos de realización se trata únicamente de ejemplos, que en ningún modo deben limitar el alcance de protección, las aplicaciones, y la estructura. Más bien, con la descripción anterior se le proporciona al experto una guía para la implementación de al menos un ejemplo de realización, pudiendo acometerse diversas modificaciones en particular en cuanto a la función y disposición de los componentes descritos, sin apartarse del alcance de protección como se deduce de las reivindicaciones.

15

**Símbolos de referencia**

- 1 hoja de álabe
- 10 primer elemento de álabe móvil
- 20 20 segundo elemento de álabe móvil
- 2 raíz de álabe
- 3 cavidad de cuello de álabe
- 4 primer pasador de cojinete
- 5 elemento de amortiguación
- 25 51 (primera) cavidad
- 52 ranura radial
- 53 superficie de contacto de funcionamiento
- 54 pared intermedia
- 6 segundo pasador de cojinete
- 30 7 pasador de aseguramiento

## REIVINDICACIONES

1. Disposición de álabes móviles para una turbina de gas, en particular una etapa de compresor o turbina de una turbina de gas de un motor de aeronave, con al menos un primer elemento de álabe móvil (10) y un segundo elemento de álabe móvil (20) adyacente a este en la dirección circunferencial, en la que los elementos de álabes móviles adyacentes presentan, respectivamente, al menos una hoja de álabe (1) para la desviación de la corriente, una raíz de álabe (2) para su fijación a un rotor, así como cavidades de cuello de álabe (3) enfrentadas entre sí y dispuestas entre la hoja de álabe y la raíz de álabe, en las que está montado de forma móvil un elemento de amortiguación común (5), y de modo que una primera cara frontal del elemento de amortiguación presenta una primera cavidad de cojinete (51), en la que se aplica un primer pasador de cojinete (4), que está dispuesto en la cavidad de cuello de álabe del primer elemento de álabe móvil, y una segunda cara frontal del elemento de amortiguación opuesta en la dirección circunferencial de la turbina de gas presenta una segunda cavidad de cojinete, en la que se aplica un segundo pasador de cojinete (6), que está dispuesto en la cavidad de cuello de álabe del segundo elemento de álabe móvil, caracterizada por que o bien el elemento de amortiguación en una sección transversal perpendicular a un eje longitudinal del primer y/o segundo pasador de cojinete presenta un contorno exterior cerrado; o bien el elemento de amortiguación en una sección transversal perpendicular a un eje longitudinal del primer y/o segundo pasador de cojinete presenta una ranura radial, siendo un ancho de ranura menor que un ancho de sección transversal máximo de al menos uno de los pasadores de cojinete que se aplican en las cavidades de cojinete.
2. Disposición de álabes móviles según la reivindicación 1, caracterizada por que la primera y la segunda cavidad de cojinete están unidas entre sí formando una abertura de paso.
3. Disposición de álabes móviles según la reivindicación 1, caracterizada por que la primera y la segunda cavidad de cojinete están separadas una de otra por una pared intermedia (54) a modo de agujero ciego.
4. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el elemento de amortiguación en una sección transversal perpendicular a un eje longitudinal del primer y/o el segundo pasador de cojinete presenta un contorno exterior con forma de O.
5. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la ranura radial está dispuesta por el lado de la hoja de álabe o por el lado de la raíz de álabe.
6. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el elemento de amortiguación está fijado y/o asegurado frente al giro en la dirección axial de la turbina de gas por al menos un pasador de aseguramiento (7), que está dispuesto en la cavidad de cuello de álabe del primer o el segundo elemento de álabe móvil.
7. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el primer y el segundo pasador de cojinete son al menos sustancialmente paralelos entre sí, en particular están alineados entre sí.
8. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el elemento de amortiguación está montado en la dirección radial de la turbina de gas con una holgura radial (r) sobre el primer y/o el segundo pasador de cojinete, que es mayor o menor que una holgura radial (R) entre un lado exterior del elemento de amortiguación por el lado de la hoja de álabe y una pared interior opuesta de la primera y/o segunda cavidad de cuello de álabe.
9. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que, vista en la dirección de aplicación en la dirección radial de la turbina de gas, una superficie de contacto de funcionamiento (53) de la primera y/o la segunda cavidad de cojinete aumenta hacia fuera, en particular linealmente, para contactar con una superficie de contacto de funcionamiento del pasador de cojinete que se aplica en esta cavidad de cojinete.
10. Disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que al menos uno de los pasadores está realizado separado y/o integral con la cavidad de cuello de álabe y/o enlaza con esta con un radio.
11. Turbina de gas, en particular turbina de gas para un motor de aeronave, con al menos una disposición de álabes móviles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el primer y el segundo elemento de álabe móvil están fijados en un rotor de la turbina de gas, en particular de forma separable.
12. Procedimiento para el montaje de una disposición de álabes móviles según la reivindicación anterior, caracterizado por que el elemento de amortiguación está montado de forma móvil sobre el primer y/o el segundo pasador de cojinete y el primer y el segundo elemento de álabe móvil son fijados en un rotor de la turbina de gas, en particular de forma separable.



