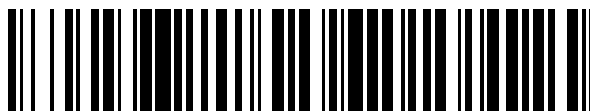


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 947 569**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/16** (2006.01)

**F01D 5/26** (2006.01)

**F01D 25/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2017** **E 17165615 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2023** **EP 3231998**

54 Título: **Segmento de álabe fijo**

30 Prioridad:

**11.04.2016 DE 102016205995**

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

**11.08.2023**

73 Titular/es:

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

**Dachauer Strasse 665**

**80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHLEMMER, MARKUS;**

**HARTUNG, ANDREAS;**

**RICHTER, KARL-HERMANN y**

**HANRIEDER, HERBERT**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 947 569 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

Segmento de álabe fijo

- 5 Los trabajos que han llevado a esta invención se han subvencionado según el convenio de ayuda financiera *Finanzhilfvereinbarung* núm. CSJU-GAM-SAGE-2008-001 en el transcurso del séptimo programa marco de la Unión Europea (*FP7/2007-2013*) para la iniciativa tecnológica conjunta de cielo limpio (*Clean Sky Joint Technology Initiative*).
- 10 La presente invención se refiere a un segmento de álabe fijo para una etapa de turbomáquina, una etapa de turbomáquina, en particular etapa de compresor o de turbina, con el segmento de álabe fijo, así como una turbomáquina, en particular turbina de gas, con la etapa de turbomáquina.
- 15 Por el propio documento WO 2012/095067 A1 se sabe cómo disponer cuerpos de impulso en álabes fijos de una turbina de gas que están previstos para el contacto por impacto con los álabes. Por el propio documento US 2014/0348657 A1 se sabe cómo disponer un cuerpo de impulso en el centro axial de un segmento de álabe fijo.
- 20 Por ello, puede implementarse un concepto novedoso del solicitante para reducir vibraciones no deseadas que no está basado esencialmente en la disipación por fricción, sino en un desacuerdo de formas y frecuencias propias mediante impactos de los cuerpos de impulso. Para más detalles de este concepto de desacuerdo se hace referencia de manera complementaria al documento WO 2012/095067 A1 y su contenido se incorpora expresamente en la presente divulgación.
- 25 Un objetivo de la presente invención es mejorar el comportamiento funcional, en particular vibratorio, de una turbomáquina, en particular de una turbina de gas.
- 30 Este objetivo se resuelve mediante un segmento de álabe fijo con las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones 12, 13 protegen una etapa de turbomáquina, en particular una etapa de compresor o de turbina, con uno o varios segmentos de álabe fijo descritos en estas, o una turbomáquina, en particular una turbina de gas, en particular una turbina de gas de motor de aeronave, con una o varias de tales etapas de turbomáquina. Formas de realización ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.
- 35 Según una realización de la presente invención, un segmento de álabe fijo o un grupo constructivo de álabe fijo, en particular agrupamiento de álabe fijo, para una etapa de turbomáquina, en particular una etapa de compresor o de turbina, de una turbomáquina, en particular turbina de gas, en particular turbina de gas de motor de aeronave, en particular al menos un segmento de álabe fijo al menos de una etapa de turbomáquina, en particular etapas de compresor o de turbina, para una o de una turbomáquina, en particular turbina de gas, en particular turbina de gas de motor de aeronave, presenta un segmento de anillo interior y varios álabes fijos, en particular hojas de álabe fijo y/o para la desviación de flujo y/o conversión de energía cinética en energía de presión que están dispuestos en este segmento de anillo interior.
- 40 En una realización, el segmento de anillo interior está dispuesto radialmente en el interior de los álabes fijos del segmento de álabe fijo y/o está configurado de una sola pieza con estos o unido de manera separable sin destrucción o unido de manera separable con destrucción.
- 45 En una realización, uno o varios segmentos de álabe fijo descritos en este caso y/o uno o varios segmentos de álabe fijo adicionales están dispuestos unos junto a otros en dirección circunferencial y forman una rejilla directriz, en particular una rejilla directriz de avance y/o de cola, de la (etapa de) turbomáquina o están previstos o configurados para ello.
- 50 En una realización, los segmentos de anillo interior de los segmentos de álabe fijo dispuestos unos junto a otros en dirección circunferencial están sellados unos contra otros, en particular mediante chapas de estanqueidad fijadas de manera separable sin destrucción o de manera separable con destrucción y/o delimitan radialmente (en el interior) un canal de flujo de la (etapa de) turbomáquina o están configurados para ello, pueden formar en particular un anillo interior (segmentado) de la rejilla directriz o están configurados para ello.
- 55 La indicación de dirección “axial” hace referencia en el presente caso, en particular, a una posición de montaje del segmento de álabe fijo y/o una dirección paralela a un eje de rotación o de máquina (principal) de la (etapa de) turbomáquina, la indicación de dirección “radial” hace referencia en particular a una posición de montaje del segmento de álabe fijo y/o a una dirección perpendicular a un o al eje de rotación o de máquina (principal) de la (etapa de) turbomáquina, la indicación de dirección “en dirección circunferencial” hace referencia en particular a una posición de montaje del segmento de álabe fijo y/o a una dirección circunferencial alrededor de un o del eje de rotación o de máquina (principal) de la (etapa de) turbomáquina y/o a una dirección tangencial a una dirección de rotación (principal) de la (etapa de) turbomáquina, indicación de dirección “aguas arriba/aguas abajo” hace referencia en particular a una posición de montaje y/o diseño o un funcionamiento normal del segmento de álabe fijo.
- 60 Según una realización de la presente invención, desde un borde posterior o de salida aguas abajo al menos de un álabe fijo, en particular de al menos el 50 %, en particular al menos el 75 %, en particular al menos el 90 %, en particular el 100 %, de los álabes fijos del segmento de álabe fijo, (en cada caso) una zona del segmento de anillo interior, denominada en el presente documento zona de desacuerdo, se extiende axialmente hacia un borde delantero o de entrada aguas
- 65

- 5 arriba del álabe fijo por o en como máximo el 30 %, en particular como máximo el 15 %, de un ancho (axial, en particular máximo) del segmento de anillo interior, y opcionalmente en dirección circunferencial a ambos lados por o en como máximo el 25 %, en particular como máximo el 10 %, en particular como máximo el 5 %, en cada caso de una distancia (en particular máxima o mínima) de álabes fijos adyacentes (en dirección circunferencial), en particular entre el borde de salida (respectivo) y un borde de salida o álabe fijo directamente adyacente a este, en particular en dirección circunferencial, sobre y/o en el que (en cada caso) están dispuestas una o varias cavidades, en la que o en las que están dispuestos uno o varios cuerpos de impulso con juego de movimiento para el contacto por impacto.
- 10 En una realización, el cuerpo o los cuerpos de impulso están previstos para el contacto por impacto, o en el funcionamiento realizan contactos por impacto con la cavidad (respectiva) o sus paredes o están configurados para ello o de esta manera. Por un contacto por impacto se entiende en el presente caso, en particular, de manera habitual en la práctica un contacto breve o a modo de impulsos, en particular al menos en esencia completamente elástico y/o estocástico o casual. Como complemento se hace referencia al documento WO 2012/095067 A1.
- 15 Sorprendentemente se ha comprobado que mediante la disposición de (cavidades con) cuerpos de impulso cerca de los bordes de salida de uno o varios álabes fijos, en particular de la preferiblemente gran mayoría de, en particular de todos los álabes fijos del segmento de álabe fijo, en dirección axial y/o circunferencial puede llegarse a un desacuerdo o reducción especialmente eficaz en particular de los modos de (hoja de) álabe de estos álabes fijos (denominados “modos de perfil aerodinámico”).
- 20 En una realización, una zona de desacuerdo, que se extiende en dirección circunferencial a ambos lados por o en como máximo el 25 %, en particular como máximo el 10 %, en particular como máximo el 5 %, en cada caso de una distancia de álabes fijos adyacentes, se extiende por consiguiente en conjunto en dirección circunferencial por o en como máximo el 50 %, en particular como máximo el 20 %, en particular como máximo el 10 %, de la distancia en cada caso.
- 25 En una realización, al menos el 75 %, en particular al menos el 90 %, en particular el 100 %, de todos los cuerpos de impulso dispuestos sobre y/o en el segmento de anillo interior están dispuestos sobre y/o en esta o estas zonas de desacuerdo.
- 30 Sorprendentemente se ha comprobado que mediante esta concentración de los cuerpos de impulso cerca de los bordes de salida en particular puede llegarse a un desacuerdo o reducción de los modos de perfil aerodinámico de manera especialmente eficaz.
- 35 En una realización, el o uno o varios de los cuerpos de impulso (en cada caso) están configurados esféricos y/o se fabrican de metal,  $Al_2O_3$  y/o de  $CrO_2$ .
- Por ello puede implementarse un contacto por impacto ventajoso.
- 40 En una realización, en la o en una o varias de las cavidades está dispuesto (en cada caso) exactamente un cuerpo de impulso.
- Por ello pueden realizarse contactos por impacto individuales ventajosos.
- 45 En teoría también es concebible disponer dos o más cuerpos de impulso adicionalmente o como alternativa en una realización en la o en una o varias de las cavidades (en cada caso).
- Por ello pueden implementarse también contactos por impacto entre cuerpos de impulso.
- 50 En una realización, el o uno o varios de los cuerpos de impulso están dispuestos (en cada caso) libres o de manera que pueden moverse con libertad en una cavidad que, en un perfeccionamiento, puede estar llena de aire.
- Por ello puede implementarse un contacto por impacto ventajoso.
- 55 En una realización, la o una o varias de las cavidades están dispuestas (en cada caso) en una o varias carcasas fabricadas de manera independiente (del segmento de anillo interior).
- A este respecto, en un perfeccionamiento, una o varias carcasas (en cada caso) pueden presentar una o varias cavidades equipadas, al menos parcialmente con cuerpos de impulso y/o pueden estar fijadas de manera separable sin destrucción o de manera separable con destrucción sobre o en el segmento de anillo interior o su zona o zonas de desacuerdo, en particular a un lado opuesto al álabe fijo. Adicionalmente o como alternativa, en un perfeccionamiento, una o varias cavidades equipadas, al menos parcialmente con cuerpos de impulso, de una o varias de las carcasas (en cada caso), pueden ser (cerradas) estancas al aire en particular mediante una tapa común, en particular.
- 60 En una realización, el número total  $n_G$  de todas las carcasas dispuestas sobre o en el segmento de anillo interior, equipadas con cuerpos de impulso es menor o igual al número  $n_S$  de álabes fijos, en particular uno menos que el número de álabes fijos ( $n_G \leq n_S$ , en particular  $n_G = n_S - 1$ ).
- 65

Sorprendentemente se ha comprobado que mediante este ajuste de número de carcassas de cuerpo de impulso y de álabes fijos entre sí en particular puede llegarse a un desacuerdo o reducción de los modos de perfil aerodinámico de manera especialmente eficaz.

5 En una realización el uno o varios de los cuerpos de impulso (en cada caso) presentan una masa que asciende al menos a 0,01 gramos (g), en particular al menos 0,02 g, y/o como máximo 0,05 g, en particular como máximo 0,03 g.

Adicionalmente o como alternativa en una realización el uno o varios de los cuerpos de impulso (en cada caso) presentan un diámetro, en particular mínimo o máximo que asciende al menos a 1 mm y/o como máximo a 5 mm, en particular a 20 °C.

10 Adicionalmente o como alternativa, en una realización el juego de movimiento del uno o varios de los cuerpos de impulso (en cada caso) asciende al menos a 0,01 mm, en particular al menos a 0,1 mm, de un diámetro mínimo de este cuerpo de impulso y/o como máximo a 10 mm, en particular como máximo a 1 mm de un diámetro máximo de este cuerpo de impulso, en particular a 20 °C.

15 Sorprendentemente se ha comprobado que mediante estos parámetros o valores límite en cada caso incluso individualmente, pero en particular, combinando dos o más de estos parámetros o valores límite, puede provocarse un desacuerdo o reducción de los modos de perfil aerodinámico especialmente ventajosos.

20 En una realización el o uno o varios de los cuerpos de impulso están diseñados o se diseñan o se emplean para el desacuerdo de los modos de perfil aerodinámico del segmento de álabe fijo, en particular mediante uno o varios de los parámetros explicados en este caso y/o experimentalmente o mediante simulación.

25 Otros perfeccionamientos ventajosos de la presente invención resultan de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción de realizaciones preferidas. Para ello muestra, de manera parcialmente esquemática:

Fig. 1: un segmento de rejilla de álabe de una turbomáquina según una realización de la presente invención en una vista axial desde atrás; y

30 Fig. 2: el segmento de rejilla de álabe en una vista lateral en dirección circunferencial.

La Fig. 1 muestra un segmento de rejilla de álabe de una turbomáquina según una realización de la presente invención en una vista axial desde atrás en contra de la dirección de flujo (de diseño), la Fig. 2 en una vista lateral en dirección circunferencial.

35 El segmento de álabe fijo presenta un segmento 10 de anillo interior y varios álabes fijos 20 con bordes 21 de salida o traseros aguas abajo (a la derecha en la Fig. 2) que están configurados de una sola pieza con el segmento 10 de anillo interior.

40 Desde los cinco bordes 21 de salida se extiende en cada caso una zona V de desacuerdo del segmento 10 de anillo interior axialmente hacia un borde 22 de entrada del álabe fijo 20 respectivo (hacia la izquierda en la Fig. 2) a lo largo o en como máximo el 50 % de un ancho B del segmento 10 de anillo interior y/o como máximo 5 mm y en dirección circunferencial (cf. Fig. 1) a ambos lados en cada caso a lo largo o en como máximo el 25 % de una distancia A de álabes fijos adyacentes (borde de salida) (de manera que su extensión total en dirección circunferencial asciende como máximo al 50 % de la distancia A), en la carcasa 110 fabricada por separado con varias cavidades 112 llenas de aire en las cuales está dispuesto en cada caso libre un cuerpo 100 de impulso esférico con juego de movimiento para el contacto de impacto y que están cerradas de manera estanca al aire mediante una tapa 111 común.

50 Aunque en la siguiente descripción se han explicado realizaciones a modo de ejemplo, cabe señalar que es posible una pluralidad de modificaciones.

Así, en una modificación no representada desde un borde 21 de salida exterior en dirección circunferencial (a la izquierda o a la derecha en la Fig. 1) no se extiende ninguna zona V de desacuerdo que presenta cavidades 112 equipadas con cuerpos 110 de impulso.

55 Del mismo modo, en una modificación pueden estar configurados cavidades 112 también directamente en el segmento 10 de anillo interior o cuerpos 100 de impulso sin carcasa 110 fabricada de manera independiente directamente en el segmento 10 de anillo interior.

60 Además, cabe indicar que las realizaciones a modo de ejemplo únicamente son ejemplos que, de ningún modo, van a restringir el ámbito de protección, las aplicaciones y la estructura. Más bien, gracias a la anterior descripción se ofrece al experto en la materia una guía para implementar al menos una realización a modo de ejemplo, pudiendo efectuarse diversos cambios, en particular en cuanto al funcionamiento y disposición de los componentes descritos, sin abandonar el ámbito de protección, tal como resulta de las reivindicaciones.

Lista de referencias

	10	Segmento de anillo interior
5	20	Álabe fijo
	21	Borde de salida
	22	Borde de entrada
10	100	Cuerpo de impulso
	110	Carcasa
15	111	Tapa
	112	Cavidad
	A	Distancia
20	B	Ancho
	V	Zona de desacuerdo
25		

## REIVINDICACIONES

1. Segmento de álabe fijo para una etapa de turbomáquina que presenta un segmento (10) de anillo interior y varios álabes fijos (20) que están dispuestos en el segmento de anillo interior;  
5  
caracterizado por que desde un borde (21) de salida de al menos un álabe fijo (20), en particular de al menos el 50 % de los álabes fijos (50) en cada caso, se extiende una zona (V) de desacuerdo del segmento de anillo interior axialmente hacia un borde (22) de entrada del álabe fijo (20) por como máximo el 30 % de un ancho axial (B) del segmento (10) de anillo interior, sobre y/o en la cual está dispuesta al menos una cavidad (112) en la que está dispuesto al menos un cuerpo (100) de impulso con juego de movimiento para el contacto de impacto.  
10
2. Segmento de álabe fijo según la reivindicación anterior, caracterizado por que al menos el 75 % de todos los cuerpos (100) de impulso dispuestos sobre y/o en el segmento (10) de anillo interior están dispuestos en la o las zonas (V) de desacuerdo.  
15
3. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un cuerpo (100) de impulso está configurado esférico.
4. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en al menos una cavidad (112) están dispuestos exactamente un cuerpo (100) de impulso o al menos dos cuerpos (100) de impulso.  
20
5. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un cuerpo (100) de impulso está dispuesto libre en una cavidad (112).
6. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una cavidad (112) en particular estanca al aire está dispuesta en una carcasa (110) fabricada de manera independiente.  
25
7. Segmento de álabe fijo según la reivindicación anterior, caracterizado por que el número total de todas las carcasas (110) es menor o igual al número de álabes fijos (20), en particular uno menos que el número de álabes fijos (20).  
30
8. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un cuerpo (100) de impulso presenta una masa que asciende al menos a 0,01 g y/o como máximo a 0,05 g.
9. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un cuerpo (100) de impulso presenta un diámetro que asciende al menos a 1 mm y/o como máximo a 5 mm.  
35
10. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el juego de movimiento al menos de un cuerpo (100) de impulso asciende al menos a 0,01 mm de un diámetro mínimo del cuerpo de impulso y/o como máximo a 10 mm de un diámetro máximo del cuerpo de impulso.  
40
11. Segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un cuerpo (100) de impulso está diseñado para el desacuerdo de los modos de perfil aerodinámico del segmento de álabe fijo.  
45
12. Etapa de turbomáquina, en particular etapa de compresor o de turbina, con al menos un segmento de álabe fijo según una de las reivindicaciones anteriores.
13. Turbomáquina, en particular turbina de gas, en particular turbina de gas de motor de aeronave, con al menos una etapa de turbomáquina según la reivindicación anterior.  
50

