

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 909 650**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/26** (2006.01)

**F01D 9/04** (2006.01)

**F01D 25/06** (2006.01)

**F01D 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2017 E 17165613 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2022 EP 3241995**

54 Título: **Segmento de álabes guía para una etapa de turbomáquina**

30 Prioridad:

**11.04.2016 DE 102016205997**

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

**09.05.2022**

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 2 909 650 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 álabes guía para una etapa de turbomáquina

5 El trabajo que ha conducido a esta invención se ha financiado en el marco del *Acuerdo de Asistencia Financiera* Núm. CSJU-GAM-SAGE-2008-001 dentro del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea (*FP7/200 7-2013*) para la Clean Sky Joint Technology Initiative.

Campo técnico

10 La presente invención se refiere a un segmento de álabes guía para una etapa de turbomáquina: una etapa de turbomáquina, en particular una etapa de compresor o de turbina, que tenga el segmento de álabes guía, y una turbomáquina, en particular una turbina de gas, con la etapa de turbomáquina.

15 Estado de la técnica

De nuestro documento WO 2012/095067 A1 se conoce la disposición de cuerpos de impulso en los álabes guía de una turbina de gas, que están previstos para el contacto por impacto con los álabes.

20 De este modo, se puede realizar un concepto novedoso del solicitante para reducir las vibraciones no deseadas, que no se basa esencialmente en la disipación por fricción, sino en una desintonización de las formas y frecuencias propias por los impactos de los cuerpos impulsores. Para obtener más detalles de este concepto de desintonización, se hace referencia de forma complementaria al documento WO 2012/095067 A1 y su contenido se incorpora de manera expresa a la presente divulgación.

25 También se hace referencia a los documentos US20140348657A1, WO2012065595A1 y US8157507B1.

Objetivo técnico y resumen de la invención

30 Un objetivo de una modalidad de la presente invención es mejorar el comportamiento del funcionamiento, en particular el comportamiento de las vibraciones de una turbomáquina, en concreto de una turbina de gas.

35 Este objetivo se resuelve mediante un segmento de álabe guía con las características de la reivindicación 1. La reivindicación 11 o 12 presenta una etapa de turbomáquina, en particular una etapa de compresor o de turbina, que tiene uno o más segmentos de álabes guía descritos en el presente documento, o una turbomáquina, en particular una turbina de gas, en concreto una turbina de gas de motor de avión, que tiene una o más de estas etapas de turbomáquina protegidas. Las modalidades ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

40 Según una modalidad de la presente invención, un segmento de álabes guía o grupo de álabes guía, en particular un conjunto de álabes guía, para una etapa de turbomáquina, en particular una etapa de compresor o de turbina de una turbomáquina, en particular de una turbina de gas, en concreto una turbina de gas para aeromotores, tiene en particular al menos un segmento de álabes guía de al menos una etapa de turbomáquina, en particular etapas de compresor o de turbina, para una turbomáquina, en particular una turbina de gas, en concreto de una turbina de gas de motor de avión, y tiene un segmento de anillo interior y varios álabes guía, en particular hojas de álabes guía y/o para la desviación del flujo y/o la conversión de energía cinética en energía de presión, que se disponen en este segmento de anillo interior.

50 El segmento de anillo interior se dispone radialmente hacia el interior de los álabes guía del segmento de álabes guía y/o está formado integralmente con estos o está conectado de manera no destructible desmontable o de manera no destructible no desmontable.

55 En una modalidad, se disponen uno o más segmentos de álabes guía descritos en el presente documento y/o uno o más segmentos de álabes guía adicionales uno al lado del otro en la dirección circunferencial y forman una rejilla de guía, en particular una rejilla de guía anterior y/o posterior, de las (etapas de) turbomáquinas o están provistos o configurados para este fin.

60 En una modalidad, los segmentos del anillo interior de los segmentos del álabe guía dispuestos uno al lado del otro en la dirección circunferencial están sellados entre sí, en particular mediante placas de sellado no destructibles desmontables o no destructibles no desmontables, y/o delimitan radialmente (internamente) un canal de flujo de las (etapas de) turbomáquinas o se disponen para este fin, en particular pueden formar un anillo interior (segmentado) de la rejilla de guía o estar dispuestos para este fin.

65 La especificación de dirección «axial» se refiere en particular a una posición de instalación del segmento de álabe guía y/o una dirección paralela a un eje de rotación o (principal) de máquina de las (etapas de las) turbomáquinas, la especificación de dirección «radial» se refiere en particular a una posición de instalación del segmento de álabe guía

y/o una dirección perpendicular a un eje de rotación o (principal) de máquina de las (etapas de) turbomáquinas, la especificación de dirección «circunferencial» se refiere en particular a una posición de instalación del segmento de álabes guía y/o una dirección de giro alrededor de un eje de rotación o (principal) de la máquina de las (etapas de) turbomáquinas y/o una dirección tangencial a una dirección (principal) de rotación de las (etapas de) turbomáquinas.

5 Según una modalidad de la presente invención, en al menos una región del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial) que se extiende en la dirección circunferencial

10 en una sección del segmento de anillo interior (en la dirección circunferencial) que se extiende (en la dirección circunferencial) desde una parte frontal del segmento de anillo interior (en la dirección circunferencial) hasta un álabe, denominado en el presente documento sin restricción de generalidad como (un) álabe interior, que es circunferencialmente adyacente, en particular directamente adyacente, a la parte frontal (en la dirección circunferencial) del mismo, denominado álabe exterior en el presente documento sin restricción de generalidad,

15 y/o se extiende como máximo por un tercio exterior, en particular un cuarto, en particular un quinto, de una longitud o extensión, en particular máxima, del segmento de anillo interior (en la dirección circunferencial), que está limitada por una parte frontal, en particular la misma, del segmento de anillo interior (en la dirección circunferencial), y se denomina región de desintonización en el presente documento,

20 en una primera región de desintonización del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial), que se extiende en la dirección circunferencial en una primera sección del segmento del anillo interior, que se extiende desde una primera parte frontal del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial) hasta un álabe guía interior que es adyacente a un primer álabe guía exterior que es adyacente a la primera parte frontal (en la dirección circunferencial, en particular directamente) y/o se extiende como máximo en un primer tercio exterior, en particular un cuarto, en particular un quinto, de la longitud del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial), que está limitado por una primera parte frontal del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial), así como

25 en una segunda región de desintonización (circunferencialmente opuesta) del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial), que se extiende en la dirección circunferencial en una segunda sección del segmento del anillo interior opuesta a la primera sección en la dirección circunferencial, que se extiende desde una segunda parte frontal del segmento de anillo interior (en la dirección circunferencial) opuesta a la primera parte frontal en la dirección circunferencial a un álabe guía interior que es adyacente en la dirección circunferencial, en particular directamente, a un segundo álabe guía exterior adyacente a la segunda parte frontal (en la dirección circunferencial, en particular directamente), y/o como máximo a través de un segundo álabe guía que está formado por una segunda parte frontal del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial), en particular un cuarto, en particular un quinto, de la longitud del segmento del anillo interior (en la dirección circunferencial).

35 ese disponen una o varias cavidades, en las que se disponen uno o varios cuerpos de impulso (respectivamente) con holgura de movimiento para el contacto de impacto. Al menos una cavidad se aloja en una carcasa separada, como se define en la reivindicación 1 anexa, y las características de la reivindicación 1 se aplican a la holgura del movimiento.

40 Los cuerpos de impulso están destinados a entrar en contacto de impacto o a hacer contacto de impacto durante el funcionamiento con la (respectiva) cavidad o sus paredes, o están diseñados para ello. En este documento, se entiende por contacto de impacto, en particular, de manera habitual, un contacto breve o de impulso, en particular, al menos sustancialmente elástico, y/o estocástico o aleatorio. Se hace referencia adicional al documento WO 2012/095067 A1.

45 Se ha descubierto que, de forma sorprendente, al disponer (cavidades con) cuerpos de impulso en las proximidades de una o ambas caras extremas en la dirección circunferencial, en particular los modos de vibración del segmento de álabe en su conjunto (los llamados «modos de agrupaciones») se pueden desintonizar o reducir de forma particularmente eficaz.

50 Además, en una modalidad, al menos una región de desintonización es idéntica a la sección en la que se extiende (en la dirección circunferencial). En particular, al menos una región de desintonización puede extenderse, en particular de forma máxima, desde la parte frontal hasta el álabe interior adyacente al álabe guía más exterior adyacente a esta parte frontal, en particular la primera región de desintonización desde la primera parte frontal hasta el álabe interior adyacente al primer álabe guía más exterior y/o la segunda región de desintonización desde la segunda parte frontal hasta el álabe interior adyacente al segundo álabe guía más exterior.

55 En otra modalidad, además, al menos una región de desintonización es más corta (en la dirección circunferencial) que la sección en la que se extiende (en la dirección circunferencial). En particular, un límite exterior (en la dirección circunferencial) de al menos una región de desintonización (en particular la primera o la segunda) orientada hacia la parte frontal (en particular la primera o la segunda) puede estar separada (en la dirección circunferencial) de esta parte frontal hacia la hoja interior y/o un límite interior (en la dirección circunferencial) de al menos una región de desintonización (en particular la primera o la segunda) orientada hacia fuera de la parte frontal (en particular la primera o la segunda) puede estar separada (en la dirección circunferencial) de la hoja interior hacia la parte frontal.

65

- 5 En una modalidad, al menos una de las regiones de desintonización se extiende adicionalmente desde un (o su) límite interno orientado hacia fuera de la parte frontal (en la dirección circunferencial) como máximo hasta el álabe guía más externo, en particular la primera región de desintonización desde un (o su) límite interno orientado hacia fuera de la primera parte frontal (en la dirección circunferencial) como máximo hasta el primer álabe guía más externo y/o la segunda región de desintonización desde un (o su) límite interno orientado hacia fuera de la segunda parte frontal (en la dirección circunferencial) como máximo hasta el segundo álabe guía más externo.
- 10 Se ha descubierto que, de forma sorprendente, al disponer (las cavidades con) cuerpos de impulso entre un álabe exterior (en la dirección circunferencial) y el álabe interior (directamente adyacente a él en la dirección circunferencial), en particular los modos de agrupación se pueden desintonizar o reducir de forma particularmente efectiva.
- 15 En una modalidad, un límite exterior (en la dirección circunferencial) de al menos una región de desintonización orientada a la parte frontal está adicionalmente separada (en la dirección circunferencial) al menos 0,5 mm, en particular al menos 1 mm, de la parte frontal, en particular, un límite exterior (en la dirección circunferencial) de la primera región de desintonización orientada hacia la primera parte frontal está separada al menos 0,5 mm, en particular al menos 1 mm, de la primera parte frontal y/o un límite exterior (en la dirección circunferencial) de la segunda región de desintonización orientada hacia la segunda parte frontal está separada al menos 0,5 mm, en particular al menos 1 mm, de la segunda parte frontal.
- 20 De esta manera se pueden fijar ventajosamente las mencionadas placas de sellado, en particular en las ranuras de las placas de sellado del segmento del anillo interior, sin que haya conflicto ningún espacial con las cavidades.
- 25 Además, en una modalidad, al menos el 25 % de todos los cuerpos de impulso dispuestos en el segmento del anillo interior se disponen en una de las zonas de desintonización. En otra modalidad, al menos el 50 %, en particular al menos el 75 %, en particular al menos el 90 %, en particular el 100 %, de todos los cuerpos de impulso dispuestos en el segmento de anillo interior se disponen en una sola zona de desintonización o en la primera y segunda zonas de desintonización juntas.
- 30 Se ha descubierto que, de forma sorprendente, al disponer tal número, en particular la mayoría de (cavidades con) cuerpos de impulso, en particular todas las (cavidades con) cuerpos de impulso, en una sola región de desintonización o dos regiones de desintonización juntas, en particular los modos de agrupación se pueden desintonizar o reducir de manera particularmente eficaz.
- 35 Uno o varios de los cuerpos de impulso tienen (respectivamente) forma esférica y pueden ser de metal,  $Al_2O_3$  y/o  $CrO_2$ .
- De esta manera, se puede realizar un contacto de impacto ventajoso.
- 40 En una modalidad, se dispone exactamente un cuerpo de pulso (en cada caso) en una o más de las cavidades.
- De este modo, se pueden realizar ventajosos contactos de impacto.
- 45 Teóricamente, también se puede concebir la disposición adicional o alternativa de dos o más cuerpos de impulso en una o más de las cavidades.
- De este modo también se pueden realizar contactos de impacto entre cuerpos de impulso.
- 50 En una modalidad, uno o más de los cuerpos de impulso (respectivamente) se disponen sin sujeción o se mueven libremente en una cavidad, que en otro desarrollo puede estar llena de aire.
- De esta manera, se puede realizar un contacto de impacto ventajoso.
- 55 Una o más de las cavidades están dispuestas (cada una) en una o más carcasas fabricadas por separado (del segmento del anillo interior).
- 60 En otro desarrollo, una o más carcasas pueden tener una o más cavidades equipadas, al menos parcialmente, con cuerpos de impulso, y/o pueden fijadas de manera no destructiva desmontable o no destructiva no desmontable en el segmento del anillo interior o, en particular, en su primera y/o segunda zona de desintonización, en concreto en un lado orientado hacia fuera del álabe guía. De forma adicional o alternativa, en un desarrollo posterior, una o más cavidades de una o más de las carcasas (respectivamente), que están equipadas, al menos parcialmente, con cuerpos de impulso, se pueden cerrar herméticamente, en particular por medio de una tapa, en particular común.
- 65 En una modalidad, exactamente una carcasa o dos o más carcasas están dispuestas en las regiones de desintonización, en particular en la primera y/o la segunda zona de desintonización respectivamente. De forma

sorprendente, se ha descubierto que, en particular, los modos de agrupación se pueden desintonizar o reducir de forma especialmente eficaz de esta manera.

5 En una modalidad, uno o más de los cuerpos de impulso (respectivamente) tiene una masa que es al menos 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.

De forma adicional o alternativa, en una modalidad, uno o más de los cuerpos de impulso (respectivamente) tienen un diámetro, en particular un diámetro mínimo o máximo, que es al menos de 1 mm y/o como máximo de 5 mm, en particular a 20 °C.

10 Adicionalmente o alternativamente, en una modalidad, la holgura de movimiento de uno o más de los cuerpos de impulso es de al menos 0,01 mm, en particular de al menos 0,1 mm, y/o de al menos el 1 % de un diámetro mínimo de este cuerpo de impulso. De acuerdo con la invención, la holgura de movimiento de uno o más de los cuerpos de impulso es como máximo de 10 mm, en particular como máximo de 1 mm, o como máximo del 100 % de un diámetro máximo de este cuerpo de impulso, en particular a 20 °C.

15 Se ha descubierto que, de forma sorprendente, estos parámetros o valores límite pueden causar una desintonización o reducción particularmente ventajosa de los modos de agrupación de manera individual, pero especialmente en combinación de dos o más de estos parámetros o valores límite.

20 En una modalidad, una región o sección de desintonización que se extiende a un álabe guía se extiende (en la dirección circunferencial) a un(a sección de) perfil de este álabe guía, en particular un lado de presión o succión del álabe guía, en particular su (sección de) perfil más cercano al segmento del anillo interior.

25 De acuerdo con la invención, los cuerpos de impulsos se diseñan o se utilizan para desintonizar los modos de agrupación del segmento de álabes, en particular mediante uno o varios de los parámetros explicados en el presente documento y/o experimentalmente o mediante simulación.

30 Otras mejoras ventajosas de la presente invención se muestran en las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción de las modalidades preferidas. Para ello se muestra, parcialmente esquematizado:

Figura 1: una vista en planta axial de un segmento de álabe guía de una turbomáquina según una modalidad de la presente invención, y  
 Figura 2: el segmento de rejilla de guía en una vista lateral en dirección circunferencial.

35 Ejemplos de modalidades

La Figura 1 muestra una vista en planta axial de un segmento de rejilla de guía de una turbomáquina según una modalidad de la presente invención, la Figura 2 muestra una vista lateral en la dirección circunferencial.

40 El segmento de álabes tiene un segmento de anillo interior 10 y varios álabes 21 - 25 integrados en el segmento del anillo interior 10.

45 A una primera zona de desintonización A (a la izquierda en la Figura 1) del segmento de anillo interior 10 y a una segunda zona de desintonización B (a la derecha en la Figura 1) del segmento de anillo interior 10 se les ha adosado, en cada caso, una carcasa 110 fabricada por separado con varias cavidades que están llenas de aire 112, en cada una de las cuales se ha dispuesto un cuerpo esférico de impulso 100 sin obstáculos, con holgura de movimiento para el contacto de impacto, y que están selladas herméticamente por una tapa común 111.

50 La primera zona de desintoxicación A se extiende en dirección circunferencial (horizontalmente en la Figura 1; perpendicularmente en el plano de la imagen de la Figura 2) entre un primer álabe guía exterior 21 y el álabe guía interior 22 adyacente al mismo y, por tanto, en particular en una sección del segmento de anillo interior 10 (en la Figura 1), que se extiende desde una primera parte frontal 11 del segmento de anillo interior 10 hasta el álabe guía interior 22, así como, como máximo, a lo largo de un primer tercio exterior de una longitud L del segmento de anillo interior en la dirección circunferencial, que está limitada por la primera parte frontal 11 del segmento de anillo interior 10, en particular, como máximo, desde su límite interior  $a_i$  orientado hacia fuera de la primera parte frontal 11 hasta el primer álabe guía exterior 21. Su límite exterior  $a_e$  orientado hacia la primera parte frontal 11 está separado al menos 1 mm de la primera parte frontal 11.

60 De forma análoga, la segunda región de desintonización B se extiende en la dirección circunferencial (horizontalmente en la Figura 1; perpendicularmente en el plano de la imagen de la Figura 2) entre un segundo álabe guía exterior 25 y el álabe guía interior 24 adyacente al mismo y, por tanto, en particular en una sección del segmento de anillo interior 10 (en la Figura 1), que se extiende desde una segunda parte frontal 12 del segmento de anillo interior 10 hasta este álabe guía interior 24, así como, como máximo, a lo largo de un segundo tercio exterior de la longitud L delimitada por la segunda parte frontal 12 del segmento de anillo interior 10, en particular, como máximo, desde su límite interior  $b_i$  orientado en sentido contrario a la segunda parte frontal 12 hasta el segundo

álabe guía exterior 25. Su límite exterior  $b_a$  orientado hacia la segunda parte frontal 12 está separado al menos 1 mm de esta segunda parte frontal 12.

5 Aunque en la descripción anterior se han explicado modalidades ilustrativas, cabe señalar que se pueden realizar diversas variaciones siempre que la modalidad resultante incorpore todas las características de la reivindicación independiente 1 anexa.

10 En particular, solo puede proporcionarse una carcasa 110 con cavidades 112 o cuerpos de impulso 100 alojados en ella, o el segmento de álabes guía puede tener un único rango de desintonización (A o B).

Asimismo, fuera de la presente invención, en una variación, las cavidades 112 también pueden estar formadas directamente en el segmento del anillo interior 10 o los cuerpos de impulso 100 pueden disponerse directamente en el segmento del anillo interior 10 sin carcasas 110 fabricadas por separado.

15 Además, cabe destacar, que las modalidades ilustrativas son solo ejemplos que no deben limitar en modo alguno el alcance de la protección, las aplicaciones y la estructura. En cambio, la descripción precedente proporciona al experto una guía para la implementación de al menos una modalidad ilustrativa, mediante la cual se pueden llevar a cabo diversos cambios, en particular con respecto a la función y la disposición de los componentes descritos, sin abandonar el ámbito de protección tal y como resulta de las reivindicaciones.

- 20
- 10 segmento de anillo interior
  - 11 primera parte frontal
  - 12 segunda parte frontal
  - 21 primer álabe guía exterior
  - 25 22 álabe guía interior
  - 23 álabe guía
  - 24 álabe guía interior
  - 25 25 segundo álabe guía exterior
  - 100 cuerpo de impulso
  - 30 110 carcasa
  - 111 tapa
  - 112 cavidad
  - A primera región de desintonización
  - $a_{a/i}$  límite exterior/interior
  - 35 B segundo rango de desintonización
  - $b_{a/i}$  límite exterior/interior
  - L longitud

40 Lista de referencia de los dibujos

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Segmento de álabe guía para una etapa de turbomáquina que comprende un segmento de anillo interior (10) y varios álabes guía (21-25), dispuestos en el segmento de anillo interior;

en donde al menos una región de desintonización (A; B) del segmento de anillo interior, que se extiende en la dirección circunferencial

10 en una sección del segmento del anillo interior que se extiende desde una parte frontal (11; 12) del segmento del anillo interior hasta un álabe interior (22; 24) adyacente circunferencialmente a un álabe más externo (21; 25) adyacente a la parte frontal, y/o

se extiende como máximo por un tercio exterior de una longitud (L) del segmento de anillo interior delimitado por una parte frontal (11; 12) del segmento de anillo interior,

15 se dispone al menos una cavidad (112) en la que se encuentra al menos un cuerpo de impulso (100) con holgura de movimiento para el contacto de impacto, caracterizado porque la cavidad (112) se dispone en una carcasa (110) fabricada por separado que se sujeta a la región de desintonización del segmento de anillo interior o en ella, en donde al menos un cuerpo de impulso (100) tiene forma esférica y la holgura de movimiento de este cuerpo de impulso (100) es como máximo de 10 mm o como máximo del 100% de un diámetro máximo del cuerpo de impulso, en donde al menos un cuerpo de impulso (100) está diseñado para desintonizar los modos de agrupación del segmento de álabe guía.
- 20 2. Segmento de álabe guía de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque la región de desintonización (A; B) se extiende desde un límite interior ( $a_i$ ;  $b_i$ ) que se aleja de la parte frontal (11; 12) como máximo hasta el álabe guía más exterior (21; 25).
- 25 3. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un límite exterior ( $a_a$ ;  $b_a$ ) de la región de desintonización (A; B) que da a la parte frontal (11; 12) está separado al menos 0,5 mm de la parte frontal.
- 30 4. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos el 25 % de todos los cuerpos de impulso (100) que se disponen en el segmento de anillo interior (10) se encuentran en la región de desintonización (A; B).
- 35 5. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un solo cuerpo de impulso (100) o al menos dos cuerpos de impulso (100) se disponen en al menos una cavidad (112).
- 40 6. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un cuerpo de impulso (100) se dispone en una cavidad (112) sin sujeción.
- 45 7. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una cavidad es hermética.
- 50 8. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un cuerpo de impulso (100) tiene una masa de al menos 0,01 g y/o como máximo 0,05 g.
9. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un cuerpo de impulso (100) tiene un diámetro, en particular un diámetro mínimo o máximo de al menos 1 mm y/o de como máximo 5 mm.
- 55 10. Segmento de álabe guía de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la holgura de movimiento de al menos un cuerpo de impulso (100) es de al menos 0,01 mm y/o de al menos el 1 % de un diámetro mínimo del cuerpo de impulso.
- 60 11. Etapa de turbomáquina, en particular etapa de compresor o turbina, con al menos un segmento de álabe guía según una de las reivindicaciones anteriores.
12. Turbomáquina, en particular turbina de gas, en particular turbina de gas de motor de avión, con al menos una etapa de turbomáquina de acuerdo con la reivindicación anterior.

