

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 381**

51 Int. Cl.:

F01D 5/10 (2006.01)

F01D 5/16 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

F01D 5/26 (2006.01)

F01D 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2014** **E 14194517 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019** **EP 3023584**

54 Título: **Álabe para una turbomáquina y turbomáquina axial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HARTUNG, ANDREAS;
KLINGELS, HERMANN;
WACKERS, PATRICK;
FELDMANN, MANFRED;
STIEHLER, FRANK y
SCHLEMMER, MARKUS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 745 381 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

Álabe para una turbomáquina y turbomáquina axial

La presente invención se refiere a un álabe para una turbomáquina, así como a una turbomáquina axial.

5 Del documento WO 2012/095067 A1 se conoce un álabe de turbomáquina con cuerpos de afinado o de impulso, que reducen resonancias del álabe esencialmente no de forma disipativa mediante fricción, sino mediante desintonización de las frecuencias propias mediante contactos de impacto tipo impulso. Los cuerpos de impulso se encuentran a este respecto en carcasas parciales cilíndricas, las cuales se encuentran unidas a lo largo de un eje unas tras otras y separadas unas de otras respectivamente por una pared intermedia, dando lugar a un cuerpo de afinado. El cuerpo de afinado cilíndrico está dispuesto a este respecto entre dos álabes adyacentes, por debajo de sus plataformas.

Una tarea de una realización de la presente invención es mejorar una turbomáquina, en particular una turbomáquina axial.

15 Esta tarea se soluciona mediante un álabe para una turbomáquina con las características de la reivindicación 1 y/o una turbomáquina axial con las características de la reivindicación 9. Son objeto de las reivindicaciones secundarias formas de realización ventajosas de la invención.

De acuerdo con una realización de la presente invención, un álabe para una turbomáquina, en particular al menos un álabe de una turbomáquina, presenta una o varias carcasas de cuerpo de impulso con respectivamente una primera cámara de choque, en la cual hay dispuesto respectivamente al menos uno, en particular exactamente uno, cuerpo de impulso con holgura de movimiento.

20 El álabe es en una realización un álabe móvil fijo de rotor o un álabe fijo fijo de carcasa. La turbomáquina es en una realización un compresor o una turbina de una turbina de gas, en particular de una turbina de gas de un motor de aeronave.

25 De acuerdo con un primer aspecto una o varias carcasas de cuerpo de impulso presentan una o varias segundas cámaras de choque, en particular al menos tres, las cuales se alinean con la primera cámara de choque en una primera dirección de matriz y en las cuales hay dispuesto respectivamente al menos uno, en particular exactamente uno, cuerpo de impulso con holgura de movimiento. Adicionalmente una o varias de estas carcasas de cuerpo de impulso presentan respectivamente una o varias terceras cámaras de choque, que se alinean con la primera cámara de choque en una segunda dirección de matriz transversal con respecto a la primera dirección de matriz y en las cuales hay dispuesto respectivamente al menos uno, en particular exactamente uno, cuerpo de impulso con holgura de movimiento. La primera y la segunda dirección de matriz encierran entre sí en una realización un ángulo de al menos 30° y de cómo mucho 150°, en particular un ángulo de entre 85° y 95°.

30 En un perfeccionamiento una o varias de estas carcasas de cuerpo de impulso presentan respectivamente una o varias cuartas cámaras de choque, las cuales están separadas de la primera cámara de choque en la primera y segunda dirección de matriz, se alinean en particular con una segunda cámara de choque en la segunda dirección de matriz y/o una tercera cámara de choque en la primera dirección de matriz y/o están dispuestas en un plano con la primera y una segunda y una tercera cámara de choque, y en las cuales hay dispuesto respectivamente al menos uno, en particular exactamente uno, cuerpo de impulso con holgura de movimiento.

35 En una realización la primera cámara de choque, una o varias, en particular todas las segundas cámaras de choque, una o varias, en particular todas las terceras cámaras de choque y dado el caso una o varias, en particular todas las cuartas cámaras de choque están dispuestas en un plano común. En particular la primera y al menos una segunda y al menos una tercera y al menos una cuarta cámara de choque pueden estar distribuidas en la matriz, en particular de forma equidistante o a modo de tablero de ajedrez.

40 En una realización están configuradas al menos una tercera cámara de choque y la primera cámara de choque y/o al menos una segunda cámara de choque y/o al menos una cuarta cámara de choque con la misma forma constructiva, presentan en particular las mismas dimensiones y/o están fabricadas del mismo material. De manera adicional o alternativa al menos una tercera cámara de choque y la primera cámara de choque y/o al menos una segunda cámara de choque y/o al menos una cuarta cámara de choque están configuradas de diferente manera, presentan en particular diferentes dimensiones y/o están configuradas de diferente material. Adicional o alternativamente al menos un cuerpo de impulso dispuesto en una tercera cámara de choque y el cuerpo de impulso dispuesto en la primera cámara de choque y/o al menos un cuerpo de impulso dispuesto en una segunda cámara de choque y/o al menos un cuerpo de impulso dispuesto en una cuarta cámara de choque tienen la misma configuración constructiva, presentan en particular las mismas dimensiones y/o están fabricados del mismo material. Adicional o alternativamente al menos un cuerpo de impulso dispuesto en una tercera cámara de choque y el cuerpo de impulso dispuesto en la primera cámara de choque y/o al menos un cuerpo de impulso dispuesto en una segunda cámara de choque y/o al menos un cuerpo de impulso dispuesto en una cuarta cámara de choque tienen una configuración diferente, presentan en particular diferentes dimensiones y/o están fabricados de diferente material.

Ha podido verse de manera sorprendente que mediante un desplazamiento de este tipo de al menos tres cámaras de choque con cuerpos de impulso en al menos dos direcciones pueden reducirse resonancias del álabe de manera particularmente ventajosa.

5 De acuerdo con un segundo aspecto, el cual puede estar realizado en combinación con el primer aspecto o individualmente, una o varias cámaras de choque de una o de varias cámaras de cuerpos de impulso presentan respectivamente en al menos una primera y una segunda dirección de choque, en las cuales el respectivo cuerpo de impulso presenta holgura de movimiento y que encierran entre sí un ángulo de al menos 30° y de cómo mucho 150°, en particular un ángulo de entre 85° y 95°, y con un eje longitudinal del álabe perpendicular con respecto al eje de rotación de la turbomáquina, o la dirección radial de la turbomáquina, respectivamente un ángulo de al menos 75° y de cómo máximo 105°, en particular un ángulo de entre 85° y 95°, respectivamente paredes opuestas entre sí, siendo una separación entre las paredes opuestas entre sí en la primera dirección de choque y una separación entre las paredes opuestas entre sí en la segunda dirección de choque, a razón de cómo mucho el 10 %, en particular a razón de cómo mucho el 5 %, diferentes entre sí, en particular iguales.

15 En caso de presentar por ejemplo una cámara de choque una sección transversal cuadrada perpendicular con respecto al eje longitudinal, entonces las separaciones en las dos direcciones de choque paralelas con respecto a paredes laterales de la sección transversal cuadrada, que encierran entre sí y con el eje longitudinal respectivamente un ángulo de 90°, son iguales. En caso de presentar una cámara de choque por ejemplo una sección transversal circular perpendicular con respecto al eje longitudinal, entonces las separaciones en todas las direcciones de choque, que encierran con el eje longitudinal un ángulo de 90°, son iguales.

20 Ha podido verse de manera sorprendente que mediante este tipo de separaciones, al menos esencialmente iguales, entre paredes opuestas entre sí de cámaras de choque en al menos dos direcciones de choque, en las cuales el correspondiente cuerpo de impulso presenta holgura de movimiento, pueden reducirse de manera particularmente ventajosa resonancias del álabe, en particular en cuanto que estas direcciones de choque son al menos esencialmente perpendiculares con respecto al eje longitudinal. La holgura de movimiento en al menos una dirección de choque es en una realización al menos 0,01 mm, en particular al menos 0,1 mm y/o como mucho 1,5 mm, en particular como mucho 1,2 mm, de manera más preferente aún como mucho 0,6 mm.

25 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, el cual puede estar realizado en combinación con el primer y/o segundo aspecto o individualmente, una turbomáquina axial, en particular un compresor o una turbina de una turbina de gas, en particular de una turbina de gas de motor de aeronave, presenta una disposición de rejilla de álabes anterior en dirección de flujo o una etapa anterior en dirección de flujo con una rejilla fija y/o con una móvil, una disposición de rejilla de álabes posterior en dirección de flujo o una etapa posterior en dirección de flujo con una rejilla fija y/o con una móvil y al menos otra disposición de rejilla de álabes o al menos otra etapa con una rejilla fija y/o con una móvil, que en dirección de flujo está dispuesta entre las disposiciones de rejilla de álabe anterior y posterior, presentando uno o varios álabes fijos y/o uno o varios álabes móviles de la disposición de rejilla de álabes anterior y uno o varios álabes fijos y/o uno o varios álabes móviles de la disposición de rejilla de álabes posterior, respectivamente una o varias carcasas de cuerpo de impulso con una o varias cámaras de choque, en las cuales hay dispuesto al menos uno, en particular exactamente uno, cuerpo de impulso con holgura de movimiento. Uno o varios, en particular todos los álabes fijos y/o uno o varios, en particular todos los álabes móviles, de la disposición de rejilla de álabes adicional, no presentan por el contrario de acuerdo con el tercer aspecto ninguna cámara de choque, en la cual haya dispuesto un cuerpo de impulso con holgura de movimiento.

Ha podido verse de manera sorprendente que debido a ello pueden reducirse ventajosamente interferencias entre cuerpos de impulso en la disposición de rejilla de álabes anterior y cuerpos de impulso en la disposición de rejilla de álabes posterior.

45 Tal como se ha explicado anteriormente, el primer, segundo y/o tercer aspecto pueden realizarse en combinación entre sí o individualmente. Las explicaciones que siguen se refieren por lo tanto en general a uno o a varios de los aspectos o realizaciones que se han explicado anteriormente.

50 En un perfeccionamiento al menos una pared de una cámara de choque, en particular una de las paredes mencionadas anteriormente, opuestas entre sí, encierra con el eje longitudinal del álabe un ángulo de cómo mucho 15°, en particular de cómo mucho 5°. Mediante una pared de este tipo, en particular esencialmente radial, pueden reducirse de manera particularmente ventajosa resonancias del álabe.

En un perfeccionamiento al menos una pared de una cámara de choque, en particular una de las paredes mencionadas anteriormente, opuestas entre sí, y/o al menos una pared, la cual encierra con el eje longitudinal del álabe un ángulo de al menos 75° y/o como mucho de 105°, es recta o plana. Mediante una pared de este tipo pueden inducirse contactos de choque particularmente ventajosos.

55 En un perfeccionamiento al menos una de las cámaras de choque presenta una sección transversal circular o poligonal, en particular cuadrada, pentagonal o hexagonal. En una realización una cámara de choque de este tipo presenta en perpendicular con respecto a esta sección transversal una sección transversal poligonal, en particular cuadrada, pentagonal o hexagonal. Una cámara de choque puede estar configurada por lo tanto en particular en

forma de cilindro circular, de manera que presenta una sección transversal circular y en perpendicular con respecto a ella cuadrada.

5 En un perfeccionamiento, uno o varios, en particular todos los cuerpos de impulso presentan respectivamente una masa de al menos 0,01 g y/o como máximo de 0,075 g. De manera adicional o alternativa, en una realización una densidad de uno o de varios, en particular de todos los cuerpos de impulso, es de cómo máximo un 80 %, en particular de cómo máximo un 70 %, de una densidad de una superficie de álabe del álabe, en el cual está dispuesto el correspondiente cuerpo de impulso. Ha podido verse de manera sorprendente que mediante esta adaptación de las densidades de cuerpo de impulso y superficies de álabe pueden reducirse de manera particularmente ventajosa sus resonancias. Con "densidad" puede hacerse referencia en este sentido en particular a una densidad de un material de base del mencionado cuerpo de impulso o de la mencionada superficie de álabe.

10 En un perfeccionamiento una o varias carcassas de cuerpo de impulso están fabricadas por separado, en particular de varias piezas, y unidas con un cuerpo de base, en particular un pie de álabe, un carenado de extremo o una superficie de álabe del correspondiente álabe de forma separada, en particular en unión positiva y/o por fricción, o permanente, en particular en unión de materiales. Debido a ello puede mejorarse en una realización la fabricación y/o la adaptación de las carcassas de cuerpo de impulso.

15 En un perfeccionamiento al menos una de las carcassas de cuerpo de impulso está dispuesta en una mitad próxima al canto anterior, en particular un tercio próximo al canto anterior, del correspondiente álabe, en particular por completo dentro de un cuerpo de base del álabe. Adicional o alternativamente en una realización está dispuesta al menos una de las carcassas de cuerpo de impulso en una mitad próxima al canto posterior, en particular en un tercio próximo al canto posterior, del correspondiente álabe, en particular por completo dentro de un cuerpo de base del álabe. Debido a ello pueden reducirse de manera particularmente ventajosa resonancias del álabe.

20 Otros perfeccionamientos ventajosos de la presente invención resultan de las reivindicaciones secundarias y de la siguiente descripción de formas de realización preferentes. Para ello muestra, esquematizada parcialmente:

25 La Fig. 1 una parte de una turbomáquina axial de acuerdo con una realización de la presente invención en una sección meridional;

La Fig. 2 una sección meridional a través de un álabe de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La Fig. 3 una sección a lo largo de la línea III-III de la Fig. 2.

30 La Fig. 2 muestra una sección meridional a través de un álabe móvil 100 de un compresor de una turbina de gas de acuerdo con una realización de la presente invención, la Fig. 3 una sección perpendicular con respecto a ella a lo largo de la línea III-III de la Fig. 2. La invención se explica a continuación mediante el ejemplo de álabes móviles, a modo de modificación, el o los álabes puede o pueden ser en lugar de ello también un o unos álabes fijos.

35 El álabe 100 presenta una carcasa de cuerpo de impulso de dos piezas 1.1, 1.2 con una primera cámara de choque 10, en la cual hay dispuesto un cuerpo de impulso 11 con holgura de movimiento, que en las figuras se ha resaltado en negro para su aclaración.

40 La carcasa de cuerpo de impulso presenta tres segundas cámaras de choque 20 (compárese la Fig. 2), que se alinean con la primera cámara de choque 10 en una primera dirección de matriz A y en las cuales hay dispuesto respectivamente un cuerpo de impulso 21 con holgura de movimiento. Adicionalmente esta carcasa de cuerpo de impulso presenta una tercera cámara de choque 30 (compárese la Fig. 3), que se alinea con la primera cámara de choque 10 en una segunda dirección de matriz B y en la cual hay dispuesto un cuerpo de impulso 31 con holgura de movimiento. La primera y la segunda dirección de movimiento A, B encierran un ángulo de entre 85° y 95° entre sí.

45 La carcasa de cuerpo de impulso 1.1, 1.2 presenta tres cuartas cámaras de choque, que en las secciones de las Figs. 2, 3 no pueden verse. Éstas se alinean en la primera dirección de matriz A con la tercera cámara de choque 30 y en la segunda dirección de matriz B respectivamente con una de las segundas cámaras de choque 20, de manera que quedan dispuestas separadas de la primera cámara de choque 10 tanto en la primera, como también en la segunda dirección de matriz A, B y en un plano común. También en las cuartas cámaras de choque hay dispuesto respectivamente un cuerpo de impulso con holgura de movimiento.

50 En el ejemplo de realización la primera cámara de choque 10, las tres segundas cámaras de choque 20, la tercera cámara de choque 30 y las tres cuartas cámaras de choque son equidistantes o pueden estar distribuidas en forma de tablero de ajedrez. En una modificación, una o varias de estas cámaras de choque pueden estar dispuestas también con separaciones variables. De manera adicional o alternativa pueden haber dispuestas cuartas cámaras de choque, en particular en lugar de una o de dos de las segundas cámaras de choque 20, en la primera y/o segunda dirección de matriz de forma no alineada con la primera y/u otras cámaras de choque.

55 En el ejemplo de realización todas las cámaras de choque tienen una configuración constructiva igual. En una modificación una o varias de las cámaras de choque pueden tener también una configuración diferente. En el

ejemplo de realización todos los cuerpos de impulso dispuestos en las cámaras de choque tienen una configuración constructiva igual. En una configuración uno o varios de los cuerpos de impulso dispuestos en las cámaras de choque pueden tener una configuración diferente.

5 Las cámaras de choque de la carcasa de cuerpo de impulso 1.1, 1.2 presentan en una primera dirección de choque A y una segunda dirección de choque B, en las cuales el correspondiente cuerpo de impulso presenta holgura de movimiento y que encierran entre sí y con un eje longitudinal perpendicular con respecto al eje de rotación C de la turbomáquina (compárese la Fig. 1), del álabe o dirección radial R respectivamente un ángulo entre 85° y 95°, paredes opuestas respectivamente entre sí, de las cuales a modo de ejemplo se identifican en la Fig. 2 las paredes 12, 13 opuestas en la primera dirección de choque A y en la Fig. 3 las paredes 14, 15 opuestas entre sí en la
10 segunda dirección de choque B, de las primeras cámaras de choque 10, con referencias. Una separación entre las paredes opuestas entre sí en la primera dirección de choque y la separación entre las paredes opuestas entre sí en la segunda dirección de choque, se diferencian en la primera, en una o en varias de las segundas, la tercera y/o en una de las varias cuartas cámaras de choque a razón de cómo mucho un 5 %.

15 La Fig. 1 muestra una parte del compresor de la turbina de gas de acuerdo con un aspecto de la presente invención en una sección meridional con dos álabes móviles 100, tal como se ha explicado anteriormente en relación con las Figs. 2, 3.

20 El compresor presenta una disposición de rejilla de álabes anterior (a la izquierda en la Fig. 1) en dirección de flujo (desde la izquierda hacia la derecha en la Fig. 1) o una etapa S1 anterior en dirección de flujo con una rejilla de álabes con álabes móviles 100 distribuidos en dirección perimetral, una disposición de rejilla de álabes posterior (a la derecha en la Fig.1) en dirección de flujo o una etapa S3 posterior en dirección de flujo con una rejilla móvil con álabes móviles 100 distribuidos en dirección perimetral y otra disposición de rejilla de álabes o etapa S2 con una rejilla móvil con álabes móviles 200 distribuidos en dirección perimetral, que está dispuesta en dirección de flujo entre la disposición de rejilla de álabes anterior y la posterior.

25 Tal como se ha explicado anteriormente en relación con las Figs. 2, 3, al menos algunos de los álabes móviles 100 de la disposición de rejilla de álabes S1 anterior y al menos algunos de los álabes móviles 100 de la disposición de rejilla de álabes S3 posterior presentan respectivamente una carcasa de cuerpo de impulso 1.1, 1.2 con varias cámaras de choque, en las cuales hay dispuesto respectivamente un cuerpo de impulso con holgura de movimiento (compárese la representación ampliada de las Figs. 2, 3).

30 Por el contrario, uno o varios, en particular todos los álabes móviles 200 de la otra disposición de rejilla de álabes S2, no presentan ninguna cámara de choque, en la cual haya dispuesto un cuerpo de impulso con holgura de movimiento.

35 Tal como se ha explicado anteriormente, el primer y/o el segundo aspecto de la presente invención, que se han explicado en relación con las Figs. 2, 3, y el tercer aspecto de la presente invención que se ha explicado en relación con la Fig. 1, pueden estar realizados en combinación entre sí o individualmente. Las siguientes explicaciones se refieren por lo tanto en general a uno o a varios de los aspectos o realizaciones explicados anteriormente.

Como puede verse en particular en el ejemplo de la primera cámara de choque 10 en las Figs. 2, 3, las paredes de las cámaras de choque (12, 13, 14 y 15 para la primera cámara de choque 10) encierran con el eje longitudinal del álabe o dirección radial R un ángulo de cómo mucho 5°.

40 Como puede verse en particular en el ejemplo de las primeras, segundas y terceras cámaras de choque 10, 20 o 30 en las Figs. 2, 3, una pared radial interior (abajo en las Figs. 2, 3) y una radial exterior (arriba en las Figs. 2, 3), de las cámaras de choque, que encierra con el eje longitudinal R un ángulo de al menos 75° y como mucho de 105°, es recta o plana.

45 En una realización al menos una de las cámaras de choque presenta una sección transversal circular o poligonal, en particular cuadrada, pentagonal o hexagonal, perpendicular con respecto al eje longitudinal R, lo cual aparece de forma idéntica en las dos secciones de las Figs. 2, 3.

Los cuerpos de impulso (11, 21, 31 para la(s) primera, segundas y tercera cámara(s) de choque) dispuestos en las cámaras de choque presentan respectivamente una masa de al menos 0,01 g y como máximo de 0,075 g. Adicionalmente una densidad de los cuerpos de impulso es de cómo máximo un 70 % de una densidad de una superficie de álabe 110 del álabe (compárese la Fig. 2).

50 Las carcasas de cuerpo de impulso 1.1, 1.2 de varias piezas están fabricadas por separado y unidas con un pie de álabe 120 del correspondiente álabe de manera separable o permanente. En una modificación no representada pueden haber dispuestas adicionalmente o de forma alternativa carcasas de cuerpo de impulso también en la superficie de álabe 110 y/o en un carenado de extremo.

55 En una realización está dispuesta al menos una de las carcasas de cuerpo de impulso en una mitad próxima al canto anterior (a la izquierda en las Figs. 1, 2) y/o al menos una de las carcasas de cuerpo de impulso en una mitad próxima al canto posterior (a la derecha en las Figs. 1, 2) del correspondiente álabe. En las Figs. 1-3 se representan

ampliadas las carcasas de cuerpo de impulso 1.1, 1.2 y parecen por lo tanto sobresalir de la mitad próxima al canto anterior hacia la mitad próxima al canto posterior, aunque están dispuestas en representación fiel a escala por completo en la mitad próxima al canto anterior.

5 Aunque en la descripción anterior se explican realizaciones a modo de ejemplo, se indica que es posible una pluralidad de modificaciones.

10 Se hace referencia además de ello a que en el caso de las realizaciones a modo de ejemplo se trata solo de ejemplos, los cuales no han de limitar en ningún modo el ámbito de protección, los usos y la estructura. Más bien se indica al experto mediante la anterior descripción un hilo conductor para la puesta en práctica de al menos una realización a modo de ejemplo, pudiendo llevarse a cabo diversas modificaciones, en particular en lo que se refiere a la función y a la disposición de los componentes descritos, sin abandonar el ámbito de protección, tal como resulta de las reivindicaciones.

Lista de referencias

	1.1, 1.2	Carcasa de cuerpo de impulso de varias piezas
	10	Primera cámara de choque
15	11, 21, 31	Cuerpo de impulso
	12-14	Pared
	20	Segunda cámara de choque
	30	Tercera cámara de choque
	100, 200	Álabe móvil
20	110	Superficie de álabe
	120	Pie de álabe
	A	Primera dirección de matriz/choque
	B	Segunda dirección de matriz/choque
	R	Dirección longitudinal de álabe/dirección radial
25	S1	Disposición de rejilla de álabes/etapa anterior
	S2	Disposición de rejilla de álabes/etapa adicional
	S3	Disposición de rejilla de álabes/etapa posterior
	C	Eje de rotación

REIVINDICACIONES

- 5 1. Álabe (100) para una turbomáquina, con al menos una carcasa de cuerpo de impulso (1.1, 1.2) con una primera cámara de choque (10), en la cual hay dispuesto un cuerpo de impulso (11) con holgura de movimiento, para reducir resonancias del álabe esencialmente no de forma disipativa mediante fricción, sino mediante desintonización de las frecuencias propias mediante contactos de choque tipo impulso, presentando la carcasa de cuerpo de impulso al menos una segunda cámara de choque (20), la cual se alinea con la primera cámara de choque en una primera dirección de matriz (A) y en la cual hay dispuesto un cuerpo de impulso (21) con holgura de movimiento, y al menos una tercera cámara de choque (30), la cual se alinea con la primera cámara de choque en una segunda dirección de matriz (B) transversal con respecto a la primera dirección de matriz y en la cual hay dispuesto un cuerpo de impulso (31) con holgura de movimiento; y/o presentado al menos una de las cámaras de choque (10, 20, 30) o al menos una cámara de choque (10, 20, 30) en al menos una primera y una segunda dirección de choque (A, B), que encierran entre sí un ángulo de al menos 30° y de cómo mucho 150° y con un eje longitudinal (R) perpendicular con respecto al eje de rotación (C) de la turbomáquina, o la dirección radial (R), del álabe, respectivamente un ángulo de al menos 75° y de cómo mucho 105°, respectivamente paredes (12-14) opuestas entre sí, diferenciándose una separación entre las paredes (12, 13) opuestas entre sí en la primera dirección de choque (A) con respecto a una separación entre las paredes (14, 15) opuestas entre sí en la segunda dirección de choque (B) a razón de cómo máximo un 10 %.
- 20 2. Álabe según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** al menos una pared (12-14) de al menos una de las cámaras de choque (10, 20, 30) encierra con el eje longitudinal (R) del álabe un ángulo de cómo mucho 15°.
3. Álabe según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos una pared (12-14) de al menos una de las cámaras de choque (10, 20, 30) es plana.
- 25 4. Álabe según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos una de las cámaras de choque (10, 20, 30) presenta al menos una sección transversal circular o poligonal, en particular cuadrada, pentagonal o hexagonal.
5. Álabe según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una masa de al menos uno de los cuerpos de impulso (11, 21, 31) es de al menos 0,01 g y/o de cómo mucho 0,075 g.
6. Álabe según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una densidad de al menos uno de los cuerpos de impulso (11, 21, 31) es de cómo mucho un 80 % de una densidad de una superficie de álabe (110) del álabe.
- 30 7. Álabe según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la carcasa de cuerpo de impulso (1.1, 1.2) se fabrica por separado, en particular de varias piezas, y está unida con un cuerpo de base, en particular un pie (120), carenado de extremo o superficie de álabe, del álabe, de manera separable o permanente.
- 35 8. Álabe según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos una de las carcasas de cuerpo de impulso (1.1, 1.2) está dispuesta en una mitad próxima al canto anterior del álabe y/o al menos una de las carcasas de cuerpo de impulso en una mitad próxima al canto posterior del álabe.
- 40 9. Turbomáquina axial, en particular compresor o turbina de una turbina de gas, con una disposición de rejilla de álabes (S1) anterior en dirección de flujo, una disposición de rejilla de álabes (S3) posterior en dirección de flujo y al menos otra disposición de rejilla de álabes (S2), la cual está dispuesta en dirección de flujo entre la disposición de rejilla de álabes anterior y la posterior, presentando al menos un álabe fijo y/o móvil (100) de la disposición de rejillas de álabe anterior y al menos un álabe fijo y/o móvil (100) de la disposición de rejillas de álabe posterior respectivamente al menos una carcasa de cuerpo de impulso (1.1, 1.2) con al menos una cámara de choque (10, 20, 30), en la cual hay dispuesto un cuerpo de impulso (11, 21, 31) con holgura de movimiento, siendo el al menos un álabe fijo y/o móvil un álabe según una de las reivindicaciones anteriores, y no presentando al menos un álabe fijo y/o móvil (200) de la disposición de rejilla de álabes adicional ninguna cámara de choque, en la cual haya dispuesto un cuerpo de impulso con holgura de movimiento.
- 45 10. Turbomáquina axial según la reivindicación anterior, **caracterizada por que** al menos una pared (12-14) de al menos una de las cámaras de choque (10, 20, 30) encierra con un eje longitudinal (R) perpendicular con respecto al eje de rotación (C) de la turbomáquina, del álabe (100), un ángulo de cómo mucho 15° y/o es plana.
- 50 11. Turbomáquina axial según una de las reivindicaciones 9-10, **caracterizada por que** al menos una de las cámaras de choque (10, 20, 30) presenta al menos una sección transversal circular o poligonal, en particular cuadrada, pentagonal o hexagonal.
12. Turbomáquina axial según una de las reivindicaciones 9-11, **caracterizada por que** una masa de al menos uno de los cuerpos de impulso (11, 21, 31) es de al menos 0,01 g y/o de cómo máximo 0,075 g.
- 55 13. Turbomáquina axial según una de las reivindicaciones 9-12, **caracterizada por que** una densidad de al menos uno de los cuerpos de impulso (11, 21, 31) es de cómo mucho un 80 % de una densidad de una superficie de álabe

(110) del álabe (100), en el cual está dispuesto el cuerpo de impulso.

5 14. Turbomáquina axial según una de las reivindicaciones 9-13, **caracterizada por que** la carcasa de cuerpo de impulso (1.1, 1.2) se fabrica por separado, en particular de varias piezas, y está unida con un cuerpo de base, en particular un pie (120), carenado de extremo o superficie de álabe, del álabe (100), de manera separable o permanente, en el cual está dispuesto el cuerpo de impulso.

10 15. Turbomáquina axial según una de las reivindicaciones 9-14, **caracterizada por que** al menos una de las carcasas de cuerpo de impulso (1.1, 1.2) está dispuesta en una mitad próxima al canto anterior del álabe (100) y/o al menos una de las carcasas de cuerpo de impulso en una mitad próxima al canto posterior del álabe, en el cual está dispuesta la carcasa de cuerpo de impulso.

Fig. 1

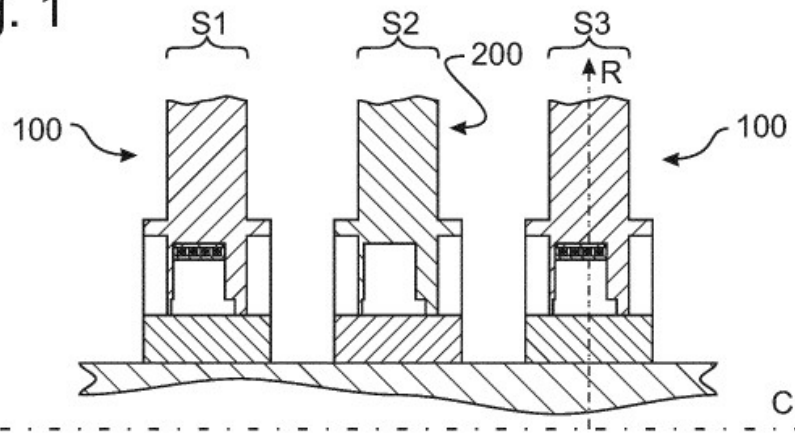


Fig. 2

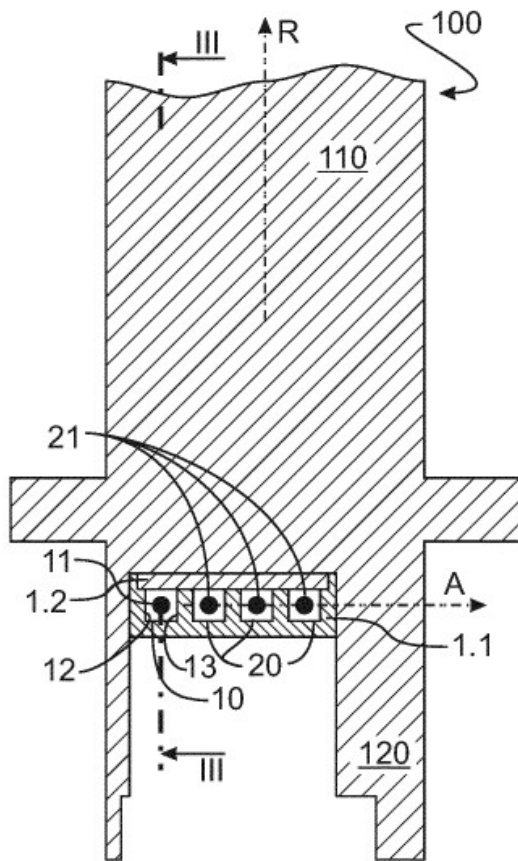


Fig. 3

