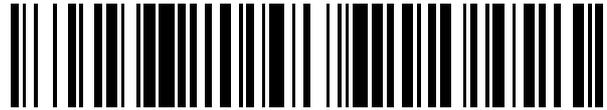


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 756**

51 Int. Cl.:

B23P 15/04 (2006.01)
F01D 5/10 (2006.01)
F01D 5/02 (2006.01)
F01D 5/14 (2006.01)
F01D 5/16 (2006.01)
F01D 5/22 (2006.01)
F04D 29/32 (2006.01)
F04D 29/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2011 E 11160764 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2505780**

54 Título: **Disposición de álabes para una turbomáquina**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.09.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WÖHLER, MARCUS, DR. y
SCHÖNENBORN, HARALD, DR.**

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 583 756 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 para una turbomáquina

5 (0001) La invención presente hace referencia a una disposición de álabes para una turbomáquina, especialmente una turbina de gas, una turbomáquina, así como un método para la fabricación de semejante disposición de álabes.

10 (0002) Los álabes de rodete presentan a causa de su elasticidad del material modos naturales o modos propios. Bajo el concepto de modos se entiende aquí, de manera usual en la técnica, frecuencias propias y/o formas propias, especialmente, una primera o más alta forma propia de flexión o forma propia de torsión, o bien, frecuencia de torsión.

15 (0003) Durante el funcionamiento, los álabes de rodete activan las oscilaciones, especialmente mediante las interacciones no estacionarias con el fluido de trabajo de la turbomáquina. Si se da esta activación en la cercanía de una frecuencia propia, pueden causarse resonancias u oscilaciones, lo cual perjudica a la conversión de energía con el fluido de trabajo y sobrecarga a la turbomáquina, especialmente a sus álabes.

20 (0004) En las patentes de Estados Unidos según el género US 6,471,482 y US 4,097,192 es conocido el hecho de desintonizar los álabes unos contra otros, es decir, disponer los álabes con distintos modos propios, de forma que una activación coincide siempre solamente con la frecuencia propia de una parte de los álabes. Ventajosamente, en cambio, los álabes "desintonizados" con otras frecuencias propias pueden reducir una resonancia o una oscilación. En este caso, en el documento US 6,471,482 varían los espesores de hojas de los álabes. En el documento US 4,097,192, en la cabeza de álabes opuesta al rotor de algunos rotores hay conformadas escotaduras vacías o rellenas de material extraño. Ambos documentos hacen referencia a disposiciones de álabes sin anillos de refuerzo, habida cuenta que los anillos de refuerzo que contactan entre sí se consideran como un remedio, en lugar de la desintonización de los álabes individuales. Además, el documento JP 2000170502 muestra todas las características del concepto general de la reivindicación 1ª.

30 (0005) Es objetivo de la presente invención poner a disposición una turbomáquina, especialmente una turbina de gas, con una disposición de álabes mejorada.

35 (0006) Para cumplir este objetivo se conforma una disposición de álabes según el concepto general de la reivindicación 1ª con su característica identificativa. Las reivindicaciones 6ª, 7ª protegen una turbomáquina, o bien, un método para la fabricación de una disposición de álabes según la invención. Las reivindicaciones dependientes hacen referencia a otras ventajosas configuraciones.

40 (0007) Según el aspecto de la invención presente se propone variar una desintonización mediante la variación de las hojas de álabes-anillos de refuerzo y de este modo, desintonizar los álabes de una disposición de álabes unos contra otros. En general, dos o más álabes contiguos presentan sistemáticamente distintos anillos de refuerzo. Bajo el concepto de sistemáticamente se entiende en el presente caso, especialmente, que las diferencias se han previsto de forma selectiva. Esto se puede llevar a cabo, especialmente, mediante el hecho de que los álabes, cuyos anillos de refuerzo a causa de tolerancias de fabricación se dispersan, se clasifican y entonces se seleccionan de forma adecuada. En una ejecución preferible, los distintos álabes se fabrican, sin embargo, ya sistemáticamente, es decir, desde el principio se fabrican distintos álabes, mediante las correspondientes variaciones prefijadas en el proceso de fabricación, especialmente, mediante etapas de fabricación adicionales o que se suprimen, especialmente, con arranque de virutas.

50 (0008) Los álabes con distintos anillos de refuerzo, que en el caso presente se designan como álabes distintos, se diferencian según el primer aspecto en uno o varios modos propios, es decir, frecuencias propias y/o formas propias. En este caso, los anillos de refuerzo pueden presentar, especialmente, distintas masas, distribución de masas y/o momentos de inercia. En un anillo de refuerzo de un álabes está conformada una disposición de escotaduras con una, dos o más escotaduras, mientras que en un anillo de refuerzo, o bien, en una plataforma de álabes interior, de al menos, otro álabes especialmente contiguo no está conformada ninguna disposición de escotaduras o está conformada otra disposición de escotaduras con otro número y/o geometría de escotaduras. Las escotaduras están conformadas como aberturas de paso. En una configuración preferible, las mismas actúan adicionalmente como conducto para un fluido, especialmente, un fluido refrigerante. En general, las escotaduras pueden estar vacías, pueden ser circuladas por un fluido o también pueden ser llenadas completamente o parcialmente de un material extraño al álabes, especialmente, más ligero o más pesado.

60 (0009) Adicionalmente o alternativamente, los anillos de refuerzo pueden presentar distintas rigideces, especialmente, rigideces de flexión y/o de torsión. Semejantes rigideces distintas pueden constituirse igualmente mediante escotaduras o acumulaciones de material.

65 (0010) Preferiblemente, los anillos de refuerzo de álabes contiguos contactan entre sí, entre los cuales, en el caso presente, se comprenden las superficies que se encuentran, especialmente, radialmente en el exterior, que conducen un fluido, es decir, que definen un canal de corriente, y que preferiblemente se extienden, al menos, en general, en la dirección del perímetro. Los anillos de refuerzo pueden ser conformados con las hojas de álabes que

se extienden, en general, en dirección radial y que desvían la corriente y/o pueden estar unidos con anillos de refuerzo contiguos de forma removible o fija, especialmente, de forma integral.

(0011) Los distintos anillos de refuerzo, en una ejecución preferible, pueden presentar distintas geometrías, especialmente, geometrías que guían el fluido, geometrías de contacto y/o geometrías que se oponen al fluido. De esta manera, pueden considerarse, por un lado, las (distribuciones de) masas distintas previamente mencionadas, o bien, los momentos de inercia y/o las rigideces, presentando los anillos de refuerzo contiguos distintos espesores de pared, formas o similares. Adicionalmente o alternativamente a dichas propiedades de inercia, según otro aspecto de la invención presente, puede considerarse también una activación local distinta: de este modo, mediante distintos contornos, que contactan entre sí, de anillos de refuerzo contiguos, y que en el caso presente, se denominan geometrías de contacto, se puede variar la transmisión de oscilaciones, o bien, el acoplamiento entre los álabes contiguos. Adicionalmente o alternativamente, mediante la variación de la superficie de los anillos de refuerzo que están dirigidos hacia el fluido de trabajo de la turbomáquina o que contactan con el mismo, puede variarse la activación inducida por el fluido en los álabes individuales. En otra configuración preferible, especialmente, el contorno del recorrido de la corriente de dos o tres dimensiones se diferencia en la transición entre la hoja de álabe y el anillo de refuerzo entre los álabes contiguos.

(0012) Adicionalmente a la configuración conforme a la invención distinta sistemáticamente, dos o más álabes del dispositivo de álabes pueden presentar sistemáticamente distintas hojas de álabes. Las distintas hojas de álabes pueden diferenciarse correspondientemente, especialmente, respecto a sus masas, distribuciones de masas, momentos de inercia y/o contornos, especialmente, medianas de un perfil, perfiles, espesores de perfil, inclinaciones, o bien, flechas o similares.

(0013) Gamma-titanio-aluminuros (γ -TiAl) representan un material ventajoso, especialmente, para turbomáquinas que funcionan rápidamente. Sin embargo, desventajosamente, presentan regularmente un peor comportamiento de fluencia que los materiales de álabes de rodete convencionales, por ejemplo, a base de níquel. Correspondientemente, una desintonización conforme a la invención de los álabes de rodete unos contra otros es especialmente ventajosa en disposiciones de álabes, cuyos álabes presentan, en general, un compuesto intermetálico, especialmente con titanio y/o aluminio, preferiblemente, γ -TiAl. Semejantes álabes pueden consistir, al menos, en general, en un compuesto, especialmente, de γ -TiAl o presentar un revestimiento del mismo.

(0014) Conforme a la invención, los anillos de refuerzo son distintos sistemáticamente. La disposición de los distintos álabes de rodete puede llevarse a cabo en el perímetro del rotor mismo de forma estocástica. Por ejemplo, se puede distribuir una clasificación de distintos álabes de rodete de forma aleatoria por el perímetro. En otra configuración preferible, sin embargo, los distintos álabes se distribuyen a su vez sistemáticamente por el perímetro del rotor. Bajo este concepto se entiende, especialmente, que para determinados álabes se predetermina un lugar o una zona determinada en el perímetro del rotor o para un lugar o una zona determinada se predeterminan uno varios álabe(s) con determinadas propiedades, por ejemplo, un determinado peso. Especialmente, mediante ello, en una configuración preferible, los distintos álabes pueden distribuirse de tal modo que las diferencias, especialmente las diferencias de masa o de distribución de masa, al menos, en general, se compensan mutuamente. Especialmente, una distribución de masa de la disposición de álabes puede ser compensada como conjunto por el perímetro. Puramente a modo de ejemplo, pueden distribuirse alternativamente álabes o grupos de dos o más álabes por el perímetro, que presentan una escotadura vacía o ninguna en su anillo de refuerzo, de manera que las diferencias de peso se compensan por el perímetro, al menos, en general.

(0015) Una disposición de álabes conforme a la invención es ventajosa, especialmente, en turbomáquinas que funcionan rápidamente, especialmente turbinas de gas, como motores de avión y especialmente en turbinas de baja presión. Una disposición de álabes conforme a la invención puede extenderse, en general, en dirección del perímetro y/o en dirección axial, y de este modo, forma, especialmente, uno o varios grados de una turbomáquina. Correspondientemente, distintos álabes pueden estar contiguos en la dirección del perímetro y/o en la dirección axial.

(0016) Otras ventajas y características resultan de las reivindicaciones dependientes y del ejemplo de ejecución. Se muestran, esquematizadas parcialmente:

Fig. 1: un corte a través de dos álabes de rodete contiguos;

Fig. 2: los dos álabes de rodete contiguos de la Fig. 1 desde el exterior radial; y

Fig. 3: uno de los álabes de rodete de las Fig. 1, 2 en un corte parcial en perspectiva.

(0017) La Fig. 1 muestra un corte a través de dos álabes de rodete contiguos en la dirección del perímetro (vertical en la Fig. 1) de un grado de turbina desde el exterior radial. Se reconocen las hojas de álabes cortadas (10, 20), así como las plataformas de álabes (11, 21) interiores que contactan entre sí. En el corte se reconoce que ambos álabes de rodete contiguos presentan distintas hojas de álabes, especialmente, distintos espesores de perfil, o bien grosores de perfil (T_{10} , T_{20}).

(0018) La Fig. 2 muestra – para una mejor visualización, representado en dirección del perímetro, extraídos el uno

del otro – ambos álabes de la Fig. 1, a su vez, radialmente desde el exterior, sin embargo, no cortados. Se reconocen, a su vez, las hojas de álabes (10, 20) – no cortadas en la Fig. 2 –, así como las plataformas de álabes (11, 21) interiores – a causa de la representación extraídas una de otra en la Fig. 2 sin que tengan contacto -. Además se reconocen en la Fig. 2 las superficies de los anillos de refuerzo (12, 22) que se encuentran en el exterior radial, opuestas a un fluido de trabajo o a un canal de corriente, que se define mediante las superficies dirigidas unas hacia otras de las plataformas de álabes interiores y de los anillos de refuerzo. Así como las plataformas de álabes interiores (11, 21), los anillos de refuerzo (12, 22) también contactan con los álabes contiguos en dirección del perímetro en el estado montado y se representan en la Fig. 2 sólo como aclaración en la dirección del perímetro extraídos el uno del otro.

(0019) Los anillos de refuerzo (12, 22) están conforme a la invención conformados de distinto modo: mientras que el anillo de refuerzo (12), en general, es un material macizo, y presenta una superficie lisa, que se encuentra en el exterior radial (que se ve en la Fig. 2), hay conformada en la correspondiente superficie del anillo de refuerzo (22) una disposición de escotaduras con dos escotaduras (23A, 23B) en forma de canal anular. Mediante ello, el anillo de refuerzo (22) presenta, frente al anillo de refuerzo (12), una distinta masa, distribución de masa y un distinto momento de inercia, especialmente, alrededor de un eje de flexión y un eje de torsión de las hojas de álabes (10, 20), de modo que también los modos propios de ambos álabes se desintonizan uno contra otro.

(0020) La Fig. 3 muestra el álabe de rodete inferior en la Fig. 1, 2 en un corte parcial en perspectiva. Se reconoce una parte de la hoja de álabe (10), así como la plataforma de álabe interior (11) y la base del álabe (15). En ésta hay conformada una escotadura (14) – al contrario que la plataforma (21) del álabe contiguo (no representado) interior conformada como material macizo, de manera que también las plataformas de álabes interiores (11, 21) presentan distintas masas, distribuciones de masas y rigideces, de manera que también mediante ello los modos propios de ambos álabes se desintonizan unos contra otros.

(0021) Además, la geometría que guía el fluido en la transición entre la hoja de álabe (10) y la base del álabe (11) es distinta que la geometría del álabe contiguo (no representado), de manera que la activación varía en ambos álabes contiguos.

Lista de signos de referencias

(0022)

10, 20	hoja de álabe
11, 21	plataforma de álabe interior
12, 22	anillo de refuerzo
14, 23A, 23B	escotadura
15	base del álabe

REIVINDICACIONES

- 1^a.- Disposición de álabes de rodete para una turbomáquina, especialmente una turbina de gas, con un rotor y varios álabes fijados al mismo, que están conformados de forma distinta sistemáticamente, y al menos dos álabes contiguos presentan distintos anillos de refuerzo (12, 22) sistemáticamente, y los distintos anillos de refuerzo presentan distintas superficies opuestas al fluido, que se encuentran en el exterior radial, que se caracteriza por que en un anillo de refuerzo de un álabe hay conformada una disposición de escotaduras con, al menos, una abertura de paso (23A, 23B), y en un anillo de refuerzo de un álabe contiguo no hay conformada ninguna disposición de escotaduras o hay conformada otra disposición de escotaduras con otro número y/o geometría de aberturas de paso.
- 2^a.- Disposición de álabes de rodete según la reivindicación 1^a, que se caracteriza por que la abertura de paso o las aberturas de paso (23A, 23B) actúa o actúan como conducto/s para un fluido, especialmente un fluido refrigerante.
- 3^a.- Disposición de álabes de rodete según una de las anteriores reivindicaciones, que se caracteriza por que los álabes presentan un compuesto intermetálico, especialmente, con titanio y/o aluminio, preferiblemente γ -TiAl.
- 4^a.- Disposición de álabes según una de las anteriores reivindicaciones, que se caracteriza por que, al menos, dos álabes contiguos presentan sistemáticamente distintas hojas de álabes (10, 20).
- 5^a.- Disposición de álabes de rodete según una de las anteriores reivindicaciones, que se caracteriza por que distintos álabes están distribuidos sistemáticamente por el perímetro del rotor de tal modo que las diferencias, especialmente, diferencias de masa o diferencias de distribución de masa, al menos, en general, se compensan mutuamente.
- 6^a.- Turbomáquina, especialmente, turbina de gas, con una disposición de álabes de rodete según una de las reivindicaciones anteriores.
- 7^a.- Método para la fabricación de una disposición de álabes de rodete según una de las reivindicaciones anteriores de la 1^a hasta la 6^a, que se caracteriza por que los distintos álabes se clasifican y/o se fabrican sistemáticamente.

Fig. 1

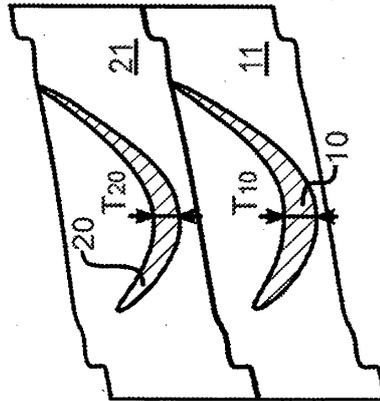


Fig. 2

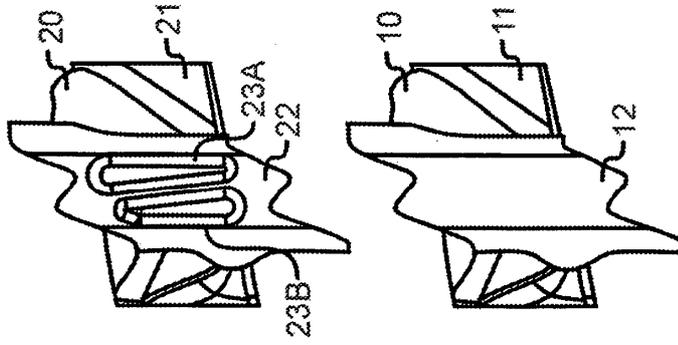


Fig. 3

