(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 800 172**

(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: **17.11.2017** **E 17202370 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020** **EP 3330485**

(54) Título: **Estructura de paletas de una turbina**

(30) Prioridad:

21.11.2016 DE 102016222869

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.12.2020

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

SCHARL, RICHARD

(74) Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 800 172 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

Estructura de paletas de una turbina

La presente invención se refiere a una estructura de paletas de una turbina, a una turbina, en particular una turbina de gas, que tiene la estructura de paletas de turbina, y a un método para fabricar la estructura de paletas de una turbina.

De la patente internacional núm. WO 2012/095067 A1 de la solicitante se conoce la colocación en la raíz de la paleta o en la hoja de paleta de una turbina de gas de cuerpos de sintonía o de impulso, destinados para el contacto de impacto con la paleta. Esto permite a la solicitante aplicar un nuevo concepto para la reducción de las vibraciones no deseadas, que esencialmente no se basa en la disipación de la fricción, sino más bien en la desintonización de los modos y frecuencias propios causados por los impactos de los cuerpos de impulso.

La patente alemana núm. DE 10 2009 010 185 A1 de la solicitante propone proporcionar varios cuerpos amortiguadores en una cavidad en un anillo interior o exterior de un grupo de paletas, que disipan la energía de vibración entre sí y con respecto a la cavidad en caso de impactos por fricción.

De la patente de los Estados Unidos núm. US 9,371,733 B2 de la solicitante se conoce una estructura de paletas de turbina con una cavidad en la que se dispone móvil una masa de sintonía.

La patente europea núm. EP 2 806 106 A1 se refiere a una paleta de turbina con un perfil aerodinámico que tiene un canal, en donde en el canal se dispone una cámara de impacto con una sección transversal estrechada para recibir un solo cuerpo de impulso.

La patente europea núm. EP 3 018 292 A1 se refiere a un paleta de turbina con una hendidura en una superficie. En la hendidura se coloca un relleno amortiguador, que tiene una cámara con material de amortiguación y está destinado a contener sustancialmente el perfil aerodinámico de la paleta.

Un objetivo de una modalidad de la presente invención es poner a disposición una estructura de paletas de turbina mejorada.

Este objetivo se logra en particular mediante una estructura de paletas de turbina con las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones 8, 9 protegen una turbina con al menos una estructura de paletas de turbina como la descrita en este documento y un método para fabricar una estructura de paletas de turbina como la descrita en este documento. Las modalidades ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Además o alternativamente, en una modalidad, (cada uno) de los cuerpos tiene una dimensión externa, en particular mínima o máxima, que es al menos de 1 mm y/o al menos de 10 mm, en particular a lo sumo de 5 mm, en particular a 20 °C.

Sorprendentemente, se ha comprobado que estos parámetros o valores límite se pueden utilizar por separado o en combinación para lograr una reducción especialmente ventajosa de las vibraciones de la paleta.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la estructura de paletas de turbina tiene una estructura de apoyo elástica de una o varias partes, que aloja o soporta de manera elástica o como resorte los cuerpos, en particular los fija o sujeta, o se proporciona o utiliza con este fin, o en la que los cuerpos se aloja o soportan de manera elástica o como resorte, en particular se fijan o sujetan. En una mejora, el grosor mínimo de la pared de la estructura de apoyo elástica es como máximo 50 %, en particular como máximo 10 %, y/o como mínimo 1 % de una dimensión exterior máxima del cuerpo.

En una modalidad, esto puede mejorar el efecto, en particular la cinemática y/o la dinámica, del cuerpo o los cuerpos, por ejemplo su almacenamiento de movimiento, en particular de energía de impacto y similares.

Además o alternativamente, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, la estructura de paletas de turbina comprende una guía que tiene una o varias partes, que guía el cuerpo o los cuerpos, en particular de tal manera que limita la holgura de movimiento en uno o más grados de libertad traslacional y/o uno o más grados de libertad rotacional, en particular para contactos de impacto repetidos con la paleta, mientras el resto de sus grados de libertad son bloqueados por la guía, o que se proporciona o se instala para este propósito, o por medio de la cual se guía el cuerpo o los cuerpos (en correspondencia).

En una modalidad, una holgura máxima de movimiento de traslación del cuerpo o de uno o más de los cuerpos es de al menos 0,01 mm, en particular de al menos 0,1 mm, y/o al menos 1 % de una dimensión exterior mínima de este cuerpo y/o de al menos 10 mm, en particular de al menos 1 mm, y/o de al menos 100 % de una dimensión exterior máxima de este cuerpo, en particular a 20 °C.

De esta manera, en una modalidad, se puede mejorar el efecto, especialmente la cinemática y/o la dinámica, de los cuerpos, por ejemplo, la dirección (principal) de impacto, la longitud de trayectoria máxima (de movimiento) y similares.

En una mejora, el o los cuerpos se guían a través de la guía sin fijación ni sujeción, en particular se alojan de manera elástica o no elástica.

De esta manera, en una modalidad se puede mejorar (más) el efecto, especialmente la dinámica, del cuerpo o los cuerpos, por ejemplo, se pueden variar (más fuertemente) los contactos de impacto y similares.

En una modalidad, la paleta tiene un perfil aerodinámico para la desviación del flujo y/o una raíz de paleta mediante la cual, en una mejora, la paleta se puede conectar a una carcasa o rotor de la turbina de manera desmontable destructiva o no destructiva. Del mismo modo, la paleta, en particular su raíz, se puede fabricar integrada a la carcasa o al rotor, en particular como un llamado "BLISK". En una modalidad, se coloca un anillo de refuerzo en la paleta, en particular en su extremo orientado y/o alejado de la raíz de la paleta o -con respecto a un eje principal o de máquina (giratorio) de la turbina- radial interior y/o exterior (en cada caso), en particular se fabrica integrado a la paleta o, en particular conectado a esta de manera desmontable destructiva o no destructiva.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la guía completa para guiar el cuerpo o los cuerpos o una parte de la guía junto a o conjuntamente con, en particular integrada a, la paleta completa, en particular su hoja de paleta y/o raíz de paleta y/o anillo de refuerzo, o una parte de ellos, se fabrican generativamente.

Además o alternativamente, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, la estructura de apoyo completa para apoyar en forma de resorte el cuerpo o los cuerpos o una parte de la estructura de apoyo junto a o conjuntamente con, en particular integrada a, la paleta completa, en particular a su hoja de paleta y/o raíz de paleta y/o anillo de refuerzo, o una parte de ellos y en una mejora integrados con los cuerpos completos o una parte de ellos, se fabrican generativamente.

Además o alternativamente, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, el cuerpo o los cuerpos, en particular los cuerpos de impulso, se fabrican (cada uno) generativamente parcial o completamente junto a o conjuntamente con, en particular integrado a, la paleta completa, en particular su hoja de paleta y/o raíz de paleta y/o anillo de refuerzo, o una parte de ellos.

Por lo tanto, un área de la paleta, de la guía, de la estructura de apoyo o del/de los cuerpo(s) fabricado(s) conjuntamente de forma generativa puede ser o designar, en una modalidad, una parte (área) (real) de o, en otra modalidad, una paleta, guía, estructura de apoyo o el/los cuerpo(s) completo(s). Por consiguiente, para una representación más compacta, se utiliza en particular el término "al menos un área".

En una modalidad, mediante la fabricación conjunta generativa (del área) de la paleta y de la guía, de la estructura de apoyo o del/de los cuerpo(s), se puede asegurar el/los cuerpo(s) ventajosamente contra pérdidas. Además o alternativamente, de esta manera se pueden producir paletas, guías, estructuras de apoyo o cuerpos ventajosos, en particular complejos, y así mejorar (más) en particular el efecto, en particular la cinemática y/o la dinámica, del cuerpo o los cuerpos, por ejemplo las transmisiones de fuerza, las holguras de movimiento y similares.

En una modalidad, la fabricación generativa o aditiva comprende, de una manera conocida por sí misma, la fabricación capa por capa mediante la disposición repetida de, en particular, material de partida líquido y/o suelto, en particular granular o en polvo, sobre una capa precedente (solidificada) y la solidificación local y/o la unión al menos parcial con ella, en particular química y/o físicamente, en particular mediante la introducción de energía, en particular térmica y/o electromagnética, en particular óptica, en particular por exposición, en particular mediante (luz) láser.

En una modalidad, el área de la paleta fabricada generativamente junto con la(s) guía(s), la(s) estructura(s) de apoyo o el(los) cuerpo(s) tiene una superficie de contacto que el(los) cuerpo(s) contacta(n) en particular de forma temporal, en particular de forma repetida y/o de impacto durante el funcionamiento de la paleta para reducir sus vibraciones, o que se proporcionan o se instalan o se utilizan con este fin.

De este modo, se puede disponer de una cinemática y/o dinámica de contacto ventajosa, en particular de holguras de movimiento estrechas y/o superficies de contacto materialmente uniformes, en un solo diseño y así se puede mejorar (aún más) la reducción de las vibraciones.

En una modalidad, el área de la paleta y el área de la guía, la estructura de apoyo y/o uno o más de los cuerpos de metal, fabricados generativamente junto con la paleta, contienen metal, y en una mejora se fabrican generativamente a partir de polvo de metal como material de partida.

De esta manera, en una modalidad, se puede disponer de una dinámica ventajosa y así mejorar (más) la reducción de la vibración.

En una modalidad, la guía tiene uno o más espacios vacíos abiertos y/o uno o más espacios vacíos cerrados en los que se aloja o recibe con holgura de movimiento uno o más de los cuerpos en uno o más grados de libertad.

Los espacios vacíos se pueden utilizar para proporcionar una guía ventajosa.

Los espacios vacíos abiertos se pueden utilizar en una modalidad para descargar ventajosamente el material de partida no solidificado, especialmente durante la fabricación generativa.

Los espacios vacíos cerrados se pueden utilizar en una modalidad para proteger el o los cuerpos alojados contra el fluido de trabajo de la turbina y/o para mejorar su dinámica, en particular su aerodinámica.

En una mejora, una dimensión externa máxima del cuerpo o de uno o más de los cuerpos, por ejemplo un diámetro externo de un cuerpo esférico, es (en cada caso) mayor que una dimensión interna máxima o el ancho libre de un orificio pasante de una pared del espacio vacío abierto, por ejemplo mayor que un diámetro interno de un orificio pasante circular.

Esto permite que, en una modalidad, el cuerpo o los cuerpos estén protegidos contra las pérdidas y que se elimine ventajosamente el material inicial no solidificado durante la fabricación generativa.

Además o alternativamente, en una mejora, una o la dimensión externa máxima del cuerpo o de uno o más de los cuerpos (en cada caso) es/son más grandes que una holgura de movimiento máximo de este cuerpo en la guía, en particular en uno o más grados de libertad de traslación) en particular al menos dos veces más grande que la holgura de movimiento (de traslación) máximo.

Estos cuerpos, que son grandes en relación con su máxima libertad de movimiento, pueden reducir ciertas vibraciones, en particular los modos de vibración, de manera particularmente ventajosa.

En una mejora, una o la dimensión externa máxima del cuerpo o de uno o más de los cuerpos (en cada caso) son menores que la holgura máxima de movimiento de este cuerpo en la guía, en particular en uno o más grados de libertad de traslación, en particular como máximo la mitad de la holgura máxima de movimiento (de traslación).

Estos cuerpos, que son pequeños en relación con su máxima libertad de movimiento, pueden reducir otras vibraciones, en particular los modos de vibración, de manera particularmente ventajosa.

En una modalidad, el cuerpo o los cuerpos, la guía y/o la estructura de apoyo están dispuestos en una cavidad, en particular una cavidad cerrada, que a su vez está definida o limitada total o parcialmente por la paleta, en particular por el área de la paleta fabricada generativamente.

De esta manera, en una modalidad, en particular también con espacios vacíos abiertos, la guía, la estructura de apoyo y/o el cuerpo se pueden proteger contra el líquido de trabajo de la turbina. En una mejora, la cavidad está cerrada por otro componente, en particular una carcasa o un rotor, de la turbina, en particular en donde la paleta se fija a ella, en particular de manera desmontable destructiva o no destructiva.

Otras características ventajosas de la presente invención se muestran en las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción de las modalidades preferidas. Para ello se muestra, en parte esquematizado:
En la Figura 1 una sección de una estructura de paletas de turbina de un motor de turbina de gas de acuerdo con una modalidad de la presente invención; y
En la Figura 2 una sección de una estructura de paletas de turbina de una turbina de gas de acuerdo con otra modalidad de la presente invención.

La Figura 1 muestra una sección de la estructura de las paletas de turbina de una turbina de gas de acuerdo con una modalidad de la presente invención con una pala del rotor o una paleta guía 10, de la cual en la Figura 1 se muestra una sección de una hoja de paleta 11, una raíz de la paleta 12 y una anillo de refuerzo 13 dispuesto sobre ella.

El raíz de paleta 12 se dispone en una carcasa o rotor 2 y define con estos una cavidad cerrada 3.

En la cavidad 3 se dispone una guía 50 para guiar de forma móvil un cuerpo 4 para reducir la vibración de la paleta 10 mediante contactos de impacto repetidos con la ella, que tiene un espacio vacío abierto 51 en donde se dispone el cuerpo esférico 4 con holgura de movimiento en un grado de libertad de translación (vertical en la Figura 1) y tres grados de libertad de rotación, en donde parte del raíz de la paleta 12 o del anillo de refuerzo 13 tiene o forma una superficie de contacto 14 para contactar con el cuerpo 4.

Como se indica en la representación parcialmente esquematizada de la Figura 1, el diámetro exterior del cuerpo esférico 4 es mayor que la dimensión interior máxima o el ancho libre de un orificio pasante 52 de una pared 53 de la guía o del espacio vacío abierto y también mayor que la holgura de movimiento máxima s del cuerpo 4 en la guía 50 o el espacio vacío 51.

La pala del rotor 11, la raíz de paleta 12, el anillo de refuerzo 13, la (pared 52 de) la guía 50 o el espacio vacío 51 así como el cuerpo (de impulso) 4 se fabrican juntos generativamente a partir de polvo metálico. Esto permite, en particular, que el cuerpo 4 se fabrique o se disponga en el espacio vacío 51 en un solo paso de trabajo, asegurado contra la pérdida. Al conectar posteriormente la raíz de la paleta 12 a la carcasa o al rotor 2 o a la cavidad 3 definida por estos, el cuerpo 4 queda ventajosamente protegido en el espacio vacío abierto 51 contra el líquido de trabajo de la turbina de gas.

En la Figura 2 se muestra en correspondencia con la Figura 1, una sección de una estructura de paletas de turbina de una turbina de gas de acuerdo con otra modalidad de la presente invención. Las características que se corresponden entre sí se identifican con los mismos números de referencia, de modo que se hace referencia a la descripción anterior y a continuación solo se examinan las diferencias.

En la modalidad de la Figura 2, el cuerpo esférico 4 no está alojado en una guía, sino que está apoyado elásticamente en o conectado a la cavidad 3 a través de una estructura de apoyo de paredes finas 6 en la raíz de la paleta 12, fabricada generativamente a partir de polvo metálico junto con la paleta 11, la raíz de la paleta 12, el anillo de refuerzo 13 y el cuerpo (de impulso) 4.

De esta manera, el cuerpo 4 en particular se puede fabricar o disponer en la cavidad 3 en un solo paso de trabajo, protegido contra la pérdida. Al conectar posteriormente la raíz de la paleta 12 a la carcasa o al rotor 2, el cuerpo 4 y la estructura de apoyo 6 se protegen a su vez ventajosamente contra el líquido de trabajo de la turbina de gas.

Aunque en la descripción anterior se explicaron modalidades ejemplares, cabe señalar que es posible un gran número de variaciones.

Así, por ejemplo, el cuerpo 4 de las modalidades de las Figuras 1, 2 también se puede disponer en la hoja de paleta 11 o en (otro) anillo de refuerzo opuesto (no mostrado) en lugar de en un lado de la raíz de la paleta 12 opuesta a la hoja de paleta y se puede fabricar generativamente para este fin al menos parcialmente junto con la guía o la estructura de apoyo.

Además o alternativamente, se puede omitir en particular la guía 50 de la modalidad mostrada en la Figura 1 o la estructura de apoyo 6 de la modalidad mostrada en la Figura 2, que en cada caso especifican una cinemática (de impacto), y el cuerpo (de impulso) 4 alojado en la cavidad 3 se puede fabricar generativamente junto con (al menos) un área de la paleta 10, por ejemplo la raíz de la paleta 12, el anillo de refuerzo 13 y/o la hoja de la paleta 11 o parte de ella.

Además, cabe señalar, que las modalidades ejemplares son solo ejemplos que no deben restringir en modo alguno el alcance de la protección, las aplicaciones y la estructura. Más bien, la descripción anterior proporciona al experto una pauta para la aplicación de al menos una modalidad ejemplar, en donde pueden introducirse diversos cambios, en particular con respecto a la función y la disposición de los componentes descritos, sin salirse del alcance de la protección resultante de las reivindicaciones y de las combinaciones de características equivalentes.

Lista de referencia de los dibujos

10 Paleta
11 Hoja de la paleta
12 Raíz de la paleta
13 Anillo de refuerzo
14 Superficie de contacto
2 Carcasa/Rotor
3 Cavidad
4 Cuerpo (Impulso)
50 Guía
51 Espacio vacío
52 Orificio
53 Pared
6 Estructura de apoyo
s Holgura de movimiento (máximo)

REIVINDICACIONES

1. Estructura de paletas de una turbina, en particular para una etapa de compresión o etapa de turbina de una turbina de gas, que tiene al menos una paleta (10), en particular una pala de rotor o una paleta guía, y al menos un cuerpo móvil (4) para reducir la vibración de dicha paleta, **caracterizada porque** se fabrica generativamente al menos un área de guía (50) para guiar el cuerpo y/o al menos un área de una estructura de soporte (6) para montar el cuerpo de forma resistente y/o al menos un área del cuerpo (4) junto con al menos un área de la paleta (10), en particular de un perfil aerodinámico (11) y/o la raíz de la paleta (12) y/o de un anillo de refuerzo (13) dispuesto sobre ella.

2. Estructura de paletas de una turbina de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizada porque** el cuerpo es un cuerpo de impulso (4) para reducir la vibración de la paleta mediante un contacto de impacto repetido con ella.

3. Estructura de paletas de una turbina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el área de la paleta fabricada generativamente tiene una superficie de contacto (14) para contactar con el cuerpo (4).

4. Estructura de paletas de una turbina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el área fabricada generativamente de la paleta (10), el área de la guía (50-52) fabricada generativamente, el área de la estructura de apoyo (6) fabricada generativamente y/o el área del cuerpo (4) fabricada generativamente comprenden un metal, en particular se fabrican a partir de polvo metálico.

5. Estructura de paletas de una turbina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la guía tiene un espacio vacío abierto o cerrado (51) en el que se dispone el cuerpo (4) con holgura de movimiento.

6. Estructura de paletas de la turbina de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizada porque** una dimensión exterior máxima del cuerpo (4) es mayor que una dimensión interior máxima de un orificio pasante (52) en una pared (53) del espacio vacío abierto (51) y/o mayor o menor que una holgura de movimiento máxima.

7. Estructura de paletas de una turbina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el cuerpo (4), la guía (50) y/o la estructura de apoyo (6) se disponen en una cavidad (3) en particular cerrada y que está definida al menos parcialmente por la paleta (10), en particular por el área de la paleta fabricada generativamente.

8. Turbina, en particular una turbina de gas, que tiene al menos una estructura de paletas de una turbina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

9. Método para producir una estructura de paletas de una turbina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el área de la guía (50), la estructura de apoyo (6) y/o el cuerpo (4) se fabrican generativamente junto con el área de la paleta (10).

Fig. 1

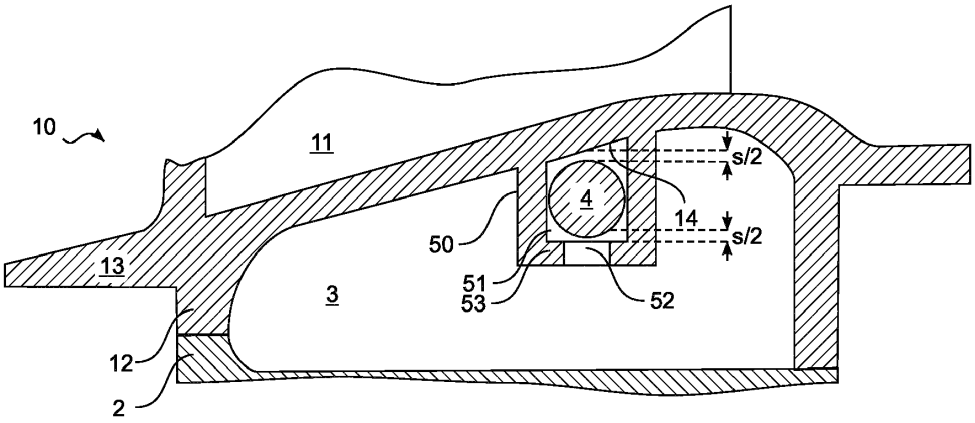
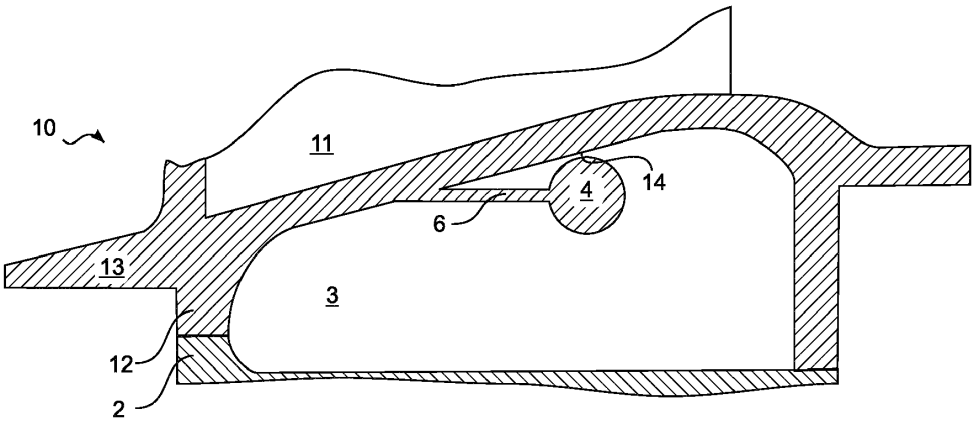
Fig. 2