

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 798**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/22**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2009 PCT/DE2009/000630**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2009 WO09138057**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2009 E 09745441 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2294286**

54 Título: **Rotor y álabes con carenado de una turbomáquina**

30 Prioridad:

**13.05.2008 DE 102008023326**

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

**06.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BORUFKA, HANS-PETER;  
ARRIETA, HERNAN, VICTOR y  
HAIN, KLEMENS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 715 798 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**

Rotor y álabes con carenado de una turbomáquina

La presente invención se refiere a un carenado para álabes de una turbomáquina, en particular de una turbina de gas, estando dispuesto el carenado en el perímetro de una serie de álabes dispuesta en un rotor, con varios álabes, y presentando en su perímetro al menos una ranura de separación. La invención se refiere además de ello a una turbomáquina, en particular a una turbina de gas, comprendiendo al menos un rotor, el cual presenta al menos una serie de álabes con varios álabes.

En el caso de las turbomáquinas, en particular en el caso de turbinas de gas de motores turboalimentados, la ranura de sellado entre paletas rotativas y la carcasa de motor fija representa una magnitud de influencia, la cual es de notable importancia para el grado de eficiencia del motor. Para minimizar esta ranura de sellado es conocido en el caso de las turbinas de gas proveer éstas de un carenado, el cual está dispuesto en las puntas de paleta de las paletas. Del documento DE 40 15 206 C1 se conoce en este caso un carenado para una rueda integral con al menos una ranura de separación en forma de Z dispuesta en el perímetro con ranuras de amortiguación dispuestas en ángulo con respecto a la dirección del eje, con una separación de ranura mínima y secciones de ranura abiertas que se unen a ellas. En este caso las ranuras de amortiguación que se encuentran dispuestas en paralelo entre sí forman los dos brazos de la ranura de separación en forma de Z y tienen una orientación con un ángulo de 70° a 90° con respecto a la dirección de eje de la rueda integral. En condiciones de funcionamiento las ranuras de amortiguación se encuentran muy juntas, mientras que la nervadura en Z está configurada como una ranura abierta que se extiende en dirección de los bordes del carenado. Debido a ello es posible un desplazamiento perimetral sin obstáculos del carenado, para garantizar una compensación de expansión térmica con pocas tensiones. Las dos ranuras de amortiguación ofrecen además de ello una superficie de fricción, la cual posibilita una correspondiente amortiguación de la fricción de las oscilaciones durante el funcionamiento de la rueda integral.

Los carenados con ranuras de separación de configuración en forma dentada se conocen de los documentos EP0536575A1, EP0528138A1 y FR1519898A.

Continúa existiendo no obstante en particular debido a números de revoluciones cada vez más altos de las turbomáquinas, en particular de las turbinas de gas de un motor de aviación, la necesidad de continuar reduciendo o de continuar haciendo frente a las oscilaciones que hacen su aparición en la zona de funcionamiento principal, que resultan en particular debido a las frecuencias propias fundamentales del disco con paletas, es decir, en el sistema general paleta/rotor. Continúa existiendo además de ello una necesidad de mejora de la rigidez de acoplamiento de paletas adyacentes entre sí.

Es por tanto tarea de la presente invención poner a disposición un carenado conforme al orden para álabes de una turbomáquina y una turbomáquina conforme al orden, que garantice un funcionamiento en su mayor medida libre de resonancias de turbomáquinas con álabes y una mejora de la rigidez de acoplamiento de paletas adyacentes entre sí.

Estas tareas se solucionan mediante un rotor según a las características de la reivindicación 1, así como una turbomáquina según las características de la reivindicación 8.

En las correspondientes reivindicaciones secundarias se describen configuraciones ventajosas de la invención.

Un carenado para álabes de una turbomáquina, en particular de una turbina de gas, de un rotor según la invención, está dispuesto en el perímetro de una serie de álabes con varios álabes, dispuesta en un rotor, y presenta en su perímetro al menos una ranura de separación. En este caso la ranura de separación está configurada de forma dentada y presenta al menos tres ranuras de amortiguación separadas entre sí y que se extienden en ángulo con respecto a un eje de giro del rotor, y ranuras de unión que se unen a éstas, que unen correspondientemente las ranuras de amortiguación o que las prolongan en dirección de los bordes del carenado, estando reducida la anchura de ranura de las ranuras de amortiguación durante el giro del rotor hasta una entrada en contacto de las paredes de ranura que configuran las ranuras de amortiguación. Mediante la configuración de al menos tres ranuras de amortiguación separadas entre sí se aumenta de manera notable la superficie de contacto que se encuentra en general a disposición, para la amortiguación de la fricción en condiciones de funcionamiento de la turbomáquina. De esta manera se garantiza un funcionamiento en su mayor parte libre de resonancias de turbomáquinas con álabes y además de ello una mejora de la rigidez de acoplamiento de paletas adyacentes entre sí. Se produce una distribución continua del arrastre de fuerza a lo largo de las ranuras de amortiguación o los puntos de contacto de las correspondientes paredes de ranura. La zona de funcionamiento principal libre de resonancias resulta debido al control de las frecuencias propias fundamentales del disco con paletas (sistema general paleta/rotor) mediante la posibilidad de una configuración individual de la cinemática de apoyo y de tensión de las ranuras de separación configuradas.

Las ranuras de amortiguación están alineadas con un ángulo de 60° a 90° con respecto al eje de giro del rotor. De manera ventajosa se garantiza debido a ello que durante un arranque de la turbomáquina, la expansión perimetral que resulta debido a las fuerzas centrífugas, del carenado, puede producirse sin problemas. Es posible además de ello que al menos dos de las ranuras de amortiguación estén alineadas en paralelo entre sí, de manera que se produce un contacto aproximadamente simultáneo en el tiempo de las paredes de ranura que configuran las ranuras

de amortiguación.

En una configuración ventajosa el carenado está dividido en segmentos de carenado individuales, estando asignado cada segmento de carenado a un álabe y dispuesto en éste y configurando los segmentos de carenado individuales con los correspondientes segmentos de carenado adyacentes en dirección perimetral las ranuras de separación. Es posible no obstante también que cada segmento de carenado esté asignado a un grupo de al menos dos álabes y dispuesto en éste y que los segmentos de carenado individuales configuren con los correspondientes segmentos de carenado adyacentes en dirección perimetral las ranuras de separación. Existe además de ello la posibilidad de que los álabes estén configurados de manera integral con los segmentos de carenado. En dependencia de las exigencias de la turbomáquina a configurar, el carenado según la invención puede presentar diferentes configuraciones y disposiciones ventajosas. La división del carenado en segmentos de carenado eleva la amplitud de variación de los usos. En particular es posible también configurar los álabes con los segmentos de álabe de forma integral, es decir, de una pieza. Esto conduce a un proceso de fabricación simplificado y con ello a costes de fabricación reducidos.

En otra configuración ventajosa hay dispuesto en el perímetro exterior del carenado al menos un labio de sellado. En particular pueden haber conformados en el perímetro exterior dos labios de sellado separados uno del otro y dispuestos en paralelo entre sí. En este caso los labios de sellado pueden estar interrumpidos en la zona de las ranuras de separación. Mediante la disposición de los labios de sellado se produce una reducción ventajosa adicional de la ranura de sellado entre las paletas rotativas o el carenado y la carcasa de motor fija, mejorándose claramente el grado de eficiencia de la turbomáquina, en particular de la turbina de gas.

En otra configuración ventajosa se usa el rotor según la invención en una turbina de baja presión, en particular una turbina de baja presión de un motor de aviación.

Una turbomáquina según la invención, en particular una turbina de gas, comprende al menos un rotor, el cual presenta al menos una serie de álabes con varios álabes, habiendo dispuesto en el perímetro de la serie de álabes un carenado según los ejemplos de realización descritos anteriormente. La turbomáquina según la invención garantiza debido a la configuración del carenado un funcionamiento mayoritariamente libre de resonancias y una mejora de la rigidez de acoplamiento de palas adyacentes entre sí. Debido a ello resulta un aumento notable del grado de eficiencia de la turbomáquina. En particular la turbomáquina puede ser en este caso una turbina de baja presión, en particular una turbina de baja presión de un motor de aviación. Además de ello los álabes pueden ser componentes de una construcción de rotor integral, es decir, BLISK (*bladed disk*, disco de álabes) o BLING (*bladed ring*, anillo de álabes).

Otras ventajas, características y detalles de la invención resultan de la siguiente descripción de un ejemplo de realización representado a modo de dibujo. En este caso muestran

La figura 1 una representación esquemática de una parte de una turbomáquina con un carenado de un rotor según la invención; y

La figura 2 una representación esquemática de una vista superior del carenado del rotor según la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una parte de una turbomáquina consistente en un álabe 14 con una base de álabe 52, estando dispuesta la base de álabe 52 en un rotor 12. El rotor 12 es giratorio en este caso alrededor de un eje 18. En el extremo opuesto a la base de álabe 52 hay dispuesto en el álabe 14 un carenado 10. El carenado 10 está dispuesto en este caso en el perímetro de una serie de álabes dispuesta en el rotor 12, consistente en varios álabes.

La figura 2 muestra una representación esquemática de una vista superior del carenado 10. Puede verse que el carenado 10 presenta en su perímetro varias ranuras de separación 16, 16', 16'', estando configuradas las ranuras de separación 16, 16', 16'' en forma de dientes. En el ejemplo de realización representado las ranuras de separación 16, 16', 16'' consisten de manera correspondiente en cinco ranuras de separación 20, 22, 24, 26, 28 separadas unas de otras y que se extienden en ángulo con respecto al eje de giro 18 del rotor 12, y ranuras de unión 30, 32, 34, 36, 38, 40 que se unen a éstas, que unen correspondientemente las ranuras de amortiguación 20, 22, 24, 26, 28 o las alargan en dirección de los bordes de carenado 54, 56. Queda claro además de ello a partir de la representación de detalle X mostrada en la figura que la anchura de ranura de las ranuras de amortiguación 20, 22, 24, 26, 28 durante el giro del rotor 12 hasta un contacto de las paredes de ranura 42, 44 que configuran las ranuras de amortiguación 20, 22, 24, 26, 28, está reducida. Las paredes de ranura 58, 60 de las ranuras de unión 30, 32, 34, 36, 38, 40 continúan formando por el contrario también en caso de giro del rotor, una ranura. En la representación de detalle X se representa solo una zona parcial de la ranura de separación 16. Queda claro además de ello que en el ejemplo de realización representado el carenado 10 está dividido en segmentos de carenado individuales 46, 48, estando asignado cada segmento de carenado 46, 48 a un álabe 14, 50 y dispuesto en éste. Los segmentos de carenado individuales 46, 48 conforman con los correspondientes segmentos de carenado adyacentes en dirección perimetral las ranuras de separación 16, 16', 16''. En este caso las ranuras de separación 16, 16', 16'' están configuradas en paralelo entre sí, es decir, las ranuras de amortiguación y de unión individuales se extienden correspondientemente en paralelo entre sí.

## ES 2 715 798 T3

5 Queda claro además de ello que las ranuras de amortiguación 20, 22, 24, 26, 28 están alineadas en un ángulo de correspondientemente  $60^\circ$  a  $90^\circ$  con respecto al eje de giro 18 del rotor 12. En este caso hay alineadas en el ejemplo de realización representado en total cuatro ranuras de amortiguación 20, 22, 24, 26 en paralelo entre sí. Otra ranura de amortiguación 28 se extiende con un ángulo agudo con respecto a las ranuras de amortiguación 20, 22, 24, 26 descritas anteriormente. Puede verse además de ello, que las ranuras de unión 30, 32, 34, 36, 38, 40 pueden adoptar diferentes ángulos en un intervalo de entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  con respecto al eje de giro 18 del rotor.

10 En el ejemplo de realización representado hay conformados en el perímetro exterior del carenado 10 dos labios de sellado 62, 64 que se extienden en paralelo entre sí. En la zona de las ranuras de separación 16, 16', 16'' están interrumpidos los labios de sellado. Mediante los labios de sellado 62, 64 resulta una reducción ventajosa adicional de la ranura de sellado entre el carenado 10 y una carcasa fija que se une a éste, de la turbomáquina, en particular de una carcasa de motor fija (no representado).

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Rotor (12) para una turbomáquina, en particular una turbina de gas, con una serie de álabes dispuesta en el rotor (12), con varios álabes (14, 50) y un carenado, estando dispuesto el carenado (10) en el perímetro de la serie de álabes y presentando en su perímetro al menos una ranura de separación (16, 16', 16''), estando configurada la ranura de separación (16, 16', 16'') en forma de dentado y presentando al menos tres ranuras de amortiguación (20, 22, 24, 26, 28) separadas entre sí y que se extienden en ángulo con respecto a un eje de giro (18) del rotor (12), y ranuras de unión (30, 32, 34, 36, 38, 40) que se unen a éstas, que unen correspondientemente las ranuras de amortiguación (20, 22, 24, 26, 28) o las prolongan en dirección de los bordes del carenado (54, 56), **caracterizado por que** la anchura de ranura de las ranuras de amortiguación (20, 22, 24, 26, 28) durante el giro del rotor (12) hasta una entrada en contacto de las paredes de ranura (42, 44) que configuran las ranuras de amortiguación (20, 22, 24, 26, 28), está reducida, y las ranuras de amortiguación (20, 22, 24, 26, 28) están alineadas en un ángulo de 60° a 90° con respecto al eje de giro (18) del rotor (12).
- 10 2. Rotor (12) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos dos de las ranuras de amortiguación (20, 22, 24, 26, 28) están alineadas en paralelo entre sí.
- 15 3. Rotor (12) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el carenado (10) está dividido en segmentos de carenado individuales (46, 48), estando asignado cada segmento de carenado (46, 48) a un álabe (14, 50) y dispuesto en éste y configurando los segmentos de carenado individuales (46, 48) con los segmentos de carenado correspondientemente adyacentes en dirección perimetral las ranuras de separación (16, 16', 16'').
- 20 4. Rotor (12) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el carenado (10) está dividido en segmentos de carenado individuales, estando asignado cada segmento de carenado a un grupo de al menos dos álabes y dispuesto en éste, y configurando los segmentos de carenado individuales con los segmentos de carenado correspondientemente adyacentes en dirección perimetral las ranuras de separación.
- 25 5. Rotor (12) según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado por que** los álabes (14, 50) están configurados de manera integral con los segmentos de carenado (46, 48).
- 30 6. Rotor (12) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el perímetro exterior del carenado (10) hay dispuesto al menos un labio de sellado (62, 64).
7. Rotor (12) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la turbomáquina es una turbina de baja presión, en particular una turbina de baja presión de un motor de aviación.
8. Turbomáquina, en particular turbina de gas, comprendiendo al menos un rotor (12) según una de las reivindicaciones 1 a 6.
9. Turbomáquina según la reivindicación 8, **caracterizada por que** la turbomáquina es una turbina de baja presión, en particular una turbina de baja presión de un motor de aviación.
10. Turbomáquina según la reivindicación 8 o 9, **caracterizada por que** los álabes (14, 50) son componentes de una construcción de rotor integral.

35

**Fig. 1:**

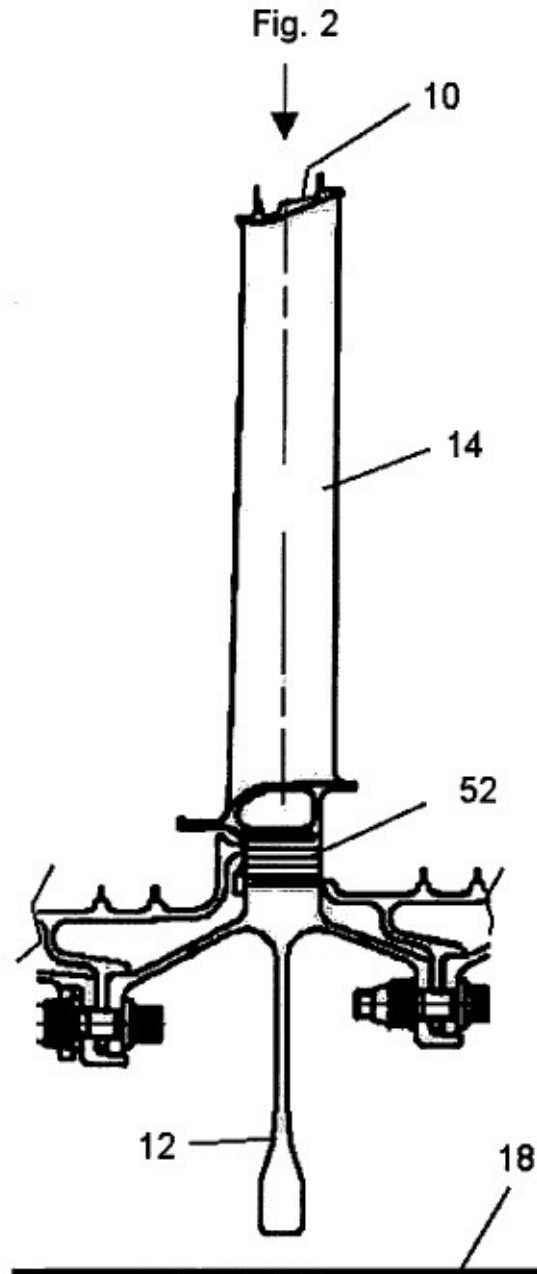


Fig. 2:

