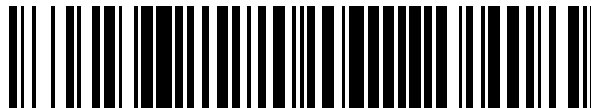


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 127**

51 Int. Cl.:

F01D 5/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2013** **E 13174031 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019** **EP 2818639**

54 Título: **Pala de rotor de turbomáquina y turbomáquina respectiva**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SKURA, KRZYSZTOF;
KOZDRAS, MARCIN;
SOSNOWKA, LUKASZ;
FELDMANN, MANFRED y
SCHILL, MANFRED

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 718 127 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

Pala de rotor de turbomáquina y turbomáquina respectiva

La presente invención se refiere a una pala de rotor para una turbomáquina y una turbomáquina, en particular, una turbina de gas, con una pala de rotor tal.

5 Del documento DE 10 2009 007 664 A1 es conocida una pala de rotor para una turbomáquina con una hoja de pala para la desviación de corriente, una raíz de paleta para la fijación a un rotor de la turbomáquina, una plataforma interna entre la hoja de pala y la raíz de paleta, y una escotadura definida por dos paredes separadas axialmente que se extienden desde el lado apartado de la hoja de pala de la plataforma hacia la raíz de paleta. Estas paredes están desplazadas con respecto a un borde de la raíz de paleta en la dirección de un eje longitudinal radial para
10 mejorar la tensión mecánica. Los lados exteriores apartados de la escotadura de estas paredes son circunferencialmente paralelos.

Del documento US 4.595.340 es igualmente conocida una pala de rotor con una escotadura que se estrecha hacia dentro en la dirección circunferencial entre una plataforma interna y una raíz de paleta para mejorar la tensión mecánica. Los lados exteriores apartados de la escotadura también son circunferencialmente paralelos.

15 Los lados exteriores circunferencialmente paralelos e interiores que se estrechan inclinados dan como resultado un espesor de pared que aumenta en la dirección circunferencial hacia el suelo de la escotadura. Si dos de tales escotaduras están dispuestas de manera opuesta la una a la otra en la dirección circunferencial, surge, en particular, una acumulación de material en el área de la hoja de rotor.

Se conocen otras cuchillas de rotor de los documentos GB1062170A y EP2586967A2. En el documento
20 US5924699A se hace pública una pala de rotor según el preámbulo de la reivindicación 1.

Una misión de una realización de la presente invención es proporcionar una turbomáquina mejorada.

Esta tarea se soluciona mediante una pala de rotor con las características de la reivindicación 1. La reivindicación 8 protege una turbomáquina con una pala de rotor tal. Formas de realización ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

25 Una pala de rotor para una turbomáquina según un aspecto de la presente invención presenta una hoja de pala para la desviación de corriente con un lado de presión, un lado de succión, un canto delantero y uno trasero (con respecto a una dirección de paso de corriente durante el funcionamiento de la turbomáquina).

Una raíz de paleta para la fijación de la pala de rotor a un rotor de la turbomáquina está conectada con la hoja de pala, en particular de manera integral, o bien de una pieza. En particular, la raíz de paleta puede estar diseñada
30 como el llamado pie en forma de abeto y presentar una o varias nervaduras, que se enganchan detrás de las muescas correspondientes de una ranura en el rotor y, de esta manera, fijan la pala de rotor, en particular radialmente, en el rotor.

Entre la pala de rotor y la raíz de paleta está dispuesta una plataforma (radialmente interior en el estado montado) que define radialmente hacia adentro un canal de corriente para un medio de trabajo de la turbomáquina. Los datos
35 direccionales como axial, radial y la dirección circunferencial generalmente se refieren, en particular, a la posición de montaje de la pala de rotor en la turbomáquina.

En una realización, la plataforma interior presenta una o dos pestañas axiales opuestas para configurar un sello laberíntico con rejillas directrices adyacentes.

40 En cada caso, una escotadura está dispuesta en ambos lados opuestos en la dirección circunferencial de la pala de rotor. Al menos una de ellas está definida en la dirección axial por dos paredes distanciadas axialmente, que se extienden desde el lado apartado de la hoja de pala de la plataforma hacia la raíz de paleta, o bien radialmente hacia adentro, y se denominan a continuación para una representación más compacta como la primera y la segunda pared. La primera pared puede ser una pared situada corriente arriba o corriente abajo (con respecto a la dirección de paso de corriente durante el funcionamiento de la turbomáquina).

45 En la dirección radial, el lado apartado de la hoja de rotor de la plataforma limita por afuera la escotadura; radialmente hacia adentro, en el estado montado del rotor, puede limitar la escotadura. En una realización, la escotadura, en la dirección circunferencial, está configurada abierta por un lado, o bien similar a un agujero ciego, en donde una pared intermedia común puede delimitar, o bien limitar, dos escotaduras opuestas en la dirección circunferencial de una pala de rotor. Las escotaduras inclinadas la una hacia la otra de palas de rotor adyacentes, en particular, los lados frontales de sus primera y segunda paredes y plataformas internas, pueden entrar en contacto
50 entre sí en una realización, de tal manera que sus paredes forman dos juntas tóricas, o bien bridas hermetizantes, al menos fundamentalmente cerradas y separadas axialmente, entre el rotor y el anillo de la plataforma interior.

Según un aspecto de la presente invención, al menos la primera pared de una o dos escotaduras opuestas de la pala de rotor presenta, respectivamente, un lado, o bien superficie, exterior apartada de la escotadura, la cual, en

5 una o varias, preferiblemente -al menos fundamentalmente- todas las secciones transversales, vista desde la pala hacia afuera en la dirección circunferencial en perpendicular a un eje longitudinal radial de la pala de rotor, está inclinada hacia afuera, o bien desde la escotadura hacia afuera. Con otras palabras, el lado exterior de la primera pared diverge, a medida que avanza en la dirección circunferencial, en una pala de rotor adyacente, o bien en un lado frontal de la escotadura, o bien pared, en la dirección circunferencial hasta en la dirección axial. Por consiguiente, el lado exterior converge, o bien se estrecha, desde un lado frontal de la primera pared en la dirección circunferencial sobre la hoja de pala de manera axial hacia dentro, o bien sobre la escotadura.

De esta manera, se puede reducir un aumento del material debido a una escotadura que se estrecha, la cual puede ser ventajosa, en particular, para la representación de un ángulo de desmoldeo.

10 En una realización, la segunda pared opuesta de manera axial también puede presentar un lado exterior apartado de la escotadura, el cual, en una o varias, preferiblemente -al menos fundamentalmente- todas las secciones transversales, visto desde la pala hacia afuera en la dirección circunferencial en perpendicular al eje longitudinal radial, está inclinado hacia afuera, o bien, a medida que avanza en la dirección circunferencial, diverge en una pala de rotor adyacente, o bien en un lado frontal de la escotadura, o bien pared, en la dirección circunferencial hasta en la dirección axial.

15 En otra realización, sin embargo, el lado exterior de la segunda pared está, al menos fundamentalmente, orientado en la dirección circunferencial, o bien es circunferencialmente paralelo. De esta manera, en una realización, se puede proporcionar un ángulo de desmoldeo ventajoso, al menos fundamentalmente, por la primera pared, mientras que las segundas paredes forman una junta tórica, al menos fundamentalmente, circunferencialmente paralelo.

20 Si la pala de rotor presenta dos escotaduras opuestas en la dirección circunferencial la una a la otra, los lados exteriores de las primeras paredes pueden estar inclinados el uno hacia el otro de manera similar a una V.

25 El lado exterior de la primera pared es, al menos fundamentalmente, paralelo a un lado, o bien, superficie interior de la primera pared. Adicional o alternativamente, el lado exterior de la segunda pared puede ser, al menos fundamentalmente, paralelo al lado interior de la segunda pared. Esto puede ser particularmente ventajoso en términos de tecnología de fabricación y/o de carga. Adicional o alternativamente, en una realización se puede minimizar una acumulación de material debida a un ángulo de desmoldeo.

La primera y/o segunda pared puede estar, vista en la dirección radial, abovedada axialmente hacia la escotadura, en particular, en forma de parábola, como esto está explicado en el documento DE 10 2009 007 664 A1.

30 En un perfeccionamiento, la primera pared está, vista en la dirección radial, abovedada axialmente hacia la escotadura, en particular, en forma de parábola, en donde su lado exterior apartado de la escotadura está, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial, inclinado hacia una mitad radialmente exterior y, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial, inclinado hacia una mitad radialmente interior respectivamente hacia afuera, o bien divergido en la dirección axial hacia un lado frontal abierto de la escotadura hacia la dirección circunferencial.

35 Un lado exterior inclinado hacia afuera puede, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial de la pala de rotor, estar curvado, en particular, de manera uniforme, preferiblemente, de manera estrictamente cóncava. De manera similar, un lado exterior inclinado hacia afuera puede ser, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial de la pala de rotor, al menos fundamentalmente, recto. En una realización, un plano tangencial en el lado exterior, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial de la pala de rotor, puede encerrar, con la dirección circunferencial, un ángulo que es al menos de 5°, en particular al menos de 10°, y/o como máximo de 45°, en particular, como máximo de 30°.

45 En una realización, al menos la escotadura, en un perfeccionamiento también la hoja de pala configurada integralmente con ésta y/o la raíz de paleta configurada integralmente con ésta, está formada originalmente, en particular, fundida, y/o conformada, en particular, forjada. Por medio del/de los lado(s) exterior(es) inclinado(s), se pueden representar en este caso, en una realización con acumulación de material reducida, ángulos de desmoldeo para desmoldar la escotadura fuera de un molde de fundición, o bien para realizar una herramienta de conformación.

50 Ventajosamente, una pala de rotor de conformidad con la invención se usa en una etapa de turbina o de compresor de una turbina de gas, en particular, de un motor de aeronave. Por consiguiente, una turbomáquina, en particular, una turbina de gas, preferiblemente un motor de aeronave, presenta, según un aspecto de la presente invención, un rotor y una o varias de las palas de rotor explicadas anteriormente, que son fijadas por medio de sus raíces de paleta en el rotor, en particular, con encaje geométrico y/o de forma que se pueden desmontar.

Otros perfeccionamientos ventajosos de la presente invención resultan de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción de realizaciones preferidas. Con respecto a esto, muestra, parcialmente de forma esquemática:

55 Fig. 1 una parte de una pala de rotor de una turbina de gas según una realización de la presente invención en una vista en perspectiva; y

Fig. 2 una sección transversal en perpendicular a un eje longitudinal radial de la pala de rotor mostrada en la Fig. 1.

La figura 1 muestra una parte de una pala de rotor de una turbina de gas de acuerdo con una realización de la presente invención en vista en perspectiva; la figura 2, una sección en perpendicular a un eje longitudinal radial de la pala de rotor.

5 La pala de rotor presenta una hoja de pala 1, con la cual está unida una raíz de paleta 2, la cual está configurada como un llamado pie en forma de abeto.

Entre la hoja de pala y la raíz de paleta está dispuesta una plataforma interior 3, la cual presenta dos pestañas axiales opuestas, de las cuales en las figuras 1, 2 solo se puede reconocer una pestaña 3.1.

10 En los dos lados opuestos en la dirección circunferencial (arriba, abajo en la figura 2) de la pala de rotor está dispuesta una escotadura 4, o bien 5. Esta se define respectivamente en la dirección axial (horizontal en la figura 2) por una primera pared 4.1, o bien 5.1, y una segunda pared 4.2, o bien 5.2, separada axialmente de esta, las cuales se extienden desde el lado apartado de la hoja de pala (abajo en la figura 1) de la plataforma 3 hacia la raíz de paleta 2, o bien hacia adentro radialmente. En la dirección radial (arriba en la figura 1), el lado de la plataforma 3 apartado de la hoja de pala limita por afuera la escotadura 4, o bien 5; radialmente hacia dentro, en el estado
15 montado, un rotor (no representado) de la turbina de gas puede limitar la escotadura, en la cual la pala de rotor está fijada de manera que se puede soltar por medio de su raíz de paleta 2. La escotadura 4, o bien 5, está abierta por un lado en la dirección circunferencial, en donde una pared intermedia 45 común limita la una de la otra las dos escotaduras 4, 5 opuestas en la dirección circunferencial.

20 Las primeras paredes 4.1, 5.1 presentan respectivamente un lado exterior 4.1A, o bien 5.1A, apartado de la escotadura (a la derecha en la figura 2), el cual, en particular en la sección transversal de la figura 2, está inclinado hacia afuera, es decir, visto en la dirección circunferencial en un lado frontal abierto de la escotadura, diverge axialmente fuera de la escotadura. Es decir, el lado exterior 4.1A inferior en la figura 2 diverge, en la sección transversal representada de arriba a abajo, hacia la derecha; el lado exterior 5.1A superior en la figura 2 diverge, visto de abajo hacia arriba, hacia la derecha. En consecuencia, el lado exterior 4.1A converge desde el lado frontal (abajo en la figura 2) de la primera pared 4.1 hacia fuera, visto en la dirección circunferencial (hacia arriba en la figura 2) sobre la hoja de pala 1 hacia adentro, o bien sobre la escotadura 4; el lado exterior 5.1A converge desde el lado frontal (arriba en la figura 2) de la primera pared 5.1 hacia fuera, visto en la dirección circunferencial (hacia
25 abajo en la figura 2), sobre la hoja de pala 1.

30 En consecuencia, los lados exteriores 4.1A, 5.1A de las primeras paredes 4.1, 5.1 están inclinados el uno contra el otro de manera similar a una V.

En cambio, los lados exteriores 4.2A, 5.2A de las segundas paredes 4.2, 5.2 están orientados en la dirección circunferencial (verticalmente en la figura 2).

35 Los lados exteriores 4.1A, 5.1A de las primeras paredes 4.1, 5.1 son paralelos a los lados interiores 4.1B, o bien 5.1B, inclinados hacia la escotadura de las primeras paredes 4.1, o bien 5.1. Adicionalmente, los lados exteriores 4.2A, 5.2A de las segundas paredes 4.2, 5.2 son paralelos a los lados interiores 4.2B, o bien 5.2B, de las segundas paredes 4.2, o bien 5.2, de manera que las primeras y segundas paredes presentan espesores de pared constantes en la dirección circunferencial.

40 De esta manera, por un lado, por medio de las primeras paredes 4.1, 5.1 inclinadas, o bien divergentes, hacia afuera se proporciona un ángulo de desmoldeo, sin, por otro lado, conducir a una acumulación de material en el centro de la pala, en particular en el área de la pared intermedia 45, como resultaría en el caso de lados exteriores circunferencialmente paralelos.

Las primeras y segundas paredes 4.1, 5.1, o bien 4.2, 5.2, de las dos escotaduras 4, 5 opuestas están, vistas en la dirección radial (verticalmente en la figura 1), abovedadas en forma de parábola hacia la escotadura.

45 El lado exterior 4.1A, o bien 5.1A, apartado de la escotadura de la primera pared 4.1, o bien 5.1, de la escotadura 4, o bien 5, está respectivamente inclinado hacia afuera en una mitad exterior (arriba en la figura 1) radial, como la figura 2 muestra uno, e igualmente, respectivamente inclinado hacia afuera en secciones transversales en perpendicular al eje longitudinal radial en una mitad interior (abajo en la figura 1) radial. En el área de paso de las dos mitades, los lados exteriores 4.1A, 5.1A también son fundamentalmente circunferencialmente paralelos debido a la curvatura con forma de parábola, igual como los lados interiores 4.1B, o bien 5.1B, paralelos a esto.

50 Los lados exteriores 4.1A, 5.1A apartados de la escotadura inclinados hacia fuera de la escotadura son rectos en fundamentalmente todas las secciones transversales en perpendicular al eje longitudinal radial de la pala de rotor. Los lados exteriores 4.1A, 5.1A de las dos escotaduras 4, 5 pasan, en la realización de las figuras 1, 2, el uno encima del otro en un radio, el cual está dispuesto a la altura de la pared intermedia 45.

55 Los planos tangenciales en los lados exteriores 4.1A, 5.1A encierran, en la sección transversal de la figura 2, con la dirección circunferencial, un ángulo α , el cual es de aproximadamente 20°.

Aunque en la descripción anterior se explicaron realizaciones ejemplares, hay que mencionar que es posible una variedad de modificaciones. Además, hay que mencionar que las realizaciones ejemplares se tratan únicamente de ejemplos que no han de limitar de ninguna manera el alcance, las aplicaciones y la construcción. Más bien, al experto se le da, por medio de la descripción anterior, unas directrices para la realización de al menos una realización ejemplar, en donde se pueden efectuar diversos cambios, en particular con respecto a la función y la disposición de los elementos componentes descritos, sin apartarse del ámbito de protección, como éste resulta de las reivindicaciones y estas combinaciones de características equivalentes.

Listado de símbolos de referencia

	1	hoja de pala
10	2	raíz de paleta
	3	plataforma interior
	3.1	pestaña axial
	4; 5	escotadura
	4.1; 5.1	primera pared
15	4.1A; 5.1A	lado exterior
	4.1B; 5.1B	lado interior
	4.2; 5.2	segunda pared
	4.2A; 5.2A	lado exterior
	4.2B; 5.2B	lado interior
20	45	pared intermedia

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor para una turbomáquina, con una hoja de pala (1) para desviar la corriente, una raíz de paleta (2) para la fijación a un rotor de la turbomáquina, una plataforma interior (3) entre la hoja de pala y la raíz de paleta y una primera y una segunda escotadura (4, 5), las cuales están dispuestas en lados opuestos en la dirección circunferencial de la pala de rotor, en donde una primera de las escotaduras (4, 5) está definida por dos paredes (4.1, 4.2; 5.1, 5.2), las cuales se extienden desde el lado apartado de la hoja de pala de la plataforma hacia la raíz de paleta y las cuales están separadas en la dirección axial, en donde una primera (4.1, 5.1) de estas paredes presenta un lado exterior (4.1A, 5.1A) apartado de la escotadura, el cual está inclinado hacia afuera en al menos una sección transversal en perpendicular a un eje longitudinal radial de la pala de rotor, de manera que el lado exterior (4.1A, 5.1A) de la primera pared (4.1, 5.1) - a medida que avanza en la dirección circunferencial desde la pala de rotor hacia afuera- diverge en la dirección axial (α) **caracterizada por que** el lado exterior (4.1A, 5.1A) apartado de la escotadura mencionado, al menos fundamentalmente, es paralelo a un lado interior (4.1B, 4.2B, 5.1B, 5.2B) inclinado hacia la escotadura de la primera (4.1, 5.1) de estas paredes.
2. Pala de rotor según la reivindicación 1 **caracterizada por que** una segunda (4.2, 5.2) de estas paredes presenta un lado exterior (4.2A, 5.2A) apartado de la escotadura, el cual está, al menos fundamentalmente, orientado en la dirección circunferencial.
3. Pala de rotor según la reivindicación 1 **caracterizada por que** una segunda de estas paredes presenta un lado exterior (4.2A, 5.2A) apartado de la escotadura, el cual está, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial de la pala de rotor, inclinado hacia afuera.
4. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** al menos un lado exterior (4.1A, 5.1A, 4.2A, 5.2A) apartado de la escotadura e inclinado hacia afuera, en al menos una sección transversal en perpendicular al eje longitudinal radial de la pala del rotor, es curvado o, al menos fundamentalmente, recto.
5. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la primera y/o segunda pared (4.1, 4.2, 5.1, 5.2), vista en dirección radial, está abovedada de manera axial hacia la primera escotadura.
6. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la primera escotadura está formada originalmente, en particular, fundida y/o conformada, en particular, forjada.
7. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por que** la otra segunda escotadura (5) opuesta en dirección circunferencial está definida por otras dos paredes (5.1, 5.2) separadas de manera axial, las cuales se extienden desde el lado apartado de la hoja de pala de la plataforma hacia la raíz de paleta, en donde al menos una primera (5.1) de estas otras paredes presenta otro lado exterior (5.1A) apartado de la escotadura, el cual, en al menos una sección transversal en perpendicular a un eje longitudinal radial de la pala de rotor, está inclinado hacia afuera.
8. Turbomáquina, en particular, turbina de gas, con un rotor y al menos una pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, la cual está fijada al rotor, en particular, con encaje geométrico y/o de forma que se puede desmontar.

Fig. 1

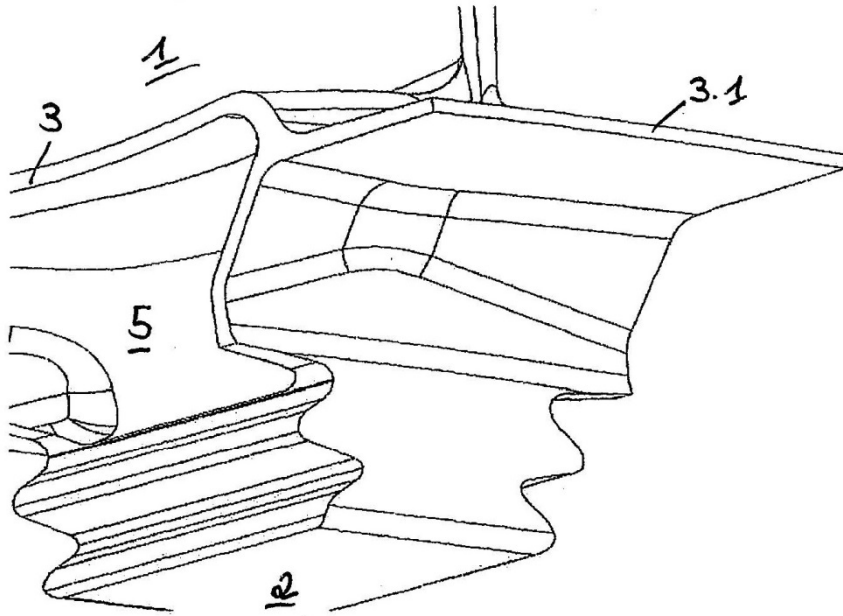


Fig. 2

