

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 045**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/14** (2006.01)

**F01D 5/18** (2006.01)

**F01D 5/28** (2006.01)

**F01D 9/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2012 E 12150838 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2615243**

54 Título: **Segmento de corona de paletas para una turbomáquina y procedimiento para la fabricación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SCHLEMMER, MARKUS;  
ROZAK, MARCIN y  
BUCK, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 677 045 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

Segmento de corona de paletas para una turbomáquina y procedimiento para la fabricación

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

#### CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a un segmento de corona de paletas para una turbomáquina con al menos una banda cobertora, que se extiende a lo largo de un segmento circular y está conectada en una pieza con al menos 3 paletas, que se extienden respectivamente radialmente desde la banda cobertora y están configuradas respectivamente huecas con al menos un canal, en donde el segmento de corona de paletas está configurado en una pieza por colada y endurecimiento dirigido. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento correspondiente para la fabricación de un segmento de corona de paletas de este tipo.

#### ESTADO DE LA TÉCNICA

- 15 Para turbomáquinas como turbinas de gas o motores de aeronaves se usan paletas directrices y móviles, que debido a las condiciones de uso con altas temperaturas en entornos corrosivos y abrasivos y similares deben satisfacer los requerimientos más elevados de este tipo. Para poder aumentar aún más la capacidad de rendimiento de las turbomáquinas correspondientes o elevar la vida útil de máquinas de este tipo se requiere que los componentes correspondientes se desarrollen de múltiples maneras y se encuentre una estructura apropiada con perfil de propiedades equilibrado, que satisfaga los muchos requisitos diferentes de los componentes de este tipo.

- 20 Por ejemplo, en el documento EP 1 131 176 B1 se describe un segmento de paletas directrices monocristalinas y un procedimiento para su fabricación, en el que varias paletas directrices para una turbomáquina están formadas en una pieza en un material solidificado de forma dirigida. Debido a la solidificación dirigida del material para la formación de las paletas se pueden usar propiedades determinadas del material en una orientación de cristal determinada, como por ejemplo, una elevada energía para la activación de planos de deslizamiento en una dirección de sollicitación principal, de modo que se aumenta la resistencia del componente. Sin embargo, un procedimiento de fabricación de este tipo conlleva el problema de que p. ej. se deben aceptar limitaciones constructivas para posibilitar una realización de la solidificación dirigida.

- 25 Correspondientemente en un segmento de corona de paletas, según se muestra en el documento FR 2 928 962, se materializan paletas que presentan características determinadas constructivamente, como por ejemplo una configuración hueca con canales de ventilación correspondientes, que no obstante están limitados respecto a la materialización de un concepto de material ventajoso, como una solidificación dirigida.

- 30 Por el documento WO 00/12869 A1 se conoce una paleta directriz de turbina, que presenta axialmente de forma sucesiva: en primer lugar un perfil de paleta con un contorno de perfil, en segundo lugar una plataforma con un lado de gas caliente para la limitación de un canal de gas caliente de una turbina y un lado frío opuesto al lado de gas caliente y en tercer lugar una zona de fijación para la recepción de la mayor parte de sollicitaciones mecánicas a través de un medio de trabajo que fluye alrededor del perfil de paleta.

#### 35 REVELACION DE LA INVENCION

##### OBJETIVO DE LA INVENCION

Por ello el objetivo de la presente invención es proporcionar un segmento de corona de paletas así como un procedimiento para la fabricación del mismo, que posibilite una mejora adicional del segmento de corona de paletas con respecto al perfil de propiedades y la fabricabilidad.

#### 40 SOLUCION TÉCNICA

Este objetivo se consigue mediante un segmento de corona de paletas con las características de la reivindicación 1 así como un procedimiento para la fabricación de un segmento de corona de paletas con las características de la reivindicación 8. Configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

- 45 La presente invención se destaca porque se proporciona un segmento de corona de paletas con al menos una banda cobertora, con la que están conectadas en una pieza al menos 3 paletas, preferentemente 4 paletas o más paletas, en donde las paletas presentan respectivamente al menos un canal y por consiguiente están huecas. El segmento de corona de paletas correspondiente está configurado en una pieza mediante colada y solidificación dirigida. Adicionalmente el segmento de corona de paletas presenta, en la zona de la al menos una banda cobertura en las aberturas de salida de los canales de las paletas, respectivamente primeras nervaduras de refuerzo que rodean la abertura y que discurren axialmente, así como al menos una segunda nervadura de refuerzo que discurre entre las primeras nervaduras de refuerzo. Gracias a estas medidas es posible fabricar las paletas huecas y la banda cobertura de un material que se puede solidificar de forma dirigida, de modo que junto a las ventajas constructivas de un segmento de corona de paletas con a ser posible muchas paletas y una configuración hueca de las paletas también se pueden usar las ventajas de una aleación solidificada de forma dirigida, dado que se pueden

optimizar en el caso de uso las dimensiones en el segmento de corona de paletas para una solidificación dirigida y la distribución de cargas.

Preferentemente las segundas nervaduras pueden estar dispuestas decaladas respecto a una zona de conexión de paleta y banda cobertora, de modo que no se sitúan en la prolongación de las paletas.

- 5 El segmento de corona de paletas puede ser un segmento de corona de paletas para las paletas directrices o móviles. Además, el segmento de corona de paletas puede presentar tanto una banda cobertora interior, como también una exterior y por consiguiente dos bandas cobertoras.

10 Es ventajosa la configuración de un segmento de corona de paletas con al menos 4, preferentemente 5 o 6 paletas, dado que luego se puede formar una corona de paletas a partir de pocos segmentos de corona de paletas, lo que reduce los costes de montaje.

La banda cobertora puede presentar en sección transversal en la dirección axial, es decir, en una dirección en paralelo a un eje de giro de la turbomáquina, esencialmente una forma de tipo U, en donde las primeras y segundas nervaduras de refuerzo que discurren axialmente están dispuestas entre los brazos de la forma de tipo U que forma las paredes frontales de la banda cobertora.

- 15 Las nervaduras de refuerzo pueden estar configuradas preferentemente de modo que no sobresalen de las paredes frontales de la banda cobertora en la dirección radial. Sin embargo, las nervaduras de refuerzo pueden presentar extensiones diferentes en sí, es decir, a lo largo de una de sus dimensiones, o entre sí en la dirección de anchura, altura o longitud y/o se extienden en zonas de las paredes frontales de la banda cobertora.

20 Un segmento de corona de paletas configurado correspondiente se puede configurar solidificado de forma dirigida, en donde para la configuración se proporciona un molde apropiado en el que se dispone uno o varios cristales de semilla, de modo que después del vertido del molde con el material fundido para la formación del segmento de corona de paletas para la formación del segmento de corona de paletas. en el caso de un enfriamiento de la masa fundida. se solidifica éste con una orientación de cristal deseada.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 25 Los dibujos adjuntos muestra en una representación puramente esquemática en

Fig. 1 una representación en perspectiva de un segmento de corona de paletas según la invención, y en

Fig. 2 una representación en perspectiva de una segunda forma de realización de un segmento de corona de paletas según la invención.

#### EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

- 30 Otras ventajas, rasgos y características de la presente invención se clarifican en la siguiente descripción detallada de ejemplos de realización mediante las figuras adjuntas. Sin embargo, la invención no está limitada a estos ejemplos de realización.

35 La figura 1 muestra un segmento de corona de paletas 1 con tres paletas 2, 3, 4 que están dispuestas respectivamente en una banda cobertora inferior 5 y una banda cobertora superior 6. La banda cobertora superior 6 presenta una forma esencialmente de tipo U, en donde las paredes frontales 7, 8 de la banda cobertora 6 forman los brazos de la forma en U.

40 Las paletas 2, 3, 4 están configuradas huecas y correspondientemente están previstas en la zona de la banda cobertora superior 6 aberturas de extracción de núcleo 14, 15, 16, 17, mediante las que los núcleos, que durante la colada del segmento de corona de paletas 1 configuran la cavidad de las paletas 2, 3, 4, se pueden retirar después de la solidificación de la masa fundida de las cavidades de las paletas 2, 3, 4. Cada paleta presenta por consiguiente al menos una abertura. No obstante, también es posible que estén previstas varias aberturas por paleta o por cavidad de una paleta.

45 El segmento de corona de paletas 1 se solidifica de forma dirigida después de la colada, es decir, se ajusta una orientación preferida de los cristales del segmento de corona de paletas 1. Para ello en un molde de colada se introducen antes del vertido del segmento de corona de paletas 1 uno o varios cristales de semilla, que conjuntamente con un enfriamiento apropiado se ocupan de que la masa fundida se solidifique de modo que las cristalitas estén orientadas con su rejilla en una dirección determinada. Por consiguiente se pueden usar propiedades del material, que aparecen en una orientación de cristal determinada, para el componente colado, sin tener que fabricar un componente monocristalino.

- 50 El segmento de corona de paletas 1 mostrado presenta en la zona de las aberturas 14, 15, 16, 17 nervaduras de refuerzo 13, que rodean las aberturas 14, 15, 16, 17 correspondientes (sólo la nervadura de refuerzo 13 alrededor de la abertura 14 está provista de una referencia correspondiente).

Adicionalmente están previstas nervaduras de refuerzo 9, 10, 12 que se extienden en la dirección axial, es decir, en una dirección en paralelo a un eje de giro de la turbomáquina, en la que se usa el segmento de corona de paletas 1.

5 Las nervaduras de refuerzo 9, 10, 12 se extienden desde las nervaduras de refuerzo 13 alrededor de las aberturas 14, 15, 16, 17 y discurren hasta las paredes frontales 7, 8 y parcialmente a lo largo de éstas. Adicionalmente entre las aberturas 16 y 17 está prevista una nervadura de refuerzo 11 adicional, que se extiende de la pared frontal 7 hacia la pared frontal 8 y discurre parcialmente a lo largo de la pared frontal 8. El nervio de refuerzo 11 (segunda nervadura de refuerzo) discurre en paralelo a las nervaduras de refuerzo 9, 10, 12 (primeras nervaduras de refuerzo), no obstante, independientemente de las aberturas de extracción de núcleo 14, 15, 16, 17 y las nervaduras de refuerzo 13 que las rodean (primeras nervaduras de refuerzo). Además, la nervadura de refuerzo está dispuesta fuera de una zona de conexión de paletas 2, 3, 4 y banda cobertora 6.

10 Las nervaduras de refuerzo 9, 10, 11, 12 presentan una altura en paralelo a la extensión longitudinal de las paletas 2, 3, 4 y una anchura en paralelo a la dirección circunferencial del segmento de corona de paletas 1, que son aproximadamente iguales. Sin embargo, la altura de las nervaduras de refuerzo 9, 10, 11, 12 es menor que la altura de las nervaduras de refuerzo 13 alrededor de las aberturas 14, 15, 16, 17. La longitud de las nervaduras de refuerzo 9, 10, 11, 12 en la dirección axial también es diferente. Las nervaduras de refuerzo 9, 12 discurren, por ejemplo, a lo largo de una mayor parte de la pared frontal 8 y presentan por consiguiente una longitud mayor que las nervaduras de refuerzo 10, 11. En este caso es irrelevante si se trata de nervaduras de refuerzo, que están en conexión con nervaduras de refuerzo 13 alrededor de las aberturas 14, 15, 16, 17, o de una nervadura de refuerzo como la nervadura de refuerzo 11 entre dos aberturas 16 y 17.

15 El segmento de corona de paletas 1 según la invención representa por consiguiente un segmento de corona de paletas en una pieza, que presenta paletas 2, 3, 4 huecas y que se solidifica de forma dirigida. El segmento de corona de paletas 1 mostrado posibilita por consiguiente no sólo la configuración de un segmento de corona de paletas de este tipo, sino que también ofrece propiedades equilibradas, dado que en la zona de la banda cobertura 6 mediante la disposición de las nervaduras de refuerzo 9, 10, 11, 12 se pueden evitar picos de tensión en el caso de solicitud.

20 La figura 2 muestra otra forma de realización del segmento de corona de paletas 20 según la invención, en la que en lugar de tres paletas como en el ejemplo de realización 1 están dispuestas cuatro paletas en un segmento de corona de paletas 20 junto con dos bandas cobertoras 21 y 26. Similar a como en la figura de realización 1, la banda cobertora presenta una forma de tipo U con paredes frontales 39 y 40, que forman los brazos de la U. En la zona de la banda cobertora 26 están previstas de nuevo las aberturas 27, 28, 29, 30, 31, que sirven como extracción de núcleos para las cavidades de las paletas 22, 23, 24, 25. En la forma de realización de la figura 2 están previstas nervaduras de refuerzo 32 alrededor de las aberturas 27, 28, 29, 30, 31 (de nuevo sólo la nervadura de refuerzo 32 alrededor de la abertura 27 está provista de una referencia). Adicionalmente están dispuestas de nuevo las nervaduras de refuerzo 33, 34, 35, 36, 37, 38 que discurren axialmente de la pared frontal 39 hacia la pared frontal 40 o de una nervadura de refuerzo 32 que rodea las aberturas 27, 28, 29, 30, 31 hacia las paredes frontales 39 y 40 correspondientes. Aquí también pueden estar configuradas de forma diferente la altura, longitud y anchura de las nervaduras de refuerzo. Con el segmento de corona de paletas 20 de la forma de realización de la figura 2 está ligada la ventaja de que para la formación de toda una corona de paletas se deben usar menos segmentos de corona de paletas 20 y se reduce por consiguiente el coste de montaje. Además, mediante el número menor de segmentos de corona de paletas también es necesario un coste menor en el mecanizado. Además, se reduce el número de piezas ensambladas y la posibilidad de pérdidas por fugas.

40 Aunque la presente invención se ha descrito de forma detallada mediante ejemplos de realización, para el especialista es evidente que la invención no está limitada a estos ejemplos de realización, sino que son posibles modificaciones de manera que se omitan características individuales o se efectúen otras combinaciones de características, en tanto que no se abandona el alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Segmento de corona de paletas para una turbomáquina con al menos una banda cobertora (5, 6; 21, 26), que se extiende a lo largo de un segmento circular y está conectada en una pieza con al menos tres paletas (2, 3, 4; 22, 23, 24, 25), que se extienden respectivamente radialmente desde la banda cobertora y están configuradas respectivamente huecas con al menos un canal, en donde el segmento de corona de paletas está configurado en una pieza mediante colada y solidificación dirigida, caracterizado porque la banda cobertora presenta en las aberturas de salida (14, 15, 16, 17; 27, 28, 29, 30, 31) de los canales de las paletas respectivamente primeras nervaduras de refuerzo que rodean la abertura y discurren axialmente, así como respectivamente al menos una segunda nervadura de refuerzo al menos entre las primeras nervaduras de refuerzo.
- 10 2. Segmento de corona de paletas según la reivindicación 1, caracterizado porque las paletas (2, 3, 4; 22, 23, 24, 25) son paletas directrices o paletas móviles.
3. Segmento de corona de paletas según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque están previstas dos bandas cobertoras (5, 6; 21, 26).
- 15 4. Segmento de corona de paletas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque están dispuestas al menos cuatro paletas, preferentemente cinco o seis paletas en el segmento de corona de paletas.
5. Segmento de corona de paletas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la banda cobertora (6, 26) presenta en sección transversal en dirección axial esencialmente una forma de tipo U, en donde las primeras y segundas nervaduras de refuerzo que discurren axialmente están dispuestas entre los brazos de la forma de tipo U que forman las paredes frontales de la banda cobertora y en particular no sobresalen de los brazos.
- 20 6. Segmento de corona de paletas según la reivindicación 5, caracterizado porque las nervaduras de refuerzo (9, 10, 11, 12, 13; 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) presentan anchuras o alturas diferentes en sí y/o entre sí o longitudes diferentes entre sí y se extienden en particular en la zona de las paredes frontales de la banda cobertora.
- 25 7. Segmento de corona de paletas según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las segundas nervaduras de refuerzo están dispuestas decaladas respecto a las zonas de conexión de paletas y banda cobertora.
8. Procedimiento para la fabricación de un segmento de corona de paletas (1, 20) para una turbomáquina según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se prepara un molde para la fabricación técnica en colada, que presenta las cavidades para al menos una banda cobertora, que se extiende a lo largo de un segmento circular, y para al menos tres paletas, que están conectadas con las cavidades de la banda cobertora y se extienden respectivamente radialmente desde la cavidad de la banda cobertora y están provistas para la configuración al menos de un canal hueco con un elemento de núcleo, en donde el molde está configurado de modo que en las aberturas de salida de los canales de las paletas se forman respectivamente primeras nervaduras de refuerzo que rodean la abertura y que discurren axialmente, así como respectivamente al menos una segunda nervadura de refuerzo al menos entre las primeras nervaduras de refuerzo, con las etapas:
  - 30 - vertido de las cavidades con un material que es apropiado para una solidificación dirigida; y
  - 35 - solidificación dirigida de las mismas.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el molde se inserta un cristal de semilla antes de la colada.

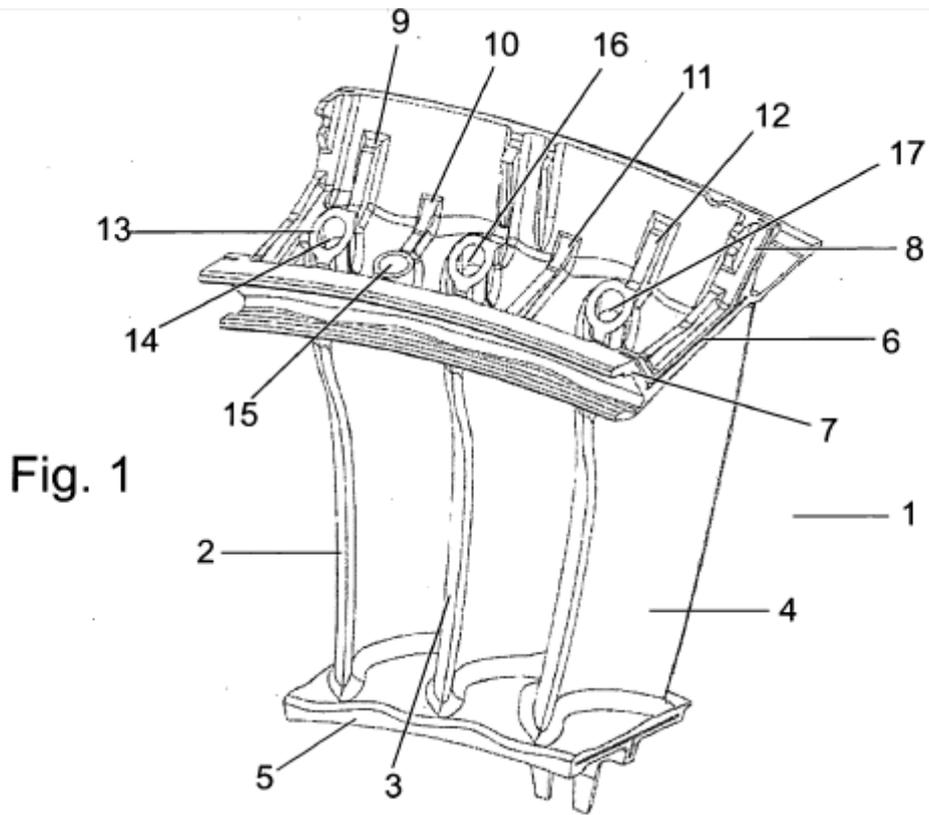


Fig. 2

