



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 340 338**

(51) Int. Cl.:

**F01D 5/18** (2006.01)

**F01D 25/12** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07786865 .1**

(96) Fecha de presentación : **27.06.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2059655**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **20.05.2009**

(54) Título: **Álabe de turbina refrigerado.**

(30) Prioridad: **04.09.2006 EP 06018490**

(73) Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**80333 München, DE**

(45) Fecha de publicación de la mención BOP: **01.06.2010**

(72) Inventor/es: **Gross, Heinz-Jürgen**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente: **01.06.2010**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 340 338 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

Álabe de turbina refrigerado.

5 La presente invención hace referencia a un álabe de turbina refrigerado conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

10 A modo de ejemplo, se conoce por la solicitud EP 0 735 240 A1 un álabe de turbina con un perfil del álabe conforme a este tipo. Para la refrigeración del perfil del álabe se prevén en el interior varios canales de refrigeración contiguos unos con otros, los cuales, dispuestos en forma de meandro, pueden ser atravesados secuencialmente por un medio refrigerante. Los canales de refrigeración se extienden respectivamente en forma paralela hacia el borde de ataque. Cada uno de los canales de refrigeración se encuentra separado de los otros mediante nervaduras, con lo cual las nervaduras terminan en un área de desvío en la cual los canales de refrigeración contiguos se confunden unos con otros. Para evitar áreas con una menor velocidad de flujo y, consecuentemente, con una refrigeración insuficiente, dentro de 15 estas áreas de desvío, en las cuales, por ejemplo, el aire frío se desvía desde un flujo orientado hacia fuera hacia un flujo orientado hacia adentro, se prevén en esos lugares palas de desvío (figura 12). A pesar de las palas de desvío, es posible que además se produzcan recalentamientos locales, lo cual reduce el período de vida útil del álabe de turbina.

20 Se conoce también por la solicitud US 5,246,340 un álabe de turbina, el cual presenta en el interior varios canales de refrigeración paralelos unos a otros. Los canales de refrigeración se encuentran separados respectivamente por una nervadura. En una de las nervaduras se prevé, dentro del área del extremo del álabe, una abertura, la cual une dos canales de refrigeración contiguos y a través de la cual puede penetrar un flujo transversal para la refrigeración por chorros del extremo de la pala del álabe.

25 La solicitud GB 2 106 996 revela además un álabe de turbina con una pieza con forma de lámina para la refrigeración por chorros.

La solicitud US 2005/0 084 370 revela un álabe de turbina refrigerado conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

30 Es objeto de la presente invención elaborar un álabe de turbina cuyo período de vida útil sea mejorado en gran medida.

Este objeto, orientado hacia la elaboración de un álabe de turbina conforme a este tipo, se alcanzará mediante un 35 desarrollo conforme a la parte característica de la reivindicación 1. Se sugiere que al menos una de las nervaduras - vista desde el área de fijación hacia el área del extremo - presente, en lo esencial, un grosor constante de la nervadura y se encuentre curvada en el área del extremo del álabe hacia el borde de ataque o hacia el borde de salida bajo la formación de un área angular aguda de los canales de refrigeración en un corte longitudinal, y que, en la curvatura, se prevea al menos la disposición de una abertura, la cual una dos canales de refrigeración contiguos, a través de la 40 cual pueda fluir una parte de la circulación del refrigerante del canal de refrigeración, contiguo al área angular, hacia el área angular aguda del canal de refrigeración.

Debido a la nervadura curvada, el desvío del aire frío que fluye a través de los canales de refrigeración se produce en 45 forma aerodinámica. El desvío es un componente integral de la nervadura, de modo tal que las áreas con una velocidad de flujo menor o insuficiente (áreas de flujo lento) pueden ser eliminadas en las áreas de desvío. A continuación, la velocidad de flujo se mantiene aproximadamente constante en el respectivo canal de refrigeración, hacia el cual se curva la nervadura. Mediante la curvatura de la nervadura, sin embargo, se origina, en el canal de refrigeración contiguo, un área angular dentro de la cual, por su parte, podrían presentarse áreas de flujo lento. Para evitar áreas de flujo lento en el canal de refrigeración contiguo dentro del área angular, se prevé, dispuesta en la curvatura y uniendo 50 a ambos canales de refrigeración contiguos, al menos una abertura a través de la cual una parte del flujo del medio refrigerante puede producir antes de tiempo un desborde, así como una inundación desde un canal de refrigeración hacia el otro.

A su vez, la abertura dispuesta en la nervadura curvada puede producirse fácilmente. El dispositivo de fundición 55 utilizado para fundir el álabe de turbina comprende, para la producción de huecos que pueden ser atravesados por un medio refrigerante, un núcleo de fundición, el cual presenta elementos núcleo dispuestos en forma de meandro. Para sostener unos contra otros estos elementos núcleo dispuestos contiguamente en forma de meandro, puede ser previsto un soporte macho entre dos elementos núcleo contiguos, el cual, de acuerdo a la distancia del núcleo de fundición desde el álabe de turbina fundido de una pieza, deje atrás la abertura dentro de la nervadura curvada. De este modo se manifiesta un núcleo de fundición estable, lo cual aumenta la precisión del método de fabricación.

Otras conformaciones ventajosas de la presente invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

En una conformación especialmente ventajosa, la pared de terminación, denominada como solera de corona, con 60 frecuentes recalentamientos locales, puede además ser refrigerada por chorros, debido a los chorros de medio refrigerante que ingresan a través de la abertura, de manera que puede tener lugar una refrigeración particularmente eficiente de la pared de terminación. A tal efecto, sólo debe tenderse a una abertura cuya extensión longitudinal se oriente hacia la pared de terminación.

## ES 2 340 338 T3

5 Preferentemente, la nervadura contigua al borde de salida se encuentra curvada dentro del área del extremo del álabe. De este modo, - vista desde el área de fijación hacia el área del extremo - la nervadura se encuentra curvada hacia el borde de ataque, de manera que puede proporcionarse, en lo esencial, una superficie constante de corte transversal del flujo en una parte del área de desvío entre dos canales de refrigeración contiguos. Esto reduce la pérdida de presión en el medio refrigerante. Para obtener un álabe de turbina particularmente ligero, la nervadura presenta a lo largo de su curvatura, en lo esencial, un grosor constante de la misma.

10 En un perfeccionamiento ventajoso de la presente invención, la cara interna de la pared de terminación se encuentra equipada con turbuladores a través de los cuales puede mejorarse de modo sencillo la refrigeración de la pared de terminación o solera de corona. De acuerdo a la conformación del álabe de turbina es posible que los canales de refrigeración contiguos puedan ser atravesados en forma secuencial o también en forma paralela por un medio refrigerante. En el caso de canales de refrigeración atravesados paralelamente, debe prestarse atención a que se presenta una diferencia de presión suficiente entre los mismos para mantener un flujo del medio refrigerante que se regule a través de la abertura.

15 15 La presente invención se explica mediante un dibujo. La única figura muestra un corte longitudinal a través de un álabe de turbina conforme a la invención con canales de refrigeración dispuestos en forma de meandro.

20 La figura muestra un álabe de turbina 10 fabricado a través de un proceso de fundición en un corte longitudinal. El álabe de turbina 10 de una pieza presenta, en un corte transversal, un área de fijación 12 con una plataforma 14, así como un perfil del álabe 16 dispuesto sobre la misma. El perfil del álabe 16, destacado aerodinámicamente en el corte transversal, está formado por un lado de succión (intradós) de la pared del álabe y un lado de presión (extradós) de la pared del álabe, los cuales respectivamente se extienden desde un borde de ataque 18 hacia un borde de salida 20, con lo cual rodean un hueco ubicado en el interior del perfil del álabe 16 en el cual se prevén varios canales de refrigeración 22a, 22b, 22c, 22d. Los canales de refrigeración 22 son contiguos unos con otros y se extienden aproximadamente en forma paralela al borde de ataque 18. Los canales de refrigeración 22 contiguos se encuentran separados unos de otros, tramo a tramo, respectivamente a través de una nervadura 24a, 24b, 24c, la cual une el lado de succión de la pared del álabe con el lado de presión de la pared del álabe. En el área del extremo del álabe 27, la cual se encuentra ubicada en forma opuesta al área de fijación 12, los canales de refrigeración 22 se encuentran delimitados por una pared de terminación 28. La pared de terminación 28 se denomina como solera de corona.

25 30 El álabe de turbina 10 representado en la figura, presenta un canal de refrigeración 22a de un lado del borde de ataque, hasta el cual puede transportarse, del lado de fijación, un medio refrigerante 29, como por ejemplo aire o vapor frío. El aire frío transportado refrigerará el área del borde de ataque 18 del perfil del álabe 16 a través de métodos de refrigeración de uso corriente, como por ejemplo enfriamiento convectivo, refrigeración por chorros y/o refrigeración por película líquida (refrigeración líquida).

35 40 El medio de refrigeración 29 transportable desde la base del canal de refrigeración 22b fluye a lo largo del canal 22b hasta el extremo del álabe 27 y se desvía a continuación en un área de desvío 30 hasta la inversión de su dirección de flujo, o sea, hacia el área de fijación 12. A tal efecto, la nervadura 24c contigua al borde de salida 20 se encuentra curvada en el área del extremo del álabe 27 con un grosor constante de la nervadura D. La curvatura 32 se produce de forma tal, que - vista desde el área de fijación 12 hacia el área del extremo 26 - la nervadura 24c se curva hacia el borde de ataque 18. De este modo, una parte del área de desvío 30 mantiene, en comparación con el canal de refrigeración 22c, un ancho aproximadamente constante del canal de refrigeración B. De esta manera, puede lograrse un desvío particularmente aerodinámico del medio de refrigeración 29 que atraviesa en forma secuencial los canales de refrigeración 22b, 22c.

45 50 Debido a la curvatura 32 de la nervadura 24c contigua al borde de salida 20, se forma un área angular aguda 34 en el área del extremo del álabe 27. En la nervadura 24c dentro del área de la curvatura 32 se prevé una abertura 40, a través de la cual el medio de refrigeración 29, que fluye dentro del área de desvío 30, puede fluir hacia afuera de la misma parcialmente hacia el área angular 34, debido a las proporciones de presión que se regula. Dado el caso, pueden ser previstas más aberturas 40 para influenciar correctamente el flujo hacia las áreas angulares 34. De este modo, puede ser refrigerada suficientemente el área angular 34. Las áreas con velocidades menores de flujo y de medios de refrigeración, y, por consiguiente, con una refrigeración insuficiente, se evitan así seguramente de este modo.

55 60 El chorro de medio refrigerante que ingresa a través de la abertura 40 choca contra la cara interna 42 de la pared de terminación 28 y ocasiona con ello una refrigeración por chorros del extremo del álabe 27. Para mejorar aún más el efecto de refrigeración del chorro de refrigeración, pueden ser previstos además, en la cara interna 42 de la pared de terminación 28, turbuladores 44, los cuales producen otro aumento de la superficie superior a refrigerar. También puede ampliarse el coeficiente de transmisión de calor a lo largo de la cara interna 42 de la pared de terminación 28 atravesada por el medio refrigerante 29, debido a la excitación de la turbulencia, de modo que pueda alcanzarse una refrigeración considerablemente mayor de la solera de corona.

65 65 También es concebible el dejar pasar la nervadura 24c curvada en el área del extremo 26 del álabe de turbina 10 conforme a la invención, en dirección al borde de salida 20 en la pared de terminación 20, e igualmente prever una o varias aberturas en la curvatura.

## ES 2 340 338 T3

En conjunto, se expone mediante la presente invención, un álabe de turbina 10 para una turbina de gas, en particular estacional y de flujo axial, la cual se encuentra equipada con un área de fijación 12, un perfil del álabe 16 y varios canales de refrigeración 22 dispuestos en el interior en forma de meandro. Para evitar áreas con velocidades menores de flujo del medio de refrigeración 29 dentro del área de desvío 30, la invención propone que al menos una de las 5 nervaduras 24 se extienda en forma curvada con un grosor constante de la curvatura D en el área del extremo del álabe 27 hacia el borde de ataque 18 o hacia el borde de salida 20, y que en la curvatura 32 de la nervadura 24 se prevea al menos una abertura 40, a través de la cual pueda penetrar en el canal de refrigeración 22d una parte del medio refrigerante 29 que fluye dentro del área de desviación 30.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

# ES 2 340 338 T3

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Álabe de turbina refrigerado (10) para una turbina de gas de flujo axial estacionaria, con un área de fijación (12), desde la cual se extiende un perfil del álabe (16) conformado por una pared del álabe del lado de succión y una pared del álabe del lado de presión, hasta un extremo del álabe (27), con lo cual, el perfil del álabe (16) presenta un borde de ataque (18) y un borde de salida (20), con canales de refrigeración (22) contiguos unos con otros en el interior del perfil del álabe (16), los cuales se encuentran, al menos parcialmente, separados unos de otros respectivamente mediante una nervadura (24a, 24b, 24c), la cual une la pared del álabe del lado de succión y la pared del álabe del lado de presión, y la cual se extiende desde el área de fijación (12) hacia el extremo del álabe (27), y con una pared de terminación (28) que delimita en su extremo a los canales de refrigeración (22), **caracterizado** porque, al menos una de las nervaduras (24c) - vista desde el área de fijación (12) hacia el área del extremo (26) - presenta, en lo esencial, un grosor constante de la nervadura y se encuentra curvada en el área del extremo del álabe (27) hacia el borde de ataque (18) o hacia el borde de salida (20) bajo la formación de un área angular aguda de los canales de refrigeración en un corte longitudinal, y porque en la curvatura (32) se prevé al menos la disposición de una abertura (40), la cual une dos canales de refrigeración contiguos (22c, 22d), a través de la cual puede fluir una parte de la circulación del refrigerante (29) del canal de refrigeración (22c) contiguo al área angular hacia el área angular aguda del canal de refrigeración (22d).
- 10 20 2. Álabe de turbina refrigerado (10) conforme a la reivindicación 1, en el cual la nervadura (24c), contigua al borde de salida (20), se encuentra curvada en el área del extremo del álabe (27).
- 15 25 3. Álabe de turbina refrigerado (10) conforme a la reivindicación 1 ó 2, en el cual la abertura se encuentra dispuesta de manera tal que la pared de terminación puede ser refrigerada por chorros.
- 20 30 4. Álabe de turbina refrigerado (10) conforme a la reivindicación 1, 2 ó 3, cuyo lado interno (42) de la pared de terminación (28) se encuentra equipado con turbuladores (44).
- 35 5. Álabe de turbina refrigerado (10) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, en el cual los canales de refrigeración (22a, 22b, 22c, 22d) pueden ser atravesados secuencial o paralelamente por el medio refrigerante (29).
6. Álabe de turbina refrigerado (10) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, el cual es moldeado por fundición.

40

45

50

55

60

65

