



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 336**

51 Int. Cl.:  
**F01D 5/30** (2006.01)  
**F01D 25/12** (2006.01)  
**F01D 5/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05766734 .7**  
96 Fecha de presentación : **13.06.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1766192**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

54 Título: **Rueda de álabes de una turbina con un álabe y al menos un canal de refrigeración.**

30 Prioridad: **09.07.2004 EP 04016237**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.05.2011**

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

72 Inventor/es: **Bolms, Hans-Thomas;**  
**Heselhaus, Andreas;**  
**Häbel, Roland;**  
**Koch, Torsten y**  
**Müsgen, Ralf**

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

ES 2 358 336 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**

Rueda de álabes de una turbina con un álabe y al menos un canal de refrigeración

La presente invención hace referencia a una rueda de álabes de una turbina, donde dicha rueda presenta un álabe cuyo pie del álabe se encuentra soportado en un disco de la rueda, y donde entre el disco de la rueda de la turbina y el pie del álabe se encuentra al menos un canal de refrigeración. La presente invención, además, hace referencia a un álabe de una rueda de álabes semejante.

Las ruedas de álabes de la clase mencionada en la introducción, por ejemplo, en el caso de turbinas de gas, se utilizan como álabes de rodete que se encuentran dispuestos en la dirección de flujo del gas de combustión, por detrás de una cámara de combustión de la turbina de gas, encontrándose allí expuestos a temperaturas elevadas. La refrigeración de las hojas del álabe y en particular de los pies de los álabes, de aquellos álabes de la turbina de gas que se encuentran sometidos a temperaturas elevadas, debido a la complicada conducción del fluido de refrigeración necesaria para ello y a la dificultad de producir cierres herméticos de forma simultánea con una exposición elevada a la fuerza centrífuga, es particularmente costosa. En el caso de álabes de rodete de turbinas se trabaja actualmente mediante una refrigeración por convección y aplicando otras medidas para la intensificación de la transferencia de calor entre el pie del álabe y un fluido de refrigeración que fluye a través de canales de refrigeración en el pie del álabe. Con frecuencia se dispone sólo de una cantidad comparativamente reducida de fluido de refrigeración, de manera que sólo puede ser transportado un flujo de calor reducido a través de una plataforma del pie del álabe. De este modo, la temperatura de la superficie de la plataforma sólo puede ser reducida de manera insignificante.

Por la solicitud US 2004/0081556 A1 se conoce un álabe de turbina de gas con un pie del álabe, una plataforma y una hoja del álabe. La plataforma se extiende desde un borde de entrada de flujo hacia un borde de salida de flujo, en relación al gas caliente que atraviesa la turbina de gas en dirección axial. La plataforma presenta un borde del lado de salida de flujo que se extiende del lado de salida de flujo en la dirección circunferencial del disco de la turbina, donde dicho borde sobresale sobre la anchura axial del disco de la turbina, a modo de un canalón. En el lado inferior del borde del lado de salida de flujo de la plataforma se proporcionan varios elementos estructurales que influyen el flujo del aire de refrigeración. Las nervaduras guía que rotan junto con el rotor se desplazan por encima del aire de refrigeración que se encuentra presente y ocasionan una desviación del flujo del aire de refrigeración desde la dirección circunferencial hacia la dirección axial. Asimismo, en el lado inferior de la plataforma se proporciona tanto un campo base local a modo de un turbulador, como nervaduras que se extienden en dirección axial. El campo base y las nervaduras aumentan localmente la transferencia de calor desde el borde del lado de salida de flujo de la plataforma hacia el aire de refrigeración que fluye del lado inferior.

Es objeto de la presente invención el proporcionar una rueda de álabes conforme a la reivindicación 1 para una turbina con un álabe, en cuyo pie del álabe, así como en la plataforma del álabe, se alcance una refrigeración más intensa y pueda ser transportado un flujo de calor comparativamente mayor. Asimismo, es objeto de la presente invención el indicar un método de producción para un álabe semejante. Este objeto mencionado en primer lugar se alcanzará gracias a que en al menos una de las paredes del canal de refrigeración de una rueda de álabes conforme a la invención se encuentra conformada una pluralidad de turbuladores, donde dichos turbuladores se encuentran diseñados de modo tal que incrementan la turbulencia de un fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración.

En comparación con las configuraciones de refrigeración conocidas en pies de álabes, así como en plataformas de álabes de rodete de turbinas, conforme a la invención, en al menos un canal de refrigeración que se extiende en la dirección principal de flujo de un gas caliente entre la circunferencia externa del disco de la rueda y el lado inferior de la plataforma del álabe, el fluido de refrigeración no fluye a lo largo de paredes más o menos lisas, sino que se proporciona para tal fin una pluralidad de turbuladores o de elementos de turbulencia que se encuentran conformados en al menos una de las paredes del canal de refrigeración y que incrementan la turbulencia del fluido de refrigeración dentro del canal de refrigeración. Mediante estos turbuladores se incrementa la transferencia de calor entre el fluido de refrigeración arremolinado y todas las paredes, pero en particular la pared del canal de refrigeración correspondiente a los turbuladores, siendo de este modo refrigerado de forma más intensa el pie del álabe. Los turbuladores, así como los elementos de turbulencia, se encuentran adaptados de forma adecuada a la transferencia de calor pretendida, de manera que en el respectivo álabe puede determinarse de forma apropiada una temperatura del material máxima del lado del gas caliente y el flujo del fluido de refrigeración a través del canal de refrigeración puede ser dimensionado de forma correspondiente.

Como turbuladores pueden utilizarse nervaduras, así como embudos o hendiduras.

5 En un perfeccionamiento ventajoso de la rueda de álabes conforme a la invención, la pluralidad de turbuladores, ventajosamente, se encuentra conformada en el lado inferior de una plataforma del pie del álabe. Mediante la utilización de turbuladores, así como de elementos de turbulencia, en el lado inferior de la plataforma, donde dichos elementos aumentan la turbulencia en el espacio entre el pie del álabe y la cabeza del álabe del disco de la rueda, el flujo de calor se incrementa en la pared de la plataforma y la temperatura de la superficie de la plataforma desciende.

10 De forma ventajosa, la pluralidad de turbuladores se encuentra diseñada en forma de bolsillos que se encuentran conformados en el material que forma al menos una pared del canal de refrigeración. Estos bolsillos pueden también ser conformados posteriormente en los álabes existentes, alcanzando con ello, conforme a la invención, el incremento deseado de la transferencia de calor en el pie del álabe.

Los turbuladores, así como los elementos de turbulencia, asimismo, se encuentran orientados respectivamente, de forma ventajosa, esencialmente de forma transversal u oblicua con respecto a la dirección de flujo del fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración. Turbuladores semejantes conducen a un torbellino particularmente intenso del fluido de refrigeración que fluye en el canal de refrigeración.

15 Una refrigeración particularmente buena y uniforme de la plataforma puede lograrse cuando los turbuladores se encuentran orientados de forma oblicua con respecto a la dirección de flujo del fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración de modo tal, que los turbuladores desvían el fluido de refrigeración que fluye en la dirección de un cuello del pie del álabe. De este modo, el flujo a través del canal de refrigeración - que generalmente presenta una forma de cuña o triangular en la sección transversal - puede ser adaptado de forma apropiada.

20 Para que la refrigeración intensificada acorde a la invención puede ser utilizada particularmente en áreas a ser enfriadas de la rueda de álabes que se encuentran expuestas a temperaturas elevadas, en dichas áreas que se encuentran expuestas a temperaturas elevadas debe ser aumentada la cantidad de turbuladores proporcionados por unidad de superficie, en comparación con áreas de una carga térmica reducida.

25 En la rueda de álabes conforme a la invención, de forma ventajosa, el pie del álabe de al menos un álabe, asimismo, debería estar conformado con una plataforma, donde se encuentre un canal de refrigeración que se extienda respectivamente a ambos lados a lo largo de un cuello extendido de forma alargada del pie del álabe y la pluralidad de turbuladores debería estar diseñada en forma de una hilera que se extienda en el respectivo canal de refrigeración en el lado inferior de la plataforma. Mediante turbuladores semejantes en el lado inferior de la plataforma pueden mejorarse los álabes de las ruedas de álabes conformes a la invención sin una gran modificación en cuanto a su construcción, para ser utilizados también en caso de temperaturas elevadas.

30 Los turbuladores conformes a la invención pueden estar realizados en una fase de trabajo de formación del álabe y en particular de su hoja del álabe, de modo que prácticamente no se producen costes adicionales para su fabricación.

35 De forma alternativa o adicional, los turbuladores pueden ser conformados separadamente en una fase de trabajo de formación, después de al menos una fase de trabajo de formación del álabe, en particular de su hoja del álabe. A través de este procedimiento, en particular las ruedas de álabes de turbinas existentes pueden ser equipadas posteriormente, de forma acorde a la invención, con turbuladores, así como con bolsillos que conducen a la transferencia de calor mejorada en el pie del álabe, mencionada anteriormente.

40 Asimismo, el objeto de la presente invención se alcanza mediante un álabe para una rueda de álabes de una turbina conforme a la reivindicación 10, en particular de una turbina de gas, donde dicho álabe se encuentra provisto de una hoja del álabe que es atravesada por un flujo de gas caliente y de un pie del álabe que presenta una plataforma, la cual, con respecto a la dirección principal del flujo del gas caliente, se extiende a lo largo de un borde longitudinal de la plataforma desde un borde de entrada de flujo hacia un borde de salida de flujo y en la cual se encuentra dispuesto un cuello en un lado inferior que se encuentra situado de forma opuesta a la hoja del álabe y, más

45 distanciados, se encuentran dispuestos dientes, donde en el lado inferior de la plataforma se encuentra conformada una pluralidad de turbuladores que se encuentran diseñados de modo tal que, en un estado instalado del álabe, incrementan la turbulencia de un fluido de refrigeración que fluye a lo largo del lado inferior.

50 Tal como se explica anteriormente, en un álabe semejante conforme a la invención se logra un transporte mejorado de calor y una refrigeración en el área del respectivo pie del álabe, debido a lo cual, prácticamente sin costes, resulta un valor de venta más elevado de las máquinas.

Del mismo modo, tal como se ha mencionado, la pluralidad de turbuladores en un álabe semejante debería estar diseñada en forma de bolsillos que se encuentren realizados en el material de la plataforma.

Para alcanzar el objeto orientado al método, los turbuladores son conformados conjuntamente en una fase de trabajo de formación del álabe. De este modo, los turbuladores son conformados de forma conjunta, directamente en la refabricación del álabe. De forma alternativa, un álabe ya existente y utilizado puede ser equipado posteriormente con los turbuladores durante un intervalo de control de la turbina de gas, siendo éste conformado separadamente en una fase de trabajo después de al menos una fase de trabajo de conformación de la hoja del álabe. De este modo, la duración del álabe puede ser extendida aún más, al mismo tiempo que se ahorra aire de refrigeración, el cual a su vez produce un efecto positivo con respecto al rendimiento de la turbina de gas

A continuación, mediante los dibujos esquemáticos añadidos, se explica en detalle un ejemplo de ejecución de una rueda de álabes conforme a la invención.

10 Las figuras muestran:

Figura 1: una vista en perspectiva de un pie del álabe de un álabe de una turbina conforme al estado del arte;

Figura 2: una vista en perspectiva de un pie del álabe de un álabe conforme a la invención de una turbina; y

Figura 3: una vista en perspectiva de la situación de la instalación de un pie del álabe conforme a la figura 2.

15 En la figura 1 se observa un álabe 10 de acuerdo al estado del arte, el cual presenta un pie del álabe 12 y una hoja del álabe 14 unida a este último. El pie del álabe 12 se encuentra realizado como un pie en forma de espina de pescado con una plataforma 16, en donde, en el lado opuesto a la hoja del álabe 14, se encuentra dispuesto un cuello 18 y, más distanciados, dientes 20. La plataforma 16, el cuello 18 y los dientes 20 se encuentran realizados como un perfil alargado que, en un álabe 10 instalado, se encuentra dispuesto en una ranura que no se encuentra representada de un disco de la rueda 22 de un álabe de rodete de turbina, encontrándose proporcionado allí para sostener la hoja del álabe 14 y para soportar en particular sus fuerzas centrífugas.

20 Una posición de instalación semejante de un álabe 10 en un disco de la rueda 22 puede observarse principalmente en la figura 3.

Tal como se observa en la figura 1, en el álabe 10 conocido, el lado inferior de la plataforma 16 que se encuentra orientado hacia el cuello 18 y los dientes 20, se encuentra provisto de una superficie esencialmente lisa.

25 En un álabe 10 que se muestra en la figura 2, conformado esencialmente como el ejemplo acorde a la figura 1 en cuanto al pie del álabe 12, el lado inferior 24, por el contrario, se encuentra realizado con una pluralidad de turbuladores 26 que, respectivamente, pueden encontrarse dispuestos en una hilera en ambos lados del cuello 18.

30 Los turbuladores 26 se encuentran orientados hacia un canal de refrigeración 28 que se extiende en la dirección principal de flujo de un gas caliente, donde dicho canal se proporciona entre el lado inferior 24 de la plataforma 16 y la circunferencia externa del disco de la rueda 22.

El canal de refrigeración 28 se extiende a lo largo de un borde longitudinal de la plataforma que se extiende desde un borde de la plataforma 16 del lado de entrada de flujo hacia un borde del lado de salida de flujo, en relación a la dirección principal de flujo del gas caliente que fluye a través de la turbina de gas al encontrarse en funcionamiento.

35 Durante el funcionamiento de la respectiva turbina de gas, el canal de refrigeración 28, en una dirección de flujo 30, es atravesado por el flujo de un fluido de refrigeración que no se encuentra representado. Los turbuladores 26 se encuentran dispuestos sólo a lo largo del borde longitudinal de la plataforma y, en relación a este flujo del fluido de refrigeración, se encuentran conformados de forma transversal u oblicua con respecto a la dirección de flujo 30, como bolsillos realizados en el material de la plataforma 16 y, hacia su lado inferior 24, respectivamente, presentan una abertura. En estos bolsillos se produce un torbellino adicional del fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración 28 y, con ello, se alcanza una transferencia de calor mejorada desde la plataforma 16 hacia el fluido de refrigeración. De esta manera, los bolsillos conducen a un transporte mayor de calor y a una refrigeración mejorada del pie del álabe 12 y de la plataforma 16.

40

La hoja del álabe 14 presenta una pared 27 del lado de empuje.

45 En particular en el caso de plataformas 16 asimétricas de gran tamaño de un álabe 10 de turbina, el diseño con turbuladores 26 dispuestos del lado inferior se considera ventajoso. Cuando uno de los dos bordes longitudinales de la plataforma, por ejemplo el lado de la plataforma del lado de empuje, con respecto a la hoja del álabe 14, sobresale en la dirección circunferencial del disco de la rueda 22 más que el otro – en este ejemplo por tanto el lado de la plataforma del lado de aspiración - es suficiente que sólo se proporcionen turbuladores 26 sobre el borde longitudinal de la plataforma del lado de empuje en el lado inferior 24, tal como se muestra en la figura 3, donde dichos turbuladores producen un torbellino en el fluido de refrigeración en el canal de refrigeración 28 y, con ello, posibilitan

50

una transferencia de calor suficientemente mayor, en comparación con el estado del arte, también para el borde longitudinal de la plataforma 29b del lado de aspiración del álabe 10 de turbina de la rueda de álabes que se encuentra situado de forma directamente contigua.

5 A modo de ejemplo, los turbuladores 26 pueden ser erosionados en el material de la plataforma 16 y, de forma ventajosa, presentar una longitud que corresponda aproximadamente de dos a siete veces, en particular de tres a cinco veces, de forma particularmente ventajosa a cuatro veces el ancho de un bolsillo. De forma alternativa con respecto a los bolsillos, en el lado inferior 24 de la plataforma 16, los turbuladores 26 pueden estar diseñados en forma de embudos o hendiduras. Mediante estos turbuladores 26, en el lado inferior 24 se forman respectivamente ranuras, así como resaltes que representan resistencias parciales al flujo para el fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración 28 y, con ello, conducen a la producción de turbulencias dentro del fluido de refrigeración.

10 Asimismo, los turbuladores 26, de forma preferente, se encuentran orientados de modo tal de forma oblicua con respecto al flujo del fluido de refrigeración, que conducen el fluido de refrigeración desde un espacio que se encuentra formado por dos plataformas 16 situadas de forma opuesta del lado frontal, de álabes 10 de turbina contiguos. De este modo, el fluido de refrigeración es guiado también contra el cuello 18 del pie del álabe 12. Tal como se muestra en la figura 3, la sección transversal del canal de refrigeración 28, existente por debajo de la plataforma 16, presenta una forma de cuña, es decir que desde el borde de la plataforma se reduce la altura radial de la sección transversal hacia el cuello 18 del pie del álabe 12. El fluido de refrigeración, sin turbuladores 26 situados de una forma oblicua semejante, fluiría de forma creciente en las áreas de mayor tamaño de la sección transversal que en las áreas de menor tamaño de la sección transversal, próximas al cuello, debido a la resistencia al flujo localmente reducida. Mediante los turbuladores 26 situados de una forma oblicua semejante este efecto es suprimido de forma efectiva y el fluido de refrigeración es guiado de forma más intensa en las áreas de menor tamaño de la sección transversal hacia el cuello 18 del pie del álabe 18, lo cual conduce a una homogeneización de la refrigeración de la plataforma 16. Mediante los turbuladores 26 situados de forma oblicua, preferentemente en un ángulo de 45° - con respecto a la dirección de flujo 30 – puede ser forzado un flujo del fluido de refrigeración en forma de espiral a lo largo del canal de refrigeración 28, el cual rota directamente por debajo del lado inferior de la plataforma 16 hacia el cuello 18 del pie del álabe 12.

15 En lugar de los bolsillos erosionados sobre el lado inferior 24 de la plataforma 16, a través de soldadura de recargue, puede ser aplicado material adicional sobre el lado inferior 24 de la plataforma 16 para los turbuladores 26. Este material adicional es removido al menos parcialmente en una etapa de trabajo subsiguiente a través de procedimientos adecuados, para así conformar los turbuladores 26.

20 De forma alternativa en relación al método de producción presentado, en una etapa de trabajo separada de la fabricación (fundición) del álabe de turbina , a través de una unión continua y/o de una unión no positiva, puede también ser fijado un módulo prefabricado separado con turbuladores 26 de forma favorable en cuanto a los costes. Los módulos prefabricados pueden ser montados posteriormente durante trabajos de revisión, de modo tal que se ahorra tiempo.

25 A modo de ejemplo, el módulo del turbulador puede presentar la misma extensión longitudinal que el borde longitudinal de la plataforma y, equipado con una configuración de chavetero y lengüeta, puede desplazarse del lado frontal en la plataforma 16 en una abertura que se extiende de forma correspondiente a lo largo del lado inferior 24, para seguidamente ser fijado a través de soldadura o de soldadura indirecta.

45

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Rueda de álabes para una turbina, con al menos un álabe (10) alrededor del cual puede fluir un gas caliente, donde un pie del álabe (12) que presenta una plataforma (16) se encuentra soportado en un disco de la rueda (22), y donde entre la circunferencia exterior del disco de la rueda (22) y la plataforma (16) del álabe (10) se encuentra al menos un canal de refrigeración (28) que se extiende en la dirección principal del gas caliente, caracterizada porque en por lo menos una de las paredes del canal de refrigeración (28) se encuentra conformada una pluralidad de turbuladores (26), donde estos se encuentran diseñados de modo tal que incrementan la turbulencia de un fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración (28).
- 10 2. Rueda de álabes conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque la pluralidad de turbuladores (26) se encuentra conformada en el lado inferior (24) de la plataforma (16) del pie del álabe (12).
3. Rueda de álabes conforme a la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque la pluralidad de turbuladores (26) se encuentra diseñada en forma de bolsillos que se encuentran conformados en el material que forma al menos una pared del canal de refrigeración (28).
- 15 4. Rueda de álabes conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los turbuladores (26), respectivamente, se encuentran orientados de forma esencialmente transversal u oblicua con respecto a la dirección de flujo (30) del fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración (28).
- 20 5. Rueda de álabes conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los turbuladores (26) se encuentran orientados de forma esencialmente transversal u oblicua con respecto a la dirección de flujo (30) del fluido de refrigeración que fluye a través del canal de refrigeración (28), de modo tal que dichos turbuladores desvían el fluido de refrigeración que fluye en la dirección de un cuello (18) del pie del álabe (12).
- 25 6. Rueda de álabes conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque en al menos un área con una carga térmica incrementada de la rueda de álabes se incrementa la cantidad de turbuladores (26) proporcionados por unidad de superficie, en comparación con al menos un área de una carga térmica reducida.
- 30 7. Rueda de álabes conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el pie del álabe (12) de al menos un álabe (10) se encuentra conformado con una plataforma (16), donde a lo largo de un cuello (18) que se extiende de forma alargada se encuentra un canal de refrigeración (28) respectivamente a ambos lados, y la pluralidad de turbuladores (26) se encuentra conformada en forma de una hilera que se extiende en el lado inferior (24) de la plataforma (16) en el canal de refrigeración (28) correspondiente.
8. Rueda de álabes conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los turbuladores (26) han sido conformados conjuntamente en una fase de trabajo de formación del álabe (10), en particular de su hoja del álabe (14).
9. Rueda de álabes conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los turbuladores (26) han sido conformados separadamente en una fase de trabajo de formación, después de al menos una fase de trabajo de formación del álabe (10), en particular de su hoja del álabe (14).
- 35 10. Álabe (10) para una rueda de álabes para una turbina, en particular de una turbina de gas, con una hoja del álabe (14) alrededor de la cual puede fluir un gas caliente y un pie del álabe (12) que presenta una plataforma (16), la cual, con respecto a la dirección principal del flujo del gas caliente, se extiende a lo largo de un borde longitudinal (29) de la plataforma desde un borde de entrada de flujo (31) hacia un borde de salida de flujo (33) y en la cual se encuentra dispuesto un cuello (18) en un lado inferior (24) que se encuentra situado de forma opuesta a la hoja del álabe (14) y, más distanciados, se encuentran dispuestos dientes (20), donde en el lado inferior (24) de la plataforma (16) se encuentra conformada una pluralidad de turbuladores (26) que se encuentran diseñados de modo tal que, en un estado instalado del álabe (10), incrementan la turbulencia de un fluido de refrigeración que fluye a lo largo del lado inferior (24), caracterizado porque los turbuladores (26) se encuentran dispuestos a lo largo del borde longitudinal (29) de la plataforma.
- 40 11. Álabe (10) conforme a la reivindicación 10, caracterizado porque la pluralidad de turbuladores (26) se encuentra diseñada en forma de bolsillos que se encuentran conformados en el material de la plataforma (16).
- 45 12. Álabe (10) conforme a la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque los turbuladores (28) se encuentran orientados de modo tal en forma oblicua con respecto a la dirección de flujo del fluido de refrigeración que fluye a lo largo del borde longitudinal (29) de la plataforma, que al menos parcialmente desvían el fluido de refrigeración que fluye en la dirección del cuello (18) del pie del álabe (16).
- 50

13. Método para producir un álabe (10) conforme a una de las reivindicaciones 10, 11 ó 12, caracterizado porque los turbuladores (26) son conformados conjuntamente en una fase de trabajo de formación de la hoja del álabe (14).

5 14. Método para producir un álabe (10) conforme a una de las reivindicaciones 10, 11 ó 12, caracterizado porque los turbuladores (26) son conformados separadamente en una fase de trabajo de formación después de al menos una fase de trabajo de formación de la hoja del álabe (14).

15. Método conforme a la reivindicación 14, caracterizado porque los turbuladores (26) son prefabricados en un módulo separado, donde dicho módulo, en una fase de trabajo separada, se encuentra fijado al lado inferior (24) de la plataforma (16) a través de una unión continua o de una unión no positiva.

10

15

20

25

30

FIG 1

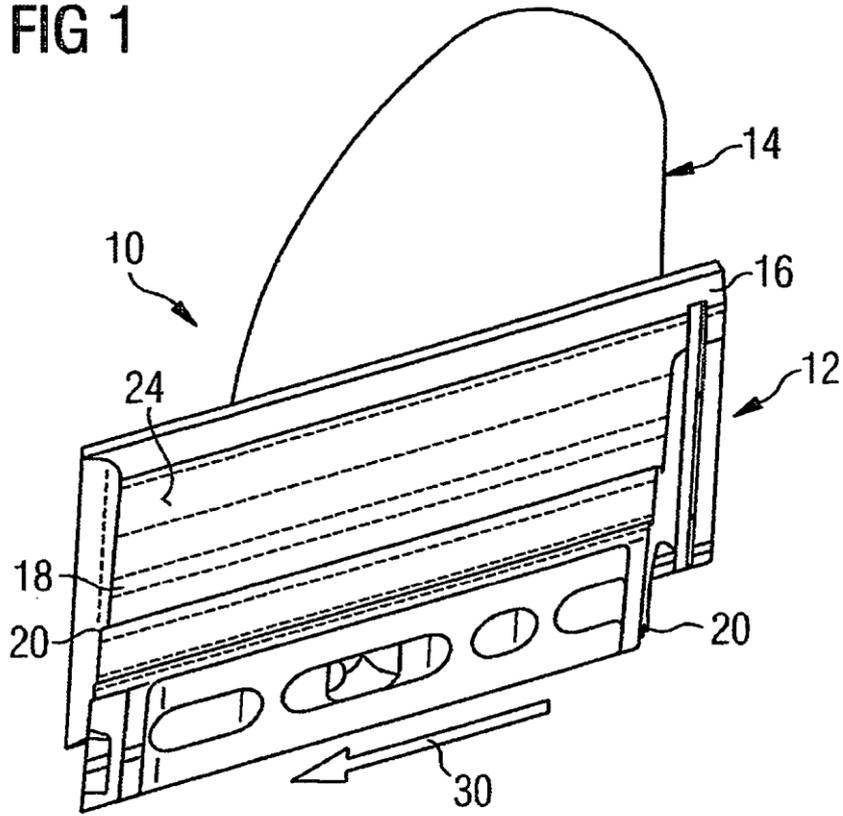


FIG 2

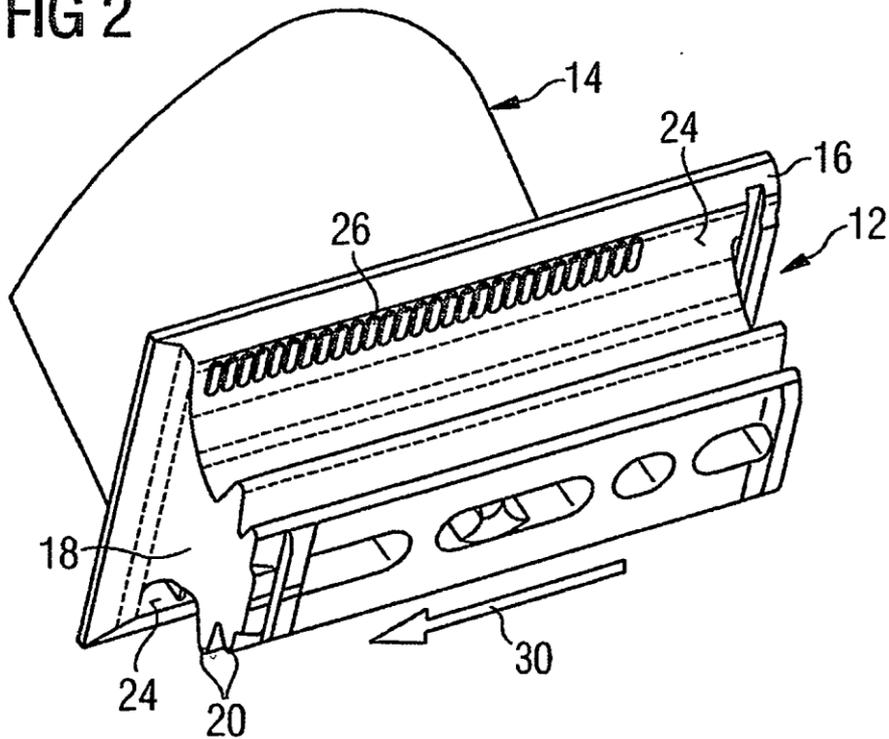


FIG 3

