



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 890**

51 Int. Cl.:
F01D 5/18 (2006.01)
F01D 25/24 (2006.01)
F23R 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04017673 .7**
96 Fecha de presentación : **26.07.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1621730**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2006**

54 Título: **Elemento enfriado de una turbomáquina y procedimiento de moldeo de este elemento enfriado.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

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

72 Inventor/es: **Dellmann, Jürgen y**
Lang, Gernot

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

ES 2 312 890 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

Elemento enfriado de una turbomáquina y procedimiento de moldeo de este elemento enfriado.

5 La presente invención hace referencia a un álabe móvil de turbina enfriado en una turbina de gas, en cuya pared externa, que puede alimentarse con el medio de trabajo, se prevé un canal de enfriamiento, a través del cual puede circular un fluido refrigerante a lo largo de su eje longitudinal.

10 Gracias a la revista "Construcción", revista para el desarrollo de productos y materiales de ingeniería, nº 55, 2003, cuaderno 9, pág. IW 9, se conoce un tubo intercambiador de calor, que presenta aletas discurriendo a lo largo de su eje longitudinal, situadas en el interior y que giran en torno a la dirección principal de flujo. Las aletas sirven para la ampliación de la superficie interna del tubo y para generar una torsión en el medio que fluye por el tubo. De este modo debería lograrse un aumento de la transmisión de calor en comparación con un tubo plano.

15 Se conoce además, por ejemplo, un álabe de turbina como pieza enfriada de una turbina de gas. El medio de trabajo caliente producido en una turbina de gas mediante la combustión de un combustible circula para la generación de una energía de rotación en los álabes del rotor. Para proteger a los álabes frente a las altas temperaturas, se enfrían con aire o vapor. Los álabes de la turbina de gas presentan para ello un canal en el interior de la hoja del álabe, discurriendo en la zona de un borde de entrada del flujo y que se extiende en la dirección radial del rotor. Un fluido refrigerante que circula en este canal enfría el borde de entrada del flujo especialmente cargado térmicamente. Un álabe de este tipo se conoce, por ejemplo, gracias a la DE 197 38 065 A1.

25 La US 2004/96313 A1 muestra además un álabe hueco de turbina con un canal del borde de entrada del flujo, conectado con un segundo canal de enfriamiento situado detrás, visto en la dirección de flujo del gas caliente, a través de un canal de conexión. El canal de conexión discurre casi paralelamente a la pared externa del álabe de turbina y desemboca tangencialmente en el canal del borde de entrada del flujo. El canal de conexión está además ligeramente inclinado, respecto a la dirección principal de flujo del gas caliente, en un ángulo entre 5° y 45°, para imprimir al aire refrigerante circulante a través del canal de entrada del flujo una torsión orientada en torno al eje del canal, para la refrigeración mejorada. Se propone adicionalmente proporcionar al canal del borde de entrada del flujo uno o varios elementos de guía con la misma inclinación que el canal de conexión, que impriman al aire refrigerante entrante una torsión adicional y/o mantengan la torsión del aire refrigerante. En vez de los elementos de guía se pueden prever también ranuras para ello.

35 El objetivo de la presente invención es especificar un álabe móvil de turbina enfriado para una turbina de gas, que puede enfriarse más eficientemente para el aumento del grado de eficacia.

El objetivo orientado al álabe móvil de turbina enfriado se resuelve con las características de la Reivindicación 1. En las subreivindicaciones se indican ordenaciones favorables.

40 Para la resolución del objetivo orientado a la pieza se propone que se prevea un medio en el canal de enfriamiento, que imprima una torsión al fluido refrigerante circulante y que el canal de enfriamiento presente al menos un elemento turbulador en su superficie interna, previsto únicamente en la zona y/o en la parte del perímetro del canal de enfriamiento, orientada a la pared externa del lado de la aspiración.

45 Mediante la torsión en el fluido refrigerante se obtiene un aumento de la transferencia de calor. Por lo tanto, la pieza puede enfriarse de manera más eficiente, lo que puede emplearse o bien para un ahorro de fluido refrigerante o para una mayor disipación del calor. En ambos casos se eleva el efecto refrigerante, lo que conduce o bien mediante una temperatura elevada del gas caliente a un rendimiento mejorado o mediante una carga térmica reducida de la pieza a una mejora económica.

50 Sobre el fluido refrigerante puede generarse un momento angular, cuando el medio para imprimir la torsión se configura como al menos un elemento de guía dispuesto en la superficie interna del canal de enfriamiento, que se extiende a lo largo de una espiral con un ángulo helicoidal de 45° o mayor. Correspondientemente se imprime en la corriente de fluido refrigerante localmente otro componente en la dirección perimetral del canal de enfriamiento, que representa la torsión en torno a la dirección principal de flujo.

55 Rotando el rotor y el álabe móvil de turbina desplazado conjuntamente aparecen corrientes secundarias en el fluido refrigerante circulante en el canal de enfriamiento, que requieren una diferente transferencia de calor del lado del canal del material del álabe en el fluido refrigerante a lo largo del perímetro del canal de enfriamiento. En la zona del perímetro del canal de enfriamiento, orientado a la pared externa del lado de la presión del álabe móvil de turbina, impera, gracias a la rotación, una mayor densidad de la línea de flujo (y por tanto, una mayor presión del fluido refrigerante) que en la zona orientada a la pared externa del lado de la aspiración, de forma que por el lado del canal la pared externa del lado de la presión se enfría mejor que la pared externa del lado de la aspiración, aunque la pared externa del lado de la aspiración de un álabe de turbina se expone, debido a la circundación con gas caliente, a mayores temperaturas que la pared externa del lado de la presión. Por tanto, resulta deseable una refrigeración de la pared externa del lado de la aspiración diferentemente acentuada respecto a la pared externa del lado de la presión en los álabes móviles de turbina. Esto se tiene en cuenta más favorablemente, al disponerse los turbuladores únicamente en la zona del perímetro del canal, orientada a la pared externa del lado de la aspiración del álabe

ES 2 312 890 T3

móvil de turbina. De este modo puede obtenerse aquí una mayor transferencia de calor del lado del canal que hasta ahora.

5 En una ordenación especialmente favorable de la invención, el canal de enfriamiento presenta, a semejanza de un tornillo multivía, varios elementos de guía con ángulos helicoidales idénticos, originándose de este modo un núcleo de corriente circulante en el centro del canal de enfriamiento, a partir de la cual se forman las corrientes parciales orientadas transversalmente a la dirección principal de flujo como ramificaciones continuas. Por tanto, todos los segmentos del canal de flujo existentes entre los elementos de guía pueden comunicarse entre ellos. La formación de un núcleo de corriente controlado y efectivo a través de las puntas del elemento de guía en el eje longitudinal conlleva valores elevados del rendimiento respecto a la transferencia de calor.

15 El núcleo de la corriente central puede formarse centralmente en el interior del canal de enfriamiento, cuando cada elemento de guía penetre en el canal de enfriamiento con una extensión radial menor que la mitad del diámetro del canal de enfriamiento. Por tanto, el canal de enfriamiento no presenta ningún núcleo macizo en el centro.

La extensión radial de cada elemento de guía asciende convenientemente a casi 0,2 veces el diámetro del canal de enfriamiento.

20 Conforme a una recomendación favorable, el elemento de guía penetra en el canal de enfriamiento con una extensión radial, que varía a lo largo de la trayectoria helicoidal del elemento de guía. Por tanto, la corriente parcial entrante en los segmentos del canal de flujo, que circula transversalmente a la dirección principal de flujo del fluido refrigerante, puede ajustarse, en función de las necesidades, a las condiciones térmicas locales de la pieza a refrigerar.

25 Particularmente cuando el elemento turbulador se configura como nervadura extendida transversalmente a la espiral del elemento de guía y/o piezas parciales alineadas o desplazadas de una nervadura o como resaltes, se puede obtener un aumento de la transferencia de calor. Las turbulencias producidas en el fluido refrigerante por el elemento turbulador pueden utilizarse asimismo para el ajuste local y para el aumento de la transferencia de calor. Resulta especialmente favorable la ordenación, en la que los elementos turbuladores penetran en el canal de enfriamiento con una extensión radial menor que la extensión radial de los elementos de guía. Por tanto, no se perjudica excesivamente a la corriente parcial del fluido refrigerante generadora de la torsión. La extensión radial de cada elemento turbulador asciende además a casi 0,1 veces el diámetro del canal de enfriamiento.

35 Puede lograrse un ajuste a los requisitos locales de refrigeración, cuando el ángulo helicoidal de los elementos de guía varíe a lo largo de del canal de enfriamiento. Se produce, por tanto, más o menos una corriente parcial transversal a la dirección principal de flujo del fluido refrigerante. Esto posibilita, en función de formación, una aceleración y/o un retardo del fluido refrigerante, de forma que de este modo pueda influirse favorablemente sobre la transferencia de calor de la pared externa al fluido refrigerante.

40 En una ordenación favorable, la sección transversal de los medios para imprimir la torsión se configura a semejanza de una rosca triangular, de una rosca trapezoidal, de una rosca serrada o de una rosca circular.

Resulta especialmente favorable la ordenación, en la que la pieza es un álabe directriz de turbina o un álabe móvil de turbina y el canal de enfriamiento discurre en la zona de un borde de entrada del flujo en la dirección longitudinal del álabe.

50 Además, para la fabricación de una pieza en un procedimiento de fundición con un molde se propone, que se produzca el medio para imprimir una torsión durante el moldeado, en el que se incorporen las correspondientes estructuras de los elementos de guía y/o de los elementos turbuladores en un núcleo de fundición a emplear en el molde para la configuración de un canal de enfriamiento antes del empleo.

La invención se explica en base a un diseño. Muestran:

55 Fig. 1 un álabe de turbina con un canal de enfriamiento en la zona de un borde de entrada del flujo,

Fig. 2 un corte de la hoja de un álabe de turbina con un canal de enfriamiento,

Fig. 3 un canal de enfriamiento para una pieza enfriada con elementos de guía y elementos turbuladores,

60 Fig. 4 un escudo térmico de la cámara de combustión con un canal de enfriamiento para la cámara de combustión de una turbina de gas,

Fig. 5 un anillo-guía con un canal de enfriamiento para el canal de flujo de una turbina de gas y

65 Fig. 6 una turbina de gas conforme a la invención.

Las turbinas de gas y sus funcionamientos son generalmente conocidos. La Fig. 6 muestra una turbina de gas 11 con un compresor 13, una cámara de combustión 15 y una unidad de turbina 17, consecutivos a lo largo de un rotor

ES 2 312 890 T3

19 de la turbina de gas 11. Al rotor 19 de la turbina de gas 11 se le acopla una máquina de trabajo, por ejemplo, un generador (no representado).

5 Tanto en el compresor 13 como también en la unidad de turbina 17 se prevén álabes directrices 23 y álabes móviles 27 consecutivos, en cada caso, en coronas de álabes 21, 25.

10 Durante la operación de la turbina de gas 11, el compresor 13 aspira aire L y lo comprime. El aire comprimido se alimenta a continuación a la cámara de combustión 15 y se quema con un medio combustible B para dar un medio de trabajo caliente A. En la unidad de turbina 17 se expande el medio de trabajo caliente A eficientemente en los álabes móviles 27, que impulsa al rotor 19 y éste al compresor 13 y a la máquina de trabajo no representada.

15 Los álabes directrices 23 y álabes móviles 27 de la unidad de turbina 17 se enfrían además con un fluido refrigerante KF, por ejemplo, aire o vapor, para que puedan resistir las temperaturas allí imperantes del medio de trabajo caliente A. Un álabe directriz 23 de este tipo se muestra en la Fig. 1 como pieza enfriada 28. El álabe directriz 23 presenta, consecutivamente a lo largo del eje del álabe 29, un pie de álabe 31, una zona de plataforma 33 y una hoja de álabe 35. La hoja de álabe 35 se extiende con una pared externa del lado de la presión 36 y pared externa del lado de la aspiración 38 desde un borde de entrada del flujo 37 hasta un borde de salida del flujo 39. En la zona del borde de entrada del flujo 37 se dispone un eje del álabe 29 paralelo al canal de enfriamiento 41, sobre cuya superficie interna se dispone un elemento de guía 43, que penetra en el canal de enfriamiento 41.

20 La Fig. 2 muestra un corte a través de la hoja de álabe 35 de un álabe de turbina, que puede configurarse como álabe directriz 23 ó como álabe móvil 27. En la zona del borde de entrada del flujo 37 se dispone el canal de enfriamiento 41 con un diámetro D, en el que penetran cuatro elementos de guía 43 a semejanza de un tornillo de cuatro vías. El diámetro D es descrito por un límite distribuido en piezas parciales de la sección transversal del canal de enfriamiento, que pertenece a una circunferencia tiene la misma superficie que la sección transversal del canal de enfriamiento.

25 En la sección transversal, los elementos de guía 43 acaban en punta en la dirección de un centro 49 del canal de enfriamiento 41 de manera análoga a un roscado serrado. La sección transversal de los elementos de guía podría ser también alternativamente trapezoidalmente triangular.

30 La Fig. 3 muestra el canal de enfriamiento 41 con un elemento de guía 43 situado sobre una espiral 44. La dirección principal de flujo del fluido refrigerante KF discurre además a lo largo del eje longitudinal 45 del canal de enfriamiento 41. La espiral 44 del elemento de guía 43 presenta, respecto a cada plano perpendicular al eje longitudinal 45, un ángulo helicoidal S, de 45° o mayor. Además, el elemento de guía 43 penetra con una extensión radial h1 en el canal de enfriamiento 41 en la sección transversal circular, que es del orden de magnitud de 0,2 veces el diámetro D. La Fig. 3 muestra además los elementos turbuladores 47 en forma de aleta o resalte transversales a la espiral 44 de los elementos de guía 43, cuya extensión radial h2 es menor que la de los elementos de guía 43, particularmente en el orden de magnitud de 0,1 veces el diámetro D.

40 Durante la operación de la turbina de gas 11 la hoja de álabe 35 del álabe de turbina es rodeada por el medio de trabajo A. Para la refrigeración de la pared externa 36, 38 especialmente cargada térmicamente el fluido refrigerante KF, por ejemplo, aire del compresor, atraviesa el canal de enfriamiento 41 en dirección al eje longitudinal 45. Los elementos de guía 43 imprimen al fluido refrigerante KF un componente de flujo orientado transversalmente a la dirección principal de flujo, particularmente en dirección perimetral. De este modo se genera un núcleo de corriente torsionado circulante en el centro 49, que gira en torno al eje longitudinal 45 del canal de enfriamiento 41. El momento angular así ejercido sobre el fluido refrigerante KF deja fluir el núcleo de la corriente hacia el borde externo del canal de enfriamiento 41 en los segmentos del canal de flujo 50 en forma de bolsa. La mezcla mejorada así obtenida del fluido refrigerante conlleva una uniformización del efecto refrigerante, por un lado, y un aumento de la transferencia de calor de la pared externa al fluido refrigerante KF, por otro lado. Por tanto, se lleva a cabo una refrigeración más eficiente del borde de entrada del flujo 37 del álabe de turbina.

45 Se ha mostrado especialmente favorable la disposición mostrada en caso de empleo en álabes móviles 27, ya que el álabe móvil 27 rota con el rotor 19 y, por tanto, el fluido refrigerante KF se expone a una fuerza centrífuga. Los elementos de guía 43 en forma de aleta que se enroscan a semejanza de un tornillo roscado, originan el desplazamiento torsionado del fluido refrigerante KF transversalmente a dirección principal de flujo, de forma que las corrientes parciales, formadas también como corrientes secundarias, obtengan un aumento de la eficiencia de la transferencia de calor. De este modo puede ahorrarse aire refrigerante para el aumento del grado de eficacia de la turbina de gas 11. En vez de un descenso del caudal de aire refrigerante, la transferencia de calor localmente mejorada y la evacuación de calor elevada mediante el fluido refrigerante puede favorecer un aumento de la temperatura del medio de trabajo caliente A, lo que conlleva igualmente un aumento del grado de eficacia de la turbina de gas 11.

50 La extensión radial h1 de los elementos de guía 43 puede discurrir además ascendente y descendientemente a lo largo del perímetro y/o longitud del canal de enfriamiento 41, de forma que pueda obtenerse una corriente parcial transversal de tamaño diferente. Los elementos turbuladores 47 se disponen en los sectores del canal de flujo 50 en las partes del perímetro del canal de enfriamiento 41 de los álabes móviles 27, que se designan en la dirección de giro del rotor 19 como partes en avance del perímetro del canal de enfriamiento 41 con menor presión local en la corriente de fluido refrigerante, es decir, los elementos turbuladores 47 se disponen en la cara del canal de enfriamiento 41 orientada a la pared externa del lado de la aspiración 38 (véase la Fig. 2).

ES 2 312 890 T3

Al aumentar la torsión se reduce el tamaño del flujo volumétrico de la corriente de fluido refrigerante y al mismo tiempo aumentan el caudal de fluido refrigerante y la turbulencia local que aviva la transferencia de calor. El avivamiento turbulento del efecto refrigerante se refuerza localmente mediante la guía de flujo en la zona de la estructura en aletas a través de los elementos turbuladores 47 adecuadamente dispuestos en la cara en avance del canal en el sistema rotatorio, de forma que se reduzca la acción remota perjudicial del campo de fuerza centrífuga sobre la transferencia de calor de la corriente de fluido refrigerante y que se origine un suavizado de los gradientes locales de temperatura y una mejora del comportamiento frente a la fatiga de bajo número de ciclos (oligofatiga).

La Fig. 4 muestra un escudo térmico de la cámara de combustión 55 como una pieza enfriada 28 de una turbina de gas. El escudo térmico de la cámara de combustión 55 presenta una pared externa 36a que puede cargarse con un medio de trabajo caliente, en la que se prevén varios canales de enfriamiento 41 para la refrigeración de ésta. Para generar un momento angular en el fluido refrigerante KF que atraviesa los canales de enfriamiento 41, se configuran los canales 41 con, en cada caso, cuatro elementos de guía 43 a semejanza de un tornillo de cuatro vías.

La Fig. 5 muestra el rotor 19 de una turbina de gas 11 con un álabe móvil 27 allí fijado. En la dirección de flujo del medio de trabajo A del álabe móvil 27 se dispone, en cada caso, un álabe directriz 23 adyacente. En el extremo radialmente externo de la hoja de álabe 35 hay un anillo-guía 61 frente a la punta de la hoja de álabe 52. El anillo-guía 61 limita el canal de flujo de la unidad de turbina 17 radialmente por fuera. Para la refrigeración de la pared externa 36b del anillo-guía 61 se disponen varios canales de enfriamiento 41, en los que puede circular el fluido refrigerante KF, imprimiendo varios elementos de guía 43 al fluido refrigerante KF un momento angular y/o una torsión.

Los turbuladores 47 pueden aplicarse asimismo en las zonas del perímetro del canal de enfriamiento de los escudos térmicos de la cámara de combustión 55 y/o anillos-guía 61, situadas enfrente y lo más cerca posible de la pared externa incidida por el gas caliente.

De manera análoga a la Fig. 2, en la Fig. 5 se prevé en el álabe móvil 27 en la zona del borde de entrada del flujo 37 el canal de enfriamiento 41, en el que el elemento de guía 43 imprime una torsión al fluido refrigerante KF. El ángulo helicoidal S de la espiral 44 aumenta en la zona 65 situada radialmente más afuera del canal de enfriamiento 43 respecto a la zona radialmente interna 67, lo que conlleva una aceleración del fluido refrigerante KF. Puede influirse, por tanto, de manera acertada sobre la velocidad de flujo del fluido refrigerante KF y la transferencia de calor.

La pieza enfriada 28, particularmente un álabe móvil 27, se fabrica, como ya se sabe, en el procedimiento de fundición. Además, los medios para imprimir una torsión, es decir, los elementos de guía 43 y, dado el caso, los elementos turbuladores, se tienen en cuenta ya favorablemente durante el moldeado, al incorporarse un núcleo fundido a emplear en un molde para la formación de un canal de enfriamiento antes del empleo a las correspondientes estructuras de elementos de guía y/o de elementos turbuladores.

Resulta asimismo concebible elaborar los elementos de guía 43 en forma de aletas en álabes macizos mediante un procedimiento apropiado de grabado o por medio de un procedimiento en dos etapas como en el procedimiento de perforación roscada.

ES 2 312 890 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Álabe móvil de turbina (27) enfriado de una turbina de gas (11), en cuya pared externa (36, 38), que puede alimentarse con el medio de trabajo (A), se prevé un canal de enfriamiento (41), a través del cual puede circular un fluido refrigerante (KF) a lo largo de su eje longitudinal (45), **caracterizado** porque en el canal de enfriamiento (41) se prevé al menos un elemento de guía (43) dispuesto en la superficie interna del canal de enfriamiento (41), que imprime una torsión al fluido refrigerante (KF) circulante, extendiéndose el elemento de guía (43) a lo largo de una espiral (44) con un ángulo helicoidal (S) de 45° o mayor y porque el canal de enfriamiento (41) presenta al menos un elemento turbulador (47) en su superficie interna, previéndose los turbuladores (47) dispuestos en el canal de enfriamiento (41) únicamente en la zona del perímetro del canal de enfriamiento, orientado a la pared externa (38) del lado de la aspiración.

15 2. Álabe móvil de turbina (27) acorde a la Reivindicación 1, **caracterizado** porque el canal de enfriamiento (41) presenta, a semejanza de un tornillo multivía, varios elementos de guía (43) con ángulos helicoidales (S) idénticos.

20 3. Álabe móvil de turbina (27) acorde a la Reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque cada elemento de guía (43) penetra en el canal de enfriamiento (41) con una extensión radial (h1), menor que la mitad del diámetro (D) del canal de enfriamiento (41).

25 4. Álabe móvil de turbina (27) acorde a la Reivindicación 3, **caracterizado** porque la extensión radial (h1) de los elementos de guía (43) asciende a casi 0,2 veces el diámetro (D) del canal de enfriamiento (41).

30 5. Álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el elemento de guía (43) penetra en el canal de enfriamiento (41) con una extensión radial (h1), que varía a lo largo de la trayectoria helicoidal del elemento de guía (43).

35 6. Álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el elemento turbulador (47) se configura como nervadura extendida transversalmente, particularmente de manera perpendicular, a la espiral (44) del elemento de guía (43).

40 7. Álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque los elementos turbuladores (47) penetran en el canal de enfriamiento (41) con una extensión radial (h2) menor que la extensión radial (h1) de los elementos de guía (43).

45 8. Álabe móvil de turbina (27) acorde a la Reivindicación 7, **caracterizado** porque la extensión radial (h2) de los elementos turbuladores (47) asciende a casi 0,1 veces el diámetro (D) del canal de enfriamiento (41).

50 9. Álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el ángulo helicoidal (S) varía a lo largo de del canal de enfriamiento (41).

55 10. Álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la sección transversal de los medios para imprimir la torsión se configura a semejanza de una rosca triangular, a semejanza de una rosca trapezoidal, a semejanza de una rosca serrada o a semejanza de una rosca circular.

60 11. Álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el canal de enfriamiento (41) se extiende en la zona de un borde de entrada del flujo (37) en la dirección longitudinal del álabe (29).

65 12. Turbina de gas (11) con un álabe móvil de turbina (27) según al menos una de las Reivindicaciones 1 a 11.

FIG 1

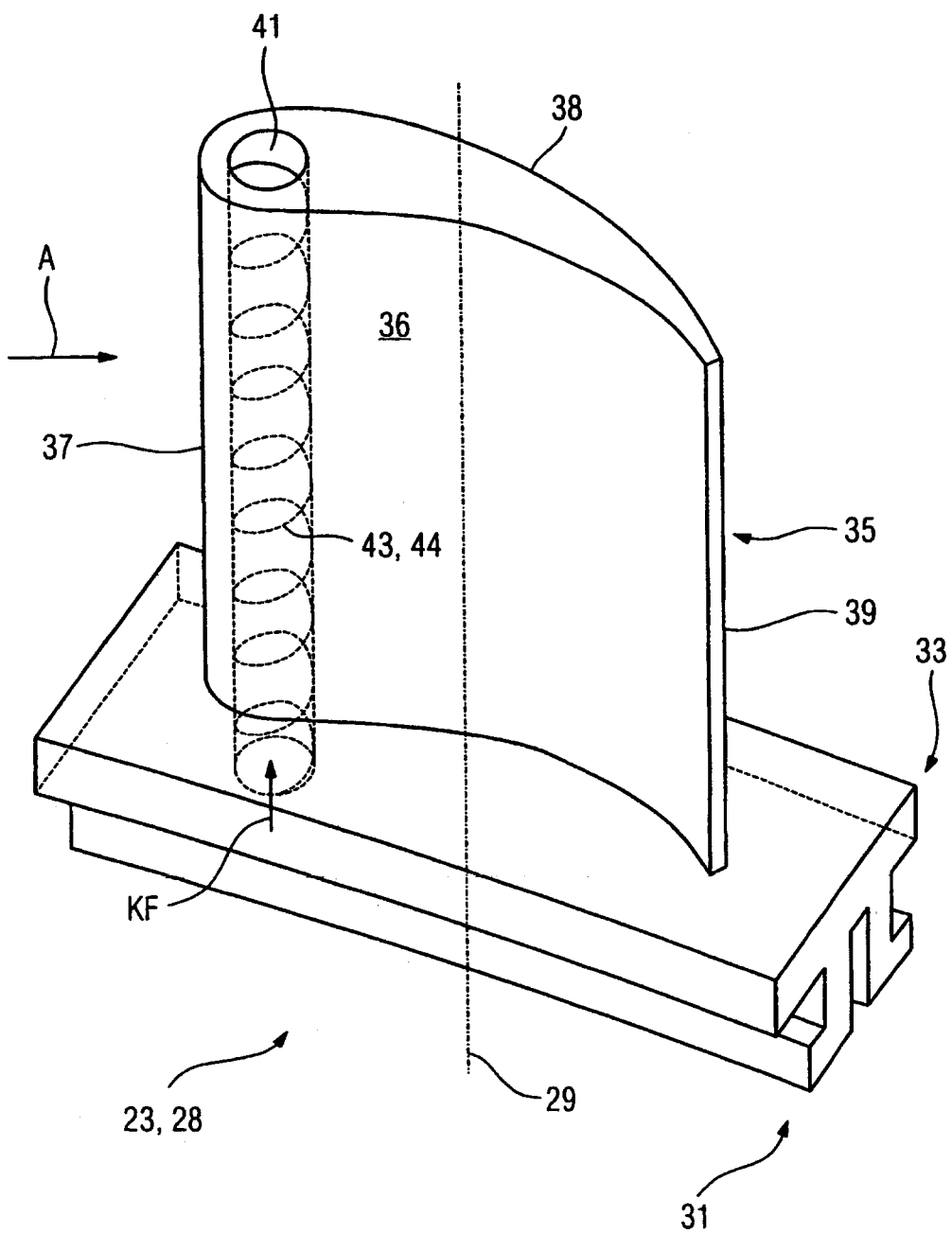


FIG 2

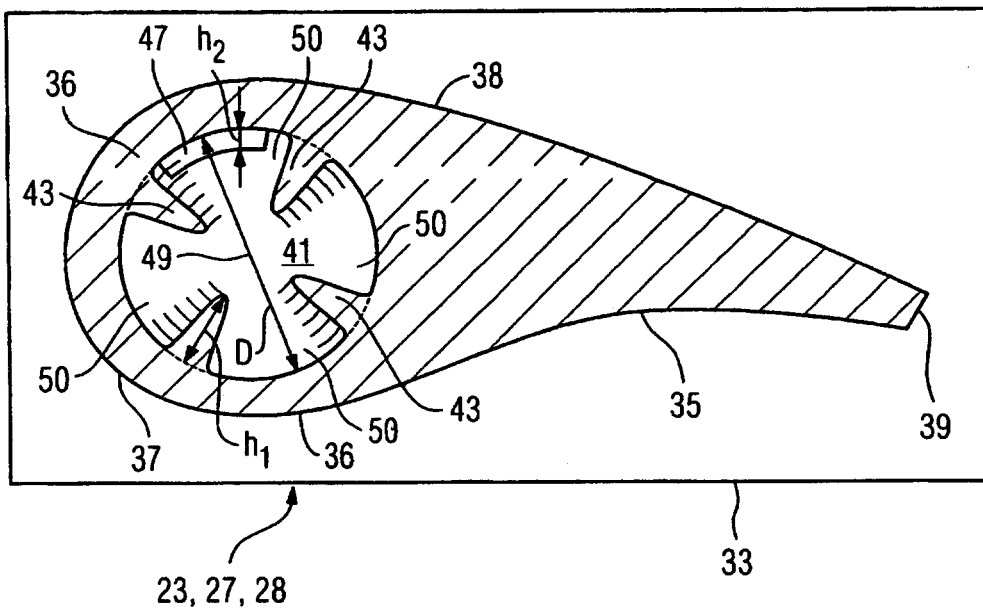


FIG 3

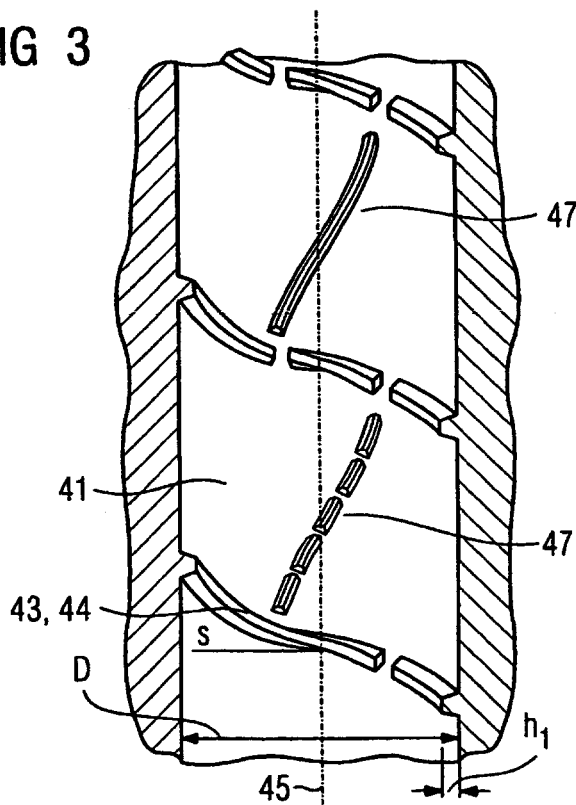


FIG 4

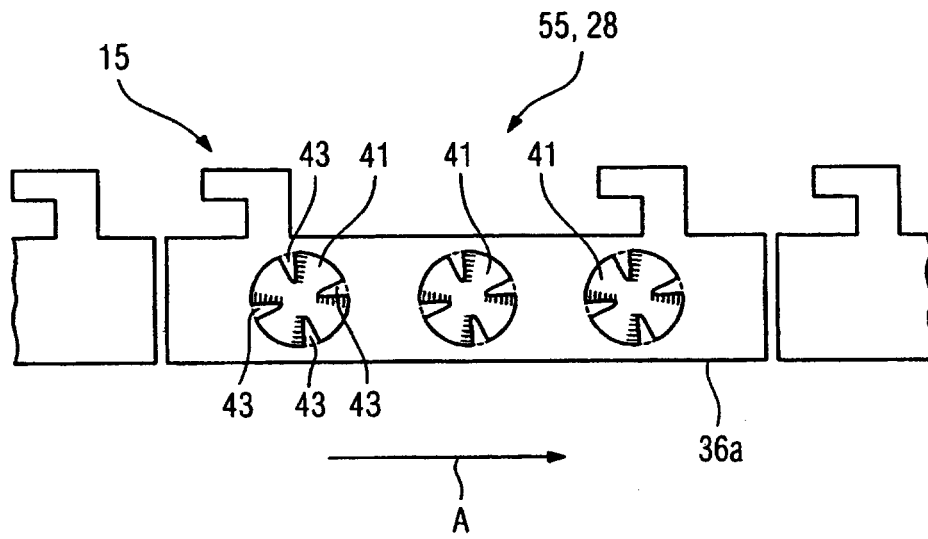


FIG 6

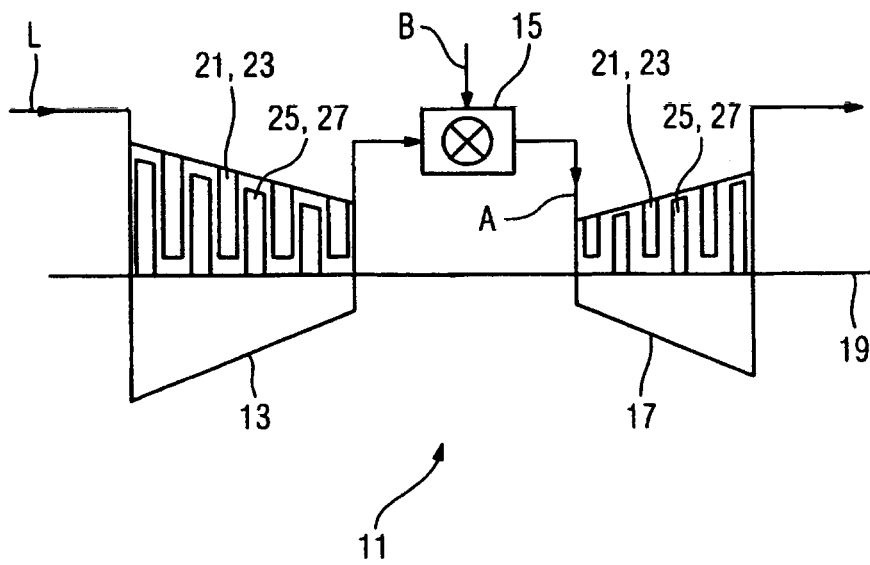


FIG 5

