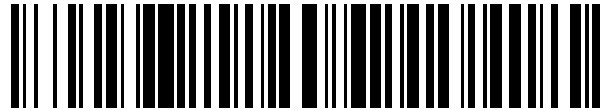


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 873**

51 Int. Cl.:

F01D 5/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2008 E 08153693 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 2107215**

54 Título: **Perfil aerodinámico de turbina de gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2014

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

**NAIK, SHAIENDRA y
WARDLE, BRIAN KENNETH**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 442 873 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

Perfil aerodinámico de turbina de gas

CAMPO TÉCNICO

5 El presente invento se refiere a álabes o paletas de perfil aerodinámico para motores de turbina de gas y más particularmente a una refrigeración mejorada de tales álabes o paletas.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

10 En el campo de los motores de turbina de gas, los gases de combustión calientes fluyen desde una cámara de combustión a través de una o más turbinas. Los gases calientes proporcionan potencia para uno o más compresores y emiten potencia que puede ser utilizada para otros fines. Los álabes y paletas de turbina por lo tanto tienen que soportar las temperaturas elevadas de dichos gases calientes sin perder eficiencia operativa. Esto se puede conseguir mediante refrigeración.

15 Se conocen en el estado de la técnica varios métodos de refrigeración interna de álabes de turbina para mantener la temperatura de los álabes dentro de ciertos límites. Los métodos conocidos de refrigerar álabes y paletas son realizados proporcionando pasos dentro de los álabes o las paletas con aire de refrigeración a presión derivado del compresor. Las técnicas de refrigeración incluyen un así llamado circuito de "refrigeración en serpentín" de pasos orientados longitudinalmente conectados en serie que producen flujo en serpentín que aumenta la efectividad de refrigeración mediante la extensión de la longitud del trayecto de flujo de refrigerante. La refrigeración en serpentín es eficiente mediante la reutilización de aire de refrigeración en pasadas longitudinales sucesivas del circuito. Previendo aberturas en las placas que separan los pasos, el aire de refrigeración que circula a través de los pasos interiores puede proporcionar convección y/o "refrigeración por impacto" del álabe o paleta antes de ser evacuado. La refrigeración por impacto tiene una transferencia de calor elevada, pero puede ser desperdiciada, cuando el aire de refrigeración no es reutilizado. Otro método conocido de refrigeración, útil para la refrigeración de las superficies de paredes externas del perfil aerodinámico, así llamado "refrigeración por película", es conseguido previendo agujeros en la superficie de perfil aerodinámico del álabe o paleta. La combinación de refrigeración por impacto y refrigeración por película es a veces difícil ya que la presión elevada del aire de refrigeración necesaria para la refrigeración por impacto puede conducir a la separación del flujo de refrigeración por película desde la superficie de perfil aerodinámico de refrigeración, reduciendo así la eficiencia de refrigeración.

20 El documento EP-A-1.793.084 describe un álabe de turbina con un perfil aerodinámico que tiene paredes laterales de presión y de succión opuestas unidas juntas en bordes delantero y trasero opuestos y que se extienden longitudinalmente desde la raíz a la punta. Una pluralidad de circuitos de refrigeración independientes está dispuesta dentro del perfil aerodinámico de manera correspondiente a lo largo de las paredes laterales de presión y de succión del mismo. Un primer circuito en serpentín está dispuesto a lo largo de la pared lateral de presión. Un segundo circuito en serpentín está dispuesto a lo largo de la pared lateral de succión en paralelo con el primer circuito. Y un tercer circuito de impacto está dispuesto en el borde delantero hacia delante del primer y segundo circuitos. Unas filas de agujeros de impacto proporcionan comunicación entre cavidades de aire de refrigeración.

25 El documento US 5660524 describe un álabe de perfil aerodinámico, tal como un álabe de rotor de turbina de motor a reacción. Un circuito refrigerante en serpentín interno tiene un último paso aguas abajo limitado por cuatro paredes interiores monolíticas que son monolíticas con al menos una parte de las paredes exteriores. Dos de las paredes interiores están separadas de las paredes exteriores y contienen orificios de impacto de aire creando dos cámaras de impacto. Algo de refrigerante en el circuito en serpentín sale del álabe de perfil aerodinámico a través de una salida de refrigerante en la punta del álabe. El refrigerante restante en el circuito pasa a través de los orificios de impacto y sale del álabe a través de agujeros de refrigeración por película en las paredes exteriores.

30 El documento US 5813836 describe un álabe de turbina que incluye una sección de perfil aerodinámico que tiene una construcción de doble pared para refrigeración por impacto de la pared lateral en el lado de presión y un serpentín de múltiples pasos a lo largo del lado de succión del álabe. Más particularmente, y en una realización, la sección de perfil aerodinámico incluye una pared lateral de presión y una pared lateral de succión que están unidas juntas en un borde delantero y en un borde trasero. El álabe también incluye un borde delantero, o punta, y un borde trasero, o cola. La sección de perfil aerodinámico también incluye una cavidad de borde delantero que tiene una pluralidad de agujeros de aire en película radiales, y una cavidad interior que es un serpentín de tres pasos. Cuando el aire de refrigeración fluye a lo largo de los pasos, enfría por convección las partes del álabe de turbina adyacentes a estos pasos. La sección de perfil aerodinámico incluye además una cavidad de borde trasero para enfriar la región de flujo de borde trasero de la sección de perfil aerodinámico. Una segunda pared, o doble pared, está situada entre la pared lateral de presión y la cavidad interior, y una pluralidad de cavidades de impacto están situadas entre la segunda pared y la pared lateral de presión. Los agujeros de impacto proporcionan comunicación entre los pasos de la cavidad interior y las cavidades de impacto. Múltiples filas de agujeros de película de ángulo compuesto se extienden desde las cavidades de impacto de manera que el aire de refrigeración procedente de las cavidades de impacto puede ser descargado desde la sección de perfil aerodinámico. La construcción de doble pared es la indicada para proporcionar una distribución más uniforme de la

película de refrigeración sobre la pared lateral de presión, lo que facilita una refrigeración mejorada de la sección de perfil aerodinámico.

RESUMEN DEL INVENTO

5 Un objeto del presente invento es por tanto proporcionar una parte de perfil aerodinámico de un álabe o paleta que tiene una refrigeración interna mejorada con respecto al estado de la técnica, por ejemplo, con el fin de permitir temperaturas de encendido incluso más altas o flujos de refrigeración más bajos.

El estado de la técnica mencionado con anterioridad no proporciona ninguna sugerencia para resolver este problema.

10 El presente invento resuelve el problema anterior proporcionando un componente de motor de turbina de gas que comprende a lo largo de un eje longitudinal del componente una raíz y una punta, y que comprende además una parte de perfil aerodinámico que tiene un borde delantero, un borde trasero, una pared lateral de succión exterior y una pared lateral de presión exterior que se extienden entre dicho borde delantero y dicho borde trasero. Dichas paredes exteriores encierran una cavidad central para el paso de aire de refrigeración desde la raíz a la punta y/o desde la punta a la raíz. La cavidad está dividida en una región de borde delantero y una región de borde trasero por al menos una primera placa que se extiende longitudinalmente que conecta dicha pared lateral de succión con dicha pared lateral de presión, definiendo por ello en la región de borde delantero una cámara de borde delantero. La cámara de borde delantero está por tanto limitada por la pared lateral de succión, la pared lateral de presión y dicha primera placa. Además, hay prevista una segunda placa que se extiende longitudinalmente, que conecta dicha primera placa con la pared lateral de succión, definiendo por ello una primera cámara de entrada en el lado de succión de la segunda placa y una segunda cámara de entrada para aire de refrigeración en la región de borde trasero.

20 La primera placa tiene al menos un agujero pasante para el paso de aire de refrigeración entre la primera cámara de entrada y la cámara de borde delantero, mientras que la segunda placa está desprovista de aberturas o pasos. Preferiblemente, al menos un agujero pasante en dicha primera placa entre la primera cámara de entrada y la cámara de borde delantero es la única salida para el aire de refrigeración procedente de la primera cámara de entrada, lo que significa que preferiblemente ni la parte de la pared lateral de succión que limita la primera cámara de entrada, ni la segunda placa contienen ningún agujero pasante de aire de refrigeración. Al menos un agujero pasante en la primera placa entre la primera cámara de entrada y la cámara de borde delantero es una fila de agujeros que se extiende longitudinalmente, siendo mayor el área en sección transversal de los agujeros dentro de la fila en la región de punta que en la región de raíz.

30 Una característica clave del invento es por tanto el hecho de que los agujeros pasantes entre las cámaras están dispuestos de tal manera que el flujo de aire de refrigeración hacia el borde delantero, es decir, a la cámara de borde delantero puede ser mejor controlado y adaptado a un propósito particular. Un sistema refrigerado de acuerdo con el presente invento permite que el perfil aerodinámico, y por tanto la turbina, operen, por ejemplo, a una temperatura de gas caliente de entrada más elevada, mientras mantiene el mismo consumo de aire de refrigeración (o inferior) con relación a las temperaturas de gas caliente utilizadas en el estado de la técnica.

35 Se conocen en el estado de la técnica distintos diseños de partes de perfil aerodinámico. Por ejemplo, se conoce el llamado "concepto de doble pared", en el que al menos una pared longitudinal que se extiende paralela y entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión de una parte perfil aerodinámico es conocida. Por otro lado, la simple conexión de la pared lateral de succión y de la pared lateral de presión mediante placas longitudinales es conocida como el así llamado "concepto viga". Las tecnologías de álabes más avanzadas que se esfuerzan para permitir temperaturas de encendido más elevadas permiten tanto la refrigeración por impacto como la refrigeración por película.

40 El documento US 5.246.340 describe una parte de perfil aerodinámico fabricada en dos mitades coladas que tiene aletas o placas radiales interiores con agujeros pasantes de aire de refrigeración, dividiendo dichas placas el interior del álabe o paleta en una pluralidad de cavidades. Los documentos US 2003/0133797 y US 2007/0172355 describen partes de perfil aerodinámico con placas que conectan la pared lateral de succión y la pared lateral de presión, en las que las placas están dispuestas inclinadas una con relación a otra. Una combinación del concepto de doble pared antes mencionado y del concepto de viga se han visto, por ejemplo, en el documento US 5.660.524. Aquí, las paredes interiores incluyen paredes que se extienden entre una parte de las paredes exteriores y son monolíticas con ellas. También, hay prevista una inserción central, que forma dos cámaras de impacto entre la inserción central y las paredes exteriores.

50 Sin embargo, es aún deseable controlar mejor el aire de refrigeración que discurre a través y entre las cámaras de refrigeración, especialmente el aire de refrigeración que fluye a la cámara de borde delantero. Cuando el aire de refrigeración fluye desde la raíz hasta la punta, es sometido a una pérdida de presión. El presente invento con este fin permite el ajuste de la presión del flujo de aire de refrigeración ajustando el tamaño de los agujeros pasantes de aire de refrigeración de acuerdo con la presión requerida sin perder la rigidez y estabilidad de la estructura de perfil aerodinámico o incluso aumentándolas.

55 En una primera realización preferida del presente invento, la primera placa está dividida en dos partes de pared longitudinales por dicha segunda placa. Preferiblemente, la segunda placa conecta a la primera placa en una región de la primera placa situada a lo largo de la primera placa entre un 30% y un 70%, más preferiblemente entre un 40% y un

60%, más preferiblemente aproximadamente a la mitad de la distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión a lo largo de la primera placa. Se puede decir que en una vista en sección transversal de la parte de perfil aerodinámico perpendicular al plano de las placas a lo largo del eje longitudinal del componente de turbina, la segunda placa y la primera placa juntas forman una "T", de la que la segunda placa comprende la pata, estando basada en la pared lateral de succión, y formando la primera placa la viga de la "T". Por la conexión con la segunda placa en una región central de la primera placa, la primera placa está dividida en dos brazos o partes de brazo que pueden ser definidas como una parte de brazo del lado de succión y una parte de brazo del lado de presión, dependiendo de la pared a la que está unida. Preferiblemente, las dos partes de brazo son esencialmente de la misma longitud o están dimensionadas en una relación de longitudes del orden de aproximadamente 0,25 a aproximadamente 4,0.

Preferiblemente la segunda placa tiene un grosor igual o mayor que la primera placa. Preferiblemente, la relación del grosor de la segunda placa al grosor de la primera placa es del orden de 1,01 a 1,20. Las placas tienen preferiblemente un grosor del orden de aproximadamente 2 a 10 mm, midiéndose el grosor en una dirección perpendicular al plano de la placa.

Preferiblemente, la primera placa está dispuesta en un ángulo de aproximadamente 60-120 grados, preferiblemente aproximadamente de 75-100 grados con respecto a un plano central que divide longitudinalmente la parte de perfil aerodinámico en la mitad de un lado de succión y una mitad del lado de presión. Este plano central que divide longitudinalmente la parte de perfil aerodinámico es definido como sigue: La distancia perpendicular desde dicho plano a una superficie exterior de la pared lateral de succión es la misma que la distancia perpendicular desde dicho plano a una superficie exterior de la pared lateral de presión en cada punto a lo largo del plano en la vista en sección transversal. Preferiblemente la segunda placa se extiende desde la primera placa en un ángulo de aproximadamente 60 a 120 grados, preferiblemente de aproximadamente 75 a 100 grados.

De acuerdo con otra realización preferida, el área en sección transversal de los agujeros es preferiblemente incrementada de forma escalonada o sucesivamente desde la raíz a la punta. La forma en sección transversal de los agujeros es preferiblemente circular, sin embargo, los agujeros también pueden ser de una forma anisotrópica. El tamaño incrementado de los agujeros en la región de punta puede ser ventajoso para compensar una pérdida de presión que puede ocurrir, cuanto más cerca de la punta fluye el aire.

Es otra ventaja si la primera placa es provista adicionalmente con al menos un agujero pasante entre la segunda cámara de entrada y la cámara de borde delantero. Al menos dicho agujero pasante es preferiblemente una fila de agujeros pasantes que se extiende longitudinalmente, más preferiblemente de agujeros de impacto pasantes. Estos agujeros que dirigen el aire desde la segunda cámara de entrada a la cámara de borde delantero tienen preferiblemente un área de sección transversal esencialmente constante desde la raíz a la punta y preferiblemente todos son de forma circular. Sin embargo, también son posibles otras formas (anisotrópicas) de agujeros o tamaños variables dentro de la fila.

Preferiblemente, la primera placa contiene dos filas de agujeros de impacto que se extienden longitudinalmente, de los que los agujeros entre la primera cámara de entrada y la cámara de borde delantero tienen preferiblemente una forma en sección transversal cilíndrica, circular de un área en sección transversal creciente sucesivamente o de forma escalonada desde la raíz a la punta, mientras que los agujeros entre la segunda cámara de entrada y la cámara de borde delantero tienen preferiblemente una forma en sección transversal cilíndrica, circular con un área en sección transversal constante desde la raíz a la punta.

De acuerdo con otra realización preferida del presente invento, la pared lateral de succión y/o la pared lateral de presión está provista con al menos un agujero de salida para la evacuación de aire de refrigeración al trayecto de gas caliente, siendo al menos dicho agujero de salida un agujero de refrigeración por película, más preferiblemente una fila de agujeros de salida, preferiblemente de agujeros de refrigeración por película. Dicho agujero de refrigeración por película no está dispuesto perpendicular al plano de la pared, sino preferiblemente formando un ángulo agudo con la pared.

Es otra ventaja, si al menos hay prevista una tercera placa que conecta la pared lateral de succión con la pared lateral de presión sobre el lado de borde trasero de la segunda cámara de entrada, separando por ello la segunda cámara de entrada de una primera cámara intermedia. Preferiblemente, hay prevista una tercera placa, que separa la segunda cámara de entrada de una primera cámara intermedia, y hay prevista una cuarta placa, que separa la primera cámara intermedia de una segunda cámara intermedia. Incluso más preferiblemente, hay prevista una quinta placa, que separa la segunda cámara intermedia de una cámara de borde delantero. Son posibles otras placas adicionales, que dividen la cavidad aún en más cámaras.

Al menos una de las placas adicionales está provista ventajosamente con al menos un agujero pasante, preferiblemente al menos dos agujeros pasantes, en que el agujero es preferiblemente una fila de agujeros que se extiende longitudinalmente, preferiblemente de agujeros de impacto. Dentro de dichas filas, los agujeros están dispuestos preferiblemente unos sobre otros en una dirección longitudinal del componente de turbina o de la placa, respectivamente. Preferiblemente, la tercera y la cuarta placa tienen cada una al menos una fila de agujeros, preferiblemente dos filas de agujeros, mientras que preferiblemente la quinta placa o cualquier otra placa que define la cámara de borde trasero, está desprovista de cualesquiera agujeros de impacto.

De acuerdo con otra realización preferida del presente invento, en al menos una placa adicional, preferiblemente en la tercera o cuarta placa, el área en sección transversal de los agujeros pasantes y/o de los agujeros dentro de al menos una, preferiblemente dos filas es mayor en la región de punta que en la región de raíz. También, preferiblemente el área en sección transversal de los agujeros es incrementada escalonadamente o de forma sucesiva desde la raíz a la punta.

5 Preferiblemente, el área en sección transversal de los agujeros en una fila en al menos una placa adicional aumenta menos comparada con los agujeros en la primera placa. Sin embargo, estos agujeros también pueden ser de un área en sección transversal constante sobre la longitud de la fila, y también es posible, que si hay prevista más de una fila de agujeros en una placa, al menos una fila tiene agujeros con un área en sección transversal constante dentro de la fila desde la raíz a la punta, y al menos otra fila tiene agujeros con un área en sección transversal creciente (o decreciente)

10 desde la raíz a la punta. Preferiblemente, los agujeros están dispuestos en la placa de tal manera que un eje largo del área en sección transversal de los agujeros es esencialmente paralelo al eje longitudinal del componente de turbina o de la placa, y un eje corto del área en sección transversal de los agujeros está dispuesto esencialmente perpendicular a dicho eje longitudinal. Los agujeros con forma preferiblemente cilíndrica pueden así tener una forma circular en sección transversal, o tener una sección transversal anisotrópica, en la que preferiblemente el eje largo del área en sección transversal del agujero es diferente del eje corto del área en sección transversal del agujero, y en el que preferiblemente el eje largo del área en sección transversal es mayor que el eje corto del área en sección transversal del agujero.

Preferiblemente, la distancia entre dos agujeros adyacentes (entre dos primeros extremos de dos agujeros adyacentes) es constante a lo largo de toda la longitud de una fila, sin embargo, la distancia también puede variar dentro de una fila o entre diferentes filas. Si hay dispuestas dos filas de agujeros en una placa, los agujeros de las dos filas pueden o bien estar situados a la misma altura a lo largo del eje longitudinal del componente de turbina o placa, o bien de una forma escalonada. Las filas de agujeros de salida pueden extenderse sobre la longitud total de la placa, o sólo sobre una parte de la misma.

20

Los agujeros pasantes tienen preferiblemente un diámetro, con respecto a agujeros circulares, o una longitud y/o anchura, con respecto a agujeros anisotrópicos, del orden de aproximadamente 0,5 a 5 mm. Los agujeros anisotrópicos pueden, por ejemplo ser diseñados con una relación de longitud a anchura que oscila desde aproximadamente 1,2 a aproximadamente 2,5, preferiblemente aproximadamente 2,0. Esto es para asegurar que la integridad mecánica de las placas es mantenida mientras al mismo tiempo se asegura que se consiguen los coeficientes de transferencia de calor interna máximos dentro de los agujeros. Para agujeros circulares, la relación de diámetros es 1,0. La primera placa está dispuesta preferiblemente en un ángulo de aproximadamente 60-120 grados, preferiblemente de aproximadamente 75-100 grados con respecto a un plano central longitudinalmente, es decir, esencialmente de manera radial, dividiendo la parte de perfil aerodinámico en una mitad del lado de succión y una mitad del lado de presión, siendo medido el ángulo entre la parte lateral de succión de la primera placa y el plano central hacia el lado de borde delantero de la primera placa. La distancia perpendicular desde dicho plano a una superficie exterior de la pared lateral de succión es la misma que la distancia perpendicular desde dicho plano a una superficie exterior de la pared lateral de presión en cada punto a lo largo del plano y/o preferiblemente la segunda placa se extiende desde la primera placa en un ángulo de aproximadamente 60-120 grados, preferiblemente aproximadamente de 75-100 grados.

25

30

35

Preferiblemente, hay prevista al menos una placa entre dos cámaras adyacentes con dos filas de 10-30 agujeros aproximadamente cada una, preferiblemente de aproximadamente 20 agujeros, que son preferiblemente agujeros de impacto.

40

La región de borde trasero tiene preferiblemente una cámara de borde delantero que está provista con al menos un agujero de salida en la pared lateral de succión y/o en la pared lateral de presión de la parte de perfil aerodinámico, siendo preferiblemente dicho agujero de salida un agujero de refrigeración por película. El tamaño de al menos un agujero de salida, que preferiblemente es al menos una fila de agujeros de salida que se extiende longitudinalmente, está adaptado preferiblemente de acuerdo a las áreas en sección transversal de los agujeros pasantes en las placas. El área en sección transversal de un agujero de salida en la región de borde trasero, preferiblemente de cada agujero de salida individual en la región de borde trasero, puede ser adaptada para estar entre aproximadamente el 20% y aproximadamente el 55% del área en sección transversal de un agujero pasante individual, preferiblemente de cada agujero pasante individual en la placa que contiene agujero pasante situado más cercano al borde trasero. Más preferiblemente, el área acumulada de todos los agujeros de salida en la región de borde trasero está adaptada para estar entre aproximadamente el 20% y aproximadamente el 55% del área en sección transversal acumulada de todos los agujeros pasantes en la placa que contiene un agujero pasante situado más cercana del borde trasero.

45

50

Preferiblemente, hay previstas al menos tres cámaras en la parte de perfil aerodinámico con agujeros de refrigeración por película, o filas de agujeros de refrigeración por película, respectivamente, en al menos una de sus paredes exteriores limítrofes, para permitir la salida del medio de refrigeración desde el circuito de refrigeración en el lado de presión y en el lado de succión. Preferiblemente, las áreas en sección transversal de estos agujeros de refrigeración por película dentro de una fila que se extiende longitudinalmente permanecen constantes en una dirección desde la raíz a la punta. Las filas de agujeros de salida pueden extenderse sobre toda la longitud de la placa, o sólo sobre una parte de la misma.

55

Preferiblemente, el paso del circuito de refrigeración se extiende desde la raíz a la punta en una forma denominada de serpiente, en la que al menos en uno de los pasos, o cámaras, respectivamente, el aire fluye en una dirección opuesta a su dirección en la entrada a la parte de perfil aerodinámico. Esto se puede conseguir si al menos una de

60

5 las cámaras tiene un canal dispuesto, por ejemplo, esencialmente perpendicular al eje longitudinal, es decir, esencialmente perpendicular a la dirección radial, del componente de turbina en una región de la raíz y/o de la punta, de tal manera que el aire de refrigeración pueda pasar a través de dicho canal y tenga una dirección de circulación opuesta con respecto a su dirección en la cámara de la que procede. Preferiblemente, el canal está
10 formado de tal manera que el flujo de aire es dirigido para cambiar su dirección en aproximadamente 180 grados, es decir de tal modo que el flujo de aire cambia su dirección desde radialmente hacia fuera a radialmente hacia dentro o viceversa. De acuerdo con una realización preferida del invento, la segunda cámara intermedia y la cámara de borde trasero están conectadas por dicho canal en la región de raíz, por lo que el aire que fluye desde la punta a la raíz en la cámara intermedia, es decir, radialmente hacia dentro, cambia de dirección de tal manera que en la cámara de
15 borde trasero el aire fluye desde la raíz a la punta, es decir, radialmente hacia fuera.

La longitud de la primera placa medida desde la pared lateral de presión a la pared lateral de succión es aproximadamente del orden de entre aproximadamente el 50% y aproximadamente el 90%, preferiblemente de entre
20 aproximadamente el 60% y aproximadamente el 80% de la distancia máxima desde el lado de succión al lado de presión dentro de la parte de perfil aerodinámico cuando es medida perpendicular a un plano central en una vista en sección transversal.

Es más ventajoso, si la parte de la pared lateral de succión y/o de la pared lateral de presión que limita al menos un lado de la cámara de borde delantero, comprende adicionalmente al menos un agujero de salida, preferiblemente al menos uno, preferiblemente dos filas de agujeros de salida que se extienden longitudinalmente, para la descarga del medio de refrigeración al trayecto de aire caliente, siendo preferiblemente dichos agujeros de salida agujeros de refrigeración por película. Preferiblemente también al menos la segunda cámara de entrada y/o al menos una cámara adicional está provista con al menos una fila de agujeros de salida en una de sus partes limítrofes de la pared lateral de succión y/o de la pared lateral de presión.

El proceso utilizado para fabricar la parte de perfil aerodinámico incluye, pero no está limitado, tanto a la tecnología de fabricación de núcleo soluble avanzada como a la tecnología de núcleo cerámico tradicional. Por ejemplo, el perfil aerodinámico puede ser fabricado utilizando núcleos solubles hechos de al menos una sección de placa en forma de T y de al menos una sección de placa en forma de V y una combinación de placas y/o al menos otra placa con una pared lateral de succión y/o una pared lateral de presión.

30 Ventajosamente, al menos una de las cámaras está provista de al menos una pared que tiene al menos un promotor de turbulencia, también llamado un turbulador, preferiblemente en la forma de aletas u otras estructuras útiles para la perturbación, desviación u obstrucción de un trayecto de flujo. Preferiblemente varias o incluso todas las cámaras tienen al menos un promotor de turbulencia a lo largo de una o más de sus paredes, es decir, la pared lateral de succión y/o la pared lateral de presión. Los promotores de turbulencia están preferiblemente dispuestos de tal manera que el aire de refrigeración que entra en la cámara a través de un agujero de impacto, impacta entre aletas. Preferiblemente, los
35 promotores de turbulencia están dispuestos perpendiculares al eje longitudinal del componente de turbina, que se extiende a la cámara, es decir, las aletas del promotor de turbulencia que se extienden preferiblemente desde la pared a la cámara perpendiculares al eje longitudinal, en otras palabras, esencialmente perpendiculares a la dirección radial del componente de turbina. Los promotores de turbulencia o turbuladores, respectivamente, pueden también estar inclinados con respecto a la dirección de flujo, preferiblemente en la primera cámara de entrada y/o en la segunda cámara de
40 entrada y/o en la cámara de borde delantero. Por ello, el aire es dirigido hacia los agujeros pasantes y/o de salida. Preferiblemente, los turbuladores o sus aletas, respectivamente, tienen una forma trapezoidal, sin embargo, son posibles otras formas geométricas, tanto simétricas como asimétricas. Preferiblemente, los turbuladores están dispuestos de tal manera que los elementos del turbulador, tales como aletas, tienen ciertas relaciones entre sus anchuras y/o entre la anchura y la altura, y/o entre la distancia entre aletas de turbulador adyacentes y su anchura y/o altura.

45 En las reivindicaciones dependientes se han esquematizado otras realizaciones del presente invento

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En los dibujos adjuntos se han mostrado realizaciones preferidas del invento en las que:

- La fig. 1 es una vista en sección transversal de un componente de turbina de acuerdo con una primera realización del invento, perpendicular a su eje longitudinal;
- 50 La fig. 2 es una vista en sección transversal longitudinal de un componente de turbina de acuerdo con una realización del presente invento con un solapamiento esquemático de las vistas en sección transversal a diferentes alturas de la parte de perfil aerodinámico de la fig. 1 con fines aclaratorios;
- La fig. 3 es una vista en sección transversal del componente de turbina perpendicular a su eje longitudinal, en la que se han indicado los ángulos de agujeros pasantes y placas;
- 55 La fig. 4 es una vista en sección transversal del componente de turbina perpendicular a su eje longitudinal, en la que se han indicado las líneas para los cortes A-A de las figs. 5 y B-B de la fig. 6;

La fig. 5 es un corte a lo largo de la línea A-A de la fig. 4 en la fig. 5a), mientras la fig. 5b) muestra una sección transversal agrandada de uno de los agujeros de la fig. 5a);

La fig. 6 es un corte a lo largo de la línea B-B de la fig. 4 en la fig. 6a), mientras la fig. 6b) muestra una sección transversal agrandada de uno de los agujeros de la fig. 6a); y

5 La fig. 7 es, en la fig. 7a una vista en sección transversal de un componente de turbina de acuerdo con una segunda realización del invento, perpendicular a su eje longitudinal; y en la fig. 7b se ha mostrado una vista en sección transversal de los turbuladores de la fig. 7a.

10 La fig. 8 es, en las figs. 8a-8c una vistas superior esquemática de una pared con turbuladores, de acuerdo con otra tres realizaciones del invento, en la que en la fig. 8a los turbuladores están dispuestos perpendiculares a la dirección de flujo, en las figs. 8b y 8c formando un ángulo con la dirección de flujo, y la fig. 8d muestra un corte a través de la línea C-C de la fig. 8a.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

15 Con referencia a los dibujos, que tienen el propósito de ilustrar las actuales realizaciones preferidas del invento y no tienen el propósito de limitar las mismas, la fig. 1 muestra una vista en sección transversal de una parte 7 de perfil aerodinámico de un componente de turbina 25, por ejemplo un álabe o paleta. El plano 24, que se extiende paralelo al eje longitudinal, es decir, en la dirección radial, del componente de turbina 25 ha sido marcado en la figura, dividiendo esencialmente la parte 7 de perfil aerodinámico en la mitad de un lado de succión 7c y en la mitad de un lado de presión 7d. La distancia desde el plano 24 a la pared lateral de succión 13 es igual a la distancia desde el plano 24 a la pared lateral de presión 14 en cualquier punto del plano 24 cuando es medida en la vista en sección transversal de la fig. 1.

20 La parte 7 de perfil aerodinámico, que tiene un lado de succión 10 y un lado de presión 11 está estructurada por una pared exterior lateral 13 de succión curvada y una pared exterior lateral 14 de presión curvada, que se unen entre sí en un borde delantero 8 y en un borde trasero 9 del componente de turbina 25. La pared lateral de succión 13 tiene forma convexa y la pared lateral de presión 14 tiene forma cóncava hacia el trayecto 36 de gas caliente. Dichas paredes exteriores 13, 14 delimitan y por ello encierra una cavidad central. Esta cavidad central está dividida en una región 7a de borde delantero y una región 7b de borde trasero con una primera pared o placa 15 que se extiende longitudinalmente, que conecta la pared lateral de succión con la pared lateral de presión, definiendo por ello una cámara de borde delantero 1. Dicha cámara de borde delantero 1, que forma la región 8 de borde trasero de acuerdo con la realización de la fig. 1, está limitada en un primer lado por la primera placa 15, en un segundo lado por una parte de la pared lateral de succión 13 adyacente al borde delantero 8, y en un tercer lado por una parte de pared lateral de presión 14 adyacente al borde delantero 8. Dicha primera placa 15 y/o cualquier otra placa 16-19 es preferiblemente recta, sin embargo, puede por ejemplo estar curvada o retorcida. Se puede decir que en la vista en sección transversal, la segunda placa 16 y la primera placa 15 forman juntas una "T", de la que la segunda placa 16 comprende la pata, estando basada en la pared lateral de succión 13, y formando la primera placa 15 la viga de la "T". Mediante la conexión con una segunda placa 16 en una región central de la primera placa 15, la primera placa 15 está dividida en dos brazos o partes de brazo 15a, 15b, que pueden ser definidas como una parte 15a de brazo lateral de succión y una parte 15b de brazo lateral de presión, dependiendo de la pared 13, 14 a la que está unida. Preferiblemente, las dos partes de brazo 15a, 15b son esencialmente de la misma longitud a1, a2 o están dimensionadas en una relación de longitud de a1:a2 del orden de aproximadamente 0,25 a aproximadamente 4,0, preferiblemente de aproximadamente 0,5-2,0. Como puede verse en la fig. 1, la segunda placa 16 no hace contacto con la pared lateral de presión 13, sino en un lado solamente de una parte de la pared lateral de succión 13 y en el otro lado de la primera placa 15. Con respecto al plano 24 dibujado en la fig. 1, la primera placa 15 representada está dispuesta en un ángulo θ del orden de aproximadamente 60 a aproximadamente 120 grados, preferiblemente de aproximadamente 100 a aproximadamente 120 grados, medido entre su parte 15a del lado de succión y el plano 24 hacia el borde delantero 8. La longitud de la primera placa 15 medida desde la pared lateral de presión 14 a la pared lateral de succión 13 es aproximadamente del orden de entre aproximadamente el 50% y aproximadamente el 90%, preferiblemente de entre aproximadamente el 60% y aproximadamente el 80% de la distancia máxima desde el lado de succión 10 al lado de presión 11 dentro de la parte 7 de perfil aerodinámico cuando es medida perpendicular a un plano central en una vista en sección transversal.

50 Dentro de la parte de borde trasero 7b, la cavidad está además dividida por una segunda placa 16 que se extiende longitudinalmente, que conecta una región esencialmente central de la primera placa 15 con la pared lateral de succión 14, encerrando por ello una primera cámara de entrada 2. Dicha primera cámara de entrada 2 está por ello limitada en un lado por dicha segunda placa 16, en un segundo lado por la parte 15a del brazo lateral de succión de la primera placa 15, y en un tercer lado por una parte de la pared lateral de succión 13. Dicha segunda placa 16 está dispuesta en un ángulo δ de aproximadamente 60 -100 grados, preferiblemente de aproximadamente 70-90 grados desde la primera placa 15, siendo medido dicho ángulo δ entre la primera placa 15, es decir la parte lateral de succión 15a de la primera placa 15, y la segunda placa 16 en el lado de la segunda placa 16 que mira a la pared lateral de succión 13.

De acuerdo con la fig. 1, hay previstas otras placas 17-19 que conectan la pared lateral de succión 13 con la pared lateral de presión 14 para dividir adicionalmente la región 7b del borde trasero de la cavidad: Una tercera placa 17 separa la segunda cámara de entrada 3 de una primera cámara intermedia 4, que está limitada por dicha tercera placa 17, una

parte de la pared lateral de presión 14, una cuarta placa 18 y una parte de la pared lateral de succión 13. Dicha cuarta placa 18 está dispuesta preferiblemente formando un ángulo agudo μ con respecto a la pared lateral de succión 13. Previendo una quinta placa 19, una segunda cámara intermedia 5 está encerrada por la cuarta placa 18, una parte de la pared lateral de presión 14, la quinta placa 19 y una parte de la pared lateral de succión 13. Entre la quinta placa 19 y el borde trasero 9, hay prevista una cámara de borde trasero 6. Está encerrada por la parte de la pared lateral de presión 14 adyacente al borde trasero 9, una parte de la pared lateral de succión 13 adyacente al borde trasero 9, así como por dicha quinta placa 19.

En la vista en sección transversal de la fig. 1, la tercera placa 17 mostrada está dispuesta aproximadamente perpendicular al plano 24, y esencialmente aproximadamente paralela a la segunda placa 16, mientras la cuarta placa 18 y la quinta placa 19 están ligeramente inclinadas con respecto a dicho plano 24, en el que la tercera placa 17 está dispuesta casi paralela a la segunda placa 16 y la cuarta placa 18 tiene una inclinación con respecto al plano 24 opuesta a la inclinación de la segunda placa 16 con respecto al plano 24, de tal modo que la segunda placa 16 y la cuarta placa 18 están inclinadas una hacia otra en la vista en sección transversal de la fig. 1. Otras proporciones y ángulos pueden ser vistos en la fig. 3.

De acuerdo con la fig. 1, la tercera placa 17 y la cuarta placa 18 contienen cada una dos agujeros pasantes H3, H4 y H5, H6 respectivamente, que permiten que el aire de refrigeración fluya desde una cámara a la cámara adyacente. En la vista en sección transversal, los agujeros pasantes de la tercera placa 17 están inclinados, en otras palabras, el eje de los agujeros no es perpendicular al plano longitudinal de la placa 17, 18, están situados de tal manera que el aire que fluye a través de dichos agujeros pasantes H3, H4 es dirigido en direcciones diferentes dentro de la primera cámara intermedia 4. Sin embargo, los agujeros pasantes en la cuarta placa 18 o las filas de agujeros respectivamente, están dispuestos esencialmente paralelos entre sí, cuando se mira en la vista en sección transversal de la fig. 1, de tal modo que el aire que pasa a través de dichos agujeros pasantes H1, H2 y/o H5, H6, respectivamente, fluye a través de la placa 15, 18 y a la cámara de acuerdo 1, 5 en dos corrientes paralelas.

Como puede verse en la fig. 1, las cámaras 1-6 pueden ser de distintas formas en sección transversal, dependiendo del número y formas de placas 15-19 y/o paredes 13, 14 por las que están encerradas. Aquí, la cámara de borde delantero 1, la primera cámara de entrada 2, y la cámara de borde trasero 6 son de una forma esencialmente triangular en la vista en sección transversal, ya que cada una de ellas está limitada por tres placas 15-19 y/o paredes 13, 14. Las dos cámaras intermedias 4, 5 son de una forma esencialmente trapezoidal, y la segunda cámara de entrada 3, que está limitada por cinco placas diferentes y/o paredes esencialmente tiene cinco esquinas en la vista en sección transversal.

El grosor de las placas 15-19 y/o paredes 13, 14 puede variar dependiendo del tamaño y tipo del componente de turbina. En el componente de turbina de la fig. 1, por ejemplo, la segunda placa 16 tiene un mayor grosor que la primera placa 15. Esto es especialmente preferible con relación a la función de la segunda placa 16 para soportar la primera placa 15 y/o la geometría completa de la parte 7 de perfil aerodinámico. Además, de acuerdo con la fig. 1, las placas adicionales 16-19, tienen un grosor sucesivamente menor hacia el borde trasero 9 de la región 7 de perfil aerodinámico. El grosor puede también depender del área en sección transversal de los agujeros pasantes en las placas 15-19.

Mientras la mayor parte de las cámaras 1-6 en la parte 7 de perfil aerodinámico están dispuestas en serie de tal modo que el flujo del medio de refrigeración puede ser dirigido generalmente dentro de la parte 7 de perfil aerodinámico desde una región del borde delantero 8 a una región del borde trasero 9 de la misma, ventajosamente, debido a la primera y segunda placas 15, 16 con sus agujeros pasantes H1, H2, parte del aire es también dirigida desde las cámaras de entrada 2, 3 hacia el borde delantero 8.

En el circuito de refrigeración 28 de acuerdo con el invento, el aire de refrigeración circula dentro de la parte 7 de perfil aerodinámico del componente de turbina 25 con una dirección de flujo general desde la raíz 21 a la punta 22. Sin embargo, en un sistema de tipo "refrigeración en serpentina", como se ha mostrado por ejemplo en la fig. 2, en al menos uno de los pasos, por ejemplo el paso 5 en la fig. 2, el aire fluye desde la punta 22 a la raíz 21. Con este propósito, la parte 7 de perfil aerodinámico de acuerdo con la fig. 1 tiene seis cámaras 1-6 que se extienden generalmente de manera longitudinal entre la raíz 21 y la punta 22, de las que algunas están abiertas hacia la raíz 21 (como se ha mostrado en la fig. 2). De acuerdo con la realización de la fig. 1, el aire de refrigeración 29 por ejemplo procedente del compresor entra en el álabe o paleta 25 a través de la primera cámara de entrada 2 y de la segunda cámara de entrada 3, estando representado el flujo de entrada a la parte 7 de perfil aerodinámico por las flechas de entrada 12. Después de la entrada al álabe o paleta 25, el aire de refrigeración es distribuido, es decir dirigido hacia el borde delantero 8 y el borde trasero 9. De acuerdo con lo la realización representada, el aire de refrigeración procedente de la primera cámara de entrada 2 es dirigido a la región 7a de borde delantero, es decir a la cámara de borde delantero 1, a través de una fila de agujeros pasantes H1 que se extienden longitudinalmente en la primera placa 15. El aire de refrigeración que entra en la segunda cámara de entrada 16 es dirigido tanto hacia el borde delantero 8 como hacia el borde trasero 9. El aire de refrigeración dirigido desde la segunda cámara de entrada 3 hacia el borde delantero 8 entra en la cámara de borde delantero 1 a través de al menos un agujero pasante H2, preferiblemente una fila de agujeros pasantes que se extienden longitudinalmente en la primera placa 15. El aire de refrigeración dirigido desde la segunda cámara de entrada 3 hacia el borde trasero 9 entra en una primera cámara intermedia 4 a través de al menos dos agujeros pasantes H3, H4, preferiblemente dos filas de agujeros pasantes en la tercera placa 17. Además, el aire de refrigeración puede entrar en una segunda cámara intermedia 5 procedente de la primera cámara intermedia 4 a través de al menos dos agujeros

pasantes en la cuarta placa 18 que limitan el lado de borde trasero de la primera cámara intermedia 4. Dichos agujeros pasantes H1-H6 en la realización de las figs. 1-7 son realmente longitudinales, es decir filas de agujeros de impacto que se extiende radialmente.

Debido a la estructura inclinada de los agujeros pasantes H3, H4 en la tercera placa 17, el aire de refrigeración, que pasa a través de la primera fila de agujeros pasantes H3 de la tercera placa 17 es dirigido hacia la parte de la pared lateral de succión 13 que limita la primera cámara intermedia 4, mientras que el aire que pasa a través de la segunda fila de agujeros pasantes H4 de la tercera placa 17 es dirigido hacia la parte de la pared lateral de presión 14 que limita la primera cámara intermedia 4 en el lado opuesto. El aire que pasa a través de la primera fila de agujeros pasantes H5 y de la segunda fila de agujeros pasantes H6 de la cuarta placa 18 es dirigido hacia la parte de la pared lateral de succión 13 que limita la segunda cámara intermedia 5 como dos corrientes de aire esencialmente paralelas.

Además, la parte 7 de perfil aerodinámico representada en la fig. 1 está provista con salidas de evacuación F1-F7 a través de las paredes exteriores. Preferiblemente, estas salidas de evacuación F1-F7 o agujeros de salida son llamados así preferiblemente agujeros de refrigeración por película en la superficie de perfil aerodinámico. Tanto la pared lateral de succión 13 como la pared lateral de presión 14 pueden contener tales agujeros de salida. De acuerdo con la parte 7 de perfil aerodinámico mostrada en la fig. 1, la cámara de borde delantero 1 tiene cuatro de tales salidas F4-F7 para evacuación del aire de refrigeración, en particular agujeros de refrigeración por película, de los que tres salidas F5-F7 están previstas como pasos a través de la pared lateral de succión 13, y una salida F4 como un paso a través de la pared lateral de presión 14. La segunda cámara de entrada 3 y la primera cámara intermedia 4 tienen cada una un agujero de salida F3, F2, respectivamente, a través de la pared lateral de presión 13. Un agujero de salida adicional F1 está previsto adyacente al borde trasero 9 como un paso a través de la pared lateral de presión 13. El flujo del aire de refrigeración que pasa a través de dichos agujeros F1 de refrigeración por película de borde trasero pueden tener una dirección aproximadamente paralela al plano 24 en el borde trasero 9 o pueden también estar inclinados radialmente hacia arriba hacia la parte de punta 22.

La fig. 2 muestra un componente de turbina 25, aquí un álabe, que incluye un vástago 26 y la parte 7 de perfil aerodinámico del invento. El vástago 26 incluye una plataforma 27 de álabe, que ayuda a contener radialmente el flujo de aire de la turbina y preferiblemente una cola de milano 30 o punta de álabe (véase fig. 6). El vástago 26 se une a un disco de rotor de turbina (no mostrado). Un circuito 28 de refrigerante en serpentín interno tiene conectados en serie pasos 5, 6 que se extienden generalmente de manera longitudinal, que están formados como cámaras en la vista en sección transversal de la fig. 1, y son denominados como cámaras a continuación.

El aire refrigerante fluye en general desde la raíz 21 a la punta 22 del componente de turbina 25, siendo alimentada la parte 7 de perfil aerodinámico por aire de refrigeración que ha sido descargado desde una salida de extremidad del compresor (no mostrada). El refrigerante que procede del compresor entra en la parte 7 de perfil aerodinámico a través de pasos o cámaras longitudinales adyacentes 2, 3, es decir de la primera cámara de entrada 2 y de la segunda cámara de entrada 3. El aire procedente de la primera cámara de entrada 2 y de la segunda cámara de entrada 3 es dirigido a la cámara de borde delantero 1. Desde la cámara de borde delantero 1, el aire de evacuación puede salir al trayecto 36 de gas caliente a través de los agujeros de salida F4-F7, preferiblemente agujeros de refrigeración por película, a través de las paredes exteriores 13, 14, es decir la pared lateral de succión 13 y/o la pared lateral de presión 14 de la parte 7 de perfil aerodinámico. Adicional o alternativamente a los agujeros de refrigeración por película, pueden también estar previstos agujeros de polvo en la punta 21. Generalmente, el aire de refrigeración es sometido a una pérdida de presión cuando fluye desde la raíz 21 a la punta 22 y entre cámaras. Por consiguiente, los agujeros pasantes H1-H6 entre placas 15-19 pueden estar dimensionados consecuentemente, de tal modo que la pérdida de presión no tenga ninguna consecuencia sobre el volumen de aire dirigido entre las cámaras de la parte 7 de perfil aerodinámico y de la parte de punta 22.

El aire procedente de la segunda cámara de entrada 3 sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, no es dirigido solamente hacia el borde delantero 8, sino también hacia el borde trasero 9 de la parte 7 de perfil aerodinámico. Dicho flujo de aire pasa a través de la tercera placa 17 y después de pasar por la primera cámara intermedia 4, una parte del mismo pasa a través de la cuarta placa 18, a la segunda cámara intermedia 5. En la segunda cámara intermedia 5, que está abierta hacia la raíz 21, el aire fluye en una dirección longitudinal, en otras palabras radialmente hacia adentro hacia la raíz 21 (hacia abajo de acuerdo con la vista de la fig. 2) y entra en la cámara de borde trasero 6 en una curva de 180 grados, por lo que el aire cambia su dirección de circulación y puede fluir de nuevo hacia arriba hacia la punta 22 de la parte 7 de perfil aerodinámico y ser evacuado a través del agujero de salida F1 del borde trasero, posiblemente también a través de otros agujeros de refrigeración por película F2-F7 en las paredes exteriores 13, 14 de la superficie de perfil aerodinámico, preferiblemente no sólo en la punta 22, sino ya a lo largo del camino desde la raíz 21 a la punta 22. Adicionalmente, parte del aire puede ser también descargado desde la plataforma 27 de álabe mediante secciones de raíz de las filas de agujeros pasantes H3-H6 (no mostrados).

El aire refrigerante puede salir de la superficie de perfil aerodinámico a través de agujeros de salida F1-F7, que preferiblemente son agujeros de refrigeración por película. Las flechas en la fig. 2 indican la dirección del flujo de aire. Las pequeñas flechas curvadas a través de las placas 15, 17, 18 indican el flujo del aire de refrigeración a través de los agujeros pasantes H1-H6 en las placas 15, 17, 18, mientras las flechas rectas que salen de las paredes exteriores 13, 14 indican agujeros de salida, es decir agujeros de refrigeración por película, al trayecto 36 de gas caliente.

Los pasos, es decir las cámaras 1-6 están específicamente dimensionados en términos del área en sección transversal del paso y de la relación de aspecto del paso (h/w). Ambos de estos parámetros definen la caída de presión a través de los agujeros pasantes H1-H6, y el flujo de masa de refrigeración que entra en las cámaras 1-6. La altura h y la anchura w de algunas de las cámaras 1-6 están definidas por la fig. 3. La relación de aspecto del paso (h/w) para cada paso tiene aproximadamente los siguientes rangos: cámara 1: $h_1/w_1=0,8-1,2$; cámara 2: $h_2/w_2=0,3-0,5$; cámara 3: $h_3/w_3=1,7-2,2$; cámara 4: $h_4/w_4=1,1-1,6$; cámara 5: $h_5/w_5=0,5-1,0$; cámara 6: $h_6/w_6=0,1-0,3$. Las cámaras 1-6 están específicamente dimensionadas en términos del área de paso y de la relación de aspecto de tal modo que el aire de refrigeración puede ser descargado desde los agujeros de refrigeración por película F1-F7 con una presión, flujo de masa de refrigeración y velocidad predeterminados al trayecto de gas caliente exterior. La anchura w_1-w_6 está definida como se ha indicado en la fig. 3 y es medida típicamente a lo largo del plano longitudinal central 24 para las cámaras 1 y 4-6. La altura h_1-h_6 está definida como se ha indicado en la fig. 3 y es medida típicamente a medio camino a lo largo del plano longitudinal central 24 y perpendicular al hecho plano dentro de la cámara correspondiente a las cámaras 3, 4, 5 con más de tres paredes. Para las cámaras 1, 2, 6 con forma triangular, la altura h_1, h_2, h_6 es típicamente la máxima longitud proyectada de una pared sobre el plano longitudinal central 24.

Además, el grosor de las placas 15, 17, 18 que contienen los agujeros pasantes H1-H6 están dimensionados o adaptados a medida de acuerdo con el grosor de la pared adyacente. La relación de grosor de placa al grosor de pared varía en el orden de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,3 a lo largo de la altura de placa en dirección longitudinal, es decir radial y preferiblemente es reducido gradual o sucesivamente desde la raíz 21 a la punta 22 del álabe.

Como se ha mencionado antes, de acuerdo con la realización mostrada en las figuras, los agujeros pasantes H1-H6 son de hecho filas de agujeros pasantes, en las que los agujeros están dispuestos uno sobre cada otro en una dirección longitudinal del componente 25 de turbina o de la placa 15, 17, 18, respectivamente. Preferiblemente, la distancia p entre dos agujeros adyacentes (entre dos primeros extremos de dos agujeros adyacentes) es esencialmente constante a todo lo largo de la longitud completa de una fila. Si dos filas de agujeros H1-H6 están dispuestas en una placa 15, 17, 18, los agujeros de las dos filas pueden o bien estar situados a la misma altura a lo largo de eje longitudinal L del componente 25 de turbina o de la placa 15, 17, 18, o bien de manera escalonada. Generalmente, los agujeros son de forma esencialmente cilíndrica, aunque su forma en sección transversal puede ser por ejemplo redonda o anisotrópica. Los agujeros anisotrópicos son definidos como que tienen un primer eje principal del área I_1 en sección transversal y un segundo eje principal del área I_2 en sección transversal. Preferiblemente, los agujeros están dispuestos en la placa de tal modo que el primer eje principal I_1 de los agujeros es esencialmente paralelo al eje longitudinal L del componente 25 de turbina o placa 15, 17, 18, y el segundo eje principal I_2 de los agujeros está dispuesto esencialmente perpendicular a dicho eje longitudinal L. Preferiblemente, el primer eje principal I_1 de un agujero anisotrópico no es igual a su segundo eje principal I_2 , más preferiblemente el primer eje principal I_1 es mayor que el segundo eje principal I_2 .

Los agujeros pasantes anisotrópicos, están dimensionados específicamente con una relación de un primer eje principal a un segundo eje principal del agujero que oscila desde aproximadamente 1,2 a aproximadamente 2,5, siendo la relación preferiblemente de aproximadamente 1,8 a 2,2. Los agujeros de impacto que forman los pasos H1-H6 están alineados en un ángulo β de entre aproximadamente 25 grados a aproximadamente 45 grados con la superficie de la pared 23 impactada (como se ha definido por el ángulo β en la fig. 3). Este ángulo β , del que β_1, β_2 y β_5 están indicados en la fig. 3, varía a lo largo de la longitud radial de cada una de las placas de álabe 15, 17, 18, de tal manera que el efecto de impacto sobre las superficies de pared interna de la pared lateral de succión 13 y/o de la pared lateral de presión 14 es maximizado. Los ángulos específicos β_1, β_2 y β_5 están indicados como ejemplos en la fig. 3, en la que β_1 es el ángulo entre el primer agujero pasante H1, es decir entre la dirección de flujo de aire a través del agujero pasante H1 y la pared lateral de succión 13, que es impactada por el aire que circula a través de dicho agujero pasante H1, mientras β_2 está definido como el ángulo entre el segundo agujero pasante H2, es decir entre la dirección de flujo del aire a través del segundo agujero pasante H2 y la pared lateral de presión 14, que es impactada por el aire que circula a través de dicho agujero pasante H2, y β_5 es definido como el ángulo entre el quinto agujero pasante H5, es decir entre la dirección de flujo de aire a través del quinto agujero pasante H5 y la pared lateral de succión 13, que es impactada por el aire que circula a través de dicho agujero pasante H5.

Preferiblemente, y como se ha mostrado en la fig. 5, los agujeros pasantes H1-H6 están orientados radialmente a lo largo de la placa (distancia p en la fig. 5) a una distancia del orden de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 3,5 veces el diámetro d del agujero y preferiblemente a una distancia de aproximadamente 3 veces el diámetro d del agujero, con respecto a agujeros circulares, o aproximadamente 2,0 a aproximadamente 4,0 veces la longitud del agujero a lo largo del eje I_1 más largo con respecto a agujeros formados anisotrópicamente.

Como se ha mostrado en la fig. 5, en la cámara de borde delantero 1, las filas de los agujeros pasantes H1 y H2 están escalonadas una con relación a otra. De acuerdo con la fig. 6, en la primera cámara intermedia 4, los agujeros pasantes H3, H4 están también escalonados uno con relación al otro en las filas respectivas. También, preferiblemente, los agujeros de la primera fila de agujeros pasantes H5 de la cuarta placa 18 están escalonados con relación a los agujeros de la primera fila de agujeros pasantes H3 de la tercera placa 17, y los agujeros de la segunda fila de agujeros pasantes H6 de la cuarta placa 18 están escalonados con relación a los agujeros de la segunda fila de agujeros pasantes H4 de la tercera placa 17.

La alineación de las placas 15, 17, 18 que contienen los agujeros pasantes H1-H6 con relación a la pared cóncava o convexa adyacente es definida específicamente de tal modo que el efecto de refrigeración por impacto desde los pasos H1-H6 en las superficies interiores de las paredes exteriores 13, 14 de la parte 7 de perfil aerodinámico es maximizado y adicionalmente las áreas de paso y las relaciones de aspecto son mantenidas: En la fig. 3, la primera placa 15 tiene un ángulo de tracción ϵ_1 del orden de aproximadamente 15 a aproximadamente 30 grados. El ángulo de tracción ϵ_1 - ϵ_5 de una placa 15-19 es definido como el ángulo entre una placa 15-19 y una dirección vertical V1-V5 con respecto a la vista esquemática de la fig. 3, estando indicadas dichas direcciones verticales V1-V5 en la fig. 3 con el propósito de clarificar las posiciones relativas de los ángulos de tracción ϵ_1 - ϵ_5 en esta figura. En la segunda placa 16, el ángulo de tracción ϵ_2 es del orden de aproximadamente 55 a aproximadamente 80 grados. En la tercera placa 17, el ángulo de tracción ϵ_3 es del orden de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 grados. En la cuarta placa 18, el ángulo de tracción ϵ_4 es del orden de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 grados. En la quinta placa 19, el ángulo de tracción ϵ_5 es del orden de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 grados.

Como puede verse en la fig. 7a, en la realización mostrada, todas las cámaras 1-6 contienen al menos una pared 23 con turbuladores 31. La cámara de borde delantero 1, así como la primera y segunda cámaras intermedias 4, 5 contienen turbuladores 31 de acuerdo con la realización mostrada en la fig. 7b. Los turbuladores 31 están situados en el interior de una cámara 1-6 en la pared lateral de succión exterior 13 o en la pared lateral de presión 14. Las flechas 33 indican la circulación de aire procedente de los agujeros de impacto pasantes correspondientes H1-H6. Preferiblemente, los agujeros H1-H6 están dispuestos de tal modo que el aire procedente de los agujeros H1-H6 encuentra a la pared 23 entre dos aletas 31a. Es ventajoso por ello si los turbuladores 31 o las aletas 31a, de los mismos, respectivamente, están dispuestos en una manera escalonada con respecto a los agujeros H1-H6 a lo largo del eje longitudinal L. El aire procedente de los agujeros pasantes H1-H6 se dice que "impacta" sobre tales turbuladores 31, o sobre la pared 23, respectivamente, entre tales aletas 31a de tal modo que el coeficiente de transferencia de calor desde la superficie de pared impactada 23 es mejorado significativamente. El aire que llega sobre una superficie de anura 32 del turbulador 31 en el lado de cámara 35 es desviado lateralmente sobre las paredes laterales de las aletas 31a y es por ello dirigido de nuevo o hecho girar en remolino de nuevo a la cámara 1-6. Los turbuladores 31 de la primera y segunda cámaras de entrada 2, 3 y de la cámara de borde trasero 6, están inclinados en un ángulo con relación a la dirección de flujo, siendo el flujo en dirección radial dentro de las cámaras 2, 3, 6, como se ha mostrado en la fig. 2. Las aletas 31a pueden ser de distintas formas geométricas en sección transversal, por ejemplo, redondos, triangulares, trapezoidales, etc.

Las figs. 8a-8C muestran disposiciones de turbuladores 31 de acuerdo con tres realizaciones del invento, en las que sólo se ha mostrado dos elementos turbuladores contiguos, es decir las aletas 31a. De acuerdo con la fig. 8a, los turbuladores 31 están dispuestos esencialmente perpendiculares a la dirección de flujo D del aire. En la realización de la fig. 8b, los turbuladores 31, o sus aletas 31a, respectivamente, están dispuestos en un ángulo α , que puede oscilar desde aproximadamente 5 a aproximadamente 90 grados, y puede por ejemplo ser de aproximadamente 40 grados con respecto a la dirección de flujo, mientras en la realización de la fig. 8c, los turbuladores 31 están dispuestos en un ángulo α , que puede oscilar desde aproximadamente 0 a aproximadamente 135 grados, y puede por ejemplo ser de aproximadamente 140 grados con respecto a la dirección de flujo. Generalmente, dicho ángulo de situación α es del orden de aproximadamente 45 grados a aproximadamente 135 grados. Los turbuladores 31, o sus aletas 31a, respectivamente, están dispuestos de tal modo que dirigen al menos una parte del flujo de aire al menos a un agujero pasante, o a una fila de agujeros pasantes H1 -H6 o a agujeros de salida de refrigeración por película F1-F7 o a filas de los mismos. La anchura inferior x_1 , de una aleta 31a de un turbulador, tal como por ejemplo la base de una aleta trapezoidal 31a, está indicada con el número de referencia x_1 en la fig. 8d. De acuerdo con la realización mostrada en la fig. 8d, que muestra un corte a través de la línea C-C de la fig. 8a, la anchura de la aleta trapezoidal 31a en su extremo superior está indicada con el número de referencia x_2 , mientras su altura está indicada como y . La distancia desde un primer extremo superior de una primera aleta a un primer extremo superior de una segunda aleta, es decir entre dos extremos correspondientes o equivalentes de las aletas adyacentes 31a está indicada como z . El ángulo θ definido por los lados inclinados es decir la envolvente trapezoidal de la aleta trapezoidal 31a varía preferiblemente entre aproximadamente 10 grados y aproximadamente 35 grados. La relación de la anchura inferior x_1 a la anchura superior x_2 preferiblemente es del orden de aproximadamente 1,25 a aproximadamente 1,55, mientras la relación de la anchura superior x_2 a la altura y de una aleta 31a es preferiblemente del orden de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,3, y la relación de la distancia z entre dos aletas 31a a la altura y de una aleta 31a es del orden de aproximadamente 5 a aproximadamente 12.

LISTA DE NÚMEROS DE REFERENCIA

	1	cámara de borde delantero
	2	primera cámara de entrada
	3	segunda cámara de entrada
5	4	primera cámara intermedia
	5	segunda cámara intermedia
	6	cámara de borde trasero
	7	parte de perfil aerodinámico
	7a	región de borde delantero
10	7b	región de borde trasero
	7c	mitad del lado de succión
	7d	mitad del lado de presión
	8	borde delantero
	9	borde trasero
15	10	lado de succión
	11	lado de presión
	12	entrada de aire
	13	pared lateral de succión
	14	pared lateral de presión
20	15	primera placa
	15a	parte de brazo lateral de succión de 15
	15b	parte de brazo lateral de presión de 15
	16	segunda placa
	17	tercera placa
25	18	cuarta placa
	19	quinta placa
	20	eje longitudinal de componente de turbina
	21	parte de raíz
	22	parte de punta
30	23	parte impactada
	24	plano longitudinal central
	25	componente de turbina
	26	vástago
	27	plataforma
35	28	circuito refrigerante
	29	aire de refrigeración procedente del dispositivo de combustión

	30	cola de milano
	31	promotor de turbulencia, turbulador
	31a	aleta
	32	ranura
5	33	aire de refrigeración procedente de los agujeros de impacto
	34	pared opuesta al lado de 23
	35	cámara opuesta al lado de 23
	36	trayecto de gas caliente
	37	canal
10		
	D	dirección del flujo de aire
	H1-H6	agujeros pasantes, filas de agujeros de impacto
	F1-F7	agujeros de salida de refrigeración por película
	a1	longitud de 15a
15	a2	longitud de 15b
	d	diámetro del agujero de impacto circular
	h	altura de cámara de cámara
	w	anchura de cámara
	h/w	relación de aspecto
20	l1	primer eje principal de agujero
	l2	segundo eje principal de agujero
	x1	anchura inferior/de base de 31a
	x2	anchura superior de 31a
	y	altura de 31a
25	z	distancia entre dos extremos correspondientes de 31a
	α	ángulo de posición de 31a
	β	ángulo de agujero pasante
	$\beta_{1, 5}$	ángulo de H1, H5 con la pared lateral de succión
	β_2	ángulo de H2 con la pared lateral de presión
30	γ	ángulo entre 15 y 24
	δ	ángulo entre 15 y 16
	ε_{1-5}	ángulo de tracción de 15-19
	μ	ángulo entre 14 y 17
	θ	ángulo de envolvente de 31a

REIVINDICACIONES

1.- Un componente (25) de motor de turbina de gas que comprende:

a lo largo de un eje longitudinal del componente una raíz (21) y una punta (22), y que comprende además una parte (7) de perfil aerodinámico que tiene un borde delantero o de ataque (8), un borde trasero o de fuga (9), una pared lateral de succión exterior (13) y una pared lateral de presión exterior (14) que se extiende entre dicho borde delantero (8) y dicho borde trasero (9), encerrando dichas paredes exteriores (13, 14) una cavidad central (1-6) para el paso de aire de refrigeración desde la raíz (21) a la punta (22) y/o viceversa;

en el que dicha cavidad está dividida en una región (7a) de borde delantero y una región (7b) de borde trasero por al menos una primera placa (15) que se extiende longitudinalmente que conecta dicha pared lateral de succión (13) con dicha pared lateral de presión (14), definiendo por ello en la región (7a) de borde delantero una cámara (1) de borde delantero;

en el que hay prevista una segunda placa (16) que se extiende longitudinalmente, conectando dicha primera placa (15) con la pared lateral de succión (13), definiendo por ello una primera cámara de entrada (2) en el lado de succión (10) de la segunda placa (16) y una segunda cámara de entrada (3) para aire de refrigeración en la región de borde trasero;

en el que dicha primera placa (15) está provista con al menos un agujero pasante (H1) entre la primera cámara de entrada (2) y la cámara (1) de borde delantero, mientras que la segunda placa (16) está desprovista de aberturas

y en el que al menos un agujero pasante (H1) en la primera placa (15) entre la primera cámara de entrada (2) y la cámara de borde delantero (1) es una fila de agujeros que se extiende longitudinalmente,

caracterizado por que

el área en sección transversal de los agujeros (H1) dentro de la fila es mayor en una región de la punta (22) que en una región de la raíz (21).

2.- El componente (25) según la reivindicación 1, en el que la primera placa (15) está dividida en dos partes de pared longitudinales (15a, 15b) por dicha segunda placa (16); preferiblemente en una región de la primera placa (15) situada a lo largo de la primera placa (15) entre el 30% y el 70% más preferiblemente entre el 40% y el 60%, más preferiblemente aproximadamente a la mitad de la distancia entre la pared lateral de succión (13) y la pared lateral de presión (14).

3.- El componente (25) según la reivindicación 1 ó 2, en el que el área en sección transversal de los agujeros (H1) es incrementado de forma escalonada o sucesiva desde la raíz (21) a la punta (22).

4.- El componente (25) según una de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha primera placa (15) está adicionalmente provista con al menos un agujero pasante (H2) entre la segunda cámara de entrada (3) y la cámara de borde delantero (1), siendo al menos dicho agujero pasante (H2) preferiblemente una fila de agujeros que se extiende longitudinalmente, más preferiblemente agujeros de impacto.

5.- El componente (25) según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la pared lateral de succión (13) y/o la pared lateral de presión (14) está provista con al menos un agujero de salida (F1-F7) para la evacuación de aire de refrigeración, siendo al menos preferiblemente dicho agujero de seguridad un agujero de refrigeración por película.

6.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos una tercera placa (17) que conecta la pared lateral de succión (13) con la pared lateral de presión (14) está prevista sobre el lado del borde trasero de la segunda cámara de entrada (3) de tal manera que separa la segunda cámara de entrada (3) de una primera cámara intermedia (4, 5).

7.- El componente (25) según la reivindicación 6, en el que al menos una placa adicional (17-19) está provista con al menos un agujero pasante (H3-H6), en el que preferiblemente al menos una placa adicional (17-19) está provista con al menos dos agujeros pasantes (H3-H6); en el que al menos un agujero pasante (H3-H6) preferiblemente es una fila de agujeros que se extiende longitudinalmente, preferiblemente de agujeros de impacto.

8.- El componente (25) según la reivindicación 6 en el que al menos uno de al menos uno de los agujeros pasantes (H3-H6) en la tercera y/o la cuarta placa (17-19) el área en sección transversal del agujero pasante y/o de los agujeros dentro de al menos una, preferiblemente dos filas (H3-H6) es mayor en una región de la punta (22) que en una región de la raíz (21), y que preferiblemente el área en sección transversal de los agujeros (H3-H6) está escalonada o sucesivamente incrementada desde la raíz (21) a la junta (22).

9.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dicha región de borde posterior (7b) tiene una cámara de borde trasero (6) que está provista con al menos un agujero de salida (F1) en la pared lateral de succión (13) o en la pared lateral de presión (14) de la parte (7) de perfil aerodinámico, siendo preferiblemente dicho agujero de salida un agujero de refrigeración por película, y siendo ajustado el tamaño de al menos dicho agujero de salida preferiblemente a las áreas en sección transversal de los agujeros (H1-H6) dentro de la parte de perfil

aerodinámico.

- 5 10.- El componente (25) según una de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos una de las cámaras (1, 4-6) tiene un canal (37) dispuesta esencialmente perpendicular al eje longitudinal (L) del componente de turbina (25) en una región de la raíz (21) y/o de la punta (22) de tal manera que el aire de refrigeración pueda pasar a través de dicho canal (37) y tenga la dirección de flujo opuesta de la cámara de la que llegó (1-6), en el que, preferiblemente, el canal (37) está formado de tal modo que el flujo de aire es dirigido para cambiar su dirección en aproximadamente 180 grados.
- 10 11.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones 6-10, en el que al menos un agujero pasante (H3-H6) en al menos una placa adicional (17, 18) es una fila de agujeros que se extiende longitudinalmente, y en el que preferiblemente en al menos una fila (H3-H6) de agujeros en al menos una placa adicional (17, 18), los agujeros (H3 -H6) tienen una sección transversal, en la que un primer eje principal (I1) del agujero (H3 -H6) en la dirección del eje longitudinal (L) del componente (25) o de la placa adicional (17, 18) es diferente de un segundo eje principal (I2) del agujero (H3 -H6) en una dirección perpendicular al plano de la placa (17, 18), y en el que preferiblemente el primer eje principal (I1) del agujero (H3-H6) es mayor que el segundo eje principal (I2) del agujero (H3-H6).
- 15 12.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la segunda placa (16) tiene un grosor igual o mayor que la primera placa (15).
- 20 13.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la longitud de la primera placa (15) desde la pared lateral de presión a la pared lateral de succión es esencialmente del orden de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 por ciento, preferiblemente del orden de aproximadamente 60 a aproximadamente 80 por ciento de la distancia máxima desde el lado de succión (10) al lado de presión (11) dentro de la parte (7) de perfil aerodinámico medida perpendicular al plano central (24) es una vista en sección transversal.
- 25 14.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la parte de la pared lateral de succión (13) y/o la pared lateral de presión (14) que limitan al menos un lado de la cámara de borde delantera (1) comprende adicionalmente al menos un agujero de salida (F4-F7), preferiblemente al menos una fila de agujeros de salida que se extiende longitudinalmente, preferiblemente al menos dos agujeros de salida o filas de agujeros de salida que se extiende longitudinalmente, respectivamente, para descarga del medio de refrigeración al trayecto de aire caliente (36), siendo preferiblemente dichos agujeros de salida agujeros de refrigeración por película, y en el que preferiblemente también al menos la segunda cámara de entrada (16) y/o al menos otra cámara (3 -6) está provista con al menos un agujero de salida (F2-F3) o al menos una fila de agujeros de salida en una de sus partes limítrofes de la pared lateral de succión (13) y/o de la pared lateral de presión (14).
- 30 15.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos una de las cámaras (1-6) está provista con al menos un promotor de turbulencia (31), preferiblemente en forma de estructuras como aletas (31a) útiles para obstrucción/desviación de un trayecto de flujo.
- 35 16.- El componente (25) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera placa (15) está dispuesta en un ángulo de aproximadamente 60-120 grados, preferiblemente de aproximadamente 75-100 grados con respecto a un plano central (24) que divide longitudinalmente la parte (7) de perfil aerodinámico en una mitad lateral de succión (7c) y una mitad lateral de presión (7d), y/o preferiblemente la segunda placa (16) se extiende desde la primera placa (15) en un ángulo de aproximadamente 60-120 grados, preferiblemente aproximadamente de 75-100 grados.

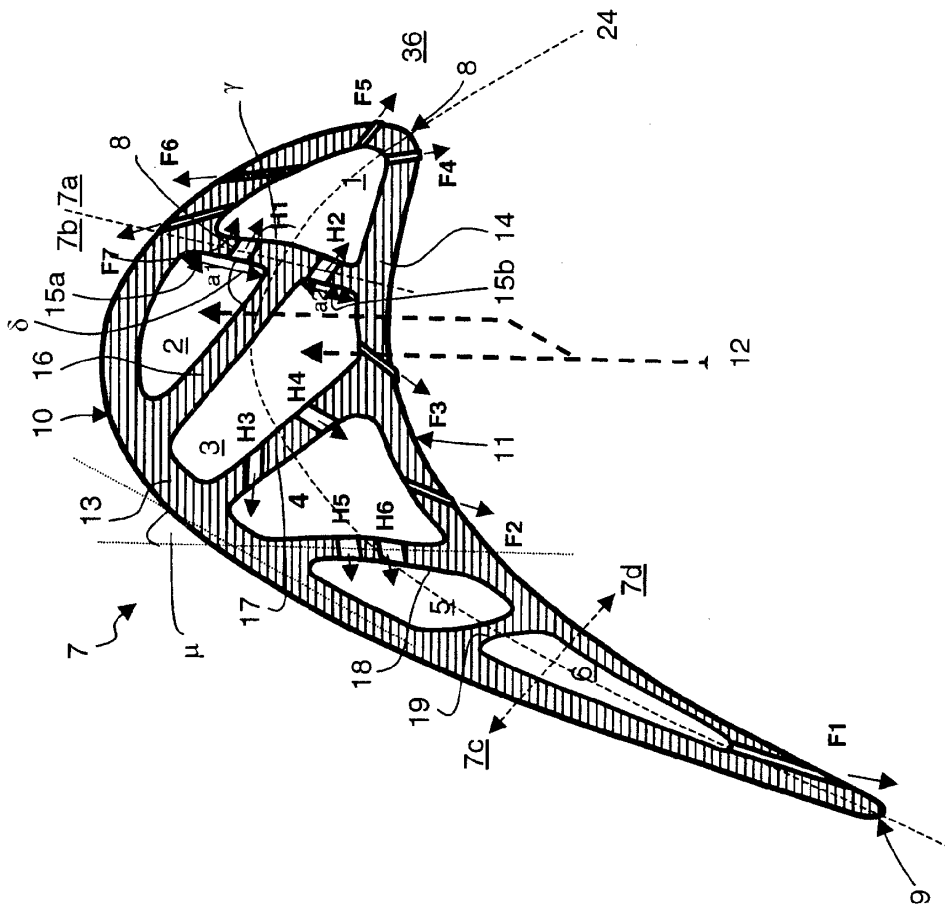


FIG. 1

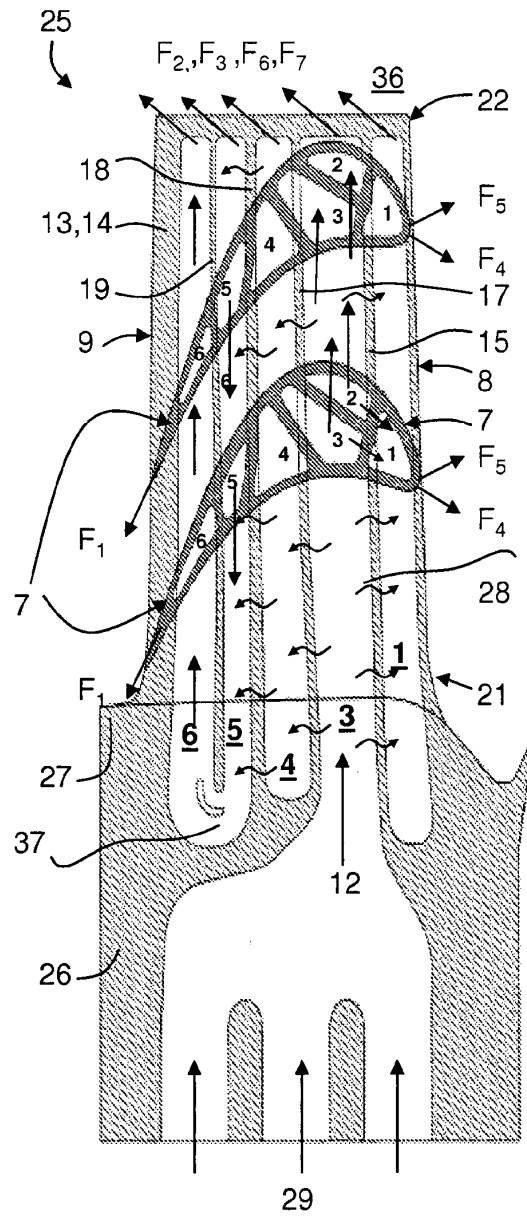


FIG. 2

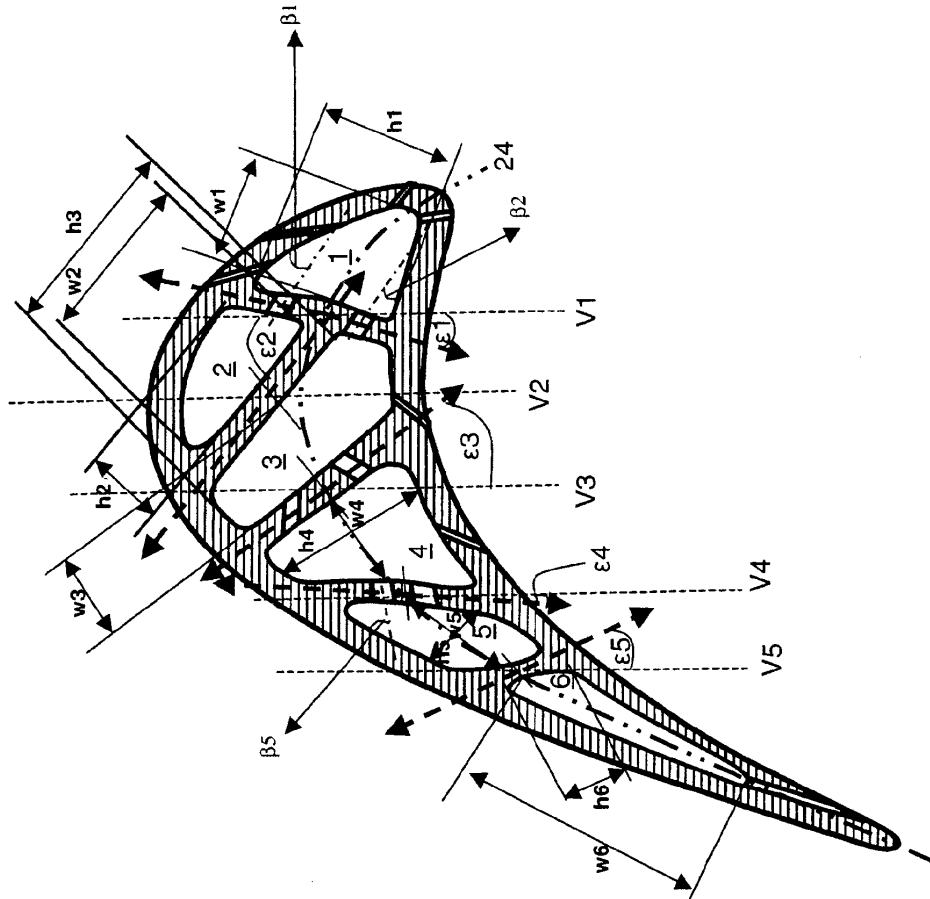


FIG. 3

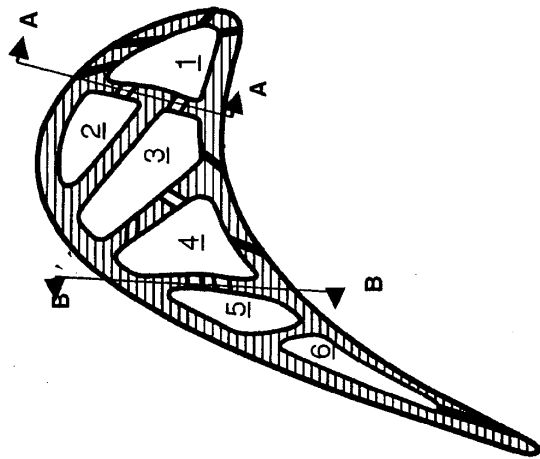


FIG. 4

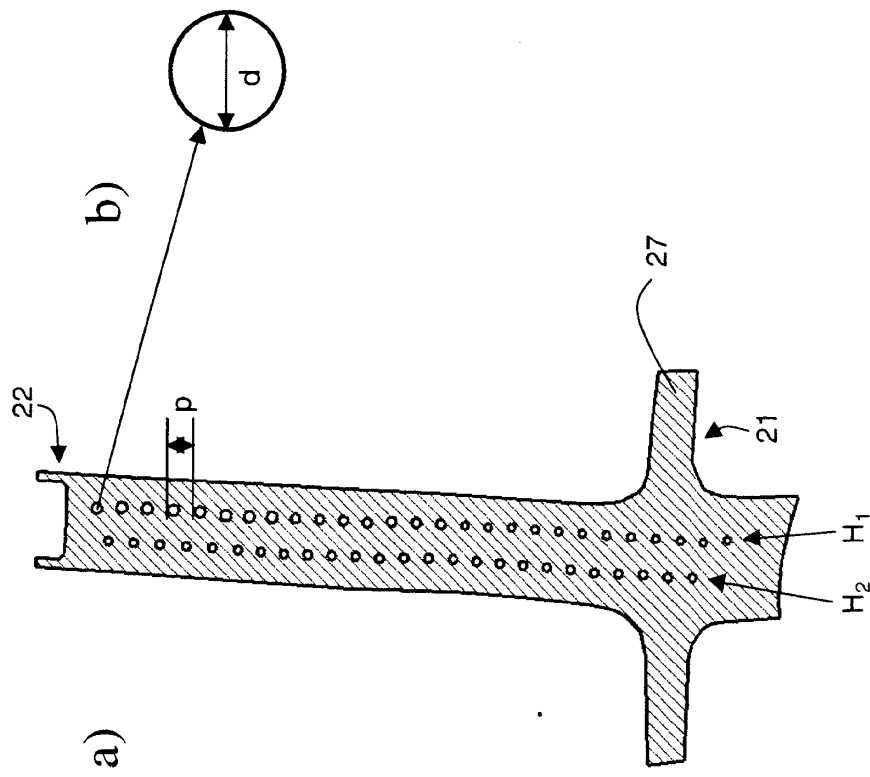


FIG. 5

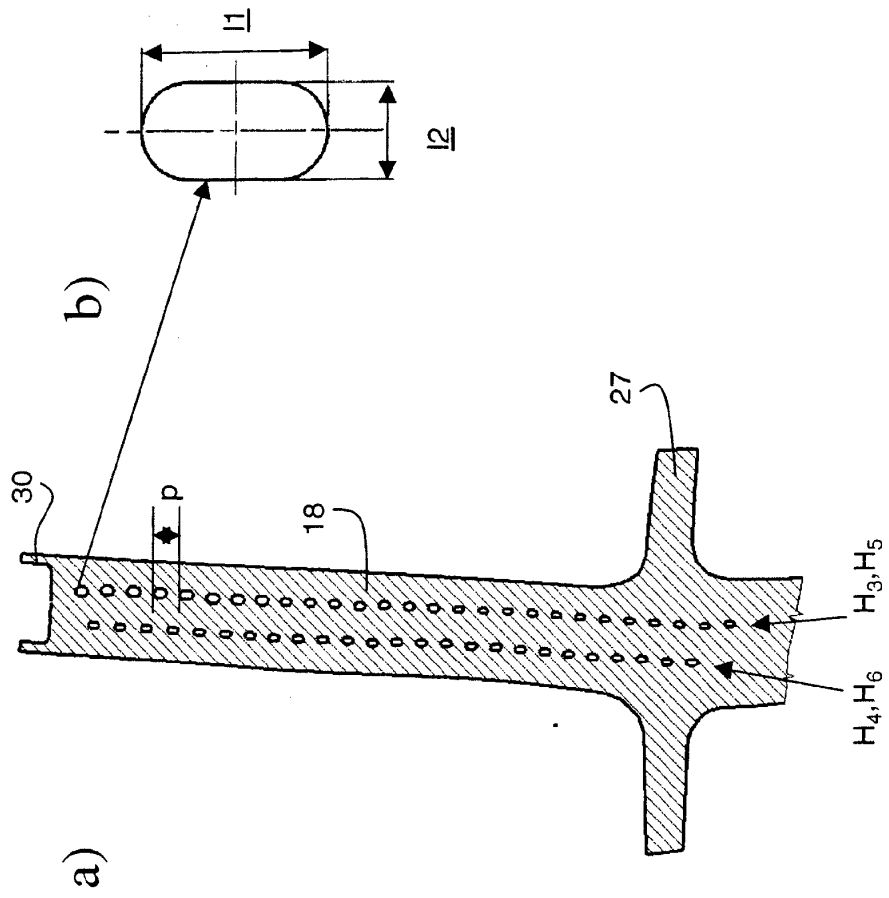
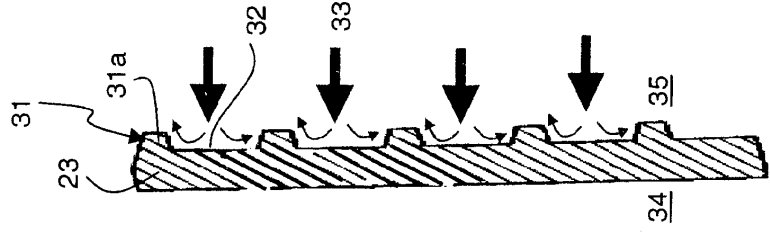
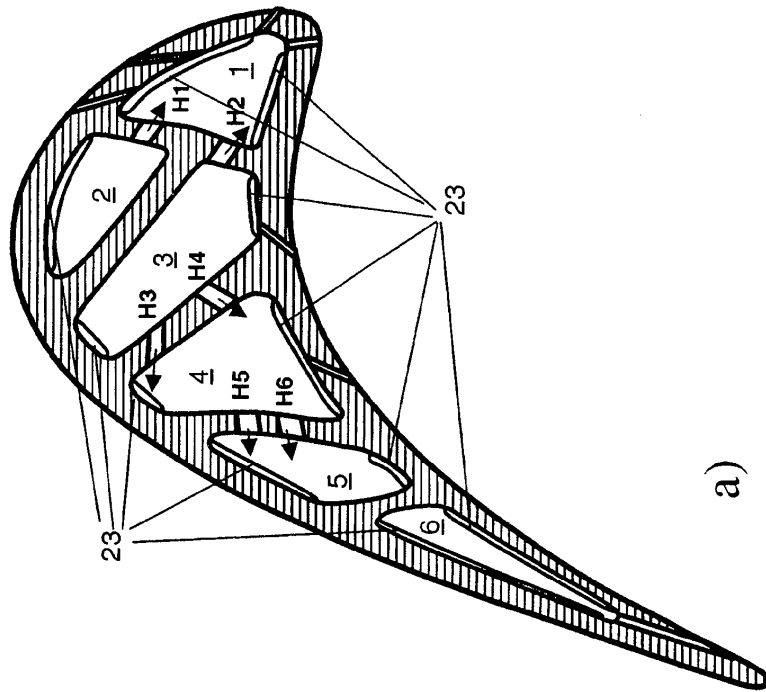


FIG. 6



b)



a)

FIG. 7

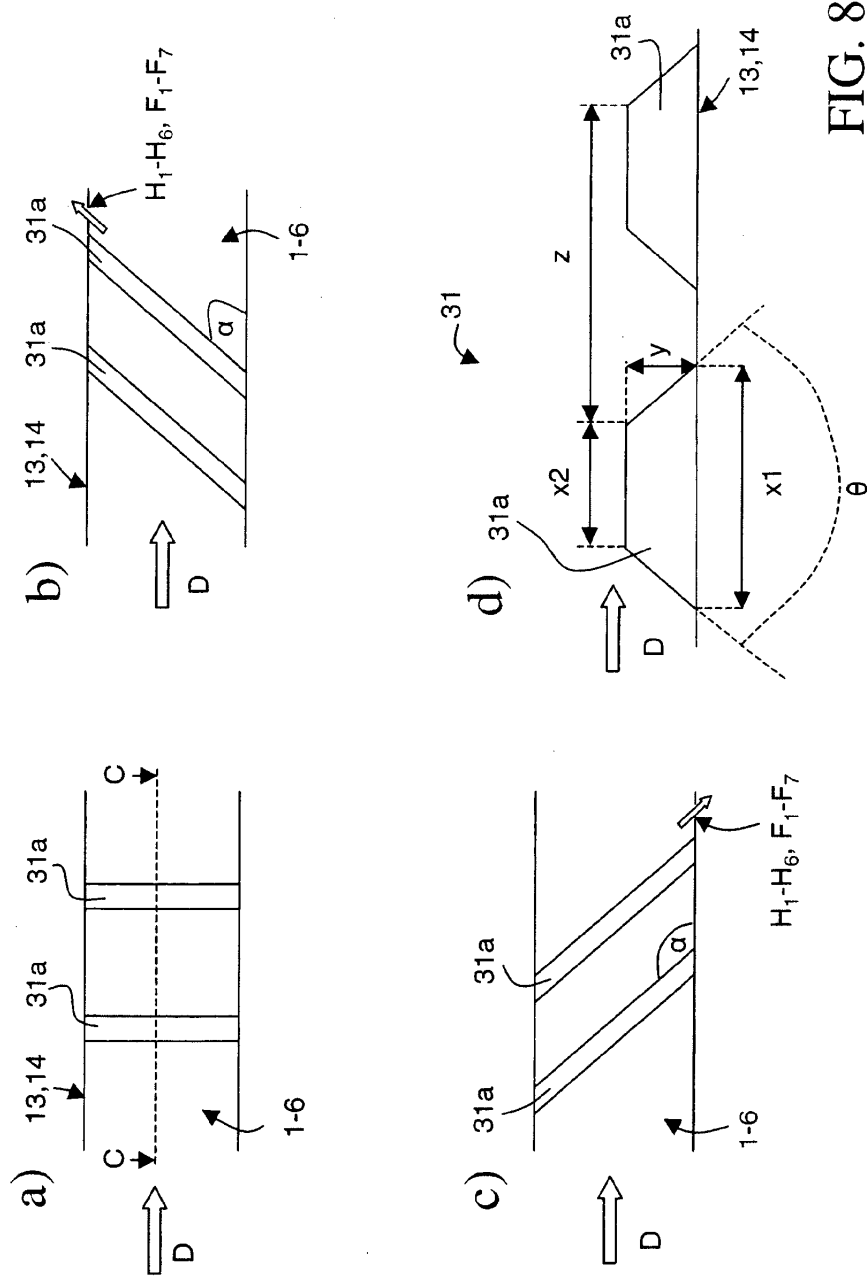


FIG. 8