

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 014 763**

(51) Int. Cl.:

F01D 5/18 (2006.01)

F01D 9/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2021 E 21382538 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2024 EP 4105441**

(54) Título: **Perfil aerodinámico para un motor de turbina**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.04.2025

(73) Titular/es:

ITP NEXT GENERATION TURBINES S.L.
(100.00%)
Parque Tecnológico Edificio 300
48170 Zamudio, Bizkaia, ES

(72) Inventor/es:

ÁLVAREZ GARCÍA, JOSÉ JAVIER

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 3 014 763 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 para un motor de turbina

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de perfiles aerodinámicos de turbinas, y más particularmente a la refrigeración en el borde de salida de perfiles aerodinámicos de turbinas.

En particular, la presente invención propone un perfil aerodinámico que aborda el uso de una configuración de refrigeración específica en el borde de salida del perfil aerodinámico para aplicaciones de flujo de refrigeración bajo y alto.

Técnica anterior

Uno de los problemas más críticos a los que se enfrentan las turbomáquinas es cómo prevenir el sobrecalentamiento de componentes de turbina mediante refrigeración de la sección de turbina usando fluido de refrigeración aspirado a partir de la sección de compresor.

Normalmente, se hace fluir el fluido de refrigeración a través y alrededor de diversas estructuras dentro de la sección de turbina. Se hace fluir una porción del fluido de refrigeración a través de los perfiles aerodinámicos de turbina, que tienen pasos internos para el paso de fluido de refrigeración.

Un perfil aerodinámico de una turbina habitualmente comprende un borde de salida, un borde de ataque y una pared lateral de succión y una pared lateral de presión que se extienden ambas axialmente entre el borde de ataque y el borde de salida. El borde de salida de un álabe o pala refrigerada está habitualmente dotado de un recorte que consiste en que la pared lateral de succión se extiende adicionalmente aguas abajo de la pared lateral de presión.

A medida que el flujo de refrigeración pasa a través de los pasos a partir del perfil aerodinámico, se transfiere calor desde las superficies de perfil aerodinámico de turbina hasta el fluido de refrigeración. Los pasos incluyen una variedad de mecanismos, tales como tiras de desplazamiento y pedestales, para maximizar la transferencia de calor entre el fluido de refrigeración y el perfil aerodinámico de turbina. El fluido de refrigeración sale al interior de la trayectoria de flujo a través de orificios de refrigeración distribuidos alrededor de la sección de perfil aerodinámico del perfil aerodinámico de turbina.

El borde de salida de perfiles aerodinámicos refrigerados se refriera normalmente o bien mediante ranuras moldeadas o bien mediante orificios de película en el lado de presión de perfil aerodinámico. Las ranuras moldeadas presentan un mejor rendimiento que los orificios de película dado que pueden proporcionar perfiles de eficacia de refrigeración superior y más uniforme a lo largo de la envergadura del perfil aerodinámico y expulsar la refrigeración adicionalmente aguas abajo más cerca del borde de salida de perfil aerodinámico.

Sin embargo, el uso de ranuras moldeadas está restringido a aplicaciones de flujo de refrigeración relativamente grande dado que sus áreas de flujo grandes asociadas, que están dictadas por los valores de altura de ranura mínimos de fabricación que pueden obtenerse, no garantizan suficiente margen de presión de flujo de retorno para aplicaciones bajas.

Algunas veces, para refrigerar perfiles aerodinámicos, se usa una fila de orificios de película para aplicaciones de bajo flujo de refrigeración en álabes de baja presión y de presión intermedia. Una fila de orificios de película ofrece varias desventajas con respecto a una ranura moldeada. Por un lado, la eficacia de película promedio es inferior y la distribución de tal eficacia a lo largo de la envergadura del perfil aerodinámico es menos uniforme. Por otro lado, los orificios de película no se moldean sino que se mecanizan en la pared lateral de presión de perfil aerodinámico, lo cual restringe tanto el ángulo de inclinación mínimo que puede obtenerse (cuanto menor es el ángulo, mayor es la eficacia de refrigeración) y la posición de expulsión de refrigeración que no puede estar tan próxima al borde de salida de perfil aerodinámico como lo pueden estar las ranuras moldeadas, reduciendo por tanto la capacidad de retirada de calor a partir del borde de salida.

Por tanto, la presente invención proporciona un perfil aerodinámico refrigerado mejorado que proporciona una difusión de flujo controlada para aplicaciones de refrigeración de bajo flujo y, al mismo tiempo, proporciona que este flujo alcance lo más lejos posible a través del perfil aerodinámico hacia el borde de salida.

El documento US2020/182152A1 describe un circuito de refrigeración para un componente de motor de turbina de gas.

El documento US2013/302176A1 describe una ranura de refrigeración de borde de salida de perfil aerodinámico de turbina.

El documento US2018/195396A1 describe una pala, un recorte de pala o álabe y una turbina de gas que tiene la misma.

Sumario de la invención

La presente invención resuelve los problemas anteriormente mencionados por medio de un perfil aerodinámico según la reivindicación 1. En reivindicaciones dependientes, se definen realizaciones preferidas de la invención.

La invención proporciona un perfil aerodinámico según la reivindicación adjunta 1.

5 El borde de ataque de un perfil aerodinámico es la parte delantera del perfil aerodinámico, que es la porción que se encuentra en primer lugar con el flujo de calor externo cuando está fluyendo fuera del perfil aerodinámico en modo de funcionamiento, mientras que el borde de salida es la parte trasera del perfil aerodinámico que está ubicada axialmente aguas abajo del borde de ataque según un sentido de flujo F.

10 A lo largo de toda la descripción, el "sentido de flujo F" se entenderá como el sentido de flujo que corresponde al sentido del flujo de calor externo que rodea el perfil aerodinámico cuando está en modo de funcionamiento, es decir, un sentido desde el borde de ataque hasta el borde de salida del perfil aerodinámico.

15 El perfil aerodinámico comprende una pared lateral de succión y una pared lateral de presión que se juntan en el borde de ataque y el borde de salida del perfil aerodinámico. Entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión está definida una cavidad interior central para el perfil aerodinámico para el paso de flujo de refrigeración al interior del perfil aerodinámico. Esta cavidad es una cavidad abierta que permite el paso de flujo de refrigeración al interior del perfil aerodinámico y la expulsión del flujo de refrigeración sobre el borde de salida con el fin de refrigerar el perfil aerodinámico en el borde de salida.

20 El perfil aerodinámico comprende además una fila de una pluralidad de pedestales triangulares ubicados en el borde de salida del perfil aerodinámico y en el que estos pedestales están dispuestos al menos parcialmente en la cavidad central entre la pared lateral de presión y la pared lateral de succión del perfil aerodinámico. A lo largo de toda la descripción, los "pedestales" se entenderán como protuberancias dispuestas entre la pared lateral de presión y la pared lateral de succión del perfil aerodinámico que maximizan la transferencia de calor entre el flujo de refrigeración y el perfil aerodinámico.

25 Según la invención reivindicada, un lado de un pedestal triangular, que a lo largo de la descripción se denominará "lado ancho", está orientado o dirigido hacia el borde de ataque del perfil aerodinámico, y el vértice opuesto del pedestal triangular (que es opuesto al lado ancho) está orientado o dirigido hacia el borde de salida. Es decir, el lado ancho está ubicado aguas arriba del vértice opuesto del pedestal triangular según el sentido de flujo F.

Un conducto de difusión está definido entre cada par de pedestales triangulares adyacentes.

30 Los conductos de difusión permiten el paso del flujo de refrigeración desde la cavidad central del perfil aerodinámico hasta el exterior del perfil aerodinámico en el borde de salida en el que el flujo de refrigeración se mezcla con el flujo caliente.

35 La cavidad central comprende una altura que disminuye en el sentido de flujo F, es decir, la pared lateral de presión y la pared lateral de succión del perfil aerodinámico, que determinan la cavidad central dentro del perfil aerodinámico, convergen en el sentido de flujo F reduciendo el espacio entre ambas paredes laterales. Estos conductos de difusión son conductos de difusión tridimensionales formados por una fila de pedestales triangulares que forman conductos que convergen en un sentido axial (correspondiente al sentido de flujo F) y que divergen en un sentido lateral (ortogonal al sentido de flujo F) con una razón de área divergente global lo suficientemente pequeña como para prevenir o minimizar el desprendimiento de flujo.

40 Cada conducto de difusión comprende una entrada y una salida, a través de las cuales el flujo de refrigeración que fluye dentro de la cavidad entra y sale del conducto de difusión respectivamente. A lo largo de todo el documento, "elemento de restricción" se entenderá como la entrada, con un área de paso de fluido mínima, de un conducto de difusión que permite la penetración del flujo de refrigeración que fluye dentro de la cavidad central del perfil aerodinámico al interior del conducto de difusión.

45 La "ranura" es la salida de un conducto de difusión que permite la salida del flujo de refrigeración que fluye a través de conductos de difusión hasta el borde de salida del perfil aerodinámico. Cada ranura de un conducto de difusión se junta con el resto de ranuras de los otros conductos de difusión del perfil aerodinámico. Por tanto, se define una ranura común para todos los conductos de difusión en el perfil aerodinámico. Esta ranura común se denomina "área de salida de difusor" y es el área en la que el flujo de refrigeración sale de los conductos de difusión hasta el exterior del perfil aerodinámico a lo largo del borde de salida.

50 El flujo de refrigeración que sale de un conducto de difusión por su área de salida de difusor o ranura, se difunde lateralmente hasta que el flujo de refrigeración termina juntándose con el flujo de refrigeración que sale de los otros conductos de difusión, proporcionando por tanto coalescencia entre el flujo de refrigeración. La reducción de altura de la cavidad central en el sentido de flujo F permite una mayor dispersión lateral, logrando que se junten los conductos en una longitud más corta. De esta manera, y por medio de la coalescencia entre flujos de refrigeración, se logra un flujo de refrigeración uniforme a lo largo del borde de salida del perfil aerodinámico.

La ranura común se alimenta mediante los conductos de difusión con flujo de refrigeración procedente de la cavidad central hacia el exterior del perfil aerodinámico en el sentido de flujo F, y permite el uso del perfil aerodinámico en aplicaciones de bajo flujo de refrigeración. Por tanto, la presente invención proporciona ventajosamente una pequeña área de salida de refrigeración que puede garantizar un control de margen de flujo de retorno en aplicaciones de bajo flujo de refrigeración.

Por tanto, la presente solución proporciona una mayor eficacia dado que el ángulo de inyección de flujo es inferior en comparación a las soluciones de la técnica anterior como resultado de que el flujo de refrigeración no penetra en el flujo caliente sino que el flujo de refrigeración se mezcla con el flujo caliente de una manera ligera. Es decir, el flujo de refrigeración sale a través de los elementos de restricción y se difunde en forma de un chorro que se mezcla con el flujo caliente de modo que, mediante difusión, se unifican los flujos a lo largo del borde de salida. Por tanto, la ranura común proporciona una inyección de flujo tangencial (sustancialmente paralela al lado de presión del perfil aerodinámico) y maximiza la eficacia, y la aplicación de flujo es más próxima al borde de salida y, por tanto, se reducen las temperaturas alcanzadas en comparación con la solución de la técnica anterior.

Ventajosamente, este perfil aerodinámico puede usarse en álabes de baja presión o presión intermedia y también en palas rotatorias refrigeradas de baja presión o presión intermedia.

En una realización particular, el perfil aerodinámico comprende además un recorte en la pared lateral de presión en el borde de salida, en el que el recorte define un área de salida de perfil aerodinámico determinada por la distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión en el extremo de la pared lateral de presión.

El perfil aerodinámico comprende un recorte ubicado a lo largo del extremo de la pared lateral de presión en el borde de salida. El recorte presenta una configuración en la que la pared lateral de succión se extiende adicionalmente aguas abajo de la pared lateral de presión según el sentido de flujo F. El recorte está configurado para proporcionar flujo de refrigeración a lo largo de la pared lateral de succión en el borde de salida.

El espacio entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión en el recorte define un área de salida en el recorte que es la ranura prevista en el recorte entre la pared lateral de presión y la pared lateral de succión.

El flujo de refrigeración suministrado al área de salida en el recorte se dirige a través de los conductos de difusión hasta esta área de salida con el fin de proporcionar refrigeración por convección en el borde de salida del perfil aerodinámico.

En una realización particular, los pedestales están ubicados dentro de la cavidad y completamente cubiertos tanto por la pared lateral de succión como por la pared lateral de presión, y también dispuestos aguas arriba del recorte según el sentido de flujo F en el borde de salida, y en los que el área de salida de difusor está determinada por la distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión en la ranura y esta área de salida de difusor de la ranura es mayor que el área de salida de perfil aerodinámico del recorte.

Según esta realización, la fila de pedestales triangulares del perfil aerodinámico está totalmente dispuesta dentro de la cavidad central del perfil aerodinámico en el borde de salida. Más concretamente, los pedestales triangulares están dispuestos entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión completamente cubiertos por ambas.

El recorte del borde de salida en la pared lateral de presión representa el extremo de la pared lateral de presión, por tanto, los pedestales que están completamente cubiertos por la pared lateral de presión y la pared lateral de succión están ubicados antes que el recorte según el sentido de flujo F.

En esta realización, el área de salida de difusor es la ranura determinada por la distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión en la que el flujo de refrigeración sale de los conductos de difusión. El área de salida de difusor de la ranura común para los conductos de difusión, a través de los cuales el flujo de refrigeración sale de los conductos de difusión, está ubicada aguas arriba del área de salida de perfil aerodinámico del recorte según el sentido de flujo F. Debido al hecho de que la pared lateral de presión y la pared lateral de succión convergen según el sentido de flujo F, reduciendo el espacio entre las mismas, el área de salida de difusor es mayor que el área de salida del recorte en esta realización.

En otra realización particular, los pedestales están ubicados dentro de la cavidad y completamente cubiertos tanto por la pared lateral de succión como por la pared lateral de presión, y dispuestos de tal manera que el área de salida de difusor de la ranura está determinada por la distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión en la ranura y corresponde al área de salida de perfil aerodinámico del recorte.

Según esta realización, la fila de pedestales triangulares del perfil aerodinámico está dispuesta dentro de la cavidad central del perfil aerodinámico en el borde de salida. Más concretamente, los pedestales triangulares están dispuestos entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión completamente cubiertos por ambas de las mismas. Pero, en esta realización, los pedestales terminan en el recorte del perfil aerodinámico, es decir, el área de salida de difusor que constituye el extremo de los pedestales, corresponde al área de salida de perfil aerodinámico en el recorte.

- En esta realización, el área de salida de difusor es la ranura determinada por la distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión en el extremo de la pared lateral de presión que es el lugar en el que está dispuesto el recorte, en el que el flujo de refrigeración sale de los conductos de difusión y en el que el flujo de refrigeración se expulsa al exterior del perfil aerodinámico a lo largo del borde de salida. Por tanto, el área de salida de difusor es igual al área de salida de perfil aerodinámico del recorte en esta realización.
- En otra realización, los pedestales están parcialmente descubiertos por la pared lateral de presión y el recorte está dispuesto entre los elementos de restricción de los conductos de difusión y la ranura, en los que el área de salida de perfil aerodinámico del recorte está prevista entre los elementos de restricción y el área de salida de difusor de la ranura.
- Según esta realización, los pedestales triangulares están parcialmente descubiertos por la pared lateral de presión, es decir, el recorte de la pared lateral de presión está dispuesto antes que la ranura común para los conductos de difusión, entre los elementos de restricción y las ranuras de los conductos de difusión.
- En esta realización, el flujo de refrigeración entra en los conductos de difusión a través de los elementos de restricción y, una vez que el flujo de refrigeración pasa a través del recorte en el extremo de la pared lateral de presión, el flujo de refrigeración que fluye dentro de los conductos de difusión interacciona, antes de salir de los conductos de difusión en la ranura común, con el flujo de calor externo dado que la última parte de los conductos de difusión está descubierta por la pared lateral de presión.
- En una realización particular, los pedestales comprenden una altura que disminuye en el sentido de flujo F.
- Los pedestales están dispuestos entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión del perfil aerodinámico. La pared lateral de presión y la pared lateral de succión convergen según el sentido de flujo F, reduciendo el espacio entre las mismas. Dado que los pedestales están dispuestos entre estas paredes, su altura, que es la distancia entre estas paredes, también disminuye según el sentido de flujo F.
- La distancia entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión es mayor en el lado ancho de los pedestales triangulares que en el vértice opuesto de los pedestales triangulares dado que el lado ancho está ubicado aguas arriba del vértice opuesto según el sentido de flujo F.
- Según la invención reivindicada, los pedestales comprenden al menos dos paredes laterales de modo que al menos un conducto de difusión está previsto entre dos paredes laterales de dos pedestales consecutivos.
- Los pedestales triangulares comprenden dos paredes laterales, que corresponden a los lados de los pedestales triangulares que se unen en el vértice opuesto al lado ancho de los pedestales triangulares. Las paredes laterales de los pedestales pueden estar delimitadas por la pared lateral de presión y la pared lateral de succión.
- Cada conducto de difusión está definido entre cada par de pedestales triangulares adyacentes y, según esta realización, el conducto de difusión correspondiente está ubicado entre dos paredes laterales de dos pedestales adyacentes. En este sentido, las paredes laterales de los pedestales definen las paredes laterales de los conductos de difusión.
- En una realización particular, los pedestales comprenden vértices redondeados y en los que las dos paredes laterales tienen una curvatura hacia el interior de los pedestales de modo que cada conducto de difusión previsto entre dos paredes laterales de dos pedestales consecutivos es un conducto de difusión oblongo.
- En esta realización, los vértices de los pedestales triangulares están redondeados y las dos paredes laterales de los pedestales que definen el conducto de difusión tienen una curvatura hacia el interior de los pedestales entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión. Tal curvatura reduce los esfuerzos sobre los pedestales.
- Según esta realización, los conductos de difusión son conductos de difusión oblongos dado que las dos paredes laterales de dos pedestales consecutivos que definen cada conducto de difusión están curvadas en sus paredes laterales.
- En una realización preferida, el lado ancho de los pedestales triangulares también tiene una curvatura hacia el interior de los pedestales entre las paredes laterales de succión y de presión.
- En una realización más particular, según una sección de un pedestal triangular paralela al sentido de flujo F, las dos paredes laterales del pedestal triangular son:
- cóncavas hacia dicho pedestal, o
 - convexas desde el pedestal, o
- paredes rectas, o
- una combinación de las mismas.

La forma triangular de un pedestal puede observarse realizando una sección de un pedestal triangular paralela al sentido de flujo F. Según esa sección, cada una de las dos paredes laterales opuestas al lado ancho del pedestal puede ser cóncava hacia el pedestal, convexa desde el pedestal o recta, entre los dos vértices correspondientes que definen ese lado desde el pedestal triangular.

- 5 En una realización particular, los conductos de difusión comprenden una pared superior y una pared inferior, correspondiendo la pared superior a la pared lateral de presión y correspondiendo la pared inferior a la pared lateral de succión.

Los pedestales están dispuestos entre la pared lateral de succión y la pared lateral de presión, por tanto, los pedestales comprenden una pared superior y una pared inferior que corresponden a la pared lateral de presión y la pared lateral de succión respectivamente.

10 Los conductos de difusión dispuestos entre dos paredes laterales de pedestales consecutivos comprenden una pared superior y una pared inferior que definen los conductos de difusión, correspondiendo estas paredes a la pared lateral de presión y la pared lateral de succión respectivamente.

15 En una realización más particular, la pared superior y la pared inferior de los conductos de difusión convergen en el sentido de flujo F, y las paredes laterales de los pedestales divergen en un sentido lateral que es ortogonal al sentido de flujo F, de modo que los conductos de difusión se juntan entre sí en la ranura.

20 La pared superior corresponde a la pared lateral de presión y la pared inferior corresponde a la pared lateral de succión. La pared lateral de presión y la pared lateral de succión convergen según el sentido de flujo F, reduciendo el espacio entre las mismas. Por tanto, las paredes superior e inferior de los conductos de difusión convergen en el sentido de flujo F, es decir, la distancia entre estas paredes que es la altura de los conductos de difusión disminuye según el sentido de flujo F.

Una pared lateral de las dos paredes laterales que definen un conducto de difusión ubicado entre pedestales consecutivos es una pared lateral de un pedestal particular, y la otra pared lateral de las dos paredes laterales es una pared lateral del pedestal consecutivo al anterior.

25 25 La distancia entre estas dos paredes laterales es menor en el elemento de restricción de un conducto de difusión que en el área de salida de difusor del conducto de difusión. La distancia entre las paredes laterales aumenta según el sentido de flujo F debido a la forma triangular de los pedestales, es decir, las paredes laterales divergen en un sentido lateral ortogonal al sentido de flujo F.

30 El área de salida de difusor de un conducto de difusión se junta con el resto de áreas de salida de difusor proporcionando una ranura común para todos los conductos de difusión en la que los pedestales terminan en el borde de salida.

35 Según una realización particular, los conductos de difusión comprenden un área de entrada de flujo que es menor que un área de salida de flujo. El área de entrada de flujo corresponde al área en sección del conducto de difusión en el elemento de restricción y el área de salida de flujo corresponde al área en sección del conducto de difusión en el extremo del difusor justo antes de la ranura común.

40 En una realización más particular, los conductos de difusión comprenden una razón de área aguas abajo con respecto a aguas arriba de 2 a 4.

45 La pared lateral de presión y la pared lateral de succión convergen reduciendo la altura de la cavidad central según el sentido de flujo F. Los conductos de difusión en el borde de salida están ubicados entre pedestales consecutivos dispuestos entre las paredes laterales de succión y de presión, mediante lo cual la razón de área aguas abajo con respecto a aguas arriba de los conductos de difusión se obtiene principalmente al estirarse el conducto y juntarse con los otros conductos de difusión a cada lado. Dado que puede producirse desprendimiento de flujo si la razón de áreas de difusión es excesiva, la reducción de altura en el sentido de flujo F permite una mayor dispersión lateral, logrando que se junten los conductos en una longitud más corta y evitando o minimizando el desprendimiento de flujo.

50 Para aplicaciones de refrigeración de bajo flujo, se requiere un área de garganta relativamente pequeña en la salida del flujo de refrigeración al exterior del perfil aerodinámico para garantizar un margen de flujo de retorno adecuado, es decir una razón de presión mínima para evitar la admisión de flujo caliente en el sentido de flujo F aguas arriba inducido por variaciones de presión radial. Los elementos de restricción formados entre los lados anchos de los pedestales triangulares son el área de garganta (con un área de paso de fluido mínima entre pedestales) del flujo de refrigeración que entra en los conductos de difusión, que puede mantenerse a los valores suficientemente pequeños requeridos para esta clase de aplicaciones.

55 En una realización particular, el perfil aerodinámico comprende además dos extremos laterales a lo largo del sentido de flujo F, en el que al menos uno de los extremos laterales de la fila de pedestales proporciona un conducto de difusión de extremo entre el pedestal de extremo en la fila de pedestales y uno de los extremos laterales del perfil

aerodinámico.

El perfil aerodinámico comprende dos extremos laterales que cierran la cavidad central del perfil aerodinámico entre la pared lateral de presión y la pared lateral de succión en los extremos de estas paredes laterales del perfil aerodinámico según el sentido de flujo F.

5 Entre el último pedestal de la fila de pedestales triangulares y el extremo lateral del perfil aerodinámico en el borde de salida, un conducto de difusión está dotado de un elemento de restricción que permite la penetración del flujo de refrigeración que fluye dentro de la cavidad central del perfil aerodinámico al interior del conducto de difusión y una ranura que permite la salida del flujo de refrigeración que fluye a través de los conductos de difusión.

Este conducto de difusión de extremo está delimitado por una pared superior y una inferior y lateralmente por el extremo lateral del perfil aerodinámico en un lado y el último pedestal en el otro.

10 En una realización particular, los pedestales están conformados como un triángulo equilátero o isósceles o escaleno, y en los que, para el triángulo isósceles, sus dos lados iguales proporcionan los conductos de difusión.

15 La forma de los pedestales triangulares puede ser como un triángulo equilátero en el que todos los lados del pedestal triangular son iguales, como un triángulo isósceles en el que dos lados son iguales, o un triángulo escaleno en el que ninguno de los lados son iguales. En el caso de tener una forma isósceles, entre dos lados iguales de dos pedestales consecutivos, está determinado un conducto de difusión, y entre el lado diferente de dos pedestales consecutivos está previsto un elemento de restricción.

20 El área de salida de difusor de cada conducto de difusión está prevista entre el vértice opuesto del lado diferente del triángulo de pedestales consecutivos.

25 En una realización particular, al menos uno de los pedestales en la fila de pedestales está conformado de manera diferente del resto de pedestales en la fila, o está orientado de manera diferente del resto de pedestales, o una combinación de los mismos.

Cuando los pedestales triangulares presentan diferente orientaciones o formas, el flujo de refrigeración puede salir de los conductos de difusión en un sentido de flujo diferente de aquél del flujo de calor externo, el sentido de flujo F.

25 Poder modificar el sentido del flujo de refrigeración de salida es particularmente importante cuando se requiere más o menos flujo de refrigeración en un área determinada en el borde de salida del perfil aerodinámico.

Descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la invención se entenderán más claramente en vista de la descripción detallada de la invención que resulta evidente a partir de una realización preferida de la invención, facilitada únicamente como ejemplo y sin limitarse al mismo, con referencia a los dibujos.

30 Figura 1 Esta figura muestra una representación esquemática de un perfil aerodinámico para un motor de turbina según la técnica anterior.

Figura 2 Esta figura muestra una representación esquemática parcial de un perfil aerodinámico según una realización de la presente invención.

35 Figura 3 Esta figura muestra una representación esquemática parcial de un perfil aerodinámico según otra realización de la presente invención.

Figura 4 Esta figura muestra una representación esquemática parcial de un perfil aerodinámico según otra realización de la presente invención.

40 Figuras 5A-5C Estas figuras muestran una vista en sección transversal de pedestales triangulares de un perfil aerodinámico con formas diferentes según la presente invención.

Figura 6 Esta figura muestra una vista en sección transversal de un pedestal triangular de un perfil aerodinámico con una orientación diferente según la presente invención.

Figura 7 Esta figura muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática parcial de un perfil aerodinámico según una realización de la presente invención.

45 Figura 8 Esta figura muestra una vista en perspectiva de dos pedestales triangulares de un perfil aerodinámico según una realización de la presente invención.

Figura 9 Esta figura muestra una vista en sección transversal de la figura 8.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una representación esquemática de un perfil aerodinámico (10) para un motor de turbina. El perfil aerodinámico (10) comprende un borde de ataque (11) y un borde de salida (1) mostrados en la figura 1. El borde de salida (1) está ubicado axialmente aguas abajo del borde de ataque (11) según un sentido de flujo F. El sentido de flujo F corresponde al sentido del flujo caliente que fluye por el exterior del perfil aerodinámico (10) cuando el perfil aerodinámico (10) está en modo de funcionamiento.

5 Las figuras 2, 3 y 4 muestran una representación parcial de un perfil aerodinámico según la presente invención.

Cada perfil aerodinámico (10) representado en estas figuras comprende una parte trasera denominada borde de salida (1) que se muestra parcialmente en las figuras. En cada figura, el borde de salida (1) está ubicado axialmente aguas abajo del borde de ataque (11) según un sentido de flujo F que puede observarse en estas figuras. Este sentido de flujo F corresponde al sentido del flujo de calor externo que rodea el perfil aerodinámico (10) en modo de funcionamiento.

10 Los perfiles aerodinámicos (10) de estas figuras comprenden una pared lateral de succión (2) y una pared lateral de presión (3), que se extienden ambas entre el borde de ataque (11) y el borde de salida (1) juntándose en ambos bordes. Una cavidad interior central (4) para cada perfil aerodinámico (10) está definida entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3). Esta cavidad (4) es una cavidad abierta con el fin de permitir el paso de flujo de refrigeración al interior del perfil aerodinámico (10) y la expulsión del flujo de refrigeración sobre el borde de salida (1).

15 Cada perfil aerodinámico (10) comprende una fila de pedestales triangulares (6) ubicados en el borde de salida (1) del perfil aerodinámico (10). Los pedestales triangulares (6) están dispuestos al menos parcialmente entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3). Entre cada dos pedestales consecutivos (6) está previsto un conducto de difusión (7) tal como puede observarse en estas figuras. Estos conductos de difusión (7) permiten el paso del flujo de refrigeración desde la cavidad central (4) del perfil aerodinámico (10) hasta el exterior del perfil aerodinámico (10) en el borde de salida (1).

20 Tal como puede observarse en las figuras 2-4, la cavidad central (4) comprende una altura que disminuye en el sentido de flujo F. La pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3), que determinan la cavidad central (4), convergen en el sentido de flujo F reduciendo el espacio entre ambas paredes laterales.

25 Según las realizaciones mostradas en las figuras 2, 3 y 4, cada pedestal triangular (6) comprende tres lados, un lado ancho (6.3) ubicado aguas arriba del vértice opuesto según el sentido de flujo F, y dos paredes laterales (6.2) correspondientes a los lados del pedestal (6) que se unen en el vértice opuesto al lado ancho (6.3).

30 Dado que los pedestales (6) están dispuestos entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) que convergen según el sentido de flujo F, su altura que es la distancia entre estas paredes (2.3) también disminuye según el sentido de flujo F.

Según estas realizaciones, cada conducto de difusión (7) está ubicado entre dos paredes laterales (6.2), siendo cada pared lateral (6.2) de dos pedestales (6) adyacentes.

35 Cada conducto de difusión (7) comprende un elemento de restricción (8) que es la entrada a través de la cual entra el flujo de refrigeración que fluye dentro de la cavidad (4) en el conducto de difusión (7), y una ranura (9) que es la salida del conducto de difusión (7) a través de la cual sale el flujo de refrigeración que fluye dentro del conducto de difusión (7) al borde de salida (1) del perfil aerodinámico (10).

40 Tal como puede observarse en las figuras, cada ranura (9) de un conducto de difusión (7) se junta con el resto de ranuras (9) de los otros conductos de difusión (7) proporcionando una ranura común para todos los conductos de difusión que es un área de salida de difusor en la que el flujo de refrigeración sale de los conductos de difusión (7) al exterior del perfil aerodinámico (10) sobre el borde de salida (1).

45 El flujo de refrigeración que sale de un conducto de difusión (7) se difunde lateralmente hasta que el flujo de refrigeración termina juntándose con el flujo de refrigeración que sale de los otros conductos de difusión (7), proporcionando por tanto coalescencia entre el flujo de refrigeración y un flujo de refrigeración uniforme sobre el borde de salida (1) del perfil aerodinámico (10).

50 Cada perfil aerodinámico (10) de las figuras 2, 3 y 4 comprende un recorte (5) ubicado a lo largo del extremo de la pared lateral de presión (3) en el borde de salida (1). En el recorte (5), la pared lateral de succión (2) se extiende adicionalmente aguas abajo de la pared lateral de presión (3) según el sentido de flujo F. Un área de salida de perfil aerodinámico está definida en el recorte (5) determinado por la distancia entre la pared lateral de presión (3) y la pared lateral de succión (2).

Cada pedestal (6) según estas realizaciones comprende vértices redondeados (6.1) y las paredes laterales (6.2) de los pedestales (6) que definen los conductos de difusión (7) tienen una curvatura hacia el interior de los pedestales (6) entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3).

De esta manera, los conductos de difusión (7) son conductos de difusión oblongos (7) dado que las paredes laterales (6.2) que definen los conductos de difusión (7) son curvadas.

5 Los conductos de difusión (7) de estas realizaciones comprenden una pared superior que corresponde a la pared lateral de presión (3) y una pared inferior que corresponde a la pared lateral de succión (2). Las paredes superior e inferior convergen en el sentido de flujo F y las paredes laterales (6.2) divergen en un sentido ortogonal al sentido de flujo F.

Tal como puede observarse en las figuras 2, 3 y 4, la distancia entre las paredes laterales (6.2) de pedestales (6) adyacentes que definen un conducto de difusión (7) es más pequeña en el elemento de restricción (8) de un conducto de difusión (7) que en el área de difusión o ranura (9) del conducto de difusión (7).

10 En estas figuras, puede observarse una sección de uno de los dos extremos laterales (10.1) comprendida en un perfil aerodinámico (10). Los extremos laterales (10.1) están ubicados en ambos extremos de la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) según el sentido de flujo F. Entre el extremo lateral (10.1) y el último pedestal (6) de la fila de pedestales (6) mostrados en estas figuras, se proporciona un conducto de difusión de extremo (12). El conducto de difusión de extremo (12) está delimitado lateralmente por el extremo lateral (10.1) del perfil aerodinámico (10) en un lado y la pared lateral (6.2) del último pedestal (6) de la fila en el otro lado.

15 Según la realización de la figura 2, la fila de pedestales triangulares (6) de este perfil aerodinámico (10) están completamente ubicados dentro de la cavidad central (4) en el borde de salida (1). Los pedestales triangulares (6) están completamente cubiertos tanto por la pared lateral de succión (2) como por la pared lateral de presión (3) y los pedestales (6) están ubicados antes del recorte (5) del perfil aerodinámico (10) según el sentido de flujo F.

20 En esta realización, el área de salida de difusor es la ranura (9) determinada por la distancia entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en la que el flujo de refrigeración sale de los conductos de difusión (7). El área de salida de difusor de la ranura común para los conductos de difusión (7), a través de la cual sale el flujo de refrigeración de los conductos de difusión (7), está ubicada aguas arriba del área de salida de perfil aerodinámico del recorte (5) según el sentido de flujo F. Debido al hecho de que la pared lateral de presión (3) y la pared lateral de succión (2) convergen según el sentido de flujo F, reduciendo el espacio entre las mismas el área de salida de difusor es mayor que el área de salida del recorte (5) en esta realización.

25 Según la realización de la figura 3, la fila de pedestales triangulares (6) de este perfil aerodinámico (10) están dispuestos dentro de la cavidad central (4) en el borde de salida (1). Los pedestales triangulares (6) están completamente cubiertos tanto por la pared lateral de succión (2) como por la pared lateral de presión (3). Pero, tal como puede observarse en la figura 3, los pedestales (6) terminan en el recorte (5) del perfil aerodinámico (10) y el área de salida de difusor que constituye el extremo de los pedestales (6) corresponde al área de salida de perfil aerodinámico en el recorte (5).

30 En esta realización, el área de salida de difusor es la ranura determinada por la distancia entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en el extremo de la pared lateral de presión (3) que es el lugar en el que está dispuesto el recorte (5). Por tanto, el área de salida de difusor es igual al área de salida de perfil aerodinámico del recorte (5) en esta realización.

35 Según la realización de la figura 4, la fila de pedestales triangulares (6) de este perfil aerodinámico (10) están parcialmente descubiertos por la pared lateral de presión (3).

40 Tal como puede observarse en esta figura 4, el recorte (5) de la pared lateral de presión (3) está dispuesto antes que la ranura común para los conductos de difusión (7), entre los elementos de restricción (8) y las ranuras (9) de los conductos de difusión (7).

45 En esta realización, el flujo de refrigeración entra en los conductos de difusión (7) a través de los elementos de restricción (8) y, una vez que el flujo de refrigeración pasa a través del recorte (5) en el extremo de la pared lateral de presión (3), el flujo de refrigeración que fluye dentro de los conductos de difusión (7) interacciona, antes de salir de los conductos de difusión (7) en la ranura común (9), con el flujo de calor externo dado que la última parte de los conductos de difusión (7) están descubiertos por la pared lateral de presión (3).

Las figuras 5A, 5B y 5C muestran una vista en sección transversal de pedestales triangulares de un perfil aerodinámico con formas diferentes según la presente invención.

50 En estas figuras, se muestra la forma triangular de pedestales (6) particular tras realizar una sección de los pedestales triangulares (6) paralela al sentido de flujo F.

Los pedestales triangulares (6) de estas figuras están conformados como un triángulo isósceles en el que sus dos lados iguales son las paredes laterales (6.2) de los pedestales (6) y proporcionan los conductos de difusión (7).

La figura 5A muestra la sección de un pedestal triangular (6) en el que las dos paredes laterales (6.2) opuestas al lado ancho (6.3) del pedestal (6) son rectas entre los vértices que definen cada pared (6.2).

La figura 5B muestra la sección de un pedestal triangular (6) en el que las dos paredes laterales (6.2) opuestas al lado ancho (6.3) del pedestal (6) son cóncavas hacia dicho pedestal (6) entre los vértices que definen cada pared (6.2).

- 5 La figura 5C muestra la sección de un pedestal triangular (6) en el que las dos paredes laterales (6.2) opuestas al lado ancho (6.3) del pedestal (6) son convexas desde el pedestal (6) entre los vértices que definen cada pared (6.2).

La figura 6 muestra una vista en sección transversal de un pedestal triangular (6) de un perfil aerodinámico (10) con una orientación diferente según la presente invención.

En esta figura, se muestra la forma triangular de un pedestal (6) particular tras realizar una sección del pedestal triangular (6) paralela al sentido de flujo F.

- 10 Este pedestal triangular (6) tiene una orientación diferente en comparación con los pedestales triangulares (6) de los ejemplos anteriores mostrados en las figuras 5A-5C y, por tanto, este pedestal triangular (6) está conformado como un triángulo escaleno en el que ninguno de los lados es igual.

Usar un pedestal triangular (6) con una orientación diferente (por ejemplo, con respecto al sentido de flujo F que sigue en las figuras 5A-5B anteriores) permite modificar el sentido del flujo de refrigeración de salida en un área determinada del borde de salida (1) en la que se requiere más o menos flujo de refrigeración.

- 15 La figura 7 muestra una vista esquemática de una pared lateral de succión (2) y una pared lateral de presión (3) de un perfil aerodinámico que se extienden ambas axialmente a lo largo de un sentido de flujo F. Hay un pedestal triangular (6) dispuesto entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en el borde de salida del perfil aerodinámico. Específicamente, la pared lateral de succión (2) está separada de la pared lateral de presión (3) proporcionando una cavidad central (4) entre las mismas para permitir el paso de flujo de refrigeración al interior del perfil aerodinámico. La figura 7 muestra además un conducto de difusión (7) y una pared lateral (6.2) de los pedestales (6) con una curvatura hacia el interior del pedestal (6). La cavidad central (4) comprende una altura que disminuye en el sentido de flujo F y, por tanto, la altura del conducto de difusión también disminuye en el sentido de flujo F tal como puede observarse en la figura 7.

- 20 La figura 7 muestra además el ángulo de contracción geométrica α que está formado la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3). En un ejemplo particular según la invención, el ángulo de contracción geométrica α está comprendido entre 5 y 15 °C.

25 La figura 8 muestra una vista en perspectiva desde arriba de una porción de un perfil aerodinámico según la invención (sin mostrar la pared lateral de presión (3)). En particular, esta figura muestra una vista en perspectiva desde arriba de dos pedestales triangulares (6) dispuestos en la pared lateral de succión (2) de un perfil aerodinámico. Hay un conducto de difusión (7) entre ambos pedestales (6) con un área de entrada de flujo A1 definida por una anchura de entrada W1 y una altura de entrada H1; y un área de salida de flujo A2 definida por una anchura de salida W2 mayor que la anchura de entrada de flujo W1 y una altura de salida H2 menor que la altura de entrada de flujo H1. El área de entrada de flujo A1 corresponde al área de paso de fluido mínima a través del conducto de difusión (7) que es el elemento de restricción (8) según la invención. La anchura de entrada W1 del elemento de restricción (8) corresponde a la distancia mínima entre dos pedestales (6) y la altura de entrada H1 corresponde a la altura de los pedestales (6) en el elemento de restricción (8). Por otro lado, el área de salida de flujo A2 corresponde al área de sección del conducto de difusión (7) en el extremo del difusor justo antes de la ranura común. La anchura de salida W2 corresponde a la distancia máxima entre dos pedestales (6) justo antes de la ranura común. En un ejemplo particular de la invención, la razón de área de salida geométrica con respecto a área de entrada A2/A1 está comprendida entre 2 y 4. Cada pedestal (6) comprende vértices redondeados (6.1), dos paredes laterales (6.2) y un lado ancho (6.3). Específicamente, las dos paredes laterales (6.2) tienen una curvatura hacia el interior del pedestal (6) de modo que cada conducto de difusión (7) previsto entre dos paredes laterales (6.2) de dos pedestales consecutivos (6) es un conducto de difusión oblongo (7). Más particularmente, tal como puede observarse en esta figura 8, tanto el área de entrada A1 como el área de salida A2 son un área oblonga.

- 30 La figura 9 muestra una vista en sección transversal de la figura 8 en la que puede observarse la longitud L desde un vértice (6.1) del pedestal triangular (6) hasta el lado ancho (6.3) del mismo pedestal (6). Además, esta figura muestra el ángulo de expansión geométrica β que forman las dos paredes laterales (6.2) del pedestal (6) entre sí. En un ejemplo particular según la invención, el ángulo de expansión geométrica β está comprendido entre 10 y 30 °C. La razón de longitud con respecto a anchura de entrada L/W1 está comprendida entre 2 y 20; y la razón de anchura de salida con respecto a altura de salida W2/H2 está comprendida entre 2 y 10.

REIVINDICACIONES

1. Perfil aerodinámico de turbina (10) que comprende:
 - un borde de ataque (11) y un borde de salida (1), estando el borde de salida (1) ubicado axialmente aguas abajo del borde de ataque (11) según un sentido de flujo F que corresponde al sentido de flujo de calor externo cuando fluye fuera del perfil aerodinámico (10) en modo de funcionamiento;
 - una pared lateral de succión (2) y una pared lateral de presión (3) que se extienden ambas axialmente entre el borde de ataque (11) y el borde de salida (1), estando la pared lateral de succión (2) separada de la pared lateral de presión (3) y definiendo entre las mismas una cavidad central (4) del perfil aerodinámico (10), estando la cavidad central (4) configurada para permitir el paso de flujo de refrigeración al interior del perfil aerodinámico (10);
 - estando el perfil aerodinámico (10) caracterizado por comprender además
 - una fila de una pluralidad de pedestales triangulares (6) que están dispuestos al menos parcialmente entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en el borde de salida (1); y
 - al menos un conducto de difusión (7) previsto entre cada dos pedestales consecutivos (6),
- 15 en el que

la cavidad central (4) comprende una altura que disminuye en el sentido de flujo F; los pedestales triangulares (6) comprenden un lado ancho (6.3) orientado hacia el borde de ataque (11) y dos paredes laterales (6.2) que se unen en un vértice (6.1) que es opuesto al lado ancho (6.3) y orientado hacia el borde de salida (1) de modo que al menos un conducto de difusión (7) está previsto entre dos paredes laterales (6.2) de dos pedestales triangulares consecutivos (6), y cada conducto de difusión (7) comprende

 - un elemento de restricción (8) configurado para permitir la penetración del flujo de refrigeración que fluye dentro de la cavidad central (4) al interior del conducto de difusión (7), y
 - una ranura (9) configurada para permitir la salida del flujo de refrigeración que fluye a través de conductos de difusión (7) sobre el borde de salida (1), siendo esta ranura (9) común para todos los conductos de difusión (7) dado que cada ranura (9) de un conducto de difusión (7) se junta con el resto de ranuras de los otros conductos de difusión (7), y siendo esta ranura común (9) un área de salida de difusor de flujo de refrigeración, estando la ranura (9) de cada conducto de difusión (7) prevista entre los vértices (6.1) opuestos a los lados anchos (6.3) de los pedestales triangulares (6) de pedestales triangulares consecutivos (6).
2. Perfil aerodinámico (10) según la reivindicación 1, en el que el perfil aerodinámico (10) comprende además un recorte (5) en la pared lateral de presión (3) en el borde de salida (1), en el que el recorte (5) define un área de salida de perfil aerodinámico determinada por la distancia entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en el extremo de la pared lateral de presión (3).
3. Perfil aerodinámico (10) según la reivindicación 2, en el que los pedestales (6) están ubicados dentro de la cavidad (4) y completamente cubiertos tanto por la pared lateral de succión (2) como por la pared lateral de presión (3), y también dispuestos aguas arriba del recorte (5) según el sentido de flujo F en el borde de salida (1), y en el que el área de salida de difusor está determinada por la distancia entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en la ranura (9) y esta área de salida de difusor de la ranura (9) es mayor que el área de salida de perfil aerodinámico del recorte (5).
4. Perfil aerodinámico (10) según la reivindicación 2, en el que los pedestales (6) están ubicados dentro de la cavidad (4) y completamente cubiertos tanto por la pared lateral de succión (2) como por la pared lateral de presión (3), y dispuestos de tal manera que el área de salida de difusor de la ranura (9) está determinada por la distancia entre la pared lateral de succión (2) y la pared lateral de presión (3) en la ranura (9) y corresponde al área de salida de perfil aerodinámico del recorte (5).
45. Perfil aerodinámico (10) según la reivindicación 2, en el que los pedestales (6) están parcialmente descubiertos por la pared lateral de presión (3) y el recorte (5) está dispuesto entre los elementos de restricción (8) de los conductos de difusión (7) y la ranura (9), en el que el área de salida de perfil aerodinámico del recorte (5) está prevista entre los elementos de restricción (8) y el área de salida de difusor de la ranura (9).
50. 6. Perfil aerodinámico (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pedestales (6) comprenden una altura que disminuye en el sentido de flujo F.
7. Perfil aerodinámico (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pedestales (6) comprenden vértices redondeados (6.1) y en el que las dos paredes laterales (6.2) tienen una curvatura

hacia el interior de los pedestales (6) de modo que cada conducto de difusión (7) previsto entre dos paredes laterales (6.2) de dos pedestales consecutivos (6) es un conducto de difusión (7) oblongo.

- 8. Perfil aerodinámico (10) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que según una sección de un pedestal triangular (6) paralela al sentido de flujo F, las dos paredes laterales (6.2) del pedestal triangular (6) son:
 - cóncavas hacia dicho pedestal (6), o
 - convexas desde el pedestal (6), o
 - paredes rectas, o
 - una combinación de las mismas.
- 10. 9. Perfil aerodinámico (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conductos de difusión (7) comprenden una pared superior y una pared inferior, correspondiendo la pared superior a la pared lateral de presión (3) y correspondiendo la pared inferior a la pared lateral de succión (2).
- 15. 10. Perfil aerodinámico (10) según la reivindicación 9, en el que la pared superior y la pared inferior de los conductos de difusión (7) convergen en el sentido de flujo F, y las paredes laterales (6.2) de los pedestales (6) divergen en un sentido lateral que es ortogonal al sentido de flujo F, de modo que los conductos de difusión (7) se juntan entre sí en la ranura (9).
- 11. Perfil aerodinámico (10) según la reivindicación 10, en el que los conductos de difusión (7) comprenden una razón de área aguas abajo con respecto a aguas arriba de 2 a 4.
- 20. 12. Perfil aerodinámico (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además dos extremos laterales (10.1) a lo largo del sentido de flujo F, en el que al menos uno de los extremos laterales de la fila de pedestales (6) proporciona un conducto de difusión de extremo (12) entre el pedestal de extremo (6) en la fila de pedestales (6) y uno de los extremos laterales (10.1) del perfil aerodinámico (10).
- 25. 13. Perfil aerodinámico (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pedestales (6) están conformados como un triángulo equilátero o isósceles o escaleno, y en el que, para el triángulo isósceles, sus dos lados iguales proporcionan los conductos de difusión (7).
- 14. Perfil aerodinámico (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los pedestales (6) en la fila de pedestales (6) está conformado de manera diferente del resto de pedestales (6) en la fila, o está orientado de manera diferente del resto de pedestales (6), o una combinación de los mismos.

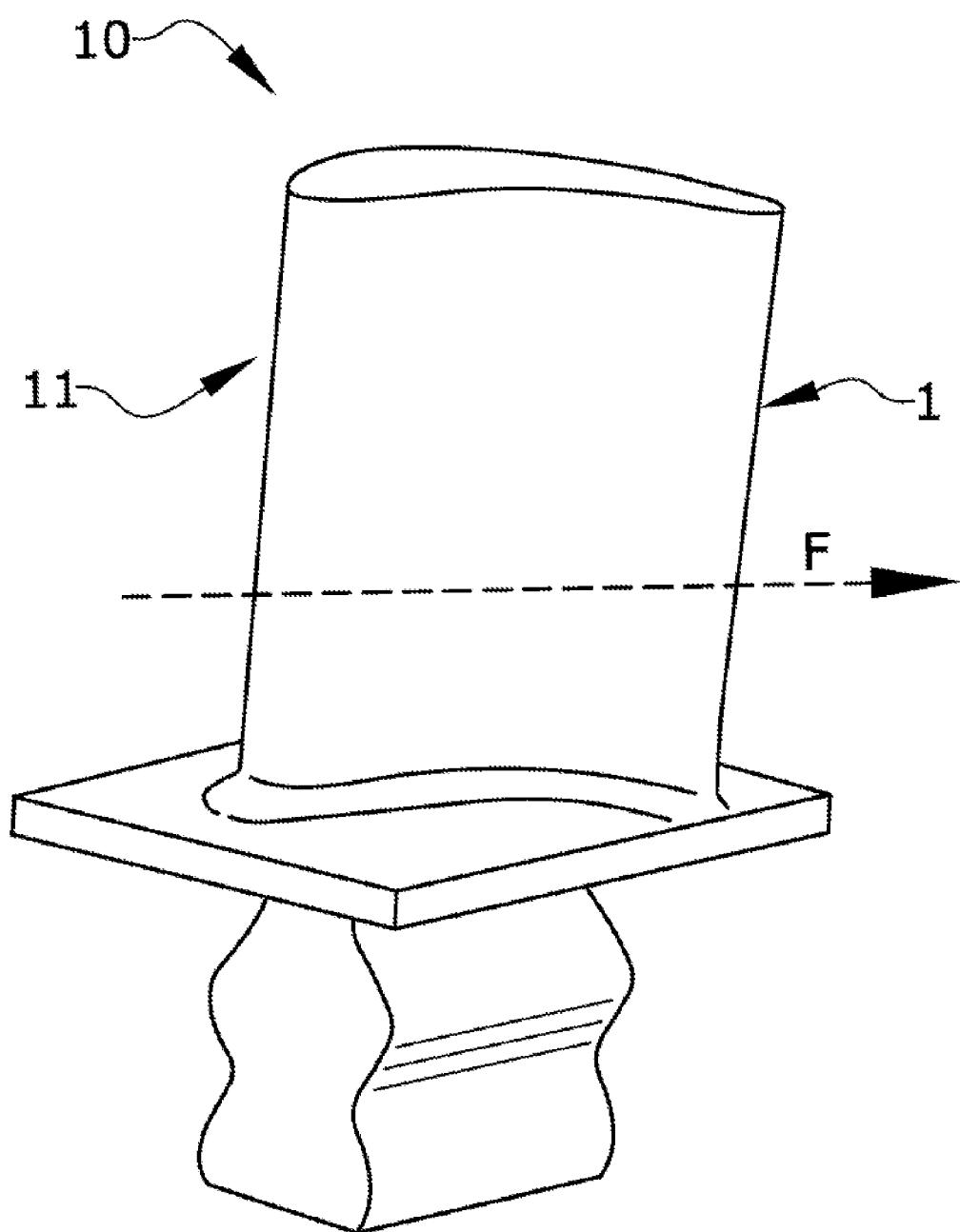


FIG.1

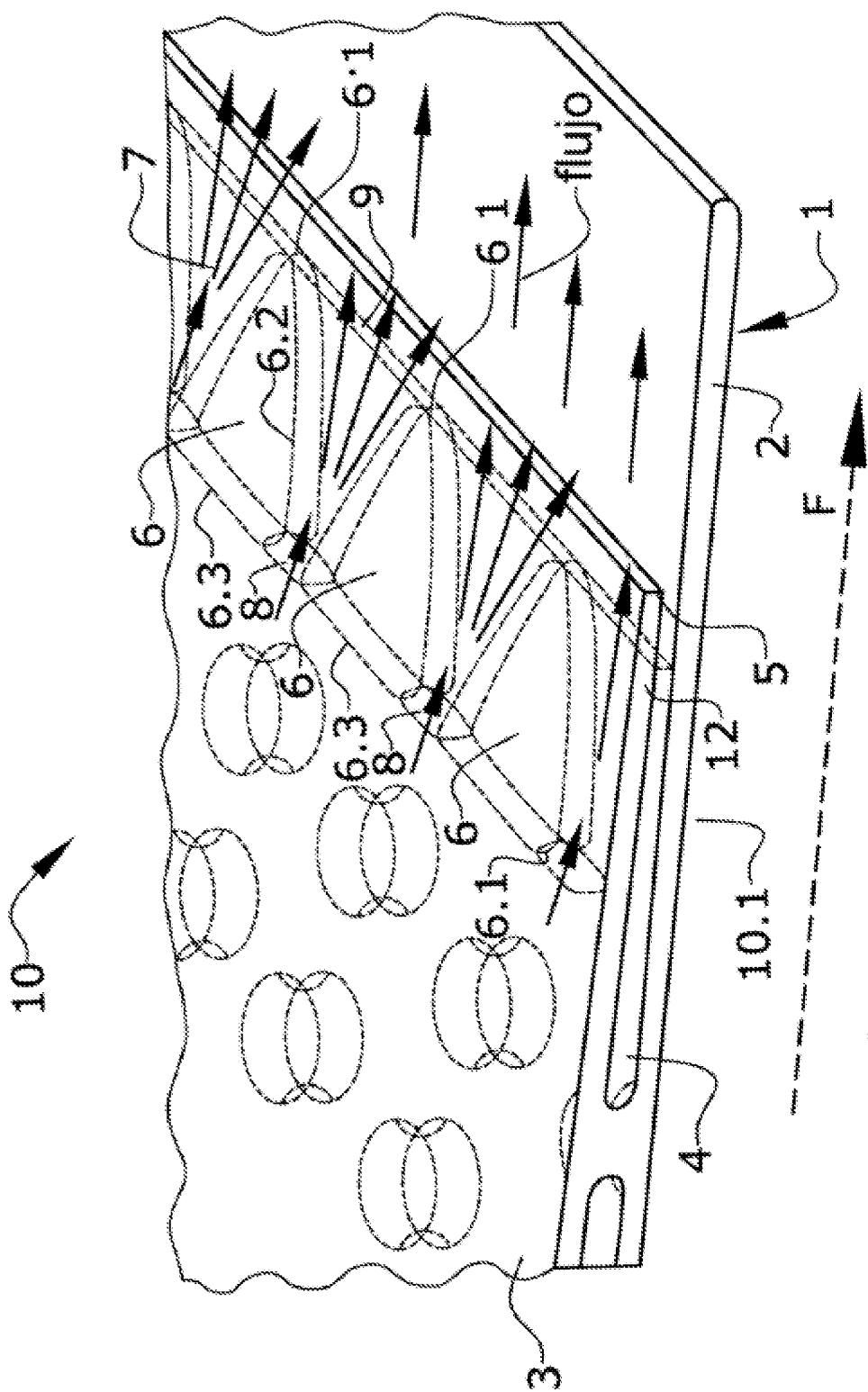


FIG.2

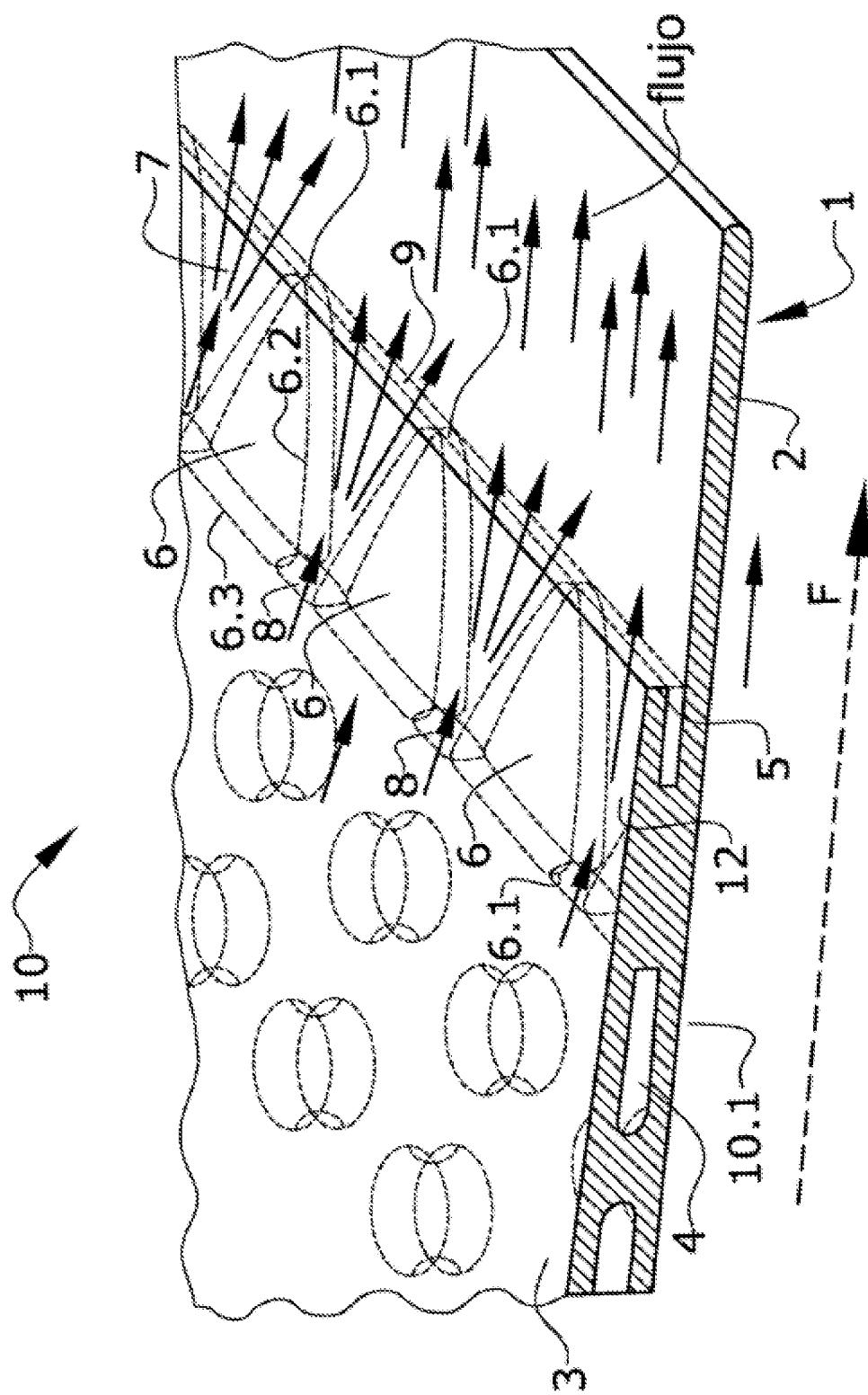


FIG. 3

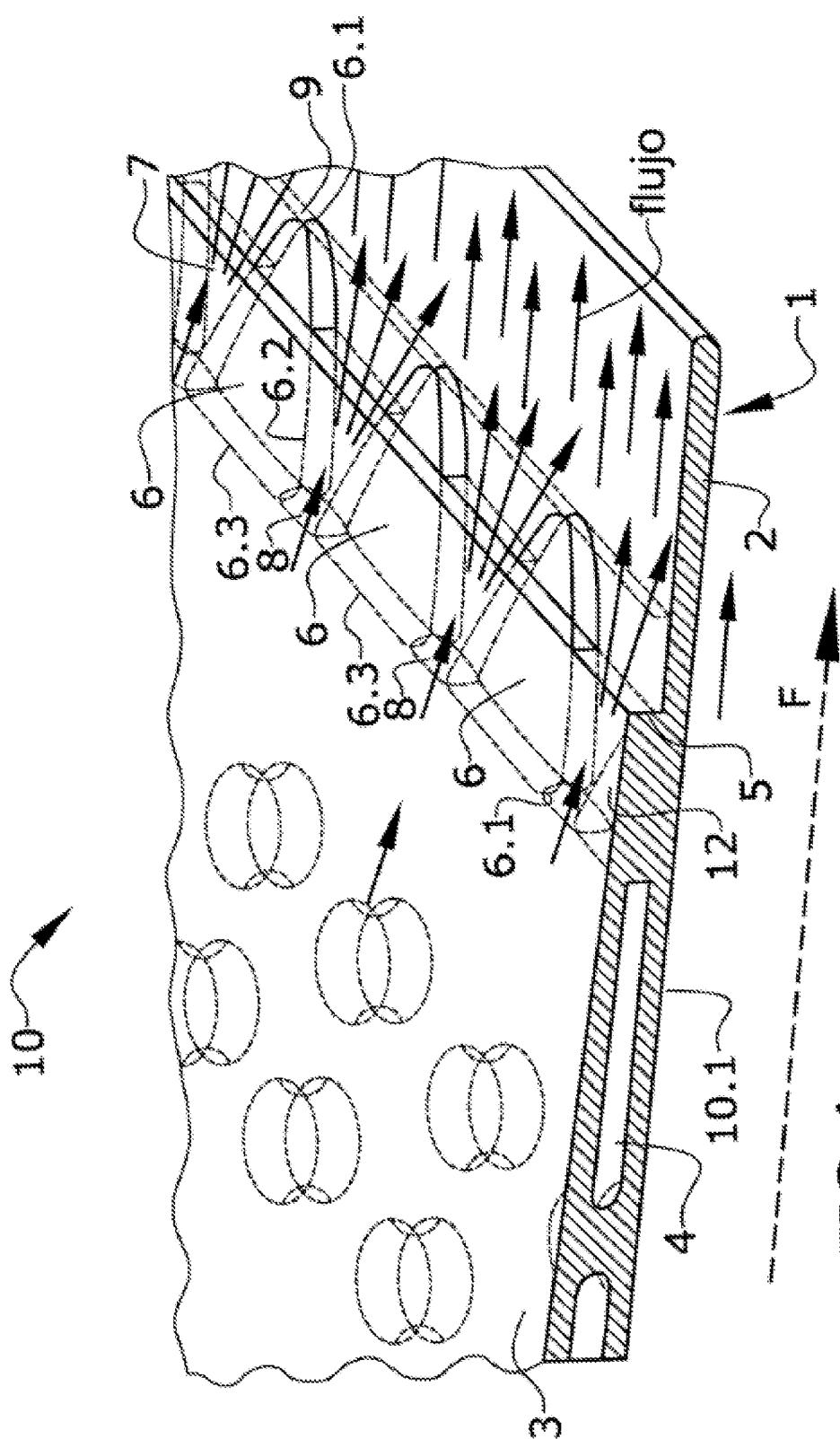
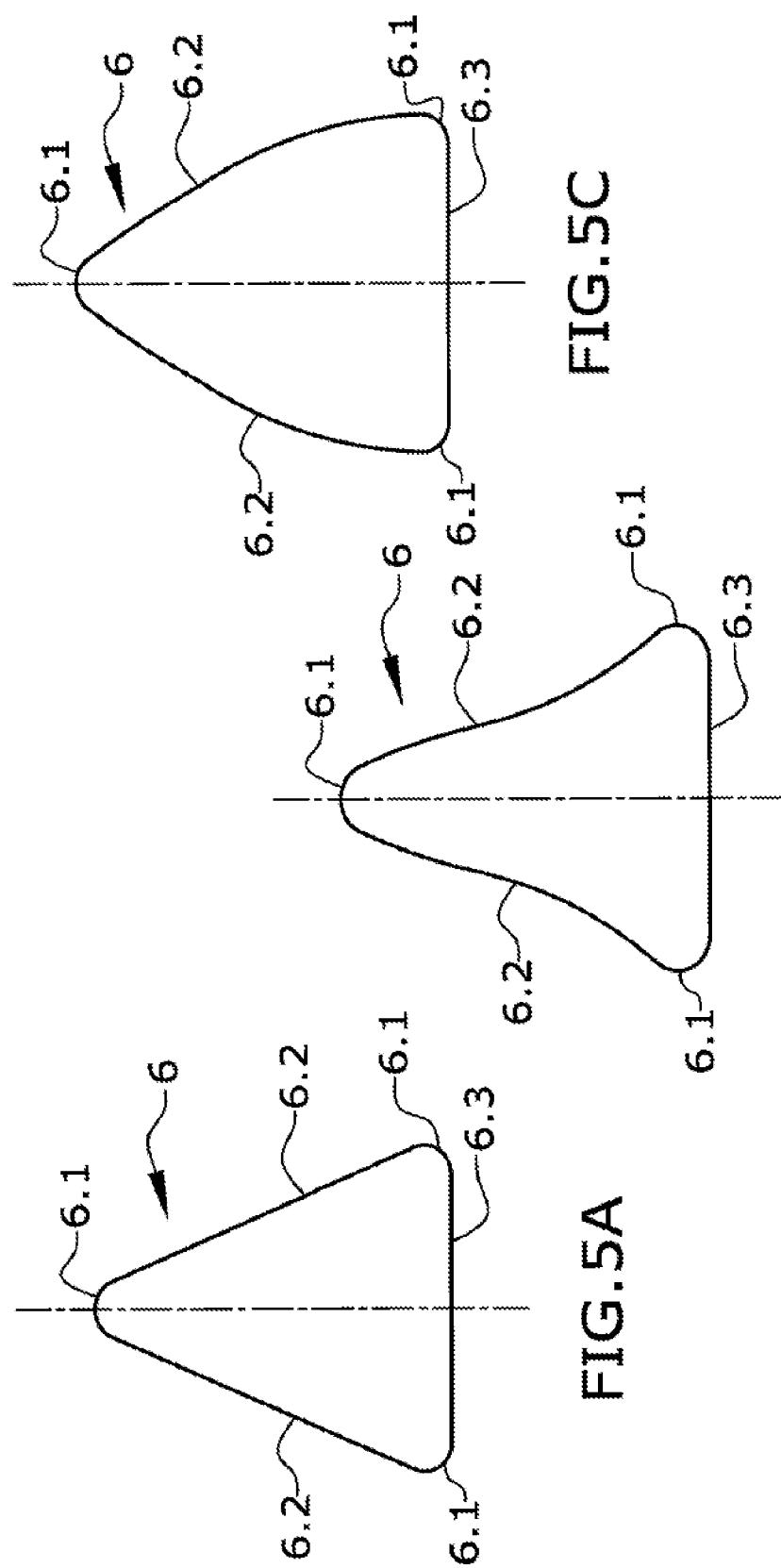


FIG. 4



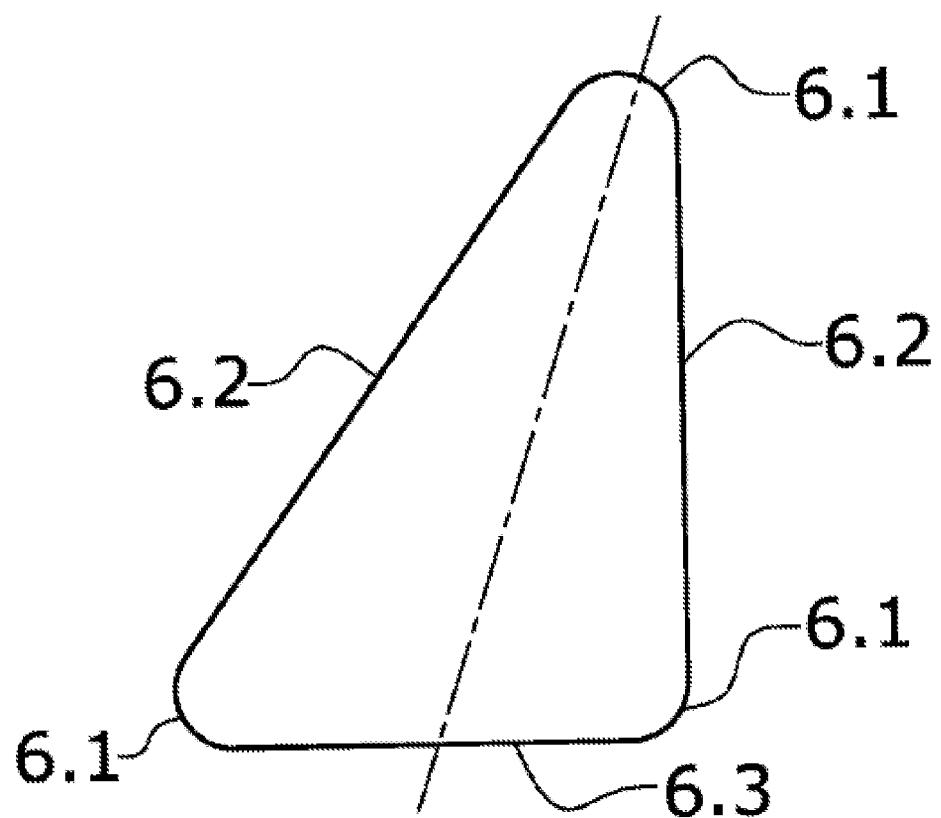


FIG.6

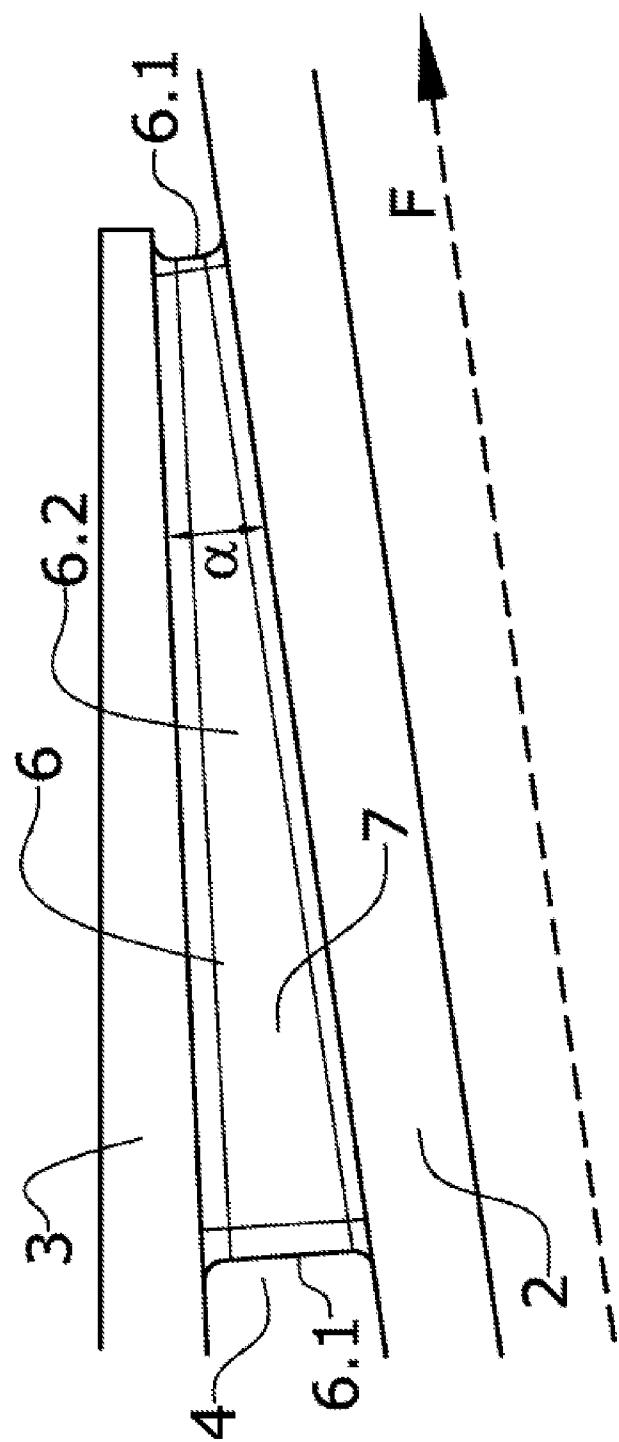


FIG. 7

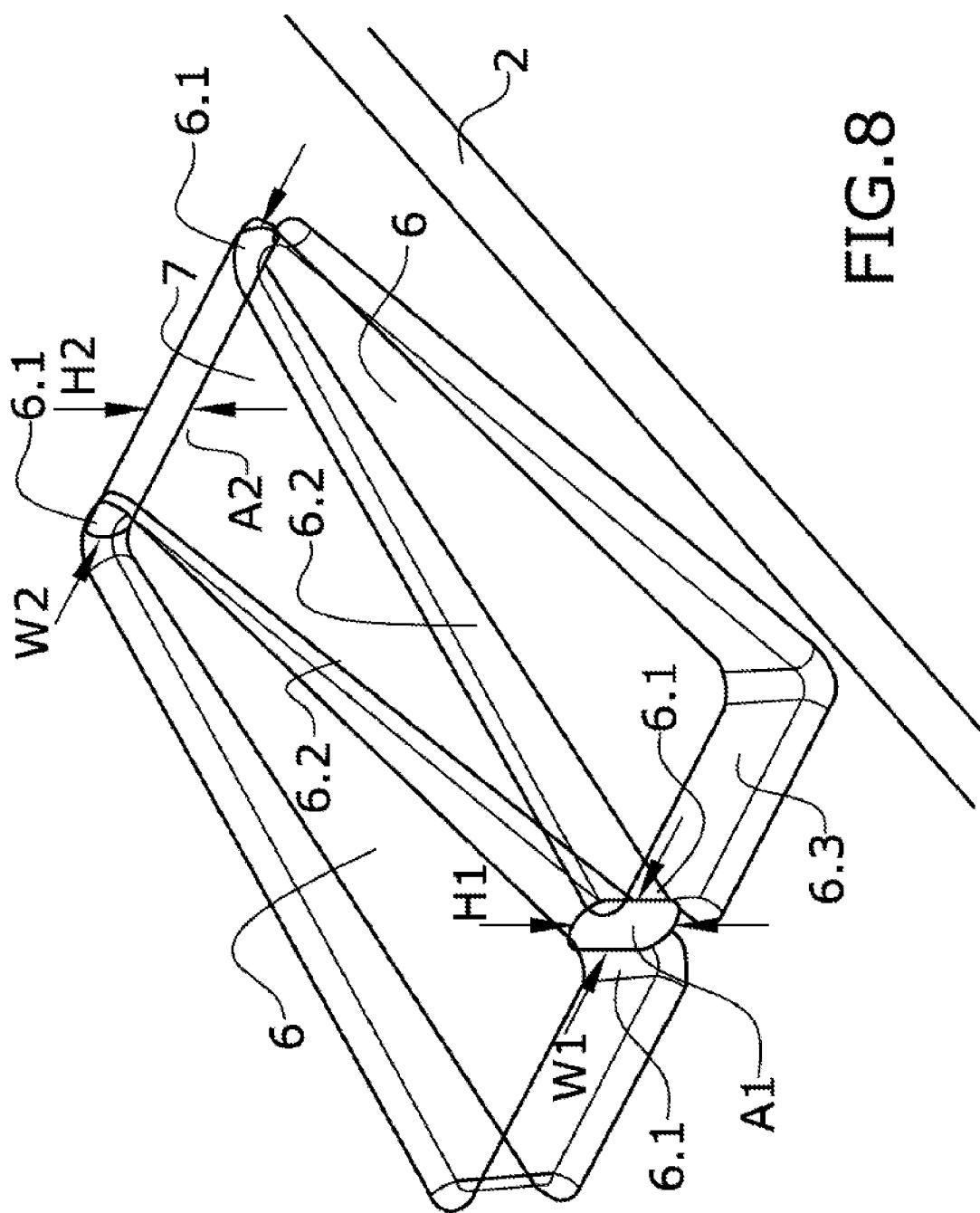


FIG.8

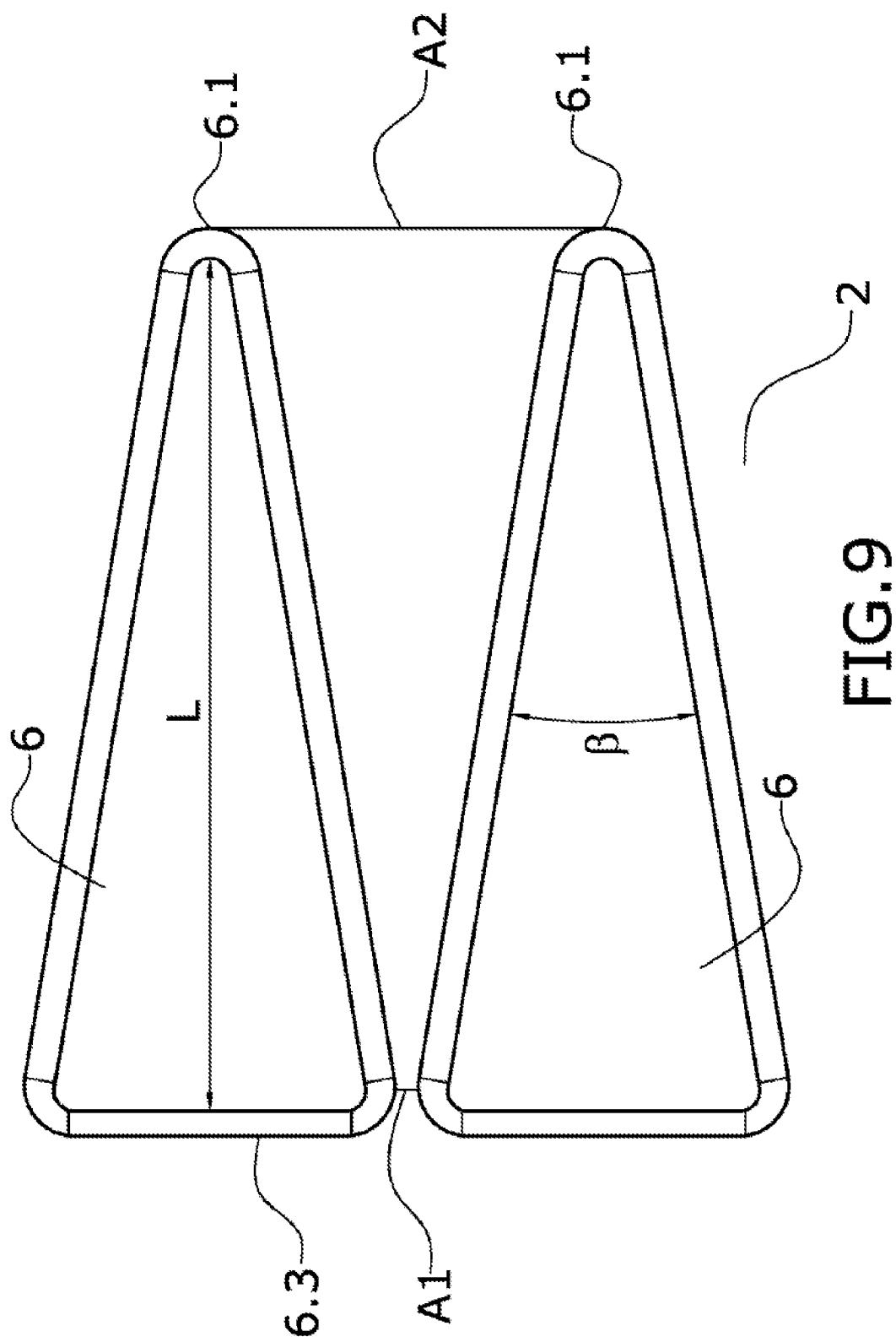


FIG. 9