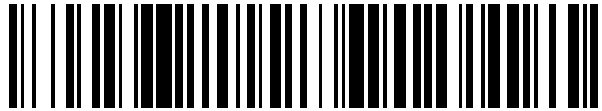


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 411**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/18** (2006.01)

**F01D 5/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2013 PCT/EP2013/072388**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO2014067869**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2013 E 13786204 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2893147**

54 Título: **Perfil aerodinámico y método para la construcción del mismo**

30 Prioridad:

**31.10.2012 EP 12190807**

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

**13.06.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**SZIJARTO, JANOS**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

**ES 2 616 411 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).

**PERFIL AERODINÁMICO Y MÉTODO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MISMO****DESCRIPCIÓN****5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un perfil aerodinámico y a un método para la construcción del perfil aerodinámico.

10 Un perfil aerodinámico se usa generalmente como álabe y/o pala en una turbomáquina tal como una turbina de gas o una turbina de vapor para la generación de energía. La turbomáquina funciona durante periodos de tiempo extensos, y durante su funcionamiento el perfil aerodinámico entra en contacto con gases a temperaturas muy altas (superiores a 1000°C), es decir el fluido de trabajo en la turbomáquina. Con ello, la temperatura de la superficie externa del perfil aerodinámico aumenta enormemente. La exposición del perfil aerodinámico a las temperaturas de funcionamiento enormemente altas durante tales periodos de tiempo extensos conduce a una reducción de la vida útil operativa del perfil aerodinámico. Por tanto, es necesario enfriar el perfil aerodinámico durante su funcionamiento para aumentar su vida útil operativa.

20 El enfriamiento por impacto es una técnica popular que se emplea para enfriar un perfil aerodinámico. En el enfriamiento por impacto, se bombardea un fluido refrigerante a alta presión sobre determinadas zonas (puntos calientes) en el perfil aerodinámico que requieren enfriamiento. Esto requiere que se proporcione al fluido refrigerante una alta presión para producir el impacto, lo que requiere el empleo de medios adicionales para aumentar la presión del fluido refrigerante. Por tanto, la técnica de enfriamiento por impacto actual es cara así como ineficiente para enfriar el perfil aerodinámico.

25 El documento US5704763 da a conocer un perfil aerodinámico con un conducto de enfriamiento subdividido que incluye disposiciones para crear turbulencias de un fluido de enfriamiento dirigido a través del conducto. Las turbulencias mejoran la eficiencia de enfriamiento.

30 El documento US 5 738 493 da a conocer un generador de turbulencia para una pala de rotor.

El documento US7722327 propone una técnica alternativa para enfriar un perfil aerodinámico, y cita un circuito de enfriamiento de vórtice múltiple para un perfil aerodinámico delgado, en el que una pared del perfil aerodinámico se construye con una pluralidad de canales de enfriamiento de vórtice individual que se conectan a un canal de suministro de aire de enfriamiento de borde de ataque. Sin embargo, esta es una solución muy cara, porque propugna una estructura intrincada de perfil aerodinámico, aumentando de ese modo la complejidad de construcción del perfil aerodinámico. El objetivo de la presente invención es proponer un diseño más sencillo y potenciado de un perfil aerodinámico para mejorar la eficiencia de enfriamiento del perfil aerodinámico.

40 El objetivo anterior se logra mediante un perfil aerodinámico según la reivindicación 1 y un método para la construcción del perfil aerodinámico según la reivindicación 10.

45 El objetivo subyacente de la presente invención es proponer un diseño para un perfil aerodinámico de tal manera que se potencia el enfriamiento del perfil aerodinámico, especialmente durante el funcionamiento del perfil aerodinámico. En el presente documento, el perfil aerodinámico según la presente invención comprende una pared exterior, una pared interior y un canal de enfriamiento ubicado entre las paredes mencionadas anteriormente. Se pretende que el canal de enfriamiento guíe un fluido refrigerante durante el funcionamiento del perfil aerodinámico. La pared interior comprende un saliente, que se extiende desde una superficie de la pared interior y al interior del canal de enfriamiento. Este saliente está dispuesto y perfilado de modo que dirija al menos una parte del fluido refrigerante, que está fluyendo a través del canal de enfriamiento y especialmente por encima del saliente, para que impacte el fluido refrigerante sobre una primera zona de la pared exterior. Además, la pared exterior comprende un saliente, que se extiende desde una superficie de la pared exterior y al interior del canal de enfriamiento. El saliente en la pared exterior también está dispuesto y perfilado de modo que dirija al menos una parte del fluido refrigerante, que está fluyendo a través del canal de enfriamiento y especialmente por encima del saliente en la pared exterior, para que impacte el fluido refrigerante sobre una segunda zona de la pared interior.

55 El saliente ayuda a dirigir el fluido refrigerante para producir un impacto del fluido refrigerante sobre la pared exterior.

60 Se pretende que el impacto del fluido refrigerante sobre la pared exterior transfiera más calor desde la pared exterior sobre el fluido refrigerante, especialmente en comparación con la técnica convencional de enfriamiento por convección. Adicionalmente, proporcionando un saliente, el área superficial efectiva de la pared se aumenta, potenciando de ese modo la transferencia de calor desde la pared exterior hasta el fluido refrigerante. Con ello, es posible redirigir el fluido refrigerante que impacta sobre la pared exterior de vuelta sobre la pared interior durante la circulación del fluido refrigerante en el interior del canal de enfriamiento, preparando de ese modo el fluido refrigerante para dirigirse de nuevo sobre la pared exterior para producir un impacto del fluido refrigerante sobre una ubicación diferente en la pared exterior.

65

De ese modo se logra un enfriamiento potenciado de la pared exterior, especialmente el enfriamiento de la primera zona.

5 Según una realización de la invención dada a conocer en el presente documento, el saliente en la pared interior se extiende tanto en un sentido de flujo del fluido refrigerante como en un sentido hacia la pared exterior.

10 Según otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, el saliente comprende una porción ascendente, una porción descendente y un pico, cuando se considera en el sentido global de flujo del fluido refrigerante. La porción ascendente asciende en un sentido hacia la pared exterior, mientras que la porción descendente desciende en un sentido hacia la pared interior. El pico está ubicado entre la porción ascendente y la porción descendente. Adicionalmente, el valor absoluto de un gradiente de la porción descendente es mayor que el valor absoluto de un gradiente de la porción ascendente.

15 Este perfil del saliente según las realizaciones anteriores es ventajoso para dirigir suavemente el fluido refrigerante sobre la primera zona en la pared exterior. El gradiente de la porción ascendente guía suavemente el fluido refrigerante a lo largo de la porción ascendente de manera que se aumenta la eficacia del impacto del fluido refrigerante sobre la primera porción de la pared exterior. Con ello, se logran tanto impactos eficaces así como una circulación sin obstáculos del fluido refrigerante en el canal de enfriamiento.

20 Según aún otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, la ubicación del saliente en el perfil aerodinámico es tal que es proximal a un borde de ataque del perfil aerodinámico. El borde de ataque del perfil aerodinámico experimenta más calentamiento que el borde de salida del perfil aerodinámico durante el funcionamiento del perfil aerodinámico. Por tanto, gracias a que el saliente está ubicado más próximo al borde de ataque, se pretende que el saliente enfríe la parte del perfil aerodinámico que experimenta más calentamiento, aumentando de ese modo la vida útil operativa del perfil aerodinámico.

Según aún otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, el saliente en la pared exterior se extiende tanto en un sentido de flujo del fluido refrigerante como en un sentido hacia la pared interior.

30 Según aún otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, el saliente en la pared exterior también comprende una porción ascendente, una porción descendente y un pico, cuando se considera en el sentido global de flujo del fluido refrigerante. La porción ascendente asciende en un sentido hacia la pared interior, mientras que la porción descendente desciende en un sentido hacia la pared exterior. El pico está ubicado entre la porción ascendente y la porción descendente. Adicionalmente, el valor absoluto de un gradiente de la porción descendente es mayor que el valor absoluto de un gradiente de la porción ascendente.

40 Este perfil del saliente en la pared exterior que es según cualquiera de las realizaciones anteriores es ventajoso para dirigir suavemente el fluido refrigerante que impacta sobre la primera zona en la pared exterior de vuelta a la segunda zona en la pared interior. El gradiente de la porción ascendente guía suavemente el fluido refrigerante a lo largo de la porción ascendente de manera que se aumenta la eficacia del impacto del fluido refrigerante sobre la segunda porción de la pared interior. Con ello, se logran tanto impactos eficaces así como una circulación sin obstáculos del fluido refrigerante en el canal de enfriamiento. Además, esto es beneficioso para producir una serie de impactos del canal de refrigerante sobre la pared exterior, ayudando de ese modo a aumentar la eficiencia de enfriamiento de la pared exterior.

45 Según aún otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, cuando se considera en el sentido global de flujo del fluido refrigerante, la ubicación del saliente en la pared exterior y la ubicación del saliente en la pared interior de tal manera que la parte de fluido refrigerante que se dirige hacia la primera zona por el saliente en la pared interior impacta sobre la porción ascendente del saliente en la pared exterior. Con ello, es posible producir una trayectoria de flujo más eficiente y más suave del fluido refrigerante en el canal de enfriamiento.

50 Según aún otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, cuando se considera en el sentido global de flujo del fluido refrigerante, el pico del saliente en la pared interior y el pico del saliente en la pared exterior están desviados uno con respecto a otro. Con ello, se potencia la suavidad del flujo así como la eficacia de los impactos en serie del fluido refrigerante entre las paredes del perfil aerodinámico.

60 Según aún otra realización de la invención dada a conocer en el presente documento, la ubicación del saliente en la pared exterior es tal que es proximal al borde de ataque del perfil aerodinámico. Con ello, se beneficia el enfriamiento de las partes del perfil aerodinámico ubicadas de manera proximal al borde de ataque, porque el borde de ataque del perfil aerodinámico experimenta un calentamiento máximo durante el funcionamiento del perfil aerodinámico. Se pretende que esto aumente la vida útil operativa del perfil aerodinámico.

65 En un método para la construcción del perfil aerodinámico según cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente, la pared exterior y la pared interior se disponen de tal manera que el canal de enfriamiento separa la pared exterior y la pared interior. El saliente en la pared interior se proporciona de tal manera que el saliente (70) en la pared interior se extiende desde la superficie de la pared interior y al interior del canal de enfriamiento. Además, el

saliente en la pared exterior se proporciona de tal manera que el saliente en la pared exterior se extiende desde la superficie de la pared exterior y al interior del canal de enfriamiento. Con ello, es posible dirigir al menos una parte del fluido refrigerante que fluye a través del canal de enfriamiento y también por encima del saliente en la pared exterior para que impacte sobre una segunda zona de la pared interior.

5 Con ello, resulta beneficioso dirigir el fluido refrigerante para producir un impacto del fluido refrigerante sobre la primera zona en la pared exterior.

10 Las realizaciones mencionadas anteriormente y otras de la invención que se refieren a un perfil aerodinámico y a un método para enfriar el mismo se tratarán ahora con referencia a los dibujos adjuntos de la presente invención. Las realizaciones ilustradas pretenden ilustrar, pero no limitar la invención. Los dibujos adjuntos contienen las siguientes figuras, en las que números similares se refieren a partes similares, en la totalidad de la descripción y los dibujos.

15 Las figuras ilustran de manera esquemática ejemplos adicionales de las realizaciones de la invención, en las que:

La figura 1 representa una vista en sección transversal de un perfil aerodinámico según una realización de la presente invención,

20 la figura 2 representa una vista en sección transversal ampliada de una sección del perfil aerodinámico al que se hace referencia en la figura 1, y

la figura 3 representa un diagrama de flujo de un método para la construcción del perfil aerodinámico al que se hace referencia en la figura 1.

25 La figura 1 representa una vista en sección transversal de un perfil 10 aerodinámico según una o más realizaciones de la invención descritas en el presente documento. El perfil 10 aerodinámico puede ser un álabe o una pala de una turbomáquina (no representada), tal como una turbina de gas o una turbina de vapor que se emplea para la generación de energía.

30 El perfil 10 aerodinámico comprende una primera pared 20, una segunda pared 30 y un canal 40 de enfriamiento. El canal 40 de enfriamiento está ubicado entre la primera pared 20 y la segunda pared 30, y el canal 40 de enfriamiento facilita el enfriamiento de la primera pared 20 del perfil 10 aerodinámico. La primera pared 20 es una pared exterior y la segunda pared 30 es una pared interior del perfil 10 aerodinámico, en el que la pared 20 exterior rodea la pared 30 interior. Además, el canal 40 de enfriamiento separa la pared 30 interior y la pared 20 exterior. Según un aspecto a modo de ejemplo, el canal 40 de enfriamiento puede rodear preferiblemente toda la extensión de la pared 30 interior. Sin embargo en el perfil aerodinámico a modo de ejemplo descrito en el presente documento, la pared 30 interior es un núcleo del perfil 10 aerodinámico.

40 Durante el funcionamiento de la turbomáquina, la pared 20 exterior se expone a gases 50 calientes dando como resultado de ese modo el calentamiento de la pared 20 exterior, que posteriormente aumenta la temperatura de la pared 20 exterior. Un fluido 60 refrigerante, que se dispensa al interior del canal 40 de enfriamiento, fluye a través del canal 40 de enfriamiento. Sin embargo, la dispensación del fluido 60 refrigerante al interior del canal 40 de enfriamiento del perfil 10 aerodinámico es una técnica bien conocida y no está cubierta en el presente documento con fines de brevedad.

45 Mientras que el fluido 60 refrigerante pasa a través del canal 40 de enfriamiento, el fluido 60 refrigerante está en contacto térmico tanto con la pared 20 exterior como con la pared 30 interior. La pared 30 interior está relativamente más fría que la pared 20 exterior. La interacción entre el fluido 60 refrigerante y la pared 20 exterior da como resultado una transferencia sustancial de calor desde la pared 20 exterior hasta el fluido 60 refrigerante, dando como resultado de ese modo el enfriamiento de la pared 20 exterior. La mayoría del calor se retiraría del perfil 10 aerodinámico junto con el fluido 60 refrigerante tal como se describe a continuación. Además, puesto que el fluido 60 refrigerante está en contacto con la pared 20 exterior así como con la pared 30 interior, el canal 40 de enfriamiento puede transferir una cantidad marginal de calor sobre la pared 40 interior. Sin embargo, la mayoría del calor transferido desde la pared 20 exterior sobre el fluido 60 refrigerante se retiene todavía en el fluido 60 refrigerante.

50 Con ello, se logra el enfriamiento la pared 20 exterior según la manera mencionada anteriormente.

El fluido 60 refrigerante puede dispensarse al interior del canal 40 de enfriamiento usando cualquiera de las técnicas bien conocidas, por ejemplo, por medio de un suministro de fluido refrigerante (no representado) acoplado operativamente a un orificio 45 de entrada previsto en una base o un pie (no representado) del perfil 10 aerodinámico. Después de eso, el fluido 60 refrigerante fluye a través del canal 40 de enfriamiento, y el fluido 60 refrigerante finalmente sale a través de un orificio 165 de salida que está ubicado generalmente en el borde 160 de salida del perfil 10 aerodinámico. El fluido 60 refrigerante circula de ese modo en el interior del canal 40 de enfriamiento entrando en el perfil 10 aerodinámico a través del orificio 45 de entrada y saliendo a través del orificio 165 de salida. Con esto, la mayoría del calor se transporta fuera del perfil 10 aerodinámico por medio de la circulación del fluido 60 refrigerante en el canal 40 de enfriamiento del perfil 10 aerodinámico.

60

65

Con referencia al perfil 10 aerodinámico a modo de ejemplo representado en la figura 1, en la mitad 110 superior del perfil 10 aerodinámico, que está tanto por encima de la línea 100 de curvatura como proximal al lado 130 de succión del perfil 10 aerodinámico, el fluido 60 refrigerante generalmente fluye hacia el borde 150 de ataque del perfil 10 aerodinámico. Por otro lado, en la mitad 120 inferior del perfil 10 aerodinámico, que está tanto por debajo de la línea 100 de curvatura como proximal al lado 140 de presión del perfil 10 aerodinámico, el fluido 60 refrigerante generalmente fluye hacia el borde 160 de salida del perfil 10 aerodinámico.

Para aumentar la eficiencia de la transferencia de calor entre la pared 20 exterior y el fluido 60 refrigerante para enfriar la pared 20 exterior, una porción 35 de la pared 30 interior comprende una pluralidad de salientes 70, 75. Los salientes 70, 75 en la pared 30 interior son preferiblemente solidarios con la pared 30 interior. En el presente documento, cada uno de los salientes 70, 75 en la pared 30 interior se extiende desde una superficie 37 en la pared 30 interior al interior del canal 40 de enfriamiento y generalmente en un sentido hacia la pared 20 exterior. Estos salientes 70, 75 en la pared interior influyen en el recorrido del fluido 60 refrigerante que fluye en el canal 40 de enfriamiento. Cada uno de los salientes 70, 75 en la pared 30 interior está dispuesto y perfilado de tal manera que el fluido 60 refrigerante se dirige hacia una primera zona 64 opuesta en la pared 20 exterior, con el fin de impactar el fluido 60 refrigerante sobre esa primera zona 64 en la pared 20 exterior. Con ello se logra un efecto de enfriamiento por impacto en la primera zona 64 opuesta puesto que al fluido 60 refrigerante se le proporciona una presión aumentada en la primera zona 64. Este impacto del fluido 60 refrigerante sobre la primera zona 64 en el presente documento da como resultado una transferencia de calor potenciada desde la primera zona 64 en la pared 20 exterior sobre el fluido 60 refrigerante. La porción 35 de la pared 30 interior que comprende los salientes 70, 75 está ubicada preferiblemente de manera proximal al borde 150 de ataque del perfil 10 aerodinámico debido al calentamiento significativo experimentado en el borde 150 de ataque del perfil 10 aerodinámico.

De manera similar, una porción 25 de la pared 20 exterior también comprende una pluralidad de salientes 80, 85, en la que cada uno de los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior se extiende desde una superficie 27 en la pared 20 exterior al interior del canal 40 de enfriamiento y generalmente en un sentido hacia la pared 30 interior. Los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior son preferiblemente solidarios con la pared 20 exterior. Cada uno de los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior está dispuesto y perfilado de tal manera que al menos una parte del fluido 60 refrigerante que impacta sobre la primera zona 64 en la pared 20 exterior se dirige hacia una segunda zona 66 opuesta en la pared 30 interior, produciendo de ese modo un efecto de enfriamiento por impacto en la segunda zona 66 en la pared 30 interior, dando como resultado con ello una transferencia marginal de calor desde el fluido 60 refrigerante hasta la pared 30 interior. Sin embargo, la mayoría del calor se retiene todavía en el fluido 60 refrigerante.

En el presente documento, se prefiere que la pared 30 interior y la pared 20 exterior comprendan una pluralidad respectiva de salientes 70, 75, 80, 85, de tal manera que varias primeras zonas 64 y segundas zonas 66 correspondientes estén presentes en la pared 20 exterior y la pared 30 interior sobre las que se dirigiría el fluido refrigerante para lograr el efecto de enfriamiento por impacto en las primeras zonas 64 y segundas zonas 66.

En el presente documento, con la disposición de la pluralidad de salientes 70, 75, 80, 85 tanto en la pared 30 interior como en la pared 20 exterior, el fluido refrigerante que ha impactado se redirige repetidamente entre la pared 20 exterior y la pared 30 interior en el sentido de flujo global del fluido 60 refrigerante en el canal 40 de enfriamiento. Por ejemplo, si el primer saliente 70, 75 está ubicado en la pared 30 interior tal como se observa en el sentido de flujo global, el fluido 60 refrigerante se dirige para que impacte sobre la primera zona 64 en la pared 20 exterior. Después de eso, el fluido 60 refrigerante se redirige hacia la segunda zona 66 opuesta en la pared 30 interior para un impacto adicional del fluido 60 refrigerante sobre la pared 30 interior. Después de eso, el fluido 60 refrigerante se redirigirá de nuevo hacia la primera zona 64 de la pared exterior, y así sucesivamente. De manera especial, esta serie de impactos del fluido 60 refrigerante sobre la pared 20 exterior del perfil 10 aerodinámico da como resultado que se potencie la eficiencia de enfriamiento del perfil 10 aerodinámico. Además, esta porción 25 de la pared 20 exterior que comprende los salientes 70, 75 se ubica de nuevo preferiblemente de manera proximal al borde 150 de ataque del perfil 10 aerodinámico.

En la mitad 110 superior del perfil 10 aerodinámico, el sentido global de flujo del fluido 60 refrigerante en el canal 40 de enfriamiento del perfil 10 aerodinámico a modo de ejemplo representado en el presente documento es en un sentido preferiblemente desde el borde de salida hacia el borde 150 de ataque. Sin embargo, el sentido local del flujo del fluido 60 refrigerante está determinado por el perfil de cada uno de los salientes 70, 75, 80, 85 por encima de los que fluye el fluido 60 refrigerante.

Una sección 65 a modo de ejemplo del perfil 10 aerodinámico que representa las porciones 25, 35 mencionadas anteriormente en el presente documento de la pared 20 exterior y la pared 30 interior y el canal 40 de enfriamiento, que está presente entre las porciones 25, 35 y las paredes 20, 30, se explica con referencia a la figura 2. La serie de impactos del fluido 60 refrigerante sobre la pared 20 exterior de la sección 65 tiene lugar debido a el flujo de fluido 60 refrigerante por encima de los salientes 70, 75 en la pared 30 interior de la sección 65. De manera similar, la serie de impactos del fluido 60 refrigerante sobre la pared 30 interior de la sección 65 tiene lugar debido al flujo de fluido 60 refrigerante por encima de los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior de la sección 65. La geometría de los salientes 70, 75, el flujo del fluido 60 refrigerante, y la manera en que los salientes 70, 75 dirigen el fluido 60 refrigerante para provocar impactos del fluido 60 refrigerante sobre las primeras zonas 64 y las segundas zonas 66 de la pared 20

exterior y la pared 30 interior respectivas para enfriar la pared 20 exterior se explicarán en los siguientes párrafos.

La figura 2 representa una vista en sección transversal ampliada de la sección 65 a modo de ejemplo mencionada anteriormente que comprende la porción 25 de la pared 20 exterior y la porción 35 de la pared 30 interior del perfil 10 aerodinámico.

La sección 65 a modo de ejemplo representada en el presente documento está ubicada en la mitad 110 superior del perfil 10 aerodinámico y es además proximal al borde 150 de ataque del perfil 10 aerodinámico cuando se compara con el borde 160 de salida del perfil 10 aerodinámico. El sentido global del flujo del fluido 60 refrigerante en el canal 40 de enfriamiento comprendido en la sección 65 representada es en el sentido desde el borde 160 de salida hacia el borde 150 de ataque.

Con el fin de explicar la sección 65 a modo de ejemplo, se consideran dos salientes 80, 85 a modo de ejemplo en la porción 25 de la pared 20 exterior y dos salientes 70, 75 a modo de ejemplo en la porción 35 de la pared 30 interior del perfil 10 aerodinámico. Cuando se observa a lo largo del sentido global del flujo del fluido 60 refrigerante en la sección 65, cada uno de los salientes 70, 75, 80, 85 mencionados anteriormente comprende lo siguiente:

1. una porción 170 ascendente,
2. un pico 175, y
3. una porción 180 descendente.

Cuando se observa a lo largo del sentido global del flujo del fluido 60 refrigerante, las porciones 170 ascendentes de los salientes 70, 75 respectivos en la pared 30 interior se extienden desde la superficie 37 en la pared 30 interior y ascienden en el sentido hacia la pared 20 exterior, mientras que la porción 170 ascendente del saliente 80, 85 en la pared 20 exterior se extiende desde la superficie 27 en la pared 20 exterior y asciende en el sentido hacia la pared 30 interior. La porción 170 ascendente es preferiblemente tanto continua como lisa, y cada una de las porciones 170 ascendentes de cada uno de los salientes 70, 75, 80, 85 terminan en el pico 175 respectivo de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos. El fluido 60 refrigerante que fluye por encima de la porción 170 ascendente de cada uno de los salientes 80, 85 se dirige hacia la porción 170 ascendente del saliente 70, 75 opuesto en la pared 30 opuesta. Posteriormente, esto da como resultado el impacto del fluido 60 refrigerante sobre la segunda zona 64 opuesta de la pared 20 opuesta, conduciendo de ese modo a una transferencia de calor potenciada entre el fluido 60 refrigerante y la pared 20 opuesta.

Adicionalmente, el flujo del fluido 60 refrigerante por encima de la porción 170 ascendente del saliente 70, 75 da como resultado la aceleración del fluido 60 refrigerante. Con ello, se aumenta la velocidad del fluido 60 refrigerante. Se logra una mayor incidencia sobre el impacto del fluido 60 refrigerante sobre la porción 170 ascendente del saliente 80, 85 sobre la pared 20 opuesta, que potencia la transferencia de calor desde la pared 20 hasta el fluido 60 refrigerante.

Cuando se observa a lo largo del sentido global del flujo del fluido 60 refrigerante, la porción 180 descendente del saliente 70, 75 en la pared 30 interior desciende desde el pico 175 respectivo y en el sentido hacia la pared 30 interior de la misma, mientras que la porción 180 descendente del saliente 80, 85 en la pared 20 exterior desciende desde el pico 175 respectivo y en el sentido hacia la pared 20 exterior de la misma. En el presente documento, los valores absolutos de los gradientes respectivos de las porciones 180 descendentes de cada uno de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos son preferiblemente mayores que los valores absolutos de los gradientes de las porciones 170 ascendentes de cada uno de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos, es decir la porción 170 ascendente asciende gradualmente y la porción 180 descendente desciende abruptamente.

El perfil de la porción 170 ascendente puede ser lineal, logarítmico, exponencial, cuadrático, y similares. De manera similar, el perfil de la porción 180 descendente puede ser lineal, logarítmico, exponencial, cuadrático, y similares. Sin embargo, los perfiles de todos los salientes 70, 75, 80, 85 son esencialmente iguales.

El pico 175 de cada uno de los salientes 70, 75, 80, 85 se encuentra entre la porción 170 ascendente respectiva y la porción 180 descendente respectiva del saliente 70, 75, 80, 85. El gradiente del saliente 70, 75, 80, 85 es cero en su pico 175. El sentido de flujo local del fluido 60 refrigerante cambia constantemente a medida que fluye el fluido refrigerante a lo largo de las porciones 170 ascendentes de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos. El flujo local en el pico 175 de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos es en el sentido hacia la zona 64, 66 opuesta respectiva de la pared 20, 30 opuesta, sobre la que impacta el fluido 60 refrigerante.

El flujo del fluido 60 refrigerante por encima de los salientes 70, 75, 80, 85 también puede crear vórtices del flujo de fluido 60 refrigerante dependiendo de los perfiles de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos. En el presente documento el flujo habitualmente laminar del fluido 60 refrigerante se convierte en un flujo turbulento, análogo a un efecto de generador de turbulencia, dando como resultado de ese modo una mejor transferencia de calor entre el fluido 60 refrigerante y la pared 30 interior y pared 20 exterior del perfil 10 aerodinámico.

El sentido global del flujo del fluido 60 refrigerante se representa en el presente documento mediante una tangente "X" 190, que es tangencial a la porción 25 de la pared 20 exterior que está comprendida en la sección 65. Los picos 175 de los salientes 70, 75, 80, 85 representados en la sección 65 se proyectan sobre la tangente "X" 190 trazando perpendiculares desde los picos 175 sobre la tangente "X" 190, dando como resultado de ese modo las posiciones  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  y  $X_4$  de los picos 175 sobre la tangente "X". En ese caso,  $X_1$  y  $X_3$  son las posiciones de los picos 175 de los salientes 80, 85 a modo de ejemplo respectivos en la pared 20 exterior, y en el que  $X_2$  y  $X_4$  son las posiciones de los picos 175 de los salientes 70, 75 a modo de ejemplo respectivos en la pared 30 interior.

Los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos en cualquiera de las paredes 20, 30 son preferible y sustancialmente equidistantes unos de otros, es decir las distancias entre los picos 175 vecinos de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos son sustancialmente iguales cuando se observan a lo largo del sentido global de flujo del fluido 60 refrigerante. Por ejemplo, la distancia entre los picos 175  $X_1$  y  $X_3$  de los salientes 80, 85 será idéntica a la distancia entre dos picos 175 vecinos cualesquiera de los salientes 80, 85 respectivos en la pared 20 exterior del perfil 10 aerodinámico. En el presente documento, puede indicarse que la distancia entre los salientes 70, 75 en la pared 30 interior puede diferir ligeramente cuando se compara con la distancia entre los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior. Esto puede atribuirse a las curvaturas y radios ligeramente diferentes de la pared 30 interior y la pared 20 exterior. Además, la distancias entre los salientes 70, 75 en la pared 30 interior pueden variar ligeramente debido a la variación en la curvatura de la pared 30 interior, y el mismo motivo también es válido para la pared 20 exterior. Sin embargo, las distancias entre los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos de las paredes 20, 30 respectivas son sustancialmente iguales cuando se consideran en sección.

Además, los salientes 70, 75 en una pared 30 y los salientes 80, 85 en la pared 20 opuesta están desviados, es decir no son directamente opuestos entre sí, cuando se observan a lo largo del sentido global de flujo del fluido 60 refrigerante. Es decir, un pico 175 de un saliente 80, 85 en la pared 20 exterior y un pico 175 de un saliente 70, 75 en la pared 30 interior preferiblemente no son directamente opuestos entre sí. Por ejemplo,  $X_1$  y  $X_2$  no son directamente opuestos entre sí y lo mismo se aplica  $X_3$  y  $X_4$ . Adicionalmente, el pico  $X_2$  está ubicado entre picos  $X_1$  y  $X_3$  cuando se observa a lo largo de la tangente "X" 190, preferiblemente a medio camino entre los picos  $X_1$  y  $X_3$ . De manera similar, el pico  $X_3$  está ubicado entre picos  $X_2$  y  $X_4$  cuando se observa a lo largo de la tangente "X" 190, preferiblemente a medio camino entre los picos  $X_2$  y  $X_4$ .

Las ubicaciones de los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior con relación a las ubicaciones de los salientes 70, 75 en la pared 30 interior son tales que las zonas 64, 66 primeras y segundas sobre las que impacta el fluido 60 refrigerante están ubicadas cada una entre los picos 175 de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos de las paredes 30, 20 exterior e interior respectivas. Es decir, las primeras zonas 64 en la pared 20 exterior están ubicadas entre los picos 170  $X_1$  y  $X_3$  de los salientes 80, 85 de la pared 20 exterior, mientras que las segundas zonas 66 en la pared 30 interior están ubicadas entre los picos 170  $X_2$  y  $X_4$  de los salientes 70, 75 de la pared 30 interior.

En el presente documento, las ubicaciones individuales de los salientes 70, 75, 80, 85 pretenden ser las posiciones individuales de los salientes 70, 75, 80, 85 en el sentido global del flujo del fluido 60 refrigerante.

Preferiblemente, las zonas 64, 66 primeras y segundas sobre las que impacta el fluido 60 refrigerantes son los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos de las paredes 20, 30 opuestas. Especialmente, la primera zona 64 y la segunda zona 66 son las porciones 170 ascendentes de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos. El fluido 60 refrigerante asciende a lo largo de la porción 170 ascendente de un saliente 70 y el sentido del flujo de fluido refrigerante cambia en el pico 175 del saliente 70, 75, 80, 85. Después de eso, el fluido 60 refrigerante se dirige hacia la porción 170 ascendente del saliente 80 opuesto en la pared 30 opuesta, sobre la que impacta conduciendo de ese modo a una transferencia de calor desde la pared 20 opuesta hasta el fluido 60 refrigerante. Con ello, las primeras zonas 64 y las segundas zonas 66 mencionadas anteriormente pueden ser las porciones ascendentes respectivas de los salientes 70, 75, 80, 85 respectivos. En el presente documento, el impacto del fluido 60 refrigerante sobre la pared exterior 30 conduce a la transferencia de calor desde la pared 20 exterior hasta el fluido 60 refrigerante, mientras que el impacto del fluido 60 refrigerante y la pared 30 interior conduce a la transferencia de calor desde el fluido 60 refrigerante hasta la pared 30 interior. El grueso de la transferencia de calor se produce siempre en la porción 170 ascendente del saliente 70, 75, 80, 85 tras el impacto del fluido 60 refrigerante sobre el saliente 70, 75, 80, 85.

En el presente documento, los salientes 70, 75, 80, 85 pueden proporcionarse en la pared 20 exterior y la pared 30 interior por medio de colada de precisión, sinterización por láser, mecanizado por descarga eléctrica, etcétera.

La figura 3 representa un diagrama de flujo de un método para la construcción del perfil 10 aerodinámico.

En una etapa 200, la pared 30 interior y la pared 20 exterior del perfil 10 aerodinámico se disponen opuestas entre sí. La disposición de las paredes 20, 30 es tal que el canal 40 de enfriamiento mencionado anteriormente se forma entre la pared 30 interior y la pared 20 exterior, en el que el canal 40 de enfriamiento separa la pared 30 interior y la pared 20 exterior. En una etapa 210, la pared 30 interior se dota de salientes 70, 75. Los salientes 70, 75 en la pared 30 interior se extienden desde la superficie 37 y también al interior del canal 40 de enfriamiento y en el sentido hacia la pared 20 exterior. Adicionalmente, la pared 20 exterior también se dota de los salientes 80, 85. Los salientes 80,

85 en la pared 20 exterior también se extienden tanto desde la superficie 27 como también al interior del canal 40 de enfriamiento y en el sentido hacia la pared 30 interior. La disposición de la pared 30 interior y la pared 20 exterior es tal que los picos 175 de los salientes 70, 75 de la pared 30 interior y los picos 175 de los salientes 80, 85 de la pared 20 exterior están desviados unos con respecto a otros en el sentido de flujo del fluido 60 refrigerante.

5 En el presente documento, los salientes 70, 75 en una determinada pared 30 pueden estar previstos en determinadas ubicaciones predefinidas dependiendo de las zonas 64 en la pared 20 opuesta sobre las que va a impactarse de manera precisa el fluido 60 refrigerante, con el fin de enfriar las zonas 64 en la pared opuesta. Estas zonas 64 pueden ser puntos calientes en la pared 20 exterior, que experimentan un intenso calentamiento con la  
10 exposición del perfil 10 aerodinámico a los gases 50 calientes. Estos puntos calientes se producen principalmente en el borde 150 de ataque del perfil 10 aerodinámico. Con esto, el flujo del fluido 60 refrigerante por encima de los salientes 70, 75, 80, 85 en la pared 30 interior se dirige de manera precisa para provocar impactos del fluido refrigerante sobre los puntos calientes.

15 Después de eso, el fluido 60 refrigerante puede dispensarse en el canal 40 de enfriamiento. El recorrido del fluido 60 refrigerante en el canal 40 de enfriamiento se ve influido en el presente documento por los perfiles de los salientes 70, 75 en la pared 30 interior y los salientes 80, 85 en la pared 20 exterior.

20 El fluido 60 refrigerante que fluye por encima del cualquiera de los salientes 70, 75 en la pared 30 interior se dirige hacia la pared 20 exterior, conduciendo de ese modo a un impacto del fluido 60 refrigerante sobre la zona 64 de la pared 20 exterior. El impacto del fluido 60 refrigerante sobre la pared 20 exterior conduce a una transferencia de calor desde la pared 20 exterior hasta el fluido 60 refrigerante. Con ello, se logra el enfriamiento de la pared 20 exterior. De manera similar, el fluido 60 refrigerante que fluye por encima de cualquiera de los salientes 80, 85 en la  
25 pared 20 exterior se dirige hacia la pared 30 interior, conduciendo de ese modo a un impacto del fluido 60 refrigerante sobre la zona 66 de la pared 30 interior. El impacto del fluido 60 refrigerante sobre la pared 30 interior conduce a una transferencia de calor desde el fluido 60 refrigerante hasta la pared 30 interior. Con ello, el fluido 60 refrigerante se enfría con el fin de redirigirse de nuevo sobre la pared 20 exterior para un enfriamiento adicional de la pared 20 exterior.

30 Aunque se ha descrito la invención en el presente documento con referencia a realizaciones específicas, esta descripción no pretende interpretarse en sentido limitativo. Diversos ejemplos de las realizaciones dadas a conocer, así como realizaciones alternativas de la invención, resultarán evidentes para los expertos en la técnica con la referencia a la descripción de la invención.

35



**REIVINDICACIONES**

1. Perfil (10) aerodinámico para una turbomáquina, que comprende:
- 5 - una pared (20) exterior y una pared (30) interior, y
- un canal (40) de enfriamiento ubicado entre la pared (20) exterior y la pared (30) interior para guiar un fluido (60) refrigerante durante el funcionamiento del perfil (10) aerodinámico,
- 10 en el que la pared (30) interior comprende un saliente (70) que se extiende desde una superficie (37) de la pared (30) interior al interior del canal (40) de enfriamiento,
- en el que el saliente (70) en la pared (30) interior está dispuesto y perfilado de tal manera que el saliente (70) en la pared (30) interior dirige al menos una parte del fluido (60) refrigerante, cuando el fluido (60) refrigerante está fluyendo a través del canal (40) de enfriamiento y por encima del saliente (70) en la pared (30) interior, para que impacte el fluido (60) refrigerante sobre una primera zona (64) de la pared (20) exterior,
- 15 caracterizado porque
- 20 - la pared (20) exterior comprende además un saliente (80), en la que el saliente (80) en la pared (20) exterior se extiende desde una superficie (27) de la pared (20) exterior al interior del canal (40) de enfriamiento, y
- 25 en el que el saliente (80) en la pared (20) exterior está dispuesto y perfilado de tal manera que el saliente (80) en la pared (20) exterior dirige al menos una parte del fluido (60) refrigerante, cuando el fluido (60) refrigerante está fluyendo a través del canal (40) de enfriamiento y por encima del saliente (80) en la pared (20) exterior, para que impacte sobre una segunda zona (66) de la pared (30) interior.
- 30 2. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 1, en el que el saliente (70) en la pared (30) interior se extiende tanto en un sentido de flujo del fluido (60) refrigerante como en un sentido hacia la pared (20) exterior.
3. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 1 ó 2, en el que en el sentido global de flujo del fluido (60) refrigerante, el saliente (70) en la pared (30) interior comprende:
- 35 - una porción (170) ascendente que asciende en un sentido hacia la pared (20) exterior,
- una porción (180) descendente que desciende en un sentido hacia la pared (30) interior, y
- 40 - un pico (175) ubicado entre la porción (170) ascendente y la porción (180) descendente,
- en el que el valor absoluto de un gradiente de la porción (180) descendente es mayor que el valor absoluto de un gradiente de la porción (170) ascendente.
- 45 4. Perfil (10) aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el saliente (70) en la pared (30) interior está ubicado de manera proximal a un borde (150) de ataque del perfil (10) aerodinámico en comparación con un borde (160) de salida del perfil (10) aerodinámico.
- 50 5. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 1, en el que el saliente (80) en la pared (20) exterior se extiende tanto en el sentido de flujo del fluido (60) refrigerante como en un sentido hacia la pared (30) interior.
6. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 1 ó 5, en el que en el sentido global de flujo del fluido (60) refrigerante, el saliente (80) en la pared (20) exterior comprende:
- 55 - una porción (170) ascendente que asciende en un sentido hacia la pared (30) interior,
- una porción (180) descendente que desciende en un sentido hacia la pared (20) exterior, y
- 60 - un pico (175) ubicado entre la porción (170) ascendente y la porción (180) descendente,
- en el que para el saliente (80) en la pared (20) exterior, el valor absoluto de un gradiente de la porción (180) descendente es mayor que el valor absoluto de un gradiente de la porción (170) ascendente.
- 65 7. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 6, en el que el saliente (80) en la pared (20) exterior y el

saliente (70) en la pared (30) interior están ubicados en el sentido global de flujo del fluido (60) refrigerante de tal manera que la parte de fluido (60) refrigerante que se dirige hacia la primera zona (64) de la pared (20) exterior por el saliente (70) en la pared interior (80) impacta sobre la porción (170) ascendente del saliente (80) en la pared (20) exterior.

5 8. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 6 ó 7, en el que en el sentido global de flujo del fluido (60) refrigerante, el pico (175) del saliente (80) en la pared (30) interior y el pico (170) del saliente (70) en la pared (20) exterior están desviados uno con respecto a otro.

10 9. Perfil (10) aerodinámico según la reivindicación 8, en el que el saliente (80) en la pared (20) exterior está ubicado de manera proximal al borde (150) de ataque del perfil (10) aerodinámico.

10. Método para la construcción de un perfil (10) aerodinámico para una turbomáquina, en el que el perfil (10) aerodinámico comprende:

15 - una pared (20) exterior y una pared (30) interior, y

20 - un canal (40) de enfriamiento ubicado entre la pared (20) exterior y la pared (30) interior de tal manera que el canal (40) de enfriamiento separa la pared (20) exterior y la pared (30) interior para guiar un fluido refrigerante durante el funcionamiento del perfil aerodinámico, en el que la pared (30) interior comprende un saliente (70) para dirigir al menos una parte del fluido (60) refrigerante, cuando el fluido (60) refrigerante está fluyendo a través del canal (40) de enfriamiento, para que impacte el fluido (60) refrigerante sobre una primera zona (64) de la pared (20) exterior,

25 en el que el saliente (70) en la pared (30) interior se extiende desde una superficie (37) de la pared (30) interior al interior del canal (40) de enfriamiento,

en el que la pared (20) exterior comprende además un saliente (80), y

30 en el que el saliente (80) en la pared (20) exterior se extiende desde una superficie (27) de la pared (20) exterior al interior del canal (40) de enfriamiento, comprendiendo el método:

35 - una etapa (200) de disponer la pared (20) exterior y la pared (30) interior de tal manera que el canal de enfriamiento separa la pared (20) exterior y la pared (30) interior,

caracterizado porque

40 - una etapa (210) de proporcionar el saliente (70) en la pared (30) interior de tal manera que el saliente (70) en la pared (30) interior se extiende desde la superficie (37) de la pared (30) interior al interior del canal (40) de enfriamiento, y proporcionar el saliente (80) en la pared (20) exterior de tal manera que el saliente (80) en la pared (20) exterior se extiende desde la superficie (27) de la pared (20) exterior al interior del canal (40) de enfriamiento para dirigir al menos una parte del fluido (60) refrigerante, cuando el fluido (60) refrigerante está fluyendo a través del canal (40) de enfriamiento y por encima del saliente (80) en la pared (20) exterior, para que impacte sobre una segunda zona (66) de la pared (30) interior.

45

FIG 1

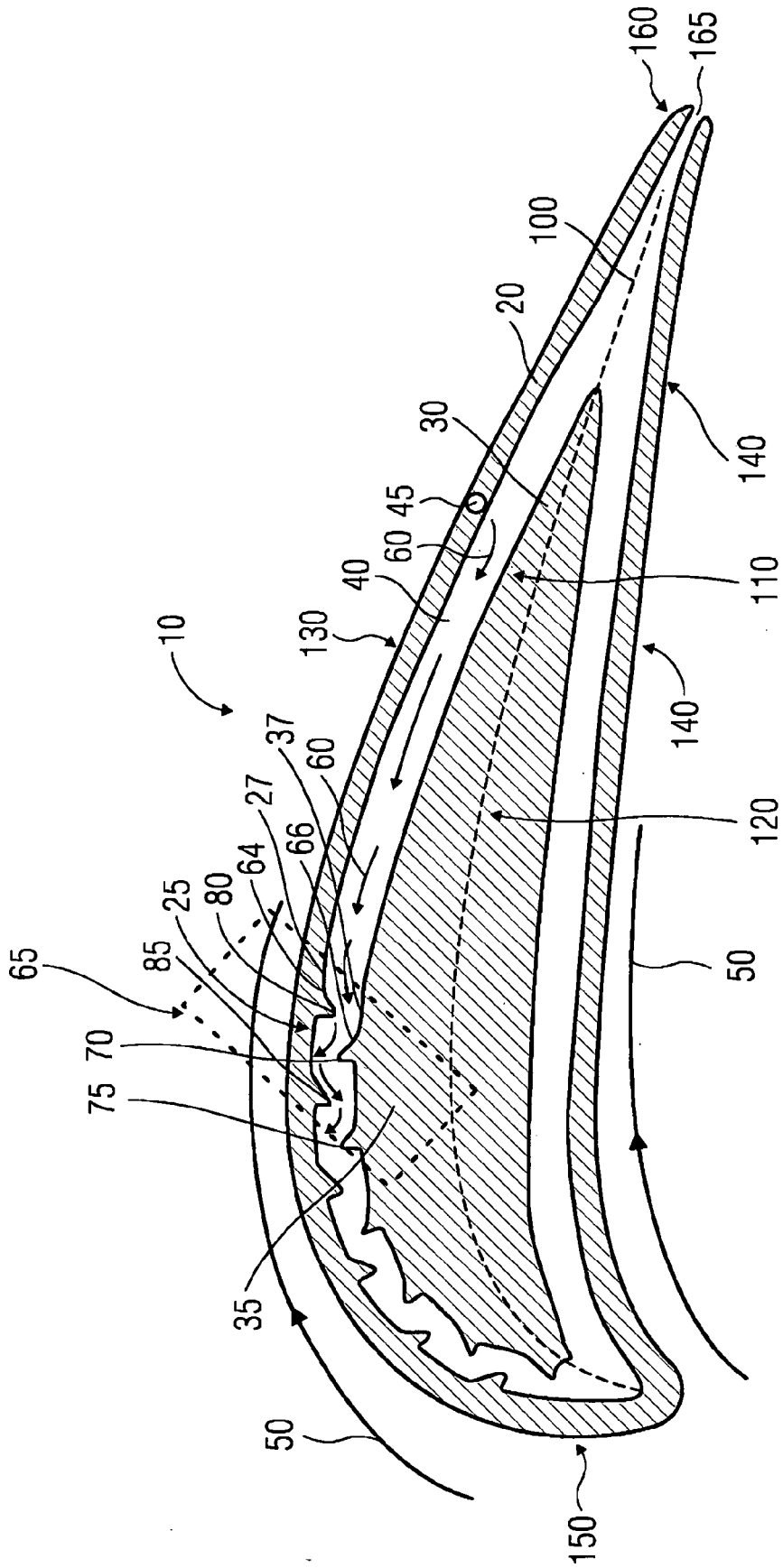


FIG 2

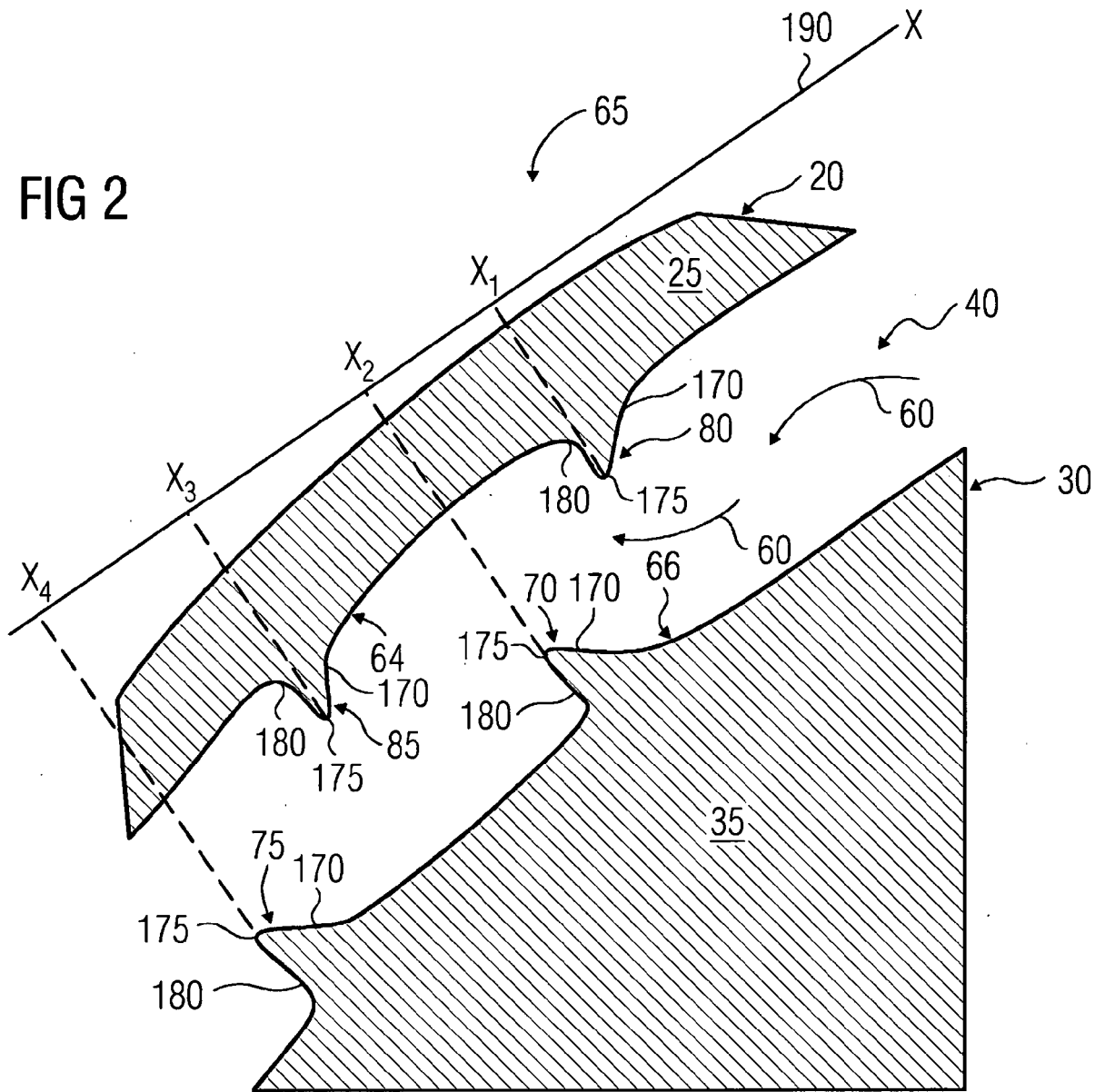


FIG 3

