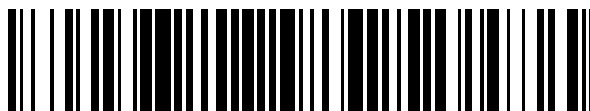


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 034**

51 Int. Cl.:

F01D 5/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09160581**

96 Fecha de presentación: **19.05.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2256297**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2010**

54 Título: **Pala de turbina a gas con refrigeración mejorada**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.10.2012

73 Titular/es:
ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:
MCFEAT, JOSE ANGUIOLA;
KREISELMAIER, ERICH;
NAGLER, CHRISTOPH y
RIAZANTSEV, SERGEI

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 389 034 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

Pala de Turbina a Gas con Refrigeración Mejorada.

CAMPO TÉCNICO

5 La descripción se relaciona de manera general con palas de turbinas a gas y más específicamente con la configuración de refrigeración de la misma.

Para los propósitos de esta especificación se entiende que el término refrigeración secuencial significa refrigeración en secuencia con adición complementaria del fluido de refrigeración e incluye disposiciones en donde el flujo de refrigeración se divide y recombina secuencialmente para uso en refrigeración adicional.

INFORMACIÓN ANTECEDENTE

10 El índice de salida de una turbina de gas es una función fuerte de la temperatura de entrada, sin embargo, que tan caliente se puede operar una turbina a gas está limitado por las restricciones metalúrgicas de las partes de la turbina y la efectividad de refrigeración de dichas partes. Para mantener frías las partes y por lo tanto maximizar el rendimiento, el aire de refrigeración retirado del compresor de la turbina a gas se utiliza comúnmente para refrigerar las partes. Sin embargo, esta extracción, representa una pérdida directa en la eficiencia de la turbina a gas y de esta
15 manera es preferible minimizar la extracción, por ejemplo, al asegurar un uso óptimo del aire de refrigeración.

Se ha desarrollado un gran número de diseños de refrigeración con el objetivo de proporcionar refrigeración efectiva. Estos diseños utilizan normalmente una variedad de diseños de refrigeración por convección que incluye características de aumento de refrigeración y esquemas de refrigeración de película con disposiciones de refrigeración por choque. Adicionalmente las disposiciones de refrigeración por convección también pueden incluir
20 características de aumento de refrigeración, que son características que mejoran la efectividad de la refrigeración al aumenta el área de superficie de pared y/o crear turbulencia en la pared. Ejemplos de características de aumento de refrigeración incluyen pasadores proyectados desde las paredes internas de las palas, rebordes posicionados en forma obtusa al flujo de aire de refrigeración y pedestales, que tienen una forma de pasador, proyectados a través del espacio entre el lado de la presión de la pala y las paredes laterales de succión.

25 Un ejemplo de una solución de disposición de refrigeración se suministra en la Patente Estadounidense No. 7,097,418. Se describe una disposición de refrigeración por choque de plano aerodinámico. El documento EP 1 221 538 B1 describe otra disposición que incluye un sistema de refrigeración por choque de plano aerodinámico que utiliza tubos de choque contenidos y particionados dentro de una pluralidad de cavidades del plano aerodinámico. Se describe adicionalmente rebordes en forma de cuerda utilizados para dirigir el flujo medio de refrigeración en la
30 dirección de la forma de la cuerda dentro de estas cavidades.

El documento DE 2 292 858 proporciona una disposición de refrigeración adicional en la que el aire de refrigeración se divide en dos flujos. Un primer flujo se dirige a través del borde de ataque de la pala y luego dentro de una cámara ubicada en la base de la pala que está configurada para minimizar la pérdida de presión. Desde la cámara, se puede dirigir el aire de refrigeración hacia afuera a través de una porción del borde de salida de la pala. Un
35 segundo se flujo se dirige, a través de una ruta de flujo serpenteante, dentro de la sección media de la pala y luego afuera a través del borde de salida de la pala.

A pesar de estas soluciones, subsiste una creciente necesidad de mejorar la utilización del medio de refrigeración con diseños alternos y/o mejorados.

RESUMEN

40 La invención se relaciona con el problema de la demanda de aire de refrigeración para la refrigeración de las palas y los efectos perjudiciales que tiene esta demanda sobre la eficiencia de la turbina a gas.

Este problema se resuelve por medio de la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas se suministran en las reivindicaciones dependientes.

45 El problema se supera utilizando el concepto de refrigeración secuencial de una pared de extremo de la pala y su plano aerodinámico y, al mismo tiempo, las dos paredes de extremo de la pala. Esta disposición se ha calculado para reducir la demanda de aire de refrigeración hasta el 20 % en donde el beneficio real depende de los factores operativos y de diseño.

Un aspecto proporciona un agujero de pala de turbina a gas (1) que comprende:

50 una primera pared de extremo (10) que tiene un primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11) configurado para recibir aire de refrigeración para refrigerar la primera pared de extremo (10);

un plano aerodinámico (20), que se extiende radialmente desde la primera pared de extremo (10), que incluye,

paredes laterales de succión (24) y presión opuesta (22) que se extienden en forma de cuerda (CD) entre un borde de ataque (2) y un borde de salida (3), y que tiene,

un pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21), que se extiende radialmente entre los extremos radiales del plano aerodinámico (20), conectado al primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11),

5 la pala (1) comprende adicionalmente:

una segunda pared de extremo (30), en un extremo de plano aerodinámico (20) distalmente radial de la primera pared de extremo (10) que tiene un segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo (31) conectado al pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21) con el fin de tener comunicación de aire de refrigeración con el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21),

10 la pala de turbina a gas (1) caracterizada por la combinación de;

el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21), que se extiende desde el primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11) hasta el segunda pasaje de refrigeración de pared de extremo (31), conectado directamente al primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11) con el fin de permitir la recepción exclusiva del aire de refrigeración utilizado para refrigerar la primera pared de extremo (10);

15 el plano aerodinámico (20) que comprende un pasaje de refrigeración de pared (23, 25, 28) que se extiende desde una región de un borde de ataque (A) hasta el borde de salida (3) con el fin de permitir que el aire de refrigeración en el pasaje de refrigeración de pared (23, 25, 28) enfríe secuencialmente, desde el borde de ataque (2) hasta el borde de salida (3), el plano aerodinámico (20) en donde,

20 el pasaje de refrigeración (23, 25, 28), en la región de borde de ataque (A), se conecta al pasaje de refrigeración (21) con el fin de permitir que se reciba aire de refrigeración exclusivamente desde el pasaje de refrigeración (21) y, el borde de salida (3) se configura para retirar aire de refrigeración a través de este, y el segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo (31) conectado directamente al pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21) con el fin de permitir que el aire de refrigeración refrigere la segunda pared de extremo (30) para que sea recibido exclusivamente desde el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21).

25 Preferiblemente la pala comprende un hueco en el tubo de choque ubicado en el plano aerodinámico en donde el hueco en el tubo de choque forma el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico. El tubo de choque también puede extenderse preferiblemente en forma de cuerda desde el borde de ataque a través de una región de cuerda media hasta una región adyacente al borde de salida y se puede separar de la pared del lado de presión y la pared del lado de succión. El espacio entre el tubo de choque y las paredes laterales, en un aspecto, dividen el pasaje de refrigeración de pared en estas regiones dentro de un pasaje de refrigeración de pared lateral de presión y un pasaje de refrigeración lateral de succión respectivamente. Adicionalmente el tubo de choque se puede configurar para refrigeración de choque solo de una región de borde de ataque que se extiende en forma de cuerda entre el borde de ataque y la región media de cuerda.

30 Otro aspecto proporciona la pala con la pared lateral de presión y la pared lateral de succión, en la región media de cuerda, con características de aumento de refrigeración. Preferiblemente las características de aumento de refrigeración en una región de la región media de cuerda adyacente a la región de borde de salida se configuran para proporcionar aumento de refrigeración mejorado comparado con las características de aumento de refrigeración adyacentes a la región de borde de ataque. Esto se puede lograr, en un aspecto, por la separación más cercana de las características de aumento de refrigeración en la región de la región media de cuerda adyacente a la región de borde de salida.

35 Otro aspecto de la pala proporciona una configuración de los pasajes de refrigeración de pared lateral de tal manera que tienen diferentes resistencias de flujo entre sí. Preferiblemente, la diferencia también es desproporcionada para el uso con relación a las cargas de calor de los pasajes de refrigeración de pared lateral en la vecindad de la región media de cuerda. En una disposición mostrada para proporcionar demanda reducida del aire de refrigeración, la división de flujo de aire de refrigeración entre el pasaje de refrigeración de pared lateral de succión y el pasaje de refrigeración de pared lateral de presión está entre 65:35 y 75:25. En un aspecto, la resistencia de flujo relativo para el aire de refrigeración puede ser una función de la separación del tubo de choque desde las paredes laterales en donde preferiblemente se define el espacio mediante la extensión de las características de aumento de refrigeración, que preferiblemente son pasadores, de cada una de las paredes laterales respectivamente.

40 En un aspecto adicional el pasaje de refrigeración de pared lateral de succión y el pasaje de refrigeración de pared lateral de presión se unen para formar un pasaje de refrigeración de pared de borde de salida en la región de borde de salida. Preferiblemente la región de borde de salida incluye rebordes que se extienden en forma de cuerda para direccionar el aire de refrigeración en la dirección de la forma de cuerda.

45 Otros aspectos y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de las siguiente descripción, tomada en relación con los dibujos acompañantes en donde por vía de ilustración y ejemplo, se describe una realización de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Por vía de ejemplo, se describe una realización de la presente descripción más completamente adelante con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

5 La FIGURA 1 es una vista esquemática de una pala de turbina a gas de acuerdo con una realización de la descripción;

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques que muestra conexiones de pasajes de refrigeración de pala de una realización aplicada a la pala de la FIGURA 1;

LA FIGURA 3 es un diagrama de bloques que muestra conexiones de pasaje de refrigeración de plano aerodinámico de una realización aplicada a la pala de la FIGURA 1;

10 LA FIGURA 4 es una vista seccional a través de II-II en la FIGURA 1 que muestra la disposición interna de la sección de plano aerodinámico de la pala;

La FIGURA 5 es una vista seccional a través de III-III en la FIGURA 4 que muestra una disposición de pared del plano aerodinámico con el tubo de choque retirado; y

La FIGURA 6 es una vista seccional a través de IV-IV en la FIGURA 1 que muestra una disposición de la pala.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las realizaciones preferidas de la presente descripción se describen ahora con referencia a los dibujos, en donde se utilizan similares numerales de referencia para referirse a elementos similares. En la siguiente descripción, para propósitos de explicación, se establecen diversos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión a fondo de la descripción. Sin embargo, puede ser evidente, que la descripción se puede practicar sin estos detalles
20 específicos. En otros casos, los dispositivos y estructuras bien conocidos se muestran en forma de diagramas de bloque con el fin de facilitar la descripción de la divulgación.

La FIGURA 1 muestra una pala 1 de una turbina a gas a la que se puede aplicar una realización de la invención. La pala 1 comprende una primera pared de extremo 10 para soportar la pala 1 sobre un estator. El RD que se extiende radialmente desde la primera pared de extremo 10 es un plano aerodinámico 20 con un borde de ataque 2 y un
25 borde de salida 3 que están distantes entre sí en la dirección de la forma de cuerda CD. La formación de un extremo RD radial de un plano aerodinámico 5, distalmente radial de la primera pared de extremo 10, es una segunda pared de extremo 30.

La FIGURA 2 es un diagrama de flujo que muestra una realización de la invención en su forma más simple. La disposición de refrigeración en esta realización comprende la pala 1 de la FIGURA 1 en donde la pala 1 se configura de tal manera que en uso de aire de refrigeración, que primero enfría la primera pared de extremo 10, se segrega en una porción que refrigera secuencialmente el plano aerodinámico 20 y otra parte que refrigera secuencialmente la
30 segunda pared de extremo 30. La primera pared de extremo 10 se puede configurar opcionalmente para expulsar una porción del aire de refrigeración, igual que el plano aerodinámico 20 y la segunda pared de extremo 30.

La FIGURA 3 es un diagrama de flujo que detalla el flujo secuencial del aire de refrigeración a través de una realización de ejemplo del plano aerodinámico 20 mostrado en la FIGURA 1. El plano aerodinámico 20 se configura para ser refrigerado al refrigerar primero el aire utilizado refrigerar la primera pared de extremo 10. Desde la primera pared de extremo 10 el aire de refrigeración fluye primero dentro de la región de borde de ataque A, que es la región que se extiende entre el borde de ataque 2 y una región media de cuerda B-C, como se muestra en la FIGURA 4. Esta región A se configura para refrigeración por choque. El aire de refrigeración utilizado para la refrigeración por choque se dirige luego, mediante configuración del plano aerodinámico 10, desde la región de borde de ataque A a través de presión 23 y pasajes de refrigeración de pared lateral de succión 25 (Ver FIGURA 4) dentro de la región media de cuerda B- C en donde este proporciona refrigeración por convección aumentada de las paredes laterales del plano aerodinámico 22, 24 con la ayuda de las características de aumento de refrigeración mostradas en la FIGURA 4. En la región media de cuerda adyacente al borde de salida C las características de aumento de refrigeración se configuran como mejoradas, con relación a la región B, las características de aumento de refrigeración. Esta configuración proporciona utilización mejorada del aire de refrigeración, compensación de calefacción, y por lo tanto pérdida de fuerza de impulsión por transferencia de calor, del aire de refrigeración cuando pasa la región media de cuerda adyacente al borde de ataque B. El aire de refrigeración de los pasajes de refrigeración de pared lateral 23,25 se unen y mezclan luego en un único pasaje de refrigeración de pared de borde de salida 28 ubicado entre el borde de salida 3 y la región media de cuerda B-C, en una región que define la región de borde de salida D, como se muestra en la FIGURA 4. Desde el pasaje de refrigeración de pared del borde de salida 28 se inyecta aire de refrigeración desde la pala 1 a través del borde de salida 3.
35
40
45
50

La FIGURA 4 muestra una realización de ejemplo un plano aerodinámico 20 que tiene características configuradas para lograr la disposición de flujo de aire de refrigeración mostrada en las FIGURAS 2 y 3. En la realización de ejemplo, un tubo de choque 5 está contenido dentro del agujero de plano aerodinámico 20 y se extiende dentro de la
55

región de borde de ataque A y una región media de cuerda B-C. En estas regiones A-C el tubo 5 forma un pasaje de refrigeración de pared lateral de succión 25 y un pasaje de refrigeración de pared lateral de presión 23 entre estas y la respectiva pared lateral de presión 22 y pared lateral de succión 24. En la región de borde de ataque A el tubo de choque 5 tiene agujeros (no mostrados) que permiten que el aire de refrigeración del pasaje de refrigeración de plano aerodinámico 21 pase a través de las paredes del tubo de choque 5, de tal manera que hay refrigeración por choque de la región A.

Los pasajes de refrigeración de pared lateral 23, 25 contienen características de aumento de refrigeración que mejoran la efectividad de la refrigeración. Las características de aumento de refrigeración pueden ser pasadores 26, como se muestra en las FIGURAS 4 a 6, rebordes radialmente alineados, generadores de turbulencias u otras características conocidas que proporcionan efectividad de refrigeración mejorada al aumentar el área de superficie y/o promover la mezcla.

En la región B-C, el aire de refrigeración se configura para que fluya en la dirección de la forma de cuerda CD hacia el borde de salida 3 a través de las características de aumento de refrigeración. Cuando aumenta la temperatura de aire de refrigeración se reduce el gradiente de temperatura entre el medio de refrigeración y las paredes laterales 22, 24. Para contrarrestar este efecto se mejoran las características de aumento de refrigeración en la región media de cuerda adyacente al borde de salida C para proporcionar mayor aumento de refrigeración que las características de aumento de refrigeración en la región media de cuerda adyacente al borde de ataque B. Cuando las características de aumento de refrigeración son pasadores 26, esto se puede lograr mediante la reducción del tamaño del pasador, aumentando el número de pasadores y/o más cercano a la separación de los pasadores 26, como se muestra en las FIGURAS 4 y 5. La configuración de la característica de aumento de refrigeración también se puede cambiar en otras formas y aún alcanzar el mismo aumento de refrigeración mejorado, por ejemplo, al configurar en forma diferente, las características de forma y/o tamaño de las características de aumento de refrigeración.

El pasaje de refrigeración de la pared lateral de presión 23 y el pasaje de refrigeración de la pared lateral de succión 25 se configuran para asegurar que, preferiblemente, diferente al paso del flujo del aire de refrigeración a través de cada pasaje 23, 25 así como en una realización de ejemplo los índices de flujo compensan las diferentes cargas de calor entre los dos lados del plano aerodinámico. En la realización de ejemplo, mostrada en la FIGURA 4 en donde el plano aerodinámico 20 se refrigera secuencialmente desde el borde de ataque 2 hasta el borde de salida 3, los pasajes de refrigeración de pared lateral 23, 25 se configuran para distribuir desproporcionadamente el flujo de refrigeración a través de cada uno de los pasajes de refrigeración de pared lateral 23, 25 con relación a la carga de calor de cada una de las paredes laterales 22, 24 en la región media de cuerda B-C. En la realización de ejemplo de la FIGURA 4 y la FIGURA 6 esto se logra al aumentar el tamaño del pasaje de refrigeración de pared lateral de succión 25, con relación a aquel del pasaje de refrigeración de pared lateral de presión 23, al extender más los pasadores 26 de la pared lateral 24. Esto tiene el efecto de reducir la resistencia del flujo a través del flujo de aire de refrigeración que provoca que el flujo de aire de refrigeración preferencial fluya a través del pasaje de refrigeración de pared lateral de succión 25. Cambiar la resistencia de flujo es una técnica vieja y bien establecida en donde la realización de ejemplo es un método para lograr el resultado deseado. Otras alternativas conocidas no ejemplificadas pueden igualmente ser aplicadas por separado o en conjunto con la disposición ejemplificada, que incluye cambiar la configuración de las características de aumento de refrigeración. En una realización de ejemplo el aire de refrigeración resultante distribuido entre los pasajes de refrigeración de pared lateral de presión 23 y laterales de succión 25 están en una relación entre 65:35 y 75:25.

El efecto resultante de tener flujos de refrigeración a través de los pasajes de refrigeración de pared lateral 23, 25 desproporcionadamente con la carga de calor relativa es que la efectividad de refrigeración general en la región media de cuerda B-C se reduce y la temperatura de salida del aire de refrigeración de cada uno de los pasajes de refrigeración de pared lateral 23, 25 no es el mismo. El beneficio de esto se realiza en la refrigeración de la región de borde de salida D.

Como se muestra en la FIGURA 4 el plano aerodinámico se configura de tal manera que el aire de refrigeración de los pasajes de refrigeración de pared lateral 23, 25, se mezcla, combina y luego fluye en un único pasaje de refrigeración de pared de borde de salida 28 que se extiende a través de la región de borde de salida D. Dentro del pasaje de refrigeración de pared del borde de salida 28 se pueden proporcionar características de aumento de refrigeración, tal como pasadores 26 que se extienden desde la pared lateral de succión 24 hasta la pared lateral de presión 22 para formar pedestales. Como muestra en la FIGURA 5 la región de borde de salida D también puede incluir sustancialmente rebordes alineados en forma de cuerda 27 para dirigir el aire de refrigeración en la dirección de la forma de cuerda CD.

La región de borde de salida D es una región relativamente altamente tensionada. Se debe en parte a este hecho que es importante asegurar la refrigeración efectiva de esta región D. Una forma de lograr esto es aumentar el índice de aire de refrigeración en esta región. Sin embargo, en una disposición de refrigeración secuencial de realizaciones de ejemplo esto no es posible. Como una alternativa este problema ha sido solucionado por lo menos parcialmente mediante la reducción descrita en la efectividad de refrigeración en la región media de cuerda B-C. Como resultado de la efectividad de refrigeración reducida en la región media de cuerda B-C la temperatura de aire de refrigeración suministrada a la región de borde de salida D se reduce aumentando así la fuerza de impulsión de temperatura del aire de refrigeración permitiendo que el aire de refrigeración en la región de borde de salida D retire más calor y así

se realice un aumento en la efectividad de refrigeración en esta región D sin la necesidad de proporcionar aire de refrigeración complementario. El resultado general es que las características de la realización de ejemplo mostrado en la FIGURA 4 permite la refrigeración secuencial efectiva del plano aerodinámico 20 mediante el ajuste de la efectividad de refrigeración a diferencia del índice de flujo específico de la región con el fin de balancear las cargas de calor y la refrigeración relativa crítica del borde de ataque A, la cuerda media B-C y las regiones de borde D.

La FIGURA 5 muestra una sección de la pared lateral de succión 24, de acuerdo con una realización de ejemplo, que se extiende desde el borde de ataque 2 hasta el borde de salida 3, en donde se muestran diversas regiones de pared, que incluyen:

- una región de borde de ataque A, configurada para refrigerar por choque al tener paredes lisas;
- una región media de cuerda adyacente a la región de borde de ataque B configurada con características de aumento de refrigeración que son pasadores 26;
- una región media de cuerda adyacente a la región de borde de salida C configurada con características de aumento de refrigeración mejoradas que son más pequeñas, tienen mayor densidad de distribución, y son mayores en número que los pasadores 26 de la región B; y
- una región de borde de salida D configurada con características de aumento de refrigeración en la forma de pasadores 26 que, como muestra en la FIGURA 4, se extienden entre la pared lateral de succión 24 y la pared de lado de presión 22, y costillas 27 que se extienden sustancialmente en la forma de cuerda con el fin de dirigir el flujo de aire de refrigeración en la dirección de la forma de cuerda CD.

La FIGURA 6, que es una vista de sección cruzada RD en dirección radial a través de la región de borde de ataque A de la pala 1 de la FIGURA 1, muestra una disposición de refrigeración secuencial de ejemplo de una pala 1. Un primer pasaje de refrigeración de pared de extremo 11 se conecta directamente al pasaje de refrigeración de plano aerodinámico 21 de tal manera que el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico 21 se proporciona exclusivamente con aire de refrigeración utilizado para refrigerar la primera pared de extremo 10. El pasaje de refrigeración de plano aerodinámico 21, formado por la cavidad interna de un tubo de choque 5, tiene agujeros que permiten la refrigeración por choque de las paredes laterales 22,24 en la región de borde de ataque A. Los pasadores 26, en la región media de cuerda B-C, mostrados en la FIGURA 4, se extienden desde las paredes laterales 22,24 y separan el tubo de choque 5 de las paredes laterales 22, 24 al formar pasajes de refrigeración de pared 25 de succión y lateral de presión 23 respectivamente a través de los cuales puede fluir el aire de refrigeración, utilizado para refrigeración por choque de la región de borde de ataque A. En esta forma la primera pared de extremo 10 y el plano aerodinámico 20 se pueden refrigerar secuencialmente.

El pasaje de refrigeración de plano aerodinámico 21 se conecta directamente adicionalmente, en un extremo distalmente radial de la primera pared de extremo 10, a un segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo 31. La conexión permite la refrigeración secuencial de la primera pared de extremo 10 y la segunda pared de extremo 30. Conectado directamente, en el contexto de esta especificación significa sin intermediarios.

Esta disposición de refrigeración secuencial combinada con las características mostradas en las FIGURAS 4, 5 y 6 se ha estimado en una configuración de pala para reducir la demanda de aire de refrigeración hasta el 20 %. La reducción de la demanda de aire de refrigeración actual y la aplicabilidad de las realizaciones de ejemplo es, sin embargo, dependiente de una multitud de factores que incluyen el diseño de la pala, el material del que se fabrica la pala, la disponibilidad del aire de refrigeración y las condiciones de operación de la pala.

Aunque la divulgación se ha mostrado y descrito aquí en lo concibe es la realización más práctica de ejemplo, se apreciará por aquellos expertos en la técnica que la presente invención se puede incorporar en otras formas específicas sin apartarse del espíritu y las características esenciales de la misma. Por lo tanto se consideran las realizaciones descritas actualmente y todos los aspectos que son ilustrativos y no restrictivos. El alcance de la invención se indica por las reivindicaciones adjuntas a diferencia de la anterior descripción y todos los cambios que vienen dentro del significado y rango y equivalencias de la misma se pretende que estén abarcadas aquí.

NÚMEROS DE REFERENCIA

- 1 Pala
- 2 Borde de ataque
- 3 Borde de salida
- 5 Tubo de choque
- 10 Primera pared de extremo
- 11 Primer pasaje de refrigeración de pared de extremo
- 20 Plano aerodinámico
- 21 Pasaje de refrigeración de plano aerodinámico

ES 2 389 034 T3

	22	Pared lateral de presión
	23	Pasaje de refrigeración de pared lateral de presión
	24	Pared lateral de succión
	25	Pasaje de refrigeración de pared lateral de succión
5	26	Pasadores
	27	Rebordes
	28	Pasaje de refrigeración de pared de borde de salida
	30	Segunda pared de extremo
	31	Segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo
10	A	Región de borde de ataque
	B-C	Regiones medias de cuerda
	D	Región de borde de salida
	CD	Dirección de la forma de cuerda
	RD	Dirección radial

REIVINDICACIONES

1. Un agujero de pala de turbina a gas (1) que comprende:

una primera pared de extremo (10) que tiene un primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11) configurado para recibir aire de refrigeración para refrigerar la primera pared de extremo (10);

5 un plano aerodinámico (20), que se extiende radialmente desde la primera pared de extremo (10), que incluye,

paredes laterales de succión (24) y presión opuesta (22) que se extienden en forma de cuerda (CD) entre un borde de ataque (2) y un borde de salida (3), y que tiene, un pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21), que se extiende radialmente entre los extremos radiales del plano aerodinámico (20), conectado al primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11), la pala (1) comprende adicionalmente:

10 una segunda pared de extremo (30), en un extremo de plano aerodinámico (20) distalmente radial de la primera pared de extremo (10) que tiene un segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo (31) conectado al pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21) con el fin de tener comunicación de aire de refrigeración con el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21), la pala de turbina a gas (1) caracterizada por la combinación de;

15 el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21), que se extiende desde el primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11) hasta el segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo (31), conectado directamente al primer pasaje de refrigeración de pared de extremo (11) con el fin de permitir la recepción exclusiva del aire de refrigeración utilizado para refrigerar la primera pared de extremo (10); el plano aerodinámico (20) comprende un pasaje de refrigeración de pared (23, 25, 28) que se extiende desde una región de un borde de ataque (A) hasta el borde de salida (3) con el fin de permitir que el aire de refrigeración en el pasaje de refrigeración de pared (23, 25, 28) enfríe secuencialmente, desde el borde de ataque (2) hasta el borde de salida (3), el plano aerodinámico (20) en donde,

20 el pasaje de refrigeración (23, 25, 28), en la región de borde de ataque (A), se conecta al pasaje de refrigeración (21) con el fin de permitir que se reciba aire de refrigeración exclusivamente desde el pasaje de refrigeración (21) y, el borde de salida (3) se configura para retirar aire de refrigeración a través de este, y el segundo pasaje de refrigeración de pared de extremo (31) conectado directamente al pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21) con el fin de permitir que el aire de refrigeración refrigere la segunda pared de extremo (30) para que sea recibido exclusivamente desde el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21).

25 2. La pala de la reivindicación 1 que comprende un hueco en el tubo de choque (5) ubicado en el plano aerodinámico (20) en donde el hueco en el tubo de choque (5) forma el pasaje de refrigeración de plano aerodinámico (21).

30 3. La pala de la reivindicación 2 en donde el tubo de choque (5) se extiende en forma de cuerda (CD) desde el borde de ataque (2) a través de una región media de cuerda (B-C) hasta una región adyacente al borde de salida (D) y se separa de la pared lateral de presión (22) y la pared lateral de succión (24) en donde el espacio entre el tubo de choque (5) y las paredes laterales (22, 24) dividen el pasaje de refrigeración de pared (23, 25, 28) en las regiones dentro de un pasaje de refrigeración de pared lateral de presión (23) y un pasaje de refrigeración de pared lateral de succión (25) respectivamente.

4. La pala (1) de la reivindicación 3 en donde el tubo de choque (5) se configura para refrigeración de choque solo de una región de borde de ataque (A) que se extiende en forma de cuerda (CD) entre el borde de ataque (2) y la región media de cuerda (B-C).

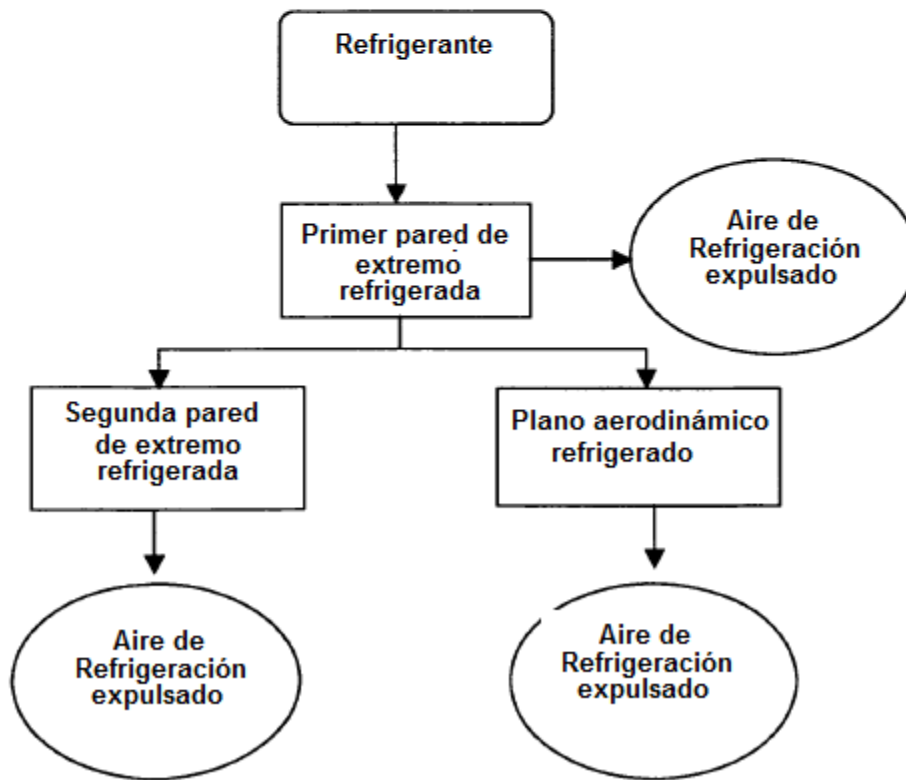
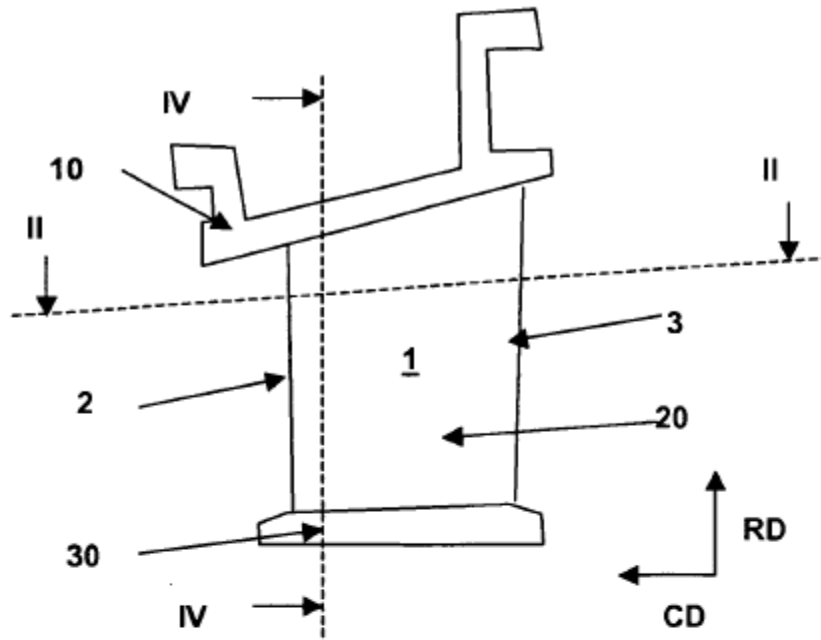
40 5. La pala (1) de la reivindicación 3 o 4 en donde el pasaje de refrigeración de pared lateral de presión (23) y el pasaje de refrigeración de pared lateral de succión (25) se configuran para recibir aire de refrigeración exclusivamente del aire de refrigeración utilizado para refrigeración por choque de la región de borde de ataque (A).

6. La pala (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 en donde la pared lateral de presión (22) y la pared lateral de succión (24) en la región media de cuerda (B-C) tienen características de aumento de refrigeración.

45 7. La pala (1) de la reivindicación 6 en donde las características de aumento de refrigeración en una región de la región media de cuerda adyacente a la región de borde de salida (C) se configuran para proporcionar aumento de refrigeración mejorado comparado con las características de aumento de refrigeración adyacentes a la región de borde de ataque (B).

50 8. La pala (1) de la reivindicación 7 en donde el aumento de refrigeración mejorado es un resultado de una separación más cercana de las características de aumento de refrigeración en la región de la región media de cuerda adyacente a la región de borde de salida (C) que en la región media de cuerda adyacente al borde de ataque (B).

9. La pala (1) de la reivindicación 8 en donde los pasajes de refrigeración de pared lateral (23, 25) se configuran para proporcionar diferente resistencia de flujo entre sí.
10. La pala (1) de la reivindicación 9 en donde los pasajes de refrigeración de pared lateral (23, 25) se configuran con el fin de proporcionar una resistencia de flujo al aire de refrigeración, entre sí de tal manera que se desproporciona en relación con el uso de cargas de calor, en la vecindad de la región media de cuerda (B-C), de los pasajes de refrigeración de pared lateral (23, 25).
11. La pala de una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en donde la resistencia al flujo relativo para el aire de refrigeración es tal que, en uso, el flujo de aire de refrigeración se divide entre el pasaje de refrigeración de pared lateral de succión (25) y el pasaje de refrigeración de pared lateral de presión (23) que está entre 65:35 y 75: 25.
- 10 12. La pala (1) de las reivindicaciones 9 a 11 en donde la resistencia de flujo relativa al aire de refrigeración es una función de la separación del tubo de choque (5) de las paredes laterales (22, 24).
13. La pala (1) de la reivindicación 12 en donde el espacio de la reivindicación 12 se define por la extensión de las características de aumento de refrigeración de cada una de las paredes laterales (22, 24) respectivamente.
- 15 14. La pala de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13 en donde las características de aumento de refrigeración son pasadores (26).
15. La pala de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 14 en donde el pasaje de refrigeración de pared lateral de succión (25) y el pasaje de refrigeración de pared lateral de presión (23) se unen para formar un pasaje de refrigeración de pared de borde de salida (28) en la región de borde de salida (D).
- 20 16. La pala de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 15 en donde la región de borde de salida (D) incluye rebordes (27) que se extienden en forma de cuerda (CD) para dirigir el aire de refrigeración en una dirección en forma de cuerda (CD).



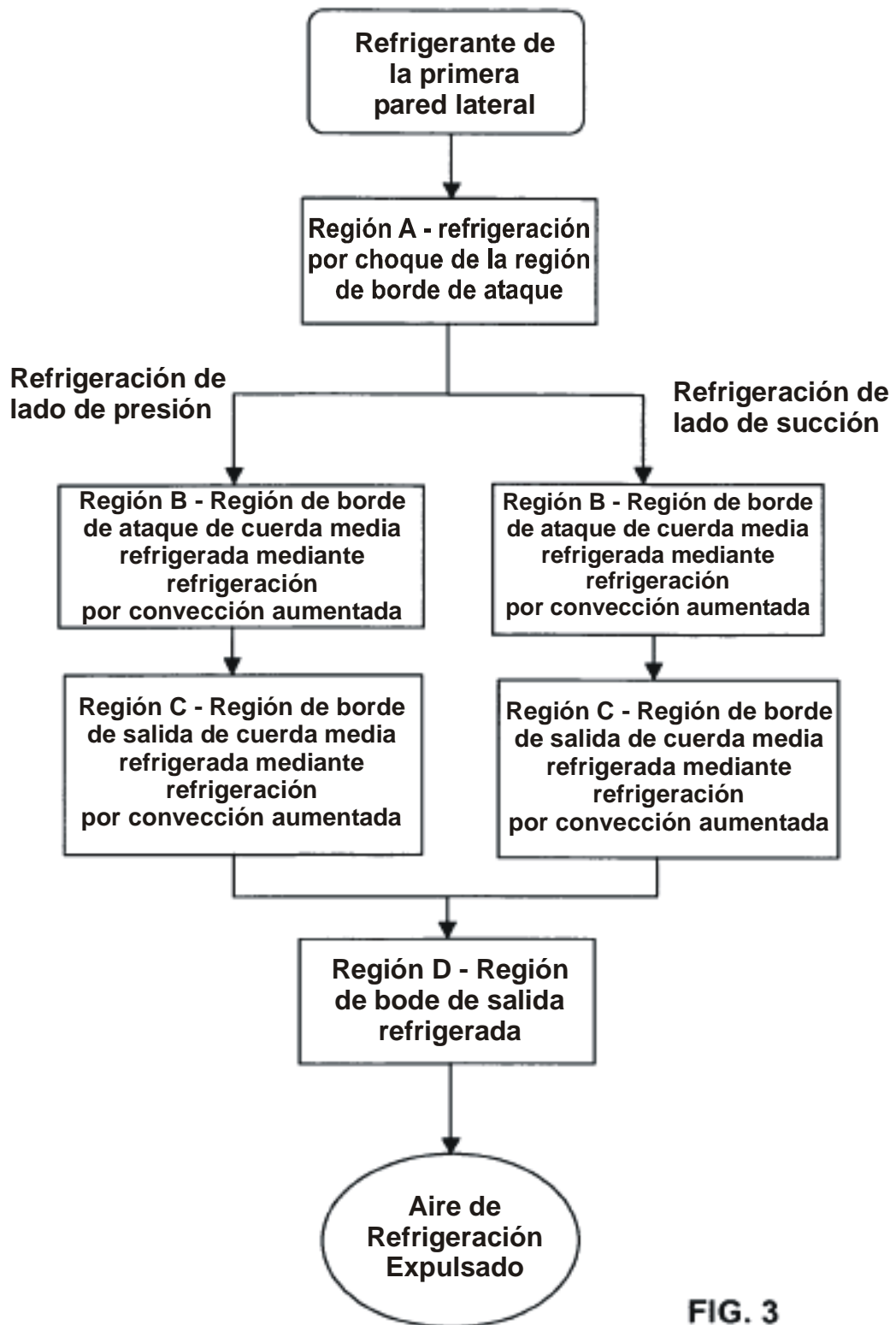


FIG. 3

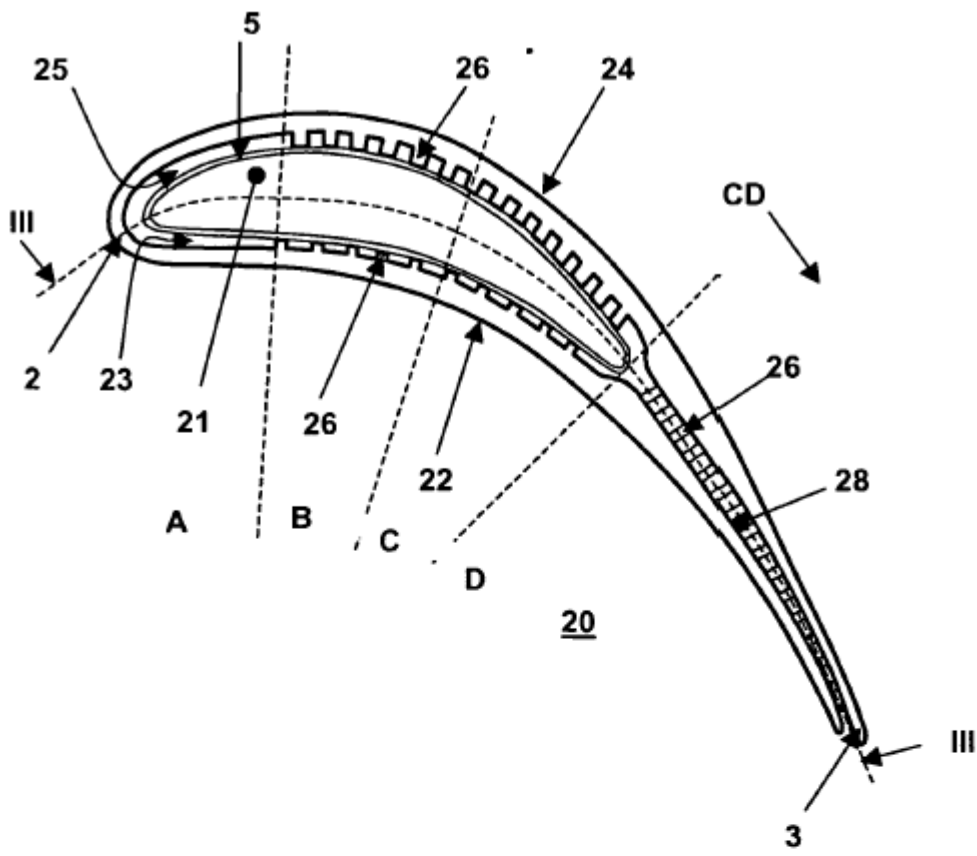


FIG. 4

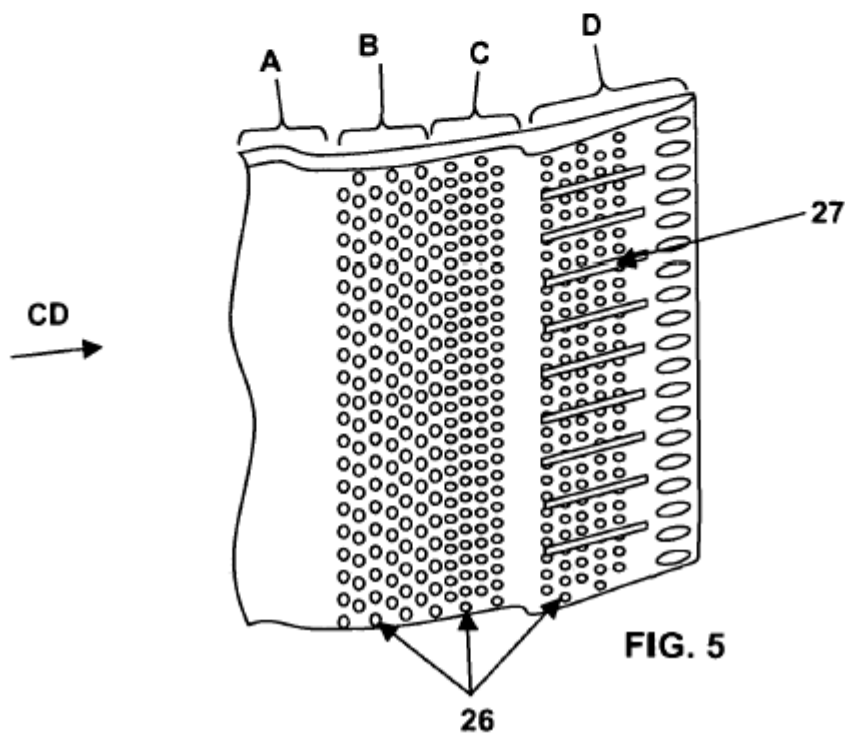


FIG. 5

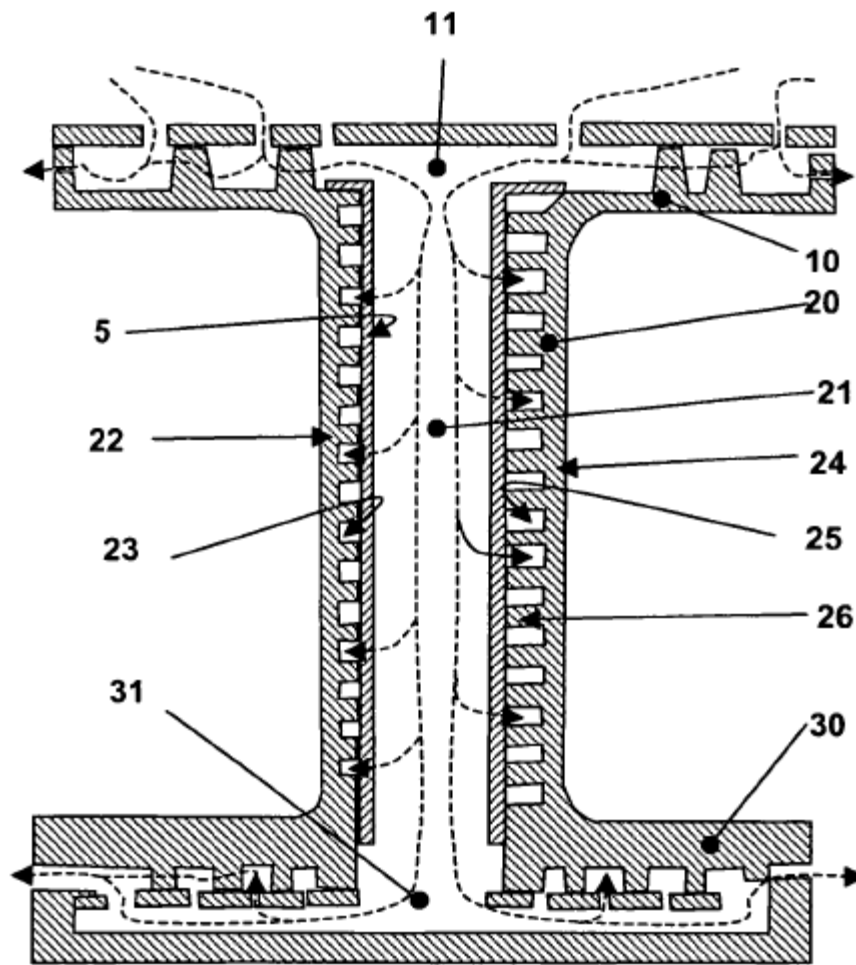


FIG. 6