

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 750**

51 Int. Cl.:

F01D 5/18 (2006.01)

F01D 25/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2004** **E 04766104 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013** **EP 1644614**

54 Título: **Pala refrigerada para una turbina de gas**

30 Prioridad:

12.07.2003 DE 10331635

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

07.01.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NAIK, SHAILENDRA;
PARNEIX, SACHA;
RATHMANN, ULRICH;
SAXER-FELICI, HELENE;
SCHLECHTRIEM, STEFAN y
VON ARX, BEAT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 436 750 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 refrigerada para una turbina de gas

Campo técnico

5 La invención se refiere al campo de la técnica de turbinas de gas. Se refiere a una pala refrigerada para una turbina de gas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Una pala de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir de la publicación US-A-4.278.400.

Estado de la técnica

10 En las turbinas de gas modernas con alto rendimiento se emplean palas provistas con una cinta de cubierta, que están expuestas durante el funcionamiento a gases calientes con temperaturas de más de 1200 K y presiones de más de 6 bares.

15 En la figura 1 se representa una configuración básica de una pala de este tipo con cinta de cubierta. La pala 10 comprende una hoja de pala 11, que pasa hacia abajo a una pata de pala 12 pasando por una caña de pala 25. En el extremo superior, la hoja de pala 11 pasa a una sección de la cinta de cubierta 21, que forma en una corona de pala completa junto con las secciones de la cinta de cubierta de las otras palas una cinta de cubierta cerrada en forma de anillo. La hoja de pala 11 tiene un canto delantero 19, que es atacado por la corriente de gas caliente, y un canto trasero 20. En el interior de la hoja de la pala 11 están dispuestos varios canales de refrigeración radiales 13, 14 y 15, que están conectados entre sí para la circulación a través de zonas de desviación 17, 18 y forman una serpentina con varios espirales (ver las flechas de la circulación en los canales de refrigeración 13, 14, 15 de la figura 1).

20 En virtud de la circulación unitaria del medio de refrigeración a través de los canales de circulación 13, 14, 15 interconectados unos detrás de los otros en forma de serpentina, el medio de refrigeración circula con temperatura creciente a través de los canales de refrigeración y alcanza la temperatura máxima en el último canal de refrigeración 15 del canto trasero 20. El canto trasero 20 de la pala 10 puede alcanzar, por lo tanto, en determinadas condiciones de funcionamiento temperaturas excesivamente altas del medio de refrigeración y del material o bien del metal de la pala. La adaptación errónea resultante de ello de la temperatura del metal sobre la longitud axial de la pala puede conducir a la fluencia a alta temperatura y, por lo tanto, a la deformación del canto trasero 20. Para una pala con cinta de cubierta, como se muestra en la figura 1, resulta como efecto secundario de la deformación de los cantos traseros un basculamiento de los segmentos de la cinta de cubierta 21 en dirección axial, radial y circunferencial. El basculamiento de los segmentos de la cinta de cubierta 21 puede conducir a que los intersticios entre segmentos individuales de la cinta de cubierta se abran y posibiliten la entrada de gas caliente a alta temperatura en el espacio hueco de la cinta de cubierta. Como consecuencia de ello, se pueden elevar significativamente las temperaturas del metal de la cinta de cubierta y pueden iniciar rápidamente una fluencia de la cinta de cubierta y finalmente pueden conducir al fallo a alta temperatura de la cinta de cubierta.

35 En la publicación US-A-4.278.400 mencionada al principio, ya se ha propuesto para palas con punta refrigerada y orificios de refrigeración distribuidos finamente en el canto delantero (refrigeración de película) un abastecimiento múltiple durante la refrigeración de las palas. En el extremo de una desviación de 90° de la corriente de refrigeración principal, transversalmente a la dirección de la circulación de la corriente de refrigeración principal está dispuesto un eyector, a través del cual se inyecta una corriente adicional de medio de refrigeración más frío en el canal de refrigeración que se extiende a lo largo del canto trasero. El eyector es abastecido con medio de refrigeración a través de un canal que se extiende radialmente a través de la pata. El medio de refrigeración que circula desde la tobera del eyector a alta velocidad genera una presión negativa, que conduce el medio de refrigeración caliente desde el canal de refrigeración del canto delantero hasta el canal de refrigeración del canto trasero. Aproximadamente el 45 % del medio de refrigeración que circula a lo largo del canto delantero sale a través de los orificios de refrigeración en el canto delantero. El 40 % es aspirado a través del eyector. El resto sale a través de orificios de refrigeración en la punta de la pala.

45 Este tipo conocido de suministro múltiple con medio de refrigeración tiene diferentes inconvenientes: a través del eyector se modifican masivamente las relaciones de la presión y las relaciones de la circulación en los canales de refrigeración frente a la configuración con suministro sencillo a través de la entrada del canal de refrigeración en el canto delantero. En particular, debe hallarse y ajustarse un equilibrio entre el medio de refrigeración que sale por el canto delantero para la refrigeración de película y el medio de refrigeración aspirado a través del inyector. Esto condiciona un diseño constructivo totalmente nuevo de la refrigeración de la pala, que solamente se puede adaptar con dificultad a requerimientos variables en sí. El principio del inyector y la generación de presión negativa implicada con ello no es adecuado para palas sin refrigeración de película del canto delantero y palas con cinta de cubierta refrigerada.

Representación de la invención

Por lo tanto, el cometido de la invención es crear una pala refrigerada para turbinas de gas con un suministro múltiple del medio de refrigeración, que evita los inconvenientes de las palas conocidas, se puede aplicar a palas con cinta de cubierta refrigerada y sin refrigeración de película del canto delantero, y se puede realizar fácilmente y sin mucho gasto adicional también en configuraciones de palas existentes.

El cometido se soluciona a través de la totalidad de las características de la reivindicación 1. El núcleo de la invención consiste en que la corriente adicional es alimentada a través de taladros que se extienden transversalmente a través de la pala o bien a través de la hoja de la pala y que están en comunicación directa o indirecta con la zona de la desviación. La presión y la temperatura de la corriente adicional alimentada a través del orificio central son en este casi las mismas que en la corriente principal que entra en la entrada de refrigeración principal. A través de la alimentación a través de los taladros se consigue una mezcla de las dos corrientes, que conduce a una refrigeración claramente mejorada del canto trasero de la pala.

Los taladros pueden desembocar directamente en la zona de desviación. Pero también pueden desembocar en un canal que se extiende radialmente debajo de la zona de desviación, que está en conexión con la zona de desviación.

Una primera forma de realización preferida de la invención se caracteriza porque en la pata de la pala está previsto un orificio central orientado radialmente y porque los taladros se extienden a través de la caña de la pala y desembocan en el orificio central.

De acuerdo con una segunda forma de realización preferida de la invención, están previstos al menos dos taladros opuestos entre sí, que se extienden en la dirección de la circulación inclinados hacia arriba y forman con la vertical, respectivamente, un ángulo entre 30° y 90°. En particular, los taladros están dispuestos escalonados en dirección radial y axial, de manera que los taladros presentan un diámetro interior predeterminado, cuya distancia radial de los taladros, normalizada al diámetro interior, está en el intervalo entre 1 y 4, y la distancia axial, normalizada al diámetro interior, está en el intervalo entre 0 y 3, y la distancia radial del taladro superior desde la segunda zona de desviación, normalizada al diámetro interior, está en el intervalo entre 1 y 4.

Para la realización del suministro múltiple en configuraciones de palas ya existentes es especialmente favorable que de acuerdo con una segunda forma de realización preferida, estén previstos segundos medios, que aseguran que la corriente principal del medio de refrigeración permanece esencialmente inalterada a través del primer canal de refrigeración, a pesar de la adición de la corriente adicional. En particular, esto se consigue porque los segundos medios comprenden orificios de salida adicionales, que están dispuestos entre la entrada de refrigeración principal y la segunda zona de desviación, y a través de los cuales sale una corriente parcial de la corriente principal del medio de refrigeración. En este caso es especialmente favorable que de acuerdo con un desarrollo, la pala presenta en el extremo superior una sección de cinta de cubierta, y los orificios de salida adicionales son taladros dispuestos en la sección de cinta de cubierta. De esta manera, se posibilita al mismo tiempo una refrigeración claramente mejorada de la cinta de cubierta.

Otras formas de realización se deducen a partir de las reivindicaciones independientes.

Breve explicación de las figuras

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización en conexión con el dibujo. En este caso:

La figura 1 muestra en la sección longitudinal la configuración de una pala de turbina de gas refrigerada con suministro múltiple del medio de refrigeración y cinta de cubierta refrigerada de acuerdo con un ejemplo de realización preferido de la invención.

La figura 2 muestra una zona de la pata de la pala de la figura 1 en una representación ampliada con dos taladros para la alimentación de la corriente adicional de medio de refrigeración.

Las figuras 3 y 4 muestran, respectivamente, una sección a través de la pata de la pala de la figura 2 en un plano perpendicular al plano de intersección de la figura 2 a través de uno de los dos taladros para la alimentación de la corriente adicional de medio de refrigeración.

La figura 5 muestra en la vista en planta superior desde arriba la sección de la cinta de cubierta de la pala de las figuras 1 y 2; y

Las figuras 6 a 8 muestran diferentes secciones a través de la zona de la cinta de cubierta de la pala de las figuras 1 y 2 a lo largo del plano de intersección A-A, B-B y C-C paralelo representado en la figura 5.

Modos de realización de la invención

Un ejemplo de realización preferido de una pala de turbina de gas refrigerada con alimentación múltiple del medio de refrigeración según la invención se reproduce en las figuras 1 a 4. La corriente principal del medio de refrigeración entra en la zona de la caña de la pala 25 a través de una entrada de refrigeración principal 16 desde abajo en el canal de refrigeración 13 y sale de nuevo parcialmente a través de orificios en la sección de la cinta de cubierta 21 (talares 27,..., 29 en las figuras 5 y 8) y parcialmente a lo largo del canto trasero 20 (ver las flechas representadas en la figura 1 en la sección de la cinta de cubierta 21 y en el canto trasero 20).

Se alimenta medio de refrigeración adicional a través de la caña de la pala 25 y a través de un orificio central 24 presente en la pata de la pala por medio de dos taladros 22, 23. Los taladros 22, 23 están configurados – como se puede reconocer bien a partir de las figuras 2 a 4 – en dirección radial y en dirección axial y están enfrentados (figuras 3, 4). Los taladros 22, 23 están inclinados con un ángulo entre 30° y 90° con respecto a la vertical, de manera que se extienden inclinados hacia arriba en la dirección de la circulación (desde fuera hacia dentro). Los taladros 22, 23 terminan en el orificio central 24 en la pata de la pala 12. De esta manera, están mecanizados en la zona de la pala 10, que sirve para el apoyo y para la retirada del núcleo de fundición y está presente de todos modos. Si no está presente ningún orificio central, es decir, que la zona de desviación 18 no tiene ninguna conexión hacia fuera, sin embargo, los taladros 22, 23 se pueden extender también más arriba y desembocar directamente en la zona de desviación 18. Además, es concebible prever en lugar del orificio central una barra de cuarzo dispuesta radialmente, que asegura una conexión de los taladros con la zona de desviación.

La finalidad de la alimentación múltiple de medio de refrigeración consiste en introducir medio de refrigeración más frío directamente en la zona de los cantos traseros de la pala 10. Esta introducción se realiza de tal forma que la corriente principal del refrigerante alimentada a través de la entrada de refrigeración principal 16 se impide o bien se bloquea en la menor medida posible. La distancia axial x entre los taladros 22 y 23, normalizada al diámetro d de los taladros 22, 23, está con preferencia en un intervalo de x/d entre 0 y 3 (ver la figura 2). La distancia radial y entre los taladros 22 y 23, normalizada al diámetro d , está con preferencia en un intervalo de y/d entre 1 y 4 (ver la figura 2). La distancia normalizada a d del taladro superior 22 desde la segunda zona de desviación interior 18 está con preferencia en un intervalo de l/d entre 1 y 4 (figura 2).

Adicionalmente a esta alimentación de medio de refrigeración más frío, en la sección de la cinta de cubierta 21 de la pala 10 están previstos otros taladros 27, 28, 29 (figuras 5 a 8). La finalidad de estos taladros adicionales 27, 28, 29 consiste en asegurar que la corriente de masas del medio de refrigeración permanece en gran medida inalterada en el canal de refrigeración delantero 13, a pesar de la alimentación del medio de refrigeración adicional a través de los taladros 23, 24. Al mismo tiempo, el medio de refrigeración que sale a través de los taladros 27, 28, 29 sirve para refrigerar activamente la sección de la cinta de cubierta. Los taladros de refrigeración 27, 28, 29 en la sección de cinta de cubierta 21 tienen con preferencia un diámetro interior en el intervalo entre 0,6 mm y 4 mm. Todos los tres taladros 27, 28, 29 están posicionados y dimensionados en la sección de la cinta de cubierta 21 de tal manera que tiene lugar una penetración uniforme del chorro en la corriente principal del espacio hueco de la cinta de cubierta.

En ambos lugares de alimentación del medio de refrigeración en la entrada de refrigeración principal 16 y en los taladros 22, 23, el medio de refrigeración tiene la misma presión y la misma temperatura. Por lo tanto, tiene lugar una mezcla de la corriente principal del medio de refrigeración con la corriente adicional dentro de la zona de desviación 18 que deba en gran medida inalteradas la presión y la velocidad de la circulación. En la zona de desviación 18 tiene lugar una desviación de la corriente principal alrededor de aproximadamente 135°. La corriente adicional es alimentada entonces con ventaja en un punto de la zona de articulación 18, donde tiene lugar ya una desviación alrededor de aproximadamente 90°. Si se prevén – partiendo de una configuración de la pala sin alimentación múltiple del medio de refrigeración – en la zona de la pata de la pala 12 y en la sección de la cinta de cubierta 21 según la figura 1 unos taladros 22, 23 o bien 27,...,29 para la alimentación y salida del medio de refrigeración, se mejora claramente la refrigeración en la zona del canto trasero 20, sin que se modifique la corriente de refrigeración principal y, por lo tanto, la refrigeración de las palas restantes. Adicionalmente se obtiene una refrigeración activa de la sección de la cinta de cubierta 21.

Si la pala no tiene ninguna cinta de cubierta, a través de la cual salga una parte de la corriente de medio de refrigeración, es necesario ampliar la sección transversal del segundo canal de refrigeración 15 para que tenga en cuenta la corriente adicional mezclada en la segunda zona de desviación 18.

Lista de signos de referencia

10	Pala
11	Hoja de la pala
12	Pata de la pala
13, 14, 15	Canal de refrigeración
16	Entrada de refrigeración principal
17, 18	Zona de desviación
19	Canto delantero
20	Canto trasero

ES 2 436 750 T3

	21	Sección de cinta de cubierta
	22, 23	Taladro
	24	Orificio central
	25	Caña de la pala
5	27, ..., 29	Taladro
	d	Diámetro interior de los taladros 22, 23
	l	Distancia del taladro superior 22 respecto de la segunda zona de desviación
	y	Distancia de los taladros 22, 23 en dirección radial
	x	Distancia de los taladros 22, 23 en dirección axial

REIVINDICACIONES

- 1.- Pala refrigerada (10) para una turbina de gas, con una dirección radial de montaje y con una dirección axial de montaje, cuya pala (10) presenta una hoja de pala que parte desde una pata de pala (12) y desde una caña de pala (25) y que se extiende en dirección radial, y en la que la hoja de la pala (11) presenta un canto delantero (19) y un canto trasero (20) así como entro de la hoja de la pala (11) una pluralidad de canales de refrigeración (13, 14, 15) interconectados en cuanto a la circulación unos detrás de los otros y que se extienden en dirección radial, cuyo primer canal de refrigeración (13) está dispuesto a lo largo del canto delantero (19) y cuyo segundo canal de refrigeración (15) está dispuesto a lo largo del canto trasero (20), cuyos primero y segundo canales de refrigeración presentan una dirección de la circulación que se extiende, partiendo desde la pata de la pala (12), en la dirección radial de montaje para una corriente principal de un medio de refrigeración, y en la que un extremo alejado de la circulación del primer canal de refrigeración (13) está en comunicación de fluido con un extremo del lado de admisión de la corriente del segundo canal de refrigeración (15) a través de un primer canal de desviación (17), un tercer canal de desviación (14), dispuesto entre el primero y el segundo canales de refrigeración (13, 15), y una segunda zona de desviación (18), y en la que están previstos primeros medios (22, 23), a través de los cuales se añade a la corriente principal caliente del medio de refrigeración, que circula desde el tercer canal de refrigeración (14) hasta el segundo canal de refrigeración (15), desde el exterior una corriente adicional de medio de refrigeración, caracterizada porque los primeros medios comprenden unos taladros (22, 23), que se extienden transversalmente a través de la caña de la pala, que están en comunicación de fluido con la segunda zona de desviación (18).
- 2.- Pala de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque en la pata de la pala (12) está dispuesto un orificio central (24) orientado en la dirección radial de montaje y porque los taladros (22, 23) se extienden a través de la caña de la pala (25) y desembocan en el orificio central (24).
- 3.- Pala de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque están previstos al menos dos taladros (22, 23) opuestos entre sí, cuya boca apunta en el interior de la pala hacia la cabeza de la pala y que forman con la dirección radial de montaje, respectivamente, un ángulo entre 30° y 90°.
- 4.- Pala de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque los taladros (22, 23) están dispuestos desplazados unos de los otros en dirección radial de montaje y en dirección axial de montaje.
- 5.- Pala de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque los taladros (22, 23) presentan un diámetro interior (d) predeterminado, porque la distancia (y) de los taladros (22, 23) en dirección radial de montaje, con respecto al diámetro interior (d), está en el intervalo entre 1 y 4, y porque la distancia (x) en dirección axial de montaje, con respecto al diámetro interior (d), está en el intervalo entre 0 y 3.
- 6.- Pala de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque la distancia radial (l) del taladro superior (22) respecto de la segunda zona de desviación (18), con relación al diámetro interior (d), está en el intervalo entre 1 y 4.
7. Pala de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque están previstos segundos medios (27,..., 29), que aseguran que la corriente principal del medio de refrigeración a través del primer canal de refrigeración (13) permanece esencialmente inalterada a pesar de la adición de la corriente adicional.
- 8.- Pala de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque los segundos medios comprenden orificios de salida adicionales (27,..., 29), que están dispuestos entre la entrada de refrigeración principal (16) y la segunda zona de desviación (18), y a través de los cuales sale una corriente parcial de la corriente principal del medio de refrigeración.
- 9.- Pala de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque la pala (10) presenta en el extremo superior una sección de cinta de cubierta (21), y porque los orificios de salida adicionales son taladros (27,..., 29) dispuestos en la sección de la cinta de cubierta (21).
- 10.- Pala de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque en la sección de cinta de cubierta están previstos al menos tres taladros (27,...29), que presentan un diámetro interior en el intervalo entre 0,6 mm y 4 mm.
- 11.- Pala de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el segundo canal de refrigeración (15) presenta un ensanchamiento de la sección transversal de acuerdo con la corriente adicional añadida.
- 12.- Pala de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la segunda zona de desviación desemboca directamente en el segundo canal de refrigeración.
- 13.- Pala de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer canal de refrigeración desemboca directamente en la primera zona de desviación, porque la segunda zona de desviación desemboca directamente en el tercer canal de refrigeración, porque el tercer canal de refrigeración desemboca en la segunda zona de desviación, y porque la segunda zona de desviación desemboca directamente en el segundo canal de refrigeración.

14.- Pala de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la pala presenta exactamente el primero, el segundo y el tercer canal de refrigeración.

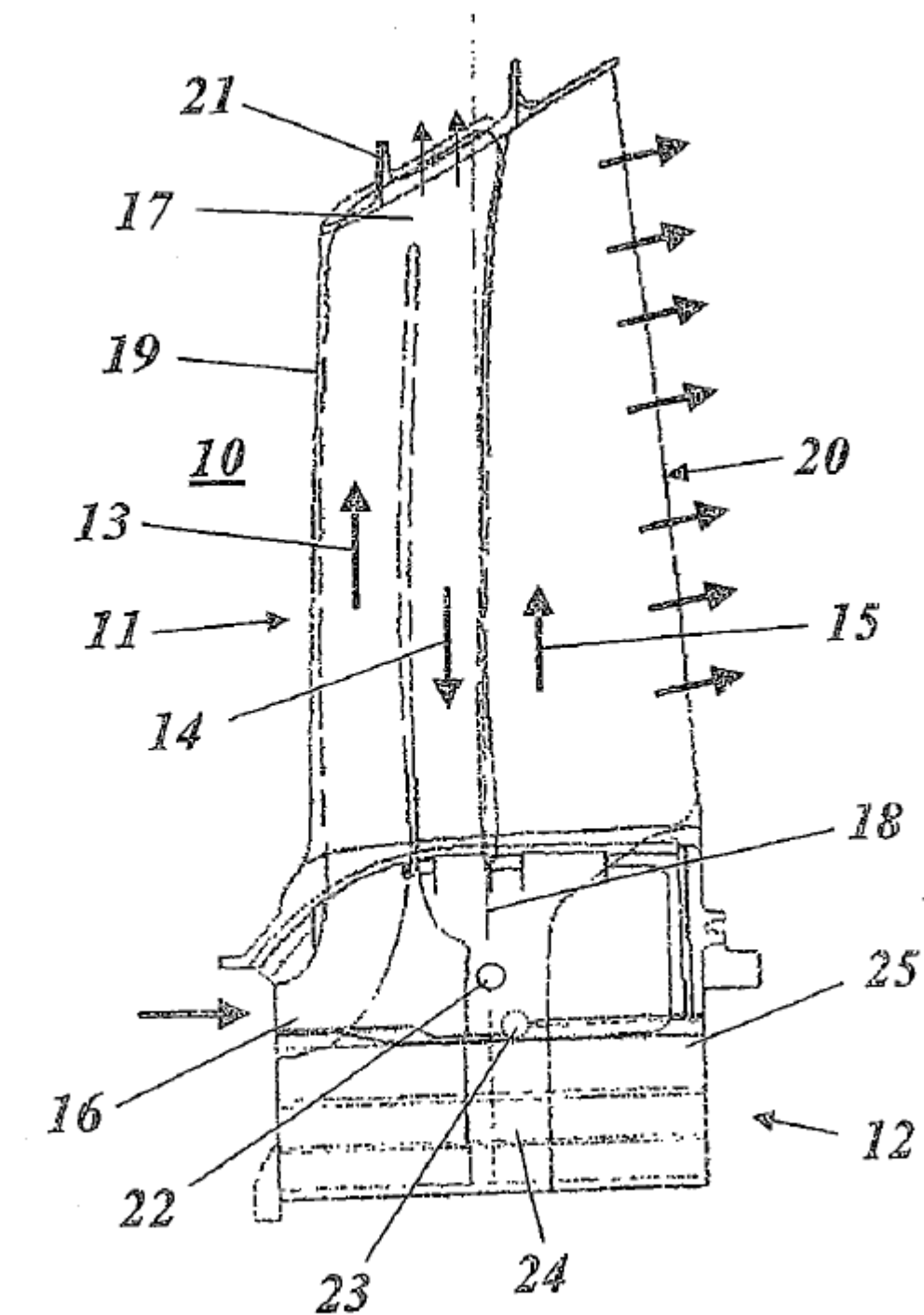


Fig. 1

