

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 788**

51 Int. Cl.:

F01D 5/20 (2006.01)

F01D 5/22 (2006.01)

F01D 11/08 (2006.01)

F01D 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2012 E 12163064 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2647795**

54 Título: **Sistema de sellado para una turbomáquina**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2019

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München , DE**

72 Inventor/es:

**MAHLE, INGA DR. y
BÖCK, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 700 788 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

Sistema de sellado para una turbomáquina

5 La invención se refiere a un sistema de sellado para una turbomáquina, en particular para una turbina de gas, en el que el sistema de sellado está realizado en un espacio anular entre una pared limitadora de flujo de la turbomáquina y al menos una punta de álabe de rotor de un álabe de rotor o una banda de cubierta exterior dispuesta en la punta de álabe de rotor y comprende al menos un punto de sellado.

10 Los sistemas de sellado de este tipo se utilizan en particular en los llamados sistemas de mantenimiento de huelgo en los componentes del compresor y la turbina. Aquí los sistemas de sellado de este tipo tienen la misión de mantener mínimo un huelgo de sellado del conjunto de álabes giratorios respecto a una carcasa, así como los huelgos de un conjunto de álabes estacionarios respecto al cubo del rotor giratorio y, por tanto, garantizar un comportamiento funcional estable con alto grado de eficiencia. Por lo general, los componentes giratorios de la turbina presentan aletas de sellado o puntas de sellado que entran o rozan de manera conocida contra sellos en forma de panal. Los sellos están realizados como revestimientos de fricción y entrada. Sistemas de sellado correspondientes son conocidos, por ejemplo, por los documentos US 4,856,963 B1 y el DE 198 07 247 A1.

15 Estructuras complejas de rozamiento y entrada son colocadas habitualmente en las zonas estáticas de los componentes del compresor y la turbina. Pero desde un punto de vista aerodinámico, esta forma de construcción puede presentar inconvenientes notables, por lo que el grado de eficiencia de la turbomáquina empeora significativamente.

20 Por el documento EP 1 152 124 A1 es conocida una disposición para una turbomáquina destinada al sellado del huelgo entre un componente móvil y uno estacionario.

Por el documento US 2009/142187 A1 es conocida una estructura de sellado para una turbina de vapor.

Por el documento EP 2 302 169 A2 es conocida una regulación de huelgo para una etapa de una máquina de vapor de baja presión.

25 Por el documento DE 10 2009 003423 A1 es conocida una disposición de sellado para sellar la separación entre un elemento giratorio y uno estacionario.

Por el documento WO 2011/054341 A2 es conocida una disposición para una turbina de gas con elemento de sellado.

Por el documento GB 2 242 709 A es conocida una disposición de sellado para puntas de álabe en mecanismos de accionamiento de turbinas con rotores que giran en sentido contrario.

30 Por el documento WO 99/37888 A1 es conocida una disposición para mecanismos de accionamiento de turbinas de gas con anillos para las puntas de álabe, así como procedimientos para estas disposiciones.

Por el documento DE 101 40 742 A1 es conocido un dispositivo para la reducción del huelgo de sellado entre un componente giratorio y un componente estacionario dentro de una turbomáquina atravesada axialmente.

35 El objeto de la presente invención es, por tanto, proporcionar un sistema de sellado del tipo mencionado al principio que garantice una disposición y configuración aerodinámicamente ventajosas del sistema de sellado y, por tanto, un aumento del grado de eficiencia de una turbomáquina.

Los objetos se consiguen según la invención mediante un sistema de sellado con las características de la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas de la invención se especifican en las reivindicaciones subordinadas respectivas.

40 Un sistema de sellado según la invención para una turbomáquina, en particular para una turbina de gas, está realizado en un espacio anular entre una pared limitadora de flujo de la turbomáquina y al menos una punta de álabe de rotor de un álabe de rotor o una banda de cubierta exterior dispuesta en la punta de álabe de rotor. En este caso, el sistema de sellado comprende al menos un punto de sellado, de modo que el punto de sellado tiene al menos un revestimiento de entrada dispuesto en la punta de álabe de rotor o la banda de cubierta exterior en la dirección de la

45 pared limitadora de flujo de la turbomáquina. En cuanto a la pared limitadora de flujo puede tratarse de una carcasa de la turbomáquina. Además, es posible que el sistema de sellado comprenda al menos una punta de sellado dispuesta opuesta al revestimiento de entrada y en un lado interior de la pared. Por el sistema de sellado según la invención es posible optimizar la aerodinámica de la turbomáquina en la zona del punto de sellado, en particular porque según la invención el al menos un revestimiento de entrada gira con el álabe de rotor y la al menos una punta de sellado o pared de la carcasa opuesta al revestimiento de entrada giratorio y, por tanto en conexión operativa, de modo que la punta de sellado está fijada estáticamente en la pieza de carcasa de la turbomáquina, en particular en el lado interior de una pared limitadora de flujo, y la pared de carcasa es, por ejemplo, una pared interior de la carcasa de un compresor. Debido a la optimización aerodinámica mencionada resulta un aumento del

50 grado de eficiencia de una turbomáquina. El álabe de rotor puede asimismo ser parte de una fila de álabes de rotor

que comprende varios álabes de rotor.

Según la invención, el al menos un revestimiento de entrada es aplicado mediante un procedimiento de fabricación generativo, como por ejemplo fusión selectiva por láser o sinterizado selectivo por láser, directamente sobre la punta de álabes de rotor o la banda de cubierta exterior del álabes de rotor. El procedimiento de fabricación generativo puede ser adaptado ventajosamente a los respectivos requisitos de la turbomáquina.

En otras realizaciones ventajosas del sistema de sellado según la invención, este comprende al menos dos puntos de sellado, estando formados los puntos de sellado, respectivamente, por un revestimiento de entrada dispuesto en la punta de álabes de rotor o en la banda de cubierta exterior y, respectivamente, por al menos una punta de sellado dispuesta opuesta al revestimiento de entrada respectivo y en el lado interior de la pared. Asimismo, los revestimientos de entrada están dispuestos uno detrás del otro en la dirección del flujo. Pero también es posible que el sistema de sellado presente nuevamente al menos dos puntos de sellado, comprendiendo el primer punto de sellado una punta de sellado dispuesta en la punta de álabes de rotor o la banda de cubierta exterior, de manera que dicha punta de sellado esté dispuesta opuesta a un revestimiento de entrada colocado en el lado interior de la pared limitadora de flujo, y el segundo punto de sellado comprende el revestimiento de entrada colocado en la punta del álabes de rotor o la banda de cubierta exterior, así como la punta de sellado dispuesta en el lado interior de la pared y opuesta al revestimiento de entrada. El sistema de sellado según la invención puede ser adaptado ventajosamente a los requisitos respectivos de la turbomáquina, para finalmente lograr un aumento del grado de eficiencia.

En otras realizaciones ventajosas del sistema de sellado según la invención las puntas de sellado pueden estar realizadas integralmente con la banda de cubierta y/o la pared limitadora de flujo. Esto se traduce en ventajas de la técnica de fabricación, que en conjunto conducen a una reducción de los costes en la fabricación del sistema de sellado.

En otras realizaciones ventajosas del sistema de sellado según la invención, que no son reivindicadas como invención, el al menos un revestimiento de entrada puede ser fijado mediante medios de fijación mecánicos, mediante soldadura directa o indirecta o mediante soldadura por láser, a la punta de álabes de rotor o la banda de cubierta exterior del álabes de rotor. Pero también es posible, aunque tampoco según la invención, que el al menos un recubrimiento de entrada sea aplicado mediante un procedimiento térmico de proyección, como por ejemplo proyección a la llama, proyección a la llama de alta velocidad, proyección por plasma o compactación cinética de gas frío, directamente sobre la punta de álabes de rotor o la banda de cubierta exterior del álabes de rotor. Los procedimientos de fabricación o procedimientos de fijación utilizados pueden nuevamente ser adaptados ventajosamente a los requisitos respectivos de la turbomáquina.

En otra realización ventajosa del sistema de sellado según la invención, el sistema de sellado está realizado como laberinto escalonado. De esta forma, el sistema de sellado puede adaptarse ventajosamente a las correspondientes peculiaridades de la turbomáquina, en particular a las peculiaridades existentes en una turbina de gas de baja presión.

Otras características de la invención resultan de las reivindicaciones, los ejemplos de realización, así como en virtud de los dibujos. Las características y combinaciones de características mencionadas anteriormente en la descripción, así como las características y combinaciones de características mencionadas a continuación en los ejemplos de realización pueden usarse no solo en la combinación especificada en cada caso, sino también en otras combinaciones, sin apartarse del alcance de la invención.

Muestran:

Figura 1: una vista por sectores, esquemática y parcialmente cortada de un sistema de sellado según la invención de acuerdo con una primera forma de realización; y

Figura 2: una vista por sectores, esquemática y parcialmente cortada de un sistema de sellado según la invención de acuerdo con una segunda forma de realización.

El sistema de sellado 10 representado en la figura 1 es un componente de una turbina de gas de baja presión. Se reconoce que el sistema de sellado 10 está dispuesto en un espacio anular 30 entre una pared limitadora de flujo 22 de la turbina de gas de baja presión y una fila de álabes de rotor que comprende varios álabes de rotor 12 o una banda de cubierta exterior 16 dispuesta en una punta de álabes de rotor 14. El sistema de sellado 10 comprende en este caso dos puntos de sellado 34, 36, estando dispuesto el segundo punto de sellado 36 en la dirección de flujo 28 detrás del primer punto de sellado 34. Los puntos de sellado 34, 36 están formados en este caso, respectivamente, por un revestimiento de entrada 20, 24 dispuesto en la banda de cubierta exterior 16 y, respectivamente, por una punta de sellado 18, 26 dispuesta opuesta al revestimiento de entrada 20, 24 respectivo y en el lado interior de la pared 22. Además, los revestimientos de entrada 20, 24 están dispuestos uno tras otro en la dirección de flujo 28. Los revestimientos de entrada 20, 24 pueden estar realizados de la manera habitual. En el ejemplo de realización representado tienen una estructura de panel. Los revestimientos de entrada 20, 24 pueden ser fijados a la banda de cubierta exterior 16 del álabes de rotor 12 mediante medios de fijación mecánicos, mediante soldadura directa o indirecta o soldadura por láser. Según la invención el al menos un revestimiento de entrada es aplicado mediante un procedimiento de fabricación generativo, como por ejemplo fusión selectiva por láser o sinterizado selectivo por

láser, directamente sobre la punta de álabe de rotor o la banda de cubierta exterior del álabe de rotor. Pero también es posible, aunque no es según la invención, que los revestimientos de entrada 20, 24 sean aplicados por medio de un procedimiento térmico de proyección directamente sobre la punta de álabe de rotor 14 o la banda de cubierta exterior 16 del álabe de rotor 12. En particular pueden usarse aquí procedimientos de moldeo por inyección de polvo. Pero también es posible proporcionar los revestimientos de entrada 20, 24 como un sistema completo con las zonas mencionadas. En el ejemplo representado los revestimientos de entrada 20, 24 han sido aplicados sobre la banda de cubierta exterior 16 por medio de un procedimiento de compactación cinética de gas frío (K3). Los revestimientos de entrada 20, 24, así como las puntas de sellado 18, 26 del sistema de sellado 10, pueden estar hechos de materiales de uso común. Para ello es conocida una pluralidad de materiales.

5

Además, se reconoce que el sistema de sellado 10 representado está realizado como laberinto escalonado.

10

La figura 2 muestra una vista por sectores esquemática y parcialmente cortada de un sistema de sellado 10 según una segunda forma de realización. Se reconoce que el sistema de sellado 10 nuevamente está realizado en el espacio anular 30 entre la pared limitadora de flujo 22 de una turbina de gas de baja presión y una fila de álabes de rotor que comprende varios álabes de rotor 12 o la banda de cubierta exterior 16 dispuesta en la punta de álabe de rotor 14. El sistema de sellado 10 también comprende en este ejemplo de realización dos puntos de sellado 34, 36, estando dispuesto el segundo punto de sellado 36 en la dirección de flujo 28 detrás del primer punto de sellado 34. En contraste con la primera forma de realización del sistema de sellado representada en la figura 1, el primer punto de sellado 34 comprende una punta de sellado 40 dispuesta en la banda de cubierta exterior 16, de modo que la punta de sellado 40 está colocada opuesta a un revestimiento de entrada 32 dispuesto en un lado interior de la pared limitadora de flujo 22. El segundo punto de sellado 36 tiene el revestimiento de entrada 24 dispuesto en la banda de cubierta exterior 16, así como la punta de sellado 26 dispuesta en el lado interior de la pared 22 y opuesta al revestimiento de entrada 24. En el ejemplo de realización representado, el revestimiento de entrada 24 está dispuesto en la dirección de flujo 28 detrás de la punta de sellado 40, respectivamente, en la banda de cubierta exterior 16. Pero también es posible que el revestimiento de entrada 24 esté dispuesto en la dirección de flujo 28 delante de la punta de sellado 40. La punta de sellado 26 correspondiente, realizada en el lado interior de la pared 22, y el revestimiento de entrada 32 están dispuestos entonces igualmente en secuencia inversa respecto al ejemplo de realización representado en la figura 2.

15

20

25

Además, se puede reconocer que el revestimiento de entrada 24 está dispuesto en la dirección de flujo 28 axialmente detrás de un nervio de refuerzo 38 formado por un enganche Z de las bandas de cubierta 16. También el sistema de sellado 10 representado en la figura 2 está realizado como laberinto escalonado.

30

Los sistemas de sellado representados en los ejemplos de realización no están limitados a la zona de la turbina de gas de baja presión. También se utilizan en el compresor de la turbina de gas. En particular, en este caso, el revestimiento de entrada está dispuesto en la punta del álabe de rotor de un álabe de rotor del compresor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de sellado para una turbomáquina, en particular para una turbina de gas, que comprende una pared limitadora de flujo (22) y una fila de álabes de rotor, de modo que el sistema de sellado (10) está realizado en un espacio anular (30) entre una pared limitadora de flujo (22) de la turbomáquina y al menos una punta de álabe de rotor (14) de un álabe de rotor (12) o una banda de cubierta exterior (16) dispuesta en la punta de álabe de rotor (14)) y comprende al menos un punto de sellado (34, 36), en el que el punto de sellado (34, 36) presenta al menos un revestimiento de entrada (20, 24) dispuesto en la punta de álabe de rotor (14) o la banda de cubierta exterior (16) en la dirección de la pared limitadora de flujo (22) de la turbomáquina, caracterizado por que el al menos un revestimiento de entrada (20, 24) está aplicado directamente sobre la punta de álabe de rotor (14) o la banda de cubierta exterior (16) del álabe de rotor (12) mediante un procedimiento de fabricación generativo.
- 10
2. Sistema de sellado según la reivindicación 1, caracterizado por que el al menos un punto de sellado (34, 36) presenta al menos una punta de sellado (18, 26) dispuesta opuesta al revestimiento de entrada (20, 24) y en un lado interior de la pared (22).
- 15
3. Sistema de sellado según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sistema de sellado (10) comprende al menos dos puntos de sellado (34, 36), estando formados los puntos de sellado (34, 36), respectivamente, por un revestimiento de entrada (20, 24) dispuesto en la punta de alabe de rotor (14) o la banda de cubierta exterior (16) y, respectivamente, por al menos una punta de sellado (18, 26) dispuesta opuesta al revestimiento de entrada (20, 24) respectivo y en el lado interior de la pared (22) y los revestimientos de entrada (20, 24) están dispuestos uno tras en la dirección de flujo (28).
- 20
4. Sistema de sellado según la reivindicación 2, caracterizado por que el sistema de sellado (10) presenta al menos dos puntos de sellado (34, 36), comprendiendo el primer punto de sellado (34) una punta de sellado (40) dispuesta en la punta de álabe de rotor (14) o la banda de cubierta exterior (16), de modo que la punta de sellado (40) está colocada opuesta a un revestimiento de entrada (32) dispuesto en un lado interior de la pared limitadora de flujo (22) y el segundo punto de sellado (36) comprende el revestimiento de entrada (24) dispuesto en la punta de álabe de rotor (14) o la banda de cubierta exterior (16), así como la punta de sellado (26) dispuesta en el lado interior de la pared (22) y opuesta al revestimiento de entrada (24).
- 25
5. Sistema de sellado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el álabe de rotor (12) forma parte de una fila de álabes de rotor que comprende varios álabes de rotor.
- 30
6. Sistema de sellado según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la punta de sellado (18, 26) está realizada integral con la pared limitadora de flujo (22).
7. Sistema de sellado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sistema de sellado (10) está realizado como laberinto escalonado.

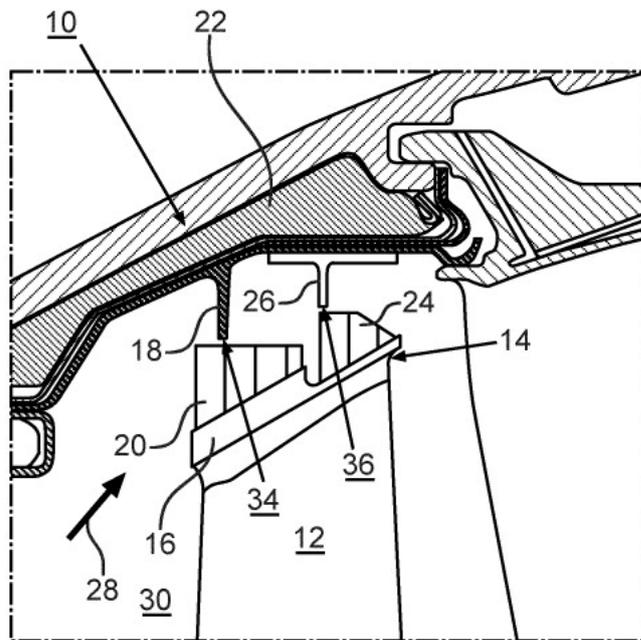


Fig. 1

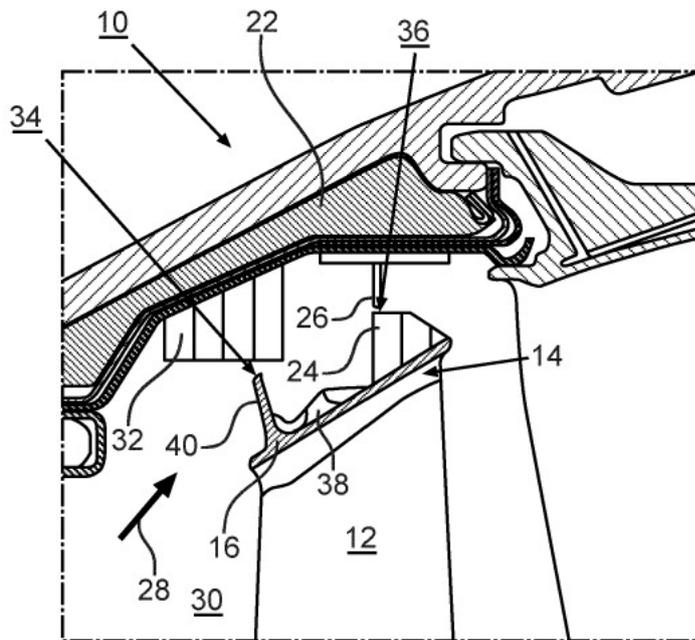


Fig.2