

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 780**

51 Int. Cl.:

F04D 29/02 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

B22F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2016 PCT/BE2016/000051**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2017 WO17096440**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2016 E 16831476 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3387261**

54 Título: **Impulsor recubierto hecho mediante fabricación aditiva y que incluye oquedades en el buje y en el recubrimiento**

30 Prioridad:

09.12.2015 US 201562264998 P
01.03.2016 BE 201605148

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.06.2020

73 Titular/es:

ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE
VENNOOTSCHAP (100.0%)
Boomsesteenweg 957
2610 Wilrijk , BE

72 Inventor/es:

PULNIKOV, ALEKSANDR

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 767 780 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

Impulsor recubierto hecho mediante fabricación aditiva y que incluye oquedades en el buje y en el recubrimiento

La invención se refiere a un método para fabricar un impulsor cerrado.

5 Los impulsores centrífugos se utilizan en turbocompresores para comprimir gases. Tales turbocompresores comprenden, generalmente, una serie de etapas de compresión, cada una con un elemento compresor para aumentar la presión progresivamente, en donde la última etapa alcanza la presión más alta.

10 Los 'impulsores cerrados' consisten en un buje con palas y un recubrimiento que cubre las palas. Convencionalmente, tales impulsores están hechos, o a partir de una pieza sólida de metal en donde se elimina el material mediante torneado y fresado, o se producen uniendo un buje preprocesado y un recubrimiento preprocesado mediante soldadura o soldadura fuerte.

15 El buje comprende un orificio central para conectar el impulsor a un árbol de accionamiento. Con el fin de evitar fugas excesivas de gas a la presión de salida hacia la entrada del impulsor, por lo general, se proporciona un sello frontal en el recubrimiento. El recubrimiento contiene una serie de etapas en su superficie exterior que define los asientos para los sellos. Preferentemente, los asientos tienen una superficie cilíndrica, ya que permite un desplazamiento axial del impulsor, por ejemplo, debido a la contracción centrífuga y/o a la expansión térmica del impulsor y del árbol de transmisión.

Opcionalmente, el impulsor podría estar provisto de otro sello en la parte trasera, es decir, en el lado axial de la salida.

20 Durante el funcionamiento, el gas fluye hacia los canales del impulsor a través de la entrada a una presión de entrada y sale de los canales a través de la salida a una presión de salida. En consecuencia, la presión de salida está presente sobre el recubrimiento y en la parte trasera del buje. Dado que la presión en los canales es menor que la presión de salida, esto garantiza una compresión de las palas. Dado que esta compresión afecta al tamaño de las palas y puesto que se desea una sección transversal más pequeña de las palas, sería preferente encontrar un método para reducir esta compresión de funcionamiento.

25 El impulsor está sometido a fuerzas centrífugas durante el funcionamiento. Dado que el recubrimiento está en la parte superior de las palas, la deformación del recubrimiento es mayor que la deformación del buje. Esto da como resultado una carga adicional en las palas. Es por esto por lo que sería preferente reducir la masa del recubrimiento. Una masa más baja del recubrimiento permitiría palas más delgadas, que, a su vez, permitiría una masa reducida del buje. En consecuencia, el peso total del impulsor podría reducirse.

30 Las técnicas de fabricación aditiva podrían permitir estructuras de impulsor que de otro modo serían inalcanzables con técnicas de fabricación sustractiva convencionales.

El documento US 2015/267543 A1 divulga un impulsor de compresor recubierto hecho mediante fabricación aditiva, en donde tanto el buje como el recubrimiento son huecos.

35 En el documento US 7.281.901 se presenta una aplicación de técnicas de fabricación aditiva para realizar cavidades internas en impulsores abiertos. Se propone hacer tales impulsores utilizando técnicas de fusión selectiva por láser o SLM, que se basa en la deposición de capas de polvo de metal fino y en la fusión local de este polvo con el fin de obtener una sección transversal deseada del componente. Cuando el impulsor está listo, el polvo sobrante se elimina de las cavidades internas a través de pasos que conectan las cavidades internas con un orificio central del impulsor abierto.

40 Para los supercargadores, a los que se refiere el documento US 7.281.901, tal disposición podría ser suficiente, pues la presión de entrada para tales impulsores es, generalmente, la presión atmosférica. Sin embargo, esta solución no es adecuada para aplicaciones de alta presión. Tal impulsor se ensambla, generalmente, a presión atmosférica. No obstante, durante el funcionamiento con una alta presión de entrada, el gas podría filtrarse gradualmente hacia las cavidades internas a través del orificio central. Esto crea una presión incierta en la cavidad interna y constituye un peligro potencial cuando se desmonta el impulsor.

45 El propósito de la presente invención es proporcionar una solución a uno o más de los problemas mencionados anteriormente y/o a otros.

Con este fin, la invención proporciona un método para fabricar un impulsor de turbocompresor cerrado de acuerdo con la reivindicación 5.

La invención proporciona además un impulsor de turbocompresor de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo, por lo tanto, un impulsor:

- un buje;
- un conjunto de palas provisto en dicho buje;
- 5 - un recubrimiento provisto encima de estas palas, en donde dicho buje está provisto de una parte con una primera cavidad interna, en donde esta primera cavidad está en comunicación fluida con una parte trasera del impulsor, o con una entrada del impulsor, o con una ubicación arbitraria en los canales del impulsor que se extienden entre las palas, en donde el recubrimiento está provisto de una segunda cavidad interna y en donde la segunda cavidad interna está en comunicación fluida con la entrada del impulsor. Como tal, la segunda cavidad interna está sometida
- 10 a la presión de entrada del impulsor. Preferentemente, la segunda cavidad está provista en una parte baja del recubrimiento.

Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, de aquí en adelante en el presente documento se describen algunas realizaciones y métodos preferentes para implementar la invención sin ninguna naturaleza limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

- 15 la figura 1 muestra esquemáticamente una configuración convencional de un impulsor cerrado de acuerdo con el estado de la técnica; y
- la figura 2 muestra esquemáticamente un impulsor cerrado de acuerdo con la presente invención.

En la figura 1 se muestra una configuración convencional de un impulsor cerrado de acuerdo con el estado de la técnica.

- 20 El impulsor 1 comprende un buje 2 con un orificio 3 central, un conjunto 4 de palas provisto en el buje 2 y un recubrimiento 5 en la parte superior de las palas que cubre los canales entre las palas 4.

Asimismo, el impulsor 1 muestra una entrada 6 y una salida 7.

Se proporciona un conjunto de superficies 8 cilíndricas para el sello frontal en la parte frontal del recubrimiento 5, es decir, el lado del recubrimiento 5 en el lado de entrada orientado lejos del buje 2.

- 25 Una superficie 9 de sellado para el sello trasero podría estar provista, opcionalmente, en la parte trasera del impulsor 1. La superficie 10 exterior del recubrimiento 5, así como la superficie 11 exterior del buje 2, están sometidas a la presión de salida del impulsor 1 cuando el impulsor 1 está en uso.

- 30 Durante el funcionamiento, cuando el impulsor es accionado de manera rotatoria de una manera conocida para comprimir un gas, la presión en los canales entre las palas 4 varía desde la presión de entrada en la entrada 6 hasta la presión de salida en la salida 7.

Dado que la presión en los canales del impulsor 1 es, generalmente, menor que la presión de salida, las palas 4 están sometidas a una compresión que actúa sobre las superficies 10 y 11. El grosor de las palas 4 debe ser suficiente con el fin de evitar una tensión mecánica excesiva.

- 35 Las superficies 8 cilíndricas facilitan el sellado, ya que permiten un desplazamiento axial del impulsor 1 con respecto a los anillos de sellado estáticos correspondientes (no mostrados en el dibujo) debido a la contracción axial centrífuga y/o a la expansión térmica del tren de accionamiento durante el funcionamiento. Con el fin de evitar fugas excesivas a través del sello frontal, se utiliza, a menudo, un conjunto de anillos de sellado. Debido a la deformación centrífuga del impulsor 1, no es práctico utilizar una única superficie cilíndrica. En lugar de esto, se aplica un conjunto de superficies 8 cilíndricas cortas con diferentes diámetros. Esto conduce, generalmente, a un grosor excesivo del recubrimiento 5
- 40 en la entrada 6.

La aplicación de técnicas de fabricación aditiva para la producción del impulsor permite optimizar la estructura del impulsor con el propósito de reducir el peso del impulsor y de reducir los costes de fabricación, así como de mejorar el funcionamiento del impulsor.

- 45 Las técnicas de fabricación aditiva también permiten una libertad sustancial de diseño. Por ejemplo, permiten hacer cavidades internas y canales internos en el impulsor.

Una configuración de un impulsor 12 de acuerdo con la invención, en donde el impulsor 12 incorpora tales características de diseño, se presenta en la figura 2.

Además de los elementos indicados en el impulsor 1 de acuerdo con el estado de la técnica, el impulsor 12 de acuerdo

con la invención comprende una primera cavidad 13 interna en el buje 2.

La pared 14 superior que cubre la cavidad 13 está fabricada con un ángulo con respecto al eje X-X' del impulsor 1. Este ángulo depende de la técnica de fabricación seleccionada y de la dirección en la que se construye el impulsor 12. Si se elige una técnica de SLM, la dirección de construcción preferente sería desde la entrada 6 hasta la parte trasera del impulsor 12. En tal caso, el valor máximo del ángulo entre la pared 14 superior y el eje del impulsor 1 (X-X') no debería exceder el ángulo máximo permitido por la SLM para superficies no soportadas, que actualmente es de aproximadamente 45°. Debido a esta restricción, se podría introducir una celosía de soporte en los canales del impulsor, en donde, no obstante, la celosía podría eliminarse en una etapa posterior.

La primera cavidad 13 interna está en comunicación fluida con la entrada 6, en este caso a través de una serie de canales 15.

De acuerdo con la invención, una segunda cavidad 16 interna adicional está provista en la parte frontal del recubrimiento 5. Esta segunda cavidad 16 interna está en comunicación fluida con la entrada 6, en este caso a través de un conjunto de canales 17. La segunda cavidad 16 interna garantiza cierta reducción de masa en el recubrimiento 5 y, además, disocia la deformación centrífuga de las superficies 8 de sellado de la deformación del resto del recubrimiento 5. Esto permite una deformación más radial de las superficies de sellado y, en consecuencia, una mejor calidad de sellado.

En este ejemplo, los canales 15 y 17 se utilizan como canales de evacuación para la eliminación de polvo de metal no fundido y como canales de compensación de presión para proporcionar una presión correspondiente en la primera y en la segunda cavidad 13 y 16 interna. Naturalmente, de acuerdo con otra realización (que no se muestra en los dibujos), podrían proporcionarse canales separados que están destinados o a la evacuación o a la compensación de presión.

La ubicación de los canales 15 permite una manipulación de la presión interna en la primera cavidad 13 interna. Por ejemplo, los canales 15 podrían ubicarse a un radio mayor, es decir, más cerca de la salida 7, con el fin de proporcionar una presión de gas más alta en la primera cavidad 13 interna. Esto reduciría la presión a través de la pared 14 superior.

También es posible hacer los canales 15 en la pared 18 trasera. En tal caso, la presión en la primera cavidad 13 interna sería igual a la presión trasera disponible detrás del sello trasero. Dado que se aplica la presión exterior a la superficie de la pared 14 superior, es posible neutralizar, al menos parcialmente, el efecto de las fuerzas centrífugas que actúan sobre el buje 2.

La presión de salida se aplica a las superficies 10 y 11 exteriores. Sin embargo, la compresión de las palas 4 en el impulsor 12 de acuerdo con la invención sería sustancialmente menor en comparación con el impulsor 1 de acuerdo con el estado de la técnica.

Dado que la pared 14 está inclinada con respecto al eje X-X' del impulsor 12, esto reduce el área de la superficie 11 exterior. De hecho, dado que la presión en la primera cavidad 13 interna es menor en comparación con la presión en los canales entre las palas 4, esto reduciría además la compresión de las palas 4. El grosor de las palas 4 está, generalmente, determinado por la carga centrífuga y por la compresión durante el funcionamiento debido a la acumulación de presión desde la entrada hasta la salida. Si la compresión de funcionamiento disminuye, esto proporciona la posibilidad de disminuir el grosor de las palas. Un grosor menor de las palas 4 tendría un efecto positivo en el rendimiento del impulsor 12, pues la sección transversal de los canales entre las palas 4 aumentaría y, por lo tanto, permitiría una reducción de masa en el buje 2.

Una reducción de masa en el recubrimiento 5 y en las palas 4 no conduce necesariamente a un debilitamiento correspondiente del buje 2. En lugar de esto, se podrían alcanzar velocidades de punta más altas con una configuración de impulsor similar.

Debido a la pared 14 superior inclinada, la superficie trasera del impulsor 12 de acuerdo con la invención que está expuesta a la presión de salida también se reduce en comparación con el impulsor 1 de acuerdo con el estado de la técnica. Esto reduciría las pérdidas por fricción. Con el fin de evitar que el gas circule en la primera y/o segunda cavidad 13 y/o 16 interna, se podría introducir un conjunto de membranas que separen las cavidades 13 y/o 16 en diferentes cámaras. En tal caso, cada cámara debe estar provista de un canal 15 y 17 separado.

La superficie exterior del impulsor 12 podría tratarse con el fin de obtener una superficie lisa.

La fabricación aditiva es un proceso en el que los materiales se unen para crear objetos a partir de datos de modelos 3D, por lo general, capa por capa, a diferencia de las técnicas de fabricación sustractiva (ASTM F2792-12a).

La fabricación aditiva se refiere a una categoría de métodos de fabricación, por ejemplo, la fusión de lecho de polvo

- 5 (un proceso de fabricación aditiva en el que la energía térmica funde, de manera selectiva, regiones específicas de un lecho de polvo) y la deposición de energía directa (un proceso de fabricación aditiva en el que se utiliza energía térmica focalizada para fundir materiales a medida que se depositan). Dentro del método de fusión de lecho de polvo, existe una serie de tecnologías, tales como la fusión por haz de electrones (el material en polvo se funde utilizando un haz de electrones), la fusión selectiva por láser (SLM, un proceso de producción en el que el material en polvo se funde utilizando un láser), o el sinterizado selectivo por láser (el material en polvo se sinteriza utilizando un láser). La deposición de energía directa también incluye tecnología de revestimiento por láser.

Metal, cerámica, polímero o polímero reforzado con fibra, así como cualquier combinación de estos materiales, podría utilizarse para fabricar impulsores de la configuración propuesta.

- 10 La invención no se limita a las realizaciones y métodos descritos anteriormente, sino que se puede realizar un impulsor de acuerdo con la invención con diferentes formas y tamaños y, de manera similar, se puede realizar un método de acuerdo con la presente invención para fabricar un impulsor en todo tipo de variantes, sin alejarse del alcance de la invención, que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un impulsor (12) de turbocompresor cerrado, comprendiendo dicho impulsor de turbocompresor cerrado:

- un buje (2);
- un conjunto de palas (4) provistas en dicho buje (2);
- un recubrimiento (5) provisto en la parte superior de las palas (4);

en donde dicho buje (2) está provisto de una parte con una primera cavidad (13) interna, en donde esta primera cavidad (13) interna está en comunicación fluida con una parte trasera del impulsor (1), o con una entrada (6) del impulsor (1), o con una ubicación arbitraria en los canales del impulsor que se extienden entre las palas (4), en donde el recubrimiento (5) comprende una segunda cavidad (16) interna,

estando el impulsor **caracterizado por que**

la segunda cavidad (16) interna está en comunicación fluida con la entrada (6) del impulsor (12).

2. Un impulsor de turbocompresor cerrado de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la segunda cavidad interna está provista en una parte frontal del recubrimiento (5) en la entrada (6).

3. Un impulsor de turbocompresor cerrado de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el impulsor (12) está provisto además de canales (15, 17) que están diseñados de tal manera que permiten la eliminación del polvo de metal no fundido.

4. Un impulsor de turbocompresor cerrado de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el impulsor (12) está provisto además de canales (15, 17) de compensación de presión que están diseñados de tal manera que proporcionan una presión correspondiente en la primera y en la segunda cavidad (13, 16) interna.

5. Método para fabricar un impulsor de turbocompresor cerrado con una estructura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el impulsor (12) se hace por medio de una o más técnicas de fabricación aditiva.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el impulsor (12) está hecho de metal.

7. Método de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, **caracterizado por que** el impulsor (12) está hecho como un único componente.

8. Método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el impulsor (12) está construido en capas, en donde el método comprende además las etapas de:

- la fabricación del impulsor en donde se incorpora una celosía de soporte intermedia entre el recubrimiento (5) y el buje (2);
- la eliminación del exceso de polvo de metal;
- la eliminación de la estructura de soporte de celosía intermedia.

9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el método comprende además la etapa de procesar el impulsor (12) en su superficie (10, 11) exterior.

TÉCNICA ANTERIOR

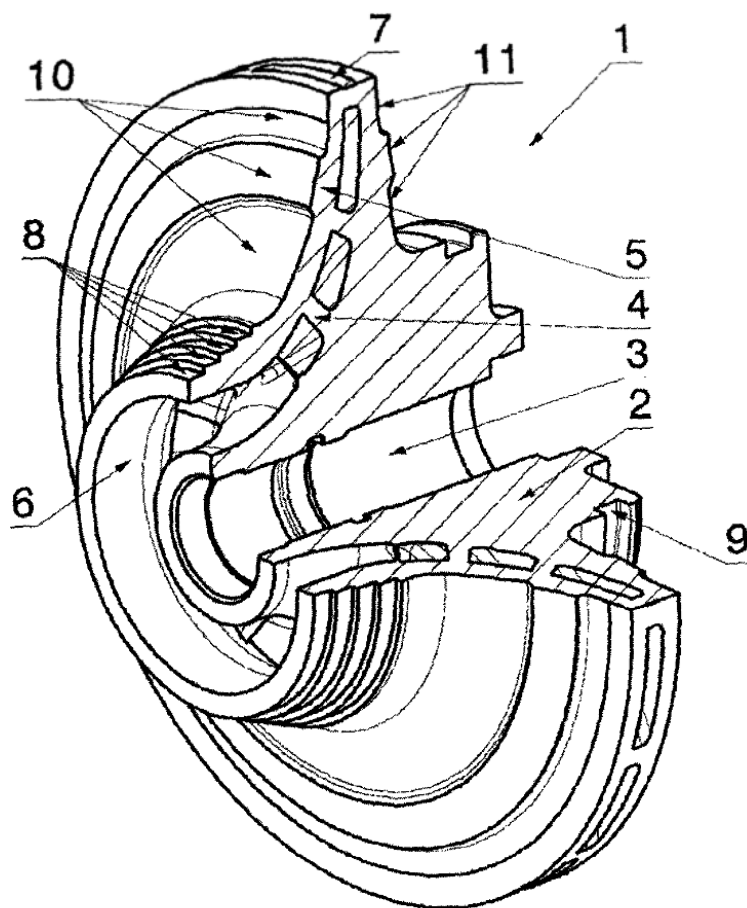


Fig. 1

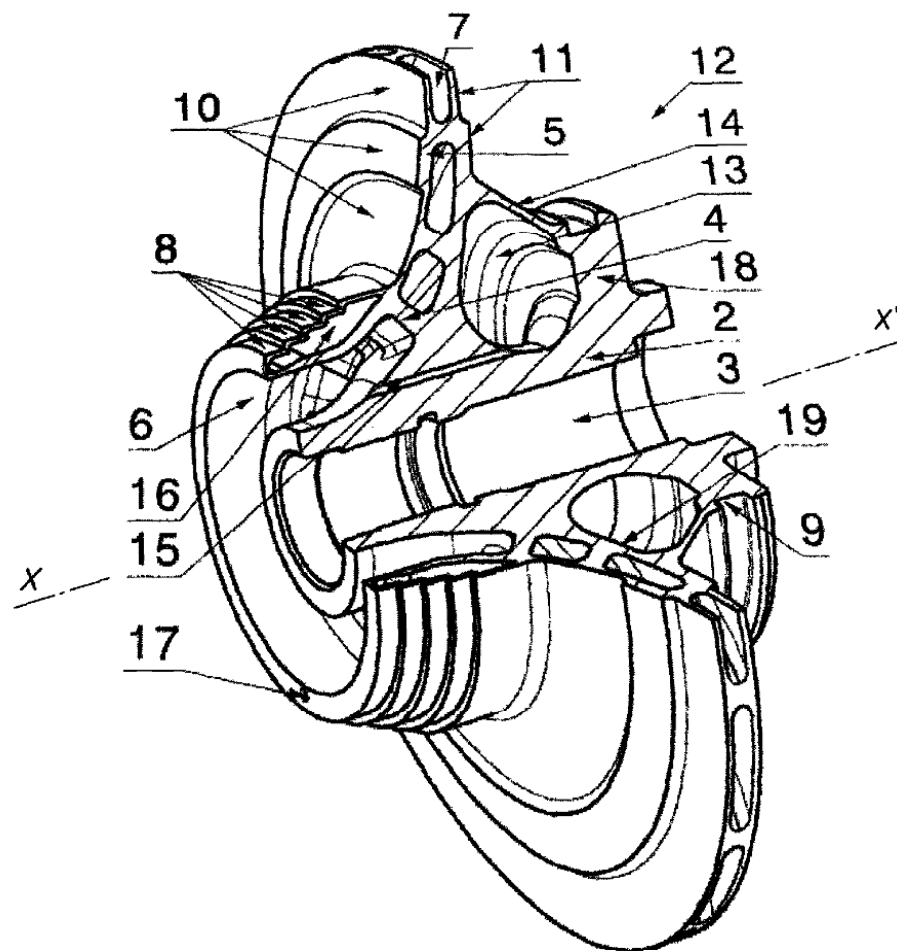


Fig. 2