

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 207**

51 Int. Cl.:

F04D 29/02 (2006.01)

B22F 5/00 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

B22F 3/00 (2011.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2019 PCT/IB2019/060167**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2020 WO20136473**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2019 E 19809927 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024 EP 3903007**

54 Título: **Impulsor y turbocompresor equipado con dicho impulsor y método para fabricar dicho impulsor**

30 Prioridad:

27.12.2018 BE 201805957

09.08.2019 BE 201905517

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

29.11.2024

73 Titular/es:

ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE

VENNOOTSCHAP (100.0%)

Boomssesteenweg 957

2610 Wilrijk, BE

72 Inventor/es:

KEMPEN, KAROLIEN;

DE GERSEM, HILDE y

DE GREEF, GUY

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 990 207 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 y turbocompresor equipado con dicho impulsor y método para fabricar dicho impulsor

5 La presente invención se refiere a un impulsor, por ejemplo un impulsor para una máquina centrífuga como un turbocompresor, una turbina o similar.

10 Un elemento compresor centrífugo tal como se utiliza en los turbocompresores existe como es sabido de un impulsor que está montado de forma rotativa en un alojamiento con una entrada axial y una salida radial, por lo que el impulsor está formado por una especie de cubo macizo en forma de trompeta para curvar el gas aspirado en la entrada desde la dirección axial hacia la dirección radial en la salida y por álabes montadas en el cubo que junto con el cubo y el alojamiento definen canales de estrechamiento a través de los cuales se guía el gas para comprimirlo.

15 El impulsor está provisto de una perforación central para poder acoplarlo a un eje de transmisión.

20 Se sabe que dicho impulsor se acciona a altas velocidades de varias decenas de miles de revoluciones por minuto, por lo que la velocidad periférica lineal a la salida del impulsor puede alcanzar varios centenares de metros por segundo.

Las enormes fuerzas centrífugas que se producen a velocidades tan altas generan tensiones masivas en el material del impulsor.

25 Sin embargo, estas tensiones en un impulsor con un cubo completamente macizo se distribuyen de forma muy desigual. El campo de tensiones en el impulsor es una combinación de tensiones en diferentes direcciones, que suelen tener una orientación multiaxial, es decir, según diferentes ejes. A nivel de la parte posterior del cubo, es decir, en el extremo del cubo de mayor diámetro, las tensiones se producen principalmente en la dirección radial y en la dirección circunferencial. Estos dos componentes de tensión son el resultado de las fuerzas centrífugas.

30 Las tensiones axiales en la parte posterior del cubo son un efecto de segundo orden. Las tensiones axiales son importantes para la perforación central, ya que el impulsor se tensa en dirección axial sobre un eje mediante un perno de tracción.

35 Dependiendo de la geometría del impulsor, el gradiente de tensión puede variar, pero la sección mayor del impulsor está sometida a tensiones muy inferiores al límite elástico del material del que está hecho el impulsor, con la desventaja de un uso ineficaz de este material y una masa innecesariamente elevada del impulsor.

40 No obstante, la reducción de la masa del impulsor es importante para mantener la frecuencia de flexión natural del eje de transmisión en el que está montado el impulsor lo suficientemente alto como para permitir velocidades más elevadas del impulsor, lo que en sí mismo es útil para el funcionamiento energéticamente eficiente de un turbocompresor.

45 Además, al reducir la masa del impulsor se limitarán las elevadas tensiones como resultado de las fuerzas centrífugas, tanto en la perforación central, como en la parte posterior del cubo y en el redondeo a nivel de la transición entre la parte posterior y el cubo.

50 Con una masa menor del impulsor, los cojinetes del eje de transmisión están menos cargados, de modo que por diseño pueden seleccionarse cojinetes más pequeños en los turbocompresores, lo que da como resultado un precio de coste más bajo y/o un elemento compresor más compacto, o un eje de transmisión de menor diámetro.

55 Ya se conocen soluciones para reducir la masa del impulsor, por ejemplo aplicando una estructura de rejilla metálica en una sección central del cubo, tal como se divulga en WO 2013/12431.4, pero esta es menos capaz de absorber las fuerzas centrífugas orientadas radialmente, de modo que la estructura de rejilla es innecesariamente fuerte y rígida en las direcciones sin carga, lo que da lugar a una cierta desventaja ponderal.

Otra solución es proporcionar un cubo hueco con refuerzos internos como se divulga en US 7.281.901.

60 Su objetivo principal es reducir la inercia y son inadecuados para distribuir uniformemente las tensiones en el impulsor, lo que dará lugar a la aparición de concentraciones de tensiones.

WO 2016/127225 divulga una estructura interna del impulsor, consistente en un cubo hueco con costillas de refuerzo destinados específicamente a absorber las fuerzas centrífugas radiales, de forma que las tensiones que se generan puedan fluir hacia el cubo.

65 Las costillas de refuerzo se extienden desde el cubo, a la altura de la base de las aspas, hasta el eje o el tubo y forman radios, por así decirlo. Las costillas de refuerzo siguen así la curvatura de las aspas y son, por tanto, ellas

mismas también curvadas, tanto en altura como en longitud, para poder absorber así las fuerzas centrífugas.

Aunque este tipo de impulsor absorbe mejor las fuerzas centrífugas, sigue siendo necesario hacer el cubo y/o las costillas de refuerzo más gruesos en ciertos lugares para poder absorber las tensiones.

5 Debido al diseño de dicho impulsor, es necesario fabricarlo mediante un método de producción de aditivos.

10 Para ello se utiliza preferentemente la fusión del lecho de polvo, mediante la cual se utiliza energía térmica para permitir de forma selectiva que determinadas regiones de un lecho de polvo se fusionen, lo que permitirá "imprimir" todos los detalles con la precisión necesaria.

15 Una propiedad de este método de producción de aditivos es que la rugosidad de la superficie de la estructura producida dependerá de la inclinación de la estructura en cuestión: cuanto más recta sea la estructura, más plana o lisa será la superficie.

En el impulsor de WO 2016/127225 las costillas de refuerzo comprenden estructuras inclinadas, de modo que son relativamente rugosas. Esto tiene efectos muy adversos para la fatiga.

20 Además, las costillas de refuerzo curvadas definirán cavidades con una forma relativamente compleja en el cubo hueco, de modo que es difícil eliminar el polvo restante sin fundir de estas cavidades.

En consecuencia, deben preverse dos pasajes u orificios por cámara para poder soplar y eliminar el polvo a través de estos orificios.

25 Estos orificios son, por supuesto, perjudiciales para la resistencia o rigidez del impulsor, así como para la fatiga.

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de una estructura de impulsor con un mejor aprovechamiento del material y una masa menor, en la que las fuerzas centrífugas y las fuerzas de tensión axial se absorban de forma óptima y que pueda fabricarse de forma fácil y precisa mediante un método de producción de aditivos.

30 El propósito de la presente invención es proporcionar una solución para una o más de las desventajas antes mencionadas y otras desventajas relativas a los diseños conocidos de un impulsor como se divulga en la mencionada WO 2013/124314, la US 7.281.901, la US2006/140767 y la WO 2016/127225.

35 Para ello, la invención se refiere a un impulsor de acuerdo con la reivindicación 1.

La "dirección esencialmente radial" en la que se extienden las costillas de refuerzo significa que el ángulo entre las costillas de refuerzo radiales y la línea central geométrica del eje o tubo central del impulsor es de un máximo de 10 grados, y mejor aún de un máximo de 7 grados y preferiblemente de un máximo de 5 grados.

40 Esto proporciona la ventaja de que dicho impulsor, como es el caso en WO 2016/127225, será muy ligero debido a su estructura hueca, de modo que el impulsor podrá girar a una velocidad muy elevada. De este modo, el turbocompresor en el que está instalado el impulsor podrá suministrar más aire comprimido.

45 Otra ventaja es que, debido a la orientación de las costillas de refuerzo, la estructura interna es mucho más rígida, de manera que las fuerzas centrífugas serán absorbidas mejor por las costillas de refuerzo rectas que en WO 2016/127225 con las costillas de refuerzo curvadas. La consecuencia o ventaja de esto es que el cubo o las costillas de refuerzo no tienen que hacerse más gruesos en determinados lugares para absorber las tensiones que allí se producen.

50 Además, las costillas de refuerzo también se extenderán axialmente en dirección recta o plana, de modo que el impulsor también absorba mejor las fuerzas en dirección axial. En efecto, debido al tensado con un perno tensor en dirección axial, el impulsor se comprime al ser montado en una turbomáquina. Gracias a su estructura interna con costillas de refuerzo planas y rectas, esta impresión se absorbe mejor, de modo que se crean menos tensiones en el impulsor.

Otra ventaja es que en la fabricación sólo es necesario imprimir las estructuras erguidas de las costillas de refuerzo. En consecuencia, la superficie será más alisada, de modo que se producirá menos fatiga.

60 Una ventaja añadida es que las cámaras creadas por las costillas de refuerzo tienen una forma más sencilla, de modo que la eliminación del polvo de estas cámaras tras la impresión será más fácil. Sólo se tendrá que realizar un orificio para extraer el polvo.

Preferiblemente, el número de costillas de refuerzo es proporcional al número de aspas.

65 Así se asegurará de que el impulsor sea cíclico-simétrico, lo que significa que constará de varias secciones que

se repiten.

De este modo, el peso también se distribuirá de forma cíclico-simétrica, lo que es necesario para equilibrar el impulsor.

5

De acuerdo con la invención, el impulsor está provisto de al menos un polígono o anillo que conecta todas las costillas de refuerzo entre sí y que es concéntrico con el eje o tubo central.

Debido a este polígono o anillo, el espacio entre dos costillas de refuerzo radiales consecutivas se divide en dos cámaras así denominadas.

10

El polígono o anillo hará que el impulsor sea mecánicamente más fuerte y más resistente a la deformación.

Es sabido que para un impulsor la deformación debe ser limitada, es decir, normalmente inferior a unas décimas de milímetro.

15

De acuerdo con una característica preferida de la invención, las uniones entre las costillas de refuerzo y posiblemente al menos un polígono o anillo con el resto del impulsor son redondeadas.

Al redondear todos los bordes internos, los laterales y las esquinas que crean, entre otros, las costillas de refuerzo y el polígono o anillo, la fatiga se reducirá al mínimo.

20

La invención también se refiere a un turbocompresor, caracterizado porque está provisto de un impulsor de acuerdo con la invención.

25

Las ventajas de dicho turbocompresor están directamente relacionadas con las ventajas del impulsor de acuerdo con la invención.

Así, el turbocompresor podrá girar a mayor velocidad en comparación con un turbocompresor con un impulsor sólido conocido y tradicional, de forma que se podrá suministrar más aire comprimido.

30

La invención también se refiere a un método para fabricar un impulsor de acuerdo con la reivindicación 8.

En particular, la invención se refiere a un método en el que dichos pasos se ejecutan mediante un método de producción aditivo.

35

Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, a continuación se describen a modo de ejemplo, sin carácter limitativo, unas cuantas realizaciones preferidas de un impulsor de acuerdo con la invención y un turbocompresor equipado con éste, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40

la figura 1 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un impulsor de acuerdo con la invención;

la figura 2 muestra una sección transversal de acuerdo con el plano II-II de la figura 1;

la figura 3 muestra una sección transversal de acuerdo con el plano III-III de la figura 1;

la figura 4 muestra la vista de acuerdo con la flecha F4 de la figura 1.

45

El impulsor 1, mostrado en las figuras 1 a 4 es un impulsor de un turbocompresor a modo de ejemplo.

El impulsor 1 de acuerdo con la invención, como se muestra en la figura 1, es muy similar en términos de diseño externo a un impulsor conocido tradicionalmente.

50

El impulsor 1 contiene un tubo central 2 con el que el impulsor 1 puede montarse en un eje de transmisión (no representado en las figuras) para ser accionado alrededor de la línea central geométrica X-X' del tubo 2 en el alojamiento de, por ejemplo, un elemento compresor.

En lugar de un tubo central 2, el impulsor 1 también puede estar provisto de un eje macizo que puede acoplarse a dicho eje de transmisión.

55

El impulsor 1 comprende además un cubo en forma de trompeta 3 que se extiende alrededor del tubo 2 y que en la dirección de un extremo 4 al otro extremo 5 aumenta de diámetro.

60

De acuerdo con la invención, el cubo 3 es un cubo hueco 3 con un exterior 6 y un interior 7 orientados hacia el tubo 2. Esto es visible en las figuras 2 y 3.

El cubo 3 se conecta en un extremo 8a del tubo central 2 con el extremo 4 de menor diámetro. Este extremo 4 también se denomina extremo axial del cubo 3.

65

El cubo 3 se conecta a una pared posterior 9 con el extremo 5 de mayor diámetro, visible en las figuras 3 y 4. Este extremo 5 también se denomina extremo radial del cubo 3.

5 Esta pared trasera esencialmente en forma de disco 9, al nivel del otro extremo 8b del tubo central 2, se extiende perpendicularmente al tubo 2 y cerrará o encerrará el espacio hueco 10 entre el cubo 3, el tubo 2 y la pared trasera 9.

10 El exterior 6 o la superficie exterior del cubo 3 cambia de forma inclinada desde una dirección esencialmente axial X-X' en el extremo 4 de menor diámetro a una dirección esencialmente radial en el extremo 5 de mayor diámetro. Esta pendiente es visible en la figura 3.

En el cubo 3 se acoplan una serie de aspas curvas 11, que se fijan con su base 12 en dicho exterior 6 del cubo 3.

15 En el ejemplo mostrado, se proporcionan dos series de aspas, es decir, las aspas principales 11a, por un lado, que se extienden a lo largo de cierta longitud desde el extremo 4 del cubo 3, orientado axialmente, hasta el extremo 5 del cubo 3, orientado radialmente, y las aspas divisoras 11b, por otro lado, que se extienden entre las aspas principales 11a a lo largo de una longitud más corta, comenzando a una distancia axial desde el extremo 4 del cubo 3 hasta el extremo 5 del cubo 3.

20 Sin embargo, la invención no se limita a dos series de aspas 11, sino que también es aplicable a cualquier número de series de aspas 11, en las que, por ejemplo, no haya aspas divisoras 11b o, por el contrario, se puedan prever varias series de aspas divisoras 11b.

25 De acuerdo con la invención, en el espacio hueco 10 del cubo 3 se prevén costillas de refuerzo 13 planas y rectas que se extienden sobre el tubo 2 en dirección radial y forman una conexión radial entre el tubo 2 y el interior 7 del cubo 3.

Las costillas de refuerzo 13 están unidas con su base 14 al tubo 2 y con su cabeza 15 al interior 7 del cubo 3.

30 En este caso, las costillas de refuerzo 13 se extienden desde la pared posterior 9 hasta el extremo 4 del cubo 3 de menor diámetro, como se muestra en la figura 3. En otras palabras, las costillas de refuerzo 13 están conectadas directamente a la pared posterior 9 a lo largo de un borde 16 sobre su altura.

35 Las costillas de refuerzo 13 dividirán el espacio hueco 10 en varias cámaras 17.

En este caso, el plano geométrico de las costillas de refuerzo 13 se seccionará con la punta 18 de las aspas 11 en el extremo 5 del cubo 3 de mayor diámetro.

40 El plano geométrico también se refiere a la extensión geométrica o imaginaria de las costillas de refuerzo 13.

De este modo, las costillas de refuerzo 13 se sitúan en la dirección de la mayor fuerza centrífuga, de modo que puedan absorberla de forma óptima.

45 Además, la línea central geométrica X-X' del tubo central 2 coincide con el plano geométrico de las costillas de refuerzo 13. Esto significa que el ángulo entre las costillas de refuerzo 13 y la línea central geométrica X-X' del eje central 2 es de cero grados. Esto no es necesario para la invención, pero este ángulo es de un máximo de diez grados de acuerdo con la invención y preferiblemente de un máximo de siete grados y aún más preferiblemente de un máximo de cinco grados.

50 El número de costillas de refuerzo 13 no es limitativo para la invención y dependerá, entre otras cosas, de las dimensiones del impulsor 1. Normalmente, un impulsor 1 de mayor tamaño requerirá más costillas de refuerzo 13, ya que estará sometido a mayores fuerzas centrífugas debido a sus dimensiones.

55 Sin embargo, es preferible que el número de costillas de refuerzo 13 sea siempre proporcional al número de aspas 11.

Esto significa que, cuando hay ocho aspas principales 11a y ocho aspas divisoras 11b, por ejemplo, hay dieciséis costillas de refuerzo 13. Este es también el caso en el ejemplo mostrado.

60 Por ejemplo, también es posible que se proporcionen treinta y dos costillas de refuerzo 13. Además, tampoco se excluye que el número de costillas de refuerzo 13 sea proporcional al número de aspas principales 11a, de modo que también es posible que sólo se disponga de ocho costillas de refuerzo 13.

65 Lo anterior garantizará la obtención de una estructura cíclico-simétrica, en la que el impulsor 1 comprende un número de secciones 19, en el ejemplo de las figuras ocho secciones, que se repiten cada vez.

Los costillas de refuerzo 13 están sometidos principalmente a una carga de tracción, por lo que toda la masa de las costillas de refuerzo 13 se utiliza para desviar una parte de las tensiones del cubo 3 al tubo 2 y también a la pared posterior 9 en caso necesario, por lo que no hay, o prácticamente no hay, masa muerta, es decir, masa sin carga, en el espacio hueco 10 del cubo 3 que no contribuya a la resistencia del impulsor 1 en la dirección radial.

5 De acuerdo con la invención, el impulsor 1 está provisto de un anillo 2C que conecta todas las costillas de refuerzo 13 entre sí.

También podría tratarse de más de un anillo 20.

10 Además, en lugar de un anillo 20 podrían aplicarse uno o varios polígonos o una combinación de polígono y círculo 20.

Para preservar la simetría cíclica, dicho anillo 20 es concéntrico con el tubo central 2.

15 El anillo 20 subdividirá cada cámara 17 en dos subcámaras 17a, 17b.

El anillo 20 proporcionará robustez o resistencia mecánica y contrarrestará la deformación.

20 En efecto, es importante que el impulsor 1 no se deforme demasiado. De hecho, la deformación hacia el interior no debe ser demasiado grande, para contrarrestar las pérdidas de aire y de presión. La deformación hacia el exterior también es crucial, ya que hay un alojamiento alrededor del impulsor 1, por lo que el impulsor giratorio 1 nunca debe tocar este alojamiento ni otros componentes estacionarios del elemento compresor.

25 Como se muestra en las figuras, las uniones entre las costillas de refuerzo 13 y al menos el polígono concéntrico o anillo 20 con el resto del impulsor 1 son redondeadas.

Esto significa que todos los bordes internos, laterales y esquinas están redondeados. Esto es importante para evitar concentraciones de tensión.

30 Esto también será necesario cuando el impulsor 1 se fabrique mediante un método de producción de aditivos.

35 La producción de aditivos hace referencia a una categoría de métodos de producción, por ejemplo, la fusión de lechos de polvo, por la que se utiliza energía térmica para fusionar selectivamente determinadas regiones de un lecho de polvo, o la deposición directa de energía, por la que se utiliza energía térmica emitida para fundir materiales mientras se depositan.

40 Dentro de la categoría de fusión de lechos de polvo, hay una serie de tecnologías como la fusión por haz de electrones, por la que el material en polvo se funde mediante un haz de electrones; la fusión selectiva por láser, por la que el material en polvo se funde mediante un láser; la sinterización selectiva por láser, por la que el material en polvo se sinteriza mediante un láser. La categoría de deposición directa de energía incluye la tecnología de revestimiento por láser.

45 En estos métodos de producción basados en la fusión de lechos de polvo es importante que no haya estructuras con una pendiente demasiado grande, de modo que en algunos casos hay que redondear las esquinas para evitar dichas pendientes.

Otra consecuencia de dicho método de producción es que el espacio interior hueco y las (sub)cámaras 17, 17a, 17b deben estar conectados con el entorno, para poder eliminar el polvo restante.

50 En este caso, el polvo permanecerá en las cámaras 17 y subcámaras 17a, 17b durante la fabricación del impulsor 1 mediante la fusión del lecho de polvo.

55 Por ello, en el ejemplo mostrado, el tubo central 2 está provisto de orificios 21 que se extienden en dirección axial y que forman una conexión entre el espacio hueco 10 del cubo 3 y el entorno.

Dicho anillo 20 también está provisto de pasajes 22, por lo que siempre hay al menos un pasaje 22 en la sección del anillo 20 situada entre dos costillas de refuerzo 13.

60 Estos orificios 21 y pasajes 22 ya están previstos durante el proceso de fabricación.

A través de dichos orificios 21 y pasajes 22 el polvo podrá salir de las (sub)cámaras.

65 Debido a la forma recta y plana de las costillas de refuerzo 13 y a la forma recta del anillo 20, el polvo puede eliminarse simplemente agitando el impulsor 1.

5 Una vez fabricado el impulsor 1 y eliminado el polvo sobrante, se equilibra cada impulsor 1. Esto significa que el impulsor 1 se mide o se pesa y que se retira o se añade material en determinados lugares hasta que el impulsor 1 está equilibrado, es decir: el peso se distribuye (cíclicamente) de forma simétrica. Esto es muy importante para el funcionamiento del impulsor 1, ya que el menor desequilibrio puede provocar efectos adversos debido a tensiones y vibraciones no deseadas.

10 Cuando se habla de simetría cíclica en este contexto, hay que tener en cuenta que la simetría cíclica perfecta es muy difícil de conseguir en la práctica. Por ello, en el texto actual debe interpretarse como "prácticamente cíclico-simétrico", lo que en este contexto se corresponde con una distancia máxima entre la línea central geométrica del eje central, por un lado, y la intersección de las costillas de refuerzo con la pared posterior, por otro, que es el 10 % de la altura del impulsor.

15 Para permitir que el impulsor 1 se aproxime a la simetría cíclica tanto como sea realizable en la práctica, puede proporcionarse material adicional en varios lugares del impulsor 1, que puede utilizarse posteriormente para equilibrar el impulsor 1 eliminando material localmente.

Como se muestra en las figuras 3 y 4, el impulsor 1 presenta un engrosamiento local 23 del tubo central 2 al nivel del extremo 8a del tubo 2.

20 Este engrosamiento local 23 puede ejecutarse como un anillo sólido en el extremo 8a del tubo 2, por lo que puede extraerse material de este anillo, por ejemplo, perforando orificios.

El impulsor 1 presenta un engrosamiento local 24 de la pared posterior 9 al nivel del borde exterior 25.

25 En otras palabras, este engrosamiento 24 está situado en el lugar donde el extremo 4 del cubo 3 de mayor diámetro hace contacto con la pared posterior 9.

También se puede retirar material en este lugar para equilibrarlo, por ejemplo mediante fresado o esmerilado.

30 Como ya se ha mencionado, en lugar de sobre un tubo 2 también puede aplicarse sobre un mango macizo, en el que puede haber o no orificios 21 para extraer el polvo del espacio.

35 La presente invención no se limita en modo alguno a las realizaciones descritas a modo de ejemplo y mostradas en los dibujos, sino que un impulsor de acuerdo con la invención y un turbocompresor equipado con el mismo pueden realizarse en todo tipo de formas y dimensiones sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Impulsor, que contiene:

- 5 - un eje central o un tubo (2) para su montaje en un eje;
- alrededor del eje o tubo (2) un cubo hueco (3) que en la dirección de un extremo (4) al otro (5) aumenta de diámetro, dicho cubo (3) posee un exterior (6) y un interior (7) orientados hacia el eje o tubo (2);
- una pared posterior (9) dispuesta en el extremo (5) del cubo (3) de mayor diámetro perpendicular al eje o tubo (2) que cierra al menos parcialmente el espacio hueco (10) del cubo (3);
10 - una serie de aspas (11) que se fijan al exterior (6) del cubo (3) por su base (12);

donde se proporcionan varias costillas de refuerzo (13) planas y rectas que se extienden sobre el eje o tubo (2) en dirección esencialmente radial y forman una conexión radial entre el eje o tubo (2) y el interior (7) del cubo (3), y en el que las costillas de refuerzo (13) se extienden además axialmente en dirección recta o plana, en el que el impulsor (1) está provisto de al menos un polígono o anillo (20) que conecta todas las costillas de refuerzo (13) entre sí y que es concéntrico con el eje o tubo central (2), caracterizado porque dicho anillo (20) o polígono está provisto de pasajes (22), en el que al menos un pasaje (22) está siempre provisto en la sección del anillo (20) o polígono situado entre dos costillas de refuerzo (13).

15 2. Impulsor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el plano geométrico de las costillas de refuerzo (13) se cruza con la punta (18) de las aspas (11) en el extremo (5) del cubo (3) de mayor diámetro.

20 3. Impulsor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la línea central geométrica del eje central o tubo (2) coincide con el plano de las costillas de refuerzo (13).

25 4. Impulsor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tubo o eje central (2) está provisto de orificios (21) que se extienden en dirección axial y que forman una conexión entre el espacio hueco (10) del cubo (3) y el entorno.

30 5. Impulsor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el impulsor (1) presenta un engrosamiento local (23) del eje central o tubo (2) a nivel del extremo (8a) del tubo (2) situado en el extremo (4) del cubo (3) de menor diámetro.

35 6. Impulsor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el impulsor (1) presenta un engrosamiento local (24) de la pared posterior (9) a nivel del borde exterior (25).

7. Turbocompresor, caracterizado porque está provisto de un impulsor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

40 8. Método para fabricar un impulsor, dicho método comprende los siguientes pasos:

- proporcionar un eje central o un tubo (2) para su montaje en un eje;
- proporcionar un cubo hueco (3) alrededor del eje o tubo (2) que en la dirección de un extremo (4) al otro extremo (5) aumenta de diámetro, dicho cubo (3) posee un exterior (6) y un interior (7) orientados hacia el eje o tubo (2);
45 - proporcionar una pared posterior (9) que está provista en el extremo (5) del cubo (3) con el mayor diámetro perpendicular al eje o tubo (2) que cierra al menos parcialmente el espacio hueco (10) del cubo (3);
- proporcionar una serie de aspas (11) que se fijan al exterior (6) del cubo (3) por su base (12),

50 donde el método comprende además el paso de proporcionar una serie de costillas de refuerzo (13) planas y rectas que se extienden sobre el eje o tubo (2) en una dirección esencialmente radial y forman una conexión radial entre el eje o tubo (2) y el interior (7) del cubo (3), y se extienden además axialmente en una dirección recta o plana, que comprende además el paso de dotar al impulsor (1) de al menos un polígono o anillo (20) que conecte todas las costillas de refuerzo (13) entre sí y que sea concéntrico con el eje central o tubo (2), caracterizado porque el método comprende además el paso de proporcionar uno o más pasajes (22) durante el proceso de producción de aditivos, por lo que siempre se proporciona al menos un pasaje (22) en la sección del polígono o anillo (20) situado entre dos costillas de refuerzo (13).

55 9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque dichos pasos se ejecutan mediante un método de producción de aditivos.

60 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque para el método de producción de aditivos se aplica un método de deposición de energía directa, por el que se utiliza energía térmica emitida para permitir que los materiales se fundan mientras se depositan.

65 11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque para el método de deposición directa de energía se aplica la tecnología de revestimiento por láser.

12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque el método comprende además el paso de proporcionar uno o más orificios (21) en el tubo central (2) durante el proceso de producción de aditivos que forman una conexión entre el espacio hueco (10) del cubo (3) y el entorno.
- 5 13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque después del proceso de producción de aditivos, el método comprende además el paso de agitar el impulsor (1) para eliminar el exceso de material en polvo del espacio hueco (10) del cubo (5) a través de los mencionados uno o más orificios (20) y/o (21).
- 10 14. Método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el método después de eliminar el polvo restante, comprende además el paso de equilibrar el impulsor (1) eliminando o añadiendo material en determinados lugares hasta que el impulsor 1 esté equilibrado.
- 15 15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque comprende el paso de añadir material adicional durante el proceso de producción de aditivos con fines de equilibrado, que tras la eliminación del polvo excesivo, puede retirarse localmente para equilibrar el impulsor (1).

DIBUJOS

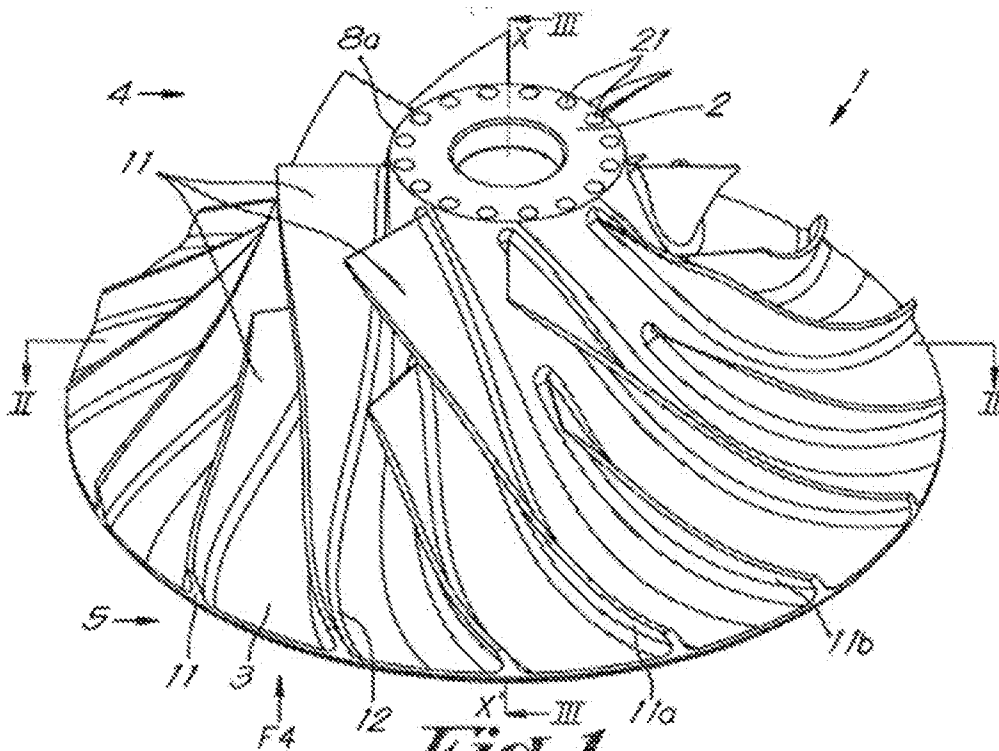


Fig. 1

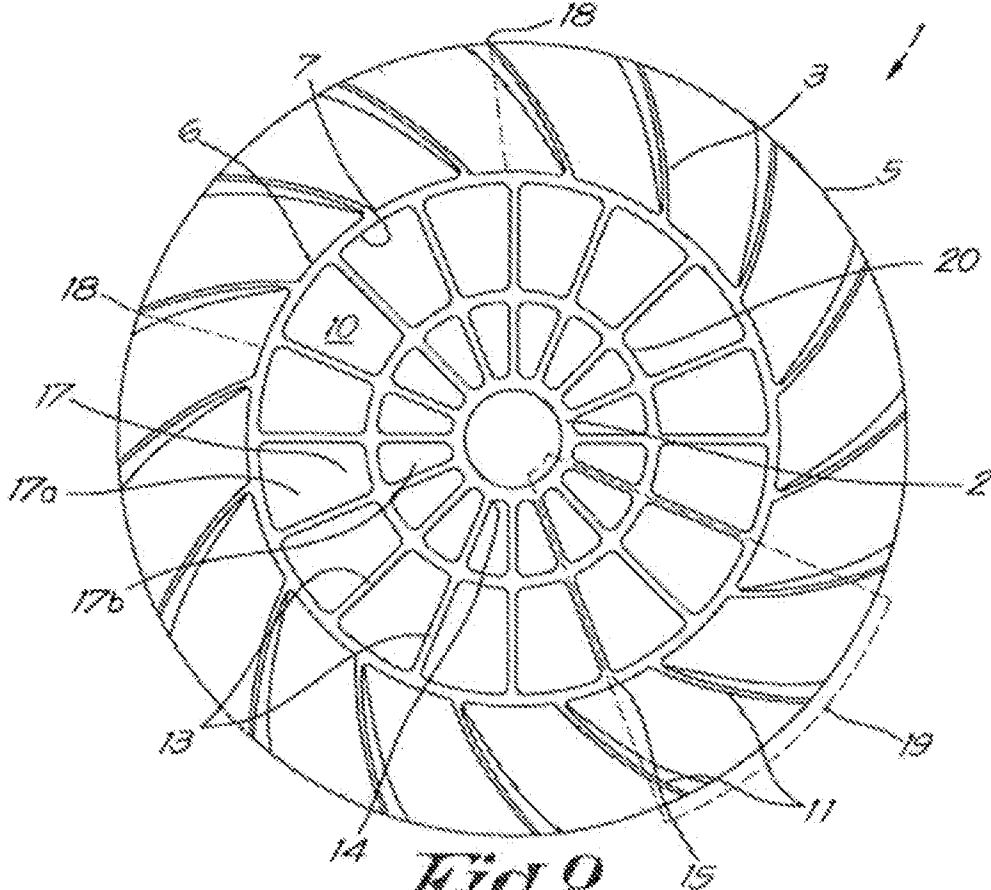


Fig. 2

