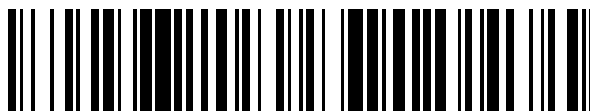


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 691**

51 Int. Cl.:

H02K 5/128 (2006.01)

H02K 49/10 (2006.01)

F04D 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2008** **E 08804460 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 2188882**

54 Título: **Tubo de entrehierro y procedimiento para su producción**

30 Prioridad:

21.09.2007 EP 07018541

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

09.06.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**BODE, RALF y
LANG, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 573 691 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

Tubo de entrehierro y procedimiento para su producción

La invención se refiere a un tubo de entrehierro y a un procedimiento para la producción del mismo.

5 Las turbomáquinas y sus motores de accionamiento eléctrico están alojados en la mayoría de los casos en carcasas separadas. De este modo, en las turbomáquinas son necesarias obturaciones para árboles, que pretenden impedir fugas hacia fuera del fluido transportado.

10 La turbomáquina y el motor de accionamiento pueden alojarse sin obturación para árbol en una carcasa, cuando en el motor eléctrico entre el rotor, con el que entra en contacto el fluido, y el estator tiene lugar una separación mediante un componente tubular. El componente se denomina debido a su posición en el entrehierro "tubo de entrehierro".

Los tubos de entrehierro usados hasta la fecha tienen una o varias de las siguientes desventajas:

a) Conductividad eléctrica: El tubo de entrehierro se calienta debido a corrientes parásitas. El calor debe evacuarse y la máquina está muy limitada en general en su rendimiento.

15 b) Resistencia reducida: El tubo de entrehierro solo puede absorber diferencias reducidas entre la presión interna y la externa. La técnica no es adecuada para máquinas de alta presión.

c) La técnica de fabricación solo permite un tamaño constructivo reducido del tubo de entrehierro, con lo que se limita el tamaño constructivo de la máquina.

20 Hasta la fecha solo han podido construirse máquinas pequeñas (en particular bombas) de rendimiento reducido con tubo de entrehierro o cubeta de entrehierro. En este sentido, hasta la fecha se han utilizado los siguientes materiales:

a) superaleaciones o aleaciones especiales metálicas, tales como Hastelloy o Inconel (desventaja: la conductividad eléctrica induce corrientes parásitas, que reducirían la eficacia de compresores de alto rendimiento de manera inaceptable)

25 b) CFK, plásticos reforzados con fibras de carbono (desventaja: la fibra de carbono también tiene una conductividad eléctrica todavía demasiado elevada, que reduciría demasiado la eficacia de compresores de alto rendimiento, debido a las corrientes parásitas inducidas)

c) polímeros de alto rendimiento reforzados con partículas o con fibra de vidrio así como polímeros de alto rendimiento no reforzados (por ejemplo FORTRON de la empresa Ticona) (desventaja: para la utilización en compresores de alta presión, la rigidez y la solidez que pueden alcanzarse son demasiado reducidas)

30 d) cerámica técnica monolítica, tal como dióxido de circonio (por ejemplo FRIALIT de la empresa Friatec) (desventaja: durante la producción de cubetas de entrehierro hasta la fecha en primer lugar se ha comprimido de manera isostática en frío polvo cerámico (comprimido no sinterizado) y a continuación se ha sinterizado. A este respecto, el proceso de sinterización provoca una contracción del 18-25% así como errores estructurales que reducen la solidez. Además, durante la sinterización de tubos de entrehierro grandes, tal como se requieren para compresores de alta presión, se producirían desde deformaciones condicionadas por la masa hasta formaciones de grietas. Por estos motivos, hasta la fecha no era posible producir tubos de entrehierro o cubetas de entrehierro con una longitud claramente por encima de los 300 mm de una pieza. Además, la tolerancia a daños que puede conseguirse por medio de este procedimiento de producción a presiones de hasta 150 bar es demasiado reducida).

40 El documento DE 20 2004 013 081 U1 da a conocer un tubo de entrehierro, que está compuesto por un material cerámico o vítreo. El documento DE 200 07 009 U1 y el documento US 2003/193260 A1 describen tubos de entrehierro cerámicos sinterizados. Los tubos de entrehierro de este tipo son demasiado frágiles para el fin de utilización perseguido. Un tubo de entrehierro descrito en el documento US 6.293.772 B1 está compuesto por una matriz polimérica reforzada con fibras, que presenta en particular fibras poliméricas y puede estar reforzado por medio de cerámica. De la misma manera, los documentos DE 38 23 113 C1 y US 4.952.429 A dan a conocer una protección, en particular superficial, frente a la abrasión por medio de partículas cerámicas, por ejemplo óxido de circonio. También se describen cubetas de entrehierro con partes parcialmente cerámicas en el documento DE 39 41 444 A1, el documento DE 197 44 289 A1 y el documento DE 34 13 930 A1. Todas las soluciones presentadas cumplen de manera insuficiente el perfil de requisitos expuesto anteriormente, en particular con respecto a los requisitos de elasticidad y solidez. Por el documento EP 1 281 696 A1 se conoce el uso, para componentes de una instalación de alta temperatura, tal como por ejemplo un reactor nuclear, de un material compuesto de carburo de

silicio, SiC.

Por tanto, la invención se ha planteado el objetivo de crear un tubo de entrehierro y un procedimiento para la producción del mismo, que pueda soportar presiones diferenciales altas.

- 5 Para la solución, según la invención se propone que el tubo de entrehierro esté compuesto al menos en parte por una matriz polimérica reforzada con fibras cerámicas, estando configuradas las fibras como fibras sin fin, con una longitud de al menos 30 mm. Las reivindicaciones dependientes contienen perfeccionamientos ventajosos.

- 10 El tubo de entrehierro puede producirse porque se enrollan de manera correspondiente fibras cerámicas adecuadas en una orientación adecuada con la adición de un aglutinante sobre un mandril, pudiendo estar compuesto el aglutinante por un polvo cerámico o vítreo o una barbotina a partir de un polvo cerámico/vítreo, y mediante un tratamiento térmico a continuación, que puede tener lugar a la atmósfera o al aire o en una instalación HIP, el aglutinante se sinteriza o se funde. A este respecto, el proceso puede guiarse o bien de tal manera que el cuerpo de fibras arrollado en primer lugar solo obtiene una solidez de base mecánica y todavía puede mecanizarse mecánicamente, o bien de tal manera que el tubo de entrehierro obtiene inmediatamente la solidez y la estanqueidad requeridas para la aplicación.

- 15 Alternativamente a esto, la estanqueidad puede conseguirse cerrando los poros del cuerpo de fibras tratado térmicamente a continuación del proceso descrito anteriormente. Esto puede tener lugar, por ejemplo, mediante infiltración a alta presión de vidrio líquido o mediante un proceso de esmaltado con inmersión en una barbotina líquida (frita) y la cocción o el vidriado a continuación de la superficie o mediante otros procesos adecuados.

- 20 Las desventajas de las construcciones de tubo de entrehierro hasta la fecha pueden evitarse cuando se usa un tubo de entrehierro de una matriz polimérica reforzada con fibras de vidrio. En este sentido, pueden utilizarse, entre otras, fibras de carburo de silicio, o fibras de dióxido de circonio o fibras de óxido de aluminio altamente puras, o también fibras de mullita. Todas estas fibras se encargan de una alta resistencia a la tracción. La resistencia puede aumentarse además, cuando se optimiza el tipo de interconexión de las fibras, en particular, cuando se usan fibras aleatorias o fibras sin fin o haces de fibras (*rovings*, mechas) así como esteras de fibras (tejidos, materiales no tejidos, etc.). La resistencia a la abrasión de la matriz polimérica puede aumentarse ventajosamente, cuando la superficie del tubo de entrehierro además se entremezcla o se recubre adicionalmente con partículas cerámicas.

A continuación se explicará más detalladamente la invención mediante un ejemplo de realización especial haciendo referencia a dibujos. Muestra:

- 30 la figura 1 una representación esquemática de un corte longitudinal a través de una unidad de compresor con un tubo de entrehierro según la invención.

- La figura 1 muestra esquemáticamente un corte a lo largo de una unidad 1 de compresor, que presenta como componentes esenciales un motor 2 y un compresor 3 en una carcasa 4 configurada de manera estanca a los gases. La carcasa 4 alberga el motor 2 y el compresor 3. En la zona de la transición del motor 2 al compresor 3, la carcasa 4 está dotada de una entrada 6 y una salida 7, succionándose a través de la entrada 6 por medio de una boquilla 8 de succión el fluido que debe comprimirse y fluyendo hacia fuera a través de la salida 7 el fluido comprimido.

La unidad 1 de compresor está dispuesta en vertical durante el funcionamiento, estando combinado un rotor 15 de motor del motor 2 a través de un rotor 9 de compresor del compresor 3 con un árbol 19 común, que gira alrededor de un árbol 60 de giro vertical común.

- 40 El rotor 15 de motor está montado en un primer cojinete 21 radial en el extremo superior del rotor 15 de motor. El rotor 9 de compresor está montado por medio de un segundo cojinete 22 radial en la posición inferior. En el extremo superior del árbol 19 común (es decir en el extremo superior del rotor 15 de motor) está previsto un cojinete 25 axial.

El compresor 3 configurado como compresor centrífugo presenta tres escalones 11 de compresor, que en cada caso están conectados por medio de una ranura 33 de fuga.

- 45 Los cojinetes 21, 22, 25 electromagnéticos están enfriados hasta la temperatura de funcionamiento por medio de un sistema 31 de enfriamiento, previendo el sistema 31 de enfriamiento una derivación 32 en una ranura de fuga del compresor 3. Desde la derivación 32 se conduce, por medio de conductos tubulares, una parte del medio transportado, que es preferiblemente gas natural, a través de un filtro 35 y a continuación mediante dos conductos tubulares separados hasta los puntos de cojinete externos (primer cojinete 21 radial y cuarto cojinete 24 radial así como cojinete 25 axial). Este enfriamiento por medio del medio 80 transportado frío ahorra conductos de alimentación adicionales.

El rotor 15 de motor está rodeado por un estator 16, que presenta un encapsulado configurado como tubo 39 de entrehierro adaptado en cuanto al diámetro interno, de modo que el medio 80 transportado agresivo no daña los arrollamientos del estator 16. En este sentido, el tubo 39 de entrehierro está diseñado de tal manera que puede soportar la presión de funcionamiento completa. Esto también es así, porque está previsto un enfriamiento 40 separado para el estator, en el que circula un medio 56 de enfriamiento propio. En este sentido, una bomba 42 se encarga de una circulación a través de un intercambiador 43 de calor. El tubo 39 de entrehierro está realizado al menos de tal manera que el fragmento que se extiende entre el estator 16 y el rotor 15 de motor, aunque presenta un grosor de pared fino, en el caso de un llenado completo del enfriamiento 40 de estator por medio del medio 56 de enfriamiento, puede aguantar la presión proyectada. De esta manera se evitan pérdidas mayores por corrientes parásitas en esta zona y se mejora la eficacia de toda la disposición.

REIVINDICACIONES

1. Tubo (39) de entrehierro, que está compuesto al menos en parte por una matriz polimérica, que está reforzada por medio de fibras, caracterizado porque está compuesto al menos en parte por una matriz polimérica reforzada con fibras cerámicas, estando configuradas las fibras como fibras sin fin con una longitud de al menos 30 mm.
- 5 2. Tubo (39) de entrehierro según la reivindicación 2, caracterizado porque las fibras están compuestas al menos en parte por carburo de silicio.
3. Tubo (39) de entrehierro según la reivindicación 2, caracterizado porque las fibras están compuestas al menos en parte por óxido de aluminio.
- 10 4. Tubo (39) de entrehierro según la reivindicación 2, caracterizado porque las fibras están compuestas al menos en parte por dióxido de circonio.
5. Tubo (39) de entrehierro según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las fibras forman entre sí una interconexión aleatoria.
6. Tubo (39) de entrehierro según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las fibras están configuradas como haz de fibras, en particular como mecha.
- 15 7. Tubo (39) de entrehierro según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las fibras están configuradas como estera de fibras.
8. Tubo (39) de entrehierro según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la superficie del tubo (39) de entrehierro está entremezclada con partículas cerámicas.

